최종보고서

첨단센서 및 USN기반 하천·물환경 모니터링 기술개발

2011. 8

연구기관: ㈜테크노베이션파트너스

교육과학기술부, 행정안전부, 농림수산식품부,
지식경제부, 환경부, 국토해양부

제 출 문

교육과학기술부 장관, 행정안전부 장관, 농림수산식품부 장관, 지식경제부 장관, 환경부 장관, 국토해양부 장관 귀하

본 보고서를 **"첨단센서 및 USN기반 하천·물환경 모니터링 기술개발"**의 최종보고서로 제출합니다.

2011년 7월 22일

주관연구기관명 : ㈜테크노베이션파트너스

주관연구책임자 : 김효정 파트너

참여연구원 : 현재호 파트너
김수연 수석연구원
류창원 수석연구원
강혜지 전임연구원
공재현 책임연구원
김지현 전임연구원
염지선 전임연구원
이찬우 전임연구원
홍성표 전임연구원

요 약 문

1. 사업기획의 개요

1.1 배경 및 필요성

□ **사회 물 안전망에 대한 수요 증가**

○ 기후변화와 강우패턴의 변동, 국가 녹색성장에 따른 용수 이용 증가 등으로 야기되는 **물환경의 불확실성에 대응**

○ 도시화, 산업화로 수질오염사고 발생시 피해규모가 대형화될 우려가 커짐

□ **국가 물환경 관리체계의 효과성과 효율성 강화**

○ 우리나라의 수질·수량측정망은 **인력에 의한 수동측정, 수천만원~수억원의 고가 분석기 사용, 주로 대하천 위주로 소수 지점 운용(현재 60개 지점)** 이라는 한계를 갖고 있음

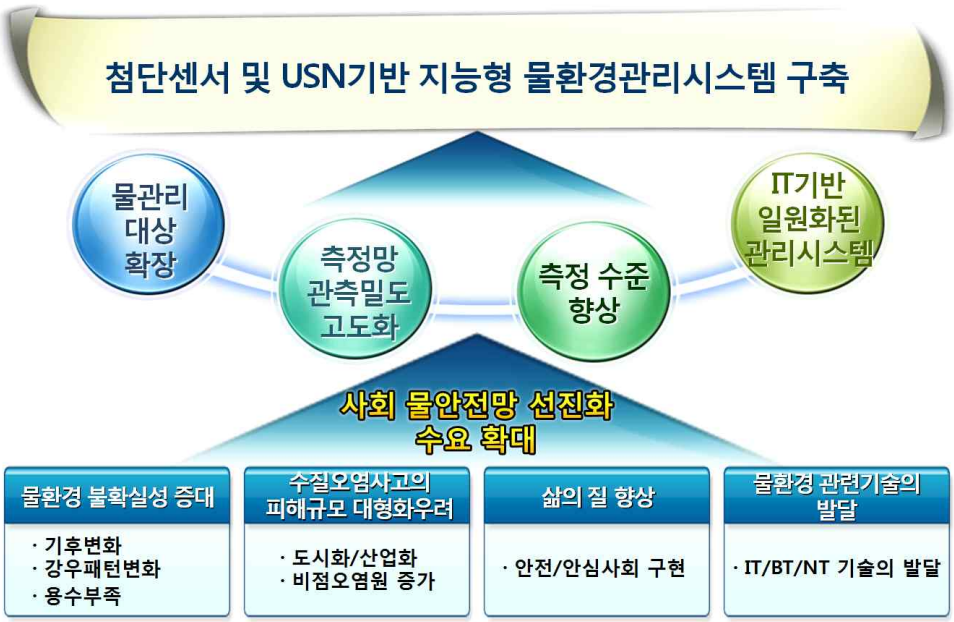
□ **기술의 융복합화 가속**

○ IT, NT, BT기술 융복합화가 가속적으로 진행되면서 센서네트워크와 수질/수량 모니터링을 결합한 실시간 자동 물환경관리 시스템의 개발이 가능해짐

□ **정부 R&D 규모 확대에 대한 투자효율성 제고**

○ 국가연구개발 사업의 투자 규모가 ’08년 대비 ’12년까지 1.5배 증액되어 15조원을 상회하게 될 것으로 예상됨에 따라 투자효율성 제고를 위한 전략적 기획에 대한 범부처의 수요가 증대됨

○ 주요 분야별 종합계획 수립 단계에서 부처간 공동 참여는 보편화 추세이나 연구개발 주체 간 실질적 협력이 이루어지는 개별 R&D 사업의 부처간 연계는 아직 활성화되지 않은 상황



[그림 1] 첨단센서 및 USN 기반 지능형 물환경관리시스템 구축의 필요성

1.2 기술개요

□ **자립형 센서**

○ (정의) 저전력, 자가진단/ 자동세정이 가능해 장기간 인력없이 운용 가능한 센서

○ (직독식) 별도의 장비없이 바로 환경정보를 확인할 수 있음

□ **광역 환경센서망**

○ (정의) 상용 전원을 사용하지 않고 수십kbps이내 대역폭을 제공하며, 5~10km까지 전송 가능한 무선전송 망

□ **환경IT융합 미들웨어**

○ (정의) 환경정보를 센싱, 전송, 수집, 처리하는 센서노드(센서 + 통신모듈)의 기반 소프트웨어

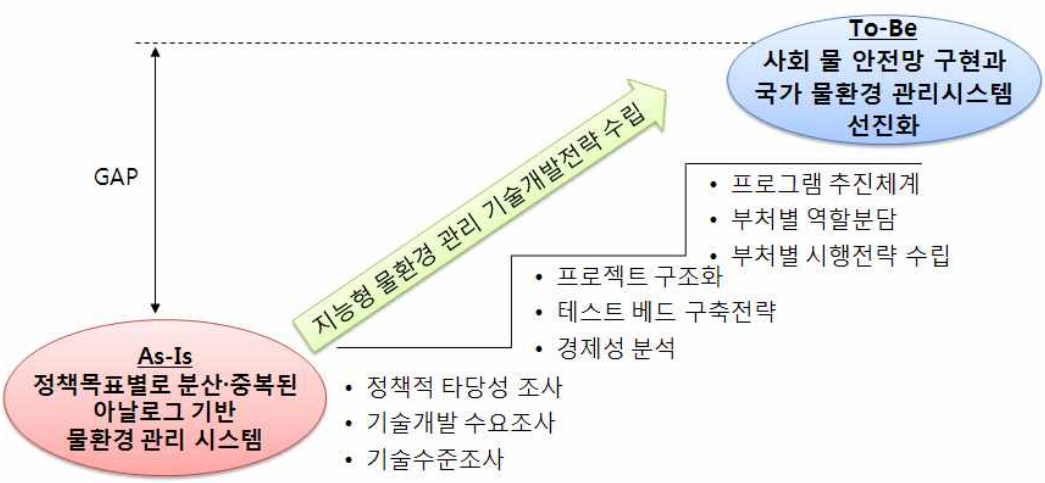
□ **사용자 인터페이스**

○ (정의) 수집한 환경정보를 의사결정자에 표출하거나, 분석하여 의미 있는 정보로 변환하는 어플리케이션(프로그램)

1.3 사업추진 목적

○ 국가적 차원의 지능형 물환경관리 시스템 구축을 통한 최첨단 수질·수량 감시 시스템 확보 및 신성장 동력화 추진 방안 마련

○ 범부처 차원의 자립형 센서기반 지능형 환경관리시스템 **개발 전략 및 부처 간 연계·협력 시스템 제시**



[그림 2] 기획연구의 최종목표

2. 기술개발 동향 조사

□ **선진국 벤치마킹 시사점**

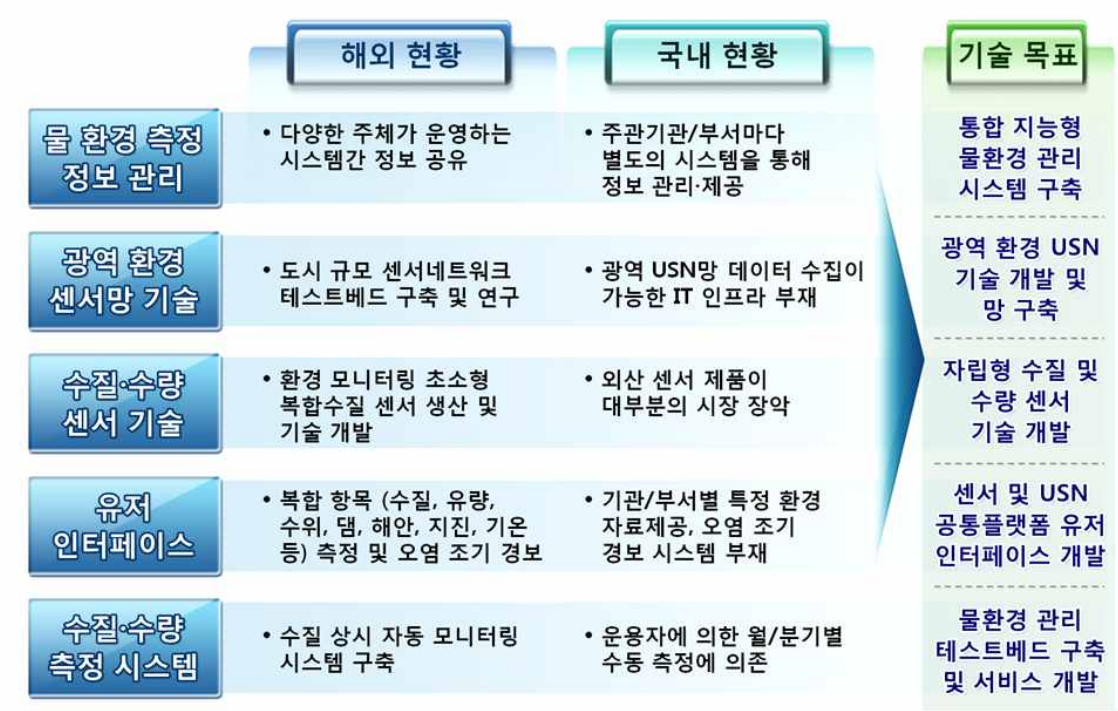
○ 저전력화, 자가진단, 자율교정 및 다항목측정이 가능한 첨단 센서/측정기기 개발

○ 실시간 자동 모니터링 시스템 구축을 통한 인건비 절감

○ 다수의 센서가 실시간으로 정보를 주고받는 USN기반의 광역 환경센서망 구축

○ 물환경 관련 다양한 주체가 운영하는 시스템 간 정보 공유

○ 실시간 모니터링 시스템을 바탕으로 홍수예보/ 오염 조기경보 시스템 등의 유저 인터페이스 개발



[그림 3] 국내·외 벤치마킹 시사점

<표 1> 해외 주요 기술개발 동향 요약

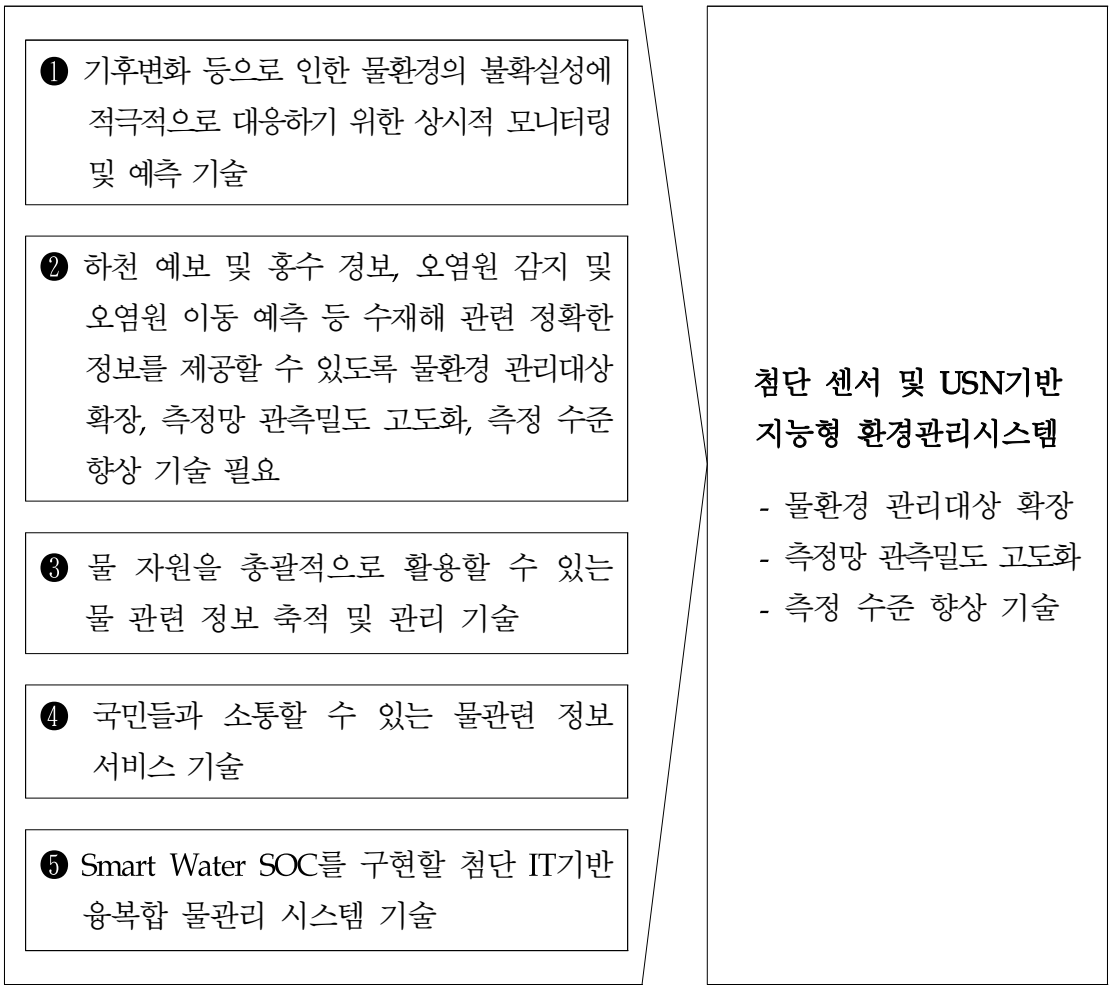
벤치마킹 대상	개요	주요 내용(측정대상, 측정소, 주요기술)
NWIS(미)	· 물 관련 자료의 저장 및 검색 통합 시스템 · 물공급 측정, 공급 계획 수립, 홍수와 가뭄 예보와 수질 관리	· 수량, pH, 염도, 탁도, 수온, DO, 암모니아, 질산염, 염화물, 엽록소, 홍조류, 남조류 등의 측정 정보를 제공 · 33.8만 지표수 및 지하수 수질 관측 지점, 22,600개소의 과거 및 현재 유량 관측 지점, 8,830개소의 하천, 호수, 저수지, 지하수, 기상의 실시간 관측 지점, 140만개소의 우물 관측 지점
켄사스주 실시간 모니터링 시스템(미)	· 하천, 호수, 지하수 등에 광범위하게 측정소를 설치하여 저수지 혹은 댐 운영, 하천 예보, 홍수 경보 등의 정보를 제공	· 하천(171개), 호수(14개) 등에서 전도도, pH, 수온, 탁도, 클로필, DO 등을 15분~1시간 간격으로 측정 · 지하수 측정소는 1시간의 측정빈도 · 인공위성을 이용한 실시간 자료 전송 · DCPs: 자동 데이터 수집 시스템
River Forecast Center(미)	· 모든 하천에 모니터링 시스템을 구축하여 실시간 수문예측 자료 및 경보자료를 제공	· 미국 상무성 및 미국해양대기관리처 산하 미국 기상청이 운영 · 약 4,000여개 하천 지점별로 홍수예보와 시 관측 자료를 제공
REON	· 최초의 USN기반 수중환경 실시간 모니터링 시범서비스 · 315마일 길이의 허드슨 강 전 구간에 5,000개가량의 센서, 로보틱스, 컴퓨터생명공학 부품 및 장치로 이뤄진 네트워크를 구축할 예정	· 태양광발전 패널과 배터리를 이용해 플랫폼의 센서와 무선통신 시스템의 전원을 공급하는 에너지 자립형 · 자율 로보틱 프로파일러가 하천을 움직이며 분단위로 센서어레이를 구동시켜 수질정보를 획득 · 약 100m 마다 센서를 배치하고 이들을 네트워크로 연결하여 온도, 수압, 염분, 탁도, 용존산소량

		등 수질과 관련된 기본적 정보를 수집하여 실시간(분 단위)으로 전송 · 다수의 센서가 실시간으로 전달하는 데이터를 수집·처리
켈리포니아 주 식물원 환경모니터링 시스템(미)	· 미국 캘리포니아 주 Huntington 식물원에 적용한 인터넷을 통한 실시간 식물원 환경 모니터링 시스템	· 식물원의 온실 내부, 실외 종묘원, 수분 온실 4곳, 온실 지중에 태양열을 사용한 센서를 설치 · 토양 온도 및 수분, 기온, 습도, 일사량, 산소량을 측정할 수 있는 센서 도입
On-farm Demonstration of a Wireless Mesh Network(미)	· 무선랜 기반 메쉬 네트워크를 통한 음성통신 시스템을 Field Day 농장에 적용	· 무선랜을 기반으로 하는 총 5개의 무선 노드로 구성되며, 최대 300m의 거리를 두고 농장에 설치
Project Warmer(EU)	· 유럽 전역의 수질을 모니터링 하려는 목적으로 화학, 전자, 통신 등 여러 영역의 R&D기관이 협동하여 추진하는 학제 간 연구 프로그램	· 온도, 전기전도성, 염도 등의 물리적데이터, 암모니아, 질산 등의 영양소 뿐만 아니라 유기물, 이온 함유량, 중금속을 검출할 수 있는 센서 개발 · 적용될 효율적인 통신 프로토콜 RRABP (Resettable Receiver Alternating Bit Protocol)개발 · 베니스 주변에 10개의 이동형·고정형 모니터링 스테이션을 설치하여 필드테스트 수행
FRICS(일)	· 하천 및 유역관리를 위한 모든 수문정보를 수집하고 분석하여, 홍수피해 절감 등을 위한 정보를 제공	· 우량, 수위, 댐, 해안, 지진, 기온, 풍향, 풍속 등을 측정 · 원격측정관측소 약 15,000개가 상호 정보 공유
Hokkaido Univ.'s farm and pasture WLAN system (일)	· 농업 종사자들의 노동력 절감 및 생산량 증대를 위한 센서와 무선랜 기반의 농장 모니터링 시스템	· 날씨, 강수량, 토양 습도, 전기전도도, 지하수, 수위 등을 실시간으로 측정 · 태양광 패널과 풍력터빈을 설치하여 모든 센서와 데이터 허브, 라우터에 전력을 공급함
Rice seedling greenhouse remote control(일)	· 벼 재배의 노동력 절감 과 산출량 증대를 위한 무선랜 기반의 벼 묘목 원격 관리 시스템	· 무선랜과 유선랜을 기반으로 온도 및 일조량 습도 센서를 탑재한 Control Object를 이용하여 묘목의 급수 및 관개 조절 · 센서들은 매 10분마다 주기적으로 온도, 토양 온도, 토양 수분, 일조량을 측정
IKSER(독)	· 엘베강의 수질을 상시 자동 모니터링하는 프로그램을 운영	· 용존산소(DO), 전기전도도, 온도, 일반유기오염물, 암모니아 및 ortho-phospharates, Daphina에 의한 독성 등을 연속 자동 측정 · 수질자동측정망은 소수의 운영인력만이 상주
노트라인베스트팔렌 주 수질관리(독)	· 단기간의 수질변화와 집중적인 수질감시를 위한 조기경보 모니터링 시스템 · 장기간 수질변화 및 수질의 체계적인 관리를 위한 장기 모니터링 시스템	· 3개의 유인측정소와 10개의 무인측정소를 설치하여 수질오염을 조기 경보함 · 수온, 전기전도도, pH 등의 물리·화학적 수질데이터는 실시간 자동측정 · TOC, 질소, 황 등을 TOC 자동측정기와 이온크로마토그래피를 이용하여 일 2-3회 측정함
RIMSYS 프로젝트 (마케오니아)	· 수질 등 물의 화학적 특성보다 유량 등 물리적 특성을 모니터링하는 기능을 강화한 IT기술 기반 수자원 관리 시스템	· 마케도니아와 스위스의 다양한 수자원관리 관련 민·관 조직이 프로젝트에 참여 · 18개 수자원 모니터링 시스템에 최신기술을 적용하여 운영과 관리의 완전 자동화를 추진 · 수위, 수온, 탁도, pH, 전기전도도를 측정할 수 있는 다항목측정기와 수위측정을 위한 레이더 센서를 도입

3. 기술개발 수요 분석

3.1 미래사회 수요

□ **미래사회의 물환경관리 수요 요약**



3.2 관계부처 수요

□ 부처별 물관리 현황

<표 4> 부처별 물관리 현황 요약

부처	물 관리 현황
환경부	· (주요 업무) 수질오염 예방정책, 수질오염물질의 처리, 하천환경 관리, 수질오염행위 감시·단속, 수질 모니터링 및 평가 등 · (산하기관) 국립환경과학원, 유역(지방) 환경청, 한국환경공단 · (주요 시스템) 수질자동측정망, 수질원격감시체제(TMS)과 이들을 통합 관리하는 수질오염방제센터를 운영
국토 해양부	· (주요업무) 하천유량관리 시스템 구축/운영, 하천홍수의 통제와 관리, 수문조사와 관측, 수도시설 개발과 이용에 관한 사업, 수자원개발시설 건설 및 운영/관리, 댐 수질조사, 하천공사의 측량/설계/시행 · (산하기관) 4대강 홍수통제소, 지방국토관리청, 한국수자원공사 · (주요 시스템) 국가 수자원관리 종합정보시스템, 지하수정보 관리 시스템, 유역조사 지원시스템, 홍수지도관리 시스템, 통합홍수예·경보시스템, 전국용수이용 자료관리시스템 등
농림수산 식품부	· (목적) 농어촌지역에서 필요한 용수의 개발·이용과 보전 · (업무) 농어촌용수계획 수립, 농업용 댐과 지하수 개발/관리, 농어촌의 수질오염방지시설, 하수도 시설 설치와 지원 사업, 해양환경모니터링: 수위, 수질, 수량을 모두 포함 · (산하기관) 한국농어촌공사, 국립수산과학원 · (추진사업) 농업용수 관리자동화 사업, 국가해양환경관측망, 수산환경모니터링, 양식어장 수질 자동측정소
행정 안전부	· (업무) 풍수해 등 재난 경보/관리 업무, 지방자치단체에서 관할하고 있는 하천의 관리 및 홍수대책, 온천개발 및 관리업무, 민방위 급수시설 관리 · (산하기관) 소방방재청 · (주요 시스템) U-IT기반의 저탄소 녹색도시 건설, 실시간 하천·호소 생태모니터링 시스템, 지능형 재난재해 예방 및 대응체계 구축

□ 문제점과 기술개발 수요 종합

<표 5> 부처별 물환경 관리 문제점과 기술개발 수요 요약

부처	문제점	기술개발 수요
환경부	· 고가 장비를 자동화한 흐름주입분석법 위주의 분석기 위주(전력 소모가 큼) · 환경공단의 장비는 극히 일부만 국산화된 상태 · 다양한 감시기능을 위해 중·소하천까지 측정 범위를 확대해야하지만, 기존 분석기류로 소하천에 측정망을 확대 구축할 경우 많은 비용이 소요됨	· 일반항목(pH, DO, EC, 탁도, 수온)과 T/N, T/P, TOC, 중금속 등의 **직독식 측정기** 개발 · 측정 정밀도 제고 · pH, DO, 전기전도도 등은 저가이면서도 신뢰성 높은 센서 개발이 필요 · 수질측정망/총량측정망에 해당하는 물질을 모두 All in one type으로 제작·활용
국토해양부	· 하천 분야 수량측정 자동화율 미흡 · 첨단 수량센서 국내 개발이 미흡하여 해외기술에 전적으로 의존 · 하천의 주요지점에 대해서만 측정하고 있는 수량정보를 전 하천구간으로 확대 · 전통적 방식의 자체 통신망(VHF) 활용하여 효율성 저하 · 수량정보의 체계적인 관리 미흡 · 수량정보 확보를 위한 투자 부족(예산, 전문 인력 부족)	· 홍수예보 및 물관리를 위한 실시간 모니터링(수위, 유속, 유량, 강수량 및 보, 제방 등의 하천시설물의 간극수압, 변위, 온도) · 하천 수량 정보 불확실도를 5% 이내로 저감 가능한 센서 개발 · 전 하천으로 확대하기 위한 저가격이면서 신뢰성 높은 센서 개발
농림수산식품부	· 현재 수량측정과 수질측정이 분리되어 각각의 담당자가 현장방문 측정으로 저효율 고비용 · 현재의 실시간 연안환경 정보시스템의 설치 위치 및 운용 수량으로는 효율적인 모니터링에 한계 · 수온, 염분, 용존 산소 등을 측정하는데 그치고 있으며, 해역에 따라 추가적인 항목의 정보가 필요	· 농업용 저수지 수위, 수질, 수량 모니터링 센서, 통신, 전원방식 및 시설물의 개발 필요 · 보급형 모니터링 시스템 개발 · 사용자에 편리한 인터페이스에 기반을 둔 자료 제공 · 해양환경 변화를 종합적으로 반영하기 위해 적조, 유해미생물 측정센서 등을 개발
행정안전부	· 하천지천지류 등에 관련부처 및 인접한 지자체들과 공동 협업 어려움 · 상용 데이터 통신망을 이용하고 있어 지자체의 고정 예산 부담	· 환경 모니터링 데이터와 지방행정시스템과의 연동 · 측정 데이터를 전송하는 USN인프라 개발

4. 기술개발 전략방향

4.1 분류별 기술개발 내용

<표 6> 기술분류체계

대분류	중분류	세분류	비고
자립형 센서/측정장치	수질 센서	전기식 수질 단위센서(5종: 수온, EC, pH, ORP, 염도)	지경부
		광학식 수질 단위센서(4종: 탁도, DO, 클로로필-a, 남조류)	지경부
		자동 세정/교정 복합센서	지경부
		TOC/T-N/T-P 센서화 원천기술	교과부
		오염 저항성 센서 소재 개발 기술	교과부
		효소기반 환경 바이오센서 안정화 기술	교과부
		수질오염 미생물 진단 센서 원천기술	교과부
		해양 조류 직독식 센서	농식품부
		양식어장 환경 맞춤형 다항목 수질 자동측정 장치	농식품부
		해양 부유물질 직독식 센서	농식품부
		해양 유해적조 바이오센서	농식품부
		해양병원균 바이오센서	농식품부
		인산염 측정 센서	환경부
		질산염 측정 센서	환경부
		암모니아성 질소 측정 센서	환경부
		수질 내 중금속 측정 센서/분석장치	환경부
		자립형 TOC/TN/TP 측정장치 개발	환경부
	수위 센서	압력식 수위센서	지경부
		장거리 수위계측시스템(레이다, 초음파식)	농식품부
		농업용 수로 수위 측정 시스템	농식품부
		소하천용 다채널 수위계 시스템	농식품부
		광전자 수위센서	국토부
	유속 센서	레이다 수위/유속 시스템	농식품부
		전자식 유속 측정 시스템	농식품부
		2차원 표면유속장 측정 기술 개발	국토부
	유량 센서	유량측정용 flumegate 시스템	농식품부
		초음파 하천 수량 센서	국토부
	수심 센서	내용적 측정용 음향측심기 시스템	농식품부
	수중지형 센서	3차원 하상 모니터링 센서	국토부
		자율형 수중환경 무인자동 모니터링 장비(AUV)	국토부

대분류	중분류	세분류	비고
	강우 센서	자율형 광학우량 관측 센서 기술	국토부
		전자 강수량 센서	국토부
	하천관리 센서	하천시설물 안전관리 센서	국토부
		수상 무인자동 채수 장비 (USV)	국토부
광역 환경센서망 기술	광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준	Sub-1Ghz대역 주파수 간섭분석 모델링 및 시뮬레이션 기술	지경부
		광역 환경센서망 주파수 최적배치 및 운용기술	지경부
	Sub-1GHz대역 광대역 저전력 RF/안테나 기술	광대역 저전력 고정밀 PLL/필터 기술	지경부
		Sub-1Ghz대역 저전력 RF칩 설계/제작 기술	지경부
		Sub-1Ghz대역 고이득 소형 안테나 기술	지경부
	고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 기술	중거리 고효율 전송 및 적응형 모뎀기술	지경부
		고신뢰 적응형 채널코덱 기술	지경부
	환경센서망 동적 채널할당 MAC 기술	동적 무선자원 할당 및 액세스 제어 기술	지경부
		저전력 실시간 환경디바이스 제어 기술	지경부
		동적 무선링크 구성 기술	지경부
	환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술	환경적응형 고신뢰 SoC 및 다단계 저전력관리 설계 기술	지경부
		환경적응형 고신뢰 저전력 SoC 제작 기술	지경부
	광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 기술	센서노드 공통 플랫폼 및 모바일 모니터링 단말 기술	지경부
		자가발전 센서노드 전원공급/획득 기술	지경부
		지능형 Plug&Play 환경센서 인터페이스 기술	지경부
	광역 환경 센서네트워킹 및 센서 신호처리 기술	광역 환경센서망 Scalable 라우팅 및 협업통신 기술	지경부
		센서네트워크 기반 고정밀 위치인식 기술	지경부
		다중복합 환경센서 신호처리 및 데이터 퓨전 기술	지경부
	광역 환경센서망 게이트웨이 기술	광역 환경센서망 게이트웨이 및 이종망간 연동기술	지경부
환경 IT융합 미들웨어 기술	광역 환경정보 수집/처리 기술	이종 환경 센서 및 센서망 정보 표준화 기술	지경부
		이종 환경 센서 및 센서망 정합을 위한 공통 인터페이스 기술	지경부
		광역 센싱정보 지능형 이벤트 처리 기술	지경부
		광역 현장적응형 경량형 미들웨어 기술	지경부
	광역 환경정보 통합/생성 기술	환경 상황정보 실시간 가시화 기술	지경부
		환경 센싱정보 웨어-하우스 구축 기술	지경부
		이종 환경정보 다차원 매쉬업 기술	지경부
	광역 환경정보 분석/예측 기술	중소하천 환경변화 분석, 예측 기술	지경부
		중소하천 모델링 기술	지경부

대분류	중분류	세분류	비고
	광역 환경정보 무선망 운용관리 기술	광역 센서망 설계 기술	지경부
		센서노드 배치 기술, 자동 망 설치 기술	지경부
		센서망 상태 감시 기술	지경부
		센서망 구성 제어 기술	지경부
		센서 노드 프로그램 변경기술	지경부
	광역 환경정보 무선망 유지보수 기술	센서망 장애 발견 기술	지경부
		센서망 장애 복구 기술	지경부
		센서망 자가치유 기술	지경부
	광역 환경정보 무선망 보안관리 기술	센서노드 보안기술	지경부
		안전한 환경 센싱정보 전송 기술	지경부
		다자간 환경 센싱정보 공유를 위한 인증/인가 기술	지경부
	fault sensor identification 기술	직독식 측정기기의 측정값의 유/무효 및 정상/비정상 판단 application	환경부
		직독식 측정기기의 자동 유지관리 기술	환경부
		Flow-through 측정기기의 측정값의 유/무효 및 정상/비정상 판단 application	환경부
		비정상 자료 보상 기술	환경부
유저 인터페이스	오염물 유출 경로 추적 가능 어플리케이션	오염사고 발생 유무 판별 프로그램	환경부
		측정기기 간 하천 혹은 호소 mass balance 모델	환경부
		특정 위치에서 측정된 오염원의 농도로부터 발생 위치 추적 프로그램	환경부
		여러 수질 측정항목의 변화 유사 정도를 통한 발생원 규명 프로그램	환경부
	GIS기반 유역 관리 모델	측정자료를 유역관리 GIS 시스템에 실시간 출력할 수 있는 기술	환경부
		시간적/공간적 오염 예측 모델	환경부
		유역관리 모델의 GIS 이식 기술	환경부
		신규 오염원 및 측정지점 표시를 위한 자동 업데이트 기능	환경부
		GIS 기반 하천유역 수재해 예측/분석 가능한 시뮬레이터 기술	국토부
	수변 공간 변화 관측 기술	고해상도, 대용량 공간정보 컴퓨팅 기술	국토부
		ST기반 하천지형 변화탐지 기술	국토부
		하상지형 및 수변공간정보 병합 분석 기술	국토부
	수문모니터링 자료 처리 및 분석 기술	수문자료 표준화 및 처리 방법	국토부
		수량, 수질, 시설물, 지형모니터링 자료 분석 처리 기술	국토부
		다차원공간정보 기반 수문모니터링 및 의사결정지원시스템 기술	국토부

4.2 기술수준조사 결과

○ **(기술개발 성공가능성)**

- 국내의 센서, 환경센서망, 미들웨어 기술은 선진기술을 모방 개량하는 수준임
- 센서 분야는 국내 전문 인력이 다소 부족한 편이나, 광역 환경센서망과 미들웨어 부분은 해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력이 충분함

○ **(파급효과의 크기)**

- 연구개발을 통해 개발된 기술은 기존 하천 및 물환경 모니터링 시스템의 성능을 향상시킬 수 있어 내수시장 추가 확대가 예상됨
- 수량, 수질, 수위센서 기술은 내수시장을 기반으로 해외시장 진출도 가능한 경제적 파급효과가 매우 큼
- 미생물 진단, TOC/TN/TP, 효소기반 바이오센서 안정화 기술 등은 원천 기술개발 사업으로서 경제적 파급효과가 매우 클 것이라 예상됨
- 대부분 기술이 기존 사회 물안전망 관리 시스템을 고도화할 것이며, 특히 수량, 수위, 유속센서 기술개발은 선진화된 오염·홍수 등 수재해 예보시스템을 구현을 통한 사회 물안전망 확보에 기여할 것임

○ **(국가적 대응의 필요성)** 대부분의 기술은 대표 공공재로 정부투자가 불가피하며, 기업의 해외진출을 위한 track record를 제공할 수 있거나 테스트베드를 통한 새로운 물산업 창출이 가능할 것으로 판단됨

<표 7> 기술수준 평가결과 분류별 평균

대분류	소분류	소분류 평균	대분류 평균
기술개발 성공가능성	기술개발수준	3.3	3.4
	연구개발역량	3.6	
파급효과의 크기	시장매력도(경제적 파급효과)	4.4	4.2
	사회물안전망 확보기여도	4.0	
국가적 대응의 필요성	공공투자 타당성	4.8	4.6
	국가 물산업 경쟁력 제고	4.5	

5. 사업추진전략

5.1 기본 전략 방향

□ **SWOT 분석 결과**

강점(Strength)	약점(Weakness)
○ 뛰어난 IT 역량 ○ 정부의 강력한 물산업 육성 의지 ○ 물관리를 위한 대단위 테스트 베드 구축 조건 구비	○ 측정 항목은 고도화되고 있으나, 현행 센서 보유량 및 측정력 미흡 ○ 측정 데이터의 전송 능력 미흡 ○ 높지 않은 센서 개발 수준 ○ 환경IT분야 레퍼런스 및 경험 부족 ○ 센서 유지 보수 관리 어려움 ○ 수자원 관리 및 물관리 체계 다원화로 통합적 관리기능 미비
기회(Opportunity)	**위협(Threat)**
○ 실시간 관측 수요 증가: 데이터를 활용한 다양한 어플리케이션 개발 가능성 ○ 융복합 기술 발전에 따른 환경 모니터링 능력 획기적 개선 ○ 수자원 모니터링 시스템과 IT의 결합 추세 가속화 (Smart SOC 가속화) ○ 광역센서망 기술은 아직 전 세계적으로도 시범서비스 수준에 불과 ○ 성공적인 물관리시스템 구축으로 수출 가능	○ IBM, GE, NTT등 거대 IT기업들의 물산업 진출 ○ 기업 간 협력 연구 강화 추세 ○ 수자원 개별 요소 관리보다는 통합관리 수요 증대 ○ 글로벌 센서 기업들의 높은 기술력

○ **(SO전략)** 한국의 IT역량을 활용한 환경모니터링 시스템 수출과 광역센서망 기반 환경관리시스템 시장 선점

○ **(WO전략)** 글로벌 시장을 선도할 수 있는 핵심 환경센서 집중 개발과 IT기반의 자립형 센서 개발로 센서 유지 보수 관리 최소화

○ **(ST전략)** 거대 기업들의 진출에 대항하기 위한 강력한 IT기반 물환경관리 시스템 상품화와 국내 IT기업들의 하천 및 물환경 관리 시스템 관심 유도

○ **(WT전략)** 세계 시장의 벽을 뚫을 수 있는 World Best 환경 센서 개발

□ 전략체계 설계

비 전

2020, 세계 최고 수준의 RICH & CLEAN 물환경관리 시스템 구현

미 션

첨단센서 및 USN 기반 하천·물 환경 관리 기술 확보

전략체계

	Real Time	Intelligent	Cost-Saving	High-Performed
기술개발 목표	광역 환경센서망	자립형 센서	범용미들웨어/ 유저인터페이스	테스트 베드
	상용 전원 없이 5~10km 전송	저전력 자가진단 자율교정	공통 활용 범용미들웨어 맞춤형 정보표출	물환경 서비스 수요 맞춤형 테스트 베드

추진전략	전략 1	전략 2	전략 3
	수요지향	목표지향	개방형 R&D
	미래사회수요	R&BD 모델	다부처 공동기획
	정책수요	테스트베드 구축	기술개발포트폴리오
	사회물안전망수요	사업화 주체 참여	오픈 포럼

핵심가치	Collaborated	Leadership	Efficient	Aligned	New-standard

다부처 협업기반 리더십으로 효율적으로 정렬된 새로운 기준을 만드는 사업

□ 단계별 핵심 성과목표

참여부처의 R&D사업의 정책목적

(농식품부) 21세기 농촌용수 수요량 증가에 대비, 한정적 수자원을 효율적으로 활용
(환경부) 국가수질관리 기능성 및 오염사고 감시 기능성 향상
(국토부) 하천유역의 수자원 이용의 적정화, 홍수예방 및 발생 시 피해 최소화
(지경부) RFID/USN 세계적 경쟁력 확보, 선도적 시장수요 창출

첨단센서 및 USN기반 하천·물환경 모니터링 기술개발 사업의 정책목표

첨단센서 및 USN 기반의 수질·수량 모니터링 시스템 구축을 통해
사회 물 안전망 선진화 수요에 대응

	2013~2015 초기 개발 단계	2016~2017 테스트베드 검증 단계
[전략목표 1] 측정 수준 향상		
수재해 대응시간 *사건을 감지하고, 경보를 표출하는데 걸리는 시간	-	5분/10분 * 유형에 따라 상이한 목표
측정 신뢰성	5장 기술맵 참조	상대정확도 95% 이상(실시료를 이용)
성능	5장 기술맵 참조	수동측정자료와 동등 이상 *미국 standard method로 검증
[전략목표 2] 물환경관리 대상 항목 확장		
직독식 측정항목	6항목	21항목
[전략목표 3] 관측 조밀도 개선 * 설치·운영 비용의 절감이 향후 관측밀도 고도화를 위한 전제조건이므로 지표로 사용		
설치(구축) 비용	-	50% 절감
운영 비용	-	50% 절감

5.2 부처별 연구개발 계획

부처	센서	광역환경센서망/미들웨어/인터페이스	테스트베드
농식품부	○ 맞춤형센서 - 저수지, 농수로, 농촌 소하천용 수위, 수질 및 수량 모니터링	○ 유입, 방류, 급수, 유량 연계 예측 및 USN기술 ○ 제품 인증 및 현장 적용기술 개발	구축
지경부	○ 시장성, 응용성이 우수한 수질 단위센서 ○ 다항목(표준10종) 수질 복합센서 ○ 자동 세정/교정 기능의 첨단 지능형 센서	○ 상용전원 무사용 10km전송기술 - 무선전송 PHY - MAC - 다중 홉매쉬 네트워킹 ○ 환경IT미들웨어 - 단위환경정보 관리시스템 간 서비스 연동 용이성 제공 기술 - 모듈형 환경IT융합 미들웨어 - 환경정보 무선망 운용관리 및 유지보수 기술	해당 없음
환경부	○ 중금속(Pb, Zn, Cu, Cd 등), 질산염, 인산염, 암모니아성 질소 항목에 대한 직독식 센서 ○ TOC, T-N, T-P 측정시스템 ○ 기존 수질관리 시스템 활용을 위한 개발 센서 기술의 표준화	○ 수질관리 어플리케이션 개발 - 오염물 유출경로 추적가능 어플리케이션 - 실시간 측정 및 GIS기반 유역관리 모델 - Fault Sensor identification 기술	구축
국토부	○ 수문자료 관측 센서 ○ 자율형 무인 수문모니터링 시스템 - 자율형 무인 자동 모니터링 장비(AUV) - 수상무인자동채수장비 (USV)	○ 서비스 및 인터페이스 기술 - 수문자료 처리기술 - 수량, 수질, 시설물, 지형 모니터링 자료 분석 기술 - 하천 수문 상황 모니터링시스템	구축
교과부	센서 원천 기술	해당 없음	해당 없음
행안부	해당 없음	유저인터페이스	구축

5.3 테스트베드 구축계획

□ 총괄 전략

○ **공동 테스트베드**와 부처별 수요맞춤형 테스트베드 동시 구축

- 공통테스트베드는 **금강 중·상류부터 하구**에 구축할 예정

○ 테스트베드 조성을 통한 지역 간 시너지 효과 상승

○ 관련 지자체의 실행 역량 강화를 위한 체계 구축

□ 부처별 맞춤형 테스트베드 구축 계획 (향후 조정 예정)

○ 다양한 하천환경(산업폐수/생활하수/하수처리장 밀집지, 국가/지방/소하천), 해양 환경, 농촌 저수지/소하천 등에서 개발기술의 실용화 수준의 검증 필요

부처	내용	구축비용
행안부	낙동강과 연결된 지천들(약 50개 지천)	120억원
농식품부	국의 농촌지역에 적용 및 실증이 필요함(도별 1개소)	377억원
지경부	해당 없음	없음
환경부	4대 수계(한강, 금강, 영산강, 낙동강) 각 한 곳씩 구축 필요	390억원
국토부	4대강 살리기 사업 구간 약 150km 내외	267억원
총 계		**1,154억원**



[그림 4] 테스트베드의 위치와 특성 및 차별성

5.4 기술개발 내용

<표 9> 부처별 기술개발 단계별 예산과 기술완성도(TRL)

부처	순번	기술명	1단계			2단계		예산(억원)	
			'13	'14	'15	'16	'17	1단계	2단계
교과부	1-1	효소기반 환경 바이오센서 안정화 기술	1				6	15	15
	1-2	TOC/TN/TP 센서 원천 기술 개발	1				6	30	30
	1-3	오염 저항성 센서 소재 개발 기술	1			6		15	15
	1-4	수질오염 미생물 진단 센서 원천 기술	2				6	25	25
농식품부	2-1	장거리 수위계측시스템(레이다, 초음파식)	3		8				-
	2-2	농업용 수로 수위측정시스템	3		8				-
	2-3	소하천용 다채널 수위계 시스템	3		8				-
	2-4	레이다 수위/유속 시스템	3		8				-
	2-5	전자식 유속 측정 시스템	3		8				-
	2-6	유량측정용 flume gate 시스템	3		8				-
	2-7	내용적 측정용 음향측심기 시스템	3		8				-
	2-8	해양 병원균 바이오센서 개발	1-2	3-4	5-6	7-8	9	15	6
	2-9	해양 조류 직독식 센서 개발	1-2	3-4	5-6	7-8	9	9	4
	2-10	양식어장 환경 맞춤형 다항목 수질 자동 측정 장치 개발	1-3	4-6	7-8			6	-
	2-11	해양 부유물질 직독식 센서 개발	1-2	3-4	5-6	7-8	9	9	3
지	3-1	전기식 수질 단위센서(5종)	4				8	58	12
	3-2	광학식 수질 단위센서(4종)	4				8	57	13
	3-3	압력식 수위센서	4				8	15	5
	3-4	자동 세정/교정 복합센서			2-3		7	15	75
	3-5	광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준	3				8	30	
	3-6	Sub-1GHz대역 광대역 저전력 RF/안테나 기술	3				8	44	24
	3-7	고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 기술	3				8	51	18
	3-8	환경센서망 동적 채널할당 MAC 기술	4				8	30	22
	3-9	환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술	3				8	30	38
	3-10	광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼	4				8	45	34

부처	순번	기술명	1단계			2단계		예산(억원)	
			'13	'14	'15	'16	'17	1단계	2단계
경부		기술							
	3-11	광역 환경 센서네트워킹 및 센서 신호처리 기술	4				8	36	22
	3-12	광역 환경센서망 게이트웨이 기술	4				8	29	22
	3-13	광역 환경정보 수집/처리 기술	4				8	43	27
	3-14	광역 환경정보 통합/생성 기술	4				8	42	30
	3-15	광역 환경정보 분석/예측 기술	3				8	51	32
	3-16	광역 환경정보 무선망 운용관리 기술	4				8	42	31
	3-17	광역 환경정보 무선망 유지보수 기술	4				8	35	26
	3-18	광역 환경정보 무선망 보안관리 기술	4				8	22	16
환경부	4-1	인산염 측정 센서	1				7	50	9
	4-2	질산염 측정 센서	3				7	40	9
	4-3	암모니아성 질소 측정센서	1				7	50	9
	4-4	수질 내 중금속(Pb, Zn, Cu, Cd) 측정 센서	3				7	40	9
	4-5	자립형 TOC/T-N/T-P 측정장치 개발	1				7	30	14
	4-6	망을 통한 오염물 유출 경로 추적이 가능한 application 개발	4				8	20	20
	4-7	실시간 측정 자료 및 GIS 기반 유역 관리 모델 개발	3				8	28	42
	4-8	실시간 측정 자료 기반 fault sensor identification 기술 개발	4				8	12	18
국토부	5-1	초음파 하천 수량 센서	3				8	40	25
	5-2	2차원 표면유속장 측정기술 개발	3				8	17	8
	5-3	광전자 수위센서	4				9	15	10
	5-4	3차원 하상모니터링 센서	4				8	25	10
	5-5	수변공간 변화 관측 기술 개발	3				8	10	5
	5-6	자율형 광학우량 관측 센서 기술 개발	3				8	20	10
	5-7	전자 강수량 센서 개발	3				8	30	20
	5-8	자율형 수중환경 무인자동 모니터링 장비 (AUV)	3				8	46	4
	5-9	수상 무인자동 채수 장비 (USV)	3		8			25	-
	5-10	하천시설물 안전관리 센서 개발	3				9	25	10
	5-11	수문모니터링 자료 처리 및 분석 기술	3				9	28	12

6. 사업추진체계 및 운영방안

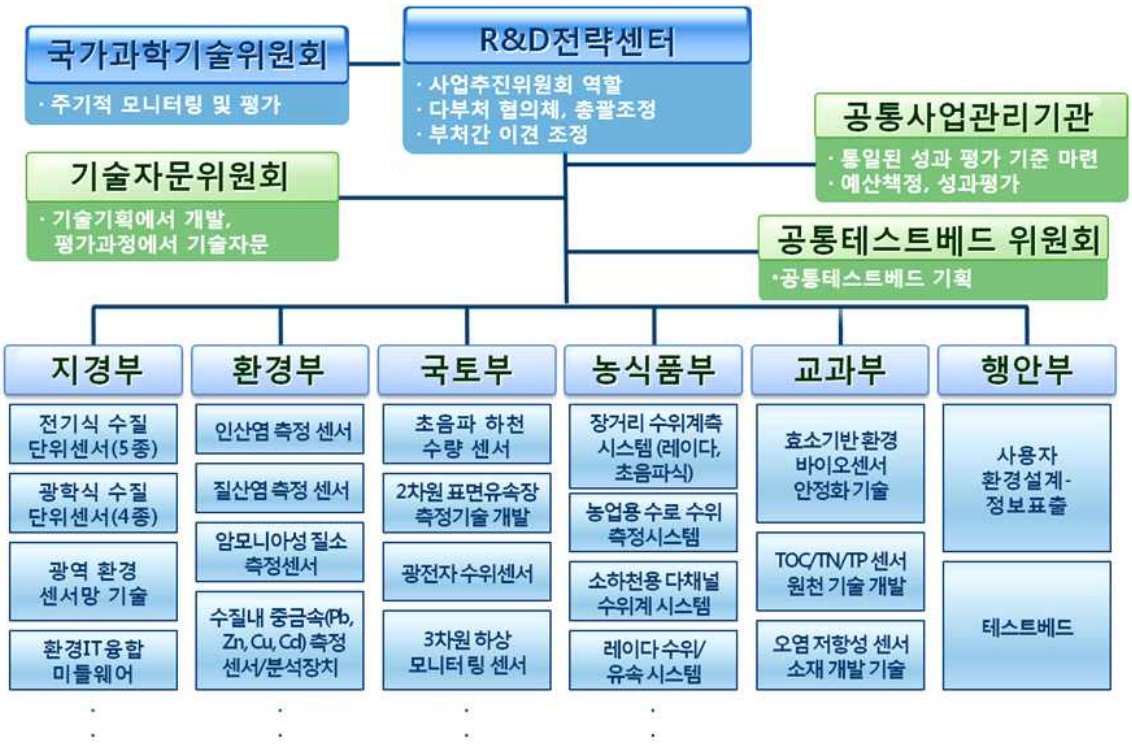
□ 사업추진 체계 검토

○ 다부처 R&D의 효율적 운영 및 성공적인 성과 도출을 위해 복수의 추진체계(안)을 설계하여, 각 안의 장·단점을 도출하였고 전문가 및 부처들의 의견을 수렴하여 최종안을 도출하고 단점을 보완하여 확정함

- 동 추진체계의 단점을 보완하고, 후보안이 갖고 있는 장점을 극대화하여 재설계함

□ 추진체계 요약

○ R&D전략센터를 중심으로 사업이 추진되며, 각 부처는 연구개발에 대한 책임과 권한을 가짐



[그림 5] 사업 추진체계 구조

<표 10> 추진체계의 주체별 역할

주체		역할	구성
R&D전략센터		- 사업추진위원회 역할 - 다부처 협의체 형태이며, 총괄조정 - 부처 간 이견 조정	- 각 부처 관계자 - 산·학·연 전문가
각 부처		- 사업단을 구성하여 해당부처가 주관하는 연구개발 사업을 기획하고 운영	- 교과부, 지경부, 농식품부, 환경부, 국토부, 행안부
	교과부	- 환경센서 원천기술 개발	
	지경부	- 범용 및 핵심 수질/수량 센서 개발 및 표준화 - USN노드 개발과 표준화, 광역 환경센서망 기술 개발, 미들웨어 개발	
	농식품부	- 부처 수요 맞춤형 센서/측정기 개발 - 사용자 인터페이스 설계 - 수요부처 정책목표 맞춤형 테스트베드 구축	
	환경부		
	국토부		
	행안부		
공통사업관리기관		- 예산집행 - 성과·진도관리 - 통일된 성과 지표 마련 및 평가 수행	- 각 부처 관계자 - 산·학·연 전문가
기술자문위원회		- 기술의 기획·개발 및 평가과정 자문	- 산·학·연 전문가
국가과학기술위원회		- 실질적 권한은 없으며, 주기적 모니터링	

<표 11> 추진체계의 장·단점 요약

장점	단점
- 부처별 의견 반영이 용이 - 출연부처의 예산 관리 및 성과평가 용이	- 다부처 사업의 취지에 부합하지 않으며 각 부처의 R&D사업과의 차별성이 없음 - 부처 간 의견 조율이 어려움 - 각 부처 연구기관의 연구역량을 공유하기에 비효율적인 사업구조이므로 시너지를 기대할 수 없음

□ **부처간 역할 분담**

○ 지경부는 수요부처가 공통으로 사용할 센서, 네트워크, 미들웨어를 개발하며, 사업추진 위원회와 공통테스트베드 위원회를 통해 수요부처는 제품/서비스 니즈를 반영함

○ 수요부처는 공동 테스트베드를 구현하기위해 효율적으로 역할을 분담함



[그림 6] 부처간 역할분담 구조



[그림 7] 광역 환경센서망 기술의 적용범위

7. 투자계획 및 재원조달

7.1 투자 계획

□ **항목별 투자계획**

		1단계			2단계		계 (단위: 억원)
		’13	’14	’15	’16	’17	
자립형센서 개발	정부	200	200	160	120	110	790
	민간	54	46	27	30	19	176
광역 환경센서망	정부	91	97	95	72	70	425
	민간	16	19	15	13	12	75
환경IT융합 (범용미들웨어)	정부	57	83	88	87	85	400
	민간	7	8	11	12	12	50
유저인터페이스 (정보표출)	정부	10	30	52	62	60	214
	민간	11	8	5	15	10	49
테스트베드	정부	47	105	285	335	235	1,007
	민간	7	25	35	40	40	147
환경센서 원천기술개발	정부	90	90	70	50	50	350
	민간	0	0	0	0	0	0
합계	정부	495	605	750	726	610	3,186
	민간	95	106	93	110	93	497
	총액	**590**	**711**	**843**	**836**	**703**	**3,683**

□ **부처별 투자계획**

		1단계			2단계		계 (단위: 억원)
		'13	'14	'15	'16	'17	
교과부	센서,USN, 미들웨어등	90	90	70	50	50	350
	테스트베드	0	0	0	0	0	0
지경부	센서,USN, 미들웨어등	215	219	244	228	219	1,125
	테스트베드	0	0	0	0	0	0
국토부	센서,USN, 미들웨어등	67	76	61	49	39	292
	테스트베드	0	25	90	85	67	267
환경부	센서,USN, 미들웨어등	109	120	95	84	72	480
	테스트베드	17	128	156	77	12	390
농식품부	센서,USN, 미들웨어등	40	58	58	48	48	252
	테스트베드	12	55	110	110	90	377
행안부	센서,USN, 미들웨어등	0	5	7	8	10	30
	테스트베드	0	10	40	40	30	120
합계	센서,USN, 미들웨어등	521	568	535	467	438	2,529
	테스트베드	29	218	396	312	199	1,154
	총액	**550**	**786**	**931**	**779**	**637**	**3,683**

7.2 자금조달 계획

○ 총 사업비 3,683억원 중 약 3,186억원을 6개 부처인 지경부, 국토부, 환경부, 행안부, 농림부 교과부가 투자하고 나머지 약 497억원은 민간기업 매칭 운영

8. 사업추진의 타당성

8.1 정책적 타당성

□ **부처별 상위·유관 계획과의 부합성**

○ 농식품부: 「농업농촌용수 종합이용계획」, 「농촌용수 10개년 계획」, 「농업용수 수질 측정조사」

○ 지경부: 「RFID/USN 신성장동력 추진방안」, 「국내외 USN용 센서산업 동향 및 활성화 전략」

○ 환경부: 환경부 정책 개요, 「수질자동측정망 발전계획」

○ 국토부: 「수자원장기종합계획」, 「유역종합치수계획」, 「하천기본계획」, 「댐건설장기계획」, 「수문조사기본계획」

○ 행안부: 「U-기반 공공서비스 촉진」, 「지역기반 U-서비스 지원」

○ 교과부: 「과학기술기본계획(577전략)」

□ **사업추진 의지**

○ 국과위의 주도와 관계 부처간 공동 기획을 통해 사업의 목표 달성과 효과적이고 효율적인 하천 물환경 모니터링 기술개발 사업을 위한 전략을 수립함

□ **사업추진의 시의성**

○ **환경 모니터링 시스템 수요증대**

- 우리나라의 수질자동측정망은 주로 전국 대하천에 60개 개소가 설치되어 **오염발생 빈도가 높은 지류/지천에 대한 감시는 배제**되고 있어 실질적인 오염 감시체계가 작동되고 있지 않은 실정임
- **기후변화로 집중 호우, 기록적 폭설 등으로 인한 홍수, 절개지 붕괴, 산사태 등의 발생빈도가 급격히 증가**하고 있고 건당 피해규모가 커지고 있으므로 환경 모니터링 시스템의 필요성이 점차 증가하고 있음
- 물 부족이 예측되지만, **국가 수자원의 62%를 차지하는 농어촌용수의 과**

학적인 관리는 이루어지고 있지 않음(전국 총 18,000여 개의 저수지 중, 수질 관리가 이루어지고 있는 저수지는 800여 곳에 불과하며, 연 4회 조사자가 현장에 방문 후, 시료를 채취하여 분석함)

- **4대강살리기사업의 시행(다기능 보 건설)으로 하천의 수환경의 변화**가 예상됨

○ **비효율·고비용 측정방식에서 탈피할 수 있는 기술 개발 필요**

- 우리나라는 **고가의 해외 제품/기술에 의존하고 있는 구조**이므로 수질·수량 모니터링 시스템의 수요 증가에 대응하기 어려움
- 수질 측정은 **인력에 의한 시료 샘플링, 분석, 데이터 정리 등으로 수행**되므로 장비 및 인건비가 크게 소요되고 있어 개선이 시급함
- 동 연구개발의 결과물을 통해 현재 시스템 대비 1/3~1/5의 시스템 구축으로 오염감시 및 홍수위 관리가 가능하기 때문에 비용효율성 증대 가능

○ **부처·지자체 간 중복투자 방지를 조기에 해결**

- 각 부처와 지자체가 **외산제품을 도입해 독자적인 수질개선 사업을 산발적·경쟁적으로 추진**하고 있어 조기조정이 이루어지지 않을 시 **과잉·중복투자**가 이루어질 것이라 전망됨
- 중복개발을 방지하기위해 **공통 기능을 개발·보급**하여 개발비·운용비를 대폭 절감하고 구성요소의 표준화 기반 마련이 시급함

○ **해외 제품을 이용해 국내 수요를 만족시키는데 한계**

- 외국의 경우도 직독식, 자립형 센서로의 전환의 필요성을 인지하고 있으나, **실제 제품개발이 이루어지지 않고 있으므로, 해외 제품을 수입하여 국내의 수요를 만족시키는데 한계**가 있을 것임
- **해외제품은 수리하기가 용이하지 않을 뿐 아니라, 우리나라 수질환경에 적절히 적용**하기가 힘듦
- 글로벌 측정기기 시장의 **독점적인 시장구조와 국내 유통구조** 상의 특성으로 초기 투자비용이 감당하기 힘든 수준임

□ **정부지원의 필요성**

○ (시장실패 측면) 하천 및 물환경은 공공재로서 이에 대한 수질과 수량관리는 전형적으로 사적인 편익(private benefit)이 발생하지 않으며, **시장에 맡겨둘 경우 과대 이용·과소투자가 이루어지는 시장실패의 대표적인 영역**임

○ (관련 기업의 영세성으로 기술혁신의 한계) 부처별로 분산된 기술개발 수요와

제품/서비스 수요로 인해 관련분야 기업이 영세성을 극복하고 있지 못하고 있어 국가 주도의 수요확대가 절실함

○ (동 사업 효과) 정부가 대규모 수요를 창출하고, 선도적인 기술을 개발에 투자하여 **'시장 실패'를 보완**할 수 있음

- 수요부처는 동 사업을 통해 개발된 센서 및 측정기기를 각 부처의 중장기 계획에 따라 도입할 예정이며, 이에 따라 대규모 수요가 발생하므로 민간 기업의 시장 진입을 유도할 수 있고 기술 선도국에 비해 뒤쳐진 연구개발 역량이 강화될 것임

□ **본 사업 계획**

○ (본 사업의 기획의 한계) 현실적으로 기술의 윤곽이 드러나지 않는 상태에서 상세한 사업기획을 발표하기에는 무리가 있음

○ 본 사업의 기획 대신, 사업이 종료되기 전인 4년차에 **본 사업 추진 타당성 검토(feasibility study) 연구를 수행**하며, 연구를 위한 예산을 부처별로 확보하기로 함

- 시뮬레이션을 통해 우선적으로 설치할 구역을 검토해야 할 것이며, 오염 발생 우려가 높은 산업단지 인근지역, 축산 폐수 발생 지역부터 단계별 설치를 통해 비용 효율성을 증대하는 방향으로 진행할 계획임

8.2 기술적 타당성

□ **다부처 사업으로서 부처간 단절 극복 및 연계를 통한 시너지 강화**

○ 하천 물환경 모니터링 관련 연구개발을 다부처 사업으로 공동 추진함으로써 지속되어온 부처간 중복된 투자를 없애고, 시너지를 창출함

○ 동 사업 중 부처간 공동 협력사업의 예산은 1,519억원이며, 테스트베드 예산을 제외한 연구개발 예산(2,529억원)의 약 60%를 차지함

<표 9> 다부처 공동 협력 사업 내역

분류	공동 협력 사업명	주관부처	예산
원천기술 개발	o 효소기반 환경바이오센서 안정화 기술	교과부	75
	o TOC/TN/TP 센서 원천 기술		110
	o 오염 저항성 센서 소재 기술		75
	o 수질 오염 미생물 진단 센서 원천 기술		90
수요부처 공통사용 가능 센서/측정장치	o 전기식 수질 단위센서 5종	지경부	70
	o 광학식 수질 단위센서 4종		70
	o 압력식 수위센서		20
	o 자동 세정/교정 복합센서		90
	o TOC/T-N/T-P 측정센서	환경부	44
광역 환경센서망	o 광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준	지경부	30
	o 광역 환경센서망 요소기술		189
	o 환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술		68
	o 광역 환경센서망 센서노드 기술		137
	o 광역 환경센서망 게이트웨이 기술		51
환경IT융합 미들웨어	o 환경IT융합 서비스 플랫폼 기술	지경부	225
	o 환경IT융합 망관리 플랫폼 기술		175
합계			1,519

※ 공동 협력 사업의 분류기준은 수요부처가 두 개 이상으로 판단되는 사업임
※ 예산 단위: 억원

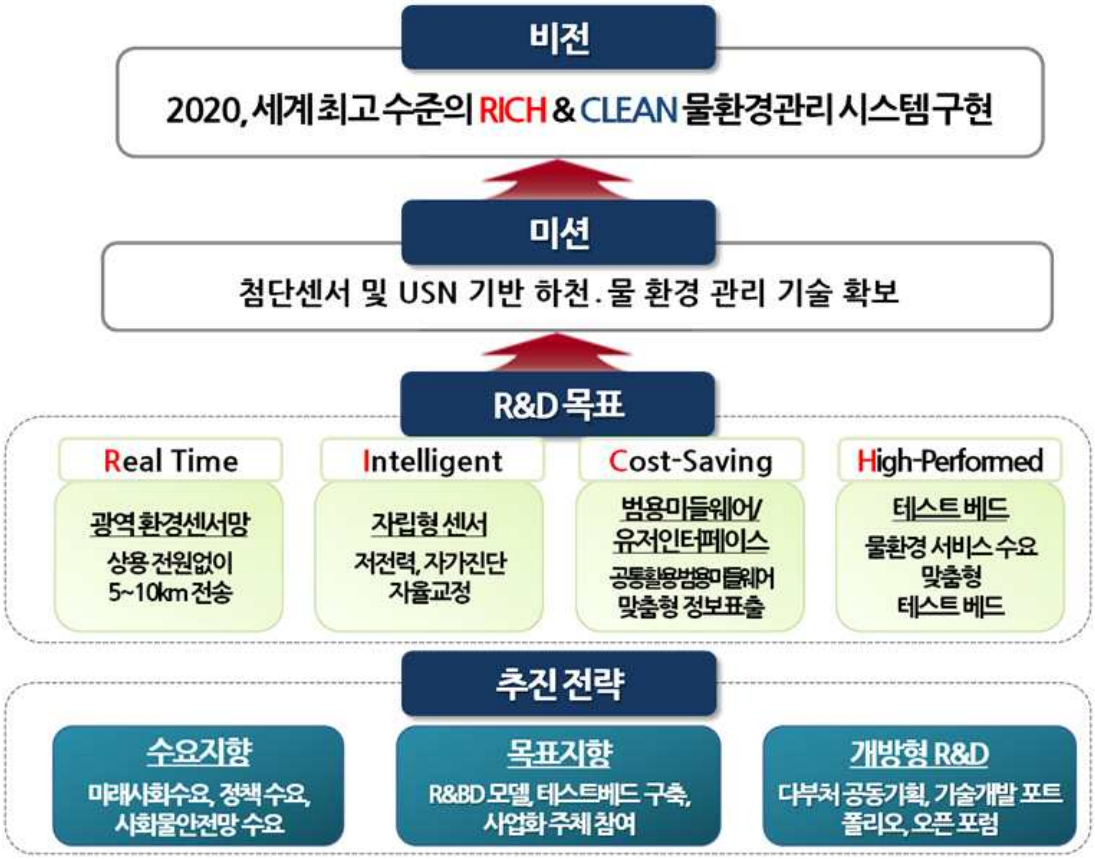
□ **사업목표 달성을 위한 세부사업 내용 구성**

○ **(Real Time)** 점점 높아져가는 물환경관리시스템 수요를 만족시키기 위해 상용전원없이 5~10km를 전송할 수 있는 광역 환경센서망을 개발

○ **(Intelligent)** 중소하천까지 확장하여 통합적인 물환경관리 시스템 구현을 위해서는 저전력·자가진단·자율교정이 가능한 자립형센서의 개발이 필수적이므로 연구개발 단계 초기에 집중 투자함

○ **(Cost-Saving)** 부처간 미들웨어 분야의 중복투자를 막고 시너지를 창출하기 위해서는 표준화된 범용미들웨어의 개발이 필요하며, 인력에 의한 정보 분석·처리·해석으로 소요되는 비용을 줄이기 위해 미들웨어와 맞춤형 정보 표출이 가능한 유저인터페이스를 세부 연구개발 분야로 선정함

○ **(High-Performed)** 물환경 모니터링 시스템은 유사환경에서 충분히 테스트가 되지 않을 경우 실용화하는데 한계가 있으므로 맞춤형 테스트베드를 동 사업의 세부 연구개발 분야로 선정함



※ CLEAN은 동 사업의 핵심가치로서 Collaborated, Leadership, Efficient, Aligned, New-standard를 의미함

[그림 8] 전략체계: 비전, 미션, R&D목표 및 추진 전략 구조

□ 기술개발 성공가능성

○ 국내의 센서와 미들웨어 기술은 선진기술을 모방·개량하는 수준이지만, 환경센서망의 기술 수준은 최고기술수준에 대등하거나 근접하는 수준임

○ 센서 분야는 국내 전문인력이 다소 부족한 편이나, 광역환경센서망과 미들웨어 부분은 해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력이 충분하며, 이는 강력한 IT기술 경쟁력을 바탕으로 함

-> 기반 기술 경쟁력을 바탕으로 물환경 모니터링을 위한 센서/측정기기라는 **목적지향적 과제**를 제시하여 기술개발에 집중 투자할 경우, 높은 성공가능성이 예상됨

8.3 비용 및 편익 요소 분석을 통한 경제성 분석

□ 경제성분석의 범위

○ 경제성분석의 대상이 되는 부분은 아래표의 음영으로 표시한 부분으로 한정함

※ 수출효과는 파급효과로 분류함

<표 12> 본 사업의 단계 중 발생할 수 있는 비용과 편익

단계	R&D	생산	국내외 판매/보급
비용 Cost	**R&D 투자**	생산시설 구축	마케팅
		토지	유통
		인건비	고객 서비스 비용
		자본 비용	
편익 Benefit	R&D 기반 강화	고용창출	**안전·안심 물관리 구현에 따른 물관리 비용 저감**
	협력 네트워크 구축		**신속한 수질오염 사고 대응**
	중복투자 방지 및 시너지 효과	연관산업 성장	**수출효과**
			수입대체
			비용절감

□ 비용 분석

○ 정부 및 민간 R&D투자액만을 비용 요소로 고려함

<표 13> R&D투자금액의 현재가치화를 통한 비용 산정

(단위: 억 원)

	2013	2014	2015	2016	2017	합계
R&D 예산	590	711	843	836	703	3,683
투자금액 현가	562	645	728	688	551	3,174

※ 현재가치화 하기위한 할인율은 5%로 적용함

□ 편익1: 환경적 편익

○ 측정소 당 편익과 설치·운용 비용, 부처별 설치 계획을 바탕으로 수돗물 안전성 증대와 오염예방기능에 따른 편익을 더해 환경적 편익을 산출함

- 각 요소를 낙관적/ 중립적/ 부정적 시나리오에 따라 편익을 도출함
- 환경적 편익 추정의 프레임워크를 바탕으로 연도별 편익과 비용을 측정소의 내구연수(7년)를 고려하여 편익을 도출함

<표 14> 환경적 편익 추정의 프레임워크

순편익	=	편익1: 수돗물 안전성 증대 편익2: 오염예방 기능 (측정소 당 편익 X 운영 측정소 수)	-	비용 (운용비용 + 신규 설치비용)

※ 연도별 편익과 비용을 모두 더해서 환경적 편익을 도출할 수 있음

<표 15> 시나리오별 환경적 편익 추정 결과

단위: 백만원

	측정소 당 편익	측정소 당 설치비용		측정소 당 운용비용		순편익의 현재가치
낙관적	520	392.5	25%절감	80.5	30%절감	3,705,035
중립적	178.11	392.5	25%절감	80.5	30%절감	362,888
부정적	178.11	456.25	12.5%절감	97.75	15%절감	98,123

□ **편익2: 설치운용비용 절감**

<표 14> 설치운용비용 절감 편익 추정 프레임워크

	(기존 설치비용 - 예상설치비용)	X	예상 설치 규모	+	(기존 운용비용 - 예상운용비용)	X	예상 운영 규모	) X	기술개발 성공률	X	R&D 기여도
정의/개요	물환경 모니터링 시스템을 설치하는데 필요한 기존 비용과 연구개발 후의 예상 설치비용의 차이		각 부처의 측정망 예상 설치 규모		물환경 모니터링 시스템을 운영하는데 필요한 기존 비용과 연구개발 후의 예상운영 비용의 차이		각 부처의 측정망 예상 운영 규모		본 사업이 목표로 하는 성능을 만족하는 기술 개발이 성공할 확률		부가가치 대비 R&D의 기여율
추정방법	환경관리공단(2008)의 측정소당 설치비용을 바탕으로 추정		각 부처의 예상 설치 계획 조사		환경관리공단(2008)의 측정소당 운영비용을 바탕으로 추정		각 부처의 예상 운영 계획을 추정하고, 측정소의 내구연한을 고려		기존 관련연구 결과 이용		기존 관련연구 결과 이용

○ 설치비용 절감액(A)과 운영비용 절감액(B)을 더한 후(A+B), 비용절감에 R&D가 기여한 비율(C)과 기술개발성공률(D)을 곱하여 편익을 산출함

- 편익= 설치비용절감액(A: 1,920억) + 운영비용절감액(B: 3,631억5백만원) x R&D기여도(C: 30.6%) x 기술개발성공률(D: 85%) = 약1천4백4십억원

□ **편익3: 수입대체 편익**

○ 총측정소수요(A)와 측정소 설치비용(B)을 곱하여(AxB) 국내시장규모를 도출한 후, 부가가치율(C), R&D기여율(D), 기술개발성공률(E)을 곱하여, 이 중 R&D만의 기여액을 구한 후, 대체율 증가분(F)을 곱해 편익을 산출함

- 향후 10년간의 신규 측정소에 동 사업의 성과 기술이 적용된다고 가정할 때의 편익은 183억 3천만원임

<표 15> 수입대체 편익 산출

수입대체 편익		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	합계
국토부 측정소 설치		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
농식품부 측정소 설치		85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	
환경부 측정소 설치		134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	
	총 측정소 수요	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249	
	측정소당비용 (단위:백만원)	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	
	부가가치율	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	
	R&D기여도	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	
	기술개발 성공률	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	
	대체율 증가	47%	47%	47%	47%	47%	47%	47%	47%	47%	47%	
	매출수익편익	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	
	PV	2,263.8	2,156.0	2,053.3	1,955.5	1,862.4	1,773.7	1,689.2	1,608.8	1,532.2	1,459.2	18,354

□ **편익-비용 분석 결론**

○ (편익) 물환경 모니터링 시스템의 환경적 편익은 계량화하는 과정에서 많은 가정을 포함하고 있고 이에 따른 편익의 민감도도 크기 때문에, 환경적 편익을 제외한 편익도 별도로 계산하여 참고할 수 있도록 함

- (환경적 편익 제외) 약 1,628억 원
- **(환경적 편익 포함) 약 5,257억 원**

○ (결론) 최종 BC ratio는 **5,257(백만원)/3,174(백만원)=1.66**로 동 사업은 경제성을 갖췄다고 결론내릴 수 있음

- **환경적 편익을 제외**하고 설치운용비용 절감과 수입대체에 따른 편익만을 이용해 BC ratio를 계산할 경우 **0.51이 도출되며, 이는 동 사업이 정부의 적극적인 투자가 필요함을 시사함**

목 차

1. 사업기획의 개요 ····· 1
1.1 배경 및 필요성 ····· 3
1.1.1 정부 R&D 규모 확대에 대한 투자효율성 ····· 3
1.1.2 사회 물 안전망에 대한 수요 증가 ····· 4
1.1.3 국가 물환경 관리체계의 효과성과 효율성 강화 ····· 5
1.1.4 기술의 융복합화 가속 ····· 5
1.2 기술개요 ····· 6
1.3 사업추진 목적 ····· 9
1.4 사업추진 근거 ····· 10
1.4.1 농림수산식품부 ····· 10
1.4.2 지식경제부 ····· 12
1.4.3 환경부 ····· 13
1.4.4 국토해양부 ····· 14
1.4.5 행정안전부 ····· 15
1.5 사업기획추진체계 ····· 16
1.6 추진경위 ····· 19

2. 기술개발 동향 조사 ····· 21
2.1 선진국 벤치마킹 ····· 23
2.1.1 벤치마킹 시사점 ····· 23
2.1.2 미국 ····· 26
2.1.3 EU ····· 37
2.1.4 일본 ····· 41
2.1.5 독일 ····· 49
2.1.6 기타 ····· 54
2.2 시장동향 ····· 57
2.2.1 환경산업 ····· 57
2.2.2 해외 산업체 동향 ····· 62
2.3 연구개발 동향 ····· 68
2.3.1 센서 기술 ····· 68

2.3.2 광역 환경센서망 기술 ····· 79
2.3.3 환경IT융합 미들웨어 기술 ····· 80
2.3.4 사용자 인터페이스(어플리케이션) ····· 81
2.3.4 특허 분석 ····· 83

3. 기술개발 수요 분석 ····· 109
3.1 미래사회 수요 ····· 111
3.1.1 미래사회 물환경관리 수요 (종합) ····· 111
3.1.2 기후변화에 따른 물환경의 불확실성 증가 ····· 111
3.1.3 사회 물 안전망에 대한 수요 확대 ····· 113
3.1.4 Waternomics 시대의 도래 ····· 114
3.1.5 수요중심의 환경 정보 서비스 통합 시스템의 확대 ····· 115
3.1.6 IT 기술 중심으로 물관리의 융복합화 및 스마트화 ····· 116
3.2 관계부처 수요 ····· 117
3.2.1 부처 수요 종합 정리 ····· 117
3.2.2 환경부 ····· 119
3.2.3 국토해양부 ····· 147
3.2.4 농림수산식품부 ····· 156
3.2.5 행정안전부 ····· 168

4. 기술개발 전략방향 ····· 173
4.1 기술개발 역량 분석 ····· 175
4.1.1 기술분류체계 ····· 175
4.1.2 기술수준조사 방법 ····· 178
4.2 기술수준 조사 결과 ····· 179
4.2.1 기술수준 평가결과 종합 ····· 179
4.2.2 자립형 센서/ 측정장치 ····· 185
4.2.3 광역 환경센서망 ····· 219
4.2.4 범용 미들웨어 ····· 227
4.2.5 유저 인터페이스 ····· 234

5. 사업추진전략 ····· 239
5.1 기본전략 방향 도출 ····· 241

5.1.1 SWOT 분석 ····· 241
5.1.2 전략 방향 도출 ····· 242
5.1.3 전략체계 설계 ····· 243
5.1.4 사업 성과목표 설계 ····· 246
5.2 부처별 연구개발 계획 ····· 256
5.3 테스트베드 구축계획 ····· 279
5.3.1 총괄 구축 전략 ····· 279
5.3.2 공통테스트베드 구축 전략 ····· 279
5.3.3 부처별 구축 전략 ····· 280
5.4 로드맵 ····· 299
5.4.1 부처별 기술개발 내용 요약 ····· 299
5.4.2 기술맵 ····· 302
5.4.3 로드맵 ····· 361

6. 사업추진체계 및 운영방안 ····· 379
6.1 사업추진 체계 ····· 381
6.2 부처간 역할 분담 ····· 393
6.3 평가시스템 ····· 395
6.4 사업단 구성 및 운영 ····· 398
6.5 위험요인관리방안 ····· 400
6.6 추진일정 ····· 401

7. 투자계획 및 재원조달 ····· 403
7.1 투자 계획 ····· 405
7.1.1 투자 계획 (전체) ····· 405
7.1.2 투자 계획 (부처별) ····· 407
7.2 자금조달 계획 ····· 416

8. 사업추진의 타당성 ····· 417
8.1. 정책적 타당성 ····· 419
8.1.1 상위·유관 계획과의 부합성 및 사업추진 의지 ····· 419
8.1.2 사업추진의 시의성 ····· 422
8.1.3 정부지원의 필요성 ····· 428

8.1.4 본 사업 계획 ····· 430
8.2. 기술적 타당성 ····· 431
8.2.1 기술개발계획의 적절성 ····· 431
8.2.2 기술개발 성공가능성 ····· 433
8.2.3 기존사업과의 중복성 ····· 434
8.3. 경제성 분석 ····· 435
8.3.1 분석 방법론 및 범위 ····· 435
8.3.2 비용 추정 ····· 436
8.3.3 편익 추정 ····· 437
8.3.4 편익-비용 분석 결론 ····· 450
8.4 파급효과 ····· 451
8.4.1 과학기술적 파급효과 ····· 451
8.4.2 사회경제적 파급효과 ····· 451

부 록 ····· 455

<표 차례>

<표 1-1> 최근 5년간 발생한 수질오염사고 건수 ····· 4
<표 1-2> 기획위원 명단 ····· 17
<표 1-3> 기획실무위원 명단 ····· 18

<표 2-1> 해외 주요 기술개발 동향 요약 ····· 24
<표 2-2> 미국 물환경관리 주체별 역할 ····· 27
<표 2-3> 캔사스 주 USGS 실시간 모니터링 시스템 측정항목 및 빈도 ····· 30
<표 2-4> REON 프로젝트에 적용되는 주요 센서 기술 및 측정되는 정보 ····· 33
<표 2-5> Project Warmer 참여 파트너와 분류 ····· 38
<표 2-6> Project Warmer 개별 워킹 프로그램 구성 ····· 38
<표 2-7> Project Warmer에서 수집 제공하는 데이터 ····· 40
<표 2-8> 하천유역종합정보시스템의 주요 측정 항목 및 주체 ····· 42
<표 2-9> NRW 수질측정소의 기능별 분류 ····· 53
<표 2-10> 환경산업의 분류 ····· 58
<표 2-11> 국내 환경산업 규모 예측(2010~2030) ····· 61
<표 2-12> 환경 센싱 및 모니터링 시장 전망 ····· 61
<표 2-13> 주요 수질 계측기 ····· 62
<표 2-14> 부표형 센서 ····· 63
<표 2-15> AUVs(Autonomous Underwater Vehicles)형 센서 ····· 64
<표 2-16> IBM社가 제공하는 수자원 관리 관련 서비스 ····· 65
<표 2-17> TOC/TN/TP 측정기기 ····· 72
<표 2-18> 특허검색방법 ····· 84
<표 2-19> 분류별 키워드와 특허수 ····· 84
<표 2-20> 특허 검색 키워드 ····· 85
<표 2-21> TN/TP/TOC 측정기 관련 주요 특허 ····· 91
<표 2-22> PO4/NO3/NH3 센서/측정기 기술 관련 주요 특허 출원인 ····· 93
<표 2-23> PO4/NO3/NH3 센서/ 측정기 관련 주요 특허 ····· 93
<표 2-24> 중금속 센서/ 측정기 관련 주요 특허 ····· 95
<표 2-25> 다항목 수질측정 센서 관련 주요 특허 ····· 96
<표 2-26> 수위측정 센서 관련 주요 특허 ····· 98
<표 2-27> 유량측정 센서 관련 주요 특허 ····· 100

<표 2-28> 유속측정 센서 관련 주요 특허 ····· 102
<표 2-29> 강수량측정 센서 관련 주요 특허 ····· 104
<표 2-30> 광역환경센서망 관련 주요 특허 ····· 107

<표 3-1> 최근 5년간 발생한 수질오염사고 건수 ····· 113
<표 3-2> Waternomics의 경쟁력 6가지 키워드 ····· 114
<표 3-3> 우리나라 물관리 현황과 정책방향 ····· 115
<표 3-4> 기존SOC와 스마트SOC의 차이점 ····· 116
<표 3-5> 부처별 물관리 현황 요약 ····· 117
<표 3-6> 부처별 물환경 관리 문제점과 기술개발 수요 요약 ····· 118
<표 3-7> 물환경 행정조직 변화 과정 ····· 119
<표 3-8> 기관별 임무 ····· 122
<표 3-9> 주요 강 별 이동형 수질측정장비 설치 지역 ····· 128
<표 3-10> 환경부/한국환경공단의 수질모니터링시스템 비교 ····· 129
<표 3-11> 측정기기별 측정범위 및 한계 ····· 130
<표 3-12> 실시간 모니터링에 대한 현재의 자동측정망 수준(1) ····· 131
<표 3-13> 실시간 모니터링에 대한 현재의 자동측정망 수준 (2) ····· 131
<표 3-14> 수질자동측정망 운영계획(환경부 예규 제406호, 2010.1.28) ····· 133
<표 3-15> 수질측정망운영 조사결과의 표시자릿수 기재방법 ····· 134
<표 3-16> 환경부의 직독식 센서 개발 필요 항목 ····· 137
<표 3-17> 「수질측정망 운영계획」에 따른 측정망별 조사항목, 횟수 및 시기 ····· 138
<표 3-18> 자립형 TOC/TN/TP 일체형 측정기술 사용자 요구사항 ····· 139
<표 3-19> 인산염 측정 센서의 사용자 요구사항 ····· 140
<표 3-20> 중금속 측정 센서의 사용자 요구사항 ····· 142
<표 3-21> 질산성질소/암모니아성 질소 측정 센서의 사용자 요구사항 ····· 143
<표 3-22> 오염물 유출경로 추적 Application 사용자 요구사항 ····· 144
<표 3-23> 실시간 측정자료 및 GIS 기반 유역관리 모델 ····· 145
<표 3-24> 실시간 측정자료 기반 Fault sensor identification 기술 ····· 146
<표 3-25> 물관리 관련 법령 ····· 147
<표 3-26> 국토부 유관기관 주요 물관리 업무 ····· 150
<표 3-27> 국토부 산하기관 물관리시스템 현황 ····· 151
<표 3-28> TMS와 WAMIS의 비교 ····· 154
<표 3-29> 농업용수 수질측정망 조사결과 ····· 157
<표 3-30> 농업용수 수질측정망 현황 ····· 157

<표 3-31> 농림부의 하천·물환경 모니터링 시스템의 현황 진단 ····· 159
<표 3-32> 어장관리법 ····· 160
<표 3-33> 국가해양환경측정망 및 수산환경모니터링 구분 ····· 161
<표 3-34> 수질자동측정소 위치 ····· 164
<표 3-35> 자료전송 방식 ····· 164
<표 3-36> 해양수질자동측정소 측정항목 현황(2009.12.30 기준) ····· 165
<표 3-37> 행정안전부 시스템 구축 현황 ····· 168
<표 3-38> 소방방재청 시스템 구축 현황 ····· 170

<표 4-1> 기술분류체계 ····· 175
<표 4-2> 기술수준조사 분류 ····· 178
<표 4-3> 기술수준 평가결과 분류별 평균 ····· 180
<표 4-4> 첨단센서 및 USN기반 물환경 모니터링 기술개발 타당성 평가 결과 ··· 181
<표 4-5> [참고] 포트폴리오 포지셔닝별 기술개발 전략 ····· 184

<표 5-1> 6개 핵심성과지표 ····· 247
<표 5-2> 로직모델 기반 성과지표 및 성과목표 분류 ····· 248
<표 5-3> 투입관리 성과지표 명세 ····· 249
<표 5-4> 연구활동관리 성과지표 명세 ····· 250
<표 5-5> 산출관리 성과지표 명세 ····· 251
<표 5-6> 결과성과/파급효과 지표 명세 ····· 252
<표 5-7> 사업 효과 시나리오 맵 ····· 253
<표 5-8> 핵심성과목표 설정 근거 ····· 254
<표5- 9> 하천물환경 센서 분류 ····· 261
<표 5-10> TOC/TN/TP 동시측정 가능한 자립형 측정기 연구개발 목표 ····· 271
<표 5-11> 질산성질소/암모니아성질소 측정 센서의 연구개발 목표 ····· 272
<표 5-12> 자립형 중금속 측정 첨단 센서시스템 연구개발 목표 ····· 273
<표 5-13> 수중 설치 운영이 가능한 자립형 인산염 검출 센서 연구개발 목표 ····· 274
<표 5-14> 테스트베드 연차별 예산(안) ····· 287
<표 5-15> 측정소 및 채수시설 설치 소요 내역 ····· 288
<표 5-16> 부처별 기술개발 단계별 예산과 기술완성도(TRL) ····· 299

<표 6-1> 기술별 주관·협조 부처 분류 (●: 주관부처, ▲: 협조부처) ····· 382
<표 6-2> 사업 추진체계 수립 프로세스 ····· 384

<표 6-3> 부처중심 추진체계의 주체별 역할 ····· 385
<표 6-4> 부처중심 추진체계의 장·단점 요약 ····· 386
<표 6-5> 사업중심 추진체계의 주체별 역할 ····· 389
<표 6-6> 사업중심 추진체계의 장·단점 요약 ····· 390
<표 6-7> 대형중장기 R&D추진 방식 비교 ····· 392
<표 6-8> 프로젝트 선정평가 기준(예시) ····· 396
<표 6-9> 첨단센서 및 USN기반 지능형 환경관리시스템 사업위험 유형 및 관리 방안 ····· 400

<표 8-1> 다부처 공동 협력 사업 내역 ····· 431
<표 8-2> 본 사업의 단계 중 발생할 수 있는 비용과 편익 ····· 436
<표 8-3> R&D투자금액의 현재가치화를 통한 비용 산정 ····· 436
<표 8-4> 환경적 편익 추정의 프레임워크 ····· 437
<표 8-5> 수돗물 안전성 증대에 따른 측정소 당 편익 추정 프레임워크 ····· 438
<표 8-6> 오염예방 기능의 편익에 대한 측정소 당 편익 추정 프레임워크 ····· 441
<표 8-7> 기술개발 전·후 운영비용에 영향을 미치는 요소 비교 ····· 443
<표 8-8> 설치비용 추정과 근거 ····· 444
<표 8-9> 환경적 편익 추정의 프레임워크 ····· 444
<표 8-10> 시나리오별 환경적 편익 추정 결과 ····· 444
<표 8-11> 설치운용비용 절감 편익 추정 프레임워크 ····· 445
<표 8-12> 운영비 절감에 따른 편익 산출(중립적 시나리오) ····· 447
<표 8-13> 설치비 절감에 따른 편익 산출(중립적 시나리오) ····· 447
<표 8-14> 수입대체 편익 측정의 프레임워크 ····· 448
<표 8-15> 수입대체 편익 산출 ····· 449
<표 8-16> 시나리오별 B/C ratio ····· 450
<표 8-17> 자립형 다항목 수질복합센서 세계 시장 전망 ····· 452
<표 8-18> 광역환경센서망 및 범용미들웨어 세계 시장 전망 ····· 452

<그림 차례>

[그림 1-1] 첨단센서 및 USN 기반 지능형 물환경관리시스템 구축의 필요성 ····· 3
[그림 1-2] 연구개발 항목 개요 ····· 8
[그림 1-3] 기획연구의 최종목표 ····· 9

[그림 2-1] 국내·외 벤치마킹 시사점 ····· 23
[그림 2-2] 미국 수자원 관련 조직도 ····· 27
[그림 2-3] NWIS를 이용한 실시간 측정 정보 ····· 29
[그림 2-4] 미국 홍수 예보 시스템 ····· 31
[그림 2-5] REON프로젝트 B2, B3 플랫폼 ····· 33
[그림 2-6] 클로로필, DO, 전도도의 수심별 측정 결과 ····· 34
[그림 2-7] REON 프로젝트의 개념도 ····· 34
[그림 2-8] Sensor Web3 ····· 35
[그림 2-9] Sensor Web3 배치도와 디스플레이 ····· 36
[그림 2-10] WP1에서 개발된 센서들 ····· 39
[그림 2-11] Project Warmer WP3를 통해 개발된 데이터 시스템의 구조 ····· 39
[그림 2-12] Project Warmer 필드테스트용 이동형·고정형 관측기구 ····· 40
[그림 2-13] 하천정보 공유 흐름도 ····· 43
[그림 2-14] ECH2O 프로브 설치 모습과 시스템 구성도 ····· 44
[그림 2-15] 무선랜 기반 시스템 구성 ····· 45
[그림 2-16] 시스템의 개념도 ····· 46
[그림 2-17] Sapporo Farm에 설치된 Hokkaido University의 무선 네트워크 ····· 46
[그림 2-18] Rice seeding greenhouse control ····· 47
[그림 2-19] Plant growth map ····· 48
[그림 2-20] 라인강 수질 오염 조기경보 시스템 ····· 50
[그림 2-21] RIMSYS 프로젝트 수행조직 구성도 ····· 54
[그림 2-22] 다항목 측정기(MPS, Multiparameter sound) ····· 56
[그림 2-23] 수위측정 용 레이더 센서 ····· 56
[그림 2-24] RIMSYS 스테이션의 자동 수자원 모니터링 시스템 화면 ····· 56
[그림 2-24] 환경산업발전 단계 ····· 57
[그림 2-26] 오염관리관련 생산부문 매출액 ····· 59
[그림 2-27] 오염관리관련 서비스부문 매출액 ····· 60

[그림 2-28] Smart Bay Galway 프로젝트 ····· 66
[그림 2-29] YSI Hydrodata의 자동수중정보 측정장비 'EcoMapper' ····· 67
[그림 2-30] 흐름주입방법식 측정방법 및 측정기기 ····· 69
[그림 2-31] TOC/TN/TP 온라인 측정기기 ····· 73
[그림 2-32] 온라인 중금속 측정장치 ····· 76
[그림 2-33] 휴대용 중금속 장치 ····· 77
[그림 2-34] 특허 분석 Work Flow ····· 83
[그림 2-35] 물환경모니터링 시스템 관련 특허 분포도 ····· 87
[그림 2-36] TN/TP/TOC 특허 출원 추이 ····· 88
[그림 2-37] TN측정 국가별 특허현황 ····· 89
[그림 2-38] TP측정 국가별 특허현황 ····· 89
[그림 2-39] TOC 측정 국가별 특허현황 ····· 89
[그림 2-40] TN 측정기 관련 특허의 주요 출원자 ····· 89
[그림 2-41] TP 측정기 관련 특허의 주요 출원자 ····· 89
[그림 2-42] TOC 측정기 관련 특허의 주요 출원자 ····· 90
[그림 2-43] PO4/NO3/NH3 센서/측정기 특허 출원 추이 ····· 92
[그림 2-44] PO4 측정 국가별 특허 현황 ····· 93
[그림 2-45] NO3 측정 국가별 특허 현황 ····· 93
[그림 2-46] NH3 측정 국가별 특허 현황 ····· 93
[그림 2-47] 중금속 센서/측정기 특허 출원 추이 ····· 94
[그림 2-48] 중금속 센서/측정기 특허 국가별 비중 ····· 94
[그림 2-49] 중금속 센서/측정기 기술 관련 주요 특허 출원인 ····· 95
[그림 2-50] 수위측정 센서 관련 특허 출원 추이 ····· 97
[그림 2-51] 수위측정 센서 특허 국가별 분포 ····· 97
[그림 2-52] 수위측정 센서 관련 특허 주요 출원인 ····· 98
[그림 2-53] 유랑측정 센서 관련 특허 출원 추이 ····· 99
[그림 2-54] 유량측정 특허 국가별 본포 ····· 99
[그림 2-55] 유랑측정 센서 특허 주요 출원인 현황 ····· 100
[그림 2-56] 유속측정 센서 관련 특허 출원 추이 ····· 101
[그림 2-57] 유속측정 센서 관련 국가별 특허 분포 ····· 101
[그림 2-58] 유속측정 센서 특허 주요 출원인 현황 ····· 102
[그림 2-59] 강수량 센서/측정기 관련 특허 출원 추이 ····· 103
[그림 2-60] 강수량 센서/측정기 관련 특허 국가별 분포 ····· 103
[그림 2-61] 강수량 센서/측정기 관련 특허 주요 출원인 ····· 104

[그림 2-62] 광역환경센서망 관련 특허 출원 추이 ····· 105
[그림 2-63] 광역환경센서망 관련 특허 국가 분포 ····· 106
[그림 2-64] 광역환경센서망 관련 특허 주요 출원인 ····· 106

[그림 3-1] 2010년 이상기후 분포도 ····· 112
[그림 3-2] 4대강 수질자동측정망 설치현황 및 계획 ····· 121
[그림 3-3] 수질자동측정망 운영체계도 ····· 122
[그림 3-4] 수질자동측정망 구성 ····· 124
[그림 3-5] 수질오염감시경보 발령체계도 ····· 125
[그림 3-6] 수질원격감시체계(TMS) 운영체계 ····· 127
[그림 3-7] 수질측정기(좌)와 수질TMS(경안관측소) 내부(우) ····· 127
[그림 3-8] 방제정보상황실 운영체계도 ····· 129
[그림 3-9] 안성천 수계의 수질측정 지점 ····· 132
[그림 3-10] 홍수예보의 전달 구조 ····· 149
[그림 3-11] 수자원정보관리시스템 구성 개념도 ····· 152
[그림 3-12] WAMIS 수질 및 유량 자료 제공 화면 ····· 153
[그림 3-13] 농업용수 자동관리화 시스템(TM/TC system) ····· 158
[그림 3-14] 수산환경모니터링 추진체계도 ····· 161
[그림 3-15] 수산환경모니터링(좌) 및 국가해양환경측정망(우) 조사해역도 ····· 162
[그림 3-16] 양식장의 등부표 설치 지점(상) 및 광경(하) ····· 163

[그림 4-1] 항목별 기술수준과 연구개발 역량 평가 결과 요약 ····· 179
[그림 4-2] 항목별 시장매력도와 사회물안전망 확보기여도 평가 결과 요약 ····· 180
[그림 4-3] 센서/측정기기 분야 기술 포트폴리오 ····· 184

[그림 5-1] R&D 추진 전략 ····· 245
[그림 5-2] 성과지표 도출 프로세스 ····· 255
[그림 5-3] 농촌지역 수자원정보시스템(미국) 및 수문관리 시나리오(유럽) ····· 259
[그림 5-4] 광역 환경센서망 기술 개발 내용 ····· 264
[그림 5-5] 광역 환경센서망 기술 및 적용 범위 ····· 265
[그림 5-6] 다항목 수질 측정기 사례 ····· 269
[그림 5-7] GIS기반 유역 관리 모델 ····· 270
[그림 5-8] 하천제방 안전관리 센서 기술 ····· 278
[그림 5-9] 테스트베드의 위치와 특성 및 차별성 ····· 280

[그림 6-1] 추진체계 구조도 ····· 384
[그림 6-2] 사업중심 추진체계 구조도 ····· 388
[그림 6-3] 연구단 참여기관 간의 다양한 관계 구조 ····· 391
[그림 6-4] 부처간 역할분담 구조 ····· 393
[그림 6-5] 광역환경센서망 기술의 적용 범위 ····· 394

[그림 8-1] 환경오염에 의한 재난발생 현황 ····· 422
[그림 8-2] 자연재해에 따른 119구조대 구조활동 건수 ····· 423
[그림 8-3] 농어촌 용수 관리 현황 ····· 424
[그림 8-4] 부처별 물환경 관련 투자 영역 ····· 426
[그림 8-5] 수질TMS 설치비용 변화 ····· 427
[그림 8-6] 본 사업계획의 방향 ····· 430
[그림 8-7] 전략체계: 비전, 미션, R&D목표 및 추진 전략 구조 ····· 432
[그림 8-8] 내구연한을 고려한 환경적 편익-비용의 도식화 ····· 437
[그림 8-9] 환경적 편익을 제외한 편익과 분포 ····· 450
[그림 8-10] 환경적 편익을 제외한 편익과 분포 ····· 450
[그림 8-11] 지능형 물환경관리시스템의 파급효과 ····· 453
[그림 8-12] 첨단센서 및 USN 기반의 지능형 물환경 관리 개발의 파급효과 ····· 453

<표 차례>

<표 1-1> 최근 5년간 발생한 수질오염사고 건수 ····· 4
<표 1-2> 기획위원 명단 ····· 17
<표 1-3> 기획실무위원 명단 ····· 18

<표 2-1> 해외 주요 기술개발 동향 요약 ····· 24
<표 2-2> 미국 물환경관리 주체별 역할 ····· 27
<표 2-3> 캔사스 주 USGS 실시간 모니터링 시스템 측정항목 및 빈도 ····· 30
<표 2-4> REON 프로젝트에 적용되는 주요 센서 기술 및 측정되는 정보 ····· 33
<표 2-5> Project Warmer 참여 파트너와 분류 ····· 38
<표 2-6> Project Warmer 개별 워킹 프로그램 구성 ····· 38
<표 2-7> Project Warmer에서 수집 제공하는 데이터 ····· 40
<표 2-8> 하천유역종합정보시스템의 주요 측정 항목 및 주체 ····· 42
<표 2-9> NRW 수질측정소의 기능별 분류 ····· 53
<표 2-10> 환경산업의 분류 ····· 58
<표 2-11> 국내 환경산업 규모 예측(2010~2030) ····· 61
<표 2-12> 환경 센싱 및 모니터링 시장 전망 ····· 61
<표 2-13> 주요 수질 계측기 ····· 62
<표 2-14> 부표형 센서 ····· 63
<표 2-15> AUVs(Autonomous Underwater Vehicles)형 센서 ····· 64
<표 2-16> IBM社가 제공하는 수자원 관리 관련 서비스 ····· 65
<표 2-17> TOC/TN/TP 측정기기 ····· 72
<표 2-18> 특허검색방법 ····· 84
<표 2-19> 분류별 키워드와 특허수 ····· 84
<표 2-20> 특허 검색 키워드 ····· 85
<표 2-21> TN/TP/TOC 측정기 관련 주요 특허 ····· 91
<표 2-22> PO4/NO3/NH3 센서/측정기 기술 관련 주요 특허 출원인 ····· 93
<표 2-23> PO4/NO3/NH3 센서/ 측정기 관련 주요 특허 ····· 93
<표 2-24> 중금속 센서/ 측정기 관련 주요 특허 ····· 95
<표 2-25> 다항목 수질측정 센서 관련 주요 특허 ····· 96
<표 2-26> 수위측정 센서 관련 주요 특허 ····· 98
<표 2-27> 유량측정 센서 관련 주요 특허 ····· 100

<표 2-28> 유속측정 센서 관련 주요 특허 ····· 102
<표 2-29> 강수량측정 센서 관련 주요 특허 ····· 104
<표 2-30> 광역환경센서망 관련 주요 특허 ····· 107

<표 3-1> 최근 5년간 발생한 수질오염사고 건수 ····· 113
<표 3-2> Waternomics의 경쟁력 6가지 키워드 ····· 114
<표 3-3> 우리나라 물관리 현황과 정책방향 ····· 115
<표 3-4> 기존SOC와 스마트SOC의 차이점 ····· 116
<표 3-5> 부처별 물관리 현황 요약 ····· 117
<표 3-6> 부처별 물환경 관리 문제점과 기술개발 수요 요약 ····· 118
<표 3-7> 물환경 행정조직 변화 과정 ····· 119
<표 3-8> 기관별 임무 ····· 122
<표 3-9> 주요 강 별 이동형 수질측정장비 설치 지역 ····· 128
<표 3-10> 환경부/한국환경공단의 수질모니터링시스템 비교 ····· 129
<표 3-11> 측정기기별 측정범위 및 한계 ····· 130
<표 3-12> 실시간 모니터링에 대한 현재의 자동측정망 수준(1) ····· 131
<표 3-13> 실시간 모니터링에 대한 현재의 자동측정망 수준 (2) ····· 131
<표 3-14> 수질자동측정망 운영계획(환경부 예규 제406호, 2010.1.28) ····· 133
<표 3-15> 수질측정망운영 조사결과의 표시자릿수 기재방법 ····· 134
<표 3-16> 환경부의 직독식 센서 개발 필요 항목 ····· 137
<표 3-17> 「수질측정망 운영계획」에 따른 측정망별 조사항목, 횟수 및 시기 ····· 138
<표 3-18> 자립형 TOC/TN/TP 일체형 측정기술 사용자 요구사항 ····· 139
<표 3-19> 인산염 측정 센서의 사용자 요구사항 ····· 140
<표 3-20> 중금속 측정 센서의 사용자 요구사항 ····· 142
<표 3-21> 질산성질소/암모니아성 질소 측정 센서의 사용자 요구사항 ····· 143
<표 3-22> 오염물 유출경로 추적 Application 사용자 요구사항 ····· 144
<표 3-23> 실시간 측정자료 및 GIS 기반 유역관리 모델 ····· 145
<표 3-24> 실시간 측정자료 기반 Fault sensor identification 기술 ····· 146
<표 3-25> 물관리 관련 법령 ····· 147
<표 3-26> 국토부 유관기관 주요 물관리 업무 ····· 150
<표 3-27> 국토부 산하기관 물관리시스템 현황 ····· 151
<표 3-28> TMS와 WAMIS의 비교 ····· 154
<표 3-29> 농업용수 수질측정망 조사결과 ····· 157
<표 3-30> 농업용수 수질측정망 현황 ····· 157

<표 3-31> 농림부의 하천·물환경 모니터링 시스템의 현황 진단 ····· 159
<표 3-32> 어장관리법 ····· 160
<표 3-33> 국가해양환경측정망 및 수산환경모니터링 구분 ····· 161
<표 3-34> 수질자동측정소 위치 ····· 164
<표 3-35> 자료전송 방식 ····· 164
<표 3-36> 해양수질자동측정소 측정항목 현황(2009.12.30 기준) ····· 165
<표 3-37> 행정안전부 시스템 구축 현황 ····· 168
<표 3-38> 소방방재청 시스템 구축 현황 ····· 170

<표 4-1> 기술분류체계 ····· 175
<표 4-2> 기술수준조사 분류 ····· 178
<표 4-3> 기술수준 평가결과 분류별 평균 ····· 180
<표 4-4> 첨단센서 및 USN기반 물환경 모니터링 기술개발 타당성 평가 결과 ··· 181
<표 4-5> [참고] 포트폴리오 포지셔닝별 기술개발 전략 ····· 184

<표 5-1> 6개 핵심성과지표 ····· 247
<표 5-2> 로직모델 기반 성과지표 및 성과목표 분류 ····· 248
<표 5-3> 투입관리 성과지표 명세 ····· 249
<표 5-4> 연구활동관리 성과지표 명세 ····· 250
<표 5-5> 산출관리 성과지표 명세 ····· 251
<표 5-6> 결과성과/파급효과 지표 명세 ····· 252
<표 5-7> 사업 효과 시나리오 맵 ····· 253
<표 5-8> 핵심성과목표 설정 근거 ····· 254
<표 5-9> 하천물환경 센서 분류 ····· 261
<표 5-10> TOC/TN/TP 동시측정 가능한 자립형 측정기 연구개발 목표 ····· 271
<표 5-11> 질산성질소/암모니아성질소 측정 센서의 연구개발 목표 ····· 272
<표 5-12> 자립형 중금속 측정 첨단 센서시스템 연구개발 목표 ····· 273
<표 5-13> 수중 설치 운영이 가능한 자립형 인산염 검출 센서 연구개발 목표 ····· 274
<표 5-14> 테스트베드 연차별 예산(안) ····· 287
<표 5-15> 측정소 및 채수시설 설치 소요 내역 ····· 288
<표 5-16> 부처별 기술개발 단계별 예산과 기술완성도(TRL) ····· 299

<표 6-1> 기술별 주관·협조 부처 분류 (●: 주관부처, ▲: 협조부처) ····· 382
<표 6-2> 사업 추진체계 수립 프로세스 ····· 384

<표 6-3> 추진체계의 주체별 역할 ····· 385
<표 6-4> 추진체계의 장·단점 요약 ····· 386
<표 6-5> 후보 추진체계의 주체별 역할 ····· 389
<표 6-6> 후보 추진체계의 장·단점 요약 ····· 390
<표 6-7> 대형중장기 R&D추진 방식 비교 ····· 392
<표 6-8> 프로젝트 선정평가 기준(예시) ····· 396
<표 6-9> 첨단센서 및 USN기반 지능형 환경관리시스템 사업위험 유형 및 관리 방안 ··· 400

<표 8-1> 다부처 공동 협력 사업 내역 ····· 426
<표 8-2> 본 사업의 단계 중 발생할 수 있는 비용과 편익 ····· 431
<표 8-3> R&D투자금액의 현재가치화를 통한 비용 산정 ····· 431
<표 8-4> 환경적 편익 추정의 프레임워크 ····· 432
<표 8-5> 수돗물 안전성 증대에 따른 측정소 당 편익 추정 프레임워크 ····· 433
<표 8-6> 오염예방 기능의 편익에 대한 측정소 당 편익 추정 프레임워크 ····· 436
<표 8-7> 기술개발 전·후 운영비용에 영향을 미치는 요소 비교 ····· 438
<표 8-8> 설치비용 추정과 근거 ····· 439
<표 8-9> 환경적 편익 추정의 프레임워크 ····· 439
<표 8-10> 시나리오별 환경적 편익 추정 결과 ····· 439
<표 8-11> 설치운용비용 절감 편익 추정 프레임워크 ····· 440
<표 8-12> 운영비 절감에 따른 편익 산출(중립적 시나리오) ····· 442
<표 8-13> 설치비 절감에 따른 편익 산출(중립적 시나리오) ····· 442
<표 8-14> 수입대체 편익 측정의 프레임워크 ····· 443
<표 8-15> 수입대체 편익 산출 ····· 444
<표 8-16> 시나리오별 B/C ratio ····· 445
<표 8-17> 자립형 다항목 수질복합센서 세계 시장 전망 ····· 447
<표 8-18> 광역환경센서망 및 범용미들웨어 세계 시장 전망 ····· 447

<그림 차례>

[그림 1-1] 첨단센서 및 USN 기반 지능형 물환경관리시스템 구축의 필요성 ····· 3
[그림 1-2] 기획연구의 최종목표 ····· 9

[그림 2-1] 국내·외 벤치마킹 시사점 ····· 23
[그림 2-2] 미국 수자원 관련 조직도 ····· 27
[그림 2-3] NWIS를 이용한 실시간 측정 정보 ····· 29
[그림 2-4] 미국 홍수 예보 시스템 ····· 31
[그림 2-5] REON프로젝트 B2, B3 플랫폼 ····· 33
[그림 2-6] 클로로필, DO, 전도도의 수심별 측정 결과 ····· 34
[그림 2-7] REON 프로젝트의 개념도 ····· 34
[그림 2-8] Sensor Web3 ····· 35
[그림 2-9] Sensor Web3 배치도와 디스플레이 ····· 36
[그림 2-10] WP1에서 개발된 센서들 ····· 39
[그림 2-11] Project Warmer WP3를 통해 개발된 데이터 시스템의 구조 ····· 39
[그림 2-12] Project Warmer 필드테스트용 이동형·고정형 관측기구 ····· 40
[그림 2-13] 하천정보 공유 흐름도 ····· 43
[그림 2-14] ECH2O 프로브 설치 모습과 시스템 구성도 ····· 44
[그림 2-15] 무선랜 기반 시스템 구성 ····· 45
[그림 2-16] 시스템의 개념도 ····· 46
[그림 2-17] Sapporo Farm에 설치된 Hokkaido University의 무선 네트워크 ····· 46
[그림 2-18] Rice seeding greenhouse control ····· 47
[그림 2-19] Plant growth map ····· 48
[그림 2-20] 라인강 수질 오염 조기경보 시스템 ····· 50
[그림 2-21] RIMSYS 프로젝트 수행조직 구성도 ····· 54
[그림 2-22] 다항목 측정기(MPS, Multiparameter sound) ····· 56
[그림 2-23] 수위측정 용 레이더 센서 ····· 56
[그림 2-24] RIMSYS 스테이션의 자동 수자원 모니터링 시스템 화면 ····· 56
[그림 2-24] 환경산업발전 단계 ····· 57
[그림 2-26] 오염관리관련 생산부문 매출액 ····· 59
[그림 2-27] 오염관리관련 서비스부문 매출액 ····· 60

[그림 2-28] Smart Bay Galway 프로젝트 ····· 66
[그림 2-29] YSI Hydrodata의 자동수중정보 측정장비 'EcoMapper' ····· 67
[그림 2-30] 흐름주입방법식 측정방법 및 측정기기 ····· 69
[그림 2-31] TOC/TN/TP 온라인 측정기기 ····· 73
[그림 2-32] 온라인 중금속 측정장치 ····· 76
[그림 2-33] 휴대용 중금속 장치 ····· 77
[그림 2-34] 특허 분석 Work Flow ····· 83
[그림 2-35] 물환경모니터링 시스템 관련 특허 분포도 ····· 87
[그림 2-36] TN/TP/TOC 특허 출원 추이 ····· 88
[그림 2-37] TN측정 국가별 특허현황 ····· 89
[그림 2-38] TP측정 국가별 특허현황 ····· 89
[그림 2-39] TOC 측정 국가별 특허현황 ····· 89
[그림 2-40] TN 측정기 관련 특허의 주요 출원자 ····· 89
[그림 2-41] TP 측정기 관련 특허의 주요 출원자 ····· 89
[그림 2-42] TOC 측정기 관련 특허의 주요 출원자 ····· 90
[그림 2-43] PO4/NO3/NH3 센서/측정기 특허 출원 추이 ····· 92
[그림 2-44] PO4 측정 국가별 특허 현황 ····· 93
[그림 2-45] NO3 측정 국가별 특허 현황 ····· 93
[그림 2-46] NH3 측정 국가별 특허 현황 ····· 93
[그림 2-47] 중금속 센서/측정기 특허 출원 추이 ····· 94
[그림 2-48] 중금속 센서/측정기 특허 국가별 비중 ····· 94
[그림 2-49] 중금속 센서/측정기 기술 관련 주요 특허 출원인 ····· 95
[그림 2-50] 수위측정 센서 관련 특허 출원 추이 ····· 97
[그림 2-51] 수위측정 센서 특허 국가별 분포 ····· 97
[그림 2-52] 수위측정 센서 관련 특허 주요 출원인 ····· 98
[그림 2-53] 유랑측정 센서 관련 특허 출원 추이 ····· 99
[그림 2-54] 유량측정 특허 국가별 본포 ····· 99
[그림 2-55] 유랑측정 센서 특허 주요 출원인 현황 ····· 100
[그림 2-56] 유속측정 센서 관련 특허 출원 추이 ····· 101
[그림 2-57] 유속측정 센서 관련 국가별 특허 분포 ····· 101
[그림 2-58] 유속측정 센서 특허 주요 출원인 현황 ····· 102
[그림 2-59] 강수량 센서/측정기 관련 특허 출원 추이 ····· 103
[그림 2-60] 강수량 센서/측정기 관련 특허 국가별 분포 ····· 103
[그림 2-61] 강수량 센서/측정기 관련 특허 주요 출원인 ····· 104

[그림 2-62] 광역환경센서망 관련 특허 출원 추이 ····· 105
[그림 2-63] 광역환경센서망 관련 특허 국가 분포 ····· 106
[그림 2-64] 광역환경센서망 관련 특허 주요 출원인 ····· 106

[그림 3-1] 2010년 이상기후 분포도 ····· 112
[그림 3-2] 4대강 수질자동측정망 설치현황 및 계획 ····· 121
[그림 3-3] 수질자동측정망 운영체계도 ····· 122
[그림 3-4] 수질자동측정망 구성 ····· 124
[그림 3-5] 수질오염감시경보 발령체계도 ····· 125
[그림 3-6] 수질원격감시체계(TMS) 운영체계 ····· 127
[그림 3-7] 수질측정기(좌)와 수질TMS(경안관측소) 내부(우) ····· 127
[그림 3-8] 방제정보상황실 운영체계도 ····· 129
[그림 3-9] 안성천 수계의 수질측정 지점 ····· 132
[그림 3-10] 홍수예보의 전달 구조 ····· 149
[그림 3-11] 수자원정보관리시스템 구성 개념도 ····· 152
[그림 3-12] WAMIS 수질 및 유량 자료 제공 화면 ····· 153
[그림 3-13] 농업용수 자동관리화 시스템(TM/TC system) ····· 158
[그림 3-14] 수산환경모니터링 추진체계도 ····· 161
[그림 3-15] 수산환경모니터링(좌) 및 국가해양환경측정망(우) 조사해역도 ····· 162
[그림 3-16] 양식장의 등부표 설치 지점(상) 및 광경(하) ····· 163

[그림 4-1] 항목별 기술수준과 연구개발 역량 평가 결과 요약 ····· 179
[그림 4-2] 항목별 시장매력도와 사회물안전망 확보기여도 평가 결과 요약 ····· 180
[그림 4-3] 센서/측정기기 분야 기술 포트폴리오 ····· 184

[그림 5-1] R&D 추진 전략 ····· 245
[그림 5-2] 성과지표 도출 프로세스 ····· 255
[그림 5-3] 농촌지역 수자원정보시스템(미국) 및 수문관리 시나리오(유럽) ····· 259
[그림 5-4] 광역 환경센서망 기술 개발 내용 ····· 264
[그림 5-5] 광역 환경센서망 기술 및 적용 범위 ····· 265
[그림 5-6] 다항목 수질 측정기 사례 ····· 269
[그림 5-7] GIS기반 유역 관리 모델 ····· 270
[그림 5-8] 하천제방 안전관리 센서 기술 ····· 278

[그림 6-1] 추진체계 구조도 ····· 384
[그림 6-2] 후보 추진체계 구조도 ····· 388
[그림 6-3] 연구단 참여기관 간의 다양한 관계 구조 ····· 391
[그림 6-4] 부처간 역할분담 구조 ····· 393
[그림 6-5] 광역환경센서망 기술의 적용 범위 ····· 394

[그림 8-1] 본 사업 추진의 시의성 ····· 423
[그림 8-2] 전략체계: 비전, 미션, R&D목표 및 추진 전략 구조 ····· 427
[그림 8-3] 내구연한을 고려한 환경적 편익-비용의 도식화 ····· 432
[그림 8-4] 환경적 편익을 제외한 편익과 분포 ····· 445
[그림 8-5] 환경적 편익을 제외한 편익과 분포 ····· 445
[그림 8-6] 지능형 물환경관리시스템의 파급효과 ····· 448
[그림 8-7] 첨단센서 및 USN 기반의 지능형 물환경 관리 개발의 파급효과 ····· 448

1. 사업기획의 개요

1.1 배경 및 필요성

1.1.1 정부 R&D 규모 확대에 대한 투자효율성

○ 국가연구개발 사업의 투자 규모가 ’08년 대비 ’12년까지 1.5배 증액되어 16조원을 상회하게 될 것으로 예상됨에 따라 투자효율성 제고를 위한 전략적 기획에 대한 범부처의 수요가 증대됨

- 부처 개별 R&D 사업에 대한 부처 간 상시적 연계시스템 구축을 통해 과학기술의 융복합화 정착 및 연구개발 투자 효율성 제고

○ 주요 분야별 종합계획 수립 단계에서 부처 간 공동 참여는 보편화 추세이나 연구개발 주체 간 실질적 협력이 이루어지는 개별 R&D 사업의 부처 간 연계는 아직 활성화되지 않은 상황

- 개별 R&D 사업에 대한 중복 방지 및 연계 노력이 사후조정 위주로 이루어지고 있어, 근본적 문제 해결에는 한계

○ 최근 정부 R&D 규모 확대에도 불구하고 범부처적 사업 추진 노력은 과거에 비해 부족

- 상설 국가과학위원회 출범(11년 4월)을 맞아 종합계획 수립단계뿐 아니라 개별 사업 수준까지 부처 간 연계를 위한 체계화된 기획 시스템 필요



[그림 1-1] 첨단센서 및 USN 기반 지능형 물환경관리시스템 구축의 필요성

1.1.2 사회 물 안전망에 대한 수요 증가

○ 기후변화와 강우패턴의 변동, 국가 녹색성장에 따른 용수 이용 증가 등으로 야기되는 **물환경의 불확실성에 대응** 할 수 있도록 **물관리 대상을 확장하고 이를 통합 관리하기 위한 국가수준의 전략 수립**이 필요

- 기후변화 등의 영향으로 최근 10년간('99～'08년) 1일 100mm 이상 집중호우 발생빈도는 385회로, '70～'80년대 222회에 비해 1.7배 증가(기상청 25개 관측소 기준)하고 있음
- 우리나라 물관리의 경우 지난 100년간(1908년～2007년) 가뭄 16회, 2년 연속 대가뭄은 7회 발생
- 용수 수요량은 지속적으로 증가 추세이나 수자원 확보량은 절대 부족하며, 우리나라의 1인당 강수량은 세계평균 10%에 불과함
- 주요하천 중심에서 중소하천, 지류/지천, 저수지 등 물관리 대상을 확장하고 이를 통합관리함으로서 물환경의 불확실성을 최소화하기 위한 국가 물환경관리 전략체계의 구축이 필요함

○ 도시화, 산업화로 수질오염사고 발생시 피해규모가 대형화될 우려가 커짐에 따라 **사회 물안전망에 대한 수요** 증가

- 최근 5년간 주요 강유역에서의 수질오염사고 259건(한강 99, 낙동강 31, 금강 25, 섬진강 및 영산강 19, 기타 85)이 발생하였으며, 이로 인해 용수공급 중단 및 오염된 수돗물 음용 등 시민 건강에 직간접적인 피해를 야기

<표 1-1> 최근 5년간 발생한 수질오염사고 건수

(단위: 건)

사고 하천	한강	낙동강	금강	섬진강/영산강	기타
건수	99건	31	25	19	85

○ 국민의 삶의 질 향상에 따라 물 관리의 신속성과 정확성을 제고한 **안전하고 안심할** 수 있는 사회 물안전망에 대한 직접적 수요가 증가

- 사회 물안전망 선진화에 대한 수요가 확대에 따라 물환경 관리대상의 확장, 측정망 관측밀도의 고도화, 측정 수준 향상을 위한 기술개발수요 발생

1.1.3 국가 물환경 관리체계의 효과성과 효율성 강화

○ 현재 운영 중인 물환경 관리체계의 대표적인 시스템인 수질자동측정망은 특정 지점에 측정소를 설치하고 수천만원 이상의 고가 분석기 사용하며 측정 데이터 전송을 위해서는 통신 및 전력 인프라 구축 필요

- 수동채집 등에 따른 분석시간이 길어 수질을 연속적으로 모니터링하는데 한계가 있으며, 오염상황, 위해성, 재해성에 대한 실시간 자동측정방식을 활용한 연속적 모니터링 시스템 구축 필요
- 설치비 및 운영비용이 높은 측정소 위주 수질감시 서비스를 경제적/친환경적인 USN 기반의 수질관리 서비스로 전환할 경우 많은 혜택이 예상됨

○ 부처별로 관리하고 있는 **물환경 관리의 효율성을 더욱 높이고 기후변화 등 새로운 환경변화에 대응**하기 위해서는 **획기적 기술개발**이 필요함

- 예를 들어 기존의 FIA방식*의 수질연속자동측정기를 직독식*으로 개발하고 중소하천의 점·비점오염원에 대한 측정망을 확대 설치할 경우 설치비용 절감, 설치시간 단축, 유지 관리 등이 용이해짐

  ※ 흐름주입분석법(Flow Injection Analysis, FIA)으로 분석결과 도출에 시간 소요

  ※ 직독식 : 수질 등을 현장에서 별도 장비 없이 바로 확인할 수 있는 방식
- 기존 국가수질자동측정망의 FIA방식의 측정기를 직독식으로 대체할 경우 측정소 구축비용 절감, 측정소 부지면적 축소, 유지관리가 용이해지고 폐액 배출이 없어 경제적이고 친환경적인 국가수질자동측정망의 구축이 가능함

1.1.4 기술의 융복합화 가속

○ IT, NT, BT를 융합한 물관련 첨단기술의 발달로 **수자원 인프라의 지능화 추세에 부응**하는 **센서네트워크와 수질/수량 모니터링을 결합한 통합관리 시스템 개발**이 요구됨

- 물환경 변화에 대한 합리적 대응방안 마련을 위해 **물환경 정보관리의 중요성이 대두**되면서 세계 각국은 물관련 자료의 저장 및 검색을 위한 시스템을 마련하고, 수자원관리를 위한 정보시스템을 운영・개발함
- 융・복합 기술을 활용하여 국가수자원관리종합정보시스템 등 부처별 물환경 정보시스템 운영의 효과성을 극대화 할 필요 있음

1.2 기술개요

□ 하천·물환경 모니터링 시스템

○ (목적) 대형 하천, 중소형 하천, 지하수, 농업용 저수지 등의 수질·유량·유속 등을 측정·분석

○ (구성) 물환경 모니터링 시스템은 1) 수질, 수량과 같이 환경정보를 측정하는 센서/측정기기, 2) 센서로부터 받은 정보를 전송하기 위한 센서망, 3) 측정한 데이터를 수집·처리하는 미들웨어, 4) 수집한 데이터를 바탕으로 사용자에게 표출하고 분석하여 의미 있는 정보로 변환하는 사용자 인터페이스로 구성됨

○ 본 사업은 센서/측정기기, 광역 환경센서망, 환경IT융합 미들웨어, 사용자 인터페이스 분야의 기술을 통합적으로 개발함

가. 자립형 센서

○ (정의) 저전력, 자가진단/ 자동세정이 가능해 장기간 인력없이 운용 가능한 센서

- 저전력: 태양전지(자가충전형 주전원) 및 배터리(교체형 보조전원)으로 동작하며 통신모듈의 전력소모 또한 낮음
- 자가진단/자동세정: 환경센서는 설치 장소 특성상 잦은 보정이 필요하므로, 사람의 관리없이 장기간 운영되기 위해서는 센서의 작동이상, 오손여부 등을 원격 감시하고 세척하여 환경정보를 정확히 측정할 수 있어야 함

○ 직독식 센서 개발도 실시간으로 물환경을 모니터링하기 위해 필요함

- 직독식은 수질, 유속 등을 현장에서 별도의 장비없이 바로 환경정보를 확인할 수 있는 방식임
- 시료를 채취해 복잡한 화학반응을 거치며 긴 시간이 소요되는 흐름주입기법과 비교하여 시간단축 효과가 큼

나. 광역 환경센서망

○ (정의) 상용 전원을 사용하지 않고 수십kbps이내 대역폭을 제공하며, 최대 10km까지 전송 가능한 무선전송망

- 수백 미터 이내의 통신거리 제약을 갖고 있는 USN 기술의 전송거리를 수 km 까지 증가
- 자가충전방식으로 하천, 호소 등의 원하는 지점에 자유롭게 설치 가능

○ (구성) 주파수 기술기준 제정, RF기술, 모뎀 기술, MAC 기술, 통신칩 기술, 센서노드 기술, 게이트웨이 기술로 구성

○ (차별성) 현재 USN 관련 무선통신 기술은 ZigBee, Proprietary 2.4GHz, Bluetooth 등 다양한 기술이 존재하나, 100m 정도의 근거리 통신에 적합하며 전력소모가 큼

○ (필요성) 물환경 모니터링 범위를 확대하기 위해 다수의 센서를 중소하천, 실개천 지역, 산악지대 등에 설치하려면 막대한 망 구축/운용비가 소요

- 현재 공중망(전용회선, CDMA, 위성망 등) 혹은 자가망(국토부)을 사용하고 있으나 사용료/운용비가 과다하게 소요됨
- 통신 인프라가 없는 지역에서도 막대한 구축비가 불필요함

다. 환경IT융합 미들웨어

○ (정의) 환경정보를 센싱, 전송, 수집, 처리하는 센서노드(센서 + 통신모듈)의 기반 소프트웨어

○ (기능)

- 다양한 측정항목(수질, 유량 등)의 이기종 센서 정합 기술
- 이기종 센서네트워크(ZigBee, IEEE 802.15.4g 등) 정합 기술
- 시스템 구성요소(배터리, MCU, 메모리 등)의 사용률 감시 기능
- 시스템 구성요소의 장애 관리 기술
- 기상악천후 또는 외부요인에 의한 센서 유실시 위치인식 기술
- 지능형 USN융합 보안관리 기술

○ (구성) 환경정보 수집/처리 기술, 통합/생성 기술, 분석 기술, 무선망 운용관리 기술, 유지보수 기술

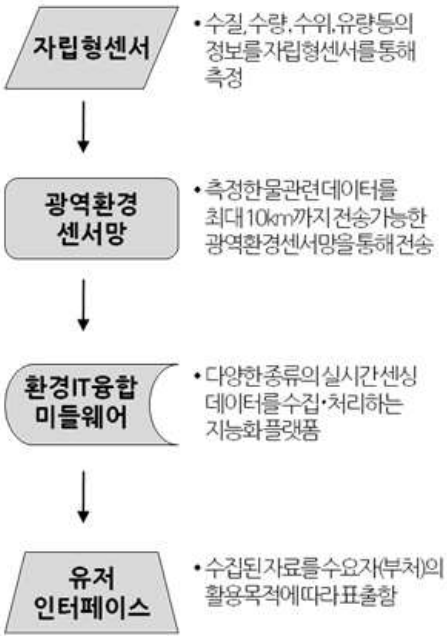
○ (필요성) 물환경정보를 관리하는 각 부처는 독자적인 규격으로 모니터링 시스템을 개발·운용하여 개발/관리비가 과다하게 소요되며, 재난재해 상황 발생 시 시스템간 연계 운용을 통한 효과적 대응이 어려움

라. 사용자 인터페이스

○ (정의) 수집한 환경정보를 의사결정자에게 표출하거나, 분석하여 의미 있는 정보로 변환하는 어플리케이션(프로그램)

○ (주요 예시)

- 실시간 수량관리 모니터링 서비스
- 실시간 수재해 모니터링 서비스
- 농촌용수 실시간 모니터링 서비스
- 오염물 유출 경로 추적 서비스
- 유역 관리 모델
- 수변 공간 변화 관측기술
- 수문모니터링 자료 처리 및 분석 기술



[그림 1-2] 연구개발 항목 개요

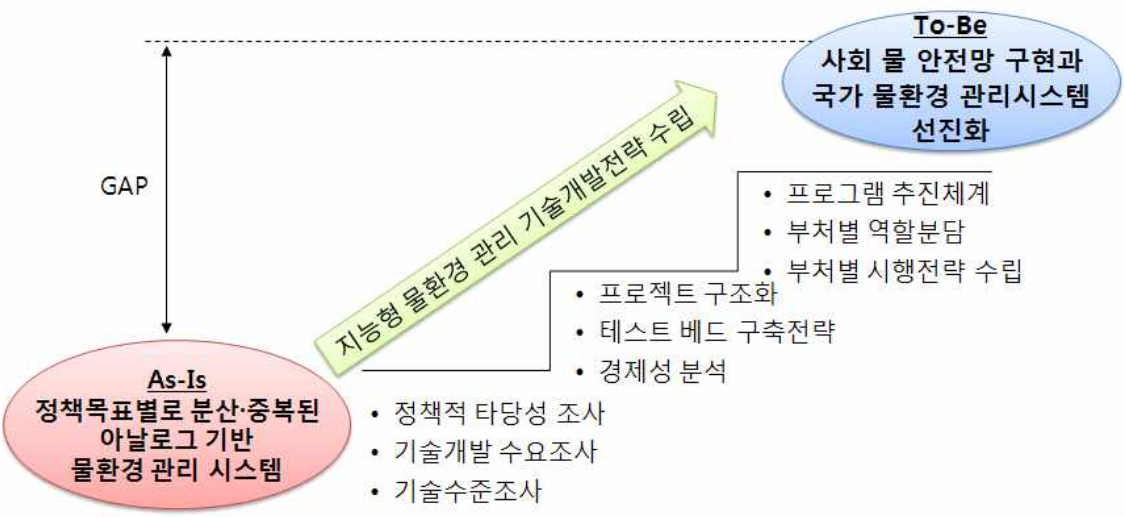
1.3 사업추진 목적

○ 국가적 차원의 지능형 물환경관리 시스템 구축을 통한 최첨단 수질·수량 감시 시스템 확보 및 신성장 동력화 추진 방안 마련

- 다부처에 분산된 물관리시스템을 통합하여 첨단센서 및 USN기반 하천·물환경모니터링 시스템을 구축함으로써 국가물환경관리시스템의 고도화에 기여하고자 함
- 다부처 공동기술개발사업을 통해 물환경관리 센서 및 USN네트워크 기술의 경쟁력을 제고함으로써 물산업을 국가 신성장동력산업화 하는데 기여

○ 범부처 차원의 자립형 센서기반 지능형 환경관리시스템 **개발 전략 및 부처 간 연계·협력 시스템 제시**

- 지경부, 환경부, 국토부, 농림부 등 4개 부처 공동 funding 및 기획으로 중복투자의 소지를 사전에 방지하고, 각 부처 연계사업의 전략성을 강화하고자 함
- 부처간 효율적 역할분담으로 자립형 센서기반 지능형 환경관리 시스템 개발사업의 경제성과 국가 R&D 사업의 ROI를 동시에 확보하기 위한 구체적 실천방안 마련



[그림 1-3] 기획연구의 최종목표

1.4 사업추진 근거

1.4.1 농림수산식품부

가) 농업농촌용수 종합이용계획

○ (주체) 농식품부, 한국농어촌공사

○ (개요) 전국 농촌용수 이용, 개발, 보전을 위한 최상위 계획

○ 계획수립 배경

- 21세기 농촌용수 수요량 증가에 대비, 한정된 수자원을 효율적으로 활용
- 농촌용수의 합리적인 개발・보전・관리

○ 계획수립 기본 방향

- 농촌용수구역을 설정하여 효율적인 수자원관리
- 기설수리시설물의 선량한 유지관리 및 효율적인 용수원 이용·배분
- 용수공급 능력이 부족한 수리시설물의 보강개발로 가뭄대비 능력 제고
- 수리시설이 설치되지 않은 가뭄 상습지의 신규용수 공급계획 수립
- 타부처 농촌지역 용수공급계획 포괄적 수용

○ 추진내용

- 농촌용수구역 설정
- 농촌용수 수요량 예측(농업용수, 축산용수, 생활/공업/하천유지용수)
- 농촌용수 공급현황
- 농촌용수공급시설 및 배분계획
- 농촌용수구역 관리/보전 계획

나) 농촌용수 10개년계획

○ (주체) 농식품부, 한국농어촌공사

○ (개요) 농촌용수의 이용, 개발, 보전을 위한 국가수준의 계획(10년단위)

○ 배경

- 기상이변에 따른 가뭄의 상습화와 농촌용수 수요증가에 대비할 수 있는 항구적인 가뭄대책 필요
- 가뭄시 나타난 문제점에 대한 근본적인 해소 대책 필요

○ 기본방향

- 식량의 자급기반과 농지의 다면적/공익적 기능 유지를 위해 우량농지 중심으로 재해예방과 안전 영농 도모
- 환경보전과 개발이 조화될 수 있는 미래 지향적인 사업추진

○ 추진전략

- 국제 경쟁력제고를 위해 우량농지에 대한 농촌용수개발사업 조기 완료
  · 사업대상지역을 농업진흥지역으로 축소 조정
- 재해예방 등 안전영농을 위한 시설유지관리 강화
- 물 부족시대에 대비 기존시설의 보강개발 등을 통한 논·밭 용수의 안정적인 개발·이용·보전체계 구축
- 생활환경정비와 연계한 친환경적 농촌용수개발사업 추진 등

다) 농업용수 수질 측정조사

○ (주체) 농식품부, 한국농어촌공사

○ (현황) 전국 농업용저수지 18,000개소 중 현재 826개소에 대한 농업용수 수질조사를 진행 중이며 향후 전국으로 확대 계획

○ 목적

- 전국 주요 농어촌용수원(저수지, 담수호)에 대한 수질오염현황 및 수질변화추이를 평가·분석
- 수질관리 및 개선에 필요한 기초자료를 확보하고, 수질관리에 관한 정책수립 기초자료 확보
- 양질의 농업용수 확보로 우수농산물 생산기반을 구축하고 쾌적한 농촌자연환경조성 및 농가소득 증대 기여

○ 추진근거

- 농어촌정비법 제21조 (농어촌용수 오염 방지와 수질 개선 등)

- 농어촌정비법 시행령 제30조 (농어촌용수의 수질개선대책 등)
- 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제9조 (상시측정 및 수질·수생태계 조사)

○ 추진방향

- 농업용수 수질조사업무의 합리적 운영으로 조사·시험의 정밀도 제고
- 수질관리 및 개선대책수립 지원을 위한 정밀한 수질정보 제공
- 수질조사를 통해 시설별 수질 및 수생태계 환경기준에 의한 수질등급판정
- 수질오염현황과 원인분석으로 과거 조사결과와 비교하여 조사시설별 수질 변화 추이를 분석
- 유역내 오염원 현황파악 및 오염부하량 변화추이 분석
- 시설별 수질조사 결과를 종합하여 농업용수원의 수질보전 및 개선방향 모색
- 수질기준 초과시설에 대하여 수질중점관리시설로 지정·집중관리

○ 추진내용

- 수질측정망 선정기준
  - 농업용수 수질보전 및 개선을 위해 수질변화 추이를 파악할 필요가 있는 주요 시설
  - 오염물질 유입으로 수질오염이 우려되는 주요시설
  - 일정규모(유효저수량 200천㎥ 또는 수혜면적 30ha)이상인 주요 시설
  - 수질측정망 선정 시 수질관리가 필요하다고 시설관리자가 추천한 시설

○ 업무량

- 조사대상 : 저수지 800개소(805지점)
- 조사횟수 : 4회/년
- 주요내용
  - 수질조사 800개소 (COD, T-N, T-P 등 16개 항목)
  - 오염원 및 유역환경조사 826개소

※ 농업용수원 중 환경부 호소수질측정망 26개 시설은 오염원 및 유역환경조사만 실시

1.4.2 지식경제부

가) RFID/USN 신성장동력 추진방안

○ RFID/USN 세계적 기술 경쟁력 확보, 선도적 시장수요 창출, 법/제도 등 산업 발전 기반 고도화 방안 수립

- 他 산업경쟁력 강화 및 국가·사회 전반의 효율성을 제고할 수 있는 IT융합 시스템 개발 추진
- 사물·환경정보를 실시간 인식 센서와 IT기술을 융합하여 환경오염, 수자원 등을 효율적으로 관리
- 특정 기기(시스템)에 관계없이 호환 가능한 공통 오픈 플랫폼 및 센서(태그)인식 획득정보의 교환 ·공유를 지원하는 S/W 시스템 개발 추진

나) 국내외 USN용 센서산업 동향 및 활성화 전략

○ 국내 USN용 센서 산업 현황 및 활성화

- 세계최고의 IT 및 반도체 제조공정을 이용한 미래형 첨단 센서시스템 기술개발을 통한 센서시장의 저변 확대
- USN/사물통신, 스마트폰, 지능형자동차 등 지능형 네트워크 기반 신산업에 활용가능한 지능형 Plug & Play 센서시스템 개발 및 관련 중견기업 육성을 통한 고부가가치화, 대량생산화 및 신시장/신산업 창출
- 센서 채용을 결정하는 시스템산업(전방산업)과 센서제조를 뒷받침하는 기반기술(후방기술)이 국내에 발달해 있는 제품을 선택하여 단기간에 경쟁력 있는 센서시스템 개발 및 조기산업화

1.4.3 환경부

가) 환경부 정책 개요

○ 환경부는 전국 하천 등 수질보전 대상 공공수역에 대한 수질현황을 종합적으로 조사하여 수질변화 추세를 파악하고 이미 집행된 주요 정책사업의 효과를 분석하여 장래 수질보전정책 수립을 위한 기초자료를 확보

○ 수질오염 총량관리 수질/유량측정망의 경우에는 수질오염 총량관리제의 시행으로 오염총량관리 시행대상지역의 수질현황 및 수질변동과 연계한 총량제 이행사항을 평가하고, 단위유역 말단에서 수질과 정확한 유량을 파악하여 수질오염 총량관리에 필요한 기초자료를 확보하기 위함

나) 수질자동측정망 발전계획

○ 관련기관: 환경부/한국환경공단

○ (수립 배경) 4대강 수계 주요 하천 및 호소(국가 수질자동측정망 52개소 포함)에 설치된 기존 수질 측정소의 기능성 제고를 포함하는 운영성의 증대와 국가수질자동측정망의 확대에 대한 국가수질관리 기능성 및 오염사고 감시 기능성 향상에 대한 발전방향 제시

○ 주요내용

- 국내외 수질 모니터링 체계 및 현황 조사
- 모니터링 기능 다원화를 위한 수질자동측정망 추가 확충방안(4대 수계 대상으로 중역권 73개소 및 산업단지 25개소 추가 설치) 검토
- 오염물질 배출업소 상시감시를 위하여 소하천에 자동측정망 추가 설치 필요성 및 타당성 검토
- 운영 중인 수질자동측정소 위치, 기능 및 측정항목 재검토
- 수질관리에 자동측정망 자료 활용, 지자체 수질자동측정망과 수질 TMS 등의 측정자료 공유체계(ISP 등) 방안 등 수질자동측정망 중장기 개선방안 제시

다) 법적 근거

○ 환경정책기본법 제15조(환경상태의 조사·평가 등), 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제9조(상시측정 및 수질·수생태계 조사). 같은 법 시행규칙 제22조(환경부장관이 설치·운영하는 측정망의 종류 등), 제23조(시·도지사가 설치·운영하는 측정망의 종류 등)

○ 한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률 시행령 제6조(오염총량관리계획 수립지침 등), 낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률, 금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률, 영산강·섬진강 수계 물관리 및 주민지원에 관한 법률 각 제9조(오염총량관리 기본방침의 수립 등)

1.4.4 국토해양부

○ 국토해양부는 물관리 최상위 계획인 수자원장기종합계획, 지하수의 개발·이용·보전관리에 관한 국가 최상위 계획인 지하수관리기본계획, 수도정비에 관한 종합적인 기본계획인 수도정비기본계획을 수립함

가) 수자원장기종합계획

○ 수자원장기종합계획은 20년 단위로 수립되는 수자원의 안정적 확보와 하천의 효율적인 이용·개발·보전을 위한 국가수준의 계획으로, 하위계획인 유역종합치수계획, 하천기본계획, 댐건설장기계획 등의 수립 방향과 전략 제시

나) 유역종합치수계획

○ 하천유역의 수자원 개발, 이용의 적정화, 하천환경의 개선, 홍수예방 및 홍수 발생시 피해의 최소화 등을 위하여 필요한 사항(10년 단위)

다) 하천기본계획

○ 유역의 강우, 하천의 유량, 하도특성, 환경, 수자원개발 및 이용 현황 등 하천의 홍수관리, 용수공급, 하천환경보전 등에 관한 제반사항을 조사 분석하여 하천에 관한 종합적인 정비, 보전, 이용이 되도록 계획(10년 단위)

라) 댐건설 장기계획

○ 한정된 수자원의 효율적 개발과 이용을 위하여 범정부차원의 종합적인 댐건설계획 수립(10년 단위)

마) 수문조사기본계획

○ 「하천법」 제17조 규정에 의거 국가 차원의 수문조사 발전을 위한 비전, 목표, 기본 방향을 수립하고, 이를 추진하기 위한 중점 계획 수립(10년 단위)

1.4.5 행정안전부

○ U-기반 공공서비스 촉진/지역기반 U-서비스 지원

○ 자치단체가 유지 관리하는 지류/지천에 대한 수질관리, 수문관리, 배수/펌프장 등의 실시간 모니터링 시스템 구축 등의 통합모니터링 시스템 구축

1.5 사업기획추진체계

가. 기획추진체계

○ 국가과학기술위원회는 주기적 모니터링과 평가를 수행

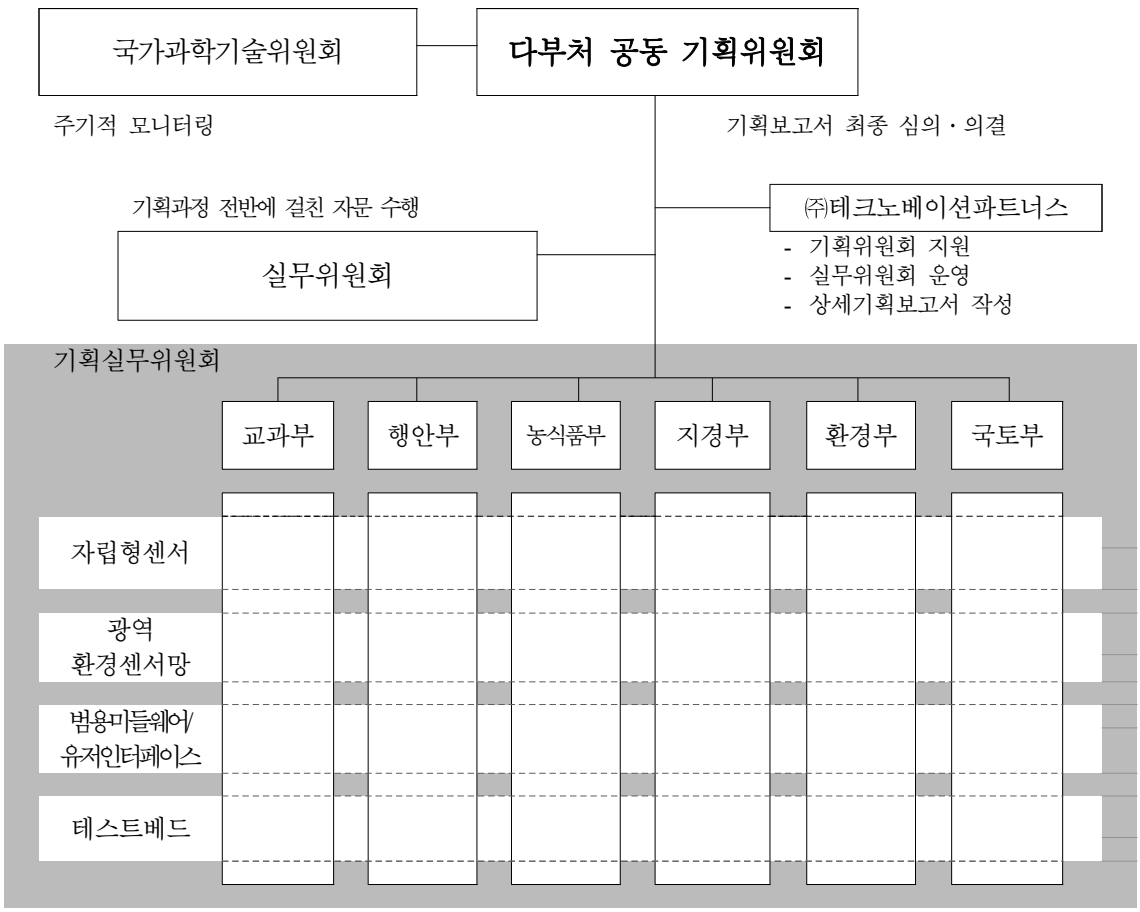
- 주기적인 모니터링을 수행할 수 있도록 소위원회 전문위원 참여

○ 6개 참여부처의 추천을 받아 다부처 공동 기획위원회를 구성하여 기획보고서의 심의·의결을 수행함

○ 참여부처의 추천을 받은 전문가로 구성된 실무위원회는 기획과정 전반에 걸쳐 자문을 수행함

○ 다부처 공동기획의 의미를 기반으로 부처별 실무위원회가 아닌 기능별 실무기획위원회를 구성함

- 각 수요부처의 추천을 받아 기획실무위원회 구성



나. 기획위원

<표 1-2> 기획위원 명단

이름	소속	직위
김병찬	한국과학기술연구원(KIST)	선임연구원
이재근	한국정보화진흥원 미래정보화추진단 신기술융합서비스부	부장
서형석	농림수산식품기술기획평가원	기술기획실장
김진택	한국농어촌공사	책임연구원
강민수	한국산업기술평가관리원(KEIT)	PD
김희철	대구대학교	교수
표철식	ETRI 융합기술연구부문 RFID/USN 연구부	부장 /책임연구원
정종수	KIST 환경본부	본부장
김만영	한국환경산업기술원	실장
조효섭	국토해양부 한강홍수통제소	실장
김 승	프론티어사업단	단장
고덕구	한국수자원공사 수자원연구소	소장
정종문	연세대학교	교수

다. 실무위원

<표 1-3> 기획실무위원 명단

이름	소속	직위
김영희	한국정보화진흥원 미래정보화추진단 신기술융합서비스부	책임연구원
고광돈	한국농어촌공사	차장
강문성	서울대학교 농업생명과학대학	조교수
남상운	충남대학교 농업생명과학대학	부교수
강훈수	광주과학기술원	실장
강마야	농림수산식품기술기획평가원	연구원
김관중	ETRI RFID/USN연구부	팀장/책임연구원
양우석	ETRI NT 융합부품소재연구부문	팀장/책임연구원
김수연	IBM Korea	
송병훈	KEIT RFID/USN 융합연구센터	
김현욱	서울시립대학교 환경공학부	교수
박준식	전자부품연구원	팀장
송건범	한국환경공단	과장
박필주	한국환경산업기술원	전문위원
채효석	한국수자원공사	수석연구원
황의호	한국수자원공사	선임연구원
김 원	건설기술연구원	연구위원
이찬주	건설기술연구원	연구원
류권구	동의대학교 토목공학과	교수
김성준	건국대학교 생명환경과학대학	교수

1.6 추진경위

○ 국가과학기술위원회 다부처 공공기획사업 추진대상 기술 선정: 2010. 9. 2

○ 사전기획연구 수행(연세대학교 정종문 교수): 2010. 9. 28 ~ 2010. 12. 26

○ 기획위원회 구성: 2010. 9

- 각 부처 추전 전문가로 구성된 위원 구성

○ 국가과학기술위원회 다부처 공동기술개발 안건상정: 2010. 10. 27

○ 부처별 의견조정 및 실무위원회 5회 개최: 2010. 9. 28 ~ 2010. 12. 26

○ 예비타당성 평가 신청부서 확정 2010. 12. 20

- 교과부, 농식품부, 지경부, 환경부, 국토부, 행안부를 주관부처로 하고, 지경부를 대표부처로 예타 신청

○ 상세기획연구 발주: 2010. 12. 21 ~

- ㈜테크노베이션파트너스 김효정 부사장

○ 지식경제부 예비타당성평가 신청서 제출

○ 다부처 공동기획사업 공청회 개최: 2010. 12. 27

○ 실무위원회 구성 및 사전 업무협의: 2010. 12. 27

○ 상세기획 제 1차 실무위원회: 2010. 12. 28

- 선행기획연구 리뷰 및 상세기획연구 보완사항 점검

○ 상세기획 제 2차 실무위원회: 2011. 1. 7

- 예타신청용 기획보고서 리뷰 및 보완사항 점검

○ 상세기획 제 3차 실무위원회: 2011. 1. 21

- 기술맵 양식/테스트베드 구축 계획 양식과 작성된 내용 리뷰

○ 상세기획 제 4차 실무위원회: 2011. 2. 16

- 기술수준 평가표와 포트폴리오에 대한 수정사항과 추진체계 논의

○ 상반기 예비타당성 평가 대상 사업에 미 선정

○ 상세기획 기획위원회: 2011. 3. 16

- 예비타당성 조사 대상으로 선정되지 못한 이유 보고
- 향후 본 사업의 방향성 논의(공통 테스트베드 구축, 예산 재조정 등)

○ 상세기획 제 5차 실무위원회: 2011. 5. 24

- 공통테스트베드 지역에 대한 각 부처간 협의와 성과목표/성과지표 논의

○ 최종 보고회: 2011. 7. 20

- 상세기획 결과 발표
- 최종보고서 수정사항 논의(성과지표 보완, 본 사업 계획, 추진체계 보완)

