

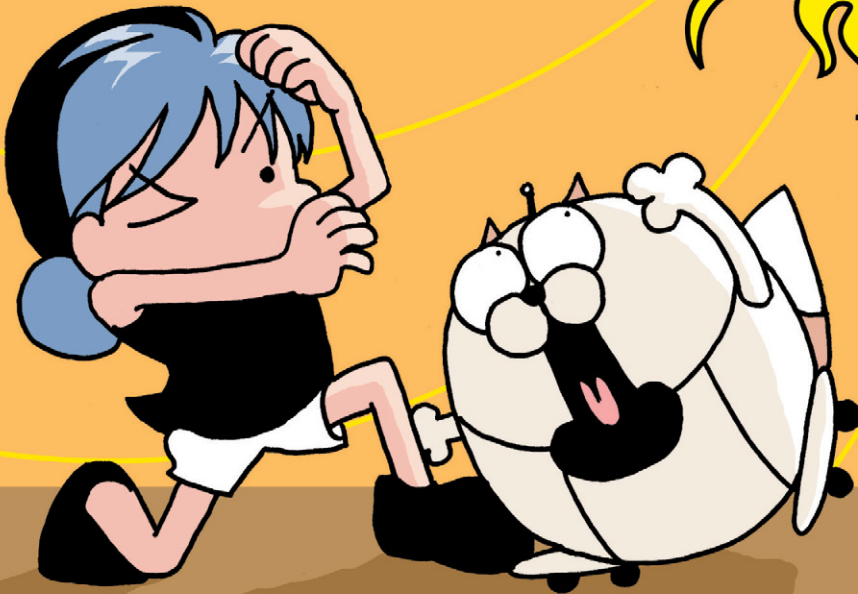
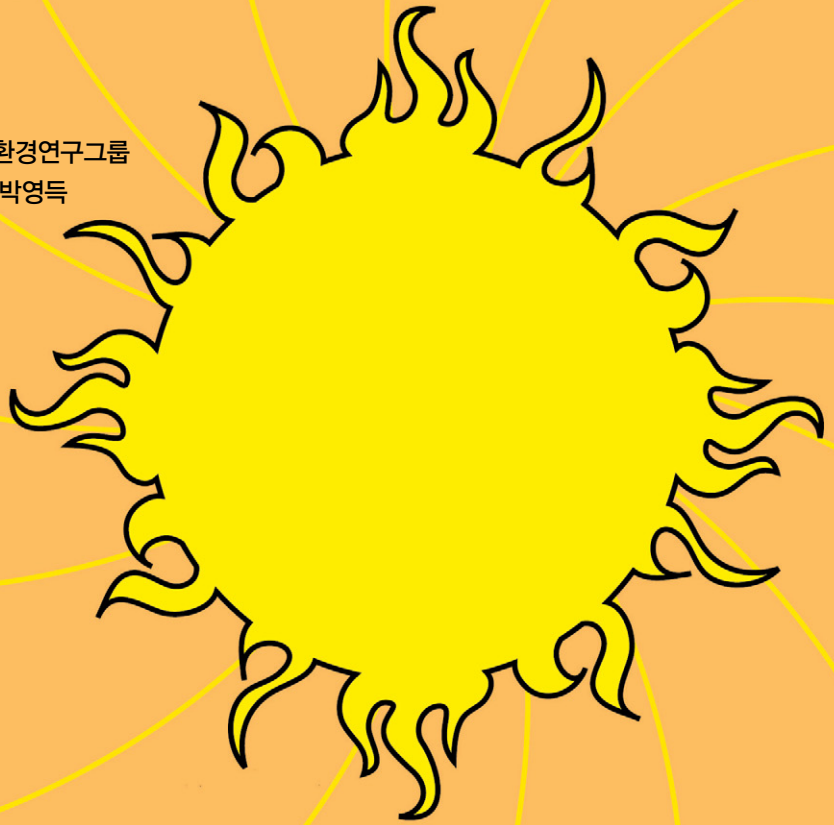
태양풍이 뭐예요?

원작 Hayanon

번역 한국천문연구원 태양우주환경연구그룹

조경석 김연한 봉수찬 박영득

이대영(충북대학교)





눈에 보이지 않는 태양풍 보기

태양 활동은 대략 11년 주기로 변화한다. 태양 활동이 왕성한 기간 동안 흑점수가 최대일 때 “태양 활동 극대기” 라고 부르고, 태양 활동이 적고 태양 흑점수가 최소일 때 “태양 활동 극소기” 라고 부른다.

태양 에너지의 방출은 태양 활동에 맞추어서 변화한다는 것 또한 알려져 있다. 그러나 에너지 출입량의 변화량은 기껏해야 0.1%로 매우 적어서, 우리가 실제로 태양이 더 밝아지는지, 어두워지는지를 11년 주기 동안 알아채기는 매우 힘들다.

