

## 우주 전파 환경서비스 시스템 개선방안 연구

연구책임자

김 영 규

연 구 원

허 영 태

고 성 환

이 승 용

## 제 출 문

본 보고서를 「우주전파환경 서비스 시스템 개선방안 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007. 12. 31.

연구책임자 : 김 영 규 (전파연구소)

연 구 원 : 허 영 태 (전파연구소)

고 성 환 (전파연구소)

이 승 용 (전파연구소)

## 요 약 문

1. 과 제 명 : 우주전파환경 서비스 시스템 개선방안 연구

2. 연구 기 간 : 2007. 1. 1. ~ 2007. 12. 31.

3. 연구책임자 : 공업연구관 김 영 규

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 국내외 우주환경 연구동향 분석	허영태		←→											
o 우리소 SESS 홈페이지 개선방안 연구	허영태													
- 홈페이지(우주전파환경 서비스, 전파예보 서비스) 관리	이승용		←→											
- SESS 홈페이지 개선 요소 파악														
o 지역별로 취득되는 실시간 관측자료의 효율적 데이터전송방안 연구	허영태													
- 지역별로 취득되는 관측자료와 데이터서버와의 효율적 데이터 전송방안 마련	이승용			←→										
- 실시간 관측자료 전송 신뢰성 및 안정성 시험실시														
o 전파예보 서비스 개선	고성환													
- 전파예보 내용 및 구성 개선방안 마련	이승용			←→										
- 홈페이지 취약점 개선방안 마련													←→	
o 연구보고서작성	허영태													
분기별 수행진도(%)		25			50			75			100			

## 나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 우주전파환경 경보 발령 등급 기준안 마련
  - 외국 관련 연구 기관의 경보 등급 분류 기준 분석
  - 우주전파환경 연구반을 통한 경보발령 등급체계기준안 마련
- 2) 지역별로 취득되는 실시간 관측자료의 효율적 데이터전송방안 연구
  - 관측장비별 자료전송망 분석
  - 지역별로 취득되는 관측자료와 데이터서버와의 효율적 데이터전송방안 마련
  - 실시간 관측자료의 전송망 구축
- 3) 홈페이지(우주전파환경 서비스, 전파예보 서비스) 관리
  - 우주전파환경 서비스시스템(SESS) 홈페이지 개선 요소 파악
  - SMS 등을 통한 우주전파환경 예경보 메시지 종류 및 내용 개선
- 4) 전파예보 서비스 개선
  - 월간 전파예보 책자의 개편 요소 분석
  - 월간 전파예보 내용 및 구성 개선방안 마련
  - 전파예보 서비스 홈페이지의 인터넷 보안의 취약점에 따른 개선방안 마련

## 5. 연구 결과

- 1) 우주전파환경 관측자료 전송망 감시 시스템 구축
- 2) 과거('73~'82) 종이로 보관된 전리층 관측데이터의 디지털 DB화
- 3) 홈페이지 개선(우주전파환경 및 전파예보 홈페이지)
- 4) 우주전파환경 경보 발령기준안 마련

## 6. 기대효과

- 1) 전파 예경보 체계 개선으로 통신장애 등 피해 최소화
- 2) 우주전파환경정보 및 예경보 서비스 제공으로 대국민 서비스 강화
- 3) 국제 교류협력 활동 강화로 국제적인 지위 향상

## 7. 기자재 사용 내역

- o 해당 사항 없음

## SUMMARY

For the study of space radio environment, Radio Research Laboratory(RRL) organized SPACE RADION ENVIRONMENT STUDY GROUP to define the scheme for space radio environment scales and to analyze the interference of solar radio on terrestrial satellite signal receivers.

In addition, We have built up a real-time network monitoring system for effectively transporting the all the measured data from individual observation stations (ionosonde, Anyang; 3 geomagnetic meters, Ichon, Yongin, and Jeju; and solar radio observation system, Ichon) at various locations to the main data collection server. For digital analysis, we also transformed all the ionospheric data recorded on paper between 1972 and 1983 into the digital files.

To provide reliable high frequency telecommunication, the high frequency propagation prediction webpage has been improved for faster analysis. The HF prediction webpage also has been unified with the space radio environment webpage for easier access by users. We expect that all the improvement made for this study will provide much more reliable space radio environment information for space telecommunication sectors, power facility sectors, HF communication sectors, etc.

# 목 차

표 목 차 .....	552
그림목차 .....	553
제 1 장 서 론 .....	555
제 2 장 관측자료 전송망 감시시스템 구축 .....	556
제 1 절 전송망 감시시스템 .....	556
제 2 절 관측자료 실시간 수집 .....	557
제 3 장 우주전파환경 예·경보 서비스 고도화 .....	558
제 1 절 우주전파환경 예·경보 등급 .....	558
제 2 절 전리층 관측자료의 DB화 .....	569
제 3 절 전파예보 서비스 개선 .....	570
제 4 장 우주전파환경관련 법령현황 .....	574
제 1 절 법령현황 .....	574
제 2 절 관련 용어 .....	576
제 5 장 결 론 .....	580
참 고 문 헌 .....	581

## 표 목 차

표 1 미국 SWPC의 우주전파환경 경보 분류 .....	560
표 2 우주전파환경 경보 등급 비교 .....	560
표 3 우주전파환경 경보 발령 기준(안) .....	561
표 4 우주전파환경 경보 발생 빈도 (2007년) .....	562
표 5 태양활동에 따른 GPS 신호 영향 (2006년) .....	564
표 6 우주전파환경 경보 발생 및 SMS 테스트 (2007년) .....	564
표 7 우리나라 R&D 분야별 중장기 계획 .....	574
표 8 우주전파환경 연구관련 근거법령 .....	575
표 9 기상예보 종류 .....	577
표 10 기상특보 종류 .....	578
표 11 기상예보와 우주환경예보 비교 .....	579

## 그 립 목 차

그림 1 우주전파환경 전송망 감시시스템 .....	556
그림 2 관측자료 수집을 표출 예시 .....	557
그림 3 태양활동 결과 (b) 지구에 미치는 영향 .....	558
그림 4 GPS 수신신호의 에러발생 예시 .....	559
그림 5 태양 X선 관측치 (2006년) (c) 3등급 발생 ('06.12.13) .....	563
그림 6 일반적 태양전파 레벨 .....	564
그림 7 태양활동(플레어)과 태양흑점수의 관계 .....	565
그림 8 지난 250여년간 태양활동에 따른 태양흑점 수 변화 .....	566
그림 9 태양활동주기 24(solar cycle24)에 대한 태양흑점 수 예측 .....	567
그림 10 태양활동주기 24(solar cycle24)에 대한 태양전파2.8GHz의 SFU 예측 .....	568
그림 11 종이문서로 보관된 우리소 전리층 관측자료 예시(1973. 3. 1.일자) .....	569
그림 12 전파예보 책자(1966.7월~1998.12월) .....	572
그림 13 최초의 전파예보 책자 .....	572
그림 14 전파예보 웹페이지 입출력 (a) 입력화면 (b) 출력화면 .....	573
그림 15 과학기술행정 체계도 .....	576



# 제 1 장 서 론

태양흑점 폭발은 X선 및 자외선 영역의 복사에너지와 전자와 양성자로 구성된 고에너지의 태양풍을 지구에 방출하며, 복사에너지는 지구의 전리층을 교란시키고 고에너지 입자(태양풍)는 지구의 자기장을 교란시켜 지구 주변 전파환경의 급격한 변화를 초래한다. 태양흑점 폭발 활동주기는 약 11년마다 극대기가 도래하며, 학계에서는 다음 극대기인 2012년을 종래 가장 강력했던 1859년의 위력에 버금가는 태양흑점 폭발이 있을 것으로 전망하고 위성 및 지구에서 운용중인 시스템에 큰 피해가 있을 것으로 예상한다.

이에 따라 전파연구소는 태양흑점 폭발 등 우주전파환경의 급격한 변화로 인해 발생하는 위성 및 통신장애 피해 최소화를 위해 i) 태양전파 스펙트럼(0.5~2.5GHz) 관측기, ii) 태양전파 2.8GHz 관측기, iii) 전리층 관측기, iv) 지자기 관측기를 설치하여 운영 중에 있다.

또한 국내외 관측자료의 종합 분석결과를 전파통신, 통신망 운용 등 관련분야에서 활용할 있도록 i) 국내 전 지역 및 세계 주요도시의 단파대역 통신가능 상태 및 범위를 예보하는 전파예보 서비스와 ii) 태양활동에 따른 영향을 5단계로 분류하여 홈페이지(<http://solaradio.rrl.go.kr>), 언론매체 등 다양한 방법으로 전달하는 전파정보 서비스를 제공하고 있다.

따라서 본 보고서에서는 우주전파환경 연구기반 강화를 위해 지역별 산재해 있는 우주전파환경 관측장비 및 관측자료 전송을 위한 감시시스템 구축과 예경보 서비스 고도화 방안을 제시하고자 한다.

## 제 2 장 관측자료 전송망 감시시스템 구축

### 제 1 절 전송망 감시시스템

우주전파환경 관측장비들은 제주, 안양, 용인 등 원거리에 설치되어 있고, 각 시스템별 정상동작 유무를 확인하기 위해서는 많은 시간이 소요됨에 따라 실시간 관측자료의 안정적인 취득과 효율적 감시 시스템 구축을 통해 체계적이고 신속한 우주전파환경 정보서비스 제공하기 위해 필요하다.

수집된 각각의 관측자료는 각 DB 서버에 원시자료 형태로 전송저장되며, 분석 및 자료처리 과정을 거친 후 관리자에게 실시간 관측자료 제공을 위해 본 감시시스템은 관측기기 와 서버사이의 자료흐름, 전송망상태, 수신율 등을 주기적으로 감시하고 필요한 정보를 모니터상에 종합적으로 표출하였다.

우주전파환경 전송망 감시시스템은 실시간 데이터전송 유무 및 전송망 이상 유무를 파악하여 관측장비 관리자에게 알려주어 끊임없는 관측데이터를 확보하고 최적의 장비운용에 만반의 준비를 하고자 하였다.

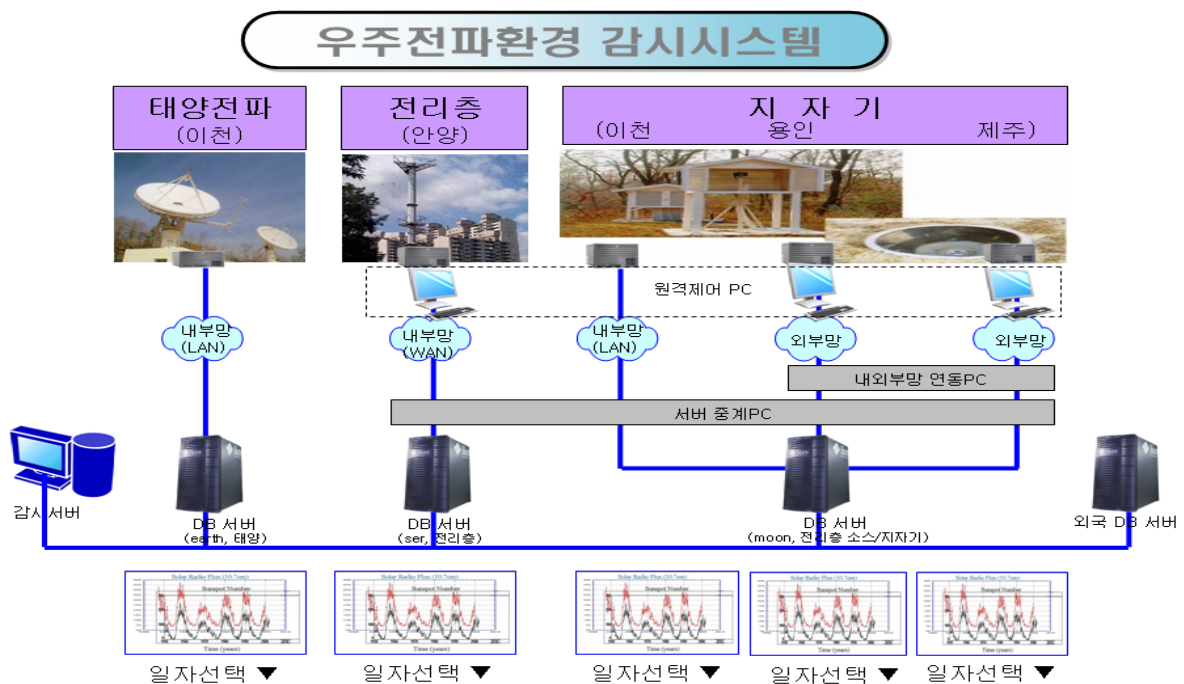


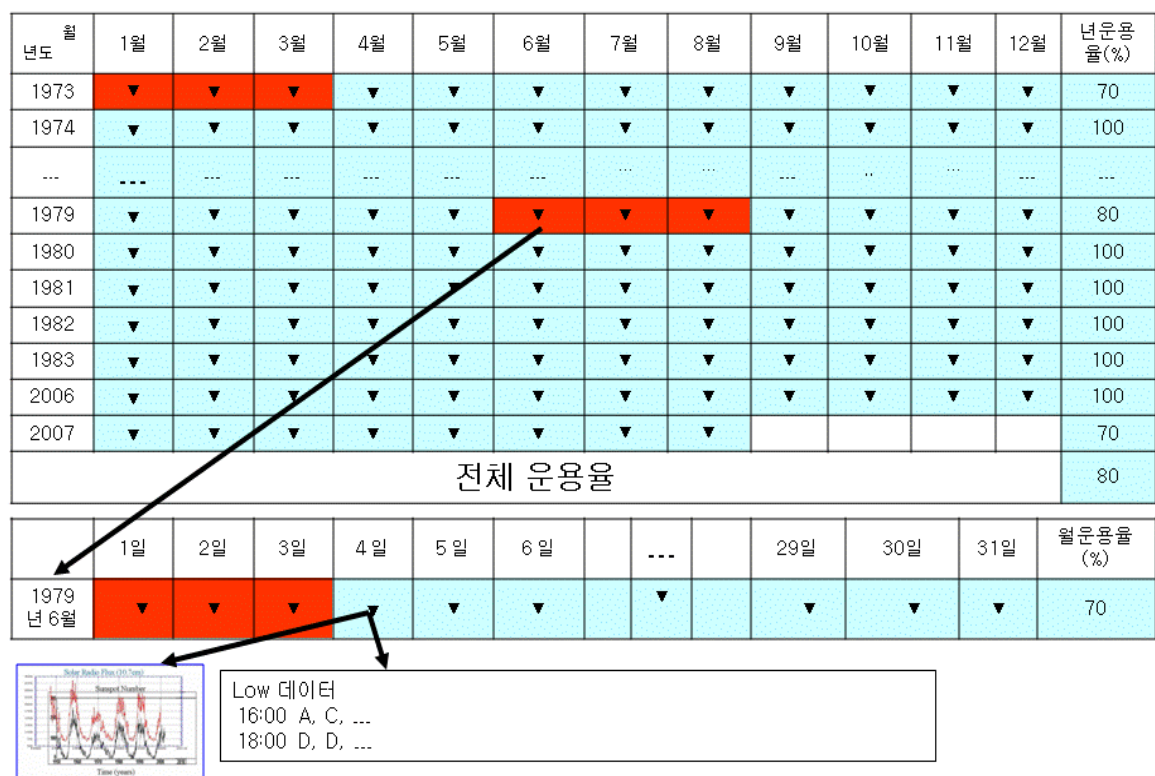
그림 1 우주전파환경 전송망 감시시스템

## 제 2 절 관측자료 실시간 수집

태양전파, 지자기, 전리층 관측 시스템으로부터 실시간으로 수집되는 자료의 현황을 분석하여야한다. 분석대상 자료는 태양전파 연속 스펙트럼, 절대 플럭스(2.8GHz), 이천·용인·제주 지자기 값의 개별 X/Y/Z 지자기 성분 및 벡터합 값, 전리층 관측기로부터 수집되는 관측 인자 Ionogram 자료이고 장비의 안정적이고 신속한 운용을 위해 메뉴에서 top-down 방식의 년별, 월별, 일별 자료검색과 자료수집 현황을 표출하였다.

