건설교통연구기획사업 R&D-13RDPP-C065449-01

위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시·평가·예측 시스템 개발 기획 최종보고서

2013. 11

주관연구기관: 한국수자원공사 K-water 연구원
공동연구기관: ㈜테크노베이션파트너스

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

이 보고서를 “위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시·평가·예측 시스템 개발 기획”의 최종보고서로 제출합니다.

2013년 11월

주관연구기관명: 한국수자원공사 K-water 연구원

주관연구책임자: 채효석 수석연구원

참 여 연 구 원: 이을래 책임연구원
황의호 책임연구원
임광섭 선임연구원
(공동연구책임자) 김균장 책임연구원
김효정 파 트 너
김정현 선임연구원
장용재 전임연구원

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>13RDPP-C065449-01</td><td>해 당 단 계 연 구 기 간</td><td>2013.04 - 2013.11</td><td>단 계 구 분</td><td>(1)/(1)</td></tr>
<tr><td>연 구 사 업 명</td><td colspan="5">건설교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>최 상 위 과 제 명</td><td colspan="4">위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시, 평가, 예측 시스템 개발 기획</td></tr>
<tr><td>단위과제명</td><td colspan="4">위성정보 활용에 대한 동향분석 및 타당성 평가</td></tr>
<tr><td>연 구 책 임 자</td><td>채 효 석</td><td>총연구기간 참 여 연구원수</td><td>총 : 8 명
내부 : 4 명
외부 : 4 명</td><td>총연구비</td><td>정부: 70,000천원
기업: 20,000천원
계: 90,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국수자원공사
K-water연구원</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명 : -</td><td colspan="2">상대국연구기관명 : -</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td>보고서면수</td><td>215</td></tr>
<tr><td colspan="6">Ⅰ. 목적 : 국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 정보 허브 구축 및 운영기술 개발로 행복한 안심국토 및 물산업 강국 실현

Ⅱ. 필요성 : 정부 3.0시대를 맞이하여 빅데이터 기반으로 광범위한 정보를 분석, 가공하여 유관정책 수립 지원, 공공 정보 활용을 위한 기반 기술 개발

Ⅲ. 기술개발 내용

□ 국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성기술 개발
- 국토관측센서 및 X-Net 실증 테스트베드 구축을 통해 획득된 자료를 활용하여 수재해 감시/평가/예측 등에 필요한 관련 정보를 생성하는 기술
□ 물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 개발
- 위성영상 및 수문레이더 정보 등을 활용하여 (미)계측 지역에서의 수자원 변동을 감시하고, 가뭄과 하천건천화를 효율적으로 평가·예측함으로써 물안보 대응체계를 강화할 수 있는 기술
□ 수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 개발
- SRA 및 첨단 모니터링 시스템을 활용해 광역 및 국지홍수의 피해 범위, 규모 등을 평가·산정하고, 정확히 예측함으로써 수재해를 획기적으로 저감할 수 있는 기술
□ 빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보서비스 플랫폼기술 개발
- SRA 기반의 Glocal 수문 관측자료 및 생성자료와 수재해 관련 분석정보를 효율적으로 관리하고 맞춤형 정보를 제공할 수 있는 포털 시스템 개발 기술</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어</td><td>한 글</td><td colspan="4">위성정보, 레이더, X-Net, 자동기상관측소, 글로벌, 수자원</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">Satellite Information, Radar, X-Net, AWS, Global, Water Resources</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제 목

□ 위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시·평가·예측 시스템 개발 기획

Ⅱ. 목적 및 필요성

□ 추진 목적

○ 국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 정보 허브 구축 및 운영기술 개발로 행복한 안심국토 및 물산업 강국 실현

- SRA(Satellite, Radar, AWS)에 기반한 한반도 주변의 가뭄, 건천화, 홍수재해 등 물관련 재해 실시간 감시, 평가, 예측시스템 구축
- X-net 기반 국지 관측 기상/수문정보를 이용한 지역 수재해 대응기술 개발

□ 추진 필요성

○ 정부 3.0시대를 맞이하여 빅데이터 기반으로 광범위한 정보를 분석, 가공하여 유관정책 수립 지원, 공공 정보 활용을 위한 기반 기술 개발

- 국민생활에 직결되는 가뭄, 홍수 및 하천건천화 등 각종 수재해 실시간 정보분석/예측기술로 선제적 재해 대응 기반 마련 필요
- 수자원, 기상, 우주, IT 등 다종 과학분야간 융복합 핵심기술 확보로 저개발국가 물산업 해외진출에 필요한 각종 기술정보 제공으로 신시장 창출 유도 필요

< 사업의 개념 >

Ⅲ. 추진 경위

○ ’13.04.01 KAIA-K-water 협약에 따른 기획과제 수행

○ ’13.06.05 당초 기획과제에서 X-net을 활용한 수재해부분 추가

○ ’13.07.15 동향분석 및 Unmet Needs 분석 완료

○ ’13.07.20 85개 후보과제 도출 완료

○ ’13.07.31 6개세부과제 23개의 세세부과제 도출

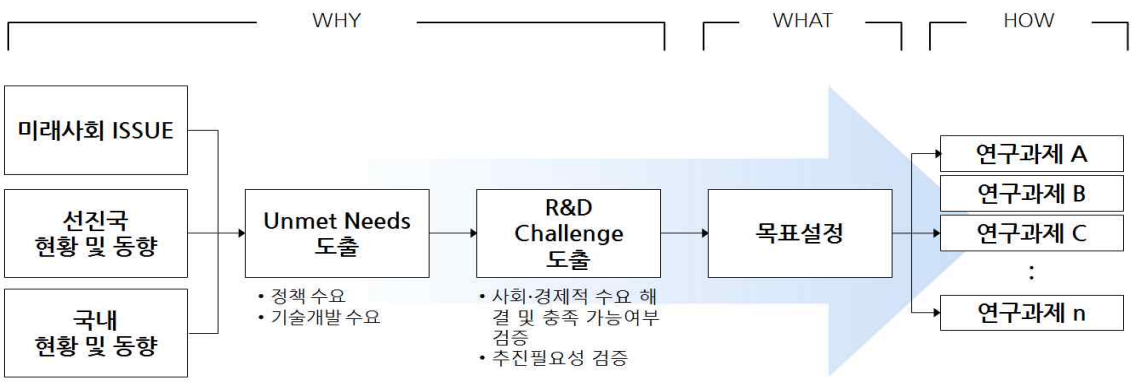
○ ’13.09.12 기관 및 부처간 중복성 검토를 위한 자문회의 개최

○ ’13.09.27 1차 기획타당성 검토위원회 개최

○ ’13.10.30 4개세부과제 16개의 세세부과제 도출

Ⅳ. 기획연구 추진절차

○ 해결하고자 하는 문제(Unmet needs)의 정의, 문제 해결 수단으로서의 기술개발 과제 pooling, 사업의 컨셉 및 목표체계 수립, 추진과제 도출의 순서로 기획연구를 추진



< 기획연구 추진 프로세스 >

Ⅴ. 사업목표 및 전략체계

비 전

국민이 행복한 수재해 안심국토 및 글로벌 물산업 강국 실현

사업 목표

2020년 국토관측센서 기반 수재해 10% 저감 및 융합형 정보포털 서비스 제공

추진전략 및 과제

Convergence	Implementation	Migration
수재해 정보생성 융합기술 확보	수재해 최소화를 위한 기술고도화	맞춤형 정보서비스 체계 구축
국토관측센서 기반 수문 및 수재해 관련 정보 생성기술 개발	물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 개발 수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 개발	빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보서비스 플랫폼기술 개발

Ⅵ. 기술의 정의

기술명	**국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시, 평가, 예측 시스템 개발**
기술의 정의	SRA(위성영상, X-Net, 수문레이더, AWS 등)와 같은 국토관측센서에 의해 획득된 관측자료를 융합·처리하여 수문인자를 생성하고, 물안보 강화 및 수해 경감을 위해 필요한 분석 및 관련 정보를 제공할 수 있는 기반기술 및 포털 시스템 개발
기존기술의 한계	• **(인프라 활용성)** 국가적으로 운영되고 있는 다양한 국토관측 센서를 수재해 관리에 효율적으로 활용할 수 있는 시스템 부재 • **(데이터 정확도)** 다양한 관측자료를 연계, 융합하여 활용하지 못하고 일부 관측자료에 의존함에 따라 정확도 및 신뢰도가 낮음 • **(지역적 접근성)** 수재해 관련 정보 획득의 공간범위가 남한지역에 국한되어 있어, 글로벌 물 산업 진출을 체계적으로 지원할 수 있는 고유데이터가 부재
동 기술의 차별적 우수성	• 수자원 감시·평가를 위해 가용한 국내외 관측자료를 융합하고, 맞춤형 정보를 생산함으로써 수재해 예측정보의 정확도를 기존 71%에서 95%로 향상 • X-net 구축/운영을 통해 실증기술을 확보함으로써 돌발홍수 등에 대응할 수 있는 혁신적 강우관측 기반을 마련하고, 이를 통해 국지적인 침수재해 평가/예측 및 지역 맞춤형 재해평가 체계 실현 • SRA 정보를 활용하여 한반도 미계측 지역 및 동남아 등 물산업 거점 국가에 대한 수자원 정보를 생산할 수 있는 기반을 마련하고, 관련 정보를 정부부처 및 민간기업 등에게 제공함으로써 물산업 해외시장 진출 토대 마련
주요 기술개발 내용	• **국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성기술 개발** - 국토관측센서 및 X-net 실증 테스트베드 구축을 통해 획득된 자료를 활용하여 수재해 감시/평가/예측 등에 필요한 관련 정보를 생성하는 기술 • **물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 개발** - 위성영상 및 수문레이더 정보 등을 활용하여 (미)계측 지역에서의 수자원 변동을 감시하고, 가뭄과 하천건천화를 효율적으로 평가·예측함으로써 물안보 대응체계를 강화할 수 있는 기술 • **수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 개발** - SRA 및 첨단 모니터링 시스템을 활용해 광역 및 국지홍수의 피해 범위, 규모 등을 평가·산정하고, 정확히 예측함으로써 수재해를 획기적으로 저감할 수 있는 기술 • **빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보서비스 플랫폼기술 개발** - SRA 기반의 Glocal 수문 관측자료 및 생성자료와 수재해 관련 분석정보를 효율적으로 관리하고 맞춤형 정보를 제공할 수 있는 포털 시스템 개발 기술 < 기술개발을 통한 최종 성과물의 개념 >	

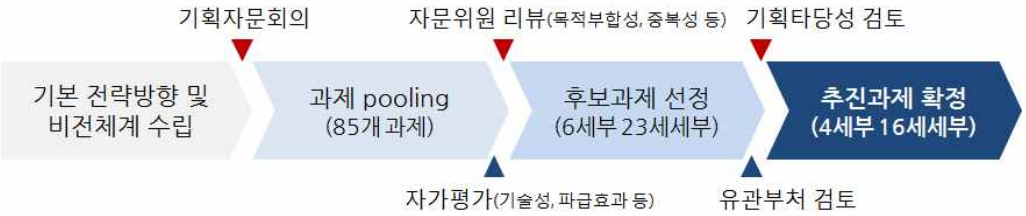
Ⅶ. 추진과제 도출 프로세스

□ 도출방향

○ 수자원, 우주, 기상 및 IT 기술 등 다학제간 융합형 연구를 통해 물관련 재해 분야의 현안사항을 해결할 수 있는 기술선도형 과제

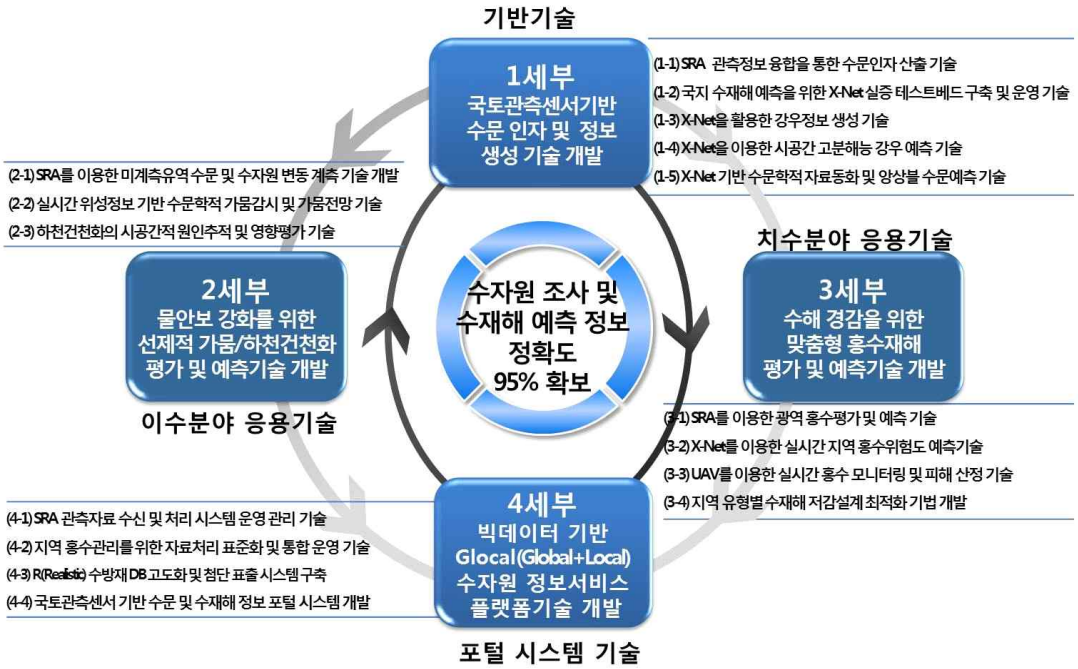
○ 사회복지/안전 등 공공시스템과 연계한 신시장 창출 지원으로 창조경제 실현 및 해외 물시장 진출 기반 확대를 위한 시장창출형 과제

○ 한반도 주변을 포함한 광역과 도시 등을 대상으로 하는 지역에 대해 응용 기술기반의 4개 핵심과제 도출



< 과제도출 프로세스 >

□ 도출결과



Ⅷ. 기대효과

○ **(과학·기술적)** 한반도를 포함한 광역 및 도시지역 등 지역적 물관련 재해관리를 위한 수자원, 위성, 기상, IT 등 현안기술기반의 핵심기술 확보

- 최신 기술력을 통해 동남아 등 각종 정보를 제공함으로서 물산업 경쟁력 향상 및 국부창출 기여
- X-Net의 구축 및 운영을 통한 고해상도 수문기상정보 산출 및 수재해 모델링기술 개발을 통한 한국형 수재해 대응기술 개발

○ **(경제·사회적)** 특화된 위성자료의 추출 및 활용을 통한 수자원 분석 기술 고도화로 첨단기술 기반의 지능화된 국가 물안보 체계 구축 기여

- 첨단 융복합기술 기반의 광역 및 지역적 재해관리 실현으로 물산업 분야 글로벌 경쟁력 확보 및 국민의 삶의 질 개선
- 물관련 재해 업무 담당하는 부처 및 공공기관에 탑재하여 유관 기관간 업무 공유, 신속한 의사결정 지원 및 대국민 서비스로 활용

○ **(B/C Ratio)** 사업 추진을 통한 경제성을 비용/편익 분석을 통해 산출한 결과 약 1.26(NPV 62억원)으로, 경제적 타당성이 인정되는 것으로 판단

- 동 사업의 최종성과물(수문 및 수재해 관련정보, 홍수/가뭄/하천건천화 평가·예측 정보, 수자원 정보서비스)을 고려할 때, B/C 분석의 편익으로 인정할 수 있는 항목을 크게 두 가지로 정의
  - · (정의 가치 증가) 물 산업 관련기업의 해외진출 확대에 대한 기여분
  - · (부의 가치 감소) 수재해 피해감소에 대한 기여분

< 사업의 B/C Ratio와 NPV 값 >

구분	시나리오 1 (보수적)	시나리오 2 (중립적)	시나리오 3 (낙관적)
비용 현가(억원)	244	**244**	244
편익 현가(억원)	159	**305**	456
B/C Ratio	0.65	**1.26**	1.88
NPV (억원)	-84	**62**	213

< 목 차 >

1. 기술의 정의 및 필요성 ····· 1

1.1 기술의 정의 ····· 3

1.2 연구개발 배경 ····· 4

1.2.1 물 부족, 기상이변 현상 심화 ····· 4

1.2.2 위성정보·ICT·빅데이터 등의 활용 확산 ····· 7

1.2.3 물 산업의 본격화 ····· 9

1.2.4 국가적 역할과 책임 강화 ····· 11

1.3 연구개발 필요성 ····· 13

1.3.1 국가 물 관련 재해예측 정확도 향상 ····· 13

1.3.2 대국민 정보 전달체계 개선 ····· 15

1.3.3 선진국으로서의 책임과 위상 강화 ····· 16

2. 국내외 동향 및 환경 분석 ····· 19

2.1 국내외 정책동향 ····· 21

2.1.1 수자원 관련 국내 정책 ····· 21

2.1.2 국토 관련 국내 정책 ····· 24

2.1.3 선진국 정책 동향 ····· 31

2.2 국내외 시장현황 ····· 44

2.2.1 국내시장 현황 ····· 44

2.2.2 해외시장 동향 ····· 49

2.3 국내외 기술동향 ····· 56

2.3.1 기술개발 트랜드 ····· 56

2.3.2 국내 기술개발 현황 ····· 68

2.3.3 선진국 국가별 기술개발 동향 ····· 71

2.4 기술수준 ····· 80

3. 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 81
3.1 비전 및 목표 ····· 83
3.1.1 기본 전략방향 ····· 83
3.1.2 전략체계 ····· 86
3.2 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표 ····· 87
3.2.1 핵심기술요소(CTE) 도출 ····· 87
3.2.2 기술성숙도(TRL) 단계별 목표 ····· 89
3.3 연구개발과제 구성 ····· 94
3.3.1 과제 도출 프로세스 ····· 94
3.3.2 과제 구성 ····· 99
3.4 세부과제 주요내용 및 추진전략 ····· 100
3.4.1 국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성기술 개발 ····· 100
3.4.2 물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 개발 · 102
3.4.3 수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 개발 ····· 104
3.4.4 빅데이터 기반 Glocal 수자원 정보서비스 플랫폼기술 개발 ····· 106
3.5 과제별, 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 ····· 108
3.6 성과활용 방안 ····· 113
3.7 연구수행체계 ····· 115

4. 사전타당성 검토 ····· 117
4.1 정책적 타당성 ····· 119
4.1.1 상위·유관 계획과의 부합성 및 추진 의지 ····· 119
4.1.2 사업 추진상의 위험요인과 대응방안 ····· 120
4.2 기술적 타당성 ····· 122
4.2.1 기술개발 계획의 적절성 ····· 122
4.2.2 기술개발 성공가능성 ····· 123
4.2.3 기존 사업과의 중복성 ····· 124
4.3 경제적 타당성 ····· 126
4.3.1 분석 방법론 ····· 126

4.3.2 비용 산정 ····· 129
4.3.3 편익 추정 ····· 130
4.3.4 비용·편익 분석 ····· 136

5. 연구투입 소요예산 산정 ····· 139
5.1 인력투입계획 ····· 141
5.2 소요예산 ····· 142

6. 과제 제안요구서 ····· 143
6.1 과제 제안요구서 ····· 145
6.1.1 연구단 RFP ····· 145
6.1.2 1세부 5개 세세부과제 RFP ····· 153
6.1.3 2세부 3개 세세부과제 RFP ····· 167
6.1.4 3세부 4개 세세부과제 RFP ····· 176
6.1.5 4세부 4개 세세부과제 RFP ····· 188
6.2 평가기준 ····· 200

부록 ····· 201
[부록 1] 기획과제 상세 추진경과 ····· 203
[부록 2] Unmet Needs 도출 템플릿 1 ····· 204
[부록 3] Unmet Needs 도출 템플릿 2 ····· 208

<표 목차>

<표 1-1> 세계 위성 서비스 산업 매출액 ····· 7
<표 1-2> 물 관련 정보제공 시스템 구축/운영 현황 ····· 13
<표 1-3> 획득 가능한 데이터 및 재해 모니터링 정보 예시 ····· 14
<표 1-4> 새로운 물 산업의 분류 ····· 18

<표 2-1> 국토종합계획 수정계획 ····· 25
<표 2-2> 국가안전관리기본계획 목표 및 추진전략 ····· 27
<표 2-3> 국가공간정보 법률의 구분과 주요내용 ····· 29
<표 2-4> 국가공간정보 법률과 R&D 사업/연구와의 연계성 ····· 29
<표 2-5> 공간정보산업 진흥법의 구분과 주요내용 ····· 29
<표 2-6> 공간정보산업 진흥법과 R&D 사업/연구와의 연계성 ····· 29
<표 2-7> 공간정보정책 기본계획의 구분과 주요내용 ····· 30
<표 2-8> 공간정보정책 기본계획과 R&D 사업/연구와의 연계성 ····· 30
<표 2-9> 공간정보산업 진흥 기본계획의 구분과 주요내용 ····· 30
<표 2-10> 공간정보산업 진흥 기본계획과 R&D 사업/연구와의 연계성 ····· 30
<표 2-11> 국제사회 물 관련 문제인식의 변화 ····· 31
<표 2-12> 인류의 15대 미래 도전과제 ····· 34
<표 2-13> 3대 핵심연방정부기관의 ACI 연구예산 ····· 35
<표 2-14> 미국의 민간부분 R&D 예산 추이(세액공제 규모, '07~'16) ····· 35
<표 2-15> 일본 건설교통정책의 방향 ····· 38
<표 2-16> 4조 위안 경기부양책 내용 ····· 40
<표 2-17> 제12차 5개년 계획 중 건설부문 내용 ····· 41
<표 2-18> EU의 녹색성장 달성을 위한 정책 ····· 42
<표 2-19> 새로운 물산업의 정의 ····· 44
<표 2-20> 진출국가 및 진출업체 수 ····· 45
<표 2-21> 지역별 수주 실적 ····· 46
<표 2-22> 해외건설시장 점유율(한국) ····· 47
<표 2-23> 분야별 세계 물시장 규모(2010년) ····· 49
<표 2-24> 가치사슬별 세계 물시장 규모(2010년) ····· 49
<표 2-25> 세계 물시장 규모 및 전망 ····· 50
<표 2-26> 세계 물시장 전망 ····· 50

<표 2-27> 국가별 연간 물산업 규모 ····· 53
<표 2-28> 주요 국가의 물산업 지원 정책 ····· 55
<표 2-29> 논문 검색 방법 ····· 56
<표 2-30> 특허 분석을 위한 검색식 ····· 56
<표 2-31> 연도별 피인용도 횟수 상위 논문 정보 ····· 59
<표 2-32> 특허 검색 방법 ····· 63
<표 2-33> 12개 한국특허 출원 및 등록 내역 ····· 65
<표 2-34> 공간정보 산업 시장 주요 논문 정보 ····· 66

<표 3-1> 강점과 약점 ····· 83
<표 3-2> 기회 및 위협 요인 ····· 83
<표 3-3> SWOT 매트릭스 ····· 84
<표 3-4> 핵심기술요소 체크리스트 ····· 87
<표 3-5> 핵심기술요소 후보 및 선정 ····· 87
<표 3-6> 핵심기술요소 유형 및 최종 TRL ····· 88

<표 4-1> 사업의 위험요인 관리방안(안) ····· 121
<표 4-2> 관련부처 유사과제와의 차별성 ····· 125
<표 4-3> 위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시·평가·예측 시스템 개발 사업 예산(안) ··· 129
<표 4-4> 연구개발 부문 예비타당성조사 편익 항목 ····· 130
<표 4-5> 위성정보를 활용 수자원 예측시스템 개발에 따른 해외 프로젝트 수주 증가율 133
<표 4-6> 물산업 관련 기업의 해외진출 증진 편익에 대한 미래가치와 현재가치 · 133
<표 4-7> 위성정보를 활용 수자원 예측시스템 개발에 따른 수재해 피해 감소율 134
<표 4-8> 우리나라 지역별 연평균 홍수 피해액 ····· 135
<표 4-9> 수재해 피해 감소 편익에 대한 미래가치와 현재가치 ····· 135
<표 4-10> 사업의 B/C Ratio와 NPV 값 ····· 136
<표 4-11> 비용변화에 대한 B/C Ratio와 NPV 민감도분석 결과 ····· 136
<표 4-12> 편익변화에 대한 B/C Ratio와 NPV 민감도분석 결과 ····· 137
<표 4-13> 할인율변화에 대한 B/C Ratio와 NPV 민감도분석 결과 ····· 137

<표 5-1> 소요인력 총괄 ····· 141
<표 5-2> 소요예산 총괄 ····· 142

<표 6-1> 신규과제 선정평가 기준 ····· 192

<그림 목차>

[그림 1-1] 국가별 연평균강수량 및 1인당 강수량 비교 ('12년 기준) ····· 4
[그림 1-2] 서울시의 국지적 집중호우 사례 ····· 4
[그림 1-3] 전 세계 기후관련 재해 발생 빈도 추세 ('80~'11) ····· 5
[그림 1-4] 연도별 100mm 이상 강우발생 일수 ····· 6
[그림 1-5] 주요국의 ICT발전지수(IDI) 평가 결과 비교 ····· 8
[그림 1-6] 세계 물산업 성장 전망 ····· 9
[그림 1-7] 세계 지구관측위성 자료 판매 ('01~'10) ····· 10
[그림 1-8] '11년 국가별 GNI대비 ODA 추이 ····· 11
[그림 1-9] 환경부 환경공간정보서비스의 홍수/가뭄 취약성 평가정보(예시) ····· 14
[그림 1-10] 2010년 세계 물 시장 규모 ····· 17

[그림 2-1] 수자원장기종합계획의 비전과 목표 ····· 21
[그림 2-2] 수자원장기종합계획 세부 추진 전략 ····· 22
[그림 2-3] 리우정상회담 물 관련 이슈의 주요 논의사항 ····· 32
[그림 2-4] 연도별 해외건설 수주액 추이 ····· 45
[그림 2-5] 공종별 비중 현황 ····· 46
[그림 2-6] 2010년 한국기업의 국가별수주액 구성비 ····· 47
[그림 2-7] GIS 세계 시장 크기 ····· 51
[그림 2-8] 2008년 공간정보산업 세계시장 규모 ····· 52
[그림 2-9] 세계 물시장의 지역별 성장 전망 ····· 53
[그림 2-10] 주요 국가의 물 빈곤 지수(WPI) ····· 54
[그림 2-11] 연도별 논문발표 건수 ····· 57
[그림 2-12] 국가별 논문 발표 건수 비교 ····· 57
[그림 2-13] 논문 발표 기관별 건수 비교 ····· 58
[그림 2-14] 연도별 특허출원 동향 ····· 63
[그림 2-15] 국가별 특허출원 건수 비교 ····· 64

[그림 3-1] SWOT분석에 따른 전략방향 도출 ····· 85
[그림 3-2] 비전 및 전략체계도 ····· 86
[그림 3-3] 과제 도출 프로세스 ····· 94
[그림 3-4] 연구개발 과제 구성 ····· 99
[그림 3-5] 단계별 사업 추진방안 ····· 108

[그림 3-6] 연구단 추진체계 ····· 115

[그림 4-1] 기술개발 계획수립 절차 ····· 122
[그림 4-2] 사업기획에 따른 편익항목 ····· 130
[그림 4-3] 물산업 관련 기업의 해외진출 증진 편익 산정식 ····· 132
[그림 4-4] 국내기업의 해외 물산업 수주규모 추이 ····· 132
[그림 4-5] 수재해 피해 감소 편익 산정식 ····· 134

1. 기술의 정의 및 필요성

1.1 기술의 정의

1.2 연구개발 배경

1.3 연구개발 필요성

1.1 기술의 정의

기술명	**국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시, 평가, 예측 시스템 개발**
기술의 정의	SRA(위성영상, X-Net, 수문레이더, AWS 등)와 같은 국토관측센서에 의해 획득된 관측자료를 융합·처리하여 수문인자를 생성하고, 물안보 강화 및 수해 경감을 위해 필요한 분석 및 관련 정보를 제공할 수 있는 기반기술 및 포털 시스템 개발
기존기술의 한계	• **(인프라 활용성)** 국가적으로 운영되고 있는 다양한 국토관측 센서를 수재해 관리에 효율적으로 활용할 수 있는 시스템 부재 • **(데이터 정확도)** 다양한 관측자료를 연계, 융합하여 활용하지 못하고 일부 관측자료에 의존함에 따라 정확도 및 신뢰도가 낮음 • **(지역적 접근성)** 수재해 관련 정보 획득의 공간범위가 남한지역에 국한되어 있어, 글로벌 물 산업 진출을 체계적으로 지원할 수 있는 고유데이터가 부재
동 기술의 차별적 우수성	• 수자원 감시·평가를 위해 가용한 국내외 관측자료를 융합하고, 맞춤형 정보를 생산함으로써 수재해 예측정보의 정확도를 기존 71%에서 95%로 향상 • X-net 구축/운영을 통해 실증기술을 확보함으로써 돌발홍수 등에 대응할 수 있는 혁신적 강우관측 기반을 마련하고, 이를 통해 국지적인 침수재해 평가/예측 및 지역 맞춤형 재해평가 체계 실현 • SRA 정보를 활용하여 한반도 미계측 지역 및 동남아 등 물산업 거점 국가에 대한 수자원 정보를 생산할 수 있는 기반을 마련하고, 관련 정보를 정부부처 및 민간기업 등에게 제공함으로써 물산업 해외시장 진출 토대 마련
주요 기술개발 내용	• **국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성기술 개발** - 국토관측센서 및 X-net 실증 테스트베드 구축을 통해 획득된 자료를 활용하여 수재해 감시/평가/예측 등에 필요한 관련 정보를 생성하는 기술 • **물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 개발** - 위성영상 및 수문레이더 정보 등을 활용하여 (미)계측 지역에서의 수자원 변동을 감시하고, 가뭄과 하천건천화를 효율적으로 평가·예측함으로써 물안보 대응체계를 강화할 수 있는 기술 • **수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 개발** - SRA 및 첨단 모니터링 시스템을 활용해 광역 및 국지홍수의 피해 범위, 규모 등을 평가·산정하고, 정확히 예측함으로써 수재해를 획기적으로 저감할 수 있는 기술 • **빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보서비스 플랫폼기술 개발** - SRA 기반의 Glocal 수문 관측자료 및 생성자료와 수재해 관련 분석정보를 효율적으로 관리하고 맞춤형 정보를 제공할 수 있는 포털 시스템 개발 기술 < 기술개발을 통한 최종 성과물의 개념 >	

1.2 연구개발 배경

1.2.1 물 부족, 기상이변 현상 심화

□ **우리나라의 1인당 연간 강수량은 세계평균의 13%에 불과**

○ UN산하 국제인구행동연구소(Population Action International)의 연구에 의하면 한국은 연간 1인당 가용한 재생성 가능 수자원량이 1,452m3으로 물 부족 국가로 분류

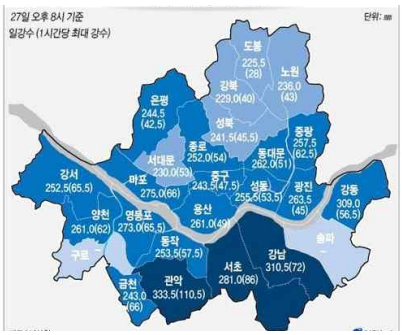
- 1인당 가용한 연간 재생성 수자원량이 1,000~1,700m^3이면 물 부족국가에 해당
- 리비아, 모로코, 이집트, 벨기에 등이 물 부족국가에 해당
- 조밀한 인구 때문에 1인당 연간 강수량은 세계평균값의 겨우 13%에 불과

[그림 1-1] 국가별 연평균강수량 및 1인당 강수량 비교 ('12년 기준)

○ 하천수 이용비율이 높은 도서지역은 가뭄에 대해 취약하여 안정적인 수자원 확보가 어려운 반면 국지적 집중호우 등의 발생빈도는 증가추세

- 10년 빈도 이상의 가뭄에도 안정적으로 농업용수를 공급 가능한 논은 전체 면적의 56%에 불과
- 최근 10년간 80mm 이상의 집중호우 일수는 연평균 40일 이상으로, 80년대에 비해서 1.5배 증가되었음

○ 도서지역의 가뭄대책 및 수자원관리 대책 등 안정적인 수자원 확보를 위해 주요 수자원 지역에 대한 지속적인 감시와 정확한 정보 제공이 필수적



[그림 1-2] 서울시의 국지적 집중호우 사례

□ 기상이변 현상은 이제 '새로운 정상(new normal)'으로 대두

○ IPCC AR5[1)]의 시나리오에 의하며 지구온난화에 따른 기후변화의 영향으로 강수특성 변화 예상

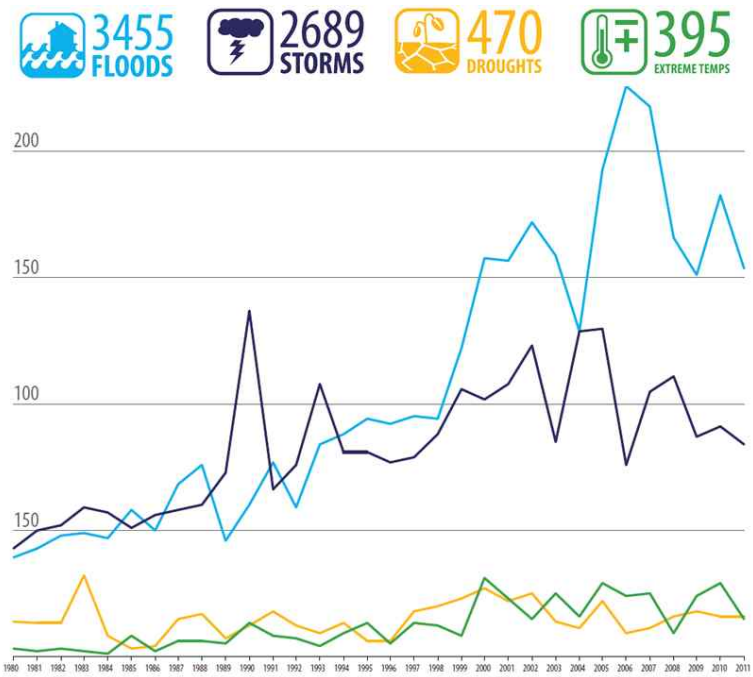
- 집중호우와 홍수 증가, 태풍강도 증가 등으로 심각한 자연재해를 유발하게 될 것으로 예상되며, 가뭄도 증가할 것으로 예상

○ 최근 기후변화에 따른 국내 기상특성이 변화하고 있어, 홍수와 가뭄의 발생 빈도와 규모가 점점 커지고 있는 실정

- 국지성 호우가 빈번히 발생하고, 강우강도가 증가하고 증발산량의 증가 및 강한 강도의 우기 사이에 발생 우려되는 극한 가뭄이 있음

○ 전 세계적으로 홍수 발생 빈도는 가파르게 증가하고 있고, 태풍 및 가뭄 발생 빈도도 꾸준히 증가하고 있어 광범위한 관측과 정확한 예측, 즉각적 대처능력 확보를 위한 수자원 관리가 필요

- 우리나라는 지형과 해안선이 복잡하고 북한의 기상 자료 부재로 정보가 섬처럼 고립되어 있어서 원격탐사 자료가 매우 중요



출처: UNISDR, The United Nations Office for Disaster Risk Reduction

[그림 1-3] 전 세계 기후관련 재해 발생 빈도 추세 ('80~'11)

1) IPCC AR5: Intergovernmental Panel on Climate Change 5th Assessment Report

□ 수자원 관련 예측 부정확은 대규모 피해로 직결

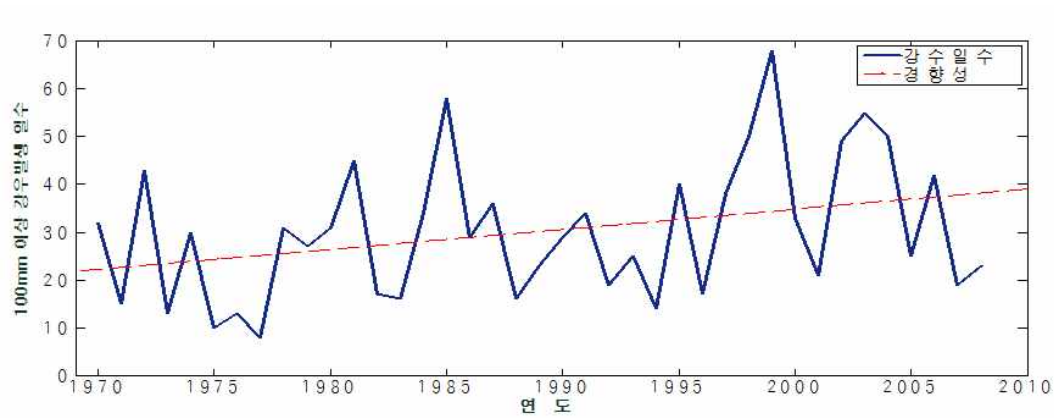
○ 급격한 도시화에 따라 내수범람이 빈번하게 발생하기 때문에 재난발생 시 피해 극대화로 직결

- 도시침수로 인해 인명 및 재산피해, 사회적·환경적·경제적·심리적 피해 유발, 전기·가스·수도 등 도시기발 시설 피해로 도시기능 마비 우려
- 2011년 태국 대규모 홍수 사례는 도시화 및 산업화로 인해 국가 전체의 사회, 경제, 안보 등 대규모의 국가적인 손실을 발생 시킬 수 있음을 보여줌

○ 도시에서 발생할 수 있는 내수범람을 정확하게 예·경보하기 위해 고해상도 실시간 강수 물질 관측이 필요

○ 유역차원의 홍수범람이 빈번하게 발생하고 있으며, 홍수기 홍수통제소의 댐 수문관리에 어려움에 따라 기상관련 재난이 발생할 수 있어, 유역 차원의 정확한 홍수량 예측과 예·경보 시스템 구축을 위해서는 고해상도의 실시간 강수관측을 통한 강수예측 기술이 필요

- 기상청 산하 25개 관측소를 기준으로 볼 때 ’99～’08년 1일 100mm 이상 집중호우 발생 빈도는 385회로 ’70～’80년의 221회에 비해 1.7배 증가



[그림 1-4] 연도별 100mm 이상 강우발생 일수

1.2.2 위성정보·ICT·빅데이터 등의 활용 확산

□ 위성정보를 효과적으로 활용하기 위한 기술개발 경쟁과 관련 산업의 성장

○ 다수의 국가들이 위성 관련 정책 및 활용기술 개발을 추진하고 있으며, 수자원 관리에 접목을 확대 중

- 미국은 USGS, 유럽은 ESRIN, 일본은 RESTEC 등 위성활용 전담기관 보유

○ 국내는 위성체와 탑재체 개발 등 위성 관련 하드웨어 개발에 집중되어 활용 예산 투자 및 정책이 취약하며, 위성관련 기술력 및 활용도가 다소 저조

- 국내는 '10~'12년 3년간 위성개발에 소요된 예산은 3,211억원이며, 위성정보활용분야에 투자된 예산은 917억원으로 총 예산의 29% 차지

※ 아리랑 3호 개발에 2,870억원이 투입되었으나, 위성활용에는 연 40억원 투입

○ '10년 세계 위성정보활용서비스 시장의 매출은 1,013억 달러로 전체 우주산업 매출의 61%에 해당

- 2005년부터 연평균 성장률 14%의 높은 증가율 보여주고 있음

<표 1-1> 세계 위성 서비스 산업 매출액

(단위: 억 달러)

구 분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	연평균 성장률
위성 서비스 매출	528	620	726	840	930	1,013	14%

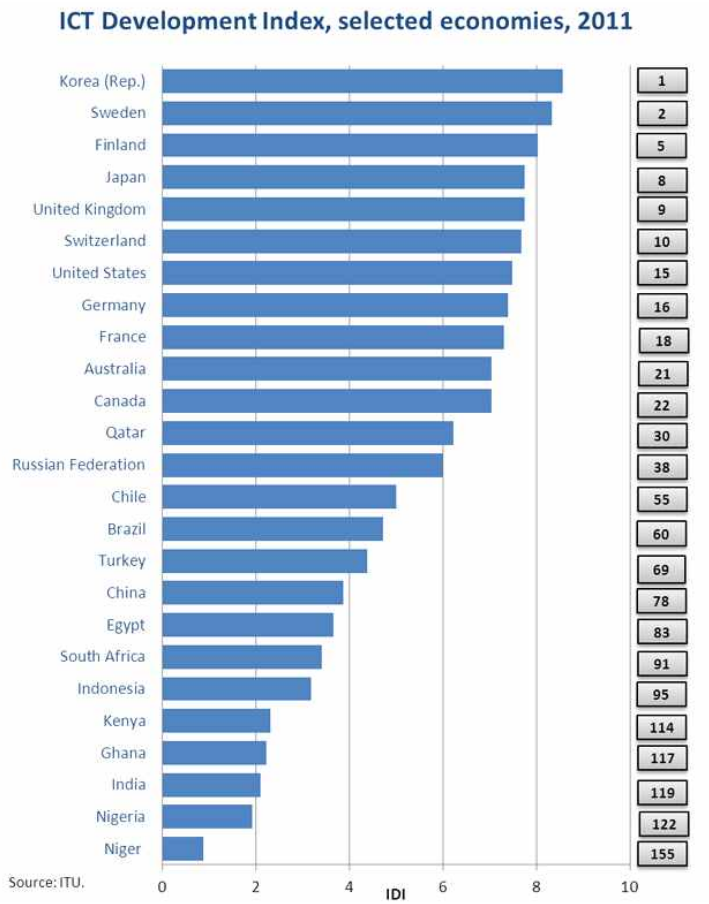
출처: Futron, Status of the Satellite Industry Report, 2011

□ ICT의 최첨단화, 본격적인 빅데이터 기술개발은 융복합 트랜드를 가속

○ ICT·빅데이터 기술은 빠른 데이터 수집, 대용량 데이터 분석을 가능하게 하여 다양한 관측기기에서 수집된 수자원 정보를 실시간으로 교류하여 통합적 분석 및 실시간 서비스 가능해짐

- 위치기반정보 또는 위치기반서비스의 중요성 및 활용성 증가로 위성정보를 활용한 실시간 위치기반 수자원 정보 제공 수요 증가

○ UN산하 ITU(국제전기통신연합)이 2012년에 발표한 정보사회 계측 보고서에 의하면 우리나라가 세계에서 가장 앞선 선진 ICT경제를 이루었다고 하며, 이런 앞선 경쟁력을 활용한 위성정보 활용은 효과적일 것으로 예상



출처: International Telecommunication Union, Measuring the Information Society, 2012

[그림 1-5] 주요국의 ICT발전지수(IDI) 평가 결과 비교

○ IT, BT, NT, GT 등을 융복합함으로써 수자원 관리 서비스를 보다 다양화할 수 있을 뿐만 아니라 정보의 가치를 극대화 할 수 있음

- 국민들에게 첨단 기술 기반의 물 관리기술을 제공함으로써 미래 고부가가치 달성이 가능할 것으로 예상

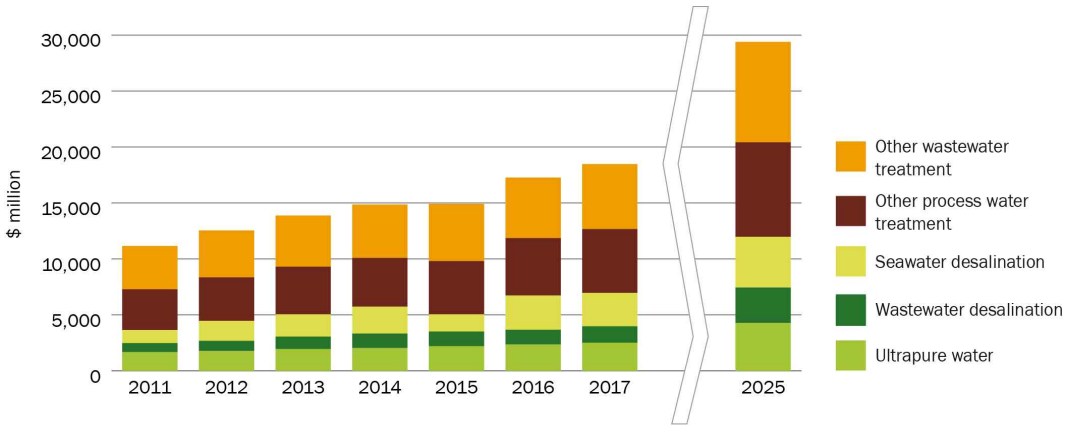
1.2.3 물 산업의 본격화

□ 단순 물 판매를 넘어선 사회기반시설 구축 등 물 관련 대형 산업의 등장

○ 국내 물 산업 시장규모(‘10)는 100억불로 86.8%가 상하수도 시장, 7.2%가 생수 시장 등으로 구성

○ 세계 물 산업 시장규모(‘10)는 4,831억불로 상하수도 시장 76.8%, 생수 시장 12.2%, 산업분야 수처리 시설 5.8%, 현장적용 시설 3.1%, 관개시설 2.1% 등으로 구성되어 있어 단순 물 판매 외 물 관련 사회기반시설 구축 등의 대형 사업이 등장

- 중동, 동남아시아 등지에 해수담수화 플랜트 구축, 물 관련 재난재해 감시 및 대응시스템 구축 등
- 미국 1,070억불, 일본 590억불, 중국 470억불, 독일 290억불 (GWI, '10)
- 최근 10여년간 전세계 전문 물기업 수 대폭 증가 (‘99년 70개, ’10년 164개)



출처: GWI(Global Water Intelligence)

[그림 1-6] 세계 물산업 성장 전망

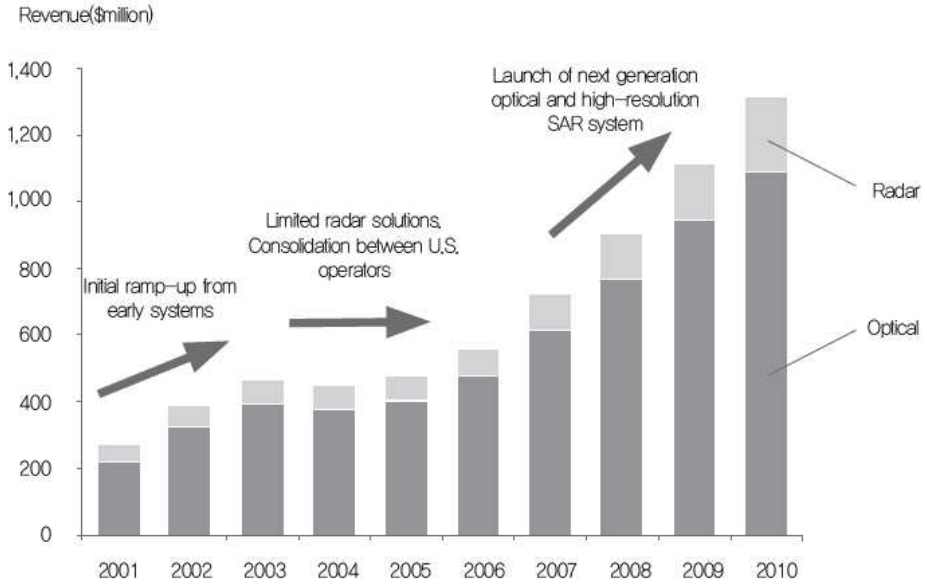
○ 광역화되는 물이용의 관리 한계가 존재하여, 체계적인 관리 및 감시평가를 통해 안정적인 물 공급 지원 필요

- 해외 선진국은 취수원으로부터 최종 수용가까지 수량 및 수질관리가 동시에 이루어져 통합관리가 가능
- 국내의 경우 광역 및 지방으로 이원화되어 있어 통합관리에 한계 존재

□ 새로운 서비스·고용 창출 동력원으로서 물, 위성 관련 분야가 급부상

○ 국가 차원의 새로운 성장동력 발굴, 일자리 창출이 시급하고 중요한 과제로 대두

- 일본은 미래 핵심산업으로서 우주산업 지정
- 세계 지구관측 위성 자료는 대부분 국가 안보목적으로 정부기관에 의해서 판매되고 있으며 수요가 지속적으로 증가하고 있음



출처: Euroconsult, Satellite-Based Earth Observation Market Prospects to 2020, 2011

[그림 1-7] 세계 지구관측위성 자료 판매 (‘01~’10)

○ 향후 10년 간 (‘10~’19) 발사된 인공위성 수는 약 1,229기로 향후 위성활용 서비스 시장은 더욱 팽창할 것으로 예상되어 일자리 창출 및 신성장 동력으로 활용할 필요[2)]

- ‘00~’09년도 위성 772기 발사, ‘10~’19년도 위성 1,229기 발사예정으로 위성 시장은 59% 증가 예상
- ‘14년까지 토지계획, 농업, 산림, 공공보건 등 다양한 분야에서 위성영상정보 수요가 증가할 것으로 예측됨

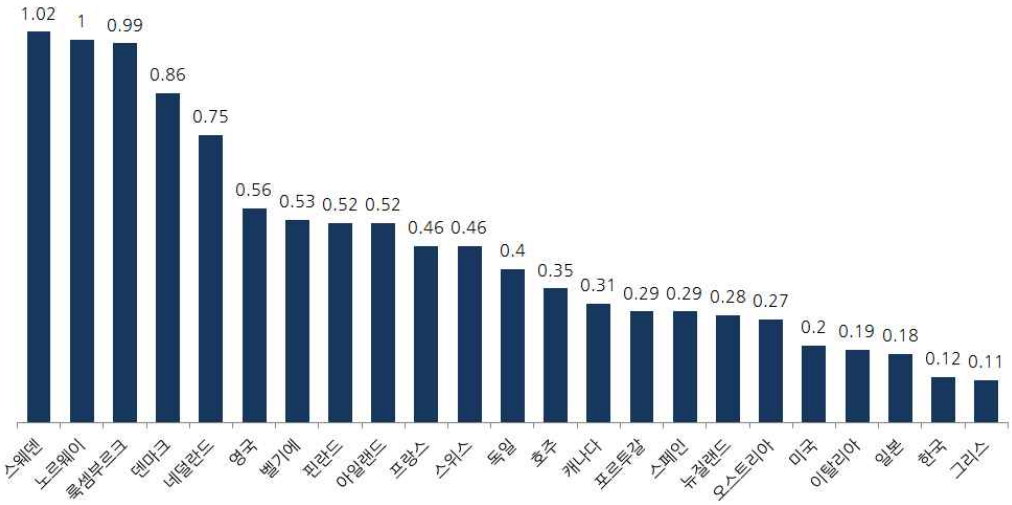
2) 미국 BCC Research 「Remote Sensing Technologies and Global Markets, 2009

1.2.4 국가적 역할과 책임 강화

□ 전 지구적 지속가능 성장, 상생을 위한 선진국으로서의 책임 강화

○ 선진국 진입에 따라 국가의 공적원조자금 목표지원금 비율의 상승으로 수자원 관리가 취약한 국가 지원을 통해 목표 달성 가능

- ’15년까지 OECD 국가들은 ODA를 GNI의 0.7%까지 목표로 설정하고 있음
- 우리나라의 ODA/GNI 비율은 선진국에 비해 현저히 낮은 수준(0.12%)으로 유엔이 권고한 0.7% 및 선진국 평균(0.31%)에도 크게 미치지 못하고 있음
- OECD를 중심으로 한 국제사회의 ODA 확대요구에 부응하기 위해서는 보다 적극적인 노력이 필요
- 우리나라는 ‘15년까지 0.25%를 달성 목표로 설정함



[그림 1-8] ‘11년 국가별 GNI대비 ODA 추이

□ 정부는 국민 모두의 안전과 행복을 국정운영의 최우선 가치로 제시

○ 정부는 ‘안전한 사회 및 지속가능한 환경 구축’을 주요 국정과제로 제시

- 자연재해 방지를 위한 재난관리 시스템 강화, 자연재해대책법에 근거한 풍수해 종합 저감계획, 기상예측을 통한 기후예보체계 강화, 태풍 및 집중호우에 따른 홍수 예경보체계 구축 및 비상대처계획도 작성 등 필요

○ 모든 국민이 혜택을 누릴 수 있는 ‘국민행복기술’ 개발을 강조

- 위성정보를 활용한 국민행복기술 개발을 통해 수자원관련 자연재해 예방 및 피해 최소화를 통해 국민의 행복추구권 보호

○ 세계 인구 증가와 산업발달로 인해 증가하는 물 수요에 대처하기 위한 수자원 확보 및 보호는 국가의 중요 정책과제로 지역간, 국가간 수리권 분쟁 발생의 원인이 되기도 함

- 세계 물 위원회위원장 이스마엘 세라젤딘(Ismail Serageldin)은 21세기의 전쟁은 물로 인해 일어날 것이라는 경고를 함

- 국제적인 수리권 분쟁지역으로는 요르단 강(이스라엘, 시리아, 요르단), 나일강(이집트, 수단, 우간다), 메콩강(중국, 태국, 베트남, 캄보디아 등) 등

○ 지역 간, 국가 간(남·북, 북·중, 북·러) 수리권 분쟁을 대비한 정보 및 기술 축적 필요

1.3 연구개발 필요성

1.3.1 국가 물 관련 재해예측 정확도 향상

☞ 국토교통부, 기상청 등이 보유한 다양한 관측 장비와 국내외적으로 가용한 위성 데이터를 통합하고 종합적으로 분석하여 물 관련 재해 예측의 정확도를 향상시킬 필요

□ **위성, 레이더, AWS 등을 통한 관측 데이터의 종합적인 활용도 개선 필요**

○ 기상청, 한국항공우주연구원, 한국해양과학기술원 해양위성센터 등은 각각 천리안 위성, 다목적 실용위성, GOCI 위성 등 다양한 위성을 운영하고 있으나, 각 위성에서 생산된 정보를 종합적으로 관리하는 시스템이나 주체는 부재

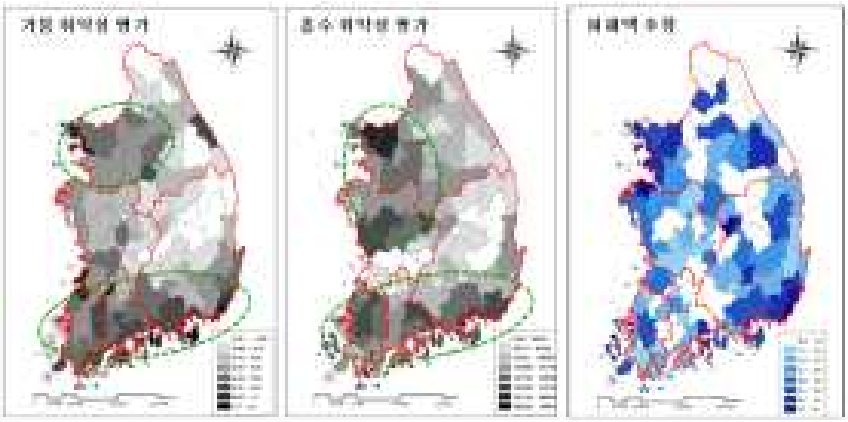
○ 레이더와 AWS 등의 광역 관측장비들의 경우에도 국토교통부, 기상청, 국방부 등이 장비를 구축하고 운용하고 있으나 각 장비로부터 관측된 데이터를 통합하고 활용할 수 있는 시스템은 없는 실정임

○ 국토교통부 및 환경부 등에서 물 관련된 정보를 제공하는 시스템을 구축/운영하고 있으나, 가뭄이나 하천건천화, 홍수 등 물 관련 재해에 대한 실시간 감시·평가·예측을 위한 시스템은 부재

<표 1-2> 물 관련 정보제공 시스템 구축/운영 현황

운영부처	운영중인 시스템
국토교통부	국가수자원관리종합정보시스템, 하천관리지리정보시스템, 물관리정보유통시스템 등
환경부	물환경정보시스템, 상하수도종합정보시스템, 환경공간정보서비스 등
농림수산식품부	농촌용수종합정보시스템 등
한국수자원공사	국가지하수정보센터 등
기상청	날씨예보

- 환경부의 '환경공간정보서비스'의 경우 Landsat, 수치지형도, 아리랑 2호 위성영상을 활용하여 토지피복지도를 제공함으로서 홍수나 가뭄에 대한 취약성을 평가하고 위험지역에 대한 정보를 제공하고 있으나 정보의 시공간적 변화를 보여주지 못하는 한계로 인해 정확한 재해 예측에 한계가 존재



