

천리안위성 기술 동향-기상탐재체 관련

서 애 숙

국가기상위성센터

I. 국가기상위성센터

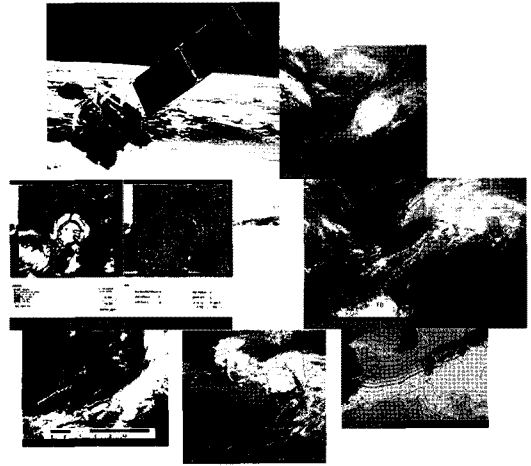
1-1 설립 배경 및 목적

기상청은 1978년 일본 GMS-1 기상위성 자료를 수신하면서 위성 업무를 시작하였으며, 원격탐사과를 거쳐 기상위성과, 지구환경위성과 등 여러 차례 업무 영역의 변화를 가져오며 위성 관련 업무를 하였다. 그때의 주 업무는 일본, 미국, 유럽, 중국 등 외국의 위성 자료를 수신하여 구름 영상, 태풍, 안개, 황사 등의 자료를 생산하는 것이었다.

이후 기상청이 국가 우주 개발 중장기 계획에 따라 2003년부터 국가 주요 정책 사업으로 개발된 우리나라 최초의 정지 궤도 다목적 위성인 「천리안위성」을 운영함에 따라 독자 기상위성 운영을 위한 전문적인 관리 체계 구축이 필요하게 되었고, 이에 따라 국가기상위성센터를 2009년에 설립하였다.

국가기상위성센터는 기상위성을 이용하여 전 지구 및 동아시아 지역의 기상 변화 감시와 함께 대기의 흐름, 호우, 태풍, 안개, 황사, 해수면 온도 등의 기상 정보를 위성 관측 자료 기반으로 생산하고, 기상위성 영상 및 기상 요소 산출 정보를 기반으로 위험 기상 현상에 대한 기상예보 분석 정보를 생산·제공하며, 수치예보모델의 정확도를 높이기 위한 입력 자료로 사용되는 등 기상예보 업무를 지원한다.

또한 국가기상위성센터는 기존 기상청 위성 업무와 달리 천리안위성의 관측 자료와 산출물을 동아시아 지역 국가에 제공하고 있으며, 위성 운영을 위한 부관계 기능도 담당하고 있다. 이를 위해 안테나



[그림 1] 기상위성 관측 자료의 기상예보 지원 현황

송수신 시스템, 전처리 시스템, 기상 자료 처리 시스템, 위성 자료 분배 시스템 등 총 11개의 서브 시스템으로 구성된 지상국을 구축하여 위성의 안정적인 운영을 담당하고 있다.

1-2 기상청 위성업무 추진 주요 연혁

- 1970. 12. 미국 ESSA-8 위성 영상 수신 시스템 구축·운영
- 1978. 04. 최초 중앙기상대 관측국위성기상과 신설
- 1978. 04. GMS-1호 위성 영상 수신(LR FAX 영상)
- 1985. 07. 기상연구소 위성기상연구소로 개편
- 1987. 12. 위성기상연구소에서 위성기상부로 확대 개편 (수신과, 분석과 정원 21명)
- 1992. 03. 위성기상부를 본청 위성담당, 기상연구소 원격탐사연구소로 분리
- 1998. 12. 위성 장비 대방동 신청사로 이전
- 2000. 12. 중국 극궤도 기상위성(FY-1C) 자료 수신