2. 기술개발 동향 조사

2.1 선진국 벤치마킹

2.1.1 벤치마킹 시사점

○ 저전력화, 자가진단, 자율교정 및 다항목측정이 가능한 첨단 센서/측정기기 개발

- 통신모듈 및 센서의 저전력화와 태양광/풍력을 이용한 전력 공급을 통해 장기간 관리가 필요 없는 시스템 개발

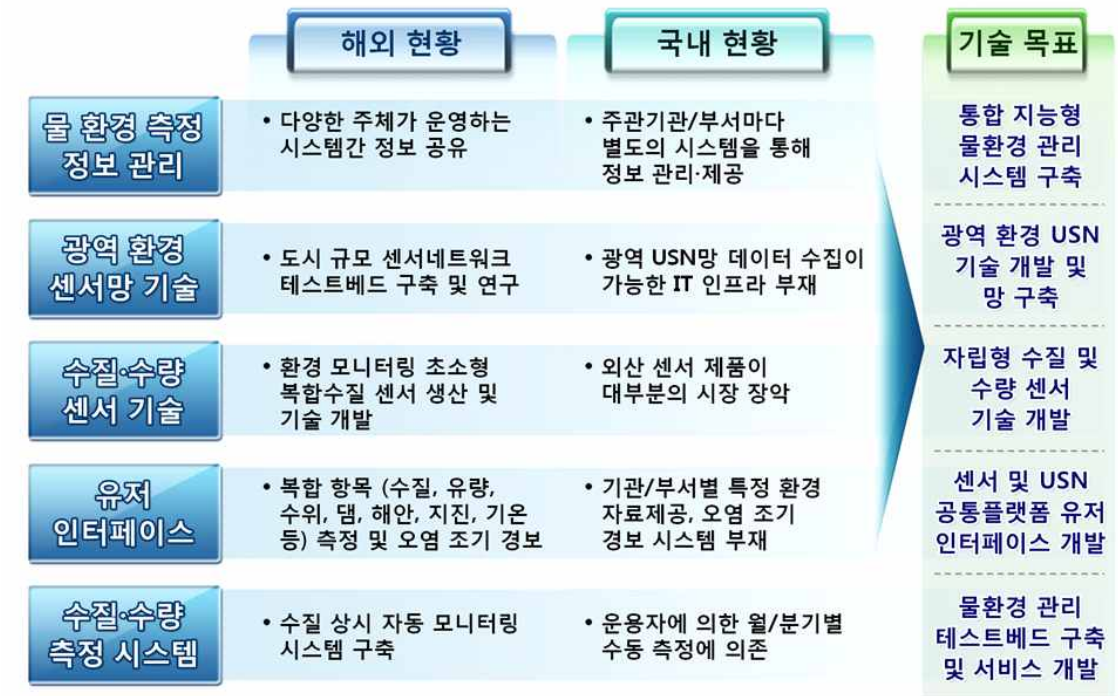
○ 실시간 자동 모니터링 시스템 구축을 통한 인건비 절감

- 해외의 실시간 모니터링 시스템의 인력절감과 실시간화 정도가 매우 높은 편은 아니므로 기술개발이 성공한다면 수출 산업화 가능

○ 다수의 센서가 실시간으로 정보를 주고받는 USN기반의 광역 환경센서망 구축

○ 물환경 관련 다양한 주체가 운영하는 시스템 간 정보 공유

○ 실시간 모니터링 시스템을 바탕으로 홍수예보/ 오염 조기경보 시스템 등의 선진화된 유저 인터페이스 개발



[그림 2-1] 국내·외 벤치마킹 시사점

<표 2-1> 해외 주요 기술개발 동향 요약

벤치마킹 대상	개요	주요 내용(측정대상, 측정소, 주요기술)
NWIS(미)	· 물 관련 자료의 저장 및 검색 통합 시스템 · 물공급 측정, 공급 계획 수립, 홍수와 가뭄 예보와 수질 관리	· 수량, pH, 염도, 탁도, 수온, DO, 암모니아, 질산염, 염화물, 엽록소, 홍조류, 남조류 등의 측정 정보를 제공 · 33.8만 지표수 및 지하수 수질 관측 지점, 22,600개소의 과거 및 현재 유량 관측 지점, 8,830개소의 하천, 호수, 저수지, 지하수, 기상의 실시간 관측 지점, 140만개소의 우물 관측 지점
켄사스주 실시간 모니터링 시스템(미)	· 하천, 호수, 지하수 등에 광범위하게 측정소를 설치하여 저수지 혹은 댐 운영, 하천 예보, 홍수 경보 등의 정보를 제공	· 하천(171개), 호수(14개) 등에서 전도도, pH, 수온, 탁도, 클로필, DO 등을 15분~1시간 간격으로 측정 · 지하수 측정소는 1시간의 측정빈도 · 인공위성을 이용한 실시간 자료 전송 · DCPs: 자동 데이터 수집 시스템
River Forecast Center(미)	· 모든 하천에 모니터링 시스템을 구축하여 실시간 수문예측자료 및 경보자료를 제공	· 미국 상무성 및 미국해양대기관리처 산하 미국기상청이 운영 · 약 4,000여개 하천 지점별로 홍수예보와 시 관측 자료를 제공
REON	· 최초의 USN기반 수중환경 실시간 모니터링 시범서비스 · 315마일 길이의 허드슨 강 전 구간에 5,000개가량의 센서, 로보틱스, 컴퓨터생명공학 부품 및 장치로 이뤄진 네트워크를 구축할 예정	· 태양광발전 패널과 배터리를 이용해 플랫폼의 센서와 무선통신 시스템의 전원을 공급하는 에너지 자립형 · 자율 로보틱 프로파일러가 하천을 움직이며 분단위로 센서어레이를 구동시켜 수질정보를 획득 · 약 100m 마다 센서를 배치하고 이들을 네트워크로 연결하여 온도, 수압, 염분, 탁도, 용존산소량 등 수질과 관련된 기본적 정보를 수집하여 실시간(분 단위)으로 전송 · 다수의 센서가 실시간으로 전달하는 데이터를 수집·처리
켈리포니아 주 식물원 환경모니터링 시스템(미)	· 미국 캘리포니아 주 Huntington식물원에 적용한 인터넷을 통한 실시간 식물원 환경 모니터링 시스템	· 식물원의 온실 내부, 실외 종묘원, 수분 온실 4곳, 온실 지중에 태양열을 사용한 센서를 설치 · 토양 온도 및 수분, 기온, 습도, 일사량, 산소량을 측정할 수 있는 센서 도입
On-farm Demonstration of a Wireless Mesh Network(미)	· 무선랜을 기반으로 한 메쉬 네트워크를 통한 음성통신 시스템을 Field Day 농장에 적용	· 무선랜을 기반으로 하는 총 5개의 무선 노드로 구성되며, 최대 300m의 거리를 두고 농장에 설치

Project Warmer(EU)	· 유럽 전역의 수질을 모니터링 하려는 목적으로 화학, 전자, 통신 등 여러 영역의 R&D기관이 협동하여 추진하는 학제간 연구 프로그램	· 온도, 전기전도성, 염도 등의 물리적데이터, 암모니아, 질산 등의 영양소 뿐만 아니라 유기물, 이온 함유량, 중금속을 검출할 수 있는 센서 개발 · 적용될 효율적인 통신 프로토콜 RRABP (Resettable Receiver Alternating Bit Protocol)개발 · 베니스 주변에 10개의 이동형·고정형 모니터링 스테이션을 설치하여 필드테스트 수행
FRICS(일)	· 하천 및 유역관리를 위한 모든 수문정보를 수집하고 분석하여, 홍수 피해 절감 등을 위한 정보를 제공	· 우량, 수위, 댐, 해안, 지진, 기온, 풍향, 풍속 등을 측정 · 원격측정관측소 약 15,000개가 상호 정보 공유
Hokkaido Univ.'s farm and pasture WLAN system (일)	· 농업 종사자들의 노동력 절감 및 생산량 증대를 위한 센서와 무선랜 기반의 농장 모니터링 시스템	· 날씨, 강수량, 토양 습도, 전기전도도, 지하수, 수위 등을 실시간으로 측정 · 태양광 패널과 풍력터빈을 설치하여 모든 센서와 데이터 허브, 라우터에 전력을 공급함
Rice seedling greenhouse remote control(일)	· 벼 재배의 노동력 절감과 산출량 증대를 위한 무선랜 기반의 벼 묘목 원격 관리 시스템	· 무선랜과 유선랜을 기반으로 온도 및 일조량 습도 센서를 탑재한 Control Object를 이용하여 묘목의 급수 및 관개 조절 · 센서들은 매 10분마다 주기적으로 온도, 토양 온도, 토양 수분, 일조량을 측정
IKSER(독)	· 엘베강의 수질을 상시 자동 모니터링하는 프로그램을 운영	· 용존산소(DO), 전기전도도, 온도, 일반유기오염물, 암모니아 및 ortho-phospharates, Daphina에 의한 독성 등을 연속 자동 측정 · 수질자동측정망은 소수의 운영인력만이 상주
노트라인베스트 팔렌 주 수질관리(독)	· 단기간의 수질변화와 집중적인 수질감시를 위한 조기경보 모니터링 시스템 · 장기간 수질변화 및 수질의 체계적인 관리를 위한 장기 모니터링 시스템	· 3개의 유인측정소와 10개의 무인측정소를 설치하여 수질오염을 조기 경보함 · 수온, 전기전도도, pH 등의 물리·화학적 수질데이터는 실시간 자동측정 · TOC, 질소, 황 등을 TOC 자동측정기와 이온크로마토그래피를 이용하여 일 2-3회 측정함
RIMSYS 프로젝트 (마케오니아)	· 수질 등 물의 화학적 특성보다 유량 등 물리적 특성을 모니터링하는 기능을 강화한 IT기술 기반 수자원 관리 시스템	· 마케도니아와 스위스의 다양한 수자원관리 관련 민·관 조직이 프로젝트에 참여 · 18개 수자원 모니터링 시스템에 최신기술을 적용하여 운영과 관리의 완전 자동화를 추진 · 수위, 수온, 탁도, pH, 전기전도도를 측정할 수 있는 다항목측정기와 수위측정을 위한 레이더 센서를 도입

2.1.2 미국

가) 물환경관리시스템 기본현황[1)]

□ **미국의 수자원관리 체계**

○ 연방정부 기관인 백악관 환경질위원회(CEQ), 국무부 국제협력국(DOS-JJC), 미공병단(COE), 개척국(USBR), 지질조사국(USGS), 환경청(EPA), 농무부(USDA)와 주정부, 전문기관 등으로 역할이 분할되어 있음

- 연방정부: 최상위계획 수립 및 물 배분
- 주정부: 정책의 유연한 적용, 가뭄 및 홍수에 대비한 수자원정책 수립
- 전문기관: 기술지원

○ 공병단(COE): 댐 개발, 하천관리, 홍수피해규모예측, 기술적 지원

- 미국에서 가장 오래된 수자원 관련 정부기관임
- 치수를 위해 일반적으로 댐, 선착장, 둑, 방파제의 건설과 다른 수로의 강둑보호 프로젝트를 수행함

○ 개척국(USBR): 수자원 및 자연자원의 관리 및 개발

- 주된 업무는 불모의 서부지역에 정착하기 위한 관개 프로젝트 개발임
- 하버댐(Hoover)과 그랜드 쿨리(Grand Coulee)댐과 같은 주요 구조물을 포함해 20세기동안 200개가 넘는 관개 프로젝트를 수행했음
  - 관개 프로젝트는 농업과 경제개발을 위한 전력과 지역 곳곳에 수도 공급을 위해 관개용수를 생산함

○ 지질조사국(USGS): 물 이용 자료, 유역조사 및 유역정보제공, 기술개발

- 51개 주에 수질자동측정소를 설치·운영 중이며, 각 주의 지방·주정부, 대학들과 협력하여 지하수와 지표수를 모니터링하고 측정함
- 미국 전 지역의 종합 측정소의 약 85%를 대표하는 7,000여개의 유속 측정소를 운영 및 관리하고 있으며, 주와 지방 기관들이 시설들을 주로 운영
- 국가수질평가(National Water-Quality Assessment, NAWQA) 프로그램은 하천, 강, 지하수의 상태를 조사하고 변화의 흐름을 파악하며, 인간 활동 및 자연변화로 인한 수질상태의 가장 현저한 원인이 무엇인지를 파악함

1) 안재현, "외국의 물관리 현황검토 및 국내 적용방안 연구"

- NAWQA 프로그램 이외에 수질이 아닌 수문학적 조사가 주된 조사항목임
- 국가수자원정보시스템(NWIS)와 홍수예보시스템(AHPS)를 운영하고 있음

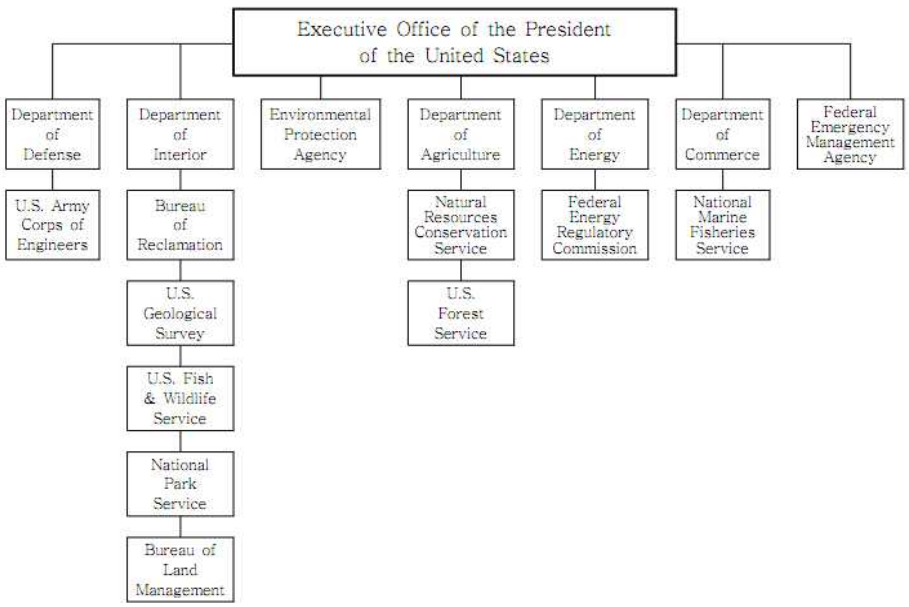
○ 환경청(EPA): 수자원 관리를 환경측면에서 규제하고 운영 및 연구함. 실제적인 수자원 및 수질 관리의 방향 설정

○ 테시유역관리청(TVA): 홍수피해 예방을 위한 개발 계획수립, 통합적 유역개발업무를 수행함

○ 기상청(NWS): 강우예측 및 분석

<표 2-2> 미국 물환경관리 주체별 역할

관리 주체	역할
연방정부	최상위계획 수립 및 물 배분
주정부	정책의 유연한 적용, 가뭄 및 홍수에 대비한 수자원정책 수립
전문기관	기술지원
공병단	댐 개발, 하천관리, 홍수피해 규모예측, 기술적 지원
개척국	수자원 및 자연자원의 관리 및 개발
지질조사국	물 이용 자료 제공, 유역조사 및 유역정보 제공, 기술 개발
환경청	실제적인 수자원 및 수질 관리의 방향 설정
기상청	강우 예측 및 분석



[그림 2-2] 미국 수자원 관련 조직도

나) 물환경 측정항목 및 정보관리시스템

□ 국가수자원정보시스템(NWIS; National Water Information System)

○ 미내무부(USDOI)산하의 미지질조사국(USGS)에서 운영 중인 물 관련 자료의 저장 및 검색을 위한 통합 시스템

- 분산데이터베이스 구조를 토대로 측정지점, 시계열적인 계측데이터, 첨두유량, 지하수, 수질, 수자원 이용 등에 관한 데이터를 실시간으로 수집·저장 및 관리함
- 누구나 손쉽게 Web페이지 상에서 다양한 파일형식(Text, XML, 그래픽)의 데이터를 제공받을 수 있음

○ (구성) 지하수정보시스템, 수질정보시스템, 데이터처리시스템, 수자원이용정보시스템의 네 가지 하위시스템으로 구성됨

- <실시간 데이터>는 일반적으로 15분-60분 간격으로 기록되고 저장되며, 측정된 데이터는 1-4시간마다 모델이나 위성을 통해 미지질조사국으로 전송됨
- <수문·관측소정보>는 미국 내 지점별 유량, 호수 및 저수지, 강우, 지하수, 수질 정보 등을 포함한 하천유역, 관정, 터널, 호수, 저수지, 수리시설물 등의 관련된 모든 데이터들과 연계하여 제공함
- <지표수정보>는 하천과 호수 등의 유량과 수위, 지표수 수질, 강우 등의 자료를 제공하며, 데이터는 자동기록기와 필드 수동 측량장비에 의해 수집되어 전화 또는 인공위성을 통해 저장되고 미 지질조사국으로 전송됨
- <지하수정보>는 지하수 위치기록, 지하수 수위데이터와 수질데이터를 제공함
- <수질정보>는 하천, 호수, 지하수의 화학적 물리적 수질 자료를 제공함

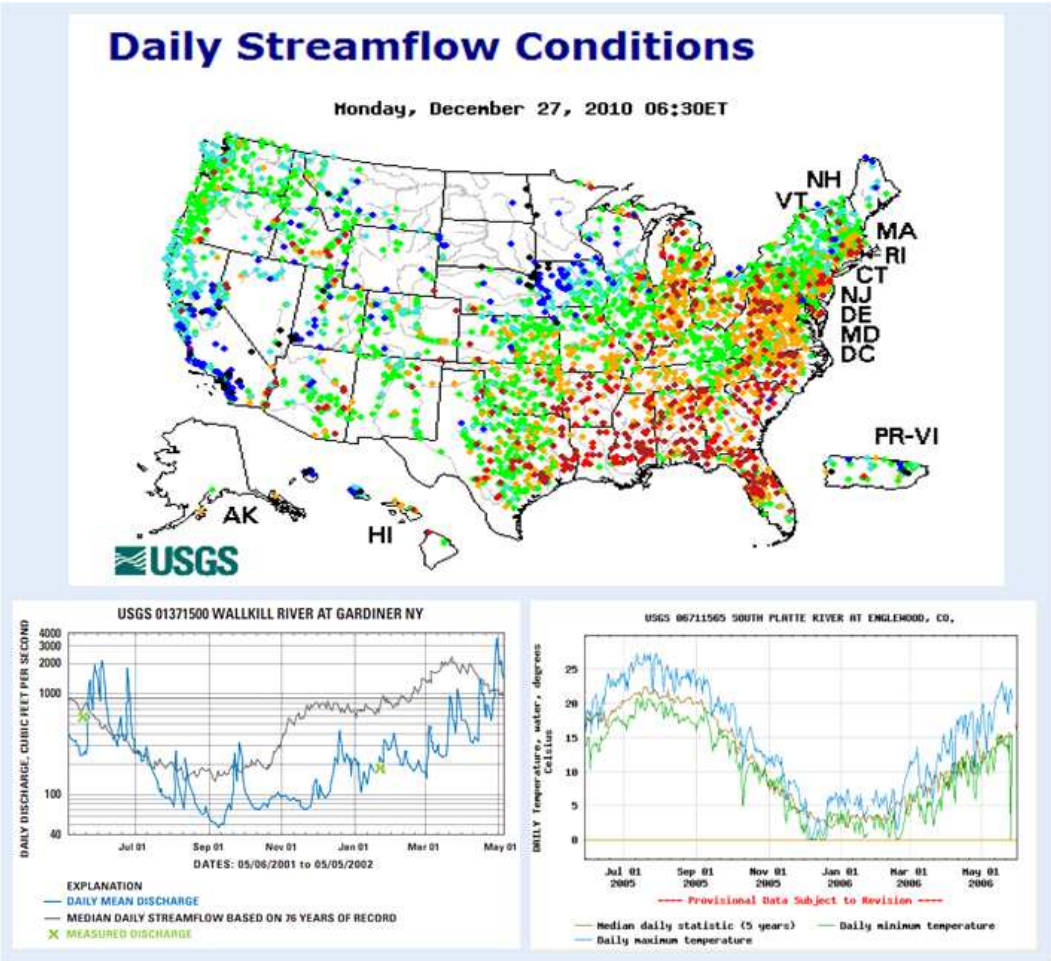
○ (미션) 현재의 물 공급 측정 및 미래 물 공급 계획 수립, 홍수 및 가뭄 예보, 수질 관리 등임

○ 약 150만 지점에서 수집한 수량, pH, 염도, 탁도, 수온, DO, 암모니아, 질산염, 염화물, 엽록소, 홍조류, 남조류 등의 측정 정보를 제공함

- 1,602개 지역의 온도, pH, 전기전도도(specific conductance), 용존산소량(DO)을 실시간으로 제공함
- 33.8만 지표수 및 지하수 수질 관측 지점, 22,600개소의 과거 및 현재 유량 관측 지점, 8,830개소의 하천, 호수, 저수지, 지하수, 기상의 실시간 관측 지점, 140만개소의 우물 관측 지점에서 측정된 자료를 제공함

○ (시사점)

- 하천뿐만 아니라 지류의 수질 관측 조밀도가 높음
- 실시간 관측 지점과 실시간 관측 항목에 관심을 갖고 늘리려 함
- 누구나 손쉽게 물 관련 자료를 이용할 수 있게 함



[그림 2-3] NWIS를 이용한 실시간 측정 정보

□ 캔자스 주 USGS의 실시간 모니터링 시스템[2)]

○ 광범위하게 이용될 수 있는 실시간 물자원 자료를 측정하여 서비스

- 캔자스 주 내 모든 연속 측정소는 자동자료수집시스템(automated data collection platforms, DCPs)을 갖추고 있으며, DCPs는 인공위성 기술을 이용해서 자료를 Lawrence에 위치한 미 지질조사국 사무실로 24시간마다 전송함
- 캔사스주와 지방 물관리 용수관련 기관, 미 기상청 하천예보센터(River Forecast Centers) 등이 다양하게 이용함: 주 및 지방 물관리 전략 계획·모니터링·조정, 홍수 범람 예보 등

○ 측정소는 하천, 호수, 지하수 등 광범위하게 위치하고 있으며 이를 바탕으로 저수지 혹은 댐 운영, 하천 예보, 홍수 경보 등의 정보를 제공함

<표 2-3> 캔사스 주 USGS 실시간 모니터링 시스템 측정항목 및 빈도

측정소	측정항목	측정빈도
지하수	- 지하수위, 수온, 기압, 비전도도	- 1시간
하천 (171개)	- 물리적 항목: 비전도도, pH, 수온, 탁도, 클로로필, DO 등 - 기상자료: 기온, 기압	- 실시간 - 15분~1시간간격
호수 (14개)		

○ 실시간으로 기록된 수질정보와 기존 수질측정망에서 얻은 자료를 이용하여 통계적 연관성을 도출하기도 함

- 실시간으로 측정하기 어려운 박테리아 농도, 아트라진(atrazine), 염화물, TN, TP 등의 통계적 상관관계를 얻음

○ 실시간 수질 정보는 Total Maximum Daily Load(TMDL) 프로그램의 일부분으로써 다음과 같은 편익을 제공함

- 상수원에서 높은 농도의 오염물질을 즉시 파악하고 수질측정 장소로 방문하는 것을 최적화하며 TMDL에 정확한 부하량을 산정하는데 도움을 줌
- 용수수질에 영향을 미칠 수 있는 높은 농도의 오염물질이 발생 시 신속한 운영전략을 세울 수 있도록 함

○ (시사점)

- 측정소가 하천, 호수, 지하수수 등 광범위하게 위치하고 있음
- 인공위성 통신을 통한 실시간 자료 전송과 DCPs를 통해 자립형 시스템 구축

2) KEI(2010), http://waterdata.usgs.gov/ks/nwis/rt

□ 하천예보센터(RFC; River Forecast Center)

○ 미국 상무성(DOC) 및 미국해양대기관리처(NOAA) 산하 미국 기상청(NWS; National Weather Service)이 운영하며, 기상예보국과 협동하여 모든 하천에 모니터링 시스템을 구축, 실시간 수문예측자료 및 경보자료를 제공함

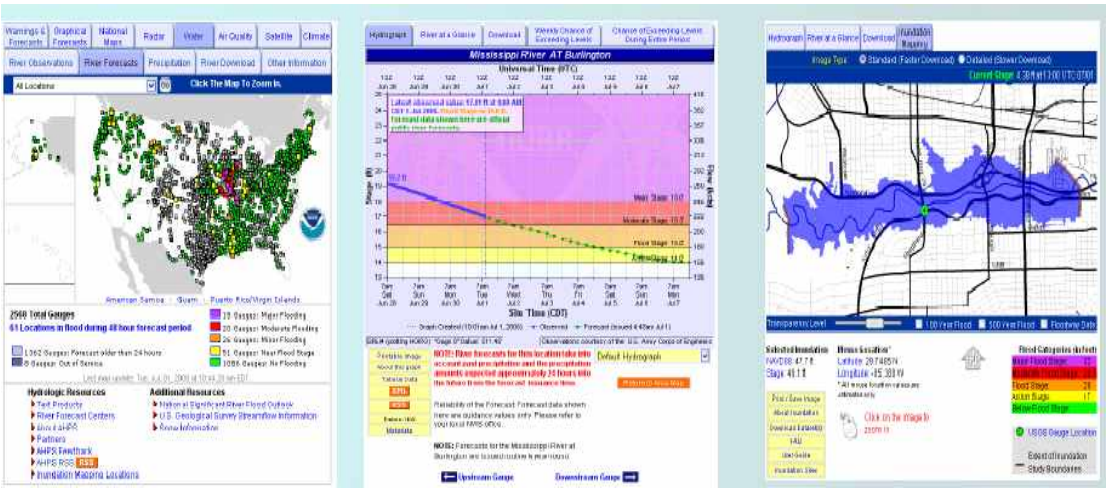
- 1993년의 홍수를 계기로 디모인강(Des Moines river basin)을 테스트 사이트로 선정하여 시작함
- 약 4,000여개 하천 지점별로 홍수예보와 시 관측 자료를 제공함
- 다른 예보센터들과 서로 협력하여 수문예측 자료를 공유하고, 관계부서간의 협력하여 하천예보를 수행함

○ 웹 기반의 하천 및 수문 예측 정보를 제공하는 홍수예보시스템(AHPS; Advanced Hydrologic Prediction Service)을 운영

- 홍수 및 가뭄에 대비할 시간 확보 및 정확한 하천 예보 및 홍수 경보 등 정확한 정보를 제공하여 자연재해로 인한 인적·경제적 피해를 줄임

○ (시사점)

- 실시간 모니터링 시스템을 바탕으로 수문 예측 자료 및 홍수예보 시스템을 운영하여 자연재해로 인한 인적·경제적 피해를 줄임
- 관계부서간 협력하여 하천예보를 수행함



[그림 2-4] 미국 홍수 예보 시스템

□ **REON(River & Estuary Observatory Network) 프로젝트 (미국)[3)]**

○ 2008년부터 Beacon 연구소, IBM社, Clarkson University가 공동으로 추진 중인 최초의 USN기반 수중환경 실시간 모니터링 시범서비스

- Beacon 연구소는 2009년 4월에 선진화된 모니터링 플랫폼 B1을 허드슨강 Denning's Point유역에 설치함
- 2010년에는 GE社와의 협력을 통해 추가 기능을 갖춘 B2, B3 플랫폼을 Fort Edward, Schuylerville유역에 각각 설치하였음
- 315마일 길이의 허드슨 강 전 구간에 5,000개가량의 센서, 로보틱스, 컴퓨터생명공학 부품 및 장치로 이뤄진 네트워크를 구축할 예정
- 강과 관련된 물리학적·화학적·생물학적 정보를 실시간으로 수집·분석하는 혁신적인 환경관리 시스템을 마련하여 환경을 보호하는 것이 목적임
- 태양광발전 패널과 배터리를 이용해 플랫폼의 센서와 무선통신 시스템의 전원을 공급하는 에너지 자립형임

○ 컴퓨터가 통제하는 자율 로보틱 프로파일러(autonomous robotic profiler)에 의해 하천을 움직이며 분 단위로 수질정보를 획득하는 센서어레이를 구동시켜 각종 데이터를 수집

- 플랫폼에 설치된 컴퓨터는 데이터를 수집하고 프로파일러에 적절한 명령을 내리며, 원격지에서 센서 어레이에 대한 프로그래밍이 가능함

○ 데이터 수집 백본(backbone)은 다양한 유형의 센서로 구성된 분산 컴퓨팅 네트워크로 구현

- 개별센서는 컴퓨터 칩을 내장하였으며 에너지 소비효율이 높은 통신 기능이 가능하도록 설계하였음
- **약 100m 마다 센서를 배치하고 이들을 네트워크로 연결하여 온도, 수압, 염분, 탁도, 용존산소량 등 수질과 관련된 기본적 정보를 수집하여 실시간(분 단위)으로 전송함**

○ 시스템에 사용된 센서는 강의 정보를 종합적으로 탐지할 수 있도록 다양한 IT기술을 적용

- 강바닥 형태와 침전물 형태를 알 수 있는 공명 이미지 기술, 엽록소 분포 등 생물학적 정보를 탐지할 수 있는 광학 기술 등이 사용됨

3) http://www.bire.org/approach/reonoverview.php, 방송통신위원회(2009)

○ IBM社는 본 프로젝트에서 고성능의 컴퓨터 시스템을 제공

- 다수의 센서가 실시간으로 전달하는 데이터를 수집·처리하는 부분이 본 프로젝트 초기의 핵심 과제였음
- IBM社는 다수의 정보원에서 수집되는 데이터를 분석·처리하는 속도를 높이고 의사결정의 정확도를 높이도록 설계된 '스트림 컴퓨팅(Stream Computing)'을 REON프로젝트에 최초로 적용함

○ (시사점)

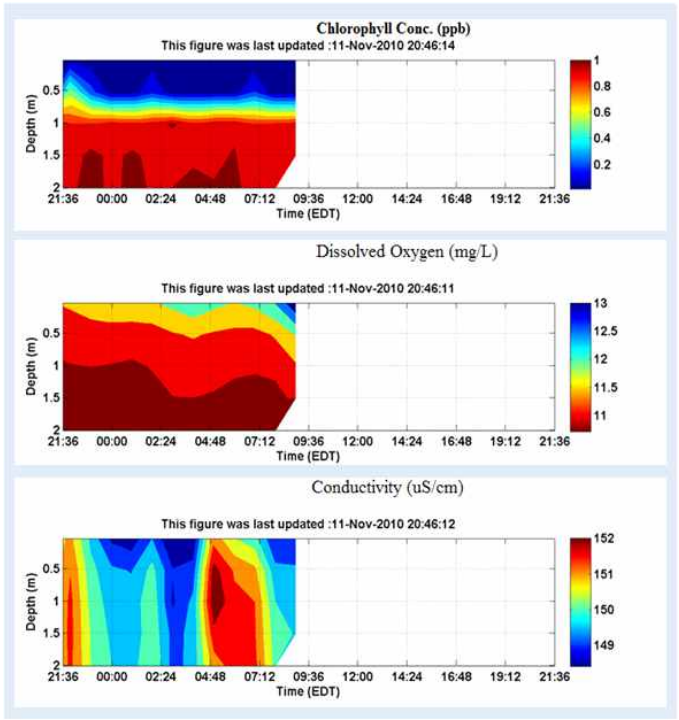
- 태양광발전 장치와 너지 소비효율이 높은 통신기능을 도입하여 에너지 자립형 측정 장치를 구현함
- 자율 로보틱 프로파일러를 이용해 단일한 측정장치로 하천의 여러 영역을 측정할 수 있는 첨단기술 도입
- 다수의 센서가 실시간으로 정보를 주고 받는 광역환경센서 네트워크 도입

<표 2-4> REON 프로젝트에 적용되는 주요 센서 기술 및 측정되는 정보

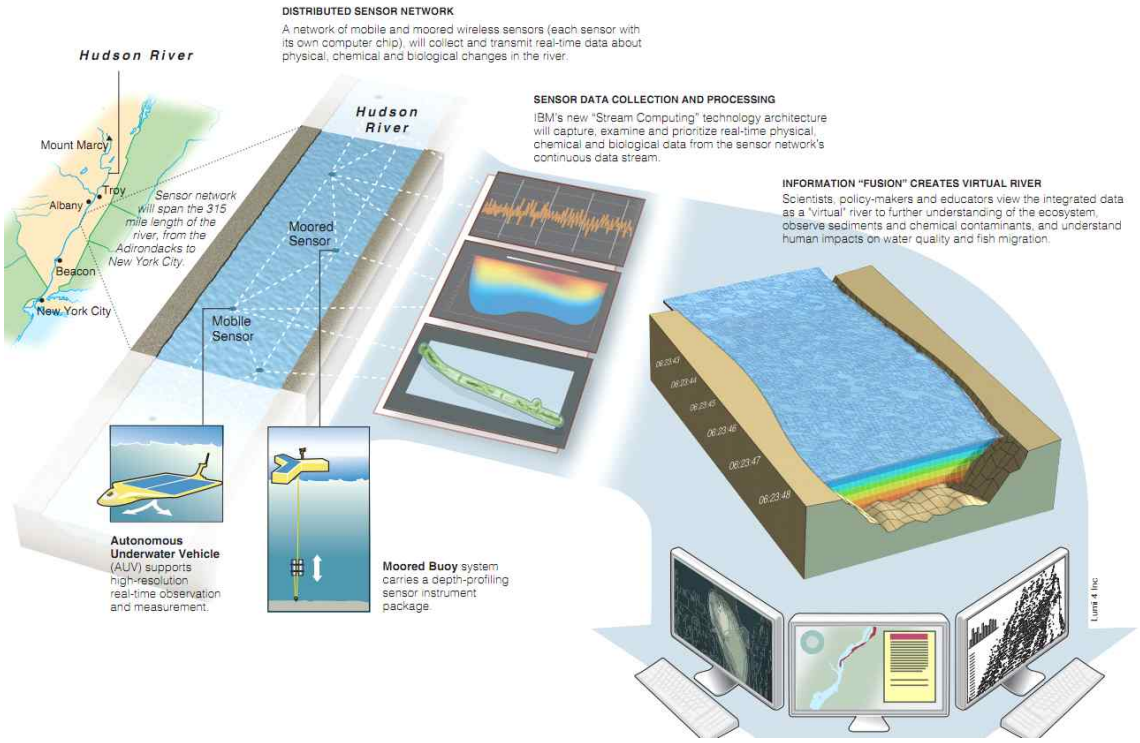
측정 장치 타입	상세 내용
Meterological sensors	- 강 유역의 풍향, 풍속, 기온, 기압을 측정
Acoustic Doppler Current Profiler(ADCP)	- 유량, 유속 등 물 관련 기본 정보 수집하는 고정형 센서 어레이
Computer controlled autonomous robotic profiler	- CTD: 염분 및 전기전도성, 온도, 수심 - LISST: 좁은 범위의 레이저를 쏘아 물에 있는 미세입자의 양과 퍼진 범위를 측정함 - FL3(Three-Channel Fluorimeter): 물속의 엽록소 농도를 측정하고 플루오레세인 등을 이용해 정확한 유속을 측정함



[그림 2-5] REON프로젝트 B2, B3 플랫폼



[그림 2-6] 클로로필, DO, 전도도의 수심별 측정 결과



[그림 2-7] REON 프로젝트의 개념도

□ 캘리포니아 주 식물원 실내·외 환경모니터링 시스템: BACK TO THE GARDEN[4)]

○ NASA Jet Propulsion Lab(JPL)이 개발하여, 2002년 미국 캘리포니아 주 Huntington식물원에 적용한 인터넷을 통한 실시간 식물원 환경 모니터링 시스템

○ 식물원의 온실 내부, 실외 종묘원, 수분 온실 4곳, 온실 지중에 태양열을 사용한 Sensor Web3을 설치함

- 샌드위치 박스 크기의 소형의 센서를 이용해 네트워크를 구축하여 환경에 대한 정보를 공유(Sensor Web)함
- Sensor Web3은 토양 온도 및 수분, 기온, 습도, 일사량, 산소량을 측정할 수 있는 센서들을 탑재하고 있음
- 무선통신은 916MHz의 주파수를 사용하고 최대 150m의 통신 거리를 가지고 약 50x100m^{2}의 지역을 관리하도록 배치함
- 각 Sensor Web3의 센서 데이터들은 식물원 내 mother Sensor Web3으로 Ad-hoc을 통해 매 5분 간격으로 전송되고, mother Sensor Web3에 연결되어 있는 관리자의 PC에 센서 정보가 디스플레이 됨

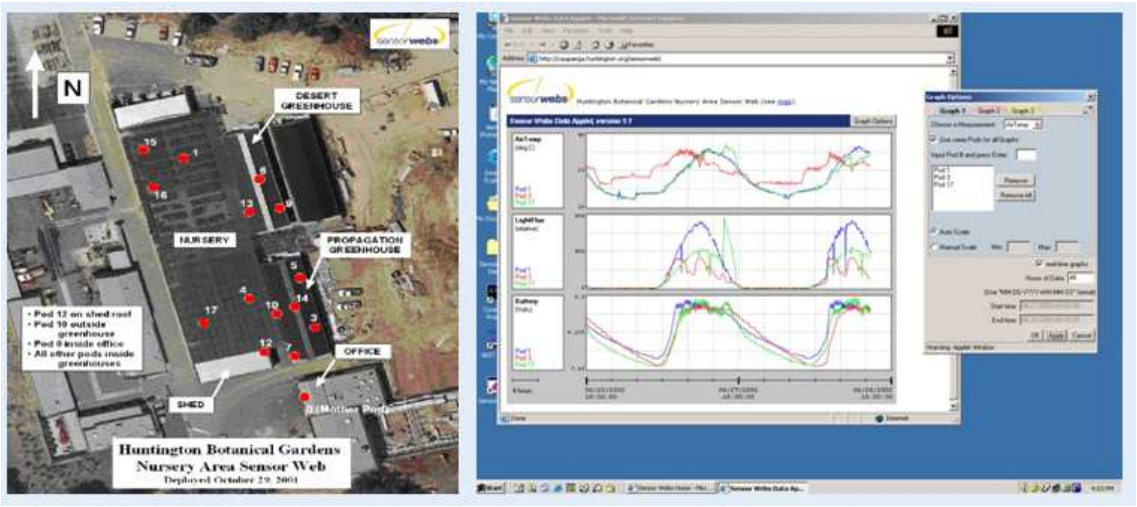
○ (시사점)

- 태양열을 사용한 에너지 자립형 측정 장치 도입
- 센서들간에 네트워크를 구축하여 환경에 대한 정보를 공유하여 실시간으로 온도, 수분, 산소량 등을 모니터링함



[그림 2-8] Sensor Web3

4) NASA Jet Propulsion Laboratory(http://www.jpl.nasa.gov), 한국농어촌공사(2010)



[그림 2-9] Sensor Web3 배치도와 디스플레이

□ **On-farm Demonstration of a Wireless Mesh Network**

○ Purdue대학의 ACRE(Agronomy Center for Research and Education)이 무선랜을 기반으로 한 메쉬 네트워크(mesh network)를 통한 음성통신 시스템을 Field Day 농장에 적용함

- 무선랜을 기반으로 하는 총 5개의 무선 노드로 구성되며, 최대 300m의 거리를 두고 농장에 설치함
- Laptop1은 집에, Panel1을 유선 이더넷으로 인터넷 접속이 가능한 메인 오피스에, Panel2는 steel barn에, Relay1은 작은 창고 위의 난간에, Wagon1은 작은 트랙터에 설치함
- 각 무선 노드들은 Mesh 네트워크를 적용함으로써 설치와 제거가 쉬워졌으며 WDS(Wireless Distribution System)을 통해 AP(Access Point)와 노드간의 전송거리가 증가됨
- Laptop1에서 사용자의 음성 데이터가 발생하면 Panel1,2를 거쳐 Wagon1의 트랙터로 전달되고, Relay1을 통해 더욱 먼 거리로 음성 데이터가 전달되는 방식으로 음성 통신이 이루어짐

○ (시사점) 무선 메쉬 네트워크를 도입하여 센서노드들이 그물처럼 이어져있으므로 한 연결이 끊어지더라도 다른 연결을 통해 통신할 수 있어 높은 네트워크 신뢰성을 가짐

2.1.3 EU

가) 물환경관리시스템 기본현황

○ 유럽 국가들의 물관리시스템은 개별 국가 뿐만 아니라 유럽연합의 차원에서 이루어지고 있음

○ 각국의 하천이 여러 나라에 걸쳐있는 지리적인 특성과 유럽연합이 범국가적인 통합 사업을 주도하고 있음

○ 통합하천유역관리를 위해 2000년 10월에 “Directive 2000/60/EC of European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the filed of water policy"를 최종적으로 채택했음

○ (시사점) 지리적인 특성에 따라 범국가적인 통합 사업을 추진

나) 물환경 측정항목 및 정보관리시스템

□ **Project Warmer[5)]**

○ 유럽 집행위원회(EC)는 수자원 관련 위험관리를 위한 실시간 수질관리시스템을 유럽 전역에 구축하려 함

- 기본 성격은 화학, 전자, 통신, 네트워크 등 여러 영역의 R&D기관이 연합하여 유럽 전역의 수질을 모니터링 하려는 목적으로 추진하는 학제간 연구 프로그램으로 다수의 국가와 다양한 연구기관이 Project Warmer의 파트너로 참가했음
- 2006년 9월부터 2009년 8월 말까지 약 245만유로의 자금을 투입하여 진행함

○ 통합된 모니터링 플랫폼으로 유럽 전역에서 다수의 센서 및 탐사체로 수집된 정보를 관리하기 위함

- 웹 기반 관리 시스템에 각종 수질 관련 측정 데이터를 원격으로 결합하는 형태임

○ Project Warmer는 9개의 개별 워킹 프로그램(WP)으로 구성

5) Project Warmer 홈페이지(http://www.projectwarmer.eu), 방송통신위원회(2009)

<표 2-5> Project Warmer 참여 파트너와 분류

국가	참여 파트너	구분
이탈리아	SYSTEA: Systems Technology Advance Spa	기업
폴란드	Politechnika Warszawska	대학부설 연구소
스페인	Universitat Autònoma de Barcelona	대학부설 연구소
러시아	Research Institute of Chemistry of St. Petersburg University	대학부설 연구소
오스트리아	Universitaet fuer Bodenkultur Wien	대학부설 연구소
노르웨이	Nansen Environmental and Remote Sensing Center	대학부설 연구소
영국	YSI Hydrodata	기업
영국	The University Court of the University of Aberdeen	대학부설 연구소
폴란드	Institute of Electron Technology	대학부설 연구소

<표 2-6> Project Warmer 개별 워킹 프로그램 구성

구분	이름	핵심내용
WP1	Selecting and evolving innovative industrialized chemical sensors	수질관리 시스템에 적용 가능한 혁신적인 센서 개발
WP2	Development of modular algorithms and firmware for data processing and instrument control	수질관리 기기 및 측정 데이터와 시스템을 관리할 수 있는 SW개발
WP3	Technology of remote sensing data collection	원격으로 데이터를 수집할 수 있는 통신 기술 개발
WP4	Networking data of water risk monitoring	수질 모니터링 데이터 통합 및 연계방안 연구
WP5	Hardware preparation and industrialization of the in-situ monitoring system	모니터링 시스템의 HW개발 및 산업화 방안 개발
WP6	Extended laboratory evaluation of the whole analytical system	데이터의 효율적 분석 시스템 개발
WP7	Field experiments and satellite remote sensing	위성을 활용한 센서 통제·운용·현장 적용
WP8	Dissemination of results and validation	프로젝트 결과 평가
WP9	Project management	프로젝트 관리

○ WP1는 수질 관련 다양한 화학적 데이터를 수집할 수 있는 센서를 개발함

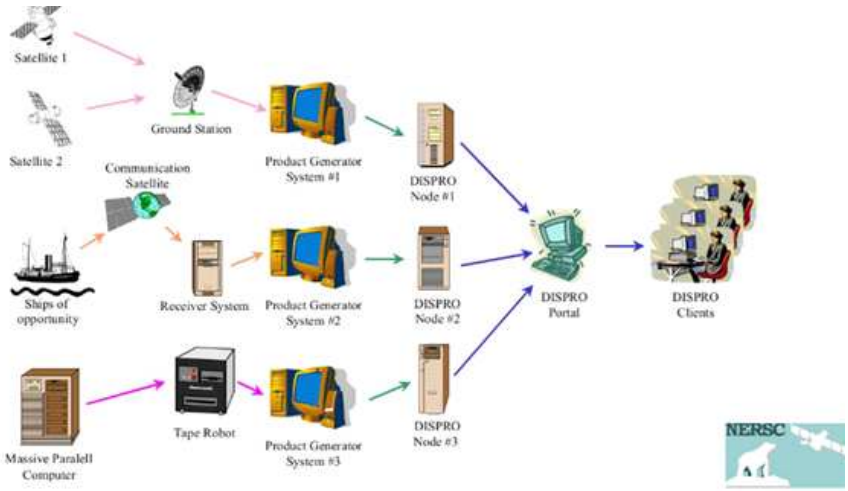
- 전위차를 이용해 Au, Na+, Cl- 등 물 속 이온의 양을 정확하게 측정하는 각종 센서를 개발함
- 중금속을 검출할 수 있는 전압·전류 측정 센서도 개발함: Commercial screen-printed electrodes, Home-made screen-printed sensors, Screen-printed biosensor for phenolic compounds, Gold-modified phenol biosensor



[그림 2-10] WP1에서 개발된 센서들

○ WP3에서는 위성의 지형관측 데이터를 이미지로 저장해 지상에서 측정한 수질 데이터와 결합할 수 있는 시스템을 개발함

- 위성이미지 데이터는 Project Warmer의 웹지도 서비스(WMS)를 통해 제공되며, ADDP와 DISPRO라는 시스템을 통해 통합관리 됨



[그림 2-11] Project Warmer WP3를 통해 개발된 데이터 시스템의 구조

○ WP4에서는 전체 프로젝트에 적용될 효율적인 통신 프로토콜을 개발함

- 데이터 손실과 간섭이 적은 RRABP(Resettable Receiver Alternating Bit Protocol) 등의 프로토콜을 개발·보완함

<표 2-7> Project Warmer에서 수집 제공하는 데이터

분류	수집 데이터 상세
물리적 데이터	온도, 전기전도성, 염도, pH, 용존산소량(DO), 유량, 유속 등
영양소	ammonia, nitrate, orthophosphates
유기물	total hydrocarbons, chlorophyll-A, cyano-bacterial pigments
이온 함유량	NH4+, NO3-, CL-, K+, Na+ (electrodes)
중금속 검출	lead, cadmium, copper, zinc

○ 이탈리아 베니스에서 2009년 4월부터 실제 데이터 수집을 위한 필드 테스트를 전개함

- 베니스 주변에 10개의 이동형·고정형 모니터링 스테이션을 설치함
- 각 스테이션을 3주씩 운영하여 수집한 데이터를 통해 Project Warmer 시스템의 성능을 점검함



[그림 2-12] Project Warmer 필드테스트용 이동형·고정형 관측기구

○ (시사점)

- 국가를 넘어서 다양한 주체들이 참여하여 협력하여 기술을 개발함
- 이온함유량, 중금속, 유기물 등을 측정하기 위한 첨단 센서 개발
- 센서와 통신 프로토콜로 시작하여 필드테스트를 통한 모니터링 시스템 성능의 검증에 이르는 상업화 직전 과정까지의 통합적인 개발 프로젝트임

2.1.4 일본

가) 물환경관리시스템 기본현황

○ 수질오염방지법에 근거하여 각 지방자치단체는 공공용수역의 수질을 상시 감시하기 위한 수질측정망을 설치/운영하고 있으며, 일본 환경성은 이에 필요한 경비를 조성

- 인간의 건강과 생활환경에 영향을 미치는 수역 내 수질 오염물질을 연속적으로 감시하기 위해 설치
- 2004년 말 일본 전국 118개소에서 수질자동감시측정기기가 설치되어 있으며, 국토교통성에서는 하천 관리자의 입장에서 전국 일급하천의 주요수역에 대해서 2004년 말까지 90개 수계의 280개 지점에서 수질자동 측정기기를 설치하고 그중 248개 지점에는 TMS를 설치하여 수질을 집중관리하고 있음
- 아울러 측정된 정보에 대해서는 (재)하천정보센터를 통해서 하천의 수질 정보를 일반인에게 제공함

□ 주요 물관리 기구

○ 국토교통성 하천국(MLIT)

- 하천·해안의 정비·이용·보전, 수자원의 개발·이용을 위한 시설의 정비 및 관리, 유역에서의 치수·수리 등이 주요 업무
- 하천의 중요도에 따라 1급하천, 2급하천, 준용하천, 보통하천으로 분류하고, 모든 109개의 1급하천은 국토교통성 하천국(MLIT)에서 관리함, 그 외 모든 하천들은 지자체(도도부현)과 시정촌에서 관할함

○ 일본수자원기구(Japan Water Agency)

- 산업의 발전 및 인구의 집중에 따라 용수가 필요한 지역에 물을 안정적으로 공급하기 위한 목적임
- 7개의 수계(토네가와 강, 아라카와 강, 토요카와 강, 기소가와 강, 요도가와 강, 요시노카와 강, 치쿠고 강)를 관할하며, 각 수계의 수자원 개발계획에 따라 수자원 개발을 실시하고 관리함

나) 물환경 측정항목 및 정보관리시스템

□ 하천유역종합정보시스템(FRICS)

○ 하천 및 유역관리를 위한 모든 수문정보를 수집하고 분석하여, 홍수피해 절감 등을 위한 정보를 제공하는 일본의 하천정보센터(FRICS; Foundation of River & Basin Integrated Communication)가 개발한 시스템임

○ 하천 유역내의 하천 지진피해, 환경에 관한 정보를 최첨단 기술을 활용해 과거-현재-미래 관점에서 종합적으로 제공함

○ 일본 국토교통성 하천국, 기상청, 지방자치단체(도도부현) 등이 관할하는 다양한 자료가 통합적으로 제공됨

- 다양한 자료(우량, 수위, 댐, 해안, 지진, 기온, 풍향, 풍속 등) 및 정보(원격측정관측소 약 15,000개, 2004년 9월 기준)가 상호 시스템 간 공유됨

○ (시사점) 물환경을 관리하는 다양한 주체들이 관할하는 다양한 자료를 통합적으로 제공

<표 2-8> 하천유역종합정보시스템의 주요 측정 항목 및 주체

측정항목	측정 주체	관측소 수
원격측정 우량	국토 교통성 하천국, 기상청, 도도부현, 그 외	6,799
원격측정 수위	국토 교통성 하천국, 도도부현, 그 외	4,697
원격측정 수질	국토 교통성 하천국, 도도부현, 그 외	187
원격측정 댐	국토 교통성 하천국, 도도부현, 그 외	192
원격측정 기상	국토 교통성 하천국, 기상청, 도도부현, 그 외	52
홍수 예보	국토 교통성 하천국, 기상청	-

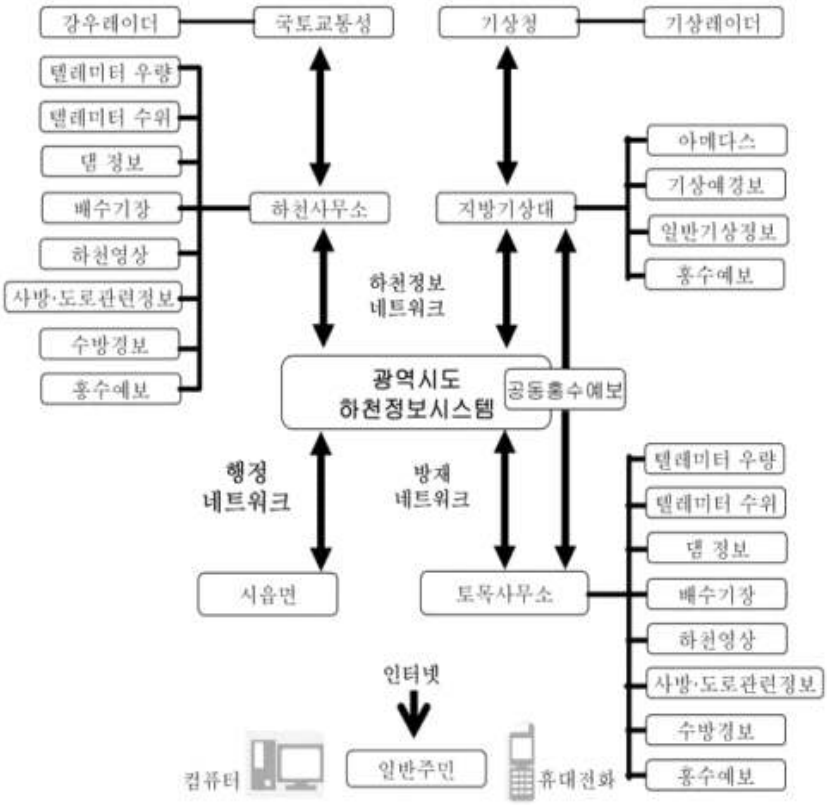
□ 지역하천정보시스템[6)]

○ 2005년 기준으로 47개 광역지자체 가운데 38개 지방자치단체에서 자체적으로 지역하천정보시스템을 구축 운영하고 있음

○ 국가와 지자체는 우량 수위, 강우, 댐 정보 등의 정보를 공유함으로써 광범위하고 고밀도의 정보를 상호 활용하고 있으며, 방재활동에 신속하게 대응함으로써 피해를 경감

- 우량, 수위, 댐 정보, 지역 기상 관측시스템의 정보표시의 범례 및 표시방법을 표준화하였으며, 웹을 통해 정보를 제공하는 시스템을 개발함

○ (시사점) 지방자치단체에서 자체적으로 운영하는 하천정보시스템의 정보표시의 범례 및 표시방법을 표준화하였으며, 웹을 통해 정보를 제공함



[그림 2-13] 하천정보 공유 흐름도

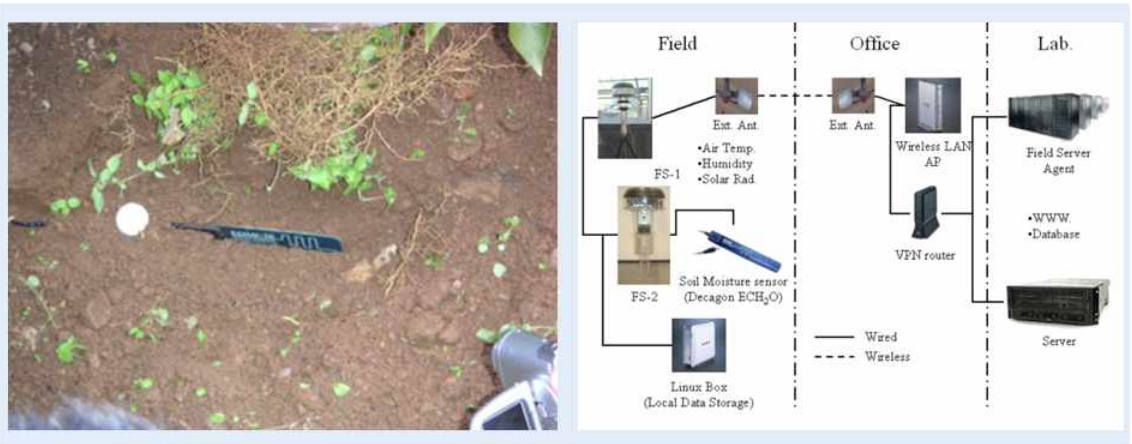
6) 박진혁(2006), "일본하천정보센터(FRICS) 최신시스템소개", 물과미래

□ **Automated Multi-term Monitoring System for High Quality Mandarin Orange Productions**[7)]

○ NARC(National Agricultural Research Center)는 만다린 재배 농부들의 노동생산성과 품질을 높이기 위해 센서와 무선통신에 기반을 둔 시스템을 도입

- 일본 Wakayama 지역의 Arida시에 있는 Sowa 과일 농장에 시스템을 적용하였으며, 시스템은 FieldServer와 모니터링 서버로 구성되어 있음
- FieldServer 내부는 CPU(Web Server), AD컨버터, DA컨버터, 이더넷 컨트롤러, 무선 AP 등으로 구성됨
- 센서와 카메라를 통해 실시간으로 만다린나무의 사진과 토양의 수분 및 온도 정보를 얻음
- 총 2개의 Field Server를 설치하였고, FS1은 기온, 습도, 태양복사 센서를 탑재하고, FS2는 토양 습도 센서 ECH2O와 웹카메라를 탑재
- 시스템의 통신환경은 이더넷을 이용한 유선랜과 IEEE802.11b/g 기반 무선랜을 사용함
- 각 서버와 오피스간의 거리는 300m이고, Field Server 사이는 유선랜으로 연결되어 있음

○ (시사점) 센서와 무선랜을 활용하여 고객에게 혜택을 줄 수 있는 모니터링 시스템 및 사용자인페이스(User Interface)를 개발함



[그림 2-14] ECH2O 프로브 설치 모습과 시스템 구성도

7) Ito et al.(2005), "Automated Multi-term Monitoring System for High Quality Mandarin Orange Productions"

□ **Hokkaido Univ.'s farm and pasture WLAN system[8)]**

○ 농업 종사자들의 노동력 절감 및 생산량 증대를 위한 무선랜 기반의 농장 모니터링 시스템

- 날씨, 강수량, 토양 습도, 전기전도도, 지하수, 수위 등을 실시간으로 측정

○ 2003년에 무선랜(WLAN, Wireless LAN)을 기반으로 다양한 센서와 카메라를 이용하여 Sapporo의 Sustainable Bioproduction Experimental Farm와 Shizunai의 Livestock 농장에 적용하여 농장 환경을 모니터링

- 전체 시스템의 구성은 Base Station A0를 기준으로 2개의 Observation site와 1개의 mobile observation으로 구성되며, 중간에 relay station으로 A1과 A2를 배치함
- 2개의 Observation site인 B1, B2에는 기후센서, net radiometers, soil sensors, sunlight sensor 등 다양한 센서들과 카메라가 설치되어 무선랜을 통해 실시간 데이터를 수집함
- Shizunai의 농장에는 태양광 패널과 풍력터빈을 설치하여 모든 센서와 데이터 허브, 라우터에 전력을 공급함(self-sustaining power-supply system)

○ (시사점)

- 태양광과 풍력발전 장치를 이용하여 모든 센서와 통신장치에 전력을 공급하는 에너지 자립형 시스템
- 센서와 무선통신을 이용해 농업 종사자들에게 혜택을 줄 수 있는 모니터링 시스템 및 사용자인터페이스 개발



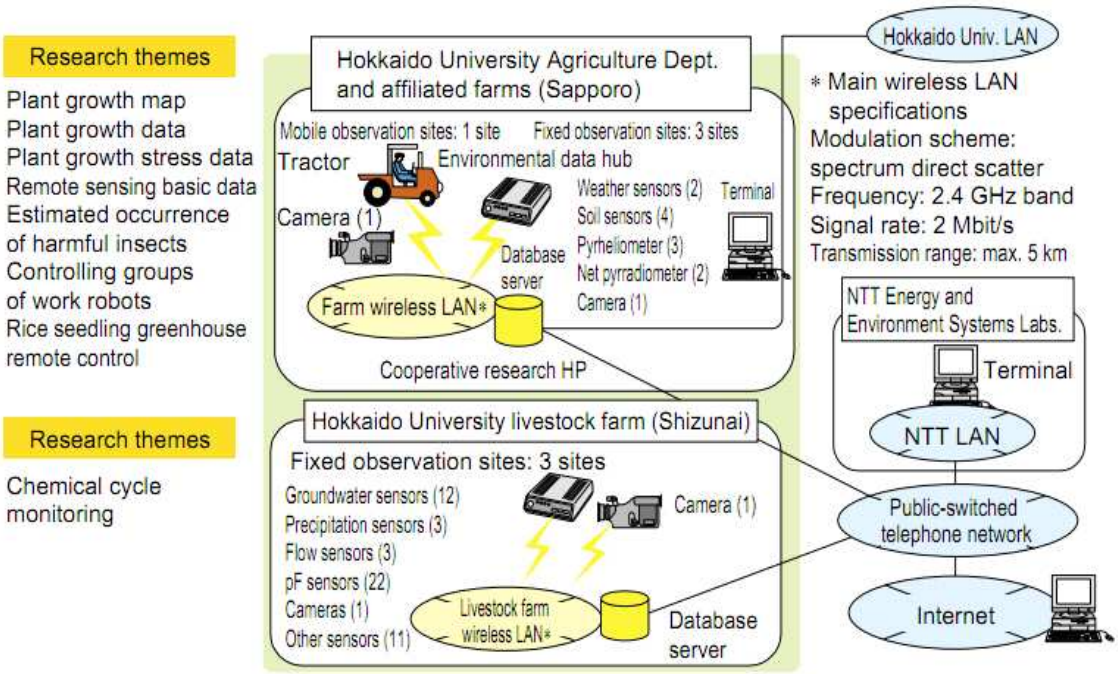
(1) Base station antenna (Agriculture dept. data processing room

(2) Wireless router antenna (paddy observation site)

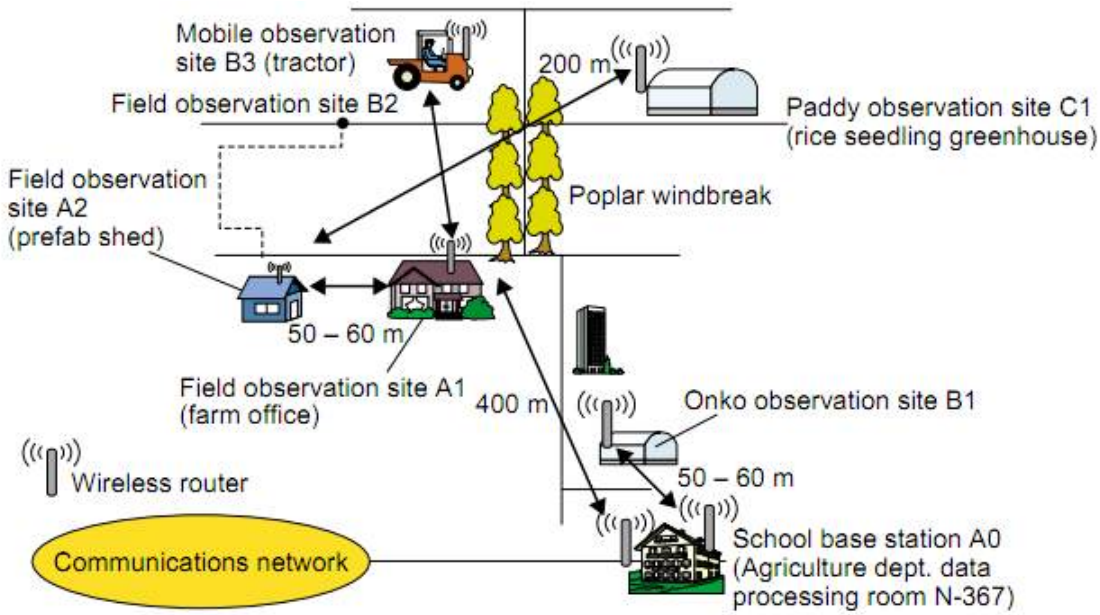
(3) Self-sustaining power-supply system (pasture)

[그림 2-15] 무선랜 기반 시스템 구성

8) Mizunuma, "Applying IT to Farm Fields"



[그림 2-16] 시스템의 개념도



[그림 2-17] Sapporo Farm에 설치된 Hokkaido University의 무선 네트워크

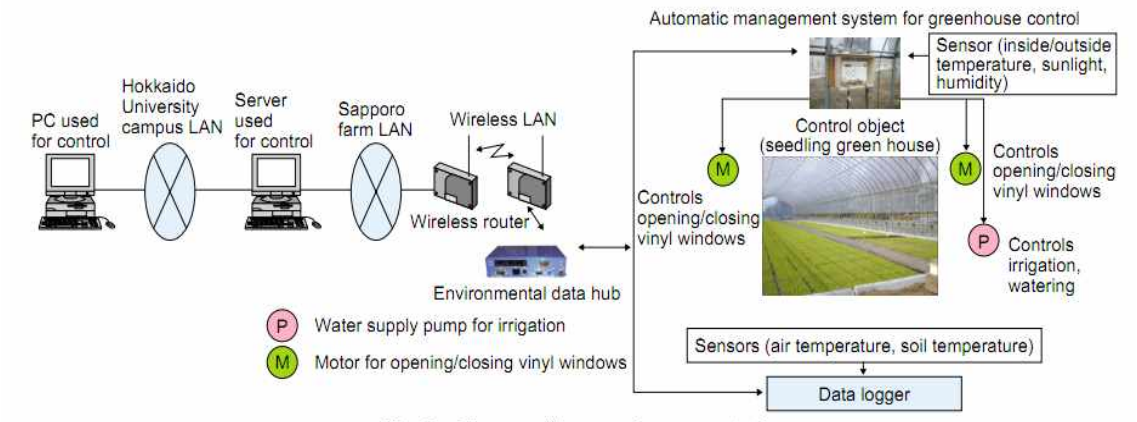
□ **Rice seedling greenhouse remote control**

○ 벼 재배의 노동력 절감 및 산출량 증대를 위한 무선랜 기반의 벼 묘목 원격 관리 시스템

○ 무선랜과 유선랜을 기반으로 온도 및 일조량 습도 센서를 탑재한 Control Object를 이용하여 묘목의 급수 및 관개 조절에 사용 중

- 온실 벼 묘목 원격 제어 시스템은 무선랜을 기반으로 하고 있으며 각 Control Object는 실내외 온도 및 일조량, 습도 측정을 위한 센서를 탑재함
- 온실 내부에 Control Object를 두고, 이를 중심으로 각 컨트롤 유닛들이 연결되어 있으며 데이터 로거를 중심으로 온실 내부 전체에 각종 센서들이 연결되어 있는 구조임
- 데이터 로거와 Control Object는 무선랜과 유선랜을 통해 사용자 서버에 연결됨
- 온실 내의 환경변화에 대한 기본 데이터로 활용하기위해 각 센서들은 매 10분마다 주기적으로 온도, 토양 온도, 토양 수분, 일조량을 체크하여 각 센서의 데이터는 데이터 로거에 저장됨
- 사용자 PC는 센서데이터를 기반으로 통풍 및 급수 조절이 필요할 경우 온실 측면의 창문을 열고 닫을 수 있고 묘목의 급수 및 관개를 조절할 수 있음

○ (시사점) 센서와 무선통신을 이용해 농업 종사자들에게 혜택을 줄 수 있는 모니터링 시스템 및 사용자인터페이스 개발



[그림 2-18] Rice seeding greenhouse control

□ **Plant growth map**

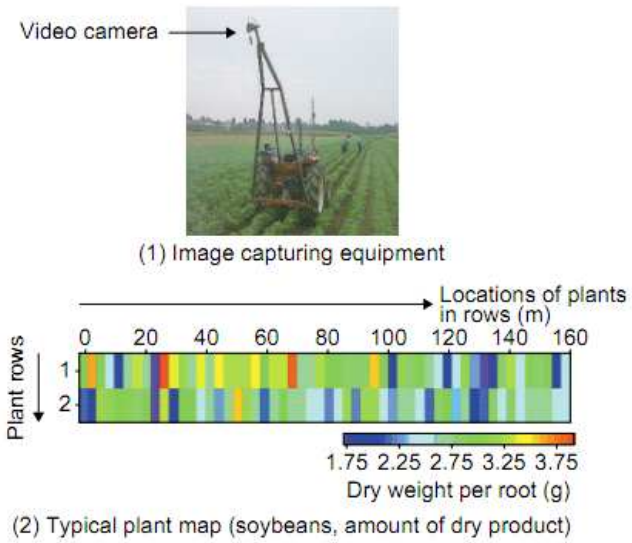
○ 일본의 통신업체 NTT社는 식물의 성장 정도를 나타낼 수 있는 맵을 제공해 주는 시스템을 개발하여 생산 노동력을 감소시키고 작물 생산력을 증대

- 농부들이 식물을 재배할 때 일괄적으로 관리하는 것이 아니라 식물의 성장 상태에 따라 식물 맞춤 관리 시스템으로 환경에 대한 악영향을 최소화하는 방법임

○ 무선랜을 기반으로 트렉터에 설치된 비디오카메라로 식물의 상태를 촬영하여 농작물의 성장 맵을 생성하는데 활용함

- 촬영한 데이터를 이용해 non-destructive method를 사용하여 농작물의 성장 맵을 자동적으로 생성함
- 각 트랙터에서 생성된 성장맵을 무선랜을 통해 서버로 보내는 구조임
- 예를 들어, [그림2-19]처럼 붉은색/노란색을 띠는 성장이 좋은 지역의 작물, 파랑/녹색 띠는 성장이 좋지 않은 것을 의미함
- 이러한 데이터를 통해 농부들은 성장이 좋은 식물과 좋지 않은 식물을 분류하여 효과적인 맞춤 식물 관리를 할 수 있으며, 나아가 농작물의 생산성을 향상시킬 수 있음

○ (시사점) 센서와 무선통신을 이용해 농업 종사자들에게 혜택을 줄 수 있는 모니터링 시스템 및 사용자인터페이스 개발



[그림 2-19] Plant growth map

2.1.5 독일

가) 물환경관리시스템 기본현황[9)]

□ **수질 관리 주체**

○ 독일의 수질 감시 및 관리는 16개의 주정부가 맡고 있으며, 각 지방자치단체(각 주) 별로 유입 및 유출수를 감시하기 위한 수질자동측정망을 구축함

- 각주마다 독특하고 고유한 표준절차에 따라 운영·관리하고 있으므로 주정부간에 수질자료를 온라인으로 연결하지 않았음

○ 각 측정소에서 측정된 데이터를 온라인으로 주정부로 보내며, 주정부에서 데이터의 유효성 여부를 판단하여 중앙정부로 전송함

○ 연방정부는 주로 국제관계에만 관여하고 국내에서는 주정부 간의 조정자역할을 수행

□ **독일에는 라인강과 엘베강이라는 두 개의 큰 강이 있으며 이는 연안국가와 공동으로 관리하고 있음**

○ 연안국가로 구성된 라인강국제위원회(IKSR)에서 라인강 수질의 감시를 담당

- 라인강의 독일영역에는 IKSR의 수질자동측정소가 9개, DKRR(독일수질보전위원회, 주정부간의 협의체, Deutsch Kommission zum Schutze des Rheins) 측정소가 14개, 총 23개의 수질감시 측정소(station)을 운영

○ 엘베강은 연안국가(독일과 체코)로 구성된 국제엘베강보호위원회(IKSER)에서 수질의 감시를 담당

나) 물환경 측정항목 및 정보관리시스템

□ **국제라인강보호위원회(IKSR; International Commission For The Protection Of The River Rhine)의 수질 모니터링 시스템**

○ 라인강 연안 국가(스위스, 프랑스, 독일, 룩셈부르크, 네덜란드)로 구성되어 있으며 라인강의 수질을 상시 자동 모니터링함

- 독일수질보전위원회와 함께 라인강의 수질을 모니터링하고 있으며 9개의 수질자동측정소를 운영 중임 (이 중 3개는 양쪽의 기능을 동시에 수행하

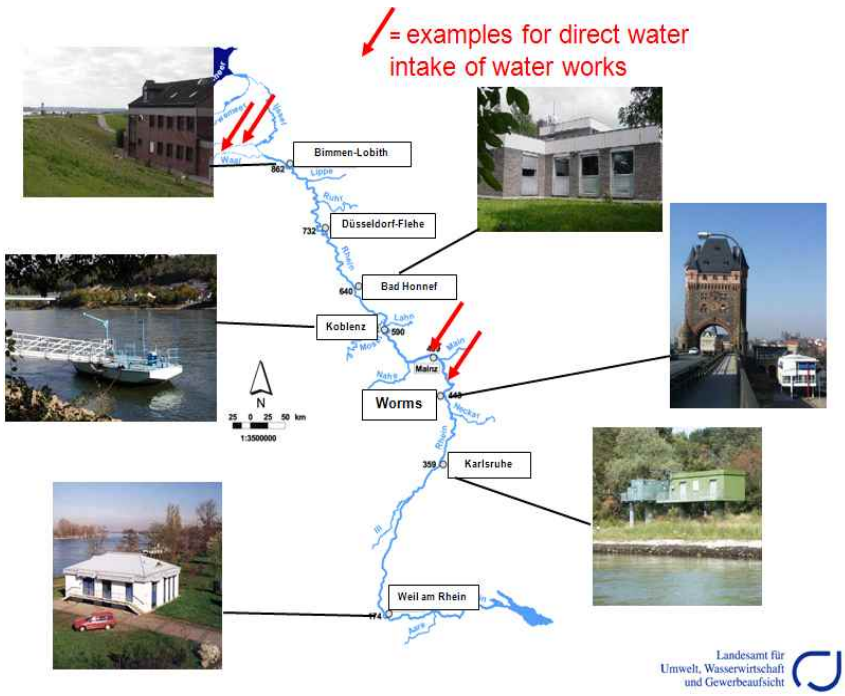
9) 환경부(2001)

고 있음)

○ IKSR은 라인강 수질 오염 조기경보 시스템을 운영하고 있음

- 독일을 중심으로 네덜란드, 프랑스, 스위스 등 라인강이 지나는 지역에 설치된 총 7개에 수질 오염 조기 경보 시스템
- 독일은 라인강변을 중심으로 약 200여개의 수질 지표를 측정하고 관리하는 프로그램을 2007년부터 운영 중임
- 특히 독일 보름스 지역의 경우, 라인강변 주변에 BASF社와 같은 화학공장, 하수처리장, 산업용수 처리장등이 밀집해 있기 때문에 연구원들이 상주하며 관리하는 모니터링 스테이션을 운영하여 수질오염 사고에 만전을 기하고 있음
- 수질의 물리화학적 지표, 생물학적 독성 지표를 다각적으로 실시간으로 측정하는 시스템을 체계적으로 구축하고 있고, 이상 징후가 발견 시 바로 경보를 내리는 조기경보 시스템이 잘 운영되고 있어 급성 수질 오염사고에 대비하고 있음

○ (시사점) 선진국가의 상시 자동모니터링 시스템 운영에도 인력이 필요한 상태이며, 향후 우수한 자립형 모니터링 시스템을 개발하여 수출할 경우 인력 절감 혜택을 제공할 수 있음



[그림 2-20] 라인강 수질 오염 조기경보 시스템

□ **국제엘베강보호위원회(IKSER; International Commission For The Protection Of The Elbe River)[10)]**

○ 엘베강 연안국가(독일과 체코)로 구성되어 있으며 엘베강의 수질을 상시 자동 모니터링(International Programme for the Elbe River Monitoring)하는 프로그램을 운영

- 엘베강 상류의 수질측정국은 체코영역에 5개, 독일영역에 12개로 총 17개이며, 하류지역에는 11개의 자동측정소가 있음

○ 소수의 인원이 운영되는 수질자동측정망을 갖추고 있음

- 상류의 5개의 측정소는 4-5인이 운영하며, 측정기의 정상유무는 본부에서 데이터를 보고 판단함
- 하류의 측정소는 7인이 주 1회 방문하여 관리하고 있음

○ 연속자동측정항목으로 용존산소(DO), 전기전도도, 온도, 일반유기오염물, 암모니아 및 ortho-phospharates, Daphina에 의한 독성 등이 있음

- 이 외의 항목들은 측정소에 자동으로 샘플을 채취하여 실험실에서 검사함

○ 측정소는 100km마다 1개를 설치하며, 측정소 당 운영비는 123,000DM/month 정도 소요됨

○ (시사점) 무인으로 운영되는 수질자동측정망을 갖추고 있으며, 일반유기오염물, 암모니아 등을 연속으로 자동 측정함

□ **노트라인베스트팔렌(North Rhine-Westphalia)주 수질관리**

○ 라인강 하류에 인접해있는 노스타인베스트팔렌 주는 1978년 이후 라인강 하류와 그 지류의 수질감시를 담당하고 있음

- STUA(North Rhine-Westphalia Environmental Protection Service) 소속의 12개 기관이 수질감시업무를 담당하고 있음

  ※ 12개 기관: Aachen, Bielefeld, Duisburg, Dusseldort, Hagen, Herten, Krefeld, Koln, Lippstaat, Minden, Munster, Siegen

○ (수질관리의 주요 목적)

- 오염물질의 단기간 수질변화에 대한 조기 감시
- 오염물질 무단방류 상시 감시
- 생태계를 고려한 자연하천수의 안전성 확보를 위한 장기간 수질변화 감시

10) KONETIC 환경산업기술정보

○ 자연하천수의 수질감시에 대해서는 LUA NRW(the State Environmental Agency North Rhine Westphalia)에서 주요 책임을 맡고 있음

- 이 기관의 모체는 LWA NRW(the State Agency for Water and Waste)로서 한국의 지방환경청과 유사함

○ 단기간의 수질변화와 집중적인 수질감시를 위한 조기경보 모니터링 시스템(Early warning monitoring system)과 장기간 수질변화 및 수질의 체계적인 관리를 위한 장기 모니터링 시스템(Long-term monitoring system)으로 구분하여 수질보전정책이 운영됨

○ 조기경보 모니터링 시스템은 LWA에서 담당하고 있으며 1978년 이후 라인강과 그 지류의 감시를 위하여 3개의 유인측정소와 10개의 무인측정소를 설치하여 수질오염을 조기 경보함

- 무인측정소의 데이터는 원거리통신망에 의해 LWA의 저장소에 모이도록 설계되어 있으며, 데이터의 유효성 여부를 판단하여 실시간으로 중앙 정부에 전송함
- 1986년에는 산도스社의 화학물질 창고 화재 사건을 사전 경보함으로써 수질관리에 큰 실효성을 얻고 있음
- 인접국 네덜란드의 수질에 직접적 영향을 미치는 곳이므로 네덜란드와도 공조체제를 이루며 수질감시체제를 운영하고 있음

○ (수질측정소 현황)

- 샘플링 측정소(Sampling station): 비상 상황 시 오염원 추적이 주요 목적이며, 연속자동취수시스템을 갖춤
- 통합 측정소(Integrated measuring station): 수온, 전기전도도, pH 등의 물리·화학적 수질데이터는 실시간 자동측정하며 TOC, 질소, 황 등을 TOC 자동측정기와 이온크로마토그래피를 이용하여 일 2-3회 측정함
- 생물학적 영향 테스트 측정소(Biological effects test station): 물고기와 물벼룩을 이용해 복합적 유해물질의 생물학적 영향을 측정하며, 조류와 박테리아를 시범적으로 측정하고 있음
- 스크리닝 측정소(Screening station): 실시간 자동측정 시스템으로 흡착된 유기화합물을 분석함

○ (시사점)

- TOC/ TN 등의 실시간 자동측정 수준은 낮으며, 기술개발에 성공할 경우 수출상품화 가능성이 있음
- 무인측정소를 설치하여 수질오염을 조기 경보함

<표 2-9> NRW 수질측정소의 기능별 분류

기능	측정소 숫자	내용
Sampling station	13	- 오염사고 등의 비상 상황 시 오염원 추적 등의 분석목적으로 운영되며, 연속자동취수시스템에 의해 채수된 시료는 일정기간 보관됨
Integrated measuring station	8	- 연속자동측정시스템에 의한 물리·화학적 수질데이터(수온, EC, pH, DO)의 측정 목적으로 운영함 - 일반 수질인자 외에 TOC, chloride, nitrate, sulphate 등을 TOC 자동측정기와 이온크로마토그래피를 이용하여 일 2~3회 분석함
Biological effects test station	6	- 연속 자동생물감시 시스템에 의한 복합적 유해물질의 생물학적 영향 측정 목적으로 운영되며, 지표생물로는 물고기와 물벼룩이 이용됨 - 이외에 조류와 박테리아 측정을 시험 운영 중임
Screening station	8	- 연속 자동시스템에 의해 흡착된 유기화합물 분석 목적으로 운영되며, 24시간 동안 채취한 시료를 일정시간간격으로 분석함 - 분석장치로 GC와 HPLC가 이용되며, 특이사항이 발생할 경우 mass spectrometer를 이용하여 재확인함

2.1.6 기타

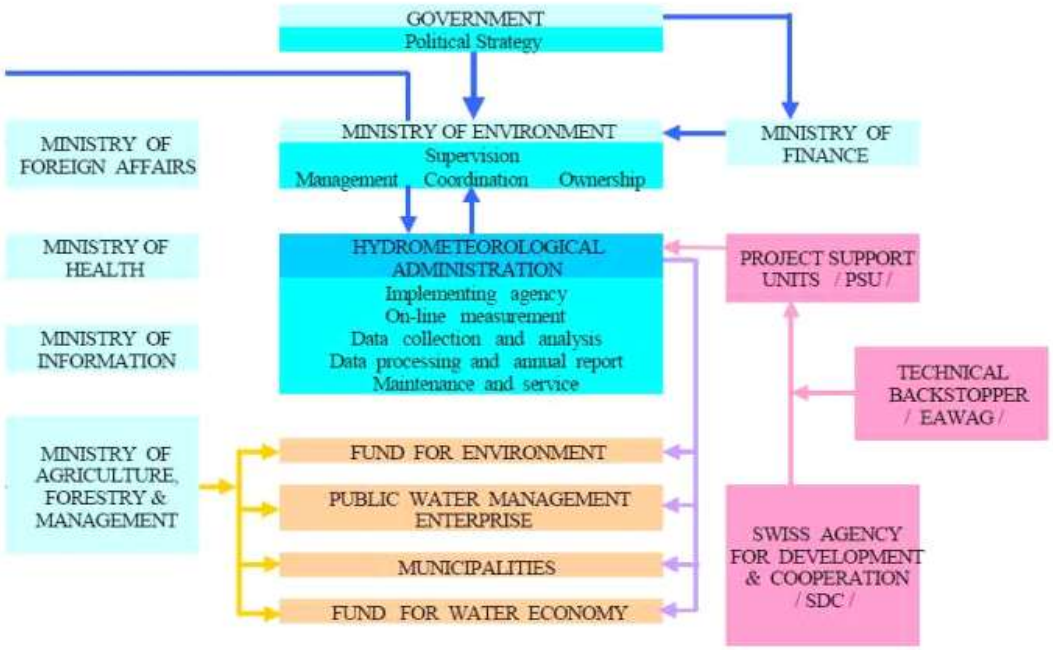
가) 물환경 측정항목 및 정보관리시스템[11)]

□ **RIMSYS(River Monitoring System in Macedonia) 프로젝트**

○ 수자원이 부족한 마케도니아의 상황을 반영하여 수질 등 물의 화학적 특성보다 유량 등 물리적 특성을 모니터링하는 기능을 강화하고 있으며, 향후 구축될 수자원 관리 시스템의 사전 기반 성격을 지니고 있음[12)]

○ 주요 목표는 기존에 구축되어 있던 수자원 모니터링 시스템에 IT를 적용하여 현대화·활성화하는 것임

○ 정부는 수자원 관리를 위한 법적 근거로 'Act on Environment and Nature Protection and Promotion'과 'Law on Water'를 각각 입법함



[그림 2-21] RIMSYS 프로젝트 수행조직 구성도

11) Hydrometeorological Service and ITECO Engineering, 방송통신위원회(2009)
12) 황의호, 'u-IT 기반의 지능형 수자원시설관리 기술 개발 현황' (2010)

○ 마케도니아와 스위스의 다양한 수자원관리 관련 민·관 조직이 프로젝트에 참여

- 마케도니아의 환경부(Ministry of Environment and Physical Planning)와 기상연구소(Republic Hydrometeorological Institute) 및 수자원 관리 기업인 Water Managemnt of Macedonia社가 참가했음
- 스위스는 스위개발협력국(Swiss Agency for Development and Cooperation)과 스위스 대사관의 협력 오피스 COOF가 참가했으며, 기술지원을 위해 '스위스 연방환경과학기술연구소(Swiss Federal Institute for Enviromental Science and Technology)가 참가했음
- 프로젝트 지원 유닛으로 스위스에서 ITECO Engineering이라는 수자원관리 전문 기술 컨설팅업체가 대표하는 컨소시엄이 합류함

○ 1단계(Phase I, ~2006년) 프로젝트를 통해 얻은 주요 성과

- 수자원 모니터링 네트워크인 RIMSYS Hydrological Network 구축 및 업그레이드
- 강 유역에 설치되는 새로운 모니터링 스테이션의 디자인 및 건설
- 마케도니아 전역에 18개의 수자원 자동모니터링 스테이션 설치 추진

○ 2단계(Phase II, 2006년~현재) 사업은 18개 수자원 모니터링 시스템에 최신 기술을 적용하여 운영과 관리의 완전 자동화를 추진

- 수위, 수온, 탁도, pH, 전기전도도를 측정할 수 있는 다항목측정기와 수위 측정을 위한 레이더 센서를 도입함
- 전국 차원의 홍수예측 및 경고 시스템 IFFWAR을 개발할 계획
  - RIMSYS가 총체적인 수자원 관리를 위한 기본 시스템이라면, IFFWRS는 재난 예비 및 예방에 초점을 맞춤
  - RIMSYS로 수집된 데이터뿐만 아니라 1947년 이후 수집된 모든 데이터를 인터넷을 통해 지속적으로 공개함

○ (시사점)

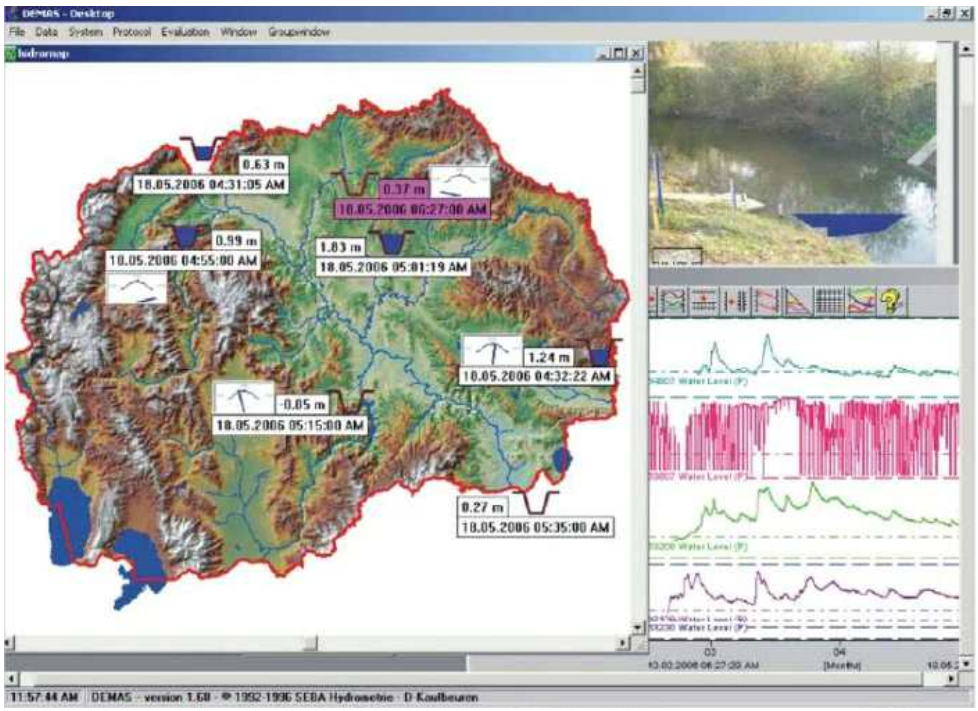
- 다항목측정기와 레이더센서 등의 측정장치와 GSM통신을 기반으로 자동 모니터링 측정소를 운영
- 모니터링 시스템으로 수집한 데이터를 바탕으로 홍수예측 및 경고 시스템을 개발함
- 정부는 수자원관리를 위한 법적근거를 입법함



[그림 2-22] 다항목 측정기(MPS, Multiparameter sound)



[그림 2-23] 수위측정 용 레이더 센서



[그림 2-24] RIMSYS 스테이션의 자동 수자원 모니터링 시스템 화면

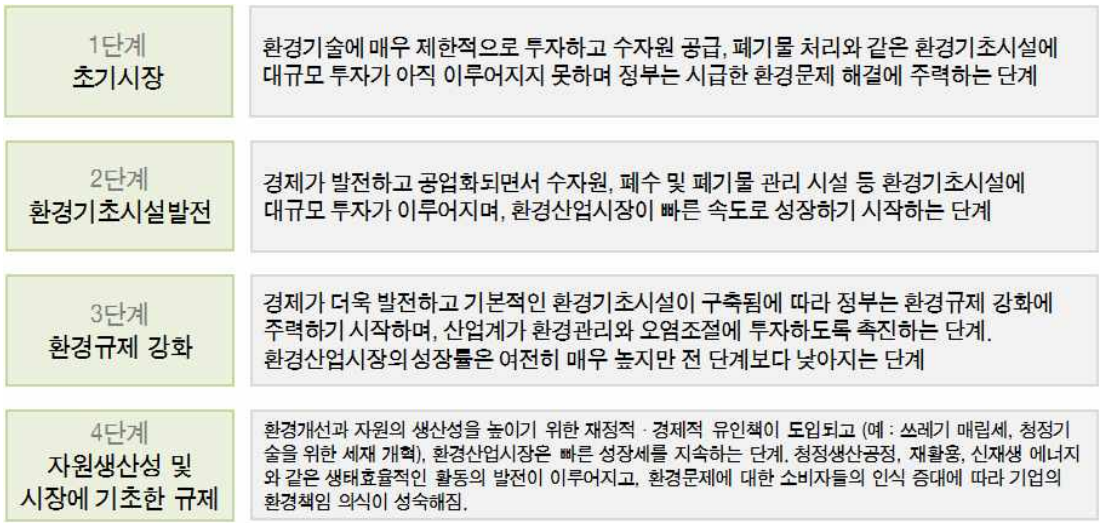
2.2 시장동향

2.2.1 환경산업

1) 환경산업 분류 및 발전단계

○ OECD, 미국의 환경컨설팅 회사인 EBI社(Environmental Business International)와 환경산업 수출을 촉진하기 위해 설립된 영국의 정부 기관인 JEM(Joint Environmental Markets Unit)은 환경산업을 대기오염 제어, 수처리 및 폐수처리, 환경측정 및 분석장비 등 11가지로 분류

○ 환경산업발전단계는 4단계로 나눌 수 있는데, 본 과제에 해당하는 환경 모니터링기술 분야는 발전단계에서 아직까지 글로벌 환경규제에 대응하는 3단계형 산업이라 볼 수 있고, 4단계형 시장기반 산업으로 발전시키기 위해서는 연구개발이 필요함



[그림 2-24] 환경산업발전 단계

출처 : 박영욱, 최근 환경산업 전망 및 환경기술개발 동향, KONETIC REPORT

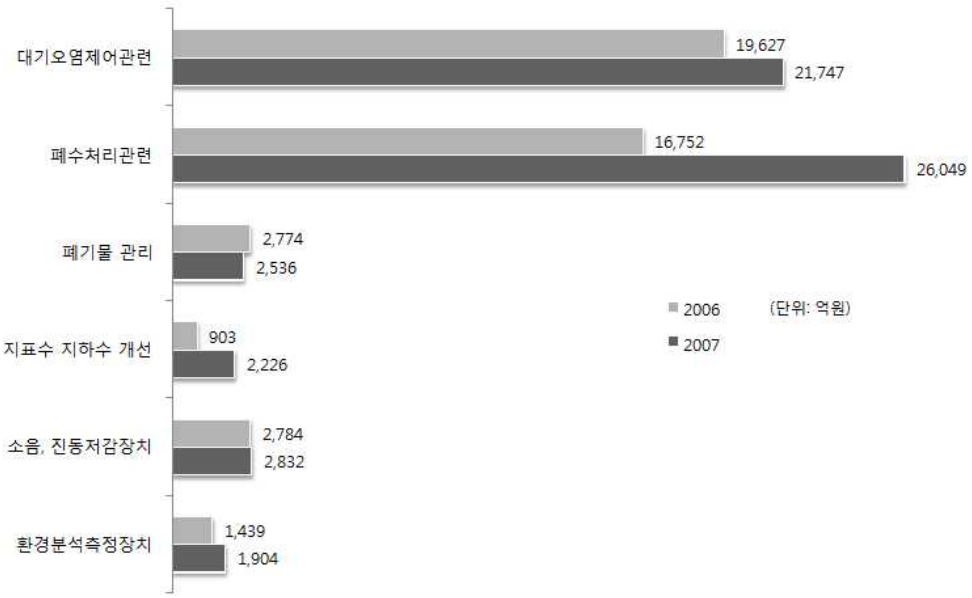
<표 2-10> 환경산업의 분류

no.	환경산업	내용
1	대기오염 제어(APC: Air Pollution Control)	탈황장치, 탈질장치, 집진장치, 유해성가스물질 제거장치 등과 같은 대기오염물질 제거기술 및 서비스를 공급하고 관련 장치의 설치 및 운용분야
2	수처리 및 폐수처리 (WWT: Water & Wastewater Treatment)	음용수 공급 및 폐수처리 기술과 서비스를 공급하는 분야로, 관련기기 생산과 관련된 설비의 설계, 건설, 설치, 관리 및 운용분야
3	폐기물관리(WM: Wast Management)	폐기물 수거, 처리, 폐기물의 감량, 원료물질 회수, 재활용 서비스 제공 및 쓰레기통, 쓰레기 압축기, 청소차량 등 관련 장비 생산 분야
4	토양오염복원(CLR: Contaminated Land Remediation)	오염토양 및 지하수 정화·복원기술과 서비스 제공 분야
5	환경 컨설팅 서비스(ECS: Environmental Consulting Services)	환경성 심사, 환경관리 시스템 및 훈련지원, 전과정 평가, 환경영향평가, 환경규제 등에 대한 자문 등의 서비스 제공 분야
6	환경측정 및 분석 장비 (EMI: Environmental Monitoring & Instrumentation)	환경질의 측정, 오염배출량 감시를 위한 기술 및 서비스 제공 분야
7	에너지 관리 (EM: Energy Management)	에너지 관리와 에너지 효율을 높이기 위한 장비 및 에너지 심사, 에너지 관리 시스템 구축, 에너지 효율 제고 등 서비스 제공 분야
8	신재생 에너지 (RE: Renewable Energy)	바이오매스, 태양열, 태양광, 풍력, 조력, 지열 등 신재생 에너지 설비 생산 및 관리, 운용, 설치 서비스 제공 분야
9	소음·진동 제어 (NVC: Noise and Vibration Control)	소음과 진동 감시 및 감축장비와 서비스 제공 분야
10	청정기술 및 공정(CTP: Cleaner Technologies and Processes)	보다 환경 친화적이고 자원기술, 공정 또는 제품을 위한 장비 및 기술을 제공하는 분야로 투입원재료 감축, 에너지 소비 저감, 가치 있는 부산물 재생, 배출물질 감축, 또는 폐기물 처리 문제의 최소화 등을 목적인 분야. 오염물질의 사후처리보다는 사전처리에 초점을 두며 공정 엔지니어링, 공정 조절 및 자동화 분야
11	해양오염 제어 (MPC: Marine Pollution Control)	해양오염을 조절하고 최소화하기 위한 기술과 서비스를 제공하는 분야로, 석유물질 흡착제 및 방재기구와 같은 제품 및 해양오염 방지 훈련, 감시 및 정화 서비스를 제공하는 분야

2) 국내 환경산업 현황

○ 2007년 국내 환경산업 현황에서 **오염관리관련 생산**부문 매출액은 5조 7,294억원으로 전년대비 28.8% 증가

- 환경분석측정장치 부문의 매출액은 1,904억원으로 오염관리생산부문의 **3.3%**에 불과하여 시장이 크지 않으나, 2006년 대비 32.3%의 높은 증가율을 보임
- 시장규모가 큰 대기오염제어기기나 폐수관리기기 및 제품분야에도 모니터링기술이 기여하는 바가 클 것임을 감안한다면 시장규모가 결코 작다고 판단하기는 어려움

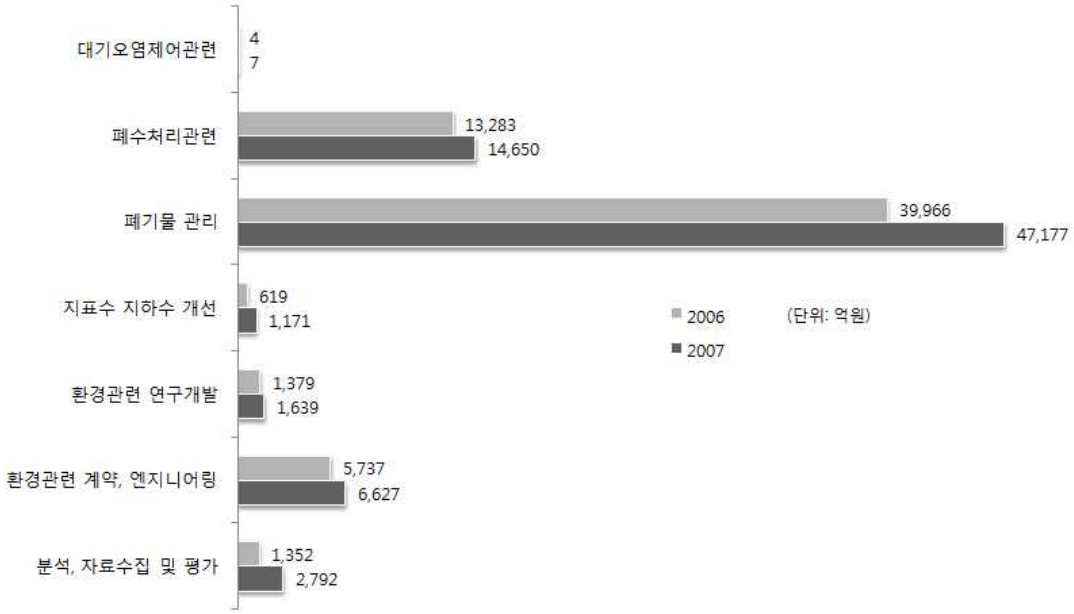


[그림 2-26] 오염관리관련 생산부문 매출액

○ 2007년 **오염관리관련 서비스부문**은 환경관련연구개발, 환경관련계약・엔지니어링, 분석・자료수집 및 평가부문을 더해 전체의 14.9%를 차지하며 매출규모는 1조 1,058억원 규모

○ 광역 환경센서망 및 환경IT융합 범용미들웨어 국내 시장 규모는 2010년 416억원 수준이며 연평균 41%로 빠르게 성장하여 2021년에는 약 1조 8500억원 규모가 될 것으로 전망됨

※ 한국RFID/USN융합협회 산업실태조사결과(2009. 12)를 기반으로 세계 시장성장률을 적용하여 추정함



[그림 2-27] 오염관리관련 서비스부문 매출액

3) 환경 모니터링 산업의 시장규모 예측

○ 국내환경산업 시장 규모를 예측하고 환경모니터링산업의 구성비를 추정하여 환경모니터링산업의 시장규모를 간접적으로 예측[13)]

- 2030년까지의 국내 환경산업 시장의 규모를 OECD 분류를 기준으로 국내 환경산업을 환경오염방지, 환경부하 저감기술 및 제품, 자원유효이용 분야로 구분하여 추정

  ※ 국내에서 OECD 분류 방식으로 환경산업 시장 규모를 추정해본 바가 없어 일본 환경성의 2000년 추정 결과를 국내 실정에 맞게 조정

○ 국내 환경산업은 2010년을 기준으로 2030년까지 평균 2.7% 성장하여 2030년에 60조원 규모가 될 것으로 예상

- 환경오염방지 분야가 25조 5천억원 규모이며, 자원유효이용 분야가 34조원으로 그 비중이 큼

  ※ 환경오염방지 분야는 환경오염 장치제작, 서비스제공, 건설 등을 포함하며, 환경부하 저감기술 및 제품 분야는 환경대응 도료 및 접착제, 생분해성 제품 등을 포함한 분야임

  ※ 자원유효이용 분야는 국내의 기존 환경산업 분류에 포함되지 않은 신재생에너지, 에너지효율산업 등을 포함하였는데 이는 지구온난화 등과 연관되어 있는 부문이 환경산업 분야에 포함되어야 한다는 것을 의미함

13) 본 예측결과는 2007년 환경부/환경기술진흥원과 (주)테크노베이션파트너스가 공동 연구한 『환경기술동향·수준조사 및 미래환경 신기술 예측』 보고서의 내용을 인용함

○ 환경측정, 분석, 환경성 검토 등의 분야는 약 4,700억원 규모로 예측

<표 2-11> 국내 환경산업 규모 예측(2010~2030)

(단위:억 원)

분야	세부분야	2010년	2015년	2020년	2025년	2030년
환경오염 방지	대기오염방지	25,961	34,175	42,389	52,025	61,661
	폐수처리	47,733	47,775	47,816	50,571	53,325
	폐기물처리	63,434	77,332	91,229	107,129	123,028
	토양,수질정화 (지하수포함)	4,779	5,167	5,554	7,045	8,535
	소음, 진동방지	745	745	745	644	543
	환경측정, 분석, 환경성 검토 등	2,958	3,461	3,963	4,352	4,740
	기타 (교육, 훈련, 정보제공 등)	1,525	2,112	2,698	3,329	3,959
	소계	147,135	170,767	194,394	225,095	255,791
환경부하저감 기술 및 제품	소계	3,715	4,353	4,990	5,965	6,939
자원유효이용	소계	236,409	257,856	279,303	310,106	340,908
합계		387,259	432,976	478,687	541,166	603,638

주) 환경산업 시장 규모 추정에는 우리나라와 일본의 GDP 비율을 활용하였음. 즉, 환경산업 시장의 규모는 경제규모에 비례한다는 가정 아래 일본 환경성 자료의 기준연도인 2000년 우리나라와 일본의 GDP의 비를 구한 후 이를 일본 환경산업 시장 규모에 적용하여 국내 환경산업 시장 규모를 추정하였음. 2000년 우리나라 GDP는 약 4천574억달러였고 일본의 GDP는 약 4조7천600억달러이었으며, GDP를 통한 경제규모의 비는 약 1 / 10이었음

○ 자립형 물환경 센서 기술은 향후 전반적인 환경 센싱 및 모니터링 산업에 활용가능하며, 이와 관련된 세계 시장규모는 2017년 약 151억불 규모에서 2023년에는 205억불 수준이 될 것으로 전망됨

※ BCC Research (2009) 자료를 기반으로 2014년~2023년 동일 성장률 가정하여 산정함

<표 2-12> 환경 센싱 및 모니터링 시장 전망

(단위: 억 불)

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
세계 시장	151	159	167	176	185	195	205

2.2.2 해외 산업체 동향

□ YSI Incorporated

○ 센서, 측정기 및 소프트웨어 등을 제조하는 환경 수질 모니터링 분야기업으로, 높은 수준의 제품 기술력 및 솔루션을 보유하고 있음

○ 주요 제품으로 핸드헬드(hand-held)형 수질측정계측기, 부표(Buoy)형 센서 및 AUV(Autonomous Under Water Vehicle)형 센서가 있음

○ REON 프로젝트에 IBM社, Beacon Institute와 함께 참여하여 센서를 전담 개발함

<표 2-13> 주요 수질 계측기

모델명	YSI-professional Plus	YSI-6600v2
측정항목	- 수온, 전기전도도, 염도 - 용존산소량(DO), PH, 산화환원전위(ORP), 암모늄(Ammonium), 질산염(Nitrate), 총용존고형물(TDS), 염화물(Chloride)	- 수온, 전기전도도, 염도 - 용존산소량(DO), 탁도(turbidity), PH, 산화환원전위(ORP), 암모늄(Ammonium), 질산염(Nitrate), 염화물(Chloride) - 로다민(rhodamine), 남조류(blue-green algae pyscocyanin), 홍조류, 엽록소(chlorophyll)
특징	- hand held type - 8.3 cm width x 21.6 cm length x 5.6 cm depth - weight: 475g - User-upgradable S/W via USB - 2,000 data-set memory	- RS 232c, SDI-12의 기본 통신 인터페이스 - Self-cleaning optical sensors - weight: 3.18 kg - multi-parameter
제품 이미지		

<표 2-14> 부표형 센서

모델명	YSI-EMM68	YSI-EMM700
측정항목	- 수온, 전기전도도, 수위 - 산화환원전위(ORP), 용존산소량(DO), PH, 탁도, 총용존고형물(TDS) - 로다민(rhodamine), 남조류(blue-green algae pyscocyanin), 홍조류, 엽록소(chlorophyll)	- 풍속, 풍향, 기압계, 강수량, 습도, 조도, 기온 등의 물리정보 - 유속
특징	- CDMA, GSM - weight: 48 kg - difficult to steal or vandalize - Power: 12V/ 24 amp-hr	- antenna radio frequency - mounting for solar panels - height: 2.6 m - weight: 125 kg - 제3의 모니터링 센서 적용가능
이미지		

<표 2-15> AUVs(Autonomous Underwater Vehicles)형 센서

모델명	Ecomapper AUV
측정항목	- 수온, 전기전도도, 수위, 특수 전도력, 염도, 저항력, 수위 - 광학 용존산소량(DO), PH, 산화환원전위(ORP), 총부유물질(TSS), 총용존 고형물(TDS), - 로다민(rhodamine), 남조류(blue-green algae pyscocyanin), 엽록소(chlorophyll), 광합성 활동방사
특징	- 2.4GHz radio 통신 인터페이스 - 지름: 14.73cm x 길이: 152.6cm - 무게: 20.4 kg - 속도: 1-4 knots - power: 600Wh 리튬이온 배터리(10h)
이미지	

□ **IBM[14)]**

○ IBM社는 2008년 말 '스마트 플래닛'이라는 지속가능한 변화 방향에 대한 혁신 아젠다를 제시하고, 수자원 관리를 주요 부문 중 하나로 상정함

- 첨단 IT기술 노하우와 지능화된 컴퓨팅 기술을 활용하여 대중교통, 식품 유통, 수자원 보존, 의료 시스템, 에너지 산업, 건강관리 시스템 등의 프로세스와 시스템을 혁신
- 최근 IT부문의 경쟁심화로 수익성이 점차 줄고 있어 이에 대한 의존도를 줄이려는 의도임

○ 2009년 초 IT기술을 환경에 적용하며 수자원 관리시장에 본격 진출

14) IBM Smarter Water Management 웹페이지, 방송통신위원회(2009)

- 상수조와 저수조, 강과 항만설비 등을 모니터링하는 소프트웨어 관련 서비스를 제공하는 신규 사업을 추진한다고 발표함
- 당시 미국과 중국이 경기부양책의 일환으로 물관리 등 사회간접자본 부문에 역점을 두고 있었으므로 전 세계 물관리 시장 규모가 향후 5년간 200억 달러에 달할 것이라 예측했음

○ 2009년 터키 이스탄불에서 열린 세계물포럼(World Water Forum)에서 수자원 관리를 위한 일련의 서비스와 기술을 발표

- 센서 시스템을 기반으로 수질 측정 및 실시간 모니터링 등을 제공해 수자원 관리 효율화와 그린비즈니스 측면에서 의사 결정에 도움을 주는 것임

<표 2-16> IBM社가 제공하는 수자원 관리 관련 서비스

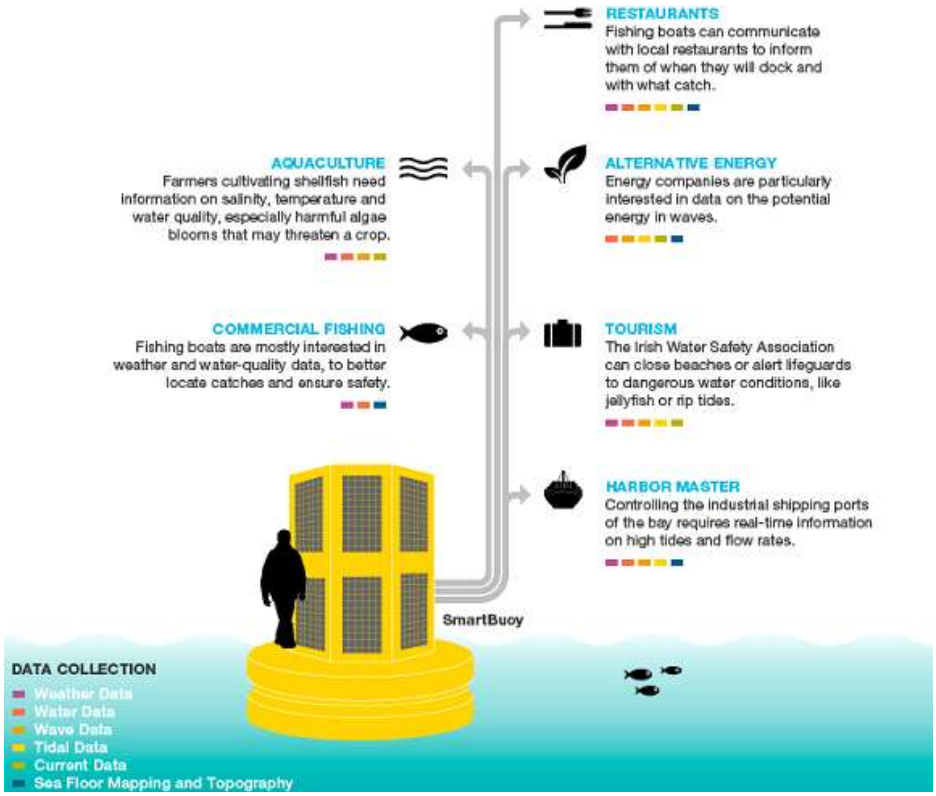
서비스 명	세부 내용
Water Infrastructure	수자원을 측정하기 위한 센싱 시스템 제공
Water Metering	수자원 활용 상황에 대한 실시간 정보를 제공함으로써 수자원 관리 측면의 개선을 도모
Natural Water Resources	수자원 관리를 위한 통합, 분석 및 시각화 등을 제공
Water Utilities	비즈니스 로직, 운영 효율적인 접근을 통해 물 오염에 대응하기 위한 의사결정에 도움을 주는 서비스
Green Sigma for Water	수자원 관련 비즈니스 컨설팅 서비스

○ IBM社는 하천 실시간 모니터링을 위한 REON 프로젝트에 참여했으며 수자원 관리 주요 프로젝트 사례로서 부각시킴

- 궁극적으로 식수, 목욕, 전력, 산업, 음식 및 농업용수로 사용할 수 있는 깨끗한 물을 보존하는 것이 목표임

○ 아마존 강 유역과 유럽 지역에서도 수자원 관리를 위한 프로젝트를 진행

- 국제자연보호위원회(Nature Conservancy)는 아마존 강 유역 관리를 위해 고급 웹 기반 도구를 구축하여 토지·물 사용 정책 시나리오가 생태계 서비스 및 생물학적 다양성에 미치는 영향을 예측했음
- 아일랜드와 네덜란드에 수자원 관리와 관련된 연구 센터를 운영
  - 아일랜드 센터에서는 수질, 어패류 양식, 화학적 성분, 파동 에너지 및 조석 운동에 관한 데이터를 수집하여 어패류 자원 관리를 돕는 '스마트베이갤웨이(Smart Bay Galway)'라는 프로젝트를 진행함
  - 암스테르담 센터에서는 네덜란드 정부가 진행하는 'Flood Control 2015'라는 수자원 혁신 프로그램 개발에 참가함



[그림 2-28] Smart Bay Galway 프로젝트

□ **SYSTEA: Systems Technology Advance Spa**

○ 1998년 설립된 이탈리아 관측 장비 기업

- 날씨 및 물의 화학적 성분을 검출·검사장비 개발 및 제조 전문 기업
- 지표수, 음용수, 오·폐수, 해수 관련 다양한 측정장비를 개발해 공급

○ Project Warmer에 주요 수질검사 장비를 공급함

- 각 연구기관에 분산된 Project Warmer 개별 프로그램의 전반적인 조율 역할을 수행함

○ 최근에는 농업용수 및 농업관련 각종 검출·검사장비 분야로 확대하고 있음

□ **YSI Hydrodata**

○ 환경산업 기업 YSI Environmental社는 2003년 Hydrodata Service社를 인수해 설립됨

- Hydrodata社는 영국을 거점으로 유럽 전역에 수질측정장비를 판매하고 영국 내에서 수질 측정 및 수질관리 서비스를 제공함

○ 8개 영역의 수질측정 제품군을 보유

- 핸드헬드(Handheld)형 수질측정기
- 복합수질측정기
- 수질관련 실험실 장비
- 원격 수질검침 시스템
- 수량측정시스템
- 부이(buoy)를 이용한 부유형 수질측정 시스템
- 자동 수중 관측 장비(Autonomous Underwater Vehicle: AUV)
- 유량·유속 측정 장비

○ Project Warmer에서 수질측정 장비 공급 및 데이터 수집 시스템 개발을 담당함

○ 2009년 1분기 이후 기존 수질측정 장비에 통신, IT 기능을 결합하여 업그레이드된 다양한 측정 장비를 개발함

- 2009년 4월 영국에서 열린 ‘Ocean Business 2009' 행사에서 세계 최초로 개발한 자동 수중 관측 장비(AUV) 'EcoMapper'를 선보임
  - · 다양한 수질측정 센서, 주변상황인식 SW를 갖춰 호수, 강 하구 등 특정 지역에 대한 일상적인 수질측정 및 수중상황 감시 업무를 자동으로 수행
  - · 2-4노트의 속력으로 10시간 운행하며 수질 관련 생물학적 · 화학적 정보를 검사하고 이 데이터를 바탕으로 수중정보 지도를 제공함



[그림 2-29] YSI Hydrodata의 자동수중정보 측정장비
‘EcoMapper'

2.3 연구개발 동향

2.3.1 센서 기술

□ **수질 측정 일반**

○ 자동측정기기는 일반적으로 두 가지 형태, 즉 불연속분석기(discrete analyzer)와 연속흐름분석기(continuous flow analyzer)가 있고, 때때로 이들을 혼용하여 사용하는 것들이 있음

○ **(흐름주입분석법: FIA)** 1970년부터 개발된 실험용 대상용 측정기기는 일반적으로 연속흐름분석기를 사용하는 사용하는 것이 대부분이고, 이중 가장 대표적인 기술이 흐름주입분석법 (Flow Injection Analysis, FIA)임

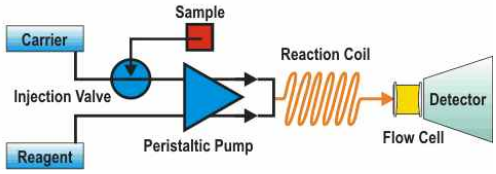
- FIA 시스템의 경우 분석에 필요한 시료량이 1㎖ 이하로 미량의 시료만으로 측정이 가능하지만 연속적으로 분석이 이루어지므로, 지속적인 시료 및 시약공급이 요구되므로 발생되는 폐액량이 많고 유지비용이 많은 단점을 가지고 있음
- FIA 측정기술 이후, 다양한 형태의 기술개발이 시도되어 왔고, 일반적으로 FIA 이외에 SIA(Sequential Injection Analysis), LOV(Lab-on-a-Valve)법 등이 대표적이고, 각각의 장점만을 조합한 하이브리드 형태의 측정기기들이 현재 개발되고 있음

○ **(불연속측정법)** FIA 방식과 달리 불연속측정법은 일반적인 온라인 수질자동측정기기들이 채택하고 있는 방법으로써, 측정기기에서 시료를 채취한 후, 측정을 위한 일련의 전처리단계를 거친 후, 측정하고자 하는 분석물질을 정량적으로 측정하는 방법임

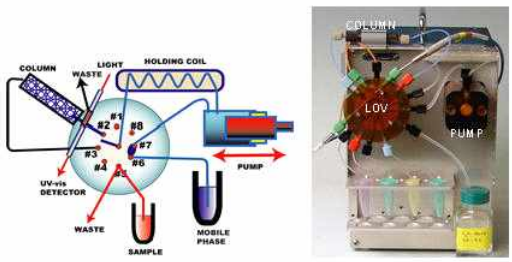
○ **(온라인 수질자동측정기기)** 무인으로 운영되는 시스템으로써, 일반적으로 실험실에서 사용하는 측정기기보다 정확도 및 재현성은 떨어지지만, 사용자의 조작 및 운영이 편리하고 안정성과 내구성이 우수함.

- 현재 개발된 온라인 수질자동측정기기는 운영상에 있어, 안정적인 전원공급, 주기적인 시약 및 소모품 교체 그리고 정확한 측정을 위한 전처리 및 부대시설 등 제반시설이 필수적임
- 온라인 TOC/TN/TP 측정기기를 USN 기술과 결합하여 자립형으로 측정기기를 운영하기 위해서는 시스템 운영에 필요한 시약 및 부대시설의 최소화가 필수적임

- 이와 관련하여 기존 FIA 시스템을 개선한 저전력으로 운영 가능한 자립형 측정시스템 개발이 실험실 규모에서 지속적으로 이루어지고 있음

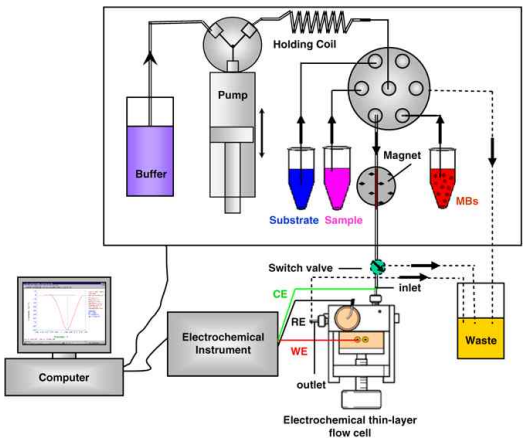


<Flow Injection Analysis 기본개념>

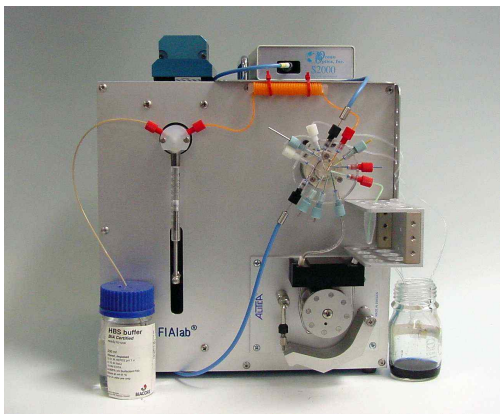


<Lab on a valve 개념도 및 제품>

○



<Sequential Injection Analysis>



<SIA & LOV hybrid analysis>

[그림 2-30] 흐름주입방법식 측정방법 및 측정기기

□ 광학센서

○ 광원과 MEMS(Micro-electromechanical systems, 미세전자기계시스템) 기술의 발달로 광학 부품의 소형화가 진행되고 있으며, Optical MEMS이 적용된 초소형 수질 및 환경 분석용 광학센서 기술개발들이 발표됨

- Optical MEMS 기술의 발달로 10cm×5cm 크기의 single-pass FT(Fourier transform) 스펙트로 미터가 발표되었음
- 이러한 소형 스펙트로미터와 MIR(middle infrared) 광섬유 센서기술의 결합으로 다중분석 시스템이 가능한 환경 모니터링에 적용 가능함
- 스위스 Neuchatel대학은 Silicon MEMS 기술을 이용하여 마이크로 미러가 결합된 마이크로 액추에이터를 제작하여 수 밀리미터 크기의 초소형 FT 스펙트로미터의 구현 가능성을 발표함

□ 바이오센서

○ 수질의 유해물질 모니터링을 위한 현장 분석기술의 한계점 (현장에서의 유해물질의 다양성 및 복잡성 등)과 기존 실험실에 기초한 방법 (많은 추출과 cleanup 과정 등)을 극복할 수 있는 바이오센서기술을 발굴하고 수질센서와 연계하는 연구정책을 추진하고 있음

- 환경보호청(EPA)은 수질 센서를 바이오센서 기술과 연계하여 개발하려는 움직임이 활발함

○ 표면플라즈몬공명(Surface Plasmon Resonance, 이하 SPR) 면역센서는 환경유해물질에 대한 항체를 센서 표면에 고정한 후, 선택적으로 결합된 분석물질을 직접 분석할 수 있음

- SPR면역센서의 가장 큰 장점은 높은 재현성으로 표면의 굴절률 변화를 매우 민감하게 측정할 수 있다는 것임
  - 소형 SPR 센서를 사용하여 경쟁반응에 의해 DDT (Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane), 클로르피리포스(chlorpyrifos), 카르밤삼염(carbamate)과 같은 살충제를 고감도로 측정한 예가 있음
- 많은 종류의 환경 유해물질이 저분자인데 비해, SPR 센서는 저분자물질 분석이 어렵다는 현실적인 문제점이 있음

○ 효소 바이오센서 연구는 분석 감도를 증진시키기 위한 효소의 유전공학적 변형, 효율적인 작동을 위한 전기화학적 측정법의 개선·시료처리법 등에 대한 연구 진행 중임

- 효소는 유전공학 기법을 이용하여 촉매 특성 또는 기질특이성을 설계할 수 있으나, 효소 바이오센서는 기질사용의 한정성, inhibitor 형태에는 기질특이성이 부족함(예: organophosphate(OP) and carbamate pesticides)
- 유전공학적으로 개선된 Drosophila melanogaster 아세틸콜린에스터레이스(AChE) 효소는 기존 효소에 비해 1,000배 이상 높은 감도를 보여줌
- 솔·젤 효소 고정화 기법을 도입하여 효소의 열안정화, pH 완충, 물리적인 견고성을 제공함

○ 항체 기반 바이오센서는 다양한 물질에서 선택성이 있는 항체를 구할 수 있다는 장점이 있음

- 6개의 세균 및 단백질 독소(toxin)를 planar waveguide array biosensor를 활용하여 동시에 측정한 예나, 마이크로칩 형태로 6개의 독소를 ng/mL 수준으로 측정한 예가 있음

- 네 개의 다른 형광특성을 가진 Q-dot 나노입자-항체 접합체를 이용하여 샌드위치 형태로 하나의 마이크로웰에서 4개의 항원을 동시에 측정할 수 있음
- 이러한 항체의 특성을 이용하여 다양한 환경유해물질을 동시에 측정할 수 있는 장비 형태로 RIANA(River Analyzer), AWACSS(automated water analyzer computer supported system) 등이 개발되고 있음

○ 세포 기반 바이오센서는 박테리아, 효모, algae, tissue culture cells 등이 사용되고 있는데, 이 중 GEMs(genetically engineered bacteria)가 가장 많이 보고되고 있음

- 박테리아는 조절시스템 (i.e., native promoter)과 reporter(s) 유전자가 융합된 형태로 유전자를 변형시키는 연구가 수행되어 오고 있으며, GEM에 자극을 줄 수 있는 환경유해물질이 존재할 경우 측정할 수 있는 신호를 생성하게 됨
- 세포가 가진 일련의 작용을 활용하여 중금속과 같은 바이오센싱이 어려운 물질분석이 가능하다는 장점이 있음
- 반면, 세포가 유지될 수 있는 영양분, 산소, pH, 이온강도 등이 요구되며, 응답시간이 수 시간 정도로 길며, 많은 경우 세포가 응답할 수 있는 분석물질 농도 범위가 있어 그 농도 범위 외에서는 신호물질이 발현이 되지 않는다는 단점이 있음

□ **나노센서**

○ 나노기술을 기반으로 한 극소형 유해화학물질, 미생물 및 바이러스 모니터링에 적합한 수질센서 개발이 활발함

○ 나노전극, 나노입자를 이용한 전기화학적 방식의 수질 센서 기술에 대한 다양한 연구결과들이 발표되고 있음

○ 랩온어칩 (lap-on-a-chip) 기반 소형화된 수질센서 연구와 일회용 수질 센서 플랫폼 연구 역시 다수 진행되고 있음

□ **TOC/TN/TP**

○ 국내외적으로 TOC/TN/TP 측정기술은 일반적으로 불연속적인 측정방법을 이용하는 것이 일반적이며, 위에서 언급한 바와 같이 시료채취와 전처리시스템을 자동화함으로써, 5분 ~ 1시간의 일정간격으로 연속측정이 가능하도록 측정기기가 개발되고 있음

○ 현재까지 개발된 온라인 자동측정기기들은 각각 독립적으로 구성되어 운영되는 시스템이 일반적이며, TOC/TN 일체형 또는 TN/TP 일체형 그리고

COD/TN/TP 일체형 측정기기들이 개발되어있음

○ **(TOC)** 온라인 TOC 자동측정기기는 미국, 유럽, 일본에서 개발되어 상용화된 제품이 대표적이며, 대부분의 온라인 TOC 시장을 점유하고 있고, 국내에서 상용화된 TOC 자동측정기기는 해외에서 개발된 제품을 OEM 방식으로 국산화한 수준임

- 온라인 TOC 자동측정기기는 일본 시마주(Shimadzu)社에서 개발된 촉매연소산화를 제외하면, 일반적으로 UV 산화방식으로 개발된 제품들이 일반적이며, 국내에서도 국가수질자동측정망에 도입된 TOC 자동측정기기 역시 이 두 가지 방식의 제품이 대부분임

○ **(TN, TP)** TOC 자동측정기기와 달리 TN, TP 자동측정기기는 국내기술로 개발된 제품이 상용화되어 온라인 수질측정기기 시장에서 판매 되고 있음

- (주)백년기술이 개발한 RobochemTN, RobochemTP, i-Robochemstation (COD/TN/TP 일체형)과 (주)한국바이오시스템이 개발한 HATP-2000, HATN-2000은 국가수질자동측정망과 수질 TMS 시장에 판매되어 운영중임
- TN, TP 자동측정기기 역시 전처리 방식에 따라 UV산화방식과 직접가열방식으로 구분되는데, 국내제품과 일본제품의 경우 직접가열방식이 대부분이며, 미국과 유럽에서 상용화된 제품은 UV산화방식을 주로 사용하고 있음
- UV산화방식의 TN, TP 자동측정기기의 경우 입자성물질이 포함된 유기시료에 대한 완벽한 산화가 불가능하다는 문제점를 가지고 있으나, 직접가열방식에 비하여 측정기기의 안정성 및 내구성이 우수하고 운영관리가 비교적 쉬운 장점을 가지고 있음

<표 2-17> TOC/TN/TP 측정기기

제조사	제조국	장치유형	전처리 또는 측정방식
Shimadzu	일본	TOC/TN 일체형	촉매연소산화/화학발광
브란누베	독일	TN, TP, TN/TP일체형	UV/Persulfated 흡광측정
StarTOC	미국	TOC	연소산화, UV/Persulfated
ppm	독일	TOC	UV/Persulfated
Systea	이탈리아	TOC, TN, TP	UV/Persulfated, 흡광측정
기모토	일본	TOC, TN, TP	직접가열방식, 흡광측정
Hach	미국	TOC, TN, TP	UV/Persulfated, 흡광측정
(주)백년기술	대한민국	TN, TP, TN/TP일체형	직접가열/Autoclave, 흡광측정
(주)한국바이오시스템	대한민국	TN, TP	직접가열, 흡광측정

○ **TOC/TN/TP 자동측정기기의 기술적 한계**

- 현재 상용화된 수질자동측정기기가 현장에서 안정적으로 운영되기 위해서는 일정한 공간과 안정적인 전원공급 등 측정기기 자체보다 부대시설에 대한 투자가 수반되어야 함
- TOC 자동측정기기는 시료를 전처리하는 과정에서 고순도의 Air 또는 질소 가스를 사용하여 시료내 포함된 무기성탄소를 제거하는 과정이 필수적이고, 이외에도 수분제거 및 별도의 시약 등이 반드시 포함되어야 함
- 현재 상용화된 TN, TP 자동측정기기 역시 다량의 폐액발생과 실내조건하에서 운영 가능한 제한사항을 가지고 있으며, 현장에서 자립형으로 운영하기 위해서는 위에서 언급한 바와 같이 LOC 와 유사한 미량의 시료와 시약으로 측정이 가능한 소형화된 저전력 시스템 개발이 필요함



<Shimadzu TOC>



<브란누베 온라인 측정장치>





<StarTOC & ppmTOC>



<(주)한국바이오시스템 TN>



<(주)백년기술 COD/TN/TP>



<Systea uMAC>

[그림 2-31] TOC/TN/TP 온라인 측정기기

□ 인산염센서

○ 인산염 측정에는 몰리브데늄 콤플렉스를 환원시켜 흡광광도법으로 측정하는 방법이 전 세계에서 사용 중임

- 검출한계와 현장에서의 적용성 등에 있어서 기술적 한계로 인하여 1960년대에 확립된 습식 분석 방법이 여전히 가장 널리 사용됨

○ 실험실에서의 습식 분석은 Segmented Flow Analysis(SFA), Flow Injection Analysis(FIA) 등 연속자동측정방법을 이용하여 이루어지고 있으며, 현장 측정소에서는 Batch형 분석장치나 FIA를 이용한 자동측정장치를 사용중임

○ 간단한 휴대용 현장 측정키트는 온사이트 분석에 간편하게 적용할 수 있으나, 정량적인 결과를 얻기는 어렵고 정성적인 측정으로 스크리닝 용도에 쓰임

○ (혁신적 기술 개발의 부재) 소형화, 휴대성, 신속성, 간편성, 민감도 등을 고려하여 기존의 습식 분석방법을 대체할 수 있는 센서의 개발이 지난 40년 이상 진행되어 왔으나, 인산염 센서의 상용화는 성공하지 못했음

- 인산염 센서에 대한 연구논문은 이온선택전극과 바이오센서를 포함하여 1966년 이후 150여편에 달하나, 현장에서 사용할 수 있는 센서는 아직 상품화되지 못함
- 인산염 센서에 대한 연구는 주로 전위차 측정방법(potentiometric techniques)에 기초한 인산염 이온 선택전극 개발, 다양한 금속과의 결합반응에 기초한 간접적인 전압전류 검출법(voltammetric detection) 개발, 효소반응을 이용한 바이오 센서 개발이 주를 이루고 있음

○ 최근에는 인산염 현장 측정을 원하는 시장에서의 요구에 부응하고, 조기 상용화를 위하여 기존의 습식 분석방법을 그대로 사용하되, 소형화 하거나 MEMS 기술을 이용하는 미세흐름장치 (microfluidic device)를 이용한 장비가 출시됨

- 이러한 최근 경향은 이온선택전극이나 바이오센서 등 직독식 인산염 센서의 개발이 단기간내에 실현되기 어려운 상태에서 기존의 습식 분석방법에 기초하되, 소형화를 통해 시약의 소모를 최소화하고, 수중에 2개월 정도를 계류할 수 있는 센서 형태의 측정기를 상품화하는 것이 주를 이루고 있음
- 환경측정방법은 국가가 공인하는 분석방법을 사용하지 않을 경우 정도관리 과정에서 정확한 자료로 인정받기 어려우며, 기존의 인산염 측정 자료는 molybdate complex를 형성하는 soluble reactive phosphate(SRP)를 측정한 것이므로 새로운 센서가 개발되더라도, 상용화 및 시장진입에는 10년 정도 소요됨

○ **(해외 관련 기업동향)**

- SYSTEA社는 10년 전부터 EXOCET/D, WARMER 등 유럽연합의 연구개발 사업을 통해 수중형 영양염류 프로브(Nutrient Probe Analyzer, NPA)를 개발해 왔으며, 최근에 성능을 개량한 WIZ-probe를 상용화하는데 성공함
  - ・ WIZ-probe는 최대 1,500m 수심까지 계류할 수 있는 현장용 센서로서, 시약은 5분 간격의 측정시 마다 60 μL를 소모하며, 측정범위는 2cm cell을 사용시 0.005～0.500 mg P/L 범위임
- EnviroTech Instruments LLC社는 EcoLab 2라는 수중 설치형 영양염류 분석기를 상용화 개발하는데 성공했으며, 하천, 호수 뿐만 아니라 해양의 4,000m 수심까지 사용할 수 있음
- 최근 WET Labs Inc社는 수중에 설치하여 1～3개월간 인산염을 측정할 수 있는 CYCLE-P sensor를 상용화했으며, 시약 카트리지를 1회 충전 시 1,000회를 분석 가능함

○ **(국내 동향)** 국내에서는 인산염 센서에 대한 연구가 매우 미흡한 실정으로서, 상용화 개발의 리스크를 최소화하고 시장 진입의 성공가능성을 높이기 위해서는 혁신적인 아이디어와 새로운 개발 전략이 필요함.