[그림 1-9] 환경부 환경공간정보서비스의 홍수/가뭄 취약성 평가정보(예시)

○ 위성, 레이더, AWS 등 각종 광역 관측장비로부터 표출되는 데이터를 통합하고, 이를 종합적으로 분석하여 수리수문인자 및 기상인자로 전환할 수 있는 시스템을 개발 할 경우 가뭄, 하천건천화, 홍수 등을 실시간으로 감시하고 평가·예측 할 수 있는 정보 생산이 가능

- 데이터를 통합하여 DB화하고 종합적으로 분석하여 정확한 물 관련 재해 예측정보를 제공하기 위해서는 다양한 정부 부처간 협의와 관련 전문가들의 협조가 시급

○ 국내 위성뿐만 아니라 해외 위성 중에서도 가뭄, 하천건천화, 홍수 등을 감시하고 평가·예측하는 데 필요한 데이터 획득이 가능하므로 이를 활용할 수 있는 기술개발이 필요

<표 1-3> 획득 가능한 데이터 및 재해 모니터링 정보 예시

국내		해외	
가용 장비	가용정보	가용장비	가용정보
항우연-KOMPSAT, RapidEye	다중채널 정사영상, 홍수 변화탐지, 토지피복도	NASA-MODIS	지표 온도 및 수분함량, 토지 피복도, 열적외선 지표 반사도 등
기상청 보유장비	한중일 레이더 합성영상, 강우분포도, 라디오존데 연직 대기정보, GNSS 기반 가강수량 산출자료, AWS 실황 강우자료 등	미국 TRMM	기후대별 강우장 정보
		미국 Landsat	식생지수, 대단위 변화탐지 정보 등

1.3.2 대국민 정보 전달체계 개선

☞ 기후변화 및 이상기상현상 심화로 인해 발생빈도가 증가하고 있는 가뭄, 하천건천화, 홍수 등에 대해 국가가 (준)실시간 정보를 국민 누구나가 쉽고 간편하게 이용할 수 있도록 제공할 필요

□ **물 관련 재해에 대해 실시간 정보제공이 가능한 포털 서비스 구축 필요**

○ 현재 국가적으로 가뭄, 홍수, 하천건천화 등의 물 관련 재해에 대해 실시간 현황과 위험도 평가 정보, 발생 예측 정보를 제공하는 서비스는 부재

- 기상청에서 홍수나 가뭄에 대한 정보를 제공하고 있으나 이는 근본적으로 날씨 예보가 목적이며, 재해 예·경보도 태풍, 황사, 지진/지진해일에 집중되어 있음
- 소방방재청의 경우 월별, 계절별, 연도별로 자연재난, 인적재난 등에 대한 위험도와 발생 가능성에 대한 정보를 제공하고 있으나, 이는 과거의 통계와 기상청 정보를 기반으로 예방과 대응 측면에서의 정보제공 성격이 강함
- 환경부의 환경공간정보서비스는 토지 환경의 생태적, 경관적 가치에 따라 분류하고 국토의 피복현황을 제공함으로써 도시계획 수립, 환경영향 평가 등에 활용하기 위한 것으로 수자원 변동에 따른 재해 예측정보 제공과는 거리가 있음

○ 가뭄이나 홍수, 하천건천화와 같은 재해는 강우, 온도, 토양습도 등 지속적으로 변화하는 기상인자 및 수리수문인자에 1차적으로 영향을 받으며, 2차적으로는 각 인자들의 축적과 상호작용에 의해 결정되므로 최대한 많은 요소를 '실시간' 감시하고, 데이터를 '복합적으로 분석'하여 평가하고 예측하는 것이 필요함

○ 위성, 레이더, AWS 등 광역 관측장비로부터 획득한 정보를 종합적으로 관리하고 분석하여 생산한 정보(수리수문인자, 기상인자 등)들을 누구나 손쉽게 이용하거나, 이를 활용하여 재해 발생가능성을 평가·예측할 수 있도록 제공할 필요가 있음

- 관련 분야 대학 교수, 출연 연구기관 연구원, 기상청, 홍수통제소 등이 1차적인 정보 수요자가 되며, 분석된 정보들을 집적하여 가공된 형태로 서비스 하여 일반 국민이나 기업들이 물 관련 재해 정보를 획득할 수 있도록 제공 필요
- 1차 관측 데이터, 2차 분석 정보, 3차 가공 정보 등 모든 정보를 공개하고, 상호 교류할 수 있는 오픈이노베이션 개념의 데이터 포털 구축이 필수적으로 요구됨

1.3.3 선진국으로서의 책임과 위상 강화

☞ 북한을 비롯하여 동남아, 아프리카 등 저개발 국가의 물 관련 재해 예측, 전 지구적 차원의 기후변화 대응 노력에 동참하고, 이를 통해 글로벌 물 산업에서의 경쟁력 확보 필요

□ **북한 수자원현황 및 해외시장 진출에 따른 상시 정보체계 구축**

○ 물 관련 재해의 정보 수집 및 분석, 그리고 제공의 공간적 범위가 남한지역으로 한정되어 있어 이를 북한을 포함한 한반도 전역으로 확대하는 것은 매우 시급한 문제이며, 최근 태국 등 동남아 지역을 대상으로 추진되고 있는 물 산업 수출을 지원하기 위해서는 동남아나 아프리카 등 까지 확대 필요

○ 위성자료는 상대적으로 지상계측자료가 부족한 저개발국가나 전략지역과 같은 비접근 지역에 대한 수문기상학적 특성을 파악하기 위한 가장 기초적인 자료를 제공할 수 있으며, '4대강 사업'의 해외 수출 등 물산업 해외 진출 시 활용할 수 있는 기술을 제공할 수 있음

○ 접경지역, 미계측지역 및 전략지역의 물관리 효율 극대화를 위해 글로벌한 지역에서 발생하고 있는 물관련 재해현황에 대한 파악 및 분석을 위한 범국가 차원의 자료취득 및 분석시스템이 필요

□ **전 지구 차원에서의 기후변화와 이상기후 대응을 위해 선진국으로서의 역할과 책임을 이행 할 필요**

○ 물 부족 현상 심화, 기후변화의 가속화, 이상기후 발생빈도 증가 등은 특정 국가만의 문제가 아닌 전 지구 차원의 미래사회 주요 이슈이며, 이러한 현상은 인류가 산업화 단계에서 소모하고 배출한 자원과 폐기물의 불균형에서 비롯된 것으로 평가되고 있음

○ 그러나 기후변화 등으로 인해 발생하는 재해 발생 시 개발도상국 또는 저개발 국가들이 선진국에 비해 상대적으로 피해에 취약할 수밖에 없으며, 대응 능력이 미흡하므로, 선진국들은 글로벌 재해에 대해 감시·평가·예측하고 저개발 국가들이 대응할 수 있도록 지원할 책임과 의무가 있음

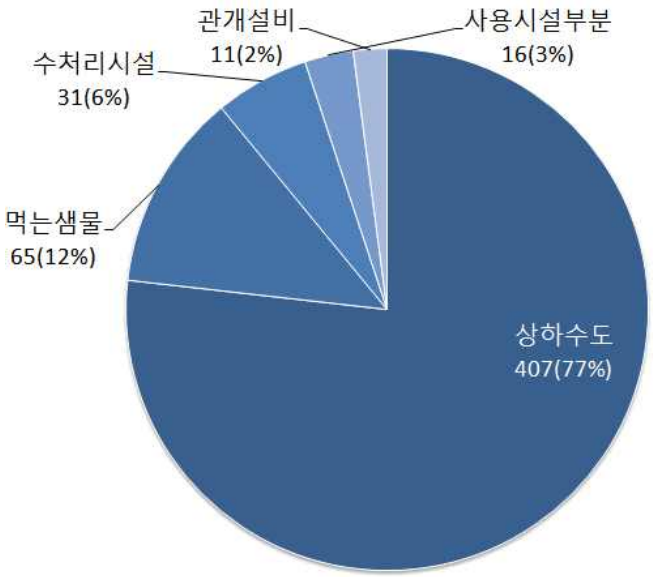
- 북한은 2012년 7월 집중호우로 홍수가 발생했으나, 당시 이를 정확히 예측하거나 피해 규모 평가 등이 적절하게 이루어지지 않은 결과 약 100여명이 사망하고, 5만여명이 식수를 공급받지 못하였으며, 농경지가 유실되는 등 막대한 피해 발생

- 아프리카에서도 2011년 뿔 지역에서 극심한 가뭄이 발생하여 이재민 1천만명, 영양실조 200만명 이라는 피해가 발생한 바 있으며, 이런 극심한 가뭄은 지구온난화와 이상기후에 기인한 것으로 분석됨

□ **물 산업의 범위와 규모 확대 시점에서 국가 차원의 기술 및 비즈니스 경쟁력 강화 필요**

○ 글로벌 물 산업 시장은 2010년 기준 약 530조 수준[3]이며 2020년에는 1천조 이상으로 성장할 것으로 전망되고 있으며, 물 산업의 범위 또한 확대되고 있고 선진국들은 시장을 선점하기 위한 노력에 박차를 가하고 있음

- Global Water Market의 분류에 따르면 세계 물 시장은 상하수도(407조), 먹는샘물(65조), 수처리 시설(31조), 사용시설 부분(16조), 관개설비(11조) 부문으로 나뉨



자료: Global water market, 2011

[그림 1-10] 2010년 세계 물 시장 규모

○ 국토교통부/한국수자원공사에서 2012년 발간한 '물과 미래'에 따르면 물 산업은 물의 생산·공급 과정과 관련된 산업이라는 의미에서 부품·소재, 플랜트·건설, 시설·건설, 운영·관리, 컨설팅 등으로 나뉘며 물 생산 의미에서 해수담수화를 포함

3) Global Water Market, 2011

<표 1-4> 새로운 물 산업의 분류

구 분	유역종합개발	상하수도	대체수자원
Hardware (건설, 제조)	댐 건설 친수도시 발전설비 수문 등	정수장 관로 플랜트 부속설비 등	해수담수화 막 제조 부속 설비 등
Software (엔지니어링, IT)	PM 공정기술 Smart river 등	PM 공정기술 Smart water grid 등	PM 공정기술 Smart water grid 등
Operation (운영·관리)	하천 운영/관리	상하수도 운영	단위시설 운영

○ 세계 물 산업 환경에서 성공적으로 해외시장에 진출하기 위해서는 위성 데이터를 활용하여 수자원을 관리하고, 물 관련 재해를 감시·평가·예측 할 수 있는 시스템을 개발하여 국내외적으로 적용하기 위한 연구가 필요

2. 국내외 동향 및 환경 분석

2.1 국내외 정책동향

2.2 국내외 시장현황

2.3 국내외 기술동향

2.4 기술수준 분석

2.1 국내외 정책동향

2.1.1 수자원 관련 국내 정책

□ **수자원 관련 국가 최상위 계획으로 '수자원장기종합계획'을 수립하고, 5년 주기로 타당성을 검토하여 계획을 갱신(하천법 제23조에 근거)**

○ 수자원의 안정적인 확보와 하천의 효율적인 이용, 개발 및 보전을 위한 20년의 장기계획으로서, 현행 계획은 2001년에 수립된 계획에 대한 2차 수정계획

- 2006년 1차 수정한 수자원장기종합계획(2006~2020)에 대해 기후변화, 사회·경제·환경적 여건변화, 물 관련 정책변화, 최근의 물 현안 등을 반영하여 금회 2차 수정
  - · 기후변화로 인한 물관리 여건변화로 대응정책의 정비 필요성이 대두되어 2011년 수정안을 발표
- 2008년 4월 하천법 개정으로 수자원장기종합계획 수립시 기후변화에 따른 국가의 물 확보 방안을 포함토록 법제화
- 전국을 기초로 21개의 대권역 및 제주도를 포함한 117개 중권역과 기타 도서지역을 대상으로 함

[그림 2-1] 수자원장기종합계획의 비전과 목표

- 물 비전 2020 -

녹색국토를 위한 물강국 실현

부분별 비전		추진 목표 및 전략
[물 이 용] 국민과 자연에 맑고 충분한 물공급		·안정.안전한 물 공급과 맑고 풍부한 하천유량 확보 - 물부족 대비 신규 수자원 공급능력 확보 - 수자원 공급 안정성 강화 및 효율적 활용 - 건전하고 다면적인 물이용 체계 확대 및 이상가뭄 대처력 제고
[치 수] 기후변화에 안전한 국토기반 구축		·4대강 분류외의 국가 및 중소하천의 홍수방어능력의 강화 - 예방투자로 홍수안전도 취약지역의 개선 - 지역 맞춤형 홍수방어능력의 확보 - 도시침수방지시스템 강화
[하천환경] 생명이 살아있는 물 환경 조성		·하천지구별 특성을 감안한 하천환경성 개선 - 하천평가체계구축 및 활용 - 수계별 지역별 특성을 고려한 하천환경 개선 - 지역주민과 함께하는 하천환경관리체계 구축
[조사.연구 및 기술개발] 물관련 기술의 선진화		·수자원 조사연구기술을 2020년까지 OECD 선도국 대비 90% 수준 달성 - 물이용의 안정성, 형평성 및 효율성 향상 기술개발 - 수재해로부터 안전한 국민생활 보장기술개발 - 국가물안보 확보, 기후변화 대응, 친환경 혁신 물관리 기술개발 - 미래 수자원 가치 창출 및 확보 기술개발
[수자원 미래과제] 미래과제 선제대응	(기후변화) 기후변화에 강한 물관리체계 구축	·기후변화에 강한 장기 물관리 대응 전략 수립 - 수자원에 미치는 기후변화 영향과 취약성 평가 - 극한 가뭄 및 홍수에 대비한 장기대응전략기반 구축 - 기후변화에 따른 하천환경 장기대응전략기반 구축
	(국제협력) 수자원 선진국으로서의 위상확립	·국제기구에서의 참여적 지위에서 진일보하여 주도적 지위 확보 ·수자원 글로벌 스탠다드 만족을 통한 해외 물시장 거점 확보 ·국제원조 및 협력확대를 통한 국가 신뢰도 제고
	(해외 물시장) 세계속의 물산업 경쟁력 확보	·해외 물시장 확대를 통한 국익 창출
	(남북 공유하천) 실효성 있는 물안보 확보	·남북한이 상생하는 공유하천 이용개발 및 관리
	(법령 및 제도) 수자원 관련 법 제도의 선진화	·수자원 법체계의 일관성 및 효율성 제고 ·기후변화 등 새로운 패러다임에 따른 법제도 정비

- 기대 효과 -

- 물 이용의 안정성, 형평성, 효율성 향상
- 기후변화에 안전한 균형적 국토기반 구축
- 지역과 어울리는 하천환경 및 건강성 회복
- 수자원 기술의 혁신 및 국제경쟁력 확보

[그림 2-2] 수자원장기종합계획 세부 추진 전략

○ ’10년 10월, 13개 부처가 공동으로 ‘국가 기후변화 적응대책(’11～’15)’을 발표

- 건강, 재난 및 재해, 물관리 등 10개 분야에 87개 대과제를 제시하였으며 (’10년), 물 관리 분야의 경우 영향 및 취약성 평가, 홍수 및 가뭄대책, 수질 및 수생태계 관리의 3대 과제를 포함

○ ’10년 국토해양부는 ‘기후변화 대응전략’을 수립하였으며, 5개 전략과 16개 과제를 발표

- 대규모 홍수방어능력 제고(5개 과제), 이상가뭄 대처능력 확보(4개 과제), 수질 및 하천환경 개선(4개 과제), 기후변화 대응기술 개발(2개 과제), 물 확보 및 이용제도 개선(1개 과제) 등

○ ’11년에는 7월 수도권 집중호우 피해가 발생함에 따라, 국무총리실 주관으로 민관합동 TF를 통해 5대 기본전략과 28개 핵심과제로 이루어진 ‘기후변화 대응 재난관리 개선 종합대책’을 마련

- 기후변화 사전예측 능력 향상, 재해로부터 안전한 도시, 맞춤형 투자로 재해에 강한 국토조성, 통합적 재난대응체계 구축, 재난 관리 인프라 강화 등

2.1.2 국토 관련 국내 정책

□ **국토의 이용 및 개발, 보전에 관한 최상위 계획으로 '국토종합계획'을 수립하고 사회·경제적 여건변화를 고려하여 5년마다 재정비(국토기본법 제 6조에 근거)**

○ 제4차 국토종합계획 수정계획(2006～2020) 수립 이후 국내·외 여건변화와 새로운 국가발전전략 대두에 능동적으로 대응하고, 장기 국토비전 및 정책 방향을 재정립할 필요성을 가지고 2011년 수정

- 기후 변화 대응 및 저탄소 녹색성장을 위한 새로운 국토발전전략을 국토계획에 반영
  - · 전 지구적 기후변화와 에너지·식량 등 자원문제 심화에 따른 온실가스 감축과 재해대응을 위한 국토관리방안 수립 필요
  - · 녹색성장 국가전략 수립 및 4대강 살리기 사업 등을 계기로 신 성장동력 창출을 통한 지역발전 잠재력 제고와 지역특화발전 도모
- 기후변화에 따라 물 부족, 수해가 빈발하고 하천자원의 중요성이 더욱 증대될 전망에 따른 대책을 수립
  - · 장래 물 부족에 대비한 충분한 수자원 확보 필요
  - · 수해복구위주의 치수대책에서 사전 예방투자로 전환 요구
  - · 국토 공간 디자인과 품격향상을 위한 수변공간의 체계적 정비 필요성 증대 예상
- 지속가능하고 안전한 국토·생활공간 추진과제로 채택
  - · 기후변화에 대응하고 재해에 대비하여 IT기술을 활용한 첨단 통합 방재 시스템을 구축하고 예방·통합적 안전관리체계 구축
  - · 재해대응 및 피해경감을 위해 녹색 방재축 설정, 방재거점 설정 등을 추진하고, 부처별로 분산·다기화된 재해관리체계를 통합적·포괄적 관리체계로 전환

<표 2-1> 국토종합계획 수정계획

구 분	제 3차 국토종합계획 수정계획 (2006~2010)	제 4차 국토종합계획 수정계획 (2011~2020)
기후변화 및 자원확보	기후변화를 환경 보호 및 재해 대응 측면에서 접근	기후변화 대응 및 녹색성장을 국토계획의 기조로 설정(환경, 산업, 교통, 도시개발, 재해 등 종합적 차원에서 접근)
	국내 자원 관리에 중점	해외 자원 확보 및 공동개발 추진
수자원 방 재 정 보	수자원의 안정적 공급 및 수질 관리 중심	하천의 다목적 이용 및 새로운 하천문화 창출, 수변공간의 적극적 활용
	예방.통합적 방재체계 구축	기후변화에 대응한 선제적.예방적 방재 도시형 재난 대책 강화

□ **국토해양부는 홍수위험지도의 제작 및 활용에 관한 기준을 제공하는 '홍수위험지도 제작 지침'을 제정하고 10년 주기로 제작(하천법 제21조, 시행령 제17조에 근거)**

○ 국토교통부장관은 하천의 정비, 홍수의 예보, 홍수 대피, 재난 관련 보험의 기초 자료 제공 및 수해방지대책의 수립 등을 위하여 하천구역과 하천범람에 따른 위험도를 예측하는 홍수위험지도를 작성하도록 함

- 1999년 청와대 산하에 설치된 수해방지기획단에서 작성한 '수해방지대책 백서'에 근거하여 2000년부터 제작 시작
  - · 2004년 ~ 2007년 : 낙동강권역 홍수위험지도 제작
  - · 2008년 ~ 2009년 : 영산강 및 한강권역 홍수위험지도 제작
  - · 2010년 : 한강권역 홍수위험지도 제작 중

○ 국토교통부는 하천법 제21조와 시행령 제17조에 의거하여 홍수위험지도의 제작 및 활용에 관한 기준을 제공하는 홍수위험지도 제작 지침을 제정함

- 홍수위험지도를 제작하려는 경우 다음 사항을 고려하여야 함
  - · 재산과 인명 등 각종피해, 범람 및 침수 상황, 홍수피해 원인, 수해방지대책에 필요한 사항, 하천의 수문량 및 수리적 해석
- 홍수위험지도의 활용
  - · 재해정보지도의 작성 : 피난활용형, 방재정보형, 방재교육형 재해정보지도 작성
  - · 풍수해보험관리지도 : 풍수해 예방과 풍수해 보험사업의 적정한 운영

· 비상대처계획 수립 : 하천 인근 주거지 및 산업시설의 인명과 재산보호

· 풍수해저감종합계획 수립 : 풍수해를 예측하고 이에 대한 예방 및 저감을 위한 계획 수립에 기초자료로 활용

○ 중앙행정기관 또는 지방자치단체의 장은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 따른 도시·군계획 등 각종 계획을 수립하는 경우 통지받은 홍수위험지도를 검토하여 그 계획에 반영해야함

- '11. 4월 하천법의 개정으로 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 따른 계획을 수립시 홍수위험지도의 결과를 검토하여 그 계획에 반영토록 법제화

○ 홍수위험지도는 국토교통부장관이 제작하는 것을 원칙으로 하며, 지방자치단체의 장은 필요한 경우 시가화지역 등에 홍수위험지도를 제작할 수 있음

○ 국토교통부는 제방건설 등의 구조물적 치수대책 뿐만 아닌 비구조물적 대책의 일환으로 홍수 위험지도를 제작함

- 침수범위, 침수심, 홍수도달시간, 침수시간 및 유속 등 홍수에 대한 정보 제공

- 홍수 사전대비 및 효율적인 수방대책 수립에 활용 함

□ **자연재난관련 국가최상위 계획으로 '국가안전관리기본계획'을 수립하고 5년을 주기로 갱신(헌법 제 34조 , 재난 및 안전관리기본법 제 22조에 근거)**

○ 재난환경 변화에 대응하여 국가가 국민을 재난 및 안전사고로부터 보호하기 위한 계획으로 현행 계획은 2005년에 수립된 국가안전관리 기본계획에 이은 2차 국가안전관리기본계획

- 우리나라는 산업화, 도시화 및 정보화 등 급속한 재난환경의 변화 속에서 국민의 생명과 재산을 재난으로부터 보호하기 위해 1977년 '방재계획', 1996년 '국가재난관리계획'을 수립

- 2004년 6월, '재난 및 안전관리기본법' 시행으로 종전의 방재계획과 재난관리계획을 '안전관리계획'으로 통합하여 중앙부처의 기본계획과 집행계획, 시·도 및 시·군·구 안전관리계획, 재난관리책임기관의 세부집행계획으로 구분하여 수립

- 2009년 11월, 행정안전부가 재난 및 안전관리 총괄부서로서 새로운 국정방향 및 정책기조를 반영한 제2차 국가안전관리기본계획('10~'14)을 수립

- 재난 발생 시 실행력을 가진 국가안전관리계획 수립 및 재난·안전관리 정책방향 제시, 계획의 전문성 확보, 국가안전관리계획간의 연계성 확보 등을 반영하여 2차 계획 수립

<표 2-2> 국가안전관리기본계획 목표 및 추진전략

OECD 수준의 안전 선진국 실현

⇩

- 목 표 -

- 선진 안전문화 정착
- 안전한 국민생활환경 보장
- 재해로부터 기업안전 확보
- 효율적인 재난관리체계 운영

⇩

추진전략	세부내용
국민의 안전 의식 제고	· 국민들의 안전의식 제고를 위한 홍보·교육과 함께 재난안전 환경 변화에 대응할 수 있는 전문인력을 양성하고, 예방 또는 징후 감시 단계에서 자발적 감시 및 신고체제를 구축함으로써, 개인의 생명과 재산의 안전을 확보하기 위한 국민의 개별 역량강화와 위험요인 제거를 위한 자발적 참여문화 유도
안전 디자인 개념의 전 영역 확산	· 안전에 대한 기존 개념인 방어적이고 의존적 개념에서 탈피하여, 적극적이고 창의적인 관점에서 과학기술과 문화가 접목되고, 이성과 감성이 조화되는 다차원적인 디자인을 안전에 관련한 모든 분야에 적극적으로 도입하여, 법률제도, 정책, 도시설계, 각종 제품 생산, 건축, 시설등 유·무형의 인프라 및 제품에 직.간접적으로 적용함으로써 한 차원 높은 안전사회실현
예방 중심의 국가 재난 안전관리 정책 추진	· 국가재난안전관리정책 방향을 대응·복구에서 예방중심으로 전환하고, 이를 위한 국가기반시설 정비, 연구개발 및 법제도 보완 등 사전예방사업의 투자확대를 통해 재난에 따른 피해 규모를 최소화 ※ 최근 10년간('99~'08) 피해규모 대비 복구비용이 1.6배 소요되었음
자치단체 중심의 자율적 안전관리 체계마련	· 지방정부, 주민, 지역기업, 관련 단체 등 지역사회 구성원들이 스스로 안전·안심·안정된 지역을 만들기 위해 환경을 개선해 나가고, 지역의 안전수준을 지속적으로 측정·평가하여 지역의 안전관리 역량을 제고
기업의 안전관리 참여와 활동영역 확대	· 재해로부터 기업활동이 중단되지 않고 안정적으로 유지될 수 있도록 정부가 재해경감 활동을 지원하고, 기업은 재난 대응 및 복구 등 소극적 입장에서 탈피하여, 연구개발 및 관련사업에 대한 투자 확대, 나아가 기업의 사회적 책임을 다함으로써 기업의 위기관리 능력 증진은 물론 공공비용절감을 통한 국가 경제의 안정적 성장을 위한 토대 마련

능동적인 국가 기반체계관리	· 국가존립에 필수적인 국가기반체계를 체계적으로 관리하고 재난에 신속.효율적으로 대응하여, 각종 사고, 재난 등으로 인한 피해를 최소화 내지 방지함으로써 위기시에도 국가기능을 유지하는 기반을 제공
신속·정확한 재난상황보고 체계정립	· 각종 재난·안전 상황에 대한 정확한 정보가 종적·횡적으로 신속하게 전달·보고될 수 있도록 통합적 상황관리 시스템을 구축하여, 범정부적 지휘·통제와 상호 공조체제를 강화
즉각 대응 및 긴급 복구체계 확립	· 재난발생시 신속·정확한 상황보고와 초기대응체계 구축, 긴급구호·구조, 유관기관과의 연계체계 강화 및 긴급 물자동원 등 대응체계 구축과 신속한 수습복구를 통한 피해확산 방지, 재난조사 평가를 통한 재발방지대책 수립
미래 재난환경 변화에 적극대응	· 기후변화로 인한 각종 대형재난 등 미래에 발생할 수 있는 **위험요인을 사전 발굴·분석하여 피해를 최소화하기 위한 예방정책을 개발**하고, 이에 대한 **대비·대응체제 구축을 위한 제도 개선**

○ 세부대책으로 국지성·게릴라성 집중호우 등으로 인하여 가중되고 있는 수재해에 대한 근원적 예방 대책 및 체계적 복구대책을 수립하기 위하여 풍수해대책 마련

- 수재해 저감을 위한 연구개발 및 정보체계 구축 분야에 있어 기상 관측 시스템의 입체화뿐만 아니라, 기상재난 저감기술 개발의 필요성이 대두 (주무기관 : 기상청)
  - · 집중호우, 태풍 등 조기감시 예측 기술 집중개발
  - · 엘리뇨/라니냐 · 지구 온난화 감시 및 한반도 기후변화 예측기술 개발
  - · 동아시아 기후변화 및 온난화, 장마, 황사 등 국제공동 연구사업 추진

□ **국익신장에 기여하는 국가공간정보체계의 효율적인 구축과 종합적 활용 및 관리를 위해 진흥 기본계획 및 진흥법을 시행하고 있음**

○ 국가공간정보 법률은 효율적인 국가공간정보체계의 구축, 활용 및 관리에 대한 사항을 규정하고 있음

<표 2-3> 국가공간정보 법률의 구분과 주요내용

구 분	주요내용
국가공간정보기반의 조성	기본공간정보의 취득 및 내용, 공간정보참조체계의 부여, 공간정보 표준화, 표준의 연구 및 보급, 표준 등의 준수의무, 국가공간정보통합체계의 구축과 운영, 국가공간정보센터의 설치, 자료의 제출 요구 등, 자료의 가공 등
국가공간정보체계의 구축 및 활용	공간정보데이터베이스의 구축 및 관리, 중복투자의 방지, 공간정보 목록정보의 작성, 협력체계 구축, 공간정보 활용 등, 공간정보의 공개, 공간정보의 복제 및 판매 등

<표 2-4> 국가공간정보 법률과 R&D 사업/연구와의 연계성

구 분	주요내용
제9조 (연구.개발 등)	관계 중앙행정기관의 장은 공간정보체계의 구축 및 활용에 필요한 기술의 연구와 개발사업을 효율적으로 추진하기 위하여 다음 각 호의 업무를 행할 수 있다. 1. 공간정보체계의 구축.관리.활용 및 공간정보의 유통 등에 관한 기술의 연구.개발, 평가 및 이전과 보급

○ 공간정보산업 진흥법은 경쟁력을 강화하기 위해 지원하는 제도임

<표 2-5> 공간정보산업 진흥법의 구분과 주요내용

구 분	주요내용
공간정보산업 진흥시책	공간정보산업진흥 계획의 수립, 공간정보산업 관련 공공수요의 공개 등, 공간정보의 제공, 가공공간정보의 생산 및 유통, 공간정보 등의 유통 활성화, 융.복합 공간정보산업 지원, 지적재산권의 보호, 재정 지원
공간정보산업 기반 조성	품질인증, 공간정보기술의 개발 촉진, 공간정보산업의 표준화 지원, 전문인력 양성 등, 국제협력 및 해외진출 지원

<표 2-6> 공간정보산업 진흥법과 R&D 사업/연구와의 연계성

구 분	주요내용
융.복합을 위해 표준과 결합된 초경량	국내 첨단기술의 해외인지도 증대 및 기술정보 공유사업 공간정보 기반 인프라 기술 개발

○ 제4차 공간정보정책 기본계획(2010~2015)은 공간정보를 어디서나 누구라도 활용 가능하도록 개방·연계·융합 활용 가능하게 함을 목표로 함

<표 2-7> 공간정보정책 기본계획의 구분과 주요내용

구 분	주요내용
쉽고 편리한 공간정보 접근	수요자 중심의 쉽고 빠르게 접근 가능한 유통환경 구축 유통 가능 데이터 확보 및 연계방안 마련 유통관련 제도적 기반 마련 국가공간정보센터 위상 정립
공간정보 상호 운용	공공.민간 공동활용을 위한 공간정보참조체계(UFID)구축 공간정보사업간 연계를 보장하는 표준.인증체계 확립 기술가치 제고를 위한 표준 역량 강화 공간적 속성을 가진 행정정보 코드체계 표준화 공간정보의 상호운용성 확보를 위한 공간정보표준체계 확립

<표 2-8> 공간정보정책 기본계획과 R&D 사업/연구와의 연계성

구 분	주요내용
제16조(국제협력 및 해외진출 지원)	① 정부는 공간정보산업의 국제협력 미 해외시장 진출을 추진하기 위하여 관련기술 및 인력교류, 전시회, 공동연구개발 등의 사업을 지원할 수 있다. ② 국토교통부장관은 제1항의 사업 수행에 필요한 예산을 지원할 수 있다.

○ 공간정보산업 진흥 기본계획(2010~2015)은 공간정보산업의 성장기반 조성을 위해 공공부문의 선도적 활용과 규제완화로 민간산업발전 유도를 목표로 함

<표 2-9> 공간정보산업 진흥 기본계획의 구분과 주요내용

구 분	주요내용
공간정보의 원활한 생산, 유통, 공유 촉진	공공 공간정보의 제공 및 유통 확대 민간 공간정보 생산.유통 활성화 공간정보의 생산.유통 활성화를 위한 제도 개선
공간정보산업 성장기반 구축	품질인증 및 표준화 체계 확립 종합적인 산업지원시스템 구축 건전한 산업생태계 조성
기술개발 및 국제경쟁력 강화	기술경쟁력 제고 전문인력 양성 국제협력 및 해외진출 지원

<표 2-10> 공간정보산업 진흥 기본계획과 R&D 사업/연구와의 연계성

구 분	주요내용
세계일류 기술개발 지원강화	미래 전략기술을 선정하여 세계 일류 기술 확보 추진「공간정보 기술개발 로드맵 2020」(가칭) 수립

2.1.3 선진국 정책 동향

□ 전 세계적으로 물 관리가 안보의 개념으로 인식 전환

○ (70년대) 기본적 욕구충족(Safety) 중심의 “깨끗한 물(Clean Water)”

○ (80년대) 환경을 고려한 “지속가능한 개발(Sustainable Development)”

○ (90년대 이후) 물관리 효율화를 위한 “통합수자원관리(IWRM)”

- ’92년 영국 더블린선언, 브라질 리우정상회담 이후 물위기(Water Crisis) 확산
- GWP(Global Water Partnership) 설립(’96)을 통한 전 지구적 네트워크 구축
- 기후변화에 따른 물재해 증가로 물문제 해결이 국가의 존망과도 관련되는 정책적 개념의 “안보(Security)”로 전환
  - · 2020년대에 1970년대 대비 자연재해 발생건수 5배, 재산피해액 17배 증가

<표 2-11> 국제사회 물 관련 문제인식의 변화

1970년대	1977 ~ 1992	1993 ~ 1999	2000 이후
깨끗한 물 (Clean Water)	지속가능한 개발 (Sustainable Development)	통합수자원관리 (Integrated Water Resources Management)	
		세계 물 위기 (World Water Crisis)	물 안보 (Water Security)
1972 스톡홀름 회의 1974 부카레스트 회의 1976 밴쿠버 회의	1977 마르텔플라타 회의 1987 Brudtland 보고서 1992 더블린 컨퍼런스 및 리우 지구정상회담	1996 WWC 설치 1997 제1차 세계 물포럼	2000 제2차 세계 물포럼 2001 본 컨퍼런스 2002 리우+10 회의 2003 제3차 세계 물포럼 2006 제4차 세계 물포럼 2009 제5차 세계 물포럼 2012 제6차 세계 물포럼

□ **물, 리우정상회담(Rio+20) 최대 이슈로 부각**

○ 물은 에너지 및 식량과 더불어 인류에게 닥친 가장 심각한 문제로 인식

○ 핵심과제로 물과 인권, 통합수자원관리, 물-에너지-식량 연계 선정

물과 인권	▪ 안전하고 깨끗한 물에 대한 접근권을 인권으로 격상 * 국제사회는 물인권 법제화 및 정책 실시 적극 독려 (프랑스, 볼리비아, 남아공, 영국 등)
통합물관리 (IWRM)	▪ 물 문제의 근본적 해결을 위해서 인프라 투자 등 **구조적 대책**과 물 관리 정책 등 **비구조적 대책**이 통합된 물관리 계획 및 이행 강조 * 주요 선진국은 '90년 후반 이후 유역 단위로 물관리 체계 개편(물 관리 권한과 책임 이양, 다양한 이해당사자의 참여, 기후변화 적응 능력 강화가 핵심)
물에너지식량 연계	▪ 물, 에너지, 식량의 위기는 밀접하게 연결, **물.식량.에너지 안보를 위한 통합적이고 지속적 노력** 요구 * 물과 에너지, 식량은 강한 연계성을 보유, 물위기 → 식량위기 (곡창지역의 극심한 가뭄으로 인한 국제 곡물가격 폭등 등)

[그림 2-3] 리우정상회담 물 관련 이슈의 주요 논의사항

□ **OECD, 물 관리 종합 보고서(Managing Water for All) 발표**

○ (통합 수자원 관리와 물분야 투자 확대) 물 이용 증가 및 관련 경쟁을 보다 효과적으로 관리할 수 있도록 통합수자원 관리가 이행되어야 하며, 더 나은 정보 제공 필요

- OECD 등 국제기구와 개도국은 물 관련 위생분야의 정책목적을 달성하고 경제적, 사회적, 환경적 편익을 적절히 실현하기 위해서 더 많은 투자가 필요하다고 주장

○ (물관리 체계와 재원조달) 투자의 최적화, 기존 자원의 효율적 이용 촉진, 물 분야 재원 조달 능력 증진 등을 위해서는 더 나은 관리체계 및 재원조달 계획 필요

- 물관련 개선된 규제·감독, 물시설 운영자의 책임 강화 등과 요금(Tariff), 세금(Tax), 지원금(Transfer)의 3T가 조합된 전략적 재원조달 계획 중요

○ (국제사회 지원 강화) 개도국의 물 분야 목표 달성 노력을 보완할 수 있도록 국제사회의 물 분야 지원을 강화하여 MDG[4] 달성에 기여

□ **세계적인 "적응형 물관리(Adaptive Water Management)" 도입 확산**

○ (예방적 치수 정책) 극한기후 대응 사전대책 수립

- (일본) 주요 하천에 대해 최대 200년 빈도의 홍수발생에 대비한 대책 수립 및 피해복구비에 비해 예방비용 투입 증대(2005년의 경우 4배)
- (네덜란드) 2200년까지 물관리 계획 수립 및 컨트롤 타워 도입

○ (수원확보 다변화) 기후변화로 댐의 용수공급 능력 저하

- 해수담수화, 하수재이용 등 대체수자원 적극 개발, 댐수위 보충용으로 활용
  - · (해수담수화) 지구상 물 중 97.2%가 바닷물이며, 인구 36.9%(24억 명)가 바다 가까이에 살고 있어, 기후·기상 영향을 받지 않는 물 공급 수단
  - · (하수재이용) 세계적으로 연간 3,680억 톤 가량 안정적으로 발생

○ (환경유량 확보) 불확실성 대처를 위한 환경유량의 중요성 증대

- 환경유량은 생태계의 복원력을 유지·강화해 줌으로써 기후변화의 영향으로 인한 심각한 水생태계의 파괴 위험을 막아주는 기능 수행
  - · '07년 11월 5일 '브리즈번 선언(The Brisbane Declaration)'[5]을 계기로 환경유량(Environmental Flow) 개념이 체계적으로 정립

□ **UN 및 선진국은 안보적 물관리를 이미 도입**

○ 기후변화와 깨끗한 수자원 확보를 15대 인류의 미래 도전과제로 선정하고, 온실가스 감축 등 전 지구적인 다양한 대응을 시급하게 요구

- 2011년 미래보고서(State of the Future)를 통해 2025년에는 전 세계 인구의 절반가량이 물부족 상황에 직면할 것으로 경고

---

4) UN 새천년 개발목표(Millennium Development Goals) : 2000년 채택된 의제로 2015년까지 세계의 빈곤을 반으로 줄인다는 내용을 담고 있음

5) 제10차 국제하천심포지엄과 국제환경유량컨퍼런스에 참석한 57개 국가 800명 이상의 과학자, 공학자, 수자원 관리자, 경제학자, 정책 입안자 등이 공동으로 선언

<표 2-12> 인류의 15대 미래 도전과제

과 제 명		과 제 명	
1	기후변화와 지속가능 발전	9	의사결정 역량 제고
2	깨끗한 수자원 확보	10	新안보전략, 인종갈등, 테러
3	인구 증가	11	여성지위 신장
4	민주주의의 확산	12	국제적인 범죄조직 확대
5	장기적 관점의 정책결정	13	에너지 수요 증가
6	정보.통신기술의 융합	14	과학기술 발전과 삶의 질
7	빈부격차 완화	15	윤리적 의사결정
8	신종 질병 위협		

○ (선진국) 기후변화에 따른 물관리의 불확실성 증대에 대처하기 위한 안보적 수준의 적응형 물관리(Adaptive Water Management) 정책 추진

- (미국) ’08년 환경청(EPA)은 기후변화 적응 중심 국가 물관리 전략 발표
  - · 온실가스 배출저감, 기후변화 적응, 물과 기후변화 연관성 연구 강화, 기후변화 교육, 기후변화 관리능력 배양 등 5대 전략목표 제시
- (영국) ‘09년 제6차 지속가능개발회의에서 인류가 직면하게 될 3대 위기는 식량·에너지·물로 이중 물은 다른 대체수단이 없는 가장 심각한 위기로 진단
  - · ’08년 환경식량농촌부(DEFRA)는 기후변화 대응 국가 물관리 전략인 Vision for 2030을 발표
- (일본) 국토교통성은 기후변화로 대응을 위한 통합수자원관리 적극 추진
  - · ’09년에는 세계물문제 해결과 지구의 물위기에 따른 물안보 확립을 위한 물안보전략기구를 조직·운영
- (호주) ’07년 국가 물안보 계획(National Plan for Water Security) 수립·추진
  - · Murray-Daring 유역 대책, 관개시스템 효율 향상, 물 시장 및 물 거래 촉진, 물절약, 국가 수자원정보시스템 성능개선 등 기후변화 적응정책 프로그램 진행

가. 미국

○ 자국의 경쟁우위 지속과 혁신창출을 위해 종합적인 투자 및 정책 계획인 「미국 경쟁력 강화 계획(American Competitiveness Initiative, ACI)」을 발표

- 첨단기술 개발을 위한 기초연구 투자확대, 민간부문의 연구개발 투자 촉진을 위한 R&D 세액공제제도 영구화, 우수한 R&D 인적 자원 육성 등
- 첨단기술 개발을 위한 기초 연구 사업과 대규모 시설 지원을 위하여서는 3대 핵심 연방정부기관(국립과학재단(NSF), 에너지과학부(DOE SC), 국립표준기술연구원(NIST))의 연구 예산을 2006년부터 2016년까지 10년 동안 97억불에서 195억불로 2배로 확대하기로 함

<표 2-13> 3대 핵심연방정부기관의 ACI 연구예산

(단위: 백만불, %)

구 분	FY2006 결산	FY20016 계획	
		ACI 요구 예산	FY2006 대비 증가율
NSF	5,580	11,160	100.0
DOE SC	3,600	7,190	100.0
NIST	570	1,140	100.0
전 체	9,750	19,490	100.0

자료: www.ostp.gov

- 민간부문의 연구개발 투자를 촉진하기 위해서는 R&D 세액공제 제도를 영구화하고 관련 제도를 개선하여 연구개발에 장기간 투자하는 기업에 대한 세제혜택을 늘임
- 우수 R&D 인적자원을 개발하고 확보하기 위해서는 초·중등 과정의 수학·과학 교육을 강화하고 근로자 직업훈련 체계를 개선하기로 함

○ 미지질조사국과 미육군공병단에서는 Levee safety inspection programs 등의 사업을 통해서 제방 데이터베이스 구축 및 홍수방어력 증대에 대한 정책 추진

<표 2-14> 미국의 민간부분 R&D 예산 추이(세액공제 규모, '07～'16)

(단위: 10억불)

연도	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	전체
R&E 예산	4.6	5.9	6.9	7.7	8.3	9.0	9.7	10.5	11.4	12.3	86.4

자료: American Competitiveness Initiative-Leading the World in Innovation(2006)

○ 미국 기상청(National Weather Service, NWS)은 첨단의 레이더 네트워크와 수치예보 기술을 토대로 그 동안 이원화 되었던 예보와 경보 체계를 통합하여 예보시 경보 발령이라는 새로운 기상예측 패러다임을 수립하여 발표

○ 도시계획에 있어서 방재정책이 체계적으로 정립되어 있는 미국의 경우, 1968년부터 국가홍수보험제(NFIP)에 의해서 미국연방재난관리청(FEMA)을 중심으로 지방정부에 토지이용규제와 같은 홍수범람지 관리법규를 채택하여 시행하고 있음

- 미국연방재난관리청(FEMA)은 100년 빈도 홍수피해예상구역을 대상으로 에코톱홍수지도를 작성하고, 위험지역을 등급별로 분류하여 토지이용개발 규제 및 계획을 위한 기초자료로 활용하고 있음

○ 1977년에는 홍수범람지 관리에 대한 'presidential executive order 1988'을 통해 도시계획시 토지이용계획, 조닝, 홍수설계 예·경보 시스템, 건물법규 등의 비구조적 대응책을 함께 강구하도록 함으로써 균형적인 도시계획이 수립되도록 하고 있음

○ FGDC(Federal Geographic Data Committee)를 중심으로 19개 연방정부 부처의 협조 하에 공간정보 통합 활용 사업을 추진하였으며, 주 단위로 I-Team이 조직되어 국가지리정보기반, GOS서비스, GSDI 등을 공동 구축하여 기관 간 공간정보의 활성화를 위해서 중앙정부 주도형으로 하되 민간 역할을 강화하고 있음

- GOS(Geospatial One-Stop)사업 중심의 국가공간정보기반 사업들을 추진하며, 데이터 효율적 구축을 위한 표준제정, 분산된 데이터 통합적 접근을 위한 포털 사이트 운영, GOS2 포털사이트 'http://gos2.geodata.gov/wps/portal/gov' 개설

○ (공간정보 기술) 최고의 원천기술력 보유, 공간정보 유통시스템 구축에 집중, GIS와 위성영상정보 분야 최고의 GIS와 위성영상정보 분야 최고의 기술력을 보유, 유통노드와 메타데이터 및 프레임워크 데이터 시스템과 운영에 필요한 소프트웨어 개발 집중

- 공간정보의 민간유통이 진행됨에 따라 정부와 협력체계가 공고한 포털 회사들의 산업 진입이 활발히 진행, 정부는 국가지도 제작 사업을 통해 공간정보 데이터의 제작·갱신을 촉진하고 연방, 주·지방정부, 민간부문의 상호 협력 하에 표준을 제정하여 데이터 이용의 효율성을 증대

○ (측량계획) 수평, 수직 위치정보 현대화, 연안 Mapping Program을 IOCM(The Integration Ocean and Coastal Mapping)으로 전환, 핵심 역량강화, 공공기관 및 유관기관, 민간회사 등의 성과 증대를 추진전략으로 함

나. 캐나다

○ 공간정보유통을 위한 중앙조직과 포털 개설을 통해 민간활용 지원, 중앙정부 조직인 Geomatics Canada가 공간데이터의 측량·수집·획득·배포 등을 관리하고 자료제공을 통한 의사결정을 지원하는 역할 수행

○ 포털인 GeoConnections Canada 개설, 민간의 공간정보 활용지원, Geo Connections Program을 중심으로 자료공유, 기본지리정보 구축, 표준화, 협력체계 등 공간정보산업화를 위한 기반 마련

○ 공간정보 유통시스템인 CEONet(Canadian Earth Observation Network)은 주제도, 지형도, 공간영상자료 등을 제고하고 가공기술과 분석과정 등 부가적인 서비스도 동시에 제공

○ GIS, 위성공간정보를 중심으로 도시계획, 재난방지 분야 발달, 폭설, 화재 등 방재시스템 구축과 관련된 기술 발달

○ 도시에서의 대규모 수해피해를 방지하기 위해서 대심도 터널을 이용한 우수유출저감시설로 적극 활용하고 있음

다. 일본

○ 국토교통성이 안전 · 안심할 수 있는 풍요로운 사회 만들기의 정책방향으로 재해 위험 증가에 대비한 방재 · 감재 대책을 강화하며 하천유지용수 확보를 위해 구조 및 비구조적 기술개발 추진

○ 도시 내수침수 방지를 위한 지하방수로/저류조 등 지하공간 이용 우수유출저감시설 적극 활용

○ ’10년부터 자국 물산업의 강점(ODA, 기술력, 지자체 운영능력 등)을 활용한 범정부차원의 해외진출 활성화 지원정책 추진

○ 경제산업성은 ’09년 부터 ‘물 비즈니스 해외진출 연구회’를 운영하여 ’10년 발표한 ‘물산업 해외진출 활성화 방안’에서 2025년 세계 물시장의 6%(1.8조 엔) 점유 목표를 제시

○ 일본정부는 본격적인 인구감소와 고령화 사회의 도래, 급속한 경제 세계화, 지구 환경 문제의 심화, 환경과 아름다움을 중시하는 국가가치관의 변화를 반영하여 “다음 세대에 계승할 국토 만들기”를 목표로 내세움

<표 2-15> 일본 건설교통정책의 방향

세계의 성장과 활력을 이끌 수 있는 통합기반조성
• 아시아 게이트웨이 구상의 실현을 향한 물류시스템 구축 • 국제공항기능 확충, 항공자유화의 추진, 도시철도.고속도로 네트워크구축 • 부동산 투자시장, 주택시장 활성화 • ICT를 활용하여 혁신 추진 • 지리정보기반의 정비, IC 카드의 상호 이용화된 ITS의 추진 등
자립 능력이 있는 활력있는 지역 만들기
• 활력있는 지역사업 추진 • 집약적인 도시 구조로의 도시 계획제도 검토 • 중심도시지역의 활성화와 도시 재생 추진 • 인재육성 강화, 입찰제도 개혁 등 • 지역의 교통 활성화 • 지방철도, 지방버스, 항로 등 대중교통 활성화 • 제도 개혁, 도보 자전거 도로 등 환경정비
역사, 풍토 등에 기인한 아름다운 국토 만들기와 관광교류 확대
• 사회자본정비의 추진 • 산업입지.진흥, 첨단의료시설에 대한 접근성 향상 등 간선도로 네트워크의 정비 • 매력있는 관광지 형성과 국제 관광 교류 확대
지구환경변화에 대응한 생활만들기
• 저탄소사회 구축 • 대중 자전거 이용 촉진, 물류 효율화, 교통 체증 완화, 저공해 자동차와 에너지 절약 철도 차량 보급 개발 • 해운의 저탄소화 추진 • 항공 보안 시스템의 고도화 • 주택 건축물의 에너지 절약 성능향상 등 저탄소도시구조로의 전환 • 지구환경 모니터링 예측 향상(지구환경관측장비 정비 등) • 국제협력 강화
안전.안심할 수 있는 풍요로운 사회만들기
• 재해 위험 증가에 대비한 방재.감재 대책 강화 • 일상 생활에서의 안전 대책 강화(자전거 도로, 노후 아파트 재생 등)

자료: www.milt.go.jp

○ 국토교통성은 “세계의 성장과 활력을 이끌 수 있는 통합 기반조성”, “자립 능력이 있는 활력 있는 지역 만들기”, “역사, 풍토 등에 기인한 아름다운 국토 만들기와 관광교류 확대”, “지구환경변화에 대응한 생활 만들기”, “안전·안심할 수 있는 풍요로운 사회 만들기”라는 5가지 정책방향을 제시함

○ 특히 환경·에너지 분야의 “그린 이노베이션에 의한 환경·에너지 대국전략”에서는 2020년까지 50조엔 이상의 환경관련 신규시장 창출, 환경 분야에서 140만 명 이상의 신규고용 창출, 민간의 기초분야 기술을 토대로 전 세계 온실가스 감축량 13억 톤 이상 달성 등을 목표로 설정하였음

- 세부전략으로는 대중교통 이용촉진을 통한 도시·지역구조의 저탄소화, 재생가능한 에너지 및 스마트그리드 기반 구축, 자원재활용 시스템 확보, 정보통신기술 활용, 주택의 제로 에미션화 등을 들 수 있음

○ 일본의 기술은 세계 시장의 약 7%, 아시아 시장의 90% 점유하고 있으며 (GIS 기준, Daratech, 2008), 자국의 지리정보 표준을 세계화하기 위해 자국 기술표준과 국제표준과의 정합성 확보를 위해 JIS(일본 공업규격표준) 제정

○ 「지리공간정보활용 추진 기본법(2007년 8월)」제정을 통한 GIS 사업의 체계적 추진과 특히 기반 지리정보정비 및 관련 업무의 기반지도 정보 상호활용, 유통, 관련 연구 및 기술개발을 지속적 추진

○ 일본국토기술연구원(JICE)는 국토・교통 행정의 근간이 되는 기술의 개발과 정책을 제언하는 기관으로 하천정책그룹, 도로정책그룹, 도시주거지역정책그룹, 기술조달정책그룹의 4개의 정책 그룹이 주체가 되어 실효적인 정책적 제언 추진

○ 아시아 최고의 원천기술력을 보유하고 있고, 높은 수준의 GIS, RS, ITS 기술을 바탕으로 한 교통정보시스템과 표준 발달

○ (측량계획) 국토를 나타내는 지도정보 수정, 방재 등 국토관리에 공동되는 정보수정, 위성측위 등의 활용 추진, 지리공간정보의 원활한 유통・활용 추진, 인재의 육성 및 연구개발 추진, 국제협력 추진

라. 중국

○ 자국 물산업 보호를 위하여 상하수도 사업에 대한 외국인 투자 자본 참여 제한(50% 이하)

○ 11차 5개년 계획(2006～2010년)에서는 2010년까지 상수보급률 95%, 하수처리율 70%, 하수관거 보급률 90% 달성을 목표로 약 1조 5천억 위안(한화 약 269조 8천억 원)을 투자

○ 중국은 사회주의 국가로 대부분 국책사업이 국영기업에 의해 수행되고 있어 국가의 건설정책이 중국 건설산업에 있어 무엇보다 중요함

○ '제11차 5개년 계획(2006～2010)'에서는 철도, 도로 등 인프라 확충, 서민주택 건설, 원자력을 포함한 에너지 기반시설 확충, 사천성 지진피해 복구 사업 등을 중심으로 다수의 공공사업이 발주되었음

- 특히 중국은 대내외적인 악재 극복을 위하여 4조 위안 규모의 경기부양책을 지속적으로 추진하였는데, 전체금액 중 절반이상이 철도, 도로, 공항 등 교통인프라 건설 부문에 집중되었음

<표 2-16> 4조 위안 경기부양책 내용

투자 부문	금액(억 위안)	점유율(%)
철도, 도로, 공항, 전력망 건설사업	18,000	45.0
재해 복구사업	10,000	25.0
농촌 개발사업	3,700	9.3
생태 및 환경 사업	3,500	8.8
서민주택 사업	2,800	7.0
혁신 사업(브랜드 개발, 구조조정)	1,600	4.0
보건, 문화, 교육 사업	400	1.0
합　　계	40,000	100

자료: Business Monitor International('10.5), 해외건설협회, 국별환경

○ 2011년에 시작된 '제12차 5개년 계획(2011～2015)' 역시 11차 계획과 마찬가지로 내수확대, 전략적 신흥산업 육성, 지역 균형발전 등 정책을 시행할 예정인데, 건설부문에는 서민주택 건설, 교통 인프라 증설, 친환경 에너지 인프라 증설 등이 포함되어 있음

<표 2-17> 제12차 5개년 계획 중 건설부문 내용

제12차 5개년 계획(건설부문)
· 서민주택 3,600만 호 건설 · GDP 단위당 전력 16% 절감 · 수력, 원자력 및 차세대 전력망 건설 · 85,000km 도로 증설 · 40,000km 철도 증설화력발전 능력 270GW 증강 · 원자력발전 능력 40GW 증강 · 풍력발전 능력 70GW 증강 · 태양광발전 능력 5GW 증강

자료: Business Monitor International('11.4), 해외건설협회「2011년 건설시장 미래 전망」

○ 대외적으로는 중국은 글로벌 건설강국으로 도약하기 위해 시장 다변화, 공종 다양화를 추진하고 있는데, 특히 선진 건설업체와 기술제휴를 통해 고기술 집약형 공종으로 사업모델을 전환하는 전략을 취하고 있음

- 중국은 아프리카, 중남미, 동유럽 등 제3세계 국가로 경제영역을 확대하면서 도로, 산업설비 등의 분야에서 수주를 크게 늘려왔으며, 최근에는 외교력과 경제력을 바탕으로 중동과 남미국가들에 본격 진출하고 있음

- 아울러 선진 건설업체와 기술제휴, 최근 경제위기를 겪고 있는 미국과 유럽의 저평가된 선진업체를 인수함으로써 건축, 토목 등 기존 노동집약형 공종에서 벗어나 전력, 정유, 통신, 플랜트 등 고기술집약형 공종으로 사업모델을 전환하고 있는 추세임

마. EU

○ EU는 '유럽건설기술플랫폼(ECTP vision 2030)'을 통해 도시주거환경개선, 지하공간개발, 사회기반시설네트워크, 문화유산, 삶의 질 향상, 신재료 개발 등을 진행하고 있음

○ 특히 EU는 최근 국제적 관심사인 온실가스 저감, 에너지 효율화 및 재생에너지 분야를 선도함으로써, 녹색시장에서의 우위를 점하고 있음

<표 2-18> EU의 녹색성장 달성을 위한 정책

기후행동 및 재생에너지 원칙	EU 에너지정책 "Triple 20"
• 비용 효율성: EU-ETS(유럽 배출권 거래제), 재생에너지 인증서거래 • 공정한 분배 • 1인당 GDP에 따른 CO_2 감축 분배 • EU-ETS에서 제외된 산업부문의 회원국별 감축량 설정 • 국가별 재생에너지원 비중 목표 • 경매권의 재분배	• 에너지 소비 효율성 20% 제고 • 온실가스 배출량 20% 감축 • 재생에너지 비중 20% 증가(수송부문의 바이오연료사용 10% 증가를 포함)

