

# 지구 온난화가 뭐예요?

원작 Hayanon

번역 한국천문연구원 태양우주환경연구그룹

곽영실 김연한 문용재(경희대학교)



## 맘모스의 이야기

안녕 나는 맘모스야. 우리 종족은 3백만 년 전부터 만 년 전까지 이 지구상에 살았었어. 2005년 일본에서 열린 아이치 세계 박람회에서도 전시되었던 시베리아에서 발굴된 냉동 맘모스 화석에 대해 알고 있니? 기쁘게도 약 7백만 명 정도의 굉장히 많은 사람들이 이 전시품을 보기 위해 방문했었어.

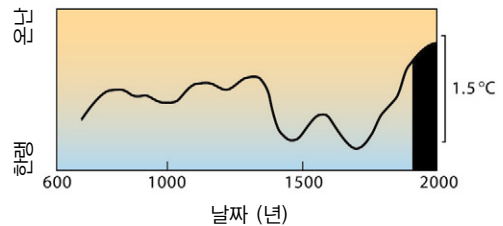
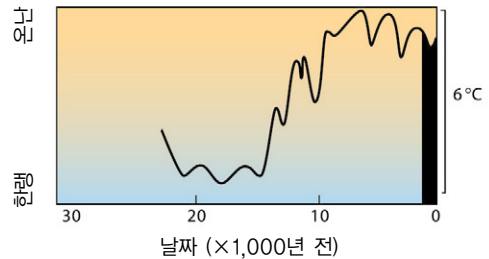
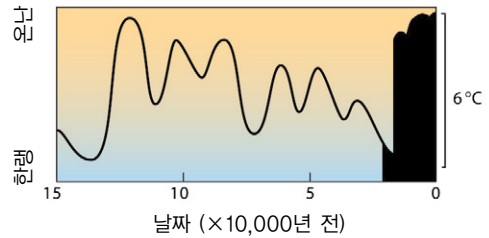
우리가 현재 살고 있는 코끼리와 비슷하게 생겼지만 우리는 그들의 직접적인 조상은 아니야. 우리 중 몇몇 종은 아주 긴 털로 덮혀 있었고 그들은 빙하기 때도 살아남을 수 있었지.

맘모스의 영토는 유럽, 아시아 그리고 북아메리카에 걸쳐 확장되었고, 그 당시 이들 대륙은 연결되어 있었어. 그리고 나서 우린 사라져버렸지.

멸종 된지 수 천 년이 지나 사람들은 우리의 화석을 시베리아에서 발견했고 우리를 이해하려고 했어.

우리가 왜 멸종되었는지 궁금했던 적 있니? 그 원인으로 두 가지 가능성이 있는데 그 중 하나는 지구 온난화 때문이야. 빙하기 이후 온도가 올라가면서 침엽수림은 초원과 연못으로 변해 갔어. 우리가 먹고 살았던 식물들이 사라져 버렸단다.

요즘은 너희 인간들 때문에 이산화탄소와 메탄방출이 점점 증가 되어서 지구 온난화가 가속화 되고



### 기후변화

(Webb, III, T. 등, 지구변화, 캠브리지대학 인쇄소, 1985)

있다고 들었어. 난 정말 너희가 우리처럼 먹을 식량이 부족해서 고통 받지 않기를 원해. 다행히도 지구 온난화는 너희의 노력과 현명함으로 최소화 될 수도 있어.

우리 멸종에 대한 다른 설은 인간의 지나친 사냥 때문이라는 거야. 사람들은 때때로 그들 자신의 욕망 때문에 넘지 말아야 할 선을 넘곤 하지. 제발 지구에 살고 있는 모든 생명의 가치와 지구 환경의 소중함에 대해 기억해줘.

돌이킬 수 없는 재앙을 막기 위해 사람들 자신의 이익을 추구하기 보다는 지구 온난화의 문제에 대한 관심을 전 세계가 가져야 할 때야.

또한 만약 지구가 계속 따뜻해진다면 내 침대도 녹아버리고 말 거야. 이건 정말 큰 문제라구. 자 이제 내 이야기는 여기서 마칠게. 난 자러가.

안녕~ 쿨쿨..



사람과 맘모스는 오래전 함께 공존했다.  
유럽의 한 동굴 벽에 그려진 맘모스 그림은 구석기 시대 까지도 그들이 존재했음을 보여준다.  
(<http://www.grottederouffignac.fr/>)



오늘은 비가  
옵니다.

