

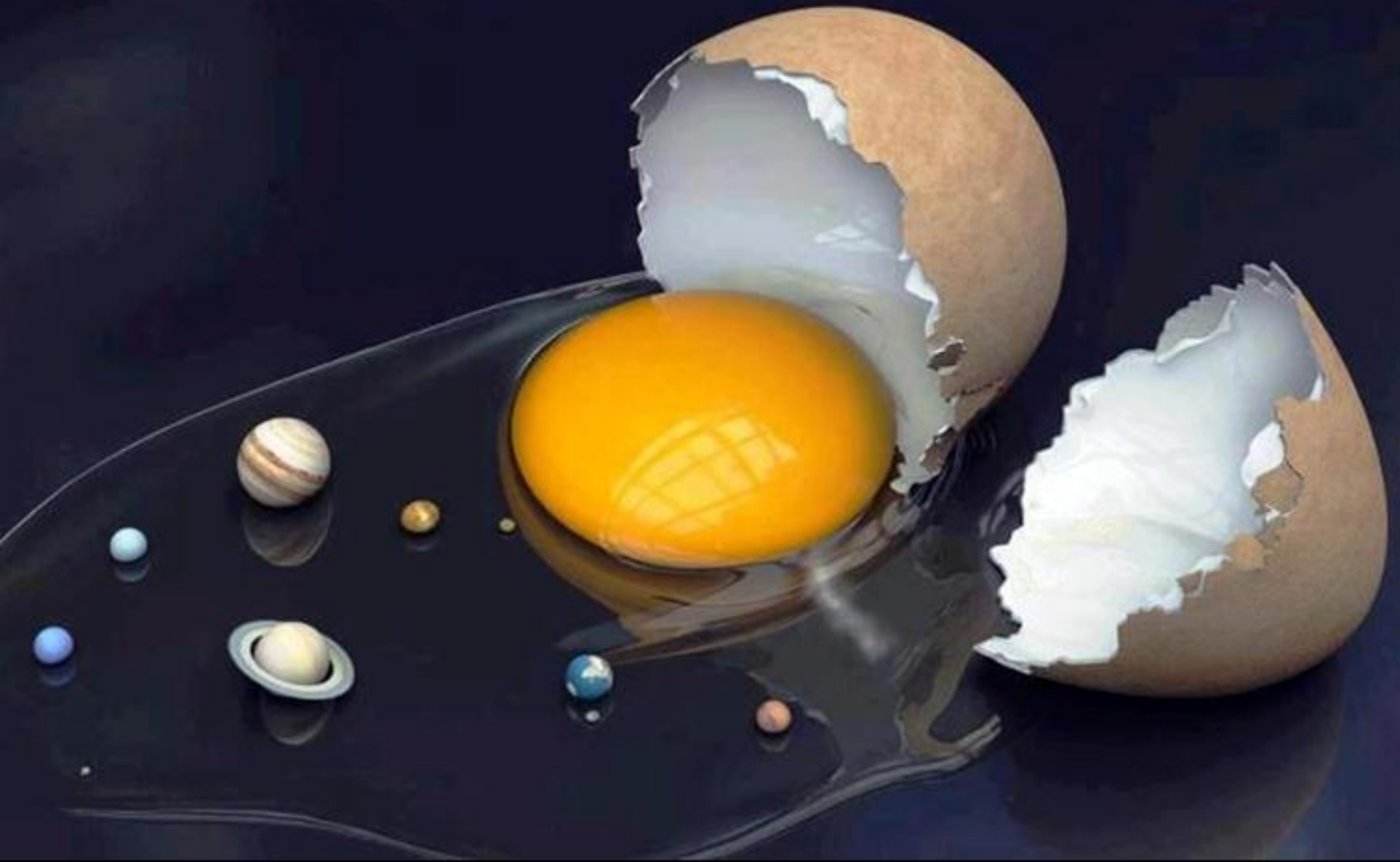
**우주 날씨를 말씀드리겠습니다.**

한국천문연구원

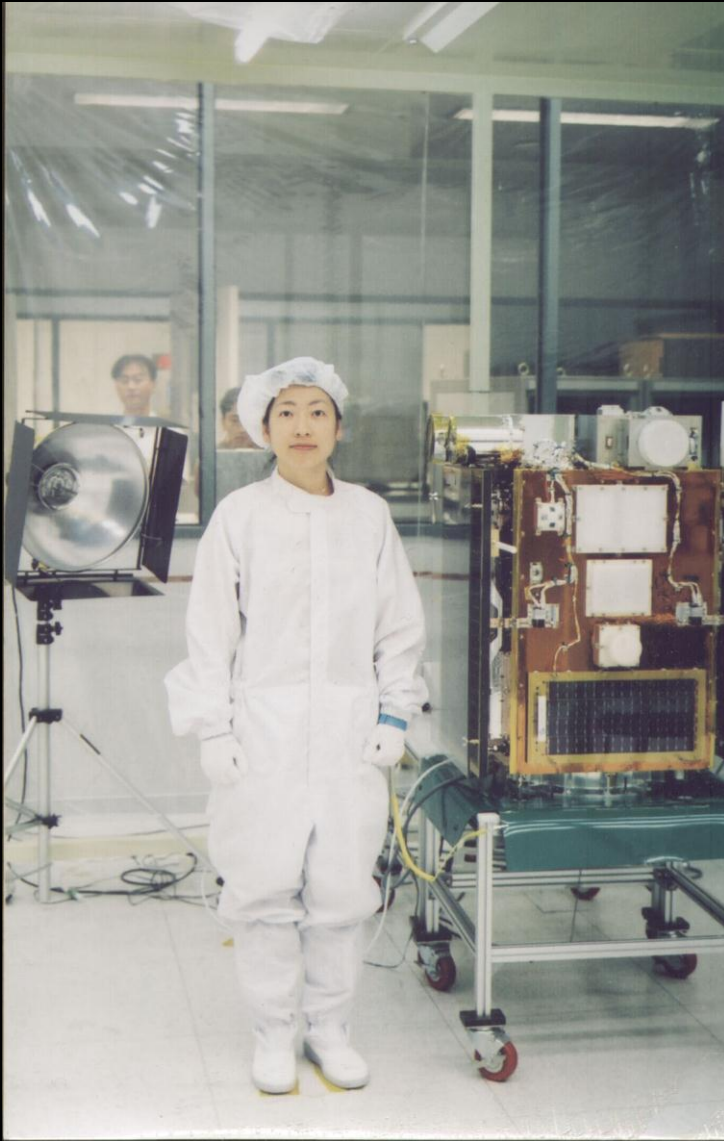
황 정 아

jahwang@kasi.re.kr

Solar system? Solar-terrestrial!



# 우주 과학자와 인공위성



2003.09 과학위성 1호 발사직전

# 우주 과학자와 망원경



2007.07 보현산 천문대

2007.11 소백산 천문대



# 우주 과학자와 우주방사선



2009.11 아시아나 항공 북극항로 처녀비행 동행

# 우주 과학자와 정치

미래를 여는 과학기술, 국민이 행복한 대한민국



2012.01 과학기술신년인사회, 젊은 여성과학자 대표

# 우주 과학자와 우주 환경



**옛날엔**

**어디서, 어떻게**

**하늘을 보았을까?**





# 신라 경주 첨성대



# 조선시대 망원경



간의 (2000년 복원)

**지금은**

**어디서, 어떻게**

**하늘을 보고 있을까?**



# 한국 천문 연구원

Korea Astronomy and Space Science Institute



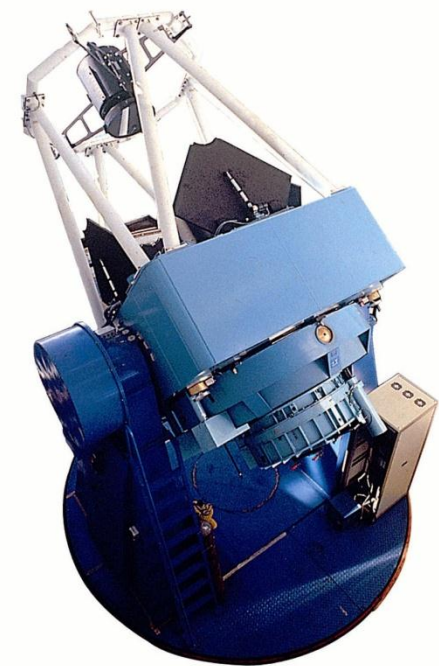
# ■ 소백산 천문대



61cm반사 망원경



# ■ 보현산 천문대



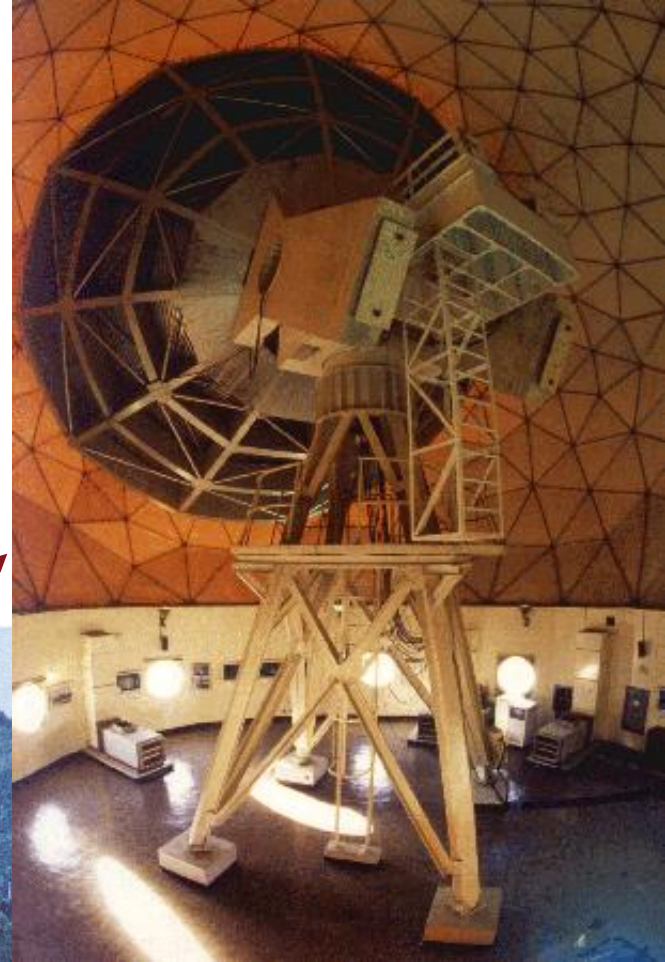
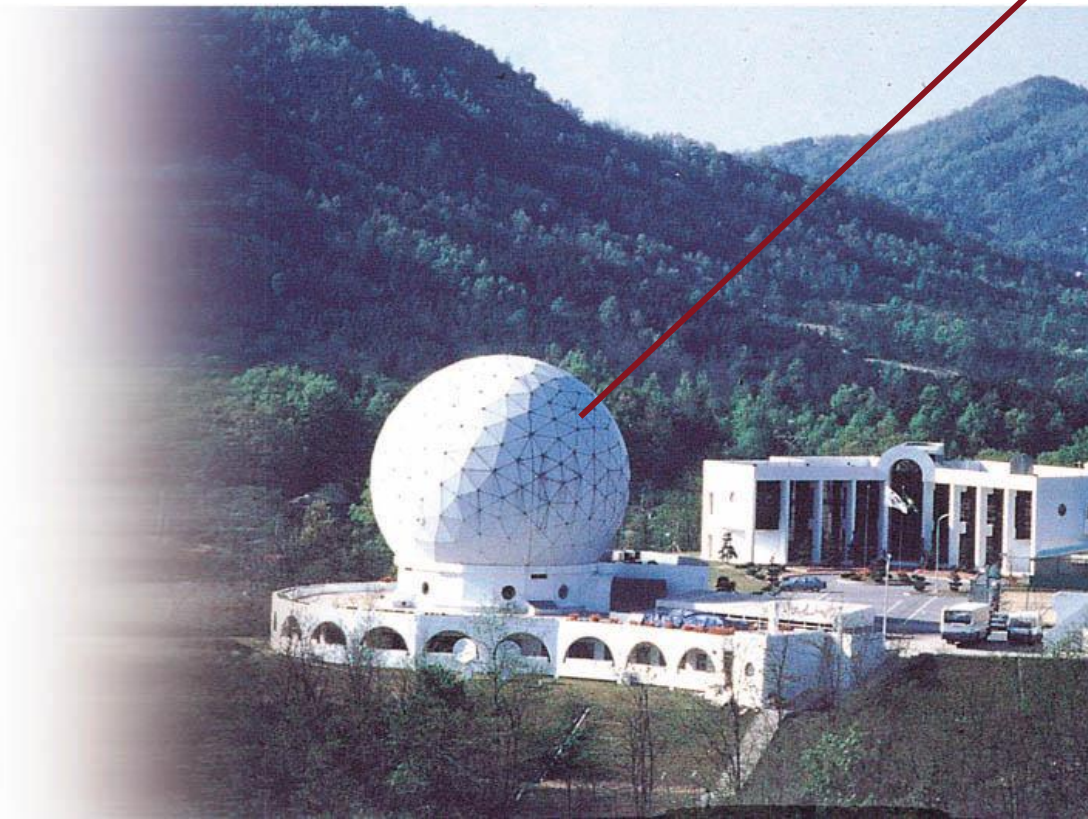
1.8m광학 망원경



