

R&D/
2013-
0219

정지제도복합위성 해양탐재체 통합 자료처리시스템 개발 최종보고서

Oceans and Fisheries R&D Report

2014

한국해양과학기술진흥원
해양수산부

해양연구기획사업 2013년도 최종보고서

R&D / 2013-0219
BSPM57830-10436-2

정지제도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 통합자료처리시스템 개발 기획연구 최종보고서

2014. 4. 30.

주관연구기관 / 한국해양과학기술원
위탁연구기관 / (주)지인컨설팅

주 의

1. 이 보고서는 해양수산부에서 시행한 해양생명공학기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 해양수산부에서 시행한 해양생명공학기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

해양수산부
한국해양과학기술진흥원

해양연구기획사업 2013년도 최종보고서

R&D / 2013-0219
BSPM57830-10436-2

정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 통합자료처리시스템 개발 기획연구 최종보고서

2014. 4

주관연구기관 / 한국해양과학기술원
위탁연구기관 / (주)지인컨설팅

해 양 수 산 부
한국해양과학기술진흥원

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

이 보고서를 “정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 통합자료처리시스템 개발 기획연구”과제의 보고서로 제출합니다.

2014. 4. 30.

주관연구기관명 : 한국해양과학기술원

주관연구책임자 : 박 영 제

연 구 원 : 최종국, 한희정, 조성익

" : 윤 석, 오은송, 이순주

" : 안유환, 이윤경, 양 현

" : 문정언, 민지은, 배상수

" : 한태현, 안재현, 안기범

" : 최상희, 김광석

위탁연구기관명 : (주)지인컨설팅

위탁연구책임자 : 장 은 미

연 구 원 : 김은경

보고서 요약서

과제고유번호	PM57830	해 당 단 계 연 구 기 간	2013.10~2014.4	단 계 구 분	최종
연구사업명	중사업명	국가연구개발사업			
	세부사업명	해양연구기획사업			
연구과제명	대과제명	정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 통합자료처리 시스템 개발 기획연구			
	세부과제명				
연구책임자	박영제	해당단계 참여 연구원수	총 : 22 명 내부 : 19 명 외부 : 3 명	해당단계 연구비	정부 : 70,000 천원 기업 : 천원 계 : 70,000 천원
		총연구기간 참여 연구원수	총 : 22 명 내부 : 19 명 외부 : 3 명	총연구비	정부 : 70,000 천원 기업 : 천원 계 : 70,000 천원
연구기관명 및 소속부서명	한국해양과학기술원 해양위성센터		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위탁연구	연구기관명 : (주)지인컨설팅		연구책임자 : 장은미		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	320
<ul style="list-style-type: none"> ○ 정지궤도 복합위성 해양탐재체는 1호기와 비교하여 공간해상도, 관측영역, 광학적 성능 등의 향상으로 자료처리용량이 24배 증가하여 기존 지상국 시스템으로 수용이 불가능하기 때문에, 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 향상된 성능을 고려한 통합자료처리시스템 개발 필요 ○ 국제적으로 현업 활용으로 위성활용의 중심축이 이동하고 있고, 자료처리 시스템의 기술 고도화가 진행중인 상황에서 효율성 높고 안정적인 위성 운영시스템 구현 추진 ○ “국민에게 신뢰받는 해양위성정보 개방”(비전)을 달성하기 위해 정확성, 신속성, 효율성을 담보하는 자료보정, 자료처리, 지상운영 시스템과 지상국 인프라로 구성된 통합자료처리시스템 개발 ○ 연구기간은 2015년 시작하여 총 5년으로 하며, 통합자료처리시스템 개발 및 발사 후 궤도상 시험(IOT)를 통한 시스템 검증 등 운영방안까지 연구내용에 포함 ○ 통합검증 기술연구를 통해 해양위성의 하드웨어 지상시험을 포함한 최종 산출물 기반의 시스템 통합검증 기술을 개발하여 영상자료를 이용한 검증과 해양위성의 주요 핵심기술 검증 수행 					
색인어 (각 5개 이상)	한글	정지궤도복합위성 해양탐재체, 통합자료처리시스템, 위성자료보정, 지상운영시스템, 통합검증, 지상국			
	영어	GOCI-II, Integrated data processing system, satellite data calibration, Ground Operation System, Integrated Verification, Ground Segment			

요약문

I. 제목

정지궤도 복합위성 해양탐재체 통합자료처리시스템 개발 기획 연구

II. 연구배경 및 필요성

“정지궤도 복합위성 해양탐재체의 자료를 수신/처리/배포하는 지상시스템 개발”

- ▣ 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 향상된 성능을 고려한 통합자료처리시스템 개발 필요
 - 정지궤도 복합위성 해양탐재체는 1호기와 비교하여 공간해상도, 관측영역, 광학적 성능 등의 향상으로 자료처리용량이 24배 증가하여 기존 지상국 시스템으로 수용이 불가능함
 - 고성능의 센서 사양 및 현업 활용 요구사항에 대응하기 위한 새로운 자료처리시스템의 개발이 필요함



구분	1호기(GOCI)	2호기(GOCI-II)	지상시스템 요구사항
밴드 수	8(VIS/NIR)	13(VIS/NIR, wideband)	- 신규 알고리즘 개발 필요(Band 5개 추가) - 영상보정기술 정확도 향상 필요
공간해상도	500m (지역관측)	250m (지역관측) 1km (전구관측)	- 자료처리시스템(전처리) 정확도 향상 필요 - 강하구 및 연안 해역의 산출물 정확도 개선 필요 - 지역 및 전구 자료 처리 가능한 시스템 개발 필요
관측영역	한반도 주변	한반도 주변+이벤트 지역 전구 영역 (Full Disk)	- 24배 이상 증가한 용량의 자료를 처리할 수 있는 지상국 시스템 필요 - 전구 관측에 대한 운영 및 산출물 필요
관측주기	매시간 (8회/일)	매시간 (지역: ≥10회/일, 전구: 1회/일)	- 지역 및 전구 관측영상을 동시 처리 가능한 새로운 지상 운영 시스템 개발 필요
데이터 전송속도 (전송대역)	6Mbps (L-band)	~60Mbps (X-band)	- 새로운 송수신 시스템 필요



- 통합검증 기술 연구 일환으로 생성된 하드웨어 지상시험의 최종결과물이나 이를 모사하는 영상자료를 이용하여 기획중인 정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 통합자료처리시스템 검증할 필요가 있음
- 해양위성 주요핵심기술 통합검증 연구를 통해 해양탐재체의 제작/시험/검증 단계를 국내에서 직접 수행하므로 정지궤도 탐재체 국내 주도 개발 가능성을 최대화하고 개발위험성을 최소화 할 필요가 있음

III. 국내·외 동향의 시사점

▣ 연구개발 단계에서 현업 활용으로 중심축 이동

- 미국 NASA 위성 개발 후 NOAA 위성 운영 및 서비스
- 유럽 ESA 위성 개발 후 EUMETSAT 위성운영 및 서비스

▣ 효율성 높은 운영 방안 마련으로 예산/인력 대비 안정적인 위성 운영 구현

- 해외 선진기관의 노하우 습득을 통해 단시간 내 위성 운영 기술 고도화 실현(국외 기관 기술교류)
- 자료 처리 효율 향상을 위한 병렬처리기술 도입 필요 (활용기관 : NASA OBPG)
- 해양위성 주요기관의 경우 해양위성 운영과 활용기술 개발을 동시에 수행하고 있음
- 위성 운영을 위한 안정적인 예산 확보 및 주기적으로 노후화 장비 교체 (NASA의 경우, 18개월마다 장비의 1/3 교체)

▣ 자료처리 시스템 개발의 지속적인 국내 기술 고도화 필요

- 해외 선진기관의 경우 자체 기술을 통해 자료처리 시스템을 개발 구현 및 해석 분석영상 배포(NASA/SeaDAS , ESA/BEAM , KOSC/GDPS)
- 자료 처리시스템 국내 기술 주도 개발을 통해 정지궤도 해양위성의 선도국으로서의 위상 유지

▣ 국내 위성용 탐재체는 정책적으로 국내 기술로 개발 필요

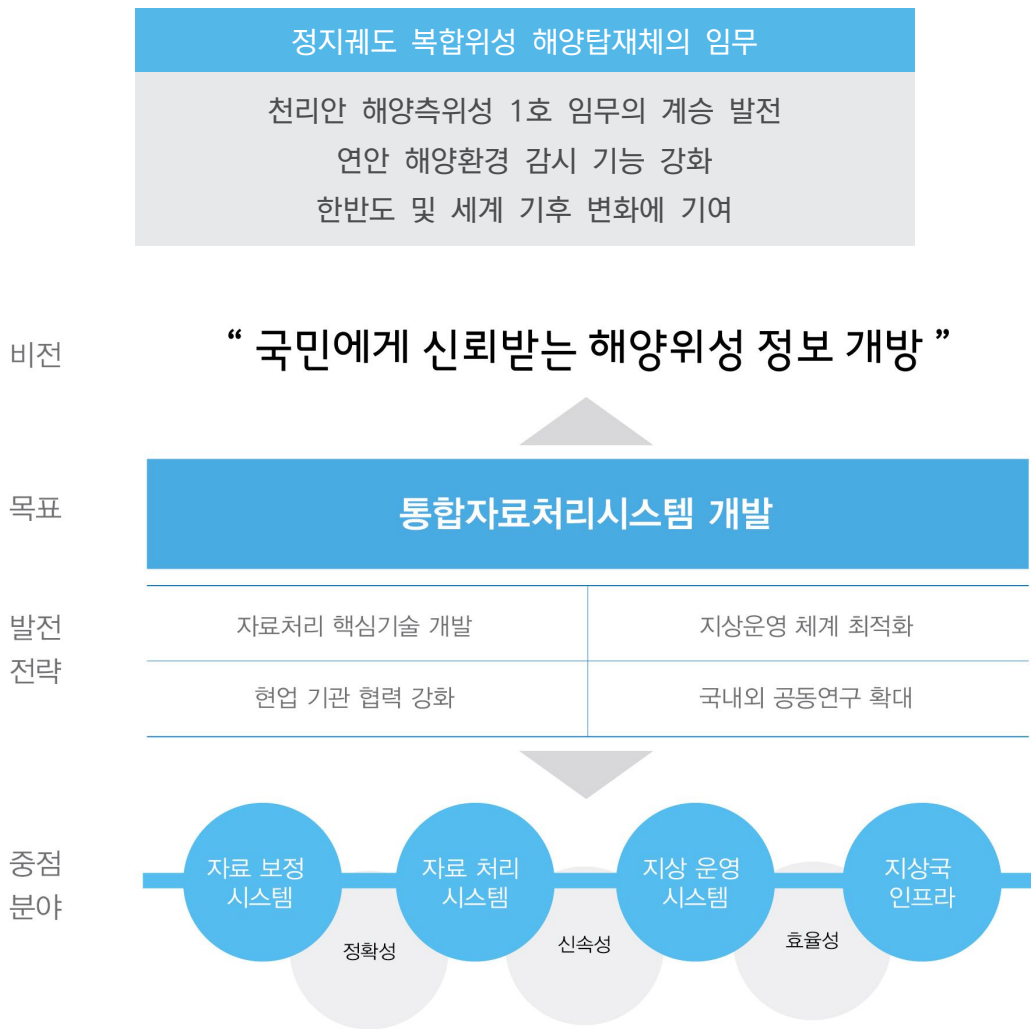
- 저궤도 다목적실용위성 개발 시 경험을 바탕으로 단계적으로 국내 개발 필요
- 차기 해양위성의 국내 주도 개발을 위해서는 개발 능력 확보 필요

▣ 세계적으로는 해양관측을 통한 기후변화나 환경변화 연구를 끊임없이 진행하는 추세

- 정책적으로 미주, 유럽에서 정지궤도 해색위성 개발을 준비중임
- 국제해색조정그룹 (IOCCG)를 중심으로 정지궤도 해색위성군(Satellite constellation)에 대해 논의 중임

IV. 연구목표

“정지궤도 복합위성 해양탐재체의 임무를 완수 할 수 있는 지상국 시스템의 개발”



- ▣ 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 운영을 위한 시스템
 - 정지궤도 복합위성 해양탐재체 관측영상의 수신/보정/분석/저장/배포를 위한 인프라 및 시스템 구현
 - 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 지상 운영을 위한 시스템 구현
 - 통합자료처리시스템의 안정적인 운영을 위한 보조 시스템 구현



☑ 자료 처리/보관 안전성 확보를 위한 시스템 이중화 구성

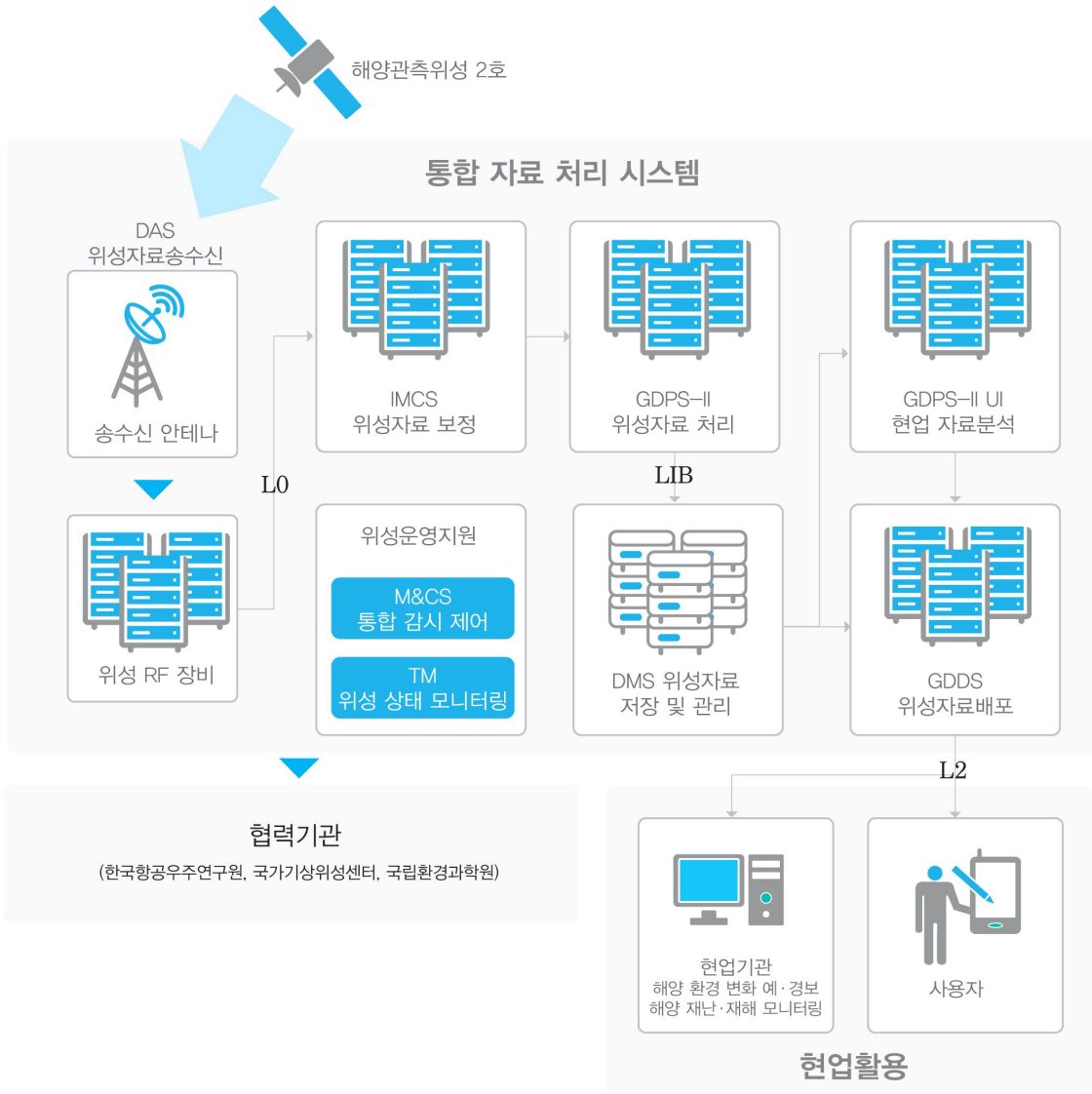
- 자료보정 및 처리 시스템의 이중화 구성
- 자료저장 시스템의 이중화 구성
- 네트워크 시스템의 이중화 구성

☑ 활용성 증대를 위한 현업기관 요구사항을 반영한 시스템 구성

- 신속한 자료 제공 : 병렬 처리를 통한 자료처리시간 최소화
- 높은 정확도 확보 : 슬롯 보정, 잡광 보정 등의 정밀 보정 기술 구현

☑ 차기 해양탐재체 국내주도 개발을 위한 해양위성 주요핵심기술 검증

- 해양탐재체 하드웨어 지상시험을 포함한 최종결과물 또는 모사영상자료를 이용한 검증



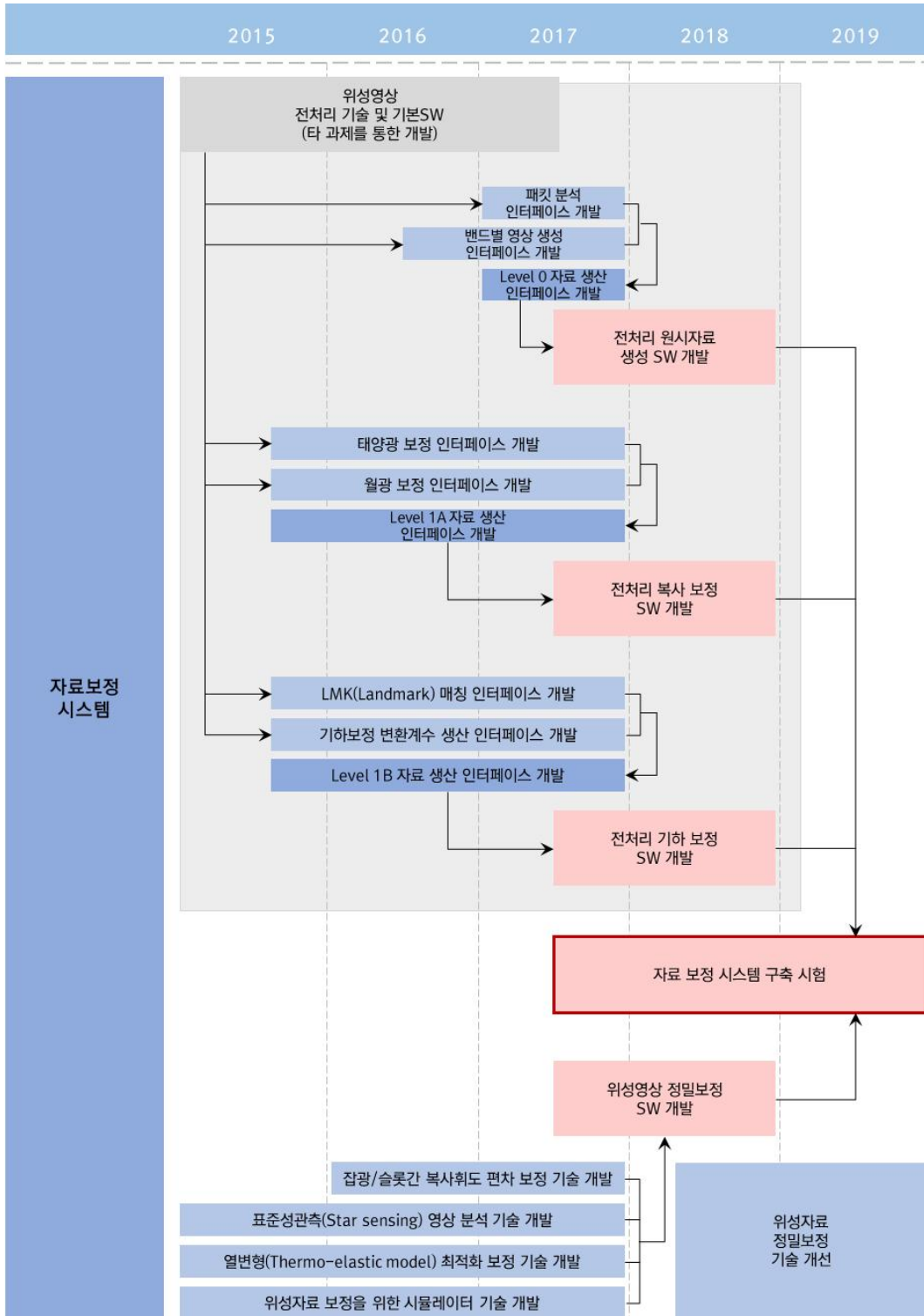
V. 연구내용

- 연구개발 목표에 따라 자료보정시스템, 자료처리시스템, 지상운영시스템, 지상국 인프라 의 4개 부분으로 나누고, 각 부분별로 세부 기술 개발, 시스템 구축, 인프라 도입을 진행함

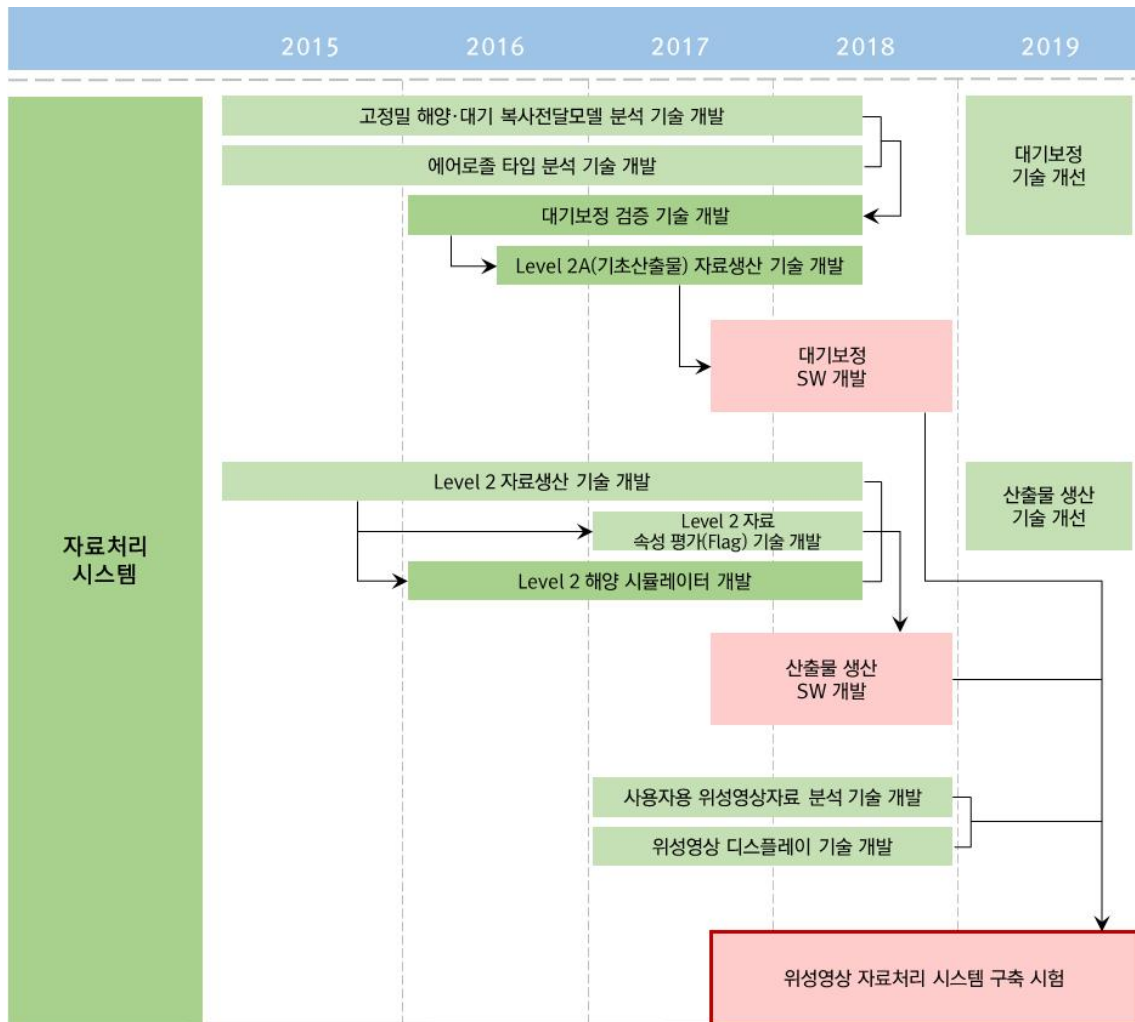




- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 영상을 보정하기 위한 SW 인터페이스 개발과 잡광보정, 슬롯간 복사휘도 편차 보정, 열변형 보정 기술 개발을 진행하고, 정밀보정 알고리즘 개발 및 시험을 위한 시뮬레이터를 개발함

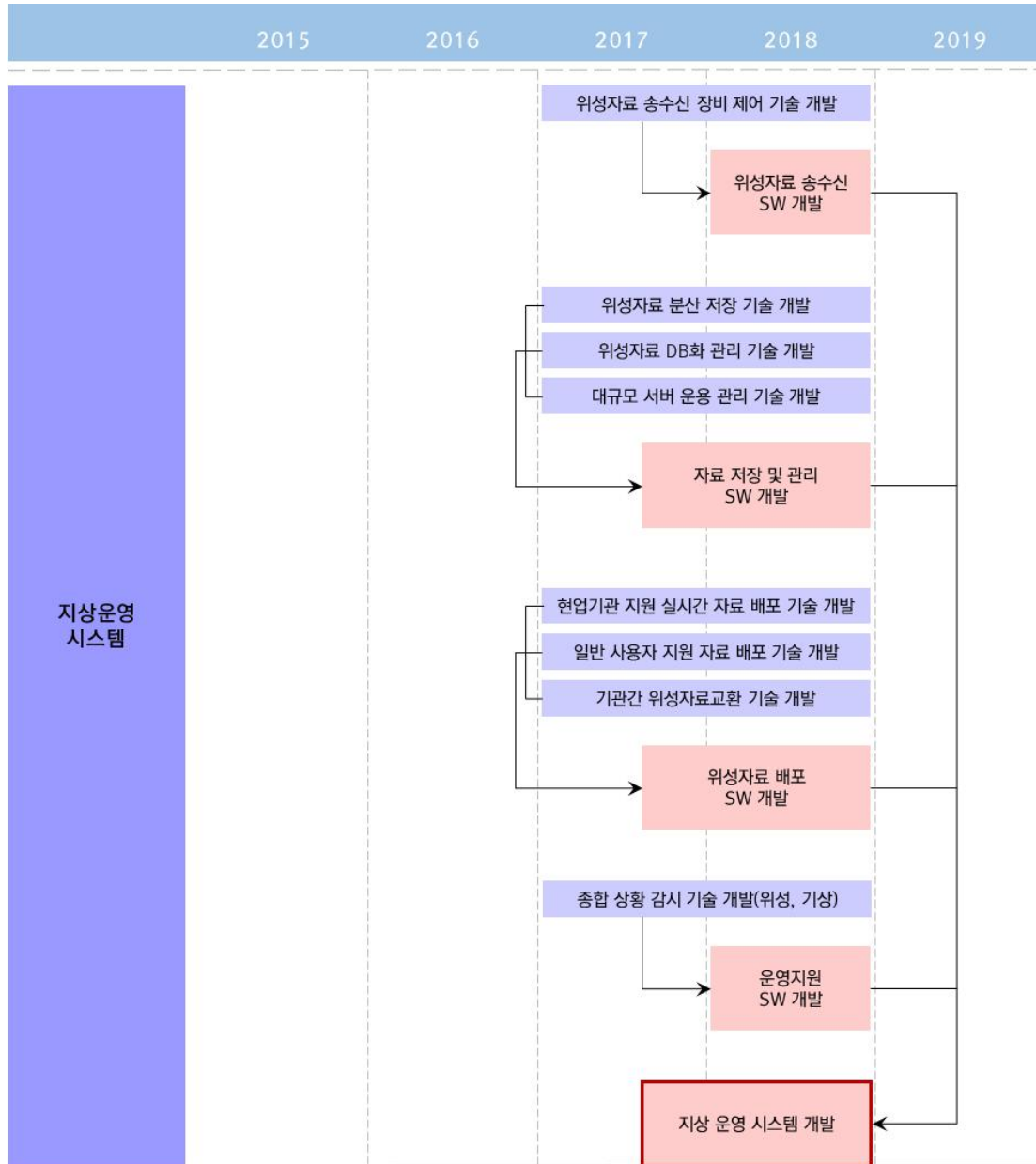


- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 영상의 대기보정을 위한 기술 및 소프트웨어를 개발하고 해색 산출물을 생산하기 위한 기존 기술 개선 및 소프트웨어 개발을 진행함





- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 영상 수신 및 저장/관리를 위한 시스템 구축 및 저장 기술을 개발하고, 영상 제공을 위한 배포 기술 및 소프트웨어를 개발함
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 지상운영을 위한 운영지원 소프트웨어를 개발함



- 통합자료처리시스템 구성을 위한 서버, 스토리지, 네트워크, 전력, 항온·항습 설비, 송수신 인프라를 도입함



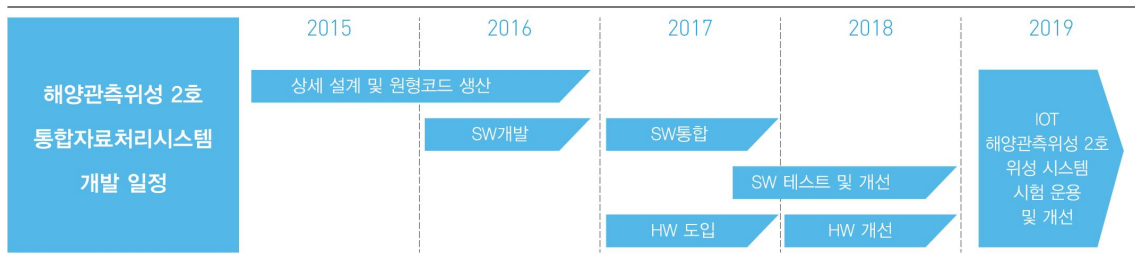
- 통합검증 기술연구의 일환으로 국내 시제 제작을 통한 주요 요소기술 연구



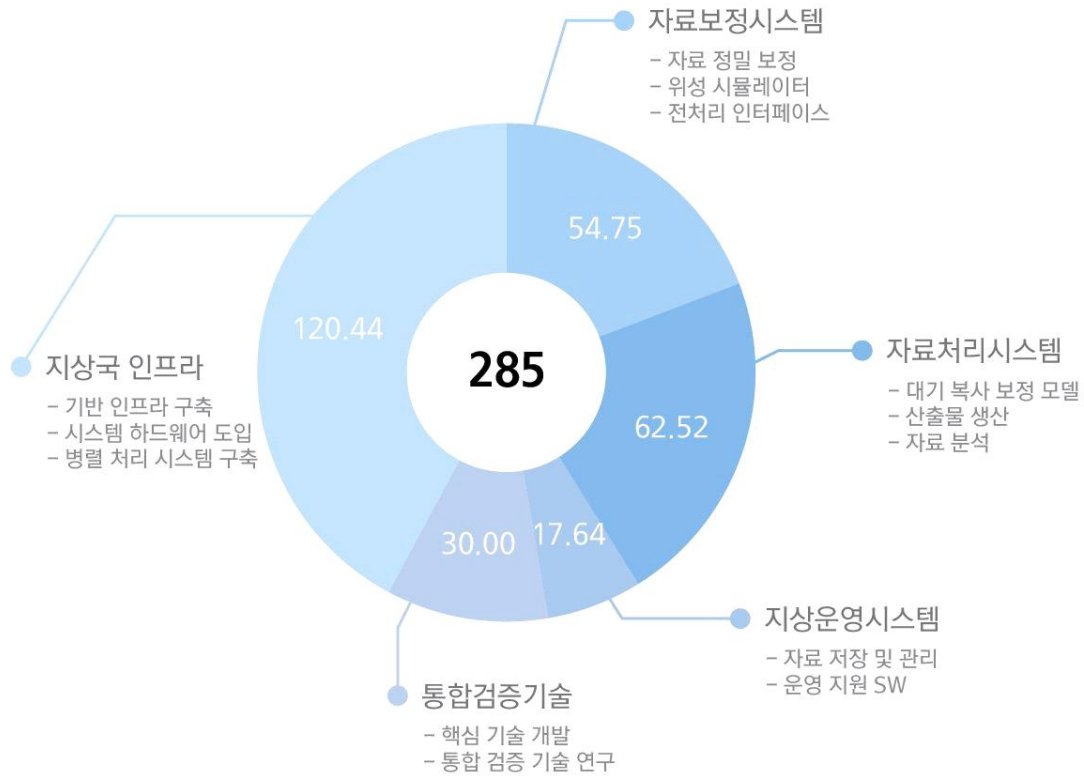


VI. 연구기간

- 총 기간 : 2015.1.1.~2019.12.31
- 통합자료처리시스템 개발은 2015년에 시작하여 2018년에 완료함
- 2019년에는 구축된 시스템의 시험운영 및 개선을 진행
(정지궤도 복합위성 2B 발사 시점 : 2018.12.)



VII. 소요예산



○ 통합자료처리시스템 개발 사업예산은 분야별로 연구개발 내용과 소요 비용을 반영하여 산출

구분 (단위 : 억 원)	2015	2016	2017	2018	2019	합 계	투입인력 (5년 기준, MY)
(합 계)	8	33	124	107	13	285	62
자료보정시스템	2.78	13.13	23.90	9.21	5.73	54.75	12.5
자료처리시스템	5	9	20.84	20.33	7.20	62.52	34
지상운영시스템	0	0	14.11	3.53	0	17.64	8
지상국 인프라	0	0	50.84	69.60	0	120.44	4.7
통합검증기술	0	11	14	5	0	30	3



VIII. 기대효과

“ 연구목적의 위성에서 현업활용 위성으로 활용분야 확대 ”

- 신속·정확한 상황 파악 및 조기 대응으로 해양재해·재난 피해 저감
 - 관측 후 30분 이내 적조 발생 해역을 확인할 수 있는 자료를 제공 가능
 - 외해로부터 유입되는 적조에 대한 사전 경계를 통한 적조 피해 저감에 15%(미국, 적조관측의 위성 기여율) 기여
 - 녹조, 냉수대 등 발생 규모가 큰 해양현상에 대한 조기 정보
 - 해양뿐만 아니라 기상, 환경 융합 활용(황사, 태풍, 미세먼지)

- 장단기 기후변화 및 해양탄소순환 이해도 향상
 - 해색위성자료로부터 도출되는 해양 일차생산력 및 해양-대기 탄소 교환량에 대한 정량적인 분석을 통해 해양탄소배출권에 대비
(법 제정 등으로 해양탄소배출권을 인정할 경우, 2~300억원의 직접적인 편익이 창출될 것으로 기대)
 - 기후변화나 중장기 기후변동성에 대한 해양의 역할을 이해하여 해양변화 예측에 기여

- 한반도 영토 감시
 - 250m급 공간해상도를 확보를 통한 연안/해양 환경변화 실시간 감시
 - 북한 연안 해양 감시 지원 (해무 및 해빙 발생 유무, 해류 벡터)

- 산업계 활성화
 - 어장정보 서비스 상용화 및 e-Nav. 산업 연계 등을 통한 산업계 활성화



■ 통합검증 기술연구를 통해 확보한 기술에 따른 기대효과

- 하드웨어로 구성된 통합검증시스템으로 다양한 임무/환경에 대한 GOCI-II 모사 기술 확보
- 하드웨어 접속 오류 및 비정상 상황에 대한 다양한 해결방안 모색 가능
- 발사후 추가변경사항에 대해 사전점검 시험 가능
- 후속 해양탐재체를 위한 국내 핵심기술 제작능력 습득
- 선진국 기술유출 제한 품목이며, 정지궤도 위성탐재체에 공통활용이 가능한 핵심기술의 국내 개발능력 습득

■ 통합검증 기술연구 활용에 따른 기대효과

- 통합검증 기술연구의 결과물을 활용시에는 국산화 부품선정에 도움을 줄 수 있어 일정상 부품 선정 등 단축 효과, 기술력 배양에 따른 시간단축 효과, DM 개발 결과를 분석하여 EM으로 바로 진행이 가능할 수도 있어 이에 따른 일정 및 예산 단축 효과가 기대



IX. 사업타당성

- 통합자료처리시스템 개발 사업은 정책적 타당성, 기술적 타당성 및 경제적 타당성을 갖추고 있음

정책적 타당성

박근혜 정부 140대 국정과제

(거대·전략기술 기반산업)
우주발사체·인공위성, 대형 가속기, 원자력 등 대형 국가프로젝트 민간 개방으로 산업생태계 구축
(해양관리)
주변국 동향에 적극 대응하고, 경제획정 지원 강화 - 주변해역에 대한 해양관측과 조사활동을 강화
(통합재난대응시스템 구축)
예방 중심의 선제적 재난관리 및 재난 대응 컨트롤 타워 기능 강화, 재난안전통신망 구축

[우주개발 진흥법] 제2조 및 [우주개발진흥기본계획('12~'16)]

(우주개발 진흥법)
인공위성 및 그 구성품의 설계, 제작, 발사, 운용 등에 관한 연구 활동 및 기술 개발 활동 분류
(우주개발진흥기본계획)
'정지궤도 복합위성 개발'이 국가 수요에 대응한
다양한 인공위성 개발 및 발사 추진이라는 목표 아래 중점 추진내용으로 선정(2013)

해양과학기술로드맵2020

해양과학역량 강화를 통해 해양주권강화 및 해양자원경제영토 확보
(해양영토관리)
국가 관할해역에 대한 해양과학역량 강화를 통해 해양영토 주권확립

기술적 타당성

통합자료처리시스템 개발 기술 관련 특허 동향

'1990년대 부터 활발하게 연구 개발이 이루어지고 있음
'2000년대에도 꾸준히 연구 개발이 지속되고 있으며,
주요 기술 이슈는 영상 처리 분야에서 활용 및 지상 운용 관련 기술로 옮겨가고 있는 실정임

주요 시장국의 특허 출원 현황

연구개발 분야에서 미국이 주도적인 실정인긴 하나, 한국도 크게 뒤쳐져 있지는 않음
(미국 : 718건(40%) , 한국 : 613건 (37%))

“통합자료처리 시스템 개발은 미래 산업 성장의 핵심 기술이며,
해양위성 선도국으로서 위상 확보가 가능할 것으로 예상됨”

천리안 해양관측위성(GOCI)의 성공적인 발사 및 운영 노하우 확보
KARI-KIOST-Astrium 공동개발을 통한 GOCI-II 의 추진체계 구축

국내 산학연 기관의 충분한 시스템 개발 역량 보유

경제적 타당성

GOCI-II 경제성 분석은 2010년(예타)과 2013년(개발타당성 검토과제) 두 차례 실시되었음

2010년 B/C = 1.56, 2013년 B/C = 1.96

조사 및 관측 비용 절감
정보 서비스 비용 절감
신속한 해양 정보 습득에 의한 효과

지상국이 없는 상황(Do-nothing)은 불가능하며, 지난 천리안 위성 사업상의 E/C와 본 사업의 E/C를 비교 분석

천리안 E/C = 0.083 < 정복위성(본 사업) E/C = 0.251

구분	해양관측위성 1호	해양관측위성 2호
연간 유용 Data	41.64	171.9
추정 사업비(억원)	100	285
추정 총 비용(억원)	500	685
(= 사업비 + 10년 운영 비용)		
E/C(TB/억원)	0.083	0.251

목 차

제 1 장 연구개발 과제의 개요	1
제 1 절 기획연구 개요	3
제 1 항 기획 연구의 필요성	3
제 2 항 기획 연구 목표	5
제 3 항 기획 연구 수행 방법	5
제 2 절 GOCI-II 통합자료처리시스템 개발의 필요성	9
제 1 항 GOCI-II 통합자료처리시스템의 정의	9
제 2 항 정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 개발 의의	10
제 3 항 위성자료처리시스템의 역할	12
제 4 항 신규 시스템 구축의 필요성	13
제 5 항 연구개발 일정의 타당성(시급성)	15
제 6 항 시스템 개발 추진배경 및 필요성 요약	15
제 3 절 기존 사업과의 차별성	17
제 1 항 기존 사업과의 차별성 분석	17
제 2 항 GOCI 관련 사업 결과와의 차별성	18
제 3 항 정지궤도해양위성 활용연구 사업과의 차별성	19
제 4 항 타부처 사업과 차별성	19
제 2 장 연구개발 동향 및 환경 분석	21
제 1 절 국내·외 위성 개발 동향 분석	23
제 1 항 국내 동향	23
제 2 항 국외 동향	26
제 2 절 국내외 해색위성 자료처리 시스템 개발 동향	32
제 1 항 해색위성자료 보정기술	32
제 2 항 해색위성자료 처리기술	39
제 3 절 국내외 지상 시스템 운영 동향	62
제 1 항 국내외 지상국 운영	62
제 2 항 국내외 지상운영시스템	75
제 4 절 해색위성 운영 관련 환경분석	97
제 1 항 사용자 요구사항 분석	97
제 2 항 SWOT 분석	101



제 3 항 시사점	103
제 5 절 국내외 통합검증 기술 동향분석	104
제 1 항 국내외 해양탐재체 기술수준	104
제 2 항 탐재체 시장현황 및 전망	109
제 3 항 차기 해양탐재체 소요 및 필요기술 예측	118
제 4 항 해양탐재체 분석결과 정리	120
제 3 장 연구 목표 및 내용	123
제 1 절 연구개발 최종목표	125
제 1 항 비전 및 목표	125
제 2 항 발전 전략	127
제 3 항 최종 성과목표	128
제 2 절 연구 내용	129
제 1 항 통합자료처리시스템의 임무 및 개요	129
제 2 항 시스템 구성 및 역할	129
제 3 항 통합자료처리시스템의 세부 구성 방안	132
제 4 항 통합자료처리시스템의 주요 기능 및 특징	135
제 5 항 기술개발 추진상의 위험요인 및 대응방안	139
제 6 항 연구 범위 설정	141
제 7 항 통합검증 기술연구 목표 및 내용	142
제 3 절 연구개발 추진 계획	149
제 1 항 추진 전략 및 추진체계	149
제 2 항 연구 개발 로드맵	153
제 4 장 기술개발 상세 계획	155
제 1 절 자료 보정 시스템	157
제 1 항 시스템 개요	157
제 2 항 시스템 구성 및 주요 역할	158
제 3 항 기술개발 내용	158
제 4 항 개발 추진 일정 및 전략	161
제 5 항 연차별 연구개발 목표 및 내용	165
제 2 절 자료 처리 시스템	167
제 1 항 시스템 개요	167

제 2 항 시스템 구성 및 주요 역할	168
제 3 항 기술개발 내용	170
제 4 항 개발 추진 일정 및 전략	171
제 5 항 연차별 연구개발 목표 및 내용	174
제 3 절 지상 운영 시스템	176
제 1 항 시스템 개요	176
제 2 항 시스템 구성 및 주요 역할	177
제 3 항 기술개발 내용	179
제 4 항 개발 추진 일정 및 전략	181
제 5 항 연차별 연구개발 목표 및 내용	184
제 4 절 지상국 인프라	185
제 1 항 시스템 개요	185
제 2 항 시스템 구성 및 주요 역할	186
제 3 항 연차별 도입 추진 전략 및 일정	188
제 4 항 연차별 연구개발 목표 및 내용	190
제 5 절 통합검증기술	191
제 1 항 해양 위성 탑재체 개요	191
제 2 항 추진 계획	192
제 3 항 연차별 연구개발 일정	194
제 4 항 성과지표	196
제 5 장 소요예산	197
제 1 절 전체 소요 예산	199
제 1 항 예산 산정 기준	199
제 2 항 총 소요 예산	199
제 3 항 세부시스템 별 소요 예산	200
제 2 절 세부시스템 분야별 예산 내역	201
제 1 항 자료보정시스템 분야	201
제 2 항 자료처리시스템 분야	203
제 3 항 지상운영시스템 분야	205
제 4 항 지상국인프라 분야	207
제 5 항 통합검증 기술 분야	209



제 6 장 지상운영시스템 운영방안	211
제 1 절 궤도상 시험(IOT)	213
제 1 항 궤도상 시험 개요	213
제 2 항 궤도상 시험기관별 역할 및 책임	213
제 3 항 궤도상 시험을 위한 계획서 및 보고서	214
제 2 절 지상운영시스템의 운영주체	215
제 1 항 운영 주체(기관)의 조건	215
제 2 항 해양위성센터 현황 분석	215
제 3 절 운영방법 및 계획	217
제 1 항 운영 방법·계획	217
제 2 항 운영인력 구성 방안	217
 제 7 장 연구개발의 타당성 조사 분석	219
제 1 절 시의적 타당성 검토	221
제 2 절 정책적 타당성 분석	222
제 1 항 정부지원의 필요성	222
제 2 항 상위 정책/계획과의 부합성	222
제 3 절 기술적 타당성 분석	226
제 1 항 특허 동향 분석을 통한 타당성	226
제 2 항 GOCI-II 통합적 자료처리 시스템 개발 가능성 분석	229
제 3 항 해양 위성 주요핵심기술 연구의 기술적 타당성	230
제 4 절 경제적 타당성 분석	231
제 1 항 분석 개요 및 방법	231
제 2 항 경제성 분석의 전제 조건	234
제 3 항 비용 추정	234
제 4 항 효과 추정	239
제 5 항 경제성 타당성 분석 결과	244
 제 8 장 연구개발 결과의 활용방안 및 기대효과	247
제 1 절 활용방안	249
제 2 절 기대효과	252
제 1 항 현업활용 위성으로 활용분야 확대	252
제 2 항 해양영토주권 강화 및 기후변화 대응	252

●

제 3 항 위성의 탑재체 국산화에 기여	252
제 9 장 참고문헌	255
<부록 1> 연구과제 제안요청서(RFP)	269
<부록 2> 자문의견서	273
<부록 3> 특허기술동향조사 보고서	315



표 목 차

표 1. 기획연구 세부목표 및 내용	6
표 2. 정지궤도 복합위성 해양탐재체 임무(예비타당성 보고서)	11
표 3. GOCI 대비 GOCI-II 사양변화 및 통합자료처리시스템 요구사항	14
표 4. 관련 사업과의 차별화 전략	17
표 5. GOCI 및 GOCI-II 센서 관측 특성	18
표 6. GOCI 및 GOCI-II 센서 원시자료 특성 비교	18
표 7. 천리안과 정복위성의 개발 비용 비교	19
표 8. 해양위성센터 현황 및 타부처 후속 지상국 계획의 특징 비교	20
표 9. 천리안 해양관측위성의 Level2 표준 산출물 리스트	24
표 10. 정지궤도 복합위성 해양탐재체 임무(예비타당성 보고서)	25
표 11. SeaWiFS 위성의 Level2 표준 산출물 리스트	28
표 12. MODIS 위성의 Level2 표준 산출물 리스트	30
표 13. MERIS 위성의 Level2 표준 산출물 리스트	31
표 14. OCTS 위성의 Level2 표준 산출물 리스트	31
표 15. 차세대 해양관측위성 2호(GOCI-II)와 천리안 해양관측위성(GOCI)의 원시자료 특성 비교	32
표 16. 해상 센서에 따른 대기보정 알고리즘	42
표 17. GDPS 버전 1.2의 주요 기능	52
표 18. UNIX용 TeraSCAN	54
표 19. TeraSCAN Software 에서 수신·처리가 가능한 위성자료	54
표 20. SeaDAS에서 지원하는 위성 종류와 위성자료별 지원 기능	56
표 21. 해외위성 및 플랫폼의 자료 형식	59
표 22. 해외위성 처리 S/W 지원 체계 및 설명	60
표 23. ODESA 주요 특징	60
표 24. 해양위성센터 인력 현황	63
표 25. 미국 환경위성자료 정보청 세부 조직	70
표 26. OSPO의 위성 운영 현황	71
표 27. ESA 조직 및 임무	73
표 28. ISO 19115와 유통 메타데이터 표준의 섹션비교	75
표 29. 천리안 해양관측위성 자료 산출현황(해양위성센터)	80
표 30. 천리안 기상탐재체 분석영상 자료 현황	81

표 31. 데이터 저장 현황	82
표 32. GOCI 위성 운영 후 현업기관의 활용 현황	97
표 33. 2018년 기준 GOCI-II 산출물별 기술 현황(안)	99
표 34. SWOT 분석을 통한 발전 방향	102
표 35. 대륙별 우주 예산 및 우주 예산증가율	110
표 36. 세부 우주 분야별 참여현황	116
표 37. 기관별 우주 분야별 활동금액	117
표 38. 우주 분야의 기관별 우주관련 활동금액	118
표 39. 선정된 주요핵심기술 분석, 정리	121
표 40. 해양수산부 정책목표로부터 도출된 연구개발 목표	126
표 41. 최종 성과목표	128
표 42. 시스템 별 주요기술	130
표 43. 시스템 별 주요 기능 및 특징	135
표 44. 자료보정시스템의 주요연구내용	136
표 45. 자료처리시스템의 주요연구내용	137
표 46. 지상운영시스템의 주요연구내용	138
표 47. 기술개발 추진상의 위험요인 및 대응 방안	139
표 48. 기술 분류 별 연구범위 설정	141
표 49. 해양탐재체의 세부기술 분류 및 점수	143
표 50. 국내 개발인프라 조사 결과 정리	144
표 51. 해양탐재체 지상시스템 개발 주체별 주요 역할	150
표 52. 정지궤도복합위성 해양탐재체 지상시스템의 기존 기술 활용 전략	151
표 53. 자료보정시스템 연차별 연구개발 목표 및 내용	165
표 54. 자료처리시스템 산출물 생성 모듈에서 생성될 산출물 목록	169
표 55. 자료처리시스템 연차별 연구개발 목표 및 내용	174
표 56. 위성자료 저장 및 관리시스템의 단위 요구성능	180
표 57. 위성자료 배포시스템의 단위 요구성능	181
표 58. 지상운영시스템 연차별 연구개발 목표 및 내용	184
표 59. 지상국인프라 연차별 연구개발 목표 및 내용	190
표 60. GOCI-II 통합자료처리시스템 총 예산 내역(연차별)	200
표 61. 세부시스템 별 예산 내역(연차별)	200
표 62. 자료보정시스템 - 연차별 예산 내역	201
표 63. 자료보정시스템 - 인건비/직접비/간접비별 예산 내역	202
표 64. 자료처리시스템 - 연차별 예산 내역	203



표 65. 자료처리시스템 - 인건비/직접비/간접비별 예산 내역	204
표 66. 지상운영시스템 - 연차별 예산 내역	205
표 67. 지상운영시스템 - 인건비/직접비/간접비별 예산 내역	206
표 68. 지상국인프라 - 연차별 예산 내역	207
표 69. 지상국 인프라 - 인건비/직접비/간접비별 예산 내역	208
표 70. 통합검증 기술분야 - 연차별 예산 내역	209
표 71. 통합검증기술분야 - 인건비/직접비/간접비별 예산 내역	210
표 72. 궤도상 시험 기관별 역할 및 책임	214
표 73. 지재권 확보가능성 분석 결과	228
표 74. 편익분석 비교	234
표 75. 다목적실용위성의 탐재체 개발비 대비 지상국 개발비 비교	235
표 76. 국내 정지궤도 관측 위성의 개발 비용 비교	236
표 77. 위성개발비 대비 지상국 개발 비용 비교	237
표 78. 지상국 개발 비용 비교	237
표 79. 분야별 비목별 지출계획안	238
표 80. 위성자료 관리 및 서비스 시스템 개발비 추정	239
표 81. 총 사업비 추정결과 요약	239
표 82. 주요 해양관측 도구의 특징 비교	241
표 83. 해양 유류오염 사고 현황	242
표 84. 연도별 적조 피해액	243
표 85. 간접적 효과 추정	244
표 86. 경제성(E/C) 분석	244
표 87. 차기 해양탐재체의 국내주도 개발을 위한 핵심기술연구의 기대효과	253
표 88. 주요핵심기술연구 전후에 대한 기술수준 예측분석	253

그림목차

그림 1. 기획연구 추진체계	6
그림 2. GOCI-II 통합자료처리시스템 개발의 범위	9
그림 3. GOCI-II 임무 예시	12
그림 4. 위성자료처리시스템의 역할	13
그림 5. 천리안 해양관측위성(GOCI) 관측영역	24
그림 6. 우리나라 지구관측위성 개발 현황	26
그림 7. 주요 위성광학센서 운용 기간	26
그림 8. 2010년 4월 전 세계 SeaWiFS 클로로필-a 농도 자료의 월평균 지도	29
그림 9. 해색연구용 해양관측위성에서의 복사보정 모식도	33
그림 10. 천리안 해양관측위성 궤도상 태양광 복사보정 처리 모식도	34
그림 11. 태양광 복사보정으로 확인된 천리안 해양관측위성의 궤도상 특성변화	34
그림 12. GOCI INR 기술 구조도	36
그림 13. GOCI 잡광 보정을 위한 Ghost 측정	38
그림 14. 태양 고도각 변화에 의한 복사량 변화 알고리즘 적용을 통한 GOCI의 슬롯간 편차 보정 영상과 적용 후에도 남아있는 슬롯간 편차 문제	38
그림 15. MODIS의 잡광(straylight) 보전 전(좌)과 조정(후) 영상	39
그림 16. 천리안 해양관측위성의 대기보정 전과 후 영상	40
그림 17. IRS-P4 OCM SS 자료를 이용하여 산출한 표층 유속	45
그림 18. 기후자료와 위성자료를 이용하여 도출된 캐나다 허드슨베이의 월간 이산화탄소 교환량	48
그림 19. IMPS 화면	51
그림 20. 자료처리시스템 S/W를 통한 산출물 생산 흐름도	52
그림 21. GDPS 화면	53
그림 22. TeraSCAN의 AHVRR 프로세싱 단계	55
그림 23. TeraSCAN의 사용자 인터페이스	55
그림 24. SeaDAS 사용자 인터페이스	57
그림 25. SeaDAS의 NOAA 영상 처리과정	58
그림 26. 지구관측자료 분석을 위한 BEAM의 VISAT 사용자 인터페이스	59
그림 27. ODESA S/W 처리 현황	61
그림 28. 해양위성센터의 GOCI 운영 모식도	63



그림 29. 해양위성센터 조직도	63
그림 30. 기상 및 우주기상 자료 수신처리시스템 구성도	64
그림 31. 기상 및 우주기상 자료 수신처리시스템 운영 소요 인력	65
그림 32. 정지궤도 기상위성 관제시스템 운영 소요 인력	66
그림 33. 지구환경위성 사업단 조직 구성 계획	67
그림 34. OBPG 자료제공 웹사이트 화면	69
그림 35. NPP 지상국 시스템 개념도	71
그림 36. NOAA(미해양대기청)주요 지상국 전경 및 내부	72
그림 37. STAR 조직도	73
그림 38. PDS 구성 요소의 개요도	74
그림 39. 기하보정에 따른 지리정보의 분류체계(ISO 19129)	75
그림 40. 빅데이터 고급 분석 기법의 정의	77
그림 41. 빅데이터 플랫폼의 역할과 기능	78
그림 42. 스케일 업 스토리지와 스케일 아웃 스토리지의 개념도	78
그림 43. 해양위성센터 위성자료 저장관리 및 백업시스템 현황	80
그림 44. 국가기상위성센터 위성자료 백업 구성(좌) 및 저장매체(우)	81
그림 45. CLASS multi-node architecture	82
그림 46. ESA 홈페이지를 통한 클라우드 컴퓨팅 처리 현황	83
그림 47. EUMETSAT 시스템 개념도	84
그림 48. Aspera를 사용한 TerraSAR-X의 자료제공 화면	85
그림 49. 해양위성센터 홈페이지(kosc.kiost.ac)	86
그림 50. 국내 대형포털사이트 내 영상서비스 현황	87
그림 51. 국가기상위성센터 위성자료서비스 메뉴구성도	87
그림 52. SIMC 위성 영상 메타 데이터 예시	88
그림 53. EOS 자료의 처리 및 배포	89
그림 54. NASA OBPG 배포서비스 화면	89
그림 55. CLASS 시스템 구성도	90
그림 56. 실시간 서비스와 오프라인 서비스 이용자를 위한 PDHS 분포	91
그림 57. DDR4 메모리의 성능과 적용 범위	92
그림 58. 구글이 직접 설계한 서버(프로토 타입)	92
그림 59. Open Compute 프로젝트의 결과물로 선보이고 있는 Facebook의 서버룸	93
그림 60. 전통적인 데이터센터 네트워크 구조	94
그림 61. 전통적인 데이터 센터 구조와 시스코의 패브릭 기반의 데이터 센터 아키텍처	94

그림 62. QwFS 파일 시스템 95

그림 63. NASA OBPG(Ocean Biology Processing Group)의 데이터 처리 구조 96

그림 64. 활용분야와 사용자의 특성 분석 101

그림 65. ROCSAT telescope and Herschel primary mirror 105

그림 66. (a) LPTC from Air Liquid(F), (b) Stirling cooler(AST UK) 106

그림 67. GOCI pointing mechanism and FCI scan mechanism 107

그림 68. 세계 각국의 우주개발 예산 110

그림 69. 분야별 우주예산 변화 111

그림 70. 우리나라 우주개발 예산 115

그림 71. 우주 분야별 활동금액 117

그림 72. 정지궤도 복합위성 통합자료처리시스템의 개념도 129

그림 73. 정지궤도 복합위성 2B 해양탐재체 통합자료처리시스템 구성도 130

그림 74. 통합자료처리시스템 총괄 개념도 133

그림 75. 통합자료처리시스템의 시스템별 처리 소요시간 134

그림 76. 통합자료처리시스템 개발 추진체계 149

그림 77. 통합검증 기술연구 추진 체계 149

그림 78. 통합자료처리시스템의 총괄 기술 개발 로드맵 153

그림 79. 자료처리시스템의 서브시스템과 구성기술 157

그림 80. 자료보정시스템의 플로우 158

그림 81. GOCI-II 잡광 보정 개념도 160

그림 82. 위성영상 정밀보정을 위한 처리 프로세스 161

그림 83. 자료보정시스템의 상세 기술개발로드맵(TRM) 163

그림 84. 자료처리시스템의 서브시스템과 구성기술 167

그림 85. 자료처리시스템의 플로우 168

그림 86. 해색 산출물 알고리즘 기술 개발 방안 172

그림 87. 자료처리시스템의 상세 기술개발로드맵(TRM) 173

그림 88. 지상운영시스템의 서브시스템과 구성기술 176

그림 89. 위성자료 송수신 시스템 구성도 177

그림 90. 자료 저장 및 관리시스템 구성도 178

그림 91. 위성자료 배포 시스템 구성도 178

그림 92. 통합감시제어 시스템과 위성상태 모니터링 시스템 구성 내용 179

그림 93. 지상운영시스템의 상세 기술개발로드맵(TRM) 183

그림 94. 지상국 인프라의 서브시스템과 구성기술 185

그림 95. 시스템 별 서버 하드웨어 소요량 187



그림 96. 네트워크 시스템 구성도	188
그림 97. 지상국인프라의 상세 기술개발로드맵(TRM)	190
그림 98. 해양탐재체 주요핵심기술 국내주도개발	191
그림 99. 해양탐재체 시스템 분석을 위한 업무분류표	192
그림 100. 해양 탐재체 상세 기술개발로드맵(TRM)	194
그림 101. 연차별 소요 예산	199
그림 102. 해양위성센터 부산이전 부지	216
그림 103. GOCI-II 운영 인력 구성 방안	217
그림 104. 연구개발 로드맵	221
그림 105. 우주개발진흥계획 위성개발 로드맵(안)	224
그림 106. 해양과학기술로드맵 2020	225
그림 107. 연구개발부문 예비타당성조사 경제적 타당성 분석 과정 개략도	231
그림 108. GOCI-II 위성활용 서비스 모델 분야	251

제 1 장

연구개발 과제의 개요

제1절 기획연구 개요

제2절 GOCI-II 통합자료처리시스템 개발의 필요성

제3절 기존 사업과의 차별성



제 1 절 기획연구 개요

제 1 항 기획 연구의 필요성

가. 천리안위성 해양탐재체 (GOCI)의 개발 및 운영 (2003 ~ 현재)

- 우리나라는 세계 최초의 정지궤도 해양위성인 천리안 해양관측위성 (GOCI, Geostationary Ocean Color Imager)을 프랑스의 AIRBUS D&S사와 공동개발
- 국내 주도로 해양위성 자료처리시스템과 지상운영시스템을 개발하여 천리안위성 해양탐재체 운영을 성공적으로 수행하고 있음(해양위성센터, KOSC)
- 미국의 NASA, 프랑스의 Centre National d'Etudes Spatiales(CNES) 등은 우리나라에 앞서 정지궤도 해양위성을 추진하여 왔으나, 실제 정지궤도 해양위성 운영 경험은 우리나라가 유일하게 보유

나. 정지궤도 복합위성 해양탐재체 (GOCI-II)의 개발 (2012-2018)

- 정지궤도 복합위성* 해양탐재체 (GOCI-II)는 2018년 발사를 목표로 2012년부터 개발 시작

* 정지궤도 복합위성 (GEO-KOMPSAT 2 또는 GK-2): 차세대 정지궤도 다목적 위성으로써, 기상(GK-2A), 해양/환경(GK-2B) 두 대의 위성을 2018년 6월과 12월에 발사할 예정임

- 정지궤도 복합위성의 지상국 운영 세부개발 사업은 각 활용부처에서 별도로 추진하도록 한 결정(예비타당성 보고서 및 '12. 05 우주개발실무협의회)
- 해양수산부에서는 해양탐재체 (GOCI-II)에 대한 자료처리 및 지상운영시스템 등 지상시스템 개발을 추진하여야 함

다. 통합검증 기술연구를 통한 해양위성 주요핵심기술 검증 필요

- 국내에 축적된 핵심기술의 내용을 정확히 파악하고, 적절한 핵심기술 연구목표



- 를 설정함으로써, 후속 해양위성 탐재체의 국내주도개발 성공을 이끌어 내기 위하여 본 기획연구 수행의 결과물이 중요한 시발점이 될 것임
- 또한 해양탐재체 하드웨어의 지상시험의 최종산출물을 이용한 통합자료처리시스템의 검증에도 활용될 것으로 기대
- 본 연구에서는 정지궤도복합위성 해양탐재체 (GOCI-II) 자료의 수신, 처리, 저장, 관리, 배포를 담당하는 지상시스템 전체를 개발하고, 하드웨어 지상시험을 포함한 자료 검증 기술 확보 및 지상운영 방안 수립 등의 운영지원 체계를 수립하여야 함



제 2 항 기획 연구 목표

가. 최종목표

- 정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 발사 후 안정적인 위성 자료 활용을 위한 통합자료처리시스템 개발의 타당성 검토 및 세부추진계획 수립
- 해양탐재체 하드웨어 지상시험을 포함한 산출물 기반의 해양위성 통합검증 기술 연구과제에 대한 연구 수행 방법 및 목표 도출

나. 최종목표 설정 근거

- 신규 위성(GOCI-II) 개발에 따른 GOCI-II 전용 위성자료처리시스템 및 지상 운영 시스템 구축 필요
- GOCI-II는 GOCI 대비 24배 이상의 원시자료 용량이 증대되고 신규 해석정보의 생산을 위한 新 알고리즘 개발이 필요하며, 해양위성자료의 신속한 자료처리와 사용자 지원 강화를 위한 新 지상국이 필요하게 됨
- 차기 해양위성 탐재체의 국내주도개발을 위해서는 주요 핵심기술 검증 등을 포함한 통합검증 기술 연구가 필요

제 3 항 기획 연구 수행 방법

가. 추진 체계

- 본 연구는 다년간 해양위성 운영 및 연구 개발의 경험을 가진 책임자가 연구를 주도하여 각 분야별 전문가의 자문 및 연구 분석을 통해 종합적인 의견 도출
- 주관연구기관을 중심으로 위성자료 자료보정기술 개발, 자료처리시스템 개발, 지상운영시스템 개발/구축, 자료검증기술 시험 실시, 지상국 운영계획 수립을 위한 최종 목표 및 연구내용 도출
- 자료보정기술 및 자료처리시스템 개발, 지상국 구축 및 운영 관련 국내외 정부 기관·연구소·대학의 전문가 집단에서 각 연구분야 별로 전문가 그룹을 선정하여 기술자문위원회 운영
- 조사 분석 내용을 바탕으로 도출된 연구목표 및 연구내용에 대한 전문기관을 통한 기술적/경제적 타당성을 검증

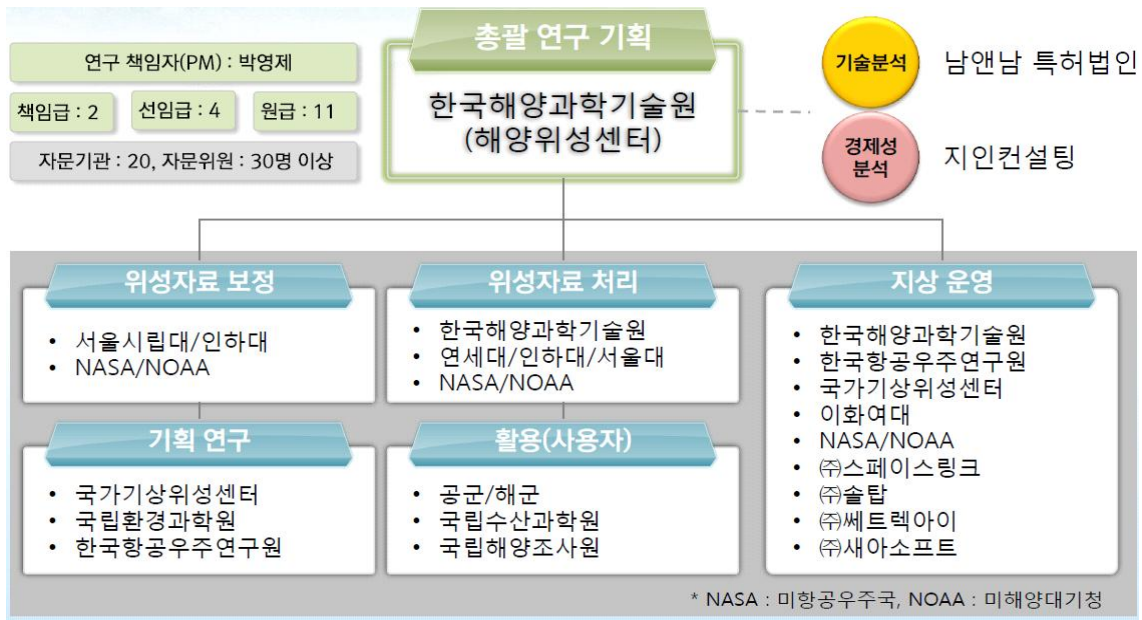


그림 1. 기획연구 추진체계

나. 세부목표 및 내용

- 기획연구 조사방법론에 따라 제안요청서의 내용을 바탕으로 연구방법 수립

표 1. 기획연구 세부목표 및 내용

세부 목표	세부 내용 및 범위	연구/검증 방법
연구동향 및 환경분석	<ul style="list-style-type: none"> 정책·법제도 분석 기술동향 및 전망 분석 기술수준 및 기술개발 역량 분석 관련 기술 수요자 Needs 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 관련 기술 동향 및 전망 분석 논문/특허 DB 분석 자료수집 및 분석
연구목표 및 내용 수립	<ul style="list-style-type: none"> 연구개발 최종목표 및 최종성과물 제시 연구내용 및 연구범위 설정 	<ul style="list-style-type: none"> 자문회의
연구개발 추진계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> 추진전략/기술개발 로드맵/추진체계 제시 연구기간/소요예산/투입인력 산정 및 정량·정성적 성과지표 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 워크숍 및 자문회의
연구개발 타당성 분석	<ul style="list-style-type: none"> 정책적, 기술적, 경제적 타당성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 비용편익 분석 사회·경제적 파급효과 분석
운영방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> 운영 주체 및 운영 체계 등 	<ul style="list-style-type: none"> 워크숍 및 자문회의
보고서 작성	<ul style="list-style-type: none"> 기획연구 보고서 작성 	<ul style="list-style-type: none"> 보고서 작성



다. 추진 일정

- 전체 연구기간 : 2013년 10월 7일 ~ 2014년 4월 6일 (6개월)

주요 일정	수행일자
• 기획연구 추진 방안 수립 전문가 세미나 (1차-트리마란)	2013년 11월 29일
• 기획연구 추진 방안 수립 전문가 세미나 (2차-KISTEP)	2013년 12월 16일
• 기획연구 착수발표회	2013년 12월 17일
• 자문회의 (지상국)	2014년 1월 10일
• 자문회의 (자료처리 및 활용)	2014년 1월 21일
• 선진기관 방문(NASA OBPG)	2014년 2월 10~19일
• 기획타당성검토위원회(중간평가)	2014년 2월 13일
• 기획연구 워크숍(공청회)	2014년 3월 21일
• 기획연구 최종평가	2014년 4월 10일

라. 기획 절차 및 방법

- 본 기획연구에서는 후속 정지궤도 해양위성 탑재체의 성공적인 국내주도개발을 위한 주요핵심기술 연구를 통해 중점적으로 진행될 해양탑재체 하드웨어 지상 시험을 포함한 산출물 기반의 해양위성 통합검증 기술 연구과제에 대한 연구수행 방법 및 목표 도출을 위해 다음과 같은 방법으로 진행
 - 기획연구를 통해 도출하고자 하는 기술에 대한 국내외 정책동향이나 특허동향 등 연구동향을 분석하여 정리
 - 관련 기술에 대한 국내외 산, 학, 연의 종합적인 기술수준, 시장현황 및 변화 등 기술에 대한 연구 환경을 분석하여 정리
 - 또한 차기 해양위성탑재체에 대하여 예측된 소요나 필요기술들을 포함한 분석 결과를 정리하여 국내에서 필요한 핵심기술을 선정하고 분석, 정리
 - GOCI-I과 GOCI-II 개발을 통해 축적된 해양탑재체 기술을 분석, 정리하여 연구목표나 계획 수립에 활용



- 상기 정리된 내용을 토대로 차기 해양탐재체의 국내주도 개발을 위해 필요한 주요핵심기술의 연구목표와 내용을 설정하고 이에 대한 추진전략과 추진계획을 수립
- 선정된 각각의 주요핵심기술 연구 수행 항목에 대한 연구 추진방안, 일정 및 비용 도출
- 주요핵심기술 연구 수행 결과의 활용방안 및 이를 통해 얻게 되는 기대효과 분석



제 2 절 GOCI-II 통합자료처리시스템 개발의 필요성

제 1 항 GOCI-II 통합자료처리시스템의 정의

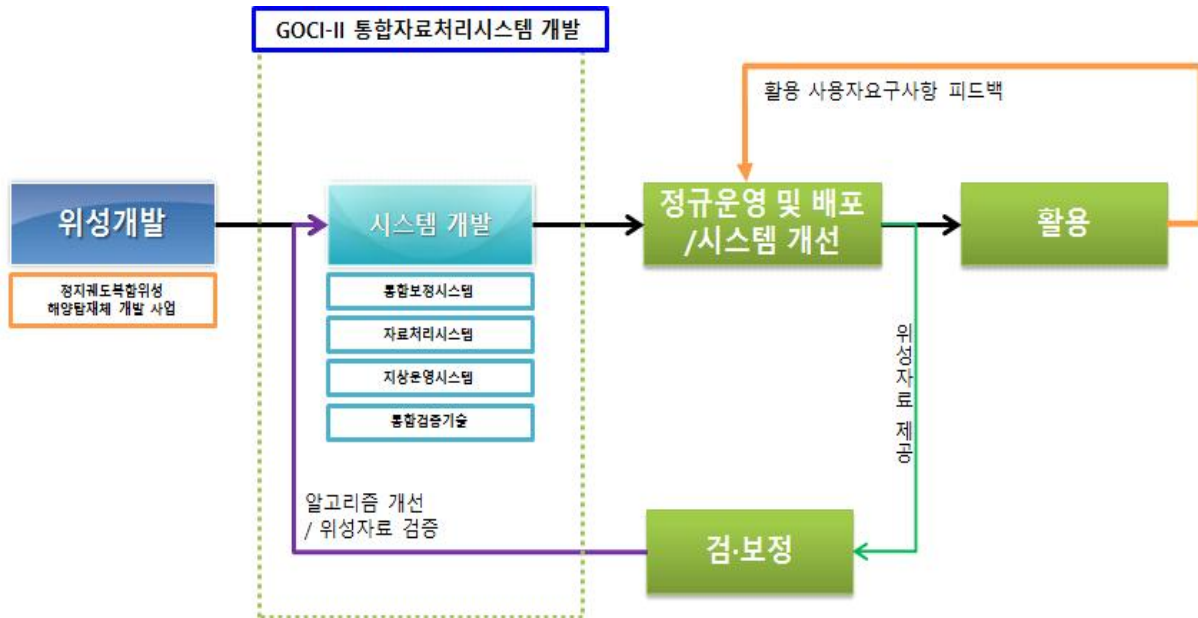


그림 2. GOCI-II 통합자료처리시스템 개발의 범위

- GOCI-II 통합자료처리시스템은 GOCI-II 위성 운영을 위해 지상에서 필요한 일체의 시스템을 의미하며, 아래와 같이 개발 단계별/시스템(기능)별로 구분할 수 있음

가. 개발 단계별 구분

- 소프트웨어 개발 : 신규 위성 지상처리 요구사항(정확성, 신속성)을 반영한 통합 보정, 자료처리, 지상운영 소프트웨어 신규 개발
- 하드웨어 구축 : 신규 위성 지상처리 요구사항(신속성, 안정성, 효율성)을 반영한 하드웨어 인프라 구축/설치/시험

나. 시스템(기능)별 구분

- 자료보정기술 : 위성자료의 기하보정, 복사보정, 광학교정, 잠광보정을 위한 전처리 기술
- 자료처리기술 : 대기보정 및 기타 알고리즘을 적용하여 기초 산출물과 해양환경 산출물을 생산하기 위한 기술



- 지상운영기술 : 위성의 관제 및 상태 감시, 위성자료의 수신, 처리, 배포를 위한 지상국 및 기술
- 지상국 인프라 : 지상운영시스템의 기본 수행을 위한 환경 조성

제 2 항 정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 개발 의의

- GOCI-II의 임무 재확인을 통해 GOCI-II의 활용 목적/분야를 이해하고, 통합자료처리시스템의 필요성을 확인
- “정지궤도 복합위성 예비타당성 평가” 당시의 GOCI-II의 개발의 목적과 관측 임무, 그리고 활용 분야는 표 2와 같이 정리됨



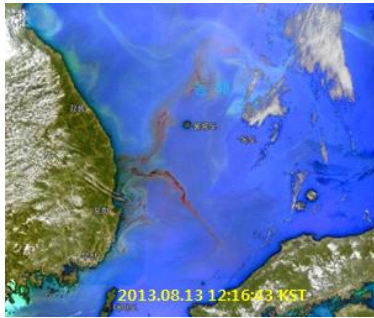
표 2. 정지궤도 복합위성 해양탐재체 임무(예비타당성 보고서)

- (관측 임무) 정지궤도 통신해양기상위성의 해양탐재체(GOCI)의 임무 승계 및 발전
 - 한반도 주변 실시간 해양환경 감시
 - 해양의 클로로필 등 어장정보 생산 및 서비스
 - 장단기 연안 및 중규모 해양환경 변동의 감시
 - 해양 위성자료의 생산 및 서비스
 - 해양위성 및 위성활용연구 개발
- (한반도 및 세계 기후변화 감시 임무) 장기적인 기후변화에 대응한 해양관측 시스템 구축 및 탄소 순환 감시
 - 해양 일차 생산력 분석을 통한 한반도 탄소순환지도 및 탄소흡수지수 산출을 통한 탄소배출권 추가 확보의 근거자료 활용
 - 해양의 탄소 흡수 능력을 감시하여 지구온난화 감시
- (한반도 영토 감시 임무) 해양/기상/육상 환경 변화 감시
 - 연안과 해양의 효율적 관리를 위한 환경 모니터링
 - 육상 담수의 이동, 오염물의 이동과 확산, 연안해양의 오염 및 생태계 변화 추적
 - 한반도 대기 에어로솔 및 황사 분석/예보
 - 한반도 주변 실시간 갯벌감시, 산불감시, 폭설 및 육상 식생지수 분석을 통한 효율적 국토관리
- (국가위기 감시 임무) 해양의 재해 및 재난사고 저감을 위한 실시간 해양환경 감시
 - 해양 환경 모니터링을 통한 적조/녹조의 발생과 확산경로 예측을 통한 피해 저감
 - 유류사고 모니터링 체계 구축
 - 태풍/해일의 발생 모니터링 체계 구축
- (어장 및 양식장 감시 임무) 수산자원 감시
 - 어로비용 절감을 위한 어장환경 정보 생산을 통한 수산자원 관리
 - 어장의 탐색 및 연안양식 환경 정보 제공을 통한 효율적 관리

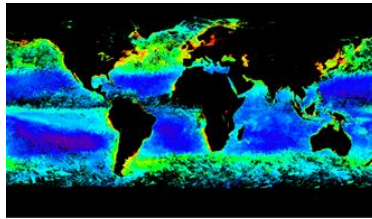
- GOCI-II의 첫 번째 임무는 실시간 해양환경 감시, 해양영토의 효율적 관리, 해양 재해재난의 저감 등의 현업 활용성 강화를 위해 천리안 해양관측위성 1호의 임무를 계승 발전시켜 나가는 것임
- 두 번째로, GOCI의 공간해상도(500m) 보다 향상된 250m의 공간해상도를 갖게 됨으로써 GOCI-II는 연안 해양환경의 관측 기능이 강화됨
- 세 번째로, 한반도 및 세계 기후변화 연구에 기여하는 것임. GOCI-II는 전구 관측을



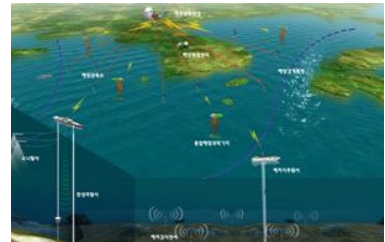
할 수 있고, 관측영역 변경이 가능하여 한반도뿐만 아니라 다른 지역의 250m 급 지역관측이 가능함. 인도네시아 등 동남아시아에 이슈 발생 시 해당 지역을 관측영상을 제공함으로써 해양위성을 통한 해양강국 실현 및 국제사회에 기여 가능. 또한 전구관측에 따른 기후변화 연구 지원, 해양 생태 모니터링 연구를 뒷받침해 줄 수 있음



현업활용(적조)



전지구 해양환경(클로로필)



해양감시망 체계도

그림 3. GOCI-II 임무 예시

제 3 항 위성자료처리시스템의 역할

- 위성에서 수신된 숫자를 해수신호로 바꾸고 해수신호에서 산출물을 생산하도록 자료 처리하여 위성자료를 실제 사용가능한 자료로 바꿔주는 시스템임
- GOCI-II 위성자료(Data)가 해양수산부 및 유관기관에서 현업활용 가능한 해양정보 (Information)로 재가공되는 유일한 시스템임
 - 자료처리시스템이 없는 위성신호는 공기중에 떠다니는 노이즈에 불과함
- 위성자료처리시스템의 역할은 자료 수집 시스템이자 정보 생산 시스템이며, 정보 활용 지원 시스템이라고 정의할 수 있음
 - 위성과의 자료 통신(수신)을 위한 안테나 등 기반 인프라가 갖춰져야 함
 - 자료보정, 자료처리를 위한 고성능 소프트웨어 및 인프라가 필요함
 - 자료저장/관리 및 배포서비스를 위한 지상운영 소프트웨어 및 인프라가 필요함

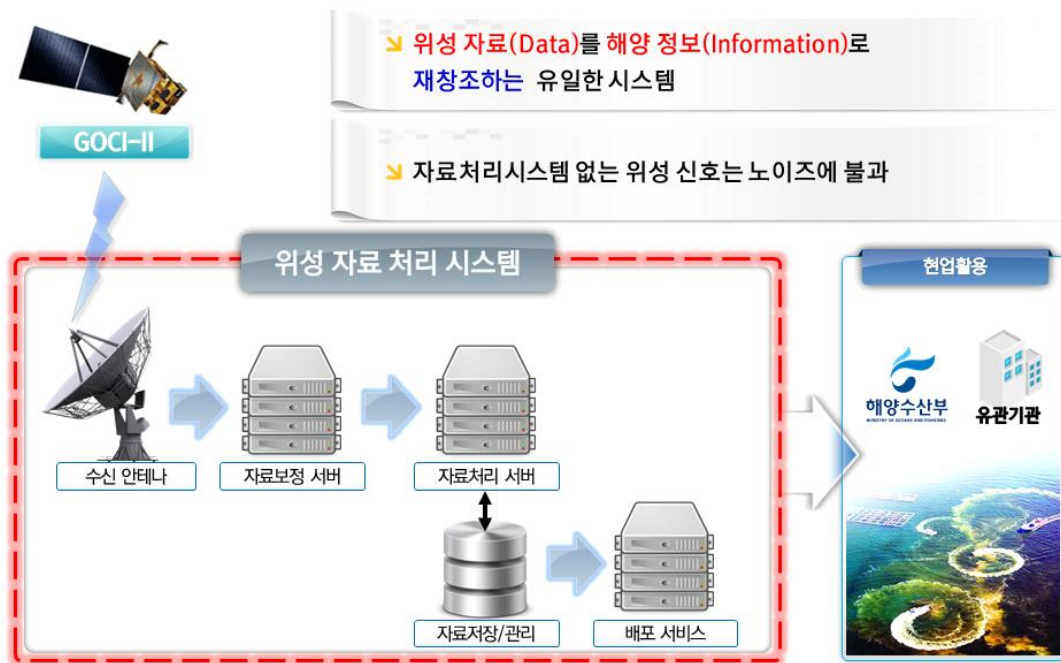


그림 4. 위성자료처리시스템의 역할

제 4 항 신규 시스템 구축의 필요성

- 천리안 해양관측위성(GOCI) 지상운영시스템과 구별되는 독자적인 지상시스템 개발이 필요
 - 기존 GOCI 지상운영 시스템은 GOCI의 사용자 요구사항에 맞춘 GOCI전용 시스템으로써, GOCI-II의 사용자 요구사항을 만족하는 시스템으로의 수정·보완이 불가함
 - GOCI-II는 GOCI와 비교하여 공간해상도, 관측영역, 광학적 성능 등 사용자 요구사항이 대폭 향상된 새로운 해양위성으로 기존 지상국 시스템으로 기술적으로 수용이 불가함
 - 생산산출물 종류도 13종에서 38종(안)으로 확대되며, 대기보정관련 신규 밴드 추가 및 환경위성자료 활용 등 신 대기보정 기술이 적용되어야 하고, 신규 밴드를 활용한 알고리즘 개발도 필요함
 - 위성자료 수신 대역이 변경 (L-Band → X-Band)되었고, 위성자료 전송 속도가 대폭 증가(6Mbps → 60Mbps)되어 기존 시스템은 활용 불가하며, 신규 송수신 시스템이 필요함
- 고성능의 센서 사양 및 현업 활용 요구사항에 대응하기 위한 새로운 자료처리시스템 개발이 필요



- 산출물 생산 속도/서비스 개선에 대한 현업사용자 요구사항 만족을 위해서 60분 이내 자료 제공을 목표로 전체 지상시스템의 소프트웨어 개발 구조를 설정하고, 시스템 하드웨어도 새로이 구축할 필요가 있음

표 3. GOCI 대비 GOCI-II 사양변화 및 통합자료처리시스템 요구사항

구분	1호기 (GOCI)	2호기 (GOCI-II)	통합자료처리시스템 요구사항
밴드 수	8 (VIS/NIR)	13 (VIS/NIR, wideband)	- 신규 알고리즘 개발 필요(Band 2개 추가) - 영상보정기술 정확도 향상 필요
공간 해상도	500m (지역관측)	250m (지역관측) 1km (전구관측)	- 자료처리시스템(전처리) 정확도 향상 필요 - 강하구 및 연안 해역의 산출물 정확도 개선 필요 - 지역 및 전구 자료 처리 가능한 시스템 개발 필요
관측 영역	한반도 주변	한반도주변 + 이벤트 지역 전구 영역 (Full Disk)	- 24배 이상 증가한 용량 의 자료를 처리할 수 있는 지상국시스템 필요 - 전구 관측에 대한 운영 및 산출물 필요
관측 주기	매시간 (8회/일)	매시간 (지역: ≥10회/일, 전구: 1회/일)	- 지역 및 전구 관측영상을 동시 처리 가능한 새로운 지상 운영 시스템 개발 필요
데이터 전송 속도	6Mbps (L-band)	~ 60Mbps (X-band)	- 새로운 송수신 시스템 필요