관측데이터 수집율은 과거 관측데이터 수집을 포함한 현재 운용중인 관측데이터 수집까지 전체 관측데이터 보유현황을 한눈에 볼 수 있도록 표현하였다. 데이터 수집율 표현은 전체, 년, 월, 일별로 top-down 방식으로 구현하였고, 세부 일자 선택시 하루치 그래프와 law 관측데이터를 표시하도록 하였다.

■ 세부 기간별 운용현황  
- 선택 ▼ (전리층, 태양, 이천지자기, 용인지자기, 제주지자기 중에서)



- 클릭시 하루치 그래프, Low 데이터) 표시함
- 하루치 정상치는(파란색)은 90%이상 수신할 경우임

그림 2 관측자료 수집율 표출 예시



태양복사는 전 스펙트럼 영역에서 무선통신·방송 주파수 등과 동일한 전자파를 방출로 전파 간섭요인으로 작용할 뿐만 아니라 적외선, 자외선, X선과 같은 전자파 방출로 인체에 유무해한 원인으로 작용할 수 있고 고에너지 입자는 입자의 전도성 성질로 인해 위성기기의 오동작, 전리층 이온변화 등을 일으킬 수 있다.

태양활동이 GPS 전파에 미치는 과정으로 전리층은 해발 고도 100~1,000km에서 이온층인 플라즈마로 구성되고 플라즈마의 흐름(약100m/s)이 도플러 효과로 전파의 shift 발생(수Hz), 전자밀도 변화로 인한 산란파, 신틸레이션 및 감쇠 등이 발생하여 신호의 error로 작용으로 인해 현재 사용중인 각종 항법장치의 위치오차, 시간오차 발생으로 인해 사고로 이어질 수 있다.

아래 그림은 GPS 신호 수신시 신호레벨이 일정하게 유지하지 않고 시간에 따라 변화하는 과정을 보여주고 있는데 이러한 현상은 변화하는 태양활동이 전리층 변화로 이어지고 이로 인해 전리층을 통과하는 GPS 신호가 이온층과 부딪쳐 산란파를 발생하고, 산란파는 직접파와의 위상지연, 진폭감소 등으로 인해 BER 감소 원인으로 작용한다. 통상 링크 설계시 여유 마진을 가지고 있지만 전송구간에 심각한 신호왜곡이 있으면 여유 마진을 초과하여 GPS 수신정보를 정확히 복원할 수 없으므로 수초에서 수분동안 항법장치로서 기능을 제대로 수행할 수 없을 것이다.

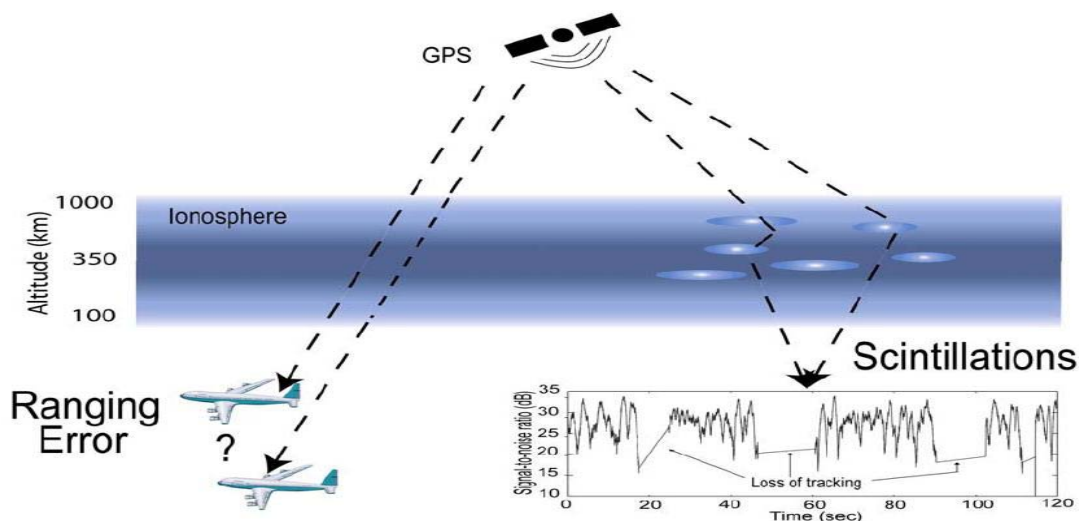


그림 4 GPS 수신신호의 에러발생 예시



## 2. 우주전파환경 정보 기준

세계 각국은 위성과 지상 관측치로부터 우주전파환경 정보를 수집하고 있고, 관측치에 따라 지구에 미치는 영향을 단계별로 경보 레벨을 정하고 있으며 대부분의 국가가 미국에서 정하는 기준을 따르고 있다. 다음 표는 미국 해양대기청(NOAA) 우주환경예보센터(SWPC)의 우주전파환경 정보 분류를 정리하였다.

표 1 미국 SWPC의 우주전파환경 정보 분류

분류	관측방법	등급	영향대상
태양복사 활동 (Radio Blackouts)	GOES위성에서 X선 측정(매5분)	R1, R2, R3, R4, R5	전파(통신, 항법)
태양입자 활동 (Solar Radiation Storms)	GOES위성에서 양성자 측정(매5분)	S1, S2, S3, S4, S5	전파(통신, 항법), 위성체
지자기 활동 (Geomagnetic Storms)	9개 지상관측소에서 자력 측정(매3시간)	G1, G2, G3, G4, G5	전파(통신, 항법), 위성체

우리나라에 우주전파환경 정보 기준을 적용하기 위해 검토한 결과 5단계 등급체계를 미국 기준을 준용하되 일부 용어는 우리나라 맞도록 수정하였다. 우주전파환경 정보 용어는 우주전파환경 정보 서비스를 제공할 경우 신속하고 정확한 의미 전달이 가능하여야 하므로 일반적인 기상예보와 일부 상이한 용어가 사용되고 있어 우주전파환경 전문가로 구성된 연구반 의견수렴 결과 경보등급 수치는 SWPC의 결과를 준용하되 경보등급 용어는 우리나라에 적합한 용어로 분류하기로 하였다. 다음 표는 우주전파환경 정보발령 등급에 따른 미국과 우리나라의 발령용어(안)를 비교하였다.

표 2 우주전파환경 정보 등급 비교

구분 등급	미국 SWPC	우리나라 RRL	
		최종안 <sup>주1)</sup>	기존안
5	Extreme	심각	비상
4	Severe	경계	경보
3	Strong	주의	주의
2	Moderate	관심	주시
1	Minor	일반	일반

주1) 재난, 화재 등 위기대응 등급을 일부 인용

주파수 대역 구분 시 LF대역은 30kHz~300kHz, MF대역은 300kHz~3MHz, HF대역은 3MHz~30MHz로 구분되며, 주요 통신·방송 서비스는 MF대역에서 AM방송, HF대역에서 전리층을 이용한 원거리 전송을 요하는 단파통신, 단파방송 등이 있다.

SWPC에서 예상하는 주요 통신장애 현상은 주로 낮은 주파수 대역을 주로 언급하고 있으며 현재 무선통신용으로 활용중인 주파수대역인 UHF대역(300MHz~3GHz) 이상의 주파수대역에 대해서 구체적 장애현상 자료를 제시하고 있지 않다. 다만, GPS(1.2GHz, 1.5GHz) 신호가 전리층으로 인한 신틸레이션 발생 가능성과 이동통신(900MHz) 신호가 태양전파로 인한 간섭 발생 가능성을 논문 등을 통해 발표되고 있다. 향후 우리나라도 30MHz 이상의 주파수대역에서도 태양활동에 따른 전파전파시 특이 현상 조사, 측정, 분석 등의 심화 연구가 필요할 것으로 예상된다.

다음 표는 우리소가 마련한 우주전파환경 경보 발령 기준(안)에 따라 예상되는 주요 장애 현상을 제시하였고 통신사업자, 위성통신사업자, 위성체 사업자 등 관련기관에 신속한 상황전파를 위한 전달체계를 마련 및 제시하였다.

표 3 우주전파환경 경보 발령 기준(안)

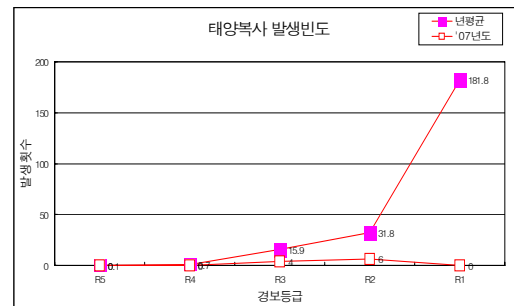
등급	상황	우주전파환경의 물리적변화			예상되는 주요 장애 현상	전달체계		
		태양복사 (X선)	태양입자 (양성자)	지자기 (Kp지수)		보도 자료	SMS	홈페 이지
5	심각 (Extreme)	$2 \times 10^{-3}$ (X20)이상	$10^5$ 이상	9	2~3시간 이상 HF통신 두절, 항법 오차 및 위성 통제 장애 발생	★	★	★
4	경계 (Severe)	$10^{-3}$ (X10)이상	$10^4$ 이상	8	1시간 이상 HF통신 장애, LF항법 및 위성위치추적 장애 발생		★	★
3	주의 (Strong)	$10^{-4}$ (X1)이상	$10^3$ 이상	7	일시적 HF통신 두절, LF항법장애 및 위성전파간섭 발생		★	★
2	관심 (Moderate)	$5 \times 10^{-5}$ (M5)이상	$10^2$ 이상	6	고위도 HF통신 장애, LF항법장애 발생 및 위성고도 조절 필요			★
1	일반 (Minor)	$10^{-5}$ (M1)이상	10 이상	5	극지방 통신 장애 가능성 저고도 위성 궤도 수정 가능성			★

- 주) 1. 태양복사(X선) : X선(파장 1~8 Å) 전력속밀도에 따라 분류 (단위 :  $W/m^2$ )  
 2. 태양입자(양성자) : 10MeV 이상 고에너지 입자에 따라 분류 (단위 : 개/cm<sup>2</sup>-s-sr)  
 3. 지자기(Kp지수) : 지구 자기장 활동에 따라 분류 (단위 : 없음)  
 4. 우주전파환경의 변화로 장애가 예상될 경우 전화, 보도자료 등을 통해 전달할 수 있음

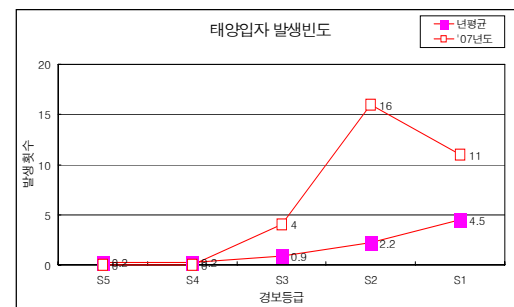
다음 표와 같이 '07년도 발령된 우주전파환경 경보 현황을 살펴보면 태양입자(양성자)를 제외한 태양복사 및 지자기 활동은 년 평균 발생빈도 횡수보다 적게 나타났고 4등급이상인 경계심각한 경보는 발생하지 않은 것으로 조사되었다. 이러한 현상은 금년을 기준으로 전후 몇 년간은 태양활동 극소기라 높은 등급 경보가 발생하지 않은 것으로 보인다.

