

제 출 문

본 보고서를 「전파예·경보 체계 개선방안 연구」
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2006. 12. 31.

연구책임자 : 김영규(전파연구소)

연 구 원 : 유석원(전파연구소)

표유선(전파연구소)

한진욱(전파연구소)

유한상(전파연구소)

요 약 문

1. 과 제 명 : 전파예·경보 체계 개선방안 연구
2. 연 구 기 간 : 2006. 1. 1. ~ 2006. 12. 31.
3. 연구책임자 : 김영규
4. 계획 대 진도
 - 가. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별 추진계획												비 고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
o 연구총괄	김영규													
o 전파 예·경보 체계 현황 분석	유석원													
- 연구기관 자료 수집 및 분석	한진욱	<=>												
- 국제우주환경서비스기구 및 주요 기관의 서비스 전달 체계 연구			<=>											
o 우주전파환경 예·경보 서비스 개선	유석원													
- 국·내외 주요 관측 데이터 수집 및 분석 시스템 구축 방안 연구	한진욱			<=>										
- 우주전파환경 정보전달 체계 연구	표유선				<=>									
- SMS, WEB을 이용한 우주전파 환경정보서비스 개선	유한상					<=>								
o 중·장기 발전계획 수립 추진	유석원													
- 자문위원회 및 연구반 운영	한진욱			<=>										
- 동향 분석을 위한 세미나 개최										<=>				
o 연구결과 발표	한진욱										<=>			
o 연구보고서작성	한진욱											<=>		
분기별 수행진도(%)		25			50			75			100			

나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 전파정보 발령 등급 기준안 마련
 - 우주전파환경 변화 발생원인 및 피해 사례 자료 조사
 - 외국 관련 연구 기관의 경보 등급 분류 기준 분석
 - 효율적인 연구소 자체 경보 발령 등급 체계 기준안 마련
- 2) 우주전파환경 예·경보 정보 전달 체계 연구
 - 우주전파환경 관측 데이터 특성 분석
 - 예·경보 발령에 필요한 관측 데이터 선별
 - 국내외 주요관측 데이터 수집 및 분석 시스템 구축
 - 체계적이고 자동화된 우주전파환경 정보전달 체계 연구
- 3) 우주전파환경 예·경보 서비스 개선
 - 우주전파환경 관련 연구기관의 예·경보 서비스 현황 분석
 - 우리소가 가진 문제점 분석 및 서비스 개선 방안 마련
 - SMS, WEB을 이용한 우주전파환경정보 및 예·경보 서비스 제공
- 4) 우주전파환경 관측장비 시설개선
 - 운영중인 우주전파환경 관측 장비의 문제점 분석
 - 노후화된 관측장비의 성능개선 추진
 - 관측자료 자동 처리 프로그램 개발
- 5) 우주전파연구 중·장기 발전계획 수립 추진
 - 2012년 태양활동 극대기를 대비한 연구 발전계획 수립
 - 산·학·연 전문가로 구성된 우주전파환경 연구자문회의 구성·운영

성·운영

5. 연구 결과

- 1) 전파정보 발령기준 확립 및 전달 체계개선
- 2) 우주전파환경 데이터 자동처리 기능 향상
- 3) 선진국의 예·경보 업무 분석을 통한 업무 개선

6. 기대효과

- 1) 전파 예·경보 체계 개선으로 통신장애 등 피해 최소화

- 2) 우주전파환경정보 및 예·경보 서비스 제공으로 대국민 서비스 강화
- 3) 국제 교류협력 활동 강화로 국제적인 지위 향상

7. 기자재 사용 내역
해당 사항 없음

8. 기타사항

SUMMARY

Space weather forecast is the major function of Radio Research Laboratory(RRL) which was started from the time of its foundation in 1966. From then we have been contributing to securing reliable (earth/space) radio communication services by studying the space environment affect the radio communication systems and providing the space weather service for the public.

Due to the rapid evolution of the radio communication technology these days, the criteria which were used in issuing "alerts" of space weather need to be rebuilt, and the observation systems and the internet space environment service system had to be modernized. We had to update them by the benchmarking of the advanced space weather forecast services and research activities conducted in foreign countries.

In this work, we fixed many problems with the old observation systems and developed software programs for automatic-controlling the systems and analysing the observed data. We also set-up a long term research plan for preparing for the solar extreme activity period expected in 2011 and studied the research trends through many consultations with experts in space environment.

The demand for the space weather forecast service is increasing because of the growing interest for the space era in 21 century. However, the space environment service system(SESS) that RRL runs in the internet is too old and outdated. So major big changes were made in the overall format of the SESS and its contents to monitor the space environment in near-real time and

deliver the alert signals as soon as possible to the public. Through the renovation of the SESS, we could offer qualitative information of the space environment and revitalize the communication between the users and the SESS operator and improve the public image of the RRL as the primary service provider of space environment information in Korea.

목 차

제 1 장 서론	473
제 2 장 우주전파환경 정보제공 기관 및 활동	474
제 1 절 개요	474
제 2 절 우주전파환경 정보	474
제 3 절 우주전파환경 정보서비스	475
제 4 절 관련기관	477
제 5 절 요약	196
제 3 장 우주전파환경 예보를 관측 장비	498
제 1 절 개요	498
제 2 절 관측가능 우주환경 현상	500
제 3 절 지상 관측 장비	500
제 4 절 우주에서 관측할 수 있는 장비	509
제 4 장 우주전파환경 예 · 정보 서비스 개선 및 체계	513
제 1 절 개요	513
제 2 절 과거의 전파정보 운영 현황	513
제 3 절 개선된 우주전파환경 예 · 정보(안)	514
제 4 절 우주전파환경 정보제공 서비스	517
제 5 장 우주전파환경 관측 장비 시설 개선	524
제 1 절 개요	524
제 2 절 태양전파 관측기 성능개선	524
제 3 절 종합관측망 구축을 위한 전리층 전파환경 조사	548
제 4 절 지자기 관측시설 입지조건 분석	554

제 6 장 우주전과 연구 중 · 장기 발전 계획 수립 추진	561
제 1 절 개요	561
제 2 절 비전 및 추진전략	562
제 3 절 중점 추진과제	564
제 7 장 결론	573
참고 문헌	574

표 목 차

표 2-1 ISES 조직구성	491
표 2-2 ESA 우주환경 서비스의 예	502
표 3-1 우주환경 관측을 위한 지상관측 장비	511
표 3-2 Ionosonde 설치국가	517
표 3-3 우주에서 관측할 수 있는 장비	522
표 4-1 과거 경보 발령 기준표	526
표 4-2 전파경보 등급분류	528
표 4-3 우주전파환경 정보서비스 시스템 주요기능	530
표 5-1 지자기장 분포 측정데이터 개수	555

그 립 목 차

그림 2-1 우주환경 정보 서비스의 일반적인 절차	475
그림 2-2 ISES 조직도	478
그림 2-3 ESA 조직구성	488
그림 2-4 유럽 우주환경 프로그램 개략도	489
그림 3-1 지도상으로 본 Ionosonde 설치국가	508
그림 4-1 과거 전파정보 업무 처리도	513
그림 4-2 개선된 우주전파환경 예·경보 업무 처리도	515
그림 4-3 단파대역 전파예보	515
그림 4-4 전파정보	516
그림 4-5 우주전파환경 정보서비스 시스템 개념도	518
그림 4-6 우주전파환경 정보서비스 구성도	519
그림 4-7 우주전파환경 정보서비스 초기화면	519
그림 4-8 우주전파환경 문자 메시지 화면	520
그림 4-9 우주전파환경 시설간 정보자료(태양관측 이미지)	522
그림 4-10 우주전파환경 데이터 검색 서비스	523
그림 5-1 노후화된 태양전파관측기	525
그림 5-2 주파수별 안테나 배치	525
그림 5-3 10m 및 6m 전파수신 안테나	525
그림 5-4 LP 전파수신 안테나	526
그림 5-5 원시자료 수신기	526
그림 5-6 10.7 cm(2.8 GHz)태양전파 수신 시스템	527
그림 5-7 안테나 제어프로그램 메인화면	529
그림 5-8 태양정보 표시	530
그림 5-9 안테나 정보표시 및 조작	531
그림 5-10 안테나 포지션 정확도 표시	532
그림 5-11 GPS 정보 표시	532
그림 5-12 GPS LED 상태 도움말 창	532
그림 5-13 시간정보 표시	533

그림 5-14 태양전파 취득시스템 접속표시	533
그림 5-15 시스템 상태정보 표시	534
그림 5-16 사이트 위도/경도 표시	534
그림 5-17 태양 부가정보 판넬	534
그림 5-18 구동부 정보 및 조작 판넬	535
그림 5-19 Offset 조절 판넬	539
그림 5-20 분석프로그램 전체화면 구성	540
그림 5-21 한시간 태양전파 다이내믹 스펙트럼 표시	541
그림 5-22 한시간 다이내믹 스펙트럼 변화 표시	542
그림 5-23 일일 다이내믹 스펙트럼	543
그림 5-24 감도 및 감마 변환 설정	544
그림 5-25 SPE파일 불러오기	545
그림 5-26 배경잡음 제거 변환 설정	546
그림 5-27 원격데이터 설정 및 적용	546
그림 5-28 운용정보 표시	547
그림 5-29 한반도 전역 전리층 관측을 위한 종합관측망 구축도(안)	548
그림 5-30 전리층 관측기에 의한 영향 측정 (안양 전파연구소 주차장)	549
그림 5-31 전리층 관측기에 의한 영향 측정(임광아파트 앞)	550
그림 5-32 전리층 관측기에 의한 영향 측정(안양 소방서 주차장) ...	551
그림 5-33 전리층 관측기에 의한 영향 측정(안양 KT 주차장)	552
그림 5-34 제주부지 지자기장 분포 측정위치	554
그림 5-35 Sector1의 지자기장 분포	557
그림 5-36 Sector2의 지자기장 분포	557
그림 5-37 Sector3의 지자기장 분포	558
그림 5-38 Sector4의 지자기장 분포	558
그림 5-39 '04년 05월 04일 제주, 이천, 용인 데이터	559
그림 5-40 '04년 05월 22일 제주, 이천, 용인 데이터	560
그림 5-41 '05년 04월 27일 제주, 이천, 용인 데이터	560
그림 6-1 우주전파환경 발전을 위한 비전	562

제 1 장 서 론

전파 예·경보 업무는 전파연구소 개소와 더불어 시작한 연구소 고유 업무로 우주전파환경변화가 통신에 미치는 영향을 수치화함으로써 안정적인 통신 이용에 기여해 왔다.

정보통신의 발달로 인하여 전파 예·경보 업무에 활용되었던 분류 기준이 모호해짐에 따라 전파경보 발령에 관련된 기준을 새로 만들 필요성이 대두되었으며, 이를 위하여 과거 경보 발령에 사용되었던 전파 경보 전달 체계를 현실에 맞게 수정, 보완하여 체계적이고 자동화된 경보 발령 시스템을 구축하고자 한다. 또한 국내·외 연구기관의 벤치마킹과 선진국의 예·경보 업무 현황 분석을 통한 서비스 업무 선진화를 추구하고자 한다.

본 연구에서는 우주전파환경 관측장비 시설 개선을 위하여 관측장비의 문제점을 분석하고 성능개선을 추진하였으며, 관측자료 자동처리 및 제어프로그램, 분석프로그램 등을 개발하였다. 또한 2012년 태양 활동 극대기를 대비하기 위하여 각 분야 전문가로 구성된 연구반을 운영하였으며, 전문가를 초빙하여 최근 국제 동향 분석을 위한 세미나를 개최하는 등 우주전파연구 중·장기 발전계획을 수립 추진하였다.

최근 우리나라의 우주전파환경 연구에 대한 높은 관심과 인식수준 향상으로 관련정보 서비스 요구가 증가하고 있으나, 서비스 수준 및 활용범위가 기대 수준에 미치지 못하는 실정이다. 따라서, 연구특성을 감안한 콘텐츠 개발 및 효율적 운영을 위한 관리기능 구성으로 콘텐츠의 최신성 유지 및 운영 편의성 확보가 필요하다.

본 연구에서는 우주전파환경 관련 콘텐츠의 확대 및 내실화와 이용자와의 양방향 커뮤니케이션 활성화, 우주전파환경 관측자료의 체계적 관리 및 운용 개선을 통하여 관련 정보에 대한 양질의 서비스 제공하고자 한다. 또한 국내·외 우주전파환경 데이터 종합 모니터링 시스템 운용으로 홍보효과 극대화 및 전파연구소 이미지 개선을 도모하려고 한다.

제 2 장 우주전파환경 정보제공 기관 및 활동

제 1 절 개 요

본 장에서는 현재 세계적으로 운영되고 있는 우주 환경 정보 제공 관련기관 및 그들의 활동을 요약·기술하였다. 조사 대상은 국외 기관으로 하고, 활발한 활동을 하고 있는 기관 및 기구를 대상으로 전반적인 정보를 포함하고 있다.

제 2 절 우주전파환경 정보

우주환경정보는 다양한 경로로 수집이 된다. 근래에는 많은 자료들을 위성 관측에 의지하고 있으며 주요 관측 위성들은 주로 미국, EU, 일본 등 선진국들이 보유하고 있다. 국가 단위의 위성 사업에 의해 발사된 관측 위성이 보내오는 자료들을 여러 국가들이 무료로 공유하는 형식으로 제공된다. 우주환경자료를 생산하는 대표적인 위성으로는 SOHO, ACE, WIND, GOES 등이 있다.

지상관측은 각 국가에 설치된 지상 관측 장비를 이용하여 생산된 후 국제적인 조직에 의해 서로 공유하고 있는 상황이다. 이런 국제 기관으로는 ISES, WDC 등이 있으며, 대표적인 지상관측 자료로는 지자기, 전리층, 태양 관련 관측 자료 등이 있다.

우주 환경에 영향을 미치는 현상들의 근본 원인은 태양의 활동에 있기 때문에, 많은 태양관측 자료가 우주환경정보의 많은 부분을 차지하고 있다. 그리고 태양의 활동에 의해 발생한 현상이 지구 쪽으로 진행하게 될 때, 지상에서 우주환경의 영향을 받기 때문에, 지구 태양 사이의

공간에 대한 관측도 요구되며 이를 위해 관측 위성 들이 사용되며, 최종적으로 지구에 영향은 지상의 관측 장비들에 의해 측정되고 있다.

제 3 절 우주전파환경 정보서비스

우주환경을 관측하여 그 정보를 가공하여 해당 사용자에게 제공하는 과정을 간단하게 도식화하면 아래와 같다.

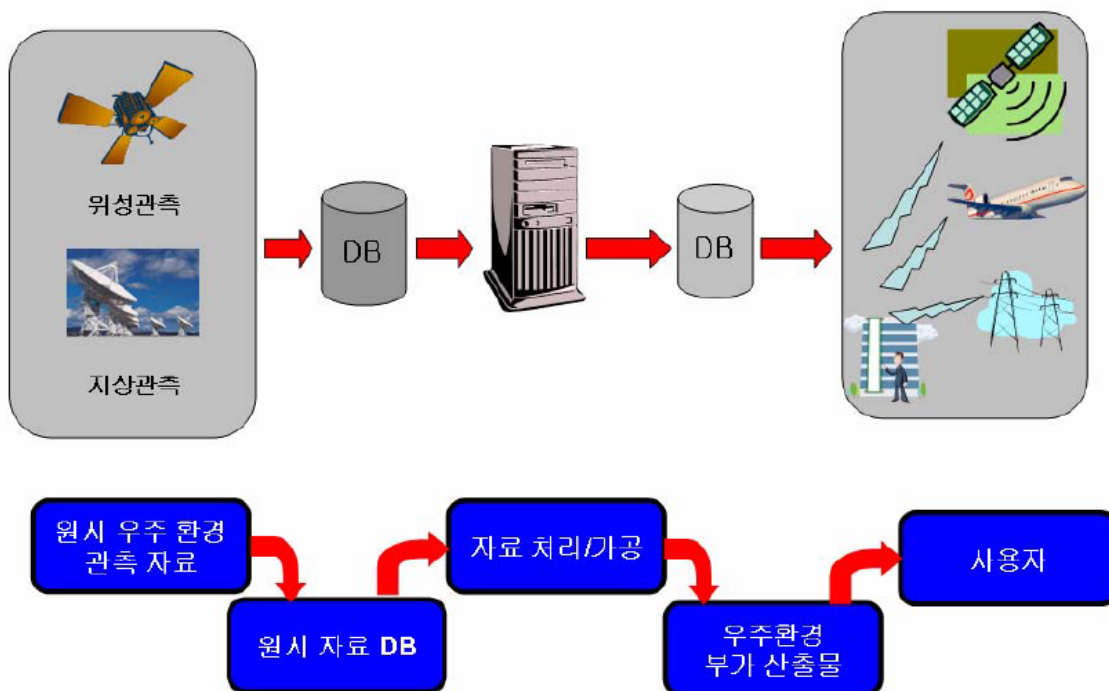


그림 2-1 우주환경 정보 서비스의 일반적인 절차

현대로 갈수록 위성을 이용하여 태양이나 지구 상층의 우주 환경을 관측하는 방식이 많이 이용되고 있다. 미국이 가지고 있는 SOHO, ACE, GOES 등이 대표적인 위성이다. 위성과 더불어 세계 각국에서는 자국의 실정에 따라 다양한 지상관측 장비를 이용하여, 위성 관측과 함께 분석에 사용할 수 있는 자료를 생산하고 있다. 국내에서는 전파연구소, 천문연구원 등에서 태양, 태양전파, 지자기, 전리층 자료를 생산하고 있다. 또한 국내에서 발사한 우리별 위성, 과학위성 1,2

호 등에 우주 환경을 관측할 수 있는 장치들이 탑재되어 있다.

관측된 자료는 장기간 지속적이고 체계적으로 수집되는 것이 중요하다. 이를 위해 원시자료 DB를 이용하게 되고 보통 우주환경 자료를 직접 생산하는 기관들이 이들 원시자료 DB구축을 담당하게 된다. 우주 환경을 실시간으로 알리거나, 예보 혹은 연구를 위해서 필수적으로 요구되는 것이 관측자료이기 때문에, 방대하고 지속적인 자료의 확보를 위하여 앞에서 언급한 ISES나 WDC등은 국제적인 연대를 구축하여 상호간에 자료를 교환하거나 보완하는 활동을 하고 있다.

축적된 원시 관측 자료에서부터 직접적으로 우주환경에 대한 정보를 짐작할 수도 있지만, 대부분의 경우 원시자료를 분석 가공하여 보다 부가가치를 높이는 작업들이 필요하게 된다. 대부분의 우주환경 정보 기관들은 자료 처리 가공 활동을 관측 및 원시자료 축적 활동과 동시에 진행하고 있다. 일반 사용자들에게 관측 자료를 서비스하기 위해서는 관측된 원시자료를 분류하여, 불완전한 자료를 제거하거나, 자료의 크기 변환, 그래프로 표시, 부가 정보 표시 등을 통하여 보다 판독하기 쉬운 형태로 변환하는 과정을 의미한다. 또한 사용자들이 물리적인 의미를 보다 쉽게 이해할 수 있도록 원시자료를 다양한 인덱스 값이나 그림, 그래프로 가공하는 과정도 포함됩니다. 이런 과정은 기상 분야에서 기상을 관측한 원시자료를 가공하여 우리가 텔레비전에서 익숙하게 보는 맑음, 구름, 흐림 등의 그래픽정보로 가공하여 제공하는 과정과 유사하다.

우주환경 정보의 가공을 통해 부가가치를 가진 정보를 생산하면 다시 이를 체계적으로 저장하여 사용자에게 서비스 하는 과정이다. 최종적으로 가공된 자료는 보다 사용자 편의적으로 표현되어, 사용자들은 이들 자료를 이용하여 다양한 분야에서 활용하게 된다.

사용자 서비스는 주로 웹사이트를 통하여 이루어지며, 부가적으로 SMS, e-mail, FAX 등을 통하여 정기적으로 우주환경정보를 제공하는 형태를 가진다. 현재는 항공사, 전기회사, 가스 및 배관 관련 회사

등을 위한 맞춤형 정보를 제공하는 쪽으로 점점 그 방향을 넓혀 가고 있는 추세이다.

제 4 절 관련기관

1. 국제조직

국제조직은 크게 두 가지로 구분이 된다. ISES 산하의 RWC (Regional Warning Center)들로 구성된 조직은 지역별 우주 환경 자료의 생산 및 교환을 주 업무로 한다. 즉 실시간 자료의 생산에 중점을 둔다. 반면 WDC (World Data Center)들은 생산된 자료의 정리, 보관, 배급 등의 축적된 자료 제공에 더 무게를 두고 있다.

미국의 SEC (Space Environment Center)와 같이 RWC와 WDC의 기능을 동시에 수행하는 기관도 있다. SEC의 경우 생산된 지 1개월 이내의 자료들은 RWC에서 그 이후에는 WDC로 이관하여 관리하고 있다. 아시아 권에서는 중국, 일본, 인도 등이 우주 환경 센터를 보유하고 있는 국가들이다. 국내에서도 전파연구소 및 천문연구원을 중심으로 이들 국제기관에 가입하여 활동 하는 것에 대한 논의가 진행되고 있다.

2. International Space Environment Service (ISES) (<http://www.isesspaceweather.org>)

2. 1. 목적

- (1) 우주환경정보를 신속하게 교환하여, 우주 환경을 실시간으로 감시하고 예측하는 국제적인 감시망 구성, 이를 위한 시설 확충
- (2) 원활한 자료 공유를 위한 우주환경 관련 자료의 관측 및 자료

분석에 대한 표준 방법론 제시

- (3) 관측 자료 및 통계 자료의 지속적인 발간
- (4) 우주환경의 영향으로 인한 손실을 최소화하기 위해 사용자에게 우주 환경 관련 정보 및 서비스 제공

2. 2. 활동

- (1) 전 세계의 RWC를 통하여, 우주 환경 예보 자료 및 정보의 신속한 교환
- (2) the International Geophysical Calendar (IGC)를 통하여 과학자들이 특정한 관측을 전 세계적으로 수행하여 관련 자료를 공유하는 활동 관장
- (3) 월간으로 발간되는 Spacewarn 을 통하여, 지구주변의 위성들의 상태에 대한 정보 제공

2. 3. 조직구성

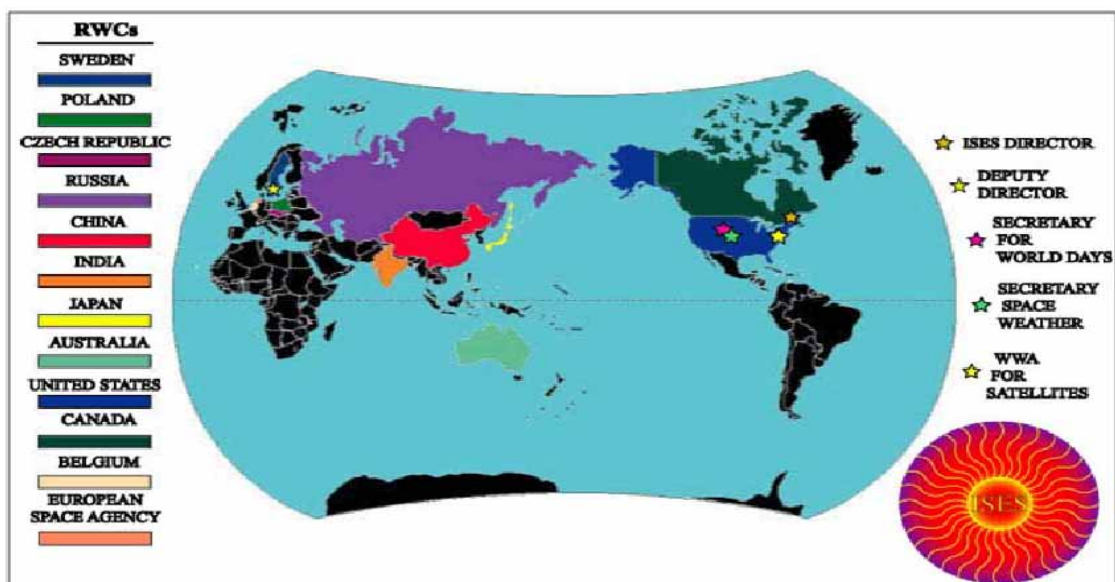


그림 2-2 ISES 조직도

표2-1 ISES 조직구성

Title	Host institution	Location	Delegate
ISES Director	Natural Resources Canada	Ottawa	D. Boteler
Deputy Director	Lund Space Weather Center	Lund	H. Lundstedt
Secretary for World Days	National Geophysical Data Center	Boulder	H. Coffey
Secretary Space Weather	Space Environment Center	Boulder	J. Kunches
RWC Australia	IPS Radio and Space Services	Sydney	G. Patterson
RWC Belgium	Royal Observatory of Belgium	Brussels	R. Van der Linden
RWC Canada	Natural Resources Canada	Ottawa	H. Lam
RWC China	Beijing Astronomical Observatory	Beijing	H. Wang
RWC Czech Republic	Institute of Atmospheric Physics	Prague	D. Buresova
RWC India	National Physical Laboratory	New Delhi	R.S. Dabas
RWC Japan	National Institute of Information and Communications Technology	Tokyo	S. Watari
RWC Poland	Space Research Centre	Warsaw	I. Stanislawska
RWC Russia	Hydrometeorological Service	Moscow	V.A. Burov
WWA USA	Space Environment Center	Boulder	J. Kunches
RWC Sweden	Lund Space Weather Center	Lund	H. Lundstedt
European Space Agency	European Space Agency	Noordwijk	A. Hilgers
AWC France	Collecte Localisation Satellites	Toulouse	J.-J. Valette

현재 전 세계적으로 11개의 RWC가 ISES에 가입하여 활동 중이다.

China (Beijing)

USA (Boulder), 중추기관 (HUB)

Russia (Moscow),

India (New Delhi),

Canada (Ottawa),

Czech Republic (Prague),

Japan (Tokyo),

Australia (Sydney),

Sweden (Lund),

Belgium (Brussels),(Associated warning center in France)

Poland (Warsaw)

- * The European Space Agency (Noordwijk) is a collaborative expert centre providing avenue for data and product exchange for activities in Europe.

2. 4. 가입조건

ISES에 기술된 문서에 따르면 RWC로 가입하기 위해서는 아래의 조건을 만족해야 한다.

