10기 술혁신C02

Green-up 30 WaterGrid지능화 기술 기획보고서

한국건설교통기술평가원

국토해양부

Land Transport and Maritime R&D Report

건설기술혁신사업

R&D / 10기술혁신C02

[Green-up 30] Water Grid 지능화 기술 기획보고서

2011. 6. 22.

주관연구기관 / 광주과학기술원
공동연구기관 / (주)테크노베이션파트너스

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

<제출문>

제 출 문

국토해양부 장관 귀하

이 보고서를 "Water Grid 지능화 기술 기획에 관한 연구"과제의 보고서로 제출합니다.

2011. 6. 22

주관연구기관명 : 광주과학기술원
주관연구책임자 : 이 재 영
연 구 원 : 김 준 하
" : 장 암
" : 이 재 광
" : 곽 소 연
공동연구기관명 : ㈜테크노베이션파트너스
공동연구책임자 : 김 효 정

<보고서 요약서>

보 고 서 요 약 서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>10기술혁신
C02</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2010.12.22
~2011.6.22</td><td>단 계 구 분</td><td>(해당단계)/
(총 단 계)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연 구 사 업 명</td><td colspan="4">건설기술혁신사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">대과제가 있을 경우에는 기재(단위과제일 경우에는 아래 기재)</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">Water Grid 지능화 기술 기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">이재영</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 12 명
내부 :12 명
외부 : 명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부 : 200,000 천원
기업 : 천원
계 : 200,000 천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 12 명
내부 :12 명
외부 : 명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 200,000천원
기업 : 천원
계 : 200,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">광주과학기술원
환경공학부</td><td>참여기업명</td><td colspan="2">㈜테크노베이션파트너스</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="2">상대국명 :</td><td colspan="3">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="2">연구기관명 :</td><td colspan="3">연구책임자 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>167</td></tr>
<tr><td colspan="6">□ 스마트 워터 그리드의 개념
- 스마트 워터 그리드(Smart Water Grid)는 기존 수자원 관리 시스템의 한계를 극복하기 위해 첨단 정보통신기술을 이용하는 고효율의 차세대 물관리 인프라 시스템으로, 빗물이나, 해수 등 다양한 수원을 활용하고 물을 효율적으로 배분·관리·운송하여 수자원의 불균형을 해소함
· 첨단 센서 네트워크를 이용해 실시간으로 수자원망의 안정성을 모니터링하고, 수자원망에</td></tr>
</table>

깨끗한 물을 효율적으로 배분, 관리, 운송하는 토털 물관리 시스템임

· 정보통신기술(ICT: Information Communication Technology)과 수자원관리 시스템을 결합하여 실시간으로 정보를 교환할 수 있는 양방향 수자원 정보 네트워크임

· 물수요·공급량을 실시간으로 정확하게 관리하여 수자원의 지역적·시간적 불균형을 해소하는 지능형 물관리 시스템임

□ 3대 핵심과제

1세부과제: 신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발

2세부과제: 수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물 관리 플랫폼 개발

3세부과제: Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	스마트 워터 그리드, 지능형 수자원 관리, IT 융합 물관리, 분산형 물관리, 저에너지 물관리
	영 어	smart water grid, intelligent, water, water industry, water resource

<국문 목차>

목 차

[국문 요약문]

1장. 기술의 정의 및 필요성 ····· 1
1절. 기술의 정의 ····· 1
2절. 필요성 ····· 3

2장. 국내외 동향 및 환경분석 ····· 8
1절. 국내외 정책동향 ····· 8
2절. 국내외 시장현황 및 전망 ····· 24
3절. 기술동향분석 ····· 36
4절. 연구개발 인프라 분석 ····· 63
5절. 종합분석 ····· 67

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 70
1절. 비전 및 목표 ····· 70
2절. 기술개발에 따른 미래상 ····· 73
3절. 연구개발과제 구성 ····· 76
4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략 ····· 77
1. 1세부과제 개요 ····· 77
가. 연구개발 목표
나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성
다. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안
라. 연구개발 주요내용
마. 연구개발과제 TRM
바. 최종성과물 및 성과지표
사. 성과물 검증방안
아. 기술수요처 및 실용화 방안
2. 2세부과제 개요 ····· 93

3. 3세부과제 개요 ····· 105
5절. 세부과제간 연계관계 ····· 120
6절. 연구추진체계 제안 ····· 124

5장. 사전타당성 검토 ····· 125
1절. 정책적 타당성 ····· 125
2절. 기술적 타당성 ····· 129
3절. 경제적 타당성 ····· 133

6장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정 ····· 141
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획 ····· 141
2절. 소요예산 산정 ····· 142

7장. 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 설정 ····· 143
1절. 과제 제안요구서(RFP) ····· 143
1. 연구단 RFP ····· 143
2. 1세부과제 RFP ····· 146
3. 2세부과제 RFP ····· 150
4. 3세부과제 RFP ····· 153
2절. 평가기준설정 ····· 157

[부록]

1. 호주 및 싱가포르의 Water Grid 지능화 분야 R&D 과제

<국문 요약서>

요 약 문

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의

□ 기본 개념

○ 스마트 워터 그리드(Smart Water Grid)는 기존 수자원 관리 시스템의 한계를 극복하기 위해 첨단 정보통신 기술을 이용하는 고효율의 차세대 물관리 인프라 시스템으로, 빗물이나, 해수 등 다양한 수원을 활용하고 물을 효율적으로 배분·관리·운송하여 수자원의 불균형을 해소함

- 첨단 센서 네트워크를 이용해 실시간으로 수자원망의 안정성을 모니터링하고, 수자원망에 깨끗한 물을 효율적으로 배분, 관리, 운송하는 토털 물관리 시스템임
- 정보통신기술(ICT: Information Communication Technology)과 수자원관리 시스템을 결합하여 실시간으로 정보를 교환할 수 있는 **양방향 수자원 정보 네트워크**임
- 물수요·공급량을 실시간으로 정확하게 관리하여 수자원의 지역적·시간적 불균형을 해소하는 **지능형 물관리 시스템**임

□ 'Smart Water Grid 기술'의 정의

○ 'Smart Water Grid 기술'은 첨단 정보통신기술을 이용하는 고효율의 차세대 물관리 인프라 구축 기술을 의미함

□ 'Smart Water Grid 기술'의 세부 범위

Water Cycle	범위 구분	내용
공급	수자원 범위	자연형(natural), 능동형(manufacturing)
분배/관리	지능화 범위	수자원의 지역적 불균형, 시간적 불균형을 해결하기 위한 실시간 물정보 관리 기술 및 운영망 최적화 기술
수요	활용망 범위	신도시, 물부족 지역 등 수요자 맞춤형 서비스
설계	테스트베드	테스트베드 구축 및 운영

* Smart Water Grid에 대한 정의와 기술의 세부 범위 확정을 위해 2회의 워크샵 수행

2절. 필요성

□ 기술 개발의 배경

○ 수자원의 환경의 급격한 변화

- 지속적인 물수요 증가에 따른 안정적 물공급의 필요성 증대
- 수자원 관리 패러다임 변화: 물부족 해결을 위한 다차원적 접근

○ 글로벌 물산업과 수자원기술 패러다임의 급격한 변화

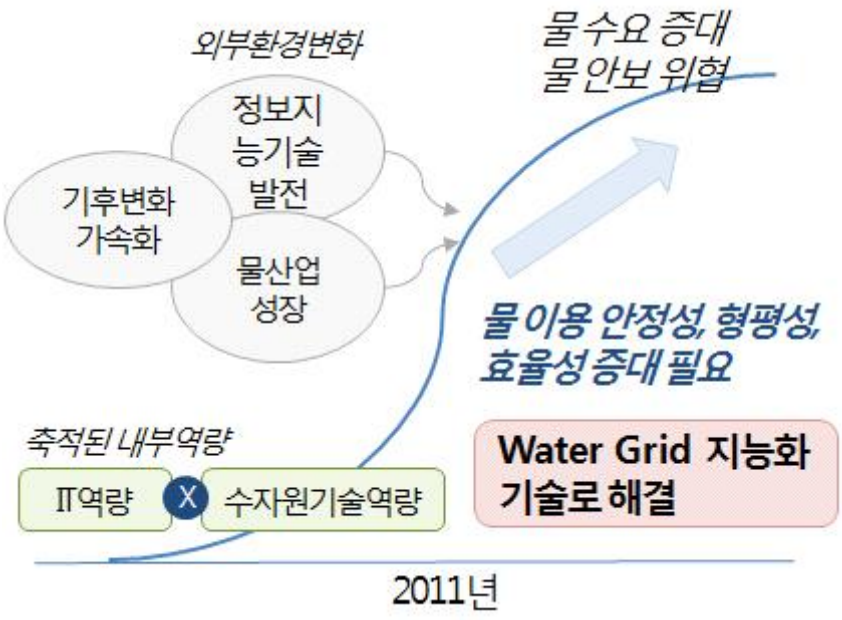
- 글로벌 물산업의 폭발적 성장과 물산업의 패러다임 변화
- 융합기술을 통한 물관리 기술의 혁신과 "Smart"化

□ 기술 개발의 필요성

○ 글로벌 수준의 국내 IT 역량 활용

○ 축적된 수자원 기술 기반의 산업화

○ 첨단녹색도시 수요 증가 대응 및 신성장 동력 육성



2장. 국내외 동향 및 환경분석

1절. 국내외 정책동향

○ 영국 : 향후 집중할 수처리 관련 5대 기술 제시 (수자원 인프라 운영관리 효율화, 물사용의 효율성과 측정 등 포함)

○ 호주 : Water Divide문제를 해결하기 위해 SEQ Water Grid 프로젝트 추진

○ EU : 지속가능한 수자원 공급을 위한 각종 프로젝트 수행(IT를 활용한 물 관리 연구 포함)

○ 싱가포르 : NEWater 프로젝트로 수자원 자립 기반 구축

○ 미국 : the Pecan Street Project등 스마트그리드와 연계한 스마트 워터 그리드 추진 및 National Smart Water GridTM과 같은 광역 수자원의 지능적 관리 추진

○ 한국 : 물 산업 육성 정책 발표(2010.10)

2절. 국내외 시장현황 및 전망

○ 세계 물 시장의 규모는 2025년에는 1,038조원 규모로 폭발적으로 성장할 것으로 예상됨

○ 물산업의 패러다임 변화가 진행 중

- 매체별 분산된 시장에서 Total Water Solution 시장으로
- Water Hunting에서 Water Cultivation으로
- 물산업의 Smart화 가속화
- 글로벌 물기업간 경쟁 심화 및 신규 기업(산업)의 물산업 진출

○ Smart Water Grid Initiatives 추진 중

- IBM이 주도하고 있으나, Siemens나 Suez등 기존 물관련 기업의 관심도 높아짐

○ 국내 물산업은 태동기로 글로벌 물기업의 출현이 필요

3절. 기술동향분석

○ 아직 Smart Water Grid의 정의가 정립되지는 않았으나, IT기반의 지능형 물관리에 대한 연구는 최근 크게 늘어나고 있은 추세임

○ 주요 연구 동향 요약

분야	업체/기관명	기술내용	국적
수자원	Fukuoka District Water works Agency(FDWA)	담수플랜트를 기반으로 한 식수원 확보	일본
	Mekort(Israel National Water Company)	하수 재이용, 담수화 설비 기술 보유	이스라엘
	National Smart Water GridTM	물의 분배를 통한 수자원관리 방안 제시	미국
지능화	IBM	수도관 시스템용 센서 공급	미국
	IBM, Beacon Institute	Hudson 강에 실시간 모니터링 통합 센서 네트워크와 로봇기술, 컴퓨터 해석 기술 적용	미국
	TaKaDu	기존 센서의 데이터와 기상자료, 음향자료, GIS 자료 등을 활용하여 스마트 워터 그리드를 구현하는 기술 개발	이스라엘
활용망	Thames Water	도심지역의 용수공급을 위한 Ring Main 건설	영국
실증형	The Power and Water Corporation(PWC)	8만 명 대상으로 실증 사업	호주
	SEQ Water Grid	광역 수자원의 지능적 관리	호주
	Lawer Colorado River Authority(LCRA)	텍사스 주 220만 명을 대상으로 물과 전기수송 시스템 제공	미국

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

비 전

2020년 세계 최고 수준의 물복지 국가 실현

미 션

3S(Security, Safety, Solution)를 위한
세계 최고 수준의 Smart Water Grid 기술 확보

(R&D목표1) Security	**수자원 확보 및 수자원 격차 해소** - 도시 수자원 자립율 30%p 향상(현재 서울의 수자원 자립율 5.9%) - 지역간 1인당 유효수자원 편차 30% 감소 - 0.5kgCO_2/㎥급의 능동수자원 확보기술 실용화
(R&D목표2) Safety	**수질 및 물공급 그리드 안정성 확보** - 수자원 시스템의 전과정 모니터링 및 측정 데이터의 신뢰성 향상(측정신뢰성 90% 이상) - 도시용수 공급시스템 문제해결 시간 50% 단축 및 문제발생빈도 50% 감소 - 국가재난 대응 안정적 비상 물공급 체계 구축 (수자원 관리 강화를 통해 유용 수자원의 1% (3억톤) 비상활용 체계 구축)
(R&D목표3) Solution	**저에너지 고효율 지능형 유지·관리** - 도시 수자원 시스템 운영에너지 10% 절감 및 수자원 유효이용효율 10% 증가 - 예방적 자산관리에 의한 수자원 시설 유지관리비용 20% 감소
(R&D목표4) 해외시장진출	**해외 시장 진출** - 2020년까지 연간 5천억원의 해외수주를 위한 산업 기반 구축(세계시장의 약 3%)

중점추진분야1	중점추진분야2	중점추진분야3
도심 자족수자원 확보/이용 효율화	하천 유역 수자원의 통합 정보 효율화	Water + ICT 플랫폼

2절. 기술개발에 따른 미래상

□ 현재의 수자원 기술의 한계 (AS-IS)

○ 현재 수자원 관리 시스템은 실시간 수자원 데이터가 부족하여 신뢰하기 어렵고 수재해 예보시스템이 없는 등 수자원 정보관련 인프라나 기반이 대단히 취약함

○ 수자원 관리 체계가 표준화되지 않고, 물소비량을 일방적 검침으로 통보하는 방식으로서, 물사용 효율화를 위한 노력을 기울이지 못하고 있음

□ 미래 수자원 관리시스템 (TO-BE Model)

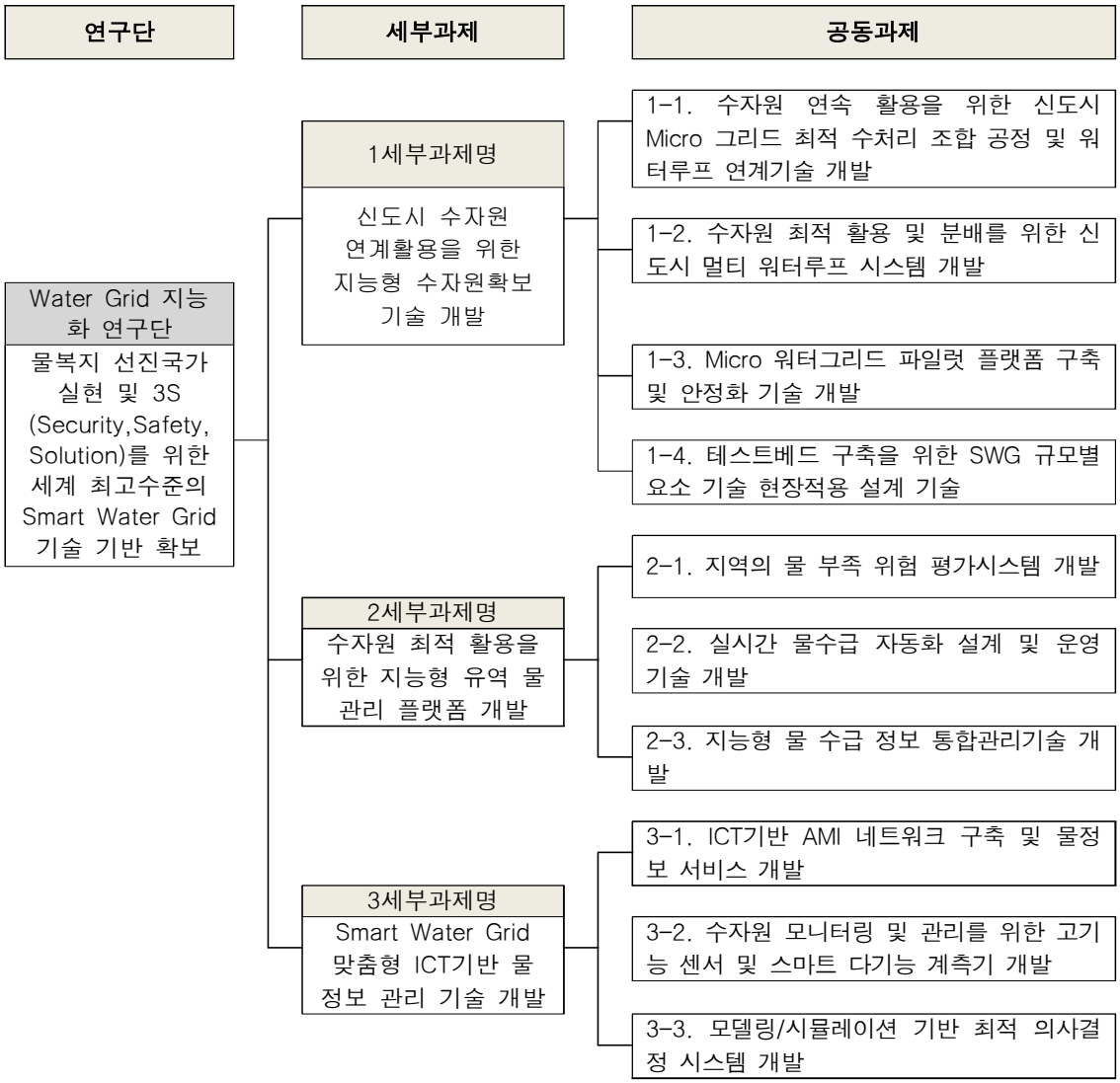
○ Water Grid 지능화 기술이 실현되는 미래 수자원 관리 시스템은 실시간 수자원 데이터 확보로 신뢰가 향상되면, 수자원의 이송 및 관리를 최적화하고 물소비량을 실시간으로 모니터링하여 수자원의 불균형을 해소하고 이에 따른 물분쟁을 사전에 예방할 수 있게 됨

○ 단순 물부족 대비뿐만 아니라 적재적소에서 필요한 물을 풍부하게 공급받으면서도 전체적인 물소비에 따른 에너지를 절감하고, 새로운 물산업 개척에 따라 일자리를 창출할 수 있게 됨



3절. 연구개발과제 구성

□ 연구개발과제 구성



4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

□ **연구과제**

○ **1세부과제: 신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발**

- 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합 공정 및 워터루프 연계기술 개발
- 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발
- Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발중수원의 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리체계 구축
- 테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소 기술 현장적용 설계 기술

○ **2세부과제: 수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물 관리 플랫폼 개발**

- 지역의 물 부족 위험 평가시스템 개발
- 실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발
- 지능형 물 수급 정보 통합관리기술 개발

○ **3세부과제: Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발**

- ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발
- 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발
- 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발

□ **연구기간: 4년**

□ **R&D 목표**

○ **수자원 확보 및 수자원 격차 해소 (Security)**

- 도시 수자원 자립율 30% 향상 (현재 서울의 수자원 자립율 5.9%)
- 지역 간 1인당 유효수자원 편차 30% 감소
- 0.5 kg CO_2/m^3급의 능동수자원 확보기술 실용화

○ 수질 및 물공급 그리드 안정성 확보 (Safety)

- 수자원 시스템의 전과정 모니터링 및 측정 데이터의 신뢰성 향상 (측정신뢰성 90% 이상)
- 도시용수 공급시스템 문제해결 시간 50% 단축 및 문제발생빈도 50% 감소

- 국가재난 대응 안정적 비상 물공급 체계 구축 (수자원 관리 강화를 통해 유용 수자원의 1% (3억 톤) 비상활용 체계 구축)

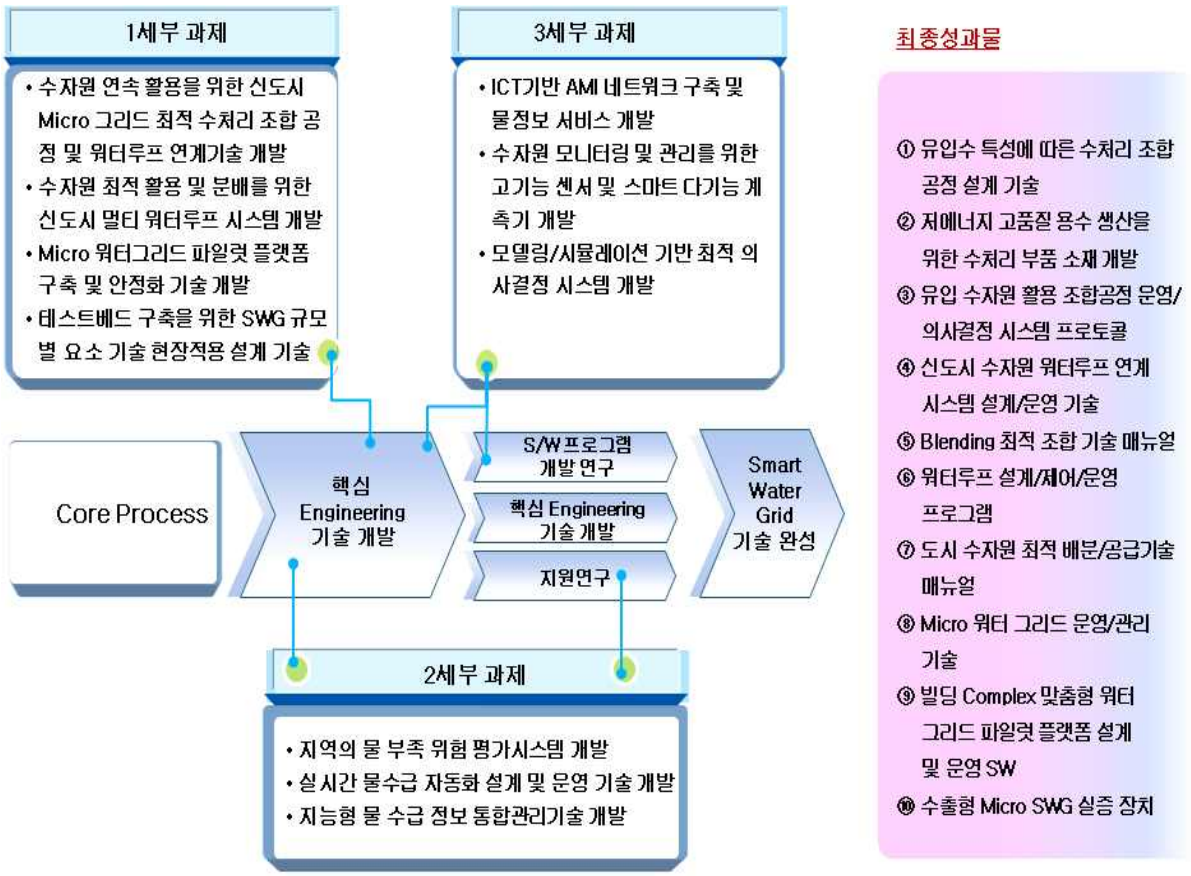
○ 저에너지 고효율 지능형 유지·관리 (Solution)

- 도시 수자원 시스템 운영에너지 10% 절감 및 수자원 유효이용효율 10% 증가
- 예방적 자산관리에 의한 수자원 시설 유지관리비용 20% 감소

○ 해외 시장 진출

- 2020년까지 연간 5천억 원의 해외수주를 위한 산업기반 구축 (세계시장의 약 3%)

□ 세부과제별 주요 내용 및 추진전략



5장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

□ 국가 전략적 중요성

○ 국가 물부족 문제 해결에 기여

○ 국토해양부 수자원관리정보시스템 구축에 기여

□ 상위 계획과의 부합성

○ 국토해양부 『수자원 장기종합계획』 R&D니즈와 부합

○ 범부처 물산업 육성 정책 수립 (2010.10.13) 세부 내용과 부합

□ 사업추진의지 및 관련 기관 협조 체계

○ 국토해양부의 적극적 추진 의지

○ K-Water 등 관련 기관의 기획 참여 등 적극적 협조 체제 구축

□ 사업추진의 시급성

○ 종료 수자원R&D 사업단 성과의 발전적 계승

○ IT기반 물산업의 글로벌 표준화 선점

2절. 기술적 타당성

□ 기술개발 계획의 우수성

○ 사업의 목표, 내용, 성과의 우수성

- 4회의 워크샵 등 철저한 수요 중심 기획을 통해 모든 세부과제에 대해 목표, 내용, 성과를 제시하고 RFP를 작성함
- 해외전문가들과 수자원관련 기관들이 본 사업의 기술적 우수성과 필요성을 인정하고 다수의 **공동연구를 제의해옴**

○ 기대되는 성과의 활용도와 활용계획

- 본 사업에 대해 다수의 물관련 기업과 IT기업들이 관심을 보이고 있어, 사업 참여 가능성이 높고 이들을 통해 향후 사업화가 추진될 것으로 전망함

□ 기술 수준 및 개발 성공 가능성

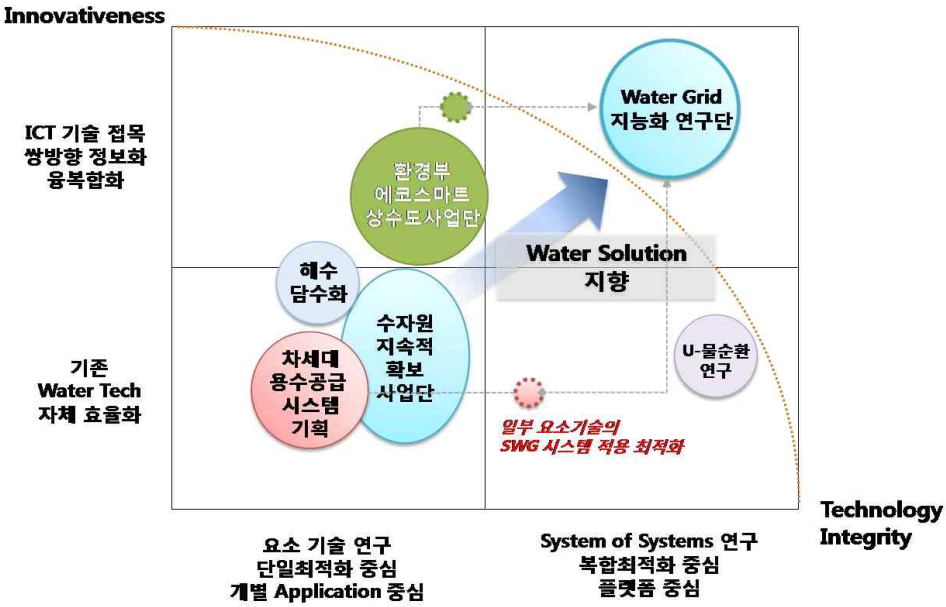
○ 글로벌 IT역량 보유

○ 지난 10년간의 수자원분야 연구 성과 축적으로 충분한 기반이 구축됨

○ 전 세계적으로도 초기 기술로서 집중적으로 투자할 경우 경쟁 우위가 가능

□ 기존 사업과의 중복성

○ 기존 사업의 요소를 활용하여 시스템을 구축하는 System of Systems형 사업으로 중복성 없음



3절. 경제적 타당성

□ 경제성

○ 주변 여건에 따른 시나리오에 따라 경제성을 나타내는 BC Ratio가 달라지나, 부정적 시나리오가 아닌 경우, BC Ratio는 1보다 커서 경제적 타당성이 있음

- Smart Water Grid의 O&M 시장 점유율, 세계시장 점유율, Water Gird 지능화 연구단의 국내 Smart Water Grid 기술 기여도 목표가 극히 낮을 경우 BC Ratio 결과가 부정적으로 나오므로 본 사업에서 높은 목표를 설정이 필요함

	매출액기준 현금 유입 예상액 현가	투자액 현가	BC Ratio
긍정적 시나리오	4,257억	937억	4.54
중립적 시나리오	1,619억	937억	1.73
부정적 시나리오	805억	937억	0.86

□ **경제사회적 파급효과**

○ 신 융복합산업 창출 효과

○ 국내 글로벌 물기업 육성의 토대 마련

○ 물복지 증대 및 사회적 비용 절감 효과

1장 기술의 정의 및 필요성

1절 기술의 정의

1. Smart Water Grid란

가. 개념

○ 기존 수자원 관리 시스템은 여러 문제점을 가지고 있음

- 누수 등이 빈번하여 물 손실이 크고 물 생산과 수송에 에너지가 과다하게 소모됨
- 물의 사용용도와 관계없이 수질이 균등함에 따라 물생산 및 처리 비용이 과다함
- 수자원의 지역적·시간적 불균형을 해소하기 어려움

○ 스마트 워터 그리드(Smart Water Grid)는 기존 수자원 관리 시스템의 한계를 극복하기 위해 첨단 정보통신 기술을 이용하는 고효율의 **차세대 물관리 인프라 시스템으로,** 빗물이나 재이용수, 해수 등 다양한 수원을 활용하고 물을 효율적으로 배분·관리·운송하여 수자원의 불균형을 해소함

- 첨단 센서 네트워크를 이용해 실시간으로 수자원망의 안정성을 모니터링하고, 수자원망에 깨끗한 물을 효율적으로 배분, 관리, 운송하는 **토털 물관리 시스템**임
- 정보통신기술(ICT: Information Communication Technology)과 수자원관리 시스템을 결합하여 실시간으로 정보를 교환할 수 있는 **양방향 수자원 정보 네트워크**임
- 물수요·공급량을 실시간으로 정확하게 관리하여 수자원의 지역적·시간적 불균형을 해소하는 **지능형 물관리 시스템**임

나. 물리적 구성 요소

○ Water platform

- 다양한 수원(water resource)를 water platform에 모아, water flow를 통합관리
- 댐, 강, 폐수처리수, 지하수, 해수담수 등 다양한 수원을 수자원 플랫폼에서 모아 관리함

○ Integrated ICT platform

- Data통합 관리 모듈

○ Micro-grid (or Meso-grid)

- 도심지 규모의 소권역의 워터루프로 연결된 수자원망

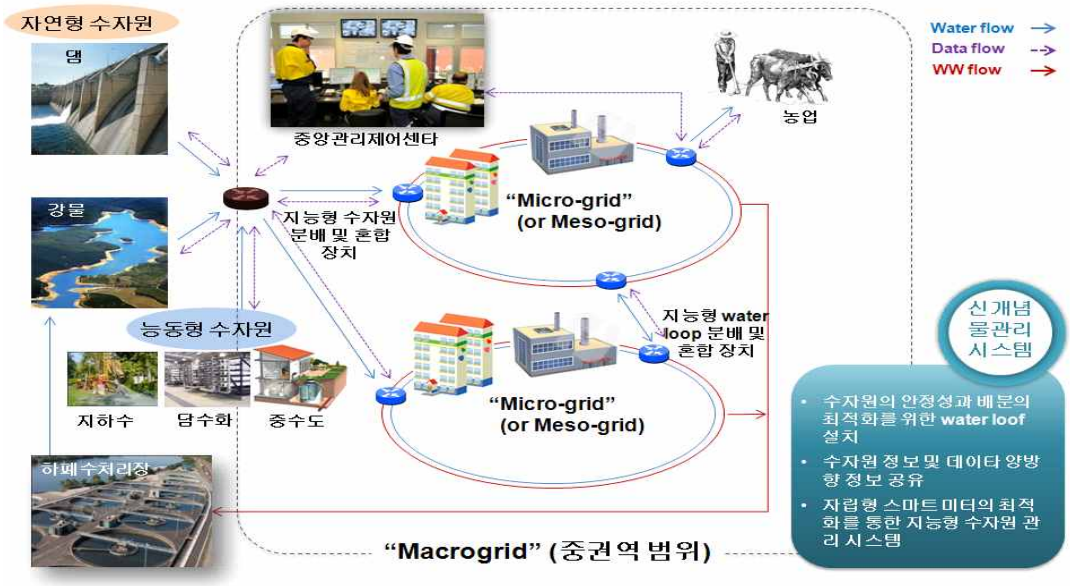
다. 핵심 기술

○ Water loop 구축

○ ICT기반 지능형 물 관리

○ 수자원과 수자원 정보의 양방향 제어

○ 센서네트워크를 통한 수자원정보의 지식네트워크 구축



[그림 1] Smart Water Grid 모형

2. 'Smart Water Grid 기술'의 정의

□ 'Smart Water Grid 기술'의 정의

○ 'Smart Water Grid 기술'은 첨단 정보통신 기술을 이용한 고효율의 물관리 인프라 구축 기술을 의미함

□ 'Smart Water Grid 기술'의 세부 범위

Water Cycle	범위 구분	내용
공급	수자원 범위	자연형(natural), 능동형(manufacturing)
분배/관리	지능화 범위	수자원의 지역적 불균형, 시간적 불균형을 해결하기 위한 실시간 물 정보 관리 기술 및 운영망 최적화 기술
수요	활용망 범위	신도시, 물부족 지역 등 수요자 맞춤형 서비스
설계	테스트베드	테스트베드 구축 및 운영

* Smart Water Grid에 대한 정의와 기술의 세부 범위 확정을 위해 2회의 워크샵 수행

2절 필요성

1. 기술개발 추진 배경

가. 수자원 환경의 급격한 변화

□ 지속적인 물수요 증가에 따른 안정적 물공급의 필요성 증대

○ MegaCity등장, 중국과 인도의 발전 등으로 물수요가 지속적으로 증가함에 따라 안정적 물공급이 절실

- 미래사회에도 물과 에너지 공급과 같은 기반시설은 여전히 중요할 것
  - 특히, 메가시티(인구 1천만 명 이상의 도시)와 같이 집중화된 지역에 거주하는 인구가 지속적으로 증가함에 따라 이들에게 안정적인 수자원을 공급하는 일이 더욱 중요해짐

※ 메가시티 개수 : 21개(2009년) → 29개 (2025년)

- 2010년까지는 정보통신 인프라가 전체 인프라 시장을 주도하지만, 2010년 이후에는 수자원 인프라가 Blue Gold 산업이라고도 불리면서 인프라 시장을 주도
  - 수자원 인프라 부문에서도 중국이 세계 최대 시장으로 부상하여 개도국 시장이 급증

구 분	전 세 계			개발도상국 (비 OECD 국가)		
	2000 ~2010	2010 ~2020	2020 ~2030	2000 ~2010	2010 ~2020	2020 ~2030
도 로	220	245	292	61	78	114
철 도	49	54	58	18	19	25
통 신	654	646	171	249	304	89
전 력	127	180	241	90	118	154
수자원	576	772	1,037	141	288	414
합 계	1,626	1,897	1,799	559	807	796

주: 도로, 철도는 토지보상비를 제외한 기본 공사비용 기준, 전력은 송배전망 인프라만 포함
수자원 부문은 개발도상국가(비OECD) 중 BRICs만 포함
자료: OECD (2006). "Infrastructure to 2030"의 데이터를 사용해 삼성경제연구소에서 산출

○ 우리나라도 기후변화에 따라 강우패턴이 변동함에 따라 수자원 부족이 우려되며 이에 따른 국가적 차원의 대책이 필요함

- 우리나라는 UN이 정한 물부족국가로 1인당 강수량이 세계평균의 10%에 불과하며 산업의 지속적인 발전을 위해 수자원을 안정적으로 공급해야 함

- 또한, 일부 지역에서는 물이 풍부한 지역과 부족한 지역의 격차가 발생하는 소위 "물격차(Water Divide)" 문제가 발생할 수 있으므로 이에 대비해야 함

□ 수자원 관리의 패러다임 변화: 물부족 해결을 위한 다차원적 접근

○ 기존에는 물부족을 해결하기 위한 수단으로 직접적으로 부족한 물을 확보하는 것에 중점을 둠

- 이에 따라 기존 수원 및 용수 관리, 대체수자원 확보, 양적 확보, 시설 확장 등에 치중함

○ 그러나 기존의 하드웨어 중심의 해결보다는 향후에는 물의 효율적인 분배에 집중함

- 확보된 용수의 효율적 분배, 수요맞춤형 용수 공급, 활용효율 및 에너지를 고려한 가동율 최적화 등에 집중

<표 2> 수자원관리 패러다임의 변화

구분	AS-IS	TO-BE
해결 수단	부족한 물 직접 확보	물의 효율적 분배
주요 방법	기존 수원 및 용수 관리 대체수자원 확보 양적 확보 시설 확장	확보된 용수의 효율적 분배 수요맞춤형 용수 공급 활용효율 및 에너지 고려 가동율 최적화

- 효율적인 분배를 위해서는 다양한 물 정보(water information)가 필요한데, 발전된 IT기술을 통해 이러한 물 정보 수집이 용이해짐
  - 물과 유사한 전력분야에 있어서도, 기존에는 다양한 전력원을 확보하는 기술위주로 발전하였다면, 향후에는 IT기술을 통해 전기 생산자와 소비자 간의 정보를 교환함으로써 전력의 효율적 사용을 도모하는 Smart Grid 기술이 활성화될 것으로 예상하고 있음
- 집중형에서 분산형으로 물공급/관리 체계 변화
  - 규모의 경제를 위한 hard path 방식의 개발에서 과다시설로 인한 손실을 최소화하는 soft path 방식의 개발로 전환 모색

나. 글로벌 물산업과 수자원기술 패러다임의 급격한 변화

□ 글로벌 물산업의 폭발적 성장과 물산업의 패러다임 변화

○ 물산업은 빠르게 성장하고 있으며, 패러다임이 변화하고 있음

- 물산업은 인구증가, 기후변화에 따른 물부족 심화, 수질오염 등으로 21세기를 선도할 Blue Gold 산업으로 부상
  - 연평균 6.5%씩 성장, 2025년에 8,650억달러(1,038조원) 시장 형성 전망 (GWI)

- 전기, 가스, 통신, 교통 등 다양한 지역공공서비스 분야와 접목하여 종합서비스산업으로 발전하는 추세

  ※ 베올리아(Veolia)는 수도공급회사로 시작하여 물처리, 운송, 에너지공급, 건설·부동산, 폐기물처리 등 복합기업으로 성장

○ 국내 물산업의 세계 시장 진출을 위한 획기적 물산업 아이템 필요

- 국내 물산업의 역량은 아직 취약한 편

- 세계적으로 초창기인 IT기반 물관련 산업분야에 진출할 경우, 막강한 국내 IT역량을 활용하여 시너지 효과를 창출할 수 있을 것으로 기대됨

□ 융합기술을 통한 물관리 기술의 혁신과 "Smart"化

○ NT, BT, IT를 융합한 혁신적인 물 관리 기술이 발달함에 따라 물산업구조 재편이 가속화됨

- NT기술을 이용한 분리막 기반의 수처리 기술 등이 분산형 수처리 시스템으로 진화를 가속화시킴

- IT기술과 접목된 전력기술이라 할 수 있는 스마트 그리드 기술처럼 IT가 접목된 물기술은 다양한 물산업에서 다양한 제품과 서비스를 창출하여 물산업구조를 크게 바꿀 것으로 예측됨

○ 똑똑한, 지능적이라는 의미를 가진 "Smart"가 SOC를 비롯한 모든 분야에 접목되면서 기존의 기술에 효율을 크게 높여주거나 새로운 문화를 창출하고 있음

- IBM은 Smart Water Management라는 개념으로 물 관리의 지능화를 주창하고 있음

- 삼성경제연구소는 "스마트SOC"라는 개념을 통해, IT기반의 SOC가 기존 SOC의 효율을 20% 이상 높여줄 것이라고 주장함

- 소비자의 욕구가 개인화, 맞춤화, 삶의 질 추구로 진화함에 따라 물, 전기, SOC등 모든 분야에서 스마트 시스템(Smart System)에 대한 수요는 지속적으로 늘어날 것으로 예측됨



[그림 2] 물 관리 Smart 시스템화

2. 기술개발 필요성

□ 글로벌 수준의 국내 IT 역량 활용

○ 세계적 수준의 IT 인프라와 역량을 적극적으로 타산업과 결합하여 활용해야 함

□ 축적된 수자원 기술 기반의 산업화

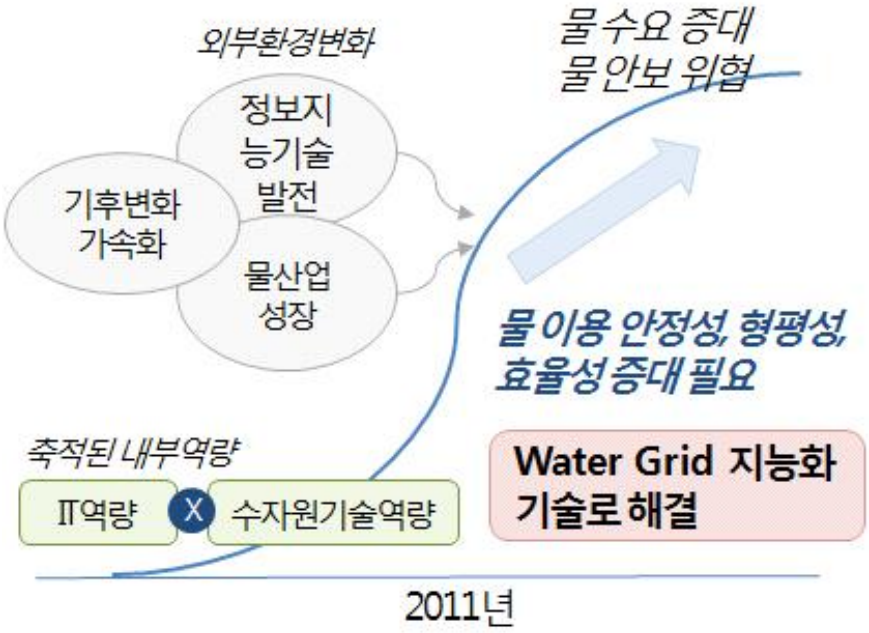
○ 수처리 선진화 사업, 수자원의 지속적 확보기술개발 사업 등에서 개발한 수자원 관리의 기본 요소기술들을 검증하고, 이를 Smart Water Grid 개념에 맞게 응용 발전시켜야 함

○ U-Eco City 사업 등에서 구축한 수자원 관련 지속가능한 미래형 첨단 친환경 녹색 기술을 지속적으로 발전시킴

□ 첨단녹색도시 수요 증가 대응 및 신성장 동력화

○ 도시화는 급격하게 진행되고 있으며, 향후 많은 도시는 첨단녹색도시를 지향하고 있으며, 이를 구축하는데 필수적인 인프라 기술이 바로 Smart Water Grid 기술임

○ 또한, 물산업은 향후 20년간 정보통신분야를 능가할 정도로 전 세계 시장규모가 폭발적으로 증가할 것으로 예상되고 있어, 반도체·정보통신·조선 등 우리나라가 기존 주력산업 외에 육성해야 하는 신성장 동력의 타깃 대상임



[그림 3] Water Grid 지능화 기술의 필요성

2장. 국내외 동향 및 환경분석

1절. 국내외 정책동향

1. 해외 정책 동향

가. 미국

□ Smart Water Grid Initiative 출범

○ 미국에서는 2009년 5월 민간기업으로 구성된 단체인 Water Innovations Alliance에서 “Smart Water Grid Initiative”를 출범하면서 본격적으로 스마트 워터 그리드의 개념이 도입되기 시작하였음

- 스마트 워터그리드는 현재 IBM에 주도하고 있으나 Siemens나 Suez 등 기존 물관련 기업의 관심도 높아지고 있음

○ IBM은“Smarter Planet”계획의 하나로서 스마트 워터그리드를 추진하고 있음

- IBM은 스마트 워터그리드 기술의 3대 특성을 기능화(Instrumented), 연계화(Interconnected), 지능화 (Intelligent)로 제시하고 있음

□ 스마트 워터 그리드의 추진 방향

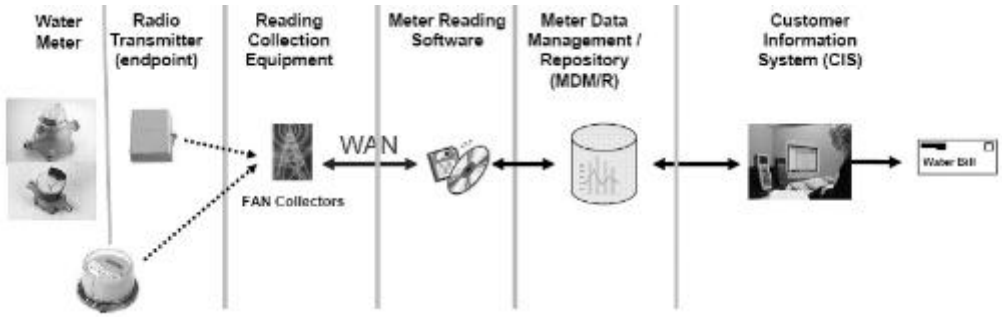
○ 미국에서의 스마트 워터 그리드는 크게 4가지 방향으로 진행되고 있음

- 지능형 검침인프라 (AMI: Advanced Metering Infrastructure)를 중심으로 한 상수도 관리 시스템 구축
- 스마트 전력그리드를 이용한 물 관리시설의 에너지 사용 최적화
- 수자원 및 수질관리를 위한 센서 네트워크 구축
- 국가 단위의 효율적 수자원 관리시스템 구축

□ 지능형 검침인프라 (AMI: Advanced Metering Infrastructure) 지속 구축

○ AMI는 일반적으로 다음과 같이 정의할 수 있음

- 물 사용량을 시간 단위로 수집할 수 있고
- Fixed Network로 수집된 데이터를 주어진 시간 간격에 전송할 수 있으며
- 연속적인 흐름이나 역류 등의 추가적인 정보를 수집할 수 있으며
- 암호화된 통신규약을 통해서 데이터를 전송할 수 있는 수도계량기 및 통신모듈



주요특징

- 라디오트랜스미터
  -시간당 데이터 리딩
- 고정 데이터 수집기
  -WAN을 통한 데이터 전송
- 데이터 저장
  -데이터 저장 및 분석

[그림 4] AMI 시스템의 사례

○ AMI를 이용하면 사용량에 대한 정보를 실시간으로 얻을 수 있으므로, 수도사업자는 수도요금산정을 쉽게 할 수 있고 누수를 탐지할 수 있으며, 사용자는 물 사용량을 절감할 수 있음

○ 미국의 AMI 도입은 빠르게 진행되고 있음

- AMI의 도입은 연간 17.5%의 증가속도를 보이고 있음
- 2012년에는 연간 800만대의 AMI 시스템이 도입될 것으로 전망되며, 총 도입수는 5000만대가 될 것으로 전망됨

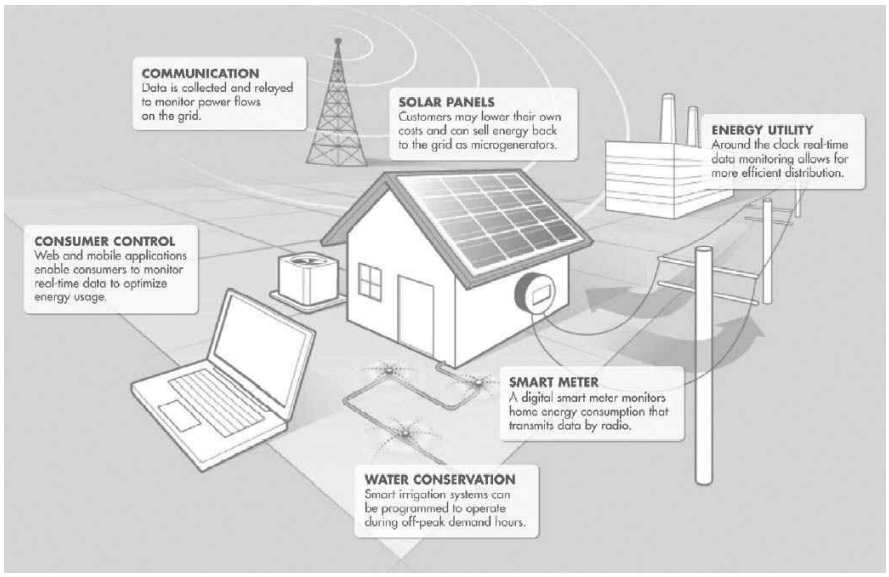
○ 미국의 경우 AMI를 이용하여 연간 1.3조 갤런의 물을 절약할 수 있는 것으로 보고되고 있음

- 미국의 물 관리시설의 평균 전력사용량을 0.4 kWh/㎥으로 가정하면 물 절약을 통해서 연간 200만 MWh의 전력을 절감할 수 있는 것으로 계산됨
- 또한 연간 1400만 톤의 온실가스 배출을 저감할 수 있음

□ the Pecan Street Project(Texas, USA)

○ Pecan Street는 텍사스 주에 위치하고 있으며 스마트 전력그리드의 실증단지에 스마트 워터그리드의 기술이 같이 포함되어 적용될 예정

- 2009년에 로드맵을 작성하고 2010년부터 향후 5년간 연구 예정
- AMI와 하수 재이용 기술 및 조경을 위한 지능형관개(Smart Irrigation) 기술 적용



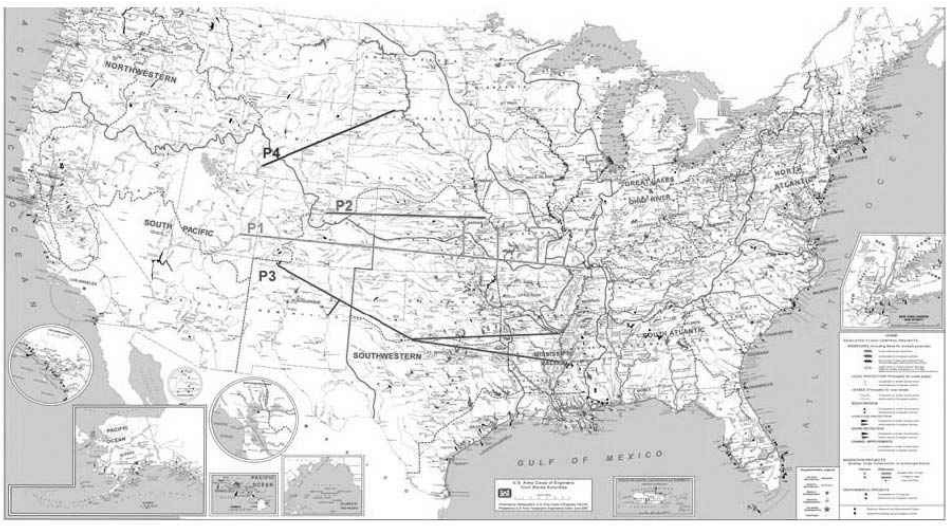
[그림 5] Pecan Street의 스마트 전력그리드 및 스마트 워터그리드

□ National Smart Water Grid^{TM}: 광역 수자원의 지능적 관리

○ Lawrence Livermore National Laboratory에서는 2009년 7월 National Smart Water Grid^{TM}에 대한 보고서를 발간

○ 중부지역의 하천으로부터 콜로라도 강과 서부지역으로 물을 이송하는 새로운 형태의 수자원 관리방안 제시

- 미시시피강과 아칸스강, 미주리 강은 홍수로 인한 피해가 발생하는데 반하여 콜로라도 강과 서부지역은 수자원 부족의 문제를 겪고 있음
- 홍수방지와 가뭄해소를 위하여 관로를 통한 국가차원의 수자원 이송계획을 수립
- 비용편익 분석결과 순이익이 330억불 이상 발생하는 것으로 추정됨



[그림 6] National Smart Water Grid^{TM} 계획

□ **Water Energy Nexus: Sempa Power, USA**

○ Smart Water Grid (SWG)와 Smart Electricity Grid (SEG)의 연계를 통한 시너지 효과 창출

□ **기타 추진 내용**

○ 또한 스마트 전력그리드의 제어 네트워크(Regulation Network)기술을 이용하여 물 관리 시설의 전력사용을 최적화하는 시도가 진행되고 있음

○ 물 관리 분야의 센서 네트워크 구축은 기존에도 진행되고 있던 분야이나 스마트 워터 그리드의 개념이 도입되면서, 상하수도 시설과 연계된 통합관리의 한 요소로서 인식되고 있음

○ 스마트 워터 그리드는 국가 전체의 수자원 관리도구로서 활용될 수 있으며, National Smart Water Grid^{TM} 계획에서는 중부지역에서 홍수기에 남는 수자원을 모아서 물이 부족한 서부지역으로 이송하여 활용하는 대형 사업을 제안하고 있음

나. 호주

□ **기본 추진 현황**

○ 호주는 물 부족의 문제를 해결하기 위하여 워터 그리드의 개념을 최초로 도입함

- 워터 그리드는 물이 남는 지역과 물이 부족한 지역을 연결하기 위한 시스템임
- 워터 그리드를 통해 다양한 종류의 수자원을 다수의 시설로부터 확보할 수 있음

○ 아직까지 AMI의 적용이나 스마트 전력그리드와의 통합은 활발하게 진행되지 않음

□ **호주 SEQ Water Grid Project**

○ 호주의 Brisbane 지역은 2004년과 2007년 사이에 극심한 가뭄을 겪었으며, 이로 인하여 수자원 관리체계의 재편이 요구되었음

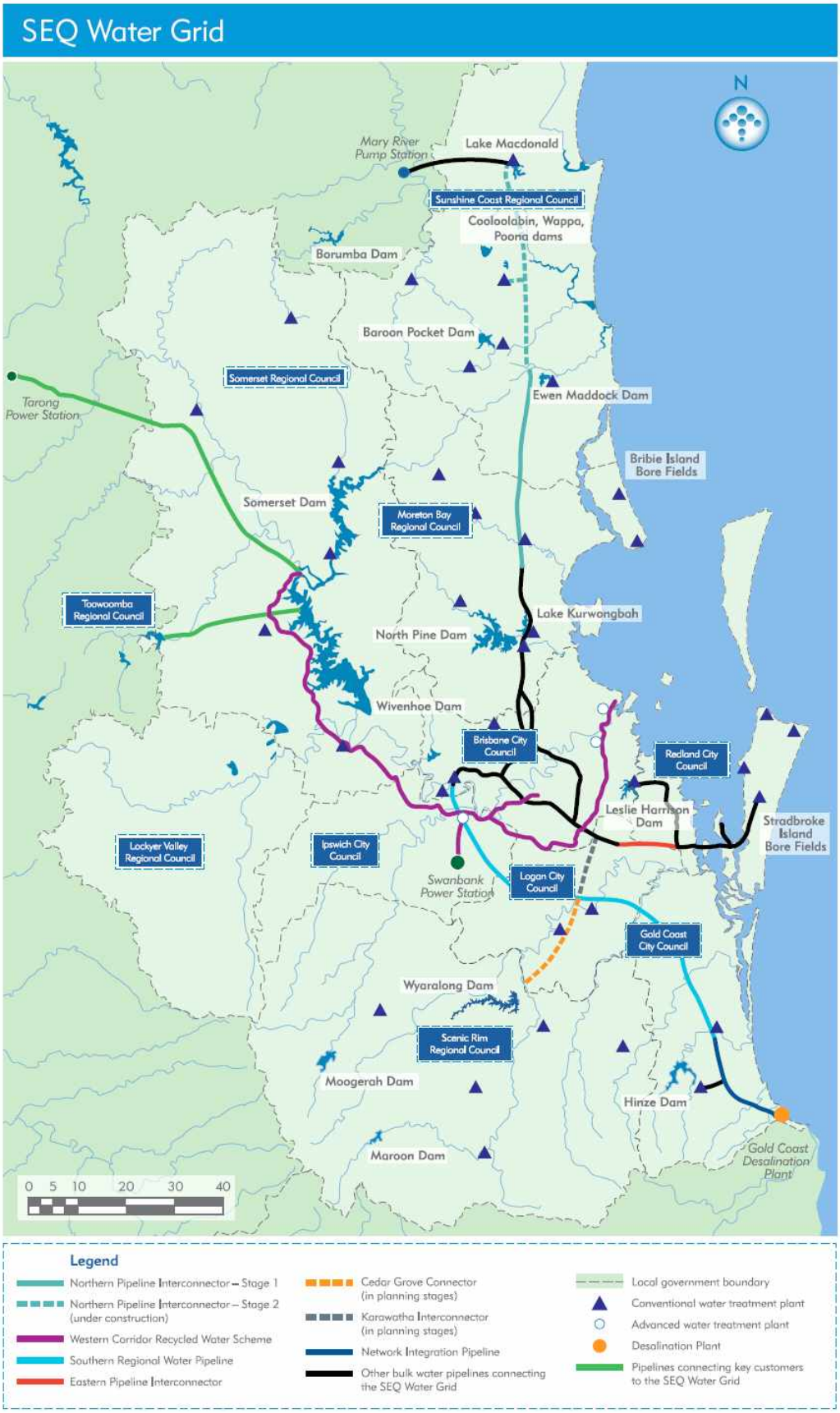
○ 장기적인 수자원 확보계획으로서 SEQ Water Grid가 계획되었으며 2008년부터 운영됨

- SEQ Water Grid는 물을 풍부한 지역에서 부족한 지역으로 이동시키는 파이프라인 네트워크로 535KM의 수자원망을 기본 구성요소로 하며 총 사업예산은 90억 달러에 달함
- 지역 내 주요 물 공급원들과 수처리 플랜트 및 대용량 물 운반 네트워크를 연결하며 Seqwater, WaterSecure, LinkWater, SEQ Water Grid Manager 등 여러 기관이 역할을 분담하고 있음

○ 최소 비용으로 지역 내 물격차(water divide)문제를 해결하여 물안보(water security)를 달성하고자 함



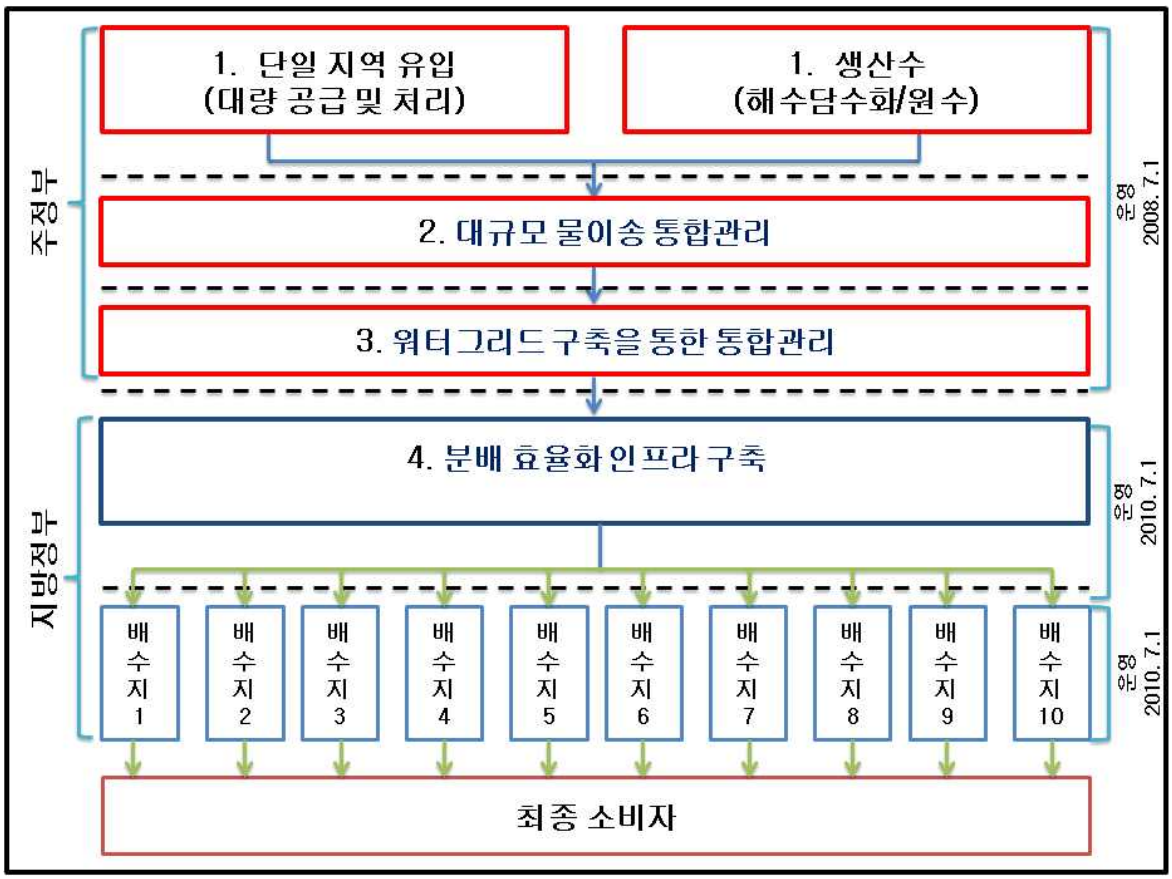
[그림 7] SEQ Water Grid 개념도



[그림 8] 호주 SEQ Water Grid

○ 새로 제안된 SEQ의 구조적 모델은 5개의 공급사슬로 구성됨

공급사슬	내용
1. 원수와 생산수를 포함한 상수원수 통합 관리	기존의 댐, 주요 저장소 및 물 재이용과 제염의 대량 수자원공급과 관리
2. 대규모 물이송 통합관리	대량공급의 지역적 전달
3. 워터그리드 구축을 통한 통합관리	- 최소한의 비용으로 고객만족, 공급 안전성 유지, 망 운영 관리 - 기반시설 자산을 가지지 않고 중계 역할
4. 분배효율화 인프라 구축	작은 단위의 파이프라인과 그물조직망, 관련 저장소와 펌프장을 소유하고 운영
5. 배수지 통합관리를 통한 판매 효율화	최종 end-user에의 접근



[그림 9] 새로 제안된 SEQ의 구조적 모델

다. EU

□ 기본 추진 현황

○ 유럽은 미국에 비해서 AMI의 도입이 다소 늦게 시작되었으나 최근에는 빠르게 도입되고 있음

- 영국의 경우 에너지나 물 관리 분야 모두 AMI의 도입이 늦은 편이었으나, 최근에는 2020년까지 각 가정에 스마트 미터를 도입하는 것을 목표로 하는 계획을 발표
- 프랑스와 스페인, 네덜란드 등에 총 1100만개의 스마트 미터가 도입될 것으로 전망됨
- 네덜란드의 경우 스마트 미터에 대한 표준 제정

  ※ NTA8027: water; NTA8130:electricity
- 독일의 Erding시에서는 GE사와 함께 에너지 및 물에 대한 AMI 구축을 시작함

○ 유럽의 민간 기업에서도 스마트 워터그리드에 대한 관심이 높아지고 있음

- IBM은 유럽에서도 스마트 워터그리드와 관련된 사업을 추진 중
- Veolia와 Suez 등의 기업에서도 스마트 워터그리드에 대한 높은 관심을 나타냄
- 독일의 Siemens사는 최근 스마트 워터그리드에 대한 로드맵을 제시함

□ EU의 물관련 R&D

○ EU의 물관련 기술연구는 대부분 FP(Framework Programme)에서 수행되며, 현재 FP7('07~'13)이 진행되고 있음

- FP7의 물을 포함한 국토 해양 관련 기술개발사업은 ① climate, biosphere, ecosystems, human activities 지식 증진 ② 환경과 자원이 지속 가능한 발전을 위한 신기술 개발이 목표

○ Environmental Technology Action Plan(ETAP)을 제정

- 유럽에서 환경기술을 활용하여 eco-innovation을 달성하고 환경보전과 경쟁력 향상을 동시에 추구하여 성장과 일자리를 창출
- Technology Platform의 주요 주제로 환경기술 및 수처리 기술을 선정하고 이해관계자에 깨끗하고 안전하며 지속가능한 수자원을 공급할 수 있도록 혁신적인 기술을 개발하고자 함
- 주요 분야로는
  - Water saving techniques, prevention and reuse approaches, clean processes,
  - end-of-pipe treatments, system design, IT-tools for management,

· monitoring and control systems, flood forecasting techniques,

· ecological engineering, appropriate technologies, desalination

○ SWITCH (Sustainable Water Management Improve Tomorrows Cities' Health)

- EU가 중심이 되어 향후 30~50년 후 미래도시의 물 관리를 위해 '물이용/재이용, 하천유역 친환경적 물 관리' 기술개발을 위해 5년간 2천5백만 유로가 투입되고 12개국(32개 기관)이 참여하는 대형 프로젝트

라. 영국

□ 향후 집중할 수처리 관련 5대 기술에 수자원 정보화 제시

○ 영국 총리의 과학기술정책을 보좌하는 과학기술협회(Council for Science and Technology)는 'Improving innovation in the water industry : 21st century challenges and opportunities'에서 향후 집중할 수처리 관련 5대 기술을 제시

- 유해물질 제거 (Investment in the removal of priority hazardous substances)
- 수처리 인프라 운영관리 효율화 (Infrastructure maintenance and management)
- 수처리의 에너지사용 효율화 (Energy use, particular for treating waste water)
- 물사용의 효율성과 측정 (Water efficiency and metering)
- 자원사용을 최소화하거나 재사용할 수 있는 수처리 기술 (Sustainable water and wastewater treatment to minimize or recover use of resources)

마. 기타 국가

□ 이스라엘

○ 이스라엘은 물 관리 기반시설 감시 시스템 및 소프트웨어 전문업체인 TaKaDu사를 중심으로 스마트 워터 그리드 사업 추진

○ 기존 세선의 데이터와 기상자료, 음향자료, GIS자료 등을 활용하여 스마트 워터 그리드를 구현하는 기술과 향후 발생할 문제를 사전에 예측하여 예방할 수 있는 기술을 개발

○ IBM과 Thames Water 등의 회사와 협력하여 해외사업에 진출

□ 네덜란드 Smart 제방관리시스템

○ 네덜란드 서북쪽의 소도시 렐리스타트에 위치한 교통·공공·물관리부(RWS) 국가물관리센터에서 홍수 위험을 총괄 관리

- 국토의 4분의 1이 해수면 아래에 있어 상시적으로 홍수 위험에 노출되어 있으며 최근에는 기후변화로 기상이변이 잦아지면서 홍수 위험을 예측하기가 어려워짐

○ 2008년부터 RWS와 IBM, 델타레스 등 9개 기관과 기업이 참여하는 '홍수 통제 프로그램(Flood Control 2015)'을 준비

- RWS는 먼저 정교한 센서를 제방에 설치하고, 이를 네트워크화해서 강과 운하, 댐, 저수지 등 총 2200km에 이르는 물길의 흐름을 측정함

○ 홍수 통제 프로그램 2012년 본격 가동

- 시험 가동 결과 홍수 예측 정확도가 2배로 높아졌고, 정보 처리 속도도 2배로 빨라짐

- 엄청난 양의 데이터를 분석해야 하기 때문에 슈퍼컴퓨터가 필요하며 IBM의 정보기술과 네덜란드의 물 관리 노하우가 접목되었음



[그림 10] 네덜란드의 스마트 제방 프로젝트

□ 싱가포르 NEWater

○ 선진화된 멤브레인 기술 (전처리공정-초미세 여과-역삼투압-자외선 살균으로 구성)을 이용, 하·폐수 재이용을 통해 식수 및 공업용수를 공급하여 성공적인 수자원 자립 기반 확립

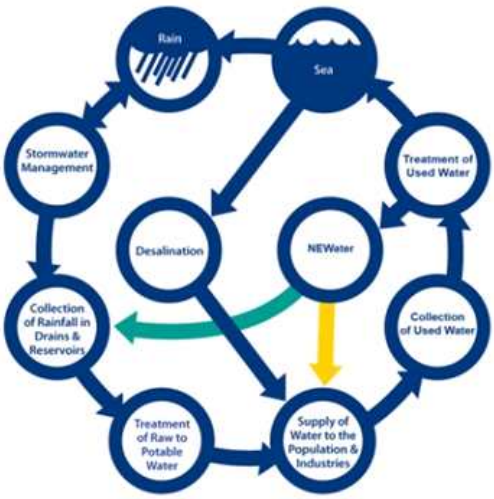
○ 현재 4개 공장에서 하루 2억 900만 리터 생산 (전체 물 수요의 15% 담당), NEWater 처리수는 산업용수, 조경수 등으로 100% 재이용

○ 2004년 국가사업으로 수처리 기술 연구개발 R&D센터를 설립, 세계적인 연구소, 대학, 기업들과 협력 강화 및 유치활동 전개 등으로 국제적인 물 산업 허브 육성 추진

○ 2007년부터 5년간 수처리 기술의 연구개발에 3.3억 달러(싱) 투자, 미국 Marmon

Water (미국 상하수도 기업)는 싱가포르 R&D센터에 5천만 달러(싱) 투자, 싱가포르 기업 Hyflux는 R&D센터 준공에 수백만 달러(싱) 투자하는 등 싱가포르 정부는 다양한 연구기관 및 기업들과 전략적인 제휴를 통하여 2003년 5억 달러(싱) (GDP의 5%)였던 물 산업을 육성해 2015년 17억 달러(싱) (GDP의 0.6%)의 부가가치와 1만1천개의 일자리 창출을 목표





[그림 11] 싱가포르 NEWater 개념도

□ 기타

○ 이 외에도 많은 나라들이 수자원 관리 선진화를 위해 많은 예산을 쏟아 붓고 있음

<표 3> 각국의 수자원관리 선진화 정책

국가 및 사업(정책)	연구 정책 및 목표
UNESCAP Water Insecurity Index	아태지역의 물 안보 현황 분석 및 파악
네덜란드 Room for the River	홍수에 따른 인명 및 재산피해 완화
영국 Resilient Infrastructure	미래 불확실성에 대비한 시설물 관리
일본 기후변화 적응 및 완화 전략	기후변화에 따른 물 관련 재해에 적응하는 사회 구축
미국 Water Security Initiative	음용수 및 하수처리시설 등 물 안보 증진
미국 캘리포니아 Water Plan Update 2009	통합 물 관리를 통한 물 문제 해결

2. 국내 정책 동향

가. 정부의 움직임

□ 범부처 물산업 육성 정책 수립

○ 범부처 물산업 육성 정책 내용 (2010.10.13)

원천기술 개발을 통한 경쟁력 강화	블루골드시장 주도 원천기술 개발 신기술 상용화 촉진 : 실증공간 확보
토털솔루션 역량 확보를 통한 전문 물기업 육성	지방상수도 및 하수도 통합화 · 광역화 민간기업 참여 확대를 통한 물전문 기업 육성
먹는 샘물, 물 재이용 등 연관 산업 육성	먹는 샘물 산업 발전 기반 조성 친환경 대체용수산업 육성 상하수도 기자재 산업 경쟁력 강화
해외진출 활성화	지역별 맞춤형 추진전략 수립 해외진출 기반 구축 민관 및 정부간 협력 체계구축

- (시사점) 범부처적으로 Water Grid 기술 등 블루골드 시장을 주도할 수 있는 원천기술을 확보하고자 함
- 또한, 적극적으로 상용화할 수 있도록 실증공간을 확보하고 적극 지원하고자 하며 이를 통해 해외진출의 기반을 조성함
- 물산업 육성을 위해 향후 정부와 민간의 적극적인 협력이 기대됨

□ 신성장 동력 기술전략지도 작성

○ 신성장동력 기술전략지도 작성 (2009.07)

- 62개 스타브랜드를 중심으로 2010년부터 5년간 17개 신성장동력에 24.5조원 재정투입하는 내용으로 세부추진계획, 기술전략지도 등 종합 추진계획 확정
- 고도 물처리산업은 신성장동력으로 선택되었으며 스마트상수도, 친경대체용수, 지속가능 물환경기술이 고도 물처리산업분야의 스타브랜드로 선정

스타브랜드	주요 내용
스마트상수도 개발	막을 이용한 정수처리방식을 도입하여 고품질의 깨끗한 물을 생산하고 각 가정까지 안전하게 공급할 수 있는 지능형 물 생산 및 공급시스템
친환경 대체용수 개발	고도처리를 통해 수질이 양호한 하수처리수를 대체 수자원으로 개발하거나 해수담수화를 통해 산업전반에 필요한 각종 용수를 안정적으로 공급
지속가능 물환경	물부족을 효율적이고 경제적으로 해소하고, 지속가능 물 및 수생태 관리를 통해 쾌적하고 안전한 21세기 물환경 구축



[고도 물처리 산업의 범위]

[그림 12] 신성장동력 고도물처리산업의 범위

[참고] 국토부의 수자원 정책 방향

○ 신규 개발지역 또는 산간·해안지역 등 물부족 지역에 효율적인 수자원 확보 및 공급대책 추진

- 물공급의 안정성이 취약한 지역에 해수담수화, 농업용댐 재개발 등 적합한 용수공급 추진

- 도시와 농·어촌간 물 공급의 형평성 제고

○ 도시화 및 집중호우에 따른 극심한 홍수피해를 사전에 대비할 수 있는 유역단위의 종합적인 치수대책 추진

- 유역 차원에서의 홍수량 저류 또는 보류기능 강화

○ 하천생태기능의 회복, 친수공간의 확대 등 자연친화적 하천환경정비 및 환경용수 확보 추진

- 하천환경 기초자료 확보 및 평가를 통한 체계적 사업 추진

○ 수자원 정보·기술의 선진화와 수자원관리제도 개선 및 유관기관과의 파트너십 구축 추진

- 이수, 치수, 하천환경 분야 등에서 전반적인 기술 수준 향상 추진

○ 지구온난화 등 기후변화로 인한 수자원정책의 문제점 분석 및 기후변화에 대응한 수자원정책 추진

- 지속적이고 안정적인 수자원 공급 체계 구축

나. 지자체의 움직임

□ 서울시 녹색성장계획

○ 서울시는 녹색성장계획에 도시 내 물부족에 대한 적응대책 마련

○ 도시개발사업 시 물재이용 20%이상의 물수요관리계획 의무화

- 상수도의존율을 94.3%에서 '30년까지 80%로 낮춤

- 빗물 및 중수도 등의 물이용 시설 설치 의무화 확대 및 용도 다양화

○ 물순환형 도시용수 공급체계 구축 사업 단계적 추진

- 고도처리수의 시가지 공급 관거 부설 및 도시용수 이용계획 마련

- 도시개발단지의 용수로 물재생센터의 고도처리수 이용하도록 유도

○ 빗물 이용 활성화

- 가정용, 사무실용, 공공시설용 빗물이용 설치기준 및 이용 모델 마련

□ 새만금 산업단지 Smart Water Complex 계획 (전라북도)

○ 전라북도는 새만금을 세계적인 물산업 비즈니스 선도 기업 육성의 교두보로 삼고자 함

- 국제 물산업을 선도하는 물산업 인프라 운영 비즈니스 모델 개발하고 이를 통해 IT기반 물산업기지를 구축하여 미래사회 모델을 구현하고자 함



[그림 13] 새만금 Smart Water Complex 구상

다. 추진 R&D 현황

□ U-물순환 기술 (국토해양부 U-Eco City 사업단 과제)

○ 스마트 워터 그리드의 개념이 제시되기 전에 시작된 과제이나, 첨단도시 건설을 위한 새로운 물 관리 기법을 제안한 점에서 관련성이 높음

- 도시의 U-네트워크와 생태계를 연결한 새로운 개념인 U-물순환 기술의 개발을 목표로 함
- 도시의 자연계 물순환과 인공계 물순환 (상하수도 시스템), 하천 수질관리와 분산형 시스템 등에 대하여 연구



[그림 14] U-물순환의 개념도

출처: 충북테크노파크 정책기획단, 스마트 워터그리드와 충북산업 연계방안, 2010

□ 물 관리와 정보통신 기술의 접목

○ 물 관리 기술과 정보통신 기술을 접목하여 스마트 워터그리드의 일부 개념을 구현한 사례는 울산 태화강과 화성 동탄 신도시 등이 있음

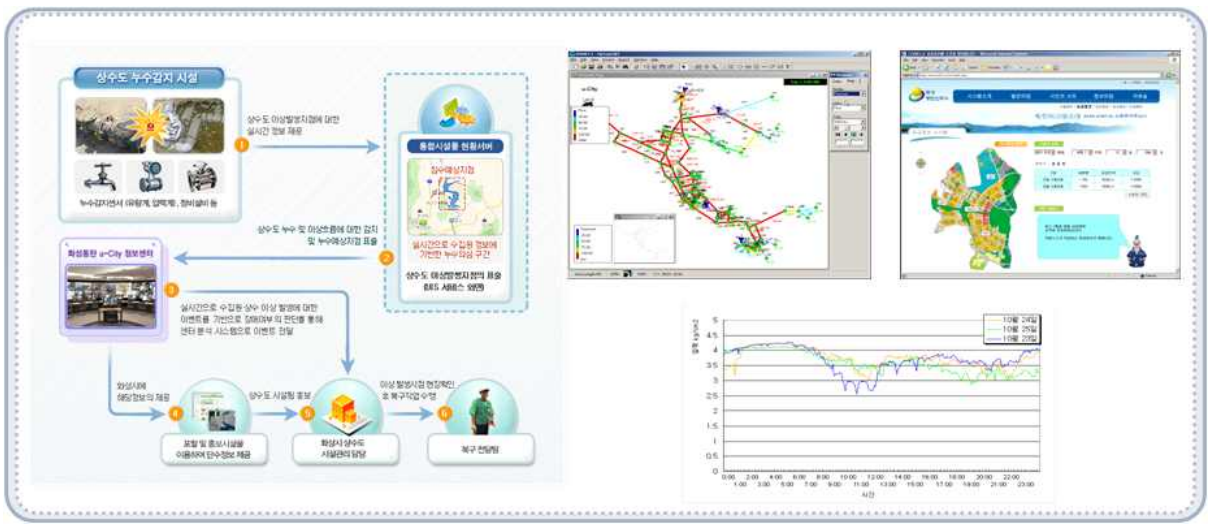
- 울산 태화강: USN 기술을 활용한 실시간 대기/수질/수위 모니터링, 태화교 등 노후화된 교량의 교량 안전 및 도로노면 관리, 잦은 홍수 대비 USN을 활용한 하천의 유속 및 유량관리 등 (2007~2012)

- 화성 동탄 신도시: 생활의 안전과 편리라는 컨셉을 가지고 공공지역방범, 실시간 신호제어, 교통정보제공, 동탄포탈, 상수도누수관리 서비스 구축진행 (~2011)



[그림 15] 울산 태화강 사례

처: 충북테크노파크 정책기획단, 스마트 워터그리드와 충북산업 연계방안, 2010



[그림 16] 화성동탄신도시 사례

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 시장 환경

가. 글로벌 시장

□ 지속적으로 증가하는 글로벌 물 시장

○ 세계 물 시장의 규모는 2010년 약 4,828억 달러(579조원)으로 추정(상수, 하수, 공업용수, 재이용수, 해수담수화 분야)되고 있으며, 2025년에는 8,650억 달러(1,038조원)까지 성장할 것으로 전망됨

- 도시화된 선진국은 물자원 재이용시스템 시장 중심으로, 도시화 진행 중인 개발도상국에서는 물자원 공급 중심으로 물산업이 성장하는 추세

○ 상하수 분야 시장규모가 가장 크며(74%), 규모는 작지만 재이용수 분야가 향후 급속히 성장할 것으로 예상됨(21배)

단위: 100억달러

구분	소재·부품공급, 설계·건설·컨설팅	운영·관리 서비스	합계
상수	6.6→19.0	10.6→19.8	17.2→28.8
하수	7.5→21.1	7.8→14.4	15.3→35.5
공업용수	2.2→5.3	0.2→0.4	2.4→5.7
재이용수	0.1→2.1	-	0.1→2.1
해수담수화	0.5→1.0	0.7→3.4	1.2→4.4
합계	**16.9→48.5**	**19.3→38.0**	**36.2→86.5**

주: 1) 2007년 시장규모 → 2025년 시장규모
자료: GWI(2008), 한국무역협회(2010)

- (상하수도) 선진국의 관망노후화 교체와 개도국의 상하수도 인프라 구축을 위한 대규모 투자가 예상됨

  ※ 미국 500조원, 영국 128조원, 이탈리아 60조원, BRICs국가 8,375조원('11'~'30)

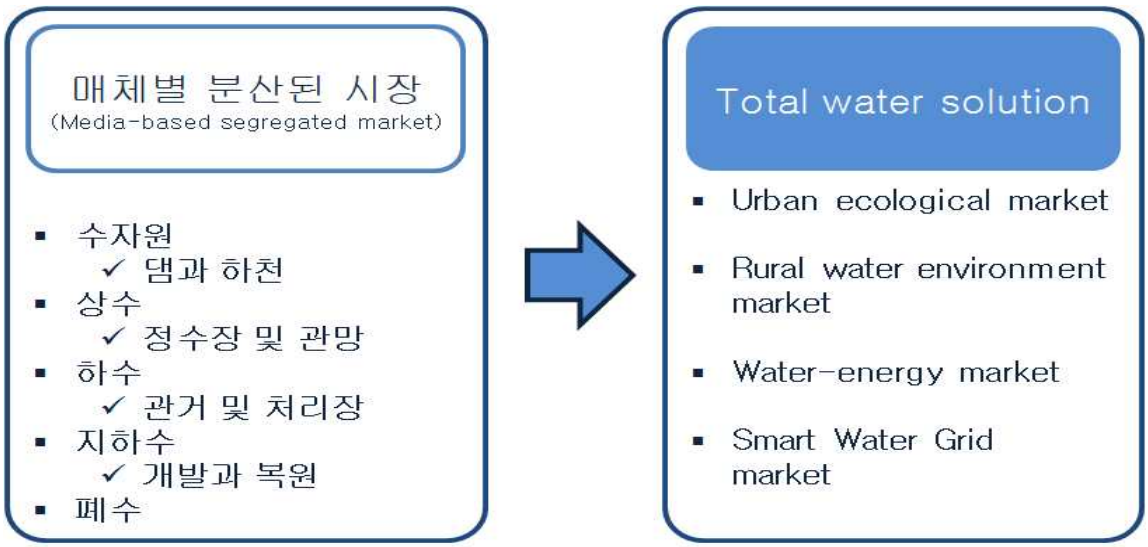
- (물재이용) 도시화의 진전, 인구 밀집형 메가 시티의 부상으로 물 재이용 시장이 빠르게 성장할 것으로 전망됨

  ※ 세계 10대 메가시티에 1.8억 명 거주, 물재이용 투자는 연간 17%씩 증가할 전망(GWI, '08)

□ **Water Industry 현황과 변화 방향**

○ 매체별 분산된 시장에서 Total Water Solution 시장으로

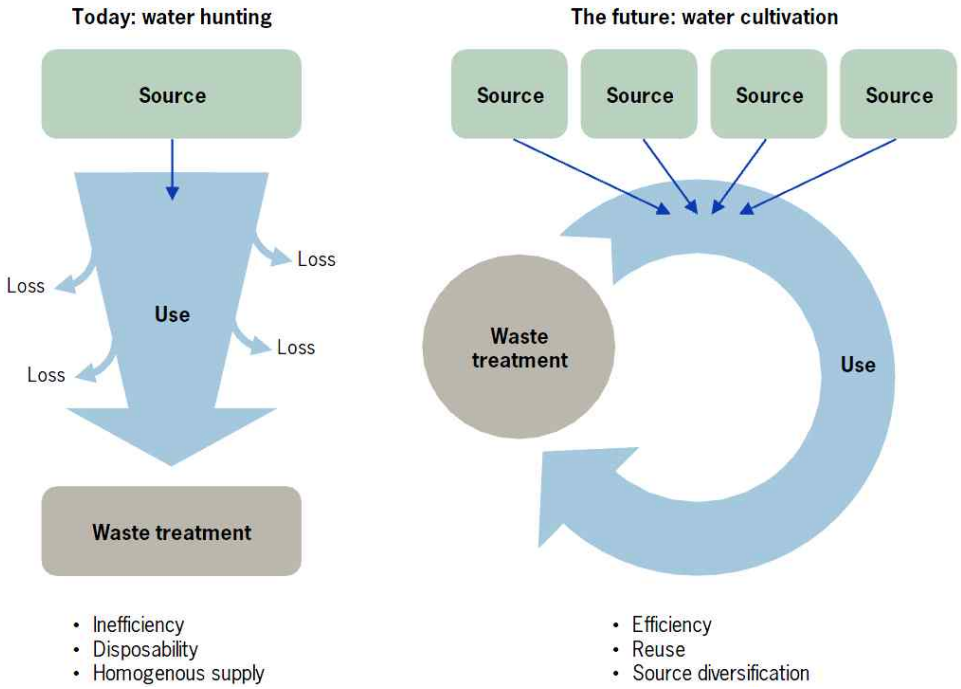
- 기존의 시장은 수자원, 상수, 하수, 지하수, 폐수 등으로 물의 매체별로 나누어진 시장이었으나, 향후에는 물 수요군(도시, 농촌, 지역 등)을 중심으로 종합적인 물 관련 종합 솔루션을 제공하는 형태로 변화



[그림 17] 물산업의 Total Solution화

○ Water Hunting에서 Water Cultivation으로

- 현재의 물 시스템은 효율이 낮고 재활용이 어려워 지속가능하기 어려우며 수자원이 고갈될 경우 물가격이 올라가는 구조
- 이런 문제를 해결하고 안정적으로 수자원을 공급하기 위해서는 공급중심인 물공급을 재이용중심의 물경작(water cultivation) 개념으로 전환해야 함
- 물경작의 핵심은 물생산의 효율을 강화하고 재이용하는 것임
  - 효율성 강화 (efficiency) : 물 단위당 경제적 생산/산물을 최대화함
  - 재이용(reuse) : 물을 지속가능한 자원으로 전환
  - 다양화(source diversification) : 낮은 라이프사이클 비용으로 수자원을 다양화
- 기존의 하폐수·폐기물 처리 및 관리 정책이 재순환율과 환경친화성을 높이는 전과정(Life Cycle) 포함 통합관리체계로 전환되는 추세



[그림 18] 물소비와 물경작의 비교

○ 물산업의 Smart화 가속화

- 글로벌 금융위기 이후 미국, 유럽 등 선진국이 경기부양책에 스마트 SOC 사업을 대거 포함시키면서 이에 대한 관심이 높아짐

  · 스마트SOC는 교통, 전력, 교육, 의료, 환경 등의 분야에서 정보를 디지털화하고 상호 연결하여 실시간으로 분석·예측해서 최적으로 대응하는 인프라

- 스마트 SOC는 사회 인프라의 생산성을 비약적으로 제고할 수 있을 뿐 아니라, 양질의 고용창출 등 단기적 경기부양과 장기적 성장잠재력 확충을 동시에 달성할 수 있는 '현명한 투자'의 대상으로 각광받음

- 특히 고도 IT기술에 기반한 '스마트SOC'는 하나의 트렌드로 자리 잡고 있으며 선진국들도 집중적으로 투자하는 분야임

	기존 SOC 접근방식	스마트 SOC 접근방식
인간의존도	**Dependent (타율적)** 사건 대응 및 문제해결시 사람의 주의, 판단, 개입이 필수	**Autonomous (자율적)** 사람의 직접적인 개입 없이 문제를 스스로 알아서 인지하고 처리
운영방식	**Unidirectional (일방적)** 니즈와 무관한 동질적 서비스 중앙집중적인 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

○ 글로벌 물기업간 경쟁 심화 및 신규 기업의 물산업 진출

- 상위 소수 물기업에 의한 시장영향력 확대

· 해외 Veolia, Suez 등과 같은 오랜 역사와 기술력을 보유하고 있는 거대기업들이 물시장 선점을 위해 지속적으로 투자(2010년 Smart Water Grid Chicago Industrial Forum)

※ 2015년에는 20여개 기업이 전체 시장의 50% 이상을 점유할 것으로 전망

· 따라서 국내 기업이 해외 물시장을 선점하고 있는 기업들과 견줄 수 있는 경쟁력을 갖추기 위해 Water Grid 지능화에 대한 추진이 절실함

<표 4> 세계 10대 물기업 현황(2009)

순위	운영기업	모기업	최근 매출액 (억원)	서비스 인구 (만명)	해외사업 비중
1	Veolia Environment	Veolia Environment(프랑스)	191,198	12,237	80%
2	Suez Environment	GDF Suez(프랑스)	101,293	11,273	89%
3	Agbar(스페인)	Suez(프랑스)	26,963	2,969	49%
4	FCC	FCC(스페인)	12,865	2,734	52%
5	Sabesp	Sabesp(브라질)	40,530	2,620	0%
6	United Utilities	United Utilities(미국)	28,202	2,403	57%
7	RWE	RWE(독일)	-	1,827	28%
8	American Water Works(미국)	RWE(독일)	26,087	1,700	2%
9	NWS Holdings	NWDC(중국)	-	1,612	0%
10	China Water Industry	Qu Xiao Sheng(중국)	280	1,561	0%

· 특히 IBM사의 Smart Water Grid 사업을 통한 물 산업 진출 등 수자원과 관련이 없던 대기업들의 전략적 투자와 같이 물 관리 전문기업과 IT·네트워크·DB 관련 전문 기업간 (2009년 Smart Grid Initiative, IBM중심)의 공조에 의한 수자원 관리 분야 지능화사업은 가속될 것으로 전망됨

□ 시장 동향 요약

○ 글로벌 물 산업의 동향을 조사한 결과, 다음과 같은 5대 이슈로 정리할 수 있으며, 이러한 트렌드에서 글로벌 물기업을 위해 Smart Water Grid에 전략적으로 투자해야 함



[그림 19] 글로벌 물산업의 5대 이슈

출처: ㈜테크노베이션파트너스 재정리

□ **Smart Water Grid Initiative**

○ 미국에서는 2009년 5월 민간 기업으로 구성된 단체인 Water Innovations Alliance에서"Smart Water Grid Initiative"를 출범하면서 본격적으로 스마트 워터그리드의 개념이 도입되기 시작하였음

○ 스마트 워터그리드는 현재 IBM에 주도하고 있으나 Siemens나 Suez 등 기존 물관련 기업의 관심도 높아지고 있음

○ IBM은"Smarter Planet"계획의 하나로서 스마트 워터그리드를 추진

- IBM은 스마트 워터그리드 기술의 3대 특성을 기능화(Instrumented), 연계화(Interconnected), 지능화 (Intelligent)로 제시하고 있음

○ 미국에서의 스마트 워터그리드는 크게 4가지 방향으로 진행되고 있음

- 지능형 검침인프라 (AMI: Advanced Metering Infrastructure)를 중심으로 한 상수도 관리 시스템 구축
- 스마트 전력그리드를 이용한 물 관리시설의 에너지 사용 최적화
- 수자원 및 수질관리를 위한 센서 네트워크 구축
- 국가 단위의 효율적 수자원 관리시스템 구축

○ 또한 스마트 전력그리드의 제어 네트워크(Regulation Network)기술을 이용하여 물관리 시설의 전력사용을 최적화하는 시도가 진행되고 있음

○ 스마트 워터그리드는 국가 전체의 수자원 관리도구로서 활용될 수 있으며, National Smart Water GridTM 계획에서는 중부지역에서 홍수기에 남는 수자원을 모아서 물이 부족한 서부지역으로 이송하여 활용하는 대형 사업을 제안하고 있음

○ 유럽의 민간 기업에서도 스마트 워터그리드에 대한 관심이 높아지고 있음

- IBM은 유럽에서도 스마트 워터그리드와 관련된 사업을 추진 중
- Veolia와 Suez 등의 기업에서도 스마트 워터그리드에 대한 높은 관심을 나타냄
- 독일의 Siemens사는 최근 스마트 워터그리드에 대한 로드맵을 제시함



[그림 20] 글로벌 기업들의 Smart Water Grid에 대한 관심

2030+	The national demand and supply of water is managed using a network of remote metering and monitoring systems, incorporating production and transfer of water from natural and technology assisted resources such as salt water desalination, storm water capture and waste water reuse. Predictive demand models allow pre-emptive distribution and production decisions from different water sources.	
	Development	Interactive, real time management of water demand-supply in all cities.
2030	The majority of major urban water supply networks along the coast are using an integrated multi-component supply mix. A combination of ground water systems, surface water connections and distribution networks incorporating distribution, reinjection and extraction strategies, are used. Water can be produced at the lowest cost, at any time to meet real-time demand with a fully operational supply and demand matrix in operation.	
	Development	A fully operational supply/demand/energy matrix is working with active predictive modelling. Integration of all sources of water and their production costs in real time.
2020	A diverse supply mix from surface and ground water, desalination, reuse and storm water harvesting provides 4,715 MLD to major cities through smart water grids. Real-time monitoring and measurement used to manage demand and supply. Urban water usage (household and industrial) is monitored in real-time at each property while data is sent to local water authorities via remote telemetry. Water usage is reported daily to the end user through the internet.	
	Development	Real time data integration across the entire supply-demand water chain including all sources of water and off takes. No real predictive modelling yet but under development in a number of states.
2010	The Bureau of Meteorology monitors and communicates national dam levels in real-time. Hydrographic databases integrated to support water use and infrastructure decision making. Perth, Melbourne and South East Queensland are developing integrated water grids which include some pipeline connections. An understanding of water demand requirements from a number of sources is being addressed.	
	Development	Perth, Melbourne, Sydney and South East Queensland developing integrated water grids incorporating multiple sources of water for cities.