□ **중금속 센서**

○ 중금속 측정 장비의 개발은 80년도 후반부터 측정 개발에 대한 관심이 증가하면서 90년대 후반으로 갈수록 매우 활발히 진행되어 왔음

- 특히 일본의 경우, 이따이이따이병과 미나마타병 발생 이후로 중금속에 대한 측정 및 관리의 필요성을 인지하면서부터 매우 많은 기술 개발과 제품화를 진행해오고 있음

○ 중금속분석 시 on-line 전처리/분석법은 스웨덴, 프랑스, 영국, 독일, 스페인, 일본, 미국 등에서 연구가 진행되고 있음

- 여러 가지 메트릭스가 포함된 폐수 중 중금속 분석에는 분석의 정확도를 기하기 위하여 반드시 메트릭스를 분해, 분리하여야 하며 극미량 성분 분석을 위해서는 분석 금속종의 선택적 농축과정이 선행되어야 함
- 이를 위하여 메트릭스의 분해법으로는 광분해, 레자외선 및 산/염기 분해법 등이 행해지고 있으며 분리/농축을 위하여 금속농축용 수지 및 계면활성제를 이용한 칼럼 등을 이용하고 있음
- 난분해성 유기 폐수를 전기화학적으로 처리하는 기술은 일본의 동경대학,

미국, 캐나다, 프랑스, 독일 및 동유럽 국가의 대학들에서 폐수처리 방법으로 연구가 진행되고 있음

○ 국내외의 연구 보고에서 환경폐수 중 미량 중금속의 분석법에 흐름전해조를 이용하여 난분해성 유기메트릭스를 처리 후 전기화학적 중금속 분석을 행한 연구는 거의 없는 것으로 조사되었음

- 중금속 분석기술에 메트릭스의 전기화학적 처리기술과 분리/농축 기술을 접목시킬 수 있는 기술적인 뒷받침이 부족하기 때문임

○ 슬로베니아 화학연구소의 Emily A. Hutton 등과 아일랜드의 Dublin 시립대학의 Malcolm R. Smyth 등은 공동으로 비스무스(Bi) 전극과 anodic stripping voltammetry를 이용 금속 코발트(Co)와 니켈(Ni) 감지 센서에 대한 연구 결과를 보고하였음 (Analytica Chimica Acta, 2006)

○ (제품 동향) 현재 상용화된 중금속 실시간 모니터링 장비 개발사는 호주의 MTI, 네널란드의 APPLICON, 노르웨이의 SENSAQUA, 슬로바키아의 ISTRAN로 모두 전기화학 방식의 중금속 측정 방식을 이용하고 있음

제조 회사	MTI	APPLIKON	ISTRAN	SENSAQUA
제품 사진				
모델명	OVA 5000/7000	ADI 2045 VA	EcaMon10	ATMS-601
측정방식	전기화학(ASV)			

[그림 2-32] 온라인 중금속 측정장치

○ 최근 개발되고 있는 새로운 형태의 중금속 센서로는 바이오센서를 도입한 미국의 ANDALYZE사의 제품, 특정 파장을 이용한 형광측정방식의 일본의 KASAHARA사의 제품, 또한 요즘 최근 가장 대두 되고 있는 나노물질을 이용한 센서 제품들이 있음

제조 회사	ANDALYZE	KASAHARA	DROPSENS
제품 사진			
모델명	AND 1000	CuNi-5Z	Screen Printed Electrode
측정방식	형광측정방식	형광측정방식	전기화학방식

[그림 2-33] 휴대용 중금속 장치

○ 90년대 말에는 전기화학 방식에 의한 중금속 센서 개발이 활발히 이루어 졌으며 최근 동향은 나노 물질을 이용한 중금속 센서 개발 및 바이오센서 개념을 도입한 형광측정방식의 중금속 측정 장비들이 개발되어지고 있음

○ 그러나 이런 중금속 측정 장비들 및 센서의 경우, 기존 분광학적 방법에 비해서 측정 과정이 단순하고 신속하긴 하지만 센서의 안정화, 재현성, 장기간 측정 가능성에 관한 의문을 가지고 있어 상용화되기는 아직 미흡한 부분이 많이 있음

○ (국내 동향) 국내 자체적인 중금속 센서의 개발은 활발히 진행 중에 있으나 재현성, 정밀도 부분에서 상용화하기에는 매우 미흡한 부분이 있음

- 미량 중금속을 정량하는 경우 off-line에 의한 분리 및 농축 과정을 병행하여 분석하거나 on-line 전처리 및 분광분석법에 대하여 실험실 규모의 연구를 진행되고 있으나, 이 연구들은 실용화되지 않고 있음
- 난분해성 유기 폐수의 분해처리에 대한 연구가 일부대학 등에서 행해지고 있으나 이 역시 메카니즘의 규명에 대한 연구 수준에 머무르고 있으며, 이를 중금속 분석의 전처리에 사용한 연구는 행해지지 않고 있음
- 센서 개발 측면에서 나노물질을 이용한 전극 개발 및 형광방식의 중금속 측정기가 개발 중에 있으나 기초 기술은 거의 해외에 의존하는 실정이여 실용화에 아직 한계가 있음
- 휴대 가능한 중금속 센서 및 모니터링 시스템은 국산화 되어 있지 않았으며, 환경측정기의 국산화율은 2007년 현재 11%임

※ C&I, 2008. 환경측정기 국산화 육성과 해외 수출 전략 (2008. 6)

□ 질산성질소/암모니아성 질소 센서

○ 최근의 센서개발동향은 크기의 최소화, 저전력화, 약품 사용시 약품 사용량 및 폐액 발생량 최소화에 초점을 두고 있으며(나노센서), 특히 전극을 이용하는 경우 센서의 감도(Sensivity)와 함께 안정성(Stability) 및 장기 유지관리성에 주안점을 두고 있음

○ 수중의 암모니아성질소를 측정하기 위한 분석법은 대부분 EPA Standard Method나 APHA Standard method가 이용되고 있음(표1). 특히 5mg/L 이상의 시료를 분석하기에는 적정법이나 이온선택성전극법이 주효하게 이용되고 있음

- 암모니아분석센서도 대부분 EPA나 APHA의 Standard Method의 분석법에 기초하여 개발 또는 제작되고 있음

○ (제품 동향) 현재 판매되고 있는 제품은 대부분 전극센서가 주류임. 대표적인 기업으로는 Thermo Scientific, Hach, ABB, Endress+Hauser, Horiba, Swan 등이 있으며 세계적으로 20~30개의 기업들이 제품을 생산하고 있음

○ (국내 동향) 질산성질소 및 암모니아센서를 개발하기 위한 노력은 비교적 이루어지지 않았음

- 특히 판매되고 있는 국내 제품은 거의 없는 것으로 보이며, 이는 실질적으로 질산성질소 및 암모니아성질소 측정 센서에 대한 국내 수요가 비교적 적기 때문인 것으로 판단됨

2.3.2 광역 환경센서망 기술

□ 저전력 중거리 무선전송 기술

○ IEEE 802.15.4k에서는 Sub 1GHz 대역에서 40Kbps 이하의 저전력중거리 전송기술 표준화 착수, IEEE 802.11.ah에서는 Sub 1GHz 대역에서 100Kbps 이하, 최대 전송거리 1Km의 기술 연구 중

○ ITU-R 250/5에서 '11년6월 일본은 280M 대역에서 광역 센서네트워크(9.6Kbps로 3.5Km 전송)에 대한 시험 결과보고서 발표

□ UCLA대학교의 CENS

○ UCLA대학의 임베디드네트웍센싱 센터(Center for Embedded Networked Sensing, CENS)는 환경 유해물질을 센싱하여 이를 원격으로 전송하는 센서네트워크에 대한 연구를 활발히 진행하고 있음

- CENS에서는 오염원에 대한 평가시스템, 토양오염 센서어레이 설계와 멀티스케일 환경센서네트워크 등의 과제를 수행 중
- 또한, 방글라데시에 환경오염측정 센서네트워크를 설치하고 지하수의 각종 오염물질원소를 측정하고 있으며, 이들 데이터에 대한 최적 처리를 위하여 센서 샘플링과 데이터 통합(aggregation) 등 센서 인터페이스에 대한 연구와 넓은 대지에 센서의 위치를 최적으로 설치하는 방식에 대한 연구 수행하고 있음

□ 유럽위원회 Automated Water Analyser Computer Supported System

○ 2001년부터 2004년까지 유럽위원회가 지원하는 연구과제인 자동화된 수질 분석 컴퓨터지원시스템(Automated Water Analyser Computer Supported System)에서는 복수의 환경물질을 복합 센싱하고, 이를 서버로 수집하는 연구를 진행함

- 샘플링 센싱 스테이션은 데스크탑 사이즈인 시스템 장비로서 컴퓨터에 연결되어 샘플 데이터를 전달하고 다시 이 정보를 유선으로 인터넷을 통해 서버에 송신하는 기술을 구현함

□ 영국 PMESG

○ 영국은 대기오염을 감시하기 위한 대규모 무선 센서 네트워크 구축을 위한 3개년 연구과제로 모바일환경센서그리드(PMESG, Pervasive Mobile Environmental Sensor Grids) 프로젝트를 진행함

- 차량과 거리조형물 등에 무선 센서를 장착하여 도시의 대기 오염에 대한 데이터를 무선 센서 네트워크로 수집하는 연구임
- 센서 네트워크를 구성하는 센서노드(motes)는 900MHz UHF, Bluetoothe, IEEE 802.11, IEEE 802.15.4 (ZigBee), UWB 등의 다양한 무선통신 프로토콜을 이용하여 개발함

2.3.3 환경IT융합 미들웨어 기술

□ **영국 Nottingham 대학의 SWIMA(Sensor Web Infrastructure MAnagement) 프로젝트**

○ 2008년부터 OGC(Open Geospatial Consortuim Inc.)의 Sensor Web Enablement를 이용해 센서 관리시스템의 프로토타입을 개발하는 프로젝트를 2년여에 결쳐 진행, 프로젝트를 통해 Software Middleware Layer와 SWE Node를 개발, Tamar Lake 에 테스트베드를 구성하여 수질 및 주변 환경 정보를 수집함

- OGC의 SWE Framework의 센서 데이터 접근, 센서 시스템 및 프로세스 정보, 트렌스듀서로 부터의 Raw 데이터 정보를 이용한 4가지 웹서비스 구성함
- 센서정보 요청, 필터링, 검색, 센서시스템 정보 관찰, 사용자 중심의 정보수집, 분산 센서의 Alert 수준 설정 기능 제공함

□ **EU의 7th Framwork programme 환경을 테마로 한 EO2HEAVEN**

○ 2010년부터 3년 일정으로 진행 중인 프로젝트로 uropean Commission funding 으로 600백만 유로를 지원받아 다양한 환경 변화와 이로 인한 사람들의 건강 및 안전에 끼칠 수 있는 영향을 연구함

- 오픈되고 모듈화된 아키텍처를 통해 각종 센서 데이터, 문서, 영상, 지도 등의 다양한 환경정보를 수집하고, 이를 분산접근, 데이터통합, 데이터 분석 등에 활용할 수 있도록 지원함

□ **Steaming Data Middleware 'Data Turbine Initiative' 기반의 통합 해상 관찰 시스템 IMOS(Integrated Marine Observation System)**

○ IMOS는 2007년부터 시작되었으며, 호주 일대의 다양한 해양 관찰 시스템을

The Open Source DataTurbine Initiative의 미들웨어를 통해 통합하여 다양한 센서 및 영상 정보를 수집하고, 검색할 수 있도록 지원함

- Data Streaming Middleware를 통해 다양한 연구 집단에서, 심해 염수 정보, 센서네트워크 데이터, 환경정보, 영상정보 등을 검색하고, 관찰할 수 있도록 지원함
- eMII(electronic Marine Information Infrastructure)를 통해 호주 인근의 해양 데이터를 표준과 프로토콜 기반으로 하나의 프레임웍으로 통합하여, 데이터와 정보를 관리하고, 정보를 검색하여 접근하며 연구자들이 활용할 수 있는 툴을 제공함

□ 부처간 통합 연계 인터페이스 기술

○ 기관 및 부처 간 상이한 시스템 및 데이터를 상호 연계하기 위한 기술로 ESB(Enterprise Service Bus)와 BPM(Business Process Management) 기술이 대표적임

- 이질적 환경(애플리케이션, 플랫폼, 데이터 등)을 통합하여 하나의 시스템에서 관리 운영할 수 있는 인터페이스를 제공하는 시스템으로 비즈니스 단위의 통합을 위한 이종 플랫폼과 환경들을 연계하는 가교 역할을 하는 인프라
- 한국정보화진흥원에서는 u-City를 구축함에 있어 수집된 정보를 안정적으로 저장, 보관하기 위한 정보 통합 계층 표준으로 ESB를 활용하여 센서정보와 시스템정보를 통합하고 서비스 및 레거시 시스템과 연계
- 또한 BPM(Business Process Management) 기술을 이용하여 ESB에서 연계한 시스템들 간 프로세스 통합 및 데이터 흐름 제어 기능을 제공하며 동적인 업무 프로세스를 통합하기 위한 정보 버스 역할을 수행

2.3.4 사용자 인터페이스(어플리케이션)

□ 해외 동향

○ (미국) USGS나 EPA의 IMPACT 사업을 통해서 하천 및 호소에 pH, 수온, 용전산소(DO), 탁도 등을 모니터링 할 수 있는 측정기기를 설치하고, 수질을 연속 측정하는 수준임

- 모델링을 통해서 한 측정지점에서 측정된 오염사고의 발생원을 규명하기 위해서 노력함
- 위성을 통해서 큰 수체의 온도 구배 등을 모니터링하고 있으며, 향후 각

종 수질항목에 대한 원격 감시 체계를 구축하려고 하고 있음

○ (독일) 라인강을 따라서 독성 감시 장치, 수질측정장치 등을 설치하고, 오염사고 발생을 감시하고 있음

- 실시간 수질자료의 공개에 있어서도 단순한 지도위에 측정 위치를 나타내고, 해당 위치의 오염 현황만을 Web 상에서 보고하는 수준에 머물러 있음

○ 대부분의 선진국에서 시행되고 있는 수질측정망에서 측정기기의 정상/비정상 여부는 manually 규명되고 있음

○ 측정기기의 측정결과 값의 유/무효와 상관없이 주기적으로 자동적으로 측정기기의 세척이나 정도관리를 수행하는 수준임

□ **국내 동향**

○ 국내에서 운영되고 있는 수질자동측정망은 자동화된 측정장비를 통한 오염사고의 감시 수준에 머무르고 있음

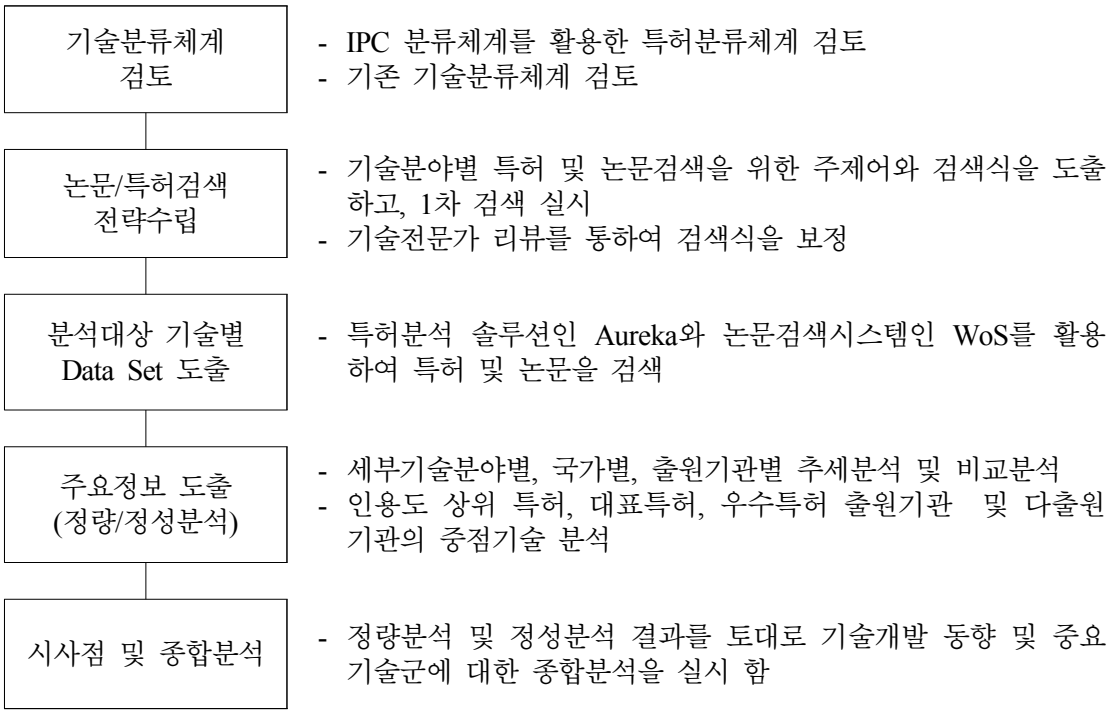
- 오염사고 발생원 조사는 경보 발생 측정항목과 관련이 있는 산업체에 대한 개별 조사를 통해서 진행하고 있음
- 과거에는 측정된 실시간 수질 자료를 DB서버에 저장하고, 경보 발생 시에만 사용자에게 알리는 수준이었음
- 2011년부터 실시간 측정자료의 대국민 공개를 시작하지만, 이 역시 단순한 그림과 함께 측정자료 표를 제시하는 수준임

○ flow-through 측정기기나 직독식 센서 모두 manually 유지관리를 수행하고 있으며, 이의 정상/비정상 판단 역시 manually 수행하고 있음

2.3.4 특허 분석

○ 기술분류체계에 따라 키워드를 도출하여 이를 토대로 특허/논문 검색을 실시

1) 특허분석 방법론



[그림 2-34] 특허 분석 Work Flow

○ 특허검색방법

- 등록된 특허 데이터베이스를 이용하여 1991년 이후 약 20년간 공개된 특허의 제목(title)과 초록(abstract)을 대상으로 검색
- 국제 IPC 분류 코드 및 키워드를 조합하여 검색식을 구성하고, 타당성 검토하고 노이즈를 제거하여 데이터 셋 구성
- 확보된 데이터 셋을 기반으로 정성분석과 정량분석을 실시함으로써, 시사점을 도출

<표 2-18> 특허검색방법

특허 검색 조건	방법
검색 Domain	미국, 일본, 유럽특허청과 PCT 출원·등록 및 공개특허
검색 DB	Thomson Reuters 社의 Aureka 9.2
검색 기간	1991년 1월 1일 ~ 2010년 12월 31일
검색 범위	제목과 초록
검색 키워드 구성	키워드 검색
노이즈 제거	IPC코드와 출원인

<표 2-19> 분류별 키워드와 특허수

대분류	중분류	세분류	키워드	특허수
센서 측정기	수질	TN	TN, total nitrogen, UV oxidation, photometer, spectrometer, UV spectroscopy method	14
		TP	TP, total phosphorus, molybdenum blue method, Autoclave oxidation, UV photometer	6
		TOC	TOC, total organic carbon, TC(total carbon), IC(inorganic carbon), NDIR, NPOC, Thermal oxidation, wet oxidation	41
		PO4	PO4, PO4-N, Orthophosphate, molybdenum blue method, In-situ analyzer	11
		NO3	NO3, NO3-N, Nitrate, UV/VIS photometer, spectrometer, Cd-Cu reduction method, Hydrazine method, Nitrate Ion selective method	24
		NH3	NH3, NH3-N, Ammonium, Indophenol blue method, In-situ analyzer, pothentiometer	34
		중금속	Pb, Zn, Cu, Cd, heavy metal, stripping voltametry, electrochemistry sensor	31
		다항목 수질측정	multi-parameter	2
	수위	-	water stage meter, water level meter	151
	유량	-	flow meter, magnetic open canal	56
	유속	-	velocity meter, radar	95
	강수량	-	rainfall sensor, raingauge, optic, radar	62
	해양	수질	sea water, marine, bacteria, microalgae, aquafarm, suspended matter, redtide	-
광역 환경센서망	-	-	wireless sensor network, wsn, ubiquitous sensor nework, usn, IEE 802.15.4, zigbee	664

<표 2-20> 특허 검색 키워드

기술분야	검색키워드
다항목수질 측정 센서	water ADJ quality* SAME (sensor* OR measuring ADJ instrument* OR measurement) AND (multi-parameter* OR multiparameter* OR multi ADJ parameter*)
중금속 센서/측정기	((heavy NEAR metal*) SAME (sensor* OR measuring ADJ instrument* OR measurement OR anayzer*) SAME water) OR (electrochemistry ADJ sensor*) OR (stripping ADJ voltam*)
PO4 센서/측정기	(sensor* OR measuring ADJ instrument* OR measurement OR anayzer* OR photometer* OR molybdenum ADJ blue ADJ method* OR In-situ ADJ analyzer*) NEAR10 (PO4* OR phosphate* OR orthophosphate*)
NO3 센서/측정기	(sensor* OR measuring ADJ instrument* OR measurement OR anayzer* OR photometer* OR uv OR vis OR potentiometer* OR In-situ ADJ analyzer* OR cd-cu* OR hydrazine ADJ method* OR ion ADJ selective ADJ method*) NEAR10 (NO3* OR nitrate*) OR orthophosphate*)
NH3 센서/측정기	(sensor* OR measuring ADJ instrument* OR measurement OR anayzer* OR photometer* OR indophenol ADJ blue ADJ method* OR potentiometer* OR In-situ ADJ analyzer* OR electrode* OR optic*) NEAR10 (NH3* OR ammonium*)
TN 측정기	(sensor* OR measuring ADJ instrument* OR measurement OR anayzer* OR photometer* OR spectrometer* OR uv ADJ oxidation* OR uv ADJ spectroscopy ADJ method*) SAME (TN OR total ADJ nitrogen*)
TP 측정기	(sensor* OR measuring ADJ instrument* OR measurement OR anayzer* OR photometer* OR oxidation* OR molybdenum ADJ blue ADJ method* OR ascorbic ADJ acid ADJ method*) NEAR10 (TN OR total ADJ phosphorus*)
TOC 측정기	(sensor* OR measuring ADJ instrument* OR measurement OR anayzer* OR NDIR OR conductivity NEAR measurement* OR combustion* OR oxidation* OR NPOC OR Nonpurgeable ADJ Organic ADJ Carbon* OR ((TC OR total ADJ carbon*) NEAR3 (IC OR inorganic ADJ carbon*))) NEAR10 (TOC OR total ADJ organic ADJ carbon*)
수위 센서/ 측정기	(water ADJ stage ADJ meter*) OR (water ADJ level ADJ meter*) OR (water NEAR5 level 5 meter*) OR (water NEAR5 stage 5 meter*)
유속 센서/ 측정기	(velocity NEAR3 (meter OR measurement OR measuring)) AND water
유량 센서/ 측정기	(flow NEAR3 (meter OR measurement OR measuring)) AND (open NEAR canal)
해양 센서/측정기	(sensor* OR measuring ADJ instrument* OR measurement) AND ((sea ADJ water*) OR marine*) AND (bacteria* OR microalgae* OR aquafarm OR (suspended NEAR2 matter*) OR redtide*)
광역 환경센서망	(wireless ADJ sensor ADJ network* OR wsn) OR (ubiquitous ADJ sensor ADJ network* OR usn) OR (IEEE ADJ 802.15.4*) OR zigbee*

2) 특허 분석 결과

가) 분석결과 종합

□ **분석 결과**

○ 물환경 모니터링 센서/측정기 관련 기술의 특허 출원은 증가하거나 감소하는 일정한 경향을 보이지 않음

- 해당 분야의 연구개발이 각 국가의 정책에 따라 발생하는 수요에 맞춰 이루어지기 때문이라 생각됨
- 환경 센서/측정기는 동작 특성상 표준화된 제품을 개발하기 어려워(환경 적응성이 떨어져 사장되는 경우가 다수) 특정 국가와 환경에 맞춰 개발되므로 특허 출원을 통한 권리 확보 노력이 치열하지 않음

○ 화학센서의 중주국이며 수자원 확보가 시급한 일본과 넓은 내수 시장을 확보하고 있는 미국과 같은 소수의 국가와 소수의 기업에 특허출원이 치우쳐 있음

○ 한국의 국가 물환경관리 분야 기술역량은 특허현황으로 판단했을 때, 센서 역량이 약한데 반해 통신분야는 상대적으로 강함

□ **시사점**

○ 중소형하천을 포함하는 조밀도가 높은 물환경 모니터링 시스템 구축을 위해서 센서/ 측정기의 저가격화가 필수적인데, 이는 정부주도의 국내 물환경 관리 기술개발 투자를 통해 달성할 수 있을 것이라 예상됨

- 해외의 특허 출원이 활발히 이루어지지 않고 있는 것으로 보아 기술혁신을 통해 측정 시스템의 저가격화를 기대하기 힘들 것이라 예상되며, 또한 수요 맞춤형으로 발전해온 기술의 흐름을 고려할 때 국내의 기술 개발 역량 향상이 필수적임

○ 최근 물환경관리 시스템은 IT산업과 환경산업의 융복합화를 주요 특징으로 꼽을 수 있는데, 한국은 강력한 IT역량을 바탕으로 환경산업에 집중 투자할 경우 글로벌한 비즈니스 기회를 찾을 수 있음

- 국내 환경산업의 지속되어 온 높은 해외 의존도와 좁은 국내 물환경관리 시장 규모로 볼 때, 정부주도로 이루어지는 것이 마땅해 보임

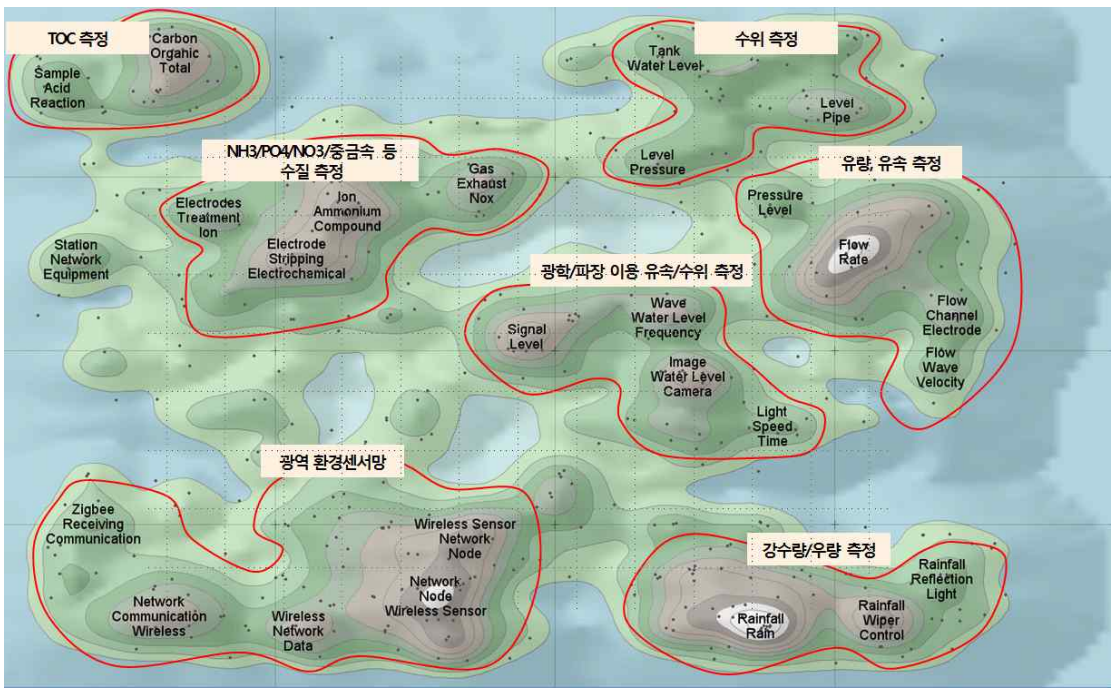
□ 특허 분포도

○ (특허분포도 개요) MicroPatent社의 특허분석 Tool인 Aureka를 이용한 특허 분포 분석결과로서, 전체 세부 기술분야(키워드 기반)별 특허의 분포도를 한눈에 조망할 수 있음

- 고도 등고선 이미지에서 고도는 문헌의 고밀도 범위(개수)를 의미하고, 선의 근접성은 관련성을 나타냄

○ (특허분포도 분석 결과)

- 광역 환경센서망 관련 기술 특허의 고도가 가장 높은 것으로 보아 관련 연구가 가장 활발히 진행되어 왔음
- NH3, PO4, NO3, 중금속 등의 수질을 측정하는 기술간 약한 연관성이 있음
- TN과 TP 측정기술은 상대적으로 소수의 특허만이 분포함
- 센서/측정기 관련 기술과 네트워크 기술(광역 환경센서망)간의 약한 연결성이 있음



[그림 2-35] 물환경모니터링 시스템 관련 특허 분포도

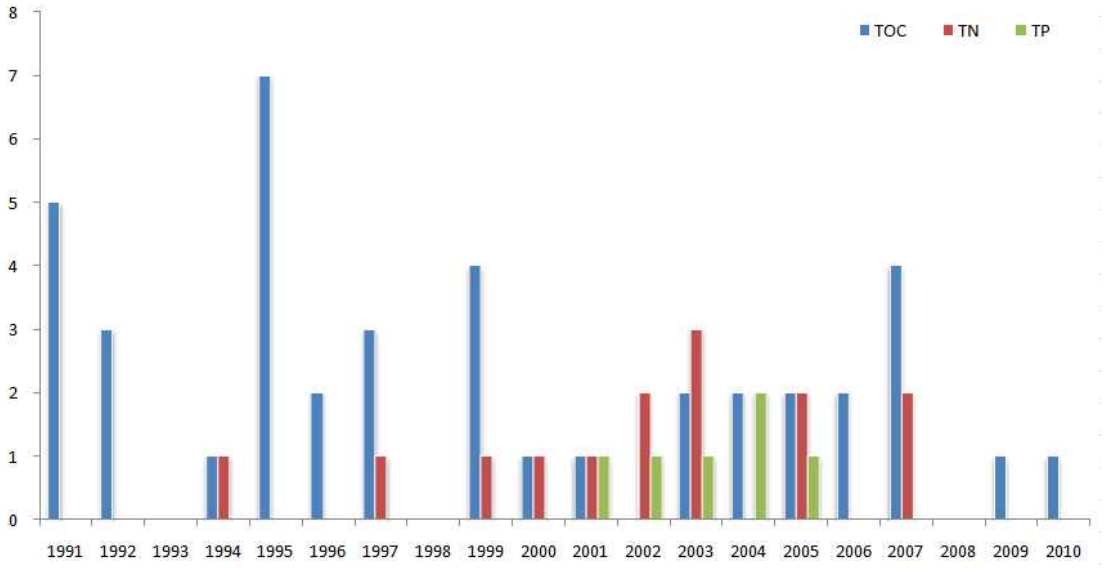
가) 센서/ 측정기 분야

□ 수질: TN/TP/TOC 측정기

○ 미국, 일본, 유럽에 출원/등록된 TN/TP/TOC 측정기와 관련된 특허는 각각 14건, 6건, 41건으로 TOC 측정기에 대한 연구가 상대적으로 활발하게 진행되어온 것으로 판단됨

○ (특허 출원 추이) TN과 TP 측정기는 2000년대 초반에 특허가 집중되었고, TOC측정기의 특허는 1991년부터 꾸준히 출원되어 왔는데, 특정한 출원 경향을 발견할 수는 없음

- 2008년 이후에는 특허출원이 크게 감소한 것으로 판단컨대 측정원리나 소재 등에서 혁신적이거나 원천적인 기술개발이 필요하다고 생각됨



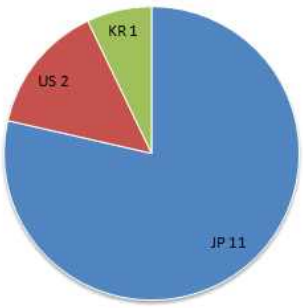
[그림 2-36] TN/TP/TOC 특허 출원 추이

○ (특허 출원국가 현황) TN/TP/TOC 측정기 기술관련 특허의 대다수가 일본과 미국에서 출원된 것으로 볼 때, 관련 연구개발은 일본과 미국에서 연구개발이 가장 활발한 것으로 판단됨

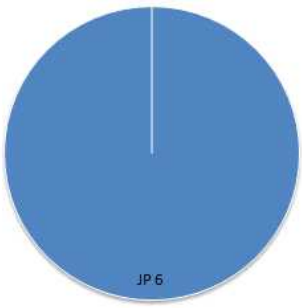
- 우리나라는 TN측정기 관련 특허 1건만을 보유

○ (특허 출원인 현황) 일본의 물관련 측정기 제조업체인 호리바(HORIBA)社, 시마즈(SHIMADZU)社가 TN/TP/TOC의 특허의 대부분을 점유하며 기술을 선도하고 있음

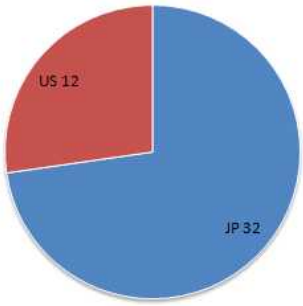
○ (출원인 및 추이) TN/TP/TOC 측정 관련 특허의 수와 권리를 갖고 있는 기업의 수가 제한적인 것으로 볼 때, 제품의 신뢰성과 안전성을 검증받은 소수의 기업이 시장에 존재함을 예상할 수 있음



[그림 2-37] TN측정 국가별 특허현황



[그림 2-38] TP측정 국가별 특허현황

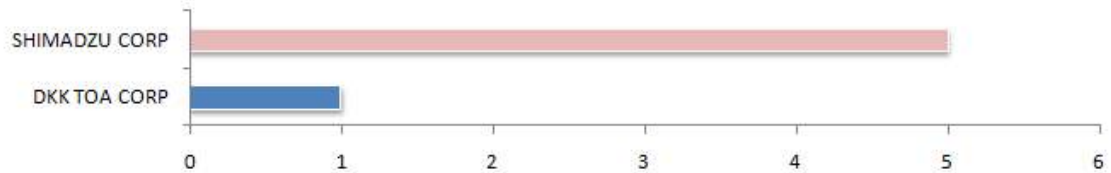


[그림 2-39] TOC 측정 국가별 특허현황

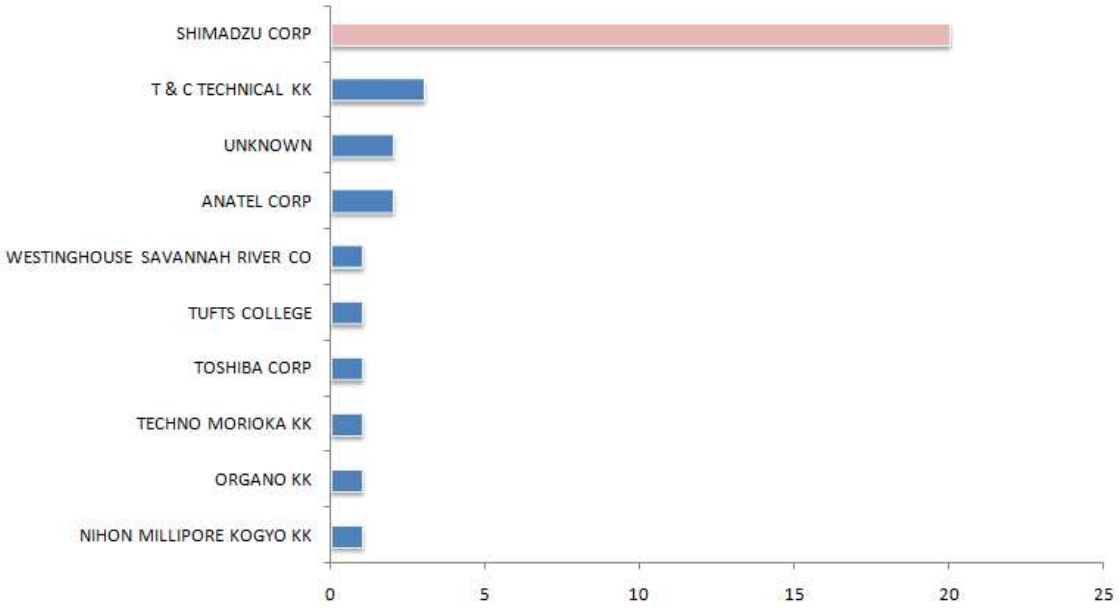
※ 특허의 우선권주장 국가(priority country)를 기준



[그림 2-40] TN 측정기 관련 특허의 주요 출원자



[그림 2-41] TP 측정기 관련 특허의 주요 출원자



[그림 2-42] TOC 측정기 관련 특허의 주요 출원자

○ (주요 특허) TN/TP/TOC 측정기 분야에서 피인용 횟수가 높은 특허를 선별하여 정성적 분석을 수행하여 아래와 같이 시사점을 도출함

- 1) 저전력, 2) 자가진단/ 자동세정이 가능하며 장기간 인력없이 운용이 가능한 '자립형센서'로서 활용할 수 있는 특허는 존재하지 않음
- TN과 TP를 동시에 측정할 수 있는 기기가 존재함
- TN과 TP 측정기 관련 특허의 피인용수와 특허 출원수가 매우 낮은 것으로 볼 때, 연구가 활발하지 않으며 혁신적인 기술적인 돌파구 역할을 할 수 있는 기술이 출현하지 않았다고 판단됨

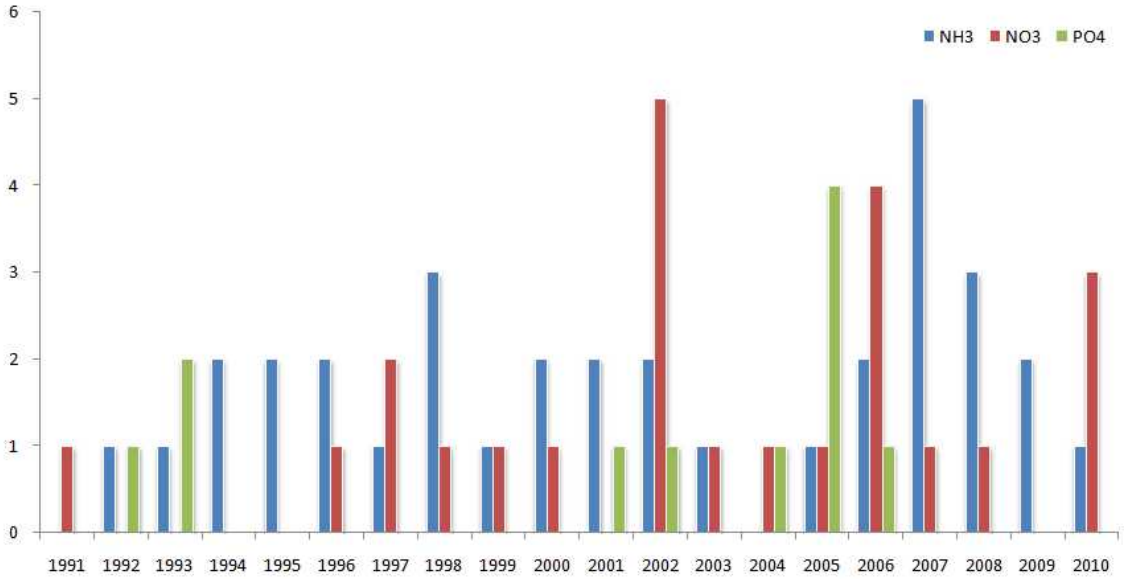
<표 2-21> TN/TP/TOC 측정기 관련 주요 특허

기술 분야	특허번호	출원 년도	특허명칭	출원인	피인용수
TN	JP10221327A	1997	TOTAL-NITROGEN MEASURING INSTRUMENT	TORAY ENG	2
TN	JP8184590A	1994	DETERMINATION METHOD FOR TOTAL NITROGEN IN LIQUID SAMPLE	HORIBA	2
TN/ TP	JP2000266677A	2000	ANALYZER FOR NITROGEN COMPOUND, PHOSPHORUS COMPOUND AND ORGANIC CONTAMINANT	SHIMADZU	1
TN/ TP	JP2004093509A	2002	TOTAL NITROGEN/TOTAL PHOSPHORUS MEASURING DEVICE	DKK TOA CORP	1
TP	JP2004093509A	2004	METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING TOTAL PHOSPHORUS	SHIMADZU	4
TOC	EP498888A1	1992	METHOD OF MEASURING TOTAL QUANTITY OF ORGANIC SUBSTANCES IN ULTRAPURE WATER AND ULTRAPURE WATER TREATING SYSTEM UTILIZING SAID METHOD IN PREPARATION OF ULTRAPURE WATER	NIHON MILLIPORE KOGYO	23
TOC	US5047212A	1991	Instrument for measurement of the organic carbon content of water	ANATEL	22
TOC	US6444474B1	2002	Microfluidic system for measurement of total organic carbon	ELTRON RES	12
TOC	JP9145653A	1997	METHOD AND INSTRUMENT FOR MEASURING CONTENT OF TOTAL ORGANIC CARBON OF HIGH-CONDUCTIVITY SAMPLE WATER	T & C TECHNICAL	5
TOC	US5672516A	1997	Method for reagentless measurement of the total organic carbon content of an aqueous sample	FELLWEGER ANALYTICS	4
TOC	US6477905B1	2000	Apparatus and instrumentation for measurement of TOC, NMOC and VOCs	NEW JERSEY TECH INST	4
TOC	JP2006300633A	2005	TOTAL ORGANIC CARBON MEASURING INSTRUMENT	SHIMADZU	3
TOC	JP6242097A	1991	ORGANIC CARBON MEASURING EQUIPMENT	SHIMADZU	3

□ 수질: $PO_4/NO_3/NH_3$ 센서/측정기

○ 미국, 일본, 유럽에 출원/등록된 $PO_4/NO_3/NH_3$ 센서/측정기와 관련된 특허는 각각 11건, 24건, 34건으로 NH_3 측정기에 대한 연구가 상대적으로 활발하게 진행되어온 것으로 판단됨

○ (특허 출원 추이) $PO_4/NO_3/NH_3$ 센서/측정기 관련 기술 특허 출원은 2000년-2007년 사이에 활발히 이루어졌으나, 특정한 출원 경향을 보이지는 않음



[그림 2-43] PO4/NO3/NH3 센서/측정기 특허 출원 추이

○ (특허 출원국가 현황) 관련 연구개발은 일본과 미국에서 연구개발이 가장 활발한 것으로 판단되며 독일, 프랑스, 영국 등 유럽국가들도 소수의 특허를 출원했음

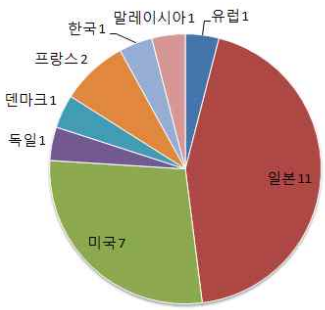
- 우리나라는 NO3 측정 관련한 단 1건의 특허만을 갖고 있음

○ (특허 출원인 현황) 호리바(HORIBA)社, 군제(GUNZE)社, 메이덴샤 전기(MEIDENSHA ELECTRIC)社와 같은 일본업체들이 PO4/NO3/NH3 센서/측정기 관련 특허의 상당부분을 점유하고 있으나, 압도적으로 많은 특허를 출원한 기업/ 기관은 존재하지 않음

○ (출원인 및 추이) PO4/NO3/NH3 측정 관련 특허의 수와 권리를 갖고 있는 기업의 수가 제한적인 것으로 볼 때, 기술의 권리화를 통해 전세계 시장을 공략하려는 기업은 소수이며 시장의 규모 또는 성장률이 크지 않을 것이라 예상됨



[그림 2-44] PO4 측정 국가별 특허 현황



[그림 2-45] NO3 측정 국가별 특허 현황



[그림 2-46] NH3 측정 국가별 특허 현황

※ 특허의 우선권주장 국가(priority country)를 기준

<표 2-22> PO4/NO3/NH3 센서/측정기 기술 관련 주요 특허 출원인

PO4		NO3		NH3	
출원인	출원 개수	출원인	출원 개수	출원인	출원 개수
HORIBA	1	GUNZE KK	3	NGK SPARK PLUG	3
MATSUSHITA ELECTRIC	1	COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE	2	HORIBA	2
NAT INST OF ADVANCED IND SCIEN	1	HARVARD COLLEGE	2	MEIDENSHA ELECTRIC	2
NAT RES INST OF BREWING	1	ARETE ASSOCIATES	1	MITSUBISHI HEAVY IND	2
SHINDENGEN ELECTRIC	1	CAMPBELL WILBUR DR	1	SHIMADZU	2

<표 2-23> PO4/NO3/NH3 센서/ 측정기 관련 주요 특허

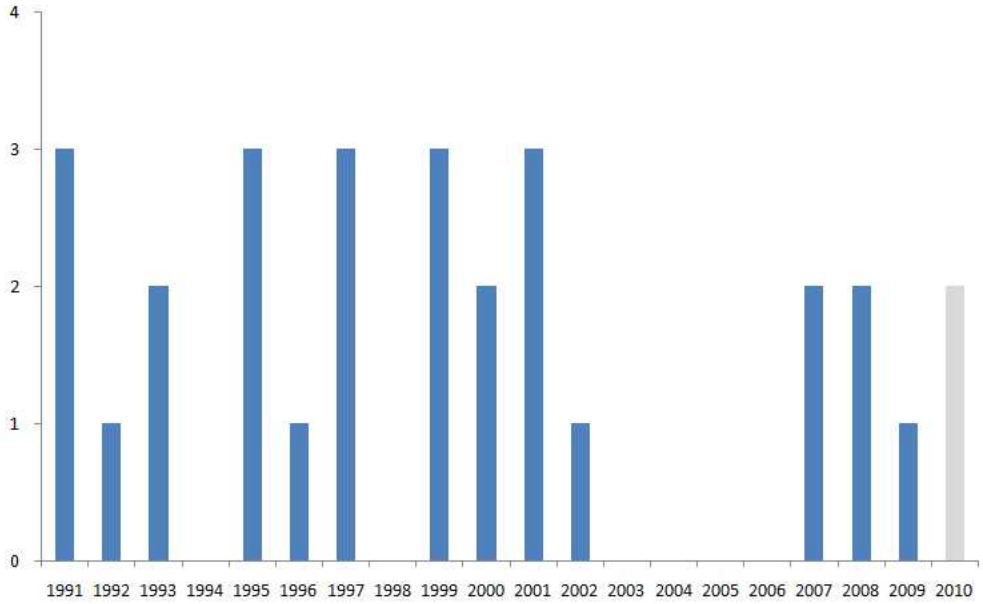
기술 분야	특허번호	출원 년도	특허명칭	출원인	피인용수
PO4	JP6011476A	1992	Ion sensitive substance and and ion sensor	TOSHIBA	1
NO3	US5858792A	1997	Method for measuring nitrite and nitrate in aqueous medium	UNIV SOUTH FLORIDA	8
NH3	US20030153088A1	2003	Micro-machined thin film sensor arrays for the detection of H2, NH3, and sulfur containing gases, and method of making and using the same	UNKNOWN	9

□ 수질: 중금속 센서/측정기

○ 1991년-2010년 사이에 미국, 일본, 유럽에 출원/등록된 중금속 센서/측정기와 관련된 특허는 31건으로 전반적으로 연구개발 활동이 활발하지 않음

- 우리나라는 총 3건의 특허를 출원함

○ (특허 출원 추이) 중금속 센서/측정기 관련 기술의 특허 출원은 2000년 초반 이후에 크게 감소했으며, 최근에 연간 약 2건씩 출원되고 있으나 전반적인 출원 경향을 찾기 힘듦



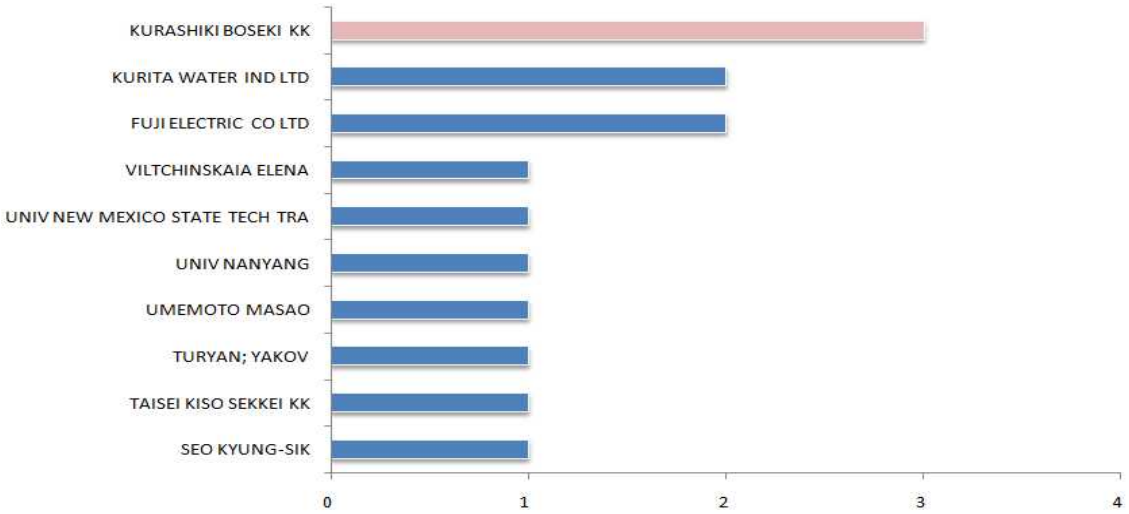
[그림 2-47] 중금속 센서/측정기 특허 출원 추이



[그림 2-48] 중금속 센서/측정기 특허 국가별 비중

○ (특허 출원인 현황) 쿠라시키 보세키(KURASHIKI BOSEKI)社, 쿠리타 워터(KURITA WATER)社, 후지 전기(FUJI ELECTRIC)社와 같은 일본업체들이 중금속 센서/측정기 관련 특허의 주요 출원인이며, 뉴멕시코주기술대(UNIV NEW MEXICO STATE TECH)와 난양대(UNIV NANYANG) 등의 대학도 중금속 관련 특허를 갖고 있음

- 압도적으로 많은 관련 기술 권리화를 달성한 기업/연구기관은 존재하지 않으며, 특허출원인으로 볼 때 비교적 소수의 관련 기업과 연구기관만이 존재함



[그림 2-49] 중금속 센서/측정기 기술 관련 주요 특허 출원인

<표 2-24> 중금속 센서/ 측정기 관련 주요 특허

특허번호	출원년도	특허명칭	출원인	피인용수
JP6027081A	1993	Method and equipment for electrochemical detection	NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE	13
US5635043A	1995	Device comprising microcell for batch injection stripping voltammetric analysis of metal traces	TURYAN; YAKOV	12
US5284567A	1993	Sampling system and analysis cell for stripping voltammetry	ESA INC	11
US6699384B1	2000	Compact electrochemical sensor system and method for field testing for metals in saliva or other fluids	BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE	9
US6485983B1	1999	Bismuth-based electrochemical stripping analysis	UNIV NEW MEXICO STATE	4

□ 수질: 다항목 수질측정 센서

○ 다항목 수질측정 센서/ 측정장치 관련된 특허는 단 2건 밖에 존재하지 않으며, 2000년대 초반에 미국에서 출원됨

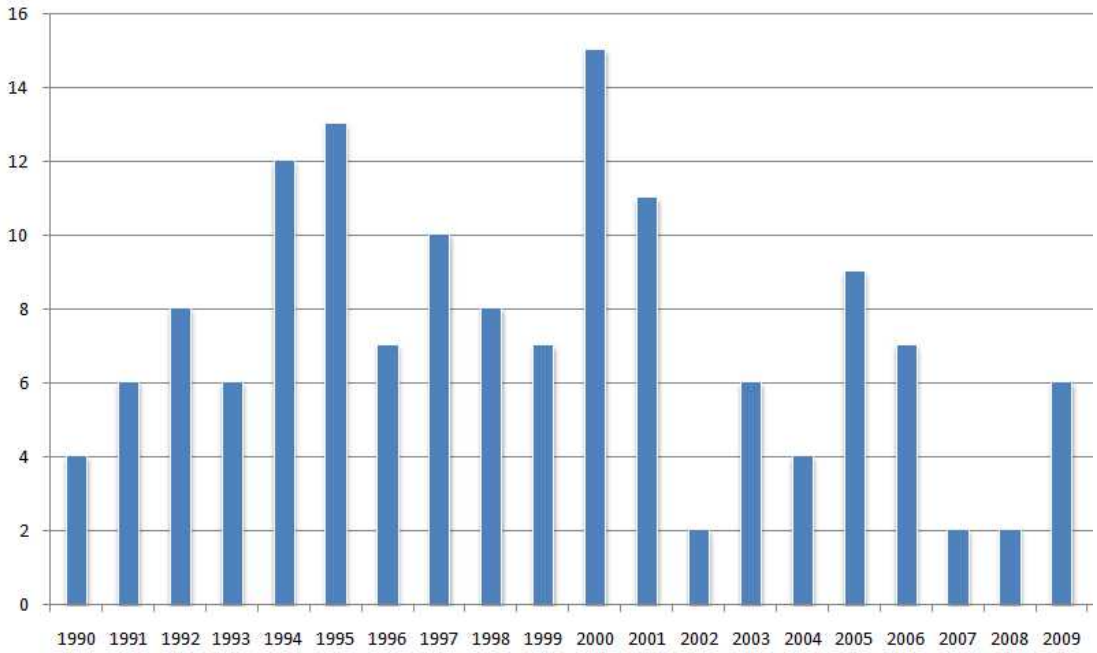
○ YSI社 등에서 이미 상용화된 제품이 나온 것에 비해 특허 권리화 수준은 낮은 상태임

<표 2-25> 다항목 수질측정 센서 관련 주요 특허

특허번호	출원년도	특허명칭	출원인	피인용수	특징
US7007541 B2	2002	Multi-parameter monitoring system	IN SITU INC	1	- 복수의 센서헤드들을 어세블리에 장착 - 어세블리 장치들의 정보를 중앙 통제 장치에서 관리
US20060031040 A1	2004	System for real-time contaminant detection in a water distribution system	Unknown	2	- 각 센서는 통합된 프로세스와 인터페이스를 가짐 - 측정 데이터는 실시간으로 인터넷서버로 전송

□ 수위 측정 센서

○ (특허 출원 추이) 미국, 일본, 유럽에 출원/등록된 수위측정 센서 관련 특허는 모두 151건이며, 1990년대에는 빠르게 증가했으나 2000년을 고점으로 다소 감소하고 있으나 특정한 추세를 보이지는 않음



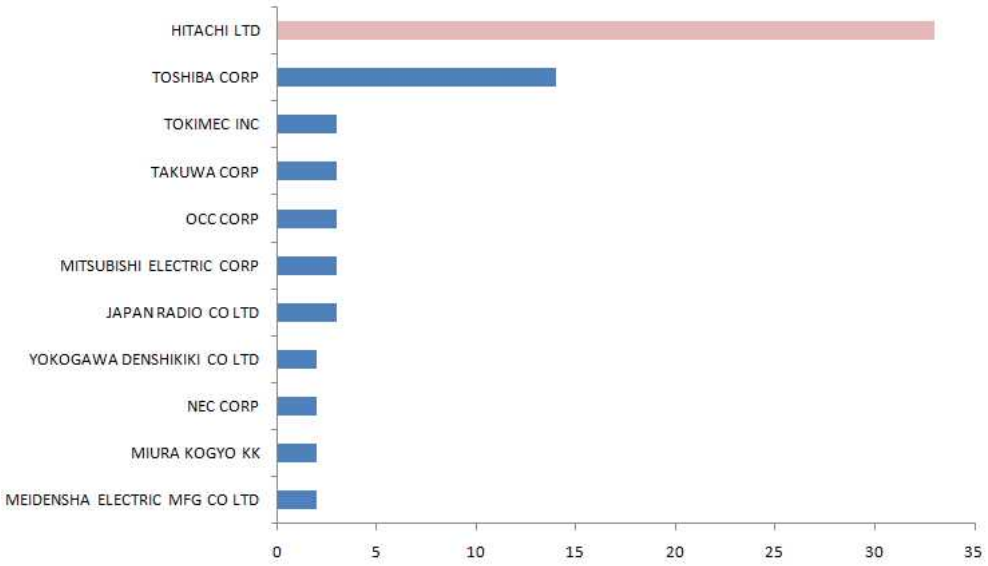
[그림 2-50] 수위측정 센서 관련 특허 출원 추이

○ (특허 출원 국가) 수위측정 센서의 특허출원 국가로 미루어보아 일본에서 관련 연구가 가장 활발하며, 우리나라와 미국도 소수의 특허를 출원함



[그림 2-51] 수위측정 센서 특허 국가별 분포

○ (특허 출원인 현황) 히타치(HITACHI)社와 도시바(TOSHIBA)社 등과 같은 일본의 종합 전기전자 업체들의 수위측정 센서 특허 출원 건수가 많음



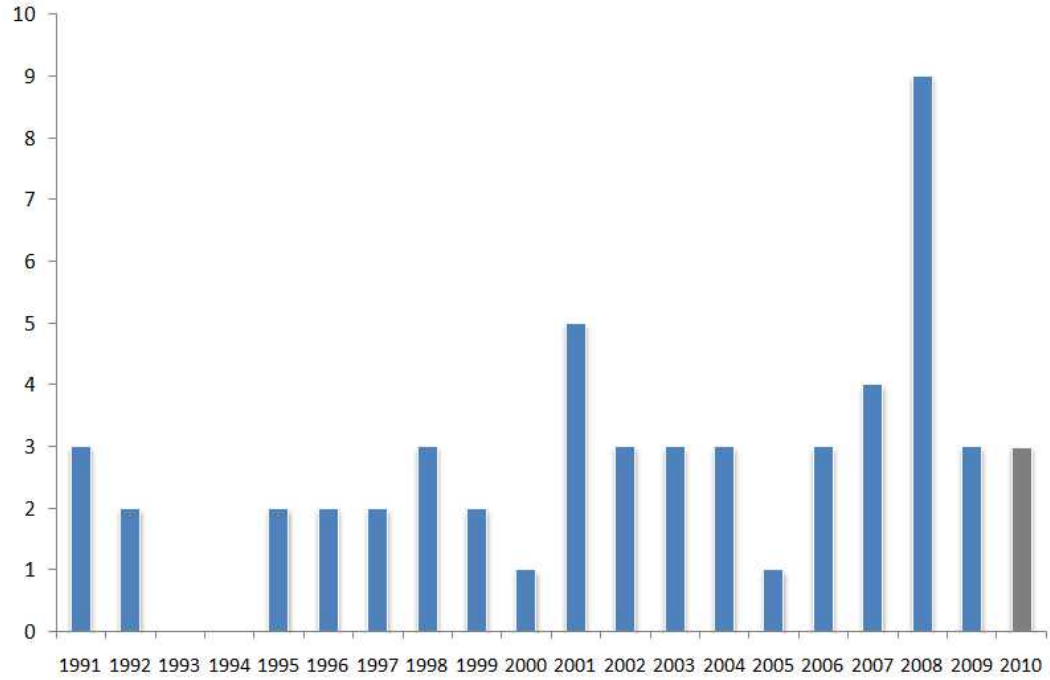
[그림 2-52] 수위측정 센서 관련 특허 주요 출원인

<표 2-26> 수위측정 센서 관련 주요 특허

특허번호	출원년도	특허명칭	출원인	피인용수
US5249463A	1992	Measurement of liquid level	SCHLUMBERGER	20
JP8043173A	1994	METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING WATER LEVEL	HITACHI	6
JP9236473A	1996	METHOD AND DEVICE FOR WATER LEVEL MEASUREMENT UTILIZING WATER COLUMN PRESSURE MEASUREMENT	CHIYANMIN	5
JP9161076A	1995	METHOD AND DEVICE FOR MEASURING WATER LEVEL BY USING PICTURE PROCESSING	HITACHI	5
US5247833A	1992	Water level measuring apparatus	FUJITSU	5
JP3170029A	1989	WATER LEVEL MEASURING INSTRUMENT	MITSUBISHI ELECTRIC	5
JP8166276A	1995	LARGE SPAN WATER LEVEL MEASURING METHOD AND DEVICE THEREOF	SHIYOUMIN TECHNOL	5
WO2004076972A1	2003	WATER LEVEL MEASURING SYSTEM	MITSUBISHI ELECTRIC	4

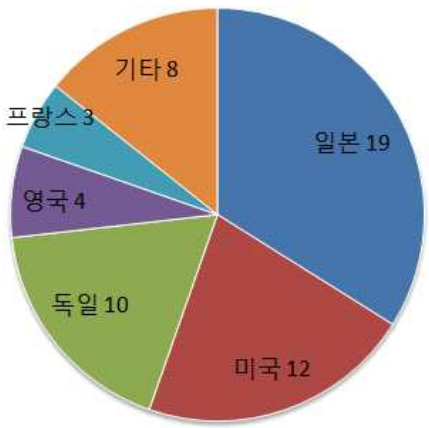
□ 유량 측정 센서

○ (특허 출원 추이) 미국, 일본, 유럽에 출원/등록된 유량측정 센서 관련 특허는 모두 56건이며, 2008년에 급격히 증가한 것은 제외하고는 대체적으로 일정하거나 완만한 상승세를 보임



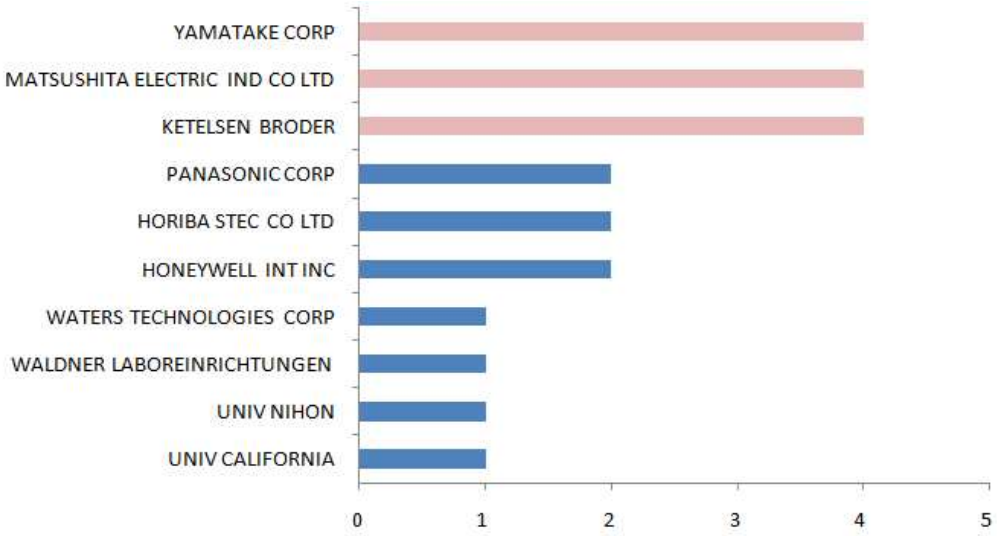
[그림 2-53] 유량측정 센서 관련 특허 출원 추이

○ (특허 출원 국가) 일본과 미국 외에도 독일, 영국, 프랑스 등의 유럽국가에서도 유량측정 특허의 출원이 활발하며, 우리나라는 관련 특허가 전무함



[그림 2-54] 유량측정 특허 국가별 본포

○ (특허 출원인 현황) 야마타케(YAMATAKE)社, 마츠시타 전기(MATSUSHITA ELECTRIC)社, 호리바(HORIBA)社 등과 같은 일본 기업들의 유량 측정 센서 특허 출원 건수가 많음



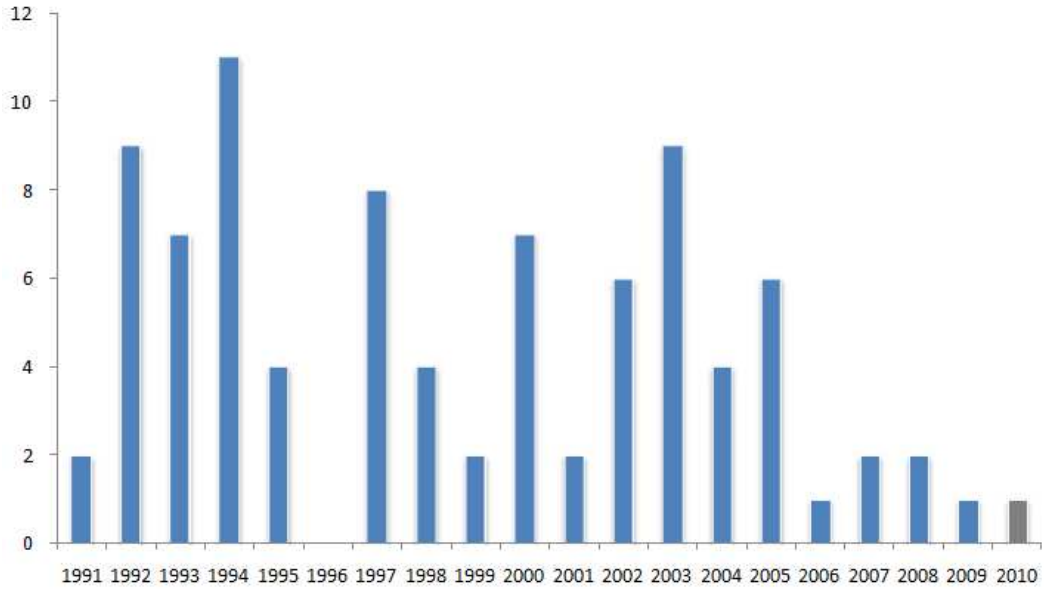
[그림 2-55] 유량측정 센서 특허 주요 출원인 현황

<표 2-27> 유량측정 센서 관련 주요 특허

특허번호	출원년도	특허명칭	출원인	피인용수
US6260420B1	1998	Inductive flow meter signal line and electrode arrangement	KETELSEN BRODER	7
US6748811B1	2001	Ultrasonic flowmeter	MATSUSHITA ELECTRIC	7
US6931945B2	2004	Doppler ultrasonic flowmeter	TOKYO ELECTRIC POWER	6
WO1999047895A1	1999	A FLOW METER	ABB OFFSHORE SYSTEMS	4
EP500783B1	1990	PRESSURE TRANSDUCER WITH FLOW-THROUGH MEASUREMENT CAPABILITY	SETRA SYSTEMS	4

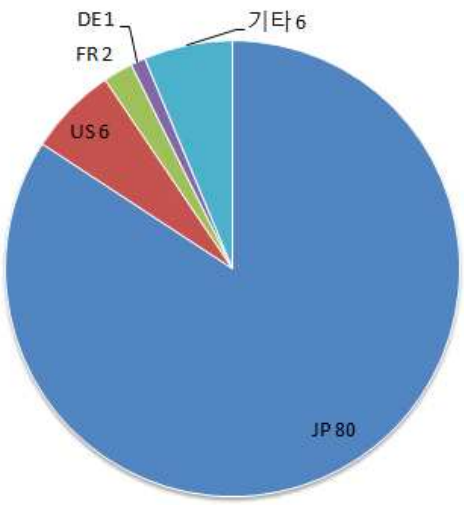
□ 유속 측정 센서

○ (특허 출원 추이) 미국, 일본, 유럽에 출원/등록된 유속측정 센서 관련 특허는 모두 95건이며, 2000년에 들어 점차 감소하고 있는 듯 보이나 일정한 출원 경향을 발견할 수는 없음



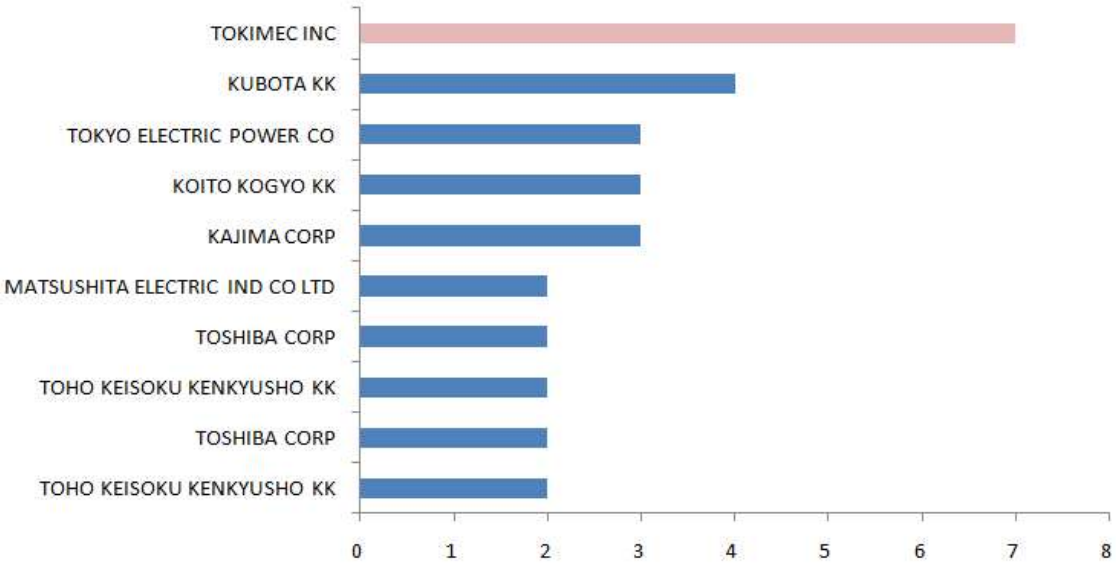
[그림 2-56] 유속측정 센서 관련 특허 출원 추이

○ (특허 출원 국가) 일본이 대부분의 유속측정 센서 관련 특허를 출원했으며 우리나라는 관련 특허가 전무함



[그림 2-57] 유속측정 센서 관련 국가별 특허 분포

○ (특허 출원인 현황) 유압기기 업체인 토키멕(TOKIMEC)社, 쿠보타(KUBOTA)社 등의 일본 기업들의 유속 측정 센서 특허 출원 건수가 많음



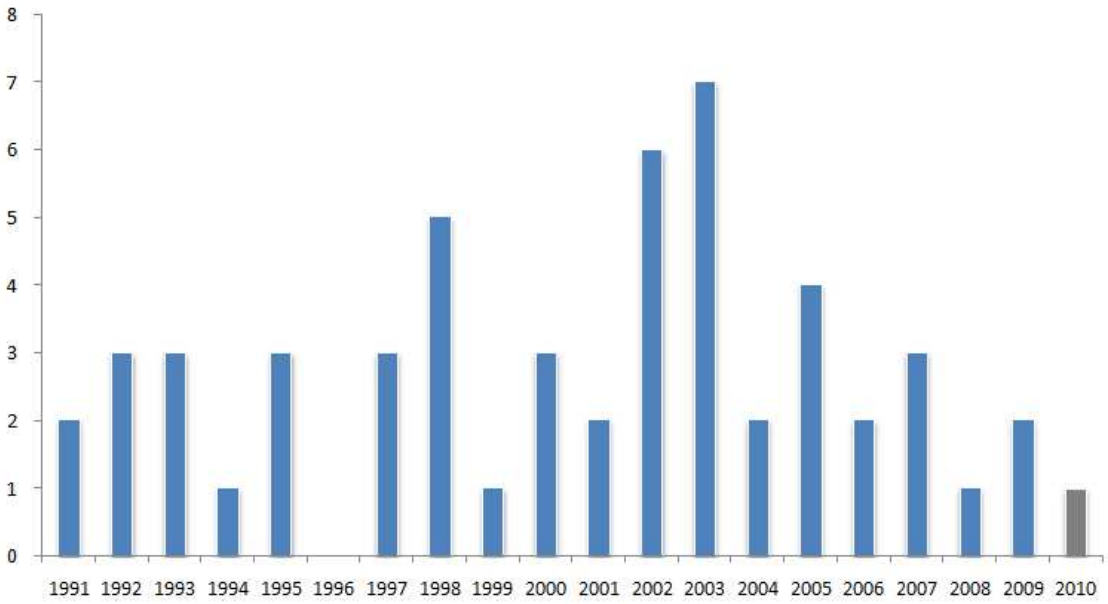
[그림 2-58] 유속측정 센서 특허 주요 출원인 현황

<표 2-28> 유속측정 센서 관련 주요 특허

특허번호	출원년도	특허명칭	출원인	피인용수
US5824914A	1997	Method and arrangement for measuring the flow velocity of a liquid, particularly water	ORAS OY	11
JP200241165A	2002	INSERTION TYPE ELECTROMAGNETIC CURRENT METER	HITACHI	5
JP6081378A	1992	ULTRASONIC FLOW VELOCITY/FLOW RATE MEASURING UNIT FOR WATER SUPPLY PIPE	KUBOTA	4
US5515338A	1994	Method and apparatus for measuring water velocities and discharges in rivers and the like	STEDTNITZ	3
JP3221815A	1990	FLOW VELOCITY SENSOR PROBE	TERUMO CORP	3

□ 강수량 센서/측정기

○ (특허 출원 추이) 미국, 일본, 유럽에 출원/등록된 유속측정 센서 관련 특허는 모두 62건이며, 뚜렷한 출원 경향을 찾기 어려움



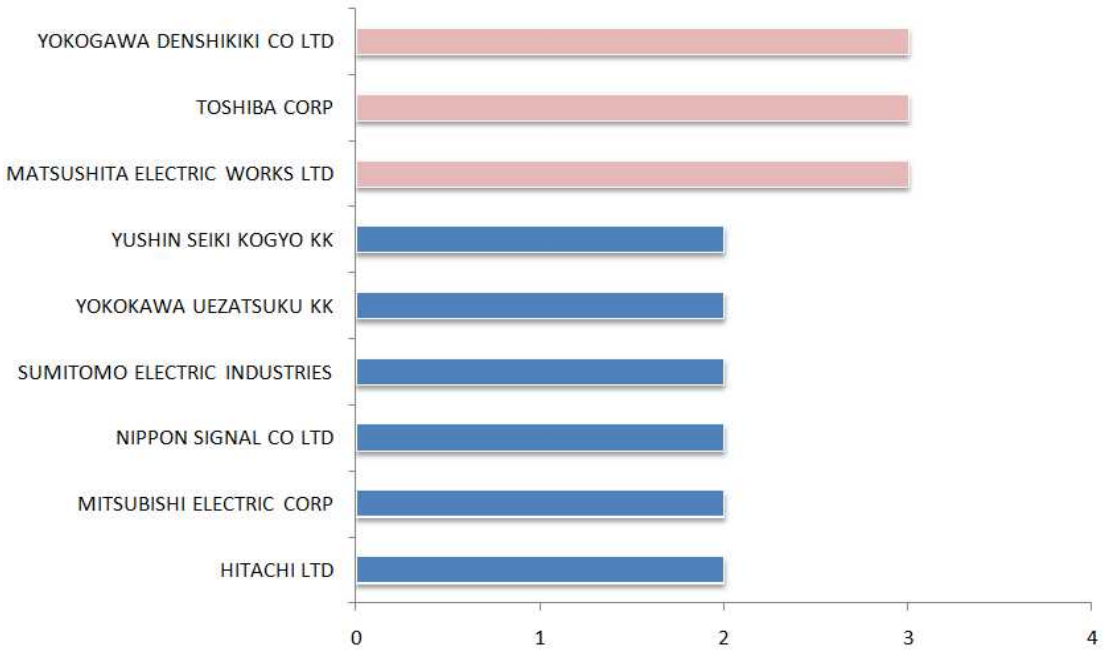
[그림 2-59] 강수량 센서/측정기 관련 특허 출원 추이

○ (특허 출원 국가) 일본이 대부분의 강수량측정 센서 관련 특허를 출원했으며 우리나라는 관련 특허가 전무한 상태임



[그림 2-60] 강수량 센서/측정기 관련 특허 국가별 분포

○ (특허 출원인 현황) 주요 특허 출원 기업으로 요코가와 덴시키키YOKOGAWA DENSHIKIKI)社, 도시바(TOSHIBA)社, 마스시타 전기(MATSUSHITA ELECTRIC)社 등의 일본 기업들이 있음



[그림 2-61] 강수량 센서/측정기 관련 특허 주요 출원인

<표 2-29> 강수량측정 센서 관련 주요 특허

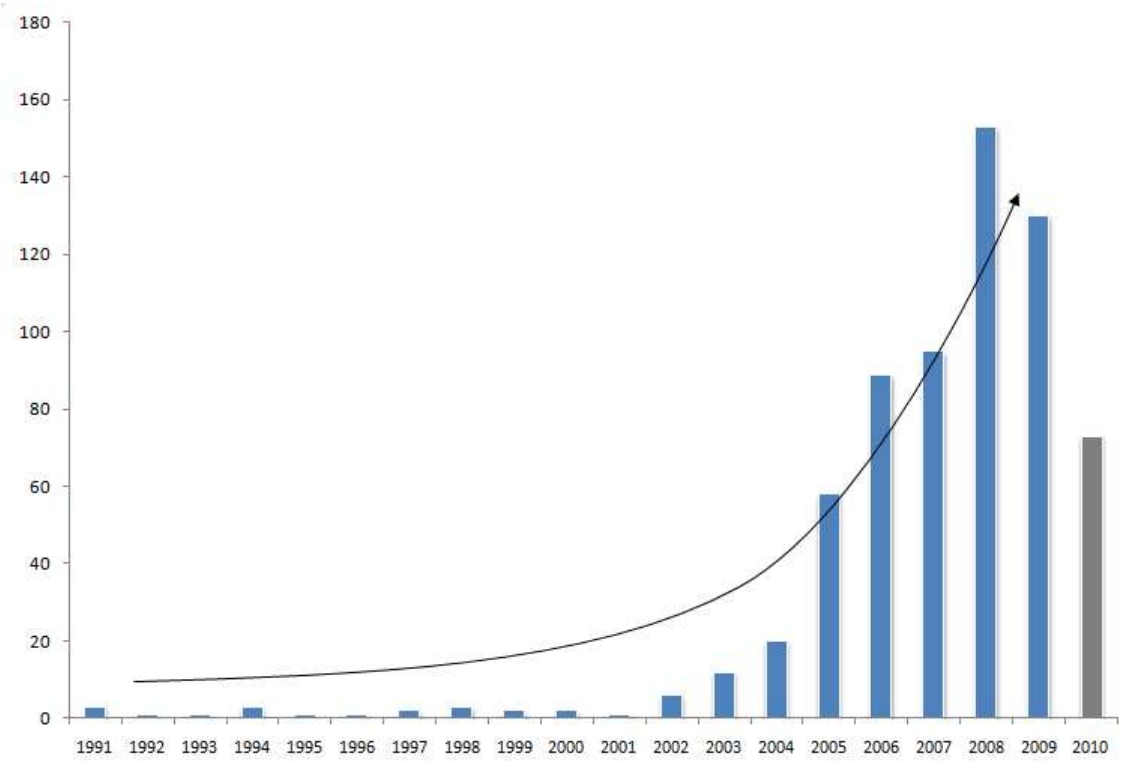
특허번호	출원년도	특허명칭	출원인	피인용수
US5505082A	1995	Rainfall rate gauge	CUSHMAN; ROBERT B	11
JP4164286A	1990	TUMBLING MEASURE TYPE RAIN GAUGE	YOKOKAWA UEZATSUKU	7
US5048331A	1990	Continuous rainwater monitoring system	MITSUBISHI ELECTRIC	4
JP5045454A	1991	RADAR APPARATUS FOR RAINFALL	TOSHIBA	3
JP2002071349A	2000	METHOD AND DEVICE FOR MEASURING RIVER WATER LEVEL	HITACHI	2
JP2002350560A	2001	RADAR RAINFALL CORRECTION/DISTRIBUTION SYSTEM	FOUNDATION OF RIVER & BASIN IN	1

□ **해양 수질 센서/측정기**

○ 해양에 특화된 병원균, 미세조류, 부유물질, 적조 등을 측정할 수 있는 기술과 관련된 특허는 거의 존재하지 않으며, 하천 또는 산업에서 적용되는 유사한 기술을 변형하여 해양 수질 센서/측정기에 적용하고 있다고 판단됨

나) 광역 환경센서망 분야

○ (특허 출원 추이) 미국, 일본, 유럽에 출원/등록된 광역 환경센서망 관련 특허는 모두 664건이며, 2002년부터 빠른 속도로 증가하고 있는 것으로 볼 때 전세계적으로 연구개발이 매우 활발히 이루어지고 있는 것으로 보임



[그림 2-62] 광역환경센서망 관련 특허 출원 추이

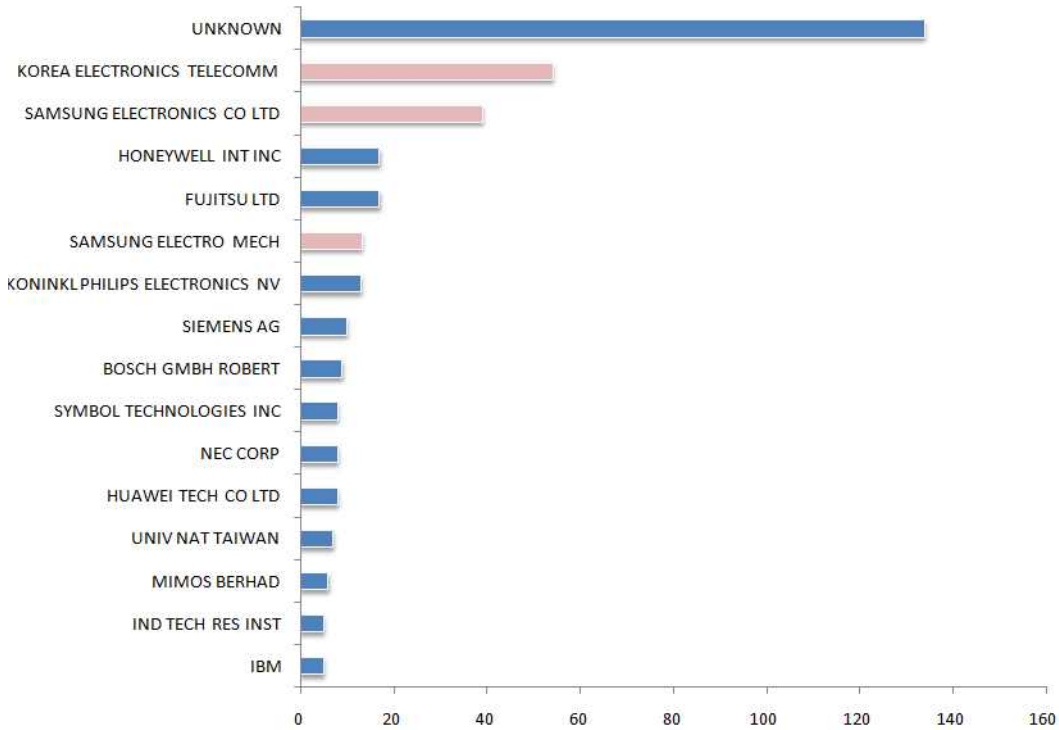
○ (특허 출원 국가) 광역환경센서망 관련 기술은 미국과 한국에서 약 2/3 정도의 특허가 출원되고 있으며, 특허 출원 수로 볼 때 센서/측정기 기술과 달리 우리나라가 세계적인 경쟁력을 갖고 있는 분야로 판단됨

○ (특허 출원인) 우리나라의 ETRI, 삼성전자社, 삼성전기社 등이 광역환경센서망과 관련된 기술을 주도하고 있음

- 센서/측정기 분야와 달리 다양한 국적의 굉장히 많은 기업, 연구기관 및 개인(Unknown)들이 광역환경센서망 분야의 연구개발에 참여하고 있음



[그림 2-63] 광역환경센서망 관련 특허 국가 분포



[그림 2-64] 광역환경센서망 관련 특허 주요 출원인

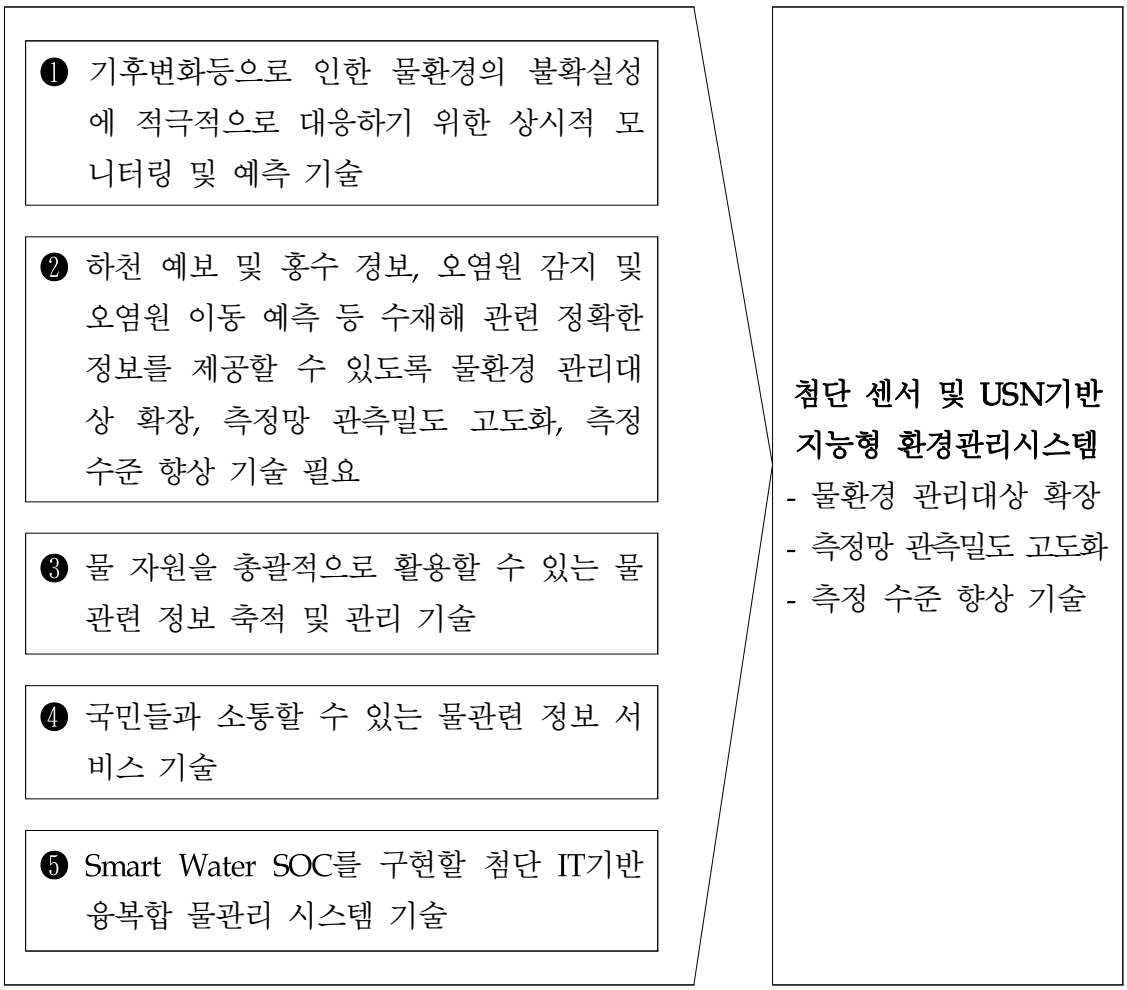
<표 2-30> 광역환경센서망 관련 주요 특허

특허번호	출원년도	특허명칭	출원인	피인용수
US20040235468A1	2003	Wireless network clustering communication system, wireless communication network, and access port for same	UNKNOWN	31
US7119676B1	2004	Method and apparatus for multi-waveform wireless sensor network	INNOVATIVE WIRELESS TECHNOLOGI	27
US5327552A	1992	Method and system for correcting routing errors due to packet deflections	BELL COMMUNICATIONS	23
US20060187866A1	2005	Method for reporting and accumulating data in a wireless communication network	SENSICAST SYSTEMS	17
US20080291855A1	2007	Wireless Data Networking	PHASE IV ENGINEERING	14
US20030204371A1	2003	Temporary wireless sensor network system	CHEVRON USA	13
US20080056261A1	2006	Zigbee/IP Gateway	SONY ERICSSON MOBILE	10
US20090109058A1	2008	Traffic information providing method and device and traffic information receiving method and device	KOREA ELECTRONICS TELECOMM	2

3. 기술개발 수요 분석

3.1 미래사회 수요

3.1.1 미래사회 물환경관리 수요 (종합)



3.1.2 기후변화에 따른 물환경의 불확실성 증가

○ 기후변화가 수자원에 미치는 영향은 크게 3가지로 요약됨

- ① 물부족을 심화시키고 지속가능한 물공급을 어렵게 하고, ② 수질에 영향을 주며, ③ 물 수요를 증가시킴[15)]

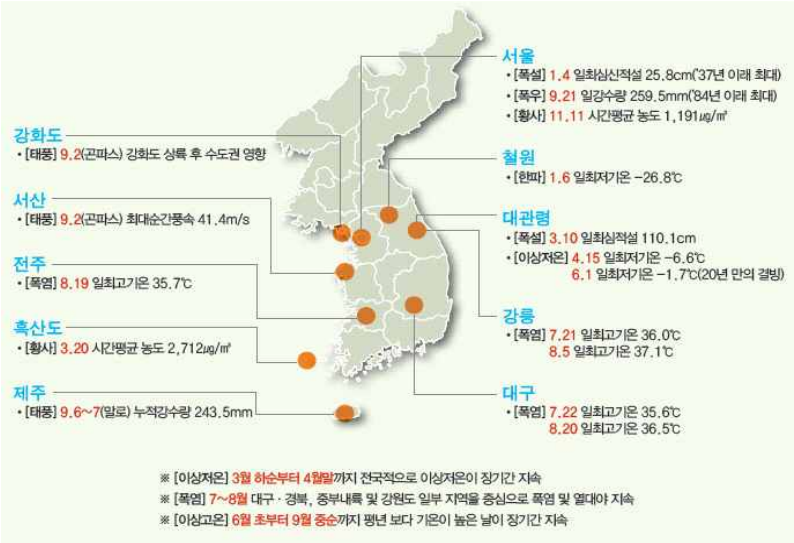
○ 지금으로부터 50년 뒤인 2060년의 우리나라 물 부족량은 33억t에 이르며

15) UN, 'Climate Change and the Global Water Crisis', 2009.05

2100년 집중호우 횟수는 지금의2~3배, 가뭄 발생 횟수는 3~4배 이상 증가할 것으로 보고됨16)

○ 기후변화가 가속화되면서 **강수량과 태풍·홍수 발생 양상이 달라져 예측이 어려워지고** 국내 수질·수자원에도 영향을 미침

- 예기치 못한 홍수 등에 따라 수질이 급격히 나빠질 가능성이 커짐
- 수온이 상승함에 따라 조류나 박테리아가 더 많이 번식할 수 있고 인체에 악영향을 주게 됨
- 특히 기후변화는 하천수나 지하수와 같은 담수자원을 감소시켜 물문제를 가중시킬 위험이 있음
- 2010년에는, 1937년 이래 최대 적설량 기록(2010.1.4)을 비롯하여 추석 연휴 첫날인 9월 21일에는 서울에 강수량 259.5mm의 기록적인 비(역대 2위)가 내려 시내 곳곳이 물바다로 변하는 등 이상 기후의 모습이 역력했음17)



[그림 3-1] 2010년 이상기후 분포도

출처: 기상청 홈페이지, 2010 이상기후 특별보고서 발간 내용 소개

❶ 물환경의 불확실성을 줄일 수 있도록 물환경 모니터링 및 예측 기술이 필요

16) 차윤정 4대강 살리기 추진본부 환경본부장, 중앙일보 2010년 10월 20일자 컬럼, "물관리가 국가 경쟁력"

17) 기상청,녹색성장위원회, '2010 이상기후 특별보고서', 2010.12.26

3.1.3 사회 물 안전망에 대한 수요 확대

○ 미국, 네덜란드 등 물 선진국에서는 “물관리=안보문제”로 인식

- 미국 안전보장국은 물 부족 등 자연자원의 부족이 무력 충돌을 야기할 수 있다고 경고함
- 육지의 4분의 1이 바다 아래에 있어 상시적으로 홍수 위협을 받는 네덜란드는 2200년까지 주변 해수면의 상승을 예측하는 등 2200년까지의 물관리 계획을 수립

○ 심각해지는 물 부족 현상과 수질 오염으로부터 깨끗한 물을 확보할 수 있는 기술이 더욱 중요해지고 있음

- 전 세계에서 오염된 물로 인한 사망자는 연간 500만명 이상으로 추정함

○ 도시화, 산업화로 수질오염사고 발생 시 피해규모가 대형화될 우려가 커짐에 따라 사회 물 안전망에 대한 수요 증가

- 최근 5년간 주요 강에서의 수질오염사고 259건(한강 99, 낙동강 31, 금강 25, 섬진강 및 영산강 19, 기타 85)이 발생하였으며, 이로 인해 용수공급 중단 및 오염된 수돗물 음용 등 시민 건강에 직간접적인 피해를 야기

<표 3-1> 최근 5년간 발생한 수질오염사고 건수

(단위: 건)

사고 하천	한강	낙동강	금강	섬진강/영산강	기타
건수	99건	31	25	19	85

- 사회 물안전망 선진화에 대한 수요가 확대에 따라 물환경 관리대상의 확장, 측정망 관측밀도의 고도화, 측정 수준 향상을 위한 기술개발수요 발생

❷ 홍수 등 수재해에 대비할 수 있도록 하천 예보 및 홍수 경보, 오염원 감지 및 오염원 이동 예측 등 수재해 관련 정확한 정보를 제공할 수 있도록 물환경 관리대상 확장, 측정망 관측밀도 고도화, 측정 수준 향상 기술 필요

3.1.4 Waternomics 시대의 도래

○ 로드리고 구스만 모니터그룹 글로벌워터 프랙티스 리더는 "**자원, 환경, 국가 경쟁력으로서의 물을 총체적으로 접근하는 '워터노믹스'가 수자원 통합관리의 새로운 장을 열 것**"이라고 말함[18)]

※ Waternomics는 'Water'(물)과 'Economics'(경제)의 합성어로, 생존과 생활에 필요한 물을 공급하는 필수역량(Life Enabler)과 물을 통해 국가의 부를 축적하는 가치창출역량(Value Enabler)을 모두 확보한 단계를 뜻함

○ 이들 Waternomics도 물관련 기술개발이 없이는 무용지물임

- 집중호우와 홍수 등 수해, 수질 악화에 효과적으로 대응하기 위해서는 고도화된 IT기반의 모니터링 체계가 필요

<표 3-2> Waternomics의 경쟁력 6가지 키워드

항목	내용
Water Safety	기후변화와 기상이변에 따른 집중호우와 홍수 등 수해, 수질 악화에 효과적으로 대응해 신체나 생명에 대한 위험과 국가적 부의 손실을 최소화하는 역량
Water Security	물과 관련한 국가적, 지역적 분쟁과 미래 물 부족 위험으로부터 국민의 생명과 안전을 확보 유지하는 개념
Water Divide	물 자원과 인프라의 격차에 따라 나타나는 물에 대한 접근성의 차이를 말함. 지리적 특성외에도 수자원 인프라에 따라 물 접근성의 격차가 나타날 수 있음
Water Richiness	물 자원을 활용해 교통, 여가, 주거환경 등의 생활 편의성을 개선하고 생태 환경을 보호해 개발과 보전의 균형을 추구하는 역량
Water Industry	물 순환 체계에서 물을 공급하고 처리, 사용, 재활용하는 과정과 관련된 정수용 필터 및 약품 제조, 수처리 및 운영 서비스, 댐 등 관련 시설 건설 등의 산업을 말함
Water Hub	물 기업, 연구개발 인력과 기관, 국제기구 등의 집적을 통해 경제적 부가가치를 창출하는 물 산업 중심지를 말함. 아시아에서는 싱가포르, 유럽에서는 네덜란드, 중동에서는 이스라엘이 워터허브로 꼽힘

출처: 동아일보 지역경쟁력센터/모니터그룹, W20 물경쟁력 평가, 동아일보 2010.10.18일자

18) 동아일보, "한국 물 경쟁력 W20국 중 14위", 2010.10.18

<표 3-3> 우리나라 물관리 현황과 정책방향

항목	현황	원인
가뭄 및 물부족	지난 100년간(1908년~2007년) 가뭄 16회, 2년 연속 대가뭄은 7회 발생	용수수요량은 지속적으로 증가 추세이나 수자원 확보량은 절대 부족
홍수	기후변화 등의 영향으로 최근 10년간('99~'08년) 1일 100mm 이상 집중호우 발생빈도는 385회로, '70~'80년대 222회에 비해 1.7배 증가(기상청 25개 관측소 기준)	홍수조절용량 부족과 제방축조 위주의 치수대책
수질	하수처리장 확충 등으로 BOD는 개선되고 있으나, COD, TP 등 수질오염도는 아직 높음	주요 강 유역의 낮은 하수도 보급률, 축산·농경지 비점오염 부하량 증가, 하천건천화로 갈수기 유량 부족
하천생태	생물다양성, 개체수 부족 등 생태계 건강성 미흡	갈수기 수량부족, 수질악화 및 하천내 농경지 난립 등으로 생태계 악영향
하천공간 활용	하천공간이 문화·예술·관광·레저 등의 복합공간으로 활성화되지 못하고 있음	하천유지유량 부족으로 수면적이 작고 수심이 낮아 친수활동에 부적합하고 제방 등으로 단절되어 접근이 어려움

출처: 국토해양부, 4대강 살리기 마스터플랜

❸ 물 자원을 총괄적으로 활용할 수 있는 물 관련 정보 축적 기술 필요

3.1.5 수요중심의 환경 정보 서비스 통합 시스템의 확대

○ 우리나라는 유무선 통신 인프라가 전국에 구축되고 국민들의 쌍방향 정보 수요가 대단히 높으므로 물관련 정보의 쌍방향 소통 서비스 개발이 용이함

○ 과수원이나 양식장등 환경 정보가 생산과 직결되는 곳에 도움을 줄 수 있도록 환경관련 정보를 다양하게 활용할 수 있는 기술 개발 필요

○ 이와 같은 현상이 지속된다면 공급자 중심이었던 물산업이 소비자 중심으로 변할 가능성이 높아짐

❹ 국민들이 원하는 환경 정보와 서비스를 소통하고 충족할 수 있는 기술 개발

3.1.6 IT 기술 중심으로 물관리의 융복합화 및 스마트화

○ IT기술이 고도화되면 유비쿼터스 환경이 구축되어 정보전달의 시공간 한계가 사라지고 필요한 정보를 언제 어디서나 활용 가능함

- 모니터링관련 센서가 소형화 및 정밀화되어 모니터링영역이 확대되고 정확도 등도 크게 향상됨

○ 특히 고도 IT기술을 기반으로 한 '스마트 SOC'는 하나의 트렌드로 자리잡고 있으며 선진국들도 집중적으로 투자하는 분야임

- ▷ 센서 내장 등으로 디지털화하고, ▷ 생성되는 데이터를 유무선 네트워크를 통해 상호연결하며, ▷ 실시간으로 분석·예측하여 ▷ 최적으로 대응
- 관련된 IT의 추가 투자규모는 전체 SOC투자의 5~10%이지만 이를 통해 전체 SOC의 효율성 및 생산성을 10~30% 개선 가능

○ 삼성경제연구소는 '스마트 SOC'의 유형 가운데 '스마트에코(Smart Eco)'기술을 센서네트워크를 활용해 대기환경, 하천수질 등을 상시 모니터링하고 상하수도관 등 용수공급망을 효율적으로 관리하는 시스템이라 규정

- 대기질과 수질 개선 및 누수 절감을 통해 연간 9천억원의 사회적 편익을 창출하며, 물처리산업, 관광산업 발전에도 기여한다고 분석함[19)]

<표 3-4> 기존SOC와 스마트SOC의 차이점

	기존 SOC 접근방식	스마트 SOC 접근방식
인간의존도	**Dependent (타율적)** 사건 대응 및 문제해결시 사람의 주의, 판단, 개입이 필수	**Autonomous (자율적)** 많은 경우 사람의 직접적인 개입 없이 문제를 스스로 알아서 인지하고 처리
운영방식	**Unidirectional (일방적)** 니즈와 무관한 동질적 서비스 중앙 집중적인 자원배분	**Interactive (쌍방적)** 다양한 니즈에 부응하는 맞춤형 서비스 분권적, 시장경제적 자원배분
대응방식	**Reactive (대응적)** 문제가 발생한 후에야 대응 사람의 요구가 있을 때 대응	**Proactive (선제적)** 사전적으로 문제의 소지를 제거 명시적 요구가 없어도 해결책을 제시

출처: 삼성경제연구소, SOC투자의 신조류 스마트 SOC, 2009.3

❺ 자율적이고 쌍방향적이며 선제적인 "스마트 SOC" 를 구현할 첨단 IT기반 융복합 물관리 시스템 기술 필요

19) 삼성경제연구소, SOC투자의 신조류 스마트 SOC, 2009.3

3.2 관계부처 수요

3.2.1 부처 수요 종합 정리

(1) 현황

<표 3-5> 부처별 물관리 현황 요약

부처	물 관리 현황
환경부	· (주요 업무) 수질오염 예방정책, 수질오염물질의 처리, 하천환경 관리, 수질오염행위 감시·단속, 수질 모니터링 및 평가 등 · (산하기관) 국립환경과학원, 유역(지방) 환경청, 한국환경공단 · (주요 시스템) 수질자동측정망, 수질원격감시체제(TMS)과 이들을 통합 관리하는 수질오염방제센터를 운영
국토해양부	· (주요업무) 하천유량관리 시스템 구축/운영, 하천홍수의 통제와 관리, 수문조사와 관측, 수도시설 개발과 이용에 관한 사업, 수자원개발시설 건설 및 운영/관리, 댐 수질조사, 하천공사의 측량/설계/시행 · (산하기관) 4대강 홍수통제소, 지방국토관리청, 한국수자원공사 · (주요 시스템) 국가 수자원관리 종합정보시스템, 지하수정보 관리 시스템, 유역조사 지원시스템, 홍수지도관리 시스템, 통합홍수 예경보시스템, 전국용수이용 자료관리시스템 등
농림수산 식품부	· (목적) 농어촌지역에서 필요한 용수의 개발·이용과 보전 · (업무) 농어촌용수계획 수립, 농업용 댐과 지하수 개발/ 관리, 농어촌의 수질오염방지시설, 하수도 시설 설치와 지원 사업, 해양환경모니터링: 수위, 수질, 수량을 모두 포함 · (산하기관) 한국농어촌공사, 국립수산과학원 · (추진사업) 농업용수 관리자동화 사업, 국가해양환경관측망, 수산환경모니터링, 양식어장 수질 자동측정소
행정안전부	· (업무) 풍수해 등 재난 경보/관리 업무, 지방자치단체에서 관할하고 있는 하천의 관리 및 홍수대책, 온천개발 및 관리업무, 민방위 급수시설 관리 · (산하기관) 소방방재청 · (주요 시스템) U0IT기반의 저탄소 녹색도시 건설, 실시간 하천·호소 생태모니터링 시스템, 지능형 재난재해 예방 및 대응체계 구축

(2) 문제점과 기술개발 수요 종합

<표 3-6> 부처별 물환경 관리 문제점과 기술개발 수요 요약

부처	문제점	기술개발 수요
환경부	· 고가 장비를 자동화한 흐름주입 분석법 위주의 분서기 위주(전력 소모가 큼) · 환경공단의 장비는 극히 일부만 국산화된 상태 · 다양한 감시기능을 위해 중·소하천까지 측정 범위를 확대해야하지만, 기존 분석기류로 소하천에 측정망을 확대 구축할 경우 많은 비용이 소요됨	· 일반항목(pH, DO, EC, 탁도, 수온)과 T/N, T/P, TOC, 중금속 등의 **직독식 측정기** 개발 · 측정 정밀도 제고 · pH, DO, 전기전도도 등은 저가이면서도 신뢰성 높은 센서 개발이 필요 · 수질측정망/ 총량측정망에 해당하는 물질을 모두 All in one type으로 제작·활용
국토해양부	· 하천 분야 수량측정 자동화율 미흡 · 첨단 수량센서 국내 개발이 미흡하여 해외기술에 전적으로 의존 · 하천의 주요지점에 대해서만 측정하고 있는 수량정보를 전 하천 구간으로 확대 · 전통적 방식의 자체 통신망(VHF) 활용하여 효율성 저하 · 수량정보의 체계적인 관리 미흡 · 수량정보 확보를 위한 투자 부족(예산, 전문 인력 부족)	· 홍수예보 및 물관리를 위한 실시간 모니터링(수위, 유속, 유량, 강수량 및 보, 제방 등의 하천시설물의 간극수압, 변위, 온도) · 하천 수량 정보 불확실도를 5% 이내로 저감 가능한 센서 개발 · 전 하천으로 확대하기 위한 저가격이면서 신뢰성 높은 센서 개발
농림수산식품부	· 현재 수량측정과 수질측정이 분리되어 각각의 담당자가 현장방문 측정으로 저효율 고비용 · 현재의 실시간 연안환경 정보시스템의 설치 위치 및 운용 수량으로는 효율적인 모니터링에 한계 · 수온, 염분, 용존 산소 등을 측정하는데 그치고 있으며, 해역에 따라 추가적인 항목의 정보가 필요	· 농업용 저수지 수위, 수질, 수량 모니터링 센서, 통신, 전원방식 및 시설물의 개발 필요 · 보급형 모니터링 시스템 개발 · 사용자에 편리한 인터페이스에 기반을 둔 자료 제공 · 해양환경 변화를 종합적으로 반영하기 위해 적조, 유해미생물 측정센서 등을 개발
행정안전부	· 하천지천지류 등에 관련부처 및 인접한 지자체들과 공동 협업 어려움 · 상용 데이터 통신망을 이용하고 있어 지자체의 고정 예산 부담	· 환경 모니터링 데이터와 지방행정시스템과의 연동 · 측정 데이터를 전송하는 USN인프라 개발

3.2.2 환경부

가) 환경부의 물환경 관리 현황 및 개선방안

○ 환경부는 **물환경정책 수립·집행, 수질 및 수량(지방상수도, 수요관리 위주), 하천관리(자연형 하천정화사업 중심)** 등의 기능을 수행

○ 물관리를 위하여 환경정책기본법, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률, 4대강법(한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률, 낙동강, 영산강, 금강), 하수도법, 수도법, 먹는물관리법, 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 등의 법률을 관장함

○ 물환경정책의 기본 골격은 **수질오염 예방정책, 수질오염물질의 처리, 하천환경 관리, 수질오염행위 감시·단속, 수질 모니터링 및 평가, 물환경 관리 재정**임

○ 물환경정책국의 업무는 수질보전 기본정책 수립, 수계별 영향권역별 수질관리대책 수립, 공장폐수·축산폐수 및 비점오염원 관리로 구분되며 산하에 물환경정책과, 수생태보전과, 유역총량과, 상하수도정책관을 두고 있음

○ 정부조직이 여러 차례 개편되면서 2008년 이명박 정부 들어 물환경정책국과 상하수도정책관으로 조직체계가 구축되었음

<표 3-7> 물환경 행정조직 변화 과정

기간	물환경 행정조직
1970년	보건사회부 환경관리관실 수질보전담당관
1980년	환경청 설립 후 수질보전국(수질제도과/수질관리과/해양보전담당관)
1990년	환경처로 격상 후 수질보전국(수질제도과/수질관리과/폐수관리과/해양보전과)
1994년	상하수도국(수도정책과/상수도과/음용수관리과/하수도과)이 환경부로 이관됨
1996년	수질보전국의 해양보전과를 해양수산부로 이관
2002년	수질보전국(수질정책과/유역총량제도과/수생태보전과/산업수질관리과)과 상하수도국(수도정책과/물산업육성과/생활하수과)
2008년	물환경정책국(물환경정책과/유역총량제도과/수생태보전과/산업수질관리과)과 상하수도정책관(수도정책과/물산업육성과/생활하수과/토양지하수과)

자료: 환경부, <환경30년사>에서 발췌·재구성

□ 환경부 산하 물관련기관

○ 주요 강 유역의 **유역환경청(한강/금강/낙동강/영산강유역환경청)**에서는 상수원관리지역의 관리실태평가 등 수계 관리에 대한 사항, 환경기초시설의 운영 및 관리 실태조사에 관한 사항, 수질/토양/지하수측정망 설치·운영 및 환경오염 채취시료 시험분석·관리에 관한 사항, 수질오염총량관리에 관한 사항, 상수원 수질보전 및 환경오염원 관리를 위한 특별지도·점검 등의 업무를 수행함

○ **한국환경공단**은 환경오염방지·환경개선 및 자원순환을 촉진하는 사업을 효율적으로 추진함으로써 환경보전과 순환형 자원관리 체계를 마련하는 등 환경친화적 국가발전에 이바지하기 위하여 설립되었음

- 주무기관은 환경부(환경정책실 정책총괄과)이며 설립근거는 한국환경공단법(법률 제9433호)임
- 주요 업무는 환경오염방지를 위한 시설의 점검·진단 및 설치·운영에 관한 기술을 지원, 환경시설의 수탁관리, 수질관제센터 설치 및 운영 등임
- 조직현황은 6본부 17처 4실 2센터 1사업단 4지역본부 6지사 4사업소며, '물환경본부'와 '환경시설본부'가 주요 물관련 부서임
  - 물환경본부 산하에 상하수도지원처/토양지하수처/수질오염방제센터를 두고 있으며, 환경시설본부 산하에 상하수도시설처/환경자원시설처/수생태시설처/에너지사업단을 두고 있음
  - 수질오염방제센터는 환경부와 한국환경공단이 체결한 수질자동측정망 역무대행계약에 따라 국가수질자동측정망의 설치·운영 및 관리 등 역무대행사항을 수행함

□ 국가수질자동측정망 사업

○ 국가수질자동측정망 사업을 통해 한강 등 4대강 주요 하천과 호소의 수질 상시 측정, 수질오염사고 발생시 신속대처 및 상수원 수질 보호, 과학적인 하천수질관리기반 구축, 오염총량관리제 등 정책 기초자료 확보가 이루어짐

- 법적근거는 「환경정책기본법」 제15조(환경오염의 조사·평가 등), 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제9조(상시측정 및 수질·수생태계 조사) 및 제21조(수질오염경보제)임
- 2차례의 낙동강 페놀사고[20]와 1994년 원인불명의 낙동강수돗물악취 사고

20) 낙동강에서 1991년 3월 두산전자 구미공장에서 페놀 원액(30톤)이 누출되는 사고와 1991년 4월 조업 정지 후 재가동관정에서 페놀 원액(1.3톤)이 누출되는 사고가 발생

를 계기로 필요성이 제기되었으며 수질오염 사고에 신속히 대처하기 위하여 1995년 낙동강 수계에 2개의 측정소(성서, 고계)가 설치된 것이 시작임

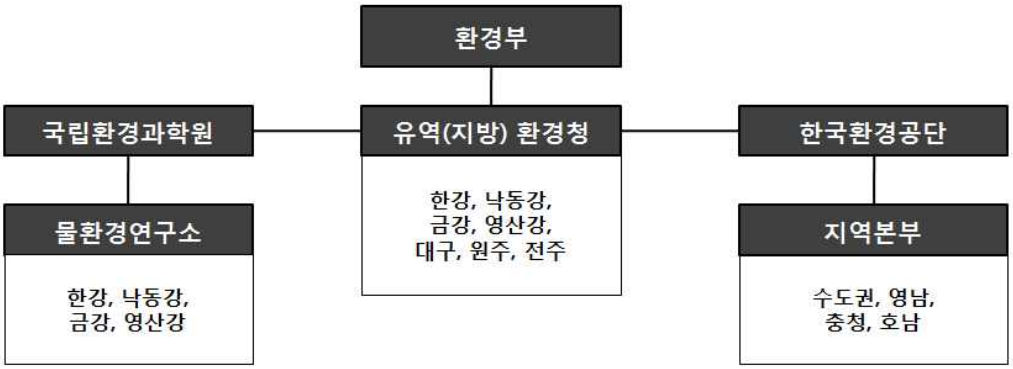
- 2011년부터 수질자동측정망 자료의 대국민 공개가 추진되며, 이를 통해 국민 스스로가 적극적으로 수질관리 프로그램에 참여하고 지자체의 자발적 대응을 유도할 계획임
- 수계별 수질자동측정소는 주요 강수계에 **총 56군데** 설치되어 있으며 낙동강 수계에 1군데가 설치될 예정임
  - 설치지점으로는 취·정수장 상류에 22개소, 본류·지류 합류지점에 15개소, 산업단지 및 하·폐수 처리장 하류에 20개소가 설치되어 있음
- 현재는 특정지점 위주로 수질감시를 실시하고 있으나 향후 대권역, 중권역 수계의 대표지점 위주로 확충될 것임



[그림 3-2] 4대강 수질자동측정망 설치현황 및 계획

자료: 한국환경공단 홈페이지(http://www.keco.or.kr)

- 수질자동측정망 운영 기관은 환경부의 물환경정책국(유역총량과, 수생태보전과) 및 정보화(담), 국립환경과학원의 물환경연구부(유역생태연구팀), 유역(지방)환경청의 상수원관리과, 환경관리과, 측정분석과, 환경감시단, 한강/낙동강/금강/영산강 물환경연구소, 한국환경공단의 수질오염방제센터, 수도권지역본부, 영남지역본부, 충청지역본부, 호남지역본부로 구성됨



[그림 3-3] 수질자동측정망 운영체계도

· 각 운영기관의 기관별 임무는 다음과 같음

<표 3-8> 기관별 임무

기관	관련 부서	임무	
환경부	유역총량과	· 수질자동측정망 설치 기본계획 및 운영계획 수립 · 수질자동측정망 운영기관 지도감독 및 지원 · 수질자동측정망 역무대행계약 체결(환경부↔한국환경공단) · 수질자동측정망 설치지점 및 측정항목 확정 · 수질오염감시경보 발령 및 해제 기준 확정 · 수질자동측정망 측정정보 대민공개(단, 데이터 공개 시스템 구축 후)	
	수생태 보전과	· 수질오염사고 발생 시 수습업무 지휘·지원 ※환경오염사고 예방 및 수습업무 처리규정(환경부예규)	
	정보화(담)	· 업무전산화 계획의 수립·조정 지원 · 네트워크 관리(환경부↔국립환경과학원) · 기타 수질자동측정망 변경에 따른 전산관련 사항 조치	
	유역(지방) 환경청	상시	· 수계별 수질자동측정망 유지관리 지도/감독(년 2회 이상) · 수질자동측정소 설치에 따른 인·허가 업무 · 측정데이터의 검색 및 확인 · 측정소의 운영상황 확인
		경보 발령시	· 수질오염감시경보 발령 · 경보발령시 측정기기 정상가동 및 오염물질 유입 여부, 원인분석 결과 등 확인 · 원인분석결과 및 경보 상황에 대한 관계기관 상황 보고·통보(대환경부, 물환경연구소, 공단 지역본부, 관련 지방자치단체 등) · “환경오염사고 예방 및 수습 업무 처리규정(환경부 예규)”에 의한 오염원 추적 및 대응조치

기관	관련 부서	임무
국립 환경 과학원	유역생태 연구팀	· 수질자동측정망 설치·운영 및 유지관리 관련 기술지원 · 정도관리지침 수립 및 정도관리 총괄평가·보고(대 환경부) ※대상항목은 환경부, 한국환경공단과 협의하여 단계적으로 설정 · 측정자료의 관리·분석·평가 총괄 및 결과 보고·통보(대 환경부, 공단) · 수질자동측정기기의 측정항목별 수질오염감시경보 기준(안) 설정·제시 · 수질자동측정망 설치지점(안) 및 측정항목(안) 검토·제시 · 수질자동측정망 운영자문협의회 구성·운영 및 민관합동 운영실태 점검 · 수질자동측정망 측정정보 대민공개시스템 구축 및 관리
국립 환경 과학원	4대강 물환경 연구소	· 수계별 수질자동측정망 설치·운영 및 유지관리 기술지원 · 수계별 측정자료의 검증, 평가 및 결과 보고·통보(대 과학원, 환경청, 공단지역본부) · 측정항목별 수질오염감시경보 기준(초안) 마련 및 승인 요청(대 과학원) · 경보관련 원인분석 및 오염물질 추적 조사 지원 · 정도보증사업계획 및 정도관리 표준시행절차서 이행평가·보고(대 과학원)
한국 환경 공단	수질오염 방제센터, 지역본부	· 수질자동측정망 설치·운영 등 역무대행사항 수행 · 정도관리지침에 의한 정도보증사업계획 및 정도관리 표준시행절차서 수립·시행 및 보고(대 환경청, 물환경연구소) · 측정소, TMS실 및 DB서버 운영관리 · 데이터 수집, 전송 및 관리 · 운영상황 및 특이사항의 기록 및 보고(대 환경청, 물환경연구소) · 수질오염감시경보 발령 요청(대 환경청) · 측정기기의 정도관리 · 생물감시장치의 물벼룩 등 배양 · 수질오염감시경보 발령시 측정기기 정상가동 및 오염물질 유입여부 등 현장상황 보고 및 원인분석 요청(대 환경청) · 수질자동측정망 설치지점(안) 및 측정항목(안) 제시 · 수질자동측정망 운영기관 전산요원에 대한 전산망 운영관리교육

자료: 환경부, '수질자동측정망 운영계획', 2010

- 수질자동측정망은 공통측정항목 5개와 선택항목 22개 등 총 27개 환경오염 항목에 대해서 측정함

  · 공통항목은 **수온, pH(수소이온농도), DO(용존산소), 전기전도도(EC), TOC(총유기탄소)**임

  · 선택항목은 **생물독성(물고기, 물벼룩, 조류광합성, 미생물 연료전지), 휘발성유기화합물(VOCs), 총질소(T-N), 총인(T-P), 클로로필-a, 암모니아성질소(NH_3 -N), 인산염인(PO_4 -P), 탁도, 페놀, 중금속** 등임

  ※ 중금속(4개 항목): Cu(구리), Pb(납), Zn(아연), Cd(카드뮴)

  ※ 휘발성유기화합물(9개 항목): 벤젠, 톨루엔, 자밀렌, 에틸벤젠, 트리클로로에틸렌, 디클로로에틸렌, 1,1,1-트리클로로에탄, 사염화탄소, 테트라클로로에틸렌

- 수계별로 설치되어 있는 측정소에서 취득된 수질자료는 각 수계의 국립환경과학원 산하 물환경연구소의 수계별 TMS실에 송신되며, 이후 국립환경공단 본사에 설치된 수질 TMS 관제센터에 취합됨



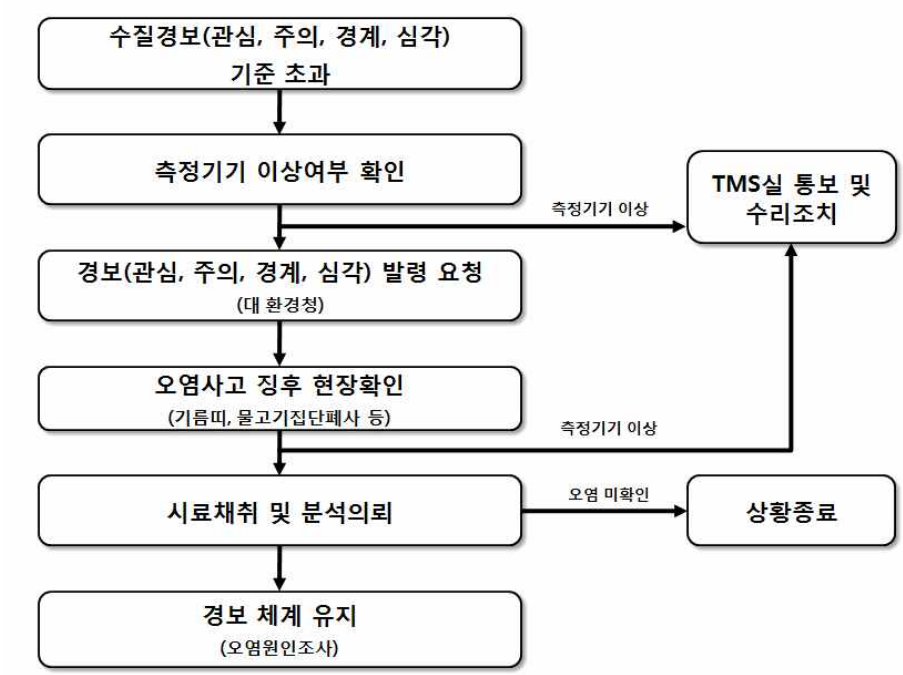
[그림 3-4] 수질자동측정망 구성

- 측정소에는 센서, 자동채수시설, 자료수집장치 등을 포괄하는 수질자동측정시스템이 설치되어 있으며 최소 5분단위로 측정함

- 오염현상의 발생이 인지되는 상태에서 수질오염사고 방지 등을 위한 조치가 필요한 때 4단계(관심, 주의, 경계, 심각)로 구분된 경보를 발령함

  - 측정항목별 경보기준의 설정: 4대강 물환경연구소장이 측정항목별 경보기준 설정지침을 참고하고 비정상적인 수질오염물질 유입이 없다고 판단되는 기간에 측정된 측정소별 수질자료를 기초로 각 측정소별로 측정항목별 경보기준(안)을 마련하여 국립환경과학원장에게 승인 요청함. 국립환경과학원장은 기준(안)을 검토하여 이를 승인한 때에는 승인내역을 환경부장관에게 보고함

  - 수질오염감시경보 기준은 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률” 제21조(수질오염경보제) 및 동법 시행령 제28조(수질오염경보)에 따르며, 각 경보단계별 관계기관의 역할은 동법 시행령 제28조제4항에 따름



[그림 3-5] 수질오염감시경보 발령체계도

자료: 환경부, '수질자동측정망 운영계획', 2010

□ 수질원격감시체제(TMS, Tele-Monitoring System)

○ (개요) 수질TMS는 하·폐수처리시설 및 폐수배출업소의 최종 방류구에 수질자동측정기기를 부착하여 수질 오염물질의 배출상태를 24시간 상시 측정하는 시스템임

○ (목적)

- 공공하수처리시설, 폐수종말처리시설, 폐수배출 사업장의 방류 수질을 실시간 관리·점검하여 수질오염사고를 예방
- 사업장 스스로 계절별, 시간대별 수질현황을 분석·관리하여 자체 공정개선을 유도
- 배출오염도를 정확히 파악하여 합리적이고 객관적인 배출부과금 산정 등 수질관리의 선진·과학화

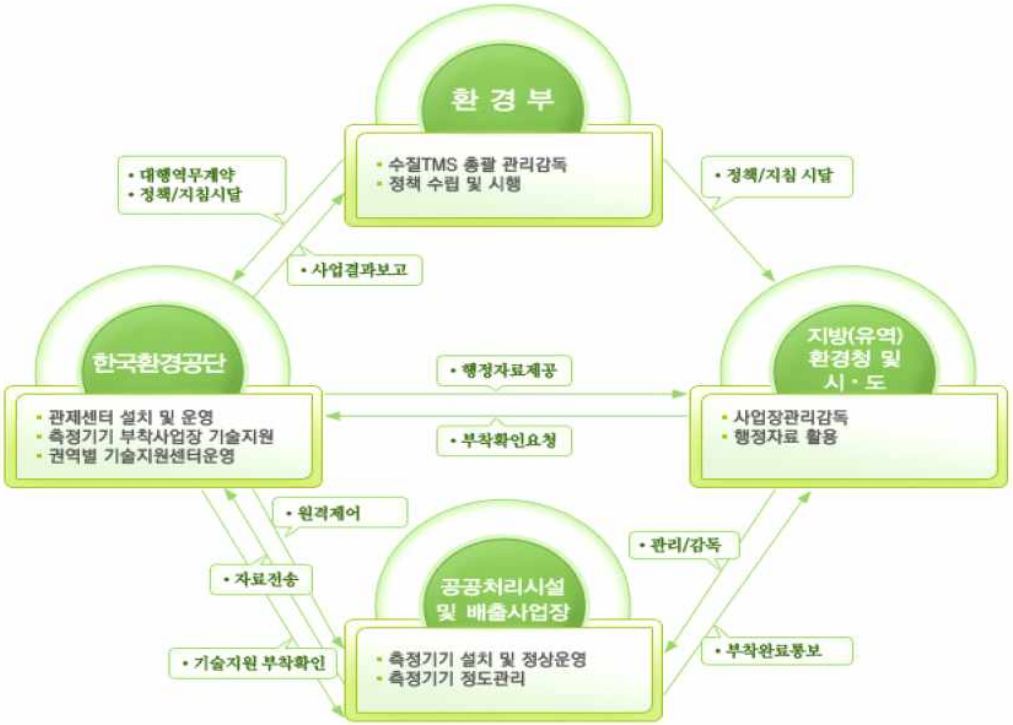
○ (수질TMS 부착대상 사업장) 공공하수처리시설, 폐수종말처리시설, 폐수배출 사업장 중 배출량이 많은 사업장이나, 영세업체의 사정을 고려하여 2종 업소까지만 설치된 상황임

○ (관리 주체) 수질 TMS 총괄 관리·감독 업무와 정책 수립 및 시행은 환경부가 담당하며, 한국환경공단은 환경부와 대행역무계약을 체결하여 수질관제센터를 구축·운영하고 폐수종말 처리시설·하수종말 처리시설·폐수배출 사업장에 측정기기 부착 확인, 기술지원 및 원격제어를 담당함, 지방자치단체는 측정기기 설치 등 가동개시신고, 측정기기 적정관리 지도·감독, 배출부과금 부과 등의 역할을 수행함

※ 측정기기는 1. 수질자동측정기기(pH, BOD 또는 COD, SS, T-N, T-P), 2. 부대시설(자동시료채취기, 자료수집기(Data Logger)), 3. 적산전력계, 4. 적산유량계(용수적산유량계, 하수·폐수적산유량계)를 말함(「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행령」(2007.11.30) 제35조제1항)

○ (수질관제센터의 원격제어 업무) 측정기기부착사업장 등에 대하여 제어신호를 통하여 자료수집기로의 자료전송 요청(DATA), 순간측정자료 요청(RDAT), 저장자료 요청(DUMP), 교정실행(RCHK), 교정값검색(CCHK), 자동채수장치 제어(SAMP), 시간변경 요청(SETT), 비밀번호 변경(SETP), 자료수집장치 초기화(RSET), 부가정보 요청(INFO) 등 원격으로 명령하는 것을 말함

○ (수질관제센터의 기술지원 업무) 관제센터에서 측정기기부착사업장 등에 출입하여 수질오염공정시험기준에 적합하게 측정기기 및 전송장비를 설치·유지관리할 수 있도록 지원하는 것을 말함



[그림 3-6] 수질원격감시체계(TMS) 운영체계

자료: '수질관리 선진·과학화를 위한 수질TMS설치·운영 업무편람', 2010

○ 자동채수장비를 통해 채취한 물을 측정소로 옮겨온 후 측정이 이루어지며, 측정결과는 전용회선을 통해 수질원격감시체계 관제센터로 전송됨

○ 수질TMS는 배출허용기준 준수여부 판단기준, 배출허용기준 초과에 따른 개선명령 및 위반횟수 판단기준, 초과부과금의 오염물질 초과배출량 산정기준으로 활용됨



[그림 3-7] 수질측정기(좌)와 수질TMS(경안관측소) 내부(우)

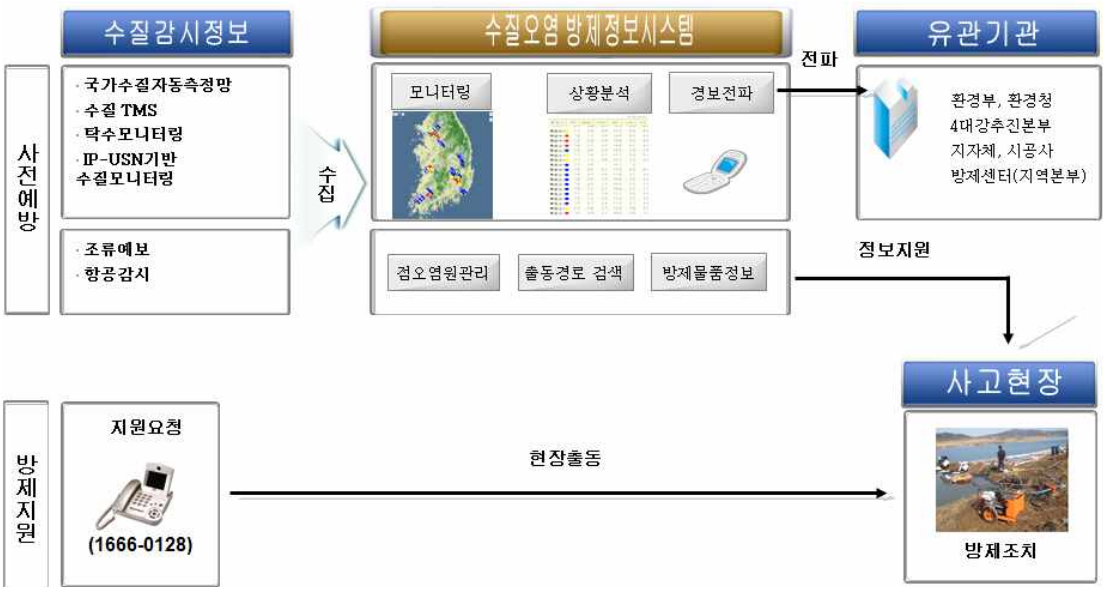
□ 수질오염방제센터 방제정보상황실

○ 한국환경공단은 국가수질자동측정망, 수질TMS 등 수질오염 감시시스템을 통합하여 관리하는 **수질오염방제센터 방제정보상황실**을 경북 구미에 두어 수질모니터링과 방제작업을 유기적으로 수행함

- 기존 한국환경공단이 운영하고 있는 국가수질 자동측정망 56개소, TMS 588개소, 이동형 수질측정장비(USN) 8개소, 탁수 모니터링시스템 60개소 등 하천수질과 방류수 수질을 통합한 모니터링을 수행함, 국토해양부 홍수통제소의 자료도 국립환경과학원을 통해 방제정보상황실로 연결됨
- IP-USN기반 수질예측시스템은 국민의 관심이 높은 보 시공지역 가운데 수질자동측정망으로 부이(buoy) 형태로 필요에 따라 이동할 수 있으며 감시가 미흡한 곳에 우선 설치됨
  - 측정항목은 탁도, DO, 수온, pH, 전기전도도 등 5개 항목으로 아직 측정할 수 있는 항목이 제한적이며, 국내 센서개발단계가 미흡하여 단가가 높은 외제센서를 사용하고 있음
  - 아직 초기단계이므로 IP와 USN기반으로 설계되어 있지 않고 CDMA방식으로 데이터를 전송하며, 센서노드 간 상호 통신하는 방식이 아님
  - 외부에 노출되어 있는 시스템이므로 고의 또는 우연한 사고에 의한 시설물의 고장·부서짐 등을 예방할 방도가 없어 관리에 어려움이 있음
- 방제정보상황실은 방제장비 및 방제선을 활용한 하천수계 감시활동을 함으로써 수질오염 감시 및 사전예방 기능을 강화하고, 유사시 신속한 방제지원 대응능력을 확보할 것으로 전망됨

<표 3-9> 주요 강 별 이동형 수질측정장비 설치 지역

계	한강	낙동강	금강	영산강
8개소	2개소 (강천, 여주)	4개소 (상주, 낙단, 강정, 달성)	1개소 (금강)	1개소 (죽산)



[그림 3-8] 방제정보상황실 운영체계도

○ 국가수질자동측정망, 수질TMS, 방제정보상황실의 IP-USN 수질자동측정망을 비교하면 다음과 같음

<표 3-10> 환경부/한국환경공단의 수질모니터링시스템 비교

구분	국가수질자동측정망	수질TMS	IP-USN 수질자동측정망
설치지역	4대강 유역하천 및 호소	수질오염물질 배출업소	4대강 공사 주요지점
지점수	56개소	약 600개소	8개소
구축 및 운영	운영 중	운영 중	시범운영
측정항목	탁도, TOC, VOC, T-N, T-P 등 27개 항목	pH, 유기물(BOD, COD), SS, T-N, T-P, 유량 7개 항목	탁도, DO, 수온, pH, 전기전도도 5개 항목
상황관리기준	수질및수생태계보전에 관한 법률 제21조	허용기준에 따라 주의 또는 경보가 발령됨	4단계 경보체계
측정소설치	유	유	부이(Buoy) 방식
인력운영	유	유	무
통신방식	전용회선	전용회선	CDMA

나) 환경부의 물환경 관리 기술개발 수요

□ 현재 하천·물환경 관리시스템의 문제점

○ 고가 장비를 자동화한 **흐름주입분석법(Flow Injection Analysis, FIA) 위주**의 분석기가 주류를 이룸

- **전력 소모가 크므로** 설치 위치 선정에 한계가 많음
- FIA와 직독식은 단순비교는 어려우나 클로로필-a 의 경우 약 4배 정도 가격차이가 있음

※ 단, 클로로필-a(남조류)만 측정 가능하고 분석기타입은 클로로필-a(남조류, 규조류, 편모조류, 녹조류로 분류 측정) 측정가능

<표 3-11> 측정기기별 측정범위 및 한계

측정항목	단위	검출한계	측정범위	제조사	납품업체	모델명
수온	℃	-	-5~45	YSI(미국)	동문과학	600XL, 6600EDS
		-	-5~50	Hydrolab(미국)	신한기술	Datasonde, Minisonde
pH	-	-	0~14	YSI(미국)	동문과학	600XL, 6600EDS
		-	0~14	Hydrolab(미국)	신한기술	Datasonde, Minisonde
DO	mg/L	-	0~50	YSI(미국)	동문과학	600XL, 6600EDS
		-	0~50	Hydrolab(미국)	신한기술	Datasonde, Minisonde
전기전도도	mS/cm	-	0~100	YSI(미국)	동문과학	600XL, 6600EDS
		-	0~100	Hydrolab(미국)	신한기술	Datasonde, Minisond
탁도	NTU	-	0~1,000	YSI(미국)	동문과학	600XL, 6600EDS
		-	0~3,000	Hydrolab(미국)	신한기술	Datasonde, Minisonde
총유기탄소	mg/L	-	-	Skalar(네델란드)	-	SA9000
		0.05	0~10	PPM(영국)	동문과학	PROTOC200
						PROTOC300
		0.05	0.05~25.0	SHIMADZU (일본)	동일시마즈	TOC-4100
						TOC-4110
클로로필-a	μg/L	0.1	0~200	bbe(독일)	제이엠이엔비	Algae Online Analyzer
생물감시장치	독성지수(TI)	1	0~100	bbe(독일)	제이엠이엔비	Daphnia Toximeter
	WEM-TOX(%)	0.01	0~100	환경바이오		WEMS-M
	종합독성(%)	-	0~100	한국바이오시스템		HATOX-2000

- 측정소 1개소당 설치비용: **약 5억 2천**(측정항목에 따라 다르므로 단순 현재의 직독식 다항목측정기와의 비교는 어려움)
- 측정소 1개소당 운영비: **약 1억/년** (2009년 기준)
- 현재 환경공단의 장비는 극히 일부만 국산화된 상태이며 본 과제에서는 **중금속측정기를 다항목 직독식으로 개발**이 필요함
  - 전체항목이 아니더라도 일반항목(pH, DO, EC, 탁도, 수온) + T-N, T-P, TOC, 중금속 등이 직독식으로 개발 된다면, 국가수질자동측정망을 중소하천으로 확대 설치 시 수질감시 및 관리에 충분히 활용가능

※ 측정장비의 국산화율은 국가수질자동측정망 17%(282대중 42대), 수질TMS 47%(2,262대 중 1,056대)로 저조한 실정임

※ 수질분야 국산장비의 형식승인은 외산 123대에 비해 49대로서 약 30% 수준임

<표 3-12> 실시간 모니터링에 대한 현재의 자동측정망 수준(1)

수질자동측정망에서 직독식 측정항목	현재 환경공단 측정망 장비의 국산화 정도	비고
클로로필a	**외산**	직독식 다항목측정기는 미국산 (YSI, Hydrolab)
수온	**외산**	
pH (수소이온농도)	**외산**	
DO (용존산소)	**외산**	
EC (전기전도도)	**외산**	
탁도	**외산**	

<표 3-13> 실시간 모니터링에 대한 현재의 자동측정망 수준 (2)

수질자동측정망에서 직독식 측정항목	자동측정망 수준		다부처 사업에서의 요구수준	
	수질 data 측정 시간*	수질 이상 여부 판별 분석 시간**	수질 data 측정 시간	수질 이상 여부 판별 분석 시간
클로로필a	10초 이내	5 분	1초	1분
수온	1초 이내	5 분	1초	1분
pH (수소이온농도)	30초 이내	5 분	1초	1분
DO (용존산소)	2분 이내	5 분	1초	1분
EC (전기전도도)	1초 이내	5 분	1초	1분
탁도	10초 이내	5 분	1초	1분

※ pH, DO는 정도검사 성능기준이며, 나머지 항목은 기존 측정기의 측정시간임

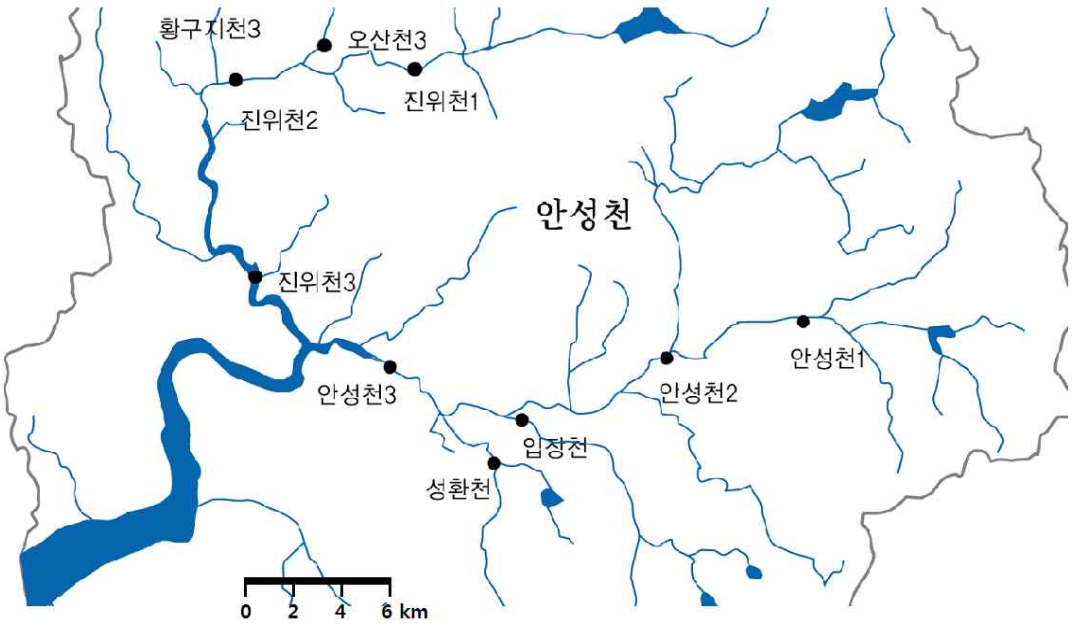
※ 측정기에서 측정한 데이터를 Data Logger에서 5분 평균을 저장 전송 하고 있으며, 실제 오염사고 발생시 수질이상 여부는 4단계로 기준이 나눠져 있어 실제오염사고 확인과는 다름

○ 주요 강 및 호소, 산업단지 등에 설치 운영되고 있으나 다양한 감시기능을 위해 **중·소하천까지 확대 필요**하며, 직독식에 비해 기존 분석기류로 소하천 등에 측정망을 확대구축할 경우 많은 비용이 소요됨

- 연 12회 이상 조사해야 하는 수질측정 항목 중 현재 자동측정망 이용가능 항목은 14개 항목임
- **5~10 km 내외에 하나씩 설치**하여 운영할 수 있어야 할 것임
- 관리밀도가 높아지면 설치·운영비가 증가하는 등 측정기기 관리에 어려움이 있을 수 있음

  ※ 현재 한국환경공단 측정망은 낙동강 수계의 경우 평균 20km당 1개소 위치함
- 시뮬레이션 등을 통해 관리대상 위치·조건에 맞는 최적 관리범위 설정 검토 필요
- 수질측정망의 관리밀도는 「수질측정망 운영계획」(환경부 고시 제2010-28호)에 규정되어 있으며, 짧게는 5km 내외로 구성되어 있음

  ※ 아래 '안성천 수계의 수질측정 지점' 그림 참조



[그림 3-9] 안성천 수계의 수질측정 지점

<표 3-14> 수질자동측정망 운영계획(환경부 예규 제406호, 2010.1.28)

구분	측정항목	측정망에서의 측정 방법			국내 기술수준
		측정기기 (직독식)	분석기기	생물 감시장치	
수질 측정망	NH3-N (암모니아성질소)		◪		◔
	NO3-N (질산성질소)		◪		◔
	페놀류		◪		◔
	분원성대장균군수				◔
	총대장균군수				◔
	DTN (용존총질소)				◔
	DTP (용존총인)				◔
	PO4-P (인산염인)		◪		◔
	클로로필a	◪			◔
	Cd		◪		◔
	CN				◔
	Pb		◪		◔
	Cr+6				◔
	As				◔
	Hg				◔
	ABS				◔
수질 측정망 및 총량 측정망 공통	수온	■			◒
	pH (수소이온농도)	■			◒
	DO (용존산소)	■			◒
	EC (전기전도도)	■			◒
	BOD (생화학적산소요구량)				●(분석기)
	COD (화학적산소요구량)				●(분석기)
	SS/TSS (부유물질)				◒
	T-N (총질소)		◪		●
	T-P (총인)		◪		●
총량 측정망	TOC (총유기탄소)		■		●
	유량				●
기타 (연 12회 이상 조사항목 외)	탁도	◪			◔
	VOCs (휘발성유기화합물)		◪		◕
	Cu		◪		◔
	Zn		◪		◔
	생물독성 - 물벼룩			◪	◕
	생물독성 - 물고기			◪	◕
	생물독성 - 조류			◪	●
	생물독성 - 미생물			◪	●

㈜ 1. 자동측정망 측정항목 : ■공동측정항목, ◪선택측정항목
2. 국산화기술 확보 수준 : ●상용화 단계, ◕실증단계, ◒기술개발단계(개발 용이)
◔기술개발단계(개발 어려움), ○선진국도 기술개발 안 됨

□ 환경부의 기술개발 수요

○ 측정품질을 제고하기 위해 **측정의 수준을 제고해야 함**

- 측정 정밀도를 0.01 mg/L 단위까지 측정이 가능하여야 할 것임
  - pH의 경우도, 0.01 unit로 측정이 되어야 하며, DO나 다른 측정기의 경우도 0.01 mg/L 단위로 측정이 이루어져야 할 것임

[참고] 현재 측정망의 측정 수준

○ 수질측정망의 측정 수준(유효측정농도, 측정결과의 표시방법)은 「수질측정망 운영계획」(환경부 고시 제2010-28호)에 규정되어 있음

○ 이에 따르면 측정항목별로 차이는 있으나, 대부분 소수점 이하 2자리의 측정이 필요함

※ 「수질측정망 운영계획」(환경부 고시 제2010-28호)의 27~28쪽 표(수질측정망운영 조사결과의 표시자릿수 기재방법) 참조

<표 3-15> 수질측정망운영 조사결과의 표시자릿수 기재방법

오염물질		단위	수질환경 기준 (Ia 등급)	배출 허용기준	공정시험방법의 유효측정농도	기재 방법
수위		m	-	-	-	0.00
투명도		〃	-	-	-	0.0
유량		㎥/day	-	-	-	0.0
수온		℃	-	40	-	0
전기전도도 (EC)		㎛hos/㎝	-	-	-	0
용존산소 (DO)		㎎/L	7.5 이상	-	-	0.0
유기물질	BOD	〃	1 이하	30~120	-	0.0
	COD	〃	2 이하	40~130	-	0.0
부유물질 (SS)		〃	25 이하 (하천) 1 이하 (호소)	30~120	5㎎	0.0
수소이온농도 (pH)		-	6.5~8.5	5.8~8.6	-	0.0
염소이온 (Cl-)		㎎/L	-	-	0.7	0.0
N-H 추출물질	광유류	〃	-	1~5	2㎎	0.0
	동식물류	〃	-	5~30	5㎎	0.0
페놀 (phenol)		〃	-	1~5	0.005 (추출법)	0.000
시안 (CN)		〃	불검출 (검출한계 0.01)	0.2~1	0.01	0.00
크롬 (Cr)		〃	-	0.5~2	0.01	0.00
용해성 철 (Fe)		〃	-	2~10	0.03	0.00
아연 (Zn)		〃	-	1~5	0.002	0.000
구리 (Cu)		〃	-	1~3	0.008	0.000
카드뮴 (Cd)		〃	0.005 이하	0.02~0.1	0.002	0.000

오염물질	단위	수질환경 기준 (Ia 등급)	배출 허용기준	공정시험방법의 유효측정농도	기재 방법
수은 (Hg)	〃	불검출 (검출한계 0.001)	0.001~0.005	0.0005	0.0000
유기인	〃	불검출 (검출한계 0.0005)	0.2~1	0.0005	0.0000
비소 (As)	〃	0.05 이하	0.05~0.25	0.005	0.000
납 (Pb)	〃	0.05 이하	0.1~0.5	0.04	0.00
6가크롬 (Cr+6)	〃	0.05 이하	0.1~0.5	0.01	0.00
용해성망간 (Mn)	〃	-	2~10	0.005	0.000
셀레늄 (Se)	〃	-	-	0.005	0.000
불소 (F)	㎎/L	-	3~15	0.15	0.00
폴리크로리네이티트비페닐 (PCB)	〃	불검출 (검출한계 0.0005)	불검출~0.003	0.0005	0.0000
총대장균군	CFU /100mL	50 이하	100~3,000	-	0
분원성대장균군	CFU /100mL	10 이하	-	-	0
색도	(도)	-	200~400	-	0
암모니아성 질소 (NH3-N)	㎎/L	-	-	0.002～0.04㎎	0.000
질산성질소 (NO3-N)	〃	-	-	0.0005～0.1㎎ (UV법)	0.0000
용존총질소 (DTN)	〃	-	-	0.005～0.05㎎	0.000
총질소 (T-N)	〃	0.200 이하 (호소)	30~60	0.005～0.05㎎	0.000
인산염인 (PO4-P)	〃	-	-	0.002	0.000
용존총인 (DTP)	〃	-	-	0.001～0.025㎎	0.000
총인 (T-P)	〃	0.020 이하 (하천) 0.010 이하 (호소)	4~8	0.001～0.025㎎	0.000
트리클로로에틸렌 (TCE)	〃	-	0.06~0.3	0.008	0.000
테트라클로로에틸렌 (PCE)	〃	0.04 이하	0.02~0.1	0.002	0.000
음이온계면활성제 (ABS)	〃	0.5 이하	3~5	0.02	0.0
클로로필a (Chlorophyll a)	㎎/㎥	-	-	-	0.0
사염화탄소	㎎/L	0.004 이하	-	0.0001	0.0000
1,2-디클로로에탄	〃	0.03 이하	-	0.002	0.000
디클로로메탄	〃	0.02 이하	0.02~0.2	0.0001	0.0000
벤젠	〃	0.01 이하	0.01~0.1	0.0001	0.0000
클로로포름	〃	0.08 이하	-	0.002	0.000
디에틸헥실프탈레이트 (DEHP)	“	0.008이하	-	0.008	0.000
안티몬	“	0.02이하	-	0.0012 (ICP/MS)	0.0000

○ **측정범위(소하천, 해수, 상수 등)의 확대가 필요함**

- 2010년 현재 하천수에서의 '수질측정망'과 '총량측정망'의 조사지점 수는 다음과 같음

	하천수에서의 조사지점 수			
	소계	수질측정망	수질측정망 + 총량측정망	총량측정망
총계	699	557	89	53

자료 : 「수질측정망 운영계획」(환경부 고시 제2010-28호)

- 다양한 감시기능을 위해 중·소하천까지 수질·총량 측정망 지점이 확대되고 있음

  ※ 4대 수계 대상으로 중역권 및 산업단지 등 100여 곳에 수질자동측정망 추가 설치 필요(한국환경공단, 수질자동측정망 중장기 발전계획, 2010)

- 수질개선을 위한 오염물질 총량 측정망을 4대 수계 뿐만 아니라 지천까지 포함하여 관리하고 있으며, 관리대상 오염물질도 추가

  ※ 2011년부터 총인이 수질오염 총량제 대상 오염물질로 관리(환경부훈령 제705호~제707호, 낙동강 등 3대강 오염총량관리기본방침, '07.1.31)될 예정

○ 현재는 점오염원(point source)보다 비점 오염원(non-point source)에 의한 수질오염 문제가 중요한 이슈가 되고 있어 소하천 등을 잘 관리할 필요

○ **직독식 센서**의 개발이 강조되는 이유도 소하천에 설치하여 실시간으로 수질을 측정하고 오염발생 경로를 차단하기 위함임

○ 자립형 센서 기반의 수질·총량 측정망 구축을 위해서는 최소한 아래 항목에 대한 직독식 센서 개발이 이루어져야 함

- 주요 수질관리항목인 TOC, T-N, T-P을 포함한 중금속, 질산염, 염산염, 암모니아성 질소 등에 대해 다양한 환경조건에서의 측정 데이터 및 관련 노하우 보유 정보를 활용하여 중금속 및 미생물 관련 직독식 센서를 개발
- pH, DO, 전기전도도 등은 수입품 위주에서 탈피 국산 기술 적용을 통해 저가이면서도 신뢰성 높은 센서를 개발

<표 3-16> 환경부의 직독식 센서 개발 필요 항목

구분		조사항목	조사횟수	비고 (항목선정기준)
하천수 (도시관류 포함)	수질 측정망	pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, NH3-N, NO3-N, 총인, 수온, 페놀류, 전기전도도, 분원성대장균군수, 총대장균군수, DTN, DTP, PO4-P, 클로로필a	12회/년 (48회/년)	하천수질 환경기준 및 하천보호상 필요한 항목
		Cd, CN, Pb, Cr+6, As, Hg, ABS	4회/년 (12회/년)	
	총량 측정망	수온, pH, DO, 전기전도도, BOD, COD, TSS, 총질소, 총인, TOC	1회/8일	수질오염총량관리 항목
		유량		

※ 수질측정망과 총량측정망에 소요되는 가격비는 다음 식으로 계산할 수 있으나, 측정항목별 단가를 산정할 수 없으므로 '수질측정망'용과 '총량측정망'용의 가격비율을 추정하기는 곤란

※ 가격비 = 수질측정망수×{Σ(수질측정항목×항목별 단가)} : 총량측정망수×{Σ(총량측정항목×항목별 단가)}

○ 상기 언급한 수질측정망 또는 총량측정망에 해당되는 물질을 모두 All in one type으로 제작 · 활용할 수 있어야만 그 효과가 클 것임

- 스테이션의 거대 하우스 유닛 보다는 소형화된 센서를 한데 모아 규모가 작은 box 형태의 unit으로 가는 것이 적절할 것임

<표 3-17> 「수질측정망 운영계획」에 따른 측정망별 조사항목, 횟수 및 시기

구분		조사 항목	조사횟수	시기(월)	비고
하천수(도시관류포함)	수질 측정망	pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, NH3-N, NO3-N, 총인, 수온, 페놀류, 전기전도도, 분원성대장균군수, 총대장균군수, DTN, DTP, PO4-P, 클로로필a	12회/년 (48회/년)	매월	하천수질 환경기준 및 하천보호상 필요한 항목
		Cd, CN, Pb, Cr+6, As, Hg, ABS	4회/년 (12회/년)	3, 6, 9, 12	
		안티몬	1회/년	9월	
		TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	2회/년	3, 9	
		PCB, 유기인	1회/년	7월	
		DEHP	1회/년	10월	
	총량 측정망	수온, pH, DO, 전기전도도, BOD, COD, TSS, 총질소, 총인, TOC	1회/8일	36회/년 이상	수질오염총량 관리 항목
		유량			
호소수		pH, DO, BOD, COD, TOC, SS, 총질소, DTN, NH3-N, NO3-N, 총인, DTP, PO4-P, 수온, 페놀류, 전기전도도, 클로로필a, 투명도, 분원성대장균군수, 총대장균군수	12회/년	매월	호소수질 환경기준 및 호소수질변화 상태파악 항목
		Cd, CN, Pb, Cr+6, As, Hg, ABS	4회/년	3, 6, 9, 12	
		TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	2회/년	3, 9	
		PCB, 유기인	1회/년	7월	
농업용수		pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, 총인, Cu, Pb, Cd, Cl-, 전기전도도	2회/년	6, 9	수질환경기준
공단배수		pH, DO, BOD, COD, SS, 수온, 전기전도도	24회/년	2회/월	폐수배출허용 기준 및 방류수수질기준 항목
		Cd, CN, Pb, Cr+6, As, Hg, Cu, Zn, Cr, F, ABS, 색도, 총질소, 총인, 페놀, N-헥세인, 용해성 Mn, 용해성 Fe, 총대장균군수, 1,2-디클로로에탄, 클로로포름 ※ 색도항목은 염색폐수가 배출되는 측정지점에 한함	12회/년	매월	
		유기인, PCB, TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	1회/년	11월	

※ 조사횟수 란의 ( )는 하천 및 금호강의 주요지점에 대한 조사횟수임

※ – 이하(조사지점 관련 규정) 생략 –

□ TOC/TN/TP 기술개발 수요

○ **(자립형 측정기술 수요)** 측정기기 1개를 설치하여도 측정소 및 부대시설 설치에 약 1억원 이상의 비용이 필요하므로 향후 소하천 및 지천 모니터링 시에 현재 측정시스템을 도입하는 것인 비경제적이므로 **현장에서 자립형으로 운영 가능한 측정기술개발이 필수적임**

- TOC/TN/TP를 자립형 무인운영 가능한 시스템으로 개발하기 위해서는 저전력으로 운영이 가능해야 하므로, 기존의 측정방식을 소형화하는 외형적인 개선이 아닌, 새로운 분석방법 및 측정기술을 도입하여 실제 현장에서 태양전지와 같은 자가발전형 전원공급시스템과 연계가 가능하도록 새로운 패러다임의 분석기술 개발이 선행되어야 함

<표 3-18> 자립형 TOC/TN/TP 일체형 측정기술 사용자 요구사항

구 분	사용자 요구사항
① 측정성능	○ 수질공정시험기준 또는 외국의 공인된 분석방법을 사용하여 실험실에서 수동으로 측정한 결과와 비교시 동일 또는 우수한 측정 성능을 가져야 함 ○ TOC, TN, TP를 동시에 측정가능하며, 자연상태의 농도범위를 측정할 수 있어야 함 ○ TOC, TN, TP 전처리는 컴팩트한 구조로 저전력으로 운영이 가능하도록 해야함 ○ 1회 분석에 필요한 시료 및 시약 소모량이 5mL 이하가 되도록 함 ○ 자동 교정 기능이 탑재되어야 함 ○ 자가 진단 기능이 탑재되어야 함
② 현장 설치 및 현장운영	○ 배터리 및 태양열로 가동되어야 함 ○ 저소비 전력으로 구동되어야 함 ○ 컴팩트한 크기로서 이전 설치가 용이한 구조여야 함 ○ 시료 산화 등 시료 전처리 장치가 부착되어야 함 ○ 강우시에도 방수가 가능하여 운영상에 문제가 없도록 해야 함 ○ 현장 설치시 생물오손(biofouling)을 방지하거나 견딜 수 있어야 함
③ 유지관리	○ 시약 소모가 적고 시약의 변질 최소화되어 장기 운영이 가능해야 함 ○ 시약 공급이 편리해야 함 ○ 유지관리를 위한 소모품 구입 비용이 저렴해야 함 ○ 연간 유지관리에 필요한 비용이 500만원 이하가 되도록 해야함
④ TMS	○ 여러 장소에 설치된 장비에서 동시에 실시간 자료 획득(USN) ○ 이동통신이 어려운 장소에서도 TMS 가능 ○ 원격 트리거 및 원격 작동 조건 변경이 가능해야 함 ○ 측정자료 뿐만 아니라 교정자료, 센서의 작동 이력이 제공되어 오측(Fault data) 점검 및 측정자료의 정도관리가 가능해야 함
⑤ 가격	○ 현재 수질 TMS에서 운영되고 있는 COD/TN/TP 일체형 장비의 경우 약 5,000~8,000만원 가격으로 판매가 되고 있음 ○ 센서 네트워크의 여러 장소에 설치할 경우 부담을 줄일 수 있도록 가격이 저렴해야 함 ○ 장비를 구성하는 부품 및 원자재를 국산품으로 구성하여 현장설치 비용을 제외한 일체형 장비가격은 3,000만원 이하가 되도록 함

□ 인산염 센서 기술개발 수요

○ **(인산염 측정의 필요성)** 인산염은 호수, 저수지, 해양 등 수계의 부영향화를 감시하고 수질을 관리하기 위한 필수 항목이며, 영양염류의 순환과정과 생태계의 변화과정을 연구하는데 있어서 필수적인 요인임

- 하폐수 고도처리시설의 생물학적 처리 공정 제어나 화학적 인 제거 공정의 약품 투입량 제어를 통해 효율적인 운영과 감시를 위해서도 인산염의 측정이 필수적임
- 방류수 수질기준의 강화 및 4대강 사업에 따른 보 상류의 수질개선을 위하여 인 제거시설이 확대 설치됨에 따라 인산염 자동측정 수요가 증가

○ **(사용자 요구 사항)** 호수, 저수지, 하천, 하구, 연안, 외해 등에서 상시적인 영양염류 측정을 하기 위해서는 수중에 설치 가능하고, 최소 2~3개월 이상 자체 전원으로 유지관리 없이 운영될 수 있어야 하며, 인이 식물의 성장 제한 요인으로 작용할 경우 현장에서 측정되는 매우 낮은 농도(0.001 mg P/L 이하)까지 측정 가능한 감도를 가지고 있어야 함

<표 3-19> 인산염 측정 센서의 사용자 요구사항

구 분	사용자 요구사항
① 측정성능	○ 수질공정시험법 또는 외국의 공인된 분석방법을 사용하여 실험실에서 수동으로 측정한 결과와 비교시 동일 또는 우수한 측정 성능 ○ Molybdate complex가 형성되는 용존 인산염(Soluble Reactive Phosphate) 값에 상응하는 측정치를 산출하여야 함 ○ 자연상태의 저농도 범위(0.005 ~ 0.050 ㎎ P/L)를 측정할 수 있는 검출한계 ○ 수중에 설치되어 현장에서 자립식으로 최소 2개월 이상 유지관리 없이 운영가능 ○ 자동 교정 및 자가진단 기능
② 현장 설치 및 현장운영	○ 배터리로 가동가능 하며, 저 전력으로 구동되어야 함 ○ 컴팩트한 크기로서 사용자가 휴대 가능해야 함 ○ 시료 여과 등 시료 전처리 장치가 부착되어야 함 ○ 수직 프로파일러 등 여러 형태로 현장 설치가 용이해야 함 ○ 방수구조로서 최소 200 m 이상의 수중에 설치 가능해야 함 ○ 수중 설치시 생물오손(biofouling)을 방지하거나 견딜 수 있어야 함
③ 유지관리	○ 시약 소모가 적고 시약의 변질 최소화되어 장기 운영이 가능해야 함 ○ 시약 공급이 편리해야 함 ○ 유지관리를 위한 소모품 구입 비용이 저렴해야 함
④ TMS	○ 여러 장소에 설치된 장비에서 동시에 실시간 자료 획득(USN) ○ 이동통신이 어려운 장소에서도 TMS 가능 ○ 원격 트리거 및 원격 작동 조건 변경이 가능해야 함 ○ 측정자료 뿐만 아니라 교정자료, 센서의 작동 이력이 제공되어 오측(Fault data) 점검 및 측정자료의 정도관리가 가능해야 함
⑤ 가격	○ 센서 네트워크의 여러 장소에 설치할 경우 부담을 줄일 수 있도록 가격이 저렴해야 함

□ 중금속 센서 기술개발 수요

○ 빈번한 중금속 오염 발생으로 인한 중금속 모니터링 장비 요구

- 먹는 물 위협, 무단 투기 방류 등의 문제로 중금속 오염이 날로 심각해지는 가운데 중금속의 모니터링 장비의 요구가 높아짐

○ 수질측정망, 총량측정망 등 기존 운영중인 수질관리시스템에 개발된 센서기술을 적용할 수 있는 표준화 기술 개발이 필요함

- 자동측정기기의 성능시험 평가기준 설정과 정도검사를 주관하는 환경부에서 개발되는 측정기기에 대한 품질기준을 설정하고, 이에 대한 평가기준 마련을 주도함
- 센서, 통신기술 관련 표준화시 관련 개발기술의 목표 설정

○ 4대강 수계(한강, 금강, 영산강, 낙동강)의 중금속을 포함한 특정수질유해물질 모니터링 필요

- 국가수질자동측정망 운용시 선택항목에 구리, 납, 아연, 카드늄 등의 중금속 오염 측정을 선택항목으로 하고 있고, 추후 공단 등이 밀집된 지역의 비점오염에 대해 필수항목으로 추가될 예정임.