- * 정부기관의 공식적인 승인을 받아야 한다.
- * 해당 지역(국가) 내에서 우주환경자료를 체계적으로 수집할 수 있는 능력 보유
- * 지속적으로 다른 RWC와 수집한 지역내의 우주환경자료를 무상으로 교환
- * 해당 지역 사용자들에게 실시간 우주환경 관측 자료 및 예/경보 서비스 제공
- * 우주환경예보 정보를 다른 RWC와 교환 제공

3. World Data Center (WDC)

(<http://www.ngdc.noaa.gov/wdc>)

3. 1. 목적

WDC의 역할은 전세계적으로 생산되는 태양, 지구환경 분야의 관측 자료를 효율적으로 분류하고 정리하여 데이터베이스를 구축하고

필요로 하는 사용자에게 효율적으로 공급하는 서비스를 제공하는 것이다. 국가별로 제공하는 자료에 따라 여러 개의 WDC가 존재하며, 특정 자료들을 중점적으로 제공하는 서비스를 제공하고 있다. 현재 전부 53곳의 WDC가 존재하며, 한 국가가 제공하는 자료의 종류에 따라 여러 개의 WDC를 운영하고 있다.

3. 2. 조직구성

WDC의 위치에 따라 4개의 영역권으로 구분하며 각각 WDC-A (미국), WDC-B (러시아), WDC-C1 (유럽) WDC-C2 (일본), WDC-D (중국)로 구분되어 있다.

China : 9 World Data Centers

WDC Astronomy, Beijing

WDC Geology, Beijing

WDC Geophysics, Beijing

WDC Glaciology and Geocryology, Lanzhou

WDC Meteorology, Beijing

WDC Oceanography, Tianjin

WDC Renewable Resources and Environment, Beijing

WDC Seismology, Beijing

WDC Space Sciences, Beijing

Europe :12 World Data Centers

WDC Climate, Hamburg

WDC Earth Tides, Brussels

WDC Geomagnetism, Copenhagen

WDC Geomagnetism, Edinburgh

WDC Glaciology, Cambridge

WDC Marine Environmental Sciences, Bremen

WDC for Remote Sensing of the Atmosphere, Oberpfaffenhofen

WDC Soils, Wageningen

WDC Solar Activity, Meudon

WDC Solar–Terrestrial Physics, Didcot

WDC Sunspot Index, Brussels

Asia-Pacific : 10 World Data Centers in Australia, India, and Japan.

WDC Airglow, Tokyo

WDC Aurora, Tokyo

WDC Cosmic Rays, Mito

WDC Geomagnetism, Kyoto

WDC Geomagnetism, Mumbai

WDC Ionosphere, Tokyo

WDC Nuclear Radiation, Tokyo

WDC Solar Radio Emissions, Nagano

WDC Solar–Terrestrial Science, Sydney

WDC Space Science Satellites, Sagamihara

Russia : 7 World Data Centers

WDC Marine Geology and Geophysics, Moscow

WDC Meteorology, Obninsk

WDC Oceanography, Obninsk

WDC Rockets and Satellites, Obninsk

WDC Rotation of the Earth, Obninsk

WDC Solar–Terrestrial Physics, Moscow

WDC Solid Earth Physics, Moscow

USA : 15 World Data Centers

WDC Atmospheric Trace Gases, Oak Ridge

WDC Biodiversity and Ecology, Denver

WDC Glaciology, Boulder

WDC Human Interactions in the Environment, Palisades

WDC Land Cover Data, Sioux Falls

WDC Marine Geology and Geophysics, Boulder

WDC Meteorology, Asheville

WDC Oceanography, Silver Spring

WDC Paleoclimatology, Boulder

WDC Remotely Sensed Land Data, Sioux Falls

WDC Rotation of the Earth, Washington

WDC Satellite Information, Greenbelt

WDC Seismology, Denver

WDC Solar-Terrestrial Physics, Boulder

WDC Solid Earth Geophysics, Boulder

3. 3. 개별기관

세계에서 운영중인 우주환경정보 제공 기관들 중 대표적인 기관들을 간략하게 소개하면 아래와 같다.

3.3.1. Space Environment Center (SEC) (<http://www.sec.noaa.gov>) 미국

실질적으로 우주 환경 분야의 정보 제공을 주도하고 있는 기관이다. 우주환경의 전 분야에 대해 방대한 실시간 관측 자료를 생산하고 있으며, 다양한 부가 가치를 지닌 우주 환경모델들도 개발하고 있는 주력 기관이라 할 수 있다.

SEC는 미국 해양대기청 (NOAA) 산하의 NWS (National Weather Service) 아래에 있는 특별기관들 중의 하나로 우리나라 직제로 보면 기상청 산하기관인 셈이다. 현재 SEC에서 제공하는 우주환경 관련 예보 및 경보를 지속적으로 수신하는 기관은 전세계적으로 3000곳 이상이다.

SEC의 현재 전체 인원은 약 80명 정도이며, 이 중 10명 정도의 인력이 24시간 365일 우주환경 자료를 감시/분석하여 예보 및 경보를 발령하는 임무를 담당하고 있다. 기상청의 예보관 임무에 해당한다. 기타 전문 연구 분야에 40명, 기술 지원 분야에 15명 정도의 인력이 상주하여 연구와 전산 관련 지원을 하고 있다. SEC는 미국 공군과도 매우 긴밀한 업무 협조를 맺고 있고, 공군에서 현직 장교들이 파견되어 상주하고 있기도 하다. 미국 공군의 AFWA (Air Force Weather Agency)도 SEC과 매우 유사한 우주환경 감시를 하고 있으며, 실제로 두 기관은 서로 자료를 주고 받으며 민간과 군에서 동일한 임무를 수행하고 있다.

3.3.2. IPS Radio and Space Service (<http://www.ips.gov.au>) 호주

호주의 Department of Industry, tourism and Resource 산하의 국립 기관이다. 우리나라로 치면 산업자원부 정도에 해당한다. IPS는 원래 Ionospheric prediction Service의 약자로 이 기관의 원래 명칭이었다. 명칭에서 알 수 있듯이 원래는 전리층 관련 정보를 제공하는 기관에서 성장하여 현재는 전파 및 우주환경 분야의 다양한 정보를 제공하고 있다. 현재 IPS가 호주 내에서 담당하고 있는 업무는 다음과 같다.

- (1) HF radio systems, such as communications and surveillance systems;

- (2) Geophysical exploration, power systems protection and the cathodic protection of long-distance pipelines;
- (3) Satellite and spacecraft operations
- (4) Support for international and domestic research into the space environment.

IPS는 또한 WDC (solar-Terrestrial Science: STS) 중의 한곳이기도 하고 동시에 RWC이기도 하다. IPS의 WDC에서 제공하는 자료는 다음과 같다.

Magnetometer

Ionospheric

Ionospheric_Medians

FEDSAT

Imaging Riometer

Cosmic Ray

Riometer

Solar Data

Ionosonde Data

Spectrograph Data

GPS Data

Space Physics Interactive Data Resources

3.3.3. ESA : 유럽

유럽의 경우는 EU 통합과 함께 우주환경분야에서도 국가 단위보다는 EU 전체로 활동을 하고 있다. 특히 우주환경자료 및 예보 정보들이 미국 주도하에 움직이는 것에 반하여 독자적인 우주환경예보 능력을 가

지려는 방향으로 진행을 하고 있다. 유럽은 미국에 비해 후발주자이지만, EU 가입 국가들간의 조직적인 역할 및 비용 분담을 통하여, 우주 환경 관측 위성 제작, 센터 수립, 연구 분야 등에 많은 투자를 하고 있다. 이들의 활동은 아래 사이트에 자세히 기술되어 있다.

<http://esa-spaceweather.net/>

<http://space-env.esa.int/>

□ 개요

- o 목적 : 유럽 우주개발계획을 통합하여 효율적으로 추진하기 위함
- o 설립 : 1975년 5월
- o 주요 활동 : 아리안 발사, 유럽 우주산업의 경쟁력강화
- o 가입국가 : 17개국(2005년기준)
- o 본부소재지 : 프랑스 파리
- o 주요 연구소
 - ESTEC(European Space Research and Technology Centre)
 - ESOC(European Space Operations Centre)
 - ESRIN(The ESA Centre for Earth Observation)
 - EAC(European Astronaut Centre)

□ Space Environments And Effects Section

- o 목적
우주환경(고에너지 입자복사, 플라즈마, 대기 등)에 대한 해석 과 연구 및 우주환경이 위성 등에 미치는 영향 분석
- o 연구 내용
 - 우주 복사 환경(태양복사, 반 알렌 벨트, 우주선)과 위성 및 우주인에 미치는 영향
 - 우주 플라즈마 환경에 의한 영향(우주선 표면과의 상호 작용, 정전기 발생, 태양전지판 등)
 - 우주공간상 미세 입자에 의한 영향
 - 지구 및 행성 대기 모델 개발
- o 소속 : ESTEC 기술센터(네덜란드 Noordwijk 소재)
- o 매년 European Space Weather Week 회의 개최

□ ESA Space Weather Working Team(SWWT)

○ 개요

SWWT는 우주환경에 관련된 분야 전문가들의 포럼으로 ESA의 우주환경관련 전략을 세우는데 중요한 역할 수행

○ 구성 : 우주 개발 및 연구관련 전문가 100여명

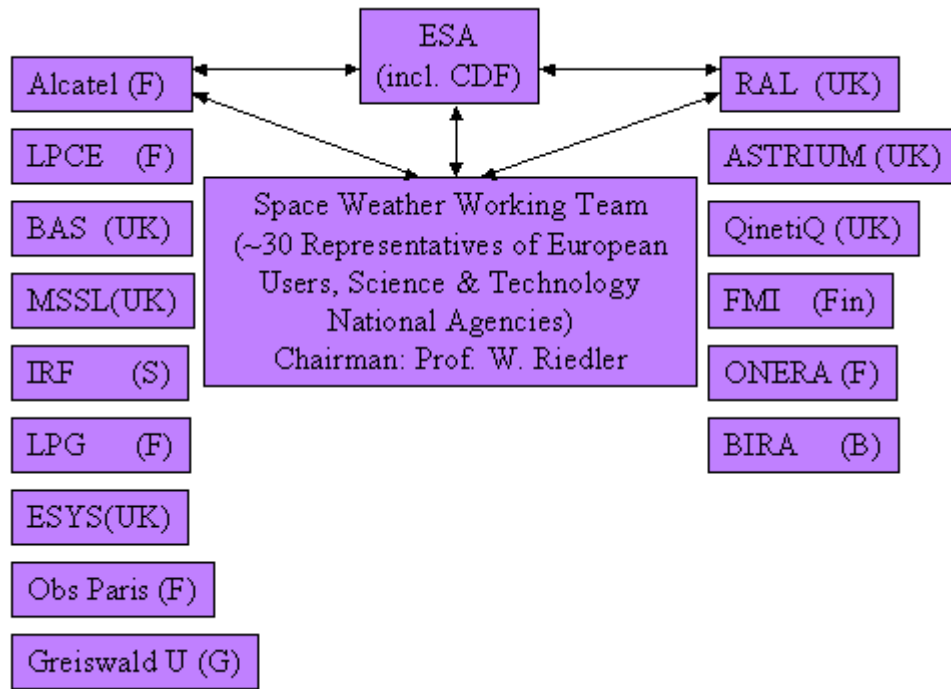


그림 2-3 ESA 조직구성

○ 역할

- 국가 및 기업 차원에서 유럽 우주환경 업무 증진 및 조정
- EU, ESA 등 다른 기구 및 조직간의 협력 추진
- 과학계 및 사용자 단체 의견 전달 및 ESA 자문
- 6개월 마다 회의 개최

○ 구성 : 6개 분과

- 태양-지구간 환경에 대한 기초 연구
- 우주환경 변화에 의해 발생된 유도전류 등이 지상에 미치는 효과
- 우주 개발 시스템에서 대기가 미치는 영향
- 전리층 변화 연구
- 우주환경 변화가 우주선 및 항공기에 미치는 영향

– 우주환경 관련 교육 및 홍보

□ SWENET(Space Weather European Network)

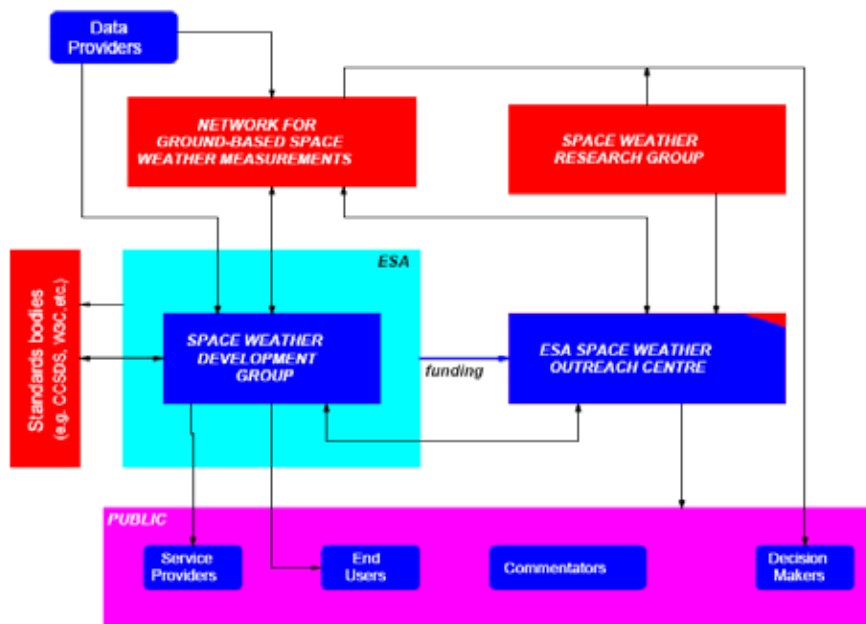
- ESA 우주환경 데이터 제공 네트워크로 모든 관련 데이터 보관
- ESA의 우주환경 응용 개발 프로젝트의 일환으로 추진됨
- 48시간 후의 지자기 변화 예측 및 유럽지역 전리층 전자밀도 실시간 지도, 유럽 지역 경보 센터 실시간 정보 등 제공
- ESA 우주환경 웹 서버 운영

□ Space Weather Applications Pilot Project

- 목적 : 유럽 우주환경서비스 이용자에게 관련 정보 제공
 - 우주환경 관련 이용자들을 위한 서비스 개발 활동
 - 서비스 개발 활동을 위한 네트워크 및 관련 기반 제공
 - 우주환경 연구 및 서비스에 대한 자산 가치적 평가
- 활동 내역
 - SWENET 구축 및 운영
 - 전리층에 관한 정보를 HF 및 GPS 사용자에게 제공
 - 지자기 변화 자료를 전력회사, 군, 송유관 회사에 공급
 - 우주선 및 발사체 개발자, 운용자에게 관련 자료 제시
 - 우주환경 관측 자료의 학술적 이용 토대 마련

□ European Space Weather Programme

- 목적 : 우주환경변화 관측 필요성, 이득, 실천 계획에 대한 조사
- 연구 공동 수행자
 - Rutherford Appleton Laboratory(RAL), 영국
 - Qinetiq(Defence Evaluation and Research Agency), 영국
 - EADS(European Aeronautic Defence and Space Company)
Astrium, 프랑스
 - Finnish Meteorological Institute, 핀란드
 - ONERA(The French Aeronautics and Space Research
Center, 프랑스
 - Belgian Institute for Space Aeronomy, 벨기에



0 추진 계획

- ESA Space Weather Outreach Center 구축

목적 : 우주환경 및 우주환경이 기술과 인류 사회에 미치는 영향에 대한 사람들의 인식 개선

기능 : 우주환경에 대한 정보와 온라인 데이터 제공
유럽인의 우주환경에 대한 중요성 인식 제고
우주환경에 대한 인식 확산을 위한 다양한 지원

- 우주환경 지상 관측망 구성

현황 : 지상 관측 장비 개수 = 99개

(유럽의 우주환경 관측 장비 총수 = 222개)

구성 : 태양 관측용(23%), 전리층(34%), 지상 효과(37%)

목적 : 우주환경 관측 데이터 공동이용 및 장비 공동 개발

기능 : 유럽 우주환경 지상관측장비에 대한 개발 및 유지
관련 지식 및 아이디어 교환

지상 관측 장비의 공공, 학술, 상용 목적 활용 방안 연구

- 우주환경연구그룹:

목적 : 우주환경의 과학적 연구 발전

< 우주환경 기본 연구 주제 >

태양으로부터 대량의 물질 방출을 일으키는 조건
 태양으로부터 지구까지 물질 전달 과정
 지구 및 복사대(Radiation Belt)에서 에너지 입자 가속
 지구 자기권 재결합(reconnection) 현상
 자기폭풍과 같은 지구자기권 운동
 우주환경 변화가 중성 대기에 미치는 영향

기능 : 지식향상을 위한 우주환경 분야의 주기적인 학술 리뷰
 space weather와 학술적 연구와의 결합
 연구 결과에 대한 보고서 발간

– 우주환경개발그룹

목적 : 유럽내 우주환경연구 활동 지원
 기능 : 우주환경 서비스 개발 지원
 우주환경 데이터 취급 표준안 마련
 ESA 미션 수행중 수집된 데이터 제공
 우주환경 서비스 프로그램 개발

표 2-2 ESA우주환경서비스의 예

우주환경 변화 현상 결과물	응용 사례
우주환경에 의한 복사량 계산 및 복사에 의한 장비 이상 현상 연구	항공기 운항중 받는 복사량
지구자기변화에 의해 유도된 전류	전력선, 철도, 통신 회사
전리층 반사 성질	단파 대역 주파수 선정
전리층 총 전자 함유량	항법 및 레이더 측정 데이터 보정
중성 대기 밀도 증가	위성 운용

CESWI(The Central-European Space Weather Initiative)

□ 개요

- o 배경 : 중부 유럽 이니셔티브 참여 17개국 중 11개국(2 EU, 9 비 EU)이 상호 우주환경관련 공동 관측 및 데이터 공유 등을 추진
- o 목적 : 태양-지구간 우주환경 관측 기술 개발
우주환경 모델 개발
지구에 미치는 영향 예보 추진

□ 프로젝트 구성

- o The Central-European Solar-Terrestrial Network(CESTNET)
- o The Central-European Solar-Terrestrial Surveillance(CESTS)
- o The Central-European Solar-Terrestrial Archive(CESTA)

□ 관심 분야

- o 과학 : 태양, 우주환경, 지구 물리
- o 응용 : Space Agency, Telecommunication Companies
- o 기술 : Software, Hardware, Telecommunication Companies
- o 교육 : 학교, 대학, 공공교육 복지

□ 파급효과

- o 과학 : 태양, 우주환경, 지구 물리 분야에 대한 활발한 연구
- o 응용 : 태양 및 우주환경 연구 기법의 다양화, 우주환경변화 예측 기법 마련, 실시간 데이터 처리를 통한 정보기술 발전, 관측 정보 제공 및 데이터 관리 기법 향상
- o 기술 : 실시간 관측기술 개발, 데이터 처리 기술 향상, 원격지간 정보 교환 기술 개발, 실시간 데이터 제공 기술, 네트워크 보안기술 향상
- o 교육 : 미래의 과학 인적 자원 개발, 과학 교육 개발

□ 현황 : 11개국 19개 연구기관 참여

- o Austria, Italy, Czech, Hungary, Croatia, Poland, Romania, Slovakia, Slovenia, Ukraine, Yugoslavia

3.3.4 Space Environment Information Service

(<http://hirweb.nict.go.jp/>) 일본

일본 National Institute of Information and Communications Technology (NICT) 산하 Applied Electromagnetic Research center 아래에 Space Environment group (<http://www2.nict.go.jp/y/y223/>)이 존재한다. NICT는 이전에는 CRL (Communication Research Lab)이라고 불렸으며 우리나라의 전파연구소에 해당된다고 보여진다. 또한 RWC를 운영하고 있다.

3.3.5 Swedish Institute of Space Physics

☐ 개요

- o 형식 : 정부 연구 기관
- o 인원 : 110명
- o 목적 : 우주 물리, 우주 기술 및 대기 물리에 대한 기본 연구, 교육, 관측 업무 수행
- o 구성 : 1개 본소(Kiruna), 3개 분소(Umea, Uppsala, Lund)

☐ 연혁

- o 1957년 Kiruna Geophysical Observatory(KGO) 창립
- o 1973년 Kiruna Geophysical Institute(KGI) 명칭 변경
- o 1987년 Swedish Institute of Space Physics(Institutet för rymdfysik, IRF)로 명칭 변경

☐ 연구 대상

- o 지구 상층 대기, 전리층, 행성자기권, 지자기, 오로라, 전파 전달

☐ 관측소

- o Kiruna : magnetometer, riometer, all-sky camera, ionosonde
- o Lycksele : magnetometer, riometer, ionosonde

o Uppsala : ionosonde

□ IRF Kiruna

o 대기물리

- 대류권, 성층권, 열권의 에너지 전달 및 운동, 전자기역학 및 화학 구조에 대한 연구 수행
- 연구원 : 13명

o 태양 지구 물리

- 태양, 코로나, 우주환경, 태양풍과 위성에 대한 영향, 지구자기권, 오로라, 전리층 구조에 대한 연구수행
- 3개의 위성 프로젝트 수행(Viking, Astrid-1, Munin)
- 연구원 : 12명

o 태양계 물리와 우주기술

- 태양계 행성, 소행성, 혜성, 운석에 대한 연구 및 태양풍과의 상호 작용에 대한 연구 수행
- 이온 질량 분석기, 전자 분광기, 에너지입자 검출기, 에너지중성원자관측기 개발
- 위성 탑재용 관측 장비 개발

2006년 Venus Express 금성 플라즈마 연구용 장비

2004년 Double Star 지구 극지방 플라즈마 연구용 장비

2004년 Rosetta 혜성 생성원인 연구용 장비

2003년 Mars Express 화성 대기, 지질 및 생명체 분석 장비

2000년 Munin 우주환경변화에 따른 위성체 영향 분석 장비

- 연구원 27명

※ Riometer = Relative Ionospheric Opacity Meter

: 우주에서 오는 전파 잡음이 전리층에서 흡수하는 정도를 측정하는 장비. 관측 주파수는 25MHz~50MHz이며 관측 높이는 60~110km. 원리는 고에너지 전자와 양성자가 전리층에 유입되면 이온화가 증가하여 평상시보다 잡음 레벨이 저하되는 것이 관측됨.

□ IRF Uppsala

- o 스웨덴 Uppsala대학 천문우주물리과 공동으로 Angstrom 연구소에
설치 및 학위 및 연구 과정 운영
- o 연구 내용 : 우주 플라즈마 물리, 우주공간 물리
- o 인원 : 32명

□ IRF Lund

- o 연구 주제 : 태양활동에 따른 우주환경 연구, 태양 활동과 기상과
의 관계, 인공지능을 이용한 우주환경예보체계 개발,
지자기 변화가 전력선에 미치는 영향 등
- o 활동 : SOHO 프로젝트 공동운영, ESA 우주환경 공동연구, 국제
우주환경서비스기구(ISES)의 지역정보센터(RWC) 운영, 우
주환경예보 관련 국제 활동 수행
- o 인원 : 7명

□ IRF Umea

- o 연구 내용 : 대기중의 초저주파수파(infrasound) 특성, 구조 및 전
달 과정 연구
- o 연구 인원 : 7명

3.3.6 그리스

□ National Observatory of Athens(NOA)

- o 소속 : Institute for Space Applications and Remote Sensing
태양-우주환경 연구 그룹
- o 인원 : 연구원 6명
- o 연구 분야
 - 태양 플레어, CME, 코로나

- 입자 가속 및 복사 메카니즘
- 태양풍-자기권-전리권 결합 현상
- 전리권 물리 현상

o 관측 장비

- 전리층 관측 장비

□ National and Kapodistrian University of Athens(NKUA)

o 인원 : 14명

o 연구 분야

- 태양 플레어 전파 관측
- 태양풍과 MHD 모델
- CME와 행성간 충격파
- 지구 자기권 운동

o 관측 장비

- 태양 전파 관측기

□ Academy of Athens(AOA)

o 인원 : 5명

o 연구 분야

- 태양 세부 구조
- 태양 활동 영역의 변화 현상
- 태양풍과 CME

□ Aristotelian University of Thessaloniki(AUTH)

o 인원 : 4명

o 연구 분야

- 태양 에너지 방출 구조
- 태양 고에너지입자 가속 및 복사 과정
- 태양 활동 영역 운동과 플레어

□ Demokritos University of Thrace(DUTH)

o 인원 : 12명

o 연구 분야

- 태양과 행성간공간 고에너지 입자 운동
- CME와 충격파
- 지구와 목성 자기권 운동
- 고에너지 입자 가속 메카니즘

□ University of Ioannina(UOI)

o 인원 : 2명

o 연구 분야

- 태양방출 에너지 입자
- 태양의 세부 구조
- 태양 다이나모 운동

제 5 절 요약

우주환경정보를 생산하여 저장하고 분석가공하는 활동은 전 세계적으로 많은 기관들에 의해 진행되고 있다. 국가기관, 국가연구소, 혹은 대학의 연구소 등이 주로 이런 활동을 하고 있으며, 보유하고 있는 서로 다른 관측 장비를 활용하여 정보를 생산하고 이를 국제 조직을 통해 공유하는 활동하고 있다.

국내에서 우주환경정보 제공을 체계적으로 하기 위해 필수적으로 요구되는 사항은 다음과 같다고 판단된다.

1. 우주환경 관측 시설의 확충

지자기, 전리층, 태양 등의 관측 시설을 정비하고 확충하여 안정된 자료 수신 시스템을 유지하는 것이 요구된다.

2. 체계적이고 지속적인 관측자료의 저장 및 활용 시스템 구축

WDC나 RWC 등의 국제 단체에 가입하여, 지속적으로 자료를 공유하고, 저장하는 시스템을 갖추는 것이 요구된다. 이를 위해서는 관련업무를 지속적이고 안정적으로 추진할 수 있는 조직이 요구된다.

3. 연구활동을 통한 부가가치를 가진 우주환경 자료의 생산

사용자들에게 도움이 되는 부가정보를 산출하기 위한 활동으로 관측 자료 분석과 이론적인 연구 결과를 사용자가 원하는 형태의 새로운 우주환경 정보로 만드는 활동이 요구된다. 또한 항공사, 위성 운영자, 통신 관련자 등 특정 분야를 위한 특화된 정보를 생산하는 과정이 요구된다.

4. 서비스 활동 강화

웹 서비스, SMS, e-mail 등의 효과적인 정보 전달 방식을 사용하여, 분야별 사용자들에게 지속적인 정보를 제공할 수 있는 인프라를 구축하는 활동이 요구된다.

전파연구소는 태양전파, 지자기, 전리층 분야의 관측장비를 보유하고, 이들 장비를 이용한 관측을 장기간에 걸쳐 수행하고 있는 국가기관으로서 우주환경정보 제공의 선도기관이 될 기본 인프라를 갖추고 있다.. 관측 장비의 현대화 및 확장, 체계적인 자료의 보관, 서비스 활동 강화, 국제적인 교류를 통하여 보다 발전된 우주환경정보 제공 기관의 역할을 할 수 있으리라 기대한다.

