

우주론적 타임라인

Rosa M. Ros, Beatriz García, Ricardo Moreno,
Pilar Orozco, Juan A. Prieto, Ivo Jokin

*International Astronomical Union, Polytechnical University of
Catalonia, Spain, ITeDA and National Technological University,
Argentina, Colegio Retamar, Spain, Diverciencia, Spain, Dolna
Mitropolia Municipality, Bulgaria.*



목표

- 타임 라인으로 우주의 역사를 시각화함
- 생명의 형성에 도달하는 데 필요한 중요한 과정을 이해함
- 다양한 조건에서 생명의 적응을 이해함



활동 1: 타임라인

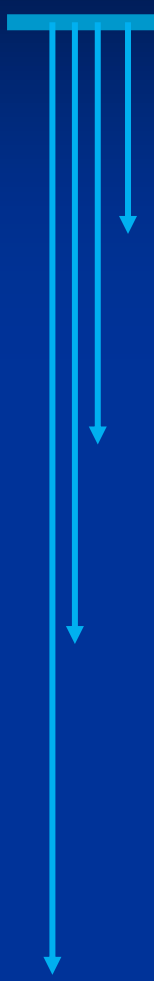
우주의 시작, 빅뱅, 약 138억 년 전
 13.8×10^9 몇 년 전

1 미터 = 10^9 년
1 mm = 1 백만 년

타임라인
13.8 미터



활동 1: 타임라인



$t=0$ 초 (13.8×10^9 몇 년 전 시작
우주, 빅뱅)

10^{-45} 초 끝 플랑크 시대 (T. 상대성 이론 아인슈타인)

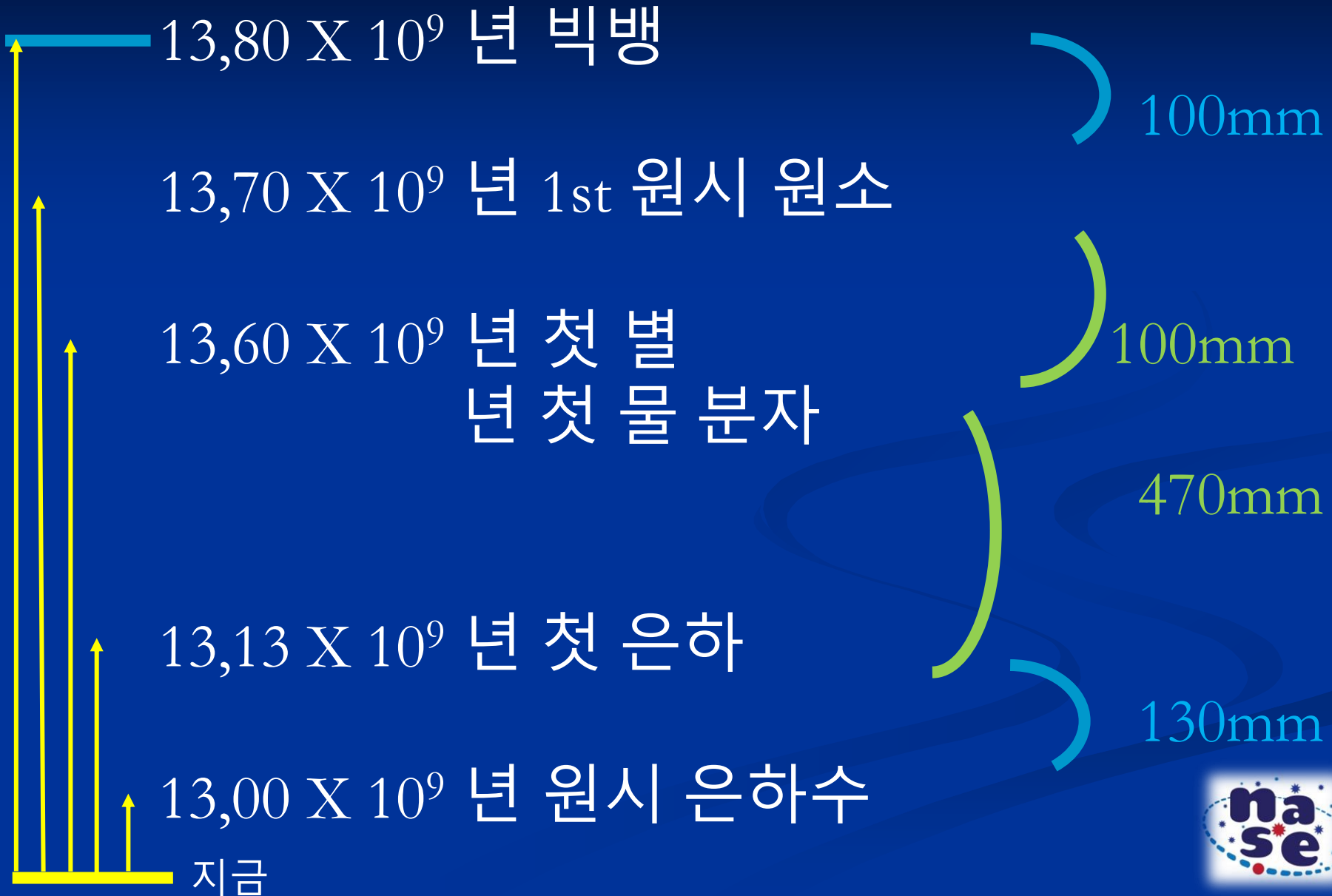
10^{-35} 초 인플레이션 (지수 팽창 우주)

10^{-6} 초 원시 수프 (다양한 기본 입자)

3 분 “H”의 원시 핵합성

이후 타임 라인에 표시 할 수 없음 $1 \text{ mm} = 10^6 \text{ 년}$)

