
우주전파재난 걱정 없는 안전한 대한민국을 위한

우주전파재난 대응 가이드라인[안]

2012. 6월



국립전파연구원
우주전파센터

차 례

I. 추진배경	1
II. 태양흑점 폭발 현상	2
III. 주요 산업분야별 대응 가이드라인	6
① 위성 분야	7
② 항공 분야	16
③ 항법 분야	29
④ 전력 분야	37
⑤ 방송 분야	48
IV. 향후 추진계획	54

I

추진배경

□ 우주전파재난 대응 가이드라인의 필요성

- "우주전파재난"이란 지구 대기권 밖에 존재하는 전자파에너지의 변화로 발생하는 재난을 의미
 - 태양에서 **흑점**이 **폭발**할 경우 X선, 고에너지입자, 코로나물질 등이 우주공간으로 방출
 - 이러한 물질들이 지구에 도달할 경우 지구 주위 자기장·전리층을 교란시켜 방송통신, 항공, 항법 및 전력시설 등에 피해발생 가능
- 2013년부터 태양활동 극대기가 시작될 것으로 예측되면서 우주전파재난에 따른 피해발생 가능성이 높아지고 있으나,
 - 아직 우주전파재난에 대한 인식과 체계적인 대응이 미흡한 상황

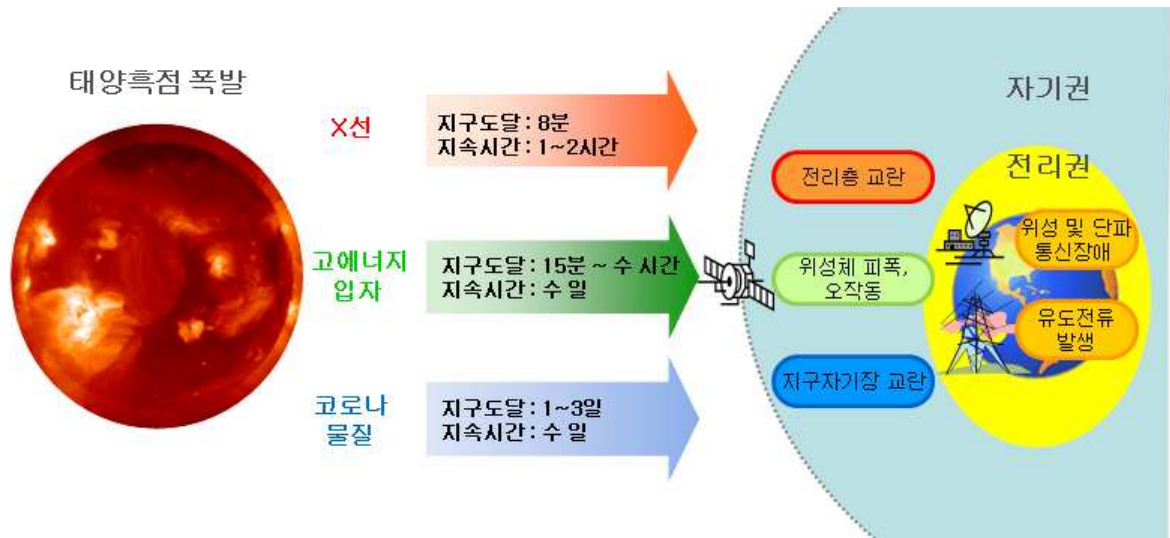
□ 우주전파재난 대응 가이드라인의 성격

- 우주전파재난 대응 가이드라인은 첫째, 흑점 폭발 등 태양활동이 각 산업분야에 미칠 수 있는 **영향을 이해**할 수 있도록 지원하고,
 - 둘째, 흑점 폭발 등에 따른 피해를 최소화할 수 있도록 관련 부처 또는 기업의 **대응방안 예시**를 제안
- 태양활동에 따른 영향과 관련 있는 부처·기업은 우주전파재난 대응 가이드라인을 활용하여 자체 위기관리 매뉴얼을 정비
 - 흑점 폭발에 따른 피해발생을 최소화할 수 있도록 사전 준비

◇ 우리나라 정부·기업이 우주전파재난에 따른 영향을 이해하고 피해발생을 최소화할 수 있도록 대응 가이드라인을 제공할 필요

Ⅱ 태양흑점 폭발 현상

□ 태양흑점 폭발 개요



- 태양에서 흑점이 폭발할 경우, X선·고에너지입자(양성자)·코로나물질(양성자·전자·헬륨 등)이 우주공간으로 방출됨
- 태양흑점 폭발 후 통상 X선은 8분, 고에너지입자는 수시간, 코로나 물질은 1~3일 후에 지구에 도달하여 전리층과 지구 자기장을 교란

□ 태양흑점 폭발에 따른 주요 피해

- (X선) 지구 낮 시간대 지역의 전리층을 교란시켜 단파통신 장애 및 위성-지상 간 통신장애로 GPS 신호 수신 오류 등 발생 가능
- (고에너지입자) 우주비행사 피폭, 위성의 태양전지판 훼손, 북극항로를 운항하는 항공기의 단파통신 장애 및 항공기 승객 피폭 가능
- (코로나물질) 전리층 교란을 통한 단파통신 장애, 지구 자기장 교란에 따른 유도전류로 인해 전력시설 파손 가능

< 국내외 주요 피해사례 >

국내	- '03.1월, 과학기술위성 1호 장애 발생 - '11.2월, 단파통신 일시 두절, 위성방송 수신불량 - '11.9월, 단파통신이 약 하루 동안 불안정 ※ 경보 3단계 이상 시 항공사는 북극항로 회피 운항 (북극항로 우회 시 북미→한국 노선의 경우 약 1시간 지연 도착)
외국	- '89.3월, 전 세계적으로 단파통신 장애, 캐나다 퀘벡주의 전력 손실 - '05.8월, 유럽통신위성 Eutelsat W1위성 자세 불안정 후 교신 두절 - '06.4월, 일본의 MTSAT 1R위성 10시간 동안 교신 두절 - '10.4월, 미국의 Galaxy15위성 약 8개월 동안 교신 두절 - '11.2월, 말레이시아 Measat위성 수신불량

□ 태양흑점 폭발 관련 경보 발령 절차

- 태양에서 흑점이 폭발할 경우, 미국 위성 및 세계 여러 곳에 배치된 관측장비의 측정 데이터 값을 기준으로 자동으로 경보 발령

※ 우리나라는 전파법에 따라 방송통신위원회 소속 국립전파연구원 우주전파센터에서 태양흑점 폭발 관련 예보 및 경보 서비스 제공(홈페이지 : www.spaceweather.go.kr)

- X선의 세기, 고에너지입자의 양(개수), 지구 자기장 교란 정도 등 국제 기준에 따라 최대 5단계로 구분(일반[1], 관심[2], 주의[3], 경계[4], 심각[5])

□ 태양흑점 폭발 관련 경보 상황 발생 통계

- 태양활동은 약 11년 주기로 극대기와 극소기를 반복
- 2013년부터 시작되는 태양활동 극대기가 다가오면서 태양흑점 폭발에 따른 경보 발생 상황이 증가 추세

< 3단계 이상 경보 발생 상황 >

2010년	2011년	2012년(6월 기준)
3단계 2회	3단계 10회 4단계 2회	3단계 7회 (1.23, 1.28, 3.5, 3.7[3회], 3.9)

참고1

우주전파센터 현황

□ 센터 개요

- 위치 : 제주시 한림읍
귀덕로 198-6
- 토지 : 58,711m²(17,800평),
건물 : 3,810m²(1,155평)

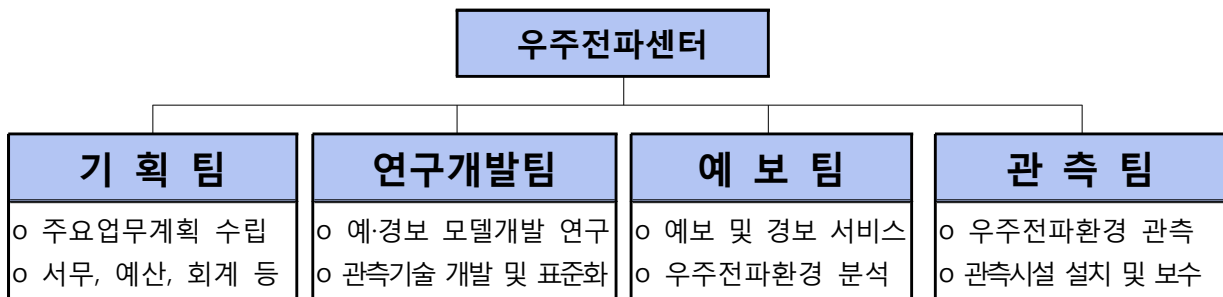


□ 주요 연혁

- 2010.12.29 : 우주전파센터 건물 준공(지상3층, 지하1층)
- 2011. 8.19 : 방통위 직제 개정으로 우주전파센터 설치
- 2011.11.16 : 우주전파센터 개소식 개최

□ 조직 구성

- 4개 팀 15명으로 구성(일반직 8명, 연구직 6명, 기능직 1명)



□ 주요 기능 (직제)

- 우주전파의 관측·예보·경보 및 장비 개발에 관한 기본계획의 수립
- 지자기·전리층·태양흑점의 관측, 관측 결과의 분석 및 예보·경보와 예보·경보 모델의 개발에 관한 사항
- 우주전파 수신기술의 연구 및 수신 자료의 분석
- 우주전파 관측 자료의 수신·처리·보존, 국내외 분배·교환 및 표준화에 관한 사항
- 우주전파 전문 인력의 양성 및 홍보에 관한 사항