○ GOCI 및 GOCI-II 동시 운영을 대비한 별도 시스템 구축 필요

- 국내 아리랑 위성 지상국 운영시스템의 개발 사례를 고려하여, GOCI 및 GOCI-II가 동시운영 시 시스템 장애로 인한 위성자료 제공 실패 영향을 최소화하기 위하여 기존 GOCI 시스템과 별도로 GOCI-II 시스템을 독자 구성하는 것이 바람직함
- (국내 사례) 아리랑 위성의 경우 지상국 운영시스템은 모두 별도로 구성됨
 - ※ 위성 간 시스템 영향 배제 목적
- 천리안 해양관측위성(GOCI) 지상국이 한국해양과학기술원 해양위성센터에 구축되어 운영중에 있음. 천리안 위성의 운영수명은 7년(2011~2018년)이지만, GOCI 영상 품질 감소 현황(연 1%), 위성 연료소모 현황 등 현 추세를 반영하면 위성수명연장이 가능할 것으로 예상. 국가기상위성센터의 경우 3년 연장 가능성을 검토한 사례 있음



제 5 항 연구개발 일정의 타당성(시급성)

- GOCI-II 발사 후 실질적인 현업 활용을 위해서는 안정적이고 정확성 높은 통합자료 처리시스템이 위성발사 전에 개발 완료되어야 함
- 신규 개발 시스템은 초기단계의 설계부터 진행되어야 함으로, 사업개발 기간을 충분히 확보하는 것이 꼭 필요함
- 사업 개발 기간은 최소한 4년의 시간을 확보해야 발사전 구축이 가능할 것으로 판단하고 있음. GOCI 사업 경험이 있기 때문에, 4년만에 시스템의 개발이 가능할 것으로 사료됨
 - GOCI사업(신규개발) : 해양위성센터 구축 기간 6년('05~'10), GDPS 자료처리시스템 개발 기간 7년('03~'09) 소요
- 사업 개발 시작의 지연은 실질적인 위성 활용 시작의 지연과 위성 활용 기간의 단축을 가져옴
- 타부처의 기획과제는 2012년 말에 종료되어 우리와는 2년정도 격차를 두고 있음

기상위성	2011. 11. 정지궤도 기상위성 자료처리기술개발을 위한 선행연구 2011. 12. 후속위성 지상국 개발 선행연구 2013. 02. '정지궤도 기상위성 지상국 개발사업' 예비타당성 평가
환경위성	2012. 06. 환경위성 지상국 설립을 위한 기획연구 2013. 04. 환경위성 지상국 상세기술 분석 연구

제 6 항 시스템 개발 추진배경 및 필요성 요약

- 광범위 해양관측 정보 수시 제공으로 환경변화 피해 대처 가능
 - 해양탐재체의 해양위성 자료는 하루에 8번 관측에 의해 적조탐지, 적조경보, 적조이동예측, 주변양식장의 대책마련에 의해 적조에 의한 피해를 최소화
 - 적조 발생, 냉수대와 저염수 출현 등 현장 관측만으로는 광범위한 범위를 확인할 수 없기에 어민에게 피해가 발생할 수 있는 현상 조사에 활용
 - 어장지수 정보, 해류벡터, 식물성플랑크톤 농도 등 위성산출정보를 제공하여 능동적으로 어장환경변화에 대처
- 해양관측위성 2호의 다채널·고해상도·고용량 관측자료를 연속적으로 수신·처리·분석·저장하고 서비스할 수 있는 지상국 시스템 개발을 통해 해양 탄소순환, 적조 등 환경변화 감시 정확도 향상 및 해양위성 운영의 기틀을 마련하고자 함



- 2018년 발사될 해양관측위성 2호로부터 해양자료를 수신·처리하기 위하여 후속 지상국인 통합자료처리시스템이 2015~2018까지 구축/개발될 예정임
- 천리안 해양관측위성 대비 24배 이상 많은 양의 데이터를 수신하여, 천리안위성 때보다 산출물도 2배 이상 증가하고, 산출물의 품질도 향상될 예정이기 때문에, 통합자료처리시스템도 수신 및 처리 성능을 향상시키고 첨단 IT 기술을 접목하여 다양한 서비스를 제공할 예정임



제 3 절 기존 사업과의 차별성

제 1 항 기존 사업과의 차별성 분석

○ 본사업과 관련된 사업의 연구내용을 분석하고 차별화 전략을 제시함(표 4)

표 4. 관련 사업과의 차별화 전략

관련 사업	사업기간	관련 연구내용	차별화 전략
해양위성센터 구축 (GOCI)	'05~'10	- (중복없음) - GOCI 위성 전용 지상국 인프라로 융합 운용 서비스 대상임	- GOCI-II에 필요한 최소한의 인프라 (서버, 스토리지, 네트워크, 전력, 항온항습) 구축
GDPS 개발 (GOCI)	'03~'09	- (중복없음) - 13종의 산출물을 생산 알고리즘 개발	- 산출물 증대 - 전구자료처리 - 병렬처리 등 최적화
정지궤도해양위성 활용연구(2단계)	'13~'18	- (일부 중복, 재활용) - GOCI 및 GOCI-II 해석 산출물 알고리즘 개발 (학계 및 연구계 위탁)	- 산출된 알고리즘 결과 재활용
정지궤도복합위성 개발 - 본체 시스템 개발 - 지상국 개발 - 해양탐재체 개발	'12~'18	- (일부 중복, 기술 도입) - 전처리 시스템 SW 개발 - 원시자료 생성, 복사보정, 기하보정 포함 - 운영기관 특성에 맞는 인터페이스 개발은 미포함	- 사용자 요구사항 반영 요청 - 자료보정시스템 인터페이스 개발
정지궤도복합위성 해양탐재체 개발	'12~'18	- (중복없음) - GOCI-II 탐재체 HW 개발 - 원시자료 생성, 복사보정, 기하보정 알고리즘 개발	- GOCI-II SW 및 지상국 인프라 개발
정지궤도기상위성 지상국 개발	'15~'19	- (중복없음) - 기상탐재체 자료 처리 및 서비스 - UHRIT/HRIT/LRIT 자료 방송	- GOCI-II 자료처리 및 서비스 - 위성자료 방송 (GBS/HRIT급)
국가환경위성센터 구축	'15~'19	- (중복없음) - 환경탐재체 자료 처리 및 서비스 - 해양자료 백업수신	- GOCI-II 자료처리 및 서비스 - 환경자료 백업수신



제 2 항 GOCI 관련 사업 결과와의 차별성

가. 알고리즘

- 일부 재사용 가능한 알고리즘 기술 부분은 존재
- 전구관측자료에 적용하기 위해서는 추가 연구가 필요함

나. 소프트웨어

- 대용량 자료의 분산처리를 위해 새로운 아키텍처 설계가 필요(그리드 컴퓨팅, 분산/병렬처리)

표 5. GOCI 및 GOCI-II 센서 관측 특성

특성	GOCI	GOCI-II	
		지역관측(Local Area)	전구관측(Full Disk)
밴드	8	13	
공간해상도	500m	250m	1km
관측주기	8 times / day	10 times / day	1 time / day
관측시간	< 30 min	< 30min	< 240min

표 6. GOCI 및 GOCI-II 센서 원시자료 특성 비교

원시자료 특성		GOCI	GOCI-II	
			지역관측 (Local Area)	전구관측 (Full Disk)
Digitization	HG (High Gain)	12	16	16
	LG (Law Gain)	12	12	12
Raw Spatial Resolution		500m	250m	250m
Raw Data Segmentation		NO 1 image (HG&LG)	YES 3 images (HG_set01, HG_set02, LG)	YES 2 images (HG, LG)



표 7. 천리안과 정복위성의 개발 비용 비교

구 분	천리안		정복위성(후속)	
위성체 구성	위성 1기, 탑재체 3 (기상, 해양, 통신)		위성 2기, 탑재체 4 (기상, 우주기상, 해양, 환경)	
위성 개발비용	3,386억 원 (지상국, 통신탑재체 비용 제외)		6,496.9억 원 (지상국, 우주기상탑재체 제외)	
해양탑재체 개발비용	702억 원		933억 원	
해양 지상국개발 비용	62.4억 원	해양위성센터 및 관련운영시스템(저장, 배포) 구축	285억 원 (안)	GOCI-II 통합자료처리시스템 개발
	40억 원	해양자료처리시스템 개발		

제 3 항 정지궤도해양위성 활용연구 사업과의 차별성

- 정지궤도해양위성 활용연구 사업은 해양산출물 생산 알고리즘 개발 및 검증, SW 시험까지 위성자료 활용을 위한 다양한 연구가 진행중임
- 정지궤도해양위성 활용연구 사업의 대상위성은 GOCI 뿐만 아니라 GOCI-II 및 후속 해양관측위성을 모두 포함함
- 따라서, 본 사업에서는 활용연구 사업의 결과물인 기 산출된 알고리즘을 재활용하여 GOCI-II 자료처리시스템을 개발하고자 함
- 또한, 지역 및 전구 영역에 해당 알고리즘 적용이 가능한지 시험하는 시뮬레이터는 본 사업에서 준비함

제 4 항 타부처 사업과 차별성

- “정지궤도 복합위성 개발 사업” 및 “GOCI-II 개발 사업”에서 얻은 자료 검·보정 기술에 대한 소프트웨어 구현 및 백업관제 시스템 하드웨어 구축이 추진되어야 함
 - GOCI-II 개발 사업에서 도출된 위성 신호 복사보정 및 기하보정 알고리즘에 대한 지상전처리 소프트웨어를 공동 또는 독자 개발하도록 되어 있음
 - 타 사업에서 개발된 전처리 시스템을 도입하고, 관련 인터페이스를 개발할 예정임
 - GOCI 운영 중에 해양위성센터 자체적으로 개발한 고수준 복사보정 알고리즘 및 본 과제에서 개발될 지역/전구 범위의 고정도 기하보정 알고리즘 등을 포함



- 한 자료보정 소프트웨어를 개발하여야 함
 - 백업관제시스템의 소프트웨어는 '정지궤도 복합위성 개발 사업'에서 개발하고, 운영기관이 필요할 시 하드웨어만 구축하도록 부처 간 협의됨('13. 12 정복위성 운영협의회)
- 정지궤도기상위성 지상국 사업은 기상위성을 이용한 기상예보를 목적으로 함
- 현업 수행 및 현업지원의 차이가 있어서 별도의 지상국을 갖추고, 상호 자료 서비스 지원을 수행함
- 국가환경위성센터 구축 사업은 대기 환경오염 물질 추적을 목적으로 함
- GOCI-II와는 차별성이 있으며, 상호 자료수신을 백업함으로써 안정성 향상에 기여함

표 8. 해양위성센터 현황 및 타부처 후속 지상국 계획의 특징 비교

구분	해양위성센터(GOCI,현재)	국가기상위성센터(후속)	국가환경위성센터(예정)
역할	천리안 해양관측위성(GOCI) 주관 운영	천리안위성 기상탐재체 주관 운영	인공위성이용 기후변화 감시를 위한 지구환경위성 개발 및 운영
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 1990년대부터 국외 위성자료 수신 - 한반도 최적화된 알고리즘 개발 및 자료처리시스템 개발 - 기기 검·교정 실험실 보유 - 해양위성의 운용 및 서비스 /알고리즘 개발/현장관측에 대한 기술력을 보유한 유일한 기관 - 정지궤도복합위성 해양탐재체 개발 참여 	<ul style="list-style-type: none"> - 기상자료처리시스템 (CMDPS) 개발/운영 - 천리안 위성 백업관제 임무 수행 - 후속 기상위성 개발 및 지상국 구축 추진 - 3교대 근무 	<ul style="list-style-type: none"> - 지상국 주요 시스템 외에 융복합 활용을 위한 외국위성 수신, 처리시스템 함께 구축 - 전처리 시스템은 항우연과 공동 개발 - 환경 포출 알고리즘 개발과 자료 배포 및 현업 운영 주관 - 2015년까지 센터 최종 설계, 2017년 센터 구축 완료 및 시험운영 목표
구축 예산	<ul style="list-style-type: none"> - 2003~2012 - GOCI 지상국 및 GDPS 개발에 102.4억 원 	<ul style="list-style-type: none"> - 2014~2019 - 후속위성 지상국 구축 913억 원 	<ul style="list-style-type: none"> - 2015~2019(예정) - 합계 : 260억 원
인원	<ul style="list-style-type: none"> - 운용인력 7명 ('13년 기준) 	<ul style="list-style-type: none"> - 운용인력 36명 	<ul style="list-style-type: none"> - 운용인력 8명

제 2 장

연구개발 동향 및 환경 분석

제1절 국내외 위성 개발 동향 분석

제2절 국내외 해색위성 자료처리 시스템 개발 동향

제3절 국내외 지상 시스템 운영 동향

제4절 해색위성 운영 관련 환경분석

제5절 국내외 통합검증 기술 동향분석



제 1 절 국내외 위성 개발 동향 분석

제 1 항 국내 동향

가. OSMI(Ocean Scanning Multi-spectral Imager)

- 1999년에 발사된 다목적실용위성 1호에 탑재되어 발사된 해양관측용 탑재체로 해외공동개발 형태로 국내 기술진에 의해 개발된 전자광학탑재체
- 해상도 1km×1km로 800km의 관측폭을 갖는 휘스키부름방식의 전자광학탑재체임
- 400nm~900nm의 파장범위내에서 분광기를 사용하여 최소 5.2nm에서 최대 166.4nm 까지 파장대역으로 8개의 대역을 선정할 수 있도록 설계되어졌으며, 즉, 2.6nm 최소대역폭으로 192개의 파장대역중 8개 밴드를 선정하도록 개발되어졌음
- 공칭 대역으로는 443nm, 490nm, 510nm, 555nm, 670nm, 865nm를 중심주파수로 20nm와 40nm의 밴드대역을 설정하였음
- 다목적실용위성 1호(아리랑 1호)의 임무종료시기인 2008년 2월까지 사용되었음

나. 천리안위성 해양탑재체(GOCI) 개발

- 국가해양관측망의 핵심 시스템의 하나로 해양수산부의 예산 지원으로 한국항공우주연구원과 AIRBUS D&S(구 EADS Astrium, 프랑스)사가 공동 개발 (2003~2010년, 임무설계수명 7.7년)
- 한반도를 중심으로 일본, 중국 동쪽 연안과 대만의 북부 일부 바다를 포함하는 동북아시아를 관측
- 한반도 중심의 지역기준점에서 500m×500m의 해상도로 2,500km×2,500km 관측폭을 갖는 CMOS 검출기를 사용한 주간 지구관측용 전자광학 라디오미터임
- 2010년 위성 발사 후, 한국해양과학기술원 해양위성센터가 해양수산부로부터 주관운영기관으로 지정되어 위성운영 및 활용지원업무를 수행하고 있음
- 적조, 해빙, 해무, 해양투기모니터링, 해사채취활동, 미세먼지 등에 활용되고 있음
- 400nm~900nm의 파장범위내에서 분광필터를 사용하여 412nm, 443nm, 490nm, 555nm, 660nm, 680nm, 745nm, 865nm를 중심주파수로 10nm, 20nm와 40nm의



- 밴드대역의 8개 밴드로 개발되어졌음
- 해양탐재체 개발은 아스트리움사(프)와 제한적인 기술만 습득이 가능한 공동개발 형태로 진행하였음

표 9. 천리안 해양관측위성의 Level2 표준 산출물 리스트

산출물	설명
Lw	해수수출광량(밴드별 복사휘도)
NLW	정규 해수수출광량(밴드별 정규화된 복사휘도)
KD490	해수 속으로 입수된 태양에너지가 수심이 깊어짐에 따라 확산되는 정도(하향확산소멸계수(Kd))
CDOM	용존 유기물
CHL	엽록소
TSS	총 부유물질
RI	적조지수
VIS	수중 가시거리(시계거리)
LAND_EVI/NDVI	육상 식생지수
DUST	에어로솔 특성을 나타내는 형상함수 및 에어로졸광학두께
PP	해양 일차생산력
WQI	해양수질등급
WCV	해류벡터

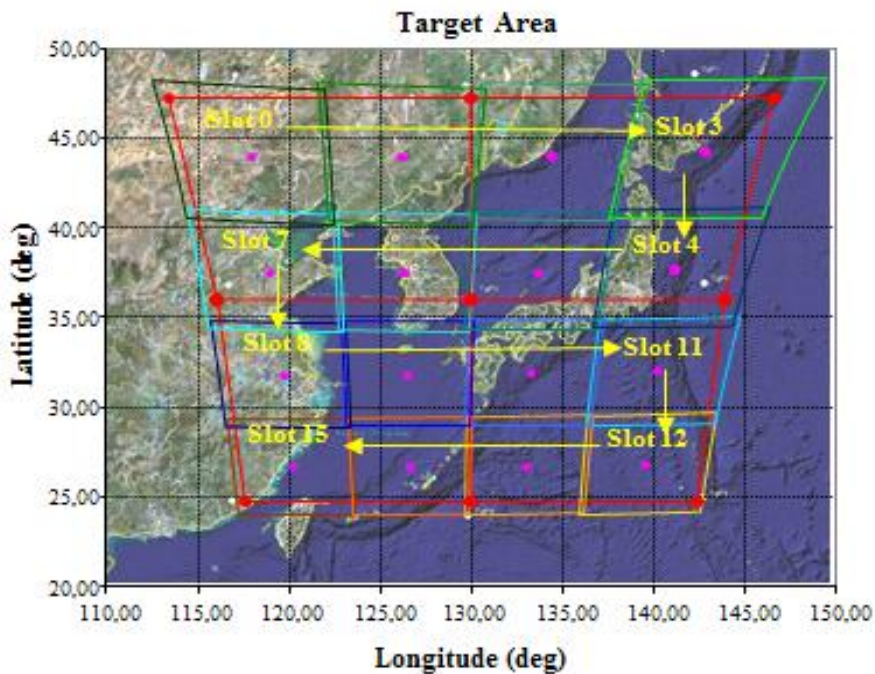


그림 5. 천리안 해양관측위성(GOCI) 관측영역



다. 정지궤도 복합위성 해양탐재체 개발

- GOCI의 후속위성으로 2018년 발사 예정이며, GOCI의 임무를 승계할 예정임
- GOCI 보다 공간해상도는 약 4배 향상되며, 동북아시아뿐만 아니라 전구(Full Disk) 관측도 1회/일 수행될 예정임
- GOCI에 비해 해상도는 250m×250m로 향상된 해상도를 요구하였지만 관측폭은 2,500km×2,500km 유지하여 개발하고 있으며 동일한 CMOS 검출기를 사용한 전자광학 라디오미터임
- 밴드로 GOCI와 동일하게 파장범위도 400nm~900nm의 파장범위내에서 분광필터를 사용하는 개념이나 412nm, 443nm, 490nm, 555nm, 660nm, 680nm, 745nm, 865nm의 중심주파수에 380nm, 510nm, 620nm와 709nm의 4개의 밴드를 더 추가한 12개 밴드로 설계되어 지고 있음
- 이외에 임무 운영 측면에서는 지역관측을 지상명령에 의해 선정하여 관측할 수 있으며, 전구관측을 추가하여 전지구의 해양관측시스템을 구축하는 임무까지 영역을 확장함
- GOCI-II 개발은 GOCI-I 보다는 국내 개발 참여의 범위를 확대하여 시스템설계, 부분품 설계, 탑재체 조립/정렬에 참여하도록 하였으며 발사전 마지막 중요한 관문인 발사환경시험, 우주환경시험, 전자파환경시험 등 환경시험은 국내인프라를 활용하여 수행예정이며, GOCI와 동일한 아스트리움사(프)와 공동개발 형태로 개발을 진행하고 있음

표 10. 정지궤도 복합위성 해양탐재체 임무(예비타당성 보고서)

주요 임무	내용
관측 임무	정지궤도 통신해양기상위성의 해양탐재체(GOCI)의 임무 승계 및 발전
한반도 및 세계 기후변화 감시 임무	장기적인 기후변화에 대응한 해양관측 시스템 구축 및 탄소순환 감시
한반도 영토 감시 임무	해양/기상/육상 환경 변화 감시
국가위기 감시 임무	해양의 재해 및 재난사고 저감을 위한 실시간 해양환경 감시
어장 및 양식장 감시 임무	수산자원 감시



라. 기타 지구관측 위성

- 최초의 우리별 1호 과학기술위성을 시작으로 현재 정지궤도 위성 천리안까지 약 20여년간 지구관측위성이 개발되었음
- 천리안 위성이전까지의 모든 국내위성은 극궤도 지구관측위성임
- 다목적실용위성(아리랑 위성)은 한국항공우주연구원을 중심으로 개발/운영된 지구관측 극궤도 위성으로, 현재 5호(2013년 발사)까지 발사되어 운영 중임
- 정지궤도 뿐만 아니라 차세대 소형위성과 아리랑 3A호, 6호 등이 계속 개발되고 있음

구분	개발완료(12기)	개발중(5기)
과학기술위성	우리별 1호('92) · 2호('94) · 3호('99) 과학기술위성 1호('03) · 2호('09, '10) 3호('13), 나로 과학위성('13)	차세대 소형위성('16)
다목적실용위성	아리랑 1호('99) · 2호('06) · 3호('12) · 5호('13)	아리랑 3A호('14) · 6호('19)
정지궤도위성	천리안('10)	정지궤도복합위성2A호('17) · 2B호('18)

그림 6. 우리나라 지구관측위성 개발 현황

제 2 항 국외 동향

- 위성개발 주요국은 우주기술개발과 우주산업 육성을 국가경제의 새로운 성장 모멘텀으로 인식하는 등 신 우주개발 경쟁시대 돌입
- 최근 우주산업관련 경제 규모는 급속히 성장하고 있으며, 세계 주요국은 우주개발 투자를 경쟁적으로 확대
 - ※ '12년 경제활동 규모는 3,043억불로 사상 최대치를 기록(지난 5년간 37% 성장)

Operational Ocean Color Satellite Program

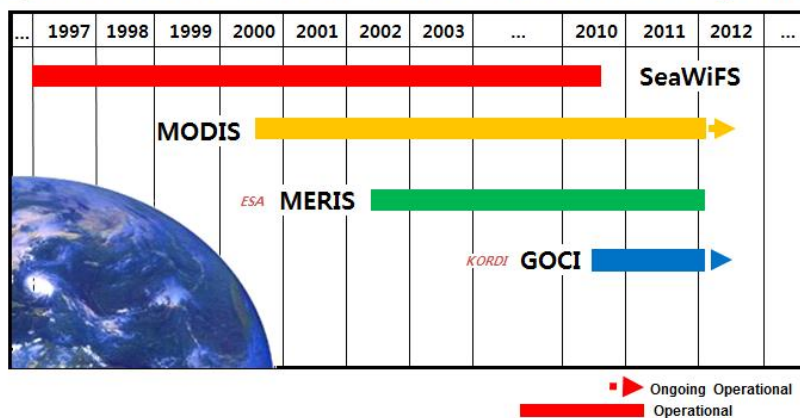


그림 7. 주요 위성광학센서 운용 기간



- 세계 최초로 우리나라에서 천리안 해양위성(GOCI)를 성공적으로 개발/운영함에 따라, 정지궤도 해양관측위성 개발이 잇따르고 있음
 - 미국(NASA)의 GEO-CAPE (GEOstationary Coastal and Air Pollution Events) : 2020년 발사 예정
 - 프랑스(CNES)의 Geo-OCAPI(Geostationary Ocean Colour Advanced Permant Imager) : 2020년 이후 발사 예정

가. 주요 해색 위성 현황

- SeaWiFS
 - CZCS의 2단계 모델로 개발된 SeaWiFS는 해색 관측위성 OrbView-2에 탑재된 유일한 센서로서 1997년 발사되었으며 1997년 9월부터 2010년 12월까지 자료를 생산
 - NASA의 International Earth Observing System (EOS) 프로그램의 일환으로 개발되었으며 공간 해상도는 1.1km*1.1km이고 402nm~885nm 범위의 8개의 밴드로 이틀에 한 번씩 전 지구 영역을 관측
 - NOAA Coastal Services Center에서는 SeaWiFS의 채널 간 특성을 이용하여 ocean color 이미지를 만들어 영상을 분석
 - SeaWiFS 위성의 경우 412, 443, 490, 510, 555, 670, 765, 865 nm 밴드의 정규해수수출광 (nLw) 산출물 이외에 클로로필 농도, CDOM index, 하향 감쇄계수, 대기 광학 두께, 대기 epsilon 및 angstrom 계수 등의 8 개의 Level 2 표준 산출물 및 18개의 추가 산출물을 제공함 (표 11)



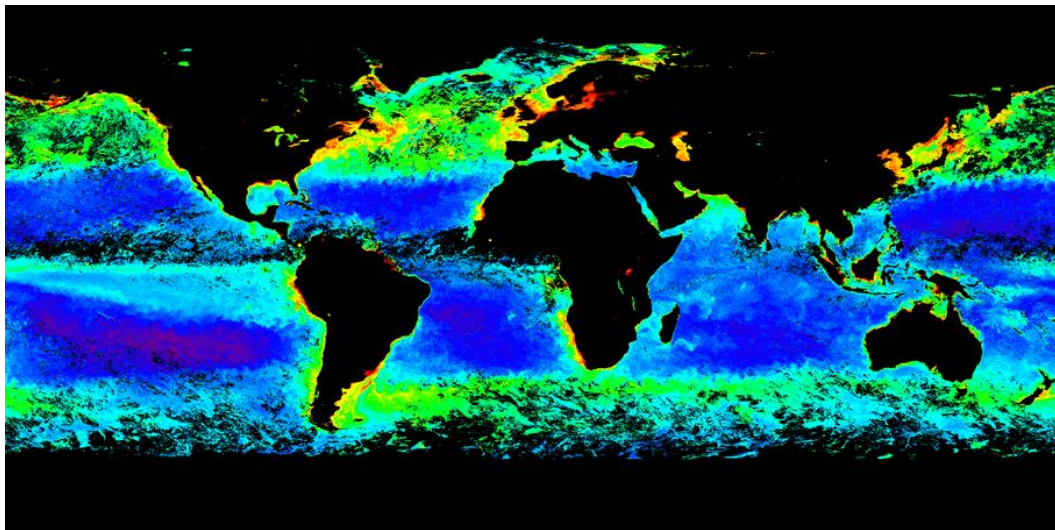
표 11. SeaWiFS 위성의 Level2 표준 산출물 리스트

산출물	설명
angstrom	Angstrom exponent for aerosol model used in the L2 process
aot	The optical depth due to aerosols within the atmosphere
cdom_index	Chlorophyll-chromophoric dissolved organic matter (CDOM) proportion index
chlor_a	chlorophyll-a concentration from sensor default chlorophyll algorithm
kd_490	Statistical correlation between Kd(490) and the ratio of nLw(490) to nLw(555)
par	Daily integrated photosynthetically available radiation from 400~700 nm
pic	Particulate inorganic carbon concentration
poc	Particulate organic carbon concentration
adg	Absorption coefficient for dissolved and detrital material (GIOP, GSM, QAA model)
aph	Phytoplankton absorption coefficient (GIOP, GSM, QAA model)
arp	Total radiance absorbed by phytoplankton
a	Total absorption coefficient (GIOP, GSM, QAA model)
bbp	Backscattering coefficient due to particles (GIOP, GSM, QAA model)
bb	Backscattering coefficient (GIOP, GSM, QAA model)
calcite	Calcite concentration
chlor	chlorophyllalgorithms(OC2,OC3,OC4,Garver-Siegel-Maritorenabio-opticalmodel)
evi	Enhanced Vegetation Index
Kd	Spectral diffuse attenuation (Lee model, Morel model, Mueller, OBPG model)
KPAR	Diffuse Attenuation of photosynthetically available radiation (Lee model, Morel model)
ndvi	Normalized Difference Vegetation Index
poc	Estimate of particulate organic carbon concentration (Clark empirical, Stramski 490 model)
tsm_clark	Total suspended material (Clark model)
Zeu_morel	Depth of the euphotic zone (1% light level) as derived using the model of Morel
Zhl_morel	Depth of the solar heated layer derived from the model of Morel
Zphotic_lee	Depth of the euphotic zone (user defined light level) as derived using the model of Lee
Zsd_morel	Estimate of Secchi disk depth derived using the model of Morel



○ MODIS

- 1999년 발사된 Terra (EOS AM)와 2002년 발사된 Aqua (EOS PM) 위성에 탑재된 MODIS는 SeaWiFS와 마찬가지로 EOS 프로젝트의 일환으로 NASA에 의해 개발되었으며 NASA Goddard Space Flight Center에서 운용
- 0.4 μ m에서 14 μ m까지의 가시 영역과 적외 영역을 36개 band로 관측하는데 공간해상도는 밴드에 따라 다르고, 2개의 밴드에서 250m*250m, 5개의 밴드가 500m*500m, 나머지 29개 밴드가 1km*1km의 공간해상도를 가짐
- 채널에 따라 구름, 에어로졸, 식생변화, 육·해양 간 경계, 육상, 방사능 에너지, 육상 및 해수면 온도, 대기 온도 및 습도, 강수, 해빙, 해색, 적설, 알베도, 토지 피복(land-cover) 및 토지 이용 변화(land-use change) 등의 변수를 산출



Chlorophyll a concentration (mg / m³)

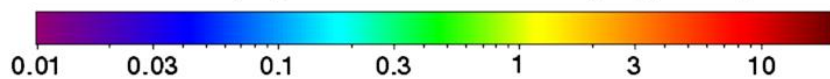


그림 8. 2010년 4월 전 세계 SeaWiFS 클로로필-a 농도 자료의 월평균 지도
(http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/l3?sen=S&per=MO&prod=CHL_chlor_a)

- 해양분야의 경우 각 밴드의 정규해수수출광 (nLw) 산출물 이외에 클로로필 농도, CDOM index, 하향 감쇄계수, 대기 광학 두께, 대기 epsilon 및 angstrom 계수 등의 17 개의 Level 2 표준 산출물 및 18개의 추가 산출물을 제공함



표 12. MODIS 위성의 Level2 표준 산출물 리스트

Product Number	Product
MOD 18	Normalized Water-Leaving Radiance
MOD 19	Pigment Concentration
MOD 20	Chlorophyll Fluorescence
MOD 21	Chlorophyll-a Pigment Concentration
MOD 22	Photosynthetically Available Radiation
MOD 23	Suspended Solids Concentration
MOD 24	Organic Matter Concentration
MOD 25	Coccolith Concentration
MOD 26	Ocean Water Attenuation Coefficient
MOD 27	Ocean Primary Productivity
MOD 28	Sea Surface Temperature
MOD 31	Phycoerythrin Concentration
MOD 32	Processing Framework and Matchup Database
MOD 35	Cloud Mask
MOD 36	Absorption Coefficients
MOD 37	Ocean Aerosol Properties
MOD 39	Clear Water Epsilon

○ MERIS

- European Space Agency (ESA)의 Environment Satellite- I (ENVISAT- I)은 European Remote Sensing (ERS)의 2단계 극궤도 위성으로 2002년 발사되었으며 해색 관측을 위해 MERIS를 탑재
- 가시·근적외 대역의 390nm~1,040nm까지 15개의 밴드로 육상의 식생, 대양과 연안의 해색과 해양 생태, 대기 등을 관측
- 주사폭은 1,150km로 3일에 한번 전 지구 관측이 가능하고 공간 해상도는 해양이 1,040m*1,200m, 육상 및 해안이 260m*300m임
- 주요 목적은 해색을 관측하여 클로로필-a와 부유사 농도를 산출하는 것으로 대양의 Case-I, 해안의 Case-II 해수 모두 적용이 가능
- 해안 해양학을 분석하고 적조 확장과 이동 감지 및 ENVISAT- I 에 함께 탑재된 AATSR, ASAR와의 조합으로 해양 전선, 소용돌이, 용승, 해수면 막 형성과 같은 중규모 해양 현상 연구를 가능
- MERIS 위성의 경우 각 밴드의 정규해수수출광 (nLw) 산출물 이외에 클로로필 농도, CDOM index, 하향 감쇄계수, 대기 광학 두께, 대기 epsilon 및 angstrom

계수 등의 8개의 Level 2 표준 산출물을 제공함

표 13. MERIS 위성의 Level2 표준 산출물 리스트

산출물	설명
Water vapour content	Water vapour content
Algal pigment I	algal pigment index is a measurement of the concentration in Log10 (mg/m3)
Algal pigment II	algal pigment index is a measurement of the concentration in Log10(mg/m3) using NN model
SM	suspended matter
YS	yellow substance
FPAR	Photosynthetically Active Radiation
Aerosol optical thickness at 865 nm	Aerosol optical thickness
Angström	Aerosol Angstrom Coefficient

○ OCTS

- OCTS 위성은 일본 NASDA(The National Space Development Agency of Japan)이며, 1996-1997년에 운영
- 이 위성은 412, 443, 490, 520, 565, 670 nm 밴드의 정규해수수출광 (nLw) 산출물 이외에 클로로필 농도, 대기 광학 두께, 대기 epsilon 및 angstrom 계수의 4개의 표준 Level 2 산출물을 제공함

표 14. OCTS 위성의 Level2 표준 산출물 리스트

산출물	설명
chlor_a	클로로필 농도 (chlorophyll-a concentration, OC4 algorithm)
tau_865	865 nm에서의 대기 광학 두께 (aerosol optical thickness at 865 nm)
epsilon	aerosol epsilon at 765 relative to 865
angstrom_520	aerosol Angstrom coefficient at 520 relative to 865 nm



제 2 절 국내외 해색위성 자료처리 시스템 개발 동향

제 1 항 해색위성자료 보정기술

가. 원시자료 통합기술 분야

○ 국내 동향

- 해양관측위성 원시자료는 동적대역(Dynamic Range) 자료획득을 위한 이중 이득(Dual Gain) 형태임
- 2010년 발사된 천리안 해양관측위성(GOCI)도 탑재체 H/W 특성에 맞는 이중 이득 기법을 적용하여 고이득(High gain), 저이득(Low gain) 영상 모두 12bit 형태의 디지털화되어 있음
- GOCI의 영상은 위성체에서 고이득과 저이득 영상을 하나의 원시영상으로 합성한 후 지상으로 전송하고 지상시스템 중 DM(Decomposition Module, IMPS의 서브시스템)이 위성의 원시자료를 슬롯별로 단순 분리하여 처리함
- 해양관측위성 2호에서는 GOCI의 이중 이득 기법을 개선한, 완전 분할(Full Segmentation) 이중 이득 기법 및 고/저이득 영상 분할전송 등이 적용되어 개발될 계획임

표 15. 차세대 해양관측위성 2호(GOCI-II)와 천리안 해양관측위성(GOCI)의 원시자료 특성 비교

		GOCI	GOCI-II	
			LA (Local Area)	FD (Full Disk)
Digitization	HG (High Gain)	12	16	16
	LG (Law Gain)	12	12	12
Raw Spatial Resolution		500m	250m	250m
Raw Data Segmentation		NO 1 image (HG&LG)	YES 3 images (HG_set01, HG_set02, LG)	YES 2 images (HG, LG)

○ 국외 동향

- 세계 최초의 해색연구용 해양관측위성인 CZCS(Coastal Zone Color Scanner) 영상 분석 결과, 바다 주변의 구름, 육지 등 밝기 값이 높은 물체에 의한 잡광(Stray Light)문제가 발생함이 확인되었음(Hooker et al., 1995)

- CZCS에서 확인된 잡광 문제 해결을 위하여, 1997년 발사된 미국의 극궤도 해양관측위성 SeaWiFS에서는 바다에 비해 6배 가량 밝은 구름도 함께 관측하기 위한 기술적 대안으로 bilinear gain(이중선형 이득) 기법을 도입하였음(Hooker et al., 1995)
- 미국의 해양관측위성인 MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) 및 VIIRS(Visible Infrared Imaging Radiometer Suite)을 중심으로 기술구현 방식은 다소 차이가 있으나, SeaWiFS에서 적용한 dual gain(이중 이득) 기법의 원시 영상 획득을 통해, 밝기 값은 낮은 해수부터 높은 구름까지 넓은 동적대역에서 관측이 가능하다는 공통된 특성이 현재 전세계적인 해양관측위성 개발 추세임 (Schueler, et. al., 2003)

나. 복사보정 기술 분야

- 국제연합(UN) 산하 지구관측위성위원회(CEOS, Committee on Earth Observation Satellites)에서 정의한 복사보정은 위성에서 측정된 지표면의 밝기 등의 값을 복사휘도와 같은 물리량으로 변환하는 과정을 의미함
(Radiometric Calibration : The process of quantitatively defining the system responses to known, controlled signal inputs, Ref. www.ceos.org)

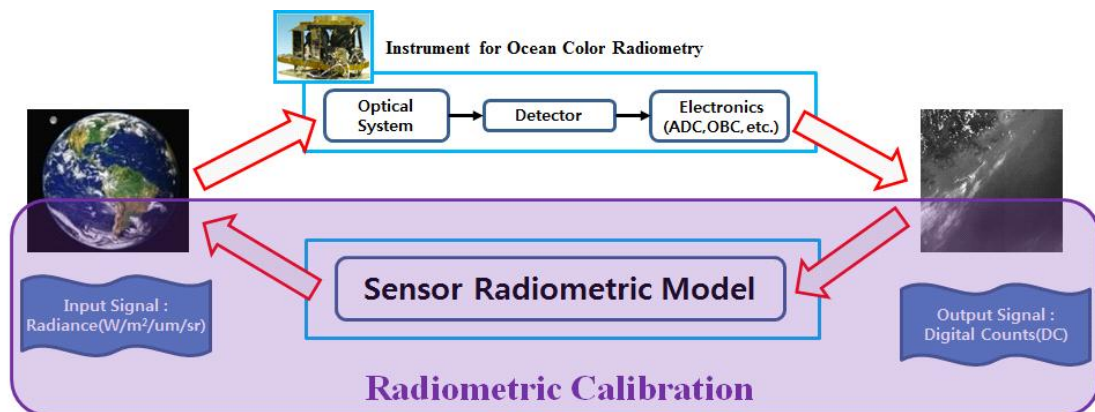


그림 9. 해색연구용 해양관측위성에서의 복사보정 모식도

- 하지만, 해양관측위성을 활용한 해색연구를 위해서는 복사보정에서 측정된 대기상층 복사휘도(Top-of-Atmosphere Radiance)의 약 10% 수준인 해수수출광량(Water Leaving Radiance)이 대기보정 등의 자료처리를 통해 산출되어야 하기 때문에, 복사보정 불확도 대비 약 10배 수준의 해수수출광량 불확도가 존재함 (Berthon et. al., 2008)



- 따라서, 실제 해석연구에 적합한 위성관측 수행을 위해서는 사용자 요구사항에서 정의한 복사보정 정확도가 충분히 만족되어야 함

○ 국내 동향

- 국내에서 운영 중인 천리안 해양관측위성의 경우도 일반적인 기존 해양관측위성과 동일하게, 태양광 확산기를 이용한 Solar Calibration을 기준으로 복사보정을 수행하고 있음
- 아울러, 전술한 바와 같이 태양광확산기의 성능 저하를 모니터링하기 위한 2차 태양광 확산기인 DAMD(Diffuser Aging Monitoring Device)를 탑재하고 있음

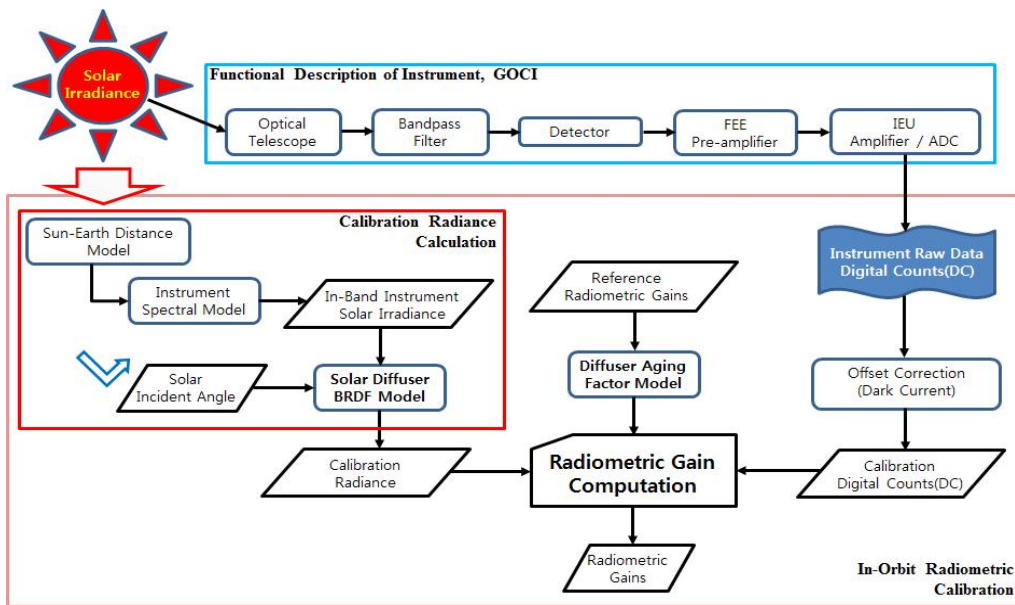


그림 10. 천리안 해양관측위성 궤도상 태양광 복사보정 처리 모식도

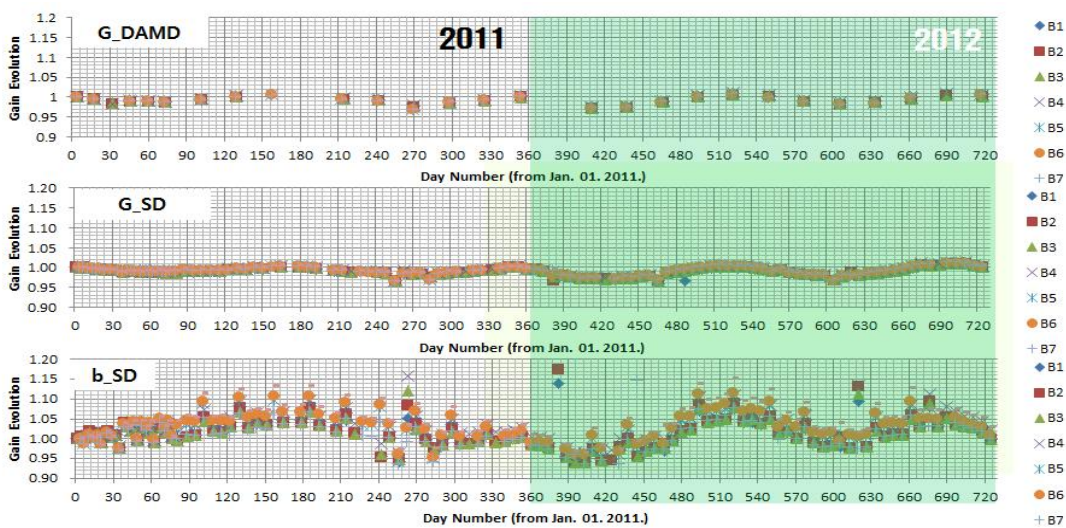


그림 11. 태양광 복사보정으로 확인된 천리안 해양관측위성의 궤도상 특성변화



- 2018년 발사예정인 차세대 해양관측위성 2호에서는 2개의 태양광확산기(SD, DAMD)를 이용한 Solar Calibration과 더불어, 지구 밖 우주공간 일부까지 확장된 해양관측위성 2호의 관측가능범위(FOR, Field of Regard)를 이용한 월광 복사보정(Lunar Calibration)을 수행할 수 있도록 개발 중임
- 천리안 해양관측위성 운영을 통해 발견된, 태양광확산기의 태양입사각별 특성 변화에 따른 복사보정 불확도 등의 이슈를 해결하기 위함임

○ 국외 동향

- 일반적인 지구관측위성 복사보정에는 기준 광원의 종류에 따라 크게 램프 보정(Lamp Calibration), 태양광 보정(Solar Calibration), 그리고 월광 보정(Lunar Calibration)으로 구분할 수 있음
- 램프 보정의 경우, 발사 후 위성궤도상에서의 램프 성능저하 모니터링이 어려운 이유 등으로 대부분의 해양관측위성에서는 사용하고 있지 않으며, 천리안 해양관측위성을 비롯한 대부분의 해양관측위성은 태양광확산기(Solar Diffuser)를 이용한 Solar Calibration을 기준 복사보정 방식으로 활용하고 있음
- 그러나, 자외선 및 우주 방사선(Cosmic Ray) 등의 영향에 따른 태양광확산기의 성능 저하 및 태양입사각 변화에 따른 태양광확산기 성능 변화 등을 모니터링하기 위한 목적으로, 현재 운영되고 있는 대부분의 해양관측위성은 2차 태양광확산기 또는 Lunar Calibration 등 다중 복사보정이 가능한 위성 개발 및 운영을 수행하고 있음

다. 기하보정 기술 분야

○ 국내 동향

- 기하오차(영상 내 위치오차)의 원인은 지구자전효과, 파노라믹 왜곡, 탑재체의 자세변화, 지구곡률 등의 다양하고 복잡한 원인에 의해 발생함
- 국내에서는 천리안 해양관측위성에 적용된 기하보정 기술(INRSM)을 보유하고 있고, 프랑스 AIRBUS D&S사와 한국항공우주연구원이 공동 개발하였음
- GOCI에서 사용된 기하보정은 Landmark와 Tie-point의 정합을 통해 각 픽셀의 지구상 위치를 추정하고 영상 Resampling을 통해 결과물을 생성함
- 복사보정 처리가 된 영상에 대해서 다음과 같은 관측 당시의 위성체 정보가 사용되어 기하보정을 수행함

※ Telemetry : 해색탑재체 상태 정보, UTC-OBT 시간 동기 정보



- ※ Event : 관측스케줄, 슬롯 당 Image Motion Compensation(IMC) 위경도 보정값
- ※ Ephemerides : 위성체 및 태양/달의 궤도 정보

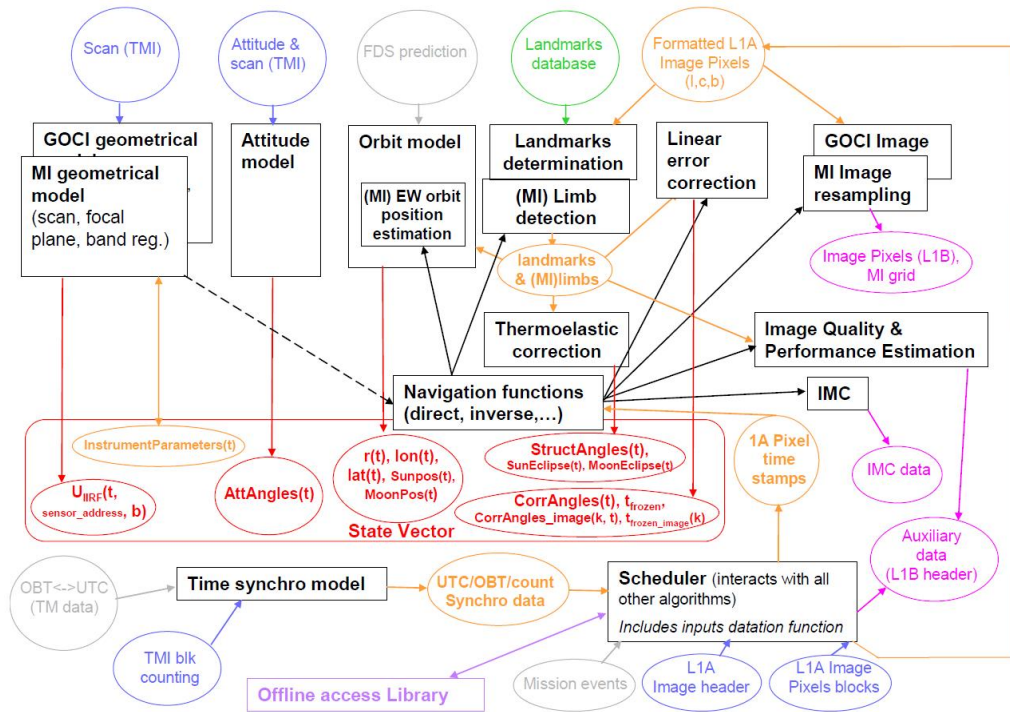


그림 12. GOCI INR 기술 구조도

○ 국외 동향

- 전세계적으로 사용되는 일반적인 기하보정 방법은 수학적 모델링, 사상 다항식 모델링, 재배열과 보간법 등이 있음
- 수학적 모델링 (Mathematical Modeling) : 기하학적 오차의 모든 원인을 분석한 후, 이를 사용하여 왜곡된 영상을 원래의 상태로 변환시키는 역변환 체계를 구하여 왜곡을 보정하는 기법으로 영상의 기하 왜곡들을 원인에 따라 모델링하여 영상 좌표와 지도 좌표간 변환식을 구함. GCP 없이 보정 가능하나 영상 취득 센서의 특성과 궤도 및 자세 정보, 지구 곡률 등의 정보가 필요함
- 사상 다항식 모델링 (Mapping Polynomial Modeling) : 왜곡의 원인을 고려하지 않고 취득 영상과 기준 지도를 연결할 수 있는 다항식을 구하여 영상의 왜곡을 보정해 주는 기법
- 재배열(Resampling)과 보간법(Intepolation) : 변환식을 적용하여 영상에 새로운 지도 좌표를 부여하고 재배열하는 과정에서, 변환된 영상 좌표는 정수 값을 갖지 않으므로 기하 보정된 영상의 화소 값은 주변 화소 값들을 보간하여 결정함



라. 위성자료 정밀보정기술 분야

- 위성 광학계는 제작시 불필요한 잡광(Stray light)의 발생을 피할 순 없기 때문에, 위성 자료로부터 유의미한 결과를 획득하기 위해서는 잡광 보정이 반드시 필요함
- 잡광은 거울면(Mirror)에서의 산란(Scattering), 렌즈(Lens) 및 필터(Filter)면에서의 산란, 렌즈 및 필터 재질의 불균일한 굴절률이나 이물질에 의한 산란, 렌즈 및 필터면 사이에서 발생하는 다중반사, 망원경 구조물면에 의한 산란, 렌즈 및 필터내에서 발생하는 레일리(Rayleigh) 산란, 입사동(Aperture)에서의 회절(Diffraction) 등과 같은 다양한 원인에 의해 발생함

○ 국내 동향

- GOCI의 잡광 보정은 초점(focus) 주변에 발생하는 ghost에 대한 지상 측정 데이터를 기준으로 PSF(Point Spread Function) 역보정을 수행
- 세계최초로 정지궤도 해색위성을 운영함에 따라 예상치 못한 영상의 슬롯간 편차(Inter Slot Radiance Discrepancy, ISRD)가 GOCI에서 발생되었으며, 한국해양과학기술원 자체 알고리즘 개발을 통하여 문제를 해결함
- 슬롯간 편차는 태양고도각 변화에 의한 복사량의 변화 외에 타슬롯의 밝은 광원의 ghost에 의한 추가 영향이 있었음

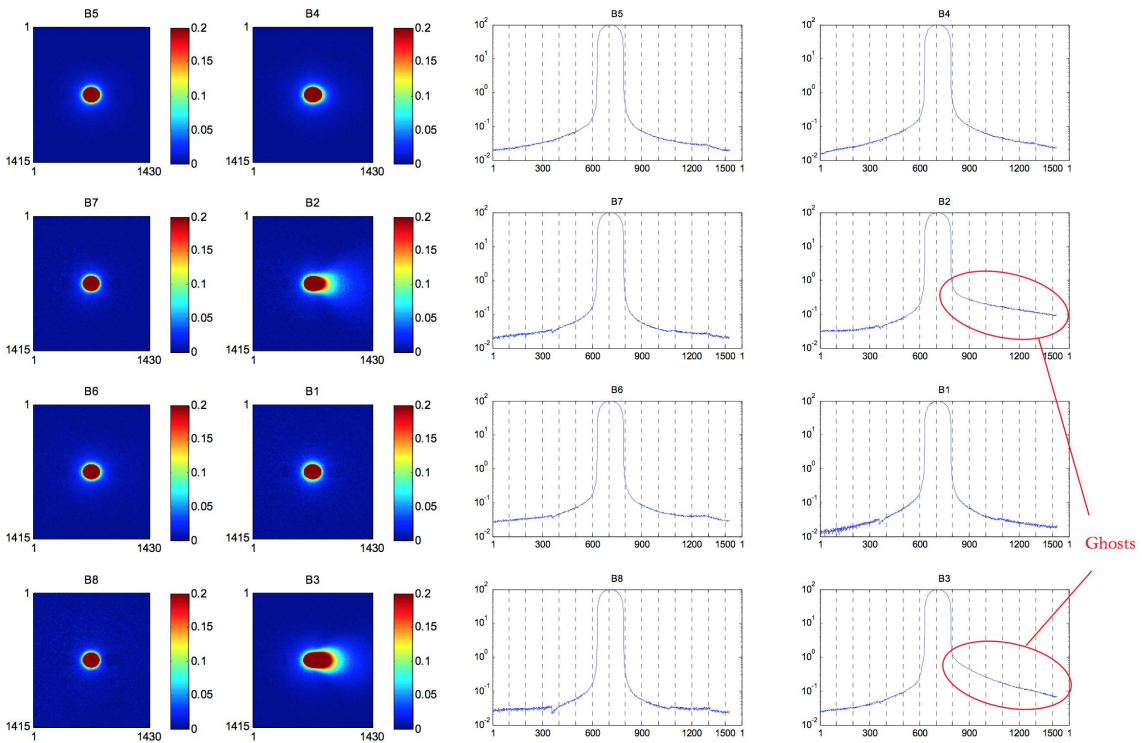


그림 13. GOCI 잡광 보정을 위한 Ghost 측정

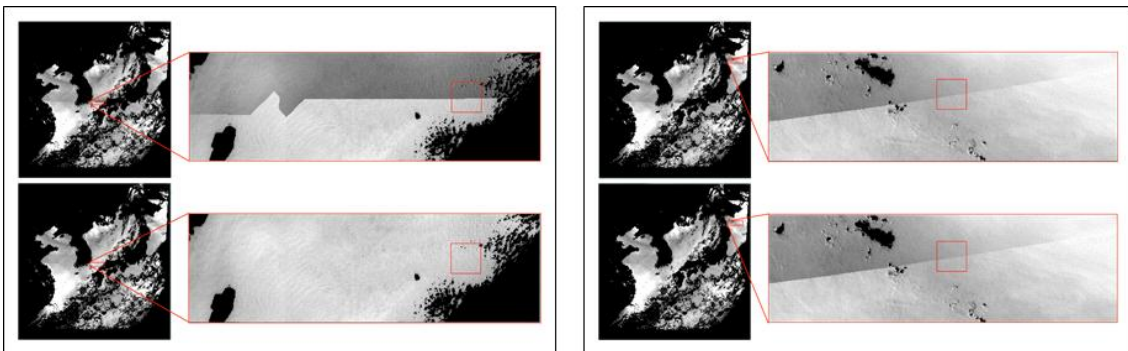


그림 14. 태양 고도각 변화에 의한 복사량 변화 알고리즘 적용을 통한 GOCI의 슬롯간 편차 보정 영상(좌)과 적용 후에도 남아있는 슬롯간 편차 문제(우)

○ 국외 동향

- 지구관측위성들은 유용한 데이터 획득을 위하여 각 광학계에 특화된 잡광 보정 기술을 개발하여 지상에서 보정처리를 수행하고 있음
- NASA의 대표적인 해색위성인 SeaWiFS와 MODIS 또한 각 기기의 특성에 맞는 알고리즘 설계를 통한 잡광보정을 수행 중

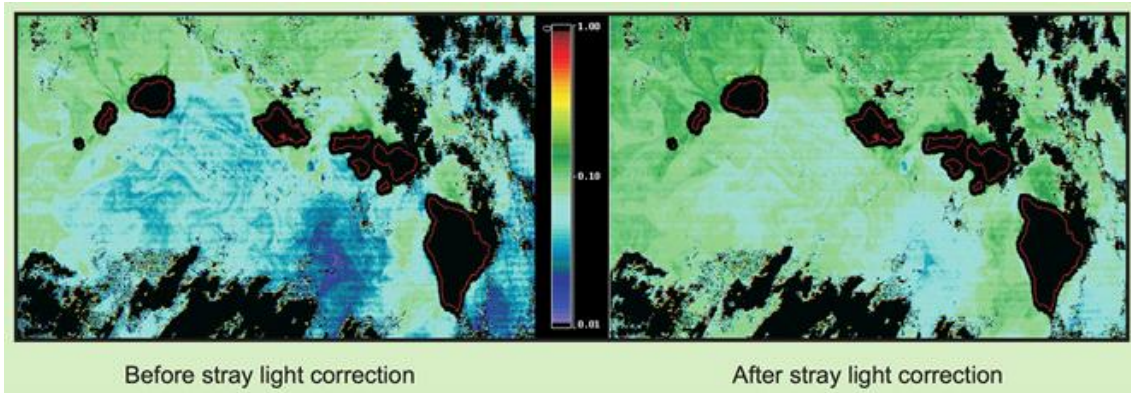


그림 15. MODIS의 잡광(straylight) 보전 전(좌)과 조정(후) 영상

제 2 항 해색위성자료 처리기술

가. 대기보정 기술분야

- 해양위성으로부터 정확한 해색 스펙트럼을 산출하기 위해서는 대기보정 과정을 반드시 거쳐야 하는데(그림 16), 이 과정에서 통상 전체 신호의 10% 미만을 차지하는 해색 스펙트럼 정보만 산출해야하기 때문에 실제로 적용하기에 매우 예민하고 변수가 많은 과정임



○ 국내 동향

- 천리안 해양관측위성 자료의 대기보정은 SeaWiFS표준 대기보정에 이론적 기반을 두었으며, 적색파장대(660nm)와 두 NIR파장대 상관관계 모델을 구축하여 대기-해수 상호보완 대기보정을 수행(Ahn et al., 2012).
- NASA와 달리 복사전달 시물레이션 기반 복수산란 대기투과도 추정
- 탁도가 높은 해역에서 엽록소 농도가 국지적으로 크게 변하는 경우 660nm 흡광작용으로 인한 정확도 하락하는 문제가 있어 이를 보완하는 연구들이 해양위성센터에서 진행 중(Lee et al., 2012)

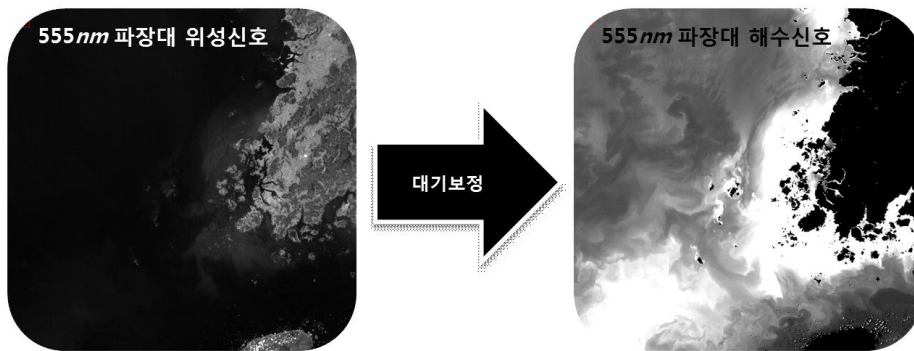


그림 16. 천리안 해양관측위성의 대기보정 전과 후 영상

- 그 밖에도 MODIS 위성을 이용한 대리교정, 흡광 에어로졸 문제를 보완하기 위해 자외선 파장대를 이용하는 기법 등의 다양한 연구들이 진행 중임

○ 국외 동향

- 위성을 통한 해색 원격탐사 최초의 대기보정 방법은 CZCS에서 Gordon(1978)에 의해 개발되었고, 근적외 파장대(near infrared : NIR)에서 해수의 신호는 0에 가깝고, 위성에서 관측되는 모든 신호는 빛의 대기산란에 의한 신호라고 가정 (black pixel assumption).
- CZCS의 단일산란 근사는 에어로졸 광학두께가 0.3 이하일 경우 근사가 가능하지만, 에어로졸의 농도가 더 짙어지는 경우에는 정확도를 향상시키기 위해 대기에 의한 빛의 복수산란을 고려한 이론의 적용이 필요
- 이러한 문제점을 극복하기 위해 에어로졸 종류에 광 특성의 변화와 이를 반영한 광자의 복수산란 고려되기 시작함
- SeaWiFS와 MODIS에서는 Shettle and Fenn (1979) 기반 12개 모델을 2010년까지 사용하였고, 이후에는 에어로졸 모델을 Aeronet-OC관측 기반 모델로 갱신(Ahmad et al., 2010)함



- 탁도가 높은 해역에서의 대기보정 문제를 보완하기 위해서는 Siegel et al. (2000), Stumpf et al. (2003) 방법을 표준으로 채택하여 사용 중
- MERIS 위성은 SeaWiFS의 표준 대기보정에 이론적 기반(Antoine and Morel, 1999)을 두었으며, 역시 에어로졸과 대기분자산란이 더해진 복수산란 반사도 기반으로 에어로졸 모델 선택
- 탁한 해역에 대해서는 대기-해수모델의 상호보완으로 NIR 파장대 대기-해수 신호 분리하는 Lavender et al.(2005) 방법을 사용
- MERIS의 대리교정은 NIR파장대 에어로졸의 단일산란 가정 상관관계 모델을 통해 NIR파장대 보정하며, 가시광 파장대 보정은 NASA의 방법과 동일
- 일본 OCTS 위성도 SeaWiFS표준 대기보정에 이론적 기반(Fukushima et al., 1998)을 두고 있으며, 에어로졸 모델은 에어로졸 광학두께 기반으로 에어로졸 모델 선택



표 16. 해색 센서에 따른 대기보정 알고리즘

센서	운영 기관	표준 알고리즘 개발	에어로졸 추정 파장 (nm)	에어로졸 모델	탁도보정 파장(nm)	흡광성 에어로졸 보정 파장 (nm)
CZCS	NASA	Gordon (1994)	670	X	X	X
SeaWiFS	NASA	Wang and Gordon (1994)	765, 865	Shettle and Fenn 기반 (~2010) Aeronet-OC 실측 기반 (2010~)	X	X
MERIS	ESA	Antoine and Morel (1999)	754, 865	Shettle and Fenn 기반 + 가상 blue aerosol 모델 추가	709, 779	X
MODIS	NASA	Wang and Gordon (1994)	745, 867	SeaWiFS와 동일	1242, 1628	X
OCTS	NASD A/EOC	Fukushima et al. (1998)	765, 862	Shettle and Fenn 기반 모델 + Asian Dust 추가	670	380 nm
GOCI	KOSC/ KIOST	Ahn et al. (2012)	745, 865	Shettle and Fenn + OPAC 기반 모델	660	X
VIIRS	NOAA	Wang and Gordon (1994)	745, 862	Shettle and Fenn 기반	1238, 1601	X
GOCI-II	KOSC/ KIOST	개발 예정	745, 865	미정	620, 709	380

나. 해색산출물 생산 기술

○ 국내 동향

- 기존의 극궤도 해색위성을 이용한 다양한 연구들이 진행되었지만, 해색산출물 개발은 정지궤도 해색위성을 운영하기 시작한 후부터, 한반도에 보다 적합한 알고리즘 개발이 활발해지고 있음



- 적조지수
 - 위성자료를 이용하여 적조를 분석하기 위해 해색위성인 MODIS를 이용하여 2단계 필터링 기법을 적용한 알고리즘이 개발되었으며 (김용민 외, 2007), 중해상도 육상위성인 Landsat 위성자료를 이용한 검출 기법이 연구됨 (서형수 외, 2006)
 - Ahn et al.(2006)은 SeaWiFS chl-a 자료와 AVHRR SST 자료를 이용하여 우리나라 남해 및 동해 연안의 클로로필 번성 및 *C. polykrikoides* 종의 번성을 분석하였으며, 적조의 감지를 위한 Redtide Index (RI)를 개발하였음(Ahn and Shanmugam, 2006)
 - 이후 GOCI 자료를 이용하여 우리나라 남해 연안에서의 적조를 효과적으로 감지하기 위한 새로운 방법을 제안함(손영백 외, 2012)
- 하향 확산 감쇠계수
 - 하향 확산 감쇠계수는 수직적으로 분포하는 해수에 대한 광학적 구조를 표현하는 기초를 제공하기 때문에 해양 분야의 연구에서 매우 중요한 역할을 함
 - 또한 상층 해양의 열전달, 수중에서의 광합성 및 다른 생물학적 과정에 대한 연구, 해양 일차 생산력 추정, 대양 및 연안에서의 탁도 추정 연구 등의 보조 자료로 이용됨으로서 해양원격탐사를 포함하는 다양한 해양 연구에 매우 중요한 요소임(Lee et al., 2005)
- 총부유물(부유사)
 - Ahn et al.(2001)은 원격반사도 밴드비보다 단일밴드를 이용하여 부유물 농도 산출 알고리즘을 개발하였고, 현재는 GOCI를 이용한 연구들이 활발히 이루어지고 있음(Min et al., 2013, Choi et al. 2012)
- 형광 알고리즘
 - 연안 해역에서의 CHL 추정은 fluorescence line height (FLH)를 이용하여 추정하는 방법이 효과적임
 - 이 방법은 해수의 흡광 스펙트럼 형태에 의해서 탁도가 높아질 때도 FLH가 높아져 농도를 과대 추정하는 결과가 발생하므로 GOCI를 이용한 개선 연구가 진행 중
- Case-II water 알고리즘
 - Case-II 해역의 경우 해수 광특성이 부유사나 용존유기물 영향을 강하게 받기



- 때문에 식물성 플랑크톤을 대표하는 엽록소 농도를 추정하는 것이 어려움
- Ahn and Shnmigamn(2007)에 의해 한반도에 초점을 둔 엽록소 형광 파장대 방출 특성을 고려한 추정방법이 연구된바 있음
- 해류 벡터/전선
 - 해류벡터는 해수의 유향 및 유속정보를 나타내는 자료이며, 이는 해양환경 분석 및 예측에 활용됨
 - 표층 수온자료를 이용한 추정 연구가 있었고(김과 노, 2000), 최근에는 영상 패턴을 이용하여 해류벡터를 추정하는 연구 등이 진행 중임
 - 조류의 시간적 변동성에 따르는 총부유물질의 전선을 분석하는 연구(Choi et al., 2012; Yang et al., 2013)들이 수행됨
 - 특이영상 탐지 알고리즘
 - 적조, 기름유출 등의 해양 이상 현상은 인간 및 해양 생태계에 악영향을 미치는 요인임
 - 이러한 문제를 해결하기 위해서는 실시간으로 해양 환경을 모니터링 할 수 있는 시스템이 필요함
 - 그러나 방대한 해양 환경을 동시에 실시간으로 모니터링하기에는 막대한 비용이 들어감
 - GOCI는 하루 8회 매 시간 한반도 근해를 모니터링하는 장점에 코사인 유사도 방법을 접목하여 위성 영상으로부터 이상 현상을 자동 검출하는 연구가 수행되었음(Yang et al., 2013)
 - 시계열자료 분석
 - 인공위성은 해양의 장기 변동성을 모니터링 하기 위한 방법 중의 하나임
 - 기존의 여러 연구에서는 위성 자료를 이용하여 클로로필의 장기 변동성 및 특정 기후 이벤트가 발생하였을 때의 클로로필 변동성 등을 연구
 - Kim et al. (2009)와 Yamaguchi et al. (2012)는 10년 동안의 SeaWiFS chlorophyll 자료와 양자강 방출량 사이의 지연 상관을 이용하여 양자강 방출에 의한 저염수의 패치가 시간이 지남에 따라서 동쪽으로 이동해 간다는 것을 밝힘
- 국외 동향
- 하향 확산 감쇠계수



- 경험적 상관관계 방법(empirical relationship method)을 활용한 연구(Austin and Petzold, 1981; Smith and Baker, 1981; Morel, 1988; Mueller and Trees, 1997; Mueller, 2000; Morel, 1988; Morel and Maritorena, 2001) 및 반분석적 접근 방법(Semi-analytical approach method)을 활용한 연구 (Sathyendranath and Platt, 1997; Lee et al., 2004 & 2005)가 수행되었음
- 흡광계수
 - 흡광계수는 매질(해수)내에서 입자 혹은 여러 물질들에 의해 빛을 흡수하는 정도를 나타내는 해수의 고유한 광특성으로, 해양 광학적 환경 연구를 비롯한 해양 원격 탐사의 전반적인 활용 분야에 매우 중요한 요소임
 - 초기에는 맑은 대양에 대하여 IOP 및 AOP의 상관관계에 관한 연구가 수행되었으며 (Gordon et al., 1975; Morel and Prieur, 1977), 점차 시간이 지나면서 연안의 해역에 대한 연구도 수행되었음(Carder and Stewart, 1985; Carder et al., 1991)
- 해류벡터
 - 과거에는 표층해면 수온 자료와 최대상관계수법을 이용하여 표층 해류벡터를 추정하는 연구가 많이 수행되었으나(Emery et al., 1986; Kamachi, 1989; Kuo and Yan, 1994; Dominques et al., 2000; Barton, 2002; Bowen et al., 2002), CZCS 이후 많은 해상위성자료가 제공됨에 따라 최근에는 위성자료로부터 해양의 물리적 특성을 이해하기 위한 많은 연구들이 수행중임(Prasad et al., 2002; Dzwonkowski and Yan, 2005; Sackmann and Perry, 2006; Yoo and Park, 2009)

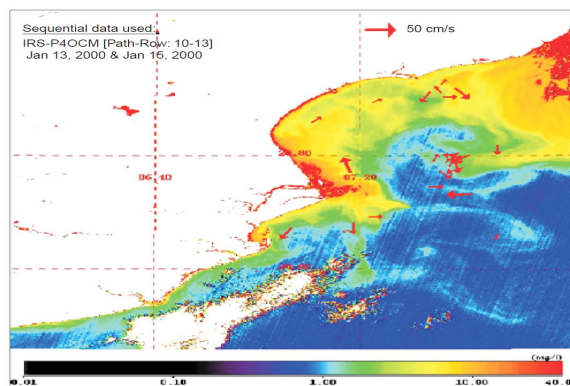


그림 17. IRS-P4 OCM SS 자료를 이용하여 산출한 표층 유속
(from Prasad et al., 2002).



- 해양전선
 - 해양전선은 온도, 염분, 밀도 차이 등에 의해 해수 표면에 나타나는 경계면으로(Valavanis et al., 2007), 해양의 생물학적 활동과 밀접한 관련을 가짐(Blanton, 1986; Bost et al., 2009)
 - 클로로필의 전선을 통해 대양에서 발생하는 소용돌이의 시간적 변동성을 분석하는 연구(Belkin and O'Reilly, 2009, Miller, 2009) 등이 수행되고 있음
- 염분도
 - 인공위성을 활용한 염분 추정 방법은 해수 중에 녹아 있는 유기물, 용존 유기물(CDOM, Colored Dissolved Organic Matter)의 흡광 특성(adom, absorption coefficient of CDOM)에 기초함
 - Urquhart et al.(2012)는 염분과 CDOM의 상관관계를 다양한 통계 분석을 통해 해석하여 알고리즘을 도출하였음
 - 일반적으로 연안 해역에서 CDOM과 염분은 역상관관계를 갖는다고 알려져 있음(Blough and Del Vecchio, 2002)
- 적조지수
 - 인공위성 자료를 이용한 적조 및 플랑크톤 번성의 분석을 위해 초기에는 NOAA AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) 수온 측정자료가 사용되다가 (Kahru et al., 1993; Gower, 1994) 해색 위성의 개발과 함께 CZCS (Coastal Zone Color Scanner) 및 SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field of view Sensor) 등의 해색 위성자료를 이용한 적조 분석이 이루어짐(Stumpf, 2001; Hu et al., 2003; Stumpf et al., 2003; Ishizaka et al., 2006; Carvalho et al., 2010)
 - 흡광계수와 역산란계수를 이용하는 반분석적 방법 (Cannizzaro et al., 2008)이나 형광밴드를 이용한 방법 또는 경험적 알고리즘 (Carvalho et al., 2011) 등도 수행됨
 - 항공기에 탑재된 센서를 이용하여 연안의 적조를 자세히 분석하기도 함(Ryan et al., 2009)
- 1차생산량
 - 해양 일차생산력은 해양생태계의 구조와 작동 특성을 결정짓는 주요한 생태계 변수일 뿐 아니라 수산자원의 양적인 변동을 결정짓는 중요한 요인임
 - 위성자료를 활용하여 보다 정확한 일차생산 추정을 위해 경험적 알고리즘,



반경험적 알고리즘, 생물광학 알고리즘 등 여러 알고리즘들이 개발되어 사용되고 있음(Eppley et al., 1985; Balch et al., 1989a & 1989b; Howard and Yoder, 1997; Iverson et al., 2000)

- 용존유기물

- CDOM (Colored Dissolved Organic Matter)은, 자외선(UV-A, UV-B)과 청색 파장대의 빛을 강하게 흡수하는 물질로서 연안에서는 주로 육지의 담수, 오수, 퇴적물 등으로 공급되며, 외양역에서는 주로 박테리아에 의한 식물 플랑크톤의 분해나 동물플랑크톤의 배설물, Sloppy Feeding등에 의해 생성되는 것으로 알려져 있음(Urban-Rich, 1999)
- 현재 운용중인 용존 유기물의 흡광계수 분석 알고리즘들은 반분석적 방법을 이용한 Carder 알고리즘(Carder et al., 1999)과 GSM 알고리즘(Garver and Siegel, 1997; Maritorena et al., 2002), 분석적 방법을 이용한 QAA 알고리즘(Lee et al., 2002) 등이 있음

- 총부유물(부유사)

- Zhang et al.(2010)은 현장 관측된 부유물질의 흡광계수와 역 산란계수와 bio-optical 모델을 이용하여 부유물 농도 산출 알고리즘을 개발하였음

- 이산화탄소

- 인간 활동으로 인해 대기 중 배출된 이산화탄소의 약 절반은 해양에 흡수됨.
- 이러한 탄소량을 시/공간적으로 정확히 파악하고 해양에서의 전체적인 탄소 수지를 정량화하기 위해 원격탐사 자료의 활용이 증대되고 있음
- QuickSCAT과 같은 microwave 위성자료를 이용하여 해수면 근처의 풍향과 풍속을 추정하고, SeaWiFS 및 MODIS 등 해색위성을 이용하여 도출해낼 수 있는 해수면온도, 클로로필 농도, 용존 유기물 자료를 이용하여 대기-해양간 탄소 교환량을 추정해내는 연구가 진행되어왔음(Else et al., 2008)

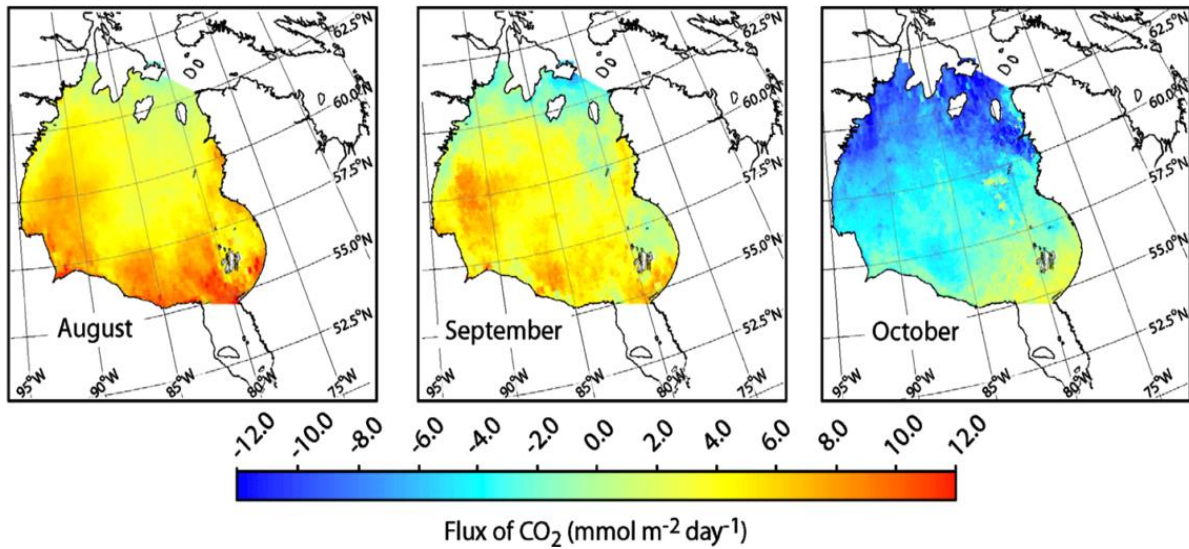


그림 18. 기후자료와 위성자료를 이용하여 도출된 캐나다 허드슨베이의 월간 이산화탄소 교환량. (붉은색: 대기로의 이산화탄소 배출, 푸른색: 바다 속으로의 이산화탄소 흡수(Else et al., 2008))

- 입자성 유기탄소

- 해양에서 탄소는 용존 무기탄소(DIC, Dissolved Inorganic Carbon), 용존 유기탄소(DOC, Dissolved Organic Carbon), 입자성 유기탄소(POC, Particulate Organic Carbon), 입자성 무기탄소(PIC, Particulate Inorganic Carbon)로 존재함
- Stramski et al.(1999)은 남극 전선역과 로스해에서 입자성유기탄소와 해수의 부유입자의 역 산란계수의 상관관계와 부유입자의 역 산란계수와 원격반사도의 관계를 이용하여 해색 위성 자료로부터 입자성 유기탄소 농도를 추정하고 북극해의 변화를 추적

- 조류변성

- 조류의 종류는 크게 harmful algae (유해적조), brown tide (갈조류), blue algae (청조류) 등으로 구분
- 가장 대표적인 조류변성 추정 방법으로는 형광 파장대를 활용한 적조추정 방법과 식생지수를 활용한 녹조 추정 방법이 있음
- 남조류 (Cyanobacteria) 등의 특정 종의 분류를 위해 해색 위성영상을 사용하여 분석하기도 함 (Siegel et al., 1999; Siegel and Gerth, 2000; Kutser et al., 2006)
- 2008년 칭다오 연안 해역에서 대규모로 발생된 녹조 (green algae) 패치에 대해 MODIS 위성자료를 이용하여 NDVI 방법으로 분석을 실시(Shi and



- Wang, 2009) 하였으며, SAR 위성자료를 이용하여 분석하였음 (Ciappa et al., 2010)
- Hu et al. (2010)은 FAI(Floating Algae Index)을 개발
- Case-II water 알고리즘
 - Case-II 해역의 경우 해수 광특성이 부유사나 용존유기물 영향을 강하게 받기 때문에 식물성 플랑크톤을 대표하는 엽록소 농도를 추정하는 것이 어려움
 - 이 해역 엽록소 추정 방법은 식물성플랑크톤의 번성이 탁도와 어느 정도 지역적 상관관계를 가지고 있다고 가정한 경험적 추정방법(Siswanto et al.,2011; Tassan, 1994)과 엽록소 형광 파장대 방출 특성을 고려한 추정방법(Gordon, 1979; Gower, 1982; Babin et al., 1996; Huot et al., 2005)이 주로 사용
 - Level 2 산출물 검증 기술
 - 해색원격탐사 산출물의 품질관리를 위해서 정확도를 보장 할 수 없는 자료를 선별하고 항목별로 flag형태로 표기하는 알고리즘 개발 (Robinson et al.,2003)
 - 타 위성 융합 산출물 생산 기술
 - 자료를 부수적으로 활용하여 해색 산출물의 정확도를 향상시키거나 반대로 타 위성자료에 해색 산출물을 부수적으로 활용하여 정확도를 향상 시키는 방법 또한 여러 분야에서 연구가 진행 중
 - 대표적인 방법으로 연안 지형 모니터링을 위하여 SAR를 통하여 높은 공간 해상도 지형정보를 얻고 천리안의 높은 시간해상도 정보를 융합하여 높은 해상도의 일주기 정보를 획득
 - Landsat을 통하여 높은 공간해상도 연안 부유퇴적물 정보 획득 후, 천리안의 높은 시간해상도 정보를 융합하여 높은 시간해상도와 공간해상도를 가진 연안 해역 부유퇴적물 자료 획득
 - 오랜 검·보정으로 산출자료의 신뢰성이 보장된 타 위성자료를 바탕으로 해색센서 산출자료 대리교정에 활용 (Eplee et al., 2001; Wang, 2005)
 - 시계열자료 분석
 - Murtugudde et al.(1999)는 SeaWiFS chlorophyll 자료를 이용하여 1997-1998년에 일어난 강한 엘니뇨 시기에 Indo-Pacific basin에서 이례적으로 높은 클



로로필 농도를 나타내었음을 주장

- Chen et al. (2009)는 1997년 12월부터 2002년 12월까지의 SeaWiFS의 해수 수출 복사 휘도 (Lw)와 클로로필 농도 (Chl-a) 자료를 이용하여 양자강 방출에 대한 영향을 조사

- 쓰나미 분석 기술

- 쓰나미에 의한 피해 면적에 대한 분석을 위해 해색위성인 MODIS 자료 (Belward et al., 2007) 및 중해상도 해상도인 ASTER, SPOT 영상을 활용함 (Chen et al., 2005; Kouchi and Yamazaki, 2007)
- 쓰나미 직후의 해양 환경 변화 분석을 위해 해색 위성자료가 활용됨 (Tan et al., 2007; Yan and Tang, 2009)

다. 자료 분석 소프트웨어 개발

- 해색위성자료 분석 소프트웨어를 일반에 무료로 공개한 국가는 미국, 독일, 프랑스, 한국이 있으며, 그 외에는 대부분 비공개이거나 유료로 배포중임
- 이 소프트웨어들은 사용자들이 쉽게 위성자료를 분석할 수 있는 다양한 기능을 탑재하고 있으며, 기본적으로 실시간 자료처리 소프트웨어가 가지는 표준산출물 생산 기능이 포함되어 있음

○ 국내 동향

- IMPS(한국항공우주연구원)

- IMPS(Image Pre-processing System)는 천리안 해양관측위성으로부터 수신된 원시자료를 복사보정, 기하보정 처리하여 최종적으로 He5 포맷의 위성자료를 생산하는 시스템임
- 처리 수준에 따라 Level 0, Level 1A, Level 1B로 구분되며, 야간에 수행하는 보정 관측으로부터 수신된 자료는 Level 0, Level 0C로 구분하여 처리하도록 되어 있음
- 영상처리 알고리즘들은 한국해양과학기술원, 한국항공우주연구원, AIRBUS D&S사(프랑스)가 공동 개발하였고, 이 시스템은 한국해양과학기술원과 한국항공우주연구원(백업기관)에서만 천리안 해양관측위성의 운영을 위해 실시간 자료 처리에 사용하고 일반에 배포되지는 않음
- 실시간 자료 처리 외에도 원시자료 비정상 수신을 대비한 위성자료 합성 기능, 위성상태 보조자료 디스플레이, 센서의 defective pixel 분석, 위성운영관



런 자료 database 열람의 분석 기능을 가지고 있으며, 실시간 자료처리 실패를 대비한 자료재처리 기능이 있어 위성 운영자의 업무 효율성을 높이는 데 도움이 됨

- IMPS는 영상처리 단계에 따라 여러 가지 서브시스템들로 구성되어 있고, 이들은 Windows, Linux 운영체제에 C와 IDL 언어로 개발되었음

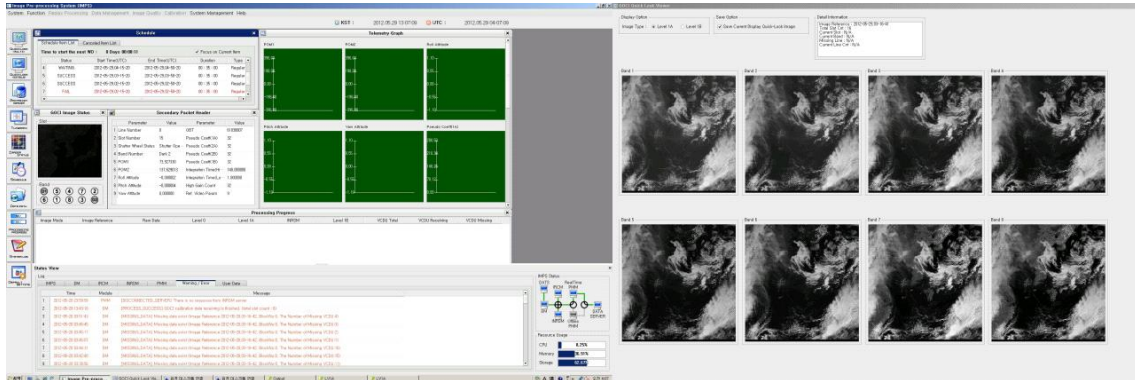


그림 19. IMPS 화면

- GDPS(한국해양과학기술원)