자료: 김경오,「프랑스의 기후변화정책」, 2010

○ 유럽은 새로 짓거나 개조하는 건물에서 에너지 소비와 이산화탄소 발생을 급격히 줄이기 위한 에너지 효율 시스템 및 물질의 개발, 그리고 녹색 기술 장려하기 위한 10억 유로의 에너지 효율건물(EeB) 민관협력을 계획함(2011년 7월 '제조, 건설, 자동차 부문 연구를 위한 새로운 민관협력 진척보고서')

○ 독일정부가 내놓은 보고서(옥스포드대·소르본대·포스탐 기후변화연구소, 2011)에 따르면 EU 27개국이 탄소배출량 2020년 감축목표 20%를 30%로 늘리면 GDP성장 연 0.6% 상승, 유럽 일자리가 600만개 추가 창출, 유럽 투자 18.4%에서 22.4%로 증가, 2020년 실업율 7.6%에서 5.3%로 감소하는 등 경제 전반에 걸쳐 커다란 효과를 가져올 것으로 기대됨

- 녹색건설 관련투자(Green stimulus)는 단기적으로는 경기를 활성화시키는 동시에 중장기적으로는 에너지 절약 및 환경보전에 큰 기여를 가지고 오므로 각 국은 녹색 건설에 적극적으로 투자하고 있는 양상임
- EU는 IT와 NT 등 첨단기술과 융합된 건설 신자재 신기술개발을 통해 에너지 절감, U-City 건설 등 고부가가치 창출하여 미래 세계건설시장에서 경쟁 우위를 확보위해 '30년까지 2,400억 유로 투자할 계획

○ 독일은 Hochwassergesetz(홍수방지법), Wasserhaushaltsgestz(수자원관리법 :WHG) 등의 법률제정을 통해 홍수방재를 위한 에코톱공간구조계획 모델링에 관한 내용이 이미 법적으로 명시되어 법적 실효성을 가지고 있음

○ 영국의 홍수위험관리 계획지침 PPS25(Development and Flood Risk 2006)에 서는 홍수위험을 고려한 지속가능한 개발계획 수립을 위해 광역적 차원, 도시적 차원, 개별 개발대상지 차원으로 나누어 홍수위험을 평가하고 이를 통해 홍수위험구분도를 작성하여 개발계획 시 홍수위험취약지역을 대상으로 개발 규제를 실시함

○ 유럽전역의 공간데이터 기반 정비를 목적으로 INSPIRE(INfrastructure for SPatial Information in Europe) 프로젝트 추진

○ 공간정보의 접근, 활용 및 온라인 서비스를 위한 개방적이고 협력적인 기반 구축하고, 유럽 각국들은 INSPIRE 참가와 동시에 국가레벨에서의 공간데이터 정비를 추진

○ 영국은 2000년대 정보통신기술 보급을 확대하면서 전역을 대상으로 '국가 공간 정보화'를 적극 추진하고 있으며, 지리정보시스템과 공공서비스를 접목하여 시민의 요구에 부응하는 고객맞춤형 서비스 제공을 국가정보화의 우선과제로 선정

○ 공간정보화체계의 핵심은 GIS 관련 시스템인 'Geo-Hub'로 누구나 쉽게 무료 또는 저비용으로 질 높은 서비스를 제공받을 수 있게 구축

○ 영국은 '통합된 위험관리계획(Intergrated Risk Management Plan)과 연관해서 응급조치나 재난 등의 예기치 못한 상황 발생을 가정하고 이를 GIS 프로그램을 통해 위험을 감지하고 대처

○ 지방정부는 중앙정부의 통제보다는 지역의 실정에 맞는 공공서비스 제공에 초점을 맞추고, 5개 분야에서 국가공간정보를 활용(① 효율성 향상, ② 서비스 전달, ③ 고속도로 관리(Highway management), ④ 사회복지(Social care), ⑤ 폐기물 관리(Waste management))

○ 무선 인터넷 확산과 스마트폰의 등장에 따른 정보통신기술 및 시민의 생활 양식 변화에 따라 혁신적인 공공서비스 전달 방식을 구현하였는데 여기에 공간정보서비스를 도입하여 운영

2.2 국내외 시장현황

2.2.1 국내시장 현황

□ **각 부처별로 다각적인 물산업 육성 및 해외 진출방안을 추진(녹색성장위원회, 대통령 보고대회, '10년)하고 있으나 현재까지는 가시적인 성과 미흡**

○ (국토부) 4대강 살리기를 통한 기후변화 대응 기술과 경험을 토대로 물관련 해외 시장을 선점·리드 계획 수립

- 말레이시아, 필리핀 등 개발도상국 중심으로 하천 + 수자원 + 친수공간 + 상하수도의 종합 물관리 사업 중심
- 기초사업(유역조사) → 본 사업(수력발전, 상하수도) → 종합사업(수량, 수질, 지역개발) 순으로 해외진출 방안 모색

○ (환경부) 국내 물산업은 2020년까지 26조원으로 성장할 것으로 예측되며('08년 내수규모 12조원), 특별·광역시 및 공기업을 전문사업자로 육성하기 위한 계획 수립

○ (녹색성장위원회) 지역별 맞춤형 해외사업 개발, 물 관련 통합사업 해외진출, 해외 투자지원, 민·관 및 정부 간 협력모델 제시

□ **물관리의 복잡성과 불확실성 확대에 따라 상하수도와 수자원, 하천관리 기술을 연계한 통합적 솔루션(Total solution)에 대한 시장수요 확대**

○ 협의의 물산업이 상하수도 분야에 국한된 것은 전체 물관리 활동 중 수익-비용 구조가 명확하고, 비교적 민간기업의 참여가 활발했기 때문

○ 장래 기후변화 등으로 인한 물관리의 복잡성과 불확실성 확대 등의 문제점에 대응하기 위해서는 확장된 개념의 물산업 육성 필요성 대두

- (광의의 물산업) 상하수도는 물론 수자원의 개발 관리, 하천, 친수(생태) 공간의 활용 등 물 순환 전반을 포함

<표 2-19> 새로운 물산업의 정의

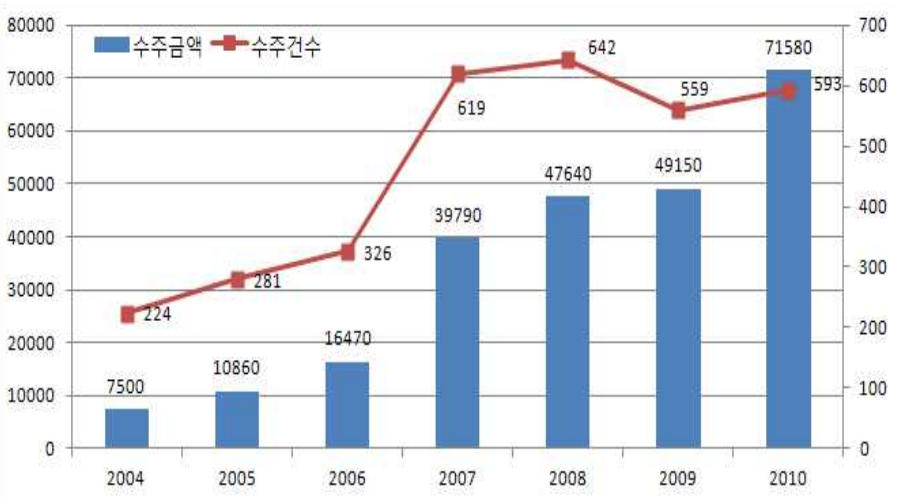
구 분	수자원 개발.관리	상하수도	친수(생태) 공간 활용
건설.제조 (Hardware)	수원 개발(댐 등) 신재생에너지 (수력, 수면태양광)	정수장, 관로 등 Plant, 부속설비	생태공간 보전 친수공간 활용
엔지니어링.IT (Software)	Smart River 유역조사, 설계, 공정관리	Smart Water Grid 설계, 공정관리	Smart River 조사, 설계, 공정관리
운영.관리 (Operation)	하천운영관리	상하수도 운영	유역통합관리

□ 건설수주를 동반한 해외시장 진출 확대

○ 2005년 109억불에 불과하던 해외건설수주는 2010년에는 716억불로 사상최대치를 기록하였음

- 이는 2009년 491억불에 비해서도 46% 증가한 수치로, 고유가에 따른 중동지역의 발주 증가와 함께 국내 건설 경기의 극심한 침체로 국내 건설사들이 해외건설시장에 적극적으로 진출한 결과임

(단위: 백만불, 건 수)



자료: 해외건설협회

[그림 2-4] 연도별 해외건설 수주액 추이

○ 해외로의 진출업체수와 진출국가수도 2005년 114업체 50개국에서 2010년에는 261개업체 및 91개국으로 증가하였음

<표 2-20> 진출국가 및 진출업체 수

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
진출국가	50	49	76	87	81	91
진출업체(하청제외)	114	134	201	269	288	261

자료: 해외건설협회

- 지역별로는 2010년에는 총716억불 수주물량 중 90%이상이 중동과 아시아지역 수주 물량임
- 2010년에는 중동 비중이 66%(전년도 72.7%)로 낮아진 반면, 아시아 비중이 25.3%, 아프리카, 중남미, 태평양 · 북미 비중이 각각 3.4%, 2.9%, 1.9%로 전년도에 비해 높아져 우리 기업들의 해외시장 다각화 노력을 보여줌
- 그러나 해외수주비중에서 중동과 아시아지역의 비중은 90%를 넘어(2009년 94.9%, 2010년 91.3%) 여전히 두 지역의 편중이 심한 상태임

<표 2-21> 지역별 수주 실적

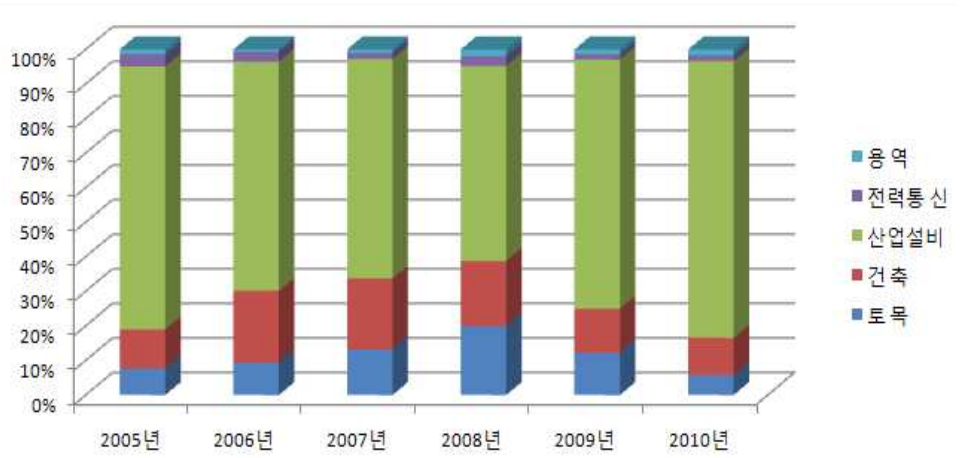
(단위: 억불, %)

구 분		총수주액	중동	아시아	태평양/북미	유럽	아프리카	중남미
2008	금액	476	272	147	6	11	15	25
	비중	100.0	57.1	30.9	1.3	2.3	3.2	5.3
2009	금액	491	357	109	1	5	12	7
	비중	100.0	72.7	22.2	0.2	1.0	2.4	1.4
2010	금액	716	473	181	13	4	24	21
	비중	100.0	66.1	25.3	1.8	0.6	3.4	2.9

자료: 해외건설업체

○ 공종별로는 2010년 플랜트 부문의 수주액은 573불(전년대비 62% 증가)로 전체 수주액의 80%를 차지해 플랜트 부문으로의 공종 편중현상이 더욱 심해진 것으로 나타남

- UAE 원전 수주이외에도 중동지역 건설수주의 대부분이 석유화학과 관련된 플랜트공사이며, 아시아지역의 플랜트 공사수주도 전년대비 2배 이상 증가



자료: 해외건설업회

[그림 2-5] 공종별 비중 현황

○ 토목부문 수주액은 41억불로 전년대비 31.5% 감소하여 전체 수주액대비 비중이 5.8%에 그쳤는데, EDCF 차관으로 시행된 공사를 제외하면 실적이 매우 저조

○ 건축부문은 77억불로 전년대비 61.7% 증가(2007년 및 2008년 베트남, 중앙아시아 개발형 사업 증가로 큰 폭의 상승세를 보이다 2009년 대폭 감소한 것에 기인)하였으나, 건축부문이 전체 수주액에서 차지하는 비중은 10.8%에 불과

○ 전력통신, 용역 부문은 전체수주액에서 차지하는 비중은 매우 미미한 수준

○ 다만 고부가가치 영역인 설계, 감리, CM 등의 용역(엔지니어링 부문) 비중이 2009년 1.3%에서 1.7%로 증가한 것은 고무적

※ 우리나라의 경우 기업들의 적극적인 해외건설시장 진출 노력이 성과를 거두면서 전체 매출액에서 한국기업이 차지하는 매출액의 비중도 2010년에는 4.8%(전년도 4.3%)를 기록하였음

<표 2-22> 해외건설시장 점유율(한국)

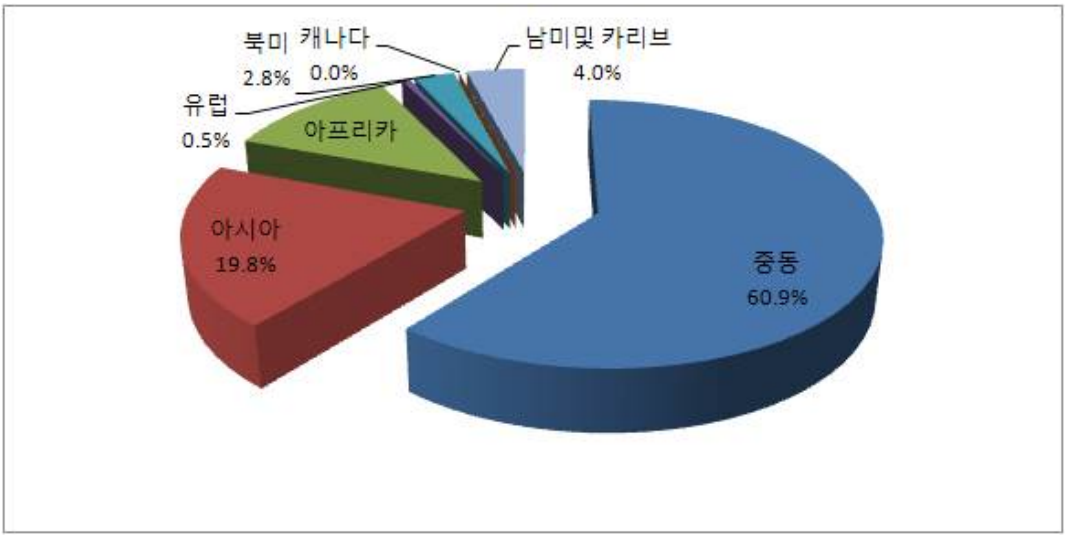
(단위: 억불, %)

2008		2009		2010	
매출액	점유율	매출액	점유율	매출액	점유율
114.1	2.9	163.4	4.3	183.1	4.8

자료: ENR, 'The Top 225 International Constractor', 각년도

○ 비록 ENR 225기업 내 업체수는 감소(2008년 13개사, 2009년 12개사, 2010년 11개사)하였으나, 매출액 순위는 지속적으로 상승해 2008년 13위, 2009년 9위에서 2010년도에는 7위로 향상됨

○ 지역별로 보면 2010년 기준으로 우리나라 기업의 수주액 중 중동 60.9%, 아시아 19.8%, 아프리카 11.9%로 나타나 중동지역의 편중현상이 심하게 나타나고 있음



자료: ENR, 'The Top 225 International Constractor', 각년도

[그림 2-6] 2010년 한국기업의 국가별수주액 구성비

□ 공간정보산업의 시장 규모는 급성장 중이며 더 많은 정부투자를 요함

○ 2008년도 국가 GIS 지원연구자료에 따르면, 국내 공간정보 산업의 시장규모는 2007년 약 1조 7,956억 원, 연평균 44%로 급성장 중이며, 종업원 수는 4만 7,110명으로 예상되며 연평균 28.7%로 성장 중임

○ 2015년 국내 공간정보산업의 시장은 33조 원 이상 규모로 성장될 거으로 예측되며, 국내 공간정보산업의 종사자는 35만 명 이상일 것으로 예상됨

□ 현재 공간정보산업 시장은 인프라 산업의 특성을 가지고 있어 공공시장이 많은 비중을 차지하며 민간 기업이 영세한 구조를 지니고 있음

○ 국내 공간정보 산업적 특성은 공공시장이 전체의 58.7%에 이르고 민간과 국민은 각각 32%, 8%에 지나지 않아 공공부문에 대한 의존도가 매우 높음

- 정부주도의 지리정보 제작 시장이 국내 공간정보 시장의 대부분을 차지함
- 국내 민간 공간정보 시장은 UIS (Urban Information System) 기반의 GIS 시장 성장이 주도했으나, 타응용분야 시장의 요구를 만족시키기에는 미흡
  - · 매출 10억 원 미만, 종업원 10명 미만의 영세기업이 대부분이며, 측량 업체가 67.6%, GIS 업체가 17.2%, 그 밖에 RS, LBS 등 업체들이 15% 정도로 시장을 구성함

□ 국내 공간정보 산업 시장은 현재 산업의 융·복합이 진행되면서 민간의 새로운 수익창출 모형이 기대되고 있어 장기적 시장 전망은 긍정적임

○ 최근 국내 공간정보 산업의 경쟁력 제고와 수익모델 개발을 위해 사업 및 서비스 다각화와 다양한 공간정보 수요의 범위 확산으로 민간 비즈니스 모델 영역을 확대하고 있음

- 기존 공간정보 관련 기업들은 포털 및 위치기반 중심의 서비스를 확산시키면서 민간기업 시장으로 진출을 확대하고 있음

  ※ 대표적으로 큐브스(구 선도소프트), 로티스 등은 지도정보서비스와 대중교통 정보서비스 등을 제공하고 이동통신사업자의 무선통신 콘텐츠 사업에 참여하고 있음

- 산업구조의 다원화 및 융합산업 영역이 등장하였으며, Web-GIS, G-CRM, U-City 등 응용 솔루션 및 서비스 부문에서 산업의 융복합 영역이 확산되면서 새로운 수익모델 창출에 노력중임

○ 응용 솔루션 및 서비스 부문에서 민간기업 시장이 확대되고 있어 장기적인 시장 전망은 매우 긍정적임

2.2.2 해외시장 동향

□ **2010년 세계 물시장 규모는 4,828억$(579조원)로 추정**

○ 상수도 시장이 2,092억$(전체 시장의 43.3%)로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 하수도(33.5%), 생수(12.2%), 수처리시설(5.8%) 순으로 나타남

<표 2-23> 분야별 세계 물시장 규모(2010년)

(단위 : 억 $)

분 야	전 체	상수도	하수도	생수	수처리시설	기타
시장규모 (%)	4,828 (100)	2,092 (43.3)	1,618 (33.5)	589 (12.2)	278 (5.8)	251 (5.2)

자료: GWI(2010)

○ 물산업의 가치사슬에 기초하여 제조, 건설, 서비스 부문으로 물시장을 구분해 보면, 서비스 부문이 1,966억 달러(46.4%)로 가장 큰 시장임

<표 2-24> 가치사슬별 세계 물시장 규모(2010년)

구 분 (비중)		금액(억$)	비중(%)	가치사슬	공 급	재 생
제조 (39.1)	설비	694	16.4	댐 등 수자원 취수시스템 관련 부품 송.배관 담수	정수처리부품 및 시스템 배관파이프	하수처리부품 및 시스템 배관파이프 고도수처리
	관망	347	8.2			
	펌프, 밸브	223	5.3			
	화학약품	270	6.4			
	기타	120	2.8			
건설 (14.6)	토목	347	8.2	댐 건설 송.배관	정수처리시설 담수처리시설 배관시설	하수처리시설 배관시설
	파이프재생	272	6.4			
서비스 (46.4)	설계/운영/관리	1,966	46.4	수자원관리	정수처리장 운영 및 관리	하폐수처리장 운영 및 관리
합 계		4,239*	100.0			

* 2010년 세계 물시장 규모인 4,828억 달러에서 생수시장(589억 달러)을 뺀 규모 (GWI, 2010)

□ **세계 물시장은 연평균 4.9% 성장하여 2025년 8,650억$(1,038조원)까지 성장할 전망**

<표 2-25> 세계 물시장 규모 및 전망

(단위 : 억$, %)

구 분	2007년	2025년	연평균 증가율
세계 물시장	3,620	8,650	4.9
상수	1,720	3,880	4.6
하수	1,530	3,550	4.8
해수담수화	120	440	7.5
공업용수	240	570	4.9
재이용수	10	210	18.4

자료: GWI(2008), 한국무역협회(2010)

○ 물시장의 90.0%를 상하수 분야가 차지하고 있으며, 2007년 3,250억$에서 2025년 7,430억$로 성장할 전망

- 규모는 작으나 해수담수화 및 재이용수 분야도 향후 7.5%, 18.4%의 높은 연평균 성장률을 보일 것으로 전망
- 상하수도 분야의 지속적인 시장 확대(‘25년 물 시장 85% 차지 전망)
- 물 재이용, 해수 담수화 분야의 급성장 전망

○ 세계 물시장은 약 5천억불 규모(’10년 기준, GWI)로, 반도체(2.8천억불) 및 조선(2.5천억불) 시장 보다 2배이상 큰 시장

- 상·하수도 시장이 3.7천억불(76.9%)로 대부분을 차지하며, 병물 589억불(12.2%), 산업체 시장 277억불(5.7%) 등으로 구성
  - · 우리기업 진출규모는 ‘11년 기준 약 14.2억불로 세계 물시장의 0.4% 수준이며 상하수도 및 해수담수화 설비 위주

<표 2-26> 세계 물시장 전망

(단위 : 백억불)

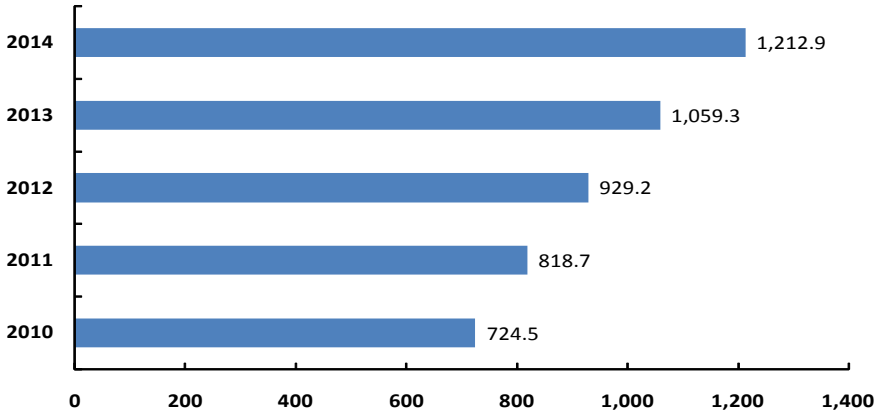
구 분	소재·건설·컨설팅·설계	운영·관리 서비스	합 계
상수	6.6→19.01	10.6→19.8	17.2→38.8
하수	7.5→21.1	7.8→14.4	15.3→35.5
해수담수화	0.5→1.0	0.7→3.4	1.2→4.4
물 재이용	0.1→2.1	-	0.1→2.1
공업용수·폐수	2.2→5.3	0.2→0.4	2.4→5.7
합계	16.9→48.5	19.3→38.0	36.2→86.5

자료 : GWI : Global Water Intelligence(’08) * ’07년 시장규모→’25년 시장규모,

□ **해외 공간정보산업 시장은 측량, GIS, 응용기술, 융복합 산업을 포함하고 있어 고부가가치 산업으로 급성장할 것으로 예상**

○ 정부 공공사업, 건설, 석유나 가수, 건강, 복지 분야 등에 GIS 기술들을 적용하여 공간정보산업 서비스를 활발히 진행하여 빠른 성장이 가능함

- Technavio Analysis의 자료에 따르면 2010년도 GIS 시장은 7억 달러에서 2012년 9억 달러, 2013년 10억 달러를 넘을 것으로 예상하였으며 2014년에는 12억 달러에 이를 것으로 예상함



[그림 2-7] GIS 세계 시장 크기 : Giobal GIS Engineering Application Market Size 2010-2014 Technavio Analysis

※ IDC 2008 예측 자료에 따르면, 기존 성장률을 유지할 경우 공간정보산업의 2015년 기준 세계 시장규모는 452조 원으로 예상되며 이 경우 공간정보산업의 2015년 까지 국내 시장규모 33조 원은 세계 시장 규모의 7.3%에 해당

○ Daratech(2008), IDC(2008), Gartner(2008), METI(일본 총무성, 2008)에 따르면 공간정보산업의 세계시장 동향은 다음과 같이 성장할 것으로 예상됨

- Daratech(2008) 자료에 따르면 측량과 GIS를 포함한 2008년 세계 시장 규모는 44억 달러 이며 여기에 GIS관련 H/W, S/W, Data, 서비스 분석 시장이 포함됨

- IDC(2008) 및 Gartner(2008) 자료에 따르면 측량, GIS, 응용기술산업의 2008년 기준 세계 시장 규모는 600~8950억 달러 이며 시장규모는 다양한 응용기술 및 서비스 산업의 포함 여부에 따라 큰 차이를 보임

- METI(일본 총무성, 2008) 자료에 따르면 측량, GIS, 응용기술, 융복합 산업의 2008년 기준 세계시장 규모는 4,00억 달러 이며 이는 전통적 공간정보산업과 응용기술, 서비스 산업에 공간정보를 활용한 융복합 산업을 더한 총 규모임

출처: 국토부 연차 보고서

[그림 2-8] 2008년 공간정보산업 세계시장 규모

□ 세계 공간정보산업 내 위성영상 산업의 규모는 연간 10% 성장이 기대됨

○ 세계 위성영상의 규모는 2005년 기준으로 51억 달러에 이른 것으로 추산되고 있으며 다양한 어플리케이션 연구와 적용으로 매년 10% 이상의 성장이 이루어질 것으로 예상

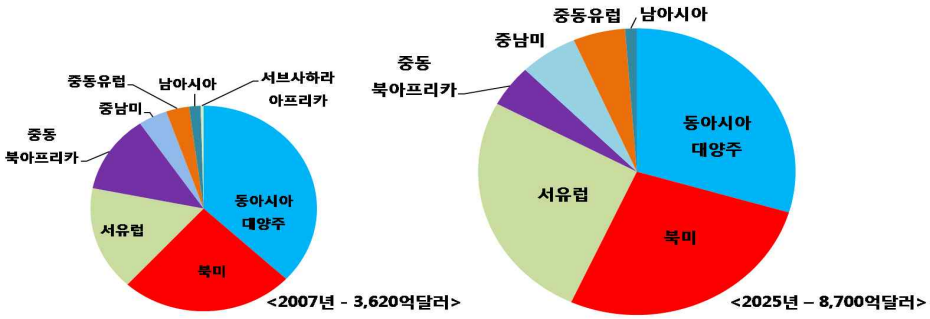
- 다양한 융합기술 활용 증대에 따라 관련 시장 확대가 예상됨

※ 고해상도 영상, 하이퍼스팩트럴 영상, SAR 영상, 그리고 LiDAR 등을 분석, 처리, 활용하는 관련 기술개발이 활발히 진행되고 있음

□ 물시장은 지역별로는 중동 및 아프리카, 아시아 지역이 미주지역보다 높은 성장세를 보여 이들 지역의 시장비중이 크게 증가

○ 2025년까지 동아시아와 중동·북아프리카 지역은 연평균 10% 이상의 高성장이 기대됨

- 특히 중국과 사우디아라비아는 각각 10.7%와 15.7%의 성장률을 보이며 시장규모와 시장성장률에서 두각을 나타낼 전망



자료: GWI(2008), 한국무역협회(2010)

[그림 2-9] 세계 물시장의 지역별 성장 전망

○ 2010년 각국별 물시장 규모는 미국이 1,070억 달러로 가장 크고, 일본(590억 달러), 중국(470억 달러) 순으로 나타남

- 한국은 영국(130억$), 스페인(110억$)에 이어 11위를 기록하며, 100억 달러의 물시장을 형성하고 있는 것으로 조사됨

<표 2-27> 국가별 연간 물산업 규모

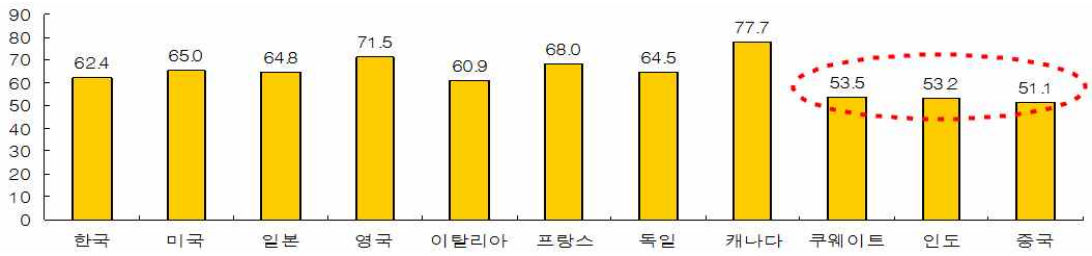
(단위 : 10억$)

구 분	1위	2위	3위	4위	5위	6위	7위	8위	9위	10위	11위
국가	미국	일본	중국	독일	프랑스	이탈리아	브라질	호주	영국	스페인	한국
규모	107	59	47	29	23	16	15	15	13	11	10

자료: Global Water Market 2011(GWI)

○ 신흥 개발도상국들은 경제 성장에 따른 물수요 증가에 대응하기 위해 대규모 물관련 인프라 투자를 계획하고 있음

- 선진국과 비교할 때 중국, 인도, 중동 등 신흥국의 물부족 현상이 상대적으로 심각



자료: The Water Poverty Index: an International Comparison(Keele Economics Research Papers, 2002)

[그림 2-10] 주요 국가의 물 빈곤 지수(WPI)

- 2011~2030년 BRICs 국가의 수자원 인프라 투자는 전 세계 투자의 39% 수준인 7조 달러에 이를 전망[6)]
  - · 중국의 상하수도 인프라 시장은 2020년 기준 약 480억 달러 규모로 2005년 100억 달러 대비 약 5배 성장 예상

□ **국외 대기업들은 공간정보기술을 차세대 성장 기술로 인식하여 공간정보와 IT 기술과 융합한 공간정보 비즈니스 구상중임**

○ 공간정보산업의 급격한 성장과 변화에 따른 기업들의 신속한 대응이 이루어지고 있으며, 이들 기업들은 고도화된 IT 기술과 공간정보를 결합한 신기술 개발에 중점을 둠

- 차세대 공간정보 서비스 개발을 위해 새로운 위치기반 기술 등 첨단기술 및 서비스 개발에 주력하고 있음

  ※ ESRI와 Bentley, Vexcel(MS에 합병) 등 세계적인 기업들이 공간정보의 시각화 기술과 고화질 기술에 집중하고 있는 상황임(GIS Lounge, 2009)

○ 공간정보의 활용으로 새로운 수익모델 창출과 소비자의 다양한 요구충족을 위해 기업 간 M&A를 추진하여 기술과 서비스의 융·복합 분야가 활성화 되는 추세

  ※ 최근 구글과 MS가 공간정보산업에 진출하여 민간부문 서비스 개발과 시장발전을 선도하고 있으며 분야별 전문기업들도 부동산, 환경, 안전, 복지, 쇼핑 등 다양한 분야에서 공간정보 비즈니스를 본격 추진 중

6) OECD, 「Infrastructure to 2030(Vol. Ⅰ)」, 2006

□ 주요국들은 물산업의 수출 산업화와 해외진출 확대 추진

○ (프랑스) 자국 기업의 해외진출 지원에 중점을 두고 해외진출지원 전략 수립과 국제표준화를 유도

○ (일본) 2009년부터 물산업의 해외진출을 위한 국가전략 수립

○ (이스라엘) 국가 소유의 공기업을 활용하여 제조, 부품, 소재 등 물 연관 산업을 육성

○ (싱가포르) 물산업 클러스터 구축 및 물산업 프로젝트에 자국기업 참여로 물산업 육성

<표 2-28> 주요 국가의 물산업 지원 정책

국가	프로젝트	목표	참여기관	유형
싱가포르	Hydrohub (2006년)	2015년 17억 싱가포르 달러의 경제적 부가가치 창출, 1만 1천명 고용 달성	기업(70여개), 연구기관(민간 14개, 공공 8개)	정부 주도
이스라엘	NEWTech (2006년)	2006년 대비 2011년 물 기술 관련 수출 2배 증가	산업통상부 및 250개 벤처기업	정부 주도
네덜란드	Wetsus (2004년)	2010년 약 100개 연구 프로젝트 수행	기업(80여개), 연구기관(14개)	연구기관 주도
호주	Water Industry Alliance(1998년)	2010년 7억5천만 호주달러 규모 수출	250개 이상 대학, 기업, 정부	민간 주도
일본	물산업 해외진출 확대 (2009년)	2025년 해외 물시장의 6%(약 1.8조엔) 차지	정부, 금융, 기업	정부 주도

□ 미국 및 서유럽 선진국 역시 상하수도 관망의 노후화 정도가 심각하여 관망 교체를 위한 대규모 투자가 예상

○ (미국, 영국) 수도 관망이 100～150여 년 전에 매설되어 노후화가 심각

- (미국) 수도 관망 교체에 500조원, 정수장 재건설에 300조원 소요 예상
- (영국) 2015년까지 노후 수도 관망 교체에 약 128조원 소요 추정

○ (이탈리아) 수도 관망 노후화로 인한 누수율이 연간 27%로 심각한 상황으로 2015년까지 약 60조원의 교체비용 필요

○ (독일) 상하수도 연간 예산 중 약 70%가 노후 수도관 교체에 투자

2.3 국내외 기술동향

2.3.1 기술개발 트랜드

□ **최근 5년간 논문 발표 현황을 분석하여 수자원 모니터링을 통해 가뭄, 홍수, 하천건천화 등에 대한 위험을 평가하고 예측하기 위한 기술개발 트랜드를 파악**

○ Web of Sciences 프로그램을 이용하여 2008년부터 현재까지의 논문을 검색하고 결과를 분석함

<표 2-29> 논문 검색 방법

검색 조건	방 법
검색 DB	Thomson Reuter社의 Web of Science
검색 기간	2008. 01. 01 ~ 2013. 05. 30
검색 범위	논문 제목
검색 방식	키워드 검색

○ 예측 및 대응력을 높이고자 하는 물 관련 재해인 가뭄, 홍수, 하천건천화 등을 중심 키워드로 하고, 이를 감시·평가·예측 하기 위한 수단인 위성, 레이더, AWS와 이들을 통해 측정할 수 있는 정보 강우량, 수위, 토지습도 등의 키워드를 조합하여 검색을 실시

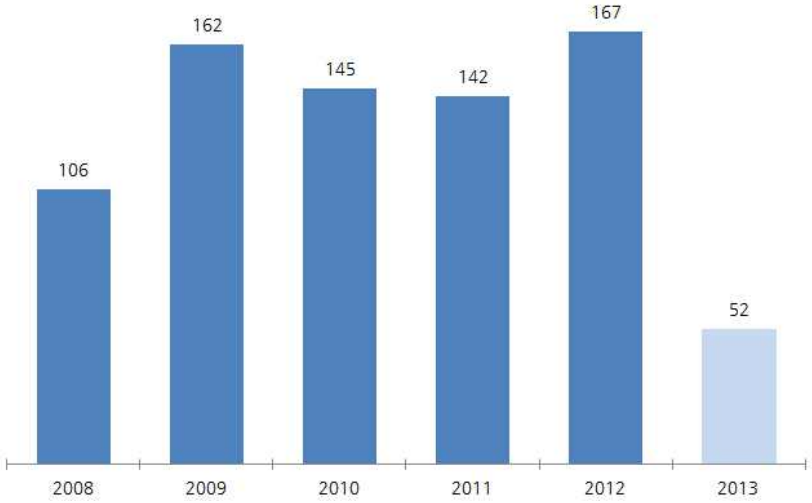
- 검색 결과를 excel 파일로 다운로드 하여 기본적인 통계 처리를 통해 빈도(frequency)를 분석하고 주요 논문을 리뷰

<표 2-30> 특허 분석을 위한 검색식

(단위: 건)

검색식	검색결과
(flood or drought or landslide or (dry near/5 stream) or rainfall or precipitation or "water level" or watershed or "land cover" or "soil moisture") and (satellite or radar or aws)	774

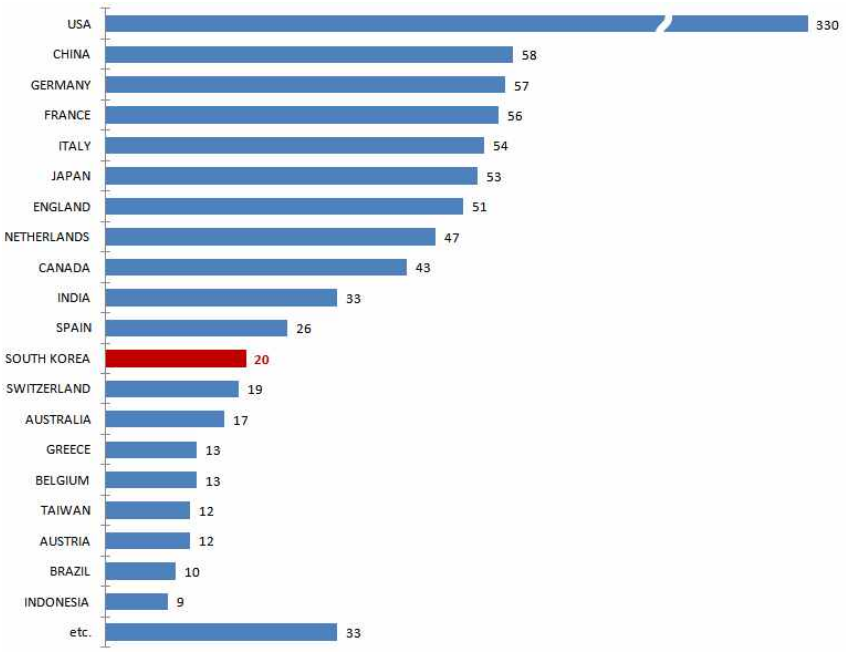
○ 전체 논문 건수는 774건으로 연도별로 일정한 증가 패턴은 나타나지 않았으나, 2009년 이후 연평균 154건의 논문이 꾸준히 발표되고 있는 것으로 조사됨



[그림 2-11] 연도별 논문발표 건수

○ 논문 발표 국가별로는 미국이 330건으로 전체 발표논문의 약 43%를 차지하고 있으며, 독일 등 유럽 기술강국들과 중국, 일본 등이 많은 연구를 수행중인 것으로 조사됨

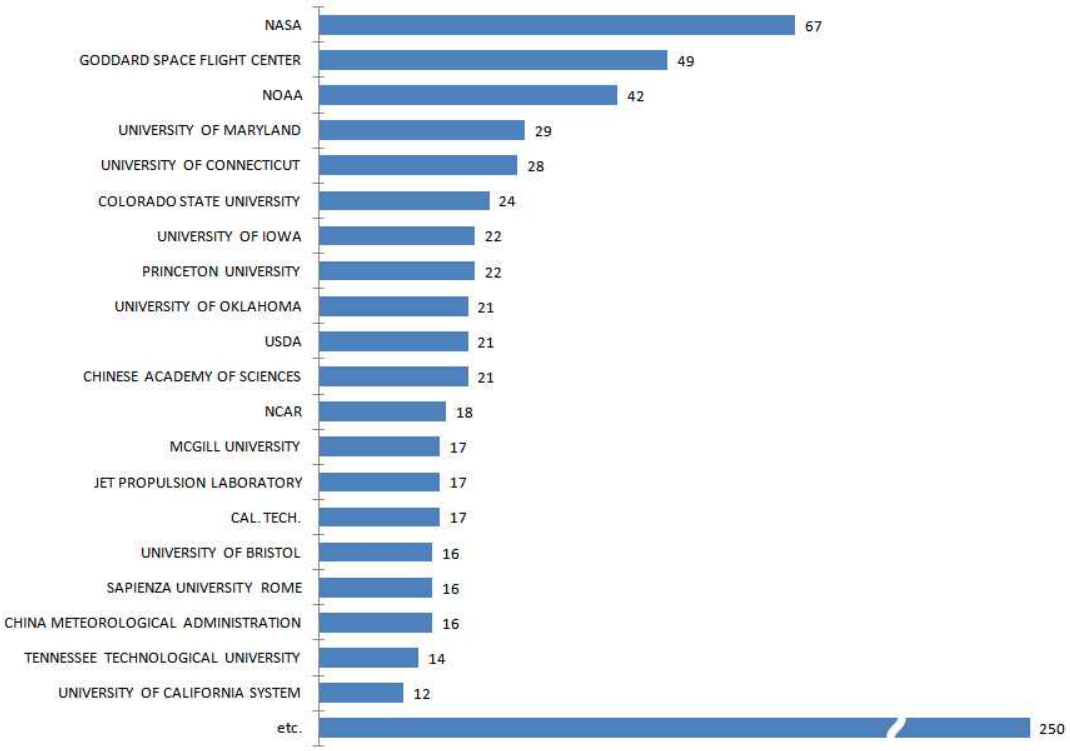
- 우리나라는 발표 건수를 기준으로 세계 12위를 기록하고 있으나 총 발표 건수는 20건에 그치고 있어 보다 적극적인 연구개발 활동이 필요할 것으로 판단됨



[그림 2-12] 국가별 논문 발표 건수 비교

○ 논문을 가장 많이 발표한 기관은 미국 NASA(67건)로 집계되었으며, 2위를 기록한 GODDARD Space flight center 또한 NASA의 산하기관임을 감안하면 가뭄, 홍수, 산사태, 하천건천화 등을 감시/예측하기 위해 위성분야 연구기관이 활발한 연구개발을 수행하고 있음이 확인됨

- 3위는 미국 NOAA가 42건 논문 발표 실적을 기록하고 있으며, 4위부터 9위까지는 위성·대기·천문과학 분야 연구를 선도하는 미국 대학들인 것으로 조사됨
- 10위는 미국 농무부가 차지하였으며, 중국과학원이 그 뒤를 잇고 있어 최근 위성 및 관련분야 연구개발 활동에 대한 적극적으로 투자한 결과를 간접적으로 보여주고 있음
- 우리나라는 경북대(4), 서울대(3), 부경대(3), 연세대(3), 고려대(2) 등 일부 대학과 기상청(3) 등의 논문 발표실적이 확인됨



[그림 2-13] 논문 발표 기관별 건수 비교

<표 2-31> 연도별 피인용도 횟수 상위 논문 정보

제목	저자	저널명	피인용 횟수	발표 연도
On the soil roughness parameterization problem in soil moisture retrieval of bare surfaces from synthetic aperture radar	Verhoest, NEC	SENSORS	70	2008
Summer precipitation frequency, intensity, and diurnal cycle over China: A comparison of satellite data with rain gauge observations	Zhou, TJ	JOURNAL OF CLIMATE	59	2008
Meteorological characteristics and overland precipitation impacts of atmospheric rivers affecting the West Coast of North America based on eight years of SSM/I satellite observations	Neiman, PJ	JOURNAL OF HYDROMETEOROLOGY	46	2008
Mapping surface roughness and soil moisture using multi-angle radar imagery without ancillary data	Rahman, MM	REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT	42	2008
Investigating error metrics for satellite rainfall data at hydrologically relevant scales	Hossain, F	JOURNAL OF HYDROMETEOROLOGY	36	2008
Hydrological modelling using raingauge- and radar-based estimators of areal rainfall	Cole, SJ	JOURNAL OF HYDROLOGY	34	2008
An improved method for estimating global evapotranspiration based on satellite determination of surface net radiation, vegetation index, temperature, and soil moisture	Wang, KC	JOURNAL OF HYDROMETEOROLOGY	32	2008
Temporal stability of soil moisture and radar backscatter observed by the advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR)	Wagner, W	SENSORS	31	2008
Validation of high-resolution satellite rainfall products over complex terrain	Dinku, T	INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING	30	2008
Modeling radar-rainfall estimation uncertainties using parametric and non-parametric approaches	Villarini, G	ADVANCES IN WATER RESOURCES	29	2008
REAL - Ensemble radar precipitation estimation for hydrology in a mountainous region	Germann, U	QUARTERLY JOURNAL OF THE ROYAL METEOROLOGICAL SOCIETY	66	2009
An Intercomparison and Validation of High-Resolution Satellite Precipitation Estimates with 3-Hourly Gauge Data	Sapiano, MRP	JOURNAL OF HYDROMETEOROLOGY	60	2009
Rainfall retrieval over the ocean with spaceborne W-band radar	Haynes, JM	JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES	59	2009
Uncertainties in the Rain Profiling Algorithm for the TRMM Precipitation Radar	Iguchi, T	JOURNAL OF THE METEOROLOGICAL SOCIETY OF JAPAN	50	2009

제목	저자	저널명	피인용 횟수	발표 연도
A Kalman Filter Approach to the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) from Combined Passive Microwave and Infrared Radiometric Data	Ushio, T	JOURNAL OF THE METEOROLOGICAL SOCIETY OF JAPAN	35	2009
Evaluation of radar-gauge merging methods for quantitative precipitation estimates	Goudenhoofdt, E	HYDROLOGY AND EARTH SYSTEM SCIENCES	34	2009
Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat satellite images	Knorn, J	REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT	32	2009
A non-parametric automatic blending methodology to estimate rainfall fields from rain gauge and radar data	Velasco-Forero, CA	ADVANCES IN WATER RESOURCES	28	2009
Interpretation of earthquake-induced landslides triggered by the 12 May 2008, M7.9 Wenchuan earthquake in the Beichuan area, Sichuan Province, China using satellite imagery and Google Earth	Sato, HP	LANDSLIDES	27	2009
Changing landscape in the Three Gorges Reservoir Area of Yangtze River from 1977 to 2005: Land use/land cover, vegetation cover changes estimated using multi-source satellite data	Zhang, JX	INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED EARTH OBSERVATION AND GEOINFORMATION	25	2009
Review of the Different Sources of Uncertainty in Single Polarization Radar-Based Estimates of Rainfall	Villarini, G	SURVEYS IN GEOPHYSICS	47	2010
RADAR-RAINFALL UNCERTAINTIES Where are We after Thirty Years of Effort?	Krajewski, WF	BULLETIN OF THE AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY	30	2010
Dispersal of suspended sediments and nutrients in the Great Barrier Reef lagoon during river-discharge events: conclusions from satellite remote sensing and concurrent flood-plume sampling	Brodie, J	MARINE AND FRESHWATER RESEARCH	28	2010
Performance of high-resolution satellite precipitation products over China	Shen, Y	JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES	27	2010
A Quasi-Global Evaluation System for Satellite-Based Surface Soil Moisture Retrievals	Crow, WT	IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING	20	2010
Evaluation of High-Resolution Satellite Precipitation Products over Very Complex Terrain in Ethiopia	Hirpa, FA	JOURNAL OF APPLIED METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY	20	2010
Recent hydrological behavior of the East African great lakes region inferred from GRACE, satellite altimetry and rainfall observations	Becker, M	COMPTES RENDUS GEOSCIENCE	20	2010

제목	저자	저널명	피인용 횟수	발표 연도
China's land cover and land use change from 1700 to 2005: Estimations from high-resolution satellite data and historical archives	Liu, ML	GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES	18	2010
Investigating the effects of soil moisture on thermal infrared land surface temperature and emissivity using satellite retrievals and laboratory measurements	Hulley, GC	REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT	17	2010
Sensitivity Studies of the Models of Radar-Rainfall Uncertainties	Villarini, G	JOURNAL OF APPLIED METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY	17	2010
Developing an improved soil moisture dataset by blending passive and active microwave satellite-based retrievals	Liu, YY	HYDROLOGY AND EARTH SYSTEM SCIENCES	29	2011
A dynamic approach for evaluating coarse scale satellite soil moisture products	Loew, A	HYDROLOGY AND EARTH SYSTEM SCIENCES	22	2011
An Algorithm for Merging SMAP Radiometer and Radar Data for High-Resolution Soil-Moisture Retrieval	Das, NN	IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING	18	2011
Recent trends of the tropical hydrological cycle inferred from Global Precipitation Climatology Project and International Satellite Cloud Climatology Project data	Zhou, YP	JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES	16	2011
Flash flood risk estimation along the St. Katherine road, southern Sinai, Egypt using GIS based morphometry and satellite imagery	Youssef, AM	ENVIRONMENTAL EARTH SCIENCES	15	2011
Error Estimates for Near-Real-Time Satellite Soil Moisture as Derived From the Land Parameter Retrieval Model	Parinussa, RM	IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS	13	2011
Satellite Remote Sensing and Hydrologic Modeling for Flood Inundation Mapping in Lake Victoria Basin: Implications for Hydrologic Prediction in Ungauged Basins	Khan, SI	IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING	13	2011
Mapping Field-Scale Soil Moisture With L-Band Radiometer and Ground-Penetrating Radar Over Bare Soil	Jonard, F	IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING	12	2011
Rainfall Estimation with an Operational Polarimetric C-Band Radar in the United Kingdom: Comparison with a Gauge Network and Error Analysis	Bringi, VN	JOURNAL OF HYDROMETEOROLOGY	11	2011
Radar-rainfall estimation algorithms of Hydro-NEXRAD	Seo, BC	JOURNAL OF HYDROINFORMATICS	11	2011
Using probabilistic radar rainfall nowcasts and NWP forecasts for flow prediction in urban catchments	Liguori, S	ATMOSPHERIC RESEARCH	10	2012

제목	저자	저널명	피인용 횟수	발표 연도
Evaluation of Clouds and Precipitation in the ECHAM5 General Circulation Model Using CALIPSO and CloudSat Satellite Data	Nam, CCW	JOURNAL OF CLIMATE	5	2012
Validation of ground penetrating radar full-waveform inversion for field scale soil moisture mapping	Minet, J	JOURNAL OF HYDROLOGY	5	2012
Satellite Estimates of Precipitation-Induced Dissipation in the Atmosphere	Pauluis, O	SCIENCE	5	2012
The impact of uncertainty in satellite data on the assessment of flood inundation models	Stephens, EM	JOURNAL OF HYDROLOGY	5	2012
Co-variation of temperature and precipitation in CMIP5 models and satellite observations	Liu, CL	GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS	4	2012
Very high resolution rainfall patterns measured by TRMM precipitation radar: seasonal and diurnal cycles	Biasutti, M	CLIMATE DYNAMICS	4	2012
Upscaling sparse ground-based soil moisture observations for the validation of coarse-resolution satellite soil moisture products	Crow, WT	REVIEWS OF GEOPHYSICS	4	2012
Analyses of a long-term, high-resolution radar rainfall data set for the Baltimore metropolitan region	Smith, JA	WATER RESOURCES RESEARCH	4	2012
Suitability of the TRMM satellite rainfalls in driving a distributed hydrological model for water balance computations in Xinjiang catchment, Poyang lake basin	Li, XH	JOURNAL OF HYDROLOGY	4	2012
An assessment of satellite-based high resolution precipitation datasets for atmospheric composition studies in the maritime continent	Turk, FJ	ATMOSPHERIC RESEARCH	3	2013
Land cover mapping using aerial and VHR satellite images for distributed hydrological modelling of periurban catchments: Application to the Yzeron catchment (Lyon, France)	Jacqueminet, C	JOURNAL OF HYDROLOGY	1	2013
Spatio-temporal validation of satellite-based rainfall estimates in the Philippines	Jamandre, CA	ATMOSPHERIC RESEARCH	1	2013
Statistical and Physical Analysis of the Vertical Structure of Precipitation in the Mountainous West Region of the United States Using 11+ Years of Spaceborne Observations from TRMM Precipitation Radar	Cao, Q	JOURNAL OF APPLIED METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY	1	2013
Improving Geostationary Satellite Rainfall Estimates Using Lightning Observations: Underlying Lightning-Rainfall-Cloud Relationships	Xu, WX	JOURNAL OF APPLIED METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY	1	2013

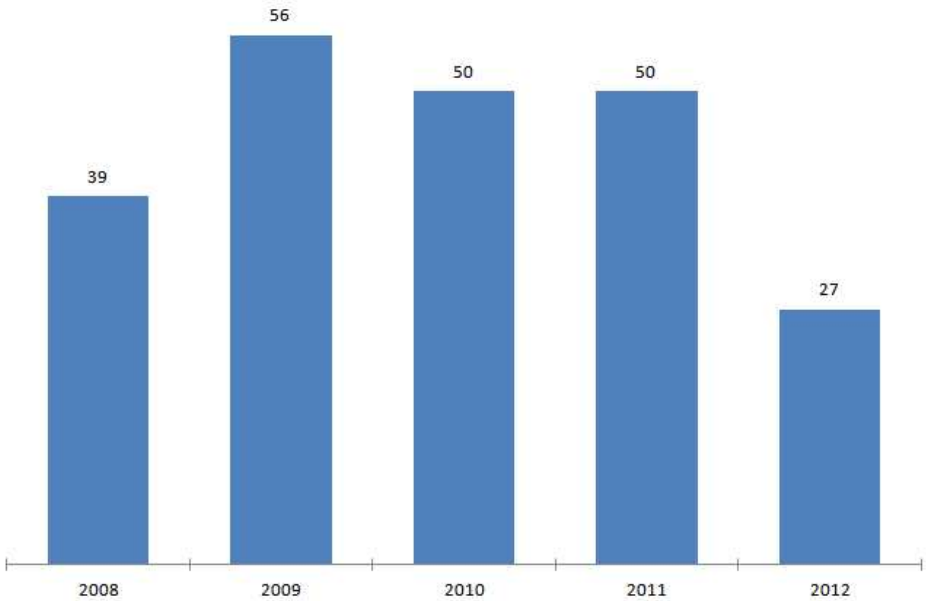
□ 특허의 경우 미국, 유럽, 중국, 일본, 한국. PCT 특허 도메인을 대상으로 공개 및 등록된 특허를 검색

<표 2-32> 특허 검색 방법

검색 조건	방법
검색 Domain	미국, 유럽, 중국, 일본, 한국, PCT
검색 DB	FOCUST社의 wisdomain
검색 기간	2008. 01. 01 ~ 2013. 05. 30
검색 범위	명칭(제목), 요약(초록), 청구범위(청구항)
검색 방식	키워드 검색

○ 과거 5년간 출원된 특허는 총 222건으로 연도별 증감 추이는 뚜렷하지 않음

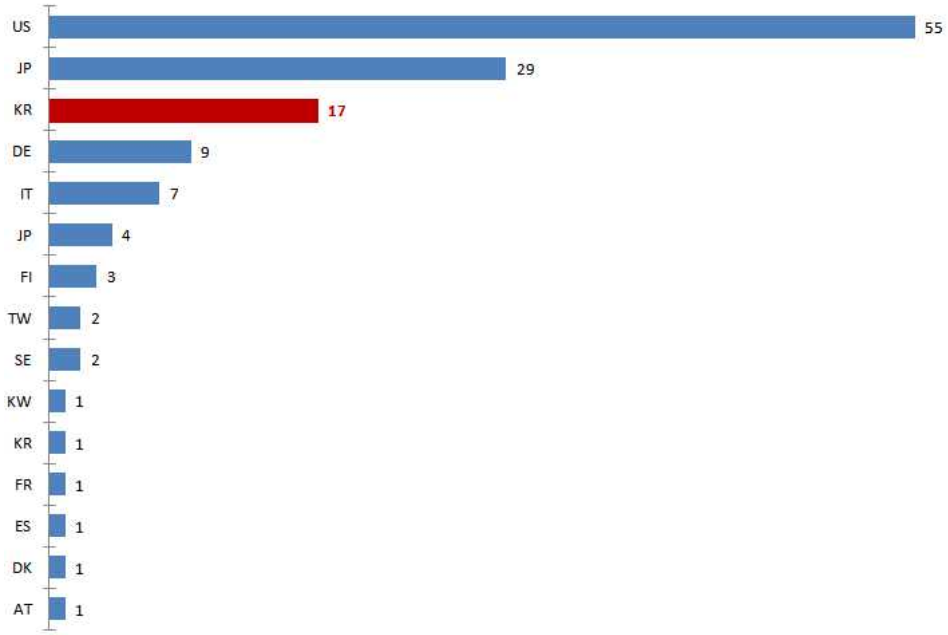
- 연도별 출원 건수 및 총 출원건수가 적어 아직까지 전세계적으로 위성 정보를 활용하여 물 관련 재해를 모니터링하고 평가 예측하는 분야가 본격적인 비즈니스로 진입하지는 못한 것으로 추측할 수 있음