참고2

태양흑점 폭발 관련 경보발령 기준

종류	등급	주요 예상피해	피해지역	지속시간	기준값
태양 복사 (R)	1 (일반)	o HF 신호감쇄 o GPS 신호감쇄	태양남중 지역	~ 수분	10-5 (M1)이상
	2 (관심)	o HF 신호감쇄 o GPS 신호감쇄	낮지역 일부	~ 수십분	5×10-5 (M5)이상
	3 (주의)	o HF 통신장애 o GPS 위치오차 발생	낮지역	~ 1시간	10-4 (X1)이상
	4 (경계)	o HF 통신장애 o GPS 위치오차 증가	"	1~ 2시간	10-3 (X10)이상
	5 (심각)	o HF 통신두절 o GPS 위치오차 증가	일부야간지역 포함	~ 수시간	2×10-3 (X20)이상
태양 입자 (S)	1 (일반)	o HF 통신장애	극지방	~ 1일	10 이상
	2 (관심)	o HF, GPS 통신장애	"	~수일	10 ² 이상
	3 (주의)	o HF, GPS 통신장애 o 극항로 항공기 방사능노출 o 위성체 오동작	극지방, 북극항로, 위성궤도	"	10 ³ 이상
	4 (경계)	o HF, GPS 통신두절 o 위성 태양전지판 피해	"	"	10 ⁴ 이상
	5 (심각)	o HF, GPS 통신두절 o 인공위성 직접훼손	"	"	10 ⁵ 이상
지구 자기장 (G)	1 (일반)	o HF 통신장애	고위도	~ 수시간	5
	2 (관심)	o HF, GPS 통신장애 o 위성 궤도오차 증가	고위도, 위성궤도	~1일	6
	3 (주의)	o HF, GPS 통신장애 o 위성 위치추적 장애	중위도이상 위성궤도	~ 2-3일	7
	4 (경계)	o HF, GPS 통신장애 o 위성 통신 위치추적 장애	전자역, 위성궤도	"	8
	5 (심각)	o HF, GPS 통신장애 o 위성 통신 위치추적 장애 o 전력망 유도전류 가능	"	~ 수일	9

- 주) 1. 태양복사(X선) : X선(파장 1~8 Å) 전력선밀도에 따라 분류 (단위: w/m²)
 2. 태양입자(양성자) : 10MeV 이상 고에너지 입자에 따라 분류 (단위: 개/cm²-s-sr)
 3. 지자기(Kp지수) : 지구 자기장 활동에 따라 분류 (단위: 없음)

Ⅲ

주요 산업분야별 대응 가이드라인

구분	주요 수요기관	발생가능 피해	관련부처
① 위 성	항공우주연구원 KT SK텔링크	위성통신 장애 위성궤도 영향 위성 오작동 태양전지판 훼손	방송통신위원회 교육과학기술부 기상청
② 항 공	대한항공 아시아나항공 한국공항공사 인천국제공항공사	단파통신 장애 위성통신 장애 방사능 노출	국토해양부
③ 항 법	위성항법중앙사무소 GPS 이용기관	GPS 신호수신 장애 GPS 위치오차 증가 위치 보정정보 정확도 저하	국토해양부
④ 전 력	한국전력공사 발전소	전력시설 노후화 변압기 파손	지식경제부
⑤ 방 송	KBS SkyLife 위성DMB	단파방송 장애 위성방송 장애	방송통신위원회

1

위성분야 대응 가이드라인

1. 위성분야 주요현황

□ 위성 종류

- (정지궤도 위성) 지상 36,000Km 상공에서 지구의 자전속도와 같은 속도로 지구를 돌고 있어 항상 일정한 위치에 정지해 있는 것처럼 보이는 위성으로, 주로 방송·통신·기상관측 등으로 사용
- (저궤도 위성) 지상 500~1,500Km 상공에서 빠른 속도로 이동하며 약 100분마다 지구를 한 바퀴 회전하는 위성으로, 주로 지구 자원 탐사, 기상·해양관측, 군사목적 등으로 사용

□ 우리나라 위성

- 현재 운용중인 위성은 총 8기로, 아리랑위성 2·3호, 천리안위성, 무궁화위성 2·3·5호, 한별위성, 올레 1호 위성 등임

구분		위성(발사일)	운용	관계부처
저궤도 위성	다목적	아리랑위성 2호('06.7) 아리랑위성 3호('12.5)	항공우주연구원 항공우주연구원	교과부
	다목적	천리안('10.6)	항공우주연구원 (ETRI, 해양연, 기상청)	교과부 방통위 기상청
정지궤도 위성	방송 통신	무궁화위성 2호('96.1) 무궁화위성 3호('99.9) 한별위성('04.3) 무궁화위성 5호('06.8) 올레 1호('10.12)	KT KT SK텔링크 KT·군 KT	방통위 국방부

- '12.하반기에 아리랑위성 5호, 나로과학위성, 과학기술위성 3호 등 3기의 저궤도위성 추가 발사 예정

2. 위성분야 주요 예상피해

□ 태양 복사(R) 영향

- (위성통신) 태양 X선의 영향으로 전리층 전자밀도가 교란되어 전리층을 통과하는 위성 기반 방송통신 서비스에 잡음·두절 발생 가능
- (위성궤도) 태양 X선이 지구 고층대기를 가열·팽창시켜 저궤도 위성의 대기마찰 변화로 위성 궤도에 영향(끌림현상)

□ 태양 고에너지입자(S) 영향

- (태양전지판) 고에너지입자가 태양전지판(solar cell)에 충돌하면서 전기 생산성을 저하시켜 위성 수명 단축에 영향을 미침
- (위성통신) 지구 자기장을 따라 극지역으로 유입된 고에너지입자가 극지역 상공의 전리층을 교란시켜 위성통신 장애 발생 가능
 - 또한, 고에너지입자가 위성의 송수신 안테나 특성을 변화시켜 위성파 지구국 간 통신 장애 유발 가능
- (위성운용) 고에너지입자가 위성 내부의 메모리 소자를 통과하면서 데이터 일부를 변경시켜(1→0 또는 0→1) 위성 오작동 피해 유발
 - ※ 美록히드마틴은 50MeV 이상 양성자가 단위체적당(pfu) 100개 이상일 때 위성발사 연기
 - ※ 최근 위성은 메모리 소자 데이터 변경 오류(SEU : single event upset)를 1분 이내에 자체적으로 감지하여 자동 복구하는 기능을 탑재하는 추세
- (위성자세) 고에너지입자가 위성의 자세제어 장치(star tracker) 기능에 장애를 일으켜 자세 오류 및 궤도 이탈 초래 가능

□ 지구자기장 교란(G) 영향

- (위성체손상) +/-로 대전되어 있던 위성 표면과 탑재체에 갑자기 수천 볼트의 정전기가 방전되어(ESD : electrostatic discharge) 위성체 손상 가능

- 최근 위성체 표면하전 현상을 견딜 수 있는 위성 구조 디자인 기술 개발이 논의 중

※ 캐나다 Anik E-1 & E-2 ('94) : ESD 영향으로 수일동안 통신 장애 발생

※ 미국 Galaxy 15('10) : ESD 영향으로 전자기기 문제가 발생하여 8개월 표류 후 회복

- (위성궤도) 지구 자기장교란으로 인한 방사선대 영역의 전자 및 양성자 밀도 증가로 마찰에 의한 저궤도 위성 속도감소, 궤도이탈 및 위성수명 단축 초래 가능

- (위성운용) 고압의 태양풍이 지구 자기장을 정지궤도(지상 36,000km) 안으로 밀어내면 정지궤도 위성은 자기장의 보호를 받지 못함

- 이 경우 태양풍 영향에 직접 노출되어 위성운용 장애 가능성 높아짐

3. 위성분야 우주전파환경 예보상황 대응방안

□ 태양 복사(R) 예보상황

- (R1~2단계 예보) 태양 복사 상황에 대비하기 위해 우주전파센터 예·경보 상황에 대한 주기적 모니터링
- (R3단계 이상 예보) 태양 복사 상황 발생에 대비하여 비상연락체계 점검, 시설 및 위성 서비스 수요기관 대응방안 점검
 - 위성통신 성능 변동사항 점검
 - 위성통신 서비스 두절 복구체계 점검
 - 위성 서비스 수요기관 장애 발생 전파체계 점검
 - 상황 대책반 및 유지보수팀 운영 절차 점검

□ 태양 고에너지 입자(S) 예보상황

- (S1~2단계 예보) 고에너지입자 발생에 대비하여 주기적 모니터링
- (S3단계 이상 예보) 고에너지입자 경보상황 발생에 대비하여 비상 연락체계 점검, 시설 및 위성 서비스 수요기관 대응방안 점검
 - 고에너지입자 예보 등급 및 예상 발생시간·지속기간 확인
 - 위성통신, 궤도, 성능, 태양전지판 출력 등 변동사항 지속적 감시
 - 위성 운용에 중요하고 상대적으로 우주환경에 취약한 자세 제어기(thrusters), 전파 송수신 안테나(focal-plane arrays) 등 안전모드 전환 고려

- SEE(single event effect)의 발생 가능성을 파악하기 위해 우주전파센터에서 제공하는 10MeV, 50MeV, 100MeV 이상의 고에너지를 갖는 양성자 관측자료 주시
- SEE 발생에 대비하여 위성 오동작 자동 감지 및 복구기능 점검
- 위성발사 일정 조정여부 검토
- 내부하전(internal charging)의 규모를 가늠하기 위해 우주전파센터에서 제공하는 0.8MeV 및 2MeV 이상의 전자 관측자료 주시
- 위성 서비스 수요기관에 장애 발생을 안내하는 전달체계 점검
- 상황 대책반 및 유지 보수팀 운영 절차 점검

□ 지구자기장 교란(G) 예보상황

- (G1~2단계 예보) 지자기 교란 상황에 대비하기 위하여 우주전파센터 예·경보 상황에 대한 주기적 모니터링
- (G3단계 이상 예보) 지구자기장 교란에 대비 비상연락체계 점검, 시설 및 위성 서비스 수요기관 대응방안 점검
 - 지구자기장 교란 예보 등급 및 예상 발생시간·지속기간 확인
 - 위성 궤도보정, 태양전지판 방향 설정 등 필요시 사전 조치
 - 위성체 표면하전(surface charging) 규모를 가늠하기 위해 정지궤도 전자 현황, 지구자기장 교란지수(Kp), 태양풍 관측자료 주시
 - 위성 서비스 수요기관에 장애 발생을 안내하는 전달체계 점검
 - 상황 대책반 및 유지 보수팀 운영 절차 점검