표 4 우주전파환경 경보 발생 빈도 (2007년)

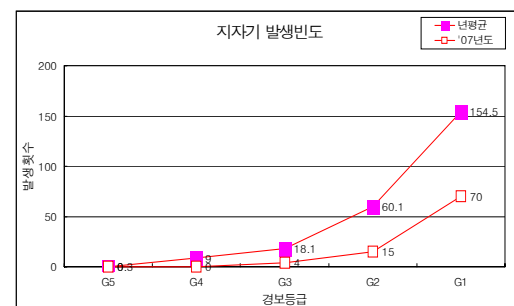
구분 등급	일반적		'07년	비고
	11년	1년		
R5	1	0.1	0	
R4	8	0.7	0	
R3	175	15.9	4	
R2	350	31.8	6	
R1	2000	181.8	0	



구분 등급	일반적		'07년	비고
	11년	1년		
S5	3	0.2	0	
S4	3	0.2	0	
S3	10	0.9	4	평균이상
S2	25	2.2	16	평균이상
S1	50	4.5	11	평균이상



구분 등급	일반적		'07년	비고
	11년	1년		
G5	4	0.3	0	
G4	100	9.0	0	
G3	200	18.1	4	
G2	660	60.1	15	
G1	1700	154.5	70	

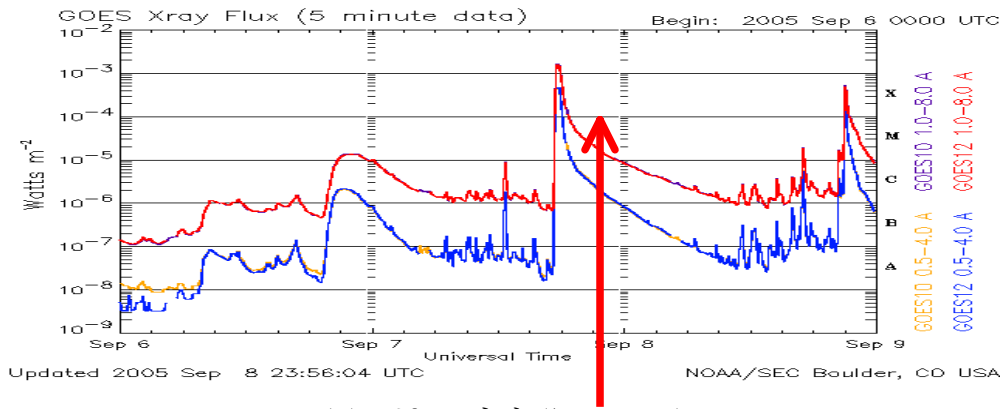


주1) 조사기간: '06.12.1~'07.11.14(출처: '07년도 전파연구소 정책과제 연구보고서)

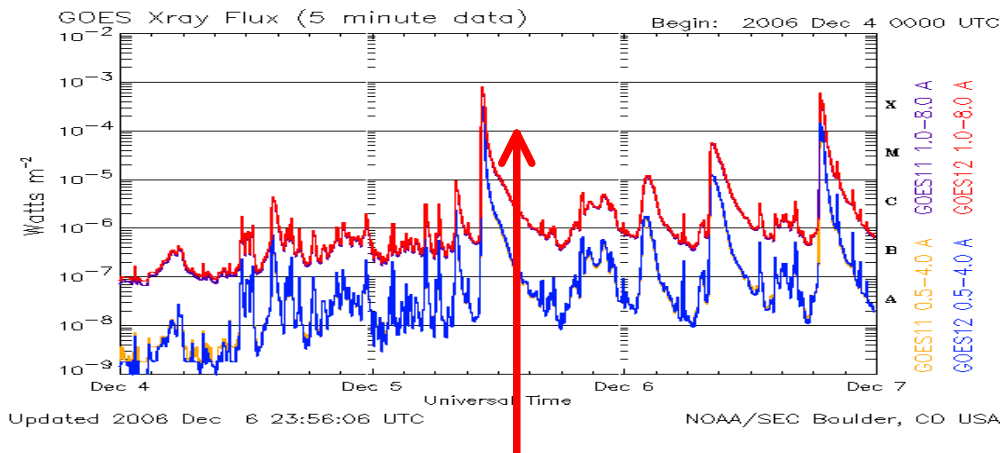
주2) 단위 : 횡수

다음 그림은 '06년말 태양활동 극소기임에도 불구하고 왕성한 태양활동이 발생하였으며 이러한 태양활동을 반영한 관측된 X-선 주요결과를 제시하였다.





(a) 4등급 발생 ('05.09.07)



(b) 3등급 발생 ('06.12.05~06)

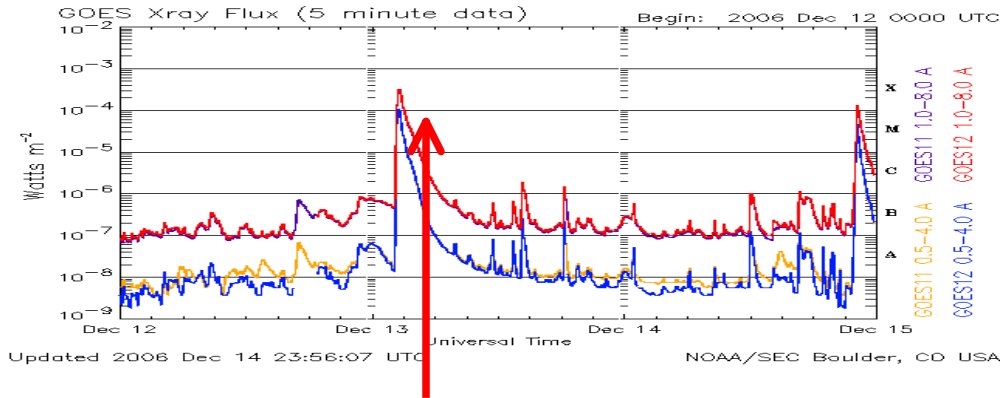


그림 5 태양 X선 관측치 (2006년) (c) 3등급 발생 ('06.12.13)

일반적인 태양전파 신호레벨은 다음 그림과 대체로 낮은 레벨의 전력속 밀도(SFU<sup>1)</sup>)로 지상에 도달하나 태양면 폭발시 급격한 태양잡음 잡음에너지를 방사 또는 복사한다. 예를 들면 표 5는 GPS L1 주파수에서 평상시 100 SFU를 방사하나 '05.9.7 18:05에는

1) SFU(solar flux unit), 1SFU= $10^{-26}$  W·m<sup>-2</sup>·Hz<sup>-1</sup>

8700 SFU를 방사하여 87배(19dB) 증가한 전파잡음을 방출하였으나 이 경우 GPS 신호 수신시 C/N비 최소한계레벨을 초과하여 수신에는 이상이 없는 것으로 발표되었다.

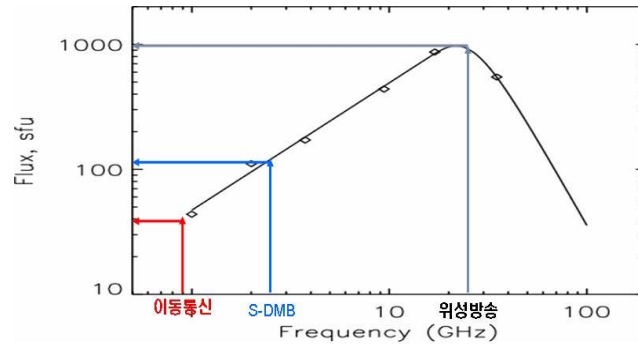


그림 6 일반적 태양전파 레벨

표 5 태양활동에 따른 GPS 신호 영향 (2006년)

상황등급	일자 (UT)	중심주파수 (L1: 1.57542GHz) (L2: 1.22760GHz)	SFU	신호감쇠 (peak fade)	비고 (무간섭 C/N > 30dB)
4등급	'05.09.07 18:45	L1	8,700	2.7 dB	간섭없음
3등급	'06.12.06	L2		20 dB	간섭있음
3등급	'06.12.13	L1		4 dB	간섭없음
		L2		8 dB	간섭없음
3등급	'06.12.14	L1		10 dB	간섭없음
		L2		2 dB	간섭없음

주) 출처: 코넬대학자료 재편집

표 6 우주전파환경 경보 발생 및 SMS 테스트 (2007년)

등급	상황	2007년도 주요 경보 발생일	
		X선	Kp 지수
5	심각	없음	없음
4	경계	없음	없음
3	주의	없음	없음
2	관심	6.1, 6.2, 6.3,	8.17
1	일반	6.4, 6.9	2.15, 4.29, 5.24, 9.2, 9.29(2회),
횟수		5회	7회



### 3. 우주전파환경 예보

미국 해양대기청 우주환경예보센터(SWPC)는 태양활동을 관측하고 예측업무를 수행하고 있다. 태양활동 관측은 지상에서 관측하는 지상관측과 인공위성으로 관측하는 우주관측으로 구분되고 태양활동 관측이 측정자료를 토대로 한 현 우주전파환경 상황을 알려주는 역할이라면 태양활동 예측은 며칠간을 예측하는 단기적 예측, 몇 달간 예측하는 중기적 예측, 몇 년간 예측하는 장기적 예측으로 나눌 수 있다.

장기적 예측의 일환으로 태양활동 주기는 태양흑점 수와 상관성 있고 약 11년 주기(지난 태양활동주기23 기간이 11.75년임)로 순환하며 태양활동주기19(solar cycle 23)인 1959년에 태양흑점 수가 200개로 최대 관측되었고, 태양면의 태양흑점의 위치는 0~40도인 고위도에서 저위도로 아주 천천히 이동하고 최대 흑점 수 일 때는 중간 위치인 약 태양면  $\pm 20$ 도 근처일 경우이다.

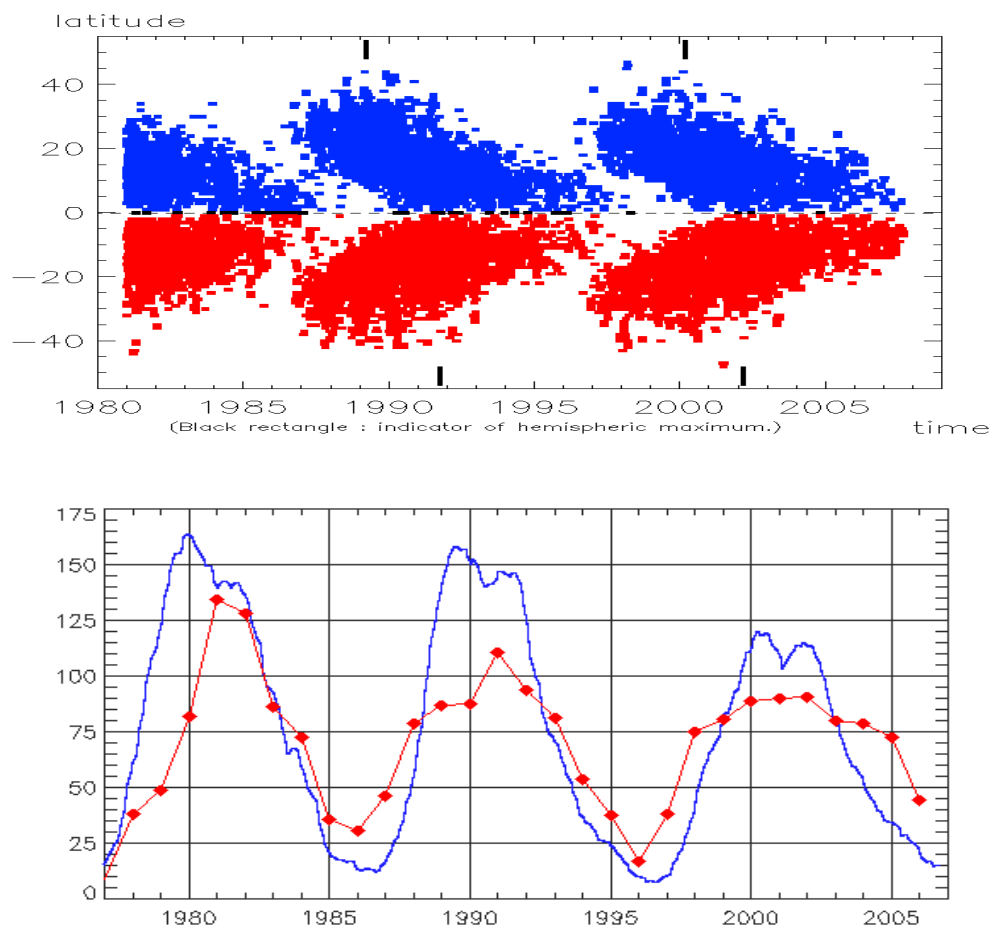


그림 7 태양활동(플레어)과 태양흑점수의 관계

(— 흑점 수, —●— 플레어(단위없음))

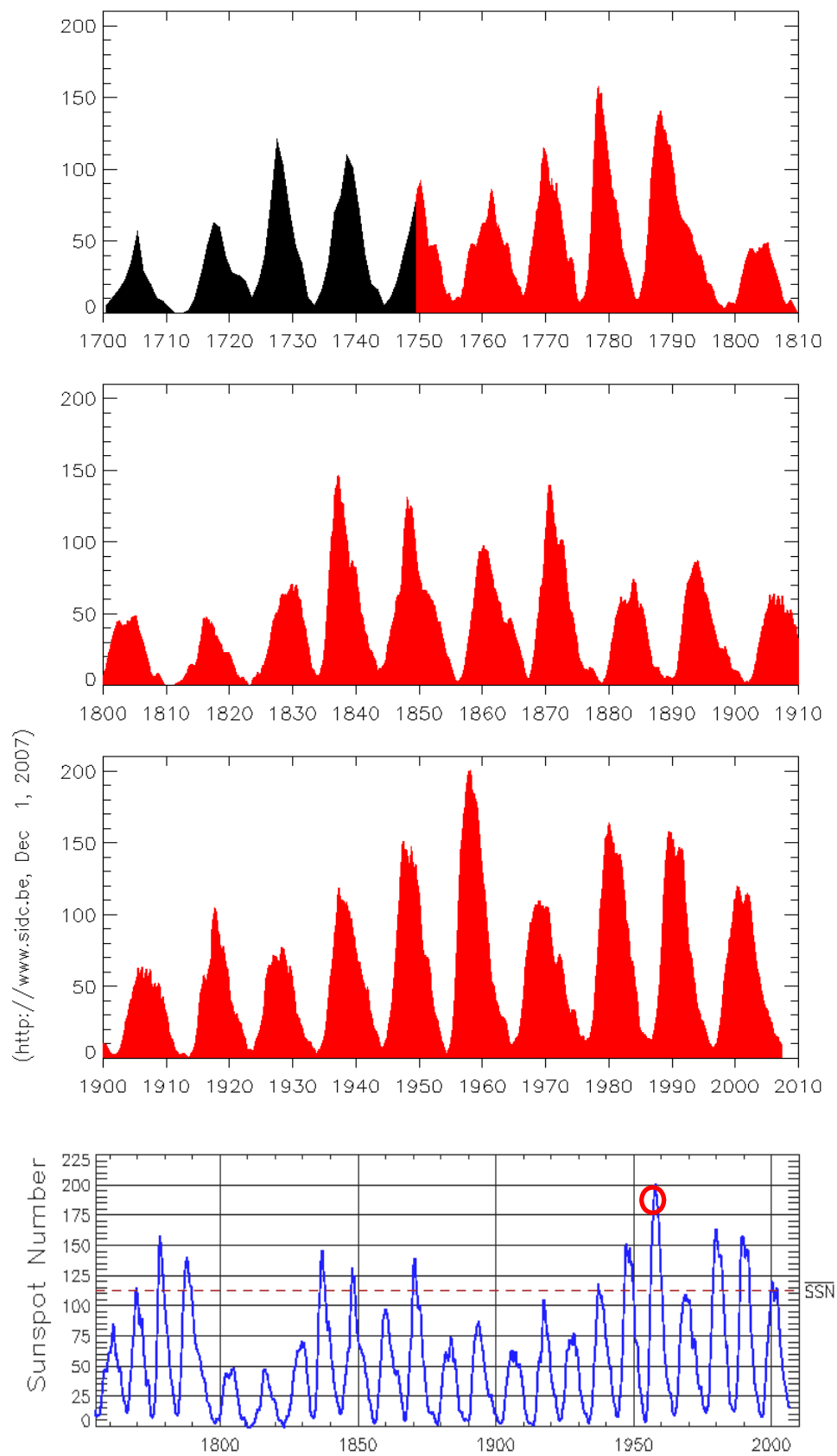


그림 8 지난 250여년간 태양활동에 따른 태양흑점 수 변화

차기 태양활동 주기는 24이며, 공식적 예측을 위해 '07. 4월 미국 볼더에서 NOAA, NASA, ISES가 참석한 가운데 태양흑점 수 및 태양전파 2.8GHz SFU를 예측하였다. 전체 14명<sup>2)</sup> 위원중 12명이 투표하여 11명만이 예측치를 제시하였다. 태양활동 최소기간은 '08년 3월±6개월('07.11월~'08.9월)이고, 참석자는 태양활동 최대기간이 '11년 10월(흑점수 :  $140 \pm 20$ , 태양전파 2.8GHz : 187 SFU)과 '12년 8월(흑점수 :  $90 \pm 10$ , 태양전파 2.8GHz : 141 SFU)의 의견으로 둘(6:5)로 나뉘어졌고 향후 3개월마다 재평가하여 업데이트 할 계획이다.