태양에서 나오는 에너지 중에서 빛 에너지는 가장 큰 부분을 차지하고, 그 다음이 중성자와 태양풍이다. 중성자는 2002년 물리학 분야에서 노벨 물리학상을 받은 덕택에 근래 들어 매우 각광받는 주제 중 하나이다. 이 기본 양자는 다른 물질들과 상호 작용하지 않는, 독특한 성질을 갖고 있다. 이러한 독특한 성질 때문에 중성자는 심지어 지구를 통과하는 것도 가능하다. 중성자가 갖고 있는 엄청난 태양 에너지에도 불구하고 지구에 미치는 영향은 무시할 만한 것으로 생각하고 있다.

태양에서 나오는 세 번째로 가장 큰 에너지 전달매체인 태양풍은 겨우 빛 에너지의 백만분의 일 정도이다. 그럼에도 불구하고, 만일 태양풍이 눈에 보이는 것이었다면 우리는 태양 활동 주기에 따라 매우 놀라운 역동적인 변화들을 볼 수 있었을 것이다.

아래의 그림은 마지막 페이지에 설명한대로 특정한

방법으로 관측한 결과이다. 이 그림은 태양 활동 주기 동안 태양풍의 속도의 분포를 보여준다. 초속 700~800km의 고속의 태양풍은 남색으로 표시되었다. 더 따뜻한 색깔일수록 태양풍의 속도가 더 느려짐을 의미한다. 붉은색은 초속 300~400km의 저속 태양풍이다. 태양의 각 그림은 1991~2000년 동안, 매년 일어나는 태양풍의 변화에 대한 정보를 보여준다.

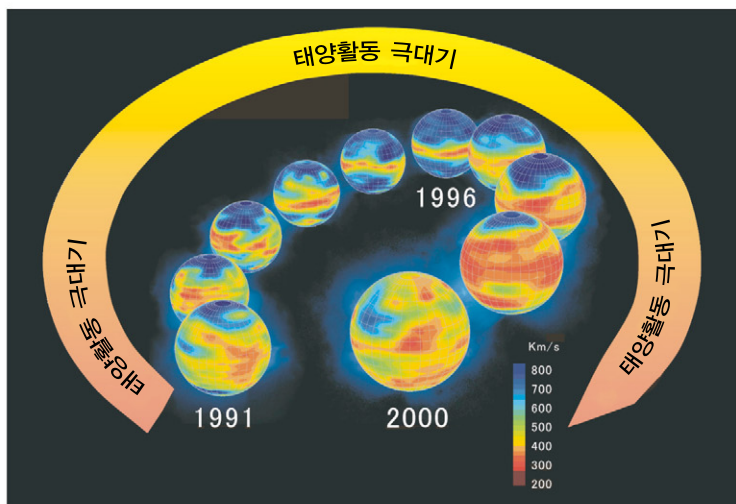
태양 활동을 살펴보면, 태양 활동 극대기인 1991년부터 태양 흑점수가 감소하기 시작하여, 태양 활동 극소기인 1996년에 거의 사라진다. 그런 다음에 다시 다음 태양 활동 극대기인 2000년까지 증가한다.

1996년의 태양 이미지를 살펴보면 고속의 태양풍은 적도 아래에 벨트 모양의 띠처럼 나타나는 반면, 저속 태양풍은 중위도와 극지방에 넓게 분포하는 것을 볼 수 있다.

태양 활동이 왕성할 때를 보면, 저속의 태양풍이 태양 표면의 넓은 영역을 먼저 차지하고 있다. 대조적으로 고속 태양풍은 극지방에서만 제한되어 있다. 태양 활동 극대기에 저속 태양풍은 태양 표면 전체에서 발산된다.

태양풍은 광대한 행성간 공간으로 뿔어져 나온다. 태양 활동 주기에 따라서 태양풍은 행성과 행성간 공간에 영향을 미친다.

자, 이제 태양풍이 어떻게 우리의 삶에 영향을 미치는지 한번 살펴보자.



태양풍 속도 분포의 년변화 <관측과 데이터 처리 : 일본 나고야 대학, 태양-지구환경연구소(STEL)>

오늘은 정말
좋은 날씨다!

과학을 사랑하는 물과
애완견인 로봇개 미루보는
한껏 태양을 즐기고 있다.

기분이 너무
좋아!!