4. 위성분야 우주전파환경 경보상황 대응방안

□ 태양 복사(R) 경보상황

- (R1~2단계 경보) 태양 복사 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 우주전파센터에서 제공하는 우주전파환경 정보를 긴밀히 모니터링
 - 위성 서비스 수요기관에 장애발생 가능성 전파 준비
- (R3단계 이상 경보) 태양 복사 발생에 따른 비상근무 및 대응절차 수행, 고에너지입자 및 지구자기장 교란 등 후속 영향 파악
 - 유지보수팀에 장애 발생 가능성 통보 및 비상대기
 - 피해발생 시 상황대책반 및 유지보수팀 가동
 - 피해발생 시 위성 서비스 수요기관에 장애발생 전파
 - 피해상황 확인 및 피해 복구 내부절차 가동
 - 피해 진행상황 전파 및 조치결과 상급기관 보고체계 가동

□ 태양 고에너지입자(S) 경보상황

- (S1~2단계 경보) 고에너지입자 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 위성 장치별 운용제한 방안 검토
 - 위성통신, 태양전지판, 위성궤도 등 변동사항 지속적 감시
 - 피해상황 대책반 운영 준비

- 위성 서비스 수요기관 장애발생 가능성 전파 준비
- 유지보수팀 장애 발생 가능성 통보 및 비상대기
- (S3단계 이상 경보) 고에너지입자 경보발령에 따른 대응절차 수행, 지구자기장 교란 등 후속 영향 파악
 - 우주전파센터를 통해 고에너지입자 영향 예상 종료시간 확인
 - 내부절차에 따른 위성 운용제한 시행 검토
 - 위성통신 : 운용 제한 또는 서비스 취약기기 안전모드 전환
 - 위성궤도 : 궤도오차 모니터링 및 위치 복원
 - 위성성능 : 주요 예비장비 전원 차단
 - 태양전지판 : 태양전지판 운용각도 조정
 - 위성발사에 미치는 영향 분석 및 필요시 일정 조정 추진
 - 피해 상황대책반 및 유지보수팀 가동
 - 피해발생 시 위성 서비스 수요기관에 장애발생 전파
 - 피해상황 확인 및 피해 복구 내부절차 가동
 - 피해 진행상황 전파 및 조치결과 상급기관 보고체계 가동

□ 지구자기장 교란(G) 경보상황

- (G1~2단계 경보) 지구자기장 교란 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 위성 장치별 운용제한 방안 사전 검토
 - 위성성능, 위성궤도 및 위성자세 등 변동사항 지속적 감시

- 피해 상황대책반 운영 준비
- 위성 서비스 수요기관 장애발생 가능성 전파 준비
- (G3단계 이상 경보) 지구자기장 교란 발생에 따른 비상 대응절차 수행
 - 유지보수팀 장애 발생 가능성 통보 및 비상대기
 - 우주전파센터를 통해 지구자기장 교란 영향 예상 종료시간 확인
 - 정지궤도와 저궤도 위성에 영향을 미치는 고에너지 입자(전자 : 0.8MeV 이상, 양성자 : 10MeV 이상)에 대한 정보를 지속적으로 파악
 - 내부절차에 따른 위성 운용제한 시행 검토
 - 위성궤도 : 궤도오차 모니터링 및 위치 복원
 - 위성성능 : 주요 예비장비 전원 차단
 - 피해발생 시 상황대책반 및 유지보수팀 가동
 - 피해발생 시 위성 서비스 수요기관에 장애발생 전파
 - 피해상황 확인 및 피해 복구 내부절차 가동
 - 피해 진행상황 전파 및 조치결과 상급기관 보고체계 가동

[참고]

위성분야 피해사례

발생일	장애대상	피 해 내 용
'89년 3월	일본 방송통신위성	o 동계 올림픽 중계 시 통신 장애로 시청 불가
'94년 1월	캐나다 방송통신위성 (Anik)	o 예정수명 10년이었으나 1년 운용(약 4억달러 손실유발)
'94년 1월	일본 방송통신위성 (BS-3a)	o 동계올림픽 기간 중 일본통신위성 Single Event Upset 현상으로 방송장애 발생 (일본의 우주전파환경 예보 활성화 계기)
'97년 1월	미국 방송통신위성 (Telstar 401)	o 미국 AT&T사 통신, 방송위성 Telstar 401호의 기능 상실 (예정수명 12년이었으나 3년운용, 약2억달러 손실유발) ※ 태양흑점 극소기에 발생한 최대 사건
'00년 7월	일본 방송통신위성 한국 방송통신위성	o Akebono 위성의 전자 장비 고장 o 무궁화 3호 64시간 동안 적외선 센서 잡음발생 o 무궁화 1호 자세 조정
'00년 9월	미국 방송통신위성	o Galaxy VIII 위성수명 10년 단축
'03년 1월	한국 과학위성 (과학기술위성 1호)	o 국내 인공위성 다목적실용위성1호, 과학기술 위성1호의 안전모드 전환 및 모든 탑재체 운용 중지
'03년 10월	일본 방송통신위성 미국 탐사위성 한국 방송통신위성 한국 과학위성	o 일본 인공위성 미도리 2호와 교신 두절 o 미국 화성탐사위성 일부장비 손상 o 무궁화 위성 태양전지판 성능감소 o 아리랑 1호 위성 고도 감쇠율 6배 이상 증가
'05년 01월	미국 과학위성	o GP-B 과학위성 별 추적 장비 작동 일시정지
'05년 08월	유럽 방송통신위성	o Eutelsat W1 위성 자세 불안정 후 10시간 교신 두절
'05년 09월	일본 방송통신위성 한국 방송통신위성	o MTSAT 1R위성 6시간 동안 교신 두절 o 무궁화 2호 위성자세 불안정으로 90분간 교신 두절
'06년 04월	일본 방송통신위성	o MTSAT 1R위성 10시간 동안 교신 두절
'06년 04월	카자흐스탄 방송위성	o KazSat 위성 7시간 동안 교신 두절
'08년 09월	한국 방송통신위성	o 무궁화 5호 위성의 통신 서비스 중단 o 무궁화 3호 위성의 SEU 이상발생
'10년 04월	미국 방송통신위성 (Galaxy 15)	o 약 9개월간 통제불능, 주변 위성파 전파혼신 및 충돌 위험 초래
'11년 09월	미국 GPS통신	o 미국의 GPS 위치정보 보정서비스(WAAS) 장애 ※ WAAS : Wide Area Augmentation System
'12년 03월	미국 방송통신위성 (Sky Terra 1)	o 고에너지입자와 CME에 의해 3주간 위성 운용 장애 발생

1. 항공분야 주요현황

□ 관련 기관

- 국토해양부 및 지방항공청을 중심으로 산하기관인 공항공사와 민간 기업인 국내 항공사 등으로 구성
 - 공항공사는 김포공항을 비롯한 14개 공항을 관리하는 한국공항공사와 인천공항을 관리하는 인천국제공항공사로 구분
 - 항공사는 대한항공·아시아나항공 및 저가항공사인 진에어, 에어부산, 제주항공, 이스타항공, 티웨이항공으로 구분

□ 주요 시설

- (항공이동통신시설) 항공기는 국내공역의 경우 VHF통신을 통해 운항 중 1곳 이상의 관제국과 통신을 유지하며, 원거리의 경우에는 HF통신 또는 항공용 위성통신을 사용
 - 북극항로 운항중에는 정지궤도 기반의 위성통신을 사용할 수 없어 (극지역은 위성통신 사각지대) 태양활동에 취약한 HF통신에 의존
- (항행안전무선시설) 무선 전파를 이용하여 항공기의 항행을 돕기 위한 시설로 항공기의 활주로 진입 등을 지원
 - 항공기에 활주로 중심선·착륙각도(3도) 정보를 제공하는 계기착륙 시설, 항공기 운항 방향을 안내하는 전방향 표지시설, 항공기와 활주로 간 거리정보를 제공하는 거리측정시설 등으로 구성

- (항행항법장치) 항공기는 정확한 항로 운항을 위해 관성항법 및 무선항법 시스템을 주 항법장치로, GPS를 보조 항법장치로 사용
 - 관성항법 시스템(INS : inertial navigation system)은 항공기의 각속도 · 가속도를 지속적으로 측정하여 출발점으로부터의 상대적인 현재 위치를 계산하는 방식으로, 태양활동의 영향을 거의 받지 않음
 - 반면, 인근 무선국의 전파를 수신하여 위치를 파악하는 무선항법 시스템, 위성신호를 수신하는 GPS 방식 등은 태양활동의 영향 가능

2. 항공분야 주요 예상피해

□ 태양 복사(R) 영향

- (HF통신) 태양 X선의 영향으로 전리층 내부의 전자밀도가 교란되어 전리층 반사를 이용하는 HF통신 신호감쇄 및 통신두절 초래
- (위성통신) 태양 X선의 영향으로 전리층 전자밀도가 교란되어 전리층을 통과하는 위성통신 서비스에 잡음·두절 발생 가능
- (무선항법) 전리층 교란 및 태양전파 노이즈 영향으로 항공기와 지상 간 통신 장애에 따른 위치오차 발생 가능
- (항공항행) 전리층 교란 및 태양전파 노이즈 영향으로 GPS 위성신호 수신 장애에 따른 위치오차 발생 가능

□ 태양 고에너지입자(S) 영향

- (HF통신) 고에너지입자가 지구 자기장을 따라 극지역으로 유입될 경우 전리층 교란을 유발시켜 북극항로 항공기의 HF 통신장애 발생
 - ※ 항공사들은 연료절감을 위해 북극항로를 이용하나, 태양활동이 활발한 경우 북극 상공 HF통신 장애, 방사능 노출 증가 등을 우려하여 북극항로를 우회하여 운항
 - ※ 북미→한국 노선의 경우 약 1~2시간 비행시간이 늘어나며 수백~수천만원 연료비 증가
- (방사능 노출) 고에너지입자가 지구 자기장을 따라 극지역으로 유입될 경우 북극항로 항공기 승객 및 승무원의 방사능 노출량 증가
 - ※ 일반적으로 10km 고도비행을 10시간 운항 시 약 0.04mSv의 방사능에 노출 (EU는 승무원의 연간 방사능 노출량을 6mSv로 제한하여 150회 이상 비행 금지)