- 2010년 발사된 천리안 해양관측위성의 위성관측 자료를 처리/분석하기 위해 한국해양과학기술원 해양위성센터가 개발한 GOCI 자료처리시스템
- GDPS의 약어는 GOCI Data Processing System이고 세계최초 정지궤도 해양 위성 자료처리시스템으로 실시간 운영모드와 사용자모드 두 가지가 존재함
- 입력 자료는 위성원시자료의 복사보정, 기하보정이 모두 완료된 Level 1B이상의 자료이고, 해양광학모델을 통하여 해수 광특성과 해양환경특성(클로로필, 부유물질, 용해유기물 등) 자료를 생산
- GDPS는 싱글 스레딩(Single-threading) 방식과 중앙 집중식 처리 (Centralized Processing) 방식을 이용하여 L2 산출물들을 순차적으로 생산함에 따라 처리 시간이 많이 소요되는 단점이 있음

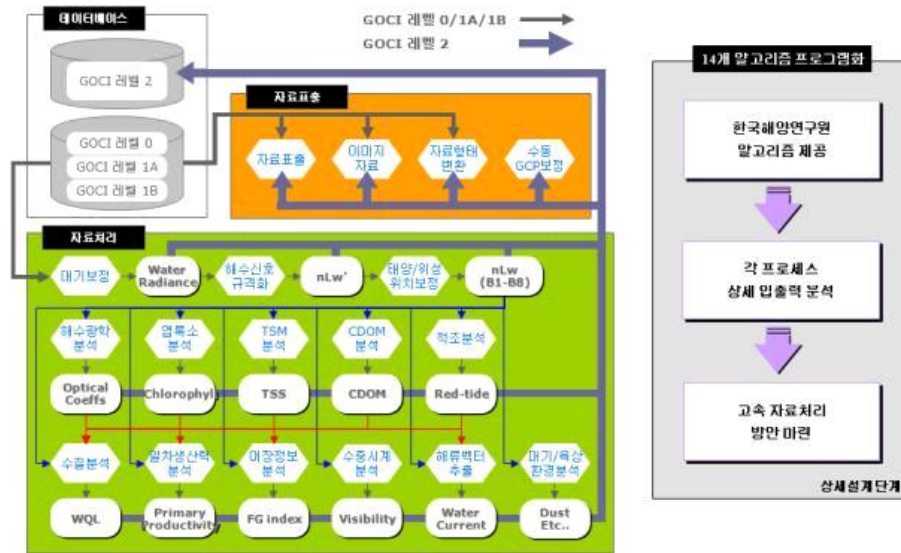


그림 20. 자료처리시스템 S/W를 통한 산출물 생산 흐름도

- GDPS는 C언어 기반으로 현재 1.2버전까지 개발되었고 기본적인 자료처리 외에 다중 영상 디스플레이, 현장자료와 위성자료 매칭기능, 이미지 자르기, 최대 1,000개의 영상처리 기능, 히스토그램, 스펙트럼 프로파일 분석 등의 다양한 기능이 있음

표 17. GDPS 버전 1.2의 주요 기능

Products	Chlorophyll, Colored Dissolved Organic Matter, Total Suspended Sediments, KD490, VISibility, Red-tied Index, Dust, Land(NDVI, EVI), Rayleigh Corrected Reflectance, Daily Product, Fishing Ground Information, Primary Productivity, Water Qaulity Level, Water Current Vector
Data processing	Batch processing for 1000 images Extraction satellite image data corresponding in-situ data location
General Function	Convert to other image format(jpeg, binary, ascii, ENVI format) Navigation, ROI & Annotation, Mouse position information, Band Math, Contour, Spectral profile, Histogram, Scatter Diagram, Subset Image, Color manipulation etc.
OS	32-bit window, 64-bit window

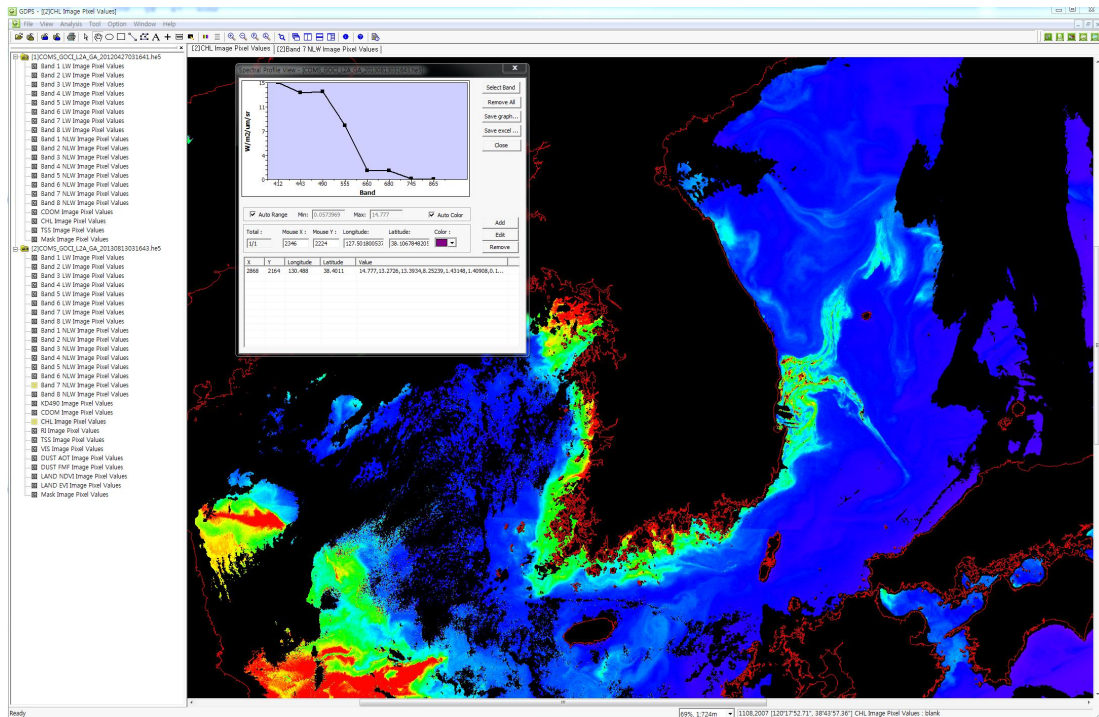


그림 21. GDPS 화면

○ 국외 동향

- TeraSCAN(미국)

- TeraSCAN Software는 1982년 Robert Bernstien이 창설한 SeaSpace Corporation에서 1984년부터 개발하여 실용화되고 있는 인공위성 영상처리 소프트웨어로, 다양한 위성자료 처리가 가능함
- 본 시스템은 상용소프트웨어로 현재 30개국에서 450여 시스템이 가동 중이며, 국내에서도 한국해양과학기술원, 예서도 1998년부터 NOAA, SeaWIFS 자료를 수신/처리하기 위하여 본 시스템을 갖추어 GOCI의 기본 알고리즘 개발에 활용하였음
- TeraSCAN Software는 Sun solaris와 Redhat Linux 두 가지 OS 플랫폼을 지원하고 있으며, UNIX에서 구동되는 TeraSCAN은 다음의 구성을 가짐(표 18)



표 18. UNIX용 TeraSCAN

Unix	<ul style="list-style-type: none"> - 특화된 데이터파일 포맷 : TeraSCAN Data Format(TDF) - 500개 이상의 위성자료 수신 처리용 command-line functions - TeraSCAN의 자동운용을 관리하는 데몬 프로그램 세트 - 데이터 베이스 및 참고 파일 세트 - TeraSCAN 운영자가 쉽게 사용할 수 있는 GUI 세트 - 자료 Viewing기능 3가지: TeraVision, XVu, Satellite TV
------	---

표 19. TeraSCAN Software 에서 수신·처리가 가능한 위성자료

극궤도 위성 (X-Band Data)	MODIS direct broadcast data from the Terra and Aqua EOS satellites (optional module)
	OCM data from Oceansat-1 (optional module)
	SAR data (capture only) from Radarsat-1 and ERS-2
극궤도 위성 (L-/S-Band Data)	AVHRR, TOVS, ATOVS, and DCS data from the NOAA TIROS-N satellites
	SeaWiFS data from OrbView-2 (optional module)
	OLS and Special Sensor data (SSM/I, SSM/T1, and SSM/T2) from the DMSP satellites
	MVISR data from FY-1C and FY-1D (optional module)
정지궤도 위성 (L-Band Data)	Imager and Sounder data from GOES
	HRI data from Meteosat (optional module)
	Imager data from GMS and FY-2
	WEFAX data from GOES, Meteosat, and GMS
기타	MODIS EOS HDF from IMAPP
	NESDIS
	Archived data from SIO, Dundee, and ESA

- TeraSCAN에서 이미지 처리는 그림 22에서와 같이 L1B 데이터가 입력되면, Lac 또는 Gac 보정이 유무를 판단하고, 보정이 되어 있는 경우 fastreg라는 이미지 등록단계를 거쳐 TDF 파일을 생성함
- 보정이 되어있지 않은 경우에는 Raw data를 호출하고 이를 이용하여 보정을 거친 뒤에 fastreg과정을 거쳐 TDF파일을 생성하며, 이후 TDF 파일을 기준으로 디스플레이와 분석이 이루어짐

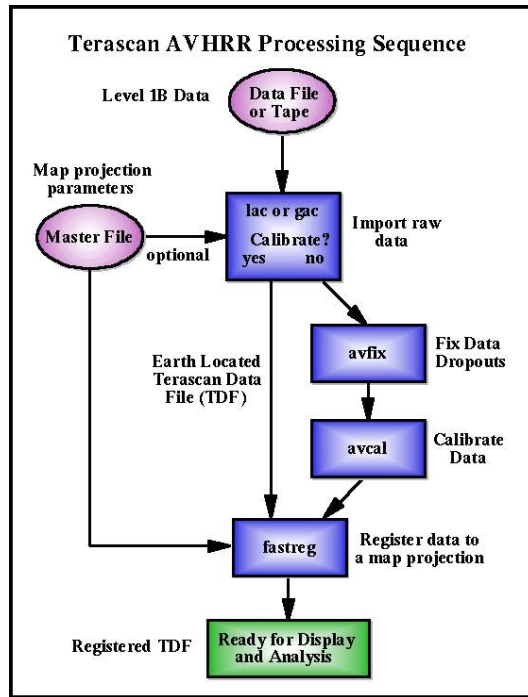


그림 22. TeraSCAN의 AVHRR 프로세싱 단계

- 사용자 인터페이스에서는 영상 강조, 영상 Overlay 기능, 영상 애니메이션 및 결합(Combining), 노이즈 제거, 데이터 값 및 정보 보기, Vertical sounding 찾기, 프린팅, 툴바, GUI 환경설정 등의 다양한 기능을 지원함

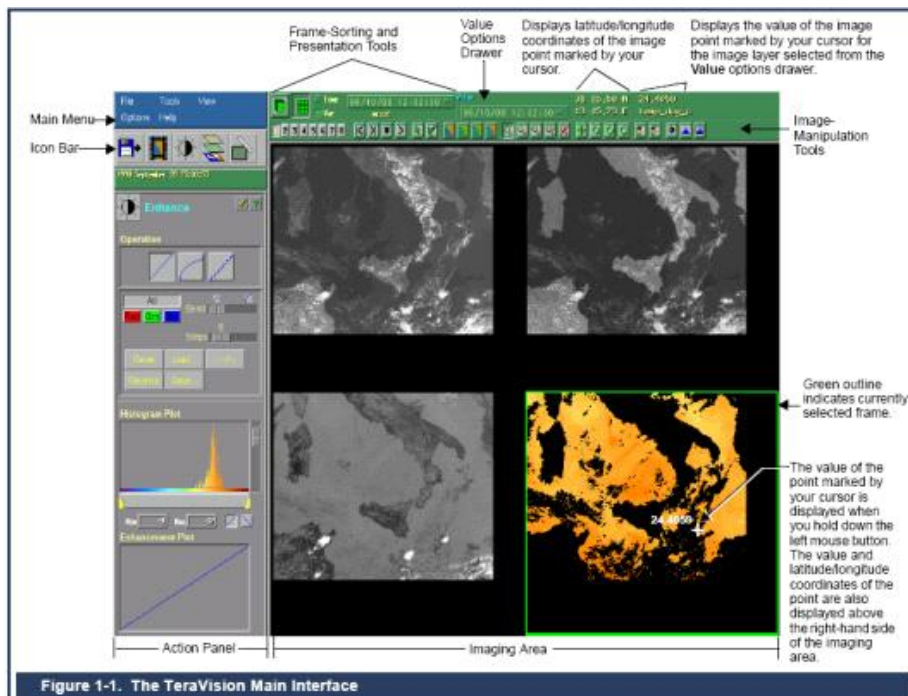


그림 23. TeraSCAN의 사용자 인터페이스



- SeaDAS(미국)

- SeaDAS(SeaWiFS Data Analysis System)는 해색관측센서 위성영상을 처리하기 위해 미국 NASA에서 1994년부터 개발한 소프트웨어임
- 각각의 위성관측자료 특성에 맞게 자료 포맷을 지원하고 있어 SeaWiFS, MODIS, OCTS, CZCS 센서 자료의 처리가 가능하고, 2014년 현재 SeaDAS 7.0.2까지 개발되어 무상으로 웹사이트를 통해 배포되고 있음
- SeaDAS는 사용자 처리 화면은 IDL, 자료의 변환 및 분석 기능은 C, Fortran 언어를 사용하고 있음
- 지원되는 플랫폼은 PC Workstations, Mac, SUN UltraSPARC, SGI O2 workstation 등이며, 운영체제는 Linux, Mac OS X10, Sun Solaris, IRIX 6.5 등임

표 20. SeaDAS에서 지원하는 위성 종류와 위성자료별 지원 기능

SeaWiFS	L1A, L1B, L2, L3, and SMI (Standard Mapped Image) processing Map projection of L1, L2, and L3 files L1 and L2 Browse product generation L1A to L0 program for renavigation Interactive L1 coastline registration and L2 QC L1 subscene extraction
MODIS	L0 to L1A Direct Broadcast processing L1A Geolocation processing L1A subscene extraction L1A to L1B processing L1B to L2 processing L2 and L3 binning SMI processing Map projection of L2 and L3 files
CZCZ	L1A to L1B processing L1 to L2 processing L2 and L3 binning SMI processing
OCTS	L1A to L1B processing L1B to L2 processing L2 and L3 binning SMI processing

- 그림 24에서 보이는 SeaDAS 사용자 인터페이스에서는 영상의 축소 및 확대, 여러 개의 위성영상 동시 디스플레이 기능, 히스토그램 분석기능, Annotation 기능, Bathmetry 생성 기능 등을 사용할 수 있도록 구성되어 있음

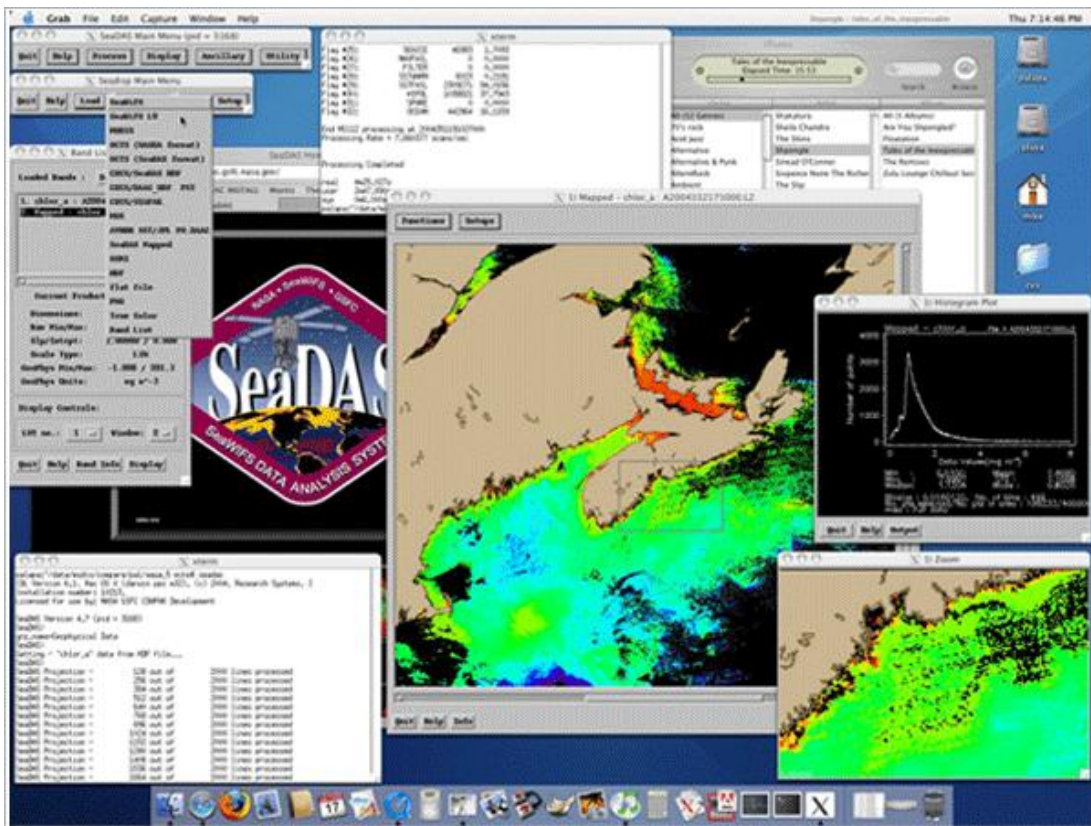


그림 24. SeaDAS 사용자 인터페이스

- 그림 24 SeaDAS에서 NOAA 위성 자료를 처리하는 과정으로 실시간으로 수신된 원시자료로부터 Level 0, Level 1A를 1차 생성하고, 이중 해양자료만 추출하여 HDF 파일 포맷으로 별도 저장함
- 예측된 고도데이터와 천체위치 정보로부터 GEO location 파일을 생성하고 이를 Level 1A 자료에 적용하여 L1B 파일 생성
- 이때 Level 1B 생성에 필요한 LUT(Look Up Table)을 사용하여 L1B 파일과 GEO파일을 생성함
- 생성된 L1B 파일은 위성영상 분석 도구인 MSL의 입력자료로 사용되어 Level2 자료를 생성하는데 사용됨

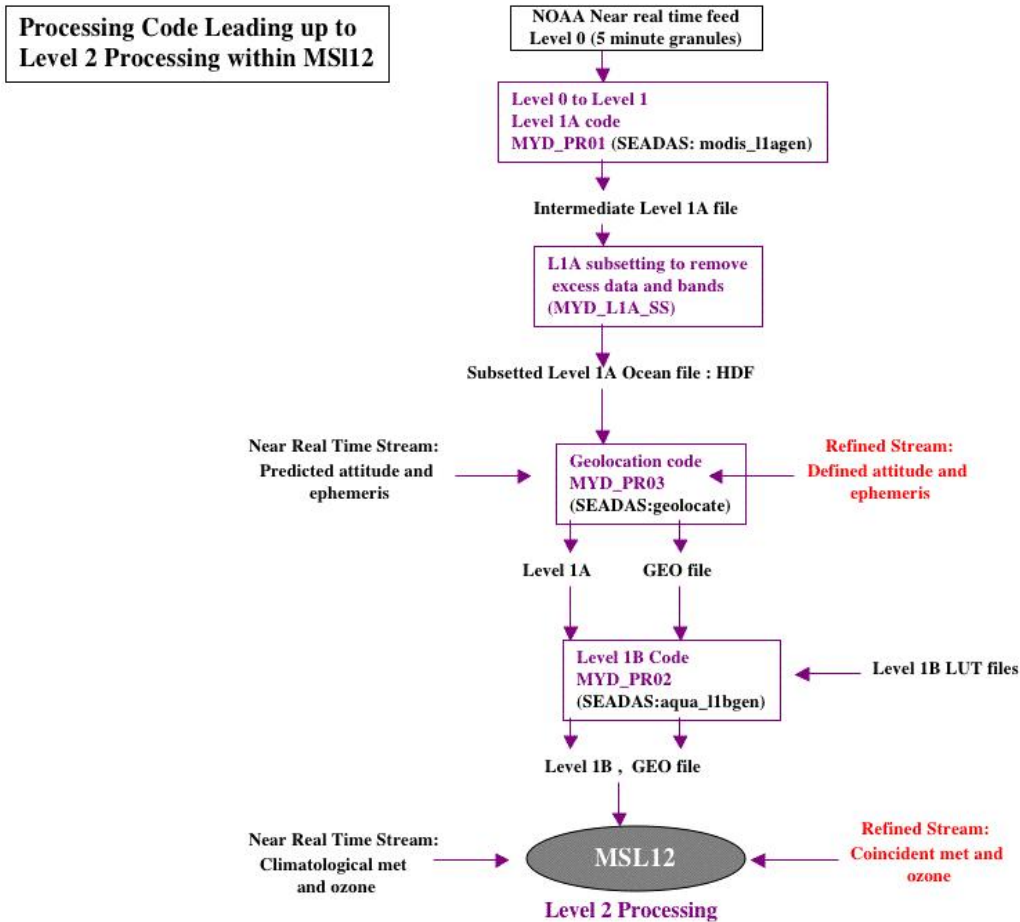


그림 25. SeaDAS의 NOAA 영상 처리과정

- BEAM(독일)

- BEAM은 ENVISAT의 기본적인 자료처리 시스템으로 처음 개발되었고, ENVISAT MERIS, AATSR and ASAR 위성영상의 분석, 처리, 디스플레이를 위한 프로그램과 Application Programming Interfaces (APIs)의 집합으로 정의할 수 있음
- 하지만 점차 기능이 확장되어 MODIS, AVNIR, PRISM, CHRIS/Proba 등의 위성영상 처리 기능이 추가되었으며 이와 동시에 NetCDF와 같은 파일포맷 또한 지원이 가능하도록 기능이 향상되었음
- VISAT-지구관측자료의 가시화, 분석 처리를 위한 데스크톱 어플리케이션, Command 라인 또는 VISAT에 의해 요청되는 위성자료처리를 위한 시스템 세트를 구성하고 있으며, JavaTM API를 지원함(원격탐사와 관련된 컴포넌트나 모듈의 개발, 기능 확장시 필요)

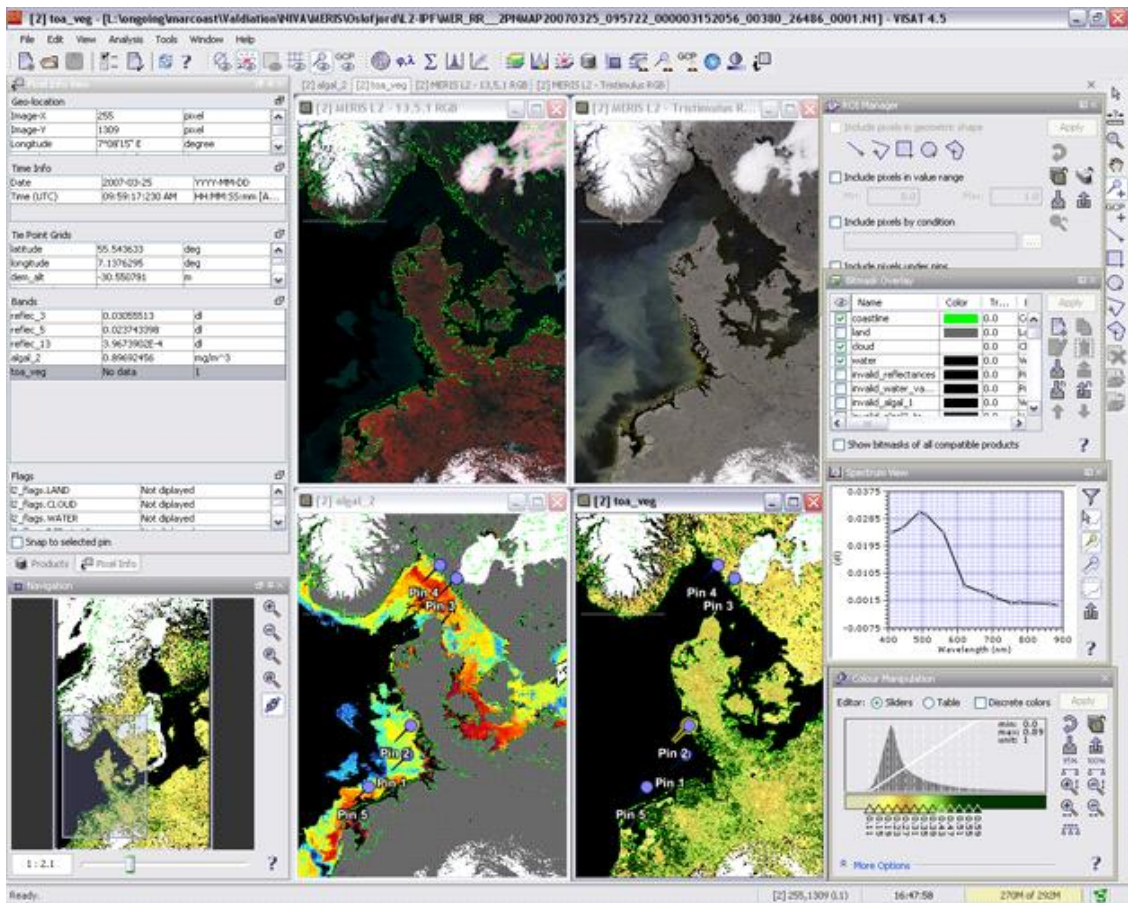


그림 26. 지구관측자료 분석을 위한 BEAM의 VISAT 사용자 인터페이스

- 표 21에서 보여주는 데이터 종류 목록은 BEAM의 기본설치 모듈을 설치하였을 때 처리가 가능한 데이터들의 목록이며, 이와는 별도로 표 22에서와 같은 일반적인 데이터 포맷을 지원하고 있음

표 21. 해외위성 및 플랫폼의 자료 형식

Instrument	Platform	Formats
MERIS L1b/L2	Envisat	Envisat N1
MERIS L3	Envisat	netCDF
AATSR L1b/L2	Envisat	Envisat N1
ASAR	Envisat	Envisat N1
ATSR L1b/L2	ERS	Envisat N1, ERS
SAR	ERS	Envisat N1
CHRIS L1	Proba	HDF4
AVNIR-2 L1/L2	ALOS	CEOS
PRISM L1/L2	ALOS	CEOS
MODIS L2	Aqua, Terra	HDF4
AVHRR/3 L1b	NOAA-KLM	NOAA, METOP
TM	Landsat 5	FAST



표 22. 해외위성 처리 S/W 지원 체계 및 설명

Format	Support	Description
BEAM-DIMAP	read + write	BEAM의 표준 입출력자료 포맷으로 SpotImage/CNES DIMAP 구조를 기반으로 XML 헤더를 가지고 있음
GeoTIFF	read + write	Quickbird, LANDSAT, SPOT 위성 영상 등에서 사용되는 널리 사용되는 자료 형식
NetCDF	read	지구관측위성 영상에 널리 사용되는 포맷으로 NetCDF CF Metadata Convention기능을 통해 BEAM에서 읽기 가능

- BEAM은 GNU public license를 가지는 소스코드를 가지며, 전체적인 Source Code를 공개하고 있음
 - 운영체제는 Windows, Linux, Unix 등의 OS를 지원하며 향후 Mac 에서도 이용 가능하도록 할 계획임
- ODESA(프랑스)
- ODESA(Optical Data processor of the European Space Agency) 시스템은 MERIS의 Level 2자료에 대한 완벽한 프로세싱을 지원하기 위해 개발되었음
 - ODESA는 2011년 바이너리 코드 배포, 2012년 소스코드와 3차 MERIS 재처리 영상 제공이 이루어졌으며, ESA의 광학 센서인 OLCI와 SLSTR(Sentinel 3에 탑재)에 대한 처리 코드 또한 제공 예정임
 - 주요 기능으로는 매치 업 프로세싱과 분석을 포함한 실증 장치, 데이터 셋 선택과 분석, Level 3 자료 생성과 분석, 대규모 영상의 원격탐사적인 분석 등의 기능, 구성을 가지고 있음

표 23. ODESA 주요 특징

<ul style="list-style-type: none"> - C (nominal code)와 Fortran/C++ 등의 표준 프로그래밍 언어 사용 - ESA documentation (DPM)과 코드간의 완벽한 호환 - 빠른 컴파일을 위한 Make 제공 - 온라인에서 지원되는 빠른 시작 가이드와 튜토리얼 지원 - 디버깅을 위한 팁 제공 - 새로운 코드 추가를 위한 예시 제공 - 기술적인 질문에 대한 답변 제공 포럼

- 또한, ODESA는 온라인 프로세싱을 지원을 하고, MERMAID 데이터 베이스와의 호환성을 가지고 있음
- ODESA에서 산출되는 자료는 Envisat 포맷, NetCDF 포맷을 가지며, 레일리 대기 보정 값과 에어로졸 반사도 값, 트랜스미턴스, 프래그 값 등 또한 저장됨.
- 제한된 영역에서의 분석이 가능하며 저장된 파일은 최신버전의 BEAM 시스템과의 호환성을 가짐

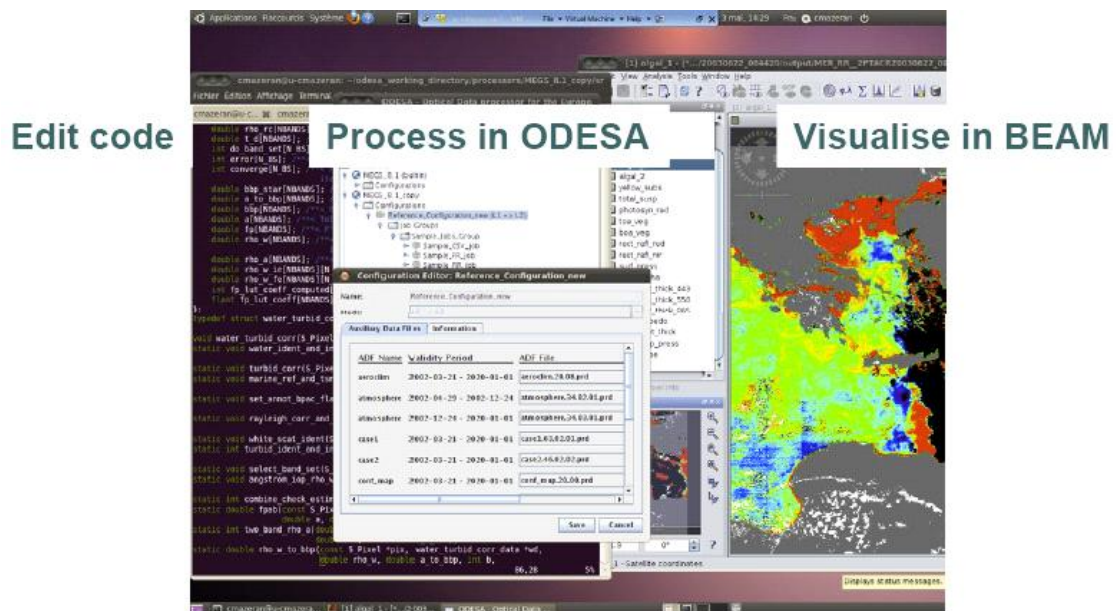


그림 27. ODESA S/W 처리 현황

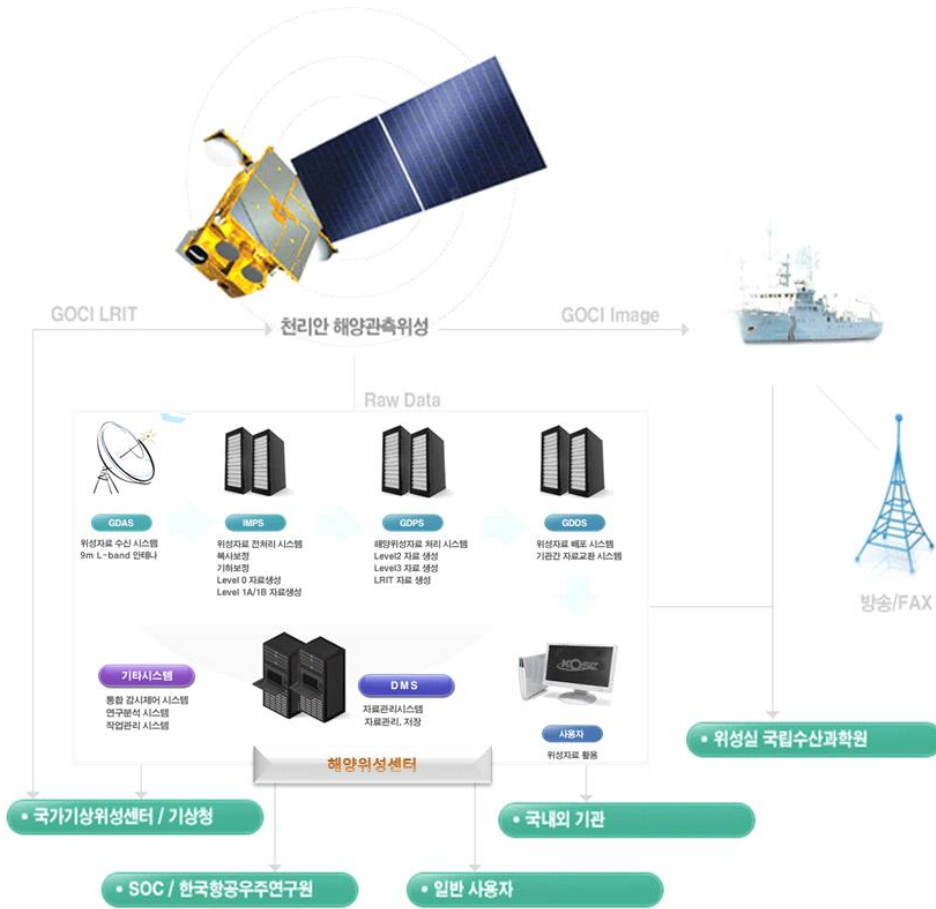


제 3 절 국내외 지상 시스템 운영 동향

제 1 항 국내외 지상국 운영

가. 국내 동향

- 한국해양과학기술원 해양위성센터
 - 세계 최초의 정지궤도 해양위성인 천리안 위성 해양탐재체(GOCI) 주관운영기관
 - GOCI 영상의 수신부터, 처리, 배포, 관리를 담당하고 있으며, 이에 필요한 알고리즘을 지속적으로 개발/개선하고 있음
 - 1990년대부터 MODIS, NOAA 등의 국외 위성자료들을 직수신하여 자료처리/분석 연구를 수행함으로써 정지궤도 해양위성 자료에 대비한 위성자료 처리/분석 기술력을 향상시켜왔으며, GOCI 운영 이후에는 지속적인 현장 관측과 검·보정 기술개발로 한반도 주변의 복잡한 해양 환경에 적합한 알고리즘을 개발/개선하여 독자적 기술력 확보
 - GOCI 전체 운영시스템은 수신시스템을 비롯하여 위성영상처리/관리를 위한 40기 이상의 서버와 가용량 약 200TB의 스토리지 시스템 등으로 구성되어 있음
 - 비상시를 대비하여 태안에 GOCI와 수신된 국외위성자료를 저장하여 해양위성센터에 1set, 그리고 원격지인 한국해양과학기술원 동해연구소에 1set 보관하고 있음
 - 그 밖에 기기 검·교정 실험실을 별도 구축/운영함으로써 현장관측 기기의 정확도를 높여, 알고리즘 개발 기술력 향상에 기여하고 있음
 - 위성자료는 홈페이지를 통해 기본적으로 배포하고 있으며, 국내 현업기관에는 FTP를 통해 실시간으로 서비스 함
 - 홈페이지에서는 사용자를 위해 GDPS 사용자 버전을 제공하고 있으며, 현재 Ver.1.2까지 공개되었음
 - GOCI 외에도 NOAA, MODIS, NPP, Landsat 등의 타 위성자료도 지속적으로 수집하여 융합 및 신규 알고리즘 개발 연구를 수행하고 있어, 해양위성센터는 해양위성의 운용 및 서비스/알고리즘 개발/현장관측에 대한 기술력을 보유한 국내 유일한 기관으로 판단됨
 - 현재는 해양위성센터는 운영, 연구, 기획팀으로 나누어 약 30여명의 인력으로 운영하고 있으며, 2018년 발사 예정인 정지궤도 복합위성 해양탐재체를 한국항공우주연구원과 AIRBUS D&S사(프랑스)와 공동개발 중임



- 해양위성센터는 기관간 자료교환시스템을 통하여 자료교환 및 실시간 배포
- 일반 사용자는 위성자료배포시스템(웹페이지)을 통해 자료 배포

그림 28. 해양위성센터의 GOCI 운영 모식도

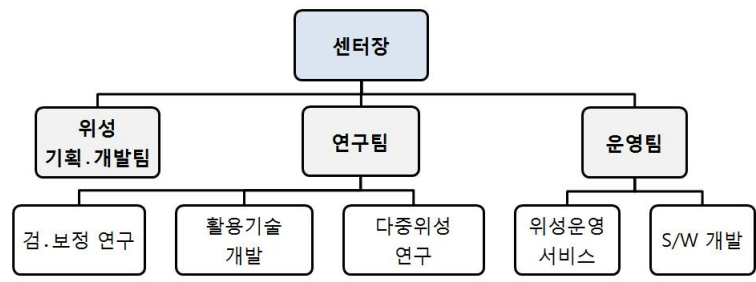


그림 29. 해양위성센터 조직도

표 24. 해양위성센터 인력 현황 (2013. 10. 11. 현재)

부서명	정규직				비정규직			계
	책임급	선임급	원급	소계	박사급	석사이하	소계	
해양위성센터	4	3	3	10	3	19	22	32



○ 국가기상위성센터

- 천리안 위성 기상탐재체(MI)의 주관운영기관
- 과거부터 기상 예보에 국외 기상위성자료를 활용함으로써, 위성자료처리 및 분석에 대한 연구 역량을 강화해왔으며, 이를 바탕으로 천리안 위성 기상탐재체 자료처리를 위한 기상자료처리시스템(CMDPS)를 독자 개발하여 운영 중임
- MI의 자료를 수신, 처리하는 타 위성으로는 MTSAT, FY-2D, NOAA, MODIS, METOP 등이 있음
- 천리안 위성의 백업관제 임무수행을 위해 관제시스템, 위성재분배시스템(LHGS) 등을 한국항공우주연구원, 한국전자통신연구원 등과 공동 개발하여 운영 중임
- 2018년에 발사/운영될 예정인 정지궤도 복합위성 기상탐재체가 천리안 위성의 기상 탐재체보다 성능이 약 20배 향상됨에 따라, 국가기상위성센터는 증가될 후속위성의 데이터를 처리하기 위해서 지상국의 추가 개발/구축이 진행 중임
- 후속 기상 탐재체 및 우주기상 탐재체의 센서 데이터를 수신·처리하기 위해서 6개 서브시스템으로 구분하여 개발 중임
 - 기상 및 우주기상 자료 송수신 서브시스템
 - 기상 및 우주기상 자료 전처리 서브시스템
 - 기상 및 우주기상 자료 처리 서브시스템
 - 기상자료 분석 서브시스템
 - 중/소규모 데이터 수신 서브시스템
 - 알고리즘 검증용 시뮬레이터 서브시스템

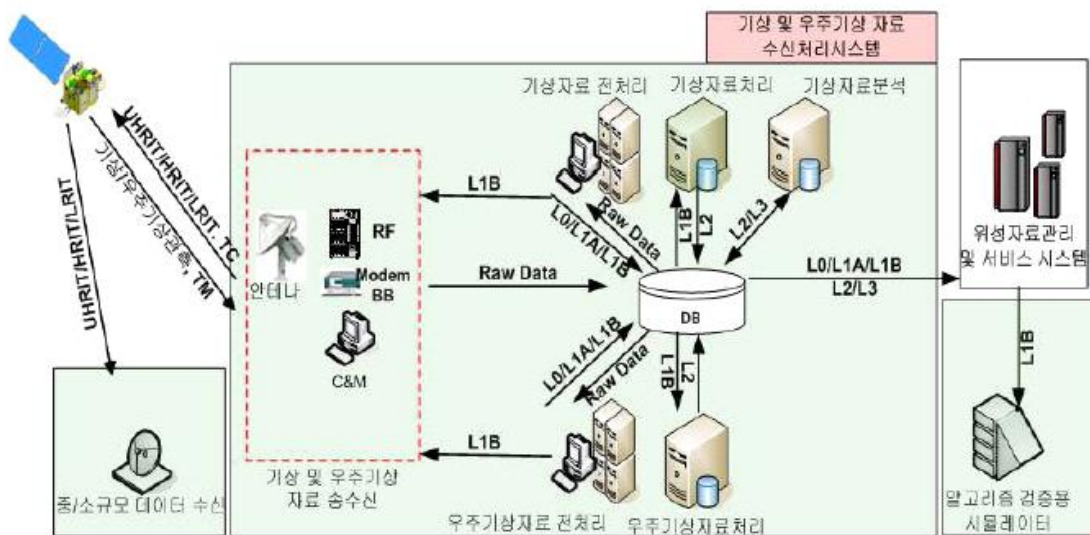


그림 30. 기상 및 우주기상 자료 수신처리시스템 구성도



- 자연재해 및 사고에 대비하기 위하여 지리적으로 이격된 장소에 주 관제시스템과 백업관제시스템을 설치하고, 서버 및 서비스 다중화, 스토리지 다중화 등 시스템 다중화 전략을 기본으로 안정적인 위성자료 운영 및 지상시스템 개발을 도모하고 있음
- 두 지상국간 데이터는 비동기식으로 데이터 복제/관리하도록 설계하고, 지상국의 원격지에 원격소산센터를 별도 설치할 계획임
- 핵심기술 개발 및 전체 자료처리 시스템(CMDPS2) 개발 일정에 영향을 받지 않도록 산출물을 현업용과 연구용으로 목적을 명확히 구분하여 알고리즘 및 시스템 개발 계획을 수립/진행함
- 자료처리 관련 핵심기술로는 복사모델 활용기술, 모의자료 개발, 검·보정 기술 개발, 보조자료 기술개발 등으로 선정하였고, 기존 위성운영에서 개발/운영된 시스템 기술들은 재활용성 분석을 통해 후속위성 운영 시스템에 다시 적용하되, 새로운 기능 및 성능을 적용하여 다수의 시스템 기술이 업그레이드 또는 추가 개발할 예정임
- 지상국 개발을 위한 총 소요 예산은 1,000억원 규모로 예비타당성 평가에서 검토되었고, 수신처리시스템 개발 분야가 가장 많은 비용인 약 517억원, 관제시스템 구축 및 시험분야가 약 88억원, 자료 관리 및 서비스 시스템 개발 분야 약 308억원임
- 후속 기상탑재체는 24시간 365일 무중단 운영되기 때문에 운영인력은 필수적이며, 3교대 근무가 요구되고, 단순히 5일 기준 하루 8시간 운영을 가정하였을 경우의 자료 수신처리시스템 운영 소요 인력은 최소 17명인 것으로 예상하고 있음

	Position Title	Staff		Position Title	Staff
24X7 Operation	Aerospace Engineering Technician	1	8X5 Operation	Radiometric Analyst	2
	GS Controller	1		Instrument Engineer	1
	Product Operator	1		Instrument Systems Engineer	1
8X5 Operation	Scheduling Lead	1		MM Software Systems Engineer	1
	Mission Scheduler	1		Production S/W Systems Engineer	2
	GS System Engineer	1		EM Software Systems Engineer	1
	Product Analyst	2		Flight Data Administrator	1

그림 31. 기상 및 우주기상 자료 수신처리시스템 운영 소요 인력



- 위성에 대한 상태 점검, 위치 확인 및 임무 명령의 송신 등을 수행하는 위성관제시스템을 위한 운영 소요인력은 아래와 같음

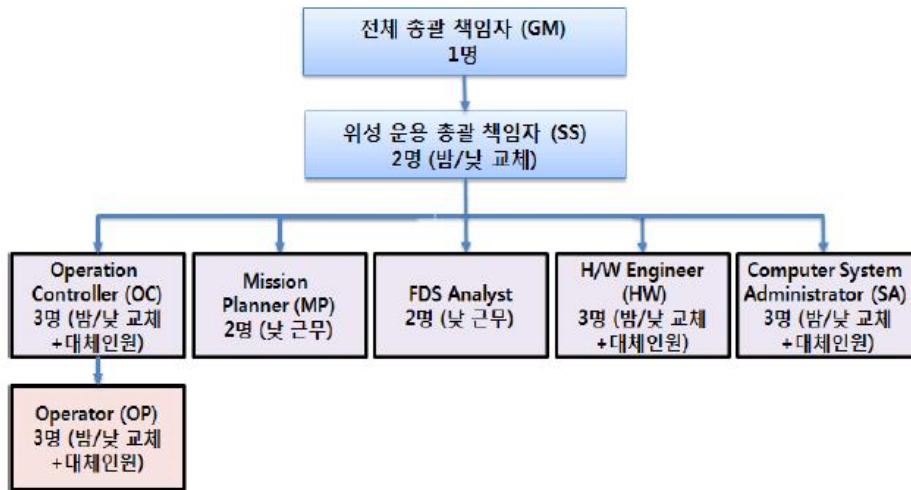


그림 32. 정지궤도 기상위성 관제시스템 운영 소요 인력

○ 국립환경과학원 환경위성센터

- 중국의 빠른 경제성장과 급속한 사막화로 인해 심각한 대기오염이 지속적으로 발생하고, 장거리 이동되어 우리나라의 기후 변화 및 대기환경에 심각한 영향을 미치고 있음
- 이러한 주변국들의 영향은 지상관측망과 화학-수송모형만으로는 감시 및 피해 예측에 한계가 있어 위성 관측망을 통한 입체적 감시체계의 구축이 필요하게 되었음
- 환경부에서는 '08년 기후변화 대응종합계획에서 '인공위성이용 기후변화 감시'라는 중점추진과제를 정하고 지구환경위성(센서)도입 기획연구와 지구환경위성도입을 추진한 결과, 정지궤도 복합위성 환경탐재체 개발이 확정됨
- 환경탐재체의 임무는 '동아시아지역 기후변화 및 대기오염 물질의 배출/이동상시 감시(NO2, SO2, O3, HCHO, 에어로졸 등)'이고, GOCI-II와 함께 정지궤도복합위성에 탑재되어 2018년 발사예정임
- 이에 따라 환경부 산하기관인 국립환경과학원에서 지상국(환경위성센터) 설립을 추진하고 있음
- 환경위성자료의 전처리 시스템은 한국항공우주연구원과 공동개발로 진행하되, 환경 포출 알고리즘 개발과 자료배포 및 현업 운영은 환경부에서 주관하는 것으로 역할을 구분지음
- 지상 운영시스템은 한국해양과학기술원 해양위성센터의 GOCI 운영시스템을 참



- 고하여, 안테나, 송수신시스템, 전처리 시스템, 위성자료처리시스템, 위성자료분석시스템, 자료관리시스템, 자료분배시스템, 자료통신시스템, 통합감시제어시스템 총 9개 시스템과, 환경 분야의 융복합 활용을 위해 외국위성의 수신, 처리시스템이 구축될 계획임
- 관제는 한국항공우주연구원이 개발/수행하고, 환경위성자료는 한국해양과학기술원과 함께 수신하여 자료 백업 이중화를 계획하고 있음
 - 환경위성센터의 기획연구 결과에 따르면, 2015년까지 기상국 센터 최종 설계, 2017년 센터 구축 완료 및 시험 운영을 목표로 하고 있고, 이를 추진하기 위하여 환경부는 지구환경위성 사업단을 조직하고, 17년까지 3개 팀, 총 58명으로 구성할 예정임
 - 기상국 구축의 예산은 90억원, 환경위성센터 시스템 개발 및 구축은 170억원으로 산출되었음



그림 33. 지구환경위성 사업단 조직 구성 계획

○ 한국항공우주연구원

- 한국항공우주연구원은 우리나라 항공, 우주분야의 기술개발을 전담하는 기관으로, 항공기, 발사체, 위성탑재체 등을 주로 개발함
- 위성분야로는 극궤도 지구관측위성인 아리랑 위성(다목적 위성)과 과학위성을 지속적으로 개발, 운영하고 있으며, 정지궤도 위성으로는 천리안 위성을 운영하고 있음
- 천리안 위성의 경우, 탑재체를 제외한 버스시스템, 지상의 영상전처리 시스템을 AIRBUS D&S사(프랑스)와 공동 개발하였고, 지상의 관제시스템은 전자통신연구원과 공동 개발하여 운영 중임
- 한국항공우주연구원의 위성 운영동에서 위성 관제를 담당하며, 천리안 위성의 기상탑재체와 해양탑재체 원시자료를 백업 수신하여 한국해양과학기술원과 국가기상위성센터의 백업기관으로서 업무지원하고 있음



나. 국외 동향

○ 미항공우주국(NASA)

- 미항공우주국(NASA, National Aeronautics and Space Administration)은 1915년 설립된 NACA(National Advisory Committee for Aeronautics:미국항공자문위원회)를 1958년에 개편하여 창설되었고, 현재 운영 중인 위성이 약 100개에 달하는 대규모 위성 운영 기관임
- Aqua, Aquarius, Jason-1, Terra 등 지구 관측 위성 (EOS, Earth Observing System) 관련 업무를 담당하고 있는 데이터 센터 중 하나인 GSFC(Goddard Space Flight Center)에 위치한 OBPG(Ocean Biology Processing Group)팀에서 해색 위성자료를 관리함
- 약 40명으로 구성되어 있는 OBPG는 해색자료를 처리하기 위하여 ODPS(Ocean Data Processing System)을 개발하여 최초의 해색센서인 CZCS부터 최근의 VIIRS 까지 거의 모든 극궤도 해색위성 자료를 처리, 저장, 배포하고 있음
- 이것과 별개로 사용자를 위해서는 SeaDAS 소프트웨어를 무상으로 웹에서 배포함
- 주목할 점은 임무 수명이 종료되었음에도 불구하고 SeaWiFS의 자료는 알고리즘이 개선될 때마다 모두 재처리하고, 재처리된 자료는 버전별로 관리, 재배포하고 있음
- OBPG는 위성의 활용연구와 운영을 모두 수행하고 있어, 우리의 해양위성센터와 비슷하나, 해양위성센터는 자체 인력으로 자료 검·보정을 위한 현장관측을 모두 수행하지만 OBPG는 FSG(Field Support Group)의 업무협조를 받아 별도로 진행하고 있음
- OBPG의 운영 시스템은 100기 이상의 서버들과 스토리지등으로 구성되어 있고, 매 18개월마다 주기적으로 전체 시스템 중 1/3을 교체하여 안정적 시스템 운영을 지향하고 있음

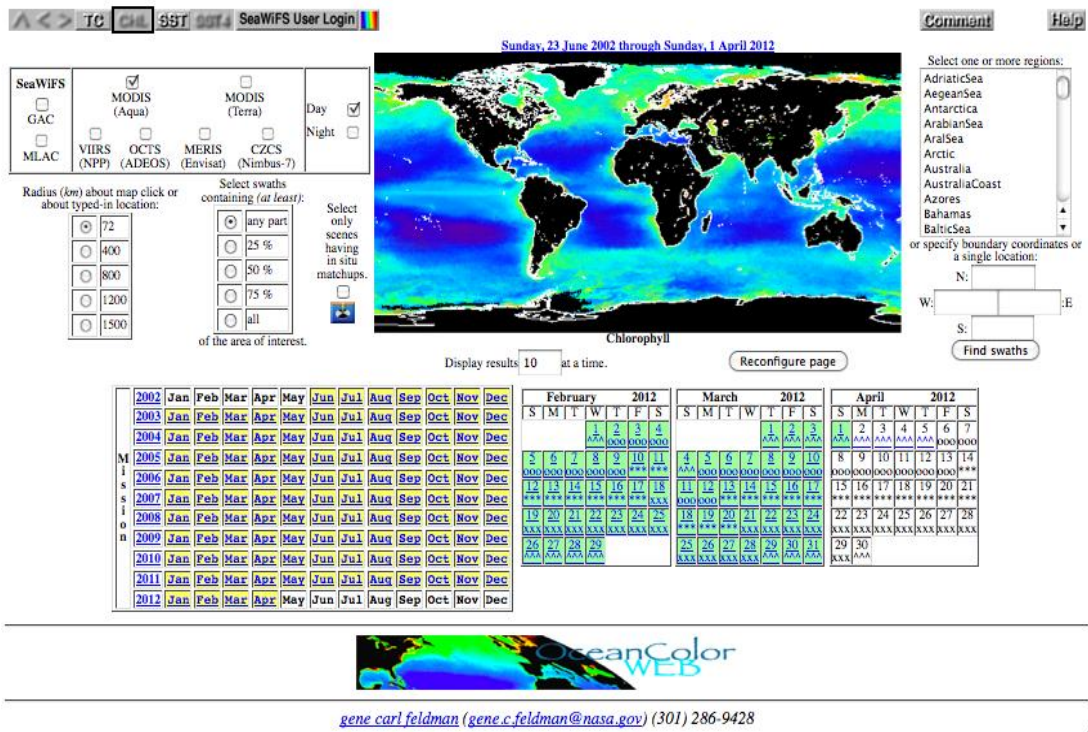


그림 34. OBPG 자료제공 웹사이트 화면

○ 미 해양대기청(NOAA)

- 미국해양대기청(NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)은 해양, 기상, 대기 등 지구관측 분야의 독자적인 위성개발 및 운영 수행하는 미국 상무부 산하의 정부기관임
- 산하기관으로는 미국 환경위성자료 정보청, 미국 수산청, 미국 해양청, 미국 해양대기연구소, 미국 기상청, 프로그램계획 및 통합연구소 등 6개로 구분되며 이 중 미국 환경위성자료 정보청(NESDIS)이 위성 관련 업무를 담당하고 있음



표 25. 미국 환경위성자료 정보청 세부 조직(<http://www.nesdis.noaa.gov/>)

NESDIS Office	특징 및 임무
NCDC (National Climatic Data Center)	전 세계 최대 기후 자료 보유 및 제공 (육상 자료, 선박, 부이, weather balloons, 레이다, 위성, 기후 모델 자료 등) 현재 6PB(2020년 15PB 예상)
NGDC (The National Geophysical Data Center)	육상, 해양, 태양-지구환경을 나타내는 지구물리학적 자료 제공(위성의 지구관측 포함) 현재 400개 이상 데이터베이스 보유
* NODC (The National Oceanographic Data Center)	전 세계 최대 해양자료 보유 IOC/IODE 등 국제 협력을 통해 자료 수집/교환
OSD (Office of Systems Development)	전반적 시스템 계획 기획 포괄적 요구사항 관리 및 연구 (주요 시스템(지상국, 위성, 관측장비 등) 개발 및 관리, 예산, 기술적 엔지니어링 설계 등)
* OSPO (The Office of Satellite and Product Operations)	위성 운영 및 자료 처리
* STAR (Center for Satellite Applications and Research)	위성 기술 개선 및 원격 탐사 역량 강화 연구 신규 위성 자료 활용 연구 NOAA 위성 자료의 최적화 및 지속성 연구
JPSS (The Joint Polar Satellite System)	차세대 극궤도 환경 위성 시스템 (VIIRS, CrIS, ATMS, OMPS, CERES, TSIS) 대기와 해양의 전 지구 관측 SARSAT(Search & Rescue)을 통한 생명 구조 ADCS 지원
GOES-R Program Office	GOES-R 위성 준비 (차세대 정지궤도 기상 위성, 2015년 발사 예정) NOAA-NASA 공동 협력 개발

* International Oceanographic Data and Information Exchange (IODE),

* Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC)

* Advanced Data Collection System (ADCS)

- 현재 운영 중인 위성을 관리하거나 활용 연구를 수행하는 조직은 OSPO(The Office of Satellite and Product Operations)와 STAR(Center for Satellite Applications and Research)임
- 기본적으로는 NOAA의 GOES와 POES 위성을 관제, 수신하지만 ACE(Advanced Composition Explorer), ASON-2, MetOp, COSMIC, 차세대 MeteoSat과 같은 위성 임무 운영도 협력 지원함으로써 현재 운영 중인 환경 위성은 총 17개임 (Natalia, 2012)

- OSPO는 OSDPD(the Office of Satellite Data Processing and Distribution)와 OSO(the Office of Satellite Operations)를 통칭하는 것으로, 지상국 시스템 명령 전송 및 제어, 위성자료 수신, 산출물 생산 및 배포 임무를 주로 수행

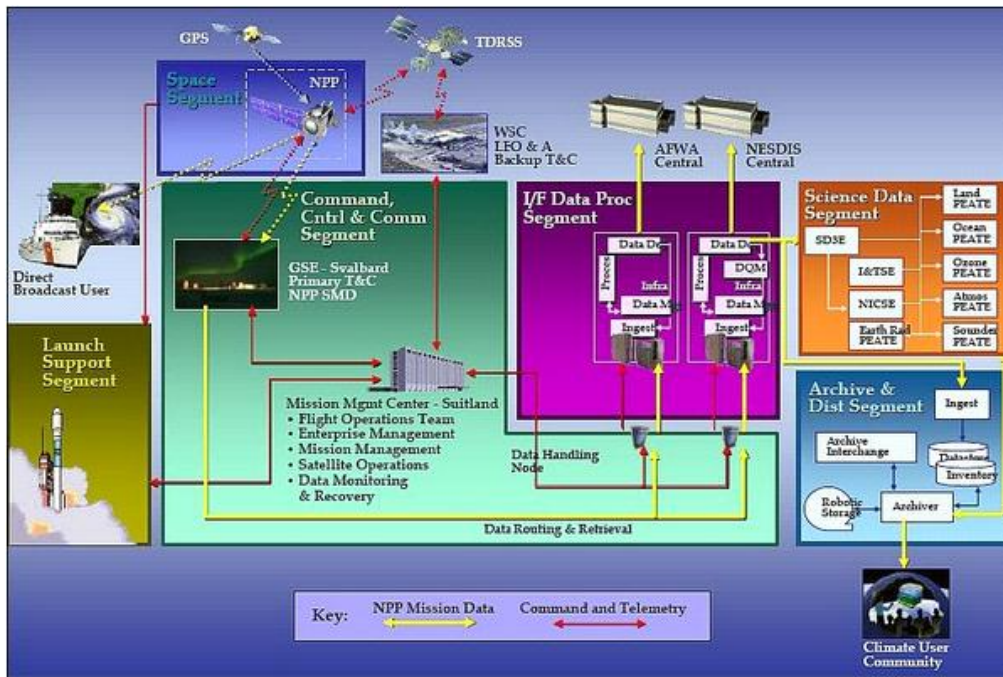


그림 35. NPP 지상국 시스템 개념도(이미지 제공, NOAA, NASA)

표 26. OSPO의 위성 운영 현황

위성	운영기관
4 Geostationary (GOES)	NOAA
5 Polar-Orbiting (POES)	NOAA
6 Defense Meteorological Satellite Program (DMSP)	NOAA
1 OSTM Jason-2 (Ocean Surface Topography Mission)	NOAA, NASA, CNES, EUMETSAT
1 Suomi National Polar-orbiting Partnership (SNPP)	NOAA & NASA

- OSO는 SOCC(the Satellite Operations Control Center; at Suitland, MD)와 CDA (Command and Data Acquisition; at Wallops, VA and Fairbanks, AK) 센터들을 통해 위성 운영 업무를 수행
- Wallops에 위치한 WCDAS(the Wallops Command and Data Acquisition Station)는 연안을 분석하고, 생명을 위협하는 긴급 상황을 증계하며, 태풍이나 허리케인을 추적하는 생명과 직결된 환경 위성들의 데이터를 1966년부터 제공하고 있음



- 수신된 환경위성 자료는 대기, 육상, 해양, 재난, 연안 등 산출물로 처리되어 OSDPD 웹사이트를 통해 제공되며, NOAA는 무료 자료 제공을 원칙으로 하고 있으나 자료 사용과 관련된 모든 손해는 사용자에게 그 책임이 있음을 명시하고 있음
- CDA를 제외한 위성 운영 업무는 NSOF(The NOAA Satellite Operations Facility)에서 하고, 매일 15개 위성으로부터 16GB 자료를 수신 처리함
- NSOF의 구축비용은 5,300만 달러(약 570억 원)가 소요되었고, 총 16개의 안테나를 포함한 고난이도 과학기술 장비의 설치비용은 5,000만 달러(약 540억 원) 이상이 지출되었음(NOAA, 2012b)



그림 36. NOAA(미해양대기청)주요 지상국 전경 및 내부
(NSOF(National Satellite Operation Facility), RBU(Remote Backup Facility),
WCDAS(Wallops Command Data Acquisition Center))

- STAR는 위성의 활용 연구 및 신규 기술개발을 담당하하고, 크게 위성 기상/기후, 위성 해양/기후, 협력연구 프로그램 3개 파트로 구분됨
- 첫 번째 위성 '기상/기후'는 환경모니터링, 위성 검정 및 자료동화, 산출물 개발의 연구를 담당하고, '해양/기후' 파트는 해수면 온도, 해수면 바람장, 해수면 고도, 해색, 해빙, 해표면 거칠기 연구를 수행
- '협력 연구 프로그램' 파트는 국내 다양한 지역에 협력 센터를 설치하고, 연구기관들과 연계하고 있어 위성자료를 이용한 지구 조사, 위성 관측 시스템 개발, 위성자료 산출물, 알고리즘, 활용분야 개발, 데이터 압축등과 같은 신규 처리시스템 개발 등에 대한 폭넓은 원격탐사연구를 진행하고 있음

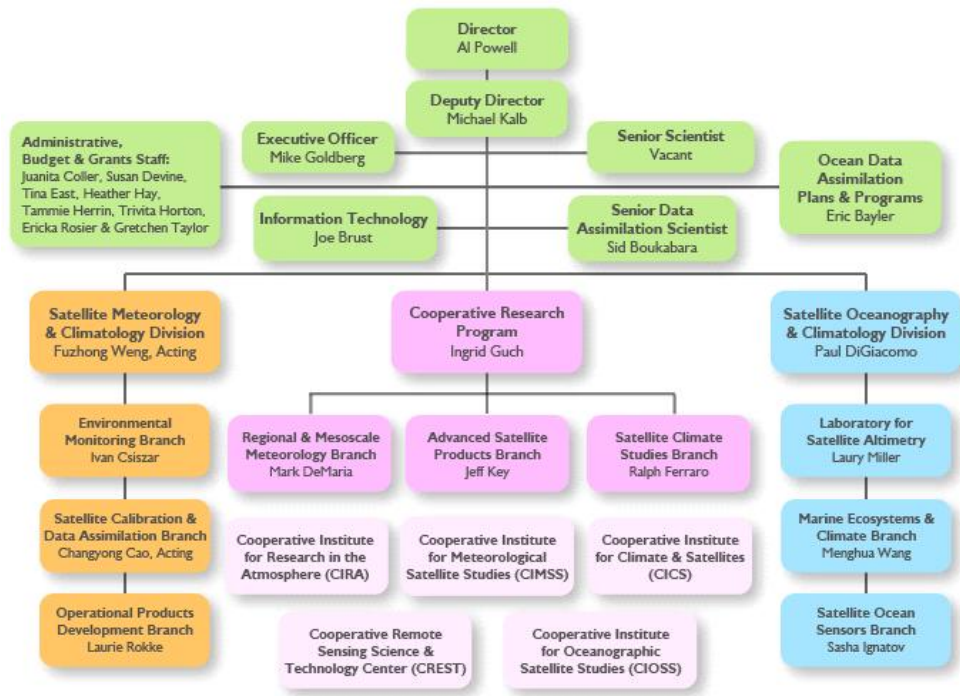


그림 37. STAR 조직도

○ 유럽 우주국(ESA)

- 유럽 우주국 (ESA, European Space Agency)는 우주관련 기술과 우주 응용 등의 분야에서 평화적 목적을 촉진하기 위해 우주 연구 및 과학 기술, 그리고 활용에 대한 국가간 협력을 제공하고 장려하고자 20개국에서 참여하고 있는 정부간 국제기구임(ESA, 2007)

표 27. ESA 조직 및 임무

ESA-Location	Mission
ESTEC - <i>Noordwijk, Netherlands</i> (European Space Research and Technology Centre)	ESA Science mission
ESRIN - <i>Frascati, Italy</i> (ESA Centre for Earth Observation or European Space Research Institute)	Earth Observation mission
ESOC - <i>Darmstadt, Germany</i> (ESA Mission Control)	ESA Mission Control
EAC - <i>Cologne, Germany</i> (European Space Operations Centre)	Training astronauts for future mission
ESAC - <i>Villanueva de le Canada, Spain</i> (European Space Astronomy Center)	ESA's center for space science Astronomy and Solor system Exploration



- 지구관측위성 자료 수신과 처리, 저장을 담당하는 지상 체계를 PDS(Payload Data Segment)라고 하며, PDS를 통해 실시간과 비실시간 모드로 자료를 생성하여 사용자들에게 제공함
- 실시간 모드는 보통 예보나 전술작전에 사용되는 자료들이 위성관측으로부터 3시간내 관련기관에 전달되는 것과 농업, 산림, 토양수분 등 고해상도 영상이 요구되는 분야에 1~3일내에 제공하는 것을 의미함
- 비실시간 모드(Offline service)는 보통 수일에서 수주에 걸쳐 자료를 배포하는 것으로, 같은 형식, 동일한 처리 알고리즘을 통해 생산된 자료이며, 자료의 검정, 보조 자료, 궤도 정보 등이 사용되기 때문에 실시간 자료보다 품질이 우수함
- 해양위성센터와 같은 지구관측 임무를 담당하고 있는 ESRIN은 2004년부터 ESA의 지구관측 임무를 담당하고 있으며, 약 620명의 직원들로 구성되어 운영중임
- ESRIN과 Kiruna에서 실시간 자료처리를 담당하고 있고, 그 외 자료 자료처리 및 저장은 유럽의 여러 곳에 PAC(Processing and Archiving Centres)를 설치하여 유기적으로 업무를 수행함

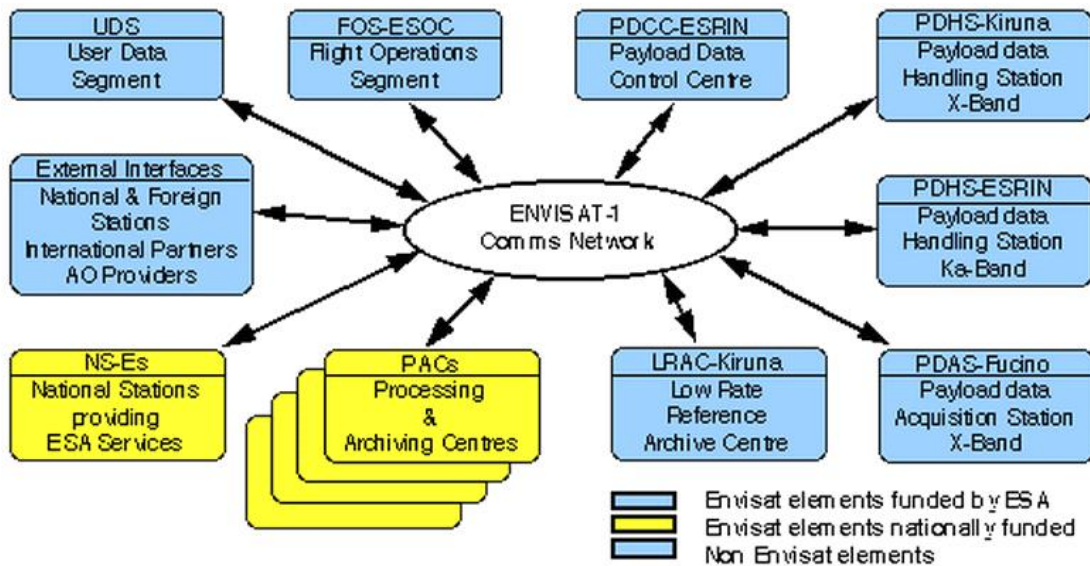


그림 38. PDS 구성 요소의 개요도



제 2 항 국내외 지상운영시스템

가. 위성자료 저장 및 관리

- 위성영상과 같은 그리드 데이터의 활용을 위해서는 위성영상에 대한 필수적인 정보를 중심으로 메타 데이터를 작성하여 DB를 구축하고 이를 통해 위성영상의 기본적인 검색과 Indexing이 가능해야 함
- ISO/TC211¹⁾에 의하면 그리드 데이터는 “공간을 그리드 셀로 분할하는 두 개 또는 그 이상의 선들의 집합으로 이루어진 망으로 각각의 집합은 서로 알고리즘적으로 다른 집합들의 구성원들과 교차하게 된다” 정의함²⁾

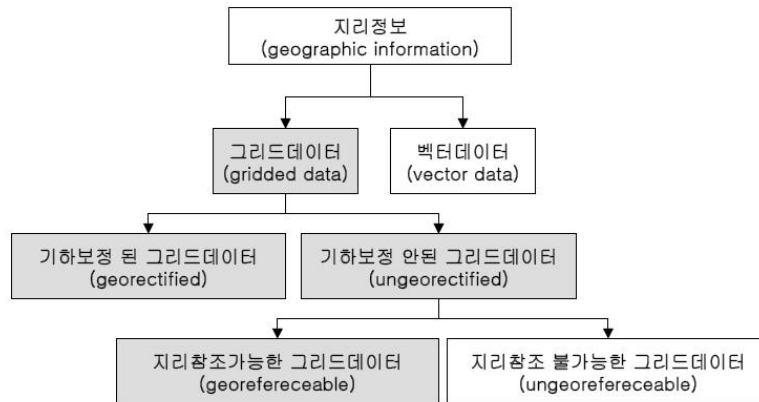


그림 39. 기하보정에 따른 지리정보의 분류체계(ISO 19129)

표 28. ISO 19115와 유통 메타데이터 표준의 섹션비교

ISO 19115 DIS버전	유통 메타 데이터 표준	내용
Metadata entity set information	메타 데이터 개체 셋 정보	메타 데이터 구성에 관한 정보
Identification information	식별정보	지리정보를 식별하는데 필요한 정보
Constraint information	-	-
Data quality information	품질정보	지리정보의 품질에 대한 일반적인 평가를 위한 정보

- 1) 지구의 지리적 위치와 직·간접적으로 관계가 있는 객체나 현상에 대한 정보 표준규격을 제정하기 위해 ISO산하에 구성된 지리정보 분야의 국제 표준화 기구
- 2) ISO/TC211, CD 19123.2 Geographic information - Schema for coverage geometry and functions, 2002.02.16, pp.5



ISO 19115 DIS버전	유통 메타 데이터 표준	내용
Maintenace information	-	-
Spatial representation information	-	-
Reference system information	기준계 정보	지리정보에 사용된 시·공간 기준계 설명정보
Content information	-	-
Portrayal catalogue information	-	-
Distribution information	배포 정보	지리정보 획득시 필요한 정보
Metadata extension information	-	-
Application schema information	-	-
Extent information	범위정보	지리정보의 시·공간적 범위를 기술하는 정보
Citation and responsible party information	참고자료 및 책임 담당자 정보	지리정보 관련 참고자료와 책임 담당자 및 연락처 정보

- 많은 전문가들은 이러한 빠른 데이터 증가속도에 주목하며 데이터 혁명시대가 도래하고 있다고 주장하고 있으며, 빅데이터의 활용에 따라 기업/공공 분야의 경쟁력 확보와 생산성 개선, 사업혁신/신규사업 발굴의 차이가 생길 것이라고 분석함
- 위성영상은 대표적인 빅데이터로 그 분석 방법에 따라 고부가가치를 창출할 수 있는 데이터로 각광 받고 있음
- 빅데이터가 가진 4가지 속성, 즉 크기(Volume), 다양성(Variety, 비구조화), 가변성(Variability), 속도(Velocity)을 감안해야만 유용한 정보를 추출할 수 있음
- 이를 가능하게 하는 것이 빅데이터 고급분석 기법이며, 고급분석은 빅데이터에서 예측 분석(Predictive), 실시간 분석(real-time Analytics), 민첩한 실행(Agile Action)의 솔루션을 적용하여 최적화된 의사결정을 달성하도록 하는 것임
- 고급분석은 예측분석을 통한 새로운 가치 창출 확대를 중요한 목적으로 함
- 실시간 분석, 추이 분석, 시뮬레이션 등의 예측 분석기법은 기존에도 사용되었지만, 다루는 데이터의 제약, 처리속도의 한계 등으로 분석 활용의 폭이 작았음
- 빅데이터 관련 특허 등록 건수는 최근 3년(2011~2013)간 942건으로 매우 높은 증가세를 보이고 있으며, 공공기업 및 기관에서도 빅데이터 특허 등록이 활발하게 이뤄지고 있음

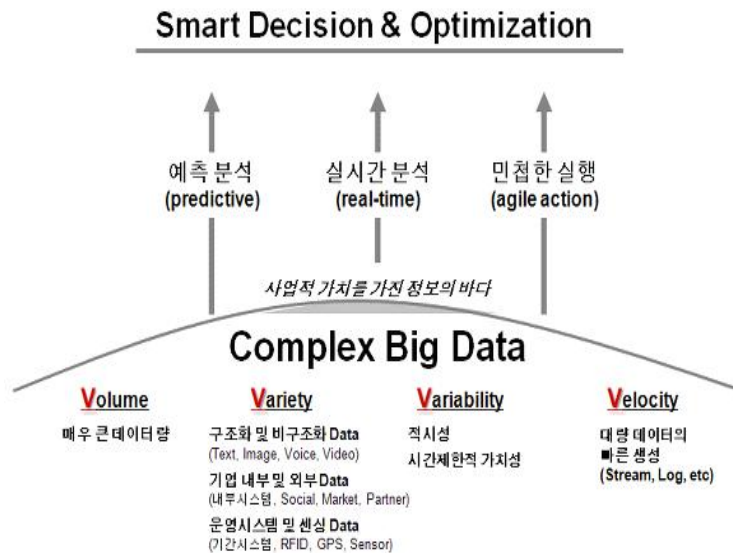


그림 40. 빅데이터 고급 분석 기법의 정의

- 빅데이터인 위성영상의 활용 확장성을 위해 기존 관계형 데이터베이스를 넘어선 유연성과 확장성을 요구함
- 기존에 사용해왔던 SQL과 같은 관계형 데이터 베이스 보다는 NoSQL 기반의 분산 데이터 베이스 시스템이 더 적합함
- 그러나 대다수의 사람들이 맵리듀스 프로그래밍을 할 능력이 없어 다시SQL 기반의 데이터 베이스를 다시 사용하고 있음
- 위성영상 자료에 빅쿼리같은 서비스에 확장기능을 더해 레굴레이션 쿼리, 텍스트마이닝을 가능케 할 경우 활용성은 놀라울 정도로 올라갈 것으로 기대되며 통계적 분석을 통한 데이터 마이닝 또한 가능할 것으로 보임
- 빅데이터 플랫폼은 빅데이터를 분석하거나 활용하기 위해 필요한 필수 인프라 (Infrastructure)로 정의할 수 있음
- 빅데이터 플랫폼에 있어 하둡(Hadoop)이라는 오픈 소스 분산 컴퓨팅 프레임워크(Framework)가 사실상의 표준(De facto) 기술로 자리매김 하였으나, 실시간 처리의 한계, 다양한 데이터 연산의 한계, 다수의 작은파일 관리의 어려움이 존재함
- 기존 맵리듀스(MapReduce)의 일괄처리 방식이 아니라 온라인으로 연결된 상태에서 빅데이터 처리 요청과 응답을 즉각 주고 받을 수 있는 실시간 처리 기술이 발전할 것으로 분석됨
- 구글의 드레멜(Dremel), 오픈소스로는 클라우데라(Cloudera)의 임팔라(Impala), 아파치 재단의 드릴(Drill)이 대표적인 빅데이터 실시간 처리 구현체이나, Impala, Drill은 아직 개발 단계임



- 국내에서도 네이버와 다음, KT가 서비스의 여러 부분에 사용하고 정부기관이 맡주하는 빅데이터 프로젝트 대부분이 하둡 적용을 요구하는 것으로 알려지며 빅데이터 분석 인프라 분야에서 서서히 표준으로 자리를 잡아가는 것으로 파악

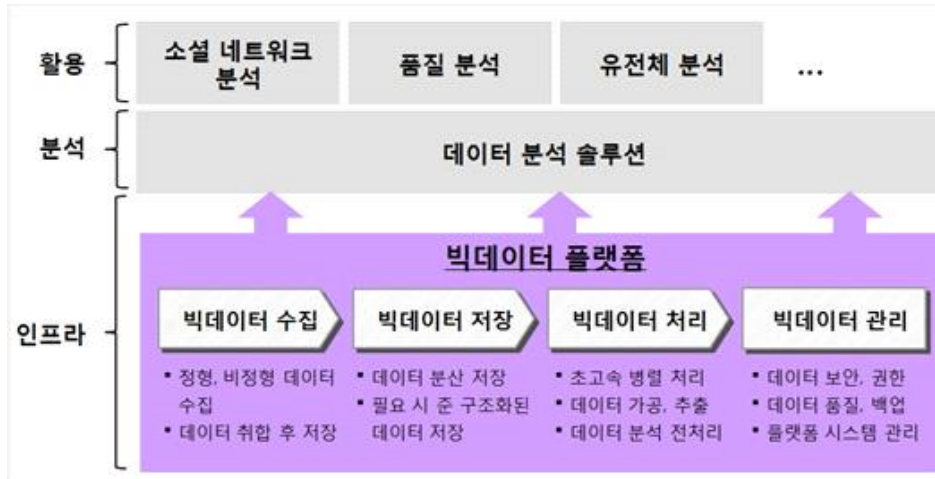


그림 41. 빅데이터 플랫폼의 역할과 기능

- 위성자료 관리는 국내외 대부분 일반적인 스토리지에 보관하고 있음
- 자료의 안정적인 저장과 활용을 위해 대규모의 자료를 저장하고 분석할 수 있는 빅데이터 기술을 활용한 저장방식이 각광을 받고 있음
- 최근 기존의 스케일 업 방식 스토리지의 단점을 보완하고 빅데이터의 수요를 충족하기 위한 스케일 아웃 스토리지의 사용이 활발해지고 있음

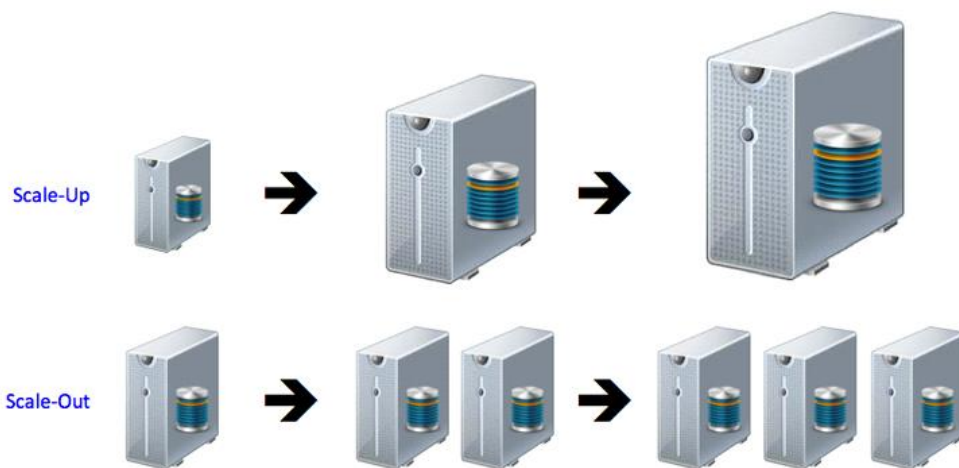


그림 42. 스케일 업 스토리지와 스케일 아웃 스토리지의 개념도



- 최근 자료 관리 분야에서 자료 보관 및 처리의 효율성을 극대화하기 위한 클라우드 컴퓨팅 기술의 도입을 진행하고 있음
- 클라우드 컴퓨팅 특허출원은 2009년 이후 매년 2배 이상 급증한 것으로 나타났다. 연도별로는 2009년 23건이었던 특허출원이 2010년 76건, 2011년 198건으로 꾸준히 증가하고 있음
- 2010년도 이후 클라우드 컴퓨팅 기술 관련 특허출원의 증가율은 '10년에 전년 대비 약 3.5배, '11년도에 전년대비 2.9배로 크게 증가함
- NASA는 NEBULA Cloud Computing Platform을 구축하여 세계 과학자들이 서버에 접근하여 자료보관 및 처리를 할 수 있는 공간을 2010년부터 운영하고 있음

○ 국내외 현황

- 한국해양과학기술원
 - 한국해양과학기술원 해양위성센터는 천리안 해양관측위성 자료와 국외위성 MODIS/Aqua, MODIS/Terra, NOAA 자료를 수신
 - 천리안 해양관측위성 자료는 매일 약 100GB가 생성되고, 국외위성을 모두 포함하면 약 180GB임
 - 자료처리시 전처리의 일부 시스템(기하보정 모듈)을 분산처리가 되고 있으나, 해양산출물을 생산하는 GDPS는 순차 처리하도록 되어 있어 처리 소요 시간이 오래 걸리는 문제가 있음
 - 수신/처리된 위성자료는 자료관리시스템에 의해 위성 및 처리 수준별로 1차 저장소인 스토리지에 분산 저장됨
 - 비상시를 대비하여 스토리지에 저장된 자료는 다시 백업 테이프에 저장되고, 해양위성센터에 1 set, 원격지인 한국해양과학기술원 동해연구소에 1set 이원 보관하고 있음(백업테이프는 1년에 1회씩 테이프의 정상유무 확인 작업(Verifiacation)을 수행)
 - 1Gbit/s의 대역폭을 지원하는 통신 네트워크로 구축/운영하면서 자료 이동에 병목현상을 야기하여 실시간 처리를 방해하는 요인으로 작용하는 단점이 있음

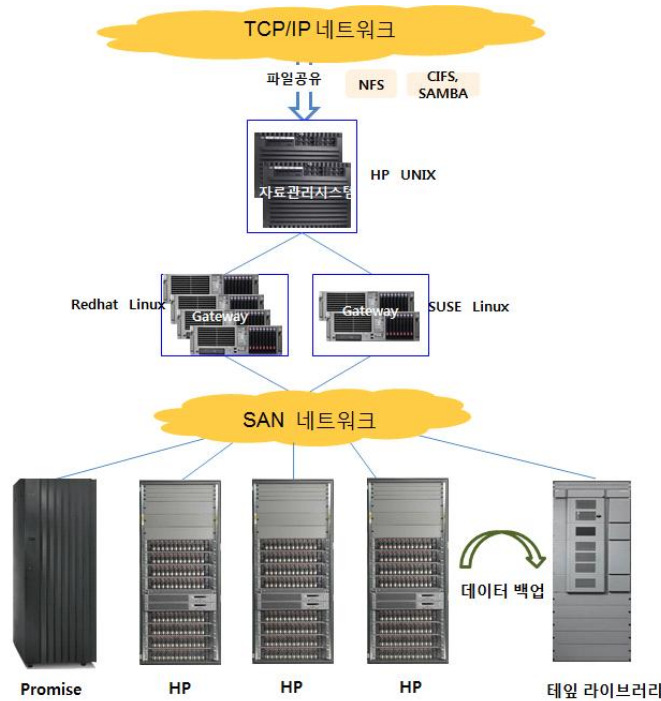


그림 43. 해양위성센터 위성자료 저장관리 및 백업시스템 현황

표 29. 천리안 해양관측위성 자료 산출현황(해양위성센터)

종류	영상이름	일 영상크기(용량)	비고
Raw	원시자료	5.56 GB (0.24 GB*)	*위성보정관측영상
Level 0	슬롯별영상	4.81 GB	
Level 0C	위성보정관측영상	0.24 GB	매주 월, 화 2회 촬영
Level 1A	복사보정영상	7.7 GB	
Level 1B	기하보정영상	15 GB	
Level 2A	해색산출물 영상	49.8 GB	
Level 2B	흡광계수자료	0.48 GB	
Level 2C	레일리히보정영상	8.01GB	
ETC	방송용 자료 및 Level 1B 천연색 영상	0.36 GB	

* Level 2P, Level 3 자료는 현재 해양위성센터의 저장소 용량 등의 문제로 필요시에만 생산하도록 되어있음

- 국가기상위성센터

- 국가기상위성센터는 천리안 기상탐재체 자료와 외국 위성자료를 수신
- 일 저장량은 약 70GB정도이며, 국외위성자료를 모두 포함하는 경우 약 130GB
- 수신되는 모든 자료는 스토리지 백업과 테이프 보관 형태로 자료관리 함