우리의 친한 친구, 과학을 사랑하는 물과  
로봇 강아지 미루보는 집안에서  
아무것도 하지 않고 텔레비전만 보고 있네요.



엄마가 여름이  
곧 온다고  
했는데...

왜 아직  
이렇게  
추운거야?

난 정말 햇볕이  
그립다구.  
비야 그만 좀 내려라!  
여름아 빨리 와라!



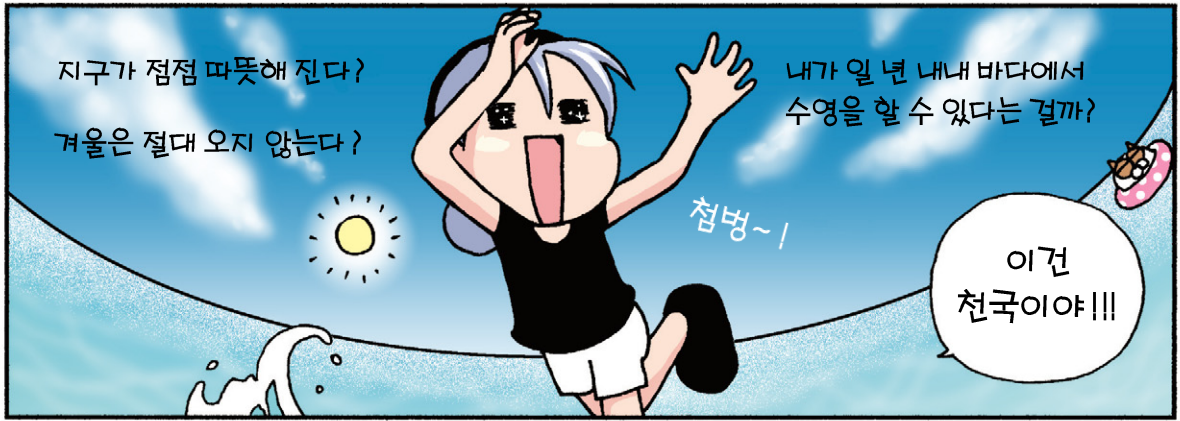
자, 다음 기사는  
지구 온난화에  
대한 기사입니다.

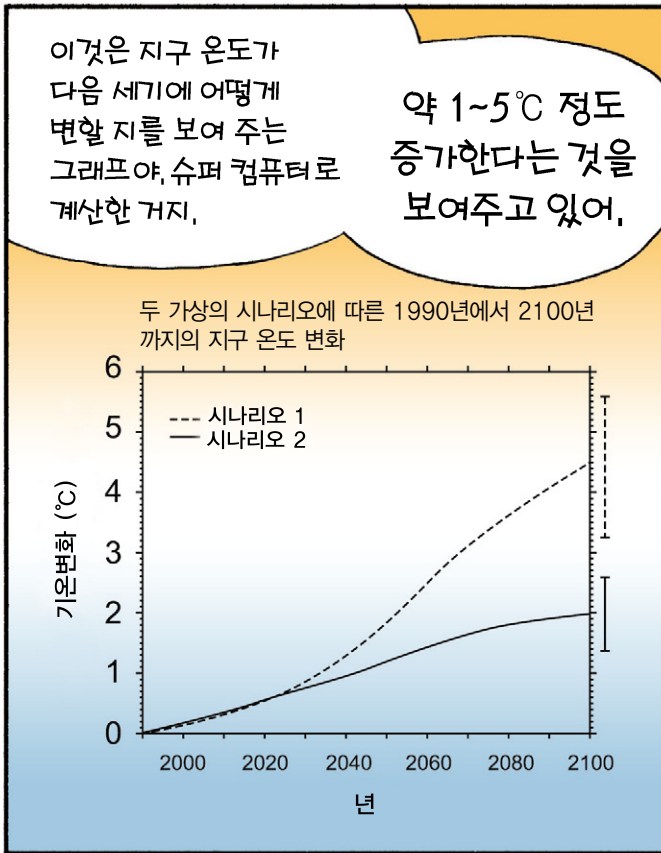
뭐?

지구 온난화?