- 2001. 01. Terra EOS/AM 수신 장비 도입
- 2002. 05. 유럽정지궤도위성(Meteosat-5) 디지털 자료 수신 및 분석
- 2002. 05. 유럽정지궤도위성(Meteosat-5) 디지털 자료 수신 및 분석
- 2002. 11. 통신해양기상위성 개발사업 확정
- 2003. 04. GMS-5 위성 운영 중단 및 GEOS-9 위성 대체 운영
- 2003. 05. 기상위성센터 설립 기본 계획 수립
- 2004. 07. NOAA-14호 노후화로 인해 수신 중단
- 2005. 일본 MTSAT-IR 수신 시스템 구축, 미국 NOAA, 중국 FY-1/2, 유럽 Meteosat 관측 자료 수신 및 활용
- 2005. 04. 기상위성센터 건립 부지 확정
- 2006. 04. 국가기상위성센터 신축 공사 기공식
- 2006. 11. 유럽기상위성센터(EUMETSAT)와의 MOU 체결
- 2007. 05. 웹 기반 위성 영상 분석 시스템 현업 적용 및 METOP 위성 분석 활용 시스템 개발
- 2008. 07. FY-2D 자료 수신
- 2008. 08. 국가기상위성센터 청사 준공, Meteosat-7 수신 중단
- 2009. 02. 국가기상위성센터 생활관 공사 착공
- 2009. 04. 국가기상위성센터 설립(3팀, 43명)
- 2009. 09. 국가기상위성센터 생활관 준공
- 2009. 10. CGMS-37차 회의 개최(제주도)
- 2009. 11. 전지구 ASCAT, SSMIS 위성 분석 자료 예보 지원
- 2009. 12. 통신해양기상위성 기상 자료 국내 사용자 그룹 회의 개최
- 2010. 06. 천리안위성 발사
- 2011. 04. 천리안위성 정규 서비스 개시

1-3 역할 및 비전

국가기상위성센터는 우주로부터 독자적인 지구 대기 환경 감시로 국가 안보 및 녹색 성장과 국민 삶

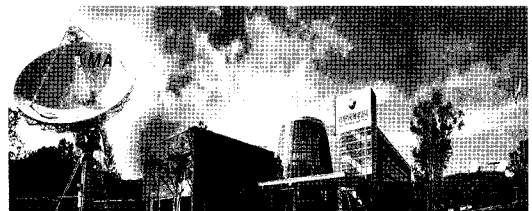
의 질 향상에 기여하기 위해 설립되었으며, 국내 첫 기상위성인 천리안위성의 정규 운영과 12종류의 외국 기상위성 자료를 수신 분석하여 예보에 이용하고 한반도 주변의 위험 기상을 조기에 탐지하여 자연 재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하는 임무를 수행하고 있다. 또한 우리나라의 기상위성 정책 및 기본 계획과 국가 우주 개발 중장기 계획 수립에 지원하기 위해 후속 위성 개발 등 기상위성 개발 및 연구 업무를 수행하고 있다. 뿐만 아니라 기상위성 운영에 관한 국제 협력 기술 지원을 위해 기상위성망 조정 업무를 수행하고, 아시아 태평양 지역의 OECD 국가에 중·소규모 수신 분석 시스템 구축 사업을 통한 위성 자료 분배 업무를 담당하고 있다.

국가기상위성센터는 향후 수문, 기후 변화, 환경 분야 활용을 위한 고정밀, 고성능 지구 관측 위성 자료를 확보하여 활용 분야 목적에 적합한 위성 자료와 다양한 분석 정보를 제공하고, 재해·재난에 선제적으로 대응하기 위해 각 기관별로 사용하는 위성 자료를 공동 활용하고 융합 분석할 수 있는 체계를 구축하여 사회·경제적으로 기여할 계획이다.

II. 천리안위성 기상탐재체

2-1 사업 개요

독자적인 기상위성을 확보해야 한다는 여망은 1997년 “한국 기상위성 보유 정책에 관한 연구”를 계기로 시작되었다. 기상위성을 확보하면 경제적 이득을 얻을 뿐 아니라 기술 발전에도 크게 기여할 것으로



[그림 2] 국가기상위성센터의 전경

기대되었다. 그렇지만 큰 동력을 얻지 못했던 독자 기상위성 사업은 1998년 북한의 대포동 미사일 발사에 따른 우리나라 우주 개발 전반에 걸친 재검토가 진행되었던 1999년부터 새로운 동력을 얻기 시작하였다. 우리나라의 우주 개발 방향을 결정하는 “국가 우주개발 중장기계획”을 수립하는 과정에서 수많은 우여곡절을 겪으면서 “통신방송기상위성”을 정지 궤도에 올린다는 내용이 2000년에 국가과학기술위원회 의 “국가우주중장기개발계획” 수정안에 반영된 것이었다.