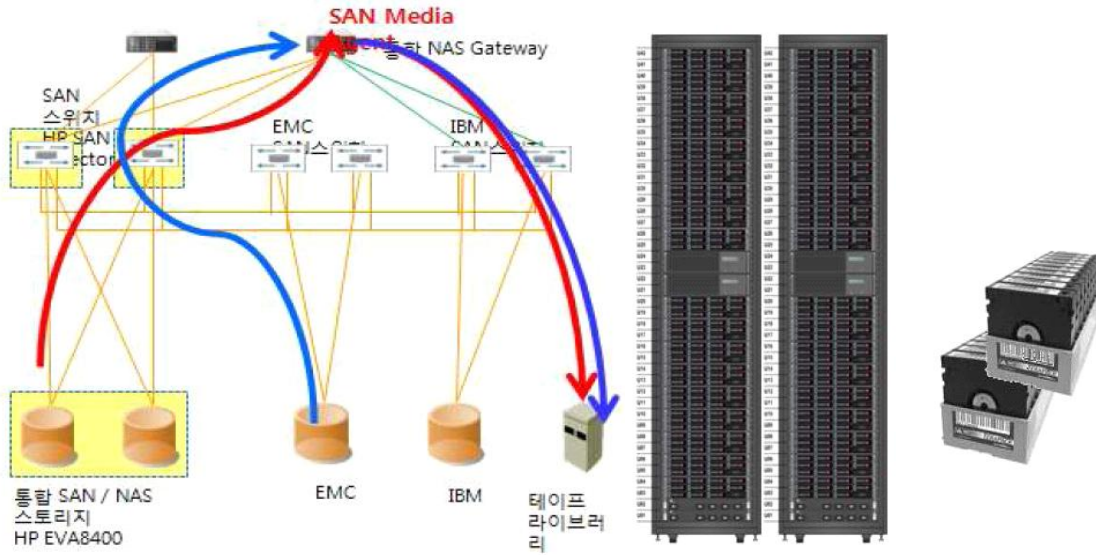


그림 44. 국가기상위성센터 위성자료 백업 구성(좌) 및 저장매체(우)

표 30. 천리안 기상탐재체 분석영상 자료 현황

종류	영역	영상이름	영상크기 (width x height) / 용량		주기
분석영상	아시아	강우강도	512 x 443	440 KB	매 시간 15분 간격 hh:00/ hh:15/ hh:30/ hh:45
		상층수증기량	512 x 443	390 KB	
		해수면온도 1일평균	512 x 443	320 KB	1일
		해수면온도 5일평균	512 x 443	350 KB	
		해수면온도 10일평균	512 x 443	330 KB	
		지구방출복사량	512 x 512	540 KB	
	한반도	강우강도	512 x 512	340 KB	매 시간 15분 간격 hh:00/ hh:15/ hh:30/ hh:45
		상층수증기량	512 x 512	200 KB	
		해수면온도 1일평균	512 x 512	170 KB	1일
		해수면온도 5일평균	512 x 512	220 KB	
		해수면온도 10일평균	512 x 512	210 KB	
		지구방출복사량	512 x 512	400 KB	
한반도 지역	강우강도	512 x 810	330 KB	매 시간 15분 간격 hh:00/ hh:15/ hh:30/ hh:45	
	상층수증기량	512 x 810	220 KB		



- 미 해양대기청(NOAA)

- CLASS(Comprehensive Large Array-data Stewardship System)는 NOAA 의 장기데이터 저장 및 과거자료 접근 (Archive and Access)을 지원하는 자료 관리 및 배포 시스템으로 Level 0, Level 1b, and Level 2+ 자료 저장
- 현재 CLASS시스템의 보관 자료는 2PB이며, 향후 5년 동안에 20PB로 증가 될 예정이고, NSOF(NOAA Satellite Operations Facility)에 위치하고 있음.
- 데이터의 저장방식은 쓰이는 빈도(1주일, 1년, 전(全)자료)에 따라 효율성이 다른 보관소에 각각 보관

표 31. 데이터 저장 현황

저장소 위치	Suitland, Asheville (N.C), Boulder (CO)
테이프	Tape robotics SL8500과 S10K의 테이프 보관소 (10,000개의 테이프 슬롯으로 8PB를 저장 가능)
디스크 스토리지	EMC디스크 스토리지 CX-960(600TB 저장 가능)
정책	사용빈도가 높은 데이터(최신 데이터)는 디스크에 보관

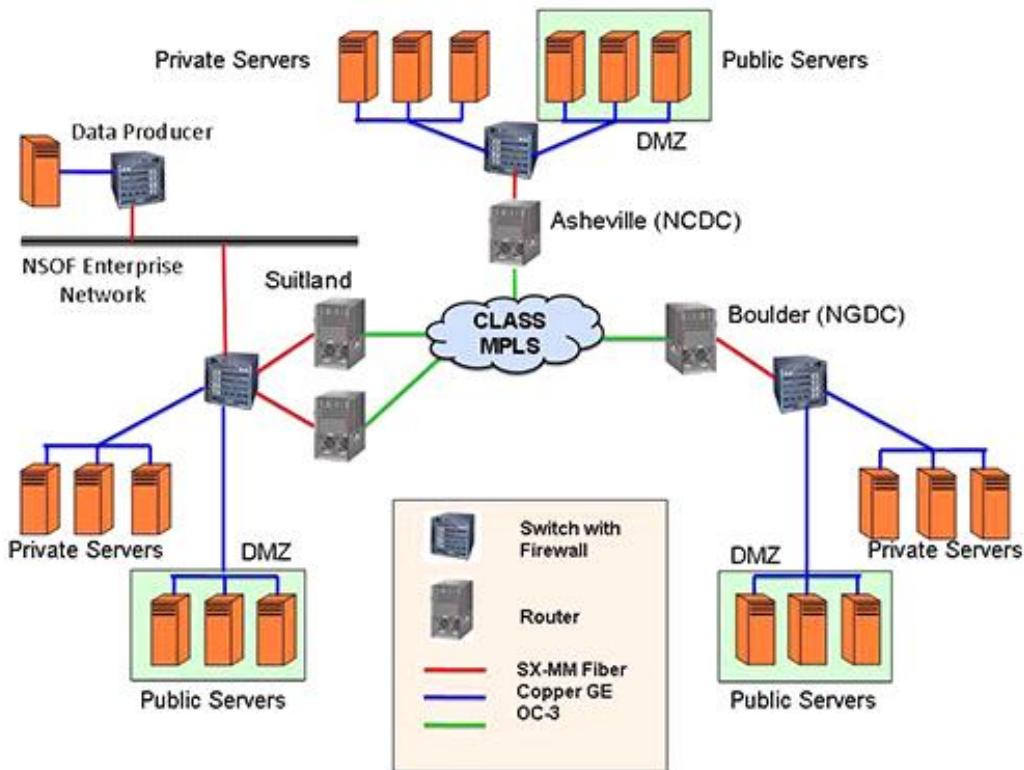


그림 45. CLASS multi-node architecture

- 유럽우주국(ESA)
 - 최근까지 운영된 Envisat(Environmental Satellite), ERS(European remote sensing satellite) 등을 포함한 ESA의 위성 자료들은 간단한 온라인 등록만 거치면 대부분 획득할 수 있음
 - ESA와 협력관계를 가지고 있는 다른 국제기구들의 타 위성(Third Party Mission)들도 유료 또는 무료로 ESA를 통해 재배포되고 있고, 한국항공우주연구원의 아리랑 위성도 ESA를 통해 자료가 제공된바 있음(<https://earth.esa.int/>)
 - ODESA(Ocean Data processor of ESA) 홈페이지에서는 클라우드 컴퓨팅 시스템을 통한 위성자료 처리시스템을 도입하여 전 세계 사용자들에게 제공하고 있음

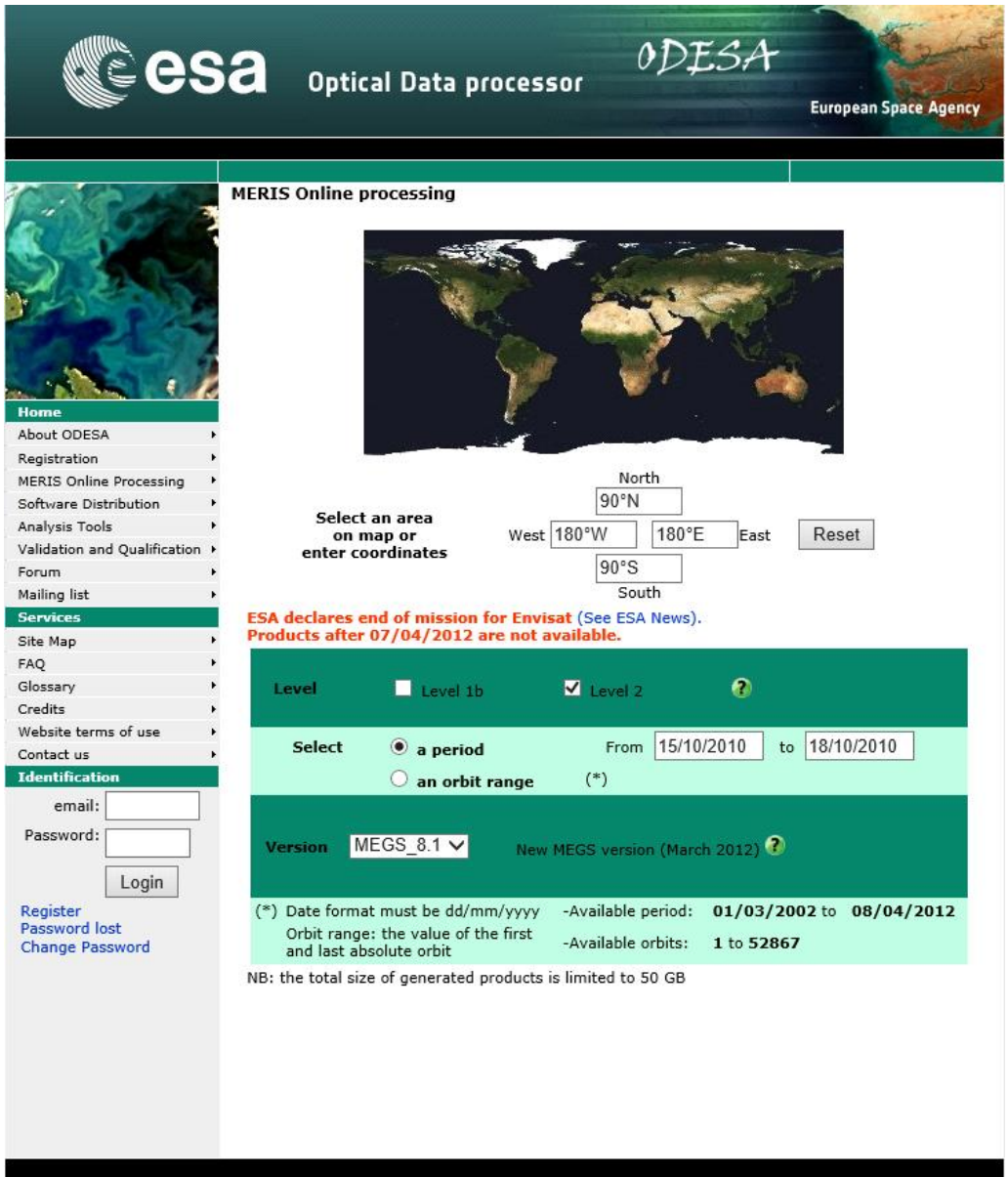


그림 46. ESA 홈페이지를 통한 클라우드 컴퓨팅 처리 현황



- EUMETSAT

- 다양한 위성 자료 및 산출물을 관리하고 사용자의 자료접근과 관련된 업무 (쿼리, 주문처리 등)를 처리하는 데이터 센터를 운영
- 향후 운영될 위성자료(MSG-3/4, Metop-B, Sen-3 등) 서비스를 위해 고급 데이터 액세스 방법을 구현
- 기후 모니터링 활동 지원을 위해 재처리용 Data hub, GSICS 협력 서버 등 운영
- 생산된 자료는 각각의 데이터를 3번 저장하고, LTO-4를 이용하는 원격지 소산센터 운영

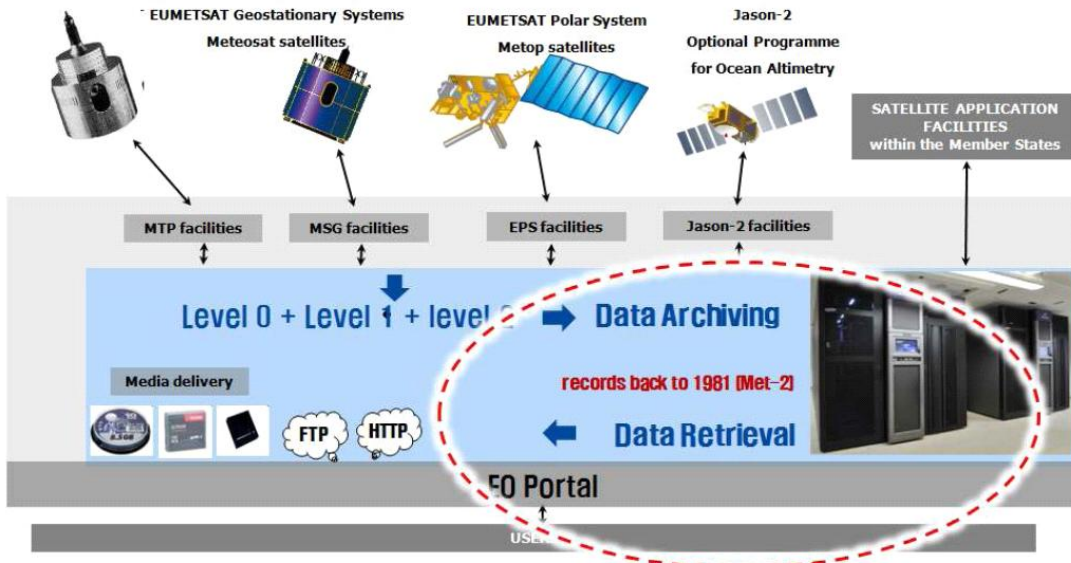


그림 47. EUMETSAT 시스템 개념도

나. 위성자료 서비스

- 높은 용량을 가지는 데이터를 빠르게 전송하기 위한 데이터 압축 기술 개발이 IT계의 화두임
- 데이터 압축 기술은 손실 압축 기술과 무손실 압축 기술로 나눌 수 있음
- 무손실 압축은 영상의 코딩과 디코딩을 완벽하게 수행하여 압축 영상을 복원한 영상이 원래 영상과 완전히 일치하는 압축 방법인 반면, 손실 압축은 영상에서 중복되거나 상대적으로 덜 중요한 부분의 정보를 제거함으로써 압축률을 높이는 압축 방법임
- 법률자료나 의료영상과 같이 신뢰성이 보장되어야 하는 위성영상에 적합한 데이터 압축 기술은 무손실 압축 기술임



- CFA(Color Filter Array) 데이터의 직접적 압축 방법이 제안됐는데, 이를 위한 고성능의 무손실 압축 방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음
- 위성영상과 같은 정지영상의 무손실 압축을 위한 방법으로는 컨텍스트 모델링 및 예측에 의한 CALIC(Context-Based, Adaptive, Lossless Image Coding)과 JPEG-LS 등이 있고, 웨이블릿 변환에 기반한 SPIHT(Set Partitioning In Hierarchical Trees)를 이용한 방법 및 JPEG2000 Lossless Mode 등을 들 수 있으며, 정지영상 무손실 압축을 위한 국제표준 중에서 일반적으로 JPEG-LS가 JPEG 2000 Lossless Mode보다 우수한 성능을 나타냄
- 위성영상 데이터 전송을 위해서는 목적에 따른 프로토콜의 도입의 고려 필요함
 - 파일 전송 프로토콜(File Transfer Protocol, FTP)은 TCP/IP 프로토콜을 가지고 서버와 클라이언트 사이의 파일 전송하는 방식
 - 파일을 빠른 속도로 한꺼번에 주고받을 수 있는 장점이 있으나, 콘텐츠의 내려 받기가 완료된 다음에 확인할 수 있음
 - Aspera라는 파일 용량, 전송, 거리, 네트워크 상태에 상관없이 디지털 자료를 고속으로 전송
 - 기존의 인터넷 망에서 최대한의 속도 성능을 향상시키기 위해 레이더 위성인 TerraSAR-X의 위성 영상 배포 서비스 시 아스페라 고속 전송 솔루션을 도입
 - 사용을 위해 별도의 플러그인 설치 필요하며, 사용가능한 브라우저의 제약이 있음

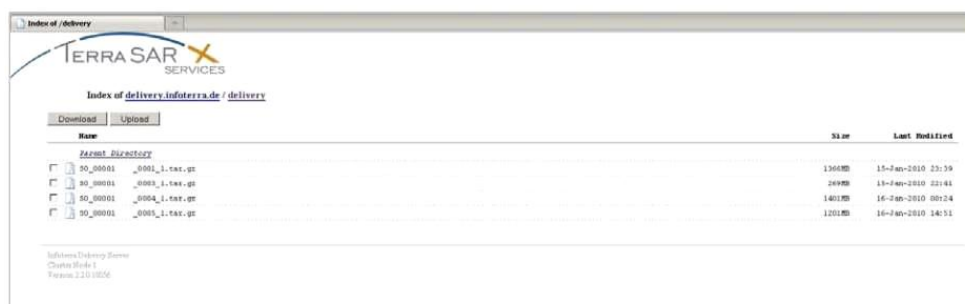
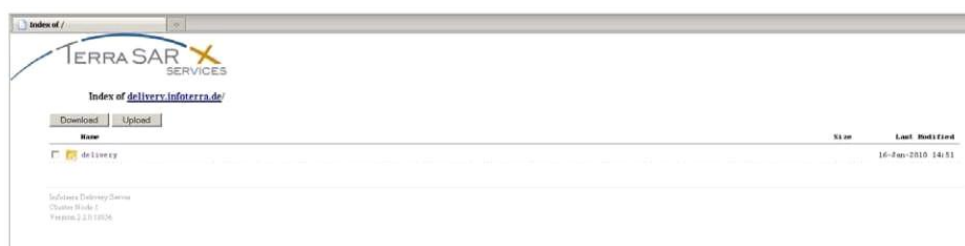


그림 48. Aspera를 사용한 TerraSAR-X의 자료제공 화면



- InnoEX는 국내 기술로 개발된 파일 전송 솔루션으로 FTP 보다 30배 빠른 고속 파일 전송 가능

○ 국내외 현황

- 한국해양과학기술원 해양위성센터

- 천리안 해양관측위성 및 국외위성(MODIS/Aqua, MODIS/Terra, NOAA) 자료를 웹사이트에서 관측 1일 후에 제공함
- 천리안 해양관측위성자료의 활용 확대를 위해 총 25개 유관기관에는 실시간으로 FTP를 이용하여 위성 자료를 전달하고 있으며, 주요 이슈사항이 발생하는 경우 특별히 분석된 자료는 공문, 이메일 등을 통해 현업관련 기관에 추가 제공
- 현재 제공중인 자료는 기하보정 완료영상, 해수수출광량, 식물성 플랑크톤 영상, 부유퇴적물 영상, 용존유기물 영상임
- 자료를 안정적으로 제공하고자 Open Access 방식의 웹 배포시스템(GDDS, GOCI Data Distribution System)을 구축하여 운영하고 있으며, 배포 스토리지는 IDC(Internet Data Center)에 구축하여 안정적으로 자료서비스를 하도록 함
- 그 밖에도, 일반 국민들의 영상자료 접근성을 높이고, 일상 생활에 도움을 주기 위하여 국내 대형 포털사이트와 MOU를 체결하여 '실시간 GOCI 영상 보기'를 제공하고 있으며, 모바일 웹으로도 위성영상을 확인 할 수 있도록 지원하고 있음

※ 국내 대형포털사이트 : <http://map.naver.com/>

※ 모바일 웹 : [m.kosc.kor^of.re.kr/m/index.kosc](http://m.kosc.kiof.re.kr/m/index.kosc)

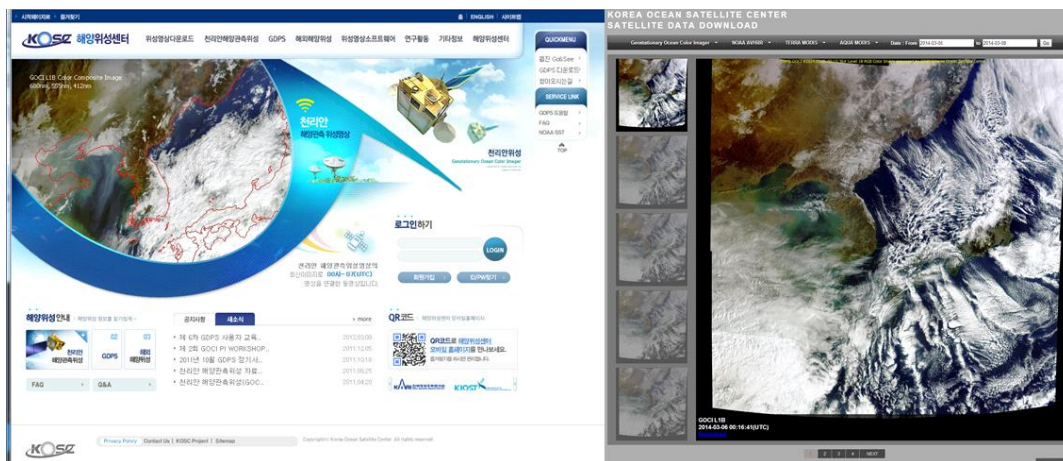


그림 49. 해양위성센터 홈페이지(kosc.kiof.ac)

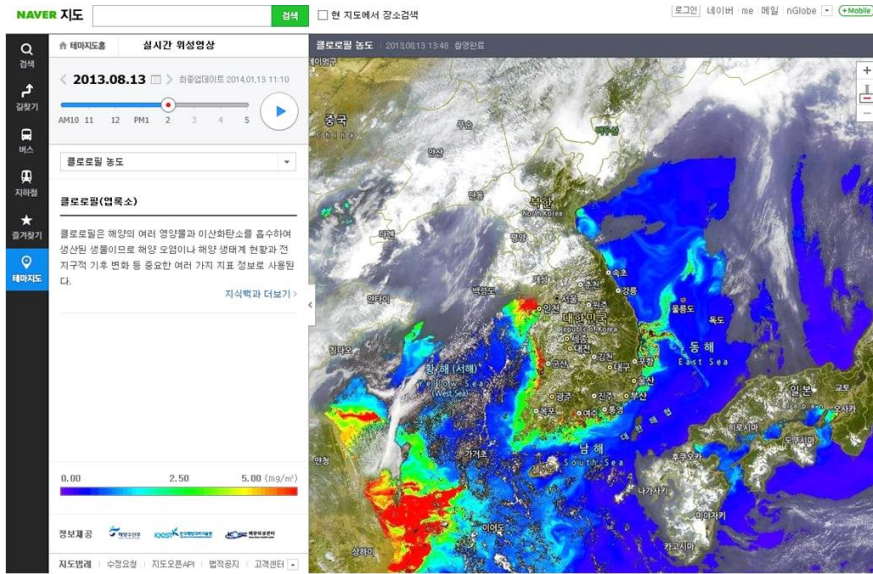


그림 50. 국내 대형포털사이트 내 영상서비스 현황

- 국가기상위성센터

- 국내외 기상위성 영상을 웹으로 서비스
- 태풍과 같은 자연재해 시 많은 접속자 수에 대비해 콘텐츠전송네트워크(CDN : Content Delivery Networks) 서비스를 도입, 고품질의 안정적인 동영상 서비스를 제공하고 있으며, 최근에는 모바일웹으로 확장하여 서비스 중임
- CDN(Content Delivery Network) : 인터넷을 이용한 대용량 파일 전송 시에 트래픽 증가로 전송속도가 떨어질 때, 네트워크 주요 지점에 설치한 전용 서버에 해당 콘텐츠를 미리해 이용자와 가까운 곳의 서버가 이를 내보내 인터넷 서비스 품질관리(QoS)를 유지시켜주는 서비스임

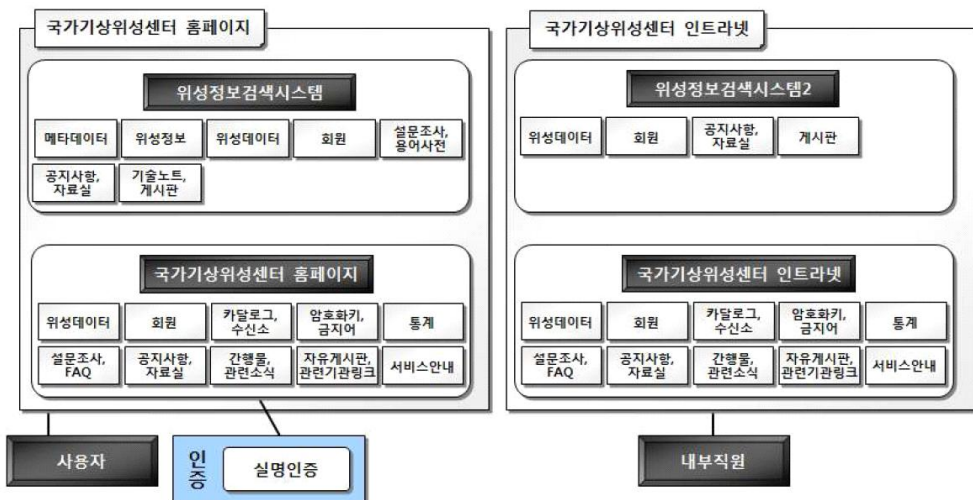


그림 51. 국가기상위성센터 위성자료서비스 메뉴구성도



- 한국전자통신연구원
 - 웹에 접속하여 사용자가 위성영상을 검색하는데 필요한 메타데이터를 제공하기 위해 통합관리센터(Satellite Image Management Center, SIMC)을 운영
 - SIMC 위성영상 메타데이터는 영상제품목록, 영상밴드목록, 매체목록, 주문정보, 데이터요청 작업지시서, 영상제품등록 작업지시서, 전송용 데이터목록 테이블로 구성됨
 - 각 위성영상 메타 데이터는 사용상의 특징과 위성영상을 특징 그리고 활용처를 고려하여 작성되어 있음

위성영상 METADATA			
ResolutionLevel	11	+ Them	
ConformanceLevel	1	+ ProductID	S1H1990604024540
CreateDate	20030402164649000	+ LastUpdateDate	20030402164649000
ProviderID	SaTReC	+ SatName	SPOT1
SenName	HRV1	+ ModeName	PAN
CorrectionLevel	1A	+ ResamplingKernel	NONE
MapProjection	0	+ Datum	NONE
EarthEllipsoid	NONE	+ ProductOrientation	Satellite North
ProductFormat	SPIM	+ BandInterleaving	BIL
OrbitDirection	DESCENDINGORBIT	+ ProductCenterTime	19990604024540512
PathK	304	+ RowJ	277
CenterLat	36.38055556	+ CenterLong	126.84805556
UpleftLat	36.70333333	+ UpleftLon	126.54611111
UprightLat	36.5475	+ UprightLon	127.34555556
LowleftLat	36.1825	+ LowleftLon	126.35861111
LowrightLat	36.02805556	+ LowrightLon	127.15305556
Width	60000	+ Height	60000
nmr SpectralBands	1	+ nmr BytesPerPixel	1
OffnadirAngle	-23.4	+ SunAzimuth	144.7
SunElevation	73.4	+ BrowseFileFormat	JPEG
ThumbFileFormat	JPEG	+ DatasetFileSize	51960960
StorageFlag	11	+ OnlineCopyDate	20030402164649000

그림 52. SIMC 위성 영상 메타 데이터 예시

- 미항공우주국(NASA)
 - EOSDIS(Earth Observing System Data and Information System)를 구축하여 위성 운영 및 데이터 처리, 배포를 담당함
 - 생산된 자료의 전문성을 최대한 부각시키고 활용을 극대화하기 위하여 각

자료의 특성에 따라 산하기관 또는 별도의 연구기관에 EOSDIS Data center 를 분산 구축하여 자료를 관리하고 배포하도록 함 (<http://earthdata.nasa.gov/data/data-centers>)

- 해색위성자료를 전달하는 OBPG는 FTP와 웹사이트의 두 가지 방식을 이용하여 자료서비스를 수행중이며, 이는 각각 별도의 서버와 스토리지가 구축되어 서비스를 분리하고 있음

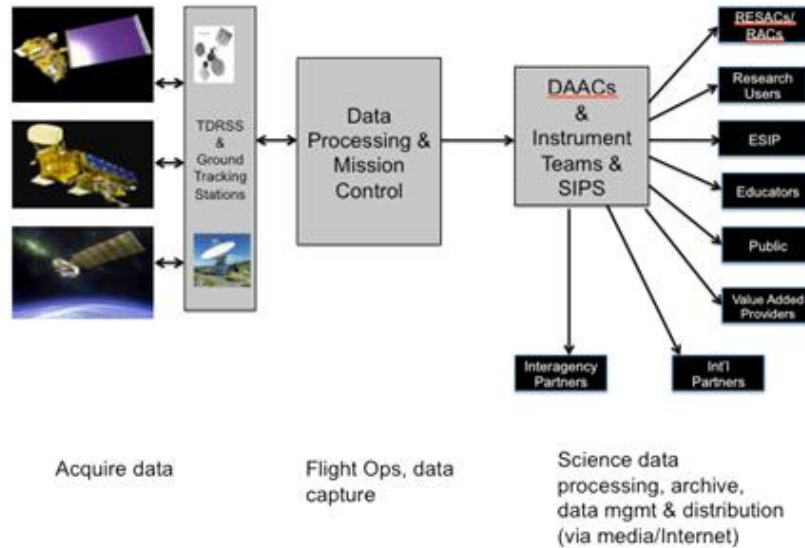


그림 53. EOS 자료의 처리 및 배포(Gene 2011)

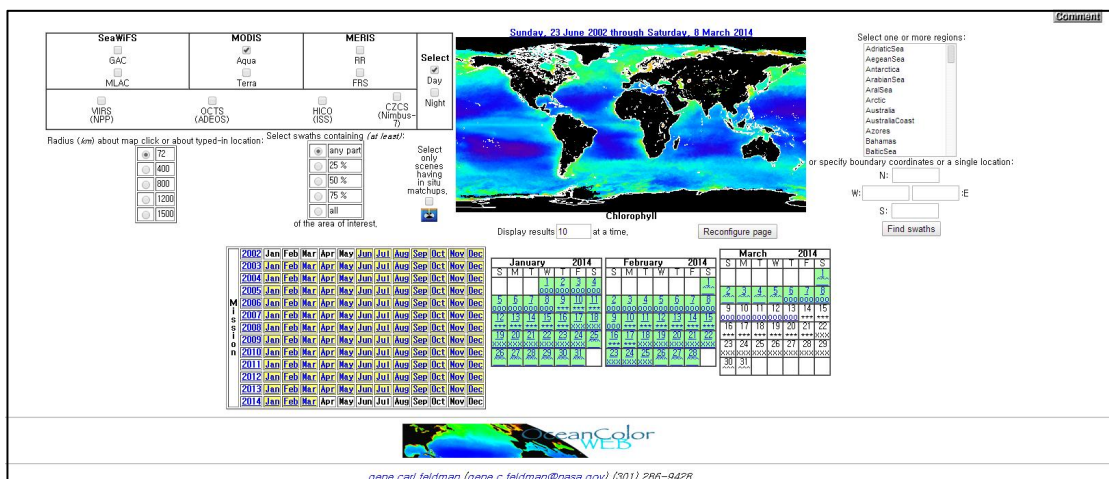


그림 54. NASA OBPG 배포서비스 화면(oceancolor.gsfc.nasa.gov)

- 미 해양대기청(NOAA)
 - 월드와이드웹(World Wide Web; www)을 이용한 웹기반의 서비스이며, IT기술을 전문적으로 하는 회사(Diversified Global Partners JV LLC)에서 담당/운영



- CLASS 시스템은 데이터 스토리지와 배포시스템(Data Storage and Distribution Subsystems), 서버세트(Servers), 사용자인터페이스 (User Interface), 모니터링/유지보수 도구(Monitoring and Maintenance)로 크게 4가지의 카테고리로 구분

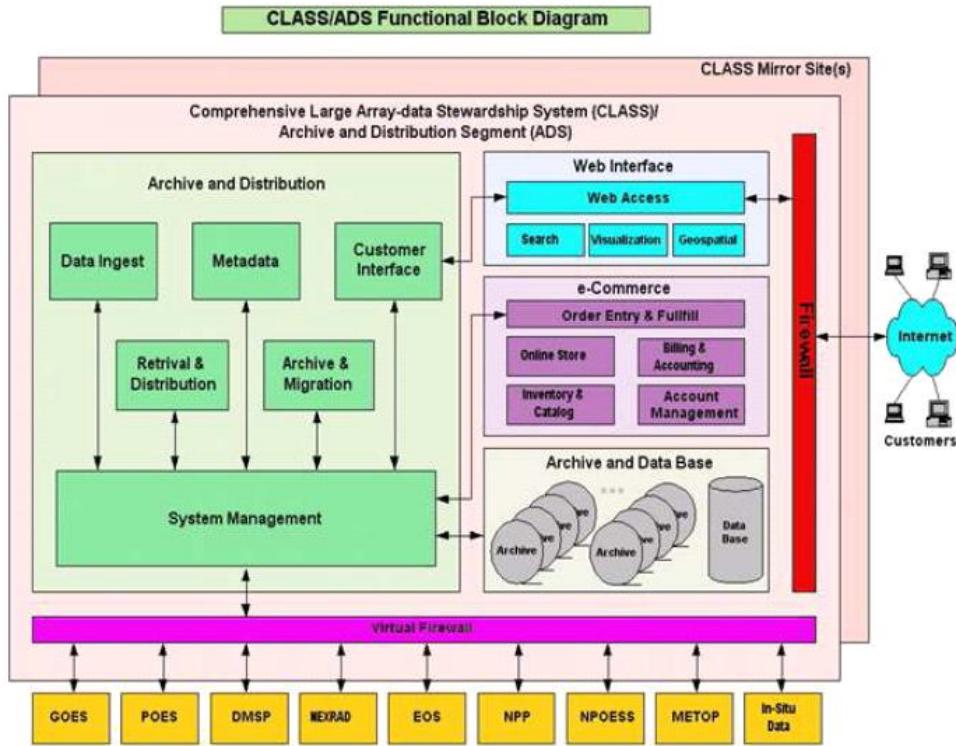


그림 55. CLASS 시스템 구성도

- 유럽 우주국(ESA)
 - 지구관측위성 Envisat의 지상시스템인 PDS(Payload Data Segment)의 PDHS (Payload data handling station)들에서 실시간 온라인 또는 오프라인 자료 서비스 수행 중
 - Global Pass 방식을 통해 인터넷 서비스 품질관리(QoS)를 하는 시스템을 구축하여 운영하고 있음
 - 이 방식은 CDN이 나오기 전의 방식으로 비용대비 효과가 떨어짐

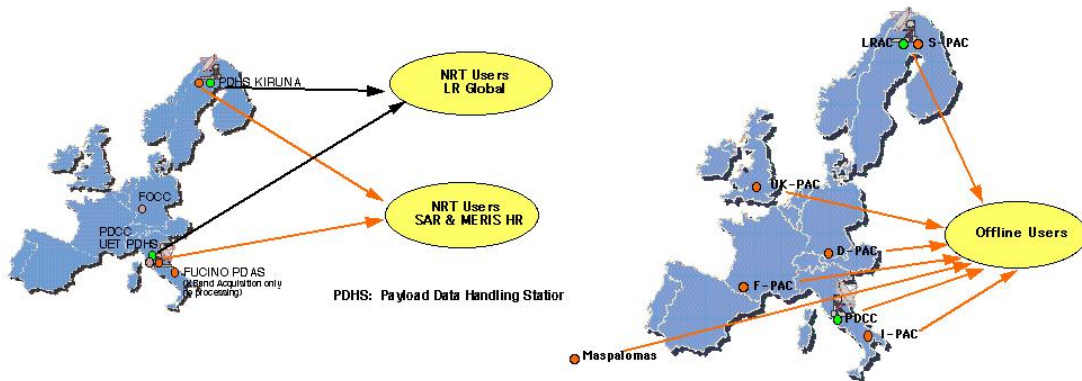


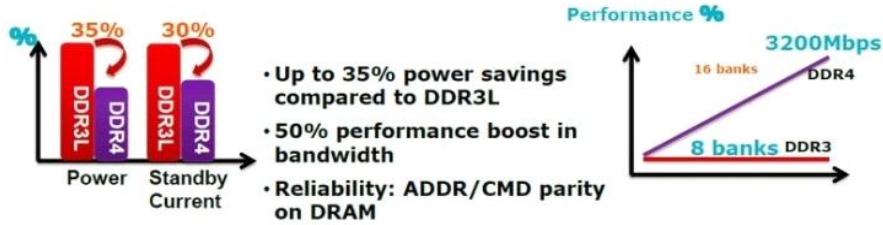
그림 56. 실시간 서비스와 오프라인 서비스 이용자를 위한 PDHS 분포

다. 시스템 하드웨어 동향

- 대부분의 서버 사용처는 델, HP, IBM, 썬 등의 하드웨어 공급업체로부터 서버를 구입, 사용하는데 반해 수십만대 서버를 보유하고 있는 대규모 업체(구글 등)는 서버의 핵심 부분을 자사의 전문가 집단이 설계, 개발해 사용하고 있음
- 서버를 이루는 구성요소로는 CPU, Memory, Mainboard 등이 있으며 이는 각각의 선도 기업들이 기술개발을 이끌어 가고 있음
- CPU 분야에서는 아키텍처의 개선과 공정의 세밀화 그리고 저전력 부분이 강조 되어 왔고 선도 기업으로는 인텔을 꼽을 수 있음
- 매해 인텔 개발자 포럼(Intel Development Forum) 행사를 개최하여 신기술을 공유하고 있으며, 오는 2015년까지는 22nm 공정으로 생산된 CPU를 상용화 할 것으로 보임
- 메모리 분야에서는 한동안 메모리 시장을 지배하고 있는 DDR3 를 대신할 메모리 규격인 DDR4가 개발되고 있음
- DDR4 메모리의 특징은 DDR3대비 저전력, 고성능, 높은 대역폭 등으로 정의 됨
- 지난 2012 년 9월에 JEDEC 에서 최종 규격이 정해졌고 2013년의 소량 샘플 생산을 거쳐 2013 인텔 개발자 포럼에서 소개되었으며 DDR4의 양산은 2015 년 이후 본격화 될 것으로 예상되고 있음



Advantages of DDR4



Applications

- Ultrathin applications run longer on battery due to power reduction
- Enterprise applications utilize lower power and enhanced RAS features to meet the increasing requirements
- Networking devices need for low power and high bandwidth

IDF2013
INTEL DEVELOPER FORUM

28

그림 57. DDR4 메모리의 성능과 적용 범위(인텔 개발자 포럼 2013)

- 대부분의 데이터 센터들은 전원이 나갔을 때 UPS(Uninterruptible Power Supplies) 장치에 의존함
- 최근 구글은 자체배터리를 탑재한 서버를 개발하는 등 핵심 기술을 보유함으로써, 장비의 효율을 높이고 있음
- UPS는 대형 전원 장치로 메인 서플라이가 꺼졌을 때 다시 켜지는 시간까지 작동되어 대형 UPS의 경우에는 효율성이 92~95%가량 되지만 서버에 배터리를 탑재하면 효율성은 99.9%를 넘게 됨



그림 58. 구글이 직접 설계한 서버(프로토 타입)

- 페이스 북의 경우 적극적으로 Open Compute 프로젝트³⁾를 통해 시스템을 도입

3) 최근에 구글과 같이 자체 개발이 어려운 소규모 업체들을 위해 최소한의 비용으로 최고의 효율을 가



하였으며, 38%의 성능 향상과 24%의 비용절감을 이루어 낸 것으로 평가하고 있음

- 그러나 아직은 체계화되어 있지 않고 위험부담이 크므로 국내의 경우에는 이러한 시도가 활발히 이루어지지 않고 있음



그림 59. Open Compute 프로젝트의 결과물로 선보이고 있는 Facebook의 서버룸

- 스토리지 시장은 서버 시장과 마찬가지로 다양한 기술이 개발되고 있으며, 경쟁이 심화되어 있는 분야로, EMC 또는 NetAPP에서 시장 선도가 이루어지고 있음
- 빅데이터 문제가 대두 되면서 고가의 대용량 장비를 구입하는 스케일업(scale-up) 대신 여러 대의 값싼 장비에 방대한 자료를 분산해 저장하는 스케일아웃(scale-out) 방식이 크게 부각되었음
- 빅데이터가 본격적으로 시장을 지배함에 따라 업계에 많은 변화가 일 것이라고 예측하며, 저장 용량 또한 페타바이트가 메인스트림으로 대두되는 가운데 엑사바이트 까지도 고려하게 될 것으로 보임⁴⁾
- NetAPP 또는 EMC에서의 스토리지 도입은 고비용을 요구하므로, 이를 배재하기 위해 대기업들 사이에 자사만의 파일 시스템을 점차 개발하여 사용하고 있음
- 가상화와 클라우드 기반의 데이터센터의 구축이 활발해지면서 단순히 스위치, 라우터, 케이블 등 인프라 장비만 확충하고 연결했던 과거와 달리 다양한 네트워크 환경의 개발이 활발해 지고 있고, 암호화, 보안 이슈 등이 계속 나오면서 네트워크 관리의 중요성은 더욱 높아지고 있음

진 서버를 조립할 수 있도록 도와주는 프로젝트 'OPEN Compute Project'가 진행됨. Open Compute Project는 서버 하드웨어의 사용 효율성을 높이기 위해 디자인 되었으며, Open Web Foundation 라이선스가 적용되어 배포되고 있음(<https://sites.google.com/site/openwebfoundation/>).

4) Hitachi Data Systems CTO Hu Yoshida(싱가포르 정부의 데이터 스토리지 기관의 과학 자문 위원회 회장)

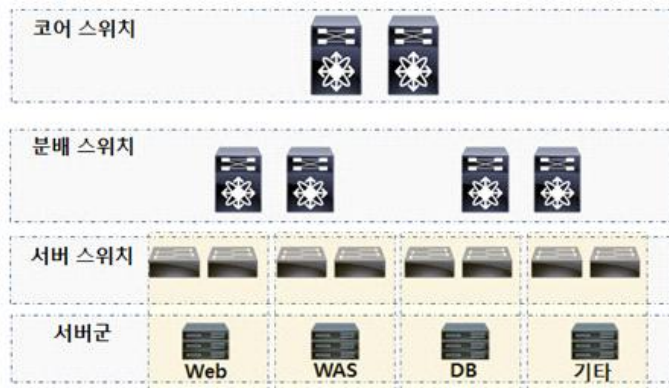


그림 60. 전통적인 데이터센터 네트워크 구조

- 시스코, 브로케이드, 주니퍼 등 네트워크 벤더들은 ‘네트워크 패브릭’이란 용어를 들고 나오며 데이터센터에서의 네트워크 관리 통합을 선도함
- 네트워크 패브릭이란 네트워크 서비스와 관련 기기가 긴밀하게 융합돼 있는 환경을 말하고, 네트워크 인프라를 단순화 하고 비용절감을 실현하는 데 중점을 둠
 - SAN 패브릭 : SAN IO를 처리하는 SAN 장비의 모든 데이터 흐름을 제어하는 데이터, 제어부를 포함하는 용어
 - 관리 패브릭 : 데이터센터 전체 장비를 관리하는 네트워크
- 최근오픈소스 기반 네트워크 가상화 기술 개발을 위해 스탠포드와 UC버클리 대학교, IBM, HP, 주니퍼 등이 인프라에 관계없이 사용자가 직접 네트워크 통제권을 가질 수 있게 도와주는 프로토콜인 ‘오픈플로우’ 연구를 진행하고 있음



그림 61. 전통적인 데이터 센터 구조와 시스코의 패브릭 기반의 데이터 센터 아키텍처

○ 국내·외 현황

- NHN ‘각’
 - ‘각’은 NHN이 국내 포털 최초로 지은 데이터 센터로 인터넷 사이트 운영에 필요한 서버, 스토리지, 네트워크의 장비를 모아둔 시설로, NHN 각은 저전

- 전력 기술을 기반으로 효율성을 중시하여 설계되었음
- 차가운 공기가 새지 않게 NHN은 지난 10년간 쌓아온 기술을 바탕으로 서버를 자체 제작
- 앞쪽에 바람이 잘 통할 수 있도록 빈 공간을 만들어 들어온 공기가 내부를 잘 식히고 나갈 수 있으며, 기존에 서버 한대가 각각 보유하고 있던 팬과 파워 서플라이를 서버 네대가 함께 공유하는 구조 도입
 - ※ AMU(Air Mist in Unit) 사용 : 외부에서 들어오는 공기에 여러개의 노즐을 이용하여 미세한 입자에 물을 분사하여 온도를 떨어트리고, 외부의 공기를 깨끗하게 만들어줌
- 서버의 전기가 끊어지는 비상상황 발생 시 다이내믹 UPS(무정전)로 전력을 공급하고 자체 발전기를 가동시켜 비상전력 생산
- 고가의 외산 스토리지를 대체하기 위한 독자적인 스토리지 기술 개발 : 저렴한 범용서버에, 저렴한 디스크를 장착하는 방식의 OwFS(Owner-based File System) 기술
- 데이터 유실 방지를 위해 저장하는 모든 파일 각각에 대해 3개의 저장본을 유지하는 '3 copy' 정책 도입

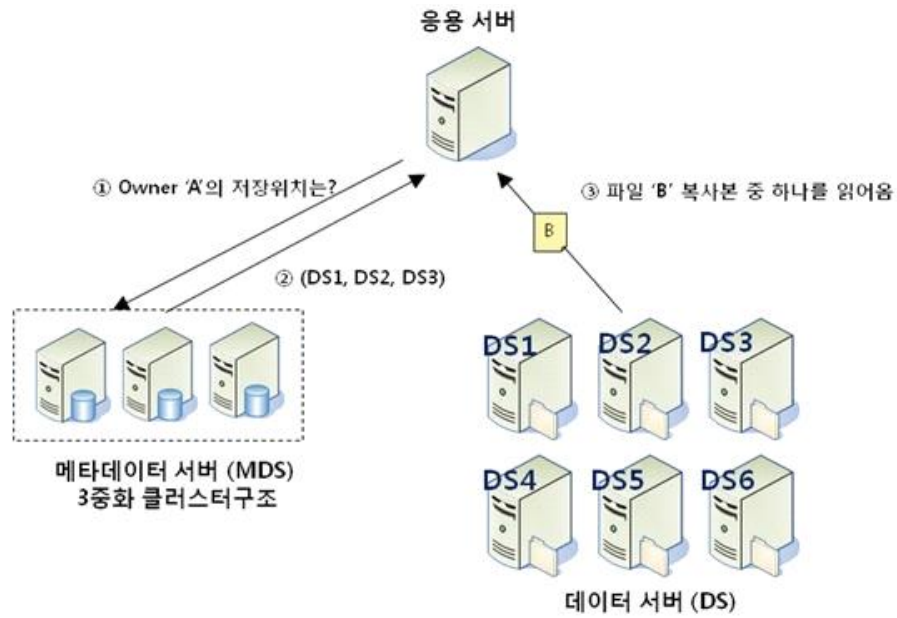


그림 62. QwFS 파일 시스템(오너 'A' 저장공간에 있는 파일 'B'를 읽을 때의 동작)

- 미항공우주국(NASA OBPG)
 - MODIS/Aqua, Terra, NPP 등의 해색관측위성 자료의 처리, 저장, 관리, 배포를 위하여 97개의 프로세싱 노드 사용(리눅스)하고, 각각의 프로세싱을 관



장하는 스케줄러 도입

- 항온항습기는 Primary/Backup Unit으로 관리하고, 225 KVA UPS 사용
- 자료저장을 위한 시스템은 159개 PC로 이루어진 RAID 스토리지 노드로 구성하였고, 각각의 RAID는 ZFS 사용하여 구성하고 이를 묶어서 사용할 수 있도록 파일 위치 기반의 DB를 운영
- 기본 개념은 하둡(Hadoop) 또는 GFS와 유사하나 복잡도 또는 효율성에서는 하둡(Hadoop)에 미치지 못함

Processing System Hardware

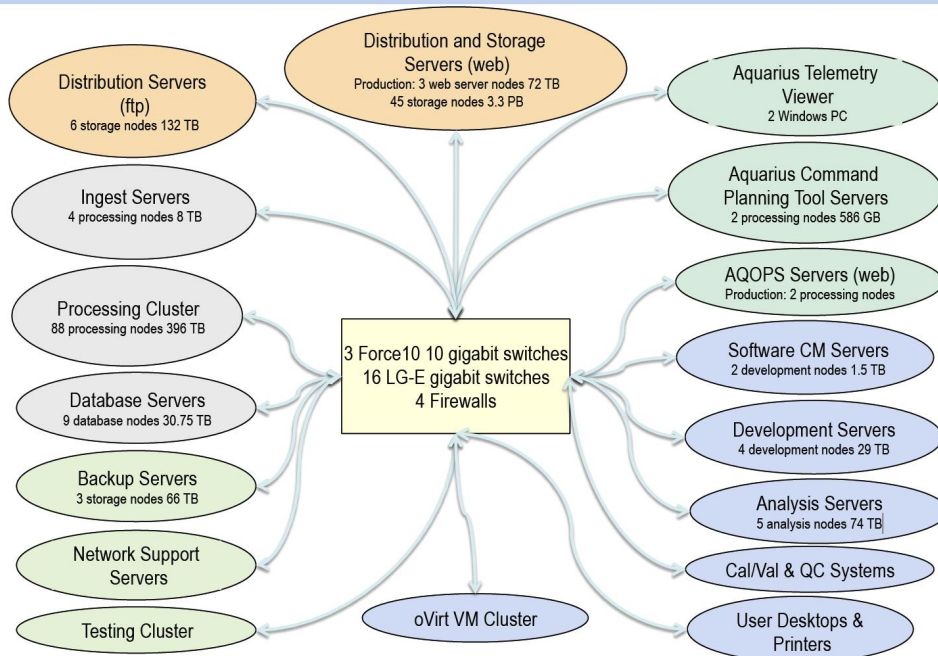


그림 63. NASA OBPG(Ocean Biology Processing Group)의 데이터 처리 구조



제 4 절 해색위성 운영 관련 환경분석

제 1 항 사용자 요구사항 분석

가. GOCI 자료 사용현황

- 2010년 천리안위성 발사 후 GOCI 위성 영상을 처리하면서 도출되는 사용자 요구사항과 새롭게 창출되는 분야들을 검토하기 위하여 사용자 회의 및 방문조사를 실시하였음
- 현재 해양위성센터(KOSC)로 영상 자료 및 산출물 자료를 요청하고 있는 기관과 그 활용 현황은 아래의 표와 같음(GOCI-II 개발타당성 평가, '13.11)
- 가시영상을 통해 한반도의 천연색 영상을 빠르게 산출할 수 있기 때문에, 해양뿐만 아니라 육상/대기분야의 현업기관에서도 다양하게 사용되고 있음
- 공간해상도가 4배 향상되고 전구 관측도 가능한 GOCI-II에 대해 사용자들의 활용 기대감이 증가하고 있음을 확인
- 사용자들은 해색위성에서 제공할 수 있는 자료 외에도 해양환경 모니터링, 유류유출 등을 분석하기 위해 해수면 온도자료나 SAR 등 타 위성 영상의 분석자료도 위성운영기관에 요구하고 있음

표 32. GOCI 위성 운영 후 현업기관의 활용 현황

기관명	GOCI 활용 현황 및 향후 GOCI-II 활용 분야
국립수산과학원 (위성해양정보실)	적조분포 파악
	어장형성해역탐지
국립수산과학원 (동해수산연구소)	위성영상 검·보정 및 해양환경 모니터링
한국해양과학기술원 (동해연구소)	동해 해양환경 모니터링을 위한 정보제공
한국해양과학기술원 (부설극지연구소)	정지궤도 위성 검·보정 및 극궤도 위성과 비교
국립해양조사원	조류, 해류 등 해수순환모델 연구
해양경찰청	해양오염 감시단속, 해양오염방제, 선박 탐지 등



기관명	GOCI 활용 현황 및 향후 GOCI-II 활용 분야
국립재난안전연구원	적조 모니터링 및 피해면적 분석
	모니터링 시스템 구축
	화산재 발생현황 분석
	황사, 산불 이동 모니터링 및 피해분석
	가뭄 피해지역 분석
	폭설지역 분석
	태풍 이동경로 모니터링
	눈지수 알고리즘 개발
공군 (기상단)	군 작전 기상 정보연구
	기상 및 해양 정보 분석
해군 (작전사, 정보, 참모처, 함대포함)	일일기상보고
	작전/훈련해역 기상분석
	북한지역 기상분석
	태풍분석
	황사분석
	결빙분석
꽃게철 북한어선, 경비정 동태 파악 보조자료	
해군 (6항공전단)	항공기상 분석
해군 (해양정보단)	대잠작전 판단
질병관리본부	환경지수 수집(클로로필, 일차생산력)
<p>* 기타 활용 분야 요청 사항 (현재 GOCI의 한계로 활용이 불가하나, GOCI-II에서는 가능성이 검토되는 활용분야)</p> <ol style="list-style-type: none"> 불법어선 감시 <ul style="list-style-type: none"> (서해어업관리단) 대규모로 불법어선이 침범할 경우 1-2백척이 몰려와 250m 해상도 로도 관측 가능할 것으로 예상 해사채취 <ul style="list-style-type: none"> (수자원공사) 현재까지는 해상도의 문제로 해사 채취의 감시가 어려웠으나, 연안 또는 탁도가 높은 지역의 대기보정 정확도 향상과 해상도 향상을 통해 해결 가능할 것으로 보임 소규모 유류유출 <ul style="list-style-type: none"> (해양경찰청) 대규모 유류유출의 경우 현재 GOCI로도 가능하나, 연안에서의 소규모 유출의 경우, 힘들었음. 향후 GOCI-II를 그 활용성이 커질 것으로 보임 해양위성자료 배포 <ul style="list-style-type: none"> (HMT코리아) HMT코리아는 원양어선에 해양위성자료를 배포하는 업체인데, 현재 GOCI는 동북아 지역만 관측 가능하여 미활용 중. GOCI-II의 전구관측은 매우 활용 가능성이 높음 	



- 현업기관 외 연구목적에 위해 GOCI 위성 자료를 사용하는 사용자는 지구환경 변화나 위성보정기술 관련 연구에 자료를 사용하는 것으로 파악되었고, 서비스의 신속함 보다는 정확한 자료의 서비스를 선호함

나. GOCI-II 예상 산출물

- 아래의 표는 GOCI-II 개발 타당성 평가 당시, 공간해상도와 밴드수 증가에 따라 GOCI-II에서 산출될 수 있을 것으로 기대되는 활용자료들을 나타낸 것임
- 새롭게 기술 개발이 필요한 활용자료들은 전구영상을 포함하여 12종임
- 나머지는 GOCI 운영을 통해 초기 기술이 확보되었고 지속적인 개선 연구가 필요함

표 33. 2018년 기준 GOCI-II 산출물별 기술 현황(안)(GOCI-II 개발타당성 평가)

구분	순번	GOCI-II 산출물(38종)	기술현황 (2018년 예상)	비고
기초	1	수출광량	서비스 가능	기술개선 지속
	2	정규수출광량	서비스 가능	기술개선 지속
	3	해수광특성계수	서비스 가능	기술개선 지속
	4	전구관측영상	신규개발	검·보정 필요
	5	대기산란보정반사도	개선필요	GOCI 통해 조기개발/검·보정 필요
해양물리	6	하향확산감쇄계수	서비스 가능	기술개선 지속
	7	수중가시거리	서비스 가능	기술개선 지속
	8	해류벡터	개선필요	GOCI 통해 조기개발/검·보정 필요
	9	흡광계수	서비스 가능	기술개선 지속
	10	역산란계수	신규개발	검·보정 필요
	11	이산화탄소흡수지수	신규개발	검·보정 필요
	12	해양 전선	개선필요	GOCI 통해 조기개발/검·보정 필요
	13	연직 가시거리	신규개발	검·보정 필요
	14	저염분수 관별	서비스 가능	기술개선 지속
	15	해빙	개선필요	검·보정 필요
	16	유빙	개선필요	검·보정 필요



구분	순번	GOCI-II 산출물(38종)	기술현황 (2018년 예상)	비고
해양생물	17	엽록소농도	서비스 가능	기술개선 지속
	18	적조지수	개선필요	검·보정 필요
	19	어장지수	개선필요	검·보정 필요
	20	해수수질등급	개선 필요	검·보정 필요
	21	해양일차생산력	서비스 가능	기술개선 지속
	22	적조유해종판별	신규개발	검·보정 필요
	23	식물플랑크톤 기능별 분석	신규개발	검·보정 필요
	24	신규 형광 밴드를 이용한 엽록소 분석	신규개발	검·보정 필요
	25	녹조 지수	개선 필요	기술개선 지속
	26	갈조 지수	개선 필요	기술개선 지속
해양생물	27	남조류 판별	신규개발	검·보정 필요
해양화학	28	용존유기물	서비스 가능	기술개선 지속
	29	입자성 유기탄소 (POC)	신규개발	검·보정 필요
해양지질	30	총부유물질농도	서비스 가능	기술개선 지속
해양대기	31	해무	개선 필요	기술개선 지속
대기	32	황사	서비스 가능	기술개선 지속
	33	에어로솔타입	서비스 가능	기술개선 지속
	34	대기광학두께	서비스 가능	기술개선 지속
	35	옹스트룡 지수	신규개발	검·보정 필요
육상	36	정규식생지수(NDVI)	서비스 가능	기술개선 지속
	37	향상된식생지수(EVI)	서비스 가능	기술개선 지속
	38	단풍 지수	신규개발	검·보정 필요

다. 활용분야별 특성

- 이상의 요구사항과 GOCI-II의 예상 산출물들을 각 현업 기관별 활용 분야로 분류해보면 '수산업 분야', '재난/재해 현업활용', '해양환경감시', 그리고 '기타활용' 분야로 나눌 수 있음
- 주로 재난·재해 분야나 기상 등의 분야에서는 신속한 대응이나 예보를 위하여 위성자료를 가능한 빠른 시간 내에 획득하길 원함
- 반면, 기후변화나 해양환경 등의 연구에 자료를 이용하는 사용자들은 시간이 걸리더라도 정확히 분석되고 검증된 자료를 원함

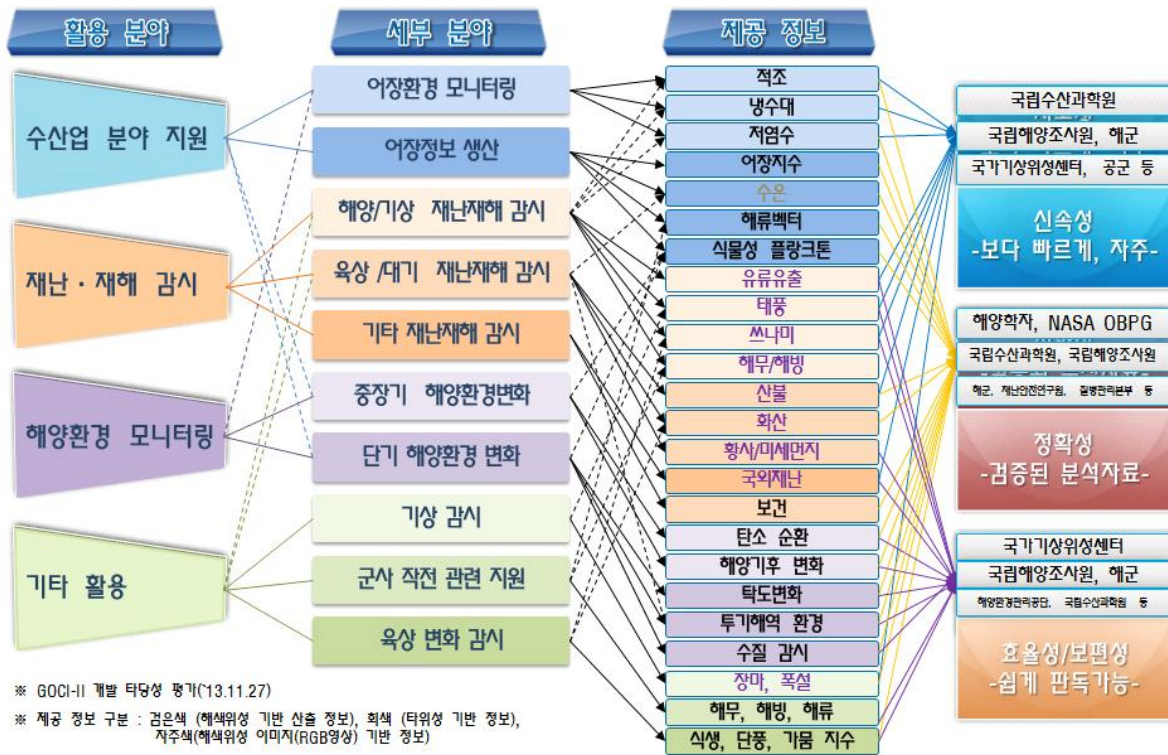


그림 64. 활용분야와 사용자의 특성 분석

제 2 항 SWOT 분석

가. 강점

- 세계에서 최초로 정지궤도 해양관측위성(GOCI)을 개발, 운영함에 따라, 자료 수신부터 처리, 관리, 배포 등에 대한 위성운영의 노하우를 보유하고 있음
- 정지궤도 해색위성의 자료 품질을 향상시키기 위한 다양한 연구 활동으로 검·보정 기술력과 해색 산출물 처리 기술이 확보되었음
- 우리나라는 세계를 주도하는 IT강국으로 지상시스템을 구축하는데 필요한 기술들이 이미 국내에 확보되어있거나, 개발 가능한 수준임

나. 약점

- 해색위성은 바다의 색으로부터 해양을 모니터링하는 것으로, 사용자가 이해할 수 있는 자료로 생산하기 위해서는 특화된 자료처리기술이 필요하고, 자료에 대한 이해가 필요하여 범용성이 다소 부족함
- 정지궤도 해양관측위성(GOCI)이 8회/일 관측이 가능해짐에 따라 현업 활용에



대한 기대가 높아지고 있으나, 현업용 알고리즘이 부족하고 현업기관과의 연계성이 부족함

- 해색위성의 정확도는 세계 최고기술 보유국인 미국 대비 정확도가 부족함

다. 기회

- 천리안 해양관측위성의 활용 촉진을 요구하는 목소리가 커짐에 따라 국가의 위성활용지원 지속적으로 이루어질 전망이다
- 재난·재해 대응 시 조기에 광역적 분포와 그 이동범위를 파악하기 위한 용도로 위성자료의 이용 수요가 증가하고 있음
- 선진국에서도 정지궤도 해양위성의 개발계획이 점차 확대되고 있음

라. 위협

- 최근의 사회적 이슈가 되고 있는 이공계 기피현상으로 해색분야의 전문인력 양성이 보다 어려워지고 있음
- 매시간 관측되는 정지궤도 해색위성의 자료를 각 분야에 적합하게 분석할 수 있는 전문인력이나 인프라가 국내 현업기관에 거의 마련되어 있지 않음

표 34. SWOT 분석을 통한 발전 방향

	기회(Opportunities)	위협(Threats)
강점(Strengths)	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 최고 수준의 해색 자료 활용 기술 확보 • 현안 적시지원, 예보 지원 등 현업 지원 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 현업기관 맞춤형 위성자료 제공 • 해색 자료처리분석 전문인력 양성
약점(Weaknesses)	<ul style="list-style-type: none"> • 정부지원을 바탕으로 기술개발 역량 강화 • 사용자 요구가 반영된 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 국외 선진기관의 영상품질 관리기술 추적 • 현업기관 인식제고를 위한 맞춤형 서비스 방안 마련



제 3 항 시사점

- 지금까지 고려된 지상국 운영현황과 관련기술 동향, 그리고 GOCI 사용자들의 요구사항 등을 통해 도출되는 시사점은 다음과 같음

가. 정확도 높은 해양위성 자료의 신속한 제공 추구

- 해색위성의 선두그룹인 NASA의 OBPG는 현장관측 전담팀과 업무 협조를 통해 자료처리 기술 개발을 체계적으로 수행함
- 개선된 알고리즘은 즉시 지상운영시스템에 반영되어 사용자에게 제공되는데, 이때 수년~수십년전의 자료도 모두 즉시 재처리할 수 있는 충분한 인프라를 갖추고 있어, 신속한 제공이 가능
- ESA의 경우, 사용자 요구 시 즉시 관련 영상을 처리하여 제공하는 클라우드 서비스 제공(ODESA)하고, 서비스를 구분하여 수행함
- 예보나 군작전과 같은 목적의 사용자에는 위성관측 후 수시간 내 실시간으로 자료를 제공하나, 그 외 목적의 사용자에게는 비실시간(오프라인)으로 서비스하되, 정확도 높은 자료를 생산하여 제공함

나. 효율성 높은 운영 방안 마련으로 예산/인력 대비 안정적인 위성 운영 구현

- 해양위성 주요기관의 경우 해양위성 운영과 활용 기술 개발을 동시에 수행하고 있음
- 위성 운영을 위한 안정적인 예산 확보 및 주기적으로 노후화 장비 교체(18개월마다 장비의 1/3 교체, NASA)
- 다양한 위성을 동시 운영하고 있는 국외 운영기관들과의 기술교류를 통해 24배 용량증대가 예상되는 GOCI-II의 위성 운영 기술 고도화 실현 필요
- 고용량으로 늘어나는 GOCI-II의 자료 처리 효율 향상을 위해서는 타 기관들과 같이 병렬 처리 기술 도입 필요

다. 자료처리 시스템 개발의 지속적인 국내 기술 고도화 필요

- 해외 선진기관의 경우 자체 기술을 통해 자료처리 시스템을 개발 구현 실현 및 배포(NASA SeaDAS, ESA BEAM, KOSC GDPS)
- SeaDAS(미국)나 BEAM(유럽)의 경우, 다양한 극궤도 위성자료의 처리가 가능하도록 점점 기능을 확장해가고 있어, 정지궤도 해양위성의 자료 처리시스템의 개발을 국내 주도로 수행하여 선도국으로서의 위상 유지 필요



제 5 절 국내외 통합검증 기술 동향분석

- 국내외 기술 수준은 특허분석시 사용하였던 탐재체 시스템 종합기술, SiC 광구조부 기술, 고신뢰성 데이터 전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 기술과 단파적외선 검출부 기술에 중점을 둔 해양탐재체의 주요핵심기술에 대하여 분석하였음

제 1 항 국내외 해양탐재체 기술수준

가. 선진국의 개발 수준

- 시스템 종합기술(시스템통합 및 검증시험)
 - 천리안 위성에 탑재된 해양탐재체(GOCI-I)와 정지궤도복합위성 2B호에 탑재될 해양탐재체(GOCI-II)는 세계최초의 정지궤도 해색관측 탑재체로서 한반도 주변 해양에 대한 상시 모니터링이 가능하게 함과 동시에, 정지궤도에서도 필요한 해상도와 영상품질을 만족시키기 위한 성능이 상대적으로 우수한 시스템임
 - 해양탐재체는 차폐가 없는 Korsch 타입의 TMA(Three Mirror Anastigmatic) 구조로 설계되어, 다수의 스펙트랄 밴드를 포함하고, 지향 반사경을 포함하며, 신호대 잡음비 향상을 위해 카메라 내부에서 신호를 축적시키는 기능을 포함하고 있음
 - 특히, 관측 대상과의 거리가 상대적으로 먼 정지궤도에서 장시간의 노출을 통해 고품질의 영상을 획득해야하므로, 고안정의 지향정밀도가 시스템의 성능에 많은 영향을 주게 됨
 - 탑재체 시스템을 구성하는 각 부분품들이 유기적으로 동작하고 각각의 성능을 만족할 때 시스템 전체의 성능과 기능을 만족시킬 수 있기 때문에, 탑재체 시스템의 통합적인 성능 관리와 검증을 수행하는데 필요한 기술과 노하우는 매우 중요하다. 이러한 검증 탑재체에만 국한된 것이 아니라 지상시험등으로 생성된 최종산출물을 이용하여 자료처리시스템 검증에도 활용됨
 - 선진국에서도 고해상도의 고정밀 지구관측 카메라들이 다수 개발 되고 있고 운용되고 있으며 현재 개발되고 있는 GOCI-II는 이들 선진국에서 개발된 해양관측 카메라 또는 원격탐사용 지구관측 카메라 시스템과 비교할 경우에도 최고수준의 기술적 수준을 필요로 함

○ SiC 광구조부 기술

- SiC 재료는 탄성계수 420GPa, 밀도 3140kg/m³의 고비강성을 갖고 있을 뿐 아니라 열팽창계수가 2.2ppm/K로 일반적인 위성구조체에 사용되는 알루미늄보다 1/10수준으로 열변형에 안정적이며, 또한 반사경과 тел레스코프 구조를 모두 동일재료의 SiC를 사용하면 균일한 온도변화에 대해 광학계 초점이 바뀌지 않는 비열적(athermal) 구조가 될 수 있음
- 이러한 장점이 있기 때문에 해외 선진 탑재체 개발기관에서는 SiC을 이용한 광구조부 개발이 1990년대부터 시작되었으며, 1990년대 말과 2000년대 초에는 우주용 SiC 반사경 및 тел레스코프를 성공적으로 개발하여 적용하고 있음



그림 65. ROCSAT telescope and Herschel primary mirror

- Astrium사에서는 구경 600mm SiC 반사경과 광구조체를 ROCSAT에 적용하였고, 통신해양기상위성 해양탑재체에서도 유효구경 140mm 광학계 및 광구조체에 SiC 적용, 또한 OSIRIS, NAOMI에서도 같은 기술이 적용되었으며 최근에는 구경 3.5m의 Herschel 반사경에도 SiC을 성공적으로 적용 우주개발 선진국에서의 SiC 광구조부 기술은 완숙단계에 있음

○ 고신뢰성 데이터 전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 기술

- 현재 개발되고 있는 해양탑재체(GOCI-II)에는 CMOS 영상센서를 사용하여, 카메라 내부에서 관측과 동시에, 영상데이터를 축적하여 신호대 잡음비를 향상시키도록 하고 있으며, 신뢰성 있는 데이터 전송을 위해, SpaceWire 표준 프로토콜 위에 GRDDP라는 패킷 전송 프로토콜을 추가적으로 채택하여 사용하고 있음
- 여기에서는 데이터 패킷의 전송오류가 발생 될 경우, 재전송을 수행하는 등, 기



존의 단순 전송방식과 달리 오류발생에 대한 보완조치가 포함된 신뢰성 있는 프로토콜이며, 이는 선진국에서도 도전적인 기술로 인식되고 있어 탐재체 제어부에 구현되어, 위성본체에 데이터를 전송함

- 탐재체제어부에는 고안정, 고정밀 이축 구동부를 제어하는 회로와 알고리즘이 구현, 이 기능은 구동부의 정밀 동작과 함께, 탐재체 시스템이 관측 목표물을 안정적으로 지향할 수 있도록 하는 핵심 기술이 소요되는 부분임, 따라서, 구동부 및 구동제어부의 개발에 필요한 기술은 해양탐재체의 성공적인 개발에 아주 중요한 부분이며 선진국에서는 안정적인 탐재체제어부를 개발하여 기능 추가 등 작은 수정만으로도 다양한 탐재체에 적용되도록 개발하고 있음

○ 단파적외선 검출부 기술

- 정지궤도용 전자광학탐재체에 이용되는 단파적외선($1.0\mu\text{m} - 2.5\mu\text{m}$) 또는 중적외선($3\mu\text{m} - 8\mu\text{m}$) 검출부의 개발기술은 검출기 제작기술과 검출부의 온도제어부 기술로 세분화 될 수 있음
- 지구원격탐사를 위해 위성용으로 개발되는 대부분의 단파적외선 검출부는 HgCdTe (mercury cadmium telluride, MCT)로 제작되며 미국과 유럽에서 개발한 정지궤도 기상탐재체의 경우 사용된 중적외선 검출부는 픽셀 수가 작으며, 수동형 온도제어 기술을 이용함. 이후 현재까지 개발이 진행되고 있는 미국과 유럽의 차세대 기상탐재체의 경우, 검출기 픽셀의 수가 증가하였으며 능동형 온도제어 기술을 적용하고 있음
- 기상센서용 중적외선 검출기의 경우 라인 검출기 개념으로 개발되고 있으며, 유럽에서 개발하고 있는 차세대 기상센서 FCI (Flexible Combined Imager)의 경우 중적외선 검출부는 60K에서 운영되도록 설계되고 있으며 능동형 온도제어부의 경우 개발위험도를 줄이기 위해 여러 가지 모델을 고려하고 있는 것으로 보임



그림 66. (a) LPTC from Air Liquid(F), (b) Stirling cooler(AST UK)



○ 고안정/고정밀 이축 구동부 기술

- 정지궤도에서의 지구관측을 위해서는 고안정/고정밀 이축 구동부 기술이 필요하며 구동부에 요구되는 지향 안정도 및 정밀도는 해상도에 따라 달라지게 됨. 통신해양기상위성 해양탐재체(GOCI)에서는 안정도 $5\mu\text{rad}$ 이하의 이축 구동부가 개발 적용 되었으며, 정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II)에서는 향상된 해상도 때문에 $2\mu\text{rad}$ 이하의 안정도를 갖는 이축 구동부를 개발하고 있음
- 정밀 지향 구동부 외에도 기상탐재체와 같이 연속적인 스캔 관측을 요구하는 탐재체에서는 고기동 이축 구동부 기술이 사용되고 있음. 이축 구동부 기술은 개발 필요에 따라 기술이 계속 발전되고 있으며, 정지궤도복합위성의 해양탐재체기술이 현재로는 최첨단 기술로 우주개발 선진국에서도 기술 개발이 계속 진행되고 있는 상태임

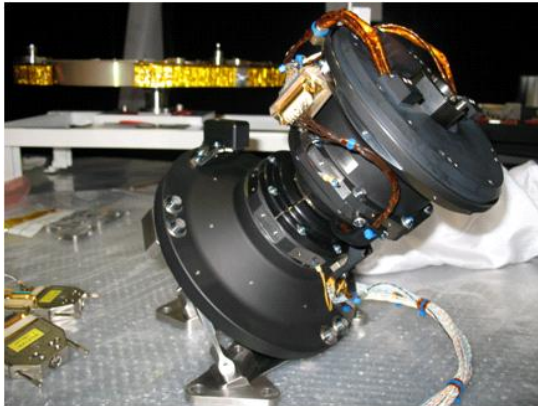


그림 67. GOCI pointing mechanism and FCI scan mechanism

나. 국내보유기술 및 국내업체 개발수준

○ 시스템 종합기술(시스템통합 및 검증시험)

- 국내의 지구관측용 전자광학 카메라 기술은 다목적실용위성의 고해상도 카메라 개발의 결과로 어느 정도 축적되어 있다고 볼 수 있으나, 탐재체내에 지향 반사경이 있어야 하고, 비차폐 TMA 방식의 광구조부 조립 및 정렬 경험이 없으며, 다수의 스펙트랄 밴드를 채용함에 있어서는 국내의 관련 경험과 기술이 충분하지 않음
- 탐재체 시스템의 조립, 정렬, 성능검증 등의 시스템 통합기술은 저궤도위성의 지구관측용 전자광학 탐재체 개발을 통해 상당부분 축적되어있다고 볼 수 있으나, 정지궤도에서 운용되는 시스템의 검증에 대해서는 관련 경험이 부족하여 관련 연구를 통한기술 확보 및 검증이 필요함



○ SiC 광구조부 기술

- 국내의 SiC 기술은 연마재 및 반도체 웨이퍼 제작 등에 사용되는 기술이 주를 이루고 있으며, 광구조부의 응용 기술은 미미한 실정임
- 최근 SiC을 이용한 광학계 개발의 장점이 부각되면서 SiC 반사경 제조 및 폴리싱에 대한 기초연구가 수행되고 있으며 해외 선진국대비 10% 수준의 기술을 보유함

○ 고신뢰성 데이터 전송 및 고안정/고정밀 이축 구동 제어부 기술

- 인공위성에 사용되는 전자부 개발 기술들은, 단순히 기능적인 측면을 구현할 수 있는 것만으로는 충분하지 않으며, 신뢰성 있는 동작이 매우 중요한 부분으로 새로운 데이터 전송 프로토콜을 채용함에 있어서는 주요핵심기술 연구 및 개발을 통해 관련 기술의 시험 및 검증이 수반되어야 함
- 탐재체 전자부에 구현되는 고신뢰성 데이터 전송 프로토콜의 경우, 기존의 다목적실용위성에서 고속의 영상데이터 전송프로토콜의 시험 및 검증의 경험과 기술에 비추어 큰 어려움은 없을 것으로 예상되나, 새로운 데이터 전송 방식을 채택함에 따라 주요핵심기술 연구를 통한 검증을 수행 할 경우 차기 사업의 위험도는 그만큼 감쇠됨
- 고안정, 고정밀 이축 구동 제어부 관련 기술은, 구동부의 안정적인 제어가 영상 품질에 직접적인 영향을 준다는 점에서 매우 중요하며 국내 IT 기술 수준을 고려하여 볼 때 이 기술을 배양하고 확보하는 것에는 용이할 것으로 봄. 하지만 새로운 데이터 프로토콜이나 특히 정지궤도 위성에 사용된 구동부 메커니즘의 안정적인 제어 기술도 사전연구를 통한 기술 검증이 수반되어야 함

○ 단파적외선 또는 중적외선 검출부 기술

- 국내에서는 주로 군용 적외선 카메라 개발을 위한 중적외선 검출부 개발이 수행되어 왔으나 위성에서 지구관측을 위해 요구되는 중적외선 검출부는 저잡음 특성이 우수해야 하며 이를 위해 검출기를 저온으로 유지하는 온도제어부 기술이 필요함
- 국내에서는 위성용 중적외선 검출부 개발 중에 있으나, 온도제어를 위한 냉각기에 관한 기술은 특히나 미비한 것으로 보임

○ 고안정/고정밀 이축 구동부 기술

- 국내의 고안정/고정밀 구동부는 생산 장비 및 군사용에 맞추어 개발되어져 있는 수준이며, 우주용 개발에는 적용이 전무한 실정임. 우주용 응용을 위해서는



- 불베어링 및 윤활유 등 도 진공 및 우주 열환경에 맞는 부품이 사용되어야 함
- 최근 우주용 위성 안테나 및 CGM (Control Moment Gyroscope)의 시제 개발을 통하여 국내 업체의 기술을 축적하고 있으며 해외 선진국대비 10% 수준의 기술을 보유하고 있음

제 2 항 탑재체 시장현황 및 전망

- 위성탑재체의 경우는 발사체, 위성, 활용을 모두 포함한 우주개발분야 중에서도 시장 규모가 상대적으로 매우 작은 분야로 탑재체 분야에 대한 시장 현황만 정리한 정보를 정리하기에는 어려움이 있음 그래서 본 절에서는 우주개발시장 중 위성시장에 대한 현황과 그 전망에 대하여 정리하고자 함

가. 세계 우주개발 시장 현황 및 전망

- 세계 경제가 2008년 미국 발 경제위기로 장기적인 침체에 빠져있음에도 우주 경제 규모는 2007년 이후 연평균 6.7%의 성장률을 보이고 있다. 미국 및 유럽의 정부우주 예산이 담보 상태에 접어든 2012년에도 우주경제는 전년 대비 6.7% 증가하여 정부의 투자보다 우주산업의 부가가치 창출이 우주시장을 견인하고 있음을 알 수 있다. 또한 지난 10년간 보다 향후 10년간 36%의 위성이 더 발사될 것으로 예측되어 우주분야는 미래 기술혁신과 경제성장을 이끄는 "Blue Ocean"으로 부각되고 있음
- 2012년 세계 각국의 우주예산은 729억 달러로 역대최대치를 갱신했다. 이는 2011년 예산 대비 2.1% 증가한 값으로 역대 최고치이다. 그러나 2001년 9.11 사태이후 2009년까지 평균 8.24%의 증가율을 보이던 것에는 못 미치는 성장률을 보이고 있음
- 그림처럼 군수 부문의 예산이 감소함에 따라 우주 예산의 증가세가 주춤하고 있으며 이는 미국을 중심으로 하여 선진국의 군사·통신·항법 위성들의 현대화가 마무리됨에 따른 것임
- 그러나 2000년대 들어서 우주활용이 활발해졌으며 수요가 늘어남에 따라서 민수 공공 부문의 예산의 증가세는 지속되고 있어 우주 예산뿐만 아니라 우주 개발에 참여하고 있는 국가 수도 크게 증가하였음. 2006년(42개국)에 비해 2012년에는 총 57개 국가가 우주 프로그램에 투자하고 있으며 군수 분야 또한 2003년의 11개국만이 투자하고 있던 것에 비해 2012년에는 23개국으로 큰 증가를 보임

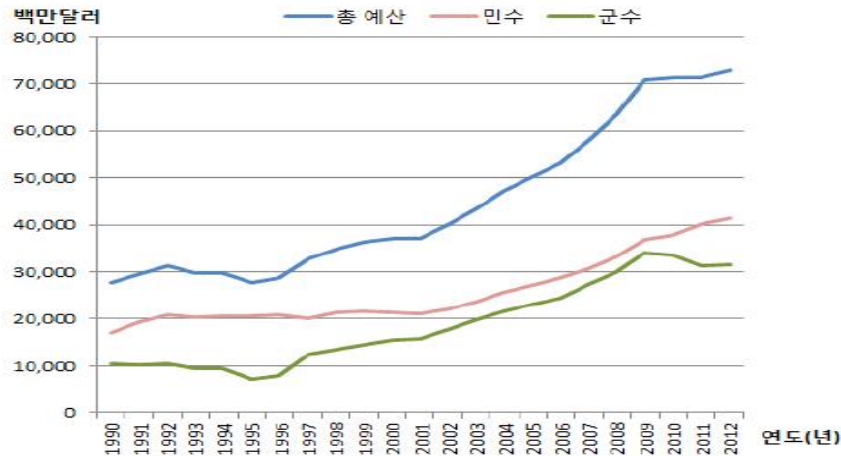


그림 68. 세계 각국의 우주개발 예산(기본자료 Euroconsult)

표 35. 대륙별 우주 예산 및 우주 예산증가율

대륙	2011년 우주예산 (백만달러)	2012년 우주예산 (백만달러)	우주예산 증가율 (%)
북아메리카	43,064	43,310	0.57
라틴아메리카	516	662	28.29
유럽	10,634	9,606	-9.67
러시아 및 중앙아시아	6,877	9,114	32.53
중동 및 아프리카	1,026	979	-4.58
아시아	8,134	9,286	14.16

- GDP대비 국가 우주개발 예산 투자에 대해서는 러시아가 공격적인 우주 개발을 수행하면서 2011년 대비 30%가 넘는 증가율을 보이며 GDP 대비 우주 예산도 0.44%에 도달했음. 미국, 러시아, 프랑스, 카자흐스탄, 라오스, 볼리비아, 아제르바이잔 등이 GDP의 0.1% 이상을 우주개발에 투자하고 있어 우주 분야를 매우 중요시하고 있음을 알 수 있으며, 특히 라오스는 0.938%로 GDP의 1%에 가까운 예산을 우주에 투자하고 있음. 대부분의 국가들은 0.02~0.1% 사이의 비율을 보이고 있으며 특히 0.02~0.05% 사이에 가장 많은 국가들이 몰려있음. 우리나라는 GDP 대비 0.017%를 우주 분야에 투자하고 있어서 GDP 대비 우주 예산에 따른 분류에 따르면 우주 분야에 비교적 적은 비율로 투자하고 있음
- 분야별 정부의 우주활동을 살펴보면, 2012년 전 세계 우주예산 729억 달러 중에서 유인 우주비행에 투자 된 예산이 106억 달러로 가장 큰 비중을 차지하였으며, 다음으로 지구관측, 위성통신, 우주발사체, 우주과학 및 탐사, 위성항법,

우주 안보 순으로 많은 투자가 이루어졌음. 우주비행에 투자된 예산 106억 달러는 전체 우주예산의 14.6%에 해당하며, 10년 전인 2002년의 24.5%와 비교해서 그 비중이 상당히 감소하였음. 다음으로 높은 비중을 차지한 분야는 지구관측으로 2012년에 101억 달러가 투자되어 13.9%의 비중을 차지하였으며, 2002년의 12.8%보다 소폭 증가하였음. 위성통신은 88억 달러가 투자되어 12.1%의 비중으로 세 번째로 높은 투자 비중을 차지하였음. 2002년 위성통신의 투자 비중은 7.8%로 이보다 낮은 수준이었으며, 다음으로 우주발사체 분야 투자가 75억 달러로 10.2%를 차지하였으며, 이는 2002년 4.8%보다 그 비중이 두 배 이상 증가한 것임. 우주과학 및 탐사 분야에는 58억 달러가 투자되어 7.9%의 비중을 차지하였으며, 이는 2002년의 9.8%에 비해서 감소하였음. 위성항법분야는 43억 달러가 투자되어 그 다음으로 많은 비중을 차지하였으며, 2002년의 투자 비중인 1.8%보다 3배가 증가한 5.8%의 비중을 차지하였음. 마지막으로 우주안보 분야는 20억 달러가 투자되어 2.7%의 비중을 차지하였음. 지난 10년간의 분야별 투자 비중의 변화를 살펴보면 유인 우주비행, 우주안보, 우주과학탐사 등의 비중이 감소하였고, 지구관측, 위성통신, 위성항법, 우주발사체 등의 비중이 대폭 증가하였음. 이는 세계 우주개발이 전반적으로 상업화 및 실용화 되어가는 경향을 보여줌