[그림 21] Siemens의 스마트 워터 그리드 로드맵

나. 국내 시장

□ 물산업 태동기 및 본격적 육성 정책 시작

○ 국내 물기업은 해외진출 경험이 부족하고, 자본·기술력이 외국의 물 전문기업에 비해 매우 취약

<표 5> 국내 주요 물기업의 사업현황

구분	사업영역 및 주요내용
삼성	- 세계최고의 화학적 및 물리적 수처리 시스템 공급 - 화학적 수처리, 담수화 프로세스, 분리막
LG전자	- 수처리 산업 진출
SK	- 직접투자를 통한 중국내 환경사업 진출 천명 (2005) - 공동연구소 설립 및 관련사업 생산기지 운영(매출 800억원 수준 목표) - 환경설비 분야, 공해물질발생 저감장치
두산	- 세계 해수담수화 분야 실적 1위 - 수자원 이용설비 분야
코오롱	- 2015년까지 물산업 분야 세계 10대기업 목표(2007) - 국내 최대의 운영전문회사 환경시설공사 인수 (2007)
웅진	- 국내 유일의 역삼투막 제조회사인 새한 인수 (2007) - 가정용 정수기를 포함한 렌탈사업, Zenon과 상호 라이센싱 계약

□ 정부의 범부처 물산업 육성 전략 발표 (2010.10.13)

○ 국내 물산업 현황 및 기술수준

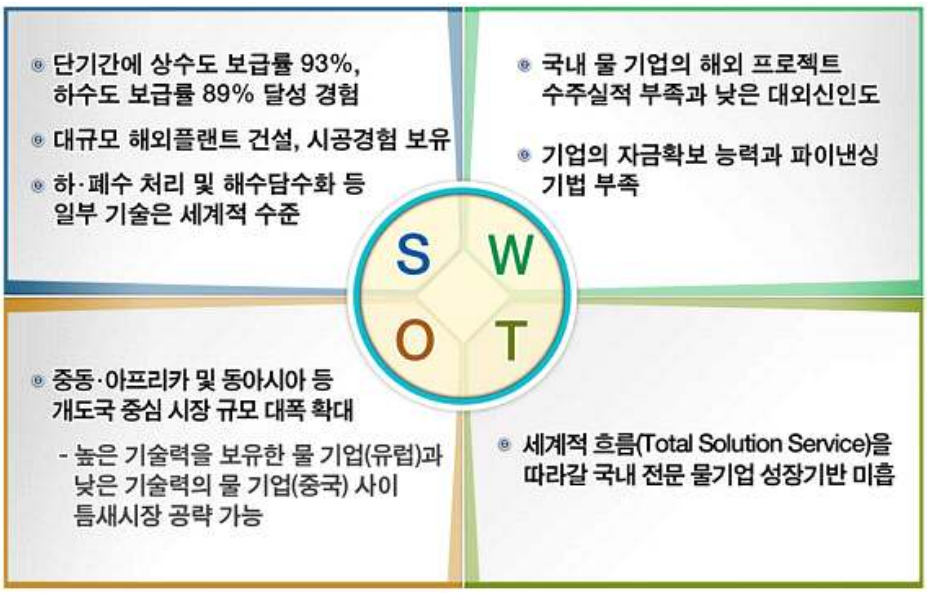
- 상·하수도, 해수담수화, 먹는 샘물 등은 선진국과 경쟁가능한 수준이나, 신소재 막 분야 등 핵심기술에서 기술차이 존재



- 특히 지능형 물 생산·공급 시스템은 선진국 대비 기술수준 미흡

- 또한 설계, 건설, 플랜트 시공경험 및 역량은 확보되었으나, 운영관리 경험, 자금확보 능력 등 토털 솔루션 역량은 크게 부족

- 규모의 영세성 및 전문성 부족으로 인해 국제 경쟁력 미흡 및 세계적 물 전문기업 부재
- 물의 공공재 성격으로 인해 지자체와 공기업 위주의 운영관리로 민간기업의 참여 기회 차단
- 대규모 사업추진을 위한 기업의 자금조달 능력 및 파이낸싱 기법이 부족하고 공공자금 지원 미흡
- 내수시장 규모가 작고, 상하수도 인프라 구축이 거의 완료되어 국내 시장만으로는 물산업 성장이 한계에 도달
  - 국내 물 시장규모 101억$(12조원, 세계 시장의 2.1%)이며, 국내 물산업의 해외진출 규모는 '08년 약 15억$(약 1.8조원) 정도로 세계 물 시장의 0.3% 수준



[그림 22] 국내 물산업의 SWOT분석

출처: 범부처 물산업 육성 전략, 2010.10.13

□ 민간기업의 Smart Water Grid에 대한 관심 증대

○ 전통적 물기업뿐만 아니라 정보통신기업 등 다양한 민간 기업이 Smart Water Grid에 관심을 보이고 있으며 주요 관심 분야는 다음과 같음

- Water Grid 표준 설계 기술
- 물산업 관련 설비 및 기기: 수처리 공정 플랜트, 통신 네트워크, 관망 및 요소설비
- 통합 물 관리 기술: 물순환 시스템의 감시 및 제어 기술, 의사결정 지원기술
- 친환경 능동형 수자원 관련 설비 건설기술

○ 주요 관심 기업들은 Smart Water Grid 워크샵에 참석하여 동향을 조사하는 등 적극적으로 사업추진에 관심을 나타냄



[그림 23] 주요 관심 기업 현황

2. 산업구조 및 경쟁력

가. 물산업의 정의와 산업구조

□ 물산업의 정의

○ 물산업은 "각종 용수(생활, 공업 등)의 생산과 공급, 하·폐수의 이송과 처리 및 이와 연관된 산업"을 총칭

- 상수도사업, 하폐수처리사업, 재이용사업 등의 서비스·건설·운영관리업과 먹는샘물사업, 해수담수화 사업 등이 포함



[그림 24] 물산업의 범위

○ 물산업의 Value Chain은 다음과 같음

□ 물산업의 산업구조

Value Chain	사업내용	대표기업	국내대표기업
Project Financing	물산업 민영화에 따른 금융투자업	투자은행(맥쿼리 외)	주로 정부 또는 지자체
Engineering & Construction	각종 수처리시설, 관망 등 설계, 자재조달, 건설사업	CH2M HILL(미)	코오롱건설, 대우건설,한화건설,태영건설,포스코건설 등
Equipment & Membrane Supply	수처리관련 각종 설비와 분리막 제조 공급	GE(Zenon) Siemens(독) Asaikasei(일) Toray(일)	코오롱, 웅진, 한국분리막, H2ML
Operation & Maintenance	정부 또는 기업과 장기계약으로 민간기업이 물생산,공급,이송	Veolia, SUEZ(프)	환경시설관리공사, 코오롱환경서비스, 대우물지킴이, 지차체
Chemicals	각종 수처리시설 운영시, 투입되는 소재, 약품을 제조/공급	Nalco(미) GE(Betz) (미) Kurita(일)	한수, 코오롱유화

출처 : 신성장동력 기술전략지도, 2009. 7

- 사업개발 및 건설은 단발성 프로젝트 성격이 크며 설비유지와 보수가 지속적으로 필요함
- 운영(Operation & Maintenance)부문에서 운영사(Suez, Veolia 등)는 안정적으로 수익을 얻고 있으며 분리막(membrane)이나 수처리 화학용품 등 필수 소모품을 생산하는 제조사(Filmtec, Nalco 등)이 고수익을 얻고 있음
- 물관련 다국적기업은 각종 설비회사를 자회사로 가지고 있으며 수처리 설비산업은 거대 다국적 물기업에 종속된 구조임

나. 국내 물산업 역량 요약

□ 핵심요소는 개발되었으나 효과적으로 활용하지 못함

○ 물환경 기술관련 핵심요소기술들은 상당부분 개발이 이뤄졌거나 진행되고 있지만, R&D 그룹과 환경산업체들 사이의 산학협력 미진, 지적재산권 시장의 미흡 등으로 인해 개발된 기술들이 효과적으로 활용되지 못함

□ 중소규모 업체 위주로 매우 영세함

○ 중소규모 업체들이 중심이 된 국내 환경산업을 고부가가치 산업으로 전환하기 위해서는 정부와 R&D 그룹의 주도적인 투자와 노력이 우선적으로 필요

□ 물산업의 전망이 밝아지면서 중대형 업체들의 관심 증대

○ 포스코건설, GS건설등 건설사와 IBM등의 IT기반 회사, LG전자 등 전자업체등 Smart Water Grid분야를 신성장동력으로 인식하고 관심을 갖는 기업들이 크게 증가하여 향후 역량 강화 가능성이 높아짐

다. 5Forces 분석 (산업매력도 분석)

□ 항목별 분석

항목	현황	매력도
신규진입자 (신규진입자의 위협)	○ 수자원 관련 기술은 초기 투자비가 크고 교체비용이 소요되므로 비용적인 진입장벽은 높은 편임 ○ 그러나, 물산업 시장 규모가 지속적으로 성장할 것으로 전망되고, 물산업의 요소 기술들이 기존 산업에서 응용할 수 있는 영역이 많아, 타분야 기업들이 새로운 사업확장의 영역으로 물산업을 선택하는 경우가 증가 ex) LG전자의 수처리분야 진출, 삼성전자의 물산업 진출 ○ 특히, IT솔루션 업체는 물산업의 정보화를 위해 진출하는 사례가 많으며, 향후에도 지속적으로 진입하려는 IT솔루션이나 IT컨설팅 업체는 증가할 것으로 보임 ex) IBM의 Smart Water Management	중→강

공급자 (공급자의 교섭력)	○ 독점적 산업구조일수록 공급자의 교섭력이 강해지는 편으로, Water Grid 관련 산업 초기에는 관련 서비스를 제공할 수 있는 소수의 업체가 강한 교섭력을 가질 수 있을 것으로 보임 ○ Smart Water Grid산업이 활성화되어 다수의 관련 업체가 나타나게 되면 공급자의 교섭력은 다소 줄어들 것으로 예측됨	강→중
구매자 (수요자의 교섭력)	○ 동 Water Grid 기술은 아직까지는 최종 소비자와 접점에 있는 기술단계는 아니므로, 최종 소비자의 교섭력은 약한편임 ○ 그러나, 최종 소비자에게 서비스를 제공하는 지자체등을 구매자로 판단할 경우, 수자원 공급에 대한 위험을 회피하기 위해 검증된 기술을 원하고 있고, 본 기술이 대단위 공공기술로 활용될 가능성이 높으므로, 서비스 제공자인 지자체등의 교섭력은 대단히 높다고 할 수 있음	강→강
대체재	○ 동 기술의 대체재는 아직까지는 없다고 보여짐	약→약
산업경쟁자 (기존 기업간 경쟁)	○ 현재 Water Grid 관련 산업에서 경쟁은 많지 않으나, 향후 기술개발이 본격화되면 시장을 선점하기 위해 기업간 경쟁이 치열해질 것으로 예상됨	약→강

□ 경쟁전략에의 시사점 (산업매력도 유지 측면에서)

○ 물시장이 매우 밝다고 누구나 인식하고 있어 향후 경쟁은 치열해질 것으로 보임

○ 따라서 기존에 존재하지 않은 새로운 서비스를 제공할 수 있어야 함

○ 특히 수요자가 원하고 새로운 물 시장을 창출할 수 있는 기술개발을 위해 물산업의 신비즈니스모델을 확립하는 일이 대단히 중요함

3절. 기술동향분석

1. 기술개발 동향 요약

분야	업체/기관명	기술내용	국적
수자원	Fukuoka District Water works Agency(FDWA)	담수플랜트를 기반으로 한 식수원 확보	일본
	Mekort(Israel National Water Company)	하수 재이용, 담수화 설비 기술 보유	이스라엘
	National Smart Water GridTM	물의 분배를 통한 수자원관리 방안 제시	미국
지능화	IBM	수도관 시스템용 센서 공급	미국
	IBM, Beacon Institute	Hudson 강에 실시간 모니터링 통합 센서 네트워크와 로봇기술, 컴퓨터 해석 기술 적용	미국
	TaKaDu	기존 센서의 데이터와 기상자료, 음향자료, GIS 자료 등을 활용하여 스마트 워터 그리드를 구현하는 기술 개발	이스라엘
활용망	Thames Water	도심지역의 용수공급을 위한 Ring Main 건설	영국
실증형	The Power and Water Corporation(PWC)	8만명 대상으로 실증 사업	호주
	SEQ Water Grid	광역 수자원의 지능적 관리	호주
	Lawer Colorado River Authority(LCRA)	텍사스 주 220만 명을 대상으로 물과 전기수송 시스템 제공	미국

2. 분야별 기술동향

가. 수자원 분야

□ 국내외 주요 수자원 정보 분석 및 제공 체계

○ (물 관리미국 지질조사국; USGS) 실시간 물정보, 재해관련 정보, 수질관련 정보 등 다양한 수자원 관련정보를 GIS기반으로 제공하고 있으며, 기초 수문자료부터 관련 연구를 위한 가상자료까지 지원

○ (미국 내무성 개척국; USBR) 홈페이지를 통해 개척 프로젝트 단위별로 저수지를 포함한 댐, 그와 관련된 제원 및 수치정보 제공

○ (영국 환경청) 홈페이지를 통해 대기, 토양, 홍수, 수질 등 환경과 관련한 여러 정보, 홍수위험지도를 제공하며, 실시간 홍수관련 정보가 상세히 제공되며 타 분야는 보고서 형식의 자료 또는 설명위주 자료로 제공하고 다양한 분야의 정보를 주제도 형식으로 제공

○ (국토해양부 수자원관리종합정보시스템; WAMIS) 수문기상, 유역, 하천, 댐, 지하수, 이수, 수도, 환경생태, 자연재해, 지형공간 등 10개 분야 300여개 정보로 하천과 지형공간 분야 30여 정보는 수자원 관련 주제도로 제공

○ (국토해양부 물 관리정보유통시스템; WINS) 물관리정보 표준에 따라 5개 부처 지자체 포함 11개 물관련기관의 수자원정보를 on-line으로 공동활용하기 위해 구축한 시스템

- 65개 항목을 유통 중이며, 물관련기관 담당자 외 일반사용자는 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS), 하천관리지리정보시스템(RIMGIS), 국가지하수정보센터(GiMS), 상하수도종합정보시스템, 농촌용수종합정보시스템, 물환경정보시스템 등을 통해 정보 수집 가능
- 수질측정망 및 국가수질측정망 자료, 토양오염, 지하수 수질, 상하수도 이용 및 하수도 운영정보, 공공 하·폐수처리시설의 방류자료, 수질오염총량제의 오염원 및 부하량 산정자료, 자연환경종합 GIS-DB, 국내유통 화학물질에 대한 유해성자료, 토양도 등 유통항목 및 대상기관을 확대 추진 중

  ※ 물관리정보 표준 : 관련기관의 정보교환이 가능하도록 공통유역도 유역분할 및 코드, 물관리정보 코드, 물관리 업무·자료 및 정보제공, 물관리정보 운영체계에 대한 사항을 물관리정보협의회를 통해 심의·확정

○ (국토해양부 하천관리지리정보시스템; RIMGIS) 국가하천 하천기본계획에 따른 제방, 하천시설물, 하천구역, 인허지역 등을 하천관련 35개 레이어에 대한 GIS정보를 제공·관리하여 지방국토관리청의 하천관련 업무를 지원

○ (한국수자원공사 국가지하수정보센터; GiMS) 국토해양부 산하 한국수자원공사에서 관리하는 시스템으로 지하수 관계기관의 정보를 종합하여 관정현황, 수문지질, 지역별·용도별 이용량 및 개소 등 다양한 정보를 제공

○ (환경부 환경지리정보시스템; EGIS) 자연환경현황도, 토지피복분류도, 수치표고모델, 위성사진 등의 환경지리정보를 제작하여 제공

○ (농림수산식품부 농촌지형정보시스템; RGIS) 농림수산식품부 산하 한국농어촌공사에서 공간도형으로 작성된 주제도 형태로 농촌관련 정보와 계획을 제공

□ 시험유역 구축 (국토해양부)

○ (목적) 취·배수량을 고려한 하천유량 자료수집 방안 마련

○ (위치) 여주~이포 수위관측소 구간

○ 자료수집 지점

- (수위관측소) 여주, 양촌, 율극, 흥천, 이포 등 5개소
- (취수지점) 여주군 상백리·상백2리 양수장, 한국농어촌공사 여주·이천지사 능서1·대신양수장, 오비맥주(주) 취수장, 베올리아워터 산업개발(주) 취수장, 아이지앰(주) 취수장 등 7개소
- (배수지점) 여주군 환경사업소 여주 하수종말처리장 1개소

○ 계측현황별 조사 방안

- (자체시스템 모니터링 구축) 상하수도 사업소의 생활용수, 공장 등의 공업용수 등으로 자체관리시스템 연계



[그림 25] 자체시스템 모니터링 구축

- (유량계 설치, 디지털패널) 공장 등의 공업용수, 대규모 농업용수 등으로 통신수단을 추가
- (유량계 설치, 육안조사) 소규모 공장 등 공업용수, 농업용수 등은 영상처리기술을 활용



[그림 26] 영상처리기술을 이용한 수집

- (펌프가동시간, 전력량을 환산) 대부분 농업용수로 유량계설치 또는 환산식 개발



[그림 27] 유량계 설치 또는 유량측정설비 활용 환산식 개발

□ 하천수 사용관리 시스템 운영(국토해양부)

○ (목적) 일상적인 하천수 사용관련 업무를 처리하고, 관련법령에 따라 사용계획 및 실적자료를 수집

○ (기능) 담당자 업무지원 및 하천수 사용자의 사용량보고를 위해 허가관리 및 실적관리 시스템으로 구성하여 운영



[그림 28] 하천수사용허가관리시스템



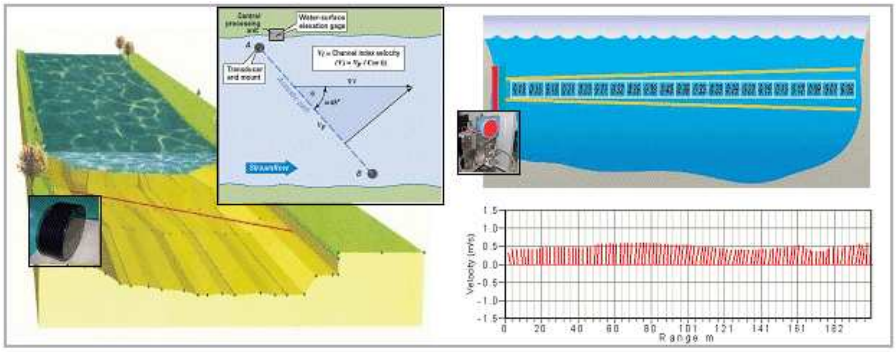
[그림 29] 하천수 실적관리시스템

□ 하천유량조사 자동화 추진(국토해양부)

○ (목적) 기존 인력(人力)에 의한 하천유량조사를 개선하고 수자원 여건변화에 탄력적으로 대처할 수 있도록 자동화·무인화·첨단화 추진

○ (현황) '10년 말 현재 전국 16개소 운영 중이며, 4대강 살리기 사업에 따른 수자원 여건변화를 고려하여 '11말까지 43개소로 확대 추진 중

※ 「4대강 살리기 사업」·「수문조사 기본계획(2010~2020)」반영 97개소 신설 예정(총 97 = 4대강 17 + 기본계획 88 - 중복 8



[그림 30] 초음파유속계를 이용한 자동유량측정시설(UVM, ADVM)

□ IBM의 수자원 관리 서비스: 미국

○ IBM은 IT기술을 활용하여 수자원 관리 관련 다양한 서비스를 제공함

<표 6> 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

□ National Smart Water GridTM: 미국

○ 중부지역의 하천으로부터 콜로라도 강과 서부지역으로 물을 이송하는 새로운 형태의 수자원 관리방안 제시

○ 관로를 통한 국가차원의 수자원 이송계획을 수립

□ Mekort(Israel National Water Company): 이스라엘

○ 이스라엘 정부에서 Mekort를 포함한 물 관련 산·학·연을 “Waterfronts"라는 이름의 협력추진 조직으로 만들어 물관련 기술을 개발

○ 사막에 적용되는 Drip irrigation을 이용하여 작물을 재배하는 기술, 하수 재이용, 세계에서 가장 규모가 큰 담수화 설비 제작 기술 개발 진행

□ Fukuoka District Waterworks Agency(FDWA): 일본

○ 자사의 서비스영역에서 마실 수 있는 물의 양을 증가시켜 자사의 230만 고객에게

충분한 물 공급을 목표로 함.

○ IBM의 소프트웨어를 적용하여 담수플랜트에서 생산되는 물이 식용으로 가능하도록 추진할 계획

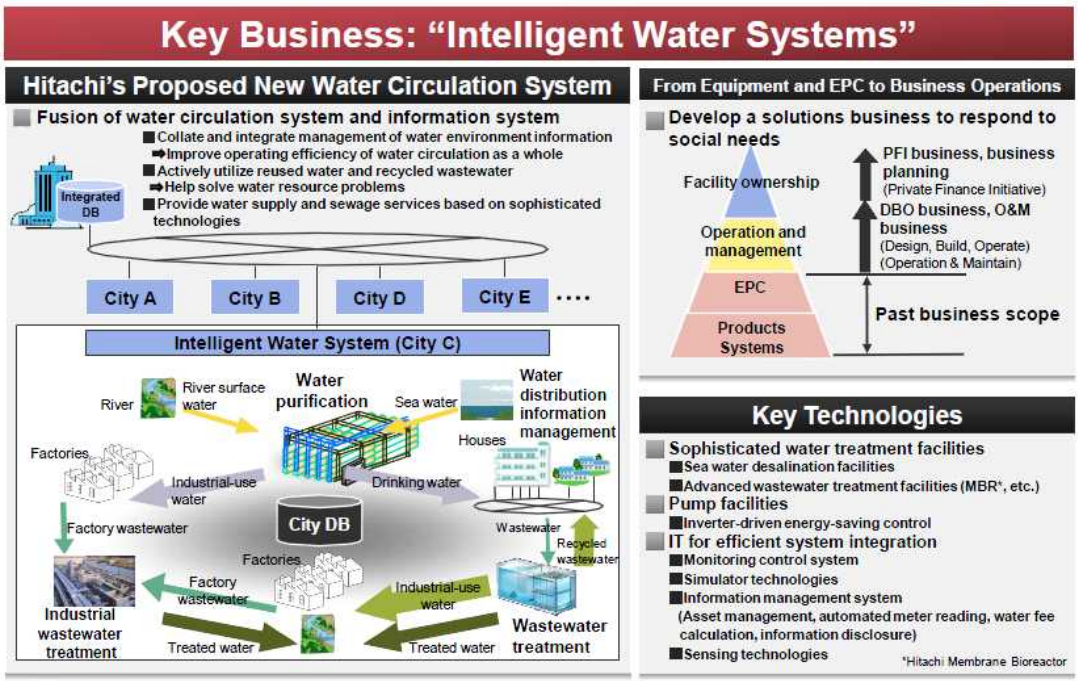
□ Hitachi의 "Intelligent Water Systems": 일본

○ Hitachi는 물산업분야 새로운 성장전략의 일환으로 자사의 지능형 물관리시스템(Intelligent Water Systems)를 제안함

- 기존의 장비산업중심의 물산업에서 비즈니스솔루션을 제공하는 물산업으로 이동하기 위한 수단임

○ 운영효율을 높이기 위해 물리적인 물순환시스템과 물정보시스템을 통합하는 구조(Water Circulation System)를 제안

○ 핵심기술로 고도수처리기술, 해수담수화설비, 효율적 시스템 통합을 위한 IT기술(모니터링, 시뮬레이션, 정보관리, 센싱)을 선정함



[그림 31] Hitachi의 Intelligent Water Systems

출처: Hitachi, Social Infrastructure & Industrial Systems Business Strategy, 2010

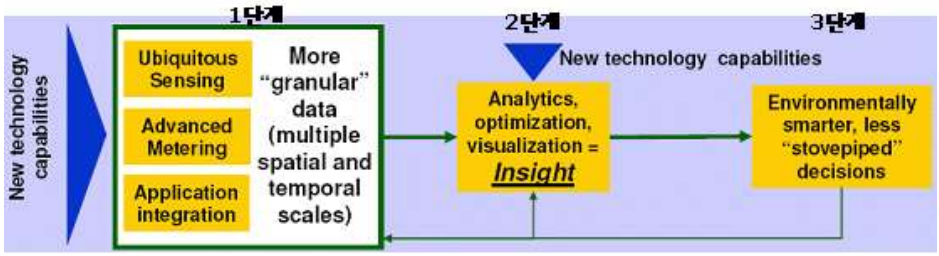
□ 남수북조사업: 중국

○ 중국은 양쯔강의 물을 물부족이 심각한 북부지역으로 공급하기 위한 남수북조사업을 2014년까지 완료 목표로 추진 중

나. 지능화 분야

□ IBM: 지능화 프레임워크

○ (지능화 프레임워크) IBM은 스마트워터그리드의 인프라가 ①시공간 데이터 확보 → ②분석(Insight 제공) → ③지혜롭고 분권적인 의사결정 지원시스템의 단계로 진화할 것으로 제시함

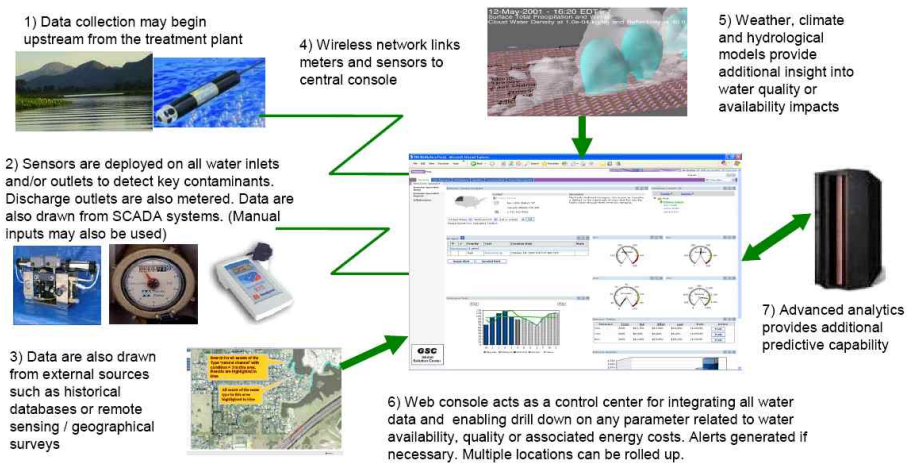


[그림 32] 스마트워터그리드 인프라의 발전 단계

□ IBM: 수자원 및 수질 통합 운영 관리 모델

○ 원격 모니터링 기술과 수자원 통합관리기술을 통합하여 수자원 및 수질 통합 운영 관리 모델로 발전함

- IT기술과 함께 수문학(Hydrology) 등 자연과학 모델링 역량을 함께 확보하여 정보기술과 자연과학 간의 시너지를 창출
- 단순히 오염물질 및 누수 등을 실시간 모니터링하는 수준을 넘어 수리·수문, 수질, 환경 영향 등을 실시간으로 정보를 교환하며 사전 프로그래밍된 의사결정시스템에 따라 자동 운전제어와 시스템을 최적화하는 기술을 개발



[그림 33] 수자원 및 수질 통합운영관리 개념도

○ 구현 사례

- 유틸리티 업체에 수자원 낭비와 오염을 방지하기 위한 수도관 관리시스템 센서 공급
- 전력회사 및 수자원관리업체에 파이프라인 파손 및 수자원 질 확인 가능한 소프트웨어 공급

□ **IBM, Beacon Institute: 미국**

○ 뉴욕의 허드슨강에 실시간 모니터링이 가능한 통합 센서 네트워크와 로봇기술, 컴퓨터 해석기술을 적용

○ River and Estuary Observatory Netwok(REON): 315마일의 하천구역에 통합 센서 네트워크 구축

□ **TaKaDu: 이스라엘**

○ 기존 센서의 데이터와 기상자료, 음향자료, GIS 자료 등을 활용하여 스마트 워터 그리드를 구현하는 기술 개발

○ 향후 발생할 문제를 사전에 예측하여 예방할 수 있는 기술 개발

- Water Networks with Infrastructure Knowledge



[그림 34] TaKaDu의 Water Networks with Infrastructure Knowledge

□ **한국**

○ 수자원의 지속적 확보기술개발 사업의 일환으로 '누수방지 및 저감 기술 적용' 연구가 있었으며, 이를 통하여 기존 상수관망의 누수저감을 통하여 수자원을 확보하는 기술 연구가 있었음 (2011년 3월 종료)

○ 국내 수자원 검침 산업은 기계식 수동 계량기를 개량한 디지털 계량기를 개발하여 시험 설치하는 단계임

- 국내 M사는 원격 검침용 디지털 계량기를 개발하여 인터넷으로 각 가정의 가스,

수도, 온수 등 실시간 원격 검침이 가능한 디지털 계량기 사업을 시행하고 있음

- 국내 U사는 수도, 전기, 가스 및 열량 등 원격검침 및 모니터링 시스템 기술을 갖춘 원격 검침 시스템을 개발한 바가 있음

□ 미국의 스마트계량기 동향

○ 미국의 경우 2009년 스마트 계량기 보급률은 6%에 미치지 못하고 있어 오바마 정부는 스마트 계량기를 4,000만 대 보급할 계획을 가지고 있음

- 시장조사 전문기관인 가트너에 따르면 향후 5년간 전 세계에 1억5천만대의 스마트미터기가 설치될 예정임

- 스마트미터기가 통신용 칩을 사용하기 때문에 스마트미터기의 시장 급부상에 따라 다양한 단거리 무선 통신용 칩이 개발되고 있음

- 또한 모니터링 디바이스 및 다양한 어플리케이션 제품의 수요 확대가 예상되며, 검색엔진으로 유명한 구글은 사무실 또는 가정에서 사용 중인 전력량을 실시간으로 보여주는 '파워미터' 어플리케이션을 이미 선보인바 있음

□ 유럽의 스마트미터링 동향

○ 유럽은 EU의 지원을 받아 2005년에 유럽 스마트 미터링 산업 그룹(ESMIG)를 설립하여 스마트 미터링에 대한 정보를 공유함

- ESMIG는 2020년까지 온실가스 배출 20% 감소, 에너지 효율 20%향상, 전체 에너지 공급의 20%를 신재생 에너지로 공급이라는 '유럽 스마트 미터링: 20-20-20'을 목표로 설정하여 미터링을 스마트 그리드의 핵심 기술로 설정하고 끊임없는 투자 및 연구를 수행함

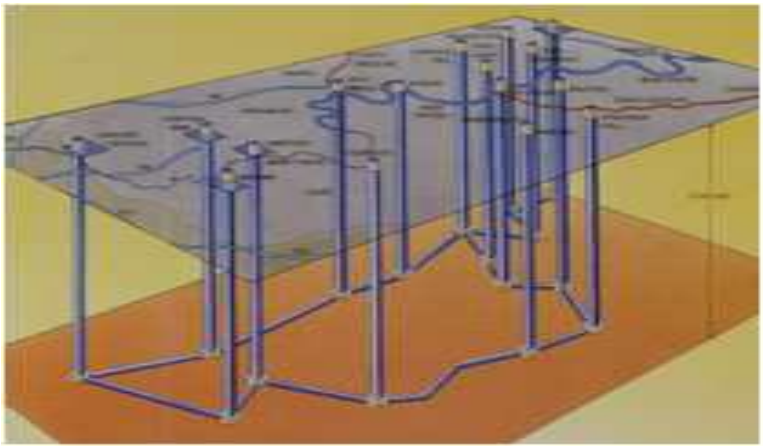
다. 활용망 분야

□ Thames Water: 영국

○ 런던과 같은 대규모 도심지역의 용수공급을 위한 Ring Main을 건설, 운영 중

- 런던 시내 용수공급의 50% 담당

○ 타원상의 넓은 대심도 지하수도로 연장이 약 80 km에 이르며, 직경이 2.1～2.9m의 터널 본관으로 구성



[그림 35] 런던 탬스강의 Ring Main

라. 실증형 분야

☐ **The Power and Water Corporation: 호주**

○ IBM에 1,450만 달러를 지불하고, 하수처리뿐만 아니라 물과 전기 공급을 보다 효율적으로 관리할 수 있는 신규시스템 구축

○ 펌프, 밸브 등을 포함한 장비들의 무결점을 확인하기 위해 사용되었던 자산관리 기술에 초점

☐ **SEQ Water Grid: 호주**

○ 가뭄 대응과 장기적인 수자원 확보, 지역단위 시설 통합에 의한 위험 분산, 다양한 수원에 대한 효율적인 활용에 초점

☐ **Lower Colorado River Authority(LCRA): 미국**

○ 텍사스 주의 58개 지역을 IBM 툴을 이용하여 물과 전기 수송 시스템 관리

3. 특허 및 논문 분석

가. 기술동향

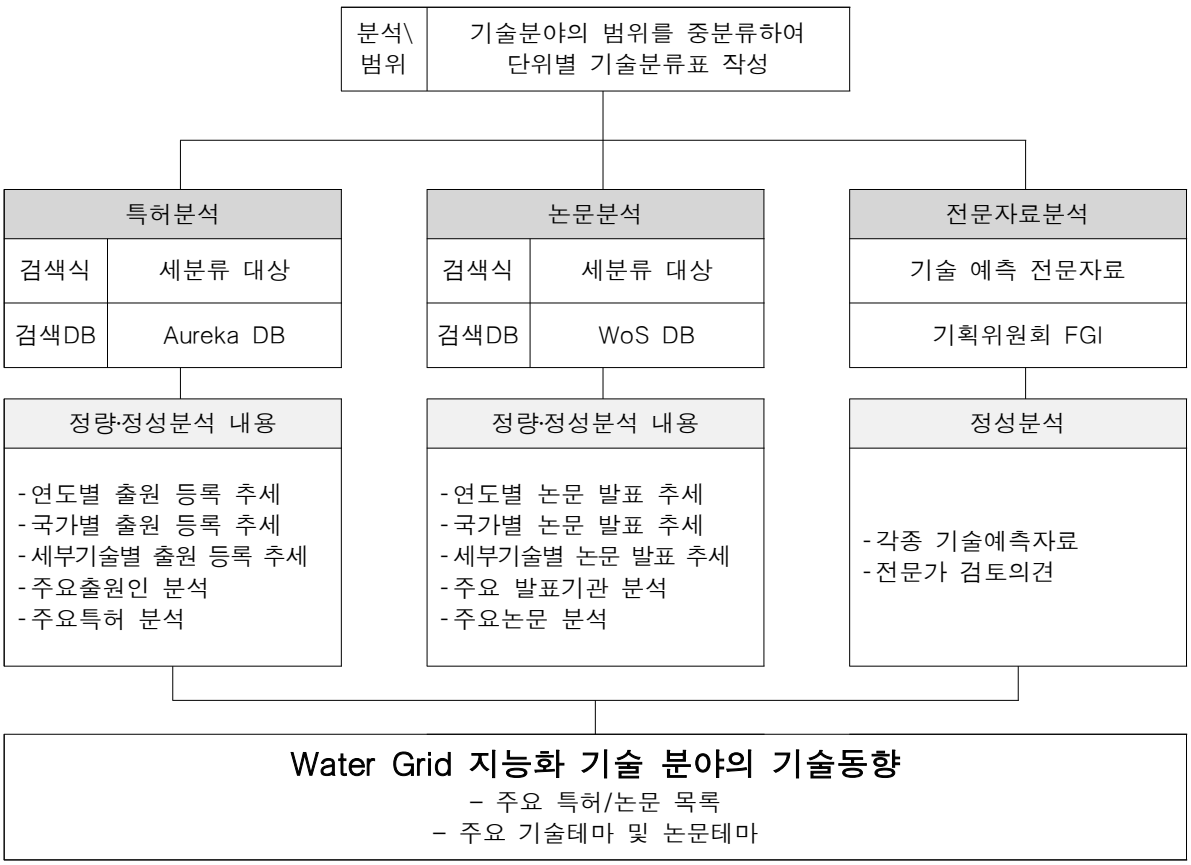
1) 특허분석 결과 일본, 미국의 원천특허 등록 및 출원이 전체 기술의 84%이상을 차지하며 특히 일본은 50%이상을 보유함

2) 논문분석 결과 통합 물관리 분야, 하수재이용, 수질 모니터링, 분리막 분야 등 선진 물관리 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음

3) 전반적인 기술동향 파악결과 향후 유망할 것으로 예상되는 분야는 ICT기반 수질 모니터링, 수자원 재이용 기술 등이며 실시간 수질 관리 및 능동형 수자원 이용을 통한 수자원 안정성 확보 기술 개발이 필요한 것으로 파악됨

나. 기술 동향 분석 방법

□ 특허분석, 논문분석과 전문가 FGI를 통해 선진기술의 기술동향을 분석함



[그림 36] 기술동향 분석 프레임워크

다. 특허분석

1) 분석 대상 및 범위

○ 특허검색대상은 미국 특허청, 일본특허청, 유럽특허청, PCT에 특허 출원·등록된 데이터베이스를 이용하여 1981년 이후 공개된 특허로 함

- 검색 DB는 Thomson Scientific사의 Aureka 9.2 이고 검색범위는 제목과 초록임
- 특허검색을 위하여 국제 IPC 분류 코드와 Keyword를 이용하여 검색식을 구성하고 타당성 검토와 노이즈를 제거한 뒤 정량·정성분석을 수행함
- 세부기술에 대한 특허 검색결과를 종합하여 중분류 수준에서 분석을 실시함

<표 7> 특허검색방법

특허검색	방 법
검색 Domain	미국특허청, 일본 특허청, 유럽특허청, PCT에 출원·등록된 공개 특허
검색DB	Thomson Scientific사의 Aureka 9.2
검색기간	1991년 1월 1일부터 2011년 5월 20일까지 공개된 특허
검색범위	제목과 초록

○ 연구기획을 위한 기술동향조사 목적의 특허분석이므로, 요지분석 및 기술흐름분석 등은 제외하고, 현황과 추이 등 정량분석 위주로 분석함

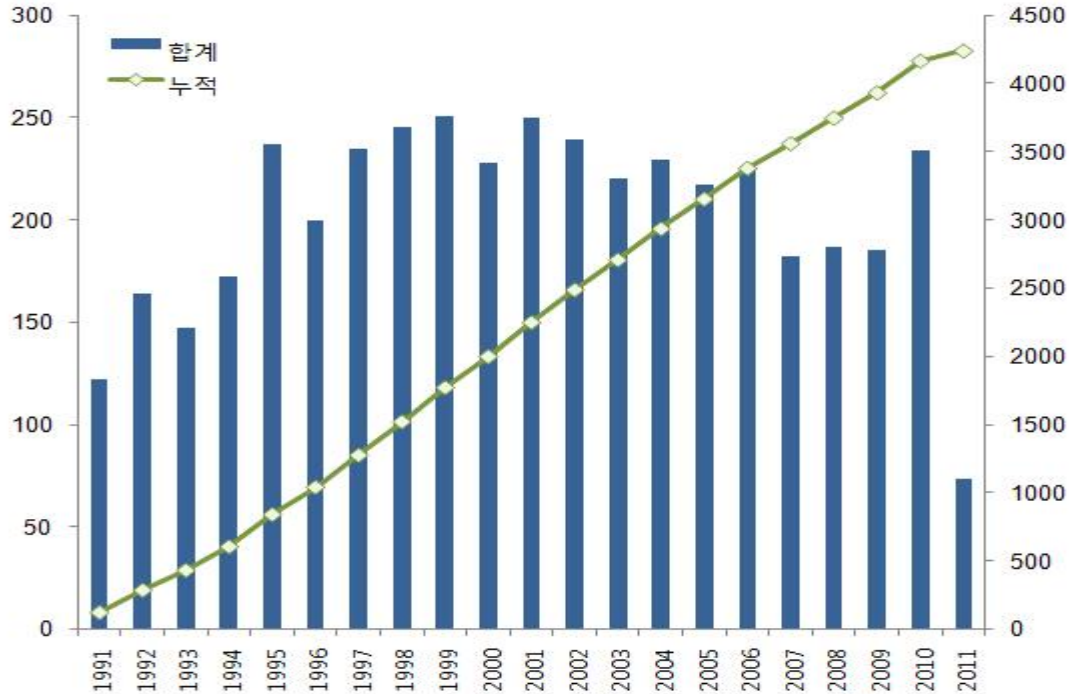
2) 출원·등록 추이

□ 연도별 특허 추이

○ 분석 목적

- 연도별 특허 추이를 분석하여 연구테마가 어떻게 변천하였는지 살펴보고 향후 유망 기술 분야를 예상함

○ Water Grid 지능화 관련 분야에서 1991년 이후 미국, 일본, 유럽, PCT에 출원등록 및 공개된 특허는 총 4,168건이 검색됨



[그림 37] 연도별 특허출원 추이

- 특허건수는 1991년 122건에서 2010년 234건으로 약 2배 증가하였으나 2000년 이후 정체임

- 누적특허건수는 꾸준한 증가 추세를 보이다 최근 들어 정체를 보이고 있어 Water Grid 지능화 관련 기술은 성장단계를 지나 성숙단계에 이른 기술이라 추측할 수 있음

  · 향후 Water Grid 지능화 관련 특허가 다시 증가하기 위해서는 시장의 흐름을 바꿀만한 융복합 기술혁신이 필요함

○ 출원 대상 국가별 특허추이

- 일본특허청에 등록한 특허는 1999년 이후 줄어들고 있는 반면, PCT출원은 증가하고 있어 기술시장이 글로벌화 되고 있다고 판단됨

- 출원대상국별 우선권 국가(출원인 국적)의 분포는 다음과 같음

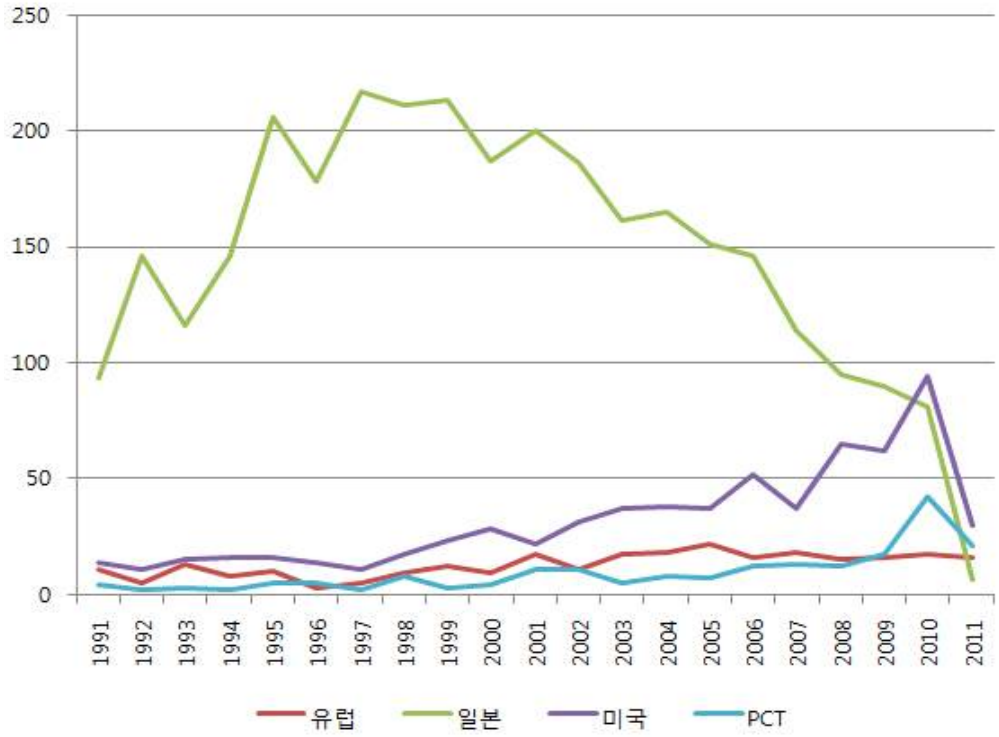
  · 일본은 자국에 출원한 특허가 대부분이나 미국·유럽·PCT출원도 하고 있음

  · 미국은 주로 자국에 출원하고 있으며 유럽과 PCT출원도 많음

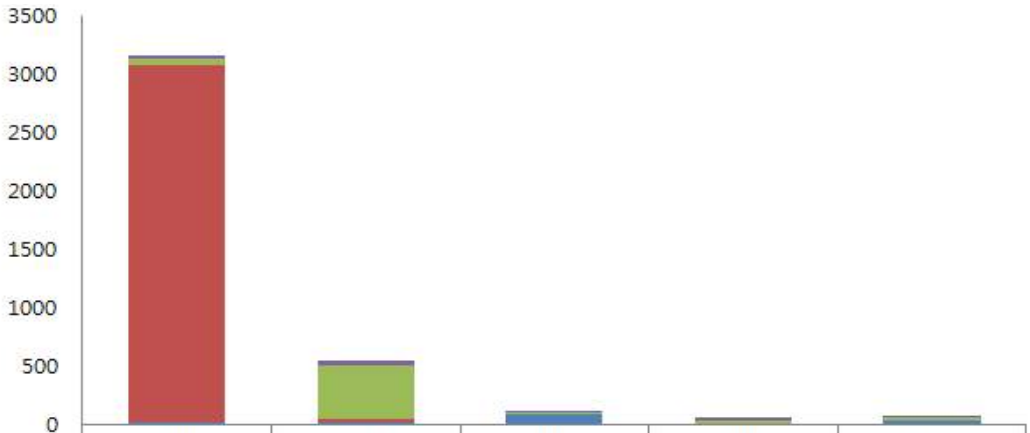
  · 유럽 국가들은 주로 유럽에 출원하고 있으나 미국과 PCT출원도 많음

  · 한국은 한국이외의 국가에 출원한 특허가 65건으로 5위에 해당함

  · 시장이 글로벌화 되면서 PCT출원이 늘어날 것으로 예상되어 특허출원분포가 크게 바뀔 것으로 예상됨



[그림 38] 출원대상국별 특허 추이



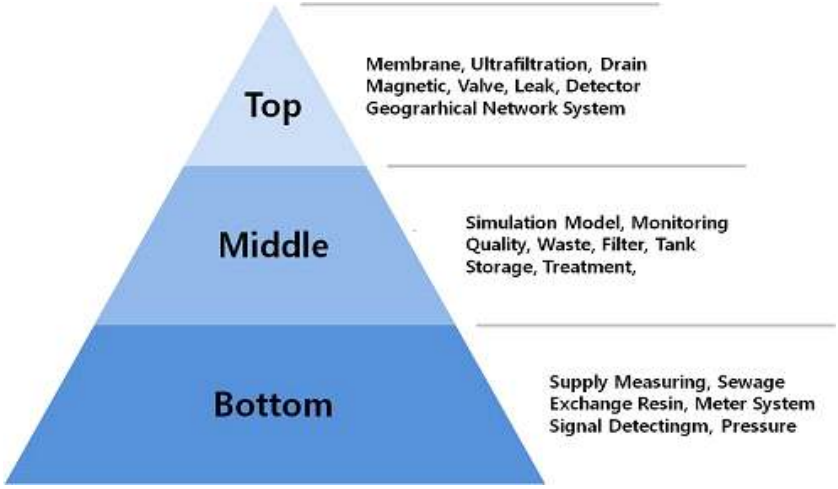
	JP	US	DE	KR	EP
wo	27	40	12	33	4
us	57	460	19	26	21
jp	3064	16	5	8	1
ep	19	29	89	1	41

[그림 39] 출원대상국별 우선권국가 특허 현황

□ 기술개발 추이

○ MicroPatent사의 특허분석도구인 Aureka를 이용하여, 전체 세부기술 분야(키워드 기반)별 특허의 분포도를 한눈에 조망하여 기술개발 추이의 시사점을 도출할 수 있음

- 특허지형도의 높은 봉우리는 집중적으로 특허를 출원한 주요 기술 분야임



[그림 40] 특허지형도에 나타난 특허 집중 분포

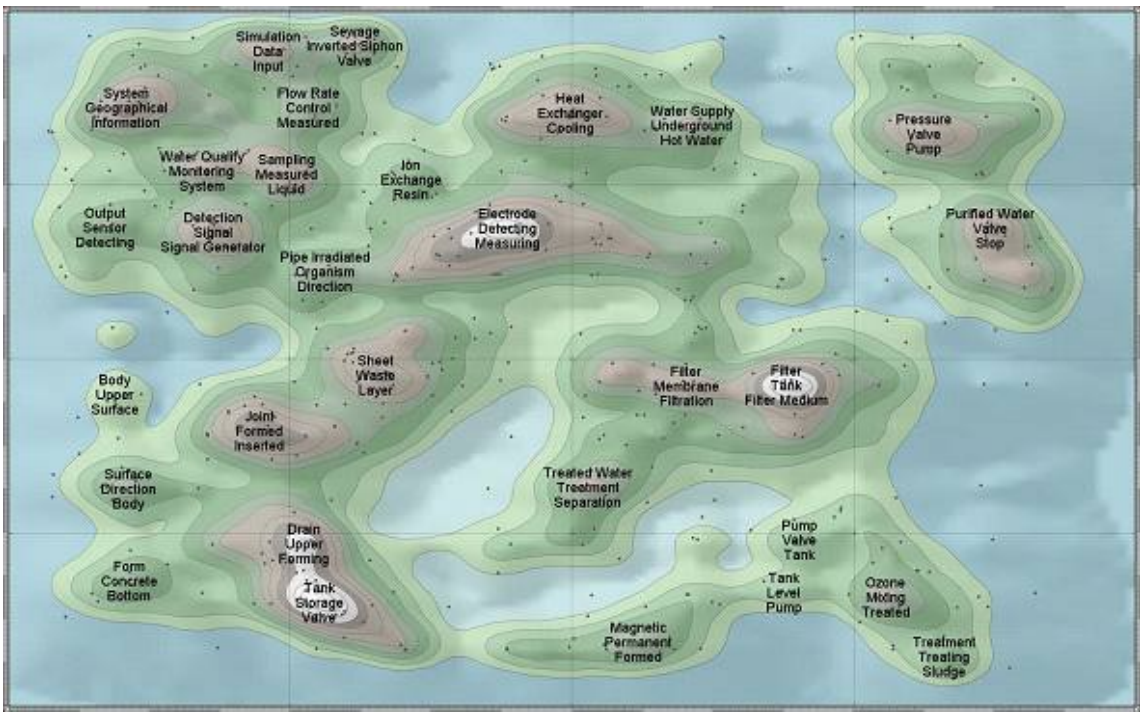
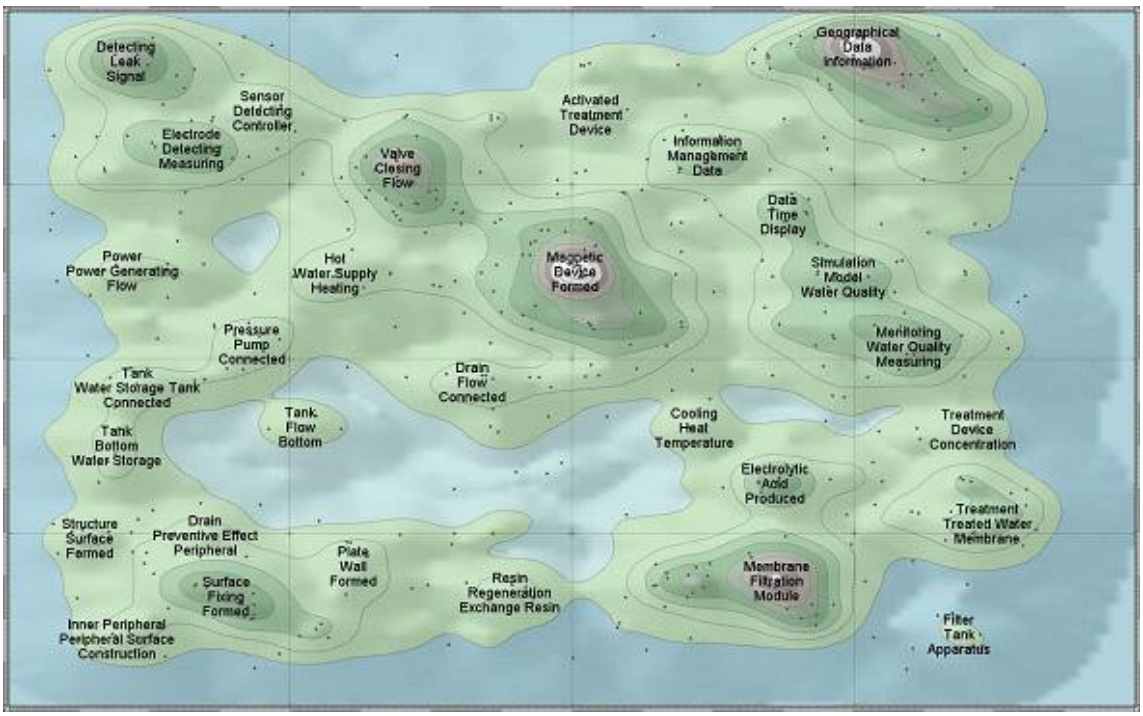
- 특허를 가장 많이 출원한 분야는 수처리 분야와 수자원 감시 분야임
- 중간계층은 수질 관리, 재이용수 관련 기술과과 수질 감시 분야임
- 특허를 많이 출원하지 않는 분야는 수자원 공급 관련 기술 분야임



[그림 41] 특허지형도(1991~2011)

○ 1991년부터 2000년까지의 특허지형도와 2001년 이후 특허지형도 비교

<표 8> 연도구간별 특허 지형도 비교

1991~2000

2001~현재


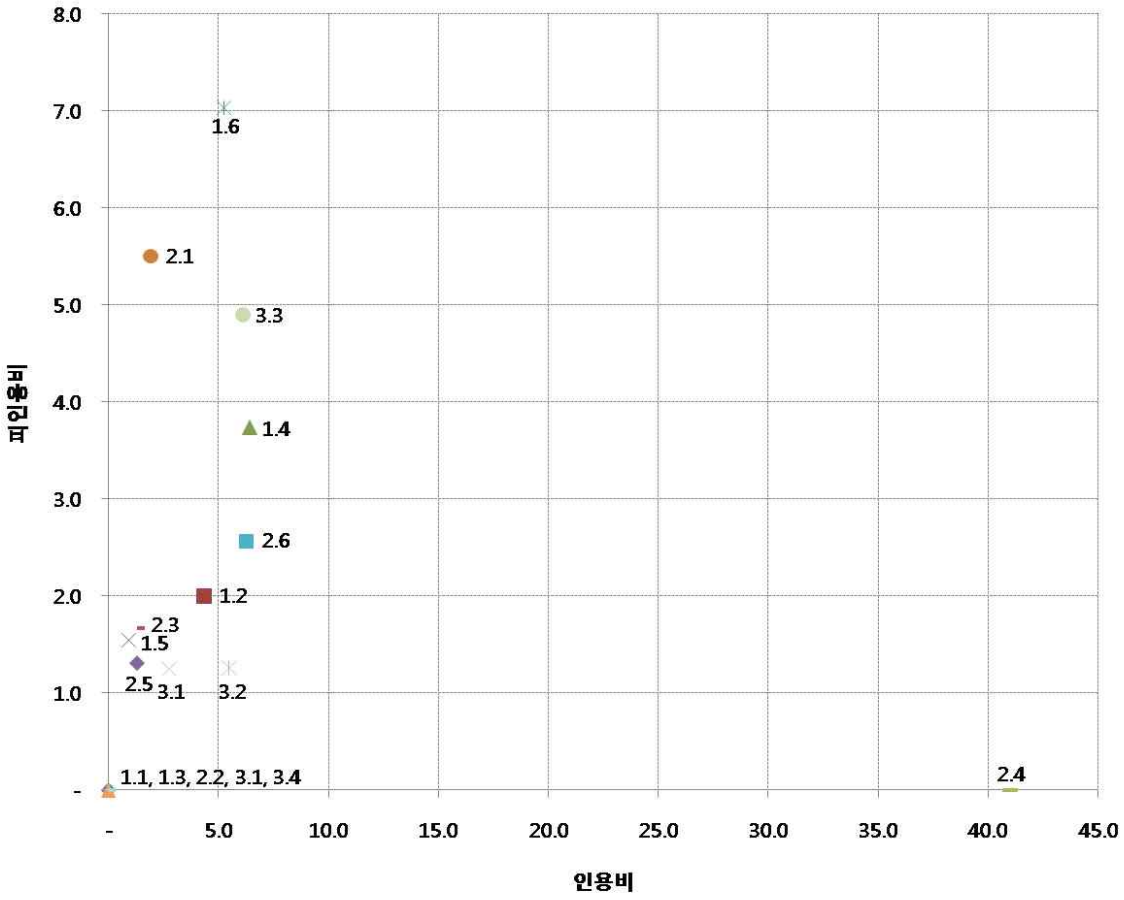
3) 인용도 분석

○ 기술별 기술영향력 분석

- 수자원 정보 관측/제어/관리 기술 등은 피인용비가 높아 가치 있는 특허가 많을 가능성이 높음

- Smart Water Grid 설계 기술 및 통합 네트워크 구축 기술 등은 인용비도 낮고 피인용비도 낮음

  · 해당 기술은 아직 Water Grid 지능화 기술수명주기에서 아직 초기단계로 기술 수요가 많지 않으나, 향후 발전 가능성이 높을 수 있음을 의미함



[그림 42] 기술간 기술영향력 비교

<표 9> 후보과제명

연번	후보과제명
1.1	시공간적으로 분산된 유역별 수자원 관리정보의 연계/통합 시스템 구축
1.2	다중수원의 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리체계 구축
1.3	지역수자원의변동예측을통한물부족위험대응체계구축
1.4	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터 루프 연계기술 개발
1.5	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발
1.6	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 적용 연구
2.1	멀티그리드별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구
2.2	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술개발 및 표준화 기술연구
2.3	실시간 Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술
2.4	스마트워터그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발
2.5	테스트베드 맞춤형 스마트워터그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축
2.6	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터 루프 연계기술 개발
2.7	도심자족 워터그리드 지능화 테스트베드 적용기술
3.1	ICT 기반 지능형 수자원 모니터링 기술
3.2	Water Grid 통합 네트워크 구축 기술
3.3	테스트베드 맞춤형 스마트워터그리드 설계
3.4	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선 or 사업단 출범 타당성 연구

4) 종합분석

○ 인용도가 높은 특허는 운영 및 유지/관리 관련 특허가 많음

- 네트워크 기반 전력 제어, 측정, 관리 등의 특허 피인용도가 높아 IT기반 수자원 관리 기술에 적용하는데 가치 있는 특허일 가능성이 높음

○ 시장을 주도하는 기업이 집중하고 있는 기술은 주로 수질관리 모니터링과 물 공급 누수 및 모니터링 등 수질 및 누수 모니터링에 관한 특허가 많음

○ 향후 우리가 시장을 주도하기 위해 개발해야 할 기술은 분리막 등 향후 시장규모가 큰 기술일 것이나, 기술의 발전단계와 특허진입 가능성 등을 고려하여 전략적인 특허 정책이 필요함

라. 논문분석

1) 논문 검색방법

○ 논문 검색 대상은 1991년 이후에 SCI에 발표된 논문을 대상으로 함

- 검색 DB는 Thomson Scientific사의 Web of Science이고, 검색범위는 주제어(topic)로 함
- Water Grid 지능화 분야 논문검색을 위해 다양한 검색어의 조합에 대한 타당성을 검토하여 검색식을 구성한 후에 노이즈를 제거한 후에 유호 데이터를 사용하여 정량·정성분석을 수행함
- 논문의 저널은 WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL, JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT, WATER SA, JOURNAL OF WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT-ASCE, INTERNATIONAL JOURNAL OF WATER RESOURCES DEVELOPMENT, WATER RESOURCES MANAGEMENT, ADVANCES IN WATER RESOURCES, RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS, WATER POLICY, WATER INTERNATIONAL, WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, WATER AND ENVIRONMENT JOURNAL 로 한정함

<표 10> 논문검색방법

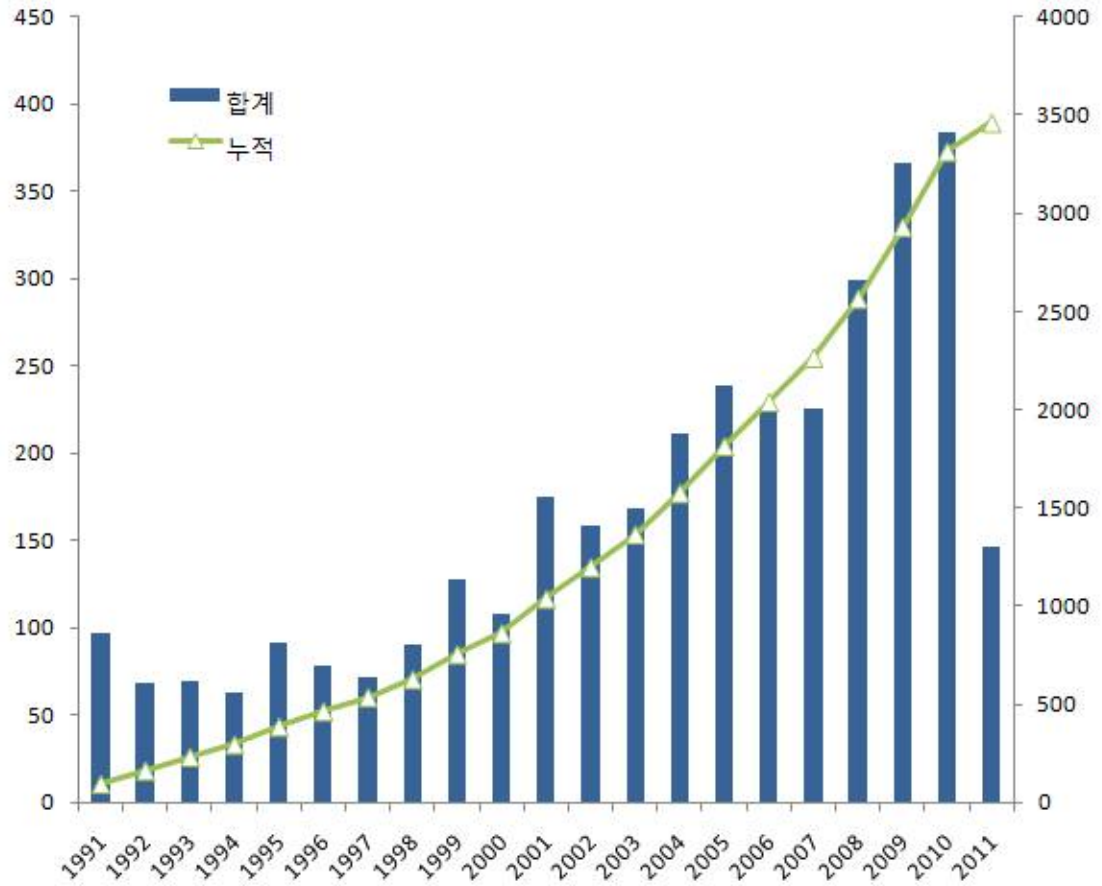
특허검색	방 법
검색 Domain	SCI-Expanded에 발표된 논문
검색DB	Thomson Scientific사의 Web of Science
검색기간	1991년 1월 1일부터 2011년 5월 20일까지
검색범위	주제어
대상 저널	WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL, JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT, WATER SA, JOURNAL OF WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT-ASCE, INTERNATIONAL JOURNAL OF WATER RESOURCES DEVELOPMENT, WATER RESOURCES MANAGEMENT, ADVANCES IN WATER RESOURCES, RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS, WATER POLICY, WATER INTERNATIONAL, WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, WATER AND ENVIRONMENT JOURNAL

2) 논문 발표 현황

□ 연도별 논문 발표 추이

○ WG 지능화 기술관련 논문 건수가 지속적으로 증가하였으며, 최근 더욱 늘어나 연구가 매우 활발한 분야임

- Water Grid 지능화 관련 특허는 감소하고 있으나, 논문건수 누계는 지속적으로 증가함
- 2000년 이후 논문 발표 수는 폭발적으로 늘어나고 있음

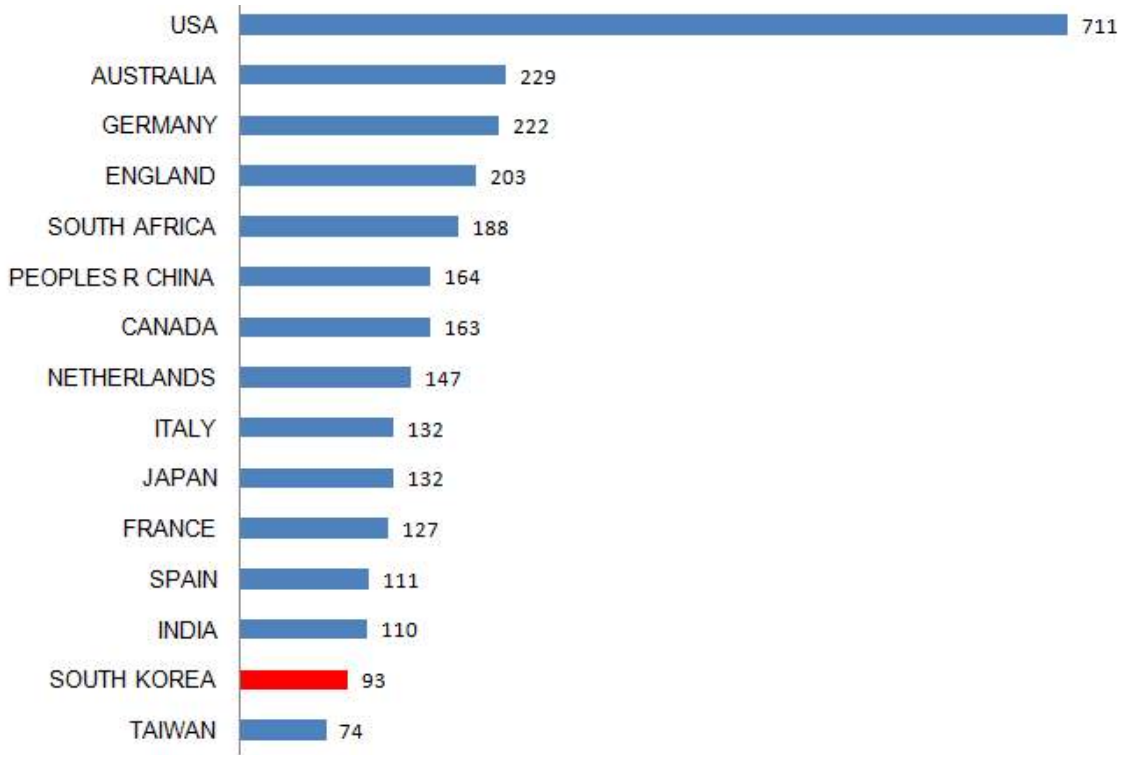


[그림 43] 연도별 논문 추이

□ 국가별 논문 발표 추이

○ 논문을 많이 발표한 국가는 미국, 호주, 독일, 영국, 남아프리카공화국 등이며 우리나라는 93건을 발표하였으나 인도보다 낮은 14위임

- 특히 미국은 특허 수는 많지 않으나 논문은 압도적으로 많이 발표하였으며 일본은 특허에 비해 논문 발표 수는 저조함

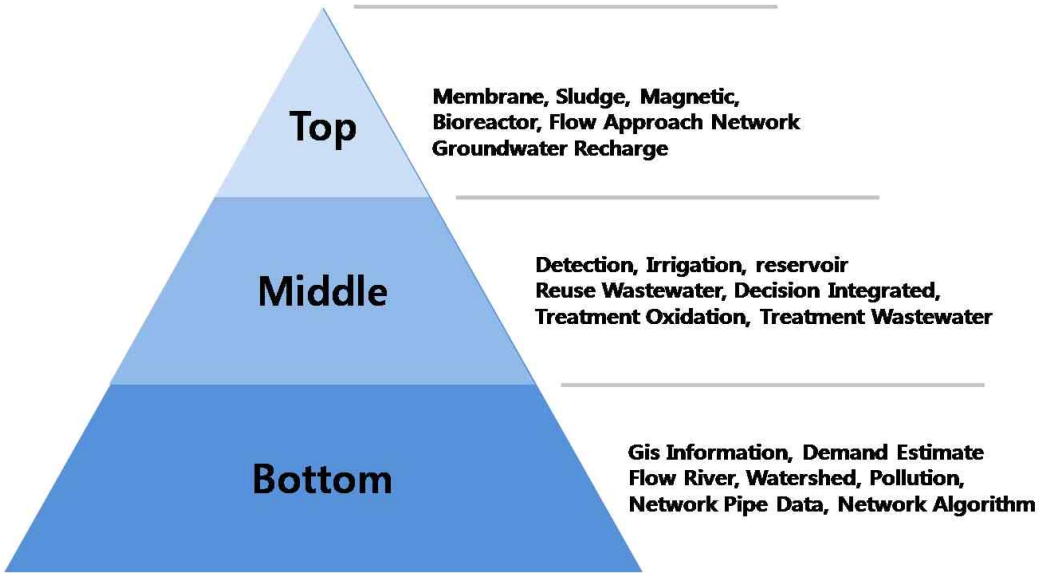


[그림 44] 국가별 논문발표 현황

□ 기술별 논문 발표 추이

○ MicroPatent사의 특허분석도구인 Aureka를 이용하여, 전체 세부기술 분야(키워드 기반)별 특허의 분포도를 한눈에 조망하여 기술개발 추이의 시사점을 도출할 수 있음

- 특허지형도의 높은 봉우리는 집중적으로 특허를 출원한 주요 기술 분야임



[그림 45] 논문지형도에 나타난 논문 집중 분포

- 특허를 가장 많이 출원한 분야는 Membrane, Sludge, Magnetic, Bioreactor 등 유기물처리 방법임
- 중간계층을 형성하고 있는 특허그룹은 Irrigation, Reservoir 수자원 저장 및 공급 분야와 Treatment Wastewater, Reuse Wastewater 등 하수 재이용 기술임
- 특허를 많이 출원하지 않은 분야는 Demand Estimate 수요측정 기술 분야와 GIS Information, Network Pipe Data, Network Algorithm 등 물 정보 시스템 기술 분야임

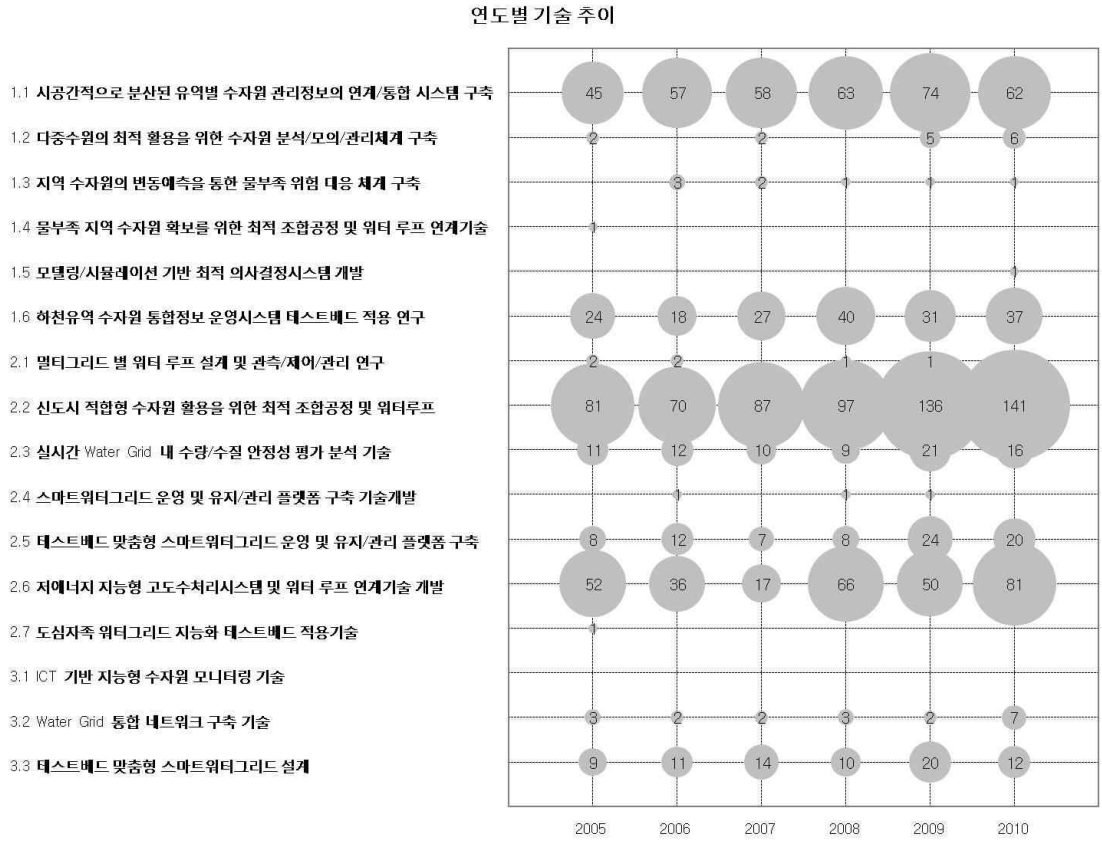


[그림 46] 논문지형도(1991~2011)

3) 세부기술별 논문 발표 추이

○ 2005년 이후 논문이 모든 분야에서 지속적으로 늘어났으나, 수자원 관리정보의 연계/통합 시스템 구축, 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 적용 연구, 수량/수질 안정성 평가 분석 기술 분야는 감소하고 있음

○ 최근 5개년 간 수자원 확보를 위한 워터 루프 연계기술, 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템, ICT기반 수자원 모니터링 관련 논문 발표는 미비함



[그림 47] 최근 5개년간 분야별 논문 증가 추이

○ 논문점유율과 논문증가율로 논문포트폴리오를 구성하여 새롭게 각광받을 분야를 예상함

- 주력연구분야

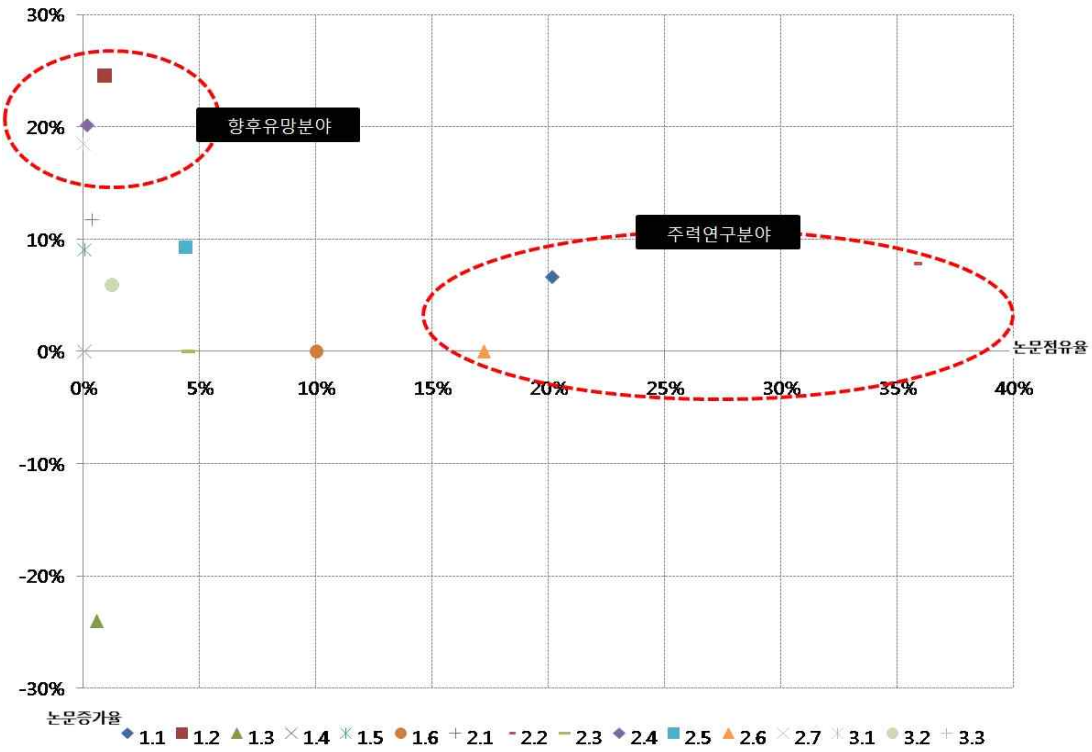
  · 신도시 적합형 수자원 활용 관련 논문이 약 35%를 차지하며, 부산물 처리 및 공정기술의 세부분야인 고도산화분해 이용 처리기술 및 공정과 분리막, 필터 등 신소재이용 처리기술 및 공정도 점유율이 높음

  · 이들 3개 기술은 점유율이 매우 높으나, 논문증가율은 다른 분야보다 다소 낮은 10%이나 여전히 증가하고 있으므로 현재 주력연구분야라 할 수 있음

- 유망 분야

  · 논문점유율은 낮으나 논문증가율은 매우 높은 기술은 향후 유망한 분야라 할 수 있음

  · 수자원 정보 분석·모의·관리 체계, Water Grid 운영 시스템 구축 관련기술, 수자원 모니터링 기술은 논문증가율이 매우 높아 향후 각광 받을 수 있는 기술로 추측됨



[그림 48] 논문점유율과 논문증가율 포트폴리오

※ 논문점유율 : 기술별건수/총특허건수

※ 논문증가율 : 2003년~2008년간 기술분야별 논문건수 연평균증가율

<표 11> 후보과제명

연번	후보과제명
1.1	시공간적으로 분산된 유역별 수자원 관리정보의 연계/통합 시스템 구축
1.2	다중수원의 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리체계 구축
1.3	지역수자원의변동예측을통한물부족위험대응체계구축
1.4	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터 루프 연계기술 개발
1.5	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발
1.6	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 적용 연구
2.1	멀티그리드별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구
2.2	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술개발 및 표준화 기술연구
2.3	실시간 Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술
2.4	스마트워터그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발
2.5	테스트베드 맞춤형 스마트워터그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축
2.6	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터 루프 연계기술 개발
2.7	도심자족 워터그리드 지능화 테스트베드 적용기술
3.1	ICT 기반 지능형 수자원 모니터링 기술
3.2	Water Grid 통합 네트워크 구축 기술
3.3	테스트베드 맞춤형 스마트워터그리드 설계
3.4	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선 or 사업단 출범 타당성 연구

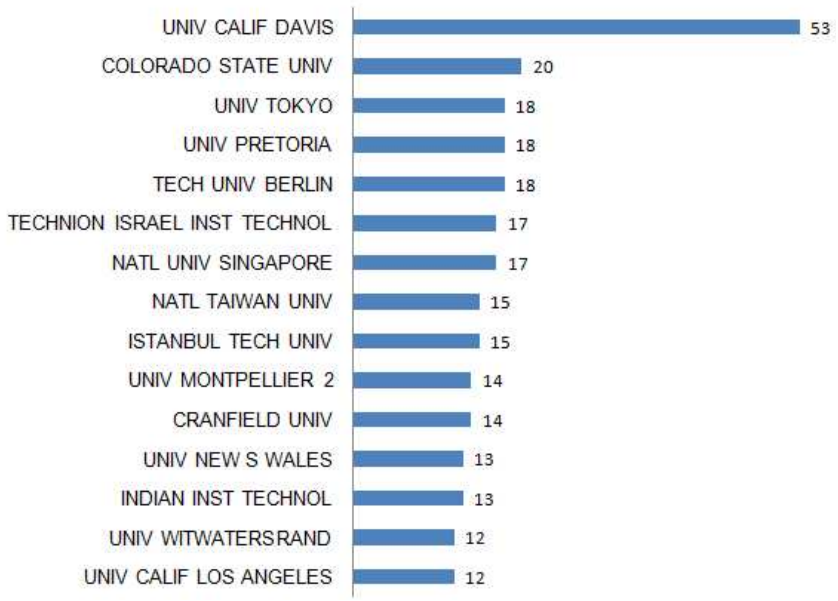
4) 주요연구그룹의 연구동향 분석

○ 분석 목적

- Water Grid 지능화 분야 연구개발을 선도하는 그룹의 연구현황을 살펴보고 미래 유망 기술을 도출하고자 함

○ 논문 발표 상위 기관

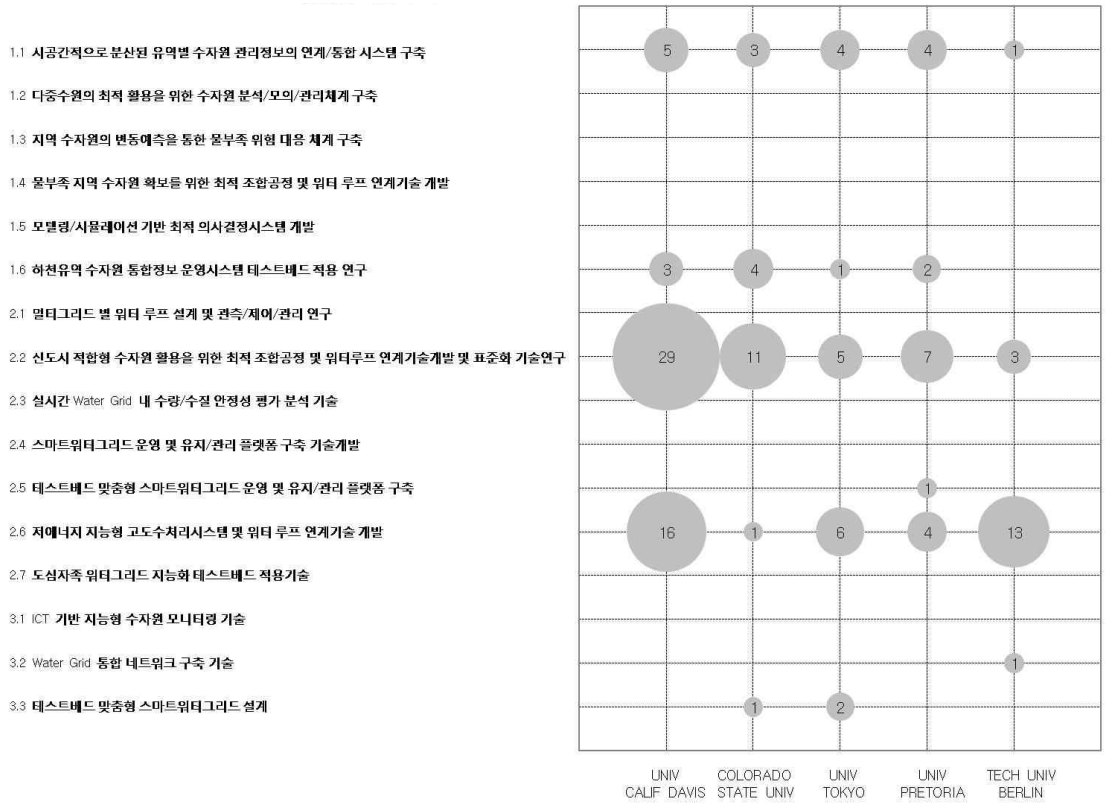
- 가장 많이 논문을 발표한 5개 연구기관은 UNIV CALIF DAVIS, COLORADO STATE UNIV, UNIV TOKYO, UNIV PRETORIA, TECH UNIV BERLIN임
- 대학을 중심으로 논문 발표가 활발히 이루어지고 있음
  - · 논문 발표 상위기관은 대부분 미국 대학이 차지하고 있음
- 특정 기관에서 주도적으로 연구개발을 선도하기보다 많은 기관에서 비슷한 수준의 연구개발을 진행하고 있음



[그림 49] 논문발표 상위기관

○ 상위기관별 중점 연구 분야

- 연구 분야는 대부분 수자원 정보 통합 관리 분야에 집중하고 있으며, 저에너지 고도수처리시스템도 연구함
  - · 상위 기관은 대부분 비슷한 분야를 집중 연구함



[그림 50] 논문발표건수 상위기관별 중점 연구분야

5) 종합분석

○ 새로운 물 패러다임인 Water Grid 지능화 관련 논문은 아직 미비함

- 기후변화 및 에너지문제 등 새로운 이슈에 대응할 수 있는 Water Grid 지능화 기술에 대한 연구가 더욱 활발하게 이루어질 것으로 예상됨
- IT기반의 수자원 모니터링 등 NT, BT등과 융합기술을 다룬 논문이 계속 늘어날 것으로 예상됨

○ IT기반의 수자원 정보 통합 관리 분야의 연구가 활발히 이루어질 것임

- 향후 물 부족 현상을 해결하기 위해 효율적으로 수자원을 관리하는 IT기반의 수자원 정보 통합 관리 분야에 대해 지속적으로 연구

○ 수자원을 효율적으로 관리하는 혁신적인 물 정보 관리기술을 연구함

- 기존의 수자원 관리의 효율성을 획기적으로 높일 수 있는 Water Grid 운영시스템과 모니터링기술을 꾸준히 연구할 것임

○ 전 지구적인 에너지문제에 대응하기 위해 수처리에 소비하는 에너지를 줄이는 연구가 진행됨

- 태양에너지등 새로운 에너지원 활용하여 에너지소모를 줄이는 수처리기술

4절. 연구개발 인프라분석

1. 국내외 최고 기술보유 업체/연구기관 현황

가. 수자원 분야

○ 한국건설기술연구원은 통합 수자원 관리 기술, 지표수·지하수 확보기술 및 대체 수자원 확보 기술을 보유함

○ 수자원공사는 유역 물 관리 운영기술을 개발하여 효과적으로 수량을 조절하는 기술을 보유

○ The Ontario Clean Water Agency는 물 및 하수시스템에 Smart Grid 기술을 적용

○ LIMPACS(Human Impacts on Lake Ecosystems)는 수자원 관리프로그램을 개발하여 유럽의 담수 생태계에 대한 기후변화의 예측 및 평가를 수행함

나. 지능화 분야

○ Climate and Lake Impacts in Europe(CLIME)은 호수에 대한 기후변화의 영향을 모색하는 기술을 보유

○ Oracle은 Oracle 데이터베이스를 통해 스마트미터 네트워크를 구축함

○ Veolia는 통합 물관리를 위한 다양한 소프트웨어를 개발함

다. 활용망 분야

○ GE는 수자원 확보를 위해 제조된 생산수를 상업화하는 기술을 보유

○ IBM은 Smart Planet 프로젝트 내에서 Smart Water 기술을 개발

○ Water Innovation Alliance는 Smart Water Grid Initiative를 발족하여 IT 융합 물관리 기술을 본격적으로 개발 중임

라. 실증형 분야

○ 싱가포르는 NEWater사업을 통해 Integrated Water Resource Management(IWRM) 개념을 통해 수자원을 새롭게 확보함

<표 12> 국내외 최고 기술보유 업체/연구기관 현황

분야	업체/기관명	보유 기술 또는 특허	국적
수자원	한국건설기술연구원	통합 수자원 관리 기술, 지표수·지하수 확보기술, 대체 수자원 확보기술	대한민국
	수자원공사	유역 물 관리 운영기술을 개발하여 효과적인 수량 조절	대한민국
	The Ontario Clean Water Agency (OCWA)	물 및 하수시스템에 Smart Grid 기술을 적용	캐나다
	LIMPACS (Human Impacts on Lake Ecosystems)	수자원 관리 프로그램 개발하여 유럽의 담수 생태계에 대한 기후변화의 예측 및 평가	유럽
지능화	Climate and Lake Impacts in Europe(CLIME)	호수에 대한 기후변화의 영향을 모색하는 기술	유럽
	Oracle	Oracle 데이터베이스를 통한 스마트미터 네트워크 구축	미국
	Veolia	통합 물 관리를 위한 소프트웨어 개발	프랑스
활용망	GE	수자원 확보를 위해 제조된 생산수를 상업화하는 기술	미국
	IBM	"Smart Planet" 프로젝트 내 Smart Water 기술개발	미국
	Water Innovation Alliance	Smart Water Grid Initiative를 발족하여 IT 융합 물관리 기술개발	미국
실증형	NeWater	Integrated water resource management(IWRM) 개념을 통한 새로운 수자원 확보기술	싱가포르

2. 국내외 기술개발 수준

○ 국내기술수준은 선진국대비 3~5년의 격차를 보이고 있으나, 일부 기술의 경우 선진국과 대등하거나 동일 선상에서 경쟁하고 있음

- 이는 Smart Water Grid 분야가 전 세계적으로도 초기 단계이기 때문임

○ 본 연구단을 통해 기술개발이 완료될 경우, 선진국과의 격차는 1년 내외로 좁혀질 것으로 보이며, 일부 분야에서는 전 세계적으로도 유일한 기술과 레퍼런스를 갖게 될 것으로 전망함

<표 13> Smart Water Grid분야 국내외 기술개발 수준

분야	현재 기술수준				기술개발완료시 기술수준			
	기술수준		선진국 대비 기술격차(년)	비고	기술수준		선진국 대비 기술격차(년)	비고
	국내	선진국			국내	선진국		
수자원	60	70	3	경쟁단계	70	80	1	경쟁단계
지능화	50	60	3	경쟁단계	70	80	1	경쟁단계
활용망	10	40	5	도입단계	60	70	3	경쟁단계
실증형	10	40	5	도입단계	70	80	3	경쟁단계

3. 국내외 전문가 현황

가. 국내

○ 국내에서는 한국건설기술연구원이나 수처리선진화 사업단, 수자원의 지속적 확보 기술개발 사업단, 해수담수화사업단 등 요소기술 중심으로 수자원 관련 사업단이나 연구기관에 다수 전문가가 포진되어 있음

○ 또한, 아직까지는 수자원분야를 연구하지 않지만 스마트 파워 그리드와 정보통신 네트워크 분야에 수많은 전문인력들이 존재하고 있어, 이들과 협력을 통해 기술개발이 가능함

- USN, WiFi 네트워크 등 정보통신분야 전문가 다수 존재
- 스마트 전력 그리드의 경우, 신수종 사업으로 영위하는 다수의 기업 인력이 존재함

나. 해외

○ 해외의 경우, Smart Water Grid를 주로 IT기업이 접근하고 있어 IBM, Oracle등에 전문가가 존재함

○ 그 외, 기후변화와 관련된 수자원의 영향을 연구하는 그룹에 전문가가 존재함

<표 14> 국내외 전문가 현황

분야	전문가	소속기관	기술개발현황	국적
수자원	Olli Varis	Helsinki University of Technology	기후변화에 따른 수질의 변화 및 이에 따른 상관관계를 연구	핀란드
	이동률	한국건설기술연구원	실시간 하천수 관리기술 개발, 통합수자원평가계획모형 개발 실시간 물 관리를 위한 수질예측 기술	대한민국
지능화	Philip Otken	Oracle	물의 이용에 대한 스마트미터 기술을 적용하기 위한 데이터베이스 개발	미국
	John Soyring	IBM	Smart Water에 관한 소프트웨어 개발	미국
	남궁은	수처리 선진화 사업단	정수용 막여과 시스템, 상수관망, 유지관리·개량 기술, 하수처리수 재이용 요소 기술	대한민국
활용망	김승	수자원의 지속적 확보기술개발 사업단	지표수, 지하수, 대체 수자원의 계측, 모의, 계획, 운영기술 개발	대한민국
실증형	김인수	해수담수화플랜트사업단	역삼투막 해수담수화기술의 실증플랜트 및 엔지니어링기술	대한민국

5절. 종합분석

1. 분석결과 종합

가. STEEP 분석에 따른 시사점

<표 15> STEEP분석에 따른 시사점

구분	환경변화요인	시사점 (Water Grid분야에 대한 영향)
사회	○ 인구의 도시집중에 따른 거대도시화 진행과 도시의 환경/생활여건 및 편의향상 추구 ○ 사회가 네트워크 형태로 진화함에 따라 네트워크를 이용한 다양한 사업모델이 등장할 것으로 예상	○ 거대도시의 수자원 문제를 해결할 수 있는 기술 개발 ○ 다양한 비즈니스모델을 창출하는 새로운 물산업 육성 필요
기술	○ 네트워크, 디바이스 등 디지털 컨버전스를 통한 새로운 IT서비스 제공에 대한 기대 및 수요 증대 ○ 인간의 두뇌와 마음, 컴퓨터, 인공물 사이의 정보적 관계를 다루는 인지기술에 대한 수요 확대 전망	○ IT서비스의 영역을 광범위하게 확장하며 물산업을 최적화할 수 있는 수단으로 활용 ○ 물정보(Water Information)을 적극 활용하고 물사용자가 인지할 수 있는 기술을 통해 수자원 활용 최적화 도모
경제	○ 시장의 글로벌화 – 시장의 월경성 – 내수시장의 잠식 우려 ○ 다양한 지식기반 서비스산업의 성장 ○ 산업구조의 글로벌화 진행 및 세계시장의 확대에 따른 기업의 물류관리 중요성 증대 ○ 기술/산업간 융합에 따라 서비스와 결합된 새로운 사업모델 등장 및 서비스의 개념/형태변화	○ 수출을 고려한 Water Grid 패키지 개발 – 현지 수요를 반영한 맞춤형 패키지 개발 전략 수립 – 대단위 수자원플랜트의 해외 수출 전략 수립 ○ 내수시장을 동시에 고려한 개발 전략 – 국내 테스트베드를 통한 레퍼런스 확보로 국내 물기업의 내수 기반 확보 지원 ○ 제품/서비스 융합형 기술 개발 추진
환경	○ 기후변화 가속화 ○ 환경오염 심화 ○ 독성물질로 인한 물 오염 사고 증대 ○ 저출산 고령화등 인간환경 악화	○ 물수요 계층별 특성을 반영한 수자원 관리 기술 필요 ○ 기후변화에 따른 수자원 문제 해결을 위한 기술 개발 필요
정치	○ 시장 개방에 따른 규제 및 진입 장벽 완화와 경쟁심화 ○ 국가경쟁력 강화를 위한 선진국 지식서비스산업 육성정책 ○ 지식서비스 산업 생산성 제고를 위한 서비스사이언스 대두 및 국가적 지원이 확대 ○ 국민과의 정책 서비스 소통 강화	○ 물산업의 지식산업화를 위한 각종 제도 및 정책 정비 필요 ○ 물산업의 서비스사이언스적인 접근 ○ 국민들과 소통할 수 있는 물관련 정보 서비스 활성화

나. SWOT 분석

□ 개요

○ 기회요인과 위협요인, 강점과 약점을 분석하여 전략방향을 도출함

□ 기회요인과 위협요인(외부환경분석)

외부환경	주요 내용
기회요인	1. 세계 물시장은 기하급수적으로 팽창 중 2. 두바이/싱가포르 등 도시 단위의 개발 사업이 최근 국가 개발의 트랜드로 정착 중 3. 물공급에 있어서 다양한 품질(수질)을 원하는 최종 수요자 증가 4. 친환경/저에너지 물 공급 시스템의 개발 필요성 증대
위협요인	1. 물관리/공급의 이원화 체계에 의한 정부기관간의 갈등 2. 자원 확보를 위한 지역부처 간 갈등 3. 물을 공공재로 인식함에 따른 기존 급수관리 시스템 변환의 중요성 부각 어려움 4. 주거형태 변화, 생활수준 고급화에 따른 양질의 수질 및 시설 유지관리 필요

□ 강점과 약점(내부환경분석)

내부환경	주요 내용
강점	1. 국내 기존의 수자원확보사업단, 수처리선진화사업단, 해수담수화플랜트사업단을 통해 대체수자원확보기술에 있어 선진국 수준의 기술을 확보 2. 수자원 종합장기계획의 꾸준한 시행 등 수자원 관리 중요성에 관한 사회적 인식 및 Data 구축 3. 국내 IT 기술 및 정보 통신 기술은 세계 최고의 수준이며 인프라도 완벽히 구축 4. 빗물, 해수 등의 다양한 수자원 확보가 가능한 지리적, 지역적 우위성 물 산업 발전을 위한 정부 및 산업계의 강한 의지
약점	1. 특정 용량별 수자원 확보(예: 대용량 해수담수화 플랜트)로 인한 특정 Grid별 수자원 적용의 어려움 2. 국내 물시장의 특성(공공운영)으로 인한 수자원 관리/상하수도 관리 전문 기업의 기반이 미약 3. 물관리 통합 시스템에 관한 대형 연구과제, 사업 경험 전무 4. 기존 물공급 시스템과의 경제성 비교 평가가 전무하며 직접 비교가 곤란 5. 협소한 배수관 및 이에 따른 유수율 등 관망 구축 및 관리의 비효율성 6. 다양한 상황에 대처가능한 의사결정모델 부재 7. 지능형 Water Grid 설계를 위한 표준프로토콜 및 Test Bed 맞춤형 인수도출모델 부재

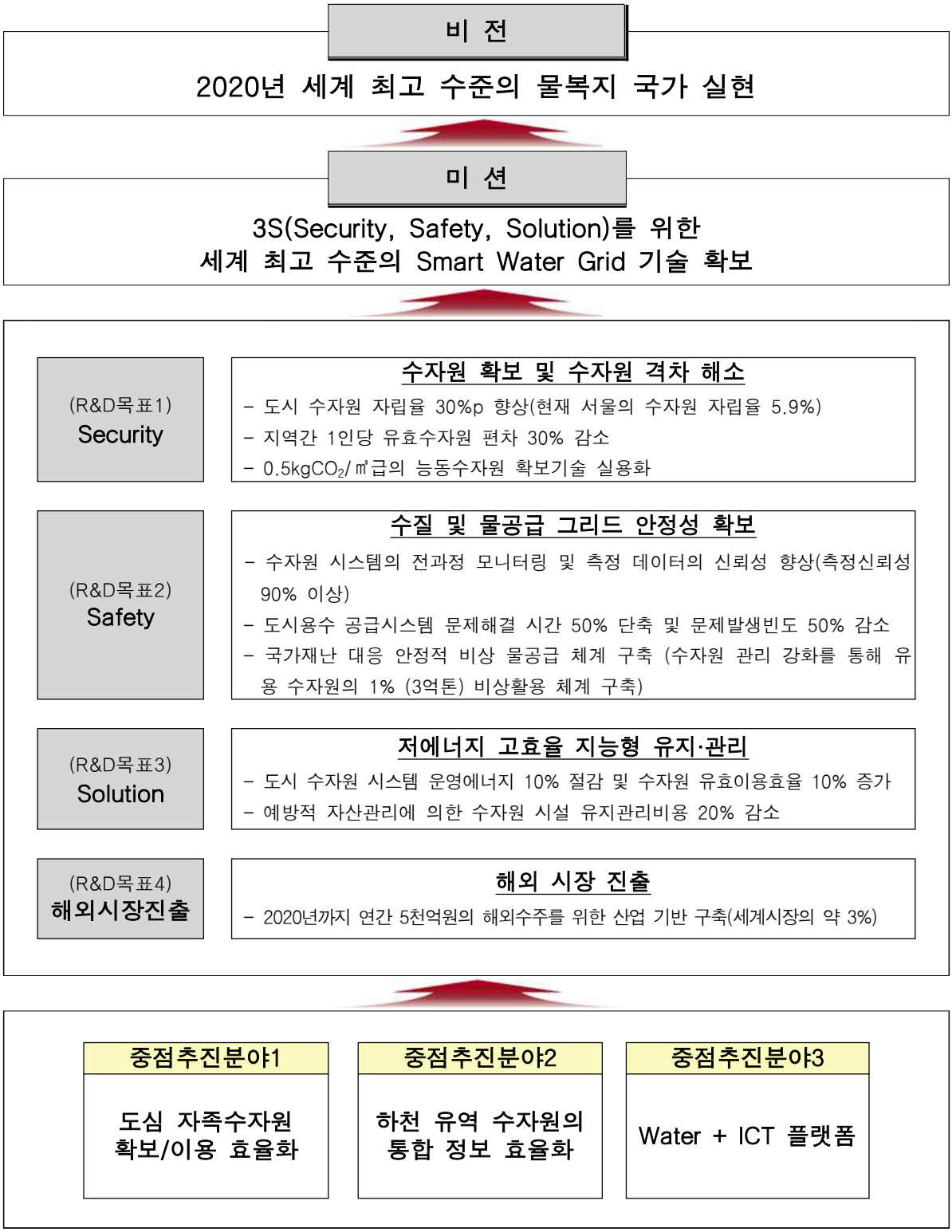
□ 전략방향도출

	기회	위기
	1. 세계 물시장은 기하급수적으로 팽창 중 2. 두바이/싱가포르 등 도시 단위의 개발 사업이 최근 국가 개발의 트렌드로 정착 중 3. 물공급에 있어서 다양한 품질(수질)을 원하는 최종 수요자 증가 4. 친환경/저에너지 물 공급 시스템의 개발 필요성 증대	1. 물관리/공급의 이원화 체계에 의한 정부기관간의 갈등 2. 자원 확보를 위한 지역부처 간 갈등 3. 물을 공공재로 인식함에 따른 기존 급수관리 시스템 변환의 중요성 부각 어려움 4. 주거형태 변화, 생활수준 고급화에 따른 양질의 수질 및 시설 유지관리 필요
강점	적극공략(강점공략)	기회관망
1. 국내 기존의 수자원확보사업단, 수처리선진화사업단, 해수담수화플랜트사업단을 통해 대체수자원확보기술에 있어 선진국 수준의 기술을 확보 2. 수자원 종합장기계획의 꾸준한 시행 등 수자원 관리 중요성에 관한 사회적 인식 및 Data 구축 3. 국내 IT 기술 및 정보 통신 기술은 세계 최고의 수준이며 인프라도 완벽히 구축 4. 빗물, 해수 등의 다양한 수자원 확보가 가능한 지리적, 지역적 우위성 5. 물산업 발전을 위한 정부 및 산업계의 강한 의지	1. 확보된 멀티 수자원의 탄력적 적용을 통한 다양한 수질의 처리수 생산 2. 수자원 종합장기 계획을 통하여 구축된 Data Base 적극 활용 3. IT와 결합한 지능형 물관리 통합 시스템 구축을 기반으로 도시개발 시장 주도권 확보 4. 효율적인 수자원 확보를 위한 시설물의 체계적인 관리를 도모 5. 관련 지역의 환경조건을 고려한 기술 개발을 통해 돌발 변수에 대처 가능한 기술 확보	1. 세계적 물관리 기업의 성장의 기반을 마련하며 새로운 수출 상품으로 적극 개발 2. 차세대 용수공급 개념을 확립하여 패러다임의 변화 및 국내 시장의 활성화 촉진 3. 물-에너지-탄소가 연계되는 수자원 통합 관리기술을 개발하여 기후변화에 대응하는 네트워크 구축
약점	약점보완	회피방안(위기회피)
1. 특정 용량별 수자원 확보(예: 대용량 해수담수화 플랜트)로 인한 특정 Grid별 수자원 적용의 어려움 2. 국내 물시장의 특성(공공운영)으로 인한 수자원 관리/상하수도 관리 전문 기업의 기반이 미약 3. 물관리 통합 시스템에 관한 대형 연구과제, 사업 경험 전무 4. 기존 물공급 시스템과의 경제성 비교 평가가 전무하며 직접 비교가 곤란 5. 협소한 배수관 및 이에 따른 유수율 등 관망 구축 및 관리의 비효율성 6. 다양한 상황에 대처가능한 의사결정모델 부재 7. 지능형 Water Grid 설계를 위한 표준프로토콜 및 Test Bed 맞춤형 인수도출모델 부재	1. 국내 엔지니어링사 및 물 관련 업체의 적극 참여 유도 2. 기존 물 관련 대형 국책 사업과의 연계를 통한 시행착오의 최소화 3. 싱가포르 등 해외 수자원 관리 및 급수 통합체계에 대한 노하우 습득 및 관련 자료 적극 활용 4. 경쟁력 강화를 위한 계획적인 배수관 부설 및 유수율 감소를 위한 능력 배양 필요 5. 블록망 등을 구축하여 특정 Grid의 정비 및 관리용이	1. 물관리 및 급수 체계의 통합 운영을 통한 지역적 수자원 문제 및 갈등 해결 2. 수요자 중심의 타겟형 물공급을 통한 통합 관리/급수 체계의 중요성 입증 3. 기업 등의 경영 개선을 통한 기술 개발 및 생산성 향상을 도모하여 Grid별 수자원 적용의 어려움 극복하고 소비자 중심의 서비스 제공

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

1. 전략체계도



2. 비전 및 목표

가. 비전

○ 본 연구단은 2020년 세계 최고 수준의 물복지 국가 건설을 비전으로 선정함

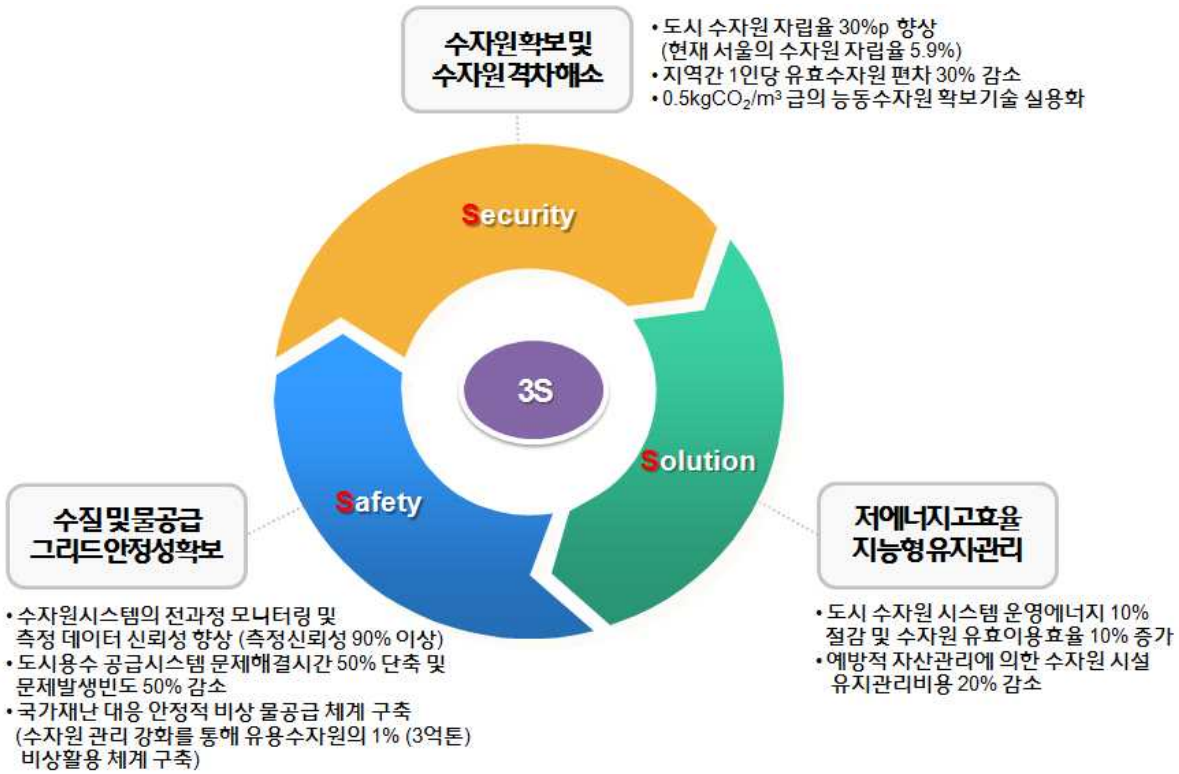
- 물복지(Water Welfareness) 국가는 국민들이 풍부하게 물을 공급받고 사용함으로써 물 사용에 대한 스트레스가 없는 국가를 의미함

나. 미션

○ 본 과제의 미션은 물의 3S(Security, Safety, Solution)를 위한 세계 최고 수준의 Smart Water Grid 기술 확보

다. R&D 목표 (Technical Target)

○ 비전과 미션을 달성하기 위해 3대 R&D 목표(Technical Target)를 설정함



[그림 51] R&D목표 (Technical Target)

[참고] Smart Water Grid 분야 단계별 개발 전략

□ **Smart Water Grid 분야 기술발전을 리드하면서 시장을 선점하는 3단계 접근**

- 아직 전 세계적으로도 초기 단계로, 연구개발단계와 실증단계를 거쳐 최종적으로 2030년경 우리가 글로벌 선도 가능한 국토해양기술로 육성

1) 연구개발 단계 (2012~2016, 연구단 규모)

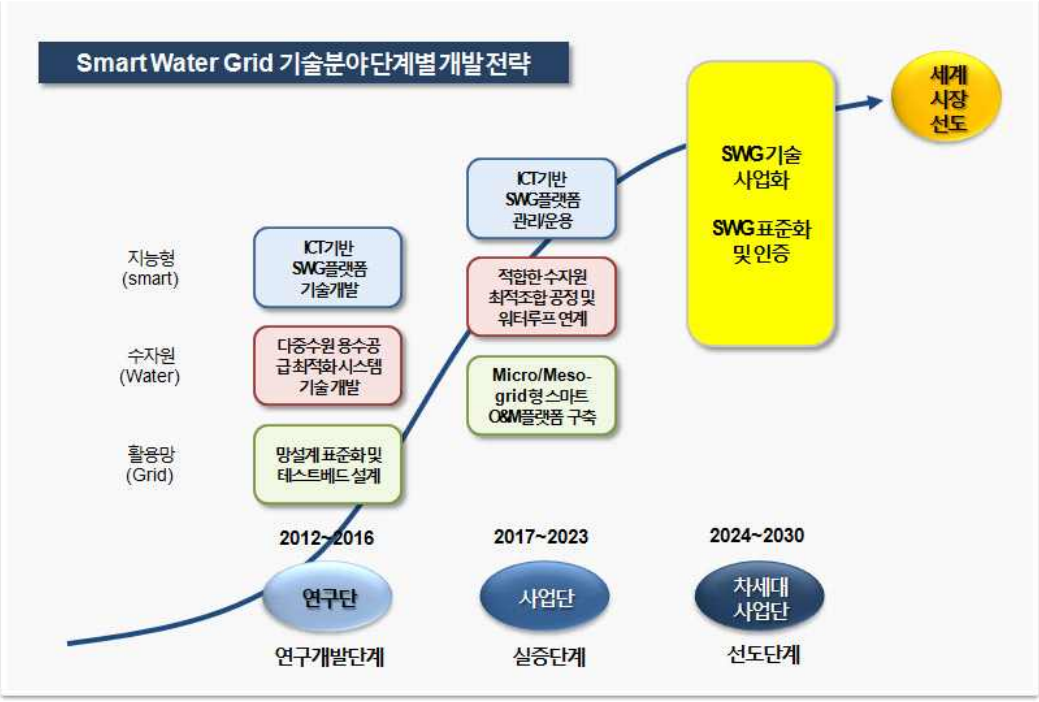
- ICT 기반 Smart Water Grid 플랫폼 기술 개발
- 다중수원 용수공급 최적화 시스템 기술 개발
- 망 설계 표준화 및 테스트베드 설계

2) 실증 단계 (2017~2023, 사업단 규모)

- ICT기반 Smart Water Grid 플랫폼 관리 및 운용
- 적합형 수자원 최적 조합 공정 및 워터루프 연계 구축
- Micro/Meso-grid형 스마트 O&M 플랫폼 구축

3) 선도 단계 (2024~2030, 차세대 사업단 추진)

- Smart Water Grid 기술 전략 사업화
- Smart Water Grid 표준화 및 인증사업 추진



[그림 52] Smart Water Grid 기술 분야 단계별 개발 전략

2절. 기술개발에 따른 미래상

1. 기술의 미래상

□ 현재의 수자원 기술의 한계 (AS-IS)

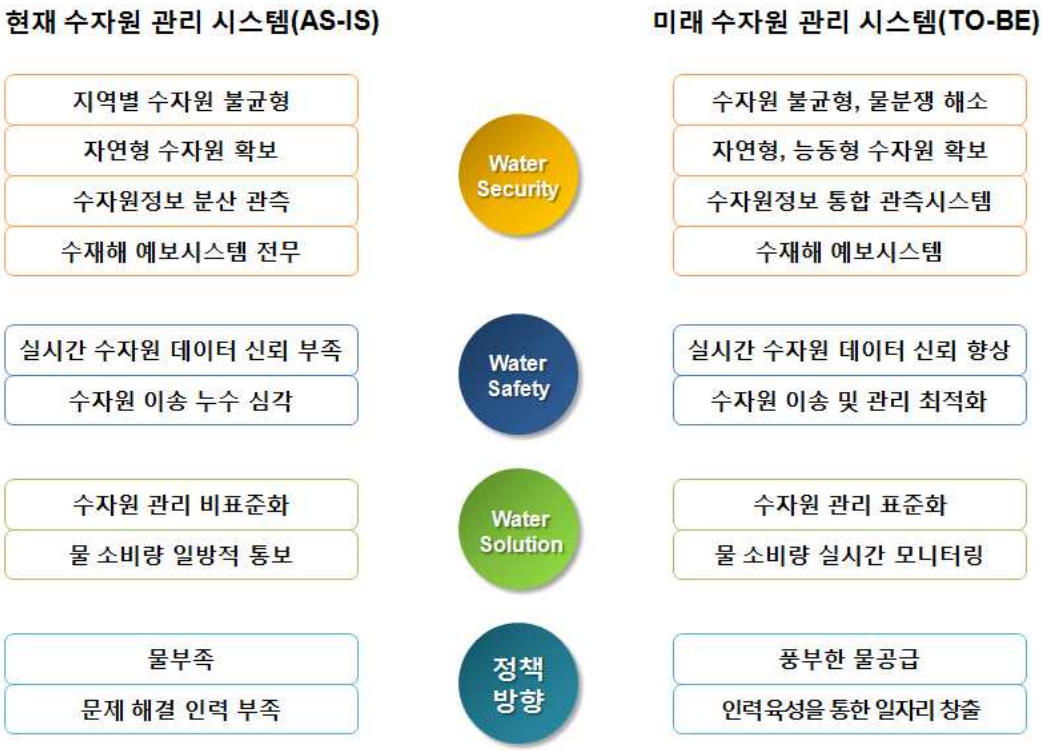
○ 현재 수자원 관리 시스템은 실시간 수자원 데이터가 부족하여 신뢰하기 어렵고 수재해 예보시스템이 없는 등 수자원 정보관련 인프라나 기반이 대단히 취약함

○ 수자원 관리 체계가 표준화되지 않고, 물 소비량을 일방적 검침으로 통보하는 방식으로서, 물 사용 효율화를 위한 노력을 기울이지 못하고 있음

□ 미래 수자원 관리시스템 (TO-BE Model)

○ Water Grid 지능화 기술이 실현되는 미래 수자원 관리 시스템은 실시간 수자원 데이터 확보로 신뢰가 향상되면, 수자원의 이송 및 관리를 최적화하고 물 소비량을 실시간으로 모니터링하여 수자원의 불균형을 해소하고 이에 따른 물분쟁을 사전에 예방할 수 있게 됨

○ 단순 물부족 대비뿐만 아니라 적재적소에서 필요한 물을 풍부하게 공급받으면서도 전체적인 물 소비에 따른 에너지를 절감하고, 새로운 물 산업 개척에 따라 일자리를 창출할 수 있게 됨



[그림 53] Water Grid 지능화 기술의 미래상

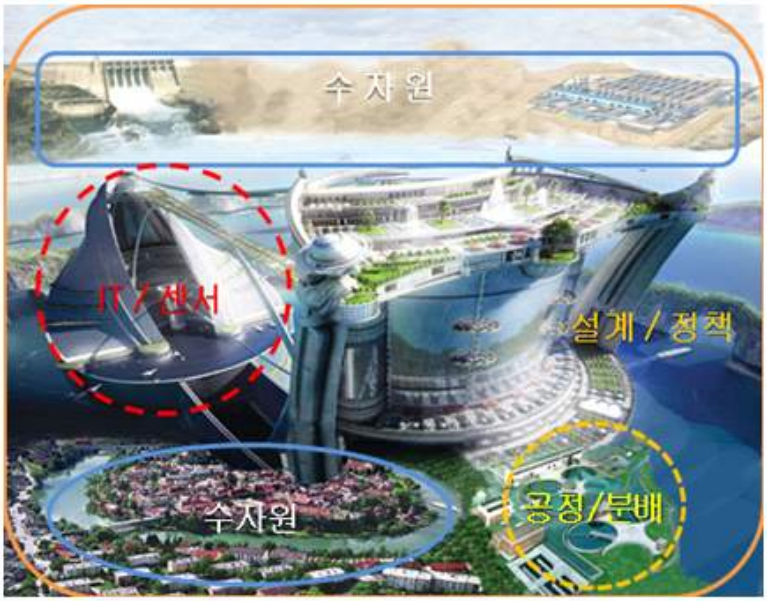
[참고] Smart Water Grid 미래적용 예시 및 성과물

○ 미래형 Smart Water Grid의 모델은 다양하게 구상되고 있으나, 정형화된 모델은 존재하지 않음. 추구하는 방향임



[참고] Smart Water Grid 신, 구 도시적용 예시

○ Smart Water Grid 기술은 신도시를 겨냥한 하나의 package를 구성할 수 있다. 또한 구도시의 경우 기술이 적용 될 수 있음.