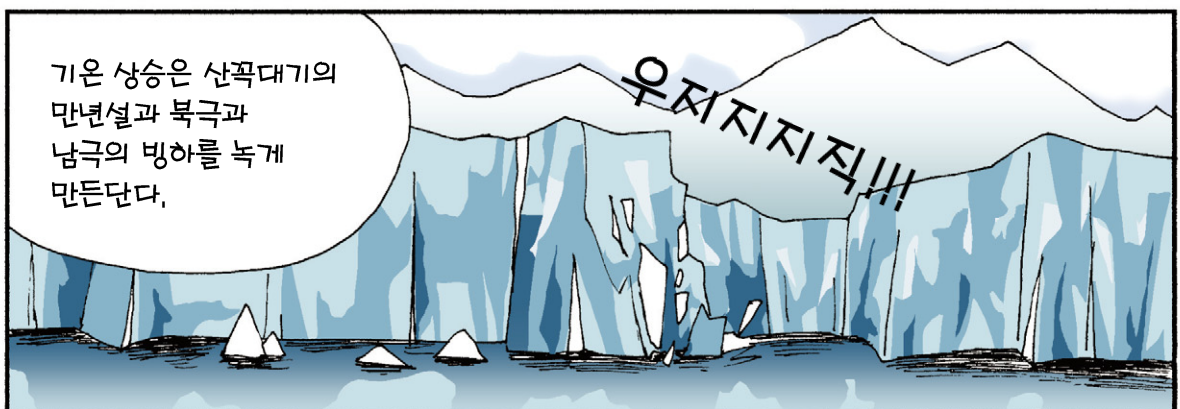
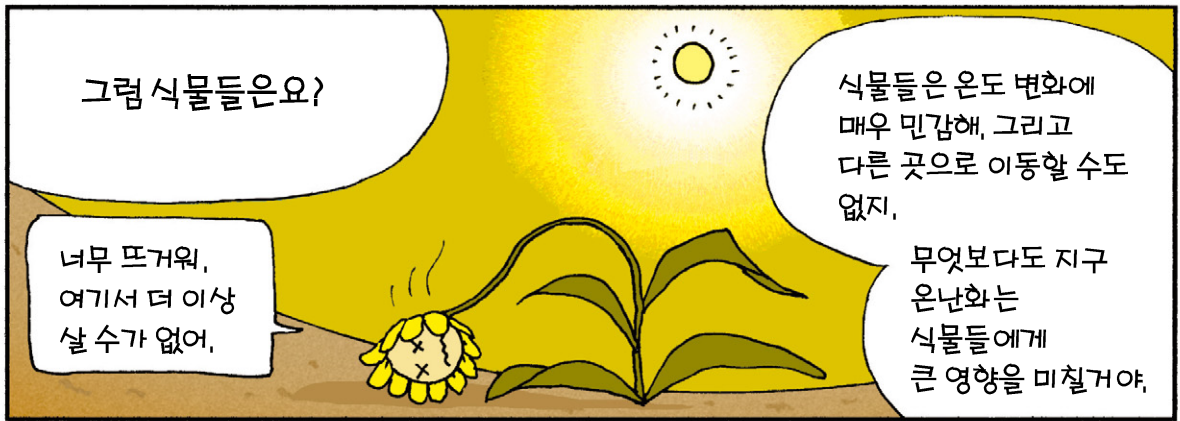






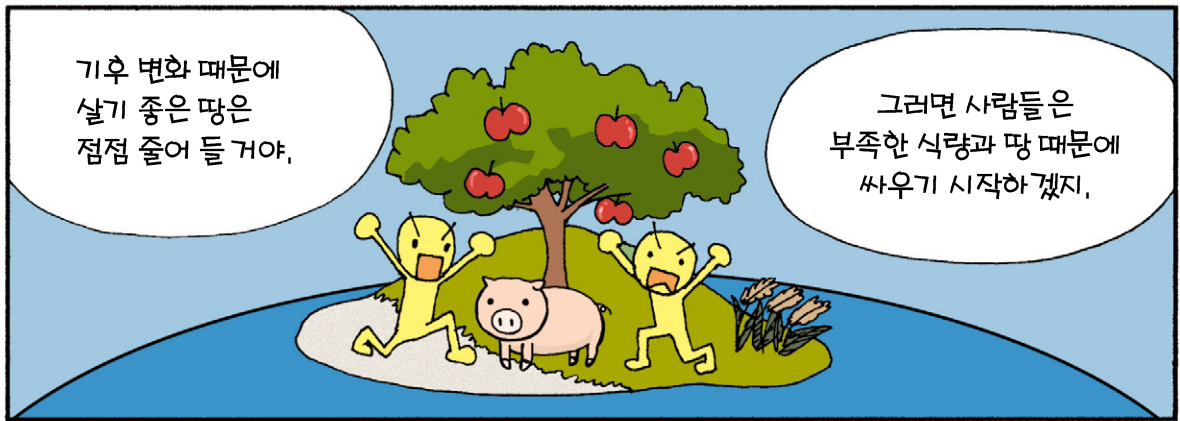
\* 그래프 오른쪽 두 개의 막대는 두 가지 가상의 시나리오에 따라 계산된 2100년의 온도 범위를 보여주고 있다.  
 시나리오 1 : 화석연료를 기반으로 빠른 경제성장을 한 미래 세계.  
 시나리오 2 : 환경 파괴 없는 깨끗한, 그리고 효율적으로 자원을 활용하는 세계