제 3 장 우주전파환경 예보를 위한 관측장비

제 1 절 개 요

우주 환경을 모니터링 하기 위해서는 우주 및 지상의 관측 장비로부터 다양한 종류의 자료를 수집하는 것이 요구된다. 아래 표는 우주 환경 예보를 위해 필요한 관측 현상과 이 현상을 관측하기 위해 필요한 장비를 표 형태로 정리한 것이다. X로 표시된 항목 들이 표 왼쪽의 장비를 이용하여 관측 가능한 우주 환경 현상들이다.

표 3-1 우주환경 관측을 위한 지상관측 장비

표준 관측 장비 목록																	
장비	CME 발생	CME 전파	CME (few coronal proxies)	플레어 (Flare)	Flares with protons	Coronal holes	Shocks	Magnetic clouds	Upstream plasma	Geomagnetic storms	Cosmic Ray Particles	Radiation belt enhancements	Ring current changes	Ionospheric density changes	Scintillations	Auroral oval shape & dynamics	Convection pattern
Magnetograph	?	?		X	X	X		?	X								
Coronagraph		?															
Ha imager	X		X	X	X		X	X									
Radio spectrograph		?	X	X	X		X										
Radio imaging	X	?	X	X	X	X	X	X									
Interplanetary scintillation		X					X										
Magnetometer network										X		X	X				X
HF radar network														X			X
Ionosondes														X			
GPS receivers														X	X		
Riometers					X						X				X		
Neutron and muon monitor		X					X										

제 2 절 관측 가능 우주환경 현상

우주 환경 예보에 요구되는 기본 관측 자료들은 다음과 같다.

태양의 표면 자기장

EUV 와 Soft X-ray 이미지

Ha+wings 태양 이미지

Hard X-ray 플럭스 모니터링

Soft X-ray 플럭스

10.7cm 태양 전파 모니터링

전파 스펙트럼과 전파 이미지

코로나그래프

Interplanetary Scintillation

Upstream solar wind and IMF

Terrestrial magnetic field variations

Cosmic rays

Cosmic Radio Waves

Convection Electric Filed

Auroral precipitation

Ionospheric density

Thermospheric densities and temperatures

제 3 절 지상 관측 장비

현재 운영 중이거나, 건설 중인 지상 관측 장비들은 다음과 같다.

1. Full disk Magnetograph and H-alpha Telescope Network

Zeeman 효과를 이용하여 태양 표면의 자기장을 측정 하거나 Ha 파장대 에서 태양의 이미지를 측정하는 장비이다. 보통 굴절 망우 너경에 특별한 필터를 장착하여 관측하고, 나오는 자료를 2차원 이미지이다.

GONG (Global Oscillation Network Group)

SOLIS (Solar Long Term Investigation of the Sun, NSO)

ISOON (Improved Solar Observing Optical Network)

BBSO 관측소의 영상

2. Radio Observations

전파를 이용하여 태양을 관측하는 장비들이다. 방식에 따라 스펙트럼을 얻거나, 전파영역에서의 이미지를 얻을 수 있다.

Radio imaging

- multifrequency Radioheliograph NRH France (150-410Mhz)
- Nobeyama Radioheliograph (17Ghz-35Ghz)
- Owens Valley Solar Array, OVSA 1-18GHz

Locator

- Solar Radio Burst Locator (SRBL) (1-18Ghz)
- Solar Radio Spectro Polarimeter (SRSP) Bell Lab

Spcetrographs and radio monitoring at discrete radio frequencies

3. Coronagraphs

태양의 표면은 옴페 디스크로 가리고 관측을 하여 태양 주변으로 뻗어 나가는 코로나 현상을 자세히 볼 수 있는 장비이다. 산란광의 효과를 없애려면 고도가 높은 지역에 설치해야 효율적이다.

- Mauna Loa Solar Observatory, MLSO
- Mirror coronagraph in Argentina

4. Interplanetary Scintillation Measurement

지상에서 전파영역으로 태양풍의 물리적인 특성을 관측하는 장비이다

.

- European Incoherent Scatter Facility
- Multi-antenna system at STEL, Japan
- Ooty Radio Telescope, India
- MEXART in Mexico

5. Neutron and Nuon detectors

우주에서 지상으로 들어오는 cosmic ray 를 관측하는 장비이다.

6. Ground Magnetometer network

전 세계에 약 150곳의 관측소에서 지자기를 관측하고 있다.

7. SUPERDARN Radar

HF 레이더로서, 이 장비를 이용하여 전기장의 분포를 관측할 수 있다

.

8. Ionosonde Network

설치 운용기관

- AAD [Australian Antarctic Division](#) , Australia
- AFRL [Air Force Research Laboratory](#) , [Ionospheric Hazards Branch](#) , Space Vehicles Directorate, US Air Force
- NICT [National Institute of Information and Communication Technology](#), Japan
- CSSAR Center for Space Science and Applied Research, Beijing, China
- DSTO [Defence Science and Technology Organization](#) , Australia
- GST Grinaker System Technologies, South Africa
- IAP Institute of Atmospheric Research, University of Rostock, Germany
- ICRA RAS [Institute for Cosmophysical Research and Aeronomy](#), Russian Academy of Sciences, Russia
- ING [L'Institut Nazionale di Geofisica](#) , Rome, Italy
- INPE [Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais](#) , Brazil
- INTA Instituto Nacional de Technica Aeroespacial, Spain
- IGP [Instituto Geofisico del Peru](#) , Peru
- IRM [Institute Royal Meteorologique](#) , Bruxelles, Belgium
- ISS-NCU [Institute of Space Science](#) , National Central

- University, Taiwan, China
- ISTP RAS [Institute of Solar–Terrestrial Physics](#), Russian Academy of Sciences, Russia
 - NIAS National Institute of Aeronomics and Space, Indonesia
 - PIC Polar Institute of China, Shanghai, China
 - PRONARP PROgrama NAcional de RadioPropagacion, Buenos Aires, Argentina
 - [QINETIQ](#) , Radio Science and Propagation Group, Malvern, UK
 - RIRP Research Institute of Radiowave Propagation, Hainan, China
 - RLM RLM Management Pty, Australia
 - RRL [Radio Research Laboratory](#) , Ministry of Communications, Korea
 - SERC RAL [Rutherford Appleton Laboratory](#) , Science and Engineering Research Council, UK
 - SUPARCO Space and Upper Atmosphere Research Commission, Pakistan
 - UMLCAR [Center for Atmospheric Research](#) , University of Massachusetts Lowell, USA
 - WIO Wuhan Ionospheric Observatory, China

표 3-2 Ionosonde 설치국가

#	Station Location	System	Ser.#	SID	URSI ID	Lat.	Lon.E	Operated by	Contact person	Comments
1	Qaanaaq / Thule, Greenland	DGS-256		077	THJ77	77.5	290.6	USAF	Prof. Bodo W. Reinisch	
2	Tromsø, Norway	DPS-4	05	070	TR169	69.9	19.2	QINELIQ	Dr. Paul S. Cannon	
3	Norilsk, Russia	DPS-4	34	169	NO369	69.4	88.1	ISTP RAS	Dr. Konstantin Ratovsky	
4	Sondrestrom, Greenland	LP-DISS		067	SMJ67	67.0	309.3	USAF	Prof. Bodo W. Reinisch	
5	Sondrestrom, Greenland	DISS		067	SMJ67	67.0	309.3	USAF	Prof. Bodo W. Reinisch	deactivated
6	Zhigansk, Russia	DPS-4	33	167	ZH466	66.8	123.4	ICRA RAS	Dr. Alexander E. Stepanov	
7	College, AK	DISS		082	CO764	64.9	212.2	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
8	HAARP / Gakona, AK	DPS-4	01	062	GA762	62.24	214.91	AFRL	Dr. Terence W. Bullett	moved campaign(s) campaign(s) moved
	Hanscom AFB, MA			242	HAI43	42.6	288.5			
	Ascension Island			908	AS00Q	-7.95	14.37			
	Agua Verde, Chile			925	AVJ2N	-25.4	290.0			
	Svalbard, Norway			079	SB079	78.9	11.9			
9	Yakutsk, Russia	DPS-4	32	162	YA462	62.0	129.6	ICRA RAS	Dr. Alexander E. Stepanov	
10	Narsarsuaq, Greenland	DISS		061	NQJ61	61.2	314.6	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
11	Lerwick, Great Britain	DPS-1	06	060	LE061	60.1	358.8	SERC RAL	John Smith	
12	King Salmon, AK	DISS		093	KS759	58.7	203.4	AFRL	Dr. Terence W. Bullett	
13	Juliusruh, Germany	DPS-1	18	055	JR055	54.6	13.4	IAP	Dr. Werner Singer	
14	Goose Bay, Canada	DISS		053	GSJ53	53.3	299.7	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
15	Irkutsk, Russia	DPS-4	31	152	IR352	52.4	104.3	ISTP RAS	Dr. Konstantin Ratovsky	
16	Fairford, England	DISS		083	FF051	51.7	358.5	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
17	Slough	DGS-256		052	SL051	51.5	359.4	SERC RAL	John Smith	deactivated
18	Chilton, England	DPS-1	13	052	RL052	51.5	359.4	SERC RAL	John Smith	
19	Dourbes Belgium	DGS-256		049	DB049	50.1	4.6	IRM	Dr. J. C. Jodogne	
20	Pruhonice, Czech Republic	DPS-4	35	050	PQ052	50.0	14.6	ASU	Dr. Josef Boska	
21	CORIS / Paris, France	DPS-1	22						Cristian Darnion	
22	Millstone Hill, MA	DPS-1	27	042	MHJ45	42.6	288.5	UMLCAR	Prof. Bodo W. Reinisch	
23	Millstone Hill, MA	DGS-256		042	MHJ45	42.6	288.5	UMLCAR	Prof. Bodo W. Reinisch	deactivated
24	Hanscom AFB, MA	DGS-256			HAI43	42.6	288.5	AFRL	Dr. Terence W. Bullett	
	Argentina, Canada			047	AFJ49	47.3	306.0			
25	Hanscom AFB, MA	DPS-4				42.6	288.5	AFRL	Dr. Terence W. Bullett	Depot COPEX
	Campo Grande, Brazil			821	CGK21	-20.5	305.3			

26	Rome, Italy	DPS-4		21		142	RO041	41.9	12.5	ING	Dr. Bruno Zolesi	Campaign
27	Rome, Italy	DGS-256				142	RO041	41.9	12.5	ING	Dr. Bruno Zolesi	deactivated
	Munich, Germany					048		48.0	12.0			moved
28	Roquetes/Tortosa, Spain	DGS-256				041	EB040	40.8	0.3	Obs, Ebre	Dr. Luis F. Alberca	
29	Boulder, CO	DISS				140	BC840	40.0	254.7	USAF	Dr. Terence W. Bullett	depot
	Tobyhanna, PA											
30	San Vito, Italy	DISS				088	VT139	40.6	17.8	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
31	Beijing, China	DGS-256				035	BP440	39.9	116.5	RIRP	Prof. Hao Xiong	
	Xinxiang, China					035	XI434	35.3	113.9		Prof. Mingyi Wu	moved
32	Athens, Greece	DGS-128				138	AT138	38.0	23.6			deactivated
33	Athens, Greece	DPS-4	26			038		38.0	23.5	NOA	Dr. Anna Belehaki	
34	Wallops Island, VA	DISS				081	WP937	37.9	284.5	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
35	El Arenosillo, Spain	DGS-256				040	EA036	37.1	353.3	INTA	Dr. Benito de la Morena	
36	Anyang, Korea	DGS-256				037	AN438	37.39	126.95	RRL	Pyo, Yoo-Sum	
37	Osan AFB, Korea	DISS				096	SN437	37.1	127.0	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
38	Kokubunji, Japan	DGS-256				036	TO535	35.7	139.5	CRL	Dr. Kiyoshi Igarashi	
39	Kirtland AFB, NM	DGS-256					KR835	35.1	253.4			1992 중지
40	Point Arguello, CA	DISS				091	PA836	34.7	239.4	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
41	Islamabad, Pakistan	DGS-256				034	IS233	33.8	72.9	SS&AR Division	Dr. Badar Ghuri	
42	Dyess AFB, TX	DISS				098	DS932	32.5	260.3	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
43	Wuhan, China	DGS-256				030	WU430	30.6	114.4	WIO	Dr. Wan WEIXING	
44	Eglin AFB, FL	DISS				084	EG931	30.4	273.2	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
45	Okinawa, Japan	DPS-1	09			026	OK426	26.3	127.8	CRL	Dr. Kiyoshi Igarashi	
46	Okinawa, Japan	DPS-4	29			026	OK426	26.3	127.8	CRL	Dr. Kiyoshi Igarashi	
47	Chung-Li, Taiwan	DPS-1	15			125	CL424	25.0	121.2	ISS-NCU	Dr. Jann-Yeng LIU	
48	Karachi, Pakistan	DGS-256				025	KA225	25.0	67.1	SS&AR Division	Dr. Badar Ghuri	
49	Ramey, Puerto Rico	DISS				085	PRJ18	18.5	292.9	USAF	Prof. Bodo W. Reinisch	
50	Hainan, China	DPS-4	30			019	HA419	19.4	109.0	CSSAR	Prof. Jiankui Shi	
51	Hainan Is., China	DGS-256				039	HA419	18.3	109.3	CSSAR	Prof. Jiankui Shi	1998중지
	Beijing, China					039	BP440	39.9	116.5			moved
52	Boa Vista, Brazil	DPS-4	23			003	BVJ03	2.8	299.3	INPE	Dr. M.A. Abdu	COPEX
53	Hanscom AFB, MA					242	HAJ43	42.6	288.5	AFRL	Dr. Terence W. Bullett	
54	Pontianak, Indonesia	DPS-1	12			900	PK400	-0.3	109.0	NIAS	Dr. Bambang Hidayat	
55	Sao Luis, Brazil	DGS-256				903	SAA0K	-2.5	315.8	INPE	Dr. M.A. Abdu	
56	San Marco, Kenya	DPS-1	25					-2.9	40.2	U. Roma		
57	Ascension Island	DGS-256				908	AS00Q	-8.0	346.0	USAF	Dr. Terence W. Bullett	
	Cachimbo, Brazil	DPS-4	28			809	CAK09	-9.5	305.2	INPE	Dr. M.A. Abdu	COPEX

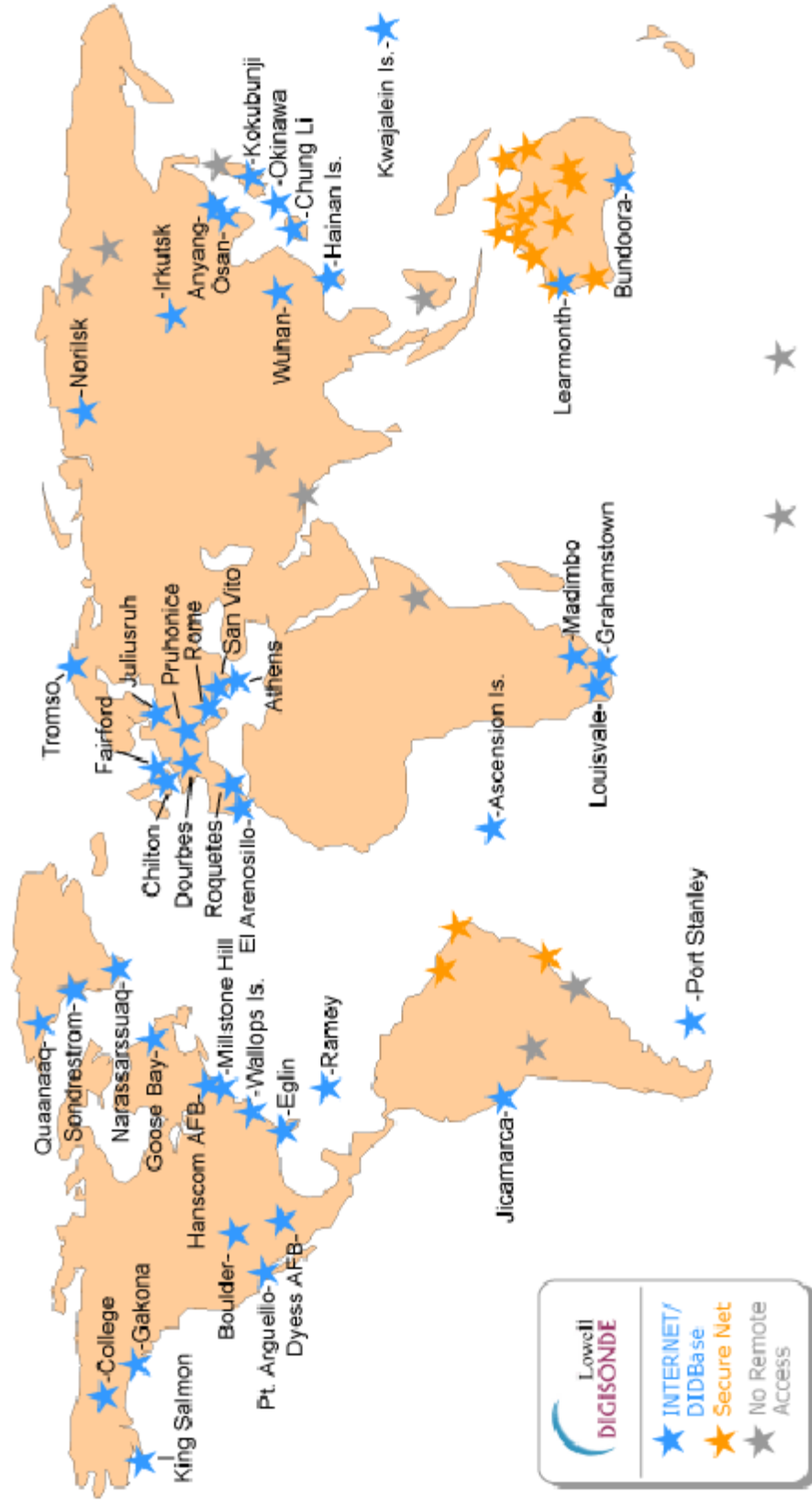


그림 3-1 지도상으로 본 Ionosonde 설치국가

9. 기타

- GPS 수신기
- Incoherent Scatter Radar
- Optical Interferometer
- Riometers

제 4 절 우주에서 관측할 수 있는 장비

아래에 정리된 장비들은 지상에서 관측이 가능한 것도 있지만, 일차적으로 우주에 설치되어 운영될 때 더 효과적인 장비들을 소개합니다. 일부는 지상관측 장비와 겹치기도 하고, 일부는 우주에서만 관측 가능한 것 들입니다.

표 3-3 우주에서 관측할 수 있는 장비

구분	내용	Time resolution	원시 데이터	Dimensions (Cm)	Mass (Kg)	Power (W)
Auroral imager	<ul style="list-style-type: none"> - 극광 관측기구 - Auroral Ejection 충돌의 위치/강도 - UV 관측(100-200nm) : 1차적 - 가시영역 관측(400-600nm) : 2차적 - Space-based instrument - Ground-based instrument로는 intensity 측정가능 	1 min	image	60×70×25	29	30
Coronagraph	<ul style="list-style-type: none"> - 태양 코로나 관측기구(SOHO 위성의 LASCO) - 지구방향의 태양 분출물 관측(Coronal Mass Ejection) - Space-based instrument 	60 min	image	80×30×30	17	25
Debris Monitor	<ul style="list-style-type: none"> - 우주선 파면 및 Cosmic Dust 관측(10^{-16} - 10^{-6}g) - Space-based instrument 		Event Series	3×20×20		
Dose Mointor	<ul style="list-style-type: none"> - 에너지 입자에 대한 선량 및 에너지 관측 - Space-based instrument 	5 min	Time Series	400cm ³	0.5	1
Electric Field	<ul style="list-style-type: none"> - 우주에서 지구의 Electric Field 측정 - Space-based instrument 	5 sec	Time Series	15×15×10	10	5
High Energy Particle Detector	<ul style="list-style-type: none"> - 고에너지 전자 및 이온 관측 - 이온 : 10Mev-5Gev, 전자 : 300Kev-5Mev - Space-based instrument 	5 sec	Time Series	20×20×10	8	6

구분	내용	Time resolution	원시 데이터	Dimensions (Cm)	Mass (Kg)	Power (W)
Ionosonde	<ul style="list-style-type: none"> - 플라즈마권 바깥 방향의 전리층 변화를 측정 - Space-based instrument 		image		50	134
Magnetograph	<ul style="list-style-type: none"> - 태양광구의 자기장 측정 - Zeeman effect 관측 - Space-based instrument 	1min	image	110×40×30	26	25
Magnetometer	<ul style="list-style-type: none"> - 자기권 측정 - Space-based instrument 	1 sec	Time Series	20×10×16	3	3
Medium energy electron spectrometer	<ul style="list-style-type: none"> - 10Kev-100Kev 전자측정 - Space-based instrument 	5 sec	Time Series	17×8×7	6	4
Medium energy ion spectrometer	<ul style="list-style-type: none"> - 10Kev-300Kev ion - Space-based instrument 	5 sec	Time Series	17×8×7	6	4
Radio wave detector	<ul style="list-style-type: none"> - CME 주변의 전자 가속으로부터 나오는 radio wave 측정 10 MHz(태양근처)-40 kHz(1Au) - space-based instrument - Solar 10.7 cm radio emission은 ground-based instrument로 관측 가능 				11	6

구분	내용	Time resolution	원시 데이터	Dimensions (Cm)	Mass (Kg)	Power (W)
Thermal electron spectrometer	<ul style="list-style-type: none"> - 20Kev까지의 전자의 속도 분포 측정 - Space-based instrument 	5 sec	Time Series	15×10×10	3	4
Thermal energy ion spectrometer	<ul style="list-style-type: none"> - 20Kev까지의 ion 분포 측정 - Space-based instrument 	1min	Time Series	25×20×20	5	4
UV imager	<ul style="list-style-type: none"> - 플라즈마권의 모양과 크기 측정 - He^+(20.4nm)위 resonant scattering 관측 - Space-based instrument 		image		16	16
UV photometer	<ul style="list-style-type: none"> - 태양으로부터의 전체적인 UV Flux 측정 - Space-based instrument 	1 hr	spectra		27	27
Whole disk imager	<ul style="list-style-type: none"> - EUV, X-ray 파장에서 태양 디스크 관측 - Space-based instrument 	1 hr	image	200×25×40	10	3
X-ray photometer/Spectrometer	<ul style="list-style-type: none"> - 태양으로부터의 전체적인 X-ray Flux 측정 - Space-based instrument 	2 sec	Time Series	26×14×11		

제 4 장 우주전파환경 예·경보 서비스 개선 및 체계

제 1 절 개 요

미국, 일본, 유럽 등 선진국들은 우주환경 연구가 활발히 진행되고 있으며, 그에 따라 예보와 경보는 체계적으로 시행되고 있다. 따라서 국내도 정보통신 기술의 발전에 따라 효율적으로 전파 경보 업무를 수행하기 위해 경보 발령 기준과 전달 방식을 재정립하여야 하며, 우주전파 환경 서비스도 개선하여야 한다.

제 2 절 과거의 전파 경보 운영 현황

아래 그림은 과거의 전파 경보 업무 처리도와 경보발령 기준을 보여주는 것으로 Normal, Unstable, Warning 3단계의 경보 발령기준이었음을 보여주고 있다.

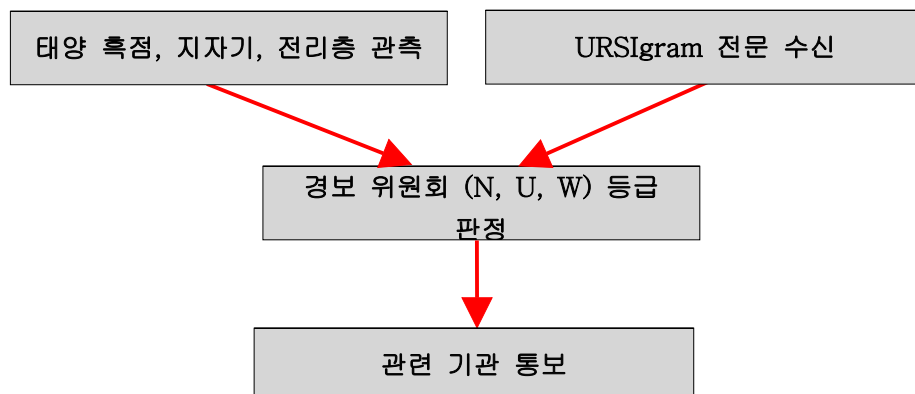


그림 4-1 과거 전파경보 업무 처리도

표 4-1 과거 경보 발령 기준표

경 보 발 령 기 준		
분류	U(Unstable)	W(Warning)
정의	향후 12시간 이내에 전리층 산란 현상이 발생할 가능성이 <u>확박한</u> 상태	향후 12시간 이내에 전리층 산란 현상이 발생할 가능성이 <u>높추한</u> 상태
기준	1. 자기 폭풍 발생시 2. 새로 생성된 흑점 집단수: 30이상 3. 지자기 변화 : 40 nT 이상 4. 플레어등급 : X1~20이상	1. 자기 폭풍 발생시 2. 새로 생성된 흑점 집단수: 50이상 3. 지자기 변화 : 120 nT 이상 4. 플레어등급 : X2~30이상

※ URSIgram(울시그램) : 국제전파과학연맹(URSI:International Union of Radio Science)에서 시행하던 태양 흑점 수 등 우주전파환경관련 방송 전문(傳聞)으로 현재 국제우주환경서비스(ISES) 코드로 변경되어 E-mail 을 통해 전달됨

제 3 절 개선된 우주전파환경 예·경보(안)

태양 활동, 지자기 변화 등의 관측 자료에 대한 자동 처리와 우주 전파환경 변화의 과거 사례 분석 등을 이용한 종합 판단하여 주요 경보 내용을 SMS, WEB, MAIL를 이용하여 주요 관련 기관을 대상으로 자동 메시지 전달 체계 구축하여야 한다. 또한, 우주전파환경 종합 모니터링 시스템 구축 및 운영을 통한 체계적이고 현대화된 경보 체계 확립하여야 할 것이다. 아래 그림은 개선된 우주전파환경 예·경보 업무 처리도를 보여준다.