그럼에도 불구하고 개발을 위한 본격적인 예산을 확보하지 못해 다부처 사업임에도 불구하고 기상청 단독 예산으로 2001년에 기획 연구가 진행되었다. 연구를 진행하면서 다양한 위성체 및 탑재체에 대한 사전 조사와 함께 기상위성이 가져올 경제적 이득에 대한 분석도 이루어졌다. 또한, 이 과정에서 방송임무가 빠지면서 해양이 대체하는 구도가 확정되어 프로그램 이름이 “통신해양기상위성”이 되었다. 그럼에도 불구하고 2002년 개발 착수를 위한 예산은 확보되지 않았으나, 2002년부터는 기상청 단독이 아닌 참여 부처 전체의 선행 연구가 진행되어 본 사업에 대한 여러 부처의 일관된 정책 방향이 드러나게 되었다. 이러한 배경 하에서 2003년부터는 본격적인 사업 착수를 위한 예산이 배정되었다. 여러 부처가 공동으로 추진하는 사업의 원활한 추진을 위한 사업 추진 체계(추진 위원회 구성, 주관 연구 기관으로 한국항공우주연구원 선정, 협력 연구 기관 설정, 개발 위원회 구성 등)를 구성한 후 9월부터 1차년도 사업이 착수되었다.

기상청은 이에 발맞추어 기상관측위성 개발 전담반이 구성되었으며, 기상탐재체 선정을 위해 수차례에 걸친 기상청 내부 회의, 한국항공우주연구원과 기상청 간의 회의, 외국 개발 업체와의 접촉 등을 통해 기상 임무 사용자 요구사항을 완성하여 현재의 천리안위성 개발 사업을 본격적으로 추진하게 되었다.

국내 첫 기상위성이었던 만큼 탑재할 센서에 대한 다양한 요구사항이 제기되었다. 일기예보, 수치예보, 기후 감시 등 다양한 분야의 요구사항을 만족시키기 위한 센서들이 제시되었고, 이들에 대한 기술적인 검토도 이루어졌다. 또한 첫 번째 프로그램이기에 가져야 했던 예산, 일정, 성공적인 운영 등에 대한 조건들도 고려되었다. 최첨단 관측 센서를 외국과의 국제 협력으로 탑재하자는 의견에서부터 기존의 센서를 구매하자는 의견까지 다양한 확보 방안들이 논의되었다. 결과적으로는 기상 임무는 연구 개발보다는 현업 성격이 강하며, 안정적인 운영을 위한 위험요소를 감소시키고, 사용자들의 요구 사항에서 우선 순위가 가장 높았던 일기예보 지원을 위해 오랜 기간 미국의 GOES 위성에서 활용된 영상기를 개발한 미국의 ITT의 5채널 영상기가 기상탐재체로 선정되었다.

천리안위성의 기상탐재체는 1개의 가시광선 채널과 4개의 적외선 채널을 가지고 있으며, 전 지구를 관측하는데 약 27분이 소요된다. 또한, 이 기상탐재체는 원하는 지역을 원하는 시간에 원하는 영역만큼 관측할 수 있는 기능이 있기 때문에, 필요시 원하는 지역의 집중 관측도 가능하다. 현재 운영되는 기본적인 탑재체 운영 방식은 동아시아 지역의 15분 간격 관측 및 위험 기상 발생 시 한반도 주변 지역의 시간 당 8회 관측이다.

천리안위성은 발사체인 아리안 5 로켓의 기술적 문

<표 1> 천리안위성 기상탐재체 채널

채널	중심 파장 (μm)	파장대 (μm)	복사 성능 정확도	해상도 (km)
가시	0.675	0.55~0.80	<5 %	1
근적외	3.75	3.50~4.0	<1K	4
수증기	6.75	6.5~7.0	<1K	4
적외1	10.8	10.3~11.3	<1K	4
적외2	12.0	11.5~12.5	<1K	4

제로 인한 발사 지연이 있었으나, 4차 시도인 한국 시각 2010년 6월 27일 06:41에 프랑스령 남미 기아나 꾸르 우주센터에서 성공적으로 발사되었다.