○ 현재 하천이나 호수 등에 설치되어 있는 수질원격감시체계(TMS)의 경우, 대부분 국외에서 수입된 고가의 벌크형 센서를 조립하여 사용하고 있으므로 수질 센서를 포함하는 핵심 부품의 국산화가 시급함

○ 휴대가 가능하여, 하천이나 호수의 비점오염 현장으로 이동하여 신속히 평가가 가능하고, 고가의 시약 사용과 소비전력을 대폭 줄일 수 있어 경제적인 마이크로 나노 기술을 융합한 초소형 수질 센서 및 모니터링 시스템에 대한 수요가 증가하고 있음

- 기존의 중금속 분석 시스템의 경우 전력 소모가 크고, 설치 위치 선정에 한계가 있음

○ 4대강 및 호소, 산업단지 등에 수질측정망을 설치 운영하고 있으나 다양한 감시기능을 위해 중·소하천까지 확대 필요하며, 직독식에 비해 기존 분석기류로 소하천 등에 측정망을 확대 구축할 경우 많은 비용이 소요됨

<표 3-20> 중금속 측정 센서의 사용자 요구사항

구 분	사용자 요구사항
① 측정성능	○ 수질공정시험법 또는 외국의 공인된 분석방법을 사용하여 실험실에서 수동으로 측정한 결과와 비교시 동일 또는 우수한 측정 성능을 가져야 함 ○ 중금속 수질 기준(납-0.05mg/l, 카드뮴-0.005mg/l 등)을 만족하는 측정범위(0~10 mg/l)를 가져야 함 ○ 자연상태의 저농도 범위를 측정할 수 있는 검출한계(0.001mg/l)를 가져야 함 ○ 수중에 설치되어 현장에서 자립식으로 최소 2개월 이상 유지관리 없이 운영되어야 함 ○ 자동 교정 기능이 탑재되어야 함 ○ 자가 진단 기능이 탑재되어야 함
② 현장 설치 및 현장운영	○ 배터리로 가동되어야 함. ○ 저소비 전력으로 구동되어야 함. ○ 컴팩트한 크기로서 사용자가 휴대 가능해야 함 ○ 시료 중의 부유물 등을 제거할 수 있는 전처리 기능 또는 장치를 탑재하여야 함 ○ 수직 프로파일러 등 여러 형태로 현장 설치가 용이해야 함. ○ 방수구조로서 최소 50 m 이상의 수중에 설치 가능해야 함 ○ 수중 설치시 생물오손(biofouling)을 방지하거나 견딜 수 있어야 함.
③ 유지관리	○ 시약 소모가 적고 시약의 변질 최소화되어 장기 운영이 가능해야 함 ○ 시약 공급이 편리해야 함 ○ 유지관리를 위한 소모품 구입 비용이 저렴해야 함
④ TMS	○ 여러 장소에 설치된 장비에서 동시에 실시간 자료 획득(USN) ○ 이동통신이 어려운 장소에서도 TMS 가능 ○ 원격 트리거 및 원격 작동 조건 변경이 가능해야 함 ○ 측정자료 뿐만 아니라 교정자료, 센서의 작동 이력이 제공되어 오측(Fault data) 점검 및 측정자료의 정도관리가 가능해야 함 ○ 측정 센서의 데이터 전송방식은 환경부 고시 연속자동측정기기 통신표준규격을 준수하여 전송하여야 함
⑤ 가격	○ 센서 네트워크의 여러 장소에 설치할 경우 부담을 줄일 수 있도록 가격이 저렴해야 함

□ 질산성질소/암모니아성 질소 센서 기술개발 수요

○ 매년 부영영화 문제가 대두되는 상황에서 영양염류인 질소의 모니터링은 필수적임

○ 국내 실험실에서 질산성질소나 암모니아성질소를 분석하는 분석기법 및 고전적인 비색법, 전극법에 의한 분석방법은 비교적 확보되어 있다고 판단되나 응답속도, 선택성, 감도 등을 개선하거나 소형화, 저전력화 등에 대한 개발은 선진국에 비해 매우 취약한 편임

○ 취득된 데이터의 통신, 해석 등 네트워크 기술은 기 확보되었거나 타 분야에서 활발하게 개발되고 있으나 센서 자체의 개발은 거의 이루어지지 않고 있음

○ 암모니아성질소 및 질산성질소를 측정하는데 있어 선택성, 감도 및 내구성이 높은 독창성있는 센싱 원리를 가지는 센서의 개발이 필요함

<표 3-21> 질산성질소/암모니아성 질소 측정 센서의 사용자 요구사항

구 분	사용자 요구사항
① 측정성능	○ 수질공정시험법 또는 외국의 공인된 분석방법을 사용하여 실험실에서 수동으로 측정한 결과와 비교시 동일 또는 우수한 측정 성능을 가져야 함 ○ 오염 전후의 하천수 질산성질소를 측정하기 위하여 0.01 ~ 30㎎/L의 측정범위를 가져야 함(단일 측정범위가 불가할 경우 용도별로 측정범위 구분) ○ 수중에 설치되어 현장에서 자립식으로 최소 2개월 이상 유지관리 없이 운영되어야 함 ○ 현장 교정 기능이 탑재되어야 함 ○ 자가 진단 기능이 탑재되어야 함 ○ 자가 세정기능이 탑재되어야 함
② 현장 설치 및 현장운영	○ 자체 전원으로 가동되어야 함 ○ 저소비 전력으로 구동되어야 함 ○ 컴팩트한 크기로서 휴대 이동 설치가 가능하여야 함 ○ 시료 전처리장치가 부착되거나 전처리 없이 측정이 가능하여야 함 ○ 현장 설치가 용이해야 함 ○ 방수구조로서 최소 10m 이상의 수중에 설치 가능해야 함
③ 유지관리	○ 시약을 사용할 경우 시약교체기간이 최소 3개월 이상이어야 함 ○ 시약 공급이 편리해야 함 ○ 유지관리를 위한 소모품 구입 비용이 저렴해야 함
④ TMS	○ 여러 장소에 설치된 장비에서 동시에 실시간 자료 획득(USN) ○ 이동통신이 어려운 장소에서도 TMS 가능 ○ 원격 트리거 및 원격 작동 조건 변경이 가능해야 함 ○ 측정자료 뿐만 아니라 교정자료, 센서의 작동 이력이 제공되어 오측(Fault data) 점검 및 측정자료의 정도관리가 가능해야 함
⑤ 가격	○ 센서 네트워크의 여러 장소에 설치할 경우 부담을 줄일 수 있도록 가격이 저렴해야 함

□ 망을 통한 오염물 유출 경로 추적 Application

○ 실제적인 오염사고 관리는 한 측정지점에서 오염이 감시 되었을 경우, 상류의 오염물 유출 지점을 명확하게 추적하여 오염사고의 발생 감시뿐만 아니라, 발생원의 추적이 가능하여야 함

○ 지리정보 시스템 상에서 개별 오염발생원과 자연수계간 오염물 농도로부터 오염의 시간적 공간적 분포를 확인할 수 있어야 함

○ 공간 모델을 통해서 모든 하천의 지점의 오염 정도를 파악할 수 있어야 함

<표 3-22> 오염물 유출경로 추적 Application 사용자 요구사항

구 분	사용자 요구사항
① 판별 및 평가 능력	○ 오염유발 원인물질 군별, 배출 유형별 판별 기능 제공 가능 ○ 원인물질 군별 배출 가능 소스에 대한 추적 기능이 있어야 함 ○ 추정 배출원 위치 ○ 배출원에 대한 생산품, 배출수 유량 특성 정보 제공 기능 ○ 오염사고 발생 및 추정 배출원 정보를 저장할 수 있어야 함 ○ 추정 베출원의 법률위반 이력 및 담당청 정보를 제공할 수 있어야 함 ○ 추정 오염유발 물질의 수중 fate 정보 및 위해성, 대응 tip 정보를 제공할 수 있어야 함 ○ 오염사고 발생 시, 오염사고와 추정 배출원을 on-line 및 off-line 사용자(운영자)에게 알려 줄 수 있는 기능이 있어야 함
② 사용자 지정 능력	○ Log-in log-out 기능 ○ 사용자별 차별화된 기능 제공 ○ 사용자 수준별 차별화된 정보 제공 기능
③ User guide	○ Application 사용자의 이해를 돕기 위한 Help 기능과 매뉴얼 loading 기능 ○ Tutorial 기능이 있어야 함 ○ Help를 받을 수 있는 담당기관 연락처 및 도움 요청 기능이 있어야 함
④ Update 용이성	○ 주요 오염 사고 유발 물질에 대한 물리, 화학, 생물학적 특성 및 배출원 등에 대한 자료 갱신이 용이하여야 함

□ 실시간 측정자료 및 GIS 기반 유역관리 모델

○ 시스템의 이해도가 낮은 행정가의 이해를 돕기 위해서 보다 interactive한 유저인터페이스(user interface)를 제공하여야 함

<표 3-23> 실시간 측정자료 및 GIS 기반 유역관리 모델

구 분	사용자 요구사항
① 데이터 입출력 및 평가 기능	○ 실시간 수질 측정 항목에 따라서 입력 자료 항목을 늘릴 수 있어야 함 ○ 실시간 토양 측정 자료를 입력할 수 있어야 함. ○ 위성 강우자료를 입력할 수 있어야 함. ○ 실시간 유량 자료를 입력 할 수 있어야 함. ○ 도시 개발 및 도로 정보가 입출력 될 수 있어야 함. ○ 환경부의 도시 개발 및 도로 확장 등에 대한 환경영향평가 자료 제공 및 입력 가능 ○ 산림 화재 후 재생 정보 입력 가능 ○ BMP 적용 지역 및 기술의 정보가 입력될 있어야 함. ○ 장래 대체 scenario에 대한 평가가 가능하여야 함. ○ Riparian zone의 특성과 모니터링 자료 입력 ○ 장래 대체 scenario에 대한 평가가 가능하여야 함. ○ 정기적으로 채수되어 분석되는 수질자료의 입력 및 계산 활용이 가능하여야 함 ○ TMDL 평가 및 계획 기능이 있어야 함 ○ Cost-benefit 평가 기능이 있어야 함
② 사용자 지정 능력	○ Log-in log-out 기능 ○ 사용자별 차별화된 기능 제공 ○ 사용자 수준별 차별화된 정보 제공 기능
③ User guide	○ Application 사용자의 이해를 돕기 위한 Help 기능과 매뉴얼 loading 기능 ○ 도움을 얻기 위한 Web-site 접근 정보를 제공할 수 있어야 함 ○ Fact sheets 제공 기능이 있어야 함 ○ Case study 정보가 제공되어야 함 ○ Tutorial 기능이 있어야 함 ○ Help를 받을 수 있는 담당기관 연락처 및 도움 요청 기능이 있어야 함
④ Update 용이성	○ 수질 및 GIS정보 갱신이 용이하여야 함

□ 실시간 측정자료 기반 Fault Sensor Identification 기술

○ 서버 수준에서 자동으로 비정상 측정기기를 파악하여 측정자료의 배제 및 유지관리 요청 신호를 발생시킬 수 있어야 함

<표 3-24> 실시간 측정자료 기반 Fault sensor identification 기술

구 분	사용자 요구사항
① 데이터 입출력 및 평가 기능	○ 개별 측정기기의 설치시기 및 교체시간을 제공하여야 함 ○ 센서의 상태 정보를 제공할 수 있어야 함 ○ 개별 센서에 대한 유지관리 경과시간이 제시되어야 함 ○ 개별 센서에 대한 측정주기 조정이 가능하여야 함 ○ 개별 측정항목에 대한 센서 개수 추가가 가능하여야 함 ○ 측정 센서 인근에 위치한 센서와 측정결과값을 비교가능하여야 함 ○ 측정센서 인근에서 수동 측정된 결과값과 비교가능 하여야 함 ○ 자동측정자료에 대한 자동 통계 처리 기능이 있어야 함 ○ auto regression 기능을 활용한 trend 분석이 가능하여야 함 ○ 센서 측정기기가 상관성 분석이 가능하여야 함 ○ auto-calibration이 가능하여야 함 ○ standard 제공 기능이 있어야 함 ○ 센서에 대한 자동세척 등 유지관리를 제어할 수 있는 기능이 있어야 함 ○ outlier 발생횟수에 대한 평가가 시행될 수 있어야 함. ○ outlier 판별 기준을 조정 가능하여야 함
② 사용자 지정 능력	○ Log-in log-out 기능 ○ 사용자별 차별화된 기능 제공 ○ 사용자 수준별 차별화된 정보 제공 기능
③ User guide	○ Application 사용자의 이해를 돕기 위한 Help 기능과 매뉴얼 loading 기능 ○ 개별 측정기기에 도움을 얻기 위한 Web-site 접근 정보를 제공할 수 있어야 함 ○ Fact sheets 제공 기능이 있어야 함 ○ Case study 정보가 제공되어야 함 ○ Tutorial 기능이 있어야 함 ○ Help를 받을 수 있는 담당기관 연락처 및 도움 요청 기능이 있어야 함
④ Update 용이성	○ 측정센서에 대한 정보 갱신이 용이하여야 함

3.2.3 국토해양부

가) 국토해양부의 수자원 관리 현황

□ 국토해양부 수자원 관리의 미션 및 비전

○ 국토해양부의 미션은 우리와 우리 후손이 살아갈 풍요롭고 아름다운 국토를 조성하고, 5대양 6대주로 뻗어나가는 경쟁력 있는 교통물류 체계를 구축하여 세계 속의 대한민국을 만드는데 기여하는 국토해양부가 되는 것임

○ 비전은 살기 좋은 국토환경과 편리한 교통 물류 서비스를 제공하여 행복한 삶의 터전을 조성하고, 국민을 섬기는 행정으로 국민이 신뢰할 수 있는 일류 부처로 도약하는 것임

□ 국토부 수자원 관리의 법령

○ 국토해양부는 물관리 최상위 계획인 수자원장기종합계획, 지하수의 개발·이용·보전관리에 관한 국가 최상위 계획인 지하수관리기본계획, 수도정비에 관한 종합적인 기본계획인 수도정비기본계획을 수립함

○ 국토해양부가 관장하는 물 관리 관련 법령은 하천법, 댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률, 지하수법, 공유수면관리법, 내수면어업법 등임

<표 3-25> 물관리 관련 법령

구분	법 률 명	기능	관리부처
수량관리	- 하천법	하천사용의 이익을 증진하고 하천을 자연친화적으로 정비·보전하며 적정수량 관리를 통한 피해 예방	국토해양부
	- 댐건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률	댐의 건설·관리 및 건설비용의 활용, 댐건설에 따른 환경대책, 지역주민에 대한 지원 등에 관하여 규정	국토해양부
	- 지하수법	지하수의 적절한 개발·이용과 효율적인 보전·관리에 관한 사항을 정함으로써 적정 지하수개발 및 이용	국토해양부
	- 농어촌정비법	농업용수 개발 등의 농업생산기반, 농어촌 생활환경, 농어촌 관광휴양 자원 및 한계농지 등을 종합적·체계적으로 정비·개발	농림수산식품부

재해 예방	- 자연재해대책법	태풍·홍수 등 자연현상으로 인한 재난으로부터 국토를 보존하고 국민, 재산, 주요기간시설 보호	행정안전부 (소방방재청)
	- 소하천정비법	소하천의 정비·이용·관리 및 보전에 관한 사항을 규정함으로써 재해를 예방하고 생활환경 개선	행정안전부 (소방방재청)
수환경 및 수질 관리	- 환경정책기본법	환경보전에 관한 국민의 권리·의무와 국가의 책무를 명확히 하고 환경정책의 기본이 되는 사항을 정하여 환경오염과 환경훼손을 예방하고 환경을 적정하고 지속가능하게 관리·보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 삶을 누릴 수 있도록 함	환경부
	- 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률	수질오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방 및 하천·호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계를 적정 관리·보전	
	- 4대강 특별법	4대강 수계의 상수원을 적절하게 관리하고 상수원 상류지역의 수질개선 및 주민지원 사업을 효율적으로 추진	
	- 하수도법	하수도의 설치 및 관리의 기준 등을 정함으로써 하수와 분뇨를 적정하게 처리	
상수도 공급	- 수도법	수도에 관한 종합적인 계획을 수립하고 수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리	환경부
	- 먹는물관리법	먹는물의 수질과 위생을 합리적으로 관리	
기타	- 전원개발촉진법	수력발전용 댐건설 등 전원개발사업을 효율적으로 추진함으로써 전력수급의 안정 도모	지식경제부
	- 공유수면관리법	공유수면의 보전·이용 및 관리에 관하여 필요한 사항을 규정하여 공유수면의 적절한 보호와 효율인 이용	국토해양부
	- 내수면어업법	내수면어업에 관한 기본적인 사항을 정하여 내수면을 종합적으로 이용·관리하고 수산자원의 보호·육성	

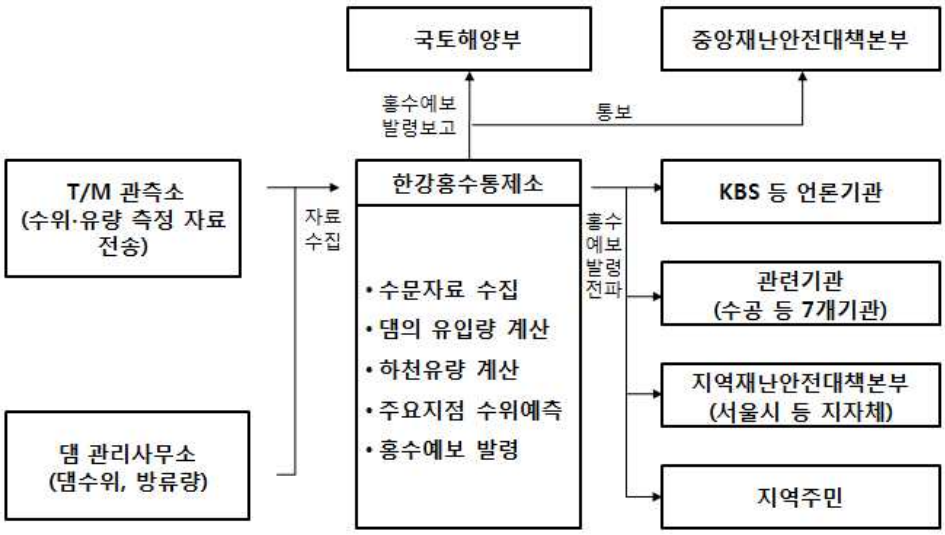
(출처 : 국토해양부, 2008. 한강유역 물개발 평가 연구)

□ 국토부 수자원 관리 조직

○ 국토해양부의 건설수자원정책실 산하 수자원정책관은 수자원정책과, 수자원개발과, 하천계획과, 하천운영과, 운하지원팀을 두고 있음

○ **4대강 홍수통제소**는 안전한 물, 풍요로운 강(safe water, affluent river)이라는 비전 아래 신속하고 정확한 홍수예보를 통해 홍수로 인한 인명피해 및 재산 피해 경감, 물의 안정적 공급 및 균형적 배분을 통해 물이용 효율의 극대화, 정밀한 수문관측을 통해 고객 지향적 고품질 수문정보의 생산 및 제공을 목표로 운영 중임, 홍수통제소의 주요 업무는 다음과 같음

- 하천홍수의 통제 및 관리
- 수문조사 및 관측
- 홍수 및 갈수의 예보·경보 및 전달과 댐의 조작·관리
- 홍수예보·경보시설공사의 조사·측량·설계·시행 및 운영관리
- 홍수예보·경보에 관한 기술개선·발전 및 전신개발
- 전기통신시설의 관리 운용
- 홍수통제 종사원의 교육
- 수문자료의 분석 및 관리



[그림 3-10] 홍수예보의 전달 구조

자료: 국토해양부 한강홍수통제소, '한강홍수예보', 2008

○ **지방국토관리청**(서울, 부산, 대전, 익산, 원주)의 하천국은 하천의 유지·관리 및 이에 따른 행정처분, 하천공사의 측량·조사·설계 및 시행 등의 업무를 수행함

- 각 지방국토관리청의 하천국은 하천계획과, 하천공사과, 남한강살리기사업단(서울)/낙동강살리기사업1팀·2팀(부산)/북한강살리기사업단(원주)/영산강살리기사업단(익산)/금강살리기사업단(대전)으로 구성됨

○ **한국수자원공사**는 수자원을 종합적으로 개발·관리하여 생활용수 등의 공급을 원활하게 하고 수질을 개선함으로써 국민 생활의 향상과 공공복리 증진에 이바지함을 목적으로 설립되었으며, 주요 임무와 역할은 다음과 같음

- 다목적댐, 하구둑 및 운하시설 건설·관리

- 광역상수도(공업용수도 포함) 건설・관리
- 산업단지 및 특수지역 개발
- 하수종말처리시설의 건설 및 운영・관리
- 다목적댐 및 용수댐 내의 수질 조사
- 지방자치단체 상수도 및 물 분야 기술지원・교육
- 수자원의 기초조사 및 정보관리

<표 3-26> 국토부 유관기관 주요 물관리 업무

관련기관	물 관리 관련 주요 업무
국토해양부	• 수자원장기계획 및 권역별 계획의 수립/조정 • 수자원정보화에 관한 사항 • 수자원의 조사/분석 및 통계의 유지/관리에 관한 사항 • 하천시설물의 유지/관리에 관한 사항 • 하천수의 사용 및 분쟁 조정에 관한 사항 • 하천유량조사 계획 수립 및 운영 등
홍수통제소	• 하천홍수의 통제 및 관리 • 수문조사 및 관측 • 홍수 및 갈수의 예보/경보 및 전달과 댐의 조작/관리 • 홍수예보/경보시설공사의 조사/측량/설계/시행 및 운영관리 • 수문자료의 분석 및 관리 • 하천유량관리 시스템의 구축 및 운영 • 수자원 정보의 수집/관리 및 배포 등
지방국토관리청	• 하천의 유지/관리 및 이에 따른 행정처분 • 하천공사의 측량/조사/설계 및 시행 등
한국수자원공사	• 수자원의 종합적인 이용/개발을 위한 수자원개발시설의 건설 및 운영/관리 • 수도시설(광역상수도)의 개발과 이용에 관한 사업 • 다목적댐 및 생활용수 등의 공급을 위한 댐의 수질조사 • 수자원의 효율적 개발/이용 및 관리를 위한 기초조사 및 정보관리 • 둘 이상의 지방자치단체에 공급되는 상수원의 수질에 직접 영향을 미치는 지역의 하수처리를 위한 하수종말처리시설의 건설 및 운영/관리 • 수자원개발시설 분야, 상수도 분야, 그 밖의 수자원 분야에 관한 기술지원 및 교육 등

○ 국토부에서 추진하는 수자원관리 업무와 관련하여 국토부 및 산하기관에서 현재 운영 중이거나 개발 중인 주요 14개 물 관련 정보 시스템의 개발목적, 관리내용 등은 다음과 같음

<표 3-27> 국토부 산하기관 물관리시스템 현황

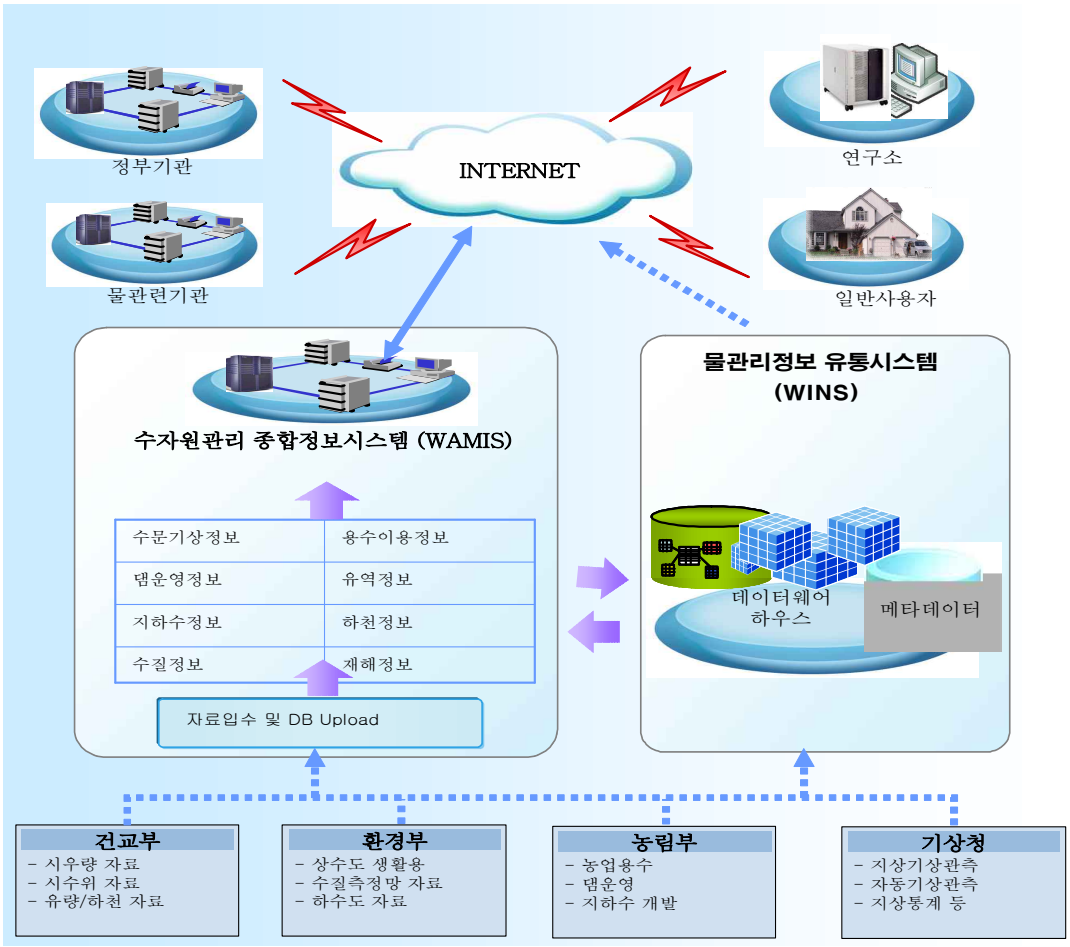
시스템명	운영 기관	목 적	관리 내용	운영	정보 제공
지하수정보 관리시스템	한 국 수자원 공 사	지하수 측정망의 실시간 지하수위 및 수질관련 정보관리	지하수개발방안, 수문지질도 공급지역분석자료, 개발현황 지표지질 조사자료 현장대수성 시험 성과표 시추공 위치, 굴착현황	운영중	Web GIS
국가수자원 관리종합정보 시스템	국토부	국가 물 관련 정보 제공	수문·기상, 유역현황, 하천, 댐, 지하수, 이수 정보, 수도, 환경생태, 자연재해, 지형공간	운영중	Web GIS
물관리정보 유통시스템	국토부	물관리 공동활용 대상 정보의 온라인 유통	수문·기상, 환경생태, 하천, 댐 자료, 지하수 자료, 이수, 수도, 해양수질환경 및 조석, 자연재해, 지형공간	운영중	Web
유역조사 지원시스템	한 국 수자원 공 사	WAMIS 기초자료 제공 및 관리	수문·기상자료, 유역자료, 하천자료, 이수 정보자료, 수도정보, 환경생태자료, 자연재해자료	운영중	C/S
하천관리지리 정보시스템	국토부	하천관련 행정업무, 하천대장, 하천정비 기본계획자료관리	하천형상 및 종·횡단 자료 하천대장 자료 하천 인허가 행정업무 자료	운영/ 개발중	C/S, Web
홍수지도관리 시스템	국토부	기 제작된 홍수지도 관련 정보 관리	전산화된 홍수지도 LIDAR 측량성과 관리	개발중	독립
하천주제도 관리시스템	국토부	하천주제도 제작 및 관리	하천공간 주제도 유역공간 주제도	개발중	독립
가뭄정보 관리시스템	한 국 수자원 공 사	가뭄관련 분석 및 정보 제공	가뭄지수(SPI, PDSI, MSWSI) 평가이론, 경감대책	개발중	Web C/S
통합홍수 예경보시스템	국토부	본류 구간 홍수예·경보 및 댐 운영	기상위성자료, 기상개황특보자료, 태풍예상 진로자료, 저류함수법의 매개변수, 지역별 예보자료, 전국기상개황자료, 방류량자료, 수문조사연보	운영중	C/S
하천유수사용 실적관리시스템	건 설 기 술 연구원	하천 취수자료 보고 및 관리	취수시설물의 일별 취수량 및 계획량	운영/ 개발중	Web
하천유수사용 허가관리시스템	건 설 기 술 연구원	건설 CALS와 연계된 유수사용 허가 관리	취수시설의 인·허가 사항	운영/ 개발중	Web
주요지천홍수 예경보시스템	국토부	주요 지천 홍수예경보	주요지천의 홍수량 산정 수위예측 및 홍수 예경보	운영/개발중	C/S
전국용수이용 자료관리시스템	한 국 수자원 공 사	생활·공업용수 이용 자료 전산화	농·공, 생활용수 자료 인구, 국토개발, 경제지표 자료 수문자료, 하천시설물자료	운영/ 개발중	C/S
실시간물관리 운영시스템	한 국 수자원 공 사	실시간 댐 운영에 의한 용수 공급	저수지 저수위, 유입량, 방류량 등 하천의 주요지점 수위 및 유량 댐 시설자료	개발중	C/S

□ 국가 수자원관리 종합정보시스템(WAMIS)

○ 물관리시스템 중 수자원관련 종합적인 정보를 관리하고 있는 시스템은 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS, http://www.wamis.go.kr)으로 장기적인 관점에서 수자원 관련 분야의 모든 정보를 종합적이고 체계적으로 관리하는 것을 목표로 설정하여 기초자료관리시스템, 분석시스템 및 정책지원시스템의 3개 분야별로 세부 시스템 개발이 추진 및 운영 중에 있음

○ 서비스 제공은 10개 분야(수문기상, 유역, 하천, 댐, 지하수, 이수, 수도, 환경생태, 자연재해, 지형공간) 총 150여개의 콘텐츠와 기초 수문자료 및 GIS를 이용한 수자원 단위지도 자료 등을 제공하고 있음

○ WAMIS는 수자원 포털사이트를 지향하며, 시스템 구성 개념도는 다음과 같이 나타낼 수 있음



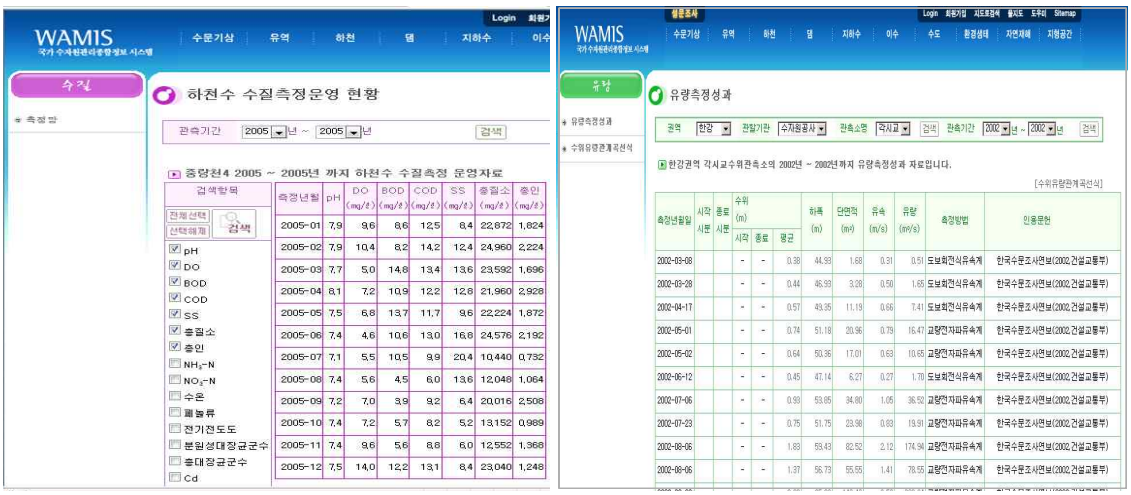
[그림 3-11] 수자원정보관리시스템 구성 개념도

○ WAMIS에서 제공하는 수질측정망자료는 수질기준(수질환경기준, 오염물질 배출허용 기준, 방류수 수질기준)과 하천수/호소수/농업용수/공단배수/도시관류/지하수의 수질측정망 목록의 자료를 제공하고 있음

- 오염원단위, 오염부하량에 대한 pH, BOD, COD, SS, TN, TP, NH_3-N 등 23개 항목을 제공하고 있음

○ 유량자료는 유량측정성과, 유량자료, 수위유량관계곡선식, 물지도로 구성되어 있음

- 유량측정성과 자료는 수위(m), 하폭(m), 단면적(㎡), 유속(m/s), 유량(㎥/s)으로 이루어져 있으며, 1999년, 2000년, 2002년 한국수문조사연보의 자료가 인용되었음
- 유량자료는 한강, 낙동강, 금강, 섬진강, 영산강 권역의 실시간 일유량 자료가 제공되고 있음
- 물지도는 과거자료로부터 통계적 방법으로 도출된 사분위수 기준값(25%, 75%)을 이용하여 과거대비 현재 시점의 전국 하천 유출현황을 시각적으로 파악할 수 있도록 하천유출량의 상태를 수자원단위지도상의 수위관측소 지점에 수위-유량관계곡선을 통하여 유량으로 환산한 값을 미리 설정한 기준색상(적색/녹색/청색)으로 표현한 지도임



[그림 3-12] WAMIS 수질 및 유량 자료 제공 화면

○ 국가수자원관리종합정보시스템은 물 관련 정보를 각종 기관에서 수집하여 통합적으로 제공하는 DB이고, 환경부/한국환경공단의 수질TMS는 수질 측정 및 관리시스템임, WAMIS는 통합적인 정보 수집 및 제공이 목적인데 반해, TMS는 수질 측정이 주요 목적임

<표 3-28> TMS와 WAMIS의 비교

	TMS	WAMIS
관리부처	• 환경부, 한국환경공단, 유역환경청 및 시/도	• 한국수자원공사에서 운영하던 시스템을 2007년 한강홍수통제소(국토부)로 이관하여 운영 중임
목적	• 하수, 폐수 처리시설 및 폐수배출사업장의 수질오염물질 배출상황을 실시간 관리·점검하여 수질오염사고 예방	• 장기적인 관점에서 수자원 관련 분야의 모든 정보를 종합적이고 체계적으로 관리 • 기초자료관리시스템, 분석시스템, 정책지원시스템의 3개 분야별로 세부시스템 개발 추진
기능	• 사업장별, 배출구별 오염물질별 배출현황 • 배출부과금 부과자료 선정 • 예·경보 통보 기능	• 물 관련 기관별 DB의 통합연계 운영 및 대국민 서비스
측정대상	• 공공하수처리시설 • 폐수종말처리시설 • 폐수배출 사업장	• 수문기상, 유역, 하천, 댐, 지하수, 이수, 수도, 환경생태, 자연재해, 지형 공간
측정항목	• pH, 유기물(BOD/COD), SS, T-N, T-P, 유량, 자동시료채취기 ※사업장 및 시설에 따라 부착대상 측정기기가 다름	• pH, BOD, COD, SS, TN, TP, NH3-N 등 (직접 측정하는 방식은 아님) • 댐수질: 환경부, 수도수질정보시스템(수자원공사) • 지하수수질: 지하수 조사연보(건설교통부)
비고	• 우리나라에서 처음으로 전 국가 차원의 TMS제도를 시행함	• 물 관련 정보를 한국수자원공사에서 관리 및 제공하여 체계적인 운영 및 다양한 정보제공이 미흡하다는 문제가 제기되었음 (2005년, WAMIS 최적운영 방안)

□ 국토부 하천·물환경 모니터링 시스템의 문제점

○ 하천 분야 수량측정 자동화율 미흡

- 자동유량측정 장비인 ADCP 사용률 4.4%('06년 현재)에 불과 (미국은 약 30%)(수문조사기본계획, 2008)
- 하상모니터링 시스템이 부재하여 하천관리 효율성 저하
- 첨단 수량센서 국내 개발이 미흡하여 국외 기술에 전적으로 의존

○ 전통적 방식의 자체 통신망 활용

- 첨단 통신망의 발달에도 불구하고 전통적인 방식의 자체통신망(VHF)를 주통신망으로 활용하여 효율성 낙후

○ 수량정보의 체계적인 관리 미흡

- 실시간 수량정보의 생산 및 관리 체계가 미흡하여 물관리 효율성 저하

○ 수량정보 확보를 위한 투자 미흡

- ‘08년 현재 필요예산 대비 예산확보율은 32%에 불과(수문조사기본계획, 2008)하여 성과 도출 미흡
- 수량조사 전문 인력이 부족하고 전문조직이 부재하여 효율적인 수량 조사가 어려움

나) 국토부의 수자원 관리 기술개발 수요

□ **개요**

구분	내용
실시간 모니터링	• 현재 실시하지 않고 있는 하상모니터링을 월단위로 측정 • 수위, 유속, 유량, 강수량 등의 실시간 모니터링 • 하천시설물(보, 제방 등)의 간극수압, 변위, 온도 등의 실시간 모니터링
관리밀도	• '08년 현재 28%인 하천수사용량 계측 지점을 향후 100%로 확대 필요
측정수준	• 현재 10% 내외인 하천 수량 정보 불확실도를 5% 이내로 저감
측정범위	• 현재 하천의 주요지점에 대해서만 측정되고 있는 수량정보를 전 하천구간으로 확대

□ **실시간 수문 모니터링의 필요성**

○ 홍수예보 및 물관리를 위해 실시간 정보 필요

- 홍수 시 홍수피해 예방, 제방 붕괴 및 범람의 사전 예측 등을 위해 실시간 측정이 필요

  ※ 현재 4개 홍수통제소에서는 평상시 및 홍수시 모두 매 10분 단위로 우량, 수위 등을 측정하여 실시간으로 인터넷 등을 통해 공개함

- 평상시 하천의 수량은 연속적으로 변화하기 때문에 안정적인 물 공급을 위해 실시간 수위 및 유량 정보 필요

  ※ 상하류, 지류, 취수장 취수량 등의 실시간 측정을 통해 실시간 물관리 가능

3.2.4 농림수산식품부

가) 농식품부의 물환경 관리 현황

□ **목적 및 조직**

○ 농어촌지역에서 필요로 하는 용수의 개발·이용 및 보전 등을 위한 농어촌 용수계획수립 및 농업용 댐과 지하수의 개발 및 관리업무를 담당하고 있음

○ 농식품부의 농촌정책국 산하에 농촌정책과, 지역개발과, 농촌사회과, 농업기반과를 두고 있으며 녹색성장정책관 산하에 녹색미래전략과, 과학기술정책과, 종자생명산업과, 4대강새만금과가 있음

- 농업기반과는 농촌용수 개발, 농업생산기반시설 유지관리, 풍수해 예방대책, 농업용수 수질오염방지대책의 수립 및 시행 등의 업무를 수행함
- 녹색성장정책관 산하 4대강새만금과에서 4대강살리기사업과 농업용 저수지 둑 높이기 사업 등을 추진함

□ **농식품부 산하 물관련 기관**

○ **한국농어촌공사**는 환경친화적으로 농어촌정비사업과 농지은행사업을 시행하고 농업기반시설을 종합관리하며 영농규모적정화를 촉진함으로써 농업생산성의 증대 및 농어촌의 경제·사회적 발전에 이바지함을 목적으로 함, 주요 사업 내용은 다음과 같음

- 농업기반시설의 유지·관리 및 이용에 관한 사업
- 농어촌용수 및 지하수자원의 개발·이용 및 보전·관리에 관한 사업
  - 농업용수 관리체계는 수리시설 규모에 따라 한국농어촌공사 관리지역과 지방자치단체 관리지역으로 이원화되어 있음
  - 전체 수리답면적 848천ha 중 532천ha(63%)는 대규모 수리시설 수혜지역을 중심으로 한국농어촌공사가 관리하고 316천ha(37%)는 지방자치단체에서 관리함
- 농어촌의 수질오염방지시설·하수도시설 및 오수·폐수처리시설의 설치 및 지원 사업

□ 농업용수 수질조사 체계

○ 한국농어촌공사의 **농업용수 수질조사**는 농어업생산기반시설종합관리 사업의 하나로, 전국 주요 농촌용수원에 대한 수질현황 및 수질오염 변화의 추이를 평가·분석, 농업용수 수질관리 정책수립 및 수질개선에 필요한 기초자료를 확보하기 위한 목적을 가짐

- 전국 주요 농촌용수원 800개 시설(805지점)에 대해 매년 4회(분기별) 조사를 수행하며 조사 항목은 현장조사시험과 실내실험을 합하여 총 16항목임
  - 현장조사시험(5항목): 수온, pH, EC, DO, BOD 측정 및 물시료 채취
  - 실내실험(11항목): COD, T-N, T-P, Cu, Pb, Cd, Hg, As, SS, Cl^-,Chl-a 등 실험
  - 자료조사 및 환경조사: 유역내 오염원 및 환경기초시설 현황조사

<표 3-29> 농업용수 수질측정망 조사결과

시설수	매우좋음	좋음	약간좋음	보통	약간나쁨	나쁨	매우나쁨
	Ⅰa등급 (2이하)	Ⅰb등급 (3이하)	Ⅱ등급 (4이하)	Ⅲ등급 (5이하)	Ⅳ등급 (8이하)	Ⅴ등급 (10이하)	Ⅵ등급 (10초과)
826개소 (100%)	- (-)	26 (3.1%)	142 (17.2%)	167 (20.2%)	326 (39.5%)	88 (10.7%)	77 (9.3%)

자료: 한국농어촌공사 홈페이지(http://www.ekr.or.kr)

<표 3-30> 농업용수 수질측정망 현황

구분	계	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	전남
농업용수수질측정망 (저수지8개소)	800	3	7	13	1	2	7	52	53	73	101	94	165	143	86
호소수질측정망 (오염원조사 26개소)	26	-	-	-	-	-	-	6	-	-	6	4	8	1	1

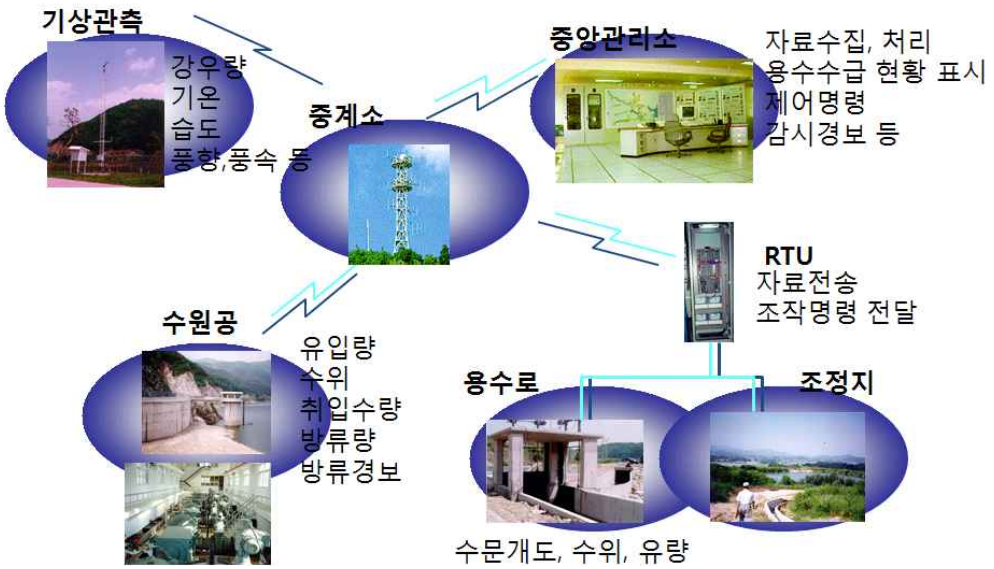
자료: 농촌용수종합정보시스템 홈페이지(http://rawris.ekr.or.kr)

○ **농업용수 관리자동화(TM/TC)사업**은 저수지와 양배수장, 수문, 용배수로 등 농업기반시설에 정보통신기술(IT)을 활용해 상황실에서 원격측정(Tele Metering, TM), 원격제어(Tele Control, TC), 원격모니터링(TV)이 가능하도록 된 물관리자동화시스템임

- 한국농촌공사에서 진행한 물관리 자동화 시스템은 물관리의 자동화를 통해 이미 설치된 시설물의 물관리 효율성 증대와 적시 적소 공급, 다목적 용수 공급, 관리인력 절감 등으로 제한된 시설의 활용도를 극대화하기 위

하여 진행되었음

- 적용대상은 저수지(사통, 취수탑, 여수토 홍수조절문비), 양수장, 취입보, 관정 등의 수원공과 간선 및 주요지선의 분수문, 제수문, 방수문, 배수문 등 용·배수로 주요 시설임
- 본 시스템의 운영 프로그램을 통한 자동화로 인한 장점은 다음과 같음
  - 용수로 내 수리현상을 보다 단시간 내에 정상화 시킬 수 있고, 수송효율의 개선과 경지내의 적용효율까지 개선시킬 수 있음
  - 관개 계획 프로그램에 작부 체계별, 생육단계별로 계측된 기상자료의 입력 등을 통한 관개계획의 수립을 통하면 수요를 보다 정확히 예측하여 급수 가능하므로 관개 효율의 개선과 용수의 절약의 효과를 얻음
  - 관리인력 및 전력료 등의 관리비를 절감하고, 추후 지선과 지거의 수로 제어 구조물 및 모든 분수문과 분수공의 자동화를 통하여 인력투입을 현저히 절감할 수 있음
  - 홍수 등의 재해시에는 저수지의 물을 방류할 때 방류 예경보 장치를 이용하여 방류로 인한 피해를 예방하고 가뭄 때는 저수량, 유입량 및 수요량을 판단하여 가뭄을 대비한 물관리를 실시함으로 인해 피해를 최소화 할 수 있음



[그림 3-13] 농업용수 자동관리화 시스템(TM/TC system)

<표 3-31> 농림부의 하천·물환경 모니터링 시스템의 현황 진단

	효율성	효과성	산업육성
전략	- 1,2개 개별 연구과제로 개발되어 일부 현장에 적용되는 등 **체계적인 개발과 활용 전략 부재**		- 세계적으로 각국의 **물 이용의 70%를 담당하는 농업용수**의 모니터링은 수출 산업으로 기대됨
조직	- 한국농어촌공사의 전국 지사에서 담당 (현재는 인력으로 **현장방문 목측**)	- 국가 수자원 부족의 대처방안으로 농업용수(국내이용의 50%) 절약이 중요한 이슈이며 모니터링 기술의 효과성은 누구나 공감	
운영	- 수위, 유량은 관리자가 **현장 방문**하여 목측(관개기 1일 4회) - 수질은 일부 저수지 800여 곳(총 18,000개소)에 대해 연 4회 조사자가 **현장 방문** 후 시료채취 분석	- 인력의 현장 수동 목측의 현실을 자동 모니터링으로 개선함은 효과성은 물론이고 관리자 부재로 인한 모니터링 부재, 관리 방치의 문제를 해결하는 효과가 있음	- 아시아, 아프리카 등 개발도상국에 농업용수 개발 사업을 수출·지원하고 있는 우리나라의 향후 운영기술 수출 분야로 유망하며 육성·개발해야 할 분야로 인식됨
자원 (예산/인력)	- 현장 관리자는 전국에 **2,000여명**(한국농어촌공사)이 있음		
성과	- 1개 개발연구과제(저수지수위계)의 성과인 모니터링 기술의 성과가 크게 나타남(현재 전국 농업용저수지 1,000개소에 수위 측정 중)		- 국내 산업육성의 성과가 있으며, 향후 해외진출이 크게 기대됨

□ 해양환경모니터링 현황

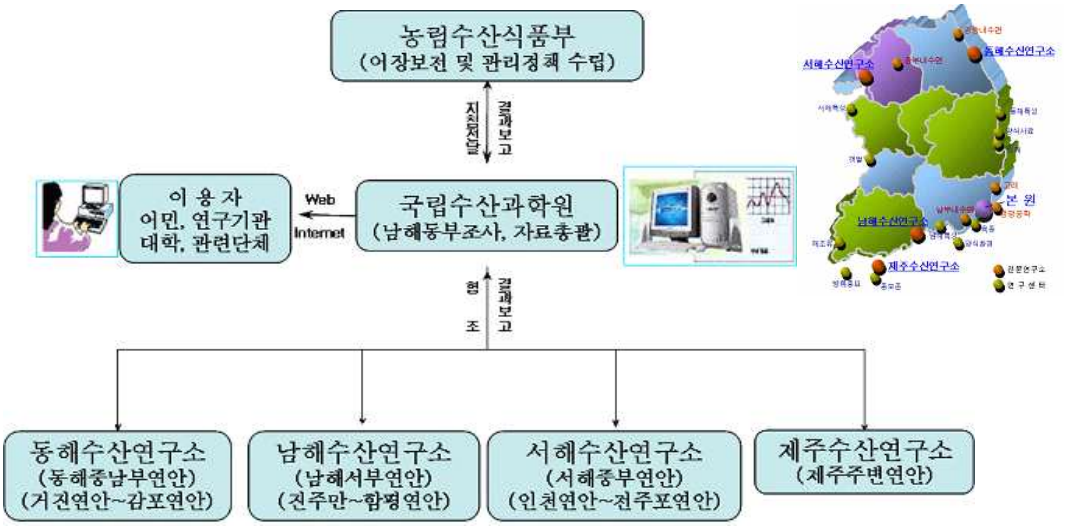
○ 우리나라 연안 및 어장의 해양환경 모니터링 시스템은 크게 두 개의 사업으로 구분되어 국가에서 수행하고 있음. 농림수산식품부 어장 관리법 제3조, 6조와 적조조사 훈령 등에 근거하여 수행하는 **「수상환경모니터링 운영」사업**과 국토해양부 해양환경관리법 제9조에 의거 우리나라 연안 및 근해역의 해양환경 상태와 오염원에 대한 조사를 정기적으로 실시하는 **「국가해양환경측정망 운영」**임

<표 3-32> 어장관리법

어장관리법
제3조(어장관리 기본계획) ① 농림수산식품부장관은 어장을 종합적이고 체계적으로 관리하기 위하여 5년마다 어장관리 기본계획(이하 “기본계획”이라 한다)을 수립하여야 한다. <개정 2008.2.29> ② 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. <개정 2008.2.29> 1. 어장관리에 관한 정책목표 및 기본방향 2. 어장환경을 보전하고 어장을 효율적으로 이용하기 위한 방안 3. 어장의 정화와 정비에 관한 기본방향 4. 그 밖에 어장을 효율적으로 관리하기 위하여 농림수산식품부장관이 필요하다고 인정하는 사항 ③ 농림수산식품부장관은 기본계획을 수립하려면 미리 광역시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)의 의견을 듣고 「수산업법」 제88조에 따른 중앙수산조정위원회(이하 “중앙수산조정위원회”라 한다)의 심의를 거쳐야 한다. 기본계획을 변경하려는 때에도 같은 절차를 거쳐야 한다. <개정 2008.2.29, 2009.4.22> ④ 농림수산식품부장관은 기본계획을 수립하거나 변경한 때에는 시·도지사에게 통보하여야 하며, 시·도지사는 기본계획과 지역 여건·특성 등을 고려하여 정한 기본계획의 세부 시행지침을 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)에게 통보하여야 한다. <개정 2008.2.29> ⑤ 농림수산식품부장관은 제1항에 따라 기본계획을 수립할 때에는 관계 행정기관의 장에게 필요한 자료를 제출하도록 요구할 수 있으며, 자료제출을 요구받은 행정기관의 장은 특별한 사유가 없으면 요구받은 자료를 제출하여야 한다. <개정 2008.2.29> 제6조(어장환경의 조사) ① 농림수산식품부장관은 어장을 효율적으로 보전하고 이용하기 위하여 5년마다 어장관리해역별로 어장환경의 조사를 실시하여야 한다. <개정 2008.2.29> ② 농림수산식품부장관은 환경오염이 심각하여 긴급하게 어장환경을 조사할 필요성이 있다고 인정되는 어장관리해역이나 시장·군수·구청장이 조사를 요청한 어장관리해역에 대하여는 수시로 그 어장환경을 조사할 수 있다. <개정 2008.2.29> ③ 제1항과 제2항에 따른 어장환경의 조사 내용과 방법 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

○ 수산환경모니터링 운영사업은 우리나라 어장환경에 대한 종합적이고 체계적인 연구를 수행하는 조사 연구 사업으로 국립수산과학원의 해양환경연구팀들과 유기적인 협력을 통해 수행하고 있음

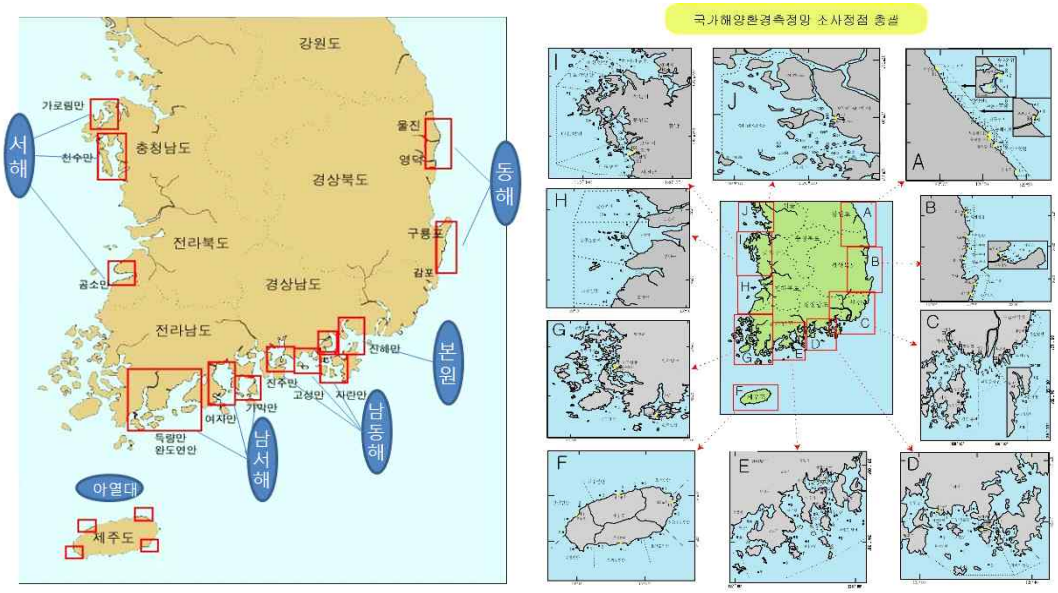
- 국립수산과학원 본원에서는 모니터링 총괄 및 원격탐사, 기후변화연구, 유해물질연구, 적정수용력 산정 등 고차원적 연구를 집중 수행하며, 동·서·남해 지역 연구소에서는 관할 해역 어장환경모니터링 및 어장환경 연구를 담당하고 있음



[그림 3-14] 수산환경모니터링 추진체계도

<표 3-33> 국가해양환경측정망 및 수산환경모니터링 구분

구분	국가해양환경측정망	수산환경모니터링
목적	한국 연안 및 근해역의 해양환경 상태 조사 연구로 환경개선 관리정책 및 보전정책 수립	우리나라 주요 어장환경조사연구로 지속가능한 수산자원 생산도모 및 안전한 수산물 생산해역의 관리정책 도모
추진 근거	해양환경관리법 제9조	어장관리법 제3조, 6조 적조훈령
세부 내용	▪ 항만환경측정망 - 36개소 40개정점 ▪ 연근해환경측정망 - 55개소 241개정점 ▪ 환경관리해역환경측정망 - 16개소 78개정점 ▪ 하구역환경측정망 - 1개소 10개정점	▪ 양식장 어장환경모니터링 - 패류 : 15개소 147개정점 - 어류 : 3개소 16개정점 - 해조류 : 5개소 21개정점 - 기타양식 : 4개소 21개정점 ▪ 어장해황모니터링 (동중국해포함) - 25개 정선라인 207개정점 ▪ 적조모니터링 - 전국연안 96개정점
차이점	우리나라 오염심화지역인 항만, 특별관리해역 (마산만, 부산만, 광양만, 울산만, 인천·시화연안) 및 환경적으로 보전가치를 지닌 환경보전해역, 오염영향을 집중적으로 받는 하구언 등을 관리하기 위한 환경모니터링 운영	양식어장의 환경피해 방지를 위해 양식장 어장환경조사, 적조로 인한 수산피해방지를 위한 적조예찰모니터링 운영 (적조주의보 및 적조경보 발령 등에 활용) 및 수산자원의 어황정보제공을 위한 동중국해까지 포함한 광범위한 해황조사



[그림 3-15] 수산환경모니터링(좌) 및 국가해양환경측정망(우) 조사해역도

○ 적조 동태파악 상설 감시망 운영(훈령 제3조 관련)

- 평상시에는 월 1회 조사하며 적조발생 식물플랑크톤 및 수질환경 변동을 파악함
- 적조예보 발령시에는 매일 예찰하며 주의보발령해역의 식물플랑크톤 군집 변동 및 해양환경 변화를 조사하여 적조이동·확산에 대한 유해적조예보 네트워크를 운영함
- 국립수산과학원의 통합 상황실에서 적기 적조예보를 발령하고 적조속보로서 홈페이지 및 언론통보를 통하여 신속 통보함

□ 양식어장 수질 자동측정소 운영

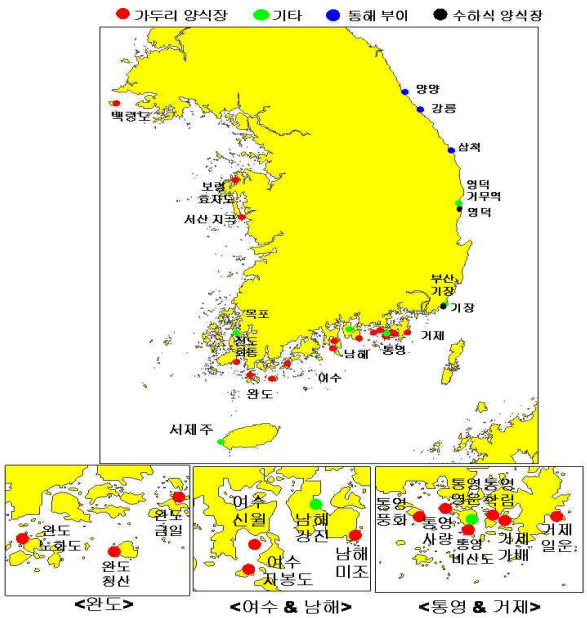
○ 해양조사는 주로 연구자가 정기적으로 바다에서 시료를 채취하고 이를 실험실까지 운반, 분석하는 방식으로 수행되고 있어 짧은 시간동안의 수질 변화양상을 파악하는데 한계가 있음

○ 해양수산부(現 국토해양부)는 해양수질 상시 관측 자료를 획득하기 위해 1998년부터 “해양오염원격감시체제구축사업”을 통해 해양수질 자동측정기술 개발과 측정소 시범운영을 추진해 왔으며, 2005년부터 인터넷으로 시범측정소의 수질측정 결과를 제공하고 있음

○ **실시간 어장환경 측정부이**는 전국 30개소에서 운영하고 있으며, 국립수산

과학원 홈페이지 등을 통하여 “주간해황”으로서 정보를 제공하고 있음

- 멍게가 주로 양식되는 통영·거제 일원에는 총 7개소가 운영 중이나 가두리 양식어장에 집중되어 있음
- 조사항목으로는 수온, 염분 등 2개 항목이 실시간 관측되고 있음





[그림 3-16] 양식장의 등부표 설치 지점(상) 및 광경(하)

○ **수질자동측정소**는 해역구분으로 시화호-인천연안 특별관리해역 2개소, 마산만 특별관리해역 3개소, 부산연안 특별관리해역 2개소, 울산연안 특별관리해역 1개소, 거제만 양식장 내 1개소로 총 9개 측정소가 운영되고 있음

<표 3-34> 수질자동측정소 위치

해역 구분	측정소	위치	측정소 형태
시화호-인천연안 특별관리해역 (2개소)	시화1측정소	안산시 대부북동 산1번지 (배수갑문 맞은 편)	패키지형
	시화2측정소	안산시 대부북동 산1번지 (시화방조제 중간 작은가리섬 부근)	패키지형
마산만 특별관리해역 (3개소)	마산1측정소	마산시 월포동 1-5번지 (마산지방해양항만청 내)	패키지형
	마산2측정소	창원시 적현동 438-2번지 (제 4부두 옆 공터)	패키지형
	마산3측정소	마산시 양덕동 976-24 모터밸리스 옆 (검조소 내)	원랙형
부산연안 특별관리해역 (2개소)	낙동강측정소	부산시 사하구 하단동 1163번지	패키지형
	영도측정소	부산시 남포동 1가 72번지 태홍해태 앞 (부산항 검조소 내)	원랙형
울산연안 특별관리해역 (1개소)	울산측정소	울산광역시 남구 장생포고래길 278번지 (해양환경관리공단 내 검조소)	원랙형
거제만 (1개소)	계도측정소	거제시 사등면 창호리 364번지	패키지형

○ 현장측정소의 자료는 각 측정소별로 원격지에서 수집한 후 중간 관리자가 일차적으로 자료를 정리하여 인터넷 전용선으로 유선 텔레메트리 시스템(TMS)으로 전송되고 있음

- 일부 측정소는 무선 통신으로 무선 텔레메트리 시스템(TMS)으로 구축되어 자료를 전송하고 있음
- 측정자료는 실시간으로 DB서버에 수집되고 전송되어 데이터베이스를 유지하고 이에 연계된 웹서버는 해양수질자동측정망 홈페이지를 통한 자료 검색이 가능함

<표 3-35> 자료전송 방식

구분	자료전송	비고
센서 자료	Real-Time 자료전송	1주일 이내 QC 후 재전송
수질측정장치 자료	Delayed 자료전송	1주일 이내 QC 후 전송

○ 측정항목은 크게 수질측정장치 측정항목, 수질측정센서 측정항목, 기상측정센서 측정항목으로 구분됨

- 수질측정장치 측정항목에는 화학적 산소 요구량(COD), 총질소(T-N), 총인(T-P), 암모니아 질소(NH4-N), 질산+아질산 질소(NO3+NO2-N), 인산 인(PO4-P)이 포함됨
- 수질측정센서 측정항목에는 수온, 전기전도도(염분), pH, 용존산소, 탁도, 클로로필이 포함됨
- 기상측정센서 측정항목에는 풍향, 풍속, 기온, 상대습도, 일사량, 강수량이 포함됨

<표 3-36> 해양수질자동측정소 측정항목 현황(2009.12.30 기준)

구분	시화 1측정소	시화 2측정소	울산 측정소	마산 1측정소	마산 2측정소	마산 3측정소	낙동강 측정소	거제계도 측정소	영도 측정소	총계
수질센서	온도, pH, DO, 전도도, 탁도	온도, pH, DO, 전도도, 탁도	온도, pH, DO, 전도도, 탁도	온도, pH, DO, 전도도, 탁도	온도, pH, DO, 전도도, 탁도	온도, pH, DO, 전도도, 탁도	온도, pH, DO, 전도도, 탁도	온도, pH, DO, 전도도, 탁도, 클로로필	온도, pH, DO, 전도도	
계	5	5	5	5	5	5	5	6	4	45
기상센서	풍향, 풍속, 기온, 습도, 일사량	기온, 습도, 일사량	-	풍향, 풍속, 기온, 습도, 일사량	풍향, 풍속, 기온, 습도, 일사량	-	풍향, 풍속, 기온, 습도, 일사량	-풍향, 풍속, 기온, 습도, 일사량		
계	5	3		5	5		5	5		28
영양염 측정장치	질산염, 인산염, 암모니아	질산염, 인산염, 암모니아	-	질산염, 인산염, 암모니아	질산염, 인산염, 암모니아	-	-	질산염, 인산염, 암모니아	-	
COD	알칼리법 COD	알칼리법 COD	알칼리법 COD	알칼리법 COD	알칼리법 COD	알칼리법 COD	알칼리법 COD		알칼리법 COD	
TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	TN	-	TN	
TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	-	TP	
계	6	6	3	6	6	3	3	3	3	39
총 계	16	14	8	16	16	8	13	14	7	112

□ 해양/어장 수질환경 측정 시스템의 문제점

○ 시스템 설치/운용 정점 및 수량이 부족함

- 현재의 실시간 연안환경 정보시스템의 설치 위치 및 운용 수량으로는 연안환경의 효율적인 모니터링에 한계가 있음

※ 수질자동측정소의 경우 고가이고, 유지관리의 측면에서 육상에 설치

○ 시스템 설치/운용 위치의 대표성 문제

- 현재 실시간 연안환경 정보시스템의 위치는 설치/운용상의 편의에 의해 선정된 측면이 많아 해역의 어장환경 특성을 대표할 수 있는 자료를 획득하기 어려움

○ 시스템 운용 및 활용상의 문제

- 현재의 시스템은 수온, 염분, 용존산소 등의 센서를 장착하고 있으나 해역에 따라서 추가적인 항목의 정보가 필요함

※ 수산생물 폐사와 관련 수온 및 염분 자료는 어장환경정보망을 활용할 수 있으나, 그 외 용존산소, 영양염류 등 수질과 기상변화 등에 대한 자료는 부족하며, 해양 유해생물에 대한 정보는 전무함

□ 대책

○ 시스템 설치/운용 정점 및 수량의 확대

- 이상 해황 발생 및 연안환경 변화를 효율적으로 모니터링할 수 있는 정점 및 수량의 시스템 확대 운용이 필요
- 적조, 유해미생물 측정센서 등의 장착으로 해양환경 변화를 종합적으로 반영

○ 친사용자 환경의 자료 제공을 위한 지침 마련

- 시스템의 활용도를 극대화하기 위해서는 친사용자 환경의 자료를 제공하는 것이 필수적이며, 결측 및 불량 자료 처리를 위한 알고리즘 및 매뉴얼 작성

○ 연안환경 통합관리를 위한 시스템 구축

- 친수공간 및 해양관광 활성화에 필요한 유비쿼터스 연안환경 통합관리 시스템의 구축을 위하여 실시간 모니터링과의 연계 기술 개발

나) 농림부의 물환경 관리 기술개발 수요

□ 기술개발 수요

○ 저수지 18,000지점, 농수로 360,000지점, 농촌하천 36,000지점의 **수위, 수질 및 수량 모니터링** 기술개발

- 국가 물이용의 50%를 담당하는 농업용수의 주요공급원인 전국의 **농업용 저수지 18,000개소**의 저수지 수위, 수질 및 수량의 모니터링 기술개발이 필요하며 적정한 통신과 전원방식 및 시설물(취수탑-수직형, 사통-경사형) 별 적정 모니터링 기술개발이 필요함
- 농업용저수지에서 농촌지역으로 공급하는 **농수로의 주요지점**(마을단위, 저수지별 평균 20개소)에 수위, 유량 모니터링과 지역주민에 정보제공이 필요함(농업생산 및 농촌지역 삶의 질 향상을 위하여 마을 물정보제공이 요구되고 있음)
- 저수지, 농수로와 연계된 **농촌 소하천(**저수지 유입부, 유출부 2개소)의 수위, 유량 모니터링은 기후변화에 따른 가뭄심화, 홍수빈발과 국가 수자원 부족에 대처하기 위한 기반시설로 인식되고 있음

○ 예산과 기술력의 부재로 인하여 수량모니터링의 현장센서설치와 연계하여 수질모니터링 현장장치의 설치가 불가능한 현실이나 보급형의 개발이 성공한다면 연계해서 현장에 설치할 필요가 있음

□ 기술개발 기대 효과

○ 농촌지역 USN 기반 모니터링은 인건비 절약효과 정도가 아니라 고비용의 설치비·유지비로 인해 정보통신의 적용이 불가능했던 수자원 관리와 대국민 물정보 제공을 가능해주는 효과가 있음

○ 농촌수자원의 모니터링은 대부분 실측 인력이 전국에 소규모로 산재한 시설 지점에 관리자가 차량으로 이동하여 측정함으로써 고비용(예, 1시간 이동 1분 목측)

○ USN 기반 모니터링은 수량측정과 수질측정을 통합하여 측정함으로써 비용절감 효과가 큼

- 현재 수량측정과 수질측정이 분리되어 각각의 담당자가 현장방문 측정으로 저효율 고비용(수량은 일별 측정, 수질은 연4회 측정)

3.2.5 행정안전부

가) 행정안전부의 물환경 관리 현황

□ 임무 및 현황

○ 풍수해 등 재난업무를 전담하는 **소방방재청**을 통해 지방자치단체에서 관할하고 있는 하천에 대한 관리 및 홍수대책 업무를 수행하고, 온천개발 및 관리업무와 민방위 급수시설 관리, 온천관리를 담당함

- 행정안전부의 재난안전관리관의 재난대책과가 풍수해 안전대책을, 지역발전정책국의 지역녹색성장과가 지방하천기본계획수립, 온천업무/민원 등의 업무를 수행함

○ 2010년 1월 행정안전부가 발표한 '녹색정보화 추진계획'은 U-Green 도시 구현 및 실시간 환경 모니터링 시스템 구축 등을 포함하고 있으며 관련 시스템 구축 현황은 다음과 같음

<표 3-37> 행정안전부 시스템 구축 현황

핵심	시스템명	목적	관리내용	구분
지역경제	U-IT기반의 저탄소 녹색도시 건설	u-City 인프라조성 및 녹색도시 건설	- u-City 표준모델 개발 - u-Zone을 시범적용하고 u-City 인프라 조성 - 공용자전거 운영관리시스템 표준모델개발 및 보급	신규
수질·수생태	실시간 하천·호소 생태모니터링 시스템	건강하고 쾌적한 하천생태관리	- USN기반 하천생태모니터링 시스템 구축 - 다중이용시설 및 대중교통수단의 실내 공기질 자동측정망 확대 구축	신규
홍수방어	지능형 재난재해 예방 및 대응체계 구축	재난을 예방하고 대응하기 위한 체계 마련	- 실시간 상황 모니터링 및 의사결정 지원 - 재난 관련기관의 정보 공동 활용 및 연계기관 확대 - 3D 기반 실시간 화재 대응체계 마련	신규

자료: 「4대강 살리기 사업」 관련 정보화전략수립

□ 소방방재청

○ 소방방재청은 행정자치부 '민방위재난통제본부'를 전신으로 하여 1990년대 이후 해마다 되풀이되는 대형재난으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하기 위해 2004년 5월 1일 개청되었음, 방재관리국이 소하천과 풍수해 관련 업무를 담당하며 주요 업무는 다음과 같음

- 소하천·자연재해위험지구에 대한 재해예방사업 예산운영의 총괄
- 소하천 정비 관련 법령 및 제도의 운영
- 소하천 정비계획 및 시행계획의 수립·운영
- 소하천 정비사업 시행지침의 시달 및 사업관리
- 소하천 시설기준의 제정 운영
- 소하천의 지정·관리 및 소하천 가꾸기 사업에 관한 사항
- 풍수해저감종합계획의 승인
- 풍수해저감종합계획 수립기준의 제정·운영

○ 소방방재청은 자동우량 경보시스템, 자연재해대책지원시스템, 국가재난관리정보시스템(NDMS), 상황전파시스템, 재난정보공동활용시스템, 국가재난정보센터를 운영·관리 중임

- 자동우량경보시스템은 계곡 상류부 및 하류부, 공원관리 사무소 또는 읍면사무소, 시군청 재해대책상황실에 각각 설치된 우량국과 경보국, 통제국, 감시국이 체계적으로 연결되어 우량을 자동 체크하는 시스템임
  - 일정치 이상의 강우량이 감지될 시에 자동으로 통제국에 데이터가 전송되며 감시국의 관리로 계곡의 하류부에 경보 발령 및 안내 방송을 실시하게 됨
- 국가재난관리정보시스템(NDMS)은 소방방재청, 시·도, 시·군·구 등 재난관리 관련 공무원들이 활용하는 업무 기반 시스템이며 재난에 의한 피해집계 및 상황보고, 복구관리, 자원관리 등 자연재난관리 위주의 총괄적인 전국 단위 시스템으로 약 13년에 걸쳐 개발 운영되고 있음
- 상황전파시스템은 재난이 발생하면 중앙정부, 시도, 시군구, 읍면동 뿐만 아니라 유관기관 및 유관기관의 하부기관까지 일시에 상황을 전파하고 받을 수 있도록 구축되었음
- 재난정보 공동활용센터를 통해 재난에 대한 통합적인 자료를 관리함

<표 3-38> 소방방재청 시스템 구축 현황

핵심	시스템명	목적	관리내용	구분
홍수방어	자연재해대책지원시스템	홍수 및 가뭄 재해 관련 자료와 예방, 방재, 피해복구, 응급대책지원 등의 지원 현황 관리	- GIS를 기본으로 하여 공간적 피해 현황에 대한 관리 기능 제공 - 홍보 차원으로 Web 시스템 개발	개선
홍수방어	국가재난관리정보시스템(NDMS)	재난의 예방·대비, 대응, 수습복구 관리	- 재난정보 수집·전파, 경보발령통보, 긴급대응, 수습·복구, 상황 보고 및 지시 등에 첨단 정보기술을 도입·적용하여 대형화·다양화되어 가는 재난을 과학적으로 관리	개선
홍수방어	상황전파 시스템	실시간재난관련 정보 전달로 인한 재난 신속 대응	- 각종 재난 발생 정보, 기상특보 정보를 전달 - 재난에 관한 업무 연락 및 보고 동시 처리	개선
홍수방어	재난정보공동활용	종합적인 재난 정보의 공동 이용과 유통	- 유형별 재난 정보 서비스와 기상 정보 - 실시간 상황 정보 서비스 - 지역별 재난 정보 공용활용센터에 연계, 정보 유통 관리	개선
홍수방어	국가재난정보센터	재난 정보 종합 서비스 제공	- 재난 상황 및 대비 서비스 제공 - 재난 교육 및 자료 서비스 제공	개선

자료: 「4대강 살리기 사업」관련 정보화전략수립

○ 행정안전부의 현재 사용중인 센서

- u-천수만 생태 모니터링 시범 사업(서산시)

센서명	제품명	수량	가격	제조사
COD	ENVA K602	1	3천만원	한국엔바테크
PH	PH-96M	1		하나인스엔텍
SS	MLSS-96M	1		하나인스엔텍
DO	DO-96M	1		하나인스엔텍
수온계	PRI-3000	1		신호시스템
수위계	HUL-2000	1		하나인스엔텍

- u-오동도 자연생태 모니터링 시범 사업(여수시)

센서명	제품명	수량	가격	제조사
수질측정	YSI600XL-CV2 (수온,염분,온도, 전기전도도 포함)	1	13백만원	SONDE
PH	PH probe	1	1백만원	
DO	DO ROX Optical	1	6백만원	

나) 행정안전부의 물환경 관리 기술개발 수요

□ 기술개발 수요

○ 물 환경 및 수질 관리는 업무 특성상 하천·지천·지류 등에 관련부처 및 인접한 지자체들이 공동으로 협업하지 않으면 관리가 불가하여 공동 추진 체계 필요

○ 새로 구축하여 모니터링 되는 데이터들이 기존 업무와 별개의 시스템으로 구축·운영되면 지자체 담당 공무원의 업무 부하 증가로 활성화가 어려워 **지방행정시스템과의 연동**이 필요

○ 센서 데이터를 전송하는 USN 인프라의 부족으로 현재 상용 데이터 통신망을 이용하고 있어 지자체의 고정 예산부담이 증가 및 활성화 저해 요인

○ u-IT기술을 활용하여 경보를 발생하는 사업은 많이 확산되어서, 향후는 예보, 대응, 사후관리 위주의 시범사업 추진이 필요

4. 기술개발 전략방향

4.1 기술개발 역량 분석

4.1.1 기술분류체계

<표 4-1> 기술분류체계

대분류	중분류	세분류	비고
자립형 센서/측정정치	수질 센서	전기식 수질 단위센서(5종: 수온, EC, pH, ORP, 염도)	지경부
		광학식 수질 단위센서(4종: 탁도, DO, 클로로필-a, 남조류)	지경부
		자동 세정/교정 복합센서	지경부
		TOC/T-N/T-P 센서화 원천기술	교과부
		오염 저항성 센서 소재 개발 기술	교과부
		효소기반 환경 바이오센서 안정화 기술	교과부
		수질오염 미생물 진단 센서 원천기술	교과부
		해양 조류 직독식 센서	농식품부
		양식어장 환경 맞춤형 다항목 수질 자동 측정 장치	농식품부
		해양 부유물질 직독식 센서	농식품부
		해양 유해적조 바이오센서	농식품부
		해양병원균 바이오센서	농식품부
		인산염 측정 센서	환경부
		질산염 측정 센서	환경부
		암모니아성 질소 측정 센서	환경부
		수질 내 중금속 측정 센서/분석장치	환경부
		자립형 TOC/TN/TP 측정장치 개발	환경부
	수위 센서	압력식 수위센서	지경부
		장거리 수위계측시스템(레이다, 초음파식)	농식품부
		농업용 수로 수위 측정 시스템	농식품부
		소하천용 다채널 수위계 시스템	농식품부
		광전자 수위센서	국토부
	유속 센서	레이다 수위/유속 시스템	농식품부
		전자식 유속 측정 시스템	농식품부
		2차원 표면유속장 측정 기술 개발	국토부
	유량 센서	유량측정용 flumegate 시스템	농식품부
		초음파 하천 수량 센서	국토부
	수심 센서	내용적 측정용 음향측심기 시스템	농식품부
	수중지형 센서	3차원 하상 모니터링 센서	국토부
		자율형 수중환경 무인자동 모니터링 장비(AUV)	국토부

대분류	중분류	세분류	비고
	강우 센서	자율형 광학우량 관측 센서 기술	국토부
		전자 강수량 센서	국토부
	하천관리 센서	하천시설물 안전관리 센서	국토부
		수상 무인자동 채수 장비 (USV)	국토부
광역 환경센서망 기술	광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준	Sub-1Ghz대역 주파수 간섭분석 모델링 및 시뮬레이션 기술	지경부
		광역 환경센서망 주파수 최적배치 및 운용기술	지경부
	Sub-1GHz대역 광대역 저전력 RF/안테나 기술	광대역 저전력 고정밀 PLL/필터 기술	지경부
		Sub-1Ghz대역 저전력 RF칩 설계/제작 기술	지경부
		Sub-1Ghz대역 고이득 소형 안테나 기술	지경부
	고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 기술	중거리 고효율 전송 및 적응형 모뎀기술	지경부
		고신뢰 적응형 채널코덱 기술	지경부
	환경센서망 동적 채널할당 MAC 기술	동적 무선자원 할당 및 액세스 제어 기술	지경부
		저전력 실시간 환경디바이스 제어 기술	지경부
		동적 무선링크 구성 기술	지경부
	환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술	환경적응형 고신뢰 SoC 및 다단계 저전력관리 설계 기술	지경부
		환경적응형 고신뢰 저전력 SoC 제작 기술	지경부
	광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 기술	센서노드 공통 플랫폼 및 모바일 모니터링 단말 기술	지경부
		자가발전 센서노드 전원공급/획득 기술	지경부
		지능형 Plug&Play 환경센서 인터페이스 기술	지경부
	광역 환경 센서네트워킹 및 센서 신호처리 기술	광역 환경센서망 Scalable 라우팅 및 협업 통신 기술	지경부
		센서네트워크 기반 고정밀 위치인식 기술	지경부
		다중복합 환경센서 신호처리 및 데이터 퓨전 기술	지경부
	광역 환경센서망 게이트웨이 기술	광역 환경센서망 게이트웨이 및 이종망간 연동기술	지경부
환경 IT융합 미들웨어 기술	광역 환경정보 수집/처리 기술	이종 환경 센서 및 센서망 정보 표준화 기술	지경부
		이종 환경 센서 및 센서망 정합을 위한 공통 인터페이스 기술	지경부
		광역 센싱정보 지능형 이벤트 처리 기술	지경부
		광역 현장적응형 경량형 미들웨어 기술	지경부
	광역 환경정보 통합/생성 기술	환경 상황정보 실시간 가시화 기술	지경부
		환경 센싱정보 웨어-하우스 구축 기술	지경부
		이종 환경정보 다차원 매쉬업 기술	지경부
	광역 환경정보	중소하천 환경변화 분석, 예측 기술	지경부

대분류	중분류	세분류	비고
	분석/예측 기술	중소하천 모델링 기술	지경부
	광역 환경정보 무선망 운용관리 기술	광역 센서망 설계 기술	지경부
		센서노드 배치 기술, 자동 망 설치 기술	지경부
		센서망 상태 감시 기술	지경부
		센서망 구성 제어 기술	지경부
		센서 노드 프로그램 변경기술	지경부
	광역 환경정보 무선망 유지보수 기술	센서망 장애 발견 기술	지경부
		센서망 장애 복구 기술	지경부
		센서망 자가치유 기술	지경부
	광역 환경정보 무선망 보안관리 기술	센서노드 보안기술	지경부
		안전한 환경 센싱정보 전송 기술	지경부
		다자간 환경 센싱정보 공유를 위한 인증/인가 기술	지경부
	fault sensor identification 기술	직독식 측정기기의 측정값의 유/무효 및 정상/비정상 판단 application	환경부
		직독식 측정기기의 자동 유지관리 기술	환경부
		Flow-through 측정기기의 측정값의 유/무효 및 정상/비정상 판단 application	환경부
		비정상 자료 보상 기술	환경부
유저인터페이스	오염물 유출 경로 추적 가능 어플리케이션	오염사고 발생 유무 판별 프로그램	환경부
		측정기기 간 하천 혹은 호소 mass balance 모델	환경부
		특정 위치에서 측정된 오염원의 농도로부터 발생 위치 추적 프로그램	환경부
		여러 수질 측정항목의 변화 유사 정도를 통한 발생원 규명 프로그램	환경부
	GIS기반 유역 관리 모델	측정자료를 유역관리 GIS 시스템에 실시간 출력할 수 있는 기술	환경부
		시간적/공간적 오염 예측 모델	환경부
		유역관리 모델의 GIS 이식 기술	환경부
		신규 오염원 및 측정지점 표시를 위한 자동 업데이트 기능	환경부
		GIS 기반 하천유역 수재해 예측/분석 가능한 시뮬레이터 기술	국토부
	수변 공간 변화 관측 기술	고해상도, 대용량 공간정보 컴퓨팅 기술	국토부
		ST기반 하천지형 변화탐지 기술	국토부
		하상지형 및 수변공간정보 병합 분석 기술	국토부
	수문모니터링 자료 처리 및 분석 기술	수문자료 표준화 및 처리 방법	국토부
		수량, 수질, 시설물, 지형모니터링 자료 분석 처리 기술	국토부
		다차원공간정보 기반 수문모니터링 및 의사결정지원시스템 기술	국토부

4.1.2 기술수준조사 방법

○ 표본집단면접법(FGI: Focus Group Interview) 방법을 이용하여 산학연 전문가 총 25명에 대해 연구개발 대상 기술의 국내 수준을 조사

- 기술수준은 1) 기술개발성공가능성, 2) 파급효과의 크기, 3) 국가적 대응의 필요성으로 나누어 조사함

<표 4-2> 기술수준조사 분류

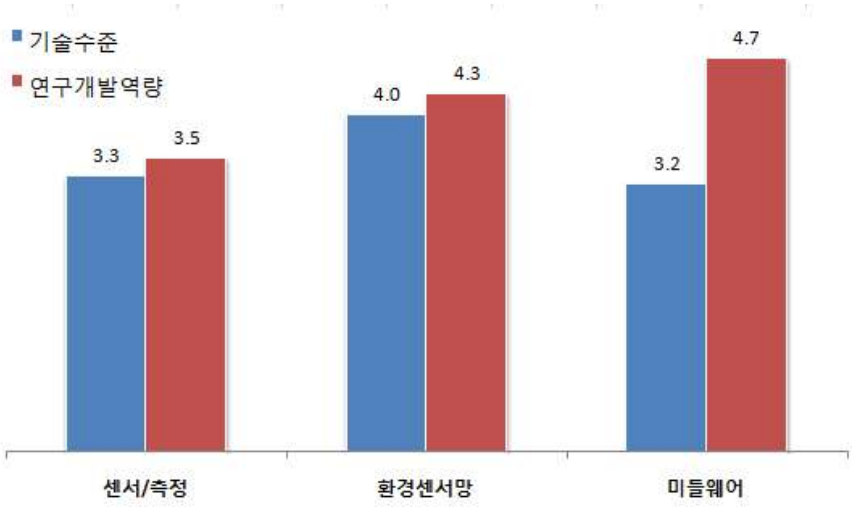
대분류	소분류
기술개발 성공가능성	기술개발수준
	연구개발역량
파급효과의 크기	시장매력도(경제적파급효과)
	사회물안전망 확보기여도
국가적 대응의 필요성	공공투자 타당성
	국가 물산업 경쟁력 제고

4.2 기술수준 조사 결과

4.2.1 기술수준 평가결과 종합

○ **(기술개발 성공가능성)**

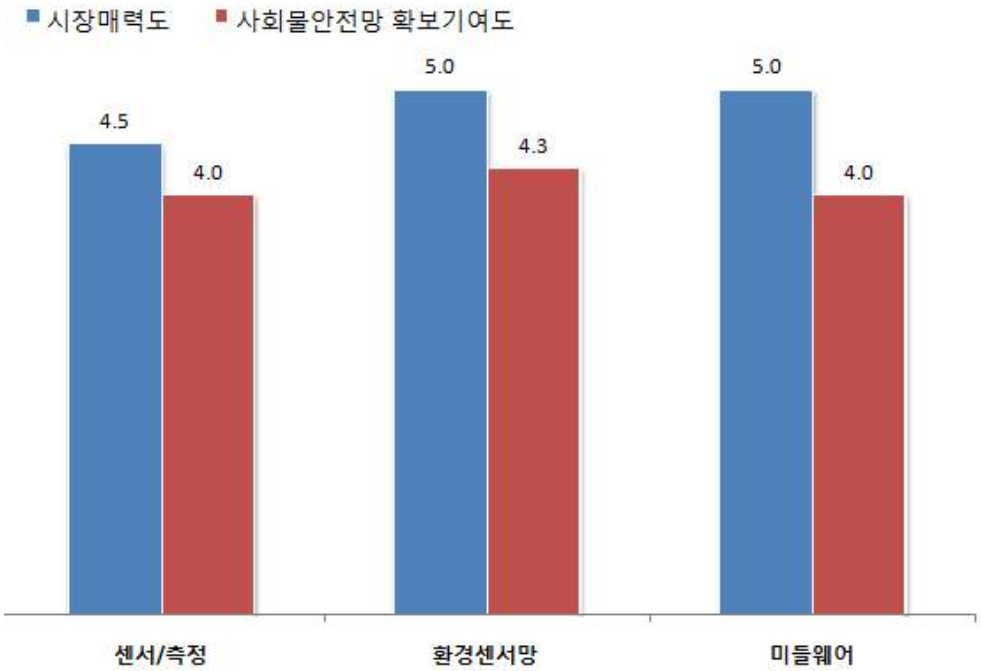
- 국내의 센서와 미들웨어 기술은 선진기술을 모방개량하는 수준이지만, 환경센서망의 기술 수준은 최고기술수준에 대등하거나 근접하는 수준임
- 센서 분야는 국내 전문인력이 다소 부족한 편이나, 광역환경센서망과 미들웨어 부분은 해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력이 충분함



[그림 4-1] 항목별 기술수준과 연구개발 역량 평가 결과 요약

○ **(파급효과의 크기)**

- 연구개발을 통해 개발된 기술은 기존 하천 및 물환경 모니터링 시스템의 성능을 향상시킬 수 있어 내수시장 추가 확대가 예상됨
- 수량, 수질, 수위센서 기술은 내수시장을 기반으로 해외시장 진출도 가능한 경제적 파급효과가 매우 큼
- 미생물 진단, TOC/TN/TP, 효소기반 바이오센서 안정화 기술 등은 원천 기술개발 사업으로서 경제적 파급효과가 매우 클 것이라 예상됨
- 대부분 기술이 기존 사회 물안전망 관리 시스템을 고도화할 것이며, 특히 수량, 수위, 유속센서 기술개발은 선진화된 오염·홍수 등 수재해 예보시스템을 구현을 통한 사회 물안전망 확보에 기여할 것임



[그림 4-2] 항목별 시장매력도와 사회물안전망 확보기여도 평가 결과 요약

○ **(국가적 대응의 필요성)** 대부분의 기술은 대표 공공재로 정부투자가 불가피하며, 기업의 해외진출을 위한 track record를 제공할 수 있거나 테스트베드를 통한 새로운 물산업 창출이 가능할 것으로 판단됨

<표 4-3> 기술수준 평가결과 분류별 평균

대분류	소분류	소분류 평균	대분류 평균
기술개발 성공가능성	기술개발수준	3.4	3.4
	연구개발역량	3.8	
파급효과의 크기	시장매력도(경제적파급효과)	4.5	4.3
	사회물안전망 확보기여도	4.0	
국가적 대응의 필요성	공공투자 타당성	4.8	4.6
	국가 물산업 경쟁력 제고	4.5	

<표 4-4> 첨단센서 및 USN기반 물환경 모니터링 기술개발 타당성 평가 결과

구분		기술개발성공가능성		파급효과의 크기		국가적 대응의 필요성		전체평균
		기술수준	연구개발 역량	시장 매력도	사회물 안전망확보 기여도	공공투자 타당성	국가물산업 경쟁력제고	
자립형 센서/ 측정장치	효소기반 환경바이오센서 안정화 기술	4	3	5	3	5	2	3.7
	TOC/TN/TP 센서 원천기술 개발	3	5	5	3	4	5	4.2
	오염 저항성 센서 소재 개발 기술	4	5	4	3	5	3	4.0
	수질오염 미생물 진단 센서 원천기술개발	4	4	5	4	5	5	4.5
	전기식 수질 단위센서(5종)	3	4	5	5	4	5	4.3
	광학식 수질 단위센서(4종)	3	4	5	5	4	5	4.3
	자동 세정/보정 복합센서	3	5	5	5	4	5	4.5
	해양 조류 직독식 센서 개발	3	5	5	4	3	1	3.5
	양식어장 환경 맞춤형 다항목 수질 자동측정 장치 개발	4	5	3	5	5	5	4.5
	해양 부유물질 직독식 센서 개발	4	3	4	5	5	5	4.3
	해양 유해적조 바이오센서	3	3	5	5	5	5	4.3
	해양 병원균 바이오센서 개발	3	5	5	5	5	5	4.7
	인산염 측정 센서	2	3	5	3	5	5	3.8
	질산염 측정 센서	3	3	5	3	5	5	4.0
	암모니아성 질소 측정센서	3	3	5	3	5	5	4.0
	수질내중금속측정센서/분석장치	3	2	5	3	4	4	3.5

	자립형 TOC/TN/TP 측정장치	4	3	5	3	5	5	4.2
	장거리 수위계측시스템 (레이다, 초음파식)	4	4	4	2	5	2	4.0
	압력식 수위센서	3	4	5	5	4	5	4.3
	농업용 수로 수위측정시스템	4	5	4	2	5	5	4.2
	소하천용 다채널 수위계 시스템	4	4	5	3	5	5	4.3
	광전자 수위센서	4	3	3	5	5	5	4.2
	레이다 수위/유속 시스템	3	3	4	2	5	5	3.7
	전자식 유속 측정 시스템	3	3	4	2	5	5	3.7
	2차원 표면유속장 측정기술 개발	3	3	3	5	5	5	4.0
	초음파 유량센서 핵심모듈	3	5	5	5	4	5	4.5
	초음파 하천 수량 센서	3	3	3	5	5	5	4.0
	유량측정용 flume gate 시스템	3	4	4	2	5	5	3.8
	내용적 측정용 음향측심기 시스템	3	2	4	2	5	5	3.5
	3차원 하상모니터링 센서	4	3	5	5	5	5	4.5
	자율형 광학우량 관측센서 기술개발	3	3	5	5	5	5	4.3
	전자 강수량 센서 개발	4	3	5	5	5	5	4.5
	하천시설물 안전관리 센서 개발	3	3	5	5	5	5	4.3
	자율형 수중환경 무인자동 모니터링장비 (AUV)	4	3	5	5	5	5	4.5
	수상 무인자동 채수 장비 (USV)	4	3	5	5	5	5	4.5

광역 환경센서망	광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술수준	3	5	5	4	5	3	4.2
	Sub-1GHz대역 광대역 저전력 RF/안테나 기술	4	3	5	4	5	4	4.2
	고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 기술	4	5	5	5	5	4	4.7
	환경센서망 동적 채널할당 MAC 기술	4	5	5	4	5	4	4.5
	환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC기술	4	4	5	4	4	5	4.3
	광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 기술	4	3	5	4	5	5	4.3
	광역 환경 센서네트워킹 및 센서 신호처리 기술	4	4	5	5	5	5	4.7
	광역 환경센서망 게이트웨이 기술	5	5	5	4	5	5	4.8
범용 미들웨어	광역 환경정보 수집/처리 기술	3	5	5	4	5	5	4.5
	광역 환경정보 통합/생성 기술	3	5	5	4	5	5	4.5
	광역 환경정보 분석/예측 기술	3	3	5	4	5	5	4.2
	광역 환경정보 무선망 운용관리 기술	3	5	5	4	5	5	4.5
	광역 환경정보 무선망 유지보수 기술	3	5	5	4	5	5	4.5
	광역 환경정보 무선망 보안관리 기술	3	5	4	4	5	5	4.3
	실시간측정자료기반fault-sensor-identification기술개발	2	3	3	3	3	2	2.7
유저 인터페이스	수문모니터링 자료처리 및 분석 기술	4	3	3	5	5	5	4.2
	망을 통한 오염물 유출 경로 추적이 가능한 application 개발	2	3	3	5	5	1	3.2
	실시간 측정자료 및 GIS 기반 유역관리 모델 개발	3	3	3	5	5	1	3.3
	수변공간 변화 관측 기술 개발	3	3	4	5	5	5	4.2

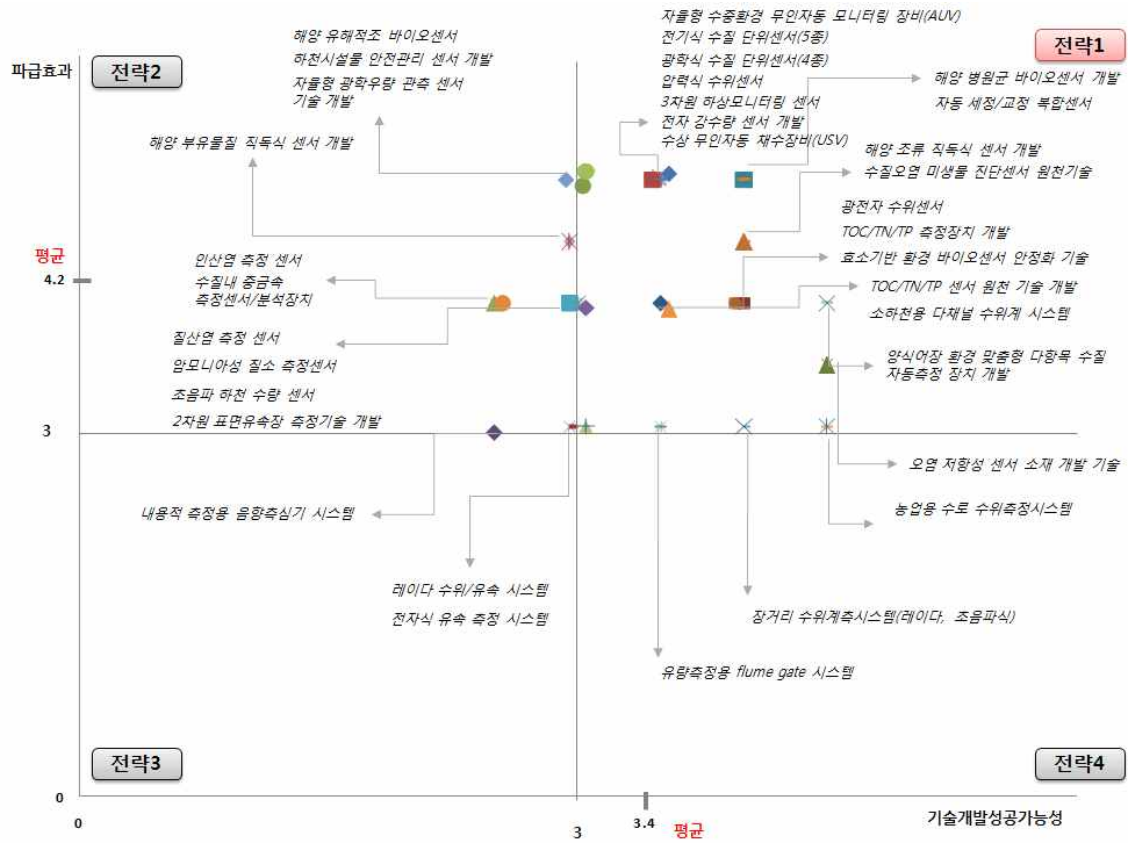
□ 포트폴리오 분석

※ 센서/측정기기 기술을 대상으로 연구개발 수행전략을 수립

○ 대부분의 센서/측정기기 관련 기술이 우선 중점 투자영역(전략1)에 속하므로 기술개발에 성공할 확률이 높아 보이며 큰 파급효과가 예상됨

- 우선적으로 투자가 필요하며, 독자적인 연구 또는 협력연구의 형태가 적합하다고 여겨짐

○ 전략2 또는 전략3 영역에 속하는 기술들은 각각 단기 연구 협력과 기초원천 연구를 통해 개발할 수 있음



[그림 4-3] 센서/측정기기 분야 기술 포트폴리오

<표 4-5> [참고] 포트폴리오 포지셔닝별 기술개발 전략

전략유형		전략 내용
전략 1	우선 중점 투자영역	Make or Collaboration
전략 2	단기 연구 협력형	Collaboration or Buy
전략 3	기초원천 연구영역	Make
전략 4	장기 지속 투자형	Make

4.2.2 자립형 센서/ 측정장치

가) 수질 센서

교-1	효소기반 환경 바이오센서 안정화 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="2">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 최근 국내 대학 연구팀에서 나노소재와 효소 복합체를 이용한 효소 안정화 기술을 주도적으로 개발하고 있는 예가 있으며, 이 복합체를 바이오센서, 바이오 연료전지, 바이오 정화 기술 등 다양한 분야에 적용한 연구결과를 지속적으로 도출하고 있음. 유용 효소 발굴 기술은 선진국 대비 아직 뒤떨어지나 효소 안정화 연구 기술은 최고기술수준에 접근하고 있다고 판단됨</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 효소 안정화 기술 인력은 현재 국내에 3-4 그룹 정도가 활발하게 연구하고 있는데 크게 물리,화학적 방법에 의한 효소 안정화 연구, 그리고 분자생물학적 기법을 이용한 효소의 분자 재설계 방법을 통한 안정화 연구가 주로 진행되고 있음.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="2">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 제안된 기술은 환경 바이오센서의 안정성 연구에 기여할 것 이지만 개발되는 원천기술은 환경 센서 분야 뿐만 아니라 다양한 산업용 효소에도 적용 가능한 원천기술이 될 것이므로 세계적 기술이 될 수 있을 것임</td></tr>
<tr><td rowspan="2">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 선택성이 높은 효소를 이용한 안정화된 환경바이오센서 기술은 기존 사회 물안정망 관리 시스템을 고도화 하는데 기여할 것임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="2">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 원천기술 성격이 강하므로 정부투자가 반드시 필요함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 개발될 원천 기술의 산업화가 가능할 것임. 환경 센서 분야 뿐만 아니라 다양한 산업용 효소에도 적용 가능하여 물산업 경쟁력뿐만 아니라 다양한 산업분야에 파급효과가 클 것 임</td></tr>
</table>

교-2	TOC/TN/TP 센서 원천 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- TOC/TN/TP의 센서화 기술은 전 세계적으로도 보고된 바가 없으나, 물관리 측면에서 센서화 기술을 위한 원천 기술이 개발된다면 물환경 관린 수준을 업그레이드 시키는 중요한 core 기술을 제공해 줄 것임.
- 측정기기 개발은 선진기술 모방 개량 수준이나 센서화 기술은 시도된바 없으므로 개발의 리스크가 크지만 시도할 만한 기술이라 판단됨</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내 나노 소재 기술은 논문 수준에서 세계 수준에 근접해 있고, 특히 촉매와 소재 분야에서 우수한 연구 인력들이 많이 배출되고 있음. 따라서 연구 개발 역량은 충분하다고 판단됨</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- TOC/TN/TP의 센서화 기술이 성공할 경우, 전 세계 최초 기술이 될 것 이므로 내수시장은 물론 해외시장 진출 가능성이 크다고 판단됨</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 측정기기 방식의 TOC/TN/TP 측정과 더불어 센서화 기술이 성공한다면 정밀하고 세밀한 오염 총량 관리가 가능할 것 이므로 기존 사회 물안전망 관리 시스템을 고도화 하는 기술이 될 것 임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 오염 총량 관리를 위해 이 세 항목은 반드시 측정되어야 하는 항목이므로 정부 주도로 TOC/TN/TP의 센서화 기술을 지원해야 함. 이후 정부 주도로 구축된 기술을 기반으로 민간 기업으로의 기술 이전을 통한 새로운 센서 개발을 유도해야함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- TOC/TN/TP 센서가 없으므로 관련 기술이 성공할 경우 새로운 센서 분야를 창출 할 수 있음</td></tr>
</table>

교-3	오염 저항성 센서 소재 개발 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 우리나라의 소재 기술은 세계 수준에 근접해 있고, 특히 나노 소재를 이용한 코팅 기술은 세계 수준과 견주어 뒤떨어지지 않음. 다만 자립형 센서 안정화를 염두해 두고 기술 개발이 진행되지 않았지만 목적 지향성 과제를 제시할 경우 단시간내에 원하는 성공적인 원천 기술 개발을 달성 할 수 있는 기술 역량을 가지고 있다고 판단됨</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 나노 융합 기반 기술을 통해 다양한 나노 소재 개발 기술의 역량을 확보하고 있고, 우수 대학의 신소재 관련 학과에서 충분한 연구 인력이 배출되고 있어 연구 개발 역량 수준은 충분하다고 판단됨</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 센서의 안정적인 운영을 통해 유지, 보수에 들어가는 비용을 절감 할 수 있고 관련 소재 및 코팅 기술의 타 기술로의 확대가 가능하여 내수시장의 추가 확대가 가능할 것임</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 안정적인 자립형 센서 운영에 필요한 기술이므로 기존 사회 물안전망 관리 시스템의 고도화에 기여할 것임.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 원천 기술의 성격이 강하므로 정부 주도로 투자가 진행되어야 함.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 오염 방지용 소재 및 코팅 기술은 수질 센서 관련 기업의 국내 시장 참여 확대에 기여 할 것임</td></tr>
</table>

교-4	수질 오염 미생물 진단 센서 원천 기술 개발

<table>
<tr><td rowspan="6">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="3">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 대장균군을 연속적으로 직접 측정하는 직독식 방식의 센서 기술은 아직 국내에서 연구가 진행된 바는 없으나, 관련 요소 기술 (앱타머 제작, 나노소재 기반 전극 개발)은 세계 수준에 근접한 수준으로 판단되며 이들 요소 기술을 효과적으로 접목하여 목표달성을 하는 것이 관건 임</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 요소 기술의 연구를 지속적으로 추진하고 있는 연구 그룹이 많으며, 이와 관련된 (앱타머 개발, 나노 소재 기반 전극) 우수 연구 논문이 지속적으로 나오고 있어 해당 분야의 국내 연구 인력은 세계적 수준이라고 판단됨. 다만 직독식, 연속 측정식 바이오센서 개발의 난관이 있음은 고려해야할 사항 임</td></tr>
<tr><td rowspan="4">파급
효과의
크기</td><td rowspan="2">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 대장균군의 직독식 진단 센서는 아직 상용화된 제품이 없고, 가능성 제시가 일부 해외 연구팀에서 보고되고 있음. 따라서 관련 기술이 성공할 경우 새로운 센서 분야 기술을 선도할 수 있는 기회가 될 것이므로 내수시장을 기반으로 해외시장 진출 가능성도 높다고 판단됨</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 센서 기술이 성공할 경우 병원성 미생물 오염의 수계 안정도를 세밀하게 진단할 수 있어 사회 물안전망 관리 시스템의 고도화에 기여할 것임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 미생물 오염원에 의한 수질 보건 기술에 필수적인 센서 기술이라고 판단되며 따라서 정부주도의 투자가 반드시 필요함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의
해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 직독식 대장균군 센서가 아직 보고된 바 없고 관련 기술이 성공할 경우 새로운 물환경 센서 산업을 창출 할 수 있을 것으로 판단됨</td></tr>
</table>

농-8	해양 병원균 바이오 센서

<table>
<tr><td rowspan="8">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="4">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 해양병원균 유전체 관련 연구경력 5년 이상
- 병원균 관련 논문 다수 게재(SCI 포함)
- 시안 바이오센서 개발 연구 수행(일본 건교부 사업)
※ 공동연구진 경력 미포함, 기획실무 담당자를 기준으로 함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적
수준의 국내 전문
인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내
전문 인력 다소
부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 해양 생명공학 분야의 연구진에 의해 연구 기 수행(강릉대)
- 해양병원균 관련 연구업무 지속적 추진(국립수산과학원 경상과제)
- 나노바이오 소자 개발 부분적으로 현재 추진 중(KIST)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">파급
효과의
크기</td><td rowspan="2">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반
해외시장 진출
가능</td><td>성능향상에 따른
내수시장 추가
확대</td><td>비용절감에 따른
내수시장 확대</td><td>기존시장의
유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 원천기술 확보에 따라 국제특허 출원가능
- 국내 양식어장 전반적으로 대폭 절감된 예산으로 병원균 관리가 가능
- 중국, 일본을 비롯한 전 세계적으로 양식어장 주변 수역관리를 위하여 크게 필요로 하는 분야의 센서 임. 해외 시장진출의 범위가 넓음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등
수재해
예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망
관리 시스템
고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한
수자원의 안정적
확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 양식어장 유해생물 감시 예보 시스템 구현</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로
정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후
민간의 서비스
참여</td><td>정부와 민간의
투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에
민간 중심의 투자</td><td>민간에서
주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 어장관리법 제3조와 6조에 의거 국가에서 양식어장의 효율적인 관리를 위하여 정부투자가 불가피 함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한
새로운 물산업
창출</td><td>기업의
해외진출 위한
Track record
제공</td><td>다양한 기업의
국내시장
참여기회 확대</td><td>기존 기업의
경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력
제고에 기여가
크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 양식용수의 안전성 확보를 통하여 국내 수산식품으로서의 질적인 향상은 물론 해외수출 경쟁력 강화가 가능</td></tr>
</table>

농-9	해양 미세조류 직독식 센서 개발

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 해양 조류 분야 연구수행 경력 최근5년 이상(국립수산과학원 경상과제)
- 시아노박테리아, 식물의 광합성 반응의 공학적 응용 관련 연구 3년 수행 (동경대 박사과정)
- 광합성 반응계 응용 바이오 리엑터 시스템 개발(SCI 논문 3편 발표)
※ 공동연구진 경력 미포함, 기획실무 담당자를 기준으로 함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 해양 장비개발 관련 연구진이 기반연구 기 수행(국내 산업체 중심)
- 해양조류 관련 연구업무 지속적 추진(국립수산과학원 경상과제)
- 다분야 적용 광학 소자 개발 현재 추진 중(국책연구기관 중심)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 원천기술 확보에 따라 국제특허 출원가능
- 국내 양식어장 전반적으로 대폭 절감된 예산으로 활용이 가능
- 기후변화 관련 해양 생태계기반 연구 분야에서도 고효율 저예산으로 활용이 가능하며, 전 세계적으로 해외 시장 진출이 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>기타</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기후변화와 관련한 해양 생태계 실시간 변동 관측 시스템 구현</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 원천기술 개발 정부중심 투자, 상품화 기업중심 투자</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
</table>

농-10	양식어장 환경 맞춤형 다항목 수질 자동측정 장치 개발

<table>
<tr><td rowspan="6">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="3">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 양식어장 환경 및 양식어장 관련 제반 업무 국내 최고수준(국립수산과학원)
- “해양자동 수질측정소 운영” 포함 해양환경측정망 운영 사업 최근 5년 이상 수행(국토해양부 정책과제)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 양식어장 환경 및 관련 제반 업무 지속적 추진(국립수산과학원 경상과제)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급
효과의
크기</td><td rowspan="3">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내 양식어장 수질자동 모니터링 시스템의 운영 효율성의 극대화</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 양식어장 유해생물 감시 예보 시스템 구현</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 어장관리법 제3조와 6조에 의거 국가에서 양식어장의 효율적인 관리를 위하여 정부투자가 불가피 함.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의
해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 양식용수의 고효율 질적 관리를 통하여 국내 수산, 양식생물의 안전성 보장은 물론 해외수출 경쟁력 강화</td></tr>
</table>

농-11	해양 부유물질 직독식 센서 개발

<table>
<tr><td rowspan="6">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="3">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 해양 환경분야 연구수행 경력 최근 10년 이상(국립수산과학원 경상과제)
- “해양 유입 부유토사로 인하여 수산서식 생물에 미칠 수 있는 영향 연구 3년간 수행(사업보고서 발간), 그 외 수 건의 전복, 우렁쉥이 폐사관련 현안사항 처리
- 전기, 광학소자 관련 연구개발 공동 연구진 구성 예정
※ 공동연구진 경력 미포함, 기획실무 담당자를 기준으로 함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 장비개발 관련 연구진이 기반연구 기 수행 및 산업화 활성
- 국내 소규모업체 중심
- YSI제품 탁도센서 개발 해외기술 추가 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급
효과의
크기</td><td rowspan="3">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 원천기술 확보에 따라 국내특허 출원 가능
- 센서의 감도 향상에 따라 활용범위가 대폭 확대</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 양식어장 유해물질 감시 예보 시스템 구현</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 어장관리법 제3조와 6조에 의거 국가에서 양식어장의 효율적인 관리를 위하여 정부투자가 불가피 함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 양식용수의 고효율 질적 관리를 통하여 국내 수산, 양식생물의 안전성 보장은 물론 해외수출 경쟁력 강화</td></tr>
</table>

농-12	해양 유해적조 바이오센서

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 해양 유해적조 관련 연구경력 5년 이상(국립수산과학원 경상과제)
- 국내외 논문 게재(SCI 포함)
- 시안 바이오센서 개발 연구 수행(일본 건교부 사업, 특허 출원)
※ 공동연구진 경력 미포함, 기획실무 담당자를 기준으로 함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 적조관련 생리, 생태학적 제반 기초연구 국내 최고수준(국립수산과학원)
- 해양 장비개발 관련 연구진이 기반연구 기 수행(국내 업체 중심)
- 적조센서 개발 연구 현재 추진 중(광주 KIST, 공동연구원)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 원천기술 확보에 따라 국제특허 출원가능
- 정부주도 수행되고 있는 적조예찰, 고효율 저예산으로 적조예보시스템 운영 가능
- 중국, 일본을 비롯한 적조 피해국은 전 세계적으로 확산되어 가고 있음. 폭넓은 해외 시장의 확보가 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 양식어장 유해생물 감시 예보 시스템 구현</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 어장관리법 제3조와 적조훈령에 의거 국가에서 적조로 인하여 양식생물의 피해예방과 효과적인 관리를 위하여 정부투자가 불가피 함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 양식용수의 고효율 질적 관리를 통하여 국내 수산, 양식생물의 안전성 보장은 물론 해외수출 경쟁력 강화</td></tr>
</table>

지-1	전기식 수질 단위센서(5종)

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내 중소업체에서 전기식 수질 단위센서 5종(수온, EC, pH, ORP, 염도)을 생산 중이나, 수입한 핵심부품을 조립/가공하는 수준으로 성능/신뢰성 한계로 수질 자동측정망에 적용되지 못 함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 수질센서 기술 관련 국내 연구 인력은 410명 정도 있음
- 전기식 수질 단위센서 관련 연구 인력은 주로 중소업체에 있으며, 전문성 및 연구개발 능력이 부족함
- 기술 경쟁력 확보를 위한 전극용 신소재(합금 등) 개발 역량은 선진국과 대등한 수준이며, 신호처리 회로 및 방수/내부식 하우징 개발 역량도 우수한 편임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 고가의 수입품을 저가격의 국산품으로 대체 개발함으로써 설치비 및 유지관리비를 50% 이상 절감할 수 있어서, 설치 개수를 2배 이상 확대할 수 있음
- 또한 향후 국내수요 공급은 물론 해외시장(주로 개발 도상국) 개척이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수질 모니터링 시스템 구축에 필수적인 수질센서를 공급함으로써 비점오염원 사고방지를 통한 사회 물안전망 확보에 기여</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수질 모니터링 시스템은 전세계적으로 공공분야에 포함되어 정부 주도하에 개발 및 구축되고 있음
- 수질 모니터링 시스템 구축을 위한 수질센서의 국산화 개발은 관련 중소업체가 담당하기에는 민간투자 능력이 매우 부족하므로 정부의 적극적인 예산투입이 필요함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전기식 수질센서는 가장 기본적인 수질센서로 개발 성공 시 수입대체 효과는 물론 수출을 통한 국내 수질센서 산업의 선진화에 기여할 수 있음</td></tr>
</table>

지-2	광학식 수질 단위센서(4종)

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내 중소업체에서 광학식 수질 단위센서 4종 중에서 탁도센서는 생산 중이나, 다른 3종(DO, 클로로필-a, 남조류)은 생산하지 못 함. 생산 하고 있는 탁도센서도 성능/신뢰성 한계로 수질 자동측정망에 적용되지 못 함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 수질센서 기술 관련 국내 연구 인력은 410명 정도 있음
- 광학식 수질 단위센서 관련 연구 인력은 주로 중소업체에 있으며, 전문성 및 연구개발 능력이 부족함
- 기술 경쟁력 확보를 위한 광원용 LED/LD 및 광검출용 PD 개발 역량은 선진국과 대등한 수준이며, 신호처리 회로 및 방수/내부식 하우징 개발 역량도 우수한 편임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 고가의 수입품을 저가격의 국산품으로 대체 개발함으로써 설치비 및 유지관리비를 50% 이상 절감할 수 있어서, 설치 개수를 2배 이상 확대할 수 있음
- 또한 향후 국내수요 공급은 물론 해외시장(주로 개발 도상국) 개척이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수질 모니터링 시스템 구축에 필수적인 수질센서를 공급함으로써 비점오염원 사고방지를 통한 사회 물안전망 확보에 기여</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수질 모니터링 시스템은 전세계적으로 공공분야에 포함되어 정부 주도하에 개발 및 구축되고 있음
- 수질 모니터링 시스템 구축을 위한 수질센서의 국산화 개발은 관련 중소업체가 담당하기에는 민간투자 능력이 매우 부족하므로 정부의 적극적인 예산투입이 필요함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 광학식 수질센서는 기본적인 수질센서로 개발 성공 시 수입대체 효과는 물론 수출을 통한 국내 수질센서 산업의 선진화에 기여할 수 있음</td></tr>
</table>

지-3	자동 세정/교정 복합센서

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내 중소업체에서 1개 수질 항목만 측정 가능한 단일 센서를 생산 중이나, 성능/신뢰성 한계로 수질 자동측정망에 적용되지 못 함
- 다항목(10종)을 측정할 수 있는 복합센서는 국내에서 개발된 예가 없으며, 자동 세정/교정 기능을 갖는 첨단 지능형 복합센서는 전세계적으로 개발된 예가 없음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 관련 기술개발을 위한 현재 국내 연구 인력은 수질센서 기술 관련 410명, 원격 모니터링 기술 관련 260명 정도 있음
- 기술 경쟁력 확보를 위한 복합신호 처리용 저전력 ROIC 및 지능형 제어회로 개발 역량은 세계적 수준임
- 새로운 자동 세정 및 자동교정 기술은 아직 연구 초기단계로 아이디어 경쟁이므로 선진국과 대등한 수준임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 저가격(1,000만원 이하)의 국산제품을 개발함으로써 현재 고가(2,000만원 이상)의 수입제품을 사용하는 것이 비해 설치 개수를 2배 이상 확대할 수 있음
- 또한 자동 세정/교정 기능의 첨단 지능형 제품 개발로 국내수요 공급은 물론 해외시장 개척이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- USN 기반의 하천·물환경 모니터링 시스템 구축에 필수적인 자립형 다항목 복합센서를 공급함으로써 비점오염원 사고 방지를 통한 사회 물안전망 확보에 기여</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 하천·물환경 관리 시스템은 전세계적으로 공공분야에 포함되어 정부 주도하에 개발 및 구축되고 있음
- 자동 세정 및 교정 기능을 갖는 자립형 다항목 복합센서는 전 세계적으로 아직 초기 개발단계이므로 개발 시 고비용 및 높은 위험도가 있으므로 정부의 적극적인 예산투입이 필요함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 다항목 복합센서는 가장 수요가 많은 물환경 센서로 개발 성공 시 수입대체 효과는 물론 수출을 통한 국내 물환경 센서 산업의 선진화에 기여할 수 있음</td></tr>
</table>

환-1	인산염 측정 센서

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 자립형 직독식 인산염 측정 센서 기술은 전 세계적으로 전무함
- 일부 LOC 기반의 소형화 연구 기술은 국내외 적으로 진행 중임</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- LOC 기반의 소형화 기술은 국내 다수의 연구진에 의하여 진행 중임
- 세계적으로 자립형 직독식 인산염 측정센서에 대한 전문기술개발 인력은 없는 상태임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 세계 최초로 직독식 인산염 측정센서를 개발함으로써 세계 시장 독점
- 기존 습식 측정방식에 근접하는 검출한계와 재현성을 확보함으로써 자립형 센서방식으로 USN 등 다양한 기술과의 접목이 가능함으로써 기존 인산염 측정 시장 대체 및 새로운 모니터링 시장에 적용 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 공공수역의 수질관리를 위하여 방류수, 하천, 호소수 및 해수중 인 농도를 규제하고 있으며, 수질오염총량관리를 위해 인의 삭감기준이 매우 중요한 인자로 고려되고 있으므로 직독방식의 자립형 인산염 측정센서로 이용한 과학적인 근거자료 확보가능
- 4대강 사업에 따라 인 제거시설이 도입되고 있으므로 이에 대한 실시간 공정제어기술 개발 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">-</td></tr>
</table>

환-2	질산염 측정 센서

<table>
<tr><td rowspan="8">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="4">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 질산염 측정센서의 기반이 되는 발광소자 및 검출부에 대한 연구개발이 독립적으로 성공적 수행됨
- 일부 질산염 측정기기에서 흡광측정기반의 측정기술 확보</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 스펙트럼 분석방식의 직독식 질산염 측정센서 기술에 대한 연구진행은 전무한 상태임
- 단순 흡광도 방식에 대한 질산염 측정센서 기술은 일부 실험실 규모에서 진행 중임</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급
효과의
크기</td><td rowspan="4">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존 흡광도 방식의 직독식 센서가 가지는 방해물질에 대한 한계점을 극복함으로써 전세계적 시장 확보 가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 지하수, 하천, 호소 및 해양 등 상시측정이 필요한 항목이므로 다양한 IT 기술과 접목하여 보다 고도화된 물관리 시스템 확보가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="4">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
</table>

환-3	암모니아성 질소 측정 센서

<table>
<tr><td rowspan="8">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="4">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- LOC 기반의 암모니아성 질소 측정기술 확보
- 해외의 소형화 기술을 도입하여 저전력 운영기술 연구개발 진행 중</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 직독식 암모니아성 질소 측정기술은 국내에 전무함
- LOC 기반의 저전력 측정기술은 기술개발사업에서 완료됨</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급 효과의 크기</td><td rowspan="4">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존 전극방식 및 LOC 기반의 자립형 저전력 암모니아성 질소 측정센서 개발시 기존 암모니아 측정기기 및 전극센서 대체가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 자립형 상시측정 기술 확보를 통한 다양한 광역 네트워크와 접목하여 호소 및 하천 등 부영양화 상시감시 및 고도처리 등 고도화된 물관리 시스템 확보가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="4">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
</table>

환-4	중금속 측정센서/분석장치

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실 (직독식)</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 측정소설치형 온라인 현장모니터링용 중금속 측정센서는 국내에 개발되어 있으나 국제적 수준의 제품화를 위해서는 센서의 수명, 재현성 및 정확도 향상 등 기술고도화를 위한 추가기술개발 필요
- 현장(in stream)설치형 직독식 센서는 국내외에 없는 실정이며, 국내외 현 기술 수준으로 목표달성 어려움
- 그러므로 국내기술 기반의 측정소설치형 온라인 중금속 측정센서의 정밀도 향상 및 해외수출용 제품화에 우선 투자하는 것이 국내 및 세계시장 진출에 유리</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>해당분야 국내 전문 인력 매우 부족</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내의 중금속 측정센서에 대한 전문기술개발 인력은 부족한 실정이며 연구수준 단계임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 온라인 중금속측정장비에 대한 국내외 시장 요구도는 매우 높음
- 현재 측정소설치형 센서 및 장비에 대한 제품성능 고도화를 통한 국내외 시장 진출에 주력하고 향후 자립형 직독식 센서 개발 추진을 통한 추가적인 국내외 시장진출 시 개발성공확률이 높을 것으로 기대</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 4대강 및 상수원의 안전한 수질 관리를 위한 물안정망 관리시스템 고도화 확보 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 정부의 물관리 환경정책을 통한 국가수질자동측정망의 중금속 측정 항목의 필수항목 채택 및 4대강의 안전한 물환경 관리를 위한 중금속 측정 항목 신설 추진이 바탕이 되어야 함
- 이에 정부 환경정책에 기초한 시장의 안정적 확보에 따른 민간의 연구 및 제품 개발 참여 활성화 기대됨
- 핵심센서기술 개발 및 운영시스템 구축에는 정부의 공공투자가 우선 기반이 되어야 하므로 공공투자가 타당함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 연구개발 과정에서 현장 Test Bed를 통한 선진 외국의 제품과 비교하여 경쟁력 우위확보 및 국가 물산업 관련 분야 고용창출에 기여
- 국내 적용 및 검증 실적 확보를 통한 해외 물산업시장 진출 교두보 확보</td></tr>
</table>

환-5	자립형 TOC/TN/TP 측정장치 개발

<table>
<tr><td rowspan="8">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="4">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 TN/TP 분야에서는 일부 자립형 기술개발이 진행중임
- 일부 LOC 기반의 소형화 연구 기술은 국내외 적으로 진행 중임</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 환경부 연구개발사업의 일환으로 개발된 TN/TP 현장용 측정기기 개발에 대한 경험을 가진 연구개발인력은 산업체에 국한되어 있음
- 습식방식의 새로운 화학반응을 이용한 시약기술 확보는 미비한 상태임</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급
효과의
크기</td><td rowspan="4">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존 습식 측정방식에 근접하는 검출한계와 재현성을 확보함으로써 자립형 측정장치방식으로 USN 등 다양한 기술과의 접목이 가능함으로써 기존 TOC/TN/TP 측정분야 시장에 새로운 모니터링 기술 적용 가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 공공수역의 수질관리를 위하여 방류수, 하천, 호소수 및 해수중 TOC/TN/TP 농도를 규제하고 있으며, 수질오염총량관리 위해 기존 BOD 규제방식에서 TOC 규제방식으로 전환이 예상되므로 초기개발을 통한 효과적인 대응자료 확보가능
- 테스트베드 적용을 통한 측정장치의 신회성을 확보함으로써 실시간 측정자료에 대한 대국민적 신뢰성 확보</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="4">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 정부의 물환경관리에 필수항목이므로 국가적 공공투자를 통한 자립형 측정장치의 개발이 필수적임</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
</table>

나) 수위 센서

지-4	압력식 수위센서

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내 중소업체에서 제품을 생산 중이나, 수입한 핵심부품을 조립/가공하는 수준으로 성능/신뢰성 한계로 수질 자동측정망에 적용되지 못 함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 수질센서 기술 관련 국내 연구 인력은 410명 정도 있음
- 압력식 수위센서 관련 연구 인력은 주로 중소업체에 있으며, 전문성 및 연구개발 능력이 부족함
- 기술 경쟁력 확보를 위한 압저항 소재, 신호처리 회로 및 방수/내부식 하우징 개발 역량은 우수한 편임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 고가의 수입품을 저가격의 국산품으로 대체 개발함으로써 설치비 및 유지관리비를 50% 이상 절감할 수 있어서, 설치 개수를 2배 이상 확대할 수 있음
- 또한 향후 국내수요 공급은 물론 해외시장(주로 개발 도상국) 개척이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 하천·물환경 모니터링 시스템 구축에 필수적인 수위센서를 공급함으로써 비점오염원 사고 방지를 통한 사회 물안전망 확보에 기여</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 하천·물환경 관리 시스템은 전세계적으로 공공분야에 포함되어 정부 주도하에 개발 및 구축되고 있음
- 하천·물환경 관리 시스템 구축을 위한 수위센서의 국산화 개발은 관련 중소업체가 담당하기에는 민간투자 능력이 매우 부족하므로 정부의 적극적인 예산투입이 필요함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수위센서는 가장 기본적인 물환경 센서로 개발 성공 시 수입대체 효과는 물론 수출을 통한 국내 물환경 센서 산업의 선진화에 기여할 수 있음</td></tr>
</table>

농-1	장거리 수위계측 시스템

<table>
<tr><td rowspan="6">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="3">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 농촌용수종합정보시스템(rawris) 구축 확대로 국내 기술 기반의 1,200여개 저수지 수위 계측 및 저수량 관리 시스템 운영</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 21세기 프론티어 연구개발 사업의 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 지표수 조사기술 개발 세부과제에서 약 100억/10년에 걸쳐 37명/년의 연구원이 투입되어 유량측정 자동화 기술을 연구하였음(2001-2011). 장거리 수위계측 시스템 개발은 이루어지지 않음.
- 상기 사업단 전체 SCI 330편/10년, 특허출원/등록 293건/10년의 성과가 있음. 그러나 센서 계측 기기와 직접 관련된 분야는 분야 특성상 그 실적이 상대적으로 부족한 편임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급
효과의
크기</td><td rowspan="3">시장
매력도
(경제적
파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 농업용 대상 저수지 개소수 18,000개소 중 공사 관리 저수지 3,342개소 적용 및 지자체 관리 대상으로 확대 적용
- 둑높임사업 등 국가적 인식 확대로 농업수자원 계측 시장 확대 예상</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전국 3,342개 주요 저수지 홍수 예경보 시스템 구축과 더불어, 가뭄, 홍수 예측 및 모델링을 통한 적정용수 공급을 위한 의사결정지원 시스템 자료 제공</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 저수지 및 농업수리시설물은 국가가 관리하는 공공시설로 정부 투자에 의한 관련 기술개발 진행을 통해 기술 경쟁력 확보 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기후변화 대응 첨단 농업수자원 시장 선점에 따른 국가경쟁력 증대
- 첨단 농업수자원 모니터링 전문 인력 배출 및 신규 고용시장 확대</td></tr>
</table>

농-2	농업용 수로 수위측정시스템

<table>
<tr><td rowspan="8">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="2">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 농촌용수종합정보시스템(rawris) 구축 확대로 국내 기술 기반의 1200여 개 저수지 수위 계측 및 저수량 관리 시스템 운영</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 21세기 프론티어 연구개발 사업의 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 지표수 조사기술 개발 세부과제에서 약 100억/10년에 걸쳐 37명/년의 연구원이 투입되어 유량측정 자동화 기술을 연구하였음(2001-2011). 농업용 수로 수위측정 시스템 관련 연구 다수 수행됨.
- 세계적 수준의 전문인력이 충분하여 세계적 역량을 갖추고 있음. 다만, 관련 연구가 표준화되어 수행되고 있지 않음.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">파급
효과의
크기</td><td rowspan="2">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 농업용 대상 저수지 개소수 16,000개소 중 공사 관리 저수지 3,342개소 관개/배수로 및 지자체 관리 대상으로 확대 적용
- 둑높임사업 등 국가적 인식 확대로 농업용수로측정 시장 확대 예상</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전국 3,342개 주요 저수지 홍수 예경보 시스템 구축과 더불어, 가뭄, 홍수 예측 및 모델링을 통한 적정용수 공급을 위한 농업용수로 관리 의사결정지원 시스템 자료 제공</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="2">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 저수지 및 농업수리시설물은 국가가 관리하는 공공시설로 정부 투자에 의한 관련 기술개발 진행을 통해 기술 경쟁력 확보 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기후변화 대응 첨단 농업수자원 시장 선점에 따른 국가경쟁력 증대
- 첨단 농업수자원 모니터링 전문인력 배출 및 신규 고용시장 확대</td></tr>
</table>

농-3	소하천용 다채널 수위계 시스템

<table>
<tr><td rowspan="8">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="2">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 농촌용수종합정보시스템(rawris) 구축 확대로 국내 기술 기반의 1200여 개 저수지 수위 계측 및 저수량 관리 시스템 운영</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 21세기 프론티어 연구개발 사업의 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 지표수 조사기술 개발 세부과제에서 약 100억/10년에 걸쳐 37명/년의 연구원이 투입되어 USN 하천유황 모니터링 연구를 수행함.(2001-2011). 하천유량로봇, 수문영상, USN 시스템 개발함.
- 국내 관련기관에 제공하고 있으며, 해외(영국/중국/호주)로도 수출중이나 개발초기라 전문인력은 다소 미흡한 것으로 사료됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="2">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 4대강 및 둑높임사업에 따른 농업용 대상 저수지 개소수 16,000개소 중 공사 관리 저수지 3,342개소 상하류 소하천 사류변화 측정을 위해 그 대상이 확대 적용될 것으로 예상
- 국외유사기술에 비해 우수함으로 국내뿐만 아니라 지속적 수출 기대</td></tr>
<tr><td rowspan="2">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전국 3,342개 주요 저수지 홍수 예경보 시스템 구축과 더불어, 가뭄, 홍수 예측 및 모델링을 통한 소하천 상하류 사류변화 관리를 위한 의사결정지원 시스템 자료 제공</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="2">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 저수지 및 농업수리시설물은 국가가 관리하는 공공시설로 정부 투자에 의한 관련 기술개발 진행을 통해 기술 경쟁력 확보 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기후변화 대응 첨단 농업수자원 시장 선점에 따른 국가경쟁력 증대
- 첨단 농업수자원 모니터링 전문 인력 배출 및 신규 고용시장 확대</td></tr>
</table>

국-3	광전자 수위 센서

<table>
<tr><td rowspan="6">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="3">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내에서 초음파, 압력, 영상 등의 기술을 이용한 수위센서 기술 확보
- 국내 전자기술에 의해 새로운 차원의 수위 센서 개발 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전기 전자 기술의 경우 국내 연구개발 역량이 충분하나 하천분야에 대한 응용분야는 역량이 다소 부족한 상황
- 2001-2011년까지 과기부 R&D ‘수자원의 지속적 확보기술 개발사업’을 통해 수위센서에 대한 특허, 상품 등의 기술 확보</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급
효과의
크기</td><td rowspan="3">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수위관측소의 경우 1-2억원의 경비가 소요되어 필요한 지점에 대한 안정적 자료 획득이 곤란하나 비용 절감에 따라 시장 확대 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 물공급(취수량, 배수량 등), 수질 개선을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보, 물공급, 수질 개선 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의
해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- ISO, WMO 등을 통한 국제 표준제정 및 Test Bed를 통한 국내 시장 확대 가능</td></tr>
</table>

다) 유속 센서

농-4	레이다 수위/유속 시스템

<table>
<tr><td rowspan="8">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="4">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 농촌용수종합정보시스템(rawris) 구축 확대로 국내 기술 기반의 1200여개 저수지 수위 계측 및 저수량 관리 시스템 운영
- 유량 측정을 위한 레이다 활용 기술은 낮은 편임</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 21세기 프론티어 연구개발 사업의 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 지표수 조사기술 개발 세부과제에서 약 100억/10년에 걸쳐 37명/년의 연구원이 투입되어 USN 하천유황 모니터링 연구를 수행함.(2001-2011). 레이다 활용을 통한 수위/유속측정 기술 개발 미흡.
- 레이다 수위/유속 시스템 개발 연구 인력 및 기술 수준은 낮음</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급 효과의 크기</td><td rowspan="4">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 레이다 기반 수위/유속 시스템 개발 성능 및 경제성이 확보된다면 4대강 및 둑높임사업에 다른 활용성이 확대될 것으로 예상
- 개발 비용 절감에 따른 내수시장 확대 전망</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전국 3,342개 주요 저수지 홍수 예경보 시스템 구축과 더불어, 가뭄, 홍수 예측 및 모델링을 통한 농업수자원 관리 의사결정지원 시스템 자료 제공</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="4">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 저수지 및 농업수리시설물은 국가가 관리하는 공공시설로 정부 투자에 의한 관련 기술개발 진행을 통해 기술 경쟁력 확보 필요</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기후변화 대응 첨단 농업수자원 시장 선점에 따른 국가경쟁력 증대
- 첨단 농업수자원 모니터링 전문인력 배출 및 신규 고용시장 확대</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
</table>

농-5	전자식 유속 시스템

<table>
<tr><td rowspan="8">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="4">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 농업용 소규모 개수로 전자식 유속 측정 시스템 기술 부재
- 농업용 수로 관리를 위한 계측 시스템 부재</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 21세기 프론티어 연구개발 사업의 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 지표수 조사기술 개발 세부과제에서 약 100억/10년에 걸쳐 37명/년의 연구원이 투입되어 USN 하천유황 모니터링 연구를 수행함.(2001-2011). 전자식 유속 시스템 개발 부재
- 전자식 유속 시스템 개발 연구 인력 및 기술 수준은 낮음</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급
효과의
크기</td><td rowspan="4">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전자식 기반 유속 시스템 개발 성능 및 경제성이 확보된다면 4대강 및 둑높임사업에 다른 활용성이 확대될 것으로 예상
- 국내 개발 비용 절감에 따른 내수시장 확대 전망</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전국 3,342개 주요 저수지 홍수 예경보 시스템 구축과 더불어, 가뭄, 홍수 예측 및 모델링을 통한 농업수자원 관리 의사결정지원 시스템 자료 제공</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="4">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 저수지 및 농업수리시설물은 국가가 관리하는 공공시설로 정부 투자에 의한 관련 기술개발 진행을 통해 기술 경쟁력 확보 필요</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의
해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기후변화 대응 첨단 농업수자원 시장 선점에 따른 국가경쟁력 증대
- 첨단 농업수자원 모니터링 전문 인력 배출 및 신규 고용시장 확대</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
</table>

국-2	2차원 표면유속장 측정기술 개발

<table>
<tr><td rowspan="8">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="4">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 도플러레이더기술을 이용한 비접촉식 전자파표면유속계를 개발, 현업에서 운용 중에 있으나 점유속 측정 장비로 하천단면을 커버하기 위한 관측 기술 개발 필요</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전기 전자 기술의 경우 국내 연구개발 역량이 충분하나 하천분야에 대한 응용분야는 역량이 다소 부족한 상황
- 점유속 표면유속계측 기술을 1999년 K-water에서 개발·운영하고 있어 자체 기술개발 및 실용기술 확보 능력 보유</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급 효과의 크기</td><td rowspan="4">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 2010년 현재 약 80여대의 전자파표면유속측정장비가 활용중이나 홍수기 안전사고 위험 및 인건비 상승 등에 따라 급속히 수요가 늘어나는 수준</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 물공급(취수량, 배수량 등), 수질 개선을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="4">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보, 물공급, 수질 개선 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- ISO, WMO 등을 통한 국제 표준제정 및 Test Bed를 통한 국내 시장 확대 가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
</table>

라) 유량 센서

농-6	유량측정용 flume gate 시스템

<table>
<tr><td rowspan="8">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="2">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 농업용 소규모 수로 관리를 위해 고가의 TM/TC 시스템운영
- 유량측정용 flume gate 시스템의 국내 표준화는 미흡
- 국외는 표준화된 flume gate 기술 개발 확보</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 21세기 프론티어 연구개발 사업의 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 지표수 조사기술 개발 세부과제에서 약 100억/10년에 걸쳐 37명/년의 연구원이 투입되어 USN 하천유황 모니터링 연구를 수행함.(2001-2011). 농업용 소규모 flume gate 시스템 개발 부재
- 유량측정용 flume gate 제작 인력은 부재, 측정기술 전문인력은 높은 수준임</td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급 효과의 크기</td><td rowspan="2">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내 소하천 및 소규모 관배수 수로의 유량측정 시스템은 국가적 수자원 모니터링 및 관리를 위해 활용성이 확대될 것으로 예상
- 기상/지형 특성을 고려한 주변 개발도상국으로의 기술이전 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="2">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전국 3,342개 주요 저수지 홍수 예경보 시스템 구축과 더불어, 가뭄, 홍수 예측 및 모델링을 통한 농업수자원 관리 의사결정지원 시스템 자료 제공</td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="2">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 저수지 및 농업수리시설물은 국가가 관리하는 공공시설로 정부 투자에 의한 관련 기술개발 진행을 통해 기술 경쟁력 확보 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="2">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기후변화 대응 첨단 농업수자원 시장 선점에 따른 국가경쟁력 증대
- 첨단 농업수자원 모니터링 전문 인력 배출 및 신규 고용시장 확대</td></tr>
</table>

국-1	초음파 하천 수량 센서

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 초음파유량센서는 국내에서 프로토타입 형태로 개발하였으나 상품화되지는 못한 상황
- 국내 기술에 의해 초음파 센서 개발 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전기 전자 기술의 경우 국내 연구개발 역량이 충분하나 하천분야에 대한 응용분야는 역량이 다소 부족한 상황
- 2001-2011년까지 과기부 R&D ‘수자원의 지속적 확보기술 개발사업’을 통해 초음파 센서의 개발 가능성, 활용 등에 대한 다양한 경험 보유</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 2010년 현재 약 20-30여대의 이동식 센서와 10-20대의 고정식 센서가 활용중이나 인건비 상승, 위험도 증가 등에 따라 급속히 늘어나는 수준</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 물공급(취수량, 배수량 등), 수질 개선을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보, 물공급, 수질 개선 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- ISO, WMO 등을 통한 국제 표준제정 및 Test Bed를 통한 국내 시장 확대 가능</td></tr>
</table>

마) 수심 센서

농-7	내용적 측정용 음향측심기 시스템

<table>
<tr><td rowspan="8">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 관련 기술은 미국 및 유럽에서 기술 주도
- 최근 초음파 음향기술개발로 3차원 영상시스템으로 발전됨
- 농업용저수지 내용적 정밀 측정 필요성 대두되고 있으나, 과도한 비용 발생으로 기존의 내용적 곡선을 저수지 관리를 위해 이용</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 21세기 프론티어 연구개발 사업의 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 지표수 조사기술 개발 세부과제에서 약 100억/10년에 걸쳐 37명/년의 연구원이 투입되어 USN 하천유황 모니터링 연구를 수행함.(2001-2011). 농업용저수지 내용적 측정 시스템 개발 부재
- 과도한 비용 발생으로 적용 사례가 적음. 측정기술 전문인력은 다소 부족한 수준임</td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 농업용 대상 저수지 개소수 18,000개소 중 공사 관리 저수지 3,342개소 적용 및 지자체 관리 대상으로 확대 적용
- 둑높임사업 및 농업용 저수지 토사 퇴적 평가 등 농업수자원의 국가적 인식 확대로 계측 시장 경제적 파급 효과 증대</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전국 3,342개 주요 저수지 홍수 예경보 시스템 구축과 더불어, 가뭄, 홍수 예측 및 모델링을 통한 농업용 저수지 관리 의사결정지원 시스템 자료 제공</td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 저수지 및 농업수리시설물은 국가가 관리하는 공공시설로 정부 투자에 의한 관련 기술개발 진행을 통해 기술 경쟁력 확보 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기후변화 대응 첨단 농업수자원 시장 선점에 따른 국가경쟁력 증대
- 첨단 농업수자원 모니터링 전문 인력 배출 및 신규 고용시장 확대</td></tr>
</table>

바) 수중지형 센서

5-4	3차원 하상모니터링 센서

<table>
<tr><td rowspan="8">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="4">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수중측량 센서는 여러 형태로 활용되고 있으나 3차원 수중스캐너는 개발 도입 단계
- 사전 확보 기술을 통해 수중 스캐너 개발 가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전기 전자 기술의 경우 국내 연구개발 역량이 충분하나 하천분야에 대한 응용분야는 역량이 다소 부족한 상황
- 2001-2011년까지 과기부 R&D ‘수자원의 지속적 확보기술 개발사업’을 통해 하상스캐너에 대한 기초 기술 확보</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급 효과의 크기</td><td rowspan="4">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국외 센서의 경우 Lidar 기반의 고가로, 국내에서 수중스캐너 전용장비로 개발될 경우 내수시장 확대 및 해외시장 진출 가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 물공급(취수량, 배수량 등), 수질 개선을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="4">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보, 물공급, 수질 개선 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- ISO, WMO 등을 통한 국제 표준제정 및 Test Bed를 통한 국내 시장 확대 가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
</table>

사) 강우 센서

국-6	자율형 광학우량 관측 센서 기술 개발

<table>
<tr><td rowspan="4">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="2">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 국토부, K-water에 설치 운영되고 있는 전도형, 광학형, 중량형 등 강우량센서는 국외에서 생산되어 수입에 의존하고 있는 상황
- 국내 광학 기술에 의해 새로운 개념의 강우량 센서 개발 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전기 전자 기술의 경우 국내 연구개발 역량이 충분하나 강우관측 분야에 대한 응용분야는 역량이 다소 부족한 상황
- 열악한 국내 환경에 따른 전문 인력 증대 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="4">파급 효과의 크기</td><td rowspan="2">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존 지점 강수량계가 측정하지 못하는 새로운 측정장비 개발로 국내시장 확대 및 국외 시장 선점 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="2">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 물공급(취수량, 배수량 등), 수질 개선을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="2">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보, 물공급, 수질 개선 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="2">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- ISO, WMO 등을 통한 국제 표준제정 및 Test Bed를 통한 국내 시장 확대 가능</td></tr>
</table>

국-7	전자 강수량 센서

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 지점강수량계, 강우레이더 등은 국내외에서 생산되고 있으나 일정 면적을 대상으로 하는 전자 강수량계는 부재
- 국내 전자 기술에 의해 새로운 개념의 강수량 센서 개발 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전기 전자 기술의 경우 국내 연구개발 역량이 충분하나 하천분야에 대한 응용분야는 역량이 다소 부족한 상황
- 국토해양부, 기상청 등의 강우레이더 도입 이후로 관련 인력 증대</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존 지점 강수량계나 강우레이더가 측정하지 못하는 새로운 측정장비 개발로 국내외 시장 선점 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 물공급(취수량, 배수량 등), 수질 개선을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보, 물공급, 수질 개선 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- ISO, WMO 등을 통한 국제 표준제정 및 Test Bed를 통한 국내 시장 확대 가능</td></tr>
</table>

아) 기타

국-8	자율형 수중환경 무인자동 모니터링 장비(AUV)

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 천해용 AUV는 한국해양연구원에서 개발하여 실용화 중에 있으나 하천 관리를 위한 정밀지형 및 물관리를 위한 자동관측 장비는 부재
- 국내 천해용 장비 개발 기술을 활용하여 새로운 개념의 수중환경 관측 센서 개발 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 천해용 AUV의 국내 연구개발 역량은 충분하나 하천분야 응용을 위한 역량은 다소 부족한 상황</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 하상지형, 수량, 수질 등에 대한 다분포 관측기술의 새로운 측정장비 개발로 국내외 시장 선점 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 물공급(취수량, 배수량 등), 수질 개선을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보, 물공급, 수질 개선 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- ISO, WMO 등을 통한 국제 표준제정 및 Test Bed를 통한 국내 시장 확대 가능</td></tr>
</table>

국-9	수상 무인자동 채수 장비(USV)

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 천해용 USV는 한국해양연구원에서 개발하여 실용화 중에 있으나 저수지 및 하천, 보 등 관리에 활용하기 위한 무인 수상 자동채수 장비는 부재
- 해양조사선에 활용하고 있는 기술을 활용하여 무인자동 채수장비 개발 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 해양조사용 채수장비 기술의 국내 연구개발 역량은 충분하나 저수지, 하천 및 보 등 응용을 위한 역량은 다소 부족한 상황</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 댐저수지, 농업용저수지, 보, 대하천 등 무인자동화 기술 개발을 통한 국내외 시장 선점 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 물공급(취수량, 배수량 등), 수질 개선을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보, 물공급, 수질 개선 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- ISO, WMO 등을 통한 국제 표준제정 및 Test Bed를 통한 국내 시장 확대 가능</td></tr>
</table>

국-10	하천시설물 안전관리 센서 개발

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 하천제방 등 시설물관리를 위한 누수 및 변형 측정 기술이 일부 개발되었으나, 정밀도가 낮아 실용화하는데 다소 어려움이 있음
- 기 개발된 BOTDA, FBG 센서 기술 등을 활용하여 정밀도 높은 안전관리 센서 개발 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 해양조사용 채수장비 기술의 국내 연구개발 역량은 충분하나 저수지, 하천 및 보 등 응용을 위한 역량은 다소 부족한 상황</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 실시간 하천제방안전관리 센서 기술 개발을 통한 국가하천, 지방하천 우선 적용하여 내수시장 및 국외 시장 선점 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 하천시설물관리 등을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- ISO, WMO 등을 통한 국제 표준제정 및 Test Bed를 통한 국내 시장 확대 가능</td></tr>
</table>

4.2.3 광역 환경센서망

지-5	광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준

<table>
<tr><td rowspan="8">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="4">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 USN에 사용되는 주파수는 대부분 2.45GHz이며, 국내의 경우 900MHz대역에 대한 기술기준이 마련된 상태임. 하지만 환경분야의 매체는 대기, 수질, 토양 등 다양한 매체환경이 존재하나 이러한 환경에 적합한 새로운 주파수 분석 모델 및 기술기준안은 마련되어 있지 않음.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td></td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 광역 USN 분야의 연구인력은 연구소, 산업체, 대학 등을 포함하여 350 정도이나 핵심기술 개발 인력은 50여명 정도이고, 대부분 시스템 개발 인력임
- 국책연구소에서는 광역 USN 핵심기술 개발 및 국제표준 전문가를 보유하고 있어 세계적 수준의 광역 환경센서망 기술 개발 및 표준화추진이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급
효과의
크기</td><td rowspan="4">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 USN에서 사용하고 있는 주파수는 2.45GHz, 900MHz 대역이 대부분임.
- 다양한 매체가 존재하는 환경분야에 적합한 주파수 및 기술기준안 마련 시 국제 표준규격으로 제시할 수 있으며, 이 경우 국내외 경제적 파급효과 매우 큼.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 다양한 매체환경에서도 고신뢰 고품질의 무선링크를 제공할 수 있는 주파수 확보 및 기술기준안 제시로 사회물안전망의 신뢰성 및 실시간성을 보장할 수 있을 것으로 기대됨</td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="4">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 주파수 확보 및 기술기준안 마련 등은 민간분야에서 할 수 있는 분야가 아니며, 국가차원에서 수행되어야 할 필수 기반기술임</td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의
해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 과제를 통해 세계적 수준의 새로운 USN 주파수 기술 확보 및 기술기준안 마련으로 국내 환경관리 분야 적용 및 국제 표준규격으로 육성</td></tr>
</table>

지-6	Sub-1GHz대역 광대역 저전력 RF/안테나 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="3">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 USN 주파수는 2.45GHz, 900MHz대역을 사용 중이나, 환경분야의 매체는 다양한 전파환경이 존재함으로 가능한한 이러한 환경을 극복할 수 있는 Sub-1GHz 대역의 광대역 주파수 대역 및 RF, 그리고 관련 안테나가 요구됨. 현재 주변의 유휴 주파수를 인지하여 활용하고자 하는 인지무선(Cognitive Radio) 기술이 센서네트워크 분야에 적용하려는 연구가 진행 중에 있음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td></td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 광역 USN 분야의 연구인력은 연구소, 산업체, 대학 등을 포함하여 350 정도이나 핵심기술 개발 인력은 50여명 정도이고, 대부분 시스템 개발 인력임
- 국책연구소에서는 Sub-1GHz대역 광대역 RF 및 안테나 핵심기술 개발 전문가를 보유하고 있어 세계적 수준의 광대역 저전력 RF/안테나 개발이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급
효과의
크기</td><td rowspan="3">시장
매력도
(경제적
파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 다양한 매체가 존재하는 환경분야에 적합한 Sub-1GHz 대역 광대역 RF 및 안테나 기술확보 시 국제 표준규격으로 제시 및 국외 시장을 공략할 수 있어 수출 등 국내외 경제적 파급효과 매우 큼.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- Sub-1GHz 광대역 저전력 RF 및 안테나 개발을 통해 하천 또는 물환경 주변에서 발생할 수 있는 수증기 등에 의한 신호 감쇄 등 열악한 전파환경을 극복할 수 있어 신뢰성 있는 사회 물안전망 구축 및 운영에 기여가 예상됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 기술은 하천/호소의 수질, 홍수위, 제방안전 감시뿐만 아니라 산불 예방, 토양, 대기 감시 등의 열악한 전파환경을 극복할 수 있는 핵심 기술로 국가 차원의 선진화된 사회공공안전망 구축에 필요한 공통 통신기술임</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 과제를 통해 새로운 주파수대역 확보를 통한 USN 통신 기술 확보를 통해 국외 물환경 센서네트워크 구축의 핵심 부품을 수출함과 동시에 국내 환경관리 분야 적용 및 신성장동력(수출 품목)으로 육성 가능.</td></tr>
</table>

지-7	고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="3">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 USN 기술은 BPSK/QPSK 기반 최대 250kbps를 제공하는 !EEE802.15.4 기반의 PHY규격을 가장 많이 사용하고 있으나, 환경분야와 같은 다양한 매체 및 열악한 전파환경에서의 신뢰성 있는 통신링크를 제공할 수 없음.
- 이러한 문제를 일부 해결하기 위해 IEEE 802.15.4g의 장거리 전송기술 연구 및 표준규격화 진행을 포함하여 일부에서는 400MHz 대역에서의 PHY기술 및 FEC 기능 등을 추가하는 노력이 부분적으로 진행 중에 있음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td></td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내의 경우 IEEE 802.15.4기반 PHY 기술은 이미 보유하고 있으며, 관련 연구개발 인력도 확보되어 있는 상태임. 또한 국내 정부출연연구기관은 IEEE 802.15.4g의 표준화 활동에도 참여하고 있음.
- 이를 바탕으로 고신뢰 고효율 환경적응형 PHY기술개발을 어느정도 수행할 수 있으나 일부 요소기술에 대해서는 추가적인 전문가 확보 및 역량을 증대할 필요가 있음. 이를 통해 광역 환경센서망 PHY 표준 규격화 추진도 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급
효과의
크기</td><td rowspan="3">시장
매력도
(경제적
파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존의 국제표준규격인 IEEE 802.15.4기반 PHY규격의 문제점을 개선 및 보완, 기능 추가로 새로운 국제 표준규격 확보 및 신규 응용서비스 창출이 가능하여 관련 분야의 세계시장 조기 점유 등 경제적 파급효과 매우 큼.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 하천 또는 물 환경 주변에서 발생할 수 있는 수증기 등에 의한 신호 감쇄와 LOS(Line of Sight) 미확보 구간 등 열악한 전파환경에 능동적으로 적응하여 최적의 신뢰성 있는 통신링크 및 효율적인 전송속도 등을 제공할 수 있어 사회 물안전망의 가용도 극대화 및 신뢰성 확보에 기여가 예상됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 기술은 통신링크 및 전파환경이 열악한 환경에 적응하여 최적의 전송속도 및 고신뢰의 전송링크를 제공할 수 있어 하천, 토양, 대기 감시 등 다양한 응용분야에 활용 가능한 국가 차원의 선진화된 사회공공안전망 구축에 필요한 핵심 요소 및 공통 통신 플랫폼 기술임.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의
해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 과제를 통해 다양한 전파환경에서도 최적의 통신링크를 제공하는 세계적 수준의 새로운 USN 통신 기술 확보 및 국제 표준화를 통해 국내 뿐만 아니라 국외 환경관리 분야 적용 및 신성장동력(수출 품목)으로 육성 가능.</td></tr>
</table>