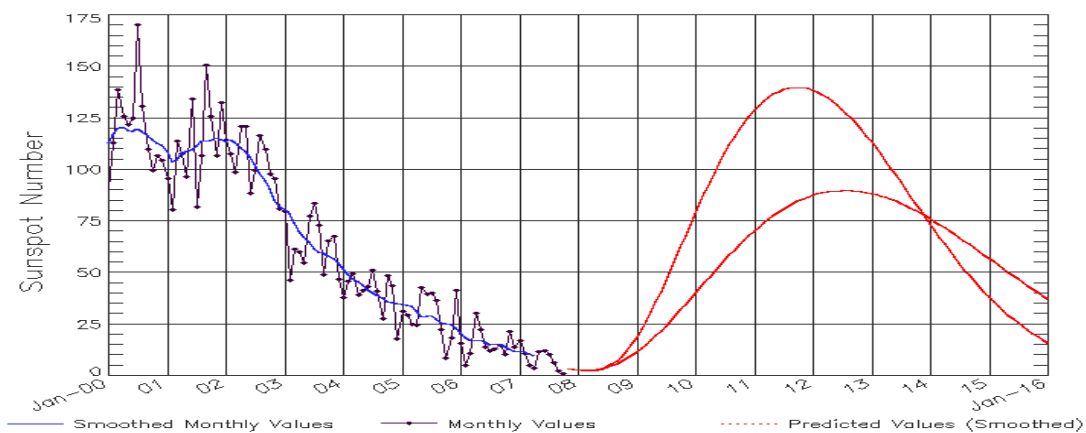


그림 9 태양활동주기 24(solar cycle24)에 대한 태양흑점 수 예측

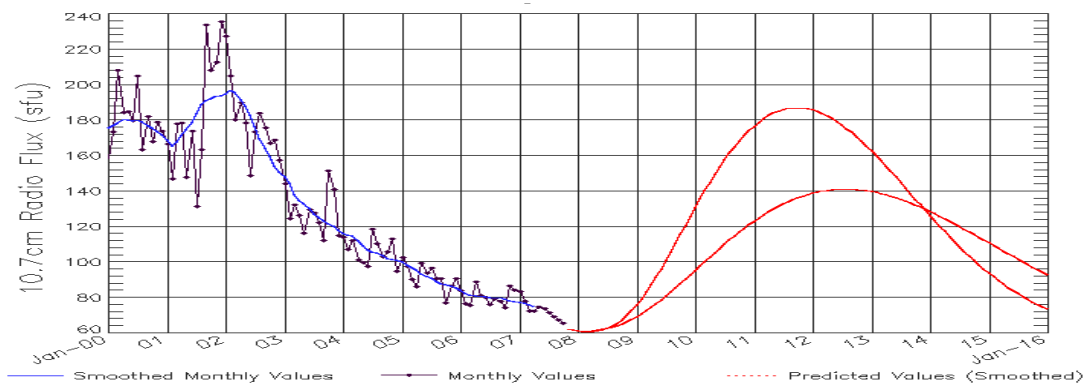


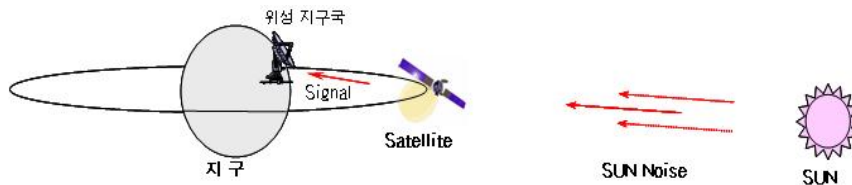
그림 10 태양활동주기 24(solar cycle24)에 대한 태양전파2.8GHz의 SFU 예측

2) 14명 패널 : D. Biesecker(NOAA, Chair), D. Pesnell(NASA), M. Dikpati(NCAR), M. Rast(U. Colorado), K. Dowdy(USAF), L. Svalgaard(ETK Inc.), D. Hathaway(NASA), R. Thompson(IPS Australia), T. Hoeksema(Stanford U.), R. Van der Linden(Royal Obs. Of Belgium), E. Kihn(NOAA), J. Kunches(NOAA, ex-officio), H. Lundstedt(Swedish Inst. of Space Sci.), O.C. St. Cyr (NASA, ex-officio)

#### 4. 춘추분기 인공위성 일식현상

춘추분기 우리나라 인공위성 일식현상에 의한 전파간섭 사례를 살펴보고자 한다. 인공위성이 정지궤도를 돌면서 희망신호를 송출하는 인공위성을 가운데로 하고 양 가장자리에 태양과 지구국이 일직선상에 위치할 경우 인공위성 일식현상이라 하며, 우리나라의 경우 춘추분기(3월, 10월) 중 수일간에 걸쳐 수분/회(일) 일어난다. 춘추분기 인공위성 일식현상이 발생하면 태양잡음 증가로 인해, C/N 저하, 수신품질 저하로 이어지며 이를 위해 국내 수신국은 공간 다이버시티를 이용하여 최소 C/N 확보하고 있으나 물리적 이격 설치 등에 따른 중복투자가 불가피할 것으로 예상된다.

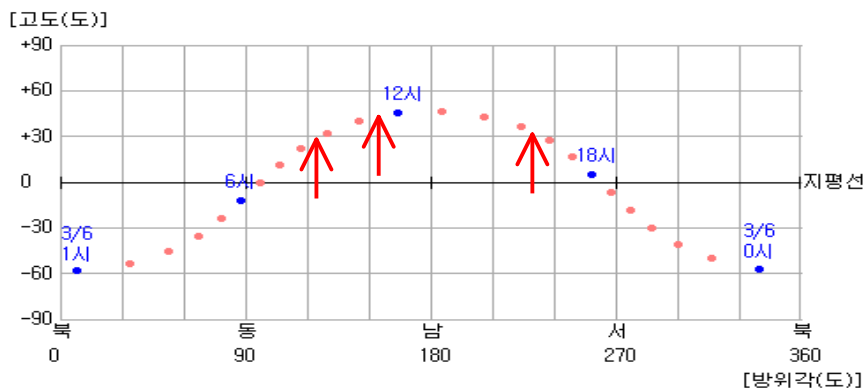
< 춘추분기 인공위성 일식현상 개요도 >



금년 3월 6일 및 10월 9일, 우리나라 인공위성인 혼별위성의 전파 수신세기는 수신안테나의 크기에 따라 다소 차이가 있지만 4~9.8dB C/N 감쇄(잡음의 증가)가 있었고, 3월 6일 인공위성 시간대별 전파간섭사례를 보면 PAS-8호 인공위성(동경 166도)는 오전 시간대인 09:43(약5분)에, 혼별위성(동경 144도)이 오전 시간대인 11:26(약1분)에, Measat-1호 인공위성(동경 91도)는 오후 시간대인 15:20(약5분)에 발생하였다.

< 우리나라 춘분기 인공위성 일식 시간 >

2007년 3월 6일 태양의 고도 및 방위각 변화 [서울특별시]



## 제 2 절 전리층 관측자료의 DB화

인쇄된 문서 형태로 보유하고 있는 옛 전리층 관측 자료의 전산화를 통해 기존의 전산화 된 전리층 관측 자료와 연동 가능하게 하고 축적된 전리층 자료의 체계적 관리를 위해 전산화가 요구되었다.

따라서 현재 종이 문서(프린트)로 보관하고 있는 1973년 4월부터 1982년 12월까지(10년)과 1983년부터 1990년까지(23개월)의 월별 전리층 관측 자료 책자를 디지털 문서화 하였고, 모든 전산화된 관측 인자는 검사를 통하여 입력 오류가 없음을 확인 하였으며, 신규로 전산화된 자료는 1991년 이후 기 구축된 전리층 자료 DB와 동일한 양식으로 구축되어 상호 연동 가능하도록 하였다.

다음 그림은 과거 종이문서로 보관된 전리층 관측자료이며 이러한 자료를 디지털로 변환하여 현재 전리층 자료포맷과 동일한 형태로 변환하여 우리나라 전리층 변화현상 연구 등에 지대한 기여를 할 것으로 기대된다.

KOREAN IONOSPHERIC DATA

TABLE 1

APRIL 1973

STATION	SEOUL	CHAR.	FOF2	UNIT	0.1 MHz	TIME	1350	APRIL	1973																
HOUR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
DAY																									
1	0	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
2	0	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
3	60	56	60	50	50	52	43	61	43	48	60	71	82	87	86	93	91	90	74	43	56	56	52	57	
4	53	50	49	42	31	31	31	58	60	75	109	105	119	100	93	98	82	98	89	79	62	60	52	57	
5	52	51	59	49	40	37	40	60	68	66	92	97	96	93	99	100	95	80	86	87	78	57	50	50	
6	59	50	50	47	45	38	42	59	70	75	84	90	98	96	100	95	102	105	101	95	67	47	41	49	
7	47	55	44	48	45	40	42	69	75	76	80	90	92	95	100	99	97	87	80	70	66	52	50	56	
8	55	51	51	50	47	41	47	76	71	84	87	81	90	95	102	107	107	87	80	80	80	68	60	58	
9	60	51	50	0	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
10	0	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
11	0	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
12	0	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
13	50	50	50	50	45	41	41	71	76	79	75	88	93	88	91	82	80	81	83	87	70	72	71	77	
14	63	70	70	53	47	42	30	52	55	65	72	79	84	83	77	84	100	83	100	84	42	32	37	37	
15	38	36	43	43	32	25	38	64	81	90	84	73	60	63	89	96	90	87	77	80	79	57	50	50	
16	50	50	50	50	42	38	46	35	68	68	72	80	80	95	0	C	C	C	C	96	79	84	63	0	
17	60	64	0	C	0	C	0	C	0	C	0	C	63	77	79	86	87	79	73	74	80	80	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	C	C	C	35	0	C	39	0	C	0	C	67	37	56	68	62	0	0	0	0	0	0	0	0
22	65	60	60	60	55	40	40	60	54	61	0	C	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	52	0	C	50	47	44	48	41	40	48	53	58	70	87	78	77	75	73	65	66	69	60	0	0	
24	0	C	5	45	41	42	41JS	31	42	36	0	A	61	70	74	74	70	87	86	90	90	80	87	102	
25	50	50JS	49	42JS	40JS	40JS	51	56	65	69	68	62	90	94	90	90	97	100	96	90	61	51JS	50	50	
26	50	48	47	46	43	29	40	50	48	43JS	60	50	70	88	77	76	68	75	67	60	61	69	57	48	
27	56	55	0	5	30	32	50	72	60	58	0	C	59	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	61	60	62	57	51	40	50	67	66	79	70	87	80	89	87	81	0	C	0	91	91	89	81	69	
29	61	60	60	62	51	30	49	50	57	64	70	79	80	89	83	92	96	100	100	103	78	75	63	68	
30	65	64	63	67	35	100	49	0	A	87	84	80	91	99	95	94	96	97	92	85	75	70	70	68	
31	54	51	50	48	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
32	20	21	22	22	23	21	20	21	23	23	25	23	23	25	24	24	22	23	25	24	21	18	17	16	

그림 11 종이문서로 보관된 우리소 전리층 관측자료 예시(1973. 3. 1.일자)

## 제 3 절 전파예보 서비스 개선

### 1. 전파예보 책자 개선

전파예보란 전리층을 이용한 단파통신의 안정적 운용을 위해 전리층의 감쇠 및 투과 정도를 계산하여 소통 가능한 특정 지점간 또는 지역간 최적의 주파수를 예측하는 것을 말한다. 전리층의 생성 원인은 지구상의 상층 대기를 구성하는 분자나 원자들은 태양으로부터의 자외선, X선에 의해 이온화 되는데, 이들 중성입자, 이온, 그리고 전자들이 혼재 하는 영역을 전리층이라 하며 전리층은 전자밀도에 의해 생성되는 층의 구조에 따라 D층, E층, F층으로 분류된다.

우리나라 단파대역 전파예보는 '67년 7월 최초 발간한 이후 '04년 12월 현재 책자양식(B5에서 A4 사이즈, REC533에서 VOACAP 엔진)으로 변경되었다. 따라서 현 전파예보 책자의 표지 및 내용을 알기 쉽게 개선하여 활용도를 높이고자 설문서를 기초로 표지 디자인 및 규격변경 (A4 → B5), 단파/전리층관련 용어 추가 등 알기 쉽게 개선, 그래프 및 도표 보는 법에 대한 설명을 전반부에 배치, 그래프 변경(도표 → 꺾은선 그래프), MUF(최고사용주파수)의 계산식 삽입 등을 개선하여 '07년 7월부터 새로운 전파예보 책자로 KT 등 148개 기관에 212부를 배부하였다.

단파대역 전파예보를 위해 외국 동향을 살펴보면 미국(NTIA/ITS)은 웹서비스 제공하지 않고 개인 PC용 파일 무료 제공하고 있으며, 호주(IPS)는 개인 PC용 파일 유료 제공하고 있으며, 일본(NICT)는 웹 페이지 및 개인용 PC 파일을 제공하지 않고 있다. 단파대역 전파예보 서비스를 위한 전파예측 프로그램은 REC533, VOACAP, ICEPAC, ASAPS 4가지로 분류되고, ITU-R 권고 P.533 기반으로 개발되었다. 미국(VOA)이 단파방송용으로 개발한 VOACAP<sup>3)</sup>, ITU-R이 국제HF통신계획용으로 개발한 REC533, 미국(NTIA/ITS)이 단파통신용으로 개발한 ICEPAC<sup>4)</sup>, 호주(IPS)가 단파통신용으로 개발한 단파통신용 ASAPS<sup>5)</sup>이 있다.