태양 플레어 망원경



## ■ 대덕전파 천문대



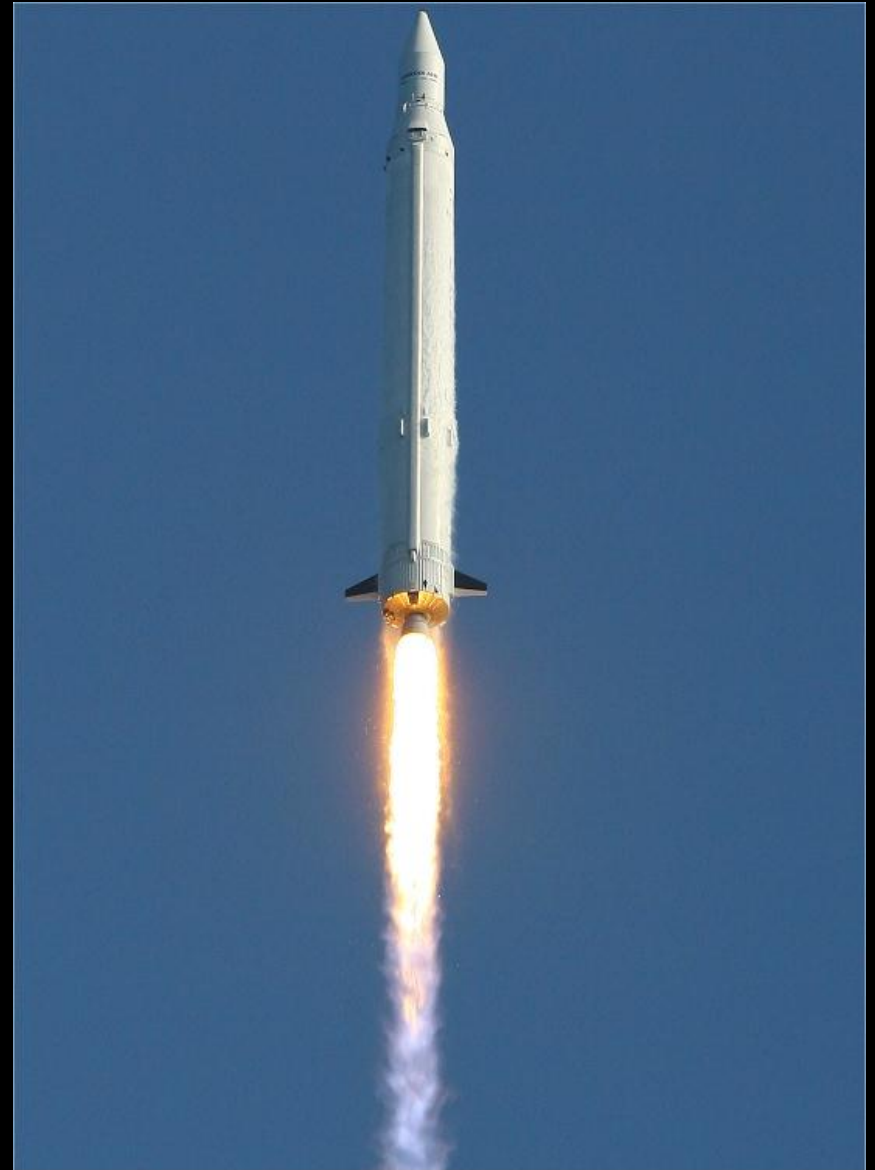
14m 전파망원경

# 허블우주망원경 (1990)





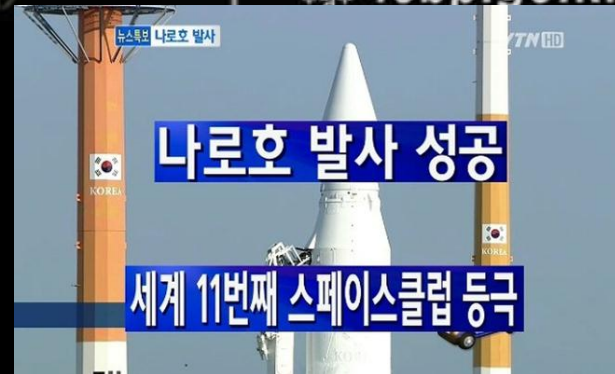
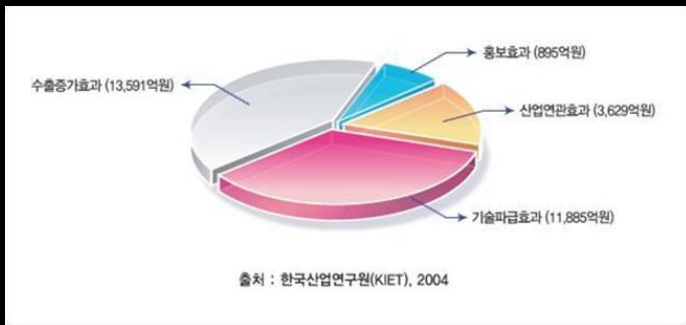
# 나로호 발사 시도 (2009.08, 2010.06)



# 나로호와 과학기술위성2호(나로과학위성 STSAT-2C)



# 2번의 연기 이후 3차 발사 성공(2013.1.30)



3조의 경제적 효과

# 우주환경 / 우주기상

National Aeronautics and Space Administration



space weather

*Artistic rendition - Solar system not to scale*

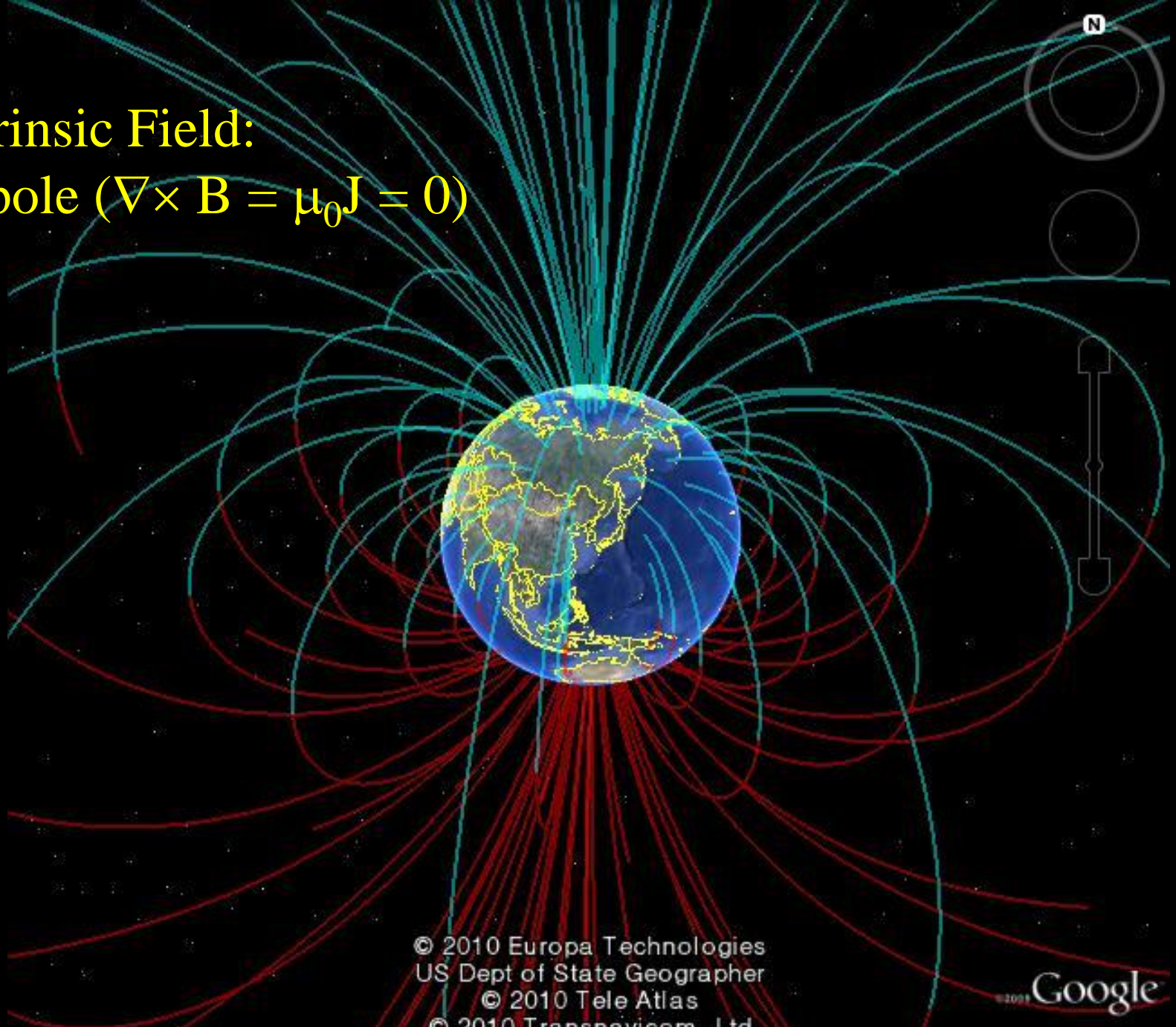
[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)

Sun-Earth Day  
International Heliophysical Year

# 우주기상/우주환경 연구분야의 공간적 정의

- 인공 위성이나 우주선에 의해 접근 가능한 지구대기권 바깥의 우주영역.
- 지구의 고층대기 및 자기권 (근지구 우주공간)으로 부터 행성들과 태양 및 행성간 공간.
- 탑재체 장비로서 필요한 관측지점에 위성을 발사하여 직접 **현장관측 (in-situ observations)**이 가능한 영역.
- 태양, 지구, 각 행성들에 국한된 태양계 공간내부로 한정될 수 있으나 많은 위성들을 비롯하여 우주에서의 인간 활동이 이루어지고 있는 영역 - 근지구 우주 공간.