신도시 적용분야 예: 신도시

①고품질 저에너지 물 생산 최적 공정 개발
②요구수질별 공정 선택 및 배열 최적화 개발
③워터루프(통합배수지 및 관망) 파일럿 플랫폼 연계 적용
④건설된 신도시의 SWG 수자원망 설계 및 구축
⑤AMI 관리/운영 효율성 확보, 물정보 공유/제공 SNS을 통한 물소비 유연성 확보
⑥SWG 기술 구성, 표준성능, 검증 방안 및 기준을 제시
⑦건설될 신도시 규모에 따른 경제적인 SWG 조합 구성 및 설계방안 제시

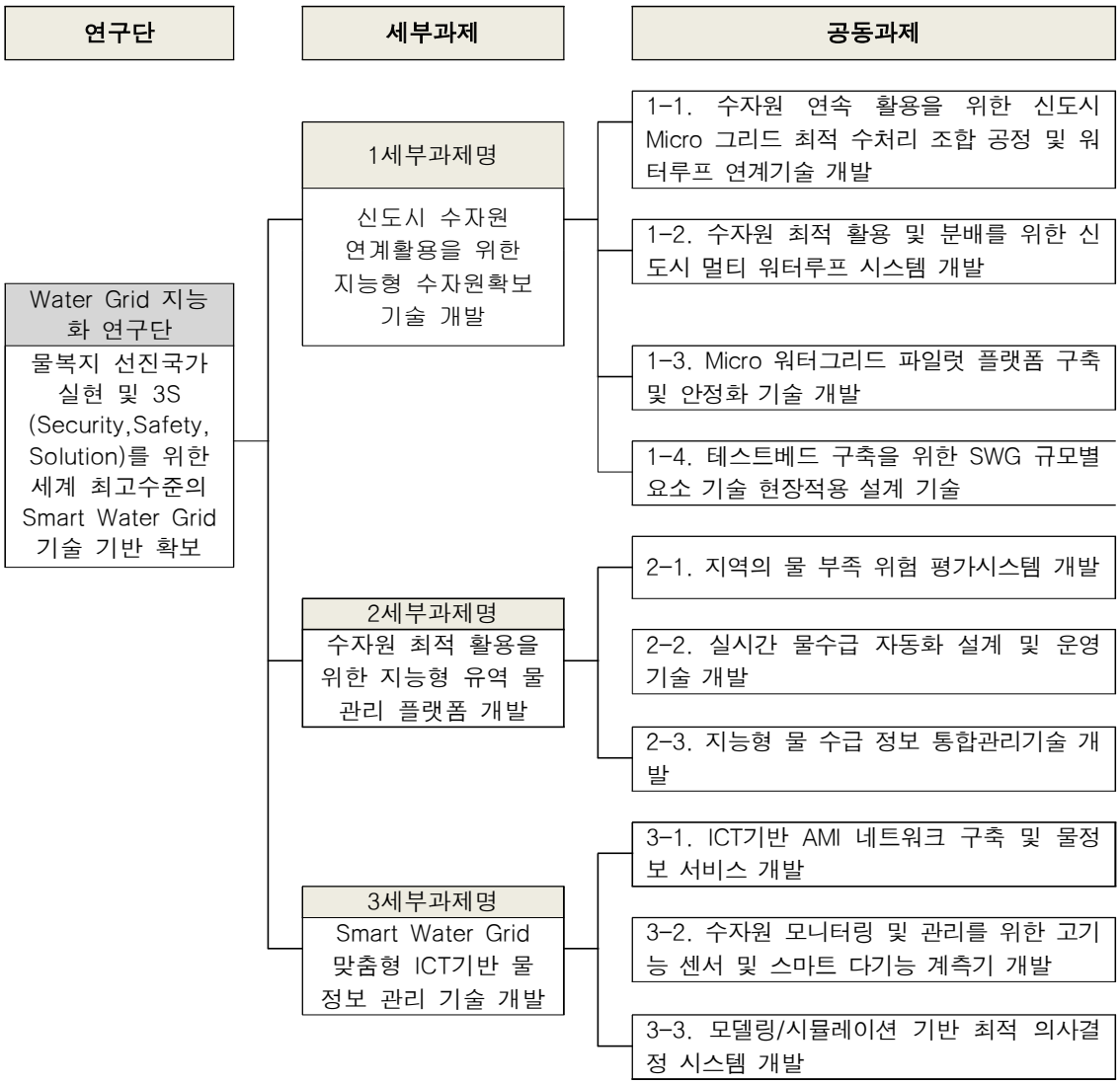


구도시 적용분야

①기존 공정의 선택적 운전을 위한 고효
②대체가능 부품소재 개발 및 적용을 통
③간이 수처리 장치를 운용하는 주거단
④효율적 분배를 위한 Micro 그리드 운
⑤건설 예정인 빌딩의 Micro단위 SWG
⑥적용 현장별 최소비용 고효율 접속 유
⑦기존 아날로그 방식을 대체하는 디지
⑧역류 감지 및 누수, 오염 탐지, 노후화
⑨구도시 갱생 면적과 기존설치 시설들
조합 구성 및 설계방법 제시

3절. 연구개발과제 구성

1. 연구개발과제 구성



4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 1세부과제 개요

가. 연구개발 목표

□ 1-1 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합 공정 및 워터루프 연계기술 개발

○ 신도시 수자원 공급을 위한 부품소재 및 지능형 수처리 조합공정 개발

○ 물생산 시스템과 지능형 워터루프 연계기술 개발

□ 1-2 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발

○ 도시 수자원 활용효율 30% 향상

○ Blending에 의한 다품종 지능형 물 생산 시스템의 개발

□ 1-3 Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발

○ 신도시 수자원 최적 분배를 위한 워터 그리드 유지/관리 기술 개발

○ 지능형 센서 기반 Micro 워터 그리드 플랫폼 구축 및 수출용 SWG package 개발

□ 1-4 테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소 기술 현장적용 설계 기술

○ Smart Water Grid 기술 정보 디렉터리 구축

○ Smart Water Grid 조합기술을 각 단위 그리드별로 소규모 연구기반 테스트베드에 적용하여 물이용 효율성, 물공급 안정성, 에너지 효율성, 경제성 등 종합적인 성능 평가

○ 단위 그리드 구축시의 핵심요소기술 선별, 기술 조합에 의한 그리드 핵심 설계인자 도출 및 설계 구조화를 통한 상용화 기반 확보

○ 테스트베드 내 수자원의 안정적 모니터링/네트워크/제어 고도화를 위한 스마트워터 O&M 플랫폼 구축

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

○ 전 세계적으로 수자원 활용의 효율성을 고려한 도시 인프라 건설기술의 사회·경제적 수요 증가

○ 효율적인 수자원 관리/활용을 위하여 도시 수자원 관련 요소기술 연계, 통합에 의한 시스템 기술 및 이를 위한 표준화 기술 구축의 필요성 증가

○ 현재 도시 수자원 활용기술은 개별 건축물 공급 중심으로, 광역적 수자원 연계가 불가능한 폐쇄적 시스템이며 수자원 활용이 제한적

○ 인구증가 및 산업의 고도화에 의한 물 수요 증가 및 다양화로 인하여 다품종 고품질 용수생산을 위한 각 용수별 고도수처리 기술 개발 및 최적화의 필요성이 증가하고 있음

○ 에너지 자원의 고갈이 예상됨에 따라, 용수생산 및 관리에 사용되는 에너지 절감을 위한 기술의 필요성이 대두되고 있음

○ 다품종 고품질 용수의 생산과 에너지 절감을 위해서는 기존 소재의 개선과 공정 및 시스템 기술의 지능화 등이 요구되나 현재까지 이에 대한 연구는 전 세계적으로 부족한 실정임

○ 도시에서의 상수원 중심 수자원 활용방식에서 탈피한 새로운 형태의 수자원 관리/활용 방법 요구

○ 우리나라 물 관리는 홍수와 가뭄 등 자연재해에 취약하고, 수자원의 지역적/계절적 편중으로 물 배분의 갈등 및 국토 균형발전의 장애요소로 인식은 되고 있으나 근본적인 해결책은 전무

○ 수자원을 균형적으로 배분하기 위해 SWG 도입이 추진됨에 따라 도시 및 빌딩의 물 공급 및 수요의 정확한 모니터링과 예측, 효율적 운영관리와 활용, 워터 어웨어니스의 강화와 소비 Monitoring & verification 등이 요구됨

○ 통합 SWG에서 요구하는 표준과 상호운용성을 확보하는 Micro 워터 그리드 기술 및 시스템(플랫폼) 개발 필요

○ 2015년 글로벌 수자원 산업 시장 확대와 녹색 전환 인프라 수요 증대에 대비한 선도형 전략기술 확보가 시급함

○ 주요 선진국에서도 수자원 활용기술은 초기 단계이며, 일부 요소기술의 개발이 진행되고 있음 (예: 도시지역 대체수자원 활용기술 등)

○ 해외에서는 학계와 연구계를 중심으로 신도시 개발을 위한 수자원 활용 및 연계 시스템 기술의 필요성이 제기되고 있으며, 개발도상국의 대도시 건설 프로젝트와

함께 기술수요가 발생하고 있음

○ 국내에서는 서울시에서 도시용수 공급체계 구축을 위한 사업을 추진하고 있으며, U-Eco City 사업단에서 물순환 기술개발을 추진한 바 있으나, 최적조합공정이나 연계기술이 체계적으로 연구된 바 없음

○ 세계적으로 고품질 용수의 수요증가에 따라서 정밀/한외/역삼투/MBR 등의 고도수처리 기술이 용수 생산에 확대 적용되고 있음

○ 선진국을 중심으로 고성능 첨단 나노소재와 IT융합 지능형 공정기술의 결합에 의한 용수 생산에너지 절감기술의 연구개발이 활발하게 진행되고 있음

○ 고급 용수생산기술의 시장은 빠르게 성장하고 있음 (GWI에 의하면 2010~2016년 사이에 막여과 등의 고급 수처리 기술은 연 평균 18%의 성장이 전망되며 무방류 기술은 26%의 성장이 예상됨)

○ 세계 물산업계는 고도수처리 및 지능형 물생산·공급시스템으로 기술 패러다임 변화가 진행 중이며 SWG 관련 기술과 제품이 시장에 본격 도입되고 급속한 성장이 기대됨

○ 워터 그리드 수자원관리 분야는 신성장동력 녹색산업으로 (2015년 세계시장 규모 : 1,600조원, 국내시장 규모 : 20조원, 연 평균 6% 성장(2010, 환경부)) 국가 전략적 중요도 높음

○ IBM 등 첨단 IT업체에서는 2009년부터 정보기술과 통신기술을 바탕으로 스마트 용수관리 분야에 진출하고 있으며, 싱가포르와 호주에서는 다양한 형태의 SWG 기술을 적용

○ 2010년 세계 SWG 컨퍼런스가 최초로 열리고 물분야, 전력분야, IT분야의 다양한 기업과 연구소가 스마트 워터 시장에 본격 진입하거나 막대한 사업비를 투자하기 시작하였음

○ 2025년 기준 세계 물시장 중 운영 및 유지관리 시장은 약3,800억$(414조원)으로 추정됨(2020년 전체 물시장 8,650억$의 42%를 차지할 것으로 예상)

○ 국내 기업의 해외 물산업 수주실적은 지난 10년간 113억$이나 단기 건설 분야에 비하여 수익성이 큰 장기 O&M 분야는 0.2%에 불과함

○ 향후 상하수도 건설과 플랜트 설치분야에 치중한 해외 및 국내 물산업 기술개발을 O&M분야로 전환할 필요가 있음

○ 물산업 중 O&M 분야는 IT 첨단기술과의 접목을 통한 최적화된 지능형 플랫폼 개발이 관건뿐만 아니라 테스트베드 구축/운영을 통한 기술검증과 전략상품화가 절실히 요구됨

○ 테스트베드에 대한 Smart Water Grid 기술적용은 개별 요소기술의 최적화뿐만 아니라 그리드 규모, 해당지역의 여건에 따른 최적화, 표준화가 필수적임

○ 대단위 테스트베드로서 SWG 실증단지 구성 이전 단계에서 테스트베드에 설치될 다양한 센서와 각종 유량계 및 계측기 등의 assembly 설비 간 네트워크 유지 및 상호 연계를 위한 서버구축과 플랫폼 구축을 포함한 실질적 기술개발과 검증이 필요함

○ 개발된 Smart Water Grid 기술을 검증하고 안정적 운영이 가능한 실증단지를 통해 세계적인 물산업 테스트베드를 구축함으로써 글로벌 물산업 시장을 리드하고 견인할 기술구현 공간을 조성

다. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

1-1. 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합 공정 및 워터루프 연계기술 개발

□ 비교

	본 사업 과제	검토 대상 과제
	수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합 공정	차세대 용수공급시스템 기획연구
연구 목표	• 신도시 수자원 공급을 위한 부품소재 및 지능형 수처리 조합공정 개발 • 물생산 시스템과 지능형 워터루프 연계기술 개발	• 수질의 안전성과 수량의 안정성 확보를 통해 소비자에게 중단 없는 다품질의 용수공급을 위한 소비자 중심의 시설분산과 네트워크 통합형 용수공급 시스템 개발
연구 내용	• 신도시 유입수 특성에 따른 최적 공정 결정을 위한 모니터링 기술 및 최적 혼합을 위한 스마트 의사결정 기술 • 신도시 내 요구수질 달성을 위한 조합공정 개발 및 최적화 • 복합 공정용 부품소재 확보 및 공정 강화	• 분산화 및 지하저류 기반의 용수공급시스템 설계 및 건설 기술 개발 • 차세대 용수공급 시스템의 운영•유지관리 및 물안보 기술 개발 • 환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술 개발

□ 검토의견

○ 워터 그리드 지능화 사업은 유입수 모니터링에 의한 스마트 의사결정 기술, 수처리 부품소재 및 최적 조합공정의 개발을 포함하고 있으며, 차세대 용수생산시스템 연구의 환경 친화적 용수공급시스템 구축과는 중복성이 없음

1-2. 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발

□ 비교

	본 사업 과제	검토 대상 과제
	수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발	차세대 용수 공급시스템 기획 연구
연구 목표	• 도시 수자원 활용효율 30% 향상 • Blending에 의한 다품종 지능형 물 생산 시스템의 개발	• 미래사회가 요구하는 용수공급시스템 구축에 있어서 수질의 안전성과 수량의 안정성을 확보할 수 있고 용수생산 및 공급에 소요되는 에너지를 절감할 수 있는 핵심요소 기술 개발
연구 내용	• 신도시 적합형 워터루프 연계 수자원 활용기술 개발 • 신도시 적합형 수자원 활용 조합/연계기술의 표준화 방안 연구 • 수자원과 최적 사용처와의 분산형/중앙집중형 워터루프 연계 기술 (Interactive) • 최적 Blending을 이용한 다품종 수자원 이용 기술	• 분산화 및 지하 저류기반의 용수공급 시스템 설계 및 건설기술 - 분산형 수처리 시스템의 설계 및 시공 기술 개발 - 지하저류시설의 설계 및 건설 기술 개발 - 건설 소재 국산화 및 요소기술 개발

□ 검토의견

○ "차세대 용수공급 시스템 기획 연구"에서는 분산형 용수공급시스템 설계 및 건설을 연구내용으로 하고 있으나, Water Grid 지능화 기술 기획 연구에서는 생산수의 최적 혼합을 위한 Blending 기술 개발 뿐만 아니라 저에너지 고효율 분산형 시설의 워터루프와의 연계에 초점을 맞추고 있음

○ 차세대 용수공급시스템은 대심도 지하저류 기반의 용수공급 인프라 구축 기술로 워터 그리드 지능화 사업의 능동형 수자원 확보 및 지능화와는 근본적으로 차이가 있음

1-3. Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발

□ 비교

	본 사업 과제	검토 대상 과제
	Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발	차세대 용수 공급 시스템 기획 연구
연구 목표	• 신도시 수자원 최적 분배를 위한 워터 그리드 유지/관리 기술 개발 • 지능형 센서 기반 Micro 워터 그리드 플랫폼 구축 및 수출용 SWG package 개발	• 수질의 안전성과 수량의 안정성 확보를 통해 소비자에게 중단 없는 다품질의 용수공급을 위한 소비자 중심의 시설분산과 네트워크 통합형 용수공급시스템
연구 내용	• 신도시 Micro 그리드 운영 관리 시스템의 지능화 (Intelligent) – 멀티 워터루프 시스템 최적 운영/유지 기술 – 지능형 수자원 분배를 위한 그리드 유지/관리 기술 – 저에너지 용수생산 시스템 최적 유지관리기술 개발 • Micro 워터 그리드 최적 설계, 구축 및 시운전 기술 개발 – Micro 워터 그리드 설계 및 구축 – 수자원의 양방향 분배 및 제어 기술 – Micro 워터 그리드 컨디셔닝/단위최적화/ 시스템 기술 • Micro 워터 그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술 개발 – 그린빌딩 및 스마트그린시티를 위한 분산형, 개방형의 Micro 워터 그리드플랫폼 개발 – 통합 SWG 구현(연계/통합 운영)을 위한 Micro 워터 그리드운영관리체계 개발	• 분산화 및 지하저류 기반의 용수공급 인프라 건설기술, IT 기반의 운영관리 혁신기술, 신재생에너지 생산, 활용 및 융합기술을 통해 미래사회가 요구하는 안전하고 안정적인 용수 공급시스템을 구축 • 국내외 신도시 건설사업 및 해외 도시 건설사업에 브랜드화된 차세대 용수공급 인프라 구축사업의 동반진출 및 CDM 사업 등에 진출하여 국익창출에 기여할 것으로 전망

□ 검토의견

○ 차세대 용수공급시스템은 대심도 지하저류 기반의 용수공급 인프라 구축기술로 Water Grid 지능화 사업에서 제안하는 멀티그리드별 워터루프 목표와 내용이 근본적으로 다르고, 미래도시 인프라기술에 해당하는 Water Grid 지능화 사업과는 중복성은 없음

○ 차세대 용수공급시스템은 지하저류 기반의 용수공급 또는 비상용수 확보에 치중하고 있고, Water Grid 지능화 사업은 최적화된 판단에 의해 생산/수송/저장/소비의 양방향 정보를 활용하여 물소비 최적에 근간을 두고 통합적으로 관리하는 것으로 테스트베드를 통한 실증으로 신도시 및 미래도시 건설 시 수자원 인프라구축에 Water Grid 지능화 기술을 적용하여 해외시장 진출을 위한 실적확보도 큰 사업목표 중의 하나임

1-4. 테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소 기술 현장적용 설계 기술

□ 비교

	본 사업 과제	검토 대상 과제
	테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소기술 현장적용 설계기술	에코스마트 상수도 사업단
연구 목표	• SWG 조합기술의 물이용 효율성, 물공급 안정성, 에너지효율성, 경제성 등을 평가하고 핵심 설계인자를 도출할 수 있는 연구기반형 테스트베드 설계	• 기후변화 문제에 대응 가능한 글로벌 탑 브랜드 상수도 시스템 기술 확보
연구 내용	• SWG 기술 실증을 위한 테스트베드 구상 • 검증이 필요한 각 단위기술별 핵심구성 요소 도출 • 경제성을 고려한 SWG기술의 최적조합 검토 및 분야별 기본설계 • SWG 테스트베드 분야별 실시설계	• 테스트베드 설계 및 시공기술개발 – 유형/규모별 기존 정수장 개선기술개발 – 테스트베드 기본 및 실시 설계 • 테스트베드 운영기술개발 – 운영기술 개발 – 시스템 운영비 최적화 기술 개발 – 유지관리 기술 개발

□ 검토의견

○ 에코스마트 상수도 사업은 정수처리 기반의 용수공급 인프라 구축기술

○ Water Grid 지능화 사업은 능동형/자연형 수자원확보기술을 통한 안정적 수자원 확보기술을 통한 안정적 수자원 공급망 구축을 목표로 하므로 에코스마트 상수도 사업과는 목표와 내용이 근본적으로 차이가 있음

라. 연구개발 주요 내용

□ 1-1 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합 공정 및 워터루프 연계기술 개발

○ 신도시 유입수 특성에 따른 최적 공정 결정을 위한 모니터링 기술 개발

○ 신도시 유입수의 최적 혼합을 위한 스마트 의사결정 기술

○ 신도시 내 요구수질 달성을 위한 조합공정 개발 및 최적화

○ 복합 공정용 부품소재 확보 및 공정 강화

- 고품질 용수생산 첨단 시스템 핵심 부품소재 개발

- BT/NT 융합형 용수 생산 요소기술 개발

- 기존 용수생산 소재·부품·공정의 효율향상 기술 개발



[그림 56] 1-1 과제 개발 내용

□ 1-2 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발

○ 신도시 적합형 워터루프 연계 수자원 활용기술 개발

○ 신도시 적합형 수자원 활용 조합/연계기술의 표준화 방안 연구

○ 수자원과 최적 사용처와의 분산형/중앙집중형 워터루프 운영 기술

- 멀티 워터루프 시스템 엔지니어링 기술

- 저에너지 고효율 워터루프운영 시스템 개발

- 수처리 설비, 관망, 배수펌프의 원격제어 및 최적화 시스템 개발

- 워터루프 운영 기술 및 상호운용 방법 개발

○ 최적 Blending을 이용한 다품종 수자원 이용 기술



[그림 57] 1-2 과제 개발 내용

□ 1-3 Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발

○ 신도시 Micro 그리드 운영 관리 시스템의 지능화 (Intelligent)

- 멀티 워터루프 시스템 최적 운영/유지 기술
- 지능형 수자원 분배를 위한 그리드 유지/관리 기술
- 저에너지 용수생산 시스템 최적 유지관리기술 개발

○ Micro 워터 그리드 최적 설계, 구축 및 시운전 기술 개발

- Micro 워터 그리드 설계 및 구축
- 수자원의 양방향 분배 및 제어 기술
- Micro 워터 그리드 컨디셔닝/단위최적화/시스템 기술

○ Micro 워터 그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술 개발

- 그린빌딩 및 스마트그린시티를 위한 분산형, 개방형의 Micro 워터 그리드플랫폼 개발
  · 그리드 내 센서 및 장비 설계 표준화 기술
  · 워터루프 센서 최적지점/개수 의사 결정을 위한 현장적용 기술
  · 그린빌딩 및 스마트그린시티용 Micro 워터 그리드 관망 최적설계 기술 개발

· 3D 설계 및 시뮬레이션 기술

· 그린빌딩 및 스마트그린시티용 Micro 워터 그리드 운영 및 서비스를 위한 스마트 플랫폼 운영 S/W 개발

- 통합 SWG 구현(연계/통합 운영)을 위한 Micro 워터 그리드운영관리체계 개발

· 상용화된 센서 적용을 통한 그리드 안정화 기술

· 국산 센서를 적용한 수출형 SWG package 상품 개발

· 재난 및 비상상황을 위한 독립운전 기술 및 체계 개발



[그림 58] 1-3 과제 개발 내용

□ 1-4 테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소 기술 현장적용 설계 기술

○ 기존 및 개발될 각 분야 SWG 요소기술에 대한 디렉터리 작성(적용분야, 기술구성, 표준성능, 검증 방법 및 기준 등)

○ 수자원, 지능형 IT, 활용망 인프라분야별로 단위그리드 구성을 위한 핵심구성요소 도출

○ 기술평가 및 검증을 위한 기술, 성능기준 및 검증평가 방법론 수립

○ 검증이 가능한 지능형 워터그리드 핵심기술조합 및 연구기반형 테스트베드 기본구상 및 설계

○ 테스트베드 내에서 발생 가능한 내·외부적인 요인평가와 가중 영향분석 및 유동성 예측과 진단

○ 연구기반형 테스트베드의 시범 운용을 통한 요소기술의 네트워크 기술 표준화 검토

○ 물이용 효율성, 물공급 안정성, 에너지 효율성, 경제성 및 실용성을 고려한 SWG 기술의 적용과 검증

○ 연구기반형 테스트베드의 운용실적 평가와 미래 신규요소기술 도출

○ 지능형 워터 그리드 실증단지 입지선정 기준수립 및 실증단지 설계를 위한 기본구상안 도출

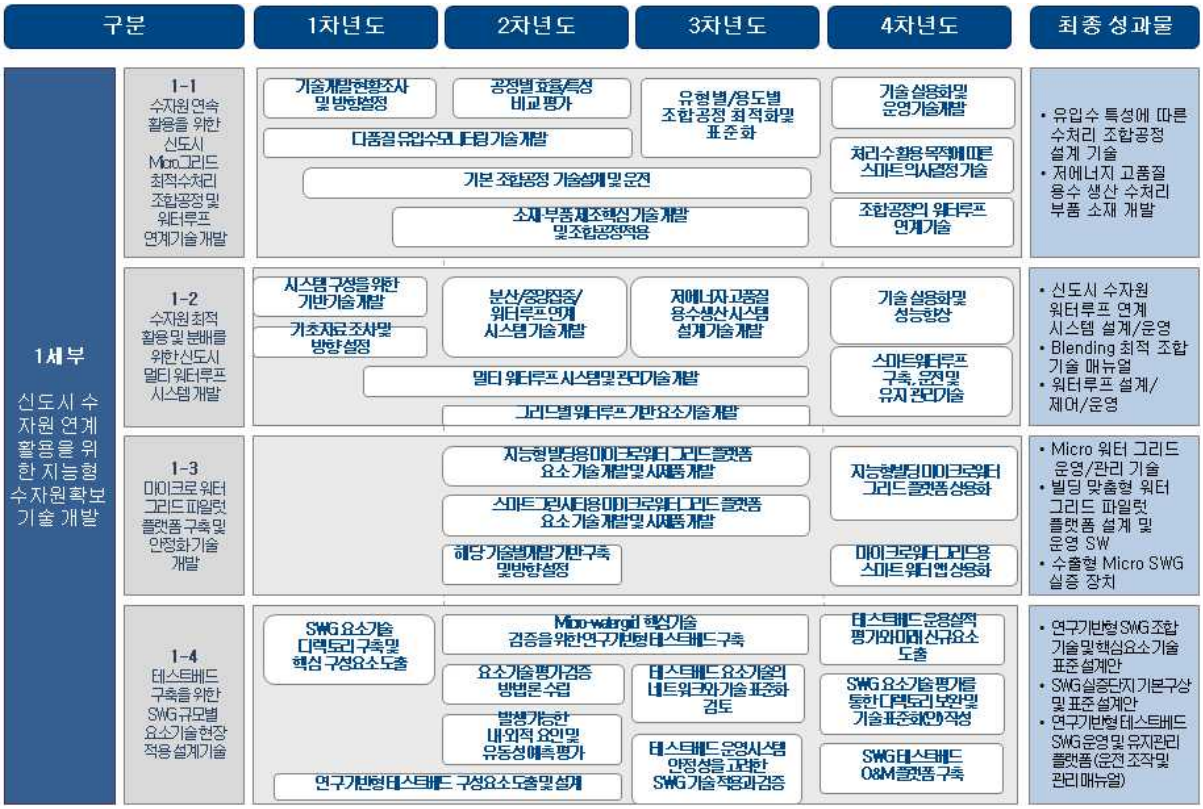
○ 각 분야 개발된 SWG 요소기술에 대한 평가 검증 완료 후 디렉터리 보완 및 기술표준화(안) 작성

○ 테스트베드 내 물공급과 수요를 고려한 통합 운영/유지 플랫폼 설계



[그림 59] 1-4 과제 개발 내용

마. 연구개발과제 TRM



바. 최종성과물 및 성과지표

□ 1-1 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합 공정 (및 워터루프 연계기술 개발)

○ 유입수 특성에 따른 수처리 조합공정 설계 기술

○ 저에너지 고품질 용수 생산 수처리 부품 소재 개발

○ 유입 수자원 활용 조합공정 운영/의사결정 시스템 프로토콜

□ 1-2 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발

○ 신도시 수자원 워터루프 연계 시스템 설계/운영

○ Blending 최적 조합 기술 매뉴얼

○ 워터루프 설계/제어/운영 프로그램

○ 도시 수자원 최적 배분/공급기술 매뉴얼

□ **1-3 Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발**

○ Micro 워터 그리드 운영/관리 기술

○ 맞춤형 Micro 그리드 운전 가이드라인

○ 빌딩 맞춤형 워터 그리드 파일럿 플랫폼 설계 및 운영 SW

○ 수출형 Micro SWG 실증 장치

□ **1-4 테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소 기술 현장적용 설계 기술**

○ SWG 요소기술 분류체계 및 기술정보 디렉터리

○ 연구기반형 테스트베드를 통하여 검증된 SWG 조합기술 및 핵심요소기술 표준설계안

○ 연구기반형 테스트베드 현장 적용성 검증 및 운영실적 평가 보고서

○ SWG 실증단지 구축 기본구상 및 표준설계안

○ 연구기반형 테스트베드의 SWG 운영 및 유지관리 플랫폼

○ 테스트베드의 SWG 단위 및 조합 기술의 운전조작 및 관리 매뉴얼

□ **성과지표(안)**

○ 도시 내 수자원 순환활용 비율 (기존기술: 1, 최종목표: 1.3)

○ 비용대비 생산수질지수 (기존기술: 1, 최종목표: 1.3)

○ 수자원 광역연계 활용지수 (기존기술: 1, 최종목표: 1.3)

○ 에너지 사용량 지수 (기존기술: 1, 최종목표: 0.7)

○ Man-hour 지수 (기존기술: 1, 최종목표: 0.5)

○ 프로그램. 설계 및 유지관리서

- 각 그리드의 워터루프에 대한 설계기술을 확보하고 표준 설계된 워터루프 내에서 수자원의 효율적 이송/분배를 위한 제어/관리. 센서 기술 등과 연계하여 수자원의 효율적인 활용을 위한 워터루프 구축
- 최종목표치 : 시범사업 현장적용

○ 물공급의 에너지 효율

- 수자원의 이송/분배를 최적화하여 에너지 절감
- 최종목표치 : 물 공급에너지 20% 절감

○ 온실가스 총배출량

- 수자원 공급 에너지 절감
- 최종목표치 : 에너지절감에 의한 온실가스 10 % 감축

○ 총운영비용

- 수자원 운영 관리 비용 절감
- 최종목표치 : 수자원 관리에 필요한 운영비용 20 % 절감

○ Simplified quantitative risk analysis (SQRA) 평가지수 향상율

○ 연구기반형 테스트베드 핵심기술 발굴 검증 및 조합기술 확보

○ 연구기반형 테스트베드 핵심기술 발굴, 조합기술을 활용한 실증단지 구축계획 수립

○ 기술권 및 기술표준인증체계 구축 활용

○ 연구기반형 SWG 설비 및 공정 제어 플랫폼 구축률

○ 테스트베드 분석 보고서 수

○ SWG 적용을 위한 제도 및 정책 제안 건수

사. 성과물 검증방안

○ 복합 공정용 부품소재 개발 및 조합에 의한 수자원 생산 공정 기술 강화

○ ET, NT, IT 등 융복합기술의 산학연 협동연구 추진

○ 소규모 플랫폼 구축 및 운전을 통한 기술 실증화

○ 개발기술의 실용화 및 상용화에 주안점을 둔 연구개발 추진 (Spin-off 포함)

○ 관련기술의 보유/실용화 경험이 있는 국내외 기관과 네트워크를 확보

○ 타 세부과제와의 긴밀한 연계에 의한 시스템 기술개발 효율성 제고

: 산출물의 상호작용

○ 실용화 중심의 성격에 맞게 연구소·기업·대학·기타 관련기관에서 연구진을 구성

○ 스마트 R&D 추진 방식: 개발자 협력 R&D 플랫폼을 통하여 개발된 기술과 경험, Use Case 등을 공유

○ 연구 책임자에 의한 연차별 세부목표가 수립되고, 핵심 요소기술 개발 및 사업화 일정 등을 고려하여 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함

○ 시설 확보가 용이하고, 객관적인 기술검증평가가 가능한 국책연구기관과 개별기술 조합 설계가 가능한 민간기업이 산연협동 체제를 구축

○ SWG 요소기술을 개발하는 여타 산학연 연구진과 연계하여 기술 정보 수집 및 교류가 가능한 기술정보 유통망의 구축 및 운용 추진

○ 테스트베드의 세부 사업단계별, 분야별 접근과 상호 연계성 및 체계성 검증을 통한 사업 추진

아. 기술수요처 및 실용화 방안

○ 세부과제 연구결과들이 상호 연계될 수 있도록 추진함

○ 유기적인 사업 및 연구를 위해 평가·자문단 구성 및 운영

○ 산학연 중심의 국내외 연구기관들이 공동 연구할 수 있는 협업체계를 구축함

- 학연: 기술개발의 방향제시 및 요소기술 개발

- 산업계: 개발기술의 상용화 추진

- 국내외 산학연 전문가들간 지식 교류 네트워크 구성

○ 국내에 수요가 있는 지자체와 공기업을 포함하여 실증사업이 추진될 수 있도록 구성함

○ 기술 적용 및 설계 연구진 구성을 하여 국내외 실용화 실적 및 연구기반형 테스트베드 모델 구축 및 운용사례 사전조사

○ 연구기반형 테스트베드 또는 실증시설을 보유하고 있거나 신속하게 확보 가능한 정부출연 연구기관과의 산학협동 기술검증 및 평가체제 구축으로 연구기간 및 투입 자원의 절감

○ SWG기술 표준화 위원회 구성 및 기존 기술인증제도(건설신기술 등) 활용, 신규 표준인증제도 개발, 개선과 병행하여 기술 검증 수준 향상 및 신속한 사업화 지원

○ 테스트베드 SWG 운영 및 유지관리 관련해서 다양한 기술조합 및 환경 시나리오 분석을 실시하여 발생할 수 있는 O&M 문제점 도출 및 해결방안 모색

2. 2세부과제 개요

가. 연구개발 목표

□ 2-1 지역의 물 부족 위험 평가시스템 개발

○ 하천유역 내 특정 지역 또는 도시의 수요량 및 공급 수원을 활용하여 생활용수, 공업용수 및 농업용수의 물 부족을 평가하고 물 부족을 해소하기 위한 공급과 수요관리 대책을 평가할 수 있는 시스템(소프트웨어) 개발

□ 2-2 실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발

○ 물이용의 효율성을 개선하기 위한 실시간 물 수급 관리 자동화 시설(TM/TC, Telemeter/Telecontrol)과 운영 기술 개발

□ 2-3 지능형 물 수급 정보 통합관리기술 개발

○ 물 사용 특성을 반영한 On · Off-Line의 취수량 정보 수집 · 분석 · 활용 기술을 개발하고, 물 수급 정보를 공급자 · 수요자간 쌍방향 제공이 가능한 표준화 기술을 확보하며, 이를 지원할 수 있는 기반 플랫폼을 구축

○ 지역 또는 도시의 물 공급, 수요 및 물 부족 관련 정보를 관리 · 제공할 수 있는 정보 시스템을 개발하고 모바일 형태의 쌍방향 정보 제공이 가능한 기반 기술의 표준화 기술 확보 및 시스템 개발

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

○ 기관별 목적에 따라 각종 조사를 실시하고 통계자료를 홈페이지 또는 정기 간행물을 통해 생산·제공하고 있으며, 물관리정보유통시스템을 통해 지자체를 포함한 5개 부처 11개 기관의 수자원 정보를 기관사용자를 대상으로 On-Line으로 공동 활용하고 있는 실정이나,

○ 용수사용 특성에 따른 수자원관리정보는 시간·공간적으로 분산되어 자연적인 물순환에 인위적인 취·배수상황을 고려한 전체적인 수자원 현황 및 관리정보는 그 파악이 어려움

○ Water Grid를 통해 수자원관리를 최적화하기 위해서는 기존 기관에서 운영하는 정보체계를 최대한 활용하되, 현장여건에 따른 수자원의 사용·관리특성을 반영한 자료수집체계를 On-Line뿐 아니라 Off-Line상으로도 구축하여 운영할 필요가 있으며,

○ 이를 위해서는 Water Grid간 정보수요를 파악하고, 최적화된 공급 및 수요관리를 위한 현장조사를 포함한 자료의 수집·분석·활용 및 제공체계를 표준화하여 Grid를 구성하여야 함

○ 기후변동의 심화와 메가급 도시화에 의한 물수요처의 집중으로 국가와 지역적 물 공급의 안정성이 더욱 취약해질 전망으로 다중 수원의 효율적인 공급망 구축과 관리로 공급의 안정성 확보 필요

※ 2009년 태백시의 경우 주수원인 광동댐의 고갈로 3개월간 제한·운반 급수 시행으로 심각한 사회·경제적 피해 발생

○ 필요한 물수요처에 적시-적량의 물 공급을 통하여 수자원을 보전하고 물이용의 효율성 제고 필요

○ 수자원공급의 인프라는 국가재정의 큼 비중을 차지하기 때문에 저비용의 인프라 건설과 운영이 필수적임

○ 최근 기후는 과거와는 확연히 다른 강수패턴을 보여주고 있으며, 극한 홍수 및 가뭄 발생 빈도 또한 증가 추세에 있어 심각한 자연재해를 유발하게 될 것으로 전망

○ 특히 기후변화 시나리오에 의한 수자원영향 평가에서 가뭄기간이 현재 보다 3.4배 증가하고 물 부족이 심화될 것으로 전망

○ 따라서 물 부족에 적응 가능한 사전대책으로서 지역의 물 부족 위험 대응체계 구축 필요

○ Smart Water Grid 기술을 활용한 실시간 물 부족 모니터링 시스템과 연계한 물 부족 위험 대응 체계 필요

○ 실사용자인 End User의 기술수요 및 사용자 편의를 고려한 재해대응체계 구축 필요

다. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

2-1. 지역의 물 부족 위험 평가시스템 개발

□ **비교**

	본 사업 과제	**검토 대상 과제**
	기후변화에 따른 물 수급 영향 평가	**기후변화에 의한 수문 영향분석 및 전망기술 기획서**
연구 목표	• 예측 또는 불예측 기후변화(홍수/가뭄, 집중호우, 눈 등)에 의한 수자원양의 변화, 수질오염사고에 의한 가용 수자원양 감소, 수재해 감시, 평가, 경보 및 응급대처종합기술 시스템 및 예보기술	• 수문변동 전망기술 개발 • 수문변동 정량화 및 수자원정책 수립

연구 내용	지역의 물 부족 위험 대응 체계 구축 • 지역의 물 부족 위험 평가 기술 개발 • 지역 맞춤형 물 부족 예보시스템 개발 • 사회·경제발전과 기후변동에 따른 물 부족 위험 평가 • 정책·제도적 측면에서 지역별 물 부족 피해저감 기술개발	• 기후변화에 따른 수문 변동 전망기술 개발 • 기후변화에 의한 극치 수문량 전망기술 • 수문변동 정량화 및 수자원정책 수립 • 하천유역의 물수지 및 수문순환변동 정량화 기술 개발 • 기후변화대응 수자원 정책수립

□ **검토의견**

○ 제시된 연구과제들은 공간적인 범위가 지역(시군단위)의 구체적인 물수급이 아니라 우리나라 수자원장기종합계획에서 이용하는 중권역(44-2,500㎢)의 거시적인 물 수급 전망을 목표로 하고 있음

○ 이는 Water Grid개념의 수요-공급의 취약성 평가의 공간적 범위로 적절하지 못하고, 구체적인 지역(예로, 서울, 부산, 대구, 태백 등)의 물 부족 상황을 파악할 수가 없음

○ 또한, 제시된 과제들은 미래의 지역별 물 수요 전망에 대한 시나리오 개발이 포함되어 있지 않음

○ 본 연구는 특정 지역의 미래 수요 시나리오를 개발하여 물부족의 위험을 평가하고 대책을 제시하는데 있음

□ **비교**

	본 사업 과제	**검토 대상 과제**
	기후변화에 따른 물 수급 영향 평가	**기후변화 대응 하천 운영 및 관리 기술 기획**
연구 목표	• 예측 또는 불예측 기후변화(홍수/가뭄, 집중호우, 눈 등)에 의한 수자원양의 변화, 수질오염사고에 의한 가용 수자원양 감소, 수재해 감시, 평가, 경보 및 응급대처종합기술 시스템 및 예보기술	• 기후변화 시나리오에 따른 국가 수자원 부존량 변화 예측기술개발 및 극한 가뭄에 따른 하천 운영 및 관리기술 개발과 외부 환경변화 및 충격에 대하여 하천의 기본기능을 유지하면서 안정적 상태로 빠르게 회복될 수 있는 통합 물관리 시스템의 구축 및 실용화 기술 개발
연구 내용	지역의 물부족 위험 대응 체계 구축 • 지역의 물 부족 위험 평가 기술 개발 • 지역 맞춤형 물 부족 예보시스템 개발 • 사회·경제발전과 기후변동에 따른 물 부족 위험 평가 • 정책·제도적 측면에서 지역별 물 부족 피해저감 기술개발	물안보 확보를 위한 탄력적 물관리시스템 기술 • 365일 하천 유량 관리 고도화 기술 개발 • 기후변화에 따른 물수급 평가 표준화 체계 구축 • 유역환경변화 대응물과 물질순환 정량화 기술 개발 • 통합유역 기반 탄력적 물관리 기술의 개발

□ **검토의견**

○ Water Grid 지능화 사업 세부과제는 물 수요량에 대한 공급의 효율성을 높이는 연구로서 수요량의 정확한 모니터링, 물 부족 예측, 물수요의 최적공급 등을 위한 연구임

○ 기후변화 대응 하천운영 및 관리기슬은 하천유량과 같은 공급량을 정확하게 모니터링하고 신뢰성 있는 물 공급량 예측 등이 주된 연구임

2-2. 실시간 물 수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발

□ **비교**

	본 사업 과제	**검토 대상 과제**
	실시간 물 수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발	**수자원 지속적 확보 기술 사업단**
연구 목표	• 댐/호소 수자원, 강우자원 평가기술, 4대강 보를 통한 수자원, 시공간차원의 물 수송 조절통제기술, 통합 지능형 하천유량관리기술, 그리드별 물수지 분석 등의 수원 최적 활용과 확보 연구	• 통합수자원 관리기술, 지표수확보기술, 지하수확보기술, 대체수자원 확보기술을 통한 물부족 해소
연구 내용	• 안정적 물 확보를 위한 수원의 지능형 관리 기술 • 다단계 저류시설을 이용한 지천의 물 확보기술 • 원격자동제어를 활용한 물관리 효율화 기술	수자원관리 통합기반 개발 • 유비쿼터스 하천유황모니터링 • 통합수자원평가계획시스템 개발 • 유역물관리 운영기술 개발 • 안양천유역의 물순환 건전화 기술 • 기후변화에 의한 수자원영향 예측 및 평가 시스템 구축

□ **검토의견**

○ 댐군(댐, 보)의 지능화 운영 기술의 목적은 공급원으로서 댐과 수요처의 수요량을 실시간 양방향 정보의 교환을 통하여 댐의 물을 낭비하지 않고 고효율로 이용하는데 주안점이 있음

○ 또한 농업용수 수급 자동화 운영 기술을 통해 농업용수 순환 특성을 파악하고 기상조건, 수요관리 조건, 공급관리 조건 등에 따라 최적 이용을 지원하는 데 기술개발 목적이 있음

○ 프론티어 과제 “유역통합 수자원 환경관리 시스템구축”연구는 물 수급을 계산하는

소프트웨어의 개발로서 본 연구의 IT를 이용한 양방향 정보 교환에 의한 지능화 운영과는 다른 연구임

2-3. 지능형 물 수급 정보 통합관리기술 개발

□ 비교

	본 사업 과제	검토 대상 과제
	지능형 물 수급 정보 통합관리기술 개발	수자원 지속적 확보 기술 사업단
연구 목표	• 기관별 자료의 공동활용을 위해 기 구축된 수자원 정보시스템을 지능화하여 하천유역수자원의 효율적 확보 및 운영이 가능하도록 **공급 및 수요관리정보를 연계/통합한 정보체계 개발**	• 통합수자원 관리기술, 지표수확보기술, 지하수확보기술, 대체수자원 확보기술을 통한 물부족 해소
연구 내용	**물 관련 정보체계 지능화** • 첨단 취수량 계측 기반 기술 개발 • 지능형 실시간 물 취수량 수집 및 관리기술 개발 • 지능형 물 수급 정보 통합관리시스템 개발	• 지속가능한 수자원통합 기술 • 수자원계측 및 모니터링 기술 • 시공간 자료 활용기술 개발 • 유역통합 물수지분석 및 수자원 계획 기술 개발 • 실시간 물관리 운영시스템 구축

□ 검토의견

○ Water Grid 지능화 사업 세부과제는 수자원의 지속적 확보기술 사업단의 연구부문과 간접적인 연계성은 있으나 지리정보기술, 수요 고려, 지역 자족형 IT 기반 등의 연구 내용은 현재의 수자원의 정보를 보다 효율적으로 관리를 함으로 제한된 수자원을 최대한 이용하는 것임

○ 수자원의 지속적 확보 기술 사업단의 “수자원계측 및 모니터링 기술”은 하천수 취수량을 의미하는 것이 아니라 하천수위, 유량, 유사량 등 자연계의 수문순환 과정에서 나타나는 현상들을 관측하기 위한 기반 기술 개발 이며, 이는 본 연구에서 목표로 하고 있는 취수량 정보의 계측과는 서로 다른 연구임

라. 연구개발 주요 내용

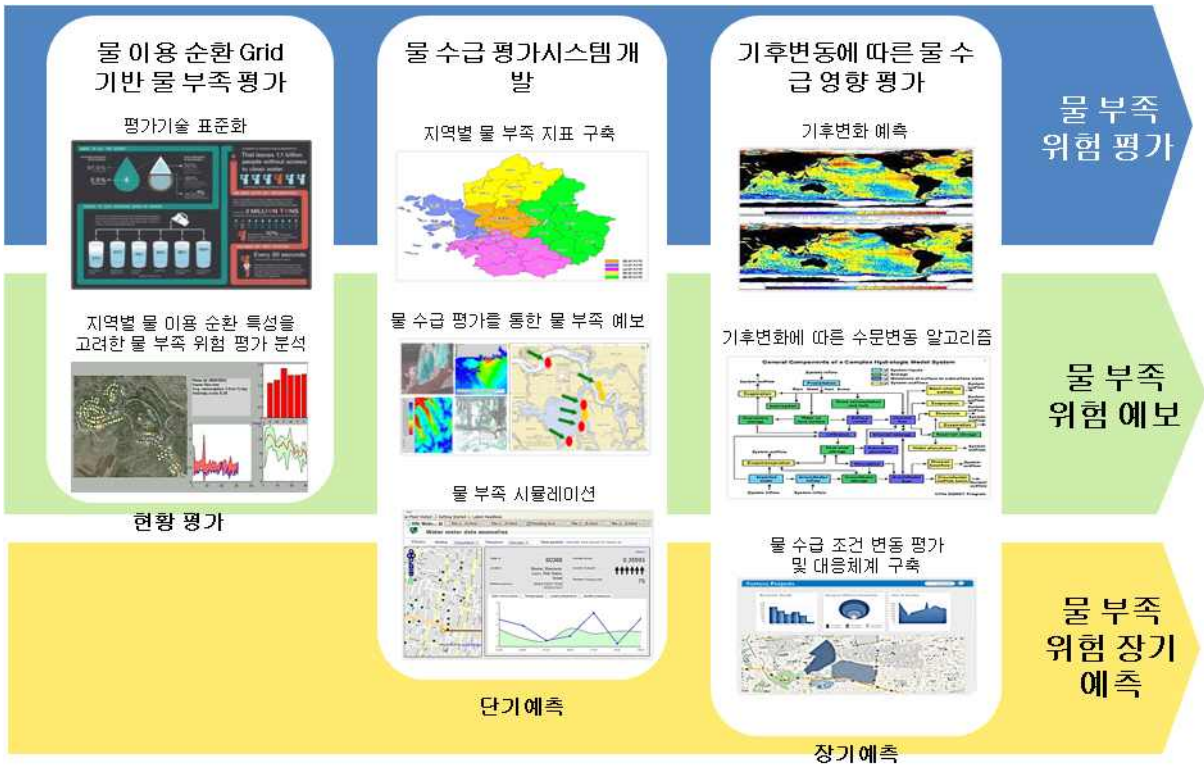
□ 2-1 지역의 물 부족 위험 평가시스템 개발

○ 지역의 물이용 순환 Grid 조사·분석·평가

○ 지역의 물수급평가 시스템 개발 및 Test-Bed 적용

○ 기후변동에 따른 물수급 영향 평가

○ 물 부족 관리 통합포털시스템 개발



[그림 61] 2-1 과제 개발 내용

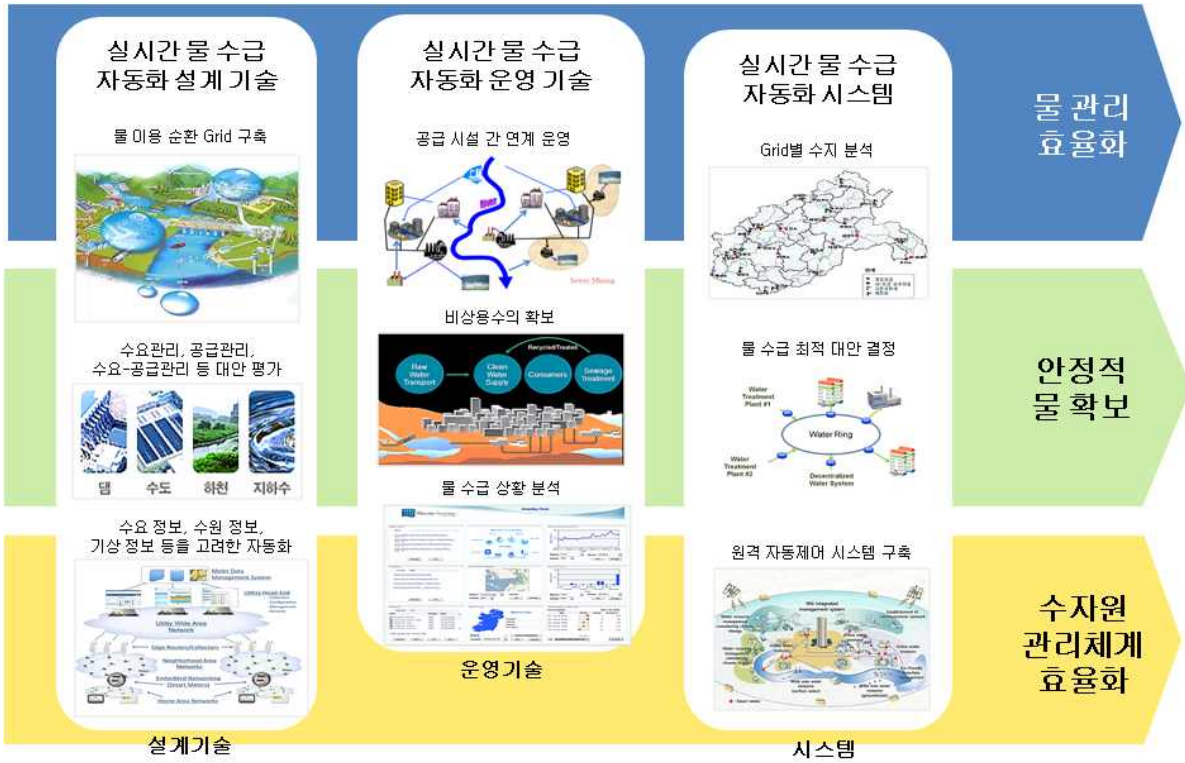
□ 2-2 실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발

○ 물수급 자동화 기술 조사·분석·평가

○ 물수급 자동화 시설 최적 적용분야 선정 및 설계

○ 물수급 자동화 시설의 테스트베드 적용 및 운영

○ 물수급 자동화 시설의 효과 검증 및 실용화



[그림 62] 2-2 과제 개발 내용

□ 2-3 지능형 물수급 정보 통합관리기술 개발

○ 첨단 취수량 계측 기반 기술 개발

○ 지능형 실시간 물 취수량 수집 및 관리기술 개발

○ 지능형 물수급 정보 통합관리시스템 개발



[그림 63] 2-3 과제 개발 내용

□ 기타

○ 정책·제도적 측면에서 지역별 물 부족 피해저감기술개발

○ 국·내외 수자원관리 제도 현황 분석

마. 연구개발과제 TRM



바. 최종성과물 및 성과지표

□ 2-1 지역의 물부족 위험 평가시스템 개발

○ 광역, 지역 및 도시의 물부족 평가 소프트웨어 및 물부족 정보관리 웹 포털시스템

□ 2-2 실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발

○ 실시간 물 수급 자동화 HW와 SW 및 모바일 자료관리 SW

○ 용도별 실시간 물 취수량 측정 표준화 시스템

□ 2-3 지능형 물수급 정보 통합관리기술 개발

○ 물수급 정보 통합관리시스템

○ 수자원 관리 정보 표준 지침서

○ 기후변화에 따른 지역특성을 고려한 물부족 대응 제도 및 정책 제안

□ **성과지표(안)**

○ 수자원 관리정보 표준 실증화

- 수자원정보의 표준화 실증화 비율 달성(1차년도 10%에서 4차년도 100%달성)

○ 물수급의 효율성과 안정성

- 기존 물이용의 효율성과 안정성을 평가하여 20%까지 제고

○ 상세 물 부족 위험도 표시

- 전국 행정구역별 물수급 네트워크 구축 및 물부족 위험지도 개발

○ 위험 대응 조치 시간 절감

- 물부족 위험의 사전 인지에 의한 위험대응 조치시간의 30% 절감

사. 성과물 검증방안

○ 정부기관의 협업 물관리에 필요한 연구개발 방향과 일관성 유지

○ 국내외 산·학·연 연구기관 전문가 네트워크 구축 및 공동 워크숍 개최

○ 사업화를 위하여 민간 기업과 물관리 기관과 공동연구 추진

○ 연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 이에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함

○ 기술개발 결과의 실수요기관 관계자를 계획단계·수행단계·평가단계 등의 제반 과정에 참여토록 하여 연구개발 결과의 활용도 제고

○ R&D, 시험·평가, 관련기관간 네트워크 구축 등에 대한 전주기적 관리

○ 기존의 국내외 연구성과를 최대한 활용하고, 단기간 내에 결과를 확보하기 위해 관련 기관과 공동연구체계 구축

○ 원활한 사업 및 연구 성과물 관리를 위한 Smart Water Grid 개념을 이해하고 있는 관련 평가·자문단 구성 및 운영

아. 기술수요처 및 실용화 방안

○ 목적별·기관별·사용자별 다양한 이해관계를 반영하여 현재 제도를 분석하고 활용가능한 연구성과가 도출될 수 있도록 하며, 단·중·장기 단계별 제도개선안에 따른 가능한 연구성과도 함께 제시

○ 공급·관리 및 수요자의 다양한 요구분석(설문 및 직접조사 등)을 통해 필요한 수자원관리정보 현황 파악

- 전문가 수준의 요구분석 이외에도 현업을 고려한 실제 수요자 중심의 요구 파악
- 기관별 생산되는 수자원 기초자료 뿐 아니라 가상·가공 자료에 대한 수요 파악
- 수집시기 및 (품질)관리방법에 따라 변화되는 자료흐름을 파악하여 자료의 활용도 및 접근방법을 제고

○ 기존 연구성과 및 운영 중인 수자원정보관련 시스템을 최대한 연계하여 활용하고 최적화된 자료의 쌍방향 연계가 가능하도록 추진

- 활용 가능한 국·내외 연구결과 및 기관별 관리·제공되는 자료는 실증화 후 바로 적용
- 기존 물관리정보표준을 기반으로 수자원정보관리 표준을 마련하여 Water Grid간 정보체계 구축에 활용하고, 기관에 제공함으로써 공급·관리 및 수요자간 쌍방향 연계가 가능하도록 추진
- On-Line 파일럿시스템을 구축하되 비상시 자료활용 및 관리가 가능하도록 Off-Line 자료수집 및 관리기법을 개발

○ 개발된 기술은 시험유역 운영을 통해 실증화 하여 성과가 현장에서 적용이 가능하도록 추진

○ 국내외적인 수자원 현안과 미래전망 및 정책동향 명확화

○ 연차별 연구 목표와 성과물 중심의 기술개발 추진 및 선택과 집중으로 대표 과제에 집중

○ 선진기술을 보유하고 실용화 과업을 수행한 경험이 있는 국내외 실무자 및 기관과의 네트워크 확보

○ 국제기구 및 선진국가의 연구기관과 적극적인 국제공동연구 및 기술이전 체계 수립

○ 연차별 연구목표 및 성과물 중심의 기술개발 추진

○ 단기추진과제 및 장기추진과제를 구분하여 효율적이며 체계적인 연구 추진

○ 각 세부과제 연구 성과물에 대한 구체적인 연계 추진방안 수립

○ 단계별 주요 연구결과 도출을 위한 집중 연구 분야 수립

○ 선진기술을 보유하고 실용화 과업을 수행한 경험이 있는 국내외 실무자 및 기관과의 네트워크를 확보함

○ 기 수행 및 현재 수행 중인 과제 중 연구 결과와의 차별화 및 연계·활용방안 수립

- 교과부, 국토부의 “수자원의 지속적 확보기술 사업단” 연구
- 행안부, 기상청, 수자원공사, 농어촌공사 등의 가뭄관련정보시스템

3. 3세부과제 개요

가. 연구개발 목표

□ 3-1 ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발

○ 물생산, 수송, 소비 과정에 배치되어 있는 센서들로 구성된 AMI 네트워크망을 SWG 운영에 적합한 관리를 위한 스마트 접속 **네트워크** 기술 개발

○ 각 과정에서 확보된 물정보를 분산적으로 관리 및 처리를 위해 **소프트웨어 플랫폼/SDK 기술** 개발

○ 시장 확대 및 기술 발전을 위한 물정보 및 센서 표준 기술방법, 표준 오픈 소프트웨어 인터페이스 및 프로토콜 **표준화** 기술 개발

○ SWG 운영상의 비정상 상황 대처 및 개별 사용자 Billing 시스템 구축을 위한 **보호/보안** 기술 개발

○ 물 생산/소비의 유연성 확보를 위한 **물정보 공유 네트워크 서비스** 기술 개발

□ 3-2 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발

○ 수자원의 통합 원격 검침 및 측정을 위한 다기능 센서(유량, 유속, 수압, 수질)의 소형화, 집적화를 통한 그리드망 운영을 위한 센서의 **통합화** 기술 개발

○ 저전력, 무인 기반 유무선 네트워크 기능을 가진 원격 스마트 디지털 계측기를 위한 현장적응형 **자립화** 기술 개발

○ 워터 그리드 망의 시스템 레벨의 지능화 및 **고부가가치화**를 위한 고기능 **범용센서** (중금속오염 측정센서, 수중의 입자 측정 on/off 시스템, TN/TP 센서 기술개발 등)의 개발

○ 그리드 **맞춤형** 모니터링 기술 및 **환경 모니터링 조밀도의 대폭 증가**를 위한 수자원 모니터링 기술 개발

○ 실외 환경에서의 센서 동작환경 **안정화** 기술

□ 3-3 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발

○ 요소별 및 도시규모별 모델 기반 **SWG 시뮬레이터** 개발

○ 물정보 기반 **최적 의사결정 기술** 개발

○ 파워 그리드 연계 **저에너지 시스템 운영 기술** 개발

○ 워터 그리드 **안정성 확보 기술** 개발

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

○ 물생산, 수송, 소비 과정은 여러 서브시스템(sub-system)이 서로 긴밀한 상호작용을 하는 복잡 네트워크 시스템으로 구성되어 있으며, 서브시스템 및 전체 SWG 시스템은 다양한 물정보를 획득, 처리, 활용하고 있음.

○ 물정보의 획득 주기 및 항목의 다양화를 통해 SWG에 대한 보다 정확한 정보를 확보함으로써 물관리의 효율성을 극대화 할 수 있음.

○ 또한 각 과정에서 확보된 물정보를 정보네트워크를 통해 정보를 필요로 하는 물관리/처리 시스템에 전달함으로써 정보처리에 기반한 지능화를 통해 전체 시스템 운영의 최적화를 할 필요가 있음.

○ SWG에서 정보의 획득은 다양한 물 센서로 구성된 단위 노드에서 이뤄지기 때문에 물관리 단위 노드의 센싱 기능과 정보통신기술(information communication technology, ICT)의 정보처리 기술을 통합 활용함으로써 지능화를 극대화할 필요가 있음.

○ SWG의 설치환경은 도심, 농촌, 이동 환경 등 매우 다양하기 때문에 설치환경에 따른 물관리 노드 및 네트워크의 구성을 환경 적응적으로 개발할 필요가 있음. 특히 각 설치환경에 적합한 에너지 확보 방안 및 획득 정보의 전달 방안의 개발이 필요함.

○ 여러 장소 및 여러 과정에서 많은 물정보가 획득되므로 이를 효율적으로 관리 운영 플랫폼/SDK 소프트웨어 개발이 필요함.

○ 시장 확장 및 기술 개발 운영과 확장을 위해 물정보 기술법/프로토콜 표준화가 필요함.

○ 지능화를 통해 물관리 수준을 유지하면서도 최소 개수의 노드 설치 및 네트워크 구성의 비용을 최소화하는 기술의 개발이 필요함.

○ 현재의 스마트 센서 및 계량기는 네트워킹에 대한 고려 없이 각 회사의 폐쇄적 프로토콜을 활용함으로써 시장의 확대 및 기술 발전에 걸림돌이 되고 있음. 반면 SWG의 통합 네트워크 환경에 적합한 정보 아키텍쳐(architecture) 및 프로토콜을 개발, 제안함으로써 국내 및 세계 시장에서 주도권을 선점할 필요가 있음.

○ 물정보 시스템 구축의 비용절감 및 물정보 상호교류의 효율화를 위해서는 공개 표준화된 프로토콜 기술이 필요함.

○ 물 생산과 소비의 유연성을 확보하여 SWG의 효율성을 높이기 위해서는 ICT를 통한 물정보 정보의 공개/공유가 필요함.

○ SWG는 국가 기간망이므로 적대적 사이버 공격으로부터 시스템을 보호하기 위한 정보의 보안이 매우 중요하며, 개별 소비자의 과금 및 사생활과 관련되어 있으므로 정보 보안과 더불어 정확성의 확보가 필요함.

○ SWG를 구성하는 단위 노드 사이 데이터 통신에서 개인 물사용 정보의 유출 방지를 위한 보안 프로토콜 및 정보 보안 저장 기술이 필요함.

○ 물정보의 실시간 공유를 위한 응용 프로그램 개발 및 개별 사용자로부터의 실시간 물정보 교환을 위해 SNS 관리 기술이 필요함.

○ 통합형 계측기를 대량으로 설치하기에는 막대한 비용과 설치 장소 확보 및 지속적인 전력 공급 등의 문제점이 있어 현재 사용되고 있는 수질 모니터링 시스템은 대형 정수장과 배수지에 집중되어 있을 뿐만 아니라, 대규모 시설을 필요로 하기 때문에 제한적으로 시스템이 설치, 운용되고 있다. 따라서 소형화가 용이한 다기능성(수질, 유량, 유속, 수압 등) 센싱 플랫폼을 개발하여 망내의 원활한 수자원 배송을 위한 유량, 수질, 유속 등을 모니터링 할 수 있는 시스템이 절실히 필요함.

○ 현재 물관리를 위한 다양한 센서 및 장치가 개발되고 있으며, 특히 지능형 물관리 노드의 전단계로 디지털 계량기, 통신 기능을 갖춘 스마트 계량기가 시장에 나와 적용되고 있음.

○ 현재 사용하고 있는 수도미터(계량기)에 수질 환경센서 및 네트워크 기능을 추가하여 수원에서부터 각 소비자의 SWG를 구성할 수 있는 그리드내의 물관리시스템 개발이 필요함.

○ 기능성의 자립형 수자원 검침 및 계측 센서는 망내의 수질/수량 측정으로 얻어진 데이터를 네트워크 또는 스마트 폰의 앱을 통해서 소비자와 공급자에게 양방향 물정보를 실시간 제공함으로써 물 배분의 최적화를 위한 스마트 통합 원격 계측기를 개발할 필요성이 절실하며 이는 센서의 기반 기술의 개발이 선행되어야 함.

○ 스마트 계측기의 도입으로 관련 기기의 제조 및 설치 관련 비즈니스와 전력업계의 IT화 및 전력소비정보 관련 비즈니스의 창출, 스마트가전 시장 확대 등 내수시장 확대로 인한 고용창출 큼.

○ 국내에서 간이 센서 형식의 연구가 일부 진행 중이나 실시간 모니터링 가능한 현장적용형 센서 연구와 이들 센서로부터 얻어진 다양한 환경정보를 실시간 관리하는 지능형 시스템 운영체계 구축은 미비함.

○ 측정소설치형 온라인 현장모니터링 환경 오염물질 측정센서는 국내에 개발되어 있으나 국제적 수준의 제품화를 위해서는 센서의 수명, 재현성 및 정확도 향상 등 기술고도화를 위한 추가적인 기술개발이 필요함.

○ 해외시장 개척을 위한 첨단 지능형 센서 개발이 필요함.

○ 시공 이전 단계에서 신규 설계나 기존 시설물의 운영 효율을 예측 검증하기 위한 수치해석 시스템이 필요하고, 신뢰성 높은 시스템 해석을 위한 전문 공정모사 기술을 통해 설계의 효율성을 증대할 수 있음.

○ 세계 시장을 진출하기 위해서는 다양한 원수(原水) 조건, 환경, 수요 패턴을 만족시킬 수 있는 공정 설계 능력이 필요함. 따라서 비용 및 시간을 절감하고 시행착오를 줄이면서 세계 시장에 진출하기 위해서는 적정 공정을 선택할 수 있는 의사결정 지원 프로그램 개발이 필요함.

○ 시스템의 에너지 효율성을 높이기 위해서 파워 그리드의 전력 정보에 기반한 수자원의 생산이 필요하고 유휴 에너지 활용의 최적화로 인한 저에너지 운영 기술 개발이 필요함.

○ 실제 시스템에 대한 테스트가 불가능하므로 다양한 운영 시나리오와 비상 상황에 대한 시나리오 기반의 시뮬레이션을 통하여 운영 능력 및 비정상 상황시 대처 능력 향상시키기 위한 운영 관리 및 진단 기술의 선진화가 필요함.

다. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

3-1. ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발

□ 비교

	본 사업 과제	검토 대상 과제
	ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발	자립형 센서 기반 지능형 환경관리 시스템
연구 목표	• 분산형 물관리 및 운영을 위한 AMI 네트워크 구축 • 물정보의 효율적인 관리 기술 및 물정보 서비스 개발	• 자립형센서와 광역 USN 기반 국가 물관련 정보통합시스템 구축 • 오염실태 및 홍수 예방, 용수관리 체계 일원화
연구 내용	• 스마트미터/센서의 네트워크 구축 기술 개발 • 분산형 물관리 소프트웨어 플랫폼 기술 개발 • 계측기기 간의 통신 프로토콜 및 표준화 기술 개발 • Billing 시스템 구축을 위한 보안 기술 개발 • 물정보 공유 네트워크 서비스 기술 개발	• 계측기와 USN 기반 기술 확보 및 표준화 • 공통플랫폼 기술 및 부처별 수요맞춤형 사용자 환경 설계 • 모니터링 목적 및 대상별 실증 테스트베드 구축

□ 검토의견

○ IT기술 기반의 통합관리시스템에 관련된 일부 내용은 중복되나, 수자원 생산 및 공급의 효율향상과 탄력적인 수자원 안정적 배분을 위해 워터 그리드내의 필연적 기술로 중복성 개념 접근이 아닌 상호보완적 관계의 개념 접근이 필요함

○ ICT기반 AMI 네트워크 구축 기술 중 일부가 다부처 과제인 '자립형 센서기반 지능형 환경관리시스템'의 통합관리시스템 기술과 수자원을 포함한 환경 분야에 적용된 센서 및 네트워크 기술이라는 점에서 관련성이 있다고 할 수 있음. 그러나 '자립형 센서기반 지능형 환경관리시스템'은 하천, 강 등의 광범위 수계를 모니터링하기 위한 센서 기술 개발을 목적으로 하고 있으며, 본 과제는 워터 루프를 포함한 그리드망을 대상으로 하며, ICT 기반 AMI 네트워크를 활용한 그리드 망의 지능화를 목적으로 하는 근본적 차별성을 가지고 있음.

○ 본 과제는 기존 ICT 기반 네트워크 기술을 지능화를 위해 적극적으로 활용하여, 그리드망에 상존하는 물리적, 환경적, 사이버 위협에 대응하면서 운영의 안정성 확보 및 고효율화를 달성하여 보다 상위개념의 정보화, 지능화를 위한 시스템 구축을 추진하도록 함.

○ IT 기술 기반의 통합관리시스템에 관련된 기술은 국내의 적용실적이나 요소기술에 대한 R&D 경험이 부족하여 선진국기술과의 기술격차가 큼으로 워터 그리드와 관련된 전문연구인력의 확보 차원에서도 중요한 역할을 할 것으로 판단됨

3-2. 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발

□ 비교

	본 사업 과제	검토 대상 과제
	수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발	**자립형 센서기반 지능형 환경관리 시스템**
연구 목표	• 수자원 통합 고정밀 원격 검침 및 측정을 위한 현장적응형 다기능 센서 통합화 원격 스마트 디지털 계측기 개발	• 자립형센서와 광역 USN 기반 국가 물관련 정보통합시스템 구축 • 오염실태 및 홍수 예방, 용수관리 체계 일원화
연구 내용	• 다기능(유량, 유속, 수압, 수질)을 가진 센서의 개발 및 소형화, 집적화 기술 개발 • SWG 현장적응형 저전력, 무인기반 유무선 네트워크기술을 가진 계측기 개발 • 워터 그리드 망의 시스템 레벨의 지능화 및 고부가가치화를 위한 고기능 센서(오염, 누수)의 개발 • 그리드 맞춤형 모니터링 기술 및 사용자/서비스 중심 수자원 모니터링 기술 개발	• 수질/유량 센서와 USN 기반 기술 확보 및 표준화 공통플랫폼 기술 및 부처별 수요맞춤형 사용자 환경 설계 • 모니터링 목적 및 대상별 실증 테스트베드 구축

□ 검토의견

○ 본 과제의 자가형 스마트 수자원 센서 기술 중 일부가 다부처 과제인 '자립형 센서기반 지능형 환경관리시스템'의 통합관리시스템 기술과 수자원을 포함한 환경분야에 적용된 센서 및 네트워크 기술이라는 점에서 관련성이 있다고 할 수 있음. 그러나 '자립형 센서기반 지능형 환경관리시스템'은 하천, 강 등의 광범위 수계를 모니터링하기 위한 센서 기술 개발을 목적으로 하고 있으며, 본 과제는 워터 루프를 포함한 그리드망을 대상으로 하며, 자립형 센서 시스템을 활용한 그리드 망의 지능화를 목적으로 하는 근본적 차별성을 가지고 있음.

○ 본 과제는 지능화를 위한 고기능, 고부가가치 센서를 선별하여 자체 개발을 추진하며, 기타 일반적 센서는 타과제의 성과물을 적극 활용하는 방안을 추진함. 또한 개별 센서 개발보다 그리드 망에서 통합 솔루션을 위한 통합화, 자립화 및 정보처리 시스템화를 전략적으로 추진함.

○ IT 기술 기반의 통합관리시스템에 관련된 기술은 국내의 적용실적이나 요소기술에 대한 R&D 경험이 부족하여 선진국기술과의 기술격차가 큼으로 워터 그리드와 관련된 전문연구인력의 확보 차원에서도 중요한 역할을 할 것으로 판단됨.

3-3. 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발

□ 비교

	본 사업 과제	검토 대상 과제
	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발	에코스마트 상수도 사업단
연구 목표	• 다양한 수자원 수요에 능동적으로 대응하여 효율적인 수자원의 공급/소비를 위한 최적 솔루션을 제시하는 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정지원시스템 개발	• 기후변화 문제에 대응 가능한 글로벌 탑 브랜드 상수도 시스템 기술 확보
연구 내용	• 수자원 요소별/도시 규모별 모델 개발 • 시뮬레이션을 통한 최적의 수자원 공급/소비 예측 기술 개발 • 실시간 전력 정보에 기반한 수자원의 효율적인 생산 기술 개발 • 비상상황에 대비한 대체 수자원 공급 기술 개발 • 수자원의 소비량 예측 및 최적 배분 기술 개발	• 정수처리 지능형 플랜트 – 지식 진화형 데이터 분석기법 개발 – 기존 오염물질 처리의사 결정기술 – 신종 오염물질 처리의사 결정기술

□ 검토의견

○ “에코스마트 상수도 사업”은 오염물질에 대한 처리 의사결정 알고리즘 개발을 목적으로 함. 그러나 “SWG 맞춤형 ICT기반 물정보 관리 기술”은 수자원 수질/수량 관리 프로토콜 및 최적 의사결정 지원 통합시스템 구축을 목적으로 하므로 중복성은 없음.

○ “에코스마트 상수도 사업”의 정수처리 지능형 플랜트는 오염물질에 대한 정수처리 의사결정 기술 개발을 제안하는 반면 본 과제에서는 다양한 수자원 시나리오에서 효율적인 수자원 공급/소비를 위한 최적 의사결정 기술을 개발한다.

라. 연구개발 주요 내용

□ 3-1 ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발

○ AMI 구축을 위한 스마트 접속 네트워크 기술

- 환경 적응형 유무선 네트워크 기술 개발
- 스마트 센서간 효율적인 통신을 위한 USN 및 mesh 네트워크 기술 개발

○ 분산형 물관리 소프트웨어 플랫폼 기술

- 스마트 물관리 원격 활용을 위한 표준 오픈 소프트웨어 인터페이스 기술 개발
- 이종 계측기 장비의 기술법 및 통신 프로토콜 표준화

○ Billing 시스템 구축을 위한 보안 기술

- 개별 사용자의 물정보 보호/보안을 위한 암호화 기술 및 보안 프로토콜 개발
- 디지털 미터링 측정 데이터 기반의 스마트 Billing 시스템 구축

○ 물정보 공유 네트워크 서비스 기술

- 효율적인 물정보 제공을 위한 스마트폰 앱 개발
- 물정보 상호 교류를 위한 SNS 서비스 제공 및 관리 기술



[그림 65] 3-1 과제 개발 내용

□ 3-2 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발

○ 다기능 스마트 계측기 개발

- SWG 현장적응형 저전력, 자가진단, 세정기술 기술 개발
- 경량화, 저가격화 된 스마트 계측기 개발

○ 수자원 모니터링을 위한 고기능 통합 센서 개발

- 다기능 센서(유량, 수압, 수질)의 소형화 및 집적화 기술 개발
- 다항목 측정 기능성, 고감도성, 고선택성 등의 성능이 향상된 범용 센서 기술 개발
- 다기능성 토털케어 센서가 통합된 물역류 및 수압 감지 저전력 스마트 계측기 개발
- 유해 수질 항목 요소 모니터링이 가능한 스마트센서 기술 개발
- 전처리 최소화 기반의 현장 직독식 센서 기술 개발 (직독식은 현장에서 특별한 장치 없이 바로 환경정보를 확인할 수 있는 방식임)
- 유량 센서 기술의 성능 (정확도, 정밀도, 감도, 재현성) 향상 기술 개발
- 원격 모니터링을 위한 수자원 센서 데이터의 전송 품질을 보장하는 유무선 네트워크 통합 센서 기능 개발



[그림 66] 3-2 과제 개발 내용

□ 3-3 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발

○ 워터 그리드 모델링 및 시뮬레이션 소프트웨어 개발

- 수자원 요소별(수원(水源), 관망, 수요자 모델), 도시 규모별(micro, meso, macro) 모델 개발
- 다양한 종류의 수치해석 엔진이 구현된 시뮬레이터 개발

○ 실시간 정보 기반 최적 pricing 결정 기술

- 수량 및 수질 변화에 따른 수요 예측 및 적절한 공급량 유도 기술 개발
- 수요 패턴 분석 및 예측 (계절별, 년도별) 기술 개발
- 시뮬레이션 결과를 기반으로 한 최적의 수자원 공급/소비 예측 기술 개발

○ 파워 그리드 연계 저에너지 운영 기술

- 실시간 전력 정보에 기반한 수자원의 효율적인 생산 기술 개발
- 유휴 에너지 활용 최적화 기술 개발

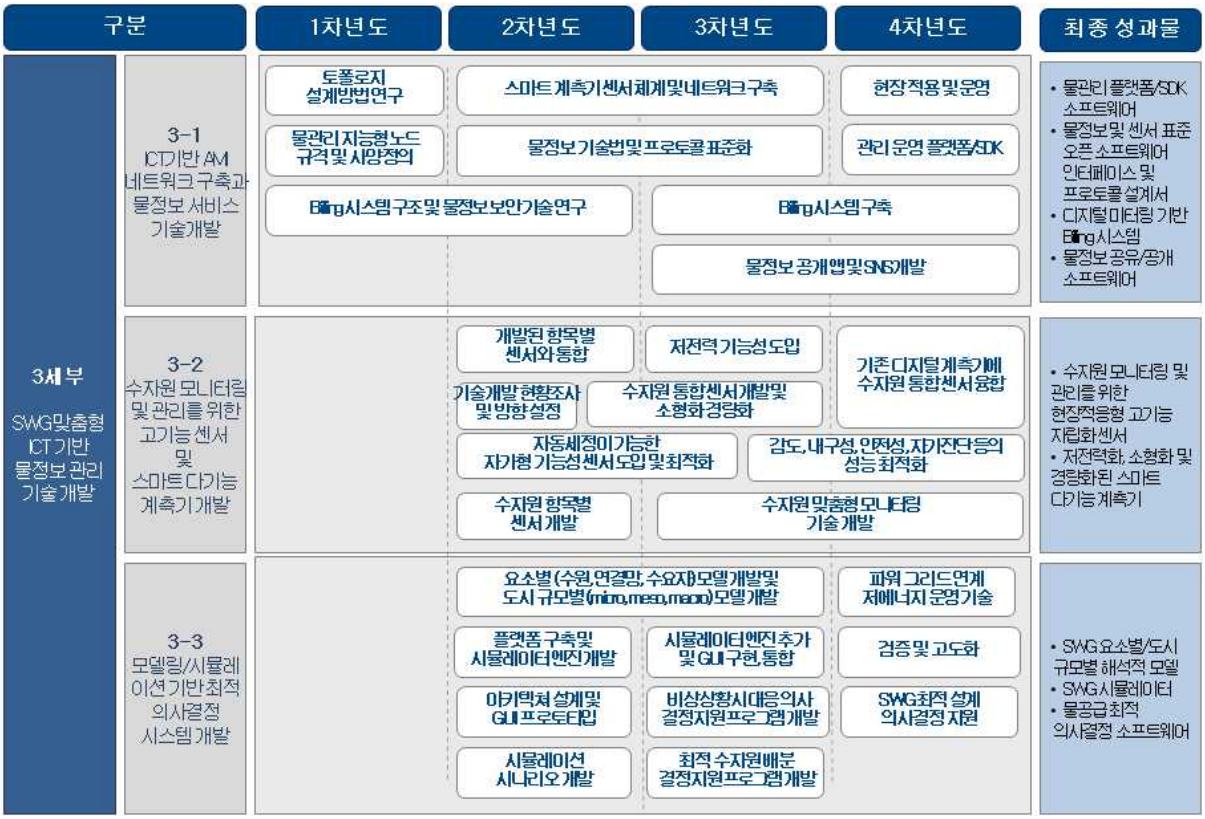
○ 워터 그리드 안정성 확보 기술

- 비상상황 (테러 및 사고 등)에 대비한 대체 수자원 공급 기술 개발
- 수자원의 소비량 예측 및 최적 배분 기술 개발
- 역류 감지 및 누수, 오염 탐지 기술 개발



[그림 67] 3-3 과제 개발 내용

마. 연구개발과제 TRM



바. 최종성과물 및 성과지표

□ 3-1 ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발

○ 물 정보 및 센서 표준 오픈 소프트웨어 인터페이스 및 프로토콜 설계서

○ 개인 사용자 물 사용 정보 보안 기술

○ 디지털 미터링 기반 Billing 시스템

○ 물관리 소프트웨어 플랫폼/SDK 기술

○ 물 정보 공유/공개 소프트웨어

□ 3-2 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발

○ 수자원 모니터링 및 관리를 위한 현장적응형 고기능 자립화 센서

○ 저전력화, 소형화, 경량화 된 스마트 다기능 계측기

□ 3-3 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발

○ SWG 요소별/도시규모별 해석적 모델

○ SWG 시뮬레이터

○ 물공급 최적 의사결정 소프트웨어

□ 성과지표(안)

○ 자가형 수자원 통합센서 지원 항목 개수
- 자가형 수자원 통합센서는 기초적 수량 및 수질의 측정이 가능해야 하며 저전력, 자가진단 기능을 포함해야함. 또한 현장 적응성을 위한 오염, 파손 등 고기능 그리드 센서와 함께 통합되어야 함.
- 최종 목표치: 3개 기초 수량 수질 센서 및 1개 고기능 그리드 센서 통합
- 달성도=통합 센서 개수/최종 목표치

○ 물관리 정보네트워크 지원 센서 노드 개수
- ICT 기반 물관리 AMI 네트워크가 지원할 수 있는 센서 노드의 최대 개수. 하나의 독립된 네트워크가 지원하는 센서 노드 개수가 많아질수록 운영의 효율성은 증대되나 정보전송 용량 및 실시간성 확보에 기술적 어려움이 따름
- 최종 목표치: 50개
- 달성도=센서 개수/최종 목표 개수

○ 비정상 파손 발생시 위치 추정 정확
- 물관리 AMI 네트워크가 설치된 그리드 망에서 비정상 파손 발생시 실시간 위치 추정의 정확도. 그리드 망을 구성의 기본이 되는 단일 송수관에서 양단에 설치된 센서를 통해 파손 발생시 위치의 추정
- 최종 목표치: 설치 센서간 거리 대비 15% 오차율
- 달성도=100% - (추정 오차/센서간 거리) + 최종 목표치

○ 모델링 기반 물정보 분석 시스템 지원 모델 개수
- 스마트 물관리 망을 모의실험을 위해서는 망을 구성하는 다양한 요소별/단위별 모델이 개발, 지원되어야 함. 모델의 최적화를 통한 모의실험 가능한 그리드 망의 규모를 최대화 해야 함.
- 최종 목표치: 모델 10개, 동시 실험 50개
- 달성도=(모델 개수/최종 모델 개수)/2 + (동시실험 개수/최종 동시실험 목표치)/2

사. 성과물 검증방안

□ ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발

- 국내외 수자원, 관망 관리 시스템에 대한 조사를 통한 SWG 상의 정보 데이터 흐름 및 처리에 대한 상세 및 요구 사항 조사 실시.
- 국내외 시장 및 실용화 현황 조사 및 디지털 계량기, 스마트 미터를 포함한 관련 상용 제품에 대한 기술적 분석 실시.
- 센서/메쉬 네트워크, smart utility networks (SUN) 분야 기술의 최근 기술에 대한 재검토 및 SWG 적용 가능 기술의 선별.
- 전력 그리스, 워터 그리드, 센서 네트워크, 수자원 분야의 전문가 그룹 구성 및 정기적인 회의 주최.
- SWG 유관 기관, 한국수자원공사 및 지자체와의 긴밀한 협력 및 네트워크 구축.
- 학/연 협력을 통한 도전적 기술의 성공적 개발과 산/연 협력의 실용화/상용화 기술 개발을 동시에 추진.
- 물관리 지능형 노드의 프로토타입을 조기 개발하고, 연차에 따라 점진적으로 지능화, 최적화 기술을 적용함으로써 구체적 대상이 있는 실용화 기술을 개발함.
- 호환성 및 확장성을 확보하여 향후 네트워크 기술 및 수자원 관리 방침의 변화에 대비.
- 현재 물정보 서비스 및 TMS(telemetry monitoring system)의 상세 및 요구 사항 조사 실시.
- 국내외 실용화/표준화 유경험 실무자와 전문 연구진으로 이뤄진 전문가 그룹을 구성하여 표준화 진행.
- 표준 web, open documentation 기술을 바탕으로 타기술 표준과 호완성을 유지할 수 있는 표준화 진행.
- 현재 정보 보안 프로토콜 및 암호화 기술에 대한 상세한 연구 및 조사 실시.
- 기존 정보 보호 기법 중 SWG 적용 가능 기술의 선별을 통해 다중 보완이 가능한 정보 보호 시스템을 개발함.
- 정확한 물정보의 측정을 위한 디지털 미터링 시스템에 사용되는 디지털 물정보 측정장치의 정확도 분석.
- 디지털 측정기로부터 측정된 물사용 정보 기반으로 개별 사용자의 물 사용 과금을 결정하는 billing 알고리즘 및 데이터 전달 프로토콜 개발.
- 정보 공유를 위해 개발된 다양한 스마트폰 어플리케이션에 대한 조사 실시.

- 국내외 어플리케이션 개발자와의 협력을 통한 독창적인 실시간 정보 제공 응용 어플리케이션 개발.
- 기존 SNS 서비스 관련 전문 연구진과의 협력을 통한 실용적인 SNS제공 주기 및 관리 기술 개발함.