---

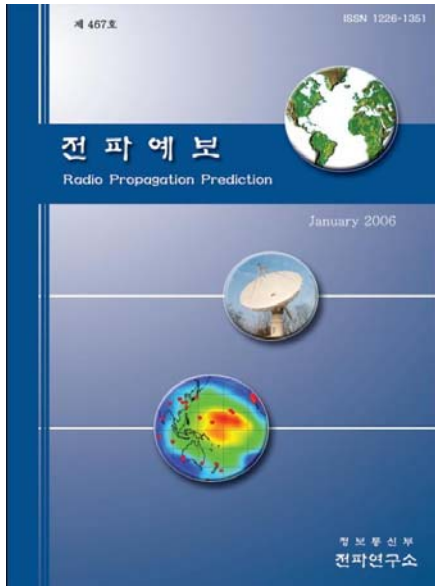

3) VOACAP : Voice of America Coverage Analysis Program

4) ICEPAC : Ionospheric Communications Enhanced Profile Analysis and Circuit Prediction Program

5) ASAPS :Advanced Stand Alone Prediction System



< 월간 전파예보 책자의 개선된 주요 내용 >

개선 전	개선 후
<p>[표지]</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개요 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개략적인 목적 설명</li> </ul> </li> <li>○ 용어설명 <ul style="list-style-type: none"> <li>- MUF, LUF, FOT에 대한 설명</li> </ul> </li> <li>○ 전파 예보 설명 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전파예보의 개략적인 설명</li> </ul> </li> <li>○ 월중 전파예보 곡선표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 16개 지역 서비스</li> <li>- 표 및 그래프 영문표기</li> </ul> </li> <li>○ 표지디자인 및 책자규격 <ul style="list-style-type: none"> <li>- A4 규격</li> </ul> </li> <li>○ 전체 쪽수 : 24쪽</li> </ul>	<p>[표지]</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개요 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전파예보에 대한 정의 및 목적, 추진 경과</li> </ul> </li> <li>○ 전리층 기본 이론 및 용어설명 추가 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전리층 생성원인 및 종류(그림 등 추가)</li> <li>- 전리층의 변화(일별, 27일, 계절별, 연변화) <ul style="list-style-type: none"> <li>· [그림]계절과 foF2층 임계주파수와와의 관계</li> <li>· [그림]foF2와 태양흑점수와와의 관계</li> <li>· [그림]11년주기 태양흑점수 실측값 및 예측값</li> </ul> </li> <li>- 단파 전파의 특성(거리별, 시간별) <ul style="list-style-type: none"> <li>· [그림]도약거리 및 불감지대(skip zone)</li> </ul> </li> <li>- 단파통신 저해요인 종류 설명</li> <li>- 용어추가 : 임계주파수, 전리층 감쇠 종류</li> </ul> </li> <li>○ 전파예보 설명 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전파예보 및 그래프 보는 방법 설명 보완</li> </ul> </li> <li>○ 전파예보 작성 방법 추가</li> <li>○ 월중 전파예보 곡선표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 33개 지역으로 서비스 확대</li> <li>- 외국 지역명의 한글 추가</li> </ul> </li> <li>○ 표지디자인 및 책자규격 <ul style="list-style-type: none"> <li>- B5 규격으로 축소</li> </ul> </li> <li>○ 전체 쪽수 : 42쪽</li> </ul>

우리나라 최초 전파예보는 '64년 7월부터 '66년 6월까지 3년간 전파관리국<sup>6)</sup>에서 발간되었다가 '66년 7월부터 현재까지 전파연구소가 책자로 발간하여 통신사업자, 군기관 등에 매월 송부하였다. 향후 전파예보 서비스는 인터넷의 발전 추세에 맞추어 인터넷 기반의 다양한 서비스를 제공하고, 책자 형태 제공은 가급적 지양할 것이다. 아래 그림은 '66년 7월부터 '98년 12월까지 전파연구소 자료실에서 보관하고 있는 전파예보 책자 묶음이며 자료훼손 방지를 위해 PDF 파일로 변환하지 않고 '99년 1월 이후의 자료만을 PDF화로 변환하였다.

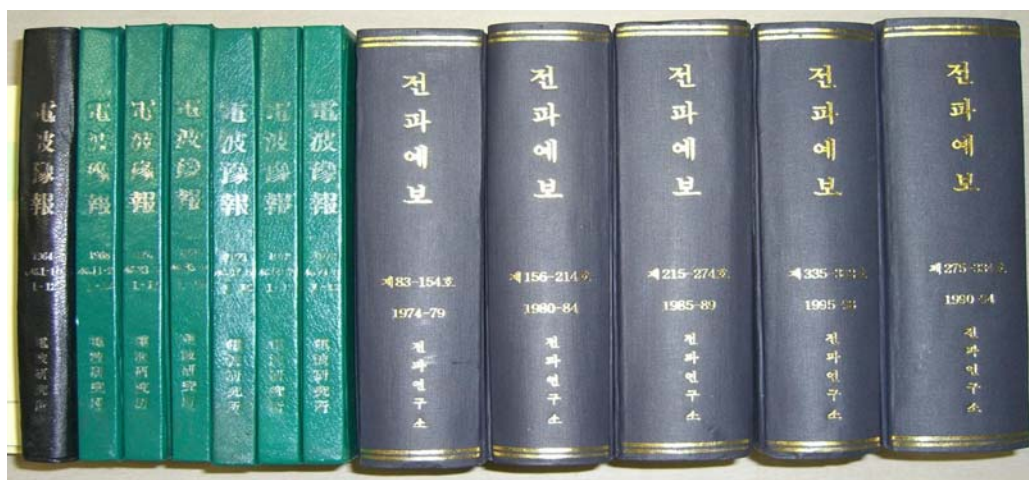


그림 12 전파예보 책자(1966.7월~1998.12월)

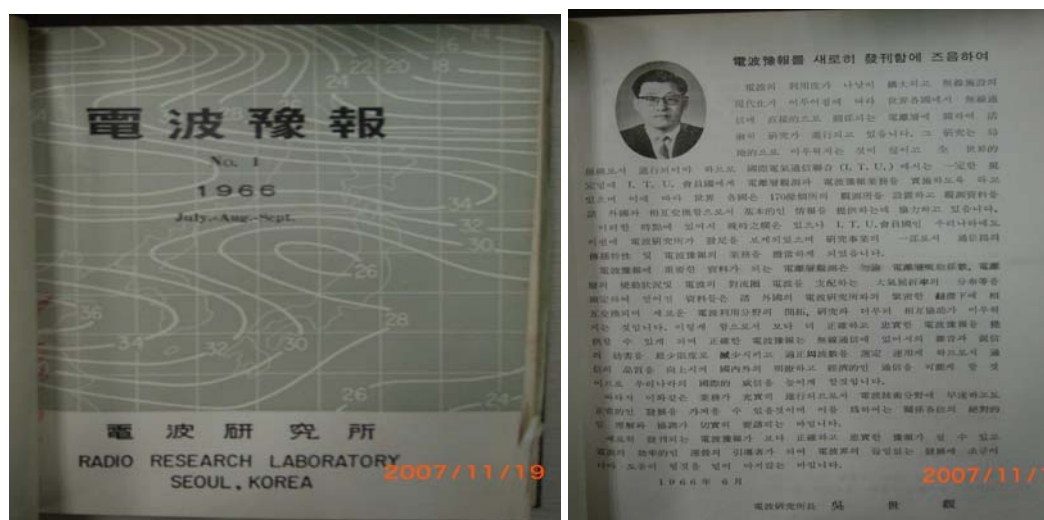


그림 13 최초의 전파예보 책자

6) 전파관리국은 1961년 당시 전무국 전파관리과로부터 전파관리국으로 승격됨과 동시에 체신부 외국으로 지속하여 오다가, 1982년 1월 1일 한국전기통신공사의 발족을 계기로 체신부 내국으로 흡수되었다

## 2. 전파예보 웹서비스 개선

전파예보는 책자로 발간 및 배포해왔던 것을 '05년 10월 인터넷 홈페이지로 대체하여 PC 기반의 웹서비스를 최초 개시(radio.rrl.go.kr) 하였으나 홈페이지 취약점 등이 발견됨에 따라 이를 보완하여 '07년 11월부터 웹서비스(solaradio.rrl.go.kr/radio)로 다시 제공하였다. 보완된 주요 내용은 PC기반 웹서비스는 기존 우주전파환경 서버(solaradio.rrl.go.kr)로 이전하고 실행엔진은 기존 PC기반 웹서버를 이용함으로써 홈페이지 취약점을 개선하였다.

다음 그림은 전파예보 웹서비스 사용자가 송수신 가능한 전계강도 예측을 위해 송수신 거리 등의 파라미터를 화면에 입력하면 홈페이지 서버에서 자동 계산하여 사용자가 이용가능한 주파수, 시간 등을 표시해주는 화면을 예시로 보여주고 있다. 주요 기능으로는 점대점, 점대지역에 대한 전계강도를 예측한 결과를 실시간으로 제공한다.

향후 전파예보 책자를 월간으로 제작 및 배포하던 것을 지양하고 사용자가 다양한 제원에 대한 웹페이지에서 직접 계산한 결과를 볼 수 있도록 할 계획이다. 다만 기존 전파예보 책자 이용자를 위해 기존 전파예보 결과를 우주전파환경 웹페이지 공지사항에 올려 불편함이 없도록 할 계획이다.

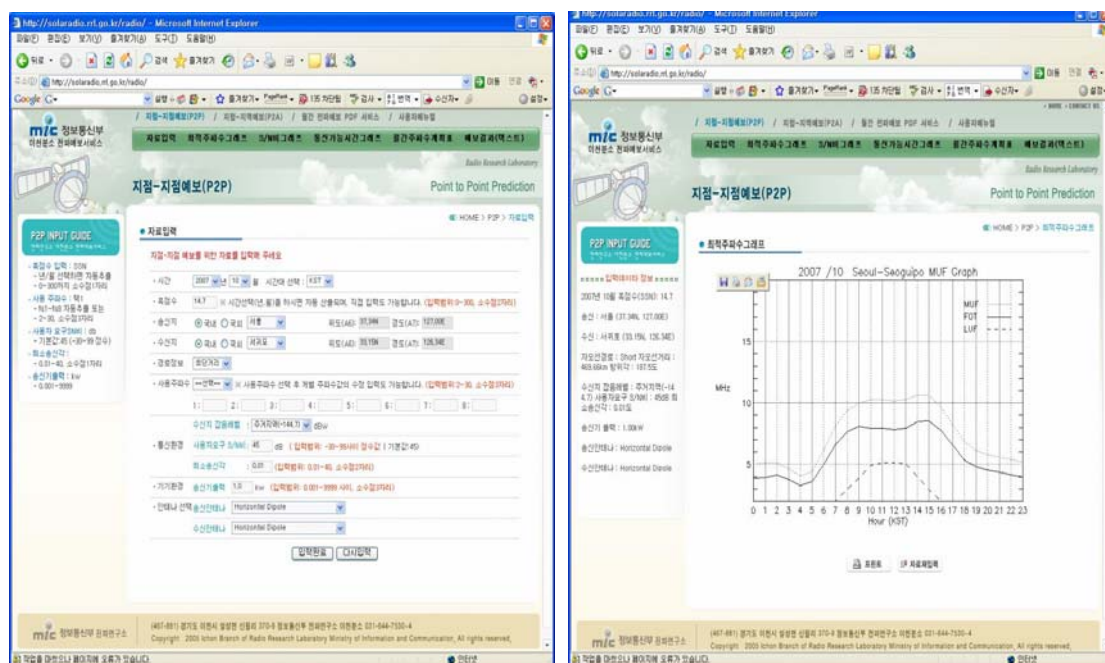


그림 14 전파예보 웹페이지 입출력 (a) 입력화면 (b) 출력화면

## 제 4 장 우주전파환경관련 법령현황

### 제 1 절 법령현황

항공우주관련 주요 기본계획으로 제2차 ‘과학기술기본계획’(‘08~‘12년)은 과학기술과 관련된 최상위 계획으로 과학기술부 소관으로 ‘07년 현재 수립 중에 있으며 ‘우주개발진흥 기본계획’(‘07~‘16년)을 확정하여 향후 추진할 예정이다.

‘우주개발진흥기본계획’은 ‘96년에 수립되어 추진되어 온 ‘우주개발중장기기본계획’의 성과를 종합하고, 독자적 우주개발능력을 확보하기 위해 우주개발진흥법 제5조에 따라 ‘우주개발진흥기본계획(안)’을 수립하여 추진하게 되었다.

표 7 우리나라 R&D 분야별 중장기 계획

주요 분야	계 획
정보·전자	u-IT839 전략, 광대역통합망(BcN) 구축기본계획, 정보보호 중장기 기술개발 계획(이상 정통부), CT비전 및 로드맵(문광부) 등
생명	생명공학육성기본계획(과기부), 바이오 보건산업육성계획, 암정복10개년계획(이상 복지부), 농림과학기술중장기기본계획(농림부) 등
에너지·자원	원자력진흥종합계획(과기부), 에너지기술개발 10개년계획(산자부), 심해저광물자원개발사업추진계획(해수부) 등
우주·항공·해양	우주개발중장기기본계획(과기부), 항공우주산업개발기본계획(산자부), 통신방송기상위성개발계획(기상청) 등
환 경	환경기술개발종합계획, 차세대핵심환경기술개발사업10개년계획(이상 환경부) 등
소재·나노	나노종합발전계획(과기부) 등
건설·교통·안전	건설교통R&D혁신로드맵(VC-10)(건교부), 방재기술연구개발(소방청) 등

정보통신부는 『전파법』 제61조 제2항 제7호에서 제10호 법령에 따라 우주전파 수신기술 연구 및 수신자료 분석, 지자기 및 전리층의 관측 및 태양흑점의 관측결과의 분석 및 예·경보 연구업무를 수행하여야 한다.

따라서 정보통신부 소속기관인 전파연구소로 하여금 『정보통신부와 그 소속기관 직제(대통령령)』 제21조(직무) 제2호에서 「전파의 예보 및 경보」 업무를 규정하였고, 세부 사항으로 『정보통신부와 그 소속기관 직제 시행규칙(정보통신부령)』 제9조 제6항에서 「1. 지자기·전리층·태양전파의 관측 및 분석과 이에 따른 전파의 예보 및 경보, 2. 우주전파환경에 관한 연구, 3. 우주전파환경 관측시설의 관리·운영」 업무를 수행토록 하였다.

표 8 우주전파환경 연구관련 근거법령

관련 법령	세부내용	소관부처
전파법 제61조 (전파연구)	※ 전파법 제61조 제2항 7호에서 10호 ○ 우주전파 수신기술 연구 및 수신자료 분석 ○ 지자기 및 전리층의 관측 ○ 태양흑점의 관측 ○ 제8호 및 제9호의 규정에 의한 관측결과의 분석 및 예 경보	정통부
우주개발진흥법 제5조 (우주개발진흥기본계획의 수립)	※ 우주개발진흥기본 계획( '07.6월) ○ [과제4: 우주탐사프로그램 준비] 우주관측을 통한 태양계 및 천문 연구, 우주감시기술, 위성 및 통신시스템 운영에 필요한 우주환경 연구 역량 강화	과기부

항공·우주관련 법령 및 기본계획은 다음과 같다.