Intrinsic Field:  
Dipole ( $\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} = 0$ )



© 2010 Europa Technologies  
US Dept of State Geographer  
© 2010 Tele Atlas  
© 2010 Transnavicom, Ltd

©2004 Google

36°59'59.96" N 127°29'59.99" E 고도 -1021 m내 려다보는 높이 37001.78

# 지구자기장과 우주날씨



# 우주환경 요소



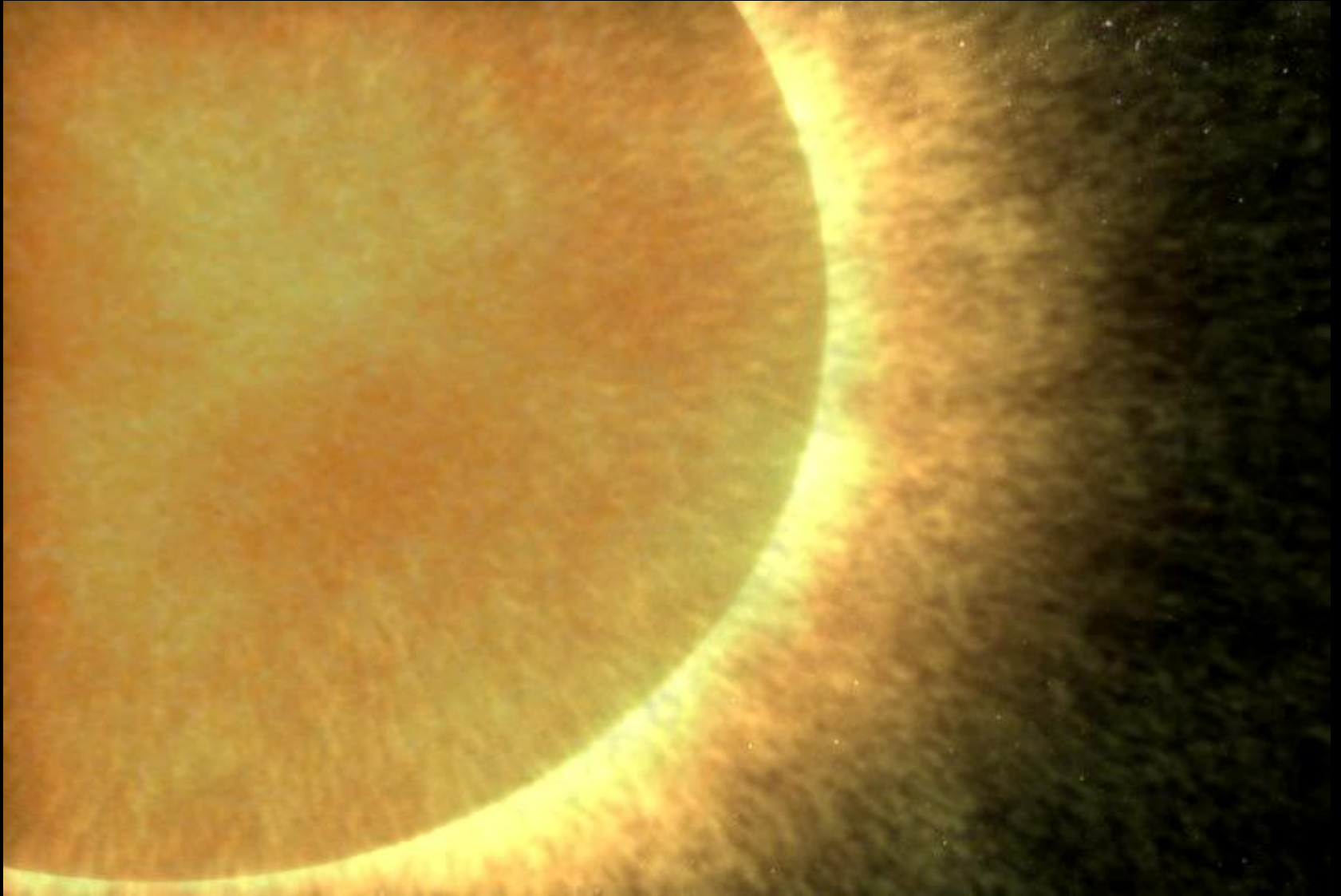


코로나물질방출 / 코로나질량방출  
CME (Coronal Mass Ejection)  
October 25 ~ November 7, 2003

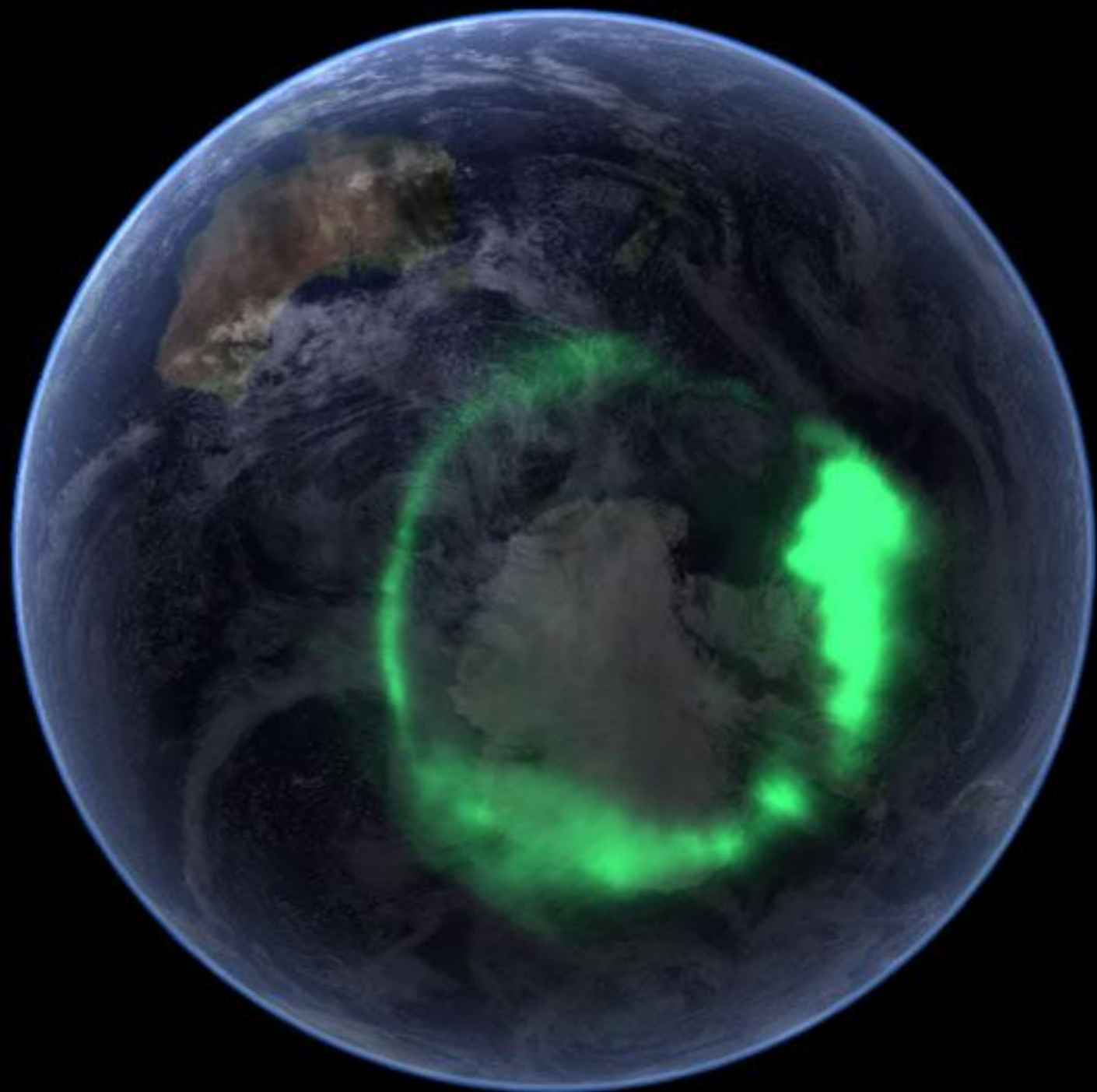


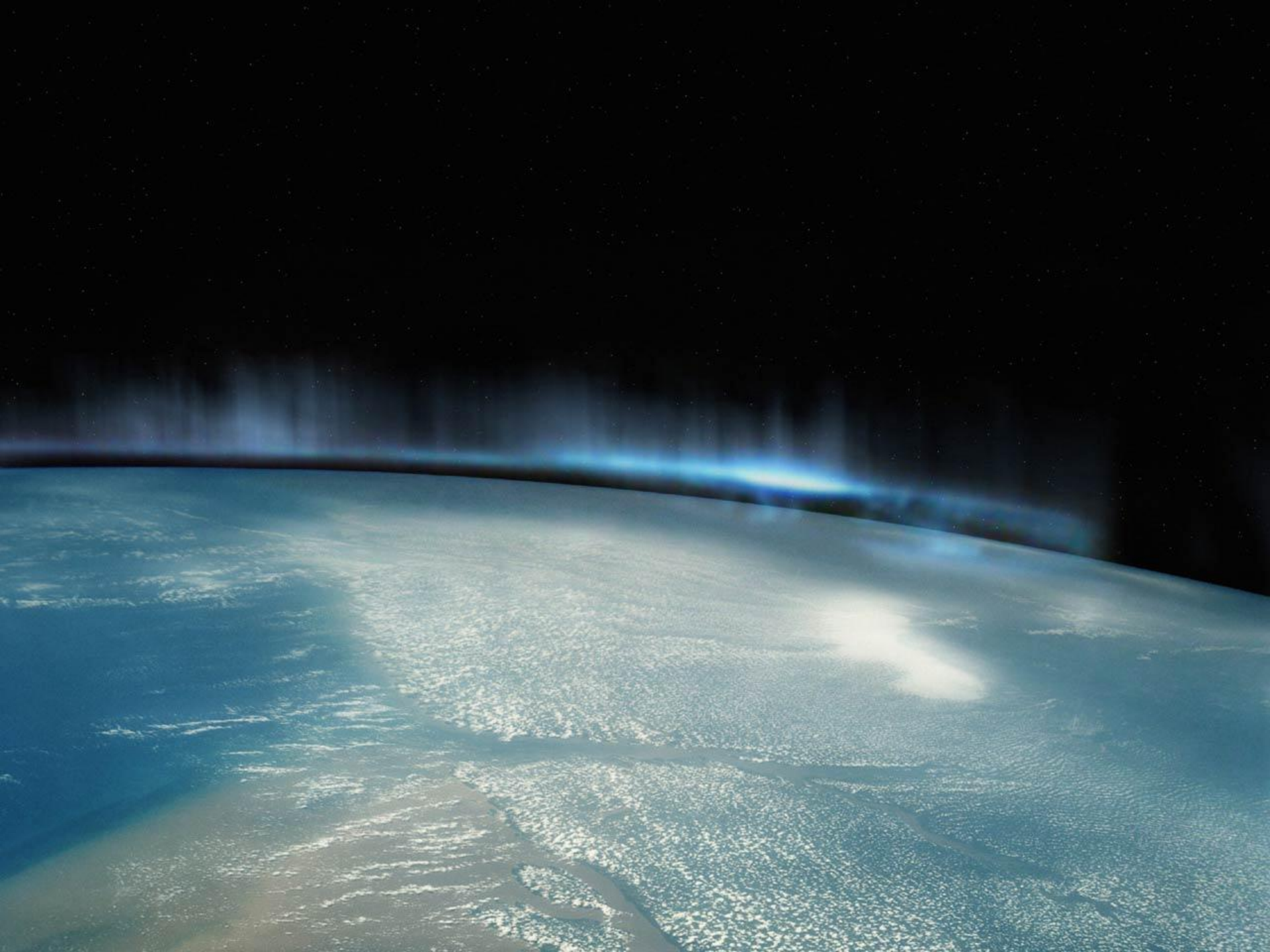
2003 Oct 25 00:00:12

오로라 Aurora  
Magnetic Reconnection



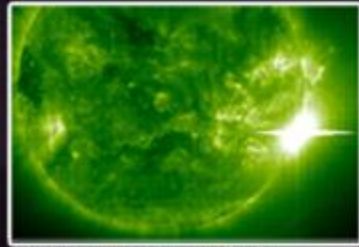




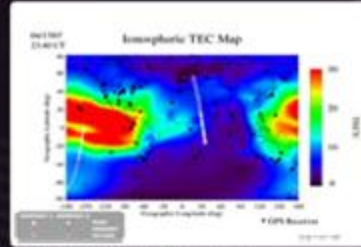


# 우주환경 영향

Copyright © Korea Astronomy and Space Science Institute



태양복사환경(R)