활동 1: 타임라인



활동 1: 타임라인

13.00×10^9 년 원시 은하수

84 억년 (8.4 미터) 동안 일련의 현상이 동시발생

첫 번째 별은 진화하여 다양한 유형의 원자를 방출하는 다양한 폭발을 일으키고 주기율표의 다양한 원소가 나타나고 다양한 유형의 물질이 동시 발생

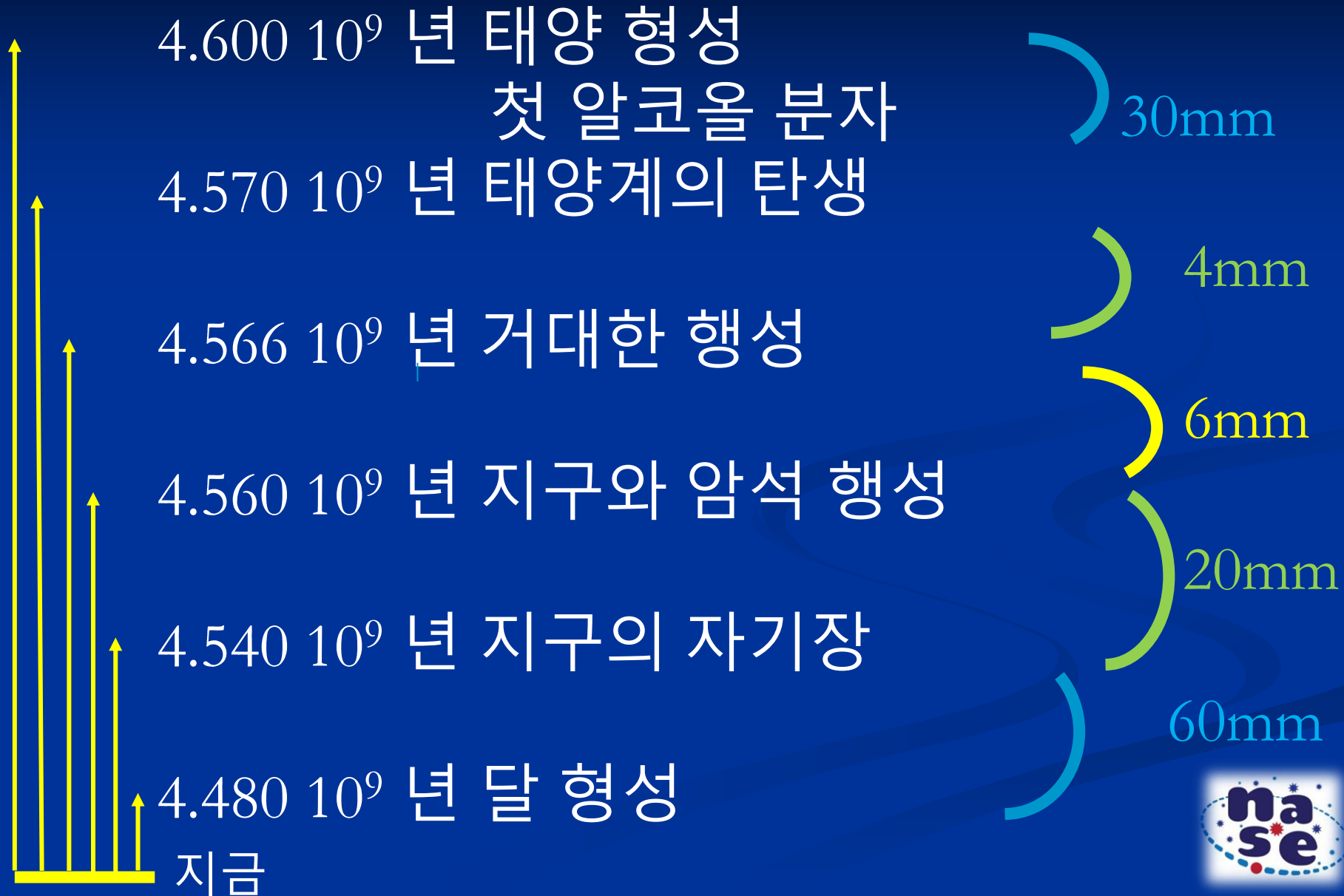
- 청색 거성 및 초거성 : 지난 10-1 억년 (10-100mm). 그들은 초신성으로 폭발하여 철, 납, 금, 우라늄 등과 같은 무거운 원자를 방출
- 태양과 같은 노란색 별 : 지난 1000 억 년 (10000mm). 그들은 행성상 성운으로 끝나 탄소, 산소, 질소 등과 같은 중간 무거운 원자를 방출
- 적색 왜성 : 우주의 나이보다 오래 지속됨

