

# 우주, 생명 인류의 미래

황재찬

2009.12.02

- 우주에서 생명과 문명의 진화는 어디까지 가능한가?
- 인류문명은 지금 어느 단계에 와있는가?
- 다음 문명단계로 가기 위해 현생인류의 추락은 불가피한가?
- 과학기술이 우리를 이끌고 가는 곳은 어디인가?
- 사려 깊지 못함, 욕심, 그리고 착각의 결과가 현생인류로서는 통제할 수 없고 돌이킬 수 없는 의도하지 않던 상황을 초래 한다면?
- 21세기는 현생인류 종의 마지막 세기가 될 것인가?
- 우리는?

우주

---

universe

# 우리 우주의 역사

- 팽창 중
- 유한한 과거에 팽창시작
- 간접 추정 나이 ~140억년
- 그 전은?
- 처음 40만년은 빛의 시대
- 그 후 물질시대 → 은하, 별, 행성, 생명 형성
- 우리은하 원반의 나이 ~110억년
- 별들은 지금도 계속 만들어지고 있음.
- 오래된 천체 ~ 140억년
- 태양계와 지구의 나이 ~ 46억년
- 미래는?



# 우리우주의 규모

- 은하들의 분포가 큰 영역(~수억 광년 이상)에서 대략 균일?
- 볼 수 있는 영역 ~140억 광년  
그 너머는?
- 볼 수 있는 영역 안에 ~천억 개 은하
- 우리은하 안에 ~천억 개 별  
우리은하 크기 ~지름 10만 광년인 원반
- 태양계 안에 수십 개의 행성급 천체
- 최근, 태양계 근처 별들에서 수백 개의 행성 발견

“천상에 대한 연구가 매력적이고 중요한 것은 단지  
그에 대한 우리의 지식이 불완전하다는 것으로  
유지된다.”

“The charm and importance of a study of the heavens was matched  
only by the uncertainty of the knowledge produced.”

Aristotle (384-322 B.C.)



NGC4013, HST <http://hubblesite.org/gallery/>



The Sombrero Galaxy — NGC 4594 (M104)  HUBBLESITE.org

The galaxy is 50,000 light-years across and 28 million light years from Earth. <http://hubblesite.org/gallery/album/galaxy/pr2003028a/>





# 거대한 침묵

---

Great Silence





“The eternal silence of these  
infinite spaces frightens me”

Pensées, Pascal

“이 무한한 공간의 영원한 침묵이  
나를 두렵게 한다”

# 거대한 침묵의 문제

- 우리은하가 만들어진지 100억년이 되었고, 별 사이를 이동할 문명이 발생하는데 45억년이 걸린다고 하자.
- 문명이 별 사이(3광년)를 이동하는데 만년이 걸린다면, 우리은하 (10만 광년)를 점거하는데 는 30억년이면 됨.
- “그럼 다들 어디에 있나?”  
Fermi Paradox (1950)





# 우주와 생명

---

Life in the Universe

# 우주와 생명

우연 (Contingency, chance):

“인간은 결국 거대하고 감정이 없는 우주에, 단지 우연으로 나타난, 홀로 떨어진 고독한 존재라는 것을 깨닫게 되었다.”

“Man at last knows that he is alone in the unfeeling immensity of the universe, out of which he emerged only by chance.”

Jacques Monod (1910-1976)

*Chance and Necessity* (1971)



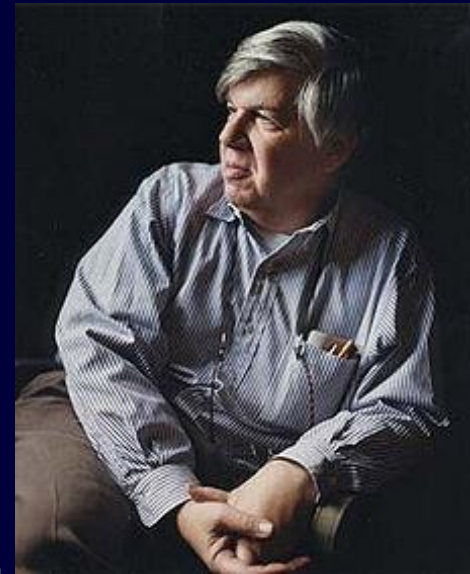
# 우주와 생명

우연:

“우리는 복잡성을 향한 추구도 없었고 예측도 불가능한 과정에 따른 영광스러운 우연의 결과물일 뿐이지, 그 자신의 필연적인 출현을 이해할 수 있는 존재가 나타나도록 갈망하는 진화의 원리에서 예상할 수 있는 결과물이 아니다.”

“We are glorious accidents of an unpredictable process with no drive to complexity, not the expected results of evolutionary principles that yearn to produce a creature capable of understanding the mode of its own necessary construction”

Stephen Jay Gould (1941-2002)  
*Full House* (1996)



# 우주와 생명

필연 (Natural outcome, law):

“거기에는 우리자신의 것과 비슷한 세계가  
무한하게 펼쳐져 있다.”

“In it are an infinity of worlds of the same kind as our own.”

Giordano Bruno (1548-1600)

*On the Infinite Universe and Worlds* (1584)



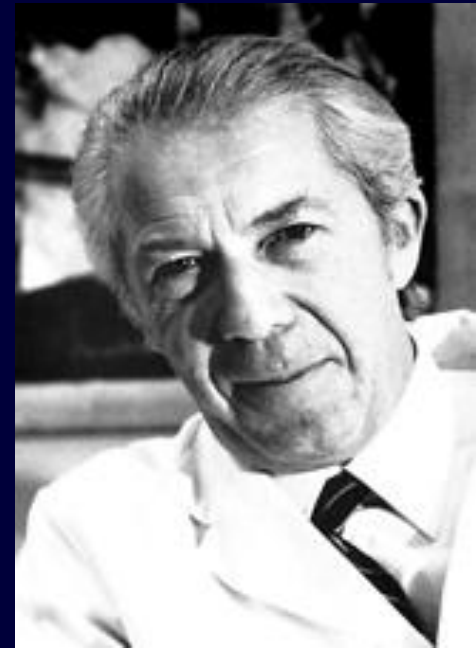
# 우주와 생명

필연:

“우주는 생명을 잉태하고 있다....  
생명은 우주의 필연이다!  
생명은 어디서고 물리적 조건만 (지구와)  
비슷하다면 ... 거의 필연적으로 출현한다.”

“The universe is pregnant with life...  
Life is a cosmic imperative!  
Life is almost bound to arise... wherever physical  
conditions are similar (to Earth).”

Christian de Duve (1917-)  
*Vital Dust* (1995)



# 21세기 우주관

- ◆ 기하학적 (Geometrical) 우주: ~17세기
- ◆ 수학적 (Mathematical) 우주: ~19세기  
천체역학
- ◆ 물리적 (Physical) 우주: 20세기  
분광학
- ◆ 생물학적 (Biological) 우주?: 21세기  
다 (종합) 학문적! **Multidisciplinary!**

# 외계 생명 찾는법

- 운석 분석
- 태양계 탐사: 화성, 유로파, 타이탄, 엔셀라두스, ...
- 외계 지구형 행성 원격탐사
- 외계 고등 생명체가 보낸 신호 탐지, 접촉 시도
- 외계 고등 문명이 이 남긴 흔적 탐색, 통신 감청
- 방문한 외계인과 접촉
- 방문

# 생명이란?

---

What is Life?



# 생명이란?

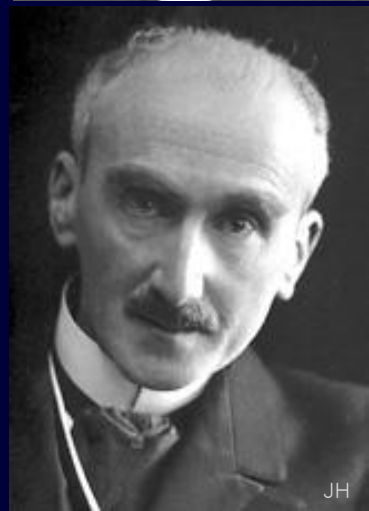
- 생물학에서는 생명이 무엇인지 중요하지 않지만 우주생물학 (생명의 기원, 인공생명)에서는 중요.
- 무엇을 찾는지는 알아야...
- 생명은 물리-화학 법칙으로 설명가능!?
- “생명이란 물질이 진화하는 과정에서 이르게 되는 여러 수준들의 하나에 지나지 않는다.”

A. Oparin (1894-1980)

- “생의 약동”

“*Élan vital*”

Henri Bergson (1907) “The Creative Evolution”



# 생명의 가능성

- 물질진화 수준의 끝은 어디인가?
- 화학에 다양성이 가능하다면,  
지구 생명은 특수한 (다양하지 않은) 복잡성을 추구.
- 지구생명이 추구하지 않은 다양한 가능성에서는 어떠한 생명이 가능할까?
- 지구생명은 화학반응의 필연적이며 보편적인 결론인가,  
혹은, 지구상황에 따른 우연적이며 특수한 경우인가?

# 지구 생명


우리가 아는 지구생명은:

- 액체 상태 물을 용매
- Carbon 중심 생화학
- 주위 환경과 에너지를 교환
- 진화가 가능한 분자계

외계 생명은?

- 다른 용매와 다른 생화학이 가능할까?

# 지구생명은 단일종류

- 같은 genetic alphabet, code: AGCT,U  
모두 D-형 당류 (뉴클레오티드)  
(실험실: 수천 가지 가능)
- 같은 기본 아미노산: 20여가지  
모두 왼손형 (L-type)  
(인공적: 수백만 가지 가능, 자연: 수백 가지 존재)
- 같은 에너지 화폐: ATP
- 같은 생화학 작용  
 공통조상의 자손암시
- 외계 생명에서도 유일할 것인가?

# 지구생명의 탄생

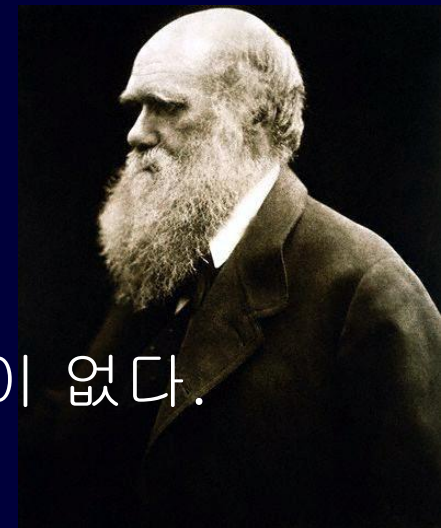
- 초기지구는 총돌로 형성  
350-400km 총돌 → 2000K 가열!  
150-190km → photic zone (200m) 증발.
- 38억년 전까지 총돌추정.
- 38억년 전 생명의 흔적 ( $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ).
- 35억년 전 생명화석.
- 생명이 존재할 조건이 갖추어지자 곧 출현.

# 진화

- “진화를 고려하지 않으면 생명의 어떤 측면도 이해되지 않는다.”

“Nothing in biology makes sense except in the light of evolution.”  
Theodosius Dobzhansky (1973)

- 변이(variation)와 자연선택(natural selection)
- 많은 자손을 낳으며, 자손은 어미와 약간씩 다름  
    ➡ 변화된 환경에 적합한 자손이 번식확률이 높음
- 환경의 변화는 필연적
- 생명존재 자체가 환경을 변화시킴
- 방향성이 없으며 (우연이 지배) 진보의 개념이 없다.



# 멸종 (Extinction)

- 모든 종의 운명은 멸종
- 지구상 99%의 종은 이미 멸종
- 종의 평균 수명은 ~ 100만년
- 한 해에 100만종 중 하나 정도 멸종
- 최근 인류의 영향으로 1000종 중 하나 정도로 증가함
- 화석기록은 점진적이기 보다는 급격함
- 안정된 환경에서 생명은 거의 진화하지 않는다.  
안정된 환경에서는 기존의 종이 새로운 종의 출현을 허용하지 않음
- 돌연변이로 “잠재적 괴물 (hopeful monster)” 출현  
➡ 성체가 되면 일거에 기존 종을 치환함!