[그림 2-14] 연도별 특허출원 동향

○ 국가별로는 미국이 55건으로 전체 특허 중 약 25%를 보유하고 있고, 우리나라는 17건(약 8%)의 특허를 보유하여 전체 국가 중 특허 보유량 3위를 기록하고 있음

○ 국내 특허의 경우 동 과제와 유사한 목적을 달성하고자 하는 것으로 판단되는 일부 특허가 존재



[그림 2-15] 국가별 특허출원 건수 비교

<표 2-33> 12개 한국특허 출원 및 등록 내역

특허명	출원인	발명자	출원일	등록일
강우 및 수위 실시간 모니터링 시스템 및 이를 이용한 모니터링 방법	대한민국	차영민, 장기호, 차주완, 양하영, 정진임, 최영진	2010.09.13	2013.01.02
기상레이더 3차원 반사도 자료를 이용한 3차원 강우유형 분류 방법 및 그 시스템	국립기상 연구소, 경북대학	안광득, 이용희, 이규원, 정성화, 오영아	2012.03.21	2013.01.14
선박 레이더를 이용하여 국지 강수를 추정하는 시스템 및 그 추정방법	메테오르	김광호, 김박사, 강동환, 권병혁, 서대일	2010.10.18	2013.01.04
위성영상을 이용한 호우의 정량적 산출 시스템 및 방법	부산 대학교	하경자, 허기영, 이광재	2010.10.19	2012.06.26
위성 통신 시스템에서 강우감쇠 및 강우강도 데이터를 수집 및 관리하는 시스템	한국전자통신 연구원	최경수, 김재훈, 안도섭	2010.12.01	-
선박용 엑스 밴드 레이더를 이용한 누적 강수량 산출시스템 및 그 산출방법	메테오르	김광호, 김박사, 강동환, 권병혁, 서대일	2010.10.18	-
선박용 X 밴드 레이더 네트워크를 이용한 국지강수 레이더 시스템	메테오르	강동환, 권병혁, 김광호, 김박사, 김민성, 서대일, 신현관, 진광호	2011.03.25	2012.03.21
기상레이더의 강수량 추정 방법	부경대학	이동인, 유철환, 장 민, 강미영	2009.11.10	2010.06.07
위성통신 시뮬레이터 및 신호의 강우 감쇠량을 계산하는 방법	한국전력 공사	정광균, 오규환, 전동훈, 정정화, 민경육	2008.09.30	-
기상레이더의 강수 유형 구분 방법	부경 대학교	이동인, 장 민, 유철환	2009.04.10	2009.12.07
도플러 기상레이더의 이차 에코 제거 방법	부경 대학교	이동인, 김정희	2008.11.13	2009.10.09
도플러 기상레이더의 관측 자료를 이용한 강수량 추정 방법	부경 대학교	이동인, 김정희	2008.11.13	2009.10.06

<표 2-34> 공간정보 산업 시장 주요 논문 정보

제목	저자	저널	연도
Scattered data interpolation methods for electronic imaging systems; a survey	Amidror	Journal of Electronic Imaging	2002
Path-and area-integrated rainfall measurement by microwave attenuation in the 1-3 cm band	Atlas and Ulbrich	Journal of applied meteorology	1977
Path-averaged rainfall estimation using microwave links; Uncertainty due to spatial rainfall variability	Beme and Uijlenhoet	Geophysical research letters	2007
Analysis and modeling of spatial correlation structure in small scale rainfall in Central Oklahoma	Ciach and Krajewski	Advances in Water Resources	2006
Microwave tomographic inversion technique based on stochastic approach for rainfall fields monitoring	Giuli et al.	IEEE Transactions on geoscience and remote sensing	1999
Combined use of point rain gauges, radar, microwave link and level measurements in urban hydrological modelling	Grum et al.	Atmospheric Research	2005
Comparison of the use of dual-frequency and single-frequency attenuation for the measurement of path averaged rainfall along a microwave link	Holt et al.	IEE Proc.-Microw. Antennas Propag.	2003
Seismic borehole tomography - Theory and computational methods	Ivansson	Proceedings of the IEEE	1986
A comparison of microwave techniques for measuring rainfall	Jameson	Journal of applied meteorology	1991
Improvement of X-band radar rainfall estimates using a microwave link	Kramer et al.	Atmospheric Research	2005
Rainfall measurement using radio links from cellular communication networks	Leijnse et al.	Water resources research	2007
High temporal resolution path-average rain gauge with 50-GHz band microwave	Minda and Nakamura	American Meteorological Society	2005
Validation of TRMM and other rainfall estimates with a high-density gauge dataset for West Africa. Part 1; Validation of GPCC Rainfall Product and Pre-TRMM satellite and Blended Products	Nicholson et al.	Journal of applied meteorology	2003
The aRb relation in the calculation of rain attenuation	Olsen et al.	IEEE Transactions on antennas and propagation	1978
Country-wide rainfall maps from cellular communication networks	Overeem et al..	PNAS Early Edition	2013
An empirical comparison of four initialization methods for the K-Means algorithm	Pena et al.	Pattern Recognition Letters	1999
Smoothness-constrained inversion for two-dimensional electrical resistance tomography	Pinheiro et al.	Meas. Sci. Technol.	1997
The use of dual-frequency microwave links for measuring path-averaged rainfall	Rahimi et al.	N/A	2003
Attenuation calibration of an X-band weather radar using a microwave link	Rahimi et al.	American Meteorological Society	2006
Microwave link dual-wavelength measurements of path-average attenuation for the estimation of drop size distributions and rainfall	Rincon et al.	IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING	2002
Microwave links; The future for urban rainfall measurement	Upton et al.	Atmospheric Research	2005
Identification of melting snow using data from dual-frequency microwave links	Upton et al.	IET Microw. Antennas Propag.	2007
A Kernel-based spatio-temporal dynamical model for nowcasting weather radar reflectivities	Xu et al.	Journal of the American Statistical Association	2003
Estimation of rainfall fields using commercial microwave communication networks of variable density	Zinevich et al.	Advances in Water Resources	2008

□ 공간정보 기술 Total Package 수출전략 연구

○ 스마트폰의 보급에 따라 공간정보의 개념은 2차원의 지리적 정보의 개념을 넘어 어디서나 누구라도 활용할 수 있으며, 공간의 변화를 인지하고 활용하는 기술로서 전 산업에서 활용할 수 있는 개념으로 확장됨

○ 최근 정보의 개방, 기술 및 사회 문화적 융·복합과 같은 키워드 속에서 공간정보는 타 산업분야와 융·복합을 통해 시장 경쟁력 확보함

□ 공간정보 활용을 위한 개방형 인프라 구축 기술 개발

○ 국가기간산업 육성차원의 글로벌 표준화를 지원하기 위하여 관련 모바일 위치정보 DB의 구축과 관리, 갱신 방법론 등 전반적인 분야에 걸친 표준의 정립과 함께 국가기준체계 표준 관리 기술 개발이 필요함

○ NGIS 사업 및 기타 관련 국가 연구 개발 사업을 통해 생성된 GIS 관련 기술개발 결과물의 적극적인 활용과 유통을 위해서는 국가기준 체계의 표준화 및 국제표준 정립은 필수적인 사안임

- 선진국에서는 세계측지계 활용을 위한 제도, 기술, 인력, 기반을 구축중이며, 초정밀 측지 측량을 통한 차세대 측량기반을 확립중임
- 국내에서도 선진 기술의 취득을 위해 관련 기술의 연구 및 개발은 필요함

□ 위성 영상을 위한 4D 녹색공간정보 구축 및 모니터링 기술개발

○ 우리나라의 위성제작 기술은 고성능의 위성 탑재체를 제외하고는 대부분의 분야에서 높은 기술을 갖추었으나 위성을 활용한 기술, 특히 위성영상정보의 활용은 아직 초기단계임

- 위성영상을 이용한 일회성 재해 피해 지역탐지 기술, 홍수 발생 지역 위치정보 및 횟수 통계자료 구축, 대략적인 재해 피해액 추정 기술 등에 관한 연구는 기존에 진행하였으나 개괄적인 분석에 의존함

○ 원격탐사의 국내시장은 주로 항공 촬영 분야가 주를 이루고 있으며, 실시간으로 광역적으로 변하는 재해 및 재난에 적용할 수 있는 국가적 모니터링 체계가 필요함

※ 연 규모 약 800억대로 추산되는 국내 항공사진 촬영의 대부분은 항측 업체가 차지하고 있음

2.3.2 국내 기술개발 현황

□ 부처 및 연구소별 위성을 이용한 기술개발 현황

○ (기상청) 천리안 위성에서 강수관측이 이루어지고 있으나 천리안 위성에 탑재된 적외선 센서의 관측 한계로 인해 관측정확도가 매우 낮음

※ 레이더는 위험기상감시 및 초단기 예측자료로 활용, AWS는 남한 강수자료 축적과 레이더 강수 등의 편차보정 등에 활용중임

○ (한국항공우주연구원) 다목적실용위성2호와 3호를 이용하여 한반도 지역을 포함한 전세계 지역에 대한 위성정보를 촬영 중이며, 2013년 8월 발사한 다목적실용위성 5호의 경우 X-밴드 SAR 영상을 이용하여 구름에 영향을 받지 않고 수자원 및 홍수지역에 대한 감시가 가능

- 항우연은 국제적으로 발생하는 재난 재해 공동 대응을 위해 설립된 국제 위성정보 활용 협의체(International Charter, Sentinel Asia) 참여 대상으로서, 기상이변 발생 시 한반도를 포함한 전세계 지역에 대한 가용 위성자료를 위성운용국가들로부터 확보 가능

○ (한국해양과학기술원) 해양위성센터에서 운용중인 GOCI 위성의 경우 한반도 지역에 대한 식생지수 산출 가능성 및 활용성이 높음

□ 목적별 위성을 이용한 기술개발 현황

○ (홍수재해) 기상의 영향을 적게 받는 장점으로 인해 Radarsat, ERS, JERS, Envisat 등에서 제공되는 합성개구레이더(Synthetic Aperture Radar: SAR) 영상이 활발히 활용되고 있음

※ 우리나라도 X-band SAR 센서를 탑재한 KOMPSAT-5 위성이 2013년 8월 발사하였음

○ (가뭄관리) 다양한 인공위성 자료를 활용하여 가뭄을 평가할 경우 시공간적으로 변화하는 가뭄을 감지하여 보다 효율적으로 한반도 전지역에 대한 일관성 있는 가뭄평가가 가능함

※ 우리나라에서 가뭄관리를 목적으로 가뭄정보를 생성하고 있는 기관은 국토교통부, 한국수자원공사, 한국건설기술연구원, 소방방재청, 기상청, 한국농어촌공사 등이 있으며, 각 기관별 업무 특성에 맞는 차별화된 가뭄정보를 생성하고 있음

○ (하천건천화) 하천건천화를 정량적으로 파악하기 위한 방법으로는 기상조건, 식생상태, 토양수분, 불투수지역, 지하수위 등 시공간적 분포 파악이 가능한 적절한 시간 및 공간 해상도의 위성영상들을 활용해야 함

- 하천건천화를 방지하기 위한 사업 또한 환경관리공단(2001)에서 광주천을

대상으로 수행한 바 있으나, 좀 더 세밀한 요인분석을 위해서는 다양한 추적기술 개발이 필요함

※ 국내 하천건천화 파악기술은 수자원의 지속적 확보기술 사업(과학기술부/건설교통부, 2001~2011)의 지표수 확보기술 분야 과제(지속가능한 하천수개발 기술, 2001~2003)로 2년간 진행된 것이 전부임

□ 부처 및 연구소별 레이더를 이용한 기술 개발 트렌드

○ (기상청) 2012년부터 대형의 이중편파 S-밴드 레이더를 도입하기 시작하였으나 시·공간해상도의 제약과 비싼 가격 및 유지비용으로 효율성이 낮고, 지형의 차폐를 줄이기 위해 산 정상에 설치되어 경북 내륙지역에 대한 강우예보에 제한적으로 활용하고 있음

○ (기상연구소) 2013년 Ka밴드 구름레이더(cloud radar)를 도입하여 구름 관측 및 연구에 활용하기 시작함

- 국내에서는 아직 X-Net 이중편파 레이더를 비롯한 새로운 레이더에 대한 활용이 전무하고 이를 활용한 수치모델의 초단기 고분해능 예측시스템 개발 또한 활발하지 못한 실정임

○ (미래창조과학부) 재해유형별로 지진예측기법, 토사재해 선제대응기술, 국가 태풍분석 및 예측기술, 침수재해 경감기술 등으로 구분하여 기술적 해결 방안을 위한 재난 및 재해 연구개발 투자전략을 강화하고 있음

○ (소방방재청) 피해조사요령, 시설별 단가, 관련 법령 등의 정보를 일반 사용자가 쉽게 열람할 수 있도록 자연재난조사 및 복구계획 수립 훈령을 모바일 앱으로 제공함

※ 파손시설물에 대한 신속한 복구공사의 계획, 설계, 발주, 시공기법에 대해서는 구체적으로 제공하고 있지 않음

□ 목적별 레이더를 이용한 기술 개발 트렌드

○ (중규모 단기예보 모델링) 기상청 및 공군의 단일편파 S-밴드 레이더 정보를 이용하여 반사도와 시선속도를 모델의 3차원 자료동화기법에 적용

- 국내의 레이더 자료를 활용한 수치모델링 연구는 극히 제한적이며 일부 대학교에서 연구를 수행하고 있으나 실용화/상용화시키지는 못함

○ (홍수예측개선) 개선된 관측망 자료의 홍수예측 개선과 관련한 활용성을 극대화하기 위한 동적자료동화 시스템의 연계 연구를 수행중임

- 선진화된 국내 IT환경으로 인하여 네트워킹 및 컴퓨팅 기술이 지속적으로 개선되고 있는 상황이므로 통합 관측망자료를 활용한 수문학적 자료동화 시스템의 구축과 홍수예측 분야의 적용을 위한 환경은 양호함
- 국내의 위성관측 및 레이더관측 개선 등 최근 국내의 수문기상 관측체계는 개선되고 있으나 초보적인 수준임

○ (수문레이더) 호우의 공간특성을 잘 구현하는 수문레이더 및 X-Net 강우자료의 활용과 각종 수문관측망 자료를 활용한 홍수예측 관련 연구

- 기존의 홍수예측 시스템의 한계를 극복해야 하는 매우 도전적이고 필요한 분야이며, 지속적인 연구의 축적이 필요한 상황임
  - · 최근 빈번히 발생하는 국지성 호우의 예측 실패사례는 광역적 차원의 위성을 이용한 기법으로는 해석하기 곤란한 소규모 유역의 특성을 계측하고 분석할 수 있는 기기와 기법이 필요함을 시사함
  - · 따라서 국내에서도 산악지형이 많은 우리나라와 같은 지형특성에 적합한 소규모 레이더에 많은 관심을 보이기 시작하고 있으나 실질적으로 연구가 시작되지 않은 실정

○ (지역안전도 평가기법 도입) 지역의 수재해 및 자연재해 위험도를 사전에 파악하여 풍수해저감 종합계획 수립, 재난보험제도 도입 등 중장기 재난저감 대책 및 시설투자 사업 수립에 활용

- 수문, 사회, 경제적 요소 등을 고려한 잠재성 요소와 위험성 요소로 구성된 홍수피해잠재능 개념을 적용하여 중대규모 단위구역별 치수특성 파악과 투자우선순위 산정에 적용하고 있음
- 지역안전도 평가기법을 이용하여 지역의 자연내잔 위험도를 사전에 파악하고자 노력하고 있음
- 중장기 재난저감대책 및 시설투자사업 수립에 활용할 수 있는 실질적 분석기법은 없음

2.3.3 선진국 국가별 기술개발 동향

□ 해외 선진국 기술개발 동향

○ 자료동화기술을 적용하여 수문현상에 대한 지식과 모형기술 및 관측자료의 최적연계를 가능하게 하고 있음

- 미국, 일본, EU를 비롯한 관련기술 선진국에서는 지상관측망과 원격관측망을 이용한 기상-수문현상의 이해가 개선되면서 수문관련 연구가 활발
  - · NASA Hydrological Sciences Laboratory (HSL)과 NASA HDISC는 유기적 연계 관계 하에 수문기상 자료제공과 자료동화시스템의 구축을 통하여 각종 수문변수의 예측개선을 위한 연구가 꾸준히 수행되고 있음

○ 미국, 유럽, 일본 등 여러 선진국에서는 자료동화 시스템을 연계한 홍수예측 개선뿐만 아니라 다중모형, 다중기법 등을 활용한 홍수예측값의 개선을 위한 최적 블렌딩 기술 개발을 위한 연구가 수행되고 있음

- 영국 FRA는 국토 및 도시계획시 홍수 위험안전성 확보를 위한 홍수위험 평가기법 개발하고 있으며, 일본 FVI는 기후, 수문지형학, 사회-경제적 요소와 대응요소를 고려한 홍수 취약성 지수를 개발, 활용하고 있음
- 미국의 RVAT의 경우 재해유형별 위험예측 및 가중치에 따른 위험분석을 실시함으로서 유역별 지역특성을 고려한 단기간 수재해 대응 기반기술을 개발하고 각 연구결과를 연계한 통합관리시스템을 개발 적용하는 단계임
- IPCC, 영국, 미국, 일본 등을 중심으로 기후변화와 수자원에 관련된 연구가 활발히 진행 중이며, RCM을 이용한 기후변화가 이상강우 및 가뭄에 미치는 영향에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 지표수의 수질 및 수생태 영향평가를 위한 지역기상모형을 이용한 예측기법은 초기단계임
- 캐나다, 일본 등의 경우 X-Net은 보편화된 레이더로서 소규모 유역특성에 적합한 다양한 자료에 의한 분석 결과가 과거 위성자료로부터 분석하던 유역특성과는 다르게 나타남
  - · 시험유역 운영을 통해 얻은 실측자료로부터 소유역의 수문학적 특성값을 산정하고 지역별 특성에 적합한 분석기법과 계수의 보정 등을 통해 소규모 유역에 적합한 각종 수재해 특성을 제시하고 있음
- 초저주파수 음파는 장파장의 음파가 매질을 따라 원거리로 전파되는 특성을 이용하여 1980년대부터 비행기, 잠수함, 핵실험 모니터링 등 군사분야에서 탐지용으로 사용되어 왔으나, 민간분야로 이전되어 지각변동이나 자연재해를 예측할 수 있는 연구로 일부 진행되고 있음

○ 위성영상을 위한 4D 녹색 공간정보 구축 및 모니터링 기술 개발

- ITRES(캐나다), SPECIM(핀란드) 등 국외 업체에서는 근적외선 파장대에서 중적외선 파장대의 다양한 초분광 센서를 제작 중에 있음
- ENVI(미국), PCI Geometics(캐나다), ERDAS IMAGINE(미국), Multispec(미국)
- OrbView-3(미국)에는 공간해상도 8m정도 200밴드 인공위성 Hyperspectral Image(초분광영상) 생산 중

○ 녹색공간정보 생성을 위한 고정밀 Hyperspectral 영상 처리 기술 개발

- Hyperspectral 원격탐사는 초기 군사적인 목적에서 시작하였으나, 현재 해양, 농업, 산림, 지질 및 광물 판독에 주로 사용되고 있음
- 현재 활용되는 Hyperspectral 영상의 대부분은 항공기 탑재 센서에 의존하고 있음
- 항공기 탑재 Hyperspectral 센서에서는 미국 NASA JPL에서 1983년 개발된 Air Imaging Spectrometer (AIS)를 개량하여 1987년에 개발된 센서인 AVIRIS가 가장 많이 활용되고 있음
- 그 외에도 호주의 Hymap, 캐나다의 CASI 2, 핀란드의 AISA 제품이 있음
- 미 국방성이 지원하는 MITRE사와 NASA에서 지원을 받는 American GNC사와 Purdueeogkr 등이 자료처리 기술 개발을 선도 중이며, 지료의 압축, 변환, 분류 등의 분석기술에서 보다 새롭게 효율적인 방법을 시도하고 있음
- PCI Geomatica, ENVI, ERDAS IMAGINe, Multispec 등의 Hyperspectral 데이터 처리 소프트웨어 개발이 이뤄지고 있음

○ 공간정보 활용을 위한 개방형 인프라 구축 기술 개발

- 일본통신사 KDDI는 GPS 신호가 없는 실내에서도 이용자의 도보 수와 보폭을 이용해 위치를 측정하는 새로운 실내 측위방법을 공개함
- 미국에서는 약 260만개의 지상, 위성, 선상 중력자료를 이용하여 지오이드 모델(USGG2003)을 개발하였고, NAVD88 기준으로 처리된 미국 전역 총 14,000 여개의 GPS/Leveling 자료를 이용하여 고정밀 GEOID03 모델을 개발함

□ 미국

○ (가뭄) 가뭄 감시, 예측, 평가는 미국에서 다양한 거대 연구기관 및 해외기관이 함께 협업하여 최고 수준의 연구를 수행하고 있는 것으로 평가됨

- NDMC (National Drought Mitigation Center, 미국 국립가뭄경감센터)를 중심으로 가뭄관련 R&D를 매년 추진 중임
- 위성관련 연구는 NASA, USGS NOAA 등과의 공동연구를 통하여 가뭄감시, 전망 등의 연구에 활용(http://drought.unl.edu/MonitoringTools.aspx)

※ National Drought Mitigation Center (NDMC)와 USGS의 National Center for Earth Resources Observation and Science (EROS)는 eMODIS와 AVHRR 영상을 이용하여 VegDRI라는 가뭄도를 작성하여 가뭄모니터링 실시

※ USGS(EROS, Earth Resources Observation and Science Center): 기후변화, 탄소순환, 가뭄, 식생 모니터링, 재해재난 연구 등의 활동을 하며, 범지구 GIS/RS 데이터를 제공

- 가뭄예측을 위해서는 미국 기상청(NWS) CPC (Climate Predection Center)의 기후예측 자료를 활용하여 가뭄전망 및 예측 실시하고 대응함

· 미국은 주 단위로 미국 전역의 가뭄지역 평가 자료와 중장기 가뭄전망 자료를 농민들에게 제공하며, 중앙정부 차원의 가뭄감시 시스템 외에 모든 주정부에서도 자체 가뭄감시 체제를 갖추고 있음

- 위성을 이용하여 가뭄을 감시하는 가장 일반적인 방법은 위성영상을 이용하여 제작된 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)를 활용하여 식생의 활력도를 간접적으로 평가하는 방법임

· NDVI 또는 VHI (Vegetation Health Index)를 작성하기 위하여 주로 MODIS, SPOT Vegetation 또는 MERIS, Meteosat, SSMI 등의 위성영상이 많이 활용됨

※ MODIS, TRMM, TERRA, Landcast, GCOM-W1 등의 영상 활용도 하고 있음

· 미국의 경우 강우 Radar를 활용하여 강우량 산정 및 산사태 예측에 적용위성을 통한 수문기상 관측 자료 생성

※ 가뭄이 심각한 이슈로 대두되는 국가로는 대다수의 아프리카 국가들과 호주가 있음

○ (토양수분 관측) Radar와 Radiometer를 결합한 고해상도 토양수분 관측 위성(SMAP)과 현재보다 많은 16개의 채널을 가진 정지궤도위성을 개발 중임

- 높은 시간해상도를 가져 현재보다 정확한 강수추정이 가능할 것으로 기대
- 저궤도 위성 자료 생산 알고리즘(NOAA SSM/I 현업용 알고리즘, NESDIS High frequency 알고리즘, Goddard Profiling Algorithm 등), 토양수분 관측(SMOS, SMAP) 개발

- 항공우주국(NASA)은 토양수분 측정 위성(SMAP, Soil Moisture Active-Passive) 2015년 발사 예정
  - · NASA에서 MSFC 알고리즘을 이용해 물의 표면 광도와 유량 모델에 대한 정확한 정보를 확보하고 토양수분 흡수량을 통해 수량을 예측하는데 위성을 사용함
  - · 기상예측, 홍수와 가뭄예측 개선, 농업생산성 및 기후변화 예측에 활용
- NASA의 Goddard Space Flight Center에서는 GRACE 위성 자료를 이용하여 지하수 및 토양수분 조건을 이용한 가뭄모니터링을 실시하고 있음

  ※ 정지궤도 및 저궤도 위성의 복합활용 위성자료: Climate Prediction Center MORPHing technique(CMORPH)

○ (강수 및 홍수 모니터링) 강수량을 보다 정확하게 측정하기 위해 위성기술, 레이더 기술, 위성자료 처리 기술, 알고리즘 연구가 이루어지고 있음

- NASA에서 다중위성(TRMM, DMSP, AQUA, NOAA, 정지궤도위성)을 이용하여 강수량(TMPA)을 산출하고 있으며, 보다 정확도를 높이기 위한 연구를 수행 중임
  - · 전지구 3시간 강수량을 측정하기 위해서 듀얼 강수 레이더(Dual Frequency Radar)을 탑재한 GPM (Global Precipitation Mission)위성을 2014년에 발사할 예정이며, 현재 GPM 관련 강수 추정 알고리즘을 개발 중임
  - · MODIS 위성영상을 이용하는 준 실시간 전 세계 홍수 모니터링 시스템을 개발하여 운영하고 있음. 홍수가 발생한 것으로 분석된 지역은 해당지역의 고해상도 광학 또는 SAR 영상을 활용하여 보다 상세한 분석을 수행함
  - · NASA의 제트추진연구소(JPL)와 콜로라도 대학은 Cloudsat 94GHz 구름 레이더를 이용하여 강설량 추정 연구를 수행 중임
- 정지궤도 위성 자료 생산 알고리즘 (Operational Auto-Estimator, Hydro-Estimator, GOES Multi-Spectral Rainfall Algorithm 등)을 개발하기 위한 연구 수행 중
  - · 레이더 자료를 이용한 강수량 추정의 정확도를 높이기 위해 밝은 띠를 제거하고, 강수 유형을 분류하고, 하이드로 스캔 반사도 합성 기법을 이용하는 등의 방법 이용 중임
- 강수량 데이터 처리 고해상도 격자형 기후자료 산출 알고리즘 개발
  - · 강수량이 고도, 해양도 등 지형 정보에 큰 영향을 받는다는 사실이 알려지고, 이러한 특성을 바탕으로 PRISM (Parameter-elevation Regressions on Independent Slopes Model)을 개발
- AWS와 위성 자료를 동시에 활용해 강수량 추정 정확도를 향상시키기 위한 연구 진행
  - · TRMM 위성과 레이더 자료의 시공간 일치 방법 연구 등

· 레이더 자료를 보완하기 위해 인공위성 활용에 대한 지속적 연구 및 현업에서의 운용

- Phased Array Radar (PAR) 개발 및 시범 운영 연구 활발함
  · 국내에서는 이중편파 레이더를 강수량 측정에 활용하기 위한 연구 중이지만 미국은 그 이상의 정밀도를 가지는 PAR 기술을 연구 중임
- TDWR (Terminal Doppler Weather Radar) 구축망 사업 연구
  · 공항용 기상감시 레이더로서 C-band의 주파수를 사용하며, 현재 45개 주요 공항에 설치되어 있음
- NEXRAD 기상레이더 구축망 사업 추가 연구
  · NOAA에서 미국 전역에 160대를 설치하여 운영 중인 S-Band의 주파수를 사용하는 기상레이더 사업이며, 현재 이중편파 기능을 추가 중임

○ (홍수경보) NWS (National Water Service)의 홍수모니터링 및 예측시스템을 활용하여 NOAA와 USGS가 공동으로 홍수 및 토석류 조기경보 시스템을 개발함

- NASA TRMM 기반의 다중 위성 준실시간 (near real-time) 강수자료의 홍수 적용성 평가
- 강우 Radar 자료를 이용하여 홍수 및 토석류 발생 가능성을 평가함

○ (국지성 호우) X 밴드 단일편파 및 이중편파 레이더 기상 관측 기술

- 강우추정에서 중요한 저고도 관측이 가능할 뿐만 아니라 도심지 빌딩들에 의한 전파차단 효과를 최소화함
- 달라스/포트워쓰 테스트베드 도시홍수 감시 시스템에 활용 중임
- CASA (Collaborative Adaptive Sensing of the Atmosphere) 프로젝트
  · 기존의 대형 레이더에서 관측할 수 없는 저층 지역을 X-band의 소형 레이더를 이용하여 조밀한 네트워크를 형성하기 위한 기상 측정 프로젝트로 비용이 저렴하며, 빠르고 전략적인 스캔 능력을 보유
  · 현재 푸에르토리코의 섬을 대상으로 한 연구를 진행 중

○ (태풍 안전) 미국에서는 허리케인 카트리나 발생 이후 TerraSAR-X 관측이 수행되었으며, 시계열 분석 기법 개발에 필요한 정도의 영상을 확보. 대상 지역에 대한 정밀변위 모니터링 연구와 제방안전성에 대한 포탈 시스템이 구축되어 운영되고 있음

○ (수문분야 활용) 국가간 강우 및 수문학적 인자 관측의 중요성 인지하여 협력중

○ (유량조사) 미국 지질조사국(USGS)에서는 Landsat 등 다양한 위성자료를 활용하여 미국의 실시간, 최근, 과거의 하천유량 상태를 주제도, 그래프, 표를 통해 웹사이트(WaterWatch)에 제공하고 있음

○ 1997년 미국 NASA와 일본 JAXA (Japanese Aerospace eXploration Agency)가 공동으로 열대지역과 아열대지역(37°N - 37°S)의 강우를 추정하기 위해 TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) 위성을 발사해 강우와 관련된 수문학적 인자들을 획득하기 시작함

- 미국 항공우주국(NASA)에서는 프랑스 우주기관과 함께 SWOT(Surface Water & Ocean Topography) 위성을 2019년 발사할 예정이며, 이 위성을 통해 강, 저수지, 호수, 습지의 수위를 감시하는 수문분야에 활용할 예정임

  ※ International Association of Hydrological Sciences (IAHS)에서는 2003년부터 2012년까지 Predictions in Ungauged Basins (PUB)이라는 연구그룹 운영을 통해 미계측 유역에 대해 단순한 통계적 방법이 아닌 물리학적 이해를 바탕으로 홍수 및 가뭄 등 수문학적 현상을 예측하기 위한 다양한 연구 시도(Sivapalan et al. 2003)함

○ (특이기상 예보) 빅데이터 기술을 활용한 기상 예보를 Climate Corporation과 EarthRisk 등의 기상정보 업체에서 특이기상 예보 등의 분야에서 최근 사업화

○ (수질관리) NASA에서 수질관리 개선을 위한 지구관측용 위성(MODIS)을 통해 수질관리 및 평가 정책에 사용되는 방법(SPARROW)의 시간적 정확성과 비용 효율성 개선 방법을 도출

□ 일 본

○ (위성-육상 통합강우) TRMM, GPM 위성 등을 통해 관측한 강우관측 자료와 MODIS, AMSR-E 등을 통해 관측한 육상관측 자료를 통합해 분석하고 있음

- 일본의 우주항공연구개발기구(JAXA)가 우주기술을 활용한 재난관리시스템 구축을 제안하면서 설립된 Sentinel Asia(아시아-태평양 지역의 재난관리를 위해 설립된 국제기구)에서 웹사이트를 통해 모니터링 자료를 서비스하고 있음

- JAXA에서 NASA와 공동으로 TRMM 위성 개발과 운영에 참여하여 GPM 위성에 듀얼 강우레이더 개발 및 알고리즘 공동연구에 힘쓰고 있으며, 임무를 다한 AQUA 위성을 대체하기 위해 GCOM-W1 위성을 발사함

- JAXA와 NICT에서 GPM의 듀얼레이더 개발

  ※ GPM(Global Precipitation Mission) : 듀얼강우레이더 개발 및 강수 추정 알고리즘 연구

  ※ GCOM-W1 : 2012년 발사되어 자료를 수집하고 있으며, 강수량 산출

  ※ EarthCare : ESA랑 공동개발하고 있으며, 강설량 산출 가능

○ (전지구 위성강우) 개발도상국의 보다 효율적인 홍수예보를 위해 전지구 위성 강우자료를 이용한 홍수-유출해석 시스템을 개발하여 보급하고 있음

- ICHARM (the International Centre for Water Hazard)에서 IFAS (Integrated Flood Analysis System)를 개발하여 보급 중임
- JAXA에서 Water (GCOM-W1) satellite를 사용해 물의 순환을 감시하여 강우량 예측에 활용

※ JAXA는 2025년 비전으로 항공우주기술을 활용한 안전하고 풍요로운 사회 건설 → 자연재난관리 시스템 구축, 범지구 환경문제 시스템 구축을 제시함

○ (국지성 호우) 산사태 및 도시홍수 피해 저감을 위한 효율적인 경보시스템과 예측 시스템을 갖추기 위한 다양한 연구가 수행 중임

- NIED (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 일본방재과학기술연구소)에서는 산사태 및 홍수 피해지역을 선정하여 경보 발령 및 주민대피와 관련된 다양한 시나리오를 개발함에 있어서 위성자료를 활용하고 있음
  - · 도시홍수에 대한 효율적인 경보시스템을 구축하기 위해 2006년부터 레이더망을 이용한 도시홍수경보시스템의 연구개발을 수행
  - · [7]X 밴드, C 밴드로 구성된 Multi-Parameter Radar망을 구축하여 다양한 도시지역에서의 초단기 홍수 예경보를 위한 레이더 강우추정과 수문 모델을 융합함

※ C-band 무인 (강우)레이더 20기 보유

※ 게릴라성 집중호우의 감시·관측강화를 위해 X밴드레이더 11기 설치 및 추진

- 레이더를 활용한 도심홍수에 대한 감시 및 예측 시스템 개선 프로젝트로서 PAR 개발 및 시범 운영 중임

○ (수문자료) 전세계 수자원 감시에 활용하기 위한 위성 자료 연구가 활발함

- 개발도상국에 저궤도/정지궤도 기상위성으로 부터 생성한 홍수, 가뭄 등 자연재해 감시 자료 지원 및 무상 사용자 교육지원 중임

※ 정지궤도 및 저궤도 위성의 복합 활용을 통한 수문기상 관측자료 생성: Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP)

- 범지구적 물순환과 기후변화 모니터링(강수량, 증기량, 해양 풍속, 해수표면 온도 등 수집)을 위해 JAXA GCOM-W1 (2012)를 발사하였음
- JAXA는 TRMM과 그 외 여러 위성을 이용해 준 실시간 전세계 강우량 지도를 만들어 수자원 감시에 활용

---

7) Tokyo Metropolitan Area Convection Study for Extreme Weather Resilient Cities (TOMACS)

- 지역별 효율적 물관리를 위해 TERRA/MODIS 위성을 활용한 위성 모니터링을 통해 지역별 저수지의 저장 용수량을 측정
- JMA의 수치기상모형(Numerical Weather Prediction Model)과 레이더 강우 및 분포형 수문모형을 이용한 하천유량 앙상블 모의

□ 유럽

○ (홍수) 유럽의 JRC (Joint Research Center)에서는 AMSR-E 위성영상을 이용하여 전 세계 홍수 모니터링 시스템을 구축하였으며, 이를 통해 홍수발생 여부를 알려주고 있음

○ (위성영상) 농업에 특화된 독일의 RapidEye는 2주 만에 한반도 전역 촬영이 가능함

- RapidEye는 주사폭이 70km인 5대의 위성으로 구성되어 있으며, 대륙규모의 수자원 관리에도 적합함(공간 해상도: 5m, 분광정보:Blud, Green, Red, Rededge, NIR)

○ (기상예측) 기후 모니터링과 기상예측 개선을 위한 기상 데이터 제공 등 물 관련 위성의 정보가공 및 활용을 위한 연구 진행

- EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellite)에서 운영하는 MetOp (Meteorological Operational satellite programme)은 온도, 습도, 풍향, 오존 외 다양한 가스를 측정하여 기후 예측에 활용

○ (수문) 수문기상 및 수자원관리 자료 생성을 위한 정지궤도 및 저궤도 위성

- EUMETSAT SAF의 Operational Hydrology and Water Management 프로젝트를 통해 정지궤도 및 저궤도 위성의 통합 운영

○ (토양수분) 위성을 이용하여 토양수분뿐 아니라 해수염분까지 관측함

- SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity, 2009년 11월 발사)는 토양수분(수문학적 연구)과 해수염분(해양 순환 패턴)을 관측하기 위한 위성임

○ (환경 안전) 지리정보와 환경 정보를 다양하게 결합하여 실질적인 도움을 주는 정보로 재탄생시키기 위한 프로젝트를 진행하고 있음

- GMES (Global Monitoring for Environment and Security)
  - · 신뢰할 수 있는 환경과 안전문제에 관한 지리정보 서비스 제공
- GEOINT (GEOspatial INTelligence)
  - · 가능한 많은 데이터를 조합하여 계획, 응급복구, 의사결정 등에 이용

○ (강수 레이더) 국지성 강우 및 강설까지 측정하기 위하여 다양한 레이더를 활용하고 있으며, 신규 연구 프로젝트도 다양함

- COST-73 프로젝트
  - · 1973년부터 유럽 내의 모든 가용한 레이더를 네트워크로 묶어 활용하고, 공동 투자로 새로운 레이더 네트워크를 확충하고 있음
- C-band Doppler Radar (독일)
  - · 독일 기상청과 산하기관인 레이더 운영센터(RCC)의 책임 하에 C-band 대역의 16대 도플러 레이더로 구성되어 무인으로 운영
- C-band 무인 레이더 (영국)
  - · 1950년대부터 기상레이더 연구를 시작하여 1977년 세계 최초로 무인 기상레이더 사이트를 설치하고, 월 1회 정기 유지보수 검사를 수행하며, 영국 기상청이 전국적으로 관리를 담당
- Weather radar network renewal project
  - · 2014년 가을 완공예정인 영국기상청(Met Office)과 환경부(Environment Agency)에서 후원하는 프로젝트로 15개의 기상레이더로 구성됨
- ESA와 일본 JAXA, NICT와 합작으로 Earthcare 위성을 발사할 예정이며, CPR (Cloud Profiling Radar)을 이용해 강설량 추정 가능

○ (위성 수자원 모니터링) 물 관리 시스템을 기획하기 위한 전 세계 기초자료 확보 및 선점을 위한 기술 개발

- 중간 해상도 위성(Landsat)영상과 지리정보 시스템을 통합하여 물 관리 시스템을 구축하는 TIGER 프로젝트 계획하고 있음
  - · ESA(유럽우주기구)는 위성정보를 이용해 아프리카지역에 대한 수자원 모니터링을 위한 TIGER 프로젝트를 통해 관개 시설 공사를 지원함

□ **대 만**

○ (자연재해대응) 대만의 NCDR(National Science and Technology Center for Disaster Reduction)에서는 태풍의 이동경로를 예측하고, 강우량을 산정하기 위한 위성자료를 이용함

2.4 기술수준

□ 가뭄, 홍수예측 및 대응 분야의 투자강화와 최근 해외 하천관리 사업의 진출성과가 가시화되고 있으므로 기술수준 차이는 감소될 전망임[8)]

[수자원관련 정보성생 기술]

○ 수자원조사기술수준은 최고기술 선도국(미국) 대비 약 72.3% 수준

- SRA 등 국토관측센서에 의해 획득된 정보 및 수자원조사 통계 데이터 기반확보로 선진국으로의 진입과 함께 신속한 기술격차 해소로 선진국 대비 90% 진입예상

[선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측]

○ 용수이용분야 기술수준은 최고기술 선도국(미국) 대비 약 72.5% 수준

- 선진국은 위성자료를 활용한 기후변화 모델링 기술 및 가뭄예측시스템을 활용하고 있으며, 한국의 경우가뭄 예측 및 대응 기술의 신속한 보완 및 개선을 통해 선진국 대비 95% 진입 예상

[맞춤형 홍수재해 평가 및 예측]

○ 수재해 대비 및 관리분야 기술수준은 최고기술 선도국(미국) 대비 약 70% 수준

- 수재해관리 패러다임 변화에 대응 가능한 하천관련 정보의 효율적 관리와 개방적이고 확장성 높은 수자원정보의 기술력 확보를 통해 선진국대비 95% 진입 예상

[수자원정보서비스 플랫폼기술]

○ ICT를 활용한 하천관리의 정보기술 수준은 최고기술 선도국(미국) 대비 약 72.5% 수준

- 선진국은 위성자료를 활용한 기후변화 모델링 기술 및 가뭄예측시스템을 활용하고 있으며, 우리나라의 경우 가뭄 예측 및 대응 기술의 신속한 보완 및 개선을 통해 선진국대비 95% 진입 예상

8) 국토교통 기술수준분석, 2013

3. 연구개발과제 구성 및 추진전략

3.1 비전 및 목표

3.2 핵심기술요소 선정 및 **TRL** 목표

3.3 연구개발과제 구성

3.4 세부과제 주요내용 및 추진전략

3.5 과제별, 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

3.6 성과활용 방안

3.7 연구수행체계

3.1 비전 및 목표

3.1.1 기본 전략방향

1) 내부역량 분석: 강점과 약점

○ 국내외 기술개발 현황 조사, 전문가 자문 등을 통해 수자원 관리, 물 관련 재해의 감시·평가·예측 등에 대한 우리나라의 강점과 약점을 도출

- 첨단 IT 기술 및 정보공유 인프라를 보유하고 있으며, 기상관측을 위한 다양한 관측장비들을 보유하고 있으나, 수자원 관리에 특화된 정보의 통합적인 분석 능력이 미흡하고, 미계측 지역이 다수 존재

<표 3-1> 강점과 약점

강점 (Strength)	약점(Weakness)
S1. IT 등 첨단기술 분야에 대한 핵심 및 기반기술 보유	W1. 산악지역, 북한 등 지상관측능력 한계로 미계측 지역 다수 존재(외국 정보에 의존)
S2. 위성, 레이더, AWS 등 다양한 관측장비로부터 데이터 획득 가능	W2. 수자원 변동을 전문적으로 분석하기 위한 수문자료 확보와 통합적 분석능력 미흡
S3. 인터넷 강국으로서 세계 최고 수준의 정보공유 기반 및 정부의 정보공개 확대 정책	W3. 위성과 레이더 등 국토관측센서에 대한 기반 기술 및 응용기술 부족

2) 외부환경분석: 기회요인과 위협 요인

○ 미래사회 이슈, 선진국의 정책 동향, 시장환경 분석 등을 통해 수자원 관리, 물 관련 재해의 감시·평가·예측을 둘러싼 기회요인과 위협 요인을 파악

- 기후변화에 따른 물 관련 재해가 심화되고, 개도국의 수자원 관련 인프라 고도화를 위한 선진기술 수입 수요가 증가하고 있으나, 선진국들의 정보 폐쇄성 증대 등으로 시급한 대응 필요

<표 3-2> 기회 및 위협 요인

기회(Opportunity)	위협(Threat)
O1. 기후변화 및 자연재해의 급속한 증가로 인한 글로벌 물관련 사업의 지속적인 확대	T1. 중국 및 인도 등 신흥 기술 선진국들의 기술 수준 향상 및 부상
O2. 국가 주도의 저궤도 위성 발사계획 추진으로 인한 관련 자료의 증가	T2. New Infonomics에 의한 개인·집단·국가 간 정보의 폐쇄성 심화
O3. 과학기술의 급속한 발달 및 기술의 융복합화에 따른 물관련 비즈니스의 다양화	T3. 위성 및 레이더 분야 등 관련 기술에 대한 선진국과의 기술격차가 지속적으로 확대

3) SWOT 분석: 전략방향 도출

○ 도출된 SWOT을 바탕으로 4가지 유형의 전략을 도출

- SO 전략 : 강점과 기회요인의 시너지 전략
  - · 앞선 IT 기술과 정보공유 기술을 활용한 관측데이터의 통합적 활용기반 마련
  - · 선진화된 수자원 관리기술 확보를 통한 물산업 해외진출 방안 수립
- ST 전략 : 위협 극복 전략
  - · 기관별, 목적별 분산되어 생산/활용되는 정보를 통합적으로 관리할 수 있는 표준화된 정보허브 구축
  - · 선진국의 정보폐쇄 위협에 대응할 수 있는 자체 정보력 확보
- WO 전략 : 약점 극복 전략
  - · 미계측 지역에 대한 감시·평가·예측 데이터 확보를 위한 위성정보 활용성 강화
  - · 관련부처 및 공공기관 간 전문자료의 상호공유 시스템 구축
- WT 전략 : 위협 회피 전략
  - · 기초·원천기술 개발에 대한 R&D 투자의 지속적인 확대
  - · 정보의 공유와 개방에 대한 인식전환

<표 3-3> SWOT 매트릭스

	강점(S)	약점(W)
기회요인(O)	**SO 전략: 강점과 기회요인의 시너지 전략** SO1. 앞선 IT 기술과 정보공유 기술을 활용한 관측데이터의 통합적 활용기술 개발 SO2. 수자원, 위성, 기상 분야 등 다학제적 협력 연구 강화 SO3. 글로벌 물관련 산업을 선도할 수 있는 핵심기술 개발	**WO 전략: 약점 극복전략** WO1. 미계측 지역에 대한 감시·평가·예측 데이터 확보를 위한 위성정보 활용성 강화 WO2. 수재해 및 물관리 등 분야 관련 기술혁신 및 원천기술 확보 WO3. 새로운 시장을 창출할 수 있는 이수 및 치수관리 기술 개발 투자 확대
위협요인(T)	**ST 전략: 위협 극복 전략** ST1. 물관련 정보를 통합적으로 관리할 수 있는 표준화된 정보허브 및 제공 체계 구축 ST2. 선진국의 정보폐쇄 위협에 대응할 수 있는 자체 정보력 확보 ST3. 기술 우위를 강화한 물관련 신기술 개발로 글로벌 물산업 진출 확대	**WT 전략: 위협 회피 전략** WT1. 기초·원천기술 분야에 대한 융합연구 활성화 지원 확대 WT2. 신흥 경제권에서의 치열한 경쟁에 대비한 물관리 기술 활용 전략 수립 WT3. 물관련 R&D 투자 확대 및 이를 통한 선순환 구조 확립

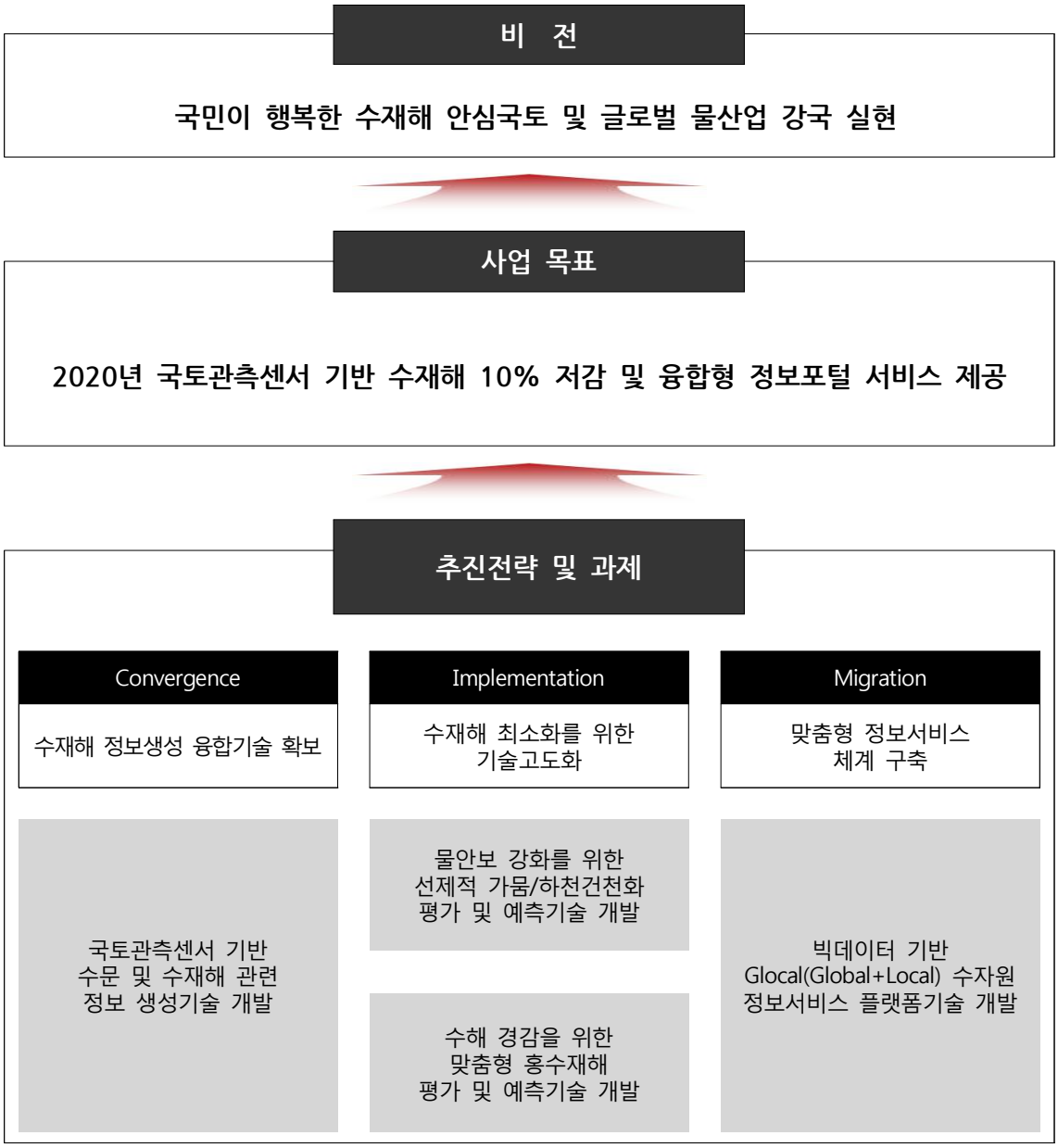
○ SWOT분석으로 도출된 전략유형을 재구조화 하여 최종 전략방향을 설정

		전략방향
SO 전략	SO1. 앞선 IT 기술과 정보공유 기술을 활용한 관측 데이터의 통합적 활용기술 개발 SO2. 수자원, 위성, 기상 분야 등 다학제적 협력 연구 강화 SO3. 글로벌 물관련 산업을 선도할 수 있는 핵심기술 개발	**① 데이터의 통합과 표준화를 통한 활용기반 구축** **② 데이터의 복합적 해석을 통해 정보의 정확도 제고** **③ 위성정보의 활용도 제고를 통한 광역 미계측 지역에 대한 정보의 독립성 강화** **④ 첨단 장비의 실증 시험을 통해 감시평가에측 정보의 신뢰도 향상** **⑤ 국내 물산업의 해외 진출을 위한 전주기 기술기반 구축**
ST 전략	ST1. 물관련 정보를 통합적으로 관리할 수 있는 표준화된 정보허브 및 제공 체계 구축 ST2. 선진국의 정보폐쇄 위협에 대응할 수 있는 자체 정보력 확보 ST3. 기술 우위를 강화한 물관련 신기술 개발로 글로벌 물산업 진출 확대	
WO 전략	WO1. 미계측 지역에 대한 감시·평가·예측 데이터 확보를 위한 위성정보 활용성 강화 WO2. 수재해 및 물관리 등 분야 관련 기술혁신 및 원천기술 확보 WO3. 새로운 시장을 창출할 수 있는 이수 및 치수 관리 기술 개발 투자 확대	
WT 전략	WT1. 기초·원천기술 분야에 대한 융합연구 활성화 지원 확대 WT2. 신흥 경제권에서의 치열한 경쟁에 대비한 물관리 기술 활용 전략 수립 WT3. 물관련 R&D 투자 확대 및 이를 통한 선순환 구조 확립	

[그림 3-1] SWOT분석에 따른 전략방향 도출

3.1.2 전략체계

○ 국내외 현황분석 및 SWOT 분석으로 도출한 기본 전략방향을 토대로 '위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시·평가·예측 시스템 개발'사업의 전략체계를 수립



[그림 3-2] 비전 및 전략체계도

3.2 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

3.2.1 핵심기술요소(CTE) 도출

□ 핵심기술요소(CTE) 체크리스트

<표 3-4> 핵심기술요소 체크리스트

항목 번호	체크리스트
1	이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?
2	해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?
3	해당기술이 새롭거나 독창적인가
4	기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?
5	해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?
6	이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?