지-8	환경센서망 동적 채널할당 MAC 기술

<table>
<tr><td rowspan="8">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="4">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 USN 기술은 CA-CDMA기반의 !EEE802.15.4 기반의 MAC규격을 가장 많이 사용하고 있으나, 환경분야와 같은 다양한 매체 및 열악한 전파환경에서의 신뢰성 있는 통신링크를 제공하기에는 한계가 있음.
- 현재 IEEE 802.15.4e 등에서는 신뢰성 있는 전송을 위해 새로운 MAC 기술을 개발 및 표준화를 진행 중에 있음.</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td></td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내의 경우 IEEE 802.15.4기반 MAC 기술은 이미 보유하고 있으며, 관련 연구개발 인력도 확보되어 있는 상태임.
- 또한 기존 MAC의 문제점을 개선하고 신뢰성 있는 채널 액세스 제어 등을 위해 IEEE 802.15.4e 표준화 활동에도 주도적으로 참여하고 있어 물 및 하천 등의 환경분야에서 요구되는 전파환경을 극복할 수 있는 새로운 MAC을 개발할 역량을 가지고 있으며, 아울러 향후 표준 규격화 추진도 가능함.</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급 효과의 크기</td><td rowspan="4">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존의 국제표준규격인 IEEE 802.15.4기반 MAC규격의 문제점을 개선 및 보완, 기능 추가로 새로운 국제 표준규격 확보 및 신규 응용서비스 창출이 가능하여 관련 분야의 세계시장 조기 점유 등 경제적 파급효과 매우 큼.</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 하천 또는 물 환경 주변에서 발생할 수 있는 수증기 등에 의한 신호 감쇄와 LOS(Line of Sight) 미확보 구간 등 열악한 전파환경에서 동적으로 신뢰성 있는 채널 액세스 제어가 가능하여 신뢰성 있는 사회 물안전망 구축 및 운영에 기여가 예상됨.</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="4">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 기술은 통신링크 및 전파환경이 열악한 환경에 적응하여 최적의 통신채널을 제어할 수 있어 하천, 토양, 대기 감시 등 다양한 응용분야에 활용 가능한 국가 차원의 선진화된 사회공공안전망 구축에 필요한 핵심요소 및 공통 통신 플랫폼 기술임.</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 과제를 통해 다양한 전파환경에서도 최적의 통신링크를 제공하는 세계적 수준의 새로운 USN 통신 기술 확보 및 국제 표준화를 통해 국내 뿐만 아니라 국외 환경관리 분야 적용 및 신성장동력(수출 품목)으로 육성 가능</td></tr>
</table>

지-9	환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 센서노드 SoC는 IEEE802.15.4 표준규격을 준용하고 주로 8~16비트 위주의 MCU가 탑재되어 있으며, 주로 실내나 전파환경이 좋은 분야에 사용되고 있음.
- 최근 야외 또는 좀 더 먼거리 전송을 위해 400MHz대역 센서노드 SoC 등이 개발 및 출시되고 있으나, 다양한 환경매체를 갖는 환경분야에 적합한 고신뢰의 센서노드 SoC 개발되고 있지 않음.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내의 경우 IEEE 802.15.4기반 SoC 기술은 이미 보유하고 있으며, 관련 연구개발 인력도 확보되어 있는 상태임.
- 다만, 환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC를 개발하기 위해서는 새로운 SoC 구조 및 관련 PHY/MAC/RF 칩을 설계할 수 있는 전문가 및 역량 확보가 일부 요구됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존의 경우 IEEE 802.15.4 PHY/MAC 기반의 SoC가 주종을 위루고 있으며, 주로 국외 TI, 모토로라 사가 시장을 독점하고 있는 실정임.
- 하지만 환경적응형 고신뢰 저전력 SoC가 개발될 경우 환경 분야를 포함한 다양한 분야에 활용이 가능하여 국내외 시장점유 및 경제적 효과 매우 큼.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 환경적응 및 고신뢰 전송성능을 제공함으로서 하천 또는 물 환경 주변의 열악한 환경에서도 신뢰성 있는 사회 물안전망 구축 및 운영에 기여가 예상됨.
- 또한 사회 물안전망에서 필요한 다양한 센서의 접속과 다단계의 전력관리, 그리고 센싱 데이터 처리를 위한 성능 등을 보유하여 실질적인 실시간 수질 및 환경 감시가 가능한 효과가 기대됨</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 USN에서 사용되고 있는 SoC 등 부품은 대외 의존도가 매우 높아 향후 관련 SoC 등이 생상 중단되거나 변경될 경우 수급에 매우 어려움이 예상되며, 이 경우 기 구축된 사회물안전망 운용에 막대한 차질이 요구됨.
- 따라서 USN에서 핵심 구성부품인 센서노드 SoC에 대한 국가적인 지원 및 투자를 통해 핵심 부품의 지속적인 확보 노력이 요구됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 과제를 통해 센서노드 핵심 부품확보로 국내외 다양한 환경관리 분야 적용 및 신성장동력(수출 품목)으로 육성</td></tr>
</table>

지-10	광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 USN 센서노드 플랫폼은 응용 서비스 및 적용 센서별로 다양한 형태 및 개별적로 개발되어 왔으며, 타 응용에 적용하기가 매우 어려운 상태였음.
- 최근 국내에는 이러한 문제점을 보완하고 다양한 응용에 적용하기 위한 공통 플랫폼 및 센서접근 인터페이스 표준화가 시도되고 있는 중임.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td></td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- USN 센서노드 플랫폼 개발인력은 지금까지 국가의 적극적인 기술개발 및 산업활성화 지원 노력으로 연구소, 산업체, 대학 등에 다양하게 포진하고 있음.
- 하지만 다양한 응용에도 손쉽게 적용할 수 있는 공통 플랫폼 및 센서접근 인터페이스 표준, 그리고 센서노드 플랫폼에 반영구적인 전원을 공급할 수 있는 Energy harvest 개발인력 및 역량은 다소 부족한 편임.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존 환경정보 전송망(환경부 전용회선/CDMA, 국토부 자가사설망) 기술 대비 운용비 70% 및 구축비 80% ~ 30% 절감 가능
- 전국 중소권역의 하천(중권역 25,753Km, 소권역 34,705Km), 댐 72, 저수지 17,649개 등에서 중점 오염관리가 필요한 지역부터 단계적 적용.
- 하천.물관리 분야 이외에도 대기, 토양 환경관리 분야에도 적용할 수 있어 경제적 파급효과 매우 큼.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재는 주로 사람이 직접 채수하여 실험실에서 분석하는 수동식 방식(분기/월 1회))과 극히 소수 지점에 자동측정소를 운영하고 있으므로(56개 지점) 오염 희석되어 오염발생을 감지 못하고, 오염확산 방지에 효율적인 대처를 할 수 없음
- 본 기술은 실질적인 오염 발생원인 중소하천 및 호소까지 직접 설치하여 실시간적으로 자동 감시할 수 있는 시스템 구축 가능하고, 이를 통해 수질 감시 차원을 넘어서 수질 개선 효과가 기대됨</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 기술은 하천/호소의 수질, 홍수위, 제방안전 감시뿐만 아니라 산불 예방, 토양, 대기 감시에 활용 가능한 국가 차원의 선진화된 사회안전망 구축에 필요한 공통 통신 플랫폼 기술임</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 과제를 통해 세계적 수준의 새로운 USN 통신 기술 확보 및 국제 표준화를 통해 국내 환경관리 분야 적용 및 신성장동력(수출 품목)으로 육성</td></tr>
</table>

지-11	광역 환경 센서네트워킹 및 센서 신호처리 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="3">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 무선센서네트워크의 네트워킹 기술은 주로 ZigBee 기반으로 이루어지고 있으며, 100m 이내의 라우팅, 그리고 단순 센싱정보 수집형태로 운용되고 있어, 중거리 및 다양한 센서접속 등이 요구되는 환경분야 전송망으로는 부적합하여 이를 개선하기 위한 다양한 연구개발이 시도되고 있음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 그간의 정부의 USN 기술개발 및 지원으로 센서네트워킹 분야의 전문인력 및 역량은 어느정도 보유된 상태임.
- 하지만 환경분야 같이 다양한 센서가 요구되는 상태에서 센서신호를 융합하거나 센서신호를 분류, 처리할 수 있는 전문인력 및 역량은 다소 부족한 편임.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급
효과의
크기</td><td rowspan="3">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 다양하고 많은 센서가 요구되며, 경우에 따라 실시간적 결과가 요구되는 환경분야에서는 센서신호의 융합과 센서신호처리 기술은 매우 중요하나 관련 기술개발은 아직까지 미흡한 실정임.
- 향후 본 기술개발이 완료될 경우 다양한 분야에 활용 및 적용이 가능하며, 경제적 파급효과가 매우 클 것으로 예상됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 센서신호 융합 및 센서신호처리 기술개발로 현장에서 실시간적 오염발생 검출 및 원인 파악할 수 있어 조기 오염확산 방지 및 효율적인 대처를 할 수 있음
- 이를 통해 안전하고 건강한 국가적 차원의 사회물안전망 운영을 통해 국민의 건강 및 삶의 질을 향상시키는데 커다란 기여</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 기술은 다양한 센서신호 융합 및 처리, 분석 등이 가능하여 하천/호소의 수질, 홍수위, 제방안전 감시뿐만 아니라 산불 예방, 토양, 대기 감시 등에 다양하게 활용 가능한 국가 차원의 선진화된 사회안전망 구축에 필요한 공통 통신 플랫폼 기술임</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의
해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 과제를 통해 세계적 수준의 새로운 USN 통신 및 센서신호처리 기술 확보를 통해 국내 환경관리 분야 적용 및 신성장동력(수출 품목)으로 육성</td></tr>
</table>

지-12	광역 환경센서망 게이트웨이 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="3">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 정부부처/기관에서 운영되고 있는 환경관리 감시망을 포함한 여러 망들은 개별적이고 독립적인 형태로 운영되고 있으며, 센서네트워크와의 연동 표준 등이 마련되어 있지 않은 상태임.
- 하지만 우리나라는 세계적인 IT기술 강국으로 관련 게이트웨이 개발 수준은 매우 높음.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td></td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 지금까지 센서네트워크와 기존 망과의 연동표준 등이 마련되어 있지 않아 관련 연구개발은 개별적으로 이루어지고 있으며, 융합이 미진한 상태임.
- 하지만, 우리나라는 세계적인 IT 기술개발 능력을 보유하고 있으며, USN 핵심 기술 개발 및 국제표준 전문가를 보유하고 있어 세계적 수준의 광역 환경센서망 기술 개발 및 표준화 추진이 가능함.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급
효과의
크기</td><td rowspan="3">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 센서네트워크와의 자동수질측정망과의 연동이 이루어질 경우 중소하천의 지천까지 환경오염 등을 원격으로 관리 가능하여 경제적 파급효과 매우 큼.
- 특히, 기술개발을 통해 망 연동 표준화가 이루어질 경우 세계시장을 주도할 수도 있음.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재는 극히 소수지점에만 자동측정소를 운영하고 있으므로(56개 지점) 오염발생 감지가 용이하지 못하고, 오염 확산 방지에 효율적인 대처를 할 수 없음.
- 하지만, 실질적인 오염 발생원인 중소하천 및 호소까지 센서네트워크를 구성하여 국가자동수질측정망과의 연동이 가능하여 실시간적으로 수질개선 및 환경관리가 가능하는 등 사회물안전망 확보에 기여됨</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 기술은 하천/호소의 수질, 홍수위, 제방안전 감시뿐만 아니라 산불 예방, 토양, 대기, 기후 감시에 활용 가능한 국가 차원의 선진화된 사회안전망 구축 및 표준 연동에 필요한 공통 기술임</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의
해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 본 과제를 통해 세계적 수준의 새로운 USN 통신 기술 확보 및 망 연동 국제표준화를 통해 국내 환경관리 분야 적용 및 신성장동력(수출 품목)으로 육성</td></tr>
</table>

4.2.4 범용 미들웨어

<table>
<tr><th>지-13</th><th colspan="5">광역 환경정보 수집/처리 기술</th></tr>
<tr><td rowspan="8">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 우리나라의 환경・재해・시설물 관리를 위한 센서망 및 환경정보 관리 시스템의 적용 현황은 각 부처별 별도의 구축, 개발, 관리됨에 따라 유사 기능의 중복 개발, 시스템 간 통합 및 상호 연계성 결여로 재난재해 상황에 대한 효과적 대응이 어려움</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- USN 미들웨어 분야의 연구인력은 연구소, 산업체, 대학 등을 포함하여 450명 정도이나 핵심기술 개발 인력은 50여명 정도이고, 대부분 시스템 개발 인력임
- 국책연구소에서는 USN 미들웨어 핵심기술 개발 및 국제표준 전문가를 보유하고 있어 세계적 수준의 기술 개발 및 표준화 추진이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="2">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 각 부처(지자체)의 중복 구축, 관리 및 개발을 방지하기 위해 공통 인터페이스 및 처리 기능을 개발 보급함으로써 물환경관리 서비스 개발을 용이하게 하고 표준 및 공통 기능요소(센서, 통신장치, 미들웨어)를 표준화 기반으로 개발함으로써 해당 산업의 수요 기반을 확충을 통한 새로운 도약 전기 마련</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 표준화된 광역 환경 센서 및 네트워크 관리, 지능형 상황 분석 기술 등 첨단IT 기술이 적용된 환경관리 지능화 플랫폼기술을 확보함으로써 재난재해 발생 시 효과적인 대처를 통해 연간 홍수피해액 2.7조원, 홍수예방투자 1.1조원, 복구비 4.2조원을 절감하는 경제적 효과 달성 전망
- 표준에 기반한 광역 센서망 연동 및 센싱데이터 획득, 네트워크 관리 기능 지원으로 원격 모니터링, 관리 및 확장에 있어서의 개발 비용, 현장 관리 및 시간 비용 감소
- 개방형 서비스 API를 통해 다양한 분야의 신규 서비스 창출 가능
- 안정성이 검증된 미들웨어를 통해 유지보수 회수 감소</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 각종 환경 및 시설물 진단 센서를 부착한 모니터링 시스템의 구축은 국가의 중추 신경망을 구축하여 새로운 지식정보를 축적을 통한 국가의 핵심 분야별 미래예측 시스템을 구축하는 의미를 갖고 있으므로 정부예산 지원이 불가피한 사업임</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 표준화된 센서 인터페이스, 전송 규격 및 공통플랫폼 기반의 시스템 개발을 통해 국가 하천・물관리 체계의 효율성 극대화, 실시간 대응체제 구축</td></tr>
</table>

지-14	광역 환경정보 통합/생성 기술

<table>
<tr><td rowspan="8">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="4">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 우리나라의 환경・재해・시설물 관리시스템의 적용 현황은 각 부처별 별도의 시스템으로 개발, 관리됨에 따라 데이터 간 체계화된 관리 및 통합기술 부재, 대용량 센싱 데이터의 효율적 저장기술, 장기간에 걸쳐 수집된 이력데이터에 내재된 잠재된 패턴 발견 등의 기술 제공이 어려움</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 실시간 가시화와 웨어-하우스 구축 및 다차원 매쉬업 분야의 연구인력은 연구소, 산업체, 대학 등을 포함하여 500명 정도이나 핵심기술 개발 인력은 50여명 정도이고, 대부분 시스템 개발 인력임
- 국책연구소에서는 실시간 가시화와 웨어-하우스 구축 및 다차원 매쉬업 핵심기술 개발 및 국제표준 전문가를 보유하고 있어 세계적 수준의 기술 개발 및 표준화 추진이 가능함</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급
효과의
크기</td><td rowspan="4">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 각 부처(지자체)의 중복 개발을 방지하기 위해 공통 기능을 개발 보급함으로써 물환경관리 시스템의 개발비, 운용비를 대폭 절감하고, 구성요소(실시간 가시화, 웨어-하우스, 다차원 매쉬업)를 표준화 기반으로 개발함으로써 해당 산업의 수요 기반을 확충을 통한 새로운 도약 전기 마련</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 센싱 데이터에 노이즈 및 불완전한 값을 포함하더라도 이에 대한 필터링으로 정확한 센싱 정보 제공 및 실시간 모니터링 가시화로 상황 대처 능력 향상
- 웨어-하우스에 장기간에 걸쳐 수집된 이력데이터에 대한 다차원적 분석(시간, 위치, 센서 종류 등)을 통해 내재된 잠재된 패턴 발견
- 안정성이 검증된 웨어-하우스 및 다차원 매쉬업을 통해 유지보수 비용 감소</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="4">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 각종 환경 및 시설물 진단 센서를 부착한 실시간 시각화 및 다차원 매쉬업 기반의 분석 기술은 국가의 중추 신경망을 구축하여 새로운 지식정보의 축적을 통한 국가의 핵심 분야별 미래 예측 시스템을 구축하는 의미를 갖고 있으므로 정부예산 지원이 불가피한 사업임</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의
해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 이종 환경 센싱 정보의 체계화된 관리 및 통합, 대용량의 환경 센싱 정보의 웨어-하우스 구축을 통한 효율적 저장 및 다차원 매쉬업 분석 기술 기반의 시스템 개발을 통해 국가 하천・물관리 체계의 효율성 극대화</td></tr>
</table>

지-15	광역 환경정보 분석/예측 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="3">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 고가의 해외 의존적 수질센서에 의한 실용적인 연구와 기술개발이 적고, 이에 따른 정확한 하천수질모니터링과 예측을 통한 관리가 어려움</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 토목 등과 연관되어진 수리, 수문 위주의 인력양상과 대조적으로 수리, 수문 기반 수질관리를 위한 연구개발 인력은 매우 부족한 실정이나 하천 및 저수지수질모델의 지속적인 연구와 개발이 일부 대학교에서 지속적으로 수행되고 있음
- 국산화 되어진 저렴한 자립형 수질센서와 USN 통신을 활용하여 중소하천의 수질의 실질적인 관리와 오염분석 및 예측 기술의 선진화가 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급
효과의
크기</td><td rowspan="3">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 오염총량제를 비롯하여 각 지자체별로 실질적인 수질오염 관리를 대권역보다 중소하천 중심의 시스템을 통한 서비스 제공으로 점오염원 중심에서 비점오염원의 간접적인 파악과 오염원 추적이 가능하며, 이에 수반되어지는 수질분석과 예측 기법 및 수질모델 개발을 통해 해당 산업의 경쟁력과 고급화가 가능함. 그 결과 해외시장으로의 진출을 위한 기반이 마련되어짐</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존
사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수질오염발생에 따른 오염물질의 확산과 거동의 예측을 통해 실시간 물관리가 가능하고 이에 따른 수질오염발생 피해를 최소화하기 위한 빠른 조치가 가능
- 중소하천 단위 오염물 발생 지역의 추적으로 조밀하고 구체적인 수질관리
- 중소하천 실시간 수질 및 오염현황에 대한 대국민서비스를 통해 투명한 물관리가 가능하고 공개적인 물안전망을 확보함</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="3">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 광역 환경관리를 위한 환경정보의 분석과 예측 및 수질모델은 계절별, 지역별, 강수별, 홍수기/갈수기 등 다양한 환경을 기반으로 하고 시스템 구축 대상이 매우 넓어 단발적이고 한시적인 방법을 통해 연구되어질 수 없기 때문에 국가차원에서 투자가 불가피함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의
해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 환경정보 분석과 예측 기술 및 이를 기반으로 하는 중소하천 수질모델의 개발로 실시간 물관리 효율성을 극대화하고, 먹는 물 등 수자원의 이용 경쟁력을 확장할 수 있으며, 실시간 물관리의 세계 최초 기술 개발과 표준화를 통해 해외진출을 새로운 시장을 개척함</td></tr>
</table>

지-16	광역 환경정보 무선망 운용관리 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내의 무선망 운용관리 분야는 기본적인 센서네트워크 관리 프로토콜과 프로토타입이 개발되었지만 광역 환경정보 센서네트워크 관리시에 망의 부하를 최소화면서 관리자의 편의성을 극대화하는데 필요한 기능적 성능적 요구사항을 모두 만족하지 못하므로 대부분 추가적인 기술확보가 요구됨</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 센서네트워크 운용관리 인력은 그동안의 USN 연구개발 과제로 인하여 연구소, 산업체, 대학 등을 중심으로 다수 있음. 또한 센서네트워크 관리에 대한 국제표준 기술도 국내에서 주도하고 있어서 세계적 수준의 기술 개발, 표준특허 및 표준 개발이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존의 수작업과 현장 확인을 통한 운용관리를 최소화하고 관리자 중심의 최적화된 운용관리 기술 개발을 통해 물환경관리 시스템의 개발비, 운용비를 대폭 절감하고, 무선망 운용관리 기술을 표준화 기반으로 개발함으로써 해당 산업의 수요 기반을 확충을 통한 새로운 도약 전기 마련</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 자원제약적인 센서네트워크와 고가의 센서를 위한 효율적이고 관리자 중심의 운용관리 플랫폼을 제공하여 물환경관련 시스템의 안정적인 관리가 가능함으로써 경제적 효과 달성 전망
- 원격소프트웨어 변경 및 네트워크 관리 지원으로 인해 현재의 현장방문지원이 불필요하므로 인력파견 및 지원시간 비용 감소
- 개방형 무선망 운용관리 서비스 API를 통해 다양한 분야의 신규 서비스 창출 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존의 비표준화된 어플리케이션별, 부처별 무선망 운용관리를 통한 비효율적, 중복적 사회안전망 관리 시스템을 관리자 중심의 표준화된 USN 관리플랫폼으로 전환하는데 있어서 민간주도는 한계가 있음. 따라서 정부주도로 신뢰성 및 안정성이 보장된 USN 운용관리 핵심요소기술을 개발하고 현장 검증을 수행해서 민간산업에 바로 적용 및 활용할 수 있도록 해야함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 표준화된 센서 인터페이스, 전송 규격 및 공통플랫폼 기반의 무선망 운용관리 기술 개발을 통해 국가 하천•물관리 체계의 효율성 극대화, 실시간 대응체제 구축</td></tr>
</table>

지-17	광역 환경정보 무선망 유지보수 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내의 무선망 유지보수 분야는 기본적인 네트워크 연결 상태 관리와 경로 재설정기술이 개발되었지만 광역 환경정보 무선망 유지보수에 필요한 지능적인 장애복구와 자가치유를 위한 기능 요소를 모두 만족하지 못하므로 새로운 기술 개발이 요구됨</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 센서네트워크 무선망 유지보수 인력은 그동안의 USN 개발과제와 시범사업으로 연구소, 산업체, 대학 등을 중심으로 다수 있음. 또한 센서네트워크 유지보수에 대한 국제 표준 기술도 국내에서 주도하고 있어서 세계적 수준의 기술 개발, 표준특허 및 표준 개발이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존의 고가의 물환경관련 센서를 위한 주기적인 검교정 및 유지보수를 최소화하고 센서와 네트워크의 장애로 인한 데이터 손실을 방지함으로써 물환경관리 시스템의 개발비, 운용비를 대폭 절감하고, 무선망 유지보수 기술을 표준화 기반으로 개발함으로써 해당 산업의 수요 기반 확충을 통한 새로운 도약 전기 마련</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 센서와 센서네트워크의 장애관리 및 자가치유 기능을 통하여 장기간에 걸쳐 안정적인 무인 물환경관리 시스템 서비스가 가능해짐
- 개방형 무선망 유지보수 서비스 API를 통해 다양한 분야의 신규 서비스 창출 가능
- 안정성이 높고 지능적인 무선망 유지보수 플랫폼을 사용함으로써 유지보수 횟수 대폭 감소</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존의 비표준화된 어플리케이션별, 부처별 네트워크 유지보수를 통한 비효율적, 중복적 사회안전망 관리 시스템을 공통기능을 지원하고 표준화된 유지보수 플랫폼 기반으로 전환하는데 있어서 민간주도는 한계가 있음. 따라서 정부주도로 신뢰성 및 안정성이 보장된 USN 유지보수 핵심요소기술을 개발하고 현장 검증을 수행해서 민간산업에 바로 적용 및 활용할 수 있도록 해야함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 표준화된 센서 인터페이스, 전송 규격 및 공통플랫폼 기반의 무선망 유지보수 기술 개발을 통해 국가 하천•물관리 체계의 효율성 극대화, 실시간 대응체제 구축</td></tr>
</table>

지-18	광역 환경정보 무선망 보안관리 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 현재 우리나라의 센서네트워크 관련 보안 기술은 특정 센서네트워크용 프로토콜에 대한 기밀성/무결성 제공 수준임
- 응용 서비스에 대한 접근제어, 인증/인가 제공 수준임</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 센서네트워크 및 서비스 플랫폼, 보안 전문 인력은 연구소, 산업체, 대학 등을 중심으로 다수 있음. 또한 USN 미들웨어, 센서네트워크 보안 프레임워크에 대한 국제 표준 기술도 국내에서 주도하고 있어서 세계적 수준의 기술 개발 및 표준특허 및 표준 개발이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수집비용 및 정보의 기밀성에 대한 인식을 기반으로, 정보제공자에 대한 신뢰 및 정보수요자에 대한 QoS 서비스를 제공할 수 있어서 USN 서비스 시장에 있어서 반드시 필요한 기술로 활용될 것임.
- 안전한 센싱정보 다자간 공유를 통한 중복 투자 방지 효과</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 보안성이 강화된 센싱 정보 획득 및 처리를 통해 사회안전물에 대한 안전하고 신뢰할 수 있는 모니터링 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존의 로컬망 운용을 통한 비효율적, 중복적 사회안전망 관리 시스템을 효율적이고 지능적인 센서 기반 시스템으로 전환하는데 있어서 민간주도는 한계가 있음. 따라서 정부주도로 신뢰성 및 안정성이 보장된 USN 서비스 인프라 핵심요소기술을 개발하고 현장 검증을 수행해서 민간산업에 바로 적용 및 활용할 수 있도록 해야함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 표준화된 보안 프레임워크 및 보안 요소기술 개발을 통해서 국가 하천•물관리 실시간 대응 시스템 구축</td></tr>
</table>

환-8	실시간 측정 자료 기반 fault sensor identification 기술 개발

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 미국 USEPA의 CLEAN 프로젝트 및 IMPACT 프로젝트를 통해서 데이터의 신뢰성 제고 및 센서의 오작동 감지 연구 진행중
- 수질자동측정망정보화사업(2008-2010)을 통해서 수신된 자료의 자동 유효성 평가 로직 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 환경부, 한국환경공단, 국립환경과학원에서 발주한 연구 사업 등을 통해서 수질자동측정망 자료의 신뢰성 제고를 위한 연구 수행중
- 미국 American Water Resources Association에서 자동측정망 자료에 대한 해석기법 등에 관해서 초청 강연 (2007, 2009, 2010)
- 일부 대학에서만 측정망 관련 연구인력 양성</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전국 하천에 대해서 설치 운영할 수 있음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 센서의 정상 여부 판단 및 이상치 배제 등을 통해서 측정망 시스템의 신뢰성을 높임으로써 보다 관리장에게 양질의 정보를 제공가능
- 해외 진출의 가능성 제고</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 측정망 시스템의 신뢰성 제고라는 측면에서 정부와 민간의 투자가 병행될 수 있음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 연구개발 과정에서 현장 Test Bed를 통한 선진 외국의 제품과 비교하여 경쟁력 우위확보 및 국가 물산업 관련 분야 고용창출에 기여
- 국내 적용 및 검증 실적 확보를 통한 해외 물산업시장 진출 교두보 확보</td></tr>
</table>

4.2.5 유저 인터페이스

환-6	망을 통한 오염물 유출 경로 추적이 가능한 application 개발

<table>
<tr><td rowspan="8">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="4">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 세계 최초의 수질TMS 전국 실시
- 수질자동측정망의 확대 계획 (수질자동측정망 중장기발전방향, 2009)</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 환경부, 한국환경공단, 국립환경과학원에서 발주한 연구 사업 등을 통해 수질자동측정망을 통한 오염물 유출경로 추적 기초 연구가 수행되고 있음
- 미국 American Water Resources Association에서 자동측정망을 이용한 오염사고 감시 등에 관해서 초청 강연 (2007, 2009, 2010)
- 일부 대학에서만 측정망 관련 연구인력 양성</td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전국 하천에 대해서 설치 운영할 수 있음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 오염원 배출자에 대한 추적 기능을 통해서, 인위적 배출을 억제하고, 깨끗하고, 안전한 물환경을 시민에 제공 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 오염원 배출자 추적 특성상, 정부의 투자 및 개발이 중요함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 연구개발 과정에서 현장 Test Bed를 통한 선진 외국의 제품과 비교하여 경쟁력 우위확보 및 국가 물산업 관련 분야 고용창출에 기여
- 국내 적용 및 검증 실적 확보를 통한 해외 물산업시장 진출 교두보 확보</td></tr>
</table>

환-7	실시간 측정 자료 및 GIS 기반 유역 관리 모델 개발

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- Web을 통한 국내 하천의 수량, 수질 정보를 제공 (물환경정보시스템, WEIS, WAMIS 등)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 환경부, 한국환경공단, 국립환경과학원에서 발주한 연구 사업 등을 통해서 수질자동측정망 자료 공개 등에 관한 연구 수행되고 있음(자동측정망정보화사업, 2008, 2009, 2010)
- 수질자동측정망 정보공개시스템 구축되고 있음.
- 대학의 공간정보학과 등을 통해서 웹기반 GIS 시스템 관련인력 배출</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 전국 하천에 대해서 설치 운영할 수 있음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 사용자 요구수준에 맞는 수질관련 정보를 공간정보와 함께 실시간으로 제공함으로써, 국가물환경관리에 기여</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 개발되는 application 특성상 공공성이 강하기 때문에, 정부의 투자 및 개발이 중요함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 연구개발 과정에서 현장 Test Bed를 통한 선진 외국의 제품과 비교하여 경쟁력 우위확보 및 국가 물산업 관련 분야 고용창출에 기여
- 국내 적용 및 검증 실적 확보를 통한 해외 물산업시장 진출 교두보 확보</td></tr>
</table>

국-5	수변공간 변화 관측 기술 개발

<table>
<tr><td rowspan="8">기술
개발
성공
가능성</td><td rowspan="4">기술
개발
수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에
대등 또는 근접</td><td>선진기술
모방개량 수준</td><td>선진기술도입
적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력
불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 2006~2011 에코리버사업에서 하천교란에 따른 적응관리 기술에서 하천 지형 변화 탐지하기 위한 기술이 국부적으로 수행
- 우리나라 위성기술(아리랑 및 천리안위성), 항공기술 등을 활용한 첨단 하천변화탐지 기술 개발 가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연구
개발
역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 국내 공간정보 활용 기술의 경우 국내 연구개발 역량이 충분하나 하천 분야에 대한 응용분야는 역량이 다소 부족한 상황
- 국토부, K-water 등 공간정보를 활용한 하천관리기술 도입 이후로 관련 인력 증대 필요한 상황</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">파급
효과의
크기</td><td rowspan="4">시장
매력도
(경제적
파급효
과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 기존 국부적으로 수행된 하천변화 탐지 기술을 광범위한 지역의 지속적 변화탐지 자동화 체계 구축으로 국내외 하천관리 시장 선점 가능</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사회
물안전망
확보
기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 물공급, 하천관리 개선을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">국가적
대응의
필요성</td><td rowspan="4">공공
투자
타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보, 물공급, 하천관리기술 개선 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">국가
물산업
경쟁력
제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- Test Bed를 통한 하천관리 고도화 기술 확대 적용</td></tr>
</table>

국-11	수문모니터링 자료 처리 및 분석 기술

<table>
<tr><td rowspan="6">기술 개발 성공 가능성</td><td rowspan="3">기술 개발 수준</td><td>세계최고 수준</td><td>최고기술수준에 대등 또는 근접</td><td>선진기술 모방개량 수준</td><td>선진기술도입 적용 가능 수준</td><td>연구개발 능력 불확실</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 관측된 수문자료의 신뢰성 및 품질을 제고하기 위한 노력이 진행 중에 있음
- 구조적(지형, 시설물, 하상 등), 비구조적(홍수, 환경 등) 관심 항목에 대한 직관적이며 입체적인 모니터링 및 예측, 분석 기술 개발 기술 보유</td></tr>
<tr><td rowspan="3">연구 개발 역량</td><td>해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력 충분</td><td>-</td><td>해당분야 국내 전문 인력 다소 부족</td><td>-</td><td>거의 없음</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수문자료 관측 및 수공학 전문가는 충분하나 관측자료를 처리하고 분석하기 위한 국내 연구개발 역량은 다소 부족한 상황
- 많은 센서로부터 생산된 자료의 해석과 의사결정을 지원하기 위한 기초자료 생산을 위한 연구개발 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="6">파급 효과의 크기</td><td rowspan="3">시장 매력도 (경제적 파급효과)</td><td>내수시장 기반 해외시장 진출 가능</td><td>성능향상에 따른 내수시장 추가 확대</td><td>비용절감에 따른 내수시장 확대</td><td>기존시장의 유지 및 대체</td><td>쇠퇴기 시장</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 수문자료 신뢰성 확보 및 모니터링 시스템의 직관적 분석 기술 개발을 통한 내수시장 확대를 통한 국외시장 진출 도모</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사회 물안전망 확보 기여도</td><td>오염/홍수 등 수재해 예보시스템 구현</td><td>-</td><td>기존 사회 물안전망 관리 시스템 고도화</td><td>-</td><td>깨끗하고 풍부한 수자원의 안정적 확보</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수예보, 하천시설물관리 등을 위해 필요한 정보 제공 필수</td></tr>
<tr><td rowspan="6">국가적 대응의 필요성</td><td rowspan="3">공공 투자 타당성</td><td>대표 공공재로 정부투자 불가피</td><td>정부주도 구축 후 민간의 서비스 참여</td><td>정부와 민간의 투자 역할분담</td><td>정부의 지원 하에 민간 중심의 투자</td><td>민간에서 주도적으로 투자</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 홍수 안전도 확보, 물공급, 수질 개선 등을 위한 투자는 국내외적으로 공공분야에 해당하므로 국가의 투자 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="3">국가 물산업 경쟁력 제고</td><td>Test Bed를 통한 새로운 물산업 창출</td><td>기업의 해외진출 위한 Track record 제공</td><td>다양한 기업의 국내시장 참여기회 확대</td><td>기존 기업의 경쟁력 강화</td><td>물산업 경쟁력 제고에 기여가 크지 않음</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">- ISO, WMO 등을 통한 국제 표준제정 및 Test Bed를 통한 국내 시장 확대 가능</td></tr>
</table>

5. 사업추진전략

5.1 기본전략 방향 도출

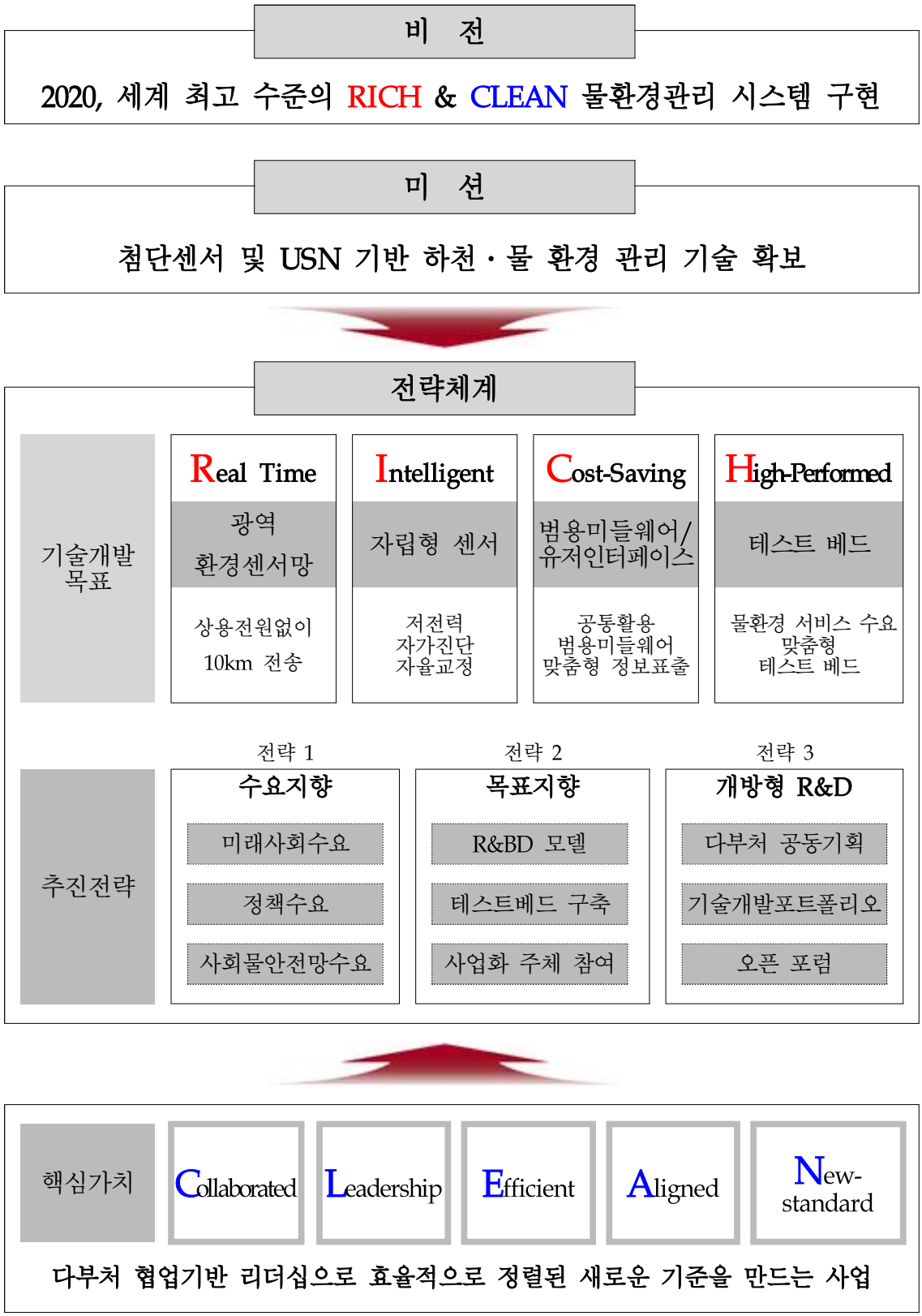
5.1.1 SWOT 분석

구분	내용
강점	○ 뛰어난 IT 역량 ○ 정부의 강력한 물산업 육성 의지 ○ 물관리를 위한 대단위 테스트 베드 구축 조건 구비
약점	○ 측정 항목은 고도화되고 있으나, 현행 센서 보유량 및 측정력 미흡 ○ 측정 데이터의 전송 능력 미흡 ○ 높지 않은 센서 개발 수준 ○ 그간 센서 개발 R&D의 성과 미흡에 따른 낮은 ROI ○ 환경IT분야 레퍼런스 및 경험 부족 ○ 센서 유지 보수 관리 어려움 ○ 환경산업 미흡 ○ 수자원 관리 및 물관리 체계 다원화로 통합적 관리기능 미비
기회	○ 물산업의 급격 성장 ○ 실시간 관측 수요 증가 : 데이터를 활용한 다양한 어플리케이션 개발 가능성 ○ 융복합 기술 발전에 따른 환경 모니터링 능력 획기적 개선 ○ 기존 수자원 모니터링 및 관리시스템과 IT의 결합 추세 가속화 (Smart SOC 가속화) ○ 광역센서망 기술은 아직 전세계적으로도 시범서비스 수준에 불과 ○ 성공적인 물관리시스템 구축으로 수출 가능
위협	○ IBM, GE, NTT등 거대 IT기업들의 물산업 진출 ○ 기업 간 협력 연구 강화 추세 ○ 수자원 개별 요소 관리보다는 통합관리 수요 증대 ○ 기후변화에 따른 이상기후로 하천 수질 및 물환경 악화 가능성 증대 ○ 글로벌 센서 기업들의 높은 기술력

5.1.2 전략 방향 도출

구분	내용
SO전략	**[강점과 기회를 이용해 시너지를 창출]** (SO1) 한국의 IT역량을 활용한 환경모니터링 시스템 수출 (SO2) IT기반 수자원 관리시스템 구축 (SO3) 광역센서망 기반 환경관리시스템 시장 선점
WO전략	**[기회를 이용해 약점을 보완]** (WO1) 글로벌 시장을 선도할 수 있는 핵심 환경센서 집중 개발 (WO2) IT기반의 자립형 센서 개발로 센서 유지 보수 관리 최소화 (WO3) 지능형 환경관리시스템 구축으로 환경산업 도약 발판 마련
ST전략	**[강점을 활용해 위기를 최소화]** (ST1) 거대 기업들의 진출에 대항하기 위한 강력한 IT기반 물환경 관리시스템 상품화 (ST2) IT인프라 활용으로 물환경 위험 대비체계 강화 (ST3) 국내 IT기업들의 하천 및 물환경 관리 시스템 관심 유도
WT전략	**[약점과 위협요인을 극복]** (WT1) 세계 시장의 벽을 뚫을 수 있는 World Best 환경 센서 개발 (WT2) 세계 시장에서 경쟁력 있는 IT 및 센서 기업 집중 육성

5.1.3 전략체계 설계


비 전
2020, 세계 최고 수준의 RICH & CLEAN 물환경관리 시스템 구현
미 션
첨단센서 및 USN 기반 하천·물 환경 관리 기술 확보
전략체계
기술개발 목표
Real Time
광역 환경센서망
상용전원없이 10km 전송
Intelligent
자립형 센서
저전력 자가진단 자율교정
Cost-Saving
범용미들웨어/ 유저인터페이스
공통활용 범용미들웨어 맞춤형 정보표출
High-Performed
테스트 베드
물환경 서비스 수요 맞춤형 테스트 베드
추진전략
전략 1
수요지향
미래사회수요
정책수요
사회물안전망수요
전략 2
목표지향
R&BD 모델
테스트베드 구축
사업화 주체 참여
전략 3
개방형 R&D
다부처 공동기획
기술개발포트폴리오
오픈 포럼
핵심가치
Collaborated
Leadership
Efficient
Aligned
New-standard
다부처 협업기반 리더십으로 효율적으로 정렬된 새로운 기준을 만드는 사업

○ **비전목표: 2020, 세계최고 수준의 풍부하고 깨끗한 물환경 관리 시스템 구축**

- 2013년 테스트베드 구축·운영으로 2020년까지 세계최고 수준의 물환경 관리시스템 구축을 통해 국가수준의 풍부하고 깨끗한 물환경을 구축하고 해외시장 진출의 토대를 구축

○ 기술개발 목표

- 상용전원없이 10km전송 가능한 실시간 광역 환경센서망 기술 확보
- 저전력, 자가진단, 자율교정이 가능한 자립형 센서 기술 확보
- 정책수요부처 맞춤형 공통 플랫폼과 정보표출 기술 설계
- 정책서비스 실증을 위한 맞춤형 테스트 베드 구축

○ 다부처 공동기획의 취지를 극대화하기 위한 CLEAN 가치

- Collaborated: 공동 목표를 향해 다부처가 협력하고, 테스트 베드 구축을 위해 다양한 연구자 그룹이 협력
- Leadership: 다양한 참여자가 리더십와 팔로우 십으로 참여
- Efficient: 중복회피, R&D ROI제고를 실질적으로 제고
- Aligned: 비전 중심으로 세부 과제와 정책목표를 정렬
- New-Standard: 다부처 공동기획의 새로운 표준을 만드는 기획

□ **추진전략**

○ 본 사업은 현장 적용을 위한 개발연구의 성격을 가지고 있기 때문에 기술사업화 성공가능성 제고, 국가 연구개발사업 ROI 제고, 다부처 연계 사업의 시너지를 극대화하기 위해 3가지 추진전략에 입각해서 수행예정

가) 수요기반 기술개발

○ 미래사회의 고객이 필요로 하는 수요 동인과 부처별 정책수요를 기반으로 한 기술개발 추진

○ 다부처 공동기획으로 각 부처의 수요를 반영하여 중복투자의 가능성을 배제하고 공동연구개발을 통한 기술개발 시너지효과

나) 목표지향적 기술개발

○ 개발 기술의 적용과 검증을 위해 테스트베드를 구축하고, 사업화 주체가 연구개발 초기부터 참여하여 연구개발의 사업모델을 명확히 설정하여 국가연구개발 사업의 ROI(Return On Investment) 제고

○ 국가수준의 물환경관리시스템을 구축하기 위한 첨단센서 및 USN 기반의 모니터링 시스템과 연계될 수 있는 수처리 기술개발 사업, 수자원 관리기술 등의 전략적 투자 타당성을 강화할 수 있음

다) 개방형 R&D

○ 다부처 공동기획위원회를 구성하고 오픈 포럼과 웹사이트 등을 통해 누구에게나 열린 개방형 R&D기획 추진

- 비즈니스모델에 기반한 기술개발 포트폴리오를 구착하여 “Make/ Buy/ Collaboration"
- 기획을 위한 홈페이지 개소 (2011.1월중)

□ 파급효과

1) 기술사업화 성공가능성 제고

2) 국가연구개발사업 ROI 제고

3) 다부처 연계사업의 시너지 극대화



[그림 5-1] R&D 추진 전략

5.1.4 사업 성과목표 설계

가) 첨단센서 및 USN기반 하천·물환경 모니터링 기술개발 사업의 핵심 성과목표

참여부처의 R&D사업의 정책목적

한정적 수자원의 효율적 활용, 국가수질관리 기능성 및 오염사고 감시 기능성 향상, 홍수예방 및 발생 시 피해 최소화, RFID/USN 세계적 경쟁력 확보를 통한 하천·물환경 모니터링 선진국가로 도약

첨단센서 및 USN기반 하천·물환경 모니터링 기술개발 사업의 정책목표

첨단센서 및 USN 기반의 수질·수량 모니터링 시스템 구축을 통해 사회 물 안전망 선진화 수요에 대응

	2013~2015 초기 개발 단계	2016~2017 테스트베드 검증 단계
[전략목표 1] 측정 수준 향상		
수재해 대응시간 *사건을 감지하고, 경보를 표출하는데 걸리는 시간	-	5분/10분 * 유형에 따라 상이한 목표
측정 신뢰성	5장 기술맵 참조	상대정확도 95% 이상(실시료를 이용)
성능	5장 기술맵 참조	수동측정자료와 동등 이상 *미국 standard method로 검증
[전략목표 2] 물환경관리 대상 항목 확장		
직독식 측정항목	6항목	21항목
[전략목표 3] 관측 조밀도 개선 * 설치·운영 비용의 절감이 향후 관측밀도 고도화를 위한 전제조건이므로 지표로 사용		
설치(구축) 비용	-	50% 절감
운영 비용	-	50% 절감

<표 5-1> 6개 핵심성과지표

<table>
<tr><td>핵심성과지표 1-1</td><td colspan="4">수재해 대응 시간(분)</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">오염사고, 홍수발생 등의 사건을 ‘감지’하여 센서네트워크를 통해 정보를 관제센터에 송신하고 ‘경보’를 발생하여 ‘표출’하는 활동까지 걸리는 시간</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">= 사건의 경보 및 표출 시각 - 사건 발생 추정시각</td></tr>
<tr><td rowspan="4">성과목표</td><td>분류</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td>최종</td></tr>
<tr><td>유형1</td><td>-</td><td>5분</td><td>5분</td></tr>
<tr><td>유형2</td><td>-</td><td>10분</td><td>10분</td></tr>
<tr><td colspan="4">* 유형은 측정항목의 현재 기술수준과 수요처의 요구사항에 따라 분류</td></tr>
<tr><td>핵심성과지표 1-2</td><td colspan="4">측정 신뢰성</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">개별 수질 및 수량 센서/측정기기의 측정 오차 범위</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">외국 공인측정방법을 사용해 오차 범위를 검증</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과목표</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td colspan="2">최종</td></tr>
<tr><td>* 기술별 별도의 성과목표 적용하며, 세부적인 목표는 「5장 기술맵」의 기술개발 목표 참조</td><td colspan="3">상대정확도 95% 이상(실시료를 이용)</td></tr>
<tr><td>핵심성과지표 1-3</td><td colspan="4">센서/측정기기의 성능</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">개별 수질 및 수량 센서/측정기기의 성능</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">외국 공인측정방법을 사용해 성능을 검증</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과목표</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td colspan="2">합계</td></tr>
<tr><td>* 기술별 별도의 성과목표 적용하며, 세부적인 목표는 「5장 기술맵」의 기술개발 목표 참조</td><td colspan="3">수동측정자료와 동등 이상
*미국 standard method로 검증</td></tr>
<tr><td>핵심성과지표 2-1</td><td colspan="4">직독식 측정 항목 확장</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">전처리 최소화/배제형 기술과 선택성 소재, 촉매기술을 이용하여 현장 설치형 직독식 측정기(센서)를 개발하여 측정 가능 항목을 확장</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">= 직독식 측정기기의 개발을 목표로 하는 과제 중 테스트베드 적용에 성공하여 시작품을 제작한 과제를 대상으로 측정항목을 합산</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과목표</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td colspan="2">합계</td></tr>
<tr><td>6 항목</td><td>21 항목</td><td colspan="2">27 항목</td></tr>
<tr><td>핵심성과지표 3-1</td><td colspan="4">물하천모니터링시스템의 설치(구축) 비용 절감(%)</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">모니터링 시스템 구축을 위한 측정소 설치 시 상당부분의 비용을 차지하는 센서/측정기기, 환경센서망의 기존 비용 대비 절감율(%)
*센서 및 측정기기는 측정항목별로 다소 목표의 차이가 존재함</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">$= \frac{\triangle \text{개별 제품 또는 패키지의 가격}}{\text{기존 개별 제품 또는 패키지의 가격}} * 100(\%)$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">성과목표</td><td>항목</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td>최종</td></tr>
<tr><td>센서/측정기기</td><td>-</td><td>50%</td><td>50%</td></tr>
<tr><td>환경센서망</td><td>-</td><td>80%</td><td>80%</td></tr>
<tr><td>핵심성과지표 3-2</td><td colspan="4">물하천모니터링시스템의 운영(유지·관리) 비용 절감(%)</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">모니터링 시스템 구축을 위한 측정소의 유지·관리에 쓰이는 비용 중 상당부분을 차지하는 인건비, 통신비, 시약비용의 기존 비용 대비 절감율(%)</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">$= \frac{\triangle \text{운용비용}}{\text{기존 운용비용}} * 100(\%)$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">성과목표</td><td>항목</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td>최종</td></tr>
<tr><td>인건비</td><td>-</td><td>50%</td><td>50%</td></tr>
<tr><td>통신비</td><td>-</td><td>80%</td><td>80%</td></tr>
<tr><td>시약비</td><td>-</td><td>50%</td><td>50%</td></tr>
</table>

나. 로직모델에 입각한 관리성과지표

<표 5-2> 로직모델 기반 성과지표 및 성과목표 분류

Input(투입)	Activity(활동)	Output(산출)	Outcome(결과)/Impact(파급효과)
(정부예산) 5년간 약 3,186억원 (민간매칭) 5년간 약 497억원 (인력) 1,611명 이상 - 센서, 센서노드, USN, 공통미들웨어, 유저인터페이스 등 개발을 위한 연구인력 1,311명 (학사급/석사급/박사급:390/540/381명) - 테스트베드 구축 300명	(우수논문) SCI급, IF 상위 저널 논문 발표 건수 :208건 이상 (국제특허 등록) 기술의 권리화 실적 416건 이상 * 우수 논문 수에 준하는 우수 특허	(수재해 대응 시간 감소) 오염사고, 홍수발생 등의 이상 상황 발생의 감지와 경보발령 및 원인확인까지의 시간을 감소 : 측정항목 기술수준과 수요처의 요구사항에 따라 5분 또는 10분 (측정 신뢰성과 성능이 높은 시스템) 1) 수질·수량 등의 관리기준 만족 2) 수동 측정 자료와 동등 이상의 정확도/정밀도(미국 standard method로 검증) 「5장 기술맵」의 기술개발 목표 참조 (측정 항목 확장) 현장설치형 직독식 센서/측정기기 개발로 측정 가능한 수질·수량 항목 확장 * 테스트베드 적용 성공건수: 27항목 (기술이전) 연구개발의 중간성과 및 최종성과가 기술료 계약이 동반된 기술이전 계약 건수 * 연구과제당 0.5건 x 52과제 = 25건	(설치비용) 50% 이상 감소 (운영비용) 50% 이상 감소 (관측 조밀도) * 10km내외 (수출산업화) 1) 수출액 248억원 달성('18~'22년 다항목 수질복합센서), 2) 11개 품목 세계시장 진입 및 평균 **시장점유율 7%**('22년 기준) (수입대체화) **국산화율 증가 10%->60%** (국민 건강 비용 저감) 신속한 수질오염사고 대응으로 국민의 건강관리 비용 저감 (후방 연계산업 효과성 제고) 수처리, 수자원 확보, 홍수방어, 수생태복원 등 (산학연관의 협력네트워크) (물관리 관련 기업/인력 육성)

<표 5-3> 투입관리 성과지표 명세

투입성과지표명	**정부예산 달성규모(억원)**		
조작적 정의	첨단센서 및 USN기반 하천물환경 모니터링 기술개발 사업으로 정부가 출연한 R&D 예산 총액		
산출식	= 동 사업의 연구개발에 투입된 예산 총액		
성과목표	1단계	2단계	합계
	1,850억원	1,336억원	3,186억원
투입성과지표명	**민간대응자금 달성률(%)**		
조작적 정의	정부 출연 예산 이외에 참여기업의 대응자금 총액		
산출식	= 기업의 대응자금 총액 합		
성과목표	1단계	2단계	합계
	294억원	203억원	497억원
투입성과지표명	**연구인력(명, M/Y)**		
조작적 정의	첨단센서 및 USN기반 하천물환경 모니터링 기술개발 사업에 참여한 연구인력(행정지원인력 제외)		
산출식	= 참여 연구인력 X 참여율		* M/Y: Man/Year
성과목표	명		M/Y
	1,311명		680 M/Y

<표 5-4> 연구활동관리 성과지표 명세

활동성과지표명	**우수논문(건)**		
조작적 정의	SCI급 논문 중에서 해당분야 IF 상위 10% 저널에 게재된 논문 건수		
산출식	= 연구과제당 4건(3+1) X 52개 연구과제		
성과목표	1단계	2단계	합계
	156건	52건	208건
활동성과지표명	**논문(건)**		
조작적 정의	SCI 급 논문 게재 실적		
산출식	= 연구과제 당 13건(10+3) X 52개 연구과제		
성과목표	1단계	2단계	합계
	520건	156건	676건
활동성과지표명	**국제특허 등록(건)**		
조작적 정의	사업 평가기간 동안 등록된 국제 특허 건수(패밀리 특허는 1건)		
산출식	= 연구과제 당 8건 X 52개 연구과제		
성과목표	1단계	2단계	합계
	208건	208건	416건
활동성과지표명	**국내특허 등록(건)**		
조작적 정의	사업 평가기간 동안 등록된 국내 특허 건수		
산출식	= 연구과제 당 20건 X 52개 연구과제		
성과목표	1단계	2단계	합계
	520건	520건	1,040건

<표 5-5> 산출관리 성과지표 명세

<table>
<tr><td>산출성과지표명</td><td colspan="4">수재해 대응 시간(분)</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">오염사고, 홍수발생 등의 사건을 '감지'하여 센서네트워크를 통해 정보를 관제센터에 송신하고 '경보'를 발생하여 '표출'하는 활동까지 걸리는 시간</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">= 사건의 경보 및 표출 시각 - 사건 발생 추정시각</td></tr>
<tr><td rowspan="4">성과목표</td><td>분류</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td>최종</td></tr>
<tr><td>유형1</td><td>-</td><td>5분</td><td>5분</td></tr>
<tr><td>유형2</td><td>-</td><td>10분</td><td>10분</td></tr>
<tr><td colspan="4">* 유형은 측정항목의 현재 기술수준과 수요처의 요구사항에 따라 분류</td></tr>
<tr><td>산출성과지표명</td><td colspan="4">측정 신뢰성</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">개별 수질 및 수량 센서/측정기기의 측정 오차 범위</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">외국공인측정방법을 사용해 오차 범위를 검증</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과목표</td><td colspan="2">1단계</td><td>2단계</td><td>최종</td></tr>
<tr><td colspan="2">* 기술별 별도의 성과목표 적용하며, 세부적인 목표는 「5장 기술맵」의 기술개발 목표 참조</td><td colspan="2">상대정확도 95% 이상(실시료를 이용)</td></tr>
<tr><td>산출성과지표명</td><td colspan="4">센서/측정기기의 성능</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">개별 수질 및 수량 센서/측정기기의 성능</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">외국공인측정방법을 사용해 성능을 검증</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과목표</td><td colspan="2">1단계</td><td>2단계</td><td>합계</td></tr>
<tr><td colspan="2">* 기술별 별도의 성과목표 적용하며, 세부적인 목표는 「5장 기술맵」의 기술개발 목표 참조</td><td colspan="2">수동측정자료와 동등 이상
* 미국 standard method로 검증</td></tr>
<tr><td>산출성과지표명</td><td colspan="4">직독식 측정 항목 확장</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">전처리 최소화/배제형 기술과 선택성 소재, 촉매기술을 이용하여 현장 설치형 직독식 측정기(센서)를 개발하여 측정 가능 항목을 확장</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">= 직독식 측정기기의 개발을 목표로 하는 과제 중 테스트베드 적용에 성공하여 시작품을 제작한 과제를 대상으로 측정항목을 합산</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과목표</td><td colspan="2">1단계</td><td>2단계</td><td>합계</td></tr>
<tr><td colspan="2">6 항목</td><td colspan="2">21 항목</td><td>27 항목</td></tr>
<tr><td>산출성과지표명</td><td colspan="4">기술이전 건(수)</td></tr>
<tr><td>조작적 정의</td><td colspan="4">연구개발의 중간결과물이나 최종결과물 중에서 기업에 라이센싱된 건 수</td></tr>
<tr><td>산출식</td><td colspan="4">52개 연구과제의 기술이전 건수의 합</td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과목표</td><td colspan="2">1단계</td><td>2단계</td><td>합계</td></tr>
<tr><td colspan="2">5건</td><td colspan="2">20건</td><td>25건</td></tr>
</table>

<표 5-6> 결과성과/파급효과 지표 명세

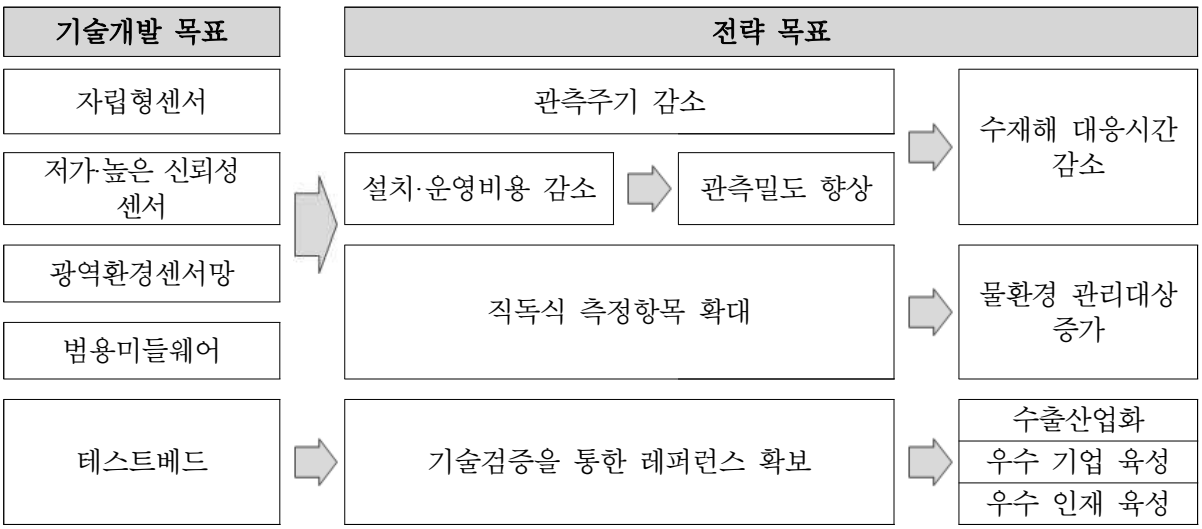
결과성과지표명	**물하천모니터링시스템의 설치(구축) 비용 절감(%)**			
조작적 정의	모니터링 시스템 구축을 위한 측정소 설치 시 상당부분의 비용을 차지하는 센서/측정기기, 환경센서망의 기존 비용 대비 절감율(%) *센서 및 측정기기는 측정항목별로 다소 목표의 차이가 존재함			
산출식	$= \frac{\triangle \text{개별 제품 또는 패키지의 가격}}{\text{기존 개별 제품 또는 패키지의 가격}} * 100(\%)$			
성과목표	항목	1단계	2단계	최종
	센서/측정기기	-	50%	50%
	환경센서망	-	80%	80%
결과성과지표명	**물하천모니터링시스템의 운영(유지·관리) 비용 절감(%)**			
조작적 정의	모니터링 시스템 구축을 위한 측정소의 유지·관리에 쓰이는 비용 중 상당부분을 차지하는 인건비, 통신비, 시약비용의 기존 비용 대비 절감율(%)			
산출식	$= \frac{\triangle \text{운용비용}}{\text{기존 운용비용}} * 100(\%)$			
성과목표	항목	1단계	2단계	최종
	인건비	-	50%	50%
	통신비	-	80%	80%
	시약비	-	50%	50%
결과성과지표명	**관측밀도 증가**			
조작적 정의	저가격의 신뢰도 높은 모니터링 시스템을 개발 성공하여, 주요 하천과 중소 하천의 관측밀도의 증가			
산출식	= 낙동강 수계의 측정소간 평균 거리('22년 기준)			
성과목표	1단계	2단계	목표	
	-	-	10km 이내	
결과성과지표명	**수출산업화**			
조작적 정의	연구개발 성과물을 단일 제품 또는 패키지화하여 해외 수출			
산출식	= 연구개발 종료 후 5년 동안 다항목 수질 복합센서 수출액			
성과목표	1단계	2단계	목표	
	-	-	248억원	
결과성과지표명	**국산화율 증가**			
조작적 정의	환경부, 국토부, 농식품부 등의 주요 수요부처의 모니터링 시스템 신규 설치 또는 기기 교체 시 국산화 제품 체택율			
산출식	$= \frac{\text{국산제품 판매액}}{\text{수요부처의 모니터링 시스템 투자액}} * 100(\%)$			* '18~'22 누적액
성과목표	1단계	2단계	목표	
	-	-	90%	

□ 핵심성과목표 도출 근거

○ 첨단센서 및 USN기반 하천·물환경 모니터링 기술개발 사업은 국내 물환경산업의 unmet needs를 체계적으로 만족시켜주는 사업임

- 기술개발 목표 달성을 통해 물환경관리 시스템의 설치/운영비용을 절감할 수 있으므로 각 부처 및 물관리 주체들은 더 많은 시스템을 중·소하천까지 설치하여 관측 밀도를 높일 수 있음
- 자립형센서와 광역환경센서망망 기술을 바탕으로 실시간측정 가능한 모니터링 시스템을 구축할 수 있어 관측 주기가 감소함
- 수재해 대응시간이 감소하며, 궁극적으로 수재해로 인해 발생하는 비용을 절감할 수 있음
- 기존에는 비용과 기술의 한계로 측정하기 어려웠던 항목을 측정할 수 있게 되어 통합적인 물환경 관리가 가능함
- 테스트베드를 통한 기술검증을 통해 레퍼런스를 확보하여 수출산업화가 용이해질 것이며, 관련시장이 커지고 연구가 활발해져 우수한 기업과 인재 육성이 가능해질 전망임

<표 5-7> 사업 효과 시나리오 맵



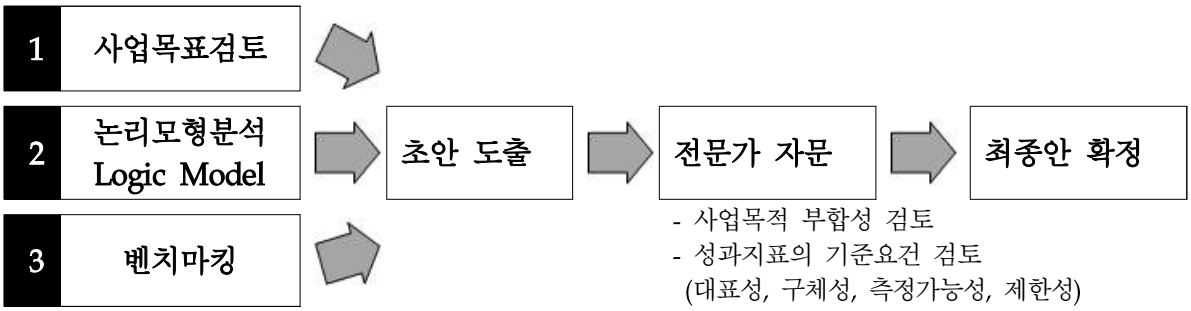
<표 5-8> 핵심성과목표 설정 근거

지표유형	**성과지표** [전략목표]	성과목표	설정 근거
결과지표	**수재해 대응시간** [측정수준 향상]	(유형1) 15분 (유형2) 10분	· 환경부의 수질자동측정망에서의 직독식 측정항목(클로로필a, 수온, pH, DO, EC, 탁도)의 data측정 시간은 2분 이내이며, 수질 이상 여부 판별 시간은 5분임 · TOC/TN/TP 분석기기는 분석 간격이 약 20~60분에 이르며, 이는 분석방법의 특성상 많은 시약소모와 시간이 소모되기 때문임 · 농업용 저수지 공급수량 측정은 인력에 의한 현장방문 목측으로 시행하고 있으며 주기는 1일에 이름 · 국토부의 홍수통제소는 평상시와 홍수시 모두 매 10분단위로 유량과 수위를 측정 *유형분류 기준은 현 기술수준과 수요처의 니즈에 따라 분류함
	측정 신뢰성 [측정수준 향상]	세계최고 수준 또는 근접하는 정확도	· Track Record를 갖고 있지 않은 국내 센서산업이 해외시장 진출에 성공하기위해서는 세계최고 수준 또는 이에 근접하는 측정 신뢰성을 달성해야 함 · pH를 제외한 거의 모든 수질·유량 항목의 측정 신뢰성은 세계 수준에 못 미치는 수준이며, 몇몇 항목은 국내 기술이 확보조차 되지 않은 상황임
	센서/측정기기 성능 [측정수준 향상]		
	직독식 측정 항목 [물환경관리 대상 항목 확장]	27개 항목 증가	· 기존 해외 의존적인 고가격의 모니터링 시스템은 측정항목 확장에 한계가 있으며, 수요부처가 원하는 측정항목에 있어 자립형 개념이 적용된 직독식 측정기가 개발되어야 목표달성이 가능할 것임 · 테스트베드 적용(TRL 7단계)에 이른 제품만이 향후 추가적인 성능개선을 통해 실제적인 측정항목 확대 목표에 기여할 수 있을 것이라 예상됨
산출지표	**설치비용 측정망** [관측 조밀도 개선]	50%이상 절감	· 관측 조밀도의 성과지표로 '단위 길이 당' 측정망의 수를 사용하는 것이 더 정확하지만**, 이는 사업 종료 시점에 측정하는 것이 불가능하며 예산만 허락한다면 단순히 밀도를 높이는 것은 가능하므로 성과지표로 적절치 않음** · 수요부처의 예산 제약을 고려할 때, 설치비용이 50% 이상 절감되지 않으면 실시간 물환경모니터링 시스템이 중·소하천까지 확산되는데 어려움이 있을 것임 · 고가의 전용회선/CDMA/의 공중망 또는 자가사설망 형식으로 운용되고 있어 원하는 위치에 센서를 설치하는데 어려움이 있음
	운영비용 [관측 조밀도 개선]	50%이상 절감	· 수재해 대응시간을 높이기 위해 측정주기를 높일 경우, 많은 운영비용(인건비, 시약, 통신비 등)이 소요되는데, 이를 위해 운영비용을 50%이상 절감해야 함

다) 성과목표와 성과지표 설계 원칙

□ 성과지표 및 성과목표 설정

○ 동 사업의 성과지표의 설계는 1) 사업목표 검토, 2) 논리모형(Logic Model)분석, 3) 벤치마킹을 통해 초안을 도출하고, 전문가의 최종리뷰를 거쳐 최종안을 확정하는 프로세스로 진행됨



[그림 5-2] 성과지표 도출 프로세스

□ 성과지표 개발원칙

○ 지표가 정책대표성, 구체성 등을 갖는지 검토하고, 측정가능하고 비교가능한 지표인가를 점검하는 등 7개 개발원칙에 유의하여 성과지표 설계를 추진함

※ 7개 개발원칙: 정책대표성, 적절성, 인과성, 구체성, 측정가능성, 기한성, 비교가능성

5.2 부처별 연구개발 계획

가. 요약

부처	센서	광역환경센서망/미들웨어/인터페이스	테스트베드
교과부	센서 원천 기술	해당없음	해당 없음
행안부	해당없음	해당없음	구축
농식품부	○ 맞춤형센서 - 저수지, 농수로, 농촌 소하천용 수위, 수질 및 수량 모니터링	○ 유입, 방류, 급수, 유량 연계 예측 및 USN기술 ○ 제품 인증 및 현장 적용기술 개발	구축
지경부	- 시장성, 응용성이 우수한 수질 단위센서 - 다항목(표준10종) 수질 복합센서 - 자동 세정/교정 기능의 첨단 지능형 센서	○ 상용전원 무사용 10km전송기술 - 무선전송 PHY - MAC - 다중 홉매쉬 네트워킹 ○ 환경IT미들웨어 - 단위환경정보 관리시스템간 서비스 연동 용이성 제공 기술 - 모듈형 환경IT융합 미들웨어 - 환경정보 무선망 운용관리 및 유지보수 기술	해당 없음
환경부	○ 중금속(Pb, Zn, Cu, Cd 등), 질산염, 인산염, 암모니아성 질소 항목에 대한 직독식 센서 ○ TOC, T-N, T-P 측정시스템 ○ 기존 수질관리 시스템 활용을 위한 개발 센서 기술의 표준화	○ 수질관리 어플리케이션 개발 - 오염물 유출경로 추적가능 어플리케이션 - 실시간 측정 및 GIS기반 유역관리 모델 - Fault Sensor identification 기술	구축
국토부	○ 수문자료 관측 센서 ○ 자율형 무인 수문모니터링 시스템 - 자율형 무인 자동 모니터링 장비(AUV) - 수상무인자동채수장비 (USV)	○ 서비스 및 인터페이스 기술 - 수문자료 처리기술 - 수량, 수질, 시설물, 지형 모니터링 자료 분석 기술 - 하천 수문 상황 모니터링시스템	구축

나. 교육과학기술부

□ 센서 핵심 원천기술 개발

○ 센서 공통으로 해결되어야 하는 원천 기술의 개발

- 시료 이송 장치 및 센서 자동세정 기술 개발
- 실외 설치 센서 동작환경 안정화 기술 개발
- 원격 센서/엑추에이터 제어 기술 개발
- 센서 오염 방지용 anti-fouling 소재 원천 기술 개발
- 타겟 농축을 통한 센서 민감도 향상 원천 기술 개발

○ 센서 원천기술을 확보하여 추후 직독식 센서로 적용할 수 있는 기술 확보

- 미생물/바이러스 센서 원천 기술 개발
- 조류와 클로로필-a 직접 측정 가능한 센서 원천 기술 개발
- 유기화학물질(페놀, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌 등) 센서 원천 기술 개발
- T-N, T-P, TOC 센서 원천 기술(전처리 최소화 혹은 배제형) 개발
- BOD/COD 센서 원천 기술 개발
- 음이온 계면활성제(ABS) 센서 원천 기술 개발

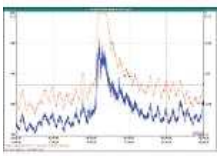
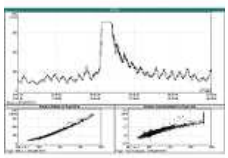
※ 중요한 관리항목이지만 원천기술이 취약하여 타부처가 개발하기 어려운 센서의 원천기술을 개발

다. 농림수산식품부

□ 자립형 센서 및 시스템 개발

○ 수문자료 관측 센서 개발

분야	시스템	기술
수위	· 장거리 수위계측 시스템 개발(레이다, 초음파식) - 고수위 측정을 위한 장거리 측정센서개발 (50m급) - 현장 적용을 위한 저전력 시스템 개발 - 유입/방류/급수유량 연계 계측 및 USN 기술개발	저수지

분야	시스템	기술
	  장거리 초음파 수위계[Hawk사]	
	· 농업용 수로 수위측정 시스템 - 수위 및 수문정보 계측을 위한 계측센서 개발 - 수문 정보 연계를 위한 유무선 연계시스템 개발 - 농업용수로 수위측정센서 개발(1.5m 이하, 3m 이하)	양배수장 농업용 수로
	· 소하천용 다채널 수위계 개발 - 사류변화에 따른 하천수위 다채널 계측센서 개발 - 영상카메라 연계를 통한 계측전환 기술 개발 - USN 기반 원격관리 시스템 개발	소하천
유속/ 유량	· 레이다 수위/유속 시스템 - 농업용수로 수위, 표면 유속측정 센서 개발 - 센서 매칭 및 송수신 회로 개발 - 태양광 운영을 위한 저전력 시스템 개발    레이다 표면유속 시스템[sommer社]	농업용 수로
	· 전자식 유속 측정 시스템 - 농업용수로 유속측정을 위한 전자식 유속센서 개발 - 센서 매칭 및 송수신 회로 개발   전자식 수로 유속 시스템[Aichi tokei denki사]	농업용 수로
	· 유량측정용 flumegate 시스템 - 태양광 운영 수문(flumegate) 시스템 개발 - USN 기반의 원격관리 시스템 개발 - 유량/영상 복합 모니터링 시스템 개발	농업용 수로

분야	시스템	기술
	   flumeGate [Rubicon 사]	
수심	· 내용적 측정용 음향측심기 시스템 - 수중용 고정밀 음향센서 개발(200kHz 대역) - 센서 매칭 및 송수신 회로 개발 - 자율항법시스템과 연계 인터페이스 프로그램 개발	저수지

□ 서비스(유저인터페이스) 시스템 개발

기술	내용
수문자료 기술	• 수문자료 품질관리 및 자료제공시스템 기술 • 농업수리시설물 기초정보 자료화 • 데이터 베이스 표준화 및 유관기관 연계 기술
수량, 수질, 시설물, 지형 모니터링 자료 분석 기술	• 전국 지형 및 수리시설물 공간정보 자료화 • 농촌용수종합정보시스템 계측정보 연계 • 재해시 농업수리시설물 운영 및 영향 도출 • 농촌용수 이용가능량 결정 분석
농촌용수 모니터링시스템 개발	• 3D 전자지형기반의 정보시스템 개발 • GIS 기반 농촌용수 통합관리시스템 구축 기술



[그림 5-3] 농촌지역 수자원정보시스템(미국) 및 수문관리 시나리오(유럽)

□ **USN, 범용미들웨어 구축, Application개발**

○ 유입·방류·급수·유량 연계 예측 및 USN 기술

○ 자율항법시스템과 연계 인터페이스 프로그램

○ 수문 정보 연계를 위한 유무선 연계시스템

○ 영상카메라 연계를 통한 계측전환 기술 개발

○ USN기반의 원격관리 및 운영 시스템

○ 센서 인터페이스 신호처리 모듈 개발

○ 저전력 센서 인터페이스 회로 개발

○ 제품 인증 및 현장 적용 기술 개발

라. 지식경제부

1) 자립형 센서

□ 연구개발 전략

○ (전략1) 시장성 및 응용성이 우수한 센서를 USN 적용 가능한 저가격 자립형으로 조기 개발

- 시장성 및 응용성이 우수한 품목으로 다항목(10종) 수질센서 선정
- 한정된 다부처산업 재원을 USN 기반의 지능형 하천·물환경 관리시스템에 적용 가능한 센서에 집중 투자하여 파급효과 극대화

○ (전략2) 자립형 수질센서의 고부가가치화를 위한 복합센서, 자동세정 및 자동교정 기술 개발

- 내수 공급은 물론 수출 지향의 고부가가치 상품화에 주력
- 수질센서의 소형화, 고신뢰성화 및 USN 적용성 향상을 위한 복합센서, 자동세정 및 자동교정 기술 개발

<표5- 9> 하천물환경 센서 분류

센서	분류 기준	측정 항목	개발 방향
1그룹	· 시장성: 우수(국내외 다수요) · 응용성: 우수(광범위 공용) · 개발 필요성: 시급 · USN 적용성: 우수(저가격 자립형 개발 가능)	· 수온, EC, pH, ORP, DO, 탁도, 클로로필-a 등 · 수위, 유량 등	· 다부처사업 재원 · 조기 개발 · 대량생산/저가격화 · 내수 공급 기반 수출 지향
2그룹	· 시장성: 보통 · 응용성: 보통(예외: TOC 등) · 개발 필요성: 중기 · USN 적용성: 낮음(이유: 대형, 고소모전력, 고가격 등)	· TOC, TN, TP, VOC, 중금속 등 · 하천지형(목적: 수면폭, 부/소유사량 산출), 재방안전 등	· 다부처 또는 각부처 사업 재원 · 중기 개발 · 유지보수 편리성 향상 · 내수 공급
3그룹	· 시장성: 낮음 · 응용성: 낮음(특수용) · 개발 필요성: 장기 · USN 적용성: 낮음	· 적조, 유해미생물, 오일 등 · 증발량, 토양수분량,결빙 등	· 각부처사업 재원 · 장기 개발 · 유지보수 편리성 향상 · 내수 공급

□ **연구개발 목표**

○ USN 모니터링용 자립형 센서 개발

- 장기간(3개월 이상) **무인 기반**으로 운용되는 자립형 센서 개발
- 자동측정소와 같은 별도 건축구조물이 필요 없이 센서노드에 직접 장착 가능한 **소형** 센서 개발
- 태양전지(자가충전형 주전원) 및 배터리(교체형 보조전원)로 동작 가능한 **저전력** 센서 개발
- 기초 수질오염 측정을 위한 다항목(9종) 수질 및 수위 복합센서 개발
- 환경 모니터링 조밀도의 대폭 증가를 위한 **저가격** 센서 개발
- 세계시장 개척을 위한 **첨단 지능형** 센서 개발

□ **연구개발 내용**

○ 수질 단위센서 9종 개발

- 전기식 수질센서 5종(수온, EC, pH, ORP, DO, 염도) 개발
- 광학식 수질센서 4종(탁도, 클로로필-a, 남조류) 개발
- 방수 및 내부식 기능의 개별 하우징 개발
- 제품 인증

○ 압력식 수위센서 개발

- 압저항형 수위센서 개발
- 방수 및 내부식 하우징 개발
- 제품 인증

○ 자동 세정/교정 복합센서 개발

- 9종 수질 단위센서 및 수위센서 일체화
- 복합신호 처리용 저전력 ROIC(Read-Out Integrated Circuit) 및 지능형 제어회로 개발
- 생물막 오염 방지용 개폐 보호캡 및 세척 브러쉬 등의 자동세정 장치 개발
- 자동교정 알고리즘/회로/소프트웨어/키트 개발
- 제품 인증 및 현장 적용 시험

□ 기술 개발 성능 목표

성능목표		세계최고수준	연구개발전 국내수준	개발목표치
자동 세정/세정 복합센서	구조	복합센서	단일센서	복합센서
	측정항목 (개)	10	-	10
	크기 (직경×길이, cm^3)	8.9×57.2	-	<10×60
	수온 범위, 정확도 (℃, ℃)	-5~50, ±0.15	-5~50, ±0.3	-5~50, ±0.3
	EC 범위, 정확도 (mS/cm, %)	0~100, ±0.5	0~20, ±1	0~100, ±0.5
	pH 범위, 정확도 (pH, pH)	0~14, ±0.2	0~14, ±0.2	0~14, ±0.2
	ORP 범위, 정확도 (mV, mV)	±1000, ±20	±2000, ±15	±1000, ±20
	DO 범위, 정확도 (mg/L, %)	0~50, ±6	0~20, ±1	0~50, ±2
	염도 범위, 정확도 (ppt, %)	0~70, ±1	0~70, ±10	0~70, ±1
	탁도 범위, 정확도 (NTU, %)	0~1000, ±2	0~4000, ±3	0~1000, ±2
	Chl-a, 범위, 정확도 (μg/L, %)	0~500, ±3	-	0~500, ±3
	남조류 범위, 정확도 (NTU, %)	0~20,000, ±3	-	0~20,000, ±3
	수위 범위, 정확도 (m, m)	0~200, ±0.3	-	0~200, ±0.3
	자동세정 기능	有 (무인운용기간≤80일)	無	有 (무인운용기간≥90일)
	자동교정 기능	無	無	有 (현장교정시간≤1시간)

2) 광역 환경센서망 기술

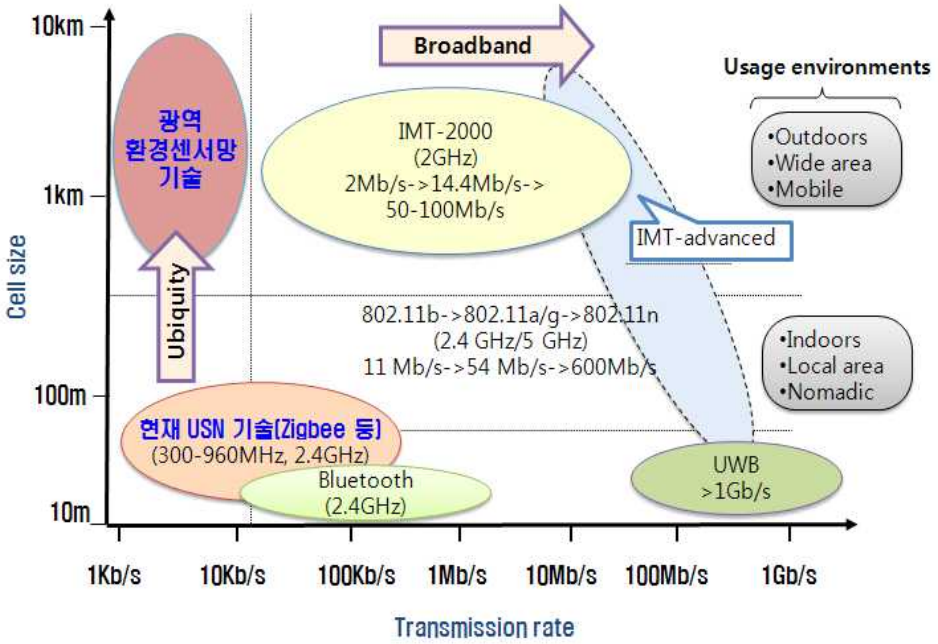
□ 연구개발 목표

○ 현재 USN의 무선통신 관련 기술은 현재 ZigBee, Proprietary 2.4GHz, Proprietary sub-1GHz 및 Bluetooth 등 다양한 기술이 존재하나, 저전력 통신의 경우 100m 정도의 근거리 통신에 적합함

구분	주파수 대역	전송 속도	전송 거리
ZigBee	868M/916M/2.4G	250Kbps	30m
Bluetooth	2.4G	1Mbps	10m
WLAN	2.4G/5G	53M/600Mbps	50~100m

○ 본 과제에서는 **상용 전원을 사용하지 않고 최대 5~10Km 까지 전송**이 가능한 새로운 광역 환경센서망 기술의 PHY, MAC, 저전력 네트워킹 등 요소기술 확보와 국제 표준화 주도를 통해 세계시장 선점을 추진함

- 하천·물 같은 열악한 전파환경과 광역의 실시간 환경센서망 구축, 그리고 자립형 환경 복합센서 신호처리 및 장기간 운용 등을 위해서는 기존의 주파수 대역 및 무선통신 방식, 근거리 전송 방식으로는 한계가 존재함



[그림 5-4] 광역 환경센서망 기술 개발 내용

□ **연구개발 내용**

○ 상용 전원을 사용하지 않고 수십Kbps 이내 대역폭을 제공하며, 최대 10Km 까지 전송 가능한 환경적응형 고효율 **무선전송 PHY** 개발

○ 하천·물 환경의 열악한 전파환경에서도 높은 신뢰성 링크를 지원하며 duty cycle을 제어할 수 있는 고신뢰 **MAC** 개발

○ 최대 100Km의 무선네트워크 서비스 커버리지를 제공할 수 있는 **다중 홉 메쉬 네트워킹** 개발

○ Sub-1GHz 대역 장거리 전송지원 저전력 센서노드 칩셋 및 공통 플랫폼 개발



[그림 5-5] 광역 환경센서망 기술 및 적용 범위

□ 기술 개발 성능 지표

성능지표		현재 기술수준		개발완료시점 기술수준	
		국내수준	세계수준 (기관명/국가)	달성 수준	확보 기술
광역 환경센서망 기술	통신거리 (Km/100mW)	0.1	0.1 (Freescale/미국)	10	- 저전력 중거리 무선전송 PHY 기술
	링크 접속 실패율(%)	10	5 (모토롤라/미국)	0.5	- 간섭에 강인한 MAC 기술
	센서망 적용 규모 (Km)	1*1	2*1 (Dust Networks/미국)	50*5	- 선형+메쉬 네트워킹 및 광역 운용 유지보수 기술

3) 환경IT융합 범용미들웨어 기술

□ **연구개발 목표**

○ 현재 우리나라의 환경·재해·시설물의 관리는 정부 각 부처의 **운용주체에 따라 별도의 시스템**으로 **개별 관리**됨에 따라 전체적인 **구축 및 운용비가 과다하게 소요**되고 **재난재해 상황 발생 시 연계 운용을 통한 효과적 대응이 어려운 구조**적인 문제점이 존재함

○ 각 부처의 운용주체에 따른 환경관리시스템 개발/운용/관리비 절감과 종합적인 국가 하천•물관리 체계 기반 구축을 위해, 다부처 공통 기능 및 부처별 특성화 기능을 활용한 **광역 환경정보 처리 지능화 플랫폼 개발 구축이 필요함**

○ 또한, **표준화된 센서 인터페이스, 전송 규격 및 환경 IT융합 범용미들웨어 기반의 시스템 개발**을 통해 **종합적인 국가 하천•물관리 체계의 기반 구축이 필요함**

□ **연구개발 내용**

○ 실시간 환경 센싱 데이터 수집을 통한 **3차원 환경 상황정보 가시화 시스템**을 개발하고, 새로운 부가가치 정보 창출을 위한 **다차원 매쉬업**과 이를 통한 **데이터 분석 및 잠재적 패턴 발견 기술 개발**

○ 본질적인 수질 오염원 파악과 관리 및 비점오염원 연구와 능동적인 재해 대처를 위한 **실시간 중소하천 수질오염 추적모델과 중소하천 환경정보 분석/예측 기술 개발**

○ 효율적인 광역 환경정보 무선망 운용관리를 위한 **센서망 설계, 구성 관리** 및 안정적인 데이터 전송 보장을 위한 **통합 QoS 관리 및 원격 프로그램 변경 기술 개발**

○ 센서네트워크의 장애 뿐만 아니라, 환경 지식베이스에 기반한 센싱 데이터 오류 검출을 통한 자율적인 광역 환경정보 무선망 유지보수를 위해 **센서망 장애 상황인지 및 네트워크 자동복구, 센서 자가치유 기술 개발**

○ 센싱정보 수집에서 활용의 전단계에서의 광역 환경정보 무선망 보안을 위해, **센서 노드 및 센싱정보 보안과 다자간 센싱정보 공유를 위한 인증/인가 기술 개발**

○ 센싱 데이터의 전송 규격을 표준화하여 각 부처의 **단위 환경정보 관리 시스템 간의 서비스 연동 용이성 제공 기술**

- 이종 환경 센서 및 센서망 정보 표준화
- 이종 환경 센서 및 센서망 연동 공통인터페이스 개발

○ 다양한 종류의 실시간 센싱 데이터를 효율적으로 수집·처리하는 핵심 엔진 개발 및 향후 기능 확장성을 고려한 **모듈형의 환경IT융합 미들웨어** 기술

- 광역 센싱정보 통합 처리 및 상황분석 기술 개발
- 광역 현장적응형 경량형 미들웨어 기술 개발

○ 다양한 센서네트워크 관련 서비스 간 융복합을 통해 지능적 지식 융합서비스를 창출할 수 있는 기반을 제공하는 **환경IT융합 서비스 플랫폼 기술**

- 환경 상황정보 실시간 가시화 기술 개발
- 이종 환경정보 다차원 매쉬업 기술 개발
- 중소하천 환경 정보 분석/예측/수질모델링/오염원 추적 관리 기술 개발

○ 센서망 상태 감시 기술, 센서망 장애 발견 및 복구 기술, 지능형 보안관리 기술, 센서노드 최적 배치 및 운용 시뮬레이션 기술 등을 수행하는 **환경정보 무선망 운용관리 및 유지보수 기술** 개발

- 광역 환경정보 센서망 설계/노드 배치/자동 설치 기술 개발
- 센서망 구성관리, 통합 QoS 관리 및 원격 프로그램 변경 기술 개발
- 장애 상황인지, 센서 장애 식별, 센서망 자동 복구 기술 개발

□ 기술개발 성능 지표

성능지표		현재 기술수준		개발완료시점 기술수준	
		국내 수준	세계수준 (기관명/국가)	달성 수준	확보 기술
환경IT 융합 범용 미들웨어 기술	지원 가능한 센서수 (개)	10	< 20 (Crossbow, Archrock 사 /USA)	20	- 다양한 센서의 특성을 반영한 실시간성 보장 패킷/데이터 처리 기술
	센서정보 질의처리 유형	스트림 질의	복합이벤트질의 (ETH, 스위스)	복합이벤트질의	- 시공간을 고려하여 미리 설정한 이벤트를 검출하기 위한 질의처리 기술
	장애관리 및 구성관리	미지원	수질센서관련 기본 장애 Alarm지원 (MIT, USA)	지능형 장애관리 및 구성관리	- 장애 조기 알림, 자가 진단 및 문제점추론, 수질센서 무인 관리지원 및 원격 제어 기능 - 트래픽, 배터리, 토폴로지 정보 기반 센서망 구성관리
	보안	미지원	키관리 없음, SW암호화 (IETF SNMP v3 Security)	키관리 지원, HW암호화 (100배 이상속도)	- 키관리 및 SNMPv3와 IEEE 802.15.4 하드웨어 암복호 연동 - End-to-end 보안 지원
	통합 QoS관리	IP망, 센서망 별도 관리	IP망,센서망 별도관리	IP망과 센서망의 통합관리	- IPv6상의 표준프로토콜 기반 Integrated QoS 관리 - End-to-end QoS 지원

마. 환경부

□ 자립형 센서 개발

○ 다양한 환경조건에서의 측정 데이터 및 관련 노하우를 보유한 환경부에서는 이를 활용할 수 있는 **중금속 및 영양염류 관련 직독식 센서**를 개발

- 중금속(Pb, Zn, Cu, Cd 등) 측정용 직독식 센서 개발 사용화
- 염산염, 질산염, 암모니아성 질소 항목에 대한 직독식 센서 개발
- 자립형 TOC / T-N / T-P 측정기기 개발

○ 수질측정망, 총량측정망 등 기존 운영 중인 수질관리시스템에 개발된 센서기술을 적용할 수 있는 **표준화 기술** 개발

- 자동측정기기의 성능시험 평가기준 설정과 정도검사를 주관하는 환경부에서 개발되는 측정기기에 대한 품질기준을 설정하고, 이에 대한 평가기준 마련을 주도해야 함
- 지경부 등에서 센서, 통신기술 관련 표준화시 관련 개발기술의 목표 설정



[그림 5-6] 다항목 수질 측정기 사례

□ 환경부 USN, 범용미들웨어 구축, Application 개발

○ 망을 통한 오염물 유출 경로 추적이 가능한 application 개발

- 하천 수질 자동측정망에서 자료와 수질 TMS 자료의 해석을 통해서 배출원과 수체간 오염물 Mass balance 방정식을 수립하고, 이를 통해서 오염물의 유입 의

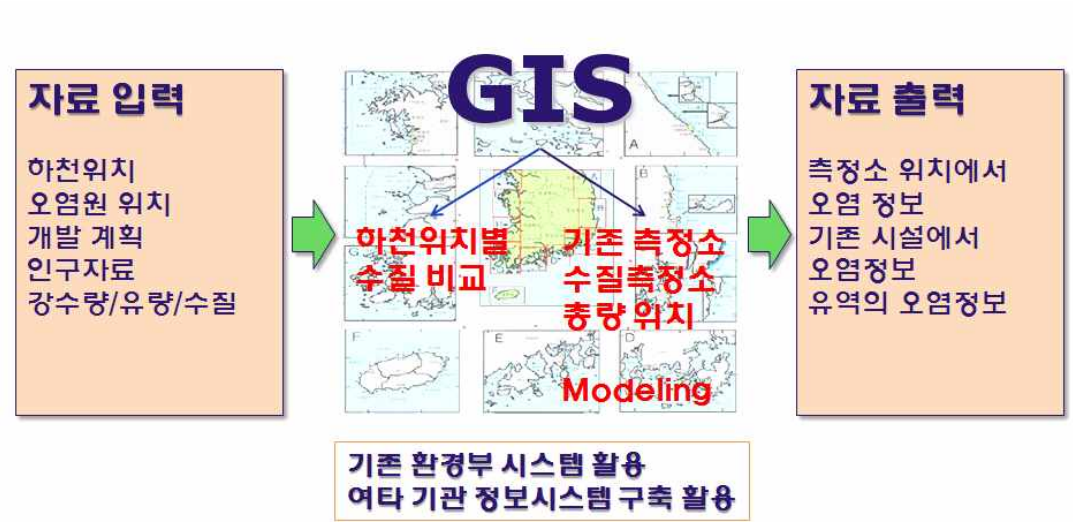
심 지점을 추적하는 application 개발

○ 실시간 측정 자료 및 GIS 기반 유역 관리 모델 개발

- 실시간으로 입력되는 수질자료를 GIS 시스템 기반의 유역관리 application 서버로 제공하여 유역의 개발 및 수질 현황과 배출원 현황을 기반으로 미래 유역 수질 예측 등을 수행하여 유역 관리 정책을 지원하는 application 개발

○ 실시간 측정 자료 기반 fault sensor identification 기술 개발

- 인근 센서의 응답을 비교하여 비논리적인 이상치를 나타내는 센서에 대해 fault 시그널을 생산하는 프로그램임



[그림 5-7] GIS기반 유역 관리 모델

□ 기술개발 목표

(1) TOC/TN/TP

○ TOC/TN/TP 일체형으로 태양전지 또는 일정량의 충전지를 이용하여 운영가능한 저전력 측정시스템

○ 1회 분석에 필요한 시료 및 시약이 5mL 이하이고, 시스템 전반이 LOC 기술과 유사하거나 동등이상의 성능을 가지는 소형화된 측정부와 고효율 시료산화장치

○ USN 기술과 연계하여 측정시스템 전반에 대한 진단이 가능하도록 자가진단기술이 탑재된 자립형기반의 TOC/TN/TP 일체형 측정기기

○ 실외환경에서 운영 가능하도록 생활방수가 가능하도록 하며, 현장 적용성 평가를 통하여 시작품수준의 측정기기 개발

<표 5-10> TOC/TN/TP 동시측정 가능한 자립형 측정기 연구개발 목표

세부구분	내용
규격	○검출한계 TOC, TN 각 0.1 mg/L, TP 는 0.01 mg/L 이하 ○측정 재현성 TOC 5%, TN, TP 각 3% 이하 ○호소, 하천, 하구, 해양 등 현장에 직접 설치하여 2개월 이상 운영 가능 ○측정시 자연수중에 존재하는 간섭물질의 영향 배제 ○저전력 소모, 배터리 전원 및 태양열 사용으로 운영 가능
성능	○수질환경공정시험기준 또는 외국 공인측정방법을 사용한 실험실 수동 측정자료와 동등 이상의 정확도, 정밀도를 가진 자료 산출
기능	○호소수, 하천수, 해수, 오폐수, 강우 유출수, 공정수중의 TOC, TN, TP 농도를 현장에서 측정하여 전송
용도	○수질조사 및 생태계 연구를 위한 수중의 영양염류 상시 측정 ○비점오염 부하량 조사 및 오염원 추적 ○하수 및 오수처리 시설의 공정수, 방류수 측정

(2) 질산성질소 및 암모니아성질소 센서

○ 센싱 원천 기술 확보

- 전기화학법, 비색법 및 바이오센서를 망라하여 적합한 최적의 측정 원리 정립

○ - 센서 제작 및 양산 기술 개발

- MEMs, 고분자막, 코팅기술 등 필요 분야의 생산기술 확보

<표 5-11> 질산성질소/암모니아성질소 측정 센서의 연구개발 목표

세부구분	내용
규격	○ 최소검출한계 0.01 mg/L 이하 ○ 측정 재현성 3%FS 이하 ○ 전극식 센서의 경우 전극교체주기 1년 이상 ○ 호소, 하천, 하구, 해양 등 현장에 직접 설치하여 2개월 이상 운영 가능 ○ 측정시 자연수중에 존재하는 간섭물질의 영향 배제 ○ 휴대 가능하며 수심 10m 이상 수중 설치 가능 ○ 저전력 소모, 자체 전원 사용
성능	○ 수질환경공정시험법 또는 외국 공인측정방법을 사용한 실험실 수동 측정 결과와 비교한 상대정확도 편차 10% 이하
기능	○ 호소수, 하천수, 해수, 오폐수, 강우 유출수, 공정수중의 질산성질소 농도를 현장에서 측정하여 전송
용도	○ 수질조사 및 생태계 연구를 위한 수중의 영양염류 상시 측정 ○ 비점오염 부하량 조사 및 오염원 추적 ○ 지하수, 매립지 침출수 등의 오염원 모니터링

(3) 중금속 센서

○ 수질 내 다종 중금속 동시 측정을 위한 중금속(Pb, Zn, Cu, Cd) 실시간 모니터링을 위한 고감도 센서 개발(자립형 중금속 측정센서, 초소형 중금속 측정센서)

○ 수질 내 중금속 측정 분석을 위한 센서 측정부 개발

○ USN 기반의 실시간 모니터링용 연동프로토콜 및 현장 적용기술 개발

○ 국가수질자동측정망 및 수질TMS에 적용 가능한 표준화 기술 개발

<표 5-12> 자립형 중금속 측정 첨단 센서시스템 연구개발 목표

세부구분	내용
규격	○측정범위 : 0~10 mg/L ○검출한계 : 0.001 mg/L 이하 ○신 뢰 성 : ±5% 이하(F.S) ○재 현 성 : ±5% 이하(F.S) ○호소, 하천, 하구, 해양, 산업폐수 등 현장에 직접 설치하여 2개월 이상 운영 가능 ○측정시 자연수중에 존재하는 간섭물질의 영향 배제 ○휴대 가능하며 수심 50 m 이상 수중 설치 가능 ○저전력 소모, 배터리 전원 사용
성능	○수질환경공정시험법 또는 외국 공인측정방법을 사용한 실험실 수동 측정자료와 동등 이상의 정확도, 정밀도를 가진 자료 산출
기능	○호소수, 하천수, 해수, 오폐수, 강우 유출수, 공정수, 산업폐수 중의 중금속 농도를 현장에서 측정하여 전송 ○측정 센서의 데이터 전송방식은 환경부 고시 연속자동측정기기 통신표준규격을 준수하여 전송
용도	○중금속 측정을 통한 호소, 하천 수질조사 및 산업폐수 배출수 관리 ○공정 모니터링, 하수종말처리장 방류수 및 유입수 관리 ○기타 토양 침출수 및 지하수 중금속의 실시간 모니터링

(4) 인산염 검출 센서

○ 호소수, 하천수, 해수, 공정수를 대상으로 인산염 측정이 가능하며(검출한계 0.001 mg P/L 이하) 현장에서 수중에 직접 설치 가능한 자립형 검출 센서 개발

<표 5-13> 수중 설치 운영이 가능한 자립형 인산염 검출 센서 연구개발 목표

세부구분	내용
규격	○ 검출한계 0.001 mg P/L 이하 (0.03 μM 이하) ○ 측정 재현성 3% 이하 ○ 호소, 하천, 하구, 해양 등 현장에 직접 설치하여 2개월 이상 운영 가능 ○ 측정시 자연수중에 존재하는 간섭물질의 영향 배제 ○ 휴대 가능하며 수심 200 m 이상 수중 설치 가능 ○ 저전력 소모, 배터리 전원 사용
성능	○ 수질환경공정시험법 또는 외국 공인측정방법을 사용한 실험실 수동 측정자료와 동등 이상의 정확도, 정밀도를 가진 자료 산출
기능	○ 호소수, 하천수, 해수, 오폐수, 강우 유출수, 공정수중의 인산염 농도를 현장에서 측정하여 전송
용도	○ 수질조사 및 생태계 연구를 위한 수중의 영양염류 상시 측정 ○ 비점오염 부하량 조사 및 오염원 추적 ○ 고도처리 시설의 공정수, 방류수중 인산염 측정 ○ 기타 토양, 혈액, 뇨 분석

바. 국토해양부

□ 자립형 센서 및 시스템 개발

○ 수문자료 관측 센서 개발

분 야	내 용	개발주체
유속/유량	· Acoustic 유속센서 - 하천, 보 자동 유속분포 측정 센서 개발 - 수 센티미터에서 수십 미터 동시 측정가능한 유속 프로파일러 · 2차원 표면유속장 측정기술 개발 - 고정레이다에 의한 Beam Forming 기술 개발 - 다점(multi-point) 2차원 유속 측정 기술 개발 - stand-alone 2차원 유속장 측정시스템 개발 · 초음파 하천 수량 센서 - 다중센서에 의한 복합수심 동시 측정 초음파 센서 개발 - 고정식, 이동식 자동 유량측정 시스템 - 취수장, 배수장의 취수량, 배수량의 자동 측정시스템	국토부 국토부 국토부
수위	**· 정밀 수위 센서 기술 개발** **- 하천특성에 맞는 압력 및 기포식 수위계** · 첨단전자 수위측정 센서 - 교량부착형 광전자 자동 수위관측 센서 - LED 등과 연계한 전자적 원리에 의한 수위 센서 개발 - 내구성, 수밀성이 확보되는 센서	**지경부** 국토부
하천지형	· 3차원 하천 및 호소 하상지형 관측 기술 개발 - 하상 모니터링 Sonar(단빔, 멀티빔), 초음파 센서 개발 - 다중센서에 의한 동시 하상 모니터링 시스템 - 정지식, 고정식에 의한 자동 모니터링 - 3차원 데이터 처리 소프트웨어 · 수변공간 변화 관측 기술 개발 - 하천지형 및 식생 등 변화 관측 기술 - 영상정보 기술을 이용한 하천모니터링 기술	국토부 국토부
강우	· 우량관측 센서 기술 개발 - 자율형 광학 우량 관측기술 - 지상 강수량 센서 안정화 및 하우징 기술 개발   광학우량계 소형레이더 · 전자 강수량 센서 시스템 개발 - 국지성 또는 돌발성 홍수대비 소형 전자 강수량센서 개발 - 이동성 및 고정성 동시 확보 가능한 관측 기술 개발 - 수목, 건물, 바람 등 영향 받지 않는 지상 강수량 센서 개발	국토부 국토부

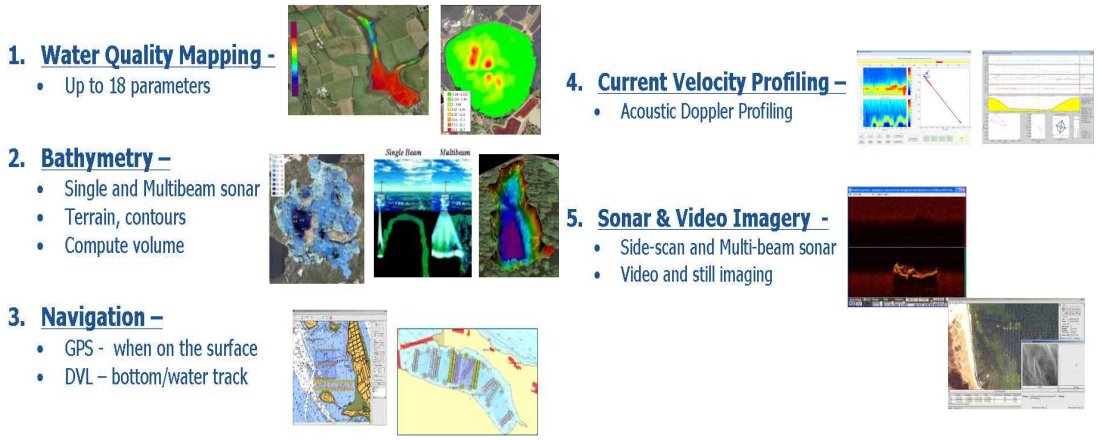
○ 자율형 무인 수문모니터링시스템 개발

분 야	내 용	개발주체
자율형 무인자동 모니터링 장비 (AUV)	**· 3차원 수중 수질환경(온도, pH, DO, 탁도, 클로로필, 전기전도도, 페놀 등)의 무인 자동 조사관측 기술**	**지경부**
	· 하상지형 매핑 및 퇴사량 추정 기술	국토부
	· 수중구조물 탐사 및 모니터링 기술	국토부
	· 수중 위치별 유속 관측 기술	**지경부**
	· 수중·수상 자동항법 기술 개발 - 수중음향모뎀을 이용한 불연속 원격조종 - 수상 무선통신 제어 및 긴급부상 기능	국토부
	· 원격모니터링 및 관제시스템 개발	국토부
수 상 무 인 자동채 수 장 비 (USV)	· 원격 자동 채수 무인 선박 개발	국토부
	· 채수지점의 수질환경 동시 계측 기술	**지경부**
	· 수층별 채수시 무인선 자동위치확보 기술	국토부
	· 무선통신을 이용한 원격제어 기술	국토부
	· 무인선상 감시카메라 영상 실시간 전송 기술	국토부
	· 무인선의 출발·귀환 자동제어 기술	국토부
	· 온도, pH, DO, 탁도, 녹조류 등 채수지점 수질환경 동시계측 및 실시간 전송 기술	**지경부**
	· 수질환경 데이터의 연속 모니터링 기술	**지경부**
	· 수평면 3자유도 제어(위·경도, 방위) 기술	국토부

- AUV 구성 요소(통신, Navigation, 수량/수질 센서 등)



- AUV 모니터링 항목(수량, 수질, 하상측량, 구조물 등)



- USV 채수 장비 구성 내용

• 2리터 water sample 24 bottle 채수실리더형 로제트 배열 water sampler • 온도, pH, DO, 탁도, 녹조류 등 채수지점 수질환경 동시계측 및 실시간 전송 • 수질환경 데이터의 연속 모니터링 • 수평면 3자유도 제어(위·경도, 방위) • 최대 채수 심도 : 100m • 무인선 최대 이동속도 : 3노트 • 동력원 : 리튬폴리머 배터리	

○ 하천시설물 안전관리 센서 개발

- 시설물 안전관리용 분포형 및 집중형 센서 개발
  · 간극수압, 지중 및 지상변위, 지하수위, 온도 등
- GIS기반 시설물 DB 시스템 기반 연계 운영 기술 개발
- 이상 징후 발생지점 판단, 유지보수 등 기술 개발



[그림 5-8] 하천제방 안전관리 센서 기술

□ 서비스(유저인터페이스) 시스템 개발

기술	내용
수문자료 자료처리 기술	• 데이터마이닝을 통한 자료 처리 기술 • 수문자료 품질관리 및 자료제공시스템 기술
수량, 수질, 시설물, 지형 모니터링 자료 분석 기술	• 홍수위 및 저수위 분석 기술 • 수질변화 및 퇴사량 자동 분석(시계열적, 통계적 분석 및 저수용량 산정 등) 등 • 하천시설물 원격 운영 관리 기술
하천수문상황 모니터링시스템 개발	• 3D 시각화 및 시뮬레이터 개발 • GIS 기반 하천 통합관리시스템 구축 기술

5.3 테스트베드 구축계획

5.3.1 총괄 구축 전략

□ **총괄 전략**

○ **공동 테스트베드**와 부처별 수요맞춤형 테스트베드 동시 구축

○ 테스트베드 조성을 통한 지역 간 시너지 효과 상승

○ 관련 지자체의 실행 역량 강화를 위한 체계 구축

5.3.2 공통테스트베드 구축 전략

□ **위치특성 및 조건**

○ 금강 중·상류의 대청댐상류~공주보와 금강 하구 구간으로 주요 합류지천은 갑천, 미호천 등이 포함되며, 대전시, 세종시, 공주시 등의 지자체가 위치

□ **필요성**

○ 유역 내 국가, 지방, 소하천 및 중소저수지, 산업단지, 대도시 등이 포함되어 있으며, 하류에는 연안하구(수산 양식지 가능)가 위치하고 있어 다부처 공동의 통합된 테스트베드 구축에 있어 최적지임

○ 상습 홍수피해 지역과 행정부처 입주 예정인 세종시 및 대형 산업단지 인접해 있어 신규 하천시설물 건설 등에 따른 수재해 및 수질사고 집중 모니터링이 필요한 지점

5.3.3 부처별 구축 전략

□ 부처별 맞춤형 테스트베드 구축 계획

부처	내용	구축비용
교과부	해당 없음	없음
행안부	낙동강과 연결된 지천들(약 50개 지천)	120억원
농식품부	국의 농촌지역에 적용 및 실증이 필요함(도별 1개소)	377억원
지경부	해당 없음	없음
환경부	4대 수계(한강, 금강, 영산강, 낙동강) 각 한 곳씩 구축 필요	390억원
국토부	4대강 살리기 사업 구간 약 150km 내외	267억원
총 계		**1,154억원**



[그림 5-9] 테스트베드의 위치와 특성 및 차별성

□ (필요성) 다양한 조건에서의 테스트가 이루어지지 않을 경우 실제 현장의 적용이 어려움

※ 다양한 하천환경(산업폐수/생활하수/하수처리장 밀집지, 국가/지방/소하천), 해양 환경, 농촌 저수지/소하천 등에서 개발기술의 실용화 수준의 검증 필요

○ 애플리콘社가 개발·보급하여 유럽에서 문제없이 잘 가동되던 모델의 측정장비(TN, TP)를 국내에 보급하기 위해 성능시험을 하였으나, 성능기준을 만족하지 못

하여 국내진출 무산(2000년대 초)

○ 영국의 PPM社 TOC 장비의 경우 2005년 국내에 처음 도입했을 당시 주요부분(Power, Detector)에 이상이 발생하여 제조사에서 리콜 후 정상 가동

○ SK(주)개발하여 정엔지니어링(주)에서 판매했던 BOD 측정기의 경우 충분한 실증시험을 거치지 않고 현장에 적용하였다가 별다른 실효성을 거두지 못하고 BOD 측정기 관련 사업을 그만 둠

□ **행정안전부 테스트베드**

○ 지자체 관리 대상(지류 및 지천)의 홍수예방, 수질관리 및 생태모니터링 등을 위한 시스템 구축

- (구축지역) 낙동강과 연결된 지천들(약 50개 지천)
- (추진체계) 행안부 - 광역(3) - 기초자치단체(8)
- (구축비용) 총 120억원
  - 센서 1Set(COD, PH, SS, DO, 수온, 수위 등) : 0.5억원
  - 1지천에 약 6개 Set 필요
  - 40개지천 × 6Set = 120억원
- (구축기간) 4년(2013년~2016년)

□ **농림수산식품부 테스트베드**

○ 영농과 지역특성이 다른 **전국의 농촌지역**에 적용 및 실증이 필요함(도별 1개소)

○ 시설특성에 따른 농업용저수지 지구, 양·배수장지구 및 농수로 지구의 구분 적용 및 시험지구의 다양한 USN 검증 필요

- 논농업, 밭농업지구의 적정 수량, 수질 실증 연구
- 국토부의 용담댐 유역은 저수지 상류의 산악지역이어서 농촌 수자원의 하류 공급지역 작물영향 시험 그리고 양배수장, 수로 등 다양한 농촌지역 수리시설의 시험에는 부적합함

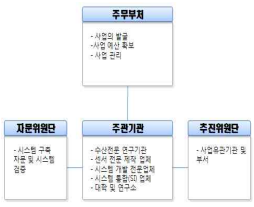
농식품부 1-1	농어촌공사 농촌용수종합시험포장 테스트베드

<table>
<tr><td rowspan="2">사업구역</td><td>위치</td><td colspan="5">경기 용인, 안성에 위치</td><td rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>면적</td><td colspan="5">유역9,300ha, 경지 2,400ha</td></tr>
<tr><td rowspan="2">선정이유</td><td>위치특성 및 조건</td><td colspan="5">기존 방식의 모니터링 시설 기구축(30지점)되어 있으며, 농업저수지 3개소, 양수장 2개소, 농촌소하천 및 농경지 연계</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td colspan="5">다양한(밭,논) 농업생산지역이며 농촌소유역, 농촌마을, 농경지, 저수지, 양수장 등 수리시설이 위치하여 사업효과를 종합적으로 분석</td></tr>
<tr><td rowspan="3">적용기술</td><td>센서</td><td colspan="6">저수지 수위, 저수지 음향측심, 수로 및 하천의 수위, 유속, 유량, 수질, 환경</td></tr>
<tr><td>통신망</td><td colspan="6">USN, CDMA</td></tr>
<tr><td>미들웨어</td><td colspan="6">농업용수 모니터링 분석시스템 연계</td></tr>
<tr><td rowspan="3">테스트베드 구축비용</td><td>구축비용</td><td colspan="5">70억원(15set, set당 2억원)</td><td>총액</td></tr>
<tr><td>실험비용</td><td colspan="5">20억원</td><td rowspan="2">100억원</td></tr>
<tr><td>유지관리비용</td><td colspan="5">10억원</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진일정</td><td>연도</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td><td></td></tr>
<tr><td>위치조건검토</td><td>위치확정</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>설계</td><td></td><td>기본설계</td><td>상세설계</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>시공/실험</td><td></td><td></td><td>기초공사</td><td>설치/실험</td><td>실험/운영</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진체계</td><td>농림부</td><td colspan="3">사업추진, 규정, 정책지원</td><td colspan="3" rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>한국농어촌공사</td><td colspan="3">테스트베드 구축, 운영</td></tr>
<tr><td>참여기업</td><td colspan="3">센서 개발 및 제작</td></tr>
<tr><td>대학,연구소</td><td colspan="3">현장조사 및 효과분석</td></tr>
<tr><td>법·제도적 지원사항</td><td colspan="6">농림부, 농어촌공사 물관리 규정 보완, 제정</td></tr>
<tr><td>종료후 활용방안</td><td colspan="6">한국농어촌공사, 지자체의 물·환경관리 현장시설로 활용</td></tr>
<tr><td>기타</td><td colspan="6">해외농업분야 수출을 위한 개발의 테스트베드</td></tr>
</table>

농식품부 1-2	대규모 논농업지구(삽교대호지구) 농촌용수 테스트베드(공통)

<table>
<tr><td rowspan="3">사업구역</td><td>위치</td><td colspan="5">충남 당진,서산,예산에 위치</td><td rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>면적</td><td colspan="5">유역1,668㎢, 경지 12,176ha</td></tr>
<tr><td rowspan="2">선정이유</td><td>위치특성 및 조건</td><td colspan="5">국내최대양수장, 농업저수지 6개소, 양수장 9개소, 삽교, 석문, 대호 담수호 포함</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td colspan="5">농촌지역 유역, 담수호, 농경지, 저수지, 양수장 등 수리시설이 위치하여 USN기반의 측정시스템 구축이 용이한 지점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">적용기술</td><td>센서</td><td colspan="6">강우, 수위, 유속, 유량, 수질, 환경</td></tr>
<tr><td>통신망</td><td colspan="6">USN, CDMA</td></tr>
<tr><td>미들웨어</td><td colspan="6">농업용수 모니터링 분석시스템 연계</td></tr>
<tr><td rowspan="3">테스트베드 구축비용</td><td>구축비용</td><td colspan="5">140억원(70set, set당 2억원)</td><td>총액</td></tr>
<tr><td>실험비용</td><td colspan="5">40억원</td><td rowspan="2">100억원</td></tr>
<tr><td>유지관리비용</td><td colspan="5">20억원</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진일정</td><td>연도</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td><td></td></tr>
<tr><td>위치조건검토</td><td>위치확정</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>설계</td><td></td><td>기본설계</td><td>상세설계</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>시공/실험</td><td></td><td></td><td>기초공사</td><td>설치/실험</td><td>실험/운영</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진체계</td><td>농림부</td><td colspan="5">사업추진, 규정, 정책지원</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>한국농어촌공사</td><td colspan="5">테스트베드 구축, 운영</td></tr>
<tr><td>참여기업</td><td colspan="5">센서 개발 및 제작</td></tr>
<tr><td>대학,연구소</td><td colspan="5">현장조사 및 효과분석</td></tr>
<tr><td>법·제도적 지원사항</td><td colspan="7">농림부, 농어촌공사 물관리 규정 보완, 제정</td></tr>
<tr><td>종료후 활용방안</td><td colspan="7">한국농어촌공사, 지자체의 물·환경관리 현장시설로 활용</td></tr>
<tr><td>기타</td><td colspan="7">농업여건이 유사한 아시아 등 외국의 한국형모델로 교육, 홍보</td></tr>
</table>

농식품부 1-3	실시간 환경 제어 기반 수산양식 테스트베드

<table>
<tr><td rowspan="2">사업구역</td><td>위치</td><td colspan="4">강원, 충청, 경남, 전남, 제주
(지역별 2개소 선정)</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>면적</td><td colspan="4">50,000 m^2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">선정이유</td><td>위치특성 및 조건</td><td colspan="4">해양환경이 다른 서,남,동해의 지역별 2개소</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td colspan="4">첨단장비를 접목한 선진국형 수산양식시스템 구축으로 어민의 안정적인 1조원 소득창출 기반 마련</td></tr>
<tr><td rowspan="3">적용기술</td><td>센서 및 장치</td><td colspan="5">용존산소, pH, 아질산, 암모니아, 수온, 염도, 클로로필, 자동사료급이기</td></tr>
<tr><td>통신망</td><td colspan="5">USN, CDMA</td></tr>
<tr><td>미들웨어</td><td colspan="5">통합관리 시스템 연계</td></tr>
<tr><td rowspan="3">테스트베드 구축비용</td><td>구축비용</td><td colspan="4">75억원(10set, set당 5억원,
통합관리시스템 25억원)</td><td>총액</td></tr>
<tr><td>실험비용</td><td colspan="4">35억원</td><td rowspan="2">125억원</td></tr>
<tr><td>유지관리비용</td><td colspan="4">15억원</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진일정</td><td>연도</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td>위치조건검토</td><td></td><td></td><td>위치선정</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>설계</td><td>기본설계</td><td>상세설계</td><td>센서제작</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>시공/실험</td><td>기초연구</td><td>기초연구</td><td>장치제작</td><td>설치/보정</td><td>운영/분석</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진체계</td><td>농림부</td><td colspan="3">사업추진, 규정, 정책지원</td><td rowspan="4" colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>한국농어촌공사</td><td colspan="3">테스트베드 구축, 운영</td></tr>
<tr><td>참여기업</td><td colspan="3">센서, 장치 개발 및 제작</td></tr>
<tr><td>대학,연구소</td><td colspan="3">기초연구, 시험운영</td></tr>
<tr><td>법·제도적 지원사항</td><td colspan="6">농림부, 농어촌공사 설치비 보조 및 확산보급</td></tr>
<tr><td>종료후 활용방안</td><td colspan="6">어업인 보급사업을 통한 안정적인 생산기반 마련
수산양식 분야 국가 통합관리 정보공유</td></tr>
<tr><td>기타</td><td colspan="6">전량 수입에 의존하는 수질 모니터링 센서의 국산화에 의한 국제 경쟁력 강화 및 수출에 의한 외화수입 증대</td></tr>
</table>

□ 환경부 테스트베드

○ 개발되는 수질센서는 다양한 환경에서 안정적으로 운영되면서, 신뢰성 높은 측정 데이터를 지속적으로 측정할 수 있어야 함

- 우리나라 하천 수질을 (예측/측정하기가) 세계에서 가장 어려운 곳 중 하나인데 그 이유는 유럽은 수량이 안정적이지만, 우리나라는 협소한 지역에서 많은 개발이 이루어지기 때문임
- 조류가 많은 곳, 산업폐수가 많은 곳, 청정지역 등 모든 지역에서 캘리브레이션 등의 테스트가 필요함
- 스위스에서 잘 사용되는 센서를 구입하여 들여왔으나 국내에서는 작동이 잘 되지 않았음. 영국의 TOC장비 역시 적용해보니 문제가 있어서 주요 부문을 리콜해서 수리한 경험도 있음
- 국가수질자동측정망의 BOD 측정기와 관련된 용역을 실시했던 당시 한 곳에서 실험을 하고 이때 나온 데이터를 기반으로 개발한 장비를 다른 곳에 전혀 사용할 수 없었던 경험이 있음

○ 4대 수계(한강, 금강, 영산강, 낙동강) 각 한 곳씩 구축 필요

- 한강수계(경안천 측정소), 금강수계(갑천 측정소), 낙동강수계(남천 측정소), 영산강수계(서창교 측정소)를 데이터 수집장소로 하고 각 측정소 상류 소하천에 지속적으로 테스트베드 구축

○ 4대 수계(한강, 금강, 영산강, 낙동강) 장소 선정 이유

- 한국환경공단의 4개 지역본부(국가수질자동측정망, 수질TMS, 수질방제업무 등을 수행)와의 접근성이 용이함
- 국가 수질자동측정망이 인접하고 산업단지 및 중·소하천이 근접하여 USN기반의 환경측정기기를 설치 및 시험이 용이한 지점 선정
  - 경안천 측정소 : 팔당호 상류 약 9km지점에 위치하고 10km 이내에 하수처리장(곤지암, 광주, 매산, 경안 등)이 밀집되어 있으며 경기도 광주시의 생활하수 및 비점 오염원을 감시하기 위한 USN기반의 측정시스템 구축이 용이한 지점
  - 갑천 측정소 : 금강합류 7km지점에 위치하고 있으며 대전 테크노밸리, 대전 4산업단지 및 대전하수처리장 등의 오염원을 감시하기 위한 USN기반의 측정시스템 구축이 용이한 지점
  - 남천 측정소 : 금호강 지류인 남천하류에 위치하며 남천산단폐수처리장 및 경산하수처리장이 상류 약 1km에 위치하고 경산시의 생활하수 및 각 지류

의 오염원을 감시하기 위한 USN기반의 측정시스템 구축이 용이한 지점

- 서창교 측정소 : 영산강 수계의 수질감시를 위해 설치된 측정소로서 광주광역시의 생활하수 및 주변의 중소하천, 광주공항, 송산유원지, 광주하수처리장, 본촌공단 등의 지류의 오염원을 감시하기위한 USN기반의 측정시스템 구축이 용이한 지점

테스트베드 (수계)	특성	테스트베드와의 차별성
경안천 (한강)	하수처리장 밀집지역	10km 이내 하수처리장(곤지암, 광주, 매산, 경안 등)이 밀집
갑천 (금강)	산업단지 인근지역	대전대덕테크노밸리, 대전3,4산업단지 및 대전하수처리장 등 위치
남천 (낙동강)	생활하수(지류) 오염관찰가능 지역	남천산단폐수처리장, 경산하수처리장 위치
서창교 (영산강)	생활하수(본류) 및 산업폐수 오염관찰가능 지역	광주광역시의 생활하수 및 하남산업단지, 본촌산업단지, 광주공항 등 위치

※ 금강(갑천)의 테스트베드를 공통테스트베드화함

○ 테스트베드를 여러 지역에 설치할 경우 장점과 단점

장점	단점
- 센서 시스템의 범용성을 테스트 해볼 수 있으며 이에 따른 표준화 방안을 모색할 수 있을 뿐 아니라 각 수요부처의 요구 충족 가능 - 다양한 상황에서 발생되는 요소들에 대한 개선책 도출 용이	- 테스트베드 적용을 위한 비용 증가와 더불어 몇몇 항목에 대한 중복 우려 내포 - 접근성 악화와 소요비용 증가

○ 테스트베드 구축 후 활용방안

- 상시 국가수질자동측정망 및 수질TMS와 연계 운영
- 『환경분야 시험검사 등에 관한법률』 제9조 및 『환경측정기기의 형식승인·정도검사 등에 관한 고시』에 따른 환경 분야 수질자동측정기기 형식승인을 위한 대체 성능 시험 시 현장 적용성 시험을 테스트베드에서 수행
- 국내에서 개발된 수질자동측정기에 대한 예비인증시험*시 테스트베드 활용

※ 예비인증시험 : 새로이 개발되거나 도입하고자 하는 환경측정기기의 측정방법, 원리 등에 대한 성능을 확인하기 위한 시험

○ **각 부처별 관리하는 수질환경이 다르며 관리항목 또한 달라 각 부처 고유의 테스트베드 구축이 필요함**

○ 테스트베드 설치방안

- 수질 중권역 대표지점 : 전항목 측정 3EA
- 수질 총량지점 설치 : 수질감시 5EA, 수질관리 5EA, 기본지점 2EA
- 수질 위치별(하천 좌, 우, 중심) 균질성에 따른 설치 : 기본지점 3EA
- 수질 센서 비교지점 : 2EA

○ 테스트베드 구축비용 및 예산

- 테스트베드(측정소 4개소, 전산시스템, 측정시스템 등) 구축에 총 325억 소요

<표 5-14> 테스트베드 연차별 예산(안)

세부 개발항목	2013	2014	2015	2016	2017	합계
o 측정소 및 채수시설 설치비용	14	4	-	-	-	18
- 측정소 설치	4	2	-	-	-	6
- 채수시설	8	2	-	-	-	10
- 부대설비	2	-	-	-	-	2
o 전산(통신)시스템 구축	-	13	-	-	-	13
- 장비 구축	-	10	-	-	-	10
- 운영시스템 구축	-	3	-	-	-	3
o 측정시스템 구축	-	84	120	54	-	258
- 부이 측정시스템	-	60	120	54	-	234
- 측정소 측정시스템	-	24	-	-	-	24
o 실험비용	-	6	6	6	6	24
o 유지관리비용	-	-	4	4	4	12
합계	14	107	130	64	10	325

- 측정소 및 채수시설, 부대설비 설치비용 : 4.5억원/개소 × 4개소 = 18억원
  - 측정소 설치 : 1.5억원/개소 × 4개소 = 6억원
  - 채수시설 설치 : 2.5억원/개소 × 4개소 = 10억원
  - 부대설비(채수장치, 여과시스템, UPS 등) : 0.5억원/개소 × 4개소 = 2억원

<표 5-15> 측정소 및 채수시설 설치 소요 내역

(비용 : 백만원)

구 분	재료비	노무비	경비	합계	기 타
측정소	96	50	4	150	
채수시설	120	120	10	250	교각이용방식

※ 산정근거: 국가수질자동측정망 측정소 및 채수시설 표준설계서 수립 용역('10년)의 지반조건 및 100년도 홍수위 기초형식, 보, 기등, 채수 지점 등 설계 변동 반영

- 전산(통신) 시스템 구축비용 : 13억
  - 장비(DB, GIS, 통신 서버 구축, 네트워크 장비, VPN 장비 등) : 10억원
  - 운영 시스템 (웹 서비스 구축) : 3억원
    ※ 산정근거 : 2010년도 수질 TMS 마이플랫폼 기반 웹 서비스 구축(약 3억원)

- 부이 측정시스템 구축비용 : 20set × 4수계 = 234억원
  - 측정 부이 및 무선전송 모듈 : 20백만원 × 20set × 4수계 = 16억원
  - 전항목 측정 지점 : 5억원 × 3set × 4수계 = 60억원
  - 수질감시 측정 지점 : 4억원 × 5set × 4수계 = 80억원
  - 수질관리 측정 지점 : 3억원 × 5set × 4수계 = 60억원
  - 기본 지점 : 0.5억원 × 5set × 4수계 = 10억원
  - 센서 비교 지점 : 1억원 × 2set × 4수계 = 8억원

- 측정소 자동연속측정기기 구축비용 : 6억원/개소 × 4개소 = 24억원
  ※ 산정근거: 국가수질자동측정망 2010년 설치사업비 산출 근거(다항목측정기기, TOC, TN, TP, 중금속, 질산염인, 데이터로거(멀티포트), VPN 등)
- 실험비용 : 1.5 억원/개소 × 4 년 × 4개소 = 24억원
- 유지관리비용 : (측정소) 40백만원 × 3년 × 4개소 = 4.8억원
  (부이) 3백만원 × 20set × 3년 × 4수계 = 7.2억원

부처	수질환경
환경부	○ 수질측정망 운영 : 전국적인 수질 및 수생태계의 실태 파악을 목적으로, 전국 하천 및 호소, 공단배수, 도시관류의 수질을 측정 ※ 시행근거 :「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」제9조(상시측정 및 수질·수생태계 조사) ○ 한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강 수계 유역의 토지를 환경친화적으로 이용하고 수계의 이용상황과 수질상태 등을 고려하여 설정한 목표수질을 달성·유지할 목적으로, 수질현황 및 수질변동과 연계한 오염총량관리를 실시하기 위하여 단위유역 말단에서 수질과 정확한 유량을 파악 ※ 시행근거 :「한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률 시행령」 제6조(오염총량관리계획 수립지침 등),「낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」,「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」,「영산강·섬진강 수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 각 제9조(오염총량관리 기본방침의 수립 등)
국토부	○ 하천유역의 물 순환 구조의 파악, 하천시설의 설치, 각종 구조물의 설계, 하천 주변지역의 이용 및 관리 등을 위하여 ‘수문조사’를 실시 ○ 하천의 수위·유량·유사량(流砂量) 및 하천유역의 강수량·증발산량과 하천유역의 토양에 함유된 수분의 양을 관찰·측정·조사 ※ 시행근거 :「하천법」 제17조(수문조사의 실시)
농림부	○ 농업용수로서의 수질과 수량을 확보하기 위하여 농업용 저수지에 대한 수질·수문조사 실시

환경부 1-1	한강수계 경안천 측정소 테스트베드

<table>
<tr><td rowspan="2">사업구역</td><td>위치</td><td colspan="5">경기도 광주시 퇴촌면 정지리 193-1</td><td rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td>면적</td><td colspan="5">86(㎡)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">선정이유</td><td>위치특성 및 조건</td><td colspan="6">10km 이내에 하수처리장(곤지암, 광주, 매산, 경안 등)이 밀집</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td colspan="6">경기도 광주시의 생활하수 및 비점오염원을 감시하기 위한 USN기반의 측정시스템 구축이 용이한 지점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">적용기술</td><td>센서</td><td colspan="6">- 다항목측정기(수온, pH, DO, EC, 클로로필 a 등)
- 중금속(Cu, Zn, Cd, Pb), 질산염, 인산염, 암모니아성 질소 등
- 그 외 교과부 등 개발 센서</td></tr>
<tr><td>통신망</td><td colspan="6">- 환경부 자동통신망 통신기술 적용하되, 지경부 개발 USN통신기술 테스트 및 점진적 적용</td></tr>
<tr><td>미들웨어</td><td colspan="6">- 오염물 유출추적 경로 어플리케이션 구축
- GIS 기반 최적 유역관리 모델 개발/검증
- 실시간 측정자료 기반 fault sensor indentificiation 기술 개발
- 그 외 지경부 개발기술 테스트</td></tr>
<tr><td rowspan="3">테스트베드 구축비용 (정부지원금)</td><td>구축비용</td><td colspan="5">- 통신시스템 구축(DB 서버, 통신서버 등) 13억
- 측정시스템 : 2.925/1set ×20set = 58.5억</td><td>총액</td></tr>
<tr><td>실험비용</td><td colspan="5">- 1.5억/년× 4년 = 6억</td><td rowspan="2">91억원</td></tr>
<tr><td>유지관리비용</td><td colspan="5">- 유지관리 : 측정소) 40백만원 × 3년 = 1.2억원
부이) 3백만원 × 20set × 3년 = 1.8억원</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진일정</td><td>연도</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td>위치조건검토</td><td>위치확정</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>설계</td><td>기본/상세</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>시공/실험</td><td></td><td>설치</td><td>실험/운영</td><td>실험/운영</td><td>실험/운영</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진체계</td><td>환경부</td><td colspan="6">- 테스트베드 구축 총괄</td></tr>
<tr><td>환경공단</td><td colspan="6">- 기존 측정망과 연계한 테스트베드 구축 관련 행정적, 기술 지원</td></tr>
<tr><td>테스트베드 구축기관</td><td colspan="6">- 개발센서의 현장적용 시험 실시</td></tr>
<tr><td>센서 개발기업</td><td colspan="6">- 개발센서의 현장적용 시험 실시</td></tr>
<tr><td>법·제도적 지원사항</td><td colspan="7">- 측정소(측정기, 채수시설 등) 설치관련 인허가 완화
(기존 국가수질자동측정망 인허가 관련법률 별첨)
-『환경분야 시험검사 등에 관한법률』 제9조 및 『환경측정기기의 형식승인·정도검사 등에 관한 고시』에 따른 환경분야 정도검사 대상항목에 USN기반의 수질연속자동측정기기 추가(항목, 기준, 시험방법 등)</td></tr>
<tr><td>종료후 활용방안</td><td colspan="7">- 상시 국가수질자동측정망 및 수질TMS와 연계 운영
-『환경분야 시험검사 등에 관한 법률』 제9조 및 『환경측정기기의 형식승인·정도검사 등에 관한 고시』에 따른 환경분야 수질자동측정기기 형식승인을 위한 대체 성능 시험시 현장적용성 시험을 테스트베드에서 수행
- 국내에서 개발된 수질자동측정기에 대한 예비인증시험시 테스트베드 활용</td></tr>
</table>

환경부 1-2	금강수계 갑천 측정소 테스트베드

<table>
<tr><td rowspan="3">사업구역</td><td>위치</td><td colspan="5">대전 유성구 봉산동 152외 6필지</td><td rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>면적</td><td colspan="5">112 (m^2)</td></tr>
<tr><td>위치특성 및 조건</td><td colspan="5">대전대덕테크노밸리, 대전3,4산업단지 및 대전하수처리장 등 위치</td></tr>
<tr><td>선정이유</td><td>필요성</td><td colspan="6">금강합류 7km지점에 위치하고 있으며 대전 테크노밸리, 대전 4산업단지 및 대전하수처리장 등의 오염원을 감시하기 위한 USN기반의 측정시스템 구축이 용이한 지점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">적용기술</td><td>센서</td><td colspan="6">- 다항목측정기(수온, pH, DO, EC, 클로로필 a 등)
- 중금속(Cu, Zn, Cd, Pb), 질산염, 인산염, 암모니아성 질소 등
- 그 외 교과부 등 개발 센서</td></tr>
<tr><td>통신망</td><td colspan="6">- 환경부 자동통신망 통신기술 적용하되, 지경부 개발 USN통신기술 테스트 및 점진적 적용</td></tr>
<tr><td>미들웨어</td><td colspan="6">- 오염물 유출추적 경로 어플리케이션 구축
- GIS 기반 최적 유역관리 모델 개발/검증
- 실시간 측정자료 기반 fault sensor indentificiation 기술 개발
- 그 외 지경부 개발기술 테스트</td></tr>
<tr><td rowspan="3">테스트베드 구축비용 (정부지원금)</td><td>구축비용</td><td colspan="5">- 측정시스템: (측정소) 10.5억원
(부이) 2.925/1set x 20set = 58.5억원</td><td>총액</td></tr>
<tr><td>실험비용</td><td colspan="5">- 1.5억/년× 4년 =6억</td><td rowspan="2">78억원</td></tr>
<tr><td>유지관리비용</td><td colspan="5">- 유지관리 : 측정소) 40백만원 × 3년 = 1.2억원
부이) 3백만원 × 20set × 3년 = 1.8억원</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진일정</td><td>연도</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td>위치조건검토</td><td>위치확정</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>설계</td><td>기본/상세</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>시공/실험</td><td></td><td>설치</td><td>실험/운영</td><td>실험/운영</td><td>실험/운영</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진체계</td><td>환경부</td><td colspan="3">- 테스트베드 구축 총괄</td><td colspan="3" rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>환경공단</td><td colspan="3">- 기존 측정망과 연계한 테스트베드 구축 관련 행정적, 기술 지원</td></tr>
<tr><td>테스트베드 구축기관</td><td colspan="3">- 개발센서의 현장적용 시험 실시</td></tr>
<tr><td>센서개발기업</td><td colspan="3">- 개발센서의 현장적용 시험 실시</td></tr>
<tr><td>법・제도적 지원사항</td><td colspan="7">- 측정소(측정기, 채수시설 등) 설치관련 인허가 완화
(기존 국가수질자동측정망 인허가 관련법률 별첨)
-『환경분야 시험검사 등에 관한법률』 제9조 및 『환경측정기기의 형식승인・정도검사 등에 관한 고시』에 따른 환경분야 정도검사 대상항목에 USN기반의 수질연속자동측정기기 추가(항목, 기준, 시험방법 등)</td></tr>
<tr><td>종료후 활용방안</td><td colspan="7">- 상시 국가수질자동측정망 및 수질TMS와 연계 운영
-『환경분야 시험검사 등에 관한 법률』 제9조 및 『환경측정기기의 형식승인 ・ 정도검사 등에 관한 고시』에 따른 환경분야 수질자동측정기기 형식승인을 위한 대체 성능 시험시 현장적용성 시험을 테스트베드에서 수행
- 국내에서 개발된 수질자동측정기에 대한 예비인증시험시 테스트베드 활용</td></tr>
</table>

환경부 1-3	낙동강수계 남천 측정소 테스트베드

<table>
<tr><td rowspan="3">사업구역</td><td>위치</td><td colspan="5">대구시 수성구 매호동 122-2</td><td rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>면적</td><td colspan="5">116(m²)</td></tr>
<tr><td>위치특성 및 조건</td><td colspan="5">경산시 생활하수, 경산하수처리장 위치</td></tr>
<tr><td>선정이유</td><td>필요성</td><td colspan="6">금호강 지류인 남천하류에 위치하며 남천산단폐수처리장 및 경산하수처리장 이 상류 약 1km에 위치하고 경산시의 생활하수 및 각 지류의 오염원을 감시하기 위한 USN기반의 측정시스템 구축이 용이한 지점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">적용기술</td><td>센서</td><td colspan="6">- 다항목측정기(수온, pH, DO, EC, 클로로필 a 등)
- 중금속(Cu, Zn, Cd, Pb), 질산염, 인산염, 암모니아성 질소 등
- 그 외 교과부 등 개발 센서</td></tr>
<tr><td>통신망</td><td colspan="6">- 환경부 자동통신망 통신기술 적용하되, 지경부 개발 USN통신기술 테스트 및 점진적 적용</td></tr>
<tr><td>미들웨어</td><td colspan="6">- 오염물 유출추적 경로 어플리케이션 구축
- GIS 기반 최적 유역관리 모델 개발/검증
- 실시간 측정자료 기반 fault sensor indentificiation 기술 개발
- 그 외 지경부 개발기술 테스트</td></tr>
<tr><td rowspan="3">테스트베드 구축비용 (정부지원금)</td><td>구축비용</td><td colspan="4">- 측정시스템 : 측정소) 10.5억원
부이) 2.925/1set × 20set = 58.5억원</td><td>총액</td></tr>
<tr><td>실험비용</td><td colspan="4">- 1.5억/년× 4년 =6억</td><td rowspan="2">78억원</td></tr>
<tr><td>유지관리비용</td><td colspan="4">- 유지관리 : 측정소) 40백만원 × 3년 = 1.2억원
부이) 3백만원 × 20set × 3년 = 1.8억원</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진일정</td><td>연도</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td>위치조건검토</td><td>위치확정</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>설계</td><td>기본/상세</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>시공/실험</td><td></td><td>설치</td><td>실험/운영</td><td>실험/운영</td><td>실험/운영</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진체계</td><td>환경부</td><td colspan="4">- 테스트베드 구축 총괄</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>환경공단</td><td colspan="4">- 기존 측정망과 연계한 테스트베드 구축 관련 행정적, 기술 지원</td></tr>
<tr><td>테스트베드 구축기관</td><td colspan="4">- 개발센서의 현장적용 시험 실시</td></tr>
<tr><td>센서개발기업</td><td colspan="4">- 개발센서의 현장적용 시험 실시</td></tr>
<tr><td>법·제도적 지원사항</td><td colspan="6">- 측정소(측정기, 채수시설 등) 설치관련 인허가 완화
(기존 국가수질자동측정망 인허가 관련법률 별첨)
-『환경분야 시험검사 등에 관한법률』 제9조 및 『환경측정기기의 형식승인·정도검사 등에 관한 고시』에 따른 환경분야 정도검사 대상항목에 USN기반의 수질연속자동측정기기 추가(항목, 기준, 시험방법 등)</td></tr>
<tr><td>종료후 활용방안</td><td colspan="6">- 상시 국가수질자동측정망 및 수질TMS와 연계 운영
-『환경분야 시험검사 등에 관한 법률』 제9조 및 『환경측정기기의 형식승인 · 정도검사 등에 관한 고시』에 따른 환경분야 수질자동측정기기 형식승인을 위한 대체 성능 시험시 현장적용성 시험을 테스트베드에서 수행
- 국내에서 개발된 수질자동측정기에 대한 예비인증시험시 테스트베드 활용</td></tr>
</table>

환경부 1-4	영산수계 서창교 측정소 테스트베드

<table>
<tr><td rowspan="2">사업구역</td><td>위치</td><td colspan="5">광주시 서구 서창동 1039</td><td rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td>면적</td><td colspan="5">356.6(m²)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">선정이유</td><td>위치특성 및 조건</td><td colspan="5">광주광역시의 생활하수 및 하남산업단지, 본촌산업단지, 광주공항 등 위치</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td colspan="5">영산강 수계의 수질감시를 위해 설치된 측정소로서 광주광역시의 생활하수 및 주변의 중소하천, 광주공항, 송산유원지, 광주하수처리장, 본촌공단 등의 지류의 오염원을 감시하기 위한 USN기반의 측정시스템 구축이 용이한 지점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">적용기술</td><td>센서</td><td colspan="6">- 다항목측정기(수온, pH, DO, EC, 클로로필 a 등)
- 중금속(Cu, Zn, Cd, Pb), 질산염, 인산염, 암모니아성 질소 등
- 그 외 교과부 등 개발 센서</td></tr>
<tr><td>통신망</td><td colspan="6">- 환경부 자동통신망 통신기술 적용하되, 지경부 개발 USN통신기술 테스트 및 점진적 적용</td></tr>
<tr><td>미들웨어</td><td colspan="6">- 오염물 유출추적 경로 어플리케이션 구축
- GIS 기반 최적 유역관리 모델 개발/검증
- 실시간 측정자료 기반 fault sensor indentificiation 기술 개발
- 그 외 지경부 개발기술 테스트</td></tr>
<tr><td rowspan="3">테스트베드 구축비용 (정부지원금)</td><td>구축비용</td><td colspan="4">- 측정시스템 : 측정소) 10.5억원
부이) 2.925/1set × 20set = 58.5억원</td><td>총액</td></tr>
<tr><td>실험비용</td><td colspan="4">- 1.5억/년× 4년 = 6억</td><td rowspan="2">78억원</td></tr>
<tr><td>유지관리비용</td><td colspan="4">- 유지관리 : 측정소) 40백만원 × 3년 = 1.2억원
부이) 3백만원 × 20set × 3년 = 1.8억원</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진일정</td><td>연도</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td>위치조건검토</td><td>위치확정</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>설계</td><td>기본/상세</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>시공/실험</td><td></td><td>설치</td><td>실험/운영</td><td>실험/운영</td><td>실험/운영</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진체계</td><td>환경부</td><td colspan="5">- 테스트베드 구축 총괄</td></tr>
<tr><td>환경공단</td><td colspan="5">- 기존 측정망과 연계한 테스트베드 구축 관련 행정적, 기술 지원</td></tr>
<tr><td>OO기업</td><td colspan="5">- 개발센서의 현장적용 시험 실시</td></tr>
<tr><td>OOO</td><td colspan="5">- 개발센서의 현장적용 시험 실시</td></tr>
<tr><td>법·제도적 지원사항</td><td colspan="6">- 측정소(측정기, 채수시설 등) 설치관련 인허가 완화
(기존 국가수질자동측정망 인허가 관련법률 별첨)
-『환경분야 시험검사 등에 관한법률』 제9조 및 『환경측정기기의 형식승인·정도검사 등에 관한 고시』에 따른 환경분야 정도검사 대상항목에 USN기반의 수질연속자동측정기기 추가(항목, 기준, 시험방법 등)</td></tr>
<tr><td>종료후 활용방안</td><td colspan="6">- 상시 국가수질자동측정망 및 수질TMS와 연계 운영
-『환경분야 시험검사 등에 관한 법률』 제9조 및 『환경측정기기의 형식승인·정도검사 등에 관한 고시』에 따른 환경분야 수질자동측정기기 형식승인을 위한 대체 성능 시험시 현장적용성 시험을 테스트베드에서 수행
- 국내에서 개발된 수질자동측정기에 대한 예비인증시험시 테스트베드 활용</td></tr>
</table>

○ 자동측정망 인·허가 관련법률

- 측정소 및 채수시설 입지별 검토사항

입지 조건	법 률	검토 내용
하천 점용	- 「하천법」 제33조	- 하천점용허가 - 하천공사허가 - 용수사용허가
도로 점용 (교량 이용)	- 「도로법」 제40조 - 「농어촌도로정비법」제18조	- 도로점용허가
산지 전용	- 「산지관리법」 제14조	- 산지전용허가
농지 전용	- 「농지법」 제34조	- 농지전용허가
상수원보호구역	- 「수도법」 제7조제4항 - 「수도법」시행령 제9조 - 상수원관리규칙 제10조 및 제14조	- 상수원보호구역행위 - 허가 신청
개발제한구역	- 「개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법」 제12조	- 행위 허가 신청
공원구역	- 「자연공원법」 제23조	- 행위 허가 신청
농업진흥구역 및 농업보호구역	- 「농지법」 제34조 - 「농지법」 시행령 제34조,35조	- 농지전용허가
도시공원 구역	- 「도시공원 및 녹지 등에 관한법률」 제8조 - 「도시공원 및 녹지 등에 관한법률」 시행령 제6조,7조,8조	- 도시공원 점용허가
군사 보호 시설 구역	- 「군사기지 및 군사시설 보호법」 제13조 - 「군사기지 및 군사시설 보호법」 시행령 제13조	- 행정기관의 처분등 협의
하천예정지 및 홍수관리구역	- 「하천법」 제38조	- 하천예정지에서의 행위 허가 - 홍수관리구역 안에서의 행위허가

- 건축신고 관련 검토사항

신고 사항	법 률	검토내용
건축 신고	「건축법」 제11조	건축 허가신청
가설건축물 신고	「건축법」 시행령 제15조	가설건축물축조신고
공작물 신고	「건축법」 제20조 국토해양부 고시 제29-5조(공작물축조신고)	

- 기타 행정처리 관련 검토사항

검토 사항	법 률	비 고
공유재산 무상사용	공유재산 및 물품관리법 제96조	
국유재산 대부계약	국유재산법 제46조	

- 하천점용 근거법령

종 류 별	하 천 법	동법시행령	동법시행규칙
하천공사시행허가	제30조	제20조	제15조
하 천 부 속 물 의 점 용 허 가	제33조	제24조	제19조
공작물의 신축·개축· 변 경 허 가	제33조	제24조	제19조
토지의 굴착·성토· 절토·기타형질 변 경 허 가	제33조	제24조	제19조
실 시 계 획 (변경) 인 가 신 청	제30조	제23조	제16조
공 사 착 수 신 고		제23조	제17조
준 공 인 가 신 청	제31조		제18조
하천점용허가기간 연 장 허 가	제33조		제21조
원상회복의무면제 신 청	제73조		제28조

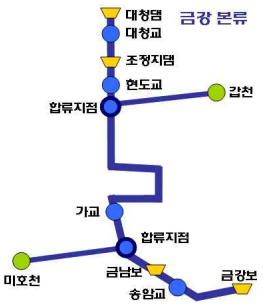
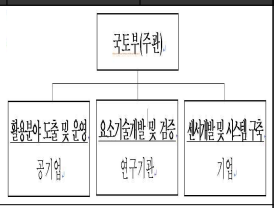
- 교량이용 관련 근거법령

도로법	제38조 (도로의 점용) ① 도로의 구역에서 공작물이나 물건, 그 밖의 시설을 신설·개축·변경 또는 제거하거나 그 밖의 목적으로 도로를 점용하려는 자는 관리청의 허가를 받아야 한다. ② 제1항에 따라 허가를 받을 수 있는 공작물·물건, 그 밖의 시설의 종류와 도로 점용 허가의 기준 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. 제39조 (공익사업을 위한 도로의 점용) 관리청은 법률의 규정에 따라 토지를 수용하거나 사용할 수 있는 공익사업을 위한 도로의 점용허가를 거절할 수 없다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하면 그러하지 아니하다. 1. 교통량이 현저히 폭주하는 경우 2. 특별히 너비가 좁은 도로로서 교통을 위하여 부득이한 경우 3. 그 밖에 정당한 사유가 있는 경우
도로법 시행령	제28조 (점용의 허가신청) ① 법 제38조제1항에 따른 허가를 받으려는 자는 다음의 사항을 적은 신청서를 관리청에 제출하여야 한다. 이 경우 점용장소·점용기간·공작물 또는 시설의 구조 등 점용에 관한 사항은 별표 1의 기준에 적합하게 하여야 한다. ②~④ 생략 ⑤ 법 제38조제2항에 따라 도로의 점용허가(법 제5조에 따라 다른 국가사업에 관계되는 점용인 경우에는 협의 또는 승인을 말한다)를 받을 수 있는 공작물·물건, 그 밖의 시설의 종류는 다음 각 호와 같다. 1. 생략 2. 수도관·하수도관·가스관·송유관·전기통신관·송열관·지중정착장치(어스앵커)·작업구(맨홀)·전력구·통신구·공동구·배수시설, 그 밖에 이와 유사한 것
	별표1) 도로점용 기준 1. 점용장소 가.~라. (생략) 마. 점용물이 수도관·하수도관·가스관·전기관 또는 전기통신관인 경우에는 다음 기준에 적합하여야 한다. 1) ~ 4) (생략) 5) 수도관·하수도관·가스관·전기관 또는 전기통신관을 교량에 설치하는 경우에는 보의 양측 또는 상판 밑에 이를 설치할 것 2. 점용기간 (생략) 3. 점용물의 구조 가. ~ 나. (생략) 다. 점용물을 교량 또는 고가도로에 붙여 설치하는 경우에는 교량 또는 고가도로의 구조안전에 지장을 주지 아니하는 것이라야 한다.

