

수자원 전용 위성 탑재체 기술 개발 추진을 위한 사전기획 최종보고서

2016 . 3.

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 한국수자원공사

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 “수자원 전용 위성 탑재체 기술개발 추진을 위한 사전기획”과제의 보고서로 제출합니다.

2016년 3월

주관연구기관명: 한국수자원공사 K-water 연구원

주관연구책임자: 최병만 전문위원

참 여 연 구 원:	채효석	연구위원
	황의호	책임연구원
	김현식	센터장
	전근일	팀장
	구자호	차장
	안재후	차장
	박성순	과장
	서애숙	센터장
	김규문	팀장

보고서 요약서

과제고유번호		해 당 단 계 연구 기 간	2015.09 - 2016.03	단 계 구 분	(1)/(1)
연구 사업 명	중 사업 명				
	세부 사업명	국토교통연구기획사업			
연구 과제 명	대 과 제 명				
	세부 과제명	수자원 전용 위성 탑재체 기술개발 추진을 위한 사전 기획			
연구 책임 자	최 병 만	해당단계 참 여 연구원 수	총: 10 명 내부: 10 명 외부: 명	해당단계 연구 비	정부: 50,000천원 민간: 천원 계: 50,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 10 명 내부: 10 명 외부: 명	총 연구비	정부: 천원 민간: 천원 계: 천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국수자원공사 K-water연구원			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위 탁 연 구	연구기관명:			연구책임자:	
요약				보고서 면수: 200	

Ⅰ. 목적 : 글로벌 물정보 생산국 및 선진국으로 도약하고, 물 관리 기술의 새로운 패러다임 창출에 필요한 국가 수자원 위성 개발의 타당성 도출 및 관련부처·전문가 등 컨센서스 형성 도모

- 수자원 전용 위성 탑재체 기술개발 본 기획과제 추진을 위한 개념 설계 및 연구분야 도출, 연구개발 체계 및 세부전략 등 마련

Ⅱ. 필요성 : 글로벌 물관리의 대외 의존적 자료 활용에서 탈피하여 독립적이고 주도적인 관측인프라 및 분석력 확보하기 위한 한국형 수자원전용 위성 탑재체 기술 개발

Ⅲ. 연구개발 내용

- 국가 전략적 중요성, 정부 상위계획과의 부합성, 관련기관의 참여 및 사업추진 의지, 유사사례에 대한 국내외 정부지원 사례 등 분석을 통한 정부지원의 타당성 도출
- 국내·외 정책·시장·기술 동향, 국내·외 기술개발 현황, 국내 기술 인프라·기술 인력 현황 분석 등 수자원 전용 위성 탑재체의 구성요소별 환경 분석
- 수자원 전용 위성 탑재체 기술개발 방향 설정, 우선순위에 따른 중점 추진분야 및 전략기술 등 도출하고 사업 추진전략, 사업 추진체계 및 운영방안 수립
- 미래부, 기상청 등 타부처 연계·협력 방안 구체화 및 관계부처 간 역할분담 방안 수립 및 협의
- 본 사전 기획 관련 기존사업에 대한 현황분석 실시를 통한 기존사업과의 중복성 검토 및 차별화된 사업 추진 전략 제시
- 사업 추진의 타당성 및 사업 추진으로 인한 기술적, 사회적, 경제적 기대효과 도출

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	위성, 탑재체, 수자원, 수재해, 광역
	영 어	Satellite, Payload, Water Resources, Water Disaster, Global

요 약 문

I. 제 목

□ 수자원 전용 위성 탑재체 기술개발 추진을 위한 사전 기획

II. 목적 및 필요성

□ 추진 목적

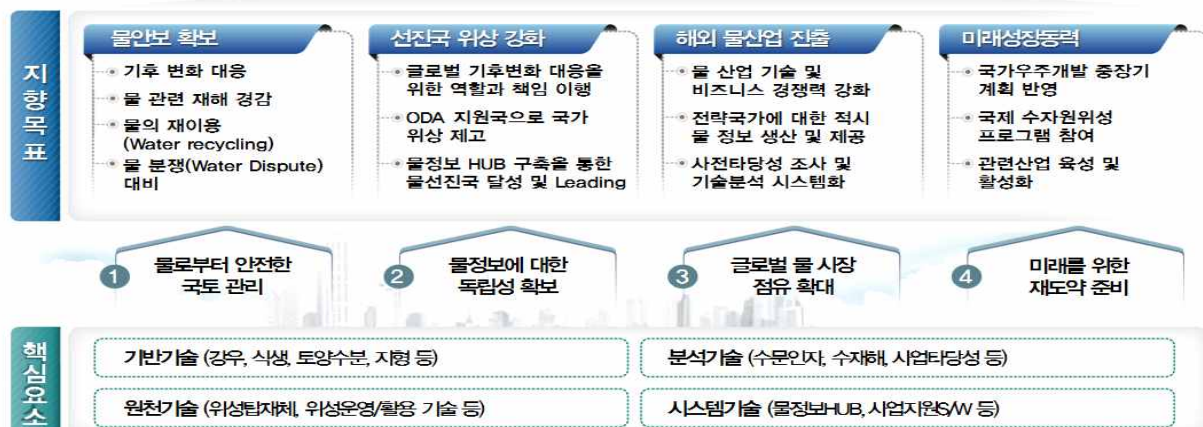
- 글로벌 물정보 생산국 및 선진국으로 도약하고, 물 관리 기술의 새로운 패러다임 창출에 필요한 국가 수자원 위성 개발의 타당성 도출 및 관련부처·전문가 등 컨센서스 형성 도모
- 수자원 전용 위성 탑재체 기술개발 본 기획과제 추진을 위한 개념설계 및 연구분야 도출, 연구개발체계 및 세부전략 등 마련을 위한 사전 기획연구

□ 추진 필요성

【물산업 주변 여건】

- 국내 물산업 포화상태로 인한 신규산업 창출 교두보 마련 시급
- 미래를 위한 준비와 재도약을 위한 시기 초래
- 물로부터 안전한 국가 건설 및 물정보에 대한 독립성 확보 요구 증대
- (해외물산업진출) 물산업 기술 및 비즈니스 경쟁력 강화하고 전략국가에 대한 적시 물 정보 생산 및 제공 기반 조성
- (미래성장동력) 국제 수자원위성 프로그램 주도권 확보 및 관련산업 육성을 통한 활성화 도모
- (물안보확보) 물 관련 재해경감 및 분쟁대비, 기후 변화 대응, 물의 재이용(Water recycling) 등 광역의 관측 필요
- (선진국위상강화) ODA 지원국으로 국가 위상제고, 물정보 Hub 구축을 통한 물선진국 달성 및 글로벌 리딩 도모

“글로벌 물관리는 대외의존적자료 활용에서 탈피한
독립적·주도적관측인프라및분석력 확보로 국가 미래 담보 ”



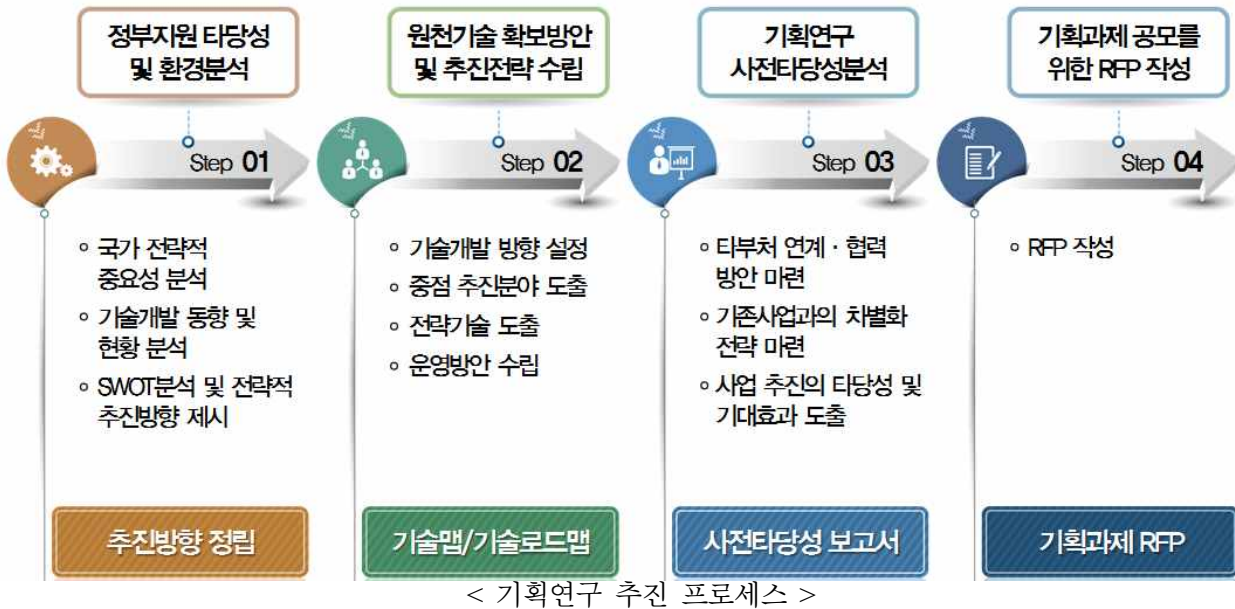
< 추진 필요성 >

III. 추진 경위

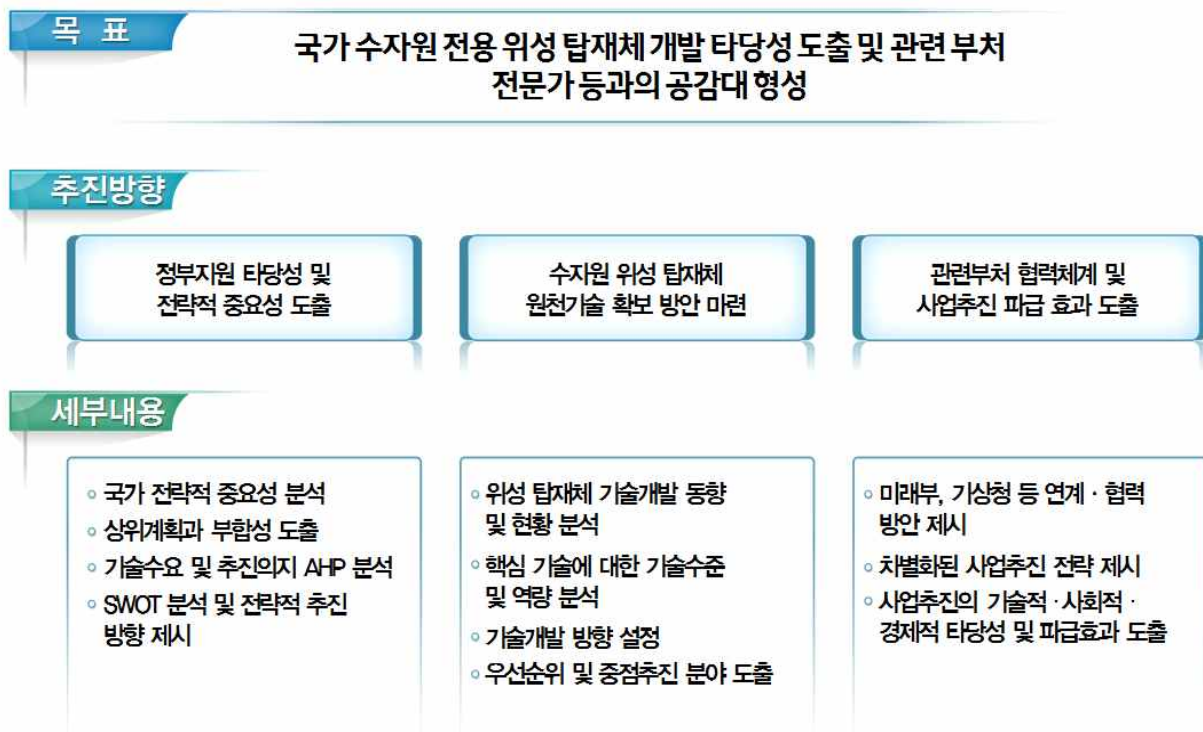
- '13.04.01 KAIA-K-water 협약에 따른 기획과제 수행
- '15.09.01 사전기획연구 협약체결 및 착수
- '15.09.08 기획위원회(1차) 개최
 - (필요성) 수자원위성의 필요성, 위성탑재체 세부 기능적, 정책적 요구항목 등 도출
- '15.09.17 주관부처(하천운영과) 사전기획연구 추진계획 및 현황 보고
 - (의견사항) R&D(실험) 성격보다 실무 활용 가능한 위성 개발 필요
- '15.09.22 관련기관(항우연) 수자원전용 위성 탑재체 개발 관련 협의회
 - (중복성) 타부처와 중복성, 미래부 탑재체(Radar C,X,Ku밴드) 현황 및 적용방안 검토
- '15.09.25 기획위원회 면담조사(2차) 및 서면 자문(3차)
 - (수요조사) 탑재체 센서타입 결정에 관한 수요 및 의견사항 수렴
- '15.10.14 NASA VIP 방문시 수자원위성개발 공동협력 사항 보고
 - (위성개발) 수자원위성 개발을 위한 기술 교류 및 협력
 - (공동연구) 수자원위성을 활용한 수재해 대응 및 감시 기술 개발을 위한 공동연구 수행
- 관련부처 협의회(수자원정책과, 4대강홍수통제소, K-water 등)
 - '15.10.22 수자원위성 세부활용분야 및 국가정책과 연계방안 도출(K-water)
 - '15.11.13 사업추진 필요성 및 활용분야 등 의견 수렴(홍수통제소)
 - '15.11.16 추진의지, 타부처협력 방안, 국가정책과 연계성 등 의견 반영(수자원정책과)
- '15.11.25 기획타당성 검토위원회(KAIA)
 - (기획타당성) 수재해모니터링 중심 추진 및 타부처와 긴밀한 협력관계 구축 필요
- '15.12.16 차세대 중형위성 개발 수요조사 제출(→미래부)
- '16.01.25 차세대중형위성 2단계 사업 참여의향 전달(→미래부)
- '16.02.17 차세대중형위성 2단계 수요부처 협의회
 - (참석기관) 기상청, 농진청, 산림청, 환경연구원, 재난연구원, K-water, 항우연, 부경대 등
 - (협의결과) 시급성, 필요성 등 고려하여 수자원위성은 8호기 반영
- '16.03.17 주관부처(수자원정책과, 하천운영과, 한강홍수통제소) 기획연구 수행 결과 보고
 - (연구범위) 홍수예警보를 위한 통신위성 개발을 포함하여 본 기획 연구 범위 확대 필요

IV. 기획연구 추진절차

- 본 기획연구 추진을 위하여 사전 기획연구임을 고려하여 수자원 전용 위성 탑재체 개발의 필요성 도출을 위하여 4단계의 추진절차에 따라 기획연구를 추진
- 세부 추진절차는 ① 정부지원 타당성 및 환경분석 ② 원천기술 확보방안 및 추진전략 수립 ③ 기획연구 사전 타당성 분석 ④ 기획과제 공모를 위한 RFP 작성 순서로 추진하였음

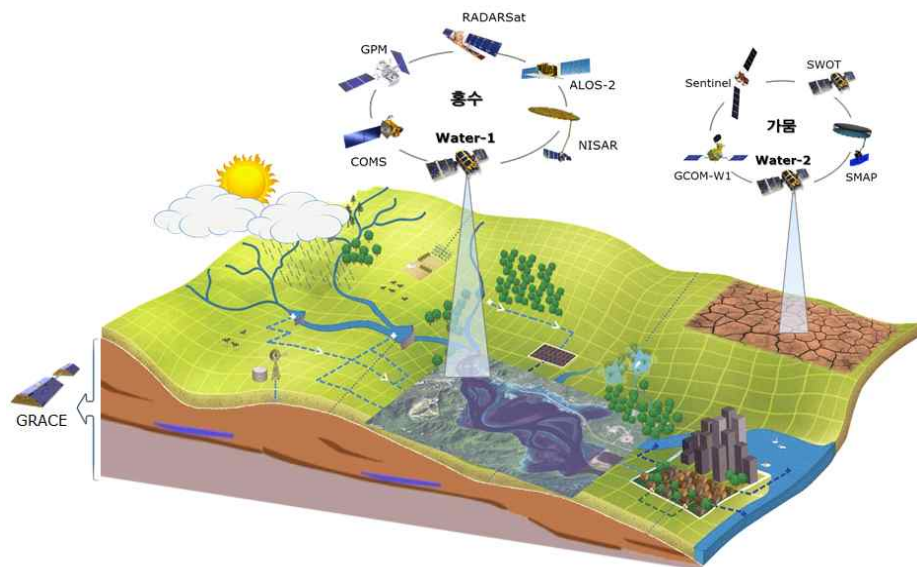


V. 기획연구 목표 및 전략체계



VI. 기술의 정의

기술명	수자원 전용 위성 탑재체 및 설계·운영 기술 개발
기술의 정의	홍수 및 가뭄 등 수자원/수재해 감시를 통한 미래 불확실한 상황에 효과적으로 대처하고 남한 뿐만 아니라 북한을 포함한 미계측 유역까지 아우르는 광역적 수자원 관련인자 관측이 가능한 수자원 전용 위성 탑재체 개발 기술
기존기술의 한계	<ul style="list-style-type: none"> • (기존위성활용한계) 국내 위성은 주로 기상, 해양, 지형, 통신 등 목적으로 개발·운영됨에 따라, 물관리 및 수재해 대응에 필요한 시·공간적 데이터 관측 정보 부족 • (자료 신뢰성) 시간/분광/공간 해상도 등 우리나라 물관리 분석단위(시간해상도: 2회 이상/1일, 분광해상도: 5밴드이상, 공간해상도: 10m이상) 및 주야 관측 가능한 자료 확보, 우리나라 지형적 특성을 고려한 검보정 등에 적합하지 않아 활용에 한계가 있음 • (물관리 독립성) 글로벌 물 관리 및 물산업 해외 진출 등 대외 의존적 자료활용에서 탈피 하기 위한 독립적·주도적인 관측인프라 및 분석력 확보 부재
동 기술의 차별적 우수성	<ul style="list-style-type: none"> • 한반도 수재해(홍수, 가뭄, 폭설 등) 감시·평가를 위한 관측 인프라 구축 및 맞춤형 정보 생산을 위한 분석·활용 기술 개발 • 수재해 감시·평가를 위해 가용한 국내외 관측자료를 융합하고, 맞춤형 정보를 생산함으로써 수재해 예측정보의 정확도를 기존 70%에서 90%로 향상 • 한반도를 포함한 미계측 유역 수자원 변동량 분석 및 대응 기술 확보를 통하여 물안보 확보 및 통일대비 물관리 계획 수립에 기여 • 글로벌 물관련 정보 자체 생산 및 분석 능력 확보를 통한 주도적이고 독립적인 글로벌 물 산업 리딩 및 물정보 허브 구축
주요 기술개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> • (수재해대응, 국정과제) 한반도 홍수, 가뭄 등 수재해 위험관리 대응 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 수재해 실시간 분석·예측(단기, 장기 등) 기술 개발을 통한 대응 기술 지원 - 국가 수자원 통합관리 체계 구축에 활용 • (물안보확보) 국가 수자원 관리 정확도 향상을 통한 물안보 대응 및 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 자체 위성 확보로 고해상도로 계측 및 미계측 지역 신뢰성 높은 수자원인자의 공간적 생산·활용으로 수자원 감시의 불확실성 감소 • (통일대비) 미계측 유역(북한지역 등) 수자원 관리 및 대응, 물산업 해외 진출 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 접경지역 수자원변동 사항 예측 및 정확한 파악을 통한 대응 및 정책 지원



< 수자원위성 연계 운영 개념 >

VIII. 기대효과

- **(과학·기술적)** 광역 및 한반도를 포함하여 홍수와 가뭄 등 수재해 특성을 고려한 악천후 및 주야간 영향을 받지 않는 중형급 저궤도 수자원 전용 탐재체 핵심 기술 개발로 한국형 브랜드화 및 글로벌 리딩
 - 수자원 전용 위성은 수재해 감시를 주임무로하고 타부처 및 글로벌 위성의 부가적 인자를 연계 활용 가능하도록 하여 수재해 감시 토털 솔루션 개발
 - 독보적 ICT 기술 바탕으로 선진국의 위성자료 기반 전지구적 물재해 대응 체계를 능가하는 물 정보 서비스 플랫폼 제공
 - 수재해 피해 규모 15% 저감, 세계최초 저궤도 수재해 감시 위성 개발 및 선도
- **(경제·사회적)** 기후변화에 따른 홍수, 가뭄 등 감시, 북한접경지역 수자원변동성 분석 등 물안보 확보를 위한 최적 솔루션 구축
 - 위성기반 기후변화 모델링 및 수재해 예측·대응 기술 고도화 달성
 - 수자원 전용 위성에서 수신된 자료 기반 수재해관련 정보화 기술 개발 및 선도
 - 수재해 관련기관 정보 공유체계 구축을 통한 범국가적 재해 대응 기반 구축

수자원 위성의 수재해 대응의 기술적, 사회·경제적 목표 명확화 (목표) 수재해 피해 규모 15% 저감, 세계최초 저궤도 수재해 감시 위성 개발 및 선도



*국토교통기술수준평가, KAIA, 2014

< 수자원 위성의 수재해 대응 효과 목표 >

<목 차>

제1장 서론	1
1절 기술의 정의	2
2절 기획의 배경	5
1. 글로벌 물 관련 재해 피해 규모	5
2. 첨단 ICT, 인공위성, 인공지능 등 기반 물관리 새로운 패러다임 확산	8
3. 글로벌 아젠다로 물 관리와 위성 부각	10
4. 글로벌 물 산업 리딩 국가의 준비	12
3절 기획의 필요성	13
1. 물 관련 재해 감시·예측 인프라 확보를 통한 미래성장동력 창출	13
2. 한국형 수자원 및 수재해 관측 전용 위성 개발 요구	17
4절 기획의 목표	20
5절 기획연구 추진 체계	21
제2장 환경 분석	22
1절 정부지원의 타당성 검토	23
1. 추진 근거	23
2. 주관부처 추진 의지	39
2절 기술개발 동향 및 현황분석	44
1. 국내·외 수자원위성 현황	44
2. 최근(5년내) 수자원위성의 개발 특성	63
3. 수자원분야 위성 활용 현황	74
4. 선진국 수자원위성 발사·운영 현황 분석	79
5. 기술개발 트렌드 논문 현황	84
6. 수자원·수재해 분야 위성 활용 기술 개발 현황	86
7. 위성활용의 한계점	88
8. 차세대 중형위성 개발 2단계 사업 현황 및 차별성 검토	91
3절 기술수요 및 기술예측 분석	93
1. 수자원위성 활용 분야 및 기술 Needs 분석	93
2. 수자원위성 활용 및 수요처 정의	106
3. 수자원관리를 위한 위성의 기능적 필요 사항	113
4. 수자원위성의 수재해 대응 효과 목표	115
제3장 탑재체 개발 가능성 분석	116

1절 위성탐재체 기술수준 및 개발 가능성	117
2절 수자원위성 탐재체 개발 SWOT 분석	132
3절 수자원 위성 탐재체 사양 도출(안)	135
4절 영상레이더(SAR) 탐재체 기술개발 현황	143
5절 수자원위성 탐재체 성능 목표	148
제4장 수자원위성 개발 및 활용기술 로드맵	150
1절 수자원 전용 위성 탐재체 기술개발 로드맵	151
2절 기존위성과 연계 운영 및 활용 방안	156
3절 수자원 위성 개발·활용 로드맵	162
4절 타부처 연계·협력 방안	164
5절 수자원 위성산업 활성화 법·제도 개선 방안	171
6절 산업육성 및 인력양성 계획	173
제5장 기대효과	174
1절 기술적 기대효과	175
2절 사회적 기대효과	176
3절 경제적 기대효과	177
제6장 과제 제안요구서	178
1절 과제 제안 요구서	179
참고문헌	189

<표 목차>

<표 1-1> 글로벌 수자원 관련 주요 위성 현황	4
<표 1-2> 최근 10년간 물 관련 재해 피해 규모	5
<표 1-3> 물관리 패러다임의 변화	8
<표 1-4> 세계 위성 서비스 산업 매출액	12
<표 2-1> 국토부 정책과 부합성	29
<표 2-2> 융·복합 신산업 창출기반 조성	29
<표 2-3> 선제적 대응 기술	30
<표 2-4> 글로벌 메가트렌드	31
<표 2-5> 전략수립 프레임 4대 핵심전략	31
<표 2-6> 중장기전략 목표 산출근거	34
<표 2-7> 국토교통 R&D 중장기 4대 전략과의 부합성	34
<표 2-8> 위성별 수출 목표	37
<표 2-9> 정부 우주개발 정책과 부합성	38
<표 2-10> 물관리 연구사업 4대 브랜드과제	41
<표 2-11> 현 사업체계	42
<표 2-12> 개편 사업체계(안)	42
<표 2-13> 국내 다목적 실용위성 보유 현황	45
<표 2-14> 주요국 우주개발 규모	54
<표 2-15> 수자원 분야에 사용되는 국내 위성 제원	61
<표 2-16> 국외 수자원 및 수재해 감시 활용 위성	62
<표 2-17> 관측인자별 위성 분류	62
<표 2-18> SAR 위성의 운영방식	68
<표 2-19> 레이더 영상의 응용분야	69
<표 2-20> 주파수별 레이더 신호의 특징	70
<표 2-21> 소형·경량 위성 영상레이더 사례	71
<표 2-22> 가뭄 및 홍수 감시를 위한 영상레이더 탑재체 규격(안)	72
<표 2-23> 논문 검색 방법	84
<표 2-24> 논문 분석을 위한 검색식	84
<표 2-25> 부처 수요별 탑재체 특성	92
<표 2-26> 홍수분야 주요업무별 위성센서	95

<표 2-27> 가뭄분야 주요업무별 위성센서	97
<표 2-28> 기후변화 관측 분야 위성센서	99
<표 2-29> 수문순환 관측 위성센서	101
<표 2-30> 북한 수자원 분석 위성센서	103
<표 2-31> 해외사업 관련 위성센서	105
<표 3-1> 다목적실용위성용 광학탑재체 개발 현황	118
<표 3-2> 해상도 1m급 전자광학탑재체 기술완성도 수준	118
<표 3-3> 차세대중형위성1호 전자광학탑재체 개발 방안 및 국내 기술 현황	120
<표 3-4> 차세대중형위성1호 전자광학탑재체의 주요 규격	120
<표 3-5> 전송부 국산화 방안	122
<표 3-6> 영상레이더(SAR) 규격	125
<표 3-7> 기상탑재체 주요 규격	128
<표 3-8> 초분광기 주요 성능 규격	131
<표 3-9> 광학탑재체 소요 기술사항 분석	139
<표 3-10> 기상관측센서 소요 기술사항 분석	140
<표 3-11> 영상레이더 소요 기술사항 분석	140
<표 3-12> 초분광영상기 소요 기술사항 분석	140
<표 3-13> 수자원위성 탑재체 사양(안)	140
<표 3-14> MCSAR의 관측 파라미터	141
<표 3-15> 융복합 전파탑재체 사례	142
<표 3-16> SAR 탑재체 요소기술 수준(2016 현재)	144
<표 3-17> 차세대영상레이더 탑재체 핵심기술개발 사업(~ 2018) 요약	145
<표 3-18> C-밴드 영상레이더의 주요 규격	145
<표 4-1> 수자원 전용 위성 탑재체 개발 계획	151

<그림 목차>

[그림 1-1] 글로벌 수자원 관측 위성의 개념	3
[그림 1-2] 다목적댐 유역 가뭄 현황(2015, K-water)	6
[그림 1-3] 국내·외 물 관련 재해 주요 피해 사례	7
[그림 1-4] 글로벌 아젠다로 물 관리	10
[그림 1-5] 세계 지구관측위성 자료 판매 ('01~'10)	11
[그림 1-6] 기획연구의 필요성	14
[그림 1-7] 기획연구의 목표	20
[그림 1-8] 기획연구 추진 체계	21
[그림 2-1] 관련 추진 근거	23
[그림 2-2] 3대 중점추진분야 및 5대 전략프로젝트 비전과 목표	26
[그림 2-3] 수자원장기종합계획의 비전과 목표	27
[그림 2-4] 국토교통 R&D 비전 및 전략	30
[그림 2-5] 우주개발 중장기 계획	36
[그림 2-6] 국토교통 R&D 중장기전략(물관리분야)	43
[그림 2-7] 우리나라 우주개발 투자 현황	44
[그림 2-8] 국가별 우주개발 투자 현황	44
[그림 2-9] 우리나라 발사체 현황	45
[그림 2-10] 우리나라 인공위성 개발 현황, 우주개발 중장기 계획	45
[그림 2-11] 우주개발 중장기 계획(관계부처 합동, '13.11월)	49
[그림 2-12] 세계우주경제활동규모추이	52
[그림 2-13] 전 세계 우주개발 투자 추이	52
[그림 2-14] 전지구 강수 측정(GPM)위성의 구성	64
[그림 2-15] 최근 수자원관련 위성 개발 특성	67
[그림 2-16] 영상레이더의 활용분야와 해상도 및 주파수와의 관계	69
[그림 2-17] 중요 위성영상레이더 로드맵	70
[그림 2-18] 차세대중형위성의 개념	72
[그림 2-19] 위성기반 홍수감시	74
[그림 2-20] 위성활용 가뭄관리센터	75
[그림 2-21] 기후변화 모니터링 감시체계	76
[그림 2-22] 수문순환 관측 체계	77

[그림 2-23] 선진국 수자원위성 발사·운영 현황 분석	83
[그림 2-24] 국가별 논문 발표 건수 비교	85
[그림 2-25] 수재해 정보플랫폼 융합기술 연구단 사업 개요	87
[그림 2-26] NASA ARIA의 Flood Mapping Timeline	90
[그림 2-27] 홍수감시를 위한 글로벌 위성자료 취득 Latency	90
[그림 2-28] 수자원위성 활용 분야 및 기술 Needs 분석	93
[그림 2-29] 홍수관리 분야 기술 Needs 분석	94
[그림 2-30] 가뭄관리 분야 기술 Needs 분석	96
[그림 2-31] 기후변화 대응 분야 기술 Needs 분석	98
[그림 2-32] 수문순환 분야 기술 Needs 분석	100
[그림 2-33] 북한 수자원 분야 기술 Needs 분석	102
[그림 2-34] 해외사업 분야 기술 Needs 분석	104
[그림 2-35] 수자원위성 활용 및 수요처 정의	106
[그림 2-36] 백두산 고해상도(50cm)3D 영상지도	113
[그림 2-37] 독일 TerraSAR-X와 TanDEM-X Rader 지구 관측위성	113
[그림 2-38] 분광영상에서 추출한 육지 물 분포도	114
[그림 3-1] 위성탑재체별 개발 가능성	117
[그림 3-2] 전자광학탑재체 기능 개요도	119
[그림 3-3] GMI의 stowed 구성	127
[그림 3-4] ATMS의 스캔 구동 장치의 구성	128
[그림 3-5] SWOT 매트릭스	134
[그림 3-6] 수자원 위성 탑재체 사양 도출 절차	135
[그림 3-7] MCSAR위성 및 스웍 영상레이더 개념	141
[그림 3-8] 기술개발 로드맵(항우연)	146
[그림 3-9] 탑재체 개발일정 예시(마이크로파 탐측기)	147
[그림 4-1] 수자원위성과 기존위성 연계 모델	157
[그림 4-2] NOAA에서 제공하는 TPW 데이터	159
[그림 4-3] (위) SSM/I와 TMI로부터 관측된 6시간 강수량 (아래) GOES-8/10, Meteosat-5/7, GMS-5 정지궤도위성의 강수량 자료	160
[그림 4-4] 수자원위성 활용기술 개발 로드맵	163
[그림 4-5] 수자원 위성 산업 활성화를 위한 법·제도 개선 체계(안)	172

[그림 4-6] 신규산업육성 및 전문인력 양성 단계별 전략	173
--	-----

제1장 서론

1절 기술의 정의

2절 기획의 배경

3절 기획의 필요성

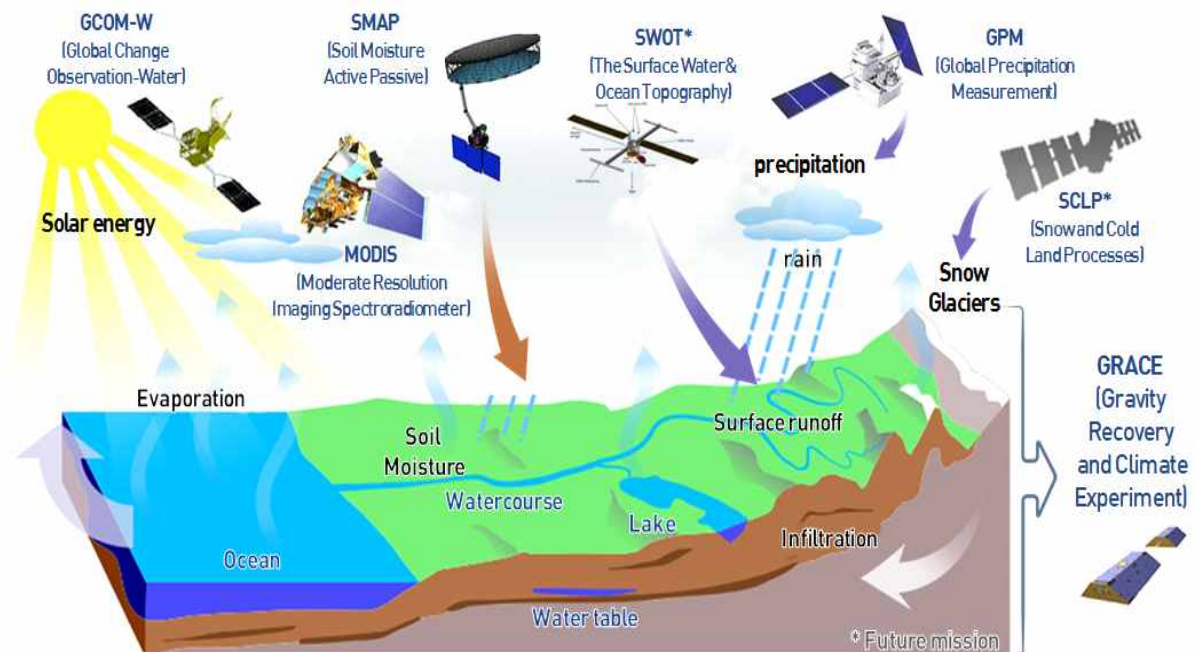
4절 기획의 목표

5절 기획의 추진체계

1절 기술의 정의

기술명	수자원 전용 위성 탑재체 및 설계·운영 기술 개발
기술의 정의	홍수 및 가뭄 등 수자원/수재해 감시를 통한 미래 불확실한 상황에 효과적으로 대처하고 남한 뿐만 아니라 북한을 포함한 미계측 유역까지 아우르는 광역적 수자원 관련인자 관측이 가능한 수자원 전용 위성 탑재체 개발 기술
기존기술의 한계	<ul style="list-style-type: none"> • (기존위성활용한계) 국내 위성은 주로 기상, 해양, 지형, 통신 등 목적으로 개발·운영됨에 따라, 물관리 및 수재해 대응에 필요한 시·공간적 데이터 관측 정보 부족 • (자료 신뢰성) 시간/분광/공간 해상도 등 우리나라 물관리 분석단위(시간해상도: 2회 이상/1일, 분광해상도: 5밴드이상, 공간해상도: 10m이상) 및 주야 관측 가능한 자료 확보, 우리나라 지형적 특성을 고려한 검보정 등에 적합하지 않아 활용에 한계가 있음 • (물관리 독립성) 글로벌 물 관리 및 물산업 해외 진출 등 대외 의존적 자료활용에서 탈피 하기 위한 독립적·주도적인 관측인프라 및 분석력 확보 부재
동 기술의 차별적 우수성	<ul style="list-style-type: none"> • 한반도 수재해(홍수, 가뭄, 폭설 등) 감시·평가를 위한 관측 인프라 구축 및 맞춤형 정보 생산을 위한 분석·활용 기술 개발 • 수재해 감시·평가를 위해 가용한 국내외 관측자료를 융합하고, 맞춤형 정보를 생산함으로써 수재해 예측정보의 정확도를 기존 70%에서 90%로 향상 • 한반도를 포함한 미계측 유역 수자원 변동량 분석 및 대응 기술 확보를 통하여 물안보 확보 및 통일대비 물관리 계획 수립에 기여 • 글로벌 물관련 정보 자체 생산 및 분석 능력 확보를 통한 주도적이고 독립적인 글로벌 물 산업 리딩 및 물정보 허브 구축
주요 기술개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> • (수재해대응, 국정과제) 한반도 홍수, 가뭄 등 수재해 위험관리 대응 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 수재해 실시간 분석·예측(단기, 장기 등) 기술 개발을 통한 대응 기술 지원 - 국가 수자원 통합관리 체계 구축에 활용 • (물안보확보) 국가 수자원 관리 정확도 향상을 통한 물안보 대응 및 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 자체 위성 확보로 고해상도로 계측 및 미계측 지역 신뢰성 높은 수자원인자의 공간적 생산·활용으로 수자원 감시의 불확실성 감소 • (통일대비) 미계측 유역(북한지역 등) 수자원 관리 및 대응, 물산업 해외 진출 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 접경지역 수자원변동 사항 예측 및 정확한 파악을 통한 대응 및 정책 지원 <div data-bbox="424 1429 1350 1995"> </div> <p>< 수자원위성 연계 운영 개념 ></p>

- (수자원위성) 수문순환, 토양수분, 지하수변동, 저수용량, 식생지수, 증발산량 등 물관리에 필요한 수자원 기초자료 및 수문인자를 관측하고 산출할 수 있는 센서가 탑재된 위성
- 글로벌 수자원 관련 위성은 강우, 물순환, 지하수, 수위, 토양수분, 적설 등 관측에 필요한 TRMM, GPM, GRACE, SWOT, MODIS, RADARSAT 등이 개발·운영 중에 있음
 - 수재해 분야 중 홍수 감시 및 평가에 활용 가능한 글로벌 위성은 TRMM, GPM, RADARSAT 등이 있음
 - 글로벌 강우량 관측과 유출(runoff) 모의를 통한 홍수 모니터링 및 예측이 가능함
 - 강우량 관측 위성의 경우 TRMM의 후속 모델인 GPM 위성 활용
 - GPM의 강우량은 약 3시간 마다 전지구 범위의 관측값을 제공함
 - SAR(Synthetic Aperture Radar) 영상, 광학 위성 영상 등을 통해 홍수 모니터링 업무에 활용
 - 글로벌 수자원 관련 위성 중 가뭄 평가 및 분석 가능한 위성은 MODIS, SMAP, GRACE 등이 있으며, 분석에 필요한 수문인자를 추출하여 종합적으로 평가하여야 함
 - 토양수분, 증발산량, 수자원량의 관측을 통한 가뭄 모니터링 및 예측이 가능함
 - Aqua/Terra MODIS, SMAP, SMOS, SNPP, GCOM-W, GRACE 등의 위성 관측 자료를 통해 토양수분, 증발산량 및 수자원량 측정
 - MODIS의 자료의 경우 NDVI, LST 자료를 500m, 1km, 2km의 해상도로 8일, 16일 단위로 제공함



[그림 1-1] 글로벌 수자원 관측 위성의 개념

<표 1-1> 글로벌 수자원 관련 주요 위성 현황

분야	위성명	적용분야
강우/ 물순환	TRMM	열대 및 아열대 지역의 강우 감시 및 대기방사 측정
	Terra	미국, 캐나다, 일본의 공동 지구 관측
	GPM	기후변화 및 물 순환 변동 분석
	GCOM-W	대기 및 지표면의 이미지 정보의 획득을 통한 물순환 해석
	METOP	대기 온도 및 수증기 정보 등의 획득
지하수	GRACE	중력장 모델링을 위한 고정밀 중력 측정
수위 (육상,해상)	SWOT	고해상도 지표수위 및 유량 관측·평가
	JASON-3	지구온난화에 따른 해수면 상승 관측 및 분석
토양수분	AQUA	물 순환 및 대기, 해양, 육지분야의 상호작용, 지구 환경변화 연구
	SMOS	토양수분 분석 및 해양 염분 분포 조사
	SMAP	전지구 토양수분 측정
	RADARSAT	지표 토양수분, 고정밀 지형 관측 등 지형변위 분석
	SENTINEL	광역 지표 토양수분 및 토지피복 조사
적설 등	Landsat-8	다중분광 영상 및 열적외 영상을 통한 전지구 관측

2절 기획의 배경

1. 글로벌 물 관련 재해 피해 규모

최근 발생하고 있는 물 관련 재해는 기후변화에 따라 불확실성(Uncertainty), 상호작용성(Interaction), 복잡성(Complexity) 등으로 인한 지속적인 피해 규모 증가 추세

□ 기후변화에 따른 물 관련 재해 지속적 피해 발생

- 최근 발생하고 있는 물 관련 재해는 이상 기후에 따라 예측 가능성이 크게 저하되어 재난관리의 어려움이 증폭되고 있으며, 이로 인한 피해 규모도 매년 증가 추세에 있음
- 국내 기상특성의 변화로 홍수와 가뭄의 발생 빈도와 규모가 점점 커지고 있는 실정이며 폭염, 빙하감소, 해수면 상승 등의 자연이상 현상이 발생함
 - 강우강도 증가와 국지성 집중호우, 폭풍우의 발생으로 베네수엘라('99, 2만명), 인도('04, 1300명), 중국('08, 536명), 태국('11, 127명) 등 홍수로 인한 인명피해 발생
 - 강한 강도의 우기 사이에 발생할 수 있는 극한 가뭄과 증발산량의 증가로 사막화가 약 100개국에서 진행되고 있으며, 아프리카의 이용 가능한 물 60% 감소
 - 유럽('03, 3만 5천명), 인도('15, 2천명)에서 폭염으로 인한 인명피해가 발생했으며, 지난 100년간 빙하의 감소로 인해 해수면이 17cm 높아졌으며 매년 0.3cm씩 증가할 것으로 예상
 - 전 세계적으로 기후변화로 지난 100년(1906~2005)간 세계평균기온이 0.74℃ 상승하였으며, 물 관련 재해의 발생 빈도 및 피해규모 증가 추세
 - 물 관련 재해로 인하여 반복적 피해 발생으로 최근 10년(2001~2010년)간 연평균 68명의 인명피해와, 1조 7,044억원의 재산피해 유발
 - 인명피해는 감소 추세이나, 도시화로 인한 인구집중으로 재산피해규모는 급증(2000년대 재산피해액은 70년대의 10배, 90년대의 3배 수준)

<표 1-2> 최근 10년간 물 관련 재해 피해 규모

구분	발생횟수	사망자 (명)	금액(십억원)		백분율(%)			
			피해액	복구액	발생횟수	사망자	피해액	복구액
태풍	16	339	10,245	15,113	9.52%	49.56%	57.82%	56.59%
호우	59	184	4,575	8,080	35.12%	26.90%	25.82%	30.26%
강풍	14	12	38	29	8.33%	1.75%	0.22%	0.11%
풍랑	16	-	70	35	9.52%	0.00%	0.39%	0.13%
대설	27	18	2,116	2,650	16.07%	2.63%	11.94%	9.93%
산사태	36	131	641	796	21.43%	19.15%	3.62%	2.98%
10년 평균	16.8	68.4	1,768.4	2,670.3				

- 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 경우 기상 자료 부재로 정보가 섬처럼 고립되어 원격탐사 자료가 매우 중요함
- IPCC AR5¹⁾의 시나리오에 의하며 지구온난화에 따른 기후변화의 영향으로 강수특성의 변화를 예상함
 - 집중호우와 홍수 증가, 태풍강도 증가 등으로 심각한 자연재해를 유발하게 될 것으로 예상되며, 가뭄 또한 증가할 것으로 예상됨

□ 물 관련 재해 피해 집중화, 대규모화

- 국내의 경우 집중호우로 인한 침수 피해가 매년 발생하고 있으며, 2011년 시간당 113mm의 집중호우로 인하여 서울 강남구에서 침수차량만 1만대, 약 731억원의 피해 발생
- 가뭄으로 인한 피해는 매년 지역적으로 발생하고 있으나, 2015년 보령댐 유역의 경우 저수율 21.7%로 역대 최저치 기록하고 가뭄으로 인한 제한급수 실시로 인한 농작물 및 물공급의 어려움으로 인한 주민의 삶에 큰 피해를 준 사례도 발생하였음
 - 2015년 전국의 다목적댐 유역은 예년의 댐 강우량 58%, 저수율 63% 수준으로 최악의 가뭄이 발생하였음

[그림 1-2] 다목적댐 유역 가뭄 현황(2015, K-water)

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

- 폭염 피해의 경우 30년 전에는 연평균 11일 정도 폭염이 발생했으나 최근 5년 사이에는 13일로 증가하여 2015년 경북지역에서 가축 10만마리 폐사하였으며, 적조 피해는 2013년 남해안에서 적조 발생으로 인해 약 1485만마리의 어류 폐사, 약 116억원의 대규모 피해가 발생하였음
- 국외의 경우 1999년 베네수엘라 지역의 홍수로 인해 사망자 약 2만명, 약 1.5억 달러의 피해 발생하였으며, 일본의 경우 2011년 일본지역을 덮친 쓰나미로 인해 사망자 약 1만 5천명, 약 1.5억 달러의 피해가 발생하였음
- 또한, 해수면 상승으로 인하여 몰디브, 키리바시, 뉴질랜드, 마셜제도 등 섬나라의 일부 지역이 수몰되는 한편, 미국 캘리포니아에서는 가뭄으로 인한 25% 강제절수 명령('15.4), 해수담수화 설치, 잔디밭 제거(150만평) 등 가뭄 완화를 위한 국가 차원의 조치 방안을 마련하여 추진 중에 있음



[그림 1-3] 국내·외 물 관련 재해 주요 피해 사례

2. 첨단 ICT, 인공위성, 인공지능 등 기반 물관리 새로운 패러다임 확산

사후복구 중심의 수재해관리 정책을 급변하는 수재해 양상에 효과적으로 대응하기 위하여 정보통신기술(ICT), 지리정보시스템(GIS), 인공위성 및 원격탐사(RS), 로봇, 인공지능(AI) 등 첨단 과학기술을 활용한 사전예방 중심의 연구개발 활성화

□ 첨단 기술 기반 물관리 새로운 패러다임 구축 확산

- 물관리 패러다임은 전세계적 및 국가별 물관리 상황에 따른 시대적 이슈에 따라 변천되어 왔으며, 1992년 리우 정상회담에서 기후변화 등 물 위기 극복을 위한 새로운 패러다임으로 정착

<표 1-3> 물관리 패러다임의 변화

구 분	1970년대	1980년대	1990년대	2000년대 이후
이 슈	수 질	환 경	세계 물 위기 (World Water Crisis)	물 안보 (Water Security)
패러다임	깨끗한 물 (Clean Water)	지속가능한 개발 (Sustainable Development)	통합물관리 (Integrated Water Resources Management)	
국제회의	.1972 스톡홀름 회의 .1974 부카레스트 회의 .1976 밴쿠버 회의	.1977 마르델플라타 회의 .1987 Brudtland 보고서 .1992 더블린 컨퍼런스 및 리우 지구정상회담	.1996 WWC 설치 .1997 1차 세계물포럼	.2000 2차 세계물포럼 .2001 본 컨퍼런스 .2002 리우+10 회의 .2003-2006-2009-2012 3~6차 세계물포럼

- ICT, 위성, GIS 등의 첨단기술을 접목하여 유역전체를 하나의 유기체로 통합관리함으로써 효율성, 공평성, 지속가능성 측면의 시너지를 극대화되도록 유역 단위로 물을 관리하기 위한 통합물관리체계 구축 본격화
 - 전세계 국가의 68% 이상이 통합물관리를 도입중에 있으며, 점차 확산 추세(2012년 UN-Water 조사결과)
 - 주요 특징은 4가지로, 물에 대한 원칙 정립을 위한 물기본법 등 법·제도 정비, 유역 단위 물관리 계획의 수립 및 시행, 물안보 차원 국가 주도, 유역중심 참여·합의형 통합거버넌스 운영
- 최근 급속히 이용이 확산되고 있는 스마트폰·태블릿 등의 모바일 기기와 소셜미디어가 가진 특성과 함께 위성정보 기반 수재해 대응 시스템의 유용한 도구로 부상
 - 일본 대지진, 아이티 지진 등 소셜미디어를 활용한 신속한 정보발송, 대피경로, 피해 정보공유 등으로 국민 참여

□ 수재해 관련 과학적 연구 인프라 확보 요구 증대

- 급격한 도시화에 따라 도시침수로 인해 인명 및 재산피해, 사회적·환경적·경제적·심리적 피해 유발, 전기·가스·수도 등 도시기반 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 홍수피해 범위 및 특성 관측이 필요
- 유역차원의 홍수범람이 빈번하게 발생하고 있으며, 홍수기에 홍수통제소의 댐수문관리에 어려움에 따라 기상관련 재난이 발생할 수 있어, 유역 차원의 정확한 홍수량 예측과 예·경보 시스템 구축을 위해서는 고해상도의 실시간 위성관측을 통한 홍수 예측 기술이 필요
- 광역적으로 발생하고 있는 가뭄의 경우 장기적인 관측 자료를 근간으로 현상 진단 및 전망을 통한 유역 및 지자체별 대응 전략을 사전 마련하여야 하나, 현재 발생 후 사후 조치에 집중함에 따라 피해는 대규모로 확산되고 있음
- 과학적 수재해 관리를 위한 연구개발은 새로운 수재해 관리 대응체계의 구축, 장비와 물자의 개발, 재난예방 환경 구축, 국민의 안전의식 향상 등 다양한 분야의 발전을 동시에 필요
- 기존 사후복구 중심의 재난관리 정책으로는 급변하는 재난 양상에 효과적으로 대응하기 어려우므로 정보통신기술(ICT), 지리정보시스템(GIS), 인공위성 및 원격탐사(RS), 로봇, 인공지능(AI) 등 첨단 과학기술을 활용한 사전예방 중심의 연구개발 추진 필요
 - ICT 기술 발달과 함께 다양한 위성영상 정보와 지형 정보를 물관리 업무 차원에서 수재해 감시·평가·예측 업무에 적극 활용할 필요성 대두
 - 고해상도 위성 영상 기반 선제적 감시·평가시스템을 구축하여 현장점검 및 안전조치를 함으로써 수재해 대응의 효율화 및 재해예방 효과의 제고 필요
 - 재난 감시 시스템을 방재분야에서 활용하기 위해서는 영상 센서 기술, 대용량 고속 통신 기술, 영상정보처리 기술, 멀티센서 융합 기술, 유비쿼터스 센서 네트워크 기술, 시스템 통합 및 시험 기술 등 다양한 기술이 연계되는 복합 시스템 개발이 지속적으로 이루어져야함

3. 글로벌 아젠다로 물 관리와 위성 부각

UN 지속가능 개발 목표, 세계경제포럼 2016, UN 총회 VIP 연설 등을 통해 글로벌 기후 변화와 물의 위기는 인류가 직면한 가장 영향력이 큰 것으로 사전대비와 예방을 위하여 기술혁신을 통해 새로운 성장동력으로 창출하기 위한 노력 시급

□ 글로벌 기후변화와 물의 위기는 기술혁신을 통해 새로운 성장 동력으로 창출하기 위한 노력 필요

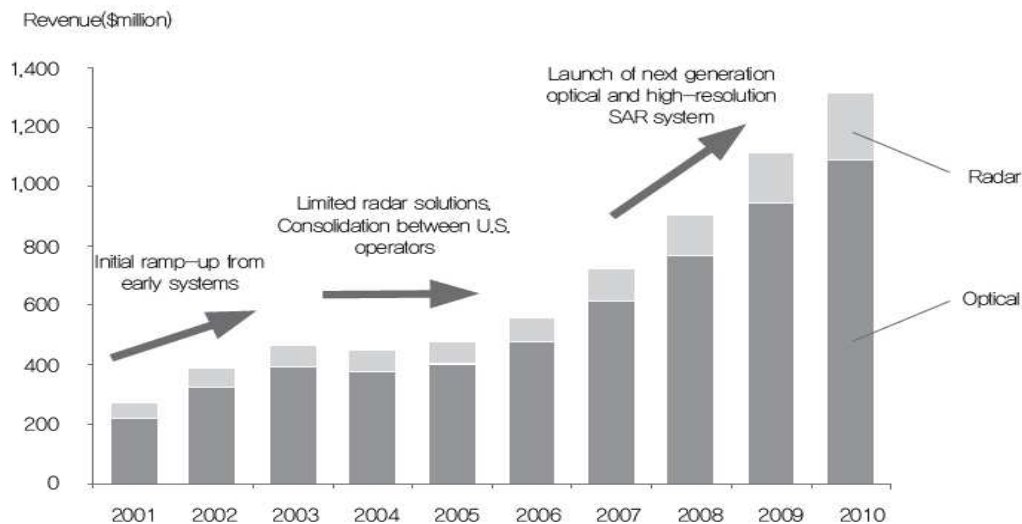
- UN 지속가능 개발 목표(SDGs)로 기후변화 및 물관련 목표 채택 및 글로벌 아젠다화
 - 총 17개 목표 중 기후변화·물 관련 3개 Goal 채택(UN개발정상회의, 9.25)
 - Goal 06. Clean water and sanitation
 - Goal 11. Sustainable cities and communities
 - Goal 13. Action to combat climate change
- VIP UN 총회 연설(2015.9)시 물의 위기에 대하여 기술혁신을 통해 새로운 성장동력으로써 연구개발 노력의 중요성 강조
 - “기후변화는 더 이상 미룰 수 없는 절박한 과제”
 - “기술혁신을 통한 미래 성장동력으로 창출”
- 다보스포럼 2016에서는 상위 10대 글로벌 리스크 중 기상이변, 기후변화 대응 실패, 자연재해, 물 위기 등 기능성/영향력 측면으로 선정하여 지속가능한 발전을 위하여 기후변화에 대비한 물 관리 기술의 선진화는 핵심적인 준비 요소



[그림 1-4] 글로벌 아젠다로 물 관리

□ 새로운 서비스·고용 창출의 동력원으로써 물, 위성 관련 분야가 급부상

- 국가 차원의 새로운 성장동력 발굴, 일자리 창출이 시급하고 중요한 과제로 대두
 - 일본의 경우 미래 핵심 산업으로서 우주산업 지정
 - 세계 지구관측 위성 자료는 대부분 국가의 안보목적으로 정부기관에 의해서 판매되고 있으며 수요가 지속적으로 증가하고 있음



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

[그림 1-5] 세계 지구관측위성 자료 판매 ('01~'10)

- '10년~'19년도 동안 발사 및 발사 예정 중인 인공위성 수는 약 1,229기로 위성활용 서비스 시장은 더욱 팽창할 것으로 예상되어 일자리 창출 및 신성장 동력으로 활용 가능²⁾
 - '00~'09년도 위성 772기 발사, '10~'19년도 위성 1,229기 발사예정으로 위성시장 59% 증가 예상
 - '14년까지 토지계획, 농업, 산림, 공공보건, 수자원 등 다양한 분야에서 위성영상정보 수요가 증가할 것으로 예측됨

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

4. 글로벌 물 산업 리딩 국가의 준비

신뢰성 높은 글로벌 관측자료 기반 글로벌 관측 인프라 확보 및 확장, 물 관련 정보력 강화, 인적·물적 네트워크 확장, 과학적 의사결정 체계 구축 등을 통하여 물 산업 리딩 및 물 정보 강국으로 국가 위상 제고

□ 신뢰성 높은 글로벌 관측자료 기반 물산업 리딩 도모

- 글로벌 물산업 리딩 국가에서는 글로벌 위성자료를 기반으로 수문순환, 홍수/가뭄, 지하수, 엘니뇨, 대기 순환 등 지속적 관측을 통한 자국의 물안보 확보 및 기후변화에 대비해 나가고 있음
- 물산업 기술경쟁력 강화를 위해 위성, 항공기 등 관측 인프라 기반 글로벌 information GRD 및 물정보 Hub 구축 추진 중에 있음
- 우주산업 활성화를 통한 신규시장 선점 및 우주산업에 있어서 기술 선도
- 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 1-4> 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

3절 기획의 필요성

1. 물 관련 재해 감시·예측 인프라 확보를 통한 미래성장동력 창출

대외의존적 자료 활용에서 탈피하여 독립적이고 주도적인 관측인프라 및 분석력 확보를 통한 물 관련 재해 피해 규모 경감 및 신뢰성을 향상하여 물안보 확보, 선진국 위상강화, 해외 물산업 진출, 미래성장동력 창출 등 도모

□ 글로벌 물관리는 대외의존적 자료 활용에서 탈피한 독립적·주도적 관측인프라 및 분석력 확보로 국가 미래 담보

- 기후변화로 인한 기상·물 관련 자연재해로부터 안전한 국토 관리 및 물안보 확보
 - 국가 차원의 유관 관련기관 연계·운영을 통한 체계적이고 과학적인 기후 변화 대응 기술 개발
 - 태풍, 홍수, 가뭄, 산사태, 폭설, 강풍, 등의 물 관련 자연재해 피해를 최소화하기 위한 효율적인 물 관리 기술 및 사전 대응 전략 개발
 - 물 순환의 비정상성 증가로 인한 물 과잉·부족 문제에 대응하기 위한 농업, 공업, 생활용수 등의 물의 재이용(Water recycling) 기술 개발
 - 향후 기후변화로 인한 지역적 물 분쟁(Water dispute)에 대비하기 위한 수자원 감시, 관리, 개발 등의 기술 개발
 - 기후변화로 인해 태풍 루사, 매미 등과 같은 대규모 홍수발생의 위험이 높아지고 있으나, 지상관측 위주의 현행 수자원정보 취득체계는 국가단위의 광범위한 홍수피해에 대비한 신속하고, 광역적인 정보 취득에 한계가 있음
 - 가뭄관리를 위한 관측은 강우량, 댐의 수위 등을 위주로 이뤄지고 있으며, 한반도를 포괄하는 광역적인 주단위, 월단위 모니터링이 부족한 상태임
- 선진국에 의존한 기존 자연재해관리 시스템을 탈피한 독자적인 위성 기반 재난·재해 감시, 평가 및 예측 시스템 구축을 통한 선진국 위상 강화
 - 우리나라 경제 규모에 상응하는 글로벌 기후변화 대응을 위한 역할과 책임 이행
 - 아·태지역, 아세안, 개도국 등에 기후변화 대응을 위한 물 관련 재해 관리 기술의 ODA(Official Development Assistance) 지원을 통한 국가 위상 제고
 - 체계적인 물 관련 재해 관리 기술 기반 물 정보 HUB 구축을 통한 물 관련 재해 분야 선진화 달성 및 글로벌 Leading 국가 도약
- 기후변화로 인한 물 과잉·부족에 대응하기 위한 독자적인 물 관리 기술 개발 및 해외 물 산업 진출
 - 미국, EU, 일본 등 선진국 위주의 물 관련 산업 기술 개발을 통한 글로벌 비즈니스 경쟁력 강화
 - 아·태지역, 아세안, 개도국 등의 전략국가에 대한 실시간 위성자료 직수신, 기상·물

관련 정보 생산 및 제공 등을 통한 물 관련 산업 진출기지 확보

- 전략국가 물 관련 산업 진출을 위한 사전타당성 조사 및 기술 분석 시스템화를 통한 맞춤형 적용 기술 제공
- 선진국 위주의 우주기술의 독자개발을 통한 미래 국가 발전 및 성장 동력 개발
 - 국가우주개발 중장기 계획을 반영한 독자적인 위성 발사체, 탑재체 및 운영·활용 기술 개발을 통한 우주기술 강국 실현
 - 위성 운용 및 활용 관련 S/W 기술 개발을 통한 국가 차세대 성장 산업 육성 및 전문 인력 배양
 - 미국, EU, 일본 등 선진국과 국제적인 수자원위성관련 프로그램 참여 및 교류를 통한 미래 선진 산업 시장 확보 및 경쟁력 강화
 - 독자적인 위성 발사체, 탑재체 및 운영·활용 기술 관련 산업 육성 및 활성화를 통한 우주 산업 역량 강화

**“글로벌 물관리는 대외의존적 자료 활용에서 탈피한
독립적·주도적 관측 인프라 및 분석력 확보로 국가 미래 담보”**



[그림 1-6] 기획연구의 필요성

□ 북한 수자원현황 및 해외시장 진출에 따른 상시 정보체계 구축

- 세계에서 유일한 분단국가로 물 관련 재해의 정보 수집 및 분석, 그리고 제공의 공간적 범위가 남한지역으로 한정되어 있기 때문에 북한을 포함한 한반도 전역으로 확대하는 것은 매우 시급한 문제이며, 또한 최근 태국, 인도네시아, 필리핀 등 동남아 지역을 대상으로 추진되고 있는 물 산업 수출을 지원하기 위해서는 동남아나 아프리카 등지까지 확대 필요
- 위성자료는 상대적으로 지상계측 자료가 부족한 저개발국가나 전략지역과 같은 비접근 지역에 대한 수문기상학적 특성을 파악하기 위한 가장 기초적인 자료를 제공할 수 있으며, 한국형 통합물관리시스템 구축 등 물산업 해외 진출 시 활용할 수 있는 기술을 제공할 수 있음
- 접경지역, 미계측지역 및 전략지역의 물관리 효율 극대화를 위한 특정지역과 글로벌한 지역에서 발생하고 있는 물관련 재해현황에 대한 파악 및 분석을 위한 범국가 차원의 자료취득 및 분석시스템이 필요
- 한반도 미계측유역(북한지역)에 대한 수문정보 부재로 통일대비 수자원관리가 필요. 특히, 임진강, 북한강 등 공유하천에 대한 상류지역(북한지역) 수문정보는 하류지역(남한지역)의 수자원관리에 중요한 요소임

□ 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 수준³⁾이며 2020년에는 1천조 이상으로 성장할 것으로 전망되고 있으며, 물 산업의 범위 또한 확대되고 있고 선진국들은 시장

3) Global Water Market, 2011

을 선점하기 위한 노력에 박차를 가하고 있음

- Global Water Market의 분류에 따르면 세계 물 시장은 상하수도(407조), 먹는 샘물(65조), 수처리 시설(31조), 사용시설 부분(16조), 관개설비(11조) 부문으로 나뉨
- 해외수자원 진출을 위한 수문관측정보들은 품질 및 해상도 측면에서 그 정도가 낮아, 사업성을 평가하는 데에 한계가 있어 중요한 리스크 요소로 작용함
- 세계 물 산업 환경에서 성공적으로 해외시장에 진출하기 위해서는 전략국가에 대한 물 정보의 주도적 관측과 생산, 분석을 통하여 기획 및 설계함으로써 보다 효율적이고 경제적인 물 산업 진출 모델 개발 가능
- 물 산업 해외 진출 모델은 위성 기반 통합물관리시스템을 근간으로 물 관련 재해를 감시·평가·예측 할 수 있는 시스템을 개발 및 평가하여 국가별 효율적인 적용하기 위한 최적화 기술 개발 중요

2. 한국형 수자원 및 수재해 관측 전용 위성 개발 요구

국내외 개발 운영 중인 위성자료는 공간, 시간, 분광 해상도 측면에 있어 수자원 관리 및 수재해 감시에 필요한 정밀도와 신뢰도 요구사항을 만족하지 못함에 따라, 광역적이고 지역적인 수자원관리의 특성을 감시하기 위한 한국형 수자원 전용 위성 개발은 매우 시급