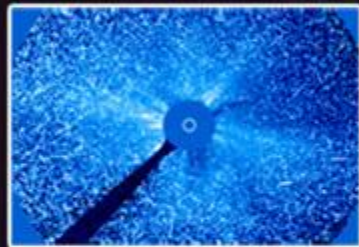
지구 전리층 교란



미사일 유도 장애



핸드폰 통신 장애



태양입자환경(S)



위성 상주공간 변화



우주인 피폭



태양전지판 손상



지구자기장환경(G)



지자기 변화



위성운영장애



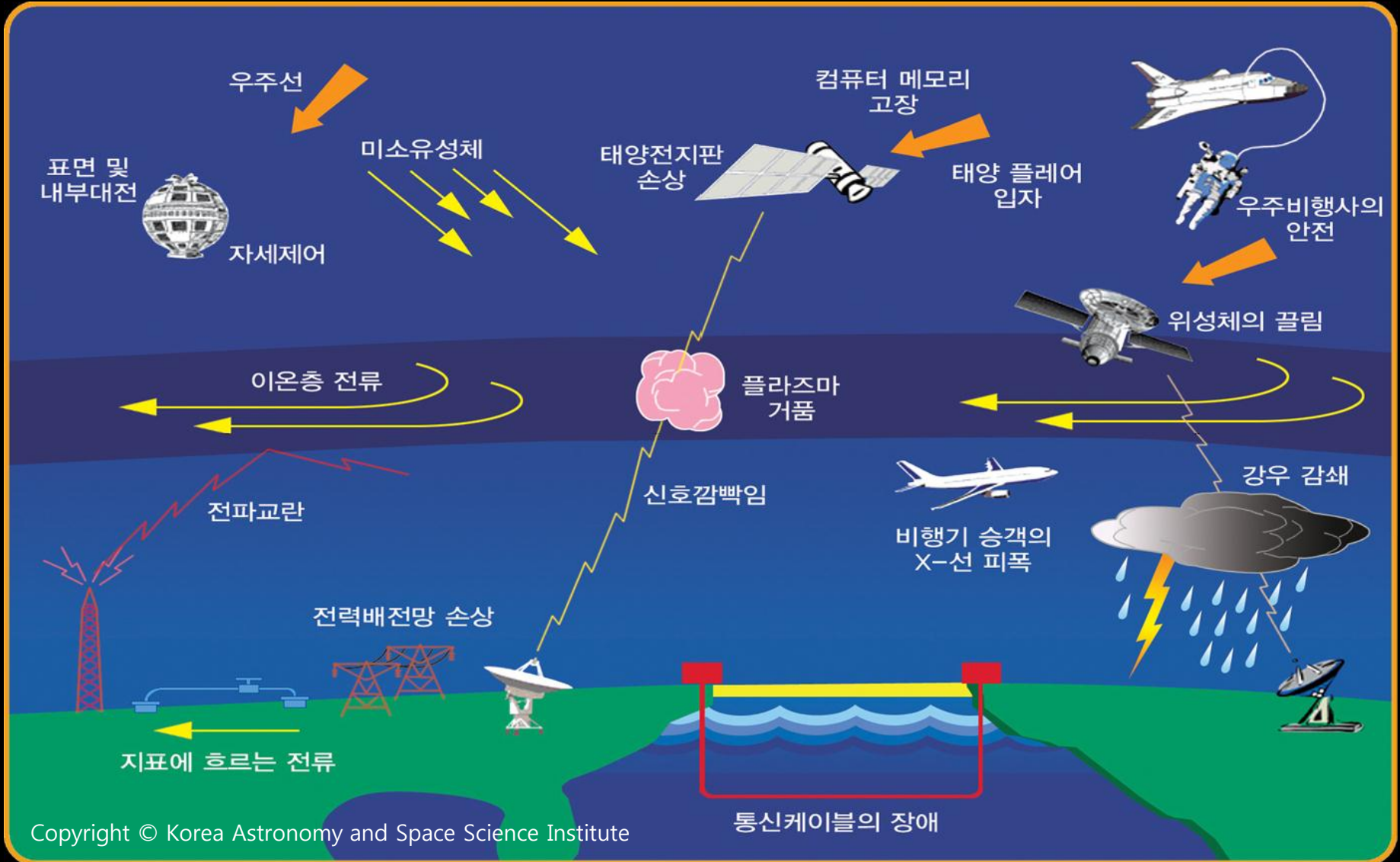
대기마찰력 증가

원 인

변 화

영 향

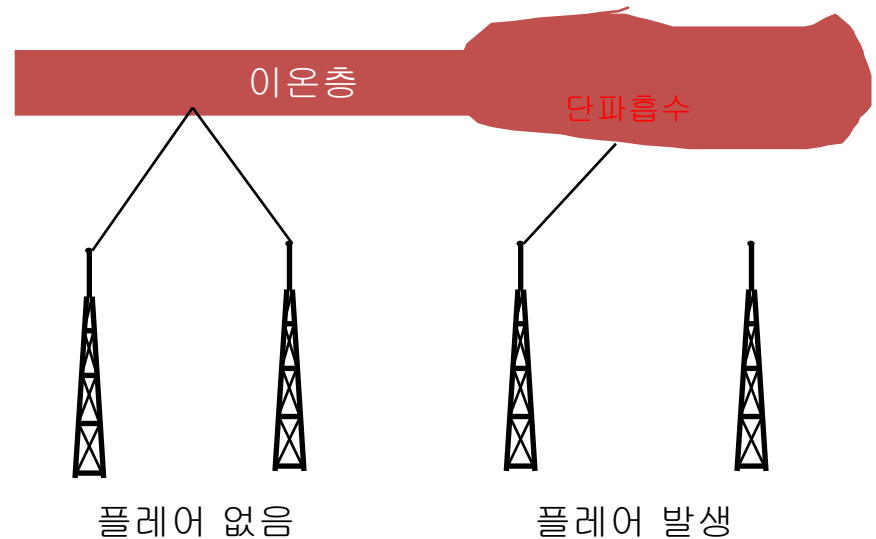
# 우주환경 영향



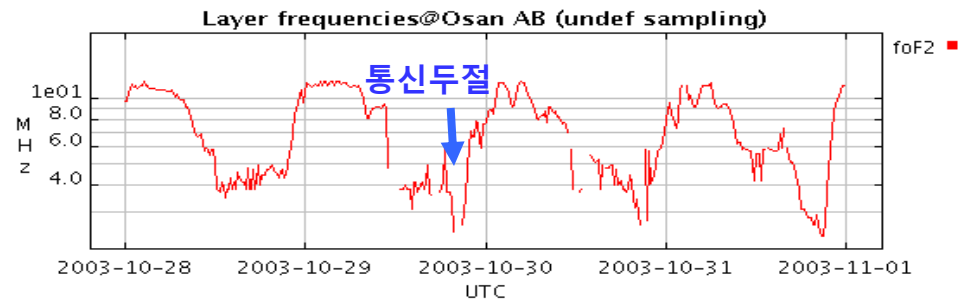
# 통신

## 1. 단파 통신

- 주파수 3~30 MHz
- 지표에서 약 100~400 km 높이의 이온층에서 반사
- 원거리 국제통신, 선박통신, 항공기통신 및 국제방송에 널리 쓰임
- 태양 플레어 발생 이후 가열되어 두꺼워진 이온층이 단파를 흡수 → 단파 감소



- 사례  
2003년 10월 말 발생한 거대 태양폭풍 기간 동안 오산 미공군 기지에서의 단파 통신 두절 현상

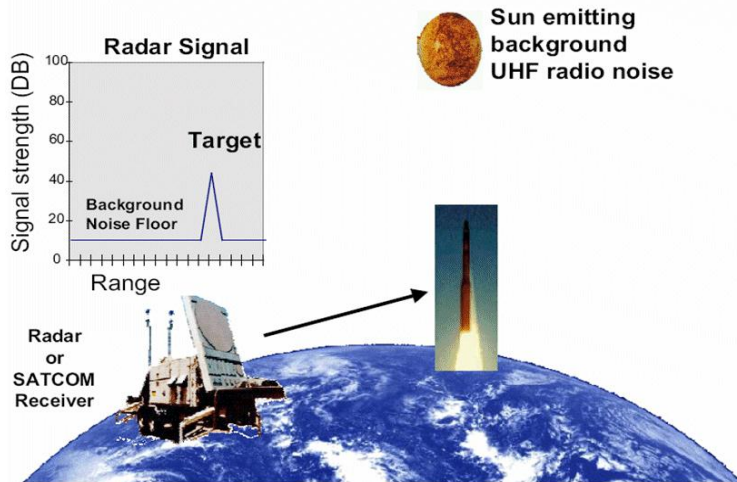




# 통신

## 2. 초단파/극초단파/마이크로파 통신

- 주파수 30~30000 MHz
- 주로 TV(VHF텔레비전), 라디오방송(FM방송), 이동무선통신, 우주통신, 기상 항공용/선박용 레이더, 경찰 통신 등에 쓰임
- 이온층의 불균일성에 의한 전파 장애
- 태양전파폭발에 의한 통신 두절



< 미사일과의 통신 두절 >

- 사례  
2001년 3개월 동안 관측된 태양전파폭발 기간 동안에 M5급 이상인 플레어의 경우 PCS 통신(1750~1870 MHz)에 영향

※ 플레어 등급 : C급(약한 플레어), M급(중간 플레어), X급(강한 플레어)

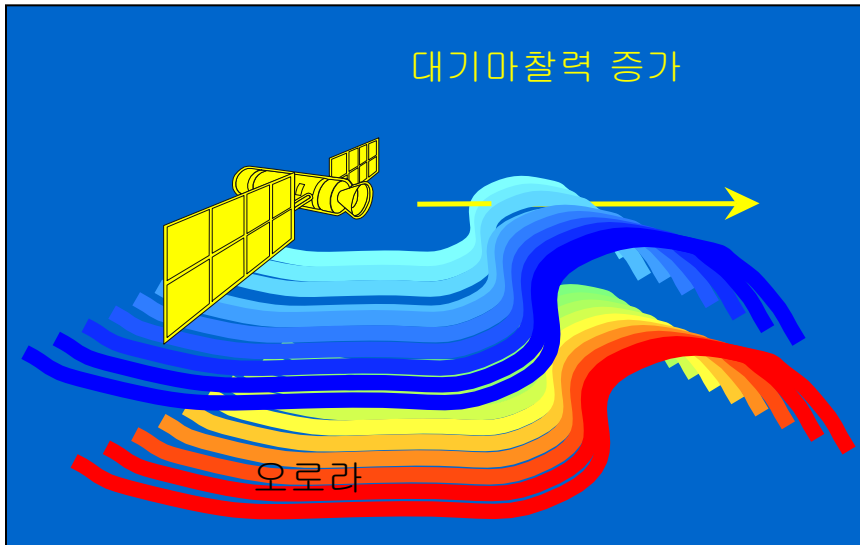


< 휴대폰 통신 장애 >

# 위 성

## 1. 대기마찰력 (Atmospheric drag)

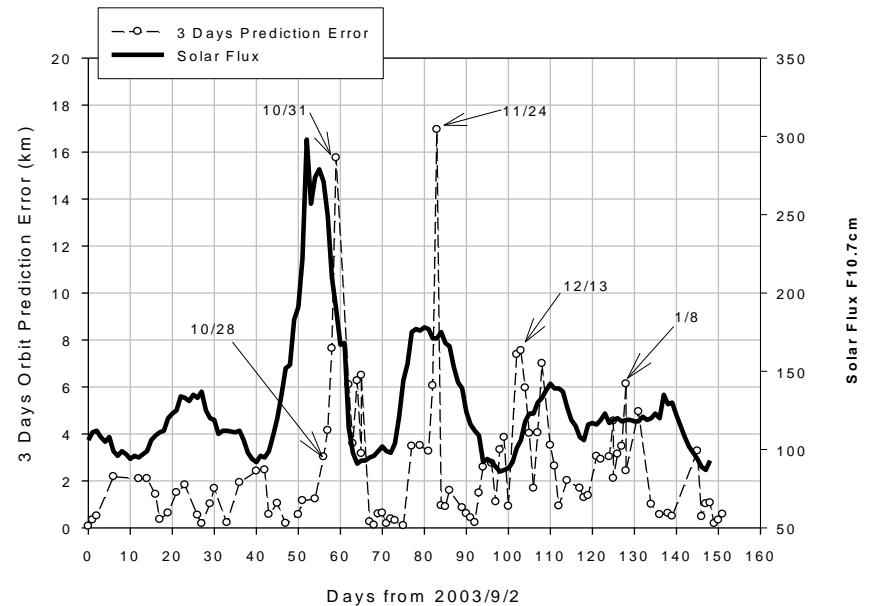
- 태양 복사에 의해 가열, 팽창된 지구의 고층 대기 영역을 위성이 지나갈 경우 대기마찰력이 증가하여 위성의 **궤도 변화** 발생
- 주로 고도가 1,000 km 이하의 저궤도 위성에서 발생 (아리랑 위성 1호, 3호, 과학기술 위성)