1940, R. Goldschmidt

1972, S. J. Gould and N. Eldridge “Punctuated equilibrium”

# Mass Extinction (절멸)

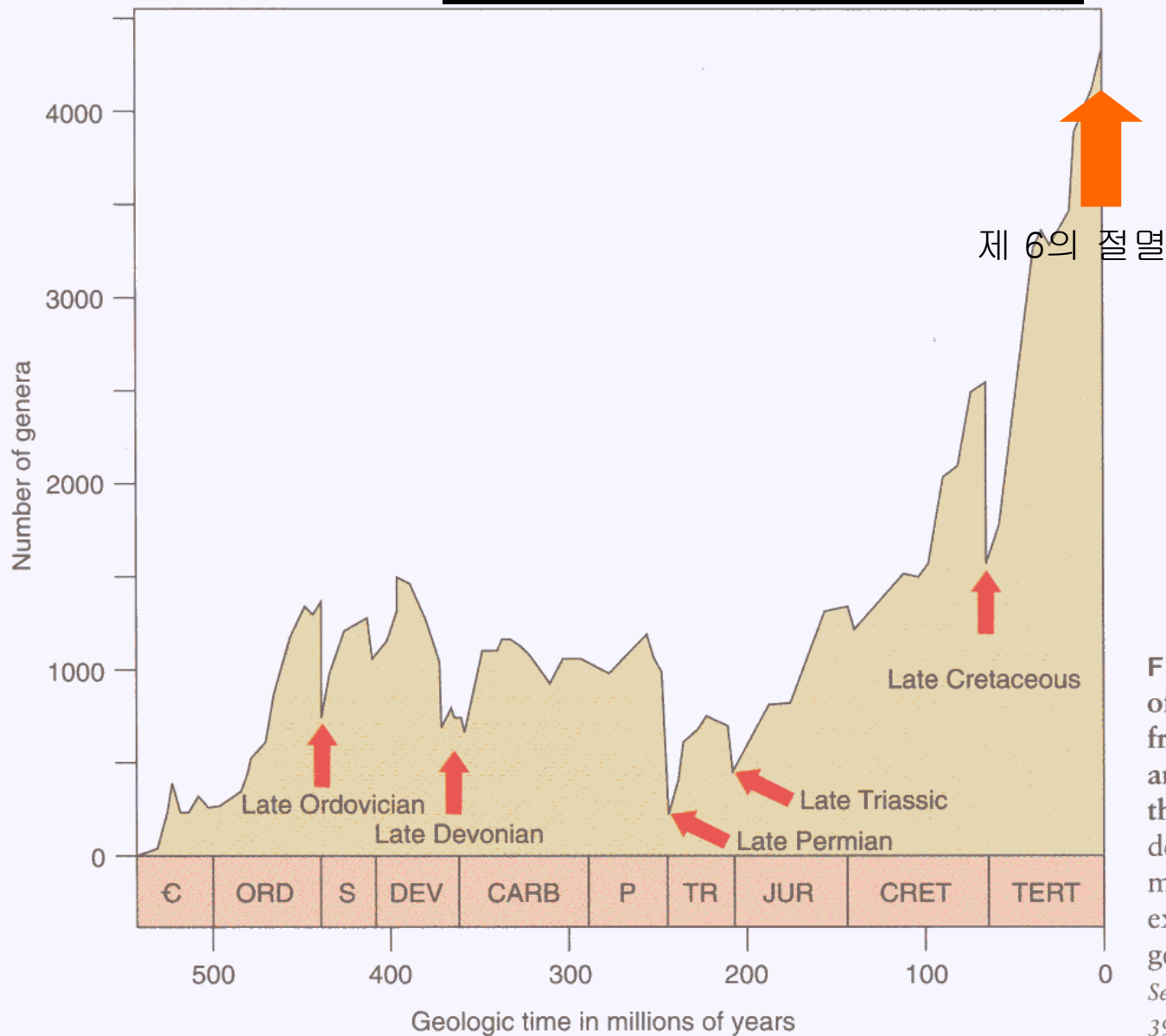
- 기존생명이 “적응하기에 너무 빠른 환경의 변화”가 일어나면 절멸
- 이 틈에 새로운 종이 빠르게 진화

Punctuated equilibrium

- 급격한 환경변화의 원인:  
초대륙 형성, 화산폭발, 기후변화, 충돌, ...
- 절멸은 진화의 원동력으로서 역할
- 유전자 탓인가, 운이 나쁜 것인가?  
“Bad gene? Or bad luck?”
- 과거 다섯 번의 절멸
- 최근 인류의 영향으로 제6의 절멸 진행 중



# 다섯번의 절멸



**FIGURE 10-84** Diversity of marine animals compiled from a database recording first and last occurrences of more than 34,000 genera. The graph depicts five major episodes of mass extinction (global extinctions over a short span of geologic time). (Adapted from Sepkoski, J. J., Jr. 1994. *Geotimes* 39(3):15-17.)

# 현생인류의 린네 분류

- Kingdom (계): 동물 Animalia
- Phylum (문): 척추동물 Chordata
- Class (강): 포유류 Mammalia
- Order (목): 유인원 Primates
- Family (과): Hominidae
- Genus (속): *Homo*
- Species (종): *Homo sapiens*
- (아종): 현생인류 *Homo sapiens sapiens*

우주 칼렌다:

우주의 나이 (140억년)  
를 1년으로 압축

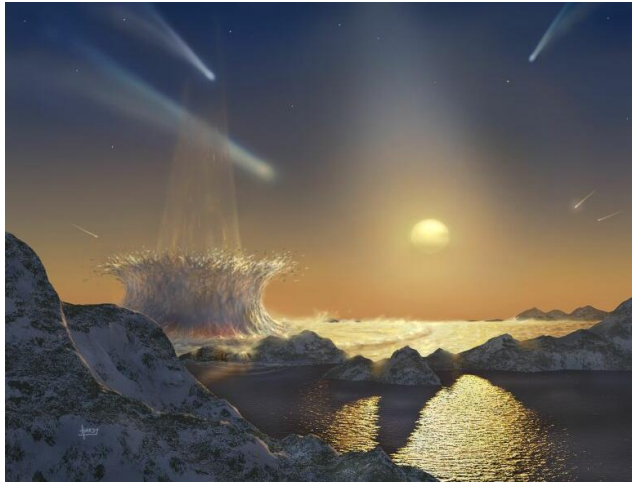
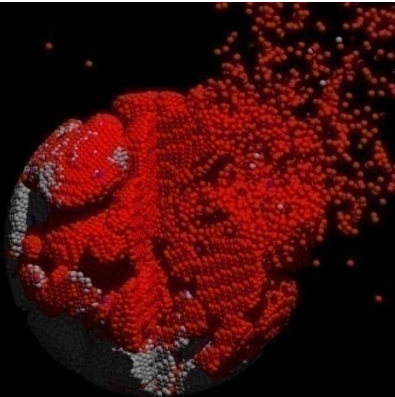
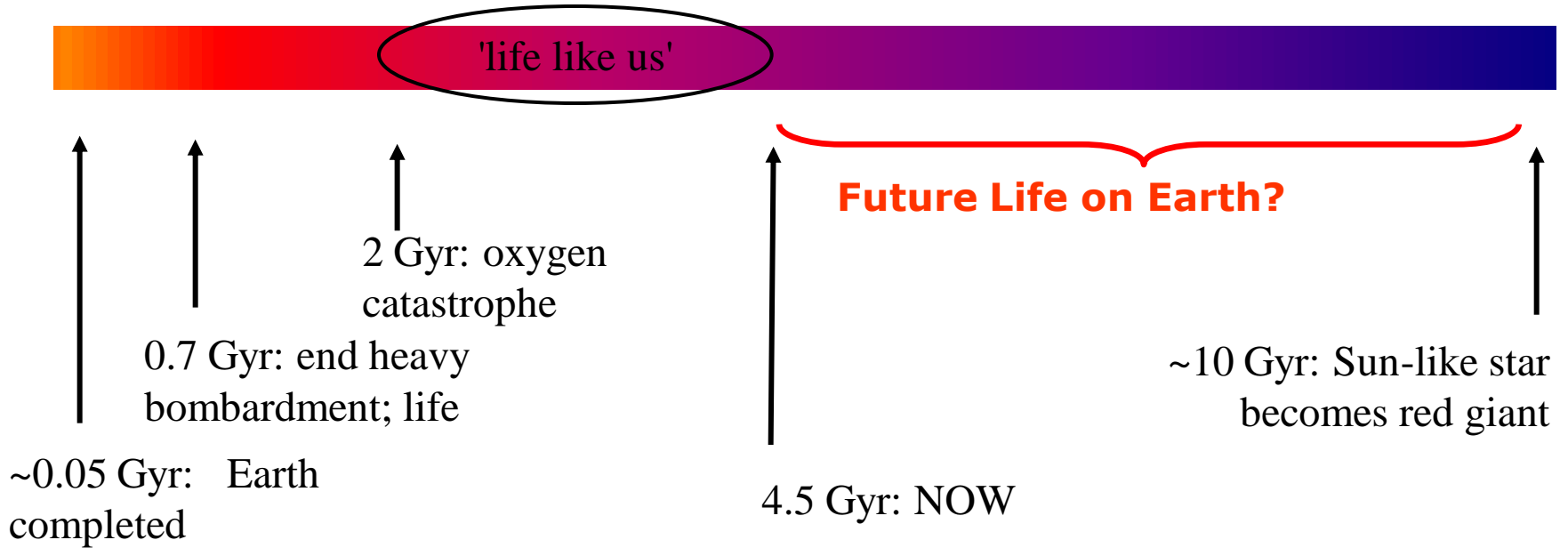
시간	사건
1월 1일 0시	우리우주의 탄생: 복사시대시작
1월 1일 0시 15분	물질 시대 시작: 팽창시작 후 약40만년
3월 중순	우리은하 원반형성: 110억년전 쯤이라 보자
8월 23일	태양계 형성: 50억년전
9월 3일	지구형성 (고체화): 46억년전 충돌의 시대, 화학진화 진행
	지구에 생명 탄생
9월 24일	생명의 화학흔적: 38억년전
10월 1일	최초의 생명 화석, 시아노박테리아, 스트로마톨라이트: 35억년전
10월 말	산소농도 증가: 유독, 최초이자 최대의 환경오염사태, 25억년전 쯤
12월 중순	대기 중 산소 발생 20-22억년전
12월 중순	진핵세포 출현: 17억년전 쯤
12월 초	두 가지 성 출현: 10억년전 쯤
12월 초	다세포 생명 출현: 10억년전 쯤
12월 17일	캄브리아기 생명의 폭발적 증가: 5억4천만년전, 물고기, 삼엽충
12월 19-20일	지상식물, 곤충 출현
12월 22일	최초의 양서류
12월 23일	최초의 파충류, 나무
12월 25일	최초의 공룡
12월 30일 오후 4시	K/T impact, 공룡 절멸: 6천5백만년전, 포유류 조류시대 열림
12월 31일 저녁 9시 33분	<i>Australopithecus afarensis</i> (Lucy): 약 390만-300만년전
12월 31일 저녁 10시 26분	<i>Homo habilis</i> : 약 250만-180만년전
12월 31일 저녁 10시 52분	<i>Homo erectus</i> (Pithecanthropus erectus): 180만-7만년전
12월 31일 저녁 11시 51분	네안데르탈인 ( <i>Homo Sapiens Neanderthalensis</i> ): 25만-3만년전
12월 31일 저녁 11시 56분 14초	크로마뇽인 ( <i>Homo Sapiens Cro-magnon</i> ): 10만년전 현대인 ( <i>Homo Sapiens Sapiens</i> )
12월 31일 저녁 11시 59분 49초	인류의 역사: 5천년
6초전	고대 그리스시대: 2500년

# 지구생명의 역사

- 우리우주의 시작: 13.7Gyrs ago
- 태양계 형성: 4.6Gyrs ago
  - 화학 진화
- 생명의 기원: 3.8 Gyrs ago
  - 생물 진화, genetic takeover
- 산소 위기: ~ 2 Gyrs ago
- 다세포 생물 출현: 600 Myrs ago
- 문화 진화: ~ 100,000 yrs ago
  - Intelligent life: 1960's (Chris McKay)
- 미래:
  - 의도된 진화?
  - Robotic (AI) takeover?
  - Posthuman era?
  - 붕괴?

21 세기?