□ **수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발**

- 국내외 실용화 실적에 대한 철저한 사례조사 및 실용화 중심의 연구개발사업 성격에 맞는 연구진 구성
- 기존의 수질·수량·수압·누수 측정센서의 소형화 및 자동세정, 저전력 기술 융합을 통한 자가형 센서 기술의 최적화
- 기존의 각 수질·수량·수압·누수 측정센서의 기능을 통합한 통합 솔루션 센서 개발
- 안정성, 내구성, 자가형, 경제성, 활용도 최적화 및 성능 최적화를 통해 실용화 추진
- 국내외의 전문가, 선진기술을 가지고 있는 실무자 및 기관과의 유기적인 네트워크 조직을 통해 기술 발전 도모

□ **모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발**

- SWG 요소별 및 도시 규모별 모델링은 수자원 전문가 또는 기관이 반드시 참여해야 함.
- GUI 및 수치 해석 엔진의 개발 및 상용화 경험이 있는 시뮬레이터 개발 업체 참여가 필수적임.
- 최적화 알고리즘 개발 경험자 혹은 전공자의 참여 필요.

아. 기술수요처 및 실용화 방안

○ 국내외 수자원, 관망 관리 시스템에 대한 조사를 통한 SWG 상의 정보 데이터 흐름 및 처리에 대한 상세 및 요구 사항 조사 실시.

○ 국내외 시장 및 실용화 현황 조사 및 디지털 계량기, 스마트 미터를 포함한 관련 상용 제품에 대한 기술적 분석 실시

○ 학/연 협력을 통한 도전적 기술의 성공적 개발과 산/연 협력의 실용화/상용화 기술 개발을 동시에 추진.

○ 물공급 최적 의사결정 소프트웨어는 한국수자원공사에서 전국의 수자원 분포에 대한 다양한 시나리오를 확보하고 수자원의 효율적인 수요/공급/소비량을 예측하는데 유용하게 사용될 것임.

[참고] 종합 연구개발 추진 전략(2C2S)

□ **상용화 목표 중심의 연구과제 포트폴리오 구성 (Commercialization)**

- 개발 기술의 적용과 검증을 위한 테스트베드 구축을 염두에 둔 사전 적용 연구를 수행하며, 사업화 주체가 연구개발 초기부터 참여하여 연구개발의 사업모델을 명확히 설정함으로써 국가연구개발사업의 ROI(Return On Investment) 제고

□ **오픈 이노베이션에 입각한 협업적 R&D (Collaboration)**

- 목표 달성을 위해 연구비용과 시간을 줄일 수 있도록 오픈 이노베이션에 입각하여 적극적 외부 협력을 추진하며, 오픈 웹사이트 등을 통해 개방형 기획 추진

□ **Smart R&D Management System: Fail Fast, Fail CHEAP (Smart)**

- 미래 물산업을 개척한다는 기업가 정신으로 추진하되 실패 비용을 최소화할 수 있도록 철저한 R&D 관리 수행

□ **시스템 최적화를 통한 국토해양 물산업 비즈니스모델 창출: Design, System of Systems (System of Systems)**

- 국토해양R&D에 걸맞도록 개별 요소 시스템의 조합을 최적화하는 System of Systems형 기술 개발을 통한 새로운 국토해양 물산업 비즈니스모델 창출



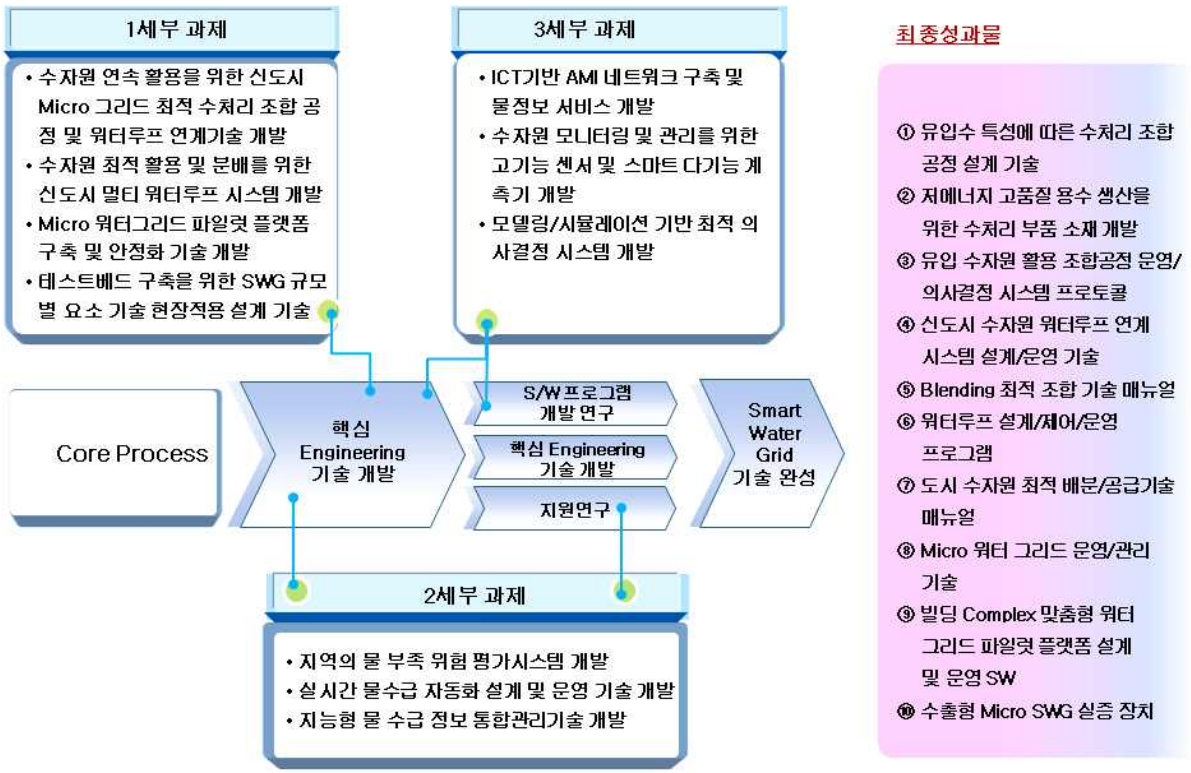
[그림 69] Water Grid 지능화 연구단 R&D추진 전략

5절. 세부과제간 연계구조

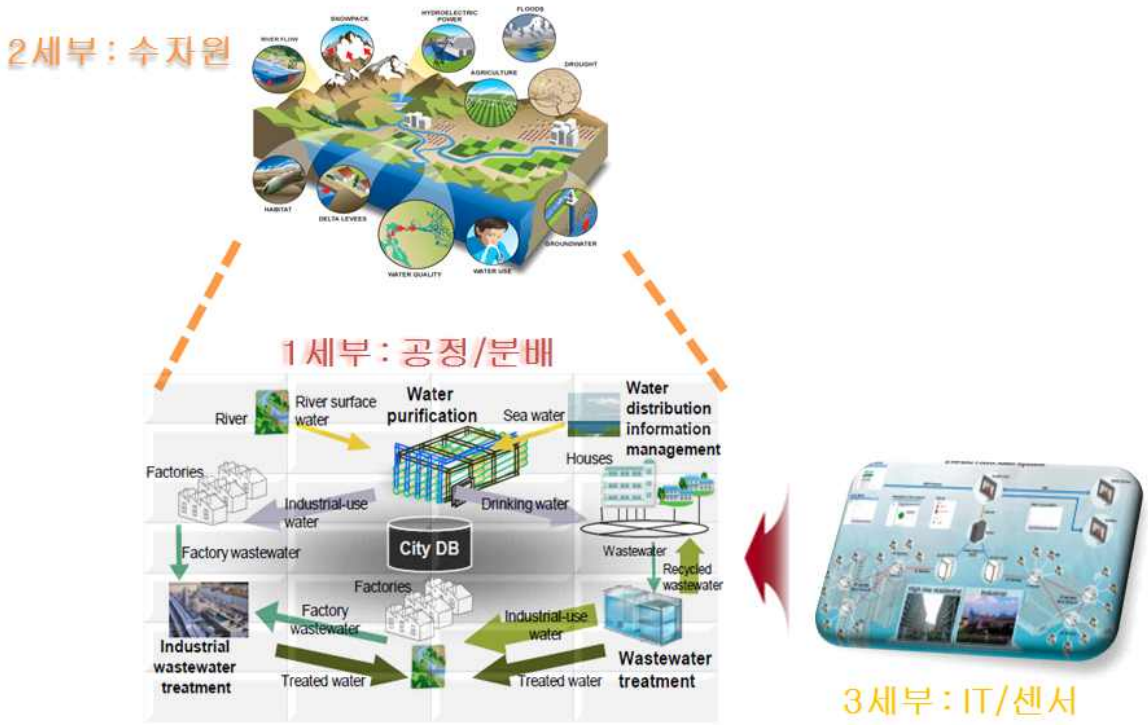
1. 프로세스 관점

○ 본 연구단의 핵심 프로세스는 ① 핵심 Engineering 기술 개발 ② 프로그램 개발 연구, 지원 연구 ③ Smart Water Grid 기술 완성의 3단계로 구성되면 각 단계별로 세부과제가 연계됨

1세부과제: **신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발** 2세부과제: **수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물 관리 플랫폼 개발** 3세부과제: **Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발**



[그림 70] 세부과제간 연계구조



[그림 71] 세부과제간 연계에 의한 SWG 실현

2. 지리적·범위적 관점

○ 1세부과제(도시 수자원 최적 활용을 위한 수자원확보 및 이용효율화 기술 개발)은 신도시 등에 적용

○ 2세부과제(중•대권역 수자원 최적활용을 위한 수자원 통합정보 효율화 기술개발)는 4대강등 중·대권역에 적용

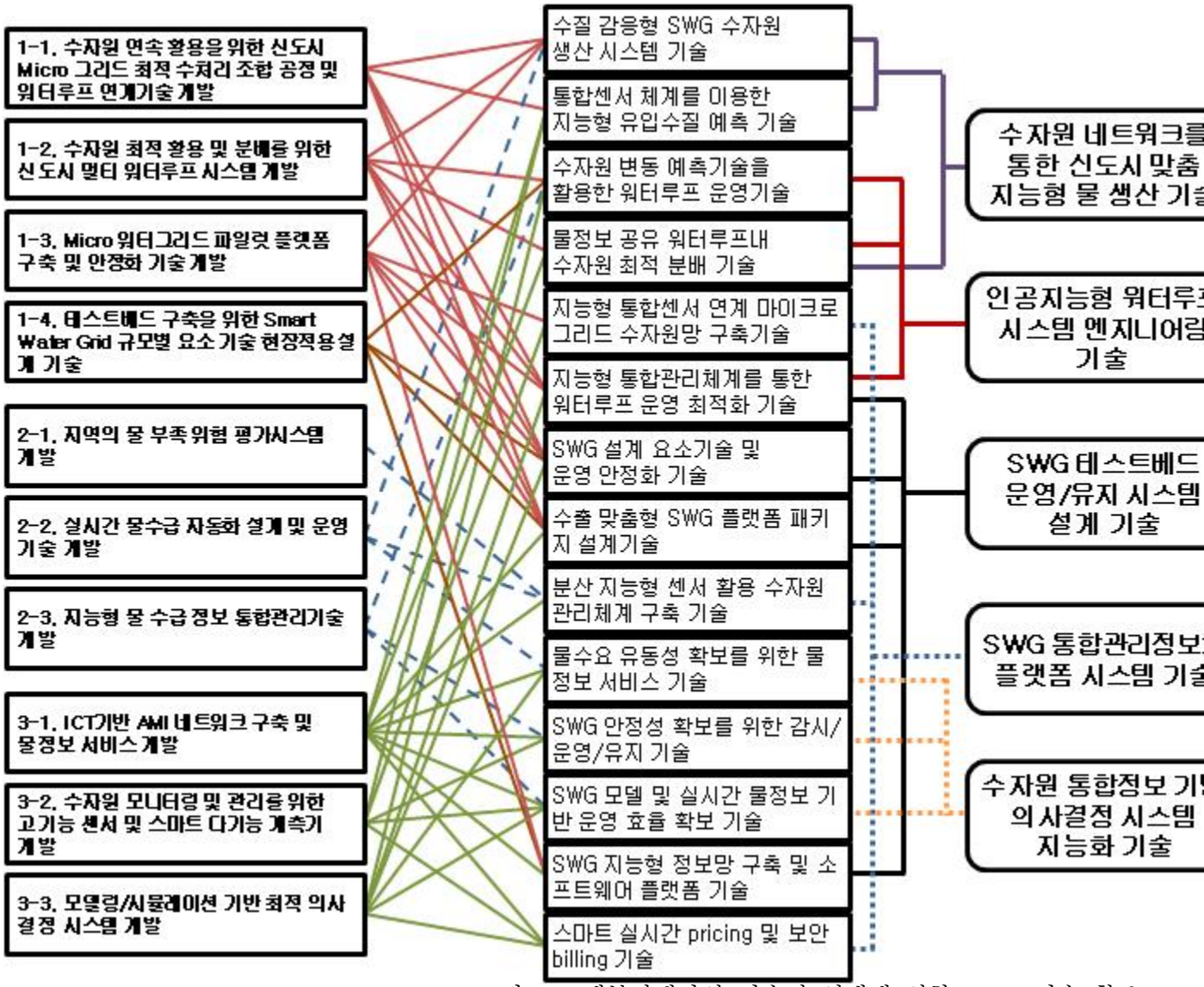
○ 3세부과제(Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물정보 관리기술 개발)는 중·대권역이나 도심 등 특정 Water Grid에서 필요한 요소 기술로서 센서와 협력네트워크를 구축



[그림 72] 세부과제의 지리적·범위적 연계

3. 세부과제간 기술적 연계성

○ 세부과제는 독립적으로 존재하지 않으며 서로 다른 과제와 긴밀한 관계를 가지고 있다. 또한 과제간의 연계에 의한 연계기술이 개발되고 각각의 연계기술은 최종적으로 Smart Water Grid의 기술이 된다.

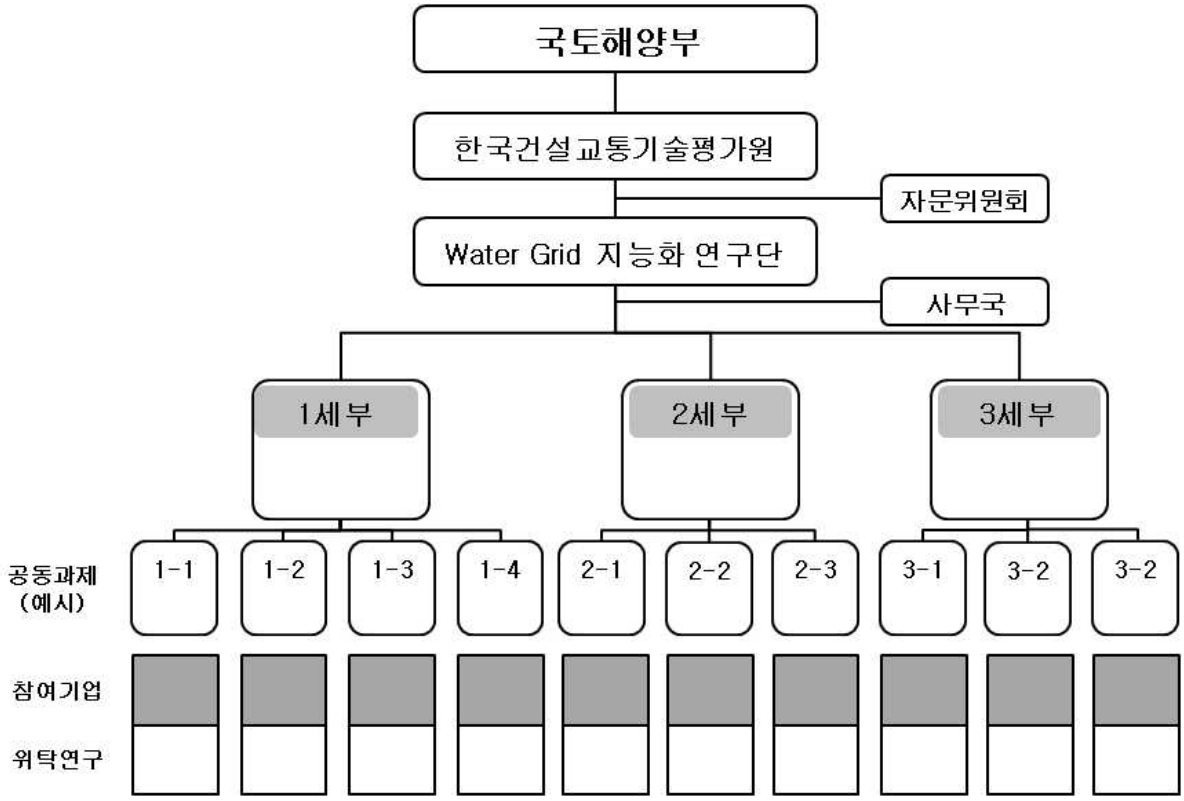


[그림 73] 세부과제간의 기술적 연계에 의한 SWG 기술 확보

6절. 연구추진체계 제안

○ Water Grid 지능화 연구단은 한국건설교통기술평가원의 과제관리를 받으며, 연구단장 책임 하에 사업단에서 행정을 관리함

○ 5개의 핵심과제 아래에는 2~3개의 공동과제를 운영하며, 각 공동과제담당자는 참여기업과 위탁연구자와 함께 연구를 수행함



[그림 74] Water Grid 지능화 연구단 추진체계

5장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

1. 국가 전략적 중요성

□ 국토해양부 수자원관리정보시스템 구축에 기여

○ 하천법 제 22조(수자원 자료의 정보화)

- 국토해양부장관은 제16조에 따른 유역조사의 자료, 제17조에 따른 수문조사의 자료 그 밖에 하천관리에 필요한 자료의 효율적인 활용을 위하여 수자원 정보체계를 구축·운영하여야 한다.

○ 수자원정보 제공을 위한 기초자료 DB 구축

- 수자원단위지도, 수문, 하천, 댐, 용수, 지하수 등의 기초자료 축적
- 물관리정보 기초분석 체계 구축

○ 수자원계획수립 업무지원 체계 구축

- 이수, 치수, 하천환경 계획수립 업무지원을 위한 체계 구축

○ 정책결정지원체계 구축

- 이수, 치수, 하천환경 관련 정책결정지원을 위한 지표 개발 및 정책결정지원체계 구축

○ 물관리정보 표준화 및 유통시스템 구축

- 수자원단위지도 구축(대권역 : 21개, 중권역 : 117개, 단위유역 : 143개, 표준유역 : 840개)

○ 현재의 수자원관리 종합정보시스템을 Main시스템으로 하고, 각각 개별적으로 구축중인 수자원분야 시스템(지하수정보시스템, 광역상수도종합관리시스템, 하천GIS 등)을 Sub시스템으로 하여 Main 시스템과 연계된 정보 공동 활용 체계 구축

2. 상위 계획과의 부합성

□ 국토해양부 『수자원 장기종합계획』 R&D니즈와 부합

○ (개요) 국토해양부가 수립한 수자원장기종합계획(2006~2020)에서는 수자원조사 및 연구개발계획에 대해 중장기 전략을 수립하였음

○ 수자원조사 및 연구개발분야의 현안 및 문제점

- 수자원 정보의 공유화 및 통계자료 신뢰 부족

- 수자원 이용 효율화와 극한 가뭄 대처방안 부족 등

○ 용수공급의 안정성 확보를 위한 Water Security 기술 개발 필요

· 이수효율성 극대화를 위한 국가수자원의 공간적 재분배 방안 미흡

○ 연구개발의 기본 방향

- (기본이념) 수자원 정보 및 기술의 혁신
- (추진목표) 수자원 정보의 고도화 및 기술선진화
- (추진전략) 물이용 안정성, 형평성 및 효율성 향상과 국가 물안보 확보

□ 범부처 물산업 육성 정책 수립 (2010.10.13)

○ 범부처 물산업 육성 정책 내용 (2010.10.13)

원천기술 개발을 통한 경쟁력 강화	블루골드시장 주도 원천기술 개발 신기술 상용화 촉진 : 실증공간 확보
토털솔루션 역량 확보를 통한 전문 물기업 육성	지방상수도 및 하수도 통합화 · 광역화 민간기업 참여 확대를 통한 물전문 기업 육성
먹는 샘물, 물 재이용 등 연관산업 육성	먹는 샘물 산업 발전 기반 조성 친환경 대체용수산업 육성 상하수도 기자재 산업 경쟁력 강화
해외진출 활성화	지역별 맞춤형 추진전략 수립 해외진출 기반 구축 민관 및 정부간 협력 체계구축

- (시사점) 범부처적으로 Water Grid 기술 등 블루골드 시장을 주도할 수 있는 원천기술을 확보하고자 함
- 또한, 적극적으로 상용화할 수 있도록 실증공간을 확보하고 적극 지원하고자 하며 이를 통해 해외진출의 기반을 조성함
- 물산업 육성을 위해 향후 정부와 민간의 적극적인 협력이 기대됨

3. 사업추진의지 및 관련 기관 협조 체계

□ 국토해양부의 추진 의지

○ 국토해양부는 본 과제의 별도 보고를 통해 국토부의 물산업 육성 수단을 위해 IT 기반의 Water Grid 지능화 기술을 적극 육성할 것이라고 언급함

□ 관련 기관 협조 체계

○ 수자원공사 등 수자원 관련 국내 기관들의 적극적 협조

- K-Water의 수자원분야 전문가가 본 연구단 기획에 참여함

○ 국내 기업들의 관심 증대

- 본 과제 기획 및 워크샵에 다수의 기업 참여

○ 새만금 및 제주 등 테스트베드 후보 지역이 적극적으로 관심을 보임

4. 사업추진상의 위험요인 및 대응방안

○ 다수의 참여주체가 참여하는 R&D과제에서 나타날 수 있는 다양한 위험요인을 발굴하여 체계적으로 관리할 계획임

<표 26> 사업추진상의 위험요인 및 대응방안

실패위험	세분류	리스크 관리방안
R&D기획	환경변화대응 실패	사전조사 및 검토를 철저히 수행하기 위해 사전기획예산을 별도로 편성하여 Intelligence Analysis Activity 강화
	R&D기획역량 부족	테스트베드 구축이 장래 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 시너지효과 창출이 가능토록 제도화
R&D 평가 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

5. 정부지원의 필요성

□ 물산업의 중요성

- 물산업은 국가물안보 확보 및 미래성장동력산업으로 국제경쟁력 강화를 위해 국가 차원의 육성 전략이 필요함

□ 물산업분야 시장실패와 저투자 방지

- 우리나라 물산업은 정부실패와 시장실패가 공존하는 영역으로 2가지 실패를 모두 해소하기 위해 정부가 지원하는 Water Grid 지능화 사업이 필요
- 글로벌 물산업의 환경 및 수요 변화에 대응할 수 있는 기술력과 자본력을 겸비한 국내 순수 물기업이 부족한 상황에서 시장기능에 맡겨둘 경우 국내 물산업 기반 붕괴가 우려됨
- 일부 분야를 제외하고 관주도의 물관리 체계로 글로벌 시장을 선점할 수 있는 국내 민간 물기업이 부족하고 물산업기반이 취약하여 정부 지원이 시급함

6. 사업추진의 시급성

□ 종료 R&D사업단의 성과의 발전적 계승

○ 수자원의 지속적 확보 이용 사업단 등 프론티어사업이 2012년까지 단계적으로 종료되며, 종료 사업단의 성과물을 Smart Water Grid 구축을 위해 발전적으로 활용할 필요가 있음

- 기존의 사업단이 해외의 선진기술을 따라 잡는 Catch-Up형 기술이었다면, 이제는 새로운 기술 및 비즈니스모델을 개척하는 파괴적 혁신시스템으로 물산업의 글로벌 프론티어로 나아가야할 시점임

□ IT기반 물산업의 글로벌 표준화 선점

○ 글로벌 물산업이 폭발적으로 성장하고, IT기반의 수자원관리기술이 발전함에 따라 수자원 개방형 플랫폼등 표준화의 이슈가 대두되고, 이를 선점해야 글로벌 승자(winner)가 될 수 있으므로 조속히 사업을 추진해야 함

- 스마트폰 분야의 앱스토어처럼, 산업의 패러다임이 표준화, 개방화한 first mover가 승자가 되는 구조로 바뀌고 있음

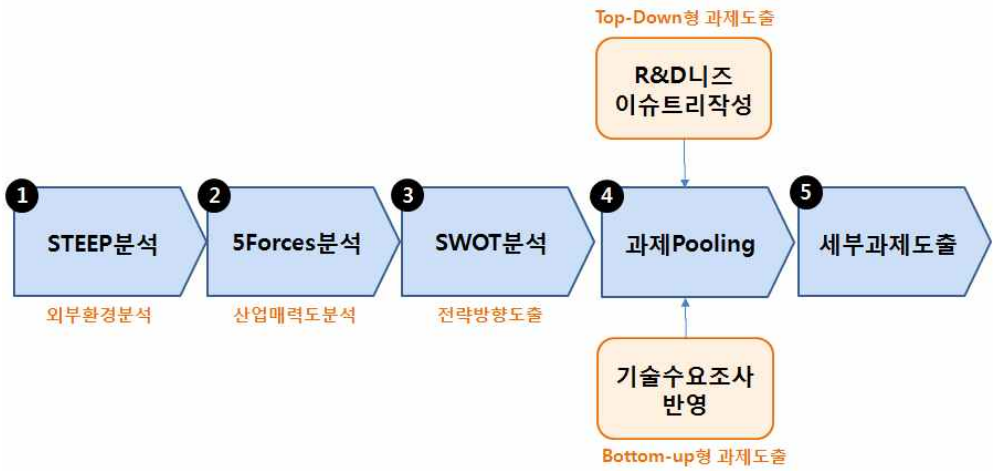
○ 기존의 물산업에서는 개별적으로 일부 표준화 이슈가 존재하였으나, 정보의 수집과 활용이 중시되는 Smart Water Grid를 구축하기 위해서는 표준화가 주요 이슈가 되며 통합성, 확장성 등을 고려한 프로토콜 개발을 선점해야 함

2절. 기술적 타당성

1. 기술개발 계획의 우수성

□ 사업의 목표, 내용, 성과의 구체성

○ 4회의 워크샵 등 철저한 수요 중심 기획을 통해 모든 세부과제에 대해 목표, 내용, 성과를 제시하고 RFP를 작성함



[그림 76] 미래수요중심의 세부과제 도출



[그림 76] 세부과제도출 상세 검토 경과

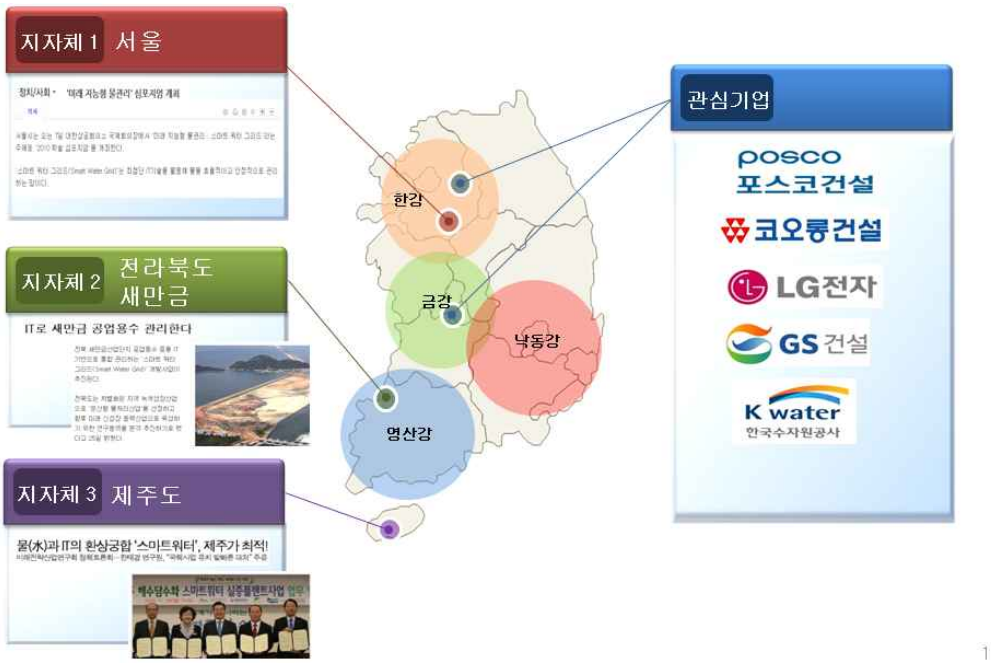
○ 해외전문가들과 수자원관련 기관들이 본 사업의 기술적 우수성과 필요성을 인정하고 다수의 **공동연구를 제의해옴**



[그림 77] Water Grid 지능화 국제 공동 연구 추진 현황

□ 기대되는 성과의 활용도와 활용계획

○ 본 사업에 대해 다수의 물관련 기업과 IT기업들이 관심을 보이고 있어, 사업 참여 가능성이 높고 이들을 통해 향후 사업화가 추진될 것으로 전망함



[그림 78] Water Grid 지능화 사업 관심 기업

2. 기술 수준 및 개발 성공 가능성

□ 글로벌 IT역량 보유

○ Water Grid 지능화 기술에 가장 중요한 요소는 IT기술임

- 우리나라는 글로벌 IT강국으로서, HW와 SW 개발 역량이 뛰어남

○ 현재 수자원분야에 IT역량이 접목이 되지 않고 있으나, 이는 융합 성격인 연구테마의 성격으로 추진 주체가 불분명했기 때문이며, 본 사업을 통해 본격적으로 접목하게 되면 성공 가능성은 매우 높음

- 기존 수자원분야에서는 IT를 활용하는 시도가 있기는 하였으나, 그 투자가 크지 않았으며, IT영역에서는 물시장이 크게 발전하지 않았으므로 투자 여력이 많지 않았었음

○ IT가 접목된 Water Grid 지능화 기술은 기존의 건설 중심의 수자원영역을 기술·지식 집약산업으로 탈바꿈시킬 수 있고, 이는 우수한 인적자원과 기술력을 보유한 우리나라에 적합

□ 지난 10년간의 수자원분야 연구 성과 축적으로 충분한 기반이 구축됨

○ “수자원의 지속적 이용사업단”, “수처리 선진화 사업단”등 21세기프론티어사업으로 추진된 사업단, “해수담수화플랜트사업단”등 국토해양부의 사업단에서 Water Grid 지능화 사업에 활용할 수 있는 기본 역량을 확보함

- 수처리 기술, 수자원분야 정보통신 기초 기술 등

□ 전세계적으로도 초기 기술로서 집중적으로 투자할 경우 경쟁 우위가 가능

○ Smart Water Grid가 본격적으로 어젠다를 형성하기 시작한 것은 2009년경부터로 사실상 전 세계가 기술적으로 동일 선상에서 경쟁을 시작하고 있음

○ 우리나라가 뛰어난 IT역량과 지난 10년간의 수자원 관련 축적된 기술을 접목시킬 경우, 경쟁우위가 가능함

3. 기존 사업과의 중복성

□ 추진전략 측면

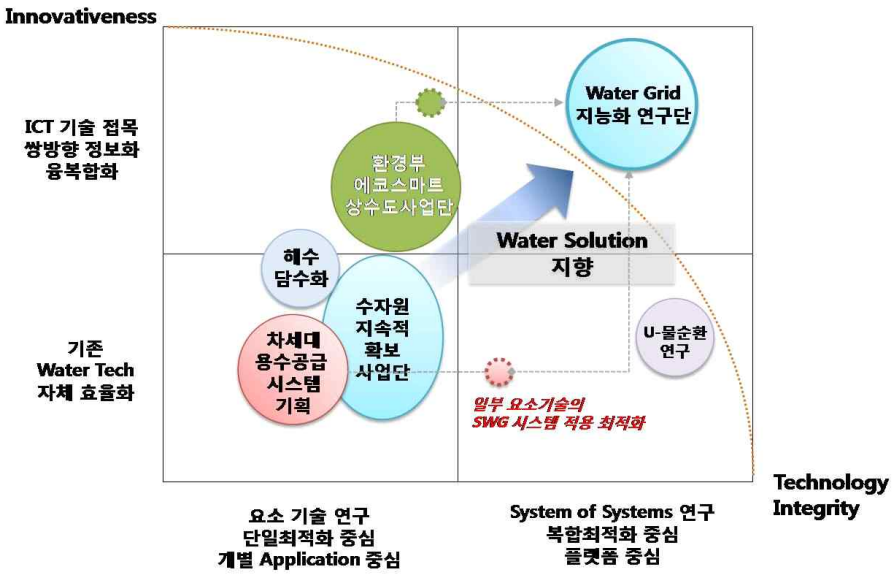
○ 본 사업은 지속적인 물수요 증가에 따른 안정적 물공급의 필요성이 증대되면서, 풍부한 수자원 확보를 위해 추진하는 사업

- 기존의 수자원 확보 사업은 유역의 정보 통합 관리, 단일수원 최적화, 요소 기술별 자체 효율화 중심의 연구로, 개별적으로 추진되어 왔음
- 그러나 지역적 물부족 현상이 심화되고 지속적인 수자원을 확보하는데 미흡한바 IT기반의 물관련 정보를 보다 효율적으로 통합관리하고 BT·NT기반의 융복합 수처리 기술을 통해 효율적으로 능동형 수자원을 확보하는 다차원적 접근 사업으로 추진하고자 함

□ 사업목표 측면

○ 국내의 물부족 현상을 해소하는 것이 중심인 기존 사업과 달리 Water Grid 지능화 사업은 세계 물부족 현상을 해결하는 새로운 수자원 비즈니스 솔루션 창출을 통해 해외 시장 진출을 목표로 수행하는 사업

- Water Grid 지능화 기술 분야는 세계적으로도 개발 초기 단계로, 기술적 선점을 확보하여 글로벌전략수출이라는 목표를 설정하여 추진하는 점이 기존 사업의 목표와 차별점임
- 세계 시장과 비교하여 취약한 국내 물산업 역량을 높이기 위해 국내의 우수한 IT 역량을 활용하여 국가별 맞춤형 Water Grid 지능화 기술을 수출하여 국가 차원의 수주를 목표로 한다는 점이 기존 사업과의 차별화를 도모



[그림 79] Water Grid 지능화 연구단의 사업적 차별성

3절. 경제적 타당성

1. 경제성

가. 경제성 분석 방법론

□ 일반 개요 및 본 사업의 경제성 분석 방법론

○ 경제성 분석은 **비용-편익분석**에 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

○ 동 사업의 사전타당성조사에서는 **순현재가치와 편익/비용비율을 활용**하여 사업의 경제성을 분석함

- 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

□ 비용-편익 요소 분류

○ 동 사업 추진에 따른 **비용 요소**

- 동 사업에 투입되는 정부 R&D 투자
- 동 사업에 투입되는 민간 R&D 매칭 투자

- 동 사업의 투입으로 이루어지는 시설 투자

○ 동 사업 추진에 따른 **편익 요소**

- 직접 편익 (direct benefits)
  - · 마이크로그리드(도시형) 스마트 워터 그리드 시스템 수출
  - · 지능형 수자원 관리 관련 시스템 판매
- 간접 편익 (indirect benefits)
  - · 안전 안심 물관리 구현에 따른 물관리 비용 저감
  - · 수자원망 관련 사고에 신속히 대응하여 국민 건강 비용 저감
  - · 우리나라 물환경IT산업의 경쟁력 자극
  - · 참여기업 및 글로벌 기업과의 협력네트워크 구축

<표 17> 사업 추진에 따른 편익 요소 분류

구분	상세
직접 편익	(1) 수출 효과
	(2) 시장창출 효과 (관계부처 직접 구매, 부가가치 및 고용 창출)
	(3) 비용 절감 효과
간접 편익	안전 안심 물관리 구현에 따른 물관리 비용 저감
	신속한 수자원망 사고 대응에 따른 국민 건강 비용 저감
	산학연관의 협력네트워크 구축 및 시너지 효과 창출
	환경IT산업의 경쟁력 자극
	참여기업 간 협력네트워크 구축 효과

○ 편익은 직접 편익 및 간접 편익을 포함한 다수의 편익을 기대할 수 있으나, 편익이 과다하게 추정되는 것을 방지하기 위해 동 분석에서는 수치화가 가능한 직접편익만을 고려함

- 안전·안심 물관리 구현에 따른 물관리 비용 저감, 국민 건강 비용 저감 등은 편익을 산정하는데 많은 가정이 필요하므로 산정한 편익의 신뢰도가 낮을 가능성이 높으므로 금번 경제성 분석에서는 고려하지 않음
- 산학연관의 협력네트워크 구축 시너지 효과 창출, 환경IT산업의 경쟁력 자극, 협력네트워크 구축 등은 수치화가 어려움

나. 경제성 분석을 위한 가정

□ 비용 및 편익분석기간

○ (비용) 연구단 기간 4년(2012~2015년)에는 정부출연금 296억 원의 예산을 계획 결과에 따라 투입하고, 2016년부터는 이후 매년 74억(최초 4년간 정부출연금 296억원 예산의 연평균)을 균등하게 투자한다고 가정

※ 최초 4년간 점증하는 예산 구조이므로, 최종년도(2015년)의 예산을 향후 기간에 활용하기보다는 평균값을 활용하는 것이 과도한 계상을 막을 수 있는 안정적 방법임

○ (편익) Smart Water Grid 관련 시스템을 수출할 수 있는 기간은 연구단 종료후 1년 이후부터 15년(2017년부터 2030년까지)으로 가정함

- 향후 15년 후에는 다음 세대 Smart Water Grid 기술이 등장할 것으로 예상하므로 본 연구단 종료 산출물의 수명은 15년으로 가정함

□ 기술개발성공률 및 성공시 시장점유율등 기타 가정

1) 공통 가정

○ 기술개발은 100% 성공한다고 가정함

○ 연구단 종료 후 1년경과 시점은 2017년부터 14년간(2030년까지)의 물산업중 O&M 시장의 5%를 스마트워터그리드 시장이 차지하고 가정

- 글로벌 물산업 규모 예측에 정통한 GWI는 2008년에 O&M시장규모가 2007년 1,930억 달러에서 2030년 4,590억 달러에 이를 것으로 예측하고 있어 이를 활용함

- 연평균성장률(Cumulative Annual Growth Rate) 은 3.84%로 가정

※ (4,590억달러/1,930억달러)^(1/23년)-1 = 3.84%

2) 긍정적 시나리오

○ Smart Water Grid가 전체 O&M시장에서 차지하는 비율은 2017년 1%에서 점진적으로 증가하여 **2030년에 6%**에 이른다고 가정

○ 국내 Smart Water Grid의 세계 시장 점유율은 2017년 0.5%에서 매년 0.5%p씩 증가하여 **2030년 최대 7%**에 도달한다고 가정함

○ Water Grid 지능화 연구단이 국내 Smart Water Grid기술에 기여하는 기여도는 2017년에 최대 50%, 이후 점차 감소하여 2030년 이후에는 5% 수준이라고 가정함

<표 18> 경제성분석을 위한 시장점유율 긍정적 시나리오

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
O&M시장 규모(억달러)	2,813	2,921	3,033	3,150	3,271	3,396	3,527	3,662	3,803	3,949	4,101	4,258	4,422	4,591
Smart Water Grid의 O&M 시장 점유율	1%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	3%	3%	4%	4%	5%	5%	6%
세계시장 점유율	1%	1%	2%	2%	3%	3%	4%	4%	5%	5%	6%	6%	7%	7%
본 연구단의 기술 기여도	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%	15%	10%	10%	10%	5%	5%

3) 중립적 시나리오

○ Smart Water Grid가 전체 O&M시장에서 차지하는 비율은 2017년 1%에서 점진적으로 증가하여 **2030년에 5%**에 이른다고 가정

○ 국내 Smart Water Grid의 세계 시장 점유율은 2017년 0.3%에서 매년 0.3%p씩 증가하여 **2030년 최대 4%**에 도달한다고 가정함

○ Water Grid 지능화 연구단이 국내 Smart Water Grid기술에 기여하는 기여도는 2017년에 최대 40%, 이후 점차 감소하여 2030년 이후에는 3% 수준이라고 가정함

<표 19> 경제성분석을 위한 시장점유율 중립적 시나리오

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
O&M시장 규모(억달러)	2,813	2,921	3,033	3,150	3,271	3,396	3,527	3,662	3,803	3,949	4,101	4,258	4,422	4,591
Smart Water Grid의 O&M 시장 점유율	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	3%	3%	3%	4%	4%	5%
세계시장 점유율	0%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	3%	3%	3%	4%	4%	4%
본 연구단의 기술 기여도	40%	35%	30%	25%	23%	20%	18%	15%	13%	10%	8%	5%	3%	3%

4) 부정적 시나리오

○ Smart Water Grid가 전체 O&M시장에서 차지하는 비율은 2017년 1%에서 점진적으로 증가하여 **2030년에 3%**에 이른다고 가정

○ 국내 Smart Water Grid의 세계 시장 점유율은 2017년 0.2%에서 매년 0.2%p씩 증가하여 **2030년 최대 3%**에 도달한다고 가정함

○ Water Grid 지능화 연구단이 국내 Smart Water Grid기술에 기여하는 기여도는 2017년에 최대 40%, 이후 점차 감소하여 2030년 이후에는 1% 수준이라고 가정함

<표 20> 경제성분석을 위한 시장점유율 부정적 시나리오

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
O&M시장 규모(억달러)	2,813	2,921	3,033	3,150	3,271	3,396	3,527	3,662	3,803	3,949	4,101	4,258	4,422	4,591
Smart Water Grid의 O&M 시장 점유율	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	3%	3%
세계시장 점유율	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	3%
본 연구단의 기술 기여도	40%	35%	30%	25%	23%	20%	18%	15%	13%	10%	8%	5%	3%	1%

□ 할인율 및 환율

○ (할인율) 최근 3개년의 무위험수익률과 가까운 5%로 가정함

○ (환율) 1달러를 1,050원으로 가정함

다. 현금흐름표

□ 총 R&D투자비용의 현가

○ 연구단 기간 4년(2012~2015년)에는 정부출연금 296억 원의 예산을 계획 결과에 따라 투입하고, 2016년부터는 이후 매년 74억(최초 4년간 정부출연금 296억원 예산의 연평균)을 균등하게 투자한다고 가정

- 연구단 종료 후 2030년까지 매년 74억씩 투자한다고 가정

단위: 억원

연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	합계
R&D예산투자	53.6	75.2	83.8	83.5	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	1406
투자금액현가(PV)	53.6	71.6	76.0	72.1	60.9	58.0	55.2	52.6	50.1	47.7	45.4	43.3	41.2	39.2	37.4	35.6	33.9	32.3	30.7	**937**

할인율 : 5%로 가정

□ 매출액 기준 현금 유입 예상액의 현가

○ 현금유입예상액=O&M시장규모×Smart Water Grid의 비중×국내 SWG기술의 세계시장 점유율×Water Grid 지능화 연구단의 기술기여도

○ 긍정적 시나리오에 따르면 2017년부터 2030년까지의 현금유입액의 현가는 4,257억원

단위: 억원

연도	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	합계
현금유입	73.8	138	191.1	231.5	515.2	534.9	518.5	692.2	808.6	829.3	947.2	1,341	754.4	1,012	
편익현가	**55**	**98**	**129**	**149**	**316**	**313**	**289**	**367**	**408**	**399**	**434**	**585**	**313**	**401**	**4,257**

○ 중립적 시나리오에 따르면 2017년부터 2030년까지의 현금유입액의 현가는 1,619억원

단위: 억원

연도	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	합계
현금유입	35.4	64.4	86.0	99.2	118.5	256.8	280.0	276.9	420.5	373.2	341.0	321.9	217.3	303.7	
편익현가	**26**	**46**	**58**	**64**	**73**	**150**	**156**	**147**	**212**	**180**	**156**	**140**	**90**	**120**	**1,619**

○ 부정적 시나리오에 따르면 2017년부터 2030년까지의 현금유입액의 현가는 805억원

단위: 억원

연도	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	합계
현금유입	35.4	64.4	86.0	99.2	118.5	256.8	280.0	276.9	420.5	373.2	341.0	321.9	217.3	101.2	
편익현가	**18**	**31**	**39**	**43**	**48**	**50**	**104**	**98**	**94**	**80**	**69**	**70**	**45**	**16**	**805**

라. BC Ratio

○ 시나리오별 분석 결과 Smart Water Grid의 O&M 시장 점유율, 세계시장 점유율, Water Gird 지능화 연구단의 국내 Smart Water Grid 기술 기여도 목표가 낮을수록 BC Ratio 결과가 부정적으로 나오므로 높은 목표를 설정이 필요함

- BC Ratio = 매출액기준 현금 유입 예상액 현가 / 투자액 현가

※ BC Ratio가 1보다 큰 경우, 경제적 타당성이 있다고 판단하고 있음

단위: 억원

	매출액기준 현금 유입 예상액 현가	투자액 현가	BC Ratio
긍정적 시나리오	4,257	937	**4.54**
중립적 시나리오	1,619	937	**1.73**
부정적 시나리오	805	937	**0.86**

2. 경제사회적 파급효과

가. 신융복합산업 창출 효과

○ 본 연구단을 통해 Smart Water Grid 산업이라는 신융복합산업을 창출하게 됨

- IT와 결합된 수자원 관리라는 새로운 영역을 개척함으로써 물산업과 IT산업의 시장영역을 확대함
- 기존의 국토해양기술의 범위를 확대하여 새로운 국토해양R&D의 테마를 만들어냄

○ 다양한 참여기업간의 네트워크를 통해 수자원분야 융복합형 산업 창출의 기반을 마련할 수 있게 됨

- 전자업체와 물관리 업체가 서로 협력하여 Water Network ICT Monitoring와 같은 새로운 영역을 창출할 수 있음

나. 국내 글로벌 물기업 육성의 토대 마련

○ Smart Water Grid 분야는 향후 물산업 중 그 시장규모가 커질 것으로 예상되며, 우리나라가 보유한 글로벌 수준의 IT역량을 활용하여 글로벌 물기업을 탄생시킬 수 있는 최적의 시장으로 판단됨

○ 본 연구단을 통해 1~2년간의 실증 연구를 통해 수출 가능한 도시형 Smart Water Grid 플랫폼을 개발하고, 해외에 기술 및 플랜트를 수출함으로써 국내 물기업이 세계 시장에 진출할 수 있게 될 것으로 기대됨

- 이는 기존 방식의 기술 개발에서는 달성하기 어려운 성과로, Water Grid 지능화 연구를 통해 물산업의 새로운 시장을 개척할 수 있기 때문에 가능함

다. 물복지 증대 및 사회적 비용 절감 효과

○ 안전하고 안심할 수 있는 물관리를 통한 국민들의 물복지가 증대되고 사회적 물관리 비용 절감

- 수자원 부족에서 해방되고 자유롭게 물을 사용하면서도 국가 전체적으로도 물이 부족해지지 않게 되어 개인 및 국가의 물복지(Water Welfareness)가 향상된 물복지 선진국가를 달성하게 됨
- 또한, 기존의 낙후된 수자원 관리 시설에서 발생하는 비효율을 타파함으로써 사회적인 물관리 비용도 절감할 수 있게 됨

○ 신속한 수자원망 사고 대응에 따른 국민 건강 비용 저감

- 기존보다 지능화된 수자원망관리가 가능하여 누수나 물리적인 수자원망 파손이

발생할 경우 신속하게 대응할 수 있게 되며 추가적인 수자원 오염을 방지할 수 있게 되어 국민의 건강 비용을 낮출 수 있음

3. 과학기술적 파급효과

가. 과학기술 수준 증진 효과

○ Water Grid 지능화 연구단에서 개발하는 Smart Water Grid 시스템은 다양한 요소기술이 모여 하나의 거대 시스템을 이루는 System of Systems형 기술로, 개발 요소기술의 과학기술적인 발전에도 큰 영향을 미치게 됨

○ 센서기술, 네트워크 구축 기술 등 IT기반 기술이 발전하고, 수자원의 동적 움직임에 대해 과학적인 해석 모델이 더욱 발전하게 되는 등 하나의 Smart Water Grid 시스템이 관련된 과학기술의 발전을 가속화함

나. 물산업 분야 융복합 인력양성

○ 기존의 환경공학과나 정보통신공학과의 학생들이 Water Grid 지능화 연구단에 관심을 갖고 과제를 수행함으로써, 환경, 수자원, 정보통신등이 융복합된 인력이 탄생하게 됨

○ 관련 대학과 연구기관등도 목적 지향적인 본 사업을 통해 자연스럽게 융복합 인력을 양성할 수 있게 됨

6장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

단위: 명

과제명	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
연구단 총괄	200	250	265	238	953
1세부과제	65	65	70	65	265
1-1	5	30	35	30	100
1-2	5	25	30	30	90
1-3	0	25	25	25	75
1-4	5	45	45	40	135
2세부과제	65	65	70	65	265
2-1	4	24	25	25	78
2-2	0	40	40	40	120
2-3	0	20	20	25	65
3세부과제	60	65	70	63	258
3-1	4	25	30	35	94
3-2	0	30	30	40	100
3-3	0	18	20	25	63

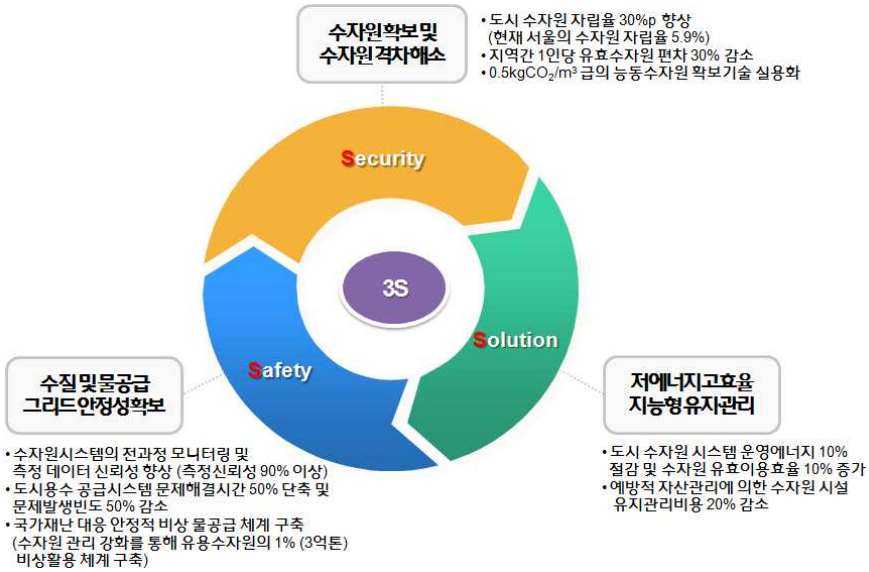
2절. 소요예산 산정

과제명	1차년		2차년		3차년		4차년	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	
연구단 총괄	480,000	75,000	6,510,000	1,250,000	7,430,000	1,280,000	8,380,000	1,
1세부과제	330,000	45,000	3,500,000	620,000	3,850,000	655,000	4,320,000	9
1-1	180,000	20,000	1,100,000	180,000	1,300,000	210,000	1,420,000	2
1-2	50,000	10,000	900,000	170,000	950,000	170,000	1,100,000	1
1-3	0	0	900,000	170,000	1,000,000	180,000	1,100,000	2
1-4	100,000	15,000	600,000	100,000	600,000	95,000	700,000	2
2세부과제	50,000	15,000	1,530,000	330,000	1,790,000	330,000	2,030,000	3
2-1	50,000	10,000	680,000	140,000	770,000	140,000	900,000	1
2-2	0	0	400,000	100,000	520,000	100,000	580,000	1
2-3	0	0	450,000	90,000	500,000	90,000	550,000	1
3세부과제	100,000	15,000	1,480,000	300,000	1,790,000	295,000	2,030,000	4
3-1	100,000	15,000	700,000	110,000	750,000	125,000	850,000	1
3-2	0	0	380,000	90,000	520,000	90,000	600,000	1
3-3	0	0	400,000	100,000	520,000	80,000	580,000	1

7장. 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 설정

1절. 과제 제안요구서(RFP)

1. 연구단 RFP

후보과제명	Water Grid 지능화 연구단
1. 연구개발 목표	
	○ 물복지 선진 국가 실현 및 물분야 3S(Security, Safety, Solution)을 위한 세계 수준의 Smart Water Grid 기반 기술 확보
	
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 수자원의 효율적 이용 필요성 증대 - 물부족 문제를 해결하기 위해 수자원을 효율적으로 이용하는 것이 무엇보다 중요해짐 - 첨단 정보통신 기술을 활용하여 기존 수자원망(Water Grid)의 효율성을 높이는 것이 절실 ○ 지속적인 물수요 증가에 따른 안정적인 물공급의 필요성 증대 - 메가시티 등장, 중국과 인도의 발전등으로 물수요가 지속적으로 증가함에 따라 안정적인 물공급이 절실 ○ 글로벌 물산업의 폭발적 성장에 따라 우리의 강점을 적극 활용할 수 있는 ICT기반 Smart Water Grid 기술을 핵심역량으로 갖춘 글로벌 물기업 육성 - 글로벌 물산업이 폭발적으로 성장할 것으로 예상되며, 그 양상도 집중형에서 분산형으로, 기존과 달리 smart(지능화)되는등 크게 변화하는 추세이며 지금이 그 변화의 변곡점인 시점임 - 세계적으로도 초기단계이며 미래 시장 전망이 밝은 Smart Water Grid 기술을 선점하여 글로벌 물산업을 리딩하는 글로벌 물 기업 육성
□ 기술동향	○ (시장동향) 미래 물시장은 2010년 579조원에서 2025년 1,038조원 규모로 폭발적인 성장이 예상되며, Smart Water Grid시장은 현재 5,500억 원 수준에서 10년 후 약 16조원 규모로 성장할 것으로 예상됨(Lux Research, 2009)

○ (산업동향) 물 산업의 패러다임이 크게 바뀌고 있으며, ICT와 결합된 새로운 물산업이 육성되고 있음

- 물 산업 패러다임의 변화
  · 매체별 분산된 시장에서 토털 솔루션 시장으로,
  · Water hunting에서 Water Cultivation으로,
  · 물산업의 smart, 정보통신과의 결합 가속화
  · 글로벌 물기업간 경쟁 심화 및 신규 기업의 물산업 진출
- Siemens, Suez등 기존 물기업뿐만 아니라 IBM등 IT기업이 새롭게 Smart Water Grid시장에 진출
- 싱가포르등은 다양한 수원을 활용하는 용수공급시스템을 구축하였으며, 이를 바탕으로 세계 물산업시장에 진출하며 Hyflux와 같은 글로벌 물기업 배출
- 국내 물 산업은 태동기로, 글로벌 물 기업을 육성하여 신성장 동력화해야 함

○ (기술개발동향) Smart Water Grid에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있으며, IT기반의 지능형 물관리 연구가 최근 가속화되고 있음

3. 연구개발 내용

○ **1세부과제: 신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발**

- 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발
- 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발
- Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발
- 테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소기술 현장 적용 설계 기술

○ **2세부과제: 수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역물관리 플랫폼 개발**

-지역의 물 부족 위험 평가시스템 개발
-실시간 물 수급 관리 자동화 설계 및 운영 기술 개발
-지능형 물 수급 정보 통합관리 기술 개발

○ **3세부과제: Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물정보 관리 기술 개발**

-ICT 기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발
-수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발
-모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ **상용화 목표 중심의 연구과제 포트폴리오 구성 (Commercialization)**

- 개발 기술의 적용과 검증을 위한 테스크베드 구축을 염두에 둔 사전 적용 연구를 수행하며, 사업화 주체가 연구개발 초기부터 참여하여 연구개발의 사업모델을 명확히 설정하여 국가연구개발사업의 ROI(Return On Investment) 제고

○ **오픈 이노베이션에 입각한 협업적 R&D (Collaboration)**

- 목표 달성을 위해 연구비용과 시간을 줄일 수 있도록 오픈 이노베이션에 입각하여 국내외 선도기관과 적극적 외부 협력을 추진하며, 오픈 웹

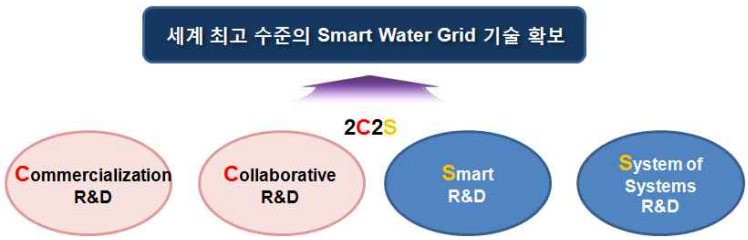
사이트 등을 통해 개방형 기획 추진

ㅇ **Smart R&D Management System: Fail Fast, Fail CHEAP (Smart)**

- 미래 물산업을 개척한다는 기업가 정신으로 추진하되 실패 비용을 최소화할 수 있도록 철저한 R&D 관리 수행

ㅇ **시스템 최적화를 통한 비즈니스모델 창출: Design, System of Systems (System of Systems)**

- 국토해양R&D에 걸맞도록 개별 요소 시스템의 조합을 최적화하는 System of Systems형 기술 개발을 통한 새로운 국토해양 물산업 비즈니스모델 창출



□ 추진체계

ㅇ Water Grid 지능화 연구단은 한국건설교통기술평가원의 과제관리를 받으며, 연구단장 책임 하에 사업단에서 행정을 관리함

ㅇ 3개의 핵심과제 아래에는 2~3개의 공동과제를 운영하며, 각 공동과제담당자는 참여기업과 위탁연구자와 함께 연구를 수행함

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

ㅇ지능형 수처리 조합공정 기술/워터루프 시스템, 수출형 Micro SWG 실증장치

ㅇ수자원 통합관리 기술을 활용한 지능형 물관리 플랫폼

ㅇSWG AMI 구축 SW 플랫폼, SWG 모델링/시뮬레이터

ㅇ테스트베드 시스템 설계 및 운영 기술 매뉴얼

6. 연구기간 및 지원예산

□ 전 체

- 총 연구기간: 4년 (2012-2016)
- 총 연구비: 270억원 (정부출연금 228억원)

7. 기 타

1세부과제 RFP

후보과제명	신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 신도시 수자원 공급을 위한 부품소재 및 지능형 수처리 조합공정 개발 ○ 물생산 시스템과 지능형 워터루프 연계기술 개발 ○ 도시 수자원 활용효율 30% 향상 ○ Blending에 의한 다품종 지능형 물 생산 시스템의 개발 ○ 신도시 수자원 최적 분배를 위한 워터 그리드 유지/관리 기술 개발 ○ 지능형 Micro 워터 그리드 플랫폼 구축 및 수출용 SWG package 개발 ○ 그리드 핵심 설계인자 도출 및 설계 구조화를 통한 상용화 기반 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 전 세계적으로 수자원 활용의 효율성을 고려한 도시 인프라 건설기술의 사회·경제적 수요 증가 ○ 효율적인 수자원 관리/활용을 위하여 도시 수자원 관련 요소기술 연계, 통합에 의한 시스템 기술 및 이를 위한 표준화 기술 구축의 필요성 증가 ○ 현재 도시 수자원 활용기술은 개별 건축물 공급 중심으로, 광역적 수자원 연계가 불가능한 폐쇄적 시스템이며 수자원 활용이 제한적 ○ 인구증가 및 산업의 고도화에 의한 물 수요 증가 및 다양화로 인하여 다품종 고품질 용수생산을 위한 각 용수별 고도수처리 기술 개발 및 최적화의 필요성이 증가하고 있음 ○ 에너지 자원의 고갈이 예상됨에 따라, 용수생산 및 관리에 사용되는 에너지 절감을 위한 기술의 필요성이 대두되고 있음 ○ 다품종 고품질 용수의 생산과 에너지 절감을 위해서는 기존 소재의 개선과 공정 및 시스템 기술의 지능화 등이 요구되나 현재까지 이에 대한 연구는 전 세계적으로 부족한 실정임 ○ 도시에서의 상수원 중심 수자원 활용방식에서 탈피한 새로운 형태의 수자원 관리/활용 방법 요구 ○ 우리나라 물 관리는 홍수와 가뭄 등 자연재해에 취약하고, 수자원의 지역적/계절적 편중으로 물 배분의 갈등 및 국토 균형발전의 장애요소로 인식은 되고 있으나 근본적인 해결책은 전무 ○ 수자원을 균형적으로 배분하기 위해 SWG 도입이 추진됨에 따라 도시 및 빌딩의 물 공급 및 수요의 정확한 모니터링과 예측, 효율적 운영관리와 활용, 워터 어웨어니스의 강화와 소비 Monitoring & verification 등이 요구됨 ○ 통합 SWG에서 요구하는 표준과 상호운용성을 확보하는 Micro 워터 그리드 기술 및 시스템(플랫폼) 개발 필요 ○ 2015년 글로벌 수자원 산업 시장 확대와 녹색 전환 인프라 수요 증대에 대비한 선도형 전략기술 확보가 시급함 ○ 테스트베드에 대한 Smart Water Grid 기술적용은 개별 요소기술의 최적화 뿐만 아니라 그리드 규모, 해당지역의 여건에 따른 최적화, 표준화가 필수적임

□ 기술동향	○ 대단위 테스트베드로서 SWG 실증단지 구성 이전 단계에서 테스트베드에 설치될 다양한 센서와 각종 유량계 및 계측기 등의 assembly 설비간 네트워크 유지 및 상호 연계를 위한 서버구축과 플랫폼 구축을 포함한 실질적 기술개발과 검증이 필요함. ○ 개발된 Smart Water Grid 기술을 검증하고 안정적 운영이 가능한 실증단지를 통해 세계적인 물산업 테스트베드를 구축함으로써 글로벌 물산업 시장을 리드하고 견인할 기술구현 공간을 조성. ○ 대규모 정부 예산이 투자되는 R&D인 만큼 이를 성과화하기 위한 정책연구도 본 기술 연구 못지않게 중요하나, 기존에는 기술개발 후 사업화를 추진한다는 개념으로 R&D개발과제에 대한 정책적 연구가 부족하였음 ○ 주요 선진국에서도 수자원 활용기술은 초기 단계이며, 일부 요소기술의 개발이 진행되고 있음 (예: 도시지역 대체수자원 활용기술 등) ○ 해외에서는 학계와 연구계를 중심으로 신도시 개발을 위한 수자원 활용 및 연계 시스템 기술의 필요성이 제기되고 있으며, 개발도상국의 대도시 건설 프로젝트와 함께 기술수요가 발생하고 있음 ○ 국내에서는 서울시에서 도시용수 공급체계 구축을 위한 사업을 추진하고 있으며, U-Eco City 사업단에서 물순환 기술개발을 추진한 바 있으나, 최적조합공정이나 연계기술이 체계적으로 연구된 바 없음 ○ 세계적으로 고품질 용수의 수요증가에 따라서 정밀/한외/역삼투/MBR 등의 고도수처리 기술이 용수 생산에 확대 적용되고 있음 ○ 선진국을 중심으로 고성능 첨단 나노소재와 IT융합 지능형 공정기술의 결합에 의한 용수 생산에너지 절감기술의 연구개발이 활발하게 진행되고 있음 ○ 고급 용수생산기술의 시장은 빠르게 성장하고 있음 (GWI에 의하면 2010~2016년 사이에 막여과 등의 고급 수처리 기술은 연 평균 18%의 성장이 전망되며 무방류 기술은 26%의 성장이 예상됨) ○ 세계 물산업계는 고도수처리 및 지능형 물생산·공급시스템으로 기술 패러다임 변화가 진행 중이며 SWG 관련 기술과 제품이 시장에 본격 도입되고 급속한 성장이 기대됨 ○ 워터 그리드 수자원관리 분야는 신성장동력 녹색산업으로 (2015년 세계시장 규모 : 1,600조원, 국내시장 규모 : 20조원, 연 평균 6% 성장) 국가 전략적 중요도 높음 ○ IBM 등 첨단 IT업체에서는 2009년부터 정보기술과 통신기술을 바탕으로 스마트 용수관리 분야에 진출하고 있으며, 싱가포르와 호주에서는 다양한 형태의 SWG 기술을 적용 ○ 2010년 세계 SWG 컨퍼런스가 최초로 열리고 물분야, 전력분야, IT분야의 다양한 기업과 연구소가 스마트 워터 시장에 본격 진입하거나 막대한 사업비를 투자하기 시작하였음 ○ 테스트베드의 O&M 플랫폼 및 센서 모니터링 기술 등은 IBM을 비롯한 해외 물전문기업에서 개별 사안별로 개발 적용되고 있으나 본 사업에서 계획하는 테스트베드와 같이 다양한 요소기술이 연계-연동되고 종합적 O&M 개발사례는 아직 사례가 없음. ○ 향후 막대한 규모로 확장될 물산업에서 현재 가장 중요한 이슈는 적절한

비즈니스모델 발굴임

3. 연구개발 내용	
	○ 신도시 유입수 특성에 따른 최적 공정 선택을 위한 스마트 의사결정 기술 개발 ○ 신도시 유입수의 최적 생산/분배를 위한 스마트 혼합 기술 ○ 신도시 내 다품종 수질 달성을 위한 조합공정 개발 및 최적화 ○ 복합 공정용 부품소재 개발 및 공정 강화 ○ 신도시 적합형 워터루프 연계 수자원 활용기술 개발 ○ 신도시 적합형 수자원 활용 조합/연계기술의 표준화 방안 연구 ○ 수자원과 최적 사용처와의 분산형/중앙집중형 워터루프 운영 기술 ○ 최적 Blending을 이용한 다품종 수자원 이용 기술 ○ 신도시 Micro 그리드 운영 관리 시스템의 지능화 (Intelligent) ○ Micro 워터 그리드 최적 설계, 구축 및 시운전 기술 개발 ○ Micro 워터 그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술 개발 - 그린빌딩 및 스마트그린시티를 위한 분산형, 개방형의 Micro 워터 그리드 플랫폼 개발 - 통합 SWG 구현(연계/통합 운영)을 위한 Micro 워터 그리드운영관리체계 개발 ○ 검증 가능한 지능형 워터그리드 핵심기술조합 및 연구기반형 테스트베드 기본 구상 및 설계 ○ 연구기반형 테스트베드의 시범 운용을 통한 요소기술의 네트워크와 기술 표준화 검토
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ ET, NT, IT 등 융복합기술의 산학연 협동연구 추진 ○ 소규모 플랫폼 구축 및 운전을 통한 기술 실증화 ○ 개발기술의 실용화 및 상용화에 주안점을 둔 연구개발 추진 (Spin-off 포함) ○ 관련기술의 보유/실용화 경험이 있는 국내외 기관과 네트워크를 확보 ○ 타 세부과제와의 긴밀한 연계에 의한 시스템 기술개발 효율성 제고 : 산출물의 상호작용 ○ 실용화 중심의 성격에 맞게 연구소・기업・대학・기타 관련기관에서 연구진을 구성 ○ 스마트 R&D 추진 방식: 개발자 협력 R&D 플랫폼을 통하여 개발된 기술과 경험, Use Case 등을 공유 ○ 기술 적용 및 설계 연구진 구성을 하여 국내외 실용화 실적 및 연구기반형 테스트베드 모델 구축 및 운용사례 사전조사 ○ 연구기반형 테스트베드 또는 실증시설을 보유하고 있거나 신속하게 확보 가능한 정부출연 연구기관과의 산학협동 기술검증 및 평가체제 구축으로 연구기간 및 투입 자원의 절감
□ 추진체계	○ 세부과제 연구결과들이 상호 연계될 수 있도록 추진함

	○ 유기적인 사업 및 연구를 위해 평가·자문단 구성 및 운영 ○ 산학연 중심의 국내외 연구기관들이 공동 연구할 수 있는 협업체계를 구축함 - 학연: 기술개발의 방향제시 및 요소기술 개발 - 산업계: 개발기술의 상용화 추진 - 국내외 산학연 전문가들간 지식 교류 네트워크 구성 ○ 국내에 수요가 있는 지자체와 공기업을 포함하여 실증사업이 추진될 수 있도록 구성함 ○ 연구 책임자에 의한 연차별 세부목표가 수립되고, 핵심 요소기술 개발 및 사업화 일정 등을 고려하여 추진전략 및 일정계획을 수립하여야 함 ○ 시설 확보가 용이하고, 객관적인 기술검증평가가 가능한 국책연구기관과 개별기술 조합 설계가 가능한 민간기업이 산연 협동 체제를 구축
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 유입수 특성에 따른 수처리 조합공정 설계 기술 ○ 저에너지 고품질 용수 생산을 위한 수처리 부품 소재 개발 ○ 유입 수자원 활용 조합공정 운영/의사결정 시스템 프로토콜 ○ 신도시 수자원 워터루프 연계 시스템 설계/운영 기술 ○ Blending 최적 조합 기술 매뉴얼 ○ 워터루프 설계/제어/운영 프로그램 ○ 도시 수자원 최적 배분/공급기술 매뉴얼 ○ Micro 워터 그리드 운영/관리 기술 ○ 빌딩 Complex 맞춤형 워터 그리드 파일럿 플랫폼 설계 및 운영 SW ○ 수출형 Micro SWG 실증 장치 ○ 연구기반형 테스트베드를 통하여 검증된 SWG 조합기술 및 핵심요소기술 표준설계안 ○ SWG 실증단지 구축 기본구상 및 표준설계안
6. 연구기간 및 지원예산	
□ 전 체	○ 총 연구기간: 4년 ○ 총 연구비: 14,230백만원 (정부출연금 : 12,000백만원)
7. 기 타	
	○ 본 연구과제는 도시에서 필요로 하는 일반적인 수준의 생활용수와 하천유지용수, 잡용수 등을 주요 대상으로 하고 있음 ○ 본 연구과제는 도시 수자원을 활용한 용수의 생산과 이용을 위한 워터루프 연계기술의 개발에 주안점을 두고 있음

2세부과제 RFP

후보과제명	수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물 관리 플랫폼 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 하천유역내 특정 지역 또는 도시의 수요량 및 공급 수원을 활용하여 생·공 및 농업용수의 물 부족을 평가하고 물 부족을 해소하기 위한 공급과 수요 관리 대책을 평가하기 위한 시스템(소프트웨어) 개발 ○ 물 이용의 효율성을 개선하기 위한 실시간 물수급관리 자동화 시설(TM/TC, Telemeter/Telecontrol)과 운영 기술 개발 ○ 물 사용 특성을 반영한 On·Off-Line의 취수량 정보 수집·분석·활용 기술을 개발하고, 물 수급정보를 공급·수요자간 쌍방향 제공이 가능한 표준화 기술을 확보 ○ 지역 또는 도시의 물 공급, 수요 및 물 부족의 모바일 정보 시스템 개발과 물 수급정보를 물관리기관, 공급·수요자간 쌍방향 제공이 가능한 표준화 기술을 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 도시화에 의한 물수요처의 집중으로 지역적 물 공급의 안정성이 더욱 취약해질 전망으로 적시적소에 사전 물 부족을 평가하여 다중 수원의 효율적인 공급망을 활용하여 물 공급의 안정성 확보 필요 ※ 2009년 태백시의 경우 주수원인 광동댐의 고갈로 3개월간 제한·운반 급수 시행으로 심각한 사회·경제적 피해 발생 ○ 용수사용 특성에 따른 수자원관리정보는 시간·공간적으로 분산되어 있어 실시간 취·배수상황의 모니터링이 곤란하여 효율적인 물관리 기반 취약 ○ Water Grid를 통해 수자원관리를 최적화하기 위해서는 기존 기관에서 운영하는 정보체계를 최대한 활용하되, 현장여건에 따른 수자원의 사용·관리특성을 반영한 자료수집체계를 On-Line뿐 아니라 Off-Line상으로도 구축하여 운영할 필요가 있으며, ○ 정확한 수요 예측과 적시 낭비가 없는 공급을 위한 물 수급 시설과 운영을 ICT와 융합하여 가용 수자원의 추가 확보 및 물 절약 필요 ○ 물 관리자, 공급·수요자가 시공간에 제약이 없는 물 수급 정보를 공유하여 효율적인 물관리뿐만 아니라 물 부족에 대한 공동 대응 시스템개발 필요
□ 기술동향	○ 미국, 일본 연구 등은 실시간 물정보, 재해관련 정보, 수질관련 정보 등 다양한 수자원 관련정보를 GIS기반으로 제공하고 있으며, 기초 수문자료부터 관련 연구를 위한 가상자료까지 지원 - 기상정보에서 모바일정보 제공 등이 상용화되고 있으나 물관리분야에서는 아직 미진한 실정 ○ 국내는 수자원관리종합정보시스템(WAMIS)에서 수문기상, 유역, 하천, 댐, 지하수, 이수, 수도, 환경생태, 자연재해, 지형공간 등 10개 분야 300여개 정보로 하천과 지형공간 분야 30여 정보는 수자원 관련 주제도로 제공 - 그러나 현재 국내에서 지역 또는 도시에 대한 물부족 상황을 파악할 수 있는 정보시스템은 없는 실정이며 물관리 정보의 모바일 관리는 미흡

3. 연구개발 내용	

2-1 지역의 물부족 위험 평가시스템 개발

○ 지역의 물이용 순환 Grid 조사·분석·평가
○ 지역의 물수급평가 시스템 개발 및 Test-Bed 적용
○ 기후변동에 따른 물수급 영향 평가
○ 물부족 관리 통합포털시스템 개발

2-2 실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발

○ 물수급 자동화 기술 조사·분석·평가
○ 물수급 자동화 시설 최적 적용분야 선정 및 설계
○ 물수급 자동화 시설의 테스트베드 적용 및 운영
○ 물수급 자동화 시설의 효과 검증 및 실용화

2.3 지능형 물수급 정보 통합관리기술 개발

○ 첨단 취수량 계측 기반 기술 개발
○ 지능형 실시간 물 취수량 수집 및 관리기술 개발
○ 지능형 물수급 정보 통합관리시스템 개발

4. 연구개발 추진방법	

□ 추진전략

○ 공급·관리 및 수요자의 다양한 요구분석을 통해 필요한 수자원관리정보 현황 파악. 특히 본 연구개발의 최종 수요자의 국가물관리기관인 하천정보센터의 요구분석 중요

- 전문가 수준의 요구분석 이외에도 현업을 고려한 실제 수요자 중심의 요구 파악
- 기관별 생산되는 수자원 기초자료 뿐 아니라 가상·가공 자료에 대한 수요 파악
- 수집시기 및 (품질)관리방법에 따라 변화되는 자료흐름을 파악하여 자료의 활용도 및 접근방법을 제고

○ 기존 연구성과 및 운영중인 수자원정보관련 시스템을 최대한 연계하여 활용하고 최적화된 자료의 쌍방향 연계가 가능하도록 추진

- 활용필요한 국·내외 연구결과 및 기관별 관리·제공되는 자료는 실증화 후 바로 적용
- 기존 물관리정보표준을 기반으로 수자원정보관리 표준을 마련하여 Water Grid간 정보체계 구축에 활용하고, 기관에 제공함으로써 공급·관리 및 수요자간 쌍방향 연계가 가능하도록 추진
- On-Line 파일럿시스템을 구축하되 비상시 자료활용 및 관리가 가능하도록 Off-Line 자료수집 및 관리기법을 개발

○ 개발된 기술은 시험유역 운영을 통해 실증화하여 성과가 현장에서 적용이 가능하도록 추진

	○ 국내외적인 수자원 현안과 미래전망 및 정책동향 명확화 ○ 연차별 연구 목표와 성과물 중심의 기술개발 추진 및 선택과 집중으로 대표 과제에 집중 ○ 선진기술을 보유하고 실용화 과업을 수행한 경험이 있는 국내외 실무자 및 기관과의 네트워크 확보 ○ 국제기구 및 선진국가의 연구기관과 적극적인 국제공동연구 및 기술이전 체계 수립
□ 추진체계	○ 국내외 산·학·연 연구기관 전문가 네트워크 구축 및 사업화를 위하여 민간 기업과 물관리 기관과 공동연구 추진 ○ 원활한 사업 및 연구 성과물 관리를 위한 평가·자문단 구성 및 운영 - 수요기관의 실무자와 관련 분야 전문가를 포함하여 평가자문단 구성 ○ 산·학·연·관 등 연구개발 주체간의 유기적 연계 및 기술개발 주체간의 협동연구 수행 ○ 연구단계별 필요에 따라 관련 연구기관 간의 전문가 그룹 통합· 연계 연구 수행
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 광역, 지역 및 도시의 물 부족 평가 소프트웨어 및 물 부족 정보관리 웹 포털시스템 ○ 실시간 물 수급 자동화 HW와 SW 및 모바일 자료관리 SW ○ 용도별 실시간 물 취수량 측정 표준화 시스템 ○ 물 수급 정보 통합관리시스템
6. 연구기간 및 지원예산	
□ 전 체	- 총 연구기간 : 4년 - 총 연구비 : 6,430백만원 (정부출연금: 5,400백만원)
7. 기 타	

3세부과제 RFP

후보과제명	Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 현장적응형 자립형 물정보 센싱 시스템 및 다기능 스마트 디지털 계측기 개발 ○ SWG 구성을 위한 AMI 네트워크 시스템 구축 ○ 분산형 물관리 및 처리를 위한 워터 그리드 소프트웨어 플랫폼 개발 ○ SWG 운영 시스템 개발 ○ 모델링 기반 물정보 분석 의사결정 시스템 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발 - 물정보의 획득 주기 및 항목의 다양화를 통해 SWG에 대한 보다 정확한 정보를 확보함으로써 물관리의 효율성을 극대화 할 수 있음. - 물관리 단위 노드의 센싱 기능과 정보처리 기술을 통합 활용함으로써 지능화를 극대화할 필요가 있음. - 여러 장소 및 여러 과정에서 많은 물정보가 획득되므로 이를 효율적으로 관리 운영 플랫폼/SDK 소프트웨어 개발이 필요함. ○ 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발 - 현재 사용되고 있는 수질 모니터링 시스템은 소형화 되지 않아 제한적으로만 운용되고 있음. - 소형화, 경량화, 저전력화 및 저가격화를 통해 다양한 곳에 보급될 수 있는 수질 모니터링 시스템이 망 구성을 위해 절실히 필요함. - 국내에서 간이 센서 형식의 연구가 일부 진행 중이나 실시간 모니터링 가능한 현장적용형 센서 연구와 이들 센서로부터 얻어진 다양한 환경정보를 실시간 관리하는 지능형 시스템 운영체계 구축은 미비함. ○ 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발 - 다양한 환경, 수요 패턴을 만족시킬 수 있는 공정 설계 능력이 필요함. 따라서 비용 및 시간을 절감하고 시행착오를 줄이기 위해서는 적정 공정을 선택할 수 있는 의사결정 프로그램 개발이 필요함. - 다양한 운영 시나리오와 비상 상황에 대한 시나리오 기반의 시뮬레이션을 통하여 운영 능력 및 비정상 상황시 대처 능력 향상을 위한 운영 관리 및 진단 기술의 선진화가 필요함.
□ 기술동향	○ 국내의 대부분 수자원 검침 및 계측 기술은 해외에서 개발 시판되고 있는 각 항목별 단위 물질 측정 기술을 도입하여 사용되고 있음. ○ 해외의 경우 수질 측정에 있어서 미국 환경보호청(EPA)에서는 Y사 및 H사가 관망 및 물탱크에서의 수질 모니터링 연구를 하여 제품화 하였고, 일본의 경우 캐비닛 형태의 계측기로 관망 및 수도꼭지에 적용하고 있으며, 일본 및 국내에도 공급하고 있음.

○ 독일, 영국 등에서는 연속 흐름 방식의 캐비닛 형태의 계측기를 사용하고 있으나 해외의 경우에도 다 성분 동시측정용 센서는 아직 실용화 단계를 거치지 못하고 있음.

○ 기존의 누수감지 기술, 수압감지 기술 및 유량측정 센서 등의 감도 증대와 국산화 필요 및 이들 각 기술의 통합형 및 소형화/저전력화 센서기술 개발로 가격을 낮추어 대량 설치 필요.

○ 미국의 스마트 계측기 도입은 매년 빠르게 증가하고 있으며, 유럽도 이탈리아, 스웨덴이 선행하는 가운데 여타 주요국에서 도입을 추진중임.

○ 국내 수자원 검침 산업은 기계식 수동 계량기를 개량한 디지털 계량기를 개발하여 시험 설치하는 단계임.

○ 향후 5년간 전 세계에 1억5천만대의 스마트미터기가 설치될 예정임.

3. 연구개발 내용

○ ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발

- AMI 구축을 위한 스마트 접속 네트워크 기술
  - 환경적응형 유무선 네트워킹 기술 개발
  - 센서간 효율적인 통신을 위한 USN 및 mesh 네트워크 설계
- 분산형 물관리 소프트웨어 플랫폼 기술
  - 표준 오픈 소프트웨어 인터페이스 정의
  - 이종 계측기의 기능성 기술법 및 통신 프로토콜 표준화
- Billing 시스템 구축을 위한 보안 기술
  - 정보 암호화 기술 및 보안 프로토콜 개발
  - 디지털 미터링 측정 데이터 기반 스마트 Billing 시스템 구축
- 물정보 공유 네트워크 서비스 기술
  - 물정보 제공을 위한 스마트폰 앱 및 응용 프로그램 개발
  - 물정보 상호 교류를 위한 SNS 서비스 제공 및 관리 기술

○ 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발

- 다기능 스마트 계측기 개발
  - SWG 현장적응형 저전력, 자가진단, 세정기술 기술 개발
  - 경량화, 저가격화 된 유무선 스마트 계측기 개발
- 수자원 모니터링을 위한 고기능 통합 센서 개발
  - 다기능 센서(수량, 수압, 수질)의 소형화 및 집적화 기술 개발
  - 다기능성 물역류 및 누수 감지 저전력 스마트 계측기 개발
  - 유해 수질 항목 모니터링이 가능한 스마트센서 기술 개발
  - 데이터의 전송 품질을 보장하는 통합 센서 기능 개발

○ 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발

- 워터 그리드 모델링 및 시뮬레이션 소프트웨어 개발
  - 수자원 요소별, 도시 규모별 모델 개발
  - 다양한 종류의 수치해석 엔진이 구현된 시뮬레이터 개발
- 실시간 정보 기반 최적 pricing 결정 기술
  - 환경 변화에 따른 수요 예측 및 적절한 공급량 유도 기술 개발
  - 시뮬레이션 기반으로 최적의 수자원 공급/소비 예측 기술 개발

- 파워 그리드 연계 저에너지 운영 기술
  • 실시간 전력 정보에 기반한 수자원의 효율적 생산 기술 개발
  • 유휴 에너지 활용 최적화 기술 개발
- 워터 그리드 안정성 확보 기술
  • 비상 상황에 대비한 대체 수자원 공급 기술 개발
  • 역류 감지 및 누수, 오염 탐지 기술 개발

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ ICT 기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발
- 국내외 시장 및 실용화 현황 조사 및 디지털 계량기, 스마트 미터를 포함한 관련 상용 제품에 대한 기술적 분석 실시.
- SWG 유관 기관, 한국수자원공사 및 지자체와의 긴밀한 협력 및 네트워크 구축.
- 학/연 협력을 통한 도전적 기술의 성공적 개발과 산/연 협력의 실용화/상용화 기술 개발을 동시에 추진.
- 표준 web, open documentation 기술을 바탕으로 타기술 표준과 호완성을 유지할 수 있는 표준화 진행.
- 현재 정보 보안 프로토콜 및 암호화 기술에 대한 상세한 연구 및 조사 실시.
- 디지털 측정기로부터 측정된 물사용 정보 기반으로 개별 사용자의 물사용 과금을 결정하는 billing 알고리즘 및 데이터 전달 프로토콜 개발.
- 기존 SNS 서비스 관련 전문 연구진과의 협력을 통한 실용적인 SNS제공 주기 및 관리 기술 개발.

○ 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발
- 국내외 실용화 실적에 대한 철저한 사례조사 및 실용화 중심의 연구개발사업 성격에 맞는 연구진 구성.
- 기존의 수질, 수량 수압 누수 측정센서의 소형화 및 자동세정, 저전력 기술 융합을 통한 자가형 센서 기술의 최적화.
- 기존의 수질 수량 수압 누수센서의 기능성을 통합한 수자원 통합 센서 개발.
- 안정성, 내구성, 자가형, 경제성, 활용도의 최적화 및 성능 최적화를 통해 실용화 추진.
- 국내외의 전문가, 선진기술을 가지고 있는 실무자 및 기관과의 유기적인 네트워크 조직을 통해 기술 발전 도모.

○ 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발
- SWG 요소별 및 도시규모별 모델링은 수자원 전문가 또는 기관이 반드시 참여해야 함.
- 최적화 알고리즘 개발 경험자 혹은 전공자의 참여 필요.

□ 추진체계

○ 연구책임자는 단계별 목표를 수립하고, 이에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립함.

	○ 연구 주제별 각각의 산/학/연 연구 그룹을 구성하고, 요소기술 및 해당 성과물의 특성에 적합하도록 주도적 역할 할당. ○ 학연 연계 수행: 기술개발 방향 및 핵심 기술 개발 담당. ○ 산학연 연계 수행: 개발된 핵심기술의 실용화, 상용화 담당. ○ 과제 단계별로 조사, 연구와 개발 단계를 구별하여 단계별 적합한 그룹에게 연구의 주도권이 주어지도록 주도적 연구/개발 역할을 배분함. ○ 신속한 기술 확보를 위하여 참여 연구 기관 및 위탁 기관의 참여 기간을 유동적으로 설정함. ○ 해외 유수 연구 그룹과 MOU 체결을 통한 국제적 자문 그룹의 활용 및 기술교류를 활성화 함.
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ ICT 기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발 - 물 정보 및 센서 표준 오픈 소프트웨어 인터페이스 및 프로토콜 설계서 - 개인 사용자 물 사용 정보 보안 기술 - 디지털 미터링 기반 Billing 시스템 - 물관리 소프트웨어 플랫폼/SDK 기술 - 물 정보 공유/공개 소프트웨어 ○ 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발 - 수자원 모니터링 및 관리를 위한 현장적응형 고기능 자립화 센서 - 저전력화, 소형화, 경량화 된 스마트 다기능 계측기 ○ 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발 - SWG 요소별/도시규모별 해석적 모델 - SWG 시뮬레이터 - 물공급 최적 의사결정 소프트웨어
6. 연구기간 및 지원예산	
□ 전 체	총 연구기간: 4년 총 연구비 : 6,410백만원 (정부출연금 : 5,400백만원)
7. 기 타	

2절. 평가기준설정

○ 국토해양부, 한국건설교통기술평가원의 일반 지침을 준수하되, Water Grid 지능화 분야의 기술 특성을 반영하는 등 필요에 따라 일부 수정할 예정임

구분	기준항목	세부평가항목	점수
발표평가 (100점)	연구개발 목표(10점)	최종 목표/성과목표의 명확성, 타당성	5
		연차별 연구목표/성과목표(지표) 설정의 적절성	5
	연구개발 내용(25점)	최신 기술동향 분석 및 사전계획의 충실성	5
		목표달성을 위한 연구내용 및 예상성과의 적절성	10
		세부과제 구성의 타당성 및 연계성	5
		연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성	5
	추진전략 및 계획 (20점)	연구개발 추진전략 및 방법의 적정성, 구체성, 타당성	5
		연구수행체계 구성의 타당성	10
		연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성	5
	활용방안 및 실용화(정책제안) 가능성(20점)	연구성과 활용방안의 적절성 및 구체성	10
		연구성과 실용화 및 정책제안 가능성	5
		개발 기술의 기대성과(기술적·경제적) 및 파급효과	5
	연구책임자 기획·관리능력 (15점)	연구수행체계 관리능력	5
		연구개발과제 성과도출 능력	10
	연구수행실적 및 가치 (10점)	공모과제 관련분야 국내외 특허등록실적 및 가치	5
		공모과제 관련분야 국내외 관련실무프로젝트 실적 및 가치	5
합 계			100

부 록

부록 Ⅰ

호주 및 싱가포르의 Water Grid 지능화 분야 R&D 과제

1.1 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합 공정 및 워터루프 연계기술 개발

□ 싱가포르와 호주

구분	싱가포르	호주
연구개발내용	- 싱가포르 전체는 도시형(97.1%)에 적합한 수자원 공정 및 워터루프 연계기술을 개발 하고 있음	- 골드 코스트의 RO 해수담수화 시설에서 133 ML/day 순수 음용수를 생산 및 우수 수거 시스템 개발
약점	- 도시 국가라는 장소 제약성으로 협소한 범위에서 연구가 이루어 짐	- 수자원의 다변화에만 집중, 기후변화에 대한 대응 시스템 부족

□ 한국

구분	내용
연구개발내용	- 신도시 적합형 수자원 활용 조합공정 개발 및 최적화 - 신도시 적합형 워터루프 연계 수자원 활용기술 개발 - 신도시 적합형 수자원 활용 조합/연계기술의 표준화 방안 제시
차별성	- 신도시를 목적으로 맞춤형 공정기술 개발 시스템 효율성 극대화 그리고 표준화를 방안 제시

1.2 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발

□ 싱가포르와 호주

구분	싱가포르	호주
연구개발내용	- 워터루프에 의한 제한된 수자원의 이송	- 46곳의 전통적인 수처리 시설이 있고 그 중 3곳에서 고도수처리를 시행하고 있음 - 병원성 세균, 특정 오염물에 대한 수처리 연구가 이루어 지고 있음
약점	- 환경친화적인 저에너지 활용 계획 부족 및 운영관리의 지능화 부족	- 저에너지 및 고도수처리 시스템의 개발에 대한 관심 부족

□ 한국

구분	내용
연구개발내용	- 분산형/중앙집중형/워터루프 연계(Interactive) - 운영관리 시스템의 지능화(Intelligent)
차별성	- 저에너지 고품질 용수생산을 위한 소재 부품 공정

1.3 Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발

□ 싱가포르와 호주

구분	싱가포르	호주
연구개발내용	- 배수관망 실시간 모니터링을 위한 무선센서 네트워크 배치 - PUB One(원스탑 콜센터) 설치 운영	- 한국, 싱가포르 등과 협조하여 차세대 smart water grid를 계획 중
약점	- 센서/계측 기술의 국산화 미흡 - 모니터링에 초점이 맞추어져 있음(관리 제어 부분 미흡) - 예측할 수 없는 환경변화에 취약	- Scada 프로그램에 의해서 부분적으로 water grid를 운영하고 있으나, 지능화에 대한 물관리 운영이 미흡

□ 한국

구분	내용
연구개발내용	- 클라우드 기반의 워터 AMI 개발 - 그린빌딩 및 스마트그린시티를 위한 분산형, 개방형의 Micro Water Grid 플랫폼 개발 - 통합 SWG 구현(연계/통합 운영)을 위한 Micro Water Grid 운영관리체계 개발
차별성	- Micro Water Grid 운영 및 유지/관리 체계 도입을 통한 일부 또는 전체 장애 상태의 경우에도 지역단위 기능 유지 가능

1.4 연구기반형 테스트베드 운영을 통한 Smart Water Grid 규모별 요소기술 현장적용성 평가

□ 싱가포르와 호주

구분	싱가포르	호주
연구개발내용	- MIT 와 공동으로 센스를 통한 누수와 수질의 평가를 25곳의 지점에서 이루어지고 있음	- Macro 규모로 water grid(250km)를 현장 적용
약점	- SWG 기술의 현장적용에 의한 핵심요소기술 도출, 평가, 검증이 힘들어 짐 - SWG의 최적 조합 구성 및 신규 기술의 적응이 어려움	- Macro 규모로 하드웨어를 먼저 적용하여 ICT 기술 등의 첨단 기술도입이 힘듦

□ 한국

구분	내용
연구개발내용	- Micro 그리드의 핵심기술 검증의 위한 연구 기반형 테스트베드 구축 운영
차별성	- SWG 핵심기술의 검증 평가가 이루어짐 - 물이용 효율성, 물공급 안정성, 에너지 효율성, 경제성 실용성의 최적 조합 구성

2-1. 지역의 물 부족 위험 평가시스템 개발

□ 싱가포르와 호주

구분	싱가포르	호주
연구개발내용	- 워트 서비스운영센터보유실시간 운영 및 정보 관리 시스템, 현장 관리자와 무선 연결,온라인 네트워크 지도 시스템)	- Northern pipeline interconnector project · 가뭄비상사태 대비 · 선샤인코스트에서 브리즈번 지역으로 65 ML/d 이송 계획
약점	- 현재의 위급한상황주로 누수)에 대한 대응 위주로 이루어 짐	- 물 부족 위험 평가/예보 시스템 없음

□ 한국

구분	내용
연구개발내용	- 지역의 물 부족 위험 평가 기술 개발 - 지역 맞춤형 물 부족 예보시스템 개발 - 사회•경제발전과 기후변동에 따른 물 부족 위험평가 - 정책•제도적 측면에서 지역별 물 부족 피해저감기술 개발
차별성	- 비상시 원활한 물관리 공급이 가능한 지역단위의 물부족 위험도평가 시스템 개발 하여물부족위험대응체계구축 - 급격한 기후변화로 인해 극한 홍수 및 가뭄의 발생 빈도 증가, 따라서 물 부족 예보기술을 개발하고 기후 변화 시나리오에 의한 수자원의 영양 평가를 실시

2-2. 실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발

□ 싱가포르와 호주

구분	싱가포르	호주
연구개발내용	- 다양한 수자원(수입물, 재처리수, 우수, 해수담수화)의 하드웨어적 통합(워터루프)과 소프트웨어의 관리 - 수입물의 비율을 50%(2009)에서 40%(2010)로 낮춤	- Queensland 남부지역 수자원 관망 연결(Southern regional water pipeline) - 28개 저장소/균등조, 22 펌프장, 6개의 수질관리의 망 등 총 565km 수도관망 설치 및 수도망 모델 구축
약점	- 도시국가의 수자원 운전으로 Macro 단위의 수자원 배분에 대한 기술적 적용의 한계성	- Water Grid 부분만 수행, 지능화에 의한 수자원 관리체계는 현재의 각 댐의 수위를 기준으로 최대 저수율을 수치로만 나타내고 있음

□ 한국

구분	내용
연구개발내용	- 광역적 물 공급 네트워크의 구축/제어/통제 지능화 기술 - 지능형 수요량 예측 및 물 수지 분석 기술 - 원격자동제어에 의한 지역적 물수급의 지능화 기술 - 물공급의 효율성 제고를 위한 공급시설의 운영 지능화 기술
차별성	- 하천수, 댐, 저수지, 지하수, 재처리수 등의 다중수원의 용수목적별 예측을 통한 탄력적 물 공급이 가능한 시스템 구축

2-3. 지능형 물 수급 정보 통합 관리기술 개발

□ 싱가포르와 호주

구분	싱가포르	호주
연구개발내용	- 각 수자원의 수위를 중앙 센터에서 실시간 모니터링	- 지역적 물 공급율을 350,000 ML/year에서 480,000 ML/year로 증대 - 기후변화 물자원양을 수자원 총 공급양의 5%에서 25%로 증대 - 12개 댐에서 저수율 모니터링
약점	- PUB 한곳에서 수자원의 정보를 관리함으로서 정보의 연계/통합체계가 이루어 지고 있으나 물관리 정보의 쌍방향 제공에는 한계성	- 정보의 연계통합체계 구출 미흡

□ 한국

구분	내용
연구개발내용	- 유역 하천별 수자원 건전성 평가기법 개발 - 수자원관리정보 표준 개발
차별성	- 물관리정보 표준을 기반으로 기관, 공급자, 수요자에 쌍방향 제공이 가능한 표준화 기술 개발로 수자원의 수요와 공급의 실시간 정보 제공

3.1 ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발

□ 싱가포르와 호주

구분	싱가포르	호주
연구개발내용	- 실시간 모니터링을 위한 압력 측정 노드 설치(도시 전역 25개)	- 월 1회 billing report를 고지하여 물에 대한 정보를 수집하고 있음
약점	- 통합 물관리 시스템이 아닌 압력 모니터링 시스템임 - 물관리 S/W 및 물정보 서비스에 대한 표준규격 미비	- 실시간, 지역적 물정보 수집의 어려움 등으로 양방향 정보 교환이 없어 지능형 서비스 구축이 현실화되기 어려움

□ 한국

구분	내용
연구개발내용	- 물관리 지능형 노드(Water Smart Node) 개발 - 물관리 지능형 네트워크(Water Smart Network) 개발 - 물관리 소프트웨어 플랫폼(Water S/W Platform) 및 정보 서비스 개발
차별성	- 지능형 물관리 통합 네트워크 구축을 통한 물관리 효율성 극대화 - 물정보 서비스에 대한 표준규격 확보에 따른 주도권 선점

3.2 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발

□ 싱가포르와 호주

구분	싱가포르	호주
연구개발내용	- 누수 탐지 프로그램 - 100% 정밀 계량 진행	- 수량 및 수질 모니터링 진행 - 통합 그리드 management 시스템 구축 중
약점	- 현재 계측만 가능한 수준	- 수동식 측정 (스마트시스템이 아님) - 수질을 측정할 수 있는 수질 항목센서의 부족 - 테러 등 위험 조기 대응 시스템의 부재

□ 한국

구분	내용
연구개발내용	- 스마트 수자원 모니터링 기술 개발 - 수자원 센서 통합 기술 개발
차별성	- 수질, 수압, 누수, 센서 및 네트워크 기능을 갖춘 스마트미터 도입을 통한 실시간 수자원 토털 솔루션 제공

3.3 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발

□ 싱가포르와 호주

구분	싱가포르	호주
연구개발내용	SvnerGEE WATER을 이용한 수자원 분포해석	- Scada에 의한 물 배분 및 관리를 진행 중 - 한국, 싱가포르와 water grid 지능화를 위해 협력방안 논의 중
약점	지역 특성에 맞는 자체 모델링 및 시뮬레이터를 개발하지 못함	- 실시간에 다양한 환경에 맞는 수자원 의사결정 시스템이 부족함

□ 한국

구분	내용
연구개발내용	- Smart Water Grid 요소별 및 단위별 모델링 - 시뮬레이터 개발 - 시나리오를 포함한 시뮬레이션 해석 - 상황별 최적 의사결정에 필요한 정보 제공
차별성	- 신뢰성 높은 시스템 해석 공정모사 기술 확보 가능 - 모델링 및 시뮬레이터 시스템 확보에 따른 다양한 환경변화에 따른 운영능력 및 대처능력 향상

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 건설기술혁신사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 건설기술혁신사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

Water Grid 지능화 기술 기획
과제별 요약 설명서

주관연구기관명: 광주과학기술원
주관연구책임자: 이재영
연구원: 김준하
장암
이재광
곽소연
공동연구기관명: (주)테크노베이션파트너스
공동연구책임자: 김효정

Watert Grid 지능화 기술 기획

□ 연구목적

○ 지능형 Water Grid 설계/건설/관리의 토탈엔지니어링 기술 확보를 통한 물산업 세계시장 선점 및 물복지 국가 실현

- 2009년 태백시의 경우 주수원인 광동댐의 고갈로 심각한 사회·경제적 피해 발생. 따라서 국민의 물복지를 위한 지역적 수자원 격차해소 및 수자원확보(Security), 수질 및 물공급 그리드 안정성 확보(Safety), 저에너지 고효율 지능형 수자원 유지관리 (Solution)등 물분야의 3S 기술개발 필요성 절실
- 세계적으로 초창기인 IT기반 물관련 산업분야에, 막강한 국내 IT역량을 활용하여 융복합 물산업 관련 제품·기술 및 서비스 창출를 통한 새로운 부가가치 창출. 또한 토탈엔지니어링에 관련된 물산업의 세계시장 주도권 선점을 위한 지능형 물관리 기술개발 필요성 절실
- 글로벌 물 산업의 폭발적 성장과 물산업의 패러다임 변화 예상 (연평균 6.5%씩 성장, 2025년에 8,650억달러(1,038조원) 시장형성 전망(GWI))

□ 연구개요

○ 연구기간 : 4년

○ 총연구비 : 27,000 백만원(정부 22,800 백만원, 민간 4,200 백만원)

○ 연도별 투자계획

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
정부	480	6,510	7,430	8,380	228,000
민간	75	1,250	1,280	1,660	4,200
합계	555	7,760	8,710	10,040	27,000

○ 주요 연구내용

세부 과제	주요 연구내용
1세부: 신도시 수자원 연계 활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발	○ 신도시 유입수 특성에 따른 최적 공정 선택을 위한 스마트 의사결정 기술 개발 ○ 신도시 유입수의 최적 생산/분배를 위한 스마트 혼합 기술 ○ 복합 공정용 부품소재 개발 및 공정 강화 ○ 신도시 적합형 워터루프 연계 수자원 활용기술 개발 ○ 신도시 적합형 수자원 활용 조합/연계기술의 표준화 방안 연구 ○ 수자원과 최적 사용처와의 분산형/중앙집중형 워터루프 운영 기술 ○ 최적 Blending을 이용한 다품종 수자원 이용 기술 ○ 신도시 Micro 그리드 운영 관리 시스템의 지능화 (Intelligent) ○ Micro 워터 그리드 최적 설계, 구축 및 시운전 기술 개발 ○ Micro 워터 그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술 개발 ○ 검증 가능한 지능형 워터그리드 핵심기술조합 및 연구기반형 테스트베드 기본 구상 및 설계 ○ 연구기반형 테스트베드의 시범 운용을 통한 요소기술의 네트워크와 기술 표준화 검토
2세부: 수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물관리 플랫폼 개발	○ 지역의 물이용 순환 Grid 조사·분석·평가 ○ 지역의 물수급평가 시스템 개발 및 Test-Bed 적용 ○ 기후변동에 따른 물수급 영향 평가 ○ 물수급 자동화 기술 조사·분석·평가 ○ 물수급 자동화 시설 최적 적용분야 선정 및 설계 ○ 물수급 자동화 시설의 효과 검증 및 실용화 ○ 첨단 취수량 계측 기반 기술 개발 ○ 지능형 물수급 정보 통합관리시스템 개발
3세부: Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물정보 관리 기술 개발	○ ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발 - AMI 구축을 위한 스마트 접속 네트워크 기술 - 분산형 물관리 소프트웨어 플랫폼 기술 - Billing 시스템 구축을 위한 보안 기술 - 물정보 공유 네트워크 서비스 기술 ○ 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발 - 다기능 스마트 계측기 개발 - 수자원 모니터링을 위한 고기능 통합 센서 개발 ○ 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발 - 워터 그리드 모델링 및 시뮬레이션 소프트웨어 개발 - 실시간 정보 기반 최적 pricing 결정 기술 - 파워 그리드 연계 저에너지 운영 기술 - 워터 그리드 안정성 확보 기술



[그림 2] Smart Water Grid 미래적용 예시 및 성과물

□ 연구 필요성

○ 기술 개발의 배경

- 수자원의 환경의 급격한 변화
  - · 지속적인 물수요 증가에 따른 안정적 물공급의 필요성 증대
  - · 수자원 관리 패러다임 변화: 물부족 해결을 위한 다차원적 접근
- 글로벌 물산업과 수자원기술 패러다임의 급격한 변화
  - · 글로벌 물 산업의 폭발적 성장과 물산업의 패러다임 변화
  - · 융합기술을 통한 물관리 기술의 혁신과 "Smart"化

○ 기술 개발의 필요성

- 글로벌 수준의 국내 IT 역량 활용
- 축적된 수자원 기술 기반의 산업화
- 첨단녹색도시 수요 증가 대응 및 신성장 동력 육성



○ 기술개발에 따른 미래상

- 현재의 수자원 기술의 한계 (AS-IS)

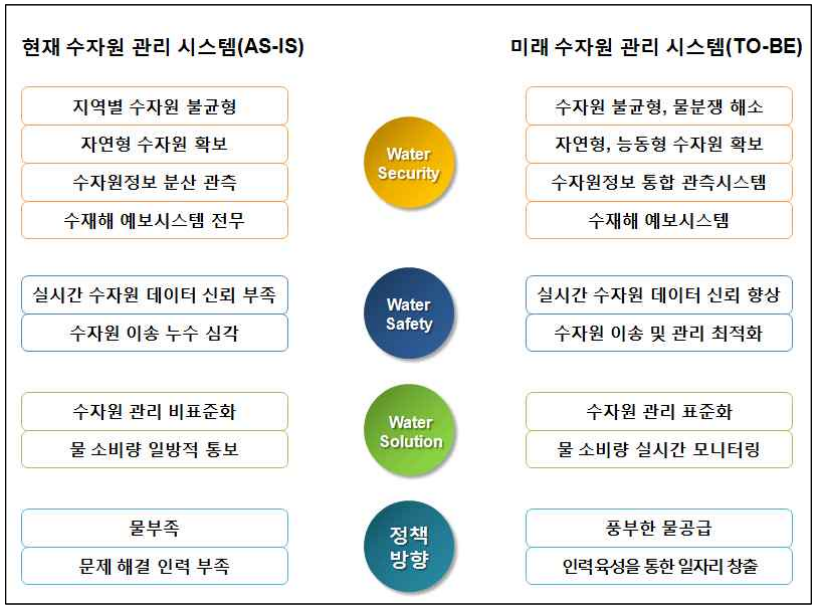
  · 현재 수자원 관리 시스템은 실시간 수자원 데이터가 부족하여 신뢰하기 어렵고 수재해 예보시스템이 없는 등 수자원 정보관련 인프라나 기반이 대단히 취약함

  · 수자원 관리 체계가 표준화되지 않고, 물 소비량을 일방적 검침으로 통보하는 방식으로서, 물 사용 효율화를 위한 노력을 기울이지 못하고 있음

- 미래 수자원 관리시스템 (TO-BE Model)

  · Water Grid 지능화 기술이 실현되는 미래 수자원 관리 시스템은 실시간 수자원 데이터 확보로 신뢰가 향상되면, 수자원의 이송 및 관리를 최적화하고 물 소비량을 실시간으로 모니터링하여 수자원의 불균형을 해소하고 이에 따른 물분쟁을 사전에 예방할 수 있게 됨

  · 단순 물부족 대비뿐만 아니라 적재적소에서 필요한 물을 풍부하게 공급받으면서도 전체적인 물 소비에 따른 에너지를 절감하고, 새로운 물 산업 개척에 따라 일자리를 창출할 수 있게 됨



□ 정부 지원 타당성

1) 국가 전략적 중요성

○ 국토해양부 수자원관리정보시스템 구축에 기여

- 하천법 제 22조(수자원 자료의 정보화)

  · 국토해양부장관은 제16조에 따른 유역조사의 자료, 제17조에 따른 수문조사의 자료 그 밖에 하천관리에 필요한 자료의 효율적인 활용을 위하여 수자원 정보체계를 구축·운영하여야 한다.