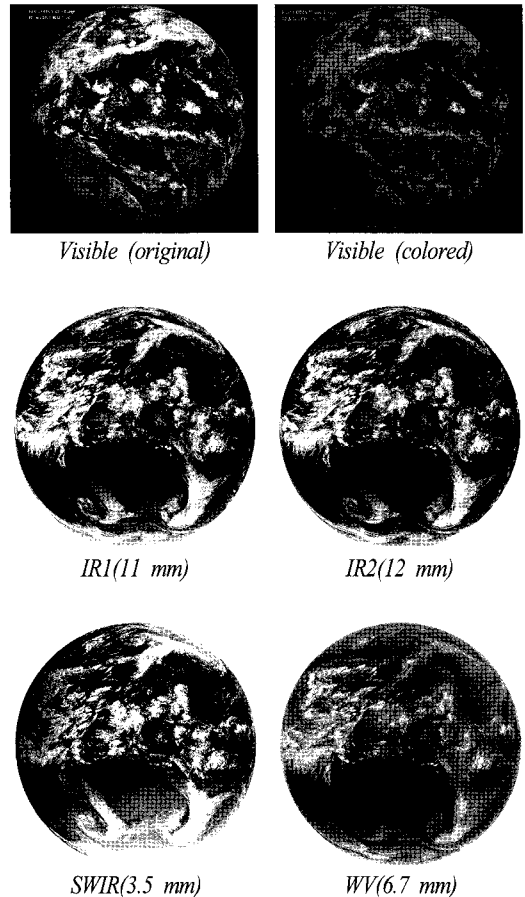
천리안위성 발사 약 1주일 후에 목표 정지 궤도 (동경 128.2도 적도 상공)에 진입하였으며, 이로부터 약 7개월 동안 궤도상시험을 통하여 위성의 기본적인 기능 시험, 기상탐재체와의 통신 그리고 위성 영상 자료의 복사검정 및 위치보정 등 품질 관리를 수행하였다. 궤도상시험 종료 후 최종 운영 시험을 거쳐 4월 1일부터 천리안위성의 대국민 서비스를 수행 중에 있다.

2-2 지상국시스템

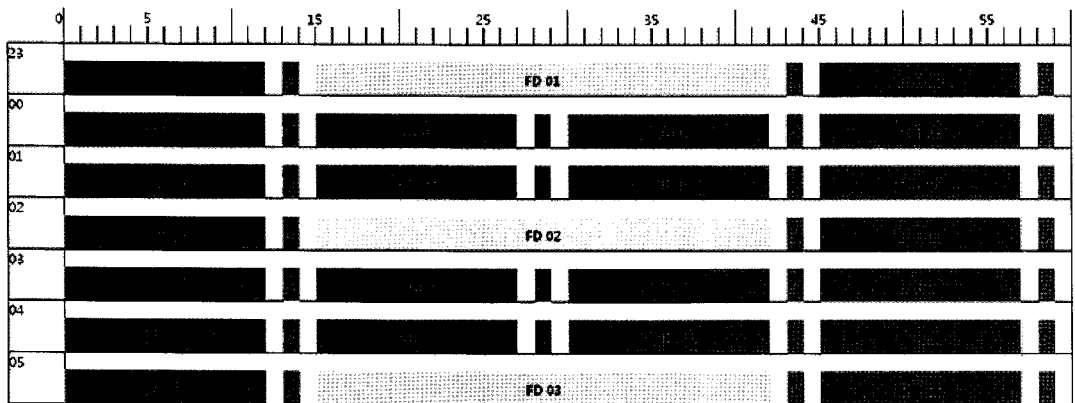
국가기상위성센터는 국내 최초 정지 궤도 기상위성인 천리안위성의 기상탐재체에서 관측한 위성 관측 자료를 실시간으로 수신하여 영상처리하고, 이를 다양한 방법으로 분석하여 국내외 사용자들에게 배포하는 임무를 수행하고 있다.

이 같은 기상위성 자료의 송수신, 처리, 분석, 분배, 저장을 위해 2년('07~'08)에 걸쳐 총 11종의 시스템을 [그림 5]와 같이 구축하였다.

- 안테나 송수신 시스템: 지상에서 위성과 직접적으로 RF 신호를 송/수신하는 기능 수행, 천리



[그림 4] 첫 가시 영상(7. 12 11:15 KST), 적외 영상(8. 11 1914 KST)



[그림 3] 천리안위성 기상 관측 스케줄



[그림 5] 국가기상위성센터 지상국시스템

안위성의 경우 L/S-Band 사용함.