# 지구의 역사

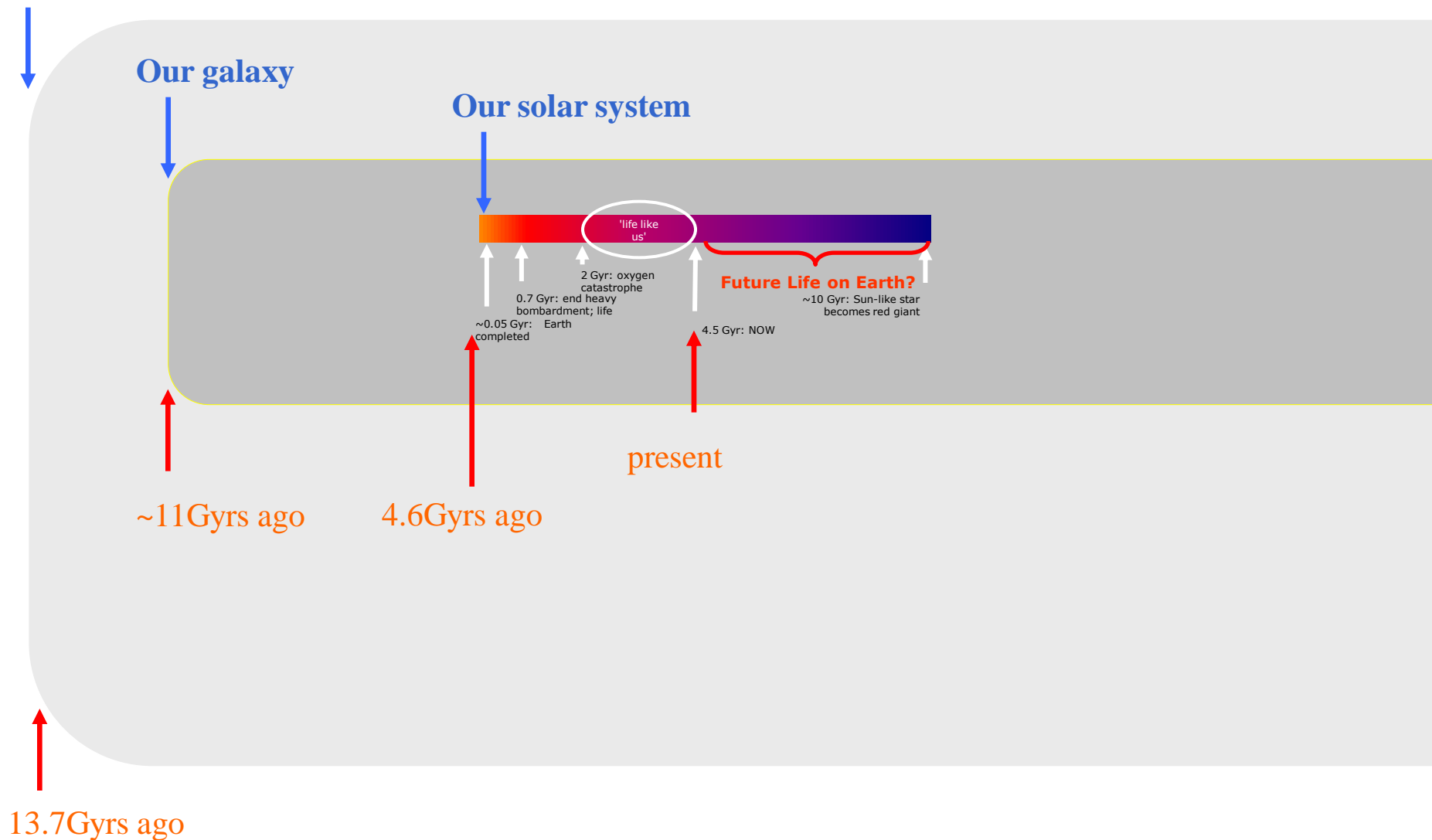


# 우주에서 지구생명의 역사

Big bang

Our galaxy

Our solar system



# 태양계 탐사

---

Solar System Search

액체상태의 물이 있는 지역은?

# 태양계 탐사

- 화성
- 유로파
- 타이탄
- 엔셀라두스
  
- 거대가스행성
- ...
- 액체상태 물이 있는 지역 탐사!



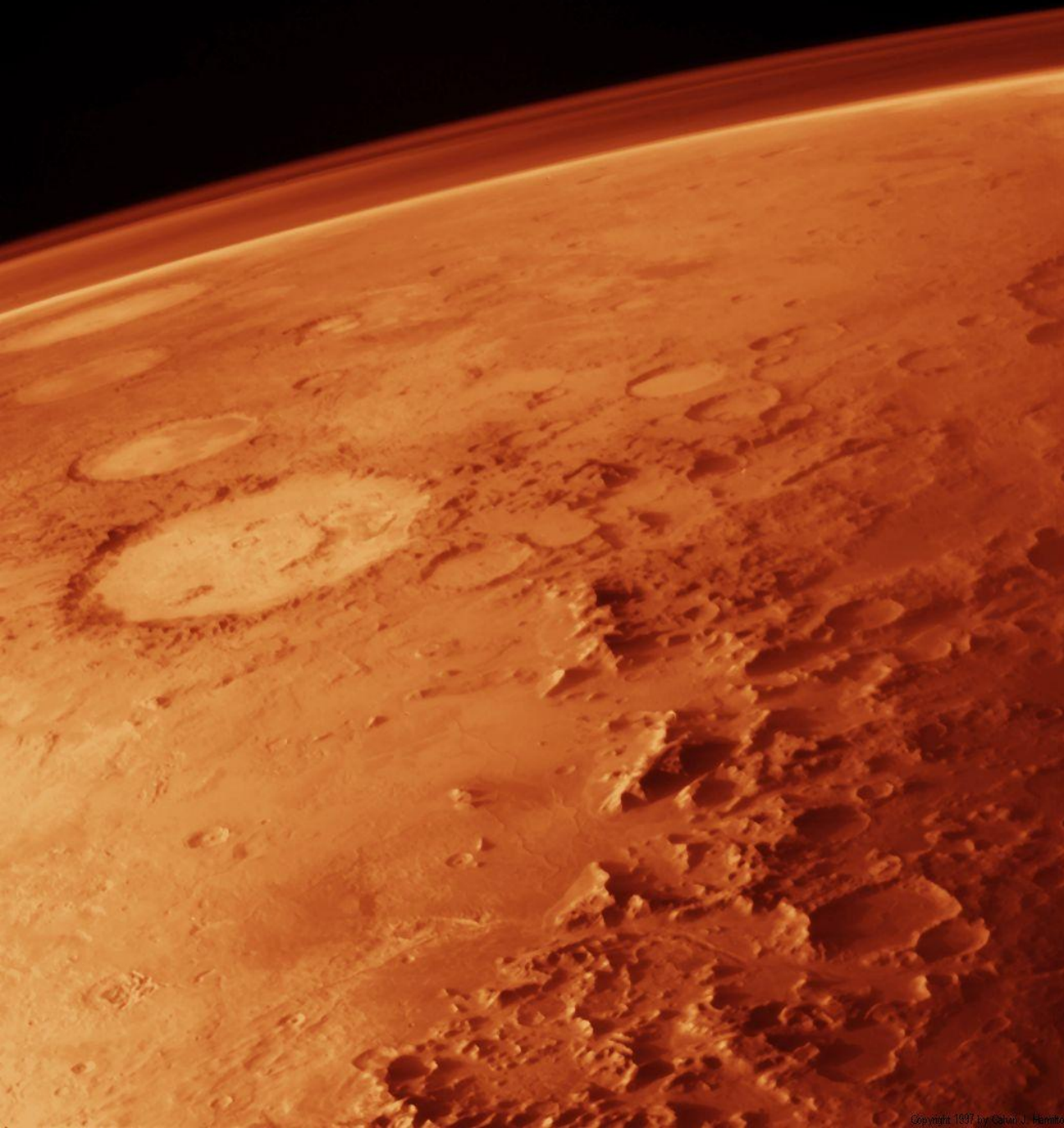
# Follow the Water

지구에서 생명은 생태학적으로 액체상태의 물을 필요로 한다.

태양계와 그 너머에서 생명을 찾는 작업은 기술적으로는 첫째 액체상태의 물을 찾는 것이다.





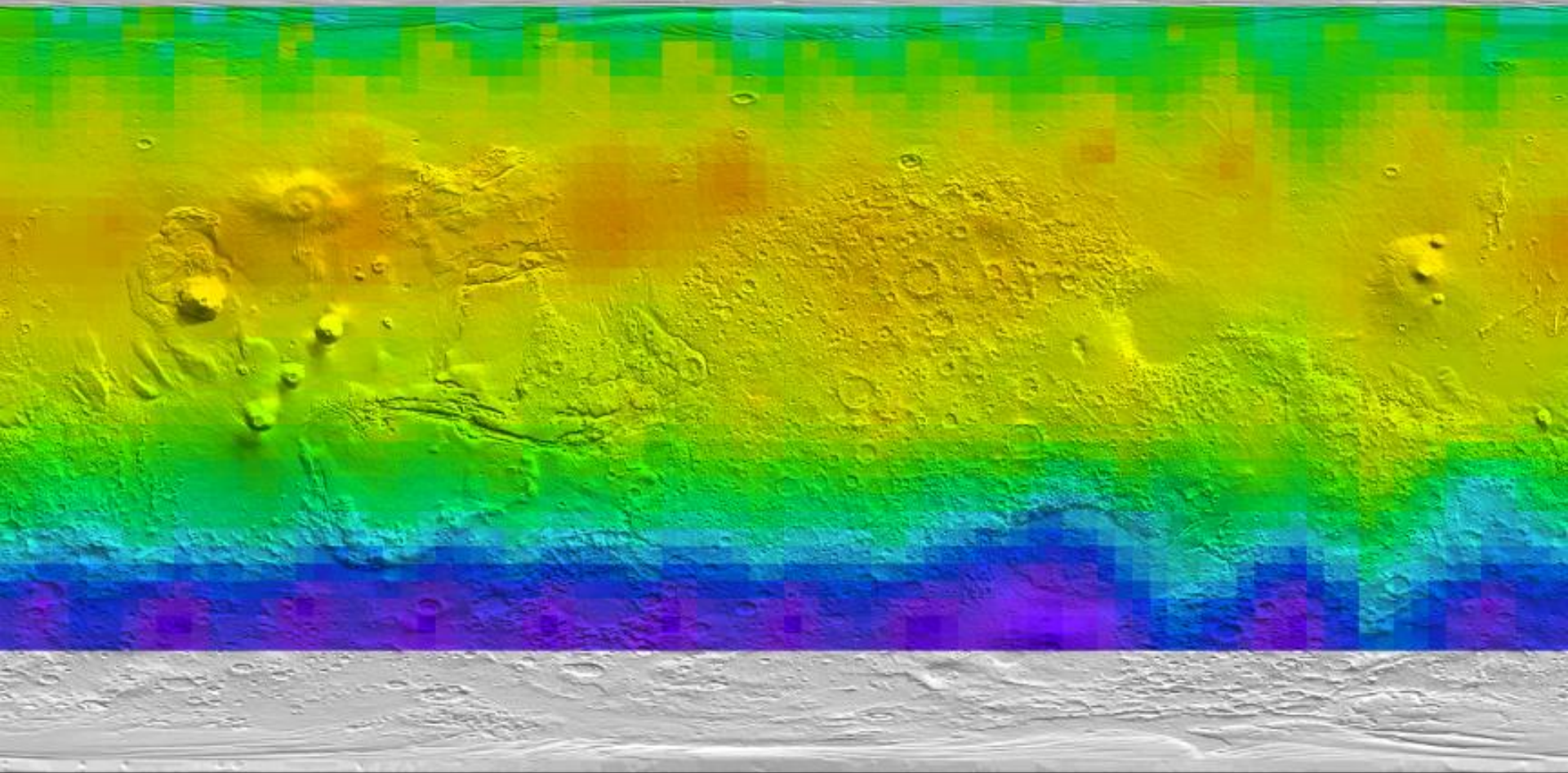


Mars' thin atmosphere, visible on the horizon in this low orbit photo.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Mars>



# Daytime Temperature



**SEP 10, 2006**

**Ls 104**

**p35219**



**-125 C**

**20 C**

Temperatures on Mars

on Sept. 10, 2006.