- 수자원정보 제공을 위한 기초자료 DB 구축

  · 수자원단위지도, 수문, 하천, 댐, 용수, 지하수 등의 기초자료 축적

  · 물관리정보 기초분석 체계 구축

- 수자원계획수립 업무지원 체계 구축

  · 이수, 치수, 하천환경 계획수립 업무지원을 위한 체계 구축

- 정책결정지원체계 구축

  · 이수, 치수, 하천환경 관련 정책결정지원을 위한 지표 개발 및 정책결정지원체계 구축

- 물관리정보 표준화 및 유통시스템 구축
  - ・ 수자원단위지도 구축(대권역 : 21개, 중권역 : 117개, 단위유역 : 143개, 표준유역 : 840개)
- 현재의 수자원관리 종합정보시스템을 Main시스템으로 하고, 각각 개별적으로 구축중인 수자원분야 시스템(지하수정보시스템, 광역상수도종합관리시스템, 하천GIS 등)을 Sub시스템으로 하여 Main 시스템과 연계된 정보 공동활용 체계 구축

2) 상위 계획과의 부합성

○ 국토해양부 『수자원 장기종합계획』 R&D니즈와 부합

- (개요) 국토해양부가 수립한 수자원장기종합계획(2006~2020)에서는 수자원조사 및 연구개발계획에 대해 중장기 전략을 수립하였음
- 수자원조사 및 연구개발분야의 현안 및 문제점
  - ・ 수자원 정보의 공유화 및 통계자료 신뢰 부족
  - ・ 수자원 이용 효율화와 극한 가뭄 대처방안 부족 등
- 용수공급의 안정성 확보를 위한 Water Security 기술 개발 필요
  - ・ 이수효율성 극대화를 위한 국가수자원의 공간적 재분배 방안 미흡
- 연구개발의 기본 방향
  - ・ (기본이념) 수자원 정보 및 기술의 혁신
  - ・ (추진목표) 수자원 정보의 고도화 및 기술선진화
  - ・ (추진전략) 물이용 안정성, 형평성 및 효율성 향상과 국가 물안보 확보

○ 범부처 물산업 육성 정책 수립 (2010.10.13)

원천기술 개발을 통한 경쟁력 강화	블루골드시장 주도 원천기술 개발 신기술 상용화 촉진 : 실증공간 확보
토탈솔루션 역량 확보를 통한 전문 물기업 육성	지방상수도 및 하수도 통합화 · 광역화 민간기업 참여 확대를 통한 물전문 기업 육성
먹는 샘물, 물 재이용 등 연관산업 육성	먹는샘물 산업 발전 기반 조성 친환경 대체용수산업 육성 상하수도 기자재 산업 경쟁력 강화
해외진출 활성화	지역별 맞춤형 추진전략 수립 해외진출 기반 구축 민관 및 정부간 협력 체계구축

- (시사점) 범부처적으로 Water Grid 기술등 블루골드 시장을 주도할 수 있는 원천기술을 확보하고자 함
- 또한, 적극적으로 상용화할 수 있도록 실증공간을 확보하고 적극 지원하고자 하며 이를 통해 해외진출의 기반을 조성함
- 물산업 육성을 위해 향후 정부와 민간의 적극적인 협력이 기대됨

3) 정부지원의 필요성

○ 물산업의 중요성

- 물산업은 국가물안보 확보 및 미래성장동력산업으로 국제경쟁력 강화를 위해 국가 차원의 육성 전략이 필요함

○ 물산업분야 시장실패와 저투자 방지

- 우리나라 물산업은 정부실패와 시장실패가 공존하는 영역으로 2가지 실패를 모두 해소하기 위해 정부가 지원하는 Water Grid 지능화 사업이 필요
- 글로벌 물산업의 환경 및 수요 변화에 대응할 수 있는 기술력과 자본력을 겸비한 국내 순수 물기업이 부족한 상황에서 시장기능에 맡겨둘 경우 국내 물산업 기반 붕괴가 우려됨
- 일부 분야를 제외하고 관주도의 물관리 체계로 글로벌 시장을 선점할 수 있는 국내 민간 물기업이 부족하고 물산업기반이 취약하여 정부 지원이 시급함

□ 기술개발 실용화(또는 적용) 방안

1) 1세부 과제

○ 세부과제 연구결과들이 상호 연계될 수 있도록 추진함

○ 산학연 중심의 국내외 연구기관들이 공동 연구할 수 있는 협업체계를 구축함

○ 국내에 수요가 있는 지자체와 공기업을 포함하여 실증사업이 추진될 수 있도록 구성함

○ 기술 적용 및 설계 연구진 구성을 하여 국내외 실용화 실적 및 연구기반형 테스트베드 모델 구축 및 운용사례 사전조사

○ 연구기반형 테스트베드 또는 실증시설을 보유하고 있거나 신속하게 확보 가능한 정부출연 연구기관과의 산학협동 기술검증 및 평가체제 구축으로 연구기간 및 투입 자원의 절감

○ SWG기술 표준화 위원회 구성 및 기존 기술인증제도(건설신기술 등) 활용, 신규 표준인증제도 개발, 개선과 병행하여 기술 검증 수준 향상 및 신속한 사업화 지원

○ 테스트베드 SWG 운영 및 유지관리 관련해서 다양한 기술조합 및 환경 시나리오 분석을 실시하여 발생할 수 있는 O&M 문제점 도출 및 해결방안 모색

2) 2세부 과제

○ 목적별·기관별·사용자별 다양한 이해관계를 반영하여 현재 제도를 분석하고 활용가능한 연구성과가 도출될 수 있도록 하며, 단·중·장기 단계별 제도개선안에 따른 가능한 연구성과도 함께 제시

○ 기존 연구성과 및 운영 중인 수자원정보관련 시스템을 최대한 연계하여 활용하고 최적화된 자료의 쌍방향 연계가 가능하도록 추진

○ 개발된 기술은 시험유역 운영을 통해 실증화 하여 성과가 현장에서 적용이 가능하도록 추진

○ 연차별 연구 목표와 성과물 중심의 기술개발 추진 및 선택과 집중으로 대표 과제에 집중

○ 선진기술을 보유하고 실용화 과업을 수행한 경험이 있는 국내외 실무자 및 기관과의 네트워크 확보

○ 단기추진과제 및 장기추진과제를 구분하여 효율적이며 체계적인 연구 추진

○ 각 세부과제 연구 성과물에 대한 구체적인 연계 추진방안 수립

○ 선진기술을 보유하고 실용화 과업을 수행한 경험이 있는 국내외 실무자 및 기관과의 네트워크를 확보함

○ 기 수행 및 현재 수행 중인 과제 중 연구 결과와의 차별화 및 연계·활용방안 수립

3) 3세부 과제

○ 국내외 수자원, 관망 관리 시스템에 대한 조사를 통한 SWG 상의 정보 데이터 흐름 및 처리에 대한 상세 및 요구 사항 조사 실시.

○ 국내외 시장 및 실용화 현황 조사 및 디지털 계량기, 스마트 미터를 포함한 관련 상용 제품에 대한 기술적 분석 실시

○ 학/연 협력을 통한 도전적 기술의 성공적 개발과 산/연 협력의 실용화/상용화 기술 개발을 동시에 추진.

○ 물공급 최적 의사결정 소프트웨어는 한국수자원공사에서 전국의 수자원 분포에 대한 다양한 시나리오를 확보하고 수자원의 효율적인 수요/공급/소비량을 예측하는데 유용하게 사용될 것임.

□ 기대 효과

1) Water Grid 지능화 기술(Smart Water Grid) 기획 기대효과

○ (사회적) 물 사용 효율성 증대로 물복지(Water Welfareness) 국가 실현

- ICT기술을 활용하여 물 사용 관련 정보를 수집하고 활용할 수 있게 되어, 지금보다 자급적이고 효율적인 물 사용이 가능하게 됨
  - · Smart Water Grid기술은 기존의 수자원망(water grid)을 정보통신기술로 지능화하여 물 정보 (물공급정보, 물소비정보, 물배분 정보 등)를 통합적으로 관리할 수 있게 되어, 대권역, 중권역, 도심지에서 지금보다 효율적으로 물을 사용할 수 있게 됨
- 장차 우리가 물부족이라는 위기를 정보통신을 이용한 Smart Water Grid기술 창출로 극복하여 공공성과 수익성이 조화를 이룬 물복지산업(Water Welfareness Industry)을 창출할 수 있게 됨

○ (경제적) 미래성장동력인 물산업의 성장아이템 확보

- 초보수준인 국내 물산업을 획기적으로 발전시켜 미래 성장 동력화하고 경쟁력 있는 세계적 물기업이 나타날 수 있는 기반 마련
- Smart Water Grid는 미래물시장에서 운영 및 관리분야의 핵심 기술로서, 기존 국내 물관련 연구 성과와 글로벌 경쟁력을 갖춘 국내 IT기술을 접목시킬 수 있는 분야임
  - · 본 분야는 세계적으로도 초창기이므로 우리가 적극적으로 어젠다를 선점할 경우, 주도권을 확보해 나갈 수 있음

○ (기술적) 기존 water technology의 한계를 극복하는 water solution기술 구축

- Smart Water Grid 기술은 기존의 물관련 기술의 한계를 극복할 수 있는 기술임
  - · 기존 물관련 기술은 요소기술, 단품기술 위주로 HW중심 기술이었음
  - · 향후 수자원관리의 패러다임은 HW중심에서 SW중심의 물정보를 통한 물사용 효율화로 바뀌고 있으며, 이러한 패러다임을 충족시킬 기술이 바로 Smart Water Grid임
- 전통적인 국토해양R&D의 영역을 넘어 새로운 영역을 창출하는 융합형 국토해양R&D의 모범 사례가 됨
  - · System of Systems라는 국토해양R&D의 모토에 맞게, 수자원분야의 요소기술을 시스템화 기술로 발전시키고, 정보통신과 융합하여 새로운 비즈니스영역을 창출할 수 있는 융합형, 시장창출형 국토해양R&D로 발전함

2) (연구단) Water Grid 지능화 기술 기획 과제 기대효과

○ (기술적) 국내 SWG(Smart Water Grid)분야의 최초 연구단으로서 SWG의 이론을 정립하고, 엔지니어링 기술의 기반을 마련함

- 본 Water Grid지능화 연구단은 최초의 Smart Water Grid분야의 연구단으로서, 호주의 SEQ Water Grid, IBM등 국내외 유수의 기관에 협력하여 Smart Water Grid의 개념모델 설계, 플랫폼 기술 설계, 연구 기반형 테스트베드구축을 위한 설계 등 다양한 기술을 개발하게 됨
- 본 분야의 글로벌 연구가 아직 미흡한 관계로, 본 연구단에서 세계를 리드하고 세계의 표준이 될 수 있는 연구 성과를 창출할 수 있게 됨

○ (경제적) 단기간내 수출가능한 상품 창출

- 본 연구단에서는 1~2년 이내에 기존 지역을 중심으로 기존 Smart Water Grid 기술의 실증을 통해 수출 가능한 상품을 구축하게 됨
- Smart Water Grid는 rehabilitation(복구), renewal(갱생), 신도시 건설 등 다양한 건설 수요에 따른 신개념의 water technology로 많은 수요를 창출할 수 있음
- 특히, SWG 기술의 표준 경쟁에서 우위를 선점함으로써 경제적 부가가치를 창출할 수 있게 됨

○ (사회적) 대권역 및 중권역, 도심의 수자원 활용 효율성 증대

- 대권역이나 중권역, 도심에서 수자원 활용 효율을 극대화하는 기반 마련
- 해당 지역의 Water Security, Water Safety의 수준을 크게 높임

첨부1

<기존 연구와의 중복성 및 연계방안>

□ 1세부 : 신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원 확보 기술 개발	• 신도시 적합형 수자원 활용 조합공정 개발 및 최적화 • 수요 맞춤형 물공급 시스템 - 수질 등급화 생산/저장/분배 설계 기술 - 다품종 물 생산 기술 - 맞춤형 물 공급 시나리오 설계 • 수요 맞춤형 친수 공간 설계 • 소재·부품·공정 강화 - 첨단 수처리시스템 핵심소재/부품/ 장치 개발 - 저에너지 고효율 망 부품/설비 개발 • 분산형/중앙집중형 워터루프 연계 - 저에너지 고효율 분산형 수처리 시설의 건설 및 관리기술 개발 - 수처리 설비, 관망 배수펌프의 원격 제어 및 최적화 시스템 개발 • 신도시 워터루프 연계 용수생산의 운영관리 시스템의 지능화 (Intelligent) - 공급망 내 수질 최적화 및 에너지 최소화 - 수처리 시스템 운전 최적화 - 에너지 효율 최적화 기술	차세대 용수공급시스템 기획연구	• 분산화 및 지하저류 기반의 용수공급시스템 설계 및 건설 기술 개발 - 분산형 수처리 시스템의설계및시공 기술 개발 - 지하저류시설의 설계 및 건설 기술 개발 - 건설 소재 국산화 및 요소기술 개발 • 차세대 용수공급 시스템의 운영 • 유지관리 및 물안보 기술 개발 - 환경친화적 용수공급시스템 구축을 위한 신재생에너지 생산, 활용 및 융합 기술 개발	한국수자원공사 ('09.5 ~ '10.5)	• 차세대 용수공급시스템 기획 연구는 대심도 지하저류 기반의 용수공급 인프라 구축 기술로 Water Grid 지능화 사업의 능동형 수자원 확보 및 지능화와는 근본적으로 차이가 있음 • 차세대 용수공급 시스템 기획 연구에서는 분산형 용수공급시스템 설계 및 건설을 연구내용으로 하고 있으나, Water Grid 지능화 기술 기획 연구에서는 수처리시스템 소재부품/장치 개발 뿐만 아니라 저에너지 고효율분산형 시설의 워터루프와의 연계초점을 맞추고 있음	· · ·

□ 2세부 : 수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물 관리 플랫폼 개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물 관리 플랫폼 개발	• 지역의 물이용 순환 Grid 조사·분석·평가 • 지역의 물수급평가 시스템 개발 및 Test-Bed 적용 • 기후변동에 따른 물수급 영향평가 • 물 부족 관리 통합포털시스템 개발 • 물수급 자동화 기술 조사·분석·평가 • 물수급 자동화 시설 최적 적용분야 선정 및 설계 • 물수급 자동화 시설의 테스트베드 적용 및 운영 • 물수급 자동화 시설의 효과 검증 및 실용화 • 첨단 취수량 계측 기반 기술 개발 • 지능형 실시간 물 취수량 수집 및 관리기술 개발 • 지능형 물수급 정보 통합관리 시스템 개발	수자원의 지속적 확보기술 사업단	• 통합수자원관리기술 - 유비쿼터스 하천유황모니터링 - 통합수자원평가계획시스템 개발 - 유역물관리 운영기술 개발 - 안양천유역의 물순환 건전화 기술 - 기후변화에 의한 수자원영향 예측 및 평가 시스템 구축	한국건설기술연구원 ('01. 8 ~ '11. 3)	• 프론티어 과제 "유역물관리운영기술은"연구는 물 수급을 계산하는 소프트웨어의 개발로서 본 연구의 IT를 이용한 양방향 정보 교환에 의한 지능화 운영과는 다른 연구임 • 간접적인 연계성은 있으나 지리정보기술, 수요 고려, 지역 자족형 IT 기반 등의 연구 내용은 현재의 수자원의 정보를 보다 효율적으로 관리를 함으로 제한된 수자원을 최대한 이용하는 것임	• 유비쿼터스 유황모니터링의 무선 자료획득 기술을 하천수사용량 측정기술과 연계 • 통합수자원평가계획 시스템 및 유역물관리 운영기술 개발의 요소기술을 지능형 물수지 분석 및 수량예측 소프트웨어 기술에 접목 • 기후변화에 의한 수자원 연향 예측 및 평가 시스템의 연구결과를 지역 물 부족 위험도 평가의 기초자료로 활용
		기후변화대응 하천운영 및 관리기술 기획과제	• 물안보 확보를 위한 탄력적 물관리시스템 기술 - 365일 하천 유량 관리 고도화 기술 개발 - 기후변화에 따른 물수급 평가 표준화 체계 구축 - 유역환경변화 대응물과 물질순환 정량화 기술 개발 - 통합유역 기반 탄력적 물관리 기술의 개발	한국건설교통기술평가원 ('10. 12~'11.6)	• 물 수요량에 대한 공급의 효율성을 높이는 연구로서 수요량의 정확한 모니터링, 물부족 예측, 물수요의 최적공급 등을 위한 연구임	• 해당사항 없음
		기후변화에 의한 수문영향분석 및 전망기술 기획서	• 기후변화에 따른 수문 변동 전망기술 개발 • 기후변화에 의한 극치 수문량 전망기술 • 수문변동 정량화 및 수자원정책 수립 • 하천유역의 물수지 및 수문순환변동 정량화 기술 개발 • 기후변화대응 수자원 정책수립	한국건설교통기술평가원 ('09. 12 ~ '12. 12)	• 공간적인 범위가 지역(시군단위)의 구체적인 물수급이 아니라 우리나라 수자원장기종합계획에서 이용하는 중권역(44-2,500㎢)의 거시적인 물 수급 전망을 목표로 하고 있어 Water Grid개념의 수요-공급의 취약성 평가의 공간적 범위로 적절하지 못하고, 구체적인 지역(예로, 서울, 부산, 대구, 태백 등)의 물 부족 상황을 파악할 수가 없음 • 제시된 과제들은 미래의 지역별 물수요 전망에 대한 시나리오 개발이 포함되어 있지 않음	• 해당사항 없음

□ 3세부 : Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발	○ 다기능 스마트 계측기 개발 - SWG 현장적응형 저전력, 자가진단, 세정기술 기술 개발 - 경량화, 저가격화 된 스마트 계측기 개발 ○ 수자원 모니터링을 위한 고기능 통합 센서 개발 - 다기능 센서(유량, 수압, 수질)의 소형화 및 집적화 기술 개발 - 다항목 측정 기능성, 고감도성, 고선택성 등의 성능이 향상된 범용 센서 기술 개발 - 다기능성 토털케어 센서가 통합된 물역류 및 수압 감지 저전력 스마트 계측기 개발 - 유해 수질 항목 요소 모니터링이 가능한 스마트 센서 기술 개발 - 전처리 최소화 기반의 현장 직독식 센서 기술 개발 (직독식은 현장에서 특별한 장치 없이 바로 환경정보를 확인할 수 있는 방식임) - 유량 센서 기술의 성능(정확도, 정밀도, 감도, 재현성) 향상 기술 개발 - 원격 모니터링을 위한 수자원 센서 데이터의 전송품질을 보장하는 유무선 네트워크 통합 센서 기능 개발	자립형 센서기반 지능형 환경관리 시스템	• 수질/유량 센서와 USN 기반 기술 확보 및 표준화 공통플랫폼 기술 및 부처별 수요맞춤형 사용자 환경 설계 • 모니터링 목적 및 대상별 실증 테스트베드 구축 • 수질/유량 센서와 USN 기반 기술 확보 및 표준화 • 공통플랫폼 기술 및 부처별 수요맞춤형 사용자 환경 설계 • 모니터링 목적 및 대상별 실증 테스트베드 구축	다부처 공동사업 (2013~2017)	• '자립형 센서기반 지능형 환경관리시스템'은 하천, 강 등의 광범위 수계를 모니터링하기 위한 센서 기술 개발을 목적으로 하고 있으며, 본 과제는 워터 루프를 포함한 그리드망(water grid)을 대상으로 하며, 자립형 센서 시스템과 ICT기반 협력 네트워크를 활용한 그리드 망의 지능화를 목적으로 하는 근본적 차별성을 가지고 있음.	• 지능화를 위한 고기능, 고부가가치 센서를 선별하여 자체 개발을 추진하며, 기타 일반적 센서는 타과제의 성과물을 적극 활용하는 방안을 추진함 • 기존 ICT 기반 네트워크 기술을 지능화를 위해 적극적으로 활용하여, 그리드망에 상존하는 물리적, 환경적, 사이버 위협에 대응하면서 운영의 안정성 확보 및 고효율화를 달성하여 보다 상위개념의 정보화, 지능화를 위한 시스템 구축을 추진하도록 함

첨부2

□ 과제명(광주과학기술원_이재영)

구분	과제명[1]	주요내용	기존 기술과의 차별성[2]	소요 연구기간[3] (착수시기)	최종 성과물[4]	최종 수요처[5]	활용방안[6]	기술개발에 따른 기대효과[7]	국토부 지원 필요성[8]	총예산(백만원)			과제 우선순위[9]
										정부	민간	합계	
1세부과제	신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발				• 유입수 특성에 따른 수처리 조합공정 설계 기술 • 에너지 고품질용수 생산 수처리 부품 소재 개발 • 유입 수자원 활용 조합공정 운영/의사결정 시스템 프로토콜 • 신도시 수자원 워터루프 연계 시스템 설계/운영 • Blending 최적 조합 기술 매뉴얼 • Micro 워터 그리드 운영/관리 기술 • 연구기반형 테스트베드를 통하여 검증된 SWG 조합기술 및 핵심 요소기술 표준설계안 • 연구기반형 테스트베드의 SWG 운영 및 유지관리 플랫폼	• 지자체 • 물관리 기관	• 정부의 미래 신도시 계획 시 주변 수자원의 최적 공급방안으로 활용 • 제품형태로의 판매, 기술 라이센싱에 의한 수익창출 • 국가 및 지자체의 효율적인 수자원 관리에 활용 • Micro Grid 기술은 에너지 효율이 높은 그린도시 및 그린빌딩을 위한 물 체계 설계, 구축 및 운영 관리 기술	• 안정적 고품질의 용수 확보 • 세계시장 선도형 원천 기술의 개발 및 실용화 • 신규시장 개척에 의한 고용창출, 사업 활성화, 수출 • 신도시건설 및 그린 빌딩 시장에서 경쟁력 창출의 기반	• 최적 물공급 방안으로 공공기반의 성격이 매우 강함 • 빠른 시장 성장이 예상되는 유망분야로써 신성장 동력산업의 육성을 위하여 정부의 투자가 필요함 • 수자원의 확보와 용수공급은 정책적 중요도가 높은 분야	12,000	2,220		
1-1	수자원 연속활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	• 신도시 내 요구수질 달성을 위한 조합공정 개발 및 최적화 • 도시 유입수의 최적 혼합을 위한 스마트 의사결정 기술 • 복합 공정용 부품소재 확보 및 공정 강화	• 성능개선	4년 (1년차)						4,000	690		1
1-2	수자원 최적활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발	• 수자원과 최적 사용처와의 분산형/중앙집중형 워터루프 운영 기술 • 최적 Blending을 이용한 다품종 수자원 이용 기술	• 신기술	4년 (1년차)						3,000	520		2
1-3	Micro 워터 그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발	• 신도시 Micro 그리드 운영관리 시스템의 지능화 (Intelligent) • Micro 워터 그리드 최적 설계, 구축 및 시운전 기술 개발 • Micro 워터 그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술 개발	• 신기술	3년 (2년차)						3,000	560		6
1-4	테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소 기술 현장적용 설계 기술	• 수자원, 지능형 IT, 활용망 인프라분야별로 단위그리드 구성을 위한 핵심구성요소 도출 • 검증이 가능한 지능형 워터그리드 핵심기술조합 및 연구기반형 테스트베드 기본구상 및 설계 • 각 분야 개발된 SWG 요소기술에 대한 평가 검증 완료 후 디렉터리 보완 및 기술표준화(안) 작성	• 신기술	4년 (1년차)						2,000	450		3

2세부과제	수자원 최적활용을 위한 지능형 유역 물 관리 플랫폼 개발				• 광역, 지역 및 도시의 물부족 평가 소프트웨어 및 물부족 정보관리 웹 포털시스템 • 실시간 물 수급 자동화 HW와 SW 및 모바일 자료관리 SW • 용도별 실시간 물 취수량 측정 표준화 시스템 • 물수급 정보 통합관리시스템 • 수자원 관리 정보 표준 지침서 • 기후변화에 따른 지역특성을 고려한 물부족 대응 제도 및 정책 제안	• 지자체 • 물관리기관	• 기관별 물 관련종사자가 실무에 직접 활용하여 물공급 및 배분 • 공급 및 수요자 양방향 의사결정을 위한 정보 체계 구축 • 기술이용에 따른 경제와 환경적 이익 홍보	• 하천유역 수자원관리가 가능하도록 기본인프라 제공 • 하천유역 수자원의 지능형 물관리로 10% 물 이용(8억톤) 효율 개선 • ICT, 위성, 컴퓨터 프로그램 기술의 적용과 활용으로 국가 정보 과학 기술의 발전에 기여	• 수자원 확보 기술은 이익 창출보다는 국민의 복지를 위한 공공성을 가진 국가의 책무 • 물관리 기술을 국가가 지원하여 발전 시킨후 민간 참여 유도 • 정부의 제도적 지원이 필요	5,400	1,035		
2-1	지역의 물 부족 위험 평가 시스템 개발	• 지역의 물이용 순환 Grid 조사·분석·평가 • 기후변동에 따른 물수급 영향 평가 • 물 부족 관리 통합포털시스템 개발	• 성능개선	4년 (1년차)						2,400	430		4
2-2	실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발	• 물수급 자동화 기술 조사·분석·평가 • 물수급 자동화 시설 최적 적용분야 선정 및 설계 • 물수급 자동화 시설의 테스트베드 적용 및 운영 • 물수급 자동화 시설의 효과 검증 및 실용화	• 성능개선	3년 (2년차)						1,500	310		7
2-3	지능형 물수급 정보 통합 관리기술 개발	• 첨단 취수량 계측 기반 기술 개발 • 지능형 실시간 물 취수량 수집 및 관리기술 개발 • 지능형 물수급 정보 통합관리시스템 개발	• 성능개선	3년 (2년차)						1,500	290		8
3세부과제	Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발				• 물 정보 및 센서 표준 오픈 소프트웨어 인터페이스 및 프로토콜 설계서 • 개인 사용자 물 사용 정보 보안 기술	• 지자체 • 물관리기관	• Water grid 내의 수질/수량 등을 측정/분석에 적용 • 안전한 수질 관리를 위한 물안정망 관리 시스템에 적용 • 해외 신규도시 개발 및 수자원 활용망 최	• 수질/수량 수요 맞춤형 생산, 공급에 따른 에너지 소지 20% 절감, 물순환 이용율 30%제고 • 의부 조건 변화에 따른 신속한 영향 분석 및 대응지식 체계화로 발전적 지식자산 축적 • 모니터링 시스템에 의한 신속한 대응	• 핵심 센스 기술 개발 및 운영시스템 구축을 정부의 공공 투자가 기반이 되어야 함 • 일반 연구자의 연구 접근성이 매우 어려워 국가가 관련기술을 발전 시켜야 함 • 물 산업의 핵심 부가가치 창출 요소로 해외 진출시 경쟁력 확	5,400	1,010		
3-1	ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발	• AMI 구축을 위한 스마트 접속 네트워크 기술 • 분산형 물관리 소프트웨어 플랫폼 기술 • Billing 시스템 구축을 위한 보안 기술	• 성능개선	4년 (1년차)						2,400	410		5

			• 물정보 공유 네트워크 서비스 기술			• 디지털 미터링 기반 Billing 시스템 • 물관리 소프트웨어 플랫폼/SDK 기술 • 물 정보 공유/공개 소프트웨어 • 수자원 모니터링 및 관리를 위한 현장적응형 고기능 자립화 센서 • 저전력화, 소형화, 경량화 된 스마트 다기능 계측기 • SWG 요소별/도시규모별 해석적 모델 • SWG 시뮬레이터 • 물공급 최적 의사결정 소프트웨어		적화 사업시 맞춤형 시스템 판매		보의 관건이 되므로 국가적 차원의 지원이 절실				
	3-2	수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발	• 다기능 스마트 계측기 개발 • 수자원 모니터링을 위한 고기능 통합 센서 개발	• 성능개선	3년 (2년차)						1,500	300		9
	3-3	모델링 / 시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발	• 워터 그리드 모델링 및 시뮬레이션 소프트웨어 개발 • 실시간 정보 기반 최적 pricing 결정 기술 • 파워 그리드 연계 저에너지 운영 기술 • 워터 그리드 안정성 확보 기술	• 신기술	3년 (2년차)						1,500	300		10

<제출문>

제 출 문

국토해양부 장관 귀하

이 보고서를 "Water Grid 지능화 기술 기획에 관한 연구"과제의 보고서로 제출합니다.

2011. 6. 22

주관연구기관명 : 광주과학기술원
주관연구책임자 : 이 재 영
연 구 원 : 김 준 하
" : 장 암
" : 이 재 광
" : 곽 소 연
공동연구기관명 : ㈜테크노베이션파트너스
공동연구책임자 : 김 효 정

<보고서 요약서>

보 고 서 요 약 서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>10기술혁신
C02</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2010.12.22
~2011.6.22</td><td>단 계 구 분</td><td>(해당단계)/
(총 단 계)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연 구 사 업 명</td><td colspan="4">건설기술혁신사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">대과제가 있을 경우에는 기재(단위과제일 경우에는 아래 기재)</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">Water Grid 지능화 기술 기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">이재영</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 12 명
내부 :12 명
외부 : 명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부 : 200,000 천원
기업 : 천원
계 : 200,000 천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 12 명
내부 :12 명
외부 : 명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 200,000천원
기업 : 천원
계 : 200,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">광주과학기술원
환경공학부</td><td>참여기업명</td><td colspan="2">㈜테크노베이션파트너스</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="2">상대국명 :</td><td colspan="3">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="2">연구기관명 :</td><td colspan="3">연구책임자 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>148</td></tr>
<tr><td colspan="6">□ 기획의 목적
○ 차세대 국가 주력산업으로서 미래형 물 산업 아이템 발굴
- 수자원 이용 효율화라는 니즈를 충족할 수 있는 새로운 물 비즈니스 모델 확립
- 세계 물산업 시장에서 경쟁력을 갖출 글로벌 물기업 육성의 토대 마련
□ 기획의 내용 및 범위</td></tr>
</table>

○ Water Grid 지능화 기술과 관련된 국내·외 동향 및 환경분석 ○ Water Grid 지능화 기술과 관련된 기술수요조사 및 분석 ○ 본 기획을 통해 추진해야 될 기술개발 방향 설정 ○ 연구단의 비전 및 목표 설정 ○ 기술개발 과제 도출 □ 결론 ○ 연구과제 - 1세부과제: 신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발 - 2세부과제: 수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물 관리 플랫폼 개발 - 3세부과제: Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발 □ 연구기간: 4년 □ 목표 ○ 수자원 확보 및 수자원 격차 해소 (Security) ○ 수질 및 물공급 그리드 안정성 확보 (Safety) ○ 저에너지 고효율 지능형 유지·관리 (Solution) ○ 해외 시장 진출
○ 국내 최초로 스마트 워터 그리드의 개념을 정의 ○ Water Grid 지능화 연구단을 설계하고 추진할 과제를 선정함

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	스마트 워터 그리드, 지능형 수자원 관리, IT 융합 물관리, 분산형 물관리, 저에너지 물관리
	영 어	smart water grid, intelligent, water, water industry, water resource

<국문 목차>

목 차

[국문 요약문] .....
[영문 요약문] .....

1장. 연구과제 개요 1
1절. Water Grid 지능화 기술(Smart Water Grid)의 개요 1
1. Water Grid 지능화 기술(Smart Water Grid) 추진배경 1
2. Water Grid 지능화 기술(Smart Water Grid) 필요성 5

2장. 기술개발 전략 수립 6
1절. 기획 필요성 6
1. 기획 배경 6
2. 기획 목적 및 추진방향 8
2절. 국내외 동향 및 환경분석 12
1. 국내외 정책동향 및 분석 12
2. 국내외 경제동향 및 분석 28
3. 국내외 기술개발 동향조사 및 분석 41
4. 기술개발을 위한 인프라 및 기반 역량 분석 69
3절. 기술수요 및 예측 73
1. 기술수요조사 및 결과 73
2. 기술예측조사 및 결과 80
4절. 기술개발 방향 설정 82
1. 분석결과 종합 82
2. 중점추진분야 설정 87
3. 중점추진분야별 기술발전단계 89
5절. 비전 및 목표 수립 90
1. 비전 및 목표 90
2. 기술개발에 따른 미래상 91
6절. 후보과제 도출 및 정의 93

3장. 연구개발과제 추진체계 ····· 95
1절. 기획대상과제 선정결과 ····· 95
2절. 기획대상과제 조정결과 ····· 96
3절. 연구개발과제 추진체계 ····· 98

4장. 연구개발과제 주요내용 및 기대효과 ····· 99
1절. 연구개발과제 주요내용 ····· 99
2절. 연구개발과제 성과활용방안 ····· 102
3절. 기대효과 ····· 105

5장. 연구개발과제 소요예산 ····· 107

[첨부] 후보과제 우선순위 도출결과 및 과제카드 ····· 109

(별권1) Water Grid 지능화 기술 보고서

<국문 요약서>

요 약 문

1. 기획의 목적

□ 차세대 국가 주력산업으로서 미래형 물 산업 아이템 발굴

○ 수자원 이용 효율화라는 니즈를 충족할 수 있는 새로운 물 비즈니스 모델 확립

- 국토부의 정책미션을 달성하면서도 새로운 비즈니스모델을 창출할 수 있는 미래형 물 관련 기술 아이템 발굴

○ 세계 물산업 시장에서 경쟁력을 갖출 글로벌 물기업 육성의 토대 마련

- 우리나라의 강점을 최대한 활용하고 축적된 물관련 역량을 집결하여 향후 세계 물산업의 강자가 될 수 있는 전물 물기업 육성이 토대 마련

2. 기획의 내용 및 범위

○ Water Grid 지능화 기술과 관련된 국내·외 동향 및 환경분석

- 국내·외 정책동향 분석
- 국내·외 경제동향 분석
- 국내·외 기술개발 동향 분석

○ Water Grid 지능화 기술과 관련된 기술수요조사 및 분석

○ 본 기획을 통해 추진해야 될 기술개발 방향 설정

○ 연구단의 비전 및 목표 설정

○ 기술개발 과제 도출

- 기술 개발의 목표, 기간, 내용, 예산 설정

3. 결론

□ 연구과제

○ 1세부과제: 신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발

- 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합 공정 및 워터루프 연계기술 개발

- 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발
- Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발
- 테스트베드 구축을 위한 SWG 규모별 요소 기술 현장적용 설계 기술

○ 2세부과제: 수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물 관리 플랫폼 개발
- 지역의 물부족 위험 평가시스템 개발
- 실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발
- 지능형 물수급 정보 통합관리기술 개발

○ 3세부과제: Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발
- ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발
- 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발
- 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발

□ 연구기간: 4년

□ 목표

○ 수자원 확보 및 수자원 격차 해소 (Security)
- 도시 수자원 자립율 30% 향상 (현재 서울의 수자원 자립율 5.9%)
- 지역간 1인당 유효수자원 편차 30% 감소
- 0.5 kg CO2/m3급의 능동수자원 확보기술 실용화

○ 수질 및 물공급 그리드 안정성 확보 (Safety)
- 수자원 시스템의 전과정 모니터링 및 측정 데이터의 신뢰성 향상 (측정신뢰성 90% 이상)
- 도시용수 공급시스템 문제해결 시간 50% 단축 및 문제발생빈도 50% 감소
- 국가재난 대응 안정적 비상 물공급 체계 구축 (수자원 관리 강화를 통해 유용 수자원의 1% (3억톤) 비상활용 체계 구축)

○ 저에너지 고효율 지능형 유지·관리 (Solution)
- 도시 수자원 시스템 운영에너지 10% 절감 및 수자원 유효이용효율 10% 증가
- 예방적 자산관리에 의한 수자원 시설 유지관리비용 20% 감소

○ 해외 시장 진출
- 2020년까지 연간 5천억원의 해외수주를 위한 산업기반 구축 (세계시장의 약 3%)

<영문 요약서>

SUMMARY

1. Purpose

□ Finding of water industry item for the next generation as national key industry

○ Establishment of new water business model to satisfy the needs of water use efficiency

- Finding of water technology item with accomplishing mission statement of Ministry of land transport marine affairs

○ Providing the foundation of fostering a global water company in world markets for a global water industry

- Providing the foundation of fostering a global leading water company qualified with a competency for accumulated technology related to water

2. Content and coverage

○ Analysis of domestic and international trend and of environment related to SWG technology

- Analysis of domestic and international trend of policy
- Analysis of domestic and international trend of economic
- Analysis of domestic and international trend of technology

○ Survey and analysis on technology requirement related to SWG

○ Establishing direction of technical development through this study

○ Establishment of Research group's vision and object

○ Derivation of project for technical development)

- Decision on goal, period, content, and budget

3. Conclusion

□ Research project

◦ Subproject 1: Technology development of the smart security of water resource for collaboration of water resource in new city.

- Development of the optimal combination process of water treatment in Micro grid for continuous utilization of water and development of technology for waterloop linkage
- Development of multi-waterloop system in new city for optimal utilization and distribution of water resource
- Build of pilot platform for Micro water grid and development of stabilization technology
- Design technology for field application of element technology to implement Test-Bed

◦ Subproject 2:Development of smart water-management platform for watershed to optimize utilization of water resource

- Development of rating system for the risk of water shortage in region
- The design of automation of real-time water supply and demand and development of operation technology
- Development of integrated management technology for smart water supply and demand information

◦ Subproject 3: Development of management technology for water information based on ICT for customized Smart Water Grid

- Build of AMI network based on ICT and development of water information service
- Development of high performance sensors and multi-functional measuring instrument for monitering and management of water resource
- Development of optimal decision-making system

□ Period: 4 year

□ Goal

◦ Security of water resource and solution of water gap

- 30% improvement of support ratio on urban water resource
- 30% decrease in deviation of effective water resource per capita

- Practicalization of active water resource security technology

○ Safety of water quality and water supply gird

- Full-time monitoring of water resource system and reliability 90% improvement of measured data
- 50% decrease in problem solving time in urban supply water system and 50% decrease in frequency of problem occurrence
- System establishment of emerging water supply in response of national disaster- Saving 0.3 billion ton for emergency

○ Smart maintenance and management with low-energy and high efficiency

- 10% reduction in operation energy of urban water resource system and 10% increase in efficiency of water resource utilization
- 20% reduction in cost of water resource facility maintenance/management

○ International market entries

- Building industrial base for oversea contract of 500 billion won until 2020-It is estimated to 3% of world market

1장 연구과제 개요

1절 Water Grid 지능화 기술(Smart Water Grid)의 개요

1. Water Grid 지능화 기술(Smart Water Grid) 추진배경

가. 수자원 환경의 급격한 변화

□ 지속적인 물수요 증가에 따른 안정적 물공급의 필요성 증대

○ MegaCity등장, 중국과 인도의 발전등으로 물수요가 지속적으로 증가함에 따라 안정적 물공급이 절실

- 미래사회에도 물과 에너지 공급과 같은 기반시설은 여전히 중요할 것

  · 특히, 메가시티(인구 1천만명 이상의 도시)와 같이 집중화된 지역에 거주하는 인구가 지속적으로 증가함에 따라 이들에게 안정적인 수자원을 공급하는 일이 더욱 중요해짐

※ 메가시티 개수 : 21개(2009년) → 29개 (2025년)

- 2010년까지는 정보통신 인프라가 전체 인프라 시장을 주도하지만, 2010년 이후에는 수자원 인프라가 Blue Gold 산업이라고도 불리면서 인프라 시장을 주도

  · 수자원 인프라 부문에서도 중국이 세계 최대 시장으로 부상하여 개도국 시장이 급증

<표 1> 미래 산업별 인프라 전망

구 분	전 세 계			개발도상국 (비 OECD 국가)		
	2000 ~2010	2010 ~2020	2020 ~2030	2000 ~2010	2010 ~2020	2020 ~2030
도 로	220	245	292	61	78	114
철 도	49	54	58	18	19	25
통 신	654	646	171	249	304	89
전 력	127	180	241	90	118	154
수자원	576	772	1,037	141	288	414
합 계	1,626	1,897	1,799	559	807	796

※ 주: 도로, 철도는 토지보상비를 제외한 기본 공사비용 기준, 전력은 송배전망 인프라만 포함. 수자원 부문은 개발도상국가(비OECD) 중 BRICs만 포함

※ 자료: OECD (2006). "Infrastructure to 2030"의 데이터를 사용해 삼성경제연구소에서 산출

○ 우리나라도 기후변화에 따라 강우패턴이 변동함에 따라 수자원 부족이 우려되며 이에 따른 국가적 차원의 대책이 필요함

- 우리나라는 UN이 정한 물부족국가로 1인당 강수량이 세계평균의 10%에 불과하며 산업의 지속적인 발전을 위해 수자원을 안정적으로 공급해야 함
- 또한, 일부 지역에서는 물이 풍부한 지역과 부족한 지역의 격차가 발생하는 소위 "물격차(Water Divide)" 문제가 발생할 수 있으므로 이에 대비해야 함

□ 수자원 관리의 패러다임 변화: 물부족 해결을 위한 다차원적 접근

○ 기존에는 물부족을 해결하기 위한 수단으로 직접적으로 부족한 물을 확보하는 것에 중점을 둠

- 이에 따라 기존 수원 및 용수 관리, 대체수자원 확보, 양적 확보, 시설 확장등에 치중함

○ 그러나, 기존의 하드웨어 중심의 해결보다는 향후에는 물의 효율적인 분배에 집중함

- 확보된 용수의 효율적 분배, 수요맞춤형 용수 공급, 활용효율 및 에너지를 고려한 가동율 최적화등에 집중

<표 2> 수자원관리 패러다임의 변화

구분	AS-IS	TO-BE
해결 수단	부족한 물 직접 확보	물의 효율적 분배
주요 방법	기존 수원 및 용수 관리 대체수자원 확보 양적 확보 시설 확장	확보된 용수의 효율적 분배 수요맞춤형 용수 공급 활용효율 및 에너지 고려 가동율 최적화

- 효율적인 분배를 위해서는 다양한 물 정보(water information)가 필요한데, 발전된 IT기술을 통해 이러한 물 정보 수집이 용이해짐
  - 물과 유사한 전력분야에 있어서도, 기존에는 다양한 전력원을 확보하는 기술위주로 발전하였다면, 향후에는 IT기술을 통해 전기 생산자와 소비자간의 정보를 교환함으로써 전력의 효율적 사용을 도모하는 Smart Grid 기술이 활성화될 것으로 예상하고 있음
- 집중형에서 분산형으로 물 공급/관리 체계 변화
  - 규모의 경제를 위한 hard path 방식의 개발에서 과다시설로 인한 손실을 최소화하는 soft path 방식의 개발로 전환 모색

나. 글로벌 물산업과 수자원기술 패러다임의 급격한 변화

□ 글로벌 물 산업의 폭발적 성장과 물산업의 패러다임 변화

○ 물산업은 빠르게 성장하고 있으며, 패러다임이 변화하고 있음

- 물산업은 인구증가, 기후변화에 따른 물부족 심화, 수질오염 등으로 21세기를 선도할 Blue Gold 산업으로 부상
  - · 연평균 6.5%씩 성장, 2025년에 8,650억달러(1,038조원) 시장 형성 전망(GWI)
- 전기, 가스, 통신, 교통 등 다양한 지역공공서비스 분야와 접목하여 종합서비스산업으로 발전하는 추세

  ※ 베올리아(Veolia)는 수도공급회사로 시작하여 물처리, 운송, 에너지공급, 건설·부동산, 폐기물처리 등 복합기업으로 성장

○ 국내 물산업의 세계 시장 진출을 위한 획기적 물산업 아이템 필요

- 국내 물산업의 역량은 아직 취약한 편
- 세계적으로 초창기인 IT기반 물관련 산업분야에 진출할 경우, 막강한 국내 IT역량을 활용하여 시너지 효과를 창출할 수 있을 것으로 기대됨

□ 융합기술을 통한 물관리 기술의 혁신과 "Smart"化

○ NT,BT,IT를 융합한 혁신적인 물관리 기술이 발달함에 따라 물산업구조 재편이 가속화됨

- NT기술을 이용한 분리막 기반의 수처리 기술등이 분산형 수처리 시스템으로 진화를 가속화시킴
- IT기술과 접목된 전력기술이라 할 수 있는 스마트 그리드 기술처럼 IT가 접목된 물기술은 다양한 물산업에서 다양한 제품과 서비스를 창출하여 물산업구조를 크게 바꿀 것으로 예측됨

○ 똑똑한, 지능적이라는 의미를 가진 "Smart"가 SOC를 비롯한 모든 분야에 접목되면서 기존의 기술에 효율을 크게 높여주거나 새로운 문화를 창출하고 있음

- IBM은 Smart Water Managment라는 개념으로 물관리의 지능화를 주창하고 있음
- 삼성경제연구소는 "스마트SOC"라는 개념을 통해, IT기반의 SOC가 기존 SOC의 효율을 20% 이상 높여줄 것이라고 주장함
- 소비자의 욕구가 개인화, 맞춤화, 삶의 질 추구로 진화함에 따라 물, 전기, SOC등 모든 분야에서 스마트 시스템(Smart System)에 대한 수요는 지속적으로 늘어날 것으로 예측됨



[그림 1] Smart Water Grid 예시(안)

2. Water Grid 지능화 기술(Smart Water Grid) 필요성

□ 글로벌 수준의 국내 IT 역량 활용

○ 세계적 수준의 IT 인프라와 역량을 적극적으로 타산업과 결합하여 활용해야 함

□ 축적된 수자원 기술 기반의 산업화

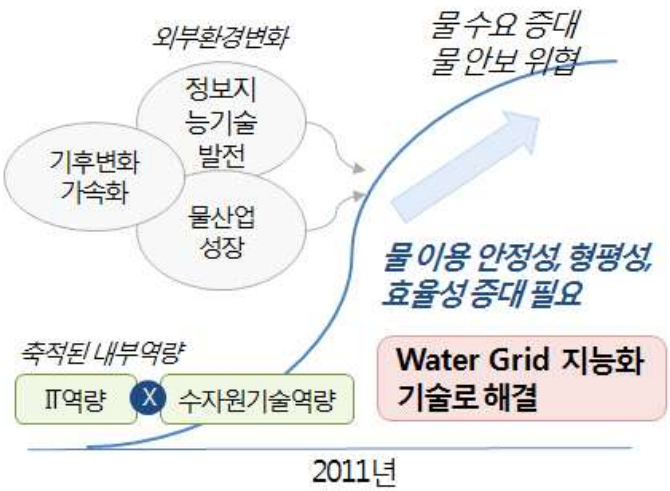
○ 수처리 선진화 사업, 수자원의 지속적 확보기술개발 사업등에서 개발한 수자원 관리의 기본 요소기술들을 검증하고, 이를 Smart Water Grid 개념에 맞게 응용 발전시켜야 함

○ U-Eco City 사업등에서 구축한 수자원 관련 지속가능한 미래형 첨단 친환경 녹색기술을 지속적으로 발전 시킴

□ 첨단녹색도시 수요 증가 대응 및 신성장 동력화

○ 도시화는 급격하게 진행되고 있으며, 향후 많은 도시는 첨단녹색도시를 지향하고 있으며, 이를 구축하는데 필수적인 인프라 기술이 바로 Smart Water Grid 기술임

○ 또한, 물산업은 향후 20년간 정보통신분야를 능가할 정도로 전세계 시장규모가 폭발적으로 증가할 것으로 예상되고 있어, 반도체·정보통신·조선등 우리나라가 기존 주력산업외에 육성해야 하는 신성장 동력의 타겟 대상임



[그림 2] Water Grid 지능화 기술의 필요성

2장 기술개발전략 수립

1절 기획 필요성

1. 기획 배경

□ **물은 인간 생존에 필수적인 요소이나, 지속적으로 물부족 현상이 심화됨**

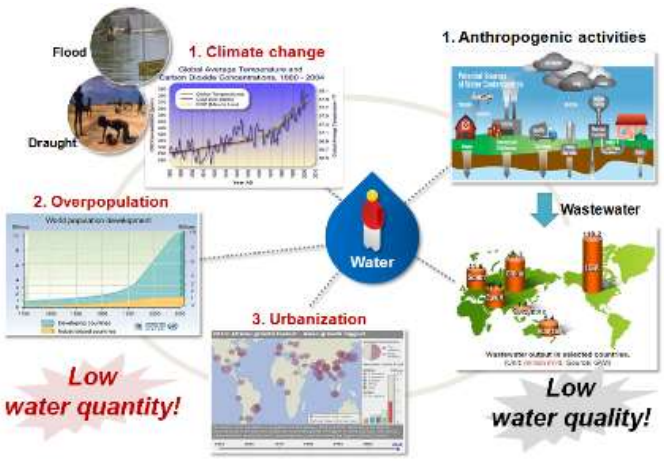
○ 식량(Food), 에너지(Energy), 물(Water)는 인간 생존에 필수 요소이면서, 사회 기반의 필수 요소임

○ 특히 물은 모든 생명을 유지하기 위한 필수 요소이며 물이 부족하다면 생태계 교란, 식량부족, 지역 및 사회 계층간의 '물 전쟁'이 발생하며, 물 난민도 발생 가능함

- 문명과 산업의 원동력
- 이용할 수 있는 물자원의 제한성
- 수량과 수질이 동일한 중요성: 수량이 아무리 풍부해도 오염된 물은 용도에 맞게 사용할 수 없음

○ 인류 발전에 따라 최근 물 부족이 더욱 심화되고 있어 대책이 필요함

- 물 부족의 3대 요인은 '기후변화', '인구증가', '산업화, 도시화' 임
- '기후변화', '인구증가', '산업화·도시화'에 따라 물 수량이 줄어들고(Low water quantity), 인간의 부적절한 행동과 오염행동에 따라 물 품질이 저하되어 가용한 물이 부족해 지고 있음

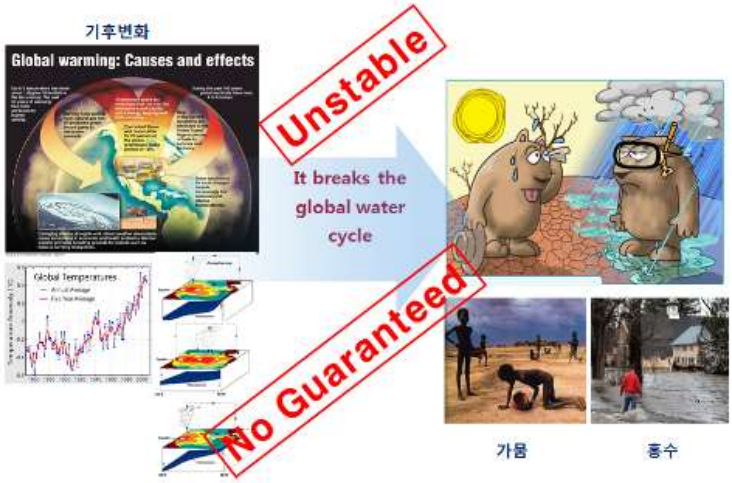


[그림 3] 물 부족의 원인

□ 물분배 불균형(Water Imbalance) 심화

○ 기후변화는 전지구적인 물순환체계를 변화시키고 이에 따라 가뭄과 홍수의 빈도와 강도가 변화하는 등 물분배의 불균형 현상을 심화시킴

○ 이는 전반적으로 물의 안정성과 공급보장성을 떨어뜨림



[그림 4] 기후변화에 따른 물분배 불균형

□ 첨단녹색도시 및 국가신성장동력 육성 필요

○ 핵심 도시 인프라중 스마트화 측면에서 낙후된 물 분야를, 발달된 IT기술을 활용하여 극복하고, 이를 상품화(Smart Water Grid)하여 첨단 녹색도시를 구축하고 국가 신성장 동력으로 육성



[그림 5] 물분야의 스마트화로 첨단 녹색도시 달성

2. 기획 목적 및 추진방향

가. 기획 목적

□ 차세대 국가 주력산업으로서 미래형 물 산업 아이템 발굴

○ 수자원 이용 효율화라는 니즈를 충족할 수 있는 새로운 물비즈니스 모델 확립

- 국토부의 정책미션을 달성하면서도 새로운 비즈니스모델을 창출할 수 있는 미래형 물 관련 기술 아이템 발굴

○ 세계 물산업 시장에서 경쟁력을 갖출 글로벌 물기업 육성의 토대 마련

- 우리나라의 강점을 최대한 활용하고 축적된 물관련 역량을 집결하여 향후 세계 물산업의 강자가 될 수 있는 전문 물기업 육성의 토대 마련

□ 국가 연구개발사업으로서의 당위성 확보

○ 기후변화에 따른 강우패턴 변동과 물부족 시대에 대응한 분산형 물관리 체계 구현

○ 외부 환경변화에 제한 없는 물자립형 산업시설 기반 구축

나. 추진 방향

□ R&BD를 위한 연구개발 3대 원칙에 의거 전략 추진

<표 3> 기획연구 추진 3대 전략

추진전략 1	추진전략 2	추진전략 3
Water Grid R&D의 Overt Benefits 명확화	SWG의 Dramatic Difference 확보	Overt Benefits과 Dramatic Difference를 구현할 체계적 기획방법론 적용
- 국민들의 미래 물서비스 수요를 선제적으로 구현 - 연구자를 위한 향후 10년간 수자원관리 분야 기술개발의 기본 방향제시 - 물 관련 기업을 위한 미래성장동력 발굴을 지원 - 정부의 시장실패영역에서 정부개입의 성과 극대화	- 차별성 확보 · 다른 부처와의 차별성 · 기존 기획과의 차별성 - 의미있는 독창성 추구 · the First · the Only · New & Hope - 산업적 파장이 큰 연구 및 개발 · high risk, high impact	- 개방형 R&D 기획/근거중심 기획 - 기술 전문성과 기획 전문성에 시너지를 창출하는 추진체계 - 목표지향적 연구기획 - 성과지향적 연구기획

□ 국토부 Water Grid 사업만의 혜택 명확화

○ Water Grid 지능화 기술개발사업의 고객군을 분류하고, 고객군별로 추구하는 명백한 혜택(Overt Benefits)을 구체적으로 제시함으로서 사업추진의 동력 확보

○ 국민의 혜택

- 국민으로 우리와 우리의 후손이 누려야할 물관련 서비스에 대한 권리와 수요를 선제적으로 발굴할 수 있는 사업기획
- 미래 물서비스에 대한 권리와 수요 유형를 개방형으로 조사하고, 국토해양부의 미션적합성을 분석하여 하향식(Top-Down) 기획

○ 연구자의 혜택

- 새로운 성장동력산업인 Smart Water Grid 연구개발계획 수립을 통해 연구자들은 향후 5년간 몰입할 수 있는 연구의 기본 방향을 설정할 수 있으며, 개인 또는 연구그룹의 연구방향을 국가연구개발 전략과 연계
- 전체 기획과정의 개방성 확보를 통해 기획은 곧 과제 선정이라는 편견에 의한 사업참여를 포기하는 기존 문화를 극복할 수 있도록 함
- 국가연구개발 참여를 통해 미래 물관련 문제를 해결하고 국민의 삶의 질 향상과

국가 발전 및 국격제고에 기여할 수 있다는 자부심을 가질 수 있는 연구 아이템 발굴

○ 기업의 혜택

- 사업화를 전제로 지능형 Water Grid 설계시공유지관리의 토털엔지니어링 기술을 패키지로 기획함으로써 단기이익 창출에 관심을 가질 수밖에 없는 기업의 참여를 적극적으로 유도
- 기업의 중장기 성장동력 아이템을 발굴 할 수 있는 기회를 제공하고 시장실패 요인의 개선 및 기업의 해외진출을 위한 정부의 지원방향 설정
- 미래 환경서비스 수요를 출발점으로 하는 연구기획으로 기업차원의 환경 제품 또는 환경 서비스 상품 개발을 위한 가이드라인

○ 정부의 혜택

- 정부가 시장실패영역에 대한 전략적이고 체계적인 개입함으로써 물정책의 소비자인 국민, 연구자, 기업 등이 모두 만족하는 우수한 성과를 도출
- 이러한 혜택을 달성하기 위해 기술, 제도, 법 등이 동시에 고려되는 패키지형 기획과 비즈니스모델 설계를 통해 사업화를 목표로 하는 R&BD 전략을 적극적으로 지원하는 사업기획이 되도록 함
- 고객군들이 획득하게 될 혜택을 명백히 하기 위해 개방형 아이디어 발굴 시스템을 도입하여 고객군별 맞춤형 수요 조사 실시



[그림 6] Water Grid 지능화 기술개발사업의 고객군별 혜택

□ 국토부 Water Grid 사업만의 차별성 명확화

○ 세계 최초(the First)이거나 유일(the Only)한 기술면서 기술의 수혜자들에게 새로운 뉴스가 될 수 있고 희망(News & Hope)을 줄 수 있는 연구과제가 도출될 때 SWG 사업은 의미있는 독창성을 확보할 수 있음

- 국토해양부 정책목표 달성을 위한 R&D프로그램으로 기획
- 국내 Smart Water Grid분야의 R&D 프로파일 분석을 통한 포지셔닝
- 전문성 기반의 창의적 아이디어 엔지니어링 시스템 도입

○ 수자원관련 국토해양부의 정책목적 및 비전/미션 체계, 연구개발 철학(System of System)에서 하향식(Top-Down)으로 기획

- 국토해양부는 우리나라의 이수, 치수, 환경, 문화 등을 고려한 하천관리, 수해 등 재해예방 등 수자원에 대한 정책수립하고 수자원을 개발하며, 하천에 대한 계획과 운영을 담담

○ 물관련 R&D테마는 다부처 관심분야로 국토해양부만의 차별성 확보하고 타부처와 차별화함으로서 국가연구개발사업 효율화에 기여

- 국내 물관련 R&D투자 프로파일 분석을 통해 국가 물관련 R&D사업의 구조를 파악하고 Smart Water Grid 기술개발 사업을 포지셔닝

○ 기존의 기술을 개선하거나, 선진기술의 기능적 구현가능성을 검토하는 아이템이거나, 정부지원 없이 기업에 의해서 개발될 수 있는 것을 배제

- 다양한 전문가 그룹과 수요자 그룹의 워크샵 방식에 의한 창의적 아이디어 엔지니어링 시스템 도입
- Fast second보다 First Mover가 되기 위한 발상의 전환을 집단지성에 의해 검증받을 수 있도록 워크샵 운영

○ 독창적인 아이디어가 수용될 수 있는 연구개발 추진체계의 설정

- Fail Fast, Fail Cheap 전략으로 사업화 실패요인을 조기점검할 수 있는 연구추진체계 설계

2절 국내외 동향 및 환경분석

1. 국내외 정책동향 및 분석

가. 해외 정책 동향

1) 미국

□ Smart Water Grid Initiative 출범

○ 미국에서는 2009년 5월 민간기업으로 구성된 단체인 Water Innovations Alliance에서“Smart Water Grid Initiative”를 출범하면서 본격적으로 스마트 워터 그리드의 개념이 도입되기 시작하였음

- 스마트 워터그리드는 현재 IBM에 주도하고 있으나 Siemens나 Suez 등 기존 물 관련 기업의 관심도 높아지고 있음

○ IBM은“Smarter Planet”계획의 하나로서 스마트 워터그리드를 추진하고 있음

- IBM은 스마트 워터그리드 기술의 3대 특성을 기능화(Instrumented), 연결성(Interconnected), 지능화 (Intelligent)로 제시하고 있음

□ 스마트 워트 그리드의 추진 방향

○ 미국에서의 스마트 워터그리드는 크게 4가지 방향으로 진행되고 있음

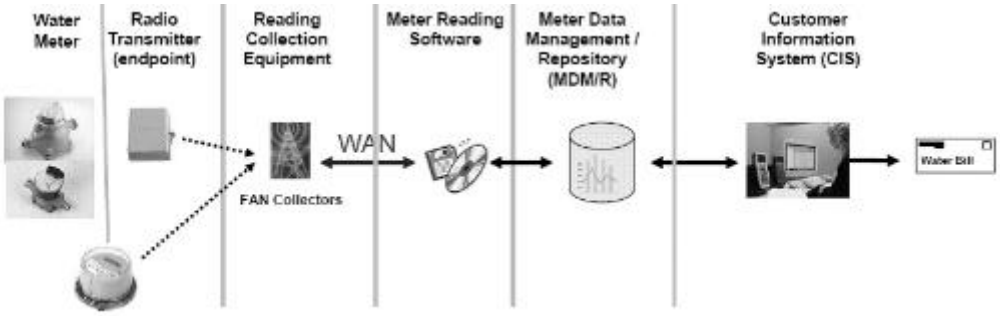
- 지능형 검침인프라 (AMI: Advanced Metering Infrastructure)를 중심으로 한 상수도 관리 시스템 구축
- 스마트 전력그리드를 이용한 물 관리시설의 에너지 사용 최적화
- 수자원 및 수질관리를 위한 센서 네트워크 구축
- 국가 단위의 효율적 수자원 관리시스템 구축

□ 지능형 검침인프라 (AMI: Advanced Metering Infrastructure) 지속 구축

○ AMI는 일반적으로 다음과 같이 정의할 수 있음

- 물 사용량을 시간 단위로 수집할 수 있고
- Fixed Network로 수집된 데이터를 주어진 시간 간격에 전송할 수 있으며
- 연속적인 흐름이나 역류 등의 추가적인 정보를 수집할 수 있으며

- 암호화된 통신규약을 통해서 데이터를 전송할 수 있는 수도계량기 및 통신모듈



주요특징

- 라디오트랜스미터
  -시간당 데이터 리딩
- 고정 데이터 수집기
  -WAN을 통한 데이터 전송
- 데이터 저장
  -데이터 저장 및 분석

[그림 7] AMI 시스템의 사례

○ AMI를 이용하면 사용량에 대한 정보를 실시간으로 얻을 수 있으므로, 수도사업자는 수도요금산정을 쉽게 할 수 있고 누수를 탐지할 수 있으며, 사용자는 물 사용량을 절감할 수 있음

○ 미국의 AMI 도입은 빠르게 진행되고 있음

- AMI의 도입은 연간 17.5%의 증가속도를 보이고 있음
- 2012년에는 연간 800만대의 AMI 시스템이 도입될 것으로 전망되며, 총 도입수는 5000만대가 될 것으로 전망됨

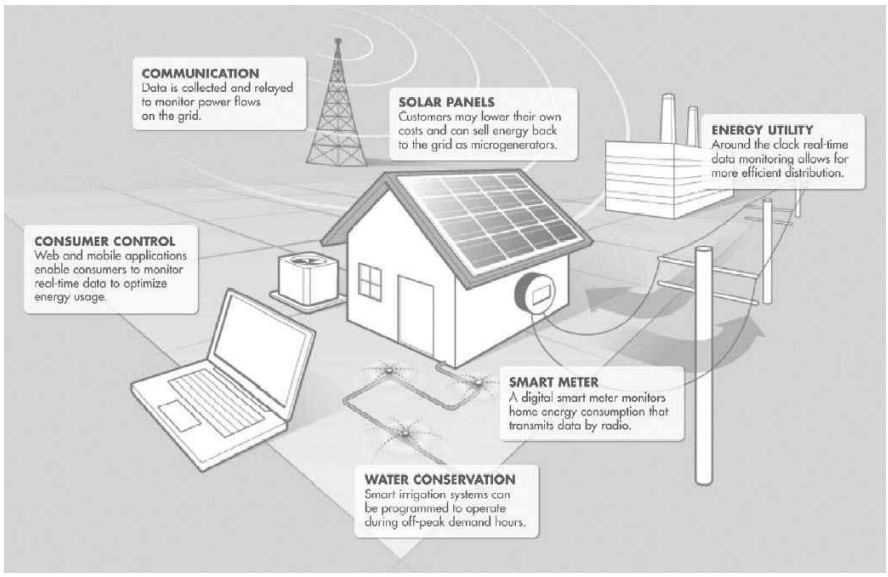
○ 미국의 경우 AMI를 이용하여 연간 1.3조 갤런의 물을 절약할 수 있는 것으로 보고 되고 있음

- 미국의 물 관리시설의 평균 전력사용량을 0.4 kWh/㎥으로 가정하면 물 절약을 통해서 연간 200만 MWh의 전력을 절감할 수 있는 것으로 계산됨
- 또한 연간 1400만 톤의 온실가스 배출을 저감할 수 있음

□ the Pecan Street Project(Texas, USA)

○ Pecan Street는 텍사스주에 위치하고 있으며 스마트 전력그리드의 실증단지에 스마트 워터그리드의 기술이 같이 포함되어 적용될 예정

- 2009년에 로드맵을 작성하고 2010년부터 향후 5년간 연구 예정
- 2009년에 로드맵을 작성하고 2010년부터 향후 5년간 연구 예정
- AMI와 하수 재이용 기술 및 조경을 위한 지능형관개(Smart Irrigation) 기술 적용



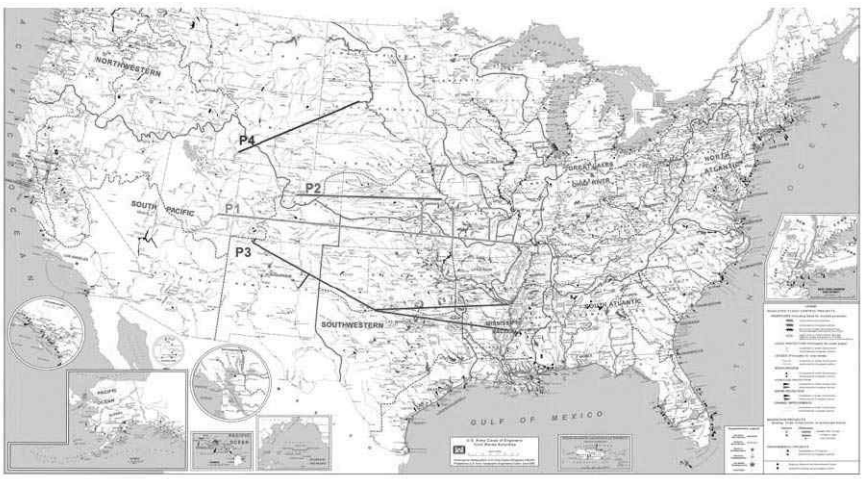
[그림 8] Pecan Street의 스마트 전력그리드 및 스마트 워터그리드

□ National Smart Water Grid^{TM}: 광역 수자원의 지능적 관리

○ Lawrence Livermore National Laboratory에서는 2009년 7월 National Smart Water Grid^{TM}에 대한 보고서를 발간

○ 중부지역의 하천으로부터 콜로라도 강과 서부지역으로 물을 이송하는새로운 형태의 수자원 관리방안 제시

- 미시시피강과 아르칸사스강, 미주리 강은 홍수로 인한 피해가 발생하는데 반하여 콜로라도 강과 서부지역은 수자원 부족의 문제를 겪고 있음
- 홍수방지와 가뭄해소를 위하여 관로를 통한 국가차원의 수자원 이송계획을 수립
- 비용편익 분석결과 순이익이 330억불 이상 발생하는 것으로 추정됨



[그림 9] National Smart Water Grid^{TM} 계획

□ Water Energy Nexus: Sempa Power, USA

○ Smart Water Grid (SWG)와 Smart Electricity Grid (SEG)의 연계를 통한 시너지 효과창출

□ 기타 추진 내용

○ 또한 스마트 전력그리드의 제어 네트워크(Regulation Network)기술을 이용하여 물 관리 시설의 전력사용을 최적화하는 시도가 진행되고 있음

○ 물 관리 분야의 센서 네트워크 구축은 기존에도 진행되고 있던 분야이나 스마트 워터 그리드의 개념이 도입되면서, 상하수도 시설과 연계된 통합관리의 한 요소로서 인식되고 있음

○ 스마트 워터그리드는 국가 전체의 수자원 관리도구로서 활용될 수 있으며, National Smart Water GridTM 계획에서는 중부지역에서 홍수기에 남는 수자원을 모아서 물이 부족한 서부지역으로 이송하여 활용하는 대형사업을 제안하고 있음

2) 호주

□ 기본 추진 현황

○ 호주는 물 부족의 문제를 해결하기 위하여 워터그리드의 개념을 최초로 도입함

- 워터그리드는 물이 남는 지역과 물이 부족한 지역을 연결하기 위한 시스템임
- 워터그리드를 통해 다양한 종류의 수자원을 다수의 시설로부터 확보할 수 있음

○ 아직까지 AMI의 적용이나 스마트 전력그리드와의 통합은 활발하게 진행되지 않음

□ 호주 SEQ Water Grid Project

○ 호주의 Brisbane 지역은 2004년과 2007년 사이에 극심한 가뭄을 겪었으며, 이로 인하여 수자원 관리체계의 재편이 요구되었음

○ 장기적인 수자원 확보계획으로서 SEQ Water Grid가 계획되었으며 2008년부터 운영됨

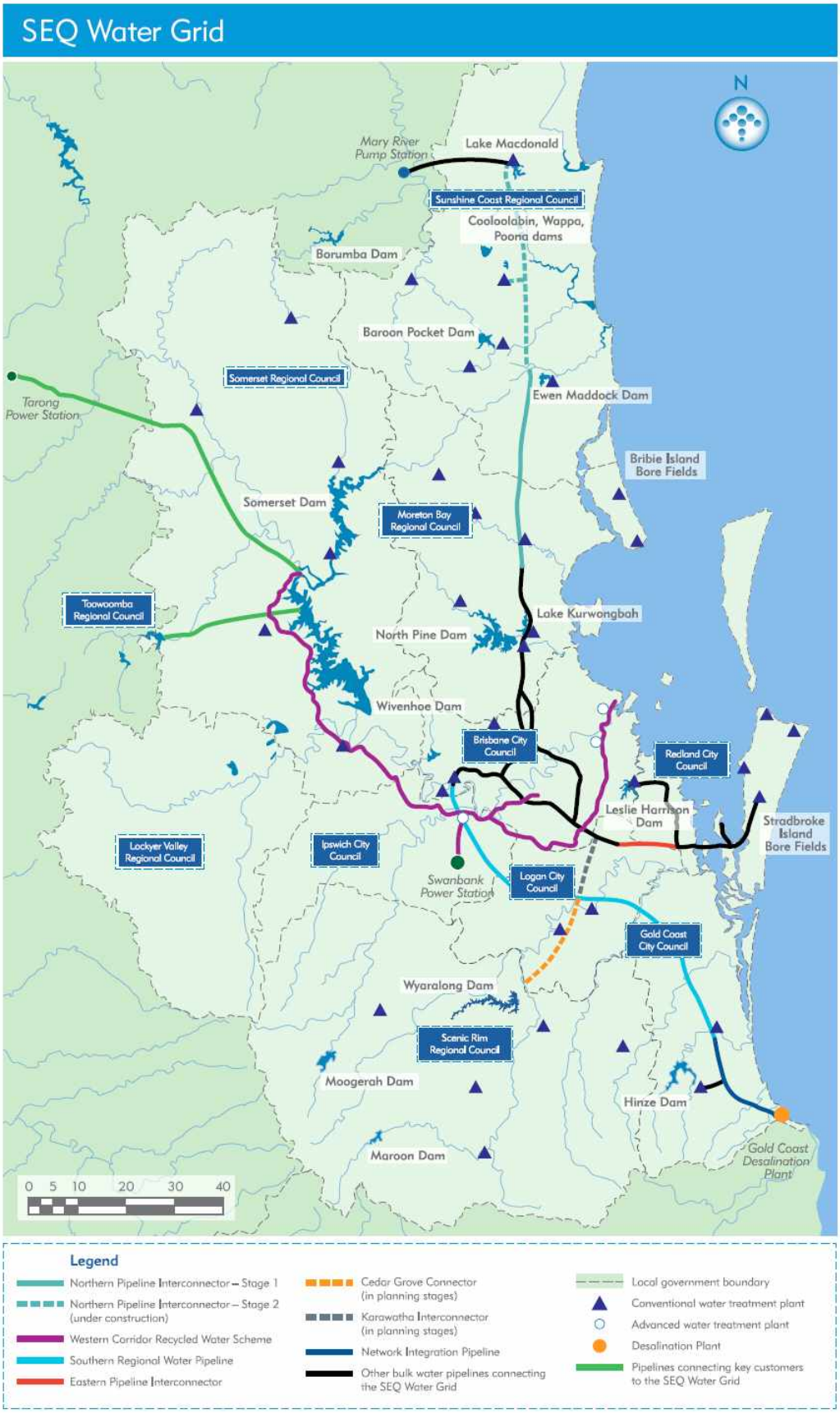
- SEQ Water Grid는 물을 풍부한 지역에서 부족한 지역으로 이동시키는 파이프라인 네트워크로 535KM의 수자원망을 기본 구성요소로 하며 총 사업예산은 90억 달러에 달함
- 지역내 주요 물 공급원들과 수처리 플랜트 및 대용량 물 운반 네트워크를 연결하며 Seqwater, WaterSecure, LinkWater, SEQ Water Grid Manager 등 여러 기관

이 역할을 분담하고 있음

○ 최소 비용으로 지역내 물격차(water divide)문제를 해결하여 물안보(water security)를 달성하고자 함



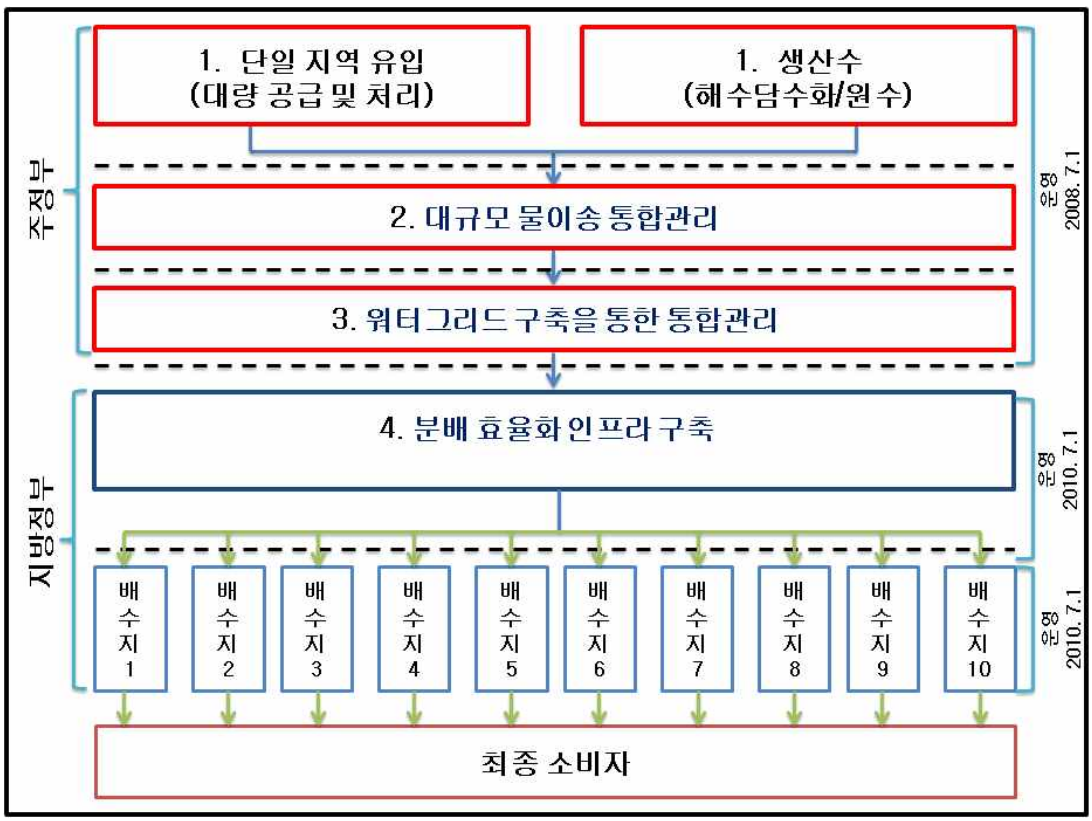
[그림 10] SEQ Water Grid 개념도



[그림 11] 호주 SEQ Water Grid

○ 새로 제안된 SEQ의 구조적 모델은 5개의 공급사슬로 구성됨

공급사슬	내용
1. 대량 수자원공급 (Bulk Water Supply Including Treatment)	기존의 댐, 주요 저장소 및 물 재이용과 제염의 대량 수자원 공급과 관리
2. 대량 수자원 전달 (Bulk Water Transportation)	대량공급의 지역적 전달
3. 수자원 시장/망 관리 (Water Market / Grid Management)	- 최소한의 비용으로 고객만족, 공급 안전성 유지, 망 운영 관리 - 기반시설 자산을 가지지 않고 중계 역할
4. 수자원 분배 (Water Distribution)	작은 단위의 파이프라인과 그물조직망, 관련 저장소와 펌프장을 소유하고 운영
5. 소매 (Retailing)	최종 end-user에의 접근



[그림 12] 새로 제안된 SEQ의 구조적 모델

3) EU

□ 기본 추진 현황

○ 유럽은 미국에 비해서 AMI의 도입이 다소 늦게 시작되었으나 최근에는 빠르게 도입되고 있음

- 영국의 경우 에너지나 물 관리 분야 모두 AMI의 도입이 늦은 편이었으나, 최근에는 2020년까지 각 가정에 스마트 미터를 도입하는 것을 목표로 하는 계획을 발표
- 프랑스와 스페인, 네덜란드 등에 총 1100만개의 스마트 미터가 도입될 것으로 전망됨
- 네덜란드의 경우 스마트 미터에 대한 표준 제정

  ※ NTA8027: water; NTA8130:electricity
- 독일의 Erding시에서는 GE사와 함께 에너지 및 물에 대한 AMI 구축을 시작함

○ 유럽의 민간기업에서도 스마트 워터그리드에 대한 관심이 높아지고 있음

- IBM은 유럽에서도 스마트 워터그리드와 관련된 사업을 추진 중
- Veolia와 Suez 등의 기업에서도 스마트 워터그리드에 대한 높은 관심을 나타냄
- 독일의 Siemens사는 최근 스마트 워터그리드에 대한 로드맵을 제시함

□ EU의 물관련 R&D

○ EU의 물관련 기술연구는 대부분 FP(Framework Programme)에서 수행되며, 현재 FP7('07~'13)이 진행되고 있음

- FP7의 물을 포함한 국토 해양 관련 기술개발사업은 ① climate, biosphere, ecosystems, human activities 지식 증진 ② 환경과 자원이 지속 가능한 발전을 위한 신기술 개발이 목표

○ Environmental Technology Action Plan(ETAP)을 제정

- 유럽에서 환경기술을 활용하여 eco-innovation을 달성하고 환경보전과 경쟁력 향상을 동시에 추구하여 성장과 일자리를 창출
- Technology Platform의 주요 주제로 환경기술 및 수처리기술을 선정하고 이해관계자에 깨끗하고 안전하며 지속가능한 수자원을 공급할 수 있도록 혁신적인 기술을 개발하고자 함
- 주요 분야로는
  - Water saving techniques, prevention and reuse approaches, clean processes,
  - end-of-pipe treatments, system design, IT-tools for management,

- monitoring and control systems, flood forecasting techniques,
- ecological engineering, appropriate technologies, desalination

○ SWITCH (Sustainable Water Management Improve Tomorrows Cities' Health)

- EU가 중심이 되어 향후 30~50년 후 미래도시의 물 관리를 위해 '물이용/재이용, 하천유역 친환경적 물관리' 기술개발을 위해 5년간 2천5백만 유로가 투입되고 12개국(32개 기관)이 참여하는 대형 프로젝트

4) 영국

□ 향후 집중할 수처리관련 5대 기술에 수자원 정보화 제시

○ 영국 총리의 과학기술정책을 보좌하는 과학기술협회(Council for Science and Technology)는 'Improving innovation in the water industry : 21st century challenges and opportunities'에서 향후 집중할 수처리관련 5대 기술을 제시

- 유해물질 제거 (Investment in the removal of priority hazardous substances)
- 수처리인프라 운영관리 효율화 (Infrastructure maintenance and management)
- 수처리의 에너지사용 효율화 (Energy use, particular for treating waste water)
- 물사용의 효율성과 측정 (Water efficiency and metering)
- 자원사용을 최소화하거나 재사용할 수 있는 수처리 기술 (Sustainable water and wastewater treatment to minimise or recover use of resources)

5) 기타 국가

□ 이스라엘

○ 이스라엘은 물 관리 기반시설 감시 시스템 및 소프트웨어 전문업체인 TaKaDu사를 중심으로 스마트 워터그리드 사업 추진

○ 기존 세선의 데이터와 기상자료, 음향자료, GIS자료 등을 활용하여 스마트 워터그리드를 구현하는 기술과 향후 발생할 문제를 사전에 예측하여 예방할 수 있는 기술을 개발

○ IBM과 Thames Water 등의 회사와 협력하여 해외사업에 진출

□ 네덜란드 Smart 제방관리시스템

○ 네덜란드 서북쪽의 소도시 렐리스타트에 위치한 교통·공공·물관리부(RWS) 국가물관리센터에서 홍수 위험을 총괄 관리

- 국토의 4분의 1이 해수면 아래에 있어 상시적으로 홍수 위험에 노출되어 있으며 최근에는 기후변화로 기상이변이 잦아지면서 홍수 위험을 예측하기가 어려워짐

○ 2008년부터 RWS와 IBM, 델타레스 등 9개 기관과 기업이 참여하는 '홍수 통제 프로그램(Flood Control 2015)'을 준비

- RWS는 먼저 정교한 센서를 제방에 설치하고, 이를 네트워크화해서 강과 운하, 댐, 저수지 등 총 2200km에 이르는 물길의 흐름을 측정함

○ 홍수 통제 프로그램 2012년 본격 가동

- 시험 가동 결과 홍수 예측 정확도가 2배로 높아졌고, 정보 처리 속도도 2배로 빨라짐

- 엄청난 양의 데이터를 분석해야 하기 때문에 슈퍼컴퓨터가 필요하며 IBM의 정보기술과 네덜란드의 물 관리 노하우가 접목되었음



[그림 13] 네덜란드의 스마트 제방 프로젝트

□ 싱가포르 NEWater

○ 선진화된 멤브레인 기술 (전처리공정-초미세 여과-역삼투압-자외선 살균으로 구성)을 이용, 하·폐수 재이용을 통해 식수 및 공업용수를 공급하여 성공적인 수자원 자립 기반 확립

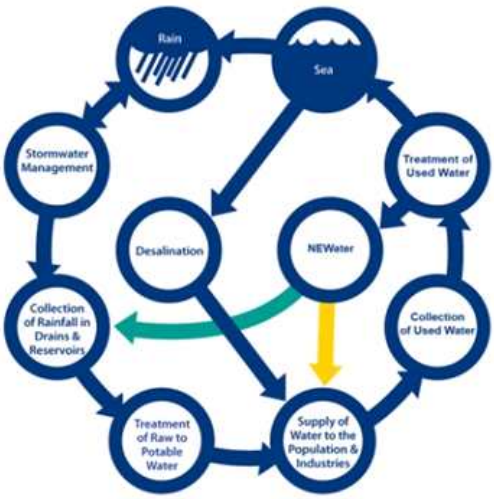
○ 현재 4개 공장에서 하루 2억 900만 리터 생산 (전체 물 수요의 15% 담당), NEWater 처리수는 산업용수, 조경수 등으로 100% 재이용

○ 2004년 국가사업으로 수처리 기술 연구개발 R&D센터를 설립, 세계적인 연구소, 대학, 기업들과 협력 강화 및 유치활동 전개 등으로 국제적인 물 산업 허브 육성 추진

○ 2007년부터 5년간 수처리 기술의 연구개발에 3.3억 달러(싱) 투자, 미국 Marmon

Water (미국 상하수도 기업)는 싱가포르 R&D센터에 5천만 달러(싱) 투자, 싱가포르 기업 Hyflux는 R&D센터 준공에 수백만 달러(싱) 투자하는 등 싱가포르 정부는 다양한 연구기관 및 기업들과 전략적인 제휴를 통하여 2003년 5억 달러(싱) (GDP의 5%)였던 물 산업을 육성해 2015년 17억 달러(싱) (GDP의 0.6%)의 부가가치와 1만1천개의 일자리 창출을 목표





[그림 14] 싱가포르 NEWater 개념도

□ 기타

○ 이 외에도 많은 나라들이 수자원 관리 선진화를 위해 많은 예산을 쏟아붇고 있음

<표 4> 각국의 수자원관리 선진화 정책

국가 및 사업(정책)	연구 정책 및 목표
UNESCAP Water Insecurity Index	아태지역의 물 안보 현황 분석 및 파악
네덜란드 Room for the River	홍수에 따른 인명 및 재산피해 완화
영국 Resilient Infrastructure	미래 불확실성에 대비한 시설물 관리
일본 기후변화 적응 및 완화 전략	기후변화에 따른 물 관련 재해에 적응하는 사회 구축
미국 Water Security Initiative	음용수 및 하수처리시설 등 물 안보 증진
미국 캘리포니아 Water Plan Update 2009	통합 물 관리를 통한 물 문제 해결

나. 국내

1) 정부의 움직임

□ 범부처 물산업 육성 정책 수립

○ 범부처 물산업 육성 정책 내용 (2010.10.13)

원천기술 개발을 통한 경쟁력 강화	블루골드시장 주도 원천기술 개발 신기술 상용화 촉진 : 실증공간 확보
토탈솔루션 역량 확보를 통한 전문 물기업 육성	지방상수도 및 하수도 통합화 · 광역화 민간기업 참여 확대를 통한 물전문 기업 육성
먹는 샘물, 물 재이용 등 연관산업 육성	먹는샘물 산업 발전 기반 조성 친환경 대체용수산업 육성 상하수도 기자재 산업 경쟁력 강화
해외진출 활성화	지역별 맞춤형 추진전략 수립 해외진출 기반 구축 민관 및 정부간 협력 체계구축

- (시사점) 범부처적으로 Water Grid 기술등 블루골드 시장을 주도할 수 있는 원천기술을 확보하고자 함
- 또한, 적극적으로 상용화할 수 있도록 실증공간을 확보하고 적극 지원하고자 하며 이를 통해 해외진출의 기반을 조성함
- 물산업 육성을 위해 향후 정부와 민간의 적극적인 협력이 기대됨

□ 신성장 동력 기술전략지도 작성

○ 신성장동력 기술전략지도 작성 (2009.07)

- 62개 스타브랜드를 중심으로 2010년부터 5년간 17개 신성장동력에 24.5조원 재정투입하는 내용으로 세부추진계획, 기술전략지도등 종합 추진계획 확정
- 고도 물처리산업은 신성장동력으로 선택되었으며 스마트상수도, 친경대체용수, 지속가능 물환경기술이 고도 물처리산업분야의 스타브랜드로 선정

스타브랜드	주요 내용
스마트상수도 개발	막을 이용한 정수처리방식을 도입하여 고품질의 깨끗한 물을 생산하고 각 가정까지 안전하게 공급할 수 있는 지능형 물 생산 및 공급시스템
친환경 대체용수 개발	고도처리를 통해 수질이 양호한 하수처리수를 대체 수자원으로 개발하거나 해수담수화를 통해 산업전반에 필요한 각종 용수를 안정적으로 공급
지속가능 물환경	물부족을 효율적이고 경제적으로 해소하고, 지속가능 물 및 수생태 관리를 통해 쾌적하고 안전한 21세기 물환경 구축



[고도 물처리 산업의 범위]

[그림 15] 신성장동력 고도물처리산업의 범위

[참고] 국토부의 수자원 정책 방향

○ 신규 개발지역 또는 산간·해안지역 등 물부족 지역에 효율적인 수자원 확보 및 공급대책 추진

- 물공급의 안정성이 취약한 지역에 해수담수화, 농업용댐 재개발 등 적합한 용수공급 추진
- 도시와 농·어촌간 물 공급의 형평성 제고

○ 도시화 및 집중호우에 따른 극심한 홍수피해를 사전에 대비할 수 있는 유역단위의 종합적인 치수대책 추진

- 유역 차원에서의 홍수량 저류 또는 보류기능 강화

○ 하천생태기능의 회복, 친수공간의 확대 등 자연친화적 하천환경정비 및 환경용수 확보 추진

- 하천환경 기초자료 확보 및 평가를 통한 체계적 사업 추진

○ 수자원 정보·기술의 선진화와 수자원관리제도 개선 및 유관기관과의 파트너쉽 구축 추진

- 이수, 치수, 하천환경 분야 등에서 전반적인 기술 수준 향상 추진

○ 지구온난화 등 기후변화로 인한 수자원정책의 문제점 분석 및 기후변화에 대응한 수자원정책 추진

- 지속적이고 안정적인 수자원 공급 체계 구축

2) 지자체의 움직임

□ 서울시 녹색성장계획

○ 서울시는 녹색성장계획에 도시내 물부족에 대한 적응대책 마련

○ 도시개발사업시 물재이용 20%이상의 물수요관리계획 의무화

- 상수도의존율을 94.3%에서 '30년까지 80%로 낮춤

- 빗물 및 중수도 등의 물이용 시설 설치 의무화 확대 및 용도 다양화

○ 물순환형 도시용수 공급체계 구축 사업 단계적 추진

- 고도처리수의 시가지 공급 관거 부설 및 도시용수 이용계획 마련

- 도시개발단지의 용수로 물재생센터의 고도처리수 이용하도록 유도

○ 빗물 이용 활성화

- 가정용, 사무실용, 공공시설용 빗물이용 설치기준 및 이용 모델 마련

□ 새만금 산업단지 Smart Water Complex 계획 (전라북도)

○ 전라북도는 새만금을 세계적인 물산업 비즈니스 선도기업 육성의 교두보로 삼고자 함

- 국제 물산업을 선도하는 물산업 인프라 운영 비즈니스 모델 개발하고 이를 통해 IT기반 물산업기지를 구축하여 미래사회 모델을 구현하고자 함



[그림 16] 새만금 Smart Water Complex 구상

3) 추진 R&D 현황

□ U-물순환 기술 (국토해양부 U-Eco City 사업단 과제)

○ 스마트 워터그리드의 개념이 제시되기 전에 시작된 과제이나, 첨단도시 건설을 위한 새로운 물 관리 기법을 제안한 점에서 관련성이 높음

- 도시의 U-네트워크와 생태계를 연결한 새로운 개념인 U-물순환 기술의 개발을 목표로 함
- 도시의 자연계 물순환과 인공계 물순환 (상하수도 시스템), 하천 수질관리와 분산형 시스템 등에 대하여 연구