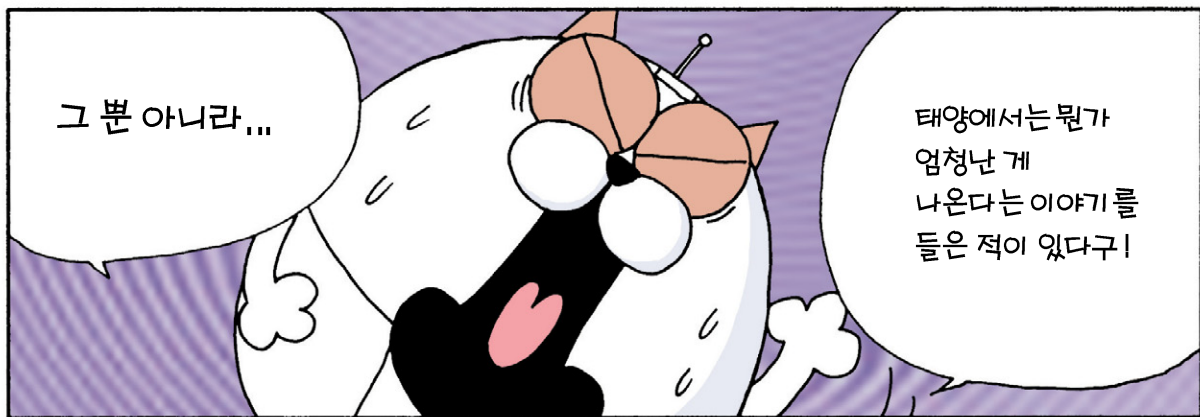
나도 그래!
태양빛 쬔게
너무 좋아!

우~아~

물, 태양에서
지구까지

태양빛과 열이
그 먼 우주에서
항상 우리에게
도착한다는 것이

신기하지
않니?



먼저, 태양에서
무슨 일이
일어나는지
설명해 주마,

태양에는 핵융합이라고
하는 과정이 일어나고 있지,
4개의 수소핵이 1개의
헬륨핵으로 변하는 거야,

이 반응은
에너지를 만들어 내고
그 에너지가 태양 밖으로
나가는 거지,

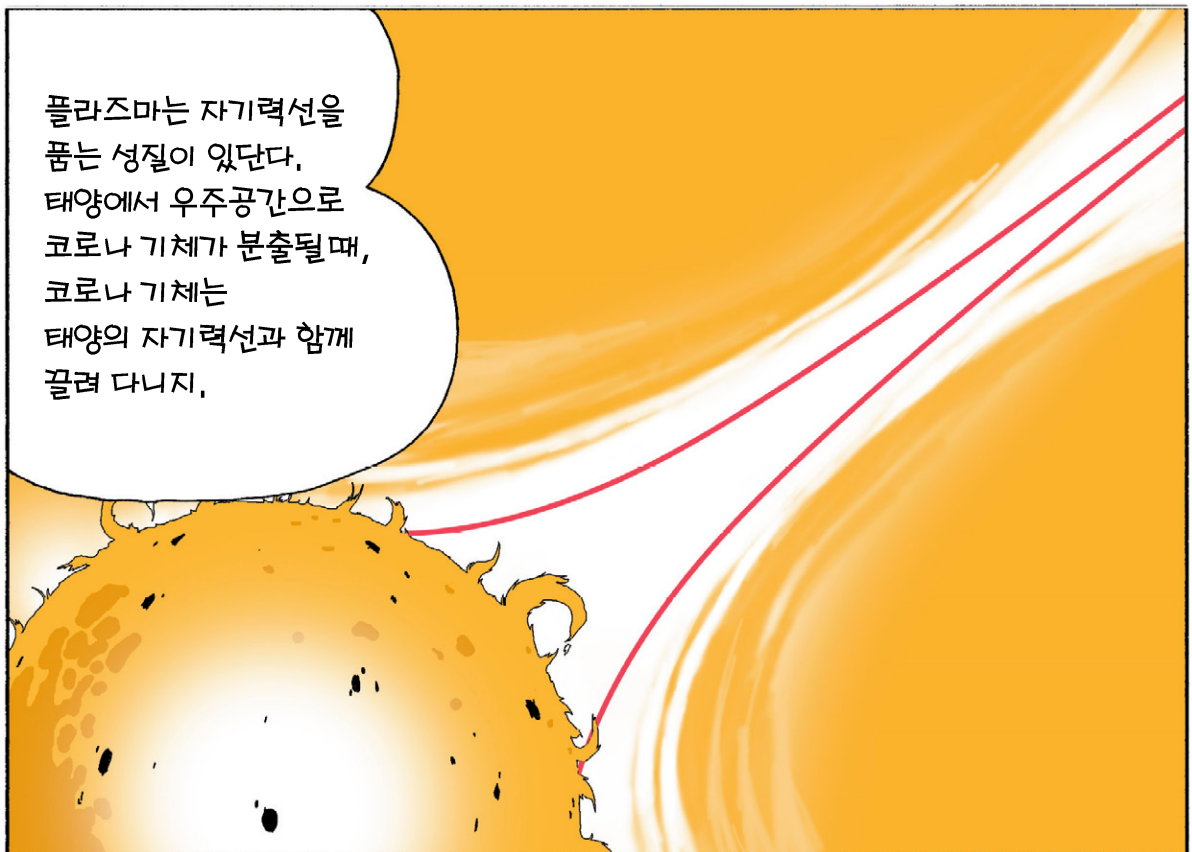
수소 원자는 태양표면에서
1백만도 이상까지
가열되어 전자와 양성자로
분해 된단다,