8400mm

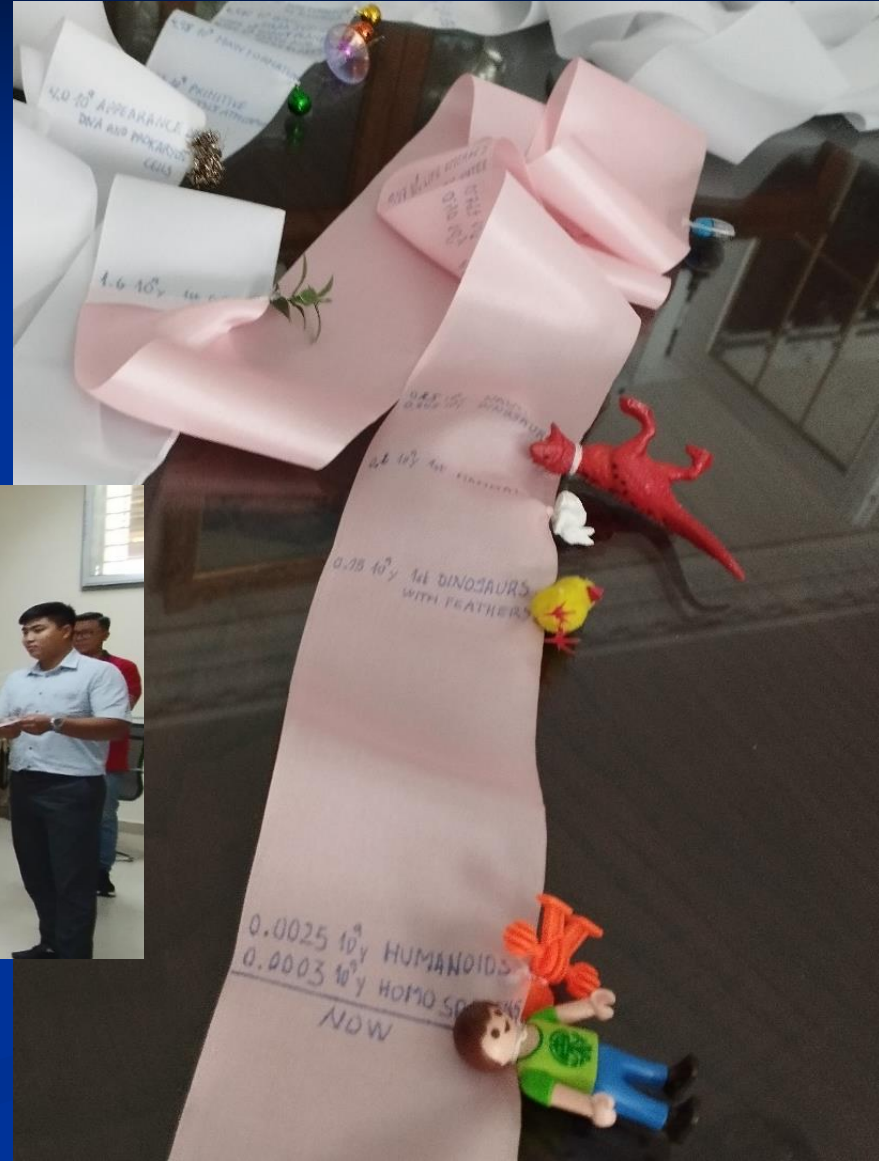
4.60×10^9 년 태양의 형성



활동 1: 타임라인



활동 1: 타임라인



활동 1: 타임라인

4.48 10^9 년 달 형성

4.45 10^9 년 원시 지구의 대기

4.10 10^9 년 후기 폭격

지금

30mm

350mm



활동 1: 타임라인

4.10 10^9 년 후기 폭격

4.00 10^9 년 DNA 및 원핵 세포

3.70 10^9 년 첫 원시 해양 생물

2.00 10^9 년 숨을 쉬다 O_2

지금

100mm

300mm

1700mm



활동 1: 타임라인

2.00×10^9 년 산소 호흡

1.60×10^9 년 1 초 녹색 식물

지금

400mm



활동 1: 타임라인

1.60 10^9 년 1 초 녹색 식물



0.70 10^9 년 1 조직 및 장기

지금



900mm



활동 1: 타임라인

0.700 10^9 년 1 조직 및 장기

0.550 10^9 년 해양 생물

조개나 뼈대를 가짐

0.520 10^9 년 삼엽충



0.470 10^9 년 1st 생명이 물에서 나옴



0.400 10^9 년 암모나이트

0.397 10^9 년 지구상의 1 번째 적주 동물

0.250 10^9 년 앵무조개



지금

150mm

30mm

50mm

70mm

3mm

147mm



활동 1: 타임라인

0.250 10^9 년 앵무조개

0.245 10^9 년 공룡

0.200 10^9 년 포유류

0.150 10^9 년 깃털을 가진 공룡

지금

5mm

45mm

50mm

활동 1: 타임라인

0.1500 10^9 년 1st 깃털을 가진 공룡

147,5mm

0.0025 10^9 년 = 2 500 000 년
휴머노이드

2.2mm

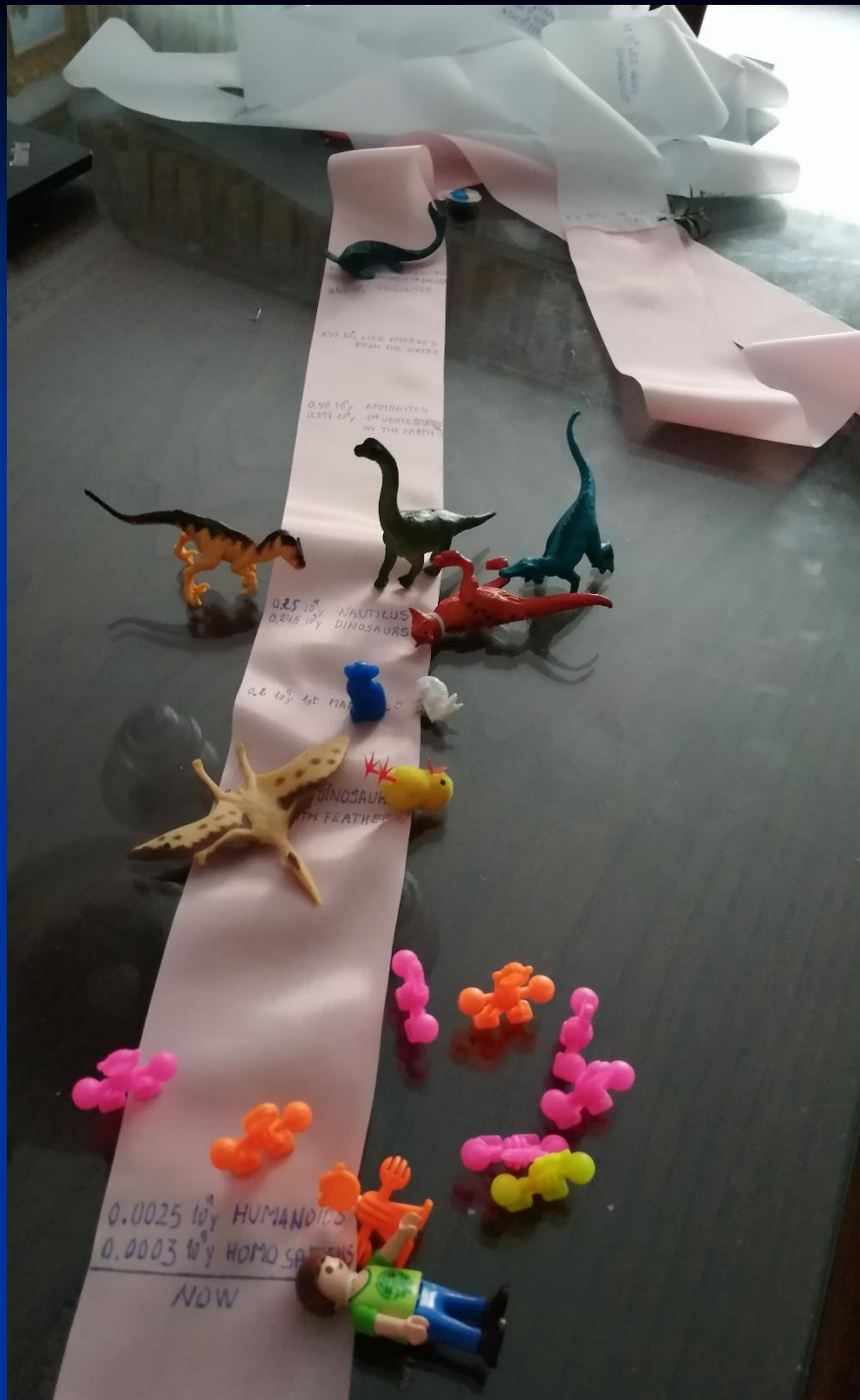
0.0003 10^9 년 = 300 000 년
호모 사피엔스

0.3mm

지금



활동 1: 타임라인



은하 충돌

은하는 중력에 의해 묶여 서로
회전하는 별 그룹

은하 그룹은 우주의 필라멘트를 형성.

은하단은 우주 필라멘트의 교차점에서
형성.

이 은하단에서 젊은 은하들은 자유
가스를 얻기 위해 경쟁하고, 오래된
은하들이 승자임

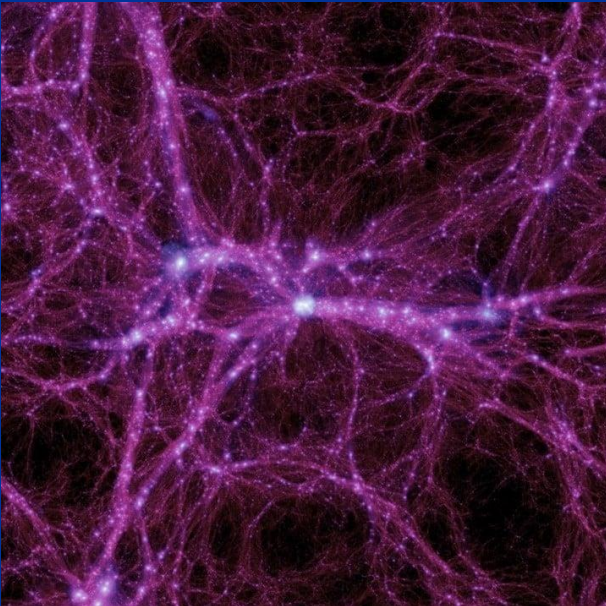
은하의 춤, 그들의 만남, 충돌, 작은
은하계에 대한 큰 은하의 병합은 별
형성을 촉진함



(Credit ESO)

활동 2 : 필라멘트 모델

우주의 필라멘트 구조는 물질이 거품 위, 특히 교차점에 축적되는 거품 목욕으로 생각할 수 있음. 비눗물과 빨대 또는 빨대만 있으면 됨.



우주의 필라멘트 구조 모델링 (Credit: Illustris Project)

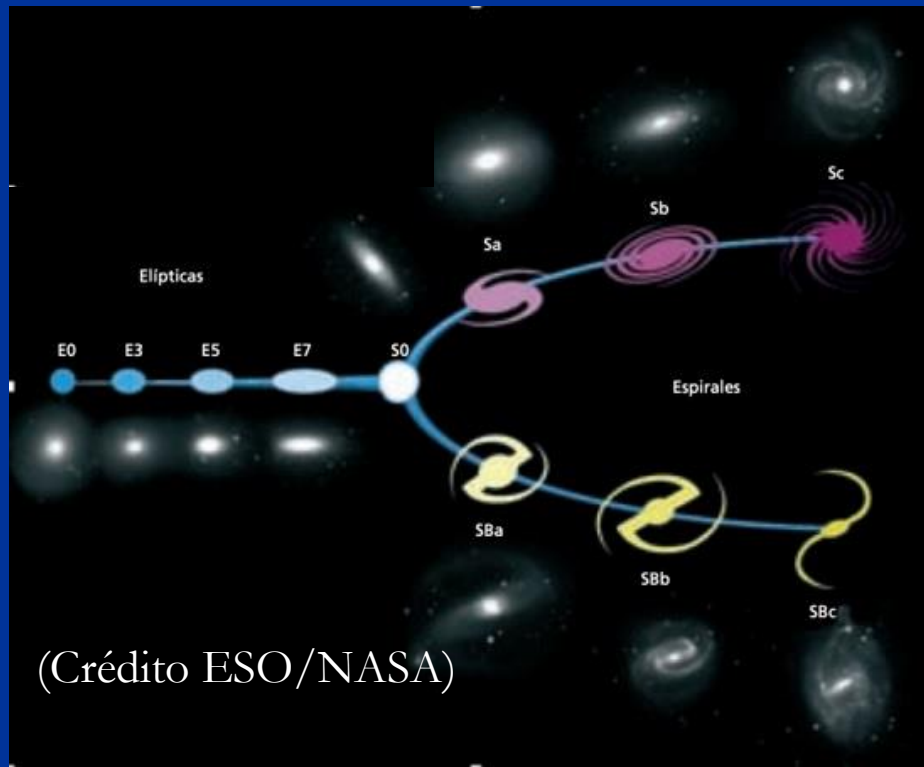


세제 용액으로 필라멘트 구조 모델링

은하 분류

나선형, 막대, 타원형, 불규칙 ...

그들은 일반적으로 잘 알려진 허블 순서에서
형태에 따라 분류됨



이것은 진화 순서가
아니라는 것이 이제
알려져 있음

활동 3: 나선 은하 형성 시뮬레이션

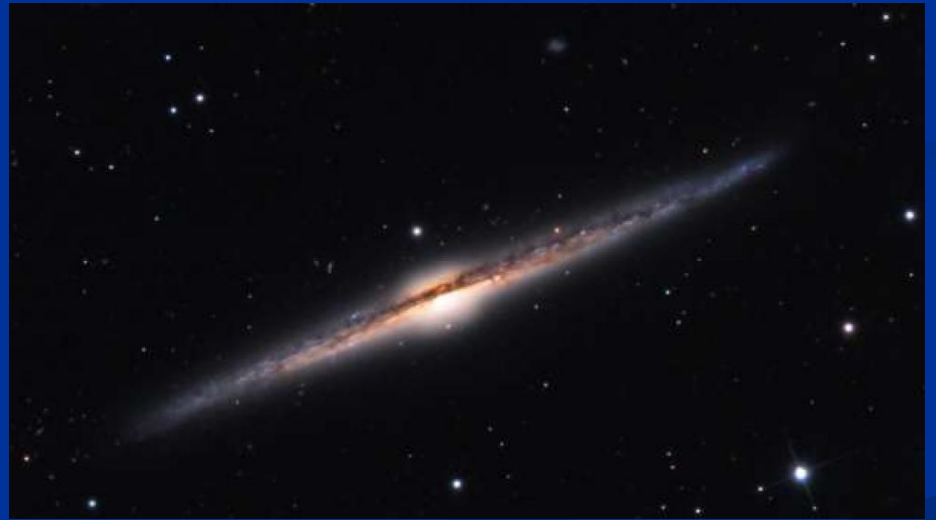
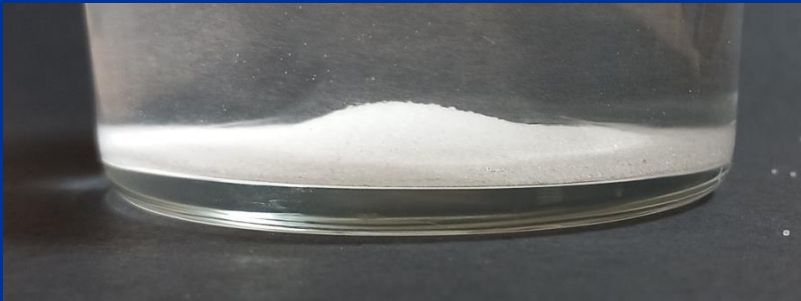
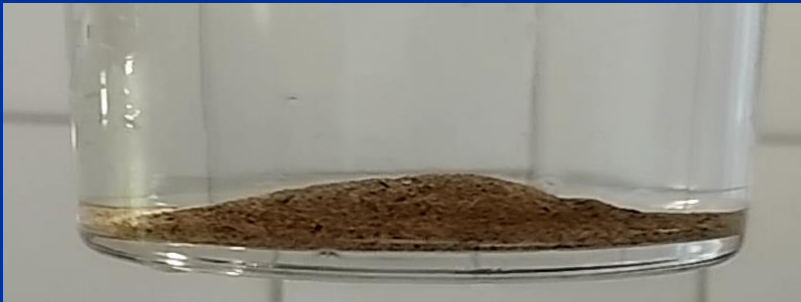
물로 채워진 유리잔에, 연필로 물을 저어 준다. 젓기를 멈추고, 중탄산염, 고운 모래 또는 일반 소금 한 스푼을 넣는다. 침전시 입자는 나선 은하와 비슷한 모양으로 남음.



비행기에서 본 나선 은하.
(Credit ESA/Hubble)

활동 3: 나선 은하 형성 시뮬레이션

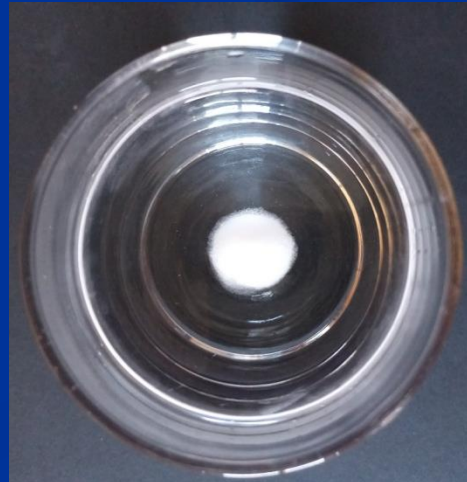
측면에서 모델을 보면 은하의 중앙 팽창이
모사됨



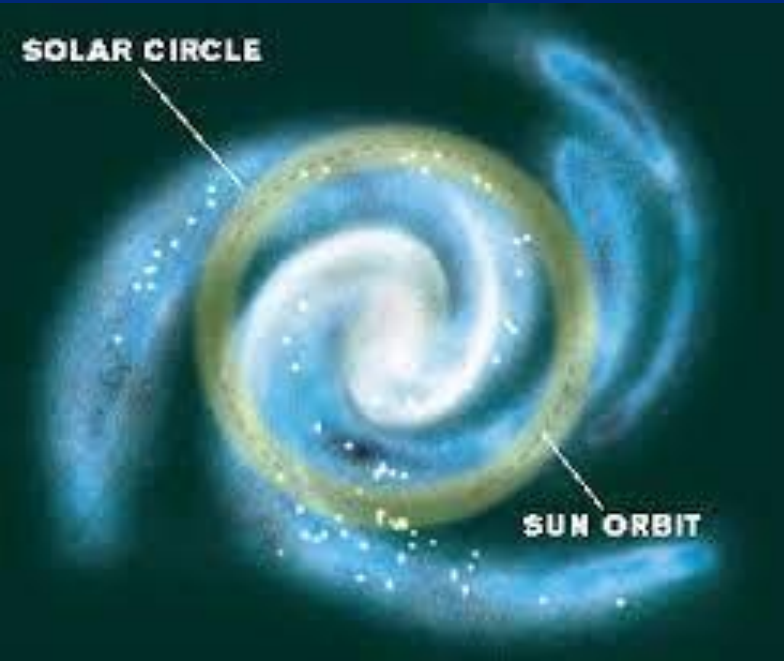
나선 은하 가장자리 보기
(Credit ESO/NASA)

활동 3: 나선 은하 형성 시뮬레이션

은하가 형성된 후,
물이 마르면, 타원
은하와 비슷한
모양을 얻을 수 있음.



은하계의 거주 가능 구역

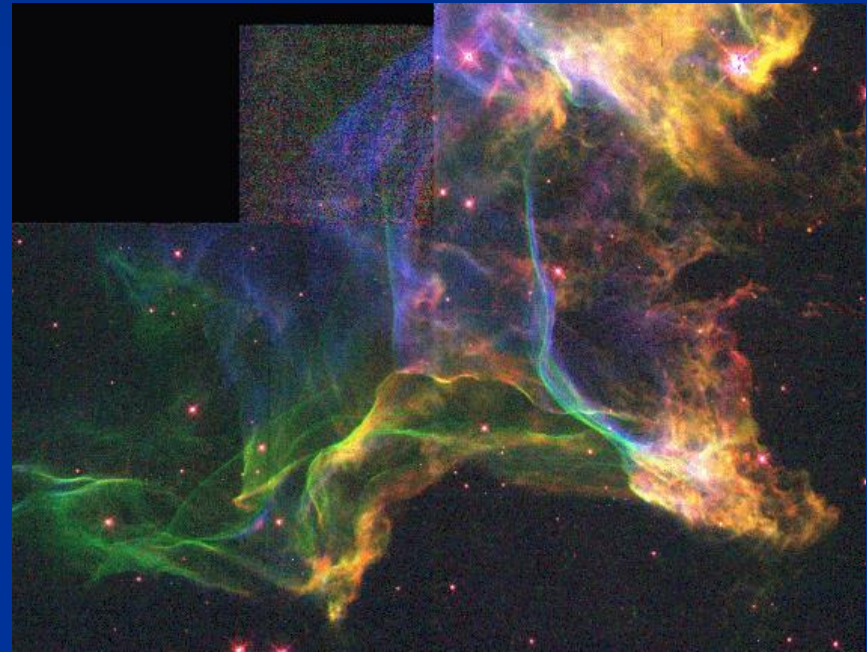


예를 들어, 타임 라인
모델에서 시간과 거리를
비교 했는데, 우리 은하가
1회전 하귀 위해서는 220×10^6
년 (220mm) 걸림

- 은하의 거주 가능 영역은 일반적으로 은하 중심에서 23,000에서 30,000 l.y. 사이의 반경에 있음. (태양은 27,000 l.y.에 있음).
- 이 영역 밖, 가장자리 쪽으로는 생명에 필요한 H와 He보다 무거운 원자가 부족함.
- 이 구역 밖, 중심에 더 가깝게, 생명을 불가능하게 만드는 매우 활기차고 강력한 감마선 폭발이 있음

플라즈마와 자기장

- 은하간 매질, 성간 매질
및 별 자체의 물질은
일반적으로 플라즈마
상태임
- 이 플라즈마는 전자,
양성자, 고 에너지 입자
및 이온화 된 가스로
구성됨



필라멘트가있는 베일
성운 (Credit NASA)

플라즈마와 자기장

지구상에는 번개, 형광등
내부 또는 램프, 모니터 및
텔레비전 화면, 플라즈마
볼 또는 양초의 불꽃과
같은 물질이 있음



플라즈마와 자기장

태양풍은 또한 태양의
코로나에서 방출되는 하전
입자의 흐름인 플라즈마임.
이 입자의 흐름은 가변적이며
지자기 폭풍을 일으켜 오로라를
발생시킴.
혜성의 이온 꼬리에서
플라즈마를 변형시킴



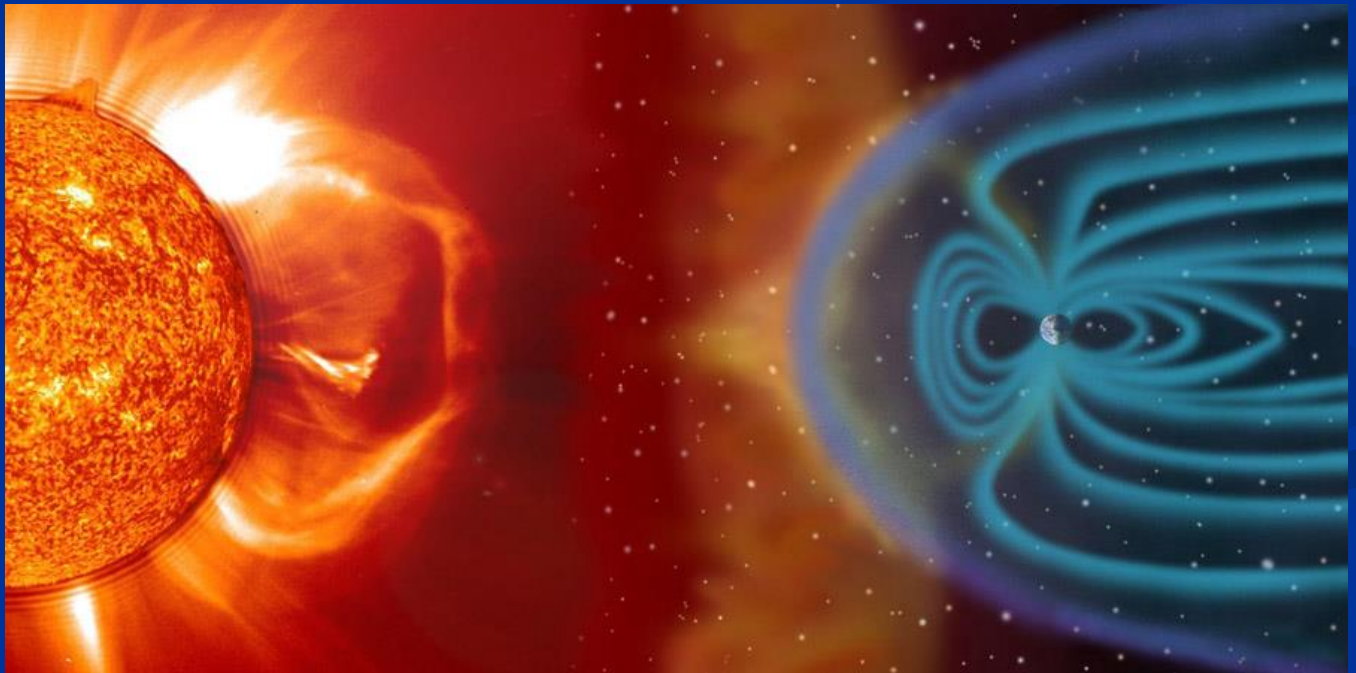
C/2002 E3

(Credit Rykis Babianskas and
Carlos Viscasillas)

플라즈마와 자기장

지구의 자기장은 지구상의 생명체를 보호하는 방패 역할을 합니다. 고속으로 많은 에너지로 이동하는 태양풍 입자는 침투력이 뛰어나 세포의 DNA를 손상시킬 수 있습니다.

태양풍,
아티스트 인상
(Credit NASA)



플라즈마와 자기장

지구의 자기장은
우산처럼 작용하여
생명에 매우 위험한
하전 입자가 지구
표면에 도달하지
못하도록 함.

대기와의 상호 작용은
다양한 색상의 아름다운
오로라를 생성함



플라즈마와 자기장

오로라의 색은 상호 작용하는 공기 중의 분자 에너지에 따라 다름.

산소:

매우 높은 에너지 수준의 산소는 녹색/노란색이고 낮은 수준의 산소는 빨간색/보라색임

질소:

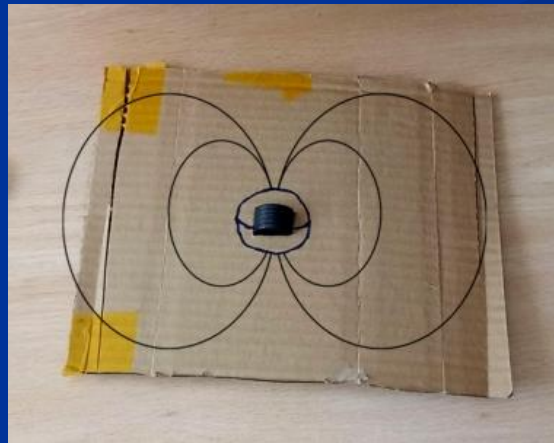
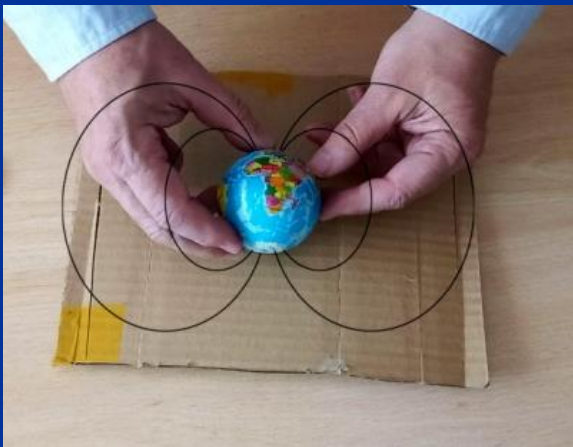
질소는 가장 바깥 쪽 층에서 전자를 잃으면 푸르스름한 빛을 생성하고 오로라의 아래쪽 가장자리에는 빨간색 / 보라색 나타냄.



(Credit Sakari Ekko)

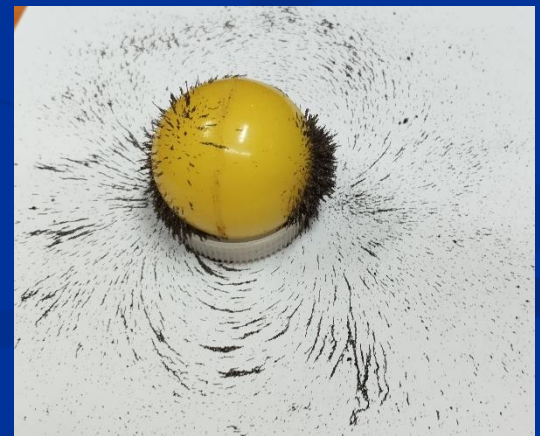
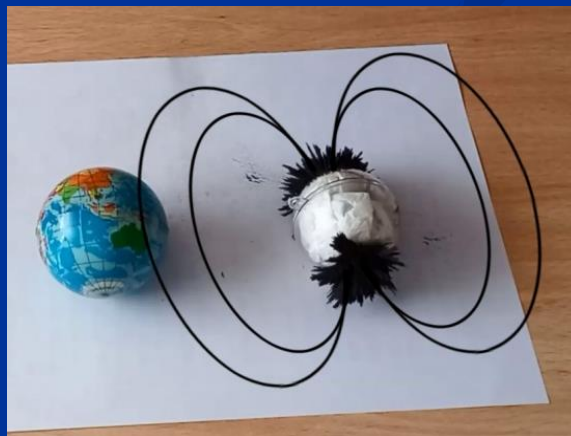
활동 4: 지구 자기장

우리는 지구를 나타내는 자석과 자력선을 통과하는 나침반을 사용하여 지구 자기장을 시각화할 수 있음



활동 4: 지구 자기장

플라스틱 구체에 종이 냅킨에 싸인 자석을 넣습니다.
그것은 지구를 나타냅니다.
극 근처에 철가루가 있으면 오로라가 발생하는 해당 지역의 자기장선이 매우 잘 시각화됨.



지구에서 생명은 어떻게 생겨나나?



가장 많이 받아 들여지는 가설은 4,500 10^6 년 전에 무기물에서 지구상의 생명체가 발생했다고 가정함.

그러나 다른 과학자들은 지구 밖에서 생명체의 기원했다고 가정함.

지구에서 생명이 시작되지 않았다면 혜성, 소행성, 운석에 의해 전달될 수 있었음.

미생물은 암석속에서 생존 할 수 있으며 우주 공간의 극한 환경으로부터 보호됨.



아무도 최초의 생명체가 매우 복잡하다고 생각하지 않음. 최초의 유기체와 오늘날의 생명체 사이의 연결 역할을 한 더 단순한 형태의 생명체가 있었음에 틀림없음. 극한생명체가 소행성과 운석을 타고 충돌에 의해 지구에 도달했을 가능성이 있음. 사실, 유기 샘플은 일부 운석에서 발견됨. 운석을 찾는 것은 쉽지 않지만 **미세 운석 사냥**은 해 볼 만함.



극한생명체가 발견된
일부 지구의 지역을 볼
것임. NASA와 ESA에서
발견하고 연구함



미세 운석

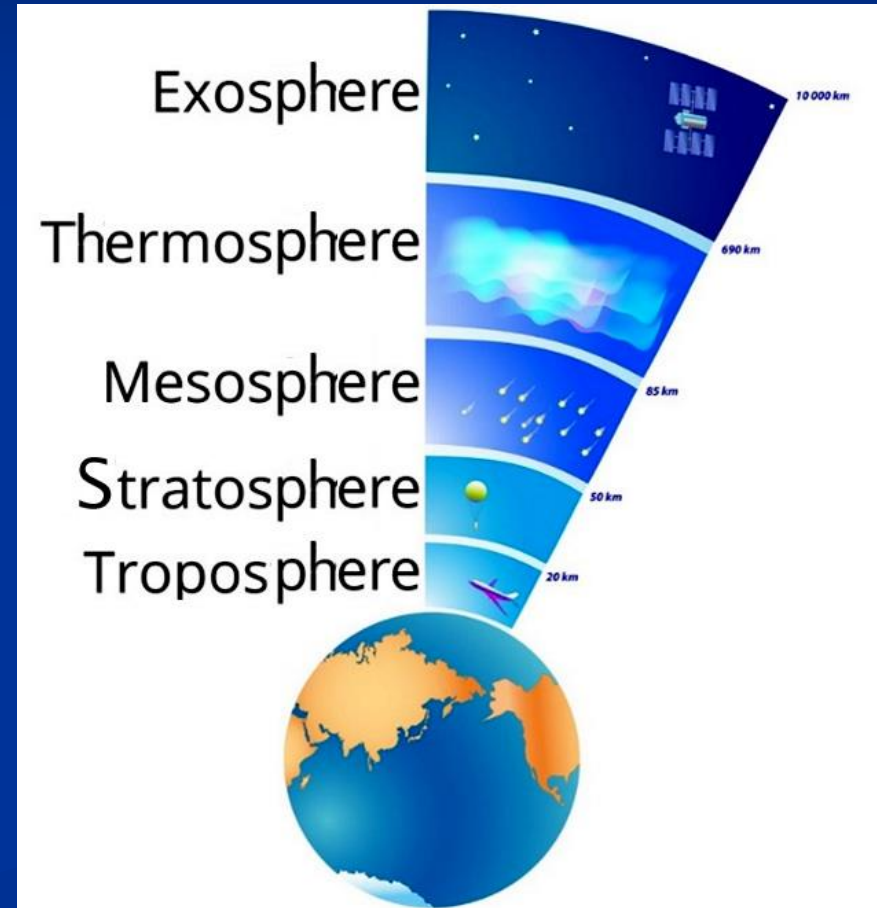
태양 주위를 공전하는 지구는 혜성에 의한 먼지의 흔적이있는 궤도를 지나감. 이 작은 물질은 지구 표면에 떨어지고 작은 미세 운석을 생성함. 매일 수천개가 떨어지고 일반적으로 땅에 닿기 전에 (대기와의 마찰로 인해) 연소되어 별뚥별을 형성함.

땅에 닿는 것들은 수집 될 수 있으며, 특히 인간 활동이 거의없고 접근하기 어려운 장소에 있음.

마이크로 운석

외기권과 열권은 공기가 희박하기 때문에 유성은 큰 어려움 없이 통과함. 그러나 중간권에 도달하면 밀도가 높아지고 공기가 마찰을 일으켜 열을 생성함

물질이 녹은 다음 응고되어 결국 흙과 때로는 작은 기포, 빠른 응고 효과를 나타냄



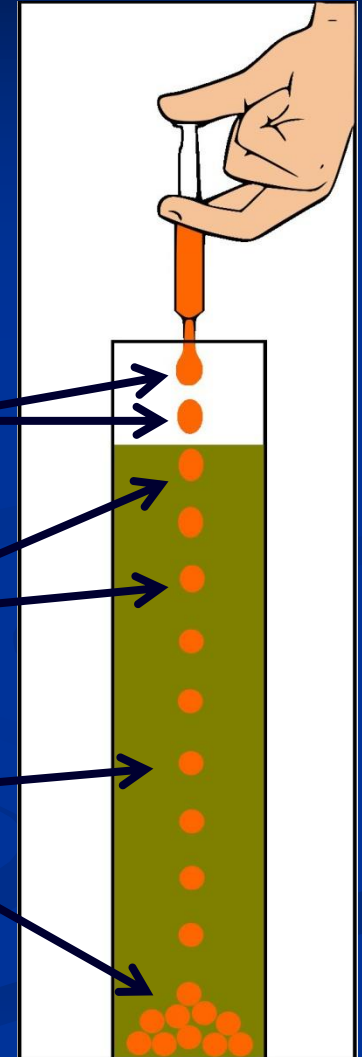
활동 4 : 식용 미세 운석 시뮬레이션

긴 유리잔에
해바라기 기름을
채움. 주사기로
물이나 콜라 한
방울을 떨어뜨림.
작은 구체가
형성되고 오일 기둥
아래로 천천히
떨어지는 것을 볼 수
있음.

중간권 액체 방울

점성 매체 내의 구형
성층권과 대류권
구형 방울. 바닥에 쌓임

컨티넨탈 크러스트
그리고 해양



활동 5: 구형 미세운석 시물레이션



시물레이
션된 "
미세운석
"의 작은
구체가 형
성됨

실제 미세운석



매일 지구 표면에 떨어짐
외계 물질 5톤

활동 6: 미세 운석 찾기

미세 운석은 지붕과 테라스에 퇴적되거나 심지어 오랫동안 대기에 부유하다 비나 눈과 함께 떨어짐. 이 물질을 찾는 가장 권장되는 방법은 지붕이나 거리 또는 고속도로의 홈통에 퇴적 된 물질을 수집

이 운석은 태양계를 형성한 물질에서 옴. 따라서 그들은 약 45억 년 전의 것임.



활동 6: 미세 운석 찾기

운석의 대부분은 암석형인 석질이지만, 철과 니켈로 만들어진 철질 운석도 있음. 이들은 자석으로 나머지와 분리 할 수 있음

솔로 도랑이나 물받침에 있는 모래를 모아 종이 위에 놓음. 자석이 종이 아래로 전달되고 자석을 따라 움직이는 재료 만 종이 위에 남음



활동 6: 미세 운석 찾기

찾을 수 있는 테라스 나 도랑이 없다면 덩을 준비하여 미세 운석을 수집 할 수 있음. 트레이에 셀로판 종이를 놓고 동물이 접근하지 않도록 약간 높은 곳에 일주일 동안 둬. 미세 운석을 수집하는 과정도 자석을 사용함.



활동 6: 미세 운석 찾기

또 다른 방법은 끈으로 종이컵을 묶어, 컵 안에 작은 자석으로 덫을 준비하는 것임. 학생들은 자석컵을 가지고 학교 운동장을 돌아 다님. 자석을 제거하면 철 입자가 있으면 흰 종이에 떨어짐. 휴대 전화의 카메라를 통해 확대하여 확인하며 미세 운석을 찾을 수 있음.



활동 6: 미세 운석 찾기

미세 운석 식별 :

자석과 함께 움직인
재료는 종이에서
제거하지 않고 최대
줌을 사용하여
휴대폰이나 모바일
카메라로 검사함.

미세 운석은 거의
구형이고 밝은 모양을
갖는 것으로 식별됨



극한생명체 분류

극한생명체는 극한 조건 (대부분의 육상 생명체가 경험하는 것과 매우 다른 조건)에 사는 유기체 (종종 미생물).

우리가 알고 있는 극한미생물이 자라는 곳에서는 생명체가 존재할 수 없다고 최근까지 생각되어 왔음. 높은 산성을 가지고 있고 중금속을 함유한 스페인의 리오 틴토(Rio Tinto)강이나, 아주 건조하고 중금속이 많은 아타카마 사막, 온도가 낮은 남극 대륙 등.

그러나 이 지역에 사는 미생물이 발견됨



남극 대륙의 극한 생물

남극에서는 여러 과학자 그룹이 표면 아래에서 생명체를 발견함. 예,

- 36m 깊이의 -20°C 수온의 염수에서 서식하는 극한생명체 (고농도 염분으로 얼지 않음)
- 800m 깊이의 빛이 전혀 없는 곳의 생태계



극한생명체와 아타카마 사막

어떤 극한생명체는 물이 없는 상태에서 생명을 유지하거나, 생명활동을 거의 하지 않음으로 건조를 견딜 수 있음. 예, 아타 카마 사막의 토양에있는 미생물

매우 멋진 현상: 꽃이 만발한 사막. 이것은 세계에서 가장 건조한 사막. 평상시보다 강수량이 많고 한랭 전선이 몇 달 동안 다양한 꽃 (14 품종)이 만개함



사진 2022년 8월. 몇 년 동안 건조한 후의 만개. 그 이전은 2015년과 2017년이었음.



극한생명체와 리오 틴토

어떤 극한생명체는 산도가 높고 금속 농도가 높은 환경 (철, 구리, 카드뮴, 비소, 아연, 납)에서 번성함. 이 강의 반응은 호산성 박테리아에 의해 촉매됨. 산도가 감소하면 박테리아 개체군이 증식함. 더 많은 황화물 산화와 산도가 더욱 생성되는 피드백. 이 지역의 주민들은 강의 색 변화로 인해 비가 올 때를 알게 됨. (박테리아는 강이 범람하는 동안 pH를 유지하기 위해 더 많은 산도를 생성함.).



극학생명체와 리오 틴토의 식생

강바닥을 따라 분포 된
에리카 안데발 렌 시스
또는 "광산 잡목"의
광범위한 관목이 있음



이 식물은 영양분이 거의없는 산성 토양에
뿌리를두고 있음. 일부 식물은 뿌리가 산성 물과
구리와 납 농도가 높은 토양에 부분적으로 잠긴
상태로 강둑에서 자람.

활동 7 : DNA 추출

NASA와 ESA 우주 물 학자들은 지상에서 (리오 틴토 광산, 아타카마 사막 등) 생명체가 어떻게 진화하거나 적응하며, 어떻게 시작되었는지 이해하기 위한 연구를 함.

극한 생명체를 발견하기 위해 수행되는 많은 프로토콜의 첫 번째 단계는 DNA 추출 과정으로 구성되며 이러한 이유로 활동이 수행됨.



활동 7: DNA 추출

DNA 서열을 사용하면 생명체의 존재(현재 또는 과거)를 알 수 있으며 이는 우주에서 생명체를 찾는 데 사용됨.

DNA 분자는 매우 길고 세포 내부에 단백질(양모실타래와 같은)로 가득 차 있습니다.

세포를 끊는 해결책: 물 1/2 잔

소금 1작은술 (염화나트륨) - 단백질을 제거하여 DNA를 구분하기 위함.

중탄산 나트륨 3 티스푼 - 용액의 pH를 염기성으로 일정하게 유지하고 DNA가 분해되지 않은 상태로 유지되도록 함.

용액이 같은 색이 될 때까지 식기 세정제를 추가하여 기름기가 많은 세포의 막을 깨뜨림.

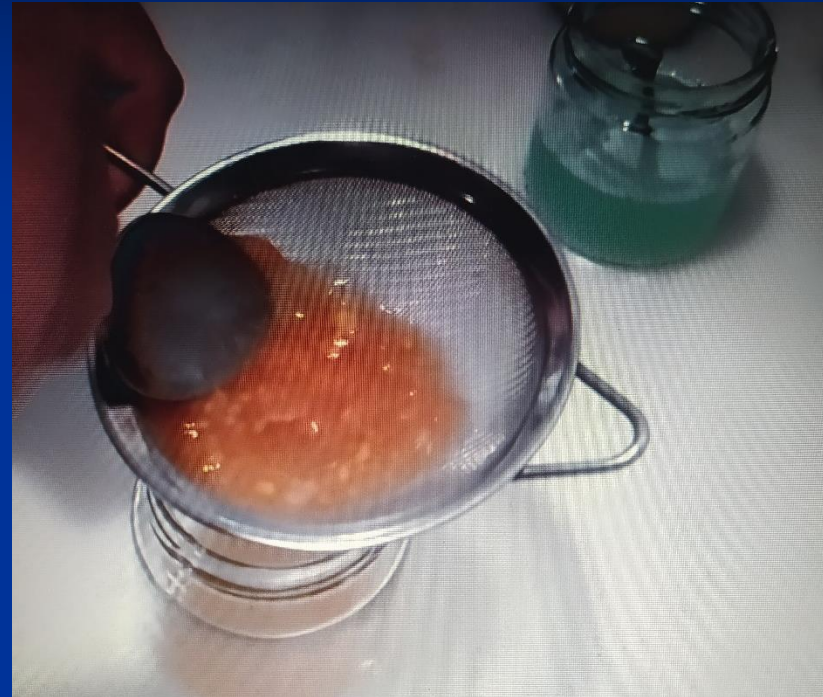
DNA를 잘 볼 수 있도록 거품이 나지 않게 섞는다.



활동 7: DNA 추출

“토마토” 세포 주스 준비

토마토 펄프 2큰술, 푸레가 될 때까지 포크로 으갠다.
여기에 준비한 용액을 추가함.
(용액의 부피는 토마토 푸레의 부피에 비해 두 배).



우리는 거품이 나지 않도록 조심하면서 세포를 부수기 위해 조심스럽게 혼합함. 그런 다음 큰 조각을 제거하기 위해 채에 거름.
세포 내부의 내용물은 주스에 있음.

활동 7: DNA 추출

DNA를 보이게 하기

DNA 가닥이 많을 때 흰 구름처럼 보임 (소금으로 희끄무레 한 색을 띠게 함. DNA는 육안으로 보이지 않음). 천천히 알코올을 첨가하여 유리잔의 벽에 떨어뜨림. 코올 층이 섞이지 않고 주스 위에 남아 있기를 원함.

3-4 분 안에 DNA의 흰 구름이 형성되어 응집된 것이 보임 (위로 올라감). DNA가 알코올에 용해되지 않아 DNA 구름이 형성됨.



결론

- 생명의 출현을 위한 긴 과정 이해
- 생명을 보호하기 위한 환경 이해
- 생명이 존재 할 수 있는 극한 환경 이해
- 생명의 존재를 확인하기 위한 DNA 추출 과정을 이해



관심을 가져
주셔서 대단히
감사합니다!