<http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/gallery/20061121a.html#allimages>



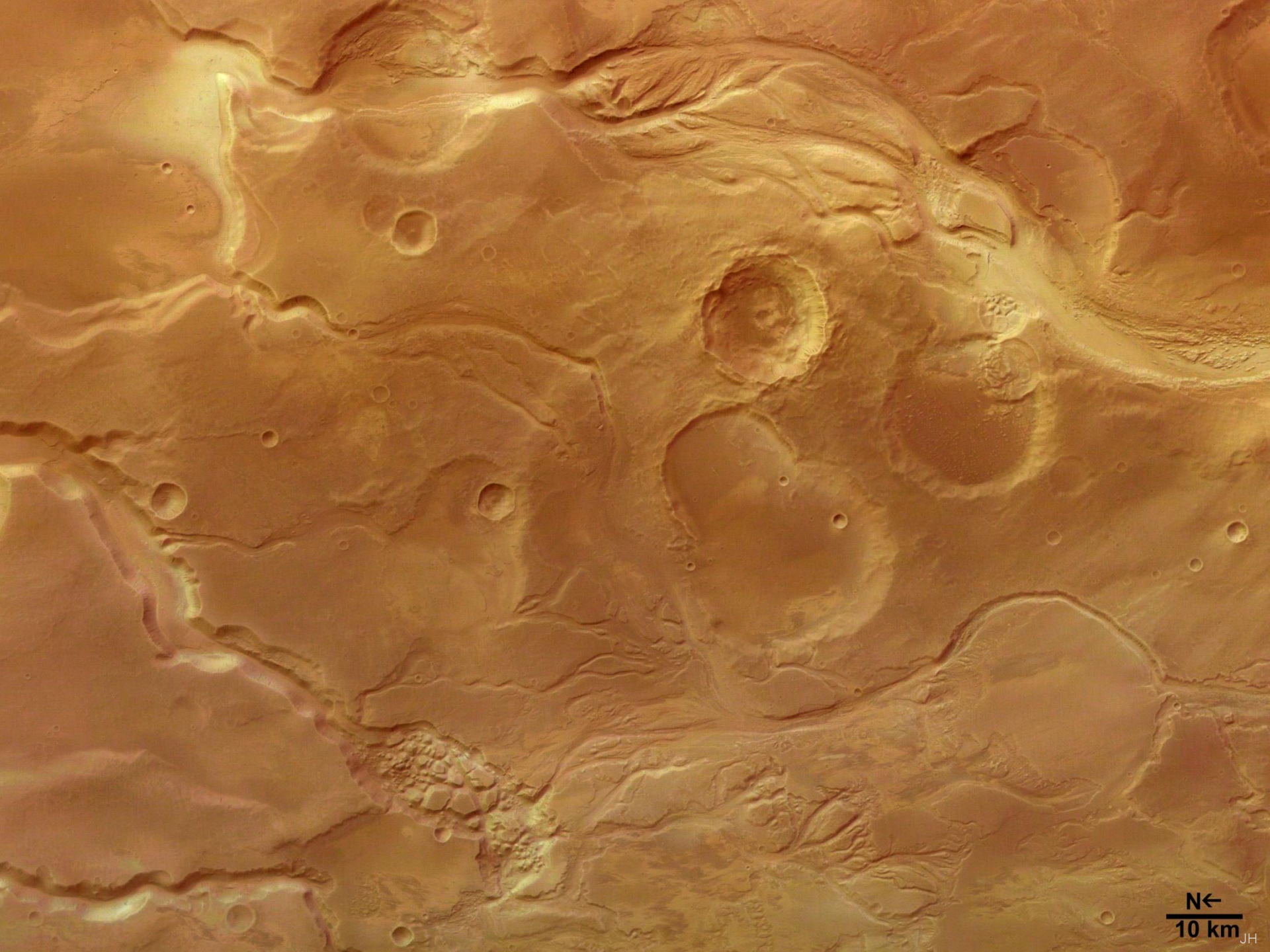




Viking

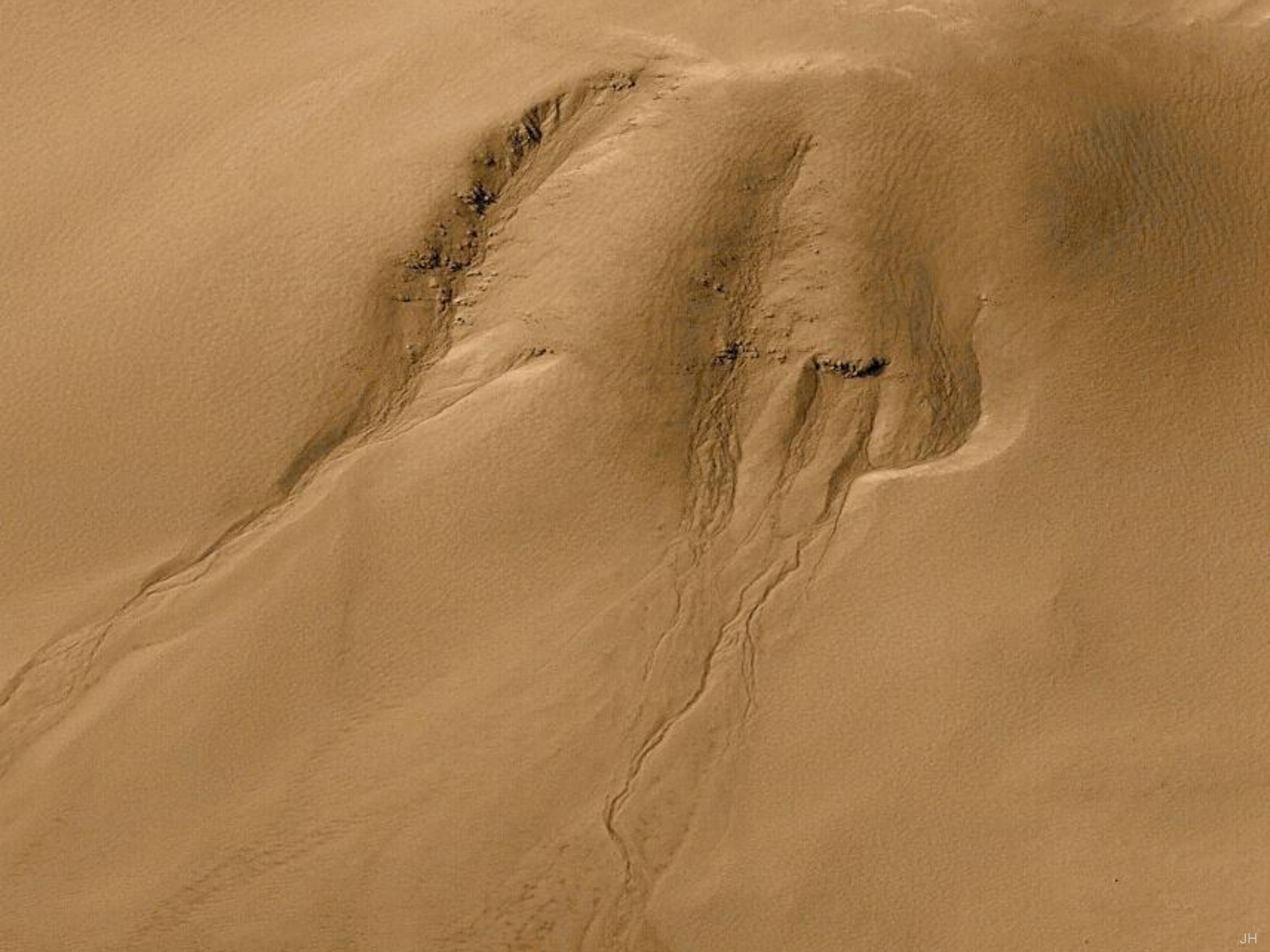
JH



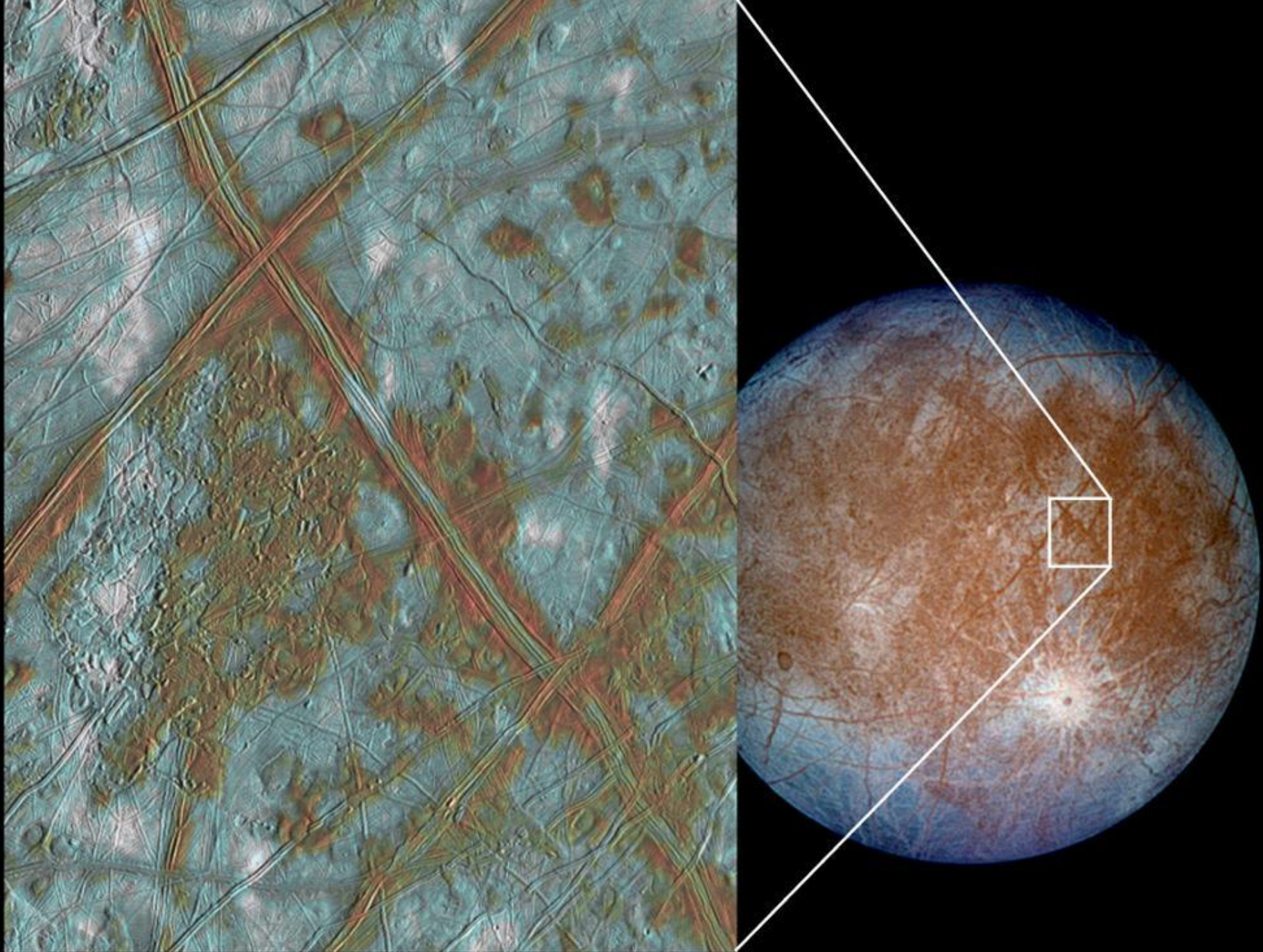


N←  
10 km  
JH

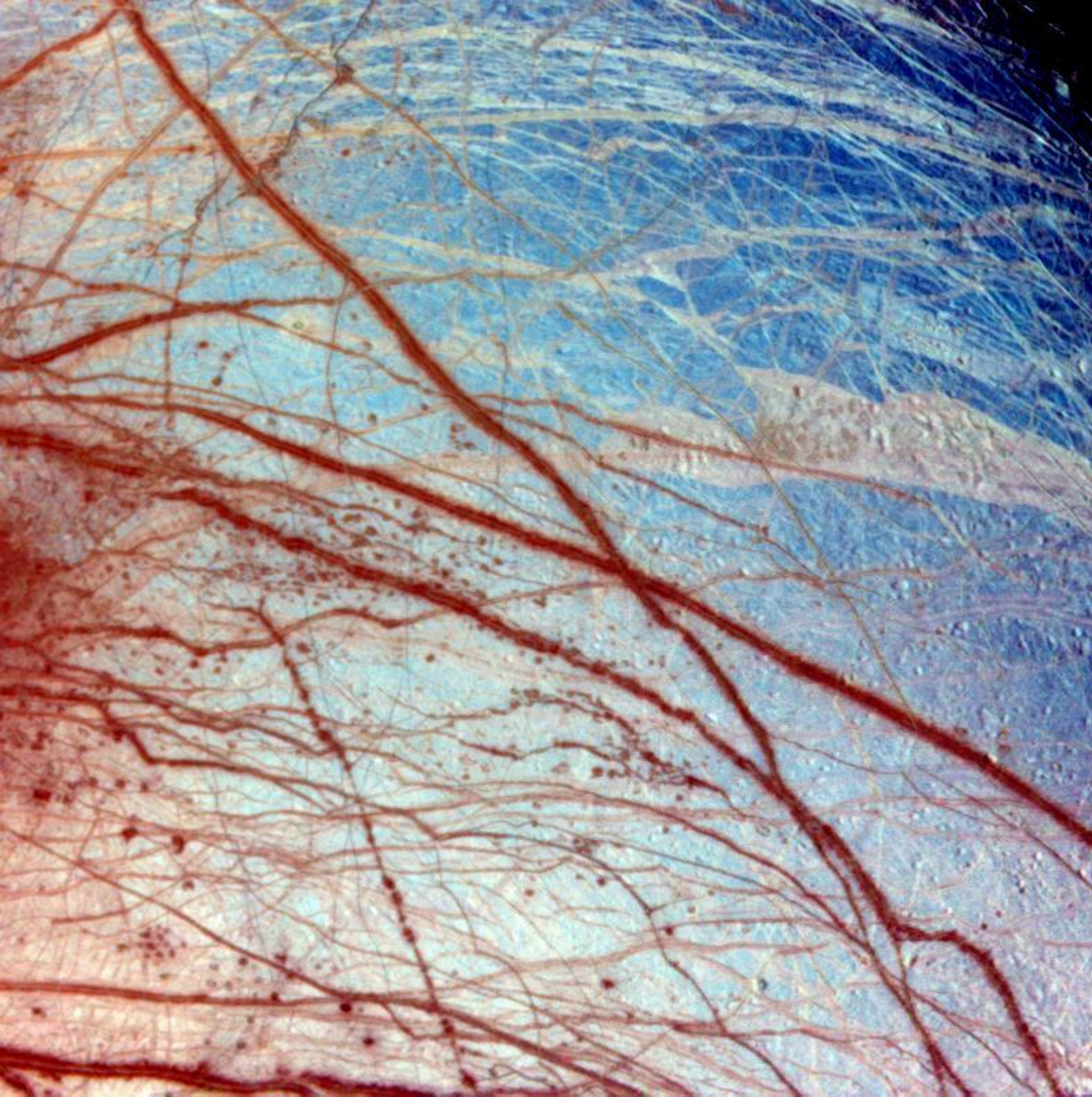






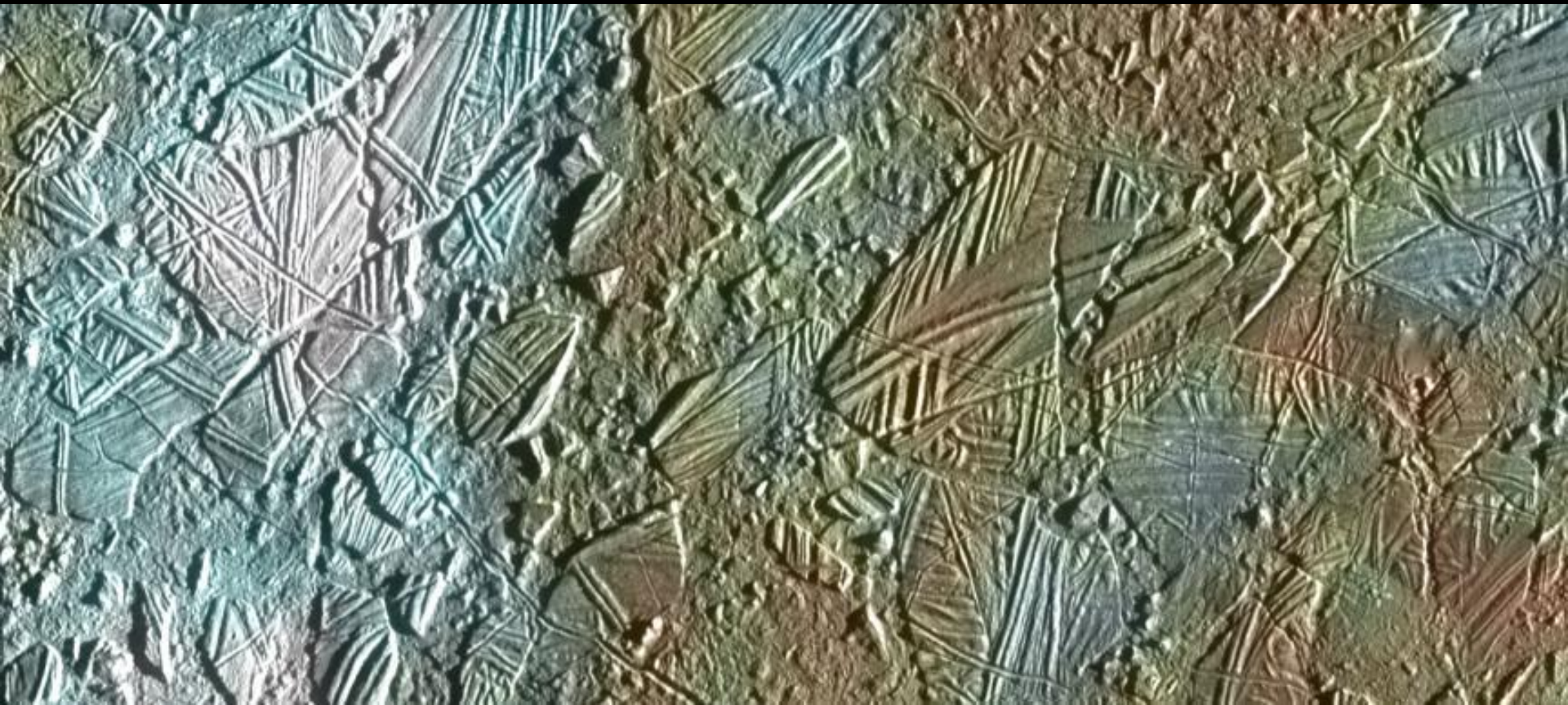






False Color Image of  
Minos Linea Region  
on Europa. About  
1,260 km across  
<http://www2.jpl.nasa.gov/galileo/ganymede/p47906.html>