□ 핵심기술요소(CTE) 후보 및 선정

<표 3-5> 핵심기술요소 후보 및 선정

No.	CTE명	체크리스트						CTE 선정 여부
		1	2	3	4	5	6	
후보1	동북아시아의 증발산량, 토양수분량 산정기술	○			○			○
후보2	수문기상인자 시계열 자료 DB화	○						
후보3	X-Net 구축 및 운영 기술	○		○				○
후보4	X 밴드 레이더 자료품질관리 기술	○						
후보5	X-net을 활용한 강우 생성 기술	○		○				○
후보6	멀티센서를 이용한 강우 융합 및 조정 기술	○						
후보7	X-Net 자료동화 기법	○						
후보8	X-Net을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술 개발	○		○				○
후보9	X-Net 연계 수문학적 자료동화 및 앙상블 수문예측 기술	○		○				○
후보10	동적 자료동화 시스템 개발 기술	○						
후보11	북한수계 수자원부존량 모니터링	○						
후보12	북한수계 장기유황변화 모니터링	○		○				○
후보13	지역별 중장기 수문학적 가뭄전망 기술	○			○			○
후보14	수문학적 상세 가뭄정보 생산기술	○						
후보15	하천건천화 분석용 시계열 공간DB구축 기술	○						

후보16	하천건천화 영향평가 기법 개발	○		○				○
후보17	홍수해석을 위한 위성강우 활용 기법	○		○				○
후보18	SRA를 이용한 위성강우 검보정 기술	○						
후보19	LiDAR 자료를 연계한 침수해석 모형 개발	○						
후보20	X-net 기반의 실시간 홍수위험도 예측모형 개발	○		○				○
후보21	위성공간정보 기반의 홍수모니터링 기술 개발	○						
후보22	실시간 홍수피해액 산정기술 개발	○		○				○
후보23	X-net 기반 B-VAT 평가모형 개발	○						
후보24	지역특성별 홍수재해 저감 기술 개발	○		○				○
후보25	SRA 자료 수신, 처리 시스템 Prototype 개발	○		○				○
후보26	지역 홍수관리 자료처리 표준화 및 통합운영기술	○		○				○
후보27	빅데이터 처리 시스템 표준화	○						
후보28	LiDAR 기반 실감형 정밀지도 모델 개발	○						
후보29	수재해 표출을 위한 VIP 정보화 환경 구축	○		○				○
후보30	수문 및 수재해 정보 포털 Prototype 개발	○		○				○
비고		반드시 충족	하나 이상 충족					

□ 핵심기술요소(CTE) 목록

<표 3-6> 핵심기술요소 유형 및 최종 TRL

CTE	CTE명	유형	최종TRL
1	동북아시아의 증발산량, 토양수분량 산정기술	기타	7
2	X-Net 구축 및 운영 기술	장치/장비	8
3	X-net을 활용한 강우 생성 기술	S/W	7
4	X-Net을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술 개발	S/W	7
5	X-Net 연계 수문학적 자료동화 및 앙상블 수문예측 기술	S/W	7
6	북한수계 장기유황변화 모니터링	기타	7
7	지역별 중장기 수문학적 가뭄전망	시스템	7
8	하천건천화 영향평가 기법 개발	기타	7
9	홍수해석을 위한 위성강우 활용 기법	S/W	7
10	X-net 기반의 실시간 홍수위험도 예측모형 개발	S/W	7
11	실시간 홍수피해액 산정기술 개발	S/W	7
12	지역특성별 홍수재해 저감 기술 개발	공법/기법	7
13	SRA 자료 수신, 처리 시스템 Prototype 개발	시스템	8
14	지역 홍수관리 자료처리 표준화 및 통합운영기술	시스템	7
15	수재해 표출을 위한 VIP 정보화 환경 구축	시스템	8
16	수문 및 수재해 정보 포털 Prototype 개발	시스템	8

3.2.2 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

□ 1세부과제 : 국토관측센서 기반 수문 및 수재해 관련 정보 생성기술 개발

연구과제명	(1-1) SRA 관측정보 융합을 통한 수문인자 산출 기술					유형	기타
프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		실제환경 적용 가능성 검증	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 1	동북아시아의 증발산량, 토양수분량 산정기술	3	3	4	5	6	7
연구과제명	(1-2) 국지 수재해 예측을 위한 X-Net 실증 테스트베드 구축 및 운영 기술					유형	장비/장치
프레임워크		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가		사용가능성 증명 단계	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 2	X-Net 구축 및 운영 기술	3	4	5	6	7	8
연구과제명	(1-3) X-Net을 활용한 강우정보 생성 기술					유형	S/W
프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		실제환경 적용 가능성 검증	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 3	X-Net을 활용한 강우 생성 기술	3	3	4	5	6	7
연구과제명	(1-4) X-Net을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술					유형	S/W
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		실제환경 적용 검증	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 4	X-Net을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술 개발	3	3	4	5	6	7

연구과제명	(1-5) X-Net 기반 수문학적 자료동화 및 앙상블 수문예측 기술				유형		S/W
프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		시작품 제작 및 사용가능성 증명	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 5	X-Net 연계 수문학적 자료동화 및 앙상블 수문예측 기술	3	3	4	5	6	7

□ 2세부과제 : 물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 개발

연구과제명	(2-1) SRA를 이용한 미계측유역 수문 및 수자원 변동 계측 기술 개발				유형		기타
프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		실제환경 적용 가능성 검증	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 6	북한수계 장기유황변화 모니터링	3	3	4	5	6	7

연구과제명	(2-2) 실시간 위성정보 기반 수문학적 가뭄감시 및 가뭄전망 기술				유형		시스템
프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		실제환경 적용 가능성 검증	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 7	지역별 중장기 수문학적 가뭄전망	3	3	4	5	6	7

연구과제명	(2-3) 하천건천화의 시공간적 원인추적 및 영향평가 기술				유형		기타
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		실제환경 적용 검증	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 8	하천건천화 영향평가 기법 개발	3	3	4	5	6	7

□ 3세부과제 : 수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 개발

연구과제명	(3-1) SRA를 이용한 광역 홍수 평가 및 예측기술				유형		S/W
프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		시작품 제작 및 사용가능성 증명	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 9	홍수해석을 위한 위성강우 활용 기법	3	3	4	5	6	7

연구과제명	(3-2) X-Net을 이용한 실시간 지역 홍수위험도 예측기술				유형		S/W
프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		시작품 제작 및 사용가능성 증명	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 10	X-Net 기반의 실시간 홍수위험도 예측모형 개발	3	3	4	5	6	7

연구과제명	(3-3) UAV를 이용한 실시간 홍수 모니터링 및 피해산정기술				유형		S/W
프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		시작품 제작 및 사용가능성 증명	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 11	실시간 홍수피해액 산정기술 개발	3	3	4	5	6	7

연구과제명	(3-4) 지역 유형별 수재해 저감설계 최적화 기법 개발				유형		공법/기법
프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		시작품 제작 및 사용가능성 증명	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 12	지역특성별 홍수재해 저감 기술 개발	3	3	4	5	6	7

□ 4세부과제 : 빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보서비스 플랫폼기술 개발

연구과제명	(4-1) SRA 관측자료 수신 및 처리 시스템 운영 관리기술				유형		시스템
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 13	SRA 자료 수신, 처리 시스템 Prototype 개발	3	3	4	5	7	8
연구과제명	**(4-2) 지역 홍수관리를 위한 자료처리 표준화 및 통합 운영 기술**				**유형**		**시스템**
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 14	지역 홍수관리 자료처리 표준화 및 통합운영기술	3	3	4	5	6	7
연구과제명	**(4-3) R(Realistic) 수방재 DB 고도화 및 첨단 표출 시스템 구축**				**유형**		**시스템**
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 15	수재해 표출을 위한 VIP 정보화 환경 구축	3	3	4	5	7	8
연구과제명	**(4-4) 국토관측센서 기반 수문 및 수재해 정보 포털 시스템 개발**				**유형**		**시스템**
프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
마일스톤 일정		'13	'14	'15	'16	'17	'18
CTE No.	기술명						
CTE 16	수문 및 수재해 정보 포털 Prototype 개발	3	3	4	5	7	8

3.3 연구개발과제 구성

3.3.1 과제 도출 프로세스[9)]

□ **국내외 동향분석, SWOT 분석 등을 통해 도출한 사업의 기본 전략방향과 비전체계를 토대로 후보과제를 pooling 하고, 기획자문위원 검토, 유관기관 및 주관부처의 타당성 검토를 거쳐 최종 추진과제를 확정**

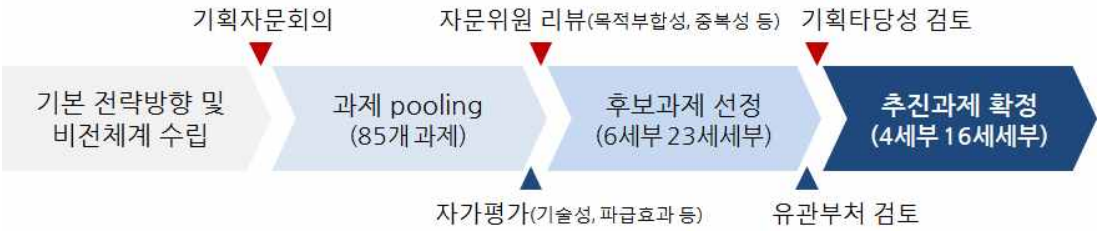
① 최종 목표 및 비전달성을 위해 추진 가능한 연구개발 과제를 산학연 전문가들을 통해 pooling하여 총 85개 과제를 도출

② 도출된 85개 과제에 대해 과제 제안자의 자가평가를 실시하고, 연구개발 계획 및 자가평가 결과를 기획자문위원회 검토를 통해 분류/조정하여 6세부, 23세세부 구성의 후보과제를 선정

- 자가평가는 기술개발 성공가능성, 파급효과의 크기, 정부지원의 타당성 항목으로 실시
- 기획자문위원회에서는 각 과제에 대한 동 사업과의 목적부합성, 기존사업 및 유관기관 추진사업과의 중복 가능성 등을 중점적으로 검토

③ 후보과제 구성(안)에 대해 기상청 국립기상연구소, 국립재난안전연구원, 한국항공우주연구원, 한강홍수통제소, 한국건설기술연구원, 세종대학교 등 유관기관들과 중복성 검토 및 연구개발 추진범위를 협의하고, 미래부 대상 예산설명/검토와 국토교통과학기술진흥원 주관 기획타당성검토회의를 실시

④ 유관기관 협의사항, 검토회의 결과를 반영하여 4세부 16세세부로 구성된 추진과제를 선정하고 국토교통과학기술진흥원의 검토를 통해 최종 확정



[그림 3-3] 과제 도출 프로세스

9) 부록 1, 기획연구 추진경과 참조

[참고] 후보과제 선정 결과

□ 85개 후보과제 분류 및 자가평가 결과

분류	과제명	평가 결과		
		기술개발 성공가능성	파급효과 크기	정부지원 타당성
DB 관리	1. 위성영상 등 멀티 원격탐사를 이용한 하천 하상지형 자료 생성	6	7	7
	2. 빅데이터 자료 관리 및 제공을 위한 시스템 구축	7	10	5
	3. 자료 관리 표준화 및 규격화를 위한 표준프레임워크 설계	6	9	5
	4. 원격탐사 기반 홍수, 건천화, 산사태, 가뭄 방재 및 모니터링을 위한 수자원 관리 시스템 구축	7	9	5
	5. 수자원 감시, 평가, 예측을 위한 글로벌 DB 및 시스템 통합 관리 기술 개발	9	4	9
	6. 한국형 자연재해(도시, 산지, 농촌) 감시를 위한 수문기상 첨단관측시스템 구축	6	8	10
	7. 수문기상자료 처리 기술 및 통합 DB 시스템 개발	8	8	8
	8. 소형이중편파레이더망을 활용한 적응스캔(adaptive scan) 최적화기술 개발	6	8	10
	9. 도플러라이더망 구축 및 이를 이용한 강우발달 배경바람장 산출기술 개발	6	5	8
	10. X-band 이중편파 레이더망 품질관리 기술 개발	9	9	10
자료분석	11. 위성정보를 활용한 한반도 미계측 유역(북한 지역) 수문 분석	9	9	10
	12. 위성정보 및 지상관측자료의 융합을 통한 강수자료 산출기술 개발	9	7	5
	13. 위성기반 광역 토양수분 산출자료 검보정을 위한 지상자료 확보 기술 개발	7	7	7
	14. 위성강우자료를 이용한 북한지역 수문해석 모형 개발 및 적용	7	7	8
	15. 접경지 수자원 관리를 위한 위성기반 수문정보 모니터링 기술 개발	8	8	9
	16. GIS 기반 인공위성자료를 활용한 지형자료/강우 자료 생성 및 배포 시스템 개발	6	6	6
	17. Remote Sensing 기반의 증발산 산정 및 자연재해 모니터링	8	7	8
	18. Remote Sensing 기반 광역 토양수분 산출을 통한 산사태 및 가뭄 모니터링 시스템 기술 개발 및 구축	8	7	8
	19. Remote Sensing 과 Automatic Weather System의 융합을 통한 자료동화 시스템 개발 및 수자원 관리 시스템 구축	7	8	7
	20. R(Realistic)-3D 수방재 DB 고도화 기술개발	9	7	7
	21. 이중편파레이다를 이용한 전국단위 3차원 강우모자이크 구축	7	7	5
	22. 멀티센서자료를 이용한 실시간 정량강우산정	7	6	7
	23. 레이더 및 강우수치예보를 합성한 실시간 정량강우예측	8	8	8
	24. 글로벌 수자원 감시, 평가, 예측을 위한 빅데이터 기반 자료 처리 및 분석 시스템 구축	6	8	8

	25. 레이더자료, AWS자료 등 기반 기상인자 추출 기술 개발	9	5	5
	26. 위성/레이더/AWS 기반 미계측 유역 기상인자 추출 기술 개발	7	8	8
	27. 위성/레이더/AWS 기반 한반도 합성 강수장 생성 개발	8	7	5
	28. X-band 이중편파 레이더망을 이용한 수문 정보 산출기술 개발	8	8	9
	29. 통합 강우관측망 기반 고분해능 강우정보 산출 기술 개발	8	7	8
	30. 통합 관측망을 이용한 고분해능 기상정보 산출 기술 개발	7	7	6
	31. 마이크로파 링크를 이용한 국지강우정보 산출	6	9	7
	32. 선박용 레이더를 이용한 국지강우정보 산출	6	6	5
	33. 첨단관측망 분석 자료를 이용한 수문 실황예측 기술 개발	7	8	7
	34. 통합관측망 자료를 활용한 고분해능 자료동화기술 개발	8	7	7
	35. 레이더 강우의 수문학적 보정 기법 개발	9	6	7
	36. 고분해능 수문기상정보 생산을 위한 기상예측시스템 개발	7	7	7
응용기술	37. 위성정보 기반의 가뭄 모니터링 및 예측 기술 개발	9	9	8
	38. 다중위성 원격탐사와 지역수문기상모형을 연계한 통합 가뭄감시/전망 기술개발	9	9	9
	39. 위성정보 기반의 하천건천화 진행 추적 및 예측 기술개발	9	9	10
	40. 위성정보기반 하천건천화 분석용 시계열 자료 개발기술	9	7	8
	41. 하천건천화 추적 분포형 수문모형 개발	8	7	8
	42. 하천건천화 진행예측 정보기술 개발	8	8	8
	43. 위성영상을 활용한 저수지 저수량 추정 및 수위-내용적 관계 작성 기술	7	5	5
	44. 레이더 이동강우 캡쳐링을 통한 이류성호우의 홍수유출산정기법 개선	6	7	5
	45. 이중편파 레이더 강수자료를 이용한 실시간 홍수산정기법 개선	8	8	9
	46. 다중위성 정보를 활용한 통합 홍수예측 시스템 구축 기술 개발	8	8	9
	47. 위성정보를 활용한 홍수 예측 개선	8	8	9
	48. 위성영상을 이용한 제내외지 범람 모니터링	7	7	7
	49. 위성영상과 현장 계측 자료와 비교를 통한 수리해석 검증 시스템	8	6	6
	50. 위성영상을 활용한 홍수해석 적정기술 개발	8	8	9
	51. 위성정보 기반의 홍수피해액 자동 평가 시스템 개발	8	9	10
	52. 광역의 공간정보 기반 물순환 해석 기술	9	6	6
	53. 통합관측망과 기상예측자료를 활용한 자료동화 수문모형 개발	7	8	8
	54. 통합관측망과 기상예측자료를 활용한 돌발홍수 예측모형 개발	8	7	6
	55. X-band Radar 및 Microwave 자료 기반의 고분해능 유역수문모형 개발	7	7	5

	56. Lidar 자료와 연계한 도시지역 통합침수모형 개발	9	9	9
	57. 현장 모니터링 및 X-Net 기반 지역특성별 수재해 특성평가	8	8	9
	58. X-Net 기반 지역특성별 수재해 대응기술 개발	8	8	8
	59. X-Net 기반의 소하천에서의 Hybrid형 홍수예측모형 개발	8	9	8
	60. X-Net 기반의 침수위험지역 사전예보 및 Zoning 기술	9	9	9
	61. 위성원격자료 및 GIS 기반 도시지역 강우-유출모형에 의한 수문해석	7	7	7
	62. 도시기반시설의 수해대응 성능 확보를 위한 지표 및 정비 가이드라인 개발	7	8	6
	63. 위성영상을 이용한 녹조 및 탁도 모니터링 시스템 개발	7	8	7
	64. 위성정보를 활용한 산사태 탐지/감시 모니터링 기술 및 시스템 개발	8	8	6
	65. 위성정보를 활용한 산사태 발생 예측 및 평가시스템 개발	8	8	6
	66. 위성정보 기반의 산사태(토석류) 관리 기술 개발	8	8	6
	67. 실시간 강우특성 및 지질환경을 고려한 비탈면 안정성 평가기술 개발	8	8	6
	68. 실시간 강우예측 자료를 활용한 광역적 재해 위험지역 자동추출 기술 개발	6	8	6
정보제공	69. X-Net 기반의 실시간 재해위험도 맵핑을 위한 Rapid Simulation 기술	7	9	8
	70. X-Net 기반 고도 수재해 정보관리시스템 구축	7	9	8
	71. 수재해 현장 위기관리 커뮤니케이션 서비스 환경 구축	7	7	6
	72. 실시간 수재해 첨단 표출기술 개발	7	9	9
	73. 수재해 피해현장 대응전략시스템 구축	7	7	6
	74. 한국형 수방재정보 서비스 시스템 구축	7	6	6
	75. X-Net 기반 계측자료의 Semantic Sensor Web 서비스 환경 구축	8	7	6
	76. 재해 피해 통합 분석 및 복구 지원 시스템 구축	7	6	6
	77. 위성자료 수신/전처리 및 수집, 지형자료 수집 시스템 구축	9	10	9
	78. 지식정보 기반의 수문정보 융복합 제공 체계 구축 연구	8	8	9
	79. 분산 수문정보시스템 연계를 통한 물관련 재해정보 대민서비스 구축	8	10	9
	80. 수방재 시스템 구축을 위한 Big Data 처리기술 개발	8	9	9
	81. 수방재 시스템 구축을 위한 모형 및 개발기술 통합 및 표준화 기술 개발	8	8	7
	82. 한국형 스마트 수재해 방재시스템 테스트베드 구축	8	8	7
기타	83. 에코톱의 수재해 자연 포텐셜 분석	7	7	5
	84. 에코톱 지도와 연계한 수재해 저감 효과 분석	7	7	5
	85. X-Net 정보기반 유역권 수재해 고위험지역에 대한 에코톱 계획 모델링	7	7	5

□ 후보과제 통합/조정(안)

통합/조정 대상과제		후보과제 선정안
3, 5, 7, 13, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 27, 77	▷	1. SRA 융합기반 광역 수자원 자료 및 정보관리 기술 개발
		(1-1) 광역 수자원 SRA자료 수신/처리/배포 시스템 개발
		(1-2) 광역 수자원 정보 통합 관리 및 제공 서비스 시스템 개발
		(1-3) 위성자료기반 수문 자료동화기술 개발
		(1-4) 레이더 및 지상관측자료 융합기반 광역수문 모자이크기술 개발
4, 11, 12, 14, 15, 52	▷	2. SRA 융합기반 광역 수자원 모니터링 기술 개발
		(2-1) 한반도 광역 수계 모니터링기술 개발
		(2-2) 위성기반 한반도 광역 가뭄 및 갈수 모니터링기술 개발
		(2-3) 위성 및 공간정보기반 광역 하천건천화 모니터링기술 개발
		(2-4) 위성공간정보기반의 홍수피해 모니터링기술 개발
37, 38, 39, 40, 41, 42, 46, 47, 48, 50, 51, 64, 65, 66	▷	3. SRA 융합기반 광역 수자원 평가 및 예측 기술 개발
		(3-1) SRA 융합기반 광역 가뭄 및 갈수 평가 및 예측기술 개발
		(3-2) 위성 및 공간정보기반 광역 하천건천화 예측기술 개발
		(3-3) 광역의 공간정보기반 홍수 예측 및 평가 기술 개발
		(3-4) 위성 및 공간정보기반 광역 산사태 예측 및 평가기술 개발
2, 20, 56, 69, 70, 72, 73, 74, 76, 80, 82	▷	4. X-Net 시스템의 Test-bed 구축 및 운영
		(4-1) X-Net 수방재 시스템 Big data 처리 및 테스트베드 운영기술개발
		(4-2) R(Realistic)-3D 수방재 DB 고도화 기술개발
		(4-3) X-Net 기반 수재해 첨단 표출 및 서비스 시스템 구축 및 운영
6, 8, 10, 21, 28, 29, 30, 31, 34	▷	5. X-Net 기반 지역 수재해 감시 및 분석기술 개발
		(5-1) 국지 자연재해 감시를 위한 X-밴드 이중편파레이더망 구축 및 운영
		(5-2) X-Net을 활용한 수문정보 산출기술 개발
		(5-3) Microwave link를 이용한 강우 산출기술 개발
		(5-4) X-Net 자료기반 고분해능 예측시스템 개발
23, 35, 45, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 81, 83, 84, 85	▷	6. X-Net 활용 지역 수재해 예측·평가 및 대응기술 개발
		(6-1) X-Net 기반의 수문학적 자료동화 및 블랜딩 기술
		(6-2) X-Net 기반의 침수재해 및 사면재해 예측 기술
		(6-3) X-Net 기반의 도시, 농촌, 산지 지역 수재해 대응기술
		(6-4) 에코톱 지도 및 도시계획과 연계한 수재해 저감기술

3.3.2 과제 구성

□ **SRA 기반의 관측자료를 융합·처리하여 정보를 생성하는 기반기술, 수재해 평가 및 예측을 위한 응용기술, 정보제공기술 등 세가지 영역에 걸쳐 총 4세부 16세세부 과제를 구성**

○ **(1세부)** 국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성기술 개발

- 국토관측센서 및 X-Net 실증 테스트베드 구축을 통해 획득된 자료를 기반으로 수재해 감시/평가/예측 등에 필요한 관련 정보를 생성

○ **(2세부)** 물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 개발

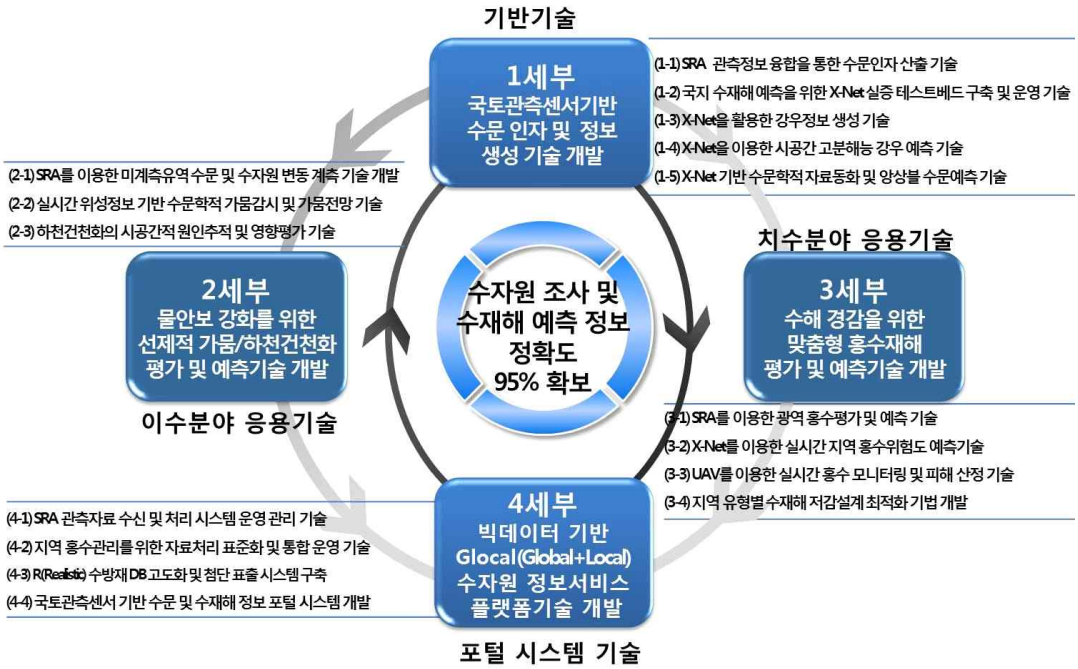
- 위성영상 및 수문레이더 정보 등을 활용하여 (미)계측 지역에 대한 수자원 변동을 감시하고, 가뭄과 하천건천화를 효율적으로 평가·예측함으로써 물안보 대응체계를 강화

○ **(3세부)** 수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 개발

- SRA 및 첨단 모니터링 시스템을 활용해 광역 및 국지홍수의 피해 범위와 규모 등을 평가·산정하고, 정확히 예측함으로써 수재해를 획기적으로 저감

○ **(4세부)** 빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보서비스 플랫폼기술 개발

- SRA 기반의 Glocal 수문 관측자료 및 생성자료와 수재해 관련 분석정보를 효율적으로 관리하고 맞춤형 정보를 제공할 수 있는 포털 시스템



[그림 3-4] 연구개발 과제 구성

3.4 세부과제 주요내용 및 추진전략

3.4.1 국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성기술 개발

과제명	국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성기술 개발

키워드		
	한글	공간정보, 수문인자, 국지수재해, 테스트베드, Microwave link, 강우예측, 앙상블
	영문	Spatial information, Hydrological factor, local flood disaster, test bed, Microwave link, Rainfall analysis, Ensemble

연구목적	SRA 및 X-Net을 활용한 광역 및 국지 수재해 대응을 위한 다양하고 정확한 정보 생성으로 기반기술 확보		
성과목표	국토관측센서 및 X-Net 실증 테스트베드 구축을 통해 획득된 자료를 기반으로 수재해 감시/평가/예측 등에 필요한 관련 정보를 생성하는 기술		
핵심성과지표	지표명	목표치	(질적 성능) 평가기준
	수문학적인자(토양수분, 증발산) 산정지침	1	실측자료와의 오차 경감
	X-Net 다중 이중편파레이더 테스트베드 구축 및 운영	1	현장계측/조사기법 및 절차개선 및 표준화 달성 여부
	X-Net 활용 강우추정 소프트웨어	1	기존 강우추정방법과의 정확도 및 편리성 개선
	X-Net 기반 초단기 강우예측기술 매뉴얼	1	강우예측의 정확성 및 운영의 편이성
	X-Net기반 고정확도 앙상블 수문예측 소프트웨어 및 매뉴얼	1	소프트웨어의 정확성 및 현장수요 반영 매뉴얼 작성
이슈정의	- (인프라 활용성) 국가적으로 운영되고 있는 다양한 국토관측 센서를 수재해 관리에 효율적으로 활용할 수 있는 응용 시스템 부재 - (데이터 정확도) 다양한 관측자료를 연계·융합하여 활용하지 못하고 일부 관측자료에 의존함에 따라 정확도 및 신뢰도가 낮음 - (기술의 융합) 수자원 감시, 평가, 예측 등의 신속/정확도를 높이기 위한 실질적인 ICT와 빅데이터 기술의 접목 및 활용 필요(AWS, X-Net, 위성, 레이더)		
기술개발 현황	- 유럽 EUMETSAT의 SAF는 다양한 위성정보를 활용한 수자원 관리 정보를 제공하며, 중국 및 인도는 최근 기상위성 발사를 통해서 수자원 관리 시스템을 강화하고 있음 - '09년부터 대형레이더를 설치하여 운용 중에 있으나 1Km 이하의 강우 관측이 어려우며, 복잡한 한반도 지형으로 자료 활용도가 낮음 - 천리안 위성에서 강수관측이 이루어지고 있으나 탑재된 적외 센서의 한계로 낮은 정확도의 결과 도출		
기술수준 (선진국 대비)	현재	과제 종료 시	
	72.3 %	90.0 %	
기대효과 (파급효과)	- 공간적 DB 정보는 국민의 방재 및 수자원 활용 극대화 - 도심, 산간 및 농촌지역의 국지적 재해감시 관측망 구축을 통한 재난 사전대응 - X-Net기술 패키지화를 통한 해외시장 개척 및 진출 - 유역환경변화에 능동적으로 대응하는 지차제 관련 기술력 확보		

소요예산 (단위: 백만 원)						
세부과제	2014	2015	2016	2017	2018	소계
(1-1) SRA 관측정보 융합을 통한 수문인자 산출 기술	30	490	380	400	400	1,700
(1-2) 국지 수재해 예측을 위한 X-net 실증 테스트베드 구축 및 운영 기술	110	1800	1000	200	190	3,300
(1-3) X-Net을 활용한 강우정보 생성 기술	20	550	450	680	600	2,300
(1-4) X-Net을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술	20	250	200	300	230	1,000
(1-5) X-Net 기반 수문학적 자료동화 및 앙상블 수문예측 기술	20	400	350	430	300	1,500
연도별 소계	200	3,490	2,380	2,010	1,720	9,800

(1-1) SRA 관측정보 융합을 통한 수문인자 산출 기술

가. 기술의 정의
- 인공위성 영상자료의 활용을 통한 수자원 관리 및 농업, 기상 등의 여러 분야에 사용할 수 있는 수문인자 추출

나. 성과물(output)
- 수문기상인자 평가자료 구축을 위한 product 제공
- 인공위성 기반 수문학적인자 산출방법에 대한 기술보고서 및 지침

(1-2) 국지 수재해 예측을 위한 X-net 실증 테스트베드 구축 및 운영 기술

가. 기술의 정의
- 초고해상도 X-band 이중편파레이더를 활용한 테스트베드 관측망 구축 및 현업운영방안

나. 성과물(output)
- X-Net 다중 이중편파레이더 규격서 및 관측망 구축
- X-Net 레이더 자료분석 및 모니터링을 위한 통합운영 설계기준 및 기술보고서

(1-3) X-Net을 활용한 강우정보 생성 기술

가. 기술의 정의
- X-Net을 활용한 고해상도 자료 기반의 강우량 산출기술

나. 성과물(output)
- X-Net을 활용한 강우추정 소프트웨어 프로그램

(1-4) X-Net을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술

가. 기술의 정의
- X-Net 기반 자료동화기법 및 시공간 고분해능 강우예측 기술

나. 성과물(output)
- X-Net 기반 실시간 모델전처리 및 동화기법알고리듬
- 초단기 강우예측 기술 매뉴얼 및 기술보고서

(1-5) X-Net 기반 수문학적 자료동화 및 앙상블 수문예측 기술

가. 기술의 정의
- X-Net 연계 수문학적 고정확도 앙상블 수문예측 및 통합 블랜딩 기술에 의한 기존 홍수예측정보의 개선

나. 성과물(output)
- X-Net기반 고정확도 앙상블 수문예측 소프트웨어/매뉴얼 및 기술보고서

3.4.2 물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 개발

과제명	물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 개발

키워드		
	한글	한반도 미계측, 가뭄 하천건천화, 물안보
	영문	Korea Peninsula ungaged basin, drought, drying stream, water security

연구목적	한반도 유역 및 미계측 유역의 수자원변동을 감시, 수문학적 가뭄전망 분석, 하천건천화의 원인추척 및 영향평가 등을 분석하는 기법, 매뉴얼 및 활용지침을 마련하여 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측을 수행할 수 있는 응용방안 확보		
성과목표	위성영상 및 수문레이더 정보 등을 활용하여 (미)계측 지역에 대한 수자원 변동을 감시하고, 가뭄과 하천건천화를 효율적으로 평가·예측함으로써 물안보 대응체계를 강화할 수 있는 기술		
핵심성과지표	지표명	목표치	(질적 성능) 평가기준
	미계측유역 장기유황변화 모니터링	1	미계측유역 장기유황변화 적절성 및 정확성
	공간적 가뭄정보 생산 알고리듬 및 감시, 평가 기술보고서	1	알고리듬의 현장적용성
	하천건천화 분석 기술	1	하천건천화 예측기술 적정성
이슈정의	- (예측기술) 최근 이상기후에 의한 물부족 현상의 심화 우려되어 정확한 가뭄 및 하천건천화의 예측기술이 필요 - (공간적 예측능력) 동아시아 및 한반도 스케일의 장기예보능력 미흡 - (건천화 불확실성) 건천화 원인 파악 및 그 영향정도에 의한 정량적 규명 불가하며, 광범위 유역 실시간 감시의 한계		
기술개발 현황	- 유럽우주기구(ESA)에서는 SMOS 위성을 사용하여 토양수분을 관측하고 있으며 미우주항공우주국(NASA)은 Suomi NPP 위성의 관측자료를 이용하여 전지구 식생지도를 산출하고 있으며, 중국 및 기타 외국에서는 자체 가뭄의 예측기술을 수행하고 있음 - 국내에서는 SRA를 이용한 통합가뭄판단지수개발이 미흡하며, 가뭄전망 및 모니터링 시스템부재와 강우, 토양수분의 예측기술 부재 - 동아시아 및 한반도 스케일의 장기예보능력 미흡하고, 건천화 원인파악 및 그 영향정도 정량적 규명 불가		
기술수준 (선진국 대비)	현재	과제 종료 시	
	72.5 %	95.0 %	
기대효과 (파급효과)	- SRA를 통한 북한의 미계측 유역 수자원정보를 예측하여 북한 수자원 인프라 정보 구축 - 가뭄재해 전과정에 대응할 수 있는 의사결정지원시스템의 기반기술을 마련함으로서 중장기적 유역별 가뭄전망 및 대응전략수립의 기반 제공 - 수자원 분야의 치수, 이수 및 하천 물공급 취약성을 전반적으로 평가하고 나아가 하천건천화 지역 관리 및 의사결정에 기여		

소요예산 (단위: 백만 원)						
세부과제	2014	2015	2016	2017	2018	합계
(2-1) SRA를 이용한 미계측유역 수문 및 수자원 변동 계측 기술 개발	30	480	380	360	350	1,600
(2-2) 실시간 위성정보 기반 수문학적 가뭄감시 및 가뭄전망 기술	30	480	390	400	400	1,700
(2-3) 하천건천화의 시공간적 원인추적 및 영향평가 기술	40	600	450	460	450	2,000
연도별 소계	100	1,560	1,220	1,220	1,200	5,300

(2-1) SRA를 이용한 미계측유역 수문 및 수자원 변동 계측 기술 개발

가. 기술의 정의
- SRA를 활용한 미계측유역의 수문자료 생성과 장기유황변화 모니터링 기술

나. 성과물(output)
- 북한지역 수문수지 및 장기유황변화 산정 프로그램 및 기술보고서
- 임진강유역/북한강상류유역 수자원 변동 분석 기술보고서

(2-2) 실시간 위성정보 기반 수문학적 가뭄감시 및 가뭄전망 기술

가. 기술의 정의
- SRA기반 수문학적 가뭄지수개발 및 실시간 수문학적 가뭄감시 및 중장기 가뭄전망 기술 개발

나. 성과물(output)
- 위성기반 공간적 가뭄정보 생산 프로그램
- 실시간 가뭄감시 및 모니터링 평가 기술보고서

(2-3) 하천건천화의 시공간적 원인추적 및 영향평가 기술

가. 기술의 정의
- 하천건천화 원인분석을 위한 수문정보 모니터링 및 공간 DB를 구축하고, 지역별 하천건천화 영향평가기술 개발

나. 성과물(output)
- 시계열 하천망, 토지피복 및 토양의 물리적 특성변화지도
- 위성정보 기반 하천건천화 분석 프로그램 및 기술보고서

3.4.3 수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 개발

과제명	수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 개발

키워드		
	한글	광역홍수, 지역침수, 무인시스템, 홍수재해평가
	영문	Global flood, Local inundation, Unmaned system, Flood disaster assessment

연구목적	광역 및 지역 침수재해를 예측할 수 있는 알고리듬 개발, 수재해대응 지침 작성, 홍수피해모니터링 및 피해산정 등을 위한 분석 및 평가기술을 개발하는 응용방안 확보		
성과목표	SRA 및 첨단 모니터링 시스템을 활용해 광역 및 국지홍수의 피해 범위와 규모 등을 평가·산정하고, 정확히 예측함으로써 수재해를 획기적으로 저감할 수 있는 기술		
핵심성과지표	지표명	목표치	(질적 성능) 평가기준
	광역공간정보 기반 홍수예측 및 평가 모형	1	기존 기법과의 홍수예측의 정확성 향상도
	실시간 침수위험지도 작성 모형	1	침수위험예상지역의 정확성
	도시통합배수마스터플랜 작성 매뉴얼	1	현장요구반영 매뉴얼의 현장적용성
	홍수기 침수지역분석 및 피해액 산정기술	1	실제 피해액산정과의 오차율
	지역특성별 재난저감기술	1	지역 맞춤형 수요자편의 저감기술 활용성
이슈정의	- (대처능력확보) 국지성 호우 및 강우강도가 증가하며 이에 대한 광범위한 관측과 정확한 예측, 즉각적 대처능력확보를 위한 수재해대응관리가 필요 - (자료의 활용) AWS, 레이더, 항공영상, 위성 실시간 영상 및 유역 축소단위의 실시간 강수지도 활용 부재		
기술개발 현황	- 미국은 정지궤도 및 저궤도 위성의 복합활용 위성자료를 생성하여 홍수분석에 활용하고 있으며, 일본 등에서도 2006년 레이더망을 이용한 도시홍수예경보시스템의 연구개발을 수행 중에 있음 - 국내에서는 현재 홍수와 관련해서는 홍수 발생 이후 침수구역의 산정을 위한 위성영상 활용 외에는 위성정보 활용이 안 되고 있음 - 강우자료의 신뢰성과 정확성을 높이기 위해 위성영상과 레이더, 지상우량계 등 자료의 융합을 통한 최적의 분석자료 필요 - 기상레이더, 위성, 자동기상관측소, 윈드프로파일러 등 다양한 관측장비로부터 생산되는 데이터를 복합적으로 해석할 수 있는 자료동화 체제가 필요		
기술수준 (선진국 대비)	현재	과제 종료 시	
	70.0 %	95.0 %	
기대효과 (파급효과)	- 미계측지역 및 물산업 해외진출시 해당국가의 수문기상학적 특성 파악 - 홍수방어에 대한 구조적 대책 수립을 위한 모형 및 시스템 확보 - 홍수보험제도의 활성화를 위한 기술적, 법적.제도적 기반 마련 - 홍수기 실시간 모니터링을 통한 침수지도 작성 및 기존 침수해석모형의 고도화 - 정밀 홍수피해액 산정에 따른 수재해 복구업무의 효율성 확보 - 산지 및 도시지역의 홍수 등 수재해 저감을 위한 대응기술 개발		

소요예산 (단위: 백만 원)						
세부과제	2014	2015	2016	2017	2018	합계
(3-1) SRA를 이용한 광역 홍수 평가 및 예측기술	20	480	300	300	400	1,500
(3-2) X-Net을 이용한 실시간 지역 홍수위험도 예측기술	20	400	350	480	450	1,700
(3-3) UAV를 이용한 실시간 홍수 모니터링 및 피해산정기술	30	610	450	460	450	2,000
(3-4) 지역 유형별 수재해 저감설계 최적화 기법 개발	20	350	300	530	500	1,700
연도별 소계	90	1,840	1,400	1,770	1,800	6,900

(3-1) SRA를 이용한 광역 홍수 평가 및 예측기술

가. 기술의 정의
- 글로벌 홍수해석을 위한 위성강우 활용 및 홍수예측.평가기술

나. 성과물(output)
- 격자규모별 보정강우 생성 기술
- 한반도 주변 수문기상 환경 모니터링 기술
- 광역 홍수예측 및 평가 프로그램 및 기술보고서

(3-2) X-Net을 이용한 실시간 지역 홍수위험도 예측기술

가. 기술의 정의
- X-Net기반 고해상도, 고정확도를 가지는 실시간 홍수해석 기술

나. 성과물(output)
- X-Net 자료를 활용한 실시간 침수위험지도 작성 프로그램 및 기술보고서
- 침수지역해소를 위한 도시통합배수마스터플랜 작성 매뉴얼

(3-3) UAV를 이용한 실시간 홍수 모니터링 및 피해산정기술

가. 기술의 정의
- 홍수 모니터링 및 침수해석 고도화 기술 및 홍수피해액 산정기술

나. 성과물(output)
- 위성영상기반 홍수모니터링 기술 및 침수지도
- UAV를 활용한 침수해석 분석 및 홍수피해액 평가기술 프로그램

(3-4) 지역 유형별 수재해 저감설계 최적화 기법 개발

가. 기술의 정의
- X-Net기반 공간유형별 수재해 대응 평가모형 개발 및 최적홍수저감 설계를 위한 구조적/비구조적 방안에 대한 MCDM기법 기준제시

나. 성과물(output)
- 지역특성별 홍수 위험도 평가 프로그램 및 기술보고서
- 수재해 저감을 위한 맞춤형 설계 최적화 매뉴얼

3.4.4 빅데이터 기반 Glocal 수자원 정보서비스 플랫폼기술 개발

과제명	빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보서비스 플랫폼기술 개발

키워드		
	한글	SRA, 빅데이터, 수신 및 처리시스템, R-3D, 수재해첨단표출, 정보포털
	영문	SRA, Big Data, Receive and process system, Realistic-3D, Flood disaster display, Information portal

연구목적	수자원 관리와 수재해 대응 측면에서의 관련 정보 제공, 연구를 위한 전문정보 제공, 글로벌 물 산업 진출 주체에게 해당 국가의 수자원 관련 정보 제공 방안 확보		
성과목표	SRA 기반의 광역 및 지역 수문자료와 수재해 관련 분석정보를 체계적으로 관리하고 맞춤형 수재해 정보를 제공할 수 있는 포털시스템 개발 기술		
핵심성과지표	지표명	목표치	(질적 성능) 평가기준
	SRA 수신, 처리, 배포시스템	1	시스템의 정확도 및 현장요구조건 반영 및 사용의 용이성
	지역 홍수관리 자료처리 표준화 및 통합운영시스템	1	시스템의 정확도 및 현장요구조건 반영 및 사용의 용이성
	상황별 수방재표출시스템	1	시스템의 정확도 및 현장요구조건 반영 및 사용의 용이성
	정보통합 및 웹포털시스템	1	시스템의 정확도 및 현장요구조건 반영 및 사용의 용이성
이슈정의	- (인프라 활용성) ICT.빅데이터 기술 발전으로 대용량정보의 정확한 처리 및 신속한 교류가 가능함 - (첨단 물관리기술) 기후변화로 인한 수재해 피해심화로 IT등 융복합기술을 활용한 물관리 기술첨단화가 요구됨		
기술개발 현황	- 유럽 EUMETST의 SAF는 다양한 위성정보를 활용한 수자원관리정보를 제공하며, 중국 및 인도는 최근 기상위성발사를 통하여 수자원관리시스템을 강화하고 있음 - 국내에서는 수재해 관련정보를 기관별, 목적별로 분류하여 실무사용자에게만 제공하고 있어 범용으로 자료를 활용할 수 있는 방안이 부족 - 관측 및 분석의 다양한 정보들을 관련기관과 일반사용자가 쉽게 접근하고 활용할 수 있는 범용 시스템 개발이 필요함		
기술수준 (선진국 대비)	현재	과제 종료 시	
	72.5 %	95.0 %	
기대효과 (파급효과)	- 수자원관리 분야 관련 산업 및 고용창출 기여 - 홍수관리체계의 유기적 통합 및 시스템 운영상의 신뢰성, 가용성, 관리성 확보를 통한 수방재업무 효율 극대화 - 정확도 높은 상황인식과 첨단 표출기법에 의한 시각화기술개발로 다양하고 복잡하게 발생하고 있는 수재해 형태변화에 대한 능동적 대체방안 구축 가능 - 수재해관련 다양한 정보들의 대국민 서비스 기능 강화		

소요예산 (단위: 백만 원)						
세부과제	2014	2015	2016	2017	2018	합계
(4-1) SRA 관측자료 수신 및 처리 시스템 운영 관리기술	40	600	450	460	450	2,000
(4-2) 지역 홍수관리를 위한 자료처리 표준화 및 통합 운영 기술	20	200	200	320	260	1,000
(4-3) R(Realistic) 수방재 DB 고도화 및 첨단 표출 시스템 구축	20	400	400	600	580	2,000
(4-4) 국토관측센서 기반 수문 및 수재해 정보 포털 시스템 개발	30	610	450	460	450	2,000
연도별 소계	110	1,810	1,500	1,840	1,740	7,000

(4-1) SRA 관측자료 수신 및 처리 시스템 운영 관리기술

가. 기술의 정의
- 고성능 및 고가용성의 광역 수자원 SRA 수신/처리/배포시스템 설계 및 구축

나. 성과물(output)
- 수자원 SRA 자료 수신/처리/배포시스템

(4-2) 지역 홍수관리를 위한 자료처리 표준화 및 통합 운영 기술

가. 기술의 정의
- 홍수관리를 위해 생성되는 통합 자료처리를 위한 자료체계 표준화 기술 및 관리시스템 개발

나. 성과물(output)
- 지역 홍수관리 자료처리를 위한 표준 포맷 및 설계가이드라인
- 홍수관리를 위한 자료처리 프로세스 운영 S/W 플랫폼

(4-3) R(Realistic) 수방재 DB 고도화 및 첨단 표출 시스템 구축

가. 기술의 정의
- X-Net 자료 융합 수재해 표출 시스템 개발을 통한 수재해 표출 VIP(Visual Information Platform) 구축 기술

나. 성과물(output)
- 수재해 정보 서비스를 위한 VIP(Visual Information Platform) 프로토타입
- 수재해 표출시스템

(4-4) 국토관측센서 기반 수문 및 수재해 정보 포털 시스템 개발

가. 기술의 정의
- 광역 수자원 정보를 통합 관리하고 이를 제공하는 서비스 시스템 및 빅데이터 기반 수자원정보 관리, 표출을 위한 시스템 통합기능 개발

나. 성과물(output)
- 정보통합관리 및 제공서비스 시스템
- 웹 포털 시스템

3.5 과제별, 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

□ 단계별 총괄 로드맵

○ 1단계(2014~2015)

- 다양한 국토관측센서로부터 기초자료를 확보하고, 융합 기반기술 개발 및 빅데이터 기반의 포털서비스 플랫폼 설계, 테스트베드 구축 등을 추진

○ 2단계(2015~2017)

- 테스트베드의 실질적인 운영, 국토관측센서 기반의 자료 생성 및 융합기술 개발과 수재해(가뭄/홍수/하천건천화) 응용기술을 개발

○ 3단계(2017~2018)

- 연구개발 성과의 실용화를 위한 단계로, 시스템의 성능 검증, 응용기술들 간의 연계 및 모듈화, 수재해 주제도 생성과 포털 기반의 정보서비스 시스템을 고도화

국토관측센터 기반 광역 및 지역 수재해 감시, 평가, 예측 시스템 개발

[그림 3-5] 단계별 사업 추진방안

□ 세부과제별 로드맵

[1세부] 국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성 기술 개발

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	최종성과물
< 1세부 > 국토관측센서 기반 수문 및 수재해 관련 정보 생성 기술 개발	**1-1 SRA 관측정보 융합을 통한 수문인자 산출 기술**					
	한반도 및 동북아시아 범위의 증발산량 산정기술 개발	한반도 및 동북아시아 범위의 토양수분 산정 기술				기술보고서 지침
		증발산 산정을 통한 시계열 흐름 파악	수문기상인자의 시계열 자료제공기술 및 DB화			
	1-2 국지 수재해 예측을 위한 X-Net 실증 테스트베드 구축 및 운영 기술					
	X 밴드 다중 이중편파 레이더 구축 및 운영 기술		X 밴드 레이더 안정성 평가 및 자료품질관리기술			설계기준 기술보고서 프로그램
	1-3 X-Net을 활용한 강우정보 생성 기술					
	X 밴드 이중편파 레이더 강우 추정 기술		멀티센서를 이용한 레이더 강우의 융합 및 조정 기술			프로그램
	현업용 이중편파레이더 기반 실황예보기술 개발		마이크로파 링크를 이용한 국지 강우정보 추정 및 검증기술			
	1-4 X-Net을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술					
	X-Net 자료 동화기법	구름분해능 모델(CRM) 기반 시공간 고해상도 강우예측 기술				프로그램 기술보고서
			CRM 물리과정 시험.최적화 및 운영 안정화			
	1-5 X-Net 기반 수문학적 자료동화 및 앙상블 수문예측 기술					
	X-Net 연계 수문학적 자료동화기술	X-Net 기반 자료동화 모형 수재해 예측 활용성 분석				프로그램 기술보고서
		수문 앙상블 멤버 생성기술 개발	Super Ensemble 기술			

[2세부] 물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측 기술 개발

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	최종성과물
< 2세부 > 물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측 기술 개발	**2-1 SRA를 이용한 미계측유역 수문 및 수자원 변동 계측 기술 개발**					
	미계측유역 부존량 모니터링 및 예측 기법수립	북한수계 수자원 인프라 평가 및 위성자료를 이용한 수자원부존량 모니터링 북한강/임진강 수계 레이더자료를 이용한 모니터링/예측기술 개발			북한수계 수문수지 및 장기유황변화 모니터링 기술을 개발	프로그램 기술보고서
	2-2 실시간 위성정보 기반 수문학적 가뭄감시 및 가뭄전망 기술					
	수문학적 가뭄감시 및 모니터링 방법론 도출	SRA 융합자료 기반의 수문학적 가뭄지수 개발		지역별 중장기 수문학적 가뭄전망 기술		프로그램 기술보고서
			수문학적 상세 가뭄정보 생산기술 개발			
	2-3 하천건천화의 시공간적 원인추적 및 영향평가 기술					
	하천건천화 분석용 전국 시계열 공간DB 구축기술	하천건천화 전국 시계열 공간DB 구축		하천건천화 영향평가기법 개발 및 대응방안		프로그램 기술보고서
		하천건천화 분석용 전국 격자기반 분포형 수문모형 및 평가툴 개발				

[3세부] 수해경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측 기술 개발

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	최종성과물
< 3세부 > 수해경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측 기술 개발	**3-1 SRA를 이용한 광역 홍수평가 및 예측기술**					
	글로벌 홍수해석을 위한 위성강우 검보정 기술 (레이더, 지점강우활용)	글로벌 홍수해석을 위한 위성강우 활용 기술			광역의 공간정보 기반 홍수 평가 및 예측 기술 개발	프로그램 기술보고서
	광역의 지형 및 위성정보 활용기술	홍수해석 평가기술 개발				
	3-2 X-Net을 이용한 실시간 지역 홍수위험도 예측기술					
	X-Net 기반 실시간 다차원 수리해석 모형의 개발	X-Net 자료에 의한 홍수위험지역 사전예보 및 Zoning 기술 개발			X-Net 기반의 도시기반시설 능동형 수해 저감 기술 개발	프로그램 기술보고서 법 제정 및 개선
		Lidar자료를 연계한 통합 홍수해석모형 개발				
	3-3 UAV를 이용한 실시간 홍수 모니터링 및 피해산정기술					
	위성공간정보 기반의 홍수 모니터링 기술 개발			위성공간정보 기반의 홍수피해액 산정기술 개발		프로그램 기술보고서
		위성공간정보 기반의 침수 해석모형 정확도 제고 기술 개발				
	3-4 지역 유형별 수재해 저감설계 최적화 기법 개발					
	X-Net 시험 유역 운영 및 지역별 수재해 특성 평가	X-Net 기반의 고정밀 공간단위별 B-VAT 평가모형 및 알고리즘 개발		수재해 저감을 위한 맞춤형 설계 최적화 기법 개발	최적홍수저감 설계를 위한 구조적/비구조적 방안의 연계 기술	프로그램 기술보고서
		지역특성별 맞춤형 재난저감기술 및 통합관리시스템 개발				

[4세부] 빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보 서비스 플랫폼 기술 개발

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	최종성과물
< 4세부 > 빅데이터 기반 Global (Global+Local) 수자원 정보 서비스 플랫폼 기술 개발	**4-1 SRA 관측자료 수신 및 처리 시스템 운영 관리 기술**					
	SRA 자료 수신/처리/배포 시스템 설계	SRA 자료 수신/처리/배포 시스템 Prototype개발 상세 설계	시스템구현	시험 운영	SRA 자료 수신/처리/배포 시스템 고도화 및 안정화	프로그램 기술보고서
	4-2 지역 홍수관리를 위한 자료처리 표준화 및 통합 운영 기술					
	지역 홍수관리체계 자료처리 통합 및 표준화를 위한 사전 연구	지역 홍수관리체계 자료처리 통합 및 모듈화 기술 개발	지역 홍수관리체계 자료처리 프로세스 통합 플랫폼 개발		지역 홍수관리체계 통합 자료처리 프로세스 테스트 및 검증	프로그램 지침
	4-3 R(Realistic) 수방재 DB 고도화 및 첨단 표출 시스템 구축					
	X-Net 수재해 정보 표출을 위한 공간 DB 인프라 구축	X-Net 자료의 수재해 공간 GIS DB화 구현 기술 개발 Realistic GIS DB 기반 X-Net 통합자료 VIP(Visual Information Platform) 설계			Realistic기반 수재해 표출 VIP 구축	프로그램
	4-4 국토관측센서 기반 수문 및 수재해 정보 포털 시스템 개발					
	수문 및 수재해 정보 포털 시스템 설계	수문 및 수재해 정보 포털 Prototype 개발	수문 및 수재해 정보 포털 시스템 시범 운영 및 개선		수문 및 수재해 정보 포털 시스템 고도화 및 안정화	프로그램 기술보고서 지침

3.6 성과활용 방안

□ 기술적 측면

○ 위성기반의 공간적 가뭄정보 생산 알고리즘은 범부처 공동 활용이 가능하며 위성자료 기반의 수문학적 가뭄 모니터링 기술은 광역적인 가뭄에 대한 유역별 가뭄 예방 및 관리 지침 개발에 활용

- 물관련 정보의 효율적 자료 획득 및 분야별 활용 편의성을 고려한 DB화 기술을 제공하고, 정보의 연속성 및 활용성을 고려한 국가 차원의 지속적 정보구축 생산 기술을 보급하여 위성영상을 활용한 정확도 높은 수문인자를 이용한 안정적 수자원 관리 기술 제공 및 실시간 대응 기법으로 활용

○ 기상재해 및 도시지역의 재해 환경 특성을 고려하여 고해상도 강우 정보를 이용한 재해·재난 시스템 구축하고, 저고도 강우 및 국지적 강우의 시공간 분포 및 현황을 감시 및 예측하여 도시방재 시스템을 보강함

- 실시간 고분해능 강우 생산 및 예측에 활용하며, 국토부에서 도입예정인 X-밴드 이중편파레이더의 기초 기술로 활용이 가능함

○ X-Net 기반의 고분해능 강우정보 생산을 위한 기술 개발로 초단기에서 중장기에 이르는 정량적 예측기술을 확보하고, 운영을 통해 수재해 뿐만 아니라 산불, 산사태, 지하 시설물 등에 대한 홍수재해 등 자치단체의 재해 경감 및 예방

○ 지역특성별 홍수 위험도 평가를 통한 설계 및 유지관리 업무를 지원하며, 수재해 저감을 위한 통합관리시스템 운영하고, 수재해 저감을 위한 맞춤형 설계 최적화의 자료로 활용

○ 홍수관리 및 수재해 대응 정보 표출 및 서비스 시스템에 자료 제공 및 홍수관리 관련 종합적 의사결정에 필요한 다양한 정보 제공을 지원하며, 홍수관리 체계의 다양한 개별 하위 요소 시스템들을 통합 연계

□ 사회·경제적 측면

○ 자연재해 시스템 구축으로 인해 대국민 서비스 및 수재해 분야에 대한 국가 기관간 연계성이 강화되고, 원격탐사 기반의 고도화된 수문정보를 제공함으로써 수자원을 비롯한 농업, 기상, 방재 등의 분야에서 효과적으로 활용

○ 향후 북한과의 교류 및 통일 후 수자원 SOC 관련 사업의 추진을 위한 수자원계획 및 설계에 활용하며, 미계측지역에서 위성-레이다 관측정보의 활용성을 확인하고, 이에 대한 경험을 축적함으로써 동남아 등 물관련 해외 사업진출에 활용

○ 물산업 해외 진출시 해당 국가의 수문기상정보 분석에 활용하며, 광역의 홍수해석 기술을 통한 물산업 해외 진출시 물관련 SOC 사업의 기본 설계에 활용할 수 있는 기초자료 제공뿐만 아니라 저개발국가 등에 관련 기술 이전

○ 한국형 실시간 수재해 상황인식 및 복구 의사결정 시 활용하고 수방재 취약지역에 대한 재해발생 예·경보에 활용하며, 수재해에 대비한 시설물 유지관리 업무에 활용

□ **정책결정 지원 측면**

○ 개발 기술의 최종 수요자는 주관부처인 국토교통부를 비롯해 안전행정부 등 정부부처 뿐만 아니라 지자체가 되며, 유역환경 변화와 관련한, 수재해 특성 변화에 능동적으로 대응하는 지자체의 관련 기술력 확보

○ 지방자치단체에서 중소하천에 대한 홍수예보에 활용하며, 침수지역 사전예보 및 홍수정보 제공을 통한 주민의 생명과 재산보호

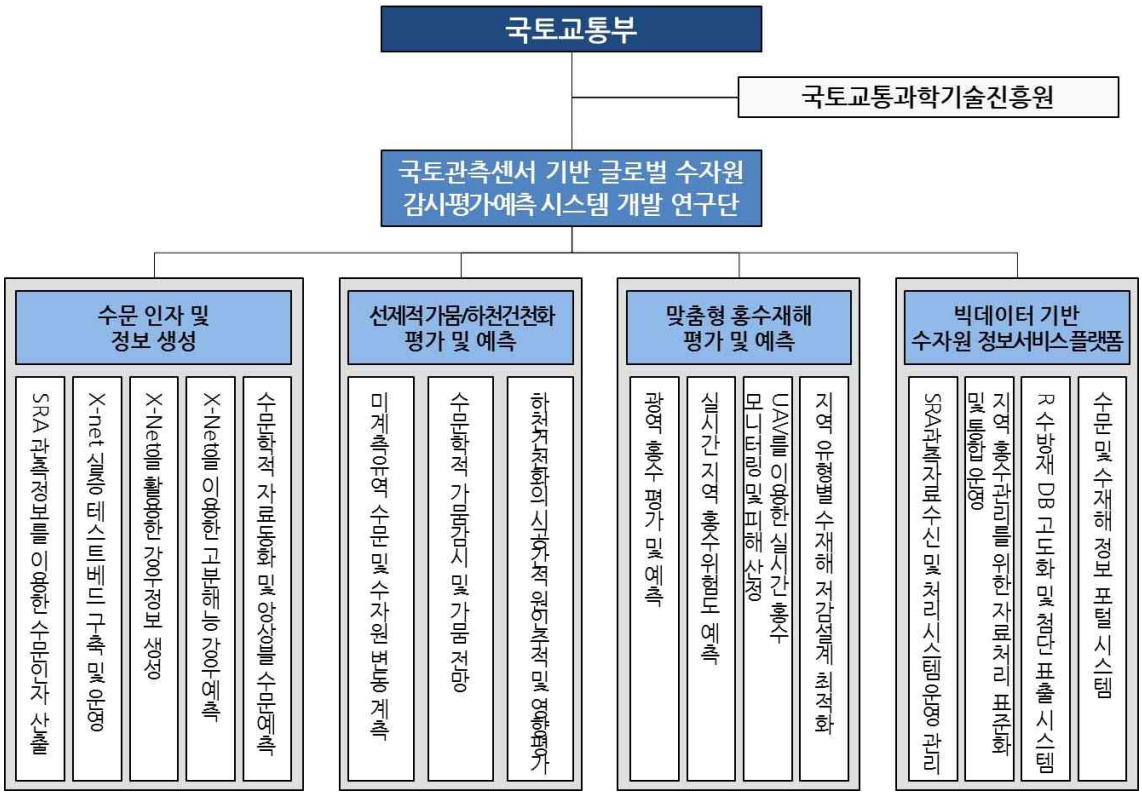
○ 위성영상 기반의 광역적 홍수(침수지역) 모니터링 업무를 지원하며, '풍수해 저감종합대책' 수립 시 침수지도 작성 도구(tool)로 활용하여 도시 및 산지 하천 내·외수 침수 시 피해액 등 경제성 평가를 위한 기초자료 제공