○ 과학기술기본법 (과학기술부 소관)

－ ‘과학기술기본계획’ 수립 주기 : 5년 마다

- 제1차 ‘과학기술기본계획’ 수행기간 : 2003~2007년
- 제2차 ‘과학기술기본계획’ 수행기간 : 2008~2012년(수립중)

○ 우주개발진흥법 (과학기술부 소관)

－ ‘우주개발진흥기본계획’ 수립 주기 : 5년 마다

- 제1차 우주개발진흥 기본계획" 수행기간 : 2007~2016년('07.6)

○ 항공우주산업개발 촉진법 (산업자원부 소관)

－ ‘항공우주산업개발기본계획’ 수립 주기 : 5년 이상

- 항공우주산업개발기본계획 ('99. 4월 ~ )



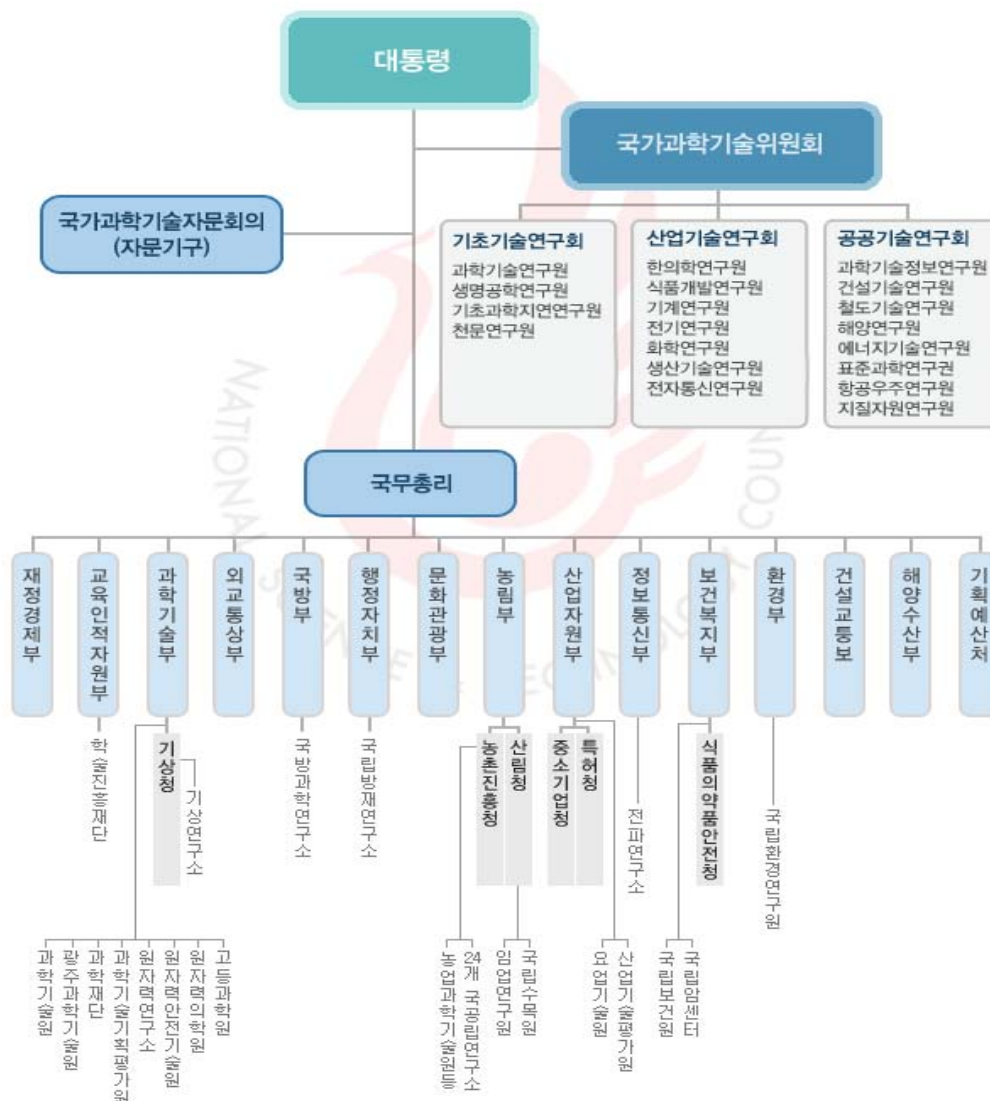


그림 15 과학기술행정 체계도

## 제 2 절 관련 용어

기상법에서 정의하는 예보 및 특보(주의보, 경보)는 다음과 같다.

"기상관측"이라 함은 육상, 해상 및 고층의 기상을 과학적 방법에 따라 관찰·측정하는 것을 말한다. "예보"라 함은 기상현상에 관하여 관측된 결과를 기초로 한 예상을 발표하는 것을 말한다. "특보"라 함은 기상현상으로 중대한 재해 발생이 예상될 때 이에 대하여 주의를 환기하거나 경고를 하는 예보를 말한다. 예보는 기온강수 등에 관하여 정시 또는 수시로 하되, 다음 각 호의 예보로 구분하여 발표한다. ① 초단기예보 : 예보대상기간 6시간 이내

② 단기예보 : 예보대상기간 3일 이내 ③ 중기예보 : 예보대상기간 10일 이내 ④ 장기예보 : 예보대상기간 11일 이상. 특보는 기상현상으로 인하여 중대한 재해발생이 예상될 때 해당 지역에 대하여 그 정도에 따라 주의보 및 경보로 구분하여 발표한다.

기상청은 정규예보 외에도 갑작스런 기상변화가 예상되거나, 국민들에게 더욱 상세하게 날씨 변화에 대해 알려 줄 필요성이 있을 때는 '기상정보'를 발표하고, 악기상 발생이 예상될 때는 '기상특보'를 발표한다. 기상특보는 단계별로 주의보와 경보가 있다.

표 9 기상예보 종류

종류	예보기간		우주전파환경 비교
단기예보	3시간예보	예보 시각부터 3시간 단위로 +24시간까지 예보 (일일 8회 발표 : 00:10기준 매 3시간 간격)	SWPC mail
	일일예보	예보당일부터 3일간 예보 (일일 4회 발표 : 05:00, 11:00, 17:00, 23:00)	SWPC mail
중기예보	주간예보	일일예보기간 다음날부터 5일간의 예보 (매일 06, 18시 발표)	SWPC 리포트
장기예보	1개월예보	1개월간의 순별 날씨, 기온, 강수량 경향 전망 (매월 3,13,23일경에 발표)	월간 전파예보
	3개월예보	3개월간의 월별 기온, 강수량 경향 전망 (매월 23일경에 발표)	-
	6개월예보	여름철·가을철(6월~11월), 겨울·봄철(12월~익년5월)의 기상 전망 (매년 5월 23일경, 11월 23일경에 발표)	흑점수 예측

기상예보는 기상예보와 기상특보로 분류되고 기상특보는 정기예보 외에 갑작스런 기상변화가 예상될 경우 주의보 혹은 경보를 제공한다. 기상예보 3단계(단기, 중기, 장기), 기상특보 2단계(주의보, 경보)로 기상법령에서 예보를 위해 ‘경계’라는 용어를 사용하지 않으며 일반적 용어로 주의(alert)는 조심하거나 삼가도록 미리 주의를 주고, 경보(warning)는 태풍이나 공습 따위의 위험이 닥쳐올 때 경계하도록 미리 알리는 일이다.

표 10 기상특보 종류

종 류	주 의 보	경 보				우주전파환경 비교
강 풍	육상에서 풍속 14m/s 이상 또는 순간풍속 20m/s 이상이 예상될 때. 다만, 산지는 풍속 17m/s 이상 또는 순간풍속 25m/s 이상이 예상될 때	육상에서 풍속 21m/s 이상 또는 순간풍속 26m/s 이상이 예상될 때. 다만, 산지는 풍속 24m/s 이상 또는 순간풍속 30m/s 이상이 예상될 때				경보 (X선, 양성자, Kp지수)
풍 랑	해상에서 풍속 14m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 3m를 초과할 것으로 예상될 때	해상에서 풍속 21m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 5m를 초과할 것으로 예상될 때				
호 우	12시간 강우량이 80mm 이상 예상될 때	12시간 강우량이 150mm 이상 예상될 때				
대 설	24시간 신적설이 5cm이상 예상될때	24시간 신적설이 20cm이상 예상될 때. 다만, 산지는 24시간 신적설이 30cm이상 예상될 때				
건 조	실효습도 35%이하가 2일 이상 지속될 것이 예상될 때	실효습도 25% 이하가 2일 이상 지속될 것이 예상될 때				
폭풍 해일	천문조, 태풍, 폭풍, 저기압 등의 복합적인 영향으로 해수면이 상승하여 발효기준값 이상이 예상될 때. 다만, 발효기준값은 지역별로 별도지정	천문조, 태풍, 폭풍, 저기압 등의 복합적인 영향으로 해수면이 상승하여 발효기준값 이상이 예상될 때. 다만, 발효기준값은 지역별로 별도지정				
지진 해일	한반도 주변해역 등에서 규모 7.0 이상의 해저지진이 발생하여 해일의 발생이 우려될 때	한반도 주변해역 등에서 규모 7.5 이상의 해저지진이 발생하여 우리나라에 지진해일 피해가 예상될 때				
한 파	10월~4월에 아침 최저기온이 전날보다 10℃이상 하강하여 발효기준값 이하로 예상될 때. 다만, 발효기준값은 아침최저기온 평년값에서 1/2표준편차를 감한 값의 정수값	10월~4월에 아침 최저기온이 전날보다 15℃이상 하강하여 발효기준값 이하로 예상될 때. 다만, 발효기준값은 아침최저기온 평년값에서 1/2표준편차를 감한 값의 정수값				
태 풍	태풍으로 인하여 강풍, 풍랑, 호우 현상 등이 주의보 기준에 도달할 것으로 예상될 때	태풍으로 인하여 풍속이 17m/s이상 또는 강우량이 100mm이상 예상될 때. 다만 예상되는 바람과 비의 정도에 따라 아래와 같이 세분한다.				
			3급	2급	1급	
		바람 (m/s)	17~24	25~32	33이상	
		비 (mm)	100~249	250~399	400이상	
황 사	황사로 인해 1시간 평균 미세먼지(PM10) 농도 400㎍/㎥이상이 2시간 이상 지속될 것으로 예상될 때	황사로 인해 1시간 평균 미세먼지(PM10) 농도 800㎍/㎥이상이 2시간 이상 지속될 것으로 예상될 때				



다음 표는 우주환경예보 분야와 기상예보 분야에서 사용하는 용어를 비교하였다. 결론적으로 기상예보의 용어적인 측면에서 고려할 경우 SWPC에서 실시간 제공하는 X선·양성자 Kp지수가 경보의 범위에 포함되지는 여부에 대해 관측치인 관점에서 보면 단순한 관측결과라고 볼 수도 있지만, 예보적인 관점에서 보면 수분 혹은 수 시간 이후 전파교란, 지자기 등이 발생할 가능성이 있으므로 경보의 개념을 도입하더라도 크게 이상하지 않을 것으로 생각된다.

표 11 기상예보와 우주환경예보 비교

예·경보 구 분		기상예보 (기상청)	우주환경예보 (미국 SWPC)
예 보		○	alert  warning  watching
특 보	주의보	○	
	경 보	○	
주 의		×	
경 계		×	

예·경보 내용		예·경보 용어		
		alert (관측치)	warning (관측치기반 예상치)	watching (이론치기반 예상치)
X선		○	-	-
양성자		○	○	-
지자기	Kp 지수	○	○	-
	A 지수	○	○	○
전자		○	-	-

## 제 5 장 결 론

태양흑점 폭발은 X선 및 자외선 영역의 복사에너지와 전자와 양성자로 구성된 고에너지의 태양풍을 지구에 방출함에 따라 전파연구소는 태양흑점 폭발 등 우주전파환경의 급격한 변화로 인해 발생하는 위성 및 통신장애 피해 최소화를 위해 태양전파 스펙트럼(0.5~2.5 GHz) 관측기, 태양전파 2.8GHz 관측기, 전리층 관측기, 지자기 관측기를 설치하여 운영하여 예경보 서비스에 활용할 계획이다.

특히 본 연구를 통해 위성통신, 위성방송, 지상파방송 및 학계 전문가로 구성된 「우주전파환경 연구반」을 통해 우주전파환경 예경보 등급체계(안)을 확정하였고 지상에서 위성전파 수신시 태양전파로 인한 간섭분석을 실시하였으며 지역별로 취득되는 실시간 관측자료를 효율적으로 전송 및 관리하기 위해 우주전파환경 전송망 감시시스템을 구축하였고 과거 종이문서로 보관된 전리층 관측자료의 전산화를 통해 최근 DB자료와 통합하였으며 윈도우 기반에서 구축된 기존 전파예보 웹 페이지는 인터넷 취약점을 개선하기 위해 웹 페이지를 수정하여 우주전파환경정보시스템 웹페이지로 이전·통합 구축하였다.

향후 본격적인 유비쿼터스 시대 및 2012년 태양활동 극대기 도래에 따라 무선기반 서비스 장애피해 최소화를 위해 태양전파 연구 필요성이 증대됨에 따라 노후화된 관측기 교체, 신규 관측기 도입 등을 통해 지속적인 연구기반 강화를 추진하고 우주전파환경 분석능력을 극대화를 통해 무선통신사업자, 위성체사업자 등 관련기관에 신뢰성 있는 예경보서비스를 제공하고자 한다.