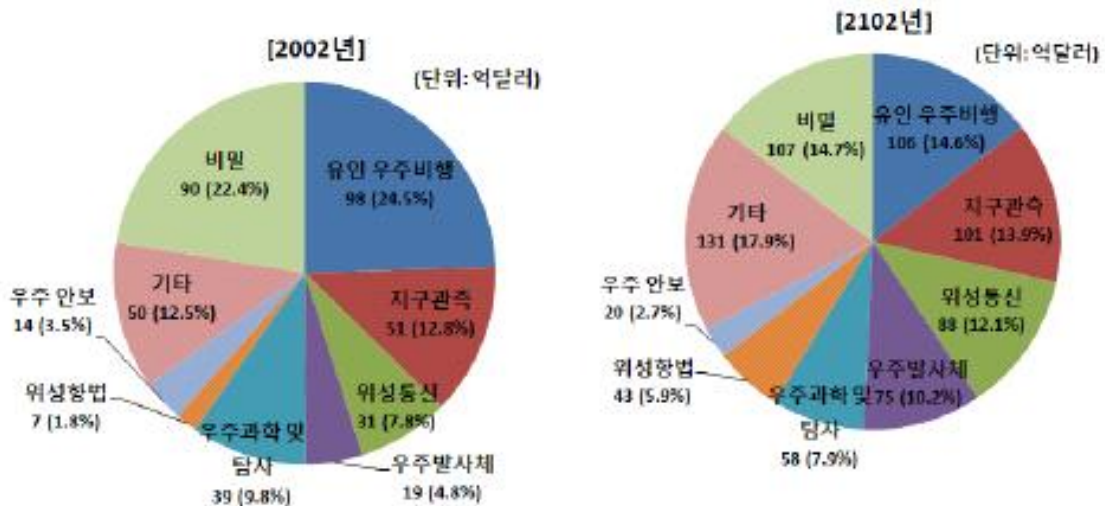


그림 69. 분야별 우주예산 변화(기본 자료 : Euroconsult)

- 해양탐사체의 역할과 같은 지구관측은 세계 대부분의 정부 우주사업에서 높은 우선순위를 차지하고 있는 분야임. 지구관측을 수행하는 목적은 물론 나라마다 다르며 미국이나 유럽과 같은 선진국들은 환경 및 기후변화 감시 등의 구체적인 과학연구 목적으로, 중국이나 인도와 같은 개발도상국들은 독자적인 위성영상 정보의 수집 및 관리를 위하여 지구관측 위성을 쏘아올리고 있음. 지구관측 위



- 성 사업은 이제 막 우주개발에 발을 들여놓은 신흥국들이 추진하기에 좋은 아이템인데 그 이유는 다른 우주개발 사업에 비해 비용이 적게 들고 국제협력을 통한 기술이전이 용이하기 때문임. 세계 정부의 지구관측 분야 예산 역시 매년 최고치를 경신하여 2012년 101억 달러를 달성하였음. 이 중 우주강국이라 할 수 있는 미국, 유럽, 일본, 러시아, 중국 정부의 지구관측 예산이 79%에 달함. 이 국가들은 Sentinels (ESA), Meteosat(EUMETSAT), JPSS(미국) 등 장기적인 계획을 가지고 지속적으로 추진하고 있는 지구관측위성 개발 프로그램을 가지고 있음
- 민간 지구관측 분야의 주요 활동들을 먼저 살펴보면, 미국의 민간 지구관측은 대부분 NASA와 NOAA를 통해 수행되며 예산은 각각 17.6억 달러, 18.7억 달러임. 이 중 NASA의 예산은 차세대 지구관측 위성인 Tier 1과 Tier 2 개발 사업을 위해 신청한 예산보다 적게 책정되었음. 이전의 주요 사업이었던 테라와 아쿠아사업은 임무 종료일이 다가오고 있지만 아직 후속 사업이 결정되지 못한 상태이고, ICESat-1 위성은 2009년에 임무를 종료하였는데 후속 위성인 ICESat-2의 발사가 2016년으로 연기되어 이 역시 지속적인 위성영상 정보를 얻지 못하고 있음. Cloudat과 CALIPSO 위성 역시 후속 사업의 계획이 잡혀 있지 않지만 다행히도 이 두 위성의 수명이 설계 당시 계획보다 연장되어 현재까지 운영되고 있음. 미국의 지구관측 예산이 현재까지는 증가하였지만 과학연구를 목적으로 하는 NASA의 민간지구관측 사업의 미래는 올해부터 시작된 강한 예산 압박으로 인해 불투명한 실정임
 - 유럽의 주요 지구관측 사업인 코페르니쿠스 사업 역시 예산 투자 계획이 불분명함. 전지구 환경 및 안보 감시 사업(GMES)에서 코페르니쿠스 사업으로 이름을 바꾼 후 2014년부터 2020년까지의 예산 투자 계획을 정하는 EU의 심사 과정에 지속적으로 이름이 오르내리고 있지만, EU 역시 예산감축 압박을 받고 있어서 코페르니쿠스 사업도 처음 제안된 75억 달러 수준의 예산에서 49억 달러로 35%정도의 예산 삭감이 불가피해 보임. 기상관측 위성 사업들도 예산을 확보하기 어려운 것은 마찬가지임
 - 미국 NOAA의 극궤도 위성시스템(JPSS) 구축이 예산 미확보로 인해 개발이 연기되고 있고, 3세대 기상위성 MTG를 준비하고 있는 EUMETSAT만이 유럽 연합 의회로부터 예산증액을 확인 받아 숨통이 트인 상태임. 전 세계 적인 정부 예산 편성의 어려움으로 인해 미국과 유럽 사이에는 과학적인 목적의 지구관측 사업들, 특히 기후변화를 관측·감시하기 위한 사업들을 국제 협력을 통해 추진하여 비용을 분산하려는 움직임이 증가하고 있음. 중국과 러시아는 지구관측 위성 본체 및 탐재체 개발을 위한 기술적 성숙도와 신뢰도가 갖춰지면서 고성능을 요구하는 복합 임무 위성 개발 사업을 추진하고 있음. 중국은 극궤도 기



- 상위성인 풍운3호, 정지궤도 기상위성인 풍운 4호, 차세대 해양 모니터링 위성인 해양2호 등을 개발하고 있으며, 러시아는 차세대 기상위성인 Elektro와 Meteor, 그리고 극지방 기후변화 관측 위성인 Artika 위성 등을 개발하고 있음
- 많은 나라가 민간 지구관측 위성 개발을 추진하고 있는 데에 비해 군사·안보 목적으로 고해상도 관측위성을 개발하여 발사한 나라는 2003년부터 2012년까지 단 10개국에 불과함. 이런 추세는 앞으로도 계속될 것으로 보이는데 그 이유는 군사·안보 목적의 고해상도 관측 위성을 개발하고 운영하는데 많은 예산과 기술적인 위험이 뒤따르기 때문임. 예를 들면 일반적인 민간 지구관측 위성을 개발하는데 천만 달러 단위의 비용이 드는 데에 비하여 민수와 군수를 동시에 충족하도록 설계된 이탈리아의 COSMO -SkyMed 위성의 경우 십억 달러 단위의 예산이 소요됨. 2012년 군사·안보적 목적의 지구관측 사업에 사용된 세계 정부 예산은 전체 지구관측 예산의 25%에 해당하는 21억 달러 수준이며, 이는 지난해 19억 달러에 비해 10% 증가한 수치이다. 10년 전만 해도 미국은 세계 정부의 군사·안보 지구관측 예산 중 60% 이상을 차지하였지만, 2012년에는 20%로 비중이 감소하였고, 총액 면에서도 일본이 미국을 앞섬. 미국은 군사·안보 지구관측 사업에 약 4.2억 달러를 투자한 데 비해 일본은 약 8억 달러의 예산을 사용함. 정확히 밝혀져 있지 않지만 일본 이외에도 중국, 러시아의 군사·안보 지구관측 분야의 예산 지출 수준역시 미국과 비슷한 수준에 이를 것으로 추측됨
 - 우주과학 및 탐사 분야는 천체 물리학 및 천문학, 행성과학, 태양계 물리학 및 태양 지구 상호작용 연구, 우주환경에서의 생명과학 및 물리학 연구, 우주선과 로봇틱스를 이용한 우주탐사 연구, 이렇게 다섯 개의 분야를 포함. 우주과학 및 탐사의 목표는 우주 공간과 우주 환경에 대한 이해를 증진하고 그 과정에서 새로운 기술적 역량을 확보하는 것임. 다만 우주 탐사를 위한 시스템을 구축하기 위해서는 높은 기술적 위험도와 많은 예산 투자를 감수해야 하기 때문에 우주 선진국들이 독자적으로 선불리 나서기는 힘든 분야임. 현재까지도 제한된 수의 국가들만이 실질적이고 지속적인 우주과학 및 탐사 사업을 수행하고 있으며 국제 협력을 통해 공동으로 사업을 진행함으로써 소요 비용을 분담하고 있음. 우주과학 및 탐사에 세계 정부가 투자한 예산은 2007년 63억 달러로 최고치를 달성한 이래 계속 감소하여 2011년 54억 달러를 기록했음. 2012년 올해에는 작년보다 6.7% 정도 소폭 상승하여 58억 달러를 기록하였음. 세계 정부의 우주과학 및 탐사 예산중에서는 NASA가 절반 이상에 해당하는 39억달러를 투자하고 있음. 2007년에 비해 크게 감소한 세계 정부의 우주과학 및 탐사 분야 예산 역시 미국 오바마 행정부 이후 해당 분야의 NASA 예산이 대폭 삭감된 것에 기인함. 우주과학 예산의 삭감에도 불구하고 NASA는 여전히 세계 정부 우주과학



- 및 탐사 예산 중 57%를 차지하고 있으며, MAVEN 화성 탐사 궤도선 임무(2013년), IRIS 태양계 물리학 탐사 임무(2013년), LADEE 달 탐사 궤도선 임무(2014년), 다중위성을 활용한 MMS 태양-지구 상호작용 탐사 임무(2015년), 이렇게 네 가지 임무가 향후 3년 내에 발사 예정에 있음. ESA의 경우엔 2011년과 비교하여 우주과학 및 탐사 예산이 1.5% 증가로 큰 변화가 없었지만 유로화 가치가 큰 폭으로 하락하여 달러로 계산했을 시 2011년 대비 7%로 감소한 것으로 나옴. 2012년 11월에 있었던 ESA 주재 회원국 장관 회의에서 ESA의 우주과학 예산을 2013년에 6% 증가시키기로 결정하였고, 5억 유로(약 6.5억 달러)의 예산 수준을 2017년까지 유지하기로 합의함. 향후 3년 내 발사 예정인 임무로는 GAIA 은하 천체도 제작 우주선 임무(2013년) 그리고 화성탐사계획인 엑소마스의 일환인 TG 궤도선 임무(2016년)가 있음. 중국과 러시아의 우주과학 및 탐사 예산은 각각 4.8억 달러, 3.2억 달러임. 두 국가 모두 최근 들어 우주과학 및 탐사 사업에 대한 예산 투자를 늘리고 있음. 러시아는 새로운 달 탐사 사업을 시작하여 달 착륙선 및 로버를 개발하고 있는데, 이는 향후 유인탐사 임무로 이어질 것으로 예상하고 있음. 중국 역시 로버를 이용한 달 탐사 사업을 추진하고 있음. 일본 JAXA의 2012년 우주과학 및 탐사 분야 예산은 2억 7500만 달러로 지난해 대비 26%로 크게 증가하였음. 향후 3년 내 발사 예정된 사업으로는 천문학 임무를 가진 Sprint-A (2013년)와 Astro-H (2014년) 임무, ESA와 협력으로 진행 중인 BepiColombo 사업의 일환인 수성의 자기장 탐사 궤도선(2015년), 그리고 소행성 샘플 리턴 임무를 지닌 두 번째 위성인 하야부사-2(2015년)가 있다. 독일 DLR의 2012년 우주과학 및 탐사 분야 예산도 지난해 대비 16% 증가한 1억 800만 달러 수준을 기록하였음. 이 분야 DLR의 주요 사업으로는 러시아 SRG 위성에 탑재될 eRosita 엑스레이 망원경 개발 사업이 있고 ESA와 함께 진행하는 BepiColombo 사업에도 참여하여 레이저 고도계, 적외선 분광계, 자력계 등의 장치를 개발 중에 있음. 지금까지 살펴본 미국, ESA, 중국, 러시아, 일본, 독일, 이렇게 여섯 개의 국가 혹은 기관이 우주과학 및 탐사 분야에 투자하는 돈이 세계 정부 우주과학 및 탐사 예산의 93%를 차지함
- 최근 세계의 우주개발은 우주활동의 활성화와 우주정책의 강화로 새로운 전환점을 맞이하고 있다. 먼저 우주개발 선진국의 동향을 살펴보면, 미래 우주탐사를 위한 연구개발과 세계시장 선점을 위한 산업 경쟁력 강화에 집중하고 있음. 우주개발을 선도하는 국가들은 2020~2030년 달·소행성·화성의 유·무인 탐사를 위한 장기 구상을 발표하고 이에 따른 계획을 수립·추진하고 있으며, 미래 우주탐사 및 발사 서비스 시장 점유를 위한 차세대 발사체 개발에 박차를 가하고 있음. 또한 우주산업이 발달된 국가에서는 민간의 참여 범위와 역할이 확대되



고 우주개발의 새로운 비즈니스 모델이 창출되고 있음. 민간 주도의 발사체 개발 활동과 준 궤도 우주관광 상품의 출시가 특히 주목을 받고 있음. 선진국들에 의한 심 우주 탐사의 본격화와 우주 벤처의 활성화는 근 지구에서 태양계로 유인 활동의 범위를 확장시키고 정부 주도의 우주개발을 민간 중심으로 전환시킴으로써 우주활동의 혁신과 미래 우주개발 패러다임의 변화를 가져다줄 것으로 기대됨. 세계 우주개발의 또 다른 주요 동향으로 아시아의 부상을 들 수 있음. 2000년대 이후 중국, 일본, 인도의 활약이 두드러지면서 아시아가 세계 우주개발의 주요 축으로 자리 잡게 됨. 이들 국가는 미국, 러시아, 유럽의 전유물이던 유인 우주 및 행성 탐사 활동에 가세했으며, 위성 수출 및 발사 서비스 시장에도 도전장을 내밀고 있음

나. 국내 우주산업 현황 및 전망

- 우리나라도 나로호(KSLV-1)가 성공적으로 발사되어 '아시아의 우주경쟁'에 열기를 더하는데 한 몫을 하였음. 주요국은 이러한 추세를 주시하는 한편 우주분야에서의 새로운 파트너십 형성의 기회로 삼고 있음
- 2013년 정부의 우주개발 예산은 3,048억 원으로 나타났음. 이는 전년도 우주개발 시행계획 예산 2,190억 원에 비해 858억 원 증가한 수치이며, 가장 많은 우주개발 예산이 책정되었던 2008년(3,164억 원) 대비 116억 원 적은 수치로, GDP 대비 0.017%를 우주 분야에 투자하고 있음. 이는 GDP 대비 우주 예산에 따른 분류에 따르면 우주 분야에 비교적 적은 비율로 투자하고 있음을 나타냄



그림 70. 우리나라 우주개발 예산 (자료 : 연도별 우주개발 시행계획 예산 (미래창조과학부))



- 2013년 인공위성 분야 예산은 1,050억 원으로 전년대비 237억 원 증가하였음. 주요 변화 항목은 2014년 발사 예정인 다목적실용위성 3A호 개발 예산이 개발이 완료되면서 약 242억 원 감소하였고, 정지궤도복합 위성 개발 예산은 본격적인 연구가 진행되면서 413억원 증가하였음. 발사체 분야는 1,219억 원의 예산이 배정되었는데, 이는 전년대비 667억 원 증가한 수치임. 한국형발사체 발사를 위한 나로우주센터 2단계 건설사업 예산이 약 70억 원 증가하였으며, 한국형발사체 개발 사업 예산이 597억 원 증가하였음. 그리고 위성정보활용 분야는 295억 원으로 전년 대비 약 37억 원 감소하였으며, 연구개발 및 국제협력 분야 예산은 484억 원으로 전년과 비슷한 수준을 유지한 것으로 나타남. 정부의 우주개발 예산은 2008년까지 증가 추세에 있다가, 2008년 이후에는 나로호 개발 사업이 종료 되면서 감소하였음. 하지만 2013년에는 한국형발사체 개발 예산이 본격적으로 투입되면서 다시 증가 곡선을 그리기 시작했음. 이러한 증가 추세는 한국형발사체 개발, 정지궤도복합위성 개발 및 중형위성 개발이 지속적으로 추진되면서 유지될 것으로 보임
- 우주산업분야에 대한 조사, 분석결과는 정부예산과는 다소 다르게 우주활용 분야에 많은 활동이 있는 양상을 보이고 있음. 2013년 우주산업실태조사에 따르면 우주 분야 활동이 있다고 응답한 기관은 총 146개로 산업체 91개, 연구기관 22개, 대학 33개(42개 학과)였으며, 상세한 참여 현황은 아래 표와 같음

표 36. 세부 우주 분야별 참여현황

대분류	중분류	산업체	연구기관	대학	전체
위성체	시스템	8	5	5	18
	위성본체	9	4	9	22
	탐재체	10	8	9	27
발사체	시스템	6	2	3	11
	서브시스템	7	1	7	15
	엔진	9	3	8	20
지상장비	위성체관련	12	7	1	20
	발사체관련	12	1	3	16
위성활용	원격탐사	11	9	12	32
	위성방송통신	11	1	0	12
	위성항법	8	3	1	12
과학연구	과학연구	14	9	14	37
합 계		91	22	33 ⁴⁾	146

- 참여기관들의 2012년 우주 분야 활동 금액은 약 1조 4,407억원이며, 산업체는 약 1조 1,619억원(80.7%)으로 나타남.

표 37. 기관별 우주 분야별 활동금액

기관	2011년		2012년		전년 대비 증감률
	금액	비율	금액	비율	
산업체	886,557	80.8	1,161,990	80.7	31.1
연구기관	201,940 (290,668)	18.4	265,584 (289,373) ⁷⁾	18.4	31.5
대학	8,939	0.8	13,199	0.9	47.7
합계	1,097,436 (1,186,164)	100.0	1,440,773 (1,464,562)	100.0	31.3

(단위:백만원, %)

- 우주 분야는 우주 활용 분야(66.4%)와 우주기기제작 분야(33.6%)로 대분류 할 수 있으며, 중분류로써 우주기기제작 분야는 지상장비 분야(14.4%), 위성체 분야(13.8%), 발사체 분야(5.5%)로 세분할 수 있음

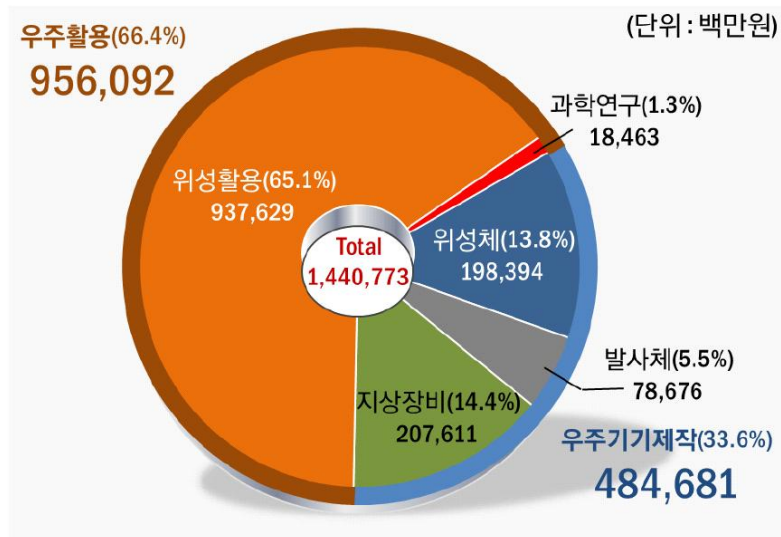


그림 71. 우주 분야별 활동금액

- 산업체의 경우 위성활용 분야에서 97.5%로 대부분을 차지하고 있으며, 지상장비 분야 역시 68.8%로 비중이 가장 큰 것으로 나타남. 반면, 위성체와 발사체, 과학연구 분야에서는 연구기관의 비중이 각각 53.9%, 77.1%, 79.9%로 가장 큰 비중을 차지하고 있었음



표 38. 우주 분야의 기관별 우주관련 활동금액

기관	위성체		발사체		지상장비		위성활용		과학연구	
	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
산업체	87,726	44.2	14,552	18.5	142,930	68.8	914,289	97.5	2,493	13.5
연구기관	107,011	53.9	60,655	77.1	62,721	30.2	20,446	2.2	14,751	79.9
대학	3,657	1.8	3,469	4.4	1,960	0.9	2,894	0.3	1,219	6.6
합계	198,394	100.0	78,676	100.0	207,611	100.0	937,629	100.0	18,463	100.0

(단위:백만원, %)

(자료제공 : 항우연, 2013년 우주산업실태조사)

- 지난 10년 간 과학 및 탐사위성, 유인우주 영역보다는 통신, 지구관측 항법위성과 같이 실용적인 인공위성 개발에 세계 각국의 투자가 확대되었으며 인공위성 발사 수요 증대에 따라 발사체 개발에도 정부 투자가 확대됨. 우리나라도 지난 10년 간 다목적 실용위성 및 천리안 위성 등 실용위성 분야의 투자 비중이 월등히 커지고 있어 실용 위성 개발에 집중하는 우주정책 방향을 엿볼 수 있음. 지난 10년 간 저궤도 관측위성 분야에서 이룬 기술의 진보를 국내 산업체에 역량을 키워 많은 부분을 국내에서 수급하여 지속적으로 유지하기를 기대

제 3 항 차기 해양탐재체 소요 및 필요기술 예측

- 차기 해양탐재체(가칭. GOCI-III)의 수요를 예측하고 필요기술들을 분석하여 기획연구 시 해양위성 주요핵심기술 선정과 정리에 활용하고자 하며 차기 해양탐재체가 탑재될 해양위성에 대해 사용자로부터 요구되는 소요를 예측하면 다음과 같이 간단하게 정리할 수 있음

가. 차기 해양탐재체 사용자 요구 소요 예측

○ 관측밴드 예측

- 그동안 여러 번 대두되었던 해수면온도(SST) 측정에 대한 요구의 경우, 10 μ m이상의 장적외선(LWIR)이 측정이 요구되며 이는 높은 해상도와 이에 따른 구경증가, 검출기 냉각을 위한 냉각기 추가와 무게/전력/부피 증가 등에 따른 구현 복잡성 등 많은 제한점이 있으며 기존 SST 센서를 탑재한 다수의 위성 활용이



가능한 상황임

- COMS/MI, NOAA 위성, MODIS, SSM/I 등 많은 저궤도 위성에 SST 센서를 탑재체하여 자료 공동활용이 가능함
- 그러나 현재 GOCI-I이나 GOCI-II에 적용하고 있는 가시광선대역보다 확장된 파장대역에 대한 시스템 구현 가능성 점검을 위해서는 장적외선 대비 비교적 구현이 용이한 단파적외선 검출기를 이용한 검출부 구현이라도 선행연구가 필요한 상황임. 단파적외선 검출기 경우는 가시광선대역부터 단파적외선 대역까지(0.4 μ m ~ 2.5 μ m) 포괄적으로 측정이 가능하며, 또한 이 대역은 매우 탁한 해역 (예, 경기만 또는 목포 연안)의 모니터링에 필수적이며 활용이 클 것으로 예측
 - 매우 탁한 해역은 육지와 인접해있으므로 중요성이 높으나 대기보정 등 자료처리의 어려움이 있으며, 이러한 해역의 대기 보정을 위해서는 통상의 근적외선(NIR) 보다 긴 파장 단파적외선(SWIR)이 필요함. (ref. SeaDAS; Wang, Son, Shi, 2009 RSE)

○ 정지궤도 관측해상도

- 250m 해상도는 유류유출 또는 선박 탐지 등의 활용에는 어려움이 있으나, 해양 환경 (수질, 적조, 냉수대 등) 감시에는 충분함. 또한 해양 기상 (구름 또는 해무)에 대한 상세한 정보를 제공할 수 있을 것임(GOCI의 자료도 매우 유용한 것으로 평가되고 있음.)
- 지역관측 해상도 250m의 경우 광학구경변경 등 GOCI-II 대비 설계변경이 요구되나 국내 주도로 구현 가능성이 높으며, 해양환경감시나 해양기상 정보제공에 충분할 것으로 예측
 - 정지궤도 복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 개발 헤리티지를 많은 부분 활용이 가능하며, 부품이나 부분품 레벨에서도 많은 변경없이 동일 또는 유사한 하드웨어 사용이 가능할 것으로 예측

나. 차기 해양탐재체 필요기술 예측

- 앞에서 다룬 해양탐재체 사용자 요구 소요 예측을 전제로 해양탐재체 개발시 필요한 주요기술은 다행히도 정지궤도복합위성 해양탐재체 개발을 통해 습득한 기술의 많은 부분을 활용이 가능할 것으로 예측함. 더군다나 차기 해양위성의 경우는 최소한 국내 주도로 진행하여야 하므로 기획연구를 통해 선정하여야 할 해양탐재체 핵심기술은 이 부분에 많은 무게를 두어야 함
- 즉, 특허분석이나 국내외 기술분석시 중점을 둔 해양탐재체 시스템 종합기술,



- SiC 광구조부 기술, 고신뢰성 데이터 전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 기술과 단파적외선 검출부 기술들이 필요 기술로 예측됨
- 그래서, 기존 정지궤도 해양탐재체 개발을 통해 습득한 기술에 기획연구를 통해 선정된 주요핵심기술들이 계획대로 확보된다면 차기 해양탐재체 국내주도 개발의 목표달성을 위한 전망은 매우 밝음

제 4 항 해양탐재체 분석결과 정리

- 이제까지 진행한 해양탐재체 관련 연구동향, 환경분석과 차기 해양탐재체 소요 예측 등의 결과를 종합정리하여 차기 해양위성 주요핵심기술을 선정하고, 이 기술들에 대하여 주어진 일정이나 가용한 예산규모 등 현재 개발 여건에 적합하도록 연구내용을 분석, 정리하고자 함
- 우선적으로 관련 기술에 대하여 국내외 환경이나 수준 등 각종 분석과 더불어 정지궤도 복합위성 해양탐재체 공동개발기관인 아스트리움사의 개발 전략과 개발 형태를 추가적으로 분석하여 개발기관이 보유하고 있거나 국내에서 보유가 필요한 다음 5가지 기술로 선정하였음
 - 해양탐재체 시스템 통합검증시험 기술
 - SiC 광구조부 설계/제작/시험 기술
 - 고신뢰성 데이터전송 및 고안정/고정밀 구동제어부 설계/제작/시험 기술
 - 단파적외선 검출부 설계/제작/시험 기술
 - 고안정/고정밀 이축 구동부 설계/제작/시험 기술
- 다음에는 선정된 기술들에 대한 개발 계획이나 방안들을 수립하기 위하여 아래 사항들을 고려하여 확보시급성을 표시할 수 있는 기술간의 순위, 이에 대한 사유와 현재 선진국대비 기술 수준을 다음 표에 분석, 정리하였음
 - ① 고부가나 경쟁력이 있어 핵심기술로 분류하여 기술유출에 제한을 두는 품목
 - ② 다양한 탐재체에 공동활용이 가능하여 기술 확보가 필요한 품목
 - ③ 미래 수요가 예측되어 개발을 유지하는 품목
 - ④ 후속 해양탐재체 주요요구규격 설정을 위한 코아핵심부품



표 39. 선정된 주요핵심기술 분석, 정리

고려된 주요핵심기술	선정방법	순위(시급성)/사유/선진국대비 기술수준		
시스템 종합기술	②③	3	▪ 국내 기술력 확대	70%
SiC 광구조부 설계/제작/시험 기술	①②③④	1	▪ 국내 개발가능성 확인 ▪ 국내 기술력 확대 ▪ 후속 탑재체 주요규격 설정에 직접 영향	10%
고신뢰성 데이터전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 설계/제작/시험 기술	②③	3	▪ 국내 주도를 위한 사전개발 ▪ 국내 기술력 확대	30%
단파적외선(SWIR) 검출부 설계/제작/시험 기술	①②③④	1	▪ 국내 개발가능성 확인 ▪ 국내 기술력 확대 ▪ 후속 탑재체 주요규격 설정에 직접 영향	20%
고안정/고정밀 이축 구동부 설계/제작/시험 기술	①②③	2	▪ 국내 개발가능성 확인 ▪ 국내 기술력 확대 ▪ 후속 탑재체 주요규격 설정 영향 가능	10%

- 표 39의 내용을 토대로 해양위성 탑재체 국내주도 개발을 위하여 정복위성 해양탐재체 개발과 병행하여 사전 준비가 필요한 주요핵심기술 연구내용과 확보 시급성 순위는 다음과 같으며 이를 토대로 연구내용이나 개발규모를 고려할 예정임

- ① 단파적외선(SWIR) 검출부 설계/제작/시험 기술
- ② SiC 광구조부 설계/제작/시험 기술
- ③ 고안정/고정밀 이축 구동부 설계/제작/시험 기술
- ④ 고신뢰성 데이터 전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 설계/제작/시험 기술
- ⑤ 시스템 통합검증시험

제 3 장

연구개발 동향 및 환경 분석

제1절 연구개발 최종목표

제2절 연구 내용

제3절 연구개발 추진 계획



제 1 절 연구개발 최종목표

제 1 항 비전 및 목표

가. 비전

- “국민에게 신뢰받는 해양위성 정보 개방”하는 것임
 - 천리안 해양관측위성과 정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II)는 광역 해양관측 및 고해상도 연안관측을 통한 해양환경변화 감시를 목표로 개발/운영되고 있는 정지궤도 위성으로써, 해색으로 나타나는 엽록소 농도와 같은 해양환경 정보 분석 가능
 - 이런 해양환경변화 감시 정보는 해양 재난·재해 감시 및 장단기 환경변화 연구에 효과적이며, 해수신호 기준 정확도 90% 이상의 자료를 국민에게 개방함으로써 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있는 기초자료로 활용됨
 - GOCI-II 위성의 다채널·고해상도·고정확도 위성자료를 신속하게 제공함으로써 국민 생활에 도움을 줄 수 있는에게 신뢰받는 정보를 제공하는 것이 가능해질 것임
 - 국제해색전문가조정그룹(IOCCG)에서는 해색 산출정보의 신뢰도를 맑은해역 파란색 파장대의 실제 현장 신호 값 대비 95% 이상으로 정의하고 있으며, 신뢰할 만한 위성정보를 산출하기 위한 조건으로 지속적인 검·보정을 통한 자료 재처리를 통해 정확도를 개선할 것을 요구하고 있음
 - NASA에서는 해수신호 기준 95%, 엽록소 농도 기준 75%의 정확도를 맞추기 위해 충분한 성능의 시스템의 구축 및 지속적인 시스템 개선을 요구함
 - 위성자료로부터 정보를 산출할 수 있는 기술 및 시스템을 개발하여 실제와 유사한 해양환경 정보를 생산하여 해양 활동, 어로 양식 활동, 항만 및 해운 안전에 대한 피해를 최소화하고 가능한 한 조기 대처할 수 있도록 하는 것이 중요함



나. 목표

- “신뢰받는 해양위성 정보”를 생산하고 개방할 수 있는 통합시스템을 구축하는 것이며, 이를 위해서 신속성과 정확성을 구체적으로 제시한 “통합자료처리시스템 개발”을 명시적인 사업 목표로 설정함

다. 정책 제언

- GOCI-II 통합자료처리시스템 개발 사업은 해양수산부의 해양위성 개발 및 활용을 위한 정책목표와 연계하여 수행하여야 연구개발의 실효성이 담보될 수 있음
 - 연구개발사업은 정책목표를 달성하기 위하여 필요한 연구 및 시스템 구축으로 구성되고 그 결과물은 신뢰성 있는 해양위성 정보를 이용한 연안/해양감시 및 활용 연구로 이어짐
 - 활용 결과물은 다시 정책의 이행에 따른 성과를 평가하여 정책을 수정 및 보완할 수 있는 선순환의 과정으로 진행될 때, 큰 상승효과를 발휘할 수 있음
 - 따라서, 해양위성 개발 및 활용을 위한 정책목표를 기반으로 연구개발 목표를 설정하는 것이 바람직함
 - 해양수산부내 해양위성 개발 및 활용을 위한 정책목표는 제2차 해양수산발전기 본계획(‘10.12)에 “2-4-1 해양과학기술 연구기반 확충”, “2-4-3 국가해양관측망 구축”에 잘 나타나 있으며, 해양관측위성 준실시간 자료처리 및 서비스 체계 구축과 정확도 향상 연구를 통한 정확한 위성정보의 연속 자료 생산 통합시스템의 개발은 중요한 연구개발목표가 됨
 - 기획연구 수행 연구자가 선정한 정책목표 및 연구개발 목표를 아래 표로 정리함

표 40. 해양수산부 정책목표로부터 도출된 연구개발 목표

단계	정책목표	연구개발 목표
1단계(‘15~19)	해양관측위성 등 핵심해양장비 개발	- 해양관측위성 준실시간 자료처리 및 서비스 체계 구축 - 해양관측위성 정보 정확도 향상 연구 및 검증
2단계(‘20~29)	해양관측위성 등 핵심해양장비 개발	- 정책 이행에 따른 해양관측위성 운영성과 평가 - 차세대 해양관측위성 및 자료처리시스템 개발

*2단계는 위성운영 및 차세대 해양관측위성 개발 사업에 대한 별도 기획과제가 필요



제 2 항 발전 전략

가. 4대 발전 전략 수립

○ 자료처리 핵심기술 개발

- 자료보정 원천기술 확보 : 정부지원을 바탕으로 내부 기술개발 역량을 강화하고, 해색 자료처리분석 전문인력을 양성하여 세계 최고 수준의 해색 자료 활용 기술을 확보
- 해색 자료처리기술 개선 및 개발 : 현업기관과의 긴밀한 체계를 구축하는 등 맞춤형 서비스 방안을 마련, 학술적 목표와 현업 활용의 실용성을 모두 만족시키는 자료처리기술을 개발

○ 현업기관 협력강화

- 현업 활용 기술 개발 : 현업기관과의 긴밀한 협조하에 적조, 유류유출 등 해양 재난·재해의 조기 대응을 위한 현업 활용 기술 개발 증진
- 현안 분석 위성자료 생산 : 자료처리 시스템 내 현안 분석을 위한 위성자료 생산
- 사용자 맞춤형 배포 서비스 구축 : 현업 기관에서 활용이 용이하도록 위성 운영기관 측면에서 맞춤형 배포 서비스를 구축하여 제공

○ 최적화된 지상운영체계 마련

- 안정적인 인프라 구축 : 안정적인 자료 생산, 효율적인 자료 관리와 신속한 배포 체계 구축을 위한 인프라 구축
- 효율적인 자료관리 시스템 구축 : 적시에 필요한 자료를 생산 및 처리를 할 수 있도록 기존 자료의 관리를 체계적으로 수행함
- 신속한 자료 서비스 체계 구축 : 대국민 서비스, 연구기관 및 대학을 포함하고, 현업 활용 기관에 유용한 자료를 서비스하기 위한 배포 체계를 마련

○ 국내외 공동연구 확대

- 효율적인 기술개발 추진 : 자료 보정, 자료 처리 시스템 등 위성 자료 처리를 위한 원천 기술의 습득을 위하여 국내외 공동연구 추진
- 전문운영인력 양성 : 위성의 효율적이고 안정적인 운영을 위한 전문 인력을 양성
- 시스템 설계 및 구축 기간 단축 : 위성 지상인프라에서 최신의 장비를 단시간 내에 설계/구축하기 위한 외부 용역 등을 수행



제 3 항 최종 성과목표

표 41. 최종 성과목표

성과목표	성과내용	목표치	평가기준
자료보정 시스템 개발	- 전처리 SW와 인터페이스 구축 - 위성영상 정밀보정 SW 개발 지원	5분	- 위성신호 수신완료 후 L1B (슬롯자료) 생성까지 걸린 시간
		만족	- GOCI-II 사용자 요구사항에 준하는 복사/기하보정 정확도 달성 여부
자료처리 시스템 개발	- 대기보정 SW 개발 - 산출물 생산 SW 개발 - 자료분석 SW 개발	26종	- 목표 산출물 생산에 대한 달성 여부
지상운영 시스템 개발	- 위성자료 송수신 SW 개발 - 자료저장 및 관리 SW 개발 - 위성자료 배포 SW 개발 - 운영지원 SW 개발	98%	- 자료 수신 달성율
		60분	- 위성 자료 배포까지 걸린 시간
지상국 인프라 구축	- 전산실 환경 구축 (전원/항온항습) - 서버/스토리지/ 네트워크 구축	만족	- 지상국 인프라 구축 시 요구사항 만족 여부
통합검증기술	- 해양탐재체 하드웨어 지상시험 최종결과물을 이용한 검증 - 국내 주요핵심기술 개발가능성 확보	만족	- 하드웨어 지상 시험 최종결과물을 이용한 검증 여부 - 국내 시제개발을 통한 주요핵심기술 검증 여부



제 2 절 연구 내용

제 1 항 통합자료처리시스템의 임무 및 개요



그림 72. 정지궤도 복합위성 통합자료처리시스템의 개념도

- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 영상의 수신 및 보정
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 영상을 통한 해양환경분석 자료 생성
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 영상의 대국민 서비스
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 영상의 관리
- 정지궤도 복합위성 2B에 대한 백업관제

제 2 항 시스템 구성 및 역할

- 정지궤도 복합위성 통합자료처리시스템은 자료보정시스템, 자료처리시스템, 지상운영시스템, 지상국 인프라의 4개 세부 시스템으로 구성
- 자료보정시스템은 전처리 원시자료 SW, 전처리 복사보정 SW, 전처리 기하보정 SW, 위성자료 정밀보정 SW 의 4개 서브시스템으로 구성



- 자료처리시스템은 대기보정 SW, 산출물 생산 SW, 자료분석 SW 의 3개 서브시스템으로 구성
- 지상운영시스템은 위성자료 송수신 SW, 자료저장 및 관리 SW, 위성자료 배포 SW, 운영지원 SW 의 4부분으로 구성
- 지상국 인프라는 서버 및 스토리지, 네트워크, 전력 및 항온항습, 위성자료 송수신 인프라의 4개 부분으로 구성



그림 73. 정지궤도 복합위성 2B 해양탐재체 통합자료처리시스템 구성도

- 각 시스템별 주요기술은 표 42와 같음

표 42. 시스템 별 주요기술

세부 시스템	서브 시스템	주요 기술
자료보정시스템	전처리 원시자료 SW	<ul style="list-style-type: none"> 패킷 분석기술 밴드별 영상 생성기술 Level0 자료 생성 기술
	전처리 복사보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 보정기술 월광 보정 기술 Level1A 자료 생산 기술
	전처리 기하보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> LMK(Landmark) 매칭 기술 기하보정 변환 계수 생성 기술 Level1B 자료 생산 기술
	위성자료 정밀보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> 잡광/슬롯간 복사회도 편차보정 기술 표준성관측(Star Sensing) 영상분석 기술 열변형(Thermo-Elastic model) 최적화 보정 기술 위성자료 보정을 위한 시뮬레이터 개발 기술



세부 시스템	서브 시스템	주요 기술
자료처리시스템	대기보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 해양대기 복사전달 모델 분석 기술 에어로졸 타입 분석 기술 대기보정 검증 기술 Level2A(기초산출물) 자료생산 기술
	산출물 생산 SW	<ul style="list-style-type: none"> Level2 자료 생산 기술 Level2 자료 Flag 생산 기술 Level2 해양 시뮬레이터 개발
	자료분석 SW	<ul style="list-style-type: none"> 위성영상자료 표출 및 편집 GUI 개발 기술 자료 분석용 GUI 개발 기술
지상운영시스템	위성자료 송수신 SW	<ul style="list-style-type: none"> 위성자료 송수신 장비 제어 기술
	자료저장 및 관리 SW	<ul style="list-style-type: none"> 위성자료 분산 저장 기술 위성자료 DB화 관리 기술 대규모 서버 운용 관리 기술
	위성자료 배포 SW	<ul style="list-style-type: none"> 현업기관 지원 실시간 자료 배포 기술 일반 사용자 지원 자료 배포 기술 기관간 위성자료교환 기술
	운영지원 SW	<ul style="list-style-type: none"> 종합 상황 감시 기술
지상국인프라	서버 및 스토리지	<ul style="list-style-type: none"> 병렬처리용 서버 다수 필요 실시간 자료 저장 및 백업용 스토리지
	네트워크	<ul style="list-style-type: none"> 10Gbps 속도 지원/920Gbps 대역폭 내부망 구축 전용 배포 관련 기술 도입
	전력 및 항온·항습	<ul style="list-style-type: none"> 전산실 기본 환경 조성
	위성자료 송수신	<ul style="list-style-type: none"> 위성자료 송수신 장비 구축



제 3 항 통합자료처리시스템의 세부 구성 방안

가. 지상국 시스템 개념도

- 위성으로부터 수신된 관측자료는 위성자료송수신 안테나를 통해 수신되며 위성 RF 장비를 거쳐 자료보정시스템으로 보내짐
- 자료보정시스템에서 처리된 위성영상은 자료처리시스템으로 보내어지고 처리된 위성영상은 자료관리시스템에 저장됨
- 자료관리시스템에 저장된 위성영상은 위성자료배포 시스템에 의해 현업기관과 사용자에게 전달됨
- 자료관리시스템에 저장된 위성영상은 현업 자료분석시스템을 통해 숙련된 영상분석 전문가에 의해 분석되고 분석되어 생산된 자료는 자료배포시스템을 통해 현업 기관에게 전달됨

나. 통합자료처리시스템의 자료 흐름

- GOCI-II로부터 산출되는 일차적 신호는 전기적 값으로 SD(Sensor Data)라고 칭함
- SD 자료는 통합자료처리 시스템의 송수신 안테나와 위성 RF 장비를 통해 수신됨
- 생성된 원시 자료(L0 자료)는 IMCS로 전송되어 전처리과정이 수행됨
- 전처리 과정에는 복사보정(L1A), 기하보정은 물론 정밀 보정을 통해 L1B 자료가 생성됨
- L1B 자료는 GDPS-II 시스템의 입력자료로 쓰이며, 산출물 알고리즘과 보조자료를 통해 L2 자료가 산출됨
- 산출된 L2 자료는 자료관리 시스템에서 저장 및 관리되며, 현업용 자료 분석과 일반 배포용 2가지 단계로 분류되어 현업기관과 사용자에게 서비스됨

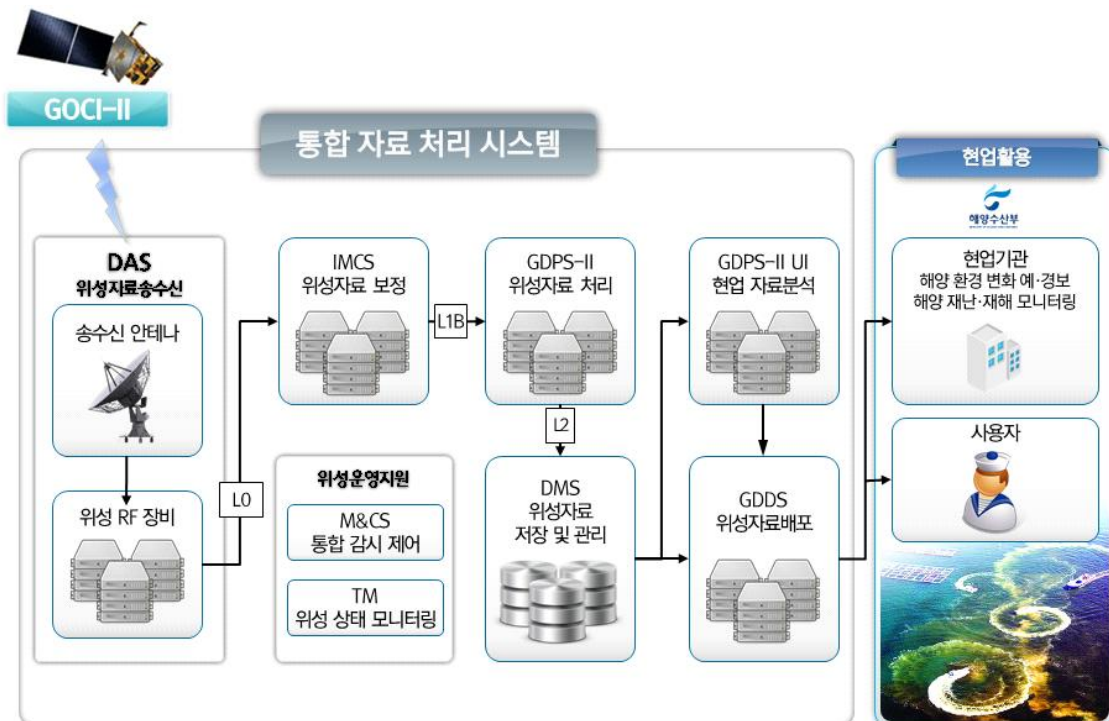


그림 74. 통합자료처리시스템 총괄 개념도

다. 시스템별 처리 소요시간

- 통합자료처리시스템의 자료처리 예상 소요시간은 48분이며, 배포에 대한 예상 소요시간은 8~12분으로 사용자에게 분석된 위성자료를 60분 내에 제공할 수 있는 시스템임
- 통합자료처리시스템의 자료처리에 소요되는 시간은 천리안 해양관측위성 (GOCI) 영상의 처리시간과의 비교로 산술적으로 계산되었으며, 이는 위성영상 용량의 증가와 하드웨어 인프라의 성능향상, 병렬처리를 위한 시스템과 소프트웨어의 구성 등이 고려되었음
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 위성영상 수신 시작점으로부터 IMCS(Image Calibration System; 위성자료 보정 시스템)의 복사 보정에는 약 8분이 소요됨
- IMCS의 기하 보정에는 약 15분이 소요됨
- IMCS에서 보정된 위성영상 자료를 GDPS(GOCI-II Data Processing System; 위성자료 처리 시스템)의 대기보정에 소요되는 시간은 약 11분임
- GDPS에서 해색산출물 처리에 소요되는 시간은 약 9분임
- IMCS와 GDPS를 거쳐 처리/분석/보정된 위성자료의 슬롯보정과 합성을 하는데 약 5분의 시간이 소요됨
- 처리/분석/보정 완료된 영상을 GDDS(GOCI-II Data Distribution System; 위성



- 자료 배포 시스템)에서 배포에 소요되는 시간은 8~12분임
- 배포에 소요되는 시간은 전송받는 기관 및 사용자의 네트워크 대역폭에 따라 달라질 수 있음

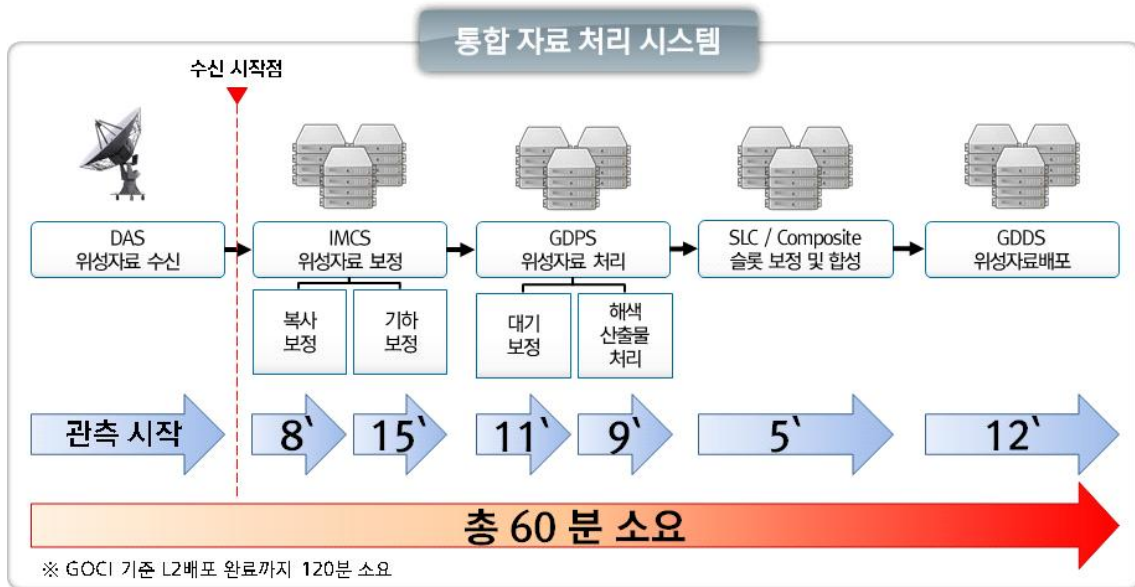


그림 75. 통합자료처리시스템의 시스템별 처리 소요시간



제 4 항 통합자료처리시스템의 주요 기능 및 특징

가. 통합자료 처리시스템의 주요 기능 및 특징은 아래의 표43와 같음

표 43. 시스템 별 주요 기능 및 특징

세부 시스템	주요 기능 및 특징
자료보정시스템	<ul style="list-style-type: none"> 수신받은 위성영상 신호의 패킷을 분석하고 밴드별 영상을 생산 산출된 밴드별 영상을 기초로 Level0영상을 생산 태양광 보정, 월광 보정을 통하여 Level1A 자료를 생산 LMK(Landmark)를 이용하여 기하보정 변환 계수를 생성 기하보정 변환계수를 이용하여 Level1B 자료를 생산 잡광 보정 수행 및 슬롯간 복사회도 편차보정 자료를 생산 표준성관측(Star Sensing)을 통해 위성영상 정밀 보정을 수행 열변형(Thermo-Elastic model) 최적화 보정을 수행 위성자료 보정을 위한 시뮬레이터를 개발함
자료처리시스템	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 해양대기 복사전달 모델 분석, 에어로졸 타입 분석, 대기보정 검증을 통해 Level2A(기초 산출물) 자료를 생산 다양한 해석위성영상 처리 알고리즘을 적용하여 Level2 산출물을 생산 Level2 자료의 분석을 통해 Flag 자료를 생산 Level2 해양 시뮬레이터 개발 위성영상자료 분석을 위한 표출 및 편집 GUI 제공
지상운영시스템	<ul style="list-style-type: none"> 위성자료 송수신 수행 위성자료 분산 저장을 통한 위성자료 관리 위성자료 DB화를 통한 다양한 현업분석 지원 현업기관 지원 실시간 자료 배포 사용자에게 다운로드를 통한 위성영상 제공만이 아닌 다양한 방법으로 고품질 위성자료를 제공 기관간의 효율적인 위성자료 전송을 위한 서비스 제공 위성자료 수신에서부터 처리, 관리, 배포에 이르는 모든 상황을 한눈에 파악할 수 있는 종합 상황 감시 진행
지상국인프라	<ul style="list-style-type: none"> 안정적인 시스템 운영을 위한 전력 제공과 항온·항습 환경 조성 모든 상황에 대처 가능하게 하기위한 충분한 용량의 위성자료 저장 스토리지 제공 실시간 처리 및 위성자료의 제공에 충분한 네트워크 대역폭 지원 위성자료 송수신을 위한 안테나 및 기반 시설 조성



나. 자료보정시스템

표 44. 자료보정시스템의 주요연구내용

SW 분류	기술 분류	주요 연구 내용
원시자료 결합 SW	<ul style="list-style-type: none"> - 패킷 분석 기술 - 밴드 별 영상 생성 기술 - Level 0 자료 생성 기술 	<ul style="list-style-type: none"> - 수신 패킷을 Raw 레벨 자료로 저장 - 패킷 분석을 통해 밴드/슬롯 별 촬영데이터를 추출한 다음, 영상으로 재구성 - 센서 운영개념에 정의된 HG 영상의 Raw 자료를 중첩하여 결합함 - HG 영상과 LG 영상을 합친 하나의 밴드/슬롯 별 영상을 구성
복사보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> - 태양광 보정 기술 - 월광 보정 기술 - Level 1A 자료 생산 기술 	<ul style="list-style-type: none"> - 태양광 촬영 영상을 주기적으로 생성함으로써 센서의 기기적 특성 변화 모니터링(LG) - 월광의 촬영 영상을 토대로 기기의 특성을 파악하여 특성 오차 계산 후 보정 수행(HG) - L0 영상으로부터 유두 계산된 센서의 오차를 보정한 L1A 영상을 생성
기하보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> - LMK(Landmark) 매칭 기술 - 기하보정 변환 계수 생성 기술 - Level 1B 자료 생산 기술 	<ul style="list-style-type: none"> - 해안선 등 Landmark 기준 DB 생성 - L1A 영상과 Landmark DB 매칭 - L1A에서 L1B 변환을 위한 계수 정보를 밴드/슬롯 별로 생성 - L1A 영상에 기하보정 변환 계수를 적용하여 L1B 영상을 생성
위성자료 정밀보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> - 잡광/슬롯간 복사휘도 편차 보정 기술 - 표준성관측 (Star Sensing) 영상분석 기술 - 열변형 (Thermo-elastic model) 최적화 보정 기술 - 위성자료 보정을 위한 시뮬레이터 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - L1A 영상에서 잡광(Straylight)의 유무를 확인하고, 잡광의 영향을 최소화시킨 영상을 재구성 - 여러 슬롯이 겹친 부분의 영상 불연속성을 해소하는 슬롯간 보정 계수를 생성 - 매시간 촬영 후 얻어진 별 관측 영상을 이용하여 위성의 절대 위치/자세를 확인하여 영상 보정 수행 - 열에 의한 위성 및 센서의 뒤틀림을 감지하여 센서의 관측 방향을 보정 - 보정 자료 검증을 위하여 위성 자세 정보를 기반으로 한 수치모사 결과를 도출



다. 자료처리시스템

표 45. 자료처리시스템의 주요연구내용

SW 분류	기술 분류	주요 연구 내용
대기보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> - 고정밀 해양대기 복사전달모델 분석 기술 - 에어로졸 타입 분석 기술 - 대기보정 검증 기술 - L2A 자료생산 기술 	<ul style="list-style-type: none"> - 대기복사전달모델로부터 지역 및 전구영역에 동시 적용가능한 대기보정 계수 LUT를 생성 - L1B 슬롯 자료를 기준으로 픽셀별 에어로졸 타입 모델에 맞는 대기 신호 추정 - 현장관측자료 또는 기존 위성자료의 해수광특성자료를 기준 값으로 L2 자료 검증, 대기보정 결과의 오차 보정 - 위성관측신호(L1A, L1B)에서 대기 신호를 제거하여 해수광특성자료 생산
산출물 생산 SW	<ul style="list-style-type: none"> - L2 자료 생산 기술 - L2 자료 Flag 생산 기술 - L2 해양 시뮬레이터 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 알고리즘을 분석하여 GOCI-II 사양에 최적화된 산출물 알고리즘 도출 - L2B(해양환경 산출물-기본) 자료생산 모듈 - L2C(부가산출물) 자료생산 모듈 - L2D(기타산출물) 자료생산 모듈 - 각 산출물 자료가 유효한지를 평가하여 Flag를 설정 - 해양 산출물 알고리즘의 정확도 검증을 위한 위성 관측 자료 수치모사 결과 도출
자료분석 SW	<ul style="list-style-type: none"> - 위성영상자료 표출 및 편집 GUI 개발 기술 - 자료 분석용 GUI 개발 기술 	<ul style="list-style-type: none"> - 각 슬롯자료 별, 전체자료 크기를 선택하여 산출물을 이미지로 표출하는 기능 제공 - 현안 분석을 위한 영상 편집 기능 제공



라. 지상운영시스템

표 46. 지상운영시스템의 주요연구내용

SW 분류	기술 분류	주요 연구 내용
위성자료 송수신 SW	- 위성자료 송수신 장비 제어 기술	- 위성 신호 감시 및 송수신 장비 제어를 위한 통합 사용자 인터페이스를 제공
자료 저장 및 관리 SW	- 위성자료 분산 저장 기술 - 위성자료 DB화 관리 기술 - 대규모 서버 운용 관리 기술	- 자료 접근성 확대를 위한 분산 스토리지를 도입 - 중요자료 이중화 및 최신 위성자료 유지 - 수신자료, 보조자료 등의 위성자료의 DB화 관리 - 대용량 멀티미디어 DBMS 관리 기술 개발
위성자료 배포 SW	- 현업기관 지원 실시간 자료 배포 기술 - 일반 사용자 지원 자료배포 기술 - 기관 간 위성자료교환 기술	- 최단시간 내 현업기관 위성자료 지원을 위한 자료의 중간 산출물 제공 기능 개발 - 배포망 품질 관리 기능 제공 - 위성자료용량 최적화 기술 개발 - 자료제공 방식의 다양화 - 위성기반 자료방송서비스 제공을 위한 GOCI-II 자료 제공 및 백업용 자료 교환
운영지원 SW	- 종합 상황 감시 기술	- 위성상태정보, 위성자료 품질, 시스템 감시 정보 표출/제어 기능 제공



제 5 항 기술개발 추진상의 위험요인 및 대응방안

- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 기술 개발 추진 시의 위험요인 및 대응방안은 표 47과 같음

표 47. 기술개발 추진상의 위험요인 및 대응 방안

구분	위험요인	위험근거		대응방안
		현수준	목표수준	
자료보정 시스템	정지궤도 복합위성 해양탐재체의 공간 해상도에 준하는 기하보정 기술 확보 여부	500m 해상도 자료(GOCI 자료)에 해안선 Geo-reference 자료(LMK)를 이용한 기하보정	250m 해상도 자료(정지궤도 복합위성 해양탐재체)에 해안선을 포함한 모든 육상 영역의 Geo-reference 자료(LMK)를 이용한 기하보정	<ul style="list-style-type: none"> • Star-Sensing을 통한 정밀보정 실시 • 열변형(Thermo-Elastic Estimation)을 보정 수행 • 관측영상의 슬롯간의 격차를 보정하는 기술을 개선하여 정지궤도 복합위성 해양탐재체 위성영상에 적용
	보정 알고리즘 검증을 위한 시뮬레이터 시스템 확보	관련기술 없음	예상되는 위성관측영상을 미리 확보할 수 있는 시뮬레이터 개발/도입 및 이를 이용한 위성자료 보정 성능 확인	<ul style="list-style-type: none"> • 타 위성 시뮬레이션 기능 도입 • 정지궤도 관측에 맞는 위성영상 시뮬레이션 기술 확보



구분	위험요인	위험근거		대응방안
		현수준	목표수준	
자료처리 시스템	해양산출물(Level2 data) 기준 실시간 제공을 위한 초고속 위성영상 처리 시스템 구축	전처리 시스템의 일부에서 병렬 구조를 통한 자료 처리 수행	모든 시스템에서 병렬 처리를 도입하여 고속 영상 처리 프레임 구축	<ul style="list-style-type: none"> 시스템의 모듈화 구성 다량의 서버를 이용한 병렬처리 수행 표준 관리시스템 및 표준 서비스 버스 개발과 모듈 컨포넌트화를 통한 시스템 구축 GPU(Graphics Processing Unit) 기술 적용을 통한 이미지 처리 속도 향상
	산출물 종류 증가에 따른 처리 알고리즘 신규 개발 및 검증	13종의 산출물 처리	26종 이상의 산출물 처리	<ul style="list-style-type: none"> 타 과제를 통한 산출물 개발 기 개발된 알고리즘을 정지궤도 복합위성 해양탐재체에 맞도록 최적화 현업 사용자의 의견을 반영한 신규 알고리즘 개발
지상운영 시스템	전구 관측에 적합한 지상 운영시스템 구축	한반도 중심의 지역영상 운영 지원시스템 구축	한반도 중심의 지역영상 및 전구영상 관측에 적합한 지상운영시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> 위성상태 모니터링 기술 개발/도입 위성 관측상태 모니터링 기술 개발/도입 백업관제를 위한 위성관제시스템 도입
지상국인 프라	장비 노후화 및 고장에 대비할 수 있는 지상국 인프라 구축 필요	관련 대응책 미비	장비 노후화에 의한 장비 교체 플랜 작성 및 예비품 확보	<ul style="list-style-type: none"> 장비 노후화에 맞춘 장기 장비 교체 플랜 마련 수입 물품 위주의 예비품 확보 방안 마련



제 6 항 연구 범위 설정

표 48. 기술 분류 별 연구범위 설정

기술 분류	주요 연구 내용	연구 범위 설정
자료보정 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 원시자료 결합 기술 - 복사보정 기술 - 기하보정 기술 - 위성자료 정밀보정 기술 	(전처리 시스템) - 정지궤도 복합위성 개발 사업(항우연)의 시스템 개발 및 지상국 개발 과제에서 SW 개발 - 원시자료 생성, 복사보정, 기하보정 포함 (본과제 범위) - 사용자 요구사항 반영 - 운영에 필요한 자료보정시스템 인터페이스 개발
		(위성자료 정밀보정 기술) - 운영기관 특성에 맞는 인터페이스 개발
자료처리 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 대기 보정 기술 - 해석산출물 생산 기술 - 자료분석 SW 개발 	(알고리즘 개발) - 정지궤도해양위성 활용연구 사업(해양과기원)에서 해석 산출물 알고리즘 개발 (본과제 범위) - 산출된 알고리즘 결과를 재활용하여 자료처리 SW 개발 및 최적화
지상운영 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 위성자료 송수신 SW - 자료저장 및 관리 SW - 위성자료 배포 SW - 운영지원 SW 	(위성 관제 SW) - 정지궤도 복합위성 개발 사업(항우연)의 지상국 개발과제에서 위성 관제 SW 개발 (본과제 범위) - 관제시스템 관련 HW 구축과 설치 예산 확보 - 이외의 운영 관련 SW 신규 개발
지상국 인프라 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 전산실 환경 구축 (전원/항온항습) - 서버/스토리지/네트워크 구축 	- GOCI-II 탑재체와 위성자료 처리를 위한 최적의 시스템 구축



제 7 항 통합검증 기술연구 목표 및 내용

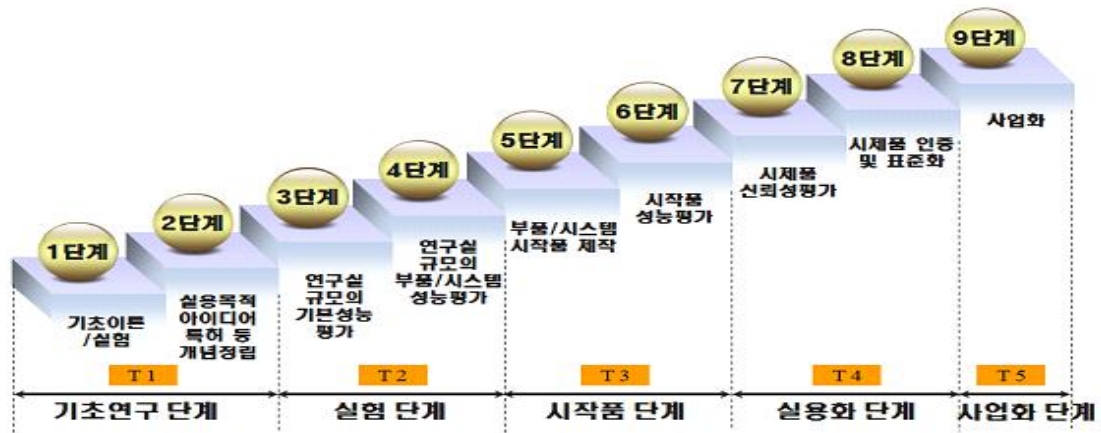
가. 연구개발 목표

- 차기 해양탐재체의 국내주도 개발을 위하여 다음과 같은 핵심기술의 확보가 필수적이며, 이를 위하여 해양탐재체의 관련 부분품에 대한 시제품을 개발하고 요소기술에 대한 연구를 수행
 - 탐재체 시스템 통합 및 검증시험기술
 - SiC 광구조부 설계/제작/시험 기술
 - 고신뢰성 데이터전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 설계/제작/시험 기술
 - 단파적외선 검출부 설계/제작/시험 기술
 - 고안정/고정밀 이축 구동부 설계/제작/시험 기술
- 개발되고 있는 해양탐재체 하드웨어의 시험을 포함한 최종결과물 또는 이를 모사하는 영상자료를 이용한 검증기술도 병행하여 진행
- 이미 설명한 내용처럼 해양탐재체의 각 부분품에 대한 설계 및 분석 등의 기술은 앞서 수행된 개발과제를 통하여 어느 정도 확보 되었으나, 제작 및 제작을 통한 설계검증 등에 필요한 핵심 기술들은 본 연구 수행과제의 목표가 되어 확보 될 예정이며 다음 연구개발 내용에는 이를 중점적으로 다루고자 함
- 해양탐재체의 개발을 위해 필요한 기술들에 대해 정리하고, 기존에 수행 완료된 과제 및 현재 수행중인 과제를 통해 확보가 가능한 기술수준을 수치적으로 표현함으로써 차기 해양탐재체의 성공적인 국내주도개발을 위해 보완되어야 할 핵심기술의 개발내용이나 계획 수립에 활용

나. 연구개발 내용

■ 핵심기술의 기술수준 분석

- 해양탐재체의 각 개발단계별 소요기술을 세분화 하고, 각각의 세부기술 분류에 대한 기술 수준을 객관적인 지표(TRL: Technical Readiness Level)를 사용하여 나타냄으로써, 주요핵심기술 연구내용이나 계획 수립의 기초자료로 활용



- 설계기술: 1~2 (기초개념 단계), 3~4 (개념적 설계), 5~6 (상세분석), 7~8 (응용), 9(성숙)
- 제작기술: 1~2 (실험실 단계), 3~4 (상용), 5~6 (군용), 7~8 (우주급), 9(수출가능)
- 조립/시험/검증기술: 1~2 (실험실 단계), 3~4 (설비보유), 5~6 (자문, 우주인증), 7~8 (독자수행, 우주인증), 9(기술이전)

표 49. 해양탐재체의 세부기술 분류 및 점수

해양탐재체 세부기술	설계기술	제작기술	조립/시험/검증기술	비고
시스템	7.25	7	6	
시스템통합	7	7	6	
성능	7	6	6	
운영	8	8	7	
접속	7	7	7	
초점면 전자부(검출부)	2.5	3	2.75	
2D CMOS VIS 검출기	2	3	3	구매예정
2D MCT 검출기	2	3	2	구매예정
MCT 검출기 냉각기	2	2	2	구매예정
검출기 제어부	4	4	4	DM개발필요
탐재체 제어부	5	4.8	4.6	
탐재체일반제어	7	7	7	
영상데이터처리	6	6	5	
고신뢰성데이터전송	4	4	4	
구동부제어	3	2	2	
고안정전원공급	4	4	4	
SiC 광구조부	5	2	2	
SiC 반사경	5	2	2	
SiC 텔레스코프	5	2	2	
고안정 고정밀 이축 구동부	3	3	3	
기계 부구조부	7	7	7	
탐재체 접속 패널	7	7	7	국내개발/제작가능
플렉서/바이퓟	7	7	7	국내개발/제작가능
서터휠/필터휠 구조부	7	7	7	국내개발/제작가능
열제어부	7	8	8	국내개발/제작가능



■ 국내 인프라 조사

- 해양탐재체의 국내주도 개발을 위한 각 부분품별 국내의 관련 인프라를 정리하면 다음과 같으며 관련 내용은 설계/제작/조립시험/성능시험 등과 관련된 보유기술로 구분

표 50. 국내 개발인프라 조사 결과 정리

해양탐재체 세부기술	국내업체	개발실적	비고
탐재체 시스템			
시스템통합 성능/운영/접속	KARI	다목적2호 고해상도카메라 공동개발 다목적3호/3A호 전자광학탐재체 주도개발 천리안위성 해양탐재체 해외공동개발 참여 정지궤도복합위성 해양탐재체 해외공동개발 수행	
초점면 전자부(검출부)			
검출기	삼성전자	우주급 검출기 개발경험 없음 (상용 검출기)	우주급 없음
	아이쓰리	나로호위성 IR 검출기	우주급 검증 없음
2D 검출기 전자부	아이쓰리	과학위성 2호 나로호위성 IR 탐재체	
	KAI	SRI 탐재체	
	LIG	각종 군용 탐재체 개발	
	Tales	각종 군용 탐재체 개발	
탐재체 제어부			
탐재체일반제어	KAI 삼성탈레스	항우연과 공동으로 위성카메라 시제품의 탐재체일반제어부 개발 (KAI) 다목적3A호 적외선 카메라의 탐재체 일반제어부 개발(삼성탈레스)	
영상데이터처리	아이쓰리	항우연과 공동으로 위성카메라 시제품의 영상데이터처리부 개발	
고신뢰성 데이터전송	AP 시스템	항우연과 공동으로 위성카메라 시제품의 고속데이터 전송, 수신, 처리 및 저장 장치 개발	
구동부제어	-		
고안정전원공급	KAI	다목적실용위성의 위성본체 전원공급장치 개발	



해양탐재체 세부기술	국내업체	개발실적	비고
SiC 광구조부			
	1)	-	
고안정 고정밀 이축 구동부			
	저스텍	위성용 CMG 구동부 시제모델 개발중	
	극동통신	안테나 짐발구동부 시제모델 개발중	
기계 부구조부			
	테크항공	IRS 비행모델 개발	
	대한항공	HSTS-DM, HSTS-QM 개발	
	한국화이바	K3/K3A Sunshield 개발	
열제어부			
	두원중공업	K3/K3A MLI, heatpipe, cooling unit 개발	

1) SiC 광구조부와 관련된 국내업체는 아직까지 전무하며, 관련 설계기술은 통신해양기상 위성 해양탐재체 및 정지궤도복합위성 해양탐재체로부터 일부 확보함

■ 정지궤도 탐재체 공동활용기술 가능성

○ 탐재체 시스템 통합 및 검증시험기술

- 탐재체 시스템 통합 및 검증시험 기술은 모든 인공위성용 전자광학 탐재체 개발에 공통적으로 활용 될 수 있는 기술임. 따라서, 다목적실용위성의 저궤도 지구관측용 고해상도 전자광학 카메라 개발을 통해 축적된 시스템 통합 및 검증 시험 기술은, 정지궤도용 지구관측 전자광학 카메라 개발에도 활용된다. 특히 카메라 광학부 및 광구조부의 조립과 정렬, 성능검증 및 환경시험 등의 기술은 공통적으로 활용이 가능하며, 고속으로 생성되는 영상데이터의 디지털변환, 영상처리 및 고속전송 기술 등은 인공위성용 전자광학 탐재체 개발에 공동으로 활용이 될 수 있어서, 확보된 관련 핵심 기술은 향후, 국가적 수요에 부응함은 물론 상업적인 측면에서도 매우 중요하다고 볼 수 있음

○ SiC 광구조부 설계/제작/시험 기술

- SiC 재료는 일반적인 위성구조체에 사용되는 알루미늄보다 1/10수준으로 열변형에 안정적이라 반사경과 тел레스코프 구조를 모두 동일재료의 SiC를 사용하면 균일한 온도변화에 대해 광학계 초점이 바뀌지 않는 비열적(athermal) 구조가 될 수 있음. 이러한 장점이 있기 때문에 해외 선진 탐재체 개발기관에서는 SiC



을 이용한 광구조부 개발이 1990년대부터 시작되었으며 점진적으로 열변형에 민감한 탐재체에는 사용이 증가되고 있는 추세임

- 고신뢰성 데이터전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 설계/제작/시험 기술
 - 고신뢰성 데이터 전송 기술은, 지구관측용 전자광학 탐재체가 생성하는 대량의 영상데이터를 손실 없이 전송하기 위해 반드시 필요한 기술이다. 특히 관측 과정의 채널이 많아지고, 관측 폭이 넓어지고, 데이터의 전송속도가 빨라짐에 따라, 신뢰성 높은 데이터의 전송기술은 그 필요성이 더해짐. 이와 관련된 기술은 저궤도 지구관측 위성 및 정지궤도 해양탐재체 등 모든 종류의 원격탐사 시스템의 개발에 반드시 필요한 요소기술임

- 중적외선 검출부 설계/제작/시험 기술
 - 검출부는 전자광학탐재체 시스템을 구성하는 필수 핵심부분품으로서, 정지궤도용 전자광학탐재체의 경우 지구관측 방식 등의 시스템 설계에 따라 1D 혹은 2D 검출부가 이용됨. 2D 초점면 전자부 기술은 해상관측용 탐재체 뿐만 고해상도카메라, 대기관측을 위한 분광기, 산불탐지를 위한 영상기 등의 시스템 개발에 활용이 가능함.

- 고안정/고정밀 이축 구동부 설계/제작/시험 기술
 - 정지궤도 지구관측을 위해서는 고안정/고정밀 이축 구동부 기술이 필요함. 구동부에 요구되는 지향 안정도 및 정밀도는 해상도에 따라 달라지게 되며 해양탐재체의 경우는 GOCI대비 GOCI-II 지향 안정도가 두배 이상 요구됨. 또한 이 기술은 기상탐재체와 같이 연속적인 스캔 관측을 요구하는 탐재체에도 유사한 기술이 사용되고 있음. 이축 구동부 기술은 개발 필요에 따라 기술이 계속 발전되고 있으며, 많은 우주탐재체에 공동 활용될 수 있는 기술임

■ 최종 선정된 핵심기술

- 차기 해양탐재체의 국내주도 개발을 위해 반드시 확보되어야 하는 핵심기술이나 현재까지의 연구수행 결과를 종합 할 경우 기술 수준이 미흡한 항목에 대해 본 과제를 통해 해당기술을 보완하고자 하며, 여기에 해당되는 관련 핵심기술의 세부연구 내용은 다음에 기술하였음.