□ 수자원 관리 및 수재해 감시를 위한 전용 위성 탑재체 개발 필요

- 수자원 관리에 필요한 분석 대상은 강우-유출모형에 사용할 수문인자이며 이러한 수문인자 중 대표적인 것이 강우량, 토양수분, 증발산을 생각할 수 있음
 - 이러한 수문인자를 공간적으로 스캔하여 획득할 수 있는 수자원 특화 위성은 주로 마이크로웨이브나 SAR 센서를 활용하게 되며, 현재 우리나라가 주로 보유하고 있는 광학 위성으로는 많은 제약이 존재함
- 대표적으로 현업에서 활용되고 있는 강우유출모형의 경우 댐 유역에 대해 토양수분 및 증발산량 분포를 지점관측 자료를 공간 내삽법을 통해 격자형 데이터로 변환하여 활용함으로써 기대하는 정밀도와 신뢰도를 확보하지 못하고 있는 실정임
 - 증발산량과 토양수분 분포가 강우-유출 모형의 예측 정확도를 결정하게 되는 핵심 수문인자임
 - 현재는 일부 제한적인 관측과 기상 예측 모델의 추정자료를 활용할 수 있으나, 기상 예측 모델 역시, 실측자료 근거가 매우 제한적이어서 토양수분과 증발산량에 대해서는 개략적인 대표값 산출 수준에 머물러 있음
- 향후 기후변화로 인하여 자연재해 피해가 증가 할 것으로 예상되지만, 이를 위한 현실적인 대처 방안이 미흡
- 자연재해(홍수, 태풍, 가뭄, 산사태, 등)를 효율적으로 대응 및 대비하기 위해서는 시공간적으로 변화하는 수자원(강우, 지표수, 지하수, 토양수분, 저수지, 댐, 등)의 변동성을 실시간으로 관측하는 것이 필요함
- 국외위성에서 제공하는 자료의 경우 자료처리에 시간이 걸리기 때문에 홍수와 같이 분단위, 시간단위의 자료가 필요한 경우 문제가 될 수 있음
 - 실제 도시 및 농경지 침수 예측시 30분 단위의 강우빈도해석 이용하고 있음
- 수문학적 자연재해는 광역적으로 발생하기 때문에 이해당사자가 서로 밀접한 관련이 있으며, 다양한 자연재해 문제 해결을 위해서는 다중 위성 기반 수문 기상인자인 강수, 유량, 토양수분, 증발산, 지하수 등 수자원의 변동성을 실시간으로 관측하는 것이 필요함
- 선진국의 다양한 위성과 센서들을 결합한 실시간 홍수, 가뭄 등의 자연재해 감시체계 구축 필요하며, 국내에서도 기상위성, 농림위성, 수문위성 등의 센서들을 결합한 실시

간 위성기반 자연재해 및 수자원 관리 등의 적용 가능한 기술의 방법론을 도출하고 DB 구축 필요

- 하천 및 호소/댐 의 저수량 모니터링 기술 방법론 도출 등 국내에서는 드론을 이용한 저수지 수위 측정 연구가 산발적으로 수행되고 있으나 한반도 전체의 자연재해와 수자원 관리를 위해서는 댐, 저수지 수위를 실시간으로 관측할 수 있는 위성기반 관측시스템 구축이 필요함
- 물을 공급하는 이수측면을 살펴보면 먼저 생활용수 공급 부분은 비교적 정량적인 계측이 가능하나, 농업용수의 경우는 저수지에서 방류된 물의 경로 파악이 어려움(어느 농경지까지 용수공급이 이루어지고 있는지 파악이 어려우며, 중간에 유실되거나 혹은 증발되는 물의 양을 계측하기 어려운 상황임)
 - 최근 USN 등의 기술을 이용하여 용수로의 물의 흐름정보를 파악하고 있으나 주변 농경지로 유입된 물의 2차원적 공급현황은 아직까지 미흡하여 농업용수 공급기관의 어려움이 많은 것으로 파악됨
- 홍수시 하천의 홍수위 관측은 각종 센서를 활용하여 잘 계측되고 있으나, 제내지 및 저지대의 홍수구역은 변화 양상을 2차원적으로 파악하지 못하여 정확한 피해규모를 파악하기 어려운 문제가 있어 이로 인해 홍수모델링의 정확한 검증이 어려운 문제 내재
- 위성영상을 활용한 홍수모니터링은 주기해상도 및 기상적인 제약으로 원하는 시기의 원하는 품질의 정보를 얻기 힘든 상황이며, 이를 해결하기 위해 SAR 영상을 활용한 모니터링 연구가 일부 진행되어 왔음
- 최근에는 주기해상도와 기상적인 측면을 최소화하기 위해 무인비행시스템을 활용한 연구가 진행중이며, 이 경우 물에 가장 민감하게 반응하는 근적외선(Nir) 센서를 활용하고 있음
- 무인비행시스템에서 활용하고 있는 근적외선의 경우 주로 제품에 장착되는 카메라의 사양에 의존하게 되는 바 수체에 민감하게 반응하는 파장대를 선정하는 것이 중요함
- 우리나라는 현재 수자원 수자원장기 종합계획을 실시하고 있으며, 이에 따라 건전한 물 활용과 안정하고 친근한 물 환경 조성을 위해 환경적인 악영향을 최소화하고 자연과 조화된 하천 환경을 조성하는 방향으로 정책수립이 이루어지고 있음

□ 국내 개발·운영 중인 위성으로 수자원 및 수재해 관리에 한계 있음

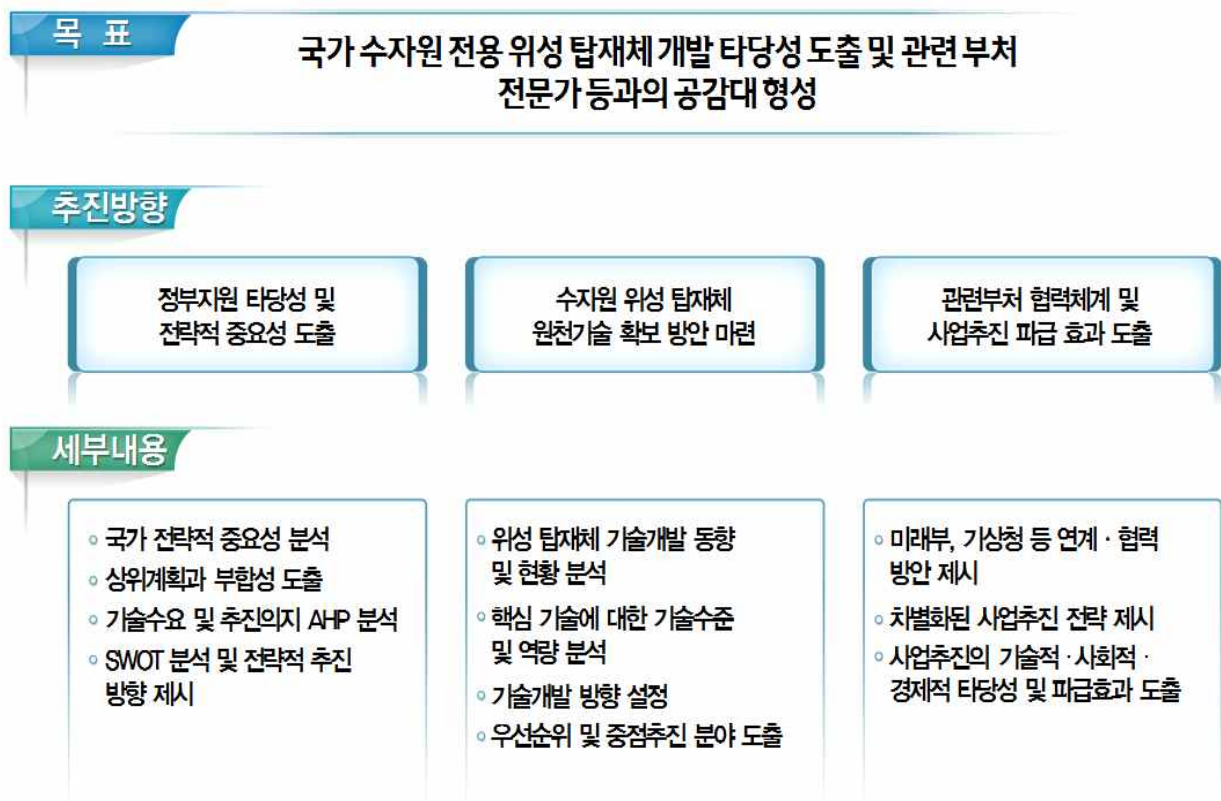
- 해양 및 기상 관측을 위한 위성은 개발되어 운용 중이나, 대기 및 해양을 중심으로 인자를 산출함으로써 지표면에서 발생하는 수재해 등 수자원 관리에 적합한 위성은 전무함
 - 국내 위성의 경우 주로 기상, 기후, 해양, 환경변화, 통신, 방송서비스, 지형공간정보 등의 목적을 위해 개발되었으므로, 수자원관리를 위해 적용하고 이용하는 데 있어서는 현실적으로 많은 어려움이 있음
 - 기상위성은 기상관측을 목적으로 하는 인공위성으로, 단기예보에 필요한 저기압 또는 전선 등의 정확한 위치와 크기 등을 파악하기 위해 구름, 가랑우, 에어로졸, 눈과

의 차별 등 대기위주의 5-6개 센서들로 구성되어 있으며, 기본적으로 지상의 특성을 파악하는 센서들은 없으나 기상이 좋을 때 지상을 촬영한 영상을 활용하여 간접적으로 활용이 가능함

- COMS-1과 COMS-1의 후속위성으로 차세대 중형위성 GEO-KOMPSAT 2A, GEO-KOMPSAT 2B(정지궤도복합위성2A, 2B)가 현재 개발 중이며, 이에 대한 지상국 시스템 개발 진행을 진행 중에 있으나, 산출되는 수문인자에 대한 공간해상도 등이 적합하지 않아 활용하는데 어려움 있음
 - COMS-1(한국항공우주연구원에서 운영 중이며 주수신국은 기상위성센터)은 한국항공우주연구원, 기상청, 환경부 등과 협력하여 2010년 남미 프랑스령 기아나 쿠루 우주센터에서 발사
 - MI(Meteorological Imager) 센서와 GOCI(Geostationary Ocean Color Imager) 센서를 탑재하여 GOCI 데이터 전용 처리 패키지(GPDS, The GOCI Data Processing System)를 통해 해양환경 및 기후변화 모니터링을 수행
 - GEO-KOMPSAT 2A(한국항공우주연구원 운영, 주수신국은 국가기상위성센터)는 한국항공우주연구원, 기상청, 환경부, 국토교통부 등과 협력하여 개발 중
 - GEO-KOMPSAT 2A는 기상/우주기상 위성으로 2017년에 발사 예정이며, COMS의 센서인 MI를 개선시킨 AMI(Advanced Meteorological Imager)센서를 탑재하여 태풍, 집중호우, 폭설, 해빙 등의 기상 모니터링이 주요 임무
 - GEO-KOMPSAT 2B(한국항공우주연구원 운영, 주수신국은 해양위성센터 및 환경위성센터)는 해양/환경 위성으로 2018년에 발사 예정이며, COMS의 센서인 GOCI를 발전시킨 GOCI-II센서를 탑재하여 해양환경을 모니터링하는 것이 주요 임무
- 현재 미래창조과학부는 위성정보의 활용을 위하여 한국항공우주연구원 내에 국가위성정보활용센터를 설립(2015)하고 위성정보 통합플랫폼을 구축하고 있으나, 이를 공동활용하기 위한 인프라 및 협력체계 구축 미비
 - 각 기관 위성활용 협의체는 전용 위성정보 유통시스템을 연결하여 국가위성정보활용센터에 공급하도록 규정하고 있음
 - 향후, 국가차원의 위성활용 통합플랫폼이 안정화될 경우 전국민에게 위성정보를 확산시킬 수 있으며, 이에 따른 위성정보의 활용성은 극대화될 전망

4절 기획의 목표

- 수자원관리 및 홍수, 가뭄 등 수재해 감시를 통한 미래의 불확실한 상황에 효과적으로 대처하기 위한 한국형 전용 위성 탑재체 개발 개발의 타당성 도출 및 관련 부처·전문가 등 컨센서스 형성 도모
- 국가 수자원 전용 위성 탑재체 기술개발 본 기획과제 추진을 위한 개념설계 및 연구 분야 도출, 연구개발체계 및 세부전략 등 마련을 위한 사전 기획연구
- 남한뿐만 아니라 북한을 포함한 미계측 유역까지 아우르는 광역적 수자원 관련인자 관측이 가능한 수자원 전용 위성 탑재체 개발 기술 개발 방향 도출



[그림 1-7] 기획연구의 목표

5절 기획연구 추진 체계

□ 주관 연구 기관 : K-water

- 자문위원회 (추진방안 검토)
 - 구성 : 관, 학, 연 전문가 10인 이내 (위원장 : 수자원정책국장)
 - 역할 : 기술방향 제시 및 성과물 검토
- 기획위원회 (기술적 검토)
 - 구성 : 관, 학, 연 , 산업계 전문가 20인 이내
 - 역할 : 기획연구 성과물 작성
- 기획연구 수행 부서
 - K-water연구원 : 정부지원 타당성 도출, 구성요소별 환경분석, RFP 작성
 - 물정보기술원 : 사업추진 타당성, 기대효과 도출
 - 수문기상협력센터 : 추진전략 수립, 타부처 협력방안 제시, 기존사업과 차별화 전략
- 협력부서
 - 물관리센터, 댐유역관리처, 조사기획처, 엔지니어링처, 해외설계처, 기술관리처



[그림 1-8] 기획연구 추진 체계

제2장 환경 분석

1절 정부지원의 타당성 검토

2절 기술개발 동향 및 현황분석

3절 기술수요 및 기술예측 분석

1절 정부지원의 타당성 검토

1. 추진 근거

정부가 제시하는 국정과제와 법정계획인 우주개발 중장기 계획, 수자원장기 종합계획, 국토교통 R&D 중장기 계획 및 “수자원조사계획 및 관리 등에 관한 법률”에 법적 근거 마련을 통한 국가 차원의 명확한 추진 근거 확보



[그림 2-1] 관련 추진 근거

□ 국정과제와의 부합성

- “7. IT/SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화”
 - IT, 과학기술의 융합과 혁신을 지속 추진함으로써 성장정체에 직면한 주력산업을 고도화하고 산업경쟁력을 획기적으로 제고
 - 유망 융합신산업을 발굴·육성하는 한편 업종간 융합 성공모델(수익모델) 확산 등을 통해 성장동력(growth momentum) 및 새로운 일자리 창출 추진
 - ‘IT·SW+제조’ 융합을 통한 주력산업의 성장동력 지속 창출
 - 주력산업 차세대핵심기술 조기 확보, SW-팹리스-파운드리 연계형 공동 R&BD, 제조-IT기업간 융합협력 거점 확대, 주력플랜트 기술고도화·기자재개발 등
 - 우리의 강점 기술·제조인프라를 활용, 유망 신산업 창출
 - 항공 산업 핵심부품 기술개발·인프라 구축, 로봇 혁신제품 개발, LED 융합 핵심 소재·부품개발 및 제도개선 등
 - 융합 활성화를 위한 수익모델 창출과 확산기반 조성
 - 융합 성공모델을 창출하는 ‘산업융합포럼’(12.12월 창립) 활성화 지원 강화 및 산업융합특성화대학 지정·운영 등 산업융합 고급 인재양성

○ “8. 과학기술을 통한 창조산업 육성”

- 과학기술의 책임과 역할을 확장하여, 신산업을 창출하고 사회 이슈를 해결하는 등 국민행복에 실질적으로 기여
- 과학기술과 ICT 기반의 창조경제 추진 인프라 구축
 - 창조경제의 비전·목표를 제시하고 이를 구현하기 위한 부처별 역할과 과제를 종합한 범부처 「창조경제 실현계획」 수립
 - 기존 산업에 과학기술·ICT를 융합하여 새로운 부가가치와 일자리 창출이 가능한 범부처 공동 프로젝트 발굴·추진
 - 창의력 중심의 문화 확산을 위해 아이디어 페스티벌 개최, 종합 포털 시스템 구축, 창조경제 지수 개발 등 추진창조산업 육성을 위한 과학기술 정책의 패러다임 전환
 - 기술·지식 확보가 목표인 현재의 분절형 R&D를 신산업 창출을 위한 일련의 과정을 통섭하는 「생태계 창조형 R&D」로 변경
 - 유망씨앗을 발굴하고 사업화까지 지원하는 전주기 투자체제 구축
- 과학기술과 아이디어·상상력을 융합한 신산업 창출
 - (신성장동력) 과학기술에 기반한 미래예측으로 유망 성장동력을 발굴하고, 문화컨텐츠·SW·인문·예술과 융합
 - (사회이슈해결) 고령화·에너지 등의 국가당면 이슈를 해결하고, 사회복지·안전 등 공공시스템과 연계한 신시장 창출지원
 - (실용기술 활용) 사업화·창업 아이디어와 대학·출연(연) 보유 기술, 투자자를 매칭하고, 제품화를 위한 후속 R&D와 공공구매 연계 등 지원
 - (과학기술 서비스) 빅데이터·초고성능컴퓨팅 등을 활용한 공공·민간 서비스 확대와 이를 통한 서비스산업 육성 등
 - (거대·전략기술 기반산업) 우주발사체·인공위성, 대형 가속기, 원자력 등 대형 국가프로젝트 민간 개방으로 산업생태계 구축
- 과학기술을 활용한 과학한류 조성으로 해외 진출 촉진
 - 과학기술을 자원으로 한 전략적 국제협력 강화, 과학기술 ODA 등을 통한 과학한류 조성
 - 지구촌 기술나눔 센터(국내)와 적정과학기술 거점센터(현지)를 구축, 수익창출이 가능한 지역개발사업으로 연결

○ “83. 총체적인 국가 재난관리체계”

- 국가 재난관리시스템 강화를 통해 국민들이 각종 재난으로부터 안전한 삶 구현
- 재난·안전 관리체계 강화 및 안전문화운동 확산
 - 예방적·선제적 재난관리 및 안전정책 컨트롤 타워로서의 역할 강화를 위한 「국민안전 종합대책」 마련, 안전정책조정회의 신설, 재난대응 훈련 및 생활안전 국민운동 추진 등
 - 재난·안전 R&D 기능 강화 및 원스톱 재난안전통신망 구축 등

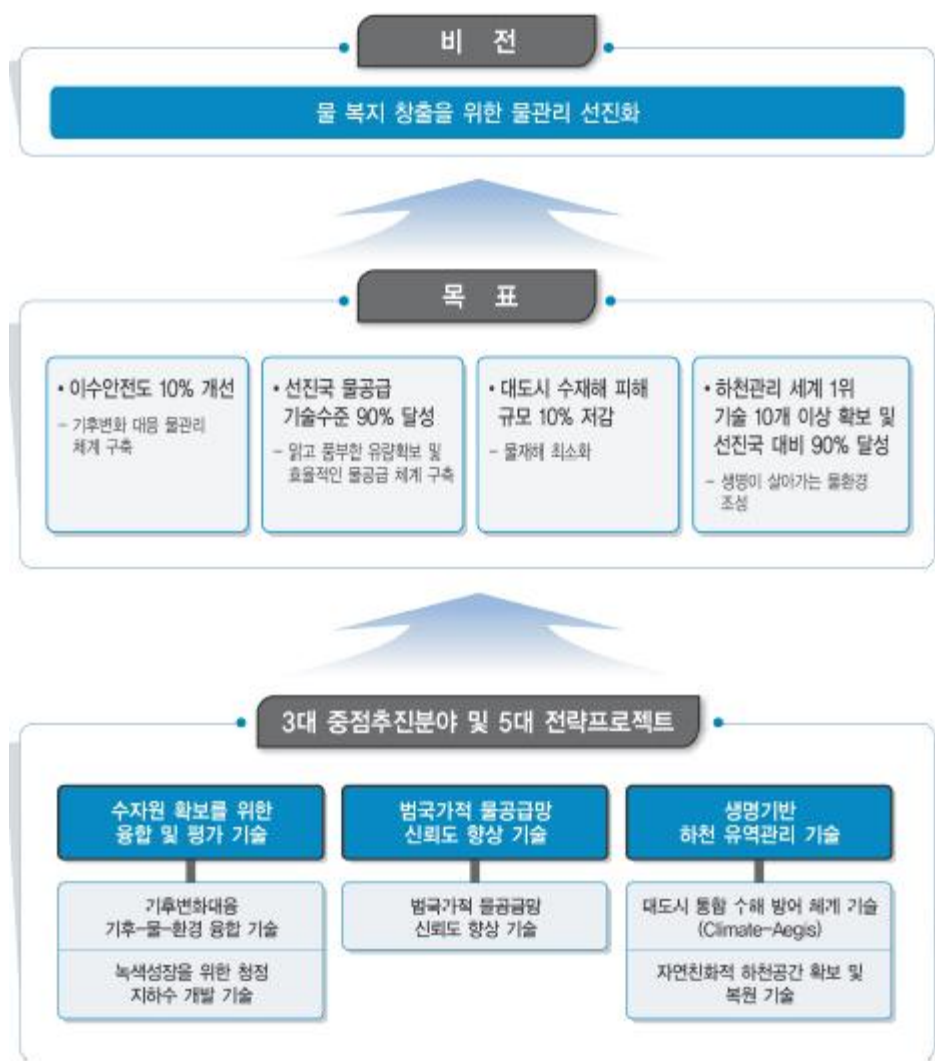
- 유비쿼터스형 국민중심 안전망 구축
 - 모바일 기반 스마트형 재난관리체계 구축 및 재난안전 정보 ‘포털 앱’ 구축으로 맞춤형 안전서비스 제공
 - U-city 서비스를 바탕으로 한 국민안전망 구축 및 스마트형 위험 기상 및 지진조기경보 정보 제공
- 홍수·산사태 등 재해 걱정 없는 안심국토 실현
 - 재해예방적 토지이용체계 확립, 도시하천유역 종합치수계획 마련 및 강우레이더 구축, 홍수위험지도 제작, 비탈면 정비 등
 - 침수로부터 안전한 하수도 인프라 확충 및 산림재해 안전망 구축
- “90. 기상이변 등 기후변화 대응”
 - 기후변화의 위기를 기회로 활용한 ‘지속가능사회’ 구현
 - 정부, 민간 등 사회 전 분야의 적응역량 제고
 - 기후변화 감시·예측 능력 확보 및 이상기후 대응능력 강화
 - 환경위성체(’18년 발사)를 확보하여 기후변화 감시·예측능력을 강화
 - 이상기후 위험요인에 대응한 환경영향평가체계 구축(’13년~)
 - 기후변화로 인한 질병관리 강화 및 생물다양성 보전
 - 취약계층을 중심으로 기후변화 기인 건강피해 예방 및 감염성 질병관리를 강화
 - 기후생태변화 모니터링 시스템 구축 운영 및 생물자원 조사 발굴, 위해외래종 등 관리 강화
 - 지속가능한 물순환 체계 구축
 - 개발사업 추진 시 저영향개발기법 적용을 확대하고, 빗물이용시설, 중수도 등 확대 등을 위한 「물의 재이용촉진 및 지원에 관한 법률」 개정
 - 민간의 적응대책 수립 지원
 - 공공기관(공기업)의 적응대책 수립을 의무화하고, 민간(산업계) 부문은 기후변화 리스크평가 가이드라인 보급을 통해 자율적 실시 유도
 - 적응 유망사업 발굴 및 지원강화와 적응사업 해외진출 지원

□ 국토교통부 ‘제2차 건설교통 R&D 중장기 계획’, 법정계획 ‘수자원 장기 종합계획’에 근거 마련

- 수자원 중장기계획(‘13-’17)은 물복지 창출을 위한 물관리 선진화를 도모하고, 2030 수자원 장기계획은 물 복지 확대를 위한 물관리 첨단화 구축
 - 수자원 중장기종합계획은 이수안전도 10% 개선, 선진국 물공급 기술수준 90% 달성, 대도시 수재해 피해규모 10% 저감, 하천관리 세계 1위 기술 10개 이상 확보 및 선진국 대비 90% 달성
 - 2030 수자원 장기계획은 기후변화에 적응을 통한 선진 수자원 강국 실현하고, 모든 국민에게 안전한 물을 안정적이고 효율적으로 공급하며, 아름답고 안전한 하천환경

을 국민에게 제공하는 것으로 목적으로 함

- 수자원 확보를 위한 융합 및 평가 기술은 기후변화를 고려한 미래 수자원 확보 방안을 평가하기 위한 해석기술과 안정적인 물공급 정책 수립을 위한 기술로써 기후-물-환경 융합연구를 통한 수문 예측·관리 기술 개발 등 국가 기후변화 대응 수자원 적응전략 수립 및 지하수를 이용한 신규 수자원을 확보
- 기후변화를 고려한 미래 수자원 확보 방안을 평가하기 위한 핵심 해석 기법 활용 및 맞춤형 수문모니터링 기술 개발을 통한 관련 산업 발전 기회로써 활용
- 국가 수자원 관리 위기 상황을 극복할 수 있는 근간을 마련하고, 기후변화로부터 국가 기간시설 및 산업시설을 보호할 수 있는 여건 조성



[그림 2-2] 3대 중점추진분야 및 5대 전략프로젝트 비전과 목표

- 정부가 제시하는 국정과제들과 높은 연관성, “수자원조사계획 및 관리 등에 관한 법률”에 법적 근거
- 이 법은 수자원의 보전·이용 및 개발을 위한 조사, 계획의 수립 및 집행에 관한 사항과

수자원관리의 선진화 및 국제화 등에 필요한 사항을 정함으로써 물관련 재해의 경감, 공공복리 증진 및 국민경제의 지속가능한 발전에 기여

- 유역조사, 수문조사, 홍수 등 피해상황조사의 실시, 수문조사기기의 검정 등을 통해 수문조사환경의 최적화, 수자원조사의 표준화 및 수자원 자료의 정보화
- 국토교통부 장관은 대통령령으로 정하는 바에 따라 수자원의 안정적 확보와 하천의 효율적인 이용·개발 및 보전을 위한 20년 단위의 수자원장기종합계획을 수립하여야 함
- 수자원 관련 국가 최상위 계획으로 ‘수자원장기종합계획’을 수립하고, 5년 주기로 타당성을 검토하여 계획을 갱신(하천법 제23조에 근거)

- 1965년 수자원종합개발계획 수립 이후 지난 40여년간 미래 수자원 목표 및 추진전략 제시로 국가 경제발전과 국민복지 향상에 기여한 국가 최상위 수자원계획으로 통합 수자원관리 실현을 위한 국민과 함께하며 수자원 여건변화를 반영한 수자원의 미래상을 제시하는 계획임
- 안정적인 물 공급과 홍수재해의 최소화 실현으로 안전한 국토기반실현을 계획
 - 맑은 물의 안정적인 확보, 물 관련 재해로부터 국민의 생명과 재산을 안전하게 보호하는 등 수자원과 관련된 국가의무를 체계적·종합적으로 이행하는 계획임
 - 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 2-3] 수자원장기종합계획의 비전과 목표

- '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 국토 조성, 통합적 재난대응체계 구축, 재난 관리 인프라 강화 등
- 인공위성 기반 지속가능한 수자원 및 물 관련 자연재해 대응 기술의 선진화를 통한 수자원 관리 및 활용 기술 2020년 까지 OECD 선도국 대비 90% 달성 목표로 안정적인 물 공급과 홍수·가뭄재해 피해를 최소화하기 위한 물 관리 계획 수립, 기후변화 불확실성에 대비한 종합 물 관리 대응 계획 등 수립
- 향후 통일을 대비한 북한의 수자원 및 자연재해 관측 기술 개발을 위하여 원격탐사 기반의 체계적인 기상, 수자원, 지표특성 등의 미세측 유역 수자원 및 수재해 계획 수립을 위한 수자원장기 종합 계획 반영 추진 중에 있음

□ 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 국가 발전전략 대두에 능동적으로 대응하고, 장기 국토비전 및 정책방향을 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 증대 될 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 방재시스템을 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> 국토부 정책과 부합성

구분	해당 사유
국토부 정책 부합성	<ul style="list-style-type: none"> - 미래지향적인 첨단 홍수 예보 시스템 및 국가차원의 통합관리가뭄시스템 등 국토부 정책방향에 부합 * 수자원장기종합계획(국토부, '11.12.) [물이용편] 4-3-1. 국가차원의 통합 가뭄관리시스템 구축 및 갈수예보 체계 운영, 4-3-2. 유비쿼터스 기반의 실시간 물수요·공급 모니터링 및 물관리 고효율화 [치수편] 5-1-2. 첨단 강우레이더 증설 및 위성영상을 활용한 신속정확한 홍수예보능력 확보, 5-3-1.레이더강우자료/수치예보자료의 신뢰성 확보 * 2016 국토부 업무보고(국토부, '16.1.) [주요과제 1-3] 국토교통분야의 해외진출 내실화 [주요과제 5-1-3] 한반도 통일시대 체계적 준비

□ 국토교통 R&D 중장기 계획(2014)

- (추진전략) 비전 실현을 위한 국토교통기술 4대 전략 및 10대 중점 프로젝트(Value Creator 2.0)를 발굴하여 집중 지원
- (융·복합 신산업 창출기반 조성) ICT 등과 국토교통기술의 창조적 융복합을 통해 새로운 인프라 및 신시장 창출 도모

<표 2-2> 융·복합 신산업 창출기반 조성

③	한국형 위성항법	SBAS 등 실시간 위치정보 정밀보정시스템 및 활용기술 우선 개발 후, 독자적인 위성항법체계 구축 검토
④	자율주행 도로	막힘없는 도로주행 환경을 제공하기 위하여 교통·차량·도로·통신 등을 융·복합하는 차세대 교통 기술을 개발하여 군집주행 및 자율주행 구현
⑤	미래 항공기술 인프라 조성	항공안전 확보, 항공산업 육성기반 조성을 위하여 민간항공기 안전성 인증 인프라 등 핵심기술 국산화와 수출기반을 조성하고 항공사고 예방·정비·공항운영기술을 개발하여 세계 항공안전기술 선도

- (안전하고 편리한 국토공간 조성) 재해·재난에 선제적 대응 및 국민안전을 보장하는 공공기술 개발·구현

<표 2-3> 선제적 대응 기술

⑥	인공지능 국토공간	스마트 친환경 도시건설·운영관리 및 재생 등 국민체감형 서비스기술 개발 및 다차원 공간정보체계를 활용한 국토공간정보 서비스 강화로 국민안전과 편의 제고
⑦	지능형 인프라 자동관리	SOC 시설물의 장수명화 및 관리 효율화를 위해 진단·보수·보강 장비를 자동화·무인화하고, 선제적 사고 예방·관리 구현
⑧	분산형 물관리	도서·해안 및 산간 등에서도 가용 수자원을 안정적으로 확보하고, 도시 내 물순환을 통해 물관리를 효율화·지능화하는 한편, 하천유역 관리 고도화를 통해 수재해 저감



[그림 2-4] 국토교통 R&D 비전 및 전략

○ 미래사회 전망 글로벌 메가트렌드

- (경제) 글로벌화로 국가·기업 간에 무한 경쟁이 이루어짐에 따라 생산성·효율성에 중점을 두고, 가격·기술 경쟁력 확보에 주력
- (사회·정책) 저출산·고령화 및 양극화 등으로 복지비용의 증가는 물론, 재난·재해·테러 등으로부터 국민을 보호하는 국가 역할 강화
- (환경·기술) 에너지·기후변화 등으로 환경 이슈가 증가하고, 사회의 모든 분야에서 ICT·BT·NT 등 과학기술과의 융복합 진행

<표 2-4> 글로벌 메가트렌드

구분	미래 이슈	미래 키워드	대응방향		
경제	글로벌 경제, 정세 대비	경쟁, 금융위기, 보호무역, 통일	<ul style="list-style-type: none">산업 고부가가치화 및 신산업 육성해외진출 및 세계시장 점유율 제고	▶	창조경제
사회	인구·사회 변화에 대비	고령화, 저출산, 양극화	<ul style="list-style-type: none">복지 지향 주택·교통 및 도시공간 창출재난재해 대응 및 국가 기간 시설물의 선제적 안전관리		국민행복
정책	국민안전 보장	재난·재해, 테러 안보			
환경	기후변화 및 에너지·자원 고갈 대비	탄소거래, 연료·물 부족, 자원전쟁	<ul style="list-style-type: none">탄소저감형 건설기술 및 교통체계 개발에너지 생산·절약형 건축·교통 및 자원 개발·재활용		R&D 사업내역 반영
기술	과학기술 융·복합 및 발전 추세	지식기반 융·복합 (문화, ICT 등)	<ul style="list-style-type: none">센싱, 3D 증강현실 및 ICT·BT·NT 등 첨단 기술과 전통적 국토교통기술의 융합		

- (핵심전략) 정치·경제·사회·기술 등 미래 변화방향을 예측하고, 국토교통 기술 분야와의 연관도를 검토하여 4대 핵심전략

<표 2-5> 전략수립 프레임 4대 핵심전략

방향	4대 전략	정의
창조경제	글로벌 시장 선도	글로벌 시장에서 우위를 점할 수 있는 경쟁력 높은 기술 개발을 통해 국가 경쟁력 제고 및 창조경제 기여
	융·복합 신산업 창출 기반 조성	ICT 등 타분야 기술과 국토교통기술의 창조적 융·복합을 통해 새로운 인프라 및 신시장 창출 기반 조성
국민행복	안전하고 편리한 국토공간 조성	재해·재난 등에 선제적 대응 및 국민 안전을 보장할 수 있는 공공기술 개발·구현으로 안전한 국토공간 실현
	국민 생활복지 향상	건강, 복지, 생활 불편 개선 등 국민의 일상생활 니즈 충족을 위한 국민생활 밀착 및 해법 지향의 기술개발 촉진

○ 안전하고 편리한 국토공간 조성

- (현황) 국민소득 증대로 안전·편의 등 삶의 질 제고에 대한 욕구가 커지고, 각종 공공 서비스에 대한 기대치가 높아지고 있으나,
 - 도시화 및 인구밀집으로 인해 자원의 효율적 배분·관리 문제는 물론, 안전과 편의를 저해하는 각종 사회문제 발생
 - 또한, 이상기후 현상과 맞물려 도시침수, 토사재해, 가뭄 등 재난·재해 발생 위험 및 피해규모가 커지고 있어 대책 마련 시급
- (기술동향) 도시내 각종 시설물과 자원 등을 안전하고 효율적으로 관리하기 위해 ICT, 센싱, 빅데이터 등 첨단기술 적극 활용
 - 복잡한 도시의 기능들을 센싱을 통해 실시간 모니터링함으로써 사고를 예방하고, 사고 발생시에도 자동 응급 복구 시행
 - 또한, 수자원 등 도시 내 자원·에너지 등을 순환·재활용하고, 사람·사물의 실시간 흐름을 빅데이터로 관리
- (중점 프로젝트) 도시·국토 공간이 안전하고 편리해질 수 있도록 첨단기술을 활용하여 도시와 시설물 자동관리, 수자원의 안정적·효율적 관리 도모
 - (국토·도시공간) 교통물류 최적화, 자원·에너지 순환·재활용, 사고·재해 상황 실시간 관리 등 스마트하고 친환경적인 도시·국토 구현
 - (인프라 관리) 사물통신을 기반으로 시설물의 성능·안전성을 실시간 모니터링하고, 자동으로 유지보수하여 안전사회 구현
 - (물관리) 도시 내 수자원을 자급자족하고, 재해를 예방하기 위해 분산형 물관리 추진

○ 안전하고 편리한 국토공간 조성

- (추진목표) 도서·해안 및 산간 등에서도 가용 수자원을 안정적으로 확보하고, 도시내 물순환을 통해 물관리를 효율화·지능화하는 한편, 하천유역 관리 고도화를 통해 홍수·범람 등으로 인한 수재해 저감
- (국외동향) 기후변화와 메가시티 형성으로 인한 수재해 위험이 커짐에 따라 ‘물확보’를 위한 개발 행위보다는 ‘수자원 관리’로 패러다임 변화
 - (도시 물순환 - 저영향개발) 도시 계획단계에서부터 물순환 관리를 고려하여 개발
 - (지능형 Water Grid) 수자원 관리기술과 ICT 기술을 결합한 ‘지능형 워터그리드’가 국가적 차원에서 추진
 - (하천유역관리 고도화) 기후변화에 적응하기 위해 국가와 유역 차원에서 통합 수자원 관리
- (국내동향) 연평균 강수량은 세계 평균의 1.6배이나, 높은 인구밀도로 인해 1인당 연강수 총량은 세계 평균의 약 1/6에 불과
 - 물부족 국가임에도 불구하고, 수자원 총량 중 실제 이용량은 27%(하천수 10%, 댐 10%, 지하수 3%, 기타 4%)이므로 계획적인 수자원 이용 필요
 - 하천수·댐수·지하수 외의 대체 수자원으로는 하수처리수 재이용, 빗물관리, 지하댐, 강변여과수, 해수담수 및 해양심층수 등이 있음

- 세계 물시장은 연평균 3.9% 성장하여 '18년 6,742억 달러로 성장할 전망(GWI, '13)
 - 지속적인 인구증가, 신흥국 경제성장 등으로 인해 아시아 지역을 중심으로 세계 물 소비량이 기하급수적으로 증가할 전망
 - 물산업의 국내시장 규모는 '14년 18조에서 '23년 약 31조원 규모로 성장할 것으로 전망
 - 한편, 여름철 집중호우로 인한 홍수피해액이 연간 1조원이 넘어 댐 방류 등 치수능력 증대사업 및 하천정비사업을 수행 중이긴 하나, 기후변화 등 여건변화로 투자소요가 지속 확대될 전망
 - 효과적인 적응 정책 미추진시 '20년에 기후변화에 따른 피해 비용은 약3조 6,195 억원에 이를 전망(우리나라 기후변화의 경제학적 분석, 2011)
- 기술개발 방향
 - (도시 물순환-저영향개발) 물 부족 또는 물 과잉에 따라 도시에 미치는 영향을 최소화하기 위해 지하수·빗물 등 수자원을 순환 관리하기 위한 계획기술 개발
 - 또한, 도시침수 등 수재해 저감을 위해 내외수 연계 및 실시간 예·경보 기술 개발
 - (스마트 Water Grid) 지역 단위의 수자원 자립률 향상을 위해 ICT 기술을 융합하여 수자원 확보·순환 및 분배·공급을 효율화하는 스마트 Water Grid 토탈솔루션 구축
 - (하천유역관리 고도화) 하천유역으로 유입되는 수량을 실시간 관측·분석하여 수문관리를 효율화하고, 하천 및 수리시설(댐·제방 등)의 안전한 유지관리 기술개발을 통해 수재해 예방
 - 위성·레이더·AWS 등을 통해 확보되는 Big Data를 기반으로 수문·수자원·수재해를 통합관리하기 위한 기술개발(Big Data 취득·공유 및 수문·수자원관련 정보의 공동 활용 등은 기상청과 협업 추진)
- (투자전략) 미래성장동력 발굴, 안전한 국토공간 실현 및 국민복지 향상 등의 투자전략을 통해 국토교통 창조경제 및 국민행복 실현
 - 재해·재난 등에 대한 선제적 대응 등 안전한 국토공간 실현, 생활 니즈 충족을 위한 국민생활 밀착 및 해법지향 R&D 촉진
 - 중점 프로젝트(VC 2.0) 중심으로 R&D 예산을 선택과 집중하여 투자함으로써 R&D의 가시적 성과 창출 및 투자효과 극대화
- (투자 효율화) R&D 예산의 효율적 집행과 성과창출 극대화를 위해 개방과 협력, 질적 성과관리·평가 및 기술인력 양성 중점 추진
 - (개방과 협력) 산하 공사·공단, 유관 출연연 등과 국토교통 R&D 비전을 공유하고, 협력을 통해 한정된 예산을 효율적으로 투자
 - (부처 간 협력·연계) 국토교통 R&D는 응용·개발 중심의 실용화 기술이므로 기초·원천기술을 개발하는 타 부처와 협력·연계 강화
 - 특히, 부처 간 역할이 중복될 수 있는 분야는 정부 R&D 투자 효율화를 위해 다 부처 공동기획을 강화하여 협력연계방안 모색

- 경제·사회적 측면에서 생활밀착형 사회기반시설 구축 및 재해·재난으로부터 안전한 국토공간 조성으로 국민행복 실현
 - 자연재해 및 사회적 재해·재난 대응기술 개발을 통한 피해저감 및 안전한 산업활동 지원
- 과학·기술적 측면에서 국토교통 산업과 첨단기술 융·복합을 통한 국토교통 기술경쟁력 강화 및 국가 경쟁력 향상
 - 사회 기반시설 고도화 및 고효율화로 국가경쟁력 세계 15위권(2013년, 25위) 진입 기반 마련
 - 미래 시장 선도(Future Mover)를 위한 기초원천 및 핵심기술 개발과 연구개발 효율성 향상 위한 산·학·연 및 국제협력 거버넌스 체계 확립
 - 산업, 기술간 융·복합을 통해 전통 국토교통산업의 고부가가치화 및 미래 성장동력의 기반 확보
- 과학·기술적 측면에서 연구시설·장비의 개발, 구축 및 성능개선을 통해 국토교통 연구 인프라를 강화함으로써, 최고기술 보유국과의 기술격차 단축
 - 연구시설·장비인프라 및 실험표준 등 세계 5위 수준의 연구환경구축('13년 7위)
 - 첨단 대형연구시설장비의 지속적인 확충과 연구장비 개발 및 성능개선을 통해 세계적 수준의 연구자원 및 기술경쟁력 확보
- 과학·기술적 측면에서 기반기술 수준 향상을 통한 국토교통 기술경쟁력 및 역량 강화
 - 설계엔지니어링, 표준화 기술 및 핵심부품 설계 등 고부가가치 기술분야 선진국 대비 95% 수준 향상

<표 2-6> 중장기전략 목표 산출근거

2018년	2023년
<ul style="list-style-type: none"> • 도시수해 피해규모 10% 저감 • 교통안전 핵심 기술개발로 교통사고 사망자 20% 감소 • 일차운행 100만km 당 사고건수 10%저감 	<ul style="list-style-type: none"> • 도시·수해 피해규모 20% 저감 • 선진교통 안전관리 시스템 구현으로 교통사고 사망자 40% 감소 • 일차운행 100만km 당 사고건수 20%저감

<표 2-7> 국토교통 R&D 중장기 4대 전략과의 부합성

구분	해당 사유
① 산업 경쟁력 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 위성, 레이더, 수재해 정보플랫폼 등 국내 기술자립을 통해 신산업 창출 및 산업경쟁력 강화 - 오픈플랫폼 기술 기반 해외 전략국가별 적용모델 정립과 맞춤형 수재해 토달솔루션화로 해외시장 선점 가능
② 첨단기술 융복합	<ul style="list-style-type: none"> - 위성, 기상, IT, 빅데이터 등 미래성장동력 확보를 위한 첨단기술과의 융복합 기술
③ 국민안전 실현	<ul style="list-style-type: none"> - 국가 차원의 효과적이고 효율적인 수재해 대응·관리를 위한 물관련 재해종합정보 허브 구축으로 국민안전 실현
④ 사회문제 해결	<ul style="list-style-type: none"> - 국가 수자원 감시 및 관측 정확도 향상을 통한 물안보 확보로 국민 물복지 달성 - 통일 대비 미계측 유역(북한)의 수자원 정보 인프라 구축

□ 우주개발 중장기 계획

- 독자적 우주개발 능력 강화를 통한 국가위상 제고 및 국가경제발전에 기여하기 위하여 우주개발 중장기 계획을 수립
 - 목표는 정부 우주예산을 지속적으로 확대하고 한국형 발사체 개발을 통하여 자력발사능력을 확보, 더불어 민간참여 확대를 통하여 차세대 인공위성의 지속적 개발로 선진국 수준의 우주개발 경쟁력 확보에 있음
 - 이를 달성하기 위해서 독자적으로 자력발사능력을 확보하고 이에 함께 국가 위성수요에 부합하는 인공위성을 독자 개발, 지속 가능한 우주산업 역량을 강화하여 국민의 삶의 질을 향상할 수 있도록 위성 정보를 제공하는 데 있음
- 인공위성 독자 개발
 - 목적에 따라 다목적 실용위성, 차세대 중형위성, 정지궤도 위성 등을 개발할 예정임.
 - 위성 개발은 산업체의 참여와 전문기업 육성을 통하여 개발하고, 이를 바탕으로 우주기술 경쟁력을 강화하여 우주산업을 활성화할 계획
- 다목적 실용위성
 - 다목적 실용위성 3A호: 해상도 0.55m급 전자광학 센서를 탑재하고 국내 최초로 고해상도 적외선 카메라를 탑재하여 주·야간 지상 및 해양을 관측하고 있음.
 - 다목적 실용위성 6호: X-band 고해상도 영상레이더를 국내 독자 기술로 개발하고 이를 이용하여 재난재해 감시 및 각종 자원 활용에 이용
- 정지궤도 복합위성
 - 기상 위성: 중형급 정지궤도 복합위성을 국내 주도로 개발하고 있음. 현재 5개의 가시, 근적외, 수증기, 적외 채널이 향후 16개의 차세대 기상센서를 탑재하고 기상관련 자료를 지속적으로 제공할 목적이며 2018년 발사예정
 - 환경/해양 위성: 초분광 UV/가시 채널을 이용하여 대기질과 에어로솔을 관측하는 GEMS 센서와 해양 관측 센서가 탑재된 정지궤도 2B호는 2019년에 발사될 예정
- 차세대 중형위성
 - 우리의 우주개발중장기계획에서는 탑재체 및 핵심부품 관련 기술(위성), 엔진 기술(발사체) 등에 집중되어 있으나 우주발사체의 경우 국가간의 기술 협력은 MTCR(Missile Technology Control Regime) 등과 같은 매우 엄격한 다국적 통제 체제에 의하여 직접적인 국제 협력에 의한 기술 이전은 어려움
 - 위성 기술과 첨단 탑재체 기술, 및 우주 과학 분야에서의 국제 협력은 상대적으로 개방적이므로 선진국과의 국제협력을 통하여 기술이전이 상대적으로 수월함
 - 50cm급 해상도의 국토위성은 전자광학탑재체 개발 및 국가공간정보 확보체계 선진화, 위성탑재체 핵심 기술을 확보하여 우주기술 자립도 및 국가공간정보 구축 기술 자립도 향상에 기여



[그림 2-5] 우주개발 중장기 계획

- 국민 삶의 질 향상을 위한 「다가가는 위성정보」 활용시스템 구축
 - 공급위주에서 벗어나 수요자 중심의 맞춤형 위성정보 제공 및 활용서비스 확대
 - 수요자 중심의 분야별 맞춤형 활용서비스 확대
 - 범정부 차원의 위성정보 활용 협력 강화 및 국가 위성정보 활용 지원체계 구축
- 재해·재난 대응서비스 강화
 - 위성영상 기반 능동형 재난감시·대응체계 구축
 - 기후변화 등 다양한 유형의 신종·복합·사회적 재난에 대한 신속한 대응, 융·복합 분석을 통한 모니터링 및 대응체계 시스템 구축
 - 지상도로교통 등에 영향을 미치는 재해(산사태, 폭설, 산불 등) 발생 후 실시간 상세 정보 파악 및 대응
 - ※ 재해발생 → 재난·재해지역 상황 촬영(피해상황) → 방재기관 제공 → 복구 등 관련 정보 신속 제공
 - 위성통신망을 활용한 통합 재난안전체계 구축
 - 지상망 특정지역 양방향 위성전송기술 및 위성 연동기술 개발을 통한 국가 해양 재난·안전 통신망 구축
 - 경찰, 소방 등의 국가 비상재난 통신망으로 활용 가능
- 지속 가능 우주개발을 위한 우주산업 역량 강화, 우주개발 활성화 및 선진화를 위한 기반 확충

- 국내 우주분야 전문기업 육성과 우주기술 경쟁력 강화를 통한 우주산업 활성화
 - 우주개발사업 산업체의 참여확대 및 기술경쟁력 제고
 - 위성별 특성화된 수출전략을 통한 수출활성화 및 지원강화
 - 우주기술 융·복합사업, 스핀오프사업, 우주테마산업 육성 추진
- 산·학·연 역량 결집을 통한 수출 활성화
- 위성별 특성화된 수출전략을 마련하여 해외 시장 진출을 확대하고 수출확대를 위한 지원강화 추진
 - 다목적실용위성 2기, 차세대 소형위성 6기 수출(~'20년) → 다목적실용위성 6기, 차세대 중형위성 8기, 차세대 소형위성 14기, 정지궤도위성 2기 수출(~'40년)
 - 위성제품별 특성화된 수출전략을 통한 수출 활성화
 - (다목적실용위성) 세계 4번째 서브미터급 위성개발 기술력 및 가격경쟁력을 바탕으로, 수출용 표준모델 개발
- ※ 필요시 지상국, 위성관제.활용시스템 등을 패키지로 수출
- (차세대중형위성) 500kg급 표준 플랫폼을 확보하여 개발기간 및 비용 절감을 통한 양산체제 구축
 - (차세대소형위성) 동남아·중남미 등 신흥 위성 수요국을 주 대상으로 ODA제도 등 적극 활용
 - (정지궤도위성) 천리안위성 개발경험을 바탕으로 시스템 및 본체기술 자립화를 통해 세계시장 경쟁력 확보
 - (위성영상서비스) 위성영상 실용화 기술개발, 위성영상 전문기업 육성 등을 통해 '20년까지 연 100억원 수준으로 수출 확대
 - (발사서비스) 발사체 개발 및 상용화 일정에 맞추어 저궤도위성 및 정지궤도위성 과 발사서비스를 패키지 하여 수출 추진

<표 2-8> 위성별 수출 목표

종류	~'20	'21~'30	'31~'40	계
다목적실용위성	2기	3기	3기	8기
차세대중형위성	-	4기	4기	8기
차세대소형위성	6기	7기	7기	20기
정지궤도위성	-	1기	1기	2기
계	8기	15기	15기	38기

- 수출역량 강화, 해외 마케팅 확대 등 수출확대를 위한 지원 강화
 - 우주분야 수출 중소기업이 정부에서 추진 중인 수출역량 강화사업을 적극 활용할 수 있도록 관계 부처와 협업 추진
- ※ 수출교육, 컨설팅, 디자인.브랜드 개발지원 등
- 수출확대를 위해 정부-산업체-출연연 합동 컨소시엄을 구성하여 통합 지원하고 현지 로드쇼 개최 등 마케팅 확대

※ 해외 판매 네트워크 구축.관리를 위한 우주분야 국제전시회(국제우주대회, 에어쇼 등) 참여 및 수출 유망국 현지 로드쇼 개최

- ODA 자금을 활용하여 피원조국에 위성정보서비스, 인력양성사업 등의 무상원조 시행 및 EDCF를 활용한 종합 솔루션 제공

※ 위성체 및 위성운영시스템 등을 차관방식으로 지원하여 수출 본격화 추진

<표 2-9> 정부 우주개발 정책과 부합성

구분	해당 사유
정부 우주개발 정책과 부합성	<ul style="list-style-type: none"> - 정부가 추진중인 우주개발 중장기 계획 및 '융복합 위성정보 신산업 창출 촉진' 방향에 부합 * 우주개발 중장기계획(미래부, '13.11.) [중점과제2] 국민 삶의 질 향상을 위한 '다가가는 위성정보' 활용시스템 구축 * 제1차 위성정보 활용 종합계획(관계부처 합동, '14.05.) <ul style="list-style-type: none"> [중점과제1-2] 개방형 위성정보 통합플랫폼 구축 [중점과제2-1] 공공부문 위성정보 활용사업 확대 [중점과제2-3] 융복합 위성정보 신산업 창출 촉진 - 물분야 핵심 아젠다 및 미래 먹거리로 부각과 동시에 물관리의 새로운 패러다임으로 확장 가능

□ 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 정책방향을 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 증대 될 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 방재시스템을 구축하고 예방·통합적 안전관리체계 구축
 - 재해대응 및 피해경감을 위해 녹색 방재축 설정, 방재거점 설정 등을 추진하고, 부처별로 분산·다기화된 재해관리체계를 통합적·포괄적 관리체계로 전환

2. 주관부처 추진 의지

국토부는 미래부가 주관하에 추진 중에 있는 차세대 중형위성 2단계 개발 사업 참여를 위한 수요조사서 제출('15.12), 미래 물관리 핵심 연구개발 사업으로 수자원 전용 위성 탑재체 개발 선정('16.1), 물관리연구사업 구조 개편('16.1) 등 명확한 추진 의지 제시

□ 차세대 중형위성 2단계 사업 참여를 위한 수요조사서 제출('15.12)

- 미래부는 국토·자원관리, 재해재난 대응관련 공공부문 수요대응을 위하여 차세대 중형 위성 개발을 위한 2단계 기획연구 사업('15.11~'16.6)을 추진 중에 있음
- 미래부는 공공 수요 대응을 위하여 2단계 사업(3~8호기) 추진을 위한 활용부처 위성 수요 조사를 수행하였으며, 6개부처 16개 위성 수요조사 되었음
- 국토부는 수재해 및 수자원관리의 불확실성 증가에 대비하여 수자원/수재해 감시를 위한 전용 위성 개발 수요조사서를 제출하였으며 참여의사를 명확화 하였음

[차세대 중형위성 사업 개요]

☞ 사업 개요

- (사업 목표) 국가 위성기술의 본격적 민간 이전을 통해 다양한 공공수요 충족 및 세계 우주시장 진입을 위해 500kg급 중형위성* 개발
 - 지구관측위성, 기상·환경위성, 감시위성, 우주과학·검증위성 등 총 12기 개발

<차세대중형위성개발로드맵(우주개발중장기계획, '13.11) : 총 12기 개발>

1단계('15~'20)	2단계('18~'25)	수동형 SAR('16~'21)
•지상관측위성 2기 (정밀광학관측)	•지상관측위성 2기(광역광학관측) •기상·환경위성 2기(마이크로파, 초분광) •우주과학검증위성 2기(우주관측, 한국형발사체 검증)	•수동형영상레이더위성 4기
총 2기(2,240억원)	총 6기(3,601억원)	총 4기(2,418억원)

- (사업기간 / 총 사업비) '15~'25('12년) / 8,259억원(기획연구 산출액)

☞ 차세대중형위성 2단계 수요조사 개요

- (추진배경) 차세대중형위성 개발 로드맵('13.11)에 따라 공공수요 대응용 2단계 사업(3~8호기) 추진을 위한 활용부처 위성 수요 조사
- (대상기관) 위성개발 및 활용 관련 정부부처 및 연구기관 등
- (추진방향)
 - 기 기획연구를 통해 도출된 위성(3~8호기)을 대상으로 하되, 기술 환경 변화 및 신규 위성 수요 발생시 수정 및 추가 신청 가능

◆ 차세대중형위성 표준 사양

- ▶ 총 중량 : 500kg 내외(탑재체 및 연료 포함)
- ▶ 크기(발사시) : 약 1.4×1.4×2.4(m)
- ▶ 임무수명 : 4년
- ▶ 운용궤도 : 태양동기 원궤도(500~900km)
- ▶ 발생전력 : 1.0kW
- ▶ 탑재체 중량 : 150kg 이하

- 국토부 수자원 전용위성 탑재체 개발을 위한 수요조사서

차세대중형위성 2단계 개발사업 수요 조사서

부처 또는 기관명	국토교통부 / K-water		부서명	수자원정책과 / K-water연구원
구 분	유지(), 수정(), 신규(○)			
위성개발 필요성 및 시급성	<ul style="list-style-type: none">· 기후변화로 인한 빈번하게 발생하는 홍수, 가뭄 등 수재해 및 수자원관리의 불확실성 증가에 대비하고 “국가 수자원 체계적 통합관리 체계 구축”(국가정책조정회의, '15.9.24) 달성· 홍수 및 가뭄 등 수자원/수재해 감시를 통한 미래 불확실한 상황에 효과적으로 대처하고 남한뿐만 아니라 북한을 포함한 미계측 유역까지 아우르는 광역적 수자원 관련인자 관측을 위한 전용 위성 개발 시급<ul style="list-style-type: none">- 선진국 대비 수재해 대응 기술 약 72% 수준으로 국가 홍수 가뭄 등 수재해 전용 감시 위성 및 시스템 구축으로 기술수준 선진국 대비 96% 향상 *국토교통 기술수준분석(2013)			
위성 임무	<ul style="list-style-type: none">· 한반도 수재해(홍수, 가뭄 등) 감시 및 관측· 국가 수자원 관측 및 관리· 미계측유역(북한지역 등) 수자원 변동량 분석 및 대응(물안보확보, 통일대비)· 글로벌 수자원정보 활용 서비스 제공			
위성정보 활용현황	현재 위성정보 활용여부	<input type="checkbox"/> 국내위성 활용(위성명 / 연 소요예산) <input type="checkbox"/> 해외위성정보 구입(구입위성명 / 연 소요예산) <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음		
	국가 수재해(홍수, 가뭄) 등 대응하기 위해 국외 물관련 위성(GPM, Suomi-NPP, MODIS Terra/Aqua, GCOM-W1)의 수신체계를 구축하여 시스템을 구축하고 있으나 초기단계로 우리나라 특성에 맞는 각 위성별 생산 인자에 대한 검토정 연구가 필요하며, 시간/분광/공간 해상도 등 우리나라 물관리 분석단위(시간해상도: 4회이상/1일, 분광해상도: 10밴드이상, 공간해상도: 10m이상) 및 주야 관측 가능한 자료 확보 등에 적합하지 않아 활용에 한계가 있음 <ul style="list-style-type: none">- 홍수, 가뭄 등 수재해 감시·평가·예측에 활용하기 위한 기존 위성은 한계가 있음			
위성 요구사항	<ul style="list-style-type: none">· 위성물량 : 1 기· 발사시기 : 2023. 12· 운용기간 : 2024. 01 ~ 2028. 01(5년, 안정화 기간 1년 포함), 예상수명 약 7년· 탑재체 제원 : 공간해상도: >10m 급, C-밴드 광역(swath : >100km) 영상레이더· 관측특성 : 주/야간 및 악천우시 관측 가능			
활용계획	<ul style="list-style-type: none">· (수재해대응, 국정과제) 한반도 홍수, 가뭄 등 수재해 위험관리 대응 시스템 구축<ul style="list-style-type: none">- 수재해 실시간 분석·예측(단기, 장기 등) 기술 개발을 통한 대응 기술 지원- 국가 수자원 통합관리 체계 구축에 활용· (물안보확보) 국가 수자원 관리 정확도 향상을 통한 물안보 대응 및 확보<ul style="list-style-type: none">- 자체 위성 확보로 고해상도로 계측 및 미계측 지역 신뢰성 높은 수자원인자의 공간적 생산·활용으로 수자원 감시의 불확실성 감소· (통일대비) 미계측 유역(북한지역 등) 수자원 관리 및 대응, 물산업 해외 진출 지원<ul style="list-style-type: none">- 접경지역 수자원변동 사항 예측 및 정확한 파악을 통한 대응 및 정책 지원			
관련 예산투자계획	<ul style="list-style-type: none">· 본 사업은 수재해(홍수, 가뭄) 대응을 위한 위성 개발로 총 사업비 약 800억원 소요 예상※ 위성탑재체 타입 및 개발 방법 등 세부기획 수립 완료 후('16.12) 예산 증감 예정			

□ 국토교통 물관리 핵심 연구개발 4대 사업 선정('15.12)

- 국토교통 물관리 혁신 사업화를 위하여 미래 물관리 핵심 연구개발 과제를 선정하여 신성장 동력으로 육성
 - ‘빠르고 정확한 수재해 감시를 위한 수자원 전용 위성 및 운영 플랫폼’이 핵심브랜드 과제로 선정
 - ‘물자족·물순환 도시 구축을 위한 Urban Water Solution : Blue Water City’, ‘미래 자원안보 확보를 위한 물·에너지·식량 넥서스’, ‘중단없는 물공급을 위한 용수공급관로 Robo-Care System’과 함께 선정
- 위성망+지상관측망 융합을 통한 물관리, 수재해 통합 대응형 물관리 솔루션 확보로 수자원 전용 위성 기반 융합형 수재해 정보플랫폼 개발 및 정보 서비스 상용화 추진

<표 2-10> 물관리 연구사업 4대 브랜드과제

연번	사업명	과제명	연구비 (백만원)	연구 기간	중장기 계획	기술 분류	국토부 실국의견 요약	비고
1	물관리	빠르고 정확한 수재해 감시를 위한 수자원 전용위성 및 운영 플랫폼	100,000	7	반영	응용, 개발	IT 융복합 등 기술의 진보성 및 상징성, 글로벌 트렌드 부합성, 미래성장동력 부합성, 정부정책 부합성이 매우 높음	본기획 결과에 따라 연구비/연구기간은 변동 가능
2	물관리	물자족·물순환 도시 구축을 위한 Urban Water Solution : Blue Water City	40,000	5	반영	응용, 개발	해외 도시건설 프로젝트 증가 등 글로벌 트렌드에 부합하고 미래성장동력 부합성, 관련산업 파급효과 등이 높음	
3	물관리	미래 자원 확보를 위한 물·에너지·식량 넥서스(Water-Food-Energy Nexus)	30,000	7	반영	개발	기후변화 대응, 자원안보 등 글로벌 트렌드에 부합하고 기술의 상징성이 높음	현재 기획 추진 중 (~'16.12.25)
4	물관리	중단없는 물공급을 위한 용수공급관로 Robo-Care System	13,000	5	반영	응용, 개발	성과의 가시성 및 실용화 가능성이 우수하고, 관련산업 육성 효과가 높음 *최근 부상하고있는 IoT 및 AI관련 과제로 우선추진 필요	

□ 물관리 연구사업 사업구조 개편을 통한 사업 추진 체계 구축('16.1)

- 물관리연구사업 사업구조 개편을 통하여 물관리 새로운 패러다임 변화에 능동적으로 대응하기 위한 체계 구축
 - 미래기술 선점을 위한 융복합 기술 개발 관련 사업을 추가
 - 중점분야에 물정보 시스템 구축 및 활용이 추가되고, 위성 레이더를 활용한 수자원 및 수재해 모니터링 기술이 세부내용으로 구성됨