- 전처리 시스템: 기상위성 관측 자료를 수신하여 복사 검정(radiometric calibration) 및 영상 위치보정(image navigation & registration) 수행 후 기본 영상 자료를 생산, 또한 위성 방송 서비스를 위한 LRIT/HRIT¹⁾ 자료를 생산함.
- 기상자료 처리 시스템: 천리안위성 관측 자료를 기반으로 지상 관측 자료, 외국 위성 자료, 수치예보모델 자료 등을 활용하여 총 16종의 기상산출물을 생산(구름 탐지, 청천 복사, 대기운동 벡터, 해수면 온도, 지표면 온도, 해빙/적설, 안개, 상층 수증기량, 표면 도달 일사량, 강우 강도, 지구 방출 복사량, 황사 탐지, 에어로졸 광학 두께, 구름 분석, 운정 온도/고도, 가강수량).
- 위성 자료 분석 시스템: 위성 자료 관리 시스템에서 천리안 기본 영상, 16종 기상산출물, 외국 위성 자료, 기상 자료, 지리 정보 자료 등을 입수하여 분석자가 GUI상에서 대화형으로 분석 가능하도록 지원해 주는 시스템.
- 위성 자료 관리 시스템: 지상국 데이터베이스, 스토리지, 백업 라이브러리 및 자료 교환 서버 등의 장비로 구성, 기상위성센터에서 수집/생산되는 모든 자료의 저장, 분배, 백업의 기능 수행.
- 자료 통신 시스템: 라우터, 허브, 방화벽, 침입

차단 시스템, 침해 위협 탐지센서 등의 위성 센터 내 모든 네트워크망 구성 장비를 총칭함.

- 위성 관제 시스템: 천리안위성의 관제 기능 백업을 위해 구축된 위성 관제 시스템.
- 현업 응용 개발 시스템: 기상위성 자료를 활용한 새로운 알고리즘 개발과 현업화 준비 등의 개발 업무를 수행하기 위한 시스템. 천리안위성 자료를 수신 받아 16종 기상산출물을 처리할 수 있도록 구성되어 있음.
- 위성 자료 분배 시스템: 웹(Web)을 통해 천리안 위성 자료, 16종 기상산출물 등 국가기상위성센터에서 생산 서비스되는 모든 정보 등을 국내외 사용자들에게 제공해 주기 위한 시스템.
- 통합 감시 제어 시스템: 국가기상위성센터 내의 모든 시스템들을 실시간 감시 제어할 수 있도록 구성된 위성운영실 내의 DLP Cube, 콘솔 PC, SMS, NMS, CCTV 등을 총칭.
- 작업 관리 시스템: 지상국 자료 처리 현황 모니터링, 프로세스 위주의 장애 관리, 천리안위성 자료 서비스용 분배 스케줄 및 운영 보조 자료의 생산을 담당하는 시스템.

2.3 기상 자료 처리 시스템

천리안위성 기상 자료 처리 시스템(CMDPS: COMS Meteorological Data Processing System)은 기상탐재체의 5개 채널 관측 자료로부터 위험 기상 조기 탐지 및 기상 예측에 활용하기 위한 [그림 6]과 같은 16종의 기상산출물을 실시간 생산하는 종합적 자료 처리 시스템이다. 기상 자료 처리 시스템 개발은 천리안위성의 개발 착수와 함께 2003년 9월부터 개발이 시작되었다. 국립기상연구소가 중심이 되어 국내 8개 대학 10명의 교수진과 함께 천리안위성 관측 자료로부터 산출 가능한 16종의 기상산출물을 정의하고,

1) LRIT/HRIT: Low Rate Information Transmission/High Rate Information Transmission



[그림 6] 천리안위성 16종 기상산출물

개발 산출 요소에 대한 알고리즘 설계 및 원형 소프트웨어 개발, 표준화 및 통합, 전후 처리 및 인터페이스 개발, MTSAT-1R 위성 자료를 이용한 시험 운영 및 개선, 실시간 운영 체계 구축 단계를 거쳐, 2009년 12월에 개발을 완료하였다.