< 우주방사선 안전관리기준(안) >

- 국토부는 비행중 우주방사선 노출 관련 안전관리기준(안)을 마련하고(2009) 「생활주변 방사선 안전관리법」에 따라 2012.하반기부터 시행 예정
- 국토부의 우주방사선 안전관리기준(안) 주요내용
 - 항공운송사업자는 승무원의 연간 방사선 노출량이 **6mSv** 넘지 않도록 관리하여야 함
 - 항공운송사업자는 항공노선별 승무원이 우주방사선에 피폭되는 양 등을 조사 분석하여야 함
 - 노선별 비행계획을 토대로 위도, 경도, 비행시간, 비행고도 등에 대한 자료를 입력 우주방사선량을 측정
 - 항공운송사업자는 승무원이 자신의 방사선 노출량에 대한 자료를 열람 하길 원할 경우 이를 허용하여야 함
 - 여승무원이 임신하였을 경우 즉시 지상근무 또는 국내선 운항 항공기에 탑승될 수 있도록 안전조치해야 함
 - 승무원에 대한 방사선 기록 관리를 의무적으로 보관
 - 승객에 대하여 항공사 홈페이지 등을 통해 비행중 예상되는 우주방사선 노출량 사전 고지, 안전문구 등재 등
 - 항공사의 우주방사선 운영 실태에 대한 관리 감독 실시책임 명시
- 국제기구 및 외국의 승무원 우주방사선 관리기준
 - 국제방사선방호학회(ICRP) 권고기준 : 6mSv
 - 영국 · 스위스 · 캐나다 · 덴마크 · 아일랜드 등 : 6mSv
 - 독일 20mSv, 일본 5mSv 등
- 참고로, 일상생활 중 자연 방사선 노출량은 연간 평균 2.4mSv이며, 흉부 방사선촬영(X-ray) 1회시 노출량은 0.3~1mSv 수준임

[참고] 생활주변 방사선 안전관리법 [시행 2012.7.26] [법률 제10908호, 2011.7.25, 제정]

제18조(우주방사선의 안전관리 등) ① 대통령령으로 정하는 항공운송사업자(이하 "항공운송사업자"라 한다)는 우주방사선에 피폭할 우려가 있는 운항승무원 및 객실승무원의 건강 보호와 안전을 위하여 노력하여야 한다.

② 제1항의 운항승무원 및 객실승무원(이하 "승무원"이라 한다)의 범위는 비행노선, 비행고도 및 운항횟수 등을 고려하여 대통령령으로 정한다.

③ 항공운송사업자는 다음 각 호의 사항을 조사·분석하여야 한다.

1. 항공노선별로 승무원이 우주방사선에 피폭하는 양

2. 승무원이 연간 우주방사선에 피폭하는 양

④ 항공운송사업자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 제3항 각 호의 사항에 대한 조사·분석 결과를 반영하여 승무원의 건강 보호 및 안전을 위한 조치를 하여야 한다.

⑤ 항공운송사업자를 감독하는 중앙행정기관의 장은 제3항 각 호의 사항에 대한 조사·분석 및 제4항의 안전조치를 이행하기 위한 절차, 방법 등 우주방사선의 안전관리를 위하여 필요한 세부사항을 정하여 고시한다. 이 경우 원자력안전위원회와 미리 협의하여야 한다.

○ (항공기 성능) 고에너지입자가 항공기 내 전자장비 내부 소자를 통과하면서 메모리 소자 등의 데이터가 변경될 경우 전자기기에 피해 유발

□ 지구자기장 교란(GI) 영향

○ (HF통신) 지구자기장 교란으로 인한 전리층 변화로 HF통신 노이즈 증가 등 장애 발생 가능

○ (위성통신) 지구자기장 교란으로 인한 전리층 변화로 위성과 지상의 무선국 간 위성통신 장애 발생 가능

○ (항공항행) 전리층 내부의 전자밀도를 교란시켜 GPS를 이용한 항법 시스템 및 위치보정 시스템의 오차 증가 가능

※ GPS 위치보정 시스템 : GPS 위치오차 보정을 위한 장비로, SBAS(satellite based augmentation system) 및 GBAS(ground based augmentation system) 등이 있음

3. 항공분야 우주전파환경 예보상황 대응방안

□ 태양 복사(R) 예보상황

- (R1~2단계 예보) 태양 복사 상황에 대비하기 위하여 주기적 모니터링
- (R3단계 이상 예보) 태양 복사 상황발생에 대비 비상연락체계 점검, 시설 점검 및 극 항로 운항여부 검토
 - 통신두절에 대비 단파통신 및 위성통신 정상동작 여부 확인
 - 항공기 기장에게 자동 항법시스템 및 보정시스템 장애 가능성 통지
 - 무선 전파를 이용해 항공기의 안전운항을 지원하는 항행안전시설 정상운영 등 점검
 - 관련 기관별 통신장애 발생 전달체계 점검
 - 상황 대책반 및 유지보수팀 운영 절차 점검

□ 태양 고에너지 입자(S) 예보상황

- (S1~2단계 예보) 고에너지입자 발생에 대하여 주기적 모니터링
- (S3단계 이상 예보) 고에너지입자 경보상황 발생에 대비 비상연락 체계 점검, 시설 점검 및 극 항로 운항여부 검토
 - 우주전파센터를 통해 고에너지입자 예보 등급 및 예상 발생시간 · 지속시간 확인
 - 통신두절에 대비 단파통신 및 위성통신 정상동작 여부 확인
 - 항공기 전자장비 이상 발생 시 대응절차 점검
 - 항공기 기장에게 자동 항법시스템 및 보정시스템 장애 가능성을 통지하고 장애발생 시 관성항법 장치 등을 이용하도록 지시

- 위성항법 및 무선항법 위치 오차 변화 지속적 감시
- 극 항로 항공기 운항여부 판단 및 극 항로 진입 전 항공기에 대한 항로변경 지시 검토
- 극 항로 운항 항공기 승무원의 방사능 피폭량 점검
- 상황 대책반 및 유지 보수팀 운영 절차 점검

□ 지구자기장 교란(G) 예보상황

- (G1~2단계 예보) 지구자기장 교란에 대비하기 위해 주기적 모니터링
- (G3단계 이상 예보) 지구자기장 교란에 대비 비상연락체계 점검, 시설 점검 및 극 항로 운항여부 검토
 - 우주전파센터를 통해 지구자기장 교란 예보 등급 및 예상 발생시간 · 지속시간 확인
 - 통신두절에 대비 단파통신 및 위성통신 정상동작 여부 확인
 - 항공기 기장에게 자동 항법시스템 및 보정시스템 장애 가능성을 통지하고 장애발생시 관성항법 장치 등을 이용하도록 지시
 - 극 항로 항공기 운항여부 판단 및 극 항로 진입 전 항공기에 대한 항로변경 지시 검토
 - 위성항법 및 무선항법 위치 오차 변화 지속적 감시
 - 무선 전파를 이용해 항공기의 안전운항을 지원하는 항행안전시설 정상운영 등 점검
 - 관련 기관별 통신장애 발생 전달체계 점검
 - 상황 대책반 및 유지보수팀 운영 절차 점검

4. 항공분야 우주전파재난 경보상황 대응방안

□ 태양 복사(R) 경보상황

- (R1~2단계 경보) 태양 복사 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 태양 복사 3단계 이상 발생 가능성 모니터링
 - 우주전파센터를 통해 고에너지입자 및 지구자기장 교란 가능 확인
 - 통신두절에 대비 단파통신 및 위성통신 정상동작 여부 확인
 - 항공기 기장에게 자동 항법시스템 및 보정시스템 장애 가능성 통지
 - 무선 전파를 이용해 항공기의 안전운항을 지원하는 항행안전시설 정상운영 여부 등 지속적 점검
 - 상황 대책반 및 유지보수팀 운영 절차 점검
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 대비 보고체계 점검
- (R3단계 이상 경보) 태양 복사 발생에 따른 비상근무, 극 항로 우회 등 대응절차 수행
 - 우주전파센터를 통해 태양 복사 3단계 이상 재발 가능성 확인 등을 통한 극 항로 우회노선 선정 등 운항 스케줄 판단
 - 고에너지입자와 지구자기장 교란 등 후속 영향 파악
 - 피해 상황 대책반 및 유지보수팀 가동
 - 통신두절에 대비 단파통신 및 위성통신 정상동작 여부 주기적 확인
 - 항공기 기장에게 자동 항법시스템 및 보정시스템 장애 가능성을 통지하고, 장애발생시 관성항법 장치 등을 이용하도록 지시

- 무선 전파를 이용해 항공기의 안전운항을 지원하는 항행안전시설 정상운영 여부 등 지속적 점검
- 관련 기관별 통신장애 발생 전달체계 가동
- 피해 진행상황 전파 및 조치결과 상급기관 보고체계 가동

□ 태양 고에너지입자(S) 경보상황

- (S1~2단계 경보) 고에너지입자 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 고에너지입자 3단계 이상 발생 가능성 모니터링
 - 극 항로 운항 항공기 승무원의 방사능 피폭량 분석 및 보고
 - 승객·승무원의 방사선 노출 등 위험성을 고려 극 항로 운항여부 판단
 - 통신두절에 대비 단파통신 및 위성통신 정상동작 여부 확인
 - 항공기 전자장비 이상 발생 시 대응절차 점검
 - 항공기 기장에게 자동 항법시스템 및 보정시스템 장애 가능성을 통지하고, 장애발생시 관성항법 장치 등을 이용하도록 지시
 - 위성항법 및 무선항법 위치 오차 변화 지속적 감시
 - 상황 대책반 및 유지보수팀 운영 절차 점검
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 대비 보고체계 점검
- (S3단계 이상 경보) 고에너지입자 경보 발령에 따른 비상근무, 극 항로 우회 등 대응절차 수행
 - 우주전파센터를 통해 고에너지입자 경보 등급 및 지속시간 등을 확인하여 극 항로 우회노선 선정 등 운항 스케줄 판단