○ 수자원 감시 및 관리에 대한 대국민 서비스 영역 확대 제공하고, 과학적인 수자원 관리 및 정책 수립에 기여

3.7 연구수행체계

○ 『위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시·평가·예측 시스템 개발 기획』 과제는 연구단 형태로 추진 예정이며, 국토교통과학기술진흥원(KAIA)의 기본적인 사업관리체계를 따름

- **(국토교통부)** 사업을 총괄하는 주관부처로서 예산 편성 및 상위계획과의 연계성을 검토
- **(국토교통과학기술진흥원)** 사업의 성공적인 수행을 위한 총괄 책임 및 권한을 가지며, 사업 및 성과를 관리
- **(연구단장)** 세부과제 책임자 중 1인을 선정하여 연구단의 비전과 목표달성을 위해 일정 및 진도관리를 수행하고, 과제간 연계·협력을 유도
- **(세부과제 책임자)** 세세부 과제 책임자 중 1인을 선정하여 과제간 시너지를 유도하며, 위탁연구 및 공동연구를 추진할 수 있음
- **(세세부과제 책임자)** 연구개발 과제를 주도하며 직접적인 연구개발을 수행



[그림 3-6] 연구단 추진체계

4. 사전타당성 검토

4.1 정책적 타당성

4.2 기술적 타당성

4.3 경제적 타당성

4.1 정책적 타당성

4.1.1 상위·유관 계획과의 부합성 및 추진 의지

□ **동 사업은 신 정부가 제시하고 있는 국정과제들과 높은 연관성을 가지고 있으며, 국토교통부의 『제2차 건설교통 R&D 중장기계획』 및 법정계획인 『수자원 장기 종합계획』에 확고한 근거를 마련**

○ 신정부의 140대 국정과제 중 4개 과제와 높은 연관성을 가짐

- **[국정과제 7]** IT/SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화
  - · 위성정보와 수자원의 다학제간 융합신기술을 통한 신성장동력 창출 및 창의혁신에 의한 국가과학기술 발전 실현
  - · 수자원, 기상, 우주, IT 등 다종의 과학분야간 융복합 기술과제로, 기술개발 완료 후 저개발국가 기술 지원 및 해외 물시장 진출 기반 마련
- **[국정과제 8]** 과학기술을 통한 창조산업 육성
  - · 사회복지/안전 등 공공시스템과 연계한 신시장 창출 지원으로 사회이슈 해결
- **[국정과제 83]** 총체적인 국가 재난관리체계 강화
  - · 통합재난대응 시스템 구축, 홍수/산사태 등 재해걱정 없는 안심국토 실현

  ※ 첨단장비를 활용한 유비쿼터스형 국민 중심 안정망을 위한 통합 재난대응 시스템을 구축하고, 홍수/가뭄/산사태/건천화 등 각종 물관련 재해로부터 국민의 재산과 생명을 보호함으로써 국민의 안전한 삶 구현에 기여
- **[국정과제 90]** 기상이변 등 기후변화 적응
  - · 기후변화 감시/예측능력 확보, 이상기후 위험요인에 대한 환경영향 평가 체계 구축

  ※ 한반도 주변 및 글로벌 기후변화에 의한 수문변동 상시감시체계 구축

○ 제2차 건설교통 R&D 중장기계획('12.05)

- "수자원 확보를 위한 융합 및 평가기술" : 전략목표(기후·물·환경 융합 연구를 통한 수문예측·관리, 기후변화 대응 수자원 전략 수립)

○ 수자원장기 종합계획('11.12)

- 물 관련 기술의 선진화 → 수자원 조사·연구기술 2020년까지 OECD 선도국 대비 90% 달성
- 홍수/가뭄피해 최소화를 위한 기후변화에 당한 물관리 체제 구축

4.1.2 사업 추진 상의 위험요인과 대응방안

○ 사업추진 상의 위험요인은 사업 주경로 상의 위험요인, IF 시나리오, 통제범위 외부환경, 자원확보 계획의 4가지 관점으로 유형화할 수 있으며, 각 관점에 대한 위험요인 관리를 위하여 위험요인 관리의 기본방향을 수립함

○ 주경로상의 위험요인은 사업의 기획, 운영, 관리, 평가, 성과 확산 전 과정에서 발생할 수 있음

- 사업기획 과정: 환경변화 대응이나 기획과정 운영 실패, R&D 기획역량 부족한 경우
- 사업운영 과정: 운영본부의 운영 미숙이나 사업 몰입도가 부족한 경우
- 사업관리 과정: 개방 및 경쟁 부족, 사업 시너지 창출 실패한 경우
- 사업평가 과정: 평가의 엄정성, 정확성 부족, 탈락 과제의 자산화 미흡, 평가결과 활용(feed back) 부족의 경우
- 사업성과 확산 과정: 지식재산권(논문, 특허, 라이센스 등) 확보 및 민간기업 활성화 미흡, 글로벌 리더십 확보 미흡한 경우

○ IF 시나리오는 사업의 주체 및 이해관계자, 참여자들이 소극적으로 참여한 경우, 법안 통과 등의 법적·행정적 프로세스가 지연되는 경우에 발생할 수 있어 이에 대한 대응 전략이 필요함

- IF 시나리오는 브레인스토밍, 인터뷰 등을 통해 여러 가지 위험요인을 도출하고 대응 전략을 수립함

○ 통제범위 외부환경은 사업관리 주체가 직접 통제할 수 있는 범위를 벗어나서 발생할 수 있는 위험요인으로, 사업의 상대방(수요기업 또는 개인 연구자 등)의 동의가 미흡하거나 참여기관의 인식 및 이해관계의 차이가 있는 경우에 발생할 수 있음

- 유연하고 전략적으로 대응할 수 있는 대응방안 마련이 필요함

○ 자원확보 계획은 계획했던 대로 예산이 확보되지 않거나 자원배분 계획에 차질이 발생하여 사업연장 요인이 발생하는 경우를 말함

□ 위험요인 관리방안(안)

○ 위에서 정의한 각 위험요인에 대한 관리방안은 다음과 같음

<표 4-1> 사업의 위험요인 관리방안(안)

실패위험		세분류	위험요인 관리방안
사업 관리 주 경로	사업 기획	환경변화대응 실패	사전조사 및 검토를 철저히 수행하고, 별도 편성된 사전기획 예산을 통해 사업기획을 추진함으로서 변화하는 환경에 대응
		R&D기획역량 부족	국가 R&D 전문컨설팅사와 공동기획을 통해 기획력 강화
		기획과정 운영실패	공감대 부족을 극복하기 위하여 기획 단계에서부터 유관기관, 자문단, 기획위원자들의 참여를 확대
	사업 운영	사업몰입도 부족	참여주체들의 효율적 사업 수행을 위하여 간접적 인센티브 마련
		운영본부의 운영미숙	선행연구사업의 운영경험으로부터 Death Threat을 발굴하고 관리기관과 밀접한 관계를 유지
	사업 관리	개방•경쟁 부족	우수연구그룹 및 기업, 개인 연구자들이 적극적으로 참여하고 활용할 수 있도록 정보교류의 장을 주기적으로 마련
		시너지 창출 실패	기반기술과 목적형 응용기술, 정보 제공기술에 대해 계획단계에서부터 연구 추진단계까지 협력관계를 구축하고, 테스트베드를 구축/운영
	평가	엄정한 평가 부족	객관적인 평가가 될 수 있도록 성과지표를 명확히 설정, 왜곡된 평가를 방지하기 위하여 평가결과를 공개하고, 적절한 평가위원을 섭외
		탈락과제의 자산화 미흡	실패로부터 배우는 Fail Fast, Fail Cheap System을 구축
		평가결과 활용 부족	평가결과를 활용하여 프로젝트 보완 계획 수립 평가과정에서 홍보에 필요한 자료를 확보하고 홍보자료로 활용
	성과 확산	지식재산권 확보 미흡	참여 기업들의 특허 획득 전략 수립과 출원등록지원을 위한 전문 인력 활용을 지원하며, 기업의 참여를 확대
		민간 기업 활동 활성화 부족	민간기업의 활용을 통한 아웃소싱을 충분히 활용
		글로벌 리더십 확보 미흡	글로벌 물 산업 진출 기업, 정부의 대외 활동을 지원할 수 있는 수자원 정보 제공
IF 시나리오		참여자의 소극적 참여	사업의 중장기적 비전과 후속 사업의 추진근거 및 토대를 마련
		법안통과의 지연	전체 추진과정을 완전히 개방함으로써 불필요한 오해를 불식하고 사업 추진의 필요성에 대한 공감대 형성
통제범위 외부		관계자 간 동의 미흡	적극적인 사업홍보를 통해 산업 전체의 미래 비전을 공유
		참여기관의 인식차이	참여기관의 인식조정을 위한 주기적인 모니터링 및 협의
재원확보 계획		적절한 예산규모 확보 미흡	각 세부 사업의 예산이 일정정도 확보될 수 있도록 전략 수립과 함께 엄격한 평가시스템을 통해 현 시점에서 투자 되어야 할 분야 선정
		사업연장 수요	사업기간 연장 및 추가지원의 적정성에 대한 주기적 점검을 통해 사업의 진행 속도를 점검하고 향후 사업 수요에 대응

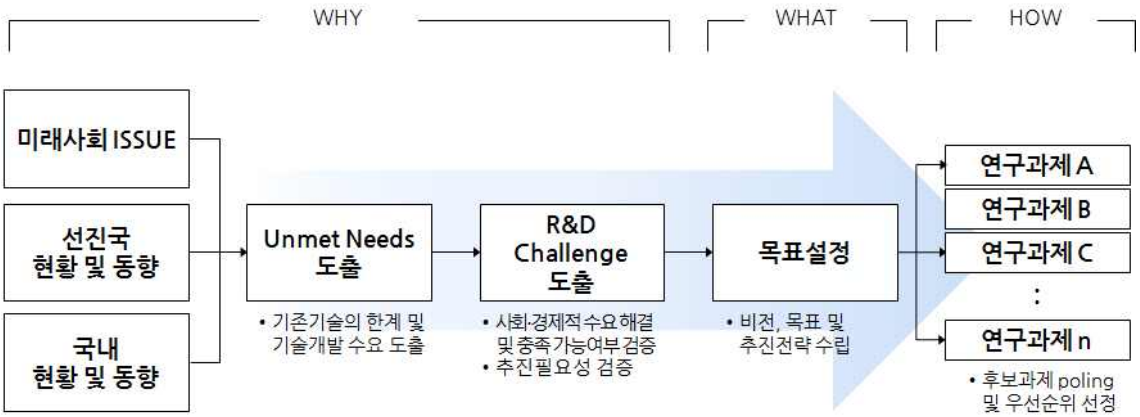
4.2 기술적 타당성

4.2.1 기술개발 계획의 적절성

□ **해결하고자 하는 문제 및 미충족 수요를 명확히 정의하고, 문제해결 수단으로서 추진 가능한 R&D Challenge와 사업의 비전과 목표를 수립하는 Top-down 방식의 접근과 산학연 전문가들을 활용한 Bottom-up 방식의 과제도출을 병행**

○ 문제를 명확하게 정의하고, 문제해결 수단으로서 반드시 필요한 과제를 선정하여 추진할 수 있도록 하는데 있어 절차적 정당성과 공정성을 확보

- 미래사회 이슈, 국내외 현황 및 동향 분석을 통해 수자원 관리시스템 고도화를 통해 수재해 예측정확도 향상이라는 정책수요를 도출하고, 기존 기술의 한계와 기술개발 수요를 정의
- Unmet Needs를 해결하기 위한 수단으로서 연구단의 도전과제를 도출하고 추진 필요성을 재확인
- SWOT 분석, 기획자문위원단/KAIA/유관기관 등의 검토를 거쳐 사업의 총괄 목표체계를 수립
- 사업목표와 중장기적 비전 달성을 위해 추진 가능한 후보과제들을 pooling 하고, 과제의 통합/조정, 중복성 검토 등을 통해 투자 우선순위를 설정하고 최종적으로 추진해야 할 과제를 확정



[그림 4-1] 기술개발 계획수립 절차

4.2.2 기술개발 성공가능성

□ **목적지향적인 문제해결형 과제 구성을 통해 성과목표와 최종 산출물을 명확히 설정함으로서 기술개발의 성공 가능성을 높일 수 있음**

○ 국가적으로 기 보유중인 위성, 레이더, AWS 등 광역/지역을 아우르는 국토관측센서의 운영 및 활용을 위한 다양한 기술을 확보하고 있으며, 전반적인 기술력 수준이 글로벌 수준에 근접

- 기존 관측센서로부터 생성되는 데이터를 통합하고 복합적으로 처리하기 위한 알고리즘 및 응용기술 개발을 위해 국내 최고 전문가들로 연구팀을 구성하여 기술개발의 성공 가능성을 제고

○ 기상청, 소방방재청, 한강홍수통제소, 재난안전연구원 등 물 관련 재해와 관련한 고유 미션을 수행하고 있는 기관들과의 긴밀한 협의와 협조관계 구축을 통해 시스템 개발의 성공 가능성과 활용성 극대화가 가능

□ **테스트베드 구축/운영을 통해 연구개발 성과를 현장에서 검증할 수 있고, 실질적인 성과물의 질적 완성도 점검이 가능**

○ 가뭄, 홍수, 하천건천화 등 수재해에 대한 감시·평가 시스템을 고도화하고, 위성정보의 활용성을 극대화함에 따라 예측 정확도를 향상

○ X-Net 인프라는 홍수 관련 감시·평가·예측 정보를 검증하고 데이터의 보정 및 현장 실증을 가능하게 하여 성과의 질적 수준을 한 단계 높일 수 있음

□ **기존 기술/시스템의 한계로 지적되는 저조한 국토관측센서 활용도, 데이터 및 정보 접근성을 획기적으로 개선함에 따라 미래 글로벌 물 산업 진출에 결정적인 정보제공 역할 수행이 가능**

○ 국가적으로 우수한 국토관측센서 인프라(위성, 레이더, AWS 등)를 갖추고 있음에도 불구하고, 이를 융합하고 의미있는 정보로 해석할 수 있는 통합 시스템의 부재로 체계적인 수자원 관리 및 수재해 대응이 불가능하다는 한계를 극복

○ 위성정보의 활용과 통합 시스템 구축을 통해 기존 미계측 지역에 대한 정보를 생산하고, 글로벌 물 산업 진출을 위한 해당 지역의 수자원 데이터 획득 및 정보 제공이 가능

4.2.3 기존 사업과의 중복성

□ **추진과제 도출, 투자 우선순위 선정 결과 등에 대해 유관기관과 직접적인 중복성 검토를 통해 세세부 과제 수준에서 추진 목적 및 목표를 차별화**

○ 해당 과제와 유사성을 가지고 있는 관계부처 유사 연구과제 3건에 대한 검토를 통해 연구목표를 차별화

- 원격탐사기반 선진형 홍수관리 및 가뭄대응 기반기술 구축(국립재난안전연구원)
  - · 강우레이더자료를 활용한 홍수예경보 기술 보완 방향 제시
  - · 인공위성기반 수문기상학적 가뭄 모니터링(안) 제시
- 관측, 지진기술 지원 및 활용 연구(국립기상 연구소)
  - · 전지구 해양기상 예측기술 고도화를 통한 효율적인 해양환경 감시
  - · 연구용 이중편파레이더 분석기술 개발 및 현업화
  - · 지진감시 고도화, 지진해일 예측 정확도 향상 및 화산전조 감시체계 구축 기술 개발
- 국가 수문기상 재난안전 공동활용 ISP 및 파일럿 시스템 구축(국토지리정보원, 기상청, 소방방재청)
  - · 부처별 수문기상 대응체계 일원화를 위한 업무범위 재정립 및 정보화 전략 계획(ISP) 수립

☞ **국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시·평가·예측 기술 개발**

- 한반도 및 동아시아 수자원 현황 분석 및 물산업 해외진출을 지원하기 위한 위성(Satellite), 레이더(Radar) 및 자동기상관측자료(AWS) 등 최첨단 기술 기반의 SRA 관측정보 관리 및 분석시스템 개발
- 한반도를 포함한 전 세계에 대한 가뭄, 건천화, 홍수를 감시·평가·예측 기술 및 Big Data 기반 정보제공 기술

□ 동 과제는 기존 타 부처 등에서 개발하고 있는 사업과 기술적, 공간적, 활용적 측면에서 명확한 차별성을 가짐

<표 4-2> 관련부처 유사과제와의 차별성

관련사업	기술적	공간적	활용적
원격탐사기반 선진형 홍수관리 및 가뭄대응 기반기술 구축 (국립재난안전연구원)	- 수문.기상학적 가뭄만을 대상으로 함 ※ 기후학적 가뭄 및 농업적 가뭄 등 - 강우레이더 분석기술은 현행 기술수준 조사 및 향후 분석기술 개발 방향 제시에 국한	- 북한 등을 포함	- 향후 홍수관리를 위해 레이더 기반 강우자료 생성기술의 개발범위 및 내용 제시 - 가뭄 모니터링을 위한 인공위성 자료 활용 방안 제시
관측, 지진기술 지원 및 활용 연구 (국립기상연구소)	- 해양기상 예측 시스템 및 지진, 지진해일, 화산 전조 등에 예측 및 감시 기술 개발	- 한반도 주변 해양 및 전 지구 해양 ※ 육상보다는 해양을 중심으로 한 기술 개발	- 해양기상 예측 분야 활용 - 한반도 주변지역 지진 및 지진해일 특성 파악 등
국가 수문기상 재난안전 공동활용 ISP 및 파일럿 시스템 구축 (방재청 등)	- 부처별 수문기상 대응 체계의 일원화를 위한 업무범위 재정립과 이에 따른 수문기상 재난안전 정보화전략 계획 수립	- 한강 등 5대강 권역	- 부처별 수문 기상 대응체계 역할 정립 및 이에 의거한 수문 기상 재난안전 기술 개발 방향 설정

○ 국립재난안전연구원은 기술개발 자체보다는 홍수 및 가뭄 등 수재해에 대응하기 위한 향후 기술방향을 설정

○ 국립기상연구소는 해양기상 예측기술 고도화 및 한반도 주변에서 발생할 수 있는 지진 등과 같은 재해 등을 감시 및 예측할 수 있는 기술개발을 추진

○ 3개부처 공동연구는 수문기상 재난안전 기술개발을 위한 업무범위 재정립 및 향후 추진방향 정립 등 정책적 연구를 중심으로 수행

○ 검토대상과제(신규 요구과제)는 위성, 레이더 및 AWS 등 다양한 자료의 융합을 통해 한반도를 포함한 전 세계에 대한 수문기상 정보 추출 기술을 개발하고, 이를 수재해 분야에 실제 활용할 수 있는 핵심기술을 확보함으로써 물산업 해외진출 시 필요한 여러 가지 관련 정보를 제공할 수 있는 Big Data 기반의 Portal 시스템 구축을 목표로 하고 있음

4.3 경제적 타당성

4.3.1 분석 방법론

□ 경제성 분석의 의미 및 근거

○ 국가 R&D 사업기획에 대한 경제적 가치를 평가하는 목적은 정부재원의 합리적 운용에 있음

- 과학적·객관적 경제성 분석 과정을 통해 투자 대비 성과가 상대적으로 큰 사업을 파악하여 최종 사업 평가에 반영

○ 2010년 기획재정부 예비타당성조사 운용지침 34조에 의거, 예비타당성조사 대상사업의 경제성 분석 핵심조사과정으로서 비용편익분석(Cost-benefit Analysis)이 사용됨

- 순수 R&D 사업 및 기타 비투자 재정부문 사업 등 비용편익분석이 적합하지 않다고 판단되는 경우 비용효과분석(Cost-Effectiveness Analysis)을 실시할 수 있음

□ 비용편익분석의 유형[10)]

○ 일반적으로 사용되는 비용편익분석법에는 순현재가치법(NPV), 내부수익률법(IRR), BC 비율법(Benefit-Cost ratio method) 등이 있음

○ 순현재가치법

- 현금흐름 할인모형(Discounted Cash Flow Model)의 일종
- 사업의 전 기간에 걸쳐 순현재가치를 계산

$$NPV = \sum_{n=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{n=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

B_t : t시점의 편익

C_t : t시점의 비용

r : 할인율

n : 분석기간

10) 박호정, 2009, '비용편익분석 이론과 기법의 최신 동향 연구 참고

- 사업성판단
  - 고려하는 사업대상이 단수인 경우 NPV가 0보다 클 때 경제적 타당성이 확보된 것으로 간주
  - 고려하는 사업대상이 복수인 경우 NPV가 0보다 큰 사업들 중 가장 큰 NPV 값을 가진 사업을 선택
- 장점
  - 시행예정인 사업의 전략적 분석에 유용
  - 재무지표와 연결한 분석을 통해 보다 구체적이고 현실적인 방향제시 가능
  - 현재 발생되는 현금흐름에 입각하여 평가하므로 회계처리방식에 따른 결과 변화로 인한 오류를 최소화 가능
- 단점
  - 할인율, 비용 및 편익의 불확실성, 사업시행여부에 따른 경영재량권의 가치 차이 등에서 한계가 존재하므로 제한된 범위 내 해석이 필요

○ 내부수익률법

- 내부수익률(IRR: Internal Rate of Return)의 개념
  - 각 기간별 편익의 현재가치 합계와 비용의 현재가치 합계의 최종합계가 0을 나타내도록 하는 이자율
  - 투자안 자체에 내포된 수익률이 자본 조달에 소요되는 금융비용보다 조금이라도 크면 투자하겠다는 의미

$$\sum_{t=0}^{n}\frac{B_t}{(1+IRR)^t}=\sum_{t=0}^{n}\frac{C_t}{(1+IRR)^t}$$

IRR: 내부수익률

- 사업성 판단
  - 내부수익률이 자본의 기회보용보다 큰 값을 보일 경우 해당 사업의 경제적 타당성이 확보되는 것으로 간주
  - 고려하는 사업이 다수일 경우 내부수익률이 가장 큰 사업을 시행
- 수익률이라는 점에서 개념의 접근성은 높으나, 경우에 따라 2개 이상의 값이 구해지거나 답이 없는 경우가 존재

○ BC 비율법

- 비용 대비 편익의 비율을 계산
  - · 각 기간별 편익의 현재가치 총합을 각 기간별 비용의 현재가치 총합으로 나눈 값

$$\frac{B}{C}=\frac{\sum_{n=0}^{n}\frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{n=0}^{n}\frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

  - · BC ratio가 커질수록 사업의 비용 한 단위당 편익의 발생이 커진다는 의미이므로 경제적 효과성이 높다고 볼 수 있음
- 사업성 판단
  - · BC ratio가 1보다 크면 사업의 경제성이 확보되었다고 간주
  - · 각기 다른 사업들 간 비교시 BC ratio의 크기로 대조
- 비용 대비 편익, 즉 비용효율성을 측정하기에 용이한 지표로, 경제성 평가 과정에서 많이 이용되고 있음
  - · 편익의 절대적 크기를 비교해야 할 경우 효율적인 기준은 아님(사업 규모가 차이가 날 경우 NPV와 BC ratio의 순위가 바뀔 수 있음)

□ 본 기획에서의 경제성 분석

○ 비용의 효율성에 주목하고 예비타당성조사 운용지침을 따른다는 측면에서 BC ratio를 주 분석방법으로 채택

○ ‘위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시·평가·예측 시스템 개발 기획’을 통해 개발될 기술로부터 발생할 것으로 예상되는 다양한 경제적 파급효과를 직접 편익과 간접편익으로 구분하여 추정할 것임

4.3.2 비용 산정

○ 총 5년간 진행되는 4개 세부사업의 연도별 비용을 현재가치로 환산하여 합산한 결과 약 243억원을 비용으로 산정하였음

- 기준연도는 2013년으로 하고, 할인율은 5.5%를 적용

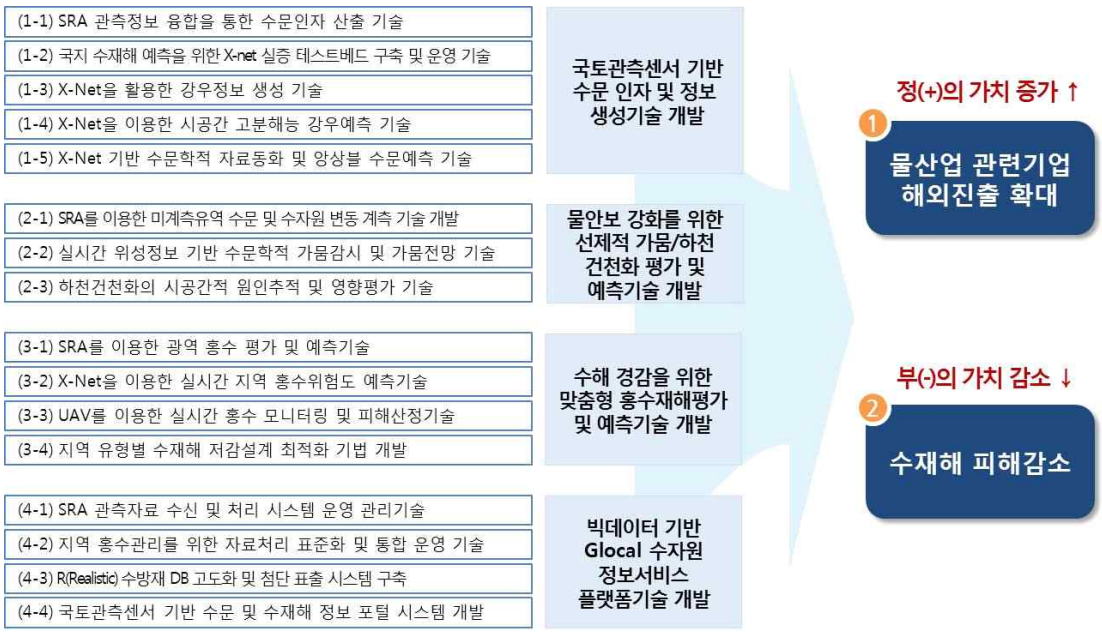
<표 4-3> 위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시·평가·예측 시스템 개발 사업 예산(안)

(단위 : 백만원)

세부	세세부	예산					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1	1-1	30	490	380	400	400	1,700
	1-2	50	1800	1000	260	190	3,300
	1-3	40	550	450	660	600	2,300
	1-4	40	250	200	280	230	1,000
	1-5	40	400	350	410	300	1,500
	소 계	200	3,490	2,380	2,010	1,720	9,800
2	2-1	30	480	380	360	350	1,600
	2-2	30	480	390	400	400	1,700
	2-3	40	600	450	460	450	2,000
	소 계	100	1,560	1,220	1,220	1,200	5,300
3	3-1	20	480	300	300	400	1,500
	3-2	20	400	350	480	450	1,700
	3-3	30	610	450	460	450	2,000
	3-4	20	350	300	530	500	1,700
	소 계	90	1,840	1,400	1,770	1,800	6,900
4	4-1	40	600	450	460	450	2,000
	4-2	20	200	200	320	260	1,000
	4-3	20	400	400	600	580	2,000
	4-4	30	610	450	460	450	2,000
	소 계	110	1,810	1,500	1,840	1,740	7,000
총 계		500	8,700	6,500	6,840	6,460	29,000
현재 가치 (기준연도: 2013년, 할인율:5.5%)		**474**	**7,817**	**5,535**	**5,521**	**4,943**	**24,290**

4.3.3 편익 추정

□ 편익 항목 선정



[그림 4-2] 사업기획에 따른 편익항목

○ 국가연구개발사업 추진을 통해 발생 가능한 편익은 크게 정(+)의 가치 증가분과 부(-)의 가치 감소분으로 나뉘며, 이 중 B/C 분석에서 편익으로 인정되는 항목은 직접편익으로 제한됨

<표 4-4> 연구개발 부문 예비타당성조사 편익 항목

구분	예비타당성조사 B/C 분석 시 편익 **반영** 항목	예비타당성조사 B/C 분석 시 편익 **미반영** 항목
정(+)의 가치 증가	• 부가가치 증대 - 신기술 적용을 통한 생산량 증가 • 기술거래 - 기술이전에 의한 로열티 수입	• 과학기술 지식, 국민의 과학기술 이해도 향상, 과학기술자의 교육훈련, 국가위상 제고, 지역개발 효과, 시장권의 확대, 지역산업 구조 개편, 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 고용/취업 유발효과, 수입/수출 유발효과, 소득 분배효과 등
부(-)의 가치 감소	• 비용절감 - 생산투입 자원 및 시간의 절감 - 연구기간, 출장회수 등의 연구 수행비용 절감 - 물류비용 절감 • 피해비용 감소 - 자연재해로 인한 피해감소 • 질병/환경 비용 절감	-

자료: 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구, 한국과학기술기획평가원, 2011

○ 동 사업의 최종성과물(수문 및 수재해 관련정보, 홍수/가뭄/하천건천화 평가·예측 정보, 수자원 정보서비스)을 고려할 때, B/C 분석의 편익으로 인정할 수 있는 항목은 크게 두 가지로 정의됨

- (정의 가치 증가) 물 산업 관련기업의 해외진출 확대에 대한 기여분
- (부의 가치 감소) 수재해 피해감소에 대한 기여분

□ **편익 산정을 위한 기본 전제**

○ 편익 산정 기간

- 2013년 말(11월)을 기준연도로 적용
- 과제종료연도부터 최초편익이 발생하기까지의 회임기간은 2019년부터 2021년까지 3년으로 함
- 편익 기간은 연구개발 비용기간과 동일하게 5년으로 적용
  - · 2022년부터 2026년까지 5년간을 본 사업의 편익기간으로 산정

○ 비용편익 분석시 할인율: KDI 일반지침(2007년) 상의 5.5%를 사용[11)]

○ 환율: 2013년 11월 25일 환율(1$ = 1,062 원)을 적용

○ 기술개발 성공률

- 연구자가 기술을 개발할 확률
  - · 우리나라의 국가 연구개발사업의 평균 연구생산성은 약 0.466으로 분석되고 있는데, 이 수치를 통해 연구자가 의미있는 기술을 개발할 확률로 간주하였음[12)]

○ 사업화 성공률

- 기술을 이전 받은 기업이 해당 기술을 가지고 실질적인 매출을 올릴 확률
  - · 한국산업기술평가원 보고서[13)]에 따르면, 일반적으로 기술개발 결과를 활용하여 매출액이 발생하거나, 또는 공정 활용을 통한 비용의 절감 등의 경제적 성과가 발생한 경우를 “사업화(성공)”로 간주함
  - · 동 사업은 SRA 기반의 관측자료를 융합·처리하여 정보를 생성하고 분석하는 것이 주가 되는 사업이므로 정보통신분야 정보기술 S/W의 사업화율 39%를 적용

○ 사업 기여도

- 물산업 관련 정부 투자 대비 본 연구개발 사업기획 예산의 비율을 적용함

---

11) 기획재정부 2010년 예비타당성조사 운용지침

12) 국가 R&D 성과제고를 위한 효율성 재정립 및 성과제고 패턴에 관한 연구, 교과부, 2011

13) 한국산업기술평가원, 2008년도 산업기술개발사업 성과활용현황조사 결과보고서, 2008.9

가. 물산업 관련 기업의 해외진출 증진 편익

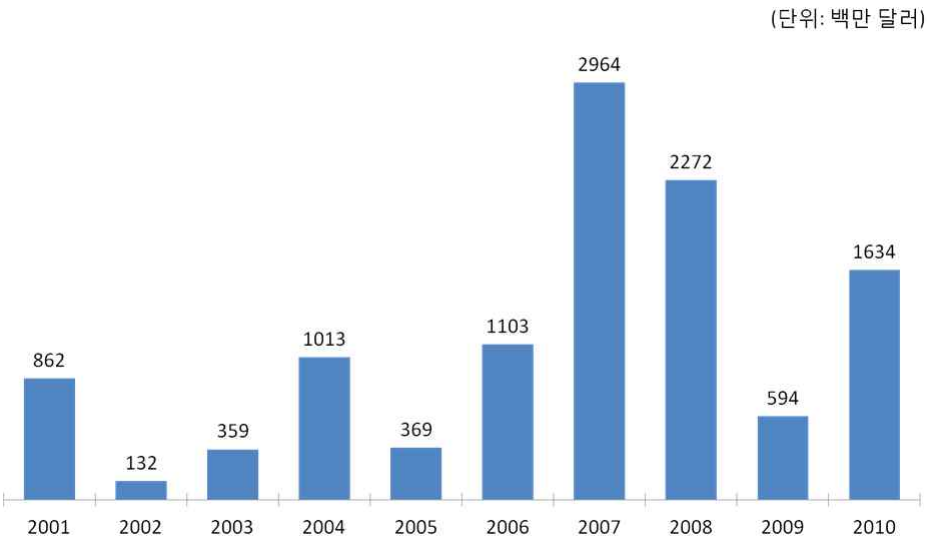
☞ 동 사업의 최종 성과물인 수자원·수재해 평가 및 예측기술을 통해 해외국가의 수문기상학적 특성을 빠르게 이해함으로써 국내 기업의 해외 물산업 프로젝트 수주를 증진시킬 것으로 판단하여 추정한 편익

편익	=	기술개발 성공률	×	사업화 성공률	×	연평균 해외 물산업 프로젝트 수주 금액	×	국내기업의 해외 물산업 프로젝트 수주 증가율	×	사업 기여도

[그림 4-3] 물산업 관련 기업의 해외진출 증진 편익 산정식

○ 연평균 해외 물산업 프로젝트 수주 금액

- 국내 기업들의 물산업 해외 수주규모는 2001~2010년간 113억 달러[14]였으며, 연평균 1조 2,000억원 규모임



[그림 4-4] 국내기업의 해외 물산업 수주규모 추이

○ 국내기업의 해외 물산업 프로젝트 수주 증가율

- 세계 물시장의 연평균 성장률이 4.9%[15]임을 감안하면, 동 사업을 통해 선진화된 수자원 관리 및 수재해 예측 기술을 확보할 경우 국내기업의 연

14) 창조경제와 물산업, 한국과학기술기획평가원, 2013

15) GWI(2008), 한국무역협회(2010)

평균 해외 물산업 프로젝트 수주 규모는 매년 4.9% 이상, 10%내외로 성장할 것으로 추정됨

· 2001년~2010년까지의 국내기업의 해외 물산업 수주규모는 연평균 7.4% 성장하였으며 동 사업을 통해 운영·관리 서비스에 대한 프로젝트 수주를 가속화 시킬 것으로 전망됨

※ 운영관리 서비스에 대한 세계 물시장의 성장률은 3.6% 정도임

- 이러한 자료를 기반으로 하여 미래 프로젝트 수주 증가율의 정도에 대한 시나리오를 아래와 같이 구성하였음

<표 4-5> 위성정보를 활용 수자원 예측시스템 개발에 따른 해외 프로젝트 수주 증가율

구 분	보수적	중립적	낙관적
국내기업의 해외 물산업 프로젝트 수주 증가율	8.4%	9.4%	10.4%

○ 물산업 관련 기업의 해외진출 증진 편익에 대한 경제적 가치

- 물산업 관련 기업의 해외진출 증진 편익의 현재가치는 약 266억원으로 산정됨

· 시장성장율 증가 정도에 따라 최소 132억원에서 최대 405억원의 범위를 나타낼 것으로 기대

<표 4-6> 물산업 관련 기업의 해외진출 증진 편익에 대한 미래가치와 현재가치

(단위: 억 원)

연도	미래가치			현재가치		
	시나리오1 (보수적)	시나리오2 (중립적)	시나리오3 (낙관적)	시나리오1 (보수적)	시나리오2 (중립적)	시나리오3 (낙관적)
2022	13	27	40	8	**17**	25
2023	29	58	87	17	**34**	51
2024	47	94	143	26	**52**	79
2025	67	136	207	35	**72**	109
2026	91	185	282	45	**92**	141
합계	247	500	759	132	**266**	405

나. 수재해 피해 감소 편익

☞ 동 사업의 최종 성과물인 수재해 예측 정보 및 서비스 플랫폼을 통해 홍수, 가뭄의 피해를 사전에 예방하거나 감소시키는 효과를 가질 것으로 판단하여 추정한 편익

편익	=	기술개발 성공률	×	수재해(홍수, 가뭄) 피해 감소율	×	연평균 수재해 피해액	×	사업 기여도

[그림 4-5] 수재해 피해 감소 편익 산정식

○ 수재해 피해 감소율

- 미국의 경우 홍수에 대한 예측을 1시간 이내로 앞당길 경우 홍수 피해가 10% 감소할 수 있다고 알려져 있음[16)]
  - · 동 사업을 통하여 홍수 및 가뭄에 대한 예측을 앞당길 경우 홍수와 가뭄에 의한 피해액을 10% 저감 가능하다고 가정
- 이러한 자료를 기반으로 하여 수재해 피해 감소에 대한 시나리오를 아래와 같이 구성하였음

<표 4-7> 위성정보를 활용 수자원 예측시스템 개발에 따른 수재해 피해 감소율

구 분	보수적	중립적	낙관적
수재해 피해 감소율	7%	10%	13%

○ 연평균 수재해 피해액

- 홍수: 우리나라에서 2001년부터 2010년까지 홍수로 인한 연평균 피해액은 약 418억원에 달함

16) EASPE, Inc., 2002 & 기상기후정보의 활용 극대화 방안, 2012

<표 4-8> 우리나라 지역별 연평균 홍수 피해액

(단위: 천 원)

연도	서울	인천	경기도	강원도	충청북도	충청남도	경상북도	전체
2010	22,207,486	12,273,214	65,373,739	13,597,713	575,804	564,690	4,924	114,597,570
2009	24,392	109,611	41,493,073	30,022,856	14,623,949	3,612	1,921,187	88,198,680
2008	45,000	198,885	6,177,928	6,664,222	6,122,115	0	30,914,830	50,122,980
2007	-	-	-	71,195	1,990	12,418	5,730	91,333
2006	5,733,838	713,034	57,173,805	1,377,845,071	62,712,715	2,150,825	121,087	1,506,450,375
2005	101,001	89,500	8,747,950	23,061,529	4,448,299	1,772,034	11,677	38,231,990
2004	428,246	140,910	9,084,213	99,610,104	145,208,537	3,660,484	3,115,588	261,248,082
2003	2,048,945	461,587	10,929,728	838,295,375	20,344,340	93,602	1,990,979	874,164,556
2002	688,128	547,762	4,457,650	398,097,927	1,496,720	370,134	194,415	405,852,736
2001	58,368,241	31,570,285	480,718,835	227,106,913	27,147,250	13,988,828	748,254	839,648,606
우리나라 연평균 홍수 피해액(2001~2010년)								417,860,691

자료: 국가수자원관리종합정보시스템, 국토교통부, 2013

- 가뭄: 2001년부터 2010년까지 가뭄으로 인한 농업피해 복구비는 연평균 86억원[17)]

○ 수재해 피해 감소에 대한 경제적 가치

- 수재해 피해 감소 편익의 현재가치는 약 39억원으로 산정됨
  - · 시장성장율 증가 정도에 따라 최소 27억원에서 최대 51억원의 범위를 나타낼 것으로 기대

<표 4-9> 수재해 피해 감소 편익에 대한 미래가치와 현재가치

(단위: 억 원)

연도	미래가치			현재가치		
	시나리오1 (보수적)	시나리오2 (중립적)	시나리오3 (낙관적)	시나리오1 (보수적)	시나리오2 (중립적)	시나리오3 (낙관적)
2022	8.9	12.7	16.5	5.5	**7.8**	10.2
2023	9.4	13.4	17.4	5.5	**7.8**	10.2
2024	9.9	14.1	18.4	5.5	**7.8**	10.2
2025	10.4	14.9	19.4	5.5	**7.8**	10.2
2026	11.0	15.7	20.4	5.5	**7.8**	10.2
합계	49.6	70.9	92.1	27.4	**39.2**	51.0

17) 농림수산식품부, 2012

4.3.4 비용·편익 분석

가. 비용편익 분석

<표 4-10> 사업의 B/C Ratio와 NPV 값

구분	시나리오 1 (보수적)	시나리오 2 (중립적)	시나리오 3 (낙관적)
비용 현가(억원)	243	243	243
편익 현가(억원)	159	305	456
B/C Ratio	0.65	1.26	1.88
NPV (억원)	-84	62	213

○ ‘위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시·평가·예측 시스템 개발 기획’사업의 BC Ratio는 약 1.26으로 산정되었음

- 중립적 시장성장 시나리오로 추정하였을 경우 BC Ratio가 1을 상회하므로 경제성이 충분하다고 판단됨

나. 민감도 분석

○ R&D 예비타당성평가 작성 지침[18)]에 따라 총 사업비, 편익, 할인율에 대한 B/C의 민감도 분석을 실시함

□ 총 사업비 변화

<표 4-11> 비용변화에 대한 B/C Ratio와 NPV 민감도분석 결과

구 분	총 사업비 30% 감소			총 사업비 30% 증가		
	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3
비용 현가 (억원)	170	170	170	316	316	316
편익 현가 (억원)	159	305	456	159	305	456
B/C Ratio	0.93	1.79	2.68	0.50	0.97	1.44
NPV (억원)	-11	135	286	-157	-11	140

18) KISTEP, 2011, 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제1판)

□ 편익 변화

<표 4-12> 편익변화에 대한 B/C Ratio와 NPV 민감도분석 결과

구 분	편익 30% 감소			편익 30% 증가		
	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3
비용 현가 (억원)	243	243	243	243	243	243
편익 현가 (억원)	112	214	319	207	397	593
B/C Ratio	0.46	0.88	1.31	0.85	1.63	2.44
NPV (억원)	-131	-29	76	-36	154	350

□ 할인율 변화(4.5%~6.5%)

<표 4-13> 할인율변화에 대한 B/C Ratio와 NPV 민감도분석 결과

구 분	4.5%			6.5%		
	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3
비용 현가 (억원)	251	251	251	236	236	236
편익 현가 (억원)	174	337	502	146	279	414
B/C Ratio	0.69	1.34	2.00	0.62	1.18	1.75
NPV (억원)	-77	86	251	-90	43	178

5. 연구투입 소요예산 산정

5.1 인력투입계획

5.2 소요예산 산정

5.3 재원조달 방법

5.1 인력투입계획

○ 소요인력의 단위 1명은 12M/M에 해당되며, 1M/M는 연구원 1명이 1개월간 100% 참여함을 뜻함

<표 5-1> 소요인력 총괄

(단위 : 명)

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1	1-1	2	8	7	8	7	32
	1-2	2	10	10	5	4	31
	1-3	2	11	12	12	10	47
	1-4	2	5	5	5	5	22
	1-5	2	8	8	7	6	31
	소 계	10	42	42	37	32	163
2	2-1	2	8	7	7	7	31
	2-2	2	8	8	8	8	34
	2-3	2	10	9	10	9	40
	소 계	6	26	24	25	24	105
3	3-1	2	8	6	6	8	30
	3-2	2	8	8	9	8	35
	3-3	2	8	8	8	10	36
	3-4	2	10	8	6	6	32
	소 계	8	34	30	29	32	133
4	4-1	2	10	8	10	9	39
	4-2	2	5	5	5	5	22
	4-3	2	8	9	9	8	36
	4-4	2	10	9	10	9	40
	소 계	8	33	31	34	31	137
총 계		32	135	127	125	119	538

5.2 소요예산

○ 세부과제별 기획위원회를 구성, 기획위원에 의한 상향식(Bottom up) 방법으로 예산을 산출함

- 최소 연구단위임 공동과제를 수행하는데 소요되는 적정비용을 산정하고, 이를 토대로 일반과제의 연구비를 산정하여 사업예산 규모를 확정

<표 5-2> 소요예산 총괄

(단위 : 백만원)

세부	세세부	추진일정					
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
1	1-1	30	490	380	400	400	1,700
	1-2	50	1800	1000	260	190	3,300
	1-3	40	550	450	660	600	2,300
	1-4	40	250	200	280	230	1,000
	1-5	40	400	350	410	300	1,500
	소 계	200	3,490	2,380	2,010	1,720	9,800
2	2-1	30	480	380	360	350	1,600
	2-2	30	480	390	400	400	1,700
	2-3	40	600	450	460	450	2,000
	소 계	100	1,560	1,220	1,220	1,200	5,300
3	3-1	20	480	300	300	400	1,500
	3-2	20	400	350	480	450	1,700
	3-3	30	610	450	460	450	2,000
	3-4	20	350	300	530	500	1,700
	소 계	90	1,840	1,400	1,770	1,800	6,900
4	4-1	40	600	450	460	450	2,000
	4-2	20	200	200	320	260	1,000
	4-3	20	400	400	600	580	2,000
	4-4	30	610	450	460	450	2,000
	소 계	110	1,810	1,500	1,840	1,740	7,000
총 계		500	8,700	6,500	6,840	6,460	29,000

6. 과제 제안요구서

6.1 과제 제안요구서

6.2 평가기준 설정

6.1 과제 제안요구서

6.1.1 연구단 RFP

연구개발과제명	국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시, 평가, 예측 시스템 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 정보 허브 구축 및 운영기술 개발로 행복한 안심국토 및 물산업 강국 실현 - 국토관측센서 및 X-Net 실증 테스트베드 구축을 통해 획득된 자료를 기반으로 수재해 감시/평가/예측 등에 필요한 관련 정보를 생성 - 위성영상 및 수문레이더 정보 등을 활용하여 (미)계측 지역에 대한 수자원 변동을 감시하고, 가뭄과 하천건천화를 효율적으로 평가·예측함으로써 물안보 대응체계를 강화 - SRA 및 첨단 모니터링 시스템을 활용해 광역 및 국지홍수의 피해 범위와 규모 등을 평가·산정하고, 정확히 예측함으로써 수재해를 획기적으로 저감 - SRA 기반의 광역 및 지역 수문자료와 수재해 관련 분석정보를 체계적으로 관리하고 맞춤형 수재해 정보를 제공할 수 있는 포털시스템 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성기술 - (인프라 활용성) 국가적으로 운영되고 있는 다양한 국토관측 센서를 수재해 관리에 효율적으로 활용할 수 있는 응용 시스템 부재 - (데이터 정확도) 다양한 관측자료를 연계·융합하여 활용하지 못하고 일부 관측자료에 의존함에 따라 정확도 및 신뢰도가 낮음 - (기술의 융합) 수자원 감시, 평가, 예측 등의 신속성 및 정확도를 높이기 위한 실질적인 ICT와 빅데이터 기술의 접목 및 활용 필요(AWS, X-Net, 위성, 레이더) ○ 물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 - (지역적 접근성) 수재해관련 정보 획득의 공간범위가 남한지역에 국한되어 있어 한반도 미계측 지역 및 동남아 등에 대한 정보 생성 및 활용 기반 구축 필요 - (예측기술) 최근 이상기후에 의한 물부족 현상이 심화되고 있어 정확한 가뭄 및 하천건천화의 예측기술이 필요

	- (공간적 예측능력) 동아시아 및 한반도 스케일의 장기예보능력 미흡 - (건천화 불확실성) 건천화 원인 파악 및 그 영향 정도에 의한 정량적 규명 불가하며, 광범위 유역 실시간 감시의 한계 ○ 수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 - (대처능력확보) 국지성 호우 및 강우강도가 증가하며 이에 대한 광범위한 관측과 정확한 예측, 즉각적 대처능력확보를 위한 수재해대응관리가 필요 - (자료의 활용) AWS, 레이더, 항공영상, 위성 실시간 영상 및 유역 축소단위의 실시간 강수지도 활용 부재 ○ 빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보서비스 플랫폼 기술 - (인프라 활용성) ICT 및 빅데이터 기술 발전으로 대용량 정보의 정확한 처리 및 신속한 교류가 가능함 - (첨단 물관리기술) 기후변화로 인한 수재해 피해심화로 IT 등 융복합기술을 활용한 물관리 기술첨단화가 요구됨
□ 기술동향	○ 국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성기술 - 유럽 EUMETSAT의 SAF는 다양한 위성정보를 활용한 수자원 관리 정보를 제공하며, 중국 및 인도는 최근 기상위성 발사를 통해서 수자원 관리 시스템을 강화하고 있음 - '09년부터 대형레이더를 설치하여 운용 중에 있으나 1Km 이하의 강우 관측이 어려우며, 복잡한 한반도 지형으로 자료 활용도가 낮음 - 천리안 위성에서 강수관측이 이루어지고 있으나 탑재된 적외선 센서의 한계로 낮은 정확도의 결과 도출 ○ 물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 - 유럽우주기구(ESA)에서는 SMOS 위성을 사용하여 토양수분을 관측하고 있으며, 미항공우주국(NASA)은 Suomi NPP 위성의 관측자료를 이용하여 전지구 식생지도를 산출하고 있으며, 중국 및 기타 선진국에서는 자체 가뭄 예측기술을 확보하고 있음 - 국내에서는 SRA를 이용한 통합가뭄판단지수개발이 미흡하며, 가뭄 전망 및 모니터링 시스템부재와 강우, 토양수분의 예측기술 부재 - 동아시아 및 한반도 스케일의 장기예보능력 미흡하고, 건천화 원인파악 및 영향정도에 대한 정량적 규명 불가 ○ 수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 - 미국은 정지궤도 및 저궤도 위성의 복합활용 위성자료를 생성하여 홍수분석에 활용하고 있으며, 일본 등에서도 2006년 레이더망을 이용한 도시홍수예경보시스템의 연구개발을 수행 중에 있음

- 국내에서는 현재 홍수와 관련해서는 홍수 발생 이후 침수구역의 산정을 위한 위성영상 활용 외에는 위성정보 활용이 되지 못하고 있음
- 강우자료의 신뢰성과 정확성을 높이기 위해 위성영상과 레이더, 지상우량계 등 자료의 융합을 통한 최적의 분석자료 필요
- 기상레이더, 위성, 자동기상관측소, 윈드프로파일러 등 다양한 관측장비로부터 생산되는 데이터를 복합적으로 해석할 수 있는 자료동화 체제가 필요

○ 빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보서비스 플랫폼기술
- 국내에서는 수재해 관련정보를 기관별, 목적별로 분류하여 실무사용자에게만 제공하고 있어 범용으로 자료를 활용할 수 있는 방안이 부족
- 관측 및 분석의 다양한 정보들을 관련기관과 일반사용자가 쉽게 접근하고 활용할 수 있는 범용 시스템 개발이 필요함

3. 연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

[1세부과제]

○ 국토관측센서 기반 수문 인자 및 정보 생성기술 개발
- SRA 관측정보 융합을 통한 수문인자 산출 기술
- 국지 수재해 예측을 위한 X-net 실증 테스트베드 구축 및 운영 기술
- X-Net을 활용한 강우정보 생성 기술
- X-Net을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술
- X-Net 기반 수문학적 자료동화 및 앙상블 수문예측 기술

[2세부과제]

○ 물안보 강화를 위한 선제적 가뭄/하천건천화 평가 및 예측기술 개발
- SRA를 이용한 미계측유역 수문 및 수자원 변동 계측 기술 개발
- 실시간 위성정보 기반 수문학적 가뭄감시 및 가뭄전망 기술
- 하천건천화의 시공간적 원인추적 및 영향평가 기술

[3세부과제]

○ 수해 경감을 위한 맞춤형 홍수재해 평가 및 예측기술 개발
- SRA를 이용한 광역 홍수 평가 및 예측기술
- X-Net을 이용한 실시간 지역 홍수위험도 예측기술
- UAV를 이용한 실시간 홍수 모니터링 및 피해산정기술

	- 지역 유형별 수재해 저감설계 최적화 기법 개발 **[4세부과제]** ○ 빅데이터 기반 Glocal(Global+Local) 수자원 정보서비스 플랫폼기술 개발 - SRA 관측자료 수신 및 처리 시스템 운영 관리기술 - 지역 홍수관리를 위한 자료처리 표준화 및 통합 운영 기술 - R(Realistic) 수방재 DB 고도화 및 첨단 표출 시스템 구축 - 국토관측센서 기반 수문 및 수재해 정보 포털 시스템 개발
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립) ○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 ○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구 책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 및 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 1 세부과제 - 수문학적인자(토양수분, 증발산) 산정지침 - X-Net 다중 이중편파레이더 테스트베드 구축 및 운영

	- X-Net/마이크로웨이브 링크 활용 강우추정 소프트웨어 - X-Net 기반 초단기 구름분해능 강우예측 모델 소프트웨어 - X-Net기반 앙상블 수문예측 소프트웨어 및 매뉴얼 ○ 2 세부과제 - 미계측유역 장기유황변화 및 수자원부존량 모니터링 기술 - 공간적 가뭄정보 생산 알고리듬 및 감시, 평가 시스템 - 하천건천화 분석 기술 ○ 3세부과제 - 광역공간정보 기반 홍수예측 및 평가 모형 소프트웨어 - 실시간 홍수위험도 Mapping 모형 소프트웨어 - 홍수기 침수지역 분석 및 피해액 산정 소프트웨어 - 지역특성별 재난저감 기술 ○ 4세부과제 - SRA 수신, 처리, 배포시스템 - 기상, 수문 정보 산출 알고리즘 및 SW의 표준화 시스템 - Realistic 기반 수재해 상황별 표출시스템 - 정보통합 및 웹포털시스템
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 기술적 측면 - 위성기반의 공간적 가뭄정보 생산 알고리즘은 범부처 공동 활용이 가능하며, 위성자료 기반의 수문학적 가뭄 모니터링 기술은 광역적인 가뭄에 대한 유역별 가뭄 예방 및 관리 지침 개발에 활용 - 기상재해 및 도시지역의 재해 환경 특성을 고려하여 고해상도 강우 정보를 이용한 재해·재난 시스템 구축하고, 저고도 강우 및 국지적 강우의 시공간 분포 및 현황을 감시 및 예측하여 도시방재 시스템을 강화 - X-Net 기반의 고분해능 강우정보 생산을 위한 기술 개발로 초단기에서 중장기에 이르는 정량적 예측기술을 확보하고, 운영을 통해 수재해 뿐만 아니라 산불, 산사태, 지하 시설물 등에 대한 홍수재해 등 자치단체의 재해 경감 및 예방 - 지역특성별 홍수 위험도 평가를 통한 설계 및 유지관리 업무를 지원하며, 수재해 저감을 위한 통합관리시스템 운영하고, 수재해 저감을 위한 맞춤형 설계 최적화의 자료로 활용 - 홍수관리 및 수재해 대응 정보 표출 및 서비스 시스템에 자료 제공 및 홍수관리 관련 종합적 의사결정에 필요한 다양한 정보