### ● 사례

2003년 10월 말 발생한 거대 태양폭풍 기간 동안 아리랑 위성 1호의 궤도 변화

- 궤도 예측 정밀도 : 평소 수준보다 약 8배 (16 km) 정도 급변
- 고도 감쇄율 : 평소 수준보다 약 6배 (-33 m/day) 이상 증가



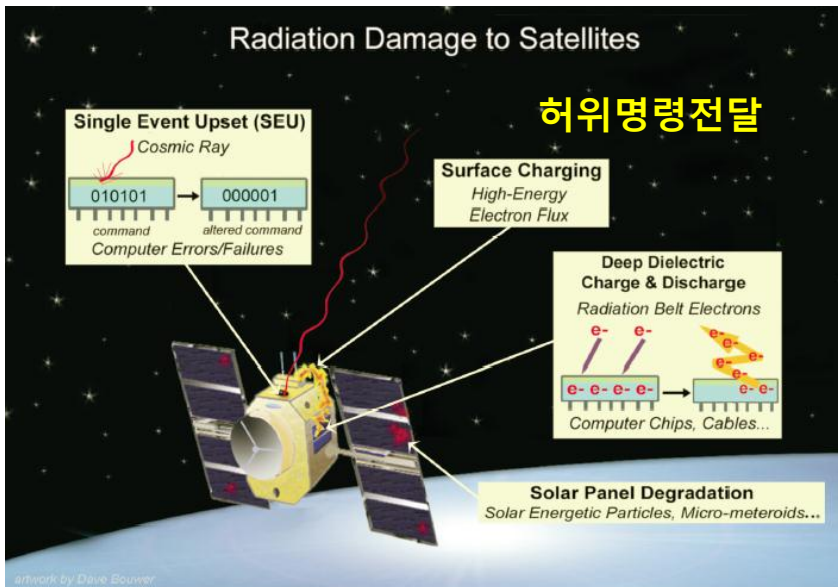
# 위 성

## 2. 단일 사건 효과 (Single Event Effect)

- 태양폭발 시 태양에서 날라온 많은 양의 고에너지 입자들이 위성의 보호막을 뚫고 내부로 침투하여 컴퓨터에 **허위명령을 전달**하는 등의 피해를 입히는 현상

- 사 례

2003년 10월, 일본 위성 미도리 2호는 이러한 고에너지의 대전 현상으로 교신 두절  
(참고: 중앙일보 “日 환경관측위성 태양흑점 폭발로 교신 끊겨”, 2003. 11. 3.)



### < 위성 부품의 고에너지 입자 대전 실험 >



(a) Before

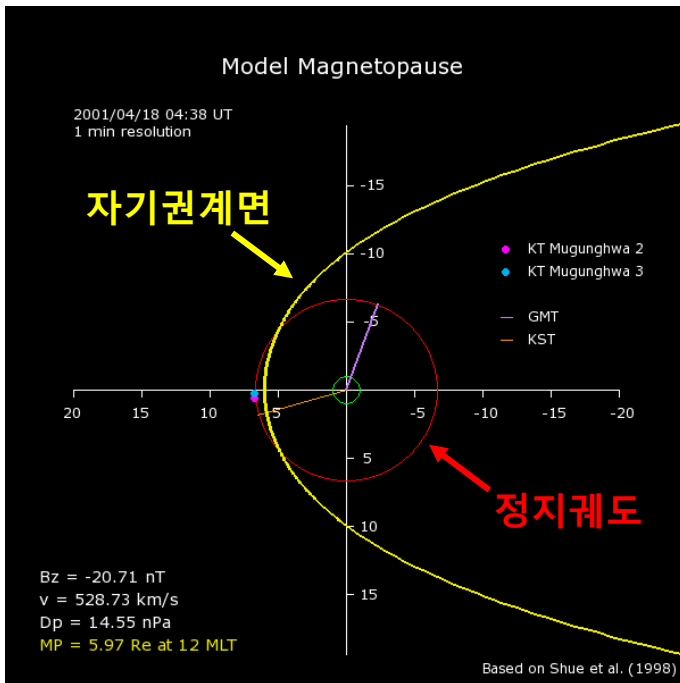


(b) After

# 위 성

## 3. 정지궤도 위성 장애

- 강한 태양풍에 의해 자기권계면이 정지궤도 위성의 궤도 안쪽으로 들어올 경우 자기장 환경이 급변하는 등 극심한 우주환경에 직접 노출되어 **위성 운용에 장애 발생**



## ● 사례

일시	대상	장비	영향	비고
2001. 03. 18.	무궁화위성 1호	통신용 중계기	Gain 변동 (37.5 → 45 dB)	연 10회
2001. 03. 31.	무궁화위성 2호		롤 방향 자세 에러 (0.1 deg)	연 2회 추력기 사용
2003. 10. 28.	무궁화위성	Earth Sensor Assembly	노이즈 증폭	
2003. 10. 29.	무궁화위성	태양 전지판	성능 1% 감소 Gain 변동	주요 장비 파워 off



# 위 성

## 4. 위성 발사

- 위성 발사 시 태양폭발로 인한 **고에너지 피폭 현상**을 막기 위해 **발사를 연기함**
- 위성 발사 시 태양폭발로 인해 **위성과의 통신이 두절**되기도 함



- 사 례
  - 미국 (Athena I 로켓 : NASA)
    - 2001년 9월 24일 발사예정
    - 태양폭발에 의한 고에너지 입자의 증가 (허용한계 3배 이상)
    - 고에너지 입자에 의한 위성체 가이드 시스템의 데이터 오류 예상
    - **발사 연기**
      - ※ 미국 항공협회에서는 50 MeV 이상 고에너지 입자의 양이 100 pfu 이상인 경우 위성의 발사 연기를 권고
  - 프랑스 (ARIANE 502 : French Space Agency)
    - 1997년 10월 30일 발사
    - 태양 고에너지 입자 증가 (약 100 pfu)
    - 로켓 발사 통제시스템의 **전자장비 장애 발생**
      - ※ ARIAN 로켓 발사체를 기준으로 태양 고에너지 입자 증가하는 기간 동안 로켓 발사의 실패 확률은 평소에 비해 태양 동 주기 궤도 위성의 경우 약 50배, 정지궤도 위성의 경우 10배로 계산됨

# 위 성

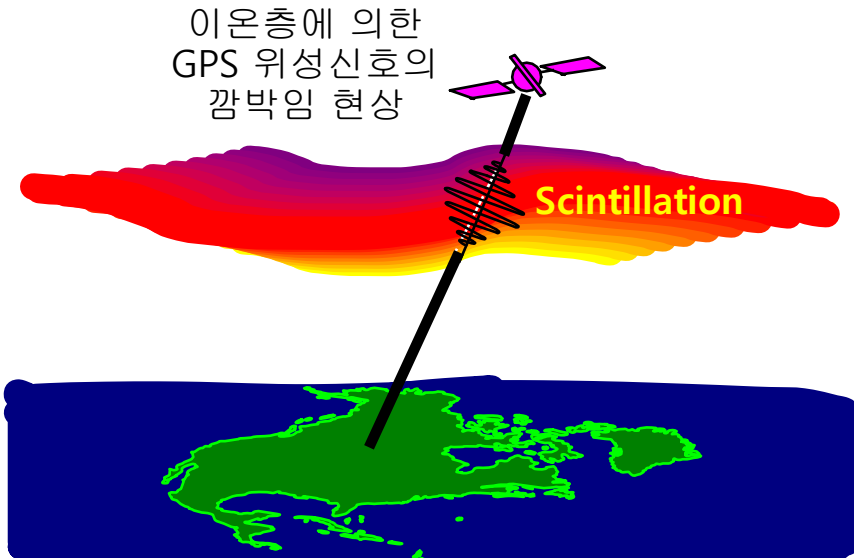
- 2003년 10월 말의 급격한 우주환경 변화에 따른 인공위성에 대한 예방조치 사례

위 성	Aqua	GALEX	Genesis (JPL)	GOES 8, 9, 10, 12	Mars Odyssey (JPL)	MER (JPL)	RXTE	SOHO
위성체 영향	대기마찰 증가		소프트웨어, 중앙처리 장치 오류	심각한 충격 (GOES 9 and 10)	10월 28일 star 카메라 일시 정전, 10월 29일 메모리 오류 발생	Star Tracker 오작동	EEPROM, EPV 복합적인 오류 발생	태양전지 array 성능 저하
기기	AAIS				MARIE		All-Sky Monitor	
기기 영향	11월 6일 재가동	과도한 양의 자외선 도달, single event upsets			전원소모 증가, 온도상승, 명령 불이행		ASM Scanning Shadow Camera 1 (SSC 1) 작동 중지	
예방 조치	JPL에서 기기작동 중지 요청	고전압 장치 정지 관측중지	안전모드 돌입	자기 토크 동작 중지 (GOES 9, 10 and 12)	기기 중지 후 안전모드 돌입	안전 모드 돌입	기기 일시 중지	안전 모드 돌입

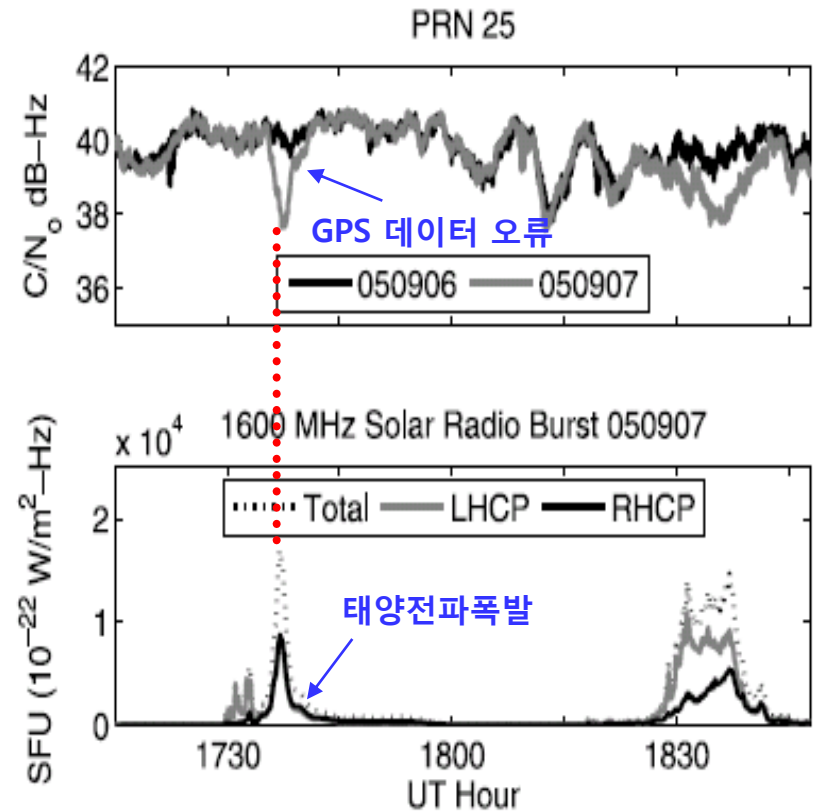
# GPS

## 1. 이온층 깜박임 (Scintillation)

- 이온층에서 작은 규모의 비정상적인 밀도 구조 때문에 발생
- 지상-위성간의 통신전파가 **불규칙적으로 진폭 감소, 위상변화**를 일으켜 정보 오류