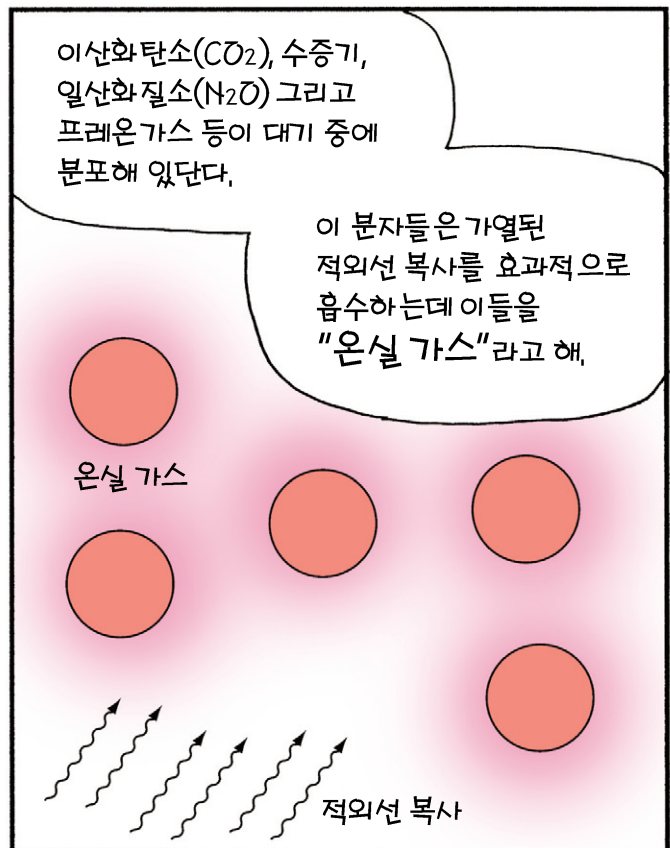
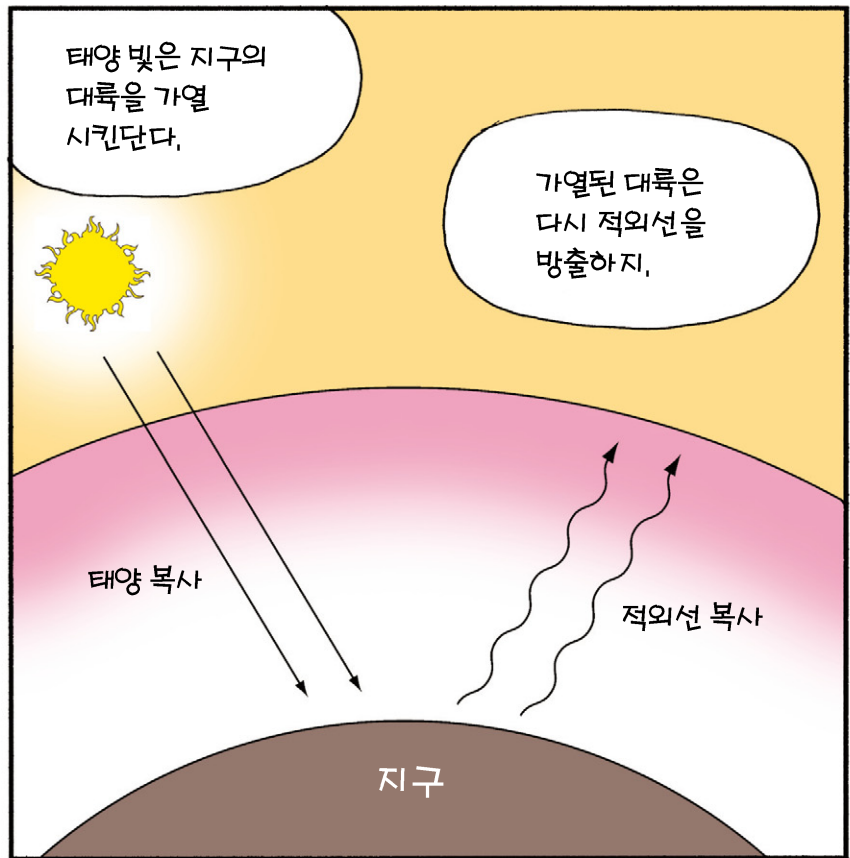
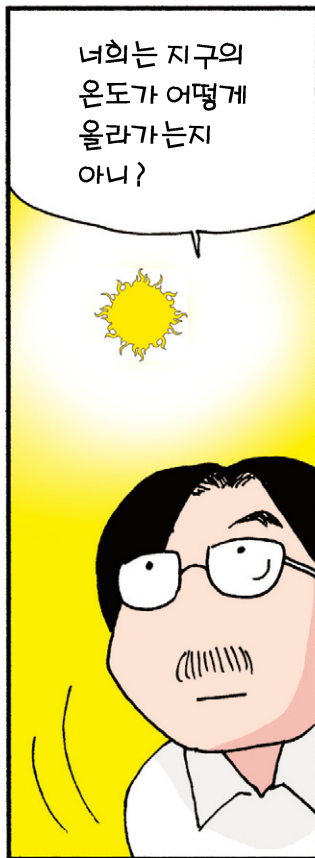