	제공을 지원하며, 홍수관리 체계의 다양한 개별 하위 요소 시스템들을 통합 연계 ○ 사회·경제적 측면 - 자연재해 시스템 구축으로 인해 대국민 서비스 및 수재해 분야에 대한 국가 기관간 연계성이 강화되고, 원격탐사 기반의 고도화된 수문정보를 제공함으로써 수자원을 비롯한 농업, 기상, 방재 등의 분야에서 효과적으로 활용 - 향후 북한과의 교류 및 통일 후 수자원 SOC 관련 사업의 추진을 위한 수자원계획 및 설계에 활용하며, 미계측지역에서 위성-레이다 관측정보의 활용성을 확인하고, 이에 대한 경험을 축적함으로써 동남아 등 물관련 해외사업진출에 활용 - 물산업 해외 진출시 해당 국가의 수문기상정보 분석에 활용하며, 광역의 홍수해석 기술을 통한 물산업 해외 진출시 물관련 SOC 사업의 기본 설계에 활용할 수 있는 기초자료 제공뿐만 아니라 저개발국가 등에 관련 기술 이전 - 한국형 실시간 수재해 상황인식 및 복구 의사결정 시 활용하고 수방재 취약지역에 대한 재해발생 예경보에 활용하며, 수재해에 대비한 시설물 유지관리 업무에 활용 ○ 정책결정지원 측면 - 개발 기술의 최종 수요자는 주관부처인 국토교통부를 비롯해 안전행정부 등 정부부처 뿐만 아니라 지자체가 되며, 유역환경 변화와 관련한 수재해 특성 변화에 능동적으로 대응하는 지자체의 관련 기술력 확보 - 지방자치단체에서 중소하천에 대한 홍수예보에 활용하며, 침수지역 사전예보 및 홍수정보 제공을 통한 주민의 생명과 재산보호 - 위성영상 기반의 광역적 홍수(침수지역) 모니터링 업무를 지원하며, '풍수해저감종합대책' 수립 시 침수지도 작성 도구(tool)로 활용하여 도시 및 산지하천의 내·외수 침수 시 피해액 등 경제성 평가를 위한 기초자료 제공 등 범부처 활용 - 수자원 감시 및 관리에 대한 대국민 서비스 영역 확대 제공하고, 과학적인 수자원 관리 및 정책 수립에 기여
□ 기대효과	○ (사회.경제적) 특화된 위성자료의 추출 및 활용을 통한 수자원 분석 기술 고도화로 첨단기술 기반의 지능화된 국가 물안보 체계 구축 기여 - 수재해 피해규모 10% 저감에 따른 1,400억원 예산절감 - 첨단 융복합기술 기반의 광역 및 지역적 재해관리 실현으로 물산업 분야 글로벌 경쟁력 확보 및 국민의 삶의 질 개선 - 물관련 재해 업무 담당하는 부처 및 공공기관에 탑재하여 유관

기관간 업무공유, 신속한 의사결정 지원 및 대국민 서비스로 활용

○ (기술적) 한반도를 포함한 광역 및 도시지역 등 지역적 물관련 재해관리를 위한 수자원, 위성, 기상, IT 등 현안기술기반의 핵심기술 확보
- 수자원 감시·평가를 위해 가용한 국내외 관측 자료를 융합하고, 맞춤형 정보를 생산함으로써 수재해 예측정보의 정확도를 71%에서 95%로 향상 (2013 국토교통기술수준분석 참고)
- 최신 기술력을 통해 동남아 등 각종 정보를 제공함으로서 물산업 경쟁력 향상 및 국부창출 기여
- X-Net의 구축 및 운영을 통한 고해상도 수문기상정보 산출 및 수재해 모델링기술 개발을 통한 한국형 수재해 대응기술 개발

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2014. 03. ~ 2019. 02. (5 년)
- 1차년도 연구개발기간 : 2014. 03. ~ 2014. 12. (10 개월)

○ 총 정부출연금 : 29,000백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 500백만원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수
※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조
- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발 목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화하고 가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술–성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정) 계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발 계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검・관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료 및 기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며, 연구개발 결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발 계획 등은 수정・보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발 계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화.명확화)할 수 있음
- 연구추진 과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행 과정에서 실험이 필요한 경우,「분산공유형 건설연구 인프라 구축」과제결과로 구축된 "분산공유 6대 실험시설" 우선 활용

※ 공고시 첨부한 "분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료" 참조

6.1.2 1세부 5개 세세부과제 RFP

핵심(세부)과제명	(1-1) SRA 관측정보 융합을 통한 수문인자 산출 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 위성 자료를 이용한 복잡지형에서의 증발산량 추정 ○ 한반도의 복잡 지형에서 공간 분포된 토양수분의 표준화 구현 및 데이터베이스 구축 ○ 인공위성 기반의 지역/광역 수문분석을 위한 수문기상인자의 시계열 자료 산출 ○ 실측자료와의 오차율 10% 이내 달성
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 증발산 지도를 평가하기 위한 자료의 부족 및 시공간 패턴에 대한 이해 부족 - 복잡지형에서 Remote sensing기반 순간값(snap-shot)증발산을 하루 단위 적산값으로 변환하기 위한 알고리즘의 부재 ○ 기후변화의 영향으로 한반도의 시공간적 강우 패턴의 변화가 급증함에 따라 유출의 영향을 미치는 토양수분에 관심이 커짐 - 인공위성자료를 이용한 수자원 연계 시스템의 미비 및 공간적으로 평가하기 위한 자료의 부족 ○ 수목생리와 탄소순환이 수문학적 인자들을 조절하는 중요 요인이지만, 대부분 모형에 반영이 되어있지 않음 - D/B화를 통한 수문기상인자의 연구가 필요함
□ 기술동향	○ 국토해양부, 농림청, 기상청 및 산림청 등의 국가기관에서 토양수분에 대해서 관측은 하고 있으나 이에 대한 정확한 지식이 미비하며, 자료의 품질이 현저히 떨어지며, 자료의 제공 및 많은 문제를 가지고 있음 ○ 원격탐사 기법을 이용한 복사에너지의 산정을 통해서 증발산에 대해서 여러 분야의 연구를 진행되고 있음 ○ 장근창은 한반도의 KoFlux 사이트에서 MODIS 16 증발산 product의 알고리즘을 평가하였으며, MODIS와 MM5 기상장에서 입력자료를 도출하여 유역 규모의 증발산 지도를 제작 ○ NASA JPL의 Josh Fisher 박사는 수정된 Priestley-Taylor모형을 이용해 전지구 규모의 증발산 지도를 제작했음. MODIS 16증발산 product와 마찬가지로 대부분 기상입력자료가 100 km에 달하며, JPL의 슈퍼컴퓨터를 이용해서 고해상도의 증발산 지도 제작중 ○ USDA-ARS의 Martha Anderson박사팀은 Two-source모델인 ALEXI와 thermal image를 이용하여 미국 대륙의 증발산 지도를 제작하였으며, 오전의 snap-shot 증발산 지도를 대기경계측 모형과 접합하여 일적산 증발산 지도를 제작하였음 ○ USDA의 농업연구소에서는 NASA의 Terrestrial Hydrology

	Program과 연계하여 토양수분에 관한 연구를 수행하고 있으며, Oklahoma 지역에서 습한 환경을 설정하여 실험한 Southern Great Plains 1997 (SGP97) Hydrology Experiment와 전 지구 토양수분 관측을 위한 Soil Moisture Experiment (SMEX) 2002, 2003, 2004, 2005 등 실험 실측, 항공기, 원격탐사, 지상 관측을 통해 기후와 토지 등 다양한 조건에 대한 토양수분의 거동을 관측함
3. 연구개발 내용	
	○ 수자원 재해 저감 및 대비를 위한 다양한 위성기반 수문기상인자 산정기술 제안 - Remote sensing based 인공위성 자료의 품질 향상 및 오차 개선을 위한 기하보정으로 수문기상인자 산출 기술 ○ Optical Sensor 위성기반 자료를 이용한 증발산 산정을 통해 시계열 흐름을 위한 기술 제안 - 공간적인 대표성을 나타내기 어려운 지점 자료를 제외, 인공위성 자료만을 사용한 Monin-Obukhov Stability method에 근거하는 증발산 산정 알고리즘 개발 - 대기복사, 캐노피복사, 복잡 지형, 식생 반영한 Optical Sensor 위성 기반 자료 기반의 수정 동역학적 기반의 증발산 산정 모형 개발 - NASA에서 제공되는 증발산 자료와의 비교 및 검증을 통해 물리학적 기반 증발산 산정시스템 개발을 위한 D/B화 ○ 대기-지면의 다양한 정보를 이용한 한반도 및 동북아시아 범위의 토양수분 산정 기술 제안 - 다중 위성자료를 기반으로 방사 전달 모형을 고려한 토양수분 자료의 시공간 분해능을 확보한 자료 생성 기술 개발 - Remote Sensing 자료 품질향상의 downscaling 기술 개발을 통한 고해상도 토양수분 자료 제공 기술 개발 - 토양수분 자료를 제공하는 인공위성들을 이용하여 일, 월별 토양수분 자료 산정 활용 기술 ○ 인공위성 기반의 지역 및 광역 수문분석을 위한 수문기상인자의 시계열 자료 산출 기술 - 수문기상학적 인자에 영향을 미치는 식생 및 Albedo 등 산정 기술 개발 ○ Optical Sensor를 활용한 2000년 이후 일·월단위의 증발산, NDVI, LAI, Albedo, 토양수분 DB 구축

프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		실제환경 적용 가능성 검증	
마일스톤 (유형: 기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	동북아시아의 증발산량, 토양수분량 산정기술	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립)
○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립
○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축
○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모

□ 추진체계

○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함
○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것
○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축
○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색
○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함
○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용
○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축
○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년
○ 사업예산
-총사업비 : 정부 17억원

6. 기타

핵심(세부)과제명	(1-2) 국지 수재해 예측을 위한 다중 이중편파레이더망(X-Net) 실증 테스트베드 구축 및 운영 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 초고해상도 X-밴드 이중편파 레이더 구매 및 관측망 구축 ○ 이중편파레이더 관측시스템의 유지보수 및 현업 운영 ○ 이중편파레이더 관측시스템의 운영 최적화 및 품질관리 ○ 현장계측/조사기법 및 절차개선 및 표준화 달성에 따른 기능 테스트 성공률 95% 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 지구온난화 등과 관련한 기후변화로 집중호우, 태풍, 폭설 등의 발생빈도가 증가하고 있으며 이에 의한 인명 및 재산피해도 매년 증가추세에 있으며, 기상재해 및 도시지역의 재해 환경 특성을 고려하여 고해상도 강우 정보를 이용한 재해·재난 시스템 구축 필요 ○ 도시의 구조적인 변화로 인해 물의 토양으로의 침투 제한, 도시내 건물 인프라 및 지하시설물의 증가로 홍수 및 이로인한 피해 패턴이 바뀌어 과거에 설계된 도시 수방 및 자연재해방지 시설은 이러한 변화를 수용하는데 한계를 보임 ○ 소형 X-밴드 이중편파레이더를 이용하여 기존 현업용 레이더로 관측 및 예측이 불가능한 저고도 강우 및 국지적 강우의 시공간 분포 및 발달을 감시 및 예측하여 도시방재 시스템을 보강 ○ 레이더를 활용한 일련의 과정을 통해 기상 및 자연재해로부터 안전하며 기상재해에도 유연하게 대처할 수 있음
□ 기술동향	○ 기상청, 국토해양부, 국방부(공군)등에서 이중편파 S-밴드, C-밴드 등을 운영하고 있음 ○ X-밴드 이중편파레이더는 국립기상연구소 및 한국건설기술연구원에서 연구용으로 운영하고 있음. 따라서 현업화 및 네트워크 구축을 통한 활용은 진행된 사례가 없음 ○ 일부지자체에서 소형 X-밴드 레이더시스템과 연계한 방재시스템을 검토하고 있으나 현재까지 진행된 사항은 없음 ○ CASA (Collaborative Adaptive Sensing of the Atmosphere)에서는 소형 X-밴드 레이더를 이용 조밀한 관측 망을 형성하여 기존의 대형 레이더가 관측할 수 없는 저층지역을 관측 ○ Tokyo Amesh System, X-net MP Radar System이란 도시형 침수피해를 방지하기 위한 국지적인 호우 등 고빈도 고해상도의 기상정보를 정확하고 신속하게 파악하여 우수펌프 및 하수처리 시설의 유지관리 기능 강화.도쿄 지역 및 주요 도시지역에 수십기의 소형 X-밴드 레이더를 도입 운영 중에 있음
3. 연구개발 내용	
	○ X밴드 다중 이중편파레이더 구축 및 운영기술 개발 - X-밴드 이중편파레이더 규격서, T/B 선정기준 수립, 설치장소, 환경 조사 및 분석

- X밴드 이중편파레이더망 구축 및 24/7 실시간 운영
- 실시간 현장 감시 및 자료 분배 시스템 개발

○ X-Net 레이더 안정성 평가 및 자료 품질관리기술 개발
- X-Net 레이더 자료 분석 기반 시스템 안정성 평가 및 모니터링 기술 개발
- 레이더 관측전략 수립 및 품질지수 (CSR, CCOR, SQI, SIG, 필터 등) 최적화
- 반사도 및 시선속도 품질관리 기술 개발

프레임워크		개별요소 기술 및 성능검증	성능평가 및 안정성 평가		사용가능성 증명 단계	
마일스톤 (유형: 시스템)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL			
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	X-Net 구축 및 운영 기술	3	4	5	6	7	8

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 국지성 집중호우 및 폭설 등으로 인한 도심 및 산간, 농촌 지역의 국지적인 자연재해의 감시를 위해 초고해상도 소형 X-밴드 이중편파레이더 관측망 구축

○ 유효 관측반경 30~50Km이내의 실시간 초고해상도 레이더 자료와 이중편파 관측인자를 이용한 강수형태 구분을 통한 정확한 강수관측 및 교통관제, 하수처리시설, 펌프장 등 기간시설과의 실시간 연통을 통해 재난에 사전 대응

○ 이중편파레이더 관측망의 유지보수 및 관측 운영을 총괄 관리하고, 자료품질관리·강우정보생산·활용기술개발 등을 극대화하기 위한 통합운영시스템 구축

○ 향후 국토부 기본계획에 따라 도입될 소형레이더 시스템과 연계할 수 있는 방안 수립하여 제안서에 제시

□ 추진체계

○ 외국과의 협력체계 및 공동 연구체계 구축

○ 국토해양부(홍수통제소), 기상청(레이더센터, 위성센터), 공군(기상단) 등 관련 기관과의 협력을 통한 보유기술의 최대한 활용

○ 본 공모과제는 기초·원천, 실용화 등 다양한 성격의 연구를 포함하므로, 산학연 공동연구진 구성을 지향함

○ 필요시 외국 전문가 또는 외국기관 활용

○ 각계 전문가 자문단을 구성하여, 연구개발의 기술적.정책적.경제적 보완사항에 대한 자문

○ 최종 수요처의 의견을 반드시 수렴하여 현장 활용이 가능한 형태로 성과 도출

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년

○ 사업예산

-총사업비 : 정부 33억원

6. 기타	
	○ X-Net 연구장비의 연구 종료 후 소유 및 운영관리 주체는 국토부레이더를 운영하고 있는 한강홍수통제소 임

핵심(세부)과제명	(1-3) X-Net을 활용한 강우정보 생성 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 구축된 X-Net에서 생성되는 고해상도 자료를 기반으로 강우량 산출기술을 개발 ○ 2차원 광학우적계를 활용한 한반도에 적합한 강우량추정 관계식을 도출하여 X-Net 강우량 추정 정확도를 향상하고자 함 ○ AWS, X-Net, 수문레이더 강우 융합 ○ 지상으로부터 수십 미터 이내에 위치하는 지상 극초단파 링크의 신호감쇠 특성을 활용하여 지표 근처의 정량 강우를 추정함 ○ 기존 강우 추정방법과의 정확도 및 편리성 95% 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 현업용 이중편파레이더는 고지대에 위치하고 있어 저층관측이 어렵고 이로 인하여 지상강우의 정확도가 낮음 ○ 국토부,기상청,공군에서 활용하는 현업용 레이더는 각 기관의 목적에 맞게 스캔을 운영하고 있어 자료생성의 시간 해상도가 떨어지고 관측지역이 넓어 공간 해상도에 한계가 존재함 ○ 따라서 이러한 한계점을 극복할 수 있는 X-Net을 활용한 고해상도, 고정확도 강우자료의 생성이 필요함 ○ 최근 다양한 형태의 장비(AWS, 수문레이더, 위성)로부터 다양한 특성의 강수자료가 제공됨에 따라 이를 융합한 고분해능 강수의 생성이 절심함 ○ 기 구축된 마이크로파링크를 활용하여 지표면 근처 고정밀 강우 정보의 확보 필요
□ 기술동향	○ 국내 - 국내에서는 기상연구소에서 유일하게 이중편파레이더를 도입하여 수문정보 산출 기술 개발 진행중임. 최근 도시, 산악지역에 이중편파레이더망의 구축의 중요성이 대두되고 있음 - 대형 이중편파레이더(S-band)망 구축을 통한 현업화 기술개발이 진행중이며 이러한 현업용레이더의 한계 극복을 위한 연구가 매우 부족함 - 국토교통부 하천정보센터에서는 비슬산, 소백산에 대형이중편파레이더망을 구축하여 운영 중이며, 이를 활용한 연구가 기상청, 공군과의 융합행정의 일환으로 진행됨 - 2013년 6월 현재 국내 연구기관으로부터 마이크로파 링크를 이용한 정량 강우산출에 대한 연구내용은 보고된 바 없음 ○ 국외 - 현재 일본, 미국, 유럽 등에서 X-band 이중편파레이더 망을 구축하여 수재해 감시, 및 예측에 활용함

	- 기존 현업용레이더의 한계를 극복하기 위한 대안으로 높은 시간, 공간 분해능 자료를 제공할 수 있은 소형이중편파레이더를 활용함 - 미국에서는 CASA (Collaborative Adaptive Sensing of Atmosphere)라는 이름으로 대형레이더망, 소형레이더망의 공동 활용을 위한 연구를 마무리함 - 일본에서는 동경지역에 유사한 소형이중편파레이더망을 설치하여 운용중임 - 최근 National Severe Storm Laboratory(NSSL) 등에서는 멀티센서(레이더, 지상강우관측소, 위성, 수치기상예보자료)를 이용한 자동화된 seamless national 3D mosaic 및 Quantitative Precipitation Estimates(QPE) 생성 시스템을 개발(Zhang et al., 2011) - 유럽에서는 EU 협력사업으로 COMCORDE(Commercial Micro- wave Links and Computer Model Emulation to Reduce Uncertainties in Urban Drainage Simulations) 프로젝트를 시행하여 마이크로링크를 이용한 강우정보 생성에 장기간의 투자를 하고 있음 - 마이크로파 링크를 이용한 강우량 산출기술 개발(Minda and Nakamura, 2005; Upton et al., 2005; Kramer et al., 2005; Zinevich et al., 2008; Overeem et al., 2013)
3. 연구개발 내용	
	○ X-Net 이중편파 레이더 강우추정 기술 개발 - 고분해능 우량계망 및 2차원 광학우적계(2DVD) 설치 운영 및 우적크기분포 특성 분석 - X-Net 이중편파레이더 반사도, 차등반사도 보정기법 개발 - X-Net 강우추정 기술 개발 및 검증 ○ 현업용 이중편파레이더 기반 실황예보기술 개발 - 강우레이더 합성기술 활용 고분해능 강우지도 생성 및 평가 - 강우레이더간 보정오차 평가 및 보정기법 적용 - 강우 생성/소멸 특성 분석 및 이를 활용한 실황예보 생성 및 평가 ○ 멀티센서를 이용한 레이더 강우의 융합 및 조정기술 - 지상강우관측망을 활용한 레이더 강우의 조정 - 멀티센서(X-Net, 강우레이더, AWS 등) 융합 강우장 및 오차지도 생성 ○ 마이크로파 링크를 이용한 국지 강우정보 추정 및 검증기술 개발 - 마이크로파 링크의 신호 감쇠 정보 모니터링 채널 구축 및 특성분석 - 기후학적 우적크기분포 자료 기반 주파수별 감쇠계산 및 특성분석 - 마이크로 링크 네트워크를 이용한 국지강우 정보 추정기술 개발

프레임워크		선행단계	요소기능 및 모듈 검증단계			실제환경 적용 가능성 검증	
마일스톤 (유형: S/W)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	X-Net을 활용한 강우 생성 기술	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립)
○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립
○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축
○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
○ KT, SKT, LG 등 휴대폰 중계기 보유기업과의 공동협력을 통한 과업 수행

□ 추진체계

○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함
○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것
○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축
○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색
○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함
○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용
○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축
○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년
○ 사업예산
-총사업비 : 정부 23억원

6. 기타

핵심(세부)과제명	(1-4) X-Net을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술
1. 연구개발 목표	
	○ X-Net 자료의 실시간 모델 전처리기술 및 자료동화기법 개발 ○ 자료동화기법을 이용한 고분해능의 모델 초기장 및 분석장 산출 기술 개발 ○ 구름분해능모델(Cloud Resolving Model, CRM)을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술 개발 ○ 강우예측 정확성 및 운영의 편리성 95% 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ X-Net 자료를 모델에 직접 입력할 수 있는 전처리기술 및 자료동화기법의 개발 및 국산화가 필요하고 이를 통해 수치 모델의 초기장 및 역학장 개선 ○ 수치모델을 통한 강우예측 향상을 위해서는 시공간 고분해능 모델과 자료동화에 레이더와 같은 원격탐사자료의 특성을 반영하는 것이 중요 ○ 기존 S-band 대형 레이더를 이용한 자료동화 방법은 3~6시간마다 모델결과를 갱신하고 반사도와 시선속도 두 자료만을 모델 변수인 기온 및 바람장 등으로 바꾸는 과정을 거쳐서 자료동화에 활용 ○ X-Net은 기존의 레이더 네트워크로는 관측할 수 없는 저고도 대기경계층(~1.5 km 이하) 자료 및 다양한 변수(대기수상체 유형, 분포, 입자 크기, 연직속도 등)의 고분해능 자료 제공으로 모델 입력 자료 개선효과 ○ 따라서 기존 기술 대비 시공간 해상도가 3~5배 향상된 고분해능 X-Net 자료를 모델에 직접 입력할 수 있는 전처리기술 및 자료동화기법의 개발 및 국산화가 필요하고 이를 통해 수치 모델의 초기장 및 역학장 개선 ○ X-Net 기반의 고분해능 강우정보 생산을 위한 예측기술 개발로 초단기에서 단기에 이르는 정량적 예측기술을 확보하고 그 운영으로 수재해 뿐만 아니라 산불, 산사태, 지하 시설물 홍수재해 등 자치단체의 재해 경감 및 예방
□ 기술동향	○ 국내 - 기상청이 다양한 이론 및 현업 경험을 쌓고 있지만, 주로 인공위성 및 종관대기 자료의 동화와 전구모델 개발에 치중하고 있음 - 레이더 자료를 활용한 예측기술 연구는 극히 제한적이며 일부 대학에서 기존의 대형 S-밴드 레이더 정보를 이용한 중규모 단기예보 연구를 수행하는 정도임 - 특히 X-Net 자료 기반의 모델 전처리기술, 자료동화기법 및 초단기 강우예보를 통한 수방재 연구는 전무한 실정임 ○ 국외

- 미국의 경우 민·관·학이 주축이 되어 Center for Analysis and Prediction of Storms (CAPS)를 설치 운영하며 스톰규모 물리과정의 관측 및 연구와 레이더 자료를 이용한 자료동화기법 개발을 수행 중에 있고 2010년부터는 X-밴드 레이더 네트워크의 구축과 운영으로 실시간 초단기 예보시스템에 활용하고 있음
- X-밴드 레이더 운영과 수치모의 실험을 통해 기존의 S-밴드 대형 레이더로 관측하지 못했던 부분을 보완함으로써 집중호우 및 토오네이도 발생과 예측에 많은 개선이 있음을 밝혔고 수문예보에도 크게 기여할 수 있음을 제시
- EU 국가들은 프랑스를 주축으로 지중해 및 산악 지형의 홍수, 산사태, 산불 등의 예·경보기술 개발과 수방재를 위해 2008년부터 다양한 레이더를 활용하여 1-2 시간의 정량적 강수량 예측 뿐만 아니라 바람장과 반사도장 등을 자료동화하여 6시간 이상의 예보 정확도 향상에 기여함
- 일본의 경우 방재연구소와 국토부 및 대학 주관하에 기상청, 소방청, 철도청, 그리고 각 지차체의 유기적인 협조로 2010년부터 도쿄, 나고야, 오사카 세 도시의 광역권에 시범적으로 X-Net을 운영하고 있으며 일본 전역으로 그 대상 범위를 점차 넓혀가고 있는 중임
- 이처럼 선진국은 다양한 연구를 통해 실제 활용 가능한 원천 기술과 기초자료 등을 확보하고 있음. 이들 자료를 기본적인 대기분석 자료 및 모델 입력 자료로 활용하여 악기상 예측 및 수방재 연구 등에 활용하고 있음

3. 연구개발 내용

○ X-Net 자료동화기법 개발
- X-Net 자료의 자료동화 입력과정 개발
- X-Net 자료의 자료동화 연산자 및 배경오차 개발
- 자료동화기법 기반 고분해능 분석장 생성기술 개발

○ 구름분해능모델(CRM) 기반 시공간 고해상도 강우예측 기술 개발
- X-Net 자료의 스톰규모 Weather Research and Forecasting(WRF) 모델 전처리 및 품질검사 기술 개발
- 수평해상도 500m~1km의 CRM 강우예측 기술 개발
- 수평해상도 500m~1km의 격자에 적합한 지면(토지 이용, 식생, 알베도 등) 및 지형고도 자료 구축

○ CRM 물리과정의 시험, 최적화 및 운영의 안정화
- X-Net 기반 CRM 물리과정 시험
- 단일 및 이중 모멘트 미세물리과정 최적화
- 테스트베드와 연계된 고분해능 강우 예측기술 현업화 및 안정화

프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		실제환경 적용 검증	
마일스톤 (유형: 기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	X-Net을 이용한 시공간 고분해능 강우예측 기술 개발	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립) ○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 ○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여 연구기관간 협력을 통한 기술개발로 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년
○ 사업예산
-총사업비 : 정부 10억원

6. 기타

핵심(세부)과제명	(1-5) X-Net 기반 수문학적 자료동화 및 앙상블 수문예측 기술
1. 연구개발 목표	
	○ X-Net 연계 수문학적 앙상블 수문예측기술 개발 ○ 수문레이더, 기상레이더, 지상관측망 등 통합 관측망 자료를 활용한 동적 자료동화 시스템 구축 ○ 통계기반 및 물리기반 모형 정보의 통합 블랜딩 기술을 홍수예측에 활용함으로서 기존의 홍수 예측 정보의 개선 ○ 단일자료와의 비교 분석을 통한 예측기술 및 정확도 95% 향상
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 통합 관측망과 기상예측자료를 활용한 홍수예측개선을 위하여 수문학적 자료동화 시스템의 구축이 필요하나, 실제적 홍수예측에 있어서 자료동화 기법의 활용은 미미한 실정이므로 홍수예보에 적합한 동적자료동화 시스템의 구축과 운영이 필요함 ○ 홍수예측의 불확실성을 개선하기 위하여 비물리기반 통계적 수문예측 모형 개발과 지역특성별 통계기반 수문예측 앙상블 맴버 생성 기술이 요구됨 ○ 지역특성과 홍수예측 선행시간에 따른 적합한 홍수예보 개선을 위하여 물리 및 통계 기반 홍수 예보체계의 연계활용과 Super Ensemble 방안이 필요함
□ 기술동향	○ 국내 - 국내의 수문기상관측체계는 수문레이더 도입, 천리안 위성 관측, 수위-유량관계식의 개선 등을 통하여 개선되고 있으나, 개선된 관측망 자료의 활용성을 극대화한 동적자료동화 시스템의 연계를 통한 홍수예측 개선은 초보적인 수준의 연구가 진행되고 있음 - 수문기상 관측의 개선뿐만 아니라 IT기술의 발달로 자료 네트워킹 및 컴퓨팅 기술이 지속적으로 개선되고 있은 상황이므로 통합 관측망자료를 활용한 수문학적 자료동화 시스템의 구축과 홍수예측에의 적용을 위한 환경은 양호함 - 공간정보를 활용한 물리기반 분포형 홍수예측모형의 적용성이 개선됨과 함께 댐유역, 도시유역, 산지유역 등 대상유역의 지역특성에 적합한 통계적 홍수예측모형의 적용성도 점차 개선되고 있는 상황에서 물리 및 통계 기반 홍수예보 모형의 최적연계를 통한 홍수개선 관련 연구가 요구되는 상황임 - 호우의 공간특성을 잘 구현하는 수문레이더 및 X-Net 강우자료의 활용과 각종 수문관측망 자료를 활용한 홍수예측 관련 연구들의 결과를 통해서 기존의 홍수예측 시스템의 한계를 극복해야하는 매우 도전적이고 필요한 분야이며 지속적인 연구의 축적이 필요한 상황임 ○ 국외

- 수문학적 자료동화 관련 기술 선진국에서는 자료동화 기술을 활용에 있어 해결해야 할 여러 과제 즉 수문현상의 높은 비선형성과 관련한 수학적 문제 해결, 모형매개변수의 다차원성, 수문변수변동의 통계적 비정상성, 예측자료의 불확실성, 극치 수문현상의 관측빈도 문제 등에 대한 개선 연구가 수행되고 있음
- 특히, NASA Hydrological Sciences Laboratory(HSL)과 NASA HDISC는 유기적 연계 관계 하에 수문기상 자료제공과 자료동화 시스템의 구축을 통하여 홍수, 가뭄, 물관리, 적설 등 각종 수문학적 문제의 예측개선을 위한 연구가 꾸준히 수행되고 있음
- 수문학적 자료동화 체계의 구축과 관련한 기술 개선 연구와 함께 실제운영에 있어 각종 자료동화 체계와 연계된 수문예측 자료의 투명성, 정확성등에 대한 연구와 함께 실시간 운영에 따라 발생하는 각종 문제 개선을 위한 연구가 수행되고 있음
- 미국, EU, 일본 등 여러 선진국에서는 자료동화 시스템을 연계한 홍수예측 개선뿐만 아니라 다중모형, 다중기법 등을 활용한 홍수예측치의 개선을 위한 목적지향 가중기법 연구 및 Kernel-based 통계적 블랜딩 기법 등 최적 blending 기술 개발을 위한 연구가 수행되고 있음

3. 연구개발 내용

○ X-Net 연계 수문학적 자료동화기술 개발
- X-Net 기반 자료연계를 위한 수문학적 자료동화 기법 분석
- 3차원 변분자료동화기법(3DVAR) 이용한 자료동화 모형 개발
- 4차원 변분자료동화기법(4DVAR) 이용한 동적 자료동화 모형 개발

○ X-Net 기반 자료동화 모형의 수재해 예측 활용성 분석
- 수문학적 자료동화에 따른 유형별 불확실성 분석
- X-Net 관측-자료동화-수재해예측 시스템의 연계 적합성 분석
- 물리기반 수문예측모형 검보정 기술

○ 수문 앙상블 멤버 생성기술 개발
- 비물리 기반 통계적 수문예측 모형 개발
- 목적지향 가중기법 및 Kernel-based 통계적 가중기술
- 지역특성별 통계기반 수문예측 앙상블 맴버 생성 기술

○ 홍수예측모형의 Super Ensemble 기술 개발
- 물리 및 비물리 기반 모형의 Super Ensemble 기술
- 예측선행 시간별 블랜딩 적합성 분석
- 예측개선도 분석에 따른 최적 블랜딩 방안 제시

프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		시작품 제작 및 사용가능성 증명	
마일스톤 (유형: S/W)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	X-Net 연계 수문학적 자료동화 및 앙상블 수문예측 기술	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립) ○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 ○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년
○ 사업예산
-총사업비 : 정부 15억원

6. 기타

6.1.3 2세부 3개 세세부과제 RFP

핵심(세부)과제명	(2-1) SRA를 이용한 미계측유역 수문 및 수자원 변동 계측 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 북한지역을 포함한 미계측지역을 대상으로 분포형 강우-유출 모형을 활용한 레이다관측 기반의 홍수모니터링기법을 개발함 ○ 위성 중력자료를 활용하여 월평균수자원변화량 및 지표수, 지하수, 토양수분 및 강설/얼음 등 수자원성분들의 변화를 파악함 ○ SRA관측을 활용하여 북한지역의 광역수계유출모니터링과 예측을 통한 수문수지 및 장기유황변화 모니터링 기술을 개발함 ○ 미계측 유역의 장기 유황변화 정확성 및 확보율 90% 향상
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 최근 수문관측밀도가 비약적으로 향상되었음에도 불구하고 산간, 도서지역 등에 신규수자원개발지점에서는 양질의 충분한 관측기간이 확보된 자료가 여전히 부족함. 특히 남한과 수계를 공유하고 있는 북한강과 임진강유역에서는 북한지역에 편입되어 있는 유역이 미계측으로 처리되고 있어 남한지역의 홍수예경보와 수자원계획에 어려움을 주고 있음. 또한 북한지역의 수자원부존량을 파악하는 작업은 통일시대를 대비하는 측면에서 의미있는 시도라 할 수 있음 ○ 북한의 수문자료 중 대외적으로 발표되는 것은 강우자료가 유일하나 이 자료의 신뢰성에 많은 의문이 제기되고 있으며, 이에 대한 정확한 평가 및 이용 가능성 분석은 추후 위성 자료의 활용에 매우 중요한 사항임 ○ 북한 지역내 수문특성 및 수리시설물 현황은 지속적으로 악화되는 것으로 평가되고 있으며 북한 지역내 해당 현황의 정확한 분석은 추후 북한과의 교류 및 통일 후 SOC 관련 사업의 추진을 위해 중요한 문제임 ○ 임진강과 북한강은 북한지역과 유역을 공유하는 하천으로서 북한측에 위치한 황강댐 및 금강산댐의 방류운영은 하류지역의 하천 및 수공시설물운영에 절대적으로 중요한 요소임에도 불구하고 북한 측과의 정보공유의 어려움으로 말미암아 불확실성과 위험을 감수한 운영을 하고 있음 ○ 따라서 레이다 및 인공위성 등을 통한 원격탐사기법을 통해서 북한지역의 수문량을 간접추정하고 수문운영을 예측하여 하류 남한지역의 수공시설물운영에 있어서의 불확실성을 최소화하고 예측 가능한 운영을 기할 필요가 있음
□ 기술동향	○ NASA의 GRACE위성으로부터의 중력관측을 통해 전지구적 물과 얼음의 거동을 모니터링 ○ 유럽우주기구(ESA)에서는 SMOS 위성을 사용하여 토양수분과

해수 염분을 관측함

○ 미국항공우주국(NASA)은 Suomi NPP 위성의 관측 자료를 이용하여 전지구 식생 지도를 산출하였음

○ 유럽우주기구(ESA)는 지구관측위성 프로바(Proba)-V의 관측 자료로부터 얻은 첫 번째 전지구 식생분포지도를 공개함

○ 2013년 8월 5일 미항공우주국(NASA) Aqua위성은 최근 파키스탄에서 발생한 홍수의 피해 흔적 영상을 획득하였음

3. 연구개발 내용

○ 북한수계 수자원인프라 평가 기술

- 광역 지상 수문자료 평가 및 위성분석 자료와의 상관성 도출
- 위성자료를 이용한 북한 지역 수문특성 현황 정밀 분석
- 위성자료 기반 북한 지역 수리시설물 현황 모니터링 및 분석

○ 북한수계 미계측유역 홍수량예측기술

- 임진강상류유역과 북한강상류유역을 동시 관측할 수 있는 멀티레이다(강화도, 백령도, 관악산, 광덕산레이다) 합성
- 한반도 수치지형자료 수집 및 위성을 통한 지면피복분류를 통해 북한수계(임진강상류, 북한강상류)의 유출곡선지수값을 산정하고 홍수유출모형 구축을 위한 매개변수 산정
- 레이다 합성장을 활용한 임진강유역/북한강상류유역 홍수량 산정 모델구축 및 검정

○ 북한수계 수자원부존량 모니터링 기술

- GRACE 위성 중력자료를 활용하여 월평균수자원변화량(TWSC)을 산정하고, 그 불확실성을 정량화
- 월평균수자원변화량과 지상관측자료, 전지구지표자료동화시스템(GLDAS) 및 한반도지표자료동화시스템(KLDAS) 자료를 통합적으로 분석하여 지표수, 지하수, 토양수분 및 강설/얼음 등 수자원성분들의 변화 양상 도출
- 위성과 지상관측자료의 합성장을 이용하여 장기유출모의를 수행한 후 북한지역의 광역수계유출모니터링을 통한 수문수지 및 장기유황변화 모니터링 기술을 개발

프레임워크		선행단계	요소기능 및 모듈 검증단계		실제환경 적용 가능성 검증		
마일스톤 (유형: 기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	북한수계 장기유황변화 모니터링	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립)

○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립

	○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 -총사업비 : 정부 16억원
6. 기타	

핵심(세부)과제명	(2-2) 실시간 위성정보 기반 수문학적 가뭄감시 및 가뭄전망 기술
1. 연구개발 목표	
	○ SRA 융합자료 기반의 수문학적 가뭄지수 개발 ○ 위성정보기반의 실시간 수문학적 가뭄감시 기술 개발 ○ 위성정보기반의 중·장기 가뭄전망 기술 개발 ○ 감시 및 전망기술의 국가장기전략 수립 달성도 90% 달성
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 전 세계적인 기상이변으로 인한 많은 인명피해와 경제적 피해가 발생함에 따라 이에 대한 대비가 필요함. 최근 기후변화로 인한 기상변동성 증가로 가뭄의 빈도 및 심도가 증가하는 추세에 있으며 이에 따른 사회경제적 피해가 증가할 것으로 예상됨 ○ 가뭄은 발생 및 전이특성 등을 정량적으로 정의하기 힘든 특징이 있으며, 현재의 지점관측 자료만을 이용한 가뭄의 전망은 신뢰성 있는 결과를 기대하기 어려움 ○ SRA 융합자료 기반의 통합 가뭄지수 산정 및 평가 기술 개발이 필요하며, 이를 통해 시공간적 가뭄/갈수량 예측을 위한 SRA 자료 기반의 하이브리드 모형 개발이 요구됨 ○ 미래 공간적인 수문학적 특성 파악을 통해 가뭄 및 갈수량 등의 영향 등을 평가할 수 있는 기후/기상 단기예측모형 기반의 광역 규모 가뭄/갈수량 전망정보 생산기술 개발이 필요함
□ 기술동향	○ 미국 국립기상청(National Weather Service, NWS)에서는 고해상도 수치예보자료 생산을 위해 역학적 통계기술 개발에 관한 연구를 수행 중이며, 강수형태와 강수량을 정확히 예측하기 위해 WRF (Weather Research and Forecasting) 시스템을 이용하여 비정역학 흐름과 대류과정을 포함한 국지현상 모의 ○ 미국 국립가뭄경감센터(National Drought Mitigation Center, NDMC)는 가뭄에 대한 사회적 취약성을 감소시키기 위한 방안을 개발하고, 3개의 연구팀('가뭄모니터링연구팀', '가뭄지질정보연구팀', '가뭄평가연구팀')을 구성하여 운영 ○ 미국 지질조사국(United States Geological Survey, USGS)에서 제공하고 있는 가뭄조기확인(WaterWatch) 시스템은 30년 이상 관측해온 USGS의 수문관측소에서 관측한 유량을 기반으로 하천 유량의 부족한 정도(백분위수)에 대한 정보를 제공하여 갈수량 평가를 위한 기초자료로 사용 ○ 미국 국립환경예측센터(NCEP)는 WRF 시스템을 NCEP의 고유 모델인 GFS (Global Forecasting System)와 연동하여 차세대 지역모델인 WRF NMM (Nonhydrostatic Mesoscale Model)으로 사용 ○ 일본의 경우 국토교통성, 수계별 갈수조정회의 등의 기관에서 가뭄 관련 업무를 수행하고 있으며, 일본의 댐통합관리사무소에서는 수위조절을 위해 기상청에서 제공하는 예측 강수량을 수집하고

	가뭄을 예측하여 댐의 수위조절 시 사용 ○ 중국의 가뭄관리체계는 중국기상국(China Meteorological Administration) 산하의 국립기후센터(National Climate Center, NCC)에서의 기후 전망 및 기후변화 영향 연구와 국가 위성 기상 센터(National Satellite Meteorological Center, NSMC)의 인공위성 및 지상 네트워크 시스템을 연계하여 가뭄관련 정보 제공 ○ 중국 NCC에서는 자체적으로 개발한 통합가뭄지수(Comprehensive Index, CI)를 비롯하여 Moisture Condition Index(MCI), RDI(Reconnaissance Drought Index), 강수량 등과 같은 가뭄 정보를 중국전역에 걸쳐 제공 ○ 중국 국립기상센터(National Meteorological Center, NMC)에서 농업 가뭄 감시 및 예측 지도를 제공하며, 중국기상포털 네트워크(http://www.Weather.com.cn)를 통해 가뭄정보, 현황 및 조기경보와 같은 정보를 제공
3. 연구개발 내용	
	○ 다양한 위성자료를 이용한 수문학적 가뭄감시 및 모니터링 방법론 도출 - Multi Sensor 수문기상인자 추출 알고리즘 구현 및 유역별 수문학적 가뭄 모니터링 기술 개발 - 위성정보를 이용한 댐유역 하천유량 및 저수량의 공간적 변화에 대한 모니터링 기술 개발 - 다중위성정보(GPM)와 지상관측자료를 연계한 광역 수문학적 가뭄 모니터링 기술 개발 ○ SRA 융합자료 기반의 수문학적 가뭄지수 개발 - 다양한 위성관측정보(MODIS, NOAA/AVHRR 등)를 활용한 수문학적 가뭄지수 개발 - 위성기반 수문학적 가뭄지수의 활용성 검토를 위한 기존 수문학적 가뭄지수와의 상관성 분석 ○ 수문기상모형(WRF) 및 지표수문모형(LSM) 기반의 지역별 단기(일단위) 수문학적 상세 가뭄정보 생산기술 개발 - 수문기상모형(WRF)을 통한 유역별 실시간 수문기상정보 생산 기술 개발 - WRF 기반의 가뭄지수를 개발하고 이를 활용한 유역별 수문학적 가뭄 모니터링 시스템 구축 - WRF와 LSM이 연계된 단위유역별 수문학적 갈수 모니터링 기술 개발 ○ 위성자료 및 가뭄지수 기반의 수문학적 광역 가뭄전망 기술 개발 - 가뭄지수 및 통계학적 기법을 이용한 한반도규모의 수문학적 가뭄전망정보 생산기술 개발 - WRF기반 유역별 중장기(월, 계절단위) 수문학적 가뭄전망 정보 생산 기술 개발 - 수문학적 가뭄전망 정보를 이용한 가뭄해갈 방안 및 대응전략 개발

프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		실제환경 적용 가능성 검증	
마일스톤 (유형: 기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	지역별 중장기 수문학적 가뭄전망	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립) ○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 ○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년
○ 사업예산
-총사업비 : 정부 17억원

6. 기타

핵심(세부)과제명	(2-3) 하천건천화의 시공간적 원인추적 및 영향평가 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 하천 건천화 원인 분석 활용을 위한 위성정보기반 시계열 수문정보 모니터링 및 공간 DB 구축 기술 개발 ○ 위성 및 공간정보기반 하천건천화지역 원인 분석 및 시계열 추적을 위한 분포형 수문모형의 개발과 예측기술 개발 ○ 지역별 하천건천화 진행 취약하천정보 생성 및 영향 평가 기술 개발 ○ 하천건천화 예측능력 적정성 및 평가기술 만족도 95% 달성
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 수문모형 및 유역 유지유량 등 기준을 통한 하천 수자원 부존량 예측기술은 진행이나, 광범위 유역 공간분포 특성을 고려한 건천화 예측 기술력은 부족한 실정 ○ 토양특성 및 토지이용(식생) 변화를 고려한 실시간 물순환 공간분포 추적 기술이 미흡 ○ 광범위 유역 하천건천화 취약 지역 정보 생성 및 예측 기술은 공간분포 변화분석 및 정보생성에 한계가 있음 ○ 기존 수문모형으로 일부 지점 검증은 이루어질 수 있으나, 광범위 유역 정보 생성 및 관리 시스템 기술개발이 전무한 실정 ○ 따라서 다양한 유역환경변화 시나리오를 고려한 유출특성과 위성영상 정보를 활용한 시・공간적 하천건천화 예측 기술개발이 시급 ○ 수자원 분야의 치수, 이수 및 하천 물공급 취약성을 전반적으로 평가하고 나아가 하천건천화 예측에 따른 대응 및 의사결정까지 지원해 줄 수 있는 시스템의 개발이 요구됨
□ 기술동향	○ 하천건천화 파악기술은 수자원의 지속적 확보기술 사업(과학기술부/건설교통부, 2001~2011)의 지표수 확보기술 분야 과제(지속가능한 하천수개발 기술, 2001~2003)로 2년간 체계적으로 진행된 것이 전부 ○ 당시 GIS 기법과 KOMPSAT-1 위성영상으로 건천화가 진행된 소하천을 대상으로 공간정보기술을 이용한 현장파악 수준의 연구가 진행된 바 있음 ○ 하천건천화는 기후(기온상승), 식생(밀도증가), 토양(침식진행) 등의 상태변화에 따른 유역수문순환의 자연적인 변화에 따른 중간 및 지하수 유출의 감소원인과 더불어 도시 및 지역개발에 따른 불투수지역의 증가, 다양한 도로개설에 따른 지표하 흐름의 방해, 지하수 채수의 시공간적 증가에 따른 지하 자연수위의 감소 등으로 진행되는 것으로 추정됨 ○ 하천건천화 요인분석을 위해서는 수문모형을 활용한 수문요소 추적기술이 필요하며, 국내에서는 다양한 수문모형이 기후변화, 토지이용변화, 식생변화 등에 따른 장기유출변화특성 연구에 활용되었음

	○ 하천건천화를 방지하기 위한 사업 또한 환경관리공단(2001)에서 광주천을 대상으로 수행한 바 있으나, 좀 더 세밀한 요인분석을 위해서는 다양한 추적기술을 요함 ○ 기존 구축된 DB를 제공하는 정보시스템은 WAMIS를 비롯한 여러 웹사이트에서 운영 중이나, 기초자료 자체가 분산되어 있어 자료의 통합 및 실시간 분석 정보를 제공하는데는 무리가 있음 ○ 물관련 자료들의 통합은 재해 및 하천 건천화 분석 기술력 향상에 많은 도움이 될 것으로 판단됨 ○ 실시간 가뭄, 홍수 및 산사태 감시 및 예측지역 정보 제공 시스템은 운영중에 있으나, 장기적으로 대응이 필요한 하천건천화 예측 지역 정보 제공 시스템은 전무 ○ 미국의 경우 수자원 정보 제공 기술력이 매우 편리하며, 원하는 자료를 찾기 용이한 편이며, USDA-FAS (Foreign Agricultural Service)는 위성영상을 이용하여 모니터링 하고 있으며 이를 작물 생산과 가뭄 등을 예보하는데 활용하고 있음 ○ 유럽은 인터넷 지도 서비스인 WISE (Water Information System for Europe)는 Map Viewer를 이용하여 수질, 수량과 EU 물 관련 정책의 추진에 관한 정보 및 현재와 미래 물수요 까지 제공함 ○ 일본은 FRICS에서 하천 및 유역관리를 위한 모든 수문정보(우량, 수위, 댐, 해안, 지진, 기온, 풍향, 풍속 등)를 수집하여 분석, 홍수 피해절감 등 하천의 유용한 정보를 대량 제공하며, 사용자가 방재 정보를 언제든 열람할 수 있도록 함
3. 연구개발 내용	
	○ 하천건천화 분석을 위한 전국 시계열 공간DB 구축기술 개발 - 광역 토양침식 추정기법 개발/검증 및 시계열 토양정보 DB 작성 - 위성정보, GIMS 지하수정보 및 지하수 이용실적자료를 이용한 광역 지하수위 변화정보 추정기법 개발 - 위성정보 및 통계자료 등을 이용한 시계열 하천/도로망 변화, 토지이용 변화, 산림식생밀도 변화 작성기법 개발 - 전국단위 시계열 공간자료변화 분포도 작성 및 분석기법 개발 ○ 하천건천화 분석을 위한 위성 및 공간정보기반 전국단위 분포형 수문모형 개발 - 전국 시계열 하천/도로/토지이용/식생/토양/지하수 공간정보를 활용한 격자기반의 분포형 수문모형 개발 - 실측 증발산량, 토양수분, 주요 지점 유출량을 이용한 전국단위 분포형 수문모형의 검보정 - 하천건천화 분석용 분포형 수문모형의 평가툴 개발 ○ 하천건천화 영향평가 기법 개발 및 대응방안 연구 - 건천화 하천 현장조사 및 DB 구축 - 연대별 공간수자원 정보 및 분포형 모형을 이용한 하천건천화 진행지역 추적 및 원인분석 기법 개발

- 하천건천화 진행에 따른 영향평가 및 구조적/비구조적 대응 방안 도출

프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		실제환경 적용 검증	
마일스톤 (유형: 기타)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	하천건천화 영향평가 기법 개발	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립)
○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립
○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축
○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모

□ 추진체계

○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함
○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것
○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축
○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색
○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함
○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용
○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축
○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년
○ 사업예산
-총사업비 : 정부 20억원

6. 기타

6.1.4 3세부 4개 세세부과제 RFP

핵심(세부)과제명	(3-1) SRA를 이용한 광역 홍수 평가 및 예측 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 글로벌 홍수해석을 위한 위성강우 활용연구 및 검보정 연구 ○ 글로벌 홍수해석을 위한 위성 강우자료 활용 기술 개발 ○ 광역의 공간정보 기반 홍수예측 및 평가기술 개발 ○ 광역평가를 위한 기법의 적정성 90% 달성
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ GSMaP, CMORPH, TMPA 3B42 등 선진국에서는 다양하게 광역의 위성강우자료를 제공하고 있으나 자료의 적정성을 평가하는 연구가 부재하며, 정확도 높은 위성강우 활용을 위한 연구 필요 ○ QPE는 강우량의 공간적 시간적 변동성이 높으며, 위성 QPE 자료의 정확도 평가에 대하여 지상의 공간분포화 되는 레이더 강우자료를 활용한 위성강우자료의 검보정 기술 개발 필요 ○ 비접근/미계측 유역의 수문 기상학적 평가 기술 개발 필요 ○ 광역의 공간정보 활용을 통한 비접근/미계측 유역의 유출 분석 기술 개발 필요 ○ 세계 물시장 규모의 확대에 따른 실용기술 공급을 위한 기술 개발 필요
□ 기술동향	○ 위성강우자료의 정확도 평가에 대한 연구는 '위성 관측치 검증과 강우의 일변화 연구(2009 서울대학교)' 등이 시도된 바 있음 ○ 위성 MW를 활용한 강우특성 분석 및 시공간적 변동성에 대한 연구가 시도되고 있음(2013, 기상청) ○ '광역 지형자료를 활용한 유출분석(2013, 김주훈 등)'이 광역 공간자료 활용 측면에서 시도한 바 있으나 구체적인 기술 개발이 필요한 분야임 ○ 최근 선진국의 경우 강우레이더, 위성영상, 지상관측자료 등을 연계한 Multi Sensor 홍수예측 시스템 개발에 활발한 투자를 진행하고 있음 ○ 1997년 미국 NASA와 일본 JAXA (Japanese Aerospace eXploration Agency)가 공동으로 열대지역과 아열대지역(37°N - 37°S)의 강우를 추정하기 위해 TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) 위성을 발사해 강우와 관련된 수문학적 인자들을 획득하기 시작함 ○ 미국 및 일본에서는 전지구 강우량 관측을 위해서 2014년 2월 GPM (Global Precipitation Measure) 위성에 듀얼레이더 센서 (DPR) 및 육상 고체강수 탐지를 위한 GMI를 탑재하여 발사할 예정으로 3시간 간격의 전지구 강수의 정확도를 향상시킬 예정

○ 위성, 지상레이더, 지상 게이지와 함께 QPE에 대한 신경망 모형을 적용하여 MPE (Multisensor Precipitation Estimation)문제 해결
○ MPE시스템에 이중편파 레이더 도입하여 검보정
○ 기존의 장거리 레이더와 단거리 고주파 레이더 시스템을 네트워크화 하여 검보정
○ 지상게이지와 위성 강우사이의 규모 격차를 해소하는데 지상 레이더 자료 활용
○ 일본의 ICHARM에서는 JAXA와 공동 연구개발을 통하여 Global 위성영상 정보와 분포형 모형을 연계한 홍수유출시스템인 IFAS를 개발하여 개발도상국의 홍수예보를 위한 도구로 보급하고 있음
○ EU는 EUMETSAT SAF의 Operational Hydrology and water management 프로젝트를 운영하고, 정지궤도/저궤도 통합 운영을 통한 수문기상 및 수자원 관리 자료 생성 하고 있음
○ 미국 NASA/Oklahoma대학 공동으로 위성강우인 TRMM을 기반으로 하는 광역 수문 모델인 CREST모델을 개발하여 활용하고 있음

3. 연구개발 내용

○ 글로벌 홍수해석을 위한 위성강우 활용 연구 및 검보정 연구
- SRA 자료를 활용한 위성 강우자료 정확도 평가 연구
- 레이더 강우자료에 의한 위성강우자료의 정확도 검증 연구
- 준 실시간 위성강우자료의 검증

○ 글로벌 홍수 해석을 위한 위성 강우자료 활용 기술 개발
- Downscaling 기술에 의한 격자 크기별 위성강우 생성기술
- 위성 강우자료를 활용한 보정강우 생성 기술

○ 광역의 공간정보 기반 홍수예측 및 평가 기술 개발
- 동남아시아의 지형 및 수문 기상정보 활용 기술
- 홍수 해석 및 평가 기술 개발
- 미계측/비접근 지역의 홍수 해석 기술 적용

프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		시작품 제작 및 사용가능성 증명	
마일스톤 (유형: S/W)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	홍수해석을 위한 위성강우 활용 기법	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 핵심기술 위주의 개발전략 수립
- 국가개발연구사업 등 기존의 연구개발을 통해 개발된 기존 개별 기술과 접목하는 전략수립

○ 실무 적용을 위한 전략 수립
- 광역의 공간정보와 위성으로부터 유도된 수문 기상정보를 활용

	하여 물 산업의 해외 진출시 해당국가 수문환경 평가에 활용 ○ 세계적 수준의 광역 홍수해석 기술 개발 전략 수립 - 국내 개발 관련기술의 적극 활용을 통해 세계적인 수준의 기술 확보
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 -총사업비 : 정부 15억원
6. 기타	

핵심(세부)과제명	(3-2) X-net를 이용한 실시간 지역 홍수위험도 예측기술
1. 연구개발 목표	
	○ X-net 기반 고해상도, 고정확도를 가지는 실시간 홍수해석 기법 개발 ○ Lidar자료와 연계한 고정밀의 통합침수해석모형 개발 ○ 데이터기반 모형과 물리모형을 결합한 침수위험지역 사전 Zoning기술 개발 ○ 실측자료와의 오차율 10% 저감 및 예측기술 만족도 95% 달성
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ X-Net 기반의 실시간 고해상도, 고정확도 홍수위험도 예측이 필요하며 선행시간을 충분히 확보한 유역 수리모형 개발을 통하여 홍수발생에 대한 상세정보 필요. ○ Lidar 자료 기반의 도시지역 정밀 지형지물자료를 반영한 수리해석이 필요하고, X-Net를 활용한 도시지역의 홍수위험지역에 대한 예측를 통해 침수발생시 주민피해를 최소화를 위한 비상대처계획의 수립과 주민행동요령 정립필요 ○ 도시내의 홍수위험 지역 해석의 정확도 확보를 위해 각종 수공구조물의 간섭효과, 배수계통내의 수리현상 등에 대한 해석기술 개발과 침수위험 예측모형이 구축되어야 함
□ 기술동향	○ 국내 - 강우-유출-흐름-범람을 실시간으로 구현하기 위한 기술이 국가연구개발 사업으로 연구중에 있으나, 연계시 모듈의 개발환경 차이 등 계산시간의 단축에 있어 크게 어려움이 많은 실정임 - 4대강 홍수통제소에서는 강우-유출-흐름을 실시간으로 해석하기 위한 기술 개발을 위한 요구가 지속적으로 이루어지고 있고, 홍수예경보를 위한 선행시간 확보를 가장 큰 현안으로 두고 있음 - 실시간 침수위험도 구축을 위해서 빠른 계산결과를 요구하는 상황으로서 대학 및 KISTI 등을 중심으로 병렬처리, GPU 프로세서 이용 등이 연구되고 있으나, 아직까지 실용화되어 현업에서 활용하지 못하고 있음 - 우리와 같은 몬순권에 위치한 동남아 국가들의 경우 대부분 유럽에서 개발된 기법이 국제개발기구를 통해 도입되어 응용되고 있는 실정이며, 고유의 독자기술은 확보하지 못하고 있는 실정임 ○ 국외 - 미국 DHS에서는 Decision Support System for Water Infrastructural Security (DSS-WISE)을 개발하여 홍수위험도에 대한 시설물의 안전대책을 수립하고 있음 - EU에서는 LISFLOOD에 의한 실시간 홍수 및 범람해석을 실시하고 그 성과를 EU 국가간 공유하고 있음 - 미국, EU 등에서 슈퍼컴퓨팅 기술을 이용하여 범람해석의 획기적인 계산시간 단축을 구현하고 있고, 기상-유출-흐름-범람의 연계를