○ 탑재체 시스템 통합 및 검증시험 기술

- 탑재체 시스템의 통합 및 검증시험 기술은, 해양탑재체의 국내주도 개발의 중추적인 기술이며, 많은 부분품을 다양한 기관과 업체 등에서 조달할 경우 이들을 통합할 수 있는 가장 중요한 기술 중의 하나로 인식됨. 또한, 해양탑재체의 각 부분품에 대한 핵심기술 확보를 위한 선행과제를 수행할 경우, 각 부분품 개발의 효과적이고 적절한 연구목표 설정을 위해 이 기술이 반드시 수반되어야 함. 이는 해양탑재체뿐만 아니라, 원격탐사용 탑재체의 개발에 다양하게 적용될 수 있는 핵심 기술로서, 향후 위성 탑재체의 상업화 등에도 반드시 필요하다고 볼 수 있음. 연구하고자 하는 주요핵심기술들에 대한 시스템설계와 그 결과를 반영한 구체적인 규격작성, 성능분석, 시스템 통합계획수립 및 통합/검증시험 등을 위한 기술을 연구하고자 함.
- 그리고, 해양탑재체 하드웨어의 최종결과물이나 모사 영상자료를 이용한 검증도 탑재체 검증시험 기술의 일부로 이루어질 수 있으므로 이 내용을 탑재체 시스템 통합 및 검증시험 기술 범위중 일부로 진행하고자 함

○ SiC 광구조부 설계/제작/시험 기술

- 구조적 & 열적인 측면에서 GOCI부터의 heritage를 이용하여, 특히 GOCI-II의 설계heritage를 이용하여 SiC으로 구현하나 현재 국내에는 SiC 제작이나 가공기술이 전무한 상황이라 제작을 위한 설계, 제작과 제작 후 시험에 대한 연구를 수행할 예정이며 이를 통해 비행모델 개발을 위한 사전대비나 국내 제작 가능성 확인뿐만 아니라 기술력 증진을 위한 기회를 제공함

○ 고신뢰성 데이터전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 설계/제작/시험 기술

- SpaceWire 및 GRDDP 통신 기술은 국내의 인공위성 시스템에 새롭게 도입되는 고신뢰성 통신 기술로서, 대량의 영상데이터를 손실 없이 전송하기 위해 반드시 필요한 기술임. 이것은 시스템 통합에 반드시 필요한 기술로, 시제품 개발을 통해 설계, 제작 및 시험의 전 과정에 대한 검증이 수반되어야 함
- 고정밀/고안정 이축 구동제어부는, 탑재체의 다른 부분품에 비해, 관련 핵심기술의 확보 수준이 상대적으로 낮으며, 국내의 기술 기반도 취약한 상태임. 반면에, 다채널 카메라 및 정지궤도용 전자광학 탑재체에 광범위하게 사용되는 기술임. 따라서, 본 연구를 통해, 고정밀/고안정 구동제어부의 설계, 제작 및 시험 개발전과정에 대한 핵심기술을 확보하려고 함



- 가시광선 또는 단파적외선 검출부 설계/제작/시험 기술
 - 초점면 전자부의 선행개발은 2D CMOS 검출기 (혹은 MCT 검출기)의 영상촬영을 위한 검출기 제어부 설계/제작 및 검출기와의 통합 시험기술 확보를 목표로 함. 검출기는 GOCI-II 로부터 습득한 시스템 기술을 활용하여 규격설정, 시험 및 검증 계획등을 세워 최적으로 구매할 예정이며, 검출기 구동을 위한 초점면 전자부는 잡음특성이 1.5LSB 이하로 될 수 있도록 개발하고자 함

- 고안정/고정밀 이축 구동부 설계/제작/시험 기술
 - 군용뿐만 아니라 우주용 정밀 구동 메카니즘의 경우는 매우 제한적으로 개발되어지고 있으며, GOCI-II의 경우는 저교란에 안정성이 높은 메카니즘이 요구되므로, 시제품 개발을 통해 구동부의 설계, 제작 및 시험을 진행할 예정이며, 이 과정에서 국내 제작 가능성 확인뿐만 아니라 국내 산업체 기술력 증진에도 기여하고자 함

제 3 절 연구개발 추진 계획

제 1 항 추진 전략 및 추진체계

가. 추진 체계

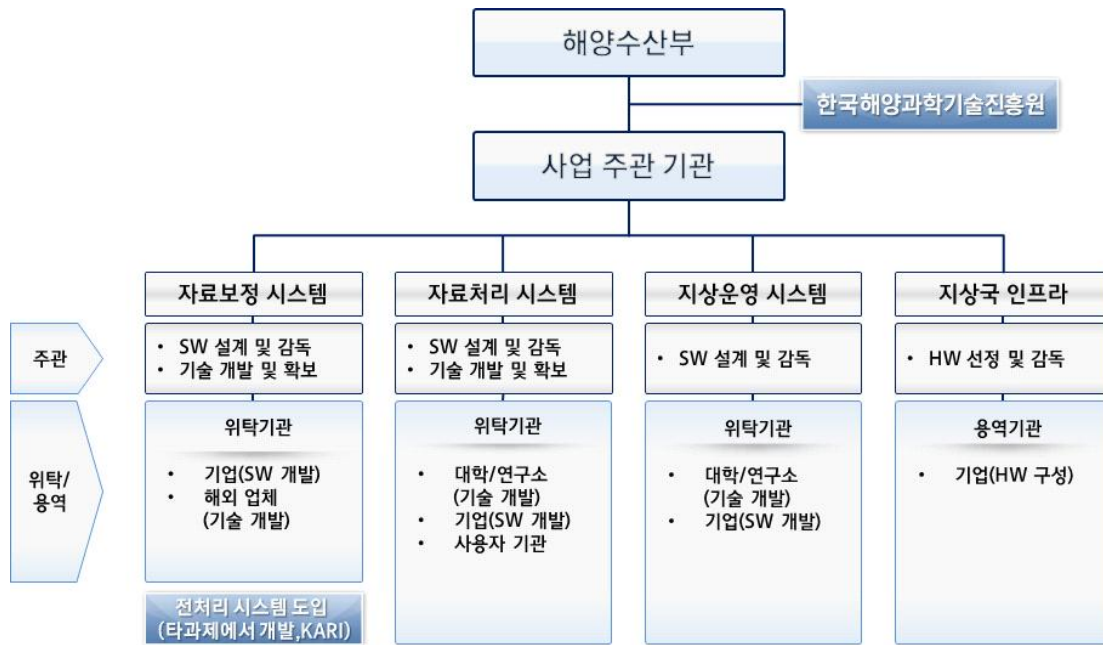


그림 76. 통합자료처리시스템 개발 추진체계

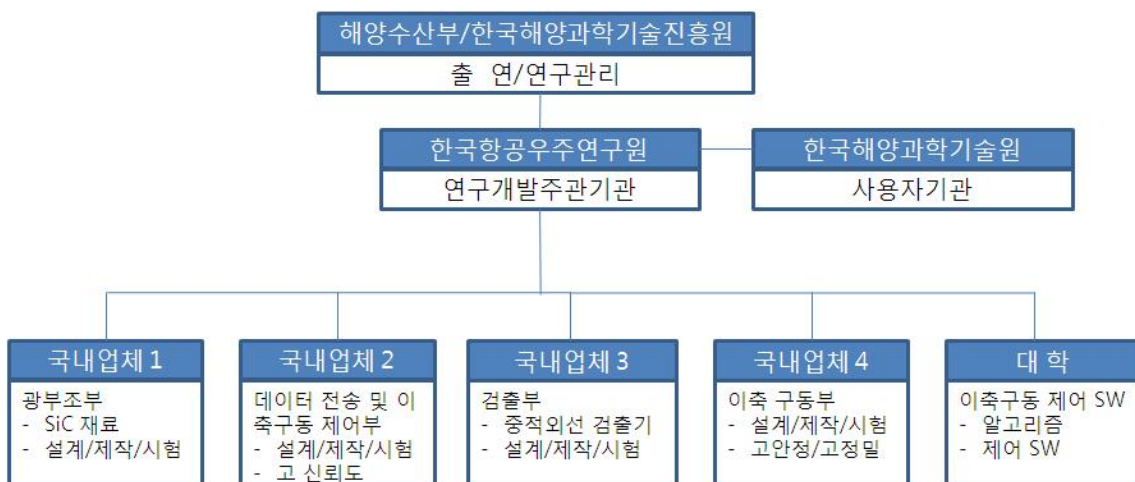


그림 77. 통합검증 기술연구 추진 체계



나. 주체별 역할

표 51. 해양탐재체 지상시스템 개발 주체별 주요 역할

구 분	주요 역할
국내 연구기관	지상 시스템 설계/구현/시험 (주관기관과 공동개발)
국외 연구기관	자료처리 알고리즘 개발
국내 대학	자료처리 알고리즘 개발/검증 이착구동 제어 SW 개발/검증
해외 개발 업체	통합보정 시스템 공동 개발/기술 자문
국내 업체	지상운영 시스템 구축 지원 주요핵심기술 설계/제작/시험 (주관기관과 공동개발) 광구조부 SiC 제작/시험 기술 구동부 제작/시험 기술 구동부 제어 SW/HW 개발기술 중적외선 검출부 기술 고신뢰도 데이터 전송 개발기술
국내관련기관	기술자문 및 실용화 지원



다. 기존 기술 및 인프라 활용 전략

표 52. 정지궤도복합위성 해양탐재체 지상시스템의 기존 기술 활용 전략

시스템 분류	기술 분류	요소 기술	기존 기술(천리안)	개발 방안	
통합 보정 시스템	복사보정 기술	태양광 보정 알고리즘	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		복사보정 서버시스템	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
	기하보정 기술	Landmark 방식의 기하보정 알고리즘	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		기하보정 자료처리 알고리즘	해외 기술자문 활용	신규개발	
		기하보정 서버시스템	해외 기술자문 활용	신규개발	
자료 처리 시스템	대기보정 기술	대기 복사전달 모델	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		해수 광특성 분석 알고리즘	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		대기보정 검증 알고리즘	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		대기보정 처리 서버시스템	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
	해색 산출물 생산 기술	GOCI 산출물 생산 알고리즘	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		산출물 검증 알고리즘	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		특이영상 탐지 알고리즘	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		위성자료 편집/분석 알고리즘	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		산출물 생산 처리 서버시스템	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		자료처리시스템 개발 ENG	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
	지상 운영 시스템	자료 관리 기술	보조자료 입수/변환 기술	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발
			자료관리 서버시스템	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발
			위성상태정보 감시 서버시스템	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발
자료 배포 기술		위성영상 용량 최적화 기술	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		자료배포 서버시스템	기존 기술 기반 성능 향상	추가개발	
		자료 송수신 제어 및 모니터링 서버시스템	국내 기술자문 활용	추가개발	
		지상 운영시스템 개발 ENG	국내 기술자문 활용	추가개발	



- 정지궤도복합위성 해양탐재체가 신규로 개발됨에 따라 새로운 지상시스템이 필수적임
- 기존의 천리안 위성에서 이미 개발된 각종 시스템의 일부 및 그 노하우는 지속 적용이 가능할 것으로 보이나, 대부분의 기술은 신규 개발되어야 할 것으로 보임
- 기본적으로 LA 관측에 대한 기술 및 처리시스템의 인프라 구축 기술은 추가 개발 시 활용이 가능함
- 다만, 공간 해상도 향상, 관측 파장 영역 확장 등 향상된 탐재체 사양에 적합한 지상시스템의 기술의 성능 향상도 고려되어야 함
- 지상운영시스템의 경우, 처리 기술에 대한 엔지니어링 적인 노하우는 개발 시 적용할 수 있으나, 그 시스템을 후속위성의 지상운영시스템으로 대체하여 처리할 수 없으며, 신규로 증대된 대용량 데이터의 신속한 처리가 불가능함
- 또한 정지궤도복합위성의 궤도 배치, 사용 주파수 등에 따라 기존의 천리안 위성을 위해 구축된 지상 수신 장비들을 재활용/공동 활용은 매우 어려움
- 정지궤도 복합위성의 개발 기간과 천리안 위성의 운영 수명을 고려할 때, 두 위성이 일정 기간 동안 동시에 운영될 수 있으므로 천리안 위성의 지상시스템을 이용해 정지궤도복합위성 해양탐재체를 운영하는 것은 불가능함
- 성능 및 해양산출물수가 비약적으로 증가되는 정지궤도복합위성 해양탐재체 자료를 활용하기 위해서는 기존 기술 및 인프라의 재활용도 중요하며, 각각 신규 개발을 통해 생성되는 알고리즘과 S/W, 그리고 H/W를 접목시키는 기술도 매우 중요할 것으로 보임



제 2 항 연구 개발 로드맵

- 기술 개발 및 확보가 필요한 부분은 2015년부터 진행
 - 자료보정 시스템, 자료 처리 시스템 부분
- 지상운영시스템과 지상국 인프라의 경우, 최신 기술의 도입과 비용 절감을 위해서 2017년부터 도입 시작



그림 78. 통합자료처리시스템의 총괄 기술 개발 로드맵

제 4 장

기술개발 상세 계획

제1절 자료 보정 시스템

제2절 자료 처리 시스템

제3절 지상 운영 시스템

제4절 지상국 인프라

제5절 통합검증기술



제 1 절 자료 보정 시스템

제 1 항 시스템 개요

정지궤도 복합위성 해양탐재체의 개발 상황에 따라 자료보정시스템의 관련기술 및 기술개발 범위가 변경 될 수 있음



그림 79. 자료처리시스템의 서브시스템과 구성기술

- 통합자료처리시스템의 자료보정시스템은 정지궤도 복합위성 해양탐재체에서 관측되어 지상국으로 전송된 위성자료를 보정하는 기능을 갖게 됨
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 향상된 사양(250×250m의 공간 해상도, 10회/일의 시간해상도, 13개 밴드의 분광해상도, 지역 및 전구 관측)으로 관측된 위성영상에 필요한 복사보정을 수행함



- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 사양에 따라 생산되어 수신된 관측영상에 필요한 기하보정을 수행함
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 사양에 따라 생산되어 수신된 관측영상에 필요한 정밀 보정을 수행함
- 위성영상의 정확도 향상을 위하여 다양한 기술들이 사용되며, 필요한 기술들이 실시간으로 적용되어 위성영상을 보정함
- 보정된 영상들은 실시간으로 생성되며 생성된 영상은 필요에 따라 현업 기관 또는 사용자에게 배포됨
- 위성영상 보정 시에 발생하는 보조데이터들은 별도의 데이터베이스에 저장되며, 이는 해양탐재체 센서의 안정적인 운용과 자료의 질을 높이는데 활용되어야 함
- 천리안 해양관측위성(GOCI) 자료의 보정이 가능하여야 함
- 자료보정시스템은 위성의 수명과 관계없이 24시간 365일 운용됨

제 2 항 시스템 구성 및 주요 역할

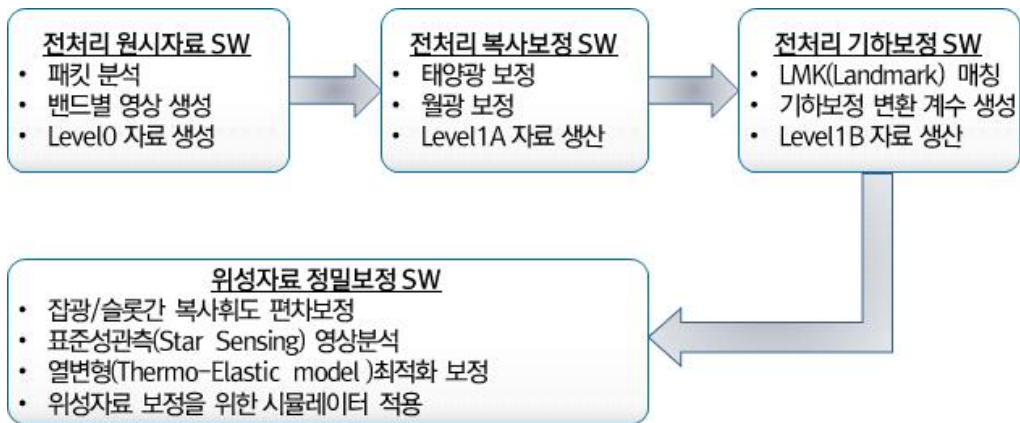


그림 80. 자료보정시스템의 플로우

- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 관측 자료를 보정하는 자료보정시스템은 전처리 원시자료 생성 모듈, 전처리 복사보정자료 생성 모듈, 전처리 기하보정자료 생성 모듈, 위성자료 정밀보정 자료 생성 모듈의 4부분으로 구성됨
 - 전처리 원시자료 생성 모듈의 역할
 - 수신 받은 위성관측자료 신호의 패킷 분석을 실시함
 - 분석된 패킷 자료를 토대로 밴드별 영상을 생성함
 - 밴드별 영상으로 Level0 자료를 생성함



- 전처리 복사보정 자료 생성 모듈의 역할
 - Level0자료로부터 태양광 보정을 실시함
 - 태양광 보정을 한 자료로부터 월광 보정을 실시함
 - 월광보정을 마친 자료로부터 Level1A 자료를 생성함

- 전처리 기하보정 자료 생성 모듈의 역할
 - 정지궤도 복합위성의 관측영역과 해상도를 고려한 LMK(Land Mark) chipset 데이터베이스를 구축함
 - 구름의 영향을 최소화 하기위해 LMK 데이터는 해안선 부분만의 Geo-reference 자료가 아닌 육상 부분의 Geo-reference 자료를 포함한 데이터베이스 구축이 이루어져야 함
 - LMK 데이터베이스로부터 LMK 매칭기법을 사용하여 기하보정을 실시함
 - 기하보정 된 자료와 기하보정 변환 계수를 생성함
 - 기하보정 된 자료를 토대로 Level1B 자료를 생산함

- 위성자료 정밀 보정 모듈의 역할
 - 전처리 기하보정자료를 기반으로 잡광보정을 실시함
 - 잡광 보정된 자료의 슬롯 간 복사휘도 편차를 진행함
 - 별도로 수신 받은 열변형(Thermo-Elastic model) 자료를 기반으로 최적화 보정을 실시함
 - 시뮬레이터를 통한 위성영상 보정 확인을 별도로 실시함

제 3 항 기술개발 내용

가. 정지궤도 복합위성 해양탐재체 영상 전처리 기술 및 기본 SW

- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 위성영상 전처리 기술 및 기본SW는 정지궤도 복합위성 개발 사업에서 개발됨
- 정지궤도 복합위성 개발 사업에서 개발될 예정인 SW는 전처리 원시자료 생성 SW, 전처리 복사보정 SW, 전처리 기하보정 SW의 세 가지임
- 통합자료처리시스템 개발에서는 각 전처리 SW에 대한 인터페이스 개발을 진행함
- 인터페이스 개발이 필요한 부분은 패킷 분석 인터페이스, 밴드별 영상 생성 인터페이스, Level0 자료 생산 인터페이스, 태양광 보정 인터페이스, 월광보정 인터페이스, Level1A 자료생산 인터페이스, LMK 매칭 인터페이스, 기하보정 변



환계수 생성 인터페이스, Level1B 자료 생성 인터페이스의 9가지 인터페이스 개발이 진행됨

- 각각의 인터페이스는 전처리 원시자료 SW, 전처리 복사보정 SW, 전처리 기하보정 SW의 세 가지 모듈로 구성되어 자료보정시스템의 일부가 됨

나. 위성자료 정밀 보정 기술 및 SW

- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 전구관측이라는 신규 임무에 따라 새로운 기하보정 기술이 필요(태평양, 대서양 등 LMK를 설정할 수 없는 지역이 생겨남)
- 지역관측 영상에서도 공간해상도가 4배 증가됨에 따라 그 정확도가 4배 이상 좋아져야 하며 이에 따라 관련 기술 개발이 이루어짐(검출기의 화소 별로 매치되는 영역이 축소되며, 구름의 영향에 따른 정확도 감쇄 등도 고려되어야 함)
- 이에 따라 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 기하학적/광학적 정밀도 향상을 위한 위성자료 정밀보정을 위한 기술 및 SW 개발이 이루어짐
- 잡광 보정을 위한 기술 개발이 이루어짐
- 잡광 보정에 대한 기술이 포함되어 있는 SW 개발이 이루어짐
- 천리안 해양관측위성에 기 활용되고 있는 슬롯 간 복사휘도 편차를 보정할 수 있는 기술을 정지궤도 복합위성 해양탐재체 위성영상에 적용할 수 있도록 개선이 이루어짐

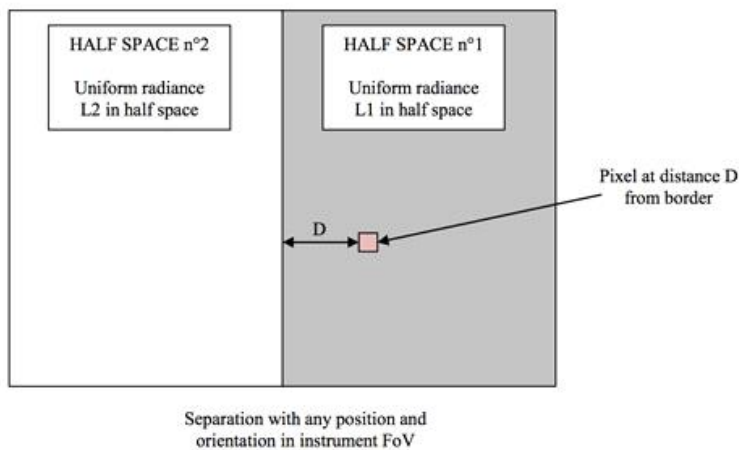


그림 81. GOCI-II 잡광 보정 개념도

- 슬롯 간 복사휘도 편차(Inter-Slot Radiance discrepancy; ISRD)를 보정할 수 있는 SW 개발이 이루어짐
- 표준성 관측(Star-sensing) 영상의 분석 기법의 개발이 이루어짐



- 관측된 표준성을 분석하기 위한 표준성 데이터베이스(Star Catalogue)의 개발이 이루어짐
- 표준성관측을 통해 위성영상의 정확도를 향상할 수 있는 SW 개발이 이루어짐
- 열변형(Thermo-elastic model)에 의한 영향을 평가하는 기술 개발이 이루어짐
- 열변형에 의한 간섭을 배제하는 보정 기술 개발이 이루어짐
- 열변형에 의한 보정을 처리하는 SW 개발이 이루어짐
- 위성영상 보정을 테스트하기 위한 시뮬레이션 자료의 개발이 이루어짐
- 시뮬레이션 자료의 처리를 위한 시뮬레이터의 개발이 이루어짐
- 위성영상 정밀보정을 위한 모든 처리에 대한 컨트롤이 가능한 인터페이스의 개발이 이루어짐
- 위성영상 정밀보정을 위한 소프트웨어 개발이 이루어진 이후 위성영상 정밀 보정 기술의 개발이 이루어짐
- 정밀보정 기술의 개선에 따른 위성영상 정밀보정 SW의 개선도 이루어짐
- 위성영상 정밀보정 SW는 자료보정 시스템에 탑재되어 구축 시험을 진행함



그림 82. 위성영상 정밀보정을 위한 처리 프로세스

제 4 항 개발 추진 일정 및 전략

- 자료보정시스템의 기술개발 로드맵은 그림 83와 같음
- 타 과제(정지궤도 복합위성 해양탐재체 개발 사업)에서 개발인 진행될 예정인 소프트웨어는 2017년 6월에 수령하여 각 부분의 인터페이스 개발과 소프트웨어에 적용함
- 정밀 보정을 위한 세부 기술들은 2017년까지 기술 개발을 완료한 뒤 SW 개발을 진행
- 천리안 해양관측위성(GOCI)의 위성영상 자료의 처리가 이루어지도록 구성하여



위성영상 제공 및 분석의 연속성 확보

- 2018년까지 개발이 완료된 기술과 소프트웨어는 2019년에 진행될 예정인 정지궤도 복합위성 2B의 궤도상 시험(In-Orbit Test; IOT) 기간에 관련된 기술의 개선을 진행

○ 전처리 원시자료 생성 모듈

- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 패킷 분석 인터페이스는 2017년에 개발이 시작되어 2017년에 완료함
- 밴드별 영상 생성 인터페이스는 2016년에 개발이 시작되어 2017년에 완료함
- 패킷분석 인터페이스와 밴드별 영상 생성 인터페이스의 내용을 포함하고 있는 Level0 자료 생성 인터페이스의 개발이 2017년에 이루어짐
- 각 부분에서 개발된 인터페이스를 포함하여 타 과제에서 개발된 SW를 통합한 전처리 원시자료 SW는 2017년에 개발이 시작되어 2018년에 완료함

○ 전처리 복사보정자료 생성 모듈

- 태양광 보정 인터페이스는 2015년에 개발을 시작하여 2017년에 완료함
- 월광 보정 인터페이스는 2015년에 개발을 시작하여 2017년에 완료함
- 태양광 보정 인터페이스와 월광 보정 인터페이스의 내용을 포함하고 있는 Level1A 자료 생산 인터페이스의 개발은 2015년에 시작되어 2018년에 완료함
- 각 부분에서 개발된 인터페이스를 포함하여 타 과제에서 개발된 SW를 통합한 전처리 복사보정 SW는 2017년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함

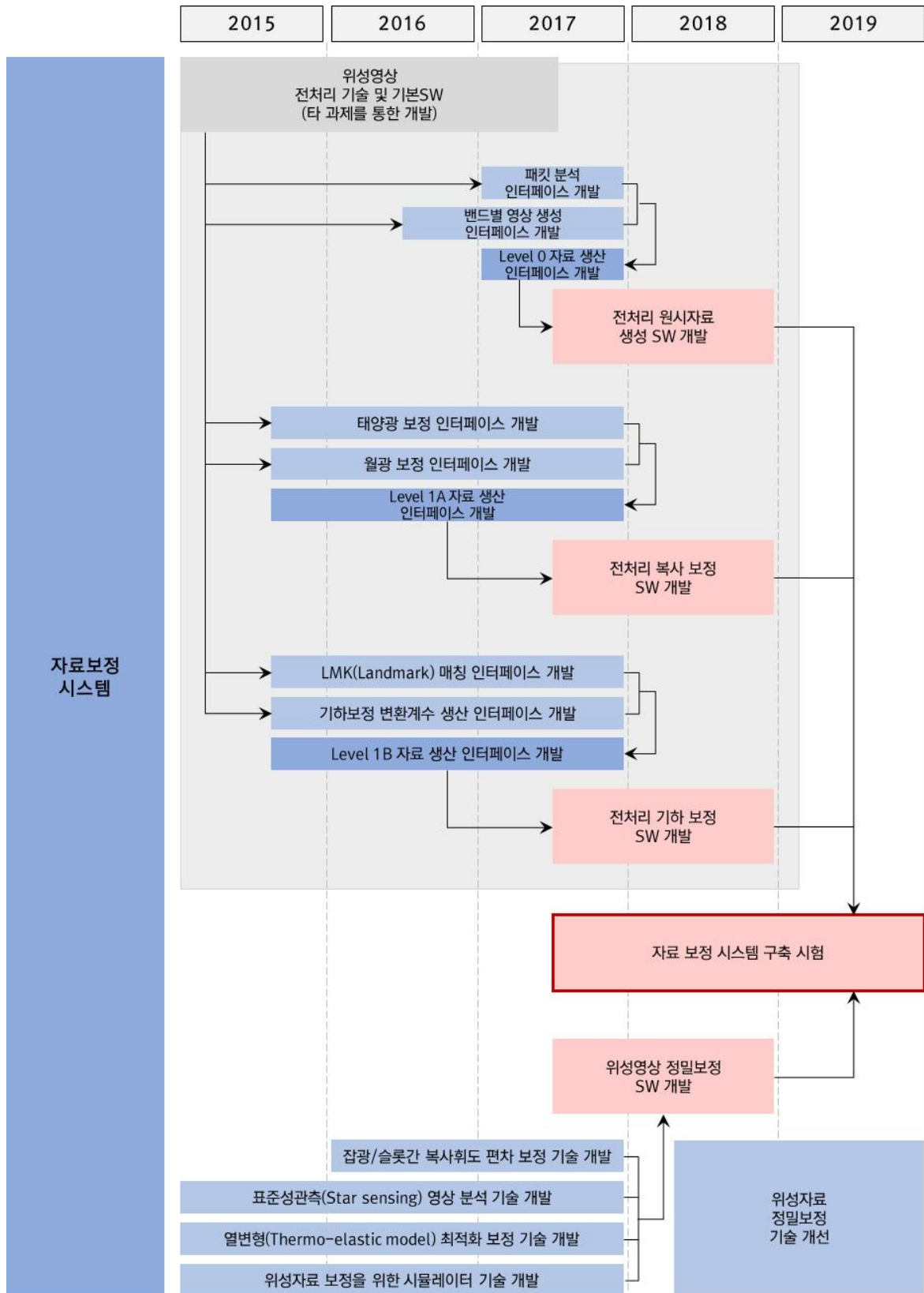


그림 83. 자료보정시스템의 상세 기술개발로드맵(TRM)



○ 전처리 기하보정자료 생성 모듈

- LMK 매칭 인터페이스는 2015년에 개발을 시작하여 2017년에 완료함
- 기하보정 변환 계수 생성 인터페이스는 2015년에 개발을 시작하여 2017년에 완료함
- LMK 매칭 인터페이스와 기하보정 변환 계수 생성 인터페이스의 내용을 포함하고 있는 Level1B 자료 생산 인터페이스의 개발은 2015년에 시작되어 2018년에 완료함
- 각 부분에서 개발된 인터페이스를 포함하여 타 과제에서 개발된 SW를 통합한 전처리 기하보정 SW는 2017년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함

○ 전처리 정밀보정자료 생성 모듈

- 잡광(Stray Light) 보정 기술 개발은 2016년에 개발을 시작하여 2017년에 완료함
- 슬롯간 복사 휘도 편차 보정 기술 개발은 천리안 해양관측위성 영상에 적용된 기술을 개선하여 적용하며, 2016년에 개발을 시작하여 2017년에 완료함
- 표준성 관측(Star sensing) 영상 분석 기술 개발은 2015년에 시작하여 2017년에 완료함
- 표준성 관측 영상 분석을 위한 별 관측 데이터베이스(Star Catalogue)의 구축은 2016년에 시작하여 2017년에 완료함
- 열변형(Thermo-elastic model) 최적화 보정 기술은 2015년에 개발을 시작하여 2017년에 완료함
- 위성자료 보정을 위한 시뮬레이터 기술 개발은 2015년에 시작하여 2017년에 완료함
- 각 부분에서 개발된 기술들을 포함한 SW는 2017년부터 개발을 시작하여 2018년에 완료함
- 위성영상 정밀보정을 위한 인터페이스 개발은 SW 개발에 포함하며, 2017년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함
- SW 개발을 진행함과 동시에 완료된 시뮬레이터 기술을 이용하여 잡광 보정 기술, 슬롯간 복사휘도 편차 보정 기술, 표준성 영상 분석기술, 열변형 최적화 보정 기술 들을 확인하고 정밀보정 기술 개선을 수행함
- 정밀보정 기술 개선은 2018년에 시작하여 2019년에 완료함



제 5 항 연차별 연구개발 목표 및 내용

○ 자료보정시스템의 연차별 연구개발 목표 및 내용은 표 53과 같음

표 53. 자료보정시스템 연차별 연구개발 목표 및 내용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용
1차년도 (2015)	기술 개발, 인터페이스 설계	<ul style="list-style-type: none"> • 표준성 관측 영상 분석 기술 개발 • 열변형 최적화 보정 기술 개발 • 위성자료 보정을 위한 시뮬레이터 기술 개발 • 위성자료 시뮬레이터 기술 개발 • 태양광 보정 인터페이스 설계 • 월광보정 인터페이스 설계 • LMK 매칭 인터페이스 설계 • 기하보정 변환계수 인터페이스 설계
2차년도 (2016)	기술 개발, 소프트웨어 아키텍처 설계, 인터페이스 설계	<ul style="list-style-type: none"> • 표준성 관측 영상 분석 기술 개발 • 열변형 최적화 보정 기술 개발 • 위성자료 보정을 위한 시뮬레이터 기술 개발 • 잠광 보정 기술 개발 • 슬롯간 복사휘도 편차 보정 기술 개발 • 위성자료 시뮬레이터 기술 개발 • 태양광 보정 아키텍처 설계 • 월광보정 아키텍처 설계 • LMK 매칭 아키텍처 설계 • 기하보정 변환계수 아키텍처 설계 • Level1A 자료 생산 인터페이스 설계 • Level1B 자료 생산 인터페이스 설계 • 밴드별 영상 생성 인터페이스 설계



구분	연구개발 목표	연구개발 내용
3차년도 (2017)	기술 개발, 소프트웨어 아키텍처 설계, 소프트웨어 작성, 인터페이스 설계	<ul style="list-style-type: none"> • Level1A 자료 생산 아키텍처 설계/소프트웨어 작성 • Level1B 자료 생산 아키텍처 설계/소프트웨어 작성 • 밴드별 영상 생성 아키텍처 설계/소프트웨어 작성 • 패킷 분석 인터페이스 설계/아키텍처 설계/소프트웨어 작성 • 태양광 보정 소프트웨어 작성 • 월광보정 소프트웨어 작성 • LMK 매칭 소프트웨어 작성 • 기하보정 변환계수 소프트웨어 작성 • 위성자료 시뮬레이터 소프트웨어 작성 • 전처리 원시자료 생성 소프트웨어 통합 설계 • 전처리 복사보정 소프트웨어 통합 설계 • 전처리 기하보정 소프트웨어 통합 설계 • 위성영상 정밀 보정 소프트웨어 통합 설계 • 자료보정시스템 구축 통합 설계
4차년도 (2018)	기술 개선, 인터페이스 개발 및 시험, 소프트웨어 개발 및 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 전처리 원시자료 생성 소프트웨어 작성 • 전처리 복사보정 소프트웨어 통합 작성 • 전처리 기하보정 소프트웨어 통합 작성 • 위성영상 정밀 보정 소프트웨어 통합 작성 • 자료보정시스템 구축 통합 설계 및 구축 • 위성자료 정밀보정 기술 개선 수행
5차년도 (2019)	기술 개선, 시스템 시험 및 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 자료보정시스템 구축 통합 시험 운용 • 위성자료 정밀보정 기술 개선 수행

제 2 절 자료 처리 시스템

제 1 항 시스템 개요

정지궤도 복합위성 해양탐재체의 개발 상황에 따라 자료처리시스템의 관련기술 및 기술개발 범위가 변경 될 수 있음

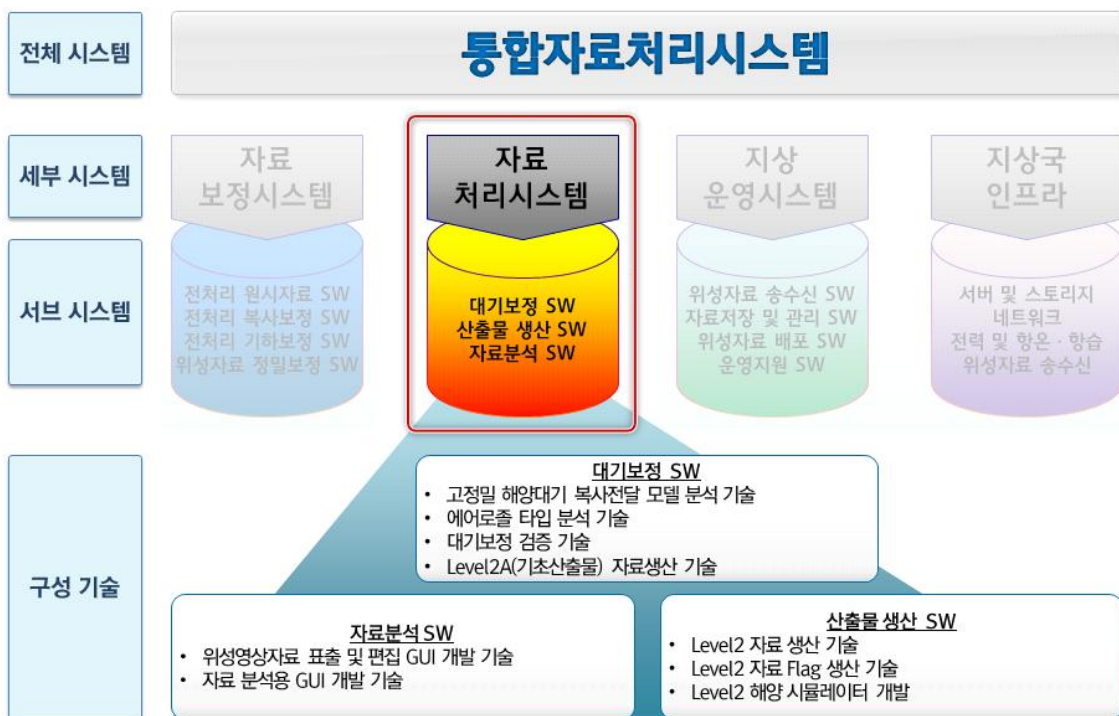


그림 84. 자료처리시스템의 서브시스템과 구성기술

- 통합자료처리시스템의 자료처리시스템은 정지궤도 복합위성 해양탐재체에서 관측되어 지상국으로 전송된 위성자료를 분석하는 기능을 갖게 됨
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 향상된 사양(250×250m의 공간 해상도, 10회/일의 시간해상도, 13개 밴드의 분광해상도, 지역 및 전구 관측)으로 관측된 위성영상에 필요한 대기보정을 수행함
- 위성영상 자료의 표출, 분석, 편집을 위한 GUI(Graphic User Interface)의 개발과 이를 위한 자료분석 SW를 개발함
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 사양에 따라 생산되어 수신된 관측영상을 분석하여 다양한 산출물을 생산할 수 있는 SW가 개발되며, 분석을 수행함



- 위성영상의 분석을 위한 다양한 기술들이 사용되며, 필요한 기술들이 실시간으로 적용되어 위성영상을 처리함
- 분석된 영상들은 실시간으로 생성되며 생성된 영상은 필요에 따라 현업 기관 또는 사용자에게 배포됨
- 위성영상 분석 시에 발생하는 보조데이터들은 별도의 데이터베이스에 저장되며, 이는 해양탐재체 센서의 안정적인 운용과 자료의 질을 높이는데 활용되어야 함
- 천리안 해양관측위성(GOCI) 자료의 처리가 가능하여야 함
- 자료보정시스템은 위성의 수명과 관계없이 24시간 365일 운용됨

제 2 항 시스템 구성 및 주요 역할

- 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 관측 자료를 처리하는 자료처리시스템은 대기보정 자료 생성 모듈, 산출물 생성 모듈, 자료분석 모듈의 3부분으로 구성됨

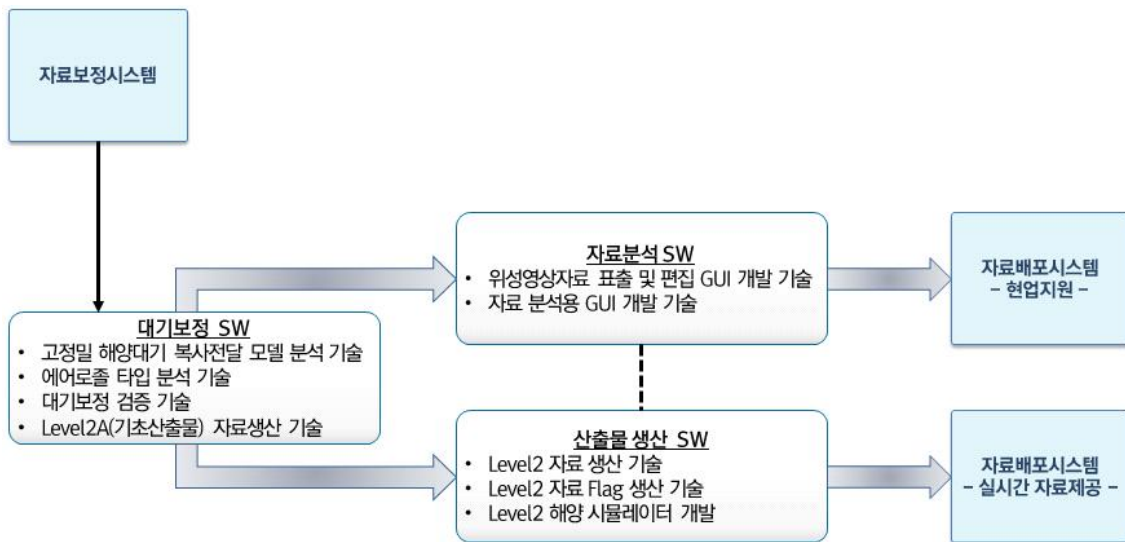


그림 85. 자료처리시스템의 플로우

- 대기보정자료 생성 모듈의 역할
 - 고정밀 해양대기 복사전달 모델 분석을 실시함
 - 에어로졸 타입 분석을 실시함
 - 대기보정 검증을 실시함
 - Level 2A(기초산출물) 자료를 생산함



○ 산출물 생성 모듈의 역할

- 26종의 Level2 자료를 생산함
- 산출물 생성 모듈에서 생성될 Level2 자료의 목록은 표 54와 같음
- Level2 자료를 기반으로 한 Flag 자료를 생산함
- Level2 자료의 해양 시뮬레이터를 개발함

표 54. 자료처리시스템 산출물 생성 모듈에서 생성될 산출물 목록

순번	구분	정지궤도 복합위성 해양탐재체 산출물(26종)
1	기초	수출광량
2		정규수출광량
3		해수광특성계수
4		전구관측영상
5		대기산란보정반사도
6	해양물리	하향확산감쇄계수
7		수중가시거리
8		해류벡터
9		흡광계수
10		해양전선
11		저염분수 관별
12		해빙
13	해양생물	엽록소농도
14		적조지수
15		어장지수
16		해수수질등급
17		해양일차생산력
18		녹조지수
19	해양화학	용존유기물
20	해양지질	총부유물질농도
21	해양대기	해무
22	대기	황사
23		에어로솔타입
24		대기광학두께
25	육상	정규식생지수(NDVI)
26		향상된 식생지수(EVI)



- 자료분석 모듈의 역할
 - Level1A, Level1B, Level2A, Level2, Level3 등 다양한 단계의 위성관측자료 및 분석 영상을 가시화하여 표출함
 - 다양한 단계의 위성관측자료 및 분석 영상을 편집하는 기능을 지원
 - 다양한 단계의 위성관측자료, 영상 기반데이터를 위한 분석 및 통계 지원
 - 영상 기반 데이터의 분석을 위한 사용자 인터페이스 지원

제 3 항 기술개발 내용

- 통합자료처리시스템에서는 고정밀 해양·대기 복사전달모델 분석을 위한 기술 개발, 에어로졸타입 분석 기술 개발, 대기보정 검증 기술 개발, 기초산출물(Level2A) 자료 생산 기술 개발, 대기보정 SW 개발, Level2 자료생산 기술 개발, Level2 자료 속성평가(Flag) 기술 개발, Level2 해양시물레이터 기술 개발, 사용자용 위성영상자료 분석 기술 개발, 위성영상 디스플레이 기술개발의 9가지 기술개발을 진행함
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 영상 대기보정 기술 및 SW
 - 고정밀 해양·대기 복사전달모델 분석 기술 개발 및 에어로졸 타입 분석 기술이 이루어짐
 - 대기보정과 관련된 두 가지 기술개발이 이루어진 이후에 대기보정 검증 기술 개발이 이루어짐
 - 대기보정 검증 기술을 포함한 Level2A(기초산출물) 자료생산 기술 개발이 이루어짐
 - Level2A 자료생산 기술이 반영된 대기보정 소프트웨어의 개발이 이루어짐
 - 위성 궤도상 시험기간(In-Orbit Test; IOT, 2019년)에 대기보정 기술의 개선이 이루어짐
- 해양산출물(Level2) 자료 생산 기술 및 SW
 - 현업 사용자에게 필요한 필수 산출물 위주의 산출물 기술개발이 필요함
 - 산출물 생산 기술은 기존 위성(천리안 해양관측위성)에서의 산출물 생산 알고리즘을 적용하여 생산함
 - 기존 위성에 적용된 알고리즘을 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 하드웨어 변경사항(분광해상도)에 맞춰 적용시키는 기술 개발이 진행됨
 - 기존 위성에 적용된 알고리즘을 정지궤도 복합위성 해양탐재체의 하드웨어 변경사항에 맞추어 변경시키는 기술 개발 부분에서 기존 알고리즘을 그대로 사용



- 하지 않고 현업 사용자의 요구사항에 맞추어 진행함
 - 변경된 해색산출물 생성 알고리즘을 검증하는 기술개발이 이루어짐
 - 기존 위성에서 확보되지 못한 산출물 생산 기술은 타 과제(정지궤도 해양위성 활용연구지원)에서 기술 개발이 이루어지며 통합자료처리시스템에서는 해당 기술을 산출물 생산 소프트웨어에 포함시켜 소프트웨어 개발을 완료함
 - Level2 자료 생산 기술 개발이 이루어짐
 - Level2 자료속성 평가(Flags) 기술 개발이 이루어짐
 - Level2 해양 시뮬레이터 기술 개발이 이루어짐
 - 위의 내용을 포함한 산출물 생산 소프트웨어 개발이 이루어짐
 - 위성 궤도상 시험기간(In-Orbit Test; IOT, 2019년)에 산출물 생산 기술의 개선이 이루어짐
- 현안 분석자용 위성영상자료 분석 인터페이스 개발 및 SW
 - 현안 분석자에게 적합한 사용자용 위성영상자료 분석 기술의 개발이 이루어짐
 - 위성영상 디스플레이를 통한 위성관측자료 분석 기술 개발이 이루어짐
 - 위성영상 자료처리 시스템에 두 기술이 적용되어 위성영상 자료처리 시스템 구축 시험이 이루어짐

제 4 항 개발 추진 일정 및 전략

- 자료처리시스템의 기술개발 로드맵은 그림 87와 같음
- 안정적이고 활용도 높은 해색 산출물 알고리즘 개발을 통한 정지궤도 복합위성 해양탐재체 현업 활용성 증대
- ‘정지궤도 해양위성 활용연구’ 과제의 결과물을 활용한 알고리즘 확보 및 자체 검증
- 시뮬레이터 자료를 활용한 알고리즘의 최적화와 안정화 도모
- 검증 결과를 활용한 높은 정확도의 알고리즘 개발 지원
- 천리안 해양관측위성(GOCI)의 위성영상 자료의 처리가 이루어지도록 구성하여 위성영상 제공 및 분석의 연속성 확보
- 타 과제(천리안 해양관측위성 활용연구지원)에서 개발이 진행될 예정인 산출물 생산 알고리즘은 2017년에 수령하여 각 부분의 인터페이스 개발과 소프트웨어에 적용함
- 모든 기반 기술은 2018년 상반기에 개발을 완료하고 2018년 위성 발사 이전에 각 소프트웨어 모듈 개발을 완료함



- 2018년까지 개발이 완료된 기술과 소프트웨어는 2019년에 진행될 예정인 정지궤도 복합위성 2B의 궤도상 시험(In-Orbit Test; IOT) 기간에 관련된 기술의 개선을 진행
- 대기보정 자료 생성 모듈
 - 고정밀 해양·대기 복사전달모델 분석 기술 개발은 2015년에 시작하여 2018년 상반기에 완료함
 - 에어로졸타입 분석 기술 개발은 2015년에 시작하여 2018년 상반기에 완료함
 - 대기보정 검증 기술 개발은 2016년에 시작하여 2018년 상반기에 완료함
 - Level2A(기초산출물) 자료 생산 기술 개발은 2016년 하반기에 시작하여 2018년 상반기에 완료함
 - 대기보정 소프트웨어 개발은 2017년 하반기에 시작하여 2018년에 완료함
 - 각 기술에 대한 개선은 2019년도에 진행함

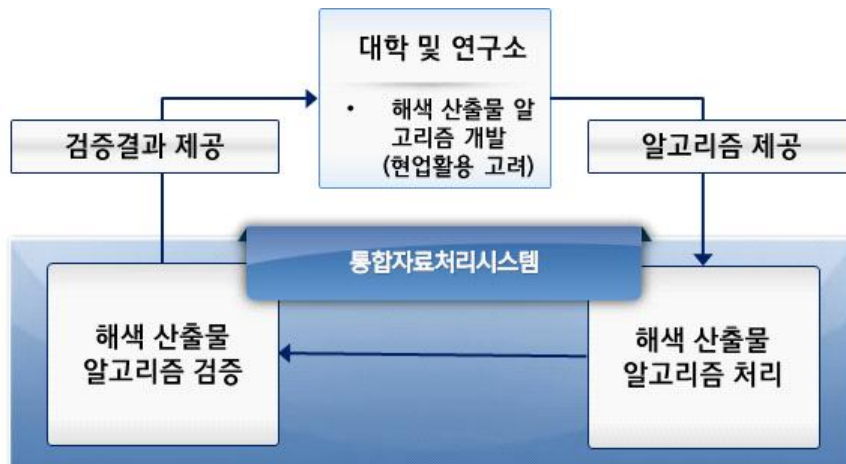


그림 86. 해색 산출물 알고리즘 기술 개발 방안

- 해양산출물 생산 모듈
 - Level2 자료생산 기술 개발은 2015년에 시작하여 2018년 상반기에 완료함
 - Level2 자료생산 속성평가 기술 개발은 2017년에 시작하여 2018년 상반기에 완료함
 - Level2 해양시뮬레이터 기술 개발은 2016년에 시작하여 2018년 상반기에 완료함
 - 산출물 생산 소프트웨어 개발은 2017년에 시작하여 2018년에 완료함
 - 각 기술에 대한 개선은 2019년도에 진행함



- 사용자용 위성영상 디스플레이 및 분석 기술 개발 부분
 - 사용자용 위성영상 분석기술 개발은 2017년도에 시작하여 2018년도에 완료함
 - 위성영상 디스플레이 기술은 2017년에 개발을 시작하여 2018년도에 완료함
- 각각의 기술 개발을 통해 만들어진 소프트웨어 모듈과 기술은 위성영상 조리시스템으로 통합되어 구축함
- 해석 산출물 알고리즘 개발은 그림 86과 같으며, 이는 타 과제를 통해 대학 및 연구소에서 개발된 알고리즘을 시스템 상에 상주 시키고 다량의 자료를 처리해 검증 결과를 제공하여 알고리즘이 질을 높이는 방안임

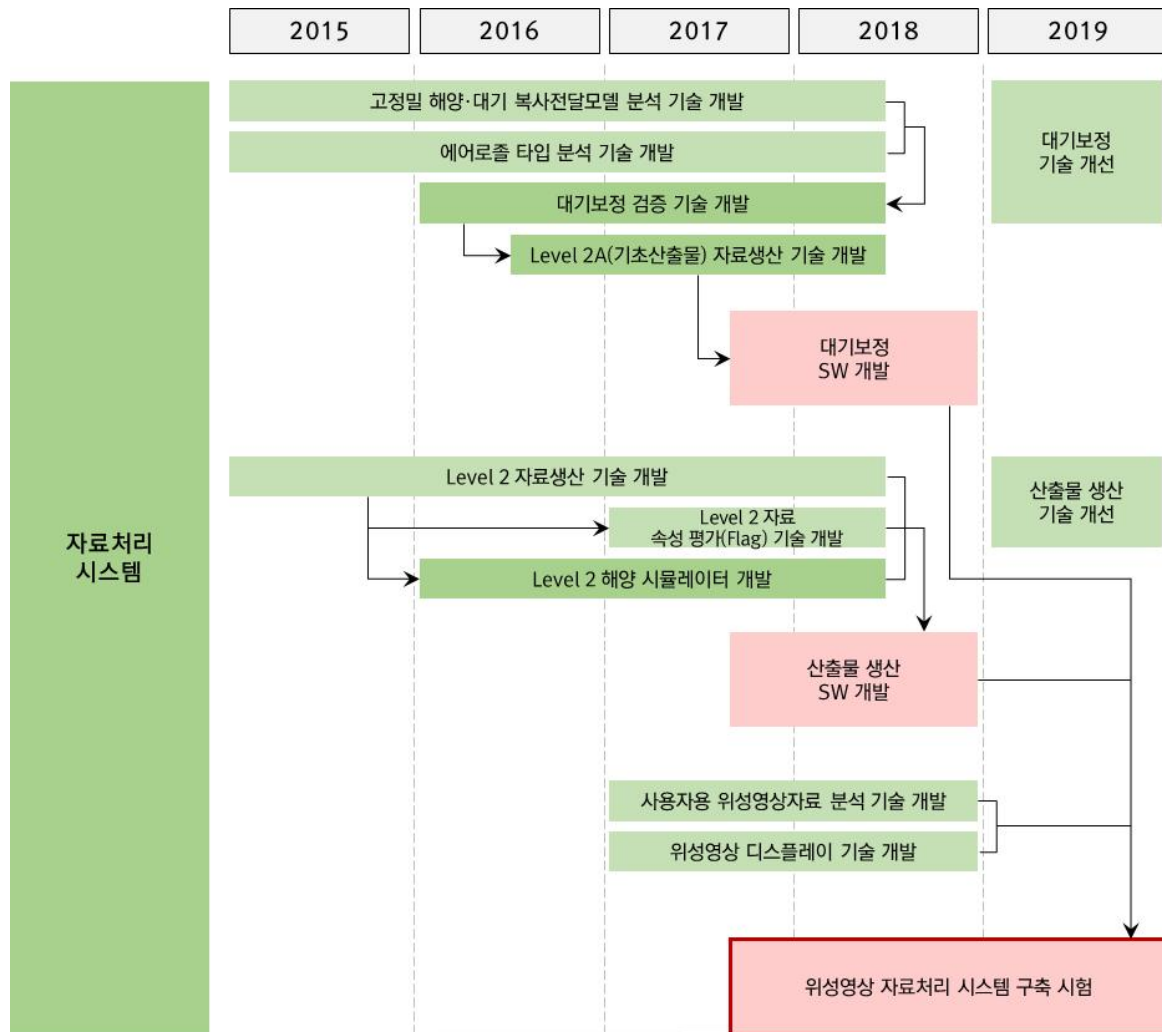


그림 87. 자료처리시스템의 상세 기술개발로드맵(TRM)



제 5 항 연차별 연구개발 목표 및 내용

○ 자료처리시스템의 연차별 연구개발 목표 및 내용은 표 55와 같음

표 55. 자료처리시스템 연차별 연구개발 목표 및 내용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용
1차년도 (2015)	기술 개발, 인터페이스 설계	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 해양·대기 복사전달모델 분석 기술 개발 에어로졸타입 분석 기술 개발 Level2 자료 생산 인터페이스 설계
2차년도 (2016)	기술 개발, 소프트웨어 아키텍처 설계, 인터페이스 설계	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 해양·대기 복사전달모델 분석 인터페이스 설계 에어로졸 타입 분석 인터페이스 설계 대기보정 검증 기술 개발 Level2A(기초산출물) 자료생산 기술 개발 Level2 자료 생산 인터페이스 설계 Level2 해양 시뮬레이터 개발
3차년도 (2017)	기술 개발, 소프트웨어 아키텍처 설계, 소프트웨어 작성, 인터페이스 설계	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 해양·대기 복사전달모델 분석 소프트웨어 아키텍처 설계 및 소프트웨어 작성 에어로졸 타입 분석 소프트웨어 아키텍처 설계 및 소프트웨어 작성 대기보정 검증 소프트웨어 아키텍처 설계 및 소프트웨어 작성 Level2A(기초산출물) 자료생산 알고리즘 변환 설계 수행 및 통합 아키텍처 설계 대기보정 소프트웨어 작성 Level2 자료 생산 아키텍처 설계 및 소프트웨어 개발 Level2 자료 속성 평가(Flag) 기술 개발 Level2 해양 시뮬레이터 상세 설계 산출물 생산 소프트웨어 작성 사용자용 위성영상 자료 분석 기술 개발 위성영상 디스플레이 기술 개발 위성영상 자료 처리시스템 개발



구분	연구개발 목표	연구개발 내용
4차년도 (2018)	기술 개선, 인터페이스 개발 및 시험, 소프트웨어 개발 및 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 고정밀 해양·대기 복사전달모델 분석 소프트웨어 작성 • 에어로졸 타입 분석 소프트웨어 작성 • 대기보정 검증 소프트웨어 작성 • Level2A(기초산출물) 자료생산 알고리즘 소프트웨어 작성 • 대기보정 소프트웨어 작성 • Level2 자료 생산 소프트웨어 작성 • Level2 해양 시뮬레이터 소프트웨어 작성 • Level2 자료 속성 평가(Flag) 소프트웨어 작성 • 산출물 생산 소프트웨어 작성 • 사용자용 위성영상 자료 분석 기술 개발 소프트웨어 작성 및 시험 • 위성영상 디스플레이 기술 소프트웨어 작성 및 시험 • 위성영상 자료 처리시스템 소프트웨어 작성
5차년도 (2019)	기술 개선, 시스템 시험 및 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 대기보정 기술 시험 및 개선 수행 • 산출물 생산 기술 시험 및 개선 수행 • 위성영상 자료 처리 시스템 시험 운영 수행



제 3 절 지상 운영 시스템

제 1 항 시스템 개요

정지궤도 복합위성 해양탐재체의 개발 상황에 따라 지상운영시스템의 요구사항 및 개발 범위가 변경 될 수 있음

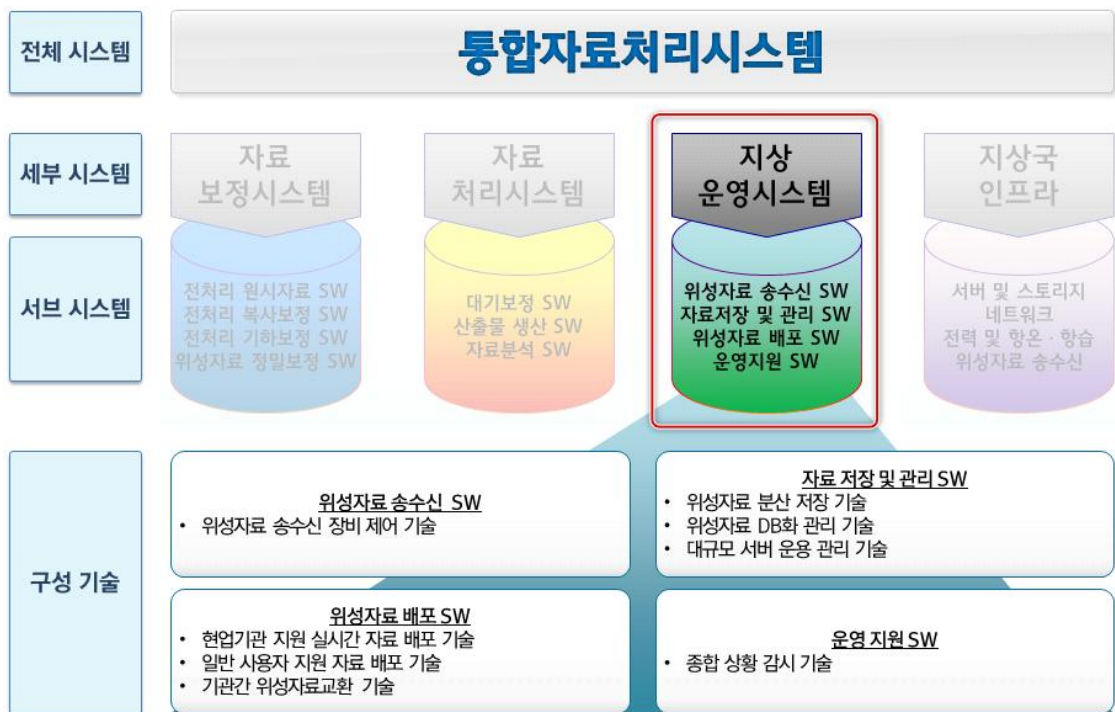


그림 88. 지상운영시스템의 서브시스템과 구성기술

- 통합자료처리시스템의 지상운영시스템은 통합자료처리시스템의 운영을 위해 필수적인 다양한 지상운영 기술과 보조하기 위한 시스템의 집합으로 구성됨
- 정지궤도 복합위성 해양탐재체에서 관측위성 위성영상을 수신하고 통합자료처리시스템에서 가공된 위성분석 자료를 송신하기위해 도입될 송수신 장비의 제어 기술이 개발됨
- 위성자료의 안정적인 저장을 위한 위성자료 분산 저장 기술이 개발됨
- 위성자료 데이터베이스화를 위한 기술이 개발됨
- 위성자료 데이터베이스를 관리하기 위한 기술이 개발됨
- 병렬처리를 위해 구성된 대규모 서버의 운용 및 관리를 위한 기술이 개발됨
- 현업기관 지원을 위한 위성관측 자료 및 분석 자료의 인터넷 망을 통한 실시간



- 자료 배포 기술이 개발됨
- 일반 사용자 지원을 위한 자료 배포 기술이 개발됨
- 기관 간에 다양한 위성자료 교환을 위한 위성자료교환 기술이 개발됨
- 위성의 상태, 기상상태, 자료 송수신 상태, 컴퓨팅 자원(서버), 스토리지, 네트워크, 항온항습장비, 전력 장비 등을 감시하고 제어할 수 있는 종합상황 감시기술이 개발됨
- 통합자료처리시스템의 안정적인 운영을 위한 다양한 기술들이 사용되며, 필요한 기술들이 실시간으로 적용되어 통합자료처리 시스템을 유지함
- 지상운영시스템은 위성의 수명과 관계없이 24시간 365일 운용됨

제 2 항 시스템 구성 및 주요 역할

- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 관측자료의 지상 운영에 필수적인 시스템을 구현하는 부분인 지상운영시스템은 위성자료 송수신 소프트웨어 개발, 자료 저장 및 관리 소프트웨어 개발, 위성자료 배포 소프트웨어 개발, 운영지원 소프트웨어 개발의 4부분으로 구성됨
- 위성자료 송수신 모듈의 역할
 - 위성자료 송수신 시스템 구성은 그림 89과 같음
 - 정지궤도 복합위성에서 관측한 영상을 지상에서 수신함
 - 위성 영상을 송수신하는 장비를 감시함
 - 위성 영상 송수신장비의 상황을 기록함
 - 위성 영상 송수신 안테나를 조작함

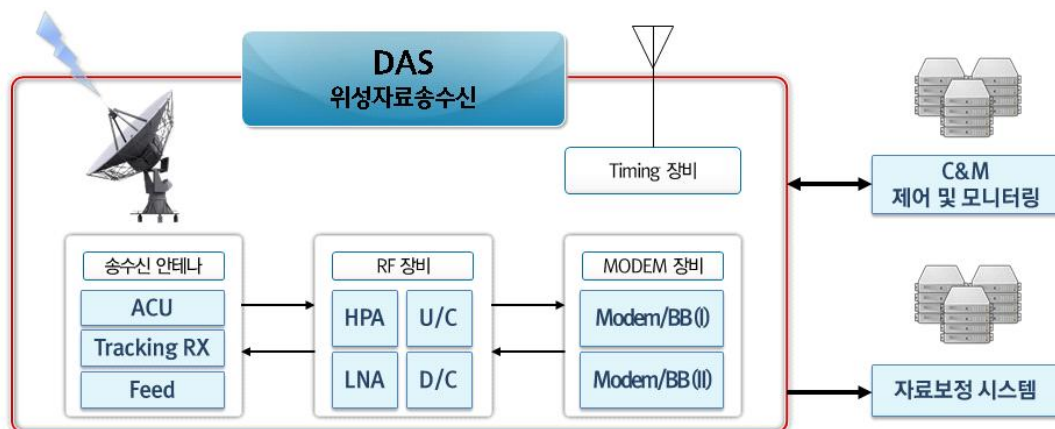


그림 89. 위성자료 송수신 시스템 구성도



- 자료 저장 및 관리 소프트웨어
 - 자료 저장 및 관리 시스템의 구성은 그림 90과 같음
 - 위성영상 자료를 저장하여 보관함
 - 위성영상 자료의 목록의 데이터베이스화 함
 - 위성영상의 분석이 용이하도록 자료저장 체계를 구성함

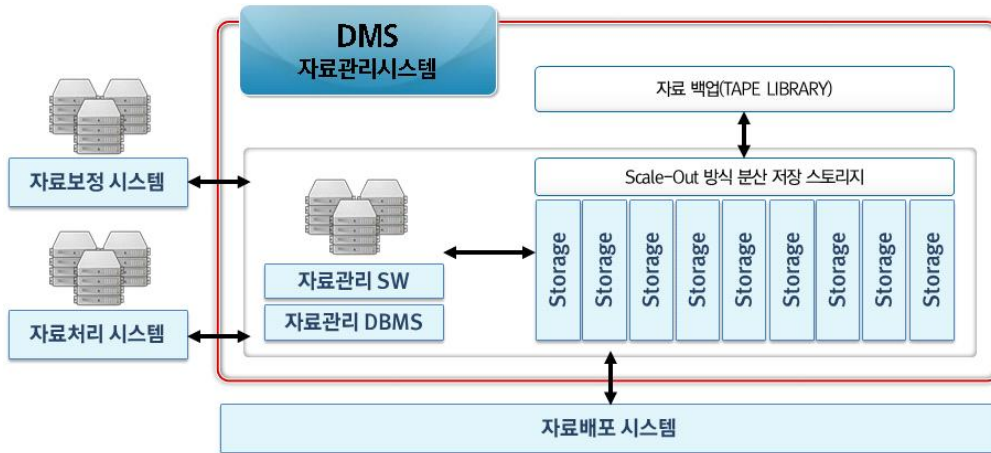


그림 90. 자료 저장 및 관리시스템 구성도

- 위성자료 배포 소프트웨어
 - 위성자료 배포 시스템의 구성은 그림 91과 같음
 - 네트워크 기술을 사용하여 위성자료를 실시간으로 현업기관에 송신함
 - 네트워크 기술을 사용하여 위성자료를 이용자들에게 제공함
 - 타 기관의 위성자료를 수신함
 - Open API를 통한 자료 제공을 실시함
 - VPN 장비를 사용하여 보안이 유지된 상태에서 위성자료를 제공함

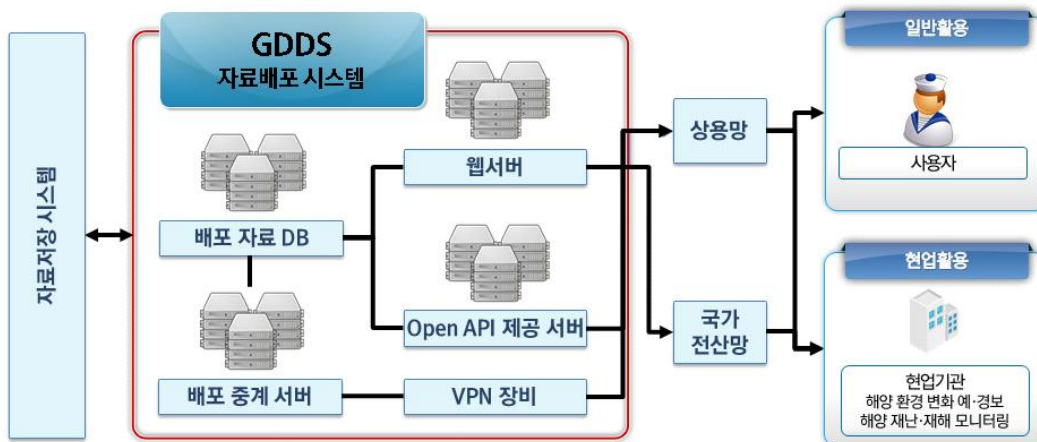


그림 91. 위성자료 배포 시스템 구성도



○ 종합 상황 감시 소프트웨어

- 종합 상황 감시 소프트웨어는 통합 감시제어 부분과 위성상태 모니터링의 두 부분으로 구성됨
- 자료 수신 상황을 감시 제어함
- 자료 처리 상황을 감시 제어함
- 하드웨어 상태를 감시 제어함
- 네트워크 상태를 감시 제어함
- 자료 배포 상황을 감시 제어함
- 실시간 영상 생성을 감시 제어함
- 위성상태 정보를 획득하여 제공함
- 위성센서 정보를 획득하여 제공함
- 위성 관측 상황을 획득하여 제공함



그림 92. 통합감시제어 시스템과 위성상태 모니터링 시스템 구성 내용

제 3 항 기술개발 내용

○ 위성자료 송수신 소프트웨어

- 위성자료 송수신 장비 제어기술이 개발됨
- 위성자료 송수신 상황을 감시할 수 있는 소프트웨어가 도입됨
- 위성자료 송수신 장비 제어기술이 포함된 위성자료 송수신 소프트웨어를 개발함



○ 자료 저장 및 관리 소프트웨어

- 위성자료의 효율적인 활용을 위한 위성자료 분산 저장 기술을 개발함
- 위성자료 데이터베이스 구축 기술을 개발함
- 위성자료 데이터베이스를 관리하는 기술을 개발함
- 대규모 서버 운용을 위한 관리 기술을 개발함
- 세부 시스템 단위에서 요구하는 성능은 표 56과 같음

표 56. 위성자료 저장 및 관리시스템의 단위 요구성능

항목		요구성능
위성자료 저장 및 관리 시스템	저장매체 성능	모든 자료를 7200rpm 하드디스크에 저장 자료 보관을 위해 별도 백업 테이프에 저장
	스토리지 가용성	스토리지의 파일 시스템 가용성 99.95%
	스토리지 용량	4PB의 자료를 보관할 수 있는 용량 (실시간 처리 영상과 재처리 영상을 저장할 수 있는 용량)
	테이프 용량	8PB의 자료를 보관할 수 있는 용량
	데이터 이중화	데이터는 주관운영기관에서 보관하며, 소산하여 원격지에 별도 보관함
	네트워크 속도	10/20GbE 또는 infiniband 기반의 Converged Storage Network

○ 위성자료 배포 소프트웨어 개발

- 현업기관 지원을 위한 실시간 자료 배포 소프트웨어를 개발함
- 일반 사용자의 지원을 위한 위성자료 배포 기술을 개발함
- 일반 사용자들을 위한 다양한 서비스 방식(스마트 디바이스 지원)을 개발함
- 국내외 개인 또는 기업/공공기관이 공개데이터를 이용한 다양한 서비스를 개발할 수 있는 툴킷서비스(Open API)를 개발하여 제공함
- 사용자가 별도의 계정과 승인 절차를 거쳐 서비스를 등록 할 수 있는 환경을 제공함
- 기관간의 자료를 공유할 수 있는 네트워크 지원 시스템을 개발함



표 57. 위성자료 배포시스템의 단위 요구성능

항목		요구성능
위성자료 배포 시스템	처리 용량	500 동시 접속 사용자 100 동시 구독 요청(subscript request) 100 동시 Ad-hoc query 처리 200Mbps 급의 지속적인 데이터 전송
	서비스 범위	위성 기본 자료(Level1B), 합성 영상(RGB composite), 산출물(Level2)
	사용자 범위	일반 사용자, 유관기관, 연구자, 개발자, 현업 사용자
	자료 서비스 기기 범위	네트워크 사용가능 기기인 PC, 서버, 스마트 디바이스
	자료 서비스 OS 범위	OS에 따른 서비스 제한이 없어야 함

○ 종합 상황 감시 소프트웨어

- 종합 상황 감시 소프트웨어는 통합 감시제어 부분과 위성상태 모니터링의 두 부분으로 구성됨
- 자료 수신 상황, 처리 상황, 하드웨어 상태, 네트워크 상태, 자료 배포 상황, 실시간 영상 생성에 대한 정보를 획득하고 이를 가시화하여 디스플레이 할 수 있는 기술이 개발됨
- 위와 관련하여 각 시스템을 제어할 수 있는 인터페이스가 개발됨
- 위성상태 정보, 위성센서 정보, 위성 관측 상황에 대한 정보를 획득하여 이를 디스플레이 할 수 있는 기술이 개발됨

제 4 항 개발 추진 일정 및 전략

- 지상운영시스템의 기술개발 로드맵은 그림 93와 같음
- 현업 활용기관 지원을 위한 국가 전산망과 연계 구성을 통해 위성영상 활용을 극대화함
- 자료 보안 문제 해결을 위한 VPN(Virtual Private Network) 장비를 도입함
- 배포 중계 서버 도입을 통한 보안성을 확보함
- OPEN API 구성을 통한 사용자 활용성 증대함
- 안정적인 위성 운영을 위한 감시 시스템을 구축함



- 위성 상태 정보 및 위성 센서 정보 모니터링 시스템 도입
 - 수신/처리/배포 및 시스템의 전반적인 상황을 모니터링 할 수 있는 시스템을 구성함
 - 정밀 보정을 위한 세부 기술들은 2018년까지 기술 개발을 완료한 뒤 SW 개발을 병행하여 진행함
 - 천리안 해양관측위성(GOCI)의 위성영상에 대한 구성을 고려하여 구축하며 이를 통해 연속성 확보함
 - 2018년까지 개발이 완료된 기술과 소프트웨어는 2019년에 진행될 예정인 정지궤도 복합위성 2B의 궤도상 시험(In-Orbit Test; IOT) 이전에 완료하여 운용함
- 위성자료 송수신 장비제어
- 위성자료 송수신 장비 제어 기술은 2017년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함
 - 위성자료 송수신 소프트웨어 관리 기술은 2018년에 작성을 시작하여 2018년에 완료함
- 위성자료 저장 및 관리 소프트웨어
- 위성자료 분산 저장 기술은 2017년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함
 - 위성자료 데이터베이스 관리 기술은 2017년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함
 - 대규모서버 운용관리 기술은 2017년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함
 - 위의 기술을 포함한 자료 저장 및 관리 소프트웨어는 2017년에 설계와 작성을 시작하여 병행하여 개발하며 2018년에 완료함
- 위성자료 배포 소프트웨어
- 현업기관 실시간 자료 배포 기술은 2017년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함
 - 일반 사용자 지원을 위한 자료 배포 기술은 2017년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함
 - 기관간 위성자료 교환기술은 2017년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함
 - 위의 기술을 포함한 자료 배포 소프트웨어는 2017년에 설계와 작성을 시작하여 병행하여 개발하며 2018년에 완료함
- 운영 지원 소프트웨어
- 종합 상황 관리 기술은 2017년에 개발 또는 도입을 시작하여 2018년에 완료함
 - 종합 상황 관리 기술을 포함한 운영지원 소프트웨어는 2018년에 개발을 시작하여 2018년에 완료함

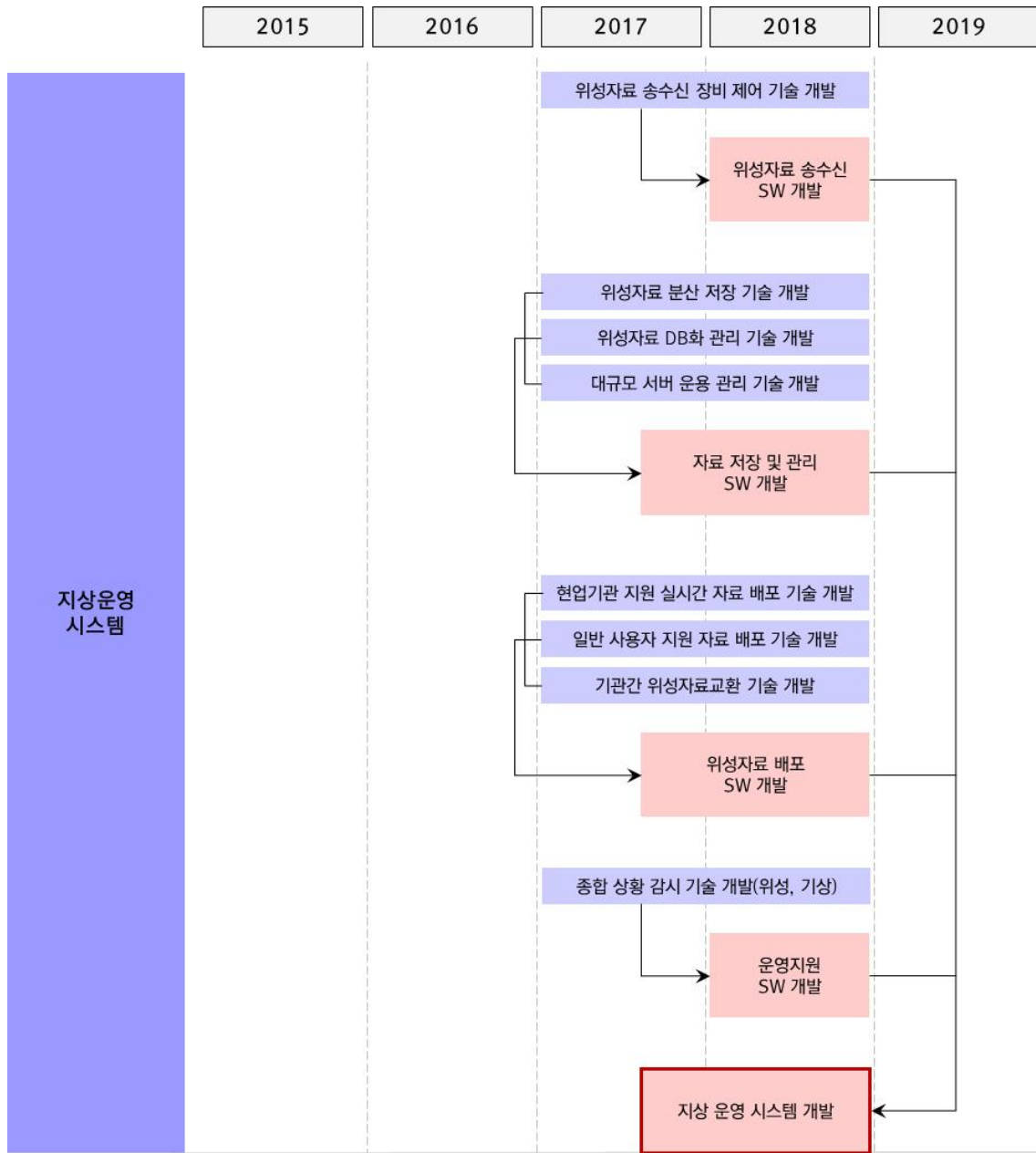


그림 93. 지상운영시스템의 상세 기술개발로드맵(TRM)



제 5 항 연차별 연구개발 목표 및 내용

- 지상운영시스템의 연차별 연구개발 목표 및 내용은 표 58과 같음

표 58. 지상운영시스템 연차별 연구개발 목표 및 내용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용
3차년도 (2017)	기술 개발, 인터페이스 설계, 아키텍처 설계	<ul style="list-style-type: none"> • 위성자료 송수신 장비 제어기술 개발 • 위성자료 분산 저장 기술 개발 • 위성자료 데이터베이스화 관리 기술 개발 • 자료 저장 및 관리 소프트웨어 인터페이스 설계 • 현업기관 지원 실시간 자료 배포 기술 개발 • 일반 사용자 지원 자료 배포 기술 개발 • 기관간 위성자료 교환기술 개발 • 위성자료 배포 소프트웨어 인터페이스 설계 • 종합상황 감시기술 개발 및 도입 • 지상운영 시스템 인터페이스 및 아키텍처 설계
4차년도 (2018)	기술 개발, 아키텍처 설계, 소프트웨어 작성	<ul style="list-style-type: none"> • 위성자료 송수신 장비 제어기술 개발 • 위성자료 송수신 소프트웨어 인터페이스 및 아키텍처 설계 소프트웨어 작성 • 위성자료 분산 저장 기술 개발 • 위성자료 데이터베이스화 관리 기술 개발 • 자료 저장 및 관리 아키텍처 설계 및 소프트웨어 작성 • 현업기관 지원 실시간 자료 배포 기술 개발 • 일반 사용자 지원 자료 배포 기술 개발 • 기관간 위성자료 교환기술 개발 • 위성자료 배포 소프트웨어 아키텍처 설계 및 작성 • 종합상황 감시기술 개발 및 도입 • 지상운영 시스템 아키텍처 설계 및 소프트웨어 작성 • 지상운영시스템 시험 운용

제 4 절 지상국 인프라

제 1 항 시스템 개요

정지궤도 복합위성 해양탐재체의 개발 상황과 IT 기술 개발 추이에 따라 지상국 인프라의 도입 대상 및 도입 시기가 변경 될 수 있음



그림 94. 지상국 인프라의 서브시스템과 구성기술

- 지상국 인프라는 통합자료처리시스템에 필요한 다양한 인프라를 도입하는 작업을 진행하게 됨
- 통합자료처리시스템이 필요로 하는 컴퓨팅 자원(서버), 자료 저장 자원(스토리지), 네트워크, 전력, 향온향습, 송수신 안테나, 송수신 장비의 구축을 수행함
- 현업기관에서 요구하는 신속한 자료의 제공을 위해 빠른 데이터 처리가 가능하도록 구성되어 있는 통합자료처리시스템의 운영이 가능하도록 병렬 처리가 가능한 컴퓨팅 자원을 도입함
- 위성 기본 산출물과 다양한 분석 산출물 및 위성 운영에 필요한 다양한 기록(Log) 및 데이터베이스의 저장 및 구축이 가능한 스토리지 장비를 도입함



- 천리안 해양관측위성 대비 24배 늘어난 용량의 데이터 처리를 위한 네트워크 장비를 도입함
- 다량의 서버와 대용량의 스토리지 그리고 네트워크 장비의 운영을 위한 전력망을 도입함
- 다량의 서버와 대용량의 스토리지 그리고 네트워크 장비의 운영을 안정적인 운영과 장비의 수명을 고려한 항온항습 설비를 도입함
- 365일 운영되는 통합자료처리시스템의 안정적인 운영을 위한 비상전력 시스템을 도입함
- 위성자료 송수신을 위한 X-band 안테나를 도입함
- 안테나를 통해 수신된 위성자료의 분석 및 시스템간의 연계를 위해 필요한 위성자료 송수신 장비를 도입함
- 자료보정시스템은 위성의 수명과 관계없이 24시간 365일 운용됨

제 2 항 시스템 구성 및 주요 역할

○ 서버 하드웨어 도입

- 병렬 처리를 위한 서버 하드웨어 156대가 필요함
- 각 시스템 별 소요되는 서버의 수는 자료 수신 6대, 자료 보정 72대, 자료 처리 47대, 자료 배포 14대, 운영지원 17대 이며, 각각의 세부 내용은 그림 95과 같음
- 통합자료처리시스템은 해양관측위성 1호 보다 24배 많은 데이터용량을 신속하게 처리하여 제공하여야 하므로 이를 위해 병렬처리 시스템을 고려하여 구성함
- 각 시스템은 필수적인 부분만 이중화하여 비용적인 측면에서 효율적인 구성을 유지할 수 있도록 구성됨
- 이중화가 고려되어 있지 않으나 메인 시스템이 다운될 경우 전체 시스템에 미치는 영향을 최소화하기 위해 보조 서버 구성을 고려함
- 각 시스템은 지역관측영상을 최우선적으로 처리한 이후 유휴자원을 활용하여 전구영상을 처리함
- 지역 일일 관측슬롯 수 : 12슬롯 × 10회=120슬롯
- 전구 일일 관측슬롯 수 : 240슬롯 × 1회=240슬롯



그림 95. 시스템 별 서버 하드웨어 소요량

- 위성자료 송수신 하드웨어
 - 위성자료 송수신 하드웨어는 해양관측위성 2호에서 관측된 원시 데이터 수신하기 위해 13M 크기의 L/S/X band를 지원하는 안테나를 도입함
 - 송수신 상태 모니터링을 위한 C&M(Control and Monitoring) 시스템 도입
 - 빠른 장애 해소를 위한 예비품 확보 방안 마련이 필요함
 - 태양간섭에 의한 자료 손실 최소화 방안이 필요함

- 스토리지 하드웨어 도입
 - 확장 가능한 Scale-Out 방식의 스토리지를 도입함
 - 효율적인 자료 관리를 위한 DB 기반 자료 관리 시스템 구성
 - 자료 백업을 위한 TAPE 라이브러리 재활용

- 네트워크 환경 구축
 - 도입될 네트워크 환경 구성을 그림 96과 같음
 - 전체적인 시스템의 효율성을 확보하기 위해 고성능의 네트워크 환경을 지원하는 장비를 도입함
 - 네트워크 패브릭 장비를 도입하여 부분별 네트워크 트래픽 발생에 의한 행 현상을 미연에 방지함

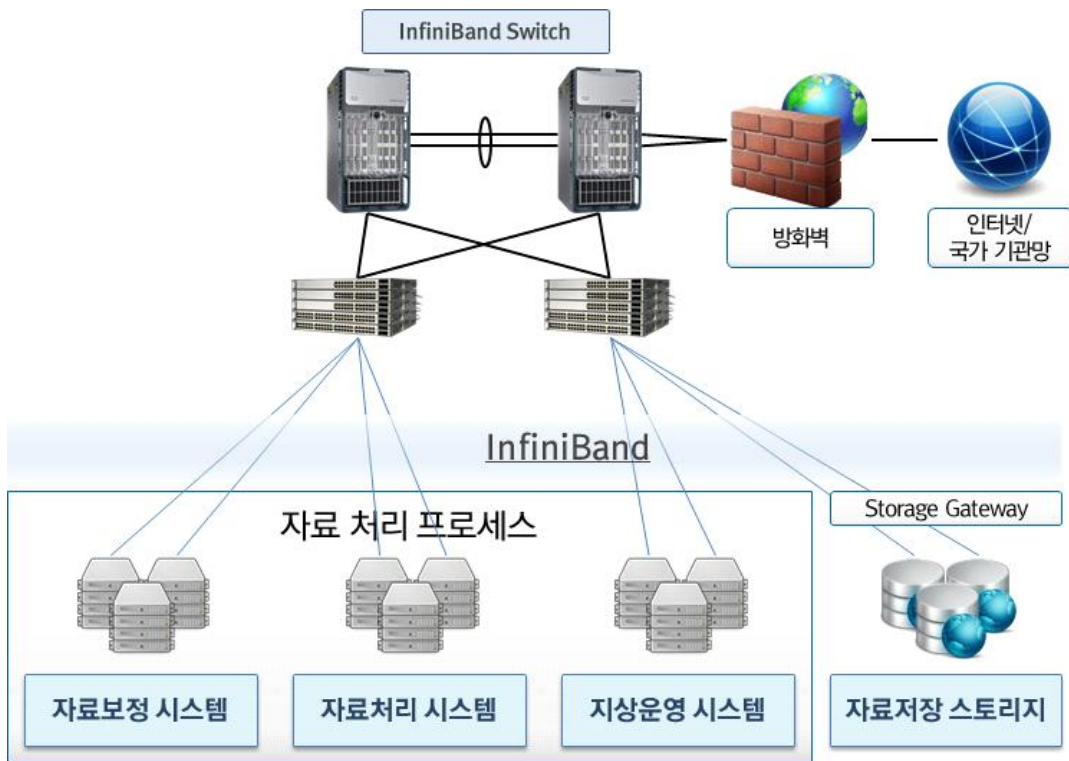


그림 96. 네트워크 시스템 구성도

제 3 항 연차별 도입 추진 전략 및 일정

- 지상국 인프라의 도입 로드맵은 그림 97과 같음
- 시스템 하드웨어는 2017년에 시험 시스템 도입 시작하여 2018년에 완료함
- 시스템 하드웨어의 대부분을 2017년에 도입하여 2018년에는 각 하드웨어 장비의 안전성을 테스트함
- 2018년에 도입된 장비들을 점검하고 개선이 필요한 부분을 반영하여 시스템 구축을 완료함
- 2018년 발사 예정인 해양관측위성의 발사일정에 맞춰 모든 하드웨어의 도입을 완료함
- 안정적인 시스템 구축에 지장을 주지 않는 한도에서 하드웨어 장비를 최대한 늦은 시기에 도입하여 시스템 노후화를 미연에 방지하고 최신의 하드웨어를 낮은 단가에 도입함

○ 서버 하드웨어 도입

- 서버 하드웨어는 2017년에 대상 장비를 선정함
- 서버 하드웨어는 2017년에 테스트 장비를 도입함(부분)



- 서버 하드웨어는 2017년에 테스트 완료된 장비를 도입함
 - 서버 하드웨어는 2018년에 도입한 장비의 안정성 및 시스템 적합도를 테스트함
 - 위성 발사 일정에 맞춰 구축된 각각의 시스템들을 2018년도에 설치하여 시험 운용함
- 스토리지 하드웨어 도입
- 스토리지 하드웨어는 2017년에 대상 장비를 선정함
 - 스토리지 하드웨어는 2017년에 테스트 장비를 도입함(부분)
 - 스토리지 하드웨어는 2017년에 테스트 완료된 장비를 도입함
 - 스토리지 하드웨어는 2018년에 도입한 장비의 안정성 및 시스템 적합도를 테스트함
 - 위성자료 시뮬레이터를 통해 생성된 가상 위성영상 자료와 천리안 해양관측위성(GOCI)의 위성자료를 이용하여 시험 운용함
- 네트워크 환경 구축
- 네트워크 하드웨어는 2017년에 대상 장비를 선정함
 - 네트워크 하드웨어는 2017년에 장비를 도입하여 환경을 구축함
 - 네트워크 하드웨어는 서버 하드웨어와 스토리지 하드웨어 및 기타 시스템과의 테스트를 위해 2017년에 환경 구축을 마무리함
 - 네트워크 하드웨어는 2018년에 미진한 부분의 개선을 위한 별도의 하드웨어를 도입함
- 전력 및 항온·항습 환경 구축
- 전력 및 항온·항습 환경 구축을 위한 장비는 2017년에 대상 장비를 선정함
 - 전력 및 항온·항습 환경 구축을 위한 장비는 2017년에 장비를 도입하여 환경을 구축함
 - 전력 및 항온·항습 환경 구축을 위한 장비는 서버 하드웨어와 스토리지 하드웨어 및 기타 시스템과의 테스트를 위해 2017년에 환경 구축을 마무리함
 - 전력 및 항온·항습 환경 구축을 위한 장비는 2018년에 미진한 부분의 개선을 위한 별도의 하드웨어를 도입함
- 위성자료 송수신 하드웨어
- 위성자료 송수신 하드웨어는 2017년에 대상 장비를 선정함
 - 위성자료 송수신 하드웨어는 2017년에 대상 장비를 시험함
 - 위성자료 송수신 하드웨어는 2018년에 테스트 완료된 장비를 도입함



그림 97. 지상국인프라의 상세 기술개발로드맵(TRM)

제 4 항 연차별 연구개발 목표 및 내용

- 지상국인프라의 연차별 연구개발 목표 및 내용은 표 59와 같음

표 59. 지상국인프라 연차별 연구개발 목표 및 내용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용
3차년도 (2017)	시스템 하드웨어 선정, 시스템 하드웨어 시험, 시스템 하드웨어 도입	<ul style="list-style-type: none"> • 서버 하드웨어의 선정 및 테스트 기기 도입 • 스토리지 하드웨어의 선정 및 테스트 기기 도입 • 네트워크 하드웨어의 선정 및 대상장비 도입을 통한 환경 구축 • 전력 및 항온·항습 환경 구축을 위한 대상장비 선정 및 대상 장비 도입을 통한 환경 구축 • 위성자료 송수신 하드웨어의 선정 및 시험
4차년도 (2018)	시스템 하드웨어 도입, 시스템 하드웨어 개선, 시스템 하드웨어 시험운용	<ul style="list-style-type: none"> • 서버 하드웨어의 도입 및 시험 운용 • 스토리지 하드웨어의 도입 및 시험 운용 • 네트워크 하드웨어의 환경 평가 및 개선 • 전력 및 항온·항습 환경 구축을 위한 대상장비 평가 및 개선 • 위성자료 송수신 하드웨어의 도입 및 시험 운용

제 5 절 통합검증기술

제 1 항 해양 위성 탑재체 개요

- 다음에는 천리안위성 해양탐재체인 GOCI-I부터 시작되어 차기 해양탐재체까지의 개발구도와 이에 따른 기술 개발 로드맵을 간단하게 도식화하여 보여주었음
- 결론적으로 통합검증 기술연구를 통하여 수행된 주요핵심기술연구가 목표대로 진행된다고 하면 차기 해양위성은 국내주도로 개발가능하며 기술수준 측면에서 향상될 수 있음을 알 수 있음



그림 98. 해양탐재체 주요핵심기술 국내주도개발

- 해양위성 통합검증 연구를 위하여 아래 그림과 같은 해양탐재체의 업무분류표 (WBS, Work Breakdown Structure)를 토대로 해양위성 탑재체 시스템에 대한 분석을 수행하여 주요핵심기술을 선정하고 각 요소별 개발 계획을 수립하여 연구를 수행하고자 함. 다음에는 각 주요핵심기술별 추진계획을 정리하였음

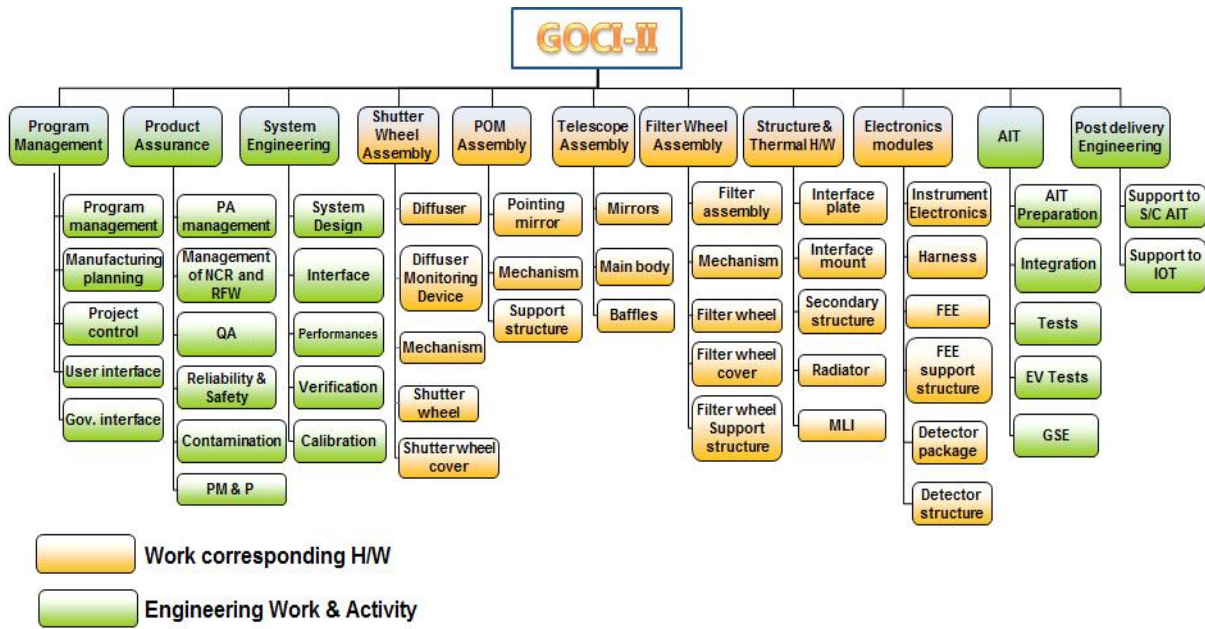


그림 99. 해양탐재체 시스템 분석을 위한 업무분류표

제 2 항 추진 계획

- 탐재체 시스템 통합 및 검증시험기술연구 추진계획
 - 시스템 통합 기술과 시스템 검증 및 시험기술을 분류하여 연구 진행
 - 정지궤도복합위성 해양탐재체나 다목적실용위성으로 부터 확보한 경험과 기술 활용
 - 전체시스템은 기능적인 측면에서 GOCI-II와 유사한 형태로 시스템을 구성하여 진행하되 차기 해양탐재체 시스템 구성을 고려하며 진행
 - 시스템 검증은 통상적으로 수행 되어온 building block approach 방식, 시스템을 구성하는 각 부분품들에 대한 요구조건 검증부터 시스템 조립 후 시스템 수준의 검증을 수행
 - 해양탐재체 하드웨어 지상시험으로 생성된 최종산출물 또는 모의영상자료를 사용하여 개발예정인 통합처리시스템 검증에 활용
- SiC 광구조부 설계/제작/시험 기술연구 추진계획
 - 정지궤도복합위성 해양탐재체로부터 확보한 설계/시험 기술 활용
 - QM급 SiC 반사경 개발하여 제작기술 확보 및 설계/시험 기술 확대
 - SiC 광구조체 개발에 필요한 요소기술 확보