□ **국토해양부 테스트베드**

- 대상구간 : 4대강 살리기 사업 구간 약 150km 내외
- 구축 : 강수량, 수위, 유속, 수량, 제방, 보 등에 적용
- 범위 : 본류, 지류, 취수장, 배수장 등
- 비용 : 267억원

테스트베드 이름	**금강유역 수량 및 수재해 관리 테스트 베드**	
사업구역	**대청댐상류~금강하구(지류 및 유역 포함)**	
관측소 설치비용	**100억**	- 수위관측소 설치: 1.5억원/개소 × 30개소 = 30억원 - 우량관측소 설치: 1억원/개소 × 15개소 = 15억원 - 유량관측소 설치: 1.5억원/개소 × 10개소 = 15억원 - 하천시설물관측소 설치: 6억원/개소 × 1개소 = 6억원 - 하상지형관측소 설치: 2억원/개소 × 10개소 = 20억원 - 부대시설: 0.2억원/개소 × 70개소 = 14억원
통신시스템 구축	**30억**	- 장비(DB, GIS, 통신 서버 구축, 네트워크 장비, VPN 장비 등): 20억원 - 운영 시스템(웹 서비스 구축): 10억원
측정시스템 구축비용	**95억**	- 항목1: 5억원 × 1 set × 1 수계 = 5억원 - 항목2: 5억원 × 1 set × 1 수계 = 5억원 - 항목3: 5억원 × 1 set × 1 수계 = 5억원 - 항목4: 0.5억원 × 1 set × 100km × 1 수계 = 50억원 - 항목5: 3억원 × 10 set = 30억원
실험비용	**36억**	- 12억원 × 3년 × 1 수계 = 36억원
유지관리비용	**6억**	- 2억원 × 3년 × 1 수계 = 6억원

<table>
<tr><td colspan="2">국토부 1-1</td><td colspan="6">금강수계(본류, 갑천, 미호천) 테스트베드</td></tr>
<tr><td rowspan="3">사업구역</td><td>위치</td><td colspan="5">대청댐 상류로부터 하류 약 100km지점</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>면적</td><td colspan="5">약 850㎢</td></tr>
<tr><td>위치특성 및 조건</td><td colspan="5">구간내 금강본류, 갑천, 미호천 및 대전시, 세종시, 공주시 위치</td></tr>
<tr><td>선정이유</td><td>필요성</td><td colspan="6">상습 홍수피해 지역과 행정부처 입주 예정인 세종시 및 대형 산업단지 인접, 신규 하천시설물 건설 등에 따른 수재해 및 수질사고 집중 모니터링이 필요한 지점으로 개발기술(수량 통신기술 등) 검증하기에는 최적</td></tr>
<tr><td rowspan="3">적용기술</td><td>센서</td><td colspan="7">수위, 기상(강우, 강설 등), 유량, 하상지형, 시설물안전(간극수압, 변위 등)</td></tr>
<tr><td>통신망</td><td colspan="7">광통신망 및 USN망/악천후시 통신 여부 검증</td></tr>
<tr><td>미들웨어</td><td colspan="7">수문관측자료 실시간 모니터링 시스템 검증</td></tr>
<tr><td rowspan="4">테스트베드 구축비용</td><td rowspan="2">구축비용</td><td colspan="5"><table><tr><td>수위관측소</td><td>1.4억원/개소×30개소=30억원</td></tr><tr><td>우량관측소</td><td>1억원/개소×15개소=15억원</td></tr><tr><td>유량관측소</td><td>1.5억원/개소×10개소=15억원</td></tr><tr><td>하천시설물관측소 설치</td><td>6억원/개소×1개소=6억원</td></tr><tr><td>하상지형관측소 설치</td><td>2억원/개소×10개소=20억원</td></tr><tr><td>부대시설</td><td>0.2억원/개소×70개소=14억원</td></tr><tr><td>통신시스템구축</td><td>30억원</td></tr><tr><td>측정시스템 구축</td><td>95억원</td></tr></table>※ 세부 항목 향후 조정 예정</td><td>총액</td></tr>
<tr><td>실험비용</td><td colspan="5">12억원×3년×1수계=36억원</td><td rowspan="2">267억</td></tr>
<tr><td>유지관리비용</td><td colspan="5">2억원×3년×1수계=6억원</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진일정</td><td>연도</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td>위치조건검토</td><td>위치확정</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>설계</td><td>기본설계</td><td>상세설계</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>시공/실험</td><td></td><td>기초공사</td><td>설치/실험</td><td>실험/운영</td><td>실험/운영</td></tr>
<tr><td rowspan="4">추진체계</td><td>국토부</td><td colspan="5">주관</td><td rowspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td>공기업</td><td colspan="5">활용분야 도출 및 운영</td></tr>
<tr><td>연구기관</td><td colspan="5">요소기술 개발 및 검증</td></tr>
<tr><td>기업</td><td colspan="5">센서기술 개발 및 시스템구축</td></tr>
<tr><td>법·제도적 지원사항</td><td colspan="7">· 수문조사기본계획 보완을 통한 추가 확보되는 모니터링지점에 대한 지속적 유지관리 계획 반영 필요</td></tr>
<tr><td>종료후 활용방안</td><td colspan="7">· 수재해 관리에 필요한 요소기술 실험, 검증 및 인증센터로 활용
· 모니터링 자료의 WAMIS, WINS 연계를 통한 서비스 제공</td></tr>
<tr><td>기타</td><td colspan="7">· 지역기반 물관리상황실 및 첨단 센서기반 수리모형실험장으로 확대 활용</td></tr>
</table>

5.4 로드맵

5.4.1 부처별 기술개발 내용 요약

○ 부처별 개발할 센서/USN/미들웨어/어플리케이션은 각각 교육과학기술부 4종, 농림수산식품부 11종, 지식경제부 5종, 환경부 8종, 국토해양부 11종으로 총 39종임

※ 해당년도 아래 숫자는 기술완성도(TRL)이며 각 단계는 아래의 수준을 의미함

1단계: 기본원리의 발견

2단계: 기술개념과 적용분야의 확립

3단계: 분석 실험 통한 기술 개념 검증

4단계: 연구실 환경 Working Model 개발

5단계: 유사환경 Working Model 검증

6단계: 유사환경 프로토타입 개발

7단계: 실제환경 프로토타입 데모

8단계: 시제품 시험평가 및 신뢰성 검증

9단계: 상용제품 생산

<표 5-16> 부처별 기술개발 단계별 예산과 기술완성도(TRL)

부처	순번	센서명	1단계			2단계		예산(억원)	
			'13	'14	'15	'16	'17	1단계	2단계
교과부	1-1	효소기반 환경 바이오센서 안정화 기술	1				6	15	15
	1-2	TOC/TN/TP 센서 원천 기술 개발	1				6	30	30
	1-3	오염 저항성 센서 소재 개발 기술	1			6		15	15
	1-4	수질오염 미생물 진단 센서 원천 기술	2				6	25	25
농식품부	2-1	장거리 수위계측시스템(레이다, 초음파식)	3		8				-
	2-2	농업용 수로 수위측정시스템	3		8				-
	2-3	소하천용 다채널 수위계 시스템	3		8				-
	2-4	레이다 수위/유속 시스템	3		8				-
	2-5	전자식 유속 측정 시스템	3		8				-
	2-6	유량측정용 flume gate 시스템	3		8				-
	2-7	내용적 측정용 음향측심기 시스템	3		8				-
	2-8	해양 병원균 바이오센서 개발	1-2	3-4	5-6	7-8	9	15	6

부처	순번	센서명	1단계			2단계		예산(억원)	
			'13	'14	'15	'16	'17	1단계	2단계
	2-9	해양 조류 직독식 센서 개발	1-2	3-4	5-6	7-8	9	9	4
	2-10	양식어장 환경 맞춤형 다항목 수질 자동측정 장치 개발	1-3	4-6	7-8			6	-
	2-11	해양 부유물질 직독식 센서 개발	1-2	3-4	5-6	7-8	9	9	3
지경부	3-1	전기식 수질 단위센서(5종)	4				8	58	12
	3-2	광학식 수질 단위센서(4종)	4				8	57	13
	3-3	압력식 수위센서	4				8	15	5
	3-4	자동 세정/교정 복합센서			2-3		7	15	75
	3-5	광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준	3				8	30	
	3-6	Sub-1GHz대역 광대역 저전력 RF/안테나 기술	3				8	44	24
	3-7	고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 기술	3				8	51	18
	3-8	환경센서망 동적 채널할당 MAC 기술	4				8	30	22
	3-9	환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술	3				8	30	38
	3-10	광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 기술	4				8	45	34
	3-11	광역 환경 센서네트워킹 및 센서 신호처리 기술	4				8	36	22
	3-12	광역 환경센서망 게이트웨이 기술	4				8	29	22
	3-13	광역 환경정보 수집/처리 기술	4				8	43	27
	3-14	광역 환경정보 통합/생성 기술	4				8	42	30
	3-15	광역 환경정보 분석/예측 기술	3				8	51	32
	3-16	광역 환경정보 무선망 운용관리 기술	4				8	42	31
	3-17	광역 환경정보 무선망 유지보수 기술	4				8	35	26
	3-18	광역 환경정보 무선망 보안관리 기술	4				8	22	16
환경부	4-1	인산염 측정 센서	1				7	50	9
	4-2	질산염 측정 센서	3				7	40	9
	4-3	암모니아성 질소 측정센서	1				7	50	9
	4-4	수질 내 중금속(Pb, Zn, Cu, Cd) 측정 센서	3				7	40	9
	4-5	자립형 TOC/T-N/T-P 측정장치 개발	1				7	30	14

부처	순번	센서명	1단계			2단계		예산(억원)	
			'13	'14	'15	'16	'17	1단계	2단계
	4-6	망을 통한 오염물 유출 경로 추적이 가능한 application 개발	4				8	20	20
	4-7	실시간 측정 자료 및 GIS 기반 유역 관리 모델 개발	3				8	28	42
	4-8	실시간 측정 자료 기반 fault sensor identification 기술 개발	4				8	12	18
국토부	5-1	초음파 하천 수량 센서	3				8	40	25
	5-2	2차원 표면유속장 측정기술 개발	3				8	17	8
	5-3	광전자 수위센서	4				9	15	10
	5-4	3차원 하상모니터링 센서	4				8	25	10
	5-5	수변공간 변화 관측 기술 개발	3				8	10	5
	5-6	자율형 광학우량 관측 센서 기술 개발	3				8	20	10
	5-7	전자 강수량 센서 개발	3				8	30	20
	5-8	자율형 수중환경 무인자동 모니터링 장비 (AUV)	3				8	46	4
	5-9	수상 무인자동 채수 장비 (USV)	3		8			25	-
	5-10	하천시설물 안전관리 센서 개발	3				9	25	10
	5-11	수문모니터링 자료 처리 및 분석 기술	3				9	28	12

5.4.2 기술맵

가) 자립형 센서/측정장치

수질-1	효소기반 환경 바이오센서 안정화 기술	주관부처	교과부
		협조부처	환경부,지경부

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 효소는 기질과의 높은 특이성으로 인해 센서를 위한 리셉터 분자로 많이 활용되고 있음 - 효소 기반의 환경 유해물질, 미생물, 바이러스 진단용 바이오센서들이 point-of-care 개념으로 다수 연구되고 개발되어 있으나 효소의 불안정성으로 인해 장시간, 연속적인 환경 현장 적용형 바이오센서 개발은 진행되지 못하고 있음	- 환경 유해물질, 미생물, 바이러스 등의 진단이 가능한 효소의 안정화 기술 (효소 코팅 기술, 고정화 기술, 효소 자체의 분자생물학적 개질 기술 등)을 확보하여 효소기반 환경 바이오센서의 수계 현장 적용을 가능케 하고자 함

글로벌 동향 및 수준	- 효소는 높은 선택성과 활성도 때문에 의료, 식품, 센서, 바이오정화, 생물공정 등 광범위한 분야에서 사용되고 있음 - 각국에서는 고부가가치 효소를 유전자 재조합 발현 기술을 이용하여 대량생산을 하려는 노력을 하고 있으며, 유용한 효소의 산업화를 위해 효소 안정화 기술을 지속적으로 개발하고 있음 - 산업용 효소 시장의 경우 2013년 51억 달러 규모로 예측되고 있음	
우리나라 현황 및 수준	- 안정화 연구는 많이 진행되지 않고 있고, 유용 효소의 분리 정제에 주로 초점을 맞추고 있음 - 연구소 및 대학교에서는 분자생물학적 관점에서의 효소 변형 및 개량을 통한 안정성 연구가 주로 진행되고 있음 - 핵심 효소 기술 등은 선진국의 몇몇 기업에 의해 지배되고 있고, 자체 발굴 효소 등의 수가 낮음. 따라서 안정화 기술의 원천 기술 확보가 유리할 것임 - 효소 자체 개발 수준은 낮지만 효소 안정화 연구 자체는 선진국대비 대등한 수준임	선진국대비 기술수준 약 (80)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	물리, 화학적 방법에 의한 효소 안정화 기술
핵심기술2	분자 생물학적 방법에 의한 효소 안정화 기술
핵심기술3	안정화 효소를 이용한 환경 바이오센서 제작 기술
핵심기술4	안정화 효소기반 환경 바이오센서의 장시간 운용 기술

기술개발 목표	2013	2014	2015	2016	2017
개발기간	○	○	○	○	○
개발목표	- 수계 환경유해물질 (유기, 무기 화합물, 미생물, 바이러스 등) 반응성 효소 선정 및 안정화 기술 개발 **(측정 대상 물질 기반 효소 3종 이상 선정)**	- 효소의 장기간 활성도 검증을 통한 안정화 기술 확립 **(기질과의 반응성 확보와 최소 3개월 이상의 초기 효소 활성도 70% 이상 유지)**	- 안정화 효소를 이용한 환경 바이오센서 구성 및 반응성 검증 **(측정 대상 물질 기반 3종 이상의 바이오센서 개발)**	- 안정화 효소기반 환경 바이오센서의 장시간 반응성 검증 **(최소 1개월 이상 유의성있는 센서 신호 확보)**	-안정화 효소기반 환경바이오센서 프로토타입 제작과 실험실 수준에서의 장시간 운용 기술 확보 **(프로토타입 센서 3종 이상 개발과 1개월 이상 운용 기술 확보)**

기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
	2013				2017				

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 정부주도의 원천기술 제안	- 정부주도의 지원 지속과 성공적 원천 기술 확보 후 기업체 연계 타진
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁 등)	- 연구소, 대학과의 공동연구 추진	- 연구소, 대학과의 공동연구 추진
소요인력	- 10M/Y	- 10M/Y
필요 예산	- 15 억 원	- 15 억 원

수질-2	TOC/TN/TP 센서 원천 기술	주관부처	교과부
		협조부처	환경부,지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점					(TO-BE) 개선 방향			
	- 하천 및 호소에 존재하는 총 탄소, 질소, 인은 수질 관리의 중요한 항목으로 관리되고 있음 - **측정기기 방식**의 진단으로 운영되고 있고, 현 기술은 전처리 과정이 필수이며 TOC, TN, TP의 선택성 소재가 없어 자립형 센서로 기술 구현이 어려움					- 전처리 배제형 혹은 전처리 최소화 기반의 TOC/TN/TP 센서화 원천 기술을 개발			
글로벌 동향 및 수준	- TOC의 경우 GE등의 기업에서 소형화된 측정기기 형태로 개발하여 공급하고 있으나 **자립형 센서 타입은 없음** - TOC/TN/TP는 전처리 과정이 필수적이므로 전처리 과정이 수반될 경우 센서화하기 어렵다는 인식이 지배적임								
우리나라 현황 및 수준	- 일부 TOC, TN, TP 단일 항목 중심으로 중소기업에서 생산하는 측정기기 형태가 보급되고 있으나 성능 등의 문제로 수질 측정망에 활용되지 못하고 있는 실정임 - 국외에서 개발된 측정 분석 장치를 국내에서 구입하여 이용하는 수준이며, 센서화 된 측정 방식은 전무 함 - 국내 측정기기 개발 기술 수준은 외산과 비교하여 큰 차이가 없으나 성능 개선의 문제를 해결해야 함							선진국대비 기술수준	약 (70)%
핵심기술	기술명								
	핵심기술1	TOC 센서화 원천 기술 (전처리 최소화 혹은 배제형)							
	핵심기술2	TN 센서화 원천 기술 (전처리 최소화 혹은 배제형)							
	핵심기술3	TP 센서화 원천 기술 (전처리 최소화 혹은 배제형)							
	핵심기술4	TOC, TN, TP의 선택성 소재 및 촉매 기술 개발							
기술 개발 목표	개발 기간	2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
	개발 목표	- TOC/TN/TP 분석을 위한 전처리 최소화 혹은 배제형 측정 기술 개발 **(전처리 과정을 최소화 혹은 배제할 수 있는 대체지표 혹은 직접 측정 기술)**	- TOC/TN/TP 선택성 소재 및 직접 접촉성 산화 촉매 소재 기술 개발 **(탄소, 질소, 인 선택적 인지용 소재 합성 및 촉매 합성 기술 개발)**	-전처리 최소화/배제형 기술과 선택성 소재, 촉매기술을 이용한 TOC/TN/TP 정량화 검증 **(총 탄소, 총 질소, 총 인에 대한 개발 기법의 반응 정량선 도출)**	- TOC/TN/TP 센서화를 위한 프로토타입 구성 및 정량화 검증 **(프로토타입 개발과 유사환경에서의 정량화 검증)**	- 프로토타입의 장기간 안정성 검증 **(TOC/TN/TP 측정 기준: 환경규제 기준 범위 측정을 만족하고 1개월 이상의 측정 안정성 검증)**			
	기술 완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
		2013				2017				
추진전략		1단계					2단계			
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)		- 정부주도 추진을 통한 연구소 대학 중심의 원천 기술 연구					- 정부와 기업주도 연구, 산학연 협력이 반드시 필요			
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)		- 공동 경쟁 연구를 통한 고난이도 원천 기술개발의 다양성 추구					- 공동 경쟁 연구를 통한 고난이도 원천 기술개발의 다양성 추구/기술의 응용성 타진을 위한 참여 기업 위탁 연구 필요			
소요인력		- 40M/Y					- 40M/Y			
필요 예산		- 30 억원					- 30 억원			

수질-3	오염 저항성 센서 소재 개발 기술	주관부처	교과부
		협조부처	환경부,지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
	- 자립형 센서의 장기적 운용의 문제점은 센서 프로브의 생물막 형성, 유무기물의 흡착 등과 같은 외부환경 변화에 따른 동작 불안전성, 이에 따른 센서의 민감도 저하임	- 자립형 센서의 안정화와 장기간 운전을 위해 오염 저항성이 우수한 anti-fouling 센서 소재와 코팅 기술을 개발하고, 센서의 오염을 최소화 하여 자립형 센서의 안정적인 장기간 운영을 가능케 함
글로벌 동향 및 수준	- Anti-fouling 소재 기술은 선박의 방오 도료, 의료 소재, 섬유 소재, 건축물 도료 등 광범위한 분야에 적용되고 있음 - 그러나 직독식 자립형 센서의 오염 방지를 위한 소재 개발 연구는 체계적으로 진행되지 않음	
우리나라 현황 및 수준	- 국외와 비슷하게 다양한 분야에 anti-fouling 소재 기술이 개발되고 있으나 센서 오염 방지 분야에 대한 연구는 진행된 바 없음 - 따라서 자립형 센서 안정화를 위한 오염 저항성 센서 소재 개발 기술은 신규성이 강한 원천 기술임	선진국대비 기술수준 약 (80)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	센서 오염 방지용 anti-fouling 소재 기술
핵심기술2	센서 오염 방지용 anti-fouling 코팅 기술
핵심기술3	-
핵심기술4	-

기술개발목표	개발기간	2013	2014	2015	2016	2017
		○	○	○	○	
	개발목표	- Anti-fouling 나노 소재 합성 기술 개발 및 합성 최적화 조건 확립 **(나노소재의 합성 여부와 합성 최적화 조건 도출)**	- Anti-fouling 나노 소재의 코팅 기술 개발 및 코팅 최적화 조건 확립 **(나노소재의 코팅 기술 개발 여부와 코팅 최적화 조건 도출)**	- Anti-fouling 소재의 다양한 조건에서의 오염 저항성 테스트 **(최소 3개월 이상 센서 테스트 유사 수질 환경에서 오염이 나타나지 않는 수준 달성)**	- 직독식 센서 표면 코팅을 통한 소재 적용 가능성 연구 **(직독식으로 운영되는 센서에 도포하여 3개월 이상 센서 표면의 오염도가 없는 수준 달성)**	

기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
	2013				2016				

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 정부주도의 원천기술 연구	- 정부주도의 원천기술 연구
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 공동연구	- 공동연구
소요인력	- 10M/Y	- 10M/Y
필요 예산	- 15 억원	- 15억원

수질-4	수질 오염 미생물 진단 센서 원천 기술 개발	주관부처	교과부
		협조부처	환경부

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 막여과법, 최적확수법은 대장균군의 lactose를 분해하는 능력에 근거해 존재 유무를 정량하고 있으나 과정이 복잡하고 결과를 통계표에 근거해 산출하므로 결과의 오차가 크고 불명확하며, 장시간이 소요되며, 수계의 분변오염에 대한 안정성을 신속하게 점검해야한다는 측면에서 한계가 있음	- 분변 오염 지표를 통해 병원성 미생물의 존재 가능 여부를 판단한다는 측면에서 분변오염의 실태를 정확하게, 실시간으로 파악하고 수계에 직접 적용할 수 있는 고 선택성 센서 타입의 분원성 대장균 진단 기술 개발이 반드시 필요함
글로벌 동향 및 수준	- 스페인의 Riu 그룹은 앱타머를 이용한 대장균 센서를 개발 하였으나, 실험 표준 균주를 이용한 앱타머를 사용하였고, 실제 수계 환경에서의 적용 여부는 아직 검증되지 않았음. 그러나 mL 당 4 마리의 대장균 검출 가능성을 보여, 앱타머를 이용하여 민감도 높은 센서 개발의 가능성을 보여 주었음	
우리나라 현황 및 수준	- 간이 진단 형식의 연구는 진행되고 있으나, 대장균군과 같은 미생물을 진단하는 현장 적용형 센서 연구는 전혀 이루어지지 않고 있음	선진국대비 기술수준: 약 (50)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	수계의 대장균군 분리 및 확보
핵심기술2	대장균군 선택적 인지용 리셉터 확보 기술
핵심기술3	대장균군 선택적 리셉터를 결합한 센서 프로브 기술
핵심기술4	대장균군 센서 평가 및 제작 기술

기술개발목표	2013	2014	2015	2016	2017
개발기간	○	○	○	○	○
개발목표	- 대장균군 분리 및 확보 **(10 종 이상 확보)** - 대장균군 선택적 인지용 리셉터 개발 **(핵산 기반의 앱타머 2종 이상 확보)**	- 대장균군 선택적 인지용 리셉터 개발 **(핵산 기반의 앱타머 8종 이상 확보)** - 리셉터를 결합한 센서 프로브 개발 **(앱타머와 나노소재 기반 전극 개발 여부)**	- 실험실 수준의 센서 프로브 성능 평가 **(100 CFU/ml 의 탐지능 확보)** -센서의 장기간 안전성 검증 및 개선 **(최소 1주일 이상 직독식 형태로 측정 가능 여부)**	- 대장균군 직독식 센서 구성 및 기존 시험 방법과의 센서 비교 평가 **(기존 시험법과의 비교 평가 여부 및 센서의 정량선 구축 여부)**	- 수질 유사환경을 모사한 실험실 수준의 테스트 베드 에서의 검증 **(1 주일 이상 직독식으로 측정 가능 여부)**

기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	상용제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
		2013			2017				

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 과제 공모를 통한 정부 주도 방식	- 정부와 기업주도 (센서화 연구와 테스트 베드 적용 연구를 위한 기업의 참여가 필요)
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 공동연구 (대장균군 확보, 리셉터 기술, 센서 프로브 개발)	- 공동연구 (센서 프로브 개발, 센서화 연구, 센서 신호 전달 연구, 테스트 베드 적용)
소요인력	- 15 M/Y	- 10 M/Y
필요 예산	- 25 억	- 25 억

수질-5	전기식 수질센서(5종)	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 국내 일부 중소기업에서 제품을 생산하고 있으나, 낮은 성능/신뢰성 문제로 실제 수질 자동측정망에는 적용되지 못 하고 있음 - 수질 자동측정망에서 실제 사용되는 센서는 고가의 수입제품으로 설치개수 제한 및 유지보수 어려움의 문제 야기	- 전극 소재 및 센서 구조/제조 최적화로 성능/신뢰성 향상을 통한 수질 측정망 등의 국내수요 자체공급 - 저가격 국산 제품 개발 통한 설치개수 확대(2배 이상) 및 유지보수 용이성 향상 - 향후 개발도상국 등의 해외시장 개척
글로벌 동향 및 수준	- 전기식 수질 단위센서의 단독제품은 물론 다항목 수질 복합센서에 센서의 일종으로 포함되어 판매되고 있음 - 센서의 유지보수 용이성 향상을 위해 **전극 등의 소모성 재료의 수명연장 기술이 핵심이슈**로 부각되고 있음	
우리나라 현황 및 수준	- 일부 중소기업에서 단일수질 센서를 생산하고 있으나, 실제 하천 수질 모니터링용으로 사용하기에는 성능 및 신뢰성 저하 문제로 부적합한 수준임 - 기술 경쟁력 확보를 위한 전극용 신소재(합금 등) 개발 역량은 선진국과 대등한 수준으로 매우 우수함	선진국대비 기술수준 약 (85)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	전극 소재 기술
핵심기술2	신호처리회로 설계 기술
핵심기술3	방수/내부식 하우징 기술
핵심기술4	

기술개발 목표						
개발기간	2013	2014	2015	2016	2017	
	○	○	○	○	○	
개발목표	-전극 소재 개발 -전기식 수질센서 구조 설계	-센서부 제조 -신호처리회로 개발	-센서부/신호처리부 일체화 -방수/내부식 하우징 -시제품 제작 (측정항목 범위, 정확도: 수온 -5~50℃, ±0.3℃; EC 0~100mS/m, ±0.5%; pH 0~14, ±0.2; ORP ±1000mV, ±20mV; 염도 0~70ppt, ±1%)	-시제품 시험인증	-테스트베드 적용 및 신뢰성 확보	

기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	상용시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013				2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도, 기업주도 등)	- 정부 주도로 개발을 추진하되, 관련 기술을 보유한 기업들을 1차년도부터 참여시켜 개발기간 단축 및 개발기술 완성도 향상 유도	- 정부 주도로 개발을 추진하되, 산업체를 통해 상용화 및 사업화 적극 추진
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 정출연을 통한 핵심기술 개발 및 산업체와의 공동연구를 통해 보유기술 적극 활용	- 산업체 공동 연구를 통해 기술사업화 조기 추진
소요인력	- 20M/Y	- 4M/Y
필요 예산	- 58억원	- 12억원

수질-6	광학식 수질센서(4종)	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 국내 중소업체에서 광학식 수질 단위센서 4종 중에서 탁도센서는 생산 중이나, 다른 3종(DO, 클로로필-a, 남조류)은 생산하지 못 함 - 수질 자동측정망에서 실제 사용되는 센서는 고가의 수입제품으로 설치개수 제한 및 유지보수 어려움의 문제 야기	- 탁도센서 성능/신뢰성 향상 및 DO/클로로필-a/남조류 센서 개발을 통한 수질 측정망 등의 국내수요 자체공급 - 저가격 국산 제품 개발 통한 설치개수 확대(2배 이상) 및 유지보수 용이성 향상 - 향후 개발도상국 등의 해외시장 개척

글로벌 동향 및 수준	- 광학식 수질 단위센서의 단독제품은 물론 다항목 수질 복합센서에 센서의 일종으로 포함되어 판매되고 있음 - DO 센서의 경우, 기존 전기식 센서는 유지보수성이 우수한 광학식 센서로 대체되고 있음 - 전통적인 광학식 수질센서인 탁도센서 외에 클로로필-a, 남조류 센서의 시장이 확대되고 있음	
우리나라 현황 및 수준	- 일부 중소기업에서 탁도센서를 생산하고 있으나, 실제 하천 수질 모니터링용으로 사용하기에는 성능 및 신뢰성 저하 문제로 부적합한 수준임 - 탁도센서 이외의 **DO, 클로로필-a, 남조류**와 같은 다른 광학식 센서는 국내에서 **개발된 예가 거의 없음** - 광원용 LED/LD 및 광검출용 PD 등의 제품 개발에 필요한 기반 기술은 보유	선진국대비 기술수준 약 (60)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	광원용 LED/LD 제조 기술
핵심기술2	광검출용 PD 제조 기술
핵심기술3	광학식 수질센서 설계/제조 기술
핵심기술4	신호처리회로 설계 기술

기술개발목표	개발기간	2013	2014	2015	2016	2017
		○	○	○	○	○
	개발목표	-광원용 LED/LD 및 광검출용 PD 개발 -광학식 수질센서 구조 설계	-센서부 제조 -신호처리회로 개발	-센서부/신호처리부 일체화 -방수/내부식 하우징 -시제품 제작 (측정항목 범위, 정확도: 탁도 0~1000 NTU, ±2%; DO 0~50mg/L, ±2%; 클로로필-a 0~500μg/L, ±3%; 남조류 0~20,000NTU, ±0.3%)	-시제품 시험인증	-테스트베드 적용 및 신뢰성 확보

기술개발목표	기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	상용시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
					2013				2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 정부 주도로 개발을 추진하되, 관련 기술을 보유한 기업들을 1차년도부터 참여시켜 개발기간 단축 및 개발기술 완성도 향상 유도	- 정부 주도로 개발을 추진하되, 산업체를 통해 상용화 및 사업화 적극 추진
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 정출연을 통한 핵심기술 개발 및 산업체와의 공동연구를 통해 보유기술 적극 활용	- 산업체 공동 연구를 통해 기술사업화 조기 추진
소요인력	- 19M/Y	- 4M/Y
필요 예산	- 57억원	- 13억원

수질-7	자동 세정/교정 복합센서	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="2">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="2">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="2">- 국내에서는 1개 수질 항목만 측정 가능한 일부 단일센서만 주로 생산
- 수질 자동측정망에서 실제 사용되는 센서는 고가(2,000만원 이상)의 수입제품으로 설치개수 제한 및 유지보수 어려움의 문제 야기
- 선진국에서 생산되는 다항목(10개 이상) 수질 복합센서도 생물막 오염 방지를 위한 자동세정 기능이 취약하여 장기간 무인기반 운용은 어려움
- 배터리 전원 교체 및 수동교정을 위한 센서 회수가 요구되는 모바일용 제품만 생산되고 있음</td><td colspan="2">- 선진국에서만 생산되는 다항목(10개) 수질 복합센서 개발
- 저가격(1,000만원 이하) 국산 제품 개발 통한 설치개수 확대(2배 이상) 및 유지보수 용이성 향상
- 생물막 오염 방지용 개폐 보호캡 적용 및 자동세정 기능 향상 제품 개발로 장기간(3개월 이상) 무인 기반 운용 가능
- 저전력 기능 향상으로 자가충전 전원(예: 태양광 판넬)으로 운용 가능하고, 자동교정 기능이 추가되어 센서가 설치된 현장에서 교정이 가능하여 USN용 자립형 제품 개발로 수입대체는 물론 세계시장 개척</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="4">- YSI(미국), Hydrolab(미국), Sutron(미국), SEBA(독일) 등에서 다항목 수질 복합센서 제품 판매 중
- 실제 하천 수질 모니터링 적용에 필요한 자동세정 기능은 YSI(미국) 제품 등의 일부에만 있으나, 장기간(3개월 이상) 사용은 어려울 만큼 아직 취약함
- 자립형 센서를 위한 저전력 및 자동교정 기능이 적용된 제품은 아직 없음</td></tr>
<tr><td rowspan="2">우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="3" rowspan="2">- 일부 중소기업에서 단일수질 센서를 생산하고 있으나, 실제 하천 수질 모니터링용으로 사용하기에는 성능 및 신뢰성 저하 문제로 부적합한 수준임
- 복합신호 처리용 저전력 ROIC(Read-Out Integrated Circuit) 및 지능형 제어회로 설계 기술 등의 차세대 제품 개발에 필요한 기반 기술은 보유</td><td>선진국대비
기술수준</td></tr>
<tr><td>약 (75)%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="4">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="3">단일센서(10종) 일체화 복합센서 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="3">복합신호 처리용 저전력 ROIC 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="3">생물막 오염 방지용 자동세정 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술4</td><td colspan="3">지능형 자동교정 기술</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td></td><td></td><td>-자동교정 알고리즘 개발
-복합신호 처리용 저전력 ROIC 및 지능형 제어회로 기술 개발 (태양광 판넬 자가충전 전원 적용 가능)</td><td>-복합센서용 일체형 하우징
-자동세정 장치 개발 (90일 이상 연속사용 가능)
-자동교정 회로/소프트웨어/키트 개발(센서 설치 현장에서 1시간 이내로 교정)</td><td>-복합센서 시제품 제작 및 현장적용 시험</td></tr>
<tr><td>기술
완성도
(TRL)</td><td colspan="5"><table><tr><td>1단계</td><td>2단계</td><td>3단계</td><td>4단계</td><td>5단계</td><td>6단계</td><td>7단계</td><td>8단계</td><td>9단계</td></tr><tr><td>기본원리의 발견</td><td>기술개념과 적용분야의 확립</td><td>분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>연구실 환경 Working Model 개발</td><td>유사환경 Working Model 검증</td><td>유사환경 프로토타입 개발</td><td>실제환경 프로토타입 데모</td><td>상용시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>상용제품 생산</td></tr><tr><td></td><td></td><td>2015</td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td><td></td></tr></table></td></tr>
<tr><td>추진전략</td><td colspan="2">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td>목표달성을 위한 추진전략
(정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="2">- 정부 주도로 개발을 추진하되, 관련 기술을 보유한 기업들을 1차년도부터 참여시켜 개발기간 단축 및 개발기술 완성도 향상 유도</td><td colspan="2">- 정부 주도로 개발을 추진하되, 산업체를 통해 상용화 및 사업화 적극 추진</td></tr>
<tr><td>기술확보전략
(단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="2">- 정출연을 통한 핵심기술 개발 및 산업체와의 공동연구를 통해 보유기술 적극 활용
- 대학 위탁연구를 통한 고난이도 기술의 선행연구 및 기술개발 위험성 완화</td><td colspan="2">- 산업체 공동 연구를 통해 기술사업화 조기 추진</td></tr>
<tr><td>소요인력</td><td colspan="2">- 5M/Y</td><td colspan="2">- 25M/Y</td></tr>
<tr><td>필요 예산</td><td colspan="2">- 15억원</td><td colspan="2">- 75억원</td></tr>
</table>

수질-8	해양 조류 직독식 센서 개발	주관부처	농수산식품부
		협조부처	-

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 조류(phytoplankton)의 분포를 연속적으로 측정하는 것은 phytoplankton에 의한 일차 산물의 비율과 그의 환경요인 의존도를 정성적으로 측정하기 위한 전제조건 - Phytoplankton의 모니터링은 그 종별에 따라 양식생물의 먹이원으로 기초인자이면서 해양환경 생태계에서의 이상해황(적조, 빈산소수괴 발생 등)을 조기에 확인하는 기반인자가 될 수 있음 - Phytoplankton 정성분포를 검정하는 정립된 현재의 방법들은 일정량의 시료 채취와 얻어지는 최종 분석결과 사이에서 소요되는 전형적인 시간 차이로 인해 대부분의 경우 관리나 모니터링 업무에 사용되기 힘들며, 사람의 인력이란 면에서 너무 높은 비용이 소요됨	- 조류의 스펙트럼 그룹에 따라 달라지는 광합성 색소의 구성 차이와 이때 변화하는 클로로필 형광에 대한 흡수 스펙트럼 차이를 이용하여 형광을 측정하는 해수형 형광 광도계를 개발하여 실시간 조류의 분포를 정성적으로 현장측정을 가능케 함

		선진국대비 기술수준
글로벌 동향 및 수준	- 일반 클로로필 a(Chl-a) 센서 기술은 상용화 수준으로 수질센서 전문회사(YSI, Huko 등)를 중심으로 상용화 수준으로 개발 되어 있으나, 센서의 유지 및 보수가 힘들고 반면에 고가임. 해양 조류 다양성 관측이 가능한 조류 센서는 아직 기초 연구 단계임	
우리나라 현황 및 수준	- Chl-a 정량분석 수준으로 한 측정 분석 장치가 개발되어 상품으로 활용되고 있음. 해양 조류는 현미경 관측이 주를 이루며, 일부 DNA 유전체를 이용한 측정에 대한 연구가 시도 되고 있으나 아직 미개발이며, 실시간 자동측정 장치는 전무한 수준임	약 (50)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	- 해양 조류 특성별 형광 스펙트럼 그룹화
핵심기술2	- LED 기반 해양조류의 프로파일링 구축
핵심기술3	- Fluoro Porbe 개발
핵심기술4	

기술개발 목표										
개발 기간		2013		2014		2015		2016		2017
		○		○		○		○		○
개발 목표		- 해양 조류 출현 현황 및 환경 대응 평가 - 해양 조류 특성별 형광 스펙트럼 그룹화		- 광학 band path 필터 조합의 최적화 - LED 기반 해양조류의 프로파일링 구축		- 해양 조류 형광 프로브 개발		- 테스트베드 구축		- 시범운영 - 상품화 추진
기술 완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계	
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산	
	2013		2014		2015		2016		2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	-기초 이론 및 연구 분야, 핵심(원천)기술 확보는 정부주도 -기술에 대한 응용과 설계는 기업주도	- 개발 센서에 대한 기능 보강 및 정도관리 분야는 정부주도 - 시범 실험을 위한 센서 제작은 기업주도
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 원천기술 분야는 범부처 정부 연구기관과의 공동연구 추진 - 기업주도 분야는 위탁	- 테스트베드 구축 및 운영은 단독 - 상품화 추진은 위탁
소요인력	-미정	-미정
필요 예산	-9억	-4억

수질-9	양식어장 환경 맞춤형 다항목 수질 자동측정 장치 개발	주관부처	농식품부
		협조부처	-

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점				(TO-BE) 개선 방향				
	- 동, 서, 남해 연안별 환경과 양식어장 특성에 맞는 수질관리 제어 시스템의 운영이 요구됨.				- 양식어장별 요구되는 수질항목의 차별화를 통하여 수질자동 모니터링 운영 효율을 극대화함				
글로벌 동향 및 수준	- 해양의 관측 목적별, 특성별 환경에 맞추어 다항목 수질 자동측정 센서를 다양하게 구성하여 활용하고 있음								
우리나라 현황 및 수준	- 해수질 자동 모니터링은 수온과 용존산소 측정을 중심으로 한 시스템으로 양식어장 주변에 설치되어 활용 되고 있음.							선진국대비 기술수준	약 (40)%
핵심기술	기술명								
	핵심기술1	- 연안어장 양식용수 수용 환경 평가기술 구축							
	핵심기술2	- 수역 적지선정 및 타당성 평가기술 확립							
기술개발목표	개발기간	2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○					
	개발목표	- 연안어장 양식용수 수용 환경 평가	- 수역 적지선정 및 타당성 평가	- Test bed 시범운영					
	기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
		2013			2014			2015		
추진전략	1단계							2단계		
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 전반적인 사업추진은 정부주도 - 사업성과물은 정책 자료로서 제시							-		
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 전반적인 사업추진은 단독수행을 기본으로 함 - 타당성 평가 위탁 수행							-		
소요인력	- 미정							-		
필요 예산	- 6억							-		

수질-10	해양 부유물질 직독식 센서 개발	주관부처	농식품부
		협조부처	-

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 매년 하계에 발생하는 집중강우로 인하여 하천을 통하여 연안 어장으로 대량으로 유입되는 부유토사는 인과 함께 수질을 악화시키는 주요한 원인이 되기도 하지만, 전복, 우렁쉥이 등 유용 수산생물의 폐사를 일으키기도 함 - 특히 동해 중부해역의 경우 빈번한 산불과 폭우로 토사가 연안 어장으로 대량 유입되어, 연안 어장 분포 패류의 피해에 대한 우려가 높아지고 있으며, 또한 양식생물의 폐사가 매년 발생하여 문제가 되고 있음 - 유입토사에 대한 거동을 사전에 예측하고, 이로 인한 어업손실을 예방할 수 있는 장치가 절실히 요구되고 있음	- 기존 센서의 감도를 극대화하여 해양에서 활용 가능한 해양형 부유물질 센서를 새롭게 개발함 - 대량으로 유입되는 부유토사의 유입을 실시간으로 관측할 수 있는 부유물질 센서를 포함한 수질 오염원감시 시스템의 운영으로 부유토사의 유입을 즉시에 파악하여, 사전 처리하여 수산생물의 피해를 예방함

글로벌 동향 및 수준	- 국내외를 막론하고 탁도 및 부유물질 측정/모니터링 센서는 실험실용, 현장용 다양하게 개발되어, 상용화된 제품을 생산하고 있음. - 하지만 기존에 개발된 센서의 발광 장치 및 수광장치의 분해능(평균 약 0.8% 이상)은 낮기 때문에 해양에 적용하기에는 무리가 있음.	
우리나라 현황 및 수준	- 온라인 연속 자동측정 장치로는 광학소자를 이용한 센서가 순수 국산 기술로 개발되어 TMS방식으로 활용되고 있으나, 연안어장 수역에는 적용이 불가함	선진국대비 기술수준 약 (70)%

핵심기술	기술명	
	핵심기술1	- 금 나노입자 광학기판 개발
	핵심기술2	- 나노입자 기반 광학소자 개발
	핵심기술3	- 나노입자 기반 부유물질 센서 개발
	핵심기술4	

기술개발 목표	개발기간	2013	2014	2015	2016	2017
		○	○	○	○	○
	개발목표	- 금 나노입자 광학기판 개발	- 나노입자 기반 광학소자 개발	- 나노입자 기반 부유물질 센서 개발	- Test bed 구축	- 시범운영 - 상품화 추진

기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
	2013		2014			2015		2016	2017

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 원천기술 연구추진은 정부주도 - 센서 제작은 기업주도	- 센서의 Test bed 활용은 정부주도 - 센서의 상품화 추진은 기업주도
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 금 나노입자 광학기판 및 소자 개발은 범부처 정부 연구기관 공동연구 - 센서 제작은 위탁	- Test bed 활용은 단독 또는 기업과의 공동 추진 - 센서의 시장성, 경제성 분석은 위탁
소요인력	- 미정	- 미정
필요 예산	- 9억	- 3억

수질-11	해양 유해적조 바이오센서 개발	주관부처	농식품부
		협조부처	교과부

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 양식어장에서의 유해적조 발생으로 인하여 수산생물 폐사에 따른 피해액은 연간 수백억원에서 수십억에 달하고 있음 - 적조로부터 수산생물의 피해를 예방하기 위해서는 적조 생물의 양식장으로의 유입을 차단하는 것이 무엇보다 중요하며, 이를 위하여 적조센서 경보장치 시스템의 도입이 필요하나 국내에서도 적조제어와 관련하여 실용화된 기술은 아직 이루어지지 않고 있음	- 나노 바이오를 기반으로 한 고 감도, 고 분해능 유해적조 센서의 개발을 통하여 연안 어장 적조발생 감시 장치로서 상용화를 현실화함

글로벌 동향 및 수준	- 미국의 맹독성 적조생물인 피스테리아 종의 적조발생 이후인 1997년부터는 'ECOHAB 리서치 프로젝트'를 통하여 매년 약 300만 달러를 적조의 기초과학연구에 투입하고 있음 - MBARI의 Sholin 그룹의 ESP(Environmental Sample Processor) 사업으로 DNA - probe를 이용하여 유해적조 현장검출 센서를 개발하였음 - 스페인 식품농업연구기술협회(IRTA)의 전문가들이 Alarmtox 프로젝트의 한 부분으로 조개양식장에서 미세 조류독소의 검출을 향상시킬 수 있는 고감도의 신속한 센서를 개발할어 패류의 안전성평가에 중요한 역할을 하고 있음. 그 외 노르웨이의 적조탐지기술(SEA WATCH SYSTEM) 등이 개발되어 있음

		선진국대비 기술수준
우리나라 현황 및 수준	- 최근의 적조 모니터링은 주로 가시광선 대역의 해색 관측 센서와 적외선 대역에 치중되어 지구 탐사위성의 원격탐사기법을 이용하여 이루어지고 있음 - NOAA와 LANDSAT 등의 인공위성에 의한 탐측자료를 활용하여 적조해역을 분석하는 ECO monitering system이 수행되고 있음 - 그 외 초고주파 라디오미터 센서를 이용한 적조 모니터링의 가능성에 대한 연구, 수산특정연구 개발 사업으로 적조발생 조기경보 원격 레이저 형광 센서 개발을 추진 중에 있음	약 (50)%

핵심기술	기술명	
	핵심기술1	- 유해적조 생물종 유전체 다양성 기술개발
	핵심기술2	- 나노입자 바이오 고정화 기술개발
	핵심기술3	- 나노 바이오 칩 개발
	핵심기술4	- 나노바이오 센서 개발

기술개발목표									
개발기간		2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
개발목표		- 유해적조 생물종 유전체 다양성 기술개발	- 나노입자 바이오 고정화 기술개발 - 나노바이오 칩 개발	- 나노바이오 센서 개발	- Test bed 구축	- 시범운영 - 상품화 추진			
기술완성도(TRL)		1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
		2013		2014		2015		2016		2017

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 원천기술 연구추진은 **정부주도** - 센서 제작은 **기업주도**	- 센서의 Test bed 활용은 **정부주도** - 센서의 상품화 추진은 **기업주도**
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 나노바이오기판 및 소자 개발은 범부처 정부연구기관 공동연구 - 센서 제작은 위탁	- Test bed 활용은 단독 또는 기업과의 공동 추진 - 센서의 시장성, 경제성 분석은 위탁
소요인력	- 미정	- 미정
필요 예산	- 15억	- 6억

수질-12	해양 병원균 바이오센서 개발	주관부처	농식품부
		협조부처	교과부

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 유실된 사료, 어류의 대사활동에 의한 배설물, 병원균 감염에 의한 폐사체로부터 유래된 고병원성 감염체 등과 같은 양식장 배출수에 의한 연근해의 오염이 가속화 되고 있음 - 사료 및 배설물과 같은 수산물 양식시설 배출수의 수질 관리는 「수산물 양식시설 배출수 수질기준 설정 및 관리지침」에 의해, 수산동물은 「수산동물질병관리법」에 의해 관리되고 있으나 병원체 감염배출수에 대한 지침은 미비한 상태	- 대량으로 방출되는 양식장 배출수 내의 병원체를 검출할 수 있는 초고감도 바이오센서 개발 요구 - 기존의 바이오센서에 의한 검출법으로는 해수 내의 극미량으로 존재하는 병원체, 특히 병원체 유래 DNA/RNA 검출은 불가능 - 현재 개발되고 있는 금나노입자를 이용한 나노바이오센서를 이용할 경우 20펨토몰 한계까지 감지가 가능함 - 따라서 나노기술을 활용한 나노바이오센서 개발이 시급함
글로벌 동향 및 수준	- 최근 나노기술의 급격한 발달로 나노광섬유, 나노입자, 나노와이어, 나노투브와 같은 나노구조체를 바이오센서에 응용하고자 하는 연구가 전 세계적으로 매우 활발히 진행 - 의료보건분야, 임상진단분야, 환경보전분야 뿐만 아니라 식중독을 예방하는 유통물류분야, 바이오테러를 대비한 군사분야 등에도 활용이 가능한 유대용 나노바이오센서가 개발되고 있음	
우리나라 현황 및 수준	- 국내의 나노바이오센서 시장은 아직 초기 형성 단계이나 현재 고감도측정 나노바이오센서 기반기술개발에 성공하고 있음(KAIST, 포항공대 등) - 나노입자를 이용한 나노바이오센서 분야의 경우 나노입자 표면개질 기술 등에 높은 기술력을 보유하고 있어 선진국과 비교할 때 기술경쟁력이 있음	선진국대비 기술수준 약 (60)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	- 병원체 종 판별용 유전자 정보 발굴 기술
핵심기술2	- 나노입자를 이용한 전처리 기술
핵심기술3	- 미세유체 디바이스 시스템 개발 기술
핵심기술4	- Lab-on-a-chip 개발 기술

기술개발목표									
개발기간		2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
개발목표		- 병원체 종 판별용 유전자 정보 발굴 및 미세탐침 개발	- 나노입자를 이용한 전처리 시스템 개발	- 미세유체 디바이스 시스템 개발	- Lab-on-a-chip 개발 - Test bed 구축	- 시범운영 - 상품화 추진			
기술완성도(TRL)		1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
		2013		2014		2015		2016		2017

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 기초 이론 및 연구분야, 핵심(원천)기술 확보 추진은 정부주도 - 센서 개발 기초기술에 대한 응용과 설계는 기업주도	- 유전자증폭 및 검지용 미세유체 디바이스 시스템 개발(정부주도) - Lab-on-a-chip 개발(기업주도)
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 병원체 유전정보의 데이터베이스화 단독연구 - 원천기술 확보는 BT·IT·NT 융합연구를 위한 산학연 공동 연구	- 특허를 통한 원천기술 보호 단독 - 상품화 추진은 다른 산업분야의 기업투자 유도를 위하여 위탁 수행
소요인력	- 미정	- 미정
필요 예산	- 15억	- 6억

수질-13	인산염 측정 센서	주관부처	환경부
		협조부처	농식품부, 교과부

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 인(phosphorus)은 수계의 부영향화를 유발하는 필수 감시 요소임 - 전세계적으로 영양염류중 직독식으로 상용화되지 않은 항목임 - 상용화 개발 시 수질모니터링 및 의료 보건, 식품분야에 막대한 파급효과 유발	- 자립형 직독식 인산염 측정센서 - 기존의 습식 수질공정시험법에 근접하는 검출한계와 재현성을 확보 - 저전력 구조의 유지보수를 최소화 할 수 있는 센서 - 수질분야 외 기타 의료보건, 식품분야에서도 동시에 적용 가능한 기술개발
글로벌 동향 및 수준	- 검출한계와 현장에서의 적용성 등에 있어서 기술적 한계로 인하여 1960년대에 개발된 발색후 흡광도를 측정하는 고전적인 방식을 전세계에서 계속 사용 중 - 지난 30년 동안 다양한 방식의 인산염 센서에 관한 연구가 진행되었으나, 상용화 개발되지 못하였으며 매년 10편 내외의 연구논문이 발간되고 있음 - 유기주석 화합물, 코발트나 니켈 컴플렉스에 기초한 인산염 선택막을 이용한 이온선택전극의 개발 이 시도되었으나 Ionophore 분자의 안정성 때문에 현장에서 수일 정도 밖에 사용 못함 - 검출한계를 개선하거나, 시약의 안정성을 향상시키거나, 측정시간을 단축시키는 기술개발 진행 중 - Lab-on-a-Chip(LOC) 기술을 이용하여 자동측정장치를 센서칩으로 소형화하는 연구 진행 중 - 현장에서 인산염 자동측정장치가 널리 사용되고 있으나, 직독식 자립형 센서방식의 측정기는 전무	
우리나라 현황 및 수준	- 인산염 자동분석장치는 환경부 G7 환경기술개발사업을 통해 개발되어 판매되고 있음 - 인산염 바이오센서 개발이 국내 대학에 수행된 바 있음 - LOC 기반의 측정기술의 시작품 개발 단계	선진국대비 기술수준 약 (30)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	저농도 검출이 가능한 선택적 인산염 측정 화학센서부 개발
핵심기술2	저전력 센서노드 개발, 신호인터페이스, 노이즈제거기술
핵심기술3	자립형 자가진단형 센서노드개발, 테스트베드 적용을 통한 실용화 기술
핵심기술4	

기술개발목표	2013	2014	2015	2016	2017
개발기간	○	○	○	○	○
개발목표	수중의 저농도(0.7 ug/L 이하) 측정이 가능한 인산염 선택적 검출 화학센서 연구개발	수중의 저농도(0.7 ug/L 이하) 측정이 가능한 인산염 선택적 검출 화학센서 연구개발	선택적 인산염 측정 화학센서의 시작품 제작 및 성능 시험	자립형 현장 측정 장치 및 저전력 센서노드 개발 (무인 운영방식)	자가진단, 자립형 센서노드 고도화 및 현장설치용 프로토타입 제작

기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
	2013						2017		

추진전략	1단계(3년)	2단계(2년)
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 지난 30년 이상의 개발 노력에도 불구하고 상용화 되지 못한 아이템이므로, 전 세계의 기존 인산염 센서 개발 연구결과를 분석하여 치밀한 연구개발 전략 수립 - 시장 요구, 수요 및 적용분야에 대한 분석후 기업주도의 맞춤식 신제품 개발전략 수립 - 제품 개발 후 조기 시장진입을 위한 기술검증 계획 및 마케팅 계획을 수립하여 추진	- 현장에 센서를 설치하여 자립형으로 운영되고, 배터리를 이용하여 저전력으로 가동하며, 저농도에서 고농도까지 넓은 측정범위에서 직독식으로 사용할 수 있도록 제품 설계 - 현장에서 센서의 작동이상, 오손 여부 등을 원격 감시할 수 있는 자가진단 기능 탑재 - 환경, 의료, 식품 등 다양한 응용분야에 적용하기 위한 제품 설계
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 새로운 특허기술을 기반으로 제품 개발시 지식재산권(IP) 확보가 가능한 기술을 선택 - 기업 단독 또는 대학, 연구소와의 공동 연구개발 추진	- 자동화를 통한 센서 대량 생산기술을 확보 - USN 등 원격통신기술을 연계하여 유역관리에 적용할 수 있는 기술 개발 - 기업이 주도하여 생산기술과 품질관리기술을 확보
소요인력	- 30 M/Y	- 10 M/Y
필요 예산	- 50억원	- 9억원

수질-14	질산염 측정 센서	주관부처	환경부
		협조부처	농식품부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점					(TO-BE) 개선 방향			
	- 지하수, 하천, 호소, 해양 및 하폐수 방류수에서 상시측정이 필요한 항목임 - 이온선택전극 센서 방식으로 개발된 제품은 현장에서의 장기 운영시 안정성과 측정 정확도가 극히 미흡 - UV-VIS 흡광방식 센서는 가격이 비싸고, 측정간섭물질에 따라 정확도가 떨어짐 - 국내 기술로 대체가 필요하며, 정확도 개선, 센서 오손방지 기능 등이 탑재된 기술이 요구됨					- 이온선택전극이나 220nm UV 흡광도의 단순 측정이 아닌, UV-VIS 스펙트럼 신호의 패턴인식분석을 통해 질산염 농도를 산출하는 센서를 개발 - 기존 센서보다 측정 자료의 재현성 및 정확성 개선 - 현장에서 간섭물질 존재 시 보정이 가능한 센서 개발 필요 - 현장 적용 시 내구성과 안정성을 개선하고, 센서 광학부의 오손을 방지할 수 있는 기능 탑재 필요			
글로벌 동향 및 수준	- 기존 이온선택전극방식의 센서는 실험실에서 사용될 수 있으나, 하천, 호소 및 방류수 등 현장에서의 상시 관측시에는 사용 불가능 - 220nm UV 흡광도를 측정하는 장치 또는 센서는 간섭물질 존재 시 정확도 확보가 어려움 - UV-VIS 흡광 스펙트럼을 측정하여 패턴인식을 통해 질산염 농도를 추정하는 센서의 경우 가격이 비싸고 측정대상수에 따라 보정이 필요하므로 주로 하폐수 공정에 사용됨 - 해양의 경우 카드뮴 환원법에 의한 자동측정장비만이 사용되고 있으며, 최근 LOC 기반의 소형화된 수중형 측정기기가 연구중 - 기존 습식 측정방법에 비하여 현장에서 질산염 측정센서의 정확도 확보가 어렵고, 센서의 오손 발생시 부정확한 자료 생산								
우리나라 현황 및 수준	- 질산염 자동분석장치는 환경부 G7 환경기술개발사업을 통해 개발되어 판매되고 있음 - 나노 기술을 이용한 센서가 연구되고 있으나 매우 초기 단계임 - LOC 기반의 질산염 측정기술이 연구개발 초기 단계임					선진국대비 기술수준			
						약 (30)%			
핵심기술	기술명								
	핵심기술1	UV-VIS 흡광 스펙트럼 측정에 의한 질산염 광학센서 개발							
	핵심기술2	흡광 스펙트럼의 패턴인식을 통한 질산염 농도 보정기술							
	핵심기술3	광학센서의 오손 방지장치 개발							
	핵심기술4	자립형 자가진단형 센서노드개발, 테스트베드 적용을 통한 실용화 기술							
기술 개발 목표	개발 기간	2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
	개발 목표	UV-VIS 흡광 스펙트럼 측정을 통한 질산염 광학센서 개발	흡광 스펙트럼 패턴인식을 통한 질산염 농도 보정기술 개발	간섭물질 보정 알고리즘 및 자립형 현장 측정 센서의 오손방지 장치 개발	자가진단, 간섭물질 보정, 자립형 센서노드 고도화	현장설치용 프로토타입 제작 및 테스트			
	기술 완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013				2017		
추진전략		1단계(3년)					2단계(2년)			
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)		- 기존의 외산 제품의 특허기술을 침해하지 않도록 IP 검토 및 차별화 연구개발 전략 수립 - 시장진입시 경쟁력 확보를 위한 부품 국산화 전략 수립 - 기업주도의 신제품 개발전략 수립 - 제품 개발 후 기술 검증 계획 및 마케팅 계획 수립					- 현장에 센서를 설치하여 자립형으로 운영되고, 배터리를 이용하여 저전력으로 가동하며, 직독식으로 사용할 수 있도록 제품 설계 - 현장에서 센서의 작동이상, 오손 여부 등을 원격 감시할 수 있는 자가진단 기능 탑재 - 지하수, 하천, 호소, 해양, 하폐수 등 다양한 응용분야에 적용하기 위한 제품 설계			
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)		- 제품 개발 시 지식재산권(IP) 침해에 대비한 우회전략 선택 - 기업 단독 또는 대학, 연구소와의 공동 연구개발 추진					- 측정 대상수의 특성 및 간섭물질에 의한 영향 보정을 위한 보정 알고리즘 개발 - USN 등 원격통신기술을 연계하여 유역관리에 적용할 수 있는 기술 개발 - 기업이 주도하여 생산기술과 품질관리기술 확보			
소요인력		- 20 M/Y					- 10 M/Y			
필요 예산		- 40억 원					- 9억 원			

수질-15	암모니아성 질소 측정센서	주관부처	환경부
		협조부처	농식품부

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="3">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="5">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="3">- 암모니아성질소(ammonia)는 자연계에 존재하는 총질소의 90%를 차지하는 질소의 형태로서 인과 함께 식물성장에 꼭 필요한 영양염류로서 부영양화를 유발하는 필수감시 요소임
- 전 세계적으로 전극방식의 측정기술만 존재하며, 측정값의 부정확성으로 현장 적용사례는 적음</td><td colspan="5">- 자립형 직독식 암모니아 측정센서
- 기존의 습식 수질공정시험기준에 근접하는 검출한계와 재현성 확보
- 기존 전극방식에 비하여 안정성과 정확성을 확보할 수 있는 직독식 센서</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="8">- 전극방식의 암모니아 수질센서가 상용화되어 있음
- LOC 기반의 소형화된 분석기기 방식의 측정기술이 상용화되어 있으나, 입자성 물질에 의한 막힘 현상 및 착색 등에 의한 감도저하로 현장에서 수일 정도만 사용 가능
- 최근에 시약의 화학반응을 이용하여 측정하지만 사용되는 시약을 최소화하고, 시약을 사용해도 배출 시에는 자연생태계에 무해한 상태로 배출하도록 하는 연구가 진행 중임</td></tr>
<tr><td rowspan="2">우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="6" rowspan="2">- LOC 기반의 측정기술 연구개발 단계
- 측정센서 방식의 기술개발은 전무함</td><td colspan="2">선진국대비
기술수준</td></tr>
<tr><td colspan="2">약 (30)%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="8">기술명</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술1</td><td colspan="6">수생태계 암모니아성 질소 측정이 가능한 선택적 암모니아 측정 센서부 개발</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술2</td><td colspan="6">저전력 센서노드 개발, 신호인터페이스, 노이즈제거기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술3</td><td colspan="6">자립형 자가진단형 센서노드 개발 및 테스트베드 적용을 통한 상용화기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술4</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td colspan="4">2017</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td colspan="4">○</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td>기존 전극방식 기술외 상용화된 기술보다 측정감도가 우수한 측정기술 연구개발</td><td>선택적 암모니아질소 측정센서의 working model 개발</td><td>선택적 암모니아질소 측정센서의 working model 검증</td><td>자립형 현장 측정 장치 및 저전력 센서노드 개발 (무인 운영방식)</td><td colspan="4">자가진단, 자립형 센서노드 고도화 및 현장설치용 프로토타입 제작</td></tr>
<tr><td>기술
완성
도
(TRL)</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td>3단계</td><td>4단계</td><td>5단계</td><td>6단계</td><td>7단계</td><td>8단계</td><td>9단계</td></tr>
<tr><td></td><td>기본원리의 발견</td><td>기술개념과 적용분야의 확립</td><td>분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>연구실 환경 Working Model 개발</td><td>유사환경 Working Model 검증</td><td>유사환경 프로토타입 개발</td><td>실제환경 프로토타입 데모</td><td>시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>상용제품 생산</td></tr>
<tr><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>추진전략</td><td colspan="4">1단계(3년)</td><td colspan="4">2단계(2년)</td></tr>
<tr><td>목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="4">- 선택적 전극을 이용한 현장적용에는 부적합한 센서가 현존하는 기술이므로, 새로운 측정기술에 대한 연구개발 전력 수립
- 기존 상용제품과의 기술적 우월성 확보를 위한 요소기술 개발전력 수립
- 기술구현시 2개 이상의 기술을 선정하여 진행</td><td colspan="4">- 현장에 센서를 설치하여 자립형으로 운영되고, 배터리를 이용하여 저전력으로 가동하며, 저농도에서 고농도까지 넓은 측정범위에서 직독식으로 사용할 수 있도록 제품 설계
- 현장에서 센서의 작동이상, 오손 여부 등을 원격 감시할 수 있는 자가진단 기능 탑재</td></tr>
<tr><td>기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="4">- 새로운 특허기술을 기반으로 제품개발시 지식재산권(IP) 확보가 가능한 기술을 선택
- 기업 단독 또는 대학, 연구소와의 공동 연구개발 추진</td><td colspan="4">- 자동화를 통한 센서 대량 생산기술을 확보
- USN 등 원격통신기술을 연계하여 유역관리에 적용할 수 있는 기술 개발
- 기업이 주도하여 생산기술과 품질관리기술을 확보</td></tr>
<tr><td>소요인력</td><td colspan="4">- 30M/Y</td><td colspan="4">- 10 M/Y</td></tr>
<tr><td>필요 예산</td><td colspan="4">- 50억원</td><td colspan="4">- 9억원</td></tr>
</table>

수질-16	수질 내 중금속 측정 센서/분석 장치	주관부처	환경부
		협조부처	교과부

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 하천 및 호소에 존재하는 중금속은 인체에 매우 유해한 영향을 줄 수 있어, 지속적인 현장 모니터링이 필요한 중요 분석 항목임 - 국외에서 개발된 센서나 분석 장치를 국내에서 구입하여 이용하는 수준임. - ASV(Anodic Stripping Voltammetry)는 probe형으로 휴대 사용이 가능하나, 온라인용으로 오랜 시간 반복 사용에 한계가 있어, 자립형으로 활용하기에는 해결해야 할 문제가 많이 남아 있음	- 국내 자체 기술을 이용한 자립형 현장모니터링이 가능한 측정소설치형 온라인 중금속 센서 개발 및 현장 적용성 향상 - 다수반복사용이 가능한 ASV용 working electrode 개발 가능성 확인 및 추진 - 자립형 환경모니터링이 가능한 ASV 방식 이외의 방식을 이용한 중금속 분석 센서 또는 장치 개발
글로벌 동향 및 수준	- 영국, 오스트리아 등에서 ASV 방식을 이용한 휴대가능한 중금속 센서를 판매하고 있음. 그러나, working electrode를 얼마나 오랜 시간 반복하여 사용할 수 있는지에 대해서는 확인이 필요함. 반복 사용이 어려울 경우 자립형으로 사용할 수 없는 문제가 있음 - ASV 방식의 경우 측정소 설치형 온라인 측정장치는 있으나, 센서 타입은 현재까지 상용화 되어 있지 않음	
우리나라 현황 및 수준	- 국내기술로는 수질 내 중금속을 검출하는 센서 또는 분석 장치가 상용화 되어 있지 않고, 연구 개발 단계에 있음 - 특히, 중금속 센서의 경우 측정 방법이나 반복 사용 가능성, 장기 구동 특성 등에 대한 기술 확보가 가장 중요한 요소 중 하나임	선진국대비 기술수준 약 (30)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	자립형 현장 모니터링이 가능한 ASV 방식의 중금속 센서 개발
핵심기술2	자립형 현장 모니터링이 가능한 ASV 이외의 중금속 분석 장치 개발
핵심기술3	센서 및 분석 장치의 신호 처리 기술 개발
핵심기술4	시스템 integration 기술 개발

기술개발목표									
개발기간		2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
개발목표		자립형 현장 모니터링에 적합한 ASV용 working electrode 물질 개발 및 ASV 방식 이외의 중금속 분석 장치 선정	자립형 현장 모니터링에 적합한 ASV용 중금속 센서 개발 및 ASV 방식 이외의 중금속 분석 장치 설계 및 제작	자립형 현장 모니터링에 적합한 ASV용 중금속 센서 적용 실험 및 ASV 방식 이외의 중금속 분석 장치 평가	자립형 현장 모니터링에 적합한 ASV용 중금속 센서 신뢰성 평가 및 ASV 방식 이외의 중금속 분석 장치 실제 적용 실험	자립형 현장 모니터링에 적합한 ASV용 중금속 센서 및 ASV 방식 이외의 중금속 분석 장치 실프로토타입 데모 개발			
기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013				2017		

추진전략	1단계(3년)	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 기업주도로 자립형 물환경 모니터링 시스템에 적합한 방식 및 제품 사양을 2종 이상을 정하고, 정부의 지원을 받아 기업, 연구소 및 대학에서 필요한 요소기술을 나누어 개발함	- 기업 및 정부의 지원을 받아 기업이 주관기관이 되어 산학연 기관에서 개발된 기술을 결합하여 2종 이상의 중금속 측정 센서 개발
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 자립형 물환경 모니터링 시스템에 적합한 방식 및 기업의 연구 성과물들에 대하여 산학연이 함께 검토하여, 방식을 2종 이상 확정하고, 각 요소 기술을 나누어 개발	- 산학연에서 나누어 개발한 요소 기술을 결합하여 2종 이상 방식의 중금속 센서 및 분석 장치를 시스템화함 - 현장검증 및 제품 국내외 인증추진을 통한 제품의 상용화 추진
소요인력	- 20 M/Y	- 10 M/Y
필요 예산	- 40억원	- 9억원

수질-17	자립형 TOC/TN/TP 측정장치 개발	주관부처	환경부
		협조부처	지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점					(TO-BE) 개선 방향			
	- 현재 TOC/TN/TP는 수질환경에서 가장 중요한 요소임에도, 비효율적인 전처리방식 및 과량의 시약소모 방식의 측정기기만 존재하여, 유지보수에 필요한 인력 및 비용 투자가 비경제적임 - 시료의 전처리기술과 시약소모량을 최소화하면 현장에서 자립형으로 운영가능하도록 개발하여 유지관리 효율성 개선 - 상용화 개발시 수질모니터링 및 다양한 환경분야에 파급효과가 막대함					- 자립형으로 현장에서 운영가능한 측정기 - 기존 시약소모량을 1/10로 최소화 - 측정기기의 정확도 및 효율성이 전처리기술에서 결정되므로 짧은 시간 (10분이내)에 저전력으로 시료를 효과적으로 산화시킬수 있는 구조의 전처리 시스템 개발 - 측정시 발생하는 폐수의 최소화를 위하여 측정에 필요한 시료 및 시약량을 2mL 이하로 최호화 하도록 함			
글로벌 동향 및 수준	- TOC/TN/TP 는 전세계적으로 가장 오래된 측정기술의 한 분야로서 다양한 방식의 측정기술이 개발되고 있음 - 상용화되어 판매되고 있는 측정기기들 대부분이 전통적인 습식방식의 한계점으로 지적되어 온 시약소모와 전처리의 비효율성을 가지고 있는 상태임 - 저전력 및 최소시약을 이용한 측정기술 개발을 위하여 Lab-on-a-Chip(LOC) 기술을 이용한 소형화 기술 연구 진행중								
우리나라 현황 및 수준	- 환경부에서 연구개발사업(G7등)을 통하여 온라인에서 운영가능한 측정기기 기술 확보 - 소형화 기술개발의 경우 실험실 규모에서 연구 진행중임					선진국대비 기술수준			
						약 (80)%			
핵심기술	자립형 TOC/TN/TP 측정장치 개발								
	핵심기술1	시료 및 시약을 기존 측정방식의 10배 최소화 연구							
	핵심기술2	자립형 자가진단형 측정장치개발,							
	핵심기술3	자립형 측정기기의 테스트베드 적용을 통한 실용화 기술							
	핵심기술4								
기술개발 목표	개발기간	2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
	개발목표	1회 분석시 시료 및 시약배출량 5mL 이하 측정방법 연구개발	소형 및 고속 산화기술과 연계된 시료 및 시약 최소화 기술 연구개발	TOC/TN/TP 시작품 제작 및 성능 시험	자립형 현장 측정장치 및 자가진단 기술 개발 (무인운영)	자립형 측정장치 고도화 및 현장용 프로토타입 제작			
	기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
		2013						2017		

추진전략	1단계(3년)	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 지난 50년간 기술개발에도 기본적인 습식 측정방식에서 발생하는 한계(시약 및 전력)를 극복하지 못하므로, 새로운 습식 측정기술과 저전력의 전처리 기술개발에 대한 연구개발 전력 수립 - 시장요구 및 적용분야에 대한 기업주도의 맞춤식 제품개발전략 수립 - 조기시장 진입을 위한 마케팅 계획수립	- 현장에 측정장치를 설치하여 자립형으로 운영되고, 배터리를 이용하여 저전력으로 가동될 수 있도록 제품 설계 - 원격에서 시스템 전반에 대한 상태를 확인할 수 있도록 자가진단기능 탑재 - 일반수질 및 해양환경 및 식품산업 등 다양한 응용분야에 적용을 위한 제품설계
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 새로운 특허기술을 기반으로 제품개발시 지식재산권(IP) 확보가 가능한 기술을 선택 - 기업 단독 또는 대학, 연구소와의 공동 연구개발 추진	- USN 등 원격통신기술을 연계하여 유역관리에 적용할 수 있는 기술 개발 - 기업이 주도하여 생산기술과 품질관리기술을 확보
소요인력	- 20 M/Y	- 10 M/Y
필요 예산	- 30억원	- 14억원

수위-1	압력식 수위센서	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
	- 국내 일부 중소기업에서 제품을 생산하고 있으나, 낮은 성능/신뢰성 문제로 실제 수질 자동측정망에는 적용되지 못 하고 있음 - 수질 자동측정망에서 실제 사용되는 센서는 고가의 수입제품으로 설치개수 제한 및 유지보수 어려움의 문제 야기	- **압저항 소재 및 센서 구조/제조 최적화**로 성능/신뢰성 향상을 통한 수질 측정망 등의 국내수요 자체공급 - 저가격 국산 제품 개발 통한 설치개수 확대(2배 이상) 및 유지보수 용이성 향상 - 향후 개발도상국 등의 해외시장 개척
글로벌 동향 및 수준	- 압력식 수위센서 단독제품은 물론 다항목 수질 복합센서에 센서의 일종으로 포함되어 판매되고 있음 - 수위센서는 응용분야에 따라 압력식 이외에 기포식, 초음파, 광전자 등의 다른 방식도 사용되고 있음	
우리나라 현황 및 수준	- 일부 중소기업에서 관련 제품을 생산하고 있으나, 실제 하천 수질 모니터링용으로 사용하기에는 **성능 및 신뢰성 저하 문제로 부적합한 수준**임 - 압저항 소재 제조 기술 및 신호처리회로 설계 기술 등의 제품 개발에 필요한 기반 기술은 보유	선진국대비 기술수준 약 (80)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	압저항 소재 기술
핵심기술2	압력식 센서 설계/제조 기술
핵심기술3	신호처리회로 설계 기술
핵심기술4	

기술개발 목표									
개발기간		2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
개발목표		-압저항 소재 개발 -구조 설계	-센서부 제조 -신호처리회로 개발	-센서부/신호처리부 일체화 -방수/내부식 하우징 -시제품 제작 (수위 범위, 정확도: 0~200m, ±0.3m)	-시제품 시험인증	-테스트베드 적용 및 신뢰성 확보			
기술완성도 (TRL)		1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	상용시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
					2013				2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도, 기업주도 등)	- 정부 주도로 개발을 추진하되, 관련 기술을 보유한 기업들을 1차년도부터 참여시켜 개발기간 단축 및 개발기술 완성도 향상 유도	- 정부 주도로 개발을 추진하되, 산업체를 통해 상용화 및 사업화 적극 추진
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 정출연을 통한 핵심기술 개발 및 산업체와의 공동연구를 통해 보유기술 적극 활용	- 산업체 공동 연구를 통해 기술사업화 조기 추진
소요인력	- 5M/Y	- 2M/Y
필요 예산	- 15억원	- 5억원

수위-2	장거리 수위계측시스템(레이다, 초음파식)	주관부처	농식품부
		협조부처	지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
	- 수자원 확보를 위한 저수지 내 용적 증가에 장거리 센서 시스템 필요	- 고출력 장거리 측정 센서(50m급) 개발 - 현장 적용을 위한 저전력 시스템 개발 - 저수지 운영을 위한 유입/방류/급수 유량 연계를 위한 USN 기술 개발
글로벌 동향 및 수준	- 저수지, 수로, 하천 등 수자원 관리를 위한 계측기기 개발 및 현장 적용 - 수자원 관련 계측기기는 캐나다, 일본, 독일, 호주에서 기술 주도하고 있으며, 중국 및 아시아 지역이 최근 수자원 개발로 인한 주요 시장으로 부각	
우리나라 현황 및 수준	- 국내 계측기기 센서 시장은 외산이 대부분 차지(캐나다, 일본) - 농업과 관련된 수리시설이 상대적으로 많고, 소요 예산이 큰 분야	선진국대비 기술수준 약 (60)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	트랜스듀서 설계 및 해석 기술
핵심기술2	신호 처리 및 탐지 기술
핵심기술3	범용 센서 인터페이스 기술
핵심기술4	

기술개발목표	2013	2014	2015	2016	2017
개발기간	○	○	○		
개발목표	트랜스듀서 개발	트랜스 듀서 적용 및 보완	인터페이스 및 신호 처리 모듈	수위 측정 정밀도/정확도 향상	실용화 및 상품 생산

기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013					2015	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 기존 센서 기술 기반으로 에너지 집중형 구조 설계 - 복합 재료를 활용한 고출력 센서 기술 적용	- 테스트 베드 적용 - 정확도 평가 및 실용화 - 응용기술 확대를 통한 수요 창출
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 민간과 정부의 공동 참여	- 공동
소요인력	-	-
필요 예산	-	-

수위-3	농업용 수로 수위측정시스템	주관부처	농식품부
		협조부처	지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점					(TO-BE) 개선 방향			
	- 농업용 수로의 현장 여건에 적합한 소규모 수위측정 시스템 부재					- 소규모 농업수로에 적합한 센서 및 시스템 개발 - 용배수로 수자원공급현황을 파악하기 위한 센서 네트워크 기술 개발			
글로벌 동향 및 수준	- 농업용수로에 적합한 다양한 계측기기 개발 및 현장 적용 - 수자원 관련 계측기기는 캐나다, 일본, 독일, 호주에서 기술 주도하고 있으며, 중국 및 아시아 지역이 최근 수자원 개발을 위한 주요 시장으로 부각								
우리나라 현황 및 수준	- 농업용 수로 관리를 위한 계측시스템 부재(인력에 의존) - 양배수장 및 용배수로 수위 계측을 위한 시스템 기술 부족							선진국대비 기술수준	약 (60)%
핵심기술	기술명								
	핵심기술1	수로 수위 측정을 위한 트랜스듀서 기술							
	핵심기술2	신호 처리 및 저전력 설계 기술							
	핵심기술3	센서 인터페이스 회로 기술							
	핵심기술4								
기술개발 목표	개발기간	2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○					
	개발목표	트랜스듀서 개발	현장 계측 및 보완	시스템 네트워크 구성	계측 정확도 향상	실용화 및 상품 생산			
	기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013					2015	
추진전략	1단계						2단계			
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 타 분야에 적용중인 기술을 활용 - 수자원 분야 특성에 적합한 매칭 기술 및 현장 적용						- 테스트 베드 적용 - 정확도 평가 및 실용화 - 응용기술 확대를 통한 수요 창출			
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 민간과 정부의 공동 참여						- 공동			
소요인력	-						-			
필요 예산	-						-			

수위-4	소하천용 다채널 수위계 시스템	주관부처	농식품부
		협조부처	지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점				(TO-BE) 개선 방향				
	- 농업용 소하천의 흐름 방향 변화에 따른 계측지점 변동과 결측 발생				- 소하천용 다채널 수위측정시스템 개발 - 영상카메라와 연계된 계측전환 기술 개발				
글로벌 동향 및 수준	- 수자원 관련 계측기기는 캐나다, 일본, 독일, 호주에서 기술 주도하고 있지만, 사류변화에 따른 결측 보완을 위한 시스템은 부재								
우리나라 현황 및 수준	- 소하천 사류변화에 따른 결측 보완을 위해 주기적으로 센서 위치를 변경 설치로 인해 주기적인 비용 발생 - 비정기적인 결측으로 측정 신뢰성 저하							선진국대비 기술수준	약 (50)%
핵심기술	기술명								
	핵심기술1	소하천 측정을 위한 트랜스듀서 기술							
	핵심기술2	신호 처리 및 인터페이스 기술							
	핵심기술3	영상에 의한 계측 전환 기술							
	핵심기술4	대용량 데이터(영상, 수위정보) 무선 전송 기술							
기술 개발 목표	개발 기간	2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○					
	개발 목표	트랜스듀서 개발	현장 계측 및 보완	영상 정보 처리 기술 및 연계 기술	계측 정확도 향상	실용화 및 상품 생산			
	기술 완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013					2015	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 타 분야에 적용중인 기술을 활용 - CCTV 인식 기술 및 영상처리 기술 적용	- 테스트 베드 적용 - 정확도 평가 및 실용화 - 응용기술 확대를 통한 수요 창출
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 민간과 정부의 공동 참여	- 공동
소요인력	-	-
필요 예산	-	-

수위-5	광전자 수위센서	주관부처	국토부
		협조부처	지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점			(TO-BE) 개선 방향		
	- 전통적인 방법(부자식)에 의한 수위측정 일반화 - 첨단센서가 활용되고 있으나 대부분 수입 - 결빙으로 동절기 측정 불가능			- LED, 저항센서 등을 활용한 새로운 전자수위 센서 개발 - 동절기, 집중호우, 야간, 산간계곡 등 악조건에서 활용 가능한 수위 센서 개발		
글로벌 동향 및 수준	- 초음파, 레이더, 기포식 등 다양한 형태의 센서 개발 및 활용 - 1cm 이내의 수위 측정 정확도 보유 - 물속에 잠기지 않는 비접촉식 센서 활용도 증가 - 기온, 수온 등의 변화를 감지하여 자동 보정하여 측정의 안정성 확보					
우리나라 현황 및 수준	- 국내 수위센서 기술은 최근 들어 활발하게 진행 중 - 영상 등을 활용한 새로운 기술 접목 시도 - 국내 기술에 의한 새로운 개념의 수위센서로 국외 기술 극복 가능				선진국대비 기술수준	약 (85)%
핵심기술	기술명					
	핵심기술1	광전자 수위 센서 기술				
	핵심기술2	방수, 충돌 등 극한조건 제어 기술				
	핵심기술3	필터링 등을 통한 측정자료 안정화 기술				
	핵심기술4	결빙방지 기술				

기술개발목표									
개발기간	2013	2014	2015	2016	2017				
	○	○	○	○	○				
개발목표	- 광전자 센서 응용에 의한 수위센서 개발 - 수위 정확도 수준 0.5cm 이내 - 영하 20도 결빙 방지	- 센서 보완 - 실험실 테스트 실시 - 충돌 및 방수 테스트	- 현장조건 테스트 실시 - 수위변화, 결빙 방기 테스트	테스트 베드 검증	상용화				
기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013					2017

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	**•정부주도:** - 방수, 충돌 등 극한조건 제어기술 **•기업주도:** - 광전자 센서 요소기술 개발	**•정부주도:** - 테스트 베드 적용 및 검증 **•기업주도:** - 센서 안정성 검증 및 상용화
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	**•공동(정부/기업):** - 요소기술을 바탕으로 한 응용센서 개발 **•단독/위탁** - 기존 광센서의 응용	**•공동(정부/기업):** - 실규모 테스트베드 운영 **•단독/위탁** - 센서 정밀도 검증
소요인력	- 10M/Y	- 10M/Y
필요 예산	- 15억원	- 10억원

유속-1	레이다 수위/유속 시스템	주관부처	농식품부
		협조부처	지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점					(TO-BE) 개선 방향			
	- 농업용 수로의 현장 여건(토사유입 등)에 적합한 유량측정 센서 부재					- 소규모 농업수로에 적합한 센서 및 시스템 개발 - 용배수로 수자원공급현황을 파악하기 위한 센서 네트워크 기술 개발			
글로벌 동향 및 수준	- 농업용수로에 적합한 다양한 계측기기 개발 및 현장 적용 - 수자원 관련 계측기기는 캐나다, 일본, 독일, 호주에서 기술 주도하고 있으며, 중국 및 아시아 지역이 최근 수자원 개발을 위한 주요 시장으로 부각								
우리나라 현황 및 수준	- 농업용 수로 관리를 위한 계측시스템 부재(인력에 의존) - 용배수로 수위 계측 및 유량 환산을 위한 시스템 기술 부족 - 최근 자동차 분야에 레이다 기술이 적용되고 있는 추세이지만, 수량 분야에는 활용 기술이 낮은 수준임							선진국대비 기술수준	약 (50)%
핵심기술	기술명								
	핵심기술1	표면 유속 측정을 위한 트랜스듀서 기술							
	핵심기술2	신호 처리 및 유량 환산 기술							
	핵심기술3	유량 산정을 위한 수문 설계 및 적용 기술							
	핵심기술4								

기술개발목표									
개발기간	2013	2014	2015	2016	2017				
	○	○	○						
개발목표	트랜스듀서 개발	현장 계측 및 보완	센서 네트워크 구성 및 공급 유량 환산	유량 산정 정확도 향상	실용화 및 상품 생산				
기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013					2015	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 타 분야에 적용중인 기술을 활용 - 수자원 분야 특성에 적합한 매칭 기술 및 현장 적용	- 테스트 베드 적용 - 정확도 평가 및 실용화 - 응용기술 확대를 통한 수요 창출
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 민간과 정부의 공동 참여	- 공동
소요인력	-	-
필요 예산	-	-

유속-2	전자식 유속 측정 시스템	주관부처	농식품부
		협조부처	지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점				(TO-BE) 개선 방향				
	- 소규모 농업용 수로(open channel)의 현장 여건에 적합한 유량측정 센서 부재				- 소규모 농업수로에 적합한 센서 및 시스템 개발 - 용배수로 수자원공급현황을 파악하기 위한 저전력 기반의 센서 네트워크 기술 개발				
글로벌 동향 및 수준	- 농업용수로에 적합한 다양한 계측기기 개발 및 현장 적용 - 수자원 관련 계측기기는 캐나다, 일본, 독일, 호주에서 기술 주도하고 있으며, 중국 및 아시아 지역이 최근 수자원 개발을 위한 주요 시장으로 부각								
우리나라 현황 및 수준	- 농업용 수로 관리를 위한 계측시스템 부재(인력에 의존) - 소규모 수로의 유량 측정 시스템 기술 부족 - 상수도분야에 관로형 전자식 유량 측정 시스템 적용 중이지만 개수로 측정 시스템 부재							선진국대비 기술수준	약 (50)%
핵심기술	기술명								
	핵심기술1	표면 유속 측정을 위한 트랜스듀서 기술							
	핵심기술2	센서 매칭 및 송수신 회로 기술							
	핵심기술3	신호 처리 및 유량 환산 기술							
	핵심기술4								

기술개발목표									
개발기간	2013	2014	2015	2016	2017				
	○	○	○						
개발목표	트랜스듀서 개발	현장 계측 및 보완	수위/유속 복합시스템 구성	유량 산정 정확도 향상	실용화 및 상품 생산				
기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013					2015	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 타 분야에 적용중인 기술을 활용 - 수자원 분야 특성에 적합한 매칭 기술 및 현장 적용	- 테스트 베드 적용 - 정확도 평가 및 실용화 - 응용기술 확대를 통한 수요 창출
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 민간과 정부의 공동 참여	- 공동
소요인력	-	-
필요 예산	-	-

유속-3	2차원 표면유속장 측정기술 개발	주관부처	국토부
		협조부처	

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="2">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="2">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="2">- 접촉식유속계를 이용한 점유속 측정으로 유량산정을 주로 하고 있음
- 접촉식유속계의 기기망실, 위험성, 실시간 측정 어려움 등의 단점이 있음
- 최근 도플러 레이더 기술을 이용한 비접촉식 전자파표면유속계를 개발하여 운용 중임</td><td colspan="2">- 최근 개발한 비접촉식 전자파표면유속계는 접촉식의 단점을 대부분 보완하였으나 점유속 측정장비이기 때문에 하천단면을 커버하기 위해서는 다수의 장비를 설치하여 유량을 산출해야 하는 단점이 있음
- 이에, 스마트 안테나 기술을 이용하여 실시간으로 동시에 다점(multi-point)측정이 가능한 2차원 전자파표면유속계를 개발하고자 함</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="4">- 프로펠라식, 압력식, 전자감응식 등 다양한 접촉식 유속계를 개발하여 운용중임
- LSPIV, RiverSonde, Radar측정기술 등을 적용한 실시간 비접촉식 무인측정 유량산정기술 개발이 추세임</td></tr>
<tr><td rowspan="2">우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="3" rowspan="2">- 다양한 모델의 접촉식 유속계를 수입하여 운용중임
- 1999년부터 K-water(수공)에서는 도플러레이더기술을 이용한 비접촉식 전자파표면유속계를 개발, 현업에서 운용 중임
- 본 장비는 점유속 측정장비로서 하천의 유량을 산정하기 위해서는 각 측선마다 기기를 이동설치하여 유량을 산출해야 하는 단점이 있음 (기존의 점유속측정장비의 한계)</td><td>선진국대비
기술수준</td></tr>
<tr><td>약 (70)%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="4">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="3">Beamforming Matrix를 이용한 스마트안테나 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="3">다점 주파수분할 2차원 송수신기 소형화 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="3">다채널 동시 고속퓨리에변환 및 칼만필티링 신호처리기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술4</td><td colspan="3">수심평균유속환산계수 산정 및 Matrix화</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td>-저손실 도파관 타입의 Buttler Beamforming Matrix 설계
-도파관슬롯 배열안테나설계
-수심평균유속 환산계수산정 및 Matrix화</td><td>-Beamforming 스마트안테나 시스템 제작
-주파수분할 다채널 송수신 모듈 소형화설계
-수심평균유속 환산계수산정 및 Matrix화</td><td>-다채널 송수신모듈 및 신호처리모듈 제작
-다채널 동시 고속퓨리에변환 및 칼만필티링 알고리즘 개발
-수심평균유속 환산계수산정 및 Matrix화</td><td>-2차원 표면 유속장측정 시스템 시제품 제작
-야외성능시험</td><td>-stand-alone 2차원 표면 유속장측정 시스템 상품화 시제품 제작</td></tr>
<tr><td>기술
완성도
(TRL)</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td>3단계</td><td>4단계</td><td>5단계</td><td>6단계</td><td>7단계</td><td>8단계</td><td>9단계</td></tr>
<tr><td></td><td>기본원리의 발견</td><td>기술개념과 적용분야의 확립</td><td>분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>연구실 환경 Working Model 개발</td><td>유사환경 Working Model 검증</td><td>유사환경 프로토타입 개발</td><td>실제환경 프로토타입 데모</td><td>시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>상용제품 생산</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td></tr>
<tr><td>추진전략</td><td colspan="3">1단계(2013~2015)</td><td colspan="3">2단계(2016~2017)</td></tr>
<tr><td>목표달성을 위한 추진전략 (정부주도, 기업주도 등)</td><td colspan="3">●정부주도:
- 2차원 유속장측정시스템 개념정립 및 설계
- 시제품 규격 결정, 성능검증
- 수심평균유속 환산계수산정 및 Matrix화
●기업주도:
– 스마트안테나 요소기술 개발
– 2차원 송수신기 소형화 요소 기술 개발</td><td colspan="3">●정부주도:
- 2차원 표면유속장측정시스템 시제품개발
- 일반하천에서의 2차원 유속장측정시스템 시범운용 및 측정결과 검증
●기업주도:
- 2차원 표면유속장측정시스템 성능개선</td></tr>
<tr><td>기술확보전략 (단독, 공동, 위탁 등)</td><td colspan="3">●공동(K-water/기업):
- 핵심기술1, 핵심기술2, 핵심기술3 개발
●위탁:
- 핵심기술4 (정밀시험)
●단독(K-water)
- 핵심기술4 (현장시험)</td><td colspan="3">●공동(K-water/기업):
- 2차원 표면유속장측정시스템 시제품개발
●단독(K-water)
- 핵심기술4의 보완</td></tr>
<tr><td>소요인력</td><td colspan="3">12 M/Y</td><td colspan="3">6 M/Y</td></tr>
<tr><td>필요 예산</td><td colspan="3">17억</td><td colspan="3">8억</td></tr>
</table>

유량-1	유량측정용 flume gate 시스템	주관부처	농식품부
		협조부처	지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
	- 오지의 소규모 농업용 수문(gate) 작동과 연계한 수위 계측 - 농업용 수로의 현장 여건(토사유입 등)에 적합한 유량측정 구조물 적용 부재	- 소규모 농업수로에 적합한 수문 구조 개발 및 계측 시스템 개발 - 소규모 용배수로 적용을 위한 저전력 기반의 태양광시스템 기술 개발
글로벌 동향 및 수준	- 농업용수로에 적합한 다양한 수리구조물 개발 및 현장 적용 - 농업용 유량 측정을 위한 구조물은 최근 호주에서 기술 주도하고 있으며, 아시아 지역의 수자원 개발을 위한 주요 시장으로 부각	
우리나라 현황 및 수준	- 농업용 수로관리를 위해 고가의 TM/TC시스템을 설치 운영 - 유량 측정을 위한 농업 환경 여건(토사 유입)에 적합한 수문구조물 개발이 부재 - 태양광 기반의 유량측정 수문시스템 부재	선진국대비 기술수준 약 (60)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	표면 유속 측정을 위한 트랜스듀서 기술
핵심기술2	신호 처리 및 유량 환산 기술
핵심기술3	유량 산정을 위한 수문 설계 및 적용 기술
핵심기술4	

기술개발목표	개발기간	2013	2014	2015	2016	2017
		○	○	○		
	개발목표	유량측정용 수문구조 개발	현장 계측 및 보완	공급 유량 환산 및 저전력 시스템 적용	수문 운영에 따른 유량 산정 정확도 향상	실용화 및 상품 생산

기술개발목표	기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013					2015	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 타 분야에 적용중인 기술을 활용 - 수자원 분야 특성에 적합한 매칭 기술 및 현장 적용	- 테스트 베드 적용 - 정확도 평가 및 실용화 - 응용기술 확대를 통한 수요 창출
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 민간과 정부의 공동 참여	- 공동
소요인력	-	-
필요 예산	-	-

유량-2	초음파 하천 수량 센서	주관부처	국토부
		협조부처	지경부

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 우리나라 특성(미소유량과 극대유량 동시 측정 등)에 적합한 초음파 유량계 부재	- 다중센서에 의한 복합수심 동시 측정 초음파 센서 개발 - 고정식 및 이동식 자동유량측정 시스템 개발 - 보, 농수로, 하천 등의 조건에서 실시간 측정에 활용할 수 있는 다양한 Application 개발
글로벌 동향 및 수준	- 하천수량 자동화 기술은 주로 초음파를 이용한 기술이 개발되어 상용제품이 활용 중 (ADCP, ADVM, UVM)이며, 주요 제조국은 미국(RDI, Sontek), 독일(OTT), 노르웨이(Nortek), 스위스(Metflow) 등이며, 북미, 유럽, 중국 등이 주요시장이며, 최근 남미, 동남아, 아프리카로 시장이 확대되고 있음 - 초음파 기술은 이동식 장비(ADCP)와 자동유량측정을 위한 고정식 장비(ADVM, UVM) 등에 활용되고 있으며 최근 난류, 유속장, 수심분포 측정에도 활용 - 측정 범위는 수심 10 cm 이상이며, 유속은 ±10 m/s 범위	
우리나라 현황 및 수준	- 초음파 수량센서의 상업화는 아직 도달하지 못함 - 군사용, 자동차용의 경우 초음파 기술수준은 높으나 수량 분야의 경우 활용기술은 낮은 수준	선진국대비 기술수준: 약 (70)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	초음파 유속 트랜스듀서 기술
핵심기술2	범용 초음파 유량 센서 기술
핵심기술3	초음파 신호처리 및 유속 측정 기술
핵심기술4	

기술개발목표	2013	2014	2015	2016	2017
개발기간	○	○	○	○	○
개발목표	- 압전 복합식 트랜스듀서개발 - 5cm 이내 수심 측정 기술(센서성능 50% 달성) - 멀티패스 필터링 기술 개발	- 압전 복합식 트랜스 듀서 적용 및 보완(2cm 이내 수심 측정) - 흐름 저항 최소화를 위한 구조물 인입 센서 기술 개발	- 다중 펄스도플러 신호처리를 통한 유속측정기술 개발 (0.1~10m/s) - 멀티패스 필터링 기술 적용	- 극소 수심(1cm)의 유속 측정 기술 개발 - 유속 분포를 고려한 유량산정 정확도 향상기술 개발 - 실용화 프로토타입 개발	- 프로토타입 개선 - 1cm 수심에서 0.05m/s 유속 측정 가능한 실시간 유속, 유량측정 센서 생산

기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013					2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	**•정부주도:** - 트랜스듀서 정확도 검증 및 적용 **•기업주도:** - 트랜스듀서 개발	**•정부주도:** - 현장 조건에 대한 적용 및 검증 **•기업주도:** - 센서 정확도 향상
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	**•공동(정부/기업):** - 센서 현장 적용 및 검증 **•단독/위탁** - 트랜스듀서 개발	**•공동(정부/기업):** - 테스트베드 적용 및 검증 **•단독/위탁** - 트랜스듀서 정확도 향상
소요인력	- 35M/Y	- 25M/Y
필요 예산	- 40억원	- 25억원

수심-1	내용적 측정용 음향측심기 시스템	주관부처	농식품부
		협조부처	지경부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
	- 전국 18,000개 저수지의 토사 퇴적 현상으로 물부족 심화 - 농업용 저수지의 내용적 측정을 위해 고가의 외산 시스템 운영	- 자율항법시스템과 연계된 수중용 고정밀 음향 측심센서 개발
글로벌 동향 및 수준	- 수중 음향측심기 시스템은 주로 미국(razon)과 유럽(aanderaa)에서 기술 주도하고 있음 - 최근 초음파 음향기술 개발로 단순 수위에서 3차원 영상시스템으로 발전	
우리나라 현황 및 수준	- 농업용저수지 내용적 측정의 정확성을 높이기 위한 필요성이 크게 대두되었지만, 과도한 비용 발생으로 과거 불확실한 측정 자료를 사용 중임	선진국대비 기술수준: 약 (60)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	수중 수위측정 트랜스듀서 기술
핵심기술2	센서 인터페이스 및 매칭 기술
핵심기술3	자율항법시스템 연계 기술
핵심기술4	

기술개발목표	2013	2014	2015	2016	2017
개발기간	○	○	○		
개발목표	트랜스듀서 개발	현장 계측 및 보완	자율항법시스템 연계 개발	수심 측정 정확도 향상 및 내용적 변환	실용화 및 상품 생산

기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013					2015	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 타 분야에 적용중인 기술을 활용 - 수자원 분야 특성에 적합한 매칭 기술 및 현장 적용	- 테스트 베드 적용 - 정확도 평가 및 실용화 - 응용기술 확대를 통한 수요 창출
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 민간과 정부의 공동 참여	- 공동
소요인력	-	-
필요 예산	-	-

수중지형-1	3차원 하상모니터링 센서	주관부처	국토부
		협조부처	

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
	- 홍수, 준설 등에 의해 발생하는 하상변동 측정센서 부재 - 하상 전체에 대한 스캔 센서 부재로 하상 측정 정확도 미흡	- 이동식, 고정식 센서에 의한 하상 자동 모니터링 - 전단면 하상 스캔 센서 개발
글로벌 동향 및 수준	- 수중측량이 가능한 Lidar 개발 활용중이나 매우 고가 - 다양한 형태의 수중센서 개발은 미흡 - 지상의 경우 수cm의 정확도로 지형 스캔이 가능한 것이 일반적 - 수중의 경우에도 수cm의 정확도로 스캔 가능하나 고비용	
우리나라 현황 및 수준	- 하천측량용 초음파센서 활용 중 - 국내 센서 기술의 응용을 통한 3차원 하상모니터링 센서 개발 가능	선진국대비 기술수준 약 (85)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	하상모니터링 초음파 센서
핵심기술2	초음파 신호 처리 모듈
핵심기술3	3차원 지형신호 분석 소프트웨어
핵심기술4	수중지형 스캔 기술

기술개발목표						
개발기간	2013	2014	2015	2016	2017	
	○	○	○	○	○	
개발목표	- 3차원 하상 스캔 센서 개발 - 정밀도 1cm 내외 달성 - 스캔 폭 100m 달성	- 하상스캔센서 정밀도 검증 - 초음파 신호 처리 모듈 개발	3차원 지형분석 소프트웨어 개발	테스트 베드 적용 및 보완	실용화 제품 생산	
기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013				2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	**•정부주도:** - 하상변화 모니터링 기술 **•기업주도:** - 초음파 센서 응용 기술	**•정부주도:** - 테스트베드에 대한 응용 및 활용 기술 **•기업주도:** - 초음파 센서 정밀도 검증 및 개선
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	**•공동(정부/기업):** - 요소기술을 바탕으로 스캐너 활용 **•단독/위탁** - 초음파 센서를 활용한 수중지형 스캐너 개발	**•공동(정부/기업):** - 지형스캐너 성능 검증 **•단독/위탁** - 지형스캐너 정확성 향상
소요인력	- 20M/Y	- 20M/Y
필요 예산	- 25억원	- 10억원

수중지형-2	자율형 수중환경 무인자동 모니터링 장비 (AUV)	주관부처	국토부
		협조부처	

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 인력에 의한 수중 수질환경 관리는 시간적·공간적 한계로 제한적임 → 자율 이동형 무인자동 관측 장비 필요 - 특정 고정지점에 대한 관측은 전체 물환경 모니터링에 정확도 결여 → 수중 이동식 연속관측 장비 필요 - 정밀한 지형 모니터링 체계 부재	- 수중 환경의 무인자동 조사관측 - 주기적 이동계측을 통한 수질상태 실시간 모니터링 및 물 안전 무인자동관리체계 제공 - 수층별 물환경의 3차원 계측과 입체분석 - 강·댐·호소의 바닥 지형을 정밀 측정하여 퇴사량 추정 및 대응책 제공
글로벌 동향 및 수준	- 자율무인잠수정(AUV)를 이용한 해저 관측시스템 기술은 상용화 단계에 진입 - 수중 정밀 위치측정장치가 필수이나 고정밀급 수중항법 시스템은 고가·대형임 - 효과적인 수중 물관리를 위해서는 소형이며 정밀한 계측시스템이 필요함 - 댐 관리 무인잠수정(ROV)와 광역조사 자율무인잠수정(AUV)은 활용중이나, 종합적·자율적인 수중 물환경 무인자동 모니터링 체계는 미흡	
우리나라 현황 및 수준	- 천해용 자율무인잠수정(AUV) 기술 개발(한국해양연구원) 및 (주)한화에 기술이전('10.8)하여 상용화 연구개발 진행 중임 - 수중 물관리 및 강 바닥 정밀관측을 위한 핵심장비 기술 확보 - 물환경 자동관측을 위한 미션센서 탑재, 소형·경량화 연구, 저가형 고정밀 수중항법 시스템 기술개발 필요	선진국대비 기술수준 약 (80)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	초음파센서-관성센서를 융합한 수중 자동항법 시스템
핵심기술2	3차원 수중환경 무인 자동 조사관측 장비
핵심기술3	3차원 강 바닥 지형 정밀계측 시스템
핵심기술4	원격 모니터링 및 관제 시스템

기술개발목표	2013	2014	2015	2016	2017
개발기간	○	○	○	○	○
개발목표	**자율형 무인 잠수정 (AUV) 설계** - 속도:1~4노트 - 운용시간:6시간 - 최대이동거리: 25km - 최대수심:100m - 위치정밀도:2m	**AUV 개발 및 물환경 모니터링 장치 개발** - 강바닥 지형계측 - 수층별 수중 환경계측 : 유속, 온도, pH, DO, 탁도, 클로로필, 전기전도도,페놀	**자율형 수중 물환경 무인 자동 모니터링 장비 통합개발** - 수중음향모뎀을 이용한 불연속 원격조종, 수상 무선통신 제어 - 긴급부상 기능	**물환경 자동 관리 AUV의 원격 모니터링 시스템 개발** - 원격모니터링 시스템 개발 및 댐·호소에서 성능 실증	**물환경 관리 AUV의 관제 시스템 개발** - 원격 관제 시스템 개발 및 댐·호소에서 성능 실증

기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013					2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 천해용 자율무인잠수정(AUV) 기술을 활용하여 무인으로 강·보·호소 수중환경을 자동 모니터링하는 AUV 시스템을 기업 주도로 개발 - 정부출연연은 설계·해석 및 성능시험·평가 기술 지원	- 원격 모니터링 및 관제시스템 실증시험: 기업주도, 정부 통합운용 기술지원 - 강 및 보의 지형특성에 맞는 장비 운용지침 개발 - 개발장비의 상용제품 생산 추진
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- AUV 시스템 설계기술, 수중항법 핵심기술, 물환경 및 강 바닥 관측시스템, 원격 모니터링 및 관제시스템 자체개발: 기업주도 개발, 연구원 기술지원 - 설계단계에서 해양(연)의 내압챔버, 해양공학수조를 이용한 실환경 모사 성능시험을 수행하여 효율적인 개발 추진 - 신호후처리 등 요소기술 기술보유기관 위탁	- 자율형 수중환경 무인자동 모니터링 장비(AUV)를 댐·보·호소에서 운용 - 운용을 통한 수중환경 모니터링 AUV 시스템의 운용성·정밀도·신뢰성 검증 - 수상 무인자동 채수장비와 연계된 운용체계 구축 - 운용 및 유지관리 매뉴얼 작성
소요인력	- 20 M/Y	- 3 M/Y
필요 예산	- 46억원: 17/17/12억원('12/'13/'14)	- 4억원: 2/2억원('15/'16)

강우-1	자율형 광학우량 관측 센서 기술 개발	주관부처	국토부
		협조부처	지경부

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="2">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="9">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="2">- 하천설계기준(2002)에서는 50㎢마다 1개소 설치를 권장하고 있으며, WMO에서 지형적 특성에 따른 낮은 밀도를 제시
- 『수문관측시설 개선방안 수립 보고서』는 댐 유역면적이 300㎢ 이상인 댐 유역에 대해서만 100㎢/개소의 관측밀도 기준 제시
- 넓은 유역의 관측밀도를 높여 기준밀도를 만족시킬 수 있는 자립형 관측센서 기술 필요</td><td colspan="9">- 산악지역 등 관측밀도 향상 및 확대 적용 가능한 통신네트워크 기술 구축
- 고장 및 홍수기 결측 등 상호 보완성을 강화하기 위한 자립형 센서기술 개발
- 관측자료의 신뢰성 확보를 위한 고정밀 광학 우량/강설 관측센서 기술 개발
- 다분포 관측자료 실시간 관리 및 전송기술 개발</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="11">- WMO의 수문관측망 구축기법에 따라 USGS 등 수문관측망 설계, 관측소 등급화 및 차별화, 비용과 효과를 고려한 운영 방안 수립하여 추진
- 차세대 우수정보 프로그램 NSIP(National Streamflow Information Program)에 의한 국가 수문관측 센서 및 관측소 운영 계획 수립</td></tr>
<tr><td rowspan="2">우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="9">- '06년 현재 3,479개소 우량관측소는 도심 위주로 편중 배치되어 일관성 있는 가우자료 확보 곤란 및 수자원관리 한계
- 현재 관측은 관측시설 운영·관리를 통해 자료취득이 수행되고 있으며, 관측 밀도를 높이기 위한 소형화 및 자립형 기술 개발 전무</td><td colspan="2">선진국대비
기술수준</td></tr>
<tr><td colspan="9"></td><td colspan="2">약 (40)%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="11">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="10">통신취약 지역 극복을 위한 통신네트워크 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="10">결측보완 및 자가운영 가능한 자립형 센서 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="10">고정밀 광학 우량/강설 관측 센서 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술4</td><td colspan="10">단분포 관측자료 실시간 관리 및 전송 기술</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td colspan="2">2014</td><td colspan="2">2015</td><td colspan="2">2016</td><td colspan="3">2017</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td colspan="2">○</td><td colspan="2">○</td><td colspan="2">○</td><td colspan="3">○</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td>통신네트워크 기술 개발
– 악기상 및 산악지형 고려한 무선네트워크 개발</td><td colspan="2">자립형 강우 센서기술 개발
– 저전력, 소형화를 통한 WMO 제시한 50㎢이내 1개관측소 이상 확보</td><td colspan="2">고정밀 광학 우량/강설 관측 센서기술 개발
– 결측률 10%이하, 동절기 및 내구성, 경제성 확보)</td><td colspan="2">실시간 관리 및 전송기술 개발
– 자료전송률 100% 달성</td><td colspan="3">모니터링 시스템 기술
– 실시간 자료및 운영상태 관리 시스템 개발</td></tr>
<tr><td>기술
완성도
(TRL)</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td>3단계</td><td>4단계</td><td>5단계</td><td>6단계</td><td>7단계</td><td>8단계</td><td colspan="2">9단계</td></tr>
<tr><td></td><td>기본원리의 발견</td><td>기술개념과 적용분야의 확립</td><td>분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>연구실 환경 Working Model 개발</td><td>유사환경 Working Model 검증</td><td>유사환경 프로토타입 개발</td><td>실제환경 프로토타입 데모</td><td>시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td colspan="2">상용제품 생산</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>추진전략</td><td colspan="5">1단계</td><td colspan="6">2단계</td></tr>
<tr><td>목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="5">- (정부) 통신네트워크 및 자립형 강우 센서기술 개발 주도
- (기업) 자립형 센서기술 및 고정밀 광학 우량/관측기술 개발 주도</td><td colspan="6">- (정부) 실시간 취득자료 처리 및 전송기술 개발 주도
- (기업) 모니터링시스템 기술 개발 주도</td></tr>
<tr><td>기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="5">- (공동) 통신네트워크 기술은 지경부와 공동개발
- (단독) 센서핵심 기술 개발은 자체 추진
- (위탁) 자립형 광학센서 기술 개발은 기술 보유 기업, 대학, 연구기관 등 위탁</td><td colspan="6">- (공동) 실시간 자료처리 및 전송기술은 지경부와 공동 개발
- (위탁) 모니터링 및 관리시스템 구축 기술은 기술보유 기관 위탁</td></tr>
<tr><td>소요인력</td><td colspan="5">- 20 M/Y</td><td colspan="6">- 20 M/Y</td></tr>
<tr><td>필요 예산</td><td colspan="5">- 20억</td><td colspan="6">- 10억</td></tr>
</table>

강우-2	전자 강수량 센서 개발	주관부처	국토부
		협조부처	

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점				(TO-BE) 개선 방향				
	- 강우레이더에 의한 측정자료 검증 한계 - 기존 지점강우량계의 불확실도 과다				- 돌발강우, 국지성 강우 등의 측정이 가능한 초소형 전자 강수량 센서 개발 - 면적강수량 측정 센서 개발				
글로벌 동향 및 수준	- 다양한 강우레이더에 의해 강수량 측정(미국, 일본, 중국 등) - 다양한 밴드(S, C, X, Ka, Ku 등)의 강우레이더 개발 및 활용 - 지점 강우량측정을 위한 지점 레이더우량계(POSS) 활용중								
우리나라 현황 및 수준	- 기상청, 국토부 등에서 강우레이더 활용중이나 자체 생산 기술은 미흡							선진국대비 기술수준	약 (85)%
핵심기술	기술명								
	핵심기술1	전자강수량 센서 기술							
	핵심기술2	전자강수량 산정 모듈 개발 기술							
	핵심기술3	전자강수량 센서 검증 기술							
	핵심기술4								
기술 개발 목표	개발 기간	2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
	개발 목표	- 전자강수량 센서 개발 - 반경 100~1000m 면적 강수량 동시측정	-전자강수량 센서 개선 및 검증 -전자강수량 산정 모듈 개발 -센서 검증 장치 개발	-전자강수량 센서 검증 -강수량 센서 검증을 위한 시험시설 설치 및 운영	실내 테스트 및 테스트 베드 적용	실용화			
	기술 완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013					2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도, 기업주도 등)	**•정부주도:** - 강수량 센서 적용 기술 **•기업주도:** - 강수량 센서 요소기술 개발 및 응용	**•정부주도:** - 강수량 센서 검증 시설 설치 및 운영 **•기업주도:** - 강수량 센서 정확도 향상
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	**•공동(정부/기업):** - 강수량 센서 응용 및 검증 **•단독/위탁** - 강수량 센서 독자 개발	**•공동(정부/기업):** - 강수량 센서 정확도 검증 및 활용 **•단독/위탁** - 강수량 센서 정확도 향상
소요인력	- 30M/Y	- 20M/Y
필요 예산	- 30억원	- 20억원

하천관리-1	수상 무인자동 채수 장비 (USV)	주관부처	국토부
		협조부처	

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="5">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="4">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="5">- 인력에 의한 채수 및 수질 분석은 시간적·공간적 한계로 제한적임 → 무인수상선을 이용한 자동채수 및 현장 분석은 수질관리의 획기적 발전 기회
- 특정 고정지점에 대한 관측은 전체 물환경 모니터링에 정확도 결여 → 자동위치확보 멀티 채수 장비 필요</td><td colspan="4">- 수상-수중의 물환경 무인자동 조사관측 및 물안전 무인자동관리체계 제공
- 자동 위치확보에 의한 특정지점의 수심별 멀티플 채수 및 이의 현장 분석을 통한 수질상태 실시간 모니터링
- 채수장비의 진수인양을 위한 장치 및 윈치 시스템의 원격제어</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="9">- 미국 등 해양선진국은 무인수상선(USV)를 이용하여 항만 또는 접경해역의 감시·정찰에 투입하여 무인 전투체계에 활용하고 있음
- 강·댐·호소의 수질 계측을 위해서는 채수가 필수적이며, 모든 해양조사선에도 해수 샘플링(water sampler)과 CTD 계측장치는 필수장비임
- 현재 강·댐·호소의 수질 측정을 위하여 연구원이 선박을 타고 현장에서 직접 채수하고 있으며, 무인수상선에서 운용하는 자동 채수장비는 연구개발이 필요함</td></tr>
<tr><td>우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="7">- 해양(연)은 무인수상선(USV)의 요소기술을 자체 개발하고 시제 모형을 개발하였음
- 우리나라도 인력이 현장에서 직접 채수하여 수질을 측정함
- 해양(연)은 채수장비(water sampler)를 조사선에서 운용중임
- 무인수상선에 운용하는 자동 채수장비 개발 사례 없음</td><td colspan="2">선진국대비
기술수준
약 (85)%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="9">기술명</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술1</td><td colspan="7">무인자동 채수 장비 및 실시간 수환경 모니터링 시스템</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술2</td><td colspan="7">무인자동 진수인양장치 및 윈치 시스템</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술3</td><td colspan="7">무인선 자동위치확보 및 경로제어 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술4</td><td colspan="7">원격 모니터링 및 관제 시스템</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td colspan="2">2014</td><td colspan="2">2015</td><td>2016</td><td colspan="2">2017</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td colspan="2">○</td><td colspan="2">○</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td>자동채수장치 및 무인수상선 (USV) 설계
- USV속도: 3노트
- 자동위치확보: 3 dof, 2m 오차
- 규격: 2리터, 24병, 환형 로제트 배열, 트리거형
- 최대채수수심: 100m</td><td colspan="2">자동채수장치 및 무인수상선 개발
- 채수장비의 자동 진수인양 및 윈치 시스템 개발
- 실시간 수질계측 시스템 개발
- 무인수상선의 원격 제어 시스템 개발</td><td colspan="2">수상 무인자동 채수장치 통합시험
- 자동채수장치와 무인수상선의 시스템 통합 개발
- 강·댐·호소에서 운용 성능시험</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>기술
완성도
(TRL)</td><td>1단계
기본원리의 발견</td><td>2단계
기술개념과 적용분야의 확립</td><td>3단계
분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>4단계
연구실 환경 Working Model 개발</td><td>5단계
유사환경 Working Model 검증</td><td>6단계
유사환경 프로토타입 개발</td><td>7단계
실제환경 프로토타입 데모</td><td>8단계
시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>9단계
상용제품 생산</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2015</td><td></td></tr>
<tr><td>추진전략</td><td colspan="5">1단계</td><td colspan="4">2단계</td></tr>
<tr><td>목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="5">- USV 시스템 설계 및 자동 진수인양 핵심기술, 채수장치 및 실시간 물환경 분석시스템 기술 자체개발 : 정부 주도(출연연), 기업 참여 공동개발
- 강·댐·호소에서 원격 모니터링 및 관제시스템 실증시험 실시</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="5">- 기 개발된 무인수상선(USV) 기술을 채수장비의 이동용 무인 플랫폼 기술로 활용하고, 채수장치 및 자동 진수인양장치를 자체 개발함
- 설계단계에서 해양(연)의 해양공학수조를 이용한 실환경 모사 성능시험을 수행하여 효율적인 개발 추진
- 신호후처리 등 요소기술 대학 위탁</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>소요인력</td><td colspan="5">- 12 M/Y</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>필요 예산</td><td colspan="5">- 25억원: 10/12.5/2.5억원('12/'13/'14)</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

하천관리-2	하천시설물 안전관리 센서 개발	주관부처	국토부
		협조부처	

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 기존 하천제방의 사면경사 완화 및 단면증가, 홍수시 보 상하류의 수위변동 범위 확대에 따른 하천시설물 위험성 증대 - 하천제방, 보 등 선형 토목구조물의 국부적 안정성 분석체계를 탈피하여 시설물 전 구간에 걸친 전면적, 총체적 관리체계로 개선 필요	- 하천제방 치수 안전도 향상을 위한 ICT 기반 관리 고도화 기술 개발 - 시설물 안전관리용 분포형 및 집중형 센서 개발 - GIS 기반 시설물 DB 연계 운영 기술 개발 - 시설물 이상 징후 발생지점 판단 및 대응 기술 개발

글로벌 동향 및 수준	- 제방을 대상으로 한 Health Monitering Project는 일본, 프랑스, 스웨덴, 캐나 등에서 Testbed 연구가 활발히 진행 - 미국 수자원 개발법에 의해 "제방안전 프로그램에 대한 권한 부여 부분"에서 국가 제방 안전을 위한 전략계획을 수립	
우리나라 현황 및 수준	- 하천 제방 누수 및 변형 측정을 위한 광섬유센서(BOTDA, FBG) 기술이 일부 개발되었으나, 안전성 평가를 위한 계측센서의 정밀도가 낮음 - 하천제방 및 시설물의 총체적 관리를 위한 경제성 및 신뢰성 등을 확보할 수 있는 센서 기술 전무	선진국대비 기술수준 약 (70)%

핵심기술	기술명	
	핵심기술1	시설물 안전관리용 분포형 및 집중형 센서 기술
	핵심기술2	센서 기반 실시간 제방 안정성 평가 기법
	핵심기술3	실시간 제방안전관리 모니터링 통신네트워크 기술
	핵심기술4	GIS 기반 하천시설물 운영·관리 시스템 기술

기술개발 목표	개발기간	2013	2014	2015	2016	2017
		○	○	○	○	○
	개발목표	**하천시설물 안전관리 센서기술 정립** - 광섬유 시설물안전관리기술 대상 항목 정립 - 하천시설물안전성 분석 및 DB화	**제방안정성 평가기법 개발** - 안전성 평가지표 개발 - 센서 적용 항목 및 정밀도 확정	**안전관리용 분포형 및 집중형 센서 기술 개발** - 경제적이며, 장대 선형구조물 확대 적용가능한 센서 타입 개발	**실시간 모니터링 통신네트워크 기술 구축** - 광통신망 및 무선기술 접목 - 네트워크 이중화 기술 개발	**GIS 기반 하천시설물 운영·관리 시스템 구축**

기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013						2017

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- (정부) 하천제방 안전관리 센서기술 및 평가기법 개발 주도 - (연구기관) 시설물안전성 평가 기법 개발 주도 - (기업) 분포형 및 집중형 센서 개발 기술 보유 기업 주도	- (정부) 모니터링 자료 전송 및 관리용 통신네트워크 기술 주도 - (기업) 하천시설물 운영·관리시스템 기술 보유 기업 주도
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- (공동) 통신네트워크 기술은 지경부와 공동개발 - (단독) 안전관리 센서핵심 기술 개발은 자체 추진 - (위탁) 집중형, 분포형 센서 기술 개발은 기술보유 기업, 대학, 연구기관 등 위탁	- (공동) 실시간 자료처리 및 전송기술은 지경부와 공동 개발 - (위탁) 하천시설물관리시스템 구축 기술은 기술보유 기관 위탁
소요인력	- 20 M/Y	- 15 M/Y
필요 예산	- 25억	- 10억

나) 광역 환경센서망

망-1	광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준	주관부처	지경부
		협조부처	수요처,KCC

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 광역환경관리의 경우 수질, 대기, 토양, 실내/실외 등 서비스 제공 장소에 따라 매체특성이 달라 최적의 통신링크를 제공하기에는 기존 주파수 대역만으로 한계. - 또한 기존의 IEEE 802.15.4 기반 2.45GHz/900MHz 대역을 이용한 전송거리는 100여m 이내로, 중장거리 저전력의 광역 환경센서망 구축을 위해서는 어려움 상존. - 또한 야외 이용시 기존의 다양한 무선통신 환경과의 상호간섭 등이 야기되어 최적의 환경센서망 구축을 위해서는 이에 대한 대비 필요	- 광역환경관리 특성, 즉 수질, 대기, 토양 등 매체 환경에 적합한 최적의 주파수 대역 선정 - 기 사용 중인 무선통신과의 주파수 간섭분석을 위한 모델개발과 시뮬레이션을 통한 주파수 최적배치 및 이용효율 극대화 방안 연구 - 광역 환경관리 서비스 제공을 위한 전송방식 개발 및 주파수 활용 방안에 대한 가이드라인을 제공 - 광역 환경관리 서비스 제공 및 국내 관련산업을 보호하기 위해서는 국내환경에 적합한 주파수 자원 선정 및 기술기준안 제정, 그리고 관련 전송기술 개발 등 정부주도의 선도적 기술개발

글로벌 동향 및 수준	- IEEE 802.15.4 표준규격에서는 2.45GHz/900MHz 주파수 대역(북미), 868/915MHz 주파수 대역(유럽)을 제시. - IEEE 802.15.4 규격과는 달리 각 국의 주파수 환경에 따라 별도의 주파수 대역 선정 및 기술기준을 마련하여 기술개발을 추진 중에 있음. - 일본은 USN을 위해 새로운 900MHz대역을 선정하고 IEEE 802.15.4d에 전송방식 제안 - 중국은 자국의 전파규제에 따라 300MHz 대역, 400MHz 대역, 그리고 700MHz 주파수 대역 중 하나의 대역을 중국의 LR-WPAN의 PHY로 정의하기 위해 IEEE802.15.4c 제안 - 또한 일부에서는 400MHz 대역을 사용하는 경우도 존재
우리나라 현황 및 수준	- 현재 국내에서는 RFID/USN 기술기준안이 제정되어 908.5~914MHz 대역을 사용 중. - 최근 공공 안전 등의 분야(체내인식 무선의료 기기, UWB, 물체감지 센서용 등)에서 USN 관련 서비스 확대를 위하여 정부 주도로 신규 주파수를 분배, 향후 서비스 증대에 대비하고 있음

선진국대비 기술수준
약 (90)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	Sub-1Ghz대역 주파수 간섭분석 모델링 및 시뮬레이션 기술
핵심기술2	광역 환경센서망 주파수 최적배치 및 운용기술
핵심기술3	

기술개발목표									
개발기간		2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○					
개발목표		-Sub-1GHz 대역 광역 환경센서망 주파수 확보를 위한 전파환경 분석 및 연구	-광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델링 및 시뮬레이션 개발	-광역환경센서망 주파수 선정 및 기술기준안 제시 및 표준화 추진					
기술완성도 (TRL)		1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013			2015			

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 정부주도로 추진하되, 간섭분석 모델링 및 주파수 선정 등은 출연연 주도하고 표준화 단체와 공동으로 기술기준안 마련 추진	-
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 관련 연구 및 기술개발은 출연연 주도, 주파수 선정 및 기술기준(안)은 표준화 단체 및 관련 산업체와의 협의 등을 통해 추진, KCC와 협력을 통해 주파수 및 기술기준 조기 제정 추진	-
소요인력	- 10M/Y	-
필요 예산	- 30억원	-

망-2	Sub-1GHz대역 광대역 저전력 RF/안테나 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처,KCC

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점				(TO-BE) 개선 방향	
	- 광역 환경관리의 경우 수질, 대기, 토양, 실내/실외 등 서비스 제공 장소에 따라 매체특성이 달라 최적의 통신링크를 제공하기에는 단일 주파수 대역만으로 한계. - 또한 기존의 IEEE 802.15.4 기반 2.45GHz/900MHz 대역을 이용한 전송거리는 100여m 이내로, 수 Km이내의 중장거리 저전력의 광역 환경센서망 구축을 위해서는 어려움 상존. - 또한 주어진 주파수 및 송신출력 하에서 최적의 수신감도 및 전송거리 확보를 위해서는 새로운 형태의 안테나 개발 필요				- 다양한 매체 및 전파환경을 갖는 광역 환경관리 서비스를 만족하기 위해서는 광대역의 저전력 송수신 RF 기술 확보 - Sub-1GHz대역의 광대역 송수신 및 장거리 전송을 위한 고이득 안테나 기술개발 - 광대역 저전력 RF 칩화 및 소형 안테나화를 통해 국내외 관련시장 확보 및 대외 의존도 축소	
글로벌 동향 및 수준	- TI, 모토로라 사 등은 IEEE 802.15.4 기반의 2.45GHz/900Mhz 대역의 RF칩을 개발하여 시판 중이며, 일부 400MHz 대역 RF 칩도 판매 중 - 대부분 RF 송신출력의 제한으로 100여m 이내의 송신 거리로 서비스 중 - IEEE802.15.4 이외에도 Z-Wave, INSTEON, Wavenis 등은 별도의 주파수 및 방식으로 RF 칩 등을 사용 - 유럽의 SENDORA 프로젝트는 유휴주파수를 활용하여 주파수 자원을 극대화하기 위한 인지무선(Congnitive Radio) 기술을 센서네트워크에 적용하기 위한 연구 진행 중					
우리나라 현황 및 수준	- 국내 기업들은 주로 국외 상용 RF칩을 활용하여 센서노드를 제작하여 USN 서비스 제공 상태이며, 대부분 2.45GHz 대역을 활용 - ETRI는 저전력 wake-up 기술을 포함한 900MHz RF칩, KETI, 삼성, Radiopuls 등은 2.45GHz 대역 센서노드용 칩 개발				선진국대비 기술수준	약 (80)%
핵심기술	기술명					
	핵심기술1	광대역 저전력 고정밀 PLL/필터 기술				
	핵심기술2	Sub-1GHz대역 저전력 RF 칩 설계 기술				
	핵심기술3	Sub-1GHz대역 고이득 소형 안테나 기술				
	핵심기술4					

기술개발 목표									
개발 기간	2013	2014	2015	2016	2017				
	○	○	○	○	○				
개발 목표	-Sub-1Ghz대역 광대역 저전력 RF/안테나 규격 작성 및 핵심기술 연구	-광대역 저전력 고정밀 PLL/필터/고이득 소형안테나 개발	-Sub-1GHz대역 저전력 RF 통합 칩 설계 및 구현	-Sub-1GHz대역 저전력 RF 통합 칩 제작 및 시험	-광역환경센서망 센서노드 적용 및 통합시험				
기술 완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013					2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 정부 주도 추진하되, 향후 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 1차연도부터 산업체 참여 추진 - Sub-1GHz 대역 RF기술개발을 위해 광역환경센서망 주파수 확보와 연계 추진	- 정부 주도 추진, 산업체를 통한 실상용화 개발 추진 - 개별 RF칩 이외에도 센서노드 SoC 칩과의 통합 추진
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- **출연연과 산업체 공동 연구**를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진 - 광대역의 고정밀 PLL/필터 기술확보 등은 국내외 웃 대학과의 위탁연구 추진	- 산업체 공동 연구를 통해 산업화 촉진
소요인력	- 20M/Y	- 12M/Y
필요 예산	- 44억원	- 24억원

망-3	고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처,KCC

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="2">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="2">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="2">- 현재 USN 기술은 BPSK/QPSK 기반 최대 250kbps를 제공하는 IEEE802.15.4 기반의 PHY규격을 가장 많이 사용하고 있으나, 환경분야와 같은 다양한 매체 및 열악한 전파환경에서의 신뢰성 있는 통신 링크를 제공할 수 없음.
- 또한 전송거리는 100m 이내로 광역환경 센서망 같이 수km이내의 전송거리를 만족하지 못하고 있음.
- 또한 향후 예측되는 다양항 형태의 환경 센싱정보를 제공하기 위해서는 다중전송 속도와 적응형 변복조 방식 등이 요두됨.</td><td colspan="2">- 열악한 환경관리 분야의 전파환경에서 최적의 신뢰성 있는 전송을 위해 링크 성능에 따라 전송방식을 변경하여 송신할 수 있는 적응형 고효율 변복조 기술개발
- 전송시 발생될 수 있는 오류를 정정하여 고품질의 신뢰성 있는 통신을 위한 적응형 채널코덱 기술개발 추진
- 광역의 중소하천 등에 센서노드를 설치 및 운영하기 위해 전송거리를 수Km 까지 확대 가능토록 한 전송기술 개발</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="4">- 미국 및 유럽의 일부 대학 및 연구기관에서는 전송링크의 성능 개선 및 전력 효율 개선을 위해 IEEE 802.15.4 기반의 WPAN에 FEC(Forward Error Correction) 도입을 연구 중
- IEEE 802.15.4g에서 근거리 대규모 밀집형 네트워크와 원거리 소규모 분산형 네트워크 등 서로 다른 특성의 네트워크를 동시에 지원을 특징으로 하는 표준을 최근 추진 중
- 일본 NTT에서는 자가 충전방식으로 약 5Km 전송이 가능한 “Wide Area Ubiquitous Network"에 대한 연구 수행 중
- TI 및 Analog Device사 등에서는 400MHz대역에서 GFSK, OOK 등의 PHY기술과 FEC 기능 등이 추가된 칩 등을 판매 중</td></tr>
<tr><td rowspan="2">우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="3">- 대부분 국내는 IEEE 802.15.4 PHY 규격에 호환되는 전송방식을 채택하여 사용 중
- ETRI는 IEEE802.15.4g에서 기존 IEEE 802.15.4의 전송 속도를 높일 수 있도록 Constant-Amplitude Coded Division Multiplexing 방법을 제안, 표준화 중임</td><td>선진국대비
기술수준</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>약 (80)%</td></tr>
<tr><td rowspan="4">핵심기술</td><td colspan="4">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="3">중거리 고효율 전송 및 적응형 모뎀 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="3">고신뢰 적응형 채널 코덱 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td>-고신뢰 고효율 환경적응형 PHY 규격작성 및 핵심기술 연구</td><td>-고효율 적응형 PHY 설계
- 고신뢰 적응형 채널코덱 설계</td><td>-고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 칩 설계 및 제작, 시험</td><td>-고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 칩 기능 고도화 및 SoC 칩과 통합</td><td>-고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 칩 적용 센서노드 통합 및 테스트베드 시험</td></tr>
<tr><td>기술
완성도
(TRL)</td><td>1단계
기본원리의 발견</td><td>2단계
기술개념과 적용분야의 확립</td><td>3단계
분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>4단계
연구실 환경 Working Model 개발</td><td>5단계
유사환경 Working Model 검증</td><td>6단계
유사환경 프로토타입 개발</td><td>7단계
실제환경 프로토타입 데모</td><td>8단계
시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>9단계
상용제품 생산</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td></tr>
<tr><td>추진전략</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td>목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="3">- 정부 주도 추진하되, 향후 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 1차년도부터 산업체 참여 추진</td><td colspan="2">- 정부 주도 추진, 산업체를 통한 실상용화 개발 추진
- 개발된 칩을 센서노드에 통합하여 성능검증 추진</td></tr>
<tr><td>기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="3">- 출연연과 산업체 공동 연구를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진
- 원천기술의 조기확보 추진 및 국내외 우수대학과 위탁연구 수행</td><td colspan="2">- 표준화 관련단체와 협력하여 국내외 표준화 추진</td></tr>
<tr><td>소요인력</td><td colspan="3">- 15M/Y</td><td colspan="2">- 6M/Y</td></tr>
<tr><td>필요 예산</td><td colspan="3">- 51억원</td><td colspan="2">- 18억원</td></tr>
</table>

망-4	환경센서망 동적 채널할당 MAC 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처,KCC

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 현재 USN 기술은 IEEE802.15.4-206 기반의 CSMA/CA MAC규격을 가장 많이 사용하고 있으나, 무선 전송 신뢰도는 SNR 0dB 기준으로 약 $1x10^{-4}$으로 환경분야와 같은 다양한 매체 및 열악한 전파환경에서는 보다 신뢰성 있는 통신링크를 제공할 수 없음. - 또한 다양한 형태의 환경 센싱정보를 제공하기 위해서는 다중전송속도와 동적 채널할당 등의 기능이 요구됨. - 특히, 주어진 주파수 자원을 최대한 확보 및 활용하기 위해서는 기 설정된 채널을 동적으로 변경활용토록 하는 것이 요구됨.	- 열악한 환경관리 분야의 전파환경에서 최적의 신뢰성 있는 전송을 위해 CSMA/CA 이외의 새로운 MAC 기술개발 추진 - 또한 링크 상태에 따라 적응적으로 전송방식을 변경하여 센싱데이터를 송신할 수 있도록 채널을 재할당 할 수 있는 동적 채널할당 기술을 개발 - 광역의 하천,물 수질 정보를 센싱하여 필요시 오염원의 차단 및 추적 등의 센서노드에 접속되어 있는 디바이스들을 제어할 수 있는 기술을 개발
글로벌 동향 및 수준	- IEEE 802.15.4e에서는 기존 IEEE 802.15.4-2006 MAC의 여러 문제점 및 한계를 극복하기 위해 새로운 채널 호핑 방식 표준을 추진 중에 있으며, IEEE 802.15.4g에서는 IEEE 802.15.4e에서 결정될 MAC의 적용을 고려하여 PHY의 표준화를 진행 중 - 또한 산업시설과 같이 열악한 전파환경에서 무선통신을 위해 IEEE802.15.4 이외에도 Z-Wave, INSTEON 규격과 산업설비 제어를 위한 WirelessHART, ISA SP100 규격 등이 활용되고 있음.	
우리나라 현황 및 수준	- 국내는 대부분 IEEE 802.15.4-2006 MAC 규격을 이용하여 USN 서비스를 제공하고 있는 실정임. - ETRI는 IEEE 802.15.4e에 새로운 MAC 표준규격을 제안하여 표준화 활동을 수행 중에 있음.	선진국대비 기술수준: 약 (90)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	동적 무선자원 할당 및 액세스 제어 기술
핵심기술2	저전력 실시간 환경디바이스 제어 기술
핵심기술3	동적 무선링크 구성 기술
핵심기술4	

기술개발목표	2013	2014	2015	2016	2017
개발기간	○	○	○	○	○
개발목표	-환경센서망 동적 채널할당 MAC 규격작성 및 핵심기술 연구	-환경센서망 동적 채널할당 MAC 설계	-고환경센서망 동적 채널할당 MAC 구현 및 시험	-환경센서망 동적 채널할당 MAC 기능고도화 및 SoC 칩 반영	-광역 환경센서망의 센서노드 통합 및 테스트베드 시험

기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013					2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 정부 주도 추진하되, 향후 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 1차연도부터 산업체 참여 추진	- 정부 주도 추진, 산업체를 통한 실상용화 개발 추진 - 개발된 칩을 센서노드에 통합하여 성능검증 추진
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 출연연과 산업체 공동 연구를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진 - 원천기술의 조기확보 추진 및 국내외 우수대학과 위탁연구 수행	- 표준화 관련단체와 협력하여 국내외 표준화 추진
소요인력	- 10M/Y	- 10M/Y
필요 예산	- 30억원	- 22억원

망-5	환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처,KCC

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="2">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="2">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="2">- 현재 USN에서 사용하고 있는 센서노드 SoC는 IEEE 802.15.4 PHY/MAC 기반으로 국외 TI, 모토로라 사 등이 공급
- 기존의 SoC는 광역 환경센서망에서 요구하는 고신뢰 고효율의 환경 적응형 PHY/MAC 기능을 제공하지 못함.
- 아울러 주로 2.45GHz 또는 900MHz 대역의 RF 주파수 만을 지원하고 있어 환경센서망에서 요구하는 sub-1Ghz 대역을 지원하고 있지 않음.
- 아울러 광역환경센서망은 야외에 구축운영되므로 저전력가 요구되며, 아울러 보다 강력한 센서신호처리 기능이 요구됨.</td><td colspan="2">- 고신뢰 고효율 저전력의 환경적응형 PHY와 MAC, Sub-1GHz대역 RF, 그리고 MCU를 하나의 칩에 통합하는 센서노드 SoC 칩 개발
- 소비전력을 최소화하여 battery 수명을 극대화하기 위해 다단계 전원관리 구조 및 Wake-up 기반의 저전력 RF구조 등 연구 및 채택
- 다양한 형태의 환경센서 접속 및 신호처리를 위한 고성능 센서노드 SoC 설계</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="4">- IEEE 802.15.4 PHY/MAC 규격을 지원하는 미국의 TI, 모토로라사의 SoC를 포함하여 ATMega의 MCU 등이 개발되어 제품 판매 중
- MCU가 제외된 400MHz 대역의 RF Transceiver 칩과 다중대역 RF를 지원하는 센서노드 SoC도 일부 판매 중</td></tr>
<tr><td rowspan="2">우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="3" rowspan="2">- 국내의 경우 ETRI, KETI 등은 IEEE 802.15.4 PHY/MAC을 지원하는 2.45GHz 및 900MHz 센서노드 SoC 또는 Single 칩 시제품을 개발한 상태
- RadioPluse사도 센서노드 SoC 및 Single 칩을 개발하여 시판 중</td><td>선진국대비
기술수준</td></tr>
<tr><td>약 (80)%</td></tr>
<tr><td rowspan="4">핵심기술</td><td colspan="4">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="3">환경적응형 고신뢰 SoC 구조 및 다단계 저전력관리 설계 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="3">환경적응형 고신뢰 저전력 SoC 제작 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td>-환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 규격작성 및 핵심기술 연구</td><td>-환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 구조연구 및 설계
-다단계 저전력 관리 설계</td><td>-환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 블록별 칩 구현 및 시험
-센서노드 SoC 개발환경 도구 제작</td><td>-환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 칩화 및 시험</td><td>-광역 환경 센서망의 센서노드 통합 및 테스트베드 시험</td></tr>
<tr><td>기술
완성도
(TRL)</td><td>1단계
기본원리의 발견</td><td>2단계
기술개념과 적용분야의 확립</td><td>3단계
분석 실험 통한 기술 개념 검증
2013</td><td>4단계
연구실 환경 Working Model 개발</td><td>5단계
유사환경 Working Model 검증</td><td>6단계
유사환경 프로토타입 개발</td><td>7단계
실제환경 프로토타입 데모</td><td>8단계
시제품 시험평가 및 신뢰성 검증
2017</td><td>9단계
상용제품 생산</td></tr>
<tr><td>추진전략</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td>목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="3">- 정부 주도 추진하되, 향후 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 1차연도부터 산업체 참여 추진</td><td colspan="2">- 정부 주도 추진, 산업체를 통한 실상용화 개발 추진
- 개발된 칩을 센서노드에 통합하여 성능검증 추진</td></tr>
<tr><td>기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="3">- 출연연과 산업체 공동 연구를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진</td><td colspan="2">- 산업체와의 공동연구를 통해 칩 설계 능력 확보 및 핵심 부품화 및 판매기반 추진</td></tr>
<tr><td>소요인력</td><td colspan="3">- 15M/Y</td><td colspan="2">- 15M/Y</td></tr>
<tr><td>필요 예산</td><td colspan="3">- 30억원</td><td colspan="2">- 38억원</td></tr>
</table>

망-6	광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처,KCC

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 현재 USN 센서노드 플랫폼은 응용 서비스 및 적용 센서별로 다양한 형태 및 개별적로 개발되어 왔으며, 타 응용에 적용하기가 매우 어려운 상태임. - 최근 이러한 문제점을 보완하고 다양한 센서네트워크 응용에 손쉽게 적용하기 위한 센서노드 플랫폼의 표준화 추진 중 - 광역 환경관리센서망의 경우 다양한 종류 및 형태의 센서접속이 요구되나 표준화된 센서 인터페이스가 존재하지 않음. - 광역 환경센서망은 실외 및 상전원 공급이 어려운 지역에 설치되므로 센서노드의 장기운용에 대한 대책 필요	- 광역 환경센서망 뿐만 아니라 향후 공공 및 안전 등 다양한 분야에 쉽게 적용할 수 있는 센서노드의 공통 플랫폼 구조 연구 - 광역 환경센서망에 설치된 센서노드 및 각종 기기의 현장 상태감시 및 제어 등을 위한 모바일 모니터링 단말 개발을 통한 유지보수 용이성 제공 - 다양한 환경센서의 용이한 접속 및 인식을 위한 Plug&Play 센서접근 인터페이스 개발 및 표준화 추진. - 상전공급이 어려운 지역 및 장기간 센서노드의 전원 공급을 위해 Energy harvesting 기술 및 자가발전 기술개발 추진

글로벌 동향 및 수준	- Intel iMote, UCLA, Crossbow사 등에서 다양한 저전력 센서노드 플랫폼 개발 및 출시 - UCLA, EnOcean사 등은Energy harvesting 기능을 갖는 센서노드 플랫폼 출시 - 일본 NTT에서는 자가 충전방식으로 약 5Km 전송이 가능한 “Wide Area Ubiquitous Network"에 대한 연구 수행 중 - 미국 KCF Technology사는 저가격 진동 에너지 수확기술을 개발하여 산업용 무선센서에 적용 및 3세대 통합 센서/harvester 개발 중
우리나라 현황 및 수준	- 국내업체들은 주로 국외 칩을 활용하여 IEEE 802.15.4-2006 PHY/MAC 기반의 센서노드 플랫폼을 제작하여 활용하고 있으나, 대부분 응용 서비스 의존적이며 개별적, 독립적인 형태임 - USN포럼에서는 Plug&Play 센서접근 인터페이스 표준화를 진행 중 - 다양한 Energy harvesting기술을 개발 중에 있으나 태양전지를 제외하면 아직까지 센서노드에 적용하기에는 한계가 있음.
선진국대비 기술수준	약 (80)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	센서노드 공통 플랫폼 및 모바일 모니터링 단말 기술
핵심기술2	자가발전 센서노드 전원공급/획득 기술
핵심기술3	지능형 Plug&Play 환경센서 인터페이스 기술

기술개발목표	2013	2014	2015	2016	2017
개발기간	○	○	○	○	○
개발목표	-광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 규격 작성 및 핵심 기술 연구	-광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 구조 연구 및 설계 -센서노드 전원공급 및 획득 기술 연구	-광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 제작 및 시험 -센서노드 전원공급 및 획득 장치제작 및 시험	-광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 및 전원공급/획득 통합 및 시험	-광역 환경 센서망의 센서노드 통합 및 테스트베드 시험

기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013					2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 정부 주도 추진하되, 향후 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 1차연도부터 산업체 참여 추진	- 정부 주도 추진, 산업체를 통한 실 상용화 개발 추진 - 테스트베드 구축을 통한 현장시연 추진
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 출연연과 산업체 공동 연구를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진	- 정부 및 관련 기업과 광역 환경센서망 구축을 통한 기술검증 - 표준화 관련단체와 협력하여 국내외 표준화 추진
소요인력	- 15M/Y	- 15M/Y
필요 예산	- 45억원	- 34억원

망-7	광역 환경 센서네트워킹 및 센서 신호처리 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처,KCC

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="2">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="2">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="2">- 현재 무선센서네트워크의 네트워킹 기술은 주로 ZigBee 기반으로 이루어지고 있으며, 100m 이내의 라우팅, 그리고 단순 센싱정보 수집형태로 운용되고 있어, 중거리 및 다양한 센서접속 등이 요구되는 환경분야 전송망으로는 부적합
- 광역 환경센서망의 경우 다양한 형태의 토폴로지가 요구되며 대규모의 센서노드가 요구됨.
- 국가의 효율적 환경관리와 실시간적 센싱정보 수집을 위해서는 다양한 센서접속 및 센서신호 융합, 신호처리가 요구되나 관련분야의 연구는 미진한 상태임.</td><td colspan="2">- 대규모의 센서노드로 구성된 광역 환경센서망을 구축 및 운용하기 위한 Scalable 라우팅 기술개발과 통신링크의 신뢰성 확보를 위한 협업통신 기술개발 추진
- 전국에 산재해 있는 센서노드의 위치파악 및 노드의 이동성 확보 등을 위해 고정밀 위치인식 기술개발
- 실시간적 오염발생 검출 및 추적 등을 위해 다양한 환경센서 신호를 융합하고 처리하여 환경오염의 조기확산 방지 및 효율적인 대처를 위한 센서신호 융합 및 센서신호처리 기술개발 추진</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="4">- IEEE 802.15.4g에서 근거리 대규모 밀집형 네트워크와 원거리 소규모 분산형 네트워크 등 서로 다른 특성의 네트워크를 동시에 지원을 특징으로 하는 표준을 최근 추진 중
- IETF의 6LoWPAN 워킹그룹에서는 WPAN내의 센서노드에 IPv6주소를 부여하고 IPv6망에서의 직접 연결이 가능하도록 패킷 변환 기술을 포함하는 표준화를 수행
- 최근 IEEE 802.15.4k에서는 LECIM(Low Energy Critical Infrastructure Monitoring)을 위한 요구사항 및 응용 서비스를 도출 중임.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="3" rowspan="2">- 국내는 대부분 IEEE 802.15.4 및 ZigBee 기반의 라우팅을 활용하고 있으며, 최근 출연연구소와 일부 대학에서 모바일 환경에서의 네트워킹을 위한 다양한 연구가 시도 중임.
- 민군겸용기술개발 사업으로 추진 중인 “감시정찰 센서네트워크 기술개발” 과제에서는 센서신호의 탐지 및 식별을 위해 다양한 센서신호처리 기법을 연구 중에 있음.</td><td>선진국대비
기술수준</td></tr>
<tr><td>약 (70)%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="4">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="3">광역 환경센서망 Scalable 라우팅 및 협업통신 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="3">센서네트워크 기반 고정밀 위치인식 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="3">다중복합 환경센서 신호처리 및 데이터 퓨전 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술4</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td>-환경환경센서네트워킹 및 센서신호처리 핵심기술 연구 및 격 작성</td><td>-환경환경센서네트워킹 및 센서신호처리기술 설계</td><td>-환경환경센서네트워킹 및 센서신호처리 구현 및 시험</td><td>-환경환경센서네트워킹 및 센서신호처리 기능고도화</td><td>-광역 환경 센서망의 센서노드 통합 및 테스트베드 시험</td></tr>
<tr><td>기술
완성도
(TRL)</td><td colspan="5"><table><tr><td>1단계</td><td>2단계</td><td>3단계</td><td>4단계</td><td>5단계</td><td>6단계</td><td>7단계</td><td>8단계</td><td>9단계</td></tr><tr><td>기본원리의 발견</td><td>기술개념과 적용분야의 확립</td><td>분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>연구실 환경 Working Model 개발</td><td>유사환경 Working Model 검증</td><td>유사환경 프로토타입 개발</td><td>실제환경 프로토타입 데모</td><td>시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>상용제품 생산</td></tr><tr><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td></tr></table></td></tr>
<tr><td colspan="2">추진전략</td><td colspan="2">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td colspan="2">목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="2">- 정부 주도 추진하되, 향후 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 1차연도부터 산업체 참여 추진</td><td colspan="2">- 정부 주도 추진, 산업체를 통한 실상용화 개발 추진</td></tr>
<tr><td colspan="2">기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="2">- 출연연과 산업체 공동 연구를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진
- 원천기술의 조기확보 추진 및 국내외 우수대학과 위탁연구 수행</td><td colspan="2">- 표준화 관련단체와 협력하여 국내외 표준화 추진</td></tr>
<tr><td colspan="2">소요인력</td><td colspan="2">- 10M/Y</td><td colspan="2">- 10M/Y</td></tr>
<tr><td colspan="2">필요 예산</td><td colspan="2">- 24억원</td><td colspan="2">- 22억원</td></tr>
</table>