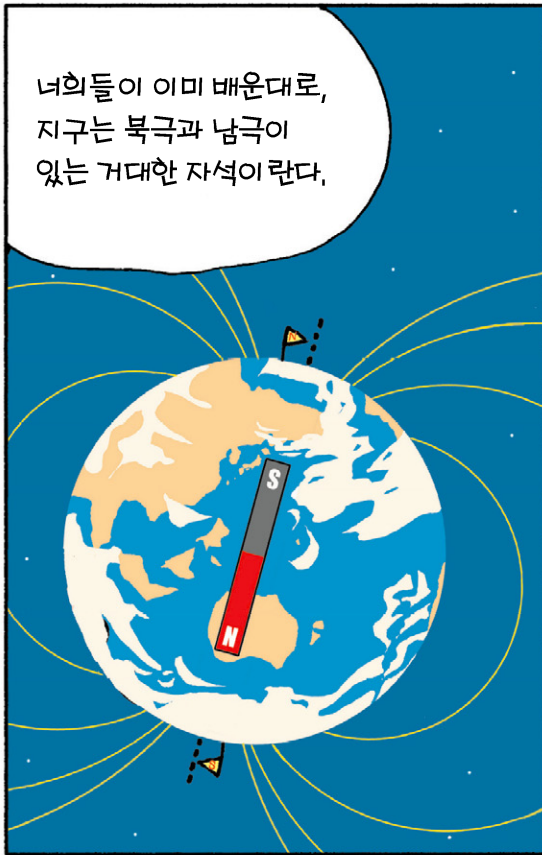
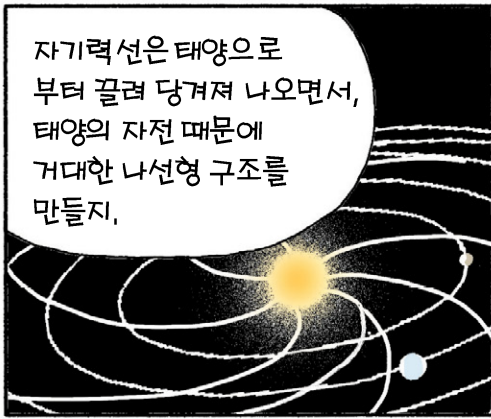
이러한 상태를
플라즈마 상태라고 하지,
이 플라즈마 기체는 그 자체가
갖고 있는 압력이 너무 세서
태양에서 밖으로 뿜어져
나오게 된단다,

이 플라즈마 기체는
초속 300~800km의
매우 빠른 속도로
행성간 우주공간으로
나오지,

이게 바로
태양풍
이란다,







오로라는 큰 에너지를 가진
태양풍 때문에 생기는
대표적인 현상 중 하나란다.

태양풍, 즉 플라스마의 흐름이
지구의 고층대기 분자와
원자들과 충돌하면서 오로라를
만드는 거지,

태양풍의 상태는 태양 활동
주기에 따라 급변할 수도 있단다.

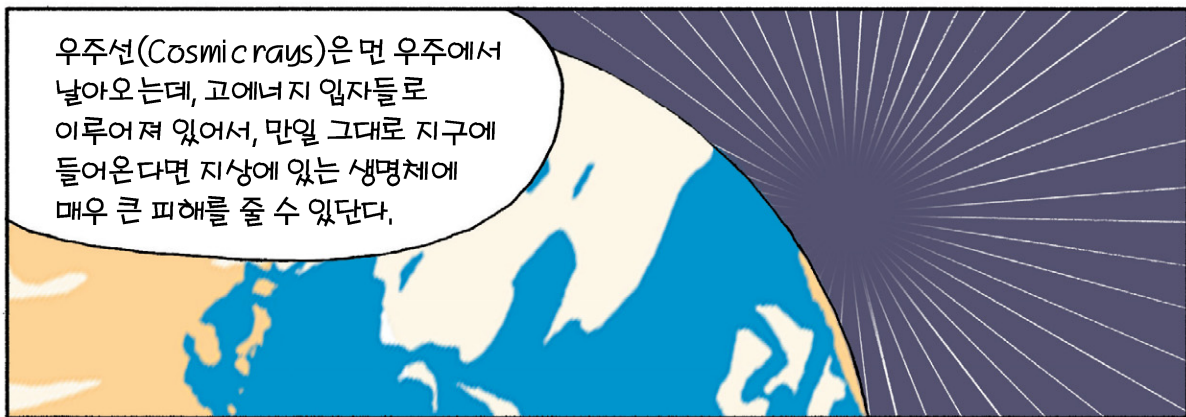
이러한 변화는 위성에
피해를 입힐 수도 있고,
나아가 지상에서
갑작스럽게 많은 유도전류를
형성해서 전기 시스템 자체를
못 쓰게 만들 수도 있지.