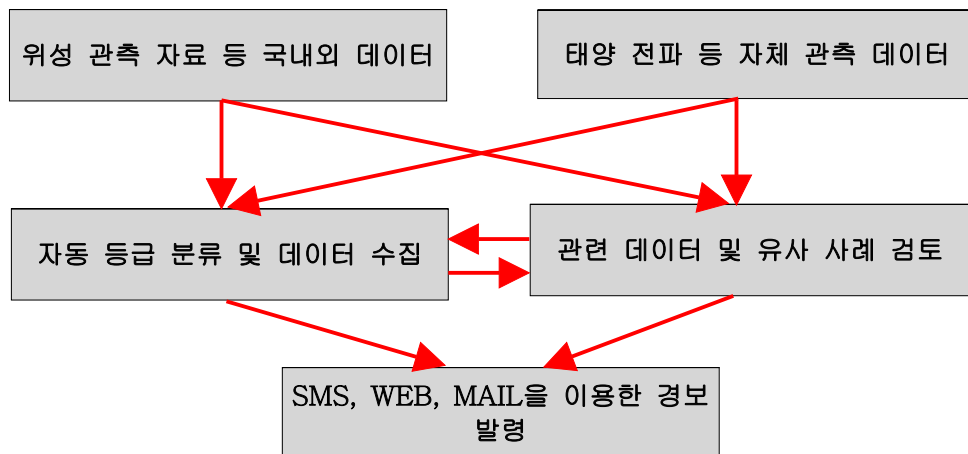


그림 4-2 개선된 우주전파환경 예·경보 업무 처리도

아래 그림은 국내 전지역 및 세계 주요도시 단파대역 통신가능 상태 및 범위를 예보하는 것으로 현재 책자와 인터넷으로 서비스 중이다.

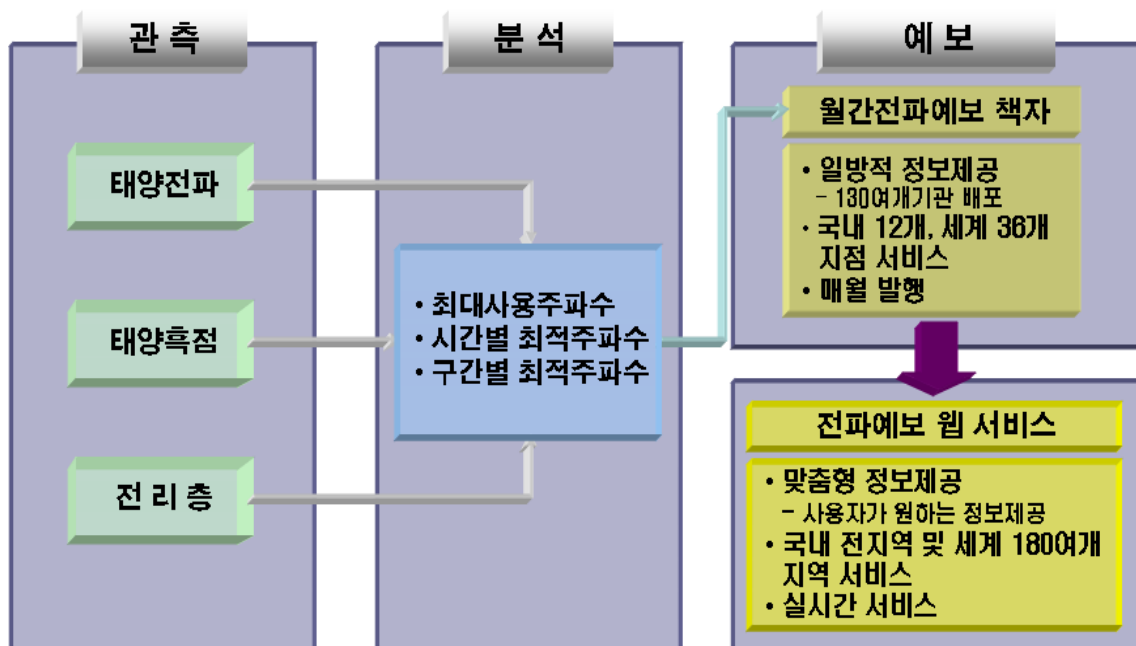


그림 4-3 단파대역 전파예보

태양폭발 등 우주전파환경의 급격한 변화로 인해 발생하는 위성 및 통신장애 피해 최소화를 위하여 아래 표와 같이 5단계로 경보를 분류하여 언론매체 등 다양한 방법으로 전달하는 것을 보여준다.

표 4-2 전파경보 등급분류

단계	상황	태양 활동	고에너지 입자	지자기 활동	예상되는 주요 장애 현상	전달체계		
						언론매체	SMS	WEB
5	비상	X20 이상	10^5MeV 이상	$K_p=9$	2~3시간 이상 HF통신 두절, 항법 에러 발생 및 위성 통제 장애 발생	★	★	★
4	경계	X10 이상	10^4MeV 이상	$K_p=8\sim9$	1시간 이상 HF통신, LF항법 장애 및 위성 위치 추적 장애 발생	★	★	★
3	주의	X1 이상	10^3MeV 이상	$K_p=7$	일시적 HF통신 두절, LF항법 오차 발생 및 위성영상 노이즈 발생		★	★
2	주시	M5 이상	10^2MeV 이상	$K_p=6$	고위도 HF통신 및 LF항법 장애 발생 위성 고도 조절 필요			★
1	일반	M1 이상	10^1MeV 이상	$K_p=5$	극지방 통신장애 가능성 저고도 위성 궤도 수정 가능성			★

※ 태양활동(X-ray 등급) : X-ray 관측 결과 전력속밀도를 단위별로 등급화

※ 고에너지 입자(eV): 이온입자, 에너지 플럭스 값, 원자나 분자 등의 에너지를 나타내는 단위

※ 지자기 활동(K_p 지수) : 지구자기장 활동을 나타내는 지수(0~9)로 지자기 폭풍과 관련

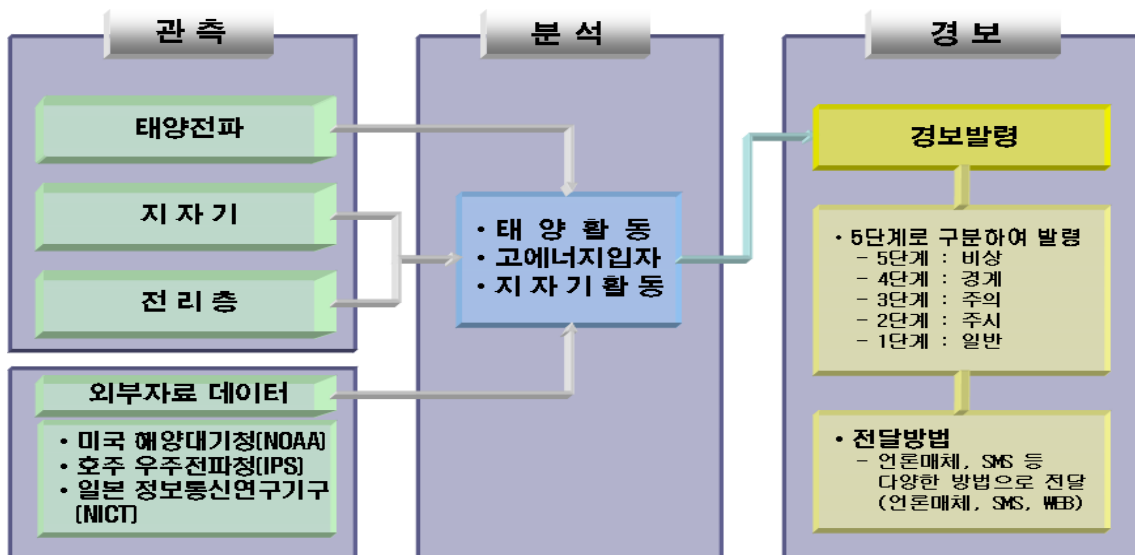


그림 4-4 전파경보

제 4 절 우주전파환경 정보제공 서비스

최근 우리나라의 우주전파환경 연구에 대한 높은 관심과 인식수준 향상으로 관련정보 서비스 요구가 증가하고 있으나, 서비스 수준 및 활용범위가 기대 수준에 미치지 못하는 실정이다. 따라서, 연구특성을 감안한 콘텐츠 개발 및 효율적 운영을 위한 관리기능 구성으로 콘텐츠의 최신성 유지 및 운영 편의성 확보가 필요하다.

본 연구에서는 우주전파환경 관련 콘텐츠의 확대 및 내실화와 이용자와의 양방향 커뮤니케이션 활성화, 우주전파환경 관측자료의 체계적 관리 및 운용 개선을 통하여 관련 정보에 대한 양질의 서비스 제공하고자 한다. 또한 국내·외 우주전파환경 데이터 종합 모니터링 시스템 운용으로 홍보효과 극대화 및 전파연구소 이미지 개선을 도모하고자 아래와 같은 내용으로 우주전파환경 정보서비스 시스템을 구축하였다.

- 가. 국내외 주요 우주전파환경 관측 자료 자동 보관 및 처리
- 나. 기존 관측 데이터의 적극적 활용을 위한 DB 시스템 구축
- 다. 우주전파환경 모니터링 및 프리젠테이션 시설 교체
- 라. 신속한 정보전달 및 일반인을 위한 웹 서비스 내용 전면 개편
- 마. 급격한 우주전파환경 변화 대처를 위한 경보 문자 서비스 제공

그림 4-5는 우주전파환경 정보 서비스 시스템 개념도로 관측자료 DB, 정보처리, SMS시스템, WEB 시스템, 디스플레이 시스템을 보여주고 있으며, 표 4-3은 시스템의 주요기능에 대하여 설명하였다.

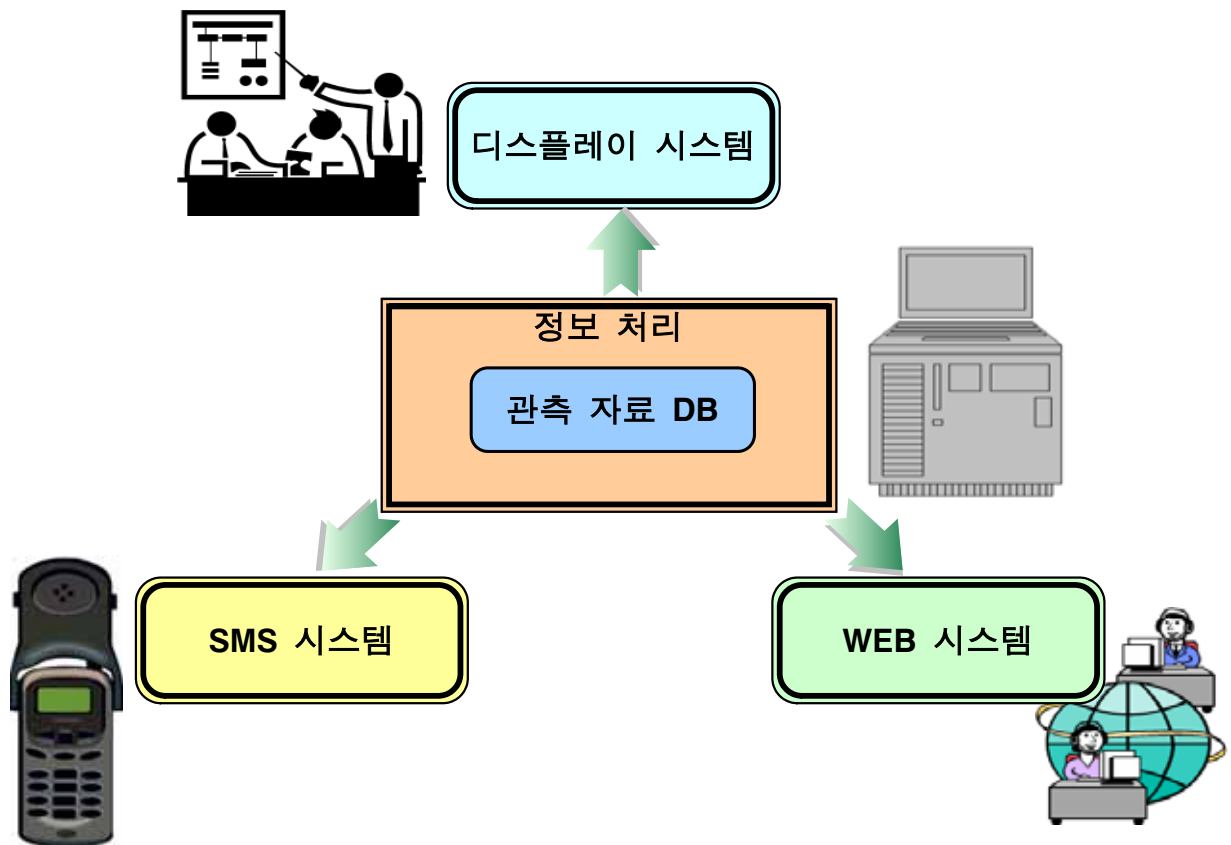


그림 4-5 우주전파환경 정보서비스 시스템 개념도

표 4-3 우주전파환경 정보서비스 시스템 주요기능

개별 시스템	기능 및 사양	비고
DISPLAY 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 메인화면 40인치 LCD x 4대 보조화면 19인치 LCD x 8대 화면 분할/전환/통합 기능 입력: PC/Audio/Video 	
WEB 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 웹을 통한 통합 우주환경 정보 제공 통합 자료 DB 검색 기능 제공 	기존 웹 서버 대체
SMS 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 문자메시지를 통한 우주환경정보 발송 	외부 문자발송 업체와 연계
관측 데이터 처리 및 DB 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 원시 자료의 분석 가공을 통한 우주전파 환경 정보 생성 관측 장비로부터 원시 자료 저장, 가공 및 분배 기능 국내외 주요 우주 환경 정보 저장 	

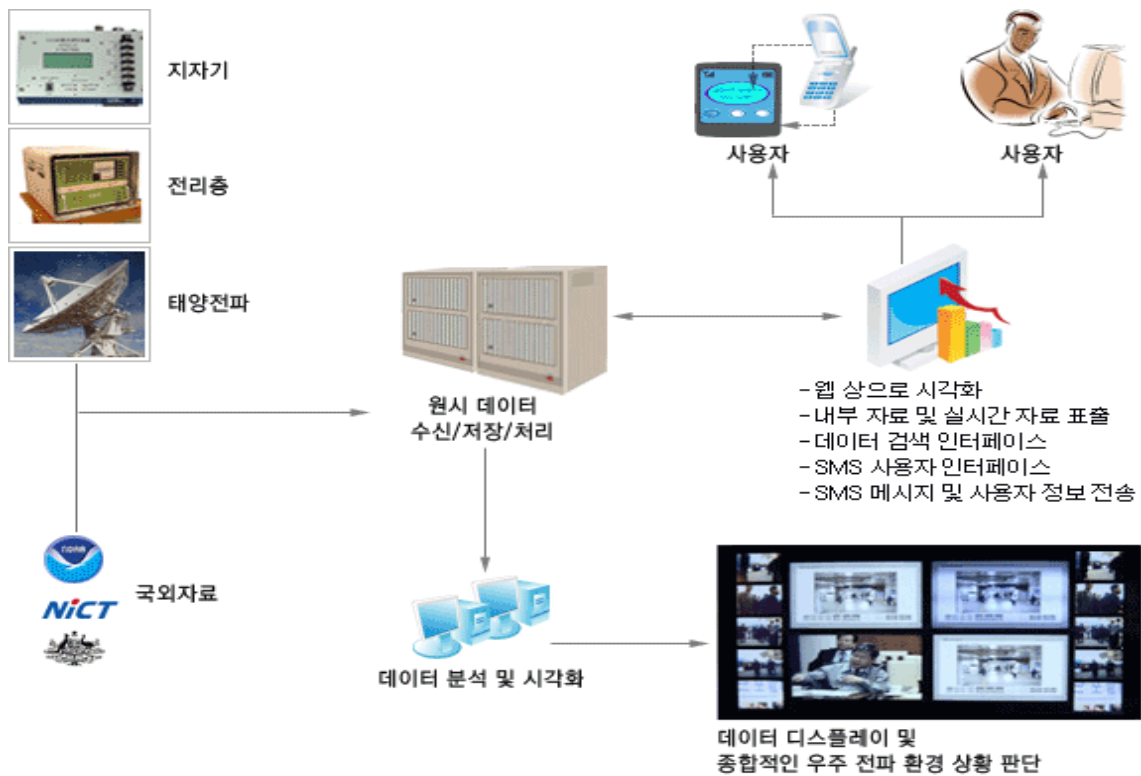


그림 4-6 우주전파환경 정보서비스 구성도



그림 4-7 우주전파환경 정보서비스 초기화면

o SMS 서비스

SMS서비스는 관측 자료 분석을 통하여 통신 장애, 지자기 폭풍, 방사선 폭풍 발생시 경보의 종류, 사건 발생 시간, 경보 등급, 물리량 값을 휴대폰 문자 메시지로 전송하며, 이용자에 의한 서비스 신청 및 해제, 일시보류 기능이 제공하도록 하였다.



SOLARRADIO ENVIRONMENT RESEARCH
차세대 정보 통신 보호를 위해 우주전파환경을 연구하고 있습니다.

SMS 서비스
SMS SERVICE

[SMS 서비스 안내](#)
[서비스 가입](#)
[사용자 로그인](#)

SMS 서비스 안내

우주전파환경정보를 실시간 SMS로 받아보실 수 있도록 SMS 서비스를 제공하고 있습니다.

“우주전파환경 정보 시스템 SMS 서비스 입니다.”

SMS 서비스는 지구자기장 활동 (Geomagnetic Storm), 태양 입자 활동 (Solar Radiation Strom), 그리고 태양 복사 활동 (Radio Blackout)을 실시간으로 감시하여, 사용자가 지정한 임계값 이상의 활동 상황이 발생하면 활동 강도와 시간을 실시간으로 문자메시지로 전달하는 기능을 합니다.



SMS 서비스
우주전파환경정보시스템

MINISTRY OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS
REPUBLIC OF KOREA
CORNERSTONE OF U-KOREA
RADIO RESEARCH LABORATORY
SOLAR RADIO ENVIRONMENT RESEARCH

*** 사용자가 선택할 수 있는 활동 강도는 다음과 같습니다.**

지구 자기장 활동	K 인덱스	활동 강도
G1	5	Minor
G2	6	Moderate
G3	7	Strong
G4	8	Severe
G5	9	Extreme

태양입자 활동	10MeV 양성자 플럭스	활동 강도
S1	10 이상	Minor
S2	100 이상	Moderate
S3	1000 이상	Strong
S4	10000 이상	Severe
S5	100000 이상	Extreme

태양복사 활동	X-ray Flux	활동 강도
R1	M1 이상	Minor
R2	M5 이상	Moderate
R3	X1 이상	Strong
R4	X10 이상	Severe
R5	X20 이상	Extreme

그림 4-8 우주전파환경 문자 메시지 화면

문자 메시지의 예는 다음과 같다.

R2 통신장애경보
13일12시49분(UT)
Flare M5
상승 중
Flux: 6.0E-05

이용자가 통신 R2단계이상 경보 요구
경보가 발생한 시간
플레어 강도
현재 진행 상황
경보 시간 현재 플레어 플럭스 값

13일12시00분 (UT)
Solar Wind: 450Km/sec
Sunspot Number: 50
K-index: 5

서비스 이용자가 매일 UT 12시에 정보 전송 선택
태양풍 속도
일일 흑점 수
지자기 K 값

- o 우주전파환경 현황 감시 및 경보 자료
 - 태양 흑점수
 - 지상 태양 전체 디스크 이미지(백색광, H-alpha, Magnetogram)

- SOHO 태양 관측 이미지
- ACE 위성 관측 자료
- 태양 전파 플럭스 데이터
- 태양 전파 폭발 현상 데이터
- 전리층 관측 데이터
- GOES 지자기 데이터
- 지상 지자기 데이터
- GPS TEC 데이터
- NOAA 우주환경센터 우주기상 정보 데이터
- 3시간 지구 물리 정보 메시지
- 3일 우주기상 예측 자료
- 기타 관련 자료

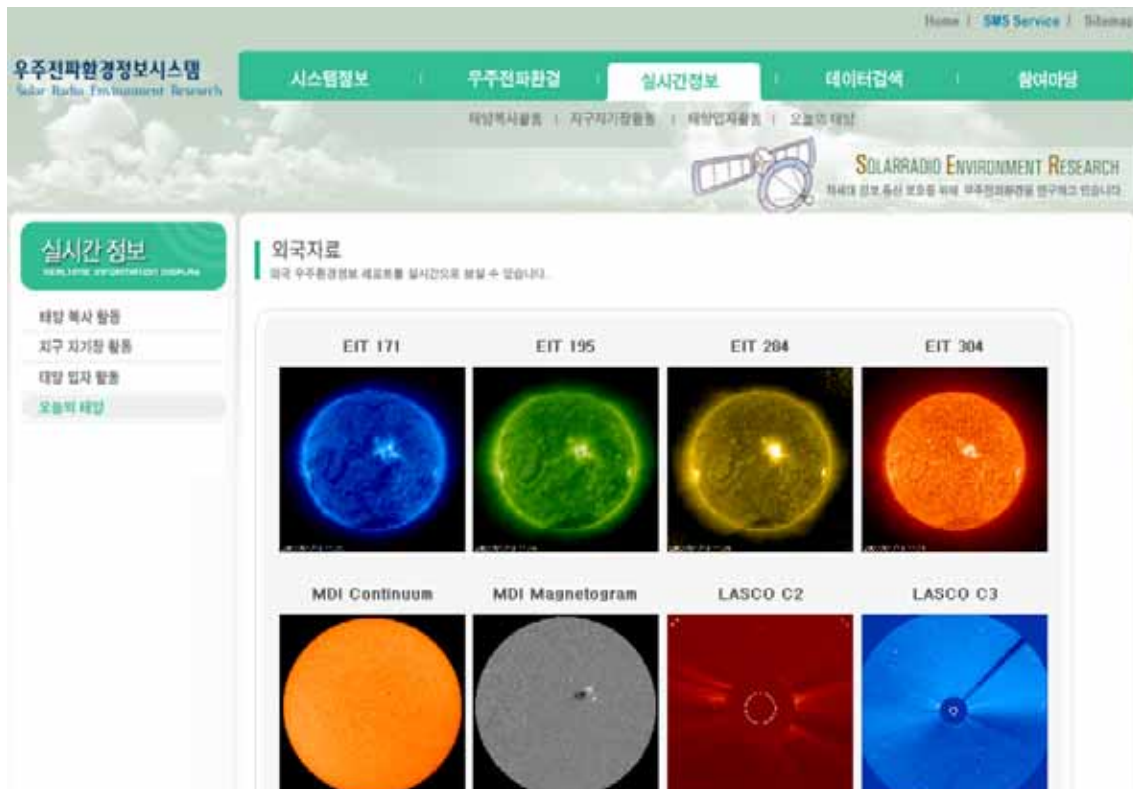


그림 4-9 우주전파환경 실시간 정보 자료(태양관측 이미지)

o 우주전파환경 관측 DB 구축 및 검색 기능 제공

전파연구소가 보유하고 있는 우주전파환경 관측데이터와 외국의 관측데이터의 DB를 구축하고 검색가능토록 하였다.



그림 4-10 우주전파환경 데이터 검색 서비스

o 우주전파환경 디스플레이 시스템

메인 화면과 보조화면으로 구성하며, 각 화면은 상호 연동되어 운영된다. 디스플레이 정보는 다음과 같다.

이미지 : 태양 흑백, H-alpha, EUV, X-ray

그래프 : X-ray, Proton, Electron, Magnetic Field, K-index,
Radio Flux, foF2, Solar Wind Speed

문 자 : 현재 상황 경보 정보

(지자기 폭풍, 통신 장애, 방사선 폭풍), 시간

제 5 장 우주전파환경 관측장비 시설개선

제 1 절 개 요

기존 태양전파관측기(10m안테나, 6m안테나 LP안테나)는 '95년에 도입된 시설로 노후되어 가동부와 제어부의 잦은 고장이 발생하였으며, 주 제어보드가 286급으로 단종되어 고장발생시 관측연구 및 전파예보 업무에 많은 지장을 초래하고 있었다. 따라서 태양에서 발생하는 전파 폭발을 관측 및 분석하기 위한 목적으로 30 MHz에서 2.5GHz에 이르는 파장대의 태양 전파를 수신하는 기존 시스템 성능 개선과 태양활동의 밀접한 관계가 있는 2.8 GHz 태양전파 플럭스 수신 시스템을 구축하여 우주전파 환경 예·경보 대국민 서비스 제공한다.

또한 제주부지 전파 유입실태 및 전리층 관측기 발사지점으로부터 거리에 따른 발사펄스의 수신 전계강도 등을 측정 분석하여 전리층 관측기 설치 가능성을 검토 하였으며, 지자기장 분포를 측정하여 지자기 관측의 적정성을 검토하였다.

제 2 절 태양전파 관측기 성능개선

기존 태양관측기는 '95년 설치되어 아래 그림과 같이 노후되고 가동부와 제어부 등에 잦은 고장이 발생하였으며, 제어프로그램 및 수신기의 성능저하로 신뢰성 있는 데이터를 확보할 수가 없었다.