## 참 고 문 헌

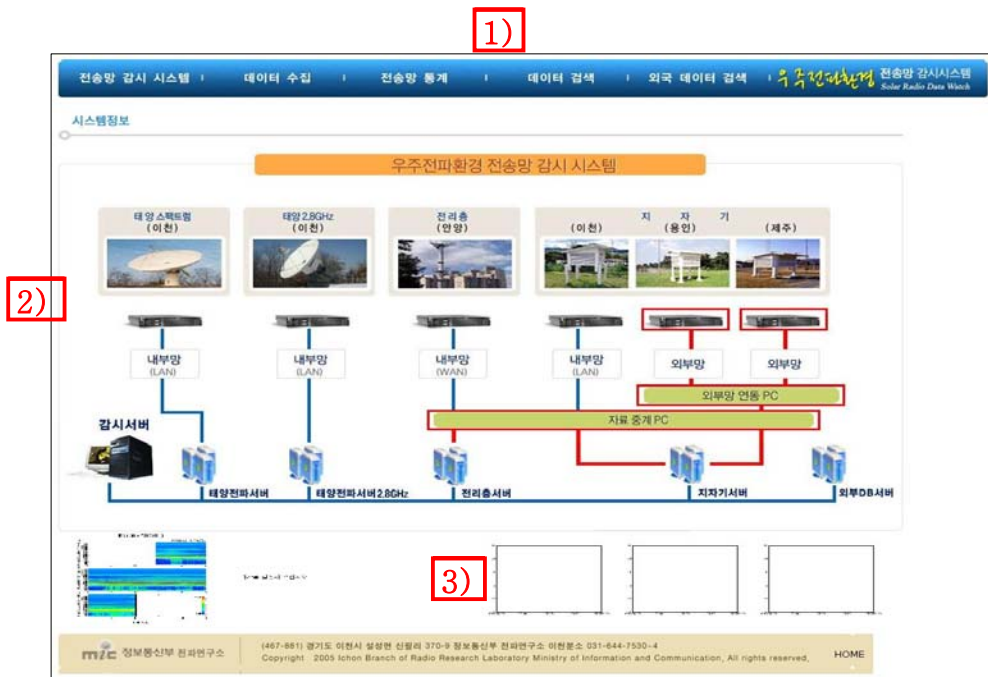
- [1] Paul M. Kintner, Jr.: “A Beginner's Guide to Space Weather and GPS”
- [2] K.M. BORKOWSKI, P. ZLOBEC, C.A. ZANELLI: “PROBLEMS OF SINGLE FREQUENCY METER-WAVELENGTH SOLAR OBSERVATIONS”(1980)
- [3] <http://side.oma.be>
- [4] <http://www.swpc.noaa.gov/>

[첨부]

관측자료 전송망 감시 시스템 매뉴얼

1. 우주전파환경 전송망 감시 시스템 main 화면

관측 자료 감시 프로그램의 main 화면은 다음과 같습니다.



- 1) 데이터별 세부 항목을 나타냅니다.
- 2) 각 장비의 상태를 표시합니다.
- 3) 데이터 그래프 이미지 링크입니다.

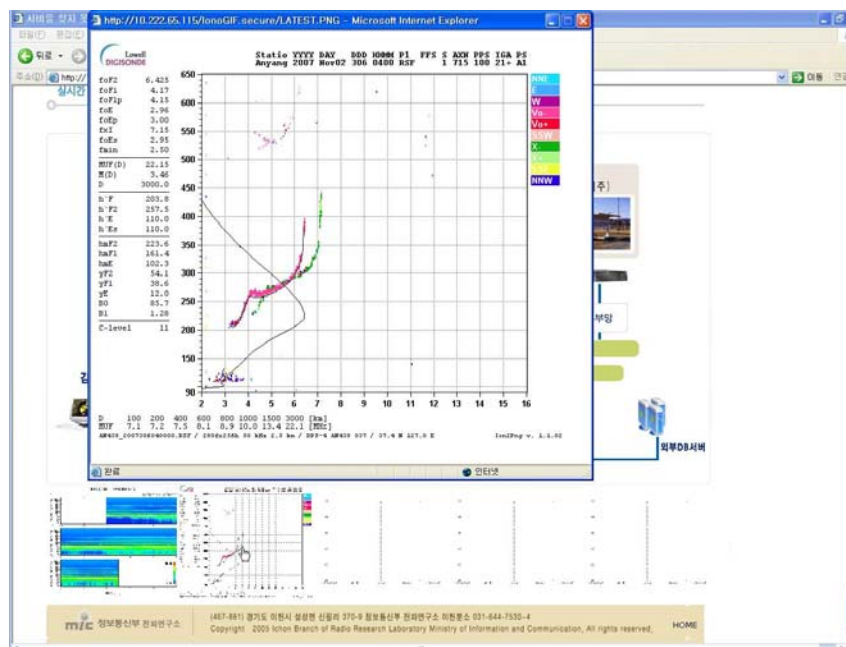
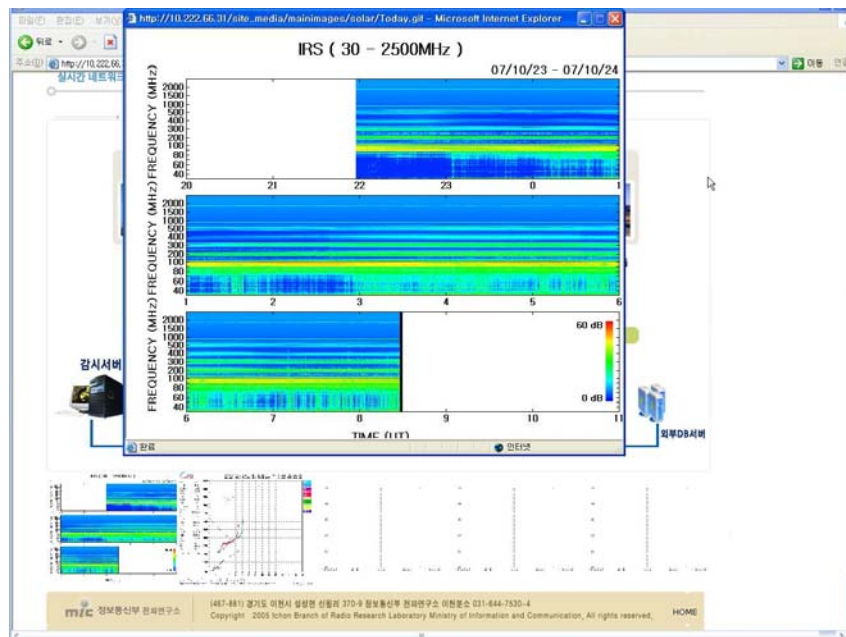
태양전파, 전리층 및 지자기(이천/용인/제주)에 대해 내·외부망의 연결 상태 및 각각 데이터의 그래프를 표시하고 있습니다.

(1) 내·외부 연결 상태 및 각 장비의 이상 유무 판별

- 연결 상태 표시 : 각 장비 간 연결 상태가 정상적으로 작동하는 경우 파란색으로 비정상인 경우 붉은색으로 표시
- 장비 이상 유무 표시 : 장비 이상 발생 시 장비 주위 붉은색 테두리표시

아래의 그래프는 각각 이천(태양전파)/안양(전리층)/이천(지자기)/용인(지자기)/제주(지자기)에 들어오는 데이터를 그래프로 표시합니다.

아래와 같이 링크된 그래프를 클릭하면 팝업 창이 생성되며, 선택한 그래프를 자세히 볼 수 있습니다.



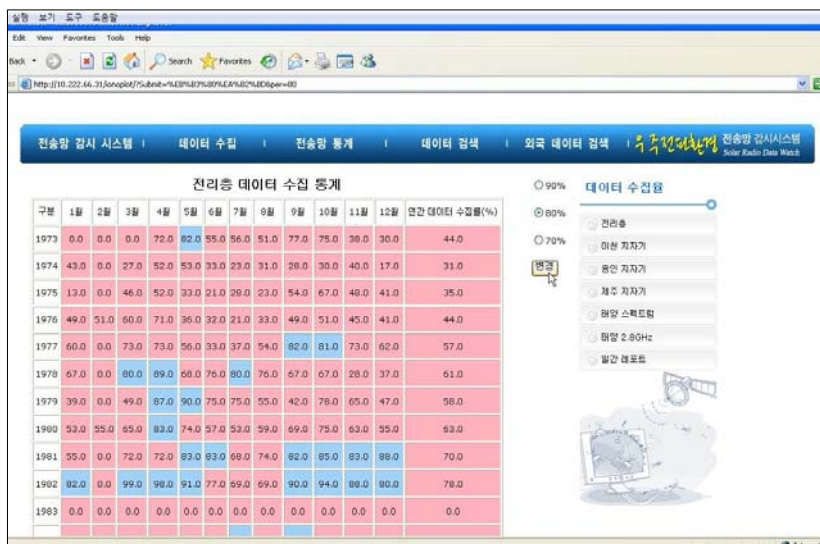
## 2. 데이터 수집

### (1) 데이터 수집

데이터 수집 부분은 각 데이터별 수집률을 백분율로 표시합니다.

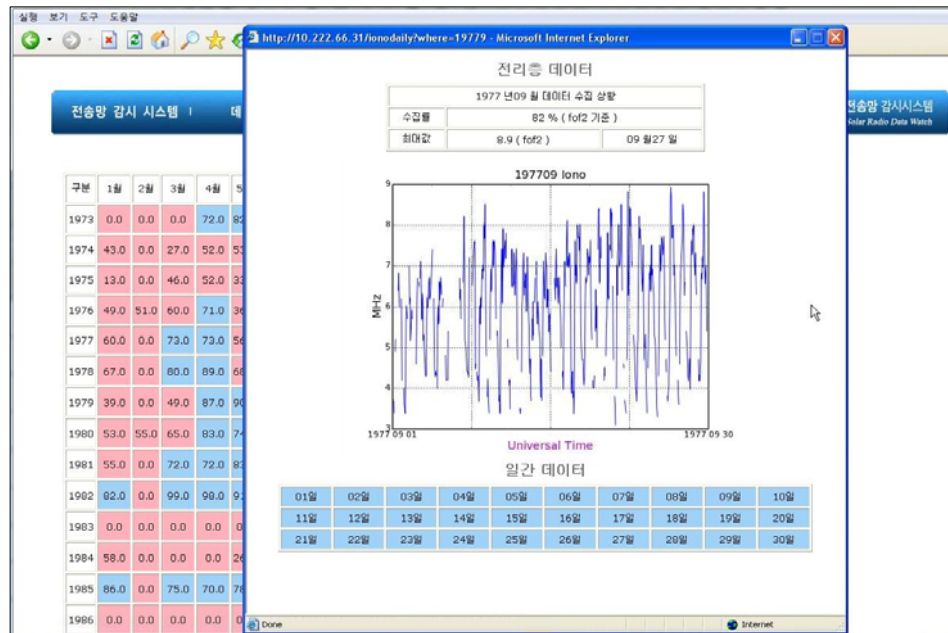


- 전리층, 이천/용인/제주 지자기, 태양 스펙트럼/2.8GHz 데이터 및 일간 레포트의 선택은 화면 오른쪽에서 선택할 수 있으며, 기준치 역시 70%/80%/90%로 설정할 수 있습니다.
- 각각의 설정에 대해 데이터 통계는 기준치 미만의 경우 붉은색, 기준치 이상은 푸른색으로 표시됩니다.



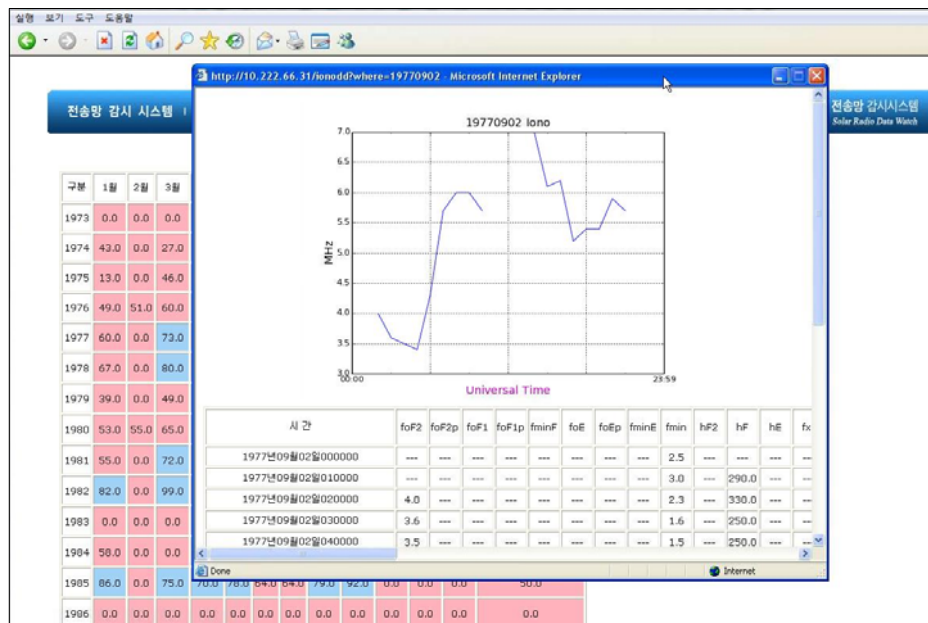
(전리층 데이터의 기준치를 80%로 변경한 경우의 화면입니다.)

- 각 연도별, 월별 항목 클릭 시 해당 년도 및 월의 세부 내역을 표출합니다.



- 일자별 항목은 데이터의 유무에 따라 푸른색 및 붉은 색으로 표시됩니다.

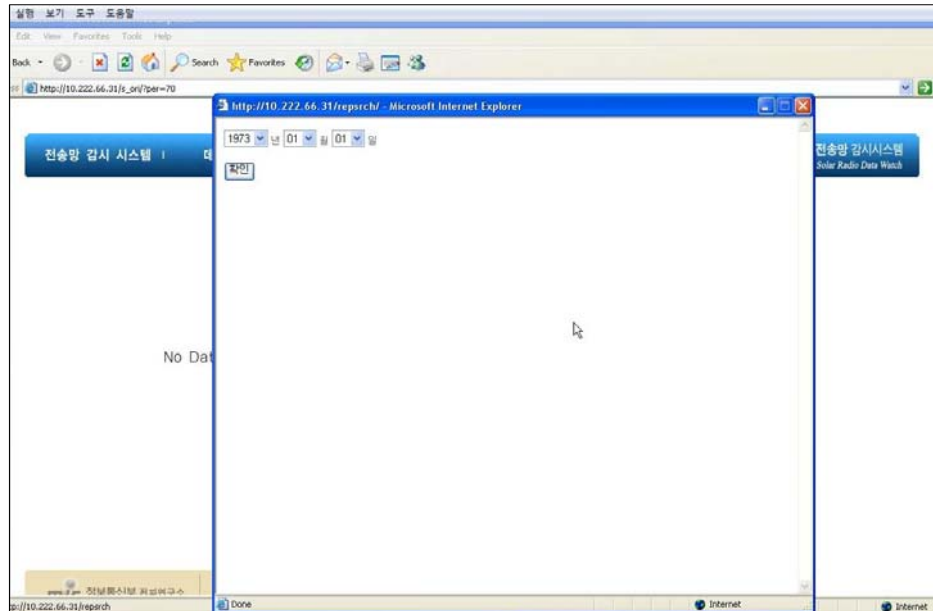
- 일자 항목 클릭 시 해당 일자의 그래프와 시간별 데이터를 표시합니다.