- 극 항로 진입 전 항공기에 대한 항로변경 지시를 검토하며, 특히 S4단계 이상 시 항로변경 적극 검토
 - 이미 극 항로를 운항중인 항공기는 승객·승무원 방사선 노출을 줄이기 위해 운항고도를 낮추는 방안 검토
- ※ 승무원별로 방사능 피폭 수치를 기록하여 운항 스케줄 배정 시 반영
- 통신두절에 대비 단파통신 및 위성통신 정상동작 여부 확인
 - 항공기 전자장비 이상 발생 시 대응절차 가동
 - 항공기 기장에게 자동 항법시스템 및 보정시스템 장애 가능성을 통지하고, 장애발생시 관성항법 장치 등을 이용하도록 지시
 - 위성항법 및 무선항법 위치 오차 변화 지속적 감시
 - 무선 전파를 이용해 항공기의 안전운항을 지원하는 항행안전시설 정상운영 여부 등 지속적 점검
 - 피해 상황 대책반 및 유지보수팀 가동
 - 피해 진행상황 전파 및 조치결과 상급기관 보고체계 가동

□ 지구자기장 교란(G) 경보상황

- (G1~2단계 경보) 지구자기장 교란 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 우주전파센터를 통해 지구자기장 교란에 대한 예상 종료시간 파악 및 3단계 이상 경보상황 발생 가능성 확인
 - 통신두절에 대비 단파통신 및 위성통신 정상동작 여부 확인
 - 항공기 전자장비 이상 발생 시 대응절차 점검

- 항공기 기장에게 자동 항법시스템 및 보정시스템 장애 가능성을 통지하고, 장애발생시 관성항법 장치 등을 이용하도록 지시
 - 위성항법 및 무선항법 위치 오차 변화 지속적 감시
 - 상황 대책반 및 유지보수팀 운영 절차 점검
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 대비 보고체계 점검
- (G3단계 이상 경보) 지구자기장 교란 발생에 따른 비상근무, 극 항로 우회 등 대응절차 수행
- 우주전파센터를 통해 지구자기장 경보 등급 및 지속시간을 확인 하여 극 항로 우회노선 선정 등 운항 스케줄 판단
 - 극 항로 진입 전 항공기에 대한 항로변경 지시 검토
 - 항공기 기장에게 자동 항법시스템 및 보정시스템 장애 가능성을 통지하고, 장애발생시 관성항법 장치 등을 이용하도록 지시
 - 통신두절에 대비 단파통신 및 위성통신 정상동작 여부 확인
 - 위성항법 및 무선항법 위치 오차 변화 지속적 감시
 - 무선 전파를 이용해 항공기의 안전운항을 지원하는 항행안전시설 정상운영 여부 등 지속적 점검
 - 지구자기장 교란에 따른 유도전류 발생에 대비하기 위해 전원설비 (UPS, 비상발전기) 이상유무 점검
 - 피해 상황 대책반 및 유지보수팀 가동
 - 피해 진행상황 전파 및 조치결과 상급기관 보고체계 가동

[참고1]

북미→한국 항로



※ 중위도는 한국에서 미국방향으로 제트기류가 있어 항공사는 운항시간 단축, 연료비 절감 등을 위하여 북미→한국으로 운항 시 북극항로를 이용

[참고2]

미국 델타항공의 북극항로 운항여부

Scale	Geomagnetic Storm Effects			
G1	Communications:	No	Effect	
	Satellite Navigation:	No	Effect	
G2	Communications:	Possible	HF radio fade	
	Satellite Navigation:	No	Effect	
G3	Communications:	Possible	intermittent HF radio outages	
	Satellite Navigation:	Possible	intermittent satellite navigation problems	
G4	Communications:	Possible	sporadic HF radio outages	
	Satellite Navigation:	Possible	satellite navigation degraded for hours	
G5	Communications:	Possible	HF radio outages for 1-2 days	
	Satellite Navigation:	Possible	satellite navigation degraded for days	
Scale	Solar Radiation Storm Effects			
S1	Communications:	Possible	minor effects on HF Radio	
	Satellite Navigation:	No	Effect	
	Biological:	No	Effect	
S2	Communications:	Possible	small effects on HF Radio	
	Satellite Navigation:	Possible	navigation at polar cap affected	
	Biological:	Possible	elevated radiation risk	
S3**	Communications:	Possible	HF radio degradation	
	Satellite Navigation:	Possible	satellite navigation errors	
	Biological:	Possible	elevated radiation risk	
S4**	Communications:	Possible	blackout of HF radio for several days	
	Satellite Navigation:	Possible	satellite navigation errors for several days	
	Biological:	Possible	elevated radiation risk	
S5**	Communications:	Possible	complete blackout of HF radio for several days	
	Satellite Navigation:	Possible	satellite navigation errors for several days	
	Biological:	Possible	elevated radiation risk	
Scale	Solar Flare - Radio Blackout Effects			
R1	Communications:	Possible	minor degradation to HF radio on sunlit side of Earth	
	Satellite Navigation:	No	Effect	
R2	Communications:	Possible	blackouts to HF radio for tens of minutes on sunlit side of Earth	
	Satellite Navigation:	No	Effect	
R3	Communications:	Possible	blackouts to HF radio for an hour on sunlit side of Earth	
	Satellite Navigation:	No	Effect	
R4	Communications:	Possible	blackouts to HF radio for 1-2 hours on sunlit side of Earth	
	Navigation:	Possible	minor disruptions to satellite navigation on sunlit side of Earth	
R5	Communications:	Possible	complete blackout to HF radio for several hours on sunlit side of Earth	
	Satellite Navigation:	Possible	satellite navigation errors for several hours on sunlit side of Earth	

※ 델타항공은 밤에만 북극항로를 운항하여 태양 복사(Radio blackout)에 의한 영향을 받지 않음(태양 복사는 지구 낮지역 전리층을 교란시켜 단파통신 두절을 초래)

1. 항법분야 주요현황

□ 관련 기관

- 국토해양부 산하 위성항법중앙사무소에서 GPS 위치오차를 1m 이내로 보정하여 알려주는 위성항법 보정시스템(DGPS) 구축·운영
 - DGPS(differential global positioning system)는 이미 위치를 알고 있는 기준점 위치값과 GPS 위성신호를 받아 계산된 위치값을 비교하여 오차를 계산하는 방식
 - 위성항법중앙사무소의 DGPS 시스템은 전국에 각각 17개의 기준국(위치를 알고 있는 기준점)·감시국(위치보정 정보의 유효성 검증)으로 구성
 - ※ 항공교통센터, 국토지리정보원, 공군 기상단 및 전투비행단, 한국해양연구원 등 활용
- 또한, 위성항법중앙사무소는 해상교통에서 주로 활용되는 로란(LORAN)이라는 전파항법 시스템 운영을 위해 해상무선표지소 운영(포항, 광주)
 - ※ GPS·로란 등 항법정보는 휴대폰·네비게이션 뿐만아니라 측지·측량, 물류관리, 해양조사, 자원탐사, 어장관리, 항공기·선박 운항 등 다양한 산업분야에 활용

□ 주요 시설

- (GPS) 위성신호를 수신하여 위치를 측정하는 시스템으로, 위성궤도 오차나 대기권 전파지연 등으로 인해 수~수십m 위치오차 발생
- (DGPS, Differential GPS) 고정된 위치에 기준국을 설치한 후 GPS 수신값과 비교하여 GPS에 따른 위치오차를 1m 이내로 보정하는 시스템
- (LORAN, long range navigation) 지상 2개소 이상에서 발사되는 전파를 수신한 후 전파 도착 시간차를 이용하여 위치를 결정하는 방법
 - ※ 자연적·인위적 전파교란에 따른 GPS 대체항법으로 로란 시스템 활용도 증가

2. 항법분야 주요 예상피해

□ 태양 복사(R) 영향

- (GPS) 태양 X선의 영향으로 전리층 전자밀도가 교란되어 전리층을 통과하는 GPS 신호수신 장애 또는 위치오차 증가 가능

※ 전리층 교란으로 GPS 위성신호 자체가 왜곡되거나 또는 지상의 GPS 수신 안테나에 태양전파 노이즈가 유입되어 GPS 위성신호 수신에 장애 발생 가능

- (DGPS) 태양 X선의 영향으로 전리층 전자밀도가 교란될 경우 GPS 신호수신 및 위치 보정정보 신호(중파 283.5~325kHz) 수신 장애 가능

□ 태양 고에너지입자(S) 영향

- (GPS) 지구 자기장을 따라 극지역으로 유입된 고에너지입자가 극지역 상공의 전리층을 교란시켜 GPS 신호수신 장애 발생 가능

- 또한, 고에너지입자가 GPS 위성의 안테나 특성을 변화시켜 GPS 위성파와 지상의 GPS 수신기 간 통신 장애 유발 가능

- (DGPS) 지구 자기장을 따라 극지역으로 유입된 고에너지입자가 전리층 교란 시 극지역 보정정보 신호(중파 283.5~325kHz) 수신 장애 가능

□ 지구자기장 교란(G) 영향

- (GPS) GPS 위성이 자기장의 보호를 벗어나 직접 태양풍의 영향을 받을 수 있으며, 전리층 교란 시 항법시스템 위치오차 증가

- (DGPS) 지구자기장 교란으로 전리층 전자밀도에 변화가 일어날 경우 GPS 신호수신 및 보정정보 신호(중파 283.5~325kHz) 수신 장애 가능

3. 항법분야 우주전파재난 예보상황 대응방안

□ 태양 복사(R) 영향

- (R1~2단계 예보) 태양 복사 상황에 대비하기 위하여 주기적 모니터링
- (R3단계 이상 예보) 태양 복사 상황발생에 대비 비상연락체계 점검, 관련시설 점검
 - GPS, DGPS, LORAN 두절 가능성에 따른 대응체계 점검
 - DGPS, LORAN 서비스 감시 강화
 - 항법정보를 사용하는 수요기관 및 이용자에게 서비스 오류 가능성 공지
 - 상황대책반 운영체계 및 유관기관 연락체계 점검

□ 태양 고에너지입자(S) 영향

- (S1~2단계 예보) 고에너지입자 발생에 대하여 주기적 모니터링
- (S3단계 이상 예보) 고에너지입자 경보상황 발생에 대비 비상연락 체계 점검 및 관련시설 점검
 - 우주전파센터를 통해 고에너지입자 예보 등급 및 예상 발생시간 · 지속시간 확인
 - GPS 위성이 보내는 신호가 정상인지를 확인하는 절차 점검