기상 자료 처리 시스템은 기존 외국 위성 자료만 수신하던 때와 달리 다양한 산출물을 생산한다. 기존 안개, 황사, 해수면 온도뿐만 아니라 수증기 흐름 및 수치 예보의 중요한 입력 자료인 대기 운동 벡터, 기후 변화를 위한 지표면 온도, 가강수량 등 훨씬 더 다양한 자료를 생산하고 있으며, 이들 자료를 이용하여 일기예보뿐만 아니라 방재, 항공, 농업 등 여러 분야에 천리안위성 자료를 이용할 수 있게 되었다.

Ⅲ. 천리안위성 정규 서비스

2010년 6월 발사된 천리안위성은 약 6개월간의 궤도상시험을 마치고 지난 4월 1일부터 정규 서비스에 들어가 기존 한 시간에 두 번 외국 위성 자료를 수신하던 것을 평상 시 1시간에 4회, 위험 기상 발생시에는 8회의 관측이 가능하게 되었다. 이로써 급격히 발생했다가 소멸하는 돌발성 국지 위험 기상 예측 및 초단기 예보 향상에 기여할 것으로 기대하고 있다.

기상예보뿐만 아니라 자연 재해, 대기 환경 모니

터링, 농업, 수자원, 군사, 항공 분야 등 위성 자료 활용 분야를 확대하기 위하여 국토해양부, 환경부, 공군, 해군, 소방방재청, 한강홍수통제소, 한국전력거래소, 서울특별시, 대구광역시, 부산광역시, 경기도, 충청북도, 방송국(KBS, MBC, SBS), 한국기상산업진흥원, 국가농림기상센터 등의 유관기관에 실시간으로 서비스하고 있다.

3-1 위성통신 서비스

천리안위성으로부터 관측된 기상위성 자료는 천리안위성을 통해 고속 전송 자료(High Rate Information Transmission, HRIT)와 저속 전송 자료(Low Rate Information Transmission, LRIT) 형태로 변환하여 중·소규모 수신 시스템을 활용하고 있는 동아시아 지역 30여 개국 사용자에게 전달된다. HRIT/LRIT 자료는 무료로 배포되며, 천리안위성 자료를 수신하고 있는 사용자 파악을 위해 암호화하여 전송한다. [그림 7]은 천리안위성 고·저속 자료 전송 형식과 천리안위성 자료 분배 흐름도를 나타내고 있다.

3-2 홈페이지 서비스

국가기상위성센터에서 보유하고 있는 천리안위성 및 외국 기상위성 자료들은 국가기상위성센터 홈페이지(<https://nmisc.kma.go.kr>)를 통하여 서비스하고 있다. 국가기상위성센터 홈페이지에서는 자료 검색 및 다운로드 기능을 지원하고 있으며, 승인받은 사용자는 필요한 자료를 검색, 신청 절차를 거쳐 다운로드 할 수 있다. 또한, 대용량의 자료들은 홈페이지의 과부하를 막기 위하여 신청 후 외장 하드 등을 이용하여 받을 수 있다.

기존 국가기상위성센터 홈페이지는 기상청 내부 사용자를 위한 외국 위성 자료 검색 시스템, 천리안 위성 자료 검색 시스템 등 인터넷 서비스와 유관 기관 및 대국민 서비스를 위한 위성 자료 검색 시스템, 국가기상위성센터 국/영문 홈페이지 등 인터넷

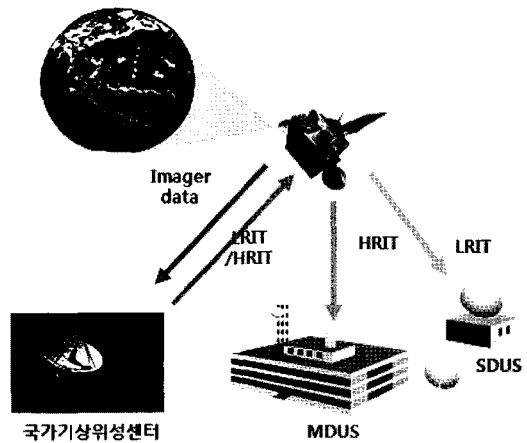
서비스로 나뉘어져 있었으나, 이처럼 다양하게 분리되어 있는 홈페이지로 인하여 위성 자료 검색 및 서비스에 불편함이 제기됨에 따라, 이를 해소 하고자 ‘천리안위성 및 외국 위성 자료 홈페이지 통합·개선 사업’을 추진하였다. [그림 8]은 통합된 국가기상

위성센터의 홈페이지와 인트라넷을 나타내고 있다.