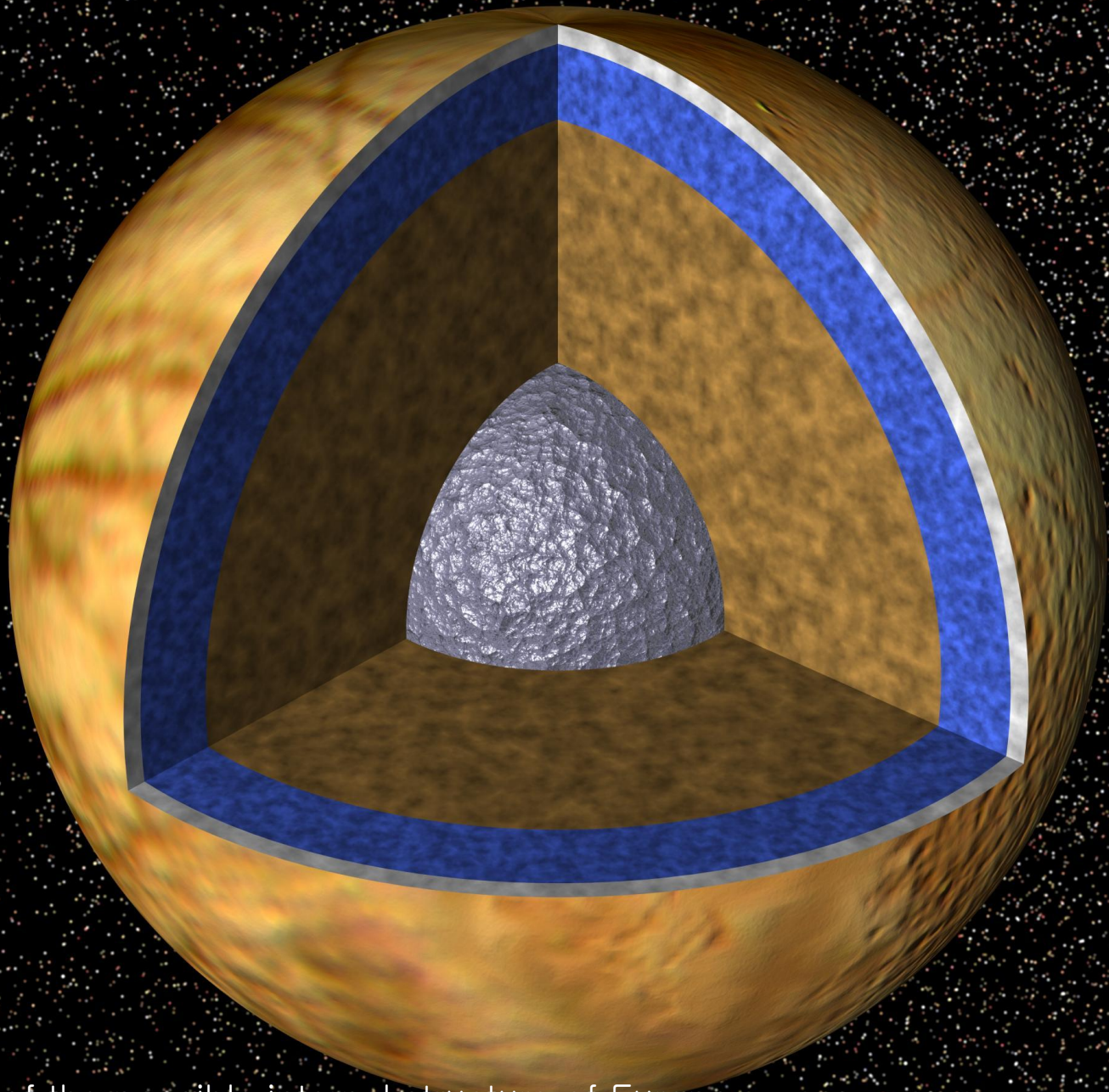




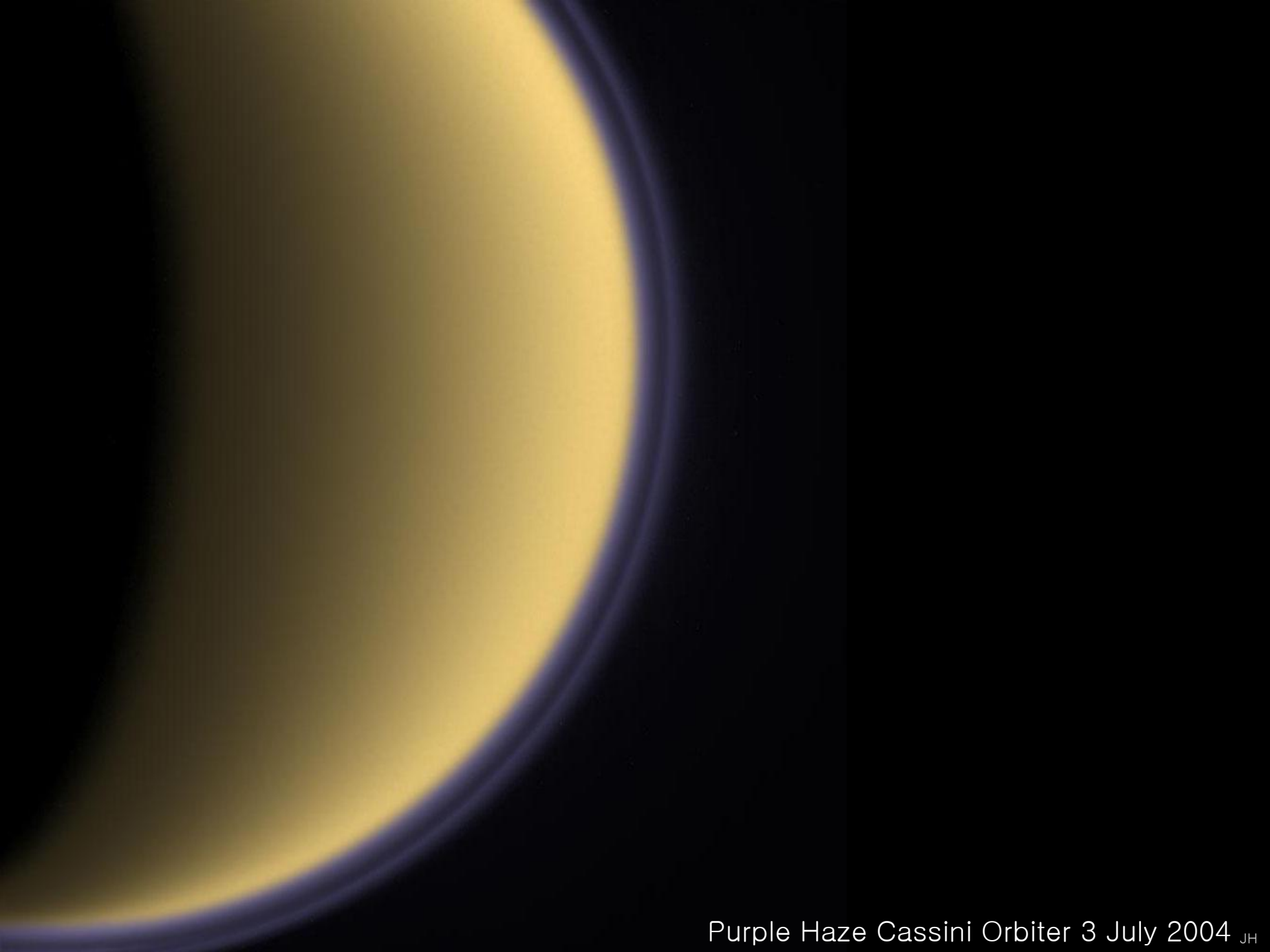
Enhanced-color view of part of Conamara Chaos, showing ice rafts up to 10 km (6 mi) across. White areas are ejecta rays from the crater Pwyll.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Europa\\_\(moon\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Europa_(moon))





Cutaway view of the possible internal structure of Europa  
<http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA01130>