- 북극지역 항행 선박에게 DGPS, LORAN 서비스 오류 가능성 공지
- 상황대책반 운영체계 및 유관기관 연락체계 점검

□ 지구자기장 교란(G) 영향

- (G1~2단계 예보) 지구자기장 교란 상황에 대비 주기적 모니터링
- (G3단계 이상 예보) 지구자기장 교란에 대비 비상연락체계 점검 및 관련 시설 점검
- 우주전파센터를 통해 지구자기장 교란 예보 등급 및 예상 발생시간 · 지속시간 확인
- GPS, DGPS, LORAN 서비스 두절 가능성에 따른 대응체계 점검
- DGPS, LORAN 서비스 감시 강화
- 항법정보를 사용하는 수요기관에 서비스 오류 가능성 공지
- 상황대책반 운영체계 및 유관기관 연락체계 점검

< 차세대 위성항법 보정시스템 >

- 차세대 위성항법 보정시스템(SBAS)은 정지궤도 위성의 정보를 수신하여 GPS 신호의 위치오차를 1m 이내로 실시간 보정(DGPS는 전파수신 및 인터넷 접속, LORAN은 전파수신을 통해 위치보정 정보를 수신)
 - SBAS : Satellite Based Augmentation System
- SBAS는 미국 · 유럽 · 일본에서 개발되었고, 인도 · 러시아 등은 개발을 추진 중 / 우리나라는 2021년까지 개발 · 구축을 완료할 계획

4. 항법분야 우주전파재난 경보상황 대응방안

□ 태양 복사(R) 영향

- (R1~2단계 경보) 태양 복사 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 우주전파센터를 통해 태양 복사 3단계 이상 발생 가능성 확인
 - 고에너지입자 및 지구자기장 교란 등 후속 영향 발생 가능성 파악
 - DGPS, LORAN 서비스 품질 지속적 감시
 - 상황대책반 운영체계 및 유관기관 연락체계 점검
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 대비 보고·통보 체계 점검
- (R3단계 이상 경보) 태양 복사 발생에 따른 비상근무, 항법 서비스 두절 및 오류 가능성에 따른 대응절차 수행
 - 우주전파센터를 통해 태양 복사 3단계 이상 재발 가능성 확인
 - 고에너지입자 및 지구자기장 교란 등 후속 영향 주기적으로 파악
 - 피해 상황 대책반 및 유지보수팀 가동
 - DGPS, LORAN 서비스 품질 지속적 감시
 - 주요항로, 항만 입·출항 선박에 지장이 초래될 가능성 공지
 - 상황대책반 가동 및 유관기관 정보공유 실시
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 시 보고·통보 체계 가동

□ 태양 고에너지입자(SI) 영향

- (S1~2단계 경보) 고에너지입자 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 우주전파센터를 통해 고에너지입자 3단계 이상 발생 가능성 확인
 - DGPS, LORAN 서비스 품질 지속적 감시
 - 북극지역 항행선박에 DGPS, LORAN 서비스 오류 가능성 공지
 - 상황대책반 운영체계 및 유관기관 연락체계 점검
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 대비 보고·통보 체계 점검
- (S3단계 이상 경보) 고에너지입자 경보발령에 따른 비상근무, 항법 서비스 두절 및 오류 가능성에 따른 대응절차 수행
 - 우주전파센터를 통해 고에너지 입자 경보 등급 및 지속시간 확인
 - 지구자기장 교란 등 후속 영향에 대하여 주기적으로 파악
 - 피해 상황 대책반 및 유지보수팀 가동
 - DGPS, LORAN 서비스 품질 지속적 감시
 - 주요항로, 항만 입·출항 선박에 지장이 초래될 가능성 공지
 - 북극지역 항행선박에 DGPS, LORAN 서비스 오류 가능성 공지
 - 상황대책반 가동 및 유관기관 정보공유 실시
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 시 보고·통보 체계 가동

□ 지구자기장 교란(G) 영향

- (G1~2단계 경보) 지구자기장 교란 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 우주전파센터를 통해 지구자기장 교란 3단계이상 발생 가능성 확인
 - DGPS, LORAN 서비스 품질 지속적 감시
 - 상황대책반 운영체계 및 유관기관 연락체계 점검
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 대비 보고·통보 체계 점검
- (G3단계 이상 경보) 지구자기장 교란 발생에 따른 비상근무, 항법 서비스 두절 및 오류 가능성에 따른 대응절차 수행
 - 우주전파센터를 통해 지구자기장 경보 등급 및 지속시간 확인
 - DGPS, LORAN서비스 품질 지속적 감시
 - 주요항로, 항만 입·출항 선박에 지장이 초래될 가능성 공지
 - 상황대책반 가동 및 유관기관 정보공유 실시
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 시 보고·통보 체계 가동

[참고1]

항법분야 피해사례 및 주요기관

발생일	장애대상	피 해 내 용
'97년 4월	GPS오차 발생	o 태양흑점 폭발로 위치정보가 10~100m 발생
'03년 10월	미국 WAAS시스템	o 지자기 교란으로 위치보정정보를 제공하는 WAAS 시스템 30시간 동안 장애
'06년 12월	미국 WAAS시스템	o 지자기 교란으로 위치보정정보를 제공하는 WAAS 시스템 장애 발생
'11년 9월	미국 WAAS시스템	o 지자기 교란으로 위치정보를 제공하는 WAAS시스템 장애 (항공기 이착륙이 시간당 100편에서 70편으로 감소) ※ WAAS : Wide Area Augmentation System

[참고2]

GPS 및 DGPS 개념



1. 전력분야 주요현황

□ 관련 기관

- 지식경제부 및 한국전력공사는 국내 전력자원 개발 및 전력수급을 총괄하며, 공사 자회사로 6개의 발전사를 운영
 - 5개 권역별 발전사(남동, 중부, 서부, 남부, 동서)에서 주로 화력(석탄, 가스, 유류) 기반 발전설비를 운영
 - 한국수력원자력은 원자력(고리, 영광, 월성, 울진)과 수력, 태양광, 풍력 등 발전설비를 운영
- 민간에서도 포스코파워, GS파워, SK E&S 등 민간발전회사가 발전 시설을 갖추고 한국전력공사에 전력을 공급(총 전력의 10~15% 수준)

□ 주요 시설

- (발전시설) 발전소에서 화력, 원자력, 수력 등을 이용해 발전기를 돌려 전기를 만드는 시설로, 통상 20kV 내외의 전기를 생산
- (송전시설) 발전기에서 생산된 전기를 먼 곳까지 보내기 위해 변압기를 사용하여 154kV, 345kV, 765kV 등으로 전압을 높인 후,
 - 송전 철탑과 고압선을 이용하여 도시 부근까지 전송하는 시설

○ (배전시설) 사용하기 적당한 수준으로 전압을 낮추어 가정, 학교, 공장 등에 전기를 공급하는 시설

- 배전 선로는 주로 220V, 380V, 3,300V, 6,600V 등의 전압을 사용하며, 이 때 원하는 수준의 전압을 만들기 위해 변압기를 사용

※ 원자력 발전 전력공급 예 : 발전전압(22kV)→승압(154kV)→승압(345kV)→승압(765kV)
→강압(345kV)→강압(154kV)→강압(22.9kV)→배전선로를 통해 기업·가정에 공급

○ (변전소 및 변압기) 발전시설, 송전시설, 배전시설 등 각종 전력계통에서 전압을 높이거나 낮추기 위해 변전소를 갖추고 변압기를 운영

- 또한 변압기 전후의 비정상적인 전류 흐름을 막기 위해 차단기를 운영하여 관련 전력시설을 보호

< 국내 변전소 및 변압기 현황 (2012.3) >

정격전압	변전소(개)	변압기(개)	차단기(개)
765kV	6	15	63
345kV	91	224	1,453
154kV	647	2,085	7,547
66kV	3	19	48
22kV	5	6	19,488
계	752	2,349	28,599

2. 전력분야 주요 예상피해

□ 태양 복사(R) 영향

- 현재까지 X선과 같은 태양 복사에 따른 피해상황은 확인된 바 없음
 - 다만, 전력계통 모니터링 및 원격제어 등을 위해 점차 무선 시스템 활용이 늘어나고 있어 서비스 장애 발생 가능성에 유의할 필요

□ 태양 고에너지입자(S) 영향

- 태양 고에너지입자는 주로 수십~수백km 상공의 전리층에 영향을 주며, 지상에 위치한 전력설비에는 별다른 영향이 확인된 바 없음

□ 지구자기장 교란(G) 영향

- (변압기 파손) 태양활동으로 인해 전력선 근처에서 자기장이 급변하면 전력선 내부에 전류가 생성되는 유도전류 현상 발생 가능
 - 이러한 현상으로 인해 변압기 및 차단기 적정 용량을 초과하는 경우 변압기 내부 코일이 녹아내리는 등 변압기 파손 가능

※ 또한, 유도전류는 변압기 내부 열·가스·소음 증가 등 전력시설 전반의 노후화 촉진

- (정전) 유도전류에 의한 변압기 파손 등이 동시 다발적으로 발생할 경우 해당지역의 정전까지 발생할 가능성 있음

< 지구자기장 교란에 따른 피해 사례 >

발생일	장애대상	피 해 내 용
'89년 3월	캐나다 퀘벡주 발전소	○ 송전시설에 2만MW 전력손실로 6백만 주민이 9시간 동안 정전사태 경험 (약 3억 달러의 손실유발)
	미국 뉴저지 발전소	○ 미국 뉴저지 Public Service Company 변압기 손상 (약 2천 6백만 달러 손실 유발)
'03년 10월	스웨덴 발전소	○ 스웨덴 핵발전소 변압기 이상으로 30분동안 정전
'03년 11월	남아프리카 발전소	○ 남아프리카 변압기 손실

※ 북미지역은 지구자기장 위도가 높고, 전력선의 길이가 길며, 미국-캐나다 간 전력망을 공유하고 있어 지구자기장 교란에 따른 전력피해에 취약

3. 전력분야 우주전파재난 예보상황 대응방안

□ 태양 복사(R) 영향

- (R1~2단계 예보) 우주전파환경에 대한 일상적인 모니터링
- (R3단계 이상 예보) 우주전파센터가 제공하는 정보를 주기적으로 수신하여 지구자기장 교란 가능성 파악