<표 2-11> 현 사업체계

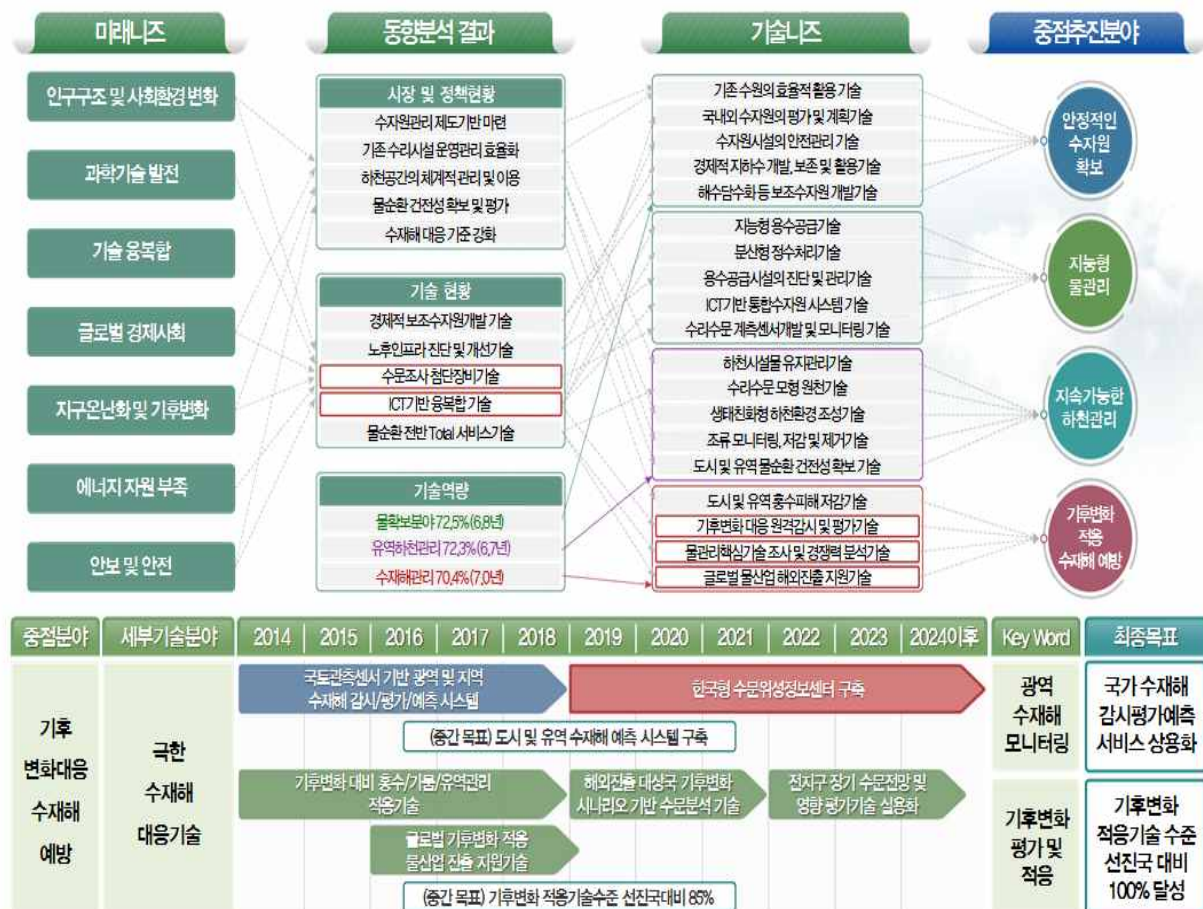
중점분야	세부내용
수자원확보	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 수자원 활용 효율화 기술 • 대체 수자원 확보 기술
수자원관리	<ul style="list-style-type: none"> • 물 수요공급정보 관리 기술 • 지능형 용수공급 배분관리 기술 • 해외진출형 물공급관리기술
하천관리	<ul style="list-style-type: none"> • 하천 유지관리기술 • 생태친화형 하천 환경 조성 기술
수재해 예방	<ul style="list-style-type: none"> • 도시 및 유역 홍수피해 저감기술 • 극한 수재해 대응기술

<표 2-12> 개편 사업체계(안)

중점분야	세부내용
수자원확보	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 수자원 활용 효율화 기술 • 대체 수자원 확보 기술
수자원관리	<ul style="list-style-type: none"> • 지능형 용수공급 배분관리 기술 • 해외진출형 물공급·관리기술
하천관리	<ul style="list-style-type: none"> • 하천 유지관리기술 • 생태친화형 하천 환경 조성 기술
수재해 예방	<ul style="list-style-type: none"> • 도시 및 유역 홍수피해 저감기술 • 극한 수재해 대응 시설물 관리기술
물정보 시스템 구축 및 활용	<ul style="list-style-type: none"> • 위성-레이더를 활용한 수자원 변동 감시 및 예측 기술 • 수재해 모니터링 기술
물-에너지-식량 연계	<ul style="list-style-type: none"> • 물-에너지-식량 연계 기술

□ 예산 확보 방안

- 「창조경제 실현을 위한 국토교통 R&D 중장기전략(’14.7)」 반영 및 국가과학기술심의회 심의 완료를 통한 안정적 제원 확보
 - 국토교통부는 국토교통 연구개발에 관한 10년 단위 중장기 목표, 추진전략 및 중점 프로젝트 등을 반영하여 「창조경제 실현을 위한 국토교통 R&D 중장기전략」을 수립·추진 중에 있음
 - 기존의 5년 단위 계획(’13~’17)과 2040 장기로드맵을 보완·반영하고, 국토교통 R&D 대표 브랜드 발굴 및 집중 지원하기 위한 방향 설정
 - 국가과학기술심의회(’14.7) 심의 의결을 통해 국토교통 미래 여건변화에 대응하고 일·자리·성장엔진 창출 등 창조경제 국정기조 실현에 적극 기여하기 위한 기틀 구축
- 국토교통 R&D 중장기전략의 “기후변화대응 수재해 예방”-“극한 수재해 대응 기술” 분야에 ‘광역 수재해 모니터링 기술’ 반영하여 안정적 제원 확보 기반 마련
 - (활용기술) 국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시/평가·예측 시스템
 - (인프라구축) 한국형 수문위성센터 설립 및 수문위성 개발



[그림 2-6] 국토교통 R&D 중장기전략(물관리분야)

2절 기술개발 동향 및 현황분석

1. 국내 · 외 수자원위성 현황

글로벌 물 순환 및 기후변화 대응을 위한 광역 기상과 토양특성, 수위 관측 목적의 위성 개발이 활발히 추진 중에 있으나, 우리나라의 지형적 특성 등 고려시 적용에 어려움 있음

□ 국내 위성 발사 현황

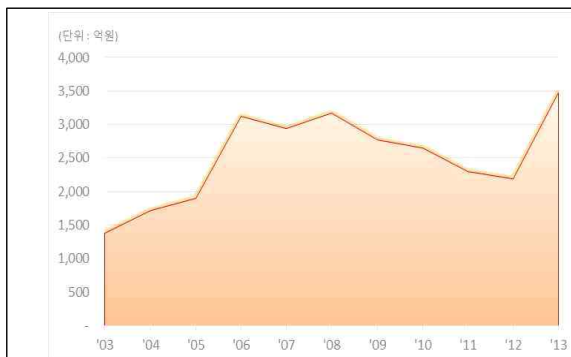
○ 기술보유현황

- 짧은 우주개발 역사에도 불구하고 위성체 및 발사체 체계 기술은 선진국 대비 상당한 수준에 도달하였으나, 탑재체 및 엔진 등에 관한 핵심기술은 부족한 실정

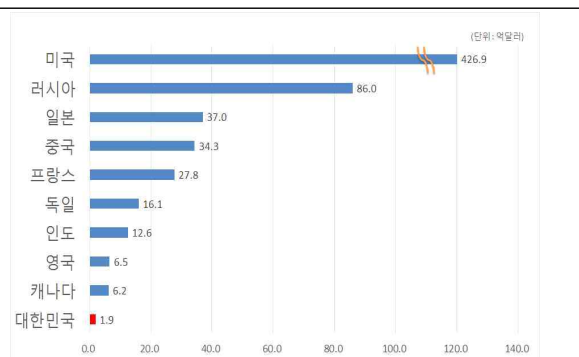
○ 투자규모

- '90년대 이후 우주개발 투자는 지속적으로 증가했으나, 선진국 대비 전문인력 및 정부 예산규모*는 절대 부족

* '12년 우리나라의 우주예산 투자규모는 1.9억 달러로 세계 20위 수준



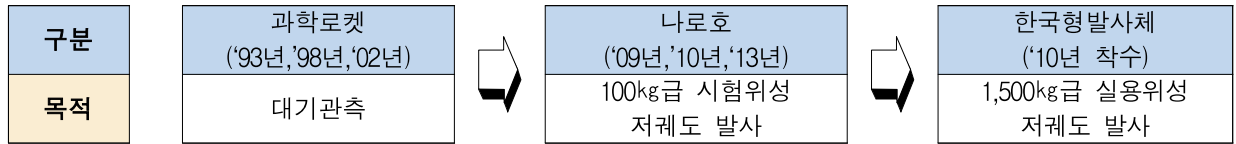
[그림 2-7] 우리나라 우주개발 투자 현황



[그림 2-8] 국가별 우주개발 투자 현황

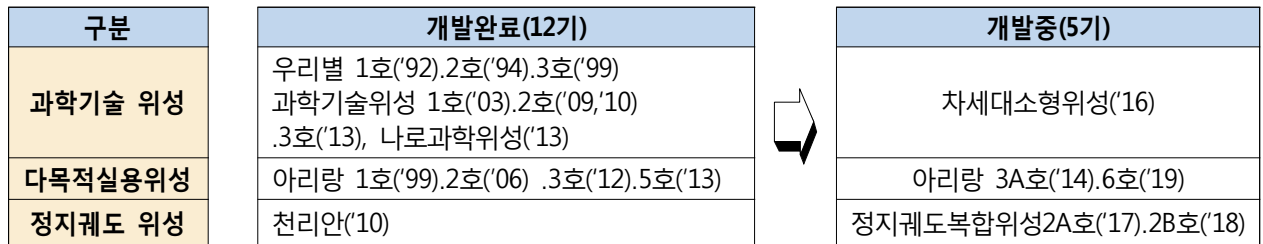
○ 발사체

- 우주 발사체 개발국 대열 합류 및 관련 기반 기술 확보 추진 중
- 과학로켓 및 나로호 개발을 통해 우주 발사체 기반 기술을 확보하였으며, 나로우주센터 건설 등으로 우주 발사장 확보
- 나로호 개발 및 발사('13.1)에 성공하였으나, 선진국과의 기술격차는 아직 상존하고 있음
- 국내 위성 발사 수요를 충족시키기 위한 독자기술 기반의 한국형 발사체 개발에 착수
 - * '40년까지 100여기의 공공위성 수요가 있는 것으로 조사(한국연구재단, '13년)



[그림 2-9] 우리나라 발사체 현황

- 위성은 저궤도 지구관측위성 및 정지궤도위성 개발·운용 중에 있음
 - 다목적실용위성 시리즈 개발로 세계 수준의 지구관측위성 기술을 확보하고, 천리안 위성 개발로 정지궤도위성 기반기술 확보
 - 저궤도 고해상도 광학관측 위성은 자력 개발할 수 있는 능력을 축적하였으나, 위성 탑재체 및 정지궤도위성 기술은 미흡



[그림 2-10] 우리나라 인공위성 개발 현황, 우주개발 중장기 계획(관계부처 합동, ‘13.11 월)

- 주요 위성 현황

<표 2-13> 국내 다목적 실용위성 보유 현황

구분	다목적실용위성					
	1호	2호	3호	3A호	5호	6호
개발목적	지구관측 (광학)	지구정밀관측 (광학)	지구정밀관측 (광학)	지구정밀관측 (광학+적외선)	전천후 지구관측 (영상레이더)	전천후 지구관측 (영상레이더)
개발기간	‘94.11~‘00.1	‘99.12~‘06.11	‘04.8~‘12.8	‘06.12~‘15.6	‘05.6~‘14.12	‘12.12~‘19.11
중량	470kg	800kg	980kg	1,100kg 내외	1,400kg 내외	1,400kg ~ 1,800kg
운용고도	685km	685km	685km	528km	550km	505km
임무수명	3년	3년	4년	4년	5년	5년
주요성능 (해상도)	흑백 6.6m	흑백 1m 칼라 4m	흑백 0.7m 칼라 2.8m	흑백 0.55m 칼라 2.2m 적외선 5.5m	레이더 영상 1/3/20m	레이더 영상 0.5/3/20m
총비용	2,242억	2,633억	2,827억	2,356억	2,381억	3,385억
발사체	Taurus(미)	Rockot(러)	H2-A(일)	Dnepr(러)	Dnepr(러)	미정
발사장	반덴버그(미)	플레세츠크(러)	다네가시마(일)	야스니(러)	야스니(러)	미정
발사일	‘99.12	‘06.7	‘12.5	‘15.3	‘13.8	‘19.하(예정)
운용현황	임무종료	임무수행 중	임무수행 중	임무수행 중	임무수행 중	개발 중
한반도 방문주기	1회/1일 (2분촬영/1회)	1회/1일 (2분촬영/1회)	1회/1일 (2분촬영/1회)	2회/1일 (2분촬영/1회)	2회/1일 (2분촬영/1회)	2회/1일 (2.5분촬영/1회)
활용실적 (수입다체효과)	100여개 기관 22,416장	170개 기관 34,157장 (4,058억)	24개 기관 3,477장 (399억)	상용화 준비	상용화 준비	개발 중

* 출처: 항공우주연구원(‘15)

- KOMPSAT-1(다목적 실용위성 1호)

- 사업목표 : 공공목적 활용을 위한 저궤도 실용급 위성 개발을 통한 국내 우주기술 능력 향상 및 위성부품의 국산화
- 탑재체 : EOCElectro Optical Camera(전자광학탑재체), OSMIOcean Scanning Multi-spectral Imager(해양관측탑재체), SPSSpace Physics Sensor(우주과학탑재체)
- 사업기간 : 1994년 11월 ~ 2000년 1월
- 발사일 : 1999년 12월 21일(캘리포니아 반덴버그 공군기지)
- 임무종료일 : 2008년 1월 31일

특성	KOMPSAT-1
발사체	Taurus
궤도 고도	685km
궤도 경사	98.13°, 태양동기궤도
적도통과시간	10:50 AM(Ascending node)
궤도회전시간	98.46 minutes
한반도 방문주기	1회/1일
관측폭	17 × 17km
공간해상도	6.6m

- KOMPSAT-2(다목적 실용위성 2호)

- 사업목표 : 한반도 정밀관측을 위한 고정밀 위성으로, 다중대역 카메라 탑재체는 국제공동개발 추진
- 탑재체 : MSCMulti-Spectral Camera(다중대역 카메라)
- 사업기간 : 1999년 12월 ~ 2006년 7월
- 발사일 : 2006년 7월 28일(러시아 플레세츠크 발사장, 현재 운용 중)

특성	KOMPSAT-2
발사체	Rocket
수 명	Minimum 5 years (Design Life :3years)
궤도 고도	685km
궤도 경사	98.13°, 태양동기궤도
적도통과시간	10:50 AM(Ascending node)
궤도회전시간	93.5 minutes
한반도 방문주기	1회/1일
관측폭	15 × 15km
공간해상도	1m(팬크로매틱), 4m(Multi-resolution)

- KOMPSAT-3(다목적 실용위성 3호)

- 사업목표 : 한반도 정밀 지상관측 등을 위한 저궤도용 관측위성 개발
- 사업기간 : 2004년 8월 ~ 2012년 8월
- 탑재체 : AEISSAdvanced Earth Imaging Sensor System(고해상도 전자광학 카메라)
- 발사일 : 2012년 5월 18일(일본 다네가시마 발사장, 현재 운용 중)

특성	KOMPSAT-3
크기 및 무게	200 × 340cm, 1000kg
궤도	685km, 98.13° 태양동기궤도
Period	98.5min
LTAN	13:30
수명	4years
공간해상도	0.7m(Pan), 2.8m(MS)
밴드 수	0.45~0.90μm(Pan)/0.45~0.90μm(MS-4bands)
스캐닝 방식	Pushbroom, swath:16.8km
한반도 방문주기	1회/1일

- KOMPSAT-3A(다목적실용위성 3A호)

- 사업목표 : 고해상도 광학 및 적외선 관측 위성 개발
- 사업기간 : 2006년 12월 ~ 2015년 3월
- 총 사업비 : 2,356억 원('14년도 우주개발 시행계획 기준)
- 탑재체 : 광학 및 적외선 탑재체
- 발사일 : 2015년 3월 26일(러시아 오레부르크주 야스니)

특성	KOMPSAT-3A
발사체	Dnepr
수 명	4년
궤도 고도	528km, 태양동기궤도
적도통과시간	10:50 AM(Ascending node)
한반도 방문주기	2회/1일
관측폭	12 × 12km
공간해상도	0.55m(PAN), 2.2m(MS), 5.5m(IR)

- KOMPSAT-5(다목적 실용위성 5호)

- 사업기간 : 2006년 6월 ~ 2013년
- 탑재체 : COSICore SAR Instrument(전천후관측 영상레이더)
- 발사일 : 2013년 8월 22일(러시아 야스니 발사장, 현재 운용 중)

특성	KOMPSAT-5
센서	Corea SAR Instrument, COSI
목적	전천후의 고해상도로 해양, 대지, 얼음 탐지를 위한 다목적 분광복사계
주파수	9.66GHz
촬영기법	Spotlight/Strip/ScanSAR, 185~490km(490~675km까지 확대 가능)
해상도	1m(Spotlight), 3m(Strip), 20m(ScanSAR)
한반도 방문주기	2회/1일
밴드 수	0.45~0.90μm(Pan), 0.45~0.90μm(MS-4bands)
스캐닝 방식	Pushbroom, swath:16.8km
한반도 방문주기	1회/1일

- COMS-1(통신해양기상위성, 천리안위성)

- 사업목표 : 통신탑재체 국산화 개발 후 우주인증 및 활용과 함께 국가수요에 따른 기상 및 해양관측과 정지궤도위성 기술 자립화 및 산업화 기반 마련
- 사업기간 : 2003년 9월 ~ 2010년 12월
- 탑재체 : MIMeteorological Imager(기상관측센서), GOCIGeostationary Ocean Color Imager(해양관측센서), COPSCommunication Payload system(통신탑재체)
- 발사일 : 2010년 6월 27일(남미 프랑스령 기아나 쿠루 발사장, 현재 운용 중)

특성	COMS-1
무게	2,460kg
전력	2,500W
궤도 및 고도	정지궤도, 35,786km
설계수명	7년
공간해상도	500m(GOCI), 1km/4km(MI)

- STSAT-2(과학기술위성 2호)

- 사업목표 : 첨단 소형 위성본체 기술개발 및 핵심 위성기술의 선행연구
- 사업기간 : 2002년 10월 ~ 2010년 12월
- 발사일 : 2009년 8월 25일(나로호 이용, 발사 실패)

- STSAT-2C(나로과학위성)

- 사업목표 : 위성의 궤도진입 확인 및 우주공간에 대한 환경탐사
- 발사일 : 2013년 1월 30일(2014년 12월 현재 우주미아로 운용 중단)
- 탑재체 : 이온층관측센서, 우주방사선량 측정센서, 펄스초 레이저 발진기, 반작용 휠, 적외선 센서, 레이저 반사경 등 탑재

- STSAT-3(과학기술위성 3호)

- 사업목표 : 국가 우주기술 축적을 위한 170 kg급 소형위성 본체 및 탑재체 개발, 실용위성과 연계될 차세대 고성능 핵심 우주기반 기술연구 및 차세대 우주기술 확보를 위한 우주기술 검증 등
- 사업기간/사업비 : 2006년 12월 ~ 2014년 2월
- 총 사업비 : 278억 원
- 발사일 : 2013년 11월 21일(러시아 야스니 발사장, 현재 운용 중)
- 탑재체 : MIRISMultipurpose IR Imaging System(적외선 영상시스템), COMISCOmpact IMaging Spectrometer(소형 영상 분광기)

□ 국내 위성 발사 추진계획

○ 국가 우주개발 중장기 계획 추진목표

- 다양한 공공수요에 부응하는 인공위성의 지속적 개발을 통한 핵심기술 확보 및 위성 개발능력 자립과 추진
- 지구관측용 다목적 실용위성, 표준형·수출전략형 차세대중형위성, 우주과학·연구용 차세대소형위성 개발
- 기상, 해양, 환경, 통신, 조기경보·보정항법, 전파탐지 및 항법 개발 등 다양한 수요 충족을 위한 중궤도 및 정지궤도위성 개발
- 중점과제 중 「2. 국가 위성수요를 고려한 인공위성 독자 개발」 과 수문기상 위성의 연계성 고려 필요

비전	독자적 우주개발 능력강화를 통한 국가위성 제고 및 국가경제발전에 기여
-----------	---

목표	1. 정부 R&D 예산대비 우주예산 비중 지속 확대 2. 한국형발사체 개발을 통한 자력발사능력 확보 ※ 한국형발사체 개발('20년) → 중궤도·정지궤도발사체 개발('30년) → 대형 정지궤도발사체 개발('40년) 3. 민간참여 확대를 통한 인공위성의 지속적 개발 ※ 11기 추가발사('20년) → 40기 추가발사('30년) → 64기 추가발사('40년) 4. 선진국 수준의 우주개발 경쟁력 확보 ※ 우주개발 경쟁력 7위('20년) → 우주개발 경쟁력 5위('30년) → 우주개발 경쟁력 4위('40년)
-----------	--

중점과제	세부 추진과제
1. 독자 우주개발 추진을 위한 자력발사능력 확보	1.1 한국형발사체 개발 1.2 중궤도 및 정지궤도발사체 개발 1.3 다양한 발사임무 수행을 위한 발사장 구축
2. 국가 위성수요를 고려한 인공위성 독자 개발	2.1 저궤도위성 개발 2.2 중궤도 및 정지궤도위성 개발
3. 국민 삶의 질 향상을 위한 「다가가는 위성정보」 활용시스템 구축	3.1 수요자 중심의 위성정보 활용 서비스 강화 3.2 국가 위성정보 활용·지원 시스템 및 인프라 구축
4. 미래 우주활동영역 확보를 위한 우주탐사 전개	4.1 무인 달 탐사를 통한 우주탐사 실현 4.2 국제협력기반의 심우주 탐사 추진 4.3 창의적 우주과학 연구 강화 4.4 우주위험 대응 우주감시 시스템 구축
5. 지속 가능 우주개발을 위한 우주산업 역량 강화	5.1 산업계 역할 확대 및 경쟁력 강화 5.2 산·학·연 역량 결집을 통한 수출 활성화 5.3 우주기술 융·복합 활성화
6. 우주개발 활성화 및 선진화를 위한 기반확충	6.1 우주 원전·핵심기술 강화 및 미래 기반기술 개발 6.2 우주개발 인력양성 및 우주문화 확산 6.3 우주개발 국제협력 강화

[그림 2-11] 우주개발 중장기 계획(관계부처 합동, '13.11월)

○ 주요 위성발사 추진계획

- KOMPSAT-6(다목적실용위성 6호)

- 사업목표 : 레이더 영상의 지속적 공급 및 국가전략 기술로서 영상레이더(SAR) 기술 확보
- 사업기간 : 2012년 12월 ~ 2019년 11월
- 총 사업비 : 3,385억 원('14년도 우주개발 시행계획 기준)
- 주요 내용 : 탑재체 시스템 요구조건 검토 및 기본설계검토회의 수행, 지상 지원 장비, 지상 검증 모델 개념 설계 및 지상국 개념 설계

- GEO-KOMPSAT-2A/B

- 사업목표 : 기상·해양·환경관측용 정지궤도 복합위성 2기(GEO-KOMPSAT-2A 및 GEO-KOMPSAT-2B)를 국내 주도 개발 및 핵심기술 자립화를 목표로 함
- 사업기간 : 2011년 7월 ~ 2019년 9월
- 총 사업비 : 6,697억 원('14년도 우주개발 시행계획 기준)
- 주요 내용 : 시스템/위성본체 및 지상국 예비설계 완료 및 상세설계 수행, 지상검증 모델(STM, EM) 개발, QLX 국산화 부분품 인증모델 개발

특성	GEO-KOMPSAT-2A	GEO-KOMPSAT-2B
발사예정년도	2017년	2018년
궤도	정지궤도, 35,786km	
탑재체	기상탑재체(AMI), 우주기상탑재체(KSEM)	해양탑재체(GOCI-II), 환경탑재체(GEMS)
설계수명	10년	
공간해상도	500m/1km/2km(MI)	250m(GOCI-II)

- 차세대 소형위성

- 사업목표 : 우주핵심기술 검증 및 우주과학 임무를 효율적으로 수행하기 위한 100 kg급 차세대 소형위성 개발
- 주요 내용 : 본체 버스 전자부 기능개발모델(DM) 설계, 제작 및 시험 착수, 위성 본체 구조물, 탑재체 시험인증모델(BQM) 개발 및 설계·제작

- 차세대 중형위성

- 사업목표 : 500 kg급 중형위성 표준 플랫폼 및 탑재체 개발을 목표로 함
- 총 사업비 : 8,436억원
- 주요 내용 : 2025년까지 총 12기의 중형위성을 개발하는 것으로, 위성 종류별로 발사 기수는 아래와 같음

차세대 중형위성 종류	발사 위성 수	비고
전자광학카메라 탑재 지상관측위성	4	2018년(1기)/2019년(1기) 발사 예정
영상레이더 위성	4	-
마이크로파 영상기 탑재 기상·환경위성	2	-
초분광기 탑재 우주과학위성	2	-

* 1단계 2기 예타 통과, 향후 2단계에서 4기, 3단계에서 6기 예타 실시 예정

- 국방부 정찰위성

- 사업목표 : 독일과 기술협력을 통해 SAR(합성개구레이더)를 사용한 군사용 정찰 위성 5기를 개발하여 군 정보작전 능력 대폭 향상
- 사업기간 : 2015년 ~ 2022년
- 총 사업비 : 약 6,000억 ~ 7,000억

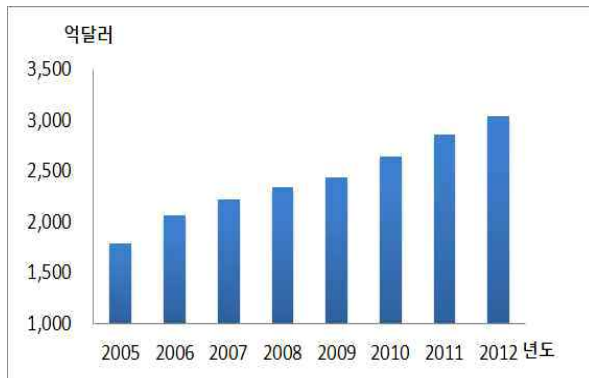
○ 향후 위성 개발 계획

위성	목표	사업계획	사업기간	총사업비
다목적 실용위성 6호	레이더영상의 지속적 공급과 국가전략기술로서 영상레이더(SAR) 기술 확보	- 탑재체 시스템 요구조건 검토 및 기본설계 검토회의 수행 - 지상 지원 장비, 지상 검증 모델 개념 설계 및 지상국 개념설계	'12.12~ '19.11	3,385
정지궤도 복합위성	기상/해양/환경관측용 정지궤도 복합위성 2기 국내 주도 개발 및 핵심기술 자립화	- 시스템/위성본체 및 지상국 예비설계 완료 및 상세설계 수행('14.3~'14.6) - 지상검증모델(STM, EM) 개발 QLX 국산화 부분품 인증모델 개발	'11.7~ '19.9	6,697
차세대 소형위성	우주핵심기술 검증 및 우주과학 임무를 효율적으로 수행할 100 kg급 차세대 소형위성 개발	- 본체 버스 전자부 기능개발모델(DM) 설계, 제작 및 시험 착수('14.7~) - 위성본체 구조물, 탑재체 시험인증모델(BQM) 개발 및 설계·제작('14.10~)	'12.6~ '16.5	350
차세대 중형위성	500 kg급 중형위성 표준 플랫폼 및 탑재체 개발 사업으로 오는 2025년까지 총 12기의 중형위성 개발	- 차세대 중형위성 시스템 설계수행('14.4~'14.12) - 고해상도 전자광학카메라 탑재 지상관측위성 2기 개발('18~'19) - 우주과학 및 기술 검증위성 2기 개발('20/'25) - 중·저해상도 전자광학카메라 탑재 지상관측위성 2기 개발('22~'25) - 마이크로파 영상기 탑재 기상·환경위성 2기 개발('22~'24)	'14~'25	7,133
군사용 정찰위성	SAR(합성개구레이더)를 사용한 군사용 정찰위성 5기 개발		'15~'22	6,000~ 7,000

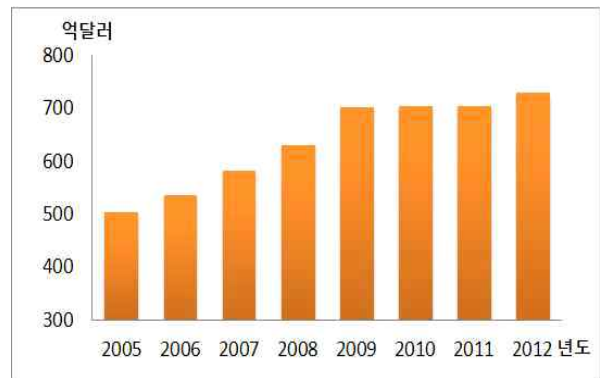
□ 국외 위성발사 현황

- 우주개발 선진국들은 우주기술개발과 우주산업 육성을 국가경제의 새로운 성장 모멘텀으로 인식하는 등 新우주개발 경쟁시대 돌입
- 세계 우주산업 관련 경제활동 규모는 최대 규모로 성장하고 있으며, 세계 주요국은 우주개발 투자를 경쟁적으로 확대하고 있음

* '12년 경제활동 규모는 3,043억불로 사상 최대치를 기록(지난 5년간 37% 성장)



[그림 2-12] 세계우주경제활동규모추이



[그림 2-13] 전 세계 우주개발 투자 추이

○ 주요 위성 현황

- 미국(혁신적 우주탐사와 민간 우주활동으로 선도적 지위 유지 노력)
 - '25년 소행성 및 '30년대 화성 유인탐사 계획 발표
 - * 유인 탐사용 차세대 대형 발사체(SLS) 및 우주선(Orion)을 개발 중('17년)
 - 우주벤처가 활성화되고 있으며, 새로운 형태의 상업 우주시장 창출
 - 국제우주정거장까지의 저궤도 유·무인 수송 업무는 민간에 위임
- 러시아(우주강국의 위상 회복을 위한 우주개발 강화)
 - 미래 차세대 발사체 및 신규 발사장 개발
 - * 차세대 발사체시리즈(Angara-1 3 5 7호/1.5호 '14년) 개발 및 카자흐스탄 임대 발사장을 대신할 발사장(Vostochny/'15년) 건설 추진
 - 우주산업 강화를 위한 정책추진 및 우주개발 투자 증대
 - * '13~'20년까지 총 518억\$ 투자를 통해 시장 점유율을 11년도 10.7%에서 20년에는 16%까지 확대
- 유럽(유럽 내 우주개발 협력 강화를 통한 경쟁 우위 확보 추진)
 - 유럽연합과 유럽우주청간 협력으로 관측 항법위성 인프라 구축 중
 - * 지구관측시스템(Copernicus/~'20년) 및 전지구위성항법시스템(Galileo 30기/~'20년)
 - 미래 발사서비스 시장 선점을 위해 차세대 발사체 개발 준비 검토
 - * 현 Ariane-5의 성능향상 모델(Ariane-5ME/'18년) 및 후속기(Ariane-6/'21년) 연구

- 일본(연구개발 중심에서 실리형 우주개발로 패러다임 전환)
 - 우주개발이용을 강조한 우주기본계획 수립('13년) 및 추진
 - * 지역위성항법시스템(QZSS) 구축(4기/ ~'17년), 개발도상국 위성 수출, 'ASEAN 방재 네트워크' 구상 등 신규 사업 중점 추진
 - 차세대 발사체 개발 확정(H-III/'20) 및 선도적 연구개발 지속 계획
 - * 효율성을 중시한 Epsilon개발('13년), 소행성 탐사 후속선(Hayabusa-2/'14년), 수성 탐사선(BepiColombo/'15년, 유럽공동), 우주태양광발전 등
- 중국(야심차고 치밀한 우주개발 투자 확대로 우주강국 급부상)
 - '20년까지 독자 우주정거장(천궁) 완공을 목표로 유인활동 추진
 - 단계별 달탐사 지속 및 화성탐사 착수, 위성항법을 전지구 규모로 확장
 - * 달 착륙선(Chang'e 3 4호/'13년,'15년) 및 달 표본채취 귀환선(5호/'17년), 전지구 위성항법시스템(Beidou 35기/ ~'20년)
 - 비독성 연료를 사용하는 차세대 발사체 개발 및 적도부근 발사장 구축
 - * 장정 5호(대형) 6호(소형) 7호(중형/유인) (~'15년), 하이난우주센터('15년)
- 인도(발사체 기술 자립화 및 선진국 수준의 우주개발 추진)
 - 정지궤도발사체(GSLV)의 자립화 및 성능향상 추진
 - * 러시아산 상단엔진을 국산화한 모델(GSLV MkII)과 성능향상 모델(GSLV MkIII) 개발 중
 - 달 탐사 후속선 및 화성 탐사선, 지역위성항법시스템 구축 추진
 - * 화성 탐사선(Mangalyaan/'13), 달 착륙선(Chandrayaan-2/'15년), 지역항법시스템 (IRNSS)(7기/ ~'16년)

○ 주요국 우주개발 규모 비교

- 우주개발 경쟁력 순위에서 미국이 가장 높은 것으로 평가되었으며, 러시아와 EU가 각각 2위와 3위를 차지하고 있음
- 아시아 국가 중에서는 일본이 가장 높은 경쟁력을 확보하고 있으며, 중국은 경제성장에 따라 투자액을 대폭 확대하고 있는 것으로 분석됨

<표 2-14> 주요국 우주개발 규모

구분		미국	러시아	EU					일본	인도	중국	한국
				프랑스	독일	이태리	영국					
우주개발 경쟁력 순위 ⁴⁾ (점수)		1위 (37.4)	2위 (22.3)	3위 (19.8)					4위 (16.0)	5위 (15.4)	6위 (14.9)	8위 (7.6)
예산 (‘12년) ⁵⁾	투자 순위	1위	2위	-	5위	7위	9위	10위	3위	8위	4위	20위
	총액 ⁶⁾ (백만불)	42,689	8,597	5,874	2,780 (1,742)	1,607 (623)	971 (609)	649 (341)	3,699	1,259	3,432	194
	GDP 대비 (%)	0.283	0.440	-	0.108	0.048	0.049	0.027	0.062	0.065	0.042	0.017
	정부 R&D예산 대비(11년 기준, %)	29.4	61.7	-	13.5	6.1	9.2	5.1	7.7	-	-	1.5
	국민 1인당 (달러)	135.9	60.6	-	43.8	19.6	19.0	10.3	29.0	1.0	2.5	3.9
인력 ⁷⁾	우주 전담 기구 (‘12)	NASA 18,170	FSA 200	ESA 2,260	CNES 2,500	DLR 7,200	ASI 200	UKSA 40	JAXA 1,540	ISRO 17,620	CNSA -	KARI 720
	산업체 (‘11)	242,724	-	34,583	12,869	5,702	5,134	3,413	7,377	-	-	1,047
우주 발사 활동 ⁸⁾	‘12년 발사체 발사횟수	13회	27회	10회					2회	2회	19회	0회
	지난5년간 (‘07년~‘12년) 발사체 발사횟수	111회	276회	42회					13회	16회	80회	2회
	‘12년 운용중인 위성 수 ⁹⁾	455	110	17	16	20	10	18	42	28	107	5

4) 2012 Space Competitiveness Index (Futron, 2013)

5) Government Space Markets: World Prospects to 2022 (Euroconsult, 2013) / IMF World Economic Outlook Databases, OECD Main Science and Technology Indicator / 2012년 우주개발시행계획

6) 괄호 안은 유럽 공동 우주개발 사업 분담금을 제외한 국가 우주개발 사업 예산

7) The Space Report 2013 (Space Foundation)

8) Commercial Space Transportation (FAA), UCS Satellite Database (2012.12.1 기준)

9) 정부 및 민간 위성 전체 ('12.12월 기준 우리나라는 아리랑 2호, 아리랑 3호, 천리안, 무궁화 5호, 올레 1호)

□ 국내 물관련 위성 활용 현황

[기상·해양·환경 분야]

- 기상예보 지원기술 고도화, 실시간 기상 위성정보 분석 강화
 - 태풍분석, 기후예측, 지진 및 환경 분야 등에 위성정보 활용 강화 및 분석·예측 시스템 구축
- 인공위성 기반 통합 해양감시망 구축
 - 저궤도 인공위성 정보를 활용한 해양 환경 감시기술 개발 및 분석시스템 개발 구축
 - 해양감시 전용 중계기 탑재를 통한 안정적인 해상광역 통신운영 체계 구축
 - * '05년부터 무궁화위성을 활용하여 위성전화·영상전화·선박위치 확인 등에 활용하고 있으나, 통신용량 부족으로 제약이 많음
- 위성정보를 활용한 한반도 주변 해양환경 모니터링 기술 및 시스템 구축
 - 이상 해황탐색 및 분석, 적조 및 녹조 발생해역 추정 등 실용기술 연구개발 및 모바일기기와 연계한 정보제공시스템 구축 추진 중

[재난·재해 분야]

- 위성영상 기반 능동형 재난감시체계 구축
 - 광학 및 SAR 위성정보를 이용한 전천후 재난위성영상 정보 수집 및 재난유형별 피해분석 수행
 - 국민안전처를 중심으로 국가 방재위성활용센터 중장기 운영 및 발전 방안 마련
 - * 위성영상을 활용한 국가재난관리 정보를 일괄·지속적으로 분석·제공·운용할 수 있는 방재위성센터 구축과 단·중·장기 종합계획 수립 등

[통신 및 항법 분야]

- 위성통신망을 활용한 통합 재난안전체계 구축
 - 고속 Wi-Fi 및 지상망 Hot-spot용 양방향 위성전송기술 및 위성-지상망 연동기술 개발
 - 위성 비상재난통신용 기지국 및 위성 겸용을 위한 다중모드 단말플랫폼 개발

□ 국내 물관련 위성기술 개발 현황

○ 국내 부처 및 연구소별 위성 기술 개발 현황

- (기상청) 천리안 위성을 이용해 강수량측정이 이루어지고 있으나, 천리안 위성에 탑재된 적외선 센서의 관측 한계로 인해 관측 정확도가 매우 낮음
- (한국항공우주연구원) 다목적실용위성 2호와 3호를 이용하여 한반도 지역을 포함한 전세계 지역에 대한 위성정보를 획득 중이며, 2013년 8월 발사한 다목적실용위성 5호의 경우 X-밴드 SAR 영상을 이용하여 구름에 영향을 받지 않고 수자원 및 홍수지역에 대한 감시가 가능
- (한국해양과학기술원) 해양위성센터에서 운용 중인 GOCI 위성의 경우 한반도 지역에 대한 식생지수 산출 가능성 및 활용성이 높음

○ 수자원 분야 적용을 위한 목적별 기술개발 현황

- (홍수재해) 기상의 영향을 적게 받는 장점으로 인해 Radarsat, ERS, JERS, Envisat 등에서 제공되는 합성개구레이더(Synthetic Aperture Radar: SAR) 영상이 활발히 활용되고 있음
- (가뭄관리) 다양한 인공위성 자료를 활용하여 가뭄을 평가할 경우 시공간적으로 변화하는 가뭄을 감지하여 보다 효율적으로 한반도 전지역에 대한 일관성 있는 가뭄평가가 가능함
- (하천건천화) 하천건천화를 정량적으로 파악하기 위한 방법으로는 기상조건, 식생상태, 토양수분, 불투수지역, 지하수위 등 시공간적 분포 파악이 가능한 적절한 시간 및 공간 해상도의 위성영상들을 활용해야 함

○ 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
- (미래창조과학부) 재해 유형별로 지진예측기법, 토사재해 선제대응기술, 국가태풍분석 및 예측기술, 침수재해 경감기술 등으로 구분하여 기술적 해결 방안을 위한 재난 및 재해 연구개발 투자전략을 강화하고 있음
- (국민안전처) 피해조사 요령, 시설별 단가, 관련 법령 등의 정보를 일반 사용자가 쉽게 열람할 수 있도록 자연재난조사 및 복구계획 수립 훈령을 모바일 앱으로 제공함

□ 수자원 분야 레이더 적용을 위한 기술개발 현황

- (중규모 단기예보 모델링) 기상청 및 공군의 단일편파 S-밴드 레이더 정보를 이용하여 반사도와 시선속도를 모델의 3차원 자료동화기법에 적용
- (홍수예측개선) 개선된 관측망 자료의 홍수예측 개선과 관련한 활용성을 극대화하기 위한 동적자료동화 시스템의 연계 연구를 수행중임
- (수문레이더) 호우의 공간특성을 잘 구현하는 수문레이더 및 X-Net 강우자료의 활용과 각종 수문관측망 자료를 활용한 홍수예측 관련 연구
- (지역안전도 평가기법 도입) 지역의 수재해 및 자연재해 위험도를 사전에 파악하여 풍수해저감 종합계획 수립, 재난보험제도 도입 등 중장기 재난저감대책 및 시설투자 사업 수립에 활용

□ 국내 위성운영과 수자원 관측 활용 가능성

- 해양 및 기상 관측을 위한 위성은 개발되어 운용 중이나, 국내의 수자원 관측에 적합한 위성은 전무함
 - 국내 위성의 경우 주로 기상, 기후, 해양, 환경변화, 통신, 방송서비스, 지형공간정보 등의 목적을 위해 개발되었으므로, 수자원관리를 위해 적용하고 이용하는 데 있어서는 현실적으로 많은 어려움이 있음
 - 기상위성은 기상관측을 목적으로 하는 인공위성으로, 단기예보에 필요한 저기압 또는 전선 등의 정확한 위치와 크기 등을 파악하기 위해 구름, 가강우, 에어로졸, 눈과의 차별 등 대기위주의 5-6개 센서들로 구성되어 있으며, 기본적으로 지상의 특성을 파악하는 센서들은 없으나 기상이 좋을 때 지상을 촬영한 영상을 활용하여 간접적으로 활용이 가능함
 - COMS-1과 COMS-1의 후속위성으로 차세대 중형위성 GEO-KOMPSAT 2A, GEO-KOMPSAT 2B (정지궤도복합위성2A, 2B)가 현재 개발 중이며, 이에 대한 지상국 시스템 개발도 진행 중임
 - COMS-1는 MI(Meteorological Imager) 센서와 GOCI(Geostationary Ocean Color Imager) 센서를 탑재하여 GOCI 데이터 전용 처리 패키지(GPDS, The GOCI Data Processing System)를 통해 해양환경 및 기후변화 모니터링을 수행
 - GEO-KOMPSAT 2A는 기상/우주기상 위성으로 2017년에 발사 예정이며, COMS의 센서인 MI를 개선시킨 AMI(Advanced Meteorological Imager)센서를 탑재하여 태풍, 집중호우, 폭설, 해빙 등의 기상 모니터링이 주요 임무
 - GEO-KOMPSAT 2B는 해양/환경 위성으로 2018년에 발사 예정이며, COMS의 센서인 GOCI를 발전시킨 GOCI-II센서를 탑재하여 해양환경을 모니터링하는 것이 주요 임무
- 현재 미래창조과학부는 위성정보의 활용을 위하여 한국항공우주연구원 내에 국가위성정보활용센터를 설립('15.11)하고 위성정보 통합플랫폼을 구축 중에 있음

□ 국외 선진국 기술개발 동향

- 자료동화기술을 적용하여 수문현상에 대한 지식과 모형기술 및 관측자료의 최적연계를 가능하게 하고 있음
 - 미국, 일본, EU를 비롯한 관련 기술 선진국에서는 지상관측망과 원격 관측망을 이용한 기상-수문현상의 이해가 개선되면서 수자원 분야에 원격탐사를 적용하기 위한 다양한 연구가 추진되고 있음
- 미국, 유럽, 일본 등 여러 선진국에서는 자료동화 시스템을 연계한 홍수예측 개선뿐만 아니라 다중모형, 다중기법 등을 활용한 홍수예측값의 개선을 위한 최적 블렌딩 기술 개발 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 개발하여 활용하고 있음
 - 미국의 RVAT의 경우 재해유형별 위험예측 및 가중치에 따른 위험분석을 실시함으로써 유역별 지역특성을 고려한 단기간 수재해 대응 기반기술을 개발하고, 이를 연계한 통합관리시스템을 개발하고 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 Geomatics(캐나다), ERDAS IMAGINE(미국), Multispec(미국) 등 많은 기업들에서 위성영상을 활용할 수 있는 소프트웨어를 개발해 판매하고 있음
- 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 센서를 이용해 획득된 영상을 이용하고 있으나, 최근에는 위성에 탑재된 영상을 활용하기 위한 많은 기술들이 개발되고 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 지오이드모델(USGG2003)을 개발하였고, NAVD88 기준으로 처리된 미국 전역 총 14,000 여개의 GPS/Leveling 자료를 이용하여 고정밀 GEOID03 모델을 개발하여 활용하고 있음

□ 국외 물관련 위성 기술 연구 동향

○ 미국

- 미국의 대표 우주기관으로는 NASA가 있으며, 수자원 관리기관으로는 USGS 등이 있음
- NASA는 ASP(Applied Sciences Program)를 통해 수자원 관리를 위한 다양한 서비스를 제공하고 있음
- ASP Water Resource를 통해 수자원 관리기관 및 사용자 그룹의 의사결정 시스템을 지원하며, NASA의 다양한 위성데이터를 이용하고 있음

[가뭄]

- USGS, NOAA 등 여러 기관과 공동연구를 통해 가뭄감시기술개발 및 모니터링 수행함
- MODIS, SPOT Vegetation, MERIS, Meteosat 등을 활용한 NDVI(식생지수) 분석을 통해 가뭄감시 체계를 기 구축함
- 토양수분 분석을 위해서 Soil Moisture Active and Passive (SMAP) 위성을 통해 적용하고 있음
- GRACE 위성자료를 활용한 지하수 및 토양수분 분석을 하고 있음

[홍수 모니터링]

- TRMM, DMSP, Aqua 등 다양한 위성을 활용한 강수량 산출 및 정확도 개선을 위한 연구를 추진 중임
- 홍수발생지역 피해분석을 위한 고해상도 광학위성 및 SAR 위성영상을 활용하고 있음
- 기상위성의 Near Real Time 영상자료를 활용한 홍수정보 시스템 개발을 추진 중에 있음
- 16개 채널의 정지궤도위성 개발과 정확한 강수추정을 위한 연구개발이 추진 중임

[수문]

- CNSE과 협력하여 Surface Water Ocean Topography (SWOT) 위성 개발 중임
- SWOT 위성을 활용한 강, 저수지, 호수의 수위 관리 업무가 획기적으로 개선될 것으로 전망됨


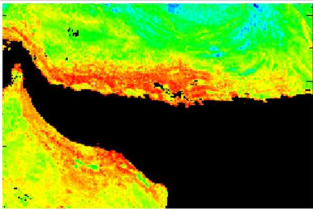
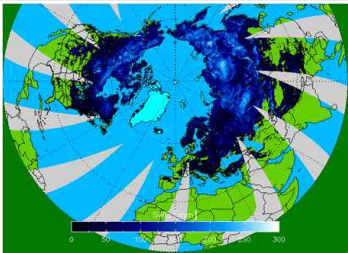
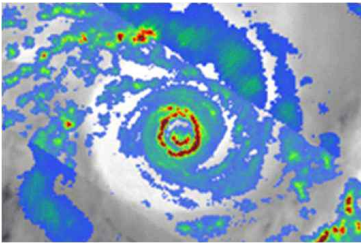
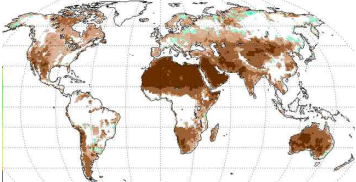
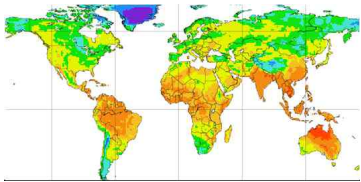
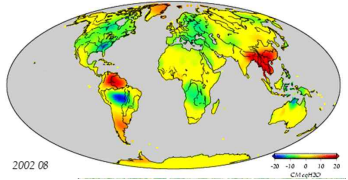


○ 유럽

- JRC는 AMSR-E 영상을 이용한 전 세계 홍수모니터링 시스템을 구축하고 있음
- Eumetsat의 MetOp 위성을 활용한 온도, 습도, 풍향 등 다양한 요소를 측정하여 기후 예측에 활용 중임
- [Operational Hydrology and Water Management 프로젝트]를 통한 정지궤도와 저궤도 위성의 통합 운영으로 효율적인 수자원 관련 정보가 생성되고 있음
- ESA는 위성영상을 활용한 물관리 시스템인 TIGER 프로젝트를 통해 아프리카의 수자원관리 시스템 구축을 지원하고 있음

○ 일본

- 미국의 NASA와 일본의 JAXA가 협업을 통해 TRMM, GPM 운용 중임
- TRMM, GPM 등의 강우자료와 MODIS 등의 육지자료를 통합한 재난관리분석 지원
- JAXA의 Aqua 위성을 대체할 GCOM-W 위성을 개발하여 물순환 감시 및 기후변화 모니터링(강수량, 증기량, 해양풍, SST 등) 등에 활용하고 있음
- Terra MODIS를 이용한 지역별 저수지 수위관측 지원 중임
- L-band SAR인 PALSAR가 탑재된 ALOS-2 개발로 해일 및 홍수 예측 정확성 향상됨
- 일본이 2014년 10월에 16개 채널의 정지궤도위성인 HIMAWARI를 발사하였으며, 이를 통해 태풍 및 긴급 기상예보 등에 대한 예측분야에 크게 활용될 것으로 기대됨

○ 국외 수자원 관련 주요 위성 현황

관측 항목	위성	관측 항목	위성
 적설분포량	MODIS, VIIRS, Landsat	 육지표면온도/증발산 맵핑	MODIS, Landsat, GOES
 눈과 설지	AMSR-E, SSM/I, SCLP	 강수량	GPM, TRMM
 표토 수분	SMAP, SMMR, TRMM, AMSR-E, SMOS, Aquarius	 방사선	CERES, CLARREO
 지상파 및 지하수 저류량	GRACE	 수면 표고 및 유량	Jason-2, SWOT
 식물/탄소	Landsat, MODIS, DESDynI, ICESat-II, HyspIRI, LIST, ASCENDS		

□ 수자원 분야 활용 위성제원

- 국토교통부에서 제시한 수자원분야에 사용되는 위성제원 가운데 국내위성은 KOMPSAT만이 활용되고 있으며, 국내위성인 COMS/GOCI은 수자원과 기상에 모두 사용되고 있지만 기상위성으로 추후 수자원전용 위성과 함께 활용되어 수자원 계획 및 관리에 기여할 수 있음
- 대부분 수자원 분야에서 사용되는 위성정보는 외국에 의존하고 있어 국내 물리적 특성이 반영되지 않았기 때문에 불확실성 요소를 포함

<표 2-15> 수자원 분야에 사용되는 국내 위성 제원

대분류	중분류	해상도	파장대	제원
국토의 체계적 이용 및 관리	하천	고해상도 및 중해상도 광학영상/LIDAR/SAR	가시광선, 적외선	KOMPSAT(2,3,5) • 고해상도 위성 (IKONOS, QuickBird, WorldView) • 중저해상도 위성 (SPOT, Landsat, MODIS) • SAR 위성(RADARSAT) • 항공LiDAR
국토안전 관리체계 고도화	기후변화	고해상도 및 중해상도 광학영상, 항공영상	가시광선, 적외선	KOMPSAT(2,3,5) COMS/GOCI • 고해상도 위성 (IKONOS, QuickBird, WorldView) • 중저해상도 위성 (SPOT, Landsat, MODIS)
	홍수	1m급 고해상도 광학영상/SAR	가시광선, 적외선	KOMPSAT(2,3,5) • 고해상도 위성 (IKONOS, QuickBird, WorldView) • 중해상도 위성 (SPOT, Landsat) • 저해상도 위성 (Jason-1, GRACE, TRMM) • SAR 위성 (TerraSAR, RADARSAT, Envisat, ERS-2)
	수자원	고분해스펙트럼적외선 센서/마이크로파센서 SAR/광학영상	가시광선, 적외선	KOMPSAT(2,3,5) • 중저해상도 위성 (SPOT, Landsat, MODIS) • 저해상도 위성 (AMSR, SSM/I, GRACE, TRMM) • SAR 위성(Envisat)
	수질	고해상도 광학영상 및 중해상도 초분광영상/항공영상	가시광선, 적외선	KOMPSAT(2,3,5) • 고해상도 위성 (IKONOS, QuickBird, WorldView) • 중해상도 위성 (Landsat, MODIS, Hyperion) • SAR 위성(RADARSAT)
	도시방재	1m급 고해상도 광학영상/SAR	가시광선, 적외선	KOMPSAT(2,3,5) • 고해상도 위성 (IKONOS, QuickBird, WorldView) • SAR 위성 (TerraSAR, RADARSAT, Envisat, ERS-2)

- 국외 수자원 및 수재해 감시에 활용 가능한 위성을 다음과 같음

<표 2-16> 국외 수자원 및 수재해 감시 활용 위성

구분	미국							일본	유럽	한국
위성	Aqua (Terra 후속위성)	Terra	SNPP	GPM (JAXA공통)	SMAP (CSA공통)	TRMM (JAXA공통)	Landsat-8	GCOM-W	SMOS	COMS
발사일	2002.5	1999.12	2011.10	2014.2	2015.1	1997.11	2013.2	2012.5	2009.11	2010.6
해상도	[IR] 13.5km [VNIR] 2.3km	10~20km	[ATMS] ~14km [VIIRS] ~0.8km	6~26km	[L2SMP] 40km [L2SMAP] 9km [L2SMA] 3km	5~10km	[OU] 15~30km [TIRS] 100m	5~50km	35~50km	[MI] 1km, 4km [GOCI] 0.5km
밴드 (센서)	MODIS	MODIS	ATMS VIIRS	DPR GMI	SMAP	TMI VIRS	OLI TIRS	AMSR-2	MIRAS	MI GOCI
재방문 주기	16일	16일	16일	95분	9일	46일	16일	1~2일	23일	정지궤 도
고도	705km	705km	824km	407km	685km	402km	710km	700km	763km	35,786 km
관측폭	2,560km	2,560km	[ATMS]2, 200km [VIIRS]~8 85km	[DPR] 245km, 125km [GMI]885 km	1,000km	[TMI] 790km [VIRS] 720km	[OLI] 185km [TIRS] 185km	1,450km	1,000km	2,500k m
주요임 무	지구환경, 기후변화	지구환경, 기후변화	기상 및 기후변화	기후변화, 물순환	토양수분	강우 및 대기방사	전지구 관측	강수, 수증기	토양수분, 해양염분	기상, 해양

<표 2-17> 관측인자별 위성 분류

구 분	위성명	핵심관측인자	부가관측인자
지구환경, 기후변화	Aqua, Terra	기온, 습도	적설, 식생지수, 복사에너지, 구름정보
기상 및 기후변화 물순환	SNPP	기온, 구름정보	습도, 적설, 복사에너지
	GPM	구름정보	강우, 적설
강우 및 대기방사	TRMM	강우	복사에너지, 구름정보
토양수분	SMAP	토양수분	습도, 구름정보
	SMOS	토양수분	구름정보
강수, 수증기	GCOM-W	기온, 강수	적설, 복사에너지, 토양수분, 구름정보
전지구 관측	Landsat-8	다중분광	열적외, 복사에너지
기상 및 해양	COMS	기온, 강우	적설, 구름정보

2. 최근(5년내) 수자원위성의 개발 특성

대형위성(1,000 kg이상)을 중심으로 위성탑재체 및 분석 기술 고도화를 통한 수문인자의 관측 정밀·정확도 향상, 주야간 및 악천후 시 수자원변동 감시 등 첨단 기술 개발 활성화

□ 최근 개발 및 운영 위성

○ GPM(Global Precipitation Measurement)

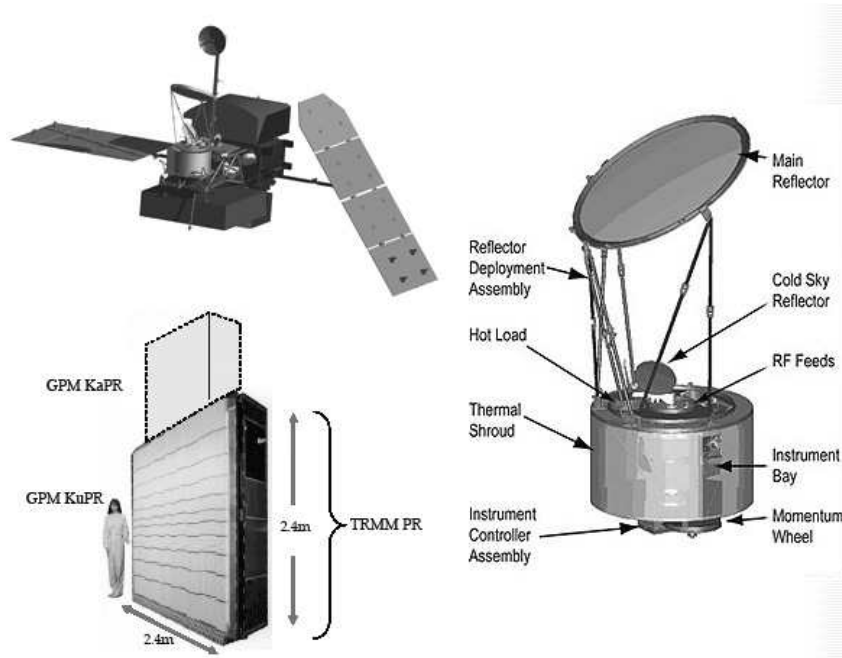
- 기본정보

- 발사일 : 2014년 2월
- 임무기간 : 2014~2017
- 개발국 : 미국, 일본
- 운영기관 : NASA, JAXA
- 탑재체 : 마이크로파복사계, 이동강수레이더
- 목적 : TRMM보다 주기와 정확성을 높여 글로벌 강수량을 관찰하여 글로벌 기후, 날씨, 수문예측 개선
- 주요관측인자 : 구름정보

- 특징

- 강수시스템 분석 등 비의 기후학적 연구뿐만 아니라 날씨와 홍수예보 등 보다 사회생활과 밀접한 분야에 대한 응용이 가능
- TRMM의 후속 확대 미션인 GPM은 강수 레이더 및 마이크로파복사계를 탑재한 태양 비동기 궤도 위성을 기준위성으로 운용함
- 각국 또는 각 기관에서 개별적으로 위성을 쏘아 강수 측정이 가능한 몇 개의 부속 위성을 함께 운영하여 강수 측정 빈도를 높임
- 고위도 지역을 포함한 다양한 강수 측정 수행
- GPM의 코어 인공위성과 부속위성들이 수집한 데이터는 NASA와 JAXA를 비롯한 각국의 지상국에서 수신한 후 각각의 GPM 데이터 처리 시스템으로 송신
- 처리 시스템에서는 전송된 데이터를 준 실시간으로 처리, 전지구 강수지도와 같은 고차 제품과 한계 관계기관으로 송신
- 관계기관에서는 자료와 이미지를 이용하여 기상예보와 홍수예측이 가능하고 각각의 목적에 맞도록 가공하여 사용 가능
- GPM은 기상예보, 농업의 물 관리에 활용, 수재해 예측 경보 발령 등 방재 분야에 기여 가능
- 정밀 강수측정 데이터는 물 순환 메커니즘을 밝히는데 도움이 될 뿐 아니라 집중호우와 같은 단기현상 예보에서 계절 예보 등의 장기예보에 이르기까지 기상예보

의 정확도 향상과 하천 및 농업용수 등 수자원 관리에 기여



[그림 2-14] 전지구 강수 측정(GPM)위성의 구성

<자료출처: <http://www.nws.noaa.gov/oh/hrl/hsmb/GPMSG/index.html>>

○ SMAP(Soil Moisture Active Passive)

- 기본정보

- 발사일 : 2015년 4월
- 임무기간 : 2015~2018
- 개발국 : 미국
- 운영기관 : NASA, JAXA
- 탑재체 : 마이크로파 이미지 복사계 레이더(L밴드)
- 목적 : 전지구 토양수분의 관측을 통해 수치기상 예측모델과 계절기후모델 예측 능력 향상
- 주요관측인자 : 토양수분

- 특징

- 토양수분은 홍수, 가뭄, 산사태 등의 여러 가지 형태의 자연재해에 직·간접적으로 영향을 미치는 중요한 수문인자임
- 토양수분은 지표면을 기준으로 발생하는 물 순환을 연구하는 것이 가장 중요한 변수 중 하나이며 기후변화 시나리오 예측을 위한 GCM(Global Circulation Model) 모형의 초기 및 경계조건으로 사용
- 기상, 기후변동 및 변화, 수문 모델링, 농업 생산성, 수자원 관리, 가뭄, 홍수범람 지도 작성 등 다양한 응용분야에서도 토양수분 대한 신뢰성 있는 정보 필요
- 토양수분의 관측은 두 가지 방법으로 구분되는데 TDR 장비를 이용하여 실제 측정점에서 측정하는 직접적인 방법(point-scale)과 항공사진(airborne sensing-scale) 및

위성(satellite-scale)을 이용하여 지표면의 토양수분분포를 측정

- TDR로 실측된 토양수분은 정확하지만 공간적으로 분포되어 있는 토양수분을 나타내는데 있어서 제약이 따름
- 단점을 보완하기 위하여 선진국에서는 인공위성을 이용하여 토양수분을 측정하고 그 자료를 제공
- 인공위성 기반의 토양수분은 시공간적으로 연속된 토양수분을 제공하고 있지만 관측 센서와 공간적인 해상도(~40km)의 문제로 인하여 실제 이용성의 한계가 있음
- NASA에서는 이러한 단점을 해결하기 위하여 2014년에 SMAP 위성을 발사하였으며, L-band radar/radiometer 센서를 탑재한 SMAP 위성은 radar 기반의 3km 해상도의 토양수분(0-5cm), radiometer 기반의 ~40km 해상도에서 토양수분(0-5cm)을 제공

○ JASON-3(Joint Altimetry Satellite Oceanography Network)

- 기본정보

- 발사일 : 2016년 1월
- 임무기간 : 2016~2023
- 개발국 : 미국, 유럽
- 운영기관 : NASA, ESA
- 탑재체 : 고도계 AMR-2 DORIS
- 목적 : 해수면 상승과 태풍, 허리케인 이동경로 추적, 기후변화 모니터링 등을 통한 전지구 기후변화 대응 마련
- 주요관측인자 : 해수위

- 특징

- 대양의 장기변동 연구를 위해 기존 TOPEX/Poseidon, Jason-1/2와 동일한 사양을 가진 Poseidon-3B도 Jason-3 위성에 탑재하여 2015년에 발사할 계획임
- 기후 변화를 모니터링하고 엘니뇨 등의 현상을 추적하는데 사용
- 열대성 저기압의 강도를 정확하게 예측하여 해수면 상승 등 모니터링에 도움
- 태풍 강도 예측 및 시름 유출과 유해 조류 등 환경 문제에 대응하기 위해 사용

□ 개발 및 발사 예정 위성

○ GCOM-C1(Global Change Observation Mission-Climate)

- 기본정보

- 발사일 : 2016년 발사예정
- 임무기간 : 2016~2021
- 개발국 : 일본
- 운영기관 : JAXA

- 탑재체 : 광학 탑재체
- 목적 : 대기와 지표면사이의 기후변화와 탄소순환과정 관측을 통해 지표면의 대기 측정에 기여
- 주요관측인자 : 탄소농도

○ JPSS(Joint Polar Satellite System)