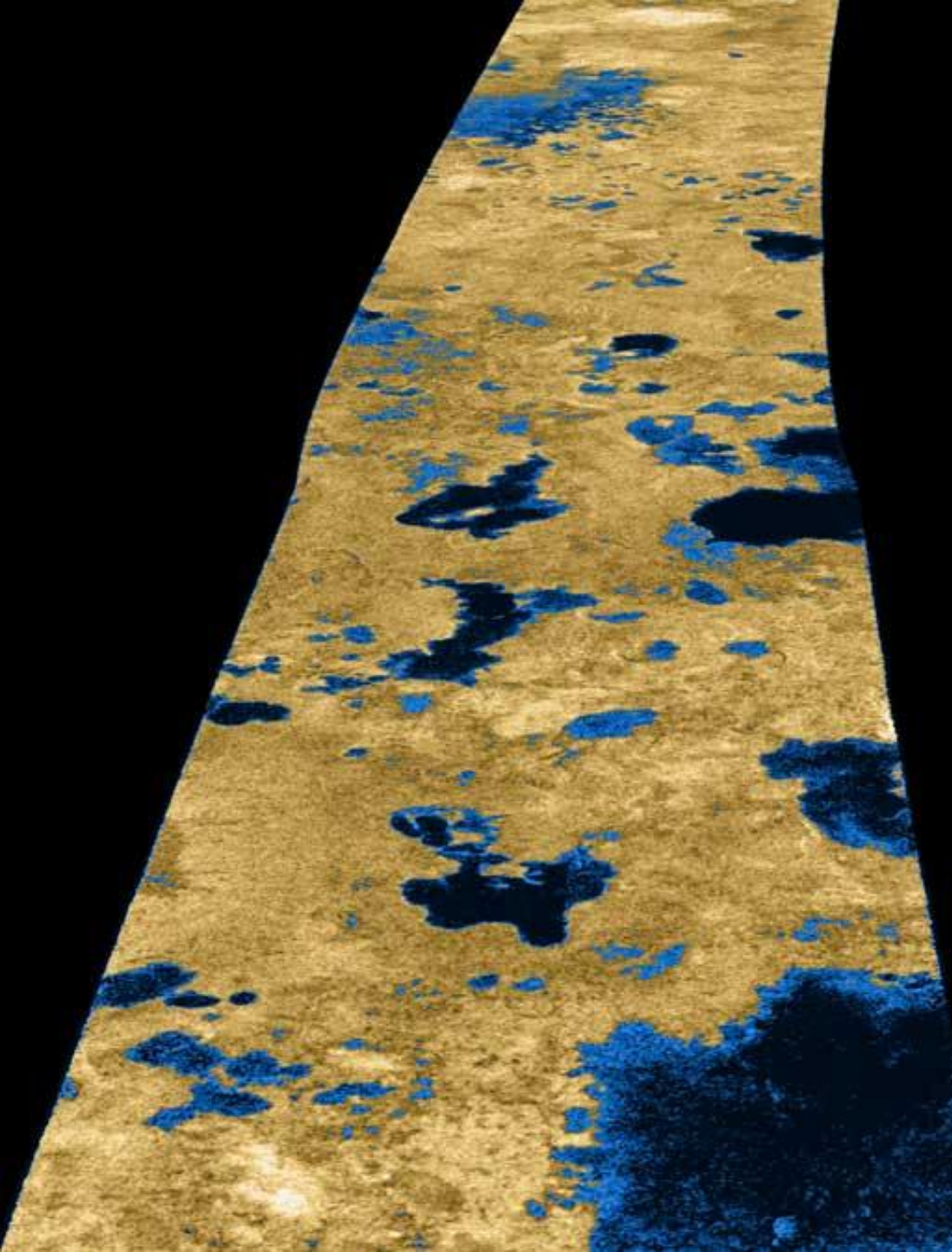


Purple Haze Cassini Orbiter 3 July 2004 JH





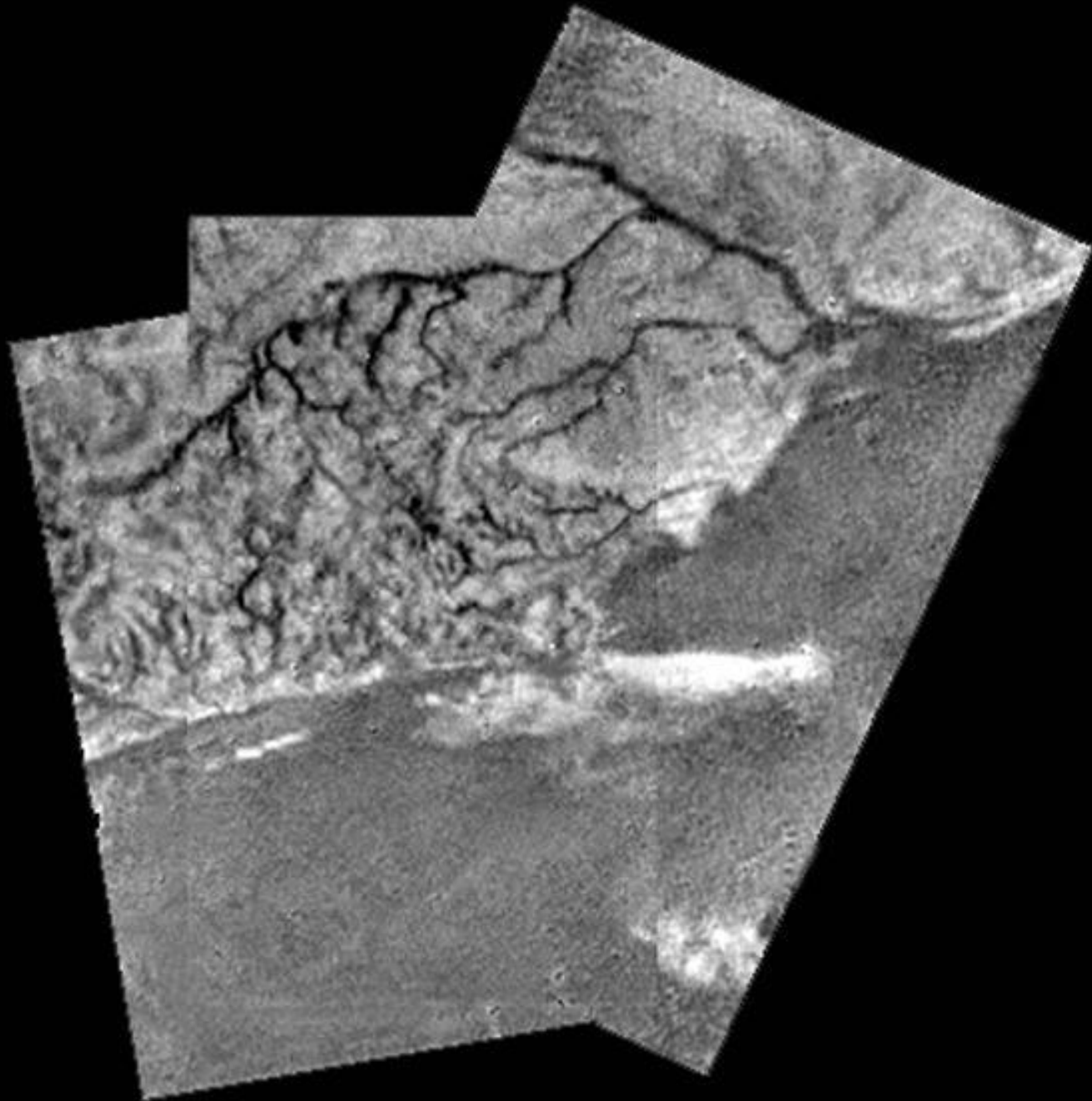
The three mosaics shown here were composed with data from Cassini's visual and infrared mapping spectrometer taken during the last three Titan flybys, on Oct. 28, 2005 (left image), Dec. 26, 2005 (middle image), and Jan. 15, 2006 (right image). These false-color images were constructed from images taken at the following wavelengths: 1.6 microns (blue), 2.01 (green), and 5 microns (red). [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/cassini/multimedia/pia02145.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/cassini/multimedia/pia02145.html) JH



## Liquid Lakes on Titan

The existence of oceans or lakes of liquid methane on Saturn's moon Titan was predicted more than 20 years ago. But with a dense haze preventing a closer look it has not been possible to confirm their presence. Until the Cassini flyby of July 22, 2006, that is.

[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/cassini/multimedia/pia09102.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/cassini/multimedia/pia09102.html)



Huygens Descent Image <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA07236>





Left: Colour image released from the landing site. Right: Contrast-enhanced version of surface image\_January 14, 2005, by the European Space Agency's Huygens probe  
<http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA07232>

“미국의 우주탐색에서 외래 생명과 조우하고서도  
알아보지 못하는 것보다 더 최악의 상황은 없다.”

“Nothing would be more tragic in the American exploration of  
space than to encounter alien life and fail to recognize it.”

COEL report 2007

# 외계행성

---

Extra-solar planets

# 외계행성

- 1995년 처음 발견됨. 실은 1988년 최초 발견
- 주로 별 가까이 있는 목성형 행성.  
관측방법 (스펙트럼 도플러효과)이 선호.
- 미리 알았다면 70년대에도 관측가능!
- 지금까지 358개 (2009) 발견, 계속 발견...

# 외계생명

---

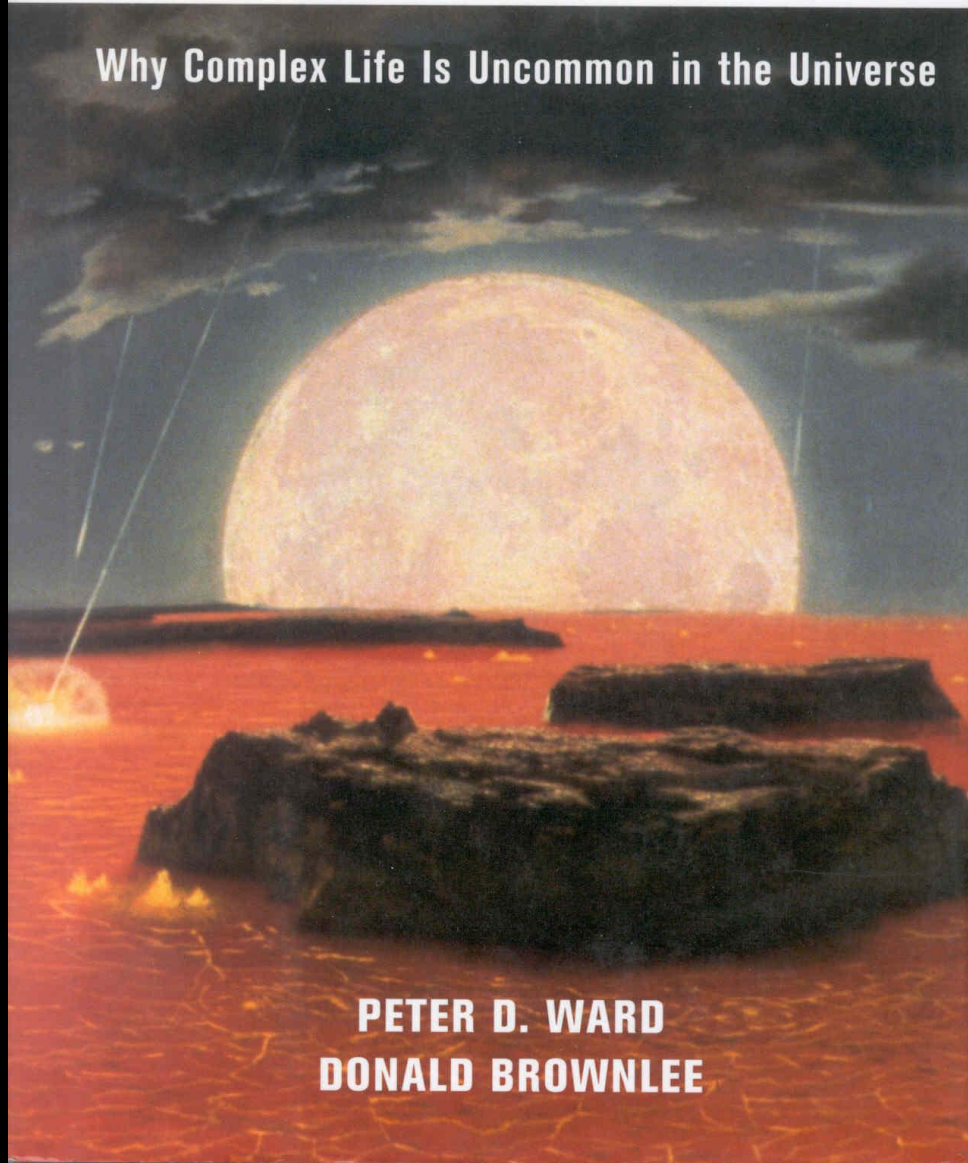
Alien lifeform

# 단순한 생명?, 복잡한 생명?

- 물리-화학 조건만 맞으면 생명은 출현.
- 간단한 유기물은 태양계와 성간에 흔함.
- 단순한 박테리아는 지금도 지구를 지배.
- 화성, 유로파에서는 단순한 생명 기대.
- 단순한 생명이 있으면 복잡한 생명의 출현은 필연적일 가능성.
- 복잡한 생명이 흔한지 드문지는 모름.
- 생명이 얼마나 다를 수 있나?
- 찾고자 하는 것만이 보일 가능성!