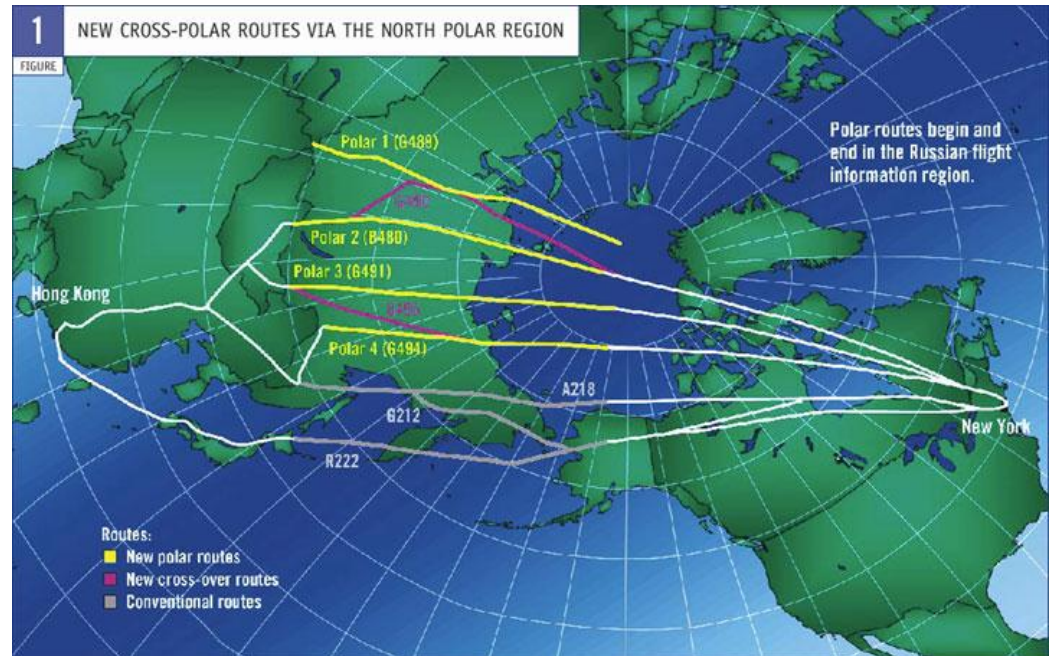


- 사례  
2005년 9월 6일에 발생한 태양폭발 시 PRN25 GPS 위성의 데이터 정보 오류



# 극항로 비행

- 기름값의 폭등으로 인해 극지방을 통과하는 단거리 비행노선을 채택
- 태양 폭발이 발생할 때 극지방을 통과하는 비행기의 승무원이나 승객들이 방사능(고에너지 복사)에 노출될 위험성 증가
- 극지방 통과 시 극지방으로 침투한 태양 양성자에 의해 단파통신 장애 발생

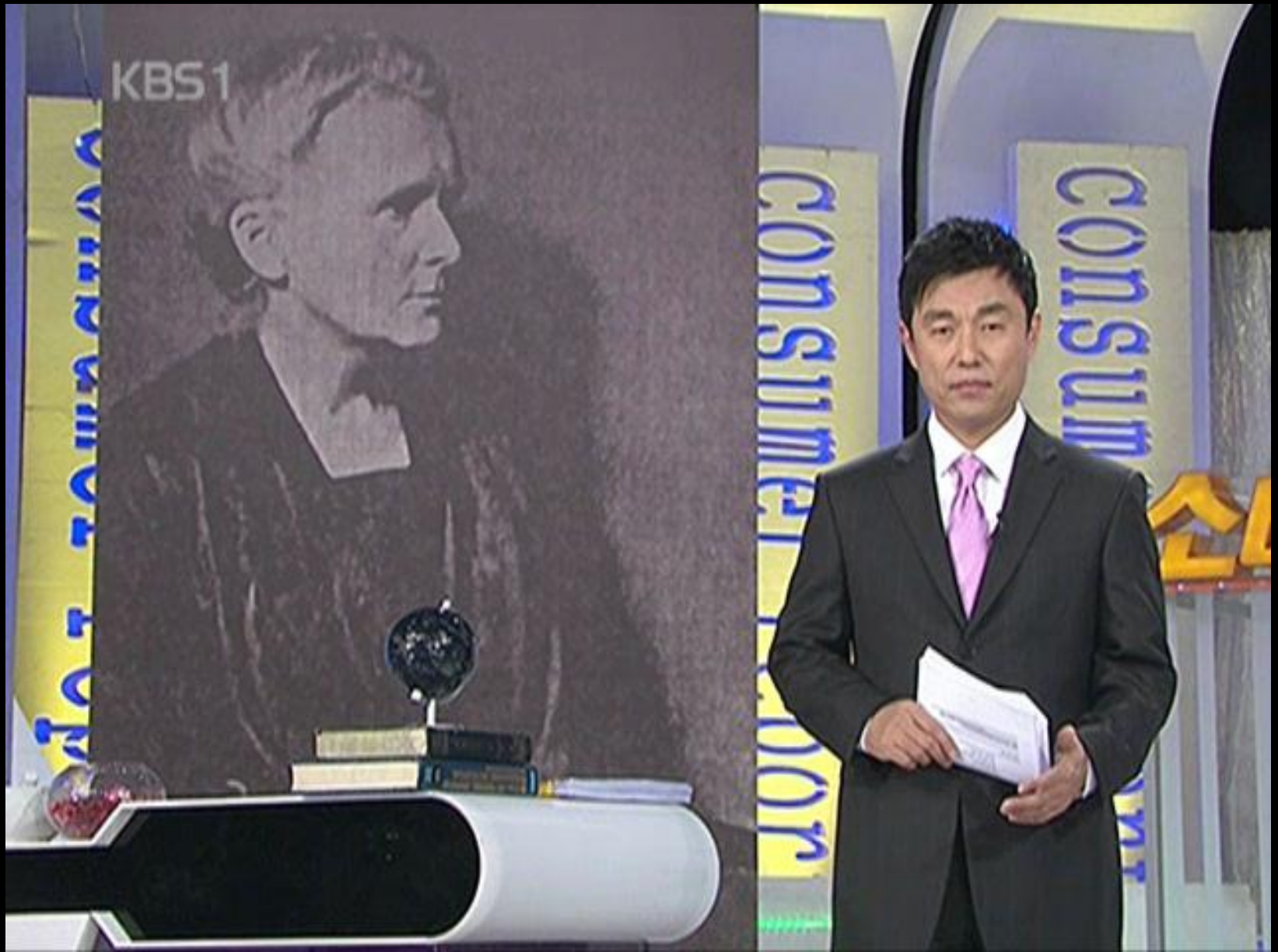


- 사례  
주간동아 기사 (2007. 4. 17 p 46~47)  
: 북극항로 방사능·자기장 '아슬아슬'  
대한항공, 위험 가능성 승객들에게 '쉬쉬' ... 조종사와 승무원들도 꺼리는 '비행 노선'





비행 고도에서 우주방사선  
(이영돈의 소비자고발, 2008.02.29)





과학동아 (2012. 9. 1. p 158~163)

“오로라 뜨는 밤엔 태양풍을 조심하세요” - 오늘의 우주날씨를 알려드립니다.

→ 국내 과학 전문지 최초 항공과 우주기상에 대한 언급



knowledge

에디터 장상민 | 글 황영아

오늘의

우주날씨를

알려드립니다

“오로라 뜨는 밤엔

태양풍을

조심하세요”

생활주변방사선 안전관리법 18조 전문

제18조(우주방사선의 안전관리 등)

- ① 대통령령으로 정하는 항공운송사업제이하 "항공운송사업자"라 함은 우주방사선에 피폭될 우려가 있는 운항승무원 및 객실승무원의 건강 보호와 안전을 위하여 노력하여야 한다.
- ② 제1항의 운항승무원 및 객실승무원이하 "승무원"이라 함은 비행노선, 비행고도 및 운항횟수 등을 고려하여 대통령령으로 정한다.
- ③ 항공운송사업자는 다음 각 호의 사항을 조사·분석하여야 한다.
  - 1. 항공노선별로 승무원이 우주방사선에 피폭되는 양
  - 2. 승무원이 연간 우주방사선에 피폭되는 양
- ④ 항공운송사업자는 제3항 각 호의 사항에 대한 조사·분석 결과 승무원의 건강 보호 및 안전을 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 안전조치를 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 교육과학기술부장관과의 협의하여야 한다.



“북극항로 우주방사선 안전기준 및 관리정책 개발 연구”  
(2009)

월 큰 지자기폭풍 때문에 캐나다 퀘벡주 전역의 송전 시설에 문제가 생겨서 약 600만명 주민이 9시간 동안 전력 공급을 받지 못했다. 태양 폭발이 일어나고 나서 송전 시설이 마비되기까지 단 90초 밖에 걸리지 않아 대처할 시간이 전혀 없었다. 이 때 일본은 통신위성 절반이 파손됐다.

이처럼 우주날씨는 지구에 사는 우리들에게 심각한 피해를 일으킬 수 있어 우주날씨 예보는 매우 중요하다. 특히 항공사, 위성운용사, 전력회사 등을 위해 한국천문연구원은 우주날씨를 매일 예보하고 있다. NASA 위성과 보현산 태양플레어 망원경, 태양흑점 망원경 등을 통해 언제 태양폭발이 일어날지 예측하는 것이다. 태양폭발이 발생한 후에는 태양플레어와 코로나물질 방출 등이 동반되는지 조사해 이들이 지구에 도달할 것인지 비키나갈 것인지 예측한다.

우주날씨는 로켓을 발사할 때도 필수다. 나로호(KSLV-1)를 발사할 때도 우리 연구팀은 우주환경 종합 감시시스템을 만들어서 항공우주연구원과 협력했다. 미국 항공협회(FAA)는 50MeV 이상 태양 고에너지 양성자의 양이 100pfu(단위 면적당 들어오는 입자의 개수) 이상이면 위성의 발사 연기를 권고하고 있다.

매주 월요일 아침이면 한국천문연구원 태양우주환경 연구자들이 모두 우주환경 감시실에 모여 지난 일주일의 우주환경을 토의하고 이번 주의 우주날씨를 예측하는 회의를 갖는다. 태양, 태양풍, 우주방사선, 지구전리층, 오로라 등 우주환경의 구성 요소들에 대해서 각 분야의 전문가들이 저마다 분석한 의견들을 내놓는다. 예를 들어 2012년 7월 18일자의 예보일자는 내가 직접 작성한 것이다. 이 날은 전날인 7월 17일 발생한 M급 플레어 때문에 태양 양성자 이벤트가 일어났다. 태양 양성자가 지구에 쏟아진 이번 이벤트는 대략 36시간 동안 지속될 것이고, 최대 세기는 S2 등급에 도달할 것이라고 예측하였는데 실제로 적중하였다. 현재 많은 우주과학자들이 우주날씨 통합 예보 모델을 개발하고 있으니 언젠가는 우주날씨도 자상 날씨처럼 정확하게 예보할 수 있는 날이 올 것이라고 믿는다. ■