- 기본정보

- 발사일 : 2017년 발사예정
- 임무기간 : 2017~2024
- 개발국 : 일본
- 운영기관 : JAXA
- 탑재체 : 마이크로파복사계, 광학 탑재체
- 목적 : 대기, 온도, 습도, 압력의 관측으로 환경모니터링과 환경, 날씨, 기후 해양 과학에 기여
- 주요관측인자 : 대기변화

○ SWOT(The Surface Water Ocean Topography)

- 기본정보

- 발사일 : 2020년 발사예정
- 임무기간 : 2020~2023
- 개발국 : 미국
- 운영기관 : NASA, CNES
- 탑재체 : Ka-band레이더, 마이크로파방사계, 레이더고도계
- 목적 : 전 세계 담수관리를 위한 해양순환 모델과 날씨, 기후예측 및 지원
- 주요관측인자 : 지표수위, 유량

□ 수자원 관련 위성 개발 특성

[기술적 특성]

- 기존 위성 탑재체 단점 보완하여 수문인자 관측 정확도 향상
- 전지구 수자원, 대기, 해양, 지표면 정보 획득
- 주야간 전천후 감시, 장거리 광역 정찰, 대용량 정보 장거리 전송 기술 등 개발

[산업경제적 특성]

- 글로벌 관측을 통한 기후변화 예측 향상으로 수재해 예방 및 관리 기술 개발
- 고해상 위성영상 제공으로 수자원사업 분야 활용성 증대
- 광역 관측자료 기반 글로벌 물산업 리딩 전략 수립
- 물 순환 파악을 통한 수문학분야 연구 활성화

[최신기술 특성]

- 수자원변동 파악을 위한 주요 관측인자 특화된 위성개발 사업 증가
- 자료동화 기법 및 홍수유출모형 등 연계 통한 홍수, 가뭄 모니터링 및 예측도 정확도 향상 도모

위성	최근 개발 위성			향후 개발 위성		
	GPM	SMAP	JASON-3	GCOM-C1	JPSS	SWOT
발사일	2014년 2월	2015년 1월	2016년 1월	2016년 발사예정	2017년 발사예정	2020년 발사예정
임무기간	2014~2017	2015~2018	2016~2023	2016~2021	2017~2024	2020~2023
개발국	미국, 일본	미국	미국-유럽	일본	일본	미국
운영기관	NASA, JAXA	NASA, JAXA	NASA, ESA	JAXA	JAXA	NASA, CNES
탑재체	마이크로파 복사계, 이중강수 레이더	마이크로파 이미지 복사계 레이더(L밴드)	고도계 AMR-2 DORIS	광학 탑재체	마이크로파 복사계, 광학 탑재체	Ka-band 레이더, 마이크로파 방사계, 레이더 고도계
목적	TRMM보다 주기와 정확성을 높여 글로벌 강수량을 관측하여 글로벌 기후, 날씨, 수문예측 개선	전지구 토양수분의 관측을 통해 수치기상 예측모델과 계절기후모델 예측능력 향상	해수면 상승과 태풍, 허리케인 이동경로 추적, 기후변화 모니터링 등을 통한 전지구 기후변화 대응 마련	대기와 지표면사이의 기후변화와 탄소순환과정 관측을 통해 지표면의 대기 측정에 기여	대기 온도, 습도, 압력의 관측으로 환경모니터링과 환경, 날씨, 기후, 해양 과학에 기여	전 세계 담수관리를 위한 해양순환 모델과 날씨, 기후 예측 및 지원
주요 관측인자	구름정보	토양수분	해수위	탄소농도	대기변화	지표수위, 유량

[그림 2-15] 최근 수자원관련 위성 개발 특성

□ 수재해 활용 가능한 위성 탑재체 개발 동향

- 수재해 활용 가능한 위성은 주야간, 악천후 등 기상 조건에 상관없이 전천 후 지구관측이 가능한 탑재체가 개발 및 탑재되어야 하며, 이러한 조건을 만족하는 탑재체는 영상레이더(SAR, Synthetic Aperture Radar)가 있음
- 영상레이더는 관측하고자 하는 대상물에 레이더파를 송신하고, 대상물에서 반사되는 반사파를 수신하는 장치로, 수신된 신호의 강도 및 위상 등을 이용하면 영상으로 표현할 수 있어 영상레이더라고 함
- 영상레이더는 대상물질의 성분, 종류, 상태 및 반사파의 주파수에 따라 반사강도 및 위상 등이 달라지는데, 영상레이더의 분해능을 높이려면 안테나의 크기를 키워야 하나, 항공기, 셔틀, 위성 등 플랫폼의 운동이 일정한 비행체에 안테나를 탑재하여 특정 시간 동안 이동하게 한 후, 그 동안의 전자파를 합성하면 안테나의 크기가 커지는 것과 동일한 효과를 얻을 수 있으므로, 합성개구레이더 또는 SAR라고도 함

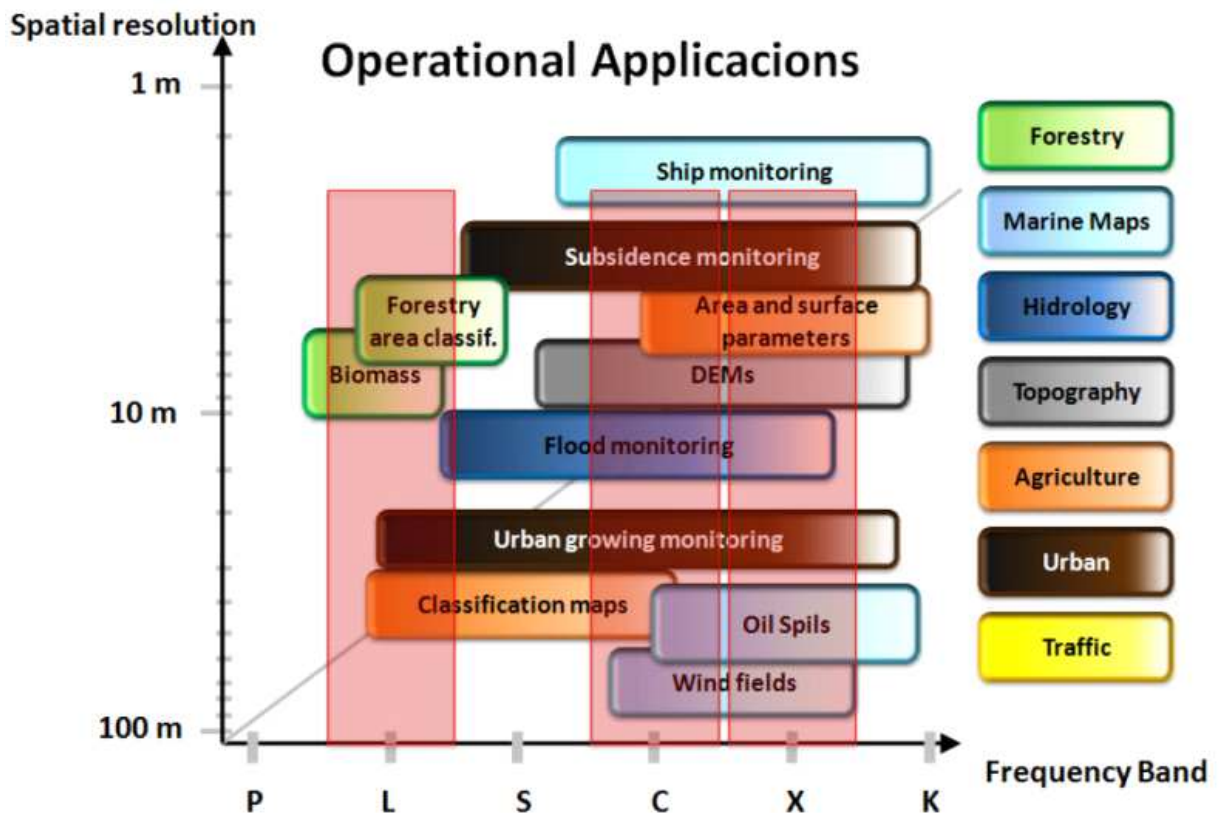
<표 2-18> SAR 위성의 운영방식

SAR 운영 방식	개념	비고
Strip 방식 -표준영상모드	위성의 궤도움직임 내지 안테나 배열구조를 이용하는 일반적인 방식	
Scan 방식 -광역영상모드	관측폭을 넓히기 위하여 Range 방향의 관측 영역을 변경하는 방식	능동형 위상배열 안테나 기계식 지향 안테나
Spotlight 방식 -고해상도모드	특정 영역에 레이더 펄스를 집중 조사하여 해상도를 향상시킴	능동형 위상배열 안테나 기계식 지향 안테나

- SAR는 전자광학카메라와는 달리, 비, 구름, 연기, 안개 등 기상조건이나 주야간, 역광 등 일조량에 관계없이 광범위한 지역의 영상획득이 가능한 특징이 있어서, 1978년 미국이 SEASAT을 통해 그 유용성을 확인한 후, 선진국을 중심으로 다양한 위성이 개발 및 활용되고 있음
- SAR 영상은 토양수분량, 강호수 면적, 습지대분류, 수계패턴, 홍수감시 등 수자원 관리 외에도, 선박 감시, 기름 유출, 산림감시, 홍수관리, 토지이용관리, 농업, 재난 감시 등 다양한 분야에서 활용되며, 주파수에 따른 영상 이용 분야와 요구 해상도는 일반적으로 그림 2-18과 같이 알려져 있음
- 영상레이더를 위성에 탑재하여 이용하면, 작은 안테나로 큰 안테나를 사용하는 효과를 얻을 수 있어 고해상도의 영상획득이 가능함
- 이론적으로 안테나의 크기를 키워서 안테나에서 방사되는 전자파의 빔폭을 좁혀야 하나 항공기, 셔틀, 위성 등 플랫폼의 운동이 일정한 비행체에 안테나를 탑재하여 특정 시간 동안 이동하게 한 후, 그 동안의 전자파를 합성하면 작은 안테나로도 안테나의 크기가 커지는 것과 동일한 효과를 얻을 수 있음

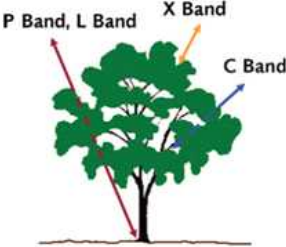
<표 2-19> 레이더 영상의 응용분야

응용분야	대표적 관측대상과 응용
수자원 관리(수문)	토양수분량, 강호수 면적, 습지대분류, 수계패턴, 홍수감시
해양	해양파, 내부파, 해상풍, 해류, 해저구조, 기름오염, 유전, 선박
빙설	해빙분류, 연령, 변동, 하천, 빙하, 적설, 빙산
지리	지도/지형, 지질구조, 지하자원관리, 해발정보, 지각변동
농업	농작물종류, 생육상태, 토양수분 및 경작면적, 재해상황
산림	수종, 수령, 식림, 벌채면적, 산불, 산림황폐화 연구
도시	시가지, 공장, 도시구조, 선로, 다리, 도로, 활주로
고고학	유적조사탐사, 관리
군사	정찰, 국경감시, 탐지(군함, 군시설), 표적식별 및 이동 추적

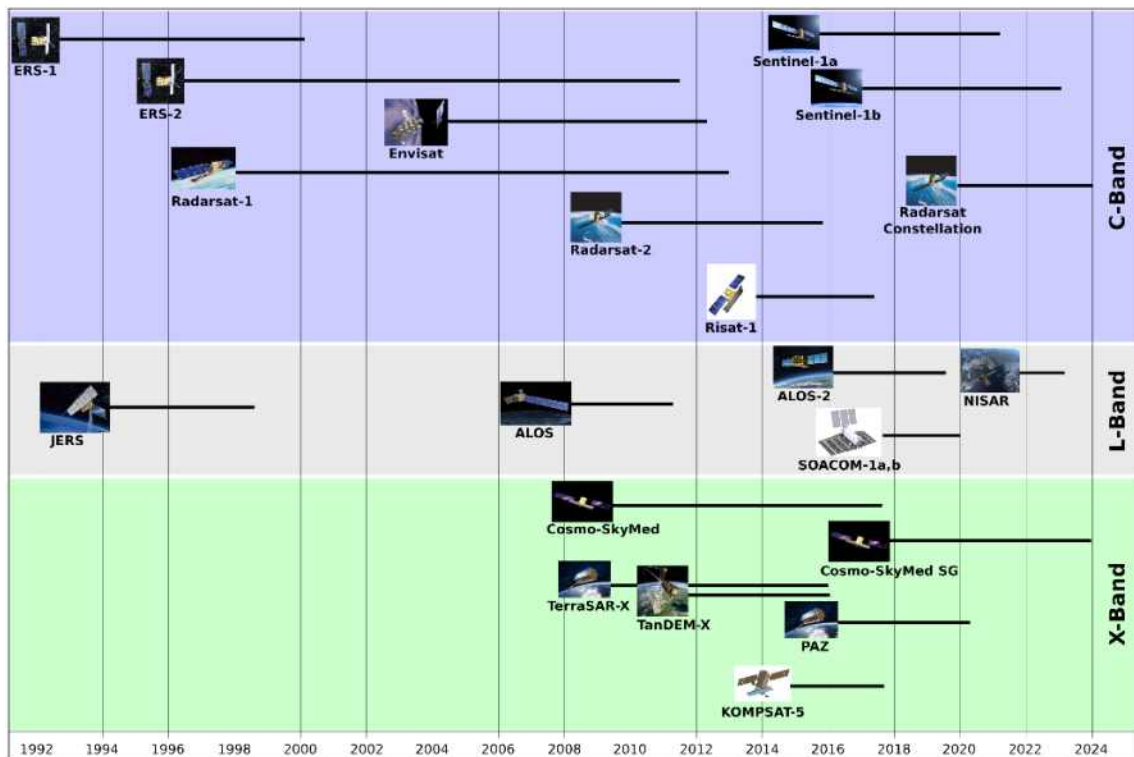


[그림 2-16] 영상레이더의 활용분야와 해상도 및 주파수와의 관계

<표 2-20> 주파수별 레이더 신호의 특징

밴드	특징 및 활용분야	
Ku	고해상도 지도제작, 위성을 이용한 고도 측정 및 산란도 측정에 사용	
X	정찰 및 지도제작, 감시(TerraSAR-X, TanDEM-X, COSMO-SkyMed, etc.)	
C	식생 및 물체의 표면에 따라 다른 전파의 투과율 특성관측, 해빙관측(RADARSAT, ERS-1), 토양표면 수분, 농작물 작황(RISAT-1, RISAT-1a), 지하수, 눈특성 등 분석	
S	강우측정, 공항기상 등 기상응용분야 활용	
L	산림지역이나 경작지의 토양표면 관측, 빙상 및 빙하의 동태 관측(ALOS PALSAR, RISAT-3)	
P	전파의 투과율이 높음(산림 및 생물군계 분석, 해빙, 토양, 빙하 등 응용 연구초기단계)	

- 한편, 위성 영상레이더의 경우는, 위성에 탑재할 수 있는 레이더 기기의 무게 및 부피가 제한되고 우주공간과 지상 간 전자파의 감쇄특성 등이 다르기 때문에 L(약 1.2 GHz), C(약 5.3 GHz), X(약 9.6 GHz) 밴드 위주로 개발되어 활용되고 있으며, 특히 C 밴드 영상레이더 신호는 식물에 대한 투과력은 L 밴드보다 떨어지나, 우리나라처럼 초목의 잎이 크지 않은 경우에, 토양수분관측 및 홍수 감시 등의 분야에서 활용됨
- 밴드별 영상레이더 위성 로드맵



[그림 2-17] 주요 위성영상레이더 로드맵

- 한편, 다양한 유용성에도 불구하고, 각종 신호처리 기술이 적용됨으로 인해 중량이 상대적으로 크며 개발비용이 높고, 개발에 장시간이 소요되는 단점이 있음
- 따라서 영상레이더 위성이 정밀·대형화하는 추세와는 별개로, 영상레이더 위성의 기능을 축소하여, 위성을 소형화 및 경량화(300 ~ 700kg 급)함으로써 개발기간을 단축하고 발사비용을 절감하는 기술개발이 병행되고 있음
- 영상레이더의 소형·경량화는 위상배열방식 안테나 보다는 주로 고이득의 반사판 안테나를 사용함으로써 실현되고 있음

<표 2-21> 소형·경량 위성 영상레이더 사례

구 분		SAR-Lupe	TECSAR	MAPSAR	ASNARO2
기 능		영상레이더	영상레이더	영상레이더	영상레이더
무 게	플랫폼	570 kg	330 kg	532 kg	300 kg 급
	탑재체	200 kg(추정)	150 kg	282 kg	200 kg
분해능(SPOT)		< 1 m	1 m	> 3 m	< 1 m
주파수		X	X	L	X
송신출력		2.9 kW	1.6 kW	900 W	1.3 kW
안테나		반사판	반사판	반사판	반사판
발 사		2006. 12.	2008. 1.	2015(당초예정)	2015(예정)
제조(사)기관		OHB(독일)	IAI(이스라엘)	INPE(브라질)	NEC(일본)
형 상					

- 우리나라의 차세대중형위성 개발사업은 위성 개발기간 및 비용을 최소화하면서, 영상레이더를 포함한 다양한 공공임무를 수행할 수 있는 500kg급 저궤도 위성의 표준형 플랫폼을 국내독자로 개발하는 것을 목표로 함
- 영상레이더 개발계획을 수립함에 있어 안테나의 크기 및 무게가 중요한 결정요소로 예상되는데, L 밴드 영상레이더 시스템의 경우, 반사판 기반의 안테나를 사용한다 할지라도 그 크기는 6m 이상이 되고 구현에 상당한 어려움이 예상되어, L 밴드 보다는 파장이 짧은 C 밴드가 탑재체의 크기 및 무게 측면에서 유리할 것으로 판단됨
- 이런 점들을 고려하여 가뭄감시를 위한 토양습도 관측과 홍수 등 수재해 감시를 위한 영상레이더 시스템의 규격을 예상해 보면 다음과 같음

□ 영상레이더(SAR)의 장점

- 전천후, 주야간 감시
 - 촬영대상물에서 반사된 전파의 강도를 이용함으로써 전천후 관측이 가능(비, 눈, 구름, 연기, 안개 등의 기상조건이나 야간, 역광 등의 일조량에 관계없이 영상 획득 가능)
 - 특히, 예측 불가능한 기상조건에도 상관없이 지속적 영상촬영 가능(강우, 구름 확률이 50%이상인 한반도 지형 감시에 적합)
- 얽페/위장물 탐지가능
 - 전파의 투과성질로 인하여 일정깊이의 지표면 아래도 관측도 가능하며 인위적으로 얽페 및 위장된 대상물의 탐지도 부분적으로 가능함
- 영상품질 다양한 선택
 - 빔 조향변경으로 영상품질의 선택적(고해상도, 표준형상, 광역영상 모드) 제공이 가능하여 여러 개별 활용분야에 수요자가 원하는 다양한 관측폭과 최적화된 영상을 제공할 수 있음
- 다양한 정보획득
 - 영상레이더는 전자파의 반사 및 투과 특성으로 광학 영상이 제공하지 못하는 다양한 정보획득이 가능함
 - 물을 완전히 투과하지는 못하나 바다, 호수 등의 수체의 표면 작용들을 분석함으로써 해양 및 해수변화 등의 관측이 가능함
 - 광학센서와 달리 지형의 구조, 표면 거칠기, 토지에 함유된 수분량 등의 정보 취득이 가능함

□ 영상레이더(SAR)의 단점

- 개발비용과다
 - 개발단계에서 각종 신호처리 기술을 적용함으로써, 중량이 상대적으로 크고, 개발비용이 높으며 개발에 장시간이 소요됨
- 장시간 개발기간
 - 다양한 운영방식 지원, 표적 식별 및 이동체 탐지 지원, 다중편파 기술 적용 등으로 인해 통상적으로 크기가 크고 개발기간이 상당히 길어지는 단점이 있음

3. 수자원분야 위성 활용 현황

국가 중심의 영상레이더, 마이크로웨이브, 광학영상 기반 홍수, 가뭄 국가감시센터 운영 중이며, 특히, 개발도상국 일부는 영상레이더 기반 일단위 홍수피해구역 추출 및 제공

□ 홍수감시

○ 미국(GPM)

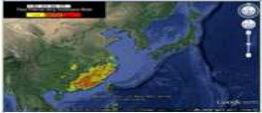

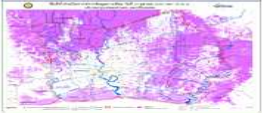
- (주요 임무) GPM Core, TRMM, SNPP, GCOM-W1, Metpo-B 등 위성을 활용한 홍수 모니터링 및 홍수 예측, 강우/태풍 관측
- (연구 분야) 구름을 통한 중규모 대류계 예측, 빗방울 특성을 통한 강우 및 태풍 분포 추정, 물 순환 이해를 위한 연구
- (목적) 높은 정확도로 관측된 강수량 자료의 제공, 홍수/가뭄/산사태와 관련된 자연재해 예측의 정확성 향상

○ 일본(GFAS-II)

- (주요 임무) GPM Core, TRMM 위성을 활용한 홍수 모니터링 및 예측, 홍수 경보
- (연구 분야) 위성 관측 자료를 통한 강수량 추정 및 유출 분석
- (목적) 위성 관측으로 추정된 글로벌 강수량 자료를 홍수 예측 및 경고에 활용하기 위함

○ 태국(FROC)

- (주요 임무) RadarSAT, THEOS, Aqua/Terra MODIS 등의 위성을 활용하여 홍수 모니터링 및 예측, 홍수 경보 업무에 활용함
- (연구 분야) 광학 및 레이더 센서로 수집한 위성 데이터를 이용한 홍수 지도 제작
- (목적) 2011년 태국 홍수 이후 홍수 피해 최소화를 위해 위성 자료 분석 및 홍수 지도 제작을 통하여 의사 결정 지원에 이바지하기 위함

GPM (미국) NASA	GFAS-II (일본) IDL, IFMET	FROC (태국) GSTDA
활용 위성 GPM Core, TRMM, SNPP, GCOM-W1, Metop-B	활용 위성 GPM Core TRMM	활용 위성 RadarSAT, THEOS Aqua/Terra MODIS
주요 임무 홍수 모니터링 홍수 예측 강우 및 태풍관측	주요 임무 홍수 모니터링 홍수 예측 및 경보	주요 임무 홍수 모니터링 홍수 예측 및 경보
연구 분야 구름을 통한 중규모 대류계 예측, 빗방울 특성을 통한 강우 및 태풍 분포 추정, 물 순환	연구 분야 위성 관측 자료를 통한 강수량 추정 및 유출 분석	연구 분야 광학 및 레이더 센서로 수집한 위성 데이터를 이용한 홍수지도
목적 연구를 위한 높은 정확성으로 측정된 강수량 자료 제공하고 홍수, 가뭄 및 산사태 관련 자연재해의 예측성 향상	목적 위성으로 관측하여 추정된 글로벌 강수량 자료를 홍수 예측 및 경고에 활용하기 위함	목적 2011년 태국 홍수 이후 홍수 피해 최소화를 위한 의사 결정 지원을 위한 위성 자료 분석 및 홍수지도 제작
		

[그림 2-19] 위성기반 홍수감시



□ 가뭄관리

○ 미국(NDMC)

- (주요 임무) GCOM-W, TRMM, Landsat, Aqua/Terra MODIS, Grace 등의 위성을 활용하여 가뭄 모니터링 및 예측, vegDRI(식생반응가뭄지수) 기반 가뭄지도 제공
- (연구 분야) 가뭄 관리 DB 및 의사 결정 지원 도구, 지하수 모니터링, 가뭄 및 홍수 예측
- (목적) 가뭄 모니터링, 조기 경보, 계획적인 위험 관리를 통해 가뭄의 취약성을 줄이기 위함

○ 미국(NIDIS)

- (주요 임무) Grace, TRMM, GOES-13/15 등의 위성을 활용한 가뭄 모니터링, 가뭄 예측, 가뭄 영향 정보 등을 제공함
- (연구 분야) 가뭄 관련 의사 결정 지원 및 시뮬레이션 도구, 미국 가뭄 포털 개발
- (목적) 지역 수준의 가뭄 모니터링 및 예측 시스템을 구현하고 위험 평가에 초점을 맞춘 정확한 조기 경보를 제공하고자 함

NDMC (미국) NASA	NIDIS (미국) U.S. NOAA, NDMC
활용 위성 GCOM-W, TRMM, Landsat, Aqua/Terra MODIS, Grace	활용 위성 Grace, TRMM, GOES-13/15,
주요 임무 가뭄 모니터링 및 예측, vegDRI(식생반응가뭄지수) 가뭄지도 제공	주요 임무 가뭄 모니터링 및 예측 가뭄 영향 정보
연구 분야 가뭄 관리 데이터베이스 가뭄 관리 의사 결정 지원 도구 지하수 모니터링 네트워크 가뭄 및 홍수 예측	연구 분야 가뭄 의사 결정 지원 및 시뮬레이션 도구 미국 가뭄 포털 개발
목적 가뭄 모니터링, 조기경보 및 계획적인 위험 관리들 통해 가뭄의 취약성을 줄이기 위함	목적 지역 수준의 가뭄 모니터링 및 예측 시스템을 구현하고 위험 평가에 초점을 맞춘 정확한 조기 경보 제공
	

[그림 2-20] 위성활용 가뭄관리센터

□ 기후변화 모니터링

○ 한국(기상청)


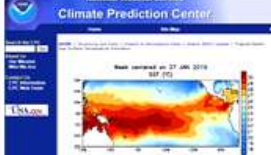
- (주요 임무) COMS-1 위성을 활용하여 기후 모니터링, 기후 분석, 태풍 및 집중호우, 황사 등의 조기 탐지, 기후변화의 분석
- (연구 분야) 대기 수치예보 모델, 해양/산업/환경/응용기상, 황사 및 지진
- (목적) 위험기상 사전 대응시간 확보 및 인명피해의 감소, 고품질 기상 정보 이용, 의사결정 지원체계 구축

○ 미국(JPSS)

- (주요 임무) SNPP, JPSS, NOAA 20 등 위성을 활용한 기후, 태풍, 화재 예측 및 화재 모니터링, 가뭄 위험도 평가
- (연구 분야) 악천후 기상 예측의 기능성 향상, 수치 기상 예측 모델 모델(NWP) 개발 및 알고리즘 개선
- (목적) 기후와 날씨 예보의 적절하고 정확한 예보를 통한 인명피해와 재산피해의 감소

○ 미국(CPC)

- (주요 임무) GRACE, TRMM, GOES-13/15 위성을 활용한 엘리뇨/라니냐 모니터링, 열대 대서양/동태평양의 태풍 예측, 기후 모니터링 및 예측
- (연구 분야) 기후 변동의 모니터링 및 예측에 필요한 DB 구축, 주요 이상 현상의 근원 평가
- (목적) 몇 주, 몇 년 동안의 기후 변화를 예측하고 제공함으로써 기후가 사회에 미치는 영향을 효과적으로 관리하기 위함

기상청 (한국) KMA, KARI	JPSS (미국) NOAA, NASA	CPC (미국) NOAA
활용 위성	활용 위성	활용 위성
COMS-1	SNPP, JPSS, NOAA 20	GRACE, TRMM, GOES-13,15
주요 임무	주요 임무	주요 임무
기후 모니터링 및 분석 태풍, 집중호우 황사 조기탐지 기후변화 분석	기후 및 태풍 예측 화재 모니터링 및 예측 가뭄 위험도 평가	엘리뇨/라니냐 모니터링, 열대 대서양, 동태평양의 태풍 예측, 기후 모니터링 및 예측
연구 분야	연구 분야	연구 분야
대기 수치예보 모델, 해양· 산업·환경·응용기상, 황사 및 지진	악천후 기상 예측의 기능성 향상, 수치 기상 예측 모델 (NWP) 개발, 알고리즘 개선	기후 변동의 모니터링 및 예측 에 필요한 데이터베이스 구축, 주요 이상 현상의 근원 평가
목적	목적	목적
위험기상 사전 대응시간 확보 및 인명피해의 감소와 고품질의 기상 정보 이용, 의사결정 지원체계 구축	기후와 날씨 예보의 적절하고 정확한 예보를 통한 인명피해와 재산피해의 감소	몇 주, 몇 년동안의 기후 변화를 예측하고 제공함으로써 기후가 사회에 미치는 영향을 효과적으로 관리
		

[그림 2-21] 기후변화 모니터링 감시체계

□ 수문순환 관측

○ 미국(Earth Observatory)

- (주요 임무) Aqua/Terra, AMSR-E, GRACE, ICESat 등의 위성을 활용한 수문, 기후, 대기, 환경, 자연재해 자료의 분석 및 이미지 제공
- (연구 분야) 증발, 증산, 결로, 강수량 및 유출 관측 자료를 통한 물 순환 및 기후 변화 분석
- (목적) 기후와 관련된 위성 관측 이미지 제공 및 연구/모델/환경/지구 시스템 분석을 위한 자료 제공

○ 유럽(SMOS)

- (주요 임무) SMOS를 활용한 토양 수분 및 해양 염분 관측
- (연구 분야) 토양 수분과 해양 염분을 통한 물 순환 연구 및 해양 태풍 예측
- (목적) 날씨, 기후 모델의 개선에 이바지하고, 물 순환에 대한 이해도 증진

Earth Observatory NASA (미국)	SMOS (유럽) ESA
활용 위성 Aqua, Terra, AMSR-E, GRACE, ICESat	활용 위성 SMOS
주요 임무 위성으로 관측된 수문, 기후, 대기, 환경, 자연재해 자료의 분석 및 이미지 제공	주요 임무 토양수분 및 해양 염분 관측
연구 분야 증발, 증산, 결로, 강수량 및 유 출 관측 자료를 통한 물 순환 및 기후 변화 분석	연구 분야 토양수분과 해양염분을 통한 물 순환, 해양염분을 이용한 해양 태풍 예측
목적 기후와 관련된 위성 관측 이미지를 제공하고 연구, 모델, 환경, 지구시스템 분석을 위한 자료 제공	목적 날씨, 기후 모델의 개선에 도움 및 물 순환에 대한 이해도 증가
	

[그림 2-22] 수문순환 관측 체계

□ 기상·해양·환경 분야

- 기상예보 지원기술 고도화, 실시간 기상 위성정보 분석 강화
 - 태풍분석, 기후예측, 지진 및 환경 분야 등에 위성정보 활용 강화 및 분석·예측 시스템 구축
- 인공위성 기반 통합 해양감시망 구축
 - 저궤도 인공위성 정보를 활용한 해양 환경 감시기술 개발 및 분석시스템 개발 구축
 - 해양감시 전용 중계기 탑재를 통한 안정적인 해상광역 통신운영 체계 구축
 - * '05년부터 무궁화위성을 활용하여 위성전화·영상전화·선박위치 확인 등에 활용하고 있으나, 통신용량 부족으로 제약이 많음
- 위성정보를 활용한 한반도 주변 해양환경 모니터링 기술 및 시스템 구축
 - 이상 해황탐색 및 분석, 적조 및 녹조 발생해역 추정 등 실용기술 연구개발 및 모바일기기와 연계한 정보제공시스템 구축 추진 중

□ 재난·재해 분야

- 위성영상 기반 능동형 재난감시체계 구축
 - 광학 및 SAR 위성정보를 이용한 전천후 재난위성영상 정보 수집 및 재난유형별 피해분석 수행
 - 국민안전처를 중심으로 국가 방재위성활용센터 중장기 운영 및 발전 방안 마련
 - * 위성영상을 활용한 국가재난관리 정보를 일괄·지속적으로 분석·제공·운용할 수 있는 방재위성센터 구축과 단·중·장기 종합계획 수립 등

□ 통신 및 항법 분야

- 위성통신망을 활용한 통합 재난안전체계 구축
 - 고속 Wi-Fi 및 지상망 Hot-spot용 양방향 위성전송기술 및 위성-지상망 연동기술 개발
 - 위성 비상재난통신용 기지국 및 위성 겸용을 위한 다중모드 단말플랫폼 개발

4. 선진국 수자원위성 발사·운영 현황 분석

미국(NASA, NOAA, USGS), 유럽(ESA), 일본(JAXA) 등을 중심으로 고정밀 수자원관측 정보 확보 및 독자적 위성 개발 및 관리를 통한 위성강국 구축

□ 미국(NASA, NOAA, USGS)

○ Soil Moisture Active Passive(SMAP) 위성

- 토양수분은 홍수, 가뭄, 산사태 등의 여러 가지 형태의 자연재해에 직·간접적으로 영향을 미치는 중요한 수문인자임
- 또한 토양수분은 지표면을 기준으로 발생하는 물 순환을 연구하는게 가장 중요한 변수 중 하나이며 기후변화 시나리오 예측을 위한 GCM(Global Circulation Model) 모형의 초기 및 경계조건으로 사용됨. 따라서 기상, 기후변동 및 변화, 수문 모델링, 농업 생산성, 수자원 관리, 가뭄, 홍수범람 지도 작성 등 다양한 응용분야에서도 토양수분 대한 신뢰성 있는 정보를 요구함
- 토양수분의 관측은 크게 두가지 방법으로 구분. TDR 장비를 이용하여 실제 측점에서 측정하는 직접적인 방법(point-scale)과 항공사진(airborne sensing-scale) 및 위성(satellite-scale)을 이용하여 지표면의 토양수분분포를 측정. 그러나 TDR로 실측된 토양수분은 정확하지만 공간적으로 분포되어 있는 토양수분을 나타내는데 있어서 제약이 따름. 이러한 단점을 보완하기 위하여 선진국에서는 인공위성을 이용하여 토양수분을 측정하고 그 자료를 제공함. 인공위성 기반의 토양수분은 시공간적으로 연속된 토양수분을 제공하고 있지만 관측 센서와 공간적인 해상도(~40km)의 문제로 인하여 실제 이용성의 한계 있음. NASA에서는 이러한 단점을 해결하기 위하여 2014년에 SMAP 위성을 발사하였으며, L-band radar/radiometer 센서를 탑재한 SMAP 위성은 radar 기반의 3km 해상도의 토양수분(0-5cm), radiometer 기반의 ~40km 해상도에서 토양수분(0-5cm)을 제공하며 combined radar 및 radiometer를 이용하여 9km 해상도에서 약 56시간 간격으로 토양수분(0-5cm) 자료를 제공하여 AMSR-E(0-1 cm 및 ~40km 해상도)와 SMOS(0-5cm 및 ~40km 해상도) 자료의 단점을 보완하여 고해상도 및 정확한 토양수분 자료를 제공할 것으로 기대되었으나 현재 radar 장비의 고장으로 고해상도 토양수분 이미지 자료 제공 여부가 불투명함

○ GPM(Global Precipitation Measurement) 위성

- GPM 위성은 TRMM의 후속위성으로서 전 지구의 강수와 강설 관측자료를 제공하는 위성임
- GPM 위성은 궤도상에서 지구의 물과 에너지 순환의 이해, 자연재해의 주요원인인 극한강우 사상 예측 향상 등을 목적으로 함
- GPM 위성 개발을 위하여 NASA(National Aeronautics and Space Administration), JAXA(Japan Aerospace Exploration Agency), Centre National d'Études Spatiales(CNES), the Indian Space Research Organization(ISRO), the National Oceanic and Atmospheric Administration(NOAA), the European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites(EUMETSAT) 등의 다양한 기관들이 컨소시엄을 구성함

○ MODIS(MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer)

- 미국 정부에서는 1990년 대부터 기후변화로 인한 자연재해 피해 증가를 예상하여 이에 대비하기 위한 대비책 강구를 위해 MODIS 위성을 발사함
- 지표면, 해양 및 대기 현상은 서로 밀접하게 연계되어 있기 때문에 전구 단위에서 이러한 현상들의 이동 메카니즘 및 변동특성 관측의 필요성이 제기됨
- 전 지구의 원격탐사된 자료는 기후변화 모형을 위한 필수적인 입력자료이기 때문에 1999년 MODIS 위성이 발사되어 현재까지 지구의 지표면, 해양 및 대기를 관측하고 있음
- 36개의 채널을 장착한 MODIS 위성은 약 1~2일 간격으로 250m ~ 1,000m 해상도의 지구 관측자료를 제공하며, 대기와 해양 뿐만 아니라 육상에서 발생하는 홍수, 가뭄, 산사태, 농작물 생산량, 등 다양한 분야에서 사용되고 있음

○ LANDSAT 위성시리즈

- 1972년부터 USGS(U.S. Geological Survey)와 NASA가 협력해서 발사된 LANDSAT 위성시리즈는 지구의 토지이용 및 토지변화에 관한 전구단위의 자료를 제공하며 산림, 농업, 지질학, 지역 계획, 자연재해 등의 다양한 분야에서 활용됨
- 1972년에 처음 발사된 LANDSAT1부터 현재 울트라 블루(ultra blue), 권운(cirrus), 흑백(panchromatic), 열(thermal) 밴드를 장착한 LANDSAT8이 운영되고 있으며 지구 표면, 환경, 자원 관측을 목적으로 저궤도로 공전하며 지구 전역을 관측함
- 적조탐지, 화산분화, 화산재 감시, 얼음 분포, 식생파악, 토지이용, 대기오염 등의 현상을 관측하고 있으며 2023년까지 LANDSAT9 위성이 계획되어 있음

○ SWOT(The Surface Water Ocean Topography) 위성

- 2014년 5월 NASA와 CNES는 최초로 전 지구 해양 표면의 고도를 매핑하는 위성을 구축 운영하기로 합의
- 강, 호수, 습지의 시공간적 변화에 따른 수문 관측을 통하여 지표수의 흐름 매핑
- NASA에서는 SWOT 위성을 이용한 홍수/가뭄 현황 및 저수지의 저수량 변화 파악을 통해 수문순환, 물수지, 수문모형 개선 등에 관한 연구를 수행 중에 있음
- 현재는 각종 활용분야에서 검보정 연구가 진행 중에 있으며 2020년 발사를 목표로 개발 중임

○ GOES12~15 기상위성

- GOES위성은 정지궤도 위성으로 가시, 근적외, 수증기, 적외 채널 센서를 가지고 미국 서부, 동부 지역에 대한 기상에 대한 정보를 제공하고 있음.
- 강수량, 운형분류 등 현재 기상 현황에 대한 많은 정보를 제공하고 있으며, 수치모델의 입력자료로 활용되어 날씨 예측 및 모니터링으로 활용되고 있음
- 현재 GOES의 5개의 채널은 향후 다음세대 정지궤도 위성으로 대체 될 예정이며, 새롭게 개발되는 GOES ABI 센서는 16개의 채널로 현재 보다 더 정확한 기상정보와 예측정보를 제공할 것으로 판단됨.

○ NOAA(미국해양대기청)

- NOAA에서 개발 운영 중인 위성으로 현재 19호까지 발사되었으며 지구 대기의 날씨 예측, 기후변화 감시 및 환경감시 임무를 수행하고 있음.
- 지구의 해수면에서 방출되어 오는 복사에너지의 양을 해수면온도를 변환하여 기후정보의 중요한 변수인 해수면 온도에 대한 정보를 생산 제공하고 있음

○ Cloudsat

- 구름의 연직분포를 관측하기 위하여 94GHz의 구름연직레이더(CPR)이 탑재되어 에어로솔 정보를 알 수 있는 Calipso 위성과 2006년 같은 발사체로 발사되어 운영중
- 구름과 에어로솔이 기후에 미치는 영향에 대한 정보를 제공할 것으로 판단되며, 향후 유럽과 일본이 개발중인 EarthCARE위성으로 임무가 대체 될 예정임

○ CALIPSO

- 에어로솔 및 구름의 높이를 관측하기 위하여 NASA에서 532nm, 1064nm Lidar 센서가 탑재되어 환경감시의 임무를 수행 중

○ OCO

- 전지구적 이산화탄소의 분포를 알아보기 위하여 NASA에서 OCO 위성을 2009년 2월에 발사하였으나 발사도중 실패하였음
- 기후변화의 핵심변수인 이산화탄소의 중요성으로 인하여 곧이어 OCO-2 개발계획이 승인되어 현재 성공적으로 발사되어 관측중임
- OCO-2는 총 3개의 밴드($0.76\mu\text{m}$, $1.61\mu\text{m}$, $2.06\mu\text{m}$)으로 구성되며, 각각 1024의 분광센서로 구성되어 있음
- OCO-3 개발 계획 중임

채널	채널수	스펙트럼 해상도(nm)
758-772	1024	0.04
1594-1619	1024	0.08
2042-2082	1024	0.1

□ 유럽(ESA)

○ EarthCARE

- 유럽항공우주국(ESA)와 일본항공우주국(JAXA)와 합작 위성으로 미국 NASA의 Cloudsat, Calipso위성의 임무를 이어받아 구름연직센서(CPR)과 Lidar 센서를 탑재하여 에어로솔과 구름을 관측하는 위성으로 2018년도에 발사될 예정

○ CryoSat, CryoSat-2

- 극 지역의 얼음 두께와 해수면 높이를 관측하기 위한 유럽항공우주국 프로그램 중의 하나로써 첫 위성인 CryoSat위성은 2005년도 발사 실패로 정상궤도에 진입하지 못했으나 기후변화의 핵심 변수인 얼음두께와 해수면 상승에 대한 정보를 계속적으로 관측하기 위하여 미션이 재구성되어 2010년도에 CryoSat-2위성이 성공적으로 재발사되어 운영중에 있음
- CryoSat탑재체는 SIRAL(SAR/Interferometric Radar Alimeter) 고도계로 얼음두께 해수면 높이를 관측하는데 유용함

○ SMOS(Soil Moisture and Ocean Salinity)

- 토양수분과 해양의 염분 변화를 관측하기 위하여 발사된 유럽항공우주국(ESA)의 지구관측위성중의 하나로써 L-band(1.4GHz) 마이크로파 라이오미터 센서를 탑재하여 토양수분과 염분변화를 관측하고 있음

□ 일본(JAXA)

○ GPM

- 일본항공우주국(JAXA)와 미국항공우주국(NASA)와의 공동 미션으로 GPM위성의 듀얼레이더(Dual Radar) KuPR(13GHz)와 KaPR(35GHz) 레이더를 개발하여 제공하고 현재 강수알고리즘 개발에 참여하고 있음

○ EarthCARE

- 유럽항공우주국(ESA)과의 공동 프로그램으로 일본항공우주국(JAXA)은 구름관측센서인 94GHz 구름연직레이더(CPR)을 제작하고 제공할 예정임

○ GCOM-W1(Global Change Observation Mission-Water)

- AQUA위성의 AMSR-E를 대체할 목적으로 마이크로파 라이오미터 센서인 AMSR2(Advanced Microwave Scanning Radiometer 2)센서를 탑재하고 “A-train” 궤도로 성공적으로 발사되어 현재 토양수분, 강수량 등의 정보를 제공하고 있음

○ GCOM-C1(Global Change Observation Mission-Climate)

- 일본항공우주국(JAXA)의 기후변화에 대한 관측을 목적으로 현재 개발하고 있음. 광학센서인 SGLI(Second generation Global Imager)AQUA위성의 AMSR-E를 대체할 목적으로 마이크로파 라이오미터 센서인 AMSR는 380nm-12 μ m의 파장대로 19개의 센서를

탑재하고 250m-1km 지표면 해상도를 가지고 장기간 기후변화를 관측할 예정임

○ GOSAT

- 전지구 이산화탄소의 분포를 측정하기 위하여 2009년도에 발사되어음. 근적외, 적외 초분광 18,500채널을 가진 센서가 탑재되어 이산화탄소이외에 구름 에어로솔 등 greenhouse 대기기체의 변화를 관측하고 있음

	미국/NASA	유럽/ESA	일본/JAXA
목적	<ul style="list-style-type: none"> 전 지구적 물 순환 수문요소 측정 (토양수분, 강우, 지하수, 유출, 지표수체, 증발 등) 	<ul style="list-style-type: none"> 유럽과 미계측 지역의 수자원 정보 확보(기상중심) (지표수체, 기상, 토양수분 등) 	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 대응을 위한 수문인자 관측(기상중심) (강우, 수증기, 지표수체 등)
특징	<ul style="list-style-type: none"> 수문요소별 다양한 전용위성 개발·운영 ※ 토양수분(SMAP), 지하수(GRACE), 지표수(SWOT) 등 	<ul style="list-style-type: none"> 기상, 토양수분, 수재해 모니터링 위성 운영 ※ 지표수체(Sentinel3), 기상(Sentinel1), 토양수분(SMOS) 등 	<ul style="list-style-type: none"> 태풍 등 기상관측 및 수자원 위성 개발 확대 ※ 기상(GPM), 수자원(GCOM-W), 기후(GCOM-C)
현황	<ul style="list-style-type: none"> 시공간적 위성자료 지속적 확보 관측자료기반 물수지 분석을 통해 전 지구적 물 순환 과정 예측 	<ul style="list-style-type: none"> 준 실시간 수문순환 관측 3개 위성 운용 유럽, 아프리카 재해관측을 위한 수자원 전용 위성 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 물 순환요소 관측용 독자적 위성 운용 미국과 공동개발 및 협력을 통한 재해관리 기술선도
시사점	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 수자원관측 정보 확보 수자원의 사회적, 기술적, 경제적 영향 평가·분석 등을 통한 국제사회 선도 	<ul style="list-style-type: none"> 미국 수자원 정보 독점 견제 개발도상국의 물문제 해결을 위한 물 산업 진출 기반으로 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 지역특성을 고려한 검보정 기술확보로 기술 선도 독자적 위성 개발 및 관리를 통한 위성강국 도약

[그림 2-23] 선진국 수자원위성 발사·운영 현황 분석

5. 기술개발 트렌드 논문 현황

미국이 전체 발표된 논문의 약 40%를 차지하고 있으며, 최근 중국과 인도 등이 활발하게 연구 성과를 발표하는 가운데 한국은 12위 수준

- 최근 15년간 논문 발표 현황을 분석하여 수자원 위성을 활용하여 홍수, 가뭄, 산사태, 건천화 등에 대한 수재해 평가와 강우, 수위, 증발산량, 토양수분 등 수문인자를 산출하고 평가하기 위한 기술개발 트렌드를 파악
- Web of Sciences 프로그램을 이용하여 2000년부터 현재까지의 논문을 검색하고 결과를 분석함

<표 2-23> 논문 검색 방법

검색 조건	방 법
검색 DB	Thomson Reuter社의 Web of Science
검색 기간	2000. 01. 01 ~ 2015. 12. 31
검색 범위	논문 제목
검색 방식	키워드 검색

- 수재해 감시·평가·예측하기 위한 수단인 위성, 레이더와 이들을 통해 측정할 수 있는 정보 강우량, 수위, 토양수분 등을 중심 키워드로 하고, 이를 예측 및 대응력을 높이 고자 하는 물 관련 재해인 홍수, 가뭄, 하천건천화 등의 키워드를 조합하여 검색을 실시
- 검색 결과를 excel 파일로 다운로드 하여 기본적인 통계 처리를 통해 빈도(frequency)를 분석하고 주요 논문을 리뷰

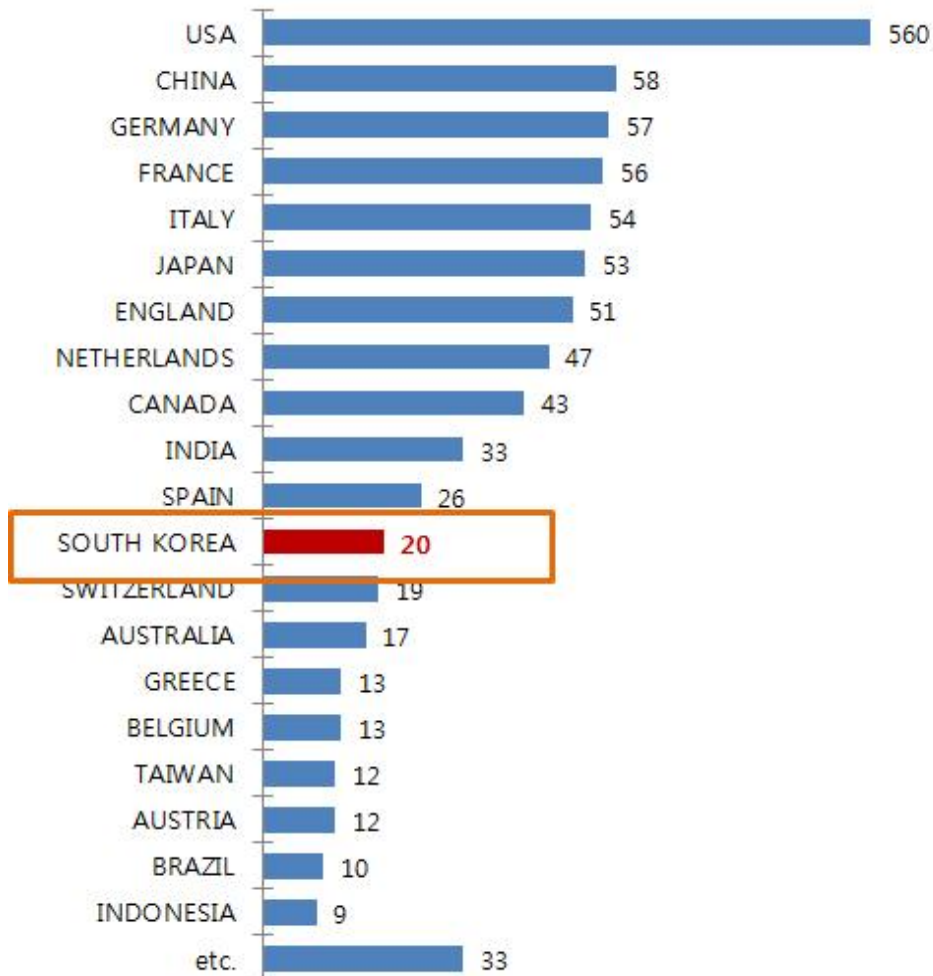
<표 2-24> 논문 분석을 위한 검색식

(단위: 건)

검색식	검색결과
(flood or drought or landslide or (dry near/15 stream) or rainfall or precipitation or "water level" or watershed or "land cover" or "soil moisture") and (satellite or radar)	760

- 발표 논문 중 위성기반 홍수와 가뭄의 경우 국가별로 미국이 전체 발표 논문의 약 33% 49% 차지하는 것으로 나타났으며, 유럽, 일본, 인도, 중국 등 기술강국들이 많은 연구를 수행 중인 것으로 조사됨

- 우리나라는 발표 건수를 기준으로 세계 12위를 기록하고 있으나 총 발표건수는 20건에 그치고 있어 보다 적극적인 연구개발 활동이 필요할 것으로 판단됨
- 미국과 유럽에서 다양한 위성을 발사하고 이에 대한 연구가 이뤄지고 있기 때문에 관련 연구 및 기술개발을 선도하고 있는 것으로 판단됨



[그림 2-24] 국가별 논문 발표 건수 비교

6. 수자원 · 수재해 분야 위성 활용 기술 개발 현황

국토부 중심의 '99년 하천지도전산화 사업을 시점으로 위성활용 연구가 본격 추진되었으며, 국토교통R&D 연구단 사업을 통해 국가 수재해 대응을 위하여 기존 위성을 활용한 기술 개발을 착수('14.7) 하였음

□ 국토부, K-water 중심으로 '99년 하천지도전산화 사업을 시점으로 위성활용 연구를 본격적으로 추진하였으며, 최근 5년 위성영상을 활용한 수문인자 생성 중심 연구 수행

- '99년 시작된 하천지도전산화 사업은 우리나라 초기 하천정보화 사업으로 하천관리지리정보시스템(RIMGIS) 개발, 하천주제도 구축 및 국가하천 홍수위험지도 제작 사업 등이 수행되었음
- GIS, RS, IT 기술을 활용하여 물관리 분야에 적용성 및 활용성 평가가 본격적으로 시작되는 계기가 되었음
- 최근 5년 위성영상을 활용한 물관리 분야 연구는 수문인자 생성, 저수지 수질관리, 홍수범람구역 추출 기법 개발 등을 중심으로 활용분야 연구가 수행되었음
 - '10.01.~'11.10 위성영상을 활용한 수자원인자 분석 시범 연구
 - '10.04.~'11.12. 위성영상 기반의 저수지수질관리 기술 개발
 - '11.05.~'11.10. 다차원공간정보 활용한 수재해시뮬레이터 개발 기획
 - '11.12.~'12.09. 광학위성영상을 활용한 홍수범람구역 추출 기법 연구
 - '13.04.~'13.11. 위성정보 활용 수재해 관리 기술 개발 기획
 - '14.07.~ 국토관측센서기반 수재해 정보플랫폼 융합기술 연구 사업 착수

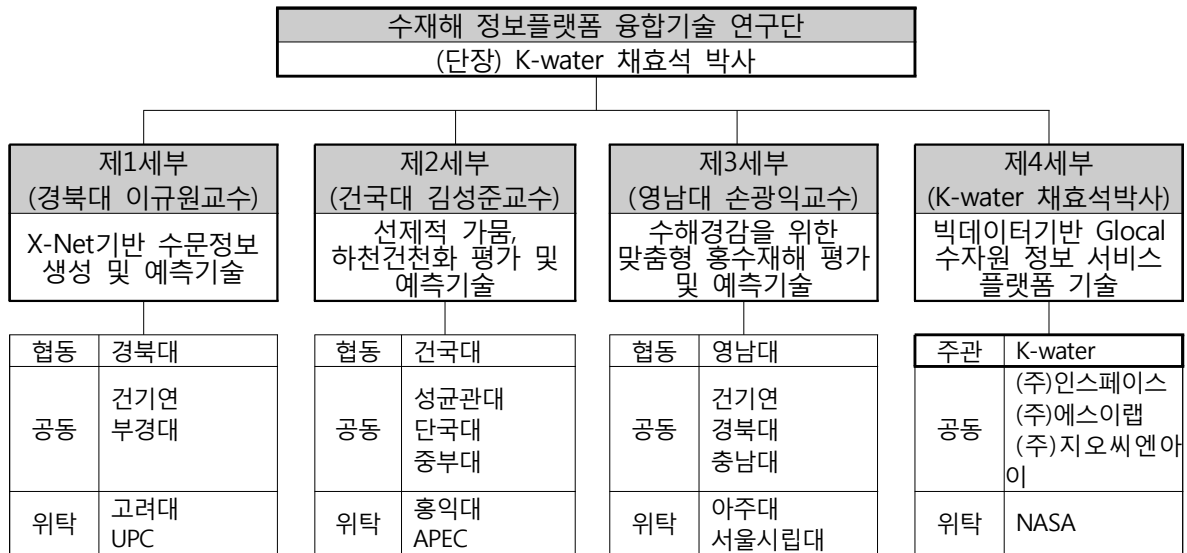
□ 국토부는 국토교통 R&D 연구단 사업('14.7, '국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시·평가·예측 기술 개발')을 통해 국가 수재해 대응을 위하여 기존 위성활용 기술 개발 실용화 도모

- 과제 개요
 - 과 제 명 : 국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시·평가·예측 기술 개발
 - 사업기간 : '14.07.~'19.03. (4년 9개월), 2차년도('15.4~'16.3)
 - 연 구 비 : 301.85억원(정부 278.72억원, 기업 23.13억원)
- 연구목표 : 2020년 국토관측센서 기반 수재해 관리체계 구축 및 융합형 정보 포털 서비스 제공으로 연간 수재해 피해규모 10% 저감 기여

○ 주요 연구내용

- 인공위성, 수문레이더 및 자동기상관측 자료 등 다양한 국토관측센서(SRA; Satellite, X-net 등 수문 Radar, AWS) 기반의 가뭄, 건천화, 홍수 등 물관련 재해 실시간 감시, 평가, 예측 기술 개발
- 물안보 강화 및 수해 경감을 위해 필요한 분석 및 관련 정보를 제공할 수 있는 기반 기술 및 포털 시스템 개발

○ 추진체계 : K-water (연구단장 : 채효석 박사)



[그림 2-25] 수재해 정보플랫폼 융합기술 연구단 사업 개요

- 국토교통R&D 연구단 사업을 통해 개발된 위성활용 기술을 근간으로 수자원 전용 위성 탑재체 개발 및 설계하여 우리나라 지형적 특성에 적합한 수재해 감시·평가·예측 기술을 확보함으로써 개발기간 단축, 신뢰성 확보, 시스템 안정화 등이 가능하도록 추진 필요

7. 위성활용의 한계점

홍수, 가뭄 등 수재해 감시 및 대응에는 골든타임 확보가 매우 중요하나, 기존 국내·외 위성만으로는 시간, 공간, 분광 해상도를 만족 불가로 선제적 대응에 어려움 있음

□ 국내·외 위성의 수자원 활용

○ As-is

- 홍수와 가뭄을 동시에 만족하는 위성이 없음
 - 위성관측을 통한 홍수, 가뭄 등 분야 필요 인자 추출
- 국내 위성은 주로 기상, 기후, 해양, 환경변화, 통신, 방송, 지형 등의 목적으로 개발되어 수자원관리 측면의 정보가 부족
- 국내에서는 인공위성 발사 및 자료 취득에 관심이 많지만 취득된 자료를 수자원 관리에 필요한 자료로 처리 할 인력 시스템이 절대적으로 부족
- 외국 위성을 활용할 경우 시·공간적 공백이 발생하여 연속적인 데이터 취득과 분석이 어려움

○ To-be

- 수자원전용 위성과 타 위성과의 융합
 - (물수지구성요소)물 수지에 관계에 포함되어 있는 인자들이 모두 필요하지만 현실적으로는 모든 인자들을 관측 가능한 위성계획은 불가능
 - (타켓팅)수자원위성 하나로 모든 물 문제 해결 불가능, 따라서 다른 목적과 수자원관리 분야별로 초점을 맞추어 시너지효과 창출
 - 분야별 위성센서가 상이함으로 목적에 따라 위성활용이 필요함

□ 기상위성의 수자원관리 활용

○ As-is

- 기상관측을 목적으로 하는 위성으로 단기예보에 필요한 저기압 또는 전선 등 위치와 크기를 파악하기 위해 사용
- 구름을 촬영하여 날씨를 예측하며 복사에너지, 반사량, 태양에너지 등을 관측하지만 모든 수자원 인자를 파악하기에는 부족함
- 마이크로웨이브를 탐지하는 센서를 사용하면 기상상태나 밤낮 구분없이 24시간 관측 정보 활용 가능

○ To-be

- 지상관측망과 위성관측의 융합
 - (광역자료)가뭄/홍수 등 신속하고 광역적인 자료 생성을 위한 지상관측망의 한계 극복
 - Point 관측자료의 광역자료 생성시 내삽방법에 따른 불확실성
 - 증발산량 및 토양수분 등 광역적인 정보 취득 한계
 - 예산효율 측면에서 지상감시체계에서 위성감시체계로 확대
 - 지상관측망의 도시지역 집중에 의한 광역자료 생성시 불확실성

□ 국외 위성 수신하여 수자원관리 활용

○ As-is

- 국외 자료는 최소 2-3일전의 자료를 활용할 수 있어, 실시간 활용에 있어서는 제약이 있음
- 위성자료의 데이터 용량이 고용량이며, 데이터 신청 및 전송과 저장에 많은 시간과 노력이 필요
- 현재 Terra MODIS위성 활용은 어느 정도 가능하나, 우리나라의 특성에 맞는 센서를 갖춘 위성은 아님

○ To-be

- 수자원전용위성과 타위성과의 융합
 - (시간제약) 가뭄/홍수 등 실시간 및 주기적으로 모니터링이 필요한 자료를 국외위성과 수자원위성을 융합으로 시간해성도의 고품질 자료 생산
 - (정밀/정확도확보) 우리나라 특성에 맞게 개발단계에서부터 검보정 완료 및 자료를 생산하고 이를 국외위성 자료의 검증자료로 이용하여 지역 특성에 맞는 고품질 자료 생산

□ 수재해 특성별 위성 활용

○ 홍수

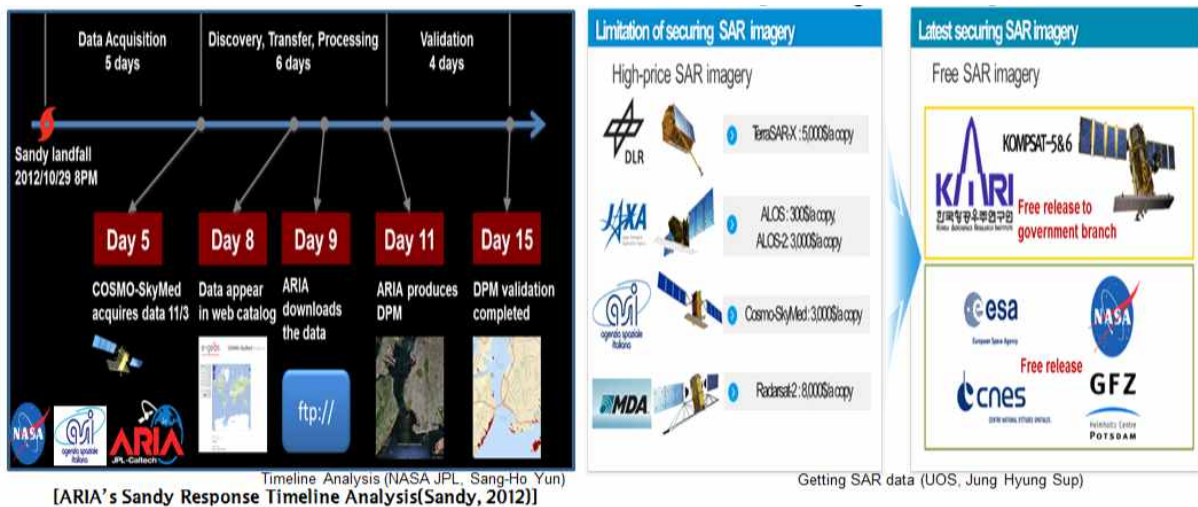
- 기존 국내위성은 강수량 및 대기중심 정보 제공
- 국외위성 자료 수신시 실시간 한반도관측이 어려움
- 위성 영상 구입비용 발생
- 구름, 날씨에 영향을 받는 광학위성은 홍수 실시간 관측 불가

○ 가뭄

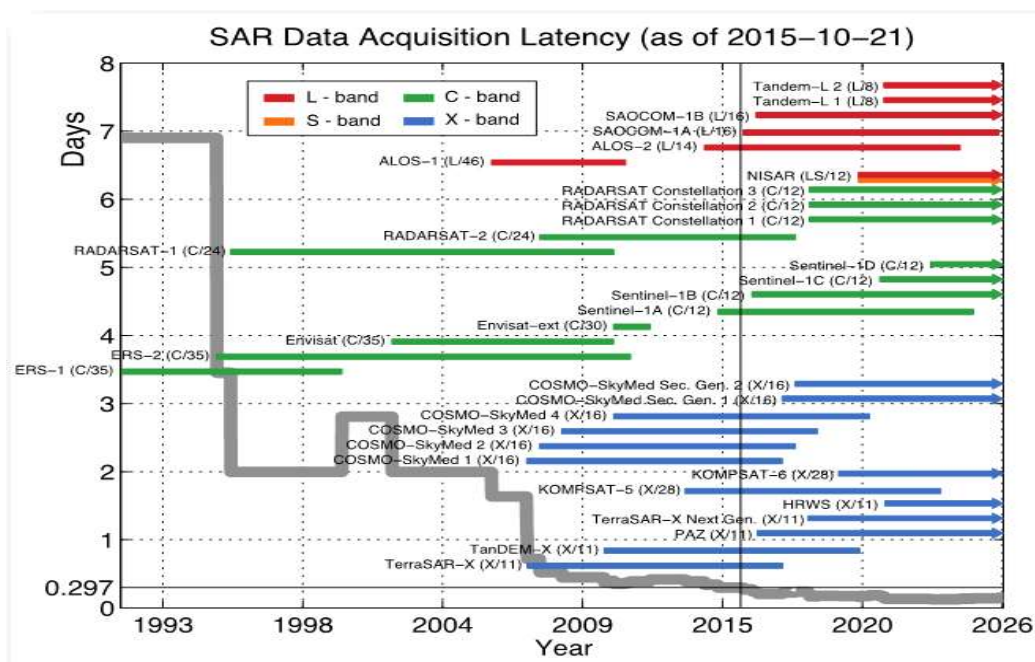
- 국외위성 기반 토양수분자료는 40km 해상도의 낮은 해상도이므로 우리나라의 복잡한 지표특성을 반영 못함
- 산악지형이 우세한 우리나라의 지형특성 고려하지 못함