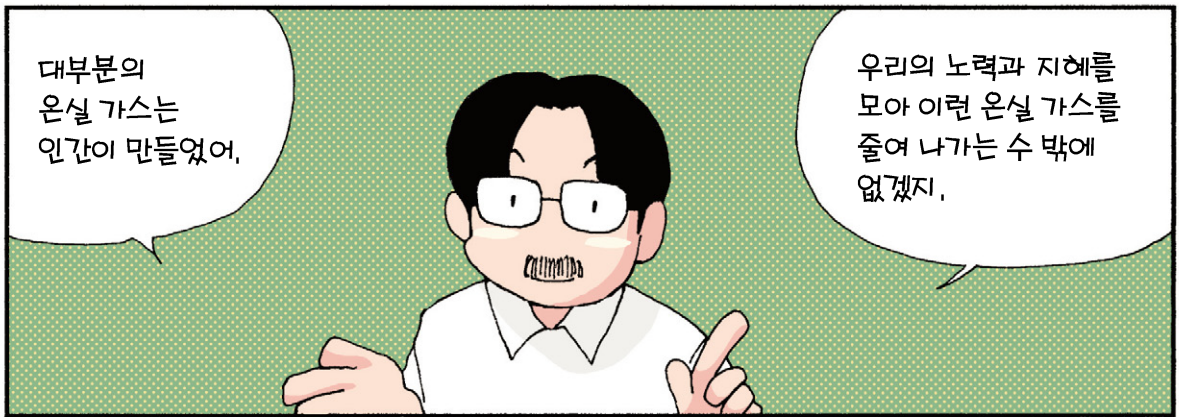


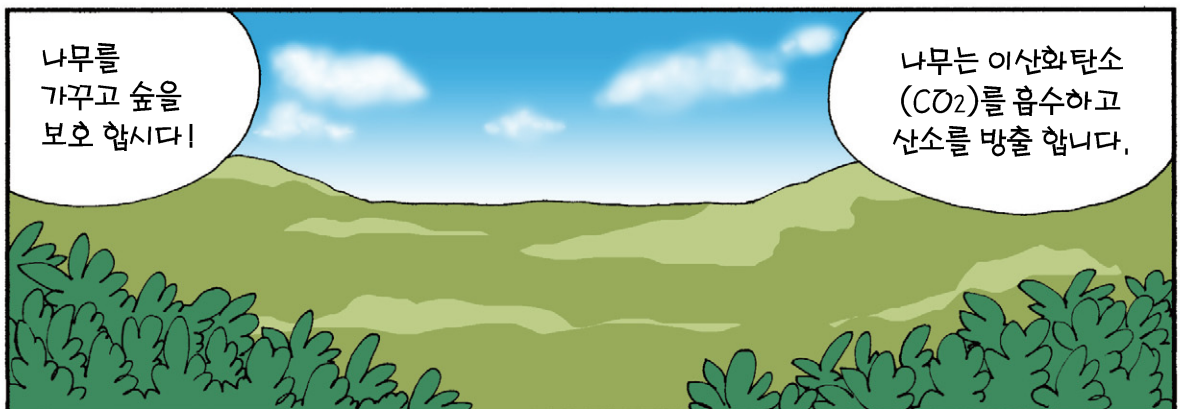
















## 지구 온난화가 뭐예요?



텔레비전과 신문에서 모든 사람들이 지구 온난화에 대해서 이야기 하고 있어요. 그리고 그들은 휘발유 차들이 이 문제의 원인이고 이를 막기 위해서 휘발유 세금을 올려야 한다고 말하고 있어요.