고도각 기어 방위각 베어링 기어 고도각 각도 감지기
그림 5-1 노후화된 태양전파 관측기

1. 하드웨어 성능 개선

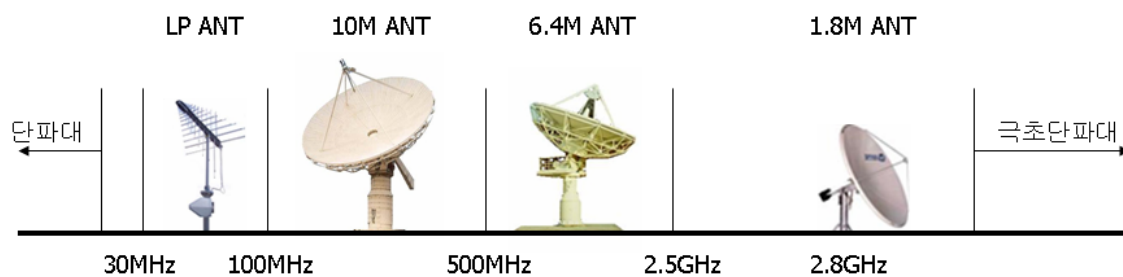


그림 5-2 주파수별 안테나 배치

o 6m, 10m 전파수신 시스템 개선

- Dish를 제외한 가동부, 제어부, 신호처리부 등 개선
- 백러쉬 제거 시스템 구조를 반영한 동력 전달장치를 채택
- 안테나의 주요 성능인 안테나 정밀 지향성을 확보



그림 5-3 10m 및 6m 전파수신 안테나

o LP안테나 전파수신 시스템 개선

- 6m급 태양 안테나로부터 분리하여 별도 구동가능하도록 개선



그림 5-4 LP 전파수신 안테나

o 6m, 10m, LP안테나 원시 자료 수신기 교체

- 안테나 시스템별 2개씩 총 6개의 수신기
(스펙트럼 어널라이저)교체

그림 5-5 원시자료 수신기

o 10.7cm(2.8 GHz) 태양 전파 수신 시스템

- 자동 추적 방식으로 반사판(파라볼라식)과 두 방향의 구동부로 구성
- 태양의 절대 플럭스 값을 외국의 관측 시설로부터 관측된 값과 비교하여 수신기의 안정성 및 정확성 검증



그림 5-6 10.7cm(2.8 GHz) 태양 전파 수신 시스템

2. 안테나 제어프로그램 소프트웨어

본 안테나제어프로그램은 정보통신부 전파연구소 이천분소 사이트에 설치된 10M, 6.4M, 1.8M, LP안테나의 태양자동추적을 위해 제작되었다. 본 프로그램은 동 사이트에 설치된 안테나제어시스템용 PC에 설치되어야 하며, 다른 PC에서는 사용이 불가하다.

o 프로그램 기능

안테나 제어프로그램은 다음과 같은 기능을 제공

- GPS로부터 사이트의 위도/경도, 정확한 시간정보를 수신
(COM2포트 사용)
- 태양의 방위각, 고도를 실시간으로 계산
- 4대 안테나, 8축의 레졸바 각도정보를 실시간으로 계측
- 4대 안테나의 방위각, 양각을 동시에 구동 제어
(COM1포트 사용)
- LAN통신을 통해 ‘태양전파 취득시스템’으로 시간, 태양의 위치 정보 등을 실시간으로 전송
- 태양의 적경, 적위, 항성시, 시간각, 일출/일몰시간 등의 태양 부가정보를 제공
- 안테나의 미세한 보정을 위해 Offset조절 기능을 제공
- 시간에 따른 태양의 위치를 1분 단위로 저장하며 날짜별로 파일 저장
- 사용자가 각도를 입력하여 안테나를 임의의 위치로 구동시키는 기능을 제공
- 일몰이 되면 다음날 일출 위치로 안테나를 자동으로 이동시켜 대기하는 기능을 제공
- 시스템 상태정보를 하루 단위로 자동 저장
- 경보나 화면정보를 통해 시스템에 대한 다양한 장애정보를 제공

- 각 모터드라이버 제어, 리셋, 각종 초기화 등 장애복구를 위한 사용자 조작 기능을 제공

o 프로그램 메인화면

안테나제어프로그램은 GPS에서 시간 정보를 입력받아 태양의 방위각과 고도를 실시간으로 계산하며 4대 안테나의 방위각, 양각축을 구동시켜 태양을 자동 트래킹하는 기능을 가지고 있다.

안테나 제어프로그램은 태양과 안테나에 대한 여러 가지 정보를 표시하고 있으며, 경우에 따라 사용자가 직접 안테나 구동에 관계된 조작을 수행할 수도 있다. 제어프로그램의 화면구성은 다음과 같다.

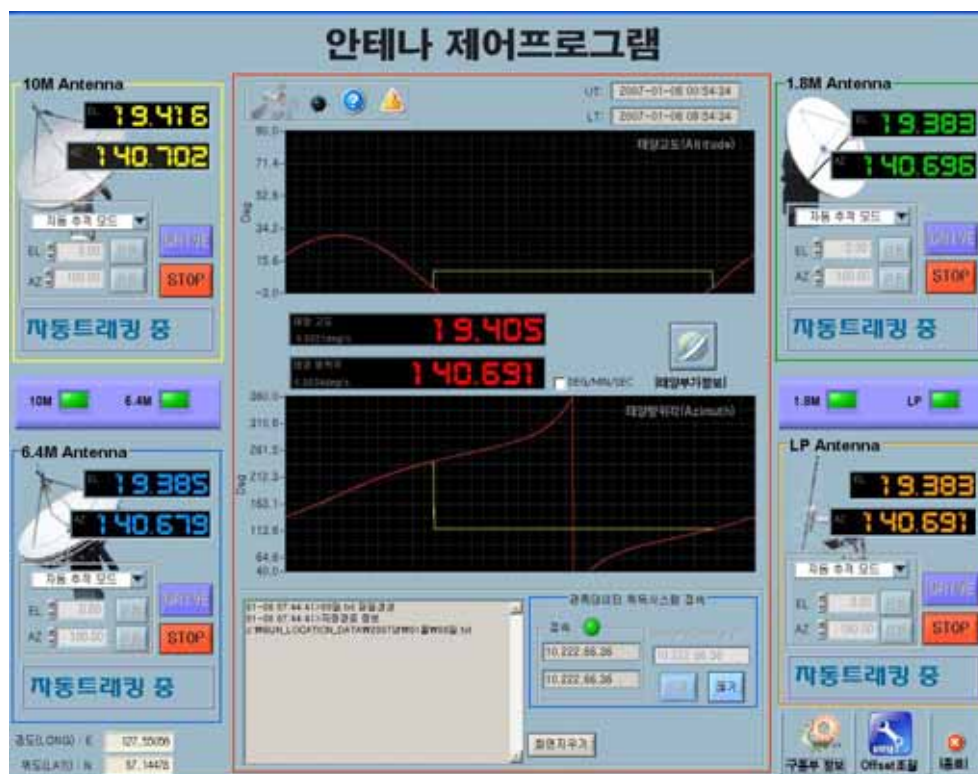


그림 5-7 안테나제어프로그램 메인화면

- 태양정보 표시



안테나제어프로그램은 태양의 방위각과 고도를 실시간으로 계산하여 그 정보를 표시한다.

태양의 방위각은 정북이 0도이며, 동-남-서의 방향으로 증가하는 각도입니다. 태양의 고도는 태양이 뜨고 지는 0도를 기준으로 증가하거나 감소한다.

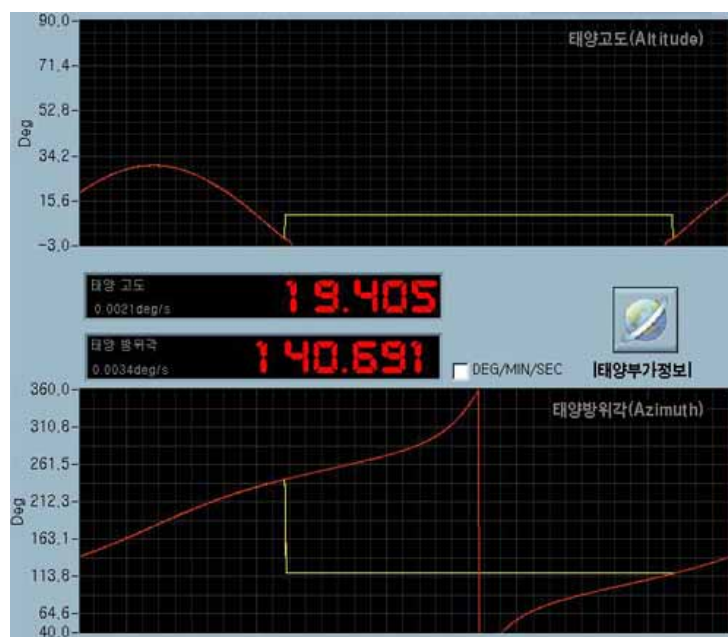


그림5-8 태양정보표시

그래프의 X축은 24시간의 경과를 표시하는 시간축이며, Y축은 각도(degree)를 표시합니다. 그래프는 태양의 궤적을 1분 단위로 그리게 되며, 태양의 위치뿐 아니라 4대 안테나의 방위각 및 양각도 표시하여 그 이동 추이를 볼 수 있다.

디지털 표시창은 태양의 방위각 및 고도를 디지털 정보로 표시해 주며, 태양의 초당 이동 속도도 같이 표시한다.

- 안테나정보 표시

안테나제어프로그램은 10M, 6.4M, 1.8M, LP안테나의 방위각(AZ)과 양각(EL)을 표시하며, 방위각은 태양의 경우와 같이 정북을 0도로 하여 동-남-서 방향으로 증가하는 값이다.

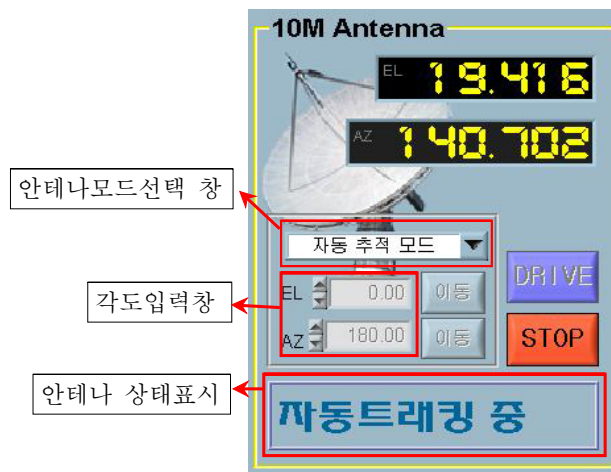


그림5-9 안테나 정보 표시 및 조작

또한 안테나의 모드를 선택할 수 있는 메뉴와 안테나를 임의의 각도로 이동시키기 위한 각도입력창, 안테나의 동작을 정지시키는 STOP버튼과 해제하는 DRIVE버튼, 그리고 현재 안테나의 상태를 표시해주는 창으로 구성되어있다. 6.4M 1.8M LP안테나를 위한 부분도 동일한 구성으로 되어있습니다.

- 안테나 포지션 정확도 표시

안테나가 지향해야할 목표각도와 안테나 각도정보와의 일치성을 LED로 표현해 주는 기능입니다.

안테나의 목표각도는 태양을 자동 트래킹 중일 때는 태양의 방위각과 고도이며, 각도 입력모드일 때는 사용자가 지

정한 각도이며 안테나 안전모드 일 때 방위각은 현재 위치의 각도, 양각은 90도입니다.

LED는 녹색, 노랑, 빨간색으로 구성되어있으며, 녹색 LED로 갈수록 목표각과 안테나의 위치가 일치한다는 의미입니다.



그림5-10 안테나 위치선 정확도 표시

- GPS정보 표시



안테나제어프로그램은 GPS를 사용하여 위성으로부터 정확한 시간을 얻어 태양위치계산에 사용한다.

현재 GPS의 상태를 표시해주는 LED와 LED상태에 대한 설명 버튼, GPS포트를 초기화하는 버튼으로 구성되어있다.



그림5-11 GPS정보표시

GPS상태표시 LED에 대한 도움말을 보려면 ?버튼을 클릭한다.

GPS Status LED Help				
LED	상태	예상원인	프로그램 동작	태양추적 가능여부
	COM Port 초기화에 실패	1. COM Port를 사용중 2. PC장치관리자 인식 불가	PC Clock를 이용하며 태양 위치 추적	OK!
	GPS 데이터 미입력	1. GPS 전원 2. GPS 케이블 손상 3. 컨넥터연결 상태 불량	PC Clock를 이용하며 태양 위치 추적	OK!
	GPS 데이터 프로토콜 미일치	Noise	PC Clock를 이용하며 태양 위치 추적	OK!
	GPS 데이터 완벽 수신		GPS Clock에 맞춰 모든 기능 수행	OK!

그림5-12 GPS LED상태 도움말 창

- 시간정보 표시



안테나제어프로그램은 GPS로부터 수신된 정확한 세계시(UT)를 화면에 표시하며 아울러 현재 지방시(LT)도 함께 표시한다.

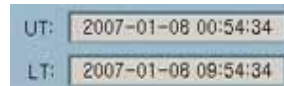
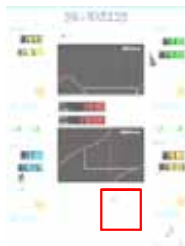


그림5-13 시간정보 표시

- 태양전파취득시스템 접속 표시



안테나제어프로그램은 LAN통신을 통해 태양전파 취득시스템에 접속하여 현재의 시간, 태양의 위치 등을 실시간으로 전송한다..



그림5-14 태양전파취득시스템 접속표시

- 시스템 상태정보 표시



안테나제어프로그램은 프로그램의 운영시 주요한 이벤트 등의 정보를 상태정보창에 자동으로 표시하는 기능을 가지고 있다.

상태정보창에 표시된 내용은 하루가 지나면 자동으로 파일로 저장되어 날짜별로 히스토리를 가지게 된다.

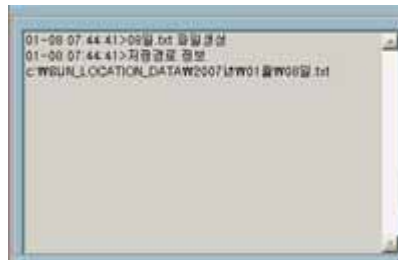


그림5-15 시스템 상태정보 표시

- 사이트 위도/경도 표시



안테나제어프로그램은 GPS를 통해 얻은 사이트의 정확한 위도/경도를 측정하여 화면에 표시한다. 위도/경도는 태양의 위치를 계산하는데 사용된다. GPS는 6.4M안테나에 부착되어있으며 4대 안테나의 거리는 극히 미세한 차이이므로 무시할 수 있다.

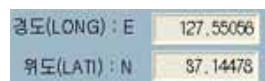
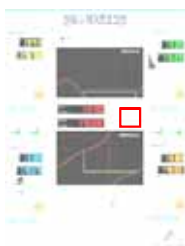
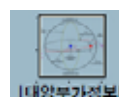


그림5-16 사이트 위도/경도 표시

- 태양 부가정보 확인



태양 부가정보를 확인하려면



버튼을 클릭한다.

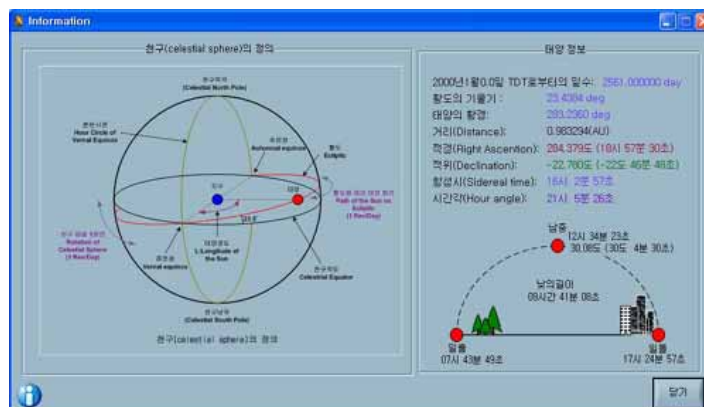



그림5-17 태양 부가정보 판넬

- 구동부 정보 및 조작



안테나제어프로그램은 각 안테나의 각도를 측정하기 위한 Resolver 상태정보 및 각 모터드라이버의 상태, 모터Gain 값, 안테나 목표각 및 에러, 드라이버Fault정보, H/W 리미트 정보 등 안테나 구동에 필요한 많은 정보를 제공하며 또한 사용자가 임의로 조작 할 수도 있도록 하였다.

안테나 구동부의 정보 및 조작은 다음과 같다.

1. 메인화면에서  버튼을 클릭
2. 아래와 같은 구동부 정보 패널이 나타난다.

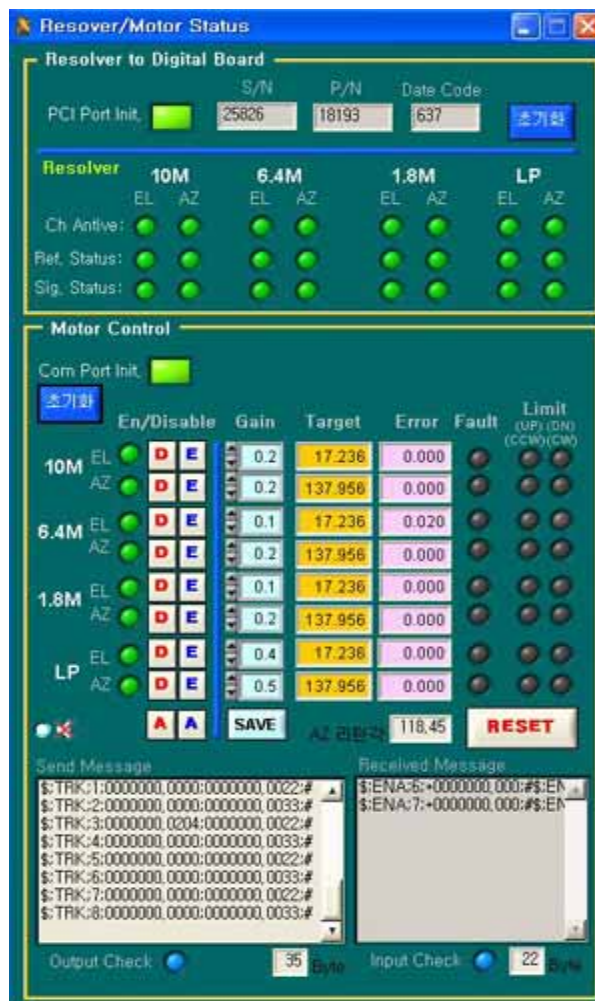
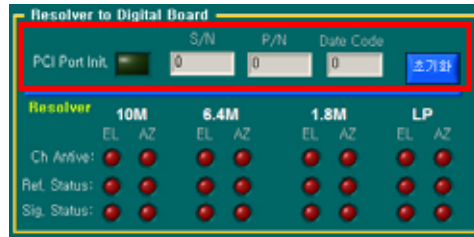


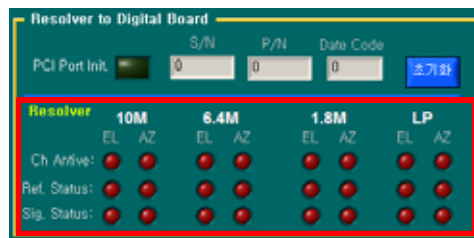
그림5-18 구동부 정보 및 조작 패널

3. Resolver 인터페이스 Board 관련 항목은 다음과 같다.



- PCI Port Init : Resolver to Digital PCI Board의 초기화 성공여부 상태이다.
- S/N, P/N, DataCode : Board의 제품정보이고 초기화에 성공했을 시에만 표시된다.
- **초기화** 버튼 : Board를 초기화 시킨다.

4 .Resolver 관련 항목은 다음과 같다.



- Ch Active : 각 Resolver채널의 활성화 상태를 나타낸다.
- Ref. Status : 각 채널의 레퍼런스 신호가 정상인지 나타낸다.
- Sig. Status : 각 채널에서 각도 신호가 나오고 있는지 나타낸다.

☞ Ch Active, Rf.Status, Sig.Status의 모든 LED는 녹색이 정상이다..

5. Motor 관련 항목은 다음과 같다.



■ Com Port Init : COM1 포트 초기화 성공여부 상태이다.

■ **초기화** 버튼 : COM1포트를 초기화 한다.



■ En/Disable LED: 모터드라이버의 상태이다. 적색은 Disable, 녹색은 Enable을 나타낸다.

■ **D E** 버튼 : 각 모터드라이버를 Disable, Enable시키는 버튼이다.

■ **A A** 버튼 : 모든 모터드라이버를 Diabler, Enable시키는 버튼이다.

■ 음소거 버튼 : 포인팅 에러 경고음을 켜고 끈다..



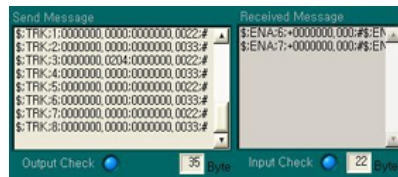
■ Gain : 오차를 추적하는 모터 Gain값

■ Target : 현재 안테나가 지향해야할 목표 각도

- Error : 목표 각도와 안테나 지향각도의 차이
- AZ 리턴각 : 일몰 후 되돌아갈 안테나의 방위각을 나타낸다.
- SAVE버튼 : 모터 Gain값을 파일로 저장



- Fault : 모터드라이버 Fault 정보
- Limit : 안테나에 부착된 H/W Limit 동작 여부
- Reset 버튼 : 전체 안테나를 리셋




- Send Message : 모터드라이버로 전송하는 명령어.
- Received Message : 모터드라이버에서 보내오는 회신 메시지
- Output Check : 파란불이 켜지면 송신이 양호한 상태
- Input Check : 파란불이 켜지면 수신에 양호한 상태

- 안테나 offset조절



안테나제어프로그램은 안테나의 미세한 위치 조절을 위해 안테나 Offset 조절기능을 제공한다.

안테나의 Offset을 조절하려면 다음과 같다.

1.  버튼을 누릅니다.
2. 다음과 같은 Offset 조절 창이 나타난다.

- 원하는 안테나를 선택하면 Offset조절을 하기 위한 창이 활성화가 된다.



그림5-19 Offset조절 패널

- 숫자를 입력하여 Offset을 조절한다.

☞ EL은 숫자가 커지면 UP, 작아지면 Down방향이며, AZ는 숫자가 커지면 CW, 작아지면 CCW방향입니다.

- Offset을 조절하였으면 [SAVE]를 눌러 파일로 저장

3. 분석프로그램 소프트웨어

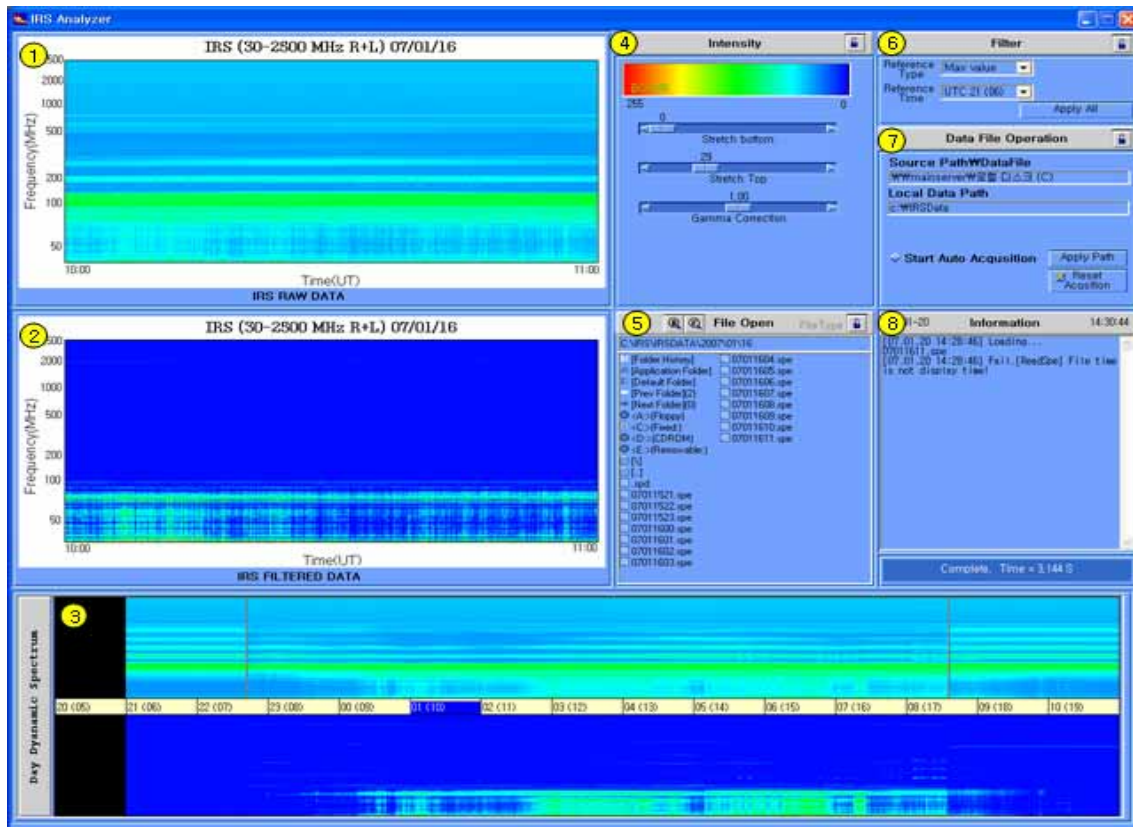


그림 5-20 분석프로그램 전체 화면 구성

- ① 한시간 태양전파 다이نام믹 스펙트럼 표시
- ② 한시간 다이نام믹 스펙트럼 변환 표시
- ③ 일일 다이نام믹 스펙트럼
- ④ 감도 및 감마 변환 설정
- ⑤ SPE파일 불러오기
- ⑥ 배경잡음 제거 변환 설정
- ⑦ 원격데이터 설정 및 적용
- ⑧ 운용정보 표시

① 한시간 태양전파 다이내믹 스펙트럼 표시

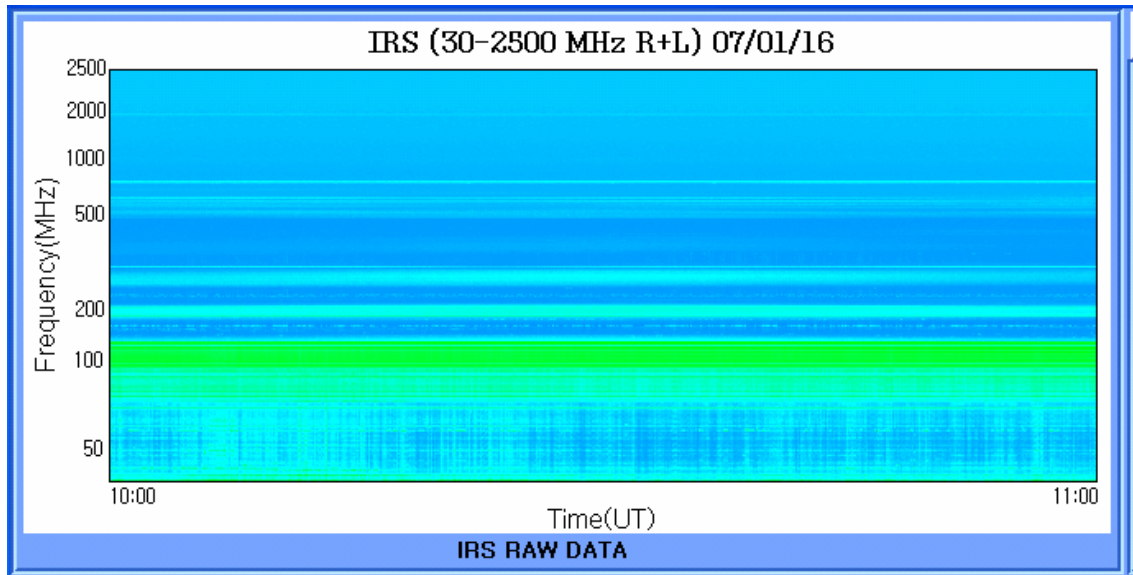


그림 5-21 한시간 태양전파 다이내믹 스펙트럼 표시

- 원격으로 수신한 또는 파일로부터 불러온 태양 전파강도 데이터를 가로축은 취득한 시간을 구간으로 세로축은 3 MHz에서 2500 MHz의 주파수 구간으로 변환하고 표시규격 비례로 다이내믹 스펙트럼 표시함
- 우측 마우스를 클릭하면 확대 메뉴 생성
- 좌측 마우스를 좌우로 드래그하면 시간대 미세 스크롤
- 좌측 마우스를 그래프의 1/3 이내 좌측 지역을 더블 클릭하면 이전 시간대 표시
- 좌측 마우스를 그래프의 1/3 이상 2/3 이내의 중심 지역을 더블 클릭하면 미세 이동 원상복구
- 좌측 마우스를 그래프의 2/3 이상 우측 지역을 더블 클릭하면 이후 시간대 표시