□ 태양 고에너지입자(S) 영향

- (S1~2단계 예보) 고에너지입자 경보 발생 후 지구자기장이 교란될 가능성이 많으므로 우주전파센터가 제공하는 정보를 주기적으로 수신하여 지구자기장 교란 가능성을 파악
- (S3단계 이상 예보) 지구자기장 교란에 대비 비상연락체계 점검, 시설 및 서비스 수요기관 대응방안 점검
 - 지구자기장 교란 대비 발전기, 변압기, 차단기 등 시설 감시 강화
 - 피해 발생 시 대응 및 응급조치 절차 확인
 - 상황 대책반 및 유지 보수팀 운영 절차 점검

□ 지구자기장 교란(G) 영향

- (G1~2단계 예보) 지구자기장 교란 상황에 대비하기 위하여 우주전파 환경에 대한 주기적 모니터링 강화 및 비상연락체계 점검

- (G3단계 이상 예보) 지구자기장 교란에 대비 비상연락망 가동, 시설 대응방안 점검
 - 우주전파센터를 통해 지구자기장 교란 예보 등급 및 예상 발생시간 · 지속기간 확인
 - 변압기 · 차단기 허용용량 감시 강화 및 비상 차단 절차 확인 및 감시 강화
 - 유도전류 발생을 감안하여 변압기 부하를 적정수준(예 : 최대부하의 90%) 이내로 관리하는 방안 검토
 - 변압기 점검 · 수리 등 유지보수 일정 조정
 - 피해 발생 시 대응 및 응급조치 절차 확인
 - 상황 대책반 및 유지 보수팀 운영 절차 점검

4. 전력분야 우주전파재난 경보상황 대응방안

□ 태양 복사(R) 영향

- (R1~2단계 경보) 우주전파센터가 제공하는 정보를 주기적으로 수신하여 지구자기장 교란 가능성 파악
- (R3단계 이상 경보) 비상근무 및 대응절차를 점검하고 우주전파센터를 통해 고에너지입자와 지구자기장 교란 등 후속 영향 파악
 - 지구자기장 교란 대비 피해 상황 대책반 및 유지보수팀 운영절차 점검
 - 지구자기장 교란 대비 발전기, 변압기, 차단기 등 시설 감시 강화

□ 태양 고에너지입자(S) 영향

- (S1~2단계 경보) 우주전파센터가 제공하는 정보를 주기적으로 수신하여 지구자기장 교란 가능성 파악
- (S3단계 이상 경보) 비상근무 및 대응절차를 점검하고 우주전파센터를 통해 지구자기장 교란 등 후속 영향 파악
 - 우주전파센터를 통해 지구자기장 예상 발생시간 · 지속시간 확인
 - 지구자기장 교란 대비 피해 상황 대책반 및 유지보수팀 운영절차 점검
 - 지구자기장 교란 대비 발전기, 변압기, 차단기 등 시설 감시 강화

□ 지구자기장 교란(G) 영향

- (G1~2단계 경보) 지구자기장 교란 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 우주전파센터를 통해 지구자기장 교란 3단계 이상 발생 가능성 및 예상 종료시간 확인
 - 변압기·차단기 허용용량 감시 및 비상 차단절차 확인 등 감시 강화
 - 피해상황 대책반 및 유지보수팀 운영 절차 점검
 - 상급기관 및 관련기관에 대한 장애발생 대비 보고체계 점검
- (G3단계 이상 경보) 지구자기장 교란 발생에 따른 비상 대응절차 수행
 - 우주전파센터에 지구자기장 교란 규모 및 예상 종료시간 확인
 - 유도전류 발생을 감안하여 변압기 부하를 적정수준(예 : 최대부하의 90%) 이내로 관리
 - 피해상황 대책반 및 유지보수팀 가동
 - 내부절차에 따른 전력시설 대응절차 수행
 - 변압기 허용용량을 지속적으로 감시하여 비상시 차단
 - 변압기 피해발생 및 인위적 차단에 따른 대체 시설 가동
 - 피해복구 내부절차 가동 등
 - 변압기 점검·수리 등 유지보수 계획 연기
 - 피해 발생 시 서비스 수요기관에 장애발생 전파
 - 피해 진행상황 전파 및 조치결과 상급기관 보고체계 가동

[참고1]

지구자기장 교란에 취약한 미국의 전력망

□ 지리적 특성 : 높은 지자기 위도

- 미국은 지자기 위도가 높아 지구자기장 교란에 따른 유도전류 발생 가능성이 높음

□ 전력계통 특성 : 광범위한 국토 및 캐나다와 전력망 공유

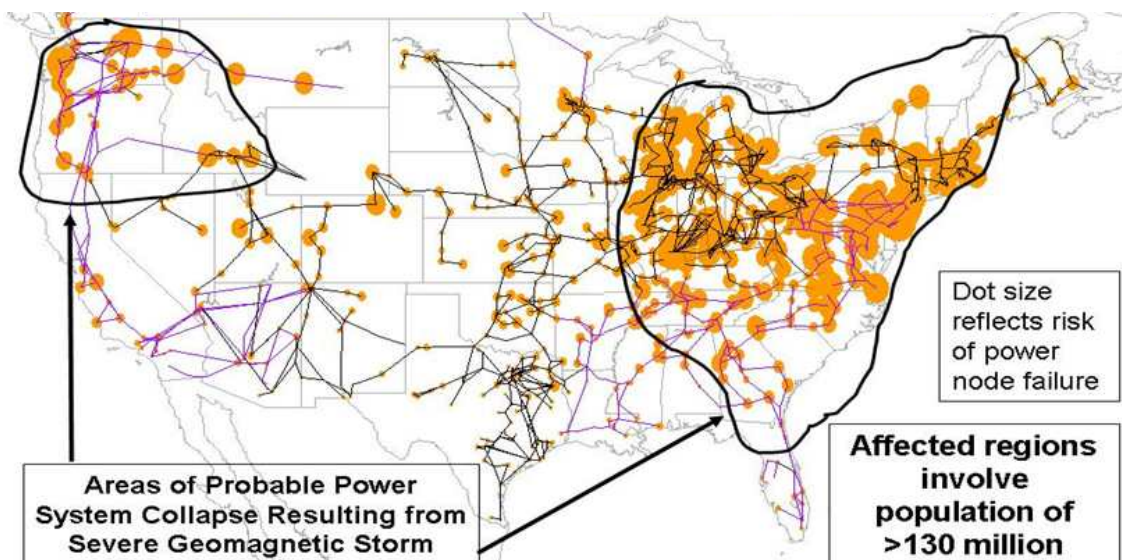
- 넓은 국토로 인해 전력선의 길이가 길어 높은 유도전류 발생 가능
- 미국 북동부지역은 지자기 위도가 미국보다 더 높은 캐나다와 전력망을 공유, 캐나다 지역 유도전류 영향이 미국까지 확대 가능

□ 지질학적 특성 : 도전을 낮은 암반구조

- 미국 북동부지역 및 캐나다 지역 암반은 화성암으로 이루어져 지구자기장 교란 발생 시 유도전류의 세기가 상대적으로 큼

※ 지구자기장 교란에 따른 유도전류의 크기는 그 지역 암반 종류(저항값)에 따라 달라짐

< 지구자기장 교란에 따른 미국 전력망 피해 예상도(NRC, 2008) >



※ 역사상 가장 강력했던 지자기 폭풍(1859년 Carrington 이벤트)이 다시 발생할 경우 약 1~2조 달러의 피해금액과 복구에 4~10년 예상

[참고2]

국내 전력망 대응현황

□ IT기반 전력설비 원격감시 체계 확립

- 초고압 변전소(765kV, 345kV)에 대해 원격으로 전력설비 이상 유무를 감시할 수 있는 예방진단 시스템 완비
 - 변압기, 차단기 등 각종 시설의 정상작동 여부를 측정할 수 있는 계측센서를 부착하고 수집된 정보를 원격으로 확인·제어
- 향후 전력설비 원격감시 체계를 154kV 변전소까지 확대 예정

□ 응급 복구체계 마련

- 초고압 변전소(765kV, 345kV)의 경우 불시고장에 대비하여 각 변전소별로 계통에서 분리된 예비 변압기를 보유
- 154kV 변전소의 경우 불시고장 발생 시 즉각 절체 가능하도록 적정 부하율 이하로 운전하며, 지역별로 이동 변압기를 보유

□ 변압기에 대한 상시 예방정비

- 변압기 내부 절연유 가스(gas) 분석 시행 등을 통해 변압기 내부 이상 유무에 대한 주기적인 추적관리 및 고장 예방활동을 수행

□ 중요변전소 특별관리

- 정전 또는 고장과급 시 전력계통 불안정, 환경오염 및 경제적 손실 등 사회적 파장이 큰 중요 변전소 84곳을 지정하여 특별관리(차단기 설치기준 강화, 변전설비 진단주기 단축 등) 시행

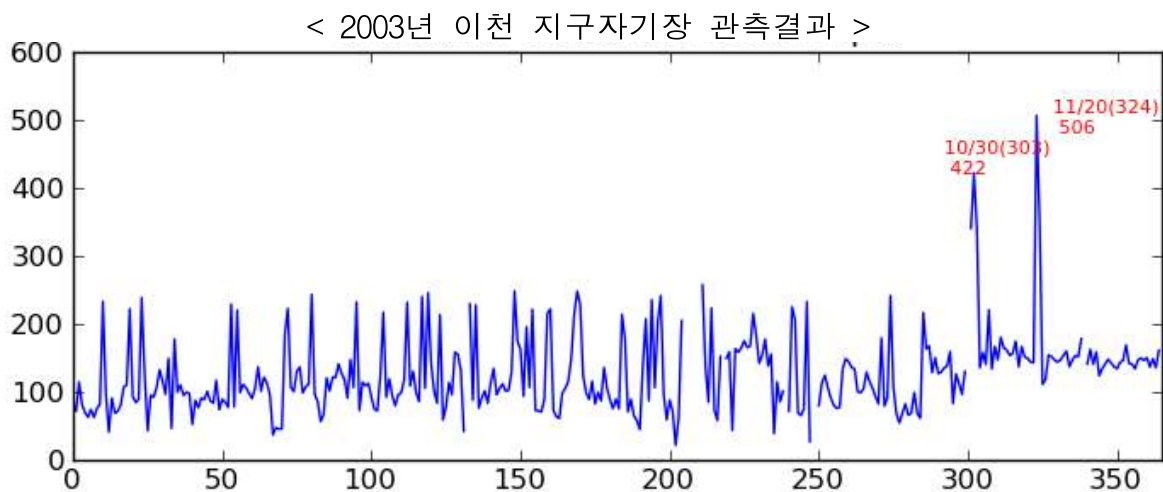
※ 지경부는 울산산단 정전사고('11.12.6일) 재발방지 대책의 일환으로 초고압 변전소, 원전 및 대규모 화력발전소와 연결된 변전소, 산업단지에 전기를 공급하는 변전소 등 총 84곳을 특별관리 변전소로 지정('12.4월)