우리 몰 참 똑똑하구나. 이산화탄소( $\text{CO}_2$ ) 같은 온실가스와 화석 연료를 태울 때 나오는 메탄 등은 지구 온난화에 많은 영향을 미친다. 이와 같은 가스 사용을 줄이기 위해 다양한 대책이 연구되고 있다. 석유와 석탄에 대한 환경세를 도입하는 것이 그 중 하나라고 볼 수 있지.



언제부터 지구가 따뜻해지기 시작했나요?



지구가 처음 태어난 46억 년 전 부터 수천 년 또는 수만 년을 주기로 따뜻하고 차가운 기후가 반복되었어. 기후 변화의 긴 기간의 관점으로 볼 때 지구는 현재 따뜻한 기후 주기를 지나고 있어. 그러나 약 1750년부터 산업혁명이 시작되면서 이산화탄소를 포함한 온실가스의 방출이 특히 증가 하고 있어. 현재 이 온난화 현상은 산업혁명의 결과라고 볼 수 있다.



저도 증기 기관의 발명이 빠른 산업혁명의 발전을 이끌었다는 사실은 알고 있어요. 석탄이 증기 기관을 작동시키기 위한 동력을 공급했지요. 이때 이루어진 발명을 덕분에 우리의 삶은 정말 편리해 졌죠. 그런데 이것이 지구 온난화의 원인이었다고요? 그럼 산업혁명은 전혀 필요한 것이 아니었다는 말인가요?



잠깐~! 나와 심지어 텔레비전 같은것도 이런 발명 없이는 존재하지도 않았을 거야.



우리의 현재 삶은 그때 당시 사람들의 업적위에 만들어 진거란다. 그러나 그들은 그들의 발명 때문에 우리가 현재 이런 위기의 순간에 직면하게 될 줄은 아마 상상도 못했을 거야. 프레온 가스(CFCs)는 다른 한 예인데 처음에는 우리에게 편리함을 제공했지만 후에 해로운 결과를 만들었지. 에어컨에 사용되었던 프레온 가스는 오존층을 파괴하는 것으로 밝혀졌어.

1898년 스웨덴의 화학자 아레니우스(Arrhenius)는 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )가 지구 온난화를 초래 할 수 있다고 말했어. 이 문제는 1980년대 미 의회에서 거론되기 시작했고 곧 세계적인 관심사로 떠올랐단다.



그럼 만약에 지구가 계속 따뜻해지면 어떤 일이 생기게 되는 거죠?



과학자들은 여러 가설을 바탕으로 한 예견을 내놓았어. 그들은 앞으로 100년 간 약 1~5℃ 까지 기온이 올라 갈 거라고 말하고 있다.



그게 다예요? 그 정도는 무시해도 되겠어요.



오~ 아니란다. 물론 기온 상승이 직접적으로 동물들을 죽일 만큼 아주 심각한 수준이 아니더라도 생태학적으로는 대 혼란을 야기 시킬 수도 있거든. 지구 온난화는 농작물의 수확량 뿐 만 아니라 동물들이 주로 먹고 있는 식물들도 죽게 만들 수도 있다. 지구 온난화는 빙하가 녹게 만들어 해수면의 높이가 상승하게 만들 수도 있어. 몰디브 같은 저지대 섬의 일부는 가라앉아 버릴 거야. 고온현상이나 태풍 같은 심각한 기상현상도 증가할 것으로 예측되고 있어.



와! 그거 정말 큰 문제인데요. 우리가 어떻게 하면 이 문제를 피할 수 있을까요?



전 세계가 이 문제를 함께 해결 할 필요가 있다. 온실 가스의 방출을 줄이기 위해 해마다 국제회의가 열리고 있어. 또한 우리들 모두 하나가 하나가 에너지를 절약해서 쓴다면 지구 온난화를 막는데 기여할 수 있어. 예를 들면 에어컨은 적당한 온도로 설정해서 쓰고 차를 주차한 동안은 시동을 끄는 거야. 작지만 많은 실천이 큰 변화를 가져 올 수 있어.



저에게 좋은 생각이 있습니다. 지금부터 연기가 나지 않는 바비큐 석쇠를 사용할게요. 그러면 이산화탄소 양을 줄일 수 있을 테니까요.