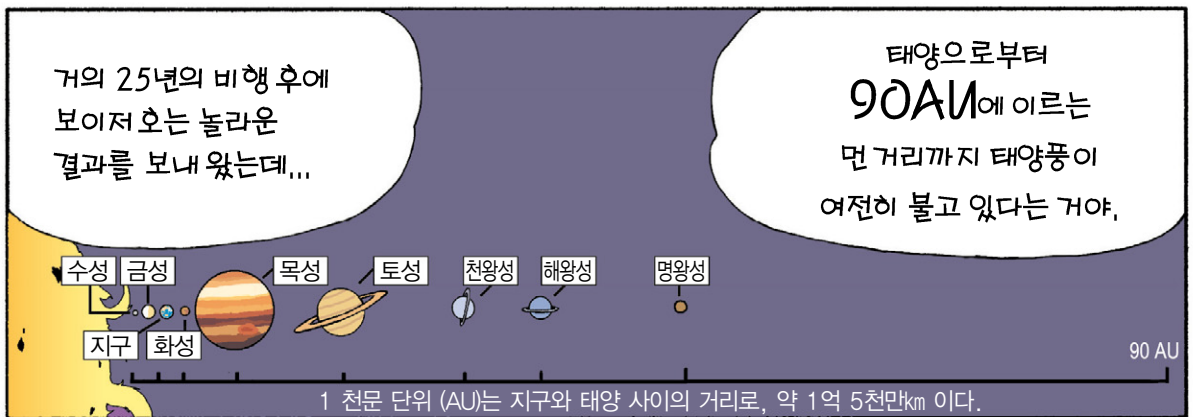
태양풍이 비록 눈에
보이지는 않고, 지상에서
측정할 수도 없지만...

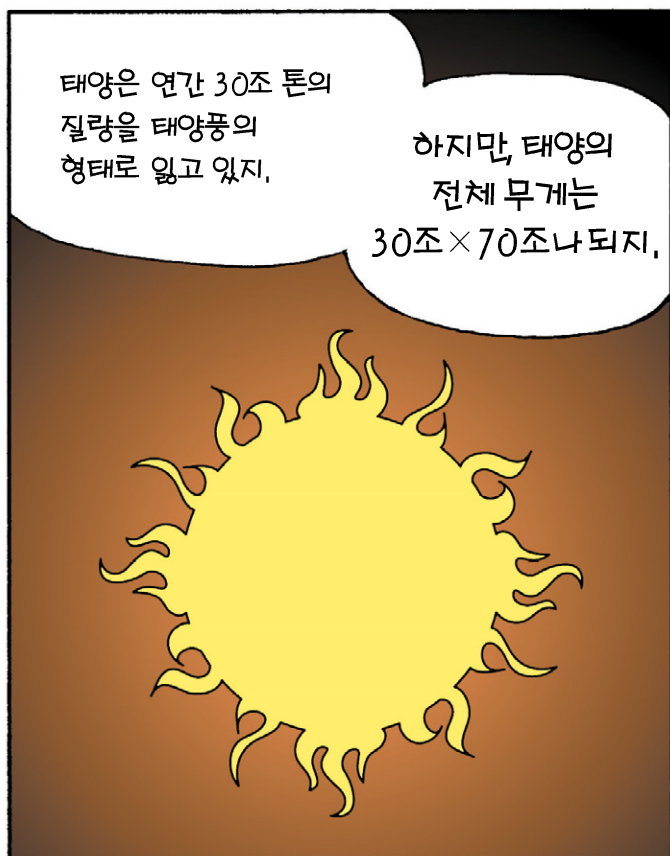
우리의 삶과 환경에
미치는 그 영향은 실로
다양하게 나타난단다.

태양은 실제로
나쁜 영향도
준단다.

그러나 만일
태양풍이 없다면
우리는 그보다 더
나쁜 상황을 겪게
될 거야,







단순히 계산하면,
태양이 질량을 모두
잃으려면 70조 년이
걸린다는 얘기가,

70조 년?!

태양풍이 그렇게 많이
나오는데도 태양이
없어지지 않는다니,

태양은 정말
대단해,

태양풍은 바로 지금
이 순간에도 불어오고
있는 거야,

물과 미루보는 끝없이 먼
우주로부터 우리에게로
날아오는 태양풍을
상상해 보고 있었다.

태양풍이 뭐예요?



안녕하세요, 선생님. 오늘 저는 태양으로부터 불어오는 태양풍에 관한 질문이 있어요. 태양풍은 우주정거장에서 볼 수 있나요?



지구 근처에서 부는 태양풍은 각설탕 1조각 부피에 겨우 10개의 입자들이 들어 있는 정도란다. 매우 가벼운 진공과 다름없는 기체이고 맨 눈으로 볼 수 있을 만큼 강한 빛을 발산하지는 못한다.