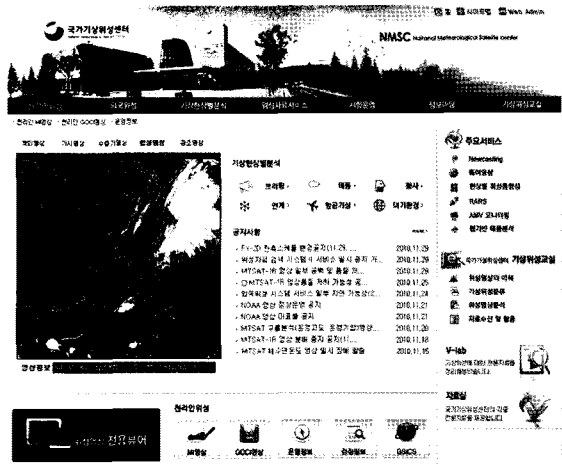
주요 개선점으로는 기존 인터넷 및 인트라넷 홈페이지에 분산되어 구현되었던 기능들을 통합하여 위성센터 소개 및 국내외 자료 서비스 기능 우선의 국/영문 홈페이지와 예보관 등 내부 사용자를 위한 예보 지원 기능 우선의 인트라넷 홈페이지를 각각 구축하였으며, 천리안위성 및 외국 위성 영상의 동영상, 확대, 축소, 백터 지도, 거리 계산 등의 기능이

<표 2> 천리안위성 고·저속 자료 전송 형식

분류	HRIT	LRIT
자료 전송율	-3 Mbps	-256 kbps
자료 형식	-MI Image -Alpha-numeric text -Encryption key message	-MI 기본 영상 -Alpha-numeric text, -암호화 키 -GOCI 영상 -위성 분석 자료 -수치 예보 자료
관측 영상	-FD -APNH -ENH -LSH	-FD -APNH -ENH -LSH
수신 시스템	-중규모 수신 시스템 (medium scale data user station, MDUS)	-소규모 수신 시스템 (small scale data user stations, SDUS)



[그림 7] 천리안위성 자료 분배 흐름도



(a) 국가기상위성센터 홈페이지(https://nmssc.kma.go.kr) (b) 국가기상위성센터 인트라넷(http://intra.nmssc.kma.go.kr)

[그림 8] 국가기상위성센터 홈페이지

포함된 위성 영상 전용 뷰어를 개발하여 내부 사용자들이 위성 영상을 쉽게 검색하여 비교할 수 있도록 하였다.

IV. 맺음말

천리안위성 발사는 단순히 시간 해상도가 높은 위성 영상을 보유한다는 것 이상의 의미를 가진다. 외국의 기상위성 자료를 수신하던 나라에서 주변 국가에 위성 자료를 서비스하는 나라가 되었을 뿐만 아

니라 다양한 산출물을 국내 순수 기술로 생산함에 따른 기술력 및 연구 기반 조성 등 여러 가지 측면에서 그 효과를 논할 수 있을 것이다. 위성 운영국으로서 다양한 국제 회의 참석 자격 획득 및 발언권 강화 등 우리나라의 국가 위상 제고와 함께 우리나라를 우리의 눈으로 볼 수 있다는 것에 대한 국민들의 자부심까지 고려한다면 그 가치는 기대 이상일 것이다.

향후 기상 선진국들과 동일한 수준의 후속 정지궤도 기상위성을 보유하게 되는 그날 우리나라도 기상 선진국이 될 수 있으리라 확신해본다.

≡ 필자소개 ≡

서 애 숙



1975년 3월~1979년 2월: 경북대학교 지구과학 (이학사)
1979년 3월~1982년 2월: 서울대학교 기상학 (이학석사)
1995년 3월~1997년 4월: 일본 동해(TO-KAI)대학교 대기과학 (공학박사)
1999년 10월~2002년 6월: 기상연구소

원격탐사연구소 실장

2002년 6월~2003년 5월: 대전지방기상청 수원기상대 대장
2003년 5월~2005년 1월: 기상청 국제협력과 과장
2005년 1월~2005년 6월: 기상청 총괄예보관 과장
2005년 6월~2006년 6월: 대전지방기상청 수원기상대 대장
2006년 7월~2009년 4월: 기상청 기상위성과, 지구환경위성성과 과장
2009년 5월~현재: 기상청 국가기상위성센터 센터장