망-8	광역 환경센서망 게이트웨이 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 현재 국가에서 운영 중인 다양한 네트워크들은 상호연동 없이 독립적으로 운용되고 있는 실정임. - 하천의 수질오염 등을 측정하고 있는 국가수질자동측정망도 타 기관에서 운영되고 있는 네트워크와의 연동 또한 되고 있지 않음. - 향후 광역 환경센서망이 구축될 경우 국가수질자동측정망과의 연동이 이루어져야 하며, 이 경우 표준화된 프로토콜 및 연동 규격이 제시되어야 하나 현재 기준안이 마련되어 있지 않음.	- 현재 운용되고 있는 국가지동수질측정망과의 연동을 위한 센서네트워크와의 프로토콜 변환 기술개발 추진 - 광역 환경센사망과 국가수질자동측정망 또는 환경관리망과의 연동을 위한 표준규격 연구 및 제시

글로벌 동향 및 수준	- 인터넷의 활성화에 따라 IP망과의 연동을 위한 다양한 연구개발 시도 중 - IETF의 6LoWPAN 워킹그룹에서는 WPAN내의 센서노드에 IPv6주소를 부여하고 IPv6망에서의 직접 연결이 가능하도록 패킷 변환 기술을 포함하는 표준화를 수행.
우리나라 현황 및 수준	- 각 부처별, 부처 내 응용 분야별 독자적인 네트워크를 통해 독자 응용시스템을 개발하여 운용 중 - 센서네트워크 응용 서비스 활성화에 따라 WCDMA를 포함한 다양한 망과의 연동을 추진 중 - 최근 센서네트워크와 IP망 연동을 위한 IETF의 6LoWPAN을 센서네트워크에 적용하려는 시도와 함께 연동장치 일부 개발 추진
선진국대비 기술수준	약 (85)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	광역 환경센서망 게이트웨이 및 이종망간 연동기술
핵심기술2	

기술개발목표									
개발기간		2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
개발목표		-환경환경센서망 게이트웨이 규격 작성	-환경환경센서망 게이트웨이 설계 -환경환경센서망 게이트웨이 연동 표준화 연구	-환경환경센서망 게이트웨이 제작 및 시험	-환경센서망 게이트웨이 기능고도화 및 현장적용 시험	-광역 환경 센서망의 센서노드 통합 및 테스트베드 시험			
기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
			2013					2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 정부 주도 추진하되, 향후 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 1차연도부터 산업체 참여 추진	- 정부 주도 추진, 산업체를 통한 실 상용화 개발 추진
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 출연연과 산업체 공동 연구를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진	- 표준화 관련단체와 협력하여 국내외 표준화 추진
소요인력	- 10M/Y	- 10M/Y
필요 예산	- 29억원	- 22억원

다) 환경 IT융합 미들웨어

미들-1	광역 환경정보 수집/처리 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td>(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td>(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td>- 각 부처는 환경분야의 유사한 응용분야에 대해 환경정보 수집을 위한 센서 및 센서망을 중복적이고 개별적으로 구축/운용하여 정보를 수집하므로 구축/관리 비용이 과다하게 소요되고, 획득된 정보를 효율적으로 사용하기 위한 표준 규격의 적용이 미흡하여 재해상황 발생시 상호운용을 통한 효과적 대응이 어려움
- 환경정보의 센싱, 전송, 수집, 처리 등의 모든 과정의 규격이 응용시스템별로 상이하여 해당 산업의 수요 기반의 제약요인으로 작용하여 기업 경쟁력이 매우 취약함</td><td>- 각 부처의 환경관리시스템의 공통적인 기능 요소(센서 및 센서망 정합, 자원 관리, 장애 관리, 위치 인식, 센싱 데이터 획득 처리 및 관리, 실시간 상황 분석 등)를 지경부에서 개발하여 보급함으로써 시스템의 개발/운용비를 대폭 절감, 첨단IT 기술과의 접목을 통해 지능형의 환경관리 서비스 플랫폼 제공
. 다양한 종류(수질, 유량 등)의 이기종 벤더의 센서 정합 기술
. 이기종 센서네트워크(ZigBee, IEEE 802.15.4g 등) 정합 기술
. 시스템 구성요소(배터리, MCU, 메모리 등)의 사용률 감시 기능
. 시스템 구성요소의 장애 관리 기술
. 센서노드 최적 배치 및 운용 시뮬레이션 기술 개발
. 광역의 이기종 센서망 연동 표준 기술
. 지리정보 연계 광역 환경 센서웹 처리 기술
. 광역 환경정보의 분산 협업 처리 기술
. 기상악천후 또는 외부요인에 의한 센서유실시 고정밀 위치인식 기술
. 수요처에서 기 구축한 서비스와의 융복합을 통해 시너지를 창출하는 서비스 Orchestration 기술
. 위치기반으로 환경관리 정보제공을 위한 위치 및 시간동기 정보활용 기술
. 실시간 센싱정보(패턴,위치정보) 기반 지능형 상황정보 분석 기술
. 소규모 독립형 센서망 및 센서정보 처리를 위한 경량형 미들웨어 기술
- 환경분야의 구성 요소(센서노드: 센서+통신모듈, 네트워크, 응용시스템의 단위 구성모듈)를 표준 기반의 개방형 구조로 개발함으로써 수요기반 확충을 통한 해당 산업의 경쟁력 확보 및 전문화 개발 촉진
- USN 미들웨어의 기술은 TTA PG311, USN 포럼, ITU-T, OGC, IEEE, ZigBee Alliance 등의 표준화를 통해 국내 산업 경쟁력 강화 및 세계 시장 선점 추진</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="2">- 2002년에 시작된 유럽사물정보시스템(The Water Information System for Europe; WISE)은 EU 4개 기관의 협력으로 탄생한, 유럽 지역의 물관련 정보 공유 시스템으로, 토지지패/토지이용(Lnadcover/Landuse), 전자평가모형, 강유역 네트워크, 집수량 등 다양한 참조 정보를 결합해 제공하며, ISO와 OGC 표준에 기반하여 정보를 제공하고 있음
- Government 2.0이라 불리는 개방형 정부를 제창한 오바마 행정부는 2009년 미정부의 데이터를 국민에게 공개하는 data.gov(http://data.gov) 사이트를 개설하고, 뒤따라 2010년 영국도 이와 유사한 data.gov.uk(http://data.gov.uk) 사이트를 개설하면서 Linked Data를 이용한 정부의 공공 데이터 공개가 확산됨에 따라 기술적인 수요도 증가하는 추세임
- IBM은 REON 프로젝트를 통해 허드슨 강의 환경 및 생태관리를 위한 시스템 개발을 진행 중이며, 실시간 스트림 데이터 처리 시스템인 System S를 개발하여 적용</td></tr>
<tr><td>우리나라
현황 및 수준</td><td>- 각 부처별, 부처내 응용 분야별 독자적인 네트워크를 통해 독자 응용시스템을 개발하여 운용 중</td><td>선진국대비
기술수준</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="5">- 현재 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS), 물관리정보유통시스템(WINS) 등 관제시스템은 단지 타 시스템의 정보 액세스만을 가능한 형태의 서비스 레벨의 연동 기능을 제공
- 지경부는 RFID/USN 미들웨어 기술 개발 과제를 통해 여러 센서네트워크의 통합관리와 서비스 개발 편의성을 제공하는 기본기능에 대한 기술을 확보하였으나, 광역 환경정보 수집/처리를 위한 미들웨어 분야는 응용분야별로 공통 기능 요소가 상이하므로 대부분 추가적인 기술확보가 요구됨</td><td>약 (85)%</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="6">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="5">이종 환경 센서 및 센서망 정보 표준화 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="5">이종 환경 센서 및 센서망 정합을 위한 공통 인터페이스 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="5">광역 센싱정보 지능형 이벤트 처리 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술4</td><td colspan="5">광역 현장적응형 경량형 미들웨어 기술</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술 개발 목표</td><td>개발 기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>개발 목표</td><td>– 광역 환경정보 처리 지능화 플랫폼 규격작성 및 기본설계
– 광역 이기종 센서망 연동 및 모니터링 기능
– 다부처 공통 활용 기능 및 인터페이스
– 광역 현장 적응형 미들웨어 규격작성 및 기본설계</td><td>– 광역 환경정보 처리 지능화 플랫폼 상세설계
– 고 신뢰성 네트워크 관리 기능
– 개방형 구조를 통한 정보 융합 및 통합 생성 기능
– 광역 현장 적응형 미들웨어 상세설계</td><td>– 광역 환경정보 처리 지능화 플랫폼 구현 및 시험
– 광역 현장 적응형 미들웨어 구현 및 시험</td><td>– 광역 환경정보 처리 지능화 플랫폼 테스트베드 적용시험 착수
– 광역 현장 적응형 미들웨어 테스트베드 적용시험 착수</td><td>– 광역 환경센서망 센서노드 및 게이트웨이 테스트베드 적용시험 완료</td></tr>
<tr><td>기술 완성도 (TRL)</td><td>1단계
기본원리의 발견</td><td>2단계
기술개념과 적용분야의 확립</td><td>3단계
분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>4단계
연구실 환경 Working Model 개발</td><td>5단계
유사환경 Working Model 검증</td><td>6단계
유사환경 프로토타입 개발</td><td>7단계
실제환경 프로토타입 데모</td><td>8단계
시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>9단계
상용제품 생산</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">추진전략</td><td colspan="4">1단계</td><td colspan="3">2단계</td></tr>
<tr><td colspan="2">목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="4">- 정부 주도로 추진하되, 향후 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 1차년도부터 산업체 참여
- 표준 규격 개발 및 다부처 공통기능 설계를 위해 관련 산학연 협력 기반 추진
- 수요처의 센서망 인프라 및 융합/통합 생성 기능의 특성이 상이하므로 다양한 지능화 기능으로 조합이 가능한 모듈화 구조의 핵심 처리 기능 개발</td><td colspan="3">- 정부 주도 추진, 산업체를 통해 수요자 맞춤형 미들웨어 플랫폼 개발
- 산업체의 테스트베드 적용시험을 통해 실용화 수준의 결과물 확보
- 테스트베드를 통해 다양한 응용서비스 운용을 위한 서비스별 표준 규격에 따른 기술 검증 및 상호 연동성, 서비스 독립성 등 검증</td></tr>
<tr><td colspan="2">기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="4">- 산업체 공동 연구를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진</td><td colspan="3">- 산업체 공동 연구를 통해 기술사업화 조기 추진</td></tr>
<tr><td colspan="2">소요인력</td><td colspan="4">- 17M/Y</td><td colspan="3">- 11M/Y</td></tr>
<tr><td colspan="2">필요 예산</td><td colspan="4">- 43억원</td><td colspan="3">- 27억원</td></tr>
</table>

미들-2	광역 환경정보 통합/생성 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td>(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td>(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td>– 다양한 종류의 센서에서 수집한 대량의 하천·물환경 관측 정보와 서로 상이한 측정 단위로 구성된 각각의 측정값들로부터 현재의 정확한 환경 상태를 추정하고 표현하는 정보 분석 시스템이 부재하여 세밀한 환경 상태 정보의 실시간 모니터링 및 체계화된 통합 및 관리가 어려움이 있음

– 환경정보의 단기적인 관점에서의 처리 및 분석에 초점을 맞추고 있기 때문에, 장기간에 걸쳐 수집된 센싱 데이터의 효율적 수집 및 저장, 그리고 장기적으로 수집한 데이터로부터의 다양한 패턴 및 분석 정보 제공이 매우 어려움

– 센서로부터 실시간으로 수집되는 관측 정보는 그 구조가 복잡할 뿐만 아니라 정보의 양이 매우 방대하여 원시자료 자체를 그대로 분석하기 위해서는 많은 시간과 인력이 필요함

– 수집된 환경 정보를 축적하고 이상 발생 시 원인을 규명하기 위한 자료로 이용하기 위한 시스템 구축이 대다수인데 반해 이들 데이터로부터 의미 있는 정보 추출이나 이상발생 유무에 대한 징후 추론 등의 지능화된 사용자 맞춤형 정보 서비스 기술이 매우 미흡함</td><td>- 환경분야에서의 다양한 목적에 적합한 실시간 센싱 데이터 수집 및 전처리, 다양한 응용분야에 적합한 형태의 실시간 모니터링 정보의 가시화 규격작성 및 개발하여 보급함으로써 시스템의 개발/운용비용 절감, 첨단 IT 기술과의 접목을 통해 지능형 실시간 환경정보 가시화 플랫폼 제공

- 다양한 센서로부터 수집된 하천·물환경 관측 정보에 내재되어 있는 현상을 직관적으로 이해하기 위한 정보 가시화 분석 기술을 도입하여, 1차원, 2차원 뿐만이 아니라 3차원의 물환경 현상 변화 표현을 실시간으로 가능하게 하는 환경 상황정보 실시간 가시화 시스템을 제공함

- 다양한 특성을 갖는 대량의 하천·물환경 데이터를 각각의 목적에 맞게 효율적으로 관리하고 사용자가 환경변화 동향과 상호 연관성을 쉽게 분석 추출할 수 있는 현장적응형 환경 센싱정보 웨어-하우스 개발 및 구축을 추진

- 수집한 환경정보를 지도정보 또는 외부의 기존 시스템에서 제공하는 여러 정보와 결합하여 새로운 부가가치 정보를 생성할 수 있는 이종 환경정보 다차원 매쉬업 기술과 이들 정보를 웹상에서 유통할 수 있는 OpenAPI 플랫폼을 제공하여 투명하고 안심할 수 있는 환경 모니터링 인프라를 제공

- 다차원 매쉬업 구축 기술 개발을 통해 다차원적 분석 및 데이터에 내재된 잠재적 패턴을 발견하고 제공함으로써, 유용한 지식 정보로의 활용 전망

- 최근 지속되는 세계 환경변화 및 오염 위기에 따라 수요가 증대될 것으로 보이는 해양·하천·물환경 모니터링 인프라 구축에 대한 선진 기술 개척과 표준 선점으로 기술 수입대체 및 세계시장 개척의 파급효과가 기대됨</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="2">- Microsoft 연구소에서는 유비쿼터스컴퓨팅에 필요한 센서, 프로세스, 커뮤니케이션, 인터페이스, 보안 등 5대 핵심 기술을 개발하여 U-City, WSN 기반 재난재해 인프라 구축 등에 적용을 추진하고 있음

- 시스코, 오라클, HP 등은 기업의 전문역량분야(네트워크, 데이터베이스, 미들웨어, 서버 등)에 기반한 U-Infrastructure 통합 플랫폼 또는 솔루션 개발을 추진

- 미국은 현재 정규 운행중인 위성 자료를 계속적으로 수신, 분석하여 전세계 6대륙의 식생 환경변화 자료를 만들어 누구에게나 배포하고 있고, 향후에는 전 지구의 오전과 오후 환경 관측 자료를 계속적으로 수집, 분석함으로써 새로운 발전을 모색하고 있음

- 일본은 근년에 실험했던 ADEOS 위성에 OCTS(Ocean Color and Temperature Scanner), AVNIR(Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer), IMG (Inter-erometric Monitor for Greenhouse Gases), ILAS (Improved Lim Mapping Spectrometer) 등의 환경 탐사용 센서들을 탑재하여 지상, 해양 및 대기환경의 변화 요인들을 연구하고 있음</td></tr>
<tr><td>우리나라
현황 및 수준</td><td>- 행정, 교통, 보건, 의료, 복지 등 다양한 유비쿼터스 정보 서비스를 효율적으로 제공하고 서비스간 호환성을 확보하는 U-City 개방형 통합 플랫폼 개발을 추진해 왔으나, 아직 지자체 단위의 개별적인 시범사업 수준에 머무름

- 주변 상황정보(날씨, 개인정보, 교통정보 등)를 활용하여 보다 지능적인 정보 서비스를 제공하기 위한 상황인식 처리 기술이 추진되어 왔으나 아직 초기 연구 수준에 있음

- 광역 환경 정보 통합/생성 기술 분야는 아직 기술 도입기에 위치하는 기술로서 대부분 신규 기술 확보가 요구됨</td><td>선진국대비
기술수준

약 (70)%</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">핵심기술</td><td colspan="6">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="5">환경 상황정보 실시간 가시화 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="5">환경 센싱정보 웨어-하우스 구축 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="5">이종 환경정보 다차원 매쉬업 기술</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술 개발 목표</td><td>개발 기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>개발 목표</td><td>-이기종 센싱 정보의 실시간 수집 기술 규격 작성 및 기본 설계 (다부처 공통 활용 기능 개발 제공)
-웨어-하우스 플랫폼 규격작성 및 기본설계
-분석 목적에 따른 다차원 매쉬업 플랫폼 규격작성 및 기본설계</td><td>-실시간 수집 및 통합, 가시화 플랫폼 상세설계
-웨어-하우스 플랫폼 규격작성 및 상세설계
-다차원 매쉬업 플랫폼 상세설계(분석 차원 정의)</td><td>-실시간 수집 및 통합, 가시화 플랫폼 구현 및 시험
-웨어-하우스 플랫폼 구현 및 시험
-다차원 매쉬업 플랫폼 구현 및 내재된 패턴 발견 시험</td><td>-실시간 수집 및 통합, 가시화 플랫폼 테스트 베드 적용시험 착수
-웨어-하우스 플랫폼 테스트 베드 적용시험 착수
-다차원 매쉬업 플랫폼 테스트 베드 적용시험 착수</td><td>-실시간 모니터링을 위한 가시화 플랫폼 테스트 베드 적용시험 완료
-웨어-하우스 플랫폼 테스트 베드 적용시험 완료
-다차원 매쉬업 플랫폼 테스트 베드 적용시험 완료</td></tr>
<tr><td>기술 완성도 (TRL)</td><td colspan="5"><table><tr><td>1단계</td><td>2단계</td><td>3단계</td><td>4단계</td><td>5단계</td><td>6단계</td><td>7단계</td><td>8단계</td><td>9단계</td></tr><tr><td>기본원리의 발견</td><td>기술개념과 적용분야의 확립</td><td>분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>연구실 환경 Working Model 개발</td><td>유사환경 Working Model 검증</td><td>유사환경 프로토타입 개발</td><td>실제환경 프로토타입 데모</td><td>시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>상용제품 생산</td></tr><tr><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td></tr></table></td></tr>
<tr><td colspan="2">추진전략</td><td colspan="3">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td colspan="2">목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="3">- 정부 주도로 추진하되, 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 관련 상용 기술 보유 산업체를 부분적, 단계적으로 적극 참여 유도
- 정부출연연 중심의 선도핵심기술 개발을 유도하고 산업체와의 공동 연구를 통해 핵심 기술의 산업화를 병행하여 추진</td><td colspan="2">- 정부 주도 추진, 산업체를 통해 연구개발 기간 내 부분적 상용화 및 사업화 추진</td></tr>
<tr><td colspan="2">기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="3">- 산업체 공동 연구를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진
- 국내외 대학의 미래지향적 선행 연구 결과를 적극 활용하여 조기 기술 개발 위험성 완화</td><td colspan="2">- 산업체 공동 연구를 통해 기술사업화 조기 추진</td></tr>
<tr><td colspan="2">소요인력</td><td colspan="3">- 17M/Y</td><td colspan="2">- 14M/Y</td></tr>
<tr><td colspan="2">필요 예산</td><td colspan="3">- 42억원</td><td colspan="2">- 30억원</td></tr>
</table>

미들-3	광역 환경정보 분석/예측 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="3">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="3">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="3">- 국가수질자동측정망 중심의 대권역 수질 환경관리 시스템은 하천유역의 측정소내에 자동측정기기를 설치하여 운용 및 관리함에 따라 구축/관리 비용이 과다하게 소요되고, 채수를 통한 다수의 수동분석지점을 활용한 중소하천 수질환경관리는 간헐적인 측정과 표준 분석법에 따른 분석임에도 오차를 갖고 있어 중소하천 환경변화의 실시간 모니터링과 대처가 불가능하여 재해발생에 따른 능동적인 대처가 어려움
- 하천수질모델링은 국립환경과학원을 중심으로 주로 대학교에 의존하여 기술개발이 진행되고 있으나, 대권역 또는 탁수 위주의 모델링 기술개발로 비점오염원 관리와 중소하천에서 발생하는 오염원의 거동에 대한 근본적인 수질오염 문제해결에 있어서 취약함</td><td colspan="3">- USN 환경에 적합한 환경관리시스템의 환경정보를 분석하고 예측하는 기술과 이를 기반으로 하는 중소하천 수질모델 기술을 통해 설치노드별 구축/관리 비용이 매우 절감되어짐.
- 단발적이고 체계적이지 못한 수동분석방법의 단점을 없애고, 환경관리를 위한 소프트웨어적인 접근으로 실시간 중소하천의 수질관리가 필요하며, 오염 등의 재해발생에 따른 능동적인 대처가 필요함
- 점오염원을 포함하여, 비점오염원의 실제적인 관리를 통해 4대강의 수질공급원인 중소하천의 관리를 위한 오염원 확산과 거동 및 오염원 추적을 통한 본질적인 수질오염원의 파악과 관리 및 비점오염원 연구가 요구됨.</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="6">- 미국의 경우 오염총량관리제 시행의 용이성을 위해 다양한 수질 및 유역관리모델을 연계하기 위한 BASIN 시스템을 1996년 개발하였고, 2007년 공개 GIS 프로그램을 이용하는 BASIN4라는 시스템을 발표하여 수리, 수문 및 수질 관련 모델을 꾸준히 발전시키기 위한 노력을 하고 있음
- 미국은 미 육군 공병단(US Army Corps of Engineers), 미국 농무성 연구소(US Department of Agriculture), 미국 개척국(US Bureau of Reclamation), 미국립해양 및 대기연구소(NOAA) 및 미항공우주국(NASA) 등의 국가 기관 및 대형 환경설계회사간의 협조를 통해 공동으로 모델을 개발하고 있고, 전 세계에 기본적인 모델링 기법과 일부 내용을 공개하고 있음
- 덴마크의 수리연구소(DHI, Danish Hydraulic Institute)와 호주의 Center for Water Research(University of Western Australia) 등에서도 양질의 수문, 수리 및 수질 모델을 지속적으로 개발하고 있음</td></tr>
<tr><td>우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="4">- 약 70개소의 국가수질자동측정소를 4대강 유역에 설치/운용
- 수량 또는 수처리 모델링 분야에 비해 수질관리를 위한 모델링 분야의 인력과 기술수준은 낮은 상태임
- 미국에서 개발한 모델을 기초로 하여 국내 환경에 맞는 하천수질모델을 개발하고 있고, 상용 모델을 도입하여 적용하고 있음
- 국내 중소하천 수질환경에 적합한 하천수질모델에 대한 체계적인 연구의 부재와 비점오염원에 대한 실질적인 연구기반이 마련되어 있지 않음</td><td>선진국대비
기술수준
약 (40)%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="2">기술명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="5">중소하천 환경정보 분석 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="5">중소하천 환경정보 예측 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="5">중소하천 수질모델링 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술4</td><td colspan="5">중소하천 오염원 추적 관리 기술</td></tr>
<tr><td rowspan="3">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td>-중소하천 환경정보 분석/예측 기술 규격작성 및 기본설계
-중소하천 수질/오염추적모델링 기술 규격작성 및 기본설계</td><td>-중소하천 환경정보 분석/예측 기술상세설계
-중소하천 수질/오염추적모델링 기술 상세설계</td><td>-중소하천 환경정보 분석/예측 기술 구현 및 시험
-중소하천 수질/오염추적모델링 기술 구현 및 시험</td><td>-중소하천 환경정보 분석/예측 기술 테스트베드 적용시험 착수
-중소하천 수질/오염추적모델링 기술 테스트베드 적용시험 착수</td><td>-광역 환경정보 분석/예측 기술 테스트베드 적용시험완료</td></tr>
</table>

	기술 완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013					2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 정부 주도 추진으로 중소하천 수질관리와 물산업 육성을 위한 **환경정보 분석/예측 기술기반 조성** - 요구사항의 적극적인 반영과 표준 규격 정립을 위한 **학연 협력 기반 추진**	- 정부 주도 추진, 산업체를 통해 **실용화 수준의 결과물 개발** - 산업체를 통해 여러 수환경의 테스트베드 적용시험으로 **실질적인 서비스 개발**
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁 등)	- 대학교와의 공동 연구를 통해 국내외 실정에 적합한 기술의 실용화 수준 개발 추진	- 산업체 공동 연구를 통해 기술사업화 추진
소요인력	- 21M/Y	- 19M/Y
필요 예산	- 51억원	- 48억원

미들-4	광역 환경정보 무선망 운용관리 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td>(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td>(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td>– 환경관리를 위한 센서네트워크는 전력이나 유선망과 같은 인프라가 필요 없는 대신에 성능제한적인 센서노드의 무선통신을 보완하기 위한 관리기술이 필요함

– 수질센서의 경우 고가의 제품이 사용되므로 각각의 센서와 센서노드에 대해 집중적인 모니터링과 리소스 관리가 필요하나 현재는 저가의 센서를 가정한 관리기술이 대부분임

– 강이나 하천등에 설치된 센서네트워크의 무인관리를 실현하기 위해서는 센서노드에 설치된 프로그램의 변경이나 수정이 필요하나 현재는 안정적이고 효율적인 원격업데이트 기술이 부족한 상황임

– 현재의 USN망관리 시스템은 각자 서로 다른 플랫폼과 프로토콜을 사용하여 관리되므로 기존의 IP기반의 유선망관리 시스템과 통합이 어렵고 기본적인 모니터링기능과 상태정보만을 제공함으로 관리자에 대한 편의성 제공이나 네트워크 QoS 제공이 매우 취약함</td><td>- 다양한 장소에 설치된 센서노드들의 네트워크 구성 및 관리를 용이하게 하는 망관리 기술을 통해 시스템의 운용, 관리를 효율적으로 지원하고 지능형의 환경관리 서비스 플랫폼 제공
· 시스템 구성요소(배터리, MCU, 메모리 등)의 사용률 감시 및 센서망에 대한 구성 제어 기술

- 광역 수질환경네트워크를 위해서는 권역의 크기에 따른 센서네트워크 운용에 필요한 네트워크 설계, 배치 및 시뮬레이션 기술이 확보되어야하고 자동으로 네트워크를 구성하는 기능이 제공되어야 함
- 환경정보 데이터의 안정적인 전송을 보장하기 위해서는 무선망구간을 포함하는 전체 네트워크 End-to-end 구간에서 표준을 기반으로 통합된 QoS를 보장해주는 기술이 제공되어야 함

- 센서노드의 프로그램 변경시 자원사용과 네트워크 오버헤드 최소화를 위해 프로그램 모듈 단위의 원격 업데이트(Over The Air)를 지원해야 하고, 이를 위해서 OS차원의 변경지원 기술이나 가상머신기반의 업데이트 기술이 개발되어야 함
- 자원제약적인 센서네트워크의 운용관리를 위해 성능, 구성, QoS 관리와 프로그램을 원격 변경 관리 플랫폼을 제공함으로써 수요 기반을 확충을 통한 해당 산업의 경쟁력 확보 및 전문화 개발 촉진
- USN 무선망 관리기술을 TTA USN 포럼, ITU-T, ISO, ETSI 등에서 표준화함으로써 국내 산업 경쟁력 강화 및 세계 시장 선점 추진</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="2">- ITU-T의 Study Group 16을 중심으로 IP기반의 센서 네트워크 관리 프레임워크에 대한 표준화가 진행 중에 있음.
- ZigBee에서는 ZigBee 센서네트워크에 대한 관리정보를 정의하였고, IETF 6LoWPAN에서는 SNMP 기반의 6LoWPAN관리에 대한 Draft 표준으로 일반적인 구성과 트래픽 정보만 다루고 있음.
- UCLA에서 무선 센서네트워크을 이용하여 원격으로 센서의 측정 깊이를 제어하면서 수질을 모니터링하는 기본적인 수질센서 관리시스템을 캘리포니아 한 도시의 하천에 구축하는 연구를 수행함.
- UC버클리의 TinyOS 2.0에서는 원격 프로그램 업데이트를 위한 프로토콜을 지원해주고, Contiki OS에서는 특정 하드웨어 플랫폼에서 모듈 업데이트의 일부기능을 지원해주고 있음.</td></tr>
<tr><td>우리나라
현황 및 수준</td><td>- 국내의 센서네트워크 관리 기술 대부분은 센서네트워크에서 적용이 가능한 기본적인 관리프로토콜을 제안하고 연구시제품 수준의 개발에 머물러 있음</td><td>선진국대비
기술수준
약 (75)%</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="5">- ETRI 에서 ZigBee 환경하에서 이기종 센서네트워크를 SNMP 프로토콜을 이용하여 관리할 수 있는 연구시제품을 개발함
- 연세대에서 6LoWPAN플랫폼 기반의 센서네트워크를 관리할 수 있는 망관리 프로토콜을 구현하고 공개하였지만 TinyOS만을 지원함.
- 국내의 무선망 운용관리 분야는 기본적인 관리 프로토타입이 개발되었지만 광역 환경정보 망관리에 필요한 기능 요소를 모두 만족하지 못하므로 대부분 추가적인 기술확보가 요구됨</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6">핵심기술</td><td colspan="6">기술명</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술1</td><td colspan="4">광역 환경정보 센서망 설계기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술2</td><td colspan="4">광역 환경정보 센서노드 배치, 자동 망 설치 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술3</td><td colspan="4">광역 환경정보 센서망 성능, 구성관리 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술4</td><td colspan="4">광역 환경정보 센서망 통합 QoS 관리 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">핵심기술5</td><td colspan="4">광역 환경정보 센서노드 프로그램 변경기술</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술 개발 목표</td><td>개발 기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>개발 목표</td><td>-환경IT융합 무선망 운용관리 플랫폼 규격 작성 및 기본설계
-현장적응형 망운용관리 시스템 규격작성 및 기본설계</td><td>-환경IT융합 무선망 운용관리 플랫폼 상세설계
-현장적응형 망운용관리 시스템 상세설계</td><td>-환경IT융합 무선망 운용관리 플랫폼 구현 및 시험
-현장적응형 망운용관리 시스템 구현 및 시험</td><td>-환경IT융합 무선망 운용관리 테스트베드 적용시험 착수
-현장적응형 망운용관리 시스템 테스트베드 적용시험 착수</td><td>-광역환경센서망 센서노드 및 게이트웨이 테스트베드 적용시험 완료</td></tr>
<tr><td>기술 완성도 (TRL)</td><td colspan="5"><table><tr><td>1단계</td><td>2단계</td><td>3단계</td><td>4단계</td><td>5단계</td><td>6단계</td><td>7단계</td><td>8단계</td><td>9단계</td></tr><tr><td>기본원리의 발견</td><td>기술개념과 적용분야의 확립</td><td>분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>연구실 환경 Working Model 개발</td><td>유사환경 Working Model 검증</td><td>유사환경 프로토타입 개발</td><td>실제환경 프로토타입 데모</td><td>시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>상용제품 생산</td></tr><tr><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">추진전략</td><td colspan="2">1단계</td><td colspan="2">2단계</td></tr>
<tr><td colspan="2">목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="2">- 정부 주도 추진하되, 향후 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 1차년도부터 산업체 참여
- 수요처의 응용시스템별 서비스 특성이 상이하므로 다양한 서비스 조합이 가능한 모듈화 구조를 지원하고 표준화된 프로토콜기반으로 개발</td><td colspan="2">- 정부 주도 추진, 산업체를 통해 수요자 맞춤형 무선망 운용관리 플랫폼 개발
- 산업체의 테스트베드 적용시험을 통해 실용화 수준의 결과물 확보
- 테스트베드를 통해 다양한 광역 환경관리 운용 시나리오를 지원하도록 표준 규격에 따라 기술 검증 및 상호 연동성, 서비스 독립성 등 검증</td></tr>
<tr><td colspan="2">기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="2">- 산업체 공동 연구를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진</td><td colspan="2">- 산업체 공동 연구를 통해 기술사업화 조기 추진</td></tr>
<tr><td colspan="2">소요인력</td><td colspan="2">- 20M/Y</td><td colspan="2">- 14M/Y</td></tr>
<tr><td colspan="2">필요 예산</td><td colspan="2">- 42억원</td><td colspan="2">- 31억원</td></tr>
</table>

미들-5	광역 환경정보 무선망 유지보수 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td>(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td>(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td>- 환경관리는 대부분의 관리대상이 야외환경에 노출되어 있고 접근 및 유지보수가 용이하지 않으므로 장기간 무인운용이 가능한 유지보수 기능 개발이 요구됨
- 수질센서의 경우 특성상 하천, 호소에 설치되므로 문제가 생겼을 경우에 이를 회수하고 교정 및 수리를 위한 유지보수비용 소요
- 수질환경데이터의 경우 국민의 건강과 직접적으로 연관되고 데이터의 무결성이 무엇보다 중요하므로 센서와 센서네트워크의 장애로 인한 데이터의 결함가능성 최소화 필요</td><td>- 환경정보 무선망의 구성요소(센서노드, 게이트웨이, 서버 등)의 장애를 실시간적으로 검출, 장애원인별 적절한 복구조치, 장애 등급별 관리를 수행할 수 있는 장애 검출 및 복구 기능의 개발 추진
- 환경데이터 지식베이스 기반의 데이터 마이닝 기법을 이용하여 센싱값의 급격한 변화, 이상치를 찾아 제거하거나 센싱 데이터의 오류를 찾아내 센서의 장애를 식별(Fault Identification)하고 이를 장애의 원인과 매칭시키는 기술이 필요함
- 센서네트워크에 장애가 센서의 장애로 발생한 경우에 관리서버와의 연동을 통하거나 자체적으로 센서의 세정기능과 자동교정기능을 제어하여 장애원인을 제거하고 정상기능을 회복하는 자가치유(Self Healing) 기술의 개발이 필요함
- 센서의 장애로 인해 센싱값의 오류가 발생했을 경우에 평균법, 보간법(interpolation) 등을 이용하여 오류 데이터를 사용 가능한 데이터로 보상하는 기술개발이 필요함</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="2">- UCLA와 MIT공동으로 방글라데시의 논을 관리하기 위한 센서네트워크기반 수질센서관리 시스템에서 센싱값의 범위, 기울기, 센서 관리주기(maintenance interval) 등을 기준으로 하여 기본적인 센서 장애를 탐지하는 연구를 수행함
- HP의 네트워크 관리 시스템인 OpenView Node Manager에서는 자가 진단, 실시간 데이터 수집, 장애의 원인 탐색 및 격리, 자동화된 응답과 수리 권고안 등과 같은 일련의 프로시저를 통해서 간단한 시스템복구를 가능하게 하는 수준의 자가치유 기능을 제공하고 있음.
- SUN의 Solaris OS 최신버전에서는 시스템에서 감지된 하드웨어의 에러에 대하여 장애의 존재나 원인 등을 분석하고 자동대응하거나 문제에 대한 대처를 가이드해주는 수준의 초보적인 자가치유 기술을 제공하고 있음</td></tr>
<tr><td>우리나라
현황 및 수준</td><td>- 아주대, ETRI 등에서 제안한 6LoWPAN기반의 IP기반 망관리 표준 draft(6LoWPAN Management Information Base)는 센서네트워크 자체의 기본적인 상태, 구성정보, 통계 MIB을 포함하지만, 센서네트워크의 장애나 유지보수 등을 위한 내용은 거의 없는 상태임
- 환경공단에서 구축한 수질원격감시체계(TMS)는 전용선과 CDMA망을 통한 원격수질관리가 가능하지만, 유지보수 관점에서는 기본적인 네트워크 연결과 동작여부만을 파악할 수 있음
- 국내의 무선망 유지보수 분야는 기본적인 네트워크 연결상태 관리와 라우팅 경로 재설정 기술이 개발되었지만 광역 환경정보 무선망 유지보수에 필요한 기능 요소를 모두 만족하지 못하므로 대부분 추가적인 기술확보가 요구됨</td><td>선진국대비
기술수준
약 (70)%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="2">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td>광역 환경정보 센서망 상황인지형 장애탐지 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td>광역 환경정보 센서망 자동복구 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td>광역 환경정보 센서 장애 식별(Fault Identification) 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술4</td><td>광역 환경정보 수질센서 자가치유(self healing) 기술</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">핵심기술5</td><td colspan="7">광역 환경정보 수질센서 장애 데이터 보상기술</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td colspan="2">2013</td><td colspan="2">2014</td><td colspan="2">2015</td><td colspan="2">2016</td><td colspan="2">2017</td></tr>
<tr><td colspan="2">○</td><td colspan="2">○</td><td colspan="2">○</td><td colspan="2">○</td><td colspan="2">○</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td colspan="2">-환경IT융합
무선망
유지보수
플랫폼 규격
작성 및
기본설계

-현장적응형
망유지보수
시스템
규격작성 및
기본설계</td><td colspan="2">-환경IT융합
무선망
유지보수
플랫폼
상세설계

-현장적응형
망유지보수
시스템
상세설계</td><td colspan="2">-환경IT융합
무선망
유지보수
플랫폼 구현 및
시험

-현장적응형
망유지보수
시스템
구현 및 시험</td><td colspan="2">-환경IT융합
무선망
유지보수
플랫폼
테스트베드
적용시험 착수

-현장적응형
망유지보수
시스템 테스트
베드 적용시험
착수</td><td colspan="2">-광역환경센서망
센서노드 및
게이트웨이
테스트베드
적용시험 완료</td></tr>
<tr><td>기술
완성도
(TRL)</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td>3단계</td><td>4단계</td><td>5단계</td><td>6단계</td><td>7단계</td><td>8단계</td><td>9단계</td></tr>
<tr><td></td><td>기본원리의
발견</td><td>기술개념과
적용분야의
확립</td><td>분석 실험
통한 기술
개념 검증</td><td>연구실 환경
Working
Model 개발</td><td>유사환경
Working
Model 검증</td><td>유사환경
프로토타입
개발</td><td>실제환경
프로토타입
데모</td><td>시제품
시험평가 및
신뢰성 검증</td><td>상용제품
생산</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">추진전략</td><td colspan="5">1단계</td><td colspan="4">2단계</td></tr>
<tr><td colspan="2">목표달성을
위한 추진전략
(정부주도,기업주
도 등)</td><td colspan="5">- 정부 주도 추진하되, 향후 연구 결과물의 사업화 촉진을 위해 1차년도부터 산업체 참여
- 수요처의 응용시스템별 서비스 특성이 상이하므로 다양한 서비스 조합이 가능한 모듈화 구조를 지원하고 표준화된 프로토콜기반으로 개발</td><td colspan="4">- 정부 주도 추진, 산업체를 통해 수요자 맞춤형 무선망 유지보수 플랫폼 개발
- 산업체의 테스트베드 적용시험을 통해 실용화 수준의 결과물 확보
- 테스트베드를 통해 다양한 광역 환경관리 운용 시나리오를 지원하도록 표준 규격에 따라 기술 검증 및 상호 연동성, 서비스 독립성 등 검증</td></tr>
<tr><td colspan="2">기술확보전략
(단독, 공동,
위탁등)</td><td colspan="5">- 산업체 공동 연구를 통해 해당 기술의 조기 실용화 수준 개발 추진</td><td colspan="4">- 산업체 공동 연구를 통해 기술사업화 조기 추진</td></tr>
<tr><td colspan="2">소요인력</td><td colspan="5">- 16M/Y</td><td colspan="4">- 12M/Y</td></tr>
<tr><td colspan="2">필요 예산</td><td colspan="5">- 35억원</td><td colspan="4">- 26억원</td></tr>
</table>

미들-6	광역 환경정보 무선망 보안관리 기술	주관부처	지경부
		협조부처	수요처

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="2">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="3">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="2">- 현재 센서네트워크를 활용한 다양한 서비스가 개발되어 활용되고 있지만, 센싱값을 수집/가공/저장/활용/제공 등에 있어서 보안성과 프라이버시 보호를 위한 보안 기술 및 기준, 보안 프레임워크가 없는 상황임
- 2005년부터 수행된 USN 미들웨어 기술에는 USN 미들웨어와 센서자원 그리고 미들웨어와 이를 활용하는 응용간에 인증/인가 및 기밀성 제공 등 일부 보안 기능이 제공되고 있으나 필요한 보안 기술의 일부만 제공되고 있는 실정임
- 특히 센서노드보안기술은 센서노드의 높은 자원제약성 때문에 단순히 전송 데이터에 대한 기밀성만 제공하는 상황임
- 센싱 정보 전송에 있어서도 전송 데이터에 대한 기밀성/무결성만 제공하는 상황임(예: IEEE 802.15.4 프로토콜)</td><td colspan="3">- 센서네트워크 응용에서 수집/가공/저장/활용/제공되는 센싱정보는 정보의 특성상 개인의 프라이버시 정보가 될 수 있으며, 공공의 이익 및 나아가 국가 이익과 결부된 정보가 될수 있음
- 이에, 센싱정보 및 제반 센서자원에 대한 보안성 제공은 매우 중요한 요소임
- 센싱정보를 수집단계에서 최종 활용단계까지 전체 과정에 대한 기술적/제도적 표준 보안 프레임워크가 존재해야 함
- 센서네트워크 응용 요소별 보안 구현 기술에 대한 연구개발이 필요하며, 이를 통해 센서네트워크 요소별 보안성 제공 및 상위 수준의 응용 서비스상에서의 운용 보안성/프라이버시 보호를 제공할 수 있어야 함
- 또한, 센서네트워크상에서의 수집/가공/저장/통신/네트워킹 차원에서의 수준별/상황별 보안성을 제공할 수 있어야 함</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="5">- ITU-T 및 ISO 표준 기구들을 통한 센서네트워크에 대한 보안 프레임워크 기술 표준이 개발되고 있으며, SANY 컨소시엄에서는 OGC의 SWE 프레임워크 기술에 보안을 적용하여, 안전한 센싱정보 교환을 위한 프레임워크가 개발중임
- 또한, 다양한 단체 표준(ZigBee Alliance)와 학계/연구계(IEEE, ACM, IACR 등)에서는 센서네트워크에 대한 요소보안기술, 암호기술, 통신/네트워킹 보안기술, 프라이버시 보호기술, 응용 서비스 보안 기술에 대한 연구/개발이 활발히 진행중임. 하지만, 외국에서도 아직 시장에서 경쟁력을 가지는 센서네트워크 보안기술은 아직 개발하지 못한 상황임</td></tr>
<tr><td>우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="4">- 국내에서는 지금까지 USN미들웨어 보안기술과 센서네트워크 통신/네트워킹 상에서의 기밀성/무결성 제공 정도의 기술을 확보하고 있는 상황임
- 한편, 현재 추진되었던 많은 센서네트워크 관련 시범 서비스들은 보안기술의 중요성은 인지하였지만 이를 사용하지 못한 상황이었음. 서비스에 대한 접근제어와 ID/패스워드 기반의 인증/인가 기술 적용 정도의 수준임</td><td>선진국대비
기술수준

약 (50)%</td></tr>
<tr><td rowspan="4">핵심기술</td><td colspan="5">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="4">센서노드 보안 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="4">안전한 환경 센싱정보 전송 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="4">다자간 환경 센싱정보 공유를 위한 인증/인가 기술</td></tr>
<tr><td rowspan="3">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td>-단위 센싱 정보에 대한 전송 기밀성/무결성 제공 기술 개발
- 센서 자원간 센싱정보 공유 및 사용에 대한 인증/인가 기술 개발</td><td>-대용량 및 복합 센싱정보에 대한 안전한 전송 기술 개발
- 높은 자원제약 환경에서의 저전력/고성능 보안 기술 개발</td><td>-분산된 센싱정보 수집 및 다중 서비스 환경에서의 안전하고 효율적인 인증/인가 및 프라이버시 보호를 위한 핵심 기술 개발</td><td>-센서노드로부터 미들웨어, 응용 서비스에 이르는 전체 서비스 구조에서의 보안 프레임워크 기술 및 현장 적용 기술
- 수집단계에서 사용단계에 이르는 전단계에서의</td><td>-다중 서비스 및 분산/이기종 서비스 환경에서의 보안 프레임워크 연동 및 프라이버시 보호 기술 개발
- 수집단계에서 활용, 가공후 재분배 단계에 이르는 전과정에서의</td></tr>
</table>

						보안/프라이버시 보호 기술 개발		보안/프라이버시 보호 기술 개발	
	기술 완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	상용시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
					2013				2017	

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도, 기업주도 등)	- 정부 주도로 해당 개발을 추진하고, 개발된 결과물을 민간 업체 및 다양한 정부 사업에 적용	- 정부 주도로 개발을 추진하되, 산업체에서 상용화 및 사업화를 적극 추진함
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 정출연을 통한 핵심기술 개발 및 산업체와의 공동연구를 통해 보유기술 적극 활용 - 관련 기술 표준특허 및 표준개발을 통한 IPR 확보	- 산업체 공동 연구를 통해 기술사업화 조기 추진
소요인력	- 11M/Y	- 8M/Y
필요 예산	- 22억원	- 16억원

미들-7	실시간 측정 자료 기반 fault sensor identification 기술 개발	주관부처	환경부
		협조부처	국토부

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발 필요성</td><td colspan="3">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="5">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="3">- 측정기기의 유지, 보수가 주로 운영자/관리자에 의해서 수행됨.
- 측정기기의 정상가동 여부 역시 manually 결정이 됨.
- 비정상 측정기기의 측정자료가 유효자료로 분류되는 경우가 발생하여, 실제로 유효한 자료의 가치를 저하시키고 있음.</td><td colspan="5">- 서버 수준에서 자동으로 비정상 측정기기를 파악하여 측정자료의 배제 및 유지관리 요청 신호를 발행할 수 있어야 함.</td></tr>
<tr><td>글로벌 동향 및 수준</td><td colspan="8">- 대부분의 선진국에서 시행되고 있는 수질측정망에서 측정기기의 정상/비정상 여부는 manually 규명되고 있음.
- 측정기기의 측정결과 값의 유/무효와 상관없이 주기적으로 자동적으로 측정기기의 세척이나 정도관리를 수행하는 수준임.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">우리나라 현황 및 수준</td><td colspan="6" rowspan="2">- flow-through 측정기기나 직독식 센서 모두 manually 유지관리를 수행하고 있으며, 이의 정상/비정상 판단 역시 manually 수행하고 있음</td><td colspan="2">선진국대비 기술수준</td></tr>
<tr><td colspan="2">약 (50)%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="8">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="7">직독식 측정기기의 측정값의 유/무효 및 정상/비정상 판단 application</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="7">직독식 측정기기의 자동 유지관리 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="7">Flow-through 측정기기의 측정값의 유/무효 및 정상/비정상 판단 application</td></tr>
<tr><td>핵심기술4</td><td colspan="7">비정상 자료 보상 기술</td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술 개발 목표</td><td>개발 기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td>2017</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>개발 목표</td><td>- 직독식 측정기기의 측정값 유/무효 및 정상/비정상 판단 프로그램 개발
- Flow-through 측정기기의 측정값 유/무효 및 정상/비정상 판단 프로그램 개발</td><td>- 직독식 측정기기의 자동 유지관리 기술 개발
- 결측 자료 보상 프로그램 개발</td><td>-개발된 프로그램의 현장 적용성 평가 및 개선점 파악</td><td>-현장 적용 및 상용화</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>기술 완성도 (TRL)</td><td>1단계</td><td>2단계</td><td>3단계</td><td>4단계</td><td>5단계</td><td>6단계</td><td>7단계</td><td>8단계</td><td>9단계</td></tr>
<tr><td></td><td>기본원리의 발견</td><td>기술개념과 적용분야의 확립</td><td>분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>연구실 환경 Working Model 개발</td><td>유사환경 Working Model 검증</td><td>유사환경 프로토타입 개발</td><td>실제환경 프로토타입 데모</td><td>상용제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>상용제품 생산</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td></tr>
<tr><td>추진전략</td><td colspan="4">1단계</td><td colspan="4">2단계</td></tr>
<tr><td>목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)</td><td colspan="4">- 기업 주도로 측정기기의 reliability 증진을 위한 소프트웨어 개발 및 검증.</td><td colspan="4">- 기업 주도의 Application개발
- 대학/연구원 주도의 Appllication의 현장 적용</td></tr>
<tr><td>기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="4">- 정상/비정상 판단 프로그램의 개발은 기업에서 시행
- 알고리즘은 대학교/연구원에서 개발하여 기업에 이전</td><td colspan="4">- 산학연 공동으로 application의 개발 및 이의 현장 적용을 통해서 application의 상용화</td></tr>
<tr><td>소요인력</td><td colspan="4">- 30명/년</td><td colspan="4">- 30명/년</td></tr>
<tr><td>필요 예산</td><td colspan="4">- 12억원/년</td><td colspan="4">- 18억원/년</td></tr>
</table>

라) 유저인터페이스

유저-1	망을 통한 오염물 유출 경로 추적이 가능한 application 개발	주관부처	환경부
		협조부처	지경부

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 기존 측정망의 경우, 단순히 센서 설치 위치에서 측정된 수질 항목의 농도가 시 설정된 기준을 초과하면, 오염사고 발생 경보를 생성하는 기능만 수행 - 즉, 오염물질의 유입경로 등의 파악이 이루어지고 있지 않음 - 실제적인 오염사고 관리는 오염사고의 발생 감시 뿐만 아니라, 발생원의 추적이 가능하여야 함	- 실제적인 오염사고 관리는 오염사고의 발생 감시 뿐만 아니라, 발생원의 추적이 가능하여야 함 - 따라서, 한 측정지점에서 오염이 감시 되었을 경우, 상류의 오염물 유출 지점을 명확하게 추적할 수 있는 시스템의 개발이 필요
글로벌 동향 및 수준	- 미국 USGS나 EPA의 IMPACT 사업을 통해서 하천 및 호소에 pH, Temp., DO, 탁도 등을 모니터링 할 수 있는 측정기기를 설치하고, 수질 연속 측정하는 수준임 - 모델링을 통해서 한 측정지점에서 측정된 오염사고의 발생원을 규명하기 위해서 노력함 - 위성을 통해서 큰 수체의 온도 구배 등을 모니터링하고 있음. 향후 각종 수질항목에 대한 원격 감시 체계를 구축하려고 하고 있음 - 독일은 라인강을 따라서 독성 감시 장치, 수질측정장치 등을 설치하고, 오염사고 발생을 감시하고 있음	
우리나라 현황 및 수준	- 자동화된 측정장비를 통한 오염사고의 감시 수준에 머무르고 있음 - 오염사고 발생원 조사는 경보 발생 측정항목과 관련이 있는 산업체에 대한 개별 조사를 통해서 진행하고 있음	선진국대비 기술수준 약 (50)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	오염사고 발생 유무 판별 프로그램
핵심기술2	측정기기 간 하천 혹은 호소 mass balance모델
핵심기술3	특정 위치에서 측정된 오염원의 농도로부터 발생 위치 추적 프로그램
핵심기술4	여러 수질 측정항목의 변화 유사 정도를 통한 발생원 규명 프로그램

기술개발목표									
개발기간		2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
개발목표		위치별, 발생원별 관심 수질 항목 선정, application 개발 전략 수립 및 설계	배경농도에 변화 정도를 벗어난 오염사고의 판별 프로그램 개발	오염원 발생 위치 추적 및 발생원 규명 프로그램 개발	프로그램의 시험 적용을 통한 application의 개선	프로그램의 현장 적용 및 프로그램 상용화			
기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013				2017	

추진전략	1단계(3년)	2단계(2년)
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- 정부 주도로 센서 측정 자료를 이용한 오염사고 발생 감시 및 발생원 추적 알고리즘 개발 - 정부주도의 알고리즘의 구현 및 Application 설계	- 기업 주도의 Application개발 - 정부 주도의 Application의 현장 적용
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- 알고리즘 개발 및 이의 구현을 위한 application 설계를 위해서 산학연 공동 추진	- 산학연 공동으로 application 개발 및 이의 현장 적용을 통해서 application의 상용화
소요인력	- 30 M/Y	- 30 M/Y
필요 예산	- 20억원/년	- 20억원/년

유저-2	실시간 측정 자료 및 GIS 기반 유역 관리 모델 개발	주관부처	환경부
		협조부처	국토부

기술개발 필요성	(AS-IS) 현황 및 문제점					(TO-BE) 개선 방향			
	- 실시간 측정자료의 환경관리 적용을 위해서는 정확한 측정 위치 및 주변 환경에 대한 정보 접근이 수월하여야 함 - 현재 측정자료를 ascii code화하여 DB서버에 저장하거나, 단순한 지도와 측정자료의 연계 수준에 머물러 있음					- 시스템의 이해도가 낮은 행정가의 이해를 돕기 위해서 보다 interactive한 user interface를 제공하여야 함 - 지리정보 시스템 상에서 개별 오염발생원과 자연수계간 오염물 농도로부터 오염의 시간적 공간적 분포를 확인할 수 있어야 함 - 공간 모델을 통해서 모든 하천의 지점의 오염정도를 파악할 수 있어야 함		
글로벌 동향 및 수준	- 단순한 항목에 대해서 위성으로부터 원격감시를 하여 오염의 분포를 살피고 있음. - 단순한 지도위에 측정 위치를 나타내고, 해당 위치의 오염 현황만을 web 상에서 보고하는 수준에 머물러 있음								
우리나라 현황 및 수준	- 과거에는 측정된 실시간 수질 자료를 DB서버에 저장하고, 경보 발생 시에만 사용자에게 알리는 수준이었음 - 2011년부터 실시간 측정 자료의 대국민 공개를 시작하지만, 이 역시 단순한 그림과 함께 측정자료 표를 제시하는 수준임							선진국대비 기술수준	
								약 (70)%	
핵심기술	기술명								
	핵심기술1	측정자료을 유역관리 GIS 시스템에 실시간으로 출력할 수 있는 기술							
	핵심기술2	시간적/공간적 오염 예측 모델 개발							
	핵심기술3	유역관리 모델의 GIS 이식 기술							
	핵심기술4	신규 오염원 및 측정지점 표시를 위한 자동 업데이트 기능							
기술개발 목표	개발기간	2013	2014	2015	2016	2017			
		○	○	○	○	○			
	개발목표	- 실시간 자료 기반 유역 관리 모델 개발전략 및 설계	-유역관리용 GIS 시스템 설계 -유역관리 모델 개발	-유역관리 GIS 시스템 구축 -모델의 이식 -모델 정확성 검증	-현장 적용 및 UI 개선	-현장 적용 -상용화			
	기술완성도 (TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
		기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013					2017	
추진전략		1단계					2단계			
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)		- 정부 주도로 센서 측정 자료를 이용한 모델개발 및 검증 - 정부주도의 유역관리 GIS 시스템 구축					- 기업 주도의 Application개발 - 정부 주도의 Application의 현장 적용			
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)		- 유역관리 모델 개발 및 GIS 시스템 구축은 산학연 공동 추진 - 기업 및 국가연구기관의 유역관리 DB구축 - 특히, 정부의 관련 연구기관의 참여는 필수임					- 산학연 공동으로 application의 개발 및 이의 현장 적용을 통해서 application의 상용화			
소요인력		- 30 M/Y					- 30 M/Y			
필요 예산		- 28억원/년					- 42억원/년			

유저-3	수변 공간 변화 관측 기술 개발	주관부처	국토부
		협조부처	교과부

<table>
<tr><td rowspan="2">기술개발
필요성</td><td colspan="3">(AS-IS) 현황 및 문제점</td><td colspan="3">(TO-BE) 개선 방향</td></tr>
<tr><td colspan="3">- 이수·치수와 하천환경·생태 등의 하천관리에 필수적인 하천형상의 변화 탐지를 위한 체계적인 기술 개발 필요
- 하천 내 준설 및 골재채취 등 인위적 교란에 의한 하천환경 변환 탐지 기술 전무
- 홍수, 가뭄 등 하천환경(생태, 하상지형, 수변공간 등) 변화에 대한 직접조사(측량 등)로 하천관리 효율 저하</td><td colspan="3">- 위성영상, LiDAR 등 대용량 지형공간정보 활용 및 실시간 정보처리 가능한 고성능 HPC 컴퓨팅 기술 개발
- ST기반 홍수기 및 평·갈수기 연중 실시간 하천지형 변화 탐지 기술 개발
- 인위적, 자연적 하천교란에 의한 하천변화 정량적 산출 모형 개발</td></tr>
<tr><td>글로벌
동향 및 수준</td><td colspan="6">- 선진국을 중심으로 적극적으로는 댐의 철거를 통한 생태통로의 확보, 인공 홍수를 형성하기위한 댐 저수의 방류, 친환경적 방류량, 방류시기, 방류 방법 등의 적응관리에 대한 직접조사 및 수치모의 기법이 제기되고 있으나 아직은 초보적인 수준임
- 미국의 NHD(National Hydrographic Dataset)은 EPA의 EnviroMapper, FEMA의 DFIRM 등의 시스템에서 공통 기반 자료로 활용하기 위한 하천지형정보 구축</td></tr>
<tr><td rowspan="2">우리나라
현황 및 수준</td><td colspan="4" rowspan="2">- 국내에서는 댐 하류 생태계 교란에 대한 구체적인 인식이 결여되어 있으나 앞으로 이들 교란에 대한 문제 제기가 예상되고 이에 따른 적응관리 기법의 수립이 매우 절실
- 하천 교란시 수리, 수문, 유사 이동 및 지형 변화에 따라서 연동되는 생물상 및 생물 군집 변화에 대한 예측 모델이 전무한 상태로서 적응관리 기법 수립을 위한 예측 모델 적용</td><td colspan="2">선진국대비
기술수준</td></tr>
<tr><td colspan="2">약 (60)%</td></tr>
<tr><td rowspan="5">핵심기술</td><td colspan="6">기술명</td></tr>
<tr><td>핵심기술1</td><td colspan="5">고해상도, 대용량 공간정보 컴퓨팅 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술2</td><td colspan="5">ST기반 하천지형 변화탐지 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술3</td><td colspan="5">하상지형 및 수변공간정보 병합 분석 기술</td></tr>
<tr><td>핵심기술4</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
목표</td><td>개발
기간</td><td>2013</td><td>2014</td><td>2015</td><td>2016</td><td colspan="2">2017</td></tr>
<tr><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td colspan="2">○</td></tr>
<tr><td>개발
목표</td><td>하천지형변화 탐지 센서기술 선정 및 적용성 평가</td><td>고해상도, 대용량 공간정보 컴퓨팅 기술 개발</td><td>하상지형 및 고정밀 수변공간정보 병합 분석 기술 개발</td><td>ST기반 실시간 하천지형 변화탐지 기술 개발</td><td colspan="2">실시간 수변공간 변화(홍수재해 및 시설물변화 등) 탐지 시스템 개발</td></tr>
<tr><td>기술
완성도
(TRL)</td><td>1단계
기본원리의 발견</td><td>2단계
기술개념과 적용분야의 확립</td><td>3단계
분석 실험 통한 기술 개념 검증</td><td>4단계
연구실 환경 Working Model 개발</td><td>5단계
유사환경 Working Model 검증</td><td>6단계
유사환경 프로토타입 개발</td><td>7단계
실제환경 프로토타입 데모</td><td>8단계
시제품 시험평가 및 신뢰성 검증</td><td>9단계
상용제품 생산</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>2013</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2017</td><td></td></tr>
<tr><td>추진전략</td><td colspan="4">1단계</td><td colspan="3">2단계</td></tr>
<tr><td>목표달성을 위한 추진전략 (정부주도, 기업주도 등)</td><td colspan="4">- (정부) 센서기술선정 및 고정밀 공간정보분석 기법 개발
- (연구기관) 대용량 공간정보 컴퓨팅 기술
- (기업) 하상지형 및 공간정보 수변공간정보 병합기술 개발</td><td colspan="3">- (정부) ST기반 실시간 하천지형 변화탐지 기술 개발
- (기업) 실시간 변화탐지 시스템 개발</td></tr>
<tr><td>기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)</td><td colspan="4">- (공동) 센서기술 정립 및 대용량 공간정보 컴퓨팅 기술은 국내 최고기술 보유 연구기관과 공동 개발 추진
- (위탁) 공간정보 병합기술 개발은 기술 보유 기업, 대학, 연구기관 등 위탁</td><td colspan="3">- (공동) 변화탐지 기술 개발은 국내 최고기술 보유기관과 공동 개발
- (위탁) 실시간 변화탐지 시스템구축은 3D GIS 기술보유기업에 위탁</td></tr>
<tr><td>소요인력</td><td colspan="4">- 20 M/Y</td><td colspan="3">- 15 M/Y</td></tr>
<tr><td>필요 예산</td><td colspan="4">- 10억</td><td colspan="3">- 5억</td></tr>
</table>

유저-4	수문모니터링 자료 처리 및 분석 기술	주관부처	국토부
		협조부처	

	(AS-IS) 현황 및 문제점	(TO-BE) 개선 방향
기술개발 필요성	- 통합수자원관리(IWRM) 실현 및 수자원 통합 분석 , 의사결정지원을 위한 모니터링 기술 개발 필요 - 국가 차원의 수문자료 품질관리 인식을 제고하고 표준화된 수문자료 활용 및 기준 제시 필요 - 3차원 공간정보활용 재난예측 등 국가차원에서 Smart River 구축을 위한 종합적인 상황분석과 효과적인 대처를 위한 표준화된 융합기술 필요	- 국가 수문자료 표준화 및 처리방법 정립 - 하천유량관리를 수행할 수 있는 실시간 물관리시스템 개선 - 수량, 수질, 시설물, 지형 모니터링자료 분석 처리 기술 개발 - GIS 기반 하천수문상황 모니터링시스템 개발 - 하천유역 수재해 예측/분석, 구조물의 안정성 및 피해를 조기 파악할 수 있는 시뮬레이터 구축
글로벌 동향 및 수준	- 미국 레오프로젝트에서는 수량, 수질, AUV 등을 이용하여 하드슨강 하천환경 모니터링 자료에 대한 2D, 3D 등 다각적인 자료처리 및 분석시스템 구축 - 마케도니아 RIMSYS 프로젝트는 수자원모니터링 시스템을 IT를 적용 현대화, 활성화하기 위해 관측망을 확대하고 있으며, EU Warmer 프로젝트에서는 실시간 수질시스템을 유럽 전역에 구축하기 위해 학제간 연구 프로그램을 추진 중에 있음	
우리나라 현황 및 수준	- 수량, 수질, 등 실시간 모니터링 자료가 WAMIS, WINS를 통해 서비스 및 유통되고 있으나, 수문자료의 신뢰성 및 품질을 제고 노력 부족 - 하천 유량, 지형, 수질 및 주요유역에 대한 구조적(지형, 구조물, 하도 등), 비구조적(홍수, 환경 등) 관심 항목에 대한 직관적이며 입체적 모니터링 및 예측, 분석 기술 개발 부재	선진국대비 기술수준 약 (75)%

핵심기술	기술명
핵심기술1	수문자료 표준화 및 처리 방법
핵심기술2	수량, 수질, 시설물, 지형모니터링자료 분석 처리 기술
핵심기술3	GIS 기반 하천유역 수재해 예측/분석 가능한 시뮬레이터 기술
핵심기술4	다차원공간정보 기반 수문모니터링 및 의사결정지원시스템 기술

기술개발목표	2013	2014	2015	2016	2017
개발기간	○	○	○	○	○
개발목표	수문자료 표준화 및 처리기법 개발	수량, 수질, 시설물, 지형모니터링 자료 분석 처리기술 개발	GIS기반 하천유역 수재해 예측/분석 시뮬레이터 개발	공간정보기반 수문모니터링 시스템 구축	의사결정지원 시스템 구축

기술완성도(TRL)	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계	9단계
	기본원리의 발견	기술개념과 적용분야의 확립	분석 실험 통한 기술 개념 검증	연구실 환경 Working Model 개발	유사환경 Working Model 검증	유사환경 프로토타입 개발	실제환경 프로토타입 데모	시제품 시험평가 및 신뢰성 검증	상용제품 생산
				2013					2017

추진전략	1단계	2단계
목표달성을 위한 추진전략 (정부주도,기업주도 등)	- (정부) 수문자료 표준화 및 처리기법 개발, 모니터링자료분석, 시뮬레이터개발 주도 - (연구기관) 수문모니터링 기법개발 및 시스템화 주도	- (정부) 공간정보기반 수문모니터링 및 의사결정시스템 주도 - (기업) 수문모니터링시스템 기술 보유 기업 주도
기술확보전략 (단독, 공동, 위탁등)	- (단독) 수문모니터링 기술 및 수재해 예측/분석 시뮬레이터 개발은 자체 추진 - (위탁) 자료처리모듈 개발은 개발 가능 기업, 대학, 연구기관 등 위탁	- (단독) 실시간 수문모니터링 및 의사결정시스템 자체 추진 - (위탁) 모니터링시스템 개발은 기술 보유 기관 위탁
소요인력	- 20 M/Y	- 10 M/Y
필요 예산	- 28억	- 12억

5.4.3 로드맵

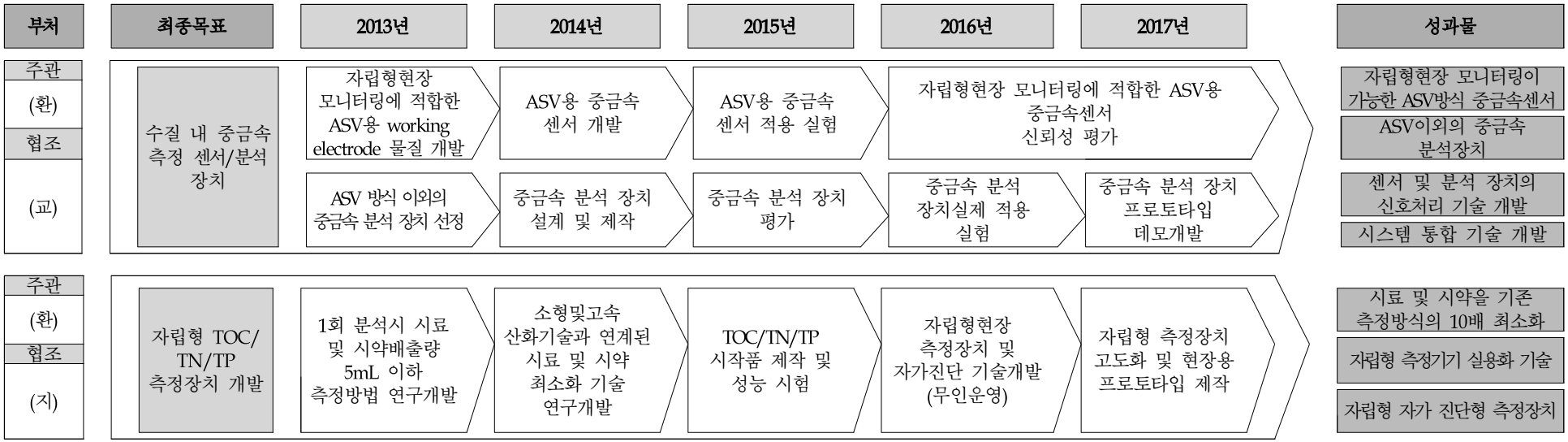
가) 자립형 센서/측정장치




부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(지)
협조
수요처
전기식 수질센서 (5종)
전극 소재 개발
센서 구조 설계
센서부 제조
신호처리 회로 개발
센서부/신호처리부 일체화 및 방수/내부식 하우징
시제품 제작
시제품 시험인증 (측정항목 범위, 정확도; 수온 -5~50℃, ±0.3℃; EC 0~100mS/m, ±0.5%; pH 0~14, ±0.2; ORP ±1000mV, ±20mV; 염도 0~70ppt, ±1%)
테스트베드 적용 및 신뢰성 확보
전극 소재 기술
전기식 수질센서 (5종: 수온, EC, pH, ORP, 염도) 제조 기술
신호처리회로 기술
방수/내부식 하우징 기술
주관
(지)
협조
수요처
광학식 수질센서 (4종)
광원 및 광검출용 소자 개발
센서 구조 설계
센서부 제조
신호처리 회로 개발
센서부/신호처리부 일체화 및 방수/내부식 하우징
시제품 제작
시제품 시험인증 (측정항목 범위, 정확도; 탁도 0~1000 NTU, ±2%; DO 0~50mg/L, ±2%; 클로로필-a 0~500μg/L, ±3%; 남조류 0~20,000NTU, ±0.3%)
테스트베드 적용 및 신뢰성 확보
광원/광검출용 소자 기술
광학식 수질센서 (4종: 탁도, DO, 클로로필-a, 남조류) 제조 기술
신호처리회로 기술/ 방수./내부식 하우징 기술
주관
(지)
협조
수요처
자동 세정/교정 복합센서
자동교정 알고리즘 개발
복합신호 처리용 ROIC 및 지능형 제어회로
자동교정 회로/ 소프트웨어/키트 개발
자동세정 장치 개발
시제품 제작 및 현장적용 시험
복합신호 처리 및 지능형 제어 회로
다항목(10종) 측정용 복합센서 제조 기술
자동교정 기술
자동세정 기술

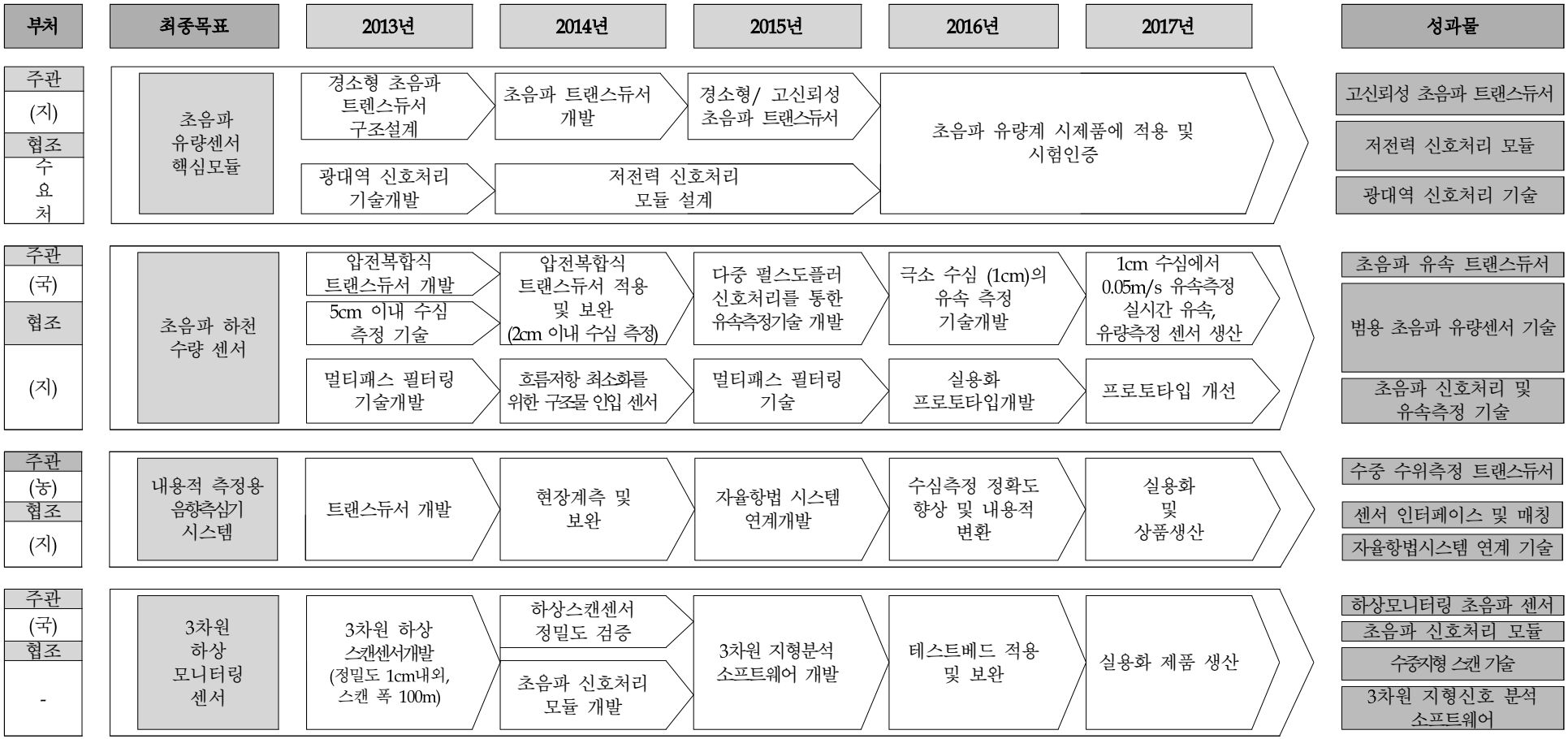

부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(농)
협조
(교)
해양 병원균 바이오센서 개발
병원체 종 판별용 유전자 정보 발굴
미세탐침 개발
나노입자를 이용한 전처리 시스템 개발
미세유체 디바이스 시스템 개발
Lab-on-a-chip 개발
테스트베드 구축
시범운영 및 상품화추진
병원체 종 판별용 유전자 정보발굴기술
나노입자를 이용한 전처리
미세유체 디바이스 시스템
Lab-on-a-chip 개발
주관
(농)
협조
-
해양조류 직독식 센서개발
해양조류 출현현황 및 환경대응 평가
해양 조류 특성별 형광 스펙트럼 그룹화
광학 band path 필터 조합의 최적화
LED기반 해양조류 프로파일링 구축
방향설정 자동교정 기술개발
테스트베드 구축
시범운영 및 상품화추진
해양조류 특성별 형광 스펙트럼 그룹화
LED 기반 해양조류의 프로파일링 구축
Fluoro Probe
주관
(농)
협조
-
양식어장 환경맞춤형 다항목 수질 자동측정 장치개발
연안어장 양식 용수 수용 환경 평가
수역 적지선정 및 타당성평가
테스트베드 시범운영
연안어장 양식용수 수용 환경 평가기술
수역 적지선정 및 타당성 평가기술 확립
주관
(농)
협조
-
해양 부유물질 직독식 센서개발
금 나노입자 광학기판 개발
나노입자 기반 광학소재 개발
나노입자 기반 부유물질 센서 개발
테스트베드 구축
시범운영 및 상품생산
금 나노입자 광학기판 개발
나노입자 기반 광학소자 개발
나노입자 기반 부유물질 센서

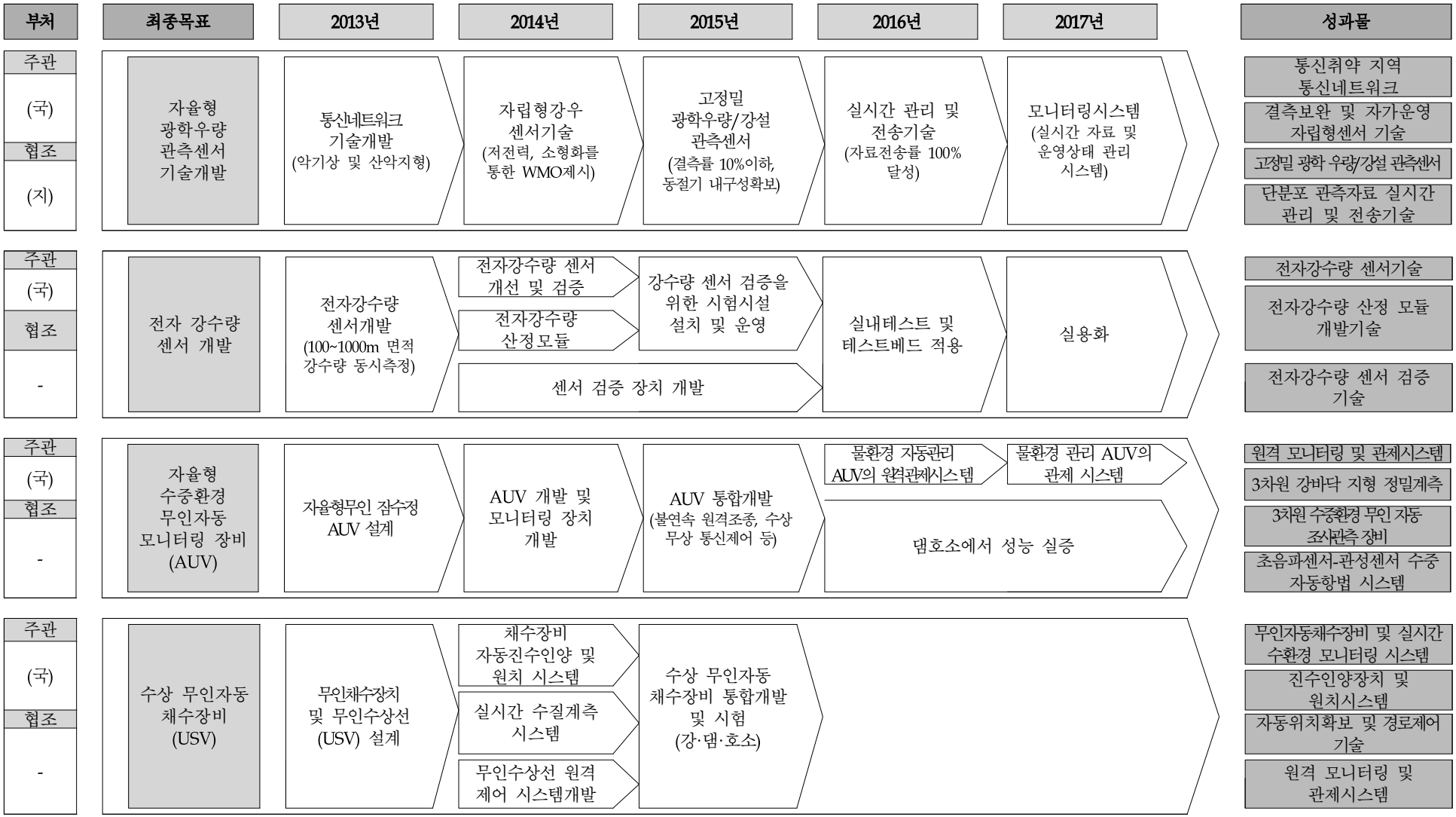

부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(농)
협조
(교)
해양 유해적조 바이오센서 개발
유해적조 생물종 유전체 다양성 기술개발
나노입자 바이오 고정화 기술
나노 바이오칩개발
나노바이오센서개발
테스트베드 구축
시범운영 및 상품화추진
유해적조 생물종 유전체 다양성 기술 개발
나노입자 바이오 고정화 기술
나노 바이오 칩 및 센서
주관
(환)
협조
(농)
·
(교)
인산염 측정 센서
수중의 저농도 측정가능한 인산염 선택적검출 화학센서 연구개발 시제품제작 및 성능시험 (0.7 ug/L 이하)
선택적 인산염측정 화학센서 시작품제작 및 성능시험
자립형 현장측정 장치 개발 (무인운영 방식)
저전력센서노드 개발 (무인운영 방식)
자가진단, 자립형 센서노드 고도화 및 현장설치용 프로토타입 제작
저농도 검출이 가능한 선택적 인산염 측정 화학센서부 개발
저전력 센서노드, 신호 인터페이스, 노이즈 제거기술
자립형 자가진단형 센서노드 개발 및 실용화기술
주관
(환)
협조
(농)
질산염 측정 센서
UV-VIS 흡광 스펙트럼 측정을 통한 질산염 광학센서 개발
흡광스펙트럼 패턴인식을 통한 질산염 농도 보정기술 개발 시작품 성능시험
자립형 현장 측정센서의 오손방지 장치 개발
간섭물질 보정 알고리즘
자가진단, 간섭물질보정, 자립형 센서노드 고도화 현장설치용 시작품 제작
현장설치용 프로토타입 제작 및 테스트
UV-VIS 흡광 스펙트럼 측정에 의한 질산염 광학센서
흡광 스펙트럼의 패턴인식을 통한 질산염 농도 보정기술
광학센서의 오손 방지장치 개발
주관
(환)
협조
(농)
암모니아성 질소 측정센서
전극방식 기술보다 측정감도가 우수한 측정기술 연구개발
선택적 암모니아질소 측정센서의 working model 개발
선택적 암모니아질소 측정센서의 working model 검증
자립형현장 측정장치 및 저전력 센서노드 개발 (무인운영)
자가진단, 자립형 센서노드 고도화 및 현장설치용 시작품 제작
선택적 암모니아 측정센서부
저전력 센서노드, 신호 인터페이스, 노이즈 제거기술
자립형 자가진단형 센서노드 개발 및 실용화기술

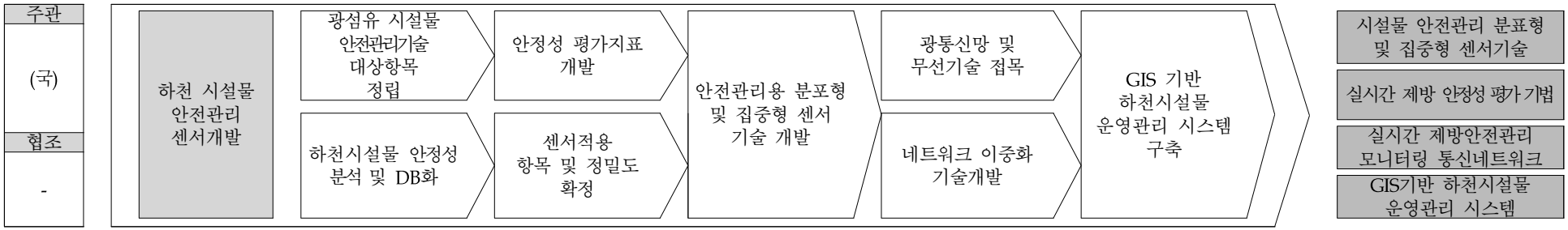

부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(환)
협조
(교)
수질 내 중금속 측정 센서/분석 장치
자립형현장 모니터링에 적합한 ASV용 working electrode 물질 개발
ASV용 중금속 센서 개발
ASV용 중금속 센서 적용 실험
자립형현장 모니터링에 적합한 ASV용 중금속센서 신뢰성 평가
ASV 방식 이외의 중금속 분석 장치 선정
중금속 분석 장치 설계 및 제작
중금속 분석 장치 평가
중금속 분석 장치실제 적용 실험
중금속 분석 장치 프로토타입 데모개발
자립형현장 모니터링이 가능한 ASV방식 중금속센서
ASV이외의 중금속 분석장치
센서 및 분석 장치의 신호처리 기술 개발
시스템 통합 기술 개발
주관
(환)
협조
(지)
자립형 TOC/TN/TP 측정장치 개발
1회 분석시 시료 및 시약배출량 5mL 이하 측정방법 연구개발
소형및고속 산화기술과 연계된 시료 및 시약 최소화 기술 연구개발
TOC/TN/TP 시작품 제작 및 성능 시험
자립형현장 측정장치 및 자가진단 기술개발 (무인운영)
자립형 측정장치 고도화 및 현장용 프로토타입 제작
시료 및 시약을 기존 측정방식의 10배 최소화
자립형 측정기기 실용화 기술
자립형 자가 진단형 측정장치


부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관 (농) 협조 (지)
레이더, 초음파식 장거리 수위계측시스템
트랜스듀서 설계
해석기술 개발
신호 처리 기술개발
탐지기술
범용 센서 인터페이스 기술
수위측정 정밀도/ 정확도 향상
실용화 및 상품생산
트랜스듀서 설계와 해석
신호처리 및 탐지
범용센서 인터페이스
주관 (농) 협조 (지)
농업용 수로 수위측정 시스템
농업용 수로 수위측정 트랜스듀서 개발
농업용 수로 수위측정 현장계측 및 보완
시스템 네트워크 구성
계측 정확도 향상
실용화 및 상품생산
트랜스듀서 설계 및 해석
신호처리와 저전력 설계
센서 인터페이스 회로
주관 (농) 협조 (지)
소하천용 다체널 수위계 시스템
소하천용 다체널 수위계 트랜스듀서
소하천용 다체널 수위계 현장계측 및 보완
영상정보 처리기술 및 연계기술
계측 정확도 향상
실용화 및 상품생산
트랜스듀서, 신호처리 및 인터페이스
영상에 의한 계측전환
대용량 데이터 (영상, 수위정보) 무선전송
주관 (지) 협조 수요처
압력식 수위센서
압저항 소재 개발
센서 구조 설계
센서부 제조
신호처리회로 개발
센서부/신호처리부 일체화 및 방수/내부식 하우징
자동교정 기술 개발
시제품 시험인증
테스트베드 적용 및 신뢰성 확보
압저항 소재 기술
압력식 수위센서 제조 기술
신호처리회로 기술
방수/내부식 하우징 기술
주관 (국) 협조 (지)
광전자 수위센서
광전자센서 응용 수위센서 개발 (수위정확도 0.5cm, 영하 20도 결빙방지)
센서보완
실험실 테스트 및 충돌·방수테스트
현장조건 테스트실시 (수위변화, 결빙기 테스트)
테스트베드 검증
상용화
광전자 수위 센서
방수, 충돌 등 극한조건 제어
결빙방지 기술
필터링을 통한 측정자료 안정화


부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(농)
협조
(지)
레이다 수위/유속 시스템
레이다 수위/유속 트랜스듀서 개발
레이다 수위/유속 현장계측 및 보완
센서 네트워크 구성
공급 유량 환산
유량 산정 정확도 향상
실용화 및 상품생산
표면 유속 측정을 위한 트랜스듀서
신호처리 및 유량 환산
유량산정을 위한 수문 설계 및 적용
주관
(농)
협조
(지)
전자식 유속측정 시스템
전자식 유속측정 트랜스듀서 개발
전자식 유속측정 현장계측 및 보완
수위/유속 복합시스템 구성
유량산정 정확도 향상
실용화 및 상품생산
표면유속 측정을 위한 트랜스듀서
센서 매칭 및 송수신회로
신호처리 및 유량환산
주관
(국)
협조
-
2차원 표면유속장 측정기술 개발
저손실 도파관타입 Buttler Beamforming Matrix 설계
도파관슬롯 배열안테나설계
Beamforming 스마트안테나 시스템제작
주파수분할 다채널 송수신 모듈 소형화 설계
다중 펄스도플러 신호처리를 통한 유속측정기술 개발
2차원표면 유속장측정 시스템 시제품제작
stand-alone 2차원표면 유속장측정 시스템 상품화 시제품제작
수심평균유속 환산계수 산정 및 Matrix화
야외성능 시험
다점 주파수분할 2차원 송수신기 소형화 기술
다채널 동시 고속 퓨리에변환 및 칼만필터링 신호처리기술
수심평균유속환산계수 산정 및 Matrix화
beamforming Matrix를 이용한 스마트안테나
주관
(농)
협조
(지)
유량 측정용 flume gate 시스템
유량측정용 수문구조 개발
현장계측 및 보완
공급 유량 환산
저전력 시스템 적용
수문운영에 따른 유량산정 정확도 향상
실용화 및 상품생산
표면 유속 측정을 위한 트랜스듀서
신호처리 및 유량 환산
유량산정을 위한 수문 설계 및 적용


부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(지)
협조
수
요
처
초음파
유량센서
핵심모듈
경소형 초음파
트랜스듀서
구조설계
초음파 트랜스듀서
개발
경소형/ 고신뢰성
초음파 트랜스듀서
초음파 유량계 시제품에 적용 및
시험인증
광대역 신호처리
기술개발
저전력 신호처리
모듈 설계
고신뢰성 초음파 트랜스듀서
저전력 신호처리 모듈
광대역 신호처리 기술
주관
(국)
협조
(지)
초음파 하천
수량 센서
압전복합식
트랜스듀서 개발
5cm 이내 수심
측정 기술
압전복합식
트랜스듀서 적용
및 보완
(2cm 이내 수심 측정)
다중 펄스도플러
신호처리를 통한
유속측정기술 개발
극소 수심 (1cm)의
유속 측정
기술개발
1cm 수심에서
0.05m/s 유속측정
실시간 유속,
유량측정 센서 생산
멀티패스 필터링
기술개발
흐름저항 최소화를
위한 구조물 인입 센서
멀티패스 필터링
기술
실용화
프로토타입개발
프로토타입 개선
초음파 유속 트랜스듀서
범용 초음파 유량센서 기술
초음파 신호처리 및
유속측정 기술
주관
(농)
협조
(지)
내용적 측정용
음향측심기
시스템
트랜스듀서 개발
현장계측 및
보완
자율항법 시스템
연계개발
수심측정 정확도
향상 및 내용적
변환
실용화
및
상품생산
수중 수위측정 트랜스듀서
센서 인터페이스 및 매칭
자율항법시스템 연계 기술
주관
(국)
협조
-
3차원
하상
모니터링
센서
3차원 하상
스캔센서개발
(정밀도 1cm내외,
스캔 폭 100m)
하상스캔센서
정밀도 검증
초음파 신호처리
모듈 개발
3차원 지형분석
소프트웨어 개발
테스트베드 적용
및 보완
실용화 제품 생산
하상모니터링 초음파 센서
초음파 신호처리 모듈
수중지형 스캔 기술
3차원 지형신호 분석
소프트웨어


부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(국)
협조
(지)
자율형 광학우량 관측센서 기술개발
통신네트워크 기술개발 (악기상 및 산악지형)
자립형강우 센서기술 (저전력, 소형화를 통한 WMO제시)
고정밀 광학우량/강설 관측센서 (결측률 10%이하, 동절기 내구성확보)
실시간 관리 및 전송기술 (자료전송률 100% 달성)
모니터링시스템 (실시간 자료 및 운영상태 관리 시스템)
통신취약 지역 통신네트워크
결측보완 및 자가운영 자립형센서 기술
고정밀 광학 우량/강설 관측센서
단분포 관측자료 실시간 관리 및 전송기술
주관
(국)
협조
-
전자 강수량 센서 개발
전자강수량 센서개발 (100~1000m 면적 강수량 동시측정)
전자강수량 센서 개선 및 검증
전자강수량 산정모듈
센서 검증 장치 개발
강수량 센서 검증을 위한 시험시설 설치 및 운영
실내테스트 및 테스트베드 적용
실용화
전자강수량 센서기술
전자강수량 산정 모듈 개발기술
전자강수량 센서 검증 기술
주관
(국)
협조
-
자율형 수중환경 무인자동 모니터링 장비 (AUV)
자율형무인 잠수정 AUV 설계
AUV 개발 및 모니터링 장치 개발
AUV 통합개발 (불연속 원격조종, 수상 무상 통신제어 등)
물환경 자동관리 AUV의 원격관제시스템
물환경 관리 AUV의 관제 시스템
댐호소에서 성능 실증
원격 모니터링 및 관제시스템
3차원 강바닥 지형 정밀계측
3차원 수중환경 무인 자동 조사관측 장비
초음파센서-관성센서 수중 자동항법 시스템
주관
(국)
협조
-
수상 무인자동 채수장비 (USV)
무인채수장치 및 무인수상선 (USV) 설계
채수장비 자동진수인양 및 원치 시스템
실시간 수질계측 시스템
무인수상선 원격 제어 시스템개발
수상 무인자동 채수장비 통합개발 및 시험 (강·댐·호소)
무인자동채수장비 및 실시간 수환경 모니터링 시스템
진수인양장치 및 원치시스템
자동위치확보 및 경로제어 기술
원격 모니터링 및 관제시스템


주관
(국)
협조
-
하천 시설물 안전관리 센서개발
광섬유 시설물 안전관리기술 대상항목 정립
하천시설물 안정성 분석 및 DB화
안정성 평가지표 개발
센서적용 항목 및 정밀도 확정
안전관리용 분포형 및 집중형 센서 기술 개발
광통신망 및 무선기술 접목
네트워크 이중화 기술개발
GIS 기반 하천시설물 운영관리 시스템 구축
시설물 안전관리 분표형 및 집중형 센서기술
실시간 제방 안정성 평가 기법
실시간 제방안전관리 모니터링 통신네트워크
GIS기반 하천시설물 운영관리 시스템

나) 광역 환경센서망


부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(지)
협조
수
요
처
광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준
광역 환경센서망 전파환경 분석
광역 환경센서망 주파수 1차 선정
기술기준안 제시 및 표준화 추진
주파수간섭분석 모델링 및 시뮬레이터 기본설계
주파수간섭분석 모델링 및 시뮬레이터 개발
주파수간섭분석 모델링 및 시뮬레이터 기능고도화
Sub-1Ghz대역 주파수 간섭분석 모델링 및 시뮬레이션 기술
광역 환경센서망 주파수 최적배치 및 운용기술
주관
(지)
협조
수
요
처
Sub-1GHz대역 광대역 저전력 RF/안테나 기술
광대역 저전력 RF 규격작성 및 기본설계
상세설계
칩 제작 및 시험
RF칩 광역 환경센서노드 적용 및 시험
광역 환경센서망 테스트베드 적용시험
고이득 안테나 규격작성 및 기본설계
안테나 상세설계
안테나 제작 및 시험
안테나 센서노드 적용 및 시험
광대역 저전력 고정밀 PLL/필터 기술
Sub-1GHz대역 저전력 RF 칩 설계 기술/ 고이득 소형 안테나 기술
주관
(지)
협조
수
요
처
고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 기술
고효율 환경적응형 모뎀 규격작성 및 기본설계
고효율 환경적응형 모뎀 상세설계
고효율 환경적응형 모뎀 칩 개발
모뎀칩적용 광역 환경센서노드 적용 및 시험
광역 환경센서망 테스트베드 적용시험
고신뢰 환경적응형 채널코덱 규격작성 및 기본설계
고신뢰 환경적응형 채널코덱 상세설계
고신뢰 환경적응형 채널코덱 칩 개발
모뎀/코덱 칩 적용 광역 환경센서노드 적용 및 시험
중거리 고효율 전송 및 적응형 모뎀 기술
고신뢰 적응형 채널 코덱 기술


부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(지)
협조
수요처
환경센서망 동적 채널할당 MAC 기술
동적 무선자원 할당 및 액세스 제어규격 작성 및 기본설계
제어 상세설계
제어 구현
제어 적용 센서노드 개발
광역 환경센서망 테스트베드 적용시험
동적 무선자원 할당 및 액세스 제어 기술
동적 무선링크 구성 규격 작성 및 기본설계
동적 무선링크 구성 상세설계
동적 무선링크 구성 구현
동적 무선링크 구성 적용 센서노드 개발
동적 무선링크 구성 기술
저전력 실시간 환경디바이스 제어 기술
주관
(지)
협조
수요처
환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술
환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 규격 작성 및 기본설계
고신뢰 저전력 센서노드 SoC 상세설계
고신뢰 저전력 센서노드 SoC 제작 및 시험
SoC 적용 센서노드 개발
광역 환경센서망 테스트베드 적용시험
환경적응형 고신뢰 SoC 구조 및 다단계 저전력관리 설계 기술
환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 구조 연구
다단계 저전력 관리 기법 설계
센서노드 SoC 주변 라이브러리 개발
SoC 개발환경 도구 개발
환경적응형 고신뢰 저전력 SoC 제작 기술
주관
(지)
협조
수요처
광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 기술
센서노드 공통 플랫폼 규격작성 및 기본설계
플랫폼 상세설계
플랫폼 제작 및 시험
광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 통합 및 시험
광역 환경센서망 테스트베드 적용시험
센서노드 공통 플랫폼 및 모바일 모니터링 단말 기술
자가발전 센서노드 전원공급/획득 모듈 규격작성 및 기본설계
전원공급/획득 모듈 상세설계
전원공급/획득 모듈 제작 및 시험
자가발전 센서노드 전원공급/획득 기술
지능형 Plug&Play 환경센서 인터페이스 기술

다) 환경 IT융합 미들웨어

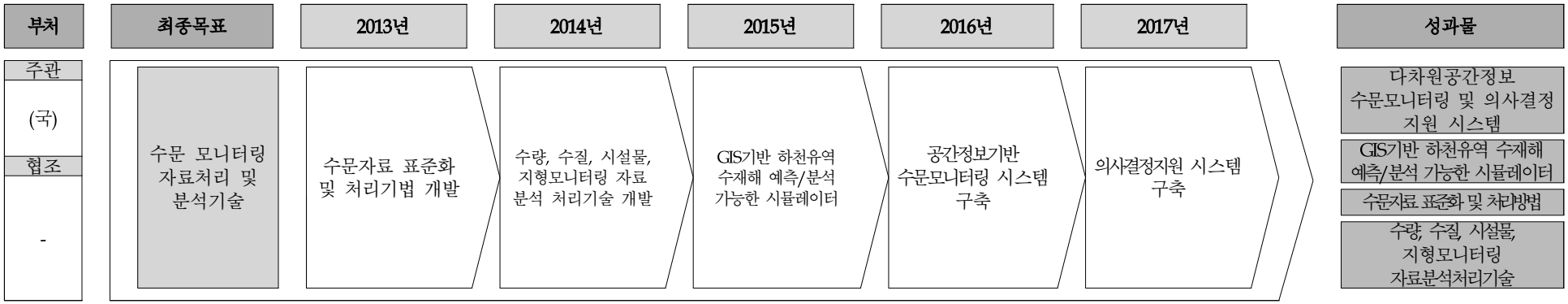



부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(지)
협조
수요처
광역 환경정보 통합/생성 기술
이기종 센싱 정보의 실시간 수집 기술 규격 작성 및 기본 설계
실시간 수집 및 통합, 가시화 플랫폼 상세설계
실시간 수집 및 통합, 가시화 플랫폼 구현 및 시험
실시간 수집 및 통합, 가시화 플랫폼 테스트 베드 적용시험 착수
웨어-하우스 플랫폼 규격작성 및 기본설계
웨어-하우스 플랫폼 규격작성 및 상세설계
웨어-하우스 플랫폼 구현 및 시험
웨어-하우스 플랫폼 테스트 베드 적용시험 착수
분석 목적에 따른 다차원 매쉬업 플랫폼 규격작성 및 기본설계
다차원 매쉬업 플랫폼 상세설계 (분석 차원 정의 완료)
다차원 매쉬업 플랫폼 구현 및 시험
다차원 매쉬업 플랫폼 테스트 베드 적용시험 착수
광역 환경정보 통합/생성을 위한 실시간 가시화, 웨어-하우스, 다차원 매쉬업 테스트베드 적용시험 완료
환경 상황정보 실시간 가시화 기술
환경 센싱정보 웨어-하우스 구축 기술
이종 환경정보 다차원 매쉬업 기술
주관
(지)
협조
수요처
광역 환경정보 분석/예측 기술
광역 환경정보 분석/예측 기술 규격작성 및 기본설계
분석/예측 모델 및 시스템 아키텍처 상세설계
분석/예측 시스템 구현 및 시뮬레이션
분석/예측 시스템 통합 테스트베드 적용시험 착수
중소하천 수질 모델 규격작성 및 기본설계
중소하천 오염원 추적 관리 기술 규격자성 및 기본설계
중소하천 수질 모델 기반 오염원 추적 관리 시스템 구현 및 시험
중소하천 오염원 추적 관리 통합 테스트베드 적용시험 착수
광역환경 정보분석/예측 및 게이트웨이 테스트베드 적용시험 완료
중소하천 환경정보 분석 예측 기술
중소하천 수질모델링 기술
중소하천 오염원 추적 모델링 및 관리 기술
주관
(지)
협조
수요처
광역 환경정보 무선망 운용관리 기술
환경IT융합운용관리 플랫폼 규격작성 및 기본설계
플랫폼 상세설계
플랫폼 구현 및 시험
플랫폼 테스트베드 적용시험 착수
현장적응형망운용 관리 시스템 규격작성 및 기본설계
망운용관리 시스템 상세설계
망운용관리 시스템 구현 및 시험
망운용관리 시스템 테스트베드 적용시험 착수
광역환경 센서망 센서노드 및 게이트웨이 테스트베드 적용시험 완료
광역 환경정보 센서망 설계기술
광역 환경정보 센서노드 배치, 자동 망 설치 기술
광역 환경정보 센서망 성능, 구성관리 기술
광역 환경정보 센서망 통합 QoS 관리 기술
광역 환경정보 센서노드 프로그램 변경기술


부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(지)
협조
수
요
처
광역 환경정보
무선망
유지보수 기술
환경IT융합
유지보수
플랫폼 규격작성
및 기본설계
플랫폼
상세설계
플랫폼
구현 및 시험
테스트베드
적용시험 착수
광역환경
센서망
센서노드 및
게이트웨이
테스트베드
적용시험 완료
현장적응형망유지
보수 시스템
규격작성 및
기본설계
시스템
상세설계
시스템
구현 및 시험
시스템 테스트베드
적용시험 착수
광역 환경정보 센서망
상황인지형 장애탐지 기술
광역 환경정보 센서망
자동복구 기술
광역 환경정보 센서 장애
식별(Fault Identification) 기술
광역 환경정보 수질센서
자가치유(self healing) 기술
광역 환경정보 수질센서
장애 데이터 보상기술
주관
(지)
협조
수
요
처
광역 환경정보
무선망
보안관리 기술
단일 플랫폼상 및
센서 자원간
인증/인가 기술
높은 자원제약
환경에서의
저전력/고성능
보안 기술 및
플랫폼
인터페이스보안 기술
다중 서비스
환경에서의
안전하고 효율적인
인증/인가 기술 및
프라이버시 보호를
위한 기술
센서노드에서
서비스까지
전체구조에서의
보안 프레임워크
기술 및 현장 적용
기술/프라이버시
보호 기술
다중 서비스 및
분산/이기종
서비스 환경에서의
보안 프레임워크
연동 및
프라이버시 보호
기술 개발
단일 센싱 정보
기밀성/무결성/인
증/인가 기술 개발
대용량 및 복합
센싱정보에 대한
안전한 전송 및
저장 기술
분산된 센싱정보
수집/저장/가공
보안 기술
센싱 정보
수집단계에서
사용단계에 이르는
전단계에서의 보안
기술
수집단계에서 활용,
가공 후 유통
단계에 이르는
전과정에서의
보안기술
센서노드 보안 기술
안전한 환경 센싱정보
전송 기술
다자간 환경 센싱정보
공유를 위한 인증/인가 기술
주관
(환)
협조
(국)
실시간
측정자료 기반
fault sensor
identific-ation
기술개발
직독식 측정기기의
측정값 유/무효 및
정상/비정상
프로그램
Flow-through
측정기기의
유/무효 및
정상/비정상
프로그램
직독식 측정기기의
자동유지관리
기술개발
결측 자료 보상
프로그램 개발
현장 적용 및
UI 개선
직독식 측정기기 측정값
유/무효 및 정상/비정상
판단 application
Flow-through 측정기기의
유/무효 및 정상/비정상
판단 application
자동 유지관리
비정상 자료 보상 기술

라) 유저인터페이스


부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(환)
협조
(지)
망을 통한 오염물 유출경로 추적이 가능한 application 개발
위치별, 발생원별 관심 수질 항목 선정
application 개발 전략 수립 및 설계
배경농도에 변화정도를 벗어난 오염사고의 판별 프로그램 개발
오염원발생 위치 추적 및 발생원규명 프로그램 개발
프로그램의 시험적용을 통한 application 개선
프로그램 현장 적용 및 프로그램 시작품 제작 및 신뢰성 검증
오염사고발생 판별 프로그램
측정기기 간 하천/호소 mass balance모델
오염원 위치 추적 프로그램
발생원 규명 프로그램
주관
(환)
협조
(국)
실시간 측정자료 및 GIS기반 유역관리 모델개발
실시간자료 기반 유역관리 모델 개발전략 및 설계
유역관리용 GIS 시스템 설계
유역관리 모델 개발
유역관리 GIS 시스템 구축
모델 이식 및 정확성 검증
현장적용 및 UI 개선
유역관리 GIS 시스템 실시간 출력기술
시간적/공간적 오염 예측 모델 개발
유역관리 모델의 GIS 이식 기술
신규 오염원 및 측정지점 표시를 위한 자동 업데이트
주관
(국)
협조
(교)
수변공간 변화관측 기술개발
하천지형변화 탐지센서 기술 선정 및 적용성평가
고해상도, 대용량 공간정보 컴퓨팅 기술 개발
하상지형 및 고정밀 수변공간정보 병합 분석 기술개발
ST기반 실시간 하천지형 변화탐지 기술개발
실시간 수변공간 변화 탐지 시스템 개발 (홍수재해 등)
고해상도, 대용량 공간정보 컴퓨팅
ST기반 하천지형 변화탐지 기술
하상지형 및 수변공간정보 병합 분석 기술


부처
최종목표
2013년
2014년
2015년
2016년
2017년
성과물
주관
(국)
협조
-
수문 모니터링 자료처리 및 분석기술
수문자료 표준화 및 처리기법 개발
수량, 수질, 시설물, 지형모니터링 자료 분석 처리기술 개발
GIS기반 하천유역 수재해 예측/분석 가능한 시뮬레이터
공간정보기반 수문모니터링 시스템 구축
의사결정지원 시스템 구축
다차원공간정보 수문모니터링 및 의사결정 지원 시스템
GIS기반 하천유역 수재해 예측/분석 가능한 시뮬레이터
수문자료 표준화 및 처리방법
수량, 수질, 시설물, 지형모니터링 자료분석처리기술

6. 사업추진체계 및 운영방안

6.1 사업추진 체계

가) 추진원칙

□ **(추진 구조) 목적지향적 사업운영 · 전문성 극대화를 위해 주관부처가 중심이 된 독립적인(복수의) 사업단 운영**

○ 사업(기술)별로 주관부처가 중심이 되어 협조부처와 성공적으로 협력할 수 있는 추진체계의 설계

- 단일한 부처만이 참여하는 사업유형과 둘 이상의 부처가 주관·협조부처의 구조를 띄는 유형으로 나눌 수 있음 ※ 다음 페이지 표 참조
- 협조부처가 원하는 기술사양을 주관부처에 제시하는 수준의 소극적 협력의 형태에서부터 공동 기술개발을 위한 인력·자본의 공동 부담처럼 적극적인 형태의 협력에 이르기까지, 목적을 분명히 하고 그에 맞는 추진체계를 설계해야 함

□ **(추진위원회) 다부처 사업임을 고려하여 부처 간 중복투자를 방지하고 이해관계를 조정**

○ 부처 간 중복투자 방지를 위한 예산분배 효율화를 위해 부처 간 이해관계를 조정할 수 있는 추진위원회와 같은 조직이 필요

○ 추진위원회의 구성은 각 부처 관계자 및 산·학·연 관련 전문가로 구성하여 공동 운영을 원칙으로 함

○ (위원장의 필요성) 철저한 기획 하에 다부처 간의 갈등을 최소화하기 위해 추진위원회를 대표하는 위원장이 필요하며, 그 역할과 인센티브를 명확히 정의해야 할 것이며 선출과정에서도 공정성을 기해야 함

□ **다부처 사업이 성공적으로 운영 관리되기 위해서는 지배구조 측면에서 도덕적 해이가 나타나지 않도록 책임과 권한(role & responsibility)의 견제와 균형이 잘 이루어져야 함**

<표 6-1> 기술별 주관·협조 부처 분류 (●: 주관부처, ▲: 협조부처)

기술명	교과부	농림부	지경부	환경부	국토부
효소기반 환경 바이오센서 안정화 기술	●		▲	▲	
TOC/TN/TP 센서 원천 기술 개발	●		▲	▲	
오염 저항성 센서 소재 개발 기술	●		▲	▲	
수질 오염 미생물 진단 센서 원천 기술	●			▲	
장거리 수위계측시스템(레이다, 초음파식)		●	▲		
농업용 수로 수위측정시스템		●	▲		
소하천용 다채널 수위계 시스템		●	▲		
레이다 수위/유속 시스템		●	▲		
전자식 유속 측정 시스템		●	▲		
유량측정용 flume gate 시스템		●	▲		
내용적 측정용 음향측심기 시스템		●	▲		
해양 병원균 바이오센서 개발	▲	●			
해양 조류 직독식 센서 개발		●			
양식어장 환경 맞춤형 다항목 수질 자동측정 장치 개발		●			
해양 부유물질 직독식 센서 개발		●			
해양 유해적조 바이오센서	▲	●			
전기식 수질센서(5종: 수온, EC, pH, ORP, 염도)		▲	●	▲	
광학식 수질센서(4종: 탁도, DO, 클로로필-a, 남조류)		▲	●	▲	
압력식 수위센서		▲	●		▲
자동 세정/교정 복합센서		▲	●	▲	▲
광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준		▲	●	▲	▲
Sub-1GHz대역 광대역 저전력 RF/안테나 기술		▲	●	▲	▲
고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 기술		▲	●	▲	▲
환경센서망 동적 채널할당 MAC 기술		▲	●	▲	▲
환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술		▲	●	▲	▲
광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 기술		▲	●	▲	▲
광역 환경 센서네트워킹 및 센서 신호처리 기술		▲	●	▲	▲
광역 환경센서망 게이트웨이 기술		▲	●	▲	▲
광역 환경정보 수집/처리 기술		▲	●	▲	▲
광역 환경정보 통합/생성 기술		▲	●	▲	▲
광역 환경정보 분석/예측 기술		▲	●	▲	▲
광역 환경정보 무선망 운용관리 기술		▲	●	▲	▲
광역 환경정보 무선망 유지보수 기술		▲	●	▲	▲
광역 환경정보 무선망 보안관리 기술		▲	●	▲	▲

인산염 측정 센서	▲	▲		●	
질산염 측정 센서		▲		●	
암모니아성 질소 측정센서		▲		●	
수질내중금속측정센서/분석장치	▲			●	
자립형 TOC/TN/TP 측정장치 개발	▲			●	
망을 통한 오염물 유출 경로 추적이 가능한 application 개발			▲	●	
실시간 측정 자료 및 GIS 기반 유역 관리 모델 개발				●	▲
실시간측정자료기반 fault-sensor-identification 기술개발				●	▲
초음파 하천 수량 센서					●
2차원 표면유속장 측정기술 개발					●
광전자 수위센서					●
3차원 하상모니터링 센서					●
수변공간 변화 관측 기술 개발					●
자율형 광학우량 관측 센서 기술 개발					●
전자 강수량 센서 개발					●
자율형 수중환경 무인자동 모니터링 장비 (AUV)					●
수상 무인자동 채수 장비 (USV)					●
하천시설물 안전관리 센서 개발					●
수문모니터링 자료 처리 및 분석 기술					●

나) 사업추진 체계

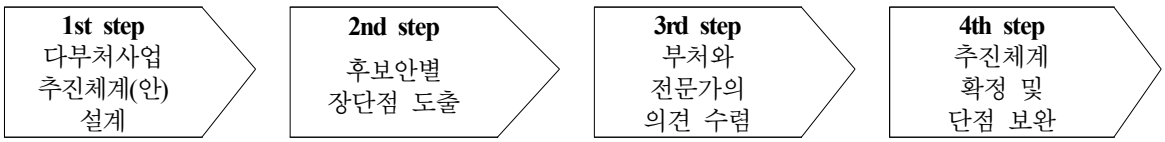
□ 사업추진 체계 검토

○ 다부처 R&D의 효율적 운영 및 성공적인 성과 도출을 위해 복수의 추진체계(안)을 설계하여, 각 안의 장·단점을 도출하였고 전문가 및 부처들의 의견을 수렴하여 최종안을 도출하고 단점을 보완하여 확정함

- 후보안으로 두 개의 추진체계(안)이 도출되어 상호 비교함
- 동 추진체계의 단점을 보완하고, 후보안이 갖고 있는 장점을 극대화하여 재설계함

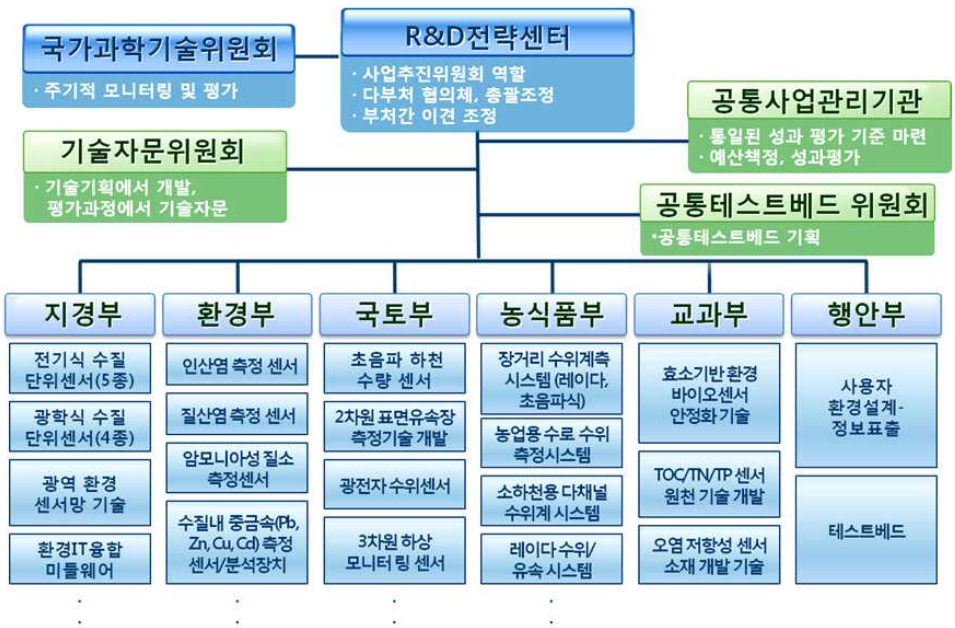
※ 본 장의 끝 부분에 후보안에 관한 개요와 장·단점, 주요 의견을 첨부함

<표 6-2> 사업 추진체계 수립 프로세스



□ 추진체계 개요

○ R&D전략센터를 중심으로 사업이 추진되며, 각 부처는 연구개발에 대한 책임과 권한을 가짐(규모가 작은 교과부와 행안부는 연구단을 구성함)



[그림 6-1] 추진체계 구조도

□ 주체별 역할

○ R&D전략센터는 단순한 다부처 협의체를 넘어서, 부처 간 협의를 원활하게 하는 권한과 책임을 가진 총괄조정의 역할을 수행하는 최상위 심의기구임

○ 각 부처는 주관하는 사업을 위한 사업단을 개별적으로 구성하여 해당 사업의 기획과 운영을 담당함

○ 국가과학기술위원회는 본 사업을 주기적으로 모니터링함

○ 공통사업관리기관은 사업관리기관으로서 예산 집행, 성과·진도관리 등을 맡으며, 모든 부처에 통일된 성과 평가 기준을 마련하고 평가함

○ 기술자문위원회는 기술의 기획·개발·평가 자문의 역할을 수행함

○ 공통테스트베드위원회는 금강유역에 구축 예정인 공통테스트베드를 기획함

<표 6-3> 부처중심 추진체계의 주체별 역할

<table>
<tr><th colspan="2">주체</th><th>역할</th><th>구성</th></tr>
<tr><td colspan="2">R&D전략센터</td><td>- 사업추진위원회 역할
- 다부처 협의체 형태이며, 총괄조정
- 부처간 이견 조정</td><td>- 각 부처 관계자
- 산·학·연 전문가</td></tr>
<tr><td rowspan="7">각 부처</td><td></td><td>- 독자적으로 사업단을 구성하여 해당부처가 주관하는 연구개발 사업을 기획하고 운영</td><td rowspan="7">- 교과부, 지경부, 농식품부, 환경부, 국토부, 행안부</td></tr>
<tr><td>교과부</td><td>- 환경센서 원천기술 개발</td></tr>
<tr><td>지경부</td><td>- 범용 및 핵심 수질 센서 개발 및 표준화
- 광역 환경 센서망 기술 개발 및 표준화, 미들웨어 개발 및 표준화</td></tr>
<tr><td>농식품부</td><td rowspan="4">- 부처 수요 맞춤형 센서/측정기 개발
- 사용자 인터페이스 설계
- 수요부처 정책목표 맞춤형 테스트베드 구축</td></tr>
<tr><td>환경부</td></tr>
<tr><td>국토부</td></tr>
<tr><td>행안부</td></tr>
<tr><td colspan="2">공통사업관리기관</td><td>- 예산집행
- 성과·진도관리
- 통일된 성과 지표 마련 및 평가 수행</td><td>- 각 부처 관계자
- 산·학·연 전문가</td></tr>
<tr><td colspan="2">기술자문위원회</td><td>- 기술의 기획·개발 및 평가과정 자문</td><td>- 산·학·연 전문가</td></tr>
<tr><td colspan="2">국가과학기술위원회</td><td>- 실질적 권한은 없으며, 주기적 모니터링</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">공통테스트베드 위원회</td><td>- 공통테스트베드 기획</td><td>- 테스트베드 구축 부처 관계자</td></tr>
</table>

□ 추진체계의 장·단점 분석

○ 장점

- 사업성과를 수요부처의 정책/시스템에 활용하기 위해서는 기술개발 내용에 대한 조정 및 의견반영 등에 수요부처가 밀접하게 참여할 수 있음
- 소관부처의 예산 투자에 대한 성과관리 측면에서 효율적임

○ 단점

- 기존의 각 부처 R&D사업과의 차별성을 찾을 수 없으며, 다부처 사업의 취지에 부합하지 않음
- 각 부처의 연구기관 간 연구역량 공유가 어려워 시너지를 기대할 수 없음
- 부처와 사업단 단위에서 통일된 평가 관리 시스템이 없다면, 연구 책임자는 이중으로 관리를 받게 됨

<표 6-4> 추진체계의 장·단점 요약

장점	단점
- 부처별 의견 반영이 용이 - 출연부처의 예산 관리 및 성과평가 용이	- 다부처 사업의 취지에 부합하지 않으며 각 부처의 R&D사업과의 차별성이 없음 - 부처간 의견 조율이 어려움 - 각 부처 연구기관의 연구역량을 공유하기에 비효율적인 사업구조이므로 시너지를 기대할 수 없음

□ 주요 의견

○ 사업성과를 수질자동측정망 등 해당 부처의 정책에 활용하기 위해서는 관련부처가 기술개발 내용에 대해 조정하고 의견을 반영해야 함

○ 각 부처 간 사업 조정 및 상호협력 등은 사업단장 협의체(또는 각 부처 사업추진위원회) 활용 가능함

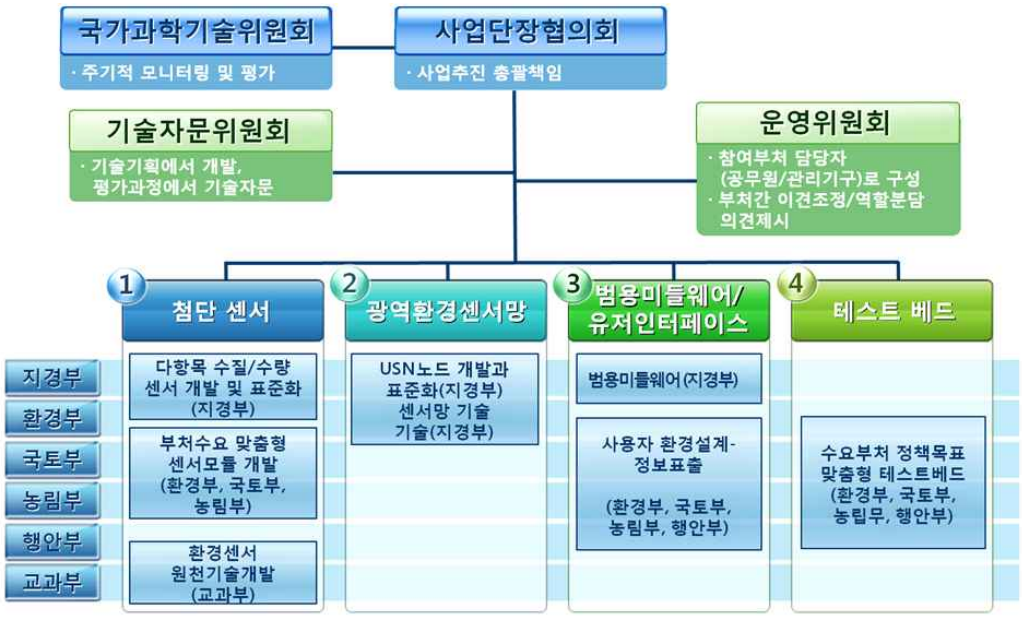
○ 부처중심 추진체계로 가되, 각 부처 간 협의를 원활하게 할 수 있는 협의체 등의 권한 및 책임을 강화하는 방향 또는 각 부처의 연구 수행 내용에 대해 실질적인 통합·조정할 수 있는 역할을 강화하는 것 이 바람직함

○ 각 부처별 별도의 관리기관을 두는 방식이 아니라, 공통 사업관리기관을 두고 예산책정과 평가 등을 일원화하고, 사업단 간 연계를 총괄할 수 있도록 권한을 부여해야 함

○ 부처 중심 추진체계 방식은 각 부처의 기존 R&D 사업을 하나의 테두리에 묶어내는 것 밖에 지나지 않는 다는 인식을 줄 수 있고, 다부처 과제의 취지에 맞지 않는 것으로 판단됨

[참고] 후보 추진체계

○ (개요) 사업단장에게 철저한 R&D기획/관리에 대한 권한과 책임을 부여하며, 6개 부처는 공동으로 펀딩하는 주체로서 사업에 대한 전반적 운영 및 관리는 사업단장에 위임함



[그림 6-2] 후보 추진체계 구조도

○ (주체별 역할)

- 사업단장협의회는 전체사업 추진과 관련된 정책적 판단 및 의사결정, 시행계획 수립, 사업별 평가 등을 담당함
- 사업단장은 전체 사업에 대한 실질적 총괄관리를 수행하며, 세부 기술개발 별 총괄연구책임자에 세부적 과제 관리를 수행토록 함
- 총괄연구책임자는 각 기술별 사업을 실질적으로 총괄관리하며 그에 대한 책임과 권한을 보유함
- 국가과학기술위원회는 실질적 권한이 없으며 주기적으로 모니터링함
- 운영위원회는 부처 간 이견을 조정하고 역할분담 안을 제시하며 각 사업단/ 부처와 협의하여 통일된 성과 평가 기준을 마련함
- 기술자문위원회는 기술의 기획·개발·평가 자문의 역할을 수행함
- 각 부처는 주관하는 연구개발 사업에 예산을 투입하되, 해당과제의 성과관리 권한은 사업단장에 일임하며, 사업단장에 권한과 책임을 부여하여

사업 전체를 관리하도록 함

<표 6-5> 후보 추진체계의 주체별 역할

<table>
<tr><th>주체</th><th>역할</th><th>구성</th></tr>
<tr><td>사업단장협의회</td><td>- 전체사업과 관련된 정책적 판단 및 의사결정, 시행계획 수립, 사업별 평가 등을 담당</td><td></td></tr>
<tr><td>사업단장</td><td>- 전체 사업에 대한 실질적 총괄관리를 수행하며, 총괄연구책임자에 세부적 과제 관리를 수행토록 함</td><td>- 산·학·연 전문가를 대상으로 선출</td></tr>
<tr><td>총괄연구책임자</td><td>- 각 기술별 사업에 대한 실질적 총괄관리, 책임과 권한 보유
1 첨단 센서 및 측정기기 연구단
2 차세대 광역 환경센서망 연구단
3 범용미들웨어 연구단
4 테스트베드 구축 추진단</td><td>- 산·학·연 전문가를 대상으로 선출</td></tr>
<tr><td>국가과학기술위원회</td><td>- 실질적 권한은 없으며, 주기적 모니터링</td><td></td></tr>
<tr><td>운영위원회</td><td>- 부처 간 이견조정/ 역할분담 의견제시
- 각 사업단과 협의하여 성과 평가 기준 마련</td><td>- 각 부처 담당자</td></tr>
<tr><td>기술자문위원회</td><td>- 기술의 기획·개발 및 평가과정 자문</td><td>- 산·학·연 전문가</td></tr>
<tr><td>각 부처</td><td>- 관련 사업에 펀딩하되 과제의 관리 및 성과 평가 권한을 사업단장에 일임</td><td></td></tr>
</table>

○ (장점)

- 다부처 사업의 취지에 부합할 산출물 중심의 추진체계 구성이 가능함
- 세부 연구개발 사업별 부처 간 연계가 용이함

○ (단점)

- 사업규모가 4,000억 원에 이르므로 사업단장이 모든 연구개발 사업을 통제· 관리하기 어려우며, 사업단 운영에 비효율성이 발생함
- 기술개발 시 수요부처의 의견 반영이 어려움
- 출연부처 예산 관리 및 성과평가에 한계가 있음

<표 6-6> 후보 추진체계의 장·단점 요약

장점	단점
- 다부처 사업의 취지에 부합 - 부처간 연계가 용이	- 사업규모가 크므로 사업단장이 모든 기술 개발을 통제하기 어려우며, 거대한 사업단 구성은 운영의 효율성이 낮음 - 연구개발 시 각 부처의 의견 반영이 어려움 - 출연부처 예산의 관리 및 성과평가가 어려움

○ 주요 의견

- 사업의 시너지를 위해 사업 중심의 추진이 타당성이 있음
- 사업단장은 사업팀과 운영위원회의 중개역할로서의 기능과 각 팀의 연계성과 예산범위의 배분 등을 총괄 하는 것을 주요 기능으로 하는 것이 타당함
- 부처별로 사업성과의 평과기준이 상이하므로 부처별 요구되는 성과 평가 특성(논문, 특허, 상업화 실적, 민원해소)에 맞추어 매년 운영위원회와 각 사업팀이 협의하여 기획하면 사업 추진에 문제는 없을 것임
- 운영 담당자는 각 부처 담당 공무원으로 구성하여 부처의 의견을 사업팀에 반영하는 형식으로 추진하면 부처별 이점 차이로 발생할 수 있는 문제를 해결할 수 있을 것임
- 각 부처는 펀딩하되 과제 및 성과 관리의 권한을 사업단장에게 일임하도록 하고, 사업단장에게 권한과 책임을 부여하여 사업 전체를 관리하도록 하는 것이 적절함
- 사업단장 하위에 각 사업 중심의 총괄 책임자를 두어 세부적인 과제를 관리하도록 함

  ※ 기존의 ERC/SRC (사업단–총괄 연구단–세부연구단의 구조를 취하되, 단 사업단장은 관리와 운영 조율에만 집중) 형식의 추진체계를 참고

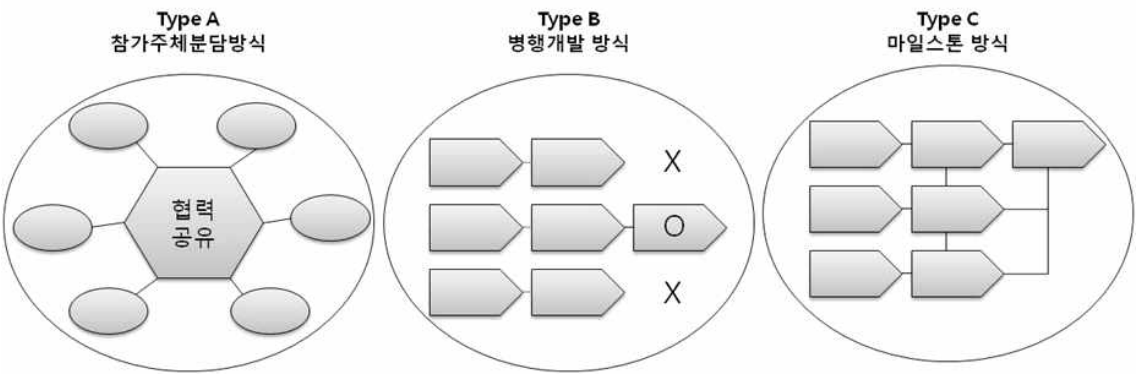
- 거대한 사업단 규모로 인한 비효율성 문제는 사업단장의 권한으로 각 총괄 연구단 개념의 단장들과의 운영협의체를 두어 해결할 수 있을 것임
- 총 사업 규모가 4,000억 수준으로 연간 860억 규모의 거대한 사업단을 구성하는 것은 운영의 효율성이 낮음
- 최종 성과물의 각 부처 활용을 위해서는 사업추진과정에서 각 부처 입장이 충분히 반영되어야 하나, 이러한 반영이 힘든 구조임
- 각 부처의 성과관리 등 관리측면에서도 실질적으로 불합리함
- 소속 기관 차이에 따라 연구개발 협력에 다소 난항이 예상됨

[참고] 사업단의 구성・운영

○ 사업단장은 프로젝트를 구성하고 연구책임자를 선정할 때, 소정의 기획평가 관리 가이드라인에 입각하여 프로젝트를 구성

○ (R&D추진 체계)센서 및 USN기반 하천·물환경 모니터링 기술개발 사업은 부처간 협력 형태 및 기술 분야의 특성에 따라 적절한 방법으로 R&D추진 체계를 구성할 해야 함

- 대형중장기 R&D프로젝트를 추진하는 방식은 1) 참가주체 분담방식, 2)병행개발 방식, 3) 마일스톤 방식 등 3가지로 구분 가능하며 기술분야 특성 또는 목표에 따라 적절한 방법을 선택해야 함
- 개별 사업단 내에서 부처 간 참가전체분담방식 또는 마일스톤 방식으로 R&D프로젝트를 추진할 수 있음



[그림 6-3] 연구단 참여기관 간의 다양한 관계 구조

○ 사업단은 인사 및 예산 등에 관한 독립적 위상을 확보한 형태가 바람직하며 이유는 아래와 같음

- 사업단장이 책임을 갖고 사업을 기획·수행·관리할 수 있는 체제임
- 다학제간 연구의 마당 역할 수행하여 전문분야가 다양한 연구자들의 협력에 의해 개별연구에서 달성하기 어려운 문제해결에 기여

○ (사업단장의 권한과 책임)

- 사업단 임무 및 목표 달성을 위하여 세부 프로젝트의 구성 및 관리, 과제에 대한 평가 및 진도관리, 연구협약 변경 등 R&D프로젝트 관리 전반에 대한 책임과 권한을 가짐
- 사업단장은 연구단 운영전반에 대한 의사결정을 위해 운영위원회를 구성 운영하고, 사업단 프로젝트의 R&D성과를 평가할 수 있는 자문단을 구성하여 운영

○ (운영위원회 구성·운영)

- 사업단장은 사업단 운영전반에 대한 자문을 받기 위해 산학연관의 외부전문가 10인 내외로 구성된 운영위원회를 구성하여 운영

<표 6-7> 대형중장기 R&D추진 방식 비교

	참가주체분담방식	병행개발방식	마일스톤방식
개념	- 개별 연구주체들이 각자의 기술을 기반으로 경쟁적으로 R&D를 추진 - (사례) 차세대반도체기술개발사업(G7)	- 서로 다른 방식의 기술개발을 경쟁시키는 방식으로 착수시점에 최적 방식을 파악하기 어려운 경우에 적합 - (사례) 가전 3사의 절전형 냉장고 기술개발	- 우주개발프로젝트와 같이 일정기간 내에 도달해야 할 목표를 설정하고 체크하며 R&D 추진 - (사례) 고흥나로도 우주센터 프로젝트
장점	- 넓은 분야의 요소기술 개발에 적합 - 책임 및 결과가 명확함 - 참여주체들 간의 경쟁적 환경조성이 가능	- 연구주체들의 명성이 걸려있어 경쟁이 치열 - 중간평가를 통해 당초목표에 도달하지 못한 프로젝트 중단이 용이함	- 시스템화 프로젝트에 적합 - 연구자체의 자기 목적화 방지가 용이
단점	- 각 테마의 조정에 그칠 수 있기 때문에 “작은 과학재단”이라는 비판 가능 - 연구자체의 자기 목적화 가능	- 과도한 경쟁으로 연구자들의 스트레스가 높고, 정보공유 및 확신이 미흡 - 중복투자로 자원 투입의 비효율성 존재	- 최종적인 output 이미지가 명확할 때만 적용가능
보완대책	- 엄정한 평가 및 부실과제 탈락제도의 도입을 통해 경쟁적 환경조성이 필요	- 특별한 사유가 존재할 때 병행개발방식을 채택하고, 채택 할 경우 중간평가를 강화	- 사전R&D계획에 철저하고 마일스톤관리 강화

6.2 부처간 역할 분담

○ (원칙) 각 수요부처가 독자 개발 시, **중복 투자되는 부분**을 지식경제부가 전담하여 개발하고 테스트 베드를 중심으로 수요부처는 정책수요 맞춤형 물환경관리시스템을 완성

- 지식경제부는 수요부처가 공통으로 사용할 센서, 네트워크, 미들웨어를 개발하며, 사업추진 위원회와 공통테스트베드 위원회를 통해 수요부처는 제품/서비스 니즈를 반영함

○ 수요부처는 금강유역에 공동으로 테스트베드를 구현하기위해 효율적으로 역할을 분담함



[그림 6-4] 부처간 역할분담 구조



[그림 6-5] 광역환경센서망 기술의 적용 범위

6.3 평가시스템

가) 평가시스템 기본 개념

○ 평가시스템의 단계 및 담당은 아래와 같으며 추진체계 설계에 따라 달라질 수 있음

R&D 평가 구분		내용	담당
R&D 관리		- 세부과제 RFP공고 및 선정평가 실시 - 사업단장의 책임과 권한 하에 R&D진도관리 및 연차 평가 - 사업의 종료 평가 및 추적 평가 추진 - 우수 연구성과를 해외에 알리는 국제 컨퍼런스 개최	- 각 부처 - 사업단장 - 운영위원회 - 평가위원회 - 자문위원회
연구기획 및 평가		- 중점적으로 추진할 분야를 도출하고, 공청회를 거쳐서 운영위원회의 도움하에 연구기획 결과를 평가함	- 사업단장 - 전문평가위원회 - 운영위원회
연구팀 평가		- 기획된 과제별로 최적의 연구팀을 구성할 수 있도록 연구팀을 평가 - 연차실적평가시 마일스톤 목표에 미달한 과제는 과감히 중단	- 사업단장 - 전문평가위원회
단계평가(자체평가)		- 사업단장은 평가위원회를 구성하여 성과에 대한 자체평가 실시 - 매년 국제 컨퍼런스를 개최하고, 우리나라의 기술 우수성을 외국에 알림	- 사업단장 - 민간컨설팅기관 - 전문평가위원회
종료평가 및 추적평가	종료평가	- 종료되는 프로젝트에 대하여 종료평가를 실시하고, 후속 프로젝트의 추진여부를 결정함	- 다부처 협의체
	추적평가	- 완전 종료된 프로젝트에 대하여 종료 후 5년간 간이추적조사 - 추적평가가 필요한 프로젝트에 대하여 상세 평가 실시	

나) 선정평가

○ 사업단은 연구개발 기획에 대한 평가를 실시하고 이에 맞는 최적의 연구팀을 구성하여 프로젝트를 추진

<표 6-8> 프로젝트 선정평가 기준(예시)

항목		평가내용	배점
연구목표 (20)	독창성	- 기존문제의 한계를 극복하기 위한 새로운 아이디어	15
	도전성	- 얻고자 하는 기술적 목표가 얼마나 도전적인가? (예시, 기술기술대비 성능목표 10배)	15
연구팀 (30)	우수성	- 연구책임자의 역량 및 경험	10
	융합성	- 융합연구 추진체제 등 연구팀 구성의 적절성	10
연구계획 (20)	접근방식	- 새로운 개념의 접근성, 접근 방법의 적절성	10
	국제협력	- 국제협력 전략	10
파급효과 (30)	환경개선 기여도 기여도	- 온실가스 감축의 기여도	10
	과학기술적 파급효과	- 과학기술의 국제적 위상측면의 기여도	10
	산업경제적 파급효과	- 신산업 창출 가능성 등 산업경제적 파급효과	10

주) 모방형 R&D 문화의 타파를 위하여 선진국에서 이미 수행된 프로젝트 또는 선진국 모방연구테마는 특별한 사유가 없는 한 Cut-off 기준에 의해서 탈락을 원칙으로 함

○ 공개평가제도를 도입하여 평가의 투명성 확보, 신진 연구자 및 기업의 참여 기회 제공 등을 통한 기존의 '나눠 먹기식' 프로젝트 수주방식 탈피

○ 지도력과 선견력을 갖추고 있는 프로젝트 리더를 선정하고 프로젝트 리더가 사무국과의 명확한 역할분담에 따라 사무국과 연계하여 프로젝트를 추진할 수 있는 체제 마련

○ 프로젝트 기획평가 시, 사업실시효과의 확보 및 사업비의 유효활용을 위해 연구개발 기획에 대한 비용 대비 효과분석을 추진 프로젝트 진행 중에는 개별 진도관리를 통해 **연구책임자가 제시한 마일스톤에 입각한 마일스톤 목표달성도에 대한 평가를 실시**

- 연구책임자가 제시한 마일스톤 목표의 달성여부에 대한 확인 및 평가를 실시하고 프로젝트 추진에 있어 문제점이 있을 시 보안 방안 마련

다) 연차평가

○ 매년 마일스톤에 근거하여 평가 실시

○ 테스트베드 점검 실시

라) 단계평가

○ 사업단장은 매년 평가위원회를 구성하여 단계평가를 실시

- 사업단이 작성한 성과보고서를 토대로 제3의 기관이 제3자 평가보고서 작성
- 전문평가위원회가 제3자평가보고서를 토대로 단계평가를 실시 (현장평가실시포함)하고 평가 결과에 대한 성과보고서를 작성
- 성과가 부진한 프로젝트에 대해서는 보완 계획을 수립하거나 연구단장의 권한으로 프로젝트의 중단을 결정
  - 세부 프로젝트별 성과를 조사·분석하고 중단을 결정해야 하는 근거를 제시

6.4 사업단 구성 및 운영

가) 사무국

나) 사업단장 선임

○ 사업단장은 지능형 환경관리시스템에 대한 거시적 안목과 일관된 리더쉽을 발휘할 수 있는 사람으로 해당 분야의 전문성을 갖춘 인물을 선정하며 R&D사업의 先 기획후 선임

- R&D기획을 사업단장 선임보다 우선 추진하는 이유는 사업단장 선임 이후 R&D기획을 추진할 경우 R&D기획에 대한 편협된 시각과 개방성이 떨어지는 문제점이 발생하기 때문임

○ 세계 시장에 진출할 수 있는 지능형 환경관리시스템을 개발하기 위해서는 표준화를 위한 국제협력등이 필요하므로 이러한 활동을 적극적으로 추진할 수 있는 우수한 연구리더 선임

○ 사업단장의 요건

- 사업단장은 기본적으로 기술적 전문성, R&BD 프로젝트 관리 역량, 커뮤니케이션 및 조정 능력 등을 갖추어야 함
- (기본 조건) 10년 이상 연구개발에 종사하고 그룹장(부문장) 이상의 경력을 보유한 자로 무엇보다 경영관리 능력이 뛰어난 인재
- (독립성) 사업단을 대표하는 사업단장은 주관기관으로부터 독립적으로 사업단에 전념해야 함
- (타과제 참여불허) 사업단장은 다른 연구과제의 주관 또는 세부 연구 책임과제를 수행할 수 없음
- (겸직 금지) 사업단장은 전임근무를 원칙으로 하며 해당 소속기관 보직을 겸직할 수 없으며 사업단 운영관리에 전념해야 함
- (임기) 사업단장 임기는 개발기간에 해당하는 5년으로 하나, 성과가 미비하거나 악화될 경우에는 범부처 운영위원회의 협의를 통해 해임 가능

○ 사업단장 선정 절차 및 방법

- 공개 경쟁 모집
- 후보자 모집단을 구성한 후 예비사업단장을 2배수로 압축하여 서류심사 및 심층 면접을 통해 최종 선정하는 3단계로 진행

1단계 후보자 모집단 구성	2단계 예비 사업단장 2배수 압축	3단계 사업단장 선정
다양한 경로로부터 인재에 대한 조사를 통해 후보자 추천으로 후보자 Pool 구성	예비 사업단장은 사업단 운영계획서 제출	외부전문가 5명으로 구성된 사업단장 선정을 위한 패널 구성 평가 패널주도로 사업단 운영계획에 대한 서류전형과 면접전형으로 평가

6.5 위험요인관리방안

○ 다부처 공동기획으로 추진되는 R&D과제에서 나타날 수 있는 다양한 위험요인을 발굴하여 체계적으로 관리

<표 6-9> 첨단센서 및 USN기반 지능형 환경관리시스템 사업위험 유형 및 관리 방안

실패위험	세분류	리스크 관리방안
R&D기획	환경변화대응 실패	- 사전조사 및 검토를 철저히 수행하기 위해 사전기획 예산을 별도로 편성하여 Intelligence Analysis Activity 강화
	R&D기획역량 부족	- 테스트베드가 필요한 R&D기획에 대한 경험과 역량이 부족할 수 있음. R&D전략기획을 위한 전문컨설팅을 활용한 기획력 강화
	기획과정 운영실패	- 기획결과에 대한 부처별 공감대가 부족할 수 있음. 이를 극복하기 위하여 기획 단계에서부터 부처와 연구책임자급들의 참여를 확대
R&D 관리	개방·경쟁 부족	- 관련분야 우수연구그룹 및 연구자들이 적극적으로 참여할 수 있도록 기술 정보교류의 장을 마련 - 다부처가 적극 참여할 개방 체제 구축
	시너지 창출 실패	- 프로젝트 구성에 있어서 상호시너지효과가 높은 융합연구 프로젝트를 추진 - 주기적인 Conference를 개최하여 연구팀간 시너지 효과 창출이 가능토록 제도화
R&D평가 단계	엄정한 평가 부족	- 객관적인 평가가 될 수 있도록 성과목표지표를 명확히 설정 - 왜곡된 평가를 방지하기 위하여 평가공개제도 도입
	평가결과 활용부족	- 평가결과를 활용하여 프로젝트 보완 계획 수립 - 평가과정에서 홍보에 필요한 자료를 확보하고 홍보자료로 활용

6.6 추진일정

일정	주요 추진계획
상세기획 진행 (‘10.12~ ‘11.6월)	▪ 예비타당성조사 평가결과를 반영한 기술개발 상세기획 수행
사업 준비 단계 (‘12.7월 ~ 10월)	▪ 사업추진위원회 구성 - 세부추진 계획 적절성 점검(전담평가단 공동), 사업운영 계획 협의 ▪ 운영위원회, 기술자문위원회 구성 - 테스트베드 구축 등을 지원할 수 있는 관계부처 실무자 중심 - 사업단장 선정 평가단 구성 및 평가 세부지침 수립
사업공고 (‘12.11월)	▪ 사업설명회 개최 및 사업 시행계획 공고 - 중점사업별 추진계획 설명회 및 공청회 개최 ▪ 사업단장 선정 절차 마련 - 선정 공고 및 서류접수, 선정 평가 진행
사업운영 조직구성 (‘12.12월)	▪ 사업단장 선정 및 테스트베드 구축계획 수립 - 사업 총괄 운영계획 및 사업단장 선정계획 수립(사업 추진단) - 테스트베드 후보지 발굴을 통해 우선개발 대상 센서 목록 확정
과제책임자 선정 (‘13.1월 ~ 3월)	▪ 단위책임자 및 과제 책임자 선정 - 사업단장 선정 평가단 구성 및 평가 세부지침 수립 (전담평가단은 사업출범 후 각 사업단의 진도·단계·성과 평가 담당) ▪ 사업단 과제협약·연구 개시 및 통합 관리시스템 구축
진도 점검 (‘14.1월)	▪ 사업단별 : 사업단장 책임하에 평가팀 구성 ▪ 운영협의회 및 전담평가단 : 사업단 성과 분석 및 진도점검
중간 평가 (‘16.1월)	▪ 사업단별 : 연차별 성과 평가 ▪ 운영협의회 및 전담평가단 : 사업단 중간 평가
최종평가 (‘18.1월)	▪ 사업단별 : 연차별 성과 평가 ▪ 운영협의회 및 전담평가단 : 사업단 중간 평가

7. 투자계획 및 재원조달

7.1 투자 계획

7.1.1 투자 계획 (전체)

□ **항목별**

		1단계			2단계		계 (단위: 억원)
		2013	2014	2015	2016	2017	
자립형센서 개발	정부	200	200	160	120	110	790
	민간	54	46	27	30	19	176
광역 환경센서망	정부	91	97	95	72	70	425
	민간	16	19	15	13	12	75
환경IT융합 (범용미들웨어)	정부	57	83	88	87	85	400
	민간	7	8	11	12	12	50
유저인터페이스 (정보표출)	정부	10	30	52	62	60	214
	민간	11	8	5	15	10	49
테스트베드	정부	47	105	285	335	235	1,007
	민간	7	25	35	40	40	147
환경센서 원천기술개발	정부	90	90	70	50	50	350
	민간	0	0	0	0	0	0
합계	정부	495	605	750	726	610	3,186
	민간	95	106	93	110	93	497
	총액	**590**	**711**	**843**	**836**	**703**	**3,683**

□ **부처별**

		1단계			2단계		계 (단위: 억원)
		2013	2014	2015	2016	2017	
교과부	센서,USN, 미들웨어등	90	90	70	50	50	350
	테스트베드	0	0	0	0	0	0
지경부	센서,USN, 미들웨어등	215	219	244	228	219	1,125
	테스트베드	0	0	0	0	0	0
국토부	센서,USN, 미들웨어등	67	76	61	49	39	292
	테스트베드	0	25	90	85	67	267
환경부	센서,USN, 미들웨어등	109	120	95	84	72	480
	테스트베드	17	128	156	77	12	390
농식품부	센서,USN, 미들웨어등	40	58	58	48	48	252
	테스트베드	12	55	110	110	90	377
행안부	센서,USN, 미들웨어등	0	5	7	8	10	30
	테스트베드	0	10	40	40	3	120
합계	센서,USN, 미들웨어등	521	563	528	459	428	2,529
	테스트베드	29	218	396	312	199	1,154
	총액	**550**	**781**	**924**	**771**	**627**	**3,683**

7.1.2 투자 계획 (부처별)

□ 부처별 총 예산

		지경부	국토부	환경부	행안부	농림부	교과부	계
환경센서 원천기술개발	정부						350	350
	민간						0	0
자립형센서 개발	정부	200	200	260		130		790
	민간	50	49	52		25		176
광역 환경센서망	정부	400				25		425
	민간	75						75
환경IT융합 (범용미들웨어)	정부	350		30		20		400
	민간	50						50
유저인터페이스 (정보표출)	정부		34	110	30	40		214
	민간		9	28		12		49
테스트베드	정부		222	325	120	340		1,007
	민간		45	65		37		147
합계	정부	950	456	725	150	555	350	3,186
	민간	175	103	145	0	74	0	497
	총액	1,125	559	870	150	629	350	**3,683**

□ 교육과학기술부

단위: 억원

세부 개발항목		2013	2014	2015	2016	2017	합계
o 효소기반 환경바이오센서 안정화 기술		20	20	15	10	10	75
o TOC/TN/TP 센서 원천 기술		30	30	20	15	15	110
o 오염 저항성 센서 소재 기술		20	20	15	10	10	75
o 수질 오염 미생물 진단 센서 원천 기술		20	20	20	15	15	90
합 계	정부	**90**	**90**	**70**	**50**	**50**	**350**
	민간	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	합계	**90**	**90**	**70**	**50**	**50**	**350**

□ 농림수산식품부

○ 예산 소요 계획

		2013	2014	2015	2016	2017	합계
센서 개발	정부	30	30	30	20	20	130
	민간	5	5	5	5	5	25
광역 환경센서망	정부	5	5	5	5	5	25
	민간	-	-	-	-	-	-
범용미들웨어 개발	정부	-	5	5	5	5	20
	민간	-	-	-	-	-	-
인터페이스 개발	정부	-	10	10	10	10	40
	민간	-	3	3	3	3	12
테스트베드 구축	정부	10	50	100	100	80	340
	민간	2	5	10	10	10	37
합계	**정부**	**45**	**100**	**150**	**140**	**120**	**555**
	민간	**7**	**13**	**18**	**18**	**18**	**74**
	합계	**52**	**113**	**168**	**158**	**138**	**629**