- 고신뢰성 데이터 전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 설계/제작/시험 기술연구 추진계획
 - 기존의 해양탐재체 개발 자료 및 기술을 활용하고, 국내의 위성산업 관련 인프라를 활용하여 항우연과 국내업체가 함께 관련 기술 확보가 가능함

- 고안정/고정밀 이축 구동부 설계/제작/시험 기술연구 추진계획
 - 정지궤도복합위성 해양탐재체로부터 확보한 설계/시험 기술 활용
 - 이축 구동부 지상모델을 국내 개발하여 제작기술 확보 및 설계/시험 기술 확대

- 검출부 기술 연구 추진계획
 - 기존 다목적실용위성이나 관련 시제개발을 통하여 습득한 기술을 활용하여 연구를 진행
 - 검출기/전자부 설계나 성능/검증시험은 항우연 주도로 국내기관의 지원을 받아 수행
 - 검출부제작/조립/시험과 지상지원장비 개발은 국내 기관을 활용



제 3 항 연차별 연구개발 일정

- 통합검증기술 연구 개발로드맵은 그림 100와 같음



그림 100. 통합검증기술 연구 개발로드맵

- 탐재체 시스템 통합 및 검증시험기술 연구

구분	연구개발 목표 및 내용
1차년도 (2015)	시스템 요구조건분석 부분품 요구조건 도출 조립 및 시험 장비 예비설계
2차년도 (2016)	조립 및 시험 장비 상세설계 조립 및 시험 장비 제작 부품 검증
3차년도 (2017)	부분품 검증 시스템 검증



- SiC 광구조부 개발일정

구분	연구개발 목표 및 내용
1차년도 (2015)	광구조부 설계 광구조부 초자(Blank) 제작
2차년도 (2016)	광구조부 Polishing 광구조부 Coating SiC 특성데이터 구축
3차년도 (2017)	SiC 특성데이터 상세 구축 및 정리 광구조부 성능시험 광구조부 환경시험

- 고안정 고정밀 이축 구동부 개발일정

구분	연구개발 목표 및 내용
1차년도 (2015)	구동부 시스템 설계 부분 및 부분품 구매 구조부 제작 착수
2차년도 (2016)	구조부 제작 브레드보드 모델 시험 구동부 조립 착수
3차년도 (2017)	구동부 조립 구동부 성능시험 구동부 환경시험

- 초점면 전자부 개발일정

구분	연구개발 목표 및 내용
1차년도 (2015)	2D 검출기선정 및 구매 초점면 전자부 규격서 수립 RFP 배포 및 국내제작 기관 선정 초점면 전자부 예비설계
2차년도 (2016)	초점면 전자부 상세설계 초점면 전자부 제작 EGSE 규격서 수립 및 설계 EGSE 제작 착수
3차년도 (2017)	EGSE 제작 착수 초점면 전자부 시험 초점면 전자부 통합시험



- 고신뢰성 데이터전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 설계/제작/시험 기술

구분	연구개발 목표 및 내용
1차년도 (2015)	고신뢰성 통신 프로토콜 분석 통신 프로토콜 세부 설계
2차년도 (2016)	프로토콜 구현 및 검증개념 프로토콜 시험장비 설계/제작 고신뢰성 통신 프로토콜 시험
3차년도 (2017)	고신뢰성 통신 프로토콜 시험 설계보완 시험결과분석 및 기술 검증 구동제어부 요구조건 분석 구동제어부 고안정 제어 알고리즘 구동제어부 설계 및 구현 구동제어부 기능·성능시험 구동제어부 설계보완

제 4 항 성과지표

- 통합검증기술의 성과지표는 다음과 같음

주요핵심기술	개발내용	성과지표
시스템 종합기술	시스템통합 및 검증시험	검증시험결과
광구조부 기술	SiC 설계/제작/시험	SiC 시험결과
데이터 전송 및 이축 구동 제어부 기술	고신뢰성/고안정/고정밀 설계/제작/시험	시험결과
검출부 기술	중적외선 검출기 설계/제작/시험	시험결과
이축 구동부 기술	고안정/고정밀 이축 구동부 설계/제작/시험	시험결과

제 5 장

소요예산

제1절 전체 소요 예산

제2절 세부시스템 분야별 예산 내역



제 1 절 전체 소요 예산

제 1 항 예산 산정 기준

- GOCI-II 통합자료처리시스템 개발은 한국해양과학기술진흥원을 사업관리기관으로, 한국해양과학기술원을 주관연구기관으로 간주하고 간접비를 계상함. (본 연구 수행기관에 따라 달라질 수 있음)
(총액의 17%= 인건비+직접비의 20%)
- 인건비 계산 시 석사급 기준 6천5백만원 수준으로 설정(2013년 기준)
- GK-2B 위성 개발 및 세부 분야별 개발 로드맵에 따른 예산 배분

제 2 항 총 소요 예산

- 5년간 총 285 억원의 예산 소요 예상
- 자료보정 및 자료처리시스템 분야의 요소기술 개발을 위해서는 예산 초기 투입이 필수적임
- 지상국 인프라는 최신 기술을 탑재한 제품을 활용할 수 있도록 위성발사시점과 연계하여 구축시기를 2017~18년에 집중

연차별 소요 예산

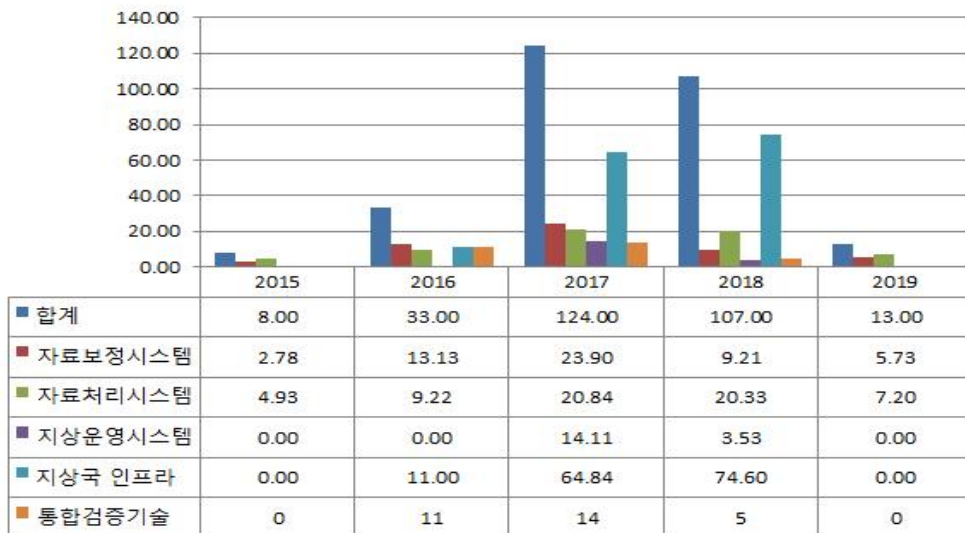


그림 101. 연차별 소요 예산



표 60. GOCI-II 통합자료처리시스템 총 예산 내역(연차별)

(단위 : 억원)

대분류	세부시스템	2015	2016	2017	2018	2019	합계
SW	자료보정시스템	2.78	13.13	23.90	9.21	5.73	54.75
	자료처리시스템	4.93	9.22	20.84	20.33	7.20	62.52
	지상운영시스템	0.00	0.00	14.11	3.53	0.00	17.64
HW	지상국 인프라	0.00	0.00	50.84	69.60	0.00	120.44
	통합검증기술	0.00	11	14	5	0.00	30
합계		8	33	124	107	13	285

제 3 항 세부시스템 별 소요 예산

- 자료보정시스템에서는 주로 위성자료 정밀보정 SW 개발에 집중
- 자료처리시스템에서는 산출물 생산 SW 및 자료분석 SW 개발에 집중
- 지상운영시스템 및 지상국 인프라에서는 자료 송수신 및 관리 체계 확충에 집중

표 61. 세부시스템 별 예산 내역(연차별)

대분류	세부시스템	서브시스템	연차별 예산(단위 : 억원)					합계	
			2015	2016	2017	2018	2019		
SW	자료보정 시스템	전처리SW - 원시자료	0.00	0.30	1.39	0.89	0.40	2.97	
		전처리SW-복사보정	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	2.97	
		전처리SW - 기하보정	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	2.97	
		위성자료 정밀보정 SW	1.60	11.64	21.32	7.13	4.15	45.84	
		소계	2.78	13.13	23.90	9.21	5.73	54.75	
	자료처리 시스템	대기보정 SW	0.79	1.90	2.17	2.72	1.90	9.48	
		산출물 생산 SW	4.14	7.32	10.75	7.71	3.32	33.24	
		자료분석 SW	0.00	0.00	7.92	9.90	1.98	19.80	
		소계	4.93	9.22	20.84	20.33	7.20	62.52	
	지상운영 시스템	위성자료 송수신 SW	0.00	0.00	1.58	0.40	0.00	1.98	
		자료 저장 및 관리 SW	0.00	0.00	5.71	1.43	0.00	7.14	
		위성자료 배포 SW	0.00	0.00	5.23	1.31	0.00	6.54	
		운영지원 SW	0.00	0.00	1.58	0.40	0.00	1.98	
		소계	0.00	0.00	14.11	3.53	0.00	17.64	
	SW 소계		7.72	22.34	58.85	33.08	12.93	134.91	
	HW	지상국 인프라	서버	0.00	0.00	4.54	13.62	0.00	18.16
			스토리지	0.00	0.00	11.57	26.99	0.00	38.56
네트워크			0.00	0.00	5.99	2.57	0.00	8.56	
전력/항온항습			0.00	0.00	19.51	4.88	0.00	24.39	
위성자료 송수신			0.00	0.00	9.23	21.55	0.00	30.78	
통합		통합검증 핵심기술	0	11	14	5	0	30	
HW 소계		0	11	64.84	74.61	0	150.45		
합계		8	33	124	107	13	285		

제 2 절 세부시스템 분야별 예산 내역

제 1 항 자료보정시스템 분야

가. 요소기술별 연차별 세부 예산

표 62. 자료보정시스템 - 연차별 예산 내역

세부 시스템	서브 시스템	요소기술	연도별 투입 예산(억원)					합계	총합	
			2015	2016	2017	2018	2019			
자료 보정 시스템	전처리SW -원시자료	패킷 분석 기술	0	0	0.495	0.297	0.198	0.99	0.99	
		밴드별 영상 생성기술	0	0.297	0.396	0.198	0.099	0.99	0.99	
		Level 0 자료생산 기술	0	0	0.495	0.396	0.099	0.99	0.99	
	전처리SW -복사보정	태양광 보정 기술	0.198	0.198	0.198	0.198	0.198	0.99	0.99	
		월광 보정 기술	0.198	0.198	0.198	0.198	0.198	0.99	0.99	
		Level 1A 자료생산 기술	0.198	0.198	0.198	0.198	0.198	0.99	0.99	
	전처리SW -기하보정	LMK(landmark) 매칭 기술	0.198	0.198	0.198	0.198	0.198	0.99	0.99	
		기하보정 변환계수 생산 기술	0.198	0.198	0.198	0.198	0.198	0.99	0.99	
		Level 1B 자료생산 기술	0.198	0.198	0.198	0.198	0.198	0.99	0.99	
	위성자료 정밀보정 SW	잡광/슬롯간 복사휘도 편차 보정 기술	0	1.752	2.19	0.438	0	4.38	4.38	
		표준성관측 (Star sensing) 영상분석 기술	0.798	2.394	3.192	0.798	0.798	7.98	7.98	
		열변형 (thermo-elastic model) 최적화 보정 기술	0.798	2.394	3.192	0.798	0.798	7.98	7.98	
		위성자료 보정을 위한 시뮬레이터 개발 기술	0	5.1	12.75	5.1	2.55	25.5	25.5	
	합계			2.784	13.125	23.898	9.213	5.73	54.75	54.75



나. 인건비/직접비/간접비별 예산 내역

표 63. 자료보정시스템 - 인건비/직접비/간접비별 예산 내역

세부시스템	서비스시스템	요소기술	인건비		직접비						간접비	총합	
			투입인력	합계	자체개발	공동개발	용역/위탁	연구장비/재료비	기타비용	합계	합계		
자료보정시스템	전처리 SW-원시자료	패킷 분석 기술	0.5	0.325		0.5					0.5	0.165	0.99
		밴드별 영상 생성기술	0.5	0.325		0.5					0.5	0.165	0.99
		Level 0 자료생산 기술	0.5	0.325		0.5					0.5	0.165	0.99
	전처리 SW-복사보정	태양광 보정 기술	0.5	0.325		0.5					0.5	0.165	0.99
		월광 보정 기술	0.5	0.325		0.5					0.5	0.165	0.99
		Level 1A 자료생산 기술	0.5	0.325		0.5					0.5	0.165	0.99
	전처리 SW-기하보정	LMK(landmark) 매칭 기술	0.5	0.325		0.5					0.5	0.165	0.99
		기하보정 변환계수 생산 기술	0.5	0.325		0.5					0.5	0.165	0.99
		Level 1B 자료생산 기술	0.5	0.325		0.5					0.5	0.165	0.99
	위성자료정밀보정 SW	잡광/슬롯간 복사휘도 편차 보정 기술	1	0.65	1	2					3	0.73	4.38
		표준성관측 (Star sensing) 영상분석 기술	1	0.65	1	2	3				6	1.33	7.98
		열변형(thermo-elastic model) 최적화 보정 기술	1	0.65	1	2	3				6	1.33	7.98
		위성자료 보정을 위한 시뮬레이터 개발 기술	5	3.25	3	5	8	2			18	4.25	25.5
	합계			12.5	8.125	6	15.5	14	2	0	37.5	9.125	54.75

제 2 항 자료처리시스템 분야

가. 요소기술별 연차별 세부 예산

표 64. 자료처리시스템 - 연차별 예산 내역

세부 시스템	서브 시스템	요소기술	연도별 투입 예산(억원)						총합
			2015	2016	2017	2018	2019	합계	
자료 처리 시스템	대기보정 SW	고정밀 해양대기 복사전달모델 분석 기술	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396	1.98	1.98
		에어로졸 타입 분석 기술	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396	1.98	1.98
		대기보정 검증 기술	0	0.276	0.552	1.104	0.828	2.76	2.76
		Level 2A(기초산출물) 자료생산 기술	0	0.828	0.828	0.828	0.276	2.76	2.76
	산출물 생산 SW	Level 2 자료 생산 기술	4.14	4.14	1.38	2.76	1.38	13.8	13.8
		Level 2 자료 Flag 생산 기술	0	0	1.416	1.77	0.354	3.54	3.54
		Level 2 해양 시뮬레이터 개발	0	3.18	7.95	3.18	1.59	15.9	15.9
	자료분석 SW	위성영상자료 표출 및 편집 GUI 개발 기술	0	0	3.96	4.95	0.99	9.9	9.9
		자료 분석용 GUI 개발 기술	0	0	3.96	4.95	0.99	9.9	9.9
	합 계			4.932	9.216	20.838	20.334	7.2	62.52



나. 인건비/직접비/간접비별 예산 내역

표 65. 자료처리시스템 - 인건비/직접비/간접비별 예산 내역

세부 시스템	서브 시스템	요소기술	인건비		직접비						간접비	총합	
			투입 인력	합계	자체 개발	공동 개발	용역 / 위탁	연구장비 / 재료비	기타 비용	합계	합계		
자료 처리 시스템	대기보정 SW	고정밀 해양대기 복사전달모델 분석 기술	1	0.65	1						1	0.33	1.98
		에어로졸 타입 분석 기술	1	0.65	1						1	0.33	1.98
		대기보정 검증 기술	2	1.3	1						1	0.46	2.76
		Level 2A(기초산출물) 자료생산 기술	2	1.3	1						1	0.46	2.76
	산출물 생산 SW	Level 2 자료 생산 기술	10	6.5	5						5	2.3	13.8
		Level 2 자료 Flag 생산 기술	3	1.95	1						1	0.59	3.54
		Level 2 해양 시뮬레이터 개발	5	3.25	5	5					10	2.65	15.9
	자료분석 SW	위성영상자료 표출 및 편집 GUI 개발 기술	5	3.25	2		2	1			5	1.65	9.9
		자료 분석용 GUI 개발 기술	5	3.25	2		2	1			5	1.65	9.9
	합 계			34	22.1	19	5	4	2		30	10.42	62.52

제 3 항 지상운영시스템 분야

가. 요소기술별 연차별 세부 예산

표 66. 지상운영시스템 - 연차별 예산 내역

세부 시스템	서브시스템	요소기술	연도별 투입 예산(억원)						총합	
			2015	2016	2017	2018	2019	합계		
지상 운영 시스템	위성자료 송수신 SW	위성자료 송수신 장비 제어 기술	0	0	1.584	0.396	0	1.98	1.98	
	자료 저장 및 관리 SW	위성자료 분산 저장 기술	0	0	1.584	0.396	0	1.98	1.98	
		위성자료 DB화 관리 기술	0	0	1.584	0.396	0	1.98	1.98	
		대규모 서버 운용 관리 기술	0	0	2.544	0.636	0	3.18	3.18	
		현업기관 지원 실시간 자료 배포 기술	0	0	2.064	0.516	0	2.58	2.58	
	위성자료 배포 SW	일반 사용자 지원 자료배포 기술	0	0	2.064	0.516	0	2.58	2.58	
		기관간 위성자료교환 기술	0	0	1.104	0.276	0	1.38	1.38	
	운영지원 SW	종합 상황 감시 기술	0	0	1.584	0.396	0	1.98	1.98	
	합 계			0	0	14.112	3.528	0	17.64	17.64



나. 인건비/직접비/간접비별 예산 내역

표 67. 지상운영시스템 - 인건비/직접비/간접비별 예산 내역

세부 시스템	서브 시스템	요소기술	인건비		직접비						간접비	총합	
			투입 인력	합계	자체 개발	공동 개발	용역 / 위탁	연구장비 / 재료비	기타 비용	합계	합계		
지상 운영 시스템	위성자료 송수신 SW	위성자료 송수신 장비 제어 기술	1	0.65	0.5		0.5				1	0.33	1.98
	자료 저장 및 관리 SW	위성자료 분산 저장 기술	1	0.65			1				1	0.33	1.98
		위성자료 DB화 관리 기술	1	0.65			1				1	0.33	1.98
		대규모 서버 운용 관리 기술	1	0.65	1		1				2	0.53	3.18
	위성자료 배포 SW	현업기관 지원 실시간 자료 배포 기술	1	0.65		0.5		1			1.5	0.43	2.58
		일반 사용자 지원 자료배포 기술	1	0.65		0.5		1			1.5	0.43	2.58
		기관간 위성자료교환 기술	1	0.65		0.5					0.5	0.23	1.38
	운영지원 SW	종합 상황 감시 기술	1	0.65			1				1	0.33	1.98
	합 계			8	5.2	1.5	1.5	4.5	2	0	9.5	2.94	17.64

제 4 항 지상국인프라 분야

가. 요소기술별 연차별 세부 예산

표 68. 지상국인프라 - 연차별 예산 내역

세부 시스템	서브 시스템	요소기술	연도별 투입 예산(억원)						총합
			2015	2016	2017	2018	2019	합계	
지상국 인프라	서버	각 시스템별 필요한 서버 총합	0	0	4.539	13.62	0	18.16	18.1
	스토리지	실시간 자료 저장 및 백업용 스토리지	0	0	11.57	26.99	0	38.56	38.6
	네트워크	10Gbps 이상급 서버망, 전용배포망	0	0	5.989	2.567	0	8.556	8.54
	전력/환경 항습	전산실 환경 조성 기술	0	0	19.51	4.878	0	24.39	24.4
	위성자료 송수신	위성자료 송수신 장비 구축 기술	0	0	9.234	21.55	0	30.78	30.8
합계			0	0	50.842	69.605	0	120.446	120.44



나. 인건비/직접비/간접비별 예산 내역

표 69. 지상국 인프라 – 인건비/직접비/간접비별 예산 내역

세부 시스템	서브 시스템	요소기술	인건비		직접비						간접비	총합
			투입 인력	합계	자체 개발	공동 개발	용역 / 위탁	연구장비 / 재료비	기타 비용	합계	합계	
지상국 인프라	서버	각 시스템별 필요한 서버 총합	0.2	0.13				15		15	3.026	18.1
	스토리지	실시간 자료 저장 및 백업용 스토리지	0.2	0.13				32		32	6.426	38.6
	네트워크	10Gbps 이상급 서버망, 전용배포망	0.2	0.13				7		7	1.426	8.54
	전력/향온향습	전산실 환경 조성 기술	0.5	0.325				20		20	4.065	24.4
	위성자료 송수신	위성자료 송수신 장비 구축 기술	1	0.65				25		25	5.13	30.8
합계			2.1	1.365				99		99	20.073	120.44

제 5 항 통합검증 기술 분야

가. 요소기술별 연차별 세부 예산

표 70. 통합검증 기술분야 - 연차별 예산 내역

세부시스템	서브시스템	요소기술	연도별 투입 예산(억원)						총합
			2015	2016	2017	2018	2019	합계	
통합검증기술연구	시스템 종합기술	- 하드웨어 지상시험결과물 또는 모사영상을 이용한 검증		1	1	1			3
	광구조부 기술	- SiC 광구조부 설계/제작/시험		3	5	2			10
	검출부 기술	- 단파적외선 포함 검출부 제작/시험		5	6	1			12
	이축 구동부 기술	- 이축구동부 설계/제작/시험		2	2	1			5
합계			0	11	14	5	0	0	30



나. 인건비/직접비/간접비별 예산 내역

표 71. 통합검증기술분야 - 인건비/직접비/간접비별 예산 내역

세부 시스템	서브 시스템	요소기술	인건비		직접비						간접비	총합
			투입 인력	합계	자체 개발	공동 개발	용역 / 위탁	연구 장비 / 재료비	기타 비용	합계	합계	
통합 검증 기술 연구	시스템 종합 기술	- 하드웨어 지상시험결과물 또는 모사영상을 이용한 검증	1.5	0.995	1		0.4		0.505	1.905	0.1	3
	광 구조부 기술	- SiC 광구조부 설계/제작/시험	0.5	0.335	1.06		7	0.5	0.105	8.665	1	10
	검출부 기술	- 단파적외선 포함 검출부 제작/시험	0.5	0.335	1.06		8.5	0.5	0.105	10.165	1.5	12
	이축 구동부 기술	- 이축구동부 설계/제작/시험	0.5	0.335	0.5		3.1	0.56	0.105	4.265	0.4	5
합계			3	2	3.62	0	19	1.56	0.82	25	3	30

(※ “탐재체 시스템 통합 및 검증시험기술” 및 “고신뢰성 데이터전송 및 고안정/고정밀 이축 구동제어부 설계/제작/시험 기술”은 예산 제한으로 계획에서 제외)

제 6 장

지상운영시스템 운영방안

제1절 궤도상 시험(IOT)

제2절 지상운영시스템의 운영주체

제3절 운영방법 및 계획



제 1 절 궤도상 시험(IOT)

- 궤도상 시험(In-Orbit Test)의 목적은 GOCI-II의 기능 및 성능 시험을 통하여 GOCI-II가 별도로 명시된 인수기준에 적합한지를 검증하기 위한 것임
- 본 절에서는 GOCI-II 궤도상 시험에 대한 시험 단계, 시험주체, 시험계획서 및 보고서의 내용을 간략히 기술함
- 실제적인 궤도상 시험수행방법은 위성 발사전까지 체계적으로 기술될 것임

제 1 항 궤도상 시험 개요

- 위성이 제 궤도 근처에 도달하면 위성의 버스에 대한 궤도상 시험이 수행되며, 위성이 최종적으로 목표 궤도 내에서 위치유지를 수행할 수 있을 때 위성의 탑재체에 대한 궤도상 시험을 시작할 수 있음
- 궤도상 시험은 다음과 같은 단계로 나누어 수행될 수 있음
 - Phase 1 : 해양자료전송시스템, GOCI-II 기능 및 복사보정 시험
 - Phase 2 : GOCI-II 기하보정 튜닝 및 성능 시험

제 2 항 궤도상 시험기관별 역할 및 책임

- 위성 개발 총괄주관기관인 한국항공우주연구원과 해양탑재체 사용기관인 주관 운영기관간의 협약에 따라 시험기관별 역할 및 책임이 주어짐. 천리안의 경우에 따르면 위성의 궤도상 시험은 한국항공우주연구원 주관으로 수행되어야 하며 관련된 지상국 운용은 해양위성센터의 지상국 또는 한국항공우주연구원의 지상국을 사용해야 함



표 72. 궤도상 시험 기관별 역할 및 책임

기관명	궤도상 시험 기간 중 역할 및 책임(안)
한국항공우주연구원	<ul style="list-style-type: none"> • 정지궤도 복합위성 지상국 운용 책임 • 정지궤도 복합위성 관제 책임 • GOCI-II 자료 수신, 저장 및 자료처리 • 각 탐재체 임무계획 접수 및 처리
	<ul style="list-style-type: none"> • IOT 전체 운용 책임 • LEOP(천이궤도) 운용 • BUT IOT 수행 및 검증 • GOCI-II 복사 보정 성능 분석 및 검증 • GOCI-II 기하보정 성능 분석 및 검증 • 최종 IOT report 작성 및 결과 책임
GOCI-II 주관운영기관	<ul style="list-style-type: none"> • GOCI-II 지상국 운용 • 해양탐재체 자료 수신, 저장 및 처리 • 해양탐재체 가공자료(GBS/HRIT) 분배

제 3 항 궤도상 시험을 위한 계획서 및 보고서

- GOCI-II 에 대한 궤도상 시험은 미리 작성되어 검토 완료된 계획서에 의해서 진행되어야 하며 궤도상 시험 종료 후에는 관련 보고서가 제출되어 검토되어야 함
- GOCI-II에 대한 궤도상 시험계획 문서는 아래와 같음
 - IOT Plan for GEOKOMPSAT-2B (궤도상 시험 총괄 계획 문서)
 - IOT Plan for Ocean Payload of GEOKOMPSAT -2B (GOCI-II 궤도상 시험계획)
 - INT IOT Plan for Ocean Payload of GEOKOMPSAT -2B (INR 궤도상 시험계획)
- GOCI-II에 대한 궤도상 시험보고서 문서는 아래와 같음
 - IOT Verification Report for GEOKOMPSAT -2B(궤도상 시험 전체 총괄 보고서)
 - IOT Verification Report for Ocean Payload of GEOKOMPSAT -2B (GOCI-II 궤도상 시험 보고서)
 - INR IOT Verification Report for Ocean Payload of GEOKOMPSAT -2B (INR 궤도상 시험 보고서)

제 2 절 지상운영시스템의 운영주체

제 1 항 운영 주체(기관)의 조건

- 위성 운영을 위한 전문성을 갖춘 기관
 - 위성자료의 수신/처리/분석/서비스 등 운영 경험
 - 다양한 분야(해색 원격탐사, 해양학, IT 등)의 전문인력 확보
 - 자료처리 및 센서 검보정을 할 수 있는 기술을 확보

- 위성 운영을 위한 인프라를 갖춘 기관
 - 시스템을 설치할 수 있는 공간 등 기반시설 제공

제 2 항 해양위성센터 현황 분석

- 위성 운영을 위한 전문성
 - 1999년부터 NOAA, SeaWiFS 위성자료 수신/처리/분석/서비스 수행
 - 천리안 해양관측위성 주관운영기관 업무 수행
 - 인력 구성

전공	석·박사급 인력	학사급 인력
해색 원격탐사	17	3
해양학	6	2
IT 분야	5	4

- 자료처리 및 센서 검·보정을 할 수 있는 기술을 확보

- 위성 운영을 위한 인프라를 갖춘 기관
 - 2016년 부산 영도로 지방이전 계획되어 있으며, 건축 설계도 상에 해양위성센터의 전산실 및 정지궤도 해양관측위성용 안테나 부지 2곳 반영됨



그림 102. 해양위성센터 부산이전 부지

제 3 절 운영방법 및 계획

제 1 항 운영 방법·계획

- 운영 수명 10년간 안정적인 자료 처리가 가능하도록 시스템 유지관리 추진
- 현업 활용 중심의 실시간 서비스
- 자료 정확도 향상을 위한 검보정 활동 수행
- 중장기 발전 계획에 따른 지속적인 서비스 시스템 개선

제 2 항 운영인력 구성 방안

- 위성운용 관리자/ 위성운영자 : 위성 및 지상국 건강 상태 감시 및 위성운용지원
- 지상국 하드웨어 관리자/ 소프트웨어 관리자: 지상국 운영에 사용되는 모든 장비들에 대한 기술 지원 및 품질 관리담당
- 현업지원 관리자: 위성영상 분석 및 현업 지원, 홈페이지 사용자 관리
- 현장 자료관리자/ 영상 알고리즘 개발자 : 해양산출물 생산 및 품질 관리 담당

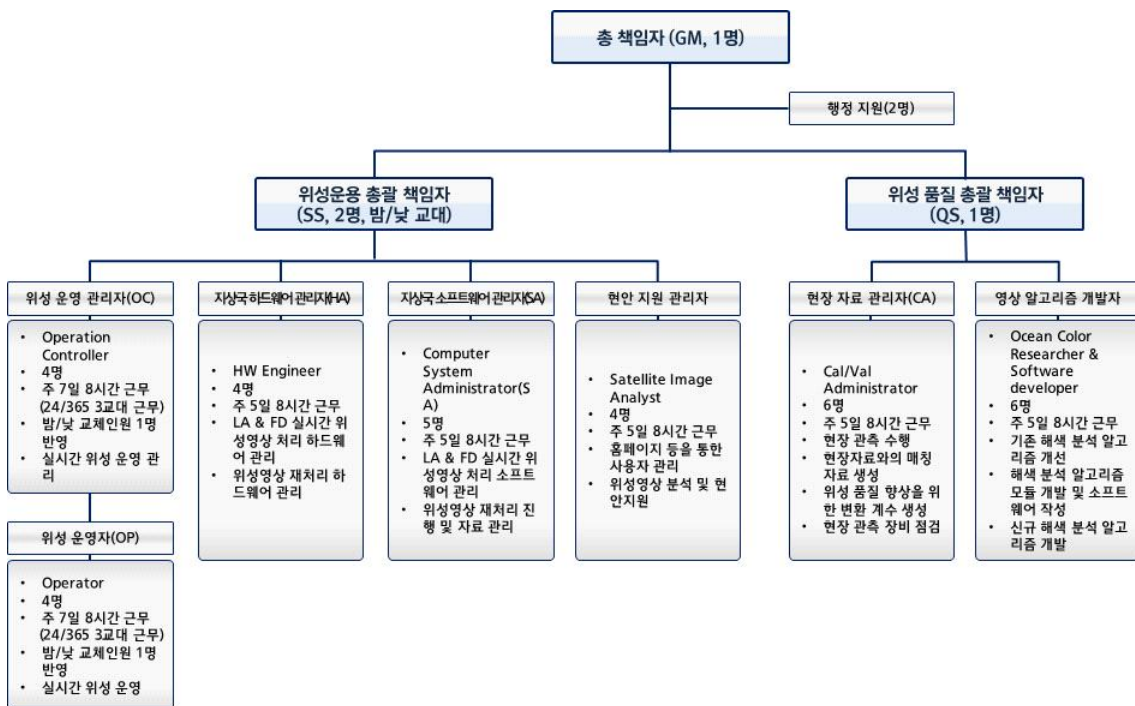


그림 103. GOCI-1 운영 인력 구성 방안

제 7 장

연구개발의 타당성 조사 분석

제1절 시의적 타당성 검토

제2절 정책적 타당성 분석

제3절 기술적 타당성 분석

제4절 경제적 타당성 분석



제 1 절 시의적 타당성 검토



그림 104. 연구개발 로드맵

- 해양관측위성 2호 발사 후 실질적인 현업 활용을 위해서는 안정적이고 정확성 높은 통합자료처리시스템이 위성발사 전에 개발 완료되어야 함
- 연구 개발을 위해서는 최소 4년 이상의 기간 소요
 - 시스템 상세 설계 및 원형코드 생산은 최소한 1년, 소프트웨어 개발 및 시스템 전개에 2년, 테스트 및 개선에 1년의 소요기간을 고려할 경우, 최소 4년의 기간이 필요
 - ※ KOSC 구축 기간 6년('05~'10), GDPS 시스템 개발 기간 7년('03~'09) 소요됨
- 연구개발의 시작인 시스템 설계의 완료가 지연되면, 시스템 개발 일정에 차질이 예상되고, 시스템 안정화 및 시험운영 기간이 부족하게 되어, 결과적으로 위성 발사 전까지 지상국 시스템 구축완료 및 정상운영 준비완료가 어려움
 - 위성 영상의 활용 시점까지 통합자료처리시스템 개발이 지연될 것으로 예상함
- 정지궤도복합위성 개발의 전체 추진 일정과 보조를 맞출 필요가 있음
 - 이미 타 부처에 비해 기획연구 시기부터 약 1~2년 정도 일정이 뒤쳐져있음
 - '15년도에 사업 미시행 시, 전체 사업 일정에서의 개발 지연의 위험 요소 존재
 - * 기상위성 지상국 구축 사업
 - '정지궤도 기상위성 자료처리기술개발을 위한 선행연구'를 수행 (2011. 11)
 - '후속위성 지상국 개발 선행연구' 수행 (2011.12)
 - '정지궤도 기상위성 지상국 개발사업' 예비타당성 평가 (2013. 2)
 - * 환경위성 지상국 구축 사업
 - '환경위성 지상국 설립을 위한 기획연구' 수행 중 (2012. 6.)
 - '환경위성 지상국 상세기술 분석 연구' 수행 중 (2013. 4.)



제 2 절 정책적 타당성 분석

제 1 항 정부지원의 필요성

가. “정지궤도 복합위성” 사업 시행에 따른 추진 근거 확보

- ‘10 정지궤도 복합위성 개발의 사업시행 타당성이 확보됨으로서 해양위성 관측 자료의 수신·처리·분석 및 서비스를 위한 ‘통합자료 처리시스템’ 개발의 근본적인 추진 근거가 마련되었음
- 예비타당성 조사 당시 실질적인 사업 추진을 위하여 각 탐재체 별로 부처(해양수산부, 환경부, 기상청)가 별도 추진하는 것으로 사전에 협의됨

나. 국가적 차원에서의 해양정보의 중요성 확대

- 기후변화 영향으로 자연재해 발생에 대한 대책 마련 시급
- 한반도 주변의 해양환경 모니터링과 전세계 해양 기후변화 연구 수행
- 해양 수산관리 및 재해 감시 등의 현업 활용
- 국가재난관리체계의 선형적·효율적인 대응을 위한 해양 위성 정보 확보 필요

제 2 항 상위 정책/계획과의 부합성

가. 박근혜 정부 140대 국정과제

- 박근혜 정부는 ‘일자리 중심의 창조경제’, ‘맞춤형 고용·복지’, ‘창의교육과 문화가 있는 삶’, ‘안전과 통합의 사회’, ‘행복한 통일시대의 기반구축’ 이라는 5대 국정 목표를 달성하기 위하여 21개의 추진전략과 2개의 추진 기반에 필요한 전략을 도출하고 이 전략에 따라 140개 국정과제를 수립함
- 이 중, 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발 사업은 140대 국정과제 중 다음과 같이 4 개의 국정과제와 부합하는 것으로 조사됨
 - 국정과제 1. 과학기술을 통한 창조산업 육성
 - 국정과제 13. 해양 신성장동력 창출 및 체계적 해양관리
 - 국정과제 92. 총체적인 국가 재난관리체계 강화
 - 국정과제 104. 해양환경 보전과 개발의 조화



- 주요 추진 계획으로는 각 국정과제 별로 “거대·전략 기술 기반사업 육성”, “해양관리”, “통합재난대응시스템 구축”, “연안침식관리 및 대응” 등 우주·항공·해양 기술이 제시되어 있으며, 이는 국가안위 및 위상제고를 위해 반드시 필요하나 민간이 투자하기에는 위험 부담이 높은 분야로 국가 예산으로 지원이 필요한 분야로 제시되어 있음
 - (거대·전략기술 기반산업) 우주발사체·인공위성, 대형가속기, 원자력 등 대형 국가프로젝트 민간 개방으로 산업생태계 구축
 - (해양관리) 주변해역에 대한 해양관측과 조사활동을 강화하고, 해경 대형 함정 확충, 해경전진기지 개발 등 체계적인 해양관리 추진
 - (통합재난대응시스템 구축) 예방 중심의 선제적 재난관리 및 재난 대응 컨트롤 타워 기능 강화, 재난안전통신망 구축
 - (연안침식관리 및 대응) 연안침식 가속화 문제 해소를 위해 ‘연안침식 관리구역제’를 도입하고 국가시행 연안정비사업 추진

나. 우주개발진흥기본계획('12 ~ '16)

- 우주개발진흥기본계획은 우주공간의 평화적 이용과 과학적 탐사를 촉진하여 국가의 안전보장과 국민경제 발전에 기여함을 비전으로 우주개발진흥법 제5조 및 동법 시행령 제2조에 근거로 수립되었음
- 계획 목표로 ‘독자적 우주개발능력 확보를 통한 우주강국 실현’, ‘지속발전 가능한 우주개발과 활용을 통한 국민 삶의 질 향상’, ‘우주산업의 세계시장 진출 확대를 통한 미래 국가경쟁력 확보’, ‘우주개발 선진화와 우주활동공간의 확장으로 국가위상 제고’ 등 4가지임
- 목표 달성을 위해 ‘우주핵심기술의 조기 자립화’, ‘위성정보의 활용 확대를 위한 체제 구축’, ‘우주산업 역량 강화를 위한 민간참여 확대’, ‘우주개발 활성화를 위한 인력양성 및 인프라 확충’, ‘우주개발 선진화를 위한 체제 정비 및 국제협력 다변화’ 등 5가지 핵심 전략을 제시하였음
- 제시된 5개의 전략 중, 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발 사업은 ‘위성정보의 활용 확대를 위한 체제 구축’ 과 ‘우주개발 활성화를 위한 인력양성 및 인프라 확충’ 전략에 부합되어 있음



그림 105. 우주개발진흥계획 위성개발 로드맵(안)

다. 제2차 해양수산업발전기본계획

- 해양수산업발전기본법 제6조의 규정에 근거, 2011~2020년까지 대한민국의 주권이 미치는 영해 및 관할해역, 나아가 글로벌 해양개발 전진기지 개념을 포함한 범위에 대해 미래지향적인 국가 해양계획 수립을 위한 계획안 수립
- “지속가능한 해양환경의 관리 및 보전”, “신해양산업의 육성 및 전통적 해양산업의 고도화”, “신해양질서의 능동적 수용을 통한 해양 영역 확대” 라는 3대 목표에 대하여 아래 5대 추진 전략을 수립함
 - 건강하고 안전한 해양 이용·관리 실현
 - 신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발
 - 미래형 고품격 해양문화관광의 육성
 - 동아시아 경제 부상에 따른 해운·항만 산업의 선진화
 - 해양 관할권 강화 및 글로벌 해양영토 확보
- 이 중, 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발 사업은 “신성장동력 창출을 위한 해양과학기술 개발” 이라는 전략기술에서 ‘해양의 탐사와 관측, 자료의 통합 관리, 그리고 예측과 예보’ 기술 분야와 ‘기후변화 정밀예측을 위한 대양관측 수행과 효율적 해양관측 핵심기술’ 개발 분야, ‘해양자료의 생산·가공·관리를 통한 해양변화의 효과적 예측·예보’ 기술에서 핵심 분야로 선정되었음



- 특히, “국가해양관측망 구축” 이라는 중점 개발 계획사에서 제2호 해양관측위성을 중심으로 해양순환, 기후변화, 적조 및 해양오염 등 첨단 해양 감시 및 관측시스템 구축 이라는 계획이 수립되어 있음

라. 해양과학기술로드맵 2020

- 해양과학기술 수준분석 및 미래예측을 통해 2020년까지 해양과학기술 R&D사업 투자방향 및 운영전략을 수립한 “해양과학기술로드맵 2020”에는 “신해양산업기술 발굴·육성을 통한 해양산업진흥”, “전지구적 기후변화 이해 및 연안재해 대응능력 향상”, “해양과학 역량강화를 통해 해양주권강화 및 해양자원 경제영토 확보”, “자연친화적이고 안전한 해양이용확대를 통한 국민 삶의 질 향상” 이라는 중점추진전략을 포함하고 있음
- ‘해양산업진흥’, ‘기후변화 및 연안재해 대응’, ‘해양경제 영토확보’, ‘삶의 질 향상’ 이라는 4대 이슈 대응을 위하여 13대 전략 기술과 50대 중점과제를 선정하였음
- 이 중, 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발 사업은 “해양영토 주권강화” 라는 전략기술에서 “중점과제 31. 위성기반 해양관측 정보시스템 구축”으로 선정되었음

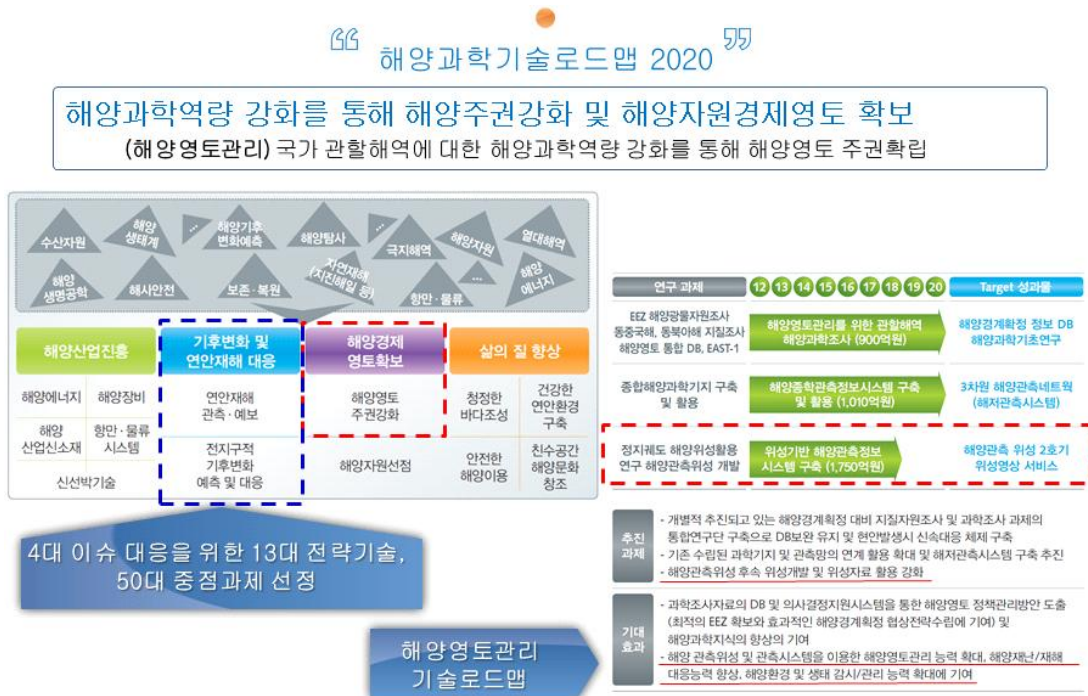


그림 106. 해양과학기술로드맵 2020



제 3 절 기술적 타당성 분석

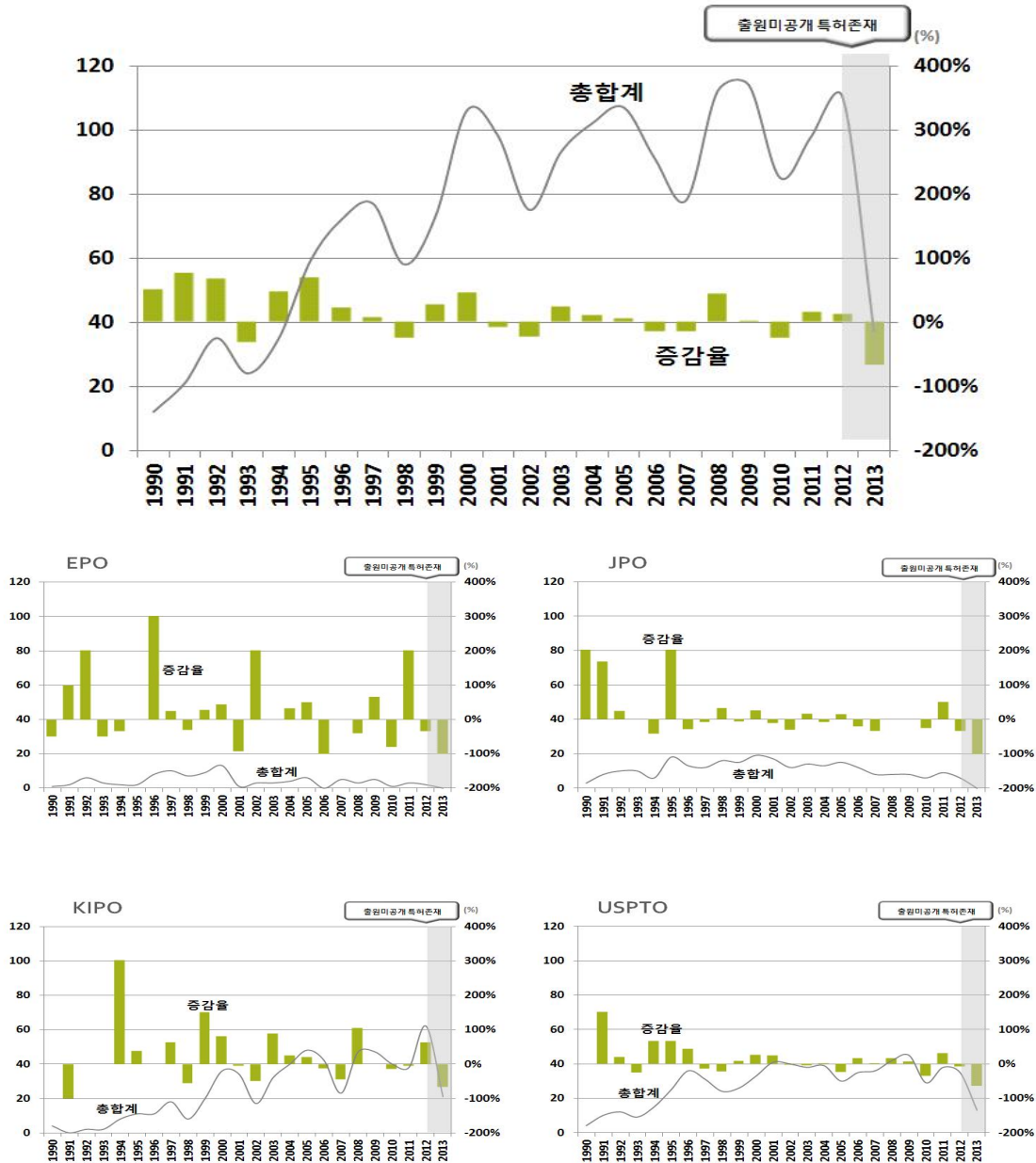
제 1 항 특허 동향 분석을 통한 타당성

가. 핵심기술 현황 분석 결과

핵심기술	검토
전처리SW - 원시자료	2 이상의 위성 영상을 결합하는 알고리즘에 관한 특허 등이 존재하지만 주파수 대역별 및 조도별 영상을 생성하고 융합하는 특허는 검색되지 않아 장벽도가 낮으며 지재권 확보가 가능함
전처리SW - 복사보정	복사 보정의 기본적인 알고리즘에 대한 특허는 존재하여 장벽도가 다소 높을 수 있음. 한편 태양광, 월광 및 위상 간의 보정 변경 등을 통해 회피설계 및 신규 IP 확보 가능함
전처리SW - 기하보정	기하 보정의 기본적인 알고리즘 및 최적화를 위한 다양한 기술에 대한 특허는 존재하여 장벽도가 다소 높을 수 있으며 지재권 확보가 어려울 수 있음
위성자료 정밀보정 SW	위성의 영상에 포함된 잡광을 분석 및 제거하고 슬롯간의 편차 및 경계차를 보정하는 기술에 대한 특허는 검색되지 않아 장벽도가 낮으며 지재권 확보 가능성이 높음
대기보정 SW	다양한 대기 보정 알고리즘에 대한 특허가 존재하여 장벽도가 다소 높으며 지재권 확보가 용이하지 않음. 다만 신규밴드를 이용한 복사 전달 모듈 및 해수광 특징 분석을 통해 대기 신호 제거 등의 세부 알고리즘을 통해 지재권 확보를 시도할 수 있음
산출물 생산 / 자료분석 SW	일부 산출물 생산 기술에 대해서는 특허가 존재하나, 다수의 해석 산출물에 대해서는 특허가 존재하지 않으므로 장벽도가 낮으며 지재권 확보가 용이할 것임
자료 저장 및 관리 SW	메타데이터 추출, 위성영상 데이터베이스, 빅데이터 분석 플랫폼 등은 다른 기술 분야에서 특허가 다수 존재하므로 장벽도가 높으며 지재권 확보 가능성이 높다고 하기 어려움. 다만 위성 영상에 특화된 기술인 경우 지재권 확보의 가능성은 존재함
위성자료 송수신/배포 SW	전송네트워크와의 연동, 용량 최적화, 클라우드 컴퓨팅 등은 다른 기술 분야에서 특허가 다수 존재하므로 장벽도가 높으며 지재권 확보 가능성이 높다고 보기 어려움. 다만 위성 영상에 특화된 기술인 경우 지재권 확보의 가능성은 존재함



나. 국가별 특허기술 현황 분석



- 주요 시장국의 특허 출원 현황을 살펴보면, 연구개발 분야에서 미국이 주도적이긴 하나, 한국도 크게 뒤쳐져 있지는 않음(미국 718건(40%), 한국 : 613건(37%))
- 정지궤도복합위성 해양탐재체(GOC-II)통합자료 처리 시스템 개발 기술 전체 분야의 연도별 특허동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기 구간인 1990년도부터 최근까지 지속적으로 증가세를 보이고 있으며, 분석 구간 중 각각 1993, 1998, 2002, 2007, 2010년들에서 하락세를 보이고 있지만 전체적인 증



- 가세에는 영향이 없음
- 전체적으로, 정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II)통합자료 처리 시스템 개발 기술에 대해서는 1990년대에서부터 활발하게 연구 개발이 이루어지고 있음을 확인할 수 있는데, 이는 구성 기술 중 위성 영상을 처리하는 기술은 1990년대 이전부터 중요한 기술 이슈로 간주되었기 때문임. 아울러, 2000년대 들어서도 연구 개발은 꾸준히 지속되고 있는데, 그 중심축은 기본적인 위성 영상 처리 분야 보다는 그 활용 및 지상 운용에 관한 기술로 옮겨가고 있음

다. 지재권 확보가능성 분석 결과

- 지재권 확보가능성 분석결과 “정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II)통합자료 처리시스템 개발 기획연구” 분야의 핵심기술에 대한 지재권 확보가능성은 다음과 같이 나타났음

표 73. 지재권 확보가능성 분석 결과

정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 통합자료처리시스템 개발 기획연구	기술중요도 (가중치/%)	지재권 확보 가능성				
		매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음
전처리SW - 원시자료 개발	11.1		☑			
전처리SW - 복사보정 개발	11.1			☑		
전처리SW - 기하보정 개발 기술	11.1				☑	
위성자료 정밀보정 SW 개발 기술	11.1		☑			
대기보정 SW 개발 기술	11.1			☑		
산출물 생산 / 자료분석 SW 개발 기술	11.1		☑			
자료 저장 및 관리 SW	11.1			☑		
위성자료 송수신/배포 SW	11.1			☑		
통합검증	11.1			☑		
종합결론	-		☑			



- 본 핵심기술 중 전처리SW - 원시자료 기술, 정밀 보정 기술, 산출물 생산/자료 분석 SW 등은 그 연구 개발 내용에 부합되는 특허가 검색되지 않아 저작권 확보 가능성이 높은 것으로 검토되었으며, 반면 기하보정 기술, 대기 보정 기술 등은 기본적인 보정 알고리즘에 대한 특허가 존재하여 저작권 확보 가능성이 보통이거나 낮은 것으로 검토되었음. 한편, 자료 저장 및 관리 SW, 위성자료 송수신/배포 SW 분야 등은 다른 기술 분야에 많은 특허가 존재하고 있어 저작권 확보가능성이 보통으로 평가되었음. 한편, 통합 검증 분야는 저작권 확보가 쉽지 않은 기술 분야의 특성을 고려 저작권 확보 가능성은 보통으로 보임

제 2 항 GOCI-II 통합적 자료처리 시스템 개발 가능성 분석

가. 천리안 해양관측위성(GOCI)의 성공적인 발사 및 운영 노하우 확보

- (해양위성센터) GOCI의 운영 기관으로서 해양위성 운영 노하우 확보
- 세계 최초 정지궤도 해양위성 자료처리시스템(GDPS) 개발 원천 기술 확보
- 국내 유관 기관과의 긴밀한 협조를 통한 위성 영상 활용 경험 보유

나. KARI-KIOST-AIRBUS D&S 공동개발을 통한 GOCI-II의 추진체계 구축

- 해양탐재체 개발과 통합자료처리시스템 간 인터페이스 개발의 안정적인 체계 마련
- 유기적인 협력관계를 통해 효율적인 자료처리 S/W 구현 가능

다. 국내 산학연 기관의 충분한 시스템 개발 역량 보유

- (한국항공우주연구원) 전처리 시스템 개발 경험 다수 확보
(아리랑, 다목적 위성 시리즈 등)
- (한국해양과학기술원) 해양위성 산출물 알고리즘 원천 기술 보유
- (국내 산업체) 소프트웨어 구현, 지상국 인프라 구축 등의 개발 역량 보유
- (대학 연구소) GOCI 활용 위탁 연구를 통한 개발 역량 보유



제 3 항 해양 위성 주요핵심기술 연구의 기술적 타당성

- 본 기획과제를 통해 수행되는 주요핵심기술 연구는, 국내 독자개발을 위해 확보되어야 할 불충분한 기술에 대한 추가 보완의 측면에 더하여, 본 연구 및 제작을 통해 차기 해양탐재체의 국내주도개발을 수행할 때, 일정단축의 의미로 해석되어야 하는 부분도 있음
- 결론적으로, 차기 해양탐재체 개발을 위한 주요핵심기술 연구 과제는, 기존의 과제를 통해 확보된 핵심기술에 대한 보완은 물론, 핵심부분품의 제작과 관련된 기술 검증의 측면에서도 반드시 필요하다고 볼 수 있으며, 이를 통하여 차기 사업의 개발위험도 감소는 물론 개발일정 단축 측면에서도 큰 의미가 있다고 볼 수 있음

제 4 절 경제적 타당성 분석

제 1 항 분석 개요 및 방법

- 경제적 타당성 평가는 건설, 정보화, 비투자재정부문 등의 여러 분야 사업에서 편익 추정 및 비용 분석을 통해 산출한 값들을 활용하여 결과를 도출함. 경제적 타당성 평가는 비용편익 분석기법을 기본적으로 적용하며 사업의 특성을 반영하여 비용효과분석을 병행하거나 비용효과분석으로 대체할 수 있음⁵⁾
- 동 사업(정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 통합자료처리시스템 개발 기획 연구)은 온전한 신규사업이 아니라 「해양탐재체 개발사업」에 부대되는 시설인 해양위성 센터의 지상국을 구축하는 사업임. 따라서 이 사업만을 독립적으로 고려하여 경제적 타당성을 분석할 수는 없음
- 연구개발부문 예비타당성조사 표준지침(제1판)⁶⁾에서 경제적 타당성 평가방법은 비용편익분석과 비용효과분석으로 예시되어 있음. 그림 107은 연구개발부문 예비타당성조사 경제적 타당성 분석 과정의 개략도임

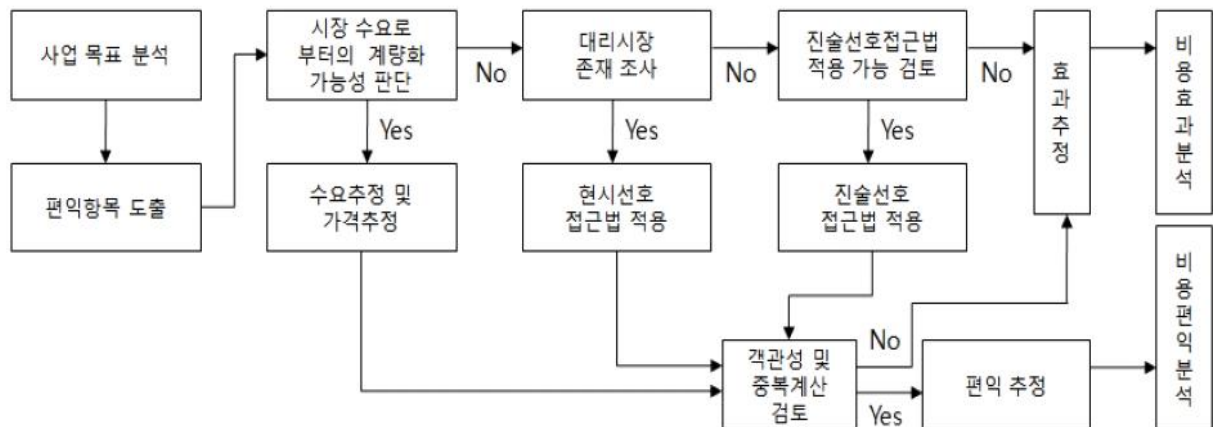


그림 107. 연구개발부문 예비타당성조사 경제적 타당성 분석 과정 개략도

- 통상 경제적 타당성 평가의 수요추정에 기반한 편익 산출이 양호한 환경이 아닌 본 사업과 같은 비시장재에 대한 가치를 측정하는 방법으로서 현시선호접근이나 진술선호접근을 적용한 다양한 방법들이 최근에 비약적 발전을 이루었음에도 불구하고 기

5) 본 과업에서는 중간평가 평가의견에서 비용편익의 의미가 불충분할 경우 비용효과분석에 의한 타당성 분석을 허용하였는 바 비용효과분석을 경제적 타당성 분석 방법으로 채용하였음.



술과 지식에 대한 일반 국민의 선호도를 도출하기 어렵다는 점을 고려하여 확보 가능한 자료를 활용하고자 노력하였음

- 편익산출에 적용되는 값들은 객관적 자료에 근거하여 설정되어야 함. 목표의 분석 → 편익 항목 도출 → 시장수요로부터의 계량화 가능성 판단으로 이어지는 과정을 거치게 되며 시장수요로부터의 계량화가 불가능할 경우에는 대리 시장 존재 조사를 통해 현시선호접근법의 적용 가능성을 판단하고 대리 시장이 존재하지 않을 경우에는 최종적으로 가상의 시장을 구성하여 진술선호접근법을 적용함으로써 편익을 추정할 수 있음
- 즉, 비용편익분석은 비율척도로서 1을 기준으로 한 가치판단이 가능한데 반해 비용효과분석은 상대적인 위치만을 나타내고 있어서 절대적인 기준은 설정되지 않음. 하지만 경제적 타당성 분석에 있어서 비용편익분석을 적용할 경우에는 현재가로 환산한 비용 대비 편익의 비율이 1.0 이상이면 경제성이 있다고 판단함. 비용효과분석을 적용할 경우에는 비교 대안 대비 분석 사업이 비용대비 효과 값이 클 경우에 사업 시행이 적절한 것으로 판단하는 구조를 가짐
- 동 사업의 목표에 의해서 도출 가능한 편익 항목은 해양위성 수신자료의 실질적인 가치로 정할 수 있음. 하지만 이 자료의 거래시장이 존재하지 않고, 이를 대리할만한 시장 또한 존재하지 않음. 이와 같은 경우 진술선호 접근법을 시도해 볼 수 있으나, 동 사업에는 객관적이고 합리적인 의사결정에 도움을 줄 수 있는 가능성이 적으며 오히려 추정결과에 대한 오해를 불러 일으킬 우려가 존재함
- 동 사업의 목표인 지상국 시스템의 가용성과 편익과의 관계에 대하여 신뢰성 있는 형태로 알려진 바가 없음. 그러므로 선행 타당성조사의 경제적 타당성 평가에 활용된 기초자료를 동 사업의 타당성 분석에서 활용할 수 없는 한계가 있음
- 동 사업의 경제적 타당성 평가에는 가용성을 지표로 한 비용효과분석을 활용하기로 함. 비용효과분석은 비용편익분석법의 단점을 보완하기 위해 1960년대 이후 본격적으로 대두된 평가기법임. 비용효과분석법은 비용편익분석의 정량적인 분석을 수용하면서 동시에 정량화가 불가능한 항목에 대해서는 비정량적인 효과분석을 실행하여 평가에 이용하는 기법임
- 비용효과분석은 앞서 설명한 바와 같이 화폐가치로 환산할 필요가 없기 때문에 시장가격의 측정이 곤란한 공공재나 집합재를 쉽게 다룰 수 있고 무형적인 것이나 외부효



과를 분석하는 데 적합하다는 장점이 있음

- 본래 의미에 맞도록 경제적 타당성 평가가 진행되기 위해서는 해양위성탑재체와 지상국을 하나의 단위로 하여 경제적 타당성조사가 진행되어야 하나 본 조사에서는 해양위성 탑재체 개발에 대한 타당성은 독립적으로 확보하고, 이를 전제로 지상국에 대한 타당성조사를 진행하여 경제적 타당성 평가의 쟁점 설정에 부득이 제약⁶⁾이 존재함
- 비용효과분석에서 가치측정이 전적으로 배제되는 것은 아님. 비용은 비용편익분석에서와 똑같은 개념과 절차에 따라 추정되어야 함. 다만 효과를 측정할 때 화폐단위보다는 물리적 단위를 사용하여 측정하게 되는 것임
 - 목표(효과)가 알려지고 주어져 있다고 할 때 이 목표를 달성하는 데 가장 적은 비용이 들어가는 대안을 선택하는 방법, 예산(비용)이 주어져 있다고 할 때 이 예산 아래에서 목표를 최대한 달성하게 하는 대안을 선택하는 방법 중 한 가지 방법에 의해 행해짐
 - 1안은 각 대안의 비용/효과 비율을 계산하여 이 비율이 가장 낮은 대안을 택해야 할 것이며, 2안은 각 대안의 효과/비용 비율을 계산하여 이 비율이 가장 높은 대안을 택하는 것이 원칙임
 - 하지만 비용효과분석에서 서로 다른 목표를 가지고 있는 사업들에 대해서는 비교, 평가할 방법이 없음
- 본 사업의 경우 Do-nothing의 상황에서는 해양위성 수신자료를 확보할 수 없고, Do-something의 상황에 비하여 열등한 검토안이 됨. 따라서 본 보고서에서의 경제성 분석은 Do-nothing에 의한 대안 비교가 아닌 '한 개 사업의 채택여부'를 따지기 위한 비용효과 분석을 실시하고자 함
- 비용효과분석에서의 의사결정 기준은 본 사업과 같이 '한 개 사업의 채택여부'를 결정할 경우, 그 사업의 비용/효과 비율 즉 E/C 값이 정책결정자의 지불의사와 어느 정도 차이가 나느냐에 달려 있음. 만약 그 비율이 정책결정자의 지불의사보다 낮거나 최소한 같으면 사업은 채택하는 결정을 내리게 됨(남영호, 진현식 공저, 2013, p. 235)

6) 지상국만의 Do-nothing을 가정하는 것이 비현실적이므로 Do-something만을 가정하여야 한다는 점이 그것에 해당함.



제 2 항 경제성 분석의 전제 조건

- GOCI-II 경제성 분석은 2010년 예비타당성 분석과 2013년 개발타당성 검토를 통해 두 차례 실시되었음
 - 지난 2010년 예비타당성 검토를 시행한 바 있으며, 당시 B/C는 1.56, 금번 2013년 비용편익 분석의 B/C는 1.96으로 산출되었음
 - B/C 산출 과정의 편익에 대한 추가적인 요소 발굴 및 세밀한 조사 분석을 통해 편익 비중을 높인 결과임(표 74 참조)

표 74. 편익분석 비교

구 분		예타 (A, 2010)	개발타당성 (B, 2013)	차액 (B-A)
수산업	수산업 생산성 향상	138,980	129,837	(9,143)
	적조 편익	-	16,617	신규
	냉수대 관측 비용	-	23,716	신규
어장정보서비스	수입 대체 비용 절감	72,680	63,958	(8,722)
어장정보사업화	사업화 수익	39,500	37,949	(1,551)
재난/재해	피해 비용 절감	82,000	118,213	36,213
	조사 비용 절감	149,640	177,590	27,950
	연구 비용 절감	-	3,896	신규
합계		487,910	571,686	83,776

제 3 항 비용 추정

- 동 사업은 크게 하드웨어와 소프트웨어 구축 비용으로 구분되며, 소프트웨어는 세 가지, 즉 자료보정시스템, 자료처리시스템, 지상운영시스템으로 구성됨. 자료보정시스템은 다시 4개의 소프트웨어로, 자료처리시스템은 3개의 소프트웨어, 지상운영시스템은 3개의 소프트웨어 개발로 구성됨
- 이 중에서 자료보정시스템과 자료처리시스템은 위성과 지상국 사이의 통신, 수신된 원시자료를 해양정보로 1차 가공하는 시스템임. 이는 실질적으로 부속시스템 구축을 위한 자본적 지출의 성격에 가까워, 비용추정에서는 편의상 부속시스템 구축비로 정의함
- 그에 비해 지상운영시스템은 위성자료 송수신, 자료 저장 및 관리, 위성자료 배포 및 운영지원 소프트웨어 개발이 포함되어 있어 지출원인이 부속시스템 구축



으로 간주하는 것보다 해양위성센터 본연의 임무수행을 위한 경상적 지출의 일환으로 보는 것이 합리적임. 이러한 의미에서 편의상 지상운영시스템과 지상국 인프라 구축비는 임무수행을 위한 경상적 지출로 정의하기로 함

- 부속시스템(A) 구축비를 추정하기 위하여 각 구성요소별 유추추정을 통해 값을 산출하였음. 또한 경상적 지출(B) 비용 추정을 위해서는 각각의 투입 인건비, 직접비, 간접비를 기준으로 산정하였음

※ 부속시스템 구축비(A) 유추추정

- 국내에서 본 사업과 비교할 수 있는 사례는 저궤도위성인 다목적실용위성과 천리안위성을 들 수 있음. 유추추정을 하기 위해서는 탑재체 개발비용과 지상국 개발비용이 모두 필요하고, 이를 위해 타 부처의 제출자료 및 기존 개발비 자료를 통해 비교검토를 수행하였음
- 다목적실용위성은 정지궤도복합위성과 운영 궤도와 임무는 다르지만 X-band를 이용한 대용량 영상 수신/처리와 S-Band를 이용한 위성 관제를 수행한다는 점에서 저궤도 관측 위성용 지상국 시스템의 개발 사례로도 좋은 참고가 될 수 있음. 국내의 대표적인 저궤도 관측 위성인 다목적 실용위성시리즈의 탑재체 개발 비용과 지상국 개발비용과의 비율은 다음 표 75와 같이 정리할 수 있음

표 75. 다목적실용위성의 탑재체 개발비 대비 지상국 개발비 비교

개발차수	탑재체 (억 원)	지상국 (억 원)	지상국 비율	비 고
1호	2,242	245.00	10.93%	관제 안테나, 수신 안테나 신규 설치포함, 관제 S/W 및 수신처리 S/W 개발 포함
2호	2,633	146.14	5.55%	관제 S/W 개발 60억, 수신처리 S/W 86.14억원
3호	2,872	117.60	4.27%	관제 S/W 및 수신처리 S/W 개발예산 및 관련 H/W 구축 포함, 직접비, 인건비, 간접비 포함 비용. 특히 관제의 경우, 3호/5호의 위성에서 공통적인 위성체 버스를 사용함에 따라, 관제 S/W의 연계개발하며 비용 절감함
5호	2,480	84.40	3.52%	5호 SAR처리 S/W는 본 개발과제에 포함되지 않음. 탑재체 업체에서 제공함

- 일반적으로 위성의 개발차수가 진행됨에 따라 탑재체의 개발비는 증가할 수 있으나 지상국 시설은 재사용을 통한 효율화가 가능하여 개발비의 비율은 줄어드



- 는 것이 일반적인 추세임
- 그러나 다목적실용위성은 저궤도위성이므로 연속적인 관측업무를 수행하는 정지궤도위성의 지상국과는 비율이 다르게 나타날 것으로 예상됨
 - 따라서, 수집된 결과에서는 개발차수가 진행됨에 따라 지상국의 개발비율이 줄어드는 추세를 보여주는 근거가 될 수 있으나 그 비율 자체를 본 사업에 그대로 적용하기는 어려운 형편임
 - 국내에서 개발된 정지궤도 관측 위성은 2010년에 발사된 천리안과 2017년/2018년 발사예정인 본 사업인 정지궤도복합위성이 있음. 천리안과 정복위성의 개발비용은 표 76과 같음

표 76. 국내 정지궤도 관측 위성의 개발 비용 비교

구 분		천리안		정복위성	
위성체 구성		위성 1기, 탑재체 3 (기상, 해양, 통신)		위성 2기, 탑재체 4 (기상, 우주기상, 해양, 환경)	
위성 개발비용		3,386억 원 (지상국, 통신탑재체 비용 제외)		6,496.9억 원 (지상국, 우주기상탑재체 제외)	
지상국 개발 비용	항우연	63억원	영상전처리SW개발 (기상, 해양용), 분배SW개발, 위성운영센터 구축	200.1 억원	위성관제시스템 SW 개발(위성 2기용), 영상전처리SW개발 (기상, 해양, 환경), 분배SW개발, 위성운영센터 구축
	기상청	251억원	기상위성센터 및 관련 운영시스템(저장, 배포)구축	-	-
		60억원	기상자료처리시스템개발	-	-
	해양연	60억원	해양위성센터 및 관련운영시스템(저장, 배포) 구축	-	-
		40억원	해양자료처리시스템 개발	-	-
	ETRI	100억원	위성관제시스템 개발	-	-
		695억원	통신탑재체+통신지구국	-	-

- 지상국 개발 비용을 제외한 천리안의 위성 개발비용은 3,386억원이며, 정지궤도 복합위성의 위성 개발비용에서 동일 조건으로 개발 비용을 산출할 경우 위성 1기당 3,248.5억 원 가량으로 위성 1기당 개발 비용은 큰 차이가 없음



- 지상국 개발 비용의 경우, 천리안 위성 1기용 전처리시스템과 관제시스템, 위성 운영센터 구축비용을 합산한 비용은 163억원이며, 정복위성 위성 2기용 전처리 시스템과 관제시스템, 위성운영센터 구축비용은 200.1억원으로 위성 1기당 지상국 개발 비용은 천리안 대비 감소하였음
- 2개의 정지궤도 위성 개발 과제에서 위성 개발 비용과 지상국 개발 비용의 비율을 비교한 것을 다음 표 77과 같음

표 77. 위성개발비 대비 지상국 개발 비용 비교

구 분	천리안	정복위성 (후속)
위성개발비용 대 지상국개발(항우연) 비용 비율	약 4.81%	약 3.08%
위성개발비용 대 기상위성센터 개발(기상청) 비용 비율	약 9.18%	약 24.18% ⁷⁾

- 비교분석한 결과, 항우연의 지상국에 비하여 기상위성센터의 지상국이 개발비 대비 차지하는 비율이 높은 것으로 조사되었음. 이것은 항우연의 경우 위성자료를 수신하여 전처리한 자료를 백업하는 기능을 담당하는 반면, 기상위성센터는 이를 후처리한 자료를 배포 및 서비스하여 더 많은 기능을 담당하기 때문인 것으로 추정됨
- 본 사업의 탑재체 개발 비용으로는 933억 원의 제출된 바 있으며, 이번 지상국 개발 비용으로는 255.4억 원이 추산되어 있음
- 지상국 개발 비용의 추세를 살펴보면, 천리안 위성과 정복위성 사례를 통해 개발 비용의 증감양상을 표 78과 같이 분석할 수 있음

표 78. 지상국 개발 비용 비교

구 분	천리안 (억 원)	정복위성 (억 원)	증가 비율(배)
한국항공우주연구원	63	200	3.17
기상청	311	913	2.93
환경부	-	330	-
한국해양과학기술원	100	285	2.85

7) 기상청이 제안한 예비타당성 보고서의 개발 비용 1,570.74억 원을 반영함.



- 본 사업의 경우 해양 위성 자료의 데이터 양이 증가하고, 이를 백업하는 기능을 모두 새롭게 조성함에도 불구하고 여타의 개발 사례(평균 2.98배 증가)보다 낮은 비율(2.85배)로 증가한 비용임
- 본 사업의 각 시스템의 분야별 비목별 지출계획안은 다음 표 79와 같음
 - 자료보정과 처리를 위한 시스템 구축을 위한 비용으로 117억 원을 산정하였으며, 총 지출비용 중에서 공동개발 및 용역/위탁 금액이 38.5억원으로 32.8%를 차지함. 간접비는 전체의 16.6%로서 19.5억 원에 달함.(통합검증기술은 간접비 비율 최소 적용) 현재의 비용 추산은 인건비 및 자체개발이 전체 지출비용의 약 47%를 차지하므로 자체 내 인력을 효율적으로 활용할 수 있는 방안이 함께 모색되어야 할 것임

표 79. 분야별 비목별 지출계획안

구분 (단위: 억 원)	인건비	직접비				간접비 (17%)	계
		자체개발	공동개발	용역/위탁	연구장비/재료비		
(합계)	30.2	25.0	20.5	18.0	4.0	19.5	117
자료보정시스템	8.1	6.0	15.5	14.0	2.0	9.1	54.7
자료처리시스템	22.1	19.0	5.0	4.0	2.0	10.4	62.5
통합검증기술	2	4	0	19	2	3	30

※ 경상적 지출(B) 검토

- 경상적 지출(B) 비용에는 지상운영시스템과 지상국 인프라로 구성됨. 이 중에서 지상운영시스템을 구성하고 있는 위성자료 송수신 SW, 자료저장 및 관리 SW, 위성자료 배포 SW, 운영지원 SW 개발이 R&D 활동이라는 점에는 논란이 없으나, 지상국 인프라에 관련한 것을 독립적으로 보면 이는 R&D 활동은 아님. 다만, 천리안위성개발이나 정복위성개발의 경우 유관투자가 R&D 예산의 범위에서 집행된 바 있고, 현재까지는 이러한 관행이 유지되고 있음
- 동 사업에서 구축하고자 하는 시스템은 실질적으로 자료처리, 저장, 배포를 위한 서버 시스템이며, 원가 동인이 주로 하드웨어와 소프트웨어의 위탁용역단가임



표 80. 위성자료 관리 및 서비스 시스템 개발비 추정

구 분 (단위: 억 원)	인건비	직접비				간접비 (17%)	계
		자체 개발	공동 개발	용역 /위탁	연구장비/ 재료비		
(합 계)	6.6	2	1.5	4	101	23.1	138
지상운영시스템	5.2	2.0	1.5	4.0	2.0	3.0	17.7
지상국 인프라	1.4	0.0	0.0	0.0	99.0	20.1	120.5

※ 총 비용 추정 결과 요약

- 총 비용은 상기의 부속 시스템 구축비와 경상적 지출비용으로 구성되며, 다음 표 81과 같음

표 81. 총 사업비 추정결과 요약

구 분 (단위: 억 원)	인건비	직접비				간접비 (17%)	계
		자체 개발	공동 개발	용역 /위탁	연구장비/ 재료비		
(합 계)	38.8	31	22	41	107	45.6	285
자료보정시스템	8.1	6.0	15.5	14.0	2.0	9.1	54.7
자료처리시스템	22.1	19.0	5.0	4.0	2.0	10.4	62.5
지상운영시스템	5.2	2.0	1.5	4.0	2.0	3.0	17.7
지상국 인프라	1.4	0.0	0.0	0.0	99.0	20.1	120.5
통합검증기술	2	4	0	19	2	3	30

제 4 항 효과 추정

- 이번 사업의 경우 신규 위성개발에 따른 GOCI-II 전용 위성자료처리시스템 및 지상운영시스템 구축이 필요하여 실시하는 것이며, 특히나 GOCI-I 대비 24배 이상의 원시자료와 신규 해석정보 생산에 필요한 시스템이 개발되는 것임. 따라서 직접적인 효과는 수신처리 후 배포되는 해양위성정보의 양이 증가하는 것으로 확인될 수 있으며 대부분의 효과는 활용에 따른 간접적인 효과가 대부분 일 것임



- 따라서, 본 사업의 효과 추정을 위해서는 지상국 시스템 마련을 통해 발생하는 산출물이 줄 수 있는 혜택 즉, 활용 측면의 효과를 검토하는 것이 본 사업의 경제성 분석의 일환으로 가능할 것임
- 주요 효과는 해석 정보 활용이 고도화됨에 따라 대체 가능한 조사 및 관측 비용 절감, 정보 서비스 비용 절감, 신속한 해양 정보 습득에 의한 정(+)의 효과를 얻을 수 있음

○ 조사 및 관측 비용 절감

- 본 사업을 통해 조사 및 관측 비용 절감 효과가 있으며, 다음의 경우에 경제적 효과를 더할 수 있음

○ 냉수대 관측 비용 절감

- 기존의 냉수대 관측은 탐사선이 이동하면서 한 번에 관측할 수 있는 면적에 대해서 위성영상이 대체할 수 있게 되면서 경제적 효과를 얻을 수 있음
- 냉수대 탐지를 위해서는 우리나라의 총 영해 면적인 약 443,838km²(국립해양조사원, 2012)에 대한 탐사가 필요함. 산술적인 논의를 위해 탐사선이 이동하면서 한 번에 관측할 수 있는 면적은 약 4km²로 가정한다면, 배의 이동 속도가 10knot(시간당 약 18km 이동)일 경우 단위당 이동시간은 0.054h/km에 해당함
- 이러한 조건으로 우리나라 전 영해를 1회 관측면적으로 나누면 총 110,959.5회의 관측이 필요하며, 각 관측당 2회의 선박 이동을 감안했을 때, 총 관측시간은 11,982.7시간으로 산출됨. 즉, 499.3일에 해당하며, 1회 관측비용을 감안했을 때 전체 비용은 4,992백만 원이 소요될 것으로 예상됨
- 하지만 위성영상을 통해서 얻을 수 있는 정보는 해당 조사의 전 영역의 자료를 대체할 수 없으며, 대략 20%의 정보 이용이 가능할 것으로 판단됨(국립수산과학원 담당자 인터뷰, 2013. 10)
- 조사를 위해서는 탐사선(KIOST 이어도호)을 운용해야하며 그 활용 인력은 승무원 15명과 연구원 10명 정도에 해당하며, 이들의 탐사 활동 비용이 절감됨
- 냉수대 탐지에 대한 업무시간 절감에 의한 경제적 효과는
총 관측날짜(499.3일)×하루 운용비용(1천만 원)의 비용절감 효과를 기대할 수 있음
- 또한, 조사를 위한 탐사선 운용에 필요한 인력의 평균 하루 인건비는 약 15만원이며, 상기의 499.3일의 총 관측날짜에 활용인력(25명)과 일인당 하루 인건비(15만원)를 이용하여 총 조사 인건비를 해양위성정보로 활용하여 절감할 수 있음
- 하루 인건비 총액 = 25명 × 150,000원 = 3,750,000원
- 총 관측 인건비 = 499.3일 × 3.75백만 원 = 1,872백만 원



- 재난피해 현장조사 비용 절감 효과
 - 국립재난안전연구원에서는 태풍 이동경로 모니터링, 산불발생 감시 및 피해분석, 화산재 발생현황 분석, 기타 재난감시, 피해 분석 및 연구의 기초자료로서 위성영상을 활용하고 있음
 - 재난피해지역 조사를 위한 현장조사는 현장답사(1일), 조사결과 취합 및 분석, 결과도출(1일)까지 총 2일(48시간)의 시간이 소요됨. 이를 위한 인력 파견 시 출장비 및 업무공백으로 인한 추가 비용이 발생함. 현장조사를 위한 인력 파견 시마다 출장비 및 업무공백으로 인한 추가 비용이 발생함
 - 대체활용되는 활용인력 수는 8명, 활용인력 평균 인건비는 250만원/월, 1인당 업무 절감시간은 192시간/월임
 - 따라서 활용인력 8명에게 각 하루당 15만원의 비용 절감효과가 발생함

- 해양정보 서비스 구독 비용 절감 효과
 - 본 사업을 통한 해양정보는 해양관련 예보를 제공할 수 있음. 기존의 해양관측 도구인 항공기, 선박과 비교하면 다음 표와 같은 특징을 가짐
 - 즉, 해양위성정보는 광범위한 지역을 관측할 수 있으며, 관측주기 또한 짧기 때문에 해양오염사고 발생 후 기름의 확산 가능 지역을 파악할 수 있음. 따라서 사고 발생시 광범위한 지역을 지속적으로 관측하면서 해양예보를 통해 기름이 흘러갈 수 있는 지역을 미리 예측하여 집중적인 방제자원을 투입할 경우 보다 신속하고 효율적인 방제효과를 기대할 수 있음

표 82. 주요 해양관측 도구의 특징 비교

구 분	항공 관측	선박 관측	GOCI
관측시간	탑재된 센서에 따라 상이	6~8일	30분
관측주기	요청 시	연 6회 관측	매 시간 관측
공간 해상도	1m 이하	-	250m × 250m 1km × 1km
관측 영역	수 km 폭으로 관측	한반도 연안 중심 25개선 207개 정점	Local: 2,500km × 2,500km 전구관측
산출 자료	해안선 관측, 수심, 적조 생물 종 구분 등	수온, 염분, 용존산소, 영양염류, 플랑크톤	해수면 복사휘도, 해수광특성정보, 엽록소 농도, 총 부유물질, 용존유기물, 적조, 수산 및 어장분포도, 해수의 청명도, 해수의 유형, 유속정보, 황사, 산불, 홍수, 폭설, 식생지수 등 대기 및 지구환경 모니터링 정보, 엽록소 농도, TSS, CDOM, 적조 등



- 국내외 해양 유류오염 사고를 사례 중심으로 비교해 보면, 톤당 평균 피해비용은 33.77백만원임.(평균 피해비용 55,544억원/평균 기름유출량 164,466톤=33.77백만원/톤)
- 국내 해양오염사고에 대한 현황을 살펴보면, 2006년부터 2012년까지 연평균 293건의 사고가 발생하고 있으며, 유출량은 평균 2,332kl 정도로 나타남
- 결국 연평균 유출량을 1톤당 피해액으로 산정하면, 연평균 유출량(2,332kl) × 1톤당 피해액(3,377만 원) = 787억 원의 해양오염사고에 의한 피해액이 발생하고 있음을 확인할 수 있음
- 해양관측에서 위성관측이 차지하는 비율은 20개 항목 중에 3개이므로 15%에 해당하며, 매년 해양오염사고로 발생하는 피해액과 해양관측에서 위성관측이 차지하는 비율을 적용하여 해양오염사고 발생비용(787억원/년) × 해양관측을 통한 피해절감비율(15%) = 118.12억원으로 산출됨

표 83. 해양 유류오염 사고 현황

구분	씨프린스호	에리카호	허베이스피리트호	멕시코만 유정
사고장소	여수 인근 수리도	프랑스 브르타뉴 해상	태안반도	미국 멕시코만
사고일자	1995.07.23.	1999.12.12.	2007.12.07.	2010.04.20
사고원인	태풍피항 중 화재	유조창고 부식	부선과 충돌	가스 유정 누출
기름유출	5,035	20,000	12,574	620,253
피해비용	502	2,675	약 3,000(추정)	216,000

○ 정보비용 절감 효과

- 적조는 해류 및 조류, 일조량, 수온 염분, 영양염류 등 적조생물이 번성할 수 있는 환경조건이 맞는 경우에 번성이 일어나기 때문에, 매년 피해액의 편차가 큼
- 정지궤도 해양탐재체의 해양위성 자료는 하루에 8번 관측에 의해 적조탐지, 적조정보, 적조이동예측, 주변양식장의 대책마련에 의해 적조에 의한 피해를 최소화할 수 있을 것으로 추정됨



- 해양위성으로 사전 적조를 감지하여 어민들이 이에 대한 대처를 함으로써 적조에 의한 피해를 줄일 수 있을 것임. 지금까지 위성으로 적조를 탐지할 수 있는 기술이 개발되지 못하여, 국내에서는 위성 적조예측 서비스는 한 사례가 없으나, 최근(2007, 2008) KIOST에서 적조 탐지기술을 개발하여 GOCI 위성부터는 적용가능 할 것으로 판단되고, 경제적 효용을 얻을 것으로 판단됨
- 본 사업을 통해 얻어지는 해양위성정보를 통해 적조 피해 저감 및 그와 관련한 사회적 손실 비용의 절감이 가능함
- 수산업 분야 경제적 손실액은 최근 20년 평균 73.85억원으로 추산되며, 국민 보건 관련 경제적 손실액은 유독성 적조 발생 빈도수 증가를 보수적으로 고려하여 미국 적조관련 국민 보건분야 피해비중 대비 50%로 산정해 36.93억원으로 추산할 수 있음. 따라서 적조 탐지에 의한 경제적 효과는 연간 110.78억원으로 추정됨

표 84. 연도별 적조 피해액

년도	경제적 손실액(억원)	년도	경제적 손실액(억원)
1992	65.0	2003	215.0
1993	91.0	2004	1.2
1994	0	2005	10.6
1995	764.0	2006	0.7
1996	21.0	2007	115.0
1997	15.0	2008	0
1998	1.6	2009	0
1999	3.2	2010	0
2000	2.6	2011	0
2001	84.0	2012	44.0
2002	49.0	2013	141.9

자료: 국립수산과학원, 2013.