□ 글로벌 위성 기반 홍수 매핑시 위성 활용

- 미국 NASA JPL team에서는 ARIA 프로젝트에서 기존 홍수피해 사례인 '12년 허리케인 Sandy의 생성과 피해규모 모니터링 분석, flood mapping 등에 이르는 timeline을 발표하였음
- 허리케인의 생성과 검보정을 통한 홍수 피해지역의 mapping하여 자료를 제작하고 공유하는데 소요된 시간이 15일 소요된 것으로 나타났으며, 수재해 대응의 신속성, 효율성 등을 확보하기 위해 관측위성 개발 및 관측위성 연계 활용 기술 개발 등을 통해 현재 3일 이내로 단축하였음
- 현재, 우리나라의 경우 슈퍼태풍 및 집중호우 등의 수재해로부터 대응하기 위하여 해외 모든 위성을 활용하여도 전국토를 준실시간 감시·예측·평가 불가능



[그림 2-26] NASA ARIA의 Flood Mapping Timeline



[그림 2-27] 홍수감시를 위한 글로벌 위성자료 취득 Latency

8. 차세대 중형위성 개발 2단계 사업 현황 및 차별성 검토

국토관측 및 기상 위성을 중심으로 추진 중이며, 환경/농림 분야 기획연구 수행 중으로 수자원 위성의 관측목적 특화(토양수분, 침수범위 및 면적 등)를 통한 독립적인 탑재체 개발 결정 필요

□ 차세대 중형위성 개발 2단계 사업 현황

차세대중형위성 개발 로드맵						참여의향 조사결과('15.12월)						
위성명		위성임무	탑재체	발사	예산* (억원)	위성임무			예산** (억원)	비고		
							탑재체	발사				
3호	우주과학·검증위성	우주과학연구 및 핵심우주기술 검증(한국형발사체 시험발사 탑재위성)	우주과학 및 기술검증용	'20	493	-	-	-	-	-		
4호	기상·환경 위성	기상예보, 수치모델링 등	마이크로파영상기	'22	919	강수예보 및 기후변화 등	마이크로파영상기	'24	600	기상청		
5호	지상관측 위성	농경지현황, 국내외 농작물작황, 산림자원현황 등	광역전자광학카메라	'22	529	농작물 작황, 산림자원, 농업수자원, 농림업 재해 모니터링 등	광역전자광학카메라	'22	140	농업진흥청		
6호	기상·환경 위성	환경오염 감시, 기후변화감시 등	초분광기	'24	701	일산화탄소/이산화탄소 및 기후변화 감시 등	초분광기	'24	-	환경부		
7호	지상관측 위성	농경지현황, 국내외 농작물작황, 산림자원현황 등	광역전자광학카메라	'25	487	농작물 작황, 산림자원, 농업수자원, 농림업 재해 모니터링 등	광역전자광학카메라	'25	115	농업진흥청		
8호	우주과학·검증위성	우주과학연구 및 핵심우주기술 검증	우주과학 및 기술검증용	'25	472	-	-	-	-	-		
해당 사항 없음						재난 감시, 재난관리 의사결정지원 체계 구축 등	수동형 광학	'20	1,200	국민안전처		
							수동형 SAR					
						한반도 수재해 감시관측 등		영상 레이더	'23	800	국토교통부	
						기상 및 수치예보 등		마이크로파 탐측기	'22	720	기상청	
						기상 및 수치예보 정확도향상, 기후 감시 등		초분광 적외탐측기	'23	1,320		
						산림자원/기후/재해변화 모니터링 등		광역전자광학카메라	'22	-	산림청	
								해양경비 및 해양환경감시 국가 연안주제도 제작 등	해상/육상용 초다분광	'19	-	해양수산부
									전천후레이더(2기)	'20	-	
								해수면 높이분석 등	고도계	'24	-	
								기후변화등에 따른 해양 환경 변화 주기적인 해양환경 정보 수집	적외선 분광기	'19	-	
									전천후레이더	'20	-	

□ 부처별 차세대 중형위성 탑재체 현황

- 국토관측(정밀광학), 기상(마이크로웨이브), 환경(초분광), 해양(다중밴드), 농림(광역광학) 등 부처업무 특성 및 소요 분야별 다양한 탑재체 개발을 계획·추진 중
- 수자원 전용 위성 탑재체는 각 부처에서 추진 중인 위성과 연계 활용성, 차별성 등을 반영하고 수자원/수재해 감시가 가능한 독립적인 탑재체 결정 필요
- 또한, 주관부처 및 수자원전문가 등을 중심으로 기술수요 및 기술 예측을 통해 수자원 관리에 핵심이 되는 관측요소 및 시급성, 필요성 등 분석하여 탑재체 결정

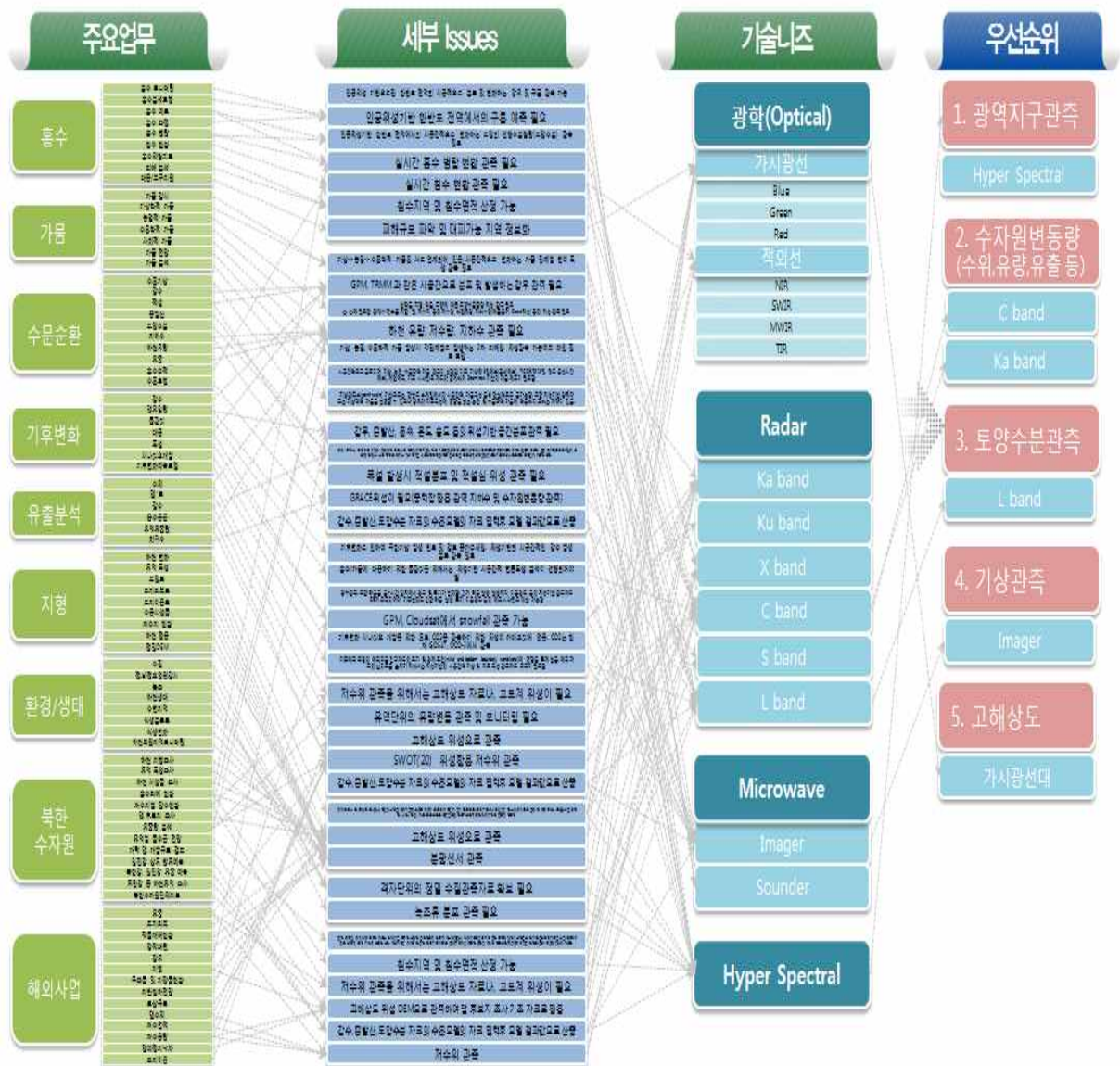
<표 2-25> 부처 수요별 탑재체 특성

구분	국토위성	기상위성	환경(대기)	해양위성	농림위성
탑재체	정밀광학 (자체개발)	마이크로웨이브 (미국, 일본 타입)	초분광 (공동개발)	다중밴드 (공동개발)	광역광학 (자체개발)
공간해상도	흑백 0.5m 컬러 2m	가시 500m 적외 2km	7km	250m	흑백 1m 컬러 4m
밴드	5밴드 (Pan 1, MS 4)	16밴드 (가시 4, 적외 12)	초분광 (상세 미정)	13밴드 (가시 9, 근적외 3, 광대역 1)	5밴드 (Pan 1, MS 4)
추진현황	'14 예타 '19 발사예정	'09~'10 예타 '11.7 착수 '18.5 발사예정	'09~'10 예타 '11.7 착수 '19 발사예정	'09~'10 예타 '11.7 착수 '19 발사예정	'14 사전조사
목적	국토자원관리/ 공간정보서비스	고품질 기상자료 제공	대기오염물질 감시 등	해양생태계 모니터링	식생, 작황 모니터링

3절 기술수요 및 기술예측 분석

1. 수자원위성 활용 분야 및 기술 Needs 분석

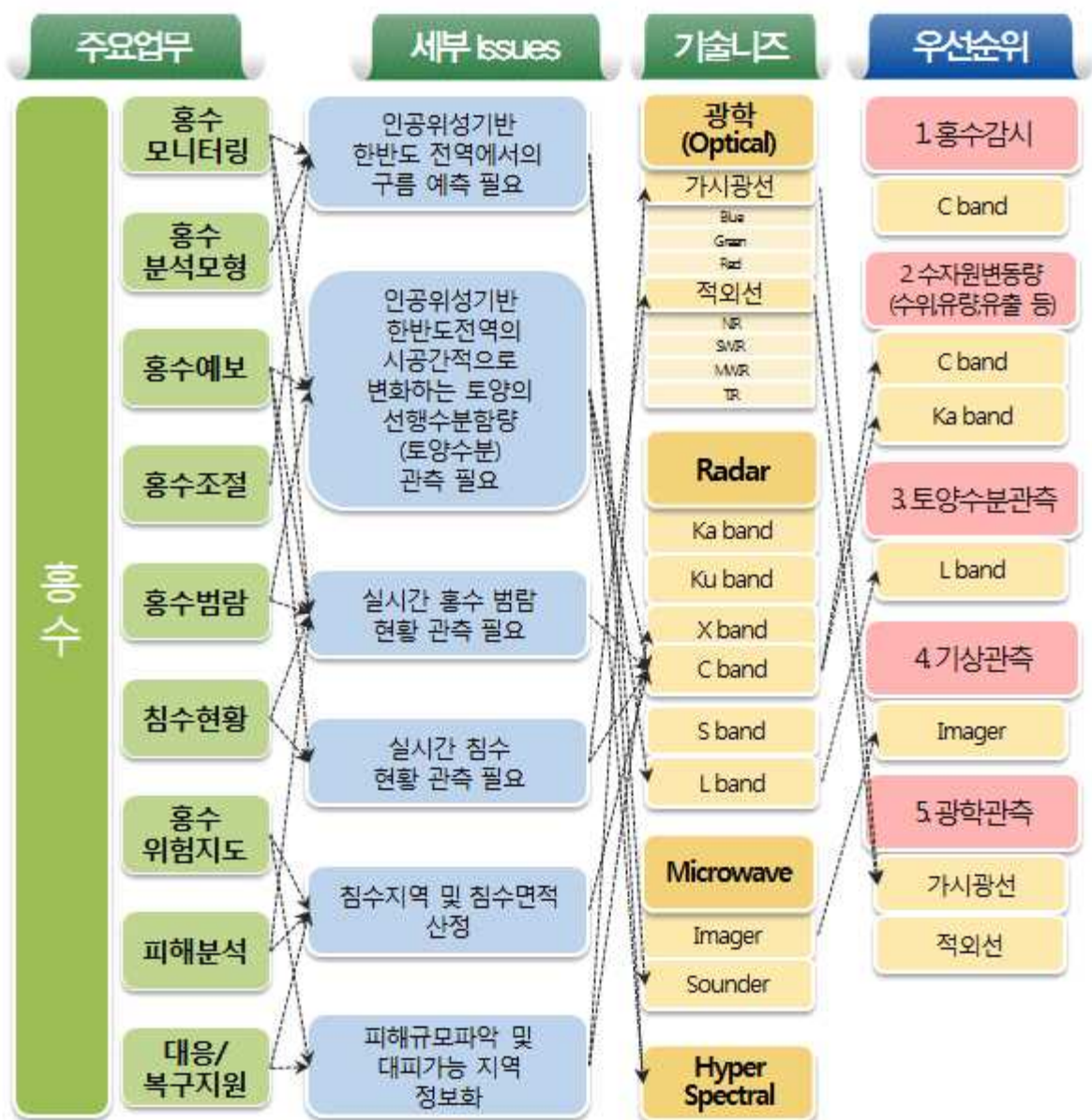
(수요조사) 수자원 및 위성활용 전문가를 중심으로 기술 Needs 조사 및 Issues Tree 분석
(의견도출) 가뭄/홍수는 영상레이다 탑재체, 광역관측 및 기후변화는 광학/초분광 적합



[그림 2-28] 수자원위성 활용 분야 및 기술 Needs 분석

□ 홍수관리 분야

- (주요업무) 모니터링/분석모형/예보/조절/범람/침수현황/위험지도/피해분석/대응·복구
 - (구름예측) 인공위성기반 한반도 전역에서의 구름 예측 필요
 - (토양수분) 인공위성기반 한반도전역의 시공간적으로 변화하는 토양의 선행수분함량 관측 필요
 - (홍수범람) 실시간 홍수 범람 현황 관측 필요
 - (침수현황) 실시간 침수 현황 관측 필요
 - (침수면적) 침수지역 및 침수면적 산정
 - (피해규모) 피해규모파악 및 대피가능 지역 정보화



[그림 2-29] 홍수관리 분야 기술 Needs 분석

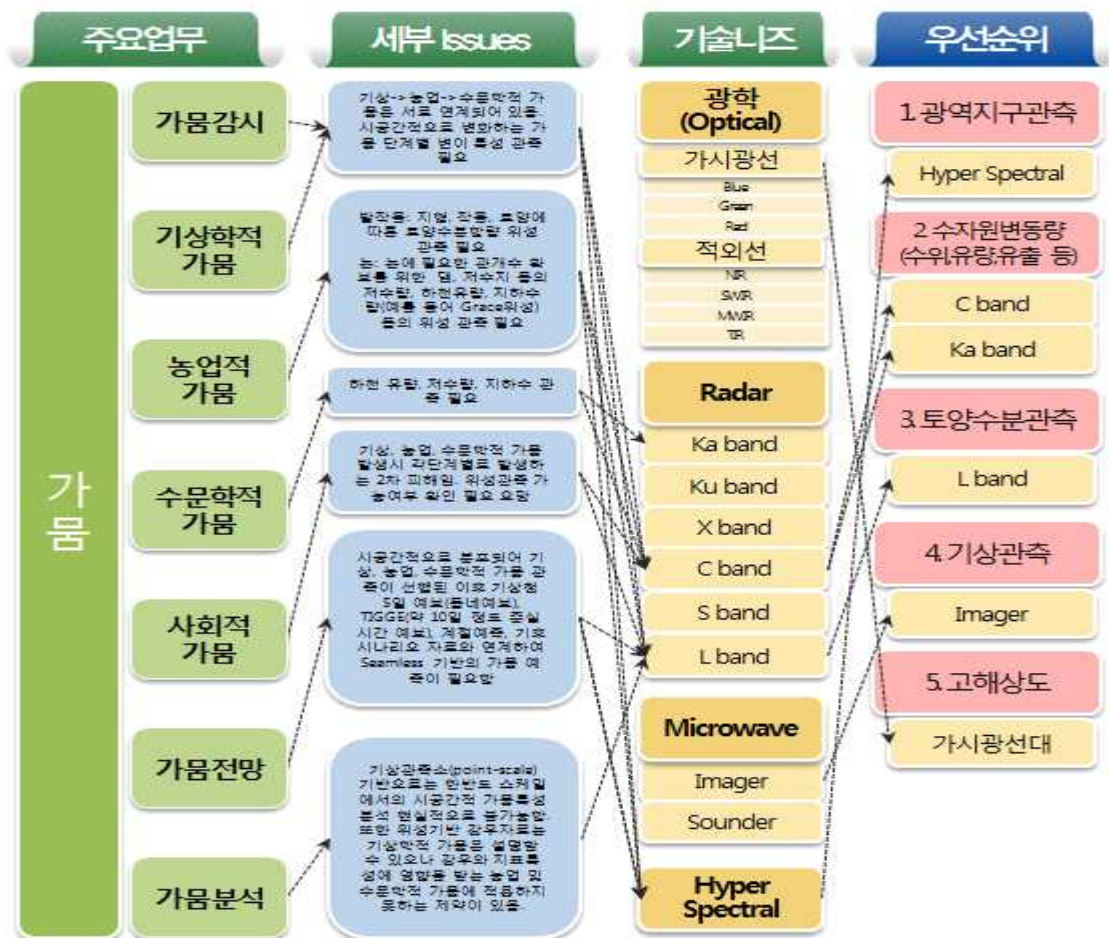
<표 2-26> 홍수분야 주요업무별 위성센서

주요업무		위성센서			
		구분	탑재체	관측폭(Km)	센서(m)
홍수	모니터링	가시광선	KOMPSAT-2/MSC	~30	가(~5)
	홍수범람/ 침수현황	가시광선	EOS-Terra/MISR	200~	가(250~)
			Rapideye/ REIS ALOS/AVNIR-2	~200	가(~20)
			Geoeye-1/GIS Pléiades-1 A/B/HIRI Quickbird/BGIS-2000	~30	가(~5)
		가시광선/SWIR/ 열	Landsat-7	~200	가(~250), S(~250), 열(~250)
		가시광선/SWIR/ 초분 광	EO-1/Hyperion	~30	가(~250), S(~250), 초(~250)
		가시광선/열	NOAA/ AVHRR	200~	가(250~), 열(250~)
	위험지도/ 피해분석/ 대응, 복구지원	SAR	TerraSAR-X/SAR-X	~200	SAR X
			Sentinel-1A/SAR-C	200~	SAR C
			ALOS-2/PALSAR-2	200~	SAR L
			RadarSat-1/SAR	200~	SAR C
			JERS-1/SAR	~200	SAR L
			ALOS/PALSAR	200~	SAR L
		가시광선	Geoeye-1/GIS Pléiades-1 A/B/HIRI IKONOS/OSA Quickbird/BGIS-2000	~30	가(~5)
			EOS-Terra/MISR	200~	S(~20)
			Rapideye/REIS ALOS/AVNIR-2	~200	가(~250)
		가시광선/SWIR	Landsat-8/OLI	~200	가(250~), S(250~)
			WorldView-3/WV110	~30	가(~5), S(~20)
		가시광선/SWIR/열	EOS-Terra/ASTER	~200	가(~20), S(~250), 열(~250)
			Landsat-5/TM	~200	가(~250), S(~250), 열(250~)
		가시광선/초분광/ 열	EOS-Terra/MODIS EOS-Aqua/MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
		열	Landsat-8/TIRS	~200	열(~250)

□ 가뭄관리 분야

○ (주요업무) 감시/기상학적/농업적/수문학적/사회적/전망/분석

- (시공간적 변화)기상→농업→수문학적 가뭄은 서로 연계되어 있으며, 시공간적으로 변화하는 가뭄 단계별 변이 특성 관측 필요
- (발작물) 지형, 작물, 토양에 따른 토양수분함량 위성 관측 필요
- (논) 논에 필요한 관개수 확보를 위한 댐, 저수지 등의 저수량, 하천유량, 지하수량 (예를 들어 Grace위성) 등의 위성 관측 필요
- (관측) 하천 유량, 저수량, 지하수 관측 필요
- (2차피해) 기상, 농업, 수문학적 가뭄 발생 시 각 단계별로 발생하는 2차 피해이며, 위성관측 가능여부 확인 필요 요망
- 시공간적으로 분포되어 기상, 농업, 수문학적 가뭄 관측이 선행된 이후 기상청 5일 예보(동네예보), TIGGE(약 10일 정도 준 실시간 예보), 계절예측, 기후 시나리오 자료와 연계하여 Seamless 기반의 가뭄 예측이 필요함
- 기상관측소(point-scale) 기반으로 한 한반도 스케일에서의 시공간적 가뭄특성 분석 현실적으로 불가능함. 또한 위성기반 강우자료는 기상학적 가뭄은 설명할 수 있으나 강우와 지표특성에 영향을 받는 농업 및 수문학적 가뭄에 적용하지 못하는 제약이 있음



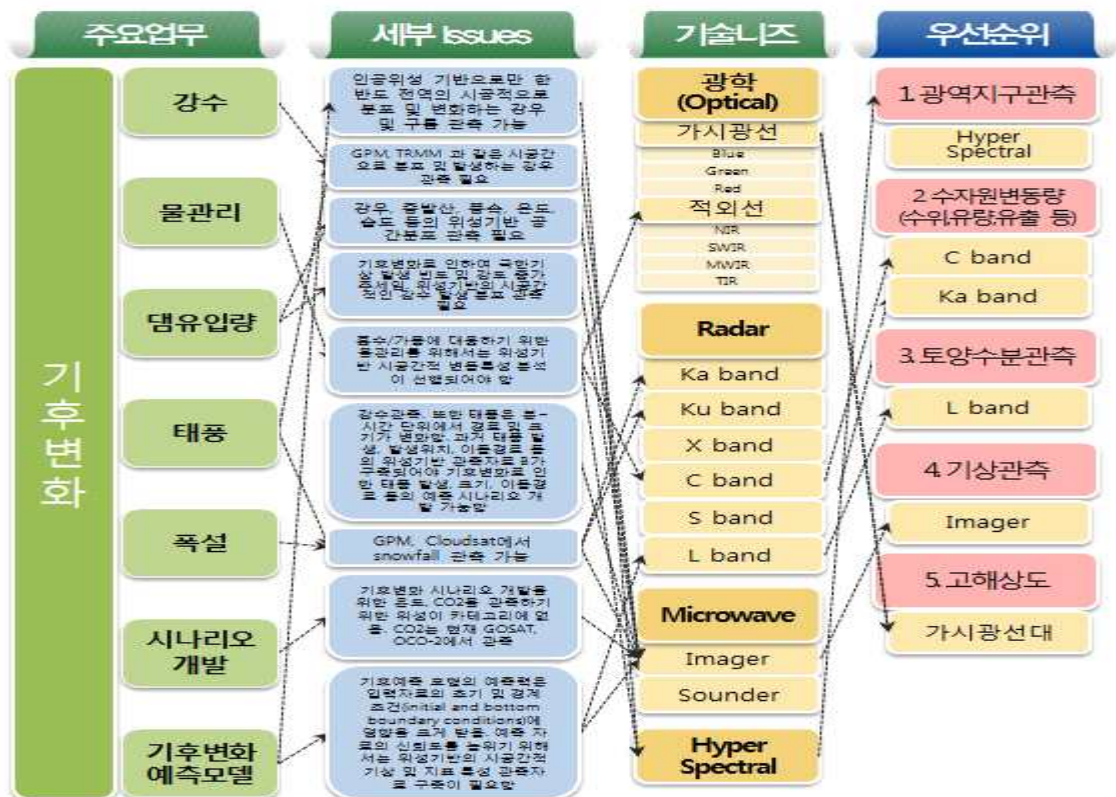
[그림 2-30] 가뭄관리 분야 기술 Needs 분석

<표 2-27> 가뭄분야 주요업무별 위성센서

주요업무		위성센서			
		구분	탑재체	관측폭(Km)	센서(m)
가뭄	모니터링	가시광선	KOMPSAT-2/MSR	~30	가(~5)
	예상지도	가시광선	KOMPSAT-1/EOC	~30	가(~20)
		가시광선/SWIR	Landsat-7/ETM+ Landsat-4/5/TM	~200	가(~250), S(~250), 열(~250)
	재해상황 모니터링	가시광선/열	NOAA/AVHRR	200~	가(250~), 열(250~)
		가시광선/SWIR	Meteosat/SEVIRI SPOT-4,5/Vegetation	200~	가(250~), S(250~)
	피해 현황도	SAR	ALOS/PALSAR	200~	SAR L
			ENVISAT/ ASAR	200~	SAR C
		가시광선/초분광/열	EOS-Aqua/MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
		가시광선/SWIR/초분 광	EO-1/Hyperion	~30	가(~250), S(~250), 초(~250)
		가시광선/SWIR/열	EOS-Terra/ASTER	~200	가(~20), S(~250), 열(~250)
		SAR	TerraSAR/SAR-X	~200	SAR X
			RadarSat-1/SAR	200~	SAR C
	피해 분석도	가시광선	Rapideye/REIS	~200	가(~20)
		가시광선	Quickbird/BGIS-2000 GeoEye-1/GIS	~30	가(~5)
		가시광선	EOS-Terra/MISR	200~	가(250~)
		가시광선	HJ1A/B/WVC	200~	가(~250)
		가시광선/SWIR	Landsat-8/OLI	~200	가(~250), S(250~)
		가시광선/초분광/열	EOS-Terra/MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)

□ 기후변화 대응 분야

- (주요업무) 강수/물관리/댐유입량/태풍/폭설/시나리오개발/기후변화예측모델
 - (강우/구름) 인공위성 기반으로만 한반도 전역의 시공간적으로 분포 및 변화하는 강우 및 구름 관측 가능
 - (GPM/TRMM) 시공간으로 분포 및 발생하는 강우 관측 필요
 - (공간분포) 강우, 증발산, 풍속, 온도, 습도 등의 위성기반 공간분포 관측 필요
 - (기후변화) 기후변화로 인하여 극한기상 발생 빈도 및 강도 증가추세임. 위성기반의 시공간적인 강수 발생 분포 관측 필요
 - (변동특성) 홍수/가뭄에 대응하기 위한 물 관리를 위해서는 위성기반 시공간적 변동특성 분석이 선행되어야 함
 - (강수관측) 태풍은 분(minute) 및 시간(hour) 단위에서 경로 및 크기가 변화하며, 과거 태풍 발생, 발생위치, 이동경로 등의 위성기반 관측자료 DB가 구축되어야 기후변화로 인한 태풍 발생, 크기, 이동경로 등의 예측 시나리오 개발이 가능함
 - (SNOWFALL) GPM, Cloudsat에서 snowfall 관측 가능
 - (온도/CO2) 기후변화 시나리오 개발을 위한 온도, CO2를 관측하기 위한 위성이 카테고리 없으며, CO2는 현재 GOSAT, OCO-2에서 관측
 - (예측자료) 기후예측 모형의 예측력은 입력자료의 초기 및 경계 조건(initial and bottom boundary conditions)에 영향을 크게 받으며, 예측 자료의 신뢰도를 높이기 위해서는 위성기반의 시공간적 기상 및 지표 특성 관측자료 구축이 필요함



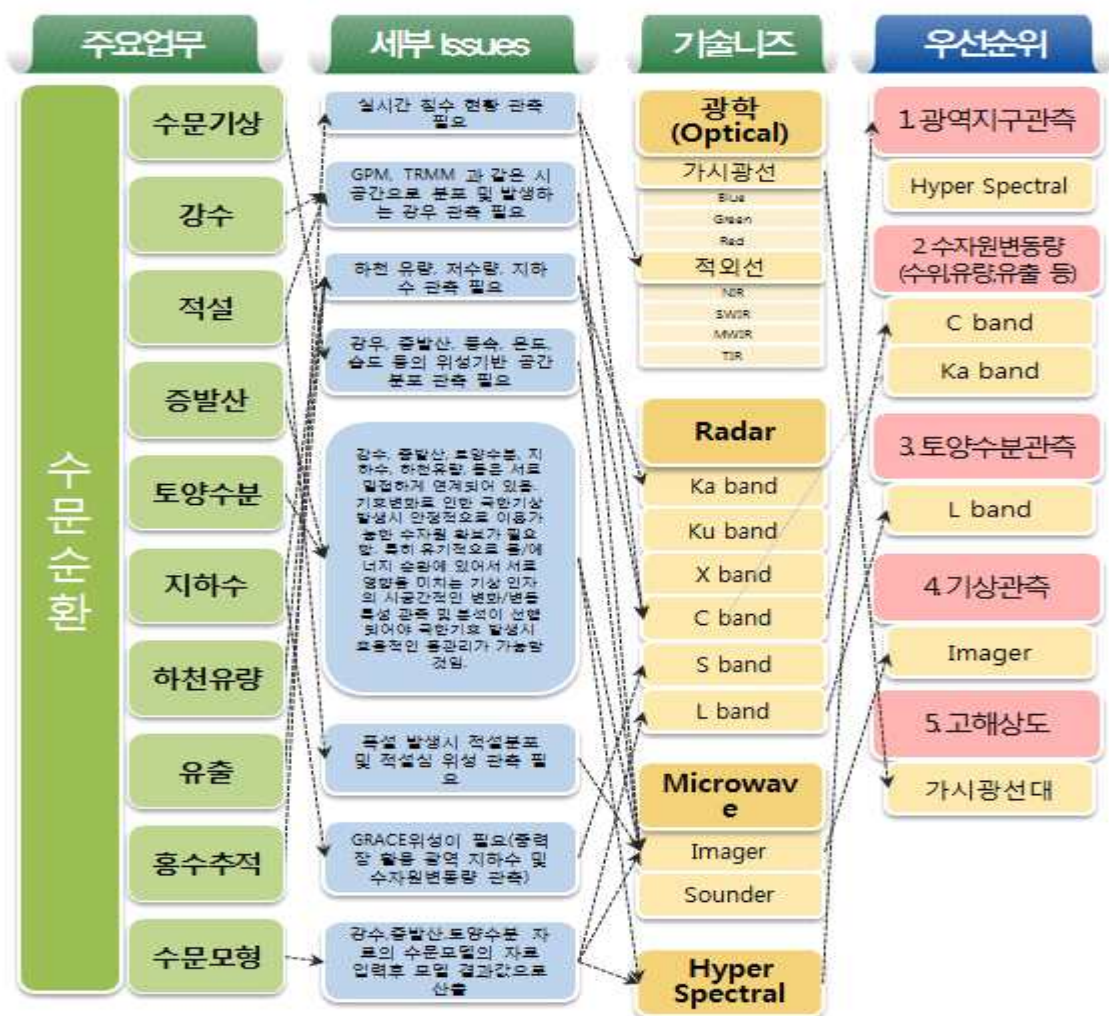
[그림 2-31] 기후변화 대응 분야 기술 Needs 분석

<표 2-28> 기후변화 관측 분야 위성센서

주요업무		위성센서			
		구분	탑재체	관측폭(Km)	센서(m)
태풍	모니터링	가시광선	COMS-1/GOCI	200~	가(250~)
		가시광선/열	INSAT-3A/HVRR	200~	가(250~), 열(250~)
		가시광선/SWIR	MTAST-1R/JAMI MTAST-2/IMAGER	200~	가(250~), S(250~)
		가시광선/초분광/열	Terra/Aqua/ MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
	위치도	가시광선/열	Meteosat-7/MVIRI	200~	가(250~), 열(250~)
	피해현황도	가시광선	FORMOSAT-2/RSI	~30	가(~320)
	피해분석도	SAR	TerraSAR-X/SAR-X COSMO-SkyMed/AR-2000	~200	SAR X
			RadarSat/SAR	200~	SAR C
		가시광선	EO-1/Hyperion	~30	가(~250), S(~250). 초(~250)
		가시광선/SWIR/열	EOS-Terra/ASTER	~200	가(~20), S(~250). 열(~250)
		SAR	TerraSAR/SAR-X	~200	SAR X
			RadarSat-1/SAR	200~	SAR C
		가시광선	Quickbird/BGIS-2000 WorldView-3/WV110 Plelades-1 A/B/HIRI GeoEye-1/GIS WorldView-1/WV60	~30	가(~5)
			SPOT-5/HRG,HRS	~30	가(~20)
		가시광선/SWIR	EOS-Terra/MISR	~200	가(~20), S(~20)
		가시광선/SWIR/ 열	Landsat-5/TM	~200	가(~250), S(~250), 열(250~)
			EOS-Terra/ASTER	~200	가(~20), S(~250), 열(~250)
		가시광선/초분광/열	Terra/Aqua/ MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
폭설	위험지도	가시광선	HJ-11/WVC	200~	가(~250)
	예상지도	가시광선	ALOS/AVNIR-2	~200	가(~20)
		가시광선/SWIR	Landsat-8/OLI	~200	가(~250), S(~250)
			MTAST-1R/JAMI	200~	가(250~), S(250~)
			WorldView-3/WV110	~30	가(~5), S(~20)
		가시광선/SWIR/ 열	Landsat-7/ETM+	~200	가(~250), S(~250), 열(~250)
			Landsat-5/TM	~200	가(~250), S(~250), 열(250~)
		가시광선/초분광/열	EOS-Terra/MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
		가시광선/열	NOAA/AVHRR	200~	가(250~), 열(250~)

□ 수문순환 분야

- (주요업무) 수문기상/강수/적설/증발산/토양수분/지하수/하천유량/유출/홍수추적/수문모형
 - (실시간) 실시간 침수 현황 관측 필요
 - (GPM/TRMM) 시공간으로 분포 및 발생하는 강우 관측 필요
 - (관측) 하천 유량, 저수량, 지하수 관측 필요
 - (공간분포) 강우, 증발산, 풍속, 온도, 습도 등의 위성기반 공간분포 관측 필요
 - (변화/변동) 강수, 증발산, 토양수분, 지하수, 하천유량, 등은 서로 밀접하게 연계되어 있으며, 기후변화로 인한 극한기상 발생 시 안정적으로 이용가능한 수자원 확보가 필요함. 특히 유기적으로 물/에너지 순환에 있어서 서로 영향을 미치는 기상 인자의 시공간적인 변화/변동 특성 관측 및 분석이 선행되어야 극한기후 발생 시 효율적인 물 관리가 가능함
 - (폭설) 폭설 발생 시 적설분포 및 적설심 위성 관측 필요
 - (GRACE) 중력장 활용 광역 지하수 및 수자원 변동량 관측
 - (수문모델) 강수, 증발산, 토양수분 자료의 수문모델의 자료 입력 후 모델 결과 값으로 산출



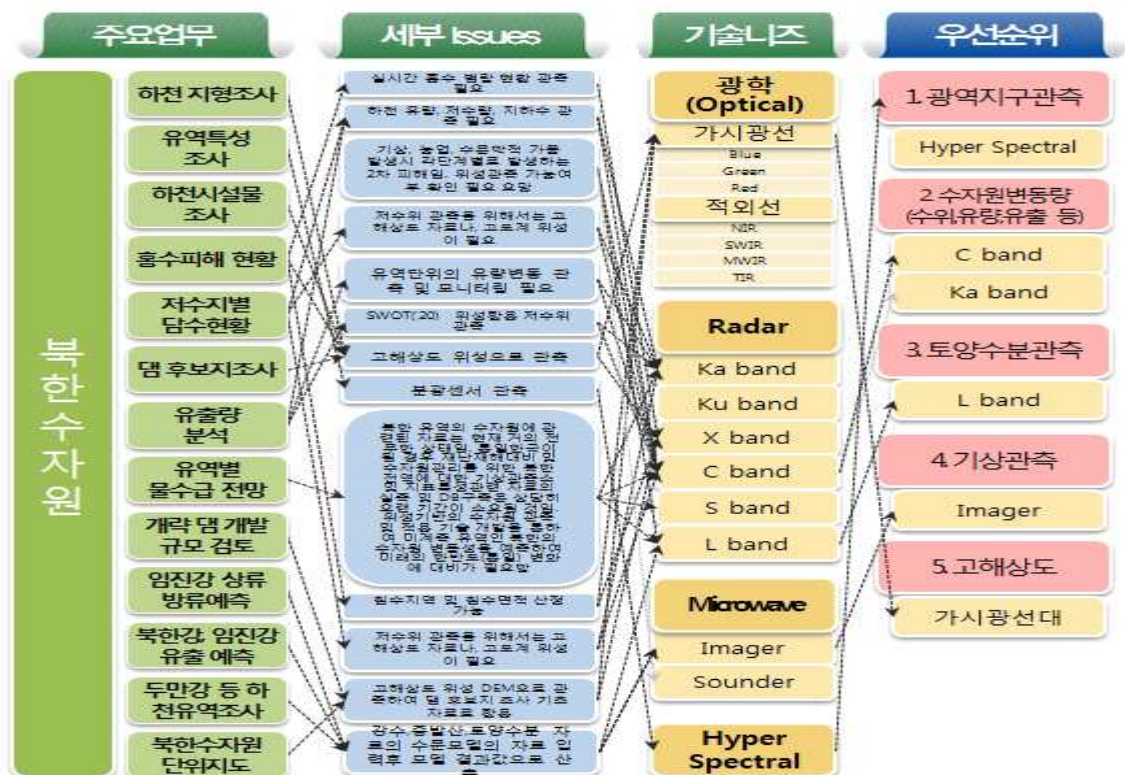
[그림 2-32] 수문순환 분야 기술 Needs 분석

<표 2-29> 수문순환 관측 위성센서

주요업무		위성센서			
		구분	탑재체	관측폭(Km)	센서(m)
적설	위험지도	가시광선	HJ-11/WVC	200~	가(~250)
	예상지도	가시광선	ALOS/AVNIR-2	~200	가(~20)
		가시광선/SWIR	Landsat-8/OLI	~200	가(~250), S(~250)
			MTAST-1R/JAMI	200~	가(250~), S(250~)
			WorldView-3/WV110	~30	가(~5), S(~20)
		가시광선/SWIR/열	Landsat-7/ETM+	~200	가(~250), S(~250), 열(~250)
			Landsat-5/TM	~200	가(~250), S(~250), 열(250~)
		가시광선/초분광/열	EOS-Terra/MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
홍수	홍수범람/침수현황	가시광선	NOAA/AVHRR	200~	가(250~), 열(250~)
		가시광선	KOMPSAT-2/MSR	~30	가(~5)
		가시광선	EOS-Terra/MISR	200~	가(250~)
			Geoeye-1/GIS Plelades-1 A/B/HIRI Quickbird/BGIS-2000	~30	가(~5)
		가시광선/SWIR/열	Landsat-7	~200	가(~250), S(~250), 열(~250)
		가시광선/SWIR/초분광	EO-1/Hyperion	~30	가(~250), S(~250), 초(~250)
	위험지도/피해분석/대응, 복구지원	가시광선/열	NOAA/ AVHRR	200~	가(250~), 열(250~)
		SAR	TerraSAR-X/SAR-X	~200	SAR X
			Sentinel-1A/SAR-C	200~	SAR C
			ALOS-2/PALSAR-2	200~	SAR L
			RadarSat-1/SAR	200~	SAR C
			ALOS/PALSAR	200~	SAR L
		가시광선	Geoeye-1/GIS Plwiades-1 A/B/HiRI Quickbird/BGIS-2000	~30	가(~5)
			Rapideye/REIS ALOS/AVNIR-2	~200	가(~250)
		가시광선/SWIR	Landsat-8/OLI	~200	가(250~), S(250~)
			WorldView-3/WV110	~30	가(~5), S(~20)
		가시광선/SWIR/열	EOS-Terra/ASTER	~200	가(~20), S(~250), 열(~250)
			Landsat-5/TM	~200	가(~250), S(~250), 열(250~)
		가시광선/초분광/열	EOS-Terra/MODIS EOS-Aqua/MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
		열	Landsat-8/TIRS	~200	열(~250)

□ 북한수자원 분야

- (주요업무) 하천지형/유역특성/하천시설물/홍수피해현황/저수지별 담수현황/댐 후보지/유출량분석/유역별 물수급/개량댐 개발/임진강 상류방류예측/북한강, 임진강 유출예측/두만강 하천유역/북한수자원단위지도
- (실시간) 실시간 홍수 범람 현황 관측 필요
- (관측) 하천 유량, 저수량, 지하수 관측 필요
- (2차 피해) 기상, 농업, 수문학적 가뭄 발생 시 각 단계별로 발생하는 2차 피해이며, 위성관측 가능여부 확인 필요 요망
- (저수위 관측) 저수위 관측을 위해서는 고해상도 자료 및 고도계 위성 필요
- (유역단위) 유역단위의 유량변동 관측 및 모니터링 필요
- (북한/미계측) 북한 유역의 수자원에 관련된 자료는 현재 거의 전무한 상태이며, 통일한국이 될 경우 재난재해대비 및 수자원관리를 위한 북한 전역에 대한 기상관측소 및 지표특성관련 자료의 실측 및 DB구축은 상당히 오랜 기간이 소요될 것임. 위성 기반의 수자원 관측 및 적용 기술 개발을 통하여 미계측 유역인 북한의 수자원 변동성을 예측하여 미래의 한반도(통일) 변화에 대비가 필요함
- (침수) 침수지역 및 침수면적 산정 가능
- (저수위 관측) 저수위 관측을 위해서는 고해상도 자료나, 고도계 위성이 필요
- (DEM) 고해상도 위성 DEM으로 관측하여 댐 후보지 조사 기초 자료로 활용
- (수문모델) 강수, 증발산, 토양수분 자료의 수문모델의 자료 입력 후 모델 결과 값으로 산출



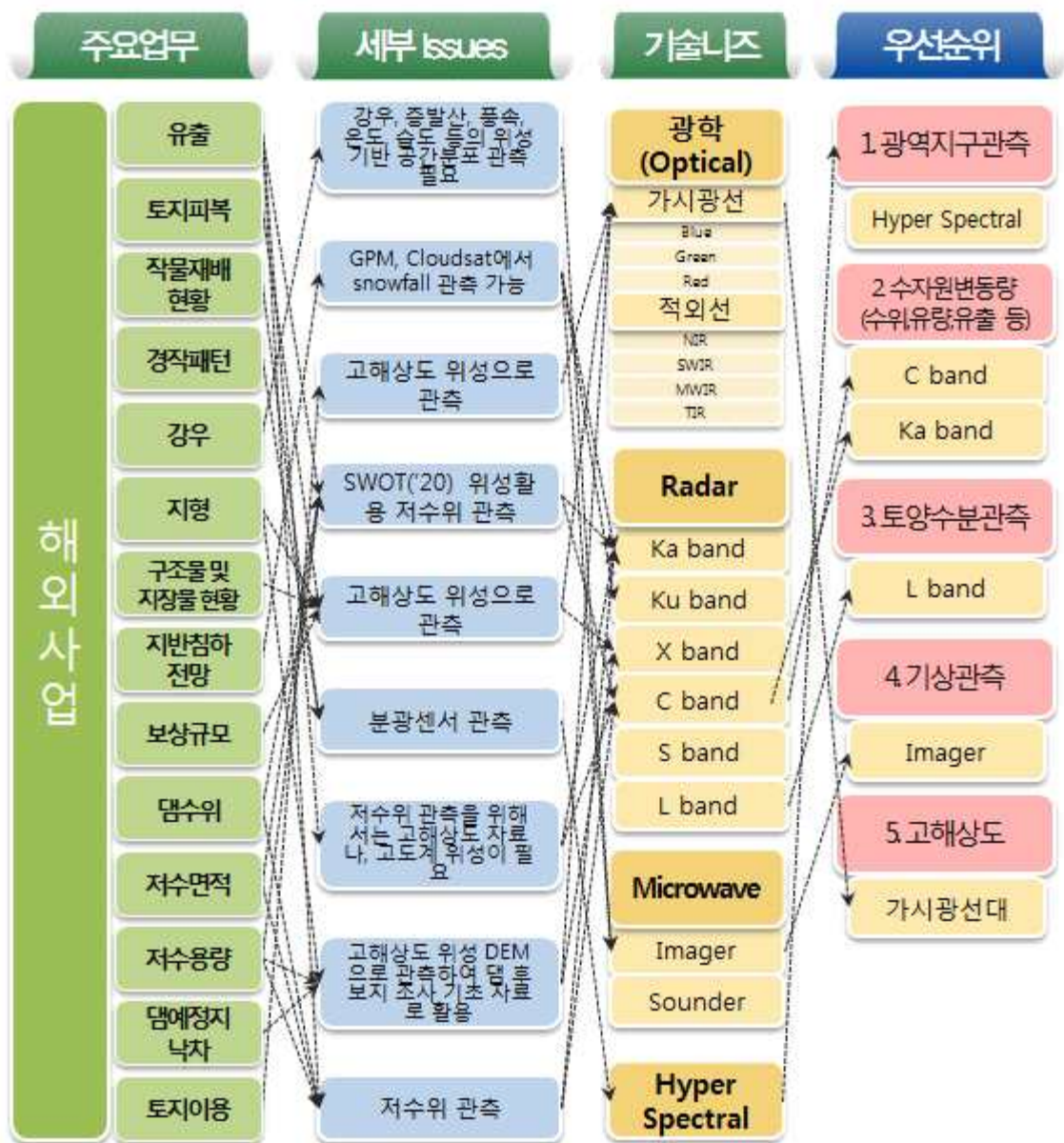
[그림 2-33] 북한 수자원 분야 기술 Needs 분석

<표 2-30> 북한 수자원 분석 위성센서

주요업무		위성센서			
		구분	탑재체	관측폭(Km)	센서(m)
지형조사	모니터링/ 위치분석도/ 피해분석도	SAR	KOMPSAT-5/COSI TerraSAR-X/SAR-X COSMO-SkyMed/ SAR-2000	~200	SAR X
			RadarSat-2/SAR	200~	SAR C
			ALOS-2/PALSAR-2 ALOS/PALSAR	200~	SAR L
			ENVISAT/ASAR	200~	SAR C
			ERS-1/AMI-SAR ERS-2/AMI-SAR	~200	SAR C
			RadarSAT-1/SAR	200~	SAR C
	위험지도	SAR	TerraSAR/SAR-X	~200	SAR X
		가시광선/초분광/열	EOS-Terra/MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
	예상지도	가시광선/초분광/열	EOS-Terra/MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
홍수	피해현황	가시광선	EOS-Terra/MISR	200~	가(250~)
			Rapideye/ REIS ALOS/AVNIR-2	~200	가(~20)
			Geoeye-1/GIS Plelades-1 A/B/HIRI Quickbird/BGIS-2000	~30	가(~5)
		가시광선/SWIR/ 열	Landsat-7	~200	가(~250), S(~250), 열(~250)
		가시광선/SWIR/ 초분광	EO-1/Hyperion	~30	가(~250), S(~250), 초(~250)
		가시광선/열	NOAA/ AVHRR	200~	가(250~), 열(250~)
가뭄/ 홍수	모니터링	가시광선	KOMPSAT-2/MSC	~30	가(~5)
	모니터링	가시광선	KOMPSAT-2/MSC	~30	가(~5)
가뭄	예상지도	가시광선	KOMPSAT-1/EOC	~30	가(~20)
		가시광선/SWIR	Landsat-7/ETM+ Landsat-4/5/TM	~200	가(~250), S(~250), 열(~250)
	재해상황 모니터링	가시광선/열	NOAA/AVHRR	200~	가(250~), 열(250~)
		가시광선/SWIR	Meteosat/SEVIRI SPOT-4,5/Vegetation	200~	가(250~), S(250~)

□ 해외사업 분야

- (주요업무) 유출/토지피복/작물재배/경작패턴/강우/지형/구조물 및 저장물/지반침하/보상 규모/댐수위/저수면적/저수용량/댐예정지 낙차/토지이용
 - (공간분포) 강우, 증발산, 풍속, 온도, 습도 등의 위성기반 공간분포 관측 필요
 - (SNOWFALL) GPM, Cloudsat에서 snowfall 관측 가능
 - (고해상도) 고해상도 위성으로 관측
 - (SWOT) SWOT('20) 위성활용 저수위 관측
 - (분광센서) 분광센서 관측
 - (저수위) 저수위 관측을 위해서는 고해상도 자료나, 고도계 위성이 필요
 - (DEM) 고해상도 위성 DEM으로 관측하여 댐 후보지 조사 기초 자료로 활용



[그림 2-34] 해외사업 분야 기술 Needs 분석

<표 2-31> 해외사업 관련 위성센서

주요업무		위성센서			
		구분	탑재체	관측폭(Km)	센서(m)
지형조사	모니터링/ 위치분석도 / 피해분석도	SAR	KOMPSAT-5/COSI TerraSAR-X/SAR-X COSMO-SkyMed/ SAR-2000	~200	SAR X
			RadarSat-2/SAR	200~	SAR C
			ALOS-2/PALSAR-2 ALOS/PALSAR	200~	SAR L
			ENVISAT/ASAR	200~	SAR C
			ERS-1,2/AMI-SAR	~200	SAR C
			RadarSAT-1/SAR	200~	SAR C
	위험지도	SAR	TerraSAR/SAR-X	~200	SAR X
		가시광선/초분광/열	EOS-Terra/MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
	예상지도	가시광선/초분광/열	EOS-Terra/MODIS	200~	가(250~), 초(250~), 열(250~)
가뭄/ 홍수	모니터링	가시광선	KOMPSAT-2/MSC	~30	가(~5)
	모니터링	가시광선	KOMPSAT-2/MSC	~30	가(~5)
가뭄	예상지도	가시광선	KOMPSAT-1/EOC	~30	가(~20)
		가시광선/SWIR	Landsat-7/ETM Landsat-4/5/TM	~200	가(~250), S(~250), 열(~250)
	재해상황 모니터링	가시광선/열	NOAA/AVHRR	200~	가(250~), 열(250~)
		가시광선/SWIR	Meteosat/SEVIRI SPOT-4,5/Vegetation	200~	가(250~), S(250~)
홍수	피해현황	가시광선/SWIR/ 열	Landsat-7	~200	가(~250), S(~250), 열(~250)
		가시광선/SWIR/ 초분광	EO-1/Hyperion	~30	가(~250), S(~250), 초(~250)
		가시광선/열	NOAA/ AVHRR	200~	가(250~), 열(250~)
토지 피복	모니터링	가시광선	Geoeye-1/GIS Plelades-1 A/B/HIRI Quickbird/BGIS-2000	~30	가(~5)
	피해분석도	가시광선	KOMPSAT-1/EOC FORMOSAT12/R나	~30	가(~20)
			KOMPSAT-3/AEISS	~30	가(~5)
		가시광선/SWIR	EO-1/ALI	~200	가(~250), S(~250)
			SPOT-5/HRG	~200	가(~20), S(~20)
		SAR	JERS-1/SAR	~30	SAR L

2. 수자원위성 활용 및 수요처 정의

수자원 전용 위성의 필요성 측면에서 홍수, 가뭄 등의 핵심 관측항목을 중심으로 북한의 수자원변동 감시 등을 포함하여 수요처 및 수요분야 정의 및 명확화



[그림 2-35] 수자원위성 활용 및 수요처 정의

□ 1차 수요단계

- (활용분야) 수재해 대응 및 물관리
- (활용방안)
 - 홍수모니터링 및 대응
 - 국가 및 지자체 단위 홍수대응 지원
 - 가뭄모니터링 및 전망
 - 국가 가뭄모니터링 및 제공
 - 수재해 피해 추정 및 분석
 - 하천계획 수립 및 운영(댐, 보)
 - 수자원장기 종합계획 수립 등
- (수요처) 국토교통부, 국민안전처, K-water, 기상청, 해양수산부 등

□ 2차 수요단계

- (활용분야) 물안보, 대북 및 해외사업
- (활용방안)
 - 남북접경지역 수자원변동 관측
 - 물안보 확보로 국민피해 최소화
 - 북한 수자원 현황 분석 및 수문자료 모니터링
 - 남북 경험 및 통일 대비 기초자료 확보
 - 해외전략국가 수자원 관측자료 지원 및 기술 수출
- (수요처) 통일부, 국방부, 건설사 및 엔지니어링사 등

□ 3차 수요단계

- (활용분야) 국제 협력 및 위상 강화
- (활용방안)
 - 국제 수자원위성 프로그램 참여
 - 고정밀 수재해 모니터링 및 글로벌 관측 연계 운영
 - 위성관측자료 공동 활용
 - SWMI 국제협력프로그램 개발
 - AWC(Asia Water Council) 공동 프로젝트 개발
 - 개발도상국 협력 사업 발굴('16)
 - 글로벌 물정보 허브 구축
- (수요처) NASA, JAXA 등 국외 관련기관과 태국, 필리핀, 인도네시아 등 개발도상국

□ 수요부처별 활용 업무 분야

[국토교통부]

- 수자원정책국-하천계획과(유역종합치수계획수립)
 - 위성기반의 지속적인 강과 댐의 수위선 변화탐지
 - 위성영상을 이용하여 하천 주위의 수치지형도 작성
 - 수위선의 정기적인 감시를 통해 용수량 관리 및 용수비축계획
 - 위성자료와 통계자료를 이용한 기후변화에 따른 영향 및 예측
 - 위성자료 기반의 수재해 위험지도작성 및 방재계획 수립
 - 기후변화 대응을 위한 수자원 정책 개발 및 적용성 평가
- 수자원정책국-하천운영과(수해방지종합대책추진)
 - 위성기반의 지속적인 강과 댐의 수위선 변화탐지
 - 홍수와 범람을 분석하는 수문 모형의 입력자료로 활용 및 홍수 위험지역 산출
 - RGB 영상을 이용하여 하천폭의 변화 및 침수지역 감시
- 수자원정책국-하천계획과, 하천운영과(하천기본계획, 하천지도 전산화 및 하천정보사업)
 - 광범위한 하천지류의 효율적 감시로 현장조사 대체
 - 위성기반 기상자료와 융합을 통한 하천 유량 및 치수계획수립
 - 위성영상을 활용한 공간분석으로 홍수범람지역 예측 및 저감시설 계획 수립
 - 지형 및 수변환경 변화에 대한 합리적인 평가지원
- 수자원정책국-수자원개발과(수계별 댐 내 탁수예방 종합대책 수립에 관한 사항)
 - 불특정 시공간에서 발생하는 녹조관리
 - 위성기반 클로로필 농도 측정
 - 부유물질 추정
 - 수질오염 대책에 관한 의사결정 및 평가의 기초자료로 활용가능
- 수자원정책국
 - 하천(국토부), 하수도(환경부), 소하천(안전처), 농업용 저수지(농림부) 등 치수시설을 유역단위로 최적 연계하는 도시홍수 방지 종합대책
 - 국지성 돌발홍수 예측을 위한 강우레이더 확충, 홍수정보 앱 서비스지역 확대 등 홍수 예보 체계 강화를 통한 홍수 대응력 강화
- 국토정책과(통일대비 한반도 국토종합개발구상)
 - 고해상도 위성영상을 이용하여 작성된 북한의 영상지도 및 공간정보 통합시스템을

이용하여 북한지역의 국토개발을 위한 도시계획, 입지선정, 토목, 수자원, 환경분야 등에 활용

- 한강홍수통제소-예보통제과, 하천정보센터
 - 위성영상을 이용하여 홍수 및 가뭄의 통제 및 관리, 예보 등에 활용
 - 수자원정보 기반시스템 구축 및 운영에 활용
 - 하천유량관리시스템의 구축 및 운영
 - 하천관리유량 산정 및 평가에 활용
- 서울지방국토관리청/지방국토관리청
 - 하천사업 시행계획 수립·시행을 위한 기초자료
 - 계절별 홍수 및 가뭄 대비 안전대책 수립 및 운영
 - 위성영상 기반 국가하천의 홍수피해 근원적해소 및 지방하천 정비를 통한 치수능력 확보 및 수변구역 복합문화공간 조성 계획 수립에 활용

[산림청]

- 국립산림과학원-산림방재연구과, 산림항공본부
 - 위성영상을 이용한 산사태, 사면안정, 및 토사재해방지에 활용
 - 산불 예방 및 진화를 위한 선제적 산림재해 대응 체계 구축에 활용

[기상청]

- 국립기상과학원-기후연구과
 - 기후변화예측모형(Global Circulation Model, GCM)의 초기 토양수분 입력 자료 제공을 통한 기상·기후연구 기술 개발 및 향상에 활용
 - 기후변화 영향평가 및 적응에 관한 연구 활용

[미래창조과학부]

- 한국건설기술연구원-수자원·하천연구소
 - 영상자료를 활용하여 지속가능한 수자원 확보 및 관리, 홍수 예방, 생태하천 복원 등의 연구개발
 - 국가 수자원 정책 및 계획 수립, 홍수와 가뭄 재해 경감, 지표수-지하수 조사 및 해석, 기후변화 대비 대책
 - 기후변화에 따른 하천의 변동과 예측, 평가 및 대응에 관한 연구
- 한국지질자원연구원-지구환경연구본부
 - 지하수의 지속가능한 활용방안 및 토양지하수의 오염에 관한 연구

- 산사태로 인한 지질재해의 예측 및 모니터링을 위한 기초자료

[농림축산식품부]

- 농촌진흥청
 - 차세대 중형위성개발사업을 통한 공공서비스 창출
 - 위성영상을 활용한 농작물 작황 추정
 - 위성영상을 활용한 농경지 취약성 평가 및 가뭄지도 작성

[환경부]

- 국립환경과학원-물환경연구부 유역생태팀(수생태 건강성 평가 및 수변환경 자료구축)
 - 수생태계 건강성 확보를 위한 하천·하구의 수생태계 현황조사 및 건강성 평가, 하천 수심에 따른 담수어류 이동특성, 등의 수생태 건강성 통합정보 분석 기법 연구를 위한 기초자료
 - 조류발생시 유량과 조류의 분포적 특성과의 상관성 연구를 위한 기초자료
- 국립환경연구원-물환경평가과
 - 4대강의 수질변화를 예측하는 수질예보시스템 운영시 3차원 수질모형(EFDC)과 유량, 수질, 기상 자료 등을 이용한 수질변화 모의에 관한 연구
 - EFDC 모형 구동시 위성영상을 이용하여 유량 정보 제공시 좀더 세밀한 모형 검·보정을 위한 기초자료
- 국립환경과학원-물환경연구부 유역총량연구과(수질 및 수생태관리, 비점원오염관리)
 - 수질오염관리를 위한 오염총량관리제도에서 지류총량제 수행시 미계측 유역 실시간 관측 유량 정보 제공
 - 우기 및 건기 기간 비점오염원 산정 및 관리를 위한 기초자료

[국민안전처]

- 국립재난안전연구원-방재연구실
 - 도시홍수 대응기술 및 미계측 유역 홍수분석 기술 개발 및 재난 위험도 평가
 - 광학위성기반 재난 안전 기술 개발 및 방재위성센터 구축 운영
 - 인공위성 기반 가뭄 대응체계운영
 - 도시홍수 대응 기술 개발 및 스마트 피해조사 시스템 실용화
- 국립재난안전연구원-재난정보분석팀
 - GIS 기반 재난정보 수집·분석·표출 관련연구
 - 스마트 재난관리 시스템운영 및 정보연계

- 스마트 재난상황 관리시스템개발 및 확대보급
- 재난위험정보 분석
- 국립재난안전연구원-정보통합연구팀
 - 생활안전지도 구축 기술개발 연구
 - 빅데이터 기반 재난 예방 및 대응기술 개발

[한국수자원공사]

- 수자원사업본부-조사기획처
 - (수문순환 해석) 해외, 북한 접경지역 등 민감지역을 포함한 미 계측지역의 식생, 가
 뭍 및 홍수 발생, 하천변화 모니터링
- 수자원사업본부-물관리센터
 - (물관리 고도화) 위성자료를 취득하여 수문, 수질, 유역조사 분석 모형의 수문인자로
 활용함으로써 통합 물관리 강화
- 해외사업본부-해외사업처
 - (해외사업 지원) 해외사업(태국, 필리핀, 동남아 등)날씨, 기상예측, 강우량 및 유출량
 산정을 위한 기초자료 제공하여 사업설계 및 관리 지원
- 물정보기술원-수자원정보센터, 가뭄정보분석센터
 - (물정보 HUB화) 기후변화에 따른 폭우, 가뭄정보를 장기예측하고, 수문분석 자료 제
 공을 통한 물정보 HUB화 기능 강화
- K-water연구원-수자원연구소
 - 위성자료의 수문/수자원 인프라에 활용할 수 있는 기반마련 및 전문기술 개발
 - 선진국 수준의 수문기상 위성자료 활용체계 구축
 - 수문기상 위성자료 분석 및 표준기술 개발
 - 위성자료를 이용한 수문, 수질(조류 모니터링)분석 모형고도화
 - 수문위성 산출정보 기반 수재해 예측 및 대응정책 마련
 - 실시간 물정보 확보로 물산업의 해외사업 진출 확대

[농어촌공사]

- 농어촌연구원-농공연구실(수자원)
 - 기후변화에 대응하여 수자원의 효율적 이용과 관리를 위한 정책개발 및 선진화된 통
 합 수자원 시스템 구축
 - 저비용 고효율의 물관리를 위한 과학적인 유지관리 기술 개발

○ 농어촌연구원-농공연구실(물환경 연구)

- 농어촌지역에 청정 용수를 공급하고, 자연생태계화 농어촌 경관을 보전하기 위해 생태공학적 기법을 활용하여 물환경 개선 및 수생태 복원 기술 개발
- 농어촌 비점오염관리 방안 및 유역통합관리 모델 개발

○ 농어촌연구원-북한연구센터

- 통일 농정에 대비한 남북 농림축수산분야 협력사업과 한반도 균형발전을 위한 미래 농업의 추진전략을 연구
- 북한의 농업용저수지 개발 및 농업기반정보 관리시스템 구축

[각 지방자치단체]

○ 서울특별시청(예시)-재난대응과

- 하천 치수 및 계획 수립
- 풍수해 관련 자연재해저감 방안 수립
- 수문정보시스템 및 홍수예경보시스템 구축을 위한 기초자료

3. 수자원관리를 위한 위성의 기능적 필요 사항

수자원관리를 위한 전용 위성 탑재체의 기능적 요구 사항은 시간, 공간 등으로 구분하여 제시

- (공간해상도) 최대 10m (홍수 10m, 가뭄 30m 목표로 지형적 특성 고려)
- (시간해상도) 2회/일 (수재해 실시간 광역 모니터링 고려)
- (정보신뢰도) 자체 개발 검보정을 통한 정보신뢰도 70% → 90% 향상