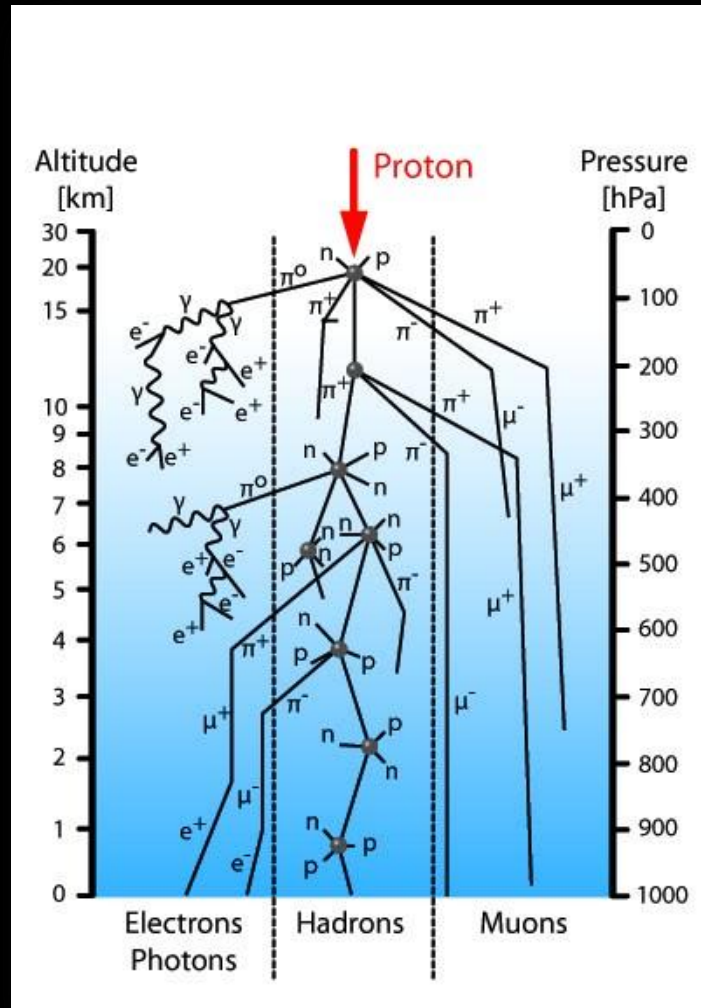
생활주변방사선관리법 :  
법을 제10908호,  
공포일 2011.07.25,  
시행일 2012.07.26

# 우주 기상이 기상에 미치는 대표적인 영향

## Radiation Transport in Atmosphere

- Monte Carlo based particle transport calculation
  - Characterize particle fluence and energy spectrum
  - Codes: LUIN, FLUKA, GEANT, MCNPX, LAHEAT, MARS, PHITS, PLOTONIUS, SHIELD
- 

# 우주선(Cosmic Ray)의 대기와의 상호작용



- 지구 대기에서의 우주복사환경은 **우주선 입자와 대기와의 상호작용**해 의해서 생성된 중성자, 양성자, 광자, 전자, 양전자, 파 이온, 뮤온, 무거운 이온들로 구성.
- 우주선로부터 파생되는 중성자의 연속적인 검출을 위해, 그리고 항공 운행 중인 사람에게 누적되는 방사선량 측정을 위해, 대기에서 **우주선으로부터 파생되는 입자의 이동 (particle transport)에 대한 계산 필요**
- 다음 3가지 종류의 프로그램이 많이 사용됨.  
; **GEANT4, FLUKA, MCNPX**

# 관측장비 Observational Instruments



SOFT  
(Solar Flare Telescope)



KSST  
(KASI Sunspot  
Telescope)



KSIS  
(KASI Solar Imaging  
Spectrograph)



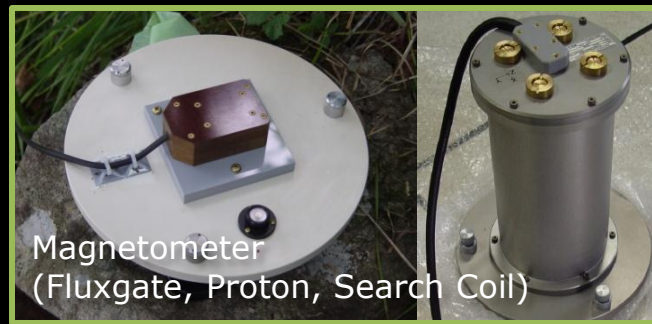
1.6 m NST  
(New Solar Telescope)



E-CALLISTO



K-SRBL



Magnetometer  
(Fluxgate, Proton, Search Coil)



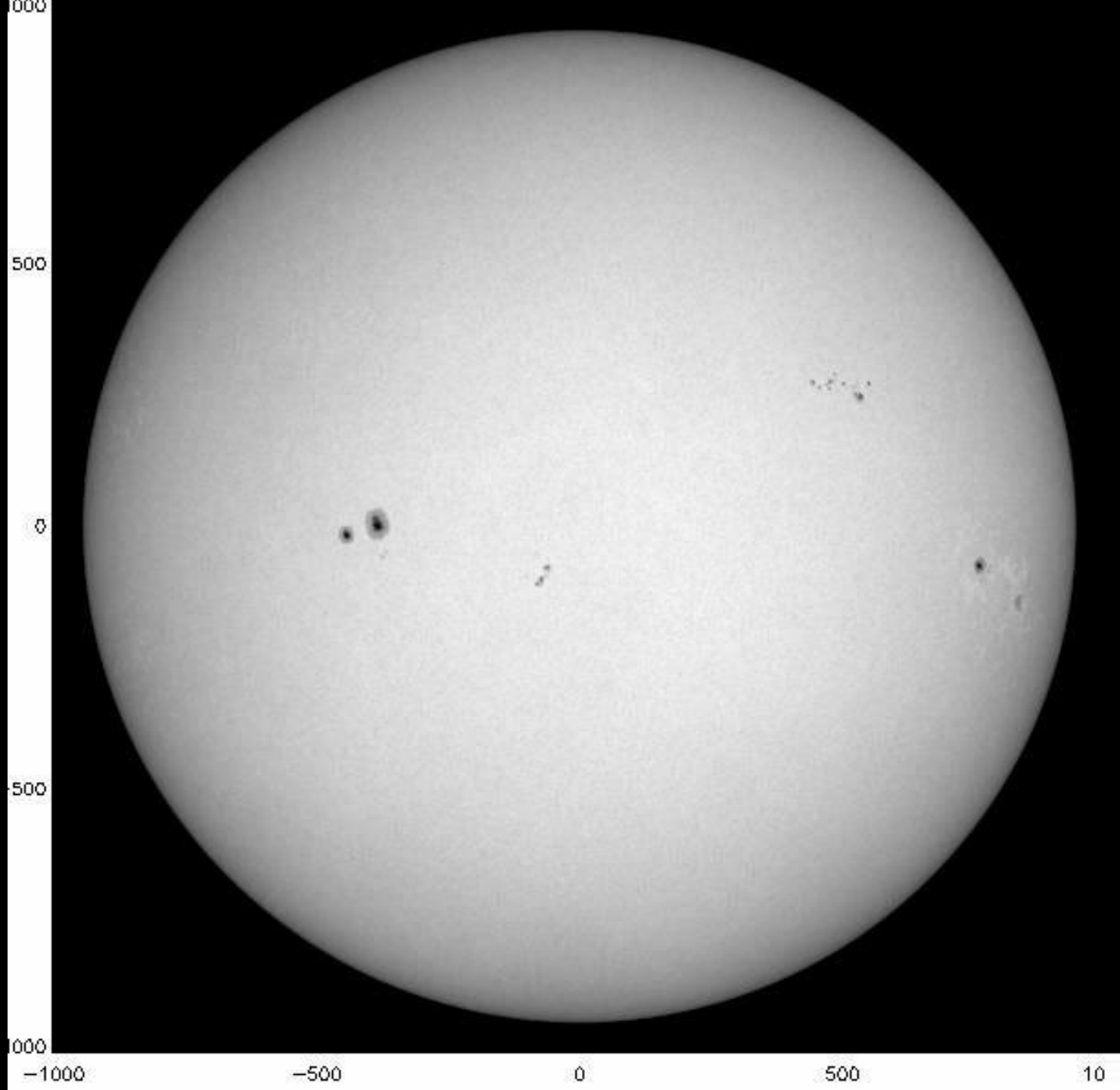
ASC  
(All Sky Camera)



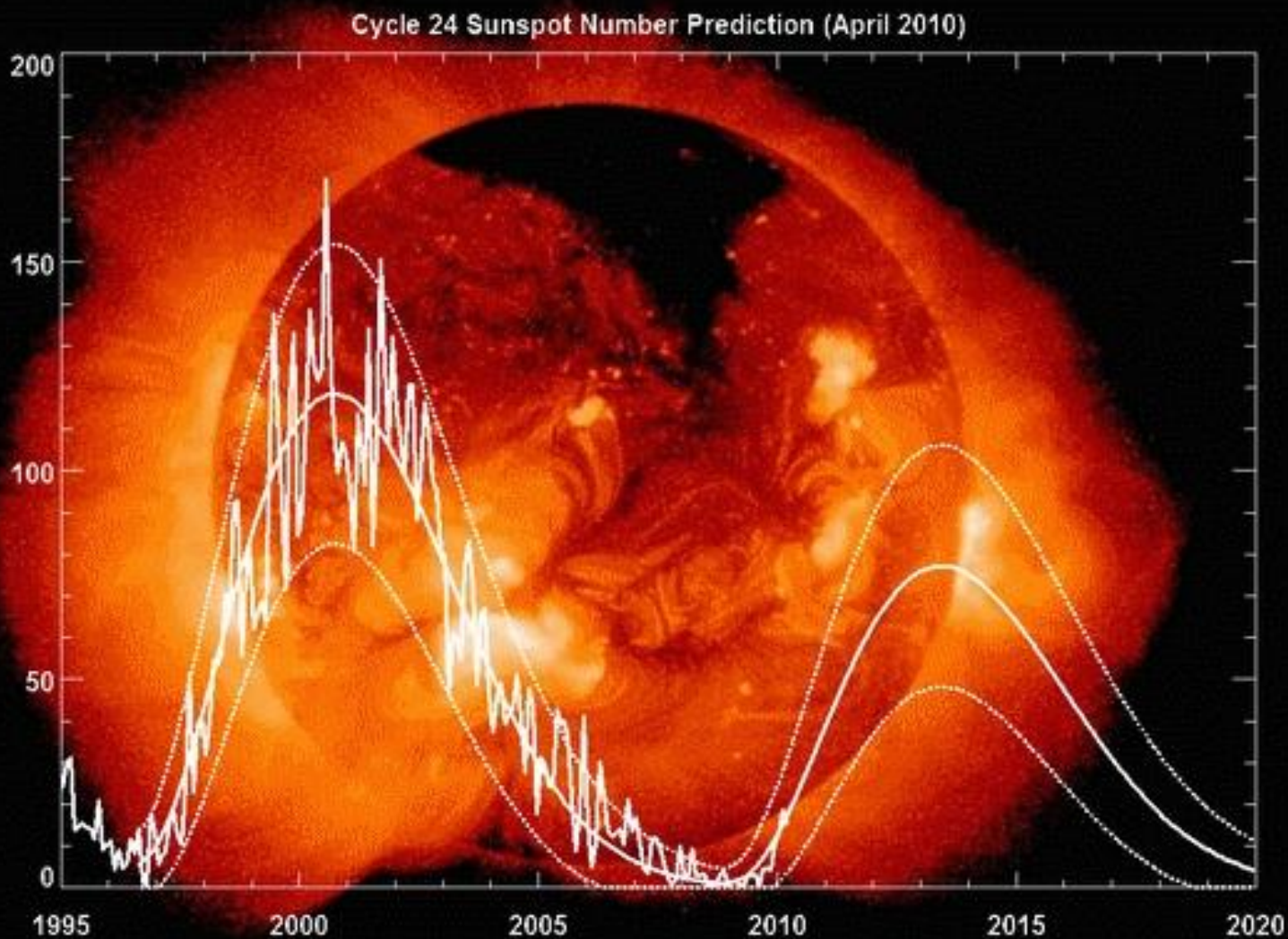
SCINTMON  
(Scintillation Monitor)