※ 1차년도 2개소 10set 구축기준, 2차-5차년도 20개소 20Set추가 구축

※ 측정시스템 : 한 set 당 2억

※ 유지관리 및 실험, 관리 비용 : 개소당 5,000만원

○ (농식품부) 자립형 센서

세부 개발항목	2013	2014	2015	2016	2017	합계
o 장거리 저수위 센서	15	15	15	10	10	65
o 농수로 수위계	10	10	10	5	5	40
o 레이더/전자식 유속계	5	5	5	5	5	25
o 수산양식센서	5	5	5	5	5	25
합 계	**35**	**35**	**35**	**25**	**25**	**155**

□ 지식경제부

○ 자립형 센서 개발

(단위:억원)

세부 개발 항목	소요 비용	기간				
		2013	2014	2015	2016	2017
o 전기식 수질 단위센서 5종	70	20	20	18	7	5
- 수온 센서	7	3	2	2	0	0
- 전기전도도(EC) 센서	12	5	4	3	0	0
- 수소이온농도(pH) 센서	14	4	5	3	1	1
- 산화환원전위(ORP) 센서	14	4	5	3	1	1
- 염도 센서	12	4	4	4	0	0
- 방수/내부식 하우징	6	0	0	3	2	1
- 제품 인증	5	0	0	0	3	2
o 광학식 수질 단위센서 4종	70	20	20	17	7	6
- 용존산소(DO) 센서	14	5	5	4	0	0
- 탁도 센서	13	5	5	3	0	0
- 클로로필-a 센서	16	5	5	4	1	1
- 남조류 센서	16	5	5	4	1	1
- 방수/내부식 하우징	6	0	0	2	3	1
- 제품 인증	5	0	0	0	2	3
o 압력식 수위센서	20	5	5	5	2	3
- 압저항 센서	15	5	5	5	0	0
- 방수/내부식 하우징	2	0	0	0	1	2
- 제품 인증	2	0	0	0	1	1
o 자동 세정/교정 복합센서	90	0	0	15	39	36
- 수질(9종)/수위 센서 일체화 하우징	10	0	0	0	5	5
- 복합신호 처리용 ROIC 및 지능형 제어 회로	15	0	0	5	5	5
- 오염 방지용 보호캡 및 자동세정 장치	10	0	0	0	5	5
- 자동교정 알고리즘	20	0	0	10	5	5
- 자동교정 회로 및 소프트웨어	15	0	0	0	10	5
- 자동교정용 키트	10	0	0	0	5	5
- 시작품 제작 및 현장 적용 시험	10	0	0	0	4	6
계 (정부출연금 200억원, 민간부담금 50억원)	250	45	45	55	55	50

○ 광역환경센서망 기술 개발

(단위:억원)

세부 개발 항목	소요 비용	기간				
		2013	2014	2015	2016	2017
o 광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준	30	10	10	10		
- Sub-1GHz대역 주파수 간섭분석 모델링 및 시뮬레이션 기술		6	6	6		
- 광역 환경센서망 주파수 최적배치 및 운용기술		4	4	4		
o 광역 환경센서망 요소기술	189	42	42	41	32	32
- Sub-1GHz대역 광대역 저전력 RF/안테나 기술	68	15	15	14	12	12
. 광대역 저전력 고정밀 PLL/필터 기술		6	6	4	4	4
. Sub-1GHz대역 저전력 RF 칩 설계 기술		6	6	7	6	6
. Sub-1GHz대역 고이득 소형 안테나 기술		3	3	3	2	2
- 고신뢰 고효율 환경 적응형 PHY 기술	69	17	17	17	9	9
. 중거리 고효율 전송 및 적응형 모뎀 기술		9	9	9	6	6
. 고신뢰 적응형 채널 코덱 기술		8	8	8	3	3
- 광역 환경센서망 동적채널 할당 MAC 기술	52	10	10	10	11	11
. 동적 무선자원 할당 및 액세스 제어 기술		5	5	5	6	6
. 저전력 실시간 환경디바이스 제어 기술		2	2	2	2	2
. 동적 무선 링크 구성 기술		3	3	3	3	3
o 환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술	68	6	9	15	20	18
- 환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 설계 및 제작 기술		6	9	15	20	18
o 광역 환경센서망 센서노드 기술	137	27	27	27	28	28
- 광역 환경센서망 센서노드 공통 플랫폼 기술	79	15	15	15	17	17
. 센서노드 공통 플랫폼 및 모바일 모니터링 단말 기술		6	6	6	7	7
. 자가발전 센서노드 전원공급/획득 기술		6	6	6	7	7
. 지능형 Plug&Play 환경센서 인터페이스 기술		3	3	3	3	3
- 광역 환경 센서네트워킹 및 센서신호처리 기술	58	12	12	12	11	11
. 광역 환경센서망 Scalable 라우팅 및 협업통신 기술		5	5	5	4	4
. 센서네트워크 기반 고정밀 위치인식 기술		2	2	2	3	2
. 다중복합 환경센서 신호처리 및 데이터 퓨전 기술		5	5	5	5	5
o 광역 환경센서망 게이트웨이 기술	51	9	9	11	11	11
계 (정부출연금 400억, 민간부담금 75억)	475	94	97	104	91	89

○ 환경IT 융합 미들웨어 기술

세부 개발 항목	소요 비용	기간				
		2013	2014	2015	2016	2017
o 환경IT융합 서비스 플랫폼 기술	225	44	44	48	45	44
- 광역 환경정보 수집•처리 기술	70	14	14	15	14	13
. 환경 센서 및 센서망 정보 표준화 기술		3	3	3	2	2
. 이종 센서망 정합 공통 인터페이스 기술		3	3	3	2	1
. 광역 센싱정보 지능형 이벤트 처리 기술		4	4	5	5	5
. 광역 현장적응형 경량형 미들웨어 기술		4	4	4	5	5
- 광역 환경정보 통합· 생성 기술	72	13	13	16	15	15
. 환경 상황정보 실시간 가시화 기술		6	6	8	8	8
. 환경 센싱정보 웨어-하우스 구축 기술		3	3	3	2	2
. 이종 환경정보 다차원 매쉬업 기술		4	4	5	5	5
- 광역 환경정보 분석, 예측 기술	83	17	17	17	16	16
. 중소하천 환경변화 분석, 예측 기술		10	10	10	10	10
. 중소하천 모델링 기술		7	7	7	6	6
o 환경IT융합 망관리 플랫폼 기술	175	32	33	37	37	36
- 광역 환경정보 무선망 운용관리 기술	73	12	14	16	16	15
. 광역 센서망 설계 기술		3	3	3	3	3
. 센서노드 배치 기술, 자동 망 설치 기술		2	2	3	3	3
. 센서망 상태 감시 기술		3	4	4	4	3
. 센서망 구성 제어 기술		2	2	3	3	3
. 센서 노드 프로그램 변경기술		2	3	3	3	3
- 광역 환경정보 무선망 유지보수 기술	61	10	12	13	13	13
. 센서망 장애 발견 기술		3	4	4	4	4
. 센서망 장애 복구 기술		3	4	4	4	4
. 센서망 자가치유 기술		4	4	5	5	5
- 광역 환경정보 무선망 보안관리 기술	38	7	7	8	8	8
. 센서노드 보안기술		3	3	3	3	3
. 안전한 환경 센싱정보 전송 기술		2	2	2	2	2
. 다자간 환경 센싱정보 공유를 위한 인증/인가 기술		2	2	3	3	3
계 (정부출연금 350억원, 민간부담금 50억원)	400	76	77	85	82	80

□ 환경부

○ (환경부) 연차별 예산

구분		2013	2014	2015	2016	2017	합계
자립형 센서	정부	80	80	50	30	20	260
	민간	16	16	10	6	4	52
광역 환경센서망	정부	-	-	-	-	-	-
	민간	-	-	-	-	-	-
범용미들웨어/ 인터페이스	정부	10	20	30	40	40	140
	민간	3	4	5	8	8	28
테스트베드	정부	14	107	130	64	10	325
	민간	3	21	26	13	2	65
합계	**정부**	104	207	210	134	70	725
	민간	22	41	41	27	14	145

○ (환경부) 자립형 센서, 범용 미들웨어/인터페이스(정부지원금 기준)

세부 개발항목	2012	2013	2014	2015	2016	합계
o 인산염 측정센서	20	20	10	5	4	59
o 질산염 측정센서	15	15	10	5	4	49
o 암모니아성 측정 센서	20	20	10	5	4	59
o 중금속 측정센서	15	15	10	5	4	49
o TOC/T-N/T-P 측정센서	10	10	10	10	4	44
o 망을 통한 오염물 유출 경로 추적이 가능한 application 개발	3	7	10	10	10	40
o 실시간 측정 자료 및 GIS 기반 유역 관리 모델 개발	5	8	15	20	22	70
o 실시간 측정 자료 기반 fault sensor identification 기술 개발	2	5	5	10	8	30
합 계	90	100	80	70	60	400

○ (환경부) 테스트베드(정부지원금 기준)

세부 개발항목	2013	2014	2015	2016	2017	합계
o 측정소 및 채수시설	14	4	-	-	-	18
o 통신시스템 구축	-	13	-	-	-	13
o 측정시스템 구축	-	84	120	54	-	258
o 실험비용	-	6	6	6	6	24
o 유지관리비용	-	-	4	4	4	12
합 계	**14**	**107**	**130**	**64**	**10**	**325**

□ 국토부

○ 국토부 연차별 예산

개발내용	재원	2013	2014	2015	2016	2017	합계
자립형 센서	정부	40	40	40	40	40	200
	민간	15	14	10	10	-	49
	소계	55	54	50	50	40	249
유저인터페이스 (정보표출)	정부	-	10	10	7	7	34
	민간	-	3	2	2	2	9
	소계	-	13	12	9	9	43
테스트베드	정부	-	20	70	75	57	222
	민간	-	5	12	15	13	45
	소계	0	25	82	90	70	267
합계	정부	40	70	120	122	104	456
	민간	15	22	24	27	15	103
	소계	55	92	144	149	119	559

○ (국토부) 자립형 센서, 통신네트워크, 유저인터페이스 구축(292억)

분야	세부내용	'13	'14	'15	'16	'17	총계
센서 개발	1. 초음파 하천 수량 센서	6	6	5	5	5	27
	2. 2차원 표면유속장 측정기술 개발	3	3	3	3	3	15
	3. 첨단 광전자 수위관측 기술	5	5	5	4	3	22
	4. 3차원 하천 및 호소 하상지형 관측 기술 개발	8	8	7	5	5	33
	5. 자율형 광학우량관측 센서 기술 개발	4	4	4	4	4	20
	6. 전자 강수량 센서 시스템 개발	8	15	10	8	7	48
	7. 하천시설물 안전관리 센서 개발	5	5	7	7	3	27
플랫폼 개발	8. 자율형 무인자동 모니터링 장비	15	15	5	3	2	40
	9. 수상 무인 자동채수 장비	5	7	5	-	-	17
시스템 개발	10. 수변공간 변화 관측 기술 개발	3	3	2	2	2	12
	11. 수문모니터링 자료처리 및 분석	5	5	8	8	5	31
총계		67	76	61	49	39	292

○ (국토부) Test Bed 구축(267억)

구분		단위	산출내역 (센서 및 설치비, 부대비등 포함)
관측소 및 관측장비	수위관측소	지점 및 개수	30개소×2억 = 60억
	기상관측설비	지점 및 개수	25개소×1억 = 25억
	유량관측소	지점 및 개수	30개소×1.5억 = 45억
	하상모니터링	지점 및 길이	8 개소×5억 = 40억(150km)
안전관리	시설물안전관리	길이(제방, 보)	100km×0.7억 = 70억
광통신망	통신망 및 백업망	길이	150km×1억 = 150억
경보국	경보시스템구축	지점 및 개수	8개소×5억 = 40억
지역센터	Test Bed 센터구축	지점 및 개수	1개소×15억 = 15억
총 계			**267억**

※상세 분류별 단가 및 개수는 조정할 예정

7.2 자금조달 계획

○ 본 사업은 2013년~2017년 5년간 총 사업비 3,683**억원**을 조달하여 운영

○ 총 사업비중 약 3,186억원(총 사업비 중 85.0%)을 6개 부처인 지경부, 국토부, 환경부, 행안부, 농림부, 교과부가 투자하고 나머지 약 547억원(총 사업비 중 15.0%)은 민간기업 매칭 운영

8. 사업추진의 타당성

8.1. 정책적 타당성

8.1.1 상위·유관 계획과의 부합성 및 사업추진 의지

□ 부처별 상위·유관계획과의 부합성

[농식품부]

○ 동 사업은 농식품부와 한국농어촌공사의 주요 정책(계획)에 밀접히 부합함

- 「농업농촌용수 종합이용계획」: 전국 농촌용수 이용·개발·보전을 위한 최상위 계획으로 21세기 농촌용수 수요량 증가에 대비하여 한정된 수자원을 효율적으로 활용하며, 농촌용수의 합리적인 개발·보전·관리를 위해 수립됨
- 「농촌용수 10개년 계획」: 농촌용수의 이용·개발·보전을 위한 국가수준의 계획(10년 단위)으로 기상이변에 따른 가뭄의 상습화와 농촌용수 수요증가에 대비할 수 있는 항구적인 가뭄 대책의 필요에 따라 수립됨
- 「농업용수 수질 측정조사」: 전국 농업용저수지 18,000개소 중 현재 826개소에 대한 농업용수 수질조사를 진행 중이며 향후 전국으로 확대할 계획

[지식경제부]

○ 물환경 모니터링 기술개발의 주요 요소인 광역환경센서망과 환경IT융합 미들웨어의 연구개발은 지식경제부의 주요 정책(계획)에 밀접히 부함함

- 「RFID/USN 신성장동력 추진방안」: RFID/USN 세계적 기술 경쟁력 확보, 선도적 시장수요 창출, 법/제도 등 산업발전 기반 고도화 방안 수립
- 「국내외 USN용 센서산업 동향 및 활성화 전략」: 미래형 첨단 센서시스템 기술개발을 통한 센서시장의 저변확대와 USN/사물통신, 스마트폰, 지능형 자동차 등 지능형 네트워크 기반 신산업에 활용가능한 지능형 Plug & Play 센서시스템 개발 및 관련 중견기업 육성을 통한 고부가가치화, 대량생산화 및 신시장/신산업 창출을 통해 국내 USN용 센서 산업을 활성화함

[환경부]

○ 환경부의 정책 개요, 수질자동측정망 발전계획 등과 동 사업에서 추진되는 다양한 수질센서 연구개발은 밀접히 부함함

- (환경부의 정책 개요) 전국 하천 등 수질보전 대상 공공수역에 대한 수질현황을 종합적으로 조사하여 수질변화 추세를 파악하고 이미 집행된 주요 정책사업의 효과를 분석하여 장래 수질보전정책 수립을 위한 기초자료를 확보
- 「수질자동측정망 발전계획」: 4대강 수계 주요 하천 및 호소(국가 수질자동측정망 52개소 포함)에 설치된 기존 수질 측정소의 기능성 제고를 포함하는 운영성의 증대와 국가수질자동측정망의 확대에 대한 국가수질관리 기능성 및 오염사고 감시 기능성 향상에 대한 발전방향 제시

  ※ 주요 내용: 국내외 수질 모니터링 체계 및 현황조사, 모니터링 기능 다원화를 위한 수질자동측정망 추가 확충방안, 오염물질 배출업소 상시감시를 위하여 소하천에 자동측정망 추가 설치 필요성 및 타당성 검토 등

[국토해양부]

○ 국토해양부의 물관리 최상위 계획인 수자원장기종합계획, 유역종합치수계획, 하천기본계획 등과 동 사업에서 추진되는 다양한 수량센서 연구개발은 밀접히 부합함

- 「수자원장기종합계획」: 20년 단위로 수립되는 수자원의 안정적 확보와 하천의 효율적인 이용·개발·보전을 위한 국가수준의 계획으로, 하위계획인 유역종합치수계획, 하천기본계획, 댐건설장기계획 등의 수립 방향과 전략 제시
- 「유역종합치수계획」: 하천유역의 수자원 개발, 이용의 적정화, 하천환경의 개선, 홍수예방 및 홍수 발생시 피해의 최소화 등을 위하여 필요한 사항(10년 단위)
- 「하천기본계획」: 유역의 강우, 하천의 유량, 하도특성, 환경, 수자원개발 및 이용 현황 등 하천의 홍수관리, 용수공급, 하천환경보전 등에 관한 제반사항을 조사 분석하여 하천에 관한 종합적인 정비, 보전, 이용이 되도록 계획(10년 단위)
- 「댐건설 장기계획」: 한정된 수자원의 효율적 개발과 이용을 위하여 범정부 차원의 종합적인 댐건설계획 수립(10년 단위)
- 「수문조사기본계획」: 「하천법」 제17조 규정에 의거 국가 차원의 수문조사 발전을 위한 비전, 목표, 기본 방향을 수립하고, 이를 추진하기 위한 중점계획 수립(10년 단위)

[행정안전부]

○ 행정안전부의 중장기 계획인 「U-기반 공공서비스 촉진」과 「지역기반 U-서비스 지원」과 동 사업은 밀접히 부합함

[교육과학기술부]

○ 교과부의 과학기술기본계획(577전략)과 동 사업은 부합함

※ 577전략: 국가 총 연구개발 투자 GDP대비 5% 투자와 7대 분야(주력 기간산업(자동차, 조선, 기계 및 제조공정, 반도체 등), 신산업 창출(차세대 시스템 S/W, 암진단 및 치료, 뇌 과학 등), 지식 기반 서비스(융합형 콘텐츠, 첨단물류, 통신방송융합기술 등), 국가주도기술(위성체 개발, 차세대 무기, 차세대 원자로 등), 현안관련 특정분야(식품안전성 평가, IT 나노소자 기술 등), 글로벌 이슈 대응(신재생에너지, 기후변화 예측 및 적응 등), 기초·기반 융합기술(바이오칩 및 센서, 지능형 로봇 등) 등

□ 사업추진 의지

○ 국과위의 주도와 관계 부처간 공동 기획을 통해 사업의 목표 달성과 효과적이고 효율적인 하천 물환경 모니터링 기술개발 사업을 위한 전략을 수립함

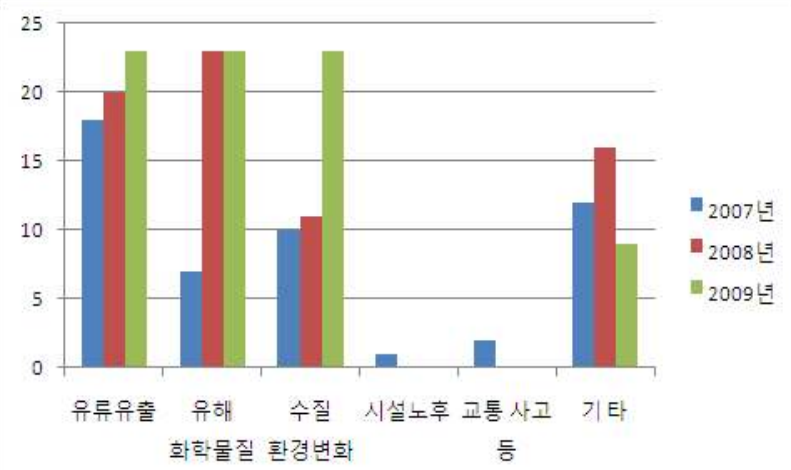
- 연구개발 전략, 추진체계, 부처간 협력 범위를 정의하고 범 부처간 연계와 중복 조정을 통한 R&D ROI제고를 위한 효율적인 시스템을 구축함
- 국과위 주도의 다부처 과제 공청회('10년 12월)를 통해 동 사업의 추진과 관련된 각계각층의 의견을 들었으며, '11년 9월에는 국과위 운영위원회의 안건으로 제출될 예정임
- 동 사업에 참여하는 6개 부처는 사전기획연구('10년 9월~12월)에서부터 동 상세기획이 완료되기까지 수차례의 기획·실무회의를 통해 적극적으로 협의해 왔음

8.1.2 사업추진의 시의성

□ 환경 모니터링 시스템 수요증대

○ 우리나라의 수질자동측정망은 주로 전국 대하천에 60개 개소가 설치되어 **오염발생 빈도가 높은 지류/지천에 대한 감시는 배제**되고 있어 실질적인 오염 감시체계가 작동되고 있지 않은 실정임

- 현재 운용 중인 **국가 수질자동측정망은 오염을 인지하여 조기경보를 발령한 건수가 최근 9년(2002.7.1～2011.08.31) 동안 총 20건에 지나지 않음** (자료: '11년 10월, 한국환경공단)
- 그러나, 실제 환경오염 사고 발생 현황을 환경신문고 제도에 접수된 신고 건수를 통해 살펴보면, 경기도의 경우 '10년 상반기에만 총 1만8천702건 (하루 평균 103건) 접수, 분야별로는 생활폐기물이 9천287건으로 가장 많고 폐수무단 방류 등 수질분야는 825건 접수됨
- 우리나라의 환경오염에 의한 재난발생 현황은 '07년 50건, '08년 70건, '09년 78건으로 매년 증가하고 있음(자료: '09년 재난연감, 소방방재청)



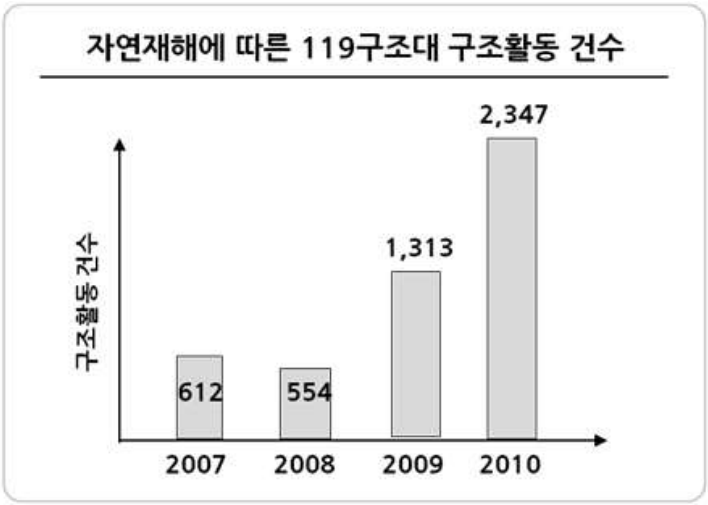
[그림 8-1] 환경오염에 의한 재난발생 현황

- 기존 측정소간 거리는 20km 정도이며, 이러한 조밀도로는 사회 물 안정망을 확보할 수 없음

※ 향후 자동측정망은 주로 산업단지 근처에 추가로 설치한다는 계획을 갖고 있으나, 산업단지는 주로 지천에 위치하는 경우가 많아 현재의 방식(고가의 해외 제품/기술에 의존 + 고비용 측정방식)으로는 효율적인 모니터링은 불가능함

○ **기후변화로 집중 호우, 기록적 폭설 등으로 인한 홍수, 절개지 붕괴, 산사태 등의 발생빈도 가 급격히 증가**하고 있고 건당 피해규모가 커지고 있음로 환경 모니터링 시스템의 필요성이 점차 증가하고 있음

- 이미 제주도 해안가와 남해안 일부 지역에 아열대 기후가 나타나고 있고 이 같은 현상이 점점 북쪽으로 확대되고 있음
- 우리나라는 태풍·홍수와 같은 자연재해로 인한 연평균 피해액은 1970년대 362억원에서, 2000년대 1조7,000억원으로 약 47배 증가함
  - ※ 지난 7월 26일부터 3일간 서울의 집중호우는 강수량이 587.5mm로 관측사상(1907년) 가장 많은 것으로 기록
  - ※ 7월말부터 시작된 홍수로 태국 국토의 70%가 수해를 입었고, 현재까지 356명이 숨지고 11만3000여명이 삶의 터전을 잃었으며. 경제적 손실도 6조원에 도달함
- 태풍, 홍수, 폭설 등 자연재해에 따른 119 구조대의 구조활동 건수가 3년 만에 4배 가까이 증가함 (‘07년 612건, ’08년 554건, ‘09년 1,313건, ’10년 2,347건)



[그림 8-2] 자연재해에 따른 119구조대 구조활동 건수

○ 물 부족이 예측되지만, 국가 수자원의 62%를 차지하는 **농어촌용수의 과학적인 관리는 이루어지고 있지 않음**

- (수위· 유량) 관리자가 현장을 방문하여 목측하고 있는데, 이 또한 관개기에 1일 1회에 불과함
- (수질) 전국 총 18,000여 개의 저수지 중, 수질 관리가 이루어지고 있는 저수지는 800여 곳에 불과하며, 연 4회 조사자가 현장에 방문 후, 시료를 채취하여 분석함



[그림 8-3] 농어촌 용수 관리 현황

○ 수질 모니터링은 장기적 모니터링(Long-term Surveillance Monitoring), 운용 모니터링(Operational Monitoring) 및 조사 모니터링(Investigative monitoring)으로 구분되며, 장기적인 관점에서의 모니터링으로의 전환이 필요함

- 선진국의 경우 단순하게 재난방지, 또는 오염물의 유출 감시 등으로 모니터링의 범위를 한정하지 않고, 국가적이며 장기적인 생태학적 접근, 기후변화에 관한 관점 등도 포함시켜 모니터링함

○ **4대강살리기사업의 시행(다기능 보 건설)으로 하천의 수환경의 변화**가 예상됨

□ **비효율·고비용 측정방식 개발에 대한 수요**

○ 우리나라는 **고가의 해외 제품/기술에 의존하고 있는 구조**이므로 수질·수량 모니터링 시스템의 수요 증가에 대응하기 어려움

- 외산 제품은 고가이고 운영관리 방식이 까다로워, 소규모 시설로 지역에 산재되어 있는 농어촌용수 모니터링 분야에는 특히 적용이 어려워 보급이 저조한 실정임

※ 상대적으로 저투자된 대부분의 저수지, 양배수장 및 농수로의 수위를 인력으로 목측함에 따른 관측비용 절감 압박에 직면함

○ 수질 측정은 **인력에 의한 시료 샘플링, 분석, 데이터 정리 등으로 수행**되므로 장비 및 인건비가 크게 소요되고 있어 개선이 시급함

- 소규모 하수처리장 등의 수동측정망의 운영은 행정공무원들이 담당하고 있는데, 현재 시스템으로는 효과적인 수질 관리가 이루어지기 어려움

※ 현재 소규모 하수처리장 등의 수동측정소의 운영은 관리 능력이 부족한 행정공무원들이 담당하고 있음

※ 혼자서 30개 이상의 사이트를 방문하고 있으며, 2-3일에 한 번씩 물을 떠 수질을 측정하고 있음

※ 환경부는 현재 1,900여 개에 이르는 수동측정망을 자동화한다는 원칙을 갖고 있음

○ 동 연구개발의 결과물을 통해 현재 시스템 대비 1/3~1/5의 시스템 구축으로 오염감시 및 홍수위 관리가 가능하기 때문에 비용효율성 증대 가능

현 수질모니터링 시스템의 고비용 구조

○ 수질 센서/측정장치 가격은 수천만 원대로 매우 높아서, 현재 수질 자동 측정소 설치 전체 비용의 약 54%를 차지함

- 환경부의 수질 자동 측정소 당 설치비용은 총 5.2억원으로 시설(1억원), 센서/측정장치(2.8억원), 전송시스템(0.55억원), 부대장비(0.85억원)로 구성됨 (자료: 환경관리공단, 2008)
- 현재 수질 센서/측정장치는 대부분 수입에 의존하고 있는데, 미국, 독일, 일본 등의 소수 선진국 회사에서 생산을 독점하고 있어서, 시장경쟁에 의한 가격 하락이 어려움
- 복잡한 수출경로에 따라서 유통마진이 큰 부분을 차지할 수밖에 없는 유통구조로 가격에 거품이 많음

○ 향후 동 과제를 통하여 국산 센서/측정장치가 개발되면, 현재 수입산의 50% 가격으로 공급하여 국내 시장에서 수입대체율을 50% 증가시킬 것으로 전망됨

- 외산 대비 국산 센서 가격 비율은 차이가 있으나 일반적으로 30%이상 저렴함
  - 단가가 낮은 pH 센서는 65~70%, 단가가 상대적으로 높은 DO 센서는 20~25% 정도임
  - 『차세대핵심환경기술개발사업』으로 국산화에 성공한 탁도 연속자동측정기는 외국제품에 비해 30% 이상 저렴하며(미국 H사 제품 12.5백만원, 국내제품 9.5백만원, '10년 7월 기준), 유지관리비용까지 포함하면 더 큰 가격차이 발생함
- 외산 대비 국산 센서 가격비율을 바탕으로 국내 업체의 생산량이 증가에 따른 가격 하락 요인(규모의 경제 효과)을 고려하여 본 과제를 통한 국산화 개발 시 가격 목표치를 수입산의 50%로 설정함

□ **부처·지자체 간 중복투자 방지를 조기에 해결**

○ 각 부처와 지자체가 **외산제품을 도입해 독자적인 수질개선 사업을 산발적·경쟁적으로 추진**하고 있어 조기조정이 이루어지지 않을 시 **과잉·중복투자**가 이루어질 것이라 전망됨

- 동 사업이 추진되지 않는다면, 각 부처는 독자적으로 첨단 물환경 및 재난재해 시스템 구축을 위해 개별적인/산발적인 관련 R&D 및 사업을 추진하리라 전망됨

※ 이런 경우에 부처간 연계가 미흡하여 비용 측면에서 국가 차원의 비효율성이 발생하고 재난 상황 발생 시 효과적인 대처가 어려움

○ 중복개발을 방지하기위해 **공통 기능을 개발·보급**하여 개발비·운용비를 대폭 절감하고 구성요소의 표준화 기반 마련이 시급함

- 동 과제에서는 각 부처에서 필요한 물환경 및 재난재해 관리 시스템 구축에 있어 공통적인 요소를 플랫폼 형태로 개발, 적용함으로써 연구개발비를 절감하고 시스템간 연계성 증대시킬 수 있음, 이를 통해 체계적/효율적인 실시간인 대응이 가능한 국가 물환경 관리 체계 구축하는 것이 목적



[그림 8-4] 부처별 물환경 관련 투자 영역

□ **해외 제품을 이용해 국내 수요를 만족시키는데 한계**

○ 외국의 경우도 직독식, 자립형 센서로의 전환의 필요성을 인지하고 있으나, **실제 제품개발이 이루어지지 않고 있으므로, 해외 제품을 수입하여 국내의 수요를 만족시키는데 한계**가 있을 것임

- 미국 지질조사국(USGS)의 경우도 일반항목만 직독식으로 하고 있는 상태로, 소형이면서 측정정밀도만 우수하면 즉시 사용하겠다는 입장임
- 유럽도 미국과 마찬가지로, 오염물질을 해안, 하천, 호수 등의 현장에서도 정확하게 측정하도록 요구하고 있으나, 기존의 연속 모니터링 시스템은 기본적인 수질항목만 측정하고 있음

  ※ 합리적인 가격, 장기간 사용 가능성, 신뢰성, 유지관리 최소화 등의 조건을 갖춘 센서가 개발되면 즉시 사용할 의지 보유
- 외국은 정밀도에서는 Lab scale 규모에서만 실현 가능하며, 실제 현장에서의 모니터링은 정밀도가 낮은 데이터를 장기적으로 축적하여 활용하고 있으나 실제 통계자료로의 활용성이 낮은 상황임

○ **해외제품은 수리하기가 용이하지 않을 뿐 아니라, 우리나라 수질환경에 적절히 적용**하기가 힘듦

- 수질·수량 모니터링의 특성상 이상이 발생할 경우 즉각적인 대응이 필요하지만, 해외제품은 발 빠른 대응이 어려움

  ※ 수리가 필요할 경우, 부품 공급까지 최소 2주가 소요됨

- 부품가격이 제조사와 국내대리점을 통하는 유통과정에서 이중으로 마진이 취해짐

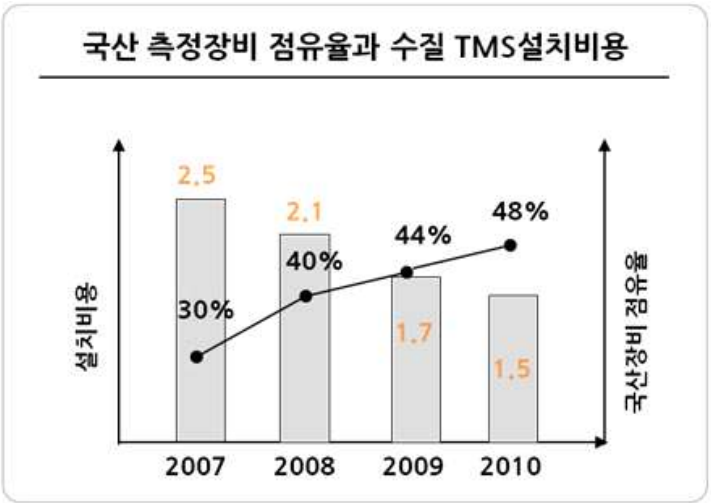
  ※ 핵심제어부품 최소 약 200만원 ~300만원에 달하거나 그 이상임

- 우리나라가 선진국보다 훨씬 복잡한 수질성상을 가지고 있는 경우가 많아 측정 간섭물질이 많을 우려가 높음

○ **글로벌 측정기기 시장의 독점적인 시장구조와 국내 유통구조 상의 특성으로** 초기 투자비용이 감당하기 힘든 수준임

- 미국, 독일, 일본 등의 소수업체에 의한 독점적 시장구조로 가격인하 압력이 낮음
- 해외제조사-국내대리점-SI업체로 이어지는 유통구조 상 가격 거품이 발생

  ※ 수질TMS는 국산 장비가 도입되어 외산 장비와 가격 경쟁이 이루어져 설치비용이 하락



단위: 억원

[그림 8-5] 수질TMS 설치비용 변화

8.1.3 정부지원의 필요성

□ **시장실패(market failure) 측면**

○ 하천 및 물환경은 공공재로서 이에 대한 수질과 수량관리는 전형적으로 사적인 편익(private benefit)이 발생하지 않으며, 시장에 맡겨둘 경우 과대 이용·과소투자가 이루어지는 시장실패의 대표적인 영역임

○ 해외 국가의 경험적 사례와 특허 분석 결과로 볼 때, 정부의 강한 추진의지가 없을 시에 민간 기업이 적극적으로 투자하는 경우는 찾아보기 힘듦

○ (관련 기업의 영세성으로 기술혁신의 한계) 부처별로 분산된 기술개발 수요와 제품/서비스 수요로 인해 관련분야 기업이 영세성을 극복하고 있지 못하고 있어 국가 주도의 수요확대가 필요함

- 영세한 중소규모의 기업은 기술혁신 및 단가인하에 한계를 보임

□ **현 운영 시스템의 고비용구조와 위험성**

○ 현 운영 중인 하천·물환경 모니터링 시스템은 많은 인력이 투입되며 고가의 수입기기에 의존하고 있음

○ 각 부처의 예산운용의 효율성을 확보하기 위한 자동화 시스템 구축이 필요함

○ 인력에 의한 직접 수거방식은 인명피해를 유발하는 등 안전성이 심각하게 저해되고 있어 광역통신망 기술의 개발이 요구됨

※ 고비용구조와 위험성을 타개하기위해서 민간의 자발적인 노력은 시장실패로 기대하기 힘들며 정부의 적극적인 개입이 필요함

□ **첨단센서 및 USN기반 하천 물환경 모니터링 기술개발 사업의 목표 및 사업내용과의 부합성 측면**

○ 첨단센서 및 USN기반 하천 물환경 모니터링 기술개발 사업은 수질과 수량관리를 위해 필수적인 센서 및 측정기기, 광역환경센서망, 환경IT융합 미들웨어 등을 개발하는 사업으로,

○ 시장실패, 현 운영 시스템의 고비용구조와 위험성, 물환경 모니터링 서비스에 대한 수요 증가에 대응할 수 있음

① 정부가 대규모 수요를 창출하고, 선도적인 기술을 개발에 투자하여 '시장

실패’를 보완

- 수요부처(농식품부, 환경부, 국토부, 행정부)는 동 사업을 통해 개발된 센서 및 측정기기를 각 부처의 중장기 계획에 따라 도입할 예정이며, 이에 따라 대규모 수요가 발생하므로 민간기업의 시장 진입을 유도할 수 있고 기술 선도국에 비해 뒤쳐진 연구개발 역량이 강화될 것임

② 현 운영시스템의 고비용구조와 위험성을 보완

- 현재 시스템은 고가의 장비를 해외에서 수입하며, 수집-측정-분석에 많은 인력이 투입되어 고비용구조이지만, 동 사업의 연구개발을 통해 이와 같은 고비용구조가 해결되리라 예상됨
- 인력에 의한 직접 시료 채집에서 벗어나 자동 측정 방식으로 바뀔 경우, 현 운영시스템에 존재하는 위험성 또한 보완될 것임

8.1.4 본 사업 계획

□ 동 사업의 후반부에 본 사업의 추진 타당성을 검토

○ (본 사업의 필요성) 본 사업에 대한 기획 없이 R&D사업을 기획하는 것은 R&D 투자의 목적성에 부합하지 않으므로 본 사업 계획은 필수적임

※ 본 사업은 첨단센서 및 USN기반 하천 물환경 모니터링 기술개발 사업의 성과를 보급할 사업을 의미함

○ (본 사업의 기획의 한계) 현실적으로 기술의 윤곽이 드러나지 않는 상태에서 상세한 사업기획을 발표하기에는 무리가 있음

○ 본 사업의 기획 대신, 사업이 종료되기 전인 4년차에 본 사업 추진 타당성 검토(feasibility study) 연구를 수행하며, 연구를 위한 예산을 부처별로 확보하기로 함

- 시뮬레이션을 통해 우선적으로 설치할 구역을 검토해야 할 것이며, 오염 발생 우려가 높은 산업단지 인근지역, 축산 폐수 발생 지역부터 단계별 설치를 통해 비용 효율성을 증대하는 방향으로 진행할 계획임



[그림 8-6] 본 사업계획의 방향

8.2. 기술적 타당성

8.2.1 기술개발계획의 적절성

가. 다부처 사업으로서의 사업계획

□ **공동 협력사업을 통한 부처간 단절 극복 및 연계를 통한 시너지 강화**

○ 하천 물환경 모니터링 관련 연구개발을 다부처 사업으로 공동 추진함으로써 지속되어온 부처간 중복된 투자를 없애고, 시너지를 창출함

- 기존 하천 물환경 모니터링은 복수의 부처가 수질 및 수량 센서를 개발하고, 측정 정보를 전송·처리하는 환경센서망과 미들웨어는 각 부처가 독자적으로 개발하는 등의 예와 같이 단절된 사업 추진으로 부처간, 연구자간의 연계가 미흡하며 중복된 투자가 발생해왔음
- 각 부처의 수요가 중복되는 연구영역을 지경부가 개발하고, 연구개발된 기술을 실증하는 공통테스트베드는 수요부처가 공동으로 참여하는 등 6개의 다부처 공동연구 사업을 기획하여 사업간 연계 강화하고 효율성을 제고함

○ 동 사업 중 부처간 공동 협력사업의 예산은 1,519억원이며, 테스트베드 예산을 제외한 연구개발 예산(2,529억원)의 약 60%를 차지함

<표 8-1> 다부처 공동 협력 사업 내역

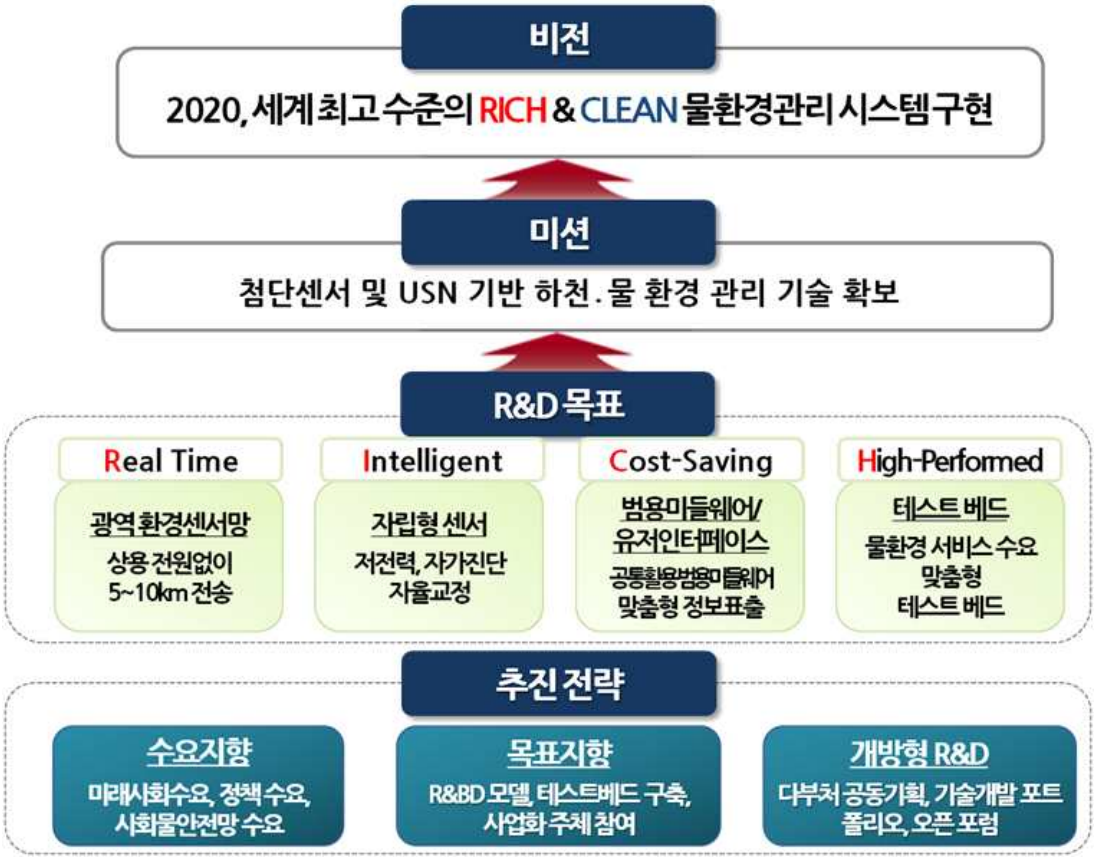
분류	공동 협력 사업명	주관부처	예산
원천기술 개발	o 효소기반 환경바이오센서 안정화 기술	교과부	75
	o TOC/TN/TP 센서 원천 기술		110
	o 오염 저항성 센서 소재 기술		75
	o 수질 오염 미생물 진단 센서 원천 기술		90
수요부처 공통사용 가능 센서/측정장치	o 전기식 수질 단위센서 5종	지경부	70
	o 광학식 수질 단위센서 4종		70
	o 압력식 수위센서		20
	o 자동 세정/교정 복합센서		90
	o TOC/T-N/T-P 측정센서	환경부	44
광역 환경센서망	o 광역 환경센서망 주파수 간섭분석 모델 및 기술기준	지경부	30
	o 광역 환경센서망 요소기술		189
	o 환경적응형 고신뢰 저전력 센서노드 SoC 기술		68
	o 광역 환경센서망 센서노드 기술		137
	o 광역 환경센서망 게이트웨이 기술		51

환경IT융합 미들웨어	o 환경IT융합 서비스 플랫폼 기술	지경부	225
	o 환경IT융합 망관리 플랫폼 기술		175
합계			1,519

※ 공동 협력 사업의 분류기준은 수요부처가 두 개 이상으로 판단되는 사업임
※ 예산 단위: 억원

나. 사업목표 달성을 위한 세부사업 내용 구성

○ ‘첨단센서 및 USN기반 하천 물환경 모니터링 기술개발’사업의 최종 사업목표는 ‘첨단센서 및 USN기반 하천 물환경 관리 기술확보’를 통해 ‘2020년 세계최고 수준의 RICH&CLEAN 물환경관리 시스템’을 구현하는 것임



※ CLEAN은 동 사업의 핵심가치로서 Collaborated, Leadership, Efficient, Aligned, New-standard를 의미함

[그림 8-7] 전략체계: 비전, 미션, R&D목표 및 추진 전략 구조

○ 동 사업의 비전과 미션을 달성하기위해 참여부처의 협의를 통해 R&D목표와 그에 따른 세부 사업 내용을 구성함

- (Real Time) 점점 높아져가는 물환경관리시스템 수요를 만족시키기 위해 상용전원없이 5~10km를 전송할 수 있는 광역 환경센서망을 개발
- (Intelligent) 중소하천까지 확장하여 통합적인 물환경관리 시스템 구현을 위해서는 저전력·자가진단·자율교정이 가능한 자립형센서의 개발이 필수적이므로 연구개발 단계 초기에 집중 투자함
- (Cost-Saving) 부처간 미들웨어 분야의 중복투자를 막고 시너지를 창출하기 위해서는 표준화된 범용미들웨어의 개발이 필요하며, 인력에 의한 정보 분석·처리·해석으로 소요되는 비용을 줄이기 위해 미들웨어와 맞춤형 정보 표출이 가능한 유저인터페이스를 세부 연구개발 분야로 선정함
- (High-Performed) 물환경 모니터링 시스템은 유사환경에서 충분히 테스트가 되지 않을 경우 실용화하는데 한계가 있으므로 맞춤형 테스트베드를 동 사업의 세부 연구개발 분야로 선정함

8.2.2 기술개발 성공가능성

□ 강력한 IT기술을 바탕으로 한 높은 기술개발 성공가능성

○ 국내의 센서와 미들웨어 기술은 선진기술을 모방·개량하는 수준이지만, 환경센서망의 기술 수준은 최고기술수준에 대등하거나 근접하는 수준임

- 국내에서 연구가 활발하지 못하거나 인력 자원이 충분하지 않은 경우, 해외 연구팀과의 협력연구를 통해 기술개발 성공가능성을 높일 것을 고려함

○ 센서 분야는 국내 전문인력이 다소 부족한 편이나, 광역환경센서망과 미들웨어 부분은 해당분야 세계적 수준의 국내 전문 인력이 충분하며, 이는 강력한 IT기술 경쟁력을 바탕으로 함

※ 상세한 사항은 제4장 **「기술개발 전략 방향」**을 참조

○ 센서/측정기기는 최근 나노 소재 분야와의 컨버전스가 활발하므로 해당 분야의 기술경쟁력이 필요한 상황인데, 국내 나노 소재기술은 논문 수준에서 세계 수준에 근접했으며 촉매와 소재 분야에서 우수한 연구 인력들이 많이 배출되고 있음

-> 기반 기술 경쟁력을 바탕으로 물환경 모니터링을 위한 센서/측정기기라는 **목적 지향적 과제**를 제시하여 기술개발에 집중 투자할 경우, 높은 성공가능성이 예상됨

8.2.3 기존사업과의 중복성

○ 기존 유사사업을 검토한 결과, 동 사업과 관련성은 있으나 중복성은 없는 것으로 판단됨

- 유사과제들은 **수자원의 효율적 운영관리에 기초가 되는 수문 데이터를 이용**하여 하천환경 복원, 토탈 엔지니어링(설계·시공·유지관리), 하천운영관리 등을 수행하는 것을 목표로 하는바,
- 이는 **동 사업을 통해 개발되는 수문모니터링 기술이 기초가 되어야 더욱 가치가 증가할 것을 의미**함

사업명	요약 설명	역할분담	연계방안
기후변화 대비 Smart River 관리기술	- 기후변화 등으로 변화되는 여건에 적합한 유역통합 하천관리 및 운영기술 개발 - 하천시설물 및 하도유지관리기술, 하천계측 및 운영기술, 수문량분석기술, 탄력적 물관리 시스템 기술 개발 등 유역통합 하천관리에 필요한 운영기술 개발	- Smart River 사업은 하천운영관리에 필요한 분석 및 활용기술 개발에 중점	- 하천운영관리 기술 적용에 필요한 센서기반 수문모니터링 원천기술을 동사업을 통해 개발하고 테스트베드를 통해 검증을 하여 실용화를 추진할 수 있음
생태하천 조성 기술	- 하천공간의 보전, 개선, 복원, 재생하는 기술개발	- 하천 생태복원 및 안정성 평가 기술, 하천구역 내 물질순환을 고려한 자연정화기술 개발에 중점	- 하천환경 복원에 필요한 하도내 물질순화 모니터링 IT 기술 개발시 동 사업을 통해 개발된 수질 및 수량 모니터링 기술 연계·접목할 수 있으로 판단됨
Water Grid 지능화 연구	- 한정된 수자원의 효율적 활용을 위한 지능화된 Water Grid 설계·시공·유지관리의 토탈 엔지니어링 기술 확보 - Water Grid 지능화 사업 구현을 위한 기술 개발	- Water Grid사업은 수자원의 효율적 활용을 위한 설계·시공·유지관리의 토탈 엔지니어링기술 개발에 중점	- 다부처 사업을 통해 개발된 첨단 수문모니터링 기술을 Water Grid 설계·시공·유지관리 기술 분야에 활용 가능하도록 유기적인 연계하여 추진할 수 있을 것으로 판단됨

※ 국토부에서 추진 중인 '환경친화적 수자원 시스템' 사업 중, 「국가 지하수자원 활용 고도화 기술개발」과 「수자원에너지 기반의 물순환 기술」은 각각 지하수자원 개발과 LID(Low Impact Development)기법에 기반한 물순환시스템 구축으로 동 사업과 관련성이 적다고 판단됨

8.3. 경제성 분석

8.3.1 분석 방법론 및 범위

□ 방법론

○ 동 사업의 사전타당성조사에서는 순현재가치(NPV)와 편익/비용비율(Benefit-Cost ratio)을 활용하여 사업의 경제성을 분석함

경제성 분석 방법

○ 경제성 분석은 비용-편익분석에 근거하여 경제성 여부를 판단하되 순현재가치(NPV, Net Present Value), 편익/비용비율(B/C Ratio), 내부수익률(IRR, Internal Rate of Return)의 3가지 기준을 적용할 수 있음

- 3가지 기준은 적용목적과 사업특성에 따라 장단점이 있으므로, 경제성을 평가하는 성호보완적 기준으로 사용할 수 있음
- 기본적으로 할인율(discount rate), 분석기간, 기준년도 등을 결정해야 함
- 순현재가치, 편익/비용 비율, 내부수익률에 의한 경제성 분석 결과는 다를 수 있으며, 각각의 분석방법은 장단점을 가짐

○ 비용-편익 분석(cost-benefit analysis)은 특정 프로세스에 소요되는 총비용(cost)과 총 편익(benefits)을 비교하는 방법으로 미래의 상황에 대해서 얼마나 정확하게 추정하는가의 정도에 따라 효용성이 결정됨

○ 비용-편익 분석이 정확하게 이루어지기 위해서는 모든 비용 요소와 모든 편익 요소를 정확하게 파악해야 함

- 이를 위해서는 비용요소와 편익요소를 가능한 세분화시켜 분류해야 함

○ 비용-편익 분석에 있어서 가장 어려운 점은 편익 요소를 경제적 가치로 환산하는 일임

- 많은 편익요소들 가운데에는 경제적 가치로 환산하기 어려운 요소들이 존재함

□ **경제성분석의 범위**

○ 동 사업의 추진에 따른 편익 요소는 편익과 비용은 아래 표와 같이 분류할 수 있으며, 경제성분석의 대상이 되는 부분은 음영으로 표시한 부분으로 한정함

- **수출효과(해외시장 진입)**는 연구개발 성과가 가시적이지 않으며 사업화 성공가능성에 대한 불확실성이 높으므로 **경제성분석의 범위에서 제외하며 기대효과(파급효과)로 포함함**
- 고용창출, 연관산업 성장, 중복투자 방지 및 시너지효과 등의 편익도 고려해야 하지만, 실질적인 측정이 어려우므로 본 경제성분석의 대상에서 제외함
- 생산과 국내외 판매 및 보급을 위해 발생하는 비용은 산정하는데 어려움이 있으므로 제외하며, 따라서 R&D 투자비용만을 고려하므로 편익 산출시 R&D가 편익 창출에 기여한 부분만을 분석대상 편익으로 한정함

<표 8-2> 본 사업의 단계 중 발생할 수 있는 비용과 편익

단계	R&D	생산	국내외 판매/보급
비용 Cost	**R&D 투자**	생산시설 구축	마케팅
		토지	유통
		인건비	고객 서비스 비용
		자본 비용	
편익 Benefit	R&D 기반 강화	고용창출	**안전·안심 물관리 구현에 따른 물관리 비용 저감**
	협력 네트워크 구축		**신속한 수질오염 사고 대응**
	중복투자 방지 및 시너지 효과	연관산업 성장	**수출효과**
			수입대체
			비용절감

8.3.2 비용 추정

○ 정부 및 민간 R&D투자액만을 비용 요소로 고려하며, 각 분야별 투입될 금액을 현재가치(present value)화 하여 산정함

<표 8-3> R&D투자금액의 현재가치화를 통한 비용 산정

단위: 억 원

	2013	2014	2015	2016	2017	합계
R&D 예산	590	711	843	836	703	3,683
투자금액 현가	562	645	728	688	551	3,174

※ 현재가치화 하기위한 할인율은 5%로 적용함

8.3.3 편익 추정

가) 환경적 편익

□ 환경적 편익 추정을 위한 기본 프레임워크와 가정

○ 주요 추정치는 1) 측정소 당 편익, 2) 운영 측정소 수, 3) 운영비용, 4) 신규 설치비용이며, 각각을 아래의 프로세스를 통해 추정함

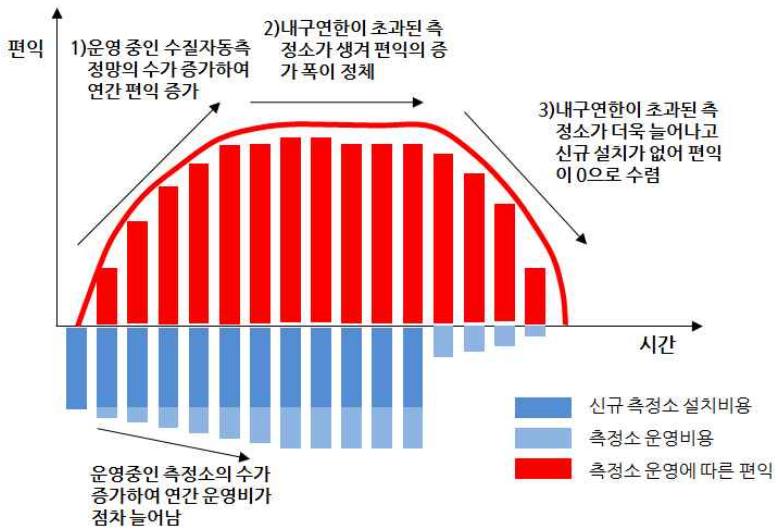
<표 8-4> 환경적 편익 추정의 프레임워크

순편익	=	편익 (측정소 당 편익 X 운영 측정소 수)	-	비용 (운용비용 + 신규 설치비용)

○ 편익의 발생기간은 환경관리공단(2008)에서 적용한 7년을 적용함

- 환경관리공단(2008)은 수질자동측정망과 유사한 경우인 폐수 수질 오염 자동측정망의 내구연수 10년을 참고하여 7년을 도출했음
- 각 측정소가 설치된 후, 1년 후부터 편익이 발생한다고 가정하며, 편익 발생기간은 내구연수를 고려해 편익 발생시점으로부터 7년으로 한정함

※ 자료: 환경관리공단(2008), "국가 수질자동측정망 운영성과 평가 및 성과지표 개발"



[그림 8-8] 내구연한을 고려한 환경적 편익-비용의 도식화

□ 측정소 당 편익 추정1: 수돗물 안전성 증대

○ (편익의 개요) 수질자동측정망의 오염탐지 기능은 오염사고 시 발생할 수 있는 물 소비의 위험을 회피하게 해주며, 이와 관련된 소비자 편익은 **물 소비의 안전도를 높이는 것**으로 정의할 수 있음

○ (기존 연구) 환경관리공단(2008)은 수돗물 안전성 증대의 편익을 아래 측정소 당 편익 추정 프레임워크와 같이 다섯 항목을 추정하여, 측정소 당 편익이 약 1억3천4백만원이라고 결론내림

- 정부의 의사선택이 매우 효율적으로 이루어지고 있어 각 프로젝트의 한계 효율이 모두 같으므로, 예산의 비중으로 수질자동측정망의 수질개선에 대한 기여도를 표시할 수 있다고 가정함

<표 8-5> 수돗물 안전성 증대에 따른 측정소 당 편익 추정 프레임워크

	전체예산 중 수질자동측정망 비중	X	**4대강 유역 생활용수 소비량**	X	**생활용수 중 먹는 물 비율**	X	**물 1m^{3}당 안전성 지불의사**	/	**자동측정망 수**
정의/ 개요	수돗물 안전성에 사용되는 전체 예산 중 수질자동측정망의 예산 비중 4%		4대강 유역의 생활용수 소비량 62억 9백만 입방미터		4대강 유역 생활용수 중 가정에서의 사용량 비율		안전 검증을 거치지 않은 일반수돗물에 비해 안전성이 검증된 물소비에 추가로 지불하고자 하는 금액 **(WIP)**		4대강 유역에 설치된 측정소 숫자
예상 방향	++(증가)		*(유지)		*		+(약한 증가)		+++(큰 증가)
추정 방법	-수돗물 안정성 예산: 물가상승률 증가 -자동측정망 예산: 측정망 투자계획 이용		-		일본 수돗물 사용 결과 인용		과거 연구 인용		부처별 투자계획을 바탕으로 추정

○ 그러나 본 사업의 경제성분석에 환경관리공단(2008)의 결과를 사용할 경우, **"전체예산 중 수질자동측정망 비중"과 "자동측정망 수"의 급격한 변화로 측정소당 편익이 다소 과대 계상될 수 있음**

- 수돗물 안전성에 사용되는 전체 예산 중 수질자동측정망의 예산 비중은 본 사업이 종료되는 '17년 이후로 크게 증가할 것이라 예상되며, 이는 각 부처의 잠정적인 수질자동측정망 투자계획으로 뒷받침할 수 있음
- 4대강 유역에 설치된 수질자동측정망의 수도 각 부처의 잠정적 투자계획으로 판단컨대 크게 증가할 것이라 예상됨

- **4대강 유역 생활용수 소비량**과, **생활용수 중 먹는 물 비율**, **물 1m^{3}당 안전성 지불의사**는 앞선 두 가지 요소에 비해 변화량이 상대적으로 적을 것이라 예상되므로 **본 경제성분석에서는 고려하지 않음**

○ **전체예산 중 수질자동측정망 예산 비중 추정**

- 수돗물 안전성에 사용되는 예산은 물가상승률로 상승한다고 가정함(A)
- 수질자동측정망 예산은 환경부의 투자계획을 바탕으로 “예상 설치 규모 x 측정소 당 설치 비용”으로 산출함(B)
- 위의 추정결과를 바탕으로 A/B를 하여 전체예산 중 수질자동측정망 예산 비중을 도출함: (‘08년) 4% -> (’18년) 6%

○ **수질자동측정망 수 추정**

- 물관련 업무를 수행하는 부처(환경부, 농식품부, 국토부)의 자동측정망 설치계획(안)을 바탕으로 미래시점의 수질자동측정망의 수를 가정함
- 수질자동측정망의 수는 본 사업의 결과로 개발된 기술을 바탕으로 설치되는 신규 수질자동측정망만을 대상으로 함

부처별 모니터링 시스템 설치 계획

(단위: 억원)

국토부 사업 계획	'18	'19	'20	'21	'22	총계(억원)
금강권역	100					100
낙동강권역		300	200			500
한강권역			250	200		450
영산강・섬진강권역				150	100	250
총계	100	300	450	350	100	1,300
설치 계획(추정, 개)	30	30	30	30	30	'23년부터 년간 30개 설치를 가정

참고: 국토부의 예상 측정소 수는 모니터링 시스템 확산 사업에 대한 예산 추정치('18-'22)을 측정소 당 구축비로 나누어 추정함(1300/4=약 300)

환경부	단기(~'16)	중기(~'18)	장기('18~)	총계
확장 계획 (개소)	25	214	1,341	1,580
비고 (개소)	산업단지 오염감시용	현 총량지점(141) 향후 추가 총량지점(73) 자동으로 전환	현 공공수역 수질조사지점 자동으로 전환	

자료: 수질자동측정망 중장기 발전계획 수립 용역('09)

농식품부	단기(~'16)	중기(~'18)	장기('18~)	총계
설치 계획 (개소)	10	150	850	1,010
비고	-	농업용수 100개소 수산양식 50개소	현 수질조사지점 자동으로 전환	

□ 측정소 당 편익 추정2: 오염 예방기능의 편익

○ (편익의 개요) 하천 오염 시 물 사용자가 받는 영향은 앞서 정의한 물 소비 이외에도 수영, 낚시, 여행 등의 행위를 들 수 있으며, 수질자동측정망은 사고 시 오염원을 추적할 수 있는 기능을 수행하여 **잠재적 오염원으로부터 오염예방 효과(편익)를 가진다**고 정의할 수 있음

○ (기존 연구) 환경관리공단(2008)은 오염 예방기능의 편익을 아래 측정소 당 편익 추정 프레임워크와 같이 세 항목을 추정하여, 측정소 당 편익이 약 4억2천만원이라고 결론내림

- 정부의 의사선택이 매우 효율적으로 이루어지고 있어 각 프로젝트의 한계 효율이 모두 같으므로, 예산의 비중으로 수질자동측정망의 수질개선에 대한 기여도를 표시할 수 있다고 가정함

<표 8-6> 오염예방 기능의 편익에 대한 측정소 당 편익 추정 프레임워크

	수질개선의 편익	X	수질자동측정망 예산 비중	/	수질자동측정망 수
정의/개요	4대강 수계별 수질개선으로부터의 편익 :한강(2조 7,500억원)		물환경 예산 중 수질자동측정망 예산 비중 : 0.2%		4대강 유역에 설치된 측정소 숫자 : 한강 13개
예상방향	+		++		+++
추정방법	조승국 외(2005)		- 물환경 예산: 물가상승률 증가 - 자동측정망 예산: 측정망 투자계획 이용		부처별 투자계획을 바탕으로 추정

※ 조승국·신철오(2005), “한강수질개선의 속성별 경제적 편익-컨조인트 분석법을 이용하여-.” <자원·환경경제연구>. 14(3): 655-672

○ 그러나 본 사업의 경제성분석에 환경관리공단(2008)의 결과를 사용할 경우, **“수질자동측정망 예산 비중”과 “수질자동측정망 수”의 급격한 변화로 측정소당 편익이 다소 과대 계상될 수 있음**

- 물환경 관련 전체 예산 중 수질자동측정망의 예산 비중은 본 사업이 종료되는 ‘17년 이후로 크게 증가할 것이라 예상되며, 이는 각 부처의 잠정적인 수질자동측정망 투자계획으로 뒷받침할 수 있음
- 4대강 유역에 설치된 수질자동측정망의 수도 각 부처의 잠정적 투자계획으로 판단컨대 크게 증가할 것이라 예상됨
- 두 가지 요소 중 4대강 유역에 설치된 측정소의 숫자가 상대적으로 더 큰 비율로 증가하리라 예상되며, 따라서 측정소당 편익은 환경관리공단(2008)의 결과보다 다소 감소할 것이라 예상됨

○ **전체예산 중 수질자동측정망 예산 비중 추정**

- 물환경 관련 예산은 물가상승률로 상승한다고 가정함(A)
- 수질자동측정망 예산은 환경부의 투자계획을 바탕으로 “예상 설치 규모 X 측정소 당 설치 비용”으로 산출함(B)
- 위의 추정결과를 바탕으로 A/B를 하여 전체예산 중 수질자동측정망 예산 비중을 도출함: (‘08년) 0.2% -> (’18년) 0.8%

○ 수질자동측정망 수 추정

- 물관련 업무를 수행하는 부처(환경부, 농식품부, 국토부)의 자동측정망 설치계획(안)을 바탕으로 미래시점의 수질자동측정망의 수를 가정함
- 수질자동측정망의 수는 본 사업의 결과로 개발된 기술을 바탕으로 설치되는 신규 수질자동측정망만을 대상으로 함
- 한강유역의 수질자동측정망 수를 전체 자동측정망 수의 약 1/3을 차지한다고 가정

□ **측정소 당 운영비용 추정**

○ 자문위원진의 의견과 본 사업의 성과목표상의 비용 절감 목표는 측정 기기당 기존 약 1~3,000만원(측정항목 마다 차이가 있음)에서 500~800만원 규모로 줄이는 것이나, 이를 보수적으로 평가해 예상 운영비용 감소율을 30%로 산정함

- 기존 방식은 측정기기의 운영을 위해 주기적인 시료주입 등의 재료비, 주기적인 방문 관리, 데이터 분석·정리 등을 수행하기 위한 인력이 필요함
- 자립형 측정시스템 구축에 성공할 경우, 재료비와 인건비가 대폭 감소하리라 예상되므로 30%의 감소율은 결코 무리한 수치로 보이지 않음
  - ‘06년 기준 측정소 1개당 약 1억1천5백만원의 운영비가 소요되며, 이 중 4천5맥만원이 인건비이며, 나머지는 운영비, 통신비, 기타비용임

<표 8-7> 기술개발 전·후 운영비용에 영향을 미치는 요소 비교

기존 방식	기술개발 완료 후
- 측정소에 상시 인력 거주 - 농어촌 지역은 인력에 의한 목측에 의존 - 사람이 직접 채수하여 분석 - 전용회선/ CDMA의 공중망 혹은 자가-사설망 방식의 전송방식 - 월간 단위 센서 검·교정 - 주간 1~2회 분석 장비 유지보수 - 매 1-2주마다 시약공급, 시약 소모 多	- 3달 이상 장기간 무인 운용(자동교정, 자가진단 가능) - 자동화된 측정방식 - 센서노드 전송거리를 5~10km로 증대하여 인력투입이 거의 불필요 - 매 1-3개월마다 시약공급, 시약 소모 小
(운영비용) 1억1천5백만원	(예상 운영비용) 8천5십만원
(자료) 환경관리공단(2008)	

□ 측정소 당 설치비용 추정

○ 측정소 당 설치(구축)비용은 시설(1억원), 측정장비(2억8천만원), 전송시스템(5천5백만원), 부대장비(8천5백만원)으로 구성되며, 총 5억2천만원임(자료: 환경관리공단; 2008)

○ 기술개발에 의해 각 항목들의 예상되는 비용절감 비율을 산정하여 예상 설치비용을 도출하였으며, 측정소당 약 25%정도의 비용절감이 예상되어 기술개발 후에는 측정소 설치비용이 기존 5억2천만원 수준에서 약 3억9천3백만원으로 감소하리라 가정함

- 시설비용은 기존의 측정소에 비해 면적이 줄어들고 부대시설 요구가 감소함에 따라 30%정도 절감이 가능하리라 가정함
- 측정장비는 항목 당 차이가 있지만, 고가격 해외 측정장비 대체와 저가격의 측정장비 개발로 20~70%의 비용감소가 예상된다는 자문위원진의 의견을 고려하여, 측정장비의 비용 감소비율은 25%로 보수적으로 산정함
- 전송시스템은 기존의 비효율적인 전송방식에서 벗어나 비용효율적인 광역환경센서망기반 전송방식이 보급됨에 따라 기존 방식대비 1/5~1/10 수준의 구축운용비가 예상되나, 이를 보수적으로 판단하여 50%의 감소비율을 적용함
- 부대장비부문의 비용감소는 본 연구개발 사업의 성과와 직접적인 효과를 기대할 수 없으므로 편익 산정에 고려하지 않았음

※ 측정항목에 따라 차이가 나므로 단순 비교는 어렵다는 한계가 존재함

<표 8-8> 설치비용 추정과 근거

(단위: 백 만원)

항목	기존 비용	절감비율	예상비용	근거
시설	100	30%	70	측정소 면적 감소, 부대시설 감소
측정장비	280	25%	210	고가격 해외장비 대체, 저가격 장비 개발
전송시스템	55	50%	27.5	비용효율적 광역환경센서망 전송방식 개발
부대장비	85	-	85	-
총 합	520	25%	392.5	

□ 환경적 편익 산출

○ 측정소 당 편익과 설치·운용비용, 부처별 설치 계획을 바탕으로 수돗물 안전성 증대와 오염예방기능에 따른 편익을 더해 환경적 편익을 산출함

- 각 요소를 낙관적/ 중립적/ 부정적 시나리오에 따라 편익을 도출함

※ 낙관적 시나리오의 순편익의 현재가치 도출 시 측정소 당 설치비용과 운용비용은 중립적 시나리오의 수치를 동일하게 적용했음

※ 낙관적 시나리오는 과거 연구와 동일한 수준의 측정소 당 편익을 가정

※ 부정적 시나리오는 측정소 당 설치비용과 운용비용의 절감비율을 앞서 설명한 중립적 시나리오의 목표의 절반만을 달성할 경우를 가정함

- 환경적 편익 추정의 프레임워크를 바탕으로 연도별 편익과 비용을 측정소의 내구연수(7년)를 고려하여 편익을 도출함

<표 8-9> 환경적 편익 추정의 프레임워크

순편익	=	**편익1: 수돗물 안전성 증대** **편익2: 오염예방 기능** (측정소 당 편익 X 운영 측정소 수)	-	**비용** (운용비용 + 신규 설치비용)

※ 연도별 편익과 비용을 모두 더해서 환경적 편익을 도출할 수 있음

<표 8-10> 시나리오별 환경적 편익 추정 결과

단위: 백만원

	측정소 당 편익	측정소 당 설치비용		측정소 당 운용비용		순편익의 현재가치
낙관적	520	392.5	25%절감	80.5	30%절감	3,705,035
중립적	178.11	392.5	25%절감	80.5	30%절감	362,888
부정적	178.11	456.25	12.5%절감	97.75	15%절감	98,123

나) 설치운용비용 절감 편익

○ (편익의 개요) 고가격의 센서 및 측정기기 수입을 대체하여 저가격화를 달성하고, 인력 투입을 최소화할 수 있는 기술개발을 통해 유지관리 비용을 최소화함으로써, 기존 모니터링 시스템이 설치·운영되었을 때와 비교해 발생할 수 있는 비용 절감 편익

○ (현황) 1) 환경부의 수질 총량 측정망은 사람이 직접 시료를 샘플링하고, 데이터를 정리하고 분석하므로 인건비와 장비 유지관리비(예: 시료)가 많이 소요됨, 2) 농식품부는 대부분의 저수지, 양·배수장의 수위를 인력의 목측에 의존하고 있음

<표 8-11> 설치운용비용 절감 편익 추정 프레임워크

	((기존 설치비용 - 예상설치비용)	X 예상 설치 규모	+ (기존 운용비용 - 예상운용비용)	X 예상 운영 규모) X	기술개발 성공률	X R&D 기여도
정의 / 개요	물환경 모니터링 시스템을 설치하는데 필요한 기존 비용과 연구개발 후의 예상 설치비용의 차이	각 부처의 측정망 예상 설치 규모	물환경 모니터링 시스템을 운영하는데 필요한 기존 비용과 연구개발 후의 예상운영 비용의 차이	각 부처의 측정망 예상 운영 규모	본 사업이 목표로 하는 성능을 만족하는 기술 개발이 성공할 확률	부가가치 대비 R&D의 기여율
추정방법	환경관리공단(2008)의 측정소당 설치비용을 바탕으로 추정	각 부처의 예상 설치 계획 조사	환경관리공단(2008)의 측정소당 운영비용을 바탕으로 추정	각 부처의 예상 운영 계획을 추정하고, 측정소의 내구연한을 고려	기존 관련연구 결과 이용	기존 관련연구 결과 이용

□ 설치·운영비용과 규모 추정

○ 앞선 환경적 편익 계산의 「측정소당 운영비용」, 「측정소당 운영 규모」, 「측정소당 설치비용」, 「측정소당 설치 규모」와 동일하게 가정함

- (운영비용 변화) 1억1천5백만원 -> 8천5백만원(30%절감)

  ※ 앞서 산정한 측정소 당 구축 운영비 절감비율을 모든 부처에 공통적으로 적용함

- (설치비용 변화) 5억2천만원 -> 3억9천2백50만원(25%절감)
- (운영규모 가정) 측정소의 내구연한을 앞서 가정한 바와 동일하게 7년으

로 가정하여, 설치하여 편익을 발생시킨 지 7년이 지나면 운영 측정소에서 제외함

※ 국토부의 예상 운영비 절감액은 신규로 설치될 측정소의 운영비 절감액만을 고려했으며, 기존의 약 600개의 측정소의 운영비 절감은 고려하지 않음

- (설치규모 가정) 각 부처의 하천물환경 모니터링 시스템 설치 또는 투자계획을 바탕으로 설치규모를 예상함

□ 기술개발 성공률

○ 정부가 지원한 연구과제(산업기술개발사업) 중에서 기술적으로 성공한 비율 85%를 적용함

※ 자료: 한국산업기술평가원(2009), "2008년도 산업기술개발사업 성과활용조사결과보고서"

□ R&D 기여도

○ 동 사업이 속한 산업은 매우 기술집약적이므로 산업 평균 R&D기여도보다 높을 것이라 예상되므로 신태영(2007)이 제시한 R&D의 경제성장 기여율 30.6%를 적용하는데 무리가 없음

※ 자료: 신태영(2007), "기술혁신과 경제성장: 요소대체율, 기술진보율 및 연구개발투자", <기술혁신연구> 제 15권 제2호

※ R&D기여도: 부가가치를 창출하는 데는 R&D투자 외에도 생산인력, 설비투자, 운영비 투자, 공공 인프라, 자본 비용, 마케팅 비용 등 많은 투입요소들이 필요하므로 부가가치 창출액 전체를 편익으로 보면 과대 계상이라 할 수 있으므로 R&D기여도를 고려함

□ 설치·운용비용 절감에 따른 편익 산출

○ 설치비용 절감액(A)과 운영비용 절감액(B)을 더한 후(A+B), 비용절감에 R&D가 기여한 비율(C)과 기술개발성공률(D)을 곱하여 편익을 산출함

- 편익= [설치비용절감액(A: 1,920억) + 운영비용절감액(B: 3,631억5백만원)] x R&D기여도(C: 30.6%) x 기술개발성공률(D: 85%) = 약 1,440억원

※ 계산 과정의 엑셀 시트는 뒷 페이지에 첨부했으며, 설치운영 비용 절감액의 합에 R&D기여도와 기술개발성공률을 곱하여 최종 값을 도출함

○ 중립적 시나리오 외에 부정적 시나리오(비용절감액이 예상보다 못 미치는 경우)에 대해서 편익을 산출함: 약 722억원

<표 8-12> 운영비 절감에 따른 편익 산출(중립적 시나리오)

운영비	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	합계
단위 절감액	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	
측정소 수(환경부)	239	373	507	641	775	909	1,043	938	938	938	938	804	670	536	402	268	134	
측정소 수(국토부)	-	30	60	90	120	150	180	210	210	210	210	180	150	120	90	60	30	
측정소 수(농식품부)	160	245	330	415	500	585	670	595	595	595	595	510	425	340	255	170	85	
절감액	13,766	22,356	30,947	39,537	48,128	56,718	65,309	60,134	60,134	60,134	60,134	51,543	42,953	34,362	25,772	17,181	8,591	
PV	10,272	15,888	20,946	25,486	29,546	33,162	36,366	31,890	30,372	28,925	27,548	22,488	17,848	13,598	9,713	6,167	2,937	363,151

<표 8-13> 설치비 절감에 따른 편익 산출(중립적 시나리오)

설치비	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	합계
단위 절감액	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	
측정소 수(환경부)	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	-	-	-	-	-	-	-	
측정소 수(국토부)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-	-	-	-	-	-	-	
측정소 수(농식품부)	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	-	-	-	-	-	-	-	
절감액	31,748	31,748	31,748	31,748	31,748	31,748	31,748	31,748	31,748	31,748	-	-	-	-	-	-	-	
PV	23,690	22,562	21,488	20,465	19,490	18,562	17,678	16,836	16,035	15,271	-	-	-	-	-	-	-	192,078

다) 수입대체 편익

○ (편익의 개요) 본 사업의 성과로 비용 효율적이고 기술선도적인 측정기기를 개발하여 해외 측정기기 수입을 대체하여 얻을 수 있는 편익: 해외 제조사의 센서 및 측정기기가 잠식하고 있던 잠식

○ (현황) 1) 현재 센서 및 측정기기의 국산화율은 항목마다 큰 차이가 있지만 절반에 미치지 못하고, 2) 특히 다항목 수질 복합센서는 국산화율이 0%로 매우 저조한데, 이를 국내에서 개발·제조된 제품으로 일정 부분이나마 대체할 경우 상당한 부가가치를 창출할 수 있음

<표 8-14> 수입대체 편익 측정의 프레임워크

	총 측정소 수요	X	측정소당 비용	X	부가가치율	X	R&D 기여율	X	기술개발 성공률	X	대체율 증가
정의/개요	각 부처가 동 사업의 종료 후, 설치할 계획인 측정소의 총 수요		연구개발 사업 완료 후, 물환경 모니터링 측정소를 설치하는데 필요한 비용		산출액 대비 부가기치 비중		부가가치 대비 R&D의 기여율		본 사업이 목표로 하는 성능을 만족하는 기술 개발이 성공할 확률		수입하는 측정기기를 대체하는 정도: (현재 국산화율과 예상국산화율의 차이)
추정방법	각 부처의 물환경모니터링 시스템 관련 계획		환경관리공단(2008)의 측정소당 운영비용을 바탕으로 추정		연구개발 대상 기술이 속한 산업의 최근 부가가치율 적용		기존 관련연구 결과 이용		기존 관련연구 결과 이용		-

※ 수입대체율의 변화를 제외한 항목은 모두 앞선 가정과 동일

□ 대체율 변화 가정

○ (현재 국산화율) 환경부의 국가수질자동측정망과 수질TMS의 국산화율을 이용해 추산한 현재 국산화율은 43.2%임

- 국가수질자동측정망과 수질TMS의 국산화율은 각각 17%(42대/282대), 47%(1,056대/2,262대)이며, 이를 평균하여 현재 국산화율 추정치를 도출함
- 환경부의 수질모니터링 시스템이 국토부, 농식품부, 행안부 등의 모니터링 시스템에 비해 국산화율이 높은 사실을 감안할 때, 국산화율 추정은 충분히 보수적이라 할 수 있음

○ (예상 국산화율) 동 사업은 각 부처의 측정항목 수요를 완전히 반영하고 있으며, 센서-센서노드-광역네트워크망-미들웨어-유저인터페이스에 이르는 모니터링 시스템의 전 요소기술을 개발하려는 목표를 갖고 있으므로 예상 국산화율은 거의 100%에 이를 것이라 예상됨

- 다만, 연구개발이 실패하거나 R&D대상에서 벗어난 요소 기술이 있을 수 있음을 고려하여 예상 국산화율을 90%로 낮춰 잡음

□ 수입대체에 따른 편익 산출

○ 총측정소수요(A)과 측정소 설치비용(B)을 곱하여(AxB) 국내시장규모를 도출한 후, 부가가치율(C), R&D기여율(D), 기술개발성공률(E)을 곱하여, 이 중 R&D만의 기여액을 구한 후, 대체율 증가분(F)을 곱해 편익을 산출함

- 향후 10년간의 신규 측정소에 동 사업의 성과 기술이 적용된다고 가정할 때의 편익은 183억3천만원임

<표 8-15> 수입대체 편익 산출

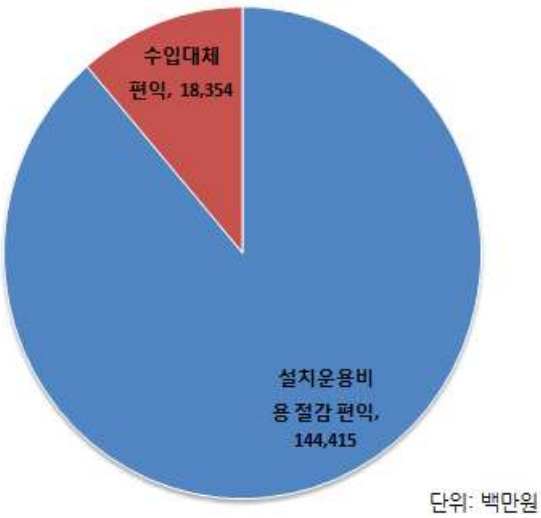
수입대체 편익		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	합계
국토부	측정소 설치	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
농식품부	측정소 설치	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	
환경부	측정소 설치	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	
	총 측정소 수요	249	249	249	249	249	249	249	249	249	249	
	측정소당비용 (단위:백만원)	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	392.5	
	부가가치율	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	
	R&D기여도	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	
	기술개발 성공률	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	
	대체율 증가	47%	47%	47%	47%	47%	47%	47%	47%	47%	47%	
	매출수익편익	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	3,033.6	
	PV	2,263.8	2,156.0	2,053.3	1,955.5	1,862.4	1,773.7	1,689.2	1,608.8	1,532.2	1,459.2	18,354

8.3.4 편익-비용 분석 결론

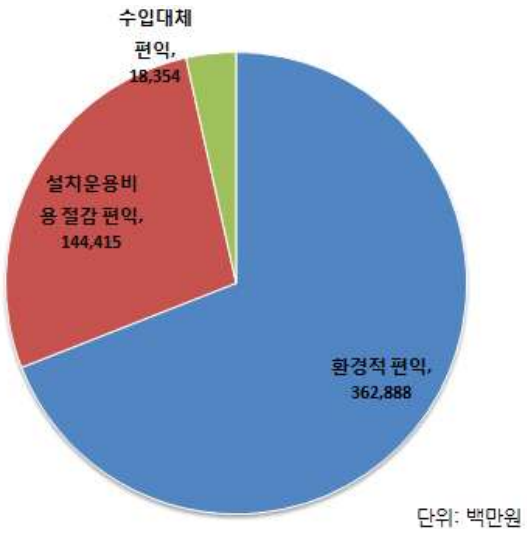
○ (비용) R&D투자 예산을 현재가치화한 합: 3,174억원

○ (편익) 물환경 모니터링 시스템의 환경적 편익은 계량화하는 과정에서 많은 가정을 포함하고 있고 이에 따른 편익의 민감도도 크기 때문에, 환경적 편익을 제외한 편익도 별도로 계산하여 참고할 수 있도록 함

- (환경적 편익 제외) 약 1,628억 원
- **(환경적 편익 포함) 약 5,257억 원**



[그림 8-9] 환경적 편익을 제외한 편익과 분포



[그림 8-10] 환경적 편익을 제외한 편익과 분포

○ (결론) 최종 BC ratio는 **5,257(백만원)/3,174(백만원)=1.66**로 동 사업은 경제성을 갖췄다고 결론내릴 수 있음

- **환경적 편익을 제외**하고 설치운용비용 절감과 수입대체에 따른 편익만을 이용해 BC ratio를 계산할 경우 **0.51이 도출되며, 이는 동 사업이 정부의 적극적인 투자가 필요함을 시사함**

<표 8-16> 시나리오별 B/C ratio

낙관적 시나리오		중립적 시나리오		부정적 시나리오	
환경 제외	환경 포함	환경 제외	환경 포함	환경 제외	환경 포함
0.51	12.19	0.51	**1.66**	0.29	0.59

8.4 파급효과

8.4.1 과학기술적 파급효과

□ 타 산업분야의 스필오버 효과

○ 환경분야에서 구축된 시스템은 유사한 국방, 농업, 에너지/전력, 상하수도 등 연관 산업에 활용 가능

※ 시장규모: 2017년 약 28억불 → 2023년 111억불(국내시장규모 2017년 약 3,200억원 → 2023년 2조 6천억원 성장)

8.4.2 사회경제적 파급효과

□ 물환경관리 시스템 개선에 기여

○ 국가 물환경관리시스템의 고도화에 기여

- 실시간 물환경 모니터링 시스템 구현함으로서 정보의 연속성 확보로 물환경관리와 관련된 의사결정을 신속하게 지원
- 물환경 측정품질 제고에 따른 대국민 서비스 수준 제고
- 저비용, 고효율성을 확보하여 측정지점을 확대함으로서 국가전체의 물환경관리 시스템 구현에 기여
- 직접 채집, 수거방식 대비 모니터링 시스템의 안전성 확보

○ 효과성 대비 비용 효율적 실용화 전략 수립

- 부처별 강점분야로 역할을 분담함에 따라 기술개발의 시간과 비용을 절감이 가능함
- 다부처 공동사업으로 규모의 경제 확보에 따라 센서개발 및 USN 관련 우수기업 발굴 및 육성이 용이함
- 테스트베드 중심 기술개발 전략으로 사업종료시점에 현장적용이 가능한 실용기술 확보

□ 전후방 연계사업의 효과성 제고

○ 첨단센서 및 USN기반 지능형 환경관리시스템은 IT기반의 융복합 시스템으로서, 전후방 연계사업의 효과가 매우 높음

□ **해외시장 진입 효과(수출 효과)**

○ (개요) 본 사업의 성과로 선도적인 센서/ 측정기기, 센서망 관련 기술을 개발하여 해외 관련 시장에 제품/서비스를 수출하는 효과

○ (현황) 전 세계 관련 시장의 대부분은 미국, 일본, 유럽 기업들이 과점하고 있으며, 대부분 중소기업들 위주인 우리나라의 기업들의 점유율은 미미한 수준임

○ **(세계시장 규모)**

- **자립형 다항목 수질복합센서(수위센서 포함)**의 세계 시장규모는 '17년 3.0억불 수준에서 연평균 14%의 성장추세로 '26년에는 9.8억불 정도가 될 것으로 예상됨

<표 8-17> 자립형 다항목 수질복합센서 세계 시장 전망

단위: 억불/억원

연도	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
세계시장 (억불)	3.0	3.4	3.9	4.4	5.1	5.8	6.6	7.5	8.6	9.8

※ 세계시장 : 제품의 평균 가격, 선도 제조사(YSI사)의 연간 판매수량 및 시장점유율, 그리고 수질센서 성장률(The Freedonia Group Inc. 2008) 자료 기반으로 추정

※ 국내시장 : 정부부처(환경부 등)의 수요 기반 및 세계시장과 동일 성장률 가정하여 추정

- 광역 환경센서망 및 범용미들웨어의 세계 시장규모는 2017년 7억불 수준에서 연평균 20.9%의 성장추세로 2026년에는 36억불 정도가 될 것으로 예상됨

<표 8-18> 광역환경센서망 및 범용미들웨어 세계 시장 전망

단위: 억불/억원

연도	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
세계시장 (억불)	6.5	8.1	9.9	12.2	14.9	18.2	21.8	26.2	30.8	36.2

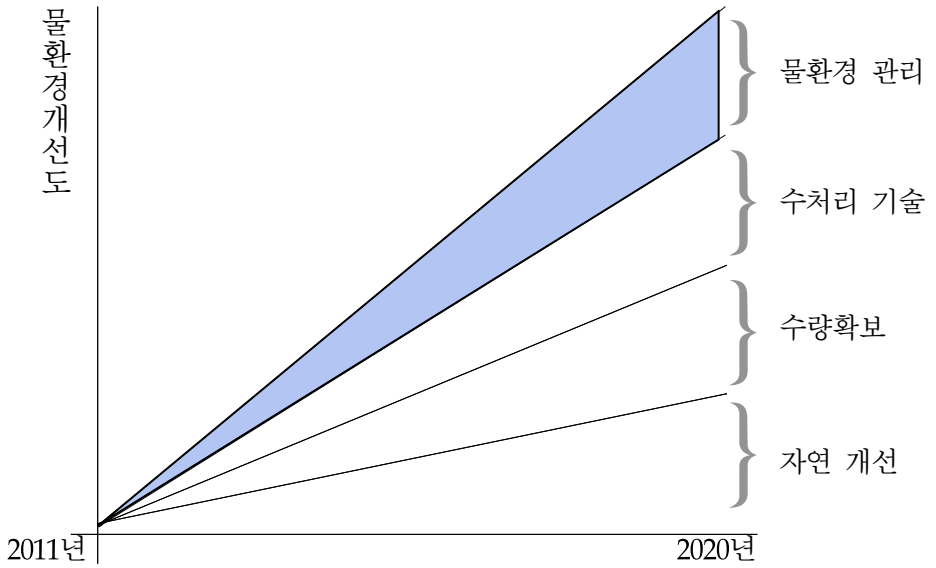
※ 세계시장: IDTechEx(2006,2007,2008)/ BCC(2006)/ VDC(2007)/ FUji-Kezai(2006) Frost&Sullivan(2006)/ ETRI(2008) 자료를 기반으로 추정하되, 광역 환경센서망 및 범용미들웨어와 관련된 센서노드, 네트워크, S/W 시장을 사용하여 추정함

※ 국내시장: 한국RFID/USN융합협회 산업실태조사결과(2009. 12)를 기반으로 세계 시장성장률을 적용하여 추정함

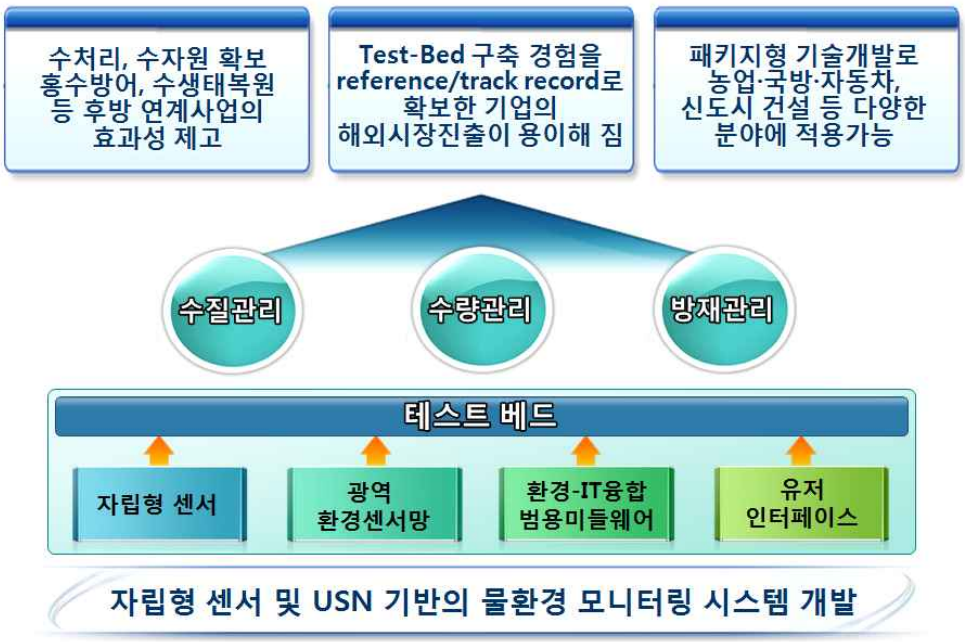
-> 동 사업을 통한 연구개발을 통해 향후에 **연평균 15%이상으로 성장**할 것이라 전망되는 **전 세계 물 환경 모니터링 시장에 관련 제품과 서비스를 수출**할 것이라 기대됨

□ 민간기업의 해외시장 진출 지원 효과

○ 환경시스템이나 설비분야에서 해외시장에 진출하기 위해서는 검증된 레퍼런스가 절대적으로 필요하게 되는데, 본 사업에서는 개발된 첨단 센서에 대한 테스트베드를 구축하여 부처별로 운용하게 되므로 민간 기업이 최고의 레퍼런스를 획득하게 됨



[그림 8-11] 지능형 물환경관리시스템의 파급효과



[그림 8-12] 첨단센서 및 USN 기반의 지능형 물환경 관리 개발의 파급효과

부 록

부록 1 이탈리아 Systea社 인터뷰

□ 인터뷰일자 : 2011. 6. 28(화)

□ 출장국가 : 이탈리아

□ 방문기관 : SYSTEA(이탈리아)

□ 출장목적

- 「첨단센서 및 USN기반 하천·물환경 모니터링 사업」의 성공적인 기획을 위해 유사 프로젝트의 담당자를 만나 생생한 경험을 들어 동 사업의 기획에 반영하기 위함
- 실시간 수질모니터링 시스템 개발을 목적으로 시행된 유럽의 대표적인 R&D프로그램인 Project WARMER를 벤치마킹함
- 유럽의 선도적인 수질모니터링 시스템 개발업체로부터 관련 분야의 동향을 파악함

□ 인터뷰 참여자

○ SYSTEA Project Coordinator/Marketing Manager Luca Sanfilippo

○ (주)테크노베이션파트너스 김지현 전임, 이찬우 전임 총 3명

□ 주요 활동

○ SYSTEA 기업현황 및 R&D 현황소개

- SYSTEA 소개 발표 청취

※ 발표내용 : SYSTEA社의 수행 프로젝트와 개발한 제품 소개

○ 연구실 견학 - 수질모니터링 시스템 연구/제작 현장 방문

○ 인터뷰: 질의응답 형식

□ 인터뷰의 주요 내용

○ Project WARMER[21]의 추진 배경

- WFD(European Water Framework Directive)는 오염물질을 해안, 하천, 호수 등의 현장에서도 정확하게 측정하도록 요구하지만, 기존의 연속 모니터링 시스템은 기본적인 수질 항목의 측정만 지원함
- 측정기기의 고객은 합리적인 가격, 장기간 사용 가능성, 신뢰성, 유지관리의 최소화(운영 비용 최소화) 등의 조건을 갖춘 센서를 원함
- 유럽위원회(EC)가 추진한 연구개발 프로젝트인 SEWING를 통해 화학적 성분(chemical compound)를 측정하기 위한 LFA기술을 활용하는 소형 센서(micro-sensor)의 개발 필요성을 느꼈음

○ 프로젝트 주요 성과물: WIZ(Water In-situ analyZer)

- uLFA(micro LFA) 기술을 적용함
- 목적에 따라 다른 센서의 조합과 소프트웨어를 설치하여 사용할 수 있는 유연한 모듈을 갖췄으므로 다양한 종류의 수질 모니터링에 활용될 수 있음
- 생산과 운영(유지와 관리) 비용을 최소화할 수 있음
- 목적에 따라 다양한 장소에 설치할 수 있음

○ 기타 프로젝트의 성과물과 예상 활용 방안

- 아래 표와 같이 동 프로젝트를 통해 다양한 성과물이 나왔으며 현재 활용되고 있거나 미래에 활용될 것이라 예상됨
- SYSTEA社는 WIZ probe를 개발하고 WIZlog와 결합하여, 통합 수질 모니터링 시스템으로 시장에 판매하고 있음

성과물	활용 방안	잠재 고객	비고
Chloride sensor	drinking water	공공 유틸리티	
copper sensor	drinking water Waste water	산업체 공공 유틸리티	
Data-logger	Research drinking water Waste water	대학교, 연구소, 환경보호청 산업체	이미 다른 수질 모니터링 네트워크에 적용되었음

21) **WA**ter **R**isk **M**anagement in **E**u**R**ope

성과물	활용 방안	잠재 고객	비고
	Surface water Coastal water	공공 유틸리티 등	
Floating platform	Surface water Coastal water	시스템 통합, 환경보호청, 농업	YSI-Hydrodata가 개발했으며, 중동과 영국의 다른 프로젝트에서 사용될 예정임
Pb, Cd sensing device	Waste water	산업계	높은 수준의 정확도를 요구하지 않지만, 저렴한 장비가 필요한 사업계의 수질모니터링 시설에 활용될 수 있음
NH4+ sensing device	Waste water	산업계, 공공 유틸리티	시판되는 기존 제품과 경쟁을 벌일 것으로 예상됨
NO3- sensing device	Waste water Agriculture	산업계, 공공 유틸리티, 농장	시판되는 기존 제품과 경쟁을 벌일 것으로 예상됨
Water quality monitoring platform + web based in-situ data management system	Surface water Coastal water	환경보호청 (Env. Agencies)	이 통합된 시스템은 영국의 수질 모니터링 프로젝트에서 활용될 예정임
Water quality monitoring platform + web based in-situ data management + Web based remote sensing data management system	Surface water Coastal water marine water	연구소, 환경보호청, 서비스제공자, 지방자치단체 등	위성데이터와 현장의 측정데이터를 통합하여 웹으로 제공하는 서비스는 의사 결정 상황에 활용 가능함

○ 성과물 활용 권리

- 프로젝트의 컨소시엄 합의(project Consortium agreement)는 프로젝트 기간에 공동 개발된 기술만을 파트너 사이에 권리를 나눠 갖는다고 명확히 명기함
- SYSTEA社는 프로젝트 기간 동안 동 프로젝트의 플랫폼의 데이터 로거(data logger)를 독자적으로 개발했으므로 독점적인 권리를 가짐

○ 모니터링 조밀도: 추정하기 어려움

- 수질 모니터링 시스템은 특정 지역에서 수행된 프로젝트에 의해서 주로 개발됨
- 이탈리아의 대부분 모니터링 시스템은 설치된 후 몇 년의 운영 후 더 이상 활용되지 않는데, 이는 프로젝트의 펀딩이 끝나거나 사후 관리를 위한 예산 부족 때문임

○ 연구개발 동향

- Project WARMER의 추진 배경에서 알 수 있듯이, 고객들의 니즈는 생산과 유지관리 비용이 낮은 센서를 개발하는 것임
- 향후 10년 이상 저전력에 측정에 대한 수요는 제한적일 것이라 예상되며, 12V 수준의 전력은 자가발전(태양광 패널)을 통해 자체 공급할 수 있음

○ 프로젝트 운영 전략

- 정기적인 프로젝트 내부 미팅을 수행하는 것이 매우 중요함
- 내부 미팅을 통해 개발 진행 상황을 관리하고, 개발 중인 시스템의 테스트를 진행함

○ 프로젝트 성과 평가

- 프로젝트 매니저(Project Manager)가 프로젝트의 성과를 검증할 책임을 가짐
- 간트차트(Gantt chart)와 내부 미팅을 통해 프로젝트 진도를 관리함

○ 협력체계 상의 어려움: 수동적인 파트너의 존재

- 다양한 연구개발 프로젝트 참여 경험을 통해 협력 파트너를 두 개로 분류할 수 있음: passive partner - active partner
- 수동적 파트너는 단순히 자금을 조달받는데만 관심이 있으며, 프로젝트에 기여할 수 있는 새로운 도구(tools)를 개발하는데 투자하지 않음

○ 이탈리아의 물관리 체계

- 수질을 관리하는 기관 간의 협력을 기대하기는 매우 어려움
- 각 기관은 프로젝트를 개별적으로 기획하며 결정하며, 다른 기관에게 목표와 프로젝트 결과를 공개하지 않음

○ 공공 수용성(public acceptance)

- 이탈리아에서 환경 모니터링 시스템에 대한 공공의 수용성 매우 긍정적임
- 그러나, 모니터링 시스템 확산에 가장 큰 걸림돌은 정부 사용자(governmental users)인데, 이들은 오염 경보가 대중들에게 알려지는 것을 원치 않기 때문임

○ 시장 전망

- 중국은 정부의 니즈와 장기적인 오염 저감 목표에 의해 수요가 크게 증가하고 있음
- 미래 새로운 시장은 수 년 안에 인도와 브라질이 될 것임
- 유럽과 미국 시장도 중요함

○ 산업구조는 대규모 기업 위주로 갈 가능성도 있음

- 수질 모니터링시장은 새로운 기술과 혁신적인 제품에 의해서 움직이므로 새로운 회사(new young companies)가 영업할 공간이 있을 것임
- 그러나, 역사가 짧은 중소기업(SME)는 10M유로 이상의 매출규모로 성장해야만 많은 주문을 따낼 수 있을 것임

□ **주요방문 현장 및 활동상황**

<table>
<tr><td> 
질의 응답</td><td> 

연구소 소개</td></tr>
<tr><td> 
수질모니터링 플랫폼</td><td> 
단체사진</td></tr>
</table>

[참고 1] SYSTEA社 질의 목록

1. 프로젝트 역사, 연혁, 향후 계획

○ (배경/역사) Project WARMER가 기획된 배경/히스토리

○ (유사 사례) 이탈리아에는 WARMER 이전에도 실시간 수질관리시스템과 관련되 R&D프로그램이나 사업이 기획된 적이 있는지 여부

○ (주요 성과물) Project WARMER의 주요 성과물

○ (검증 결과) 이탈리아 베니스에서의 현장적용(field experiment)의 결과

○ (활용 계획)유럽 전역에 실시간 수질관리 시스템을 구축하기위한 목적으로 시작된 동 프로젝트의 성과물이 현재 활용되고 있는지 여부와 전망

○ (성과 활용 권리) 기술개발 성과의 국가 간, 국가 내 기관/기업 간 공유 체계

2. 수질관리 현황

○ (조밀도) 유럽과 이탈리아의 물관리시스템의 조밀도 수준

○ (연구개발 동향) 자립형 개념(저전력/ 자가진단/ 자가교정)의 물관리시스템의 개발동향

○ (시스템 성능) 현재 사이트에 적용된 센서의 성능(저전력/ 자가진단/ 자가교정을 구현하는지 여부)

3. 프로젝트 관리 전략

○ (성과 관리) 성과 관리를 위해 구축된 프로세스나 시스템

○ (성과 평가) 프로젝트의 성과평가와 관리를 시행하는 주체

○ (협력 체계) 다수의 대학부설연구소가 파트너로서 참여하는데, 그 과정에서 직면한 어려움

4. 추진 체계

○ (공공 프로젝트의 추진 체계) 동 프로젝트와 같은 공공 프로젝트를 시행할 때의 추진체계와 SYSTEA社 가 프로젝트 코디네이터로 참여하게 된 계기나 이유

○ (부처간 역할 분담) 이탈리아의 물관리 관련 거버넌스 및 부처간 역할분담

○ (참여 기준) 동 프로젝트의 파트너로서 화학, 전자, 통신 등 여러 영역의 R&D기관 뿐만 아니라 글로벌 센서업체인 YSI社도 있는데, 참여기준은?

5. 기타

○ (국민 수용성) 실시간 수질관리시스템에 대한 국민들의 수용성(public acceptance) 수준

○ (혜택) 수질모니터링을 통한 피해 예방이나 저감 사례

○ 동 프로젝트의 성공/실패 요인과 수행 과정에서 가장 어려웠던 점/ 기억에 남는 점

○ 향후 수질관리시스템의 발전 방향/전망

○ 글로벌 대기업이 적극 진출하고 있는 물산업분야의 산업 구조에 대한 의견

부록 2 해외시장 진입 편익: 수출효과

□ 개요

○ (편익의 정의) 본 사업의 성과로 선도적인 센서/ 측정기기, 센서망 관련 기술을 개발하여 해외 관련 시장에 제품/서비스를 수출하여 얻는 편익을 의미함

○ (현황) 전 세계 관련 시장의 대부분은 미국, 일본, 유럽 기업들이 과점하고 있으며, 대부분 중소기업들 위주인 우리나라의 기업들의 점유율은 미미한 수준임

<표> 해외시장 진입 편익 측정의 프레임워크

	예상 시장규모	X	예상 점유율	X	부가가치율	X	R&D 기여율	/	기술개발 성공률
정의 / 개요	본 사업의 성과로 개발된 제품 /서비스가 속한 산업의 미래 시장 규모 1) 다항목 수질복합센서 2) 광역환경센서망 및 환경IT융합 미들웨어		연구개발 이후 진출대상 시장에서의 예상 시장 점유율(MS)		산출액 대비 부가가치비중		부가가치 대비 R&D의 기여율		본 사업이 목표로 하는 성능을 만족하는 기술 개발이 성공할 확률
추정 방법	시장정보 제공DB		관련 산업의 경쟁력과 점유율을 바탕으로 추정		연구개발 대상 기술이 속한 산업의 최근 부가가치율 적용		기존 관련연구 결과 이용		기존 관련연구 결과 이용

□ 해외 시장 진출 대상 품목

○ (진출대상 시장 분류) 본 사업의 성과로 진출 가능한 시장은 1) 다항목 수질 복합센서, 2) 광역환경센서망 및 환경IT융합 미들웨어임

- 위의 세 가지 기술을 선정한 것은 해외시장 진출을 목표로 연구개발이 이루어질 예정이며, 단품 중심의 판매보다는 센서 및 측정기기, 센서망, 미들웨어를 결합한 형태의 패키지로서의 서비스 판매가 해외 시장진출에 유리한 방향이라 판단했기 때문임

□ 해외 시장 규모

○ (다항목 수질 복합센서) 현재 세계 시장규모는 1.2억불 수준이며, 연평균(CAGR) 14%로 성장하여 '24년에는 7.5억불 정도의 시장이 형성될 것이라 예상됨

※ 다항목 수질복합센서는 수위센서를 포함

○ (광역환경센서망 및 환경IT융합 범용 미들웨어) ‘17년 7억불 수준이며, 연평균(CAGR) 20.9%로 성장하여 ‘24년에는 26.2억불 정도의 시장이 형성될 것으로 예상됨

<표> 해외시장 진출 품목의 시장 현황 및 전망

(단위: 억 달러)

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
다항목 수질복합센서	3.0	3.4	3.9	4.4	5.1	5.8	6.6	7.5
광역환경센서망 및 환경IT융합 범용미들웨어	6.5	8.1	9.9	12.2	14.9	18.2	21.8	26.2

※ (다항목 수질복합센서) 제품의 평균 가격, 선도 제조사의 연간 판매수량 및 시장점유율, 그리고 수질센서 성장률(The Freedonia Group Inc. 2008) 자료 기반으로 추정함

※ (광역환경센서망 및 환경IT융합 범용 미들웨어) IDTechEx(2006,2007,2008)/ BCC(2006)/ VDC(2007)/ FUji-Kezai(2006) / Frost&Sullivan(2006)/ ETRI(2008) 자료를 기반으로 추정하되, 광역 환경센서망 및 범용미들웨어와 관련된 센서노드, 네트워크, S/W 시장을 사용하여 추정함

□ 예상 점유율

○ (시나리오 기반의 추정) 매출규모는 기술의 우수성, 기술 마케팅, 비즈니스 개발역량에 따라 달라지므로 현 경쟁력을 바탕으로 시나리오 분석을 실시함

- 신제품·신사업 매출예측에 활용되는 비즈니스 시뮬레이션 모델(Eureka社의 Merwyn Business Simulation)을 차용하여 적용함
- 비즈니스 시뮬레이션 모델의 점유율 가정을 센서, USN, 미들웨어 등 관련 산업의 국내 경쟁력과 세계시장 점유율과 비교하여 검증함으로써 예상 점유율 산정의 신뢰도를 높임

○ (비즈니스 시뮬레이션 모델을 이용한 점유율 가정) 다항목 수질 복합센서와 광역환경센서망 및 환경IT융합 범용미들웨어의 점유율은 각각 기업이 있는 경우의 시나리오1과 시나리오 2에 해당함

- **다항목 수질 복합센서: 기업이 있는 경우 - 세계시장 2% 점유 예상**
  - 현재 국내에서 생산하는 업체가 없으나 단일 항목을 측정하는 센서를 제작하는 기업은 존재함
  - 수질 센서를 생산하는 업체는 대부분 중소기업이며, 앞으로도 시장규모를 고려했을 때 대기업이 적극 참여할 것이라 전망되지 않음

- **광역환경센서망 및 환경IT융합 미들웨어: 기업이 있는 경우 - 세계시장 13% 점유 예상**

  · 현재 국내에서 물환경 관련 센서노드, 네트워크, S/W를 시스템형태로 판매하고 있는 기업은 없음

  · 국내 각 부처의 수요를 거의 독점할 수 있고, 한국의 탄탄한 IT산업 경쟁력을 바탕으로 성장하는 해외 시장을 진입을 노려볼 수 있으므로 SI(시스템통합, System Integration)업체와 같은 시스템 엔지니어링 또는 IT서비스업체들이 시장에 진입하리라 예상됨

  · 관련 시장의 대표적인 SI업체로 농심NDS('10년 매출액 약 700억, 자산 400억 규모)가 있으며, 많은 SI업체들이 IT를 기반으로 한 연관 분야에서 신 성장동력을 찾으려는 추세로 볼 때 향후에 대규모 SI업체들의 참여도 충분히 가능한 시나리오라 판단됨

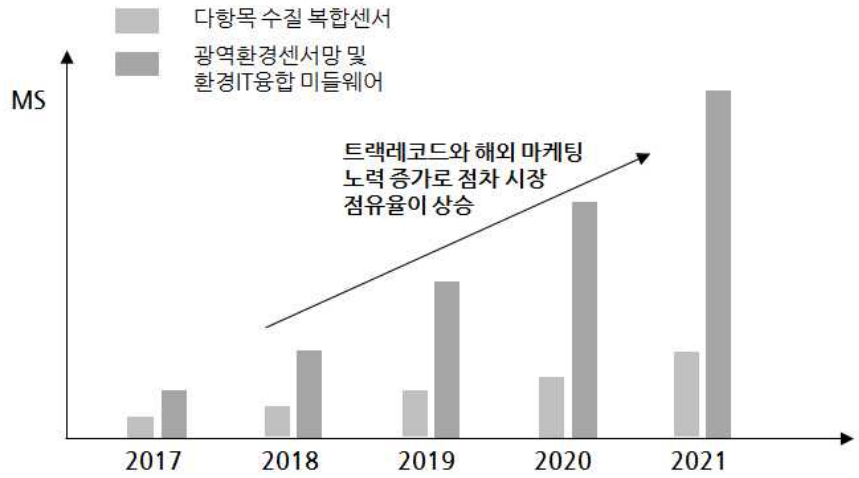
<표> 시장점유율 예측 시나리오(Merwyn Business Simulation)

구분		세계시장 점유율	내용	비고
기업이 없는 경우	시나리오1	0.2% 점유	마케팅 능력이 없는 경우(창업 필요 등)	
	시나리오2	2% 점유	중소기업 수준의 마케팅 능력을 가진 경우	
	시나리오3	13% 점유	**중견기업 수준의 마케팅 능력을 가진 경우**	☑
기업이 있는 경우	시나리오1	2% 점유	**중소기업 수준의 마케팅 능력을 가진 경우**	☑
	시나리오2	13% 점유	**중견기업 수준의 마케팅 능력을 가진 경우**	
	시나리오3	34% 점유	대기업 수준의 마케팅 능력을 가진 경우	

○ 시간이 지남에 따라 점차 점유율이 상승하여 장기적으로 앞선 비즈니스 시뮬레이션 모델을 바탕으로 예상한 점유율(각각 2%와 13%)에 이를 것이라 가정함

- 현재 해외시장에서 마케팅 또는 영업활동을 하고 있는 기업이 없고, 센서 단품을 생산하는 기업들이 대부분 중소기업임을 감안 할 때 초기에는 낮은 시장 점유율을 적용하고 점차 높은 점유율을 적용하는 것이 타당해 보임
- 센서와 측정기기에 기반한 물환경 모니터링 시스템의 특성상 다수의 트랙레코드(track record)는 필수적이므로, 국내에서의 테스트베드 결과가 가시화되고 각 부처의 수요를 바탕으로 실적이 쌓이기 시작하며 점차 해외 시장에서의 성과도 두드러질 것임

<표> 기술별 세계 시장 점유율 전망



(단위: %)

1) 부정적 시나리오	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
다항목 수질 복합센서	0.1%	0.2%	0.4%	0.5%	1%	1%	1%
광역환경센서망 및 환경IT융합 미들웨어	0.5%	1%	2%	3%	5%	5%	5%
2) 중립적 시나리오	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
다항목 수질 복합센서	0.2%	0.4%	0.8%	1%	2%	2%	2%
광역환경센서망 및 환경IT융합 미들웨어	1%	2.5%	5%	8%	13%	13%	13%
3) 낙관적 시나리오	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
다항목 수질 복합센서	0.3%	1%	2%	3%	5%	5%	5%
광역환경센서망 및 환경IT융합 미들웨어	1.5%	3%	7%	12%	20%	20%	20%

○ (비즈니스 시뮬레이션 모델을 통한 시장 점유율 가정의 검증) 글로벌 센서 시장 점유율을 기반으로 판단했을 때 세계시장 점유율 가정은 무리가 없음

- '09년 글로벌 센서 시장의 우리나라의 점유율(4.6%)로 볼 때, 다항목 수질 복합센서의 점유율 가정은 무리가 없으며, 광역환경센서망 및 환경IT융합 미들웨어와 함께 패키지형태로 판매될 센서와 측정기기의 경쟁력 수준도 설명할 수 있음 (자료: KETI; 2010)

※ 일본 45.7%, 미국 29.2%, EMEA(유럽+중동+아프리카) 18.8%

※ 조사 대상 센서는 서미스터(NTC, PTC), 전하결합소자, 광센서, 온도센서, 습도수분센서,

레벨센서, 유량유속센서, 압력센서, 가스센서, 속도가속도센서 등임

※ 국내의 지능형 센서 생산업체는 수입된 제품의 후가공, 조립, 패키징에 의한 모듈 생산에 의존하는 중소업체가 대부분임에도, 4.6%의 점유율을 달성한데 주목해야하며, 동 사업을 통해 R&D 기본 역량이 향상될 경우 그 이상의 점유율 달성이 가능하리라 전망됨

- ETRI(2008)에 따르면, 우리나라의 RFID/USN 세계 시장점유율은 '08년에 9.2% 수준이며 '18년에는 20%를 차지할 것이라 예상했으므로 광역환경센서망 및 환경IT융합 미들웨어의 세계 시장점유율도 결코 무리한 가정이라 할 수 없음

※ ETRI(2008)은 우리나라의 RFID/USN 세계 시장점유율을 각각 '08년(9.2%), '10년(11.9%), '12년(12.3%), '14년(16.1%), '16년(19.5%), '18년(20.0%)로 전망함

※ ETRI(2008)의 세계 시장점유율 가정은 물환경분야가 아닌 물류/유통, 건강/의료. 교통/운송, 환경, 보안/방범 등의 분야를 모두 포함한 것이므로 물환경분야에 그대로 적용하기에는 다소 무리가 있다고 판단하여, 본 경제성분석에서는 광역환경센서망 및 환경IT융합 미들웨어 분야의 경쟁력과 그에 따른 시장점유율 가정이 무리하지 않다는 것을 판단하는 근거로만 이용함

□ 부가가치율

○ 동 사업의 산출물인 센서/측정기기, 네트워크, 미들웨어 등이 속한 산업(정밀기기와 전기 및 전자기기 업종)의 '05~'08년도 부가가치율의 평균을 적용: 25.5%

<표> 매출액에 따른 부가가치율 산정을 위한 관련 업종 부가가치율

	2005	2006	2007	2008
정밀기기	24.9%	24.8%	24.4%	22.5%
전기 및 전자기기	28.4%	26.5%	26.2%	26.2%
평균	25.5%			

□ 해외 수출효과에 따른 편익 산출

○ 다항목 수질 복합센서와 광역환경센서망 및 환경IT융합 미들웨어의 수출효과를 예상 시장규모와 점유율을 바탕으로 산출함

- 각 요소를 낙관적/ 중립적/ 부정적 시나리오에 따라 편익을 도출함
- 시장점유율 가정으로부터 일어날 확률이 가장 높은 중립적 시나리오의 해외 수출효과에 따른 편익은 약 192억원임
- 낙관적과 부정적 시나리오의 편익은 각각 약 76억원, 약 383억원임

<표> 중립적 시나리오에서 해외 수출효과에 따른 편익

중립적 시나리오		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	합계
다항목수질 복합센서	시장규모(백만$)	340.0	390.0	440.0	510.0	580.0	660.0	750.0	
	예상점유율(중)	0.2%	0.4%	0.8%	1.0%	2.0%	2.0%	2.0%	
	수출전망	0.7	1.6	3.5	5.1	11.6	13.2	15.0	
광역환경 센서망 및 환경IT융합미들웨어	시장규모(백만$)	810.0	990.0	1,220.0	1,490.0	1,820.0	2,180.0	2,620.0	
	예상점유율(중)	1.0%	2.50%	5%	8%	13%	13%	13%	
	수출전망	8.1	24.8	61.0	119.2	236.6	283.4	340.6	
	부가가치율	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	25.5%	
	R&D기여도	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	30.6%	
	기술개발 성공률	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	
	매출수익편익	0.6	1.7	4.3	8.2	16.5	19.7	23.6	
	PV(백만달러)	0.4	1.2	2.8	5.1	9.6	11.0	12.5	42.5
	PV(백만원)								**46,822**

※ 11년 원/달러 환율 월평균 1101.64원 적용

부록 3 주요 실무 기획회의 회의록

회 의 록

과 제 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발
회 의 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 제1차 실무위원회의
일 시 : 2010.12.28(화) 18:00~23:30
장 소 : 테크노베이션파트너스 대회의실
담 당 자 : 이찬우 전임연구원

주요참석자 명단

No.	성명	소속	직책	확인
1	정종문	연세대 전기전자공학부	교수	
2	표철식	ETRI 융합기술연구부문 RFID/USN 연구부	부장	
3	김관중	ETRI RFID/USN 연구부	팀장	
4	황의호	한국수자원공사	선임연구원	
5	김 원	건설기술연구원	연구위원	
6	정종수	한국과학기술연구원(KIST) 환경본부	본부장	
7	박필주	환경산업기술원 녹색기술전략실	전문위원	
8	김진택	한국농어촌공사	책임연구원	
9	최대규	한국정보화진흥원 디지털인프라단 공공인프라부	수석연구원	
10	양우석	ETRI NT융합부품연구부	팀장	
11	송건범	한국환경공단	과장	
12	현재호	테크노베이션파트너스	파트너	
13	김효정	테크노베이션파트너스	파트너	
14	류창원	테크노베이션파트너스	수석연구원	
15	김지현	테크노베이션파트너스	전임연구원	
16	이찬우	테크노베이션파트너스	전임연구원	

TECHNOVATION PARTNERS

□ 회의 주요 내용

○ 예비타당성 평가 신청 금액이 4,500억원에 달하므로 5년 동안 지출할 수 있는 금액인지, 그 경제적 효과가 얼마인지에 대한 논의를 해야 함

○ TOC, TN, TP를 센서 개발 항목에 포함해야 하는가에 대한 논의

- 환경부가 중요하게 생각하는 측정 항목이고 수질 측정 시 국토부, 농림부 등도 공통적으로 측정하는 항목이므로 지경부가 개발할 센서 항목에 추가해야 할 필요가 있으나 이를 포함하여 개발하기는 어려운 상황임
- 고위험 고수익 요소를 과감히 추가하는 것이 기존의 것을 개선하는 것보다 영향력이 클 것임

○ 센서의 형태에 대한 논의

- 압력식 센서는 다항목 측정기에 부착하여 보급하기 편리하지만, 수위, 유속, 유량 등을 모두 다루기 힘들며 하천에 토사가 축적되었을 경우 터져버릴 위험이 있음
- 국토부가 필요로 하는 센서 형태가 명확하지 않았으나 국토부가 반드시 개발해야만 하는 센서라면 자체적으로 개발해야 할 것임
- 시스템 구현을 위해 필요한 모든 센서를 정리할 필요가 있음

○ 자립형 센서를 망으로 연결하는 기술의 필요성에 대한 논의

- USN 기술 수준은 새로운 기술이며 요소 기술을 (지경부가) 개발해 왔기 때문에 광역 USN 기술에 대한 논의가 시작될 수 있었던 것임
- 물환경 관리시스템에 적용할만한 현재 통신기술은 존재하지 않으며 신뢰성 있는 망 표준도 없는 상태임
- 기존의 통신 네트워크 기술(3G, 4G, CDMA 등)과의 차별점은 무엇이며, 어느 정도까지 USN 기술을 적용할 수 있는지, 기존 통신망을 활용할 수 없는 부분과 그 이유에 대해 정리할 필요
- 비용 측면에서 통신비와 구축비, 운영비 절감 효과를 설명할 수 있어야 함
- USN이 개발된 이후 얼마나 많은 부분을 (각부처가) 적용할 수 있는지에 관한 논의도 필요

○ 공통 플랫폼의 정의와 필요성에 대한 논의

- 지경부의 정의는, 센서를 처리하는 노드의 소프트웨어 기술과 서버에 모아지는 파트를 일컫으며, 각 부처의 수질/유량 데이터 정보 시스템을 아우르는 우리 나라 환경 정보에 대한 표준을 만드는 데 의의가 있음

- 각 부처는 가공되지 않은 원데이터를 필요로 할 것이며 이미 표준화된 통신 규격을 보유하고(환경부), 모든 데이터가 망라되어 데이터 대국민 서비스를 실시하고 있으므로 개발할 필요성이 적음(국토부)

회 의 록

1. 과 제 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 상세기획 연구
2. 회 의 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 제2차 실무위원회의
3. 일 시 : 2011.01.07(금) 13:00~17:00
4. 장 소 : 테크노베이션파트너스 대회의실
5. 담 당 자 : 김지현 전임연구원
6. 주요참석자 명단

No.	성명	소속	직책	확인
1	정종문	연세대 전기전자공학부	교수	
2	표철식	ETRI 융합기술연구부문 RFID/USN 연구부	부장	
3	김관중	ETRI RFID/USN 연구부	팀장	
4	양우석	ETRI 융합부품소재연구부문/나노융합센서연구팀	팀장	
5	김 원	건설기술연구원	연구위원	
6	채효석	한국수자원공사	수석연구원	
7	박준식	전자부품연구원	팀장	
9	박필주	환경산업기술원 녹색기술전략실	전문위원	
10	김현욱	서울시립대학교	교수	
11	서형석	농림수산식품기술기획평가원 기술기획실	실장	
12	고광돈	한국농어촌공사	차장	
13	김영숙	국립수산과학원 어장환경과	연구사	
14	김효정	테크노베이션파트너스	파트너	
15	류창원	테크노베이션파트너스	수석연구원	
16	김지현	테크노베이션파트너스	전임연구원	
17	이찬우	테크노베이션파트너스	전임연구원	

□ 회의 주요 내용

○ 자립형센서와 직독식 센서의 개념 정의

- 지경부에서 정의한 자립형센서는 상전원의 사용여부(전원측면), 무인기반으로 운영되는지의 여부(유지측면), 건축물의 필요 여부(설치측면)의 세가지를 만족하는 센서를 의미함. 따라서 리얼타임의 조건까지 포함한다면 TN, TP, TOC는 자립형 센서로 개발하기 어려움
- 환경부에서 직독식은 바로 정보를 확인할 수 있는 특성을 지니며, 물을 끌어다 분석하는 방식은 흐름주입분석법(FIA), 유지/관리 방식은 자율교정과 자동세척의 의미를 지님. TN, TP, TOC는 환경부의 최우선순위 측정항목이므로 이를 직독식에서 배제한다면 과제 참여의 의미가 줄어듦. 환경부 내부에서 TN, TP, TOC 항목에 대한 의견 조율이 필요
- TN, TP, TOC에 대해 '측정장치'라는 용어를 사용한다면 의미의 혼동이 줄어들 것으로 판단되나 자립형센서가 아니라면 본 사업의 의미가 없음. 직독형, 자립형 등 첨단센서가 아닌 경우, 센서개발 예산에 포함시키지 않고 테스트베드 구축 예산에 넣어야 할 것임
- 수요부처의 관심은 전송 받는 데이터의 안정성과 정확성에 있으며, 단순 센서 개발이 아닌 '중소 하천 모니터링 시스템에 사용될 센서' 와 같이 서비스를 고려한 개발이 이루어지는 것이 중요하므로 자립형센서를 엄격히 적용하기보다 첨단센서라는 포괄적인 용어를 사용하는 것을 검토하기로 함
- 국토부는 자립형이 아닌 개발 계획 중인 센서에 대한 성능목표를 제출하여 첨단센서의 의미를 명확히 하기로 함

○ USN 및 공통 플랫폼에 대한 논의

- 공통 플랫폼은 '통합'을 의미하는 것이 아니라 기존의 독립적인 시스템에서 표준시스템으로 가는 틀을 구축하겠다는 의미임
- 이미 국제표준 작업이 진행되고 있으며 지경부는 표준화를 통해 새로운 서비스를 창출하고자 함
- 수요부처 입장에서 어려운 점은 유선, CDMA, 위성 등을 모두 쓰면서도 통신이 불량한 경우가 발생하여 관측지점을 이동시키거나 트래픽이 많은 영상은 전송을 위해 비싼 광케이블을 설치하는 상황임
- 수요부처의 통신망에 대한 수요는 1) 전국토 어디에서든 통신이 가능해야 하고, 2) 어떤 경우에도 통신이 되는 안정성을 확보하며, 3) 용량 관점에서 초고속이어야 함. 또한 자동으로 스크리닝하지 않은 원데이터를 전송해 주는 것으로 충분하며 DB관리는 수요부처에서 결정할 것임

- 유선통신도 100%의 전송률을 달성하지는 않으므로 어떤 통신 형태이든 백업망을 보유해야 함. 계획중인 USN은 기존USN망 대비 통신거리 천 배, 용량은 수십 배의 성능을 낼 수 있으며 이는 수요부처의 요구를 반영한 것이고 영상은 별도로 논의할 필요가 있음
- 전국에 설치할 노드 간격을 고려해야함. USN을 10km로 할 때, 게이트웨이(공중망 접속 장치)를 통해 공중망을 타고 전송될 것임. 국내 어떤 지점에서도 최소 50-100km이내에 공중망이 있다고 생각되며, 저수지 부분은 CDMA를 통하여 센서 네트워크로 구성할 것임
- USN을 위해 센서에 통신모드를 붙이는 방식을 채택할 경우, 기존의 센서나 통신모드를 붙이지 않는 것에 대한 법·제도적 방안이 필요
- 수요부처는 망관리를 위한 미들웨어 구축을 지경부에 기대하고 있으며 서버단에서 Data Service를 위한 표준미들웨어 수요는 없음

○ 테스트베드에 대한 논의

- 사업 종료 후 쇼케이스로 보여줄 수 있는 상품까지 개발해야 함. 이를 위해 테스트베드의 역할이 매우 중요함
- End User를 정책수요부처에서 일반인, 기업, 농업인 등으로 확장할 수 있는 패키지형 테스트 베드가 필요함에 따라 행안부와 농림부가 과제에 참여하였음

회 의 록

1. 과 제 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 상세기획 연구
2. 회 의 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 제3차 실무위원회의
3. 일 시 : 2011.01.21(금) 09:00~12:00
4. 장 소 : 테크노베이션파트너스 대회의실
5. 담 당 자 : 이찬우 전임연구원
6. 주요참석자 명단

No.	성명	소속	직책	확인
1	정종문	연세대 전기전자공학부	교수	
2	김병찬	한국과학기술연구원(KIST)	선임연구원	
3	서형석	농림수산식품기술기획평가원 기술기획실	실장	
4	고광돈	한국농어촌공사	차장	
5	김영숙	국립수산과학원 어장환경과	연구사	
6	표철식	ETRI 융합기술연구부문 RFID/USN 연구부	부장	
7	김관중	ETRI RFID/USN 연구부	팀장	
8	박준식	전자부품연구원	팀장	
9	송건범	한국환경공단	과장	
10	박필주	환경산업기술원 녹색기술전략실	전문위원	
11	김현욱	서울시립대학교	교수	
12	황의호	한국수자원공사	선임연구원	
13	김성복	지식경제부	사무관	
14	김효정	테크노베이션파트너스	파트너	
15	류창원	테크노베이션파트너스	수석연구원	
16	김지현	테크노베이션파트너스	전임연구원	
17	이찬우	테크노베이션파트너스	전임연구원	

□ 회의 주요 내용

○ 기술맵의 작성방법과 관련된 수정·보완작업이 필요함

- TRL 8단계 용어를 '상용화'에서 '시제품'로 수정
- 일반명사가 아니라 고유명사의 느낌이 드는 구체적인 용어를 사용
- TRL 아래 부분에 연도 기입 요망(연도별 TRL제시)
- 국토부의 테스트베드 구축계획안은 본류, 갑천, 미호천, 실내 테스트베드 구축계획안 각각 작성
- 교과부를 제외한 다른 부처는 2015-16년 정도에 TRL 8단계 정도가 나올 수 있도록 조정이 필요함
- USN의 테스트베드 계획보완이 필요함

○ 기술맵 개발 센서명 가운데 부처간 중복으로 보이는 부분을 조정할 필요가 있음

- 환경부의 USN 및 인공 신경망과 교과부의 조류측정원천기술의 조정이 필요함
- 환경부와 농림부는 광학센서 항목 및 녹조 측정과 관련된 부분에 대한 조정 필요
- 환경부 항목 중 IP-USN 기반 이라는 표현 삭제
- 지경부의 다항목 수질 복합센서에서 압력식 표현 삭제

○ T-N, T-P, TOC 측정기 개발은 환경부와 지경부 간의 협의를 통해 결정하고 정리한 내용을 테크노베이션에 공지함

○ 테스트베드 구축의 시기와 사이트 선정에 관한 논의

- 환경 분야 테스트베드 구축은 많은 시간이 소요되므로 사업초기부터 빠른 준비가 필요함
- 다수의 테스트베드를 운영할 필요성이 있으며, 테스트베드의 선정은 수요부처의 의견을 존중하도록 함

○ 안건이 생기면 추후 공지

회 의 록

1. 과 제 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 상세기획 연구
2. 회 의 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 3차 실무위원회의
3. 일 시 : 2011.02.16(수) 17:00-19:00
4. 장 소 : 테크노베이션파트너스 대회의실
5. 담 당 자 : 이찬우 전임연구원
6. 주요참석자 명단

No.	성명	소속	직책	확인
1	김병찬	한국과학기술연구원(KIST)	선임연구원	
2	김진택	한국농어촌공사	차장	
3	김영숙	국립수산과학원 어장환경과	연구사	
4	표철식	ETRI 융합기술연구부문 RFID/USN 연구부	부장	
5	김관중	ETRI RFID/USN 연구부	팀장	
6	양우석	한국전자통신연구원	팀장	
7	송건범	한국환경공단	과장	
8	박필주	환경산업기술원 녹색기술전략실	전문위원	
9	채효석	한국수자원공사	수석연구원	
10	황의호	한국수자원공사	선임연구원	
11	김 원	한국건설기술연구원	책임연구원	
12	김효정	테크노베이션파트너스	파트너	
13	류창원	테크노베이션파트너스	수석연구원	
14	김지현	테크노베이션파트너스	전임연구원	
15	이찬우	테크노베이션파트너스	전임연구원	

TECHNOVATION PARTNERS

□ **회의 주요 내용**

○ 기획재정부 회의(2월 16일 오전 10시~)에서 논의된 사항 발표

- 테스트베드 예산이 과다하여 R&D 예산이라 보기 어려움
- 테스트베드의 범위는 본 사업 규모의 몇 %이며 소요될 예산이 얼마인지 나타내야 함
- 경제성 분석에서 1) 비용절감효과의 구체적인 분석 필요 2) 지경부 수출효과의 현실화 3) 환경부/국토부 수재해 예방효과를 경제적 가치로 환산할 필요가 있다고 언급함
- 국토부의 테스트베드 구축 계획에서 4대강 사업과의 관계가 분명하지 않음
- 보고서 내용에서 필요성은 보이나 시급성이 결여되어 있음

○ 기술수준 평가표와 기술 포트폴리오에 대한 수정사항 논의

- 지경부의 '복합 부영양화 오염물질 전처리 모듈'과 환경부의 '인산염/질산염 측정센서'의 기술 개발 내용에 대한 추가 협의가 필요함
- 기술개발 성공 가능성을 적절히 평가했는지 여부가 예비타당성 평가에 중요한 요소이므로 기술수준 평가표의 부처별 점수를 재조정할 필요가 있음
- 기술개발 포트폴리오는 (테크노베이션이) 다각도로 그리고 분석하도록 함

○ (추진체계에 대한 논의) 사업중심 추진체계(1안)과 부처중심 추진체계(2안)가 갖고 있는 장·단점과 개선방안에 대한 의견을 교환함

- (1안) 6개 부처가 공동으로 펀딩하는 주체가 되며, 각 부처는 사업 단장에 사업의 전반적 운영 및 관리를 위임함
  - · (장점) 다부처 사업의 취지에 부합할 산출물 중심의 추진체계며 부처간 연계가 용이
  - · (단점) 사업단장의 관리, 각 부처의 의견 반영, 출연부처 예산 관리 및 평가 관리가 어려움
- (2안) 부처별로 사업단을 구성하여 운영하며 기술개발에 대한 권한과 책임을 가짐
  - · (장점) 부처별 의견 반영과 출연부처의 예산 관리 및 성과평가가 용이
  - · (단점) 다부처 사업의 취지에 부합하지 않고 부처간 의견 조율이 어려움

회 의 록

1. 과 제 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 상세기획연구
2. 회 의 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 기획회의
3. 일 시 : 2011.03.16(수) 16:00-17:30
4. 장 소 : 테크노베이션파트너스 대회의실
5. 담 당 자 : 이찬우 전임연구원
6. 주요참석자 명단

No.	성명	소속	직책	확인
1	김희철	대구대학교	교수	
2	표철식	ETRI 융합기술연구부문 RFID/USN 연구부	부장	
3	조효섭	국토해양부 한강홍수통제소	실장	
4	채효석	한국수자원공사	수석연구원	
5	서형석	농림수산식품 기술기획평가원	기술기획실장	
6	강마야	농림수산식품 기술기획평가원	연구원	
7	정종수	KIST 환경본부	본부장	
8	이재근	한국정보화진흥원 미래정보화추진단	부장	
9	김병찬	한국과학기술연구원(KIST)	선임연구원	
10	신창훈	한국산업기술평가관리원	연구원	
11	김성복	지식경제부	사무관	
12	이보영	국토해양부	사무관	
13	박은추	환경부	사무관	
14	김효정	테크노베이션파트너스	파트너	
15	김지현	테크노베이션파트너스	전임연구원	
16	이찬우	테크노베이션파트너스	전임연구원	

TECHNOVATION PARTNERS

□ **회의 주요 내용**

○ 예비타당성 조사 대상으로 선정되지 못한 이유 보고

- 현재 ‘용역이 진행 중인 과제’라는 점
- 시급성에 대한 설명이 부족했던 점
- 본 과제 이후의 본 사업에 대한 구체적인 계획이 부재
- 전체 R&D규모에 비해 테스트베드의 예산 규모가 과다함
- 국토해양부의 ‘4대강살리기’ 사업과 본 사업의 관계가 명확해야 함(이동형 센서와 로봇물고기 연구개발 등)

○ 향후 방향성에 대한 합의 도출

- 각 부처가 제출한 예산 중 과도한 부분과 부처간 중복된 부분에 대한 재차 검증이 필요하며, 삭감할 부분을 과감히 조정해야 함
- 수요부처(환경부/농식품부/국토부)가 모두 연계하여 사용할 수 있는 통합된 테스트베드를 한 군데 구축하고, 측정대상/지역별 특성을 고려한 테스트베드를 부처별로 각각 설치하는 안에 동의함
- 테크노베이션파트너스가 중립적인 태도를 견지하여 취합된 자료를 바탕으로 상세기획을 진행하고, 부처 간 예산 조정, 테스트베드 구축 지역 등에 대한 조정 역할을 수행함

○ 추후 일정

- 미정

회 의 록

1. 과 제 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 상세기획연구
2. 회 의 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 상세기획연구 제5차 실무위원회의
3. 일 시 : 2011.05.24(화) 10:30~12:30
4. 장 소 : 테크노베이션파트너스 대회의실
5. 담 당 자 : 이찬우 전임연구원
6. 주요참석자 명단

No.	성명	소속	직책	확인
1	김현욱	서울시립대학교	교수	
2	김병찬	한국과학기술연구원(KIST)	선임연구원	
3	김영희	한국정보화진흥원 신기술융합서비스부	책임연구원	
4	강마야	농림수산식품기술기획평가원	연구원	
5	김진택	한국농어촌공사	책임연구원	
6	김영숙	국립수산과학원 어장환경과	연구사	
7	표철식	ETRI 융합기술연구부문 RFID/USN 연구부	부장	
8	송건범	한국환경공단	과장	
9	박필주	환경산업기술원 녹색기술전략실	전문위원	
10	박준식	전자부품연구원	팀장	
11	황의호	한국수자원공사	선임연구원	
12	김성복	지식경제부	사무관	
13	김효정	테크노베이션파트너스	파트너	
14	류창원	테크노베이션파트너스	수석연구원	
15	김지현	테크노베이션파트너스	전임연구원	
16	이찬우	테크노베이션파트너스	전임연구원	

□ **회의 주요 내용**

○ (예산반영) ‘12년도 부처별 예산 편성에 본 사업 예산을 포함시켜야 하는지 각 부처 내부의 논의가 필요하며, 국과위의 지시를 기다리는 상태임

○ (교과부의 참여 의미와 역할) 교과부의 센서 원천기술 개발 영역은 본 사업이 R&D 과제라는 점에서 의미가 있으나, 원천기술 개발로만 끝나는데 대한 이의 제기가 있음

○ 공통 테스트베드 구축 지역과 관리 방안에 대한 논의

- 국토부와 농식품부의 부처 내 의견 조정이 필요함
  - · (환경부) 폐놀 유출, 고엽제 매립 의혹 등 이슈화된 낙동강 수계에 테스트베드를 구축하여 본 사업의 필요성을 강조할 필요가 있음. 금강수계에 공통테스트베드를 구축해도 무방함
  - · (국토부) 금강 유역에도 산업단지가 몰려 있어 수질오염 사고가 발생하고 있고, ‘12년 세종시가 들어설 예정이지만 모니터링 체계가 구축되어 있지 않으므로 수량(홍수), 수질 측면에서 관리가 필요한 지역임. 낙동강 수계(대구, 구미)는 국토부의 역할이 제한적임
  - · (농식품부) 농어촌 지역은 대규모 평야에 USN기술을 적용한 테스트베드를 구축할 예정이므로 금강과 낙동강 두 곳 모두 무방함. 해양 지역은 금강 유역은 의미가 없으며 낙동강 하구에 설치하는 것이 바람직함
  - · (행안부) 금강과 낙동강 유역 모두 무방함
- (공통테스트베드 관리) 공통테스트베드가 구축된다면 부처를 아우르는 관리위원회가 설립되어야 하므로 이에 대한 지배구조가 수립되어야 함

○ (성과지표) 사업 추진의 시급성 부문에 대한 설득력이 아직 부족하므로 각 부처별/본 사업의 종합적 성과목표/성과지표 설계를 통하여 Top-down 방식의 전략 수립을 실시할 예정이며, 각 부처별 성과목표/성과지표 자료를 요청할 것임

○ 추후 일정

- 6월 초 기획회의 개최(일정 미정)

회 의 록

1. 과 제 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발
2. 회 의 명 : 첨단센서 및 USN기반 하천.물환경 모니터링 기술개발 최종보고회
3. 일 시 : 2011.07.20(수) 16:00-18:00
4. 장 소 : 테크노베이션파트너스 대회의실
5. 담 당 자 : 김지현 전임연구원
6. 주요참석자 명단

No.	성명	소속	직책	확인
1	김병찬	한국과학기술연구원(KIST)	선임연구원	
2	김영희	한국정보화진흥원 미래정보화추진단	책임연구원	
3	김진택	한국농어촌공사	책임연구원	
4	김관중	한국전자통신연구원	팀장	
5	채효석	한국수자원공사	수석연구원	
6	황의호	한국수자원공사	선임연구원	
7	조효섭	국토해양부 한강홍수통제소	실장	
8	서형석	농림수산식품기술기획평가원	실장	
9	김만영	한국환경산업기술원	실장	
10	박필주	한국환경산업기술원	실장	
11	신창훈	한국산업기술평가관리원	선임연구원	
12	박진회	한국건설교통기술평가원	연구원	
13	정재욱	국가과학기술위원회	사무관	
14	이인석	교육과학기술부	사무관	
15	곽병관	행정안전부	사무관	
16	서정아	농림수산식품부	사무관	
17	김성복	지식경제부	사무관	
18	박은추	환경부	사무관	
19	김효정	테크노베이션파트너스	파트너	
20	류창원	테크노베이션파트너스	수석연구원	
21	김지현	테크노베이션파트너스	전임연구원	

TECHNOVATION PARTNERS

□ 회의 주요 내용

○ (예타요구서 및 최종보고서 수정사항) 부처별·항목별 예산이 맞는지 다시 한 번 점검하고 개발 예정 기술에 대한 용어를 통일해 주기 바람

- 광역 USN과 광역환경센서망의 두 용어의 혼재가 있으므로 광역환경센서망으로 통일할 필요

○ (성과지표 보완) '측정 수준 향상'은 수질센서에 대한 전략목표, '측정망 관측밀도 고도화'는 '관측밀도 조밀도 개선'으로 수정하여 수량센서에 대한 전략목표로 설정함

- (측정망 관측밀도 고도화의 성과지표) 설치비용 및 운영비용의 절감이 지표로 설정되어 있으므로 재검토 필요
- (측정 수준 향상의 성과지표) 수재해 대응시간에서 '대응'을 사건을 감지하여 센서네트워크를 통해 정보를 관제센터에 송신하고 '경보'를 발생하여 '표출'하는 활동까지라고 정의
- (활동지표) 논문/특허를 활동지표로 설정함

○ (교과부의 센서 원천 기술 개발과 타부처와의 연계성) 현재 기획에서 타부처와의 연계성이 뚜렷하게 나타나지는 않으나 센서 개발을 단발성으로 하지 않고 차세대 센서를 지속적으로 연구·개발하는 역할을 교과부가 한다는 논리로 대응함

○ (본 사업 내용 계획의 필요성) 각 부처가 기술개발이 완료되지 않은 상황에서 본 사업 기획을 제시할 수 없으므로 기획 사업이 착수된 후 기술개발성공여부를 판단할 수 있는 4년차에 정책연구의 형태로 본 사업과의 통합 방안 모색과 타당성 검토를 하기로 함

- 각 부처의 사업 기본 계획에 본 사업의 기획 내용이 없으나 조기 실용화 가능성이 큰 센서를 개발할 계획이므로 개발에 성공하면 응용부처가 활용하는 연구(feasiblity study)를 할 수 있도록 예산 조정

○ (경제성 분석) 수출효과, 예산절감효과, 시장창출효과에 대한 객관적 근거를 바탕으로 경제성 분석 보완 필요

○ (추진체계 보완) 추진체계에서 부처간 연계성이 보이지 않으므로 지경부가 개발한 공통기술을 응용 부처가 어떻게 활용하겠다는 별도의 도식을 추가하도록 함

부록 4 용어 정리

○ **TOC (총유기탄소: Total Organic Carbon)**

- (개요) 유기물질의 총량을 나타내는 지표로서 일반적으로 POC(Particulate Organic Carbon: 입자성유기물질)와 DOC (Dissolved Organic Carbon: 용존성유기물질)를 합한 것임
- (필요성) 유기물질은 수중의 산소를 소비하므로 하천, 호소의 유기성 오염 증가 원인을 파악하는데 있어 BOD (Biochemical Oxygen Demand: 생화학적산소요구량), COD (Chemical Oxygen Demand: 화학적산소요구량) 측정결과만으로는 원인 분석이 어렵다는 사실이 20세기 말에 밝혀짐. 따라서 하천, 호소의 고분자 유기성 오염을 BOD, COD만으로 평가하는 것에 그치는 것이 아니라 TOC로 평가된 수치로써 하천, 호소 오염 저감대책을 수립하는 것이 필요함

○ **TN (Total Nitrogen: 총질소)**

- (개요) 무기성질소 및 유기성 질소의 합계를 말하며, 무기성질소로는 암모니아성질소, 아질산성질소, 질산성질소 등이 대표적이고, 유기성질소로는 단백질, 요소, 아미노산 등임
- (필요성) 아질산성질소는 대다수의 물고기와 다른 수중생물에 유독하고, 하수 유출수에서는 염소에 의하여 산화되고 염소요구량과 소독비용을 증가시킴. 또한 질산성질소는 폐수중의 질소중에서 고도로 산화된 형태이며 미국 EPA는 유아에 대한 치명적 영향의 가능성 때문에 음용수로서 규제하고 있음

○ **TN (Total Phosphate: 총인)**

- (개요) 수중에 포함된 인의 총량을 말하며, 특히 합성세제나 화학비료에 많이 포함되어 있기 때문에 인위적 오염물질의 지표자료로 사용되고 있음
- (필요성) 인 역시 조류나 생물의 성장에 필수적이고 수체내에 유해한 조류가 급성장 할수 있기 때문에 생활하수, 산업폐수 및 지표유출에 의하여 지표수에 유입되는 인 화합물의 양을 규제하는 문제가 관심의 대상이 되고 있음

○ **DO (Dissolved Oxygen: 용존 산소)**

- (개요) 수중에 용해되어 있는 (용존)산소
- (필요성) 하수나 공장폐수 등의 오염으로 인한 유기 부패성 물질 및 기타 환원물질에 의한 산소 소비로 낮게 나타나므로, 유기물질의 오염정도를 나타냄. 심하게 오염된 물은 용존산소가 부족하여 혐기성 분해가 일어나 부패하게 됨

○ **EC (Electrical Conductance: 전기전도도)**

- (개요) 용액이 전류를 운반할 수 있는 정도를 나타내며, 물 속에 소금이나 몸에 유해한 중금속이 들어있으면 높은 값을 나타냄
- (필요성) 물의 전기전도도는 작물 생장에 영향을 크게 미치며, 용존한 염류의 농도를 알 수 있는 지표로 사용되기도 함

○ **SS (Suspended Solid: 부유물질), TSS(Total Suspended Solid)**

- (개요) 수중에 현탁되어 있는 불용성의 물질로서, 지표에서 유출된 점토나 유기물, 플랑크톤, 기타의 미생물 또는 그들의 유각, 각종 잡초, 폐수 속의 현탁물의 단독 또는 조합으로 구성됨
- (필요성) 부유물질은 물이 탁해지는 원인이며, 하천 바닥에 침적하여 어패류에 영향을 미치거나 물의 흐름에 영향을 끼침. 또한 퇴적물이 유기물이면 혐기성 발효가 일어나 BOD를 증가시켜 수중생물에 나쁜 영향을 줌

○ **암모니아성 질소(NH3-N)**

- (개요) 자연계에 존재하는 총질소의 90%를 차지하는 질소의 형태로서 인과 함께 식물성장에 꼭 필요한 영양염류로서 부영양화를 유발하는 필수감시 요소임
- (필요성) 생활하수 및 축산폐수가 주원인이며, 용존산소의 농도를 저하시켜 용존산소에 민감한 수생식물에 영향을 미침

○ **질산성 질소, 질산염(Nitrate nitrogen)**

- (개요) 유기물 속의 질소 화합물이 산화 분해해 무기화한 최종 산물로 유기 오염의 정도를 나타냄. 최종적으로 산화된 형태가 질산염이며, 이 질산염으로서의 질소분을 질산성 질소라고 함
- (필요성) 인과 함께 부영양화의 직접적인 원인이 되어 여름철 다량의 조류를 발생시키는 등 직접적인 환경 문제가 되고 있으며, 특히 우리나라의 경우 약 17,600여개의 저수지를 가지고 있어 저수지의 특성상 자정능력이 떨어지므로 질산성질소의 모니터링 및 관리가 매우 중요함

○ **클로로필-a (Chlorophyll-a)**

- (개요) 호소의 부영양화 여부를 생물학적으로 알아보는 방법으로 식물의 조류 등의 용적이나 중량을 구하는 방법임. 클로로필-a(엽록소)는 광합성 작용을 하는 모든 식물에 들어있으므로 이를 측정하여 호소의 오염상태를 알 수 있음

○ **탁도(turbidity)**

- (개요) 수중의 부유물질 등에 의하여 물이 혼탁한 정도를 나타냄. 비용해성 부유물질에 의해 빛이 산란되거나 흡수되어 흐리게 보여지는데, 수질 지표로서

탁도는 보통 빛을 입사시켜 부유물질에 의해 산란된 정도를 광학적으로 측정하여 나타냄

○ **VOCs (Volatile Organic Compounds: 휘발성유기화합물)**

- (개요) 휘발성 물질들이 유기적으로 뭉쳐진 상태를 말하며, 톨루엔, 포름알데히드, 스티렌, 아세톤 등 다양한 종류가 있음
- (필요성) 인간의 체내의 간장, 심장, 피부 등에 흡착되어 질병을 일으킴

○ **중금속 (heavy metal)**

- (개요) 비중이 4이상의 무거운 금속 원소로, 납(Pb), 카드뮴(Cd), 아연(Zn), 구리(Cu), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 주석(Sn), 수은(Hg) 등이 있음. 중금속의 가장 큰 특징은 생물체 내에서 분해되지 못하고 축적되는 것임
- (필요성) 특히, 납, 카드뮴, 아연, 구리는 대표적인 중금속 물질로 미량의 경우 생물의 생체 활동 등에 필요 요소이지만 분해되지 못하는 성질 때문에 먹이 그물 연계 관계에 의해서 축적되어 인간에게 치명적인 영향을 끼치게 됨