[참고3]

국내 지구자기장 교란과 유도전류 분석

□ 우리나라의 지구자기장 변화

- 태양활동이 활발했던 2003년 이천에서 관측한 한반도 상공의 지구 자기장 최대 변화량은 506 nT(2003.11.20일) 수준



□ 유도전류 발생규모 분석

- 전력시설에 영향을 미치는 것은 지구자기장 변화량 자체가 아니라 이로 인해 발생하는 유도전류의 크기에 비례
- 따라서, 지구자기장 교란에 따라 국내 전력계통에 발생하는 유도전류의 크기를 측정하여 상호간의 상관관계를 분석하고, 이를 기준으로 조치 필요사항을 검토할 필요

※ 일본 NICT는 2년간 유도전류 측정·분석을 통해 지구자기장 변화량으로부터 유도전류를 추정하는 공식 마련(2009) : 최대 유도전류(A) = $0.0158 \times \text{자기장변화량(nT)} - 0.558$

- 일본과 우리나라는 전력망, 위도, 지질학적 특성 등이 달라 해당 공식을 그대로 적용할 순 없으나, 우리나라 2003년 최대 자기장변화량인 506 nT를 단순 대입할 경우 최대 유도전류는 약 7.4 A 수준으로 추정

1. 방송분야 주요현황

□ 관련 기관

- 방송통신위원회를 중심으로 지상파방송(TV·라디오·DMB), 케이블 방송, 위성방송(TV·DMB), 방송채널 사업자 등으로 구성
- 태양활동은 전리층을 이용하는 라디오방송(단파), 위성을 이용하는 위성방송 등에 영향을 줄 수 있음

※ 초단파(FM) 88-108MHz, 단파 3.9-26.1MHz, 중파(AM) 526.5-1606.5KHz

□ 주요 시설

- (단파방송) 단파가 전리층에 반사되어 원거리까지 도달이 가능한 성질을 이용한 라디오방송으로, 주로 국외 청취자를 대상으로 운영
 - KBS는 당진, 화성, 김제 송신소를 통해 KBS월드 라디오(11개 국어, 세계 각국) 및 한민족방송(한국어, 북한·중국·러시아)을 송출
 - 또한, 미국(VOA), 일본(NHK), 중국, 러시아 등에서 단파방송을 이용하여 한국어 방송을 송출
- (위성방송) KT SkyLife는 무궁화위성(3호)을 이용하여 전국에 디지털 다채널 방송을 제공
- (위성DMB) SK텔링크는 한국·일본 공동으로 발사한 세계 최초의 DMB 전용위성인 한별위성을 통해 위성DMB 서비스 제공

2. 방송분야 주요 예상피해

□ 태양 복사(R) 영향

- (단파방송) 태양 X선의 영향으로 전리층 전자밀도가 교란되어 전리층 반사를 이용하는 단파방송 수신에 잡음·두절 등 장애 발생 가능
- (위성방송/위성DMB) X선 등 태양전파에 의한 전파 간섭이 위성과 지상 안테나 간 통신을 방해하여 위성방송 수신 장애 발생 가능

□ 태양 고에너지입자(S) 영향

- (단파방송) 지구로 유입된 고에너지입자가 전리층을 교란시켜 전리층 반사를 이용하는 단파방송 수신에 잡음·두절 등 장애 발생 가능
- (위성방송/위성DMB) 고에너지입자가 위성 내부 메모리 소자를 통과 하면서 데이터 일부를 변경(1→0 또는 0→1) 하거나,
 - 또는 고에너지입자가 태양전지판을 훼손하는 등 위성체를 손상시킬 경우 위성방송 서비스 제공에 장애 발생

※ '94.1월 동계올림픽 기간 중 일본 위성 내 메모리 소자 데이터 오류가 발생하여 방송장애 발생, 이로 인해 일본 우주전파환경 예·경보 업무 활성화 계기로 작용

□ 지구자기장 교란(G) 영향

- (단파방송) 지구자기장의 급격한 변화가 전리층의 교란을 일으킬 경우 전리층 반사를 이용하는 단파방송 수신에 잡음·두절 등 발생 가능
- (위성방송/위성DMB) 지구자기장 교란으로 위성체 손상, 위성궤도 이탈 등 위성 운용 문제 발생 시 위성방송 서비스 제공에 장애 발생

3. 방송분야 우주전파재난 예보상황 대응방안

□ 태양 복사(R) 영향

- (R1~2단계 예보) 태양 복사 상황에 대비하기 위하여 주기적 모니터링
- (R3단계 이상 예보) 태양 복사 상황발생에 대비 비상연락체계 점검 및 관련시설 점검
 - 단파방송 장애를 대비한 안내메시지 송출절차 점검
 - 위성방송 및 위성DMB 장애를 대비한 안내메시지 송출절차 점검

□ 태양 고에너지입자(S) 영향

- (S1~2단계 예보) 고에너지입자 발생에 대하여 주기적 모니터링
- (S3단계 이상 예보) 고에너지입자 경보상황 발생에 대비 비상연락 체계 점검 및 관련시설 점검
 - 우주전파센터를 통해 고에너지입자 경보 등급 및 예상 발생시간 · 지속시간 확인
 - 극지역 단파방송 서비스 두절 가능성 파악
 - 위성 장애발생을 대비하여 위성 관리 사업자와의 비상연락 체계 점검

□ 지구자기장 교란(G) 영향

- (G1~2단계 예보) 지구자기장 교란 상황 대비 주기적 모니터링
- (G3단계 이상 예보) 지구자기장 교란에 대비 비상연락체계 점검 및 관련시설 점검
 - 우주전파센터를 통해 지구자기장 교란 예상 경보 등급 및 예상 발생시간 · 지속시간 확인
 - 단파통신 서비스 장애에 대비한 대응체계 점검
 - 위성 장애발생을 대비하여 위성 관리 사업자와의 비상연락 체계 점검

4. 방송분야 우주전파재난 경보상황 대응방안

□ 태양 복사(R) 영향

- (R1~2단계 경보) 태양 복사 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 단파방송 및 위성방송 서비스 품질 지속적 감시
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 대비 보고체계 점검
- (R3단계 이상 경보) 태양 복사 발생에 따른 비상근무, 방송두절 대비 등에 따른 대응절차 수행
 - 고에너지입자와 지구자기장 교란 등 후속 영향 주기적으로 파악
 - 단파방송 및 위성방송 서비스 품질 지속적 감시
 - 방송두절에 관한 안내방송 및 두절 시 사과방송 준비
 - 피해 진행상황 전파 및 조치결과 상급기관 보고체계 가동

□ 태양 고에너지입자(S) 영향

- (S1~2단계 경보) 고에너지입자 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 지구자기장 교란 등 후속 영향 주기적으로 파악
 - 단파방송 및 위성방송 서비스 품질 지속적 감시
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 대비 보고체계 점검

- (S3단계 이상 경보) 고에너지입자 경보발령에 따른 비상근무 및 방송두절 대비 등에 따른 대응절차 수행
 - 단파방송 및 위성방송 서비스 품질 지속적 감시
 - 위성 장애발생을 대비하여 위성 관리 사업자와 비상연락 체계 유지
 - 극지역 단파방송 및 위성방송 서비스 두절 가능성에 대한 안내방송 및 두절시 사과방송 준비
 - 피해 진행상황 전파 및 조치결과 상급기관 보고체계 가동

□ 지구자기장 교란(G) 영향

- (G1~2단계 경보) 지구자기장 교란 발생에 대한 비상대응 체계 가동
 - 단파방송 및 위성방송 서비스 품질 지속적 감시
 - 상급기관 및 관련기관에 장애발생 대비 보고체계 점검
- (G3단계 이상 경보) 지구자기장 교란 발생에 따른 비상근무, 방송 두절 대비 등에 따른 대응절차 수행
 - 단파방송 및 위성방송 서비스 품질 지속적 감시
 - 위성 장애발생을 대비하여 위성 관리 사업자와 비상연락 체계 유지
 - 방송두절에 관한 안내방송 및 두절 시 사과방송 준비
 - 피해 진행상황 전파 및 조치결과 상급기관 보고체계 가동

[참고1]

방송분야 피해사례

발생일	장애대상	피 해 내 용
'89년 3월	일본 방송통신위성	o 동계 올림픽 중계 시 통신 장애로 시청 불가
'94년 1월	일본 방송통신위성 (BS-3a)	o 동계올림픽 기간 중 일본통신위성 Single Event Upset 현상으로 방송장애 발생 (일본의 우주전파환경 예보 활성화 계기)
'08년 09월	한국 방송통신위성	o 무궁화 5호 위성의 통신 서비스 중단 o 무궁화 3호 위성의 전자기기 이상발생
'11년 2월 15일	국내 위성방송	o 태양흑점폭발로 인한 위성방송 수신 불량

[참고2]

김제 단파방송 송신소 전경



IV 향후 추진계획

- 2012. 6월 : 우주전파재난 대응 가이드라인(안)을 관련 부처 및 기업에 제공
 - 필요시 해당 기관에 우주전파재난 관련 제반사항 설명 및 위기관리 대응 매뉴얼 업그레이드 지원(연중)
- 2012. 7~11월 : 관련 전문가 및 산업계 의견수렴 등을 통해 우주전파재난 대응 가이드라인(안) 보완
- 2012. 12월 : 우주전파재난 대응 가이드라인 확정