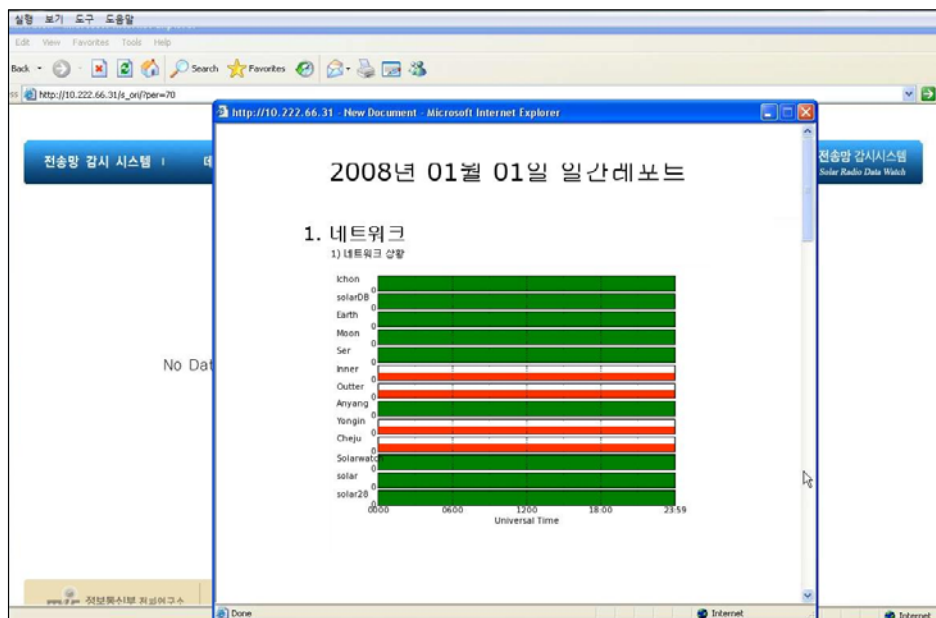
## (2) 일간 레포트

- 일간 레포트 클릭하여 년도, 월, 일자를 선택합니다.



- 확인 버튼을 누르면 해당 날짜의 레포트를 표시합니다.

네트워크 상태 및 각 데이터별 그래프를 표출합니다.





### 3. 전송망 통계 표시

- 각 장비별 최신 데이터 수신 유무를 백분율로 표시합니다.
- 기준치 미만은 붉은색으로 기준치 이상은 푸른색으로 표시되며 기준치는 60%/70%/80%로 변경이 가능합니다.

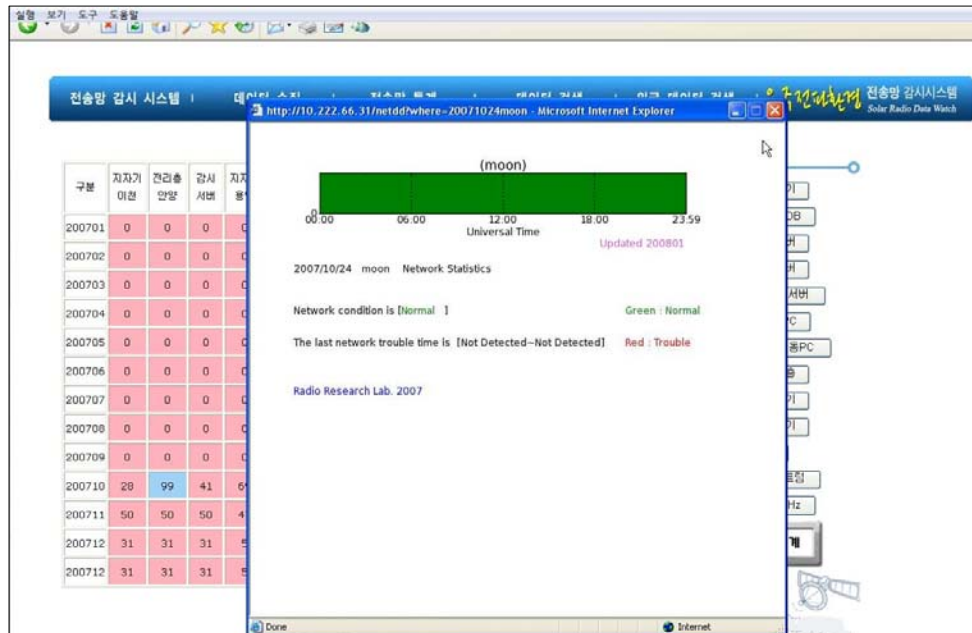


- 자세한 정보를 원할 경우 선택하여 클릭을 하면 각각의 데이터에 대하여 새로운 창으로 자세한 정보를 표시합니다.
- 일자별 항목은 네트워크 정상 가동률이 70% 이상인 경우 푸른색으로 표시됩니다.



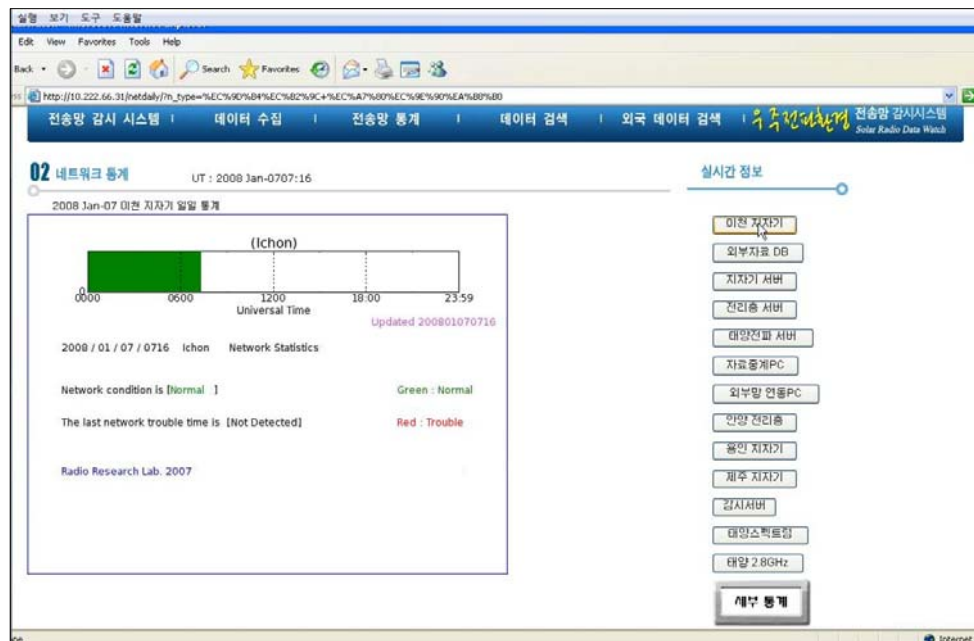
- 일자 클릭 시 해당 일의 네트워크 상황을 표시합니다.

초록색은 정상, 붉은색은 장애를 나타냅니다.

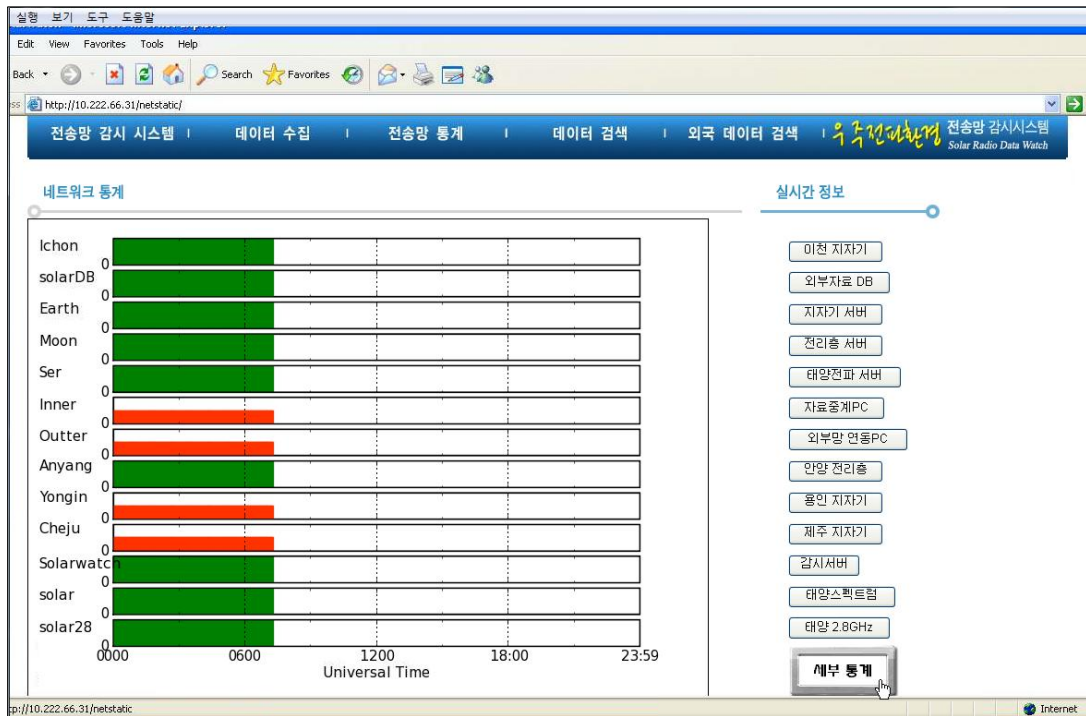


- 실시간 정보 클릭 시 각 장비별 현재의 네트워크 상황을 표시합니다.

초록색은 정상, 붉은색은 장애를 나타냅니다.



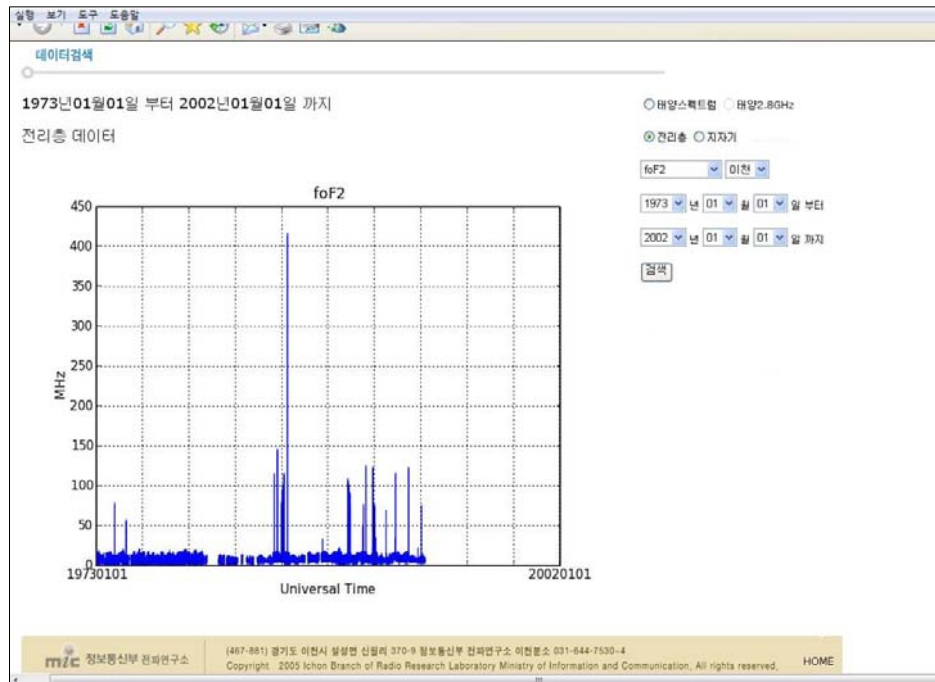
- 세부 통계는 현재 일자의 모든 장비별 네트워크 상황을 표시합니다.



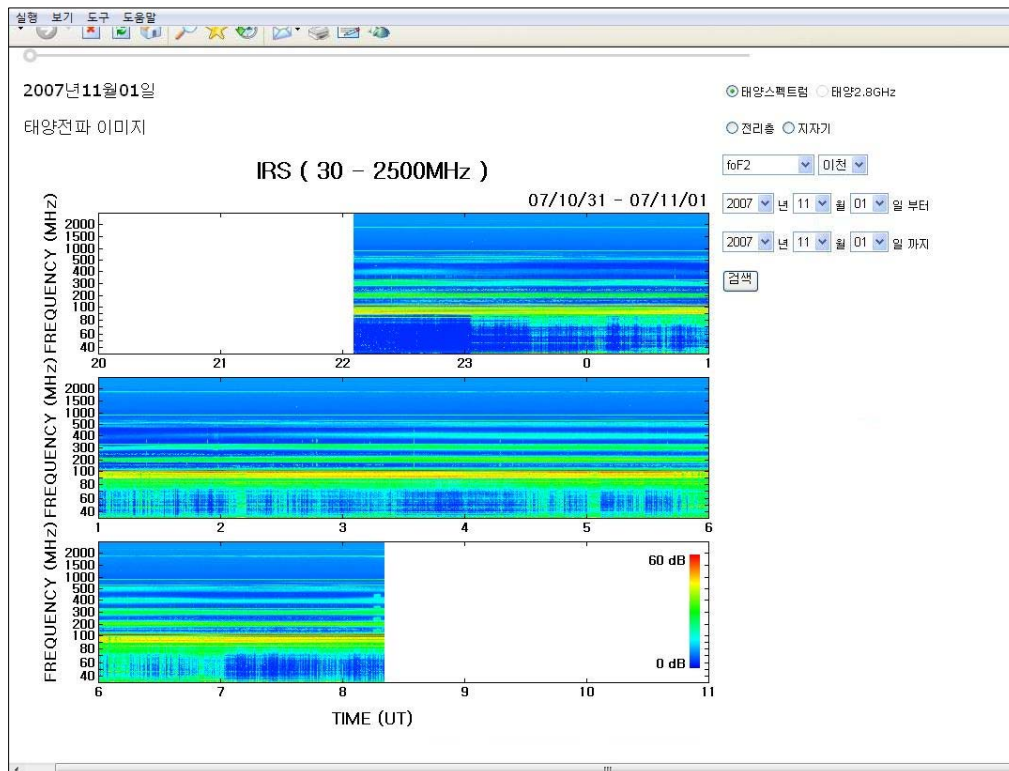
#### 4. 데이터 검색

- 다음은 데이터 검색의 초기 화면입니다.

- 데이터의 종류 및 기간을 선택한 후 검색을 누르면 해당 기간의 그래프를 표출합니다.



- 태양 스펙트럼은 하루 단위의 검색만 가능합니다.



## 5. 외국 데이터 검색

- SEC의 데이터를 기간별로 검색 가능하며 해당 데이터는 그래프로 표시됩니다. 다음은 외국 데이터 검색의 초기 화면입니다.

- 데이터 종류 및 기간을 선택한 후 검색을 누르면 해당 기간의 그래프를 표출합니다.