언제 태양풍이 처음 발견되었나요?
어떻게 보이지도 않는 걸 찾아냈을까요?
저는 전혀 모르겠어요.



1900년대에 사람들은 태양에서 지구로 오는 태양빛을 따라 뭔가가 지구로 온다고 생각했어. 그건, 지구의 자기력선이 이상해지거나, 오로라 등이 태양 흑점이나 태양 플레어가 나타난 이후 며칠 안에 많이 나타나곤 했기 때문이야.



태양풍은 흑점이 사라졌을 때 같이 사라지나요?



아니, 태양풍은 항상 분단다. 실제로 태양풍은 태양의 대기 그 자체거든. 1950년경에, L. Bieman이라는 이름의 한 독일인 과학자는 혜성의 꼬리를 연구했고, 결국 태양풍은 흑점이 없을때에도 항상 불어 나온다는 것을 발견했지.



혜성의 꼬리는 바람에 흔들리는 물줄기 같은 거군요.



언제 태양풍이 직접 관측되었나요?



1962년이 되어서야 비로소 관측이 가능했지. 금성으로 향하던 우주선 Mariner II가 태양풍이 지구로 오는 것을 관측하는데 성공했단다.



정말 대단한 발견이었네요. 그렇죠?



사실, E. Parker라는 미국인 과학자가 그보다 4년 전에 이미 태양풍에 대한 이론을 정립했단다. 그는 태양풍의 속도가 초속 수백km 정도 될 것이라고 예측했었고, 태양풍이라는 이름도 사실, 그가 지은 거란다.



태양풍은 지구 너머로 얼마나 멀리까지 가나요?



태양풍은 토성과 해왕성까지 간 다음에 마침내 성간 기체에 부딪힌단다. 그때까지 태양풍은 점점 더 희박해지고 더 차가워지고, 더 약해지지. 태양풍과 성간 기체의 압력이 균형을 이루는 곳이 바로 태양계의 경계인 것이지.



태양계의 너머는 어떤 상태인가요?



태양계의 바로 바깥의 온도는 매우 높아서 약 8000K 정도 되지. 이 영역은 태양풍과 같은 수소 이온과 중성 수소를 포함하고 있지만, 매우 희박하지. 이 원자들은 지구 근처로 날아오는 태양풍의 십분의 일 보다 작은 밀도란다.



태양계는 혜성의 꼬리처럼 거대한 성간 가스의 꼬리 형태를 가지고 있을 거라고들 생각하고 있지.



저는 이제 그 꼬리가 정말 대단한 거라는 걸 알았어요. 제 꼬리 좀 보세요! 물, 너도 하나 갖고 싶지 않니?



글쎄... 별로... -.-;;



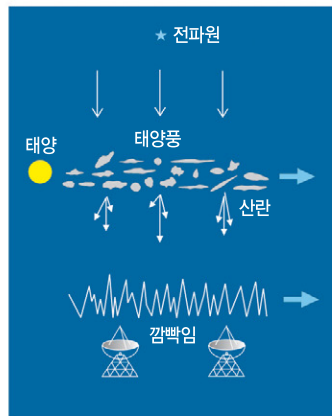
태양풍을 관측하기 위한 노력들



수많은 위성들이 태양풍을 관측하기 위해 발사되었지만, 그 위성들의 경로는 행성궤도 면을 벗어나질 못했다. 유일하게 1990년에 발사된 Ulysses라는 이름의 태양관측 위성만이 그 궤도면을 바꾸는데 성공했다. 그 일은, 목성의 엄청난 중력의 도움으로 거의 90도 가까운 경사각을 변화시킴으로써 가능했다. 그러나 그 당시에는 우주선에서 동작하는 관측기들이 많지 않았다. 광대한 행성간 우주 공간에서 불어오는 태양풍의 전체적인 그림을 얻는 일은 거의 불가능했다.