- 본 사업을 통해 얻어지는 해양위성정보를 통한 간접적인 효과 추정을 요약하면 다음 표 85와 같음



표 85. 간접적 효과 추정

구분	효과 추정 내용
조사 및 관측 비용 절감	- 냉수대 관측 비용 절감: 우리나라 전 영해관측비 약 68억원 추정 - 재난피해 현장조사 비용 절감: 8명의 조사요원 일단 15만원 정도의 비용 절감 효과 추정
정보 서비스 비용 절감	- 본 사업의 해양정보는 해양관련 예보 제공 가능 - 기존 해양관측 도구인 항공기, 선박과 비교하면 사고 발생시 광범위한 지역을 지속적으로 관측하면서 해양예보를 통해 기름이 흘러갈 수 있는 지역을 미리 예측하여 집중적인 방제자원을 투입할 경우 보다 신속하고 효율적인 방제효과를 기대할 수 있음
신속한 해양 정보 습득에 의한 효과	- 본 사업의 위성 자료는 하루에 8번 관측에 의해 적조탐지, 적조경보, 적조이동예측, 주변 양식장의 대책 마련이 가능하도록 하기에 적조에 의한 피해를 최소화할 수 있음 - 수산업 분야 경제손실액은 20년 평균 73.85억원이며, 적조에 따른 피해비율은 미국 사례를 보수적으로 적용한 50%로 보았을 때 36.93억 원으로 추산 가능함. 즉 적조 탐지에 의한 효과는 연간 약 110억 원으로 추정됨

제 5 항 경제성 타당성 분석 결과

- 동 사업에서의 경제성 분석은 지출비용 대비 연간 가용자료량을 비교하는 비용 효과분석의 방법을 채용함. Do-nothing의 검토안은 고려할 수 없으므로, Do-something의 대안으로 천리안 위성과 본 사업(정복위성)의 대안을 비교하고자 함
- 그 결과, E/C 값이 큰 것이 경제적 타당성을 확보하게 됨

표 86. 경제성(E/C) 분석

구분	천리안 GOCI-I	정복위성 GOCI-II
연간 유용 Data(TB)	41.64	171.9
추정 사업비(억 원)	100	285
추정 총 비용(억 원)	500*	685*
E/C(TB/억 원)	0.083	0.251

* 운영비용 = 40억 원/년(가정)



- 지상국이 없는 상황(Do-nothing)은 불가능하며, 지난 천리안 위성 사업상의 E/C와 본 사업의 E/C를 비교 분석함
- 천리안 E/C는 0.083, 정복위성인 본 사업의 E/C는 0.251으로 산출됨
- 따라서, 본 사업의 지상국 개발은 GOCI-II 자료를 수신하는 기능을 수행하는 곳으로서 그 필요성이 경제적으로는 타당한 것으로 분석되었음
- 결국, 동 사업의 경제적 효과 분석들에 의한 해당 사업의 비용은 여타의 유사한 사업과 비교하였을 때 새롭게 도입되는 기술과 장비를 도입하는 것으로서 반드시 필요한 비용지출 계획임. 특히 탑재체 개발 단독 개발으로는 실효를 얻을 수 없는 것이며, 여타 유사한 사업에서도 탑재체와 지상국 개발 비용의 비율이 일률적이지 않았던 것이었으므로 비용에 대한 적정성은 필요 경비 지출에 의거 확보하는 것이 타당할 것임
- 특히, 기 탑재체 개발에 의한 경제성분석에 따르면 2010년 편익 예측에 비해 '해양오염 사고 피해비용 절감', '해양조사 비용 절감'에 대한 구체적인 편익이 더해졌으며, '적조 편익', '냉수대 관측 비용 절감', '연구 비용 절감' 등에 대한 항목이 신규 편익 항목으로 다루어져 B/C 비율이 증가한 상황임
- 그럼에도 불구하고, 지상국 개발 비용은 여타 다른 개발 사업의 지상국 개발 비용의 증가비에 비해 평균을 밑도는 수준으로 설정되었으며, 기능 차원에서는 24배 이상의 대용량 데이터를 처리하기 위한 시스템을 마련하는 것임
- 또한, 비정량적인 경제성 분석 판단을 위한 효과 측면에 있어서도 동 사업 수행시 기존에 어렵게 확보했던 해양위성정보를 구득하거나 활용할 수 있게 되므로 이에 대한 효과는 산술적인 효과를 능가하는 것으로 판단됨

제 8 장

연구개발 결과의 활용방안 및 기대효과

제1절 활용방안

제2절 기대효과



제 1 절 활용방안

- 정지궤도 복합위성 해양탐재체 개발타당성 평가에서 검토된 위성자료의 활용지원을 위해 본 시스템이 운영될 것임
- 수산업분야
 - 어업 환경 정보 : 어업활동에 직접적인 영향을 미치는 적조, 냉수대, 저염수 등의 어업에 영향을 미치는 환경 정보를 수산업계 및 국민들에게 제공
 - 어장 정보 : 수산업 분야에 활용 가능한 위성관측 자료를 제공하고, 현업기관에서는 제공받은 위성관측 자료를 현업 활용에 적합한 정보로 변환하여 어민들에게 제공
- 재난·재해 현업활용 분야
 - 해양·기상 활용 : 해양의 재해·재난을 모니터링하고 해양 위성관측 자료를 활용하여 생산된 예측 정보를 해양관련 현업 기관과 운항 중인 선박에 제공 (유류유출, 태풍, 쓰나미, 해무, 해빙 등)
 - 육상 대기 활용 : 위성 영상 분석을 통해 산출된 육상 재난·재해 정보를 관련 현업기관에 신속하게 전달 (폭설, 산물, 화산폭발 등)
- 해양환경감시분야
 - 중·장기 활용
 - 탄소순환 감시와 해양기후변화 관측을 위해 활용 가능
 - 일차생산력과 식생지수 등의 탄소 순환과 밀접하게 관련되어 있는 해양 산출물을 지속적으로 연구하여 기후 변화에 대한 장기적인 관점에서의 정책 결정을 위한 중요 근거 자료로 활용
 - 다양한 위성영상 처리과정을 거쳐 해양환경 분야에 특화된 다양한 해양환경 정보로 변환 하여 현업기관에 제공
 - 해양환경 정보의 종류에는 식물성 플랑크톤 분포 분석영상, 부유퇴적물 분석영상, 용존 유기물 분석영상 등의 기본 산출물과 이를 이용하여 부가적으로 산출해내는 일차생산력, 수직적 가시거리 등
 - 현업기관에서 해양수질 관리 및 모니터링, 해양보호구역 관리, 하구역 생태 관리 등 다양한 분야에서 활용



- 단기 활용
 - 해수의 탁도 변화와 수질변화를 모니터링하고 투기해역 감시를 통해 해양환경 보호 구역을 설정하는 근거 자료로 활용
 - 현업기관에 위성관측 자료를 제공하고 이를 지방자치 단체에서 활용하도록 유도
 - 투기 해역감시 해사 채취와 같이 해수 탁도의 변화를 야기하는 해양활동을 감시

- 정지궤도복합위성 해양탐재체 주요핵심기술개발은 정부 우주개발 중장기계획의 독자적 우주개발능력 확보의 밑거름으로 다음과 같은 효과를 기대
 - 하드웨어로 구성된 통합검증시스템으로 다양한 임무/환경에 대한 GOCI-II 모사 기술 확보
 - 하드웨어 접속 오류 및 비정상 상황에 대한 다양한 해결방안 모색 가능
 - 발사후 추가변경사항에 대해 사전점검 시험 가능
 - 후속 해양탐재체를 위한 국내 핵심기술 제작능력 습득
 - 선진국 기술유출 제한 품목이며, 정지궤도 위성탐재체에 공통활용이 가능한 핵심기술의 국내 개발능력 습득

- 기타활용분야
 - 기상활용
 - 관측된 위성 정보를 기상 자료로 제공하여 예보정확도 향상
 - 기상 예보 정확도 향상을 위한 자료의 공유를 목적으로 하며, 기상분석 방법 등에 직접적인 활용을 위해 원시영상, 천연색 합성 영상 등을 제공
 - 황사, 해무, 스모그 정보 등의 가시적인 파악이 가능
 - 군작전 지원 활용 : 위성관측 자료를 분석하여 관측 불가지역(북한)에 대한 정보를 수집하여 군 작전 수립에 필요한 정보를 생산하여 제공 (천연색 분석영상, 해류, 해빙, 해무, 조간대 변화, 북한지역 분석 자료 등)
 - 육상 분야 : 육상을 지속적으로 모니터링 하여 육상의 변화를 관측하고 이를 현업기관에 제공 (식생지수분포, 단풍지수분포, 적설지수 분포, 태양광 분석 자료 등)

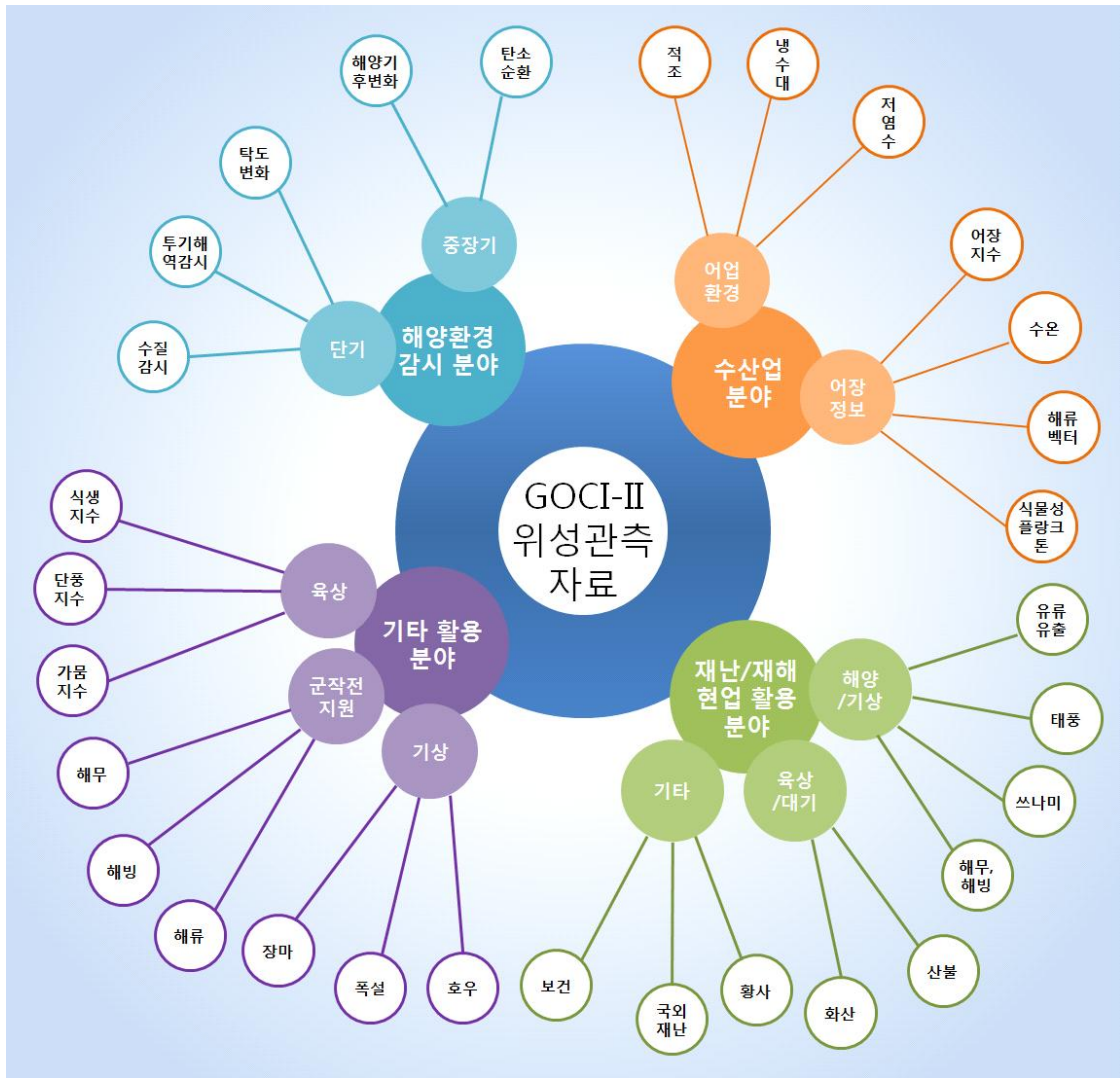


그림 108. GOCI-II 위성활용 서비스 모델 분야



제 2 절 기대효과

제 1 항 현업활용 위성으로 활용분야 확대

- “신속·정확한 상황 파악 및 조기 대응으로 해양재해·재난 피해 저감”
 - 관측 후 40분 이내 적조 발생 해역을 확인할 수 있는 자료를 제공 가능
 - 외해로부터 유입되는 적조에 대한 사전 경계를 통한 적조 피해 저감에 15% (미국, 적조관측시스템의 위성 기여율) 기여
 - 녹조, 냉수대 등 대규모 해양현상에 대한 조기 정보 지원
 - 해양 이외의 기상, 환경 분야 융합 활용(황사, 태풍, 미세먼지)

제 2 항 해양영토주권 강화 및 기후변화 대응

- “한반도 영토 감시”
 - 250m 급 이상의 연안 / 해양환경변화 실시간 감시
 - 관측공백 지역의 연안 해양 감시 지원 (해무 및 해빙 발생 유무, 해류 벡터)
- “해양탄소순환 및 장단기 기후변화 이해도 향상”
 - 해양 일차생산력 및 해양-대기 탄소 교환량에 대한 정량적인 분석을 통해 해양 탄소배출권 도입에 대비
 - 법 제정 등으로 해양탄소배출권을 인정할 경우, 2~300억원의 직접적인 편익이 창출(KISTEP, 2010)
 - 기후변화나 중장기 기후변동성에 대한 해양의 역할을 이해하여 해양변화 예측에 기여
- “산업계 활성화”
 - 어장정보 서비스 상용화 및 e-Nav. 산업 연계 등을 통한 산업계 활성화

제 3 항 위성의 탐재체 국산화에 기여

- 통합검증 기술연구의 결과물을 활용시에는 국산화 부품선정에 도움을 줄수 있으며, 일정상 부품 선정등 단축 효과, 기술력 배양에 따른 시간단축 효과, DM 개발 결과를 분석하여 EM으로 바로 진행이 가능할 수도 있어 이에 따른 일정 및 예산 단축 효과가 기대됨



표 87. 차기 해양탐재체의 국내주도 개발을 위한 핵심기술연구의 기대효과

핵심기술 연구 항목	세부 내용	기대효과
시스템 통합 및 검증기술	- 시스템 기술 검증	기술 확보 위험도 감소
SiC 광구조부 설계/제작/시험기술	- 재료 - 가공 및 제작 공정 - 제작 공차 관리 - 환경조건 검증기술	기술력 배양 위험도 감소
단파적외선 검출부 설계/제작/시험 기술	- 영상센서 검증 기술 - 개발 일정 단축 - 향상되는 검출기 성능 검증	기술력 배양 일정 단축
고안정/고정밀 이축 구동부 설계/제작/시험 기술	- 국내 산업체 기술 검증 - 개발 일정 단축	기술력 배양 위험도 감소

표 88. 주요핵심기술연구 전후에 대한 기술수준 예측분석

해양탐재체 세부기술		핵심기술연구전		핵심기술연구후	증감
시스템	시스템통합	6.7	6.9	7.5	9%
	성능	6.3			
	운영	7.7			
	접속	7			
SiC 광구조부	SiC 반사경	3	3	5	67%
	SiC 텔레스코프	3			
초점면 전자부(검출부)	2D MCT 검출기	2.3	2.8	4	43%
	MCT 검출기 냉각기	2			
	검출기 제어부	4			
고안정 고정밀 이축 구동부	-	3	3	5	67%

- 설계기술: 1~2 (기초개념 단계), 3~4 (개념적 설계), 5~6 (상세분석), 7~8 (응용), 9(성숙)
- 제작기술: 1~2 (실험실 단계), 3~4 (상용), 5~6 (군용), 7~8 (우주급), 9(수출가능)
- 조립/시험/검증기술: 1~2 (실험실 단계), 3~4 (설비보유), 5~6 (자문, 우주인증), 7~8 (독자수행, 우주인증), 9(기술이전)

제 9 장

참고문헌



- 국립수산과학원, KODC NEWSLETTER No.50.(2008)~No.54.(2011).
- 국립환경과학원, 2012. 환경위성 지상국 설립을 위한 기획 연구
- 교육과학기술부, “우주산업실태조사”, 2012
- 교육과학기술부, “우주산업실태조사”, 2013
- 기상청, 2011. 후속위성(정지궤도 기상위성) 지상국 개발 선행연구
- 남영호, 진현식 공저, 2013, 신규사업과 프로젝트 사업타당성 분석, 세명서관
- 미래창조과학부, 2013. 우주개발 중장기 계획
- 미래창조과학부, “2013년도 우주개발 시행계획”, 2013
- 박근혜 정부 국정과제, 2013
- KISTEP, 2010. 정지궤도 복합위성 개발사업 예비타당성조사
- KISTEP, 2013. 정지궤도 기상위성 지상국 개발 사업 예비타당성조사
- 한국해양과학기술진흥원, 2013. 정지궤도 복합위성 해양탐재체 (GOCI-II) 개발타당성 평가
- 김 응, 노영재, 2000. 연속 위성 화상 자료상의 향상된 형태추적법을 이용한 유속추정기법, *대한원격탐사학회지*, 16(3): 199-209.
- 김용민, 변영기, 허용, 유기윤, 2007. MODIS level 2 data를 이용한 *cochloidium polykrikoides* 적조 탐지, *대한토목학회논문집*, 27(4), 535-540.
- 서형수, 송인호, 이철우, 2006. Landsat 위성자료를 이용한 남해안 적조영역 검출기법에 관한 연구, *한국지리정보학회지*, 9(4), 192-141.
- 손영백, 강운향, 유주형, 2012. 천리안 해색위성 GOCI를 이용한 대한민국 남해안 적조 모니터링, *대한원격탐사학회지*, 28(5), 531-548.
- 이권호, 이소현, 2012. 해색위성 원격탐사를 이용한 부유성 녹조 모니터링, *한국지리정보학회지*, 15(3), 137-147.
- Ahn, Y. H., J. E. Moon, and S. Gallegos, 2001. Development of suspended particulate matter algorithms for ocean color remote sensing, *Korean Journal of Remote Sensing*, 17(4): 285-295.
- Ahn, Y.H., P. Shanmugam, J.H. Ryu, J.C. Jeong, 2006. Satellite detection of harmful algal bloom occurrences in Korean waters, *Harmful Algae*, 5, 213-231.
- Ahn, Y.H. and P. Shanmugam, 2006. Detecting the red tide algal blooms from satellite ocean color observations in optically complex Northeast-Asia Coastal waters, *Remote Sensing of Environment*, 103, 419-437.
- Ahn, Y. H., P. Shanmugam, J. H. Ryu, and J. C. Jeong, 2006. Satellite detection of



- harmful algal bloom occurrences in Korean waters, *Harmful Algae*, 5: 213-231.
- Ahn, J.H., Y.J. Park, J.H. Ryu, B. Lee, and I.S. Oh, 2012. Development of atmospheric correction algorithm for Geostationary Ocean Color Imager (GOCI), *Ocean Sci. J.*, 47(3), 247-259.
- Austin, R.W., and T.J. Petzold, 1981. The determination of the diffuse attenuation coefficient of sea water using the coastal zone color scanner, in *Oceanography from Space*, edited by J. F. R. Gower, *Springer*, New York. pp. 239-256
- Balch W. M, Eppley R. W., and Abbott MR, 1989a. Remote sensing of primary production-I. A comparison of empirical and semi-analytical algorithms, *Deep-Sea Res.*, 36: 281-295
- Balch W. M, Eppley R. W, Abbott MR, 1989b. Remote sensing of primary production-II. A semianalytic algorithm based on pigments, temperature and light, *Deep-Sea Res.*, 36: 1201-1217
- Barton, I. J, 2002. Ocean currents from successive satellite images: The reciprocal filtering technique, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 19:1677-1689.
- Barnes, R.A., A.W. Holmes, and W.E. Esaias, 1995: Stray Light in the SeaWiFS Radiometer. *NASA Tech. Memo* 104566, Vol. 31, S.B. Hooker, E.R. Firestone, and J.G. Acker, Eds., NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, 76 pp.
- Belward, A.S., H.J. Stibig, H. Eva, F. Rembold, T. Bucha, A. Hartley, R. Beuchle, D. Khudhairy, M. Michielon and D. Mollicone, 2007. Mapping severe damage to land cover following the 2004 Indian Ocean tsunami using moderate spatial resolution satellite imagery, *International Journal of Remote Sensing*, 28(13-14), 2977-2994.
- Binding, C.E., D.G. Bowers, 2003. Measuring the salinity of the Clyde Sea from remotely sensed ocean colour, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57, 605-611.
- Blough, N.V., and R. Del Vecchio, 2002. Chromophoric DOM in the coastal environment. pp.509-546 in *Biogeochemistry of Marine Dissolved Organic Matter*, D.A. Hansell and C.A. Carlson, eds., *Academic Press*, Cambridge, MA.
- Bowen, M. M, W. J. Emery, J. L. Wilkin, P. C. Tildesley, I. J. Barton, and R. Knewton, 2002. Extracting multiyear surface currents from sequential thermal imagery using the maximum cross-correlation technique, *Journal of*



- Atmospheric and Oceanic Technology*, 19:1665-1676.
- Cannizzaro, J. P., K. L. Carder, F. R. Chen, C. A. Heil, and G. A. Vargo, 2008. A novel technique for detection of the toxic dinoflagellate, *K. brevis*, in the Gulf of Mexico from remotely sensed ocean color data, *Continental Shelf Research*, 28: 137-158. doi:10.1016/j.csr.2004.04.007
- Carder, K.L. and R.G. Steward, 1985. A remote-sensing reflectance model of a red-tide dinoflagellate off west Florida, *Limnology and Oceanography*, 30(2): 286-298.
- Carder, K.L., S.K. Hawes, K.A. Baker, R.C. Smith, R.G. Steward, and B.G. Mitchell, 1991. Reflectance model for quantifying chlorophyll a in the presence of productivity degradation products, *Journal of Geophysical Research*, 96(C11): 20,599-20,611.
- Carder, K.L., F. Chen, Z.P. Lee, S. Hawes and D. Kamykowski 1999. Semianalytic Moderate-Resolution Imaging Spectrometer algorithms for chlorophyll-a and absorption with bio-optical domains based on nitrate-depletion temperatures, *Journal of Geophysical Research*, 104: 5,403-5,421.
- Carvalho, G.A., P.J. Minnett, L.E. Fleming, V.F. Banzon, W. Baringer, 2010. Satellite remote sensing of harmful algal blooms: A new multi-algorithm method for detecting the Florida Red Tide (*Karenia brevis*), *Harmful Algae*, 9, 440-448.
- Carvalho, G.A., Minnett, P. J., Banzon, V. F., Baringer, W., & Heil, C.A. 2011. Long-term evaluation of three satellite ocean color algorithms for identifying harmful algal blooms (*Karenia brevis*) along the west coast of Florida: A matchup assessment. *Remote Sensing of Environment*, 115(1), 1-18. doi:10.1016/j.rse.2010.07.007
- Chen, P., S.C. Liew and L.K. Kwok, 2005. Tsunami Damage Assessment Using High Resolution Satellite Imagery: A Case Study of Aceh, Indonesia, *2005 IGARSS proceeding*, 1405-1408.
- Choi, J.-K., Y.J. Park, J.H. Ahn, H.-S. Lim, J. Eom, J.-H. Ryu, 2012. GOCI, the world's first geostationary ocean color observation satellite, for the monitoring of temporal variability in coastal water turbidity, *Journal of Geophysical Research*, Vol.117, C09004, doi:10.1029/2012JC008046
- Ciappa, A., L. Pietranera, A. Coletta, X. Jiang, 2010. Surface transport detected by pairs of COSMO-SkyMed ScanSAR images in the Qingdao region (Yellow Sea) during a macro-algal bloom in July 2008, *Journal of Marine Systems*, 80, 135-142.



- Dzwonkowski, N., and X. H. Yan, 2005. Tracking of a Chesapeake Bay estuarine outflow plume with satellite-based ocean color data, *Continental Shelf Research*, 25: 1942-1958.
- Emery, W.J., A.C. Thomas, M.J. Collins, W.R. Crawford, and D.L. Mackas, 1986. An Objective method for computing advective surface velocities in shallow seas extracted from sequential coastal zone color scanner satellite data, *Journal of Geophysical Research*, 94(C9):12681-12691.
- Eplee, R.E., W.D. Robinson, S.W. Bailey, D.K. Clark, P.J. Werdell, M. Wang, R.A. Barnes and C.R. McClain, 2001. Calibration of SeaWiFS. II. Vicarious techniques, *Appl. Opt.*, 40(36), 6701-6718.
- Eppley R.W., E. Stewart, M.R. Abbott, and U. Heyman, 1985. Estimating primary roduction from satellite chlorophyll: introduction to regional differences and statistics for the Southern California Bight, *Journal of Plankton Research*, 7: 57-70
- ESA, 2007. ESA's Purpose, ESA
- Euroconsult, "Satellite to be Built&Launched by 2021", 2012
- Euroconsult, "Government Space Markets", 2013
- Euroconsult, "Satellite-Based Earth Observation" 2012
- Franz, B.A., S.W. Bailey, P.J. Werdell and C.R. McClain, 2007. Sensor-independent approach to the vicarious calibration of satellite ocean color radiometry, *Appl. Opt.*, 46(22), 5068-5082.
- Garver, S.A. and D.A. Siegel, 1997. Inherent optical property inversion of ocean color spectra and its biogeochemical interpretation 1. Time series from the Sargasso Sea, *Limnology and Oceanography*, 30(2): 286-298.
- Gene R. M., 2011. Impact of NASA EOS Instrument Data on the Scientific Literature: 10 Years of Published Research Results from Terra, Aqua, and Aura. Issues in Science and Technology Librarianship, DOI: 10.5062/F4CC0XMJ
- Gordon, H., O. Brown and M. Jacobs, 1975. Computed relationships between the inherent and apparent optical properties of a flat homogeneous ocean, *Appl. Opt.*, 14(2): 417-427.
- Gordon, H.R., 1987. Removal of atmospheric effects from satellite imagery of the oceans, *Appl. Opt.*, 17(10), 1631-1636.
- Gordon, H.R., and M. Wang, 1994. Retrieval of water-leaving radiance and aerosol



- optical thickness over the oceans with SeaWiFS: a preliminary algorithm, *Appl. Opt.*, 33(3), 443-452.
- Gordon, H.R., 1998. In-orbit calibration strategy for ocean color sensors, *Remote Sens. Environ.*, 63(3), 265-278.
- Gower, J.F.R., 1994. Red Tide Monitoring Using AVHRR HRPT Imagery from a Local Receiver, *Remote Sensing of Environment*, 48, 309-318.
- Howard K. L and J. A. Yoder, 1997, Contribution of the subtropical ocean to global primary production. In: Liu CT (ed) Space Remote Sensing of the Subtropical Oceans, *Pergamon Press*, New York, 157-168
- Iverson R.L., W. E. Esaias, and K. R. Turpie, 2000. Ocean annual phytoplankton carbons and new production, and annual export production estimated with empirical equations and CZCS data, *Global Change Biol.*, 6:57-72
- Hu, C., K.L. Carder, F.E. Muller-Karger, 2000. Atmospheric Correction of SeaWiFS Imagery over Turbid Coastal Waters: A Practical Method, *Remote Sens. Env.* 74:195-206.
- Hu, C., K.E. Hackett, M.K. Callahan, S. André'fouet, 2003. The 2002 ocean color anomaly in the Florida Bight: A cause of local coral reef decline?, *Geophysical Research Letters*, 30(3), 1151, doi:10.1029/2002GL 016479.
- Hu, C., D. Li, C. Chen, J. Ge, F.E. Muller-Karger, J. Liu, F. Yu, M.-X. He, 2010. On the recurrent *Ulva prolifera* blooms in the Yellow Sea and East China Sea, *Journal of Geophysical Research*, 115, C05017, doi:10.1029/2009JC005561.
- Ishizaka, J., Y. Kitaura, Y. Touke, H. Sasaki, A. Tanaka, H. Murakami, T. Suzuki, K. Matsuoka, H. Nakata, 2006. Satellite Detection of Red Tide in Ariake Sound, 1998-2001, *Journal of Oceanography*, 62, 37-45.
- Kahru, M., J.-M. Leppanen, O. Rud, 1993. Cyanobacterial blooms cause heating of the sea surface, *Marine Ecology Progress Series*, 101, 1-7.
- Kamachi, M., 1989. Advective surface velocities derived from sequential images for rotational flow: Limitation and applications of maximum cross-correlation method with rotational registration, *Journal of Geophysical Research*, 94(C12):18227-18233.
- Kouchi, K., and F. Yamazaki, 2007. Characteristics of Tsunami-Affected Areas in Moderate-Resolution Satellite Images, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 45(6), 1650-1657.
- Kuo, N. J, and X. H. Yan, 1994. Using the Shape-Matching to compute sea-surface



- velocities from AVHRR satellite, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 32(3):724-728.
- Kutser, T., L. Metsamaa, N. Strömbeck, E. Vahtmäe, 2006. Monitoring cyanobacterial blooms by satellite remote sensing, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67, 303-312.
- Lavender, S.J., M.H. Pinkerton, G.F. Moore, J. Aiken, and D. Blondeau-Patissier, 2005. Modification to the atmospheric correction of SeaWiFS ocean colour images over turbid waters, *Continental Shelf Research*, 25(4), 539-555.
- Lee, Z. P., K.L. Carder and R.A. Arnone, 2002. Deriving inherent optical properties from water color: a multiband quasi-analytical algorithm for optically deep waters, *Appl. Opt.*, 41(27): 5,755-5,772.
- Lee, Z.P, K.L. Carder, and K.P. Du, 2004. Effects of molecular and particle scatterings on model parameters for remote-sensing reflectance, *Appl. Opt.*, 43:4957-4964.
- Lee, Z.P, K.P. Du, and R. Arnone, 2005. A model for the diffuse attenuation coefficient of downwelling irradiance, *Journal of Geophysical Research*, 110: C02016, doi:10.1029/2004JC002275.
- Lee, J.H., I.C. Pang, I.J. Moon, and J.H. Ryu, 2011. On physical actors that controlled the massive green tide occurrence along the southern coast of the Shandong Peninsula in 2008: A numerical study using a particle-tracking experiment, *Journal of Geophysical Research*, 116, C12036, doi:10.1029/2011JC007512.
- Lee, B., 2013. Turbid water atmospheric correction for GOCI using modified MUMM algorithm, *Korean Journal of Remote Sensing*, 29(2).
- Maritorena, S., D.A. Siegel, and A.R. Petersin, 2002. Optimization of a semianalytical ocean color model for global-scale applications, *Appl. Opt.*, 41(15):2705-2714.
- Meister, G., B.A. Franz, E.J. Kwiatkowska, and C.R. McClain, 2012. Corrections to the calibration of MODIS Aqua ocean color bands derived from SeaWiFS data, *IEEE Trans. Geosci. and Remote Sens.*, 50(1), 310-319.
- Min, J.-E., J.-K. Choi, Y.J. Park, J.H. Ryu, 2013. Retrieval of suspended sediment concentration in the coastal waters of yellow Sea from Geostationary Ocean Color Imager (GOCI), *ISRS 2013 Proceedings*, 809-812
- Morel, A. and L. Prieur, 1977. Analysis of variations in ocean color, *Limnology and Oceanography*, 22(4): 709-722.



- Morel, A., 1988. Optical modeling of the upper ocean in relation to its biogenous matter content (case 1 waters), *Journal of Geophysical Research*, 93: 10749-10768.
- Morel, A. and S. Maritorena, 2001. Bio-optical properties of oceanic waters: A reappraisal, *Journal of Geophysical Research*, 106:7163-7180.
- Mueller, J.L. and C.C. Trees, 1997. Revised SeaWiFS prelaunch algorithm for diffuse attenuation coefficient K(490), *NASA Tech. Memo*, TM-104566, 41:18-21.
- Mueller, J. L., 2000. SeaWiFS algorithm for the diffuse attenuation coefficient, K(490), using water-leaving radiances at 490 and 555 nm, in SeaWiFS Postlaunch Calibration and Validation Analyses, part 3, edited by S. B. Hooker, pp. 24-27, NASA Goddard Space Flight Cent., Greenbelt, Md.
- Natalia D., 2012. NOAA/NESDIS Satellite Products & Direct Readout Overview. *20th International Remote Sensing Conference*, San Diego, CA, October 21-24
- NOAA, 2012a. Wallops Command and Data Acquisition Station. NOAA
- NOAA, 2012b, NOAA Satellite Operations Facility NSOF Statistics. NOAA
- Prasad, J. S., A. S. Rajawat, Y. Pradhan, O. S. Chauhan, and S. R. Nayak, 2002. Retrieval of sea surface velocities using sequential Ocean Colour Monitor (OCM) data, *Proc. Indian Acad. Sci. (Earth Planet. Sci.)*, 111(3):189-195.
- Ryan, J.P., A.M. Fischer, R.M. Kudela, J.F.R. Gower, S.A. King, R. Marin III, F.P. Chavez, 2009. Influences of upwelling and downwelling winds on red tide bloom dynamics in Monterey Bay, California, *Continental Shelf Research*, 29, 785-795.
- Ruddick, K.G., F. Ovidio, M. Rijkeboer, 2000. Atmospheric correction of SeaWiFS imagery for turbid coastal and inland waters, *Appl. Opt.*, 39(6): 897-912.
- Sackmann, B, and M. J. Perry, 2006. Ocean color observations of a surface water transport event: Implications for Pseudo-nitzschia on the Washington coast, *Harmful Algae*, 5:608-619.
- Sathyendranath, S. and T. Platt, 1997. Analytic model of ocean color, *Appl. Opt.*, 36:2620-2629.
- Schueler C., J.E. Clement, R. Ravello, J.J. Puschell, 2003. VIIRS Sensor Performance, *International TOVS Study Conference-XIII Proceedings*, Sainte-Adèle, Québec, Canada 29 Oct. - 4 Nov., 544-547.
- Shanmugam, P., 2011. New models for retrieving and partitioning the colored dissolved organic matter in the global ocean: Implications for remote sensing, *Remote Sensing of Environment*, 115, 1501-1521.



- Shettle E.P. and R.W. Fenn, 1979. Models for the aerosols of the lower atmosphere and the effects of humidity variations on their optical properties, *Env. Res. Papers*, 676:AFGL-TR-79-0214.
- Shi, W., M. Wang, 2009. Green macroalgae blooms in the Yellow Sea during the spring and summer of 2008, *Journal of Geophysical Research*, 114, C12010, doi:10.1029/2009JC005513.
- Siegel, H., M. Gerth, T. Neumann, R. Doerffer, 1999. Case studies on phytoplankton blooms in coastal and open waters of the Baltic Sea using Coastal Zone Colour Scanner data, *International Journal of Remote Sensing*, 20, 1249-1264.
- Siegel, H., M. Gerth, 2000. Remote-sensing studies of the exceptional summer of 1997 in the Baltic Sea: The warmest August of the century, the Oder flood, and phytoplankton blooms, *Satellites, Oceanography and Society*, edited by David Halpern, *Elsevier Science*, pp. 239-255.
- Siegel, D.A., M. Wang, S. Maritorena, W. Robinson, 2000. Atmospheric correction of satellite ocean color imagery: the black pixel assumption, *Appl. Opt.*, 39(21):3582-3591.
- Smith, R. C, and K. S. Baker, 1981. Optical properties of the clearest natural waters, *Appl. Opt.*, 20:177-184.
- Stumpf, R.P., 2001. Applications of Satellite Ocean Color Sensors for Monitoring and Predicting Harmful Algal Blooms, *Human and Ecological Risk Assessment*, 7(5), 1363-1368.
- Stumpf, R.P. , M.E. Culver, P.A. Tester, M. Tomlinson, G.J. Kirkpatrick, B.A. Pederson, E. Truby, V. Ransibrahmanakul, M. Soracco, 2003a. Monitoring *Karenia brevis* blooms in the Gulf of Mexico using satellite ocean color imagery and other data, *Harmful Algae*, 2, 147-160.
- Stumpf, R.P., R.A. Arnone, R.W. Gould, P.M. Martinolich, V. Ransibrahmanakul, 2003b. A partially coupled ocean-atmosphere model for retrieval of water-leaving radiance from SeaWiFS in coastal waters, *SeaWiFS Postlaunch Tech. Rep. Ser.*, 22:51-59.
- Tan, C.K., J. Ishizaka, A. Manda, E. Siswanto and S.C. Tripathy, 2007. Assessing post-tsunami effects on ocean colour at eastern Indian Ocean using MODIS Aqua satellite, *International Journal of Remote Sensing*, 28(13-14), 3055-3069.
- Toratani, M., H. Fukushima, H. Murakami, and A. Tanaka, 2007. Atmospheric correction scheme for GLI with absorptive aerosol correction, *Journal of*



- oceanography*, 63(3), 525-532.
- Urban-Rich J., 1999. Release of dissolved organic carbon from copepod fecal pellets in the Greenland Sea, *Journal of Experimental Marine Biology*, 232: 107-124.
- Urquhart, E.A., B.F. Zaitchik, M.J. Hoffman, S.D. Guikema, and E.F. Geiger, 2012. Remotely sensed estimates of surface salinity in the Chesapeake Bay: A statistical approach, *Remote Sensing of Environment*, 123:522-531.
- U. S. Space Foundation, "The Space Report: The Authoritative Guide to Global Space Activity," 2013
- Wang, M., and H.R. Gordon, 1994. A simple, moderately accurate, atmospheric correction algorithm for SeaWiFS, *Remote Sens. Environ.*, 50(3), 231-239.
- Wang, M., and H.R. Gordon, 2002. Calibration of ocean color scanners: how much error is acceptable in the near infrared?, *Remote Sens. Environ.*, 82(2), 497-504.
- Wang, M., W. Shi, 2007. The NIR-SWIR combined atmospheric correction approach for MODIS ocean color data processing, *Optics Exp.*, 15(24):15722-15733.
- Wang, M., W. Shi, and L. Jiang, 2012. Atmospheric correction using near-infrared bands for satellite ocean color data processing in the turbid western Pacific region, *Optics Express*, 20(2), 741-753.
- Werdell, P.J., S.W. Bailey, B.A. Franz, A. Morel, and C.R. McClain, 2007. On-orbit vicarious calibration of ocean color sensors using an ocean surface reflectance model, *Appl. opt.*, 46(23), 5649-5666.
- Yan, Z., D. Tang, 2009. Changes in suspended sediments associated with 2004 Indian Ocean tsunami, *Advances in Space Research*, 43, 89-95.
- Yang, H., H.-J. Han, Y.-J. Park, J.-H. Ryu, 2013. Implementation of Oceanic Fronts for GOCI Scenes using the Morphological Gradient Method, *ISRS 2013 Proceedings*, 1-28
- Yoo, S. J, and J. S. Park, 2009. Why is the southwest the most productive region of the East Sea/Sea of Japan, *Journal of Marine Systems*, 78(2):301-315.
- Zhang, M., J. Tang, Q. Dong, Q. Song, and J. Ding, 2010. Retrieval of total suspended matter concentration in the Yellow and East China Seas from MODIS imagery, *Remote Sensing of Environment*, 114: 392-403.
- <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>
- http://www.osd.noaa.gov/Spacecraft%20Systems/Ground_Systems/CLASS/class.html
- <https://earth.esa.int/m-s/ground/payload.html>
- http://earth.esa.int/envisat/m-s/ground/payload.html#SERVICES69*+-



부 록

<부록 1> 연구과제 제안요청서(RFP)

<부록 2> 자문의견서

<부록 3> 특허기술동향조사 보고서



세부사업	차세대 해양관측위성 개발	내역사업	해양탐재체 통합자료처리시스템 개발
과제명	해양탐재체 통합자료처리시스템 개발		
연구기간	총 5년 이내	정부출연금	'15년 8억원 이내 (총 285억원 이내)
주관기관	제한없음	기술료 징수여부	징수대상

□ 필요성

- 정지궤도 복합위성 해양탐재체는 1호기와 비교하여 공간해상도, 관측영역, 광학적 성능 등의 향상으로 자료처리용량이 24배 증가하여 기존 지상국 시스템으로 수용이 불가능함
- 고성능의 센서 사양 및 현업 활용 요구사항에 대응하기 위한 새로운 자료처리시스템의 개발이 필요함
- 통합검증 기술 연구 일환으로 생성된 하드웨어 지상시험의 최종결과물이나 이를 모사하는 영상자료를 이용하여 정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 통합자료처리시스템 검증이 필요함
- 해양위성 주요핵심기술 통합검증 연구를 통해 해양탐재체의 제작/시험/검증 단계를 국내에서 직접 수행하므로 정지궤도 탐재체 국내 주도 개발 가능성을 최대화하고 개발위험성 최소화가 필요함

□ 연구목표

(1) 최종목표

- “신뢰받는 해양위성 정보”를 생산하고 개방할 수 있는 통합시스템을 구축하는 것이며, 이를 위해서 신속성과 정확성을 구체적으로 제시한 “통합자료처리시스템 개발”을 명시적인 사업 목표로 설정함



(2) 개발목표

성과목표	성과내용	목표치	평가기준
자료보정 시스템 개발	- 전처리 SW와 인터페이스 구축 - 위성영상 정밀보정 SW 개발 지원	5분	- 위성신호 수신완료 후 L1B (슬롯자료) 생성까지 걸린 시간
		만족	- GOCI-II 사용자 요구사항에 준하는 복사/기하보정 정확도 달성 여부
자료처리 시스템 개발	- 대기보정 SW 개발 - 산출물 생산 SW 개발 - 자료분석 SW 개발	26종	- 목표 산출물 생산에 대한 달성 여부
지상운영 시스템 개발	- 위성자료 송수신 SW 개발 - 자료저장 및 관리 SW 개발 - 위성자료 배포 SW 개발 - 운영지원 SW 개발	98%	- 자료 수신 달성을
		60분	- 위성 자료 배포까지 걸린 시간
지상국 인프라 구축	- 전산실 환경 구축 (전원/향온향습) - 서버/스토리지/네트워크 구축	만족	- 지상국 인프라 구축 시 요구사항 만족 여부
통합검증기술	- 해양탐재체 하드웨어 지상시험 최종결과물을 이용한 검증 - 국내 주요핵심기술 개발가능성 확보	만족	- 하드웨어 지상 시험 최종결과물을 이용한 검증 여부 - 국내 시제개발을 통한 주요핵심기술 검증 여부

(3) 세부 연구내용

분류	서브 시스템	세부 연구 내용
자료보정 시스템	전처리 원시자료 SW	<ul style="list-style-type: none"> 패킷 분석기술 밴드별 영상 생성기술 Level0 자료 생성 기술
	전처리 복사보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 보정기술 월광 보정 기술 Level1A 자료 생산 기술
	전처리 기하보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> LMK(Landmark) 매칭 기술 기하보정 변환 계수 생성 기술 Level1B 자료 생산 기술
	위성자료 정밀보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> 잡광/슬롯간 복사회도 편차보정 기술 표준성관측(Star Sensing) 영상분석 기술

분류	서브 시스템	세부 연구 내용
		<ul style="list-style-type: none"> 열변형(Thermo-Elastic model) 최적화 보정 기술 위성자료 보정을 위한 시뮬레이터 개발 기술
자료처리 시스템	대기보정 SW	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 해양대기 복사전달 모델 분석 기술 에어로졸 타입 분석 기술 대기보정 검증 기술 Level2A(기초산출물) 자료생산 기술
	산출물 생산 SW	<ul style="list-style-type: none"> Level2 자료 생산 기술 Level2 자료 Flag 생산 기술 Level2 해양 시뮬레이터 개발
	자료분석 SW	<ul style="list-style-type: none"> 위성영상자료 표출 및 편집 GUI 개발 기술 자료 분석용 GUI 개발 기술
지상운영 시스템	위성자료 송수신 SW	<ul style="list-style-type: none"> 위성자료 송수신 장비 제어 기술
	자료저장 및 관리 SW	<ul style="list-style-type: none"> 위성자료 분산 저장 기술 위성자료 DB화 관리 기술 대규모 서버 운용 관리 기술
	위성자료 배포 SW	<ul style="list-style-type: none"> 현업기관 지원 실시간 자료 배포 기술 일반 사용자 지원 자료 배포 기술 기관간 위성자료교환 기술
	운영지원 SW	<ul style="list-style-type: none"> 종합 상황 감시 기술
지상국 인프라	서버 및 스토리지	<ul style="list-style-type: none"> 병렬처리용 서버 다수 필요 실시간 자료 저장 및 백업용 스토리지
	네트워크	<ul style="list-style-type: none"> 10Gbps 속도 지원/920Gbps 대역폭 내부망 구축 전용 배포 관련 기술 도입
	전력 및 항온·항습	<ul style="list-style-type: none"> 전산실 기본 환경 조성
	위성자료 송수신	<ul style="list-style-type: none"> 위성자료 송수신 장비 구축
통합 검증기술	탐재체 시스템 종합 기술	<ul style="list-style-type: none"> 하드웨어 지상시험 결과물을 이용한 검증기술
	광구조부 기술	<ul style="list-style-type: none"> SiC 광구조부 설계/제작/시험 기술
	이축 구동부 기술	<ul style="list-style-type: none"> 고안정/고정밀 이축 구동부 설계/제작/시험 기술
	검출부 기술	<ul style="list-style-type: none"> 단파적외선 검출부 설계/제작/시험 기술

□ 연차별 투자계획

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계
정부출연금(억원)	8	33	124	107	13	285



○ 자문위원: 황재동

1. 시스템 개발 기획연구의 타당성

※ 기획연구의 목표 및 전략의 타당성

- 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발의 타당성 검토

※ 신규 시스템 개발의 필요성

- 기존 해양위성(GOCI)의 후속 개발의 일환으로 자료처리 및 지상국 구축에 대한 중복성 문제

(의견 요청) 위의 2가지 기획연구의 타당성과 신규 시스템 개발의 필요성에 관련하여 의견을 자유로이 제시하여 주시기 바랍니다.

- 국가기상위성센터에서 관제시스템을 유지하면 해양위성센터에서 관제시스템을 구축할 경우 중복성 문제가 나올 수 있기 때문에 해양위성센터에서 왜 관제시스템을 구축해야 되는지 타당한 이유가 필요
- 백업을 위해서(항우연 시스템 문제시) 구축한다는 것은 구축이유로서 약한 것 같다
- 해양재해에 대한 긴급한 자료처리가 필요하기 때문에 자료처리 및 지상국 구축이 필요하다
- GOCI와는 자료처리 및 수신대역 등이 달라지기 때문에 중복성은 아님



2. 시스템 요구사항

※ 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항 제시

- (ex) 자료 활용을 위한 최소한의 배포 시간/방법/배포자료 형식 등

(의견 요청) 통합자료처리 시스템 개발을 통해 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항을 제시하여 주시길 바랍니다.

- 긴급한 상황발생시 60분도 조금 긴 시간인 것 같다.
- 할 수 있으면 긴급사항이 발생한 해역 타일 부분만이라도 촬영시간을 단축하여 촬영하면 더욱 좋을 것 같다.
- 38개 산출물을 표시해야 될 것 같음. 어떤 산출물들이 나오는지 구체적으로 표시되어야 각 산출물에 대한 요구사항을 요구할 수 있을 것 같음

3. 시스템 개발 일정의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 개발 일정 검토

- 해양관측위성 2호 탑재체 개발 대비 통합자료처리 시스템 개발 일정은 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 개발 일정이 적절한지 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 운영자교육은 발사 후에도 어느정도는 지속되어야 한다고 생각
- 시스템 개발일정에 알고리즘개발이나 검보정을 위한 국제공동연구 수행부
분을 추가



4. 세부 기술의 적절성

※ 통합자료처리 시스템의 세부 기술 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용이 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

(내용 없음)

5. 세부 기술별 소요 예산의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 예산 투입 규모 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 개발 예산 규모는 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 소요 예산을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 예산은 슬라이드 39페이지 자료보다 더 세분하여 작성해야 될 것 같으며, 자체와 위탁부분을 구분 필요



6. 종합 의견

(의견 요청) 본 기획연구 사업을 위한 종합 의견 및 기타 건의 사항 등을 작성하여
주시길 바랍니다.

(내용 없음)

○ 자문위원: 용상순

1. 시스템 개발 기획연구의 타당성

※ 기획연구의 목표 및 전략의 타당성

- 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발의 타당성 검토

※ 신규 시스템 개발의 필요성

- 기존 해양위성(GOCI)의 후속 개발의 일환으로 자료처리 및 지상국 구축에 대한 중복성 문제

(의견 요청) 위의 2가지 기획연구의 타당성과 신규 시스템 개발의 필요성에 관련하여 의견을 자유로이 제시하여 주시기 바랍니다.

- 자료처리 및 지상국 중복성
 - 데이터 수신 대역 변경으로 인한 수신시스템 변경, 밴드대역 추가에 의한 처리밴드 증가, 전구 관측 기능 추가에 따른 처리 능력 증가 등에 따른 추가 또는 새로운 시스템이 필요하므로 처리나 지상국 구축에는 중복성 문제가 없음
 - GOCI-II가 사용되는 시점에 GOCI가 운영될 가능성이 있으므로, GOCI-II 자료처리 및 지상국 구축은 별도로 이루어져야 기존 GOCI 서비스를 지속할 수 있음
 - 다만, GOCI-II 처리시스템 개발 시 GOCI경험을 통해 습득한 기술이나 경험은 최대한 활용되도록 하였으면 함



2. 시스템 요구사항

※ 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항 제시

- (ex) 자료 활용을 위한 최소한의 배포 시간/방법/배포자료 형식 등

(의견 요청) 통합자료처리 시스템 개발을 통해 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항을 제시하여 주시길 바랍니다.

- 공군 등에서 요구되는 처리시스템의 요구사항은 GOCI-II와 지상처리 시스템에 잘 반영된 것으로 확인됨
- 12개 slot중 선택적인 slot에 대해 집중적으로 관측이 가능하도록 운영, 처리 기능 등이 추가로 고려가 가능한지 확인 필요
- 추가 사항에 대해 유연성 있게 대처되도록 개발 필요

3. 시스템 개발 일정의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 개발 일정 검토

- 해양관측위성 2호 탑재체 개발 대비 통합자료처리 시스템 개발 일정은 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 개발 일정이 적절한지 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- GOCI의 경험을 충분히 반영하여 계획되었으면 합니다.
- GOCI 대비 GOCI-II 일정에 대한 설명이 필요



4. 세부 기술의 적절성

※ 통합자료처리 시스템의 세부 기술 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용이 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 시스템, 기술, 하드웨어 등 기술에 대한 세분류에 예산, 일정 등 설명이 동시에 되도록 재검토 & 재분류 필요

5. 세부 기술별 소요 예산의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 예산 투입 규모 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 개발 예산 규모는 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 소요 예산을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- GOCI 경험이 있으므로 객관성이나 타당성 표현을 위해 GOCI 예산대비 GOCI-II 예산내용을 정리, 분석하는 것이 필요함



6. 종합 의견

(의견 요청) 본 기획연구 사업을 위한 종합 의견 및 기타 건의 사항 등을 작성하여
주시길 바랍니다.

- 기획연구 일정을 추가로 검토하여, 중간점검 시는 모든 의견이 명확하게 반영될 수 있도록 하였으면 함

○ 자문위원: 용환승

1. 시스템 개발 기획연구의 타당성

※ 기획연구의 목표 및 전략의 타당성

- 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발의 타당성 검토

※ 신규 시스템 개발의 필요성

- 기존 해양위성(GOCI)의 후속 개발의 일환으로 자료처리 및 지상국 구축에 대한 중복성 문제

(의견 요청) 위의 2가지 기획연구의 타당성과 신규 시스템 개발의 필요성에 관련하여 의견을 자유로이 제시하여 주시기 바랍니다.

- GOCI-II 탑재체의 제원과 기능이 상이하므로 새로운 통합자료처리 시스템 개발이 필요하며 새로운 지상국 구축이 아니므로 중복성 투자는 아님



2. 시스템 요구사항

※ 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항 제시

- (ex) 자료 활용을 위한 최소한의 배포 시간/방법/배포자료 형식 등

(의견 요청) 통합자료처리 시스템 개발을 통해 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항을 제시하여 주시길 바랍니다.

- 자료수집과 보정 및 처리 배포 전 과정이 자동화하여 유지되므로 현재 30분과 60분으로 설정된 목표는 최악의 경우이고 실제 시스템 기술의 발달로 단축될 수 있을 것으로 봄 - 수요자의 요구에 따라서 배포시간을 (보정 작업을 생략)더 단축하는 방안도 검토할 필요가 있습니다.

3. 시스템 개발 일정의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 개발 일정 검토

- 해양관측위성 2호 탑재체 개발 대비 통합자료처리 시스템 개발 일정은 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 개발 일정이 적절한지 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 적절하게 계획되어 있으나, 발사 후 수정보완이 최소화 되도록 사전 시스템 개발을 완료하는게 바람직함. 국내외 기존 솔루션이나 open source SW 등을 최대한 활용하고 국제적인 공동 네트워크를 통해 배포하는 방안도 필요함



4. 세부 기술의 적절성

※ 통합자료처리 시스템의 세부 기술 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용이 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 병렬, 고속 네트워크 등 최신의 컴퓨팅 기술을 적용할 필요가 있는 연구로 대용량 멀티미디어 DBMS기술이 핵심역할을 할 것입니다. 이 분야의 전문가를 확보하는 것이 성공의 주요 요인이며, 대규모 서버를 도입할 계획을 고려할 때 최근에 대두하고 있는 빅 데이터(Big data)기술을 활용하는 것도 검토할 필요가 있습니다.

5. 세부 기술별 소요 예산의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 예산 투입 규모 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 개발 예산 규모는 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 소요 예산을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 기술개발과 시스템 구축을 분리하여 계획할 필요가 있음. 최대한 기존의 GOCI-II 시스템 기술을 기반으로 하고, 외주업체 out sourcing을 최소화할 필요가 있음
- 보정부분은 타 위성센터 관련기관과 공동개발 연구도 필요할 것으로 보입니다.
- 최근 추세에 따라 국제공동연구의 추진도 바람직함



6. 종합 의견

(의견 요청) 본 기획연구 사업을 위한 종합 의견 및 기타 건의 사항 등을 작성하여
주시길 바랍니다.

- 성공적인 연구개발이 되기를 기대하며, 시스템 개발도 최대한 자체 연구인
력을 활용하여 외주업체 활용이 최소화되기를 기대합니다.

○ 자문위원: 이상인

1. 시스템 개발 기획연구의 타당성

※ 기획연구의 목표 및 전략의 타당성

- 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발의 타당성 검토

※ 신규 시스템 개발의 필요성

- 기존 해양위성(GOCI)의 후속 개발의 일환으로 자료처리 및 지상국 구축에 대한 중복성 문제

(의견 요청) 위의 2가지 기획연구의 타당성과 신규 시스템 개발의 필요성에 관련하여 의견을 자유로이 제시하여 주시기 바랍니다.

- 연구목표 및 전략 등 내용 및 방향성은 적절한 것으로 판단됨. 특히 GOCI-I의 기능 및 성능개선을 통해 해양의 통합자료제공은 경제적/기술적인 타당성이 확보될 것으로 판단됨



2. 시스템 요구사항

※ 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항 제시

- (ex) 자료 활용을 위한 최소한의 배포 시간/방법/배포자료 형식 등

(의견 요청) 통합자료처리 시스템 개발을 통해 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항을 제시하여 주시길 바랍니다.

- 현재 2시간 걸리는 서비스를 단축하여 제공함으로써 해양재난 등에 대한 신속한 대처로 활용도 제고
- 해상도 높은 자료제공(500m → 250m)
- 서비스제공시간 확대 (9시~16시 → 8시~17시)로 적정한 방향성이라 사료됨

3. 시스템 개발 일정의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 개발 일정 검토

- 해양관측위성 2호 탑재체 개발 대비 통합자료처리 시스템 개발 일정은 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 개발 일정이 적절한지 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 기술개발을 위한 과제와 시스템구축과제를 구별하여 개발일정을 정리하는 것이 필요하다고 사료됨
- 요소기술과제별 세부일정을 각각 계획수립이 필요하며 전체 milestone 체계에 따른 개발공정계획 필요함



4. 세부 기술의 적절성

※ 통합자료처리 시스템의 세부 기술 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용이 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 자료보정 → 자료처리 → 지상운영 → 통합검증 등 자료의 처리 process에 따라 적절하게 분류된 것으로 판단됨

5. 세부 기술별 소요 예산의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 예산 투입 규모 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 개발 예산 규모는 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 소요 예산을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 세부기술개발 별 예산규모 상정근거 명확화 필요
- 시스템 구축관련 예산에는 project management예산 추가 필요(PMO, 감리 등) (관세청/국세청 등 예비타당성 조사의 경우 관리비용예산별도 수립하여 추진하였음)
- 백업센터의 경우 단순 자료저장목적이 아닌 Disaster Recovery System (DRS)으로 접근하여 예산확보 필요함



6. 종합 의견

(의견 요청) 본 기획연구 사업을 위한 종합 의견 및 기타 건의 사항 등을 작성하여
주시길 바랍니다.

- 본 연구결과 및 요소기술 자료의 성과 및 효과 등에 대한 정리를 해볼 필요
요가 있다고 봅니다. 기술국산화 및 해외수출가능성 등

○ 자문위원: 신동석

1. 시스템 개발 기획연구의 타당성

※ 기획연구의 목표 및 전략의 타당성

- 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발의 타당성 검토

※ 신규 시스템 개발의 필요성

- 기존 해양위성(GOCI)의 후속 개발의 일환으로 자료처리 및 지상국 구축에 대한 중복성 문제

(의견 요청) 위의 2가지 기획연구의 타당성과 신규 시스템 개발의 필요성에 관련하여 의견을 자유로이 제시하여 주시기 바랍니다.

- 접근전략이 효과적이고 타당하다고 판단됨. 중복성 안보임. 단, 관제시스템을 기상청과 공유하는 방안은 타당한 코멘트인 것 같음. HW지상 시험쪽의 이슈가 있을 수 있음. 이에 대해 명확한 workscope 및 산출물 정의가 이루어져야 할 것임



2. 시스템 요구사항

※ 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항 제시

- (ex) 자료 활용을 위한 최소한의 배포 시간/방법/배포자료 형식 등

(의견 요청) 통합자료처리 시스템 개발을 통해 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항을 제시하여 주시길 바랍니다.

- 가장 핵심적인 사항은 처리 및 배포시간 요구사항이 될 것임. 사용자는 무조건 더 짧은 시간을 원함. 따라서 요구사항의 정의는 기술적으로 처리가 가능한 시간을 분석하여 반영해야 할 것임. 핵심이 병렬처리라고 생각할 수 있으나, 실질적으로는 그렇지 않음. 즉 컴퓨터를 아무리 많이 사도 해결할 수 없는 부분이 어떤 부분인지를 명확히 파악해야 함
- 대용량 영상자료의 병렬화에 따른 물리적 bottle neck이 어디인지?
- 처리 알고리즘 상 병렬화가 가능한 부분 (독립적처리 가능부분)과 불가능한 부분(함께 처리해야 하거나, 하나의 처리 결과가 다른 처리에 필요한 부분)이 무엇인지?
- 처리에 필요한 보조정보의 도착 시점은 언제인지?
- 결국 각 처리 알고리즘의 병렬화 가능성을 분석을 해야 합리적인 처리시간 요구사항을 결정할 수 있을 것임

3. 시스템 개발 일정의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 개발 일정 검토

- 해양관측위성 2호 탑재체 개발 대비 통합자료처리 시스템 개발 일정은 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 개발 일정이 적절한지 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 전반적 일정은 적절하다고 판단되나, 보다 세부적인 WBS 및 일정이 설계 되어야 한다고 판단됨



4. 세부 기술의 적절성

※ 통합자료처리 시스템의 세부 기술 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용이 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 전반적으로 적절하다고 판단됨. 단,
 - COMS의 경우 PMM, 기상지상국의 "품질감시시스템"에 해당되는 기술/기능/시스템이 빠져있음
 - 보조정보의 획득 시스템이 자료처리시스템에 포함되어 있는데, 통합보정 시스템에 요구되는 보조정보를 포함하여 운영시스템으로 할당하는 것이 낫지 않은지?
 - 통합검증/ HW지상시험쪽은 기술/시스템 정의를 새로 하는것을 권함

5. 세부 기술별 소요 예산의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 예산 투입 규모 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 개발 예산 규모는 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 소요 예산을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 전반적으로 적절하다고 판단됨. 단, 앞절(4절)에서 코멘트한 추가 필요시스템의 예산반영이 필요할 수 있음



6. 종합 의견

(의견 요청) 본 기획연구 사업을 위한 종합 의견 및 기타 건의 사항 등을 작성하여
주시길 바랍니다.

- 전반적으로 잘 계획되었습니다. 아직 깊이가 충분치 않지만 이는 앞으로
깊어질 것이라 기대합니다. HW지상시험 및 통합검증시스템이 가장 걱정
됩니다. 정확하고, 모든 경우를 모사할 수 있는 시뮬레이터 개발이 전체
시스템 성능검증에 가장 중요한데, 현재의 계획으로는 이러한 시뮬레이터
를 확보할 수 있을 것 같지 않습니다. 이 부분만 더 많이 고민해주셨으면
합니다.

○ 자문위원: 김태정

1. 시스템 개발 기획연구의 타당성

※ 기획연구의 목표 및 전략의 타당성

- 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발의 타당성 검토

※ 신규 시스템 개발의 필요성

- 기존 해양위성(GOCI)의 후속 개발의 일환으로 자료처리 및 지상국 구축에 대한 중복성 문제

(의견 요청) 위의 2가지 기획연구의 타당성과 신규 시스템 개발의 필요성에 관련하여 의견을 자유로이 제시하여 주시기 바랍니다.

- 새로운 센서가 탑재되므로 신규시스템 개발이 타당함
- 해양위성센터에서 자체 개발하는 부분과 외주 제작하는 부분을 구분하여 명확히 예산, 일정 등을 산출하는 것이 좋을듯함
- 세부기술이 필요하여 예산이 소요된다는 논리 및 접근방법에 추가하여 GOCI 대비 변경된 GOCI-II의 주요특징(x-band, 전송속도, spectral 밴드, 촬영주기, 처리시간 변경, 촬영영역 변경)에 따른 시스템 개발, 예산 소요의 논리를 개발하는 것이 필요하다고 판단됨



2. 시스템 요구사항

※ 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항 제시

- (ex) 자료 활용을 위한 최소한의 배포 시간/방법/배포자료 형식 등

(의견 요청) 통합자료처리 시스템 개발을 통해 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항을 제시하여 주시길 바랍니다.

- 지역촬영영상, 전지구촬영 영상별로 산출물, 방사보정 정확도, 복사보정 정확도 등의 시스템 요구사항을 구분하여 제시될 필요가 있는지 검토바람
- 지상에서의 처리시간 단축을 위해서 필요한 요소기술을 도출하고 이 기술 개발을 위한 예산을 최대한 확보하여 GOCI-II 및 후속센서의 처리시간 단축이 가능하도록 기획연구를 추진하는 것이 좋을 듯 함

3. 시스템 개발 일정의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 개발 일정 검토

- 해양관측위성 2호 탑재체 개발 대비 통합자료처리 시스템 개발 일정은 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 개발 일정이 적절한지 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 현재의 개발일정은 외주 제작하는 시스템에 대한 일정위주임. 기술개발 항목들에 대해서도 세부일정 수립이 필요하며, 일정표 상에서 기술개발과 시스템 개발일정이 연동되도록 작성하기 바람



4. 세부 기술의 적절성

※ 통합자료처리 시스템의 세부 기술 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용이 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 주요목표중 하나인 '통합검증기술'이 '통합검증시스템', 'H/W지상시험' 등으로 다르게 기술되어 설명하고 있으며, 최종 산출된 예산표 상에는 운영지원시스템의 일부로 기술되고 있어 수정이 필요함
- 대분류-소분류-요소기술 간에 구분이 명확하지 않고, '~시스템'이라는 표현이 혼용되고 있어 혼란을 야기함
- 세부기술, 항목 간에 중복이 된 것으로 보이는 부분이 있어서 수정이 필요함 (예: 위성자료 송수신 시스템 - GBS위성배포 시스템 등)

5. 세부 기술별 소요 예산의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 예산 투입 규모 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 개발 예산 규모는 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 소요 예산을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 자체기술, 시스템 구축(H/W + S/W)으로 구분된 예산 필요함
- 가급적 비슷한 규모로 예산이 나누어지도록 Breakdown이 되었으면 함



6. 종합 의견

(의견 요청) 본 기획연구 사업을 위한 종합 의견 및 기타 건의 사항 등을 작성하여
주시길 바랍니다.

- GOCI-II 자료처리를 위한 시스템개발 및 핵심기술개발은 반드시 필요함
- 예산타당성 확보를 위해 앞서 지적된 세부사항을 수정하면 더 내실 있는 사업이 될 것 같음
- 계획하는 기술개발 항목 중 중요도로 구분하여 우선순위를 부여하여 가장 중요한 기술은 꼭 확보될 수 있도록 연구를 진행하였으면 함

○ 자문위원: 전수경

1. 시스템 개발 기획연구의 타당성

※ 기획연구의 목표 및 전략의 타당성

- 정지궤도복합위성 해양탐재체의 통합자료처리시스템 개발의 타당성 검토

※ 신규 시스템 개발의 필요성

- 기존 해양위성(GOCI)의 후속 개발의 일환으로 자료처리 및 지상국 구축에 대한 중복성 문제

(의견 요청) 위의 2가지 기획연구의 타당성과 신규 시스템 개발의 필요성에 관련하여 의견을 자유로이 제시하여 주시기 바랍니다.

- 신규 위성(GOCI-II)의 관측성능이 향상될 계획이며 처리 및 서비스분야 또한 1호기 대비 개선될 예정이므로, 이에 대한 체계적인 준비 및 현실적 이행을 위한 준비과정으로서 본 기획연구의 추진은 타당하다고 보여짐. 다만, 1호기 대비 기술개발 타당성과 필요성이 정량적이고 구체적으로 설명되지 못하고 있어, 실제 개발 필요성에 비해 설득력이 부족해보임.
- 현업 요구자의 입장에서 1호기 시스템은 서비스를 위해 최적화된 시스템으로는 생각되지 않음. 따라서 GOCI-II 위성자료의 학계뿐만 아니라 군·관에서의 보다 활발한 활용을 위해서는 산출물 종류의 다양화(증대) 및 산출물 생산속도/서비스의 개선은 반드시 필요한 사항으로 사료됨.
- 자료처리 및 지상국시스템의 개선 또는 구축은 필요한 사항이나 중복성 논란을 피하기 위한 설명은 부족함. 예를 들어 2호기와 1호기 자료의 지상국 운영이 별개의 시스템으로 병행 운영되어야 하는 이유를 제시하는 것도 중복성에 대한 하나의 근거가 될 수 있을 것으로 보여짐.



2. 시스템 요구사항

※ 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항 제시

- (ex) 자료 활용을 위한 최소한의 배포 시간/방법/배포자료 형식 등

(의견 요청) 통합자료처리 시스템 개발을 통해 해양위성 자료 활용을 위한 요구사항을 제시하여 주시길 바랍니다.

- 군에서 현업 예보 시 사용하는 입장에서는 2호기를 준비하며 해양위성센터에서 제시하는 개선안이 충분히 유의미하다고 보여짐.
 - ① 여명기의 하층운 및 안개 예보를 위해 가시 또는 근적외 영상이 필요한 군 기상예보의 입장에서, 현재보다 1시간 이전의 관측 추가는 반가운 개선 사항임. 그러나 이에 더하여, 동절기와 하절기를 구분하여 일일 첫 번째 관측 시작 시간(현재 09:00 → 08:00)을 탄력적으로 운영하는 방안도 검토해주시기 바람.
 - ② 자료처리 시간의 최대한 단축을 위한 다각적인 검토를 요청함. 제시된 이론적 계산시간으로 30분 이내 처리, 60분 이내 지원 또한 현재 수준보다는 매우 개선된 것으로 보이나, 처리 후 End-user에게로의 전송을 위한 네트워크 인프라 또한 서비스개선의 고려사항이 될 수 있을 것임.
 - ③ 회의 시 언급된 바와 같이, 1호기와 2호기의 교차 운영으로 30분 간격 영상 지원 방안도 현실화 검토 요청함.
 - ④ 해양 재난·재해 감시기능 강화 목적을 위해서는 제시된 바와 같이 연안을 비롯한 해양의 이벤트 발생 지역을 포함하는 슬롯에 대한 선(先) 지원 방안도 가능하도록 검토 바람.

3. 시스템 개발 일정의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 개발 일정 검토

- 해양관측위성 2호 탑재체 개발 대비 통합자료처리 시스템 개발 일정은 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 개발 일정이 적절한지 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 전체적인 개발 일정은 적절한 것으로 보이나 개괄적인 개발 일정뿐만 아니라 시스템과 기술개발의 대분류에 대한 스케줄은 일정 부분 포함되어 있어야 할 것으로 보임. 세부 일정은 결국 개발 투입 자원/인력과 연계되어 소요예산과 이어져 생각될 수 있으므로 근거자료로서의 보강이 요구됨.



4. 세부 기술의 적절성

※ 통합자료처리 시스템의 세부 기술 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용이 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술 분류 및 내용을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 세부 기술의 개발 항목들은 적절히 구성된 것으로 보이나, 회의 시 언급된 바와 같이 기술개발(R&D)과 시스템개발의 범주를 분리하는 것이 일정 및 소요 예산 산출 시에도 효율적일 것으로 보임. 또한 지상관제 백업시스템의 해양위성센터 내 구축 및 운영이 필요하다면 이에 대한 당위성을 설명하는 부분에 대한 보강이 필요할 것으로 생각됨. 현업 기관의 입장에서는, 연구목적의 기술개발이 물론 기초연구단계에서 중요하지만 현장에서의 즉각적 자료 활용을 돕기 위한 서비스 단계의 관련 기술 및 시스템 인프라 구축에 대한 부분도 2호기 사업 시에는 좀 더 중점을 두고 부각/고려되기를 요청함.

5. 세부 기술별 소요 예산의 적정성

※ 통합자료처리 시스템 예산 투입 규모 검토

- 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 개발 예산 규모는 적절한가?

(의견 요청) 발표자료에 제시된 통합자료처리 시스템의 세부 기술별 소요 예산을 검토하시고, 수정 및 보완사항이 있으시면 의견을 제시하여 주십시오.

- 예산 투입 규모의 적절성은 본 자료를 통해 판단하기 어려우며, 보다 객관적인 예산 산출 근거 자료가 보강되어야 할 것으로 보임. 시스템 혹은 기술개발 당 투입 인력, 투입 소요 자원, 개발 기간의 소요에 대한 정량적인 산출근거가 필요함.



6. 종합 의견

(의견 요청) 본 기획연구 사업을 위한 종합 의견 및 기타 건의 사항 등을 작성하여
주시길 바랍니다.

- GOCI-II호기 발사와 향후 활용 활성화를 위해 체계적인 준비와 실행을 이룰 수 있는 본 기획연구 및 시스템의 개발이 매우 중요할 것으로 보여 집니다. 또한 본 연구를 통해 연구활용 목적뿐만 아니라 현업 사용 목적까지 충족시킬 수 있는 다양한 아이디어가 제시되어지고 통합자료처리시스템 내에 구현되기를 기대합니다.



1. 본 '특허기술동향조사 보고서'는 한국지식재산전략원 전담으로 '특허법인 남앤드 남'에서 본 기획사업과 특허청 용역사업을 공동 출자로 수행한 결과임
2. "부록 3"에서는 '특허기술동향조사 보고서' 내용 중 'V. 결론' 부분만 발췌하여 기재하였으며, 보고서 원본은 별도 제출함

1. 분석 요약

핵심특허의 분석 결과, 아래의 부표 1과 같은 특허기술 종합 검토의견을 도출함.

부표 1. 분석대상 기술 분류

대상과제	세부기술	침해 리스크 존재 특허 및 응용가능 특허	검토
정지궤도 복합위성 해양탐재체 (GOCI-II) 통합자료 처리시스템 개발 기획연구	전처리SW - 원시자료	10-1132272(KR) 8,320,712(US)	2 이상의 위성 영상을 결합하는 알고리즘에 관한 특허 등이 존재하지만 주파수 대역별 및 조도별 영상을 생성하고 융합하는 특허는 검색되지 않아 장벽도가 낮으며 지재권 확보가 가능함.
	전처리SW - 복사보정	10-1191864(KR) 10-1010265(KR)	복사 보정의 기본적인 알고리즘에 대한 특허는 존재하여 장벽도가 다소 높을 수 있음. 한편 태양광, 월광 및 위상 간의 보정 변경 등을 통해 회피설계 및 신규 IP 확보 가능함.
	전처리SW - 기하보정	2013-0065531(KR) 6,810,153(US)	기하 보정의 기본적인 알고리즘 및 최적화를 위한 다양한 기술에 대한 특허는 존재하여 장벽도가 다소 높을 수 있으며 지재권 확보가 어려울 수 있음.
	위성자료 정밀보정 SW	10-0558879(KR) 7,715,651(US)	위성의 영상에 포함된 잡광을 분석 및 제거하고 슬롯간의 편차 및 경계차를 보정하는 기술에 대한 특허는 검색되지 않아 장벽도가 낮으며 지재권 확보 가능성이 높음.
	대기보정 SW	10-1010265(KR) 7,715,651(US)	다양한 대기 보정 알고리즘에 대한 특허가 존재하여 장벽도가 다소 높으며 지재권 확보가 용이하지 않음. 다만 신규밴드를 이용한 복사 전달 모듈 및 해수광특징 분석을 통해 대기 신호 제거 등의 세부 알고리즘을 통해 지재권 확보를 시도할 수 있음.



대상과제	세부기술	침해 리스크 존재 특허 및 응용가능 특허	검토
	산출물 생산 / 자료분석 SW	10-1089220(KR) 10-1271489(KR)	일부 산출물 생산 기술에 대해서는 특허가 존재하나, 다수의 해석 산출물에 대해서는 특허가 존재하지 않으므로 장벽도가 낮으며 지재권 확보가 용이할 것임.
	자료 저장 및 관리 SW	10-1094784 (KR) 10-1271489 (KR)	메타데이터 추출, 위성영상 데이터베이스, 빅데이터 분석 플랫폼 등은 다른 기술 분야에서 특허가 다수 존재하므로 장벽도가 높으며 지재권 확보 가능성이 높다고 보기 어려움. 다만 위성 영상에 특화된 기술인 경우 지재권 확보의 가능성은 존재함.
	위성자료 송수신/배 포 SW	10-1085829 (KR) 10-0359125 (KR)	전송네트워크와의 연동, 용량 최적화, 클라우드 컴퓨팅 등은 다른 기술 분야에서 특허가 다수 존재하므로 장벽도가 높으며 지재권 확보 가능성이 높다고 보기 어려움. 다만 위성 영상에 특화된 기술인 경우 지재권 확보의 가능성은 존재함.

2. 분석 결과

2-1. 전처리SW - 원시자료 개발

핵심특허의 분석 결과, 원시 자료 통합 개발과 관련된 특허는 많지 않은 것으로 파악됨.

또한, 생성된 가상의 저해상도 흑백 영상 및 고해상도 흑백영상, 및 멀티스펙트럼 영상으로부터 융합된 고해상도의 멀티 스펙트럴 영상을 생성하는 선행특허도 존재하고 있으므로, 위상으로부터 제공된 멀티 스펙트럴 영상과 고해상도의 흑백 영상의 기하 보정과 이중 3차 보간법을 이용하여 두 영상간의 좌표와 크기를 일치시키고, 두 영상간의 좌표 및 크기가 일치된 멀티 스펙트럴 영상과 고해상도의 흑백 영상으로부터 가상의 저해상도 흑백영상을 생성하며, 생성된 가상의 저해상도 흑백 영상 및 고해상도 흑백영상, 및 멀티스펙트럼 영상으로부터 융합된 고해상도의 멀티 스펙트럴 영상을 생성만으로 IP확보는 곤란한 것으로 파악됨.

따라서 수단 변경 및 개량을 통해 조도 대역별 영상을 생성하고 조도 대역별로 영상을 생성하여 융합하는 기술에 대한 신규 IP 확보가 필요한 것으로 파악됨.

2-2. 전처리SW - 복사보정 개발 기술

핵심특허의 분석 결과, 국내에서 복사 전달 모델을 이용하여 디지털 카운팅 값을 복사 휘도로 변경하는 특허가 확인됨.

또한 일부 특허에서는 복사전달 모델을 이용하여 정지 궤도 위성과 극궤도 위성의 휘도 온도를 산출하고 있고, 정지 궤도 위성과 극궤도 위성간의 스펙트럴 응답 함수의 오차를 보정하기 위한 변환함수를 산출하는 기술에 대해 언급하고 있음.

그리고 일부 특허는 사막표적 정보 및 해양표적 정보가 반영된 복사전달모델을 이용하여 복사 휘도를 연산하여 실시간으로 입력되는 디지털 카운트 값을 복사 휘도로 변경하는 기술에 관하여 언급하고 있으므로, 이러한 수단의 단순한 채택만으로 IP 확보는 곤란한 것으로 파악됨.

물리적 의미를 지닌 복사휘도로 변경을 위한 새로운 수단의 개발, 태양광 및 월광을 보정을 실행하고 위성간의 교정 및 검증을 수행을 위한 새로운 수단의 개발 및 효과의 입증을 통하여 신규 IP 확보가 가능할 것으로 판단됨.

2-3. 전처리SW - 기하보정 개발 기술

핵심특허의 분석 결과, 왜곡 영상을 기하 보정하는 개발에 관련된 특허는 많지 않은 것으로 파악됨.

특히, 왜곡 영상을 위도 및 경도에 따라 기하 보정하고 표준성 관측 방식으로 기하 보정하는 기술에 대한 특허는 많지 않은 것으로 파악되고, 표준성 관측 방식으로 실행하는 왜곡 영상을 보정에 대하여 언급하는 특허는 없는 것으로 파악됨.

다만, 왜곡 영상을 위도 및 경도에 따라 기하 보정하고 표준성 관측 방식으로 기하 보정하는 새로운 수단의 개발 및 효과의 입증을 통하여 신규 IP 확보가 가능할 것으로 판단됨.

2-4. 위성자료 정밀보정 SW 개발 기술

핵심특허의 분석 결과, 잡광 분석 및 제거하여 보정하고 슬롯간의 편차 및 경계차를 보정하는 기술에 대해 관련된 특허는 거의 없는 것으로 파악됨.

또한, 손실위성 영상과 참고 위성 영상 간의 상관도를 판별한 후 영상들 간의 상관도가 높은 참고 위성 영상에 대해 데이터 및 주위 데이터를 활용하여 손실 위성 영상의 손실된 부분 값을 유도한 후 주위 픽셀과 밝기 값의 차를 조정하여 영상 지도를 제작하는 기술에 대해 언급하고 있음.



위성으로부터 공급되는 영상에 포함된 잡광을 분석하고 영상을 슬롯간의 편차를 보정 및 경계차를 보정하기 위한 새로운 수단의 개발을 통하여 신규 IP를 확보할 가능성이 높은 것으로 파악됨.

2-5. 대기보정 SW 개발 기술

핵심특허의 분석 결과, 대기 보정 개발 기술에 관련된 특허는 다소 있는 것으로 파악됨.

특히, 사막 표적 자료 및 해양 표적 자료를 복사 전달 모델이 입력하여 디지털 카운터 값을 복사 휘도로 변환하는 핵심특허 1건이 유사성이 있어 침해 가능성을 검토해야 함.

다만, 대기 신호를 제거하는 원시 자료 처리 기술만으로는 IP확보가 곤란하며, 신규 밴드를 이용하는 대기 보정하는 기술의 개발을 통해 침해 가능성을 극복하여 신규 IP를 확보할 수 있음.

2-6. 산출물 생산 / 자료분석 SW 개발 기술

핵심특허의 분석 결과, 해석 산출물을 추출 및 분석하는 특허는 다소 많은 것으로 파악됨.

그러나 저염분수 및 용존유기물, 엽록소 및 총부유무질농도, 갈조지수, 적조 유해종, 역산란계수, 이산화탄소 흡수지수, 형광 분석 엽록소 농도, 입자성 유기탄소, 나조류, 옹스트롬 지수, 단풍지수 등의 해석 산출물을 추출 및 분석과 관련된 특허는 검색되지 않았고, 이를 무효화할 만한 유사 특허도 많지 않은 것으로 파악됨.

다만, 양질의 식생 지수를 추출하는 선행특허가 개시되어 있으므로, 저염분수 및 용존유기물, 엽록소 및 총부유무질농도, 갈조지수, 적조 유해종, 역산란계수, 이산화탄소 흡수지수, 형광 분석 엽록소 농도, 입자성 유기탄소, 나조류, 옹스트롬 지수, 단풍지수를 추출 및 분석할 수 있는 기술의 개발을 통해 신규 IP를 확보할 가능성이 높은 것으로 파악됨.

2-7. 자료 저장 및 관리 SW 개발 기술

핵심특허의 분석 결과, 메타 데이터를 추출하여 위성 영상 통계 데이터베이스를 구축하는 특허는 많지 않은 것으로 파악됨.

특히, 위각각의 분광 파장대의 인공위성 영상자료 중 상기 해조류와 갯벌, 또는 해조류와 바닷물의 분광반사도의 차이가 큰 분광 파장대의 인공위성 영상자료를 추출하

는 기술에 대하여 언급하고 있음.

다만, 메타 데이터를 추출하는 방법과 빅데이터를 실시간을 처리 분석하는 방법의 개발을 통해 신규 IP 확보가 필요한 것으로 파악됨.

2-8. 위성자료 송수신/배포 SW

핵심 특허의 분석 결과, 위성 영상 콘텐츠를 전송하기 위한 네트워크 연동하는 기술 개발에 관련된 특허는 많지 않은 것으로 파악됨.

특히, 관측 영상데이터에서 비영상 데이터 및 구분 데이터를 제거한 후 관측 영상 데이터를 정해진 크기로 나누어 이산 웨이블릿 변환을 실행하여 정해진 크기의 코드 블록으로 나누어진 데이터를 씨티엑스와 디 썬으로 부호화한 후 엠큐 부호화한 후 압축 알고리즘으로 압축하는 기술만 언급하고 있음.

다만 위성 영상 용량을 최적화하는 기술은 선행특허에 개시되어 있으므로, 위성 영상 콘텐츠를 전송하기 위해 클라우드 컴퓨팅 또는 다른 네트워크와 연동하는 수단과의 단순한 조합만으로는 IP확보가 곤란하며, 최적화된 위성 영상을 클라이언트에 제공하는 새로운 네트워크 연동 기술의 개발을 통하여 신규 IP 확보가 필요한 것으로 파악됨.



3. 지재권 확보가능성 분석 결과

정지궤도복합위성 해양탐재체(GOCI-II) 통합자료처리시스템 개발 기획연구	기술중요도 (가중치/%)	지재권 확보 가능성				
		매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음
전처리SW - 원시자료 개발	11.1		<input checked="" type="checkbox"/>			
전처리SW - 복사보정 개발	11.1			<input checked="" type="checkbox"/>		
전처리SW - 기하보정 개발 기술	11.1				<input checked="" type="checkbox"/>	
위성자료 정밀보정 SW 개발 기술	11.1		<input checked="" type="checkbox"/>			
대기보정 SW 개발 기술	11.1			<input checked="" type="checkbox"/>		
산출물 생산 / 자료분석 SW 개발 기술	11.1		<input checked="" type="checkbox"/>			
자료 저장 및 관리 SW	11.1			<input checked="" type="checkbox"/>		
위성자료 송수신/배포 SW	11.1			<input checked="" type="checkbox"/>		
통합검증	11.1			<input checked="" type="checkbox"/>		
종합결론	-		<input checked="" type="checkbox"/>			