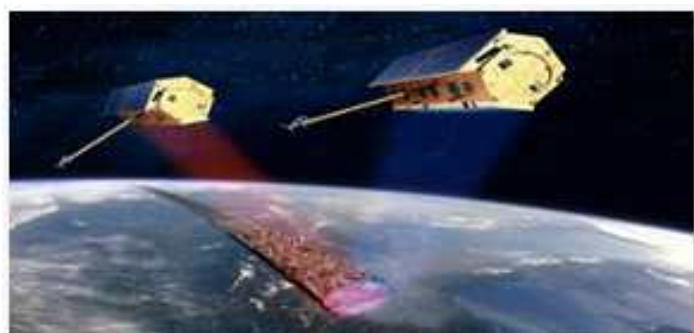
□ 공간/시간/분광 해상도 필요사항

- (공간해상도) 위성에서 센서(망원경)가 관측할 수 있는 목표물의 최소 단위 pixel 크기 값으로 이 값이 적을수록 공간 해상도가 높음
 - 우리나라 65% 산림이고, 토지이용 매우 복잡함 고려
 - 하천, 유역 특성을 고려하여 최소 30m 이하 공간해상도 필요
 - 총 17개 목표 중 기후변화·물 관련 3개 Goal 채택



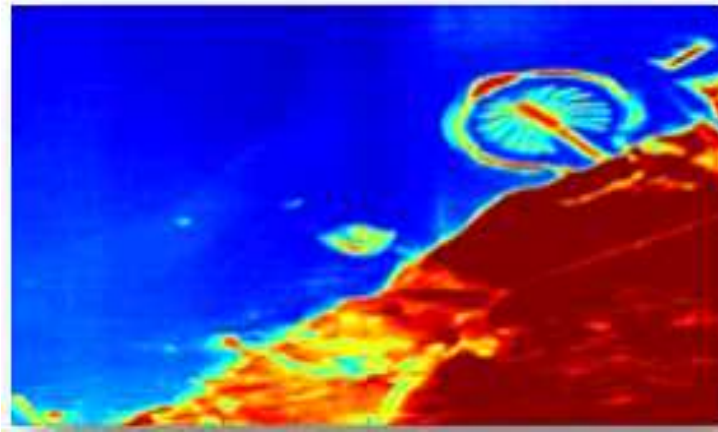
[그림 2-36] 백두산 고해상도(50cm)3D 영상지도

- (시간해상도) 센서가 특정한 지역의 화상을 얼마나 자주 기록하는가를 나타내는 것
 - 수재해 모니터링을 고려하여 최소 1일 이내 재관측 주기 확보 필요
 - 영상레이더 센서의 경우 1일 2회 이상 한반도 중심 촬영 필요
 - 광학센서의 경우 2대의 위성으로 12시간 주기의 촬영이 권장됨



[그림 2-37] 독일 TerraSAR-X와 TanDEM-X Rader 지구 관측위성

- (분광해상도) 원격탐사 시스템이 감지할 수 있는 전자기 스펙트럼상의 특정 파장간격의 수와 크기를 의미
 - 지표면의 토양상태, 식생, 수분정도 등 평가 가능한 센서 필요
 - 수재해 특성상 주야간, 악천후 등 기상조건 영향 적은 영상레이더 탑재체 권장
 - MODIS는 36개 밴드 대기상층 관련정보, 해양정보 및 지표피복 변화, 지표면 특정한 관측 가능







[그림 2-38] 분광영상에서 추출한 육지 물 분포도

4. 수자원위성의 수재해 대응 효과 목표

(목표) 수재해 피해 규모 15% 저감, 세계최초 저궤도 수재해 감시 위성 개발 및 선도 (개발) 수문기상인자에 대한 모니터링 및 자료획득이 가능한 저궤도 수자원위성 개발

□ 수자원 위성의 수재해 대응의 기술적, 사회·경제적 목표

○ 기술적 성과목표

<ul style="list-style-type: none">- 중형급 수자원 위성 탑재체 기술<ul style="list-style-type: none">· Small Satellite 기술 상용화 및 저궤도 SAR 탑재체 기술 확보	 <table><tr><th>구분</th><th>현재</th><th>미래</th></tr><tr><td>기술성숙도 (%)</td><td>72.3</td><td>90</td></tr></table>	구분	현재	미래	기술성숙도 (%)	72.3	90
구분	현재	미래					
기술성숙도 (%)	72.3	90					
<ul style="list-style-type: none">- 수재해 관련 정보생성 기술<ul style="list-style-type: none">· 수자원 전용위성에서 수신된 자료기반 수재해 관련 정보화 기술 개발	 <table><tr><th>구분</th><th>현재</th><th>미래</th></tr><tr><td>기술성숙도 (%)</td><td>72.5</td><td>95</td></tr></table>	구분	현재	미래	기술성숙도 (%)	72.5	95
구분	현재	미래					
기술성숙도 (%)	72.5	95					
<ul style="list-style-type: none">- 선제적 홍수·가뭄 평가 및 예측<ul style="list-style-type: none">· 위성기반 기후변화 모델링 및 수재해 예측·대응 기술의 고도화	 <table><tr><th>구분</th><th>현재</th><th>미래</th></tr><tr><td>기술성숙도 (%)</td><td>70</td><td>93</td></tr></table>	구분	현재	미래	기술성숙도 (%)	70	93
구분	현재	미래					
기술성숙도 (%)	70	93					
<ul style="list-style-type: none">- 수재해 정보 플랫폼 기술<ul style="list-style-type: none">· 빅데이터 기반 개방적이고 확장성 높은 수자원정보화 기술력 증가	 <table><tr><th>구분</th><th>현재</th><th>미래</th></tr><tr><td>기술성숙도 (%)</td><td>72.5</td><td>95</td></tr></table>	구분	현재	미래	기술성숙도 (%)	72.5	95
구분	현재	미래					
기술성숙도 (%)	72.5	95					

○ 사회·경제적 성과목표

- 수재해 피해규모 저감
 - 피해 규모 20%, 피해액 7,800억원/10년
- 글로벌 리더십 및 경쟁력 확보
 - 광역 및 지역적 재해관리 기술 개발
 - 중형급 영상레이더 관측기술 선도
 - 물산업 통합 솔루션화 및 기술력 제고
- 수재해 대응 의사결정지원
 - 수재해 관련기관 정보공유체계 구축을 통한 범국가적 재해 대응 기반 구축

제3장 탑재체 개발 가능성 분석

- 1절 위성탑재체 기술수준 및 개발 가능성
- 2절 수자원위성 탑재체 개발 SWOT 분석
- 3절 수자원위성 탑재체 사양 도출
- 4절 C-band 영상레이더 탑재체 기술개발 현황
- 5절 개발 가능성
- 6절 성능 목표

1절 위성탐재체 기술수준 및 개발 가능성

수자원 위성 탐재체 성능목표를 만족하는 국내 기술 개발여건 성숙도 및 기술개발 수준에 따른 위험관리를 위하여 국산화·해외협력 가능성을 검토

탐재체	개발목표	기술적 특징	관측가능인자	기술수준		기술 난이도	개발방안	
				TRL 수준	개발목표			
광학탐재체	• 전자광학카메라 독자개발 - 지상해상도 흑백(1m), 컬러(4m) • 국산화 개발 - 광학모듈 및 전자광학부의 조립, 정렬, 시험	• 우수한 해상도 및 색상 제공 • 디지털 자료획득 및 데이터베이스 구축 용이 • 장시간 보관/처리 가능 • 주간만 사용 가능 • 고난도기술 필요 • 대용량 데이터 처리 필요	• 수치표고자료, 적설 분포량, 지표면 온도, 증발산량, 탄소, 에어로졸 농도, 침수흔적	반사율	6	국산화	중	• 다목적실용위성 1호, 2호, 3호, 3A호 등을 개발하여 축적한 국내의 기술역량을 최대한 활용 • 다목적실용위성 3호 카메라 개발에 사용한 장비를 최대한 활용하여 광학모듈 및 전자광학부 조립/정렬/시험 독자수행
				광구조체	7	국산화	하	
				검출기	3	해외구매	하	
				초정밀전자우	5	국산화	상	
영상레이더 (SAR)	• 전천후 주야간 감시 가능한 위성용 영상레이더 핵심기술 개발 • 500kg급 차세대 중형위성에 탑재 가능한 지상 분해능 1m급 소형·경량 영상레이더 개발	• 주야간 전천후 사용가능 • 장거리 광범위 지역 정찰 • 이동표적식별가능 • 데이터 처리 용이 • 전파방해에 취약 • 고출력, 고가의 장비 필요 • 전문판독시스템 필요	• 해양/해수변화, 지형 구조, 지표면 거칠기, 토양수분량, 빙하면적, 침수구역, 수위 및 유량	제어부	5	국산화	중	• 위성용 영상레이더의 국내 기술개발 부족 • 핵심기술에 대한 국내 기반기술의 확보 노력 필요 • 다목적실용위성 5호 개발사업으로 해상도 1m급 해외구매 도입 • 실험연구를 통한 독자기술력 확보 추진 중
				영상처리장치	5	국산화	상	
				수신기	3	국내 주도	중	
				처리부	4	국내 주도	중	
마이크로 웨이브 (Microwave)	• 해외공동 또는 국내주도 기술개발의 수동형 마이크로파 기상관측센서 개발	• 많은 양의 정보전달 유리 • 장거리 전송 시 높은 성공률 • 장애물에 의한 전파방해가 - 장애물 방해적은 인공위성 적합	• 강수량, 해수면 온도, 지표면 온도, 얼음 농도, 적설량, 표면 습도, 풍속, 대기 수분/온도 분포	제어부	4	국내 주도	중	• 최종시스템 조립, 정렬 및 측정 시험, 그간의 다목적실용위성개발 등 우주개발사업 수행 경험을 토대로 국내독자수행 가능 • 라디오미터 고정, 정확도 등 성능 검증은 해외기술도입 필요
				영상자료저장	6	국내 독자	중	
				지표전송 송신기	6	국내 독자	상	
				지표전송 안테나	3	국내 주도	상	
초분광기 (Hyper-Spectrometer)	• 차세대 중형위성 초분광탐재체는 국산화 고유모델로 개발하여 국내 수요 및 세계시장에서도 경쟁력을 갖도록 개발	• 수십~수백개의 가시광선/적외선 대역의 스펙트럼 촬영 가능 • 높은 개발비용, 고난이도 기술력 필요	• 토양 종류, 잎 면적 지수, 화재, 토지 피복, NDVI, 적설, 빙하, 기름 유출, 통합 수증기, 에어로졸 광학값	안테나	-	국외기관 지원협업	중	• 초분광기의 설계부터 최종조립시험까지 항공우주연구원의 주도하에 부품제작과 일부 유닛의 개발에 국내업체가 참여함으로써 고품질 우주급 전자광학기기의 국내개발 능력 제고
				중복부	-	해외구매, 공동개발	상	
				구조부	-	기술성도 불분명	중	
				검출장부	-	국외기관 전문협업	상	
				수신부	-	국외기관 전문협업	중	
				전기회로부	-	국외기관 전문협업	하	
				전송부	-	해외 구매	중	
				발생부	6	국내 독자	중	
				검출기	4	국내 독자	중	
				광구조부	3	해외 구매	하	
				제어부	8	국내 독자	하	
				카메라제어	4	국내 독자	중	
				카메라전력	6	국내 독자	상	
				영상자료 저장	6	국내 독자	중	
				자료전송	6	국내 독자	상	
				안테나	5	국내 독자	상	

*참고문헌 : 차세대위성개발 선행연구, 항공우주연구원, 2014

[그림 3-1] 위성탐재체별 개발 가능성

□ 광학탐재체

○ 개발목표

- 지상 해상도 흑백 1m, 컬러 4m의 전자광학카메라 독자개발
- 광학모듈 및 전자광학부의 국산화
- 국내 인프라가 부족한 검출기를 제외한 다목적실용위성2호급 카메라 부품수준에서 국산화 개발을 수행하며 광학모듈 및 전자광학부의 조립, 정렬, 시험을 독자적으로 수행하고자 함

○ 기술적 특징

- 전자광학카메라로 높은 해상도 및 색상을 제공하며 디지털 자료획득, 데이터베이스

구축이 용이함

- 관측 자료의 장기간 보관, 처리가 가능하지만 대용량의 데이터 처리가 필요함
- 주간에만 사용이 가능하며 고난도의 기술이 필요

○ 관측가능인자

- 수치표고자료, 적설분포량, 지표면 온도, 증발산량, 탄소, 에어로졸 농도, 침수흔적

○ 개발목표기술완성도 및 개발현황

- 지상해상도 1m급인 다목적실용위성2호 탑재카메라는 이스라엘 ELOP사와 해외공동 개발로 개발하였으며 다목적실용위성3호 카메라는 국내주도로 해상도 0.7m급을 개발 성공하였고, 고도 528km에서 지상해상도 0.55m인 다목적실용위성3A호 카메라를 개발하여 운영 중에 있음

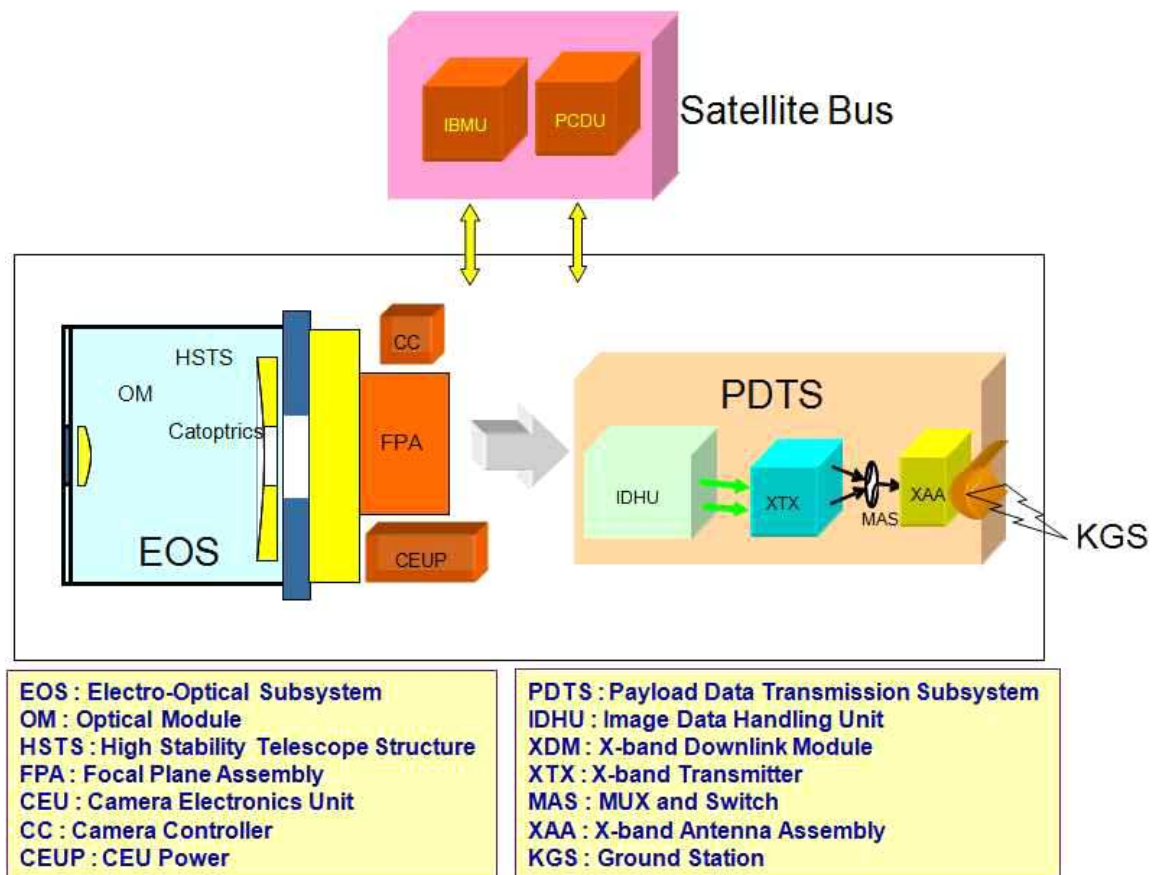
<표 3-1> 다목적실용위성용 광학탑재체 개발 현황

위성명	해상도 및 고도	개발형태
다목적실용위성1호	흑백 6.6m, 고도 685km	해외구매 (미국 TRW)
다목적실용위성2호	흑백 1m/칼라 4m, 고도 685km	해외공동개발 (이스라엘 ELOP)
다목적실용위성3호	흑백 0.7m/칼라 2.8m, 고도 685km	국내주도
다목적실용위성3A호	흑백 0.55m/칼라 2.2m, 고도 528km	국내주도

- 다목적실용위성의 광학탑재체 개발경험을 기반으로 분석한 1m급 전자광학탑재체의 주요 부분품 개발에 대한 기술완성도(TRL) 수준은 아래와 같음

<표 3-2> 해상도 1m급 전자광학탑재체 기술완성도 수준

구성품			개발계획	전자광학탑재체(1m급) 기술완성도(TRL)수준	개발목표	난이도
전자 광학부	광학모듈	반사경	6	국산화	중	
	카메라 전자부	광구조체	7	국산화	하	
		검출기	3	해외구매	하	
영상전송부		초점면전자부	5	국산화	상	
		제어부	5	국산화	중	
		전력장치	5	국산화	상	
		영상처리장치	6	국산화	중	
		X-밴드 전송기 (320 Mbps 급)	3	해외구매	상	
		X-밴드 안테나	5	국산화	중	



[그림 3-2] 전자광학탐재체 기능 개요도

○ 개발전략 및 방안

- 차세대중형위성1호 전자광학탐재체는 국산화 고유모델로 개발하여 국내수요 및 세계 시장에서도 경쟁력을 갖는 해상도 1m급으로 개발할 예정임
- 다목적실용위성1호, 2호, 3호 및 3A호 등을 개발하며 축적한 국내의 기술역량을 최대한 집적하여 전략적이고도 도전적인 방향으로 추진하며, 개발 경험과 기술, 인력을 최대한 활용할 예정임
- 다목적실용위성3호 카메라 개발 시 구축한 무진동 광학정렬 시설 및 광학열진공챔버 등 기 보유시설 및 장비를 최대한 활용하여 광학모듈 및 전자광학부 조립/정렬/시험을 독자 수행함
- 차세대중형위성1호 전자광학탐재체 개발에 필요한 구성품들은 다목적실용위성2호 카메라 대비 기술규격과 국내 기술개발 현황을 표 3-3 및 표 3-4에 정리함

<표 3-3> 차세대중형위성1호 전자광학탑재체 개발 방안 및 국내 기술 현황

구성품	기술규격 (2호대비)	개발 방안	국내기술개발현황
반사경	유사함	국산화	- 80cm 급 반사경 시제 개발 - 1m급 반사경 시제 개발중
광구조체	유사함	국산화	- 반사경 80m급 장착용 광구조체복합재 소재(KFR) 시제제작완료(대천항공)
초점면 어셈블리	유사함	국산화	- 2호 시제제작 개발 통해 개발경험 보유(KAI) - ATM 시제제작 개발을 통해 개발경험 보유(i3system)
카메라제어	유사함	국산화	- 2호 시제제작 개발을 통해 개발경험 보유(KAI) - 달탐사카메라 시제제작 개발을 통해 유사경험보유(i3system)
카메라전력	유사함	국산화	- 2호 시제제작 개발을 통해 유사개발경험 보유(KAI) - 기타 유사기술 보유(삼성탈레스의 다수 기업)
영상자료 처리장치	유사함	국산화	- 설계교육 및 비행모델 조립시험 기술검증모델 제작참여(AP 우주항공) - 차세대 자료저장장치 개발 중(AP우주항공)
안테나	Omni	국산화	- EM 용역제작(MTG)
X-밴드 하향 모듈 지상 지원장비	유사함	국산화	- 국산화 용역제작(AP 우주항공)
검출기	유사함	해외	- 국내 우주급 센서(CCD, CMOS) 개발업체 없음 - (해외구매)2호 혹은 3호 CCD 구매 및 사용여부 검토
전송기 및 RF스위치	변경	해외	- 320 Mbps 급 이상 전송기술을 보유하지 못함 - 보유기술과(160 Mbps 급) 주파수 재사용 기법을 이용

○ 광학탑재체 규격

- 차세대중형위성1호 전자광학탑재체의 주요 규격을 표 16에 정리하였으며, 지상해상도는 흑백1m/칼라4m, 영상 성능 지표인 변조전달함수(MTF)는 흑백 10%/칼라 13% 이상, 신호대잡음비(SNR)는 100이상을 규격으로 설정함
- 관측폭은 사용자 요구사항 및 초기 광학설계 분석 결과 및 구매 가능한 검침기 사양 등을 종합적으로 검토가 필요함

<표 3-4> 차세대중형위성1호 전자광학탑재체의 주요 규격

항 목	규 격
지상 해상도	Pan: 1 m & MS : 4 m @ altitude 685 km
파장대역	PAN: 1 band(TBD), 450 ~900 nm MS: 4 bands(TBD), 450 ~900 nm
관 측 폭	TBD
신호대잡음비(SNR)	≥ 100
변조전달함수(MTF)	≥ 10% for PAN ≥ 13% for MS
저장 용량	≥ 256 Gbits
전송 속도	≥ 320 Mbps
신호 분해능	≥ 12bit
압축 및 암호화	필요

○ 국산화 품목 및 국산화 방안

- 반사경

- 전자광학탐재체의 광학설계는 항우연이 담당하며, 반사경 지지구조물 및 반사경의 경량화 설계는 국내 연구기관이나 국내 협력 업체를 통해 수행하고, 확정된 설계와 항우연이 제공하는 광구조체를 종합하여 반사경 제작과 반사경 어셈블리 제작을 국내 연구기관이나 국내 협력 업체가 수행함
- 기 제작된 반사경 및 반사경 어셈블리의 성능 및 환경시험(진동, 열진공 시험)을 국내 연구기관이나 국내 협력 업체가 수행하며, 마지막으로 기 제작된 반사경 어셈블리들의 정렬과 조립을 통한 최종 광학모듈의 성능 검증을 항우연이 수행함
- 참여 기관이나 업체로는 80cm와 1m 반사경 시제 개발 경험이 있는 표준연이 예상됨

- 광구조부

- 광구조부는 제1반사경, 제2반사경 등 광학부품과 검침기 등을 정렬된 상태로 안정적으로 유지해주는 역할을 함
- 다목적실용위성 탑재체 개발 시 축적된 경험과 기술을 바탕으로 다목적실용위성2호 및 3호 광구조체에 사용된 복합재를 우선 고려하여(M55J 계열 섬유 및 RS-12B 수지) 경량화 및 안정화 구조체를 구현함
- 구조 설계 및 해석, 열설계 및 분석과 제작된 구조물의 성능 시험 및 진동시험, 열진공시험, 광축방향변위 측정 등의 환경시험은 항우연 시설을 이용하여 수행하고, 광구조부 제작은 복합재 제작 전문 업체에서 수행하며 제작 후 3차원 측정은 전문 업체에서 수행함

- 광전자부

- 광전자부는 기능상 광검출기조립부(DFPA), 광초점면전자부(FEE), 카메라제어부(CC) 및 광전자부전원공급부(CEUP)로 구성됨
- DFPA, FEE, CC는 기능, 성능요소를 위한 인터페이스를 고려할 때 동일 기관을 통한 개발이 요구되며, CEUP는 별도의 기관을 통해 개발 가능하나, DFPA와 FEE에 미치는 성능요소를 고려할 때 광전자부의 기능, 성능요소를 이해하는 기관을 통한 개발이 바람직함

- 전송부

- 그간의 다목적실용위성개발사업 및 우주핵심기술개발사업 등을 통해 확보된 기술기반을 활용하여 영상처리장치(IDHU, Image Data Handling Unit), 전송장치(XTX, X-band Transmitter), X-밴드 안테나 장치(ANT)를 국산화 추진하되 해외구매 등 백업방안을 병행추진함

<표 3-5> 전송부 국산화 방안

품 목	국 내 기 술 수 준	국 산 화 방 안
영상처리장치 - 256 Gbits 급 - 압축 및 암호	EQM (소형위성실증예정)	· 우주급 설계, 제작, 조립 및 시험 · 핵심부품 공급체계 구축
X-밴드 전송장치 - 160 Mbps - 20 watt 출력	160 Mbps, 5 Watt (‘12. 말 발사예정)	· 우주급 설계, 제작, 조립 및 시험 · 광대역 핵심부품 공급체계 구축 · 20 watt 급 증폭기 별도개발(비국산화)
무지향 방식 안테나 - 이중편파 - XPD: > 27 dB	EM (금속 구조물 장치)	· 우주급 설계, 제작, 조립 및 시험

○ 비국산화 품목

- 검출기(CCD)

- 확보방안 1: 다목적실용위성3호 탑재체 사용 검출기(CCD)를 그대로 사용하는 방안으로, CCD 단순 구매가 가능하다는 장점이 있으나 사용하지 았는 CCD Die로 인해 FPA가 커지게 됨
- 확보방안 2: 다목적실용위성3호 탑재체 사용 검출기(CCD)의 Package를 한가지 CCD die만을 포함하도록 재제작하는 방안으로, 콤팩트한 FPA가 가능하여 EOS 소형화가 가능하지만 package내 routing 변경 등에 따른 CCD Design Verification이 요구될 수 있음
- 확보방안 3: 다목적실용위성2호 탑재체 흑백채널(PAN) 검출기(CCD) 및 하나의 package에 4밴드가 포함된 CMOS MS 광검출기 사용하는 방안으로, 성능저하 우려가 크지 않은 MS 밴드에, package 1개당 4개의 영상밴드가 포함된 CMOS 광검출기를 사용할 수 있고, CMOS 검출기는 AD 변환기를 포함하고 있어 광전자부 설계가 간단해지므로 소형화, 저중량화 가능함. 그러나, 광검출기의 광학 Butting 필요. 검출기 커스터마이징 회사인 ELOP 혹은 제작자로부터 사용허가 필요할 것으로 판단됨

□ 영상레이더(SAR)

○ 개발목표

- 전천후주야간 감시 가능한 위성용 영상레이더 핵심기술 개발
- 500kg급 차세대 중형위성에 탑재 가능한 지상 분해능 1m급 소형·경량 영상레이더 개발

○ 기술적 특징

- 촬영대상물에서 반사된 전파의 강도를 이용함으로써 전천후 관측이 가능(비, 눈, 구름, 연기, 안개 등의 기상조건이나 야간, 역광 등의 일조량에 관계없이 영상 획득 가능), 특히, 예측 불가능한 기상조건에도 상관없이 지속적 영상촬영 가능(강우, 구름 확률이 50% 이상인 한반도 지형 감시에 적합)
- 전파의 투과성질로 인하여 일정깊이의 지표면 아래도 관측도 가능하며 인위적으로 얽매 및 위장된 대상물의 탐지도 부분적으로 가능함
- 빔 조향변경으로 영상품질의 선택적(고해상도, 표준형상, 광역영상 모드) 제공이 가능하여 여러 개별 활용분야에 수요자가 원하는 다양한 관측폭과 최적화된 영상을 제공할 수 있음
- 영상레이더는 전자파의 반사 및 투과 특성으로 광학 영상이 제공하지 못하는 다양한 정보획득이 가능하고 물을 완전히 투과하지는 못하나 바다, 호수 등의 수체의 표면 작용들을 분석함으로써 해양 및 해수변화 등의 관측이 가능함, 또한 광학센서와 달리 지형의 구조, 표면 거칠기, 토지에 함유된 수분량 등의 정보 취득이 가능함
- 개발단계에서 각종 신호처리 기술을 적용함으로써, 중량이 상대적으로 크고, 개발비용이 높으며 개발에 장시간이 소요됨
- 다양한 운영방식 지원, 표적 식별 및 이동체 탐지 지원, 다중편파 기술 적용 등으로 인해 통상적으로 크기가 크고 개발기간이 상당히 길어지는 단점이 있음

○ 관측가능인자

- 해양/해수변화, 지형구조, 지표면 거칠기, 토양수분량, 빙하면적, 침수구역, 수위 및 유량

○ 개발목표기술완성도 및 개발현황

구 분	TRL 수준	개발목표	난이도
발생기	3	국내 주도	중
증폭기	4	국내 주도	중
전개장치	5	국내 주도	중
방사장치	3	국내 독자	상
수신기	3	국내 주도	중
처리기	4	국내 주도	중
제어기	4	국내 주도	중
영상자료저장	6	국내 독자	중
자료전송 송신기	6	국내 독자	상
자료전송 안테나	3	국내 주도	상

- 항공용 SAR
 - 학계(포항공대, 항공대 등)를 중심으로 복잡도가 낮은 SAR를 만들고 논문발표, 게재에 사용하는 수준임
 - 삼성탈레스에서 2000년대 초에 개발을 시작했다가 시간, 예산 등으로 인해 실제 물건은 러시아에서 구매하여 운용한 예가 있음
 - LIGNex1은 SAR를 제작하였다고 하나 그 성능은 아직 외부에 발표된 것이 없음
 - 국과연에서도 2000대초에 SAR를 설계/제작하였으나 항공용으로 일시적인 시험을 수행 한 것이 전부임
- 위성용 SAR
 - 국내에서는 위성용 SAR로 직접 개발된 것이 없고 다목적실용위성 5호에 장착한 SAR는 이탈리아 탈레스알레니아 해외협력 방식으로 개발 탑재되었음
 - 다목적실용위성 6호기의 SAR 탑재체는 국내주도로 개발될 예정임
- 개발 현황
 - 항공용 SAR는 국내 몇 군데에서 설계/제작하였으나 시험용 수준으로 실제 운용되고 있지 않음
 - 위성용 SAR의 국내개발 수준은 아직 미흡하며, 다목적실용위성 6호에 탑재될 SAR 탑재체를 국내주도개발로 수행하여 향후 위성용 SAR 탑재체의 기술자립화 기반을 구축할 예정임
- 개발전략 및 방안
 - RF 송수신기 모듈
 - Chirp을 항상 일정하게 발생시키는 것이 중요한 요소이고 이 부분 관련해서 개발/시험 중인 국내업체가 있어 국내개발로 추진 가능함
 - 신호처리 모듈
 - 신호처리 H/W는 무선통신산업의 발달로 인해 국내기술로 충분히 개발 가능한 것으로 판단되며, S/W는 일부 대학 등에서 SAR 관련한 설계개발기술이 축적되어 있으나 복잡도 높은 부분은 일부분 국외협력도 필요함
 - 데이터처리 모듈
 - 국내산업의 발전으로 인해 국내기술로 충분히 개발 가능한 것으로 판단됨
 - 안테나 모듈
 - Phased array 안테나와 접이식확장형(우산형) 안테나, 2가지 형태로 나뉘며 phased array 안테나는 중량이 커서 payload 100kg에 맞출 수 없고 접이식확장형 안테나 형태로 개발해야 하나 국내에는 제반기술이 아직 미흡한 실정임
 - 국외업체와 협력 필요한 기술이며 이 형태의 안테나를 개발/운용 중인 이스라엘 등 국제 협력 등도 필요함
 - 개발방안
 - 위성용 영상레이더의 국내 기술개발 부족

- 핵심기술에 대한 국내 기반기술의 확보 노력 필요
- 다목적실용위성5호 개발사업으로 해상도 1m급 해외구매 도입
- 실험연구를 통한 독자기술력 확보 추진 중

○ 영상레이더(SAR) 규격

- 국내 주도로 개발 가능한 영상레이더(SAR) 규격은 다음과 같음

<표 3-6> 영상레이더(SAR) 규격

항목	제원
Weight	100 kg
Frequency	C(3~5GHz) or X(8~10GHz) band
Ground Velocity	7 km/s
Mode	strip, spotlight, scan mode
Ground Resolution	5 x 5m (strip), 1 x 1m (spot)
Swath	10 km(strip), 5 x 5m (spot)
Data rate to ground by wireless comm.	600 Mbps

○ 국산화 품목 및 국산화 방안

- RF 송수신기 모듈
 - Chirp을 항상 일정하게 발생시키는 것이 중요한 요소이고 이 부분 관련해서 개발/시험 중인 국내업체가 있어 국내개발로 추진 가능하나 우주환경급의 H/W 제작을 위해 지속적 지원이 필요함
- 신호처리 모듈
 - 무선통신산업의 발달로 기술자립도가 높아진 국내기업이 충분히 제작 가능하다고 판단됨
- 데이터처리 모듈
 - 무선통신산업의 발달로 기술자립도가 높아진 국내기업이 충분히 제작가능하나 우주환경급의 H/W 제작을 위해 지속적 지원 필요함
- 신호처리기 S/W
 - 항우연에서 처리는 가능하나 복잡도가 높은 일부분은 국외업체와의 협력이 필요할 것으로 판단됨

○ 비국산화 품목

- 안테나 모듈
 - Phased array 안테나와 접이식 팽창형(우산형태) 안테나의 2가지 형태로 개발이 가능한데 100kg급이라면 중량이 작은 접이식 팽창형 안테나를 개발해야 하지만 이러한 우산형태 안테나의 제작기술은 국내에 존재하지 않으며 국외업체(ex :IAI/ELTA)와 기술교류 형태 혹은 공동기술개발 형태로 추진해야 함

□ 마이크로웨이브(Microwave)

○ 개발목표

- 해외공동 또는 국내주도 기술개발의 수동형 마이크로파 기상관측센서 개발

○ 기술적 특징

- 지표나 해양표면 등에서 자연적으로 발생하는 수 내지 수백 GHz 대의 전자파 에너지를 수신하여 시각화를 통해 수중분포, 대기온도분포, 강수량, 해면기상(풍속), 해면 온도 등의 정보 추출 가능
- 많은 양의 정보 전달에 유리하며 장거리 전송 시 높은 성공률을 보임
- 전자파를 자체적으로 생성할 필요가 없으므로 소모 전력이 영상레이더의 1/10 수준
- 자연방사 전자파의 신호크기가 작아서 고해상도 구현이 어렵고 장애물로 인한 전파 방해로 장애물이 적은 인공위성에 적합함

○ 관측가능인자

- 강수량, 해수면 온도, 지표면 온도, 얼음 농도, 적설량, 표면 습도, 풍속, 대기 수분/온도 분포

○ 기술수준 및 난이도

구 분	TRL 수준	개발목표	난이도
안테나부	-	국외기관 자문활용	중
구동부	-	해외구매, 공동개발	상
구조부	-	기술성숙도 충분	중
검보정부	-	국외기관 전문활용	상
수신부	-	국외기관 전문활용	중
전기회로부	-	국외기관 전문활용	하
전송부	-	해외 구매	중

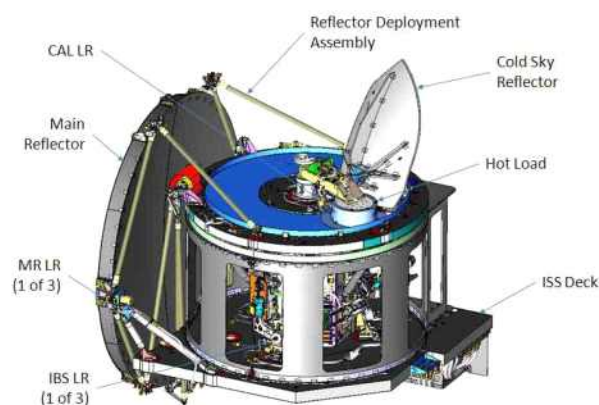
- 수동형 마이크로파 기상관측센서를 탑재한 해외 기상 위성은 NOAA, MetOp, FY-3, Meteor-3M 등이 있으며, 탐측채널을 사용한 마이크로파 라디오미터로 수치예보에 활용됨
- 기후 관측을 위한 위성은 Aqua, DMSP, TRMM, GPM, GCOM-W1 등이 있으며, 전 지구 물 순환 연구를 통하여 활용됨
- 기술적 완성도와 예보 정확도를 높이기 위하여 수동형 마이크로파 센서는 반사기의 크기 및 채널을 점점 늘리는 추세이고 반사기 크기는 현재 AMSR2의 직경 2m가 가장 크며 반사기 직경과 측정 채널의 수가 증가됨에도 무게 및 소비전력은 기존 모델과 비슷하도록 개발되고 있음
- ATMS는 기존의 탐측 채널을 한 개의 탑재체에서 관측하면서도 무게 및 소비 전력

은 기존 모델 보다 오히려 적는데 수신기 서브시스템의 MMIC 기술의 발전과 구조물의 재료의 경량화가 가능해졌기 때문임

- 우리나라에서는 위성용 수동형 마이크로파 센서로 20GHz와 30GHz의 2채널 라디오미터를 개발한 사례가 있으며 스캔 방식이 적용되지는 않음

○ 개발전략 및 방안

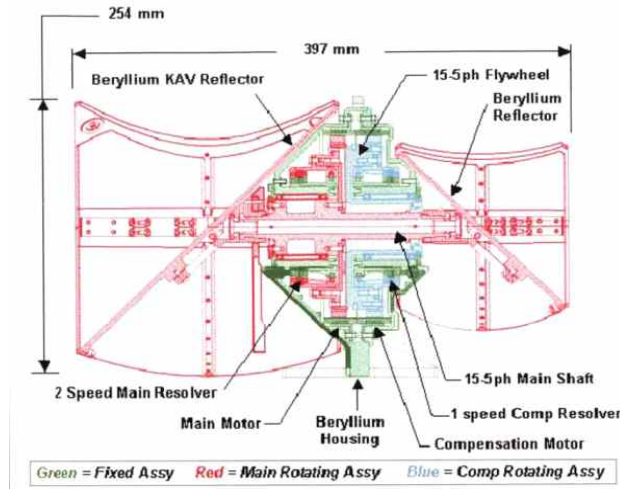
- 최종시스템 조립, 정렬 및 측정 시험,그간의 다목적실용위성개발 등 우주개발사업 수행 경험을 토대로 국내독자수행 가능
- 라디오미터 교정, 정확도 등 성능검증은 해외기술도입 필요
- 코니컬 스캔 방식의 개발



[그림 3-3] GMI의 stowed 구성

- 코니컬 스캔 방식의 라디오미터 시스템은 주로 구름이나 구름 및 대기를 관측하는 영상기로 활용됨
- 이 시스템은 공간 해상도가 작을수록 성능이 좋아 반사기 직경을 크게 하여 탑재체의 전체 크기나 반사기를 구동하는 모터도 크고, 안테나 효율을 만족하기 위해 축점 길이를 길게 하여 피드혼과 반사기 사이의 구조물도 길어져 전체적인 구조가 매우 복잡함
- 시스템은 반사기와 피드혼과 수신기 서브시스템으로 이루어진 회전부와 전기장치와 데이터 처리장치 그리고 스캔 구동 시스템으로 이루어진 고정부로 구성됨
- 현재까지 국내에서 우주용으로 이러한 시스템을 개발한 사례가 없어 수신기 서브시스템과 전기 장치외의 다른 장치들은 신뢰성을 고려할 때 해외 구매 개발이 적합할 수 있으나, 예산 문제로 수신기 서브시스템, 교정 서브시스템을 국내 및 해외 기술 협조 개발을 하고 나머지는 해외 구매 개발을 하여 해외 공동 개발할 수 있음
- 사기의 경우는 주로 복합재료를 사용하여, 허니콤 구조를 만든 다음 알루미늄 증착 코팅을 하여 경량화하는 기술이 중요하고 모터 시스템의 경우 3년의 임무 기간 동안 24시간 회전하여 문제가 없는 신뢰성이 있는 모터 개발이 중요함
- 전체적으로 구성하여 측정 정확도를 만족하는지 확인하는 실용성 있는 시험 시스템 구성 및 검증에 경험이 없어 관련기관의 기술협조가 필요함

- 크로스 트랙 방식의 개발



[그림 3-4] ATMS의 스캔 구동 장치의 구성

- 크로스 트랙 방식은 대기의 온도나 습도의 연직 분포를 측정하며 측정하는 주파수 구성이 영상기와 다를 수 있음
- 일부 기본적으로 사용되는 주파수는 영상기와 같으므로 영상 자료로 활용 할 수 있으나 입사각이 한 회전 스캔동안 바뀌므로 풋프린트의 크기가 일정하지 않아 활용 할 수 있는 스캔폭이 제한되어질 수 있으며, 반사기와 피드혼의 각도가 90도로 제한되어져 있어 20GHz 이하의 낮은 주파수를 사용하기에 용이하지 않아 폭넓은 활용을 할 수 없음
- 그러나 전체적으로 반사기의 크기가 작아 탑재체의 크기와 모터의 크기가 작으므로 개발이 용이한 측면이 있음
- 3년 동안 24시간 회전하므로 신뢰성을 고려할 때 모터시스템은 해외 구매 개발이 적합하고, 전체적인 조립을 수행한 후에 시험 및 신뢰성을 확보하는 시험 시스템은 관련개발기관의 협조가 필요함

○ 수동형 마이크로파 탑재체 규격(안)

- 국내 주도로 개발 가능한 수동형 마이크로파 탑재체 규격은 표 18과 같음

<표 3-7> 기상탑재체 주요 규격

특성	기상탑재체	
주임무	강수, 해수면온도, 바람속도, 누적수증기, 구름 수증기, 토양 습도, 온도 및 수증기 탐측.	
공간해상도	6×4km, 14×8km, 32×18km, 27×16km, 51×29km, 75×43km	
관측파장대역	6~183GHz(이중편파)	
스펙트럼해상도	2MHz~1.5GHz	
채널수	6채널 이상	
관측영역	전구	
관측빈도	전구관측 2회/일	
스캔 방식	코니컬 스캔	크로스 트랙 스캔
무게	100kg~160kg	20kg~80kg
안테나 직경	65cm~1.2m	13~30cm
교정 시스템	심 우주 관측 반사기와 흑체	심 우주 관측과 흑체
설계 수명	3년 이상	3년 이상

□ 초분광기(Hyper-Spectrometer)

○ 개발목표

- 차세대 중형위성 초분광탐재체는 국산화 고유모델로 개발하여 국내수요 및 세계시장에서도 경쟁력을 갖도록 개발

○ 기술적 특징

- 수 나노미터에서 서브 나노미터의 분광해상도를 가지고 수백에서 수천 개 이상의 스펙트럼을 이용하여 가시광선/적외선 대역의 스펙트럼 촬영 가능
- 공간정보와 함께 연속 스펙트럼의 분광정보를 동시에 획득 가능
- 정지궤도 위성을 이용하면 24시간 지속적인 환경 감시가 가능하여, 환경의 이간 변화 관측 및 오염원의 발생, 이동 등도 감시 가능
- 개발비용이 높고, 고난이도의 기술력이 필요함

○ 관측가능인자

- 토양 종류, 잎 면적 지수, 화재, 토지 피복, NDVI, 적설, 빙하, 기름 유출, 통합 수증기, 에어로졸광학깊이

○ 개발목표기술완성도 및 개발현황

구 분	TRL 수준	개발목표	난이도
텔레스코프	6	국내 독자	중
분광기	4	국내 독자	중
검출부	3	해외 구매	하
광구조부	8	국내 독자	하
열제어부	8	국내 독자	하
카메라제어	4	국내 독자	중
카메라전력	6	국내 독자	상
영상자료 저장	6	국내 독자	중
자료전송	6	국내 독자	상
안테나	5	국내 독자	상

- 한국항공우주연구원은 국내 최초로 하이퍼스펙트럴카메라 개발과 활용을 수행한 바 있으며, 다목적실용위성1호에 탑재하여 해양관측에 사용되었던 OSMI(초기명 LRC)가 미국 TRW에서 우리 항우연과 국내기업과 함께 공동개발 및 일부 국산화 방식으로 개발된 바 있음
- 항우연 탑재체실은 위 해양관측카메라를 개발하면서 획득한 하이퍼스펙트럴카메라 기술을 더 발전시키기 위하여 미국과의 OSMI 개발에 이어 지상모델의 국내 개발도 수행하였으며, 다목적2호탑재 고해상도 카메라를 이스라엘과 공동개발하면서 하이퍼스펙트럴카메라의 항공기 버전을 이스라엘 공동개발업체로부터 입수하여 항우연 지상국 연구진들과 함께 활용하면서 연구도 수행한 바 있음

- 공간정보와 함께 연속 스펙트럼의 분광정보도 동시에 획득하는 고성능 우주탐재기기인 하이퍼스펙트럴카메라는 국내에서는 항우연에서 최초 개발을 시작하여 최근에는 과학기술위성에도 실험급 탑재체가 개발되었음
- 하이퍼스펙트럴카메라는 광전자부의 기술적 제한과 자료에 대한 수요의 인식부족으로 고해상도 카메라와 비교하여 연구개발이 비교적 활발하지 못하였으나 항우연 탑재체실은 하이퍼스펙트럴카메라의 기술 장점과 활용도에 확신을 가지고 꾸준히 연구해오고 있음
- 국내의 실용급 위성개발 사업에서 한국항공우주연구원이 주도해온 실용급 저궤도 및 정지궤도 원격탐사 탑재체 개발이 하이퍼스펙트럴카메라의 기술적 밑받침이 되고 있음
- 미국으로부터 기술이전 받은 다목적1호탐재 카메라를 기초로 하여 2호 카메라를 이스라엘과 공동 개발하였고 더 고성능인 3호 카메라를 항우연 탑재체실 주도로 책임 개발하는데 성공함으로써 고신뢰도 고성능 우주용 전자광학탐재체 기술과 경험을 상당히 확보하였음
- 현재 항우연 위성탐재체실은 해외업체와 정지궤도 복합위성 환경탐재체 공동개발을 시작하였는데 이것은 정지궤도에서 높은 공간분해능과 함께 분광해상도 0.6 나노미터를 가지는 첨예한 분광기로써 한국과 주변국의 대기환경물질과 오존 및 미세먼지를 관측할 최첨단 하이퍼스펙트럴 탑재체로 국내외의 관심을 끌고 있으며, 연속분광은 아니나 다수의 칼라 밴드를 가진 멀티스펙트럴카메라도 해양탐재체로 개발이 시작되었음

○ 개발전략 및 방안

- 초분광기의 설계부터 최종조립시험까지 항공우주연구원의 주도하에 부품제작과 일부 유닛의 개발에 국내업체가 참여함으로 고품질 우주급 전자광학기기의 국내개발능력 제고
- 초분광기의 개발에는 기존 다목적실용위성 탑재체 시리즈와 정지궤도 통신해양 기상 위성 탑재체 개발을 통하여 획득한 광학탐재체 공통기술을 바탕으로 하고, 추가로 요구되는 기술을 개발 준비기간 동안 획득하여 국내독자개발을 추진할 예정임
- 다목적실용위성1호에 탑재된 해양탐재체(OSMI)는 저궤도 해양관측 위성으로 초분광기에 적용 가능한 다채널 분광기를 사용하여 설계된 바 있어, 다채널 분광기에 대한 일부 기술은 이미 보유하고 있음
- 다목적위성 2호, 3호, 3A호의 고해상도 카메라 MSC, AEISS, AEISS-A의 개발을 통하여 확보한 전자광학부 조립/정렬/시험 및 자료 전송부 개발기술은 초분광기 개발에 직접적으로 적용 가능함
- 초분광기에는 분광영역과 공간영역을 동시에 초점면에 결상해야 하므로 2차원 검출기의 사용이 필수적이며, 통신해양기상위성 해양탐재체(GOCI) 개발을 통하여 획득한 2차원 검출기 기술은 이에 적용이 가능함
- 2019년 발사목표로 개발예정인 정지궤도복합위성 2B호의 환경탐재체(GEMS)는 정지궤도용 초분광기 탑재체이며, 이의 개발을 통하여 초분광기에 필요한 소요기술을 고도화할 예정임

○ 탑재체 주요 성능 규격

- 초분광기에서 목표로 하는 주요 성능 규격은 아래의 표와 같음
- 가시광과 근적외선 영역을 분광해상도 2nm 이내로 관측하고, 여기서 제시된 성능 규격은 위성의 미션이 구체화 되면서 수정/보완되어야 함

<표 3-8> 초분광기 주요 성능 규격

구분	성능 규격
파장대역	300 ~ 500 nm
분광해상도	< 0.6 nm (250 channel)
관측폭	> 2,500 km
공간해상도	< 7 km
신호대 잡음비	> 1,500
변조전달함수 (MTF)	> 30 %

2절 수자원위성 탑재체 개발 SWOT 분석

기후변화에 따른 가뭄, 홍수 등 규모와 빈도 증가에 따른 대국민적 Needs와 공감대 형성과 저궤도 영상레이더 탑재체 분야는 미개척분야로 기술선도형, 도전적 기회

□ SWOT 분석 : 전략방향 도출

○ 내부환경

- 현황분석을 통해 도출된 강점요인(Strength)을 분석, 정리하면 다음과 같음

분석항목	분석내용
강점 (Strength)	<ul style="list-style-type: none"> • 다종의 탑재체 개발 경험 보유 • 저궤도 위성시스템 개발 Infra 환경 및 인력 기 확보 • 정부의 적극적인 위성시스템 R&D활성화 정책 및 지원 • 저궤도 지구관측위성 Model(CAS500)위성본체 확보 • 핵심 기술 기 국산화 • 위성 개발 가능성 기 검증 • 지상국 시스템 운영/구축 인프라 충족

- 현황분석을 통해 도출된 약점요인(Weakness)을 분석, 정리하면 다음과 같음

분석항목	분석내용
약점 (Weakness)	<ul style="list-style-type: none"> • 저궤도 위성 탑재체 산업화/상용화기반 및 기반기술 미비 • 탑재체별 미성숙 기술에 대한 개발 기간 다수 소요 • 영상처리 기술 및 S/W 미비(예 : SRA 등) • 저궤도 위성 탑재체 부품 제작업체 부족 • 탑재체 개발 산학연 체계 미성숙 • 탑재체 개발 중장기 R&D 프로그램 부족 • 국외 수문관측 탑재체 운영기술 이전 어려움

○ 외부환경

- 현황분석을 통해 도출된 기회요인(Opportunity)을 분석, 정리하면 다음과 같음

분석항목	분석내용
기회 (Opportunity)	<ul style="list-style-type: none"> • 수자원관리 특화 위성 부재 • 기후변화 등 수자원 관리(수재해)에 대한 전 세계적 관심 증가 • 저궤도 수자원위성 탑재체 기술 및 활용 틈새시장 개척가능 • 수자원 관리를 위한 기반시설 부족국가에 대한 관련 기술 수요 증가 • 상위계획과 높은 연관성

- 현황분석을 통해 도출된 위협요인(Threat)을 분석, 정리하면 다음과 같음

분석항목	분석내용
위협 (Threat)	<ul style="list-style-type: none"> • 우주선진국들의 저궤도 지구관측위성 탑재체 기술 고도화 • 저궤도 지구관측위성 탑재체 기술 분야 경쟁 심화 및 기술이전 제한 • 우주선진국의 저궤도 지구관측위성 데이터 상용화 회사 등장 • 국내 위성 데이터 활용기반기술 위축

○ 도출된 SWOT을 바탕으로 4가지 유형의 전략을 도출

- SO 전략 : 강점과 기회요인의 시너지 전략
 - 저궤도 지구관측위성(수자원위성) 본체 국내 자체 개발 추진
 - 저궤도 지구관측위성 국내외 마케팅을 통한 위성산업 활성화
 - 우리나라 수자원관리 및 국민의 삶의 질 고도화
- ST 전략 : 위협 극복 전략
 - 수자원위성 탑재체 국산화 기술 확보를 위한 지구관측위성 탑재체 연구소 설비
 - 수자원위성 탑재체 국외기관/업체와 공동개발 추진
 - 수자원위성 탑재체 및 활용 기술 획득을 위한 전문인력 양성
- WO 전략 : 약점 극복 전략
 - 영상/신호 처리 관련 전문 인력 양성
 - 현재수준 대비 개발목표 수준 실현을 위한 관련 사업 가속화
 - 수자원위성 탑재체 소요부품 국산화

- 수자원위성 탑재체 원천 기반기술 확보
- 수자원위성 운용/활용 글로벌화 추진

- WT 전략 : 위협 회피 전략

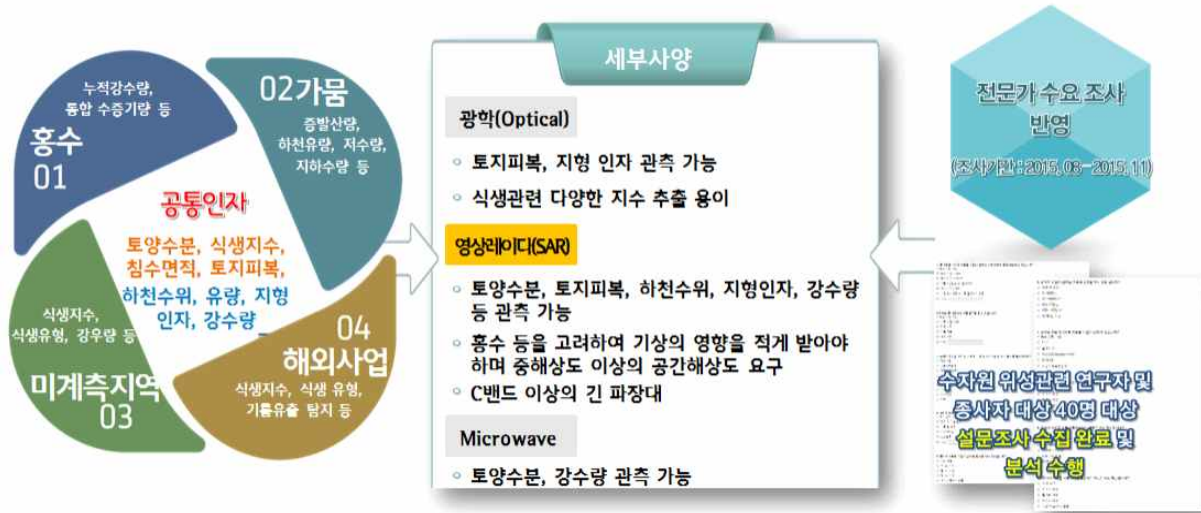
- 국내 저궤도 관측위성 데이터 활용 기반기술 개발 추진
- 위성선진국들과 국제협력을 통한 저궤도 지구관측위성 탑재체 및 활용 기술 확보
- 저궤도 지구관측위성 탑재체 산업화/상용화 국가 정책 수립

외부 환경	
내부 환경	Opportunity <ul style="list-style-type: none"> · 수자원관리 특화 위성 부재 · 기후변화 등 수자원 관리에 대한 전세계적 관심 증가 · 저궤도 수자원위성 탑재체 기술 및 활용 틈새시장 개척가능 · 수자원 관리를 위한 기반시설 부족 국가에 대한 관련 기술 수요 증가
	Threat <ul style="list-style-type: none"> · 우주선진국들의 저궤도 지구관측위성 탑재체 기술 고도화 · 저궤도 지구관측위성 탑재체 기술 분야 경쟁 심화 및 기술이전 제한 · 우주선진국의 저궤도 지구관측위성 데이터 상용화 회사 등장 · 국내 위성 데이터 활용기반기술 위축
	SO <ul style="list-style-type: none"> · 저궤도 지구관측위성(수자원위성) 본체 국내 자체 개발 추진 · 저궤도 지구관측위성 국내외 마케팅을 통한 위성산업 활성화 · 우리나라 수자원관리 및 국민의 삶의 질 고도화
	ST <ul style="list-style-type: none"> · 수자원위성 탑재체 국산화 기술 확보를 위한 지구관측위성 탑재체 연구소 설비 · 수자원위성 탑재체 국외기관/업체와 공동개발 추진 · 수자원위성 탑재체 및 활용 기술 획득을 위한 전문인력 양성
내부 환경	Weakness <ul style="list-style-type: none"> · 저궤도 위성 탑재체 산업화/상용화 기반 및 기반기술 미비 · 탑재체별 미성숙 기술에 대한 개발 기간 다수 소요 · 영상처리 기술 및 S/W 미비(예, SAR 등) · 저궤도 위성 탑재체 부품 제작업체 부족
	WO <ul style="list-style-type: none"> · 영상/신호 처리 관련 전문인력 양성 · 현재수준 대비 개발목표 수준 실현을 위한 관련 사업 가속화 · 수자원위성 탑재체 소요부품 국산화 · 수자원위성 탑재체 원천 기반기술 확보 · 수자원위성 운용/활용 글로벌화 추진
WT	
<ul style="list-style-type: none"> · 국내 저궤도 관측위성 데이터 활용 기반기술 개발 추진 · 위성선진국들과 국제협력을 통한 저궤도 지구관측위성 탑재체 및 활용 기술 확보 · 저궤도 지구관측위성 탑재체 산업화/상용화 국가 정책 수립 	

[그림 3-5] SWOT 매트릭스

3절 수자원 위성 탑재체 사양 도출(안)

수자원 위성 주요 임무에 적합한 공통관측인자 정립 및 전문가 요구사항 반영, 탑재체 특성별 세부사양 도출을 위한 수요 분석 수행



[그림 3-6] 수자원 위성 탑재체 사양 도출 절차

□ 수자원 위성 탑재체 사양 도출을 위한 분석 수행

- 수자원 위성 탑재체 사양 도출 과정은 물관리 업무에 필요한 공통적으로 요구되는 수문인자를 중심으로 전문가 및 관련분야 종사자를 대상으로 설문 및 면담 조사를 통해 핵심 관측인자를 결정하고, 핵심 관측인자에 대한 관측 가능한 탑재체를 분류하여 개발 가능성 등을 검토하여 결정하게 됨
- 핵심 관측인자 결정을 위한 전문가 설문 및 면담
 - 조사대상 : 수자원 위성관련 연구자 및 종사자 40명
 - 조사기간 : '15. 8 ~ '15.11
 - 조사방식 : 설문 및 면담
 - 주요 설문 내용
 - ① 수자원 위성의 필요성
 - ② 위성자료를 활용한 물관련 업무 및 연구 분야
 - ③ 물관리에 필요한 수문인자 항목
 - ④ 물관리에 필요한 위성자료의 해상도(공간, 시간, 분광)
 - ⑤ 위성자료 활용시 요구되는 정확도/신뢰도 등
- 원격탐사자료를 이용한 수문기상인자 요구 사항

- 위성영상을 활용하여 생성할 수 있는 수문기상인자들은 다음과 같으며, 대부분 강우 유출모형을 해석하기 위한 입력 자료로 활용될 수 있음
 - 수치표고모형(Digital Elevation Model, DEM)
 - 식생지수(vegetation index)
 - 토양수분량(soil moisture)
 - 증발산량(evapotranspiration)
 - 불투수면(impervious surface)
 - 토지피복(land cover)
 - 토양지도(soil map)
- 홍수 및 유역 모니터링의 경우에도 기본적으로 위에서 언급한 지수와 원격탐사자료를 GIS자료와 통합하여 분석하는 것이 일반적임
- NDVI 지수 생성
 - 인공위성 영상자료의 적색밴드와 근적외선밴드를 활용하여 생성할 수 있는 지형 내 식생에 대한 지수
 - MODIS(공간해상도 1km), Landsat(공간해상도 30m), RapidEye(공간해상도 5m), KOMPSAT(공간해상도 1m 내외) 등을 이용하여 식생지수 산출 가능하며, 불투수면 분석 및 토지피복지도 생성에도 활용 가능
 - 적색밴드와 근적외선 밴드가 존재하는 광학센서를 이용하여 산출할 수 있지만, SAR 센서 및 기타 분광파장대를 포함하는 광학센서를 활용하여 유사한 식생지수를 추출하는 것도 가능함
- 토양수분(soil moisture) 추출
 - 토양 입자나 공극사이에 존재하는 수분을 의미하며, 가뭄 등의 수자원과 관련된 자연재해의 분석에도 활용할 수 있음
 - 토양의 증발산량을 추정하고, 이를 이용하여 강우시 유출, 침투 등에 대한 특성을 결정할 수 있음
 - 일반적으로 토양수분은 SAR 센서를 이용하여 관측되는 경향이 대부분이며, C밴드, L밴드를 사용함
 - SAR를 이용하여 추정된 일부 토양수분자료들은 지상관측자료와의 상관도가 낮기 때문에, 통계적인 모형을 이용하여 SAR를 이용하여 취득한 자료와 지상관측자료를 통합한 토양수분모형을 작성하기도 함
 - 이용관 등(2015)은 AMSR2 복사계 자료(공간해상도 25km)를 사용하여 토양수분량을 계산한 바 있음
 - 광학센서만을 이용할 경우에는 지형의 wetness를 산정(Landsat 위성이용)하여 이를 토양수분으로 변환하여 사용가능함
- 증발산(evapotranspiration) 추출
 - 공간 증발산량 산정 모형(Surface Energy Balance Algorithm for Land, SEBAL)(Bastiaanssen, et al., 1998a, b)을 이용하여 위성영상 기반의 증발산량 모델

을 추정할 수 있음

- MODIS의 지표온도, 식생지수, 알베도를 이용하여 구축가능
- 유역분석을 위한 수치표고모델 생성
 - 수문인자 추출을 위해서는 해당 지형에 대한 DEM이 필요하며, DEM을 이용하여 지형의 경사도, 유역경계, 하천망에 대한 정보를 생성할 수 있음
 - DEM은 광학센서 및 SAR센서를 이용하여 모두 취득가능하며, 수자원 분야에서는 일반적으로는 InSAR 기법을 사용하는 SRTM DEM을 활용하거나, 광학 및 SAR센서를 이용하여 취득된 스테레오 자료를 이용하여 고해상도의 DEM을 생성하여 분석을 수행함
 - 기구측된 수치지도를 통하여도 DEM을 생성할 수 있음
 - 해당 지역에 대한 최신의 DEM이나 고해상도 DEM을 생성하기 위해서는 고해상도의 스테레오 위성영상을 이용하여 직접 DEM을 생성해야 함
 - 허용구 및 유승환(2013)은 SRTM DEM을 이용하여 대동강 및 금강지역에 대한 사례연구를 수행한 바 있음
- 유출곡선지수(SCS-CN) 산정
 - 강우유출모델의 적용을 위해서는 미국 USDA SCS에서 개발하여 사용중인 식생피복 및 토지이용과 처리상태에 따른 지수(Soil Conservation Service-Curve Number, SCS-CN)가 필요함(강우-유출 관계에 있어서 81개의 토지피복 항목에 대하여 값을 산정)
 - 일반적인 유출곡선지수는 지형의 토지피복을 분석하여 생성할 수 있으며, SAR센서에 비하여 광학센서를 사용하는 것이 효과적
 - 서동조(2009)은 비점오염원 수문유출모형 분석을 위하여 SPOT-5, Landsat ETM+을 이용하여 토지피복자료를 생성하고, 이를 활용하여 유출곡선지수, 토양유실량 관련 인자, 조도계수 등에 활용하고자 함
- 강우유출모형의 구성
 - 강우유출모형은 크게 집중형 모형과 분포형 모형으로 구분할 수 있으며, 모든 모형들은 수치표고자료와 해당 지형의 토지 이용, 토양에 대한 정보들이 기본적으로 필요함
 - 국내의 경우, HEC-HMS 모형(집중형 모형이나 준분포형 모형에 대한 분석도 가능)에 대한 연구가 가장 많이 이루어졌으며, HEC-HMS 모형의 경우, 수치표고모델, 토양도 등을 활용하여 강우-유출모형을 생성하며, 위성영상을 통하여 생성할 수 있는 입력자료는 토지이용 및 수치표고모델임
 - 지형을 격자단위로 구분하여 분석하는 VfloTM도 최근 들어 국내에서도 적용되고 있으며, 분포형 강우유출모형의 경우에도 위성영상에서 추출한 정보를 기본자료로 활용됨(이진덕 등, 2011)
 - 도시유역의 소강우에 대한 유출해석의 경우, 고해상도 위성영상을 이용하여 일부 연구가 수행되었으며, 관측된 강우자료와 고해상도 인공위성자료를 이용하여 추출된 불투수면, 식생 및 토양자료가 활용되었음(김진영, 안경진, 2011)