② 한시간 다이내믹 스펙트럼 변환 표시

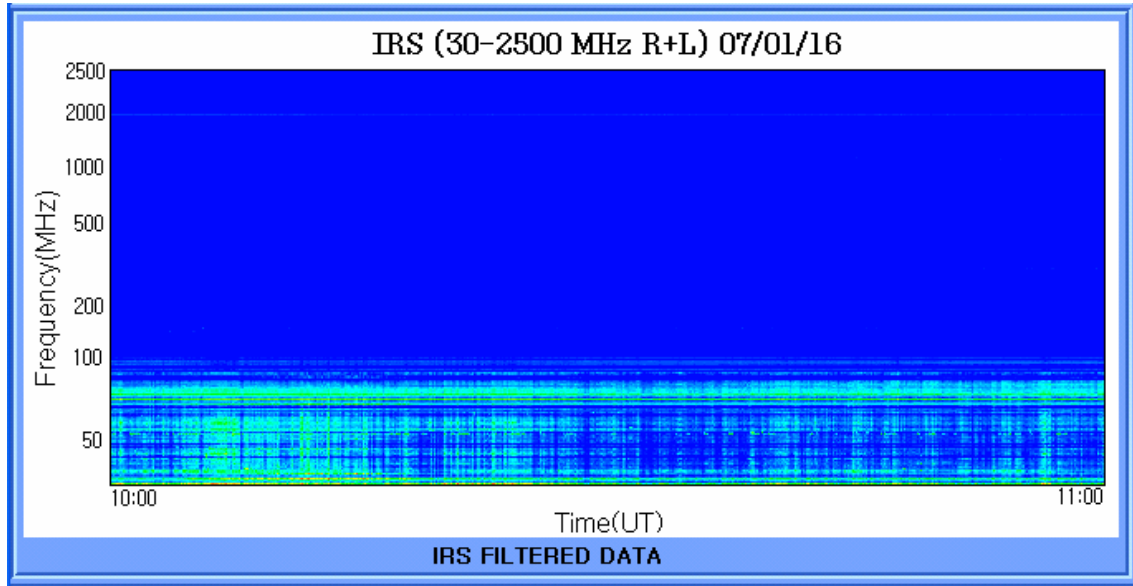


그림 5-22 한시간 다이내믹 스펙트럼 변환 표시

- 한 시간 태양전파 다이내믹 스펙트럼 표시" 데이터를 강도 및 감마, 그리고 배경잡음 제거 변환 표시
- 우측 마우스를 클릭하면 확대 메뉴 생성
- 좌측 마우스를 좌우로 드래그하면 시간대 미세 스크롤
- 좌측 마우스를 그래프의 1/3 이내 좌측 지역을 더블 클릭하면 이전 시간대 표시
- 좌측 마우스를 그래프의 1/3 이상 2/3 이내의 중심 지역을 더블 클릭하면 미세 이동 원상복구
- 좌측 마우스를 그래프의 2/3 이상 우측 지역을 더블 클릭하면 이후 시간대 표시

③ 일일 다이내믹 스펙트럼

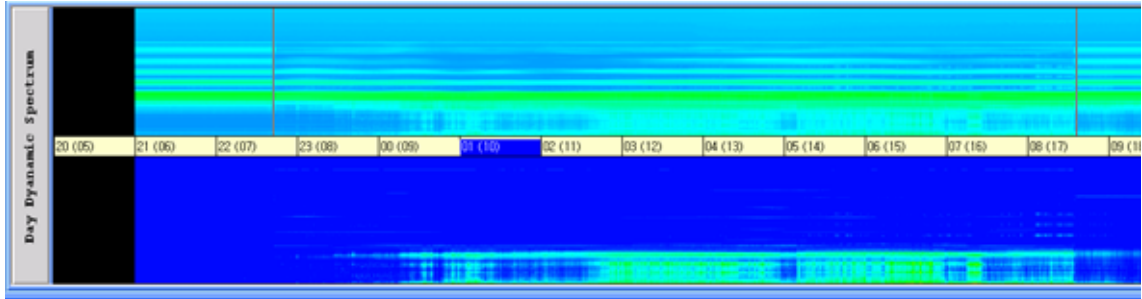


그림 5-23 일일 다이내믹 스펙트럼

- 상부는 "1. 한 시간 태양전파 다이내믹 스펙트럼 표시" 데이터를 일출시각 이전부터 일몰시각 이후까지 누적하고 축소하여 표시
- 하부는 "2. 한 시간 다이내믹 스펙트럼 변환" 데이터를 일출시각 이전부터 일몰시각 이후까지 누적하고 축소하여 표시
- 중심부는 UTC(LTC)의 시간대를 표시.
- 좌측 마우스를 클릭 또는 좌우로 드래그하면 시간대 표시 부 스크롤
- 1,2 표시부의 표시 시간대가 변경되면 중심부의 청색 표시 바가 표시 시간대로 이동함.
- 상부 좌측 수직라인은 이천 전파연구소의 적용 시기의 일출시간경계 표시.
- 상부 우측 수직라인은 이천 전파연구소의 적용 시기의 일몰시간경계 표시.

④ 감도 및 감마 변환 설정

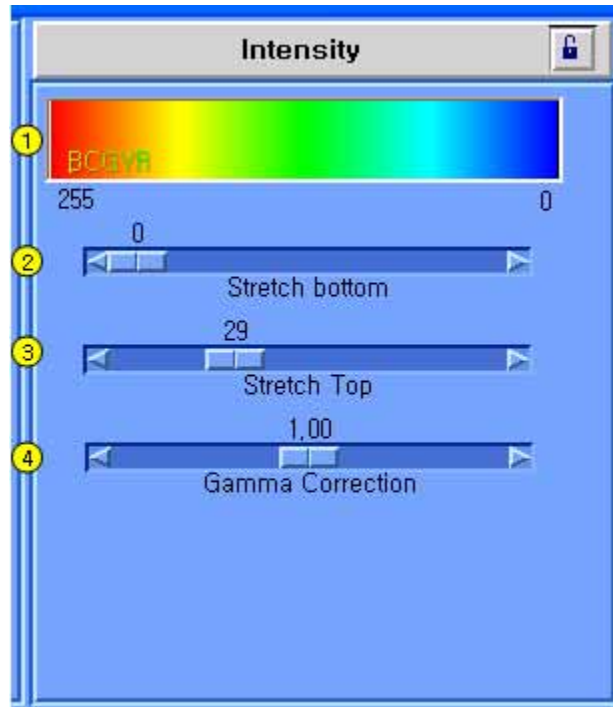


그림 5-24 감도 및 감마 변환 설정

- 변환 전에는 쉽게 구분되지 않는 버스터를 강조하기 위해 "1. 한 시간 태양전과 다이내믹 스펙트럼 표시" 데이터를 변환하여 "2. 한 시간 다이내믹 스펙트럼 변환" 표시 부에 표시
- 1. 그레이 스케일의 취득데이터를 색 온도로 변환하기 위한 색상표
 - 빨강,노랑,연두,하늘색,청색 순의 색상표는 일본의 색 온도
 - 색상메뉴의 최하위 색상표는 호주 색 온도임.
 - 나머지는 운용 측의 선택폭을 제공하는 것임.
- 2. 미약한 전파강도를 제거하기 위한 최소레벨 옵션 설정으로 적용됨.
- 3. 미약한 전파강도를 증폭하여 표시하기 위해 최상레벨기준을 낮춤
- 4. 색상 보정용 감마 보정 (모니터나 웹 색상 보정용으로 추정)

⑤ SPE파일 불러오기

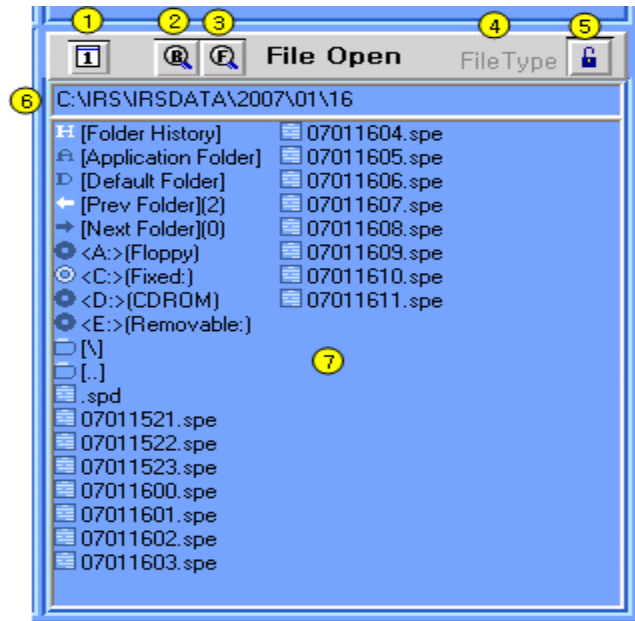


그림 5-25 SPE파일 불러오기

- 저장된 SPE파일을 불러오는 기능.

1. 일일데이터 로드 - 파일 내에 일일 저장데이터가 있으면 일일 데이터를 불러오며 없거나 오류가 있으면 SPE파일을 누적하여 일일 데이터 표시.
2. 확대버퍼사용 - 크게 확대하여 표시할 필요가 있을 때 사용.
3. 고속 확대 축소 모드 - 확대버퍼 사용 시 적용.
4. 파일 표시 필터 - 파일 종류선택 (GIF, SPE, ALL), 폴더표시 선택, 드라이브표시 선택, 폴더 히스토리 및 폴더 내비게이터 표시 선택.
5. 기능 잠금 - 자동 데이터 취득 시 데이터의 손실을 방지할 때 사용
6. 현재폴더 표시 및 입력
7. 파일 표시 부 - 파일을 더블 클릭하면 불러오기, 폴더 히스토리를 더블 클릭하면 폴더 히스토리 표시, 나머지를 더블 클릭하면 폴더나 드라이브 이동.

⑥ 배경잡음 제거 변환 설정

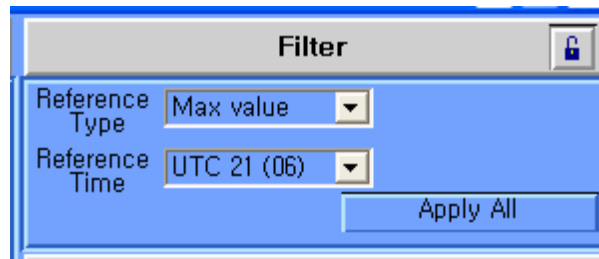


그림 5-26 배경잡음 제거 변환 설정

1. 기능 잠금 - 자동 데이터 취득 시 데이터의 손실을 방지할 때 사용.
2. 기준 잡음 레벨 선택 - 기준영역의 주파수 별 시간축 기준 연산
(1. 배경잡음제거 적용 않함, 2. 최대값, 3. 중간 값, 4. 평균값, 5. 최소값).
3. 배경잡음기준시간대 - UTC(LTC)의 시간대에서 선택된 영역에서
기준레벨을 연산하여 이에 미달하는 레벨을 제거함.
4. 선택한 설정을 일일 데이터에 적용하여 바로 변환하여 표시.

⑦ 원격데이터 설정 및 적용

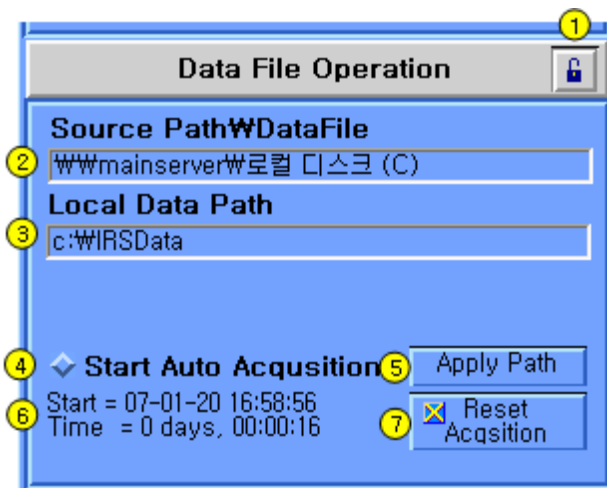


그림 5-27 원격데이터 설정 및 적용

1. 기능 잠금 - 자동 데이터 취득 시 설정의 변경을 방지할 때 사용.
2. 실시간 취득데이터 경로 설정.

3. 인터넷 게시용 데이터 서버 경로 설정.
4. 실시간 취득 데이터 업데이트개시/중지.
5. 2,3의 경로 적용.
6. 실시간 취득데이터 업데이트 개시 시간
7. 실시간 취득데이터 표시 부 지우고 다시 시작 시 사용

⑧ 운용정보 표시

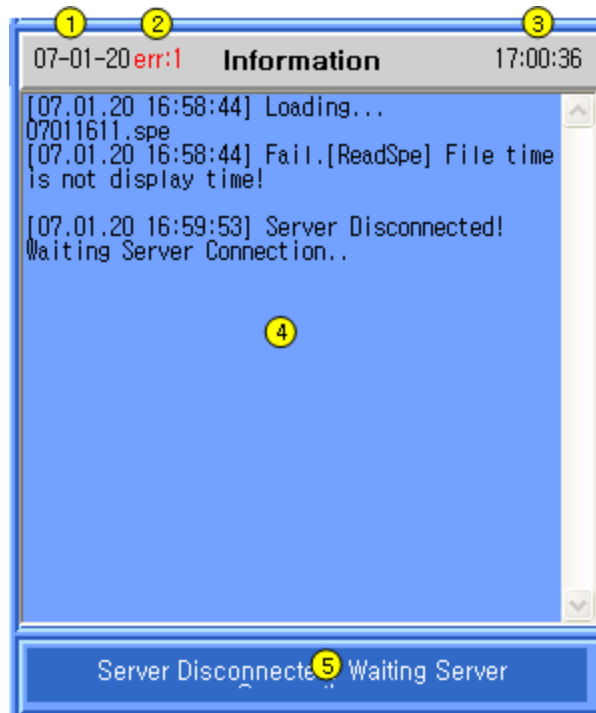


그림 5-28 운용정보 표시

1. 날짜(LTC) 표시.
2. 경고 표시.(클릭시 자세한 내용 메뉴 표시)
3. 시간표시(LTC).
4. 진행 내용, 상태 및 경고 표시.
5. 진행율 및 상태 표시

제 3 절 종합관측망 구축을 위한 전리층 전파환경 조사

현 안양청사의 전리층 관측범위는 경인지역 상공에 한정되어, 전파 예·경보의 신뢰성 및 적중률 향상을 위해 향후 한반도 전체에 대한 관측범위의 확대가 필요하다. 따라서 한반도 종합 전리층 관측망 구축의 일환으로 제주 한림 부지에 전리층 관측기 설치 필요성이 대두됨에 따라, 전리층 관측기에서 발사되는 전파에 의한 주변 전파환경 변화를 거리별로 측정하고 제주 한림 부지 인근의 전파사용 현황을 분석하여 전리층 관측기의 설치 및 운영에 대한 타당성을 검토하였다.

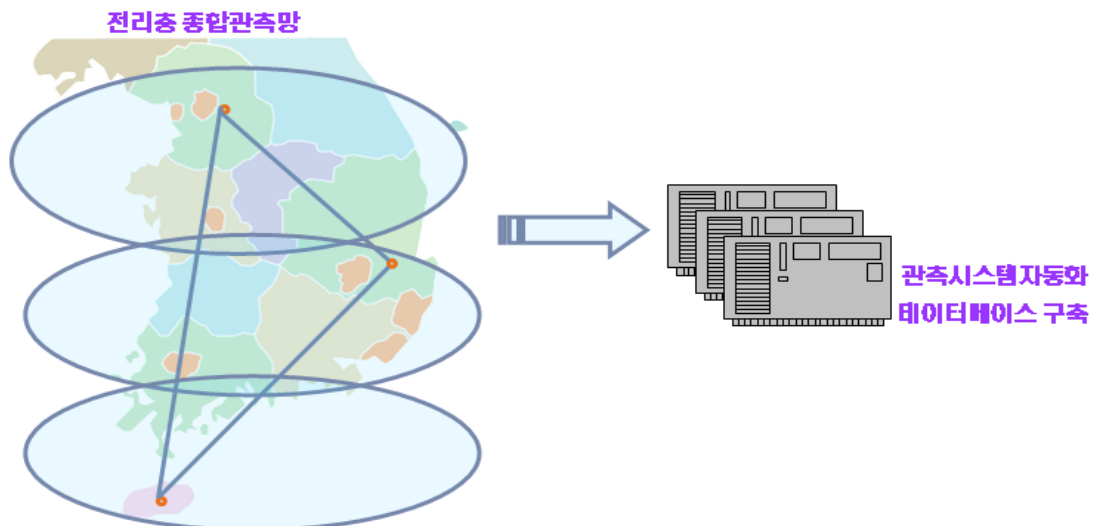


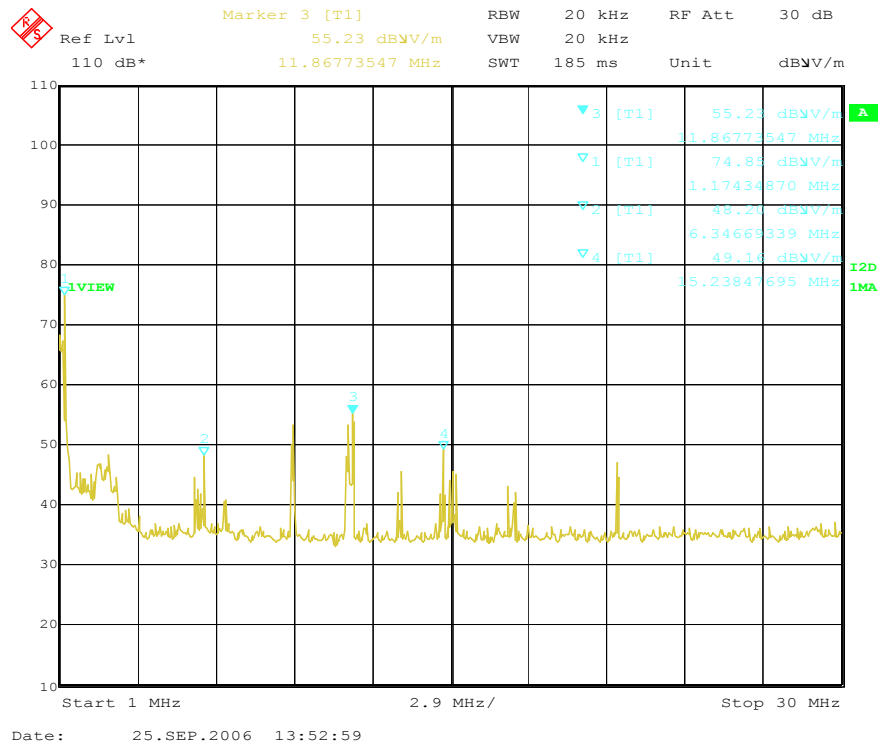
그림 5-29 한반도 전역 전리층 관측을 위한 종합관측망 구축도(안)

1. 전리층 관측기에 의한 전파환경 영향조사

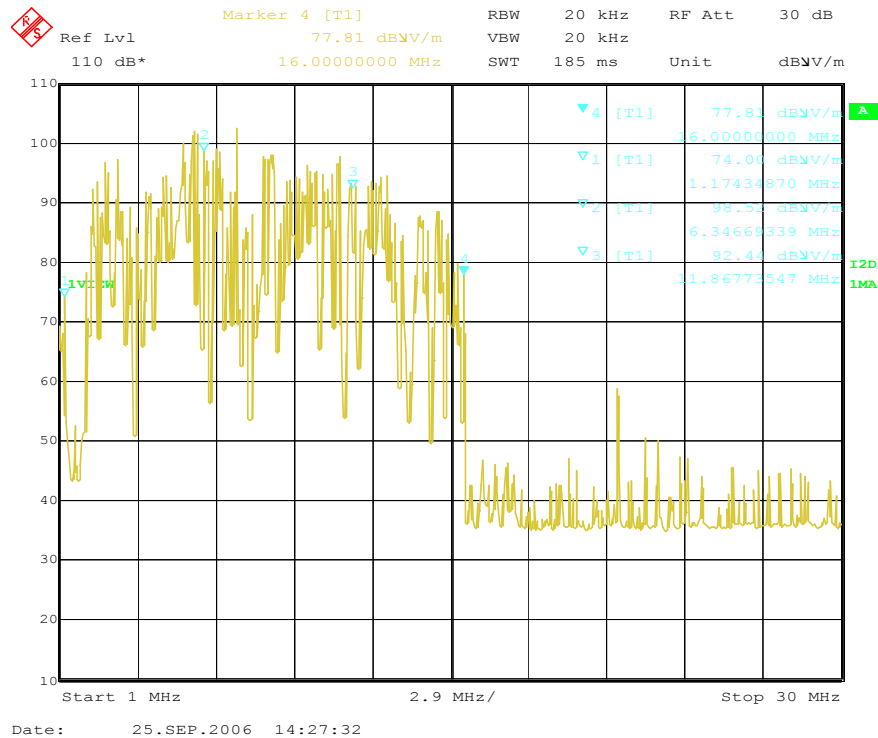
o 조사개요

- 측정기기 : 전계강도 측정기 및 Rod 안테나(중관소)
- 측정일자 : 2006. 9. 25.
- 측정범위 : 1 MHz ~ 30 MHz
- 측정장소 : 연구소 주차장(0m), 임광아파트(200m),
KT 안양지사(1km), 안양소방서(1.6km)

o 측정결과

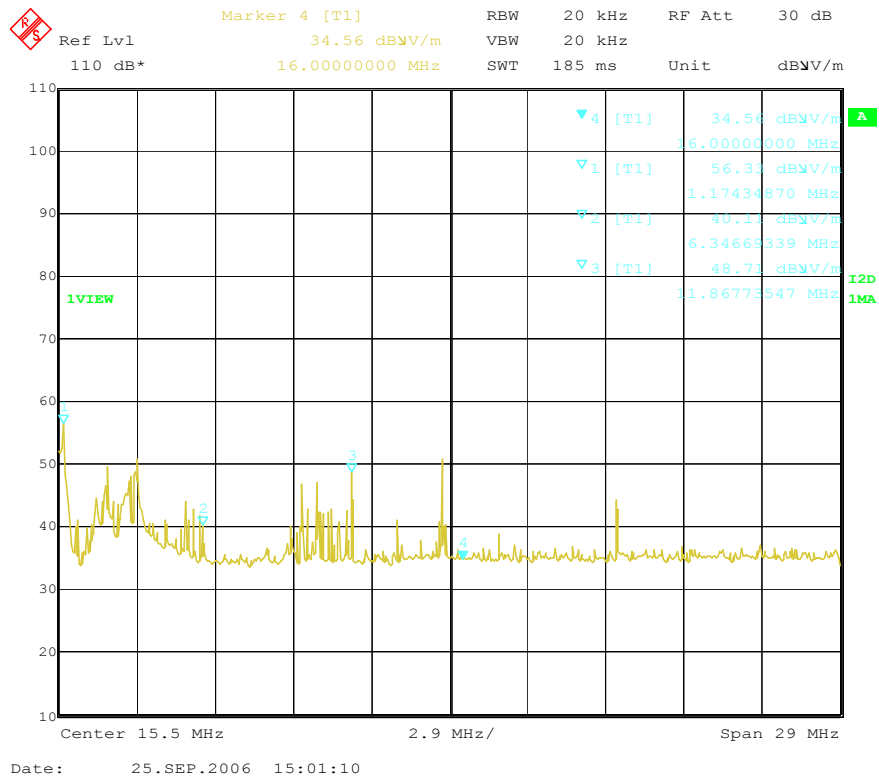


<발사전>

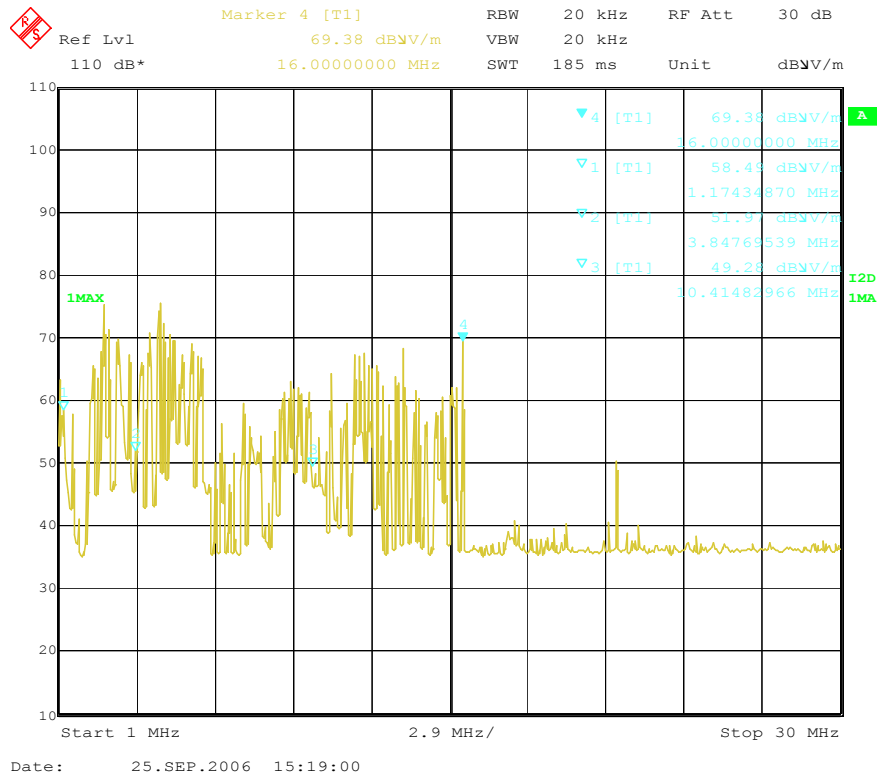


<발사후>

그림 5-30 전리층 관측기에 의한 영향 측정(안양 전파연구소 주차장)