글쎄, 그것이 큰 도움이 될지는 모르겠지만, 아마도...





## 온실 가스의 측정 방법

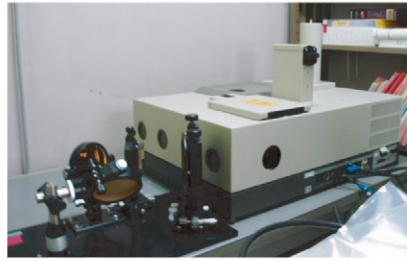


공기 중에 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )나 메탄 같은 온실 가스의 양이 아주 조금 밖에 되지 않는다는 사실을 아나요? 공기 중에 이산화탄소는 0.03%를 차지하고 메탄은 단지 1.7ppm(parts permillion) 수준입니다. 비록 이 온실 가스가 공기 중 차지하는 비율은 작지만 기후 변화에 큰 영향을 줄 수가 있기 때문에 이들 가스량의 정확한 측정은 아주 중요한 것입니다.

1958년 미국의 과학자 킬링(C.D. Keeling)과 그의 동료들은 하와이 마우나로아라고 불리는 높이 4000미터의 산꼭대기에서 온실 가스의 주범인 이산화탄소를 측정하기 시작했습니다.

비분산형 적외선 분석기를 이 관측에 사용하였습니다. 이 분광기는 적외선 복사를 흡수하는 이산화탄소 가스의 성질을 이용하여 이산화탄소의 농도를 측정합니다. 더 자세히 말하면, 적외선 흡수 강도는 두 가지의 가스 표본에 의해 번갈아 가며 측정되어 집니다. 그 중 하나는 외부로부터 추출된 공기이고 다른 하나는 이미 이산화탄소의 양을 알고 있는 표본 가스입니다. 이산화탄소 농도는 이 두 표본의 적외선 흡수 정도의 차이로부터 얻을 수 있습니다.

위의 방법은 이산화탄소 농도의 직접(in-situ) 측정에 쓰이는데 반하여 원격(remote)에 있는 데이터는 푸리에 변환 적외선 분광기(Fourier Transform Infra-Red Spectro-photometer)라고 불리는

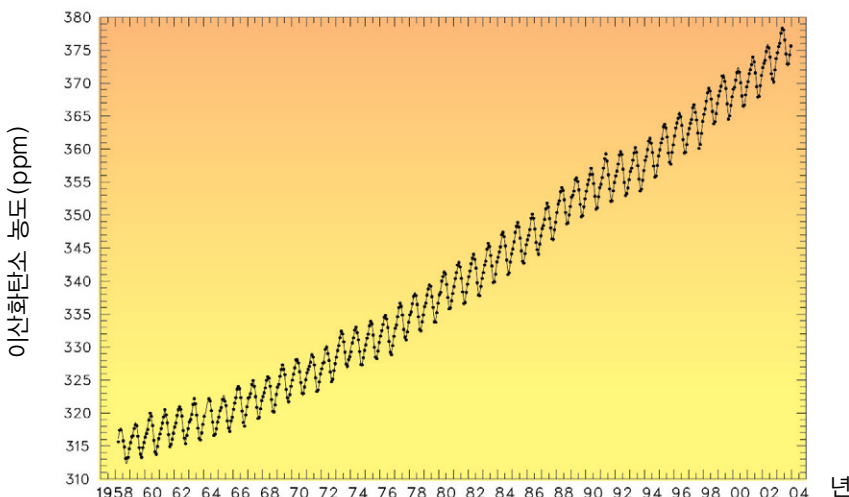


소형 FTIR이 이산화탄소를 측정.

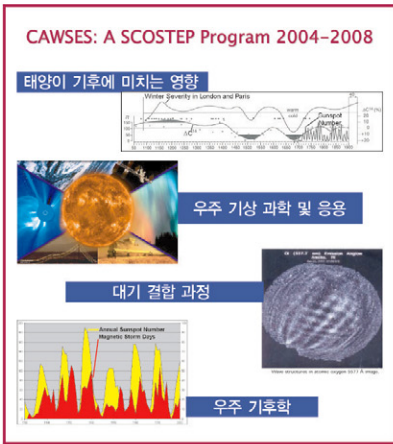
장치에 의해 얻을 수 있습니다. 대기 중의 이산화탄소는 분자 구조에 따라 특정 적외선 파장에서 태양 빛을 흡수합니다. 이렇게 구별되어진 흡수 형태를 흡수선이라고 부릅니다. FTIR을 이용한 지상 관측에서는 기기가 태양을 바라보며 흡수선의 세기로부터 이산화탄소 농도를 구할 수 있습니다.