[그림 17] U-물순환의 개념도

출처: 충북테크노파크 정책기획단, 스마트 워터그리드와 충북산업 연계방안, 2010

□ 물관리와 정보통신 기술의 접목

○ 물 관리 기술과 정보통신 기술을 접목하여 스마트 워터그리드의 일부 개념을 구현한 사례는 울산 태화강과 화성 동탄 신도시 등이 있음

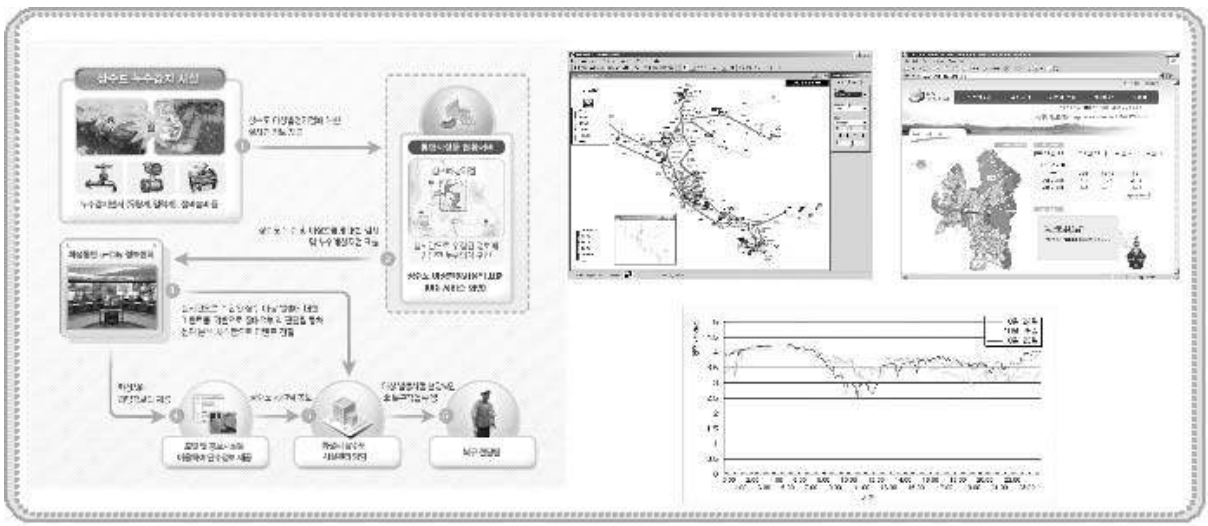
- 울산 태화강: USN 기술을 활용한 실시간 대기/수질/수위 모니터링, 태화교 등 노후화된 교량의 교량 안전 및 도로노면 관리, 잦은 홍수 대비 USN을 활용한 하천의 유속 및 유량관리 등 (2007~2012)

- 화성 동탄 신도시: 생활의 안전과 편리라는 컨셉을 가지고 공공지역방범, 실시간 신호제어, 교통정보제공, 동탄포탈, 상수도누수관리 서비스 구축진행 (~2011)



[그림 18] 울산 태화강의 IT기반 기술 적용방안

출처: 충북테크노파크 정책기획단, 스마트 워터그리드와 충북산업 연계방안, 2010



[그림 19] 화성동탄 신도시의 IT 기반 기술 적용 방안

출처: 충북테크노파크 정책기획단, 스마트 워터그리드와 충북산업 연계방안, 2010

2. 국내외 경제동향 및 분석

가. 시장환경

(1) 글로벌 시장

□ Water Market 규모 및 예측

○ 세계 물 시장의 규모는 2010년 약 4,828억달러(579조원)으로 추정(상수, 하수, 공업용수, 재이용수, 해수담수화 분야)되고 있으며, 2025년에는 8,650억달러(1,038조원)까지 성장할 것으로 전망됨

- 도시화된 선진국은 물자원 재이용시스템 시장 중심으로, 도시화 진행 중인 개발도상국에서는 물자원 공급 중심으로 물산업이 성장하는 추세

○ 상하수 분야 시장규모가 가장 크며(74%), 규모는 작지만 재이용수 분야가 향후 급속히 성장할 것으로 예상됨(21배)

단위: 100억달러

구분	소재·부품공급, 설계·건설·컨설팅	운영·관리 서비스	합계
상수	6.6→19.0	10.6→19.8	17.2→28.8
하수	7.5→21.1	7.8→14.4	15.3→35.5
공업용수	2.2→5.3	0.2→0.4	2.4→5.7
재이용수	0.1→2.1	-	0.1→2.1
해수담수화	0.5→1.0	0.7→3.4	1.2→4.4
합계	**16.9→48.5**	**19.3→38.0**	**36.2→86.5**

주: 1) 2007년 시장규모 → 2025년 시장규모
자료: GWI(2008), 한국무역협회(2010)

- (상하수도) 선진국의 관망노후화 교체와 개도국의 상하수도 인프라 구축을 위한 대규모 투자가 예상됨

※ 미국 500조원, 영국 128조원, 이탈리아 60조원, BRICs국가 8,375조원('11'~'30)

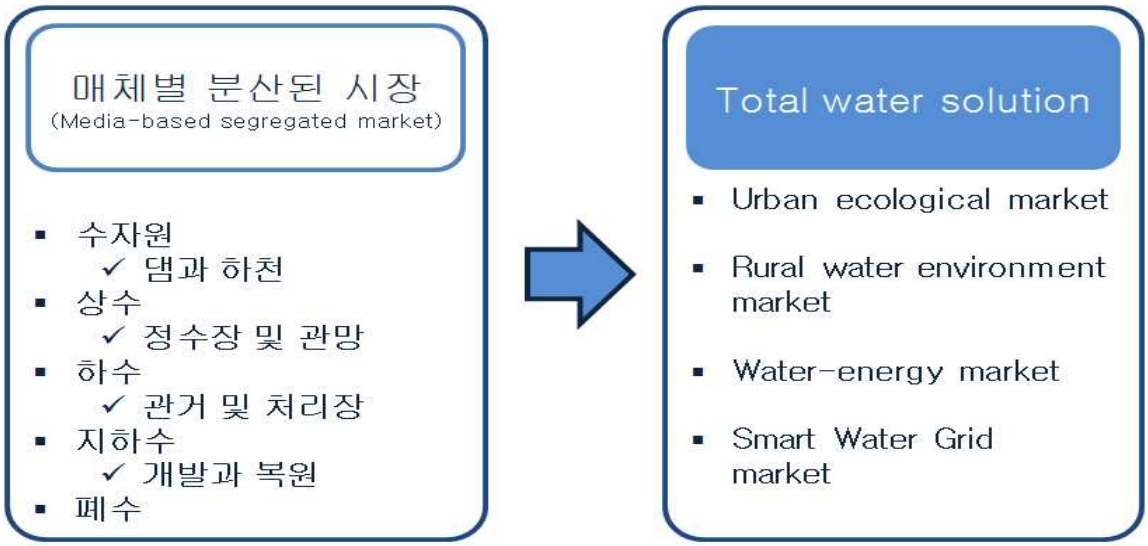
- (물재이용) 도시화의 진전, 인구 밀집형 메가 시티의 부상으로 물 재이용 시장이 빠르게 성장할 것으로 전망됨

※ 세계 10대 메가시티에 1.8억명 거주, 물재이용 투자는 연간 17%씩 증가할 전망(GWI, '08)

☐ Water Industry 현황과 변화 방향

○ 매체별 분산된 시장에서 Total Water Solution 시장으로

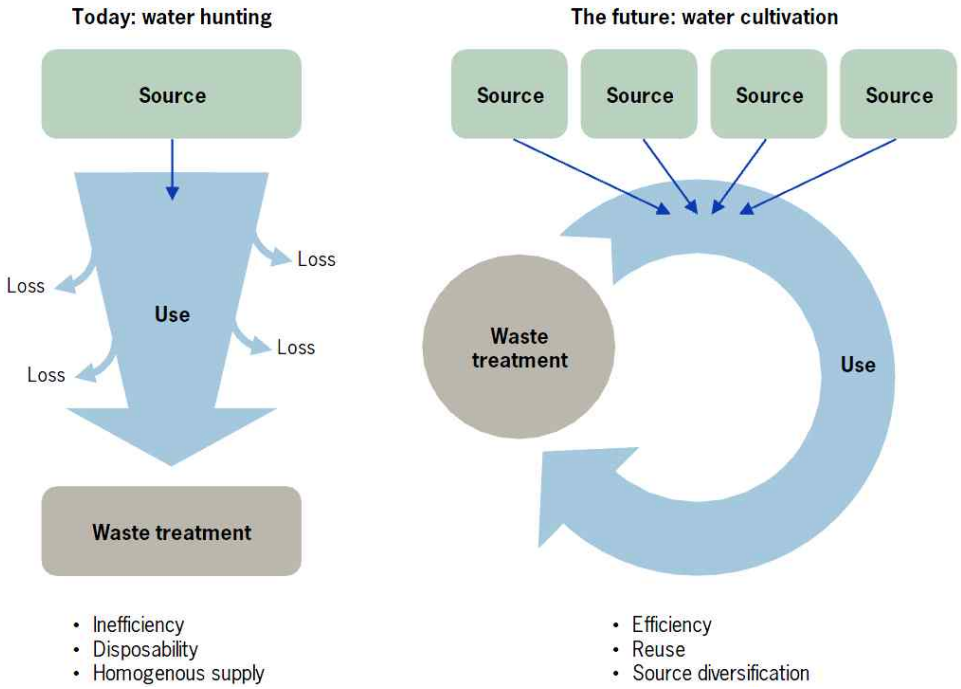
- 기존의 시장은 수자원, 상수, 하수, 지하수, 폐수등으로 물의 매체별로 나누어진 시장이었으나, 향후에는 물 수요군(도시, 농촌, 지역등)을 중심으로 종합적인 물 관련 종합 솔루션을 제공하는 형태로 변화



[그림 20] 물산업의 Total Solution화

○ Water Hunting에서 Water Cultivation으로

- 현재의 물 시스템은 효율이 낮고 재활용이 어려워 지속가능하기 어려우며 수자원이 고갈될 경우 물가격이 올라가는 구조
- 이런 문제를 해결하고 안정적으로 수자원을 공급하기 위해서는 공급중심인 물공급을 재이용중심의 물경작(water cultivation) 개념으로 전환해야 함
- 물경작의 핵심은 물생산의 효율을 강화하고 재이용하는 것임
  - 효율성 강화 (efficiency) : 물 단위당 경제적 생산/산물을 최대화함
  - 재이용(reuse) : 물을 지속가능한 자원으로 전환
  - 다양화(source diversification) : 낮은 라이프사이클 비용으로 수자원을 다양화
- 기존의 하폐수·폐기물 처리 및 관리 정책이 재순환율과 환경친화성을 높이는 전과정(Life Cycle) 포함 통합관리체계로 전환되는 추세



[그림 21] 물탐색과 물경작의 비교

○ 물산업의 Smart화 가속화

- 글로벌 금융위기 이후 미국, 유럽 등 선진국이 경기부양책에 스마트 SOC 사업을 대거 포함시키면서 이에 대한 관심이 높아짐

  · 스마트SOC는 교통, 전력, 교육, 의료, 환경등의 분야에서 정보를 디지털화하고 상호 연결하여 실시간으로 분석·예측해서 최적으로 대응하는 인프라

- 스마트 SOC는 사회 인프라의 생산성을 비약적으로 제고할 수 있을 뿐 아니라, 양질의 고용창출 등 단기적 경기부양과 장기적 성장잠재력 확충을 동시에 달성할 수 있는 '현명한 투자'의 대상으로 각광받음

- 특히 고도 IT기술에 기반한 '스마트SOC'는 하나의 트렌드로 자리잡고 있으며 선진국들도 집중적으로 투자하는 분야임

	기존 SOC 접근방식	스마트 SOC 접근방식
인간의존도	**Dependent (타율적)** 사건 대응 및 문제해결시 사람의 주의, 판단, 개입이 필수	**Autonomous (자율적)** 사람의 직접적인 개입 없이 문제를 스스로 알아서 인지하고 처리
운영방식	**Unidirectional (일방적)** 니즈와 무관한 동질적 서비스 중앙집중적인 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

○ 글로벌 물기업간 경쟁 심화 및 신규 기업의 물산업 진출

- 상위 소수 물기업에 의한 시장영향력 확대

  · 해외 Veolia, Suez 등과 같은 오랜 역사와 기술력을 보유하고 있는 거대기업들이 물시장 선점을 위해 지속적으로 투자(2010년 Smart Water Grid Chicago Industrial Forum)

  ※ 2015년에는 20여개 기업이 전체 시장의 50% 이상을 점유할 것으로 전망

  · 따라서 국내 기업이 해외 물시장을 선점하고 있는 기업들과 견줄 수 있는 경쟁력을 갖추기 위해 Water Grid 지능화에 대한 추진이 절실함

<표 5> 세계 10대 물기업 현황(2009)

순위	운영기업	모기업	최근 매출액 (억원)	서비스 인구 (만명)	해외사업 비중
1	Veolia Environment	Veolia Environment(프랑스)	191,198	12,237	80%
2	Suez Environment	GDF Suez(프랑스)	101,293	11,273	89%
3	Agbar(스페인)	Suez(프랑스)	26,963	2,969	49%
4	FCC	FCC(스페인)	12,865	2,734	52%
5	Sabesp	Sabesp(브라질)	40,530	2,620	0%
6	United Utilities	United Utilities(미국)	28,202	2,403	57%
7	RWE	RWE(독일)	-	1,827	28%
8	American Water Works(미국)	RWE(독일)	26,087	1,700	2%
9	NWS Holdings	NWDC(중국)	-	1,612	0%
10	China Water Industry	Qu Xiao Sheng(중국)	280	1,561	0%

  · 특히 IBM사의 Smart Water Grid 사업을 통한 물 산업 진출 등 수자원과 관련이 없던 대기업들의 전략적 투자와 같이 물 관리 전문기업과 IT·네트워크·DB 관련 전문기업간 (2009년 Smart Grid Initiative, IBM중심)의 공조에 의한 수자원 관리분야 지능화사업은 가속될 것으로 전망됨

□ 시장 동향 요약

○ 글로벌 물 산업의 동향을 조사한 결과, 다음과 같은 5대 이슈로 정리할 수 있으며, 이러한 트렌드에서 글로벌 물기업을 위해 Smart Water Grid에 전략적으로 투자해야 함



[그림 22] 글로벌 물산업의 5대 이슈

출처: ㈜테크노베이션파트너스 재정리

□ Smart Water Grid Initiative

○ 미국에서는 2009년 5월 민간기업으로 구성된 단체인 Water Innovations Alliance에서"Smart Water Grid Initiative"를 출범하면서 본격적으로 스마트 워터그리드의 개념이 도입되기 시작하였음

○ 스마트 워터그리드는 현재 IBM에 주도하고 있으나 Siemens나 Suez 등 기존 물관련 기업의 관심도 높아지고 있음

○ IBM은"Smarter Planet"계획의 하나로서 스마트 워터그리드를 추진

- IBM은 스마트 워터그리드 기술의 3대 특성을 기능화(Instrumented), 연결성(Interconnected), 지능화 (Intelligent)로 제시하고 있음

○ 미국에서의 스마트 워터그리드는 크게 4가지 방향으로 진행되고 있음

- 지능형 검침인프라 (AMI: Advanced Metering Infrastructure)를 중심으로 한 상수도 관리 시스템 구축
- 스마트 전력그리드를 이용한 물 관리시설의 에너지 사용 최적화
- 수자원 및 수질관리를 위한 센서 네트워크 구축
- 국가 단위의 효율적 수자원 관리시스템 구축

○ 또한 스마트 전력그리드의 제어 네트워크(Regulation Network)기술을 이용하여 물 관리 시설의 전력사용을 최적화하는 시도가 진행되고 있음

○ 스마트 워터그리드는 국가 전체의 수자원 관리도구로서 활용될 수 있으며, National Smart Water GridTM 계획에서는 중부지역에서 홍수기에 남는 수자원을 모아서 물이 부족한 서부지역으로 이송하여 활용하는 대형사업을 제안하고 있음

○ 유럽의 민간기업에서도 스마트 워터그리드에 대한 관심이 높아지고 있음

- IBM은 유럽에서도 스마트 워터그리드와 관련된 사업을 추진 중
- Veolia와 Suez 등의 기업에서도 스마트 워터그리드에 대한 높은 관심을 나타냄
- 독일의 Siemens사는 최근 스마트 워터그리드에 대한 로드맵을 제시함



[그림 23] 글로벌 기업들의 Smart Water Grid에 대한 관심

2030+	The national demand and supply of water is managed using a network of remote metering and monitoring systems, incorporating production and transfer of water from natural and technology assisted resources such as salt water desalination, storm water capture and waste water reuse. Predictive demand models allow pre-emptive distribution and production decisions from different water sources.	
	Development	**Interactive, real time management of water demand-supply in all cities.**
2030	The majority of major urban water supply networks along the coast are using an integrated multi-component supply mix. A combination of ground water systems, surface water connections and distribution networks incorporating distribution, reinjection and extraction strategies, are used. Water can be produced at the lowest cost, at any time to meet real-time demand with a fully operational supply and demand matrix in operation.	
	Development	**A fully operational supply/demand/energy matrix is working with active predictive modelling. Integration of all sources of water and their production costs in real time.**
2020	A diverse supply mix from surface and ground water, desalination, reuse and storm water harvesting provides 4,715 MLD to major cities through smart water grids. Real-time monitoring and measurement used to manage demand and supply. Urban water usage (household and industrial) is monitored in real-time at each property while data is sent to local water authorities via remote telemetry. Water usage is reported daily to the end user through the internet.	
	Development	**Real time data integration across the entire supply-demand water chain including all sources of water and off takes. No real predictive modelling yet but under development in a number of states.**
2010	The Bureau of Meteorology monitors and communicates national dam levels in real-time. Hydrographic databases integrated to support water use and infrastructure decision making. Perth, Melbourne and South East Queensland are developing integrated water grids which include some pipeline connections. An understanding of water demand requirements from a number of sources is being addressed.	
	Development	**Perth, Melbourne, Sydney and South East Queensland developing integrated water grids incorporating multiple sources of water for cities.**

[그림 24] Siemens의 스마트워터그리드 로드맵

(2) 국내 시장

□ 물산업 태동기 및 본격적 육성 정책 시작

○ 국내 물기업은 해외진출 경험이 부족하고, 자본·기술력이 외국의 물 전문기업에 비해 매우 취약

<표 6> 국내 주요 물기업의 사업현황

구분	사업영역 및 주요내용
삼성	- 세계최고의 화학적 및 물리적 수처리 시스템 공급 - 화학적 수처리, 담수화 프로세스, 분리막
LG전자	- 수처리 산업 진출
SK	- 직접투자를 통한 중국내 환경사업 진출 천명 (2005) - 공동연구소 설립 및 관련사업 생산기지 운영(매출 800억원 수준 목표) - 환경설비 분야, 공해물질발생 저감장치
두산	- 세계 해수담수화 분야 실적 1위 - 수자원 이용설비 분야
코오롱	- 2015년까지 물산업 분야 세계 10대기업 목표(2007) - 국내 최대의 운영전문회사 환경시설공사 인수 (2007)
웅진	- 국내 유일의 역삼투막 제조회사인 새한 인수 (2007) - 가정용 정수기를 포함한 렌탈사업, Zenon과 상호 라이센싱 계약

□ 정부의 범부처 물산업 육성 전략 발표 (2010.10.13)

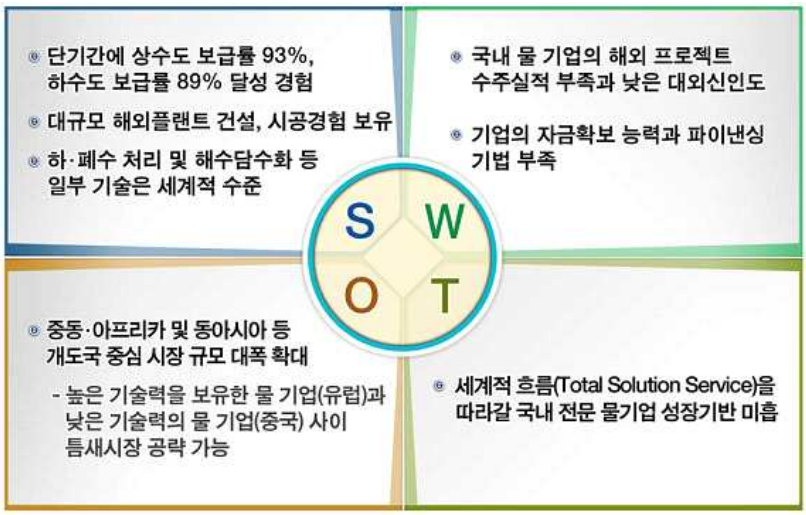
○ 국내 물산업 현황 및 기술수준

- 상·하수도, 해수담수화, 먹는샘물 등은 선진국과 경쟁가능한 수준이나, 신소재 막 분야 등 핵심기술에서 기술차이 존재



- 특히 지능형 물 생산·공급 시스템은 선진국 대비 기술수준 미흡
- 또한 설계, 건설, 플랜트 시공경험 및 역량은 확보되었으나, 운영관리 경험, 자금 확보 능력 등 토탈 솔루션 역량은 크게 부족

- 규모의 영세성 및 전문성 부족으로 인해 국제 경쟁력 미흡 및 세계적 물 전문기업 부재
- 물의 공공재 성격으로 인해 지자체와 공기업 위주의 운영관리로 민간기업의 참여 기회 차단
- 대규모 사업추진을 위한 기업의 자금조달 능력 및 파이낸싱 기법이 부족하고 공공자금 지원 미흡
- 내수시장 규모가 작고, 상하수도 인프라 구축이 거의 완료되어 국내 시장만으로는 물산업 성장이 한계에 도달
  - 국내 물 시장규모 101억$(12조원, 세계 시장의 2.1%)이며, 국내 물산업의 해외진출 규모는 '08년 약 15억$(약 1.8조원) 정도로 세계 물 시장의 0.3% 수준



[그림 25] 국내 물산업의 SWOT분석

출처: 범부처 물산업 육성 전략, 2010.10.13

□ 민간기업의 Smart Water Grid에 대한 관심 증대

○ 전통적 물기업뿐만 아니라 정보통신기업등 다양한 민간 기업이 Smart Water Grid에 관심을 보이고 있으며 주요 관심 분야는 다음과 같음

- Water Grid 표준 설계 기술
- 물산업 관련 설비 및 기기: 수처리 공정 플랜트, 통신 네트워크, 관망 및 요소설비
- 통합 물관리 기술: 물순환 시스템의 감시 및 제어 기술, 의사결정 지원기술
- 친환경 능동형 수자원 관련 설비 건설기술

○ 주요 관심 기업들은 Smart Water Grid 워크샵에 참석하여 동향을 조사하는 등 적극적으로 사업추진에 관심을 나타냄



[그림 26] 주요 관심 기업 현황

나. 산업구조 및 경쟁력

□ 물산업의 정의와 산업구조

○ 물산업은 "각종 용수(생활, 공업 등)의 생산과 공급, 하·폐수의 이송과 처리 및 이와 연관된 산업"을 총칭

- 상수도사업, 하폐수처리사업, 재이용사업 등의 서비스·건설·운영관리업과 먹는샘물사업, 해수담수화 사업 등이 포함



[그림 27] 물산업의 범위

○ 물산업의 Value Chain은 다음과 같음

Value Chain	사업내용	대표기업	국내대표기업
Project Financing	물산업 민영화에 따른 금융투자업	투자은행(맥쿼리 외)	주로 정부 또는 지자체
Engineering & Construction	각종 수처리시설, 관망 등 설계, 자재조달, 건설사업	CH2M HILL(미)	코오롱건설, 대우건설,한화건설,태영건설,포스코건설 등
Equipment & Membrane Supply	수처리관련 각종 설비와 분리막 제조 공급	GE(Zenon) Siemens(독) Asaikasei(일) Toray(일)	코오롱, 웅진, 한국분리막, H2ML
Operation & Maintenance	정부 또는 기업과 장기계약으로 민간기업이 물 생산,공급,이송	Veolia, SUEZ(프)	환경시설관리공사, 코오롱환경서비스, 대우물지킴이, 지차체
Chemicals	각종 수처리시설 운영시, 투입되는 소재, 약품을 제조/공급	Nalco(미) GE(Betz) (미) Kurita(일)	한수, 코오롱유화

출처 : 신성장동력 기술전략지도, 2009. 7

- 사업개발 및 건설은 단발성 프로젝트 성격이 크며 설비유지와 보수가 지속적으로 필요함
- 운영(Operation & Maintenance)부문에서 운영사(Suez, Veolia 등)는 안정적으로 수익을 얻고 있으며 분리막(membrane)이나 수처리 화학용품등 필수 소모품을 생산하는 제조사(Filmtec, Nalco 등)이 고수익을 얻고 있음
- 물관련 다국적기업은 각종 설비회사를 자회사로 가지고 있으며 수처리 설비산업은 거대 다국적 물기업에 종속된 구조임

□ 국내 물산업 역량 요약

○ 핵심요소는 개발되었으나 효과적으로 활용하지 못함

- 물환경 기술관련 핵심요소기술들은 상당부분 개발이 이뤄졌거나 진행되고 있지만, R&D 그룹과 환경산업체들 사이의 산학협력 미진, 지적재산권 시장의 미흡 등으로 인해 개발된 기술들이 효과적으로 활용되지 못함

○ 중소규모 업체 위주로 매우 영세함

- 중소규모 업체들이 중심이 된 국내 환경산업을 고부가가치 산업으로 전환하기 위해서는 정부와 R&D 그룹의 주도적인 투자와 노력이 우선적으로 필요

○ 물산업의 전망이 밝아지면서 중대형 업체들의 관심 증대

- 포스코건설, GS건설등 건설사와 IBM등의 IT기반 회사, LG전자등 전자업체등 Smart Water Grid분야를 신성장동력으로 인식하고 관심을 갖는 기업들이 크게 증가하여 향후 역량 강화 가능성이 높아짐

□ 5Forces 분석 (산업매력도 분석)

○ 항목별 분석

항목	현황	매력도
신규진입자 (신규진입자의 위협)	○ 수자원 관련 기술은 초기 투자비가 크고 교체비용이 소요되므로 비용적인 진입장벽은 높은 편임 ○ 그러나, 물산업 시장 규모가 지속적으로 성장할 것으로 전망되고, 물산업의 요소 기술들이 기존 산업에서 응용할 수 있는 영역이 많아, 타분야 기업들이 새로운 사업확장의 영역으로 물산업을 선택하는 경우가 증가 ex) LG전자의 수처리분야 진출, 삼성전자의 물산업 진출 ○ 특히, IT솔루션 업체는 물산업의 정보화를 위해 진출하는 사례가 많으며, 향후에도 지속적으로 진입하려는 IT솔루션이나 IT 컨설팅 업체는 증가할 것으로 보임 ex) IBM의 Smart Water Management	중→강
공급자	○ 독점적 산업구조일수록 공급자의 교섭력이 강해지는 편으로,	강→중

(공급자의 교섭력)	Water Grid 관련 산업 초기에는 관련 서비스를 제공할 수 있는 소수의 업체가 강한 교섭력을 가질 수 있을 것으로 보임 ○ Smart Water Grid산업이 활성화되어 다수의 관련 업체가 나타나게 되면 공급자의 교섭력은 다소 줄어들 것으로 예측됨	
구매자 (수요자의 교섭력)	○ 동 Water Grid 기술은 아직까지는 최종 소비자와 접점에 있는 기술 단계는 아니므로, 최종 소비자의 교섭력은 약한편임 ○ 그러나, 최종 소비자에게 서비스를 제공하는 지자체등을 구매자로 판단할 경우, 수자원 공급에 대한 위험을 회피하기 위해 검증된 기술을 원하고 있고, 본 기술이 대단위 공공기술로 활용될 가능성이 높으므로, 서비스 제공자인 지자체등의 교섭력은 대단히 높다고 할 수 있음	강→강
대체재	○ 동 기술의 대체재는 아직까지는 없다고 보여짐	약→약
산업경쟁자 (기존 기업간 경쟁)	○ 현재 Water Grid 관련 산업에서 경쟁은 많지 않으나, 향후 기술개발이 본격화되면 시장을 선점하기 위해 기업간 경쟁이 치열해질 것으로 예상됨	약→강

○ 경쟁전략에의 시사점 (산업매력도 유지 측면에서)

- 물시장이 매우 밝다고 누구나 인식하고 있어 향후 경쟁은 치열해질 것으로 보임
- 따라서, 기존에 존재하지 않은 새로운 서비스를 제공할 수 있어야 함
- 특히 수요자가 원하고 새로운 물 시장을 창출할 수 있는 기술개발을 위해 물산업의 신비즈니스모델을 확립하는 일이 대단히 중요함

3. 국내외 기술개발 동향 및 분석

가. 기술동향

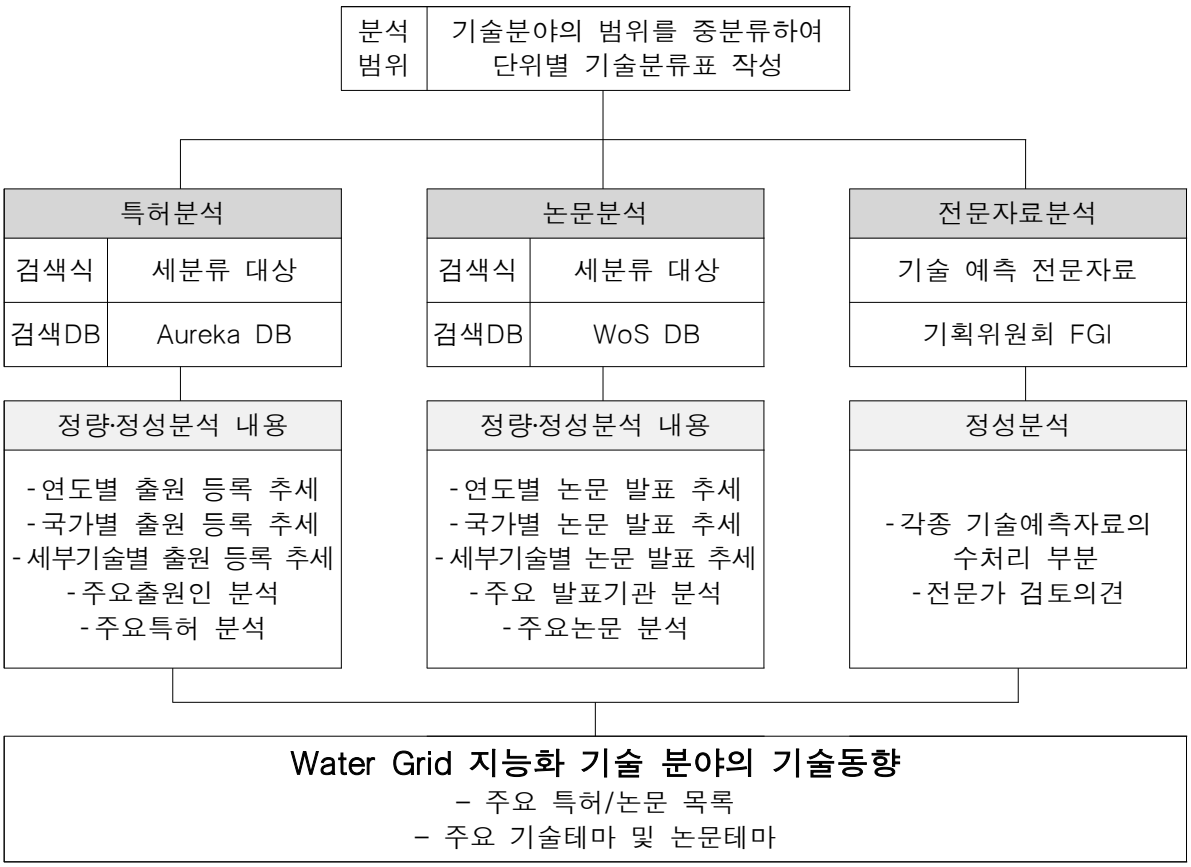
1) 특허분석 결과 일본, 미국의 원천특허 등록 및 출원이 전체 기술의 84%이상을 차지하며 특히 일본은 50%이상을 보유함

2) 논문분석 결과 통합 물관리 분야, 하수재이용, 수질 모니터링, 분리막 분야 등 선진 물관리 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음

3) 전반적인 기술동향 파악결과 향후 유망할 것으로 예상되는 분야는 ICT기반 수질 모니터링, 수자원 재이용 기술 등이며 실시간 수질 관리 및 능동형 수자원 이용을 통한 수자원 안정성 확보 기술 개발이 필요한 것으로 파악됨

나. 기술 동향 분석 방법

□ 특허분석, 논문분석과 전문가 FGI를 통해 선진기술의 기술동향을 분석함



[그림 28] 기술동향 분석 프레임워크

다. 특허분석

1) 분석 대상 및 범위

○ 특허검색대상은 미국 특허청, 일본특허청, 유럽특허청, PCT에 특허 출원·등록된 데이터베이스를 이용하여 1981년 이후 공개된 특허로 함

- 검색 DB는 Thomson Scientific사의 Aureka 9.2 이고 검색범위는 제목과 초록으로 함
- 특허검색을 위하여 국제 IPC 분류 코드와 Keyword를 이용하여 검색식을 구성하고 타당성 검토와 노이즈를 제거한 뒤 정량·정성분석을 수행함
- 세부기술에 대한 특허 검색결과를 종합하여 중분류 수준에서 분석을 실시함

<표 7> 특허검색방법

특허검색	방 법
검색 Domain	미국특허청, 일본 특허청, 유럽특허청, PCT에 출원·등록된 공개 특허
검색DB	Thomson Scientific사의 Aureka 9.2
검색기간	1991년 1월 1일부터 2011년 5월 20일까지 공개된 특허
검색범위	제목과 초록

○ 연구기획을 위한 기술동향조사 목적의 특허분석이므로, 요지분석 및 기술흐름분석 등은 제외하고, 현황과 추이등 정량분석 위주로 분석함

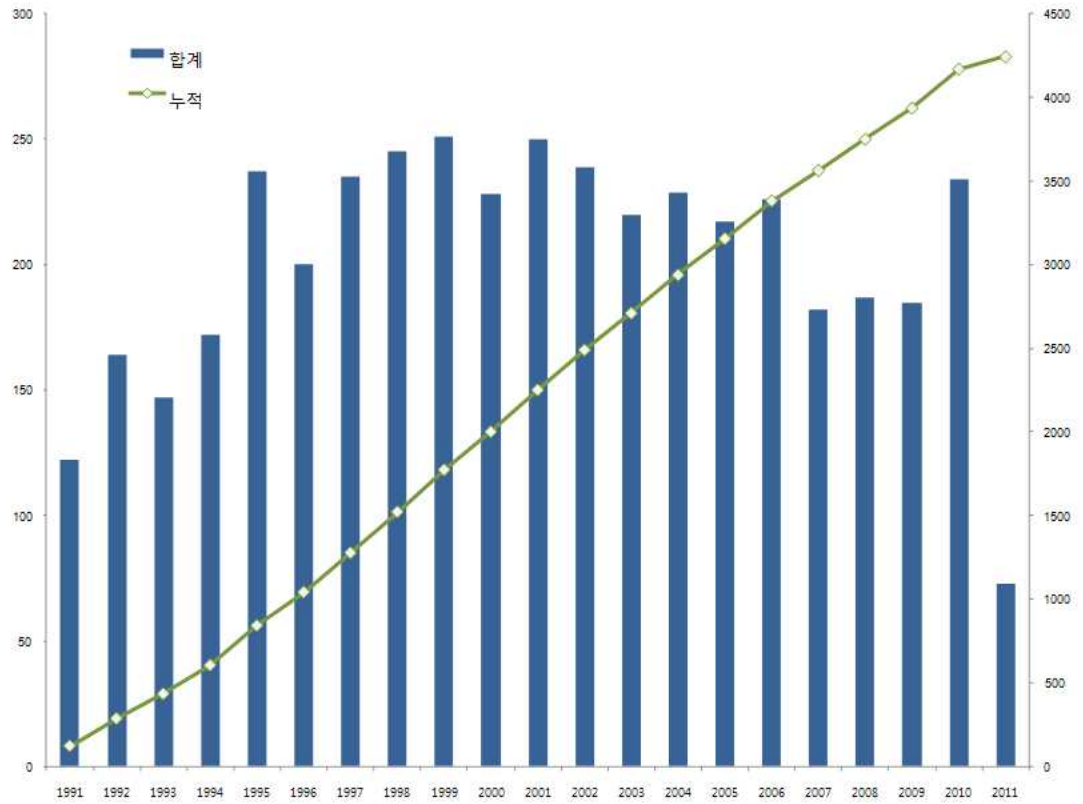
2) 출원·등록 추이

□ 연도별 특허 추이

○ 분석 목적

- 연도별 특허 추이를 분석하여 연구테마가 어떻게 변천하였는지 살펴보고 향후 유망 기술 분야를 예상함

○ Water Grid 지능화 관련 분야에서 1991년 이후 미국, 일본, 유럽, PCT에 출원등록 및 공개된 특허는 총 4,168건이 검색됨

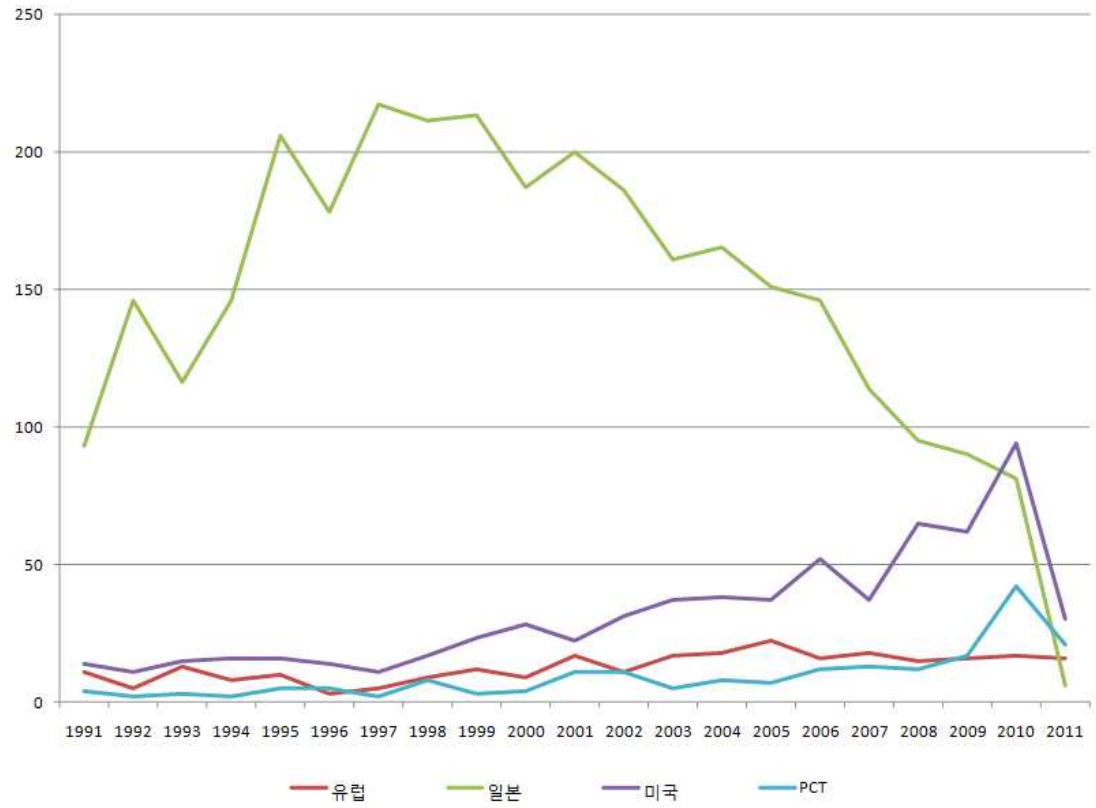


[그림 29] 연도별 특허출원 추이

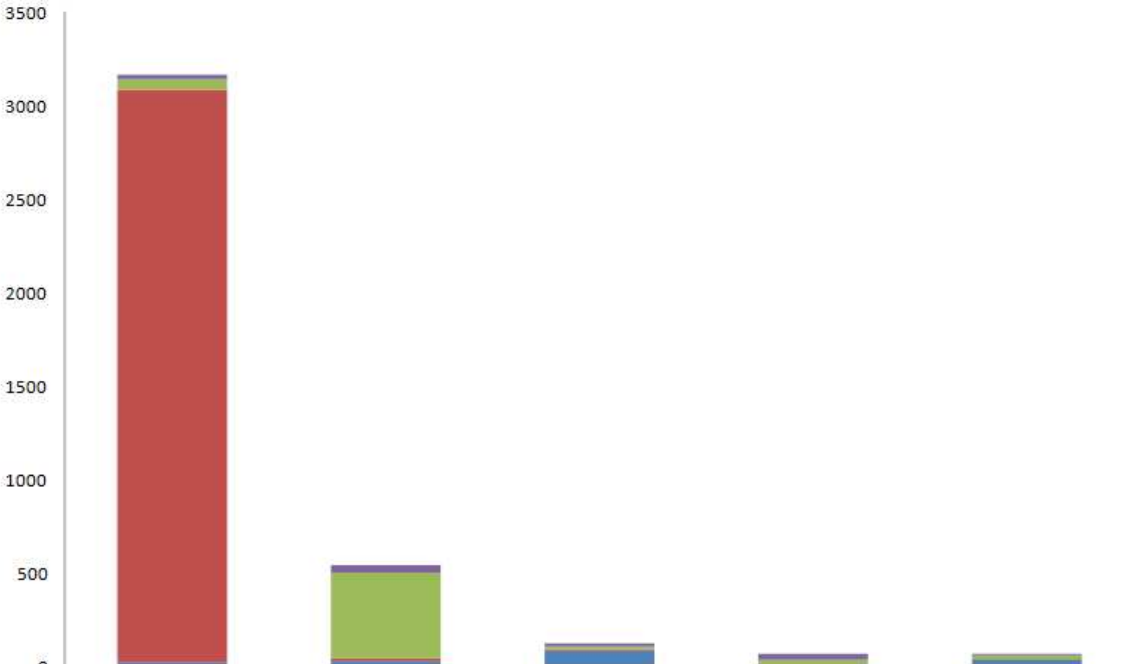
- 특허건수는 1991년 122건에서 2010년 234건으로 약 2배 증가하였으나 2000년 이후 정체를 보이고 있음
- 누적특허건수는 꾸준한 증가 추세를 보이다 최근 들어 정체를 보이고 있어 Water Grid 지능화 관련 기술은 성장단계를 지나 성숙단계에 이른 기술이라 추측할 수 있음
  - 향후 Water Grid 지능화 관련 특허가 다시 증가하기 위해서는 시장의 흐름을 바꿀만한 융복합 기술혁신이 필요함

○ 출원 대상국가별 특허추이

- 일본특허청에 등록한 특허는 1999년 이후 줄어들고 있는 반면, PCT출원은 증가하고 있어 기술시장이 글로벌화 되고 있다고 판단됨
- 출원대상국별 우선권 국가(출원인 국적)의 분포는 다음과 같음
  - 일본은 자국에 출원한 특허가 대부분이나 미국·유럽·PCT출원도 하고 있음
  - 미국은 주로 자국에 출원하고 있으며 유럽과 PCT출원도 많음
  - 유럽 국가들은 주로 유럽에 출원하고 있으나 미국과 PCT출원도 많음
  - 한국은 한국이외의 국가에 출원한 특허가 65건으로 5위에 해당함
  - 시장이 글로벌화 되면서 PCT출원이 늘어날 것으로 예상되어 특허출원분포가 크게 바뀔 것으로 예상됨



[그림 30] 출원대상국별 특허 추이



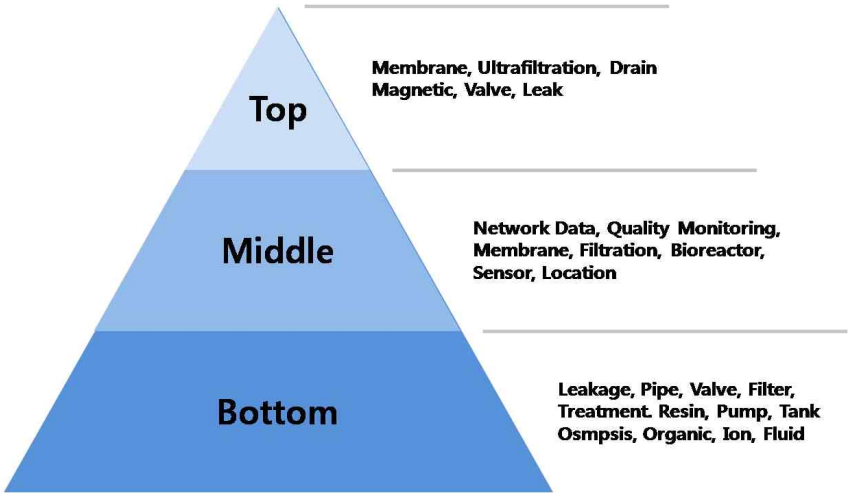
	JP	US	DE	KR	EP
wo	27	40	12	33	4
us	57	460	19	26	21
jp	3064	16	5	8	1
ep	19	29	89	1	41

[그림 31] 출원대상국별 우선권국가 특허 현황

□ 기술개발 추이

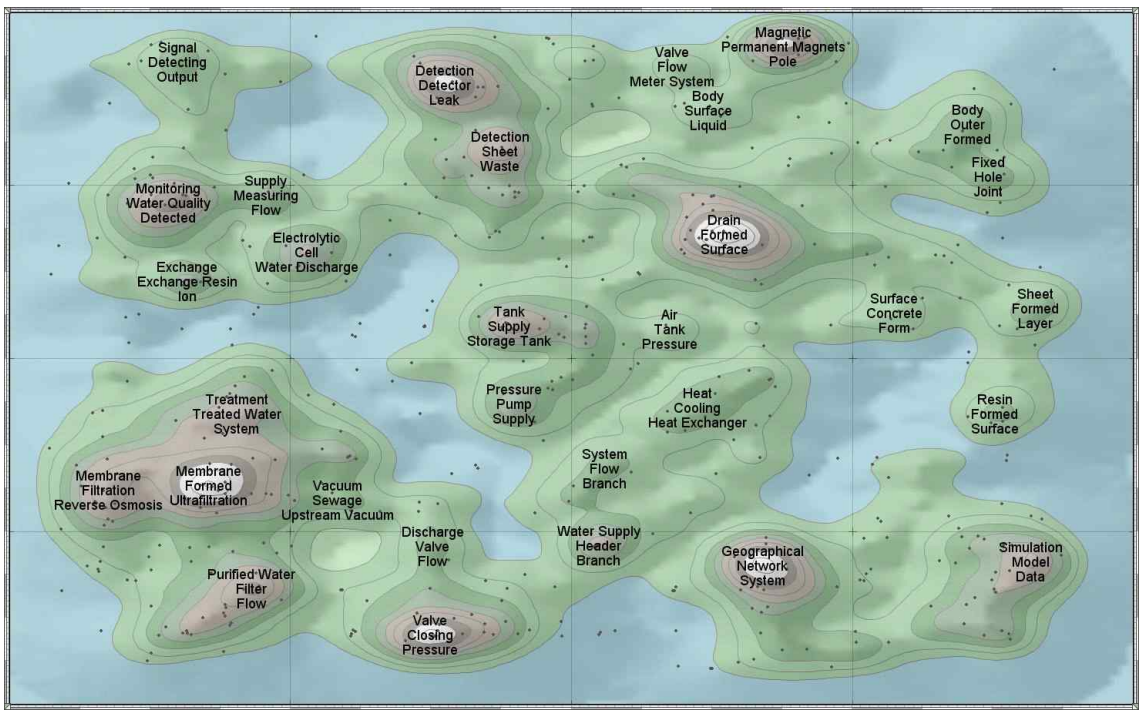
○ MicroPatent사의 특허분석도구인 Aureka를 이용하여, 전체 세부기술분야(키워드 기반)별 특허의 분포도를 한눈에 조망하여 기술개발 추이의 시사점을 도출할 수 있음

- 특허지형도의 높은 봉우리는 집중적으로 특허를 출원한 주요 기술분야임



[그림 32] 특허지형도에 나타난 특허 집중 분포

- 특허를 가장 많이 출원한 분야는 수처리 분야와 수자원 감시 분야임
- 중간계층은 수질 관리, 재이용수 관련 기술과과 수질 감시 분야임
- 특허를 많이 출원하지 않는 분야는 수자원 공급 관련 기술 분야임

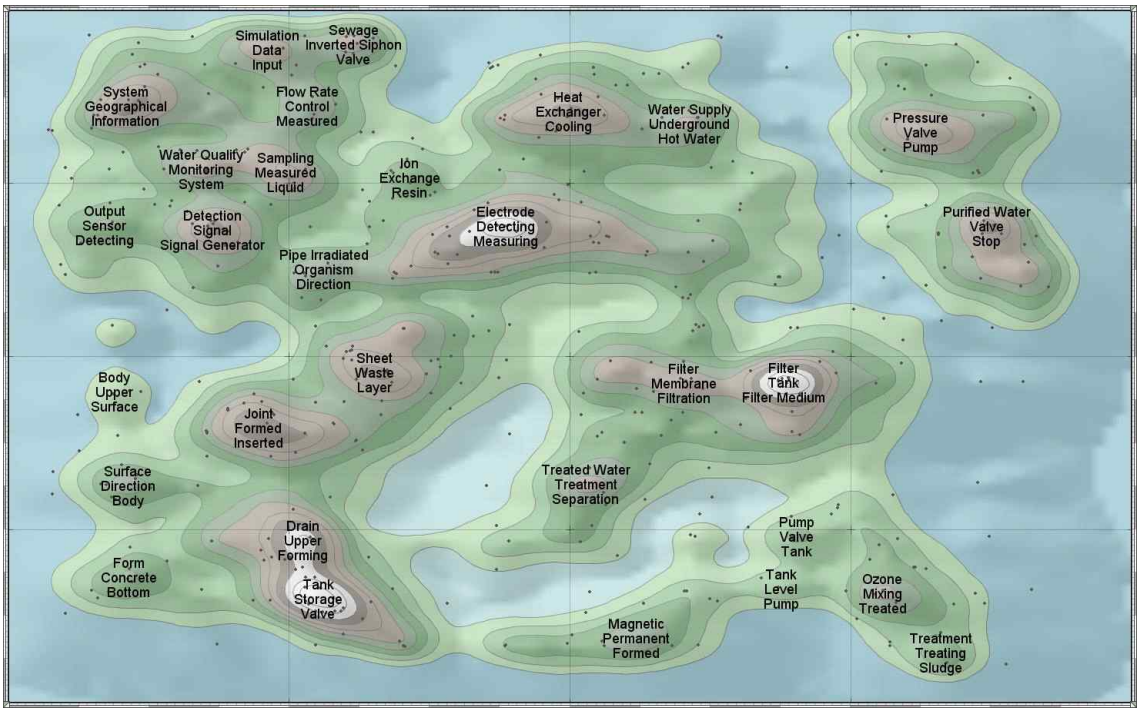


[그림 33] 특허지형도(1991~2011)

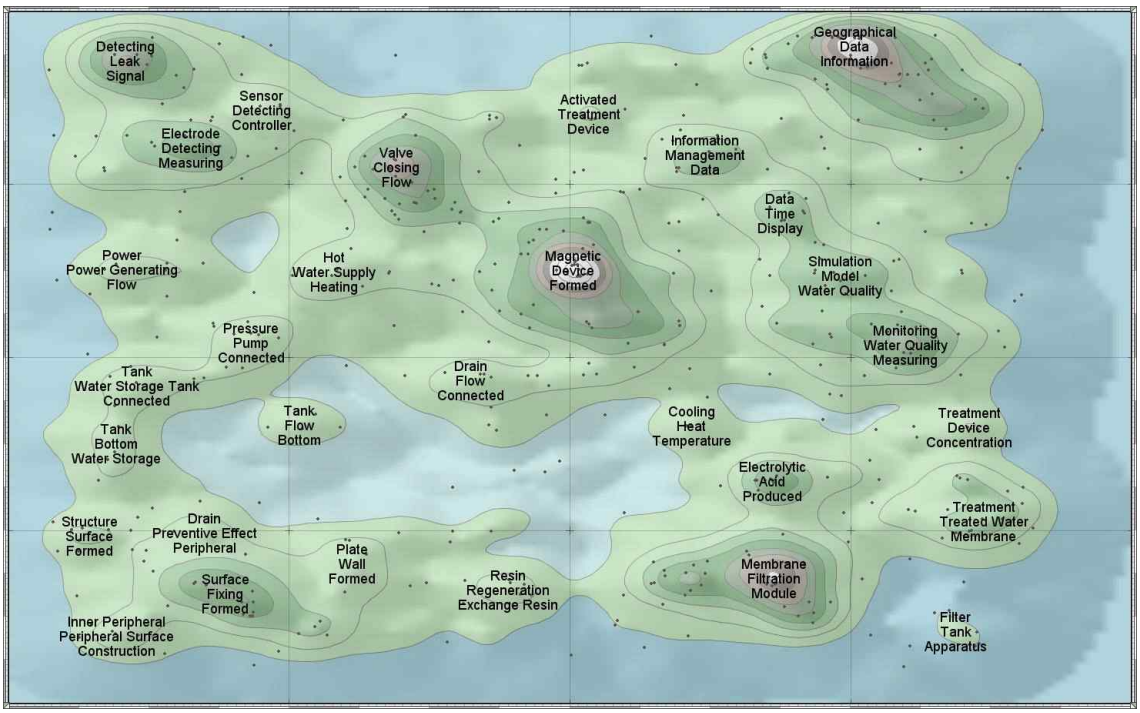
○ 1991년부터 2000년까지의 특허지형도와 2001년 이후 특허지형도 비교

<표 8> 연도구간별 특허 지형도 비교

1991~2000



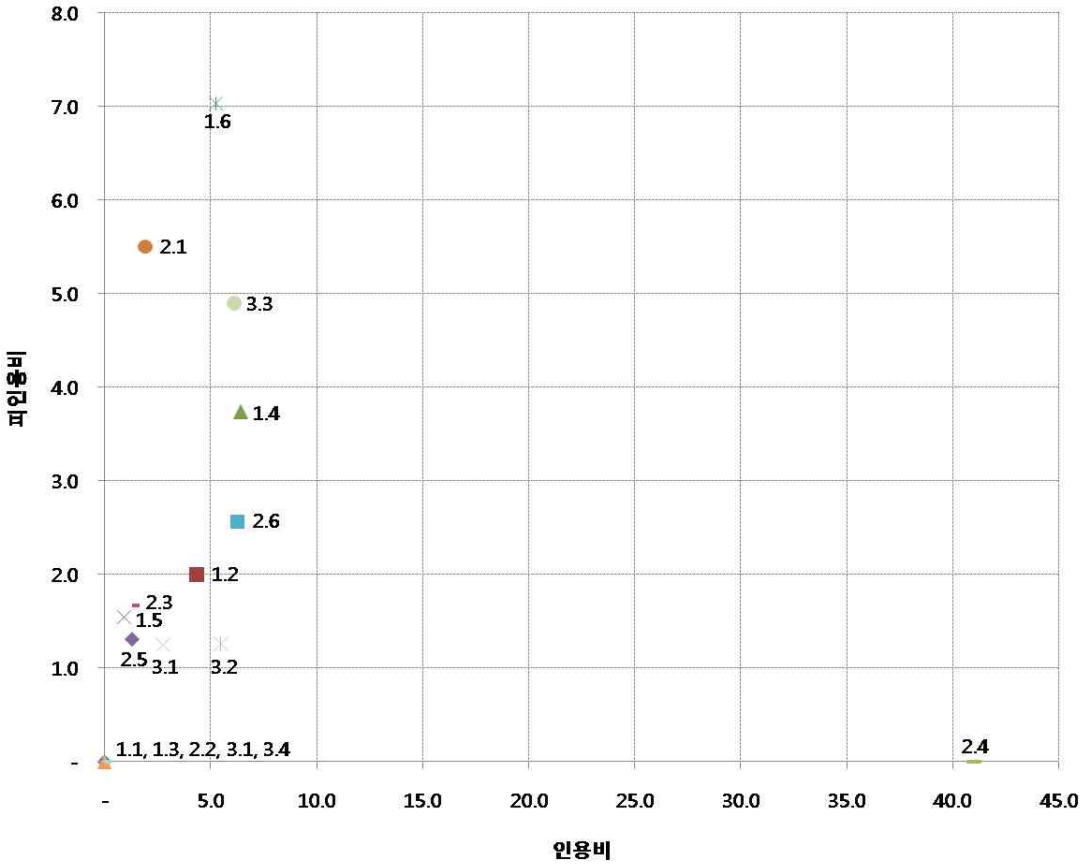
2001~현재



3) 인용도 분석

○ 기술별 기술영향력 분석

- 수자원 정보 관측/제어/관리 기술 등은 피인용비가 높아 가치 있는 특허가 많을 가능성이 높음
- Smart Water Grid 설계 기술 및 통합 네트워크 구축 기술 등은 인용비도 낮고 피인용비도 낮음
  - 해당 기술은 아직 Water Grid 지능화 기술수명주기에서 아직 초기단계로 기술 수요가 많지 않으나, 향후 발전 가능성이 높을 수 있음을 의미함



[그림 34] 기술간 기술영향력 비교

<표 9> 후보과제명

연번	후보과제명
1.1	시공간적으로 분산된 유역별 수자원 관리정보의 연계/통합 시스템 구축
1.2	다중수원의 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리체계 구축
1.3	지역수자원의변동예측을통한물부족위험대응체계구축
1.4	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터 루프 연계기술 개발
1.5	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발
1.6	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 적용 연구
2.1	멀티그리드별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구
2.2	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술개발 및 표준화 기술연구
2.3	실시간 Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술
2.4	스마트워터그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발
2.5	테스트베드 맞춤형 스마트워터그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축
2.6	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터 루프 연계기술 개발
2.7	도심자족 워터그리드 지능화 테스트베드 적용기술
3.1	ICT 기반 지능형 수자원 모니터링 기술
3.2	Water Grid 통합 네트워크 구축 기술
3.3	테스트베드 맞춤형 스마트워터그리드 설계
3.4	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선 or 사업단 출범 타당성 연구

4) 종합분석

○ 인용도가 높은 특허는 운영 및 유지/관리 관련 특허가 많음

- 네트워크 기반 전력 제어, 측정, 관리 등의 특허 피인용도가 높아 IT기반 수자원 관리 기술에 적용하는데 가치 있는 특허일 가능성이 높음

○ 시장을 주도하는 기업이 집중하고 있는 기술은 주로 수질관리 모니터링과 물 공급 누수 및 모니터링등 수질 및 누수 모니터링에 관한 특허가 많음

○ 향후 우리가 시장을 주도하기 위해 개발해야 할 기술은 분리막등 향후 시장규모가 큰 기술일 것이나, 기술의 발전단계와 특허진입 가능성등을 고려하여 전략적인 특허 정책이 필요함

라. 논문분석

1) 논문 검색방법

○ 논문 검색 대상은 1991년 이후에 SCI에 발표된 논문을 대상으로 함

- 검색 DB는 Thomson Scientific사의 Web of Science이고, 검색범위는 주제어(topic)로 함
- Water Grid 지능화 분야 논문검색을 위해 다양한 검색어의 조합에 대한 타당성을 검토하여 검색식을 구성한 후에 노이즈를 제거한 후에 유호 데이터를 사용하여 정량·정성분석을 수행함
- 논문의 학문범위는 WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL, JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT, WATER SA, JOURNAL OF WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT-ASCE, INTERNATIONAL JOURNAL OF WATER RESOURCES DEVELOPMENT, WATER RESOURCES MANAGEMENT, ADVANCES IN WATER RESOURCES, RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS, WATER POLICY, WATER INTERNATIONAL, WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, WATER AND ENVIRONMENT JOURNAL 로 한정함

<표 10> 논문검색방법

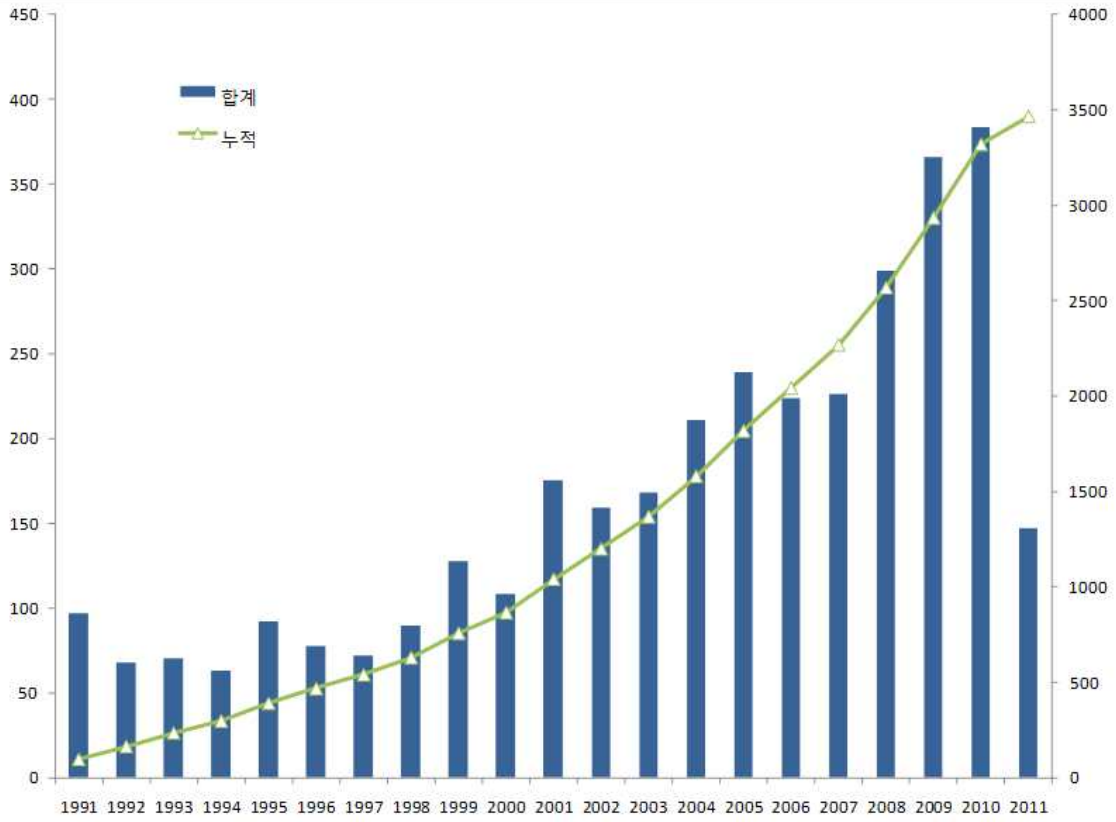
특허검색	방 법
검색 Domain	SCI-Expanded에 발표된 논문
검색DB	Thomson Scientific사의 Web of Science
검색기간	1991년 1월 1일부터 2011년 5월 20일까지
검색범위	주제어
대상 학문	WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL, JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT, WATER SA, JOURNAL OF WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT-ASCE, INTERNATIONAL JOURNAL OF WATER RESOURCES DEVELOPMENT, WATER RESOURCES MANAGEMENT, ADVANCES IN WATER RESOURCES, RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS, WATER POLICY, WATER INTERNATIONAL, WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, WATER AND ENVIRONMENT JOURNAL

2) 논문 발표 현황

□ 연도별 논문 발표 추이

○ WG 지능화 기술관련 논문 건수가 지속적으로 증가하였으며, 최근 더욱 늘어나 연구가 매우 활발한 분야임

- Water Grid 지능화 관련 특허는 감소하고 있으나, 논문건수 누계는 지속적으로 증가함
- 2000년 이후 논문 발표수는 폭발적으로 늘어나고 있음

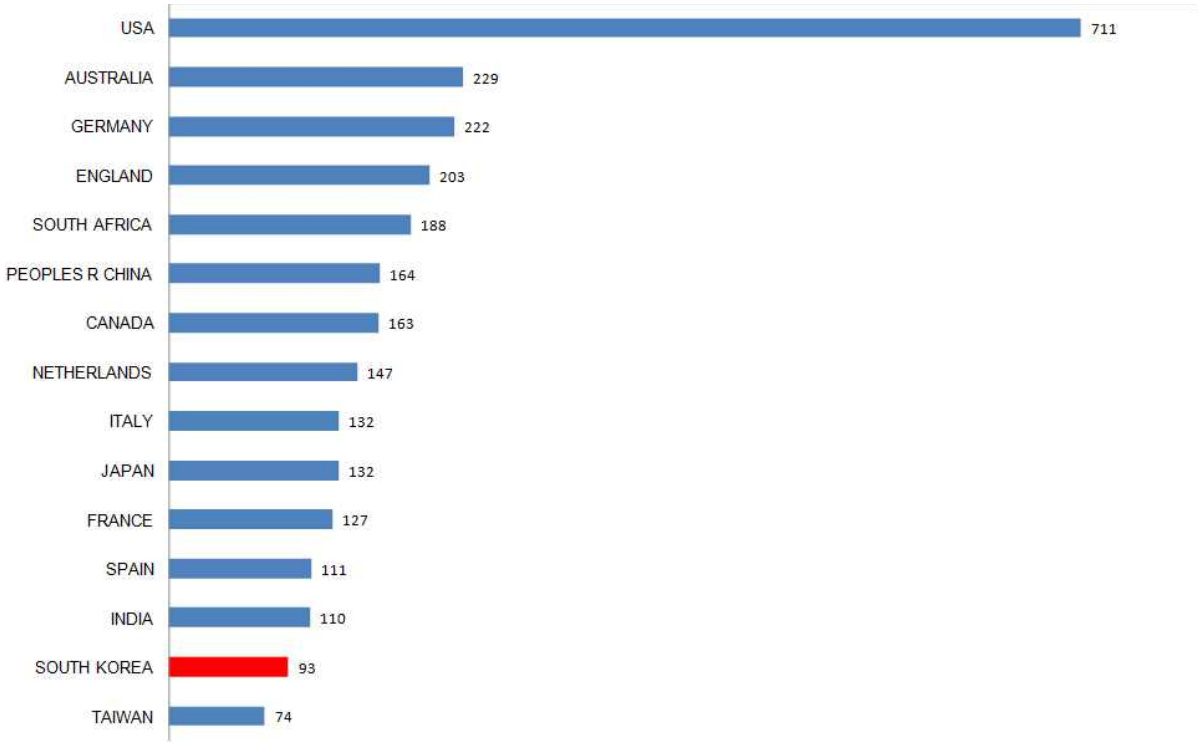


[그림 35] 연도별 논문 추이

□ 국가별 논문 발표 추이

○ 논문을 많이 발표한 국가는 미국, 호주, 독일, 영국, 남아프리카공화국 등이며 우리나라는 93건을 발표하였으나 인도보다 낮은 14위임

- 특히 미국은 특허수는 많지 않으나 논문은 압도적으로 많이 발표하였으며 일본은 특허에 비해 논문 발표수는 저조함

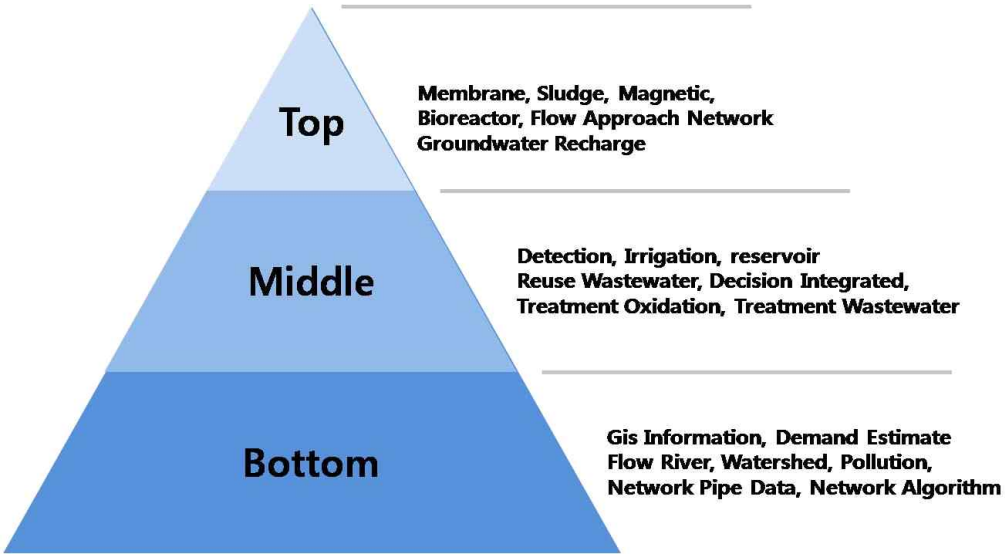


[그림 36] 국가별 논문발표 현황

□ 기술별 논문 발표 추이

○ MicroPatent사의 특허분석도구인 Aureka를 이용하여, 전체 세부기술분야(키워드 기반)별 특허의 분포도를 한눈에 조망하여 기술개발 추이의 시사점을 도출할 수 있음

- 특허지형도의 높은 봉우리는 집중적으로 특허를 출원한 주요 기술분야임



[그림 37] 논문지형도에 나타난 논문 집중 분포

- 특허를 가장 많이 출원한 분야는 Membrane, Sludge, Magnetic, Bioreactor 등 유기물처리 방법임
- 중간계층을 형성하고 있는 특허그룹은 Irrigation, Reservoir 수자원 저장 및 공급 분야와 Treatment Wastewater, Reuse Wastewater 등 하수 재이용 기술임
- 특허를 많이 출원하지 않은 분야는 Demand Estimate 수요측정 기술분야와 Gis Informaion, Network Pipe Data, Network Algorithm 등 물 정보 시스템 기술 분야임

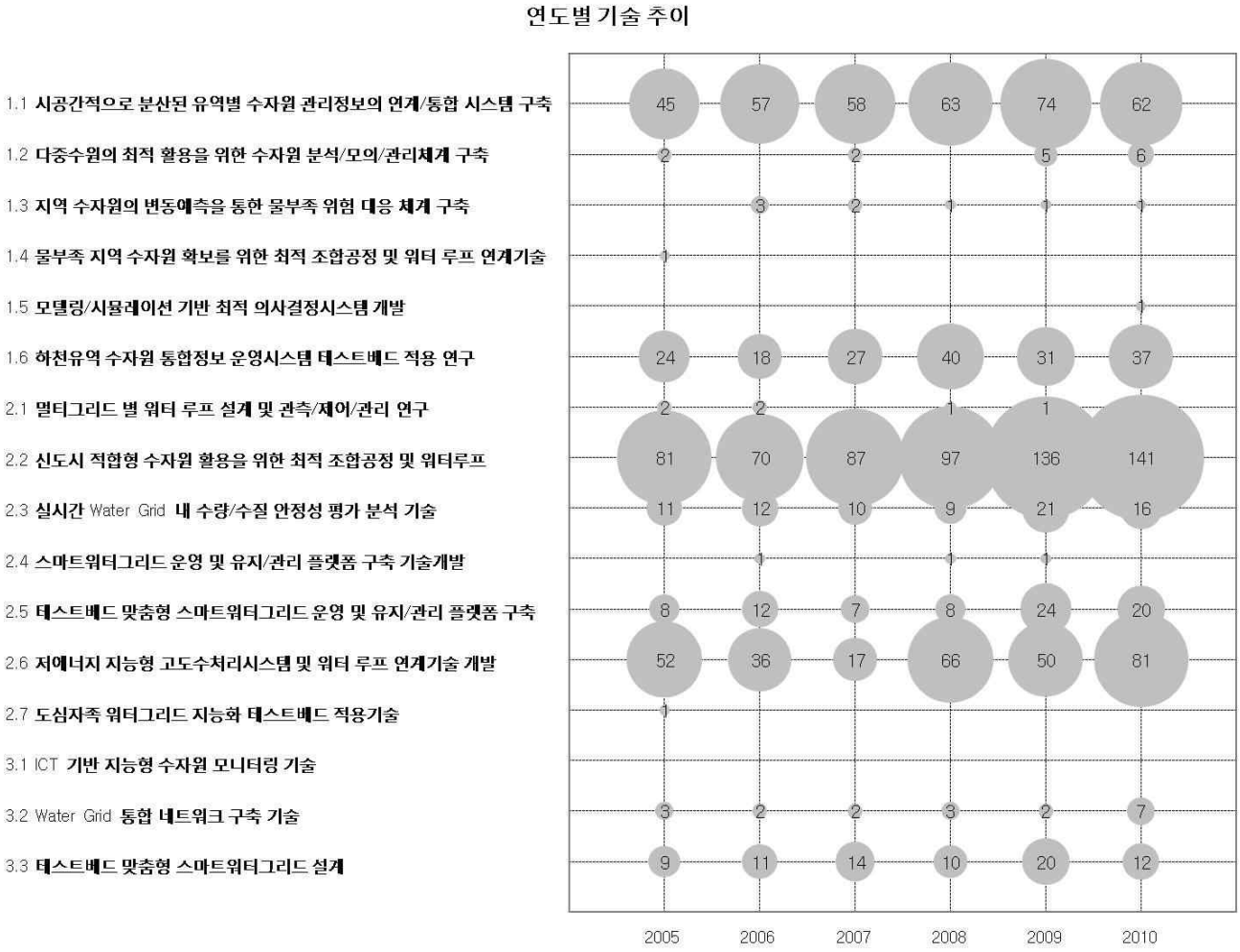


[그림 38] 논문지형도(1991~2011)

3) 세부기술별 논문 발표 추이

○ 2005년 이후 논문이 모든 분야에서 지속적으로 늘어났으나, 수자원 관리정보의 연계/통합 시스템 구축, 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 적용 연구, 수량/수질 안정성 평가 분석 기술 분야는 감소하고 있음

○ 최근 5개년간 수자원 확보를 위한 워터 루프 연계기술, 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템, ICT기반 수자원 모니터링 관련 논문 발표는 미비함



[그림 39] 최근 5개년간 분야별 논문 증가 추이

○ 논문점유율과 논문증가율로 논문포트폴리오를 구성하여 새롭게 각광받을 분야를 예상함

- 주력연구분야

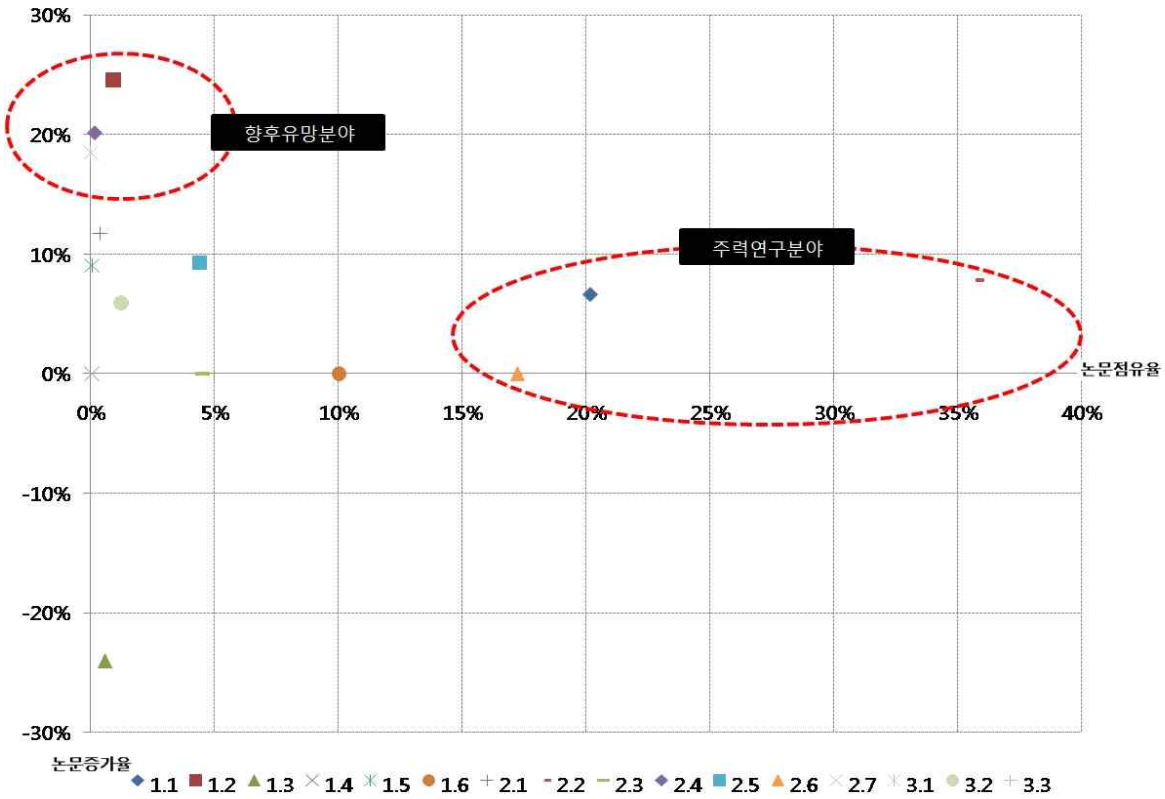
  · 신도시 적합형 수자원 활용 관련 논문이 약 35%를 차지하며, 부산물 처리 및 공정기술의 세부분야인 고도산화분해 이용 처리기술 및 공정과 분리막, 필터등 신소재이용 처리기술 및 공정도 점유율이 높음

  · 이들 3개 기술은 점유율이 매우 높으나, 논문증가율은 다른 분야보다 다소 낮은 10%이나 여전히 증가하고 있으므로 현재 주력연구분야라 할 수 있음

- 유망 분야

  · 논문점유율은 낮으나 논문증가율은 매우 높은 기술은 향후 유망한 분야라 할 수 있음

  · 수자원 정보 분석·모의·관리 체계, Water Grid 운영 시스템 구축 관련기술, 수자원 모니터링 기술은 논문증가율이 매우 높아 향후 각광 받을 수 있는 기술로 추측됨



[그림 40] 논문점유율과 논문증가율 포트폴리오

※ 논문점유율 : 기술별건수/총특허건수

※ 논문증가율 : 2003년~2008년간 기술분야별 논문건수 연평균증가율

<표 11> 후보과제명

연번	후보과제명
1.1	시공간적으로 분산된 유역별 수자원 관리정보의 연계/통합 시스템 구축
1.2	다중수원의 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리체계 구축
1.3	지역수자원의변동예측을통한물부족위험대응체계구축
1.4	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터 루프 연계기술 개발
1.5	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발
1.6	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 적용 연구
2.1	멀티그리드별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구
2.2	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술개발 및 표준화 기술연구
2.3	실시간 Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술
2.4	스마트워터그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발
2.5	테스트베드 맞춤형 스마트워터그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축
2.6	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터 루프 연계기술 개발
2.7	도심자족 워터그리드 지능화 테스트베드 적용기술
3.1	ICT 기반 지능형 수자원 모니터링 기술
3.2	Water Grid 통합 네트워크 구축 기술
3.3	테스트베드 맞춤형 스마트워터그리드 설계
3.4	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선 or 사업단 출범 타당성 연구

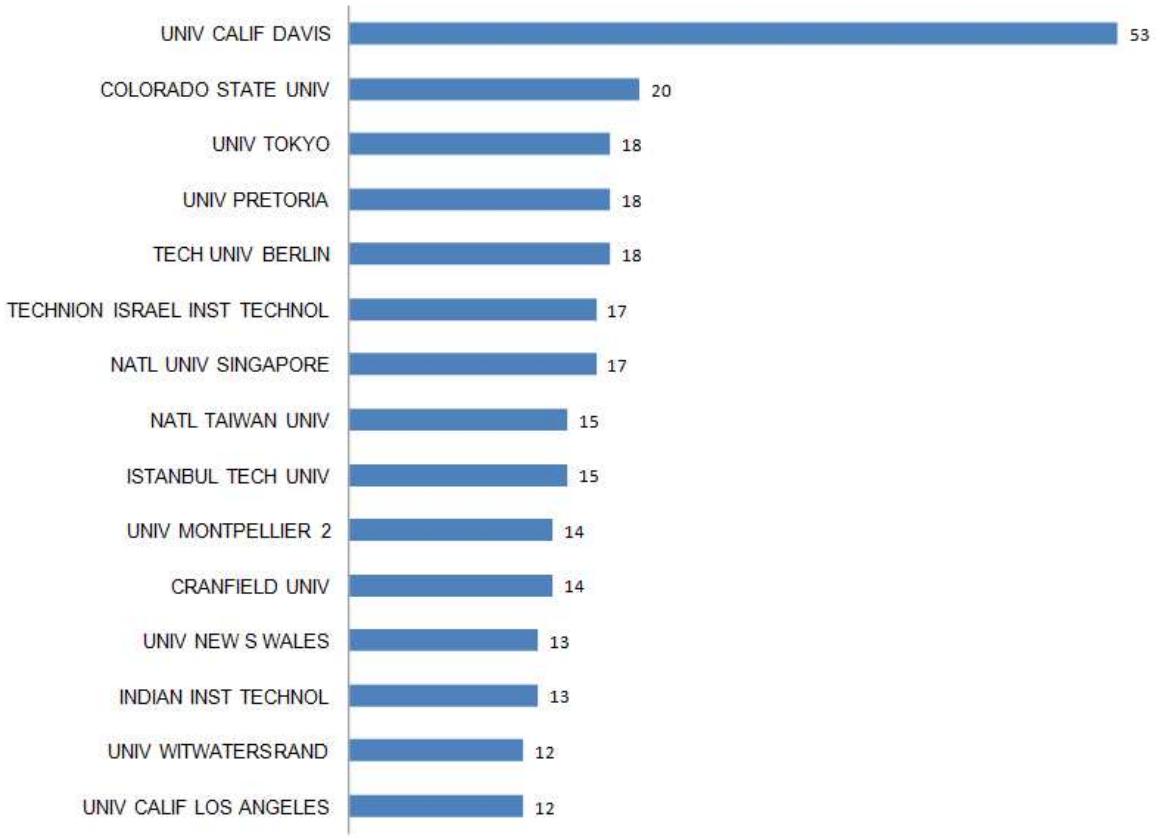
4) 주요연구그룹의 연구동향 분석

○ 분석 목적

- Water Grid 지능화 분야 연구개발을 선도하는 그룹의 연구현황을 살펴보고 미래 유망 기술을 도출하고자 함

○ 논문 발표 상위 기관

- 가장 많이 논문을 발표한 5개 연구기관은 UNIV CALIF DAVIS, COLORADO STATE UNIV, UNIV TOKYO, UNIV PRETORIA, TECH UNIV BERLIN임
- 대학을 중심으로 논문 발표가 활발히 이루어지고 있음
  - 논문 발표 상위기관은 대부분 미국 대학이 차지하고 있음
- 특정 기관에서 주도적으로 연구개발을 선도하기보다 많은 기관에서 비슷한 수준의 연구개발을 진행하고 있음

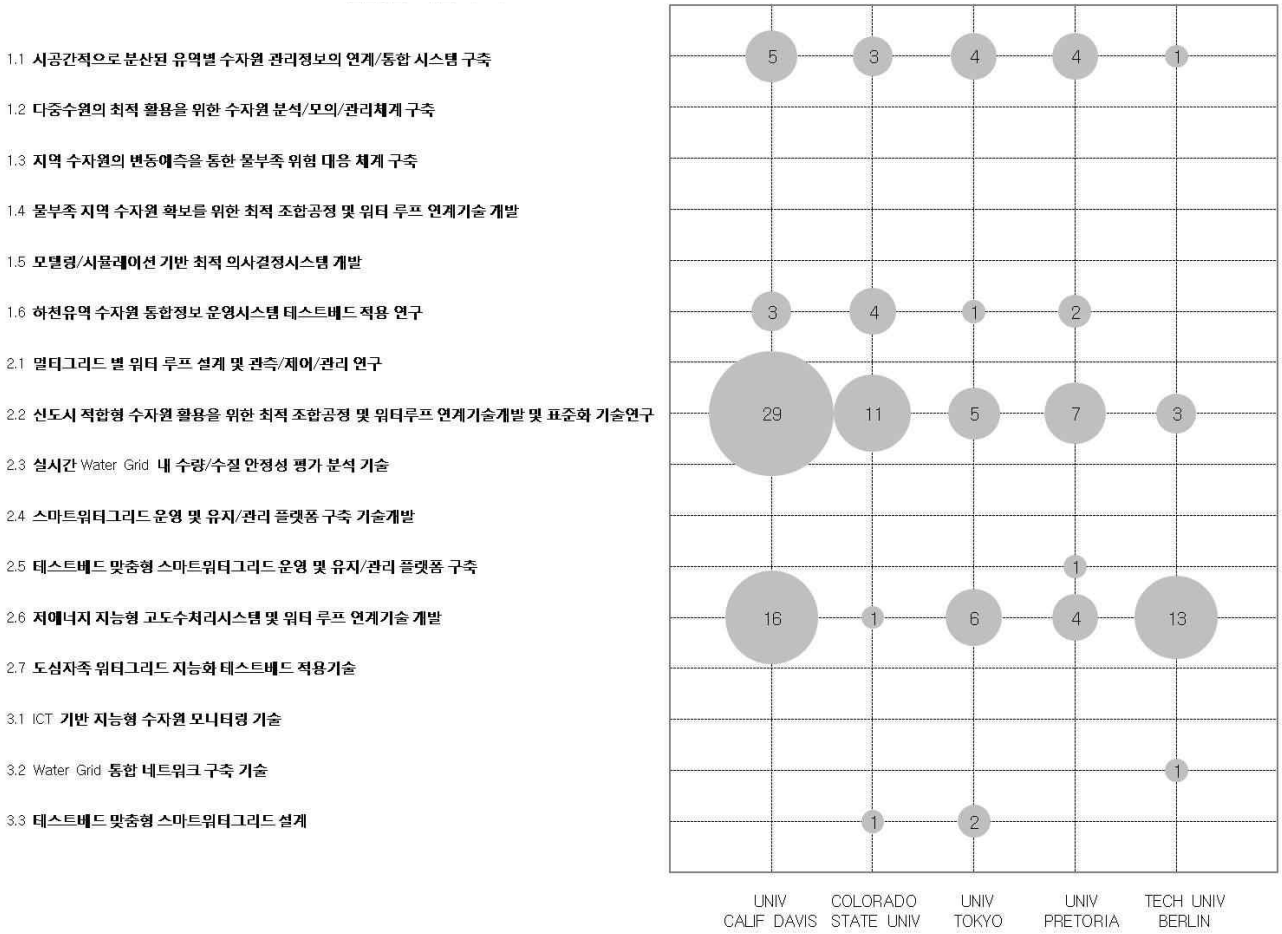


[그림 41] 논문발표 상위기관

○ 상위기관별 중점 연구 분야

- 연구 분야는 대부분 수자원 정보 통합 관리분야에 집중하고 있으며, 저에너지 고도수처리시스템도 연구함

  · 상위 기관은 대부분 비슷한 분야를 집중 연구함



[그림 42] 논문발표건수 상위기관별 중점 연구분야

5) 종합분석

○ 새로운 물 패러다임인 Water Grid 지능화 관련 논문은 아직 미비함

- 기후변화 및 에너지문제등 새로운 이슈에 대응할 수 있는 Water Grid 지능화 기술에 대한 연구가 더욱 활발하게 이루어질 것으로 예상됨
- IT기반의 수자원 모니터링 등 NT, BT등과 융합기술을 다룬 논문이 계속 늘어날 것으로 예상됨

○ IT기반의 수자원 정보 통합 관리분야의 연구가 활발히 이루어질 것임

- 향후 물 부족 현상을 해결하기 위해 효율적으로 수자원을 관리하는 IT기반의 수자원 정보 통합 관리분야에 대해 지속적으로 연구

○ 수자원을 효율적으로 관리하는 혁신적인 물 정보 관리기술을 연구함

- 기존의 수자원 관리의 효율성을 획기적으로 높일 수 있는 Water Grid 운영시스템과 모니터링기술을 꾸준히 연구할 것임

○ 전지구적인 에너지문제에 대응하기 위해 수처리에 소비하는 에너지를 줄이는 연구가 진행됨

- 태양에너지등 새로운 에너지원 활용하여 에너지소모를 줄이는 수처리기술

다. 기술경쟁력 분석

1) 기술개발 동향 요약

분야	업체/기관명	기술내용	국적
수자원	Fukuoka District Water works Agency(FDWA)	담수플랜트를 기반으로 한 식수원 확보	일본
	Mekort(Israel National Water Company)	하수 재이용, 담수화 설비 기술 보유	이스라엘
	National Smart Water GridTM	물의 분배를 통한 수자원관리 방안 제시	미국
지능화	IBM	수도관 시스템용 센서 공급	미국
	IBM, Beacon Institute	Hudson 강에 실시간 모니터링 통합 센서 네트워크와 로봇기술, 컴퓨터 해석 기술 적용	미국
	TaKaDu	기존 센서의 데이터와 기상자료, 음향자료, GIS 자료 등을 활용하여 스마트 워터 그리드를 구현하는 기술 개발	이스라엘
활용망	Thames Water	도심지역의 용수공급을 위한 Ring Main 건설	영국
실증형	The Power and Water Corporation(PWC)	8만명 대상으로 실증 사업	호주
	SEQ Water Grid	광역 수자원의 지능적 관리	호주
	Lawer Colorado River Authority(LCRA)	텍사스주 220만명을 대상으로 물과 전기 수송 시스템 제공	미국

2) 분야별 기술동향

□ 수자원 분야

○ 국내외 주요 수자원 정보 분석 및 제공 체계

- (물관리미국 지질조사국; USGS) 실시간 물정보, 재해관련 정보, 수질관련 정보 등 다양한 수자원 관련정보를 GIS기반으로 제공하고 있으며, 기초 수문자료부터 관련 연구를 위한 가상자료까지 지원
- (미국 내무성 개척국; USBR) 홈페이지를 통해 개척 프로젝트 단위별로 저수지를 포함한 댐, 그와 관련된 제원 및 수치정보 제공
- (영국 환경청) 홈페이지를 통해 대기, 토양, 홍수, 수질 등 환경과 관련한 여러 정보, 홍수위험지도를 제공하며, 실시간 홍수관련 정보가 상세히 제공되며 타 분야는 보고서 형식의 자료 또는 설명위주 자료로 제공하고 다양한 분야의 정보를 주제도형식으로 제공
- (국토해양부 수자원관리종합정보시스템; WAMIS) 수문기상, 유역, 하천, 댐, 지하수, 이수, 수도, 환경생태, 자연재해, 지형공간 등 10개분야 300여개 정보로 하천과 지형공간 분야 30여 정보는 수자원 관련 주제도로 제공
- (국토해양부 물관리정보유통시스템; WINS) 물관리정보 표준에 따라 5개부처 지자체 포함 11개 물관련기관의 수자원정보를 on-line으로 공동활용하기 위해 구축한 시스템
  - 65개 항목을 유통중이며, 물관련기관 담당자 외 일반사용자는 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS), 하천관리지리정보시스템(RIMGIS), 국가지하수정보센터(GiMS), 상하수도종합정보시스템, 농촌용수종합정보시스템, 물환경정보시스템 등을 통해 정보 수집 가능
  - 수질측정망 및 국가수질측정망 자료, 토양오염, 지하수 수질, 상하수도 이용 및 하수도 운영정보, 공공 하·폐수처리시설의 방류자료, 수질오염총량제의 오염원 및 부하량 산정자료, 자연환경종합 GIS-DB, 국내유통 화학물질에 대한 유해성자료, 토양도 등 유통항목 및 대상기관을 확대 추진 중

  ※ 물관리정보 표준 : 관련기관의 정보교환이 가능하도록 공통유역도 유역분할 및 코드, 물관리정보 코드, 물관리 업무·자료 및 정보제공, 물관리정보 운영체계에 대한 사항을 물관리정보협의회를 통해 심의·확정
- (국토해양부 하천관리지리정보시스템; RIMGIS) 국가하천 하천기본계획에 따른 제방, 하천시설물, 하천구역, 인허지역 등을 하천관련 35개 레이어에 대한 GIS정보를 제공·관리하여 지방국토관리청의 하천관련 업무를 지원
- (한국수자원공사 국가지하수정보센터; GiMS) 국토해양부 산하 한국수자원공사에서 관리하는 시스템으로 지하수 관계기관의 정보를 종합하여 관정현황, 수문지질, 지역별·용도별 이용량 및 개소 등 다양한 정보를 제공

- (환경부 환경지리정보시스템; EGIS) 자연환경현황도, 토지피복분류도, 수치표고모델, 위성사진 등의 환경지리정보를 제작하여 제공
- (농림수산식품부 농촌지형정보시스템; RGIS) 농림수산식품부 산하 한국농어촌공사에서 공간도형으로 작성된 주제도 형태로 농촌관련 정보와 계획을 제공

○ 시험유역 구축 (국토해양부)

- (목적) 취·배수량을 고려한 하천유량 자료수집 방안 마련
- (위치) 여주~이포 수위관측소 구간
- 자료수집 지점
  - (수위관측소) 여주, 양촌, 율극, 홍천, 이포 등 5개소
  - (취수지점) 여주군 상백리·상백2리 양수장, 한국농어촌공사 여주·이천지사 능서1·대신양수장, 오비맥주(주) 취수장, 베올리아워터 산업개발(주) 취수장, 아이지앰(주) 취수장 등 7개소
  - (배수지점) 여주군 환경사업소 여주 하수종말처리장 1개소
- 계측현황별 조사 방안
  - (자체시스템 모니터링 구축) 상하수도 사업소의 생활용수, 공장 등의 공업용수 등으로 자체관리시스템 연계



[그림 43] 자체시스템 모니터링 구축

  - (유량계 설치, 디지털패널) 공장 등의 공업용수, 대규모 농업용수 등으로 통신수단을 추가
  - (유량계 설치, 육안조사) 소규모 공장 등 공업용수, 농업용수 등은 영상처리기술을 활용



[그림 44] 영상처리기술을 이용한 수집

· (펌프가동시간, 전력량을 환산) 대부분 농업용수로 유량계설치 또는 환산식 개발



[그림 45] 유량계 설치 또는 유량측정설비 활용 환산식 개발

○ 하천수 사용관리 시스템 운영(국토해양부)

- (목적) 일상적인 하천수 사용관련 업무를 처리하고, 관련법령에 따라 사용계획 및 실적자료를 수집

- (기능) 담당자 업무지원 및 하천수 사용자의 사용량보고를 위해 허가관리 및 실적관리 시스템으로 구성하여 운영



[그림 46] 하천수사용허가관리시스템

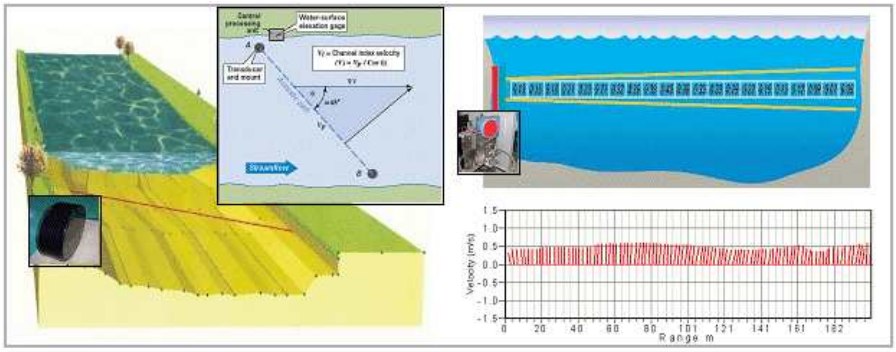


[그림 47] 하천수실적관리시스템

○ 하천유량조사 자동화 추진(국토해양부)

- (목적) 기존 인력(人力)에 의한 하천유량조사를 개선하고 수자원 여건변화에 탄력적으로 대처할 수 있도록 자동화·무인화·첨단화 추진
- (현황) '10년말 현재 전국 16개소 운영중이며, 4대강 살리기 사업에 따른 수자원 여건변화를 고려하여 '11말까지 43개소로 확대 추진 중

※ 「4대강 살리기 사업」·「수문조사 기본계획(2010~2020)」반영 97개소 신설 예정(총 97 = 4대강 17 + 기본계획 88 - 중복 8



[그림 48] 초음파유속계를 이용한 자동유량측정시설(UVM, ADVM)

○ Fukuoka District Waterworks Agency(FDWA): 일본

- 자사의 서비스영역에서 마실 수 있는 물의 양을 증가시켜 자사의 230만 고객에게 충분한 물 공급을 목표로 함.
- IBM의 소프트웨어를 적용하여 담수플랜트에서 생산되는 물이 식용으로 가능하도록 추진할 계획

○ Mekort(Israel National Water Company): 이스라엘

- 이스라엘 정부에서 Mekort를 포함한 물 관련 산·학·연을 “Waterfronts"라는 이름의 협력추진 조직으로 만들어 물관련 기술을 개발
- 사막에 적용되는 Drip irrigation을 이용하여 작물을 재배하는 기술, 하수 재이용, 세계에서 가장 규모가 큰 담수화 설비 제작 기술 개발 진행

○ National Smart Water GridTM: 미국

- 중부지역의 하천으로부터 콜로라도 강과 서부지역으로 물을 이송하는 새로운 형태의 수자원 관리방안 제시
- 관로를 통한 국가차원의 수자원 이송계획을 수립

○ 남수북조사업: 중국

- 중국은 양쯔강의 물을 물부족이 심각한 북부지역으로 공급하기 위한 남수북조사업을 2014년까지 완료 목표로 추진중

□ 지능화 분야

○ IBM: 미국

- 유틸리티 업체에 수자원 낭비와 오염을 방지하기 위한 수도관 관리시스템 센서 공급
- 전력회사 및 수자원관리업체에 파이프라인 파손 및 수자원 질 확인 가능한 소프트웨어 공급

○ IBM, Beacon Institute: 미국

- 뉴욕의 허드슨강에 실시간 모니터링이 간으한 통합 센서 네트워크와 로봇기술, 컴퓨터 해석기술을 적용
- River and Estuary Observatory Netwok(REON): 315마일의 하천구역에 통합 센서 네트워크 구축

○ TaKaDu: 이스라엘

- 기존 센서의 데이터와 기상자료, 음향자료, GIS 자료 등을 활용하여 스마트 워터 그리드를 구현하는 기술 개발
- 향후 발생할 문제를 사전에 예측하여 예방할 수 있는 기술 개발
  - Water Networks with Infrastructure Knowledge



[그림 49] TaKaDu의 Water Networks with Infrastructure Knowledge

○ 한국

- 수자원의 지속적 확보기술개발 사업의 일환으로 '누수방지 및 저감 기술 적용' 연구가 있었으며, 이를 통하여 기존 상수관망의 누수저감을 통하여 수자원을 확보하는 기술 연구가 있었음 (2011년 3월 종료)
- 국내 수자원 검침 산업은 기계식 수동 계량기를 개량한 디지털 계량기를 개발하여 시험 설치하는 단계임
  - 국내 M사는 원격 검침용 디지털 계량기를 개발하여 인터넷으로 각 가정의 가스, 수도, 온수 등 실시간 원격 검침이 가능한 디지털 계량기 사업을 시행하고

있음

- 국내 U사는 수도, 전기, 가스 및 열량 등 원격검침 및 모니터링 시스템 기술을 갖춘 원격 검침 시스템을 개발한 바가 있음

○ 미국의 스마트계량기 동향

- 미국의 경우 2009년 스마트 계량기 보급률은 6%에 미치지 못하고 있어 오바마 정부는 스마트 계량기를 4,000만 대 보급할 계획을 가지고 있음

  - 시장조사 전문기관인 가트너에 따르면 향후 5년간 전세계에 1억5천만대의 스마트미터기가 설치될 예정임

  - 스마트미터기가 통신용 칩을 사용하기 때문에 스마트미터기의 시장 급부상에 따라 다양한 단거리 무선 통신용 칩이 개발되고 있음

  - 또한 모니터링 디바이스 및 다양한 어플리케이션 제품의 수요 확대가 예상되며, 검색엔진으로 유명한 구글은 사무실 또는 가정에서 사용중인 전력량을 실시간으로 보여주는 '파워미터' 어플리케이션을 이미 선보인바 있음

○ 유럽의 스마트미터링 동향

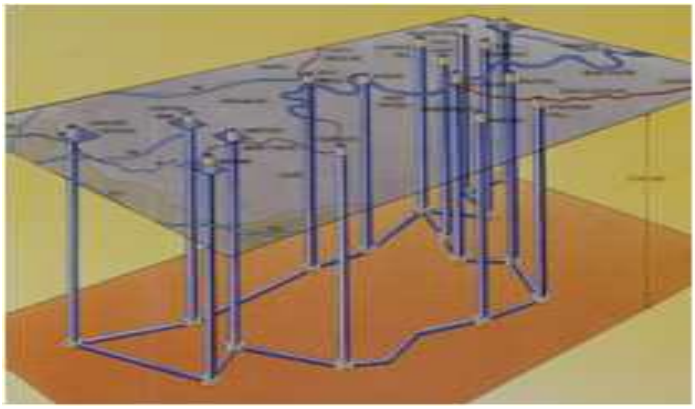
- 유럽은 EU의 지원을 받아 2005년에 유럽 스마트 미터링 산업 그룹(ESMIG)를 설립하여 스마트 미터링에 대한 정보를 공유함

  - ESMIG는 2020년까지 온실가스 배출 20% 감소, 에너지 효율 20%향상, 전체 에너지 공급의 20%를 신재생 에너지로 공급이라는 '유럽 스마트 미터링: 20-20-20'을 목표로 설정하여 미터링을 스마트 그리드의 핵심 기술로 설정하고 끊임없는 투자 및 연구를 수행함

□ 활용망 분야

○ Thames Water: 영국

- 런던과 같은 대규모 도심지역의 용수공급을 위한 Ring Main을 건설, 운영중
  - 런던 시내 용수공급의 50% 담당
- 타원상의 넓은 대심도 지하수도로 연장이 약 80 km에 이르며, 직경이 2.1～2.9m의 터널 본관으로 구성



[그림 50] 런던 탬스강의 Ring Main

□ 실증형 분야

○ The Power and Water Corporation: 호주

- IBM에 1,450만 달러를 지불하고, 하수처리뿐만 아니라 물과 전기 공급을 보다 효율적으로 관리할 수 있는 신규시스템 구축
- 펌프, 밸브 등을 포함한 장비들의 무결점을 확인하기 위해 사용되었던 자산관리 기술에 초점

○ SEQ Water Grid: 호주

- 가뭄 대응과 장기적인 수자원 확보, 지역단위 시설 통합에 의한 위험 분산, 다양한 수원에 대한 효율적인 활용에 초점

○ Lower Colorado River Authority(LCRA): 미국

- 텍사스 주의 58개 지역을 IBM 툴을 이용하여 물과 전기 수송 시스템 관리

4. 기술개발을 위한 인프라 및 기반역량 분석

가. 국내외 최고 기술보유 업체/연구기관 현황

1) 수자원 분야

○ 한국건설기술연구원은 통합 수자원 관리 기술, 지표수·지하수 확보기술 및 대체 수자원 확보 기술을 보유함

○ 수자원공사는 유역 물 관리 운영기술을 개발하여 효과적으로 수량을 조절하는 기술을 보유

○ The Ontario Clean Water Agency는 물 및 하수시스템에 Smart Grid 기술을 적용

○ LIMPACS(Human Impacts on Lake Ecosystems)는 수자원 관리프로그램을 개발하여 유럽의 담수 생태계에 대한 기후변화의 예측 및 평가를 수행함

2) 지능화 분야

○ Climate and Lake Impacts in Europe(CLIME)은 호수에 대한 기후변화의 영향을 모색하는 기술을 보유

○ Oracle은 Oracle 데이터베이스를 통해 스마트미터 네트워크를 구축함

○ Veolia는 통합 물관리를 위한 다양한 소프트웨어를 개발함

3) 활용망 분야

○ GE는 수자원 확보를 위해 제조된 생산수를 상업화하는 기술을 보유

○ IBM은 Smart Planet 프로젝트내에서 Smart Water 기술을 개발

○ Water Innovation Alliance는 Smart Water Grid Initiative를 발족하여 IT 융합 물관리 기술을 본격적으로 개발중임

4) 실증형 분야

○ 싱가포르는 NEWater사업을 통해 Integrated Water Resource Management(IWRM) 개념을 통해 수자원을 새롭게 확보함

<표 12> 국내외 최고 기술보유 업체/연구기관 현황

분야	업체/기관명	보유 기술 또는 특허	국적
수자원	한국건설기술연구원	통합 수자원 관리 기술, 지표수·지하수 확보기술, 대체 수자원 확보기술	대한민국
	수자원공사	유역 물 관리 운영기술을 개발하여 효과적인 수량 조절	대한민국
	The Ontario Clean Water Agency (OCWA)	물 및 하수시스템에 Smart Grid 기술을 적용	캐나다
	LIMPACS (Human Impacts on Lake Ecosystems)	수자원 관리 프로그램 개발하여 유럽의 담수 생태계에 대한 기후변화의 예측 및 평가	유럽
지능화	Climate and Lake Impacts in Europe(CLIME)	호수에 대한 기후변화의 영향을 모색하는 기술	유럽
	Oracle	Oracle 데이터베이스를 통한 스마트미터 네트워크 구축	미국
	Veolia	통합 물 관리를 위한 소프트웨어 개발	프랑스
활용망	GE	수자원 확보를 위해 제조된 생산수를 상업화하는 기술	미국
	IBM	"Smart Planet" 프로젝트 내 Smart Water 기술개발	미국
	Water Innovation Alliance	Smart Water Grid Initiative를 발족하여 IT 융합 물관리 기술개발	미국
실증형	NeWater	Integrated water resource management(IWRM) 개념을 통한 새로운 수자원 확보기술	싱가폴

나. 국내외 기술개발 수준

○ 국내기술수준은 선진국대비 3~5년의 격차를 보이고 있으나, 일부 기술의 경우 선진국과 대등하거나 동일 선상에서 경쟁하고 있음

- 이는 Smart Water Grid 분야가 전세계적으로도 초기 단계이기 때문임

○ 본 연구단을 통해 기술개발이 완료될 경우, 선진국과의 격차는 1년 내외로 좁혀질 것으로 보이며, 일부 분야에서는 전세계적으로도 유일한 기술과 레퍼런스를 갖게 될 것으로 전망함

<표 13> Smart Water Grid분야 국내외 기술개발 수준

분야	현재 기술수준				기술개발완료시 기술수준			
	기술수준		선진국 대비 기술격차(년)	비고	기술수준		선진국 대비 기술격차(년)	비고
	국내	선진국			국내	선진국		
수자원	60	70	3	경쟁단계	70	80	1	경쟁단계
지능화	50	60	3	경쟁단계	70	80	1	경쟁단계
활용망	10	40	5	도입단계	60	70	3	경쟁단계
실증형	10	40	5	도입단계	70	80	3	경쟁단계

다. 국내외 전문가 현황

□ 국내

○ 국내에서는 한국건설기술연구원이나 수처리선진화 사업단, 수자원의 지속적 확보 기술개발 사업단, 해수담수화사업단등 요소기술 중심으로 수자원 관련 사업단이나 연구기관에 다수 전문가가 포진되어 있음

○ 또한, 아직까지는 수자원분야를 연구하지 않지만 스마트 파워 그리드와 정보통신 네트워크 분야에 수많은 전문인력들이 존재하고 있어, 이들과 협력을 통해 기술개발이 가능함

- USN, WiFi 네트워크등 정보통신분야 전문가 다수 존재
- 스마트 전력 그리드의 경우, 신수종 사업으로 영위하는 다수의 기업인력이 존재함

□ 해외

○ 해외의 경우, Smart Water Grid를 주로 IT기업이 접근하고 있어 IBM, Oracle등에 전문가가 존재함

○ 그 외 기후변화와 관련된 수자원의 영향을 연구하는 그룹에 전문가가 존재함

<표 14> 국내외 전문가 현황

분야	전문가	소속기관	기술개발현황	국적
수자원	Olli Varis	Helsinki University of Technology	기후변화에 따른 수질의 변화 및 이에 따른 상관관계를 연구	핀란드
지능화	Philip Otken	Oracle	물의 이용에 대한 스마트미터 기술을 적용하기 위한 데이터베이스 개발	미국
	John Soyring	IBM	Smart Water에 관한 소프트웨어 개발	미국
	이동률	한국건설기술연구원	실시간 하천수 관리기술 개발, 통합수자원평가계획모형 개발 실시간 물 관리를 위한 수질예측 기술	대한민국
	남궁은	수처리 선진화 사업단	정수용 막여과 시스템, 상수관망, 유지관리·개량 기술, 하수처리수 재이용 요소 기술	대한민국
활용망	김승	수자원의 지속적 확보기술개발 사업단	지표수, 지하수, 대체 수자원의 계측, 모의, 계획, 운영기술 개발	대한민국
실증형	김인수	해수담수화플랜트사업단	역삼투막 해수담수화기술의 실증플랜트 및 엔지니어링기술	대한민국

3절 기술 수요 및 예측

1. 기술수요조사 및 결과

가. 기술수요조사 방법

□ **본 과제 기획에서 기술수요조사는 Smart Water Grid의 개념 정립이 아직 이루어지지 않은 관계로 기존 방법의 기술수요조사 대신 창의적 기술개발 아이디어 발굴을 위한 워크샵을 진행하는 방법으로 수요를 조사함**

○ R&BD를 위한 개방형 기술기획을 위해 워크샵을 실시하였음

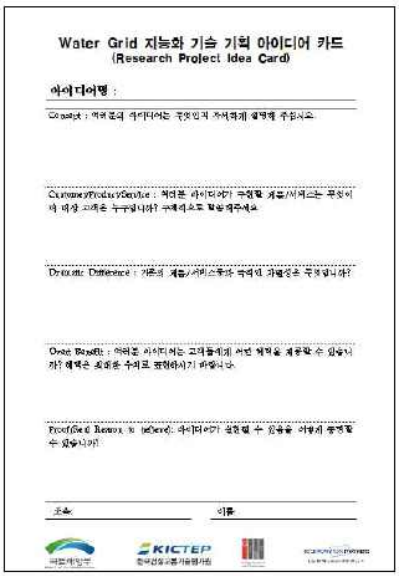
- 1회 워크샵: 2011년 1월 28일
  - Smart Water Grid의 개념 정의
  - 미래 환경 분석을 통한 이슈 도출
- 2회 워크샵: 2011년 2월 15일
- 3회 워크샵: 2011년 3월 15일





[그림 51] R&BD를 위한 창조적 아이디어 도출(아이디어카드 작성)

○ 기술수요 발굴의 산출물인 아이디어카드는 R&BD의 핵심인 고객/제품/서비스와 차별성 및 혜택위주로 구성하여, 우수 아이디어에 대해서는 추가적으로 아이디어의 타당성을 조사함



Water Grid 지능화 기술 기획 아이디어 카드
(Research Project Idea Card)

아이디어명 :

Concept : 여러분의 아이디어는 무엇인지 자세하게 설명해 주십시오.