통한 실시간 표출 시스템을 제공하고 있음
- 일정시간 이내의 계산시간 단축을 위한 단시간 강수예보 및 실시간 흐름 및 범람해석을 국가정책으로 정하여 국가연구를 위해 많은 예산을 지출하고 있음
- 중소하천에서의 강우-유출모형의 개발은 수문학 분야의 오랜 관심분야로, 유럽과 미국을 중심으로 아직도 그 연구가 활발히 진행 중이며, TOPMODEL, PRMS 등의 많은 프로그램이 상용화 되었음
- NWS 에서는 집중형 모형에서 좀 더 진전된 형태인 분포형 모형으로의 전환이 이루어지고 있어 새 모형의 실용화에 대한 연구가 활발함
- 일본은 독자적인 도시하천 및 산지하천 등에 대한 유역재해 프로그램을 개발 운영하고 있으며, 그 핵심은 기상수치예보 및 레이더 강우관측에 의한 기상-홍수 연계기술의 개발 및 현업 운영에 있음

3. 연구개발 내용

○ X-Net 기반 실시간 다차원 수리해석 모형의 개발
- X-Net 자료 기반의 실시간 고해상도·고정확도 모형 개발
- HPC(High Performance Computing)를 활용한 모형 개발
- 단시간에 모의기능한 실시간 수리모형의 적용 및 검증

○ Lidar자료를 연계한 통합 홍수해석모형 개발
- Lidar에 의한 고정밀, 고밀도의 지형공간 정보 활용 기술
- 건물, 도로, 지하공간 등의 영향을 고려한 통합 홍수모형 개발
- 지표면 유출수와 배수시스템, 침투시설, 저류시설 등을 연계한 홍수해석모형 개발

○ X-Net 자료에 의한 홍수위험지역 사전예보 및 Zoning 기술 개발
- 자료지향형 기법과 수리기법을 결합한 Data-Driven 모형 구축
- 수리-역학적 모델기법을 이용한 홍수피해 예측모델 개발
- X-Net 기반의 실시간 홍수위험지역 사전 Zoning 기법 개발

○ X-Net 기반의 도시기반시설 능동형 수해저감 기술 개발
- 도시 기반시설의 수해 저감성능 평가지표 개발
- 공간적 범위의 단계별 수해 저감성 평가 및 관리 기술
- 사회기반시설 홍수발생지역 해소를 위한 통합배수계획

프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		시제품 제작 및 사용가능성 증명	
마일스톤 (유형: S/W)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	X-net 기반의 실시간 홍수위험도 예측모형 개발	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립) ○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 ○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 -총사업비 : 정부 17억원
6. 기타	

핵심(세부)과제명	(3-3) UAV를 이용한 실시간 홍수 모니터링 및 피해 산정 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 위성공간정보 기반의 홍수 모니터링 및 침수해석 고도화 기술 개발 ○ 위성공간정보 기반의 홍수피해액 산정기술 및 프로그램 개발 ○ 신기술 적용에 따른 기술적용 만족도 90% 달성
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 최근 기후변화에 따른 집중호우로 인해 수재해 발생 빈도 및 피해규모가 급증하고 있으며, 수재해 발생지역의 경우 내수배제 불량에 따른 도심하천의 홍수를 비롯하여 돌발홍수에 따른 산간지 및 농촌지역의 대규모 홍수범람 등 피해 양상도 매우 다양화됨 ○ 국내외적으로 홍수피해저감 및 예방을 위하여 다양한 내외수 범람해석 모형(또는 침수해석 모형)이 개발·활용되고 있으나, 도시지역과 같은 복잡한 지형의 경우 격자망 생성의 어려움뿐만 아니라 과도한 격자수로 인해 실시간 침수예측을 위한 선행시간확보 등이 매우 어려운 실정임 ○ 또한 위성의 영상촬영 주기(週期)의 한계로 홍수기 중 하천범람 및 내수배제에 따른 연속적인 침수피해 모니터링을 수행하는데 한계가 있으며, 홍수기 후의 침수흔적도만을 활용하여 모형검증을 수행함에 따라 홍수기 중 침수정보에 대한 모형의 정확도 검증이 부족한 상황임 ○ 최근 고해상도 위성영상(KOMPSAT 3 등), 중해상도 위성영상(LANDSAT 8 등), SAR(Radarsat, InSAR 등) 등의 정보활용이 가능해지면서 첨단 위성영상 기술을 활용한 홍수피해 모니터링 기술개발의 필요성이 제기되고 있음 ○ 또한 수재해 발생 지역에 대한 복구 및 보상업무 지원을 위해서는 홍수발생 지역에 대한 공간적 범위뿐 아니라 침수지역에 대한 홍수피해를 정량적으로 산정하고 시스템화하여 수재해 업무에 직접 활용할 수 있는 체계가 마련되어야 함
□ 기술동향	○ 국내외적으로 광학위성 및 SAR 영상을 활용한 홍수기 전·후의 침수지역 분석에 관한 연구가 다수 수행된 바 있으나, 상대적으로 고해상도 영상 기반의 침수지역 모니터링 연구는 미흡한 실정임 ○ 국내 홍수범람해석의 경우 다양한 2차원 수치모형이 개발되어 활용되고 있으며, 지형자료 처리에 있어 대부분 직교구조(Cartesian Grid, 복잡한 지형 묘사에 제약적임) 또는 비구조격자(Unstructured Grid, 과도한 격자수로 인해 격자망 생성 및 모의시간이 비효율적임)로 분할기법에서 국한되어 있는 반면, 최근 국외 범람해석 모형의 경우 고정확도 수치기법들을 비교적 용이하게 모형에 적용할 수 있는 직교격자의 장점을 가지면서, 비구조격자 및 구조곡선격자와 비교하여 복잡한 지형의 격자를

쉽게 생성할 수 있는 적응적 메쉬세분화기법(Adaptive Mesh Refinement Method) 등을 활용하여 실시간 홍수예측에 적용하고 있는 추세임

○ 홍수발생 지역에 대한 피해액을 평가하기 위한 내용이 국토교통부의 "치수경제성 평가"에 제시되어 있으며, 현재 다차원홍수피해액산정방법(MD-FDA)에 기반한 연구가 일부 발표되었으나, 침수심 및 공간정보 객체를 고려한 엄밀한 의미의 홍수피해액 산정 프로세스는 제시되어 있지 않고 있으며, 아울러 이를 자동으로 평가하기 위한 시스템도 없는 실정임

3. 연구개발 내용

○ 위성공간정보 기반의 홍수 모니터링 기술 개발
- 영상정보 기반의 홍수 모니터링 연구사례 조사
- 위성영상 기반의 홍수 모니터링 기술 개발
- UAV를 활용한 홍수피해 실시간 모니터링 기술 개발

○ 위성공간정보 기반의 침수해석모형 정확도 제고 기술 개발
- 고정확도 침수해석을 위한 지형자료처리기술 개발
- 내수-외수-지하공간을 연계한 침수해석 모형 개발
- UAV 자료를 활용한 침수해석모형의 검증

○ 위성공간정보 기반의 홍수피해액 산정 기술 개발
- 위성공간정보 기반의 홍수피해액 산정 기술 개발
- Modified MD-FDA에 의한 준실시간 홍수피해액 산정 기술 개발
- 위성공간정보 기반의 준실시간적 홍수피해액 산정 시스템 개발

프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		시작품 제작 및 사용가능성 증명	
마일스톤 (유형: S/W)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	실시간 홍수피해액 산정 기술 개발	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립)

○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립

○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축

○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모

□ 추진체계

○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구

	책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 -총사업비 : 정부 20억원
6. 기타	

핵심(세부)과제명	(3-4) 지역 유형별 수재해 저감설계 최적화 기법 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 지역을 세분화하여 고 정밀 지역단위 공간유형별 홍수위험도 및 수재해 특성 평가방법을 개발하고 수재해 평가 및 감시기술 개발 ○ 공간유형별 수재해 대응 평가모형 알고리즘을 개발하고 실제 Test Bed로의 적용을 통해 차별화된 설계최적화 기법, 매뉴얼 개발 ○ 최적홍수저감 설계를 위한 구조적/비구조적 방안에 대한 MCDM기법 기준제시 ○ 산정방안 및 매뉴얼의 현장적용 만족도 95% 달성
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 레이더와 위성은 광역, 중대규모 유역 분석에 적합하여 우리나라와 같이 산악지역이 많고 고저차가 심한 도시지역 등에 적용할 경우 그 정확도가 떨어짐. 이런 레이더의 한계성은 최근 수도권 등에서 국지성 호우를 예측하지 못한 레이더 기상예측 사례에서 잘 나타나고 있으며 소규모 지역 특성에 맞는 예측기구 및 기법 개발이 절실한 실정임 ○ 레이더를 이용한 강우예측과 지상에서 관측한 수문현상이 일치하지 않아 재해경감을 목적으로 한 짧은 선행시간 유출특성에 대한 고정밀 예측은 물론 재해저감을 위한 설계 최적화 기법 등 원천 기술이 절실히 요구되는 실정임
□ 기술동향	○ 수문, 사회, 경제적 용소를 고려한 잠재성요소와 위험성 요소를 이용한 홍수피해잠재능(국토부, 2001)으로부터 단위구역별 치수 특성 파악과 투자우선순위 산정에 적용하고 있으나 미국, 영국, 일본, 중국 등에서는 보다 진보된 기법으로 소규모 유역에 대하여 위험성과 취약성 분석을 활용한 홍수위험성을 평가 ○ USACE의 경우 소규모 유역에서 운영되는 레이더 자료를 활용하여 첨두유량을 예측할 수 있는 CASC2D 모델 개발 ○ Watershed Experiment System (미, 일리노이대) 강우이동 실험 이후 강우이동의 동역학적 특성과 유출량의 관계 규명을 위한 노력이 계속됨 ○ 국내에서 개발된 격자기반 강우유출모형 (KIMSTOM, K-DRUM, GRM 등)의 경우 대부분 간략식에 의한 침투계산과 운동파 방정식을 이용한 지표수를 모의하고 있으나 국외의 경우 격자기반 분포형 모형들이 다수 개발되어 상용화되고 있는 실정임 ○ 유럽, 미국, 일본 등 국외선진국들은 이미 고 정밀 공간유형구분에 기초한 수재해 저감 원천기술 개발에 박차를 가하고 있음. 먼저, 네덜란드에서는 통합적 물 관리 개발을 위한 도구로서 WEC (The Water Ecotope Classification)를 개발했으며, 수재해 영향 예측을 위해 지역단위 차원에서 폴리건 형태의 공간유형구분도를

작성하고 있음. 특히 독일의 경우 이미 Hochwassergesetz (홍수방지법), Wasserhaushaltsgesetz(수자원관리법:WHG) 등의 법률 제정을 통해 홍수방재를 위한 공간구조 설계모델링에 관한 내용이 법으로 명시되어 법적 실효성을 가지고 있음. 또한 미국연방재난관리청(FEMA)은 자연재해완화를 위해 지역차원에서 수재해고 위험지역을 대상한 계획 프로그램을 개발하고 있음

3. 연구개발 내용

○ X-Net 기반 시험유역 운영 및 지역별 수재해 특성평가
- X-Net기반 시험유역 운영 및 고해상도 기반 수재해 특성 분석
- 지역특성별 수재해 특성 평가기법 개발
- 지역특성별 홍수 위험도 평가기법 개발

○ X-Net 기반 고정밀 공간단위별 B-VAT 평가모형 및 알고리즘 개발
- 공간유형 구분을 위한 기초데이터 분석 및 표준목록 작성
- 맞춤형 수재해 최적유형 추출 및 코드화
- 맞춤형 수재해 대응 B-VAT 평가모형의 개발 및 적용

○ 지역특성별 맞춤형 재난저감기술 및 통합관리시스템 개발
- X-Net 기반 도시지역 홍수방어시설 연계기술
- X-Net 기반 산지 및 농촌지역 수재해 저감기술
- 지역특성별 맞춤형 수재해 저감 연계기술 개발

○ 수재해 저감을 위한 맞춤형 설계최적화 기법 개발
- PCM을 활용한 최적화 배치기법 분석
- 수재해 맞춤형 고정밀 지역단위 공간유형 구분
- 수재해 저감을 위한 최적화 메뉴얼 개발 및 표준화

○ 최적홍수저감 설계를 위한 구조적/비구조적 방안의 연계 기술
- 홍수방어를 위한 구조적/비구조적 대안 도출
- 경제성, 환경성, 이해당사자 등을 고려한 평가기준 산정
- MCDM기법에 의한 지역 특성별 최적 설계방안 도출

프레임워크		선행단계		요소기능 및 모듈 검증단계		시작품 제작 및 사용가능성 증명	
마일스톤 (유형: S/W)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	지역특성별 홍수재해 저감 기술 개발	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립)

○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립

○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축

○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연

	구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 -총사업비 : 정부 17억원
6. 기타	

6.1.5 4세부 4개 세세부과제 RFP

핵심(세부)과제명	(4-1) SRA 관측자료 수신 및 처리 시스템 운영 관리 기술
1. 연구개발 목표	
	○ 고성능 및 고가용성의 광역 수자원 SRA자료 수신/처리/배포 시스템 설계 및 구축 ○ 시스템 정확도 및 현장요구조건 반영 및 편리성 90% 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 국제적으로 SRA자료를 이용한 수자원 환경의 과학적인 분석이 요구되고 있으며, 국가/지역마다 각기 다른 지형·기후 등의 인자를 과학적으로 분석하기 위한 한국형 수자원 관리 모델의 필요성이 강조되고 있음 ○ 수자원 감시 및 관리에 활용할 SRA 자료의 선정 및 확보 방안에 대한 연구가 필요함 ○ 즉시성에 중점을 둔 고성능 수신/처리/배포 시스템 구축 필요성 대두 - 실시간 측정자료 및 수문 산출자료와 관련 정보들을 포함한 대량의 정형/비정형 자료를 수용할 수 있는 SRA 자료 수집/처리/배포 시스템 구축 - 수집된 자료의 고속 처리 프로세싱을 위한 병렬처리 기법 연구 필요 ○ 안정적인 시스템 운영을 고려한 이중화 및 장애 발생 시 복구 방안에 대한 연구 ○ 광역 수자원 SRA자료의 사용자 및 유관기관 배포를 위한 각 기관 간 인터페이스 협의 필요
□ 기술동향	○ 국내 위성에 대한 영상처리 기술은 유관기관에서 자체적으로 기술 보유 및 연구 중임 ○ 2018년 발사예정인 환경위성을 비롯하여 최근 국내에서 중·소형 위성 연구가 활발히 진행 ○ 유사 연구로 항공우주연구원에서 수행중인 IRPE 및 OMS/DMS 시스템이 구성되어있으며, 위성영상 병렬처리시스템 및 대용량 데이터 고속전송 솔루션 보유 ○ 해외 위성 자료인 경우 처리 레벨별로 정보가 제공되나, 처리 알고리즘에 사용되는 모델이 우리나라 지형에 맞지 않는 경우가 있음. 따라서 로우 레벨을 수집하여 자체 모델로 처리를 해야 되는 경우가 있음 ○ 해외 지상국에서는 원하는 자료를 빠른 시일 내에 획득할 수 있도록 각 기관에서 직수신 시스템이 구축되어 있음 ○ 외산 제품에도 다중 위성 자료를 수신할 수 있는 시스템이 개발되어 있으며, 시스템 개발 업체와 위성 개발 기관과의 협력을 통해 위성별로 수신 전처리 기술이 구현되어 있음

○ 미국의 USGS NWISWeb인 경우, 필요 데이터를 지형 및 위성 자료를 통해 수집 및 수신하며, 빠른 의사 결정 지원을 위해 거의 대부분의 데이터가 실시간으로 온라인에서 이용할 수 있도록 제공

3. 연구개발 내용

○ SRA 자료 수신/처리/배포 시스템 기본 설계
- 수신/처리/배포 시스템 구축을 위한 시스템 개념 및 요구사항 수집
- 수집된 개념 및 요구사항에 따른 H/W 및 S/W 규격 예비 설계
- 국내외 기관의 자료 수신/처리/배포 시스템 운영방안 조사
- 지형, 기상, 수문, 인위적인 간섭 등 과학적인 수자원 감시 및 모니터링을 위한 주요 인자 정의
- 광역 수자원 SRA자료 획득 및 활용이 가능한 위성/레이더/지상 자료 분류
- 활용처 및 사용자 그룹의 요구에 대응하기 위한 유사 시스템 개발 선행 연구 조사
- 활용처 및 사용자 그룹 배포 환경 고려를 위한 네트워크 환경 연구

○ SRA 자료 수신/처리/배포 시스템 Prototype 개발
- 시스템 기본 설계 사항을 바탕으로 시스템 상세설계 및 시스템 구현 수행
- 시험운영을 통한 안정적 시스템 구현
- 클러스터링, 가상화등 수집된 자료의 고속 처리를 위한 고속 자료처리 프로세싱 기법 제안
- 대용량·다량의 실시간 자료 확보를 위한 실시간 수집 시스템의 S/W,H/W 인터페이스 구성 방안 제시
- 다종다양한 SRA자료의 포맷/처리레벨에 따른 정의 및 전처리/후처리 기술 개발
- 수집된 자료의 고속 처리를 위한 고속 자료처리 프로세싱 기법 제안

○ SRA 자료 수신/처리/배포 시스템 고도화 및 안정화
- 안정적인 운영을 위한 시스템 이중화 및 장애 발생 시 복구 방안 등 개발
- 망분리, 네트워크 보안등 HW 및 SW를 이용한 데이터 보안성 강화 방안 개발
- 수신/처리된 자료를 활용한 연구·관리·실험 시스템 개발 등 시스템 고도화를 위한 단계별 개발/운영(유지보수 등)/신기술 접목 방안 추진계획 수립 및 고도화 기술 개발

프레임워크		선행단계	개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가		
마일스톤 (유형: 시스템)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	SRA 자료 수신, 처리 시스템 Prototype 개발	3	3	4	5	7	8

4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립) ○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 ○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 -총사업비 : 정부 20억원
6. 기타	

핵심(세부)과제명	(4-2) 지역 홍수관리를 위한 자료처리 표준화 및 통합 운영 기술
1. 연구개발 목표	
	○ X-Net 기반 기상관측자료, 강우/수문/홍수 예측모형, 수재해 표출/저감 시스템 간의 유기적인 연동 및 통합 자료처리를 위한 자료체계 표준화 기술 개발 ○ 지역 홍수관리 자료처리 체계 통합 및 향후 확장성 확보를 위한 구성요소 모듈화 기반 통합 운영 플랫폼 기술 개발 ○ 기능 요구사항 반영률 및 자료처리 성공률 95% 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ X-Net 기반 지역 홍수관리체계에서 상시적으로 생산하는 다양한 종류의 자료를 처리하여 수재해 대응 정보를 실시간으로 제공하기 위해서는 유기적인 통합 자료처리 기술이 필요함 ○ 지역 홍수관리체계는 X-Net 레이더 관측망, AWS, 수문레이더 등의 기상관측기술, 강우추정모형, 수문예측모형, 홍수위험예측모형 등의 예측기술, 수재해 상황 인식, 수재해 정보 표출, 수재해 저감 등의 서비스/대응기술 등 여러 분야에서 제각기 개발된 다양한 요소기술로 구성됨 ○ 지역 홍수관리체계의 유기적 통합 및 운영상의 안정성, 수월성, 용이성을 확보하기 위해서는 수방재 시스템 구성요소 간 자료 교환 및 처리 프로세스를 위한 통합 플랫폼이 필요함 ○ 지역 홍수관리체계 내의 효율적인 자료처리체계 통합을 위해서는 각 구성요소들의 모듈화 및 구성 모듈 간의 인터페이스 표준화 기술 개발 필요
□ 기술동향	○ 국내 - 기상청에서 운용 중인 수문기상 및 재난안전 관련 정보 시스템으로는 종합기상정보시스템(COMIS), 국가기상관측자료 공동활용시스템, 방재기상정보시스템(Metsky), 유관기관지원시스템, 수문기상실황감시서비스가 있음 - 기상청은 기존 기상관측 및 예보 시스템들을 기반으로 생성된 관측, 예측, 예보, 가공, 통계자료 등의 수문기상정보를 관련 기관들에게 제공하며, 최근 시험운영 중인 수문기상실황감시시스템은 하천 유역별 가공자료를 활용 - 소방방재청은 기상청의 강우자료 및 기상특보 정보를 이용하여 강우집중지역, 태풍피해우려지역, 하천범람, 도시침수, 토석류 피해 우려지역의 분석 및 상황관리에 활용하며, 재난상황실에서는 해당 정보를 통제소와 시도상황실 등에서 도출된 정보와 함께 분석 및 판단하여 최종 재난정보를 매체에 전달 ○ 국외 - 미국 애리조나 주 수자원관리부에서는 2007년 홍수의 규모 및 피해 범위의 정확한 예측을 위한 수문 모형 개발 및 적용에 관

한 표준 가이드라인 개발하여 시행

- 세계기상기구(WMO)는 2006년 발표한 기술규정에서 기상분야 및 수문분야 간 협업을 가능하게 하고 다양한 분야의 응용 니즈를 충족하기 위해 통일되고 표준화된 실무 및 절차에 관한 규정 및 권장사항을 제공
- WMO 수문 분야 실무단은 2008년-2011년 실행 계획에 따라 수문 관측 및 프로세스에 관한 국제 표준을 위해 ISO(International Organization for Standardization) 및 CEN(European Committee for Standardization)과 협력

3. 연구개발 내용

○ 지역 홍수관리체계 자료처리 통합 및 표준화를 위한 사전 연구
- 홍수관리를 위한 자료체계표준 관련 문헌 조사 및 자료 수집
- X-Net 기반 기상관측자료 및 강우추정자료 자료체계 분석
- 지역 수재해 상황 인식 및 표출 서비스시스템 정보체계 분석
- 지역 유형별 수재해 저감 통합관리시스템 정보체계 분석
- 기상·수문 모형 간 입출력자료 표준 포맷 및 설계가이드라인 개발

○ 지역 홍수관리체계 자료처리 통합 및 모듈화 기술 개발
- X-Net 기반 고분해능 강우예측모형 분석 및 모듈화 기술 개발
- X-Net 기반 수문예측/홍수위험예측모형 분석 및 모듈화 기술 개발
- 고정밀 지형공간정보 및 하천지반정보 자료체계 분석
- 기상·수문 모형 및 관련 정보요소 간 인터페이스 모듈 개발

○ 지역 홍수관리체계 자료처리 프로세스 통합 플랫폼 개발
- 지역 홍수관리체계 구성 모듈 간 정합성 테스트 및 검증
- 지역 홍수관리체계 통합 자료처리 프로세스 운영 S/W 플랫폼 개발
- 지역 홍수관리체계 통합 자료처리 프로세스 테스트 및 검증

프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤 (유형: 시스템)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	지역 홍수관리 자료처리 표준화 및 통합운영기술	3	3	4	5	6	7

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립)

○ 지역 홍수관리체계 구성요소 간 유기적인 연동을 위한 구성요소별 개발팀과의 긴밀한 협조체제 구축

○ 안정적이고 신뢰도 높은 자료처리 통합 및 표준화 기술을 구현하기 위해 검증된 국외 유사사례 조사 및 분석

○ 향후 수방재 시스템의 확장 가능성에 대비하여 뛰어난 호환성 및 확장성을 지닌 모듈화 시스템 설계

□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: 5년 ○ 사업예산 -총사업비 : 정부 10억원
6. 기타	

핵심(세부)과제명	(4-3) R(Realistic) 수재해 DB 고도화 및 첨단 표출시스템 구축
1. 연구개발 목표	
	○ 연구대상지역 실감형 지형정보 구축 및 시설물 정보 정밀 표현 기술 개발을 공간 DB 인프라 구축 ○ 공간영상정보를 활용한 수재해 지역 분석 ○ 데이터 변환기법 및 위치정보 생성기법 개발을 통한 X-Net 자료의 수재해 공간 GIS DB 구현 ○ 대용량 X-Net 자료의 실감 GIS 융합 처리 기술 개발을 통한 Realistic VIP(Visual Information Platform) 설계 ○ 공간정보 기반 X-Net 자료 융합 수재해 표출 시스템 개발을 통한 수재해 표출 VIP(Visual Information Platform) 구축 ○ 데이터 시스템의 적용성 및 운영자 만족도 95% 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 기후변화에 따른 다차원 공간정보의 활용은 수방재에 필수적이며, 공공기술 측면에서 현 국가의 과학적 안전정책에 부합 하므로 정부의 적극적 지원이 요구됨 ○ 이상기후에 따른 재해 발생의 형태와 현황이 다양하게 파생되고 있어 선제적 대응을 위한 신뢰성 있는 의사결정을 위해서는 기초 인프라 공간DB 구축이 반드시 선행되어야 함 ○ 또한, 다양하고 복잡하게 발생하고 있는 수재해의 형태변화에 따라 능동적으로 대처할 수 있는 정확도 높은 상황인식 기술과 실시간 첨단 표출 기술에 의한 시각화 기술개발이 요구됨 ○ 다중센서 정보의 통합기술 부재와 2D, 3D 기반의 정적인 재해정보의 표출로 인한 수동적 방재정보서비스 방식에서 벗어나 수방재 정보에 대한 지속적이고 연속적인 모니터링 구축기술이 필요함
□ 기술동향	○ 국내기술동향 - LiDAR 및 항공사진영상을 이용한 3차원 기반의 지형정보(DEM, DSM, 영상 등) 제작에 관한 연구가 다수 수행되고 있으나, 다양한 종류의 센서로부터 수집되는 영상을 수방재 적용에 적합한 형태로 처리하는 기술에 관한 연구가 미흡한 실정임 - 항공영상 / 항공레이저측량 등 공간정보의 눈부신 발전에 비해 수방해와 접목한 의사결정용 상황인식기술은 초기단계 수준으로 단순한 정보 제공차원으로 서비스되고 있음 - 위성, 레이더, AWS 등 첨단기상정보 제공 서비스는 미흡한 실정으로 수재해 발생지역에 대한 재난상황정보를 바탕으로 하는 현장상황대응 및 신속한 의사결정 지원체계 구축이 어려운 실정임 ○ 국외기술동향 - 미국, 캐나다 등 선진해외에서는 다차원 공간정보기술을 이용한

고해상 영상과 LiDAR 기술이 수치지도 제작 뿐 아니라 수자원 조사, 재해 모니터링, 농업 및 산림 정보 추출에 이르기까지 다양한 분야에 활용되고 있음

- 일본은 재해방지 및 경감을 위하여 재해별 실증데이터 수집 및 DB 표준화 작업의 중요도를 높이 평가하고, 이를 기초로 한 재해발생현상 분석, 재해예측, 방재력 향상기술 개발을 자연재해분야 주요연구과제로 선정하여 수행한 바 있음
- 수재해 현상을 공간의 문제로 인식, 모든 GIS분석에 대해 재해와 연관되어 문제 인식부터 데이터의 수집, 가공, 분석 등의 단계를 거친 연구가 진행되고 있으며, 상황에 대한 신속한 데이터 획득 기술과 적절한 데이터 모형을 개발, 어떤 환경에서든 작동 가능한 새로운 GIS기반의 기술개발에 대한 필요성을 고려한 연구가 상당히 진행되어 있음

3. 연구개발 내용

○ X-Net 수재해 정보 표출을 위한 공간 DB 인프라 구축
- (연구대상지역)수재해 이력자료 수집 및 분류
- 실감 GIS 기술 기반 연구지역 지형정보 구축
- 수재해 대응 시설물 정보 정밀 표현기술 개발
- 공간영상정보(SAR/광학영상 등)를 활용한 수재해 지역 분석
  * SAR(Synthetic Aperture Radar 합성 개구레이더)

○ X-Net 자료의 수재해 공간 GIS DB화 구현 기술 개발
- 실감 GIS DB 연계를 위한 X-Net 자료 변환기법 개발
- X-Net 자료의 공간 GIS DB화를 위한 위치정보 생성기법 개발
- X-Net 자료의 Realistic 수재해 표출을 위한 GIS DB 구현

○ Realistic GIS DB 기반 X-Net 통합자료 VIP(Visual Information Platform) 설계
- Realistic 수재해 VIP 프레임워크 모델 개발
- 대용량 X-Net 자료와 실감 GIS 융합 처리 기술 개발
- Realistic 기반 수재해 표출 VIP 서비스 운영환경 구축

○ Realistic기반 수재해 표출 VIP(Visual Information Platform) 구축
- Realistic 수재해 정보 서비스를 위한 VIP 프로토타입 개발
- 공간정보 기반 X-Net 자료 융합 수재해 표출시스템 개발
- Test Bed 적용을 위한 VIP 서비스 안정성 평가 및 관리기술 개발

프레임워크		선행단계	개별요소 기술 및 성능검증			성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤 (유형: 시스템)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	수재해 표출을 위한 VIP 정보화 환경 구축	3	3	4	5	7	8

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립) ○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 ○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
5. 사업기간 및 소요예산	
	○ 사업기간: ○ 사업예산 -총사업비 : 정부 20억원
6. 기타	

핵심(세부)과제명	(4-4) 국토관측센서 기반 수문 및 수재해 정보 포털 시스템 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 광역 수자원 정보를 통합 관리하고 이를 제공하는 서비스하는 시스템 개발 ○ 빅데이터 기반 수자원정보 관리 및 표출을 위한 시스템 통합 기능 개발 ○ 타 물관련 정보시스템과의 연계달성률 95% 확보 및 정보활용 만족도 95% 확보
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 안정적이고 효율적인 광역 수자원 정보를 통합 관리 및 서비스를 하기 위해, 다중화, 자료 백업, 원격 소산, 망분리 등의 시스템 인프라 연구가 필요하고, 각종 자료 DB를 통합하기 위한 자료 표준화·규격화 방안 제시가 필요함 ○ SRA 기반 수자원 정보 관리를 위한 시스템 설계 및 규모 산정을 위해 관리할 자료 선정, 자료 보관 용량 도출, 자료 백업 방안 연구가 필요함 ○ SRA 기반 수자원 정보 제공의 즉시성을 확보하기 위한 안정적이고 고속으로 자료를 전달하기 위한 방안 연구 필요 ○ SRA 기반 수자원 정보 관리와 제공 서비스에 관한 정책 수립을 위해 국내외 유관기관의 정책을 조사하고, 정보 성격과 서비스 목적 및 대상을 고려한 방안을 제시 필요 ○ SRA 기반 수자원 정보 공유를 통한 국제 협력을 위해 해외 기관에서 개발하거나 표준화를 추진하고 있는 시스템과 호환성을 갖기 위한 방안 연구가 필요 ○ SRA 기반 수자원 정보 관리 및 서비스 운영을 위한 운영 예산을 산정하기 위해 운영 필수 요소 및 유지보수 규모 개략 분석이 필요함 ○ SRA 기반 수자원 정보 관리 및 서비스 운영은 시설, 장비, 조직, 문서, 정책 등이 유기적으로 결합된 상태에서 보안관리가 되어야 하며 이를 위한 보안 정책 수립이 필요함 ○ 연구를 통해 개발된 기술 및 시스템의 통합적·체계적 운영관리를 도모하고 향후 빅데이터 기반 수자원 정보 활용의 고도화를 위한 시스템 통합이 필요
□ 기술동향	○ 현재 국가기상위성센터에서는 웹페이지를 통해 자료를 검색하고 요구할 수 있게 서비스를 제공하고 있음 ○ 자료 처리 레벨별로 이진데이터, 기본영상, 분석영상 등을 제공하고 있으며, 영상을 웹사이트를 통해 직접 표출 서비스를 제공하고 있음 ○ 또한 국가기상위성센터에서는 '훈령 633호 기상자료 공개 등에 관한 규정'과 '훈령 657호 기상청 국가 지리정보 보안관리 규정'에 따라 기상자료에 대한 배포업무를 수행함

	○ 미국의 NOAA는 Comprehensive Large Array-Data Stewardship System (CLASS)를 이용하여 자료서비스를 제공하고 있음 ○ NOAA인 경우 NESDIS Data Policy에 따라 자료 및 산출물의 사용자 접근에 대한 관리를 규정함 ○ 유럽의 EUMETSAT Data Center는 자료를 웹페이지를 통해 제공하고 있으며, Satellite Data, Atmosphere, Marine, Land, Climate로 나누고, 이와 관련된 포맷, 소프트웨어, 검보정 자료, 훈련 등을 제공하고, 또한 유관기관으로부터 관련 자료를 수집하여 이를 가공한 자료를 서비스함 ○ EUMETSAT는'The EUMETSAT Data Plicy – User Guide to EUMETSAT Satellite Data'라는 문서에 자료 서비스 대상별 라이센스 정책이 명시되어 있음
3. 연구개발 내용	
	○ SRA 자료 통합관리/배포 시스템 기본 설계 - 사용자 인터페이스 정의 및 기능별 개발 요구사항 정리 - 수집된 개념 및 요구사항에 따른 H/W 및 S/W 규격 예비 설계 - 정보 관리 및 서비스를 위한 자료 선정 및 자료 처리 레벨을 정의 - 광역 수자원 정보 제공 서비스의 목적 정의와 대상 그룹 선정 ○ SRA 자료 통합관리/배포 시스템 Prototype 개발 - 시스템 고도화/안정화를 위한 상세 시스템 설계 및 구현, 롱런테스트 수행 - 신규 획득 자료의 통합 DB 구축을 위한 자료 변환 모듈 개발 - 자료 관리 표준화 방안 조사 및 DB 통합을 위한 규격화/표준화 방안 제시 - Web 기반 데이터 표출 포털시스템 개발 - 자료량을 고려한 백업 방안 제시 - 내/외부 시스템 연동을 위한 자료 교환 모듈 개발 - 중화, 자료 백업, 원격 소산, 망분리 등 광역 수자원 정보 관리를 위한 시스템 구성방안 제시 - 운영 상태를 실시간으로 확인할 수 있는 실시간 모니터링 시스템 도출 - 운영을 위한 백업 시스템 및 운영 지원 시스템 도출 - 개발된 기술 및 시스템 간 연동을 위한 메타정보/DB 속성 및 데이터 규모 산정 - 데이터 규모 및 속성에 따른 H/W 구성안 제시 ○ SRA 자료 통합관리/배포 시스템 고도화 및 안정화 - 대상 그룹별로 필요한 서비스 도출 및 서비스 시나리오 방안 제시 - 운영 인력, 외부 인력, 인사이동 등의 인적보안 항목 도출 - 시스템 계정, 접근 권한, 접속 기록 등의 시스템 보안 항목 도출 - 내부 데이터 유출, 외부 네트워크 공격 등의 네트워크 보안 항목 도출

프레임워크		선행단계		개별요소 기술 및 성능검증		성능평가 및 안정성 평가	
마일스톤 (유형: 시스템)		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도 (종료)
CTE 명	수문 및 수재해 정보 포털 Prototype 개발	3	3	4	5	7	8

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구단의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립) ○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 ○ 정부(기상청, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 도모
□ 추진체계	○ 본 공모과제는 연구단 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구책임자는 연구단장 및 세부과제 연구책임자에 적극 협조하여야 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 참여연구기관간 협력을 통한 기술개발 과제간 연계성 확보 및 협조체계 구축 ○ 실용화 중심의 연구개발 사업임을 감안하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색 ○ 필요시 유럽, 일본, 미국 등 선진국과의 기술교류 포함 ○ 필요시 국외 전문가와 전문기관 활용 ○ 정부, 지자체 및 관련 기업 등 기술수요처와 유기적 협조체계 구축 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

5. 사업기간 및 소요예산

○ 사업기간: 5년
○ 사업예산
-총사업비 : 정부 20억원

6. 기타

6.2 평가기준

○ 신규과제 선정, 성과평가 등 연구관리는 국토교통과학기술진흥원의 일반적인 연구개발과제 관리기준에 따름

<표 6-1> 신규과제 선정평가 기준

평가기준	세부항목	배점
연구개발 목표 (20점)	· 최종 목표 및 연차별 달성 목표의 명확성·타당성	10
	· 연차별 성과지표의 목표 적정성	5
	· RFP 연구목표와의 부합성	5
연구개발 내용 (20점)	· 연구개발 내용의 목표실현 가능성	15
	· 연구개발 내용의 독창성 및 차별성	5
추진전략 및 계획 (25점)	· 연구추진 전략 및 체계의 적정성 (관련 전문기관이 각 세부별로 참여하는지 평가) (실용화를 위한 연구추진체계의 적정성)	15
	· 연구 Site 확보 방안의 적절성	5
	· 연구기간 및 연구개발비의 적절성	5
국제공동연구 (5점)	· 국제 공동연구 또는 국외 전문가 활용계획의 적정성	5
연구성과물 활용계획의 구체성 및 달성가능성(25점)	· 연구성과물의 활용계획 및 방안의 구체성	15
	· 연구성과물의 기대효과(정책적,사회적,경제적 파급효과)	10
연구진 구성의 전문성 (5점)	· 연구진의 전문성 및 구성의 적정성	5

부록

부록 1. 기획과제 추진경과

부록 2. Unmet Needs 도출 템플릿 1

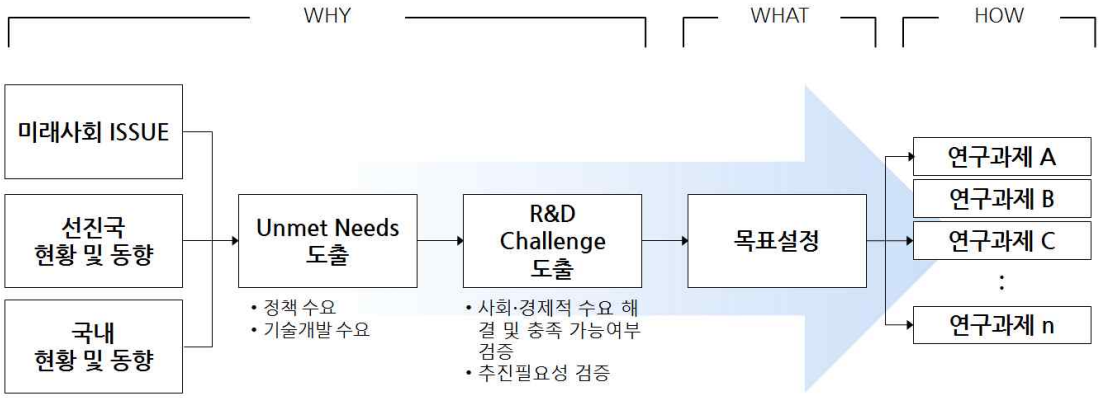
부록 3. Unmet Needs 도출 템플릿 2

[부록 1] 기획과제 상세 추진경과

일 시	내 용	비 고
'13.04.01	과제 착수	협약기간 '13.04.01 ~ '13.08.28
'13.05.03	전문가 1차 기획자문회의 - 과제 추진방향 설정 및 unmet needs 도출방안 공유	
'13.05.28	전문가 2차 기획자문회의 - Unmet needs 도출결과 공유 및 자문의견 수렴	
'13.05.31	기획연구과제 중간보고서 제출 - 기술의 정의, unmet needs 도출결과, 동향분석 결과 등	
'13.06.04	국토교통부 기획과제 설명	하천계획과, 운영과
'13.06.05	X-Net 테스트베드 구축 및 홍수 감시·평가·예측 관련 협의 - 기획과제 공동 추진여부 및 연구개발 내용/범위 등	KAIA, K-Water, KNU
'13.06.17	전문가 3차 기획자문회의 - SWOT분석 결과, 전략방향, 사업 비전체계 등에 대한 공유 및 자문	
'13.07.04	후보과제 Pooling - 사업 전략방향에 부합하는 추진가능 과제 제안 요청	서면 제출
'13.07.17	미래부 대상 사업내용 및 예산설명	거대공공조정과 권종은 사무관
'13.07.23	전문가 4차 기획자문회의 - 후보과제(85개) 검토 및 과제분류를 통해 6세부 23세세부 도출	
'13.09.03	전문가 5차 기획자문회의 - 세부과제 통합/조정 및 중복성 검토	
'13.09.12	외부전문가 중복성 검토회의 - 한강홍수통제소 조효섭, 세종대학교 배덕효, 기상연구소 오미림, 재난안전연구원 박영진, 항공우주연구원 임효숙, 건설기술연구원 이동률 등	
'13.09.27	기획타당성검토회의 - 사업 추진방향 및 후보과제 선정안 검토	KAIA 주관
'13.10.07	기상청, 기상연구소 업무협의 - 중복성 여부, 연구개발 범위 등 협의	기상청, 기상연구소, 레이더센터, 위성센터 등
'13.10.10	KAIA 업무협의 - 타당성 검토회의 및 기상청 업무협의 결과 공유, 과제구성 검토 등	
'13.10.22	기상청 레이더센터 업무협의 - 과제구성 및 중복성 검토 등	
'13.10.24	KAIA 업무협의 - 추진과제 확정(4세부 16세세부)	

[부록 2] Unmet Needs 도출 템플릿 1

□ **Work Flow**



1. 미래사회 Issue, 선진국 현황 및 동향, 국내 현황 및 동향 조사를 통해 unmet needs(정책수요)를 도출 합니다.

2. Unmet needs(정책수요) 해결을 위한 정책 대안으로서 도전할 필요성이 있는 기술개발 과제(R&D challenge)를 도출합니다.

3. 도출된 unmet needs와 R&D challenge를 바탕으로 최종적으로 달성하고자 하는 연구(R&D사업)의 목표를 설정합니다.

4. 연구(R&D 사업)의 목표를 달성하기 위해 필요한 기술들을 구조화 하고, 기술 획득 전략을 수립합니다.

1) 미래사회 이슈 (Issue-driven)

작성요령

정치·경제·기술·환경 관점에서 수자원 관리와 관련된 사회 이슈와 unmet needs를 도출합니다. (아래 제시된 이슈 예시를 참고)

관점	주요 이슈	수자원관리가 어떻게 되어야 합니까? 기존 수자원관리를 위한 기존정보/모델의 한계가 무엇입니까?
환경	물 부족	- 수자원공사와 논의 후, 예시 작성
	기상이변 (홍수, 가뭄)	
	친수환경 조성	
	도시화 집중 (도심침수)	
기술	위성 정보 활용	
	ICT& 빅데이터 가술	
	융복합 기술/산업 발전	
산업	새로운 서비스/고용창출	
	물 산업 성장	
	해외 수출/진출	
정책	4대강 효율적 관리	
	수자원의 효율적 관리	

2) 선진국 현황 및 동향 (벤치마킹)

선진국은 위성정보활용을 통해 어떻게 수자원을 감시·평가·예측을 하고 있는지 파악

국가	활용현황	관련 사이트
미국	수자원관리를 위하여 인공위성정보가 어떻게 활용되고 있습니까? (활용목적 중심, 활용중/개발중 포함)	-정보 출처 및 자료 첨부
일본		
유럽		

□ 참고 질문

○ 누가(정부, 기업 등) 위성정보를 활용하여 수자원감시·평가·예측 활동을 수행하고 있는가?

○ 위성정보를 활용한 감시·평가·예측을 위해 어떤 활동을 하고 있는가?

- 정부정책, R&D, 위성운영 등

○ 수자원감시·평가·예측을 통해 어떤 혜택이 누구에게 제공되고 있는가?

○ 위성, 레이더, AWS 등이 어떻게 활용되고 있는가?

- 보유 위성의 종류, 역할, 제공정보, 기여도 등
- 기타 장비의 종류, 역할, 제공정보 등

○ 기타 관련 내용 자유롭게 서술 (근거자료 첨부)

3) 국내 수자원관리를 위한 정보수요 (unmet needs)

○ 국내 수자원 감시·평가·예측 활동을 위해 어떠한 정보와 기술이 필요합니까? (정보 유형, 주기, 내용, 정밀도 등등)

구분	목적	현재 사용 정보/ 모델 현황	한계 (unmet needs)	위성정보의 필요성
감시	홍수 통제를 위한 수위감시			
	범람 대응을 위한 수위감시			
평가				
예측				
공통				

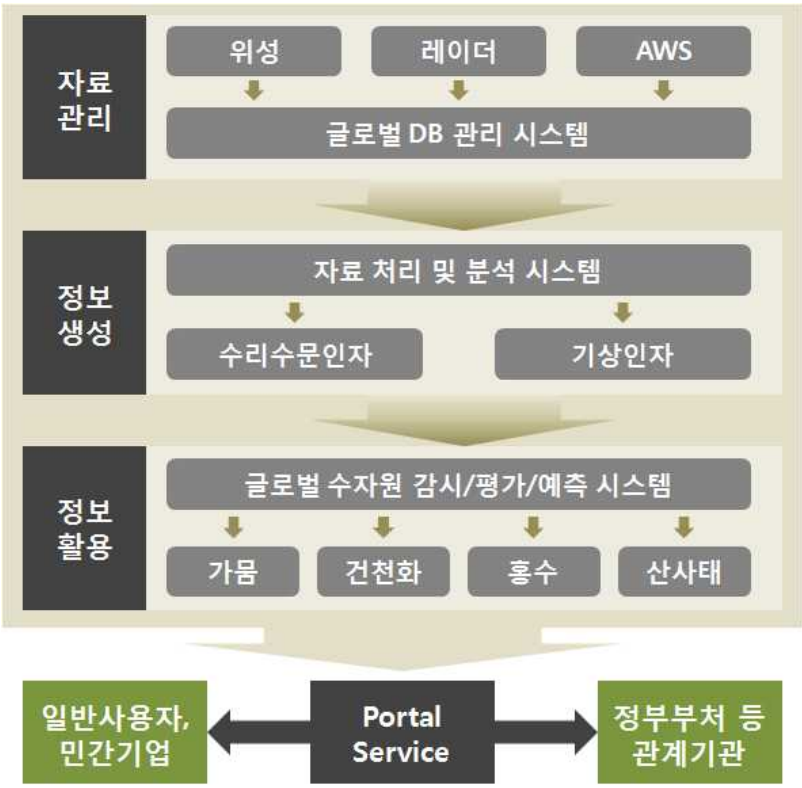
[부록 3] Unmet Needs 도출 템플릿 2

위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시, 평가, 예측시스템 개발 기획을 위한 2차 조사 템플릿

수자원공사·테크노베이션파트너스

본 과제는 가용 위성, 레이더, AWS 등 관측 장비로부터 획득된 정보를 관리하고, 분석하여, 가뭄·건천화·홍수·산사태를 감시·평가·예측하는 시스템(소프트웨어) 및 포탈 구축이 목표입니다.

1~3차 년도에는 북한을 포함한 한반도 수자원 감시, 평가, 예측 시스템 구축, 4~5차 년도에는 동남아로 정보 범위 확장을 계획중이며, 궁극적으로 수자원 관리위성 탑재체 개발도 고려될 것입니다. 하지만, 현재는 가용 정보, 특히 위성정보를 활용한 수자원 감시, 평가, 예측 시스템을 구축이 우선되어야 합니다.



기획연구 목표

1) 국내 수자원관리를 위한 정보수요 (unmet needs)

□ **Accessible Data Driven**

○ 국내 수자원 감시·평가·예측 활동을 위해 현재 가용 (위성, 레이더, AWS) 정보, 필요한 정보 획득 및 통합 플랫폼 구축을 위해 해야 할 일 파악 필요

가용 장비 및 정보	활용 가능 분야 (복수선택 가능)	제공(개선) 가능 혜택	융합 대상

□ **Problem-Driven**

현 수자원 관리 시스템 또는 필요한 시스템		한계점 또는 문제점	Solution	
적용(관리) 분야	주체 및 내용		문제점 개선 또는 해결을 위해 어떤 가용 정보 (위성, AWS, 레이더 등) 필요?	가용 위성 및 기타 장비(AWS, 레이더)로 개선 또는 해결 가능 내용

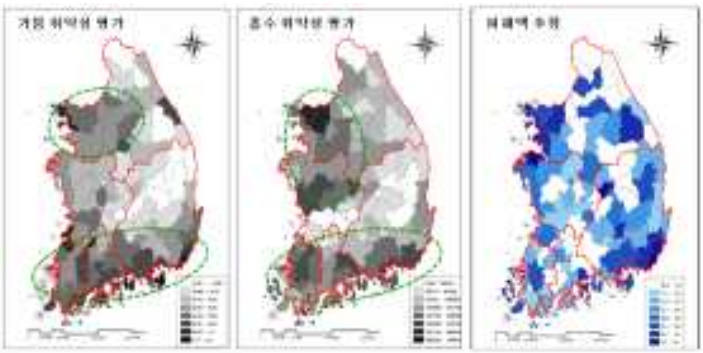
2) 추가 질문사항

수자원 감시, 평가, 예측 활용 현황 조사를 해본 결과 환경부 및 산림청에서 본 과제가 제공하려는 서비스(혜택)와 유사한 서비스를 이미 제공 중이라는 것을 파악함

□ 환경부의 환경공간정보서비스
(http://egis.me.go.kr/ba/grdCoverIntroPage.do?mode=4)

○ 환경공간정보서비스는 Landsat, 수치지형도, 아리랑2호 위성영상을 활용하여 토지피복지도를 제공

- 수질 비점오염 부하량 산정, 오염총량 관리, 유역 및 하구관리·복원, 유역건정성지표 개발, **홍수 취약 위험지역 파악**, **가뭄에 대한 취약성**, 수변구역 설정 등 물 환경 분야에서 활용되고 있음
- 기타 **산사태** 위험방지 및 산지이용실태 파악, 토지적성평가, 토사유실평가 등에도 활용되고 있음



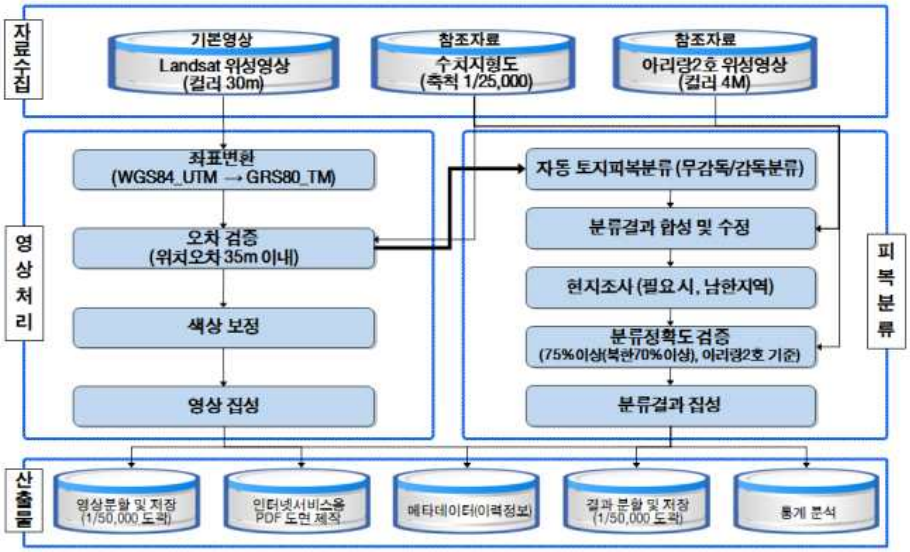
홍수 및 가뭄 취양성 평가
(좌측부터 가뭄 취약성, 홍수 취약성, 피해액 추정)

○ 본 시스템이 가지고 있는 한계점은 무엇인가?

○ 본 시스템에서 사용되는 기술 및 정보 활용 가능한가?

○ 본 과제(국토부)에서는 어떻게 (서비스, 혜택, 목적) 차별화 할 수 있는가?

[참고] 환경부 환경공간정보서비스의 토지피복지도



○ 자료 수집

- 기본영상 : 영상자료 (위성영상, 항공사진 등)
- 참조자료 : 축척 1/25,000 수치지형도, 아리랑2호 위성영상

○ 영상처리

- 좌표 변환 : 기준 좌표계에 맞춰 좌표변환 실시(WGS84 UTM → GRS80 TM)
- 오차 검증 : 수치지형도를 기준으로 영상의 위치오차(35m이내) 검증
- 색상 보정 : 색상보정을 실시하여 전체적인 색상톤을 통일
- 영상 집성 : 영상을 하나의 파일로 통합

○ 피복분류

- 토지피복분류 : 영상분류 알고리즘을 이용한 자동분류 방법을 이용하여 대분류 7가지 항목으로 분류함
- 분류결과 합성 및 수정 : 영상단위(씬, scene)로 분류된 피복분류 결과를 하나의 파일로 합친 후, 인접 부분 등 오류 수정
- 현지조사 : 필요시 남한지역에 한해 현지조사 실시
- 분류정확도 검증 : 아리랑2호 영상자료 및 수치지형도를 이용하여 분류정확도 검증
- 분류결과 집성 : 최종 분류 결과물을 하나의 파일로 통합

○ 산출물

- 인터넷 서비스용 PDF형식 도면, 메타데이터 등 최종 산출물 제작

□ 산림청의 산사태 정보시스템 (http://sansatai.forest.go.kr/)

○ 산림청은 강우분포도와 지질 분포도를 활용하여 산사태 예측정보를 제공

- 기상청 강우자료(동네예보) 분석 → 권역별 산사태 토양함수지수 (예측기준) 분석 → 읍·면·동 단위로 예측정보 제공

○ 이용상 지역별 세부적인 토양특성(투수성, 지하수위 등)을 모두 반영하여 예측기준(탱크모델)을 설정하는 것은 현실적으로 거의 불가능하므로 국소적으로 발생하는 산사태 예측에는 한계가 있음

- 따라서, 산사태 예측정보는 현지 기상 등을 고려하여 산사태발생 우려지역 주민에게 예·경보 발령 및 피해예방 기초자료로 활용되고 있음

○ 본 과제에서는 어떻게 차별화 또는 개선 할 수 있는가?

□ 기타 시스템

물 관련 정보제공 시스템	운영기관	설명
국가수자원관리 종합정보시스템	국토해양부 한강홍수통제소	우량, 수위, 수문관측자료 등 국가수자원 관리에 필요한 각종자료를 수집 및 가공하여 과학적으로 수자원을 관리하기 위해 구축한 시스템
하천관리지리정보 시스템	국토해양부 한강홍수통제소	국가하천의 효율적인 관리와 대민 서비스, 하천관리업무의 효율성 제고 등을 목표로 하천정보의 표준화 및 전산화를 통한 정보제공과 하천에 관련된 제반 업무를 지원하기 위한 시스템
물관리정보유통 시스템	국토해양부 한강홍수통제소	5개 기관 10개 물 관련 기관의 수자원정보를 On-Line으로 공동 활용하기 위해 구축한 시스템
국가지하수 정보센터	한국수자원 공사	전국의 지하수 정보를 통합 관리하여 대국민 정보서비스를 제공하기 위한 지하수관리시스템
물환경정보시스템	환경부	수질 및 수 생태계 환경 기준으로 건전한 수 생태계를 유지하고 물의 이용목적에 적합한 수질을 보전하기 위해 조사자료 및 평가 자료를 제공
상하수도종합정보 시스템	환경부	전국 정수장의 수돗물 수질검사결과 및 실시간 정수처리 수질 정보, 상하수도 관련 통계·연보자료를 제공하는 포털 시스템
농촌용수종합정보 시스템	농림수산 식품부	한국농어촌공사에서 생성되는 농촌용수 및 자원정보를 On-Line으로 제공하기 위한 국가차원의 물 관리정보 활용시스템
날씨예보	기상청	국내외 날씨에 대한 예측과 예보를 서비스하고 기상관련 자료를 측정하여 제공

○ 위 각 부처 및 기관의 시스템에서 제공하는 서비스는 어떻게 다른가? (차별성)

- 본 과제를 통해서 어떻게 차별된 서비스, 혜택을 제공할 수 있는가?

○ 위 시스템에서 사용되는 위성, 레이더, AWS 등으로 획득된 정보를 본 과제에서 활용가능한가?

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 건설교통연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.