- 강우유출모형 구성에 있어서도, 토지피복정보 추출과 비교하여 상대적으로 위성 영상을 활용하여 토양함수조건을 생성하는데에 연구가 미비하며, 이는 대부분의 연구가 광학위성을 활용한 연구(Landsat 기반)이기 때문으로 판단됨
- SWAT(Soil and Water Assessment Tool)은 증발산량과 토양수분량, 수치지형모델을 활용하여 유출모형을 추정
- Canters et al. (2006), Thanapura et al. (2006), Chormanski et al. (2008)은 고해상도 위성영상(IKONOS, QuickBird 등)을 이용하여 불투수면을 생성하고, 이를 활용하여 강우유출모형을 생성하였음
- Mahmoud (2014)은 기구측된 토양지도와 DEM, Landsat 위성영상을 이용하여 생성한 토지피복자료를 활용하여 이집트 지역의 유출계수를 산정
- Milewsk et al. (2009)는 수문학적자료의 사용을 위한 시계열 원격탐사자료의 통합 활용 툴인 RESDEM(REmote Sensing Data Extraction Model)을 개발함. 자료 생성을 위하여 사용한 위성센서는 TRMM(광학, 마이크로파를 이용한 강우 측정), AVHRR(광학센서를 이용한 구름 탐지 및 NDVI 산출), AMSR(마이크로파를 이용한 식생수분함유량, 토양수분), SSM/I(마이크로파를 이용한 강우 측정), MODIS(광학센서를 이용한 토지피복특성 추출), QuikSCAT(마이크로파를 이용한 풍속 및 방향 측정)
- Ganasri and Ramesh (2015)는 LISS 위성영상을 이용하여 토지피복특성을 추정하고, 구축된 DEM, 토양 및 강우자료를 이용하여 인도의 Nethravathi 유역에 대하여 토양침식모형인 RUSLE(Revised Universal Soil Loss Equation)을 적용함
- 홍수 재해
 - 다시기 위성영상을 활용하여 홍수 지역에 대한 침수구역을 추출하고, 해당 면적을 추정하는 사례가 존재
 - 김경탁 등(2007)은 RADARSAT 위성영상을 활용하여 침수 전 후의 영상을 토대로 침수지역을 추출한 바 있으며, Byun et al.(2015)는 KOMPSAT-2 위성영상의 융합 기법을 이용하여 홍수지역에 대한 변화탐지를 수행함
 - 홍수 후의 지역은 상대적으로 기상조건이 좋지 않을 가능성이 높기 때문에 SAR 영상을 이용한 분석기법이 장점을 가질 수 있을 것으로 판단됨
- 국내외 연구사례를 분석하여 보면, 국내의 경우에는 수문인자추출에 대한 연구는 국외와 유사하게 진행이 되고 있지만, 강우유출모형의 해석 분야는 기 구축된 자료들을 활용한 연구들이 주를 이룸
- 국외의 연구는 위성영상을 이용하여 수문인자를 추출하고, 이를 바탕으로 수자원 분야에 직접적으로 활용하는 연구들이 상대적으로 많이 진행

- 수자원관리에 필요한 공통관측인자 조사 및 정립
 - 홍수 : 누적강수량, 통합 수증기량 등
 - 가뭄 : 증발산량, 하천유량, 지하수량 등
 - 미계측지역 : 식생지수, 식생유형, 강우량 등
 - 해외사업 : 강우량, 유출량, 식생지수, 식생유형, 토지피복 등
 - 공통인자 : 토양수분, 식생지수, 침수면적, 토지피복, 하천수위, 유량, 지형인자, 강수량 등
- 탑재체 특성별 세부사양 도출
 - 광학(Optical)
 - 토지피복, 지형 인자 관측 가능
 - 식생관련 다양한 지수 추출 용의
 - 영상레이다(SAR)
 - 토양수분, 토지피복, 하천수위, 지형인자, 강수량 등 관측 가능
 - 홍수 등을 고려하여 기상의 영향을 적게 받아야 하며 중해상도 이상의 공간해상도 요구
 - C-band 이상의 긴 파장대
 - Microwave
 - 토양수분, 강수량 관측 가능
- 소요기술 사항 분석
 - 광학탑재체

<표 3-9> 광학탑재체 소요 기술사항 분석

서브시스템	소요 기술	기술 확보전략
광학카메라	반사경	- 80cm 급 반사경 시제 개발 - 우주핵심과제로 1m급 반사경 시제 개발중
	고안정성 복합재 광구조체	- 반사경 80cm급 장착용 광구조체 시제제작(대한항공)
	초점면 어셈블리	- 2호 시제제작 개발을 통해 개발 경험 보유(KARI) - ATM 시제제작 개발을 통해 개발경험보유(i3system)
	검출기	- 국내 우주급 센서(CCD, CMOS) 개발업체 없음 - (해외구매)2호 혹은 3호 CCD 구매 및 사용여부 검토
	카메라제어	- 2호 시제제작 개발을 통해 개발 경험 보유(KARI) - 달탐사카메라 시제제작 개발을 통해 유사경험보유(i3system)
	영상자료 처리장치	- K3 개발 중 비행모델 조립/시험, 기술검증모델 제작참여(AP 우주항공) - 우주핵심과제로 차세대 자료저장 장치 개발중(AP 우주항공)
	안테나	- 열 및 구조적으로 안정된 omni 안테나(EM) 개발경험을(MTG) 활용
	320 Mbps 급 전송기	- 320 Mbps 급 이상 성능확보를 위해서 가용한 국내기술과(160Mbps급)의 주파수 재사용기술 활용

- 기상관측센서(Microwave)

<표 3-10> 기상관측센서 소요 기술사항 분석

서브시스템	소요 기술	기술 확보전략
기상관측 센서	안테나 서브시스템	해외 기술 협력
	수신기 서브시스템	국내 및 해외 기술 협력
	스캔 구동 서브시스템	해외 기술 협력
	교정 서브시스템	국내 및 해외 기술 협력
	시험 및 측정 시스템	해외 기술 협력

- 영상레이더(SAR)

<표 3-11> 영상레이더 소요 기술사항 분석

서브시스템	소요 기술	기술 확보전략
영상레이더	RF 송수신기 모듈	국내업체의 설계/시험을 지속적 지원
	신호처리 모듈	국내통신업체 활용 가능함
	데이터 처리 모듈	국내통신업체 활용 가능함
	접이식팽창형 안테나	해외공동개발 혹은 기술자문 형태로 추진
	처리 S/W	복잡도가 높은 부분은 국외업체와의 협력 필요

- 초분광기(Hyper-Spectral Imager)

<표 3-12> 초분광영상기 소요 기술사항 분석

서브시스템	소요 기술	기술 확보전략
초분광 영상기	분광소자(grating) 설계기술	정지궤도복합위성 환경탐재체 개발을 통하여 확보
	분광기 조립/정렬 기술	정지궤도복합위성 환경탐재체 개발을 통하여 확보
	2D 검출기 접속 기술	정지궤도복합위성 환경탐재체, 해양탐재체 개발을 통하여 확보

○ 수자원 및 수재해 감시를 위한 수자원 전용 위성 탐재체 도출(안)

<표 3-13> 수자원위성 탐재체 사양(안)

탐재체 유형	채널	관측폭	해상도	중요규격
C-band SAR	5.4GHz	≈150Km	≥10m×10m	X-band 전송속도 : ≥ 320 Mbps on-board 자료저장 : ≥512 Gbits

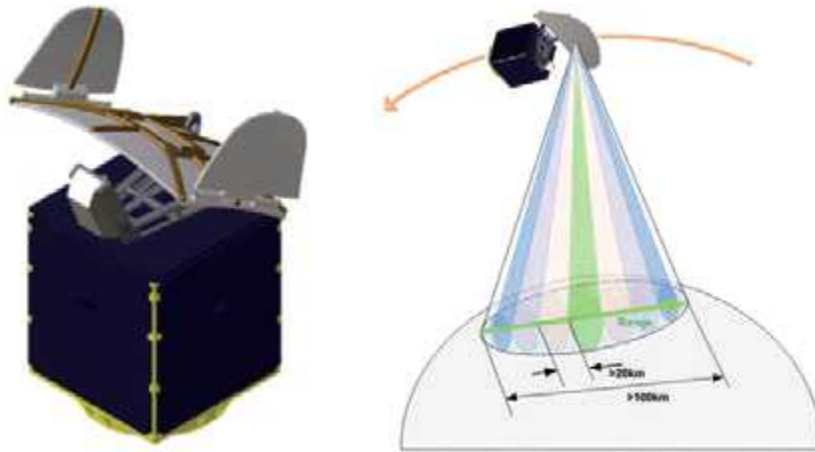
탐재체 무게	탐재체 부피	소비전력	Duty Cycle ROI	운영고도	운영기간
< 150kg	Ant. ØØ : ≈3m ×1.2m	≈5.2kW _{pk} (TBD, RF 전력), ≈1kW _{avg} (TBD, Op. 소비전력)	< 2.5% (150 sec.) ※ 전송시간 : <10 분	505km	≥5년

※ 수자원 전용 위성 탐재체 사양은 본 기획을 통해 상세 변경 가능

□ 기타 유사 탑재체 국내·외 사례

○ 국내(항공우주연구원)

- 전파탐재체 분야의 국내 기술수준을 실제 위성용으로 적용하기 전 단계까지 끌어올림으로 국토지리, 농업, 기상, 환경, 해양 등 공공분야의 위성 수요 확대에 독자적인 대응 능력 배양과 우주분야 신산업 창출에 필요한 기반을 확충하고자 함
- 스웍 영상레이더 기술을 응용한 다중채널 영상레이더(MCSAR, Multi Channel SAR)의 공학 인증모델공학인증모델(EQM, Engineering Qualification Model) 기술개발 추진 중



[그림 3-7] MCSAR위성 및 스웍 영상레이더 개념

- MCSAR는 Ku 밴드 사용 위성의 자세제어를 통해서 융복합 기능을 구현한 Cassini-Huygens와 달리 C, X 및 Ku 밴드 스웍 영상레이더와 산란계, 고도계 및 복사계 기능의 통합하는 융복합 전파탐재체로 국내에서 최초로 시도함





<표 3-14> MCSAR의 관측 파라미터

구분	영상레이더			산란계		고도계		복사계
주파수	C	X	Ku	C	Ku	C	Ku	C
관측모드	표준영상(Stripmap mode)			팬(fan)빔		도플러 지연 측정		푸쉬브룸
해상도(m)	10	5	10	25,000	25,000	1.5	0.3	20,000
관측폭(km)	10	10	10	500	500	1.2	1.2	25
편파	HH, HV, VH, VV							
입사각(도)	20~35			20~60		0~10		45~50
관측레벨(σ^0)	26dB			>40dB		36dB		
송신전력(KW)	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.05	0.05	
산출물	영상	영상	영상	풍속, 토양습도	적설량	고도, 표준파고		토양습도, 해면온도

○ 국외(ESA)

- CoReH20는 X와 Ku 밴드 영상레이더 탑재체를 통합한 것으로서, 반사판 기반 안테나를 사용하여 안테나의 부피를 최소화함

<표 3-15> 융복합 전파탑재체 사례

구분		CryoSAT-2	CoReH2O	SENTINEL3	DBSAR
무게	플랫폼	650kg	600kg	1,200kg	P3('08, '11, '12)
	탑재체	70kg	300kg	62kg	106kg
중요임무		SAR, 고도계	SAR	SAR, 고도계	SAR, 고도계, 산란계
운영 주파수		Ku	X, Ku	C, Ku	L
분해능(SPOT)		250 m	20m	300m	10m
탑재안테나		반사판 기반	반사판 기반	반사판 기반	능동형 위상배열 안테나
발사		2010	연구초기	2014	항공시험완료
제조(사)기관		ESA	ESA	ESA	NASA
형상					

4절 영상레이더(SAR) 탑재체 기술개발 현황

항공우주연구원 주요사업(차세대) 일환으로 영상레이더 탑재체(C/X/Ku) 개발 중이며, 2018년까지 TRL 5단계 EQM 제작 및 검증을 목표 개발

□ 탑재체 국산화 추진 계획

○ 영상레이더(C-band)

- 영상레이더는 항우연 기관 고유사업 수행으로 확보되는 기술을 활용해서 국내주도로 개발할 예정임 (정밀 전개형 안테나 부품은 유경험 해외제품을 구매)

C-밴드 영상레이더 핵심기술		확보계획※	비행모델 탑재체 기술개발 계획 (차세대중형위성 탑재체)
시스템 기술	탑재체 시스템 설계 기술	확보	국내주도개발
	성능분석 및 검증 기술	확보	
안테나 기술	전개형 안테나 기술	일부확보	해외도입(구매)
	정밀 전개장치 기술	일부확보	
	피드 어셈블리 기술	일부확보	
송신단 기술	파형발생장치 기술	확보	국내주도개발
	파형송신장치 기술	확보	
	고출력 증폭장치 기술	확보	
수신단 기술	RF/IF 수신장치 기술	확보	
	동기화 발진장치 기술	확보	
	신호수집장치 기술	확보	
	신호저장장치 기술	확보	
제어단 기술	제어장치 기술	확보	

※ 항공우주연구원 기관고유사업의 예상성과

□ 탑재체 개발 방안

○ 개발목표

- 영상레이더는 비, 눈, 구름 등에 관계없이 전천후로 지상관측이 가능한 탑재체로서, 수자원 관리 등을 위한 국내수요 및 국내의 기술개발 역량 등을 고려하여, 탑재체 중량 150kg급, 해상도 10m 급의 C-밴드 영상레이더를 국내주도로 개발하는 것을 목표로 세부전략 수립

○ 기술완성도 및 개발현황

- 국내에서는 위성용 SAR로는 아직 개발된 것이 없고, 다목적실용위성5호에 장착할 SAR를 이탈리아 Alenia에서 턴키방식으로 구매하여 장착한 수준임
- 다목적실용위성6호기의 경우, 2019년 발사하는 것을 목표로 아직은 기술개발 중이며, SAR 관련하여서 현재의 국내 기술수준을 논하기는 어려운 실정임
- 특히, C-밴드 SAR의 경우는, 국내의 기술개발 경험이 미약하지만 항공우주연구원은 2018년 말에 EQM 제작을 완료하는 것을 목표로 C/X/Ku-밴드에서 기능하는 영상레이더 기술을 개발 중에 있음

<표 3-16> SAR 탑재체 요소기술 수준(2016 현재)

분 류		주요 부분품	요소기술개발 현황	선진국(TRL, 9) 대비 기술수준
안테나	전개장치	pyro 타입 전개장치	- 다목적위성 3호 태양전지판 전개장치 (대한항공)	5
	방사장치	영상레이더 안테나	- 국내 개발사례 없음	3
송신단	발생기	파형발생기 (대역폭 300 MHz급 이상)	- 다목적 6호 개발모델 (대역폭 150MHz) 선행개발 (TLC) - 항공용 레이더 개발모델 (대역폭 300MHz) (LIG)	3
		파형송신기	- 군용 SSB 변조기, 광대역 상향변환기 (국과연)	3
	증폭기	고출력증폭기	- 상용 통신용 TWTA 개발 경험 (ETRI 등)	4
수신단	수신기	RF/IF수신기	- 통신용 RF 수신기 개발경험 (AP 항공우주, 세트렉아이, 쏘리드)	3
		동기화발진기	- 통신용 동기화 발진기 개발경험 (AP 항공우주, 세트렉아이)	3
	처리기	신호수집기	- 다목적위성 3호, 5호용 아날로그 디지털 변환 신호 처리 프로세서 (KAI)	4
		신호저장기	- 다목적위성 3호 & 3A호 개발경험 (AP항공우주)	4
제어단	제어기	탑재 S/W	- 다목적위성 개발경험 (항우연)	4
		탑재 컴퓨터	- 다목적위성 개발경험 (KAI)	4

○ 개발전략 및 방안

- 항공우주연구원의 기술개발 현황 및 계획을 참고할 때, 2018년 말에는 C-밴드 영상레이더 기술이 어느 정도 확보될 수 있을 것으로 예상되며,
- 이러한 기술력을 바탕으로 수자원 관리 및 재해·재난 감시용 C-밴드 영상레이더 탑재체의 국내 주도개발도 가능하리라는 것은 충분히 예상할 수가 있음
- 따라서, 한국형 C-밴드 영상레이더 탑재체의 국내 주도개발에 필요한 전략을 본 기획을 통해 상세 수립 필요

<표 3-17> 차세대영상레이더 탑재체 핵심기술개발 사업(~ 2018) 요약

사용 주파수	C, X, Ku	비 고
반사기	3×1.2	
개발 단계	EQM	
목표 무게	150kg	
최대 출력	2Kw	
해상도	1~10m	
관측폭	20(strip)~120Km(SweepSAR)	
라디오미터	C 밴드(10Km/120Km)	
추가 관측 모드	산란계, 고도계	

○ 예상규격(안)

- 수자원 관리 및 재난재해 관리 임무를 고려하여, C-밴드 탑재체의 규격(안) 도출

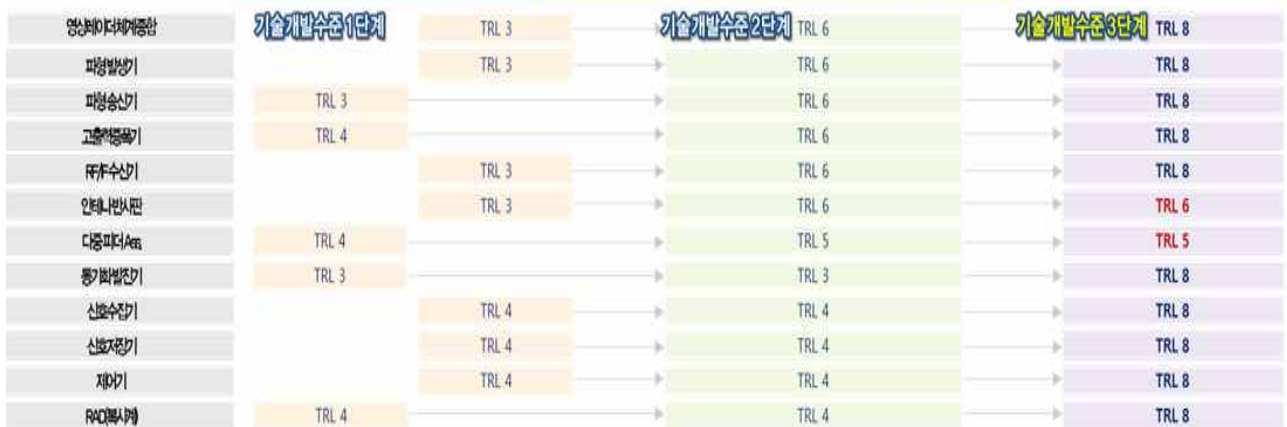
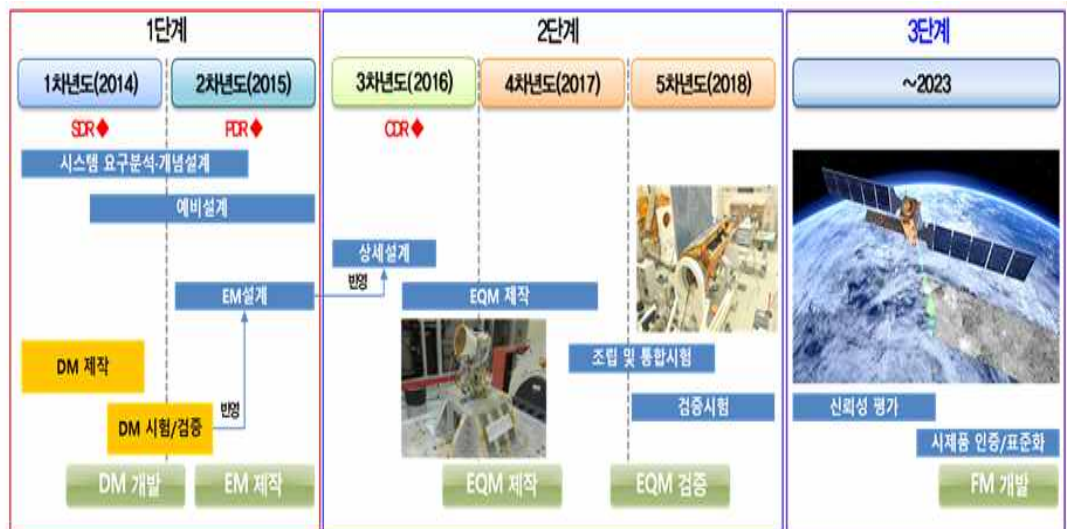
<표 3-18> C-밴드 영상레이더의 주요 규격

구 분	조 사 내 용
탑재체 유형	C-band SAR
채널	5.4GHz
관측폭	≈150Km
해상도	≥10m X 10m
위 외의 중요 규격	X-band 전송속도 : ≥ 320 Mbps on-board 자료저장 : ≥512 Gbits
탑재체 무게	<150kg
탑재체 부피	Ant. Ø : ≈3m×1.2m
소비전력	≈5.2kW _{pk} (TBD, RF 전력), ≈500W _{avg} (TBD, Op. 소비전력)
Duty Cycle 또는 ROI	<2.5% (150 sec.) ※ 전송시간 : < 10 분
운영고도	505km
운영기간(임무수명)	≥4.5년

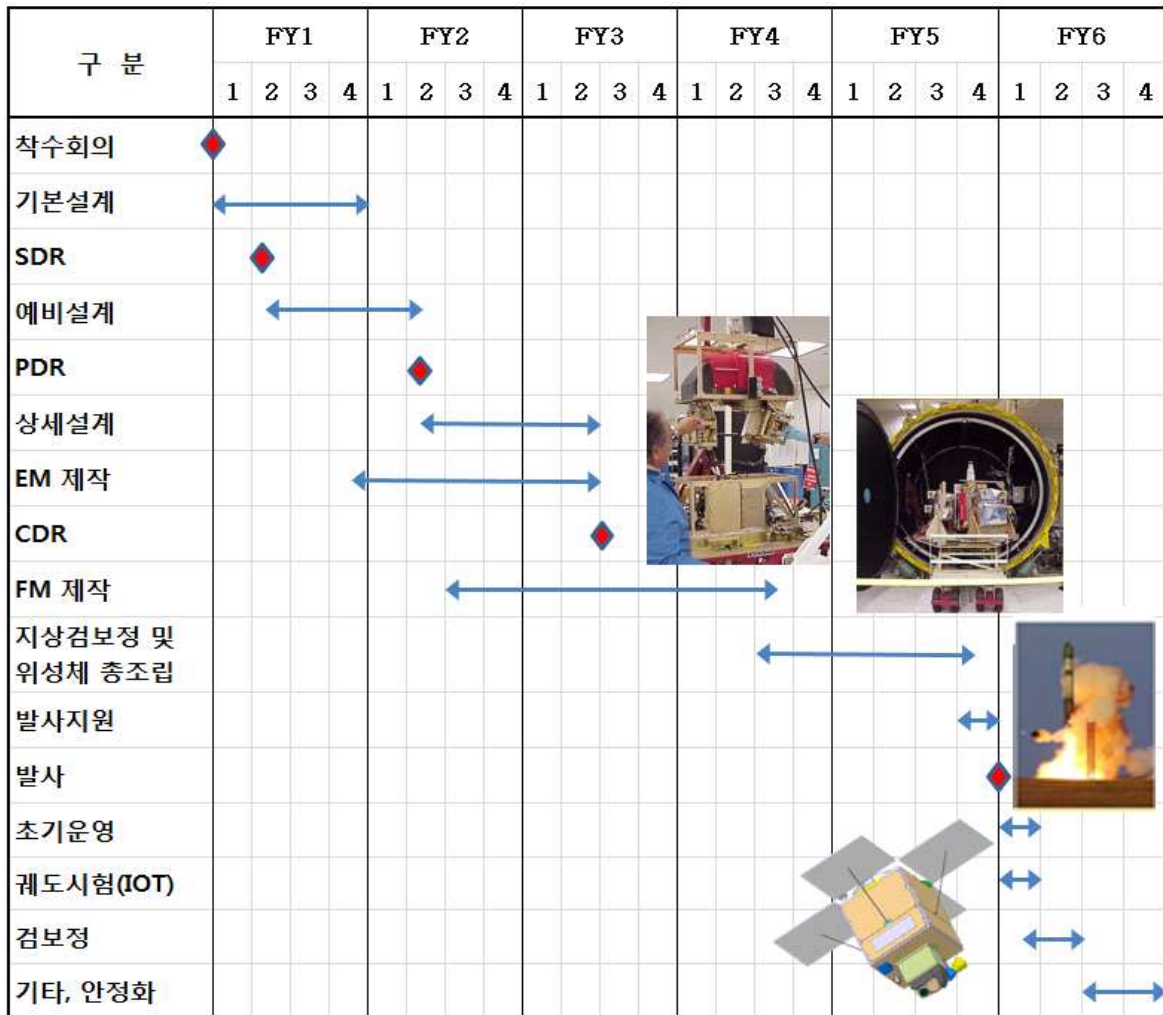
□ 개발방법 및 추진체계

○ 탑재체 개발일정

- 탑재체 개발일정은 일반적으로 기술 확보 현황, 사업추진체계, 기술확보전략, 예산사정 등에 따라서 변동됨
- 2단계 차세대중형위성 사업에서 고려되는 탑재체의 경우(마이크로파 탐측기, 광역다채널 전자광학 카메라, 초분광 영상기, C-밴드 영상레이더), 국내의 기술 인프라가 미비할 뿐만 아니라, 국내에서는 최초로 시도되는 유형의 탑재체라는 점을 고려하여, 총 60개월의 탑재체 개발기간이 필요할 것으로 예상
- 물론, 이 기간은 해외공동개발, 검증모델(QM) 개발 등을 통한 위험감소 계획을 포함한 것이며 기술개발 과정에서 예상되는 다양한 마일스톤을 고려하여, 마이크로파 탐측기 탑재체 기술개발 일정과 해외공동 기술개발로 추진하는 것을 고려 필요



[그림 3-8] 기술개발 로드맵(항우연)



[그림 3-9] 탑재체 개발일정 예시(마이크로파 탐측기)

5절 수자원위성 탑재체 성능 목표

(국내주도) 항공우주연구원 연구사업을 통해 습득된 기술기반 국내 주도 개발
(공동개발) 실패위험을 경감하기 위하여 경량안테나 등 일부 미성숙 기술은 해외 공동개발 등을 통해 기술 확보

□ 한국형 수자원위성 자체 개발 가능성

- 차세대중형 저궤도 C-band SAR 탑재체 및 자료처리 자체 기술력 확보하고 탑재체 부속품 중 국산화를 위한 도전적 과제는 국제공동 협력하여 사업의 성공 담보 필요
- 영상레이다 탑재체(SAR C-band) 자체 기술력 확보
 - RF 송수신기 모듈
 - RF 송수신기 모듈 Chirp의 안정적인 구동이 중요한 요소이며, 국내에 개발/시험중인 업체가 있어 국내 개발 추진 가능
 - 신호처리기 모듈
 - 무선통신산업의 발달로 기술 자립도가 높아진 국내기업의 개발 가능
 - 데이터처리기 모듈
 - 무선통신산업의 발달로 기술 자립도가 높아진 국내기업의 개발 가능하나, 우주환경급 H/W 개발을 위한 기간이 요구됨
 - 신호처리기 S/W
 - 산학연 협력을 통해 신호처리 관련 개발 가능
- 자체 기술 확보 및 국제공동 협력
 - 다중밴드 안테나
 - 고효율 위성반사판, 피드 혼, 멀티플렉스 등 국내 기술진에 의해 독자설계, 제작, 시험 단계 국산화 가능(기술적 난이도 대 국내 기술수준 9:8)
 - 접이식 팽창형(우산형태) 위성 안테나
 - 제작기술은 국내에 존재하지 않으며 국외업체와 기술교류 형태 혹은 공동기술개발 형태로 추진함이 바람직함

□ 단계별 성능 목표

- 선진국 수준 및 위성발사를 위한 비행체 모델단계(TRL 9) 개발 및 안정화 추진
- 기 개발중인 사업성과와 연계함으로써 사업기간 단축 및 성공 확률 극대화 도모 필요
- 선행연구의 목표는 '18년까지 TRL 6단계로 수자원 전용 위성 탑재체 최종 기술수준 목표는 TRL 8단계로 설정하여 추진

(기술) 개발내용		기술수준(TRL)			개발방법	완료시기
		현황	목표('18)	최종('23)		
영상레이더 체계 종합		3	6	8	국내 주도	~2022
TCA (송수신단)	파형 발생기	3	6	8	국내 주도	~2020
	파형 송신기	3	6	8	국내 주도	~2020
	고출력증폭기	4	6	8	국내 주도	~2020
	RF/IF 수신기	3	6	8	국내 주도	~2020
ATA (안테나)	안테나 반사판	3	6	8	해외 공동 개발	~2021
	다중 피더 Ass.	4	5	8	해외 공동 개발	~2021
CTA (제어단)	동기화 발진기	3	6	8	국내 주도	~2021
	신호수집기	4	6	8	국내 주도	~2022
	신호저장기	4	5	8	국내 주도	~2022
	제어기	4	6	8	국내 주도	~2021

제4장 수자원위성 개발 및 활용기술 로드맵

- 1절 수자원 전용 위성 탑재체 기술개발 로드맵
- 2절 기존위성과 연계 운영 및 활용 방안
- 3절 위성개발 활용 로드맵
- 4절 수자원 위성산업 활성화 법 제도 개선 방안
- 5절 산업육성 및 인력양성 계획

1절 수자원 전용 위성 탑재체 기술개발 로드맵

수자원 전용 위성 기반 융합형 수재해 정보플랫폼 개발 및 정보 서비스 상용화로 위성망+지상관측망 융합형, 지역 맞춤형, 물관리+수재해 통합대응형 물관리 솔루션 확보를 목표로 중장기 수자원 전용 위성 탑재체 개발 계획 수립

* (1호기) 홍수, 가뭄 집중 감시 가능한 탑재체 개발 및 타 위성과 연계 운영을 중심 추진

** (2,3호기) 고정밀 광역 가뭄 및 기후변화 모니터링, 지표수위 등 수자원변동관측 탑재체 개발

				
탑재체		C-band(SAR)	L-band(SAR)	Radar Altimeter
기존위성		Sentinel-1A(2014~2021) RadarSat-1(2007~2016) RISAT-1(2012~2017)	ALOS-2(2014~2019) SMAP(2015~2022)	SWOT(2020~2023) JASON-3(2016~2023) ENVISAT(2002~2016)
핵심기술	파장대	4~8 GHz(5.4GHz)	1~2 GHz	5~13 GHz
	공간해상도	> 10m×10m	< 30 m	< 5 m
	시간해상도	2회/1일 (duty cycle 70%)	1일	2일
	주요장비	SAR, SAR-C, 발생기, 증폭기, 전개장치, 수신기, 영상자료저장, 자료전송, 송신기/안테나	SAR-L, 발생기, 증폭기, 전개장치, 수신기, 영상자료저장, 자료전송, 송신기/안테나	Radar Interferometer, DORIS, MWR, 발생기, 증폭기, 전개장치, 수신기, 영상자료저장, 자료전송, 송신기/안테나
	관측각도	15~45°	7.5~58°	15~78°
	관측폭	> 150 km	> 350 km	> 120 km

<표 4-1> 수자원 전용 위성 탑재체 개발 계획

□ 1호기 : 홍수, 가뭄 집중 감시 가능한 탑재체 개발 및 타 위성과의 연계 운영

○ C-band SAR 위성 개발

- 집중호우나 태풍에 의한 강수량은 GPM, TRMM, 정지궤도위성, 지상 레이더로 관측이 가능함
- 기존의 기상 위성은 시·공간적 강수량 분포 정보만 제공이 가능하나 지표 특성에 큰 영향을 받는 홍수 관련 정보 제공의 어려움
- 5.3GHz 주파수대역을 사용하는 C-band SAR 레이더는 날씨의 영향이 상대적으로 적으므로 홍수, 가뭄, 산불, 태풍 같은 자연관측에 용이
- 강우 발생시 지표특성에 따른 홍수 침수 지역의 실시간 관측 가능
- 대기와 지표면의 수문 및 에너지 순환의 매개체인 토양수분 관측 가능 및 토양수분 기반 가뭄 모니터링 정보 제공
- 홍수와 가뭄 관측 정보 이외에 해빙, 적설 등의 정보 제공이 가능하여 기후변화 관측 목적에 용이
- 다양한 촬영모드에서 관측이 가능한 C-band SAR 기반 위성 자료는 10-100m의 고해상도 정보 제공이 가능하므로 도시지역의 홍수 관측에 유리
- 현재 기획중인 C-band SAR 위성은 타기관에서 운영중인 위성들과 달리 재방문 주기가 상대적으로 짧기 때문에 더 많은 시계열 정보의 제공 가능
- 넓은 지역을 관측할 수 있는 Swath Width를 제공하므로 한번 지표면 관측시 넓은 지역을 관측할 수 있음
- C-band SAR 레이더 위성은 광학위성과 달리 실시간으로 홍수를 관측할 수 있으며, 하천 및 강의 범람에 의한 도시·농업 피해 산정에 유리하고, 이 정보를 바탕으로 방재 정책의 기본 자료로 활용이 가능
- 홍수침수지역의 공간적 분포도 작성이 가능하며, 홍수위험지도의 기본 자료로 이용되어 향후 홍수피해 및 보상자료로 이용이 가능
- 한반도 지역은 매년 강설에 의한 피해가 크기 때문에 위성을 이용한 적설지역을 탐지하여 강설에 의한 피해 지역 분포도 작성과 방재를 위한 기초자료로 활용
- 해빙 탐지가 가능한 C-band SAR 위성 기반 해빙 분포 감시, 지도 작성, 북극 항로의 상황 등의 정보 제공
- DEM, 수치지도 등의 지형정보를 제공하는 C-band SAR 위성은 지표면의 수문분석을 위한 정밀자료 제공 가능
- 위성 기반 벌목지역의 관측이 가능하므로 현재 북한 지역의 산림 현황 및 산불 등의 지표피복변화 관측
- 위성 기반 해양의 해류이동 및 바람장 정보 확보를 통한 기후변화의 기초자료로 활용

- 표면 토양수분, 침수면적, 침수심, 해빙, 지표면의 지형, 토양유실 등의 인자를 관측하는 것을 목표로 함
- 강우 발생 시 지표특성에 따른 홍수 침수 지역의 실시간 관측 및 공간적 분포도 제작 가능
- 기후변화 관측을 통한 해빙, 적설 등 정보 제공
- 접경지역 수자원변동 관측 및 분석을 통한 물안보 확보 및 대응 가능
- 북한 지역의 산림 현황 및 산불 등의 지표피복변화 관측

□ 2호기 : 고정밀 광역 가뭄 및 기후변화 모니터링 탑재체 개발

○ L-band SAR 위성 개발

- 홍수·가뭄 전용 위성토양수분은 홍수, 가뭄, 산사태 등의 여러 가지 형태의 자연재해에 직·간접적으로 영향을 미치는 중요한 수문인자임
- 전세계적으로 기후변화 대응 및 예측 기술 향상을 위해 토양수분의 중요성이 갈수록 증대되어 NASA에서 고해상도의 글로벌 토양수분을 관측 할 수 있는 SMAP 위성을 발사하였으나, L-band 레이더 고장으로 고해상도의 토양수분을 관측할 수 있는 위성이 현재 전무함
- 마이크로파 위성 기반 AMSR-E, SMOS, SMAP L-band radiometer 센서 등이 글로벌 토양수분을 관측하고 있으나 상대적으로 낮은 공간해상도(~40 km)로 한반도 정밀관측이 불가능하며 활용성이 낮음
- C-band SAR 위성 역시 토양수분 관측이 가능하나, 정확한 토양수분을 관측하기 위해서는 L-band SAR 관측 자료가 필요
- L-band(1.4 GHz)의 파장영역이 C-band(5.3 GHz)보다 토양수분에 높은 sensitivity를 가지므로 정확한 토양수분 관측에 유리하나, C-band SAR보다 상대적으로 공간해상도가 낮음
- 토양수분은 기후변화 예측 모형인 GCM(Global Circulation Model) 모형의 초기 및 경계조건의 입력변수로 활용되며, 기상·기후 변화, 수문 모형 모의, 농업, 수자원 등 다양한 응용분야에서 활용
- 토양수분(지표면), 토양수분(뿌리 부분), 토지피복, 식생, 해빙 등의 인자를 관측하는 것을 목표로 함
- 토양수분지수를 활용하여 가뭄관측 및 모니터링
- 토양수분인자는 기후변화 예측 모형인 GCM(Global Circulation Model)의 초기 및 경계조건 입력변수로 활용될 수 있음
- 기상 · 기후 변화, 수문 모형 모의, 농업, 수자원 연구의 기초자료로 활용됨
- 식생지수, 경작현황 등 농업분야의 주요 지표를 측정하는 데 활용됨

□ 3호기 : 지표수위, 유량 등 수자원변동관측 탑재체 개발

○ Radar Altimeter 개발

- 지표수위, 해표면 고도, 육상지형, 지표면 위의 풍석, 지오이드 등의 인자를 관측하는 것을 목표로 함
- 유출량 산정, 물수지분석 등 수문해석에 필요한 인자를 제공
- 홍수, 가뭄 현황 및 저수지의 저수량 변화량 파악을 통해 수문순환, 물수지, 수문모형을 개선할 수 있음
- 해양 및 연안관리, 기상모니터링 등에 활용됨
- 지표수, 지하수, 해수 흐름특성 분석을 통해 지역 간 물 이동을 관측하고 평가할 수 있음

○ 수자원 위성을 활용한 지표수 수위 추정기술 개발

- 본 기술의 목표는 수자원 위성에 탑재된 센서를 활용하여 500m~1km 정도의 강폭을 갖는 강으로부터 수위를 측정할 수 있는 기술을 개발하는 것임
- 지표수 수위 추정을 위한 주요 탑재체는 원격탐측 센서중 유일하게 직접적으로 수위를 관측할 수 있는 radar altimetry 센서와 기상조건과 상관없이 관측하여 수계를 추출할 수 있는 SAR 센서임
- 본 기술은 SAR 영상을 이용하여 정확한 수계를 추출하는 기술과 추출된 수계를 대상으로 radar altimetry를 이용하여 수위를 추정하는 두 가지 단계로 이루어져 있음

○ SAR 자료를 활용한 수계 추출

- SAR 영상으로부터 수계지역을 추출하기 위해서 가장 중요한 부분은 위성영상 헤더 파일의 위성궤도정보, 센서 정보 및 대상물의 형태 및 특성으로 인해 발생하는 기하오차 및 지형왜곡 등을 보정하고 DEM 및 토지피복도와 같은 보조 자료를 활용하여 정확한 홍수 피해지역을 추출하는 것임
- 이를 위해선 개발될 SAR 위성 영상에서 나타날수 있는 기하오차요소 분석이 선행되어야 하며, 이를 보정하기 위한 알고리즘 및 보조데이터 또한 중요한 요소로써 연구되어야 함
- 수계지역 추출 알고리즘 개발에 있어서도 X 밴드, C 밴드, L 밴드의 SAR 센서 특성에 따라 기하보정, 지형왜곡 보정 및 지도 생성 성능에 차이를 보일 수 있으므로 이에 대한 성능 비교를 통한 SAR 탑재 센서 선정 및 알고리즘 개발이 필수적 요소임
- SAR 위성 발사 후 운용 시에는 개발된 알고리즘을 테스트베드에 적용하고, 홍수피해지도 생성 정확도 개선을 위해 지속적인 DB 구축이 매우 중요함
- 또한 활용도 증대를 위해 의사결정자 및 관련 이해관계자들이 취득 영상과 추출된 수계지역을 활용하기 위한 시스템이 마련되어야 함
- 이에 따라 개발 목표 기술들은 다음과 같이 도출할 수 있음

개발 목표 기술	설명
위성영상 기하보정 기술	- SAR 위성영상 오차요소 분석 - SAR 위성 기하보정에 활용 가능한 지형/지물 분석 - SAR 위성영상 기하보정 알고리즘 비교/선정/개발
위성영상 지형왜곡 보정 기술	- 우리나라에서 나타나는 SAR 위성영상 지형왜곡 요소 분석 - SAR 위성 지형왜곡 보정에 활용 가능한 자료 및 적용 결과 분석
수계지역 추출 기술	- 도심지, 산지, 급경사 등 다양한 지형에 활용 가능한 알고리즘 비교/선정/개발 - X 밴드, C 밴드, L 밴드 영상에 각각 적용 및 결과 비교 분석
활용 시스템 개발	- 취득 영상 수집 DB 구축 - 사용자 맞춤형 활용 콘텐츠 개발 - Web, Mobile 기반의 정보공유형 시스템 구축

○ 위성 radar altimetry를 이용한 지표수 수위 추정

- 위성 radar altimetry는 위성에서 발사된 신호가 수면에서 반사되어 후방산란되어 돌아온 에너지를 측정한 waveform으로부터 거리를 추정하고, 위성의 고도에서 수면까지의 거리를 차분하여 수면의 높이를 관측하는 기술임
- 위성 radar altimetry를 이용하여 지표수의 수위를 추정하는 과정은 retracking, correction, data filtering의 3단계로 구성되어 있음
- Retracking은 이상적인 waveform과 달리 다수의 노이즈가 포함되어 있는 실제 취득 자료로부터 정확한 거리를 측정하기 위한 기술로써 waveform의 leading edge를 찾고 그 중심점의 시간을 거리로 변환하게 되며, leading edge와 그 중심점을 찾는 방법으로 ICE-1, ICE-2, Thresholding, OCOG 등 다양한 retracking 알고리즘이 개발되어 있음
- Retracking을 통해 관측된 거리는 GPS 신호와 마찬가지로 대류권 및 이온층에 대한 지연, 지구 자전에 의한 오차 등 다양한 오차 원인을 포함하고 있으며, correction은 이러한 오차를 제거하여 측정된 거리를 보정하기 위한 과정임
- 위성 radar altimetry의 correction을 위한 주요 보정요소는 대기에 의한 지연효과를 보정하기 위한 media correction, 태양과 달의 중력에 의한 지구의 조수로 인한 효과를 제거하기 위한 geophysical correction, 회전타원체 기준으로 관측된 수위를 실생활에서 사용되는 지오이드 기준 수위로 변환하기 위한 타원체 보정의 세 가지임
- 현재까지 위성 radar altimetry를 이용한 지표수 수위 추정은 세계적으로도 연구 초기 단계로 아마존 유역, 메콩강과 같이 규모가 매우 큰 강이나 호수를 중심으로 주로 이루어지고 있음
- 500m~1km 정도의 소규모 하천으로부터 수위를 관측하기 위해서는 현재 Ku 밴드를 사용하는 radar altimetry 센서로는 한계가 있으며, 현재 Thales Alenia Space에서 CNES와 함께 개발중인 POSEIDON-3C와 같이 Ka 밴드와 SAR 방식을 함께 적용한 센서를 활용할 경우 연구의 성공 가능성이 높아질 것으로 기대됨

2절 기존위성과 연계 운영 및 활용 방안

수자원위성은 지표 수분 중심 관측으로 홍수 및 가뭄 상황 감시하고 기존위성과 상호 연계 운영을 통한 부족인자 보완하여 연계 운영 방안 설정

* (기존위성) 강우(GPM, GCOM-W, COMS 등), 수위(SWOT, Sentinel 등), 식생(MODIS, SMAP 등), 지형(KOMSAT-5, RADARSAT 등)

□ 수자원전용 위성과 타위성과의 융합

○ 국내외 위성의 수자원 관측 한계점

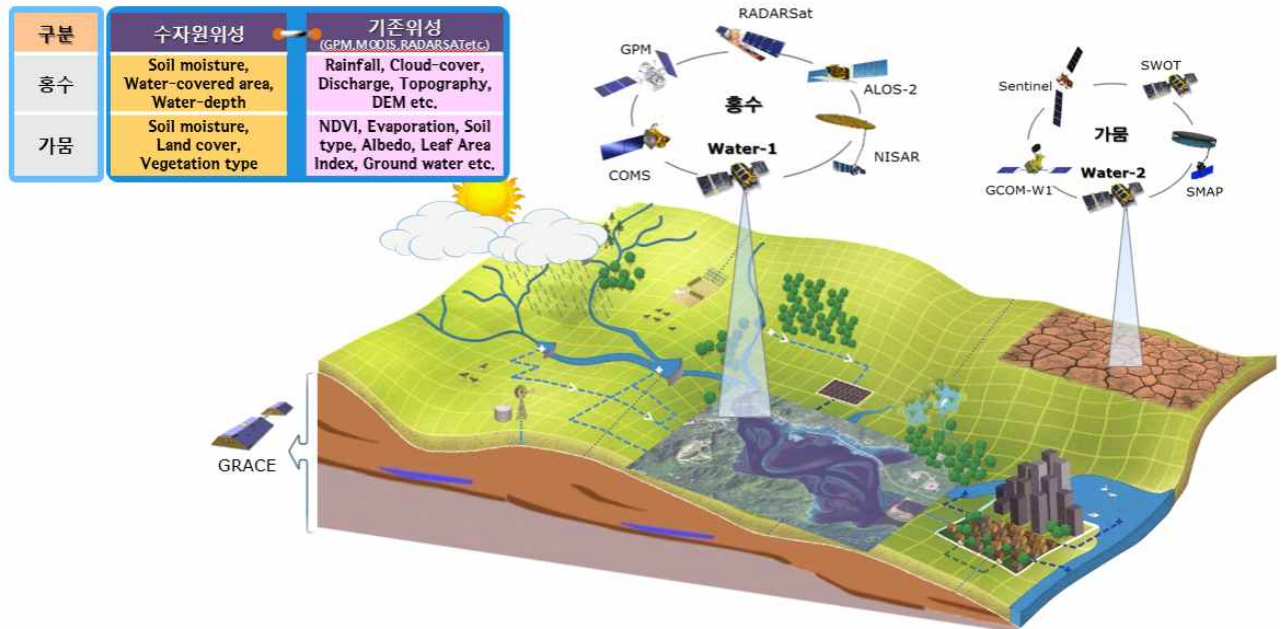
- 홍수와 가뭄을 예측하는 데 필요한 인자를 모두 관측 가능한 위성은 부재함
- 국내 위성은 주로 기상, 기후, 해양, 환경변화, 통신, 방송, 지형 등의 목적으로 개발되어 수자원 관리 측면의 정보가 부족

○ 기상위성의 수자원 관측 한계점

- 기상위성은 기상관측을 목적으로 하는 위성으로, 단기예보에 필요한 저기압 또는 전선 등의 위치와 크기를 파악하기 위해 사용
- 구름을 촬영하여 날씨를 예측하며 복사에너지, 반사량, 태양에너지 등을 관측하지만 모든 수자원 인자를 파악하기에는 부족함

○ 타위성과의 융합을 통한 수자원 관측

- 수자원위성 하나로 모든 물 문제 해결은 불가능하므로 다른 목적위성과 수자원관리 분야 각각에 초점을 맞춘 위성을 통해 시너지효과 창출 가능
- 분야별 위성센서가 상이함으로 목적에 따라 위성활용이 필요함
- 수자원위성의 지표수분 중심 관측으로 홍수 및 가뭄 상황을 감시하고, 기존위성과 상호 연계 운영을 통해 부족인자를 보완하는 연계운영 방안을 설정함으로써 효율적인 수자원 관측 가능
- 연계 가능한 기존 위성으로는 강우를 관측하기 위한 GPM, GCOM-W, COMS 등, 수위를 관측하기 위한 SWOT, Sentinel 등, 식생을 관측하기 위한 MODIS, SMAP 등, 지형을 관측하기 위한 KOMSAT-5, RADARSAT 등이 있음



[그림 4-1] 수자원위성과 기존위성 연계 모델

□ 국내외 외부기관과의 협력을 통한 위성자료 수집

○ 국내

- 국내에서 한국항공우주연구원, 국가기상위성센터, 한국해양위성센터 3곳 모두 공공기관에 대해 공공 및 연구에 활용 목적을 두었을 경우 내부검토를 통하여 위성자료들을 배포하고 있음
- 환경위성센터에서는 국내 유관기관으로부터 분석 및 연구에 필요한 자료를 수집 시 자료수집에 대한 배포정책에 따라 원활한 행정 절차를 진행 할 수 있도록 하여야 함
- 각각의 위성센터에서는 필요한 자료를 중심으로 수집하고 있으며, 다양한 재분석 자료를 생산하고 있음
- 환경위성센터에서는 처음부터 다양하고 새로운 환경 분석을 위한 자료를 생산하기 어려우므로 기존의 타 기관에서 쌓아온 경험을 참조하여 환경위성센터 구축을 위한 기반을 다져야 함

○ 국외

- 신속한 환경위성정보의 획득을 위한 시간적, 위치적, 활용목적별로 최적의 영상이 요구되므로 한 국가가 독자적으로 운용하는 위성으로 사용가능한 영상수급에 한계가 있음
- 이를 보완하기 위하여 전 세계적으로 활용 가능한 영상을 공유하도록 하는 국제협력 기구를 활용하는 방안과 국내 기관에서 수신하고 있는 국외 영상을 활용하는 방안을 분석해야 함
- 현재 International Charter, UN Spider, Sentinel Asia 등의 기관에서는 환경 및 재난재

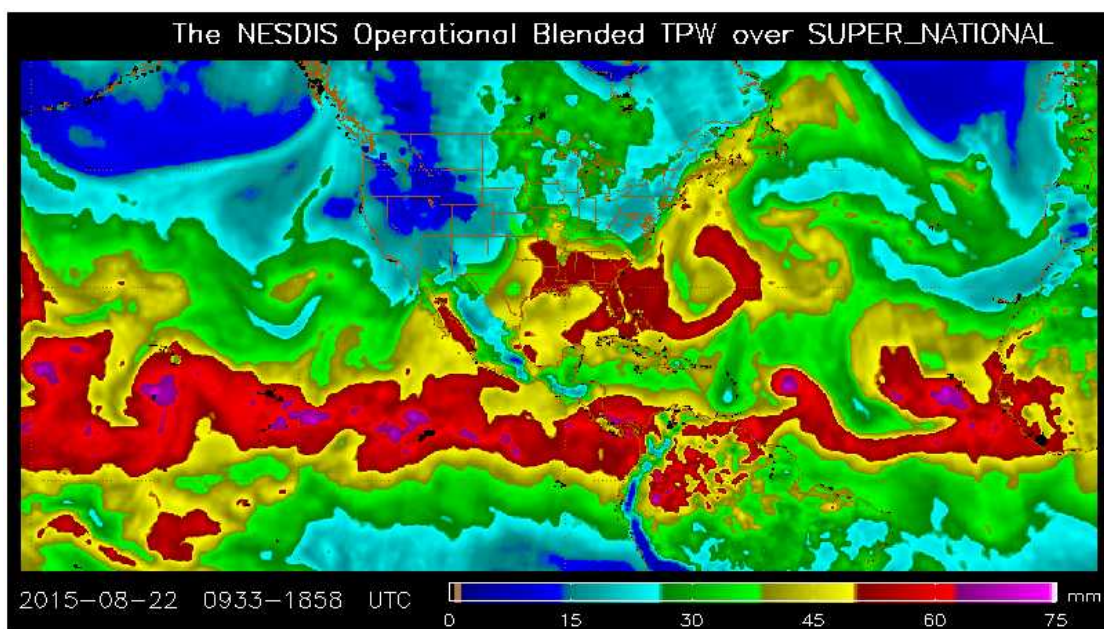
해에 대한 다양한 공간정보를 가입된 협의체를 통해 제공하고 있으며, 2018년 발사를 목표로 추진 중인 미국 NASA의 TEMPO 정지궤도 위성과 유럽대륙 관측을 위해 유럽 ESA에서 추진 중인 Sentinel-4 정지궤도 환경위성 간 상호 연계를 통해 한반도를 비롯한 전 세계의 환경오염물질의 입체적 감시와 환경·우주 연구의 발전을 위해 공동 협력을 진행해야 함

□ 저궤도-정지궤도 위성 데이터 연계

- 전지구적 관측을 위하여 저궤도 탑재체가 주로 개발되어 왔으나, 최근에 들어 시간분해능의 중요성과 환경기체들의 움직임 및 수송모델 확보를 위하여 정지궤도 탑재체가 개발되고 있는 추세임
- 관측대상 기체의 종류에 따라 자외선, 가시광선, 적외선 등의 관측영역과 분광분해능이 바뀌게 되며, 이에 따른 환경탑재체 핵심요소인 분광기와 검출부의 요구조건이 변하게 됨
- 다중위성 활용 체계를 구축함으로써 지역적 월경성이 극복될 것으로 예측되며, 관심지역에 대한 다양한 위성센서 자료의 ‘더 잦은’ 관측이 가능하므로 즉각적인 풍수해 대응이 가능할 것으로 예측됨
- 저궤도-정지궤도 위성데이터의 연계를 통해 훨씬 광범위한 지역의 관측이 가능하므로, 동아시아지역의 풍수해 및 기후 변화의 예측과 영향평가에 사용될 수 있음
- 기후변화를 통해 야기되는 수문인자의 변화에 대한 장기간 안정적인 관측 체계를 구축할 수 있어 우리나라는 물론 전 세계적 수요에도 대응 가능함
- 정확도와 정밀도가 확보된 다중위성 활용체계를 구축함으로써 수문인자의 모니터링 및 변화탐지를 통해 다양한 분야에서 풍수해와 관련된 분석이 가장 시급한지에 대한 파악이 용이해지며, 얼마만큼의 실질적인 감소 방안이 필요한지 알 수 있는 기본 자료로 활용이 가능
- 풍수해 모니터링 및 분석과 예측 시스템 도입을 통해 생성된 정보는 건강이나 산업 활동과 자연환경 변화에 대한 민감한 각종 사업들에 필수적인 정보가 될 것임이 분명하며 이는 대국민 예/경보 서비스로 연결되어 소요된 세금에 대해 효과적인 보상을 할 수 있을 것임
- 국제간 환경 분쟁 발생 및 기후변화협약 등 환경관련 국제협약 추진 시에 정확한 배경자료를 제공함으로써, 보다 효과적으로 국제환경 문제에 대응할 수 있음
- 수자원과 관련된 문제에 대한 지금까지는 국내에서의 관측이나 관련 사항들을 통하여 간접적인 추정이 유일한 방법이었으나 우리나라에서 아시아지역에 대한 위성시스템을 갖추게 되면 과학적인 근거자료로서 정량적인 값을 산출할 수 있게 되며, 국제적인 환

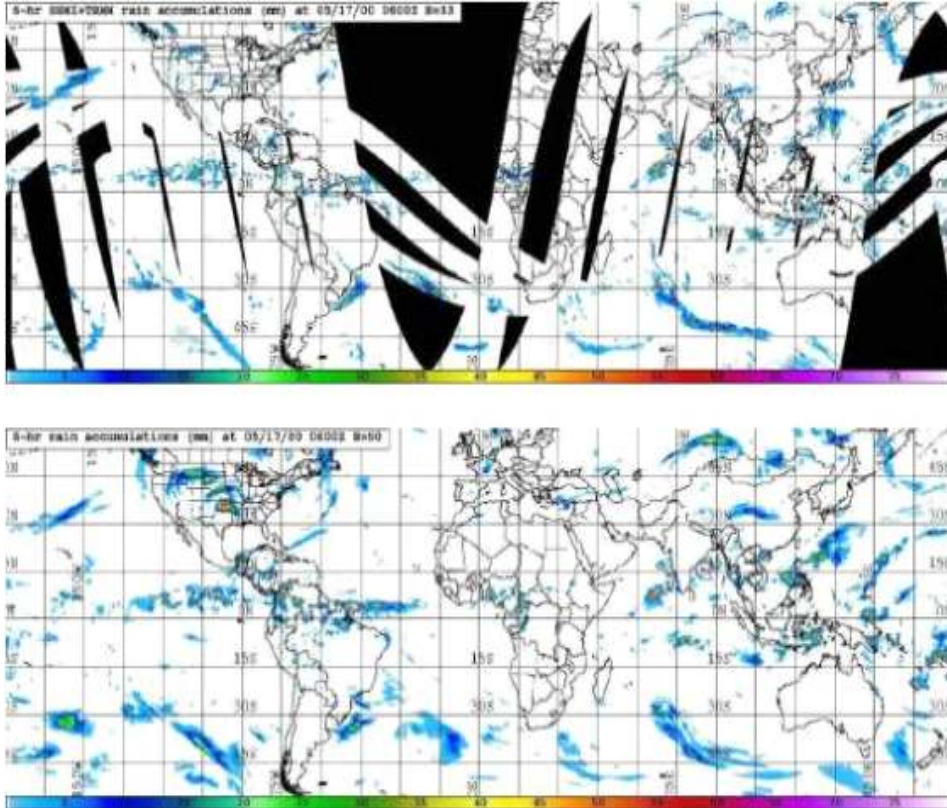
경관 관련 조약에 대해 우리나라와 주변국에 대한 평가가 가능함에 따라 구체적인 대안을 제시하는 것이 가능함

- NOAA에서는 다양한 위성 센서의 자료를 융합하는 연구가 진행하고 있는데, NOAA에서 제공하는 총가강수량(TPW, Total Precipitable Water)은 극궤도 위성의 관측데이터(SSM/I, AMSU)와 정지궤도 위성(GOES-W, GOES-E)의 GPS 데이터를 융합하여 생성되는데 이러한 자료는 사용 가능한 모든 강수량 데이터의 통합을 통해 빈틈없는 기상예보 자료를 만드는데 도움이 될 것으로 예상됨
- NOAA는 Satellite Service Division의 Satellite Analysis Branch에서 실시간 총가강수량(TPW) 자료를 사용자들에게 제공하고 있음



[그림 4-2] NOAA에서 제공하는 TPW 데이터

- Kidds et al.(2003)은 다중 정지궤도 위성(GOES)으로부터 축적된 적외선 채널 자료와 극궤도 위성 SSM/I 센서의 마이크로파 측정 자료를 이용하여 30분 간격, 12km 해상도의 강우강도 융합 알고리즘을 개발함
- 이 알고리즘은 두 위성의 데이터를 누적 히스토그램 접근법을 사용하여 적외선 온도와 강수량 간의 관계식을 정립하였으며, 다른 강수량 알고리즘과 비교를 통해 하나의 위성 데이터를 활용하는 것보다 결합된 위성 데이터가 훨씬 나은 결과가 나타났음을 밝힘
- Turk et al.(2000)은 정확한 강수량 추정에 핵심적인 저궤도 위성의 마이크로파 측정 자료와 시간해상도 및 공간 커버리지가 좋은 정지궤도 위성의 적외선 채널 자료의 융합하는 연구를 하였으며 사용된 데이터는 SSM/I와 TRMM의 저궤도 위성과 GOES-8/10, Meteosat-5/7, GMS-5와 같은 정지궤도 위성이고 그 결과 정확한 강수량의 자료를 넓은 공간 커버리지로 제시함



[그림 4-3] (위) SSM/I와 TMI로부터 관측된 6시간 강수량 (아래) GOES-8/10, Meteosat-5/7, GMS-5 정지궤도위성의 강수량 자료

- 에어로솔 광학깊이의 추정에 있어서 Falke et al(2001)은 SeaWiFS와 TOMS(Total Ozone Monitoring Spectrometer)의 자료를 융합하여 황사, 산불 연기, 화재, 사막의 먼지 폭풍을 모니터링 하였음
- 그 결과 아시아 지역의 황사가 북아메리카까지 영향을 미치는 것을 확인하였고, 캘리포니아의 산불 탐지와 사하라 지역의 모래폭풍 등에 대해서도 유용한 자료를 얻었음

□ 차세대 중형위성, 정지궤도 복합위성 연계가능성

- 차세대 중형위성은 광학위성으로 고해상도 자료임. 고해상도 자료로 수문분야에서 저수위 관측이 가능하며 정보를 제공받아 수문분야 활용
- 정지궤도 2A위성은 차세대 정지궤도 위성으로 현재 5개의 채널이 16개의 채널로 다분광 채널로 인하여 강수산출 및 증발산 정확도가 더욱 향상 될것으로 판단됨
- 매 10분마다 산출되는 강수량, 증발산 자료는 수자원 위성의 산출물과 결합되어 홍수 및 가뭄 정보 제공에 유용할 것으로 판단됨

□ 국외 위성과의 연계

- MODIS위성은 NDVI, EVI등의 지수 산출을 통해 가뭄 모니터링 활용이 가능
- SMAP 위성은 현재 수자원 위성에서 토양수분이 산출될 경우 SMAP 위성의 경우 L-band 레이더의 고장으로 현재 L-band Radiometer 40km 해상도 자료 이용이 가능
- Radiometer자료는 현재 기획하고 위성 산출 자료의 보정계수로 이용
- SMOS는 주파수 간섭문제로 한반도내에서 이용이 어려움
- SWOT는 현재 NASA 개발 계획 중으로 2020년도에 발사될 예정임
- SWOT는 해수면 높이를 관측할 수 뿐만 아니라 육지 내 하천 저수위 관측이 가능하기 때문에 수문분야에 매우 유용함. SWOT는 수자원 위성 발사 시점이 비슷하기 때문에 동 기간에 활용이 가능할 것으로 판단됨
- GRACE위성은 지하수 관측이 가능하여 수문분야 활용중. 현재 GRACE-FO로 후속위성이 기획중임

3절 수자원 위성 개발·활용 로드맵

수자원 위성 기반 수자원 및 수재해 감시 기술 개발을 위한 단계별 추진 전략 제시

< 추진 단계 및 목표 >

- (1단계, '14~'18) 수재해정보플랫폼 융합기술 연구단 사업 중심 활용기술 개발
 - 위성, 레이다, AWS(자동기상관측시스템) 등 기존 인프라 기반 시공간적 수재해 감사·예측·평가 기술 적용
- (2단계, '18~'22) 수자원 전용 위성 탑재체 개발 및 운영
 - 수자원 전용 위성 탑재체 원천기술 확보, 실시간 한반도 수재해 감시 전용 위성 개발 등
- (3단계, '22~'25) 수자원 위성 활용 연구센터 설립 및 운영
 - 수자원 및 수재해 관리를 위한 전용위성 기반 수자원 위성 활용 고도화·선진화

□ 1단계 : 수자원 위성 활용기술 개발

- X-Net 기반 고분해능 수문정보 생성 및 도시홍수예측 기술 개발
 - X-Net 테스트베드 환경 조사 및 구축, 운영기술 개발 및 고도화
 - X-Net실증 테스트베드를 구축하여, X-Net기반 강우추정기술과 합성강우조절기술, 고분해능 자료동화 기법 등을 개발 및 검증
 - 이중편파레이더 보정기술 및 Inverse기법을 이용한 X-Net 3차원 이중편파합성기법을 개발 및 적용, 평가
- SRA 관측정보 융합을 통한 수문인자 산출 기술 개발
 - 인공위성을 활용한 증발산/토양수분 산정
 - 위성기반 수문학적 가뭄감시/전망기법을 정립하고 수문학적/농업적 가뭄 전망 핵심기술을 구현함으로써 가뭄정보 제공
 - 동북아시아 범위로 확대하고 고해상도 자료를 생산
 - Asia flux자료를 이용한 기술의 안정화 및 Flux lower 자료의 자료품질 조사/검·보정
- 국토관측센서 기반 광역 홍수위험도 예측·평가기술 개발
 - 홍수위험도 평가지표 및 기법구축
 - 지역특성별 홍수피해 현황을 조사하고 특성을 분석하여 지역별 홍수피해위험도를 예측 및 평가
 - X-Net강우자료를 활용하여 시험유역에 대한 홍수위험도를 분석하고 검증
 - UAV기반 홍수기 침수지역의 정확한 분석을 위한 기반기술 구축
 - 미계측/비접근지역에 대한 홍수해석기술 개발
 - 수재해 저감을 위한 재난저감기술 개발 및 맞춤형 설계

○ 맞춤형 수재해 정보 플랫폼(WAHP Korea)

- 기반기술 조사 및 요구사항 분석을 통해 시스템을 정의하고, 설계 가이드라인 제시
- 자료처리 표준화 기술을 개발하여 표준화 가이드라인 제시
- 포털시스템 설계 및 프로토타입 개발 설계 후, 수재해 정보 시스템 포털을 구축하고, IoT, 증강현실 기술 등을 적용
- 시스템 검증 및 안정화

□ 2단계 : 수자원위성 탑재체 개발

○ 사전기획 연구

- 수자원위성개발의 필요성 및 전문가 컨센서스 도모

○ 본 기획 연구

- 수자원위성 상세개발계획 및 로드맵 수립/추진체계, 성과목표 등 설정

○ 수자원 전용 위성 탑재체 개발 및 운영

- 홍수/가뭄 감시평가를 위한 전용 탑재체 개발
- 수자원위성 발사 및 운영시스템 개발

□ 3단계 : 수자원위성 활용연구센터 설립

○ 수자원 및 수재해 관리를 위한 전용위성 기반 수자원 위성 활용 고도화·선진화



[그림 4-4] 수자원위성 활용기술 개발 로드맵

4절 타부처 연계·협력 방안

수자원 전용 위성의 국가 재해관리 토탈 솔루션으로 활용 가능하도록 국민안전처, 국방부, 환경부, 통일부 등 관련부처와 개발 및 활용 기술 개발 공동 협력하며, 국제 위성프로그램 참여를 통한 글로벌 물산업 리더링 함으로써 국가 위상 제고 도모

□ 위성선정 및 국제협력

○ 수자원 위성 1호

- L-band 레이더 : 수문분야에서 홍수, 가뭄, 산사태 등의 핵심변수인 토양수분 토양수분을 관측하기 위해서 토양수분에 가장 민감한 L-band(14GHz) 레이더 센서가 필요함
- 유럽우주국에서 SMOS(Soil moisture and Ocean salinity) L-band Radiometer를 발사하였으나 40km에 이르는 지표면 해상도는 복잡한 지형의 한반도 지역에는 유용하지 않은 단점이 있음
- 최근 미국 NASA에서 L-band 레이더와 라디오미터를 탑재한 SMAP위성이 발사되었으나 최종적으로 L-band 레이더의 작동 실패로 전지구적인 토양수분을 관측하는데 어려움에 직면함
- 현재 미국 NASA에서는 토양수분을 관측하기 위한 SMAP 향후 미션을 재추진하는 움직임은 아직 없는 상태임
- 따라서 미국 NASA와 협력하여 차세대 중형위성에 L-band 레이더를 장착하여 운영할수 있다면 수문분야 토양수분 핵심변수의 차세대 리더의 위치를 가질수 있음
- 또한 공학적으로 L-band 1.4GHz는 파장대가 길기 때문에 이를 관측하기 위한 안테나 지름이 커야하는 기술적 어려움이 있음. NASA와의 협력을 통해서 최신의 우주 안테나 기술을 가질 수 있음
- 미국NASA와의 협력이 어려운 경우 C-band SAR 센서를 고려해 볼 필요가 있음
- 5.3GHz의 C-band SAR는 시간과 날씨의 영향을 받지 않고 관측이 가능하며 토양수분, 홍수, 가뭄, 산불, 태풍 같은 자연재해 관측에 용이
- 수문학 분야에서 토양수분, 홍수 등의 재해 관리 목적으로 적합하며, 기술적으로 X-band 다목적 실용위성 5호 이외에 새로운 C-band SAR 센서 기술을 보유하게 됨.
- C-/L-band 레이더차세대 중형위성은 새로운 전문기관 및 산업계의 참여로 국산화, 우주기술 수출을 통한 경쟁력 제고에 적합함
- 수자원 위성으로 Ka-band(35GHz) inSAR 센서를 탑재한 위성은 육지내 저수지, 하천, 호수의 수위를 관측하여 홍수, 가뭄 이용이 가능함
- Ka-band 위성은 기술적으로 두 개의 간섭 Radar에 기술을 축적할수 있으며, NASA에서 2020발사될 SWOT위성과 함께 전지구 및 한반도 물수지의 기초자료로 사용이 가능함.