Customer/Product/Service : 여러분 아이디어가 구현될 제품/서비스는 무엇이며 대상 고객은 누구입니까? 구체적으로 작성해주세요.

Dramatic Difference : 기존의 제품/서비스들과 여러분 아이템은 무엇입니까?

Over Benefit : 여러분 아이디어는 고객들에게 어떤 혜택을 제공할 수 있습니까? 혜택은 최대한 수치로 표현하시기 바랍니다.

Proof(Self Review to believe): 아이디어가 실현될 수 있음을 어떻게 증명할 수 있습니까?

소속 이름

KICTEP

○ 주요 내용
- 아이디어명
- 컨셉 설명
- 대상고객/제품/제공서비스
- 기존 기술(아이디어)와의 차별성
- 아이디어가 주는 혜택
- 아이디어의 실현 가능성 증명

□ 주요 아이디어

아이디어명	CONCEPT
휴대형 필터 시스템	- 개인, 가정별로 쉽게 사용할 수 있는 정수필터 - 생산, 공급, 분배는 표준화시켜 단가를 낮추고 소비자 주체 별로 수질개선 할 수 있는 필터(가격에 따라)
수출 산업 육성	- 지경부 원전 패키지와 같이 국토부의 수전 패키지를 구성해서 수출 할 수 있는 솔루션 개발
Water Cycle Prediction System	- 전 세계적인 수자원의 현재 상태(수량, 수질)를 종합적으로 모니터링하고 예측할 수 있는 시스템을 만들어 다양한 방식으로 제어할 수 있는 솔루션 개발
수자원 관리망 설계 TOOL	- 현재의 획일적 수자원 관리에서 벗어나 수자원 특성(구성성분/지리적 특성)에 맞는 맞춤형 센서와 자동설계 TOOL 개발
스마트 워터 계량기	- 실시간 물사용 요금 정보와 자신의 물 사용량 정보 제공
수자원 특성을 고려한 USN기반 물정보 관리 체계 기반 구축	- 물소비 패턴, 공급 패턴, 기존인프라 고려 - 지역, 물의간접/직접소비자에 맞는 패키징 기술구현을 위한 물정보 관리 체계 구축
수요자 맞춤 공급 통합 관리 시스템	- 방대한 데이터베이스와 모든 유역을 관리 할 수 있는 장점을 이용한 통합 관리 시스템 구축 - '온라인 모니터링 시스템(지능형 센서 포함)을 구축 하여 수처리 및 수자원의 기능화를 통해 수요자에게 맞는 수자원을 공급
4대강이 미치는 수자원 영향의 지속적 관리	- 4대강 사업이 수자원 관리에 미치는 영향을 실시간으로 관리하는 기술 시스템 개발
광역 상수원 퇴적층 관리 기업 개발	- 탁도를 비롯한 수질 영향을 체계적으로 관리
지하수 함양을 이용한 수자원 보존	- 줄어드는 지하수 수량을 고려할 때 우기에 지하수를 recharge하여 향후 수자원 확보의 극대화
아파트 '빗물 및 눈' 처리 시스템	- 각 아파트 단지별 빗물·눈 처리(빗물->음용수, 전기) 시스템을 도입하여 재이용 - 빗물, 눈을 음용수로 재활용하고 남는 물은 전기에너지로 사용 - 빗물 및 눈 처리 시스템, 아파트 통합관리 시스템, 수질센서 미래예측 시스템을 활용한 재이용
Smart or Active, Wireless Sensor for SWG	- 기존의 단순 측정용 센서를 넘어서는 통합정보화 및 실시간 처리 센서시스템 - 설계, 소프트웨어, 하드웨어, 정보처리의 모든 측면에서 새로운 접근 방식이 요구됨

아이디어명	CONCEPT
SWG용 수중 무선 센서 시스템 설계	- 기존의 수표면 고정 센서의 한계를 넘기 위해 수중에서 원활하게 작동하는 무선 센서 설계와 이를 통합하는 수자원 관리 시스템
수량·수질 데이터 센서	- 최종소비자가 수량 뿐만 아니라, 수질의 데이터를 읽을 수 있는 센서 장치
해수담수화를 통한 전기에너지 생산	- 해수담수화 공정중 발생하는 막대한 양의 열원을 이용하여 열전소자를 통해 전기에너지로 변환
수량·수질 등급화에 의한 다품종 용수 생산 기술	- 수요자의 개별·공공 서비스를 위한 다양한 용수 생산, 공급
ICT기반 양방향 수량·수질 네트워크 구축	- 수요와 공급자의 목적에 맞게 양방향 정보를 활용할 수 있는 시스템 구축
신 재생용수를 이용한 도시하천 유지용수 확보 기술	- 우수, 하수처리수, 해수, 지하수 등 재생용수와 대체수자원을 이용하여 도시하천의 유지용수를 확보함
클라우드 기반의 통합 SWG System 구현	- 하나의 Grid(빗물,상수,하수,해수,지하수)에서 통합 제어할 수 있는 클라우드System구현 - Grid와 Grid간의 통신을 통한 분산 처리
SWG의 분산형 표준S/W framework개발	- SWG의 모든 machine(기계, 센서, 펌프 ETC)간의 통신과 중앙집중 데이터 수집과 연계된 open된 표준S/W framework개발, 멀티디바이드 지원
SWG의 분산형 서비스 플랫폼 개발	- 사용자에게 스마트폰과 패드, 테블릿 등을 통한 서비스 제공 - 생산(생성)부터 공급까지 체계적인 프로세스 관리
해수담수화 지하수 함양	- 해수담수화 시설 건설 및 생산 담수의 자하수 함양
수처리 시설 통합운영관리	- 예비계열 운임을 없애고 수처리 플랜트 운전율을 높이는 통합 운영관리 방안
인공하천(Water Cycle)	- 바다로 최종 방류되는 수자원을 다시 상수로 올려 소비자근처를 돌리면서 재처리하여 재이용 - 물을 끌어 올리는 관망을 이용해 홍수시 펌핑 - 인공하천공원
빗물 차집 기술	- 다양한 빗물 차집기술을 이용하여 우수를 모아 중수 또는 인공하천으로 보내 재사용
수질 차별화 서비스 제공	- 각 소비자의 용도에 맞게 다른 수질(품질)을 제공하여 가격차등 서비스를 제공함 - 수원을 달리함(정수 해수, 담수 하수)
Water Grid 기반 시설 확충	- 다양한 수자원을 확보하여 능동적 물관리를 위한 기반시설을 말함 예) 공급망의개방 -> 다양한수자원확보가능

아이디어명	CONCEPT
개방형 기반시설 최적화 설계	- 다양한 수자원 확보 및 분배를 위한 개방형 기반시설 최적화 설계 - 개방형기반 시설 이용에 생기는 규제 정립
개방형 수자원 관리 플랫폼 개발	- 민간 용수공급 사업자를 수용할 수 있는 개방형 플랫폼 개발
독립 물 공급 사업자 모델 개발	- 물을 생산하여 도매로 수자원공사나 지자체에 공급하는 사업자 모델이 필요
전력망 연동 해수 담수화 운영 기술	- 전력망의 연동을 통하여 해수담수화 원가의 45% 절감 (전력비용)
마이크로 워터그리드 운영시스템	- 소규모 혹은 지역 규모의 워터그리드를 운영할 때, Main Water Grid에 연결하기도 가능하고 독립된 Water Grid도 운영할 수 있는 Micro Water Grid의 에너지 비용을 최적화하는 기술 개발
전력망 연동형 Water Grid 최적 운영 시스템 개발	- Water Grid 운영비의 4~50%를 차지하는 전력비용을 대폭 절감하는 기술 개발
양방향 물거래(공급)시스템	- 물의 원천이 산(강)에 있는 것이 아님 - 이제는 바닷물도 핵심적인 수자원
실시간 누수감시 및 계량 시스템	- 스마트 미터기를 통한 누수 감시 사전대응 - 시간대별 계량시스템을 통한 물공급 절감 - 향후 물부족 및 과다 사용시 자동절수 기능장치와 물재이용(회수장치)
초저가 분리막 개방	- 기존 막가격의 10% 수준의 disposable 분리막 개발
Triple supply system 구축 연구	- Triple supply system구축연구 · 식수 라인 · 상수 라인 · 재이용수 라인
열전 시스템을 활용한 에너지 회수, 저장, 재이용	- 각종 공정중 발생하는 열전소자를 이용하여 유용한 에너지로 회수(전기) - 저장용 배터리 혹은 수소형태로 저장, 타공정에 재이용
WE 토탈솔루션	- 연료 전지기술을 활용하여 물과 전기를 동시에 공급 - 연료에 에너지와 물을 동시에 저장 공급할 수 있음
World Premium Construction 테스트베드 실증사업(기술): 전국토의 SWG사이트 후보지화	- 4계절, 산간, 해안, 무수히 많은 섬(지형적 다양성)을 활용하여 고객맞춤형 실증사업이 가능하고, 실증을 통한 국내 해외 사업을 육성 발전시키는 아이디어
안정적으로 운반가능한 물 저장 소재 산업 Water Capture&Storage	- 기저귀, 생리대에 들어가는 SAM소재의 확대개발 - 물을 저장하고, 운반하여 공급할 수 있게 하는 사업

아이디어명	CONCEPT
수요 맞춤형 물 공급 시스템	- 말단의 수요에 따라서 저급대량·고급소량 생산 기반과 공급기반 확보 가능 - 처리시설(생산시설)과 다중관망의 최적구축
다중물수요 예측 기술	- 용도별로 필요한 수량과 최적수질을 공급하기 위해서는 가정·영업·산업(공업)수요를 장단기로 예측할 필요가 있음
가용한 수자원의 양을 실시간 파악 할 수 있는 기술	- 지하수, 하천수, 빗물 저장량, 하수처리수 등 이용 가능한 수자원의 양과 질을 신속하게 파악하는 모니터링 기술
Smart Metering·Sensing 기술	- 전자식 유량계와 간단한 수질 계측기가 통합된 스마트 미터 및 정보 출력 장치
On Site 수질 monitering	- Health care trend에 맞춰 수요자(가정)에게 도착한 용수에 미네랄 또는 약성분 Detecting하여 제거, 조절시스템
자체 전력 공급하는 Waste Water treatment 시스템	- 미생물을 electron transfer 주체로 waste water 처리하면서 얻는 전자를 전류로 흐르게 하여 시스템 operation에 전류 공급 주변에 전력 공급 장치, 발전소 불필요
그래핀 소재 적용 고도 수처리	- 맴브레인 수명이 다하거나 leak로 인한 수처리 실패 위험이 적은 소재 개발 - carbonnanotube를 적용한 반영구적인 균일한 filtering
소규모 현장적용, 수질개선, 용도확대 시스템	- 관망으로 접근이 불가능한 소규모 인구지역(전원, 농촌, 산간지역)에 기존, 주변수자원을 활용하여 용도 확대 - 가정내 전력 저장장치 또는 자동차배터리(전기차)를 활용하여 시스템운영, 하수를 적용해서 전력 재충전
물에 대한 어플리케이션 제공	- 원하는 사용자에게 수질에 대한 정보제공 · 스마트폰을이용한가입자에게정보제공,통신회사와협력 · 생수 등과 수질 비교 평가 후 음용가능
에너지 회수 기술 (Energy harvest)	- SWG공정 중 발생하는 폐열을 thermoelectric material을 이용하여 전기에너지로 변환(회수)
흐르는 강물처럼, Water Ring	- 도시내 물 수요량을 예측하고, 항상 충분한 양의 물이 도시 경계를 흐르게 한 후, 필요한 곳에서 취수/정수
수원의 지속적 공급	- 하수나 폐수, 우수를 분리함
단계별 수질 공급	- 3·2·1급수의 물을 시간(공간) 순서로 공급 - 계획된 도시를 인위적으로 도시 설계하여, 농업지역, 공업지역, 국가지역으로 병렬 또는 직렬식으로 도시설계

□ 기술 수요 조사

핵심과제명
지역의 물부족 위험도 평가 및 저감기술
안정적 물확보를 위한 수원의 지능형 관리 기술
다단계 저류 시설을 이용한 지천의 물확보 기술
물정보 이용의 대중화를 위한 모바일 정보 플랫폼 구축
원격 자동 제어를 활용한 물관리 효율화 기술
지능형 물관리 의사결정을 위한 통합 시스템 구축 기술
최적운영기술
실시간안정성평가 분석 기술
물정보 서비스 시스템
정책경영 시스템
수자원모니터링 기술
활용망 모니터링 기술
분산형 서비스 플랫폼 기술
유역 관리 최적화를 위한 sw marco grid 기술
도시 수자원 활용을 위한 sw micro grid 기술
수직 공간형 워터그리드 구축 기술
스마트 water-ring / 컨디셔닝 기술
그리드통합 네트웍 기술
용도별 물거래 시스템 기술
수요 공급 양방향 통합관리 시스템 기술
다양한 수요를 충족시키기 위한 맞춤형 물 공급 시나리오 설계
단위 구역별 통합 시뮬레이터
수질 등급화 생산-저장-분배 설계
수요 맞춤형 친수 공간 설계
무결점 SWG 도입을 위한 통합 관리 소프트웨어 개발
테스트베드 운영 관리 최적화 기술 개발
연중 무단수 공급이 가능한 SWG 테스트베드 구축기술 개발

2. 기술예측조사 및 결과

가. 기술예측조사 개요

○ 건설교통기술평가원 발간 자료 활용

- "건설교통분야 미래기술 예측 조사" (2010.8)
- (대상과제) 지능형 용수 관리 중 14-1번 과제를 Water Grid 지능화 기술과 가장 가까운 과제로 판단함
  - Water Grid에는 14-3의 일부 기술도 포함 가능

예측기술 번호	예측기술 명	응답수	%
14	(총괄)5대수출 주력산업 전용공업용수 재이용율을 선진국 수준(약79%)으로 제고하여, 용수자립형 그린산업단지를 구축한다.	56	100
14-1	다중수원(하천수, 하수재이용수, 중수, 지하수, 해수 등)으로부터 생산, 공급되는 용수의 지능형 네트워크 기반 통합 관리 기술로서, 지역간 용수부족 문제가 해소되며, 20 % 이상의 용수 생산과 공급 효율을 높이고, 30 % 이상의 에너지 소비량을 줄인다.	11	19.6
14-2	하수처리과정에서 에너지를 생산하거나 재활용하는 고효율 처리공정과 에너지자립형 통합관리기술로서, 외부에너지 사용량 없이 운영되는 하수처리장이 30%이상 실현된다.	11	19.6
14-3	기존의 직렬 시스템(Flow-through System)을 지능형 순환시스템 (Smart Looping System) 으로 진화시킨 용수관리기술로서, 국가 수출 주력산업 공업용수 사용량과 에너지 소비량을 10% 이상 절감한다.	11	19.6
14-4	BT, NT, ET를 융합한 맞춤형 전용 공업용수 재생기술로서, 국가 수출 주력 산업(조선, 석유화학, 자동차 등)의 전용 공업용수 재이용율(2006년 기준 54%)을 선진국 수준 (일본 79%)으로 증대한다.	12	21.4
14-5	막분리 고도정수처리, 막분리 하·폐수 방류수 처리/소재 및 설비기술을 발전시켜 시설compact화, 사용 약품량 절감 등 생산 및 운영비용을 30% 이상 저감한다.	11	19.6

나. 기술예측조사 결과

□ 기술실현시기 및 국내기술수준

○ Water Grid 지능화 기술의 국내 기술수준은 최고 기술 보유국인 미국 대비 73.6%이며, 기술은 성장기로 판단됨

○ 주요 기술 실현시기는 2016년경으로 예상됨

예측기술 번호	전문도 지수	중요도 지수	국내기술수준 (%)	기술성숙도				실현 시기 (년)	최고기술 보유국 (1순위)	기대 효과 지수
				태동	성장	핵심	기반			
14	68.8	85.0	70.6	2	44	9	1	2017	미국	8.0
14-1	68.2	89.1	73.6	0	7	3	1	2016	미국	8.1
14-2	61.4	87.3	69.5	1	9	1	0	2018	미국/일본	8.5
14-3	61.4	78.2	66.3	0	10	1	0	2018	미국	7.2
14-4	75.0	86.7	73.8	0	10	2	0	2017	일본	8.2
14-5	77.3	83.6	69.6	1	8	2	0	2017	일본	7.8

[그림 52] Water Grid 지능화 기술 실현시기

□ 기술획득방식 및 실현상의 장애요인

○ 기술획득은 민간과 정부 협력으로 진행되어야 하며

○ 경제성에 대한 우려가 가장 많은 것으로 나타남

예측기술 번호	기술획득방식					실현상의 장애요인(다중선택)						
	국제 공동 연구	기술 도입	민간 정부 협력	정부 주도	민간 주도	기술적 한계	산업화(제품화)	연구비(인프라) 부족	경제성(시장수익성)	규제/정책/표준화	인력 부족	기타
14	2	0	43	6	5	0	5	32	42	15	1	0
14-1	0	0	9	2	0	0	0	5	9	4	1	0
14-2	1	0	7	2	1	0	0	8	8	3	0	0
14-3	0	0	10	1	0	0	1	4	9	4	0	0
14-4	0	0	9	0	3	0	1	8	7	2	0	0
14-5	1	0	8	1	1	0	3	7	9	2	0	0

[그림 53] 기술획득방식 및 실현상의 장애요인

4절 기술개발 방향 설정

1. 분석결과 종합

가. STEEP 분석에 따른 시사점

구분	환경변화요인	시사점 (Water Grid분야에 대한 영향)
사회	○ 인구의 도시집중에 따른 거대도시화 진행과 도시의 환경/생활여건 및 편의향상 추구 ○ 사회가 네트워크 형태로 진화함에 따라 네트워크를 이용한 다양한 사업모델이 등장할 것으로 예상	○ 거대도시의 수자원 문제를 해결할 수 있는 기술 개발 ○ 다양한 비즈니스모델을 창출하는 새로운 물산업 육성 필요
기술	○ 네트워크, 디바이스 등 디지털 컨버전스를 통한 새로운 IT서비스 제공에 대한 기대 및 수요 증대 ○ 인간의 두뇌와 마음, 컴퓨터, 인공물 사이의 정보적 관계를 다루는 인지기술에 대한 수요 확대 전망	○ IT서비스의 영역을 광범위하게 확장하며 물산업을 최적화할 수 있는 수단으로 활용 ○ 물정보(Water Information)을 적극 활용하고 물사용자가 인지할 수 있는 기술을 통해 수자원 활용 최적화 도모
경제	○ 시장의 글로벌화 – 시장의 월경성 – 내수시장의 잠식 우려 ○ 다양한 지식기반 서비스산업의 성장 ○ 산업구조의 글로벌화 진행 및 세계시장의 확대에 따른 기업의 물류관리 중요성 증대 ○ 기술/산업간 융합에 따라 서비스와 결합된 새로운 사업모델 등장 및 서비스의 개념/형태변화	○ 수출을 고려한 Water Grid 패키지 개발 – 현지 수요를 반영한 맞춤형 패키지 개발 전략 수립 – 대단위 수자원플랜트의 해외 수출 전략 수립 ○ 내수시장을 동시에 고려한 개발 전략 – 국내 테스트베드를 통한 레퍼런스 확보로 국내 물기업의 내수 기반 확보 지원 ○ 제품/서비스 융합형 기술 개발 추진
환경	○ 기후변화 가속화 ○ 환경오염 심화 ○ 독성물질로 인한 물 오염 사고 증대 ○ 저출산 고령화등 인간환경 악화	○ 물수요 계층별 특성을 반영한 수자원 관리 기술 필요 ○ 기후변화에 따른 수자원 문제 해결을 위한 기술 개발 필요
정치	○ 시장 개방에 따른 규제 및 진입장벽 완화와 경쟁심화 ○ 국가경쟁력 강화를 위한 선진국 지식서비스산업 육성정책 ○ 지식서비스 산업 생산성 제고를 위한 서비스사이언스 대두 및 국가적 지원이 확대 ○ 국민과의 정책 서비스 소통 강화	○ 물산업의 지식산업화를 위한 각종 제도 및 정책 정비 필요 ○ 물산업의 서비스사이언스적인 접근 ○ 국민들과 소통할 수 있는 물관련 정보 서비스 활성화

나. 5Forces 분석

□ **항목별 분석**

항목	현황	매력도
신규진입자 (신규진입자의 위협)	○ 수자원 관련 기술은 초기 투자비가 크고 교체비용이 소요되므로 비용적인 진입장벽은 높은 편임 ○ 그러나, 물산업 시장 규모가 지속적으로 성장할 것으로 전망되고, 물산업의 요소 기술들이 기존 산업에서 응용할 수 있는 영역이 많아, 타분야 기업들이 새로운 사업확장의 영역으로 물산업을 선택하는 경우가 증가 ex) LG전자의 수처리분야 진출, 삼성전자의 물산업 진출 ○ 특히, IT솔루션 업체는 물산업의 정보화를 위해 진출하는 사례가 많으며, 향후에도 지속적으로 진입하려는 IT솔루션이나 IT 컨설팅 업체는 증가할 것으로 보임 ex) IBM의 Smart Water Management	중→강
공급자 (공급자의 교섭력)	○ 독점적 산업구조일수록 공급자의 교섭력이 강해지는 편으로, Water Grid 관련 산업 초기에는 관련 서비스를 제공할 수 있는 소수의 업체가 강한 교섭력을 가질 수 있을 것으로 보임 ○ Smart Water Grid산업이 활성화되어 다수의 관련 업체가 나타나게 되면 공급자의 교섭력은 다소 줄어들 것으로 예측됨	강→중
구매자 (수요자의 교섭력)	○ 동 Water Grid 기술은 아직까지는 최종 소비자와 접점에 있는 기술 단계는 아니므로, 최종 소비자의 교섭력은 약한편임 ○ 그러나, 최종 소비자에게 서비스를 제공하는 지자체등을 구매자로 판단할 경우, 수자원 공급에 대한 위험을 회피하기 위해 검증된 기술을 원하고 있고, 본 기술이 대단위 공공기술로 활용될 가능성이 높으므로, 서비스 제공자인 지자체등의 교섭력은 대단히 높다고 할 수 있음	강→강
대체재	○ 동 기술의 대체재는 아직까지는 없다고 보여짐	약→약
산업경쟁자 (기존 기업간 경쟁)	○ 현재 Water Grid 관련 산업에서 경쟁은 많지 않으나, 향후 기술개발이 본격화되면 시장을 선점하기 위해 기업간 경쟁이 치열해질 것으로 예상됨	약→강

□ **경쟁전략에의 시사점 (산업매력도 유지 측면에서)**

○ 물시장이 매우 밝다고 누구나 인식하고 있어 향후 경쟁은 치열해질 것으로 보임

○ 따라서, 기존에 존재하지 않은 새로운 서비스를 제공할 수 있어야 함

○ 특히 수요자가 원하고 새로운 물 시장을 창출할 수 있는 기술개발을 위해 물산업의 신비즈니스모델을 확립하는 일이 대단히 중요함

다. SWOT 분석

□ 기회요인과 위협요인(외부환경분석)

외부환경	주요 내용
기회요인	1. 세계 물 시장은 기하급수적으로 팽창 중 2. 두바이/싱가폴 등 도시 단위의 개발 사업이 최근 국가 개발의 트랜드로 정착 중 3. 물 공급에 있어서 다양한 품질(수질)을 원하는 최종 수요자 증가 4. 친환경/저에너지 물 공급 시스템의 개발 필요성 증대
위협요인	1. 물 관리/공급의 이원화 체계에 의한 정부기관간의 갈등 2. 자원 확보를 위한 지역부처 간 갈등 3. 물을 공공재로 인식함에 따른 기존 급수관리 시스템 변환의 중요성 부각 어려움 4. 주거형태 변화, 생활수준 고급화에 따른 양질의 수질 및 시설 유지관리 필요

□ 강점과 약점(내부환경분석)

내부환경	주요 내용
강점	1. 국내 기존의 수자원확보사업단, 수처리선진화사업단, 해수담수화플랜트사업단을 통해 대체수자원확보기술에 있어 선진국 수준의 기술을 확보 2. 수자원 종합장기계획의 꾸준한 시행 등 수자원 관리 중요성에 관한 사회적 인식 및 Data 구축 3. 국내 IT 기술 및 정보 통신 기술은 세계 최고의 수준이며 인프라도 완벽히 구축 4. 빗물, 해수 등의 다양한 수자원 확보가 가능한 지리적, 지역적 우위성 물 산업 발전을 위한 정부 및 산업계의 강한 의지
약점	1. 특정 용량별 수자원 확보(예: 대용량 해수담수화 플랜트)로 인한 특정 Grid별 수자원 적용의 어려움 2. 국내 물시장의 특성(공공운영)으로 인한 수자원 관리/상하수도 관리 전문기업의 기반이 미약 3. 물 관리 통합 시스템에 관한 대형 연구과제, 사업 경험 전무 4. 기존 물 공급 시스템과의 경제성 비교 평가가 전무하며 직접 비교가 곤란 5. 협소한 배수관 및 이에 따른 유수율 등 관망 구축 및 관리의 비효율성 6. 다양한 상황에 대처가능한 의사결정모델 부재 7. 지능형 Water Grid 설계를 위한 표준프로토콜 및 Test Bed 맞춤형 인수도출모델 부재

□ 전략방향도출

	기회	위기
	1. 세계 물 시장은 기하급수적으로 팽창 중 2. 두바이/싱가폴 등 도시 단위의 개발 사업이 최근 국가 개발의 트랜드로 정착 중 3. 물 공급에 있어서 다양한 품질(수질)을 원하는 최종 수요자 증가 4. 친환경/저에너지 물 공급 시스템의 개발 필요성 증대	1. 물 관리/공급의 이원화 체계에 의한 정부기관간의 갈등 2. 자원 확보를 위한 지역부처 간 갈등 3. 물을 공공재로 인식함에 따른 기존 급수관리 시스템 변환의 중요성 부각 어려움 4. 주거형태 변화, 생활수준 고급화에 따른 양질의 수질 및 시설 유지관리 필요
강점	적극공략(강점공략)	기회관망
1. 국내 기존의 수자원확보사업단, 수처리선진화사업단, 해수담수화플랜트사업단을 통해 대체수자원확보기술에 있어 선진국 수준의 기술을 확보 2. 수자원 종합장기계획의 꾸준한 시행 등 수자원 관리 중요성에 관한 사회적 인식 및 Data 구축 3. 국내 IT 기술 및 정보 통신 기술은 세계 최고의 수준이며 인프라도 완벽히 구축 4. 빗물, 해수 등의 다양한 수자원 확보가 가능한 지리적, 지역적 우위성 5. 물 산업 발전을 위한 정부 및 산업계의 강한 의지	1. 확보된 멀티 수자원의 탄력적 적용을 통한 다양한 수질의 처리수 생산 2. 수자원 종합장기 계획을 통하여 구축된 Data Base 적극 활용 3. IT와 결합한 지능형 물 관리 통합 시스템 구축을 기반으로 도시개발 시장 주도권 확보 4. 효율적인 수자원 확보를 위한 시설물의 체계적인 관리를 도모 5. 관련 지역의 환경조건을 고려한 기술 개발을 통해 돌발 변수에 대처 가능한 기술 확보	1. 세계적 물 관리 기업의 성장의 기반을 마련하며 새로운 수출 상품으로 적극 개발 2. 차세대 용수공급 개념을 확립하여 패러다임의 변화 및 국내 시장의 활성화 촉진 3. 물-에너지-탄소가 연계되는 수자원 통합 관리기술을 개발하여 기후변화에 대응하는 네트워크 구축
약점	약점보완	회피방안(위기회피)
1. 특정 용량별 수자원 확보(예: 대용량 해수담수화 플랜트)로 인한 특정 Grid별 수자원 적용의 어려움 2. 국내 물시장의 특성(공공운영)으로 인한 수자원 관리/상하수도 관리 전문 기업의 기반이 미약 3. 물 관리 통합 시스템에 관한 대형 연구과제, 사업 경험 전무 4. 기존 물 공급 시스템과의 경제성 비교 평가가 전무하며 직접 비교가 곤란 5. 협소한 배수관 및 이에 따른 유수율 등 관망 구축 및 관리의 비효율성 6. 다양한 상황에 대처가능한 의사결정모델 부재 7. 지능형 Water Grid 설계를 위한 표준프로토콜 및 Test Bed 맞춤형 인수도출모델 부재	1. 국내 엔지니어링사 및 물 관련 업체의 적극 참여 유도 2. 기존 물 관련 대형 국책 사업과의 연계를 통한 시행착오의 최소화 3. 싱가포르 등 해외 수자원 관리 및 급수 통합체계에 대한 노하우 습득 및 관련 자료 적극 활용 4. 경쟁력 강화를 위한 계획적인 배수관 부설 및 유수율 감소를 위한 능력 배양 필요 5. 블록망 등을 구축하여 특정 Grid의 정비 및 관리 용이	1. 물 관리 및 급수 체계의 통합 운영을 통한 지역적 수자원 문제 및 갈등 해결 2. 수요자 중심의 타겟형 물 공급을 통한 통합 관리/급수 체계의 중요성 입증 3. 기업 등의 경영 개선을 통한 기술 개발 및 생산성 향상을 도모하여 Grid별 수자원 적용의 어려움 극복하고 소비자 중심의 서비스 제공

☐ Keyword 도출

□ (키워드1) **Smart: 지능적 관리를 통한 효율화**

□ (키워드2) **Water: 통합적 수자원 관리**

□ (키워드3) **Grid: 분산형 운영망 구축**

☐ Issue Tree 작성

○ Issue Tree를 통한 중점 목표 설정

주요 이슈	R&D 니즈
거대도시등 심각해지는 물문제를 해결	· 날로 커지는 메가시티등의 물문제를 해결할 수 있는 수자원 최적 제공 기술 · 물과 에너지 문제를 동시에 해결할 수 있는 물-에너지 복합형 기술 개발
맞춤형 용수공급 및 정보 제공 기술 개발	· 자연형 수자원과 능동형 수자원을 통합하여 용수공급이 가능하게 하는 기술 · 물 소비자의 수요를 세분화하여 맞춤형으로 용수를 공급할 수 있는 기술 · 물 소비를 효율적으로 조절할 수 있도록 의사결정을 도와주는 물 정보 창출 기술
수자원 모니터링 및 통합 제어· 관리 기술 개발	· 물의 효율적으로 분배할수 있도록 물정보 수집 및 해석 기술 · 물 정보 감지 센싱 기술 개발 · 물 정보 관련 각종 시뮬레이션 기술
융복합 수자원 관리 기술 개발	· 융복합 수자원 관리 기술 개발 · IT 기반의 수자원 관리 시스템 개발 · NT, BT, IT 융합형 수자원 관리 기술 개발
물산업 실용화, 기업화 및 수출 기술 개발	· 수출이 가능하도록 테스트베드를 통한 Water Grid기술 실증 · 수출을 위한 표준화, 마케팅 활성화

▼

중점 목표
1. 다품종 수자원의 안정적 확보 및 통합 2. 실시간 물정보관리 및 운영망 최적화 3. SWG 기술의 수출형 패키지화

2. 중점추진분야 설정

가. 중점추진분야 설정

중점추진분야 1	도심 자족수자원 확보/이용 효율화
중점추진분야 2	하천 유역 수자원의 통합 정보 효율화
중점추진분야 3	Smart Water Grid 플랫폼 구축

나. 중점추진분야 1 : 도심 자족수자원 확보/이용 효율화

배경	· 선진국을 중심으로 고성능 첨단 나노소재와 IT융합 지능형 공정기술의 결합에 의한 용수 생산에너지 절감기술의 연구개발이 활발하게 진행되고 있음 · 국내에서는 서울시에서 도시용수 공급체계 구축을 위한 사업을 추진하고 있으며, U-Eco City 사업단에서 물순환 기술개발을 추진한 바 있으나, 최적조합공정이나 연계기술이 체계적으로 연구된 바 없음 · 해외에서는 학계와 연구계를 중심으로 신도시 개발을 위한 수자원 활용 및 연계 시스템 기술의 필요성이 제기되고 있으며, 개발도상국의 대도시 건설 프로젝트와 함께 기술수요가 발생하고 있음
목표	· 신도시 내 수자원 공급/소비 최적 조합공정의 개발에 의한 도시형 수자원의 다양한 활용기반 구축 · 기존 경쟁기술의 2011년 수준 대비 도시 수자원 활용효율 30% 향상
주요내용	· 신도시 맞춤형 다품종 물 생산/저장/분배 시설 설계기술 개발 및 조합공정의 최적화 기술 개발 · 신도시 적합형 수자원 활용 조합/연계기술의 표준화 방안 제시 · 고품질 용수생산 첨단 시스템 핵심 소재부품 개발

다. 중점추진분야 2 : 하천 유역 수자원의 통합 정보 효율화

배경	· Water Grid를 통해 수자원관리를 최적화하기 위해서는 기존 기관에서 운영하는 정보체계를 활용하여 자료의 수집·분석·활용 및 제공체계를 표준화하여 Grid를 구성하여야 함 · 기관별 목적에 따라 실시하고 수자원 정보는 시간·공간적으로 분산되어 있어 자연적인 물순환에 인위적인 취·배수상황을 고려한 전체적인 수자원 현황 및 관리정보는 그 파악이 어려움 · 기후변화와 메가급 도시화에 의한 물수요처의 집중으로 국가와 지역적 물공급의 안정성이 더욱 취약해질 전망으로 다중 수원의 효율적인 공급망 구축과 관리로 공급의 안정성 확보 필요
목표	· 물관리정보 표준을 기반으로 Smart Water Grid 인프라 구축 및 공급·수요자간 쌍방향 제공이 가능한 표준화 기술 확보 · 다중수원의 효율적 활용을 위한 하드웨어적 통합네트워크 구축 기술과 소프웨어적 공급 조절·통제 등 관리체계 구축
주요내용	· 국·내외 수자원 평가기법 현황 및 분석을 통한 유역·하천별 수자원 건전성 평가기법 개발 · 물순환 단계별·기관별 수자원관리정보 및 관리현황 분석을 위한 수자원관리정보 표준 개발 · 시험유역 운영을 통한 현장상황별 자료수집기술 실증화

라. 중점추진분야 3 : Smart Water Grid 플랫폼 구축

배경	· 세계 물산업계는 고도수처리 및 지능형 물생산·공급시스템으로 기술 패러다임 변화가 진행 중이며 스마트워터그리드 관련 기술과 제품이 시장에 본격 도입되고 급속한 성장이 기대됨 · 워터 그리드 수자원관리 분야는 신성장동력 녹색산업으로 (2015년 세계시장 규모 : 1,600조원, 국내시장 규모 : 20조원, 연 평균 6% 성장) 국가 전략적 중요도 높음 · IBM 등 첨단 IT업체에서는 2009년부터 정보기술과 통신기술을 바탕으로 스마트 용수관리 분야에 진출하고 있으며, 싱가포르와 호주에서는 다양한 형태의 SWG 기술을 적용
목표	· 실시간 수자원 토탈솔루션을 위한 자가형 수자원센서 개발 · ICT기반 협력네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발 · 상하수도망의 에너지 비용 절감, 다품질 서비스 제공, 품질관리, 온실가스 방출량 절감 등과 같은 멀티서비스 제공을 위한 개방형의 스마트 플랫폼 개발
주요내용	· 기존의 수질 수량 수압 누수센서의 기능성을 통합 토탈 솔루션, 소형화 등 센서 개발 · 물관리 네트워크 관리시스템 구축 · 멀티그리드별 워터루프 설계 및 관측/제어/관리 기술 개발

3. 중점추진분야별 기술발전단계

중점추진분야	초기(2012~2020)	중기(2020~2030)	말기(2030~2040)
도심 자족수자원 확보/이용 효율화	지능형 단일 공정 수자원 생산 기술	지능형 연계 하이브리드 수자원 생산 기술	다품종 맞춤형 수자원 생산 기술
하천 유역 수자원의 통합 정보 효율화	전국망 수자원 통합 운영	그리드별 수자원 정보 통합 운영	시공간적 물 분균형 완전해소
Smart Water Grid 플랫폼 구축	- 복합 다기능 센서 - Micro 통합 수자원 스마트 그리드 운영	- 저에너지 자립형 센서 - Meso 통합 수자원 스마트 그리드 운영	- 인공지능 수자원 센서 - Macro 통합 수자원 스마트 그리드 운영

5절 비전 및 목표 수립

1. 비전 및 목표

비 전

2020년 세계 최고 수준의 물복지 국가 실현

미 션

3S(Security, Safety, Solution)를 위한
세계 최고 수준의 Smart Water Grid 기술 확보

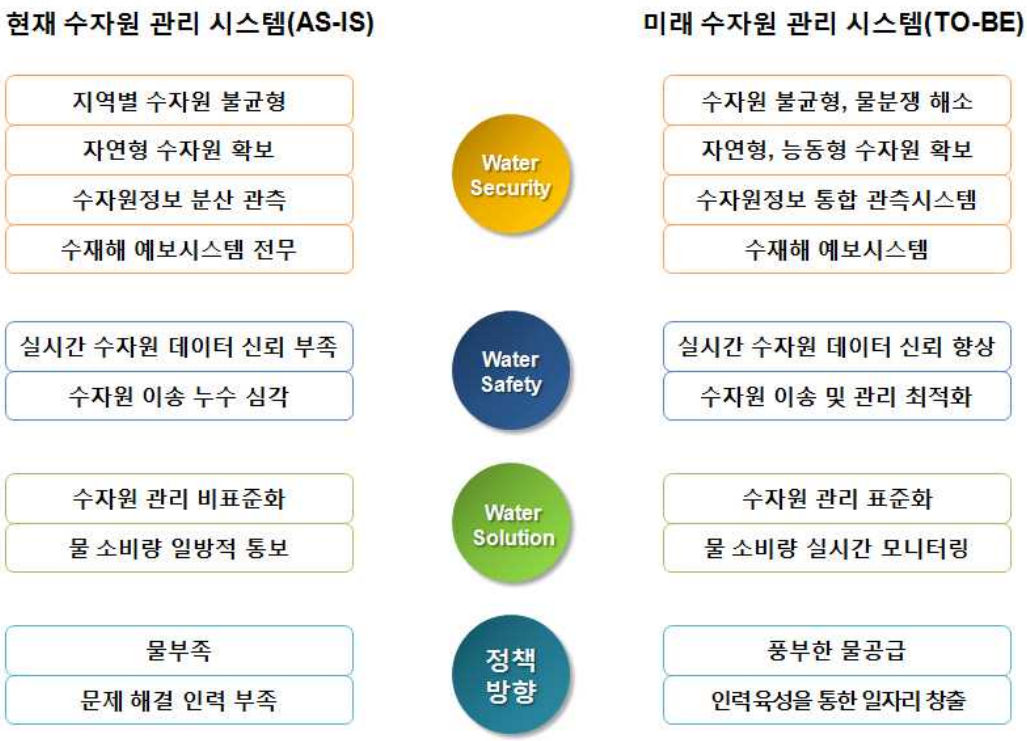
(R&D목표1) Security	**수자원 확보 및 수자원 격차 해소** - 도시 수자원 자립율 30%p 향상(현재 서울의 수자원 자립율 5.9%) - 지역간 1인당 유효수자원 편차 30% 감소 - 0.5kgCO_2/㎥급의 능동수자원 확보기술 실용화
(R&D목표2) Safety	**수질 및 물공급 그리드 안정성 확보** - 수자원 시스템의 전과정 모니터링 및 측정 데이터의 신뢰성 향상(측정신뢰성 90% 이상) - 도시용수 공급시스템 문제해결 시간 50% 단축 및 문제발생빈도 50% 감소 - 국가재난 대응 안정적 비상 물공급 체계 구축 (수자원 관리 강화를 통해 유용 수자원의 1% (3억톤) 비상활용 체계 구축)
(R&D목표3) Solution	**저에너지 고효율 지능형 유지·관리** - 도시 수자원 시스템 운영에너지 10% 절감 및 수자원 유효이용효율 10% 증가 - 예방적 자산관리에 의한 수자원 시설 유지관리비용 20% 감소
(R&D목표4) 해외시장진출	**해외 시장 진출** - 2020년까지 연간 5천억원의 해외수주를 위한 산업 기반 구축(세계시장의 약 3%)

중점추진분야1	중점추진분야2	중점추진분야3
도심 자족수자원 확보/이용 효율화	하천 유역 수자원의 통합 정보 효율화	Water + ICT 플랫폼

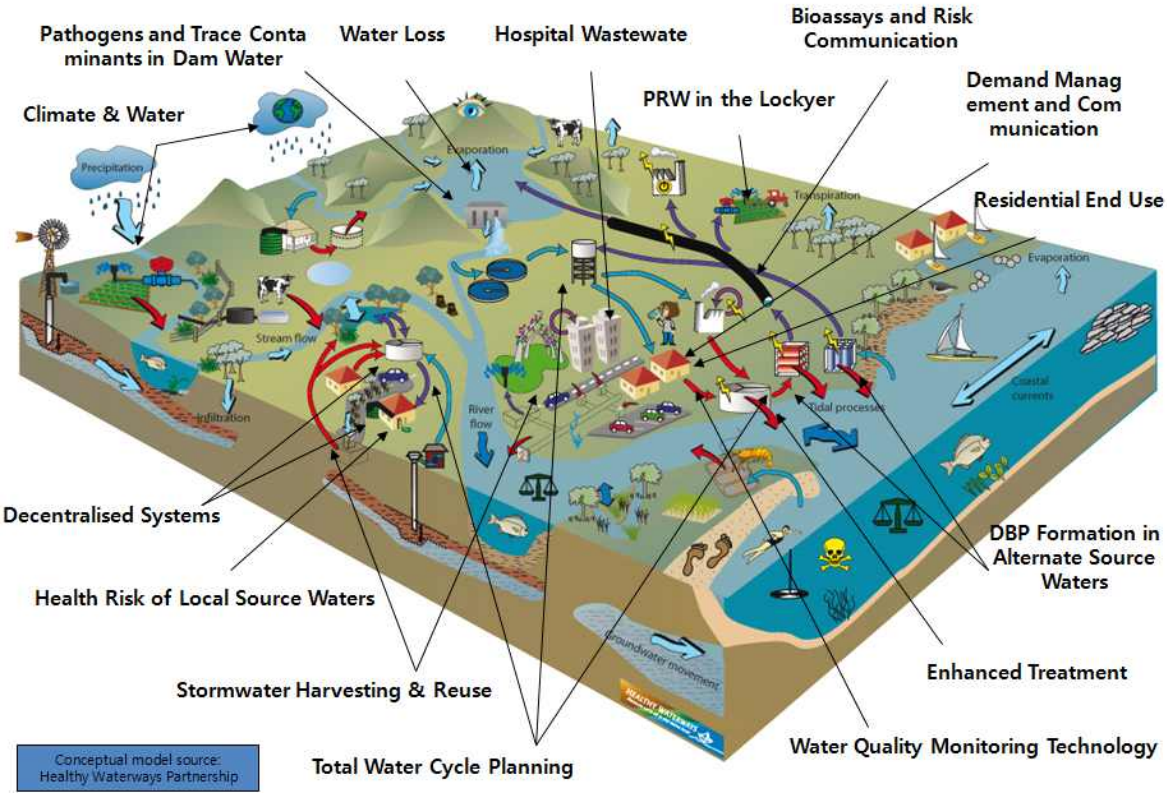
2. 기술개발에 따른 미래상

가. 현재 수자원 관리 시스템 vs 미래의 Smart Water Grid 시스템

□ 기술의 미래상



[그림 54] Water Grid 지능화 기술의 미래상



[그림 55] Smart Water Grid의 미래 개념 모델(Conceptual Model)

출처: Healthy Waterways Partnership

6절 후보과제 도출 및 정의

□ 후보과제 도출 및 정의

○ 도출한 후보과제명과 정의는 다음과 같음

연번	후보과제명	후보과제 정의
1	시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축 및 표준화 기술연구	물관련 정보시스템을 지능화하여 하천유역수자원의 효율적 확보 및 운영이 가능하도록 공급 및 수요관리정보를 연계/통합한 정보체계 개발
2	다중수원 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계구축	물공급의 효율성을 제고하여 국가물안보를 확보하기 위해 다중수원 최적 활용과 확보 체계 개발
3	지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계구축	기후변화에 따른 수자원량 변화, 수질오염사고에 의한 가용 수자원량 감소, 수재해 감시, 평가, 경보 및 응급대처종합기술 시스템 및 예보기술
4	멀티그리드별 워터루프 설계 및 관측/제어/관리 연구	워터 루프 내 수자원의 이송, 분배 등 제어/관리를 통한 효율적 수자원 활용 설계 연구
5	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	자연형 수자원 공급 부족을 예상하여 추가적인 수자원(능동형)을 확보하고, 도심의 워터루프를 이용하는 기술
6	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발 및 표준화 기술연구	신도시 내 수자원 공급/소비 최적 조합공정을 개발하여 도시형 수자원의 다양한 활용 방안 모색
7	저에너지 지능형 고도수처리 시스템 및 워터루프 연계기술 개발	처리수 품질의 고도화와 에너지 사용량의 절감을 동시에 달성하기 위한 지능형 용수처리 시스템의 개발 및 워터루프 시스템과 연계기술 개발
8	ICT기반 지능형 수자원 모니터링 기술	수질, 수량과 같은 환경정보를 실시간 ,시간별로 측정과 모니터링 할 수 있는 지능형 ICT 기반 관리 시스템 구축
9	Smart Water Grid 통합 네트워크 구축과 물정보 서비스 표준화 기술 개발	실시간 수자원 정보 수집을 위한 모니터링 네트워크 구축과 이종 워터 그리드 간의 상호 운용성 확보를 위한 통합 시스템 개발

연번	후보과제명	후보과제 정의
10	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발	다양한 수자원 수요에 능동적으로 대응하여 효율적인 활용을 위한 최적 솔루션을 제시하는 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정지원시스템 개발
11	실시간 Smart Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술	다양한 수자원을 최종 소비자에게 시공간적인 장애요인 없이 안전하고 지속적으로 최적화된 물을 공급할 수 있도록 water grid내 안정성 평가
12	Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발	하천유역수자원 활용 및 도심자족수자원의 안정적 모니터링/네트워크/제어 고도화를 위한 Mega-grid형 스마트 O&M 플랫폼 구축
13	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계	Smart Water Grid 조합기술의 물이용효율성, 물공급안정성, 에너지효율성, 경제성 등을 평가하고 핵심 설계인자를 도출할 수 있는 연구기반형 테스트베드 설계
14	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축	테스트베드 지역 내 수자원의 안정적 모니터링/네트워크/제어 고도화를 위한 Micro/Meso-grid 형 스마트 O&M 플랫폼 구축
15	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구	향후 건설될 테스트베드 유역에서 발생 가능한 내적·외부적인 요인설정과 가중 영향분석을 토대로 한 수자원 유동성에 대응한 수자원의 공급 안정성 확보 방안 설계
16	도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구	도시를 대상으로 스마트미터와 스마트 센서의 활용을 통한 수자원 워터 루프 운영 체계 최적화를 테스트베드 내에 구현하기 위한 기본 설계
17	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구	단위 그리드별 체제 및 제도 개선을 통해 물산업의 가능성을 검증하고 Water Grid 사업단 출범을 대비한 준비

3장 연구개발과제 추진체계

1절 기획대상과제 선정결과

연번	과제명	제안 기관	비고
1	시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축 및 표준화 기술연구		
2	다중수원 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계구축		
3	지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계구축		
4	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발		
5	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발		
6	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구		
7	멀티그리드별 워터루프 설계 및 관측/제어/관리 연구		
8	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발 및 표준화 기술연구		
9	실시간 Smart Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술		
10	Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫품 구축 기술개발		
11	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축		
12	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터루프 연계기술 개발		
13	도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구		
14	ICT기반 지능형 수자원 모니터링 기술		
15	Smart Water Grid 통합 네트워크 구축과 물정보 서비스 표준화 기술 개발		
16	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계		
17	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구		

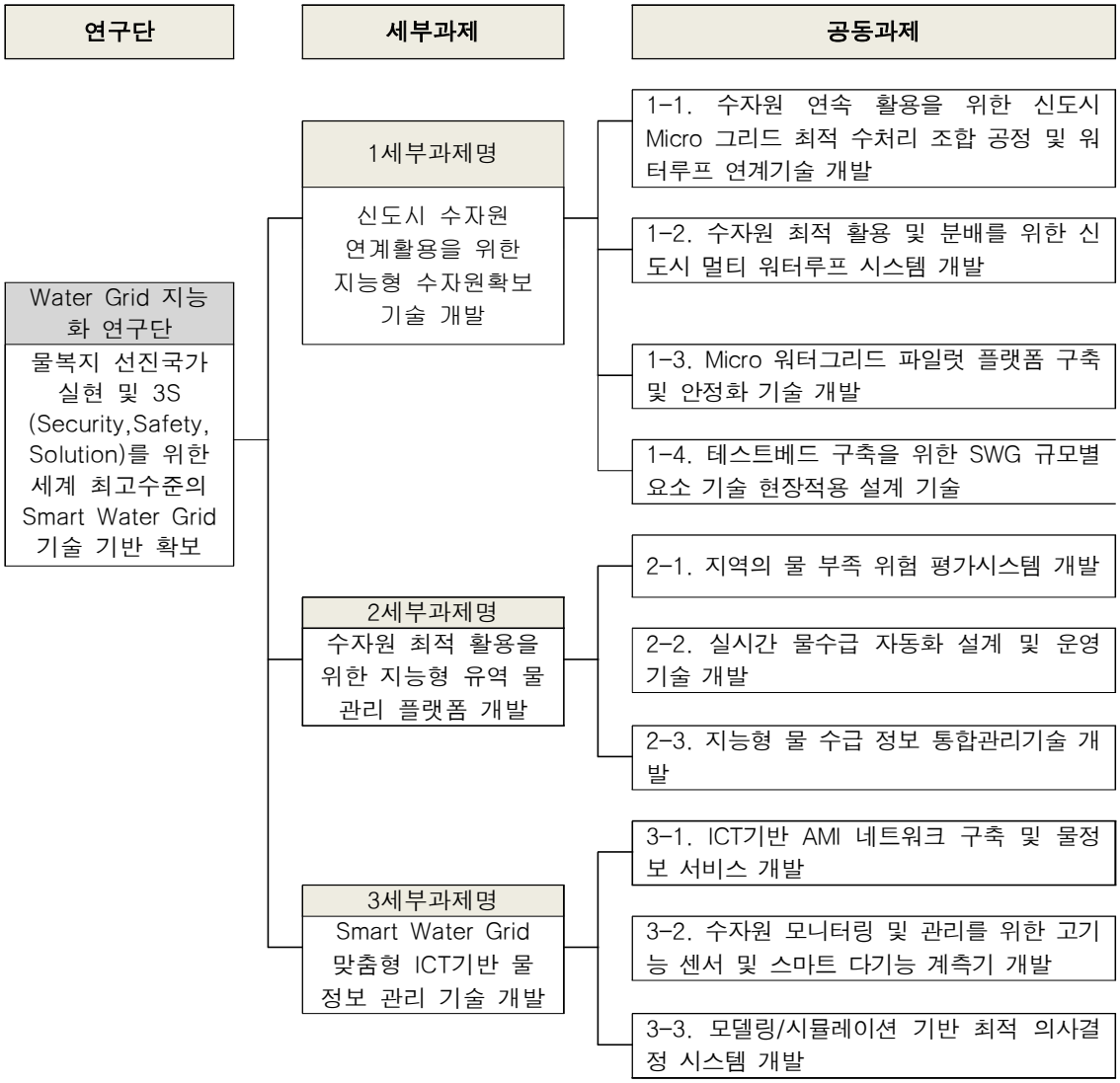
2절 기획대상과제 조정결과

연번	기존과제		조정결과			조정사유
	과제명	예산 (백만원)	과제명	과제 성격	예산 (백만원)	
1	시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축 및 표준화 기술연구	4,200	지능형 물수급 정보 통합관리기술 개발	응용개발	1,500	과제명 변경
2	다중수원 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계구축	4,200	실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발	응용개발	1,500	
3	지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계 구축	2,400	지역의 물부족 위험 평가시스템 개발	응용개발	2,400	
4	멀티그리드별 워터루프 설계 및 관측/제어/관리 연구	2,800	수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발	응용개발	3,000	
5	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발 및 표준화 기술연구	4,080	수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	응용개발	4,000	과제명 변경
	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터루프 연계기술 개발	3,600				
6	ICT기반 지능형 수자원 모니터링 기술	4,200	수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발	응용개발	1,500	과제명 변경
	실시간 Smart Water Grid 내 수량.수질 안정성 평가 분석 기술	2,400				
7	Smart Water Grid 통합 네트워크 구축과 물정보 서비스 표준화 기술 개발	4,200	ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발	응용개발	2,400	과제명 변경
8	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정	1,800	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스	응용개발	1,500	과제명 변경

연번	기존과제		조정결과			조정사유
	과제명	예산 (백만원)	과제명	과제 성격	예산 (백만원)	
	시스템 개발		템 개발			
9	Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발	4,200	Micro Water Grid운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술 개발	응용개발	3,000	과제명 변경
10	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계	1,800	테스트베드 구축을 위한 SWG 규모별 요소기술 현장적용 설계 기술	응용개발	2,000	과제 통합에 따른 과제명 변경
	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구	960				
	도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구	960				
	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축	1,800				
	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구	300				삭제 독립연구과제
	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	4,080				삭제

3절 연구개발과제 추진체계

□ 연구개발과제 도출결과



4장 연구개발과제 주요내용 및 기대효과

1절 연구개발과제 주요내용

1. Water Grid 지능화 기술 개발 과제

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
연구단 총괄	Water Grid 지능화 기술	• 신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발 • 수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역물관리 플랫폼 개발 • Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물정보 관리 기술 개발 • Smart Water Grid 테스트베드 구축을 위한 기초 적용 연구	-
1세부과제	신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발	• 신도시 유입수의 최적 혼합을 위한 스마트 의사결정 기술 • 신도시 내 요구수질 달성을 위한 조합공정 개발 및 최적화 • 신도시 적합형 워터루프 연계 수자원 활용기술 개발 • 최적 Blending을 이용한 다품종 수자원 이용 기술 • Micro 워터 그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술 개발	• 유입수 특성에 따른 수처리 조합공정 설계 기술 • 저에너지 고품질 용수 생산 수처리 부품 소재 개발 • 유입 수자원 활용 조합공정 운영/의사결정 시스템 프로토콜 • 신도시 수자원 워터루프 연계 시스템 설계/운영 • Blending 최적 조합 기술 매뉴얼 • 워터루프 설계/제어/운영 프로그램 • 도시 수자원 최적 배분/공급기술 매뉴얼 • Micro 워터 그리드 운영/관리 기술 • 맞춤형 Micro 그리드 운전 가이드라인 • 빌딩 맞춤형 워터 그리드 파일럿 플랫폼 설계 및 운영 SW • 수출형 Micro SWG 실증 장치 • 테스트베드 구축을 위한 SWG 규모별 요소 기술 현장적용 설계 기술
1-1	수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합공정 및 워터루프 연계 기술 개발	• 신도시 유입수 특성에 따른 최적 공정 결정을 위한 모니터링 기술 개발 • 신도시 유입수의 최적 혼합을 위한 스마트 의사결정 기술 • 신도시 내 요구수질 달성을 위한 조합공정 개발 및 최적화 • 복합 공정용 부품소재 확보 및 공정 강화	
1-2	수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발	• 신도시 적합형 워터루프 연계 수자원 활용기술 개발 • 신도시 적합형 수자원 활용 조합/연계기술의 표준화 방안 연구 • 수자원과 최적 사용처와의 분산형/중앙집중형 워터루프 운영 기술 • 최적 Blending을 이용한 다품종 수자원 이용 기술	
1-3	Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발	• 신도시 Micro 그리드 운영 관리 시스템의 지능화 (Intelligent) • Micro 워터 그리드 최적 설계, 구축 및 시운전 기술 개발 • Micro 워터 그리드 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술 개발	

	1-4	테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소 기술 현장 적용 설계 기술	• Smart Water Grid 기술 정보 디렉터리 구축 • Smart Water Grid 조합기술을 각 단위 그리드별로 소규모 연구기반 테스트베드에 적용하여 물이용 효율성, 물공급 안정성, 에너지 효율성, 경제성 등 종합적인 성능 평가 • 단위 그리드 구축시의 핵심요소기술 선별, 기술 조합에 의한 그리드 핵심 설계인자 도출 및 설계 구조화를 통한 상용화 기반 확보 • 테스트베드 내 수자원의 안정적 모니터링/네트워크/제어 고도화를 위한 스마트워터 O&M 플랫폼 구축	
2세부과제		수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물 관리 플랫폼 개발	• 물 부족 관리 통합포털시스템 개발 • 물수급 자동화 시설의 테스트베드 적용 및 운영 • 지능형 물수급 정보 통합관리시스템 개발	• 광역, 지역 및 도시의 물 부족 평가 소프트웨어 및 물 부족 정보관리 웹 포털시스템 • 실시간 물 수급 자동화 HW와 SW 및 모바일 자료관리 SW • 용도별 실시간 물 취수량 측정 표준화 시스템 • 물 수급 정보 통합관리시스템
	2-1	지역의 물 부족 위험 평가시스템 개발	• 지역의 물이용 순환 Grid 조사·분석·평가 • 지역의 물수급평가 시스템 개발 및 Test-Bed 적용 • 기후변동에 따른 물수급 영향 평가 • 물 부족 관리 통합포털시스템 개발	
	2-1	실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발	• 물수급 자동화 기술 조사·분석·평가 • 물수급 자동화 시설 최적 적용분야 선정 및 설계 • 물수급 자동화 시설의 테스트베드 적용 및 운영 • 물수급 자동화 시설의 효과 검증 및 실용화	
	2-3	지능형 물수급 정보 통합관리기술 개발	• 첨단 취수량 계측 기반 기술 개발 • 지능형 실시간 물 취수량 수집 및 관리기술 개발 • 지능형 물수급 정보 통합관리시스템 개발	
3세부과제		Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발	• 물정보 공유 네트워크 서비스 기술 • 수자원 모니터링을 위한 고기능 통합 센서 개발 • 워터 그리드 모델링 및 시뮬레이션 소프트웨어 개발 • 워터 그리드 안정성 확보 기술	• ICT 기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발 • 수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발 • 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발
	3-1	ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발	• AMI 구축을 위한 스마트 접속 네트워크 기술 • 분산형 물관리 소프트웨어 플랫폼 기술 • Billing 시스템 구축을 위한 보안 기술 • 물정보 공유 네트워크 서비스 기술	

	3-2	수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서 및 스마트 다기능 계측기 개발	• 다기능 스마트 계측기 개발 • 수자원 모니터링을 위한 고기능 통합 센서 개발	
	3-3	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발	• 워터 그리드 모델링 및 시뮬레이션 소프트웨어 개발 • 실시간 정보 기반 최적 pricing 결정 기술 • 파워 그리드 연계 저에너지 운영 기술 • 워터 그리드 안정성 확보 기술	

2절 연구개발과제 활용방안

1. Water Grid 지능화 기술 개발 과제

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
연구단 총괄	Water Grid 지능화 기술	-	-	-
1세부과제	신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원확보 기술 개발	-	-	-
1-1	수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합공정 및 워터루프 연계 기술 개발	• 유입수 특성에 따른 수처리 조합공정 설계 기술 • 저에너지 고품질 용수 생산 수처리 부품소재 개발 • 유입 수자원 활용 조합공정 운영/의사결정 시스템 프로토콜	• 지자체 • 물관리 기관	• 제품형태로의 판매, 기술 라이센싱에 의한 수익창출 • 기술 라이센싱에 의한 수익창출, 건설·운영비용 절감 • 정부의 미래 신도시 계획 시 주변 수자원의 최적 공급방안으로 활용
1-2	수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발	• 신도시 수자원 워터루프 연계 시스템 설계/운영 • Blending 최적 조합 기술 매뉴얼 • 워터루프 설계/제어/운영 프로그램 • 도시 수자원 최적 배분/공급기술 매뉴얼	• 지자체 • 물관리 기관	• 수자원 그리드별 워트 루프 설계, 건설에 활용 • 국가 및 지자체의 효율적인 수자원 관리에 활용
1-3	Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발	• Micro 워터 그리드 운영/관리 기술 • 맞춤형 Micro 그리드 운전 가이드라인 • 빌딩 맞춤형 워터 그리드 파일럿 플랫폼 설계 및 운영 SW • 수출형 Micro SWG 실증 장치	• 지자체	• 국가 및 지역 재난상황에서의 물공급 안정성 강화 솔루션 • Micro Grid 기술은 에너지 효율이 높은 그린도시 및 그린빌딩을 위한 물 체계 설계, 구축 및 운영관리 기술 • 스마트워터 기업, 신도시건설 기업, 그린빌딩 기업
1-4	테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소 기술 현장	• SWG 요소기술 분류체계 및 기술정보 디렉터리 • 연구기반형 테스트베드를 통하여 검증된	• 지자체 • 물관리 기관	• 각 분야별 연구진이 개발한 기술을 테스트베드에 적용하여 최적의 운영 및 유지관리 플랫폼을 개발하여 경험축적 → 해

		적용 설계 기술	SWG 조합기술 및 핵심요소기술 표준설계안 • 연구기반형 테스트베드 현장 적용성 검증 및 운영실적 평가 보고서 • SWG 실증단지 구축 기본구상 및 표준설계안 • 연구기반형 테스트베드의 SWG 운영 및 유지관리 플랫폼 • 테스트베드의 SWG 단위 및 조합 기술의 운전조작 및 관리 매뉴얼		외시장 개척
2세부과제		수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물관리 플랫폼 개발	-	-	-
	2-1	지역의 물 부족 위험 평가시스템 개발	• 광역, 지역 및 도시의 물부족 평가 소프트웨어 및 물부족 정보관리 웹 포털시스템	• 지자체	• 기관별 물관련종사자가 실무에 직접 활용하여 물공급 및 배분
	2-2	실시간 물수급 자동화 설계 및 운영 기술 개발	• 실시간 물 수급 자동화 HW와 SW 및 모바일 자료관리 SW • 용도별 실시간 물 취수량 측정 표준화 시스템	• 지자체 • 물관리 기관	• 공급 및 수요자 양방향 의사결정을 위한 정보체계 구축
	2-3	지능형 물수급 정보 통합관리기술 개발	• 물수급 정보 통합관리시스템 • 수자원 관리 정보 표준 지침서 • 기후변화에 따른 지역특성을 고려한 물부족 대응 제도 및 정책 제안	• 지자체 • 물관리 기관	• 물 관리를 담당하는 정부 물관리기관, 공사 및 지자체의 물관리 업무에 활용을 위하여 기술이용에 따른 경제와 환경적 이익 홍보
3세부과제		Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관리 기술 개발	-	-	-
	3-1	ICT기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발	• 물 정보 및 센서 표준 오픈 소프트웨어 인터페이스 및 프로토콜 설계서 • 개인 사용자 물 사용 정보 보안 기술 • 디지털 미터링 기반 Billing 시스템 • 물관리 소프트웨어 플랫폼/SDK 기술 • 물 정보 공유/공개 소프트웨어	• 지자체 • 물관리 기관	• 대형 하천, 중소형 하천, 지하수, 농업용 저수지, Water grid 등의 수질/수량 등을 측정/분석에 적용 • 안전한 수질 관리를 위한 물안정망 관리 시스템에 적용
	3-2	수자원 모니터링 및 관리를 위한 고기능 센서	• 수자원 모니터링 및 관리를 위한 현장적응형 고기능 자립화 센서	• 지자체 • 물관리 기관	• 부족한 수자원과 한정된 수질관리 자산을 지능형 Water Grid 기술을 이용하여 물

		및 스마트 다기능 계측기 개발	• 저전력화, 소형화, 경량화 된 스마트 다기능 계측기		부족지역에 수자원을 효과적으로 제공 • 관제시스템을 이용하여 전 지역의 수질상태와 유량을 실시간으로 파악하여 효과적인 수자원 관리 • 지역별 수자원 상황을 실시간으로 파악하고 물의 공급량을 예측하고 대비하는데 활용
	3-3	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정 시스템 개발	• SWG 요소별/도시규모별 해석적 모델 • SWG 시뮬레이터 • 물공급 최적 의사결정 소프트웨어	• 지자체 • 물관리 기관	• 테스트베드 구축시 단계별 적용 및 통합 시운영과 개량 병행 • 해외 신규도시개발 및 수자원활용망 최적화 사업시 맞춤형 시스템 판매

3절 기대효과

1. Water Grid 지능화 기술(Smart Water Grid) 기획 기대효과

가. (사회적) 물 사용 효율성 증대로 물복지(Water Welfareness) 국가 실현

○ ICT기술을 활용하여 물 사용 관련 정보를 수집하고 활용할 수 있게 되어, 지금보다 자급적이고 효율적인 물 사용이 가능하게 됨

- Smart Water Grid기술은 기존의 수자원망(water grid)를 정보통신기술로 지능화하여 물 정보 (물공급정보, 물소비정보, 물배분 정보 등)를 통합적으로 관리할 수 있게 되어, 대권역, 중권역, 도심지에서 지금보다 30% 이상 효율적으로 물을 사용할 수 있게 됨

○ 장차 우리가 물부족이라는 위기를 정보통신을 이용한 Smart Water Grid기술 창출로 극복하여 공공성과 수익성이 조화를 이룬 물복지산업(Water Welfareness Industry)을 창출할 수 있게 됨

나. (경제적) 미래성장동력인 물산업의 성장아이템 확보

○ 초보수준인 국내 물산업을 획기적으로 발전시켜 미래 성장 동력화하고 경쟁력 있는 세계적 물기업이 나타날 수 있는 기반 마련

○ Smart Water Grid는 미래물시장에서 운영 및 관리분야의 핵심 기술로서, 기존 국내 물관련 연구 성과와 글로벌 경쟁력을 갖춘 국내 IT기술을 접목시킬 수 있는 분야임

- 본 분야는 세계적으로도 초창기이므로 우리가 적극적으로 어젠다를 선점할 경우, 주도권을 확보해 나갈 수 있음

다. (기술적) 기존 water technology의 한계를 극복하는 water solution기술 구축

○ Smart Water Grid 기술은 기존의 물관련 기술의 한계를 극복할 수 있는 기술임

- 기존 물관련 기술은 요소기술, 단품기술 위주로 HW중심 기술이었음
- 향후 수자원관리의 패러다임은 HW중심에서 SW중심의 물정보를 통한 물사용효율화로 바뀌고 있으며, 이러한 패러다임을 충족시킬 기술이 바로 Smart Water Grid임

○ 전통적인 국토해양R&D의 영역을 넘어 새로운 영역을 창출하는 융합형 국토해양R&D의 모범 사례가 됨

- System of Systems라는 국토해양R&D의 모토에 맞게, 수자원분야의 요소기술을 시스템화 기술로 발전시키고, 정보통신과 융합하여 새로운 비즈니스영역을 창출할 수 있는 융합형, 시장창출형 국토해양R&D로 발전함

2. (연구단) Water Grid 지능화 기술 기획 과제 기대효과

가. (기술적) 국내 SWG(Smart Water Grid)분야의 최초 연구단으로서 SWG의 이론을 정립하고, 엔지니어링 기술의 기반을 마련함

- 본 Water Grid지능화 연구단은 최초의 Smart Water Grid분야의 연구단으로서, 호주의 SEQ Water Grid, IBM등 국내외 유수의 기관에 협력하여 Smart Water Grid의 개념모델 설계, 플랫폼 기술 설계, 테스트베드구축을 위한 설계등 다양한 기술을 개발하게 됨
- 본 분야의 글로벌 연구가 아직 미흡한 관계로, 본 연구단에서 세계를 리드하고 세계의 표준이 될 수 있는 연구 성과를 창출할 수 있게 됨

나. (경제적) 단기간내 수출가능한 상품 창출

- 본 연구단에서는 1~2년 이내에 기존 지역을 중심으로 기존 Smart Water Grid 기술의 실증을 통해 수출 가능한 상품을 구축하게 됨
- Smart Water Grid는 rehabilitation(복구), renewal(갱생), 신도시 건설 등 다양한 건설 수요에 따른 신개념의 water technology로 많은 수요를 창출할 수 있음
- 특히, SWG 기술의 표준 경쟁에서 우위를 선점함으로써 경제적 부가가치를 창출할 수 있게 됨

다. (사회적) 대권역 및 중권역, 도심의 수자원 활용 효율성 증대

- 대권역이나 중권역, 도심에서 수자원 활용 효율을 극대화하는 기반 마련
- 해당 지역의 Water Security, Water Safety의 수준을 크게 높임

5장 연구개발과제 소요예산

1절 Water Grid 지능화 기술 과제 소요예산

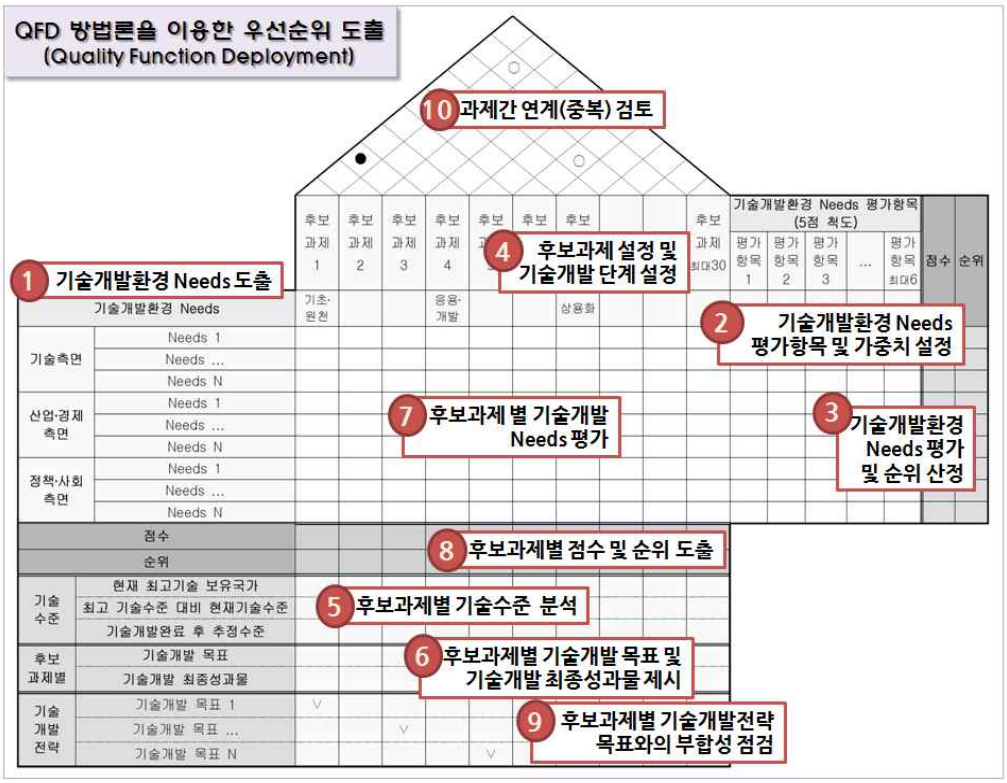
(단위 : 천원)

과제명	1차년		2차년		3차년		4차년		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
연구단 총괄	480,000	75,000	6,510,000	1,250,000	7,430,000	1,280,000	8,380,000	1,660,000	22,800,000	4,265,000
1세부과제	330,000	45,000	3,500,000	620,000	3,850,000	655,000	4,320,000	900,000	12,000,000	2,220,000
1-1	180,000	20,000	1,100,000	180,000	1,300,000	210,000	1,420,000	280,000	4,000,000	690,000
1-2	50,000	10,000	900,000	170,000	950,000	170,000	1,100,000	170,000	3,000,000	520,000
1-3	0	0	900,000	170,000	1,000,000	180,000	1,100,000	210,000	3,000,000	560,000
1-4	100,000	15,000	600,000	100,000	600,000	95,000	700,000	240,000	2,000,000	450,000
2세부과제	50,000	15,000	1,530,000	330,000	1,790,000	330,000	2,030,000	360,000	5,400,000	1,035,000
2-1	50,000	10,000	680,000	140,000	770,000	140,000	900,000	140,000	2,400,000	430,000
2-2	0	0	400,000	100,000	520,000	100,000	580,000	110,000	1,500,000	310,000
2-3	0	0	450,000	90,000	500,000	90,000	550,000	110,000	1,500,000	290,000
3세부과제	100,000	15,000	1,480,000	300,000	1,790,000	295,000	2,030,000	400,000	5,400,000	1,010,000
3-1	100,000	15,000	700,000	110,000	750,000	125,000	850,000	160,000	2,400,000	410,000
3-2	0	0	380,000	90,000	520,000	90,000	600,000	120,000	1,500,000	300,000
3-3	0	0	400,000	100,000	520,000	80,000	580,000	120,000	1,500,000	300,000

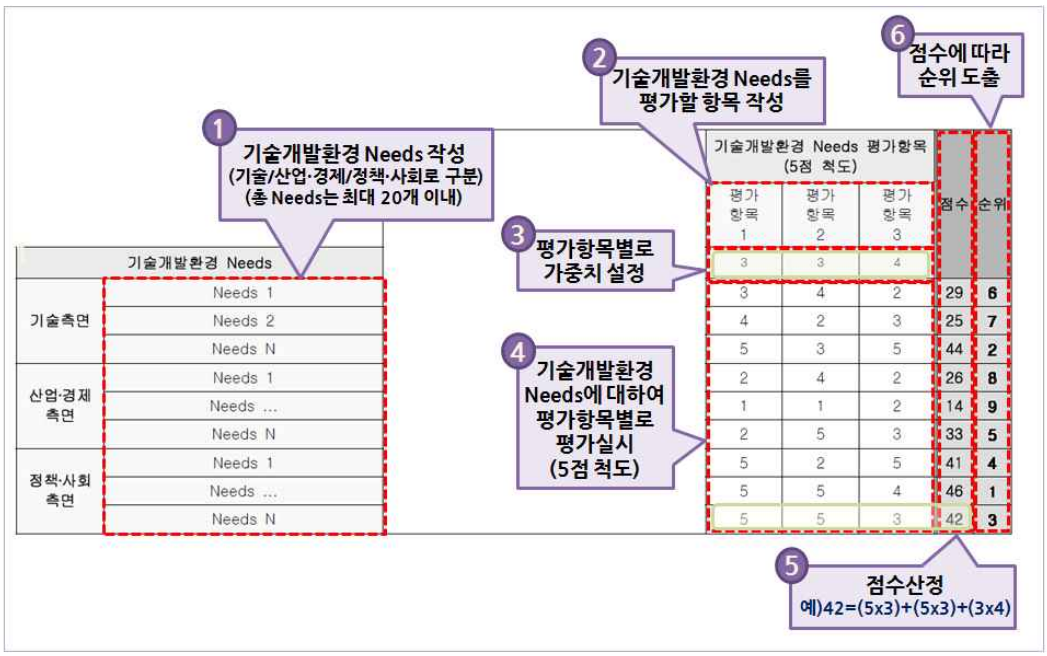
[첨부]
1. 후보과제 우선순위 도출결과 및 과제카드

1. 후보과제 우선순위 도출

[참고] 후보과제 우선순위 도출 절차



1.1 기술개발환경 니즈 평가



1.1.1 기술개발환경 Needs 도출

□ **기술개발환경 Needs를 1단계 보고서 4장(기술개발 방향 설정)을 참고하고 기술/산업·경제/정책·사회 측면으로 구분하여 도출**

구분	니즈 번호	Needs
기술적 측면	니즈 1	정보기술등 타 분야 기술을 적극 활용하여 수자원 관리 능력을 향상시켜야 한다
	니즈 2	각 분야의 지능화(intelligent)되는 스마트 기술 트렌드를 활용하여야 한다
	니즈 3	수자원의 생산과 소비 정보의 정밀 분석으로 물사용 효율을 높여야 한다
	니즈 4	다양한 수원(Water Source)이 조합된 복잡한 시스템의 운영을 최적화할 수 있는 시스템 기술이 필요하다
	니즈 5	테스트베드를 통해 시스템을 검증해야 한다
산업·경제적 측면	니즈 1	글로벌 물 산업에서 우리나라가 경쟁력을 가져야 한다
	니즈 2	수출이 가능하도록 Water Grid 기술을 실증해야 한다
	니즈 3	물산업 전문가를 양성해야 한다
	니즈 4	새로운 물 산업을 통해 고용을 창출해야 한다
정책·사회적 측면	니즈 1	날로 커지는 메가시티등의 사람들이 안정적으로 물을 사용할 수 있어야 한다
	니즈 2	기후변화에 대응(적응)하고 에너지를 절약해야 한다
	니즈 3	수자원의 시간적, 지역적 불균형을 해소해야 한다
	니즈 4	4대강 사업이 수자원에 미치는 영향을 지속적으로 관리해야 한다
	니즈 5	국민과 소통할 수 있는 물관련 정보 서비스가 활성화되어야 한다
	니즈 6	물부족 위험으로부터 국민의 생명과 안전을 확보해야 한다

1.1.2 기술개발환경 Needs에 대한 평가항목 및 가중치 설정

□ Needs를 크게 니즈중요도와 니즈매력도로 구분하고 각각에 대해 3가지의 세부 항목을 설정하여 기획위원들에게 설문 조사 실시

세부 항목		내용	가중치
니즈 중요도	기술적 해결 가능성	해당 니즈를 기술로 해결할 수 있는 가능성이 어느 정도인가?	5
	국가 지원 필요성	국가적으로 필요하고 국가가 대응하고 지원해야 하는 니즈인가?	5
	시급성	해당 니즈가 얼마나 시급하게 필요한가?	4
니즈 매력도	시장 매력도	시장을 창출할 수 있는 니즈인가? 해외시장에 진출하는데 도움이 되는 니즈인가? 경제적 파급효과가 큰가?	5
	국가 수자원 정책 기여	해당 니즈가 국가 수자원 정책에 얼마나 기여하는가?	4
	신규 고용 창출	해당 니즈가 신규 고용 창출에 얼마나 기여하는가?	4

※ 가중치는 5점 만점 척도

[참고] 가중치 설정 및 니즈 평가 조사

Water Grid 지능화 기술 기획 핵심과제 도출을 위한
니즈 평가 지표 설정 및 니즈 평가

Water Grid 지능화 기술 기획에서 추진할 핵심과제의 우선순위를 도출하기 위해, 기술개발 환경 Needs를 평가하고자 합니다. 본 설문지에 기재된 내용은 연구조사 이외의 목적으로는 이용되지 않습니다.

- 설문기간: 2010. 3. 29 (월) ~ 2010. 3. 31 (목)
- 조사기관: (주)테크노베이션파트너스
- 담 당 자: 류창원 수석연구원(02-6917-5563, ryucw@tenopa.co.kr)

□ 응답자 정보

이 름	
소속기관	

1. 다음 니즈의 평가기준 요소별로 가중치를 적어주시기 바랍니다. 각 항목의 가중치는 5점 만점이며 모두 동일할 수도 있습니다.

세부 항목		내용	가중치
기술 중요도	기술적 해결 가능성	해당 니즈를 기술로 해결할 수 있는 가능성이 어느정도인가?	
	국가 지원 필요성	국가적으로 필요하고 국가가 대응하고 지원해야 하는 니즈인가?	
	시급성	해당 니즈가 얼마나 시급하게 필요한가?	
기술 매력도	시장 매력도	시장을 창출할 수 있는 니즈인가? 해외시장에 진출하는데 도움이 되는 니즈인가? 경제적 파급효과가 큰가?	
	국가 수자원 정책 기여	해당 니즈가 국가 수자원 정책에 얼마나 기여하는가?	
	신규 고용 창출	해당 니즈가 신규 고용 창출에 얼마나 기여하는가?	

[참고] 당초 검토 대상 평가항목은 다음과 같습니다.

평가항목 검토 대상	기술의 시급성, 정부지원 필요성, 기술 실현가능성, 기술개발 성공 가능성, 해외시장 진출가능성, 신규시장 창출 가능성, 경제적 파급효과, CO2 저감여부 등

2. 귀하는 다음의 각 기술개발환경 니즈가 평가항목에 얼마나 부합하는지 평가해 주십시오.
[5점 척도, 아주 높음(5점) <——— 보통(3점) ———> 매우 낮음(1점)]
ex) (니즈3) 정보기술등 타분야 기술을 적극 활용하여 물관리 능력을 향상시켜야 한다.
- (기술적 해결가능성) 기술적으로 해결할 수 있는 니즈인가? 아주 그렇다면 5점

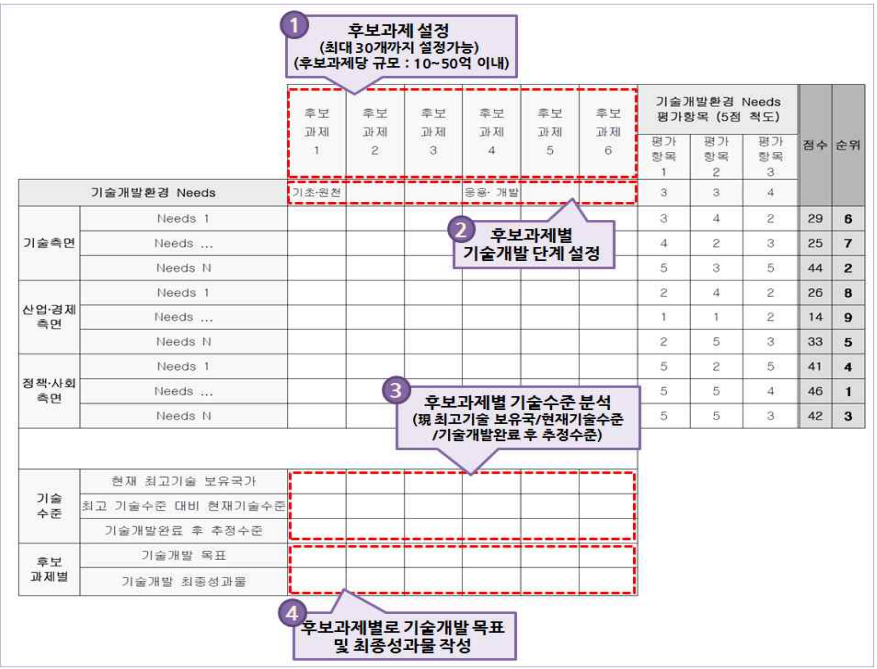
Needs			기술개발환경(Needs 평가항목) (평가 5점 척도)					
			기술중요도			기술매력도		
			기술적 해결가능성	국가 지원 필요성	시급성	시장 매력도	국가 수자원 정책 기여	신규 고용 창출성
기술적 측면	니즈 1	정보기술등 타분야 기술을 적극 활용하여 수자원 관리 능력을 향상시켜야 한다.						
	니즈 2	각 분야의 지능화(Intelligent)되는 스마트 기술 트렌드를 항상하여야 한다.						
	니즈 3	수자원의 생산과 소비 정보의 정밀 분석으로 물사용 효율을 높여야 한다.						
	니즈 4	다양한 수원(Water Source)이 조합된 복잡한 시스템의 운영을 최적화할 수 있는 시스템 기술이 필요하다.						
	니즈 5	테스트베드를 통해 시스템을 검증하여야 한다.						
산업·경제적 측면	니즈 1	글로벌 물 산업에서 우리나라가 경쟁력을 가져야 한다.						
	니즈 2	수출이 가능하도록 Water Grid 기술을 설계하여야 한다.						
	니즈 3	물산업 전문가를 양성하여야 한다.						
	니즈 4	새로운 물 산업을 통해 고용을 창출하여야 한다.						
정책·사회적 측면	니즈 1	빌로 커지는 여가시간등의 사회적 변화에 맞추어 물을 사용할 수 있어야 한다.						
	니즈 2	기후변화에 대응(적응)하고 에너지를 절약해야 한다.						
	니즈 3	수자원의 시간적, 지역적 불균형을 해소해야 한다.						
	니즈 4	4대강 사업이 수자원에 미치는 영향을 지속적으로 관리해야 한다.						
	니즈 5	국민과 소통할 수 있는 물관련 정보 서비스가 활성화되어야 한다.						
	니즈 6	홍수등 위험으로부터 국민의 생명과 안전을 확보해야 한다.						