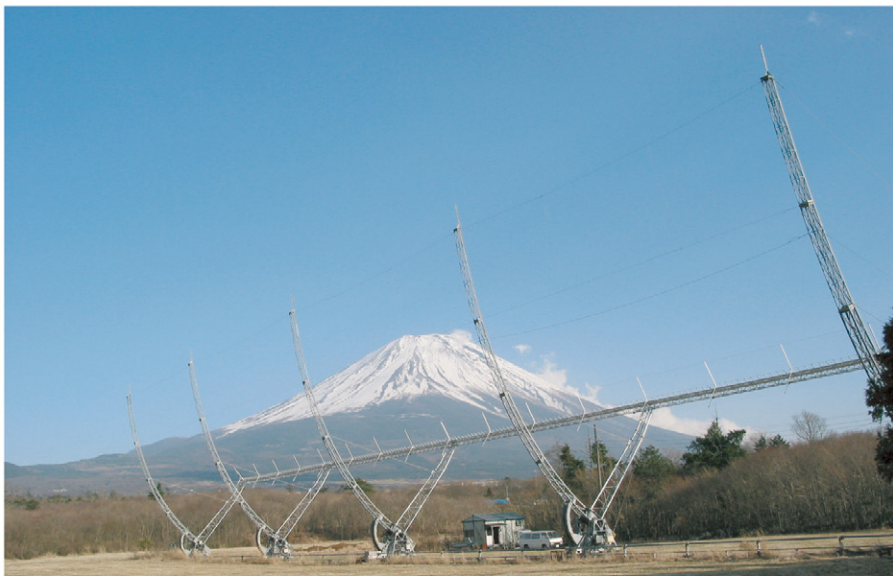
실제로 지상 관측 시스템은 우주선을 통한 태양풍 관측을 보완하는 역할을 했다. 1964년 캠브리지 대학의 A.Hewish와 그의 동료들은 바깥 우주로부터 나오는 전파가 몇 초의 주기로 강해지거나 약해지는 것을 발견했다. 이것은 마치 지구대기요란에 의해 밤하늘에 반짝이는 별빛과 같은 것이다. 별에서부터 나오는 빛은 지구의 대기를 통과하면서 여러 방향으로 산란되어 별을 반짝이게 보이게 만드는 것이다.

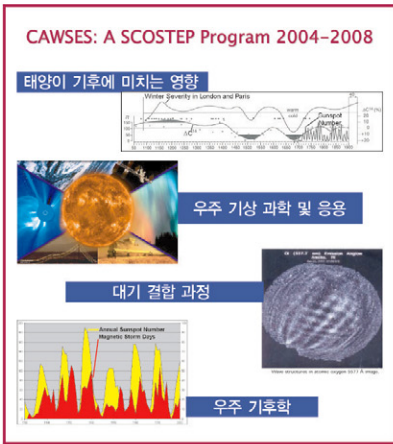
전파원으로부터 나오는 전파의 산란은 하전 입자



혹은 위의 그림에서 보이는 태양풍 플라스마에 의해서 만들어진다. 지구에서 보이는 하늘에는 모든 방향에서 수많은 전파원들이 존재한다. 그 전파들의 “반짝거림”은 지상에 있는 우리가, 어떻게 태양풍이 태양 근처 혹은 가깝고 먼, 행성 궤도면과 같은 다양한 곳에 존재할 수 있는지 바로 이해할 수 있는 결정적인 단서를 제공한다.

일본의 태양-지구환경연구소(STEL)은 일본 전역에 4개의 전파 망원경을 통해서 태양풍 관측을 수행하고 있다. 그 중 하나는, 후지산(아래 그림)에 있다. 이 망원경은 동서로 100m와 남북으로 20m 폭의 안테나를 가지며, 327MHz로 운용되고 있다. 포물선 형태의 구조물 사이에 감겨있는 수천 개의 얇은 스테인레스 스틸 전선들은 거대한 반사면을 만든다.





태양-지구계 기후와 날씨 (Climate and Weather of the Sun-Earth System, CAWSES)

CAWSES는 태양-지구 물리위원회(Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics, SCOSTEP)의 지원을 받고 있는 국제프로그램으로, 우주환경과 그것이 인간생활 및 사회에 미치는 영향을 잘 이해하고자 설립되었다. CAWSES의 주목적은 우주환경 및 그 영향을 이해하기 위해 중요한 관측, 모델링 및 이론의 국제협력활동을 지원하고, 선진국 및 개발도상국 과학자들이 모두 참여하도록 유도하며, 모든 학생들에게 교육기회를 제공하는 것이다. CAWSES 사무실은 미국 메릴랜드주 보스턴대학에 위치해 있다. CAWSES의 네 가지 과학적 주제를 왼쪽에 있는 그림에서 볼 수 있다.

<http://www.bu.edu/cawses/>

<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SCOSTEP/scostep.html>



태양-지구 환경연구소 (Solar-Terrestrial Environment Laboratory, STEL) 나고야 대학교, 일본

STEL은 일본 내 대학간 상호협력시스템 하에 운영되고 있다. STEL의 목적은 일본과 해외 대학 및 연구소들의 공동연구를 바탕으로 “태양-지구간 시스템의 구조와 역학에 대한 연구”를 장려하고 있다. STEL은 네 연구그룹으로 구성되어 있다: 대기 환경, 이온층과 자기권 환경, 태양권 환경, 그리고 통합적인 연구. 지구공간 연구센터(Geospace Research Center) 또한 연합연구계획을 수립하고 활성화하기 위해 STEL과 결연을 맺고 있다. 7개의 관측소에서 다양한 물리적 화학적 연구를 위한 지상관측망을 전국적으로 운영하고 있다.