- 또한 Ka-band 위성은 해수면 관측이 가능하므로 기후변화로 인한 해수면 높이의 기초자료를 제공할 수 있음

○ 수자원 위성 2호

- 수자원 전용 위성 1호는 실시간 하천 수위와 지표면의 토양수분을 관측하여 홍수와 가뭄을 동시에 관측
- 농업 활동에 관련된 업무를 총괄하는 농림축산식품부, 기상학적 가뭄 예·경보 시스템을 운영중인 기상청, 농업용수를 관리하는 수자원공사 및 농어촌 공사, 수질 및 수생태관리 및 비점원오염을 관리하는 환경부 등의 다부처간의 다양한 업무를 지원 가능함
- 중형위성 탑재체의 경우 필요한 센서의 장착이 제한되어 있으므로 홍수와 가뭄 전용 수자원 전용 위성1호기에 이어서 증발산, 지하수, 적설량 등이 관측 가능한 후속 수자원 전용 위성2호가 필요함
- 미국 NASA와 DLR이 연계해서 운영중인 GRACE 위성은 전 지구의 지하수 부존량을 관측하고 있으나 공간해상도가 100km 정도로 복잡한 지표특성을 지닌 우리나라에서 적용시 불확실성이 증가할 것임. 우리나라 지형특성을 반영할 수 있는 지하수 부존량 관측 위성이 필요함
- 수자원 전용 위성 1호 및 2호기의 운영과 타기관의 기상, 해양, 환경 위성이 연계되어 전체 지구 물수지 분석, 자연재해 감시, 수자원 관측 및 기후변화 등의 감시 시스템이 구축되어야함

□ 타부처와의 연계

○ 미래부-항공우주연구원

- 항공연구은 C-/L-/Ka-band SAR를 개발함으로써 현재 X-band SAR 개발에 머물고 있는 기술적 한계의 확장이 가능함

○ 산업부

- 미국 NASA와의 협력을 통해서 최신의 위성개발에 공동 참여가 가능하고, 이에 대한 기술은 산업체로 연결되어 우주기술산업의 기초가 될 것으로 판단됨. 최신의 위성 제작 기술은 향후 대외 수출의 기초 자산임

○ 농림부

- 수자원 위성 관측을 통한 토양수분은 농업자료의 기초자료로 제공이 가능

○ 기상청

- 위성 기반 강수량 정보 공유를 통하여 홍수, 가뭄, 산사태의 자연재난관리 가능

□ 관련 부처의 목록화

○ 가뭄위성에 협력할 부처는 아래와 같이 요약될 수 있음

- 농림부

- 국립농업과학원 토양정보화팀 내에 농업적 토양처리를 위한 전문인력 3인과 자료 공유 가능
- 농림부 산하 한국농촌공사 내에 밭조건 불리지역에 대한 기금 지불 담당 부서와 현장 상황에 대한 변수를 추가할 수 있도록 고도화 과제 진행

- 산림청

- 산림청 산하 국립산림과학원 GIS/RS팀 및 임업진흥원에 영상처리 인력에 대한 자료 공유 가능
- 임업진흥원에서는 산림지역의 가뭄상태에 대한 정보 제공을 통해서 병충해 관련 정보제공에 주요 변수로 토양 습도 상황을 제공할 수 있도록 함

- 국민안전처

- 국민안전처 국립재난안전연구원의 위성영상 분석관련 자연재난방재연구실에 가뭄 자료를 공유함으로써 필요한 정보를 적시에 제공할 수 있도록 함
- 국민안전처에 실시간 정보를 제공하고 정책결정에 도움을 줄 수 있는 Smart Big Board와 같은 대쉬보드 형태의 정보화 패널의 일부에 자료를 제공 가능
- 국민안전처에 해양경비안전교육원에 기름 유출관련 정보를 실시간으로 분석하여 제공할 수 있도록 함

- 미래창조과학부

- 미래창조과학부 산하 한국우주항공연구원 위성정보활용지원센터에서 대국민 정보 서비스 부분에 일부로 mashup할 수 있도록 정보를 제공해주도록 함.
- 위성영상활용 분야의 교육을 담당하고 있는 여러 기관 및 활용을 통하여 이익을 창출하는 산업체, 활용기관 등과의 사용자그룹의 DB를 공유할 수 있도록 함.

- 산업자원통상부

- 산업자원통상부에서 가뭄으로 인한 제조업 등 수출 수입 영향성 평가를 할 수 있는 여러 연구기관에 준 실시간의 자료를 제공할 수 있음

- 해양수산부

- 레이더 위성으로 결정이 날 경우에는 자료의 해상도에 따라 기름 유출 및 적조분석 등에 보조 자료로 활용하도록 제공

- 국토교통부

- K-water 및 국가기상수문센터 등의 국토 전체의 가뭄상황에 대한 모니터링을 할 수 있는 정보센터에서 자료를 서비스 할 수 있도록 함

- 기상청
 - 국가기상위성센터 및 국가수문기상레이더센터, 국가기후데이터센터 등에 분석된 자료를 공유할 수 있음.

□ 목록화된 부처와의 TF팀 구성

- 위에서 정리한 목록은 국내에 국한된 내용이지만 향후 추가될 수 있음
- 각 부처와 실무 산하연구원 소속 2인팀을 구성 (정책결정권자 + 실무자)취합
- 사용자 needs에 대한 분석을 사전에 실시하여 다양한 요구조건을 취합
 - 각 TF팀을 구분하여 각 명칭 부여, 미션 정의, 모임 회수결정
 - 최종산출물을 기반으로 TF활동의 결과물이 위성수요분석에 근거가 되도록 조처
 - 경제성 분석, 경제적 효과분석 등의 여러 분석기법을 적용한 설문조사를 병행

□ 관계부처 간 역할분담 방안 수립

- 미래부-항공우주연구원
 - 한국 항공우주연구원은 차세대 중형위성의 플랫폼 제작 및 수자원 위성에 필요한 센서 제작
 - 한국 항공우주연구원은 수자원 위성이 발사 후 위성 궤도, 자세 등의 관제 업무 수행
- K-water
 - k-water는 수신 된 자료의 데이터베이스 구축, Raw자료를 Level 0, Level 1, Level 2, Level 3자료 변환
 - K-water는 기 구축된 자료를 일반 유저에게 자료 서비스를 제공함
- 산업부
 - 차세대 중형위성의 수자원 위성의 C-/L-/Ka-band SAR 공동참여로 인한 기술축척
 - 축척된 기술을 바탕으로 개발도상국 위성제작에 참여하여 우주 관련 기술 수출

□ 타기관 및 국외 위성과의 연계시 문제점

- 내에서 개발중인 2A위성은 매 10분마다 자료를 제공하고 있어 시간 해상도는 좋으나 강수량, 증발산량 자료에 있어서 수문분야에서 원하는 해상도의 자료 제공은 어려움
- 2B위성은 UV/가시 초분광센서로 직접적으로 수자원 위성과 연계하여 이용하기에는 어려움이 있음
- GPM IMERG자료는 시간 공간 해상도가 각각 30분 10km자료로 자료획득후 제공까지 가장 빨리 제공하는 자료는 6시간 후에 자료를 받을수가 있어서 실시간 홍수 모니터링 및 예측하기는 어려움
- GPM L2 강수량은 두 개의 레이더(Dual Radar)로 GPM IMERG자료보다 정확도 높은 강수량 정보 제공이 가능하나 한반도 관측 순간의 정보 제공으로 지속적인 홍수 모니터링 및 예측 정보 활용으로 사용하기 어려움
- TERRA/AQUA위성의 MODIS센서는 식생지수, 증발산량 등 수문분야에서 가장 많이 이용하는 위성들 중의 하나임. 이들 위성은 관측주기가 오전, 오후 각각 1회씩 관측하기 때문에 시간 해상도가 중요한 정보들은 이용하기 어려운 문제점임
- SMAP 위성은 2015년 발사는 성공적으로 발사되었으나 그 후에 L-band 레이더의 고장으로 현재 공간해상도 40km의 L-band Radiometer자료만 사용 가능함. 그러나 40km는 산이 많고 복잡한 지형의 한반도에서 사용하기가 제한적임
- SMOS는 주파수 간섭 문제로 사용하기 어려움
- GRACE위성은 지표면 해상도가 거의 100km로 한반도에서 지하수 부존양량을 정확히 관측하기 어려움

□ 단계별 역할 분담

- 기획단계의 역할 분담: 기획팀 중심으로 1차 진행
- 예산투입 단계의 역할 분담: 국토부와 미래창조과학부 간의 역할 분담
 - 미래창조과학부: 탑재체 개발 관련 사업발주 및 관리
 - 한국항공우주연구원: 위성체 및 발사체 관련 업무 수행
 - 국토교통부: 연구단의 구성과정에 참여할 수 있는 기관을 선정
 - 사업단 공고, 연구와 개발진 선정 등의 활동에 대한 진행 사항 정비
 - 국민안전처

- 수신자료의 지적 소유권 및 공유체계 상에 관리할 항목 법제도적 정비 수행
- 1차 예산 투입 이후 유지보수 단계
 - 운영자 그룹과 공공 사용자그룹, 민간 사용자 그룹의 만족도 조사
 - 2호 3호 센서의 개발 등에 대한 새로운 기획에 반영할 수 있도록 함

□ 활동별 역할 분담

- 개발 주체의 역할 분담
 - 기획팀 운영
 - 사업단 구성
 - 과제 발주 관리 감독 등에 기술적 관리적 능력에 맞는 기관을 배정하도록 함
 - 탑재체 설계 : 기획팀
 - 위성 발사 : 발사 전문 기관 (한국항공우주연구원 경험치 활용)
 - 위성국 설치 및 제어 : 한국항공우주연구원 내에서 운영
 - 위성 자료 수신: 한국항공우주연구원 내 수신국 설치, 위성정보활용지원센터에서 채널 역할을 함
 - 위성 자료 처리: (가칭)수리수문위성정보센터에서 처리
 - 위성 정보 배포: (가칭) 수리수문위성정보센터 (물포털과 연계) 와 위성정보활용지원센터(원스탑 위성영상정보서비스) 에서 2원화 배포
 - 위성 자료 활용: 위의 사용자 그룹 등과 연계하여 배포대상을 정립하여 공동활용할 수 있도록 함.
- 데이터 공동 활용에 대한 학술적·전략적 개념 정의
 - 정보를 보유하고 있는 주체들이 일정한 체제하에서 자신들의 정보를 제공하고 상대방의 정보를 제공 받을 수 있는 상태 또는 그러한 행위(김경섭&김동욱, 1997)
 - 정보공동활용의 주체인 공공기관과 민간기업이 업무수행 목적상 수집·저장·관리하고 있는 정보를 업무수행의 효율성과 대고객 서비스 질의 향상을 위하여 시스템 및 서비스의 연계, 통합, 중계, 연동 등의 다양한 방법과 정보통신기술을 활용하여 상호 공유하고 재사용하는 것(한국전산원)
 - 정부 및 공공기관이 업무수행을 목적으로 보유하고 있는 행정정보를 타 기관이나 민간부문에서 제공받아 이를 행정업무에 유용하게 사용하는 것(김현성, 2002):
 - ‘행정정보공동이용을 위한 법제전략 연구’에서 ‘정보의 공동이용이란 특정한 목적을 위하여 한 기관이 보유하고 있는 정보를 동일하거나 유사한 목적 또는 여타의 목적을 위하여 타 기관과 함께 이용하는 것으로 정의(류석상, 2005)

- 기관의 보유정보를 목록화하고 정보의 보안등급에 맞게 보안통제를 적용하여 기관간에 공동으로 활용함으로써 정보수집에 대한 효율성과 정보사용상의 보안성을 확보하는 것(행정자치부, 2007)
- MICE산업에서의 정보공동활용의 개념을 MICE산업 구성원들이 업무상 보유하고 있는 정보를 공개 수준에 대한 구성원들의 내부적 합의와 MICE산업 전체의 합의에 기초하여 수직적·수평적으로 통합 또는 연계하여 정보의 공동이용을 가능하게 하는 다양한 절차, 일련의 제도적 기반, 그리고 정보활용을 통한 MICE산업의 경쟁력 강화와 업무프로세스 개선 그리고 서비스 향상 목표를 달성하기 위한 정보관리활동으로 정의(김길래&정소연, 2010)
- 행정공간정보의 ‘공개’를 ‘서비스’와 ‘공동활용’으로 구분하고 있다. 이때 ‘서비스’는 불특정 다수를 대상으로 하나 ‘공동활용’은 제공 대상이 특정되는 점에서 차이가 있으며, ‘서비스’는 정보를 제공 받은 자가 특별한 노력 없이 정보를 의사결정에 활용할 수 있도록 가공된 정보를 제공하는 것을 의미하나, ‘공동활용’은 정보를 제공 받은 자가 자신의 업무를 위해 가공하는 절차를 거쳐 활용하는 것에 차이가 있음
- 이러한 구분에 의할 경우 ‘서비스’의 경우 개별 정보 제공이 될 것이며, ‘공동활용’의 경우에는 DB화된 정보의 제공이 될 것임(행정안전부, 2011)

○ 활용 주체의 역할 분담 (2011년의 행정안전부의 활용수준에 대한 정의를 적용)

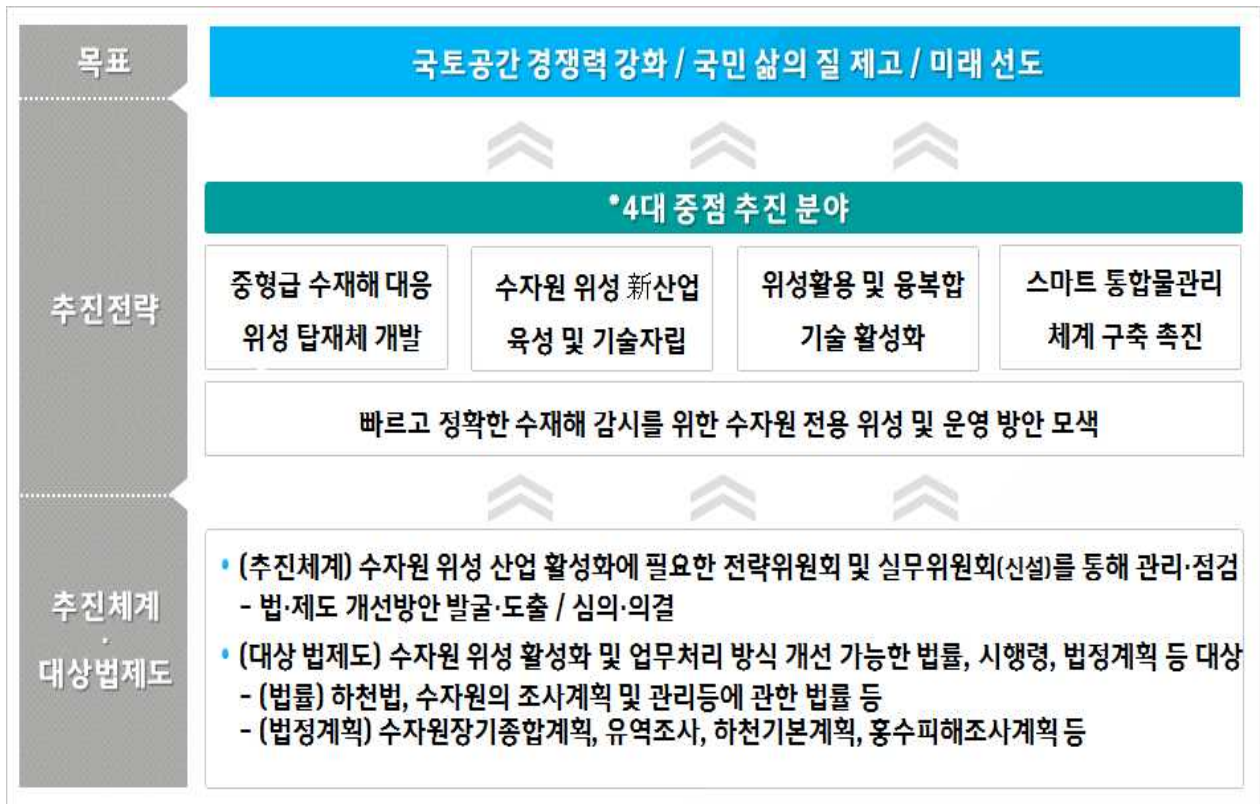
부처	활용주체	공개	공동활용	서비스
		웹을 통한 불특정 다수 활용(민간포함)	DB의 공유, 정보받은 자의 가공절차 포함	개별정보로 제공됨
국토교통부	수자원 관리 중장기 계획에 활용	主	主	主
국민안전처	국가 재난 컨트롤 타워 관점에서 실시간 가뭄 현황에 대한 분석결과 파악	×	• 副(재안연 가공, 의사결정 시스템 반영)	• 副(가뭄포털 등에 추후 활용 가)
미래창조과학부	항공우주연구연 관제 및 수신, 위성정보활용지원센터 DB연계	×	• 副(항우연 위성정보활용지원센터)	• 副(위성정보원 스태프서비스)
농림수산식품부	농림부 활용주체에서 관리하는 여러 기관의 전산환경에 따라 활용방법, 범위를 추후 결정하도록 함	×	• 副(농과연 가공, 수산과학원 공유, 의사결정 시스템 반영)	×
산림청	산림토양환경에 대한 정보와 연계하여	×	• 副(임업진흥원, 의사결정 시스템 반영)	×
해양수산부		×	• 副(한국해양과학기술원, 의사결정지원시스템 반영)	×
산업통상자원부		×	• 副(필요 결과만 수령, 의사결정 반영)	×

5절 수자원 위성산업 활성화 법·제도 개선 방안

수자원 위성 산업 활용화를 위한 중장기 법·제도 개선 방안 마련 필요
(추진체계) 수자원정책전략위(가칭)를 통해 수자원위성활용 활성화 법·제도 개선 추진
(중점추진) 중점추진분야 선정하고 국토부 내 관련 소관부서 지정 집중적 법·제도 개선 조치

□ 수자원정책전략위(가칭)를 통한 수자원위성활용 활성화 법·제도 개선

- 수자원 위성 산업 활용화를 위한 중점 추진 분야 도출
 - 중형급 수재해 대응 위성 탑재체 개발
 - 수자원 위성 新산업 육성 및 기술 자립
 - 위성활용 및 융복합 기술 활성화
 - 스마트 통합물관리 체계 구축 촉진
- 중점추진분야 선정 및 목표설정을 통한 추진 전략 마련
 - 본 사업의 목표는 국토공간 경쟁력 강화, 국민 삶의 질 제고, 미래 선도에 있음
 - 가뭄, 홍수, 태풍 등 수재해로 인한 인명·재산 피해를 줄이고 국민 삶의 질을 제고하고자 중형급 수재해 대응을 위한 위성 탑재체 개발을 중점추진분야로 선정함
 - 국토공간 산업에서의 우위 선점, 경쟁력 강화를 위해 수자원 위성 산업 육성 및 위성기술 자립을 중점추진분야로 선정함
 - 우주산업은 향후 미래를 선도할 중요 산업으로, 이에 대한 경쟁력을 확보하고자 위성활용 및 융복합 기술 활성화를 중점추진분야로 선정함
 - 물 안보 확보, 물 분쟁 대비를 통해 국민 삶의 질을 증진하고자 스마트 통합물관리 체계 구축 촉진을 중점추진분야로 선정함
- 국토부 내 관련 소관 부서 지정을 통한 집중적 법·제도 개선 조치
 - 수자원 위성 산업 활성화에 필요한 전략위원회 및 실무위원회(신설)를 통해 법·제도 개선방안을 도출하고 심의·의결함
 - 수자원 위성 활성화 및 업무처리 방식 개선이 가능한 법률, 시행령, 법정계획 등이 대상이 됨
 - 구체적인 관련 법률로는 하천법, 수자원의 조사계획 및 관리 등에 관한 법률 등이 있음
 - 구체적인 법정계획으로는 수자원장기종합계획, 국토종합계획, 유역조사, 하천기본계획, 홍수피해 조사 계획 등이 있음



[그림 4-5] 수자원 위성 산업 활성화를 위한 법·제도 개선 체계(안)

6절 산업육성 및 인력양성 계획

수자원 위성 활용 및 탑재체 기술, 해외시장 개척, 물산업 리딩 등을 위한 관련산업 육성 및 전문인력 양성을 위한 I-WSSM 및 KOICA 등 국제프로그램을 개발하여 미래성장 동력 창출

□ 수재해 · 수자원 위성 신규 산업 창출 및 전문가 양성으로 미래성장 견인

○ 1단계 : 위성활용/탑재체 개발

- 위성정보 활용 활성화를 통해 응용 산업분야와 같은 고부가가치 신산업이 창출되고 기존의 관련 산업과의 연계 발전을 통해 산업 발전에 기여
- 위성정보 활용 관련 전문인력 양성을 통한 국토위성정보 활용 촉진을 위하여 인적자원 양성체계 구축 및 교육과정 개발을 통해 미래 선도 산업의 전문가 다수 양성

○ 2단계 : 해외시장 개척

- 위성정보와 수문정보의 융·복합으로 새로운 비즈니스 모델을 개발함으로써 해외시장 진출 및 미래성장을 위한 기반 마련
- KOICA의 SP(Scholarship Program) 등의 프로그램과 연계하여 해외 전문 인력과의 인적 네트워크를 구축하고 이를 통한 해외진출 기반 마련

○ 3단계 : 물산업 선도

- 고정밀 위성 수문관측 센서 및 시스템 등 고부가가치 산업 창출
- 글로벌 수문자료 축적 및 빅데이터 분석을 통해 물산업을 선도하고 산업 육성함
- 수자원위성 최고전문가 양성프로그램을 통한 해외 전략국가 컨설팅 및 글로벌 리딩 프로그램 구축
- i-WSSM과 연계한 인력양성 추진

단계	1단계	2단계	3단계
	위성활용/탑재체 개발	해외시장 개척	물산업 리딩
산업육성	<ul style="list-style-type: none"> 위성정보 활용 활성화에 따른 응용 산업분야 등이 융합된 고부가가치 신산업 창출 및 기존의 관련 산업과의 연계 발전 	<ul style="list-style-type: none"> 위성정보와 공간정보의 융·복합으로 새로운 비즈니스 모델을 개발함으로써 해외시장 진출 및 미래성장을 위한 기반 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 위성 수문관측 센서 및 시스템 등 고부가가치 산업 창출 글로벌 수문자료 축적 및 빅데이터 분석을 통한 물산업 리딩 및 확산 산업 육성
인력양성	<ul style="list-style-type: none"> 위성정보 활용 저변확대 및 전문인력 양성을 통한 국토위성정보 활용 촉진을 위하여 인적자원 양성체계 구축 및 교육과정 개발 	<ul style="list-style-type: none"> KOICA의 SP(Scholarship Program) 등의 프로그램과 연계하여 해외 전문 인력과의 인적 네트워크를 구축하고 이를 통한 해외진출기반 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 수자원위성 최고전문가 양성프로그램을 통한 해외 전략국가 컨설팅 및 글로벌 리딩 프로그램 구축 i-WSSM('16. 상반기)와 연계한 인력양성 추진

[그림 4-6] 신규산업육성 및 전문인력 양성 단계별 전략

제5장 기대효과

1절 기술적 기대효과

2절 사회적 기대효과

3절 경제적 기대효과

1절 기술적 기대효과

- ☐ 한반도를 포함한 광역 및 도시지역 등 지역적 물관련 재해관리를 위한 수자원, 위성, 기상, IT 등 현안 해결형 핵심기술 확보
 - 최신 기술력을 통해 동남아 등 전략지역의 각종 정보를 제공함으로써 물산업 경쟁력 향상 및 국부창출 기여
 - 수자원 전용 위성의 개발 및 운영을 통한 고해상도 수문기상정보 산출 및 수재해 모델링기술 개발을 통한 가뭄/홍수 등 수재해 대응기술 확보
- ☐ 물분야 핵심 아젠다 및 미래 먹거리로 부각과 동시에 물관리의 새로운 패러다임으로 확장 가능
 - 수자원·수재해 관리 전용 위성기술은 국내 신산업 분야로 기후변화 대응, 물안보 확보, 핵심 전략산업을 위한 신기술 분야로 확대 전망
 - 다부처 공동협력사업의 장점 및 부처간 Win-Win 전략 부각 가능
 - * 국정과제(우주기술 자립으로 우주강국 실현), 법정계획(우주개발 중장기 계획, 수자원장기 종합계획 등) 추진근거 및 국가주도 추진 당위성 명확
- ☐ 위성자료를 활용한 물관리 기술 개발 확대 및 고도화 달성
 - 위성자료는 수문학적·기상학적 특성을 파악하기 위한 가장 기초적인 자료를 제공하며, 수문, 수질, 유역조사 분석모형의 수문인자로 활용
 - 가뭄과 홍수 등 물관련 재해에 대한 준실시간 혹은 실시간 모니터링을 통한 과학적이고 체계적인 수재해 관리 실현
- ☐ 수문/수자원 위성 기반의 물정보 플랫폼 구축 및 운영
 - 물 부족 현상 심화, 기후변화의 가속화, 이상기후 발생빈도 증가 등에 따른 폭우, 가뭄 정보를 장기에측하고, 수문분석 자료 제공을 통한 물정보 Hub 기능 강화
 - 국가 홍수·가뭄 관리체계의 기반 인프라로 활용을 목표로 하며, 향후 국가 위성발사계획과 연동한 기술개발 촉진 가능
 - 오픈플랫폼 기술 적용을 통한 해외 전략국가별 적용 모델 정립과 맞춤형 수재해 토달솔루션화를 통한 해외시장 선점 가능

2절 사회적 기대효과

☐ 미계측 유역에 대한 수자원 변동 감시 및 물안보 체계 강화

- 물관련 재해의 정보 수집 및 분석, 그리고 제공의 공간적 범위가 남한지역으로 한정되어 이를 북한을 포함한 한반도 전역으로 확대하는 것은 매우 시급한 문제
- 접경지역, 미계측지역 및 전략지역의 물관리 효율 극대화를 위해 물관련 재해현황에 대한 파악 및 분석을 위한 자료취득 필요

☐ 글로벌 리딩 전략 달성을 위한 수자원 전용 위성 확보

- 동남아, 아프리카 등 저개발 국가의 물 관련 재해 예측뿐만 아니라 전 지구적 차원의 기후변화 대응을 위한 식생, 가뭄 및 홍수 발생, 하천변화 등의 모니터링 필요
- 최근 태국 등 동남아 지역을 대상으로 추진되고 있는 물 산업 수출을 지원하기 위해서는 동남아나 아프리카 지역까지의 물관련 정보 구축 필요
- 국가 차원의 효과적이고 효율적인 수재해 대응 및 관리를 위한 물관련 재해종합정보 허브 구축

* 국토부, 안전처, 농림부 등 관련부처 국가 수재해 대응의 통합 정보 창구화

☐ 위성, 레이더 등 각종 국토관측센서에 의해 획득된 데이터의 융합을 통한 정보 정확도 제고로 독자기술력 확보

- 다양한 관측자료가 취득됨에도 이를 연계·융합하여 활용하지 못하고 일부 자료에 의존함에 따라 정확도·신뢰도 저조
- 수요자 중심의 맞춤형이라는 수재해 관리 패러다임 변화에 대응이 가능하도록, 고품질 수자원·수재해 정보 획득과 활용기술 확보
- 독보적 ICT 기술을 바탕으로 선진국의 위성자료 기반 전지구적 물 재해 대응 체계를 능가하는 체계적인 물정보 서비스 플랫폼을 제공함으로써 재해에 대한 국민의 불안을 없애고 선제적 대응 가능

3절 경제적 기대효과

- 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 업무공유, 신속한 의사결정 지원 및 대국민 서비스로 활용
- 글로벌 물산업 패러다임 변화에 부응할 수 있는 정보 생성/관리/지원 전반 프로세스 재정립 및 글로벌 모니터링 체계 구축으로 신규산업 창출
 - 고정밀 도시 국지홍수 관측 인프라 구축 및 국가·지자체 홍수방재시스템으로 확대 구축하기 위한 사업 기반 조성
 - 한반도, 해외전략 국가 등 계측·미계측 유역 상시 모니터링 및 수자원 정보 확보를 통한 주도적 산업 진출 전략 마련
 - 향후 통일대비 북한 수자원에 대한 현황 파악 및 물산업 해외진출 기반 조성을 위한 수자원분야 위성정보 적극 활용
 - 현재까지 모든 수문자료를 선진국에 의존해 왔으나, 국가 주도의 위성 추진으로 다양한 과학기술 분야 활용하여 기술 선도국으로 위상 강화
- 수자원, 국방, 에너지, 환경, 해양 등 다양 분야 연계 시스템 구축을 통한 국가 자원 활용 극대화
 - 이수·치수·생태환경 등 물관리 분야에 가장 기초적인 정보 제공 및 실시간·준실시간 수재해 관리 분야 확대 활용
 - 접경지역 수자원변동, 대기질, 구름순환, 식생, 해수위 등 국가 안보 대응 및 물과 에너지 변동성 등 분석 지원

제6장 과제 제안요구서

1절 과제 제안요구서

1절 과제 제안 요구서

연구개발과제명	수자원 전용 위성 탑재체 및 설계, 운영기술 개발
1. 연구기획 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기후변화 대비 홍수 및 가뭄 등 수자원/수재해 감시를 통한 미래 불확실한 상황에 효과적으로 대처하고 남한뿐만 아니라 북한을 포함한 미계측 유역까지 아우르는 광역적 수자원 관련인자 관측을 위한 한국형 전용 위성 탑재체 및 지상국 운영·관리기술 개발을 위한 상세 추진계획 수립 - 2005년 제정된 '우주개발진흥법'에 의거한 우주개발중장기계획(2013)의 저궤도 차세대 중형위성(500kg급) 개발 계획 참여로 국내 주도 수자원/수재해 관리를 위한 수자원 전용 위성 탑재체 개발 - 수자원 위성 자료 활용을 위한 산출 알고리즘 개발, 위성자료 수집, 처리, 관리, 배포 등 핵심 원천기술 기반 지상국 운영 및 관리 기술 개발
2. 연구기획의 필요성 및 기술동향	<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>□ 연구기획의 필요성</p> </div> <div style="flex: 2;"> <ul style="list-style-type: none"> ○ 사회적 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 수재해 대응 방안을 매년 수립하고 있지만 효과가 미약한 상황이며, 최근 10년간 재해복구비용은 약 38조로 이중 호우, 가뭄 등 자연재해가 88% 차지하고 있어 이를 대처하기 위한 선제적 감시 및 대응할 수 있는 체계 마련이 절실한 상황임 - 한반도 홍수, 가뭄 등 수재해 위험관리 대응 시스템 구축 기술 확보는 수재해 실시간 분석·예측(단기, 장기 등) 기술 개발을 통한 국가 수자원 통합관리 체계 마련이 필요함 - 접경지역의 수자원변동 상황 관측 및 예측을 통해 수자원 감시의 불확실성을 감소시킴으로써 국가 수자원 감시 및 관측 정확도 확보로 물안보 대응 및 확보 방안 마련 절실 - 2015년 우리나라는 40년만의 가뭄으로 인한 피해가 장기적이며 국지적으로 다양한 가뭄 정도가 발생하였으나, 이러한 상황을 관측, 예측, 전망을 통한 신속·정확한 의사결정 지원을 위한 국가 수재해 관리시스템 고도화 시급 ○ 경제적·산업적 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 위성산업의 경우 전 세계 위성산업 시장의 약 44%를 미국이 차지하고 있으며, 저개발 국가들을 대상으로 한 위성 활용 산업이 활발해지고 있음 - 수자원 위성의 경우 일부 선진국에서는 이미 구축되어 활용되고 있으며, 국민 생활과 직결되는 가뭄, 홍수 및 하천 건천화 등의 각종 수재해와 관련된 실시간 정보 분석·예측 기술로 선 </div> </div>

제적 재해 대응의 기반 마련함

- 기후변화 등 미래 불확실한 상황에 효과적으로 대처하기 위한 수자원 관련 시공간적 광역 자료의 관측 시스템 구축 필요하나 소하천 영역자료 등은 기초자료가 부족한 상황
- 해외 수자원 사업 진출 및 확대를 위하여 자료 확보의 대부분이 대외 의존적일 수밖에 없는 현황이므로 주도적인 사업수행 기반 확보에 어려움이 예상됨에 따라, 수자원 기초정보(강우, 유량, 지형 등) 확보를 위한 독자적인 여건 구축을 통해 후진국, 개발도상국 등 수자원관련 사업, 정책, 연구체계가 적절히 구축되어 있지 않는 지역에 수자원 위성을 통한 정밀한 수자원 관측 및 정확한 데이터를 제공할 수 있는 기술 확보 필요
- 수재해 대응을 위한 수자원 전용 위성에 대한 개발도상국 기술 니즈 증대로 신규 산업 창출 및 관련기술 수출 도모

○ 정책적 필요성

- 현재 정부는 우주개발 중장기 계획을 통해 민간참여의 인공위성 개발을 독려하고 있으며, 다양한 사업을 추진 중임 (해외의 Space-X사 등의 성공사례와 유사한 투자환경 마련)
- 국토교통부는 물관리 연구개발 사업을 수행하고 있으며, 물재해 저감과 안정적 수자원 확보 기술을 개발해 국가 물관리 위기 상황 대응 및 국민 물복지 실현을 목표로 연구 사업을 추진 중임
- 기후변화 등 미래 불확실한 상황에 효과적으로 대처하고 북한 등 미계측유역까지 포괄하는 광역적 수자원 관련 자료 취득 및 분석을 위한 시공간적 광역 자료의 관측 시스템을 구축 및 활용 필요
- 수자원 전용 위성의 성공적 개발을 통한 국제 수자원 위성 프로그램 참여로 글로벌 물정보 획득 및 공유 필요(관측정보의 공유를 통한 단일 위성의 한계 극복 및 기술교류)

○ 기술적 필요성

- 세계최초 저궤도 수재해감시를 위한 한국형 수자원전용 위성 탑재체 자체기술 개발로 글로벌 산업 리딩 및 신규산업 창출을 도모하고, 위성 선진국 대비 저궤도 위성기술 5년 이상 선도 달성 필요
- 외국의 경우 위성영상 분석을 통한 홍수 재해 모니터링 및 정보체계 구축, 산사태 취약지역 탐지 및 예측, 가뭄 피해지역 위성영상을 이용한 증발산량과 토양수분량 모니터링 및 시공간적 규모와 상황 파악에 적극적으로 활용하고 있음
- 현재 국내에는 홍수와 가뭄을 동시에 관리 할 수 있는 위성이 전무함. 국내 위성의 경우 주로 기상, 기후, 해양, 환경변화, 통신, 방송서비스, 지형공간정보 등의 목적을 위해 개발됐으며, 수

자원 관리 측면에서의 정보 부족이라는 한계를 갖고 있음

- 아리랑위성(KOMPSAT)은 국토감시위성으로 카메라(4밴드)가 부착된 주로 지도제작용(수년에 걸쳐 한반도지도 제작가능)으로 활용되고, 천리안위성(COMS)은 해양기상통신위성으로 넓은 지역(한반도, 동아시아 등)을 1~4km 해상도로, 매일 24시간 연속 관측하지만 대기와 해양에 적합한 센서(5채널)가 부착되어 있음
- 아리랑위성은 1호(1999, 6.6m), 2호(2006, 1m), 3호(2012, 0.7m), 5호(2012, 1m), 3-A호(2015, 0.55m)를 발사하면서 계속 해상도를 높이는 방향으로 개발되고 있으며, 매일 한반도 전체를 촬영하지 못하며(관측폭: 수km~십수km), 필요시 카메라 렌즈를 돌려 대상 지역을 촬영함
- 국외 위성을 이용하는 경우 우리나라만 집중적으로 관측하는 위성이 아니므로 시·공간적인 관측공백이 발생할 가능성이 높으며, 연속적인 데이터 획득 및 분석에 어려움이 있음
- 국외자료는 웹으로 공개된 경우, 최소 2-3일전의 자료를 활용할 수 있어, 실시간 활용에 있어서는 제약이 있으며, 위성자료의 데이터 용량이 기본적으로 고용량이기 때문에 데이터 신청 및 전송과 저장에 많은 시간과 노력이 소요되고, 언어적 차이와 불편한 인터페이스 등으로 인해 접근에 어려움이 있음
- 현재 Terra MODIS위성으로도 활용(홍수, 가뭄, 토양수분, 증발산, 기후변화, 하천 탁수 등 수질, 물순환 해석)은 어느 정도 가능하나, 광학위성은 잦은 구름 빈도와 산악지형적 특성으로 인하여 보정에 많은 시간이 소요되어 적시의 자료 활용이 어려움

□ 기술동향

- 해양 및 기상 관측을 위한 위성은 개발되어 운용 중이나, 국내의 수자원 관측에 적합한 위성은 전무함
 - 국내 위성의 경우 주로 기상, 기후, 해양, 환경변화, 통신, 방송서비스, 지형공간정보 등의 목적을 위해 개발되었으므로, 수자원관리 측면에서는 정보 부족이라는 한계점이 있음
 - 기상위성은 기상관측을 목적으로 하는 인공위성으로 단기예보에 필요한 저기압 또는 전선 등의 정확한 위치와 크기 등을 파악하기 위해 구름, 가강우, 에어로졸, 눈과의 구분 등 대기위주의 5-6개 채널로 구성되어 있으며, 직접적으로 지상의 특성을 파악하는 채널은 없으나 청천시, 지상을 촬영한 영상을 활용하여 간접적으로 활용이 가능함
- COMS-1과 COMS-1의 후속위성으로 차세대 중형위성 GEO-KOMPSAT 2A, GEO -KOMPSAT 2B(정지궤도복합위성2A, 2B)가 현재 개발 중이며, 이에 대한 지상국 시스템 개발도 진행 중임
- 현재 미래창조과학부는 위성정보의 활용을 위하여 한국항공우주

연구원 내에 국가위성정보활용센터를 설립(2015.11)하고 위성정보 통합플랫폼을 구축 추진 중

- 각 협의체는 전용 위성정보 유통시스템을 연결하여 국가위성정보활용센터에 공급해야 함
- 통합플랫폼을 통해 전 국민에게 위성정보를 확산시킬 수 있으며, 이에 따른 위성정보의 활용성은 극대화될 전망

○ 미국의 대표 우주기관으로는 NASA가 있으며 수자원 관리기관으로는 USGS 등이 있음

- NASA는 ASP(Applied Sciences Program)로 수자원 관리의 여러 서비스를 수행 중임
- ASP Water Resource를 통한 수자원 관리기관 및 사용자 그룹의 의사결정 시스템을 지원하며, NASA의 다양한 위성데이터를 이용하고 있음

[가뭄]

- USGS, NOAA 등 여러 기관과 공동연구를 통해 가뭄감시기술개발 및 모니터링 수행함
- MODIS, SPOT Vegetation, MERIS, Meteosat 여러 위성의 센서를 활용한 NDVI(식생지수) 분석, 토양수분 평가 등을 통해 가뭄감시 수행 중임
- 토양수분 분석을 위해서 Soil Moisture Active and Passive(SMAP) 위성을 통해 적용하고 있음
- GRACE 위성자료를 활용한 지하수 및 토양수분 분석을 하고 있음

[홍수 모니터링]

- Radarsat-2, Sentinel-3 등 레이더 위성영상과 광학위성을 융합하여 실시간 홍수 모니터링 및 대응을 위한 시스템 구축 및 운영 중에 있음
- GPM, DMSP, Aqua 등 다양한 위성을 활용한 강수량 산출 및 정확도 개선 연구 중임
- 홍수발생지역 피해분석을 위한 고해상도 광학위성 및 SAR 위성영상을 활용하고 있음
- 기상위성의 Near Real-Time 영상자료를 활용한 홍수경보 시스템 연구 중임
- 16개 채널의 정지궤도위성 개발과 정확한 강수추정 연구개발 중임

[수문관측]

- CNSE와 협력하여 Surface Water Ocean Topography(SWOT, 2020 발사예정) 위성 개발 중임
- SWOT 위성을 활용한 강, 저수지, 호수의 수위 관리 시 업무 수행 예정임

[토양/생태계]

- HOLISTIC approach를 위한 개발방법론을 적용하여 위성자료와 실질적 데이터의 동화 (assimilation) 체계를 강화하고 있음

<ul style="list-style-type: none"> - 위성자료의 활용 극대화를 위해 Multi-scaling에 대한 연구방법의 적용을 통해 다차원적 영상활용 기법을 적용하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> ○ 유럽 JRC는 AMSR-E 영상을 이용한 전 세계 홍수모니터링 시스템 구축 중임 <ul style="list-style-type: none"> - Eumetsat의 MetOp 위성을 활용한 온도, 습도, 풍향 등 다양한 요소를 측정하여 기후예측 활용 중이며 교육활동에 대한 국제협력체계를 강화하고 있음 - [Operational Hydrology and Water Management 프로젝트]를 통한 정지궤도와 저궤도 위성의 통합 운영으로 효율적인 수자원관리자료 생성함 - ESA는 위성영상을 활용한 물관리 시스템인 TIGER 프로젝트를 통해 아프리카의 수자원관리 시스템 구축을 지원하고 있음 - ESA에서는 기후변화에 따른 해수위 상승과 태풍, 허리케인 이동경로 추적 등을 위해 레이더 위성과 고도계를 탑재한 Jason-3호를 발사('16.1)하여 운영 중에 있음 - UNGGIM등에 INSPIRE자료 의무화 과정에 영상활용 부분에 우수과제를 선정하여 제3세계국가에 이전을 진행하고 있으며 표준화된 체계로 에너지, 수자원문제, 복지문제를 입체적으로 지원하도록 위성활용을 강화하고 있음 ○ 일본 JAXA는 L-band SAR인 PALSAR가 탑재된 ALOS-2 개발로 해일 및 홍수 예측 정확성이 향상되고 있으며, 미국의 NASA와 일본의 JAXA가 협업을 통해 홍수대응 및 정확한 강우관측을 위한 GPM 운용 중임 <ul style="list-style-type: none"> - GPM 등의 강우자료와 MODIS 등의 육지자료를 통합해 분석자료를 공급하여 재난관리지원 - JAXA의 Aqua 위성을 대체할 수 있는 GCOM-W 위성을 개발하여 물순환 감시 및 기후변화 모니터링(강수량, 증기량, 해양풍, SST 등) 운영 중임 - 일본이 2014년 10월에 16개 채널의 정지궤도위성인 HIMAWARI를 발사하였으며, 이를 통해 태풍, 긴급 기상예보 등에 대한 예측 및 활용에 기대됨 	
3. 연구개발내용	
<input type="checkbox"/> 세부과제별 연구내용	<input type="checkbox"/> 1단계 : 수자원 전용 위성 개발 타당성 및 추진 방향 정립 <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내·외 기술 개발 동향 조사 및 기술수요 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 사전기획과제 연구 성과 검토 및 보완 방안 도출 <ul style="list-style-type: none"> ※ 원천기술 확보 전략, 수자원위성 활용 방안 및 목표, 사회·경제적 타당성 등 - 국내 주요 위성산업체 현황 조사 - 저궤도 위성 서비스 시장 규모 조사

- 최신 수자원 전용 위성 개발 현황 조사 및 분석
 - ※ 글로벌 위성 선진국 위성 개발 이슈 및 메가트렌드 포함
- 수자원 위성 기반 수자원/수재해 관제 센터 운영 현황 조사
- 수자원 전용 위성 기술수준 분석
 - ※ 특허 동향 분석을 통한 원천기술 보유 여부, 기술경쟁력 등 분석
- 수자원 위성 전문가, 관련부처 등 요구사항 수집·분석
 - ※ 핵심 이슈 모형화 및 구체적 해결 방향 제시

○ 수자원 전용 위성 개발 타당성 검토 및 탑재체 개발 방향 설정

- 수자원 전용 위성의 관련분야(안전, 환경, 해양, 국방 등) 연계 세부 활용 분야 도출 및 활용 방안 제시
 - ※ 관련부처 협력체계 구축을 통한 연계 활용 방안 상세화
- 수자원 전용 위성 개발의 정책적, 기술적, 경제적 타당성 검토
- 수자원 전용 위성 탑재체 핵심기술 개발방향 설정
- 국산화 등 원천기술 확보 전략 제시
- 지상관측자료, 관련 위성 등 타 대안과의 차별성, 효과, 연계 운영 방안 등 비교·검토
- 수자원 전용 위성 개발 추진체계 수립
 - ※ 미래부, 국민안전처, 해양부 등 유관부서 및 산업체 등 참여 추진 체계 구성
- 수자원 전용 위성 운용 성능 검증 및 연계 운영 가능성 분석
- 수자원 전용 위성 개발 방안 및 중장기 개발 전략 수립

□ 2단계 : 수자원 위성 탑재체 세부 규격 선정 및 검증 방안 제시

○ 수자원 전용 위성 탑재체 규격 선정 및 검증 방안 도출

- 수자원 전용 위성 탑재체 시스템 요구분석 및 개념설계
- 국내주도 한국형 수자원 전용 위성 탑재체 개발 방안 수립
- 수자원 전용 위성 탑재체 시스템 규격 선정
- 수자원 전용 위성 지상모델 및 비행모델 검증 방안
 - ※ 차세대 중형위성 2단계 사업과 연계 추진

○ 수자원 전용 위성자료 활용 알고리즘 개발 및 검증 방안 도출

- 탑재체 센서 영상의 기하보정, 방사보정, 정사보정 등 알고리즘 개발 및 검증 방안 조사·분석
- 지상 기지점 기반 수문인자 산출 알고리즘 최적화 방안 조사
- 센서 영상 적용을 위한 지형적 특성을 고려한 수문인자 산출물 검증 및 서비스 기술 조사·분석
- 타부처 및 국제 협력 방안 제시, 기술 자문단 운영 방안 수립

○ 수자원 전용 위성 지상국 운영 기술 개발 방안 분석

- 수자원 전용 위성 지상국 운영 현황 및 요구사항 수집
- 국내외 수자원 전용 위성 지상국 설비 및 운영 현황 조사
- 수자원 전용 위성자료 운영자 요구사항 및 시스템 요구사항 수집

- 지상국 설비에 필요한 소요 기술 파악 및 개념 분석
- 미래부 운영시스템과 연계 방안 도출
 - ※ 기존 운영 시스템 현황 분석 기반 연계 활용 방안 도출, 향후 수자원 위성 활용 연구센터 설립시 연계 방안 등 제시

□ 3단계 : 수자원 위성 개발의 경제성 분석

- ※ 미래부 협업 및 예비타당성조사 대응 포함

○ 수자원 전용 위성 개발을 위한 경제적 편익 분석 방법 제시

- 산업적, 경제적, 사회적 파급효과 분석 및 편익 분석을 위한 방법론 제시
- 산업적, 사회적 파급효과 분석을 위한 기본 전제 및 분석 방법 제시
- 경제적 편익 분석을 위한 기본 전제 및 분석 방법 제시

○ 수자원 전용 위성의 경제적 편익(B/C) 분석

- 수자원 전용 위성 개발 비용 분석
- 저궤도 관측 위성의 운용실적 평가
- 편익 추정 및 편익(B/C) 분석 제시

○ 수자원 위성 개발에 대한 종합적 경제성 분석

- ※ 미래부 차세대중형위성개발 2단계 사업 경제성 분석 과제와 긴밀한 협의를 통해 종합적인 경제성 평가 수행

□ 4단계 : 연구개발 과제 기획

○ 연구 목표 및 범위 설정

- 목표 및 연구범위 설정
- 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구내용 설정
 - ※ 핵심 요소기술별 기술유형 및 기술성숙도(TRL)를 제시
 - ※ 전체 및 세부과제 단위 기술트리 작성
- 세부과제 연차별.단계별 기술개발 로드맵 제시
- 세부과제 연차별.단계별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수 지표 포함) 설정 및 성과로드맵 제시
 - ※ 핵심성과는 연구개발과정에서 도출되는 산출물(Output)과 연구개발종료시(종료후) 최종 달성되는 성과물(Outcome)로 구분하여 제시
- 연구개발성격(기초, 원천, 응용 등) 제시

○ 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존 기술.인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립
 - ※ 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
 - ※ (필요시) 국제공동연구 파트너와 국내 관련기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함
- 본과제 추진형태, 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안

○ 성과 검증 방안 및 실용화 추진 전략 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시

	<ul style="list-style-type: none"> ※ 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 제시 - 모의 검증 실험 등을 통한 구체적인 성공 전략 제시 ※ (예) 수자원 전용 위성 운용성능 모의 검증 및 분석, 한반도 및 동북아 등 관측 성능 분석 등 - 제도.정책 활용 등 법.제도적 확산 및 실용화 전략 제시 ○ 인력투입 계획 및 소요예산 산정 <ul style="list-style-type: none"> - 과제구성에 따른 연구일정 및 인력투입계획 수립 - 과제별 소요예산 산정 <ul style="list-style-type: none"> ※ 단위과제 기준으로 연차별 예산산출 근거를 작성하여, 소요예산 적정성 검토 ※ 총 연구기간 중 2회(중간/최종 단계)의 성과점검.분석을 실시하기 위한 예산계획 수립 및 반영(성과점검.분석의 대상 설정 포함) ○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성 - 연차별 평가를 위한 성과목표.지표.마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정 <ul style="list-style-type: none"> ※ 연구목적 및 내용을 고려하여, 선정.중간.최종평가를 위한 평가 지표 제시
4. 연구개발 추진방법	
<input type="checkbox"/> 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립(연구의 단계별 전략에 따른 세부추진전략 수립) ○ 연구성과의 실용화 성공률 극대화를 위한 전략 수립 ○ 정부(국토부, 미래부, 국민안전처, 항공우주연구원, 홍수통제소 등) 및 공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축 ○ 기 수행(사전기획) 및 현재 수행중인(수재해 정보플랫폼 융합기술 연구단 사업) 과제 관련 연구개발 결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
<input type="checkbox"/> 추진체계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 공모과제는 연구기획 전체 연구내용, 연구성과, 연구전략 등과의 유기적인 연계성을 확보하여야 하며, 이와 관련하여 본 과제 연구 책임자는 관련기관과 연계협력을 위해 적극 협조하여야 함 ○ 산·학·연·관 등 관계 전문가와 경제성 전문가를 포함하는 자문위원회를 운영함으로써 다양한 의견 반영 ○ 필요시 전문가 간담회, 공청회 등을 통해 기술개발전략에 대한 공감대 형성 및 의견 수렴 ○ 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

<p>협조체계 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 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 	
5. 최종성과물	
<p>□ 주요 최종성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기획연구보고서 ○ 중간보고서 : 기획타당성검토위원회 검토 등을 위해 전문기관 요청 시 단계별 제출 ○ 최종보고서 : 협약 완료일까지 ※ 최종보고서 초안은 협약 완료일 기준 30일 전에 제출
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ○ 홍수 및 가뭄 감시체계 구축 및 대응 시스템 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 국가 및 지자체 단위 홍수대응 지원 - 국가 가뭄 모니터링 및 전망 - 수재해 피해 추정 및 분석 - 하천기본 계획 수립 및 운영(댐, 보) - 수자원장기 종합계획 수립에 필요한 기초정보 생산 및 제공 등 ○ 남북접경지역 수자원변동 관측 <ul style="list-style-type: none"> - 물안보 확보로 국민피해 최소화 - 북한 수자원 현황 분석 및 수문자료 모니터링 - 남북 경험 및 통일 대비 기초자료 확보 - 해외전략국가 수자원 관측자료 지원 및 기술 수출 ○ 국제협력 및 물관리 강국 위상 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 국제 수자원위성 프로그램 참여 - 고정밀 수재해 모니터링 및 글로벌 관측 연계 운영 - 위성관측자료 공동 활용 - SWMI 국제협력프로그램 개발 - AWC(Asia Water Council) 공동 프로젝트 개발 - 개발도상국 협력 사업 발굴 및 글로벌 물정보 허브 구축
□ 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ (글로벌리딩) 세계최초 저궤도 한국형 수자원전용 위성 탑재체 자체기술 개발로 글로벌 산업 리딩 및 신규산업 창출 기대 - 위성 선진국 대비 저궤도 위성기술 5년 이상 선도 달성, 개발도상국 기술 니즈 증대로 산업 활성화 기여

- (수재해대응) 한반도 홍수, 가뭄 등 수재해 위험관리 대응 시스템 구축 기술 확보
 - 수재해 실시간 분석·예측(단기, 장기 등) 기술 개발을 통한 대응 기술 지원 및 국가 수자원 통합관리 체계 구축에 활용
 - 차세대 선진기술인 인공위성 융복합 핵심 기술 개발을 통해 재해 발생 시 신속하고 정확한 의사결정 지원 가능
 - 국민 생활과 직결되는 각종 수재해와 관련된 실시간 분석·예측 기술을 통해 대응 가능
 - 홍수, 가뭄 등 국지적이고 광역적, 단기적이고 장기적인 수재해 특성을 실시간 관측자료를 근간으로 감시·평가·예측을 통해 수재해 관련 의사 결정을 위한 가시적·구체적 근거 자료 제공 및 활용 지원
- (물안보확보) 국가 수자원 감시 및 관측 정확도 향상을 통한 물안보 대응 및 확보
 - 접경지역 수자원변동 사항 예측을 통한 수자원 감시의 불확실성 감소
 - 북한 접경 지역 상류에서 발생하는 수자원 총량, 변동 사항 예측 등을 정확히 파악해 하류지역에서의 적절한 대응 및 정책 지원 가능
- (물관리패러다임전환) 위성 정보를 이용한 시공간적 분석을 통해 수자원 관측 및 관리의 효율성 제고
 - 위성 정보를 이용한 시공간적인 공간분포를 통해 수자원 관측정보 정확도 향상 제고
 - 수자원 위성 확보를 통해 우리나라의 장기적이고 광역적인 정확한 수자원 정보 축적 가능
 - 자체 위성 확보로 높은 공간, 시간, 분광 해상도와 계측 및 미계측 지역에서의 정확한 관측값을 공간적으로 제시할 수 있어, 수자원 감시에 대한 불확실성이 감소될 것으로 예상됨
- (통일대비) 미계측 유역(북한지역 등) 수자원 조사·분석·관리 및 설계 기술 확보
 - 자체 위성 확보로 미계측 지역의 신뢰성 높은 수자원 인자 생산·분석을 통한 남북경협 및 통일대비 사업화 전략 마련 가능
 - 북한 수자원 파악 및 개발 계획 수립에는 위성 이상의 수단이 현재로서는 전무하며 수자원 위성 확보로 미계측 유역 관리 용이
 - 자체 위성 확보로 미계측 지역의 신뢰성 높은 수자원 인자 생산·분석을 통한 남북경협 및 통일대비 사업화 전략 마련 가능

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2016. 06. ~ 2017. 05. (12개월)

○ 총 정부출연금 : 200,000백만원 이내

※ 과제특성상(기획연구) 정부출연금을 총연구개발비의 100%까

지 지원 가능	
8. 기 타	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기획과정 중 착수보고회, 단계별 기획타당성 검토회의, 기획현황 보고 수시 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 단계별 기획타당성 검토회의의 결과에 따라 과제 수행을 중단할 수 있으며 이 경우 정부출연금을 단계별로 지급할 수 있음 ※ '국토교통부 소관 연구개발사업의 신규과제 선정 등에 관한 지침 (국토교통부 훈령 510호, 2015.4.6.)' 제10조 ○ 기획연구과제 수행기관 선정 후 전문가 구성에 대해서는 전문기관의 검토 및 협의를 거쳐 조정할 수 있음 ○ 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구의 효율성을 도모할 것 ○ 연구개발비 중 연구장비·재료비, 지식재산권 출원·등록비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음 <ul style="list-style-type: none"> ※ 다만, 일부 필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상 ○ 우리원에서 제공하는 "건설교통기술연구개발사업 기획매뉴얼('09.12)"을 참조하여 기획연구과제 수행

참고문헌

- 이상규, 유상범, 용상순. (2015). 위성 전파탐재체 핵심기술 연구. 전자공학회지. 42(4), 16-21.
- 교육과학기술부. (2011). 세계시장 분석에 기초한 우주(위성)분야 산업화 전략 마련.
- 교육과학기술부. (2011). 위성활용 수요 및 우주산업 활성화 등을 고려한 전략적 국가 위성개발계획 수립.
- 국가과학기술심의회. (2014). 창조경제 실현을 위한 국토교통 R&D 중장기전략(안).
- 국립재난안전연구원 (2012). “위성영상기반 능동형 재난감시체계 구축 기획연구” , 울산, pp. 133-144
- 임병균, 안오성 (2013) “위성 SAR 기술 SWOT 분석과 개발 동향 분석을 통한 기술적·정책적 시사점 도출과 향후 과제에 대한 소고” , 항공우주산업기술동향, 11(1), pp. 122-141
- 국무조정실. (2013). 박근혜정부 국정과제.
- 미래창조과학부. (2013). 국가 우주개발 중장기 계획 수립을 위한 기획 연구
- 미래창조과학부. (2013). 우주개발 중장기 계획, 제2차 우주개발진흥 기본계획 수정.
- 미래창조과학부. (2014). 2013년도 신규 발사위성 현황 및 동향, 정보&문화_최신 IT기술 동향
- 상지대학교. (2010). 방재 안전을 위한 IT 기술 융합 재해정보 서비스 시스템 개발
- 수출입은행. (2014). 국내 물산업 해외진출 전략. 28-37
- 이상목. (2006). 우주개발 중장기 기본계획. 과학과 기술.
- K-water. (2013). 위성정보를 활용한 글로벌 수자원 감시·평가·예측 시스템 개발 기획.
- K-water. (2015). Smart River 정보관리 기술 개발(4차년도)
- 한국기상산업진흥원. (2013). 위성분야 연구개발 동향
- 국가기상위성센터. <http://nmsc.kma.go.kr/>
- 국립기상연구소. <http://www.nimr.go.kr/>
- 중앙전파관리소 위성전파감시센터. <http://www.srmc.go.kr/>
- 한국항공우주연구원. <http://www.kari.re.kr/>
- Airborne Research Australia(ARA). <http://www.airborneresearch.com.au/>
- Bureau of Meteorology(BOM). <http://www.bom.gov.au/australia/satellite/>
- European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT), <http://www.eumetsat.int/>
- LP DAAC. <http://lpdaac.usgs.gov/>
- MODIS. <http://modis.gsfc.nasa.gov/>
- NOAA, <http://www.noaa.gov/>
- USGS Global Visualization Viewer(GloVis). <http://glovis.usgs.gov/>
- USGS EarthExplorer. <http://earthexplorer.usgs.gov/>



주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.