VHF Radar



# 2013년 태양활동 극대기



Hathaway/NASA/MSFC

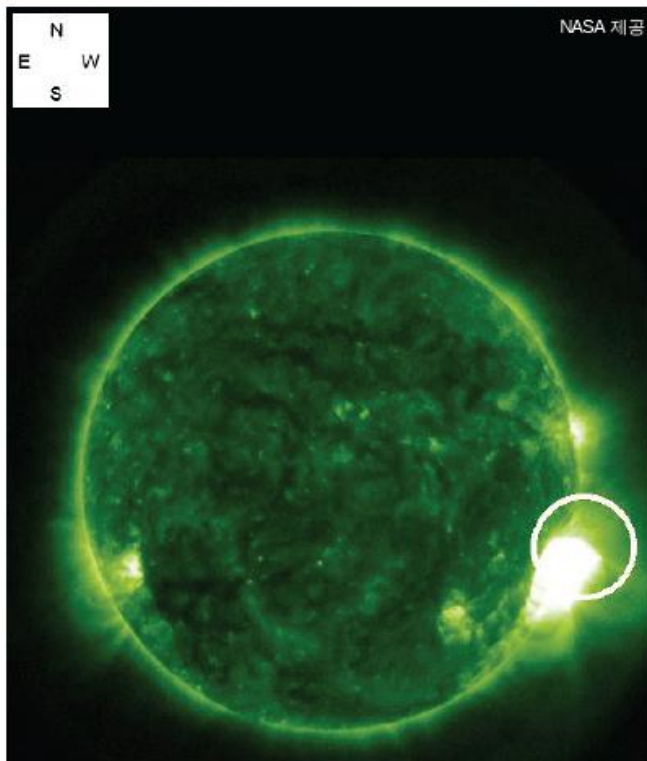


# 우주환경감시실 (Space Weather Monitoring Lab)



# 우주 날씨 예보

## SPACE WEATHER REPORT



S00/AIA 94 2012-07-17 17:17:38 UT

우주환경경보 **R1**    우주환경경보 **S2**    우주환경경보 **G0**

1 플레어 발생시점 2012 / 07 / 17 / 12:03 (UT)

2 플레어 종료시점 2012 / 07 / 17 / 19:04 (UT)

3 플레어 최대세기 M1.7

4 프로톤 이벤트 최대시점 2012-07-18 06:04

5 프로톤 이벤트 지속시간(예상치) 36.0 시간

6 프로톤 이벤트 최대세기(예상치) S2

7 CME 발생여부 발생함

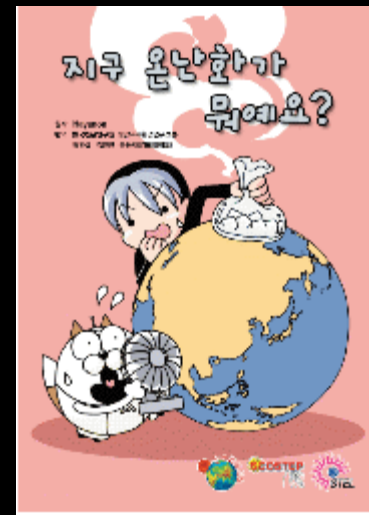
8 CME 지구 도달 여부/시간 2012-07-19 18시 ~ 2012-07-20 18시

	Jul 18	R1	S2	G0
9 우주환경 예보 (UT)	Jul 19	R1	S0	G0
	Jul 20	R0	S0	G1
	Jul 21	R0	S0	G0

10 개요

17일 12:03 UT(21:03 KST)에 M1.7 플레어가 발생하였으며 이외에도 다수 C급 플레어가 서남쪽 가장자리 활동영역에서 발생하였음. M급 플레어와 함께 CME가 동반되었으며, 고에너지 프로톤 이벤트도 발생하였음. 프로톤 플럭스는 17일 17시 UT(18일 02시 KST)에 S1, 23시 UT(18일 08시 KST)에 S2수준에 오른 후 S1으로 떨어졌다가 18일 05시 UT(14시 KST)부터 다시 S2수준으로 상승. 18일 늦게나 19일 중에 S0수준으로 떨어질 것으로 예상됨. CME는 19일 18시 UT(20일 03시 KST)부터 20일 18시(21일 03시 KST) 사이에 지구에 도착할 것으로 예상되나 중심이 서남쪽으로 크게 치우쳐 있어 악한 지자기 교란이 예상됨. 서남쪽 가장자리 활동영역으로 인해 앞으로 며칠간 주의가 요망

# 우주환경 만화

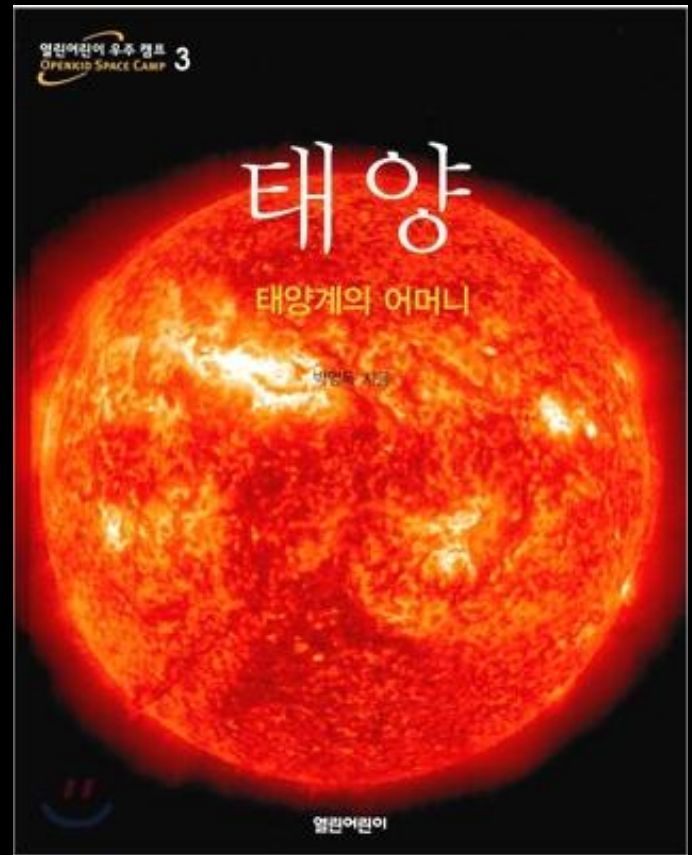
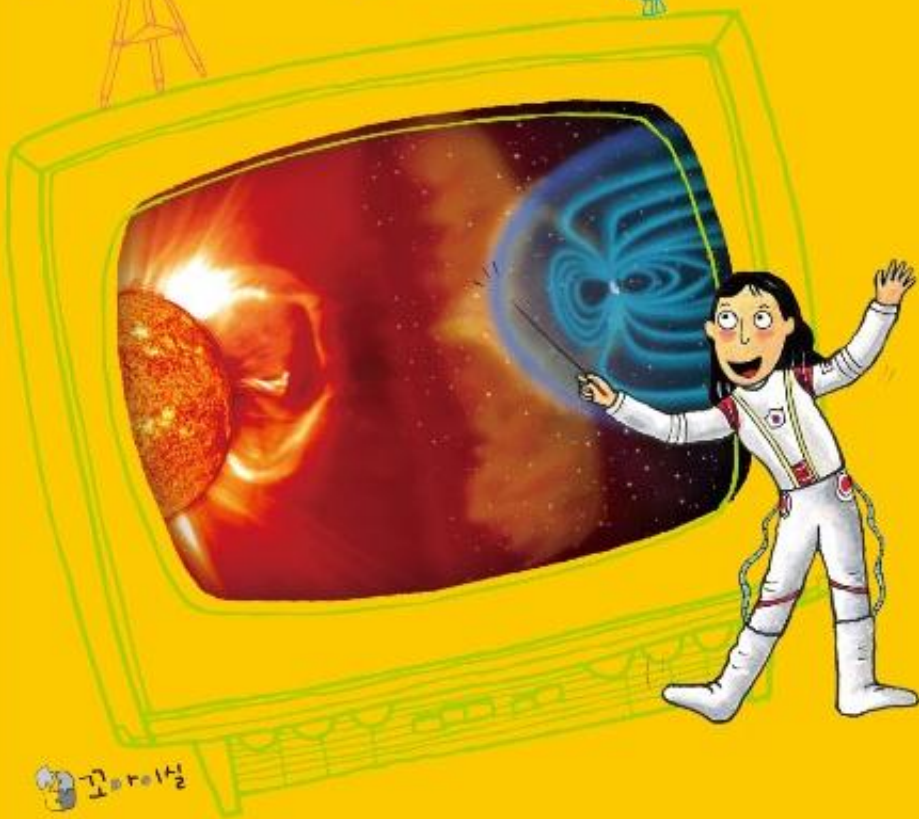


2013 생각하는 지식 ①

우주 과학자가 들려주는 우주 환경 이야기

# 우주 나사시르 리 말씀 드리겠습니다

금 황쟁아 그림 권효설



2012년 7월 발행, 한국과학창의재단 초등창작  
부문 2012년 하반기 우수도서 선정

**NAVER**

황정아

검색

상세검색

T 시스템을

+ Mobile

통합검색

이미지

블로그

카페

지식iN

동영상

어학사전

뉴스

실시간검색

더보기

정렬

정확도 | 최신순

기간

전체 | 1일

1주 | 1달

1년

직접입력

영역

전체 | 제목

전체 초기화

연관검색어 ? [황정아웨딩](#) [황정아 드레스](#) [이연 매튜언](#) [이연사랑](#) [김청경 헤어페이스](#) [부티크](#) [라퀸느](#) [에스티아](#)  
[제니하우스](#)

인물 정보

프로필 수정요청



**황정아** 물리학자, 연구인

소속 [한국천문연구원 \(연구원\)](#)

경력 [한국천문연구원 태양우주환경 연구그룹 연구원](#)

프로필 더보기

도서 [우주날씨를 말씀드리겠습니다 ...](#) | [코파일실](#) 2012.07.31

블로그

[투어 \(마고 브라이덜, 루이엘라 브라이드, 황정아 웨딩\)](#) 7일전

\* 황정아 웨딩 플래너님이 마지막으로 가보자고 해서 가게된 황정아 웨딩 사실 앞의 두 삽에 비해서 조금 작다는 느낌이 있었어요. 하지만, 정말 신부를 위한다는 느낌이 짝박- 스타분들도 넘 재밌으시고....

[blog.naver.com/phoenix\\_ran/70147962388](#) | [여왕벌 갠나니](#) | [블로그 내 검색](#)

[황정아웨딩 앤 드레스 부티크](#) 2012.07.25

황정아웨딩 앤 드레스 부티크는 Hwang Jeong Ah Wedding & Dress Butik 디자이너브랜드로 디자이너 아이멘티를... 디자이너 : 황정아원장님 처음 만났을때부터 국내에서는 보기 어려웠던 신선한 드레스를 보여주는...

[blog.naver.com/bebichaplin/110143486765](#) | [my love, my bride!](#) | [블로그 내 검색](#)

[황정아 웨딩](#) 2012.08.07

첫삽은 황정아 웨딩이었어요. 제논엔 너무 이뻐보였는데 신부님논엔 확~와달진 않았다고 하네요.... 황정아 웨딩을 선택하진 않으셨지만 이 드레스들도 넘넘 이뻐네요. 명화신부님은 다리가 긴 장점이...

실시간 급상승 검색어 ?

- 1 한화 채용 ↑ 174
- 2 플드컵 ↑ 162
- 3 토니모리 ↑ 78
- 4 가인 ↑ 81
- 5 sk 채용 ↑ 192
- 6 가인 피어나 ↑ 720
- 7 명지대학교 ↑ 141
- 8 김장훈 ↑ 258
- 9 에워드하우스 ↑ 93
- 10 한채아 ↑ 111

2012.10.05 16:46 현재

핫토픽 키워드 ?

오늘 | 1일전 | 2일전 | 3일전 | 4일전

9시 | 13시 | 17시 | 21시

- 1 BIFF 파격 드레스 NEW
- 2 싸이 8만 관객 말춤 NEW
- 3 아그대 시청률 NEW
- 4 최성국 기습 고백 NEW
- 5 김병만 정글 출연료 NEW
- 6 유노윤호 굴욕당 NEW
- 7 태권 도를 아십니까
- 8 불산가스 2차 피해 NEW

# Thank you

2006. 3. 29., El Sallum, Egypt (Tele Vue Pronto 70mm F/6.8, Canon EOS 20D, ISO 100, 1/1000~1/2 sec)