1.1.3 기술개발환경 Needs 평가

□ **기술개발환경 Needs별로 평가항목에 따라 평가(5점 척도)한 후, 점수에 따라 우선순위 도출**

구분	니즈 번호	Needs	점수	우선순위
기술적 측면	니즈 1	정보기술등 타 분야 기술을 적극 활용하여 수자원 관리 능력을 향상시켜야 한다	114	3
	니즈 2	각 분야의 지능화(intelligent)되는 스마트 기술 트렌드를 활용하여야 한다ㄴ	112	6
	니즈 3	수자원의 생산과 소비 정보의 정밀 분석으로 물사용 효율을 높여야 한다	112	6
	니즈 4	다양한 수원(Water Source)이 조합된 복잡한 시스템의 운영을 최적화할 수 있는 시스템 기술이 필요하다	114	3
	니즈 5	테스트베드를 통해 시스템을 검증해야 한다	111	8
산업·경제적 측면	니즈 1	글로벌 물 산업에서 우리나라가 경쟁력을 가져야 한다	122	1
	니즈 2	수출이 가능하도록 Water Grid 기술을 실증해야 한다	111	8
	니즈 3	물산업 전문가를 양성해야 한다	114	3
	니즈 4	새로운 물 산업을 통해 고용을 창출해야 한다	111	8
정책·사회적 측면	니즈 1	날로 커지는 메가시티등의 사람들이 안정적으로 물을 사용할 수 있어야 한다	110	13
	니즈 2	기후변화에 대응(적응)하고 에너지를 절약해야 한다	107	15
	니즈 3	수자원의 시간적, 지역적 불균형을 해소해야 한다	111	8
	니즈 4	4대강 사업이 수자원에 미치는 영향을 지속적으로 관리해야 한다	109	14
	니즈 5	국민과 소통할 수 있는 물관련 정보 서비스가 활성화되어야 한다	111	8
	니즈 6	물부족 위험으로부터 국민의 생명과 안전을 확보해야 한다	117	2

1.2 후보과제 설정



연번	후보과제명
1	시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축
2	다중수원 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계구축
3	지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계구축
4	수자원 통합정보 시스템구축의 해외진출을 위한 표준화 기술연구
5	멀티그리드별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구
6	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발
7	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발
8	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터루프 연계기술 개발
9	워터루프 운영 체계의 해외진출을 위한 표준화 기술 연구
10	ICT기반 지능형 수자원 모니터링 기술
11	Smart Water Grid 통합 네트워크 구축 기술
12	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발
13	실시간 Smart Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술
14	물정보 서비스 시스템
15	ICT기반 Smart Water Grid 설계 표준화 기술개발
16	Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발
17	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계
18	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축
19	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구
20	도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구
21	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구

1.2.1 후보과제 설정 및 기술개발 단계설정

□ **후보과제별로 기술개발 단계를 "기초·원천, 응용·개발, 상용화"로 구분**

연번	후보과제명	기술개발단계
1	시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축	응용개발
2	다중수원 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계구축	응용개발
3	지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계구축	응용개발
4	수자원 통합정보 시스템구축의 해외진출을 위한 표준화 기술연구	응용개발
5	멀티그리드 별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구	응용개발
6	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계 기술 개발	응용개발
7	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	응용개발
8	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터루프 연계기술 개발	응용개발
9	워터루프 운영 체계의 해외진출을 위한 표준화 기술연구	응용개발
10	ICT기반 지능형 수자원 모니터링 기술	응용개발
11	Smart Water Grid 통합 네트워크 구축 기술	응용개발
12	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발	응용개발
13	실시간 Smart Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술	응용개발
14	물정보 서비스 시스템	응용개발
15	ICT기반 Smart Water Grid 설계 표준화 기술개발	응용개발
16	Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발	응용개발
17	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계	응용개발
18	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축	응용개발
19	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구	응용개발
20	도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구	응용개발
21	**멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구**	응용개발

1.2.2 후보과제별 기술수준 분석

□ **후보과제별로 “현재 최고기술 보유국가”, “최고 기술수준 대비 현재기술수준”, “기술개발완료 후 추정수준”을 파악하여 작성**

연번	후보과제명	현재최고기술보유국가	최고기술수준대비현재기술수준	기술개발완료후추정수준
1	시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축	미국 일본	65~70	90
2	다중수원 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계구축	미국 일본	70	95
3	지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계구축	미국 호주	70	90
4	수자원 통합정보 시스템구축의 해외진출을 위한 표준화 기술연구	미국	50	120
5	멀티그리드별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구	미국	60	90
6	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	싱가폴	50	120
7	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	싱가폴	50	120
8	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터루프 연계기술 개발	미국 유럽	70	100
9	워터루프 운영 체계의 해외진출을 위한 표준화 기술연구	미국 유럽	60	100
10	ICT기반 지능형 수자원 모니터링 기술	일본 미국	50	80
11	Smart Water Grid 통합 네트워크 구축 기술	미국	70	95
12	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발	EU	65	95
13	실시간 Smart Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술	일본 미국	70	90
14	물정보 서비스 시스템	일본 미국	50	80
15	ICT기반 Smart Water Grid 설계 표준화 기술개발	미국 싱가폴	50	100
16	Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발	프랑스 미국	30	‘00
17	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계	신규	-	-
18	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축	신규	-	-
19	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구	미국	90	95
20	도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구	미국	90	100
21	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구	미국	70	95

1.2.3 후보과제별 기술개발 목표 및 최종성과물 설정

□ **후보과제별로 기술개발 목표를 설정하고, 최종성과물을 “제품, S/W, 서비스, 제도, 인프라 등”과 같이 구체적인 형태로 제시**

연번	후보과제명	기술개발목표	최종성과물
1	시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축	기존 물 정보 시스템 지능화	인프라 제도
2	다중수원 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계구축	다중수원 최적활용	시스템 인프라
3	지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계구축	물부족 위협 해소	플랫폼 제도
4	수자원 통합정보 시스템구축의 해외진출을 위한 표준화 기술연구	수요자 맞춤형 정보제공	시스템 플랫폼
5	멀티그리드별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구	워터루프 기술개발	센서 S/W
6	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	능동형 수자원 확보	기술
7	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	도시형 수자원 활용	시스템
8	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터루프 연계기술 개발	에너지 소모량 20% 절감	부품 시스템
9	워터루프 운영 체계의 해외진출을 위한 표준화 기술연구	해외 표준화 기반 확보	표준·적용지침
10	ICT기반 지능형 수자원 모니터링 기술	실시간 측정, 모니터링	시스템 센서
11	Smart Water Grid 통합 네트워크 구축 기술	운용 효율성 증대	S/W 시스템
12	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발	다양한 수요에 능동적 대응	시스템
13	실시간 Smart Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술	지속적 물 공급	시스템
14	물정보 서비스 시스템	양방향 정보 교환	시스템
15	ICT기반 Smart Water Grid 설계 표준화 기술개발	SWG 표준화	기본설계
16	Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발	수자원 안정적 운영	플랫폼
17	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계	연구기반형 테스트베드 설계	기본설계
18	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축	테스트베드 안정적 운영	플랫폼 제도
19	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구	테스트 베드 적용 설계	기본설계
20	도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구	테스트 베드 적용 설계	기본설계
21	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구	정책 발굴	정책 보고서

1.3 후보과제 평가 및 우선순위 도출

□ **후보과제가 기술개발환경을 Needs를 얼마나 반영할 수 있는가에 대하여 5점 척도로 평가 실시, 단, 후보과제가 기술개발환경 Needs를 반영하지 않는 경우에는 점수 계상하지 않음**

○ 후보과제별 우선순위

과제 번호	후보과제명	점수	우선 순위
1	시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축	4,157	2
2	다중수원 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계구축	4,156	3
3	지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계구축	3,938	4
4	수자원 통합정보 시스템구축의 해외진출을 위한 표준화 기술연구	2,842	15
5	멀티그리드별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구	3,502	8
6	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	3,627	6
7	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	3,616	7
8	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터루프 연계기술 개발	3,861	5
9	워터루프 운영 체계의 해외진출을 위한 표준화 기술연구	2,737	16
10	ICT기반 지능형 수자원 모니터링 기술	4,405	1
11	Smart Water Grid 통합 네트워크 구축 기술	3,397	9
12	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발	3,144	11
13	실시간 Smart Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술	2,968	13
14	물정보 서비스 시스템	2,951	14
15	ICT기반 Smart Water Grid 설계 표준화 기술개발	3,291	10
16	Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발	3,076	12
17	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계	2,506	17
18	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축	2,395	18
19	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구	2,253	19
20	도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구	2,151	20
21	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구	1,840	21

○ 우선순위별 후보과제

우선순위	후보과제명	점수	과제번호
1	ICT기반 지능형 수자원 모니터링 기술	4,405	10
2	시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축	4,157	1
3	다중수원 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계구축	4,156	2
4	지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계구축	3,938	3
5	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터루프 연계기술 개발	3,861	8
6	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	3,627	6
7	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	3,616	7
8	멀티그리드별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구	3,502	5
9	Smart Water Grid 통합 네트워크 구축 기술	3,397	11
10	ICT기반 Smart Water Grid 설계 표준화 기술개발	3,291	15
11	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발	3,144	12
12	Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발	3,076	16
13	실시간 Smart Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술	2,968	13
14	물정보 서비스 시스템	2,951	14
15	수자원 통합정보 시스템구축의 해외진출을 위한 표준화 기술연구	2,842	4
16	워터루프 운영 체계의 해외시장 진출을 위한 표준화 기술 연구	2,737	9
17	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계	2,506	17
18	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축	2,395	18
19	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구	2,253	19
20	도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구	2,151	20
21	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구	1,840	21

1.4 후보과제 검토

1.4.1 후보과제와 기술개발전략과의 부합성 검토

□ 기술개발 목표인 3WS(Water Security,Water Safety, Water Solution)와 각 후보과제의 부합성 검토하여 체크함

연번	후보과제명	Water Security	Water Safety	Water Solution
1	시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축	○		
2	다중수원 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계구축	○		
3	지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계구축	○		
4	수자원 통합정보 시스템구축의 해외진출을 위한 표준화 기술연구			○
5	멀티그리드별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구		○	
6	물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발	○		
7	신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발		○	
8	저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터루프 연계기술 개발		○	
9	워터루프 운영 체계의 해외진출을 위한 표준화 기술연구			○
10	ICT기반 지능형 수자원 모니터링 기술			○
11	Smart Water Grid 통합 네트워크 구축 기술			○
12	모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발	○		
13	실시간 Smart Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술		○	
14	물정보 서비스 시스템			○
15	ICT기반 Smart Water Grid 설계 표준화 기술개발			○
16	Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발		○	
17	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계			○
18	테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축			○
19	하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구	○		
20	도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구		○	
21	멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구			○

1.4.2 후보과제간 연계성(중복) 검토

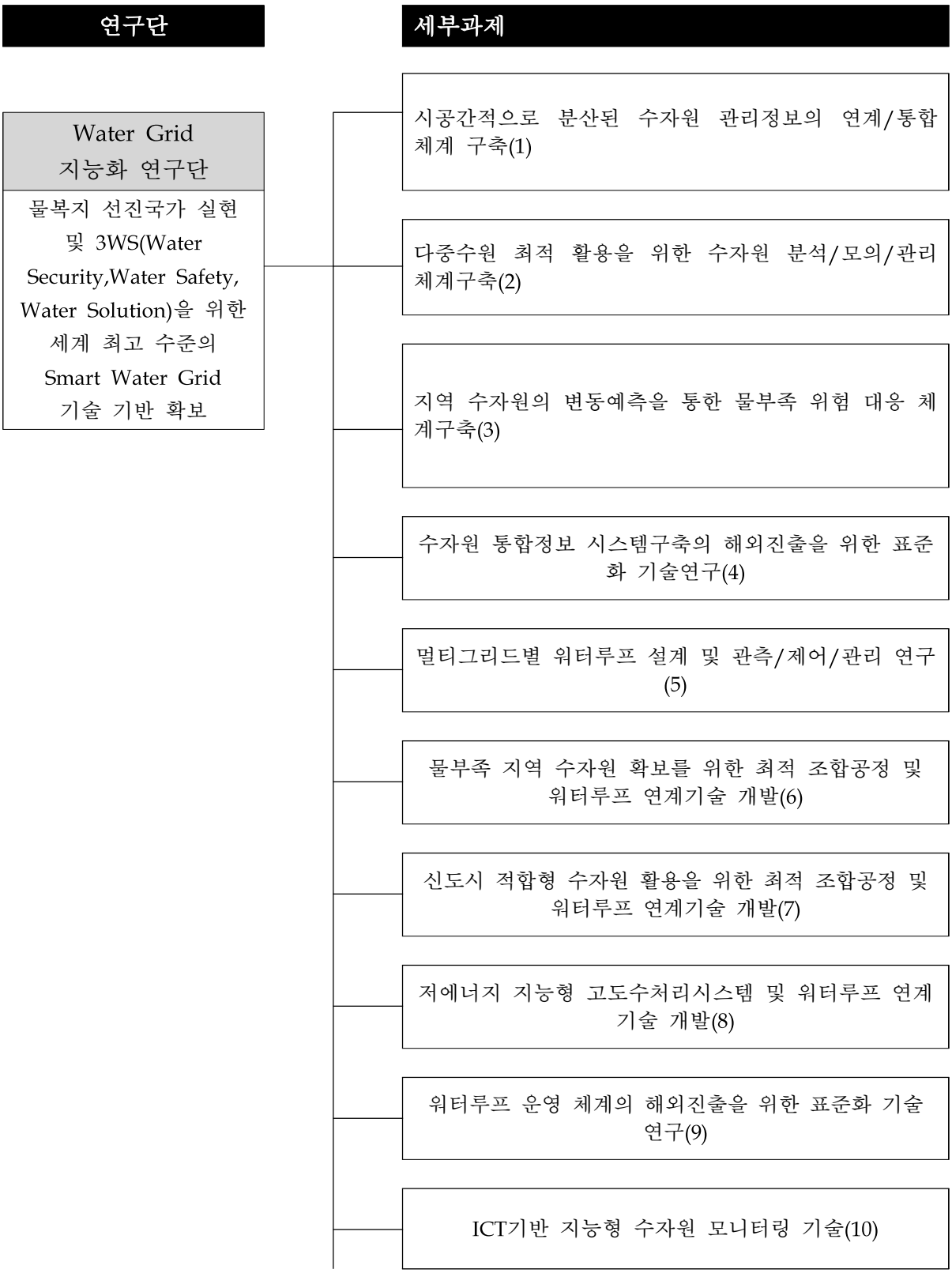
□ 후보과제간 연계성(중복) 검토 결과표

- ● : 상호 보완·의존적. ○: 연계 가능성 있음

구분		후보과제 번호																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
후보과제번호	1		●	●																		
	2																					
	3																					
	4																					
	5						●	●														
	6																					
	7									●												
	8																					
	9																					
	10					●								●								
	11																					
	12																					
	13																					
	14										●											
	15																					
	16																	●				
	17																		●			
	18																			●	●	
	19																					
	20																					
	21																					

2. 과제추진 체계 및 후보과제 과제카드

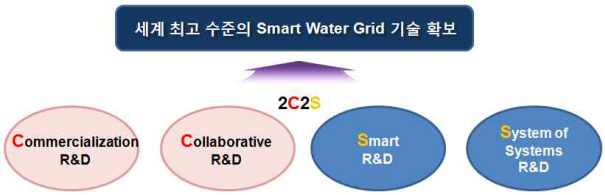
2.1 과제추진 체계도




Water Grid 통합 네트워크 구축 기술(11)
모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발(12)
실시간 Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술(13)
물정보 서비스 시스템(14)
ICT기반 Smart Water Grid 설계 표준화 기술개발(15)
Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발(16)
테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계(17)
테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축(18)
하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구(19)
도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구(20)
멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구(21)

2.2 후보과제별 과제카드 (최종 수정 前, 2단계 보고서 제출본)

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td>Water Grid 지능화 연구단</td><td>현재기술개발환경</td><td>■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="3">물복지 선진 국가 실현 및 3WS(Water Security, Water Safety, Water Solution)을 위한 세계 수준의 Smart Water Grid 기반 기술 확보</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="3">
○ (시장동향) 미래 물시장은 2010년 579조원에서 2025년 1,038조원 규모로 폭발적인 성장이 예상되며, Smart Water Grid시장은 현재 5,500억원 수준에서 10년후 약 16조원 규모로 성장할 것으로 예상됨(Lux Research, 2009)
○ (산업동향) 물 산업의 패러다임이 크게 바뀌고 있으며, ICT와 결합된 새로운 물산업이 육성되고 있음
– 물 산업 패러다임의 변화
· 매체별 분산된 시장에서 토탈 솔루션 시장으로,
· Water hunting에서 Water Cultivation으로,
· 물산업의 smart, 정보통신과의 결합 가속화
· 글로벌 물기업간 경쟁 심화 및 신규 기업의 물산업 진출
– Siemens, Suez등 기존 물기업뿐만 아니라 IBM등 IT기업이 새롭게 Smart Water Grid시장에 진출
– 싱가포르등은 다양한 수원을 활용하는 용수공급시스템을 구축하였으며, 이를 바탕으로 세계 물산업시장에 진출하며 Hyflux와 같은 글로벌 물 기업 배출
– 국내 물 산업은 태동기로, 글로벌 물 기업을 육성하여 신성장 동력화해야 함
○ (기술개발동향) Smart Water Grid에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있으며, IT기반의 지능형 물관리 연구가 최근 가속화되고 있음
<table>
<tr><th>분야</th><th>업체/기관명</th><th>기술내용</th><th>국적</th></tr>
<tr><td rowspan="3">수자원</td><td>Fukuoka District Water works Agency(FDWA)</td><td>담수플랜트를 기반으로 한 식수원 확보</td><td>일본</td></tr>
<tr><td>Mekort(Israel National Water Company)</td><td>하수 재이용, 담수화 설비 기술 보유</td><td>이스라엘</td></tr>
<tr><td>National Smart Water Grid™</td><td>물의 분배를 통한 수자원관리 방안 제시</td><td>미국</td></tr>
<tr><td rowspan="3">지능화</td><td>IBM</td><td>수도관 시스템용 센서 공급</td><td>미국</td></tr>
<tr><td>IBM, Beacon Institute</td><td>Hudson 강에 실시간 모니터링 통합 센서 네트워크와 로봇기술, 컴퓨터 해석 기술 적용</td><td>미국</td></tr>
<tr><td>TaKaDu</td><td>기존 센서의 데이터와 기상자료, 음향자료, GIS 자료 등을 활용하여 스마트 워터 그리드를 구현하는 기술 개발</td><td>이스라엘</td></tr>
<tr><td>활용망</td><td>Thames Water</td><td>도심지역의 용수공급을 위한 Ring Main 건설</td><td>영국</td></tr>
<tr><td rowspan="3">실증 사업</td><td>The Power and Water Corporation(PWC)</td><td>8만명 대상으로 실증 사업</td><td>호주</td></tr>
<tr><td>SEQ Water Grid</td><td>광역 수자원의 지능적 관리</td><td>호주</td></tr>
<tr><td>Lawer Colorado River Authority(LCRA)</td><td>텍사스주 220만명을 대상으로 물과 전기수송 시스템 제공</td><td>미국</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="3">
○ 국토부, 교과부, 환경부 등 수자원관련 국가 R&D 연구결과와 민간 기술 성과를 공동연구 또는 기술지원의 형태로 연계 활용
ex) '수자원의 지속적 확보기술사업단'의 1)통합수자원평가계획시스템개발, 2)유역물관리운영기술, 3) 지표수수문성문해석시스템 개발, K-water등에서 연구한 미터/센서등 설비 시스템의 개량 및 통합 등
</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="3">
○ 수자원의 효율적 이용 필요성 증대
– 물부족 문제를 해결하기 위해 수자원을 효율적으로 이용하는 것이 무엇보다 중요해짐
– 첨단 정보통신 기술을 활용하여 기존 수자원망(Water Grid)의 효율성을 높이는 것이 절실
○ 지속적인 물수요 증가에 따른 안정적인 물공급의 필요성 증대
– 메가시티 등장, 중국과 인도의 발전등으로 물수요가 지속적으로 증가함에 따라 안정적인 물공급이 절실
○ 글로벌 물산업의 폭발적 성장에 따라 우리의 강점을 적극 활용할 수 있는 ICT기반 Smart Water Grid 기술을 핵심역량으로 갖춘 글로벌 물기업 육성
– 글로벌 물산업이 폭발적으로 성장할 것으로 예상되며, 그 양상도 집중형에서 분산형으로, 기존과 달리 smart(지능화)되는등 크게 변화하는 추세이며 지금이 그 변화의 변곡점인 시점임
– 세계적으로도 초기단계이며 미래 시장 전망이 밝은 Smart Water Grid 기술을 선점하여 글로벌 물산업을 리딩하는 글로벌 물 기업 육성
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="6">
1. 다중수원 용수공급 최적화 시스템 기술 개발
1) 하천 유역 수자원 관리와 확보의 효율화
- 시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축
- 다중수원의 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리체계 구축
- 지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계 구축
- 수자원 통합정보 시스템구축의 해외진출을 위한 표준화 기술연구
2) 도심자족수자원 확보/이용 효율화
- 멀티그리드 별 워터 루프 설계 및 관측/제어/관리 연구
- 물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터 루프 연계기술 개발
- 신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터 루프 연계기술 개발
- 저에너지 지능형 고도수처리시스템 및 워터 루프 연계기술 개발
- 워터 루프 운영 체계의 해외진출을 위한 표준화 기술 연구
2. ICT 기반 Smart Water Grid 플랫폼 기술 개발
- ICT 기반 지능형 수자원 모니터링 기술
- Smart Water Grid 통합 네트워크 구축 기술
- 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정시스템 개발
- 실시간 Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술
- 물정보 서비스 시스템
3. 망 설계 표준화 및 테스트베드 설계
- ICT기반 Smart Water Grid 설계 표준화 기술개발
- Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발
- 테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계
- 테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축
- 테스트베드 기초 적용 연구
- 멀티그리드별 물산업 발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구
</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="6">
○ 국토해양부는 미래의 물문제를 적극 해결해야하며, Water Grid 지능화 기술은 이러한 미래 물문제를 해결할 수 있는 수단이므로 정부가 공공기술(social technology)로서 적극적으로 투자해야 함
○ 정부의 물산업 육성전략 발표(2010.10.13)에 따라 단기간내에 세계 시장을 선점할 수 있는 전략적 물산업 테마 육성이 필요하며, 우리나라의 강점인 IT를 활용할 수 있는 Smart Water Grid분야를 다른 물산업 분야보다 적극 육성해야 함
○ Smart Water Grid는 전세계적으로도 개발초기단계이나 향후 전망이 매우 밝은 Water Grid분야에 적극 투자가 필요함. 다만, 물산업은 공공의 성격이 강한 물을 대상으로 한 만큼, 정부정책과 밀접하므로 정부가 예산 투자를 통해 확고한 물산업, 글로벌 물기업 창출의 의지를 보여줄 필요가 있음
</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>미국</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>60 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>95 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="6">
○ 상용화 목표 중심의 연구과제 포트폴리오 구성 (Commercialization)
- 개발 기술의 적용과 검증을 위한 테스크베드 구축을 염두에 둔 사전 적용 연구를 수행하며, 사업화 주체가 연구개발 초기부터 참여하여 연구개발의 사업모델을 명확히 설정하여 국가연구개발사업의 ROI(Return On Investment) 제고
○ 오픈 이노베이션에 입각한 협업적 R&D (Collaboration)
- 목표 달성을 위해 연구비용과 시간을 줄일 수 있도록 오픈 이노베이션에 입각하여 국내외 선도기관과 적극적 외부 협력을 추진하며, 오픈 웹사이트 등을 통해 개방형 기획 추진
○ Smart R&D Management System: Fail Fast, Fail CHEAP (Smart)
- 미래 물산업을 개척한다는 기업가 정신으로 추진하되 실패 비용을 최소화할 수 있도록 철저한 R&D 관리 수행
○ 시스템 최적화를 통한 비즈니스모델 창출: Design, System of Systems (System of Systems)
- 국토해양R&D에 걸맞도록 개별 요소 시스템의 조합을 최적화하는 System of Systems형 기술 개발을 통한 새로운 국토해양 물산업 비즈니스모델 창출


</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">Water Grid 테스트베드 운영 및 유지관리 플랫폼, Smart Water Grid 관련 수자원 솔루션, 통합운영소프트웨어, 통합네트워크 및 프로토콜, 설계 관련 도면등 각종 자료</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">신도시, 물부족지역에 적용할 수 있도록, Water Grid 테스트베드 구축을 위한 각 분야별 기반 기술 확보·검증</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>6,400</td><td>10,800</td><td>11,400</td><td>12,100</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>1,240</td><td>2,100</td><td>2,220</td><td>2,320</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>7,640</td><td>12,900</td><td>13,620</td><td>14,420</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">40,700</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">7,880</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">305명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">48,580</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">(경제적) 국내 물기업의 해외시장 진출 지원 효과 (Water Solution)
- ICT기반 Smart Water Grid 원천기술 확보로 물산업 수출기반 구축
- 2020년까지 연간 5천억원의 해외수주를 위한 산업 기반 구축(세계시장의 약 3%)
(과학기술적) Smart Water Grid분야 기반 기술 확보
- 물 연구분야의 글로벌 이니셔티브를 선점하는 국토해양R&D의 새로운 롤모델
- IT와 수자원분야의 융복합 연구에서 선진국 진입
(사회정책적) 사회적·글로벌 이슈인 물문제를 해결할 수 있는 국가적 R&D를 추진함으로써 국민들의 물복지(water welfareness)를 증진시키고 국가의 지속가능성(sustainability) 확보
- 수자원 확보 및 수자원 격차 해소(Water Security), 수질 및 물공급 그리드 안정성 확보(Water Safety)에 크게 기여
- 다양한 물 정보 제공으로 정부의 국민 소통 능력 향상
- 국민들이 물부족등 물이슈에 대한 인식 제고 및 대응 능력 향상</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">시공간적으로 분산된 수자원 관리정보의 연계/통합 체계 구축(1)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">기관별 자료의 공동활용을 위해 기구축되어 있는 물관련 정보시스템을 지능화하여 하천유역수자원의 효율적 확보 및 운영이 가능하도록 공급 및 수요관리정보를 연계/통합한 정보체계 개발</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 물관리정보를 표준화하여 5개부처 10개 물관련기관의 수자원정보를 on-line으로 공동활용하기 위해 물관리정보유통시스템(WINS)가 구축·운영중
· 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS), 하천관리지리정보시스템(RIMGIS), 국가지하수정보센터(GiMS), 상하수도종합정보시스템, 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS), 물환경정보시스템 등이 기관별로 구축·운영중</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 기관별로 생산·제공되고 있는 자료의 공동활용을 위해 구축 운영중인 기존 물관련정보시스템을 연계/통합하여 활용함
- 수요중심의 하천유역수자원의 최적공급·배분을 위한 정보체계를 구축할 수 있도록 함</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 기존 물관리정보유통시스템은 물관련기관 담당자 전용시스템으로 일반사용자는 각 기관에서 제공하고 있는 자료를 개별수집하는 상황임
- 공급과 수요의 양방향 정보관리를 통해 지능화된 하천유역수자원의 최적활용을 위해서 수요중심의 자료체계의 연계·통합이 필요함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 물관련정보체계 지능화
· 지리정보기술을 활용한 정보체계 표준화
· 수요를 고려한 물관련정보의 연계/통합을 위한 정보체계(비상운영 포함)
· 지역자족형 IT기반 수자원 확보 기술
· 물공급과 수요의 물수지 분석 시스템 개발
· 생·공·농·환경개선·하천유지용수 배분기술</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">- 수자원 확보 기술은 이익 창출보다는 국민의 복지를 위한 공공성을 가진 국가의 책무로서 정부지원 절대적으로 필요</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td colspan="2">현재 최고기술 보유국가</td><td>미국, 일본</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>65-70 (추정) %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>90 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">- 기존 물관련 기관이 생산·제공하는 정보현황 및 사용자 수요조사를 통해 각 요소별 필요정보 분류
- 기초자료 제공을 위한 정보체계 인프라 구축</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">1)물관련정보체계 2)물관리정보 표준 3)한국형 물수지모형
4)물배분모형 5) 제도 및 정책제안</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">- 기관별 물관련종사자가 실무에 직접 활용하여 물공급 및 배분
- 공급 및 수요자 양방향 의사결정을 위한 정보체계 구축</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>200</td><td>200</td><td>200</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>1,200</td><td>1,200</td><td>1,200</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">3,500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">700</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">20명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">4,200</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 용수수요 및 관리에 탄력적으로 대처할 수 있는 정보체계 구축으로 수요자 요구에 따른 맞춤형 정보의 제공이 가능함
- 지능화된 정보체계에 따라 수요·공급을 고려한 하천유역수자원관리가 가능하도록 기본 인프라 제공</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">다중수원의 최적 활용을 위한 수자원 분석/모의/관리 체계 구축(2)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">댐/호소 수자원, 강우자원 평가기술, 4대강 보 및 다단계 저류시설을 통한 수자원, 시공간차원의 물 수송 조절 통제기술, 홍수 자원화의 잠재력 및 편익평가기술, 통합 지능형 하천유량관리기술, 그리드별 물수지 분석 등의 다중수원 최적 활용과 확보 연구</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 미국, 영국, 호주, 일본 등은 수자원 관리 및 공급을 효율성을 개선하기 위하여 수자원 관리에 ICT기술을 접목하여 소프트웨어적인 통합물관리 추진
- IBM, Veolia 등 다국적 민간 물기업들도 ICT기반의 “지능형 물관리”기술의 개발과 상품화 단계에 진입
- 수량+수질+환경+생태 등 Total Solution의 물산업의 태동기로서 개도국을 중심으로 하천관리 물산업이 본격적으로 창출되고 있는 상황으로 2010년 세계 물산업 시장은 3,181억불로 추정</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 교과부, 국토부의 “수자원의 지속적 확보기술사업단” 연구성과 연계활용
· 통합수자원평가계획 시스템 개발
· 유역물관리운영기술
· 지표수 수문성문 해석 시스템 개발</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 기후변화에 의한 가뭄발생빈도의 증가로 물공급안정성이 더욱 취약해져가고 있는 실정으로서 물공급의 효율성을 제고하여 국가물안보 확보
- 4대강 살리기의 준공으로 하천유량의 종합적 유지관리 기술개발 필요</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 안정적 물 확보를 위한 수원의 지능형 관리 기술
- 다단계 저류시설을 이용한 지천의 물 확보기술
- 원격자동제어를 활용한 물관리 효율화 기술</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">- 수자원 확보 기술은 이익 창출보다는 국민의 복지를 위한 공공성을 가진 국가의 책무로서 정부지원 절대적으로 필요
- 보다 발전된 물관리 기술을 국가가 지원하여 발전시킨 후 민간참여 유도 필요</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>미국, 일본</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>70 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td colspan="2">95 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">- 현장의 물관리 기관과 산·학·연 협력을 통한 기술개발과 현장 실증 실시
- 물관리+ICT+산업체와 하천수 저류/조절 및 원격자동제어 융복합기술개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="6">1)지능형 물관리 소프트웨어 시스템 2)하천수 저류/조절 시설 3)하천수 자동화관리 시설</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="6">물 관리를 담당하는 정부 물관리기관, 공사 및 지자체의 물관리 업무에 활용을 위하여 기술이용에 따른 경제와 환경적 이익 홍보</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>200</td><td>200</td><td>200</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>1,200</td><td>1,200</td><td>1,200</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">3,500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">700</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">20명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">4,200</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 하천유역 수자원의 지능형 물관리로 10% 물이용(8억톤) 효율 개선
- ICT 기반 Water Grid 원천기술 확보 및 물산업 수출기반 구축
- 지역 자족형 수자원 확보로 국지적인 물부족 해소 및 하천의 건천화 방지
- 안정적이고 다양한 하천수 이용 허가환경 조성</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">지역 수자원의 변동예측을 통한 물부족 위험 대응 체계 구축(3)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">예측 또는 불예측 기후변화(홍수/가뭄, 집중호우, 눈 등)에 의한 수자원량의 변화, 수질오염사고에 의한 가용 수자원량 감소, 수재해 감시, 평가, 경보 및 응급대처종합기술 시스템 및 예보기술</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- OECD 국가는 물 부족의 정보, 대책 및 위험도 평가 등 물 부족 관련 종합포털시스템 구축 추진과 함께 가뭄에 의한 물 부족정보 이용의 통합네트워크와 공동활용 체계구축
- 미국, 호주 등은 전지구 차원의 지구기상감시시스템을 활용하여 수자원 전망 수행</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 교과부, 국토부의 “수자원의 지속적 확보기술사업단” 연구성과 연계활용
· 통합수자원평가계획 시스템 개발
· 유역물관리운영기술
- 행안부, 기상청, 수자원공사, 농어촌공사 등의 가뭄 관련 정보시스템 연계활용</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 지난 100년간 우리나라 가뭄 발생빈도가 증가 추세
· 기후변화 시나리오에 의한 수자원영향 평가에서 가뭄기간이 현재 보다 3.4배 증가하고 물부족이 심화될 것으로 전망
· 따라서 물 부족에 적응가능한 사전대책으로서 지역의 물 부족 위험 대응체제 구축 필요</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 지역의 물부족 위험 대응 체계 구축
· 지역의 물 부족 위험 평가 기술 개발
· 지역 맞춤형 물 부족 예보시스템 개발
· 사회·경제발전과 기후변동에 따른 물 부족 위험평가
· 정책·제도적 측면에서 지역별 물 부족 피해저감기술개발</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">가뭄에 의한 물부족 재해관리 기술은 수익을 창출하기 위한 민간의 투자에 의해 수행될 수 없는 국민의 복지를 위한 공공성을 가진 국가의 책무로서 정부지원 절대적으로 필요</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td colspan="2">현재 최고기술 보유국가</td><td>미국, 호주</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>70 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>90 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">- 현장의 물관리 기관과 산·학·연 협력을 통한 기술개발과 현장 실증 실시
- 미국 및 호주의 물관리 기관과 공동연구 추진</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">1)물부족 정보의 플랫폼 2)지역별 물부족 위험도 평가
3)물부족 해소를 위한 제도·정책 개선</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">물 관리를 담당하는 정부 물관리기관, 공사 및 지자체의 물관리 업무에 활용을 위하여 기술이용에 따른 경제와 환경적 이익 홍보</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>500</td><td>500</td><td>500</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>600</td><td>600</td><td>600</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">2,000</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">400</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">15명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">2,400</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- ICT, 위성, 컴퓨터 프로그램 기술의 적용과 활용으로 국가 정보과학기술의 발전에 기여
- 물부족 정보의 제공을 위한 정보화사업을 통하여 물부족 피해의 경감 및 사전대책 수립
- 국민들이 물 부족에 대한 인식의 제고와 이에 효과적으로 대응할 수 있는 정보화 사회구축</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">수자원 통합정보 시스템구축의 해외진출을 위한 표준화 기술연구(4)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">방대한 수자원 정보를 통합관리, 갱신, 가공함으로써, 각 계층별 수요자에게 맞춤형 정보를 제공할 수 있는 데이터베이스 및 웹기반 정보제공시스템 개발</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 우리나라를 비롯하여 미국, 오스트레일리아 등 많은 나라가 하천수질, 수량, 기상, 수리수문 자료에 대한 통합 데이터베이스 및 정보제공시스템을 이미 보유하고 있음
- 최근의 동향은 단순한 원시자료의 단순 제공뿐만 아니라 원시자료의 통계처리, 공간분석 등 과학적 기법에 의한 가공자료의 생산 및 질의응답을 통한 필요정보의 추출, 그리고 웹기반의 GIS기술을 적용한 정보 시각화 도구를 포함하는 방향으로 진행되고 있음</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 국토해양부의 수자원 통합관리정보 및 환경부의 수질자동측정망, 기상청 측정망 자료를 연계, 통합할 수 있는 프로토콜개발 필요함
- 현재 수자원 현황 및 미래의 수자원 동향에 대한 예측과 전망이 가능한 고급 자료분석 기술 및 관련 기술도구의 패키지화 기술이 필요함</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 아직까지도 중앙정부, 지자체, 관련 연구기관등에서 생산되어지는 방대한 수자원관련 자료가 산재되어 있어 필요한 수자원 자료 획득을 위한 중복투자가 우려됨
- 많은 예산을 들여 생산된 수자원 자료의 활용 미흡
- 현재의 통합정보시스템은 원시자료의 제공 및 간단한 통계자료의 제공에 머물러 있으나 향후 원시자료의 과학적 분석을 통한 고급 정보를 생산할 수 있는 정보생산기술의 접목이 필요함
- 워터그리드 지능화 사업을 통한 각 단위요소/분야에서 생산되는 물관련 정보를 통합 관리할 수 있는 새로운 프로토콜 및 시스템 개발 필요함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 물정보의 가공을 통한 정보생산기술 (물수요 예측, 관리 측면의 활용도를 가진 자료 생산)
- 수질, 수자원, 수처리시설 등 워터그리드 단위요소로부터 생산되는 자료의 통합 관리기술
- 물관련 정보의 분석을 통한 의사결정 지원 시스템 (예: Expert system 등)</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">본 기술은 공공기반의 성격이 강하므로 정부로부터의 예산 및 제도적 지원이 절실함</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>미국</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>50 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>120 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">- 다양한 형태의 물관련자료의 효과적 통합을 위한 프로토콜 개발이 우선되어야 함.
- 본기술은 데이터마이닝, 공간분석 기술, IT기술 등 다학제적 융합연구가 필요한 분야임.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="6">1)웹기반 수자원 정보의 통합, 가공, 시각화 및 분석, 예측 가능한 DB 및 시스템</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="6">중앙 및 지자체 정책입안자, 수자원관련 의사결정자, 전문가, 농업종사자, 일반 국민 등 계층별 수요자에게 필요한 수자원 정보 제공</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>200</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>200</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2"></td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">5명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">500</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 개발기술의 해외시장진출
- 수자원 정보의 투명성 확보를 통한 수자원 정보 활용의 활성화 및 대국민 신뢰도 확보
- 수자원의 최적 운용을 위해 필요한 정보의 접근성 향상</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">멀티그리드 별 워터 루프 설계 및 제어/관리 기술 개발(5)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">- 그리드 단계별 워터 루프의 최적 설계기술 확보
- 워터 루프 내 수자원의 이송, 분배 효율화 기술 개발
- 그리드내 압력센서 및 Flowmeter 연계 제어/관리 표준화
- 그리드별 효율적 수자원 활용을 위한 워터 루프 구축</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 워터 그리드 수자원관리 분야는 신성장동력 녹색산업으로 (2015년 세계시장 규모 : 1,600조원, 국내시장 규모 : 20조원, 연 평균 6% 성장) 국가 전략적 중요도 높음
- 스마트 수자원관리는 공급자와 소비자 간에 양방향으로 정보를 교환하기 위한 그리드를 구축하여 수자원관리 효율을 최적화한 지능형 인프라 기술이며, 차세대 기술로 각광받음
- IBM 등 첨단 IT업체에서는 2009년부터 정보기술과 통신기술을 바탕으로 스마트 용수관리 분야에 진출</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 국토부, 교과부, 환경부 등 수자원관련 국가 R&D 연구결과 활용
- 민간 기술 성과를 공동연구 또는 기술지원의 형태로 연계 활용</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 기상이변에 따른 안정적인 수자원 공급이 저하되어 전통적인 댐/하천 중심의 공급관리와 일방적 수요관리 방식의 한계를 극복할 수 있는 새로운 패러다임의 수자원 확보/배분체계가 필요함
- 2015년 글로벌 수자원 산업 시장 확대와 녹색 전환 인프라 수요 증대에 대비한 선도형 전략기술 확보가 필요함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 그리드별 워터루프 기반 요소기술 개발
· 스마트 워터 루프/컨디셔닝 기술
· 스마트 워터루프 단위 최적화 기술
· 스마트 워터루프 시스템 기술
- 워터루프 최적 설계 기술 개발
· 수자원 안정적 이송, 배분 기술
· 수질특성 기반의 자동제어 기술
· 그리드 내 센서 및 장비 설계 표준화 기술
· 3D 설계 및 시뮬레이션 기술
- 그리드 내 워터루프 건설 및 관리 기술 개발
· 스마트 워터루프 구축 기술
· 워터루프 네트워크 운전관리 기술
· 유역관리 그리드 통합 유지관리 기술</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">- 물 및 에너지 확보 기술은 민간기업의 단기적 이익보다는 국토의 효율적 활용
- 국가의 미래 국력 신장 등 공공성이 강하므로 기업주도형보다는 정부주도형의 연구개발이 필요함.</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td colspan="2">현재 최고기술 보유국가</td><td>미국</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>60 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>90 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">- 국내 미확보 원천기술은 국제공동연구 등 기초연구 추진
- ET, NT, IT 등 융복합기술의 산학연 협동연구 추진
- 테스트베드 추진에 의한 기술의 현장 실증</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">1)워터루프 센서, 장치, 시스템 2)워터루프 설계, 제어관리 프로그램
3)그리드 통합 네트워크 설계, 유지관리 매뉴얼</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">- 수자원 그리드별 워트 루프 설계, 건설에 활용
- 국가 및 지자체의 효율적인 수자원 관리에 활용</td></tr>
<tr><td rowspan="7">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>200</td><td>200</td><td>300</td><td>300</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>40</td><td>40</td><td>60</td><td>60</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>240</td><td>240</td><td>360</td><td>360</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">1,000</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">200</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">10 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">1,200</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 워터루프 설계 기술에 의한 수자원 이용 효율성 향상 및 지역간 물 부족 현상 해소
- 워터루프 기술을 통한 경제적인 수자원 공급망 구축
- 워터루프 구축 기술 선점에 의한 체계적인 수자원 관리와 국가 경쟁력 확보</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">물부족 지역 수자원 확보를 위한 최적 조합공정 및 워터 루프 연계기술 개발(6)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">자연형 수자원 공급 부족을 예상하여 추가적인 수자원(능동형)을 확보하고, 도심의 워터루프를 이용하는 기술</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 현재 싱가포르에서 워터루프 개념을 이용하여 도심의 수자원을 다양하게 확보(하수처리수의 재이용, 빗물의 재이용, 그리고 해수 담수화)
- 최종소비자에게 음용 가능, 불가능 물을 공급함으로써 부족한 수자원의 활용을 극대화 함</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 환경부의 “수처리 선진화 사업단”의 정수용 막여과 시스템, 상수관망 유지관리, 개량 기술, 하수처리수 재이용 요소기술을 활용함</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 워터 루프는 보다 안정적, 효율적인 수자원의 확보에 필요한 핵심 요소임
· 다양한 수자원의 효율적 관리와 운영을 통해 제한된 수자원을 효율적으로 사용함
· 도심 또는 자연형 수자원의 변화에 의한 부족한 양에 대한 안정적인 수자원의 공급을 위해서 능동적인 수자원의 확보가 필요함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- IT 기반 능동형 수자원의 안정적 확보기술
· 목표지점의 수자원 공급/소비 예측 기술
· 수처리 시설의 지능화
- 스마트 수처리 최적 조합공정 개발
· 소비자 대상별, 수준별 맞춤형 수질/수량 조절 기술 개발
· 스마트 하수재이용 최적 조합공정 개발
· 수처리 시스템 운전 최적화 기술 개발</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">- 수자원의 확보는 개인이나 민간이 하기 어려운 문제점을 가지고 있으므로 국가가 수자원의 모든 권리를 이용하여 정부주도형의 연구 개발이 필요함
- 수처리나 워터루프의 경우 민간의 참여도 고려하여 상호 보안적인 관계에서 연구 개발이 이루어질 수 있음</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>싱가포르</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>50 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td colspan="2">120 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">- 도심형 수자원의 확보(빗물의 재이용, 하.폐수의 재이용) 기술은 현재 산,학,연에서 진행되고 있으나 워터 루프의 기술적 적용은 협조가 필요함
- 테스트 베드를 통한 워터 루프의 적용/운영기술의 확보가 필용함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="6">1)양방향의 정보에 의한 안정적 수자원 확보기술 2)수질.수량의 탄력적 조절이 가능한 수처리 기술 개발 및 운전 3)워터 루프의 최적의 운영 기술</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="6">워터 루프의 건설과 운영의 기술 확보함으로 민간의 물산업 진출 장려</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>600</td><td>600</td><td>700</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>120</td><td>120</td><td>140</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>720</td><td>720</td><td>840</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">2,400</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">480</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">20명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">2,880</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 효율적인 수자원의 관리를 통한 안정적 수자원 확보
- 이용 가능한 수자원을 확보함으로 에너지 소비의 최소화를 이룸
- 워터루프의 최적 운영 기술의 수출</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="2">신도시 적합형 수자원 활용을 위한 최적 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발(7)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="6">신도시 내 수자원 공급/소비 최적 조합공정을 개발하여 도시형 수자원의 다양한 활용 방안 모색</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="6">- 서울시는 물순환형 도시용수 공급체계 구축 사업을 단계적으로 추진
- U-Eco city 사업단: 첨단도시 건설을 위한 새로운 물 관리 기법 제안</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="6">국토 해양부의 수자원 통합관리정보 등을 활용하여 신도시 건설시 활용 가능한 수자원 최적 조합 공정 개발</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="6">- 신도시 개발시 좋은 물을 효율적으로 공급하기에는 어려움이 있음
- 도시 수자원 확보 및 효율적 공급을 위해 신도시 적합형 수자원 최적 조합공정 개발</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="6">- 스마트 도시 수자원 확보 최적 조합공정 개발
- 수요 맞춤형 물공급 시스템
· 수질 등급화 생산/저장/분배 설계 기술
· 다품종 물 생산 기술
· 맞춤형 물 공급 시나리오 설계
- 수요 맞춤형 친수 공간 설계</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="6">본 기술은 국가 신도시 건설시 중점적으로 고려되어야 할 사항이 최적 물 공급 방안으로 공공기반의 성격이 매우 강하므로 정부의 지원이 필요함</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>싱가포르</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>50 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>120 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="6">- 국내·외 도시 규모, 수자원 상황별 물공급 체계 분석
- 상황 별 수자원 최적 활용 조합공정 모델링 및 설계 기술 확보
- 워터루프와의 연개기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="5">1) 신도시 건설 시 수자원 최적 공급 시스템 모델 및 설계 기술 제공
2) 수자원 최적 조합공정 운영 시스템 및 유지관리 메뉴얼</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="5">정부의 미래 신도시 계획 시 주변 수자원의 최적 공급방안으로 활용</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>600</td><td>600</td><td>700</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>120</td><td>120</td><td>140</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>720</td><td>720</td><td>840</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">2,400</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">480</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">20 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">2,880</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="6">- 신도시 건설시 최적 물공급 시스템 구축 및 안정적 물공급 가능
- 신도시 수자원 최적 조합공정 기술을 개발을 통한 해외 건설 사업 경쟁력 확보</td></tr>
</table>

1. 과제명	저에너지 지능형 고도수처리 시스템 및 워터루프 연계기술 개발(8)	현재기술개발환경	■응용개발 □상용화 □기초·원천

2. 연구개발목표	- 처리수 품질의 고도화와 에너지 사용량의 절감을 동시에 달성하기 위한 지능형 용수처리 시스템의 개발 및 워터루프 시스템과의 연계에 의한 상용화 · 용수 품질 (생산의 안정성 및 수질) 20% 향상 · 에너지 소모량 (단위부피의 용수생산에 투입되는 직접·간접적 에너지 사용량) 20% 절감
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	- 기술개발 동향 · 용수 품질의 고급화 추세: 전 세계적으로 정밀, 한외여과, 역삼투, MBR 등의 기술의 현장적용과 함께, BT/NT 융합기술의 실용화가 추진되고 있음 · 에너지 절감을 위한 소재기술 및 IT기술의 적용: 선진국을 중심으로 고성능 첨단소재와 IT융합 지능형 공정기술의 결합으로 고도수처리 공정에 사용되는 에너지를 절감하기 위한 연구개발이 진행 중 - 산업/시장 동향 · 고급 용수처리 기술의 시장 성장: 2010-2016년 사이 막여과 기반의 고급 수처리 기술은 연평균 18%의 성장이 전망되며, 무방류 기술은 26%의 성장이 예상됨 (Source: GWI: Global Water Market 2011, 2010) · 산업용수 수요 증가: 정유분야 (17%), 광업 (13%), 발전 (5%) 등의 분야에서 산업용수 생산시설 관련시장의 빠른 성장이 예상됨 (Source: GWI: Global Water Market 2011, 2010)
4. 기존기술 활용방안	- 국가연구개발사업과의 연계 · 국토해양부 사업과의 연계: 해수담수화플랜트사업단 과제와 U-Eco City 사업단 과제 등에서 개발된 용수처리 관련기술 중 적용이 가능한 기술을 조사하여 필요시 활용함 · 타부처 사업과의 연계: 지식경제부 산업원천기술개발 과제 등에서 개발된 수처리 소재 중에서 활용이 가능한 것을 조사하여 활용여부를 검토 - 민간기술과의 연계 · 민간분야에서 기 개발된 기술 중 유망한 기술을 찾아내어 활용
5. 기술개발필요성	- 고품질 용수에 대한 수요증가와 함께 에너지 절감형 기술에 대한 필요성 증가 - 전세계적인 도시화 추세에 의한 도시용수 관리와 관련된 분야의 시장의 지속적 성장 전망 - 국내시장 뿐 아니라 해외시장 진출을 위해서는 용수처리 분야의 핵심 원천기술의 실용화 필요
6. 주요연구 개발내용	- 소재·부품·공정 강화 (Intensified) · 첨단 수처리 시스템 핵심 부품 개발 · BT·NT 융합 친환경 수처리 소재 개발 · 기존 용수처리 공정의 개량 및 처리효율 향상을 위한 고성능 부품 및 장치 개발 · 저에너지 고효율 망 부품/설비 개발 - 분산형/중앙집중형/워터루프 연계 (Interactive) · 저에너지 고효율 분산형 수처리 시설의 건설 및 관리기술 개발 · 수처리 설비, 관망 배수펌프의 원격제어 및 최적화 시스템 개발 · 지능형 Water Grid와 수처리 기술과의 인터페이스 및 상호운용 방법 정의 - 운영관리 시스템의 지능화 (Intelligent) · 공급망 내 수질 최적화 및 에너지 최소화 · 수처리 시스템(막공정, 고급산화공정 등) 운전 최적화 기술 개발 · 실시간 종합정보(기상, 환경 정보 등)를 고려한 탄력적 수처리 설비 제어 기술 개발 · 에너지 효율 최적화 기술
7. 정부지원의 타당성	- 경제·산업적 중요도 · 본 기술은 향후 빠른 시장성장이 예상되는 유망분야이므로 신성장 동력산업의 육성을 위하여 정부차원의 투자가 필요한 분야임 - 정책적 중요도 · 수자원 확보와 용수공급은 국가적으로 추진하여야하는 정책적 중요도가 높은 분야로서 향후 예상되는 문제를 해결하기 위한 지속적인 연구개발 투자가 필요함 - 기술개발 성공을 위한 정부의 역할 · 민간분야의 기술개발 지원과 투자에 의한 산업 활성화 · 정책적 지원을 위한 법·제도 정비 · 개발기술의 해외시장 진출을 위한 국가 간 협력체계 구축

8. 기술수준	현재 최고기술 보유국가	미국, 유럽	최고 기술 수준 대비 현재기술 수준	70 %	기술개발완료 후 추정수준	100 %

9. 기술확보전략	- 연구개발 추진시 문제점 해결방안 · 문제점: 소재기술부터 운영기술까지 모두 처음부터 개발하기 위해서는 많은 시간과 비용이 필요하며 비효율적임 · 해결방안: 이미 기존에 타 국가연구개발사업이나 민간분야에서 개발되어 있는 유망기술이 있는 경우 이를 적극적으로 활용하며, 그 외 신규 핵심기술 개발에 연구역량을 집중 - 국내외 공동연구 · 기술개발에 필요한 핵심기술의 조기확보와 기술개발 후 해외시장 진출의 기반마련을 위하여 국제공동연구체계의 구축이 필수적

<table>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">1)고효율 저에너지 용수처리 소재 및 부품 2)고효율 저에너지 용수처리 공정기술
3)도시용수의 분산형 처리 시스템
4)수처리 설비 및 관망 최적제어를 위한 지능형 관리 시스템</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">- 고효율 저에너지 용수처리 소재 및 부품
· End user: 용수처리 설비 설계 및 시공업체
· 활용방안: 제품형태로의 판매, 기술 라이센싱에 의한 수익창출
- 고효율 저에너지 용수처리 공정기술
· End user: 용수처리 설비 설계 및 시공업체, 지자체, 수도사업자
· 활용방안: 기술 라이센싱에 의한 수익창출, 건설·운영비용 절감
- 도시용수의 분산형 처리 시스템
· End user: 용수처리 설비 설계 및 시공업체, 지자체, 수도사업자
· 활용방안: 기술 라이센싱에 의한 수익창출, 건설·운영비용 절감
- 수처리 설비 및 관망 최적제어를 위한 지능형 관리 시스템
· End user: 지자체, 수도사업자
· 활용방안: 기술 라이센싱에 의한 수익창출, 운영관리 비용 절감</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>700</td><td>800</td><td>1,000</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>140</td><td>160</td><td>200</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>840</td><td>960</td><td>1,200</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">3,000</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">600</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">20 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">3,600</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 경제적 파급효과
· 용수처리 관련 에너지 사용량 절감에 의한 비용절감
· 신규시장 개척에 의한 고용창출, 산업활성화, 수출 등
- 기술적 파급효과
· 세계시장 선도형 원천기술의 개발 및 실용화
· 국내 물 기업의 기술경쟁력 제고
- 정책적 파급효과
· 안정적인 고품질의 용수 확보
· 새로운 플랫폼의 용수 공급체계인 워터루프 시스템의 보급 확산</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="2">워터 루프 운영 체계의 해외진출을 위한 표준화 기술 연구(9)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="2">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="5">- 세계 물시장 진출을 위한 맞춤형 워터 루프의 표준화 기술 연구
· 워터루프 운영체계 표준지침 개발</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="5">- 기술개발 동향
· 도시용수 시스템의 다양화: 국가별로 분산형 수처리 시스템, Sewer Mining 등 다양한 용수처리 시스템이 개발되고 있음
· 고성능 용수처리 기술과 IT 기반의 새로운 도시용수 시스템에 대한 표준화 필요성 부각
- 산업/시장 동향
· 도시용수 처리 관련시장은 지속적으로 성장: 연 8%의 성장 전망 (Source: GWI: Global Water Market 2011, 2010)
· 기존 도시용수 시스템의 노후화에 따른 새로운 시장기회 발생: 미국의 경우 향후 20년간 추가적으로 5400억불 규모의 도시용수 시설 개보수가 필요할 것으로 전망하고 있음 (Source: U.S. EPA: Clean Water and Drinking Water Infrastructure Gap Analysis Report, 2002)</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="5">- 국가연구개발사업과의 연계
· 국토해양부 사업과의 연계: 해수담수화플랜트사업단 과제와 U-Eco City 사업단 과제 등에서 개발된 용수처리 관련기술 중 적용이 가능한 기술을 조사하여 필요시 활용함
· 타부처 사업과의 연계: 지식경제부 산업원천기술개발 과제 등에서 개발된 수처리 소재 중에서 활용이 가능한 것을 조사하여 활용여부를 검토
- 민간기술과의 연계
· 민간분야에서 기 개발된 기술 중 유망한 기술을 찾아내어 활용</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="5">- 워터루프 운영시스템 기술은 새로운 개념의 기술로서 전세계적으로 많은 관심을 모으고 있으나 아직까지 표준화가 진행되지 못함
- 기술선점과 표준화를 통해서 세계시장 진출의 유리한 위치를 차지할 수 있음</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="5">- 워터루프 운영 시스템 기술의 표준화 기술 연구
· 워터루프 운영 시스템 기술의 하드웨어 표준화 기술 연구
· 워터루프 운영 시스템 기술의 소프트웨어 표준화 기술 연구
- 국가별 워터루프 적용방안 도출
· 수자원 환경, 용수 수요, 소득수준 등을 고려한 유형별 워터루프 적용 전략 수립</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="5">- 경제·산업적 중요도
· 본 기술은 향후 빠른 시장성장이 예상되는 유망분야이므로 신성장 동력산업의 육성을 위하여 정부차원의 투자가 필요한 분야임
- 정책적 중요도
· 수자원 확보와 용수공급은 국가적으로 추진하여야하는 정책적 중요도가 높은 분야로서 향후 예상되는 문제를 해결하기 위한 지속적인 연구개발 투자가 필요함
- 기술개발 성공을 위한 정부의 역할
· 민간분야의 기술개발 지원과 투자에 의한 산업 활성화
· 정책적 지원을 위한 법·제도 정비
· 개발기술의 해외시장 진출을 위한 국가 간 협력체계 구축</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>미국, 유럽</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>60 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>100 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="5">- 연구개발 추진시 문제점 해결방안
· 문제점: 개발기술의 표준화 및 확대보급을 위해서는 정부차원의 지원 필요
· 해결방안: 정부차원의 정책적 지원에 의한 국가표준 및 국제표준 추진
- 국내외 공동연구 기반 구축
· 기술개발에 필요한 핵심기술의 조기확보와 기술개발 후 해외시장 진출의 기반마련을 위하여 국제공동연구체계의 구축이 필수적</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="6">1)워터루프 운영 시스템 표준지침
2)국가별 워터루프 시스템 적용지침</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="6">- 워터루프 운영 시스템 표준지침
· End user: 정부, 지자체, 수도사업자, 산업체
· 활용방안: 표준화에 의한 직·간접적인 편익 발생
- 국가별 워터루프 시스템 적용지침
· End user: 산업체 (해외사업)
· 활용방안: 국가별 맞춤형 워터루프 구축 전략 수립, 건설·운영비용 절감</td></tr>
<tr><td rowspan="7">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>200</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>200</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2"></td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">5 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">500</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="6">- 경제적 파급효과
· 신규시장 개척에 의한 고용창출, 산업활성화, 수출 등
- 기술적 파급효과
· 워터루프 운영기술의 실용화 및 세계시장 진출 활성화
· 국내 물 기업의 기술경쟁력 제고
- 정책적 파급효과
· 안정적인 고품질의 용수 확보</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">ICT 기반 지능형 수자원 모니터링 기술(10)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="6">- 수질, 수량과 같은 환경정보를 실시간 또는 시간별로 측정 및 모니터링 할 수 있는 센서/측정기기 개발
- 환경정보를 실시간 양방향으로 운영할 수 있는 지능형 ICT 기반 관리 시스템 구축</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="6">- 수질 수량 측정 및 관리 분석 장비들의 대부분은 국외에서 개발된 또한 고가의 장치를 국내에서 구입하여 이용하는 수준임
- 국내 일부에서 간이 진단 형식의 연구는 진행되고 있으나, 환경정보를 실시간 모니터링하는 현장 적용형 센서 연구와 이들 센서로부터 얻어진 다양한 환경정보를 실시간으로 관리하는 지능형 시스템 운영체계 구축은 매우 미흡함</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="6">- 물관련 자료의 저장 및 검색 통합 시스템, 홍수와 가뭄 예보 시스템
- 일부 단일 항목 중심의 센서개발 기술, 다통합형의 센서 기술개발, USN 관련 무선통신 기술, 광대역 신호처리 기술
- 배터리, 태양전지 등 저가 에너지 개발 기술</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="6">- 하천/물환경 모니터링 기술의 국가경쟁력 우위를 확보하고 국가 물산업 관련 분야 고용창출에 기여함
- 다양한 수자원의 소비자에게도 더욱 질 높은 서비스 제공을 위해 신속한 기술개발이 필요함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="6">- 그리드 센서망 모뎀, 통신칩, 센서노드 및 게이트웨이 기술
- 수자원 정보 수집/처리 기술, 통합/생성 기술, 분석/예측 기술, 무선망 운영관리 기술</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="6">- 정부의 물관리 정책에 기초한 시장의 안정적 확보에 따라 민간의 연구 및 제품 개발 참여 활성화가 기대됨
- 핵심 센서기술 개발 및 운영시스템 구축에는 정부의 공공투자가 기반이 되어야 함으로 정부지원 기술개발이 타당함</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>일본 미국</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>50 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>80 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="6">- 전처리 배제형 혹은 전처리 최소화 기반의 토탈 개념의 센서화 원천 기술을 개발
- 측정센서의 정밀도 및 정확도 향상 및 해외수출용 제품화에 우선 투자하여 국내 및 세계시장 진출 도모
- ICT 기반의 수질수량 모니터링 시스템 기술개발로 국내 수자원 및 활용망 최적화를 통해 선진기술 독점</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="5">1)광역 수자원 관리 센서망 2)범용 미들웨어 3)유저인터페이스 4)센서/측정장치</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="5">- 대형 하천, 중소형 하천, 지하수, 농업용 저수지, Water grid 등의 수질/수량 등을 측정/분석에 적용
- 안전한 수질 관리를 위한 물안정망 관리시스템에 적용</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>200</td><td>200</td><td>200</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>1,200</td><td>1,200</td><td>1,200</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">3,500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">700</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">20 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">4,200</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="6">- 저전력, 자기진단/자동세정이 가능한 무인력 운영 센서 개발로 안정적인 수질 및 수량 보급으로 국민의 복지 향상
- 4대강 및 상수원의 안전한 수질/수량 관리를 위한 물안정망 관리시스템의 고도화 확보
- 수질 및 수량 개선을 위한 지표로 소하천/호소/댐에 활용되어 국가 수질및 수량 환경정책의 개선에 중요한 역할 가능 및 적극적인 수질감시를 통해 산업 및 공업화에 대한 수질관리 첨병으로써 역할 확보
- 환경친화적 신재생에너지기술활용으로 신성장동력 산업으로 성장 가능 및 세계 시장에서 핵심 원천 기술을 선점</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">Smart Water Grid 통합 네트워크 구축 기술(11)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">실시간 수자원 정보 획득을 위한 모니터링 네트워크 구축과 이종 워터 그리드 간의 상호 운용성 확보를 위한 분산형 서비스 플랫폼 기술 개발 및 운용 효율성 증대를 위한 통합 시스템 개발</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 미국의 조사 분석 기관인 룩스리서치는 2020년까지 163억 달러에 달하는 스마트 워터 그리드 시장이 탄생할 것으로 전망함
- IBM은 기존의 스마트 그리드를 응용하여 스마트 워터 그리드 산업을 주도하고 있음
- 지멘스는 수처리공장의 자동화와 감시 시스템인 'SINATIC PCS7'을 개발하여 기존 플랜트에 비해 30% 가량 에너지를 절감하고 물생산에 필요한 비용을 15% 줄임</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 스마트 그리드 개발 사업의 효율적인 스마트 전력 관리 기술을 활용하여 통한, Water Grid에 적합한 솔루션 개발 및 적용
- 기존에 구축되어있는 K-water의 미터/센서 설비 시스템의 개량 및 통합 프로토콜 구축</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 물 수요량의 실시간 관리가 어려운 기존의 수자원 관리 시스템은 수요와 공급의 불균형을 초래
- 누수로 인한 손실, 물의 생산 및 수송에 드는 에너지의 과용 등의 비효율적인 관리 문제 발생
- 기후변화로 인한 물 부족 심화현상을 최소화하기 위한 지능적인 수자원 관리 필요
- 수자원의 관리와 다양한 종류의 수원을 효율적으로 활용하기 위하여 정보통신 기술 및 통합 관리 시스템 적용을 통한 실시간 정보 교환이 가능한 양방향 네트워크 기술 개발 필요</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 실시간 수자원 정보 획득을 위한 모니터링 통신 및 네트워크 기술 개발
· 스마트미터/센서의 네트워크 구축 및 표준화 기술
· 다양한 미터링 기기 및 설비 간의 통신 프로토콜 및 원격 갱신 소프트웨어 개발
· 미터링 정보 보안/무결성 강화 기술 개발
- 상호 운용성 확보를 위한 분산형 서비스 플랫폼 기술 개발
· Water Grid 적합형 물생산/저장/수송/소비 주체간 정보연동 네트워크 기술
· 그리드 통합 운영 실시간 네트워크 기술
- 운용 효율성 증대를 위한 통합 관리 소프트웨어 개발
· 통합 관리 소프트웨어 개발
· 수요/공급 예측 및 통합 망관리 소프트웨어 개발
· 수요/공급 양방향 통합관리 운영 시스템 기술 개발</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">- 민간기업 단독으로 지능형 Water Grid 산업에 대한 테스트베드 건설 및 관련 규정, 표준 재정비 없이 수익성 비즈니스모델을 세우는데 규모적, 비용적, 법제적 한계가 있음
- Water Grid 통합 네트워크 기술은 국가 산업의 국제 경쟁력 강화를 위한 대규모 실용화 기술 중심이라는 정부의 R&D 추진방향과 일치하며 더 나아가 통합적인 기술을 개발함으로써 해외 시장을 개척할 수 있는 차세대 대표적인 R&D 기술임</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td colspan="2">현재 최고기술 보유국가</td><td>미국 (IBM)</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>70 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>95 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">- 수요에 맞는 적절한 물 공급을 위해, 기존의 스마트그리드 기술을 응용하여 물 생산/저장/수송/공급등의 최적화 문제 해결방안 모색
- 국내에서 기존의 수처리시스템 구축산업을 진행하고 있는 국내외 대/중소 기업과 협력하여 글로벌 경쟁력을 가질 수 있는 지능형 수자원 관리기술 확보</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">1) 통합 모니터링 및 운영 소프트웨어 2) 상호운용 가능한 통합 관리 시스템
3) Water Grid 네트워크 프로토콜 및 표준화 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">- 부족한 수자원과 한정된 수질관리 자산을 지능형 Water Grid 기술을 이용하여 물 부족지역에 수자원을 효과적으로 제공
- 관제시스템을 이용하여 전 지역의 수질상태와 유량을 실시간으로 파악하여 효과적인 수자원 관리
- 지역별 수자원 상황을 실시간으로 파악하고 물의 공급량을 예측하고 대비하는데 활용</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>200</td><td>200</td><td>200</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>1,200</td><td>1,200</td><td>1,200</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">3,500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">700</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">20 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">4,200</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 다양한 설비간의 효율적인 네트워크 통신 프로토콜 구성으로 수자원 정보관리가 용이
- 기상변화 및 수요 예측을 통하여 최적화된 수자원 공급전략 구축이 가능해짐
- 통합관리 소프트웨어를 통하여 신속한 정보 접근이 가능
- 글로벌시장 선점을 통한 국가 수지 향상 및 고용창출</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">모델링/시뮬레이션 기반 최적의사결정시스템 개발(12)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="6">다양한 수자원 수요에 능동적으로 대응하여 무제한적인 공급과 효율적인 활용을 위한 최적 솔루션을 제시하는 모델링/시뮬레이션 기반 최적 의사결정지원시스템 개발</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="6">- 세계 물관리 산업시장에서 물 기반시설 관리를 위한 SCADA 시스템은 연간 15조원 규모
- 유럽의 물 전문기업을 중심으로 자사 브랜드의 수자원 통합관리 시스템 고도화, 지능화 추진
- 효율적인 지역 수자원 활용망 구축 및 고도화 사업추진시 예측 및 의사결정지원기능을 확보한 통합형 SCADA 시스템 연구개발 활성화 추세</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="6">- 댐, 정수장, 하수처리장, 관망 등 수자원 기반 단위시설별로 개발·운영되고 있는 기존 모니터링 및 통합운영 시스템들의 기능을 참조 및 활용함
- 새롭게 개발되는 수자원 활용망의 다양한 수준에 적용 가능한 지능형 통합시스템으로 재정립, 신속한 상용화 추진</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="6">- 복잡다기한 외부조건 변화에 능동적으로 대응하도록 다수의 수자원 활용망 구성요소들을 통제, 운영하기 위해서는 기존의 시설단위 운영의 개념을 뛰어넘는 혁신적인 통합 및 지능화 기술이 필요함
- 대단위 시스템에서의 적용과 검증을 통해 상용화 기반이 마련되어야 함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="6">- 시뮬레이션을 통한 능동형 수자원 공급/소비 예측 기술
- 지능형 물관리 의사결정을 위한 통합지원시스템 구축 기술
- 수질/수량 감응형 관리 프로토콜 개발
- 그리드 내부 물흐름 최적화 제어 기술
- 수자원 활용망 구축 단위별 최적 운영 기술
- 단위 구역별 통합 시뮬레이터</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="6">- 수자원의 안정적 확보 및 활용 효율화를 위한 지능화, 통합화 기술은 공익적 정책목표를 달성하기 위한 유용한 수단이 될 수 있음
- 장기적으로 물 산업에서 핵심 부가가치 창출요소로 해외 진출시 경쟁력 확보의 관건이 되므로 국가적 차원의 지원이 절실함</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>EU</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>65 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>95 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="6">- 모니터링, 예측, 의사결정 기능별 밴치마킹 및 표준화를 통한 지능화 요소기술 개발기반 도출
- 기능별 통합 및 분리 활용이 가능한 유연한 아키텍쳐 설계
- 기술고도화 수요 및 개발 능력을 보유한 기존 시스템 보유 기업과 산학연 연계 개발로 파생 상품 다양화</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="5">1) 수자원 공급요소 분석진단, 다중 수요 예측, 공급수요 매칭시스템
2) 상황별 솔루션 지향형 의사결정지원시스템
3) 수량/수질 감응형 관리 프로토콜(가이드 라인) 및 통합시뮬레이터</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="5">- 테스트베드 구축시 단계별 적용 및 통합시운영과 개량 병행
- 해외 신규도시개발 및 수자원활용망 최적화 사업시 맞춤형 시스템 판매</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>300</td><td>300</td><td>400</td><td>500</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>60</td><td>60</td><td>80</td><td>100</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>360</td><td>360</td><td>480</td><td>600</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">1,500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">300</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">15명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">1,800</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="6">- 수량/수질 수요 맞춤형 생산, 공급에 따른 에너지 소비 20% 절감, 물순환 이용율 30% 제고
- 예측제어를 통한 무중단 시스템 운용으로 신뢰도 향상
- 외부 조건변화에 따른 신속한 영향 분석 및 대응지식 체계화로 발전적 지식자산 축적
- 해외 진출시 총괄 시스템의 부가가치 향상으로 수출 경쟁력 확보</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">실시간 Smart Water Grid 내 수량/수질 안정성 평가 분석 기술(13)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">다양한 수자원으로부터 얻어진 물을 최종 소비자에게 시공간적인 장애요인 없이 안전하고 지속적으로 최적화된 물을 공급할 수 있도록 water grid내 안정성을 평가함</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 국내의 누수 방지 및 저감 기술의 개발 및 적용 실정은 미국, 유럽 등 선진국과 비교해 각 세부기술별로 5~10년 정도의 기술 격차를 보임
· 2005년말 현재 국내의 유수율은 79.3%이며 이는 일본의 1996년의 유수율 79.9%에 상응하는 수준으로 약 9년간의 기술격차가 있음</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 누수방지의 기초적 대책, 대중요법적 대책, 예방적 대책을 동시에 추진 필요성
- IWA에서 개발되어진 IWA Standard Balance Method, Burst and Background Estimate, Fixed Area Variable Area Discharge 등을 함께 고려
- 환경관리공단의 상하수도 정보화 장기종합계획, 한국건설기술연구원의 상수도관로의 부식 및 노후도 예측모델 개발</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 국제표준화기구 (ISO/TC 224)에 의해 2007년 11월 상하수도 서비스의 국제 표준화가 시행됨으로써 국내·외 사업자간 서비스 품질에 대한 상호비교가 가능함
- 향후 물시장 개방촉진 및 외국기업의 국내시장 진입 서비스 수준의 공개와 투명화로 소비자에게 더욱 질 높은 서비스 제공을 위해 시급한 기술개발이 필요함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 누수방지를 위한 유지관리 기술로써는 정보관리시스템, 평가시스템, 운영시스템, 웹모니터링시스템 등의 연구가 필요하다.
· 정보관리시스템: GIS를 기반으로 망과 관련된 일반정보, 시설물정보, 운영정보를 효과적으로 관리하는 시스템
· 평가시스템: 배수량 수지분석 프로그램, 누수빈도 공간분석 프로그램, 배수관망 건전도평가 프로그램, 상수관망 일반기술진단 프로그램 --> 누수건수, 누수량, 노후도, 파손확률, 파손빈도, 유수율, 누수율, 시설물 상태, 유지관리상태 등 평가
· 운영시스템: 망해석 프로그램, 배수블록 수압최적관리 프로그램, 블록최적구축 프로그램
· 모니터링 시스템: ICT를 이용한 망에서의 유량, 수압, 수질을 실시간으로 모니터링</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">- 국가가 적극적으로 지원하여 관련기술을 발전시켜야 함
· 수자원 관망내의 안전성을 평가하는 것은 직접인 국민 복지와 관련된 것임
· 지형적, 환경적 특성 등이 매우 상이하고 일반 연구자들의 연구 접근성이 매우 어려움</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>일본, 미국</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>70 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td colspan="2">90 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">현재의 망자료 공개시스템 및 자동차시스템에 GIS를 기반으로 한 망관리 및 누수관리시스템, 상하수도시설관리 자동화시스템, 시스템의 효용성 평가분석을 위한 성과분석 시스템을 추가하여 망의 전체시스템의 안정성 향상을 도모함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="6">1)온/오프라인 누수탐지 모니터링 시스템 구축 2)부식 진단 및 방지·제어 시스템</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="6">- 누수탐지 모니터링 시스템을 이용하여 파손된 망과 정확한 파손위치를 쉽게 파악함.
- 효율적이고 경제적인 부식방지를 위한 최적의 음극방식 설계</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>500</td><td>500</td><td>500</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>600</td><td>600</td><td>600</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">2,000</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">400</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">15 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">2,400</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 수압관리를 통한 누수저감방법은 망을 직접 건드리는 일 없이 누수량의 저감이 가능함과 동시에, 수압에 의한 관로에의 부담을 감소시켜, 새로운 누수의 발생을 억제하는 효과를 기대할 수 있음
- 누수탐지 모니터링 시스템 구축으로 보수 및 교체 등의 대책을 조기에 세울 수 있도록 하여 누수로 인한 수자원의 손실을 최소화할 수 있음
- 망의 부식으로 인한 조기파손을 사전에 예방하고 누수를 최소화하여 관료교체에 소요되는 예산을 절감할 수 있음</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">물정보 서비스 시스템(14)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">물 정보 이용의 대중화를 위한 물 정보 수집 및 양방향 정보 교환 시스템 구축</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 세계 각국은 물환경 모니터링을 위해 물 정보를 통합하여 양방향 정보를 교환하는 기술개발이 진행중
- 환경부, 한국환경공단, 국립환경과학원에서 발주한 연구 사업 등을 통해서 수질자동측정망 자료의 신뢰성 제고를 위한 연구 수행중</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">기관별로 확보·제공되고 있는 물 관련 정보 시스템을 연계/통합/활용하여 수요자 중심의 시스템으로 구축</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">ICT 기술이 고도화됨에 따라 물 관련 정보를 보다 빠르고 정확하게 모니터링하고 이를 정보화하여 소비자에게 더욱 질 높은 서비스 제공할 수 있는 방법이 마련되어야 함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 물정보 통합 Portal 시스템
· ICT기술 기반 실시간 물정보 제공 시스템
· 유비쿼터스 기술을 활용한 데이터마이닝 및 정보분석 시스템
· 다양한 설비, 기기와 정보 시스템간의 통신 프로토콜 기술 개발
- 모바일 정보 플랫폼 개발
- 물 관련 정책 기술</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">정부와 수요자간에 물에 대한 정보를 투명하게 공유함으로써 정부 정책과 수요자 기대의 차이 해소</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>일본, 미국</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>50 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td colspan="2">80 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">- 기존 물 관련 기관이 수집/제공하는 정보 현황 파악
- 수요자의 물 정보 관련 니즈 조사
- 니즈 별 필요정보 분류
- 통합 물 정보 Portal 시스템 구축 및 정보 제공</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">1) 물정보 통합 Portal 시스템, 2) 모바일 정보 플랫폼</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">- 실시간 물 정보를 공유함으로써 소비자로 하여금 효율적 물 사용 유도
- 물 서비스 품질제고 및 맞춤형 물 서비스 제공
- 기후정보 시스템등과의 통합을 통해 통합 환경 Portal 시스템 구축</td></tr>
<tr><td rowspan="7">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>200</td><td>200</td><td>300</td><td>300</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>40</td><td>40</td><td>60</td><td>60</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>240</td><td>240</td><td>360</td><td>360</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">1,000</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">200</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">10명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">1,200</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 물 정보 공유를 사업주체와 소비자간에 투명성, 신뢰성 확보
- IT 기술의 새로운 사업분야 창출 (종합 물 서비스 산업)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">ICT기반 Smart Water Grid 설계 표준화 기술개발(15)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">ICT를 기반으로 한 Smart Water Grid 설계시, 한국형 및 수출형 모델에 대한 데이터 및 건설의 표준화를 이루기 위한 기술 개발</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 현재 IBM등 IT 기술의 보유하고 있는 기업들에 의해서 ICT를 기반으로 수자원의 효율적 관리를 통한 물산업의 시장을 개척하고 있음
- 싱가포르의 경우 워터루프를 이용한 다양한 종류의 물을 소비자에 공급하여 선택권을 주고 있음</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">Smart Water Grid(수자원의 효율적 통합과 워터루프를 이용한 micro/macro 그리드를 통한 최종 사용자에게 공급)는 아직 적용이 된 것이 없으므로 설계 표준화는 될 것임</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 현재의 Smart Water Grid는 물을 이용한 복지를 이루는 것이 최종 목표임
- 물과 물산업은 생활을 위한 최소의 요구가 아닌 생활의 향상을 이루는 중요한 요소가 되기 때문에 모든 정책과 기술은 Smart Water Grid를 이용하는 정책의 이동이 예상되므로 국내형, 수출형 표준화가 필요</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- Smart Water Grid 표준설계기술
· 수질.수량 관련정보 표준화
· 지리정보 규격의 표준화에 의한 수체관리 표준 개발
· 네트워크 설계 기술
- Smart Water Grid 건설기술 개발
· Smart Water Grid 설계기술 및 구축기술 개발
· 워터루프의 공간적 적용에 관한 최저고하 기술</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">물복지를 이루기 위해서 국가의 주도적이고 적극적인 지원이 필요함</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>미국,싱가포르</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>50 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td colspan="2">100 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">- 수자원(하천, 도심유역)의 활용, 운영기술을 우선적으로 확보
- Smart Water Grid 플랫폼 설치의 기술에 관한 프로토콜 개발을 통해 표준화 작업 진행</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">표준화된 Smart Water Grid설계 및 건설 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">테스트베드에 먼저 적용을 하고, 신도시(국내, 해외) 같은 새로이 개발되는 지역에 수출</td></tr>
<tr><td rowspan="7">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>500</td><td>500</td><td>500</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>600</td><td>600</td><td>600</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">2,000</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">400</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">15명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">2,400</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">Smart Water Grid에 대한 표준화가 최초이므로 현재 급격히 증가하는 물산업 시장에서의 선점을 할 수 있고 수출에 매우 이로움</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축 기술개발(16)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">하천유역수자원 활용 및 도심자족수자원의 안정적 모니터링/네트워크/제어 고도화를 위한 Mega-grid형 스마트 O&M 플랫폼 구축</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 고도수처리 및 지능형 물생산·공급시스템으로 기술 패러다임 변화가 진행중이며 Smart Water Grid 관련 기술과 제품이 시장에 본격 도입되고 급속하게 성장 시작
- IT 기술을 이용한 지능형 그린 생산·공급 기술이 IBM, GE, Schneider 등 글로벌 기업들을 중심으로 본격 개발되고 있음
- 2010년 세계스마트워터 컨퍼런스가 미국에서 최초로 열리고 물분야, 전력분야, IT분야의 다양한 기업과 연구소가 스마트워터 시장에 본격 진입하거나 막대한 사업비를 투자하기 시작하였음
- 세계 물산업 시장규모는 2015년 1,598조원에 이를 것이며, 이중 60%인 954조원이 워터그리드 및 서비스 관련 시장일 것임</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 국토해양부의 “초고층복합빌딩 사업단“의 전력망연동형 에너지절감기술 개발, 초고층빌딩의 설비통합운영관리시스템 기술과 연계 활용함
- 지식경제부의 스마트그리드 실증사업 기술과 연계 활용함
- 환경부 “수처리 선진화 사업단”의 정수용 막여과 시스템, 상수관망 유지관리·개량 기술, 하수처리수 재이용 요소기술과 연계 활용함</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 지능형 Water Grid 체계의 도입 및 다양한 수자원의 활용에 따른 도시 및 빌딩과 같은 마이크로 유역의 수자원에 대한 효율적 운영 관리의 필요성 증대
- 지능형 Water Grid 표준 지향의 SW Micro Grid 기술 및 시스템 개발 필요
- 국내외의 물산업 동향을 감안하여 마이크로 유역의 수자원에 대한 모델링 및 다양한 수자원 통합화에 대한 연구 및 관련 솔루션을 개발함이 관련 산업의 경쟁력 강화에 필수</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 분산형 서비스 플랫폼 개발
- Water Grid 적합형 스마트 빌딩 설계 기술
· 수직공간형 스마트워터 MicroGrid 관망 최적화 기술
· 스마트빌딩을 위한 Smart Water MicroGrid 설계 기술
- 유역 관리 최적화를 위한 sw macro grid 기술
- 도시 수자원 활용을 위한 sw micro grid 기술
· Smart Water MicroGrid 표준설계 프로그램
- 무결점 SWG 도입을 위한 통합 관리 소프트웨어 개발
· Smart Water MicroGrid 모니터링 및 통합운영 관리 제어 플랫폼 개발
· 비상용수 유지 관리 시스템 구축 프로그램 개발</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">- 향후 세계 물산업은 “건설시대”에서 “관리시대”로 전환될 것이며, 통합 솔루션과 운영관리 서비스 제공기업이 세계시장을 주도할 것으로 예상됨
- IT 기술을 이용한 지능형 그린 생산·공급 기술이 태동하고 있으며, 향후 2020년까지 전체 물산업 체계를 근본적으로 혁신하는 enabler로 작동할 것
- 세계 물산업 시장규모는 2015년 1,598조원에 이를 것이며, 이중 60%인 954조원이 워터그리드 및 서비스 관련 시장일 것임
- Smart Water Grid 운영 및 유지관리 플랫폼 기술은 향후 세계 물시장에서의 성장동력 창출을 위한 핵심기제가 될 것이나 개별 기업이 개발하기에는 어려움이 크므로 정부지원에 의한 관산학연 공동사업으로 추진되어야 할 것임</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td colspan="2">현재 최고기술 보유국가</td><td>프랑스, 미국</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>30 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>100 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">거의 대부분의 기술을 산학연 협력사업의 형식으로 국내에서 자체개발이 가능함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="6">1) 스마트워터 MicroGrid 플랫폼: H/W & S/W 2) 스마트워터 MicroGrid 관련 표준안</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="6">- 국가 및 지역 재난상황에서의 물공급 안정성 강화 솔루션
- Smart Water MicroGrid 기술은 에너지 효율이 높은 그린도시 및 그린빌딩을 위한 물 체계 설계, 구축 및 운영관리 기술
- 스마트워터 기업, 신도시건설 기업, 그린빌딩 기업</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>100</td><td>200</td><td>200</td><td>200</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>1,200</td><td>1,200</td><td>1,200</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">3,500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">700</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">20명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">4,200</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- Smart Water MicroGrid 기술을 통한 안정적인 On-site 물 공급망 구축
- 국가 및 지역 재난상황에서의 물공급 안정성 강화 솔루션 마련
- Smart Water MicroGrid 기술은 에너지 효율이 높은 그린도시 및 그린빌딩을 위한 물 체계 설계, 구축 및 운영관리 기술로서 신도시건설 및 그린빌딩 시장에서 경쟁력 창출의 기반
- 소비자 니즈에 대응하는 다양한 품질의 물공급, 물공급 서비스의 신뢰성, 안정성 강화</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 설계(17)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">Smart Water Grid 조합기술의 물이용효율성, 물공급안정성, 에너지효율성, 경제성 등을 평가하고 핵심 설계인자를 도출할 수 있는 연구기반형 테스트베드 설계</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 2025년 기준 세계 물시장 소재·부품공급·설계·건설·컨설팅 분야의 시장은 약4,850억$로 추정됨
· 이중 약 5.5%를 설계·컨설팅 시장으로 가정할 경우 관련 시장은 약267억$(291조원)으로 추정됨</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 기개발된 Smart Water Grid 기술을 테스트베드를 통해 검증
- 최적설계인자 도출 및 Scale-up에 따른 문제점 해결방안을 모색함</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 현장 적용성을 검증할 수 있는 실험시설이 필수적임
· Smart Water Grid 기술이 달성할 수 있는 목적을 평가하기 위해서 Smart Water Grid 시스템에 대한 실증실험
· 실용화 기술과 국산화 기술 및 미래원천기술에 대한 현장 적용성 검증이 필요함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- Smart Water Grid 기술 실증을 위한 테스트베드 구상 (기본계획)
- 검증이 필요한 각 단위기술(수자원, 기능화 과제)별 핵심구성요소 도출
- 경제성을 고려한 Smart Water Grid 기술의 최적조합 검토 및 분야별 기본설계
- Smart Water Grid 테스트베드 분야별(토목, 전기/계장, 기계, 건축, 조경 등) 실시설계</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">- 정부는 세계적인 물기업 육성과 새로운 일자리 창출을 목표로 함
· 개발된 기술을 검증하고 안정적 운영이 가능한 실증단지를 통해 세계적인 물기술 테스트베드를 구축할 필요가 있음
· 개발된 기술을 선점하고 국가 경쟁력을 확보하여 해외수출의 판로 및 세계 물산업의 허브로 구축할 수 있음</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td colspan="2">현재 최고기술 보유국가</td><td>신규기술</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>- %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>- %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">기술개발 연구진과 수자원, 관망, 전기계장 등 분야별 설계자들의 공동연구를 통해 다양한 실험이 가능한 테스트베드를 구축함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">1)물산업 실증단지 기본계획 2)분야별 기본설계 및 실시설계 도면, 설계예산서, 시방서 등 설계도서 Set</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">각 분야별 연구진이 개발한 기술을 테스트베드에 적용하여 기술을 검증하고 문제점을 보완하여 최적의 시스템을 구축하는데 활용</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모

(1,000억 규모 실증단지 기준)</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td></td><td>500</td><td>500</td><td>500</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td></td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td>600</td><td>600</td><td>600</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">1,500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">3년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">300</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">15명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">1,800</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 경제적 : 최적화 시스템 도출을 통한 경제성 확보
- 기술적 : Smart Water Grid 단위기술의 검증을 통한 최적화 시스템 구축
- 정책적 : 개발된 기술의 검증을 통해 테스트베드를 해외수출 기지 및 세계 물산업의 허브로 활용</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">테스트베드 맞춤형 Smart Water Grid 운영 및 유지/관리 플랫폼 구축(18)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="6">테스트베드 지역 내 수자원의 안정적 모니터링/네트워크/제어 고도화를 위한 Micro/Meso-grid 형 스마트 O&M 플랫폼 구축</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="6">2025년 기준 세계 물시장 중 운영 및 유지관리 시장은 약3,800억$(414조원)으로 추정됨 (2020년 전체물시장 8,650억$의 42%를 차지할 것으로 나타남)</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="6">기개발된 Smart Water Grid 기술을 테스트베드에 적용하기 위한 유지관리 플랫폼 개발을 통해 Smart Water Grid 테스트베드의 운영비 예측 및 유지/관리 매뉴얼을 작성함</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="6">Smart Water Grid 단위기술 적용을 통해 효율적, 안정적 물공급 시스템 구축하기 위해서는 운영 및 유지/관리를 위한 플랫폼 개발이 필요함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="6">- 분산형 서비스 플랫폼 기술
- 수직 공간형 워터그리드 구축 기술
- 테스트베드 운전기술
- 테스트베드 공정 모니터링 기술
- 테스트베드 운영 관리 최적화 기술 개발
- 연중 무단수 공급이 가능한 SWG 테스트베드 구축기술 개발</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="6">- 정부는 세계적인 물기업 육성과 새로운 일자리 창출을 목표로 함
· 개발된 기술을 검증하고 안정적 운영이 가능한 실증단지를 통해 세계적인 물기술 테스트베드를 구축할 필요가 있음.
· 특히, 물산업의 가장 큰 비중을 차지하는 운영 및 유지/관리 기술 플랫폼 개발을 통해 스마트그리드 기술 선점 및 물산업 관련 국가 경쟁력을 확보할 수 있음</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>신규기술</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>- %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>- %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="6">다양한 기술조합 및 환경시나리오를 설정하여 운영 및 유지관리 시 발생할 수 있는 문제점 도출 및 해결방안 모색</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="5">1) Smart Water Grid 테스트베드 운영 및 유지관리 플랫폼
2) Smart Water Grid 단위 및 조합 기술의 운영 및 유지관리 매뉴얼 도출</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="5">각 분야별 연구진이 개발한 기술을 테스트베드에 적용하여 최적의 운영 및 유지관리 플랫폼을 개발하여 경험축적 → 해외시장 개척</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모

(총6개 분야사업)
(테스트베드 설계와 사업병행)</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td></td><td>500</td><td>500</td><td>500</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td></td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td>600</td><td>600</td><td>600</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">1,500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">3년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">300</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">15명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">1,800</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="6">- 경제적 : 운영 및 유지관리의 최적화를 통한 경제성 확보
- 기술적 : Smart Water Grid 단위/조합기술의 최적 운영 및 유지관리 기술개발
- 정책적 : 테스트베드의 최적 운영 및 유지관리 통해 테스트베드를 해외 물시장 점유 및 세계 물산업의 허브로 활용</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">하천유역 수자원 통합정보 운영시스템 테스트베드 기초 적용 연구(19)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">향후 건설될 테스트베드 유역에서 발생 가능한 내적·외부적인 요인설정과 가중 영향분석을 토대로 한 수자원 유동성에 대응한 수자원의 공급 안정성확보 방안 설계</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 최근 기후변화와 강수특성 변동성 확대에 따른 수자원 부문 영향예측과 대응방안에 관한 대책과 관련 수자원 통합운영 기술연구가 매우 활발하게 진행되고 있음
· 해당 기술이 산업과 시장에서 수익을 창출할 수 있는 기술분야로 간주하기는 어려우며 실제로 국가/단체간 기술교류와 협력이 이루어지는 전형적인 공익개발 사업 형태임</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 기존 기본 하천유역 및 호소, 지하수, 광역상수도 등 하위 시스템과 연계 구축된 수자원 기초자료관리시스템을 기초로 기본적으로 물관리정보를 공동으로 활용하기 위하여 구축된 물관리정보유통시스템(WINS) 활용함
- 기존 웹기반 수자원 정보화 시스템을 토대로 테스트베드 지역의 특성과 여건에 부합하는 모듈과 국지적 운영시스템은 새로이 개발하여 수행함</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 기존 수자원에 미치는 영향인자와 변동성과 유동성을 유발하는 요인설정과 그 영향예측을 포함한 하천유역 수자원 통합정보 운영시스템에 관한 기술은 다양하게 개발되어져 있음
· 향후 건설될 테스트베드에 도입 가능한 상태는 아니어서 기존기술을 도체로 활용하되 도입과 적용에 따른 부가적인 기술개발이 필요함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- USN 기반 지능형 테스트베드유역의 수자원 확보 기술
- 소유역 수자원의 다변화 및 청정 수원 확보 기술
- 원격 자동 제어를 활용한 물관리 효율화 기술
- 테스트베드 유역에서 발생 가능한 내적·외부적인 요인평가와 가중 영향분석 및 유동성 예측기술
- 테스트베드의 수자원 요인 유동성에 대응한 수자원의 수량수질 예측 및 공급 시스템 개발
- 실시간 정보기반 상수원 취수 최적화 기술</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">- 수자원의 소유와 관리 권한
· 국가에 귀속되어 있어 수자원의 통합정도와 운영 또한 국가주도로 수행될 수 밖에 없는 구조를 가지고 있음
- 기업의 기술개발 한계
· 수자원의 운영과 관리시스템의 개발은 국가 주도로 계획되고 관리되고 있으며 시장구조가 수익이 발생할 수 없는 구조임
· 시장이나 기업에 의하여 기술개발이나 상용화 또는 기술개발이 실현될 가능성이 희박함</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td colspan="2">현재 최고기술 보유국가</td><td>미국</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>90 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>95 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">- 테스트베드 지역 수자원 여건에 부합하는 운영시스템과 적용기술 기반 설계
· 기본적으로 물관리정보를 공동으로 활용하기 위하여 구축된 물관리정보유통시스템(WINS)의 기본 정보자료와 프로그램을 토대로 함
· 테스트베드 유역의 특성 분석과 조사를 수행함
- 실시간 정보통신기술과 이를 토대로 한 의사결정 및 원격 제어기술과 관련 플랫폼은 본 연구를 통하여 개발될 것이며 본 연구의 기술적 노하우를 보유하게 될 것임</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">1) 연구개발도서 및 설명서 2) 설계서</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">최종성과물의 최종 수요자(end user)는 테스트베드 시스템 operator이며, 연구개발 참여자는 ISO에게 기술적 정보와 조작 및 프로그램에 대한 지식이전이 필수</td></tr>
<tr><td rowspan="7">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td></td><td>200</td><td>300</td><td>300</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td></td><td>40</td><td>60</td><td>60</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td>240</td><td>360</td><td>360</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">800</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">3 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">160</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">10 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">960</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 수자원 유동성에 대응한 수자원의 공급 안정성확보 방안 제시 및 관련 운영시스템 확보
- 향후 건설될 테스트베드 유역에서 발생 가능한 내적·외부적인 시나리오 및 관련 요인설정과 가중 영향분석
- 테스트베드에서의 수자원 요인변동에 따른 유동성 예측</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="2">도심자족 Smart Water Grid 테스트베드 기초 적용 연구(20)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="6">도시를 대상으로 스마트미터와 스마트 센서의 활용을 통한 수자원 워터 루프 운영 체계 최적화를 테스트베드 내에 구현하기 위한 기본 설계</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="6">- 국제적으로 워터그리드 지능화와 관련된 기술개발은 아직 이루어지지 않았으며 현재 유사한 프로젝트가 수행중에 있으나 상용화 시기는 불투명함
- 계획된 테스트베드 적용기술로서는 산업화나 시장 상품화되어 있지 않아 우리나라에서 신속한 기술개발로 기술을 우선점할 필요가 있음</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="6">- 워터그리드 지능화 기술은 스마트 그리드에서 개발하여 상용화된 플랫폼을 참고할 수 있으나 전기가 아닌 물로써 대상물질이 근본적으로 다르므로 관련 기존 기술을 활용하기에는 어려움이 있음.
- 스마트 그리드 플랫폼과 상호 연계하여 연구개발 성과의 확대와 사업 시너지 효과를 거둘 수 있을 것임.</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="6">- 워터그리드 지능화는 본 연구단의 가장 핵심적인 기술의 하나이며 특히 테스트베드에서 적용하여 그 효과와 사용화 타당성을 확인해야 하므로 보다 실물적이고 구체성 있는 연구개발이 되어져야 함
- 도심자족형 지능화는 타 적용분야에 비하여 보다 많은 요소기술과 변수가 있으나 기술개발 완료시 파급성이 우수하므로 중요한 핵심연구분야로 다루어져야 함</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="6">- 도심자족 워터그리드의 자동화를 위한 관련 요소별 의사결정시스템 기본 설계
- 지능화 및 자동화 워터그리드 플랫폼의 테스트베드 적용과 안정성 검증 기준 마련
- 지능형 Water Grid와 테스트베드 수자원-수처리 시스템의 인터페이스 설계
- 테스트베드의 물관리시스템 수질 최적화 및 에너지 최소화 운전모드 설계</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="6">- 워터그리드 지능화 및 자동화 테스트베드에 적용하는 기술은 상용화를 위한 핵심개발 단계임
· 다양한 요소기술들을 상호 조합하고 표준화하며 연동운전이 가능하도록 전반적 워터 루프를 컨트롤하는 기술임
· 현재와 같이 단위 기술 위주로 개발되는 여건에서는 민간 기업이 기술적 접근이 어려운 영역임</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>미국</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>90 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td>100 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="6">초기 연구단계에서는 스마트그리드의 플랫폼 적용기술과 현장 적용시의 문제해결 과정을 벤치마킹하고 세부 요소들을 적용검증과정을 거쳐 기술을 상용화하는 Retrofit형 추진전략이 유리함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="5">1) 테스트베드 적용 설계서 2) 설명서 및 보고서</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="5">본 기술은 정부 주도로 계획된 연구로드맵에 의하여 기술개발 후 민간에 기술을 이전하여 수익을 창출함으로쏘 사업성과를 극대화하고 투자비를 회수하는 방법이 바람직함</td></tr>
<tr><td rowspan="7">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>-</td><td>200</td><td>300</td><td>300</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td>-</td><td>40</td><td>60</td><td>60</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>-</td><td>240</td><td>360</td><td>360</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">800</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">3 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">160</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">10 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">960</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="6">- 국제적으로 워터그리드 지능화와 관련된 기술개발이 우리나라 주도로 앞서 이루어지고, 계획된 테스트베드 적용기술을 기반으로 신속한 상용화가 가능하며 이를 토대로 세계를 리드할 수 있을 것임.
- 민간기업에 기술이전하여 물산업전문기업이 탄생하면 지속적 수익창출이 가능하고 그 성과도 매우 클 것으로 예상됨.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="3">멀티그리드별 물산업발굴 정책지원 및 제도개선, 사업단 타당성 연구(21)</td><td>현재기술개발환경</td><td colspan="3">■응용개발 □상용화 □기초·원천</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">단위 그리드별 체제 및 제도 개선을 통해 물산업의 가능성을 검증하고 Water Grid 사업단 출범을 대비한 준비</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 향후 막대한 규모로 확장될 물산업에서 현재 가장 중요한 이슈는 적절한 비즈니스모델 발굴임
- IBM, Veolia등 글로벌 물기업들은 기술개발과 함께 미래의 물산업 패러다임을 선점할 다양한 정책적, 제도적인 개념을 연구하고 있음</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 국토부, 환경부등 범부처적인 물산업 육성방안 및 물관련 제도 관련 보고서 활용
- 국내외 국토해양R&D사업단 설계 보고서 활용</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발필요성</td><td colspan="7">- 대규모 정부 예산이 투자되는 R&D인 만큼 이를 성과화하기 위한 정책연구도 본 기술 연구 못지않게 중요하나, 기존에는 기술개발후 사업화를 추진한다는 개념으로 R&D개발과제에 대한 정책적 연구가 부족하였음
- Water Grid 지능형 기술 개발에 필수적인 정책적, 산업적 연계를 지원하고 후속 사업단 출범으로 기술개발의 연속성을 확보하기 위한 타당성의 이론적 근거 마련 필요</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 단위 그리드별 체제 및 제도 개선을 통한 물산업의 가능성 검증
· 단위 그리드별 주요 수자원 체제 및 제도 현황 분석
· 단위 그리드별 비즈니스 환경 이슈 도출 및 비즈니스모델 동향 조사
· 단위 그리드별 체제와 비즈니스 환경의 장벽 극복을 통한 물산업 가능성 도출
- 사업단 출범을 위한 준비
· 테스트베드를 포함한 사업단 예비 타당성 항목별 솔루션 마련
· 사업단 사업화 모델 도출</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">국가 차원의 정책적 제도적 연구를 민간기업에서 수행하기 위한 인센티브가 부족하므로 정부의 정책연구에 대한 지원이 필요함</td></tr>
<tr><td>8. 기술수준</td><td>현재 최고기술 보유국가</td><td>미국</td><td>최고 기술 수준 대비 현재기술 수준</td><td>70 %</td><td>기술개발완료 후 추정수준</td><td colspan="2">95 %</td></tr>
<tr><td>9. 기술확보전략</td><td colspan="7">현장의 수자원 관리 기관, 수자원 관련 연구자, 비즈니스모델 전문가, R&D전략 수립 전문가등이 협력을 통해 다양한 물산업 발굴을 위한 아이디어를 도출하고 Water Grid사업단 출범에 필요한 타당성을 확보함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10. 기술개발최종 성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="6">1) 멀티그리드별 물산업 발굴 방안 2) Water Grid 물산업 육성 정책 방안 3) Water Grid사업단 출범을 위한 타당성 연구 보고서</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="6">수자원관리 담당 기관, 정부 공무원에 정책 제안 자료로 활용</td></tr>
<tr><td rowspan="6">11. 연구개발 과제규모</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도 이후</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td></td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td></td></tr>
<tr><td>민간 (추정)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">300</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">3년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">-</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">5명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">300</td></tr>
<tr><td>12. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- Water Grid 지능화 R&D의 ROI(Return on Investment) 향상
- 정책적 연계를 통해 기술-제도-정책-시장이 균형있게 개발되는 국토해양R&D의 모범사례(Role model)로 정립</td></tr>
</table>