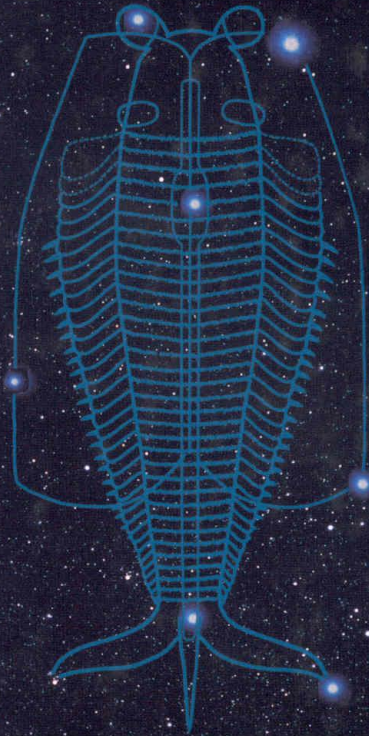
# RARE EARTH

Why Complex Life Is Uncommon in the Universe



**PETER D. WARD**  
**DONALD BROWNLEE**





# LIFE EVERYWHERE

The MAVERICK SCIENCE of ASTROBIOLOGY

DAVID DARLING



“알려진 사실이 적은 경우, 추측은 개인의 심리를  
대변할 가능성이 높다.”

“When facts are few, speculations are likely to represent individual  
psychology”

Carl Gustav Jung (1875-1961)

# 외계문명

Extraterrestrial Civilization

# 외계 intelligence 의 존재 가능성

- 우주에 생명은 흔하더라도 intelligence는 흔하지 않을 가능성. 지구의 경우:
- “Intelligence가 그렇게 좋고, 명백하게 생존에 유리하고, 쉽게 출현하는 것이라면, 다른 종들도 intelligence를 가져야 하는데 그렇지 않다. 그럼에도 그들은 잘 지내고 있다.”

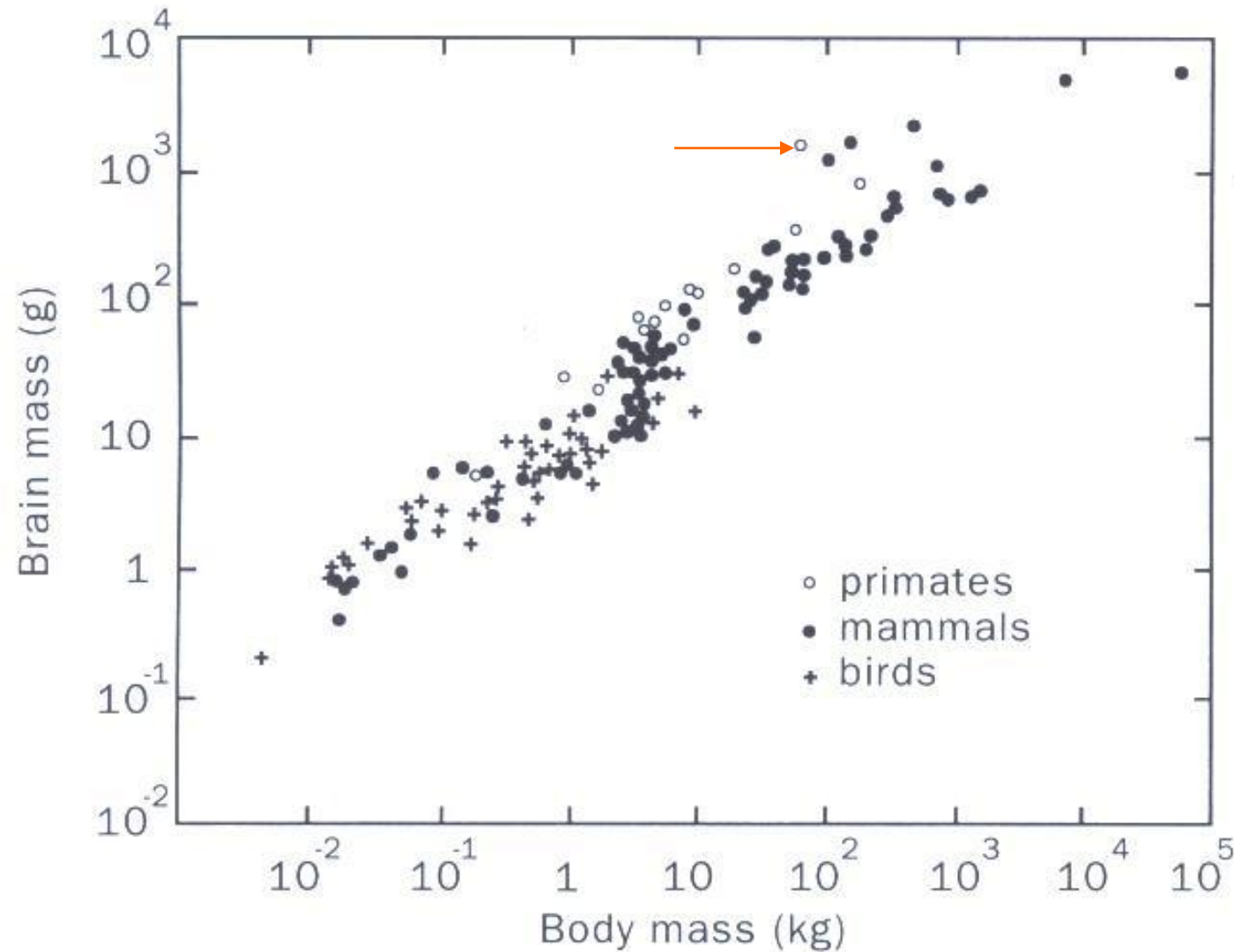
“If intelligence was such a good thing, and it was so obviously of Darwinian benefit, and it was an easy thing to achieve, I assume other lineages would have it, and they haven't. And yet they're doing very well.”

Stephen Jay Gould

- 우리가 intelligence를 가진 유일한 종 확실한가?
- 현생인류인 우리가 intelligence를 가진 것은 확실한가?
- 자신의 동지를 파괴하고 스스로 멸종을 재촉하는 무모한 종을 intelligent 하다고 할 수 있을까?
- Intelligence란 무엇인가?

# EQ(Encephalization Quotient)

## 뇌와 몸의 질량비율



[Figure 17.1]  
Comparison of brain mass versus body mass for a variety of primates, mammals, and birds. The open circle farthest above the general trend is modern humans. (After Sagan, 1977.)

# 외계 문명의 존재 가능성

□ 오래된 외계문명은 현재 80-90억년까지도 가능!

□ 카타셰프의 초문명 (super-civilization):

I. 행성에 온 별빛을 모두 활용,  $\sim 10^{23}$  erg/s

II. 별빛 에너지를 모두 활용,  $\sim 10^{33}$  erg/s

III. 은하의 빛 에너지를 모두 활용,  $\sim 10^{44}$  erg/s

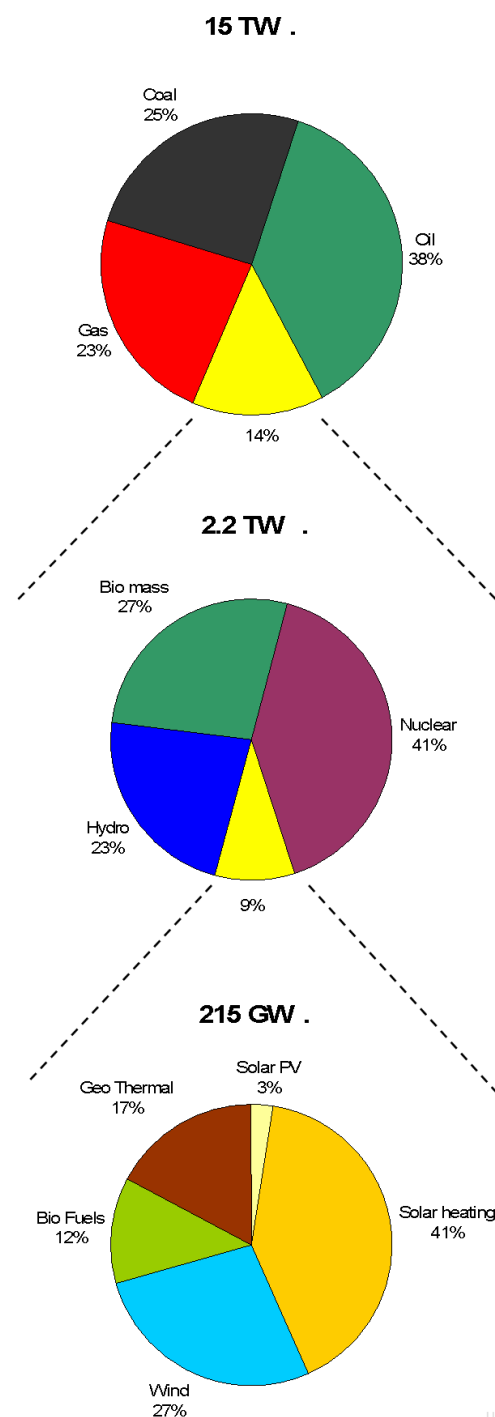
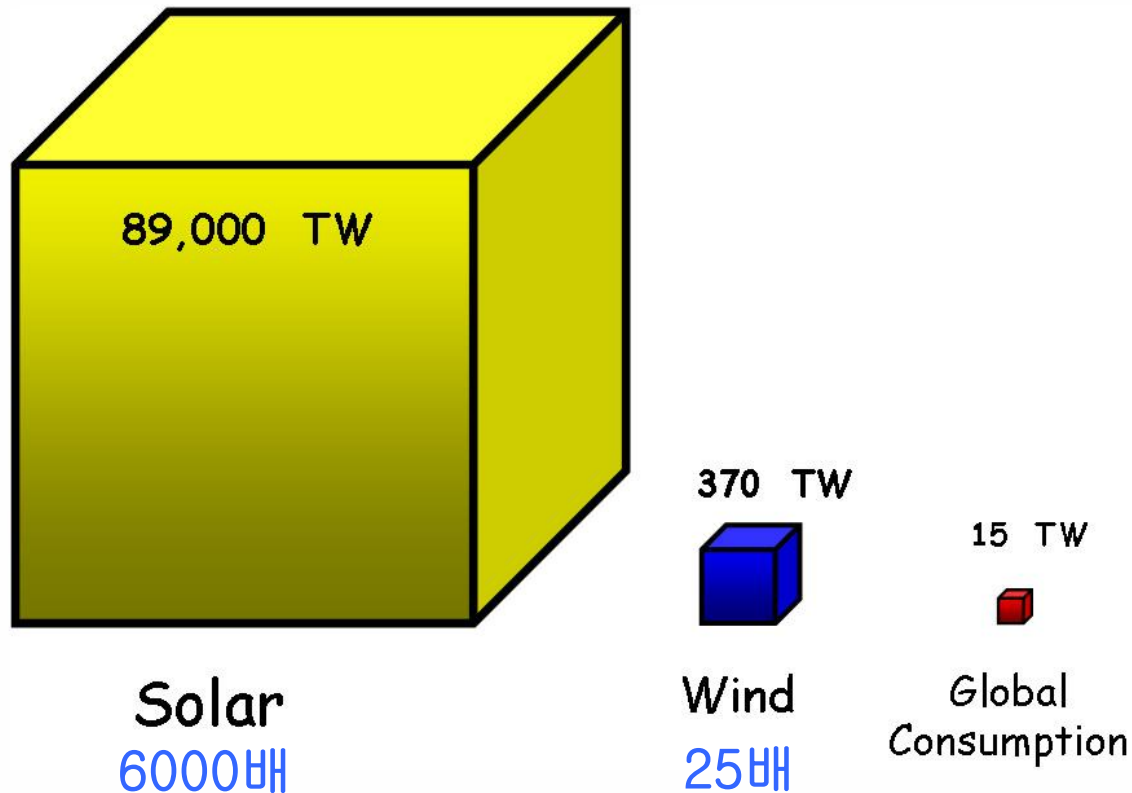
Nikolai Kardashev (1964)

□ 다이슨의 구:

Type II. 문명은 IR 방출가능성

Freeman Dyson (1959)

Olaf Stapledon "Star Maker" (1937)



Global power usage (Right) and Available renewable energy. Graphic representation of the available energy flux vs energy consumption. 89,000 TW is the amount of sunlight that falls on the Earth surface, 370 TW is all the energy in the wind and 15 TW was the global rate of energy consumption in 2004. The volume of the cubes corresponds to the size of the flux.  $TW = 10^{12}$  Watt =  $10^{19}$  erg/s. [http://en.wikipedia.org/wiki/World\\_energy\\_resources\\_and\\_consumption](http://en.wikipedia.org/wiki/World_energy_resources_and_consumption)

# 우주규모에서 진화의 끝은?

- I. 물리적 진화 (Physical evolution)
- II. 화학적 진화 (Chemical evolution)
- III. 생물 진화 (Biological evolution)
  - 유전자 지배 (Genetic takeover)
- IV. 문화 진화 (Cultural evolution)
  - 로봇 (인공지능) 지배 (Robotic (AI) takeover)

III. 과 IV. 의 끝은?



# 외계 문명 찾기

Search for Extraterrestrial Technology

# ETI 찾기

- 무슨 의미가 있나? : **우리뿐인가?**

우주에서 우리의 위치

- 어떻게 찾나? : 전파 영역

Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI )

- 현재 인류의 전파기술은 우리이하 규모에서 상호교신 가능

Search for Extraterrestrial Radio Technology

“우리와 같은 생명을 찾으려는 것이라면서, 왜 하필  
... intelligent한 생명을 찾나?”