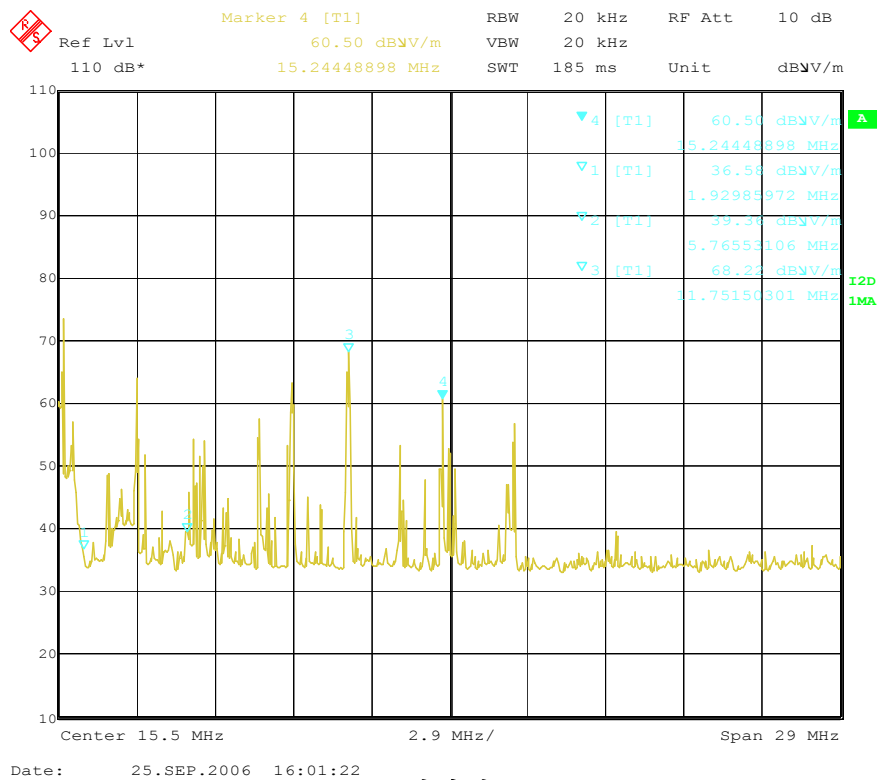


<발사전>

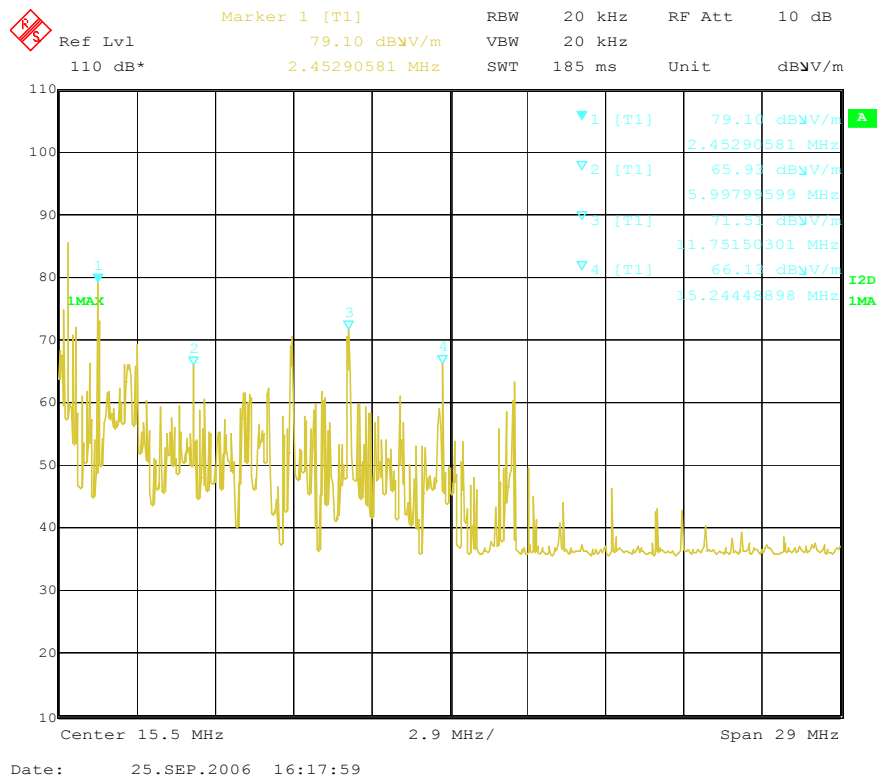


<발사후>

그림 5-31 전리층 관측기에 의한 영향 측정(임광아파트 앞)

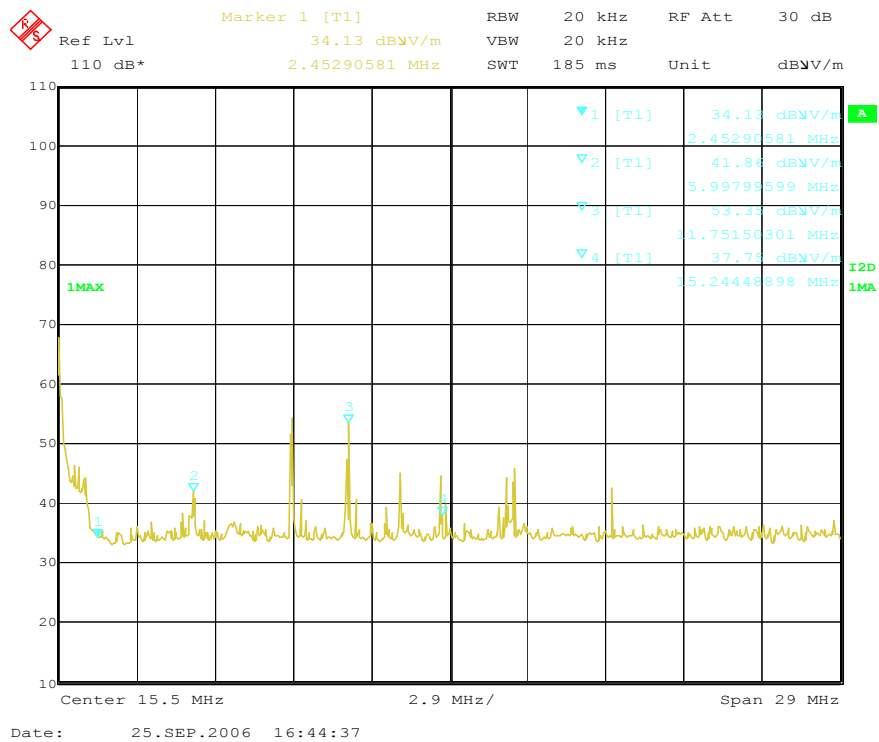


<발사전>

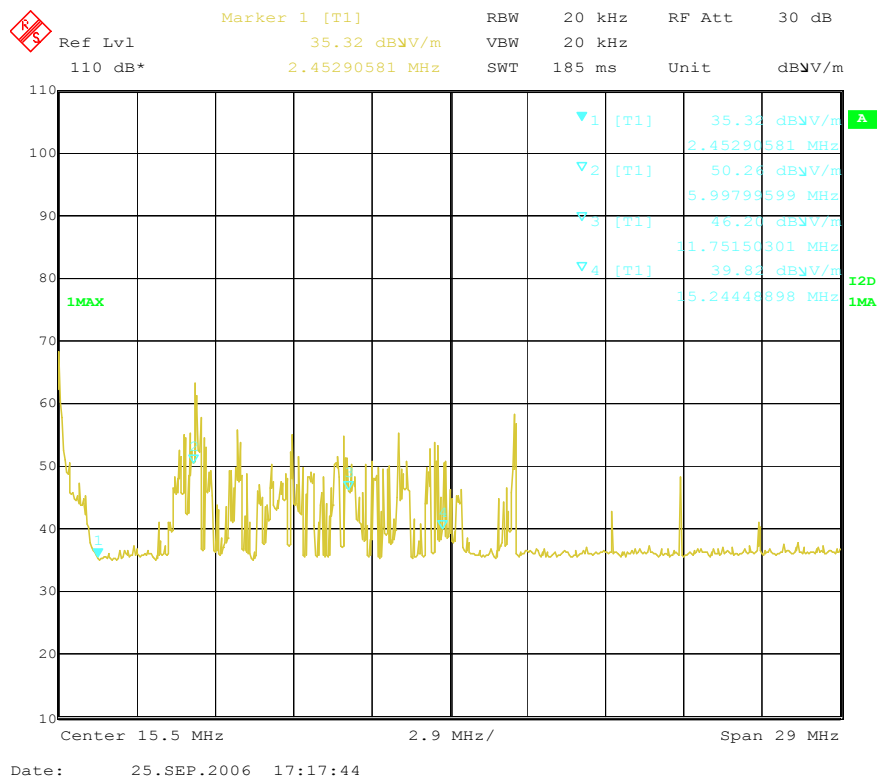


<발사후>

그림 5-32 전리층 관측기에 의한 영향 측정(안양소방서 주차장)



<발사전>



<발사후>

그림 5-33 전리층 관측기에 의한 영향 측정(안양KT 주차장)

o 조사결과

전리층 관측기 발사지점으로부터 근접한 위치인 1m, 200m, 1km, 1.6km 등 거리에 따른 발사 펄스의 전계강도는 급격히 저하되었고, 1km 이상에서는 펄스의 영향이 매우 미미하였다.

2. 제주부지 전파유입 실태조사

o 조사개요

- 측정기기 : 전계강도 측정기 및 Rod 안테나(중관소)
- 측정일자 : 2006. 9. 25.
- 측정범위 : 1 MHz ~ 30 MHz

o 조사결과

- 조사대역(1 MHz ~ 3 GHz)에서 제주부지 인근(1 km, 2 km)에 유입되는 전파는 단파방송, FM, TV방송, 이동통신사업자용의 주파수로 나타남
- 전리층 관측기 발사 주파수인 30 MHz대역 이하에서는 해상 및 항공 통신용, 선박조난구조용 등 5개 주파수가 사용되고 있으나, 관측기 운영에 지장을 주지 않을 것으로 판단됨.

3. 결 론

제주부지의 경우, 항공기 안전운항 및 관제 운용통신 설비에 전파간섭 유발 영향이 거의 없어 전리층 관측시설 설치·운영에 문제가 없을 것으로 판단된다.

제 4 절 지자기 관측시설 입지조건 분석

한반도 종합 지자기 관측망 구축과 제주부지의 효율적 활용의 일환으로 제주부지의 자기장 분포를 측정, 분석하고 제주 지자기 관측 자료를 이천, 용인 관측 자료와 비교 분석하였다.

1. 제주부지 지자기장 분포 측정

o 측정 개요

- 측정 기기 : Geomatics G-858 Magnetometer
- 측정 일자 : 2006년 9월 19일 ~ 9월 20일
- 측정 장소 : 제주도 제주시 한림읍 귀덕3리 제주관측소 일대
- 측정 방법 : 5m×1m간격으로 2,256개 포인트 측정

o 측정 위치

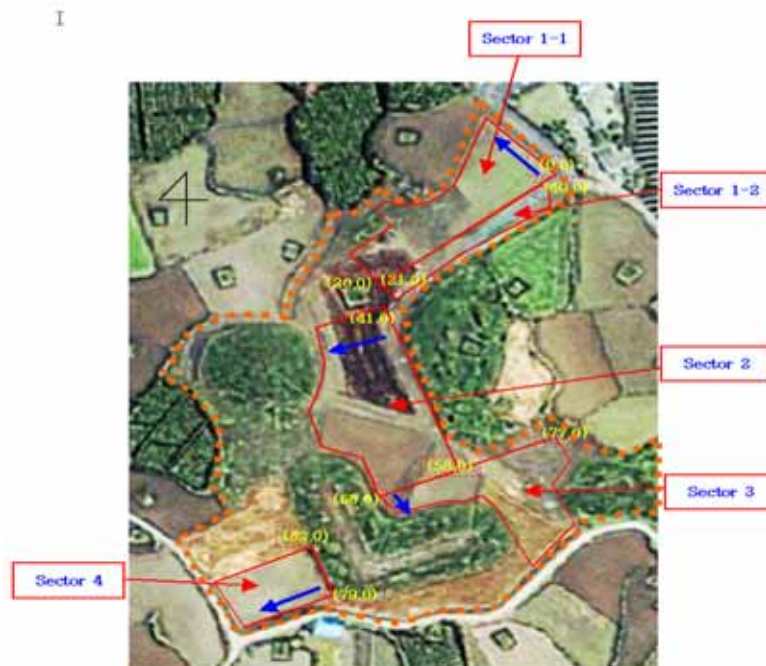


그림 5-34 제주부지 지자기장 분포 측정위치

표 5-1 지자기장 분포 측정 데이터 개수

SECTOR 1-1		SECTOR 1-2	
LINE	MARK	LINE	MARK
0	46	21	16
1	45	22	15
2	42	23	13
3	39	24	10
4	37	25	10
5	33	26	10
6	31	27	10
7	29	28	10
8	26	29	10
9	28	30	10
10	27	31	10
※ 11	26	32	11
12	27	33	13
13	28	34	13
14	30	35	13
15	20	36	13
16	21	37	13
17	20	38	13
18	22	39	13
19	23	40	13
20	23		
유효 관측 데이터 개수 : 597		유효 관측 데이터 개수 : 239	

※ LINE 11 : 이중 측정 오류

LINE 22, MARK 16, 17 : 측정 오류

SECTOR 2		SECTOR 3	
LINE	MARK	LINE	MARK
41	33	60	21
42	32	61	21
43	31	62	21
44	31	63	21
45	31	64	20
46	32	65	20
47	32	66	19
48	33	67	20
49	33	68	22
50	49	69	22
51	51	70	51
52	50	71	51
53	50	72	51
54	51	73	51
55	51	74	51
56	45	75	46
57	40	76	25
58	39	77	21
※59		※78	
유효 관측 데이터 개수 : 714		유효 관측 데이터 개수 : 534	

※ LINE 45, MARK32, 33 : 측정 오류

LINE 59 : 측정 오류

LINE 78 : 측정 오류

o 자료처리 및 결과

- 자료처리 : 자력탐사자료처리 전용 프로그램인 Magmap2000 사용
- 처리결과
 - Sensor 1 은 위 센서, sensor 2 는 아래 센서로 측정한 값을 나타내고, gradient 는 (sensor 2 로 측정한 값 - sensor 1 로 측정한 값) 즉, 변화율을 나타낸다.
 - Sector 1 ; 좌표 (0, 0)은 Line 0, Mark 0 에 해당
 - Sector 2 ; 좌표 (-200, 0)은 Line 41, Mark 0 에 해당
 - Sector 3 ; 좌표 (-300, 0)은 Line 60, Mark 0 에 해당
 - Sector 4 ; 좌표 (00, 0)은 Line 79, Mark 0 에 해당

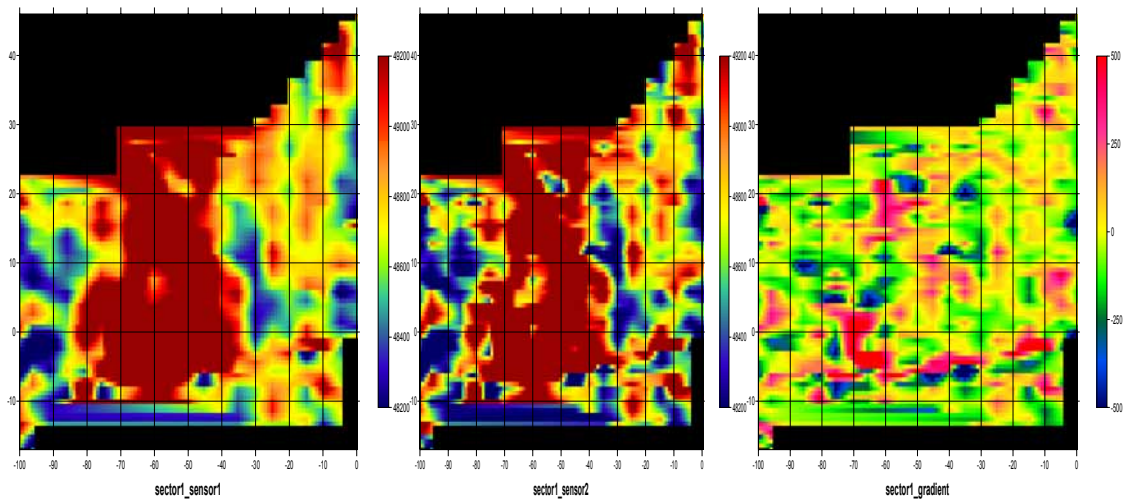


그림 5-35 Sector1의 지자기장 분포

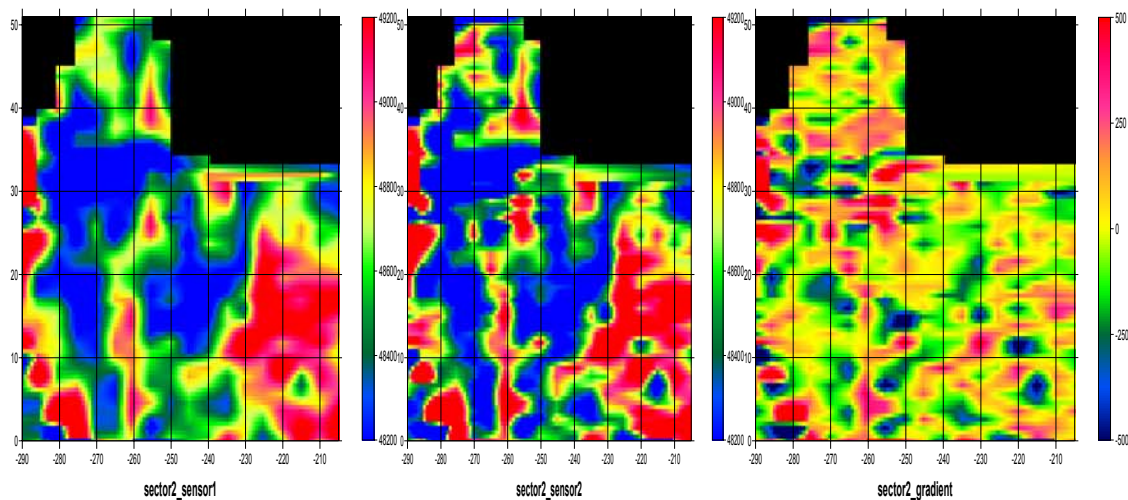


그림 5-36 Sector2의 지자기장 분포

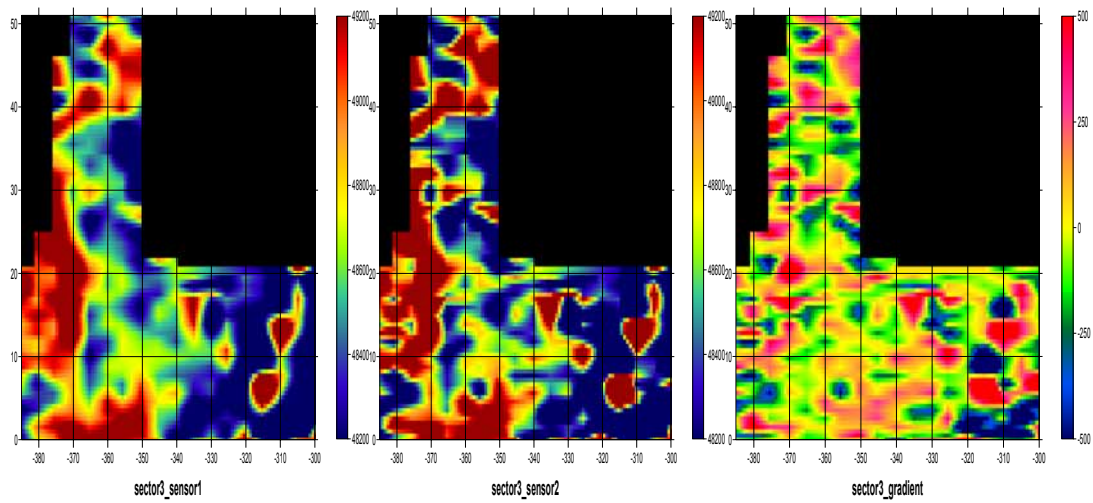


그림 5-37 Sector3의 지자기장 분포

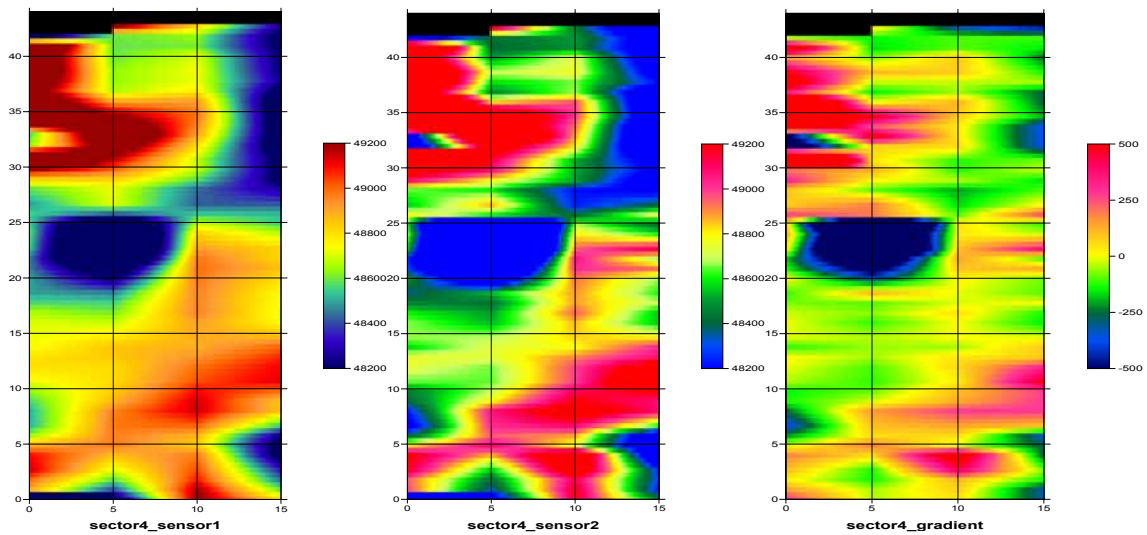


그림 5-38 Sector4의 지자기장 분포

o 분석 결과

- 전체적으로 대자율이 매우 높은 현무암 계통의 암석과 철 계통의 인공물들이 많이 분포하고 있어 지자기장 분포가 양호하지 않은 상태이나,
- 우주환경 변화로 발생하는 지자기 변화량 측정에는 지장이 없으므로 제주부지에 지자기 관측시설의 지속 운영 가능

2. 3개지역 지자기장 관측자료 비교분석

제주 한림부지에서 관측된 지자기 관측 자료의 유효성을 판단하기 위해서 이천과 용인 지역에서 관측된 지자기 관측 자료들과의 비교 분석하였다. 분석 데이터 날자는 2004년 5월 4일, 2004년 5월 22일 그리고 2005년 4월 27일, 2005년 5월 21일에 관측된 제주, 이천, 용인의 지자기 자료이다.

관측 지역과 날짜에 따라 잡음 정도가 서로 다르게 나타나 있고, 특히 자기장 분포가 좋지 않은 제주지역의 관측 자료가 다른 2개 지역의 자료와 비교하였을 때 제주의 자기장 분포와 지자기 교란요소가 무시될 수 있음을 확인하였다. 아래 그림은 날짜별 관측자료이다.