우주에서 지구 대기층에 분포하는 온실가스를 측정하기 위한 계획이 진행 중입니다. 위성에 탑재된 FTIR은 두 가지 유형의 적외선 스펙트럼을 얻을 것입니다. 그 중 하나는 태양에서 방출되었다가 지구 표면에 반사되어 다시 재 방출되는 것이고 다른 하나는 지구 자체에서 복사되는 것입니다.

보다 넓은 관점에서 지구의 이산화탄소 농도 변화 연구를 위해 회절격자 적외선 분광기를 실은 일본의 GOSAT 위성과 미국의 OCO위성이 2008년에 발사될 예정입니다.



하와이 마우나로아에서 관측된 이산화탄소( $\text{CO}_2$ ) 농도  
(출처 : C.D.Keeling 등 Scripps 해양연구소, 캘리포니아대학, 샌디에고)



## 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

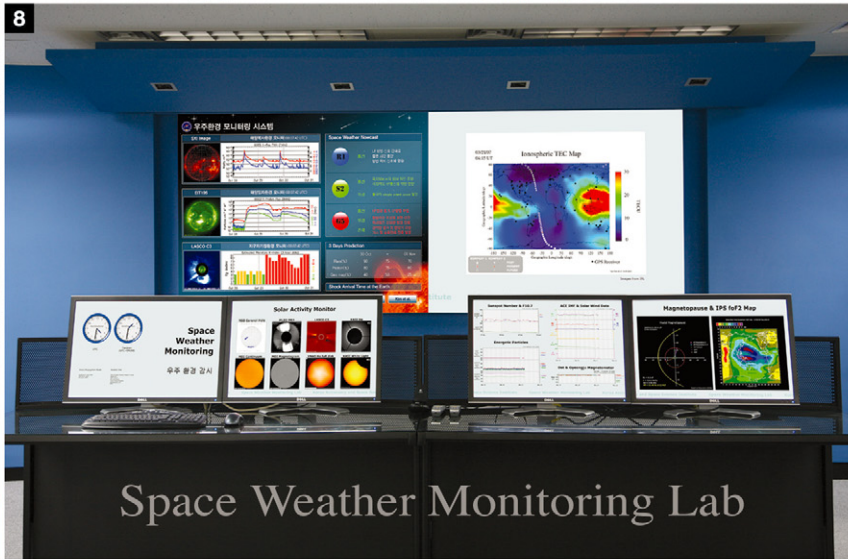
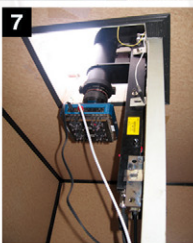
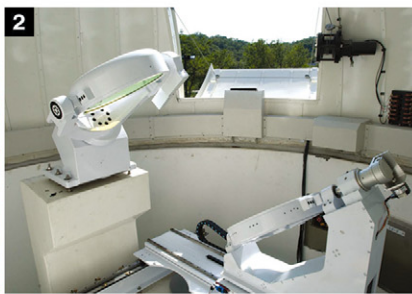
세이분도 신코사 출판사가 발간하는 코도모 노카가쿠는 월간청소년잡지이다. 1924년 초판 이래로, 이 잡지는 평범한 일상에서의 과학현상에서부터 연구주제가 되는 것까지 과학의 다양한 면을 다루면서 과학교육에 큰 공헌을 지속적으로 해오고 있다.

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

“지구 온난화가 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 지구 주변 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.

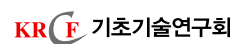
한국천문연구원 태양우주환경연구그룹은 2007년부터 우주환경예보센터 구축사업을 추진하고 있다. 다음 태양활동 극대기에는 우리 기술로 급격한 태양 활동과 지구 근접 우주환경 변화를 예보함으로써, 위성체 파손 및 수명단축, 무선통신장애 등 21세기형 우주재난을 대비할 수 있을 것이다.

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

CAWSES의 협조와 한국과학기술단체총연합회의 일부 재정지원으로 한국천문연구원 태양우주환경연구그룹이 발간하였습니다.

**KASI 한국천문연구원**

**태양우주환경 연구그룹**  
Solar and Space Weather Research Group



303-348 대전광역시 유성구 대덕대로 838

전화 042-865-2057 팩스 042-861-5610 홈페이지 <http://sos.kasi.re.kr>