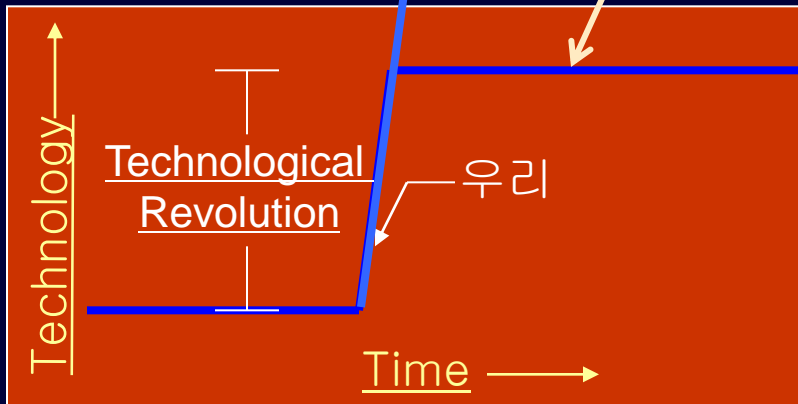
“If we insist in looking for life which is like our own, why do we  
looking for ... intelligent life?”

F. Giovannelli (1999)

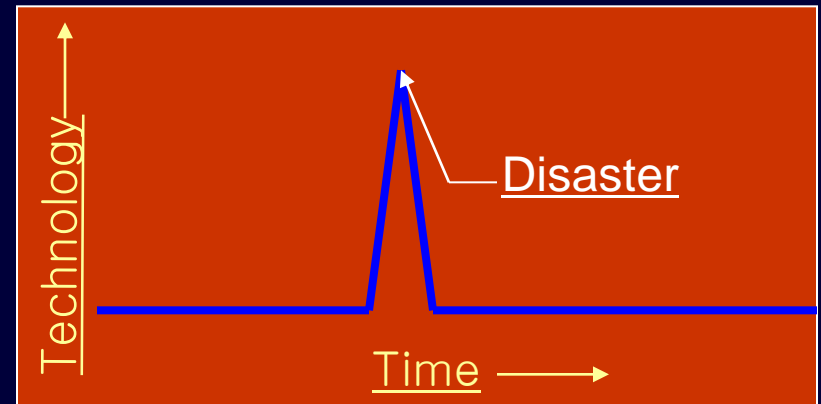
# SETI

검출 가능한 외계 기술들은 우리보다 오래되었을 것임.  
기술이 오래 지속되지 않으면 SETI는 성공하기 어려움

테크놀로지의 수명이 길면  
여기에서 발견



테크놀로지의 수명이 짧으면  
발견할 수 없다



“성공가능성을 예측하기는 어렵지만, 우리가 찾지 않는다면, 성공할 가능성은 없다.”

“The probability of success is difficult to estimate;  
but if we never search, the chance of success is zero.”

Cocconi and Morrison (1959)

Arecibo





# 조우와 전망

---

Close Encounter

# 아직 발견되지 않은 이유

- ❑ 고등 문명은 우리가 유일할 가능성
- ❑ 고등 문명은 있지만 드물어서 찾으려면 앞으로 더 발달된 기술이 필요할 가능성
- ❑ 외계 문명은 많지만 '1 형 문명'을 벗어나지 못하고, 문명에 수명이 있어서 통신가능 기간이 짧을 가능성
- ❑ 고등 문명은 있지만 통신 의도는 없고 우리를 지켜보고 있을 가능성: 동물원 가설
- ❑ 고등문명이 있고 신호를 보내고 있지만 약하고 흡수당해 안 잡힐 가능성
- ❑ 고등문명은 더 발달된 통신 수단을 사용하고 전파는 원시적일 가능성
- ❑ 생화학이 다른 고등문명은 예상하기 어려운 기술을 발전시킬 가능성
- ❑ ...
- ❑ 진화에 성공적인 지능을 갖춘 생물이 호기심이 없을 것 같지는 않음

# 혹시 와 있는 것은 아닐까?

조우 (Close encounters):

- CE1: 150m 이내에서 UFO 관측
- CE2: 잔해, 착륙흔적 따위 증거 발견
- CE3: 외계생명 관측, UFO 근처에서
- CE4: 외계생명 접촉, UFO탑승, 납치
- (CE5): 국제적 상호교신

“나는 종종 우리가 혼자일 것으로 생각하고, 종종  
그렇지 않을 것으로 생각한다. 두 가지 생각 모두  
충격적이다.”

“Sometimes I think we’re alone. Sometimes I think we’re not.  
In either case, the thought is staggering ”

Richard Buckminster “Bucky” Fuller, (1895-1983)

Stephen Webb, “Where is Everybody?” (2002)

# 페르미 패러독스

거대한 침묵의 문제:

“다들 어디에 있나?”

Enrico Fermi (1901-1954)

한가지 가능성 (50여가지 중):

“거대한 제거장치 (The Great Filter)”

Robin Hanson (1998)

문명은 때이른 붕괴를 맞을 운명이다.

이 경우 제거장치가 우리 과거에 있었을 것인가 혹은  
미래에 있을 것인가?



“만약 화성에 생명이 전혀 살지 않는다는 것이 밝혀지면 좋은 소식이 될 것이다. 죽은 돌들과 생명이 없는 모래들은 나의 생기를 북돋아 줄 것이다.”

“It would be good news if we find Mars to be completely sterile. Dead rocks and lifeless sands would lift my spirits.”

Nick Bostrom (2008)

# 우리가 외계인을 만난다면

- 만나기 전과 만난 후 인간의 우주와 생명에 대한 인식이 완전하게 다를 것임
- 일부는 이미 접촉 (contact)이 있었다고 믿으므로 전에 그렇게 말하지 않았냐는 반응도 있을 것임
- 우리의 역사에서도 비슷한 교훈을 찾을 수 있음  
예, 15세기 이후 현지인들이 본 서구인의 출현
- 아마도, 인간과 동물의 접촉이 더 적합한 예일 것임
- 진화에 성공적인 지구 생명들은 대부분 호전적?  
호전적인 예, 인간!

# 우주전쟁

---

The War of the Worlds



WAR  
OF THE  
WORLDS

DREAMWORKS



WARNER BROS. PICTURES

WARNER BROS. PICTURES





DREAMWORKS  
PICTURES

PARAMOUNT  
PRESENTS



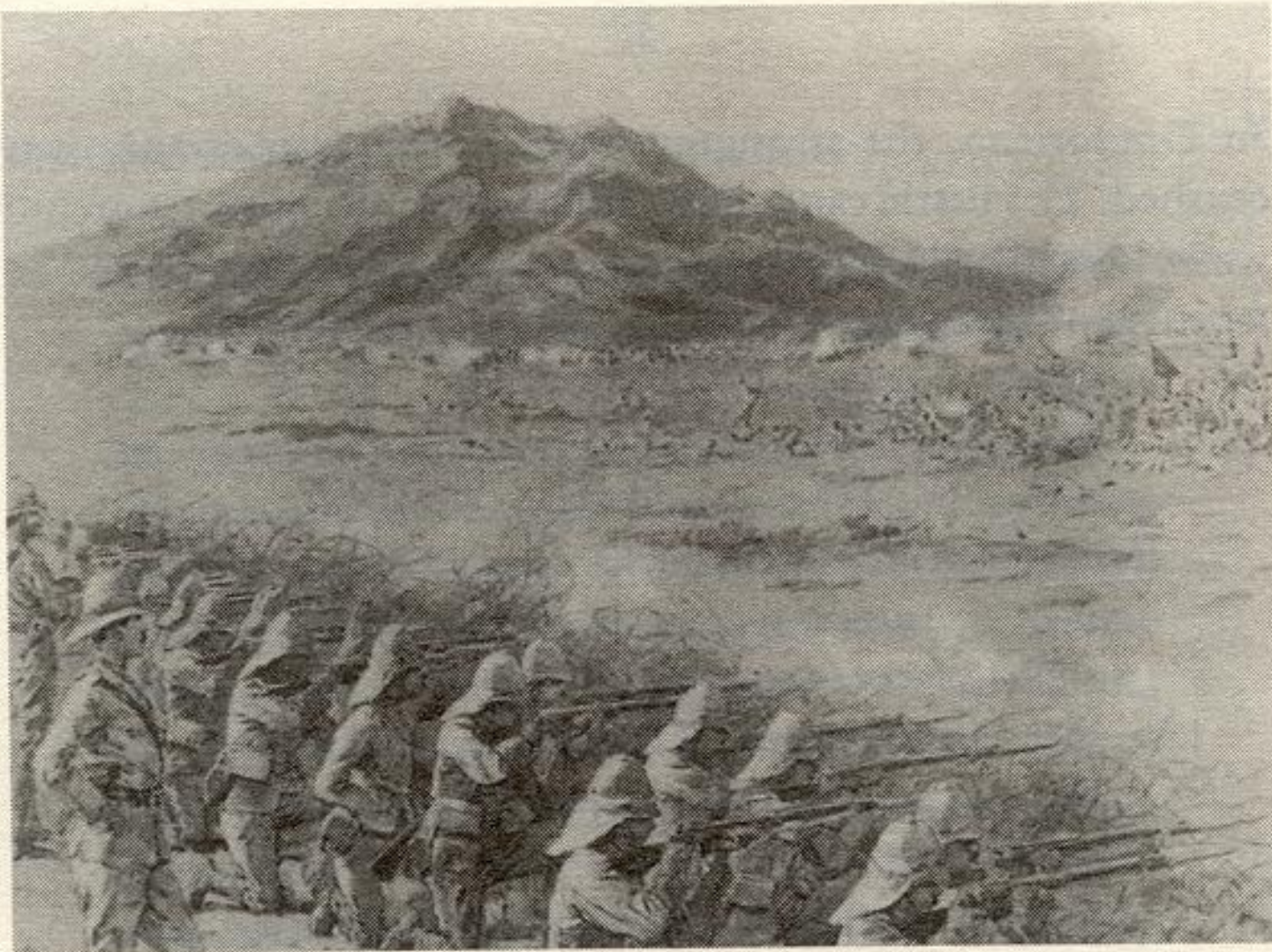
[WarOfTheWorlds.com](http://WarOfTheWorlds.com)

WAR  
OF THE  
WORLDS

IN THEATERS JUNE 29

TM & COPYRIGHT © 2005 BY PARAMOUNT PICTURES AND DREAMWORKS LLC. ALL RIGHTS RESERVED





*The Battle of Omdurman. "The maxims and infantry annihilated them. Whole battalions vanished under the withering fire."*

*The Graphic. September 24, 1898.*

Sven Linqvist "Exterminate all the brutes" (1996)

# 지구생명의 미래

---

Life's Future on Earth

“예측은 어렵다, 특히 미래는”

“Prediction is very hard, particularly of the future.”

Neils Bohr (1885-1962)

# 우주적 전망

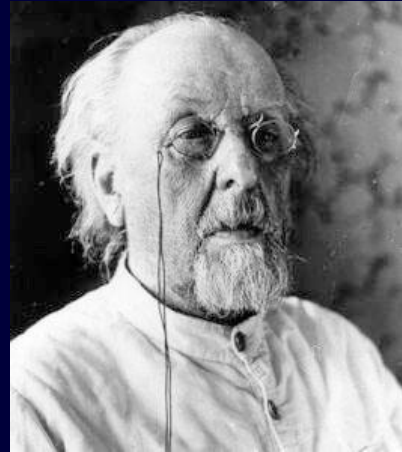
Cosmic Perspective

# 우주적 전망

“우리 행성은 정신이 출현한 요람이지만, 우리는 언제나 요람에만 머물 수는 없다.”

“Our planet is the cradle of mind, but one cannot live forever in a cradle.”

Konstantin Tsiolkovsky (1857-1935)