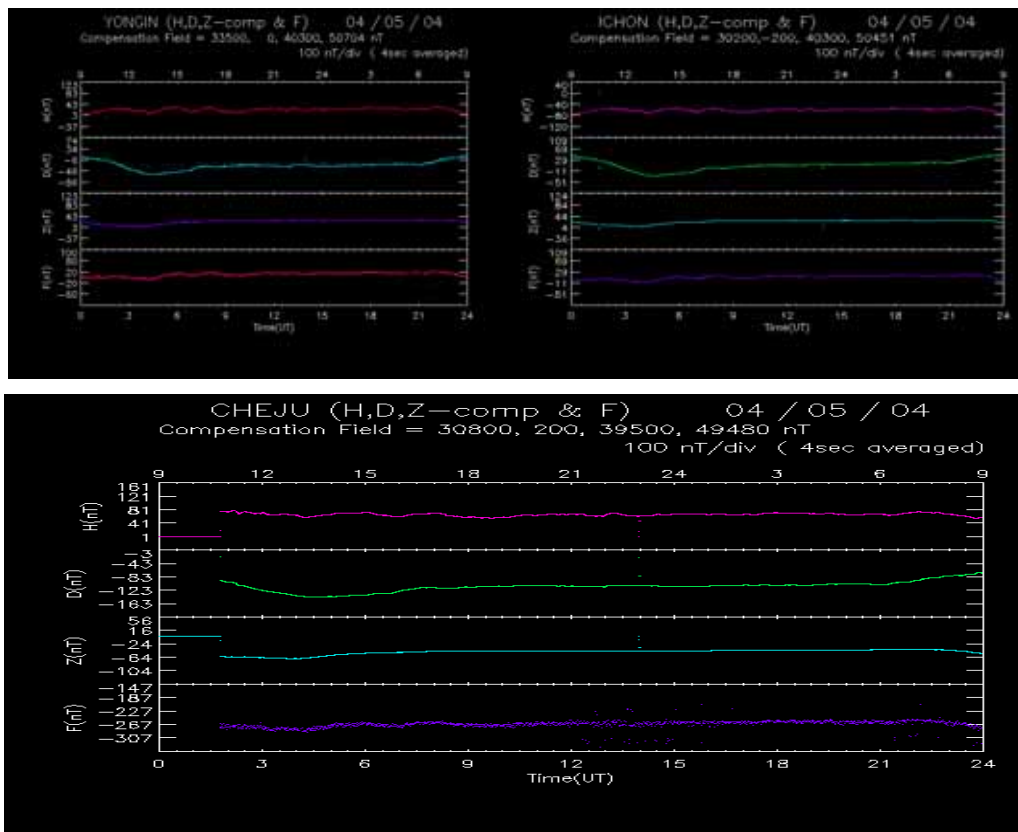


그림 5-39 '04년 05월 04일 제주, 이천, 용인 데이터

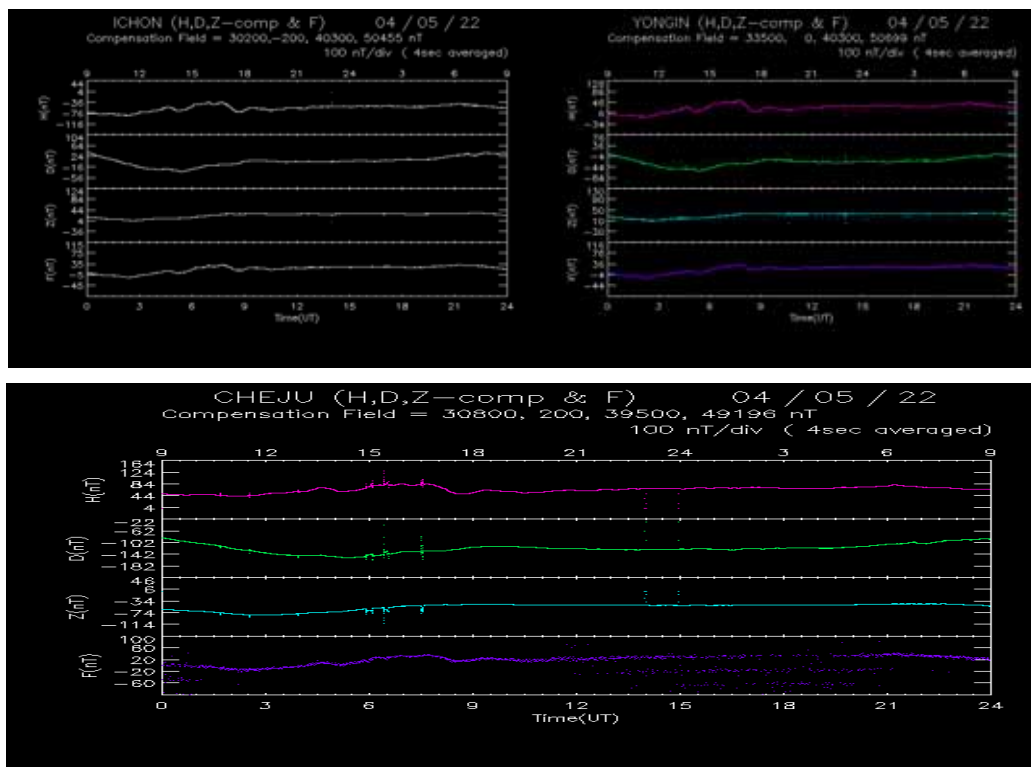


그림 5-40 '04년 05월 22일 제주, 이천, 용인 데이터

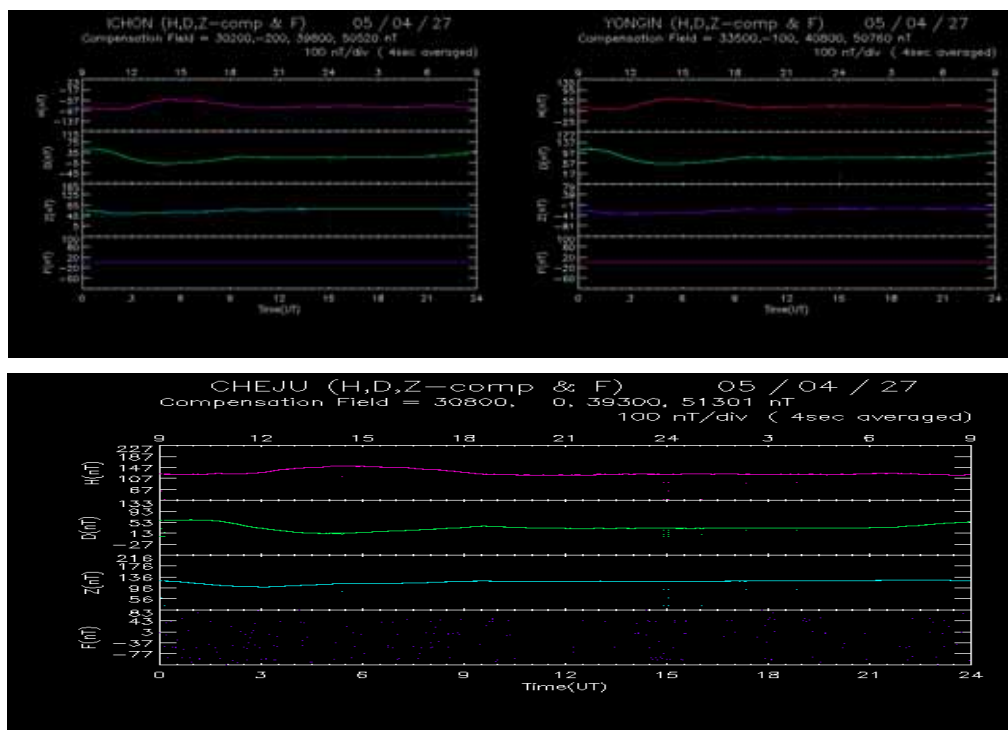


그림 5-41 '05년 04월 27일 제주, 이천, 용인 데이터

제 6 장 우주전파환경 중 · 장기 발전계획 수립 추진

제 1 절 개 요

우주전파환경연구 중장기 발전계획은 2007~2012년까지 6년간 우주전파환경연구의 발전전략 및 목표를 설정한 계획으로서 우주전파환경 연구를 효율적으로 추진하고 선진국 수준의 우주환경 예·경보 체계 구축을 수립하였다.

본 발전계획 수립은 국내 대학, 연구소 관계자의 자문과 중장기 발전계획 수립 연구반 회의를 통하여 관련 전문가들의 의견을 수렴하였으며, 미국 등 국내·외 관련 우주전파환경 자료를 참고하였다.

본 계획은 우주전파환경연구의 원론적인 비전제시가 아니라 연도별로 별도의 세부시행계획을 수립 추진하고 자체평가를 통하여 미진한 부분은 원인을 분석하여 지속적으로 개선·보완함으로써 기본계획의 발전지표를 구체화해 나갈 것이다.

제 2 절 비전 및 추진전략

1. 비전

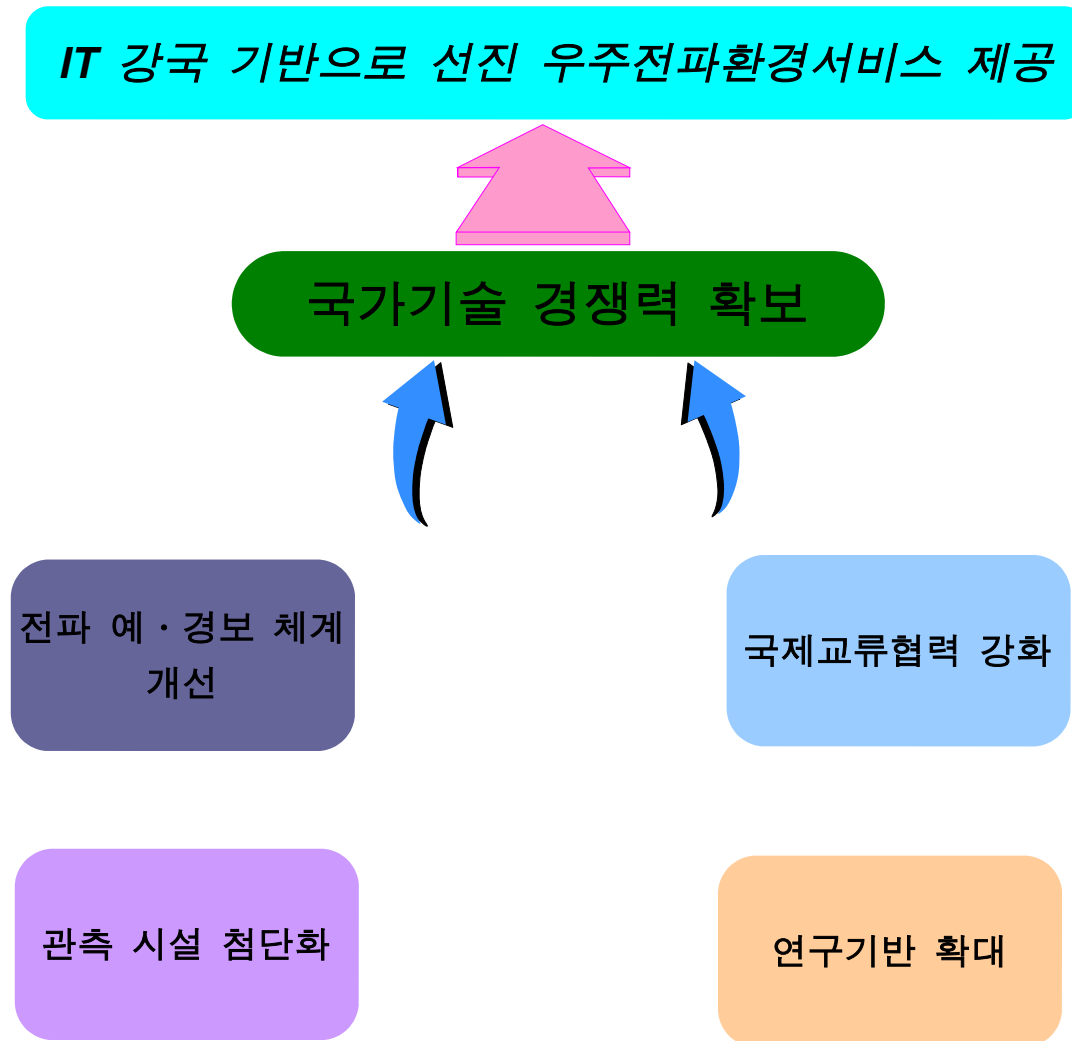


그림 6-1 우주전파환경 발전을 위한 비전

2. 추진전략

◇ 단계적인 우주전파환경 연구기반 강화 추진

주요내용

“우주시대를 대비한 종합 우주전파환경 예보서비스 체계 구축”

- 우주전파환경 관측 및 연구에 필요한 관련시설 첨단화, 전문인력 확보 등 연구기반 확충
- 국제 전문가가 참여하는 우주전파환경 연구회 및 포럼 개최 등 인적 네트워크 확충과 관측장비 공동활용 및 관측자료 상호교류 등 관련 연구 활성화 추진
- 전파 예·경보 체계 고도화 및 선진국 수준의 우주전파환경 종합정보 서비스 체계 구축

1단계(2007 ~ 2008)	2단계(2009 ~ 2010)	3단계(2011 ~ 2012)
우주전파환경 연구기반 조성	우주전파환경 연구활성화	우주전파환경 연구고도화
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관측시설 첨단화 및 관측결과 활용성 제고 ○ 연구회 및 포럼 개최 등 홍보활동 강화를 통한 연구기반 확대 ○ 연구인력 확대 및 조직 확대 개편 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우주전파환경 예보 모델개발 및 지수정립 ○ 범국가적 연구협력 체계 구축 ○ 우주전파환경 전파 예·경보서비스 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우주전파환경 연구 센터 설립 ○ 우주전파환경 종합 예·경보서비스 제공

제 3 절 중점 추진과제

1. 우주전파환경 연구기반 조성(2007~2008)

가. 관측시설 첨단화 및 관측결과 활용성 제고

- 한반도 전역 전리층 관측영역 확대 구축
- 정밀 지자기 관측시설 확충
- 태양전파관측시스템 개선 및 관측기능 강화
- 관측데이터 체계화 및 우주전파환경 DB구축

□ 한반도 전역 전리층 관측영역 확대 구축

- ▶ 전리층 관측시설 이전 및 한반도 전리층 종합관측망 확대 구축
 - ✓ 이천·제주 등 전리층 관측기를 설치하여 한반도 전역을 동시에 관측할 수 있는 시스템 구성
- ▶ 한반도 전리층 상태를 실시간 제공하고 변화를 예측할 수 있는 종합 시스템 설치 및 운영
 - ✓ 관측데이터를 실시간 처리하여 foF2 값과 스포라딕 E의 발생현황 등 한반도 상공의 전리층 지도 작성
- ▶ 관측데이터의 신뢰성 제고를 위하여 GPS를 이용한 전리층 총 전자함유량(TEC) 관측시설을 도입 운용

□ 정밀 지자기 관측을 위한 관측시스템 확충

- ▶ 관측데이터 정밀도 향상을 위한 관측 시스템 개선 및 확대
 - ✓ '97년에 이천, 용인, 제주에 설치된 구형 관측기를 신형의 무인 관측시스템으로 교체·확충
- ▶ 관측 환경 악화로 안정적인 관측이 가능한 장소로 이전
- ▶ 지전류 관측을 위한 현 이동용지자기 관측기 보강

□ 태양활동 관측기능 강화

- ▶ 태양전파 망원경 개선 및 태양흑점 변화 관측을 위한 2.8GHz 전파 수신 시스템 설치
- ✓ 태양방출에너지, 자외선, X선 Flux, 총 태양자기장의 관측 및 분석 가능
- ✓ 태양활동 주기에 기인한 우주전파환경변화의 기본자료 확보
- ▶ 태양풍 관측이 용이한 IPS(Inter-Planetary Scintillation)시스템 설치
- ▶ SRBL(Solar Radio Burst Location) 관측시스템 구축
- ✓ 태양활동 정도를 나타내는 기준 전파인 2.8GHz를 비롯하여 태양 플레어 발생위치 등을 관측할 수 있는 관측기능 확대
- ✓ 전파예보 및 우주전파환경 예·경보서비스의 신뢰성 제고

□ 관측데이터 체계화 및 우주전파환경 DB구축

- ▶ 관측 장비 운용의 효율성을 위한 관측 시스템의 자동화
- ▶ 관측 정보 제공 및 운영을 위한 별도의 관측 DB네트워크 구성
- ▶ 국내·외 관측 자료 통합 관리시스템 구축

□ 관측결과의 활용성 제고를 위한 다각적인 방법 강구

- ▶ DB 구축을 통한 응용 및 활용분야 적극 발굴
- ▶ 관측결과 및 전파예보 등을 수록한 데이터Book 발간

나. 우주전파환경 연구기반 확대

- 우주전파환경 연구역량 강화 및 활용성 제고
- 교육 및 홍보 활동 강화를 통한 연구의 저변 확대

□ 연구역량 강화 및 활용성 제고

- ▶ 연구의 특성화 및 조직의 확대 개편
- ▶ 국내외 관련 기관과의 공동 연구 추진으로 연구기반 강화

□ 우주전파환경의 물리적 변화 현상 연구

- ▶ 태양활동과 태양풍 변화 과정의 이해 및 예측
- ▶ 지구자기권의 플라즈마 운동 및 파동 현상 분석
- ▶ 전리층의 불규칙성과 지구자기폭풍 발생과 진화 과정 해석

□ 교육 및 홍보 활동 강화를 통한 연구의 저변 확대

- ▶ 관련 대학, 연구소 등과의 공동세미나개최
- ▶ 통신위성 우주산업 연구회 등 학술단체와의 연대 강화
- ▶ 신문, 방송 등 미디어 매체를 이용한 홍보 강화

□ 인터넷을 이용한 연구 활동 홍보

- ▶ 전용 홈페이지를 이용한 영문서비스 및 관측데이터 실시간 제공
- ▶ 우주전파환경 피해사례, 물리적 메카니즘 등 안내
- ▶ 일반인이 쉽게 이해할 수 있도록 전문용어 해설 제공

다. 연구 인력 충원 및 조직 확대 개편

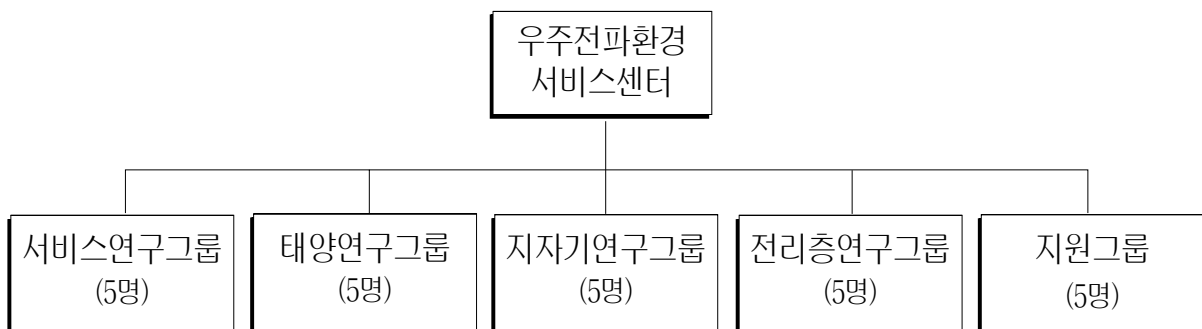
- 연구의 전문화·특성화와 우주전파환경연구의 비전 및 발전목표를 구체화시킬 수 있는 조직으로의 확대 개편 추진

□ 연구의 전문화·특성화

- ▶ 연구문화의 혁신 및 연구원 개개인의 정체성 회복
 - ✓ Team-Work 중심의 수평적 운영체계 구축
 - ✓ 조직적인 연구를 통한 생산성 제고
- ▶ 개인의 대외활동 역량 강화를 통한 전체의 역량 강화

□ 비전 및 목표달성을 위한 조직의 확대 개편

- ▶ 우주전파환경연구센터구축(2010년)과 관련하여 단계적으로 전문 연구인력 확보
 - ✓ 박사 12, 석사 8, 일반 5(현, 박사2, 석사2, 일반 2)
- ▶ 예보서비스, 태양연구, 지자기, 전리층·열권, 기술지원 등 전문분야별로 그룹화하여 선진국형 조직체계 마련



2. 우주전파환경 연구 활성화(2009~2010)

가. 우주전파환경 모델개발 및 지수정립

- 주요 관측 요소별 예측 모델을 개발
- 우주전파환경 지수를 체계적으로 정립

□ 예보 모델 개발

- ▶ 우주전파환경의 물리적 메카니즘 분석
- ▶ 태양, 자기권, 전리층 등 각 요소별 연구용 모델 개발
 - ✓ 기존 개발된 모델의 적용을 위한 타당성 분석 및 실험
 - ✓ 국내 환경에 적합한 모델의 개발
- ▶ 연구용 모델을 운용자 환경의 모델로 적용
- ▶ 종합예보를 위한 개별 모델의 통합화

□ 우주전파환경 변화 지수정립

- ▶ 외국의 우주전파환경 활동지수 산출 분석
 - ✓ 태양활동지수
 - ✓ 지자기 활동지수
 - ✓ 전리층 활동지수
 - ✓ 우주전파환경종합예보지수
- ▶ 관측데이터 및 개발된 모델의 지수 정립 및 적용

나. 범국가적 연구협력체계 구축

- 미국(SEC), 일본(NICT), 호주(IPS) 등 외국 국가 연구기관과 연구협력 활동 강화
- 국제우주환경서비스기구(ISES) 국가 대표기관 지위 확보

□ “우주전파환경연구 자문위원회” 구성·운영

- ▶ 우주전파환경연구 발전을 위한 주도적 “Think-Tank”역할 수행
- ▶ 국제협력 준비를 위한 국내 기관별 역할분담 Working-Group화
- ▶ 대학, 연구소 등 각계 전문가로 구성하고 태양, 지자기 및 전리층, 응용 및 활용분야 등 전문분야별 연구반 구성

□ 국제 공동연구 및 관측 참여

- ▶ 미국, 일본, 호주 등 선진국 중심의 배타적 네트워크 구축
- ▶ 국내 우주전파환경 연구기반 활성화를 통한 국제 공동연구 및 관측 추진
 - ✓ 외국의 연구과제 연구원 활용 및 국내 관측자료 제공
 - ✓ 국제 공동연구 프로젝트에 적극적으로 참여하여 연구역량 강화

□ 국제우주환경서비스기구(ISES) 등 국제협력활동 강화

- ▶ 국내 관계 기관별로 추진 중인 연구 활동을 조직화
- ▶ 2009년 가입을 목표로 ISES에서 요구하는 가입요건을 충족할 수 있도록 국내 여건 정비
 - ✓ 서비스 능력, 연구 활동 및 1국가 1기관 원칙에 따라 국내 ISES 가입 추진위원회 구성·추진
 - ✓ 지역경보센터(RWC)설치 및 데이터 공유
- ▶ 미국(SEC), 일본(NICT) 등 외국의 관련 연구기관과의 연구협력 활동 강화

다. 우주전파환경 예·경보 서비스 고도화

- 미국·일본 등 해외 주요기관과의 업무협력 및 데이터 공유를 통한 전파 예·경보 서비스의 신뢰성 및 정확성 향상
- 우주전파환경 예·경보모델 개발
- SMS, ARS, WEB을 통한 우주기상서비스 등 우주전파환경 종합 서비스 제공 추진

□ 전파 예·경보 서비스의 신뢰성 및 정확성 향상

- ▶ 외국 주요 연구기관과 연구협력 활동 강화
- ▶ 우주전파환경 변화에 따른 전파 예·경보 발령기준 및 전달체계 확립

□ 우주전파환경 예·경보 모델 개발

- ▶ 외국 우주전파환경 예·경보 모델의 주요사례 조사·분석
- ▶ 국내 실정에 적합한 우주전파환경 예·경보 모델 개발

□ SMS, ARS, WEB을 이용한 우주전파환경 종합 서비스 제공

- ▶ HF 통신을 위한 전리층 F2층 임계주파수와 스포라딕 E층 발생 상황 등 관련 정보 실시간 제공
- ▶ 태양 X선 플럭스, 지자기 변동 등 주요 우주전파환경 관측 요소별 상태정보 실시간 그래픽 제공
- ▶ 사용자와의 피드백을 통한 우주전파환경 서비스 내용 개선
- ▶ 기상예보 형태의 우주기상서비스 제공

3. 우주전파환경 연구고도화(2011~2012)

가. 우주전파환경 연구센터 설립

- 태양전파, 전리층, 지자기 등 우주전파환경에 관한 체계적이고 종합적인 연구업무 수행
- 우주발사장건설('07) 등 우주개발시대 본격화에 대비한 기술경쟁력 확보
- 국내 우주전파환경연구 HUB기관으로서의 중추적 역할 수행

□ 멀티미디어 시대 전파이용 증가 및 우주개발시대 우주전파환경 연구 업무 중요성 증대

- ▶ 연구센터 내 가칭 “우주기상국”을 설치하여 태양활동 등에 대한 우주기상서비스 제공
 - ✓ 상업서비스(GPS등), 위성, 극지방 이동비행기, 지자기 폭풍 영향에 의한 오로라 관찰 등 우주기상 서비스 실시
- ▶ 연구센터 내 우주전파환경에 대한 교육 및 홍보활동을 위한 “우주전파체험관” 설치

□ 국제우주환경서비스기구(ISES) 참여 및 국내·외 관련기관의 연구협력을 통한 국가 전문연구기관으로서의 기반조성

□ 우주전파 예·경보 대국민 서비스 제공으로 통신장애 피해 최소화 및 국가 정보통신 인프라 안정성 제고

나. 우주전파환경 종합 예·경보서비스 제공

- 우주전파환경 종합 예·경보서비스 제공
- 새로운 기술수요시장의 창출
- 우리나라 우주전파환경기술의 메카로서 위상 정립

□ 우주전파환경 종합 예·경보서비스 제공

- ▶ 전화를 이용한 One-Call 서비스 제공
 - ✓ 태양·태양풍·전리층·자기권 등 각 관측요소별 현 상태 정보 및 종합안내
 - ✓ 48~72시간 전의 우주전파환경 예보서비스
 - ✓ HF대 전파예보를 비롯한 각종 전파통신 특성 등
- ▶ 각각의 우주전파환경 예측모델을 통합한 운전자 중심의 종합 예측모델 개발

□ 인터넷을 이용한 서비스 제공능력 확대

- ▶ 전화를 이용한 One-Call 서비스 내용과 현재의 각종 우주환경 관측정보의 실시간 제공
- ▶ 3차원 영상을 이용한 상태예측 서비스
- ▶ 세계 주요 관련기관간 Computer Network를 이용한 접속 및 전문가를 위한 각종 연구동향과 일반인을 위한 관련용어의 해설서비스 제공

□ 방송·신문 등 언론매체를 이용한 종합 안내서비스 제공

- ▶ 기상예보 형태의 우주전파환경 예·경보서비스
(예 : 기상특보)

제 7 장 결 론

우주전파환경 변화의 요인으로 플레어 발생 및 코로나 물질방출 등이 있는데 이는 지구-태양간 막대한 영향을 미친다. 특히 고에너지 입자들은 지구자기권과 결합하여 여러 가지 물리적 현상을 일으킨다. 이러한 현상은 지상 및 위성을 이용한 통신의 품질에도 영향을 주기 때문에 통신의 품질개선을 위한 기초 연구가 활성화 되어야 한다. 최근, 우주인 등 인류의 활동영역이 우주공간으로 급속히 확대되어 감에 따라 우주 공간상에 운용되는 위성 통신과 과학위성, 군사위성, 정밀유도 무기 그리고 우주정거장에 이르기까지 많은 장비가 운용되고 있다. 2012년 태양활동 극대기가 되므로 지구주변의 환경에 커다란 변화가 예상되며 우주관련 장비에 대한 막대한 경제적, 사회적 손실을 가져올 수 있기에 이에 대한 갑작스러운 변화에 기인된 피해를 최소화할 수 있는 조치가 강구하여야 할 것이다.

본 연구에서는 2장에서 현재 세계적으로 운용되고 있는 우주환경 정보 제공 관련기관 및 그들의 활동을 요약·기술하였으며, 3장에서는 우주환경을 모니터링하기 위한 우주 및 지상의 관측장비를 설명하였다. 4장에서는 과거 경보 발령에 사용되었던 전파 경보 전달 체계를 현실에 맞게 수정 보완하여 체계적이고 자동화된 경보 발령을 위한 방안을 마련하였으며 국내·외 우주전파환경 데이터 종합 모니터링 시스템, 관련 콘텐츠 확대, 문자서비스, 우주전파환경 관측자료의 체계적 관리 및 운용을 위한 종합 우주전파환경 정보서비스 시스템을 구축하였다. 5장에서는 우주전파환경 관측장비 시설 개선을 위하여 관측장비의 문제점을 분석하고 성능개선을 추진하였으며, 관측자료 자동처리 및 제어, 분석 프로그램 등을 개발하였다. 그리고 6장에서 각 분야 전문가로 구성된 연구반 및 세미나를 통해 우주전파연구 중·장기 발전계획을 수립 추진하였다.

향후, 개발된 우주전파환경 종합서비스 시스템을 활용하여 태양폭발로 인한 재난피해 최소화 하도록 하여야 할 것이며, 관측장비를 활용하여 전리층, 태양흑점, X-ray, 2.8 GHz 등과의 상관관계에 대한 심도 있는 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. Kenneth Davies, Ionospheric Radio, Peter Peregrinus Ltd., 1990
2. George Lane, Review of the High Frequency Ionospheric Communications Enhanced Profile Analysis & Circuit(ICEPAC) Prediction Program, Ionospheric Effects Symposium, 2005
3. Physics of the Solar System, Bruno Berotti Ltd, 2003
4. 宇宙環境科學, 恩藤忠典, 丸橋克英, Ohmsha, 2000
5. 우주환경 물리학, 시그마프레스, 안병호, 2005