

우주생물학 생명의 기원과 진화

Vassilissa Vinogradoff, Beatriz García, 로사 M. Ros

국제천문연맹

CNRS, Aix-Marseille Université, PIIM 실험실, 마르세유, 프랑스.

CONICET/Universidad Tecnológica Nacional, 멘도사, 아르헨티나

Universidad Politécnica de Cataluña, 스페인



우주생물학의 정의

천체생물학은 학문이 아니라 지구 생명체의 기원과 진화, 그리고 우주의 다른 부분에서의 존재 가능성에 대한 질문을 둘러싼 학제간 활동이다; 그것은 지질학과 화학을 포함하여 천문학에서 생물학에 이르기까지, 그리고 과학의 역사와 철학에 이르기까지 이 문제에 관심이 있는 모든 분야를 다룬다.

병인학: 외생물학 및 천체생물학

우주 레이스와 최초의 달 및 화성 탐사 임무로 생물학적 오염의 위험이 나타난다.

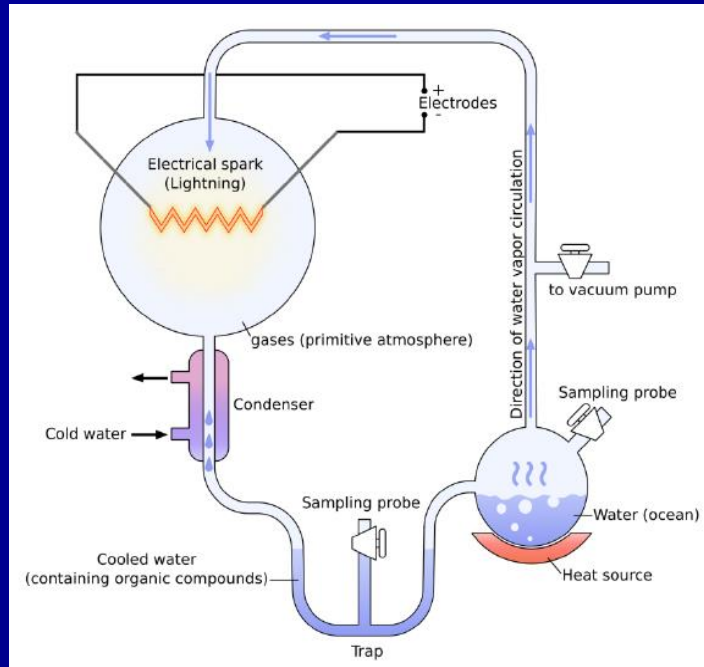
우선, 과학자들은 추측했다
그 미생물은 우주의 조건을 견디지 못할 것 같았다.

오늘날 우리는 이것이 사실이 아니라는 것을 알고 있으며, 예를 들어, 타르디그레이드는 우주 공간을 포함한 극한 조건에 저항할 수 있으며 이것은 고립된 경우가 아니다.



물곰이(타르디그레이드)
전형적 입시비우스
(크레딧: B. 골드스타인 & V. 매든)

병인학: 외생물학 및 천체생물학



밀러-우레이 실험의 계획이요
(크레딧: S. La Barre)

밀러-유리의 선구적인 실험으로
실험실에서 첫 번째 프리바이오틱
분자의 합성을 위한 화학 연구
가 시작되었다

우주 탐사를 통한 생명의 기원 탐
구에 대한 새로운 핵심 학문이 등
장하는 것은 1960년 조슈아 레더
버그가 소개한 용어 '엑소바이오
로지'다.

"천체 생물학"이라는 용어는 2015년에 IAU에 의해 채
택되었다.

천체생물학 목표

- 인생이 무엇인지를 정의하라.
- 생명의 기원을 결정하라.
- 가장 오래된 발자국을 찾아보세
요.
- 지구의 진화 메커니즘을 이해하
라.
- 우주에서 생명체를 찾아라.



수명 정의



이 문제는 과학적 논증
을 필요로 한다.
하지만 그것은 또한 철
학적인 질문이다.

삶은 다음의 특징입니다.
다음의 능력에 의해 특별히
구별되는 바와 같이, 후자를
죽은 생물 또는 무생물과 구
별하는 생물체

- 자라.
- 신진대사.
- 자극에 반응하라.
- 적응해.
- 재생산.

지구상의 생물체의 다양성

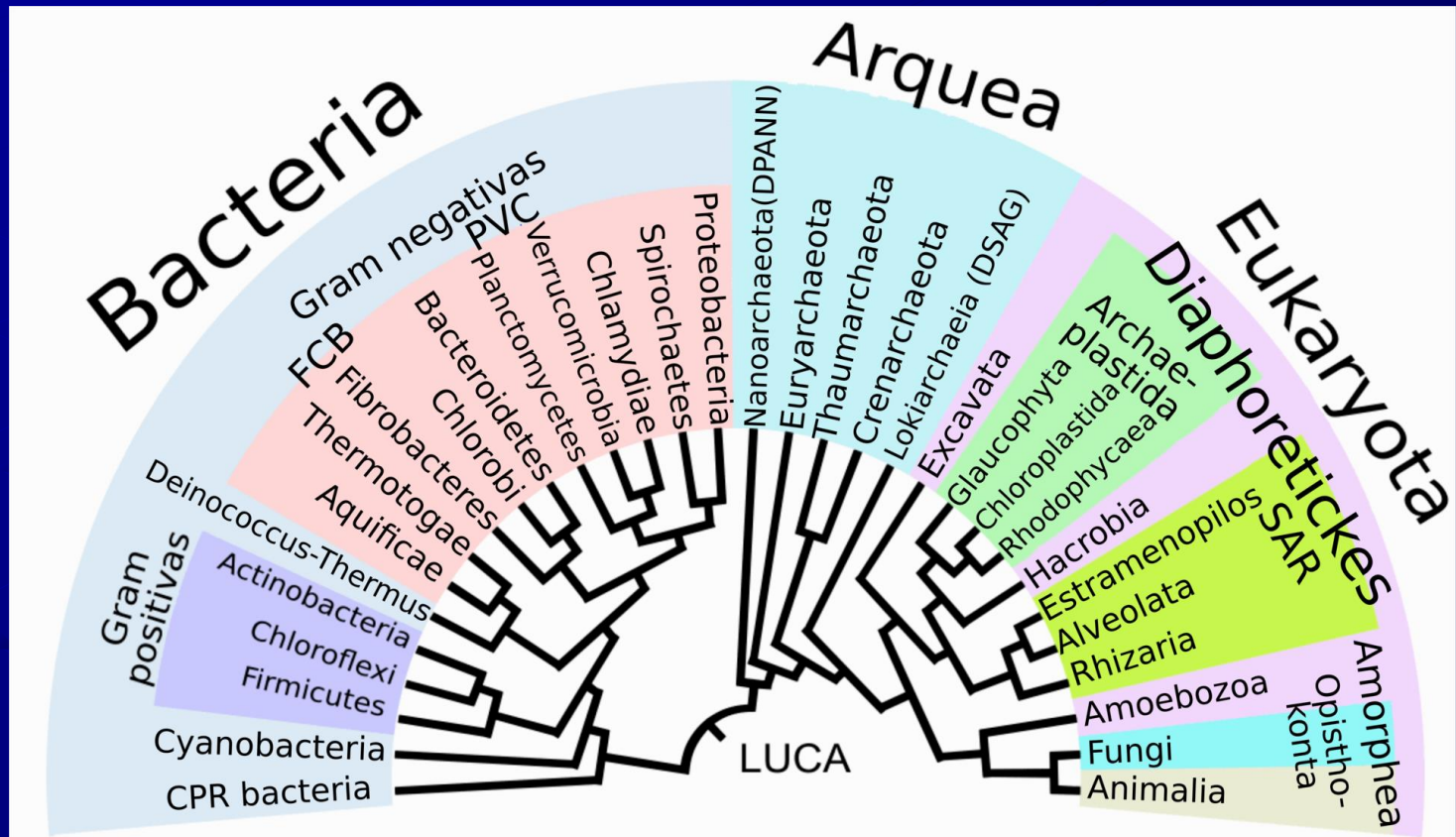
유일하게 알려진 생명의 예는 지구상의 생명체이다.

우주생물학은 특히 수중 열수 온천이나 염수 호수 또는 얼어 붙은 장소와 같은 가장 극단적인 환경에서 모든 환경의 육상 생물을 연구하는 데 많은 노력을 집중한다.

이러한 유형의 환경은 외계 지역에 좋은 유사체가 될 수 있다.

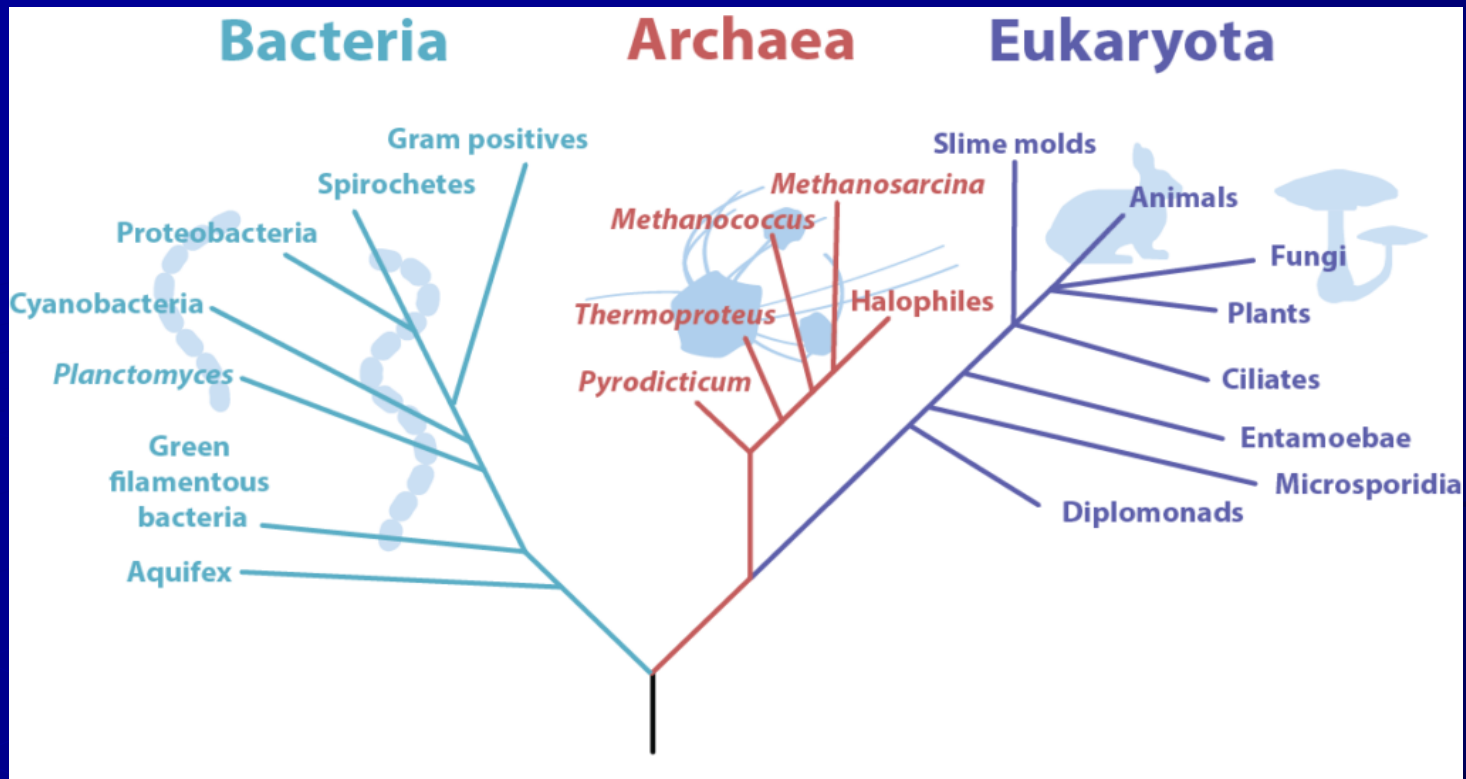


살아있는 유기체의 한계와 극한 환경에서 작동하는 메커니즘을 더 잘 이해하기 위해 과학자들은 살아있는 유기체의 계통 발생 및 대사 다양성을 결정하려고 한다.



(크레딧: 위키백과)





(학점: open.oregonstate.education)

특히 흥미로운 생명나무의 가지 중 하나는 리보솜 RNA 서열로 인해 원핵생물과 다르고 특히 극한 환경(압력, 온도, 염분, 영양소 등)에 적응한 고세균(또는 고세균)이다.

지구상에서 가장 오래된 삶의 흔적 찾기: 어려움

- 1) 지구는 "살아있는" 행성 (구조론, 침식)이며, 따라서 45억 년 전에 형성된 이후로 크게 진화했다. 종의 계보에 따르면, 최초의 생명체는 박테리아와 유사한 단세포 존재였을 것이다.
- 2) 원시생물들은 현미경적이어야 했다. 지구상에서 가장 오래된 것으로 증명된 생명체의 흔적은 34억 8천만 년 전으로 거슬러 올라가고 호주에서 발견되었습니다.
- 3) 생물학적 서명 또는 형태와 유사한 지문을 형성할 수 있는 비생물적 시스템과의 해석 및 비교가 어렵다.

생물전 화학과 무생물에서 생활로의 전환

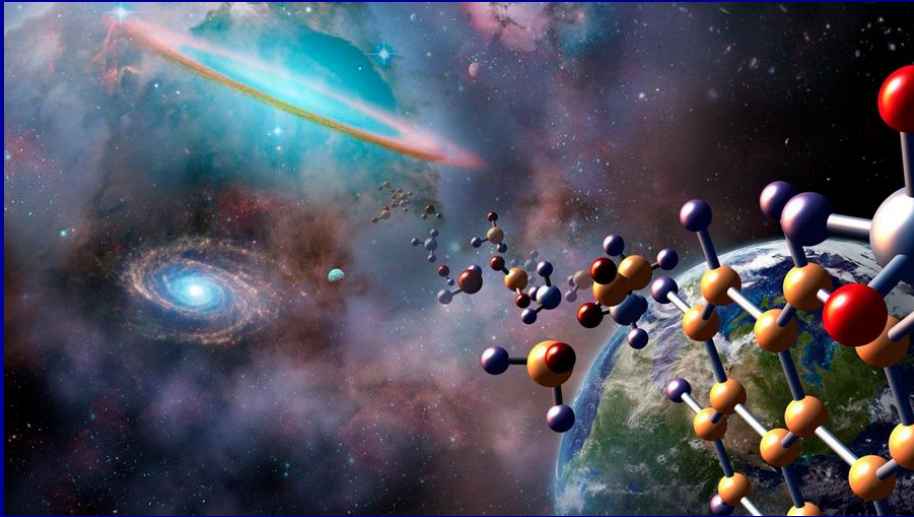
오늘날 지구상의 모든 생물종에는 현존하는 모든 다양성들 중에서 C, H, N, O로 이루어진 기본 블록들이 있다

이 블록은 복제의 기초가 되는 단백질, 유전 정보를 운반하는 DNA(데옥시리보핵산), 구획화를 위한 세포벽을 구성하는 양친매성이다.

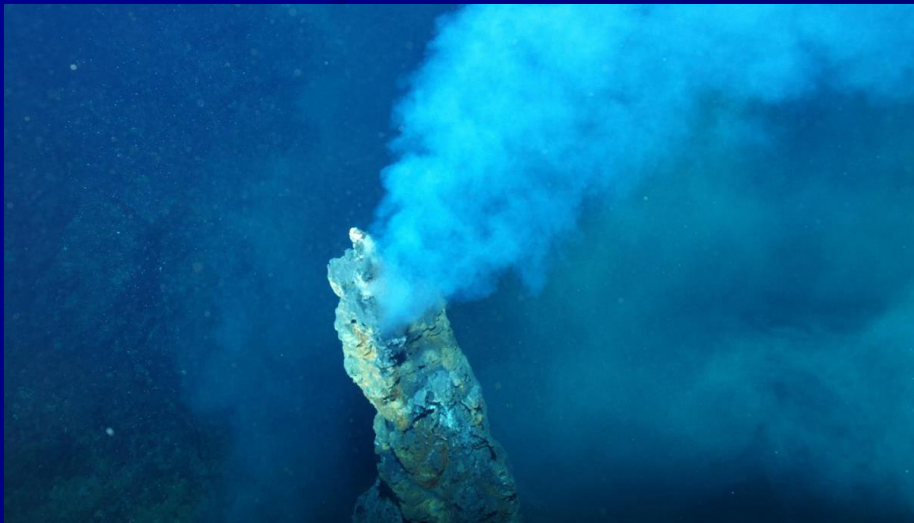
따라서 지구상의 모든 생물종이 가지고 있는 기본적인 벽돌은 다섯 종류의 분자(때때로 생명벽돌이라고 함), 아미노산, 질소염기, 당, 인, 지질(또는 지방산)이다.



생물전 화학과 무생물에서 생활로의 전환



이러한 요소들은 육지 생활에 필수적이며 그 기원에 대한 연구를 통해 생명의 기원 자체에 더 많은 제한을 줄 수 있다.

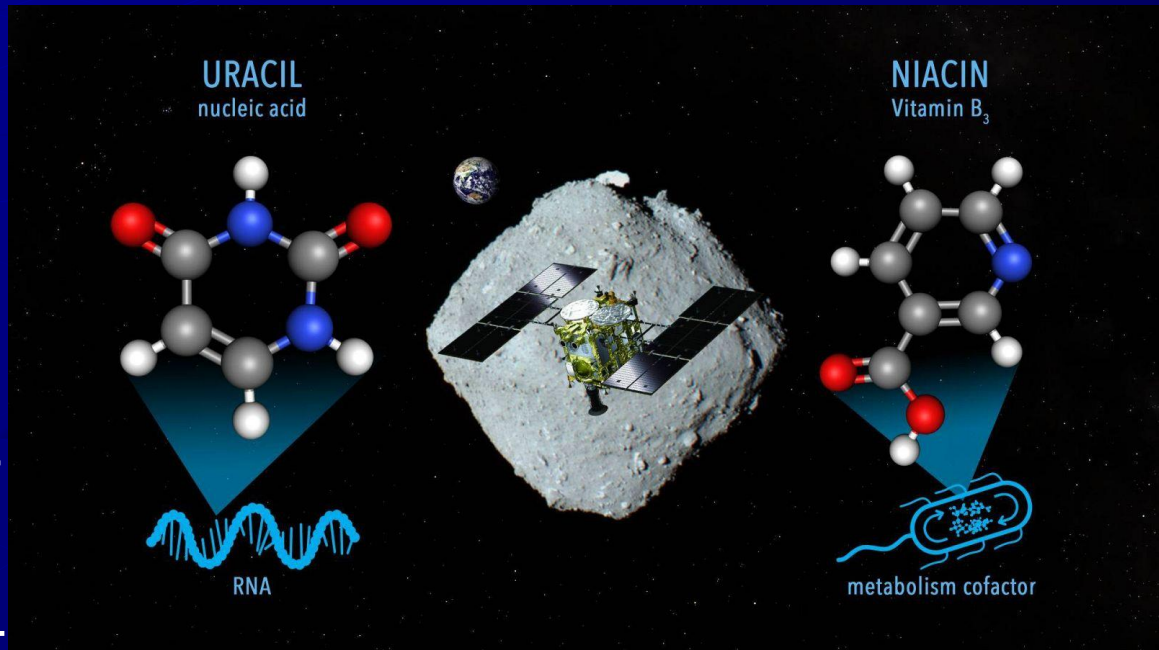


비생물학적으로, 이 분자들은 지구 대기뿐만 아니라 열수 분출구에서도 형성될 수 있었다.



생물전 화학과 무생물에서 생활로의 전환

또 다른 가설은 이 분자들이 소행성과 혜성에서 나오는 천체(운석)에 의해 가져왔을 수 있다고 제안하는데, 운석은 유기물이 풍부하다는 것이 입증되었다



소행성 류구의 표현

(크레딧: NASA Goddard/JAXA/Dan Gallagher)

생물전 화학과 무생물에서 생활로의 전환

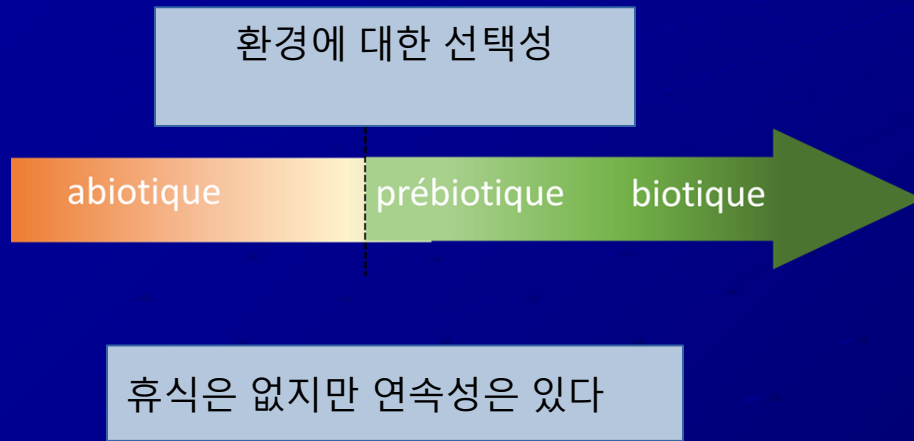


지구에 떨어질 때, 운석은 45억 년 전 분화 후에 그들의 표면에서 발견된 물과 사이드로필레 원소의 일부를 수송했을 수도 있다.



이 물체에서 아직 생명체가 발견되지 않았지만, 그들은 비생물적 합성에 필요한 것만큼 다양하고 다양한 수천 개의 분자를 포함하고 있다.

생물전 화학과 무생물에서 생활로의 전환



비생물적 시스템과 생물적 시스템 사이에 엄격한 분리가 아니라 상기 프리바이오틱 화학을 통과하는 연속성이 있을 것이다.

지구에서 생명이 어떻게, 어디서 생겨났는지는 가장 복잡한 생리적 문제로 남아 있으며 가능한 화학적 경로는 너무 많아서 언젠가 그 답이 발견될 것이라는 것이 분명하지 않다.

모든 곳에서 생명 찾기

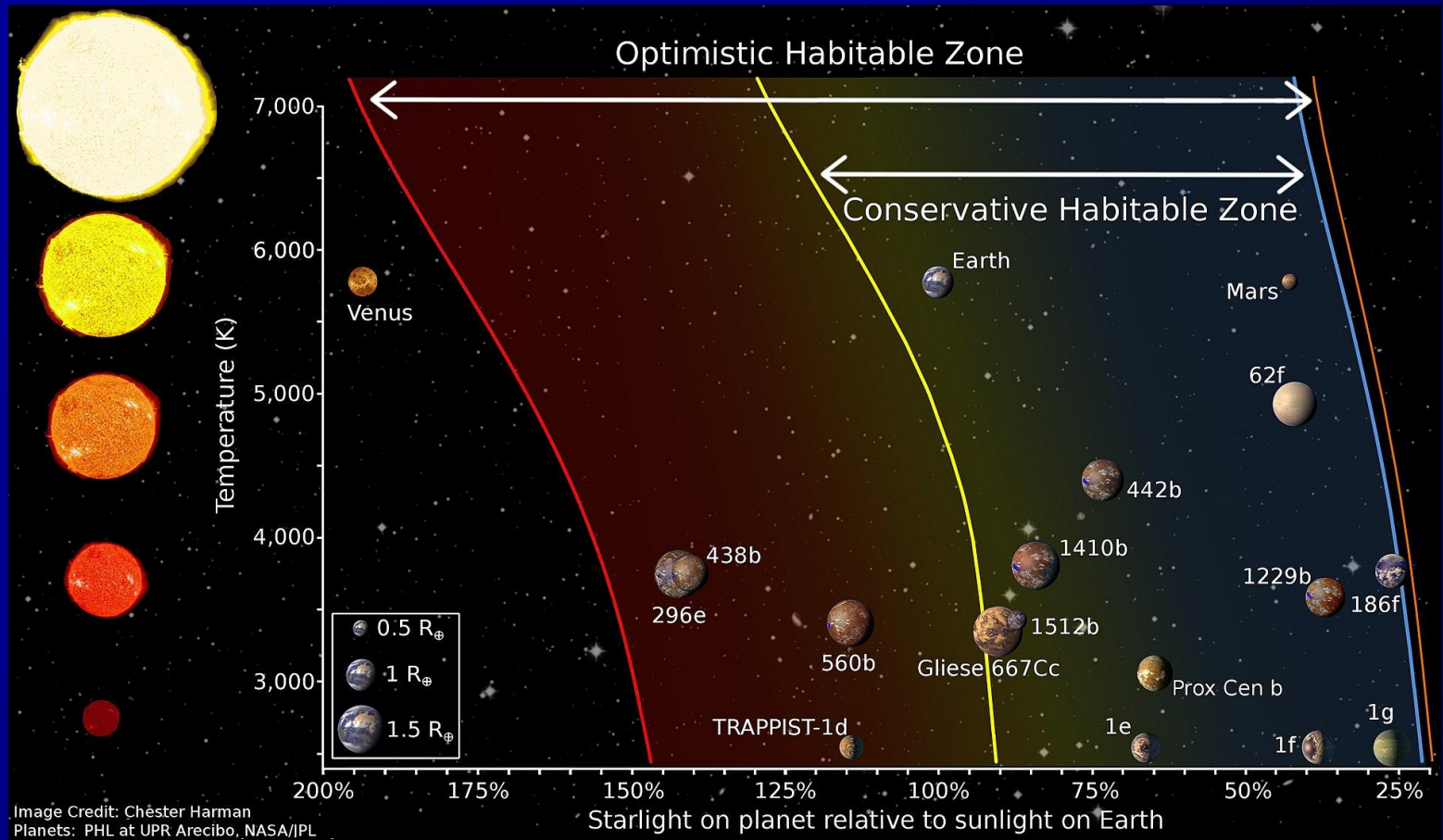
우주의 원자들의 화학적 배열은 지구상의 생명체를 위해 탄소, 질소, 산소를 사용하도록 지시했다. 이 원자들은 우주의 다른 생명체들에서도 똑같지만, 아마도 지구상의 생명체와는 다른 유기분자 구조를 가지고 있다는 것이 논리적인 것이다.



다른 곳에서 생명을 찾으려면 무엇을 찾아야 하는지 알아야 하고, 우주생물학의 기반 중 하나지만, 또 그 약점은 생물학적으로 우리와 비슷한 생명체를 찾는 것이



모든 곳에서 생명 찾기

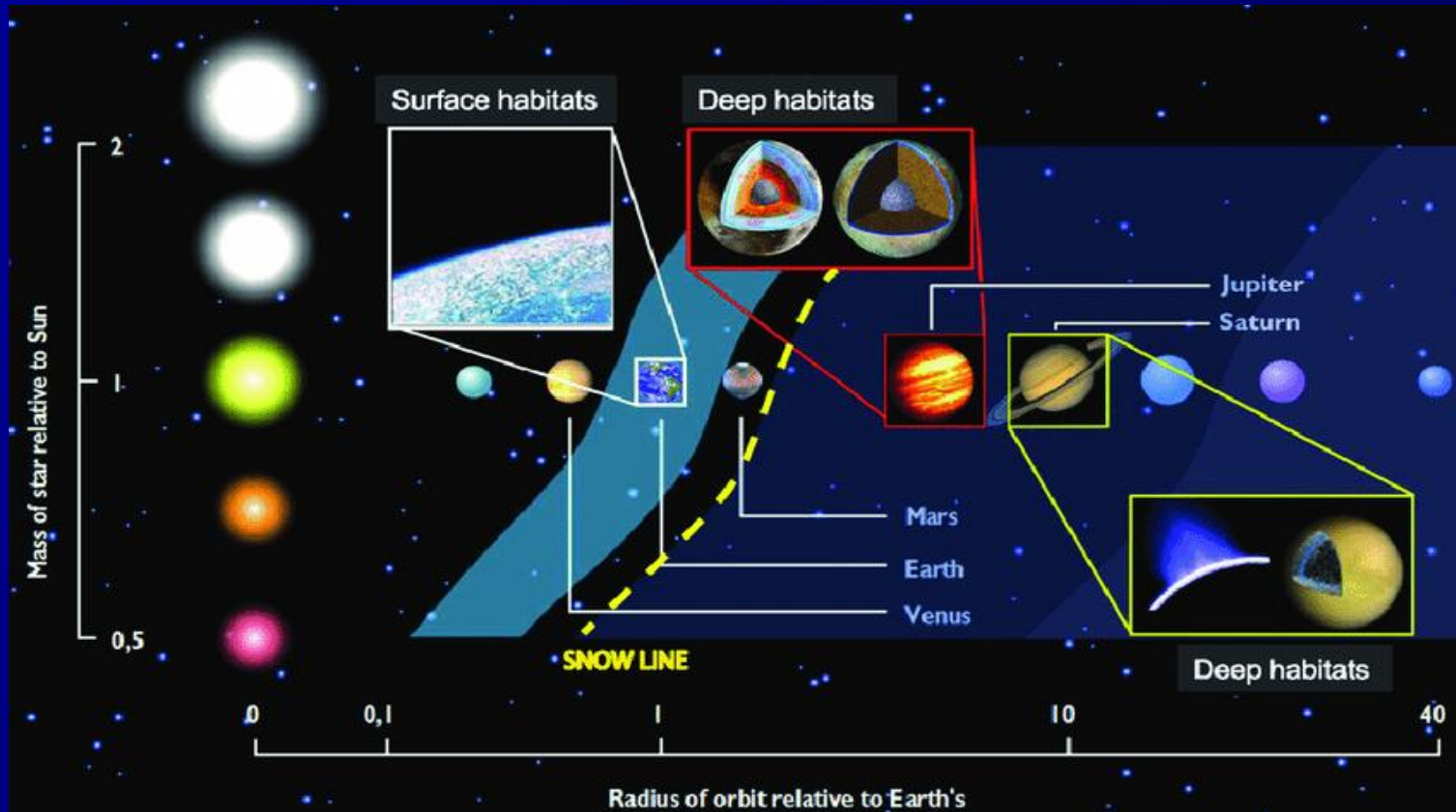


거주성의 개념은 논쟁의 주제이며, 그 정의는 우리가 알고 있는 유일한 (육상) 생명의 출현과 진화를 허용한 조건과 연결되어 있다.



모든 곳에서 생명 찾기

지하환경으로의 거주가능 구역 확대는 이러한 태양계 환경에서의 생명체 존재 가능성에 대한 연구의 한 예이다.

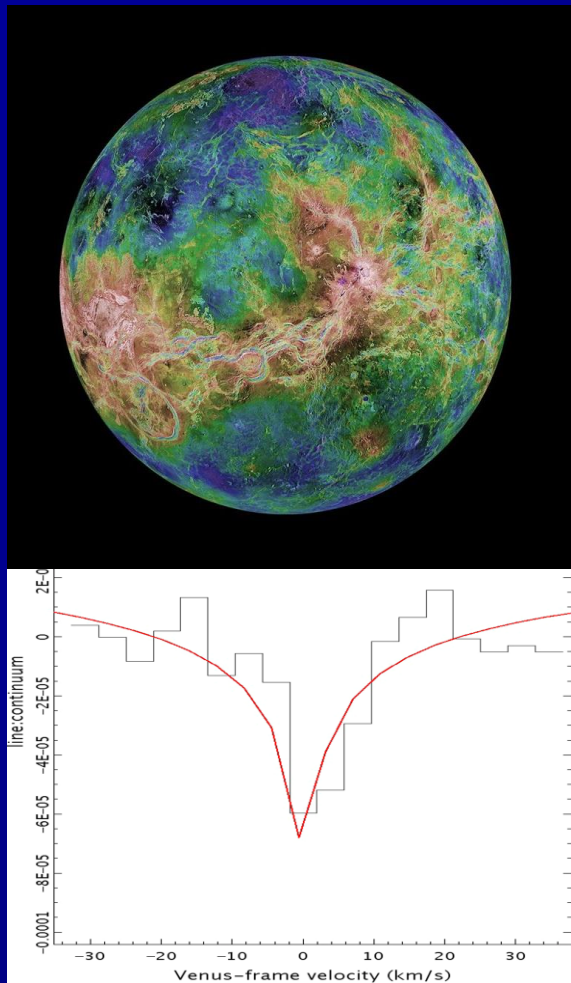


태양계의 신체와 그들의 천체생물학적 관심

그런 다음 우주생물학 연구는 거주할 수 있는 것으로 정의된 지구 너머의 이러한 환경에서 생명체가 출현할 수 있는 가능성에 관심이 있다



태양계의 행성들과 그들의 천체 생물학적 인 관심: 금성



우리의 "자매 행성"은 96% 이상의 CO_2 로 구성된 극도로 조밀한 대기에서 황과 인 분자와 함께 비교적 복잡한 유기 화학을 가지고 있다.

그것은 태양계의 거주할 수 있는 지역에서 발견되지 않으며, 그것은 필수적인 구성 요소, 즉 표면의 물이 부족하다.

중수소수 (HDO) (신용: Greaves, J.S., Richards, A.M.S., Bains, W. 외)



태양계의 행성들과 그들의 천체 생물학적 인 관심: 금성

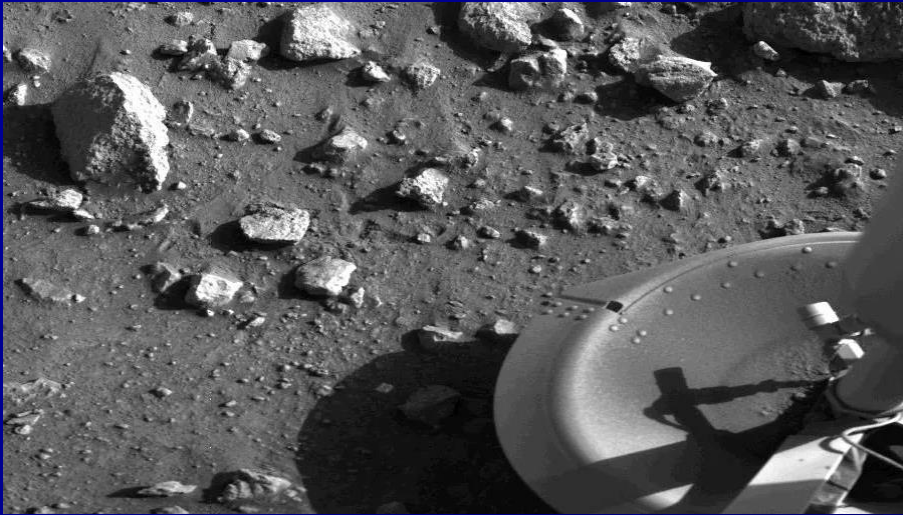
금성은 지구 형성 후 지구와 같은 외인성 유입의 혜택을 받았으며, 45억 년 전과 얼마 동안 표면에 액체 물과 물이 풍부한 대기를 가지고 있었을 수 있다.

현재 그것의 표면은 약 460°C 의 온도를 가진 활화산일 뿐이다.

생명체가 가장 유리한 시기에 발달했다면 $\sim 75^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 대기 구름에서 미생물의 형태로 생존했을 것으로 제안된다



태양계의 행성과 그들의 천체 생물학적인 관심: 화성

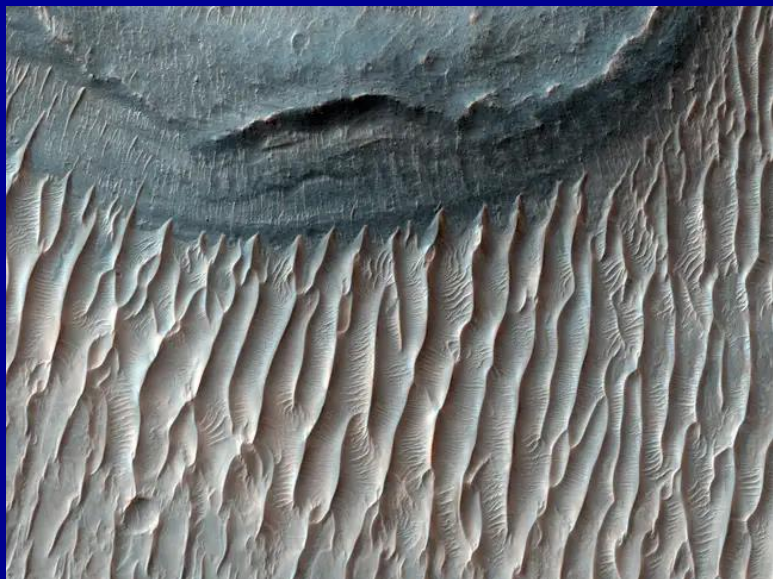


이 행성은 종종 생명체가 살 수 있는 조건을 가지고 있거나 여전히 가지고 있는 태양계에서 가장 좋은 장소로 제안되었습니다.

마생물생명의 존재는 이미 70년대에 고려되었는데, 착륙자들은 화성의 생명체를 강조하고, 광합성 생물학적 활동을 감지하거나, 부정적인 반응과 함께 화성의 박테리아에 영양분을 제공하는 것을 목표로 하는 실험을 수행할 수 있는 도구를 갖추고 있었다.



태양계의 행성과 그들의 천체 생물학적인 관심: 화성



크레딧: Curiosity, NASA/JPL)

바이킹호는 과거 화성의 수로, 마른 강, 수지상 계곡을 관찰하면서 액체 상태의 물이 존재함을 확인했다.

이 물은 적어도 10억 년 동안 표면에 남아 있을 수 있으며 현재 표면을 덮고 있는 광물에 여전히 존재한다.

극지방에는 극지방의 두껍게 물 얼음이 있고 화성의 지각에 물이 더 많이 존재하는 것으로 의심된다



태양계의 행성과 그들의 천체 생물학적인 관심: 화성

생명체는 지구와 동시에 화성에서 발달했을 수도 있고 아마도 지하에서도 지속되었을 수도 있다.

화성에서 생명체를 찾는 것은 우리 행성에서 생명체가 출현하는 것에 대한 많은 해답을 제공할 것이다.

생명체가 화성에 존재했다면 미생물 형태라도, 행성이 더 이상 지질학적으로 활동하지 않기 때문에 지표의 흔적 화석 형태로 발견하거나 심지어 지하에 존재하고 생존해 왔다는 희망을 가질 수 있어야 한다.



태양계의 신체와 그들의 천체 생물학적 관심: 위성

최근 수십 년 동안, 우주 생물학적으로 관심 있는 다른 거주할 수 있는 시체들이 소행성 장벽을 넘어 발견되었습니다: 거대한 기체 행성의 위성들이죠.

거대한 행성은 표면이 없고 따라서 암석도 없기 때문에 우주생물학에 대한 관심이 제한적이다.

그들의 위성은 또한 태양계의 기원과 진화를 이해하는 데 중요하다.



태양계의 인공위성과 그들의 천체생물학적 관심

목성 주변: 가니메데, 칼리스트 그리고 유로파.

토성 주변: 엔셀라두스와 타이탄.

15년 동안 이 세계를 방문한 카시니-하위겐스 탐사(1997-2017) 덕분에 밝혀진 토성의 얼음 위성은 다양성과 풍부한 액체 물로 놀라움을 금치 못한다

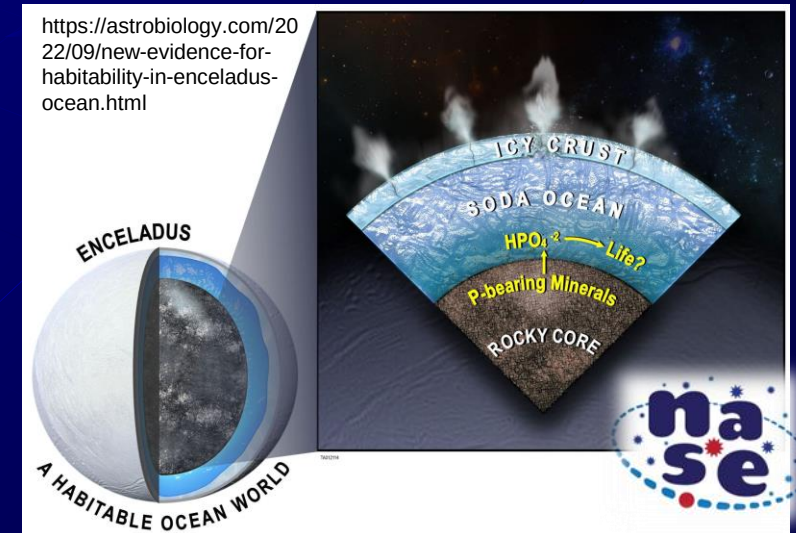
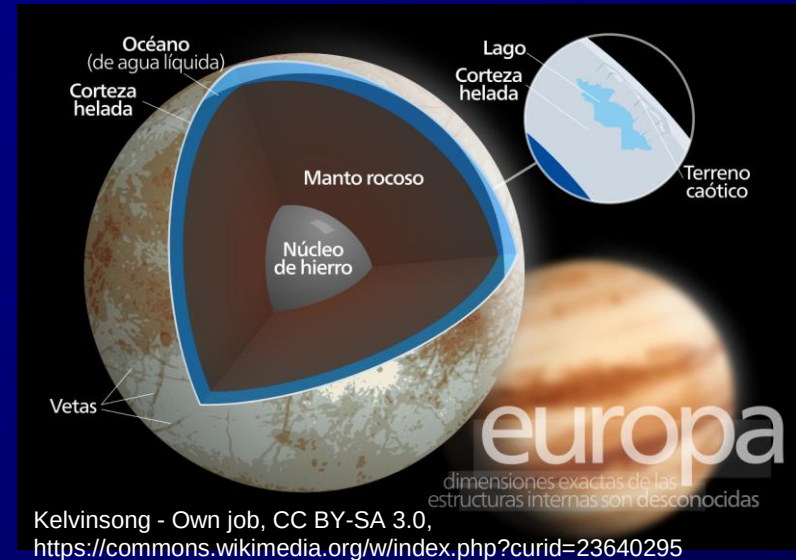


태양계의 인공위성과 그들의 천체생물학적 관심

유로파는 지구보다 10배 더 큰 해양을 포함하고, 반면 우리 행성보다 3배 더 작을 것이다.

엔셀라두스 2014년 표면에서 최대 100km까지 확장되는 지표의 물 간헐천이 발견되었다

이 관찰은 빙상 아래에 바다의 존재를 밝혀냈다.



태양계의 인공위성과 그들의 천체생물학적 관심: 타이탄

토성의 가장 큰 위성인 타이탄은 대기 중에 형성되는 많은 양의 유기물을 나타낸다.

1980년과 1981년에 보이저 1과 2 탐침은 주로 질소와 메탄으로 구성된 극도로 조밀한 대기를 드러냈다.

타이탄 대기의 화학작용은 매우 복잡한 것으로 입증되어 표면에 정착하는 유기 에어로졸을 형성했다.



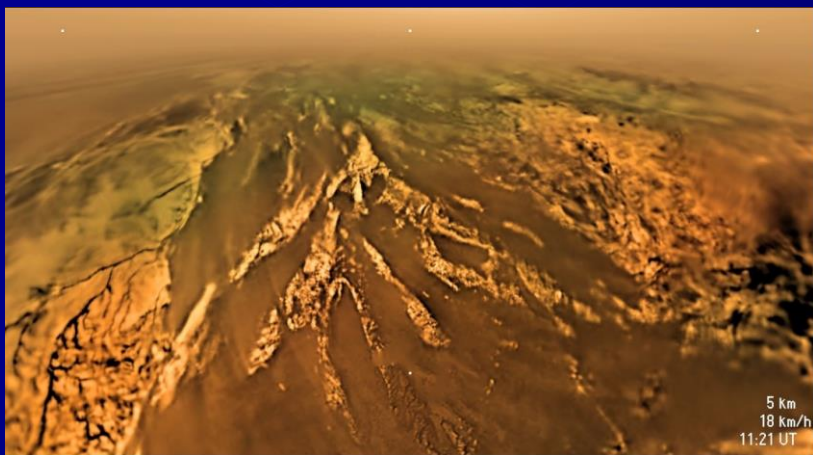
카시니-하위헌스 임무(1997-2017)는 타이탄 대기에서 복잡한 유기화학을 확인했다.



카시니/하위헌스 임무 (크레딧: NASA)

유기 곡물, 모래 언덕 및 탄화수소 호수로 덮인 표면의 인상적인 이미지를 얻었다.

천체물리학 모델은 타이탄이 표면 아래에 액체 물의 바다를 품고 있을 수 있다고 제안했으며 풍부한 프리바이오틱 화학과 가능한 형태의 생명체의 출현에 필요한 모든 요소를 제시한다.

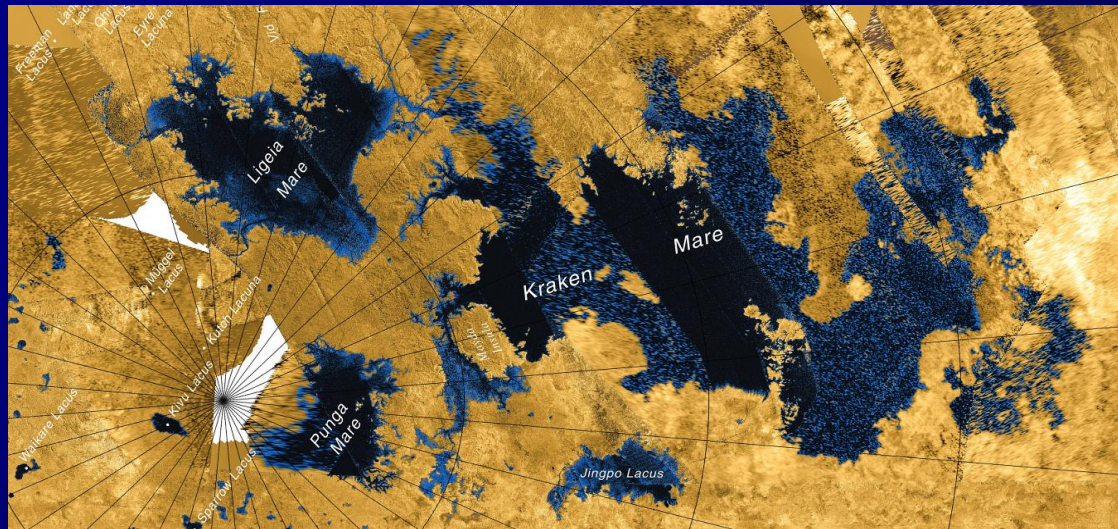


Titan (크레딧: Cassini/Huygens, NASA)



진화적 지구화학적 모델은 타이탄이 형성된 후 첫 백만 년 후부터 이 지하 바다가 첫 번째 복잡한 분자가 생성 되었을 대기와 접촉했음을 시사한다.

지구와 유사하게, 유기 분자의 에너지원이자 프리바이오틱 시스템의 잠재적 환경을 구성하는 이 타이탄 해양에 열수 통풍구의 존재가 예상된다.



태양계를 넘어서

우리 은하에서 5500개의 외행성(최대 2024년)이 발견
돼 확인되고 있다. 그것은 우리가 태양계의 형성을
이해하는 데 도움이 되며 그것은 독특할 것 같다.

우주생물학 분야의 지식과 진보의 현재 상태로, 사
람이 사는 행성과 우리 은하 또는 그 너머 생명체의
입증된 존재를 가정하는 것은 매우 어렵다.

삶의 발전을 위한 잠재적 현상이 점점 더 많아지는
것 같지만, 실제 삶의 발전은 어떠한가?



결론

우주생물학은 우주의 다른 부분에 생명이 존재할 수 있는지, 존재한다면 어떤 형태로 존재론적 질문에 답하려고 시도한다: 우주 안에 우리가 혼자 있을까?

수십 년 동안 지구상의 생명체의 출현을 이해하는 것은 그것이 특정 조건과 환경에서 우연인지 재현 가능한 현상인지를 결정하는 데 매우 중요했다.



결론

이 이해는 우주의 다른 곳에서 생명의 가능성
에 대한 결론을 도출하는 데 필요하다.

적극적인 노력에도 불구하고 아직 이와 같은
결론에 도달하지 못하고 있다.



여러분의 관심에
감사 드립니다!