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/>

はやのん 하야논(Hayanon)

류큐대학의 물리학과를 졸업한 작가이자 만화가인 하야논(Hayanon)은 과학과 컴퓨터 게임에 관한 풍부한 배경 지식을 바탕으로 수많은 인기 연재물을 발간했다. 그녀의 과학에 대한 열정을 담은 변함없는 글은 좋은 호응을 받고 있다.

<http://www.hayanon.jp/>

子供の科学 코도모 노 카가쿠

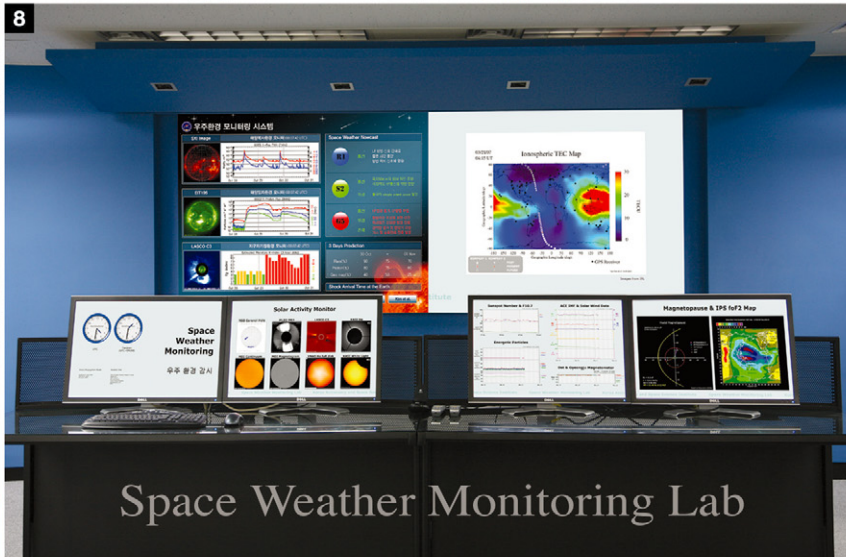
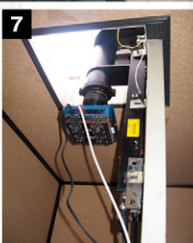
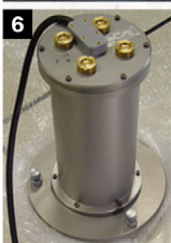
(Kodomo no Kagaku) - 청소년 과학잡지

세이분도 신코사 출판사가 발간하는 코도모 노카가쿠는 월간청소년잡지이다. 1924년 초판 이래로, 이 잡지는 평범한 일상에서의 과학현상에서부터 연구주제가 되는 것까지 과학의 다양한 면을 다루면서 과학교육에 큰 공헌을 지속적으로 해오고 있다.

<http://www.seibundo-net.co.jp/>

“태양풍이 뭐예요?”는 “Kodomo no Kagaku”와의 협동으로 출판되었습니다.

CAWSES의 협조로 나고야대학교의 태양-지구 환경연구소(STEL)와 SCOSTEP이 발행하였습니다.



1. 태양 플레어 망원경
2. 태양 영상 분광기
3. 태양 전파 안테나
4. 태양 흑점 망원경
5. 신타레이션 모니터
6. 지자기 측정기
7. 전천 카메라
8. 우주환경감시실

우주환경예보센터

(Korea Space Weather Prediction Center, KSWPC)

태양은 우리가 맨 눈으로 보는 것처럼 조용한 것이 아니다. 지금도 끊임없이 발생하고 있는 플레어나 홍염과 같은 태양 표면의 폭발현상은 코로나 물질 분출이나 강한 태양풍을 일으키며 이렇게 분출된 아주 빠른 플라즈마는 2~3일 내에 지구주변 우주공간에 도착하게 된다. 태양이 폭발할 때 나오는 많은 양의 플라즈마는 지구 자기권에 급격한 변화를 가져오며, 일부 높은 에너지 입자들은 지구 상층대기까지 직접 들어오기도 한다. 이러한 지구 주변 우주공간의 환경 변화를 우주날씨라 한다. 여러 통신과 항법장치, 과학 관측에 널리 사용되고 있는 인공위성은 지구 주변 우주공간에 위치하고 있기 때문에 우주날씨에 바로 영향을 받고 있다.

한국천문연구원 태양우주환경연구그룹은 2007년부터 우주환경예보센터 구축사업을 추진하고 있다. 다음 태양활동 극대기에는 우리 기술로 급격한 태양 활동과 지구 근접 우주환경 변화를 예보함으로써, 위성체 파손 및 수명단축, 무선통신장애 등 21세기형 우주재난을 대비할 수 있을 것이다.

<http://sos.kasi.re.kr>

CAWSES의 협조와 한국과학기술단체총연합회의 일부 재정지원으로 한국천문연구원 태양우주환경연구그룹이 발간하였습니다.

KASI 한국천문연구원

태양우주환경 연구그룹
Solar and Space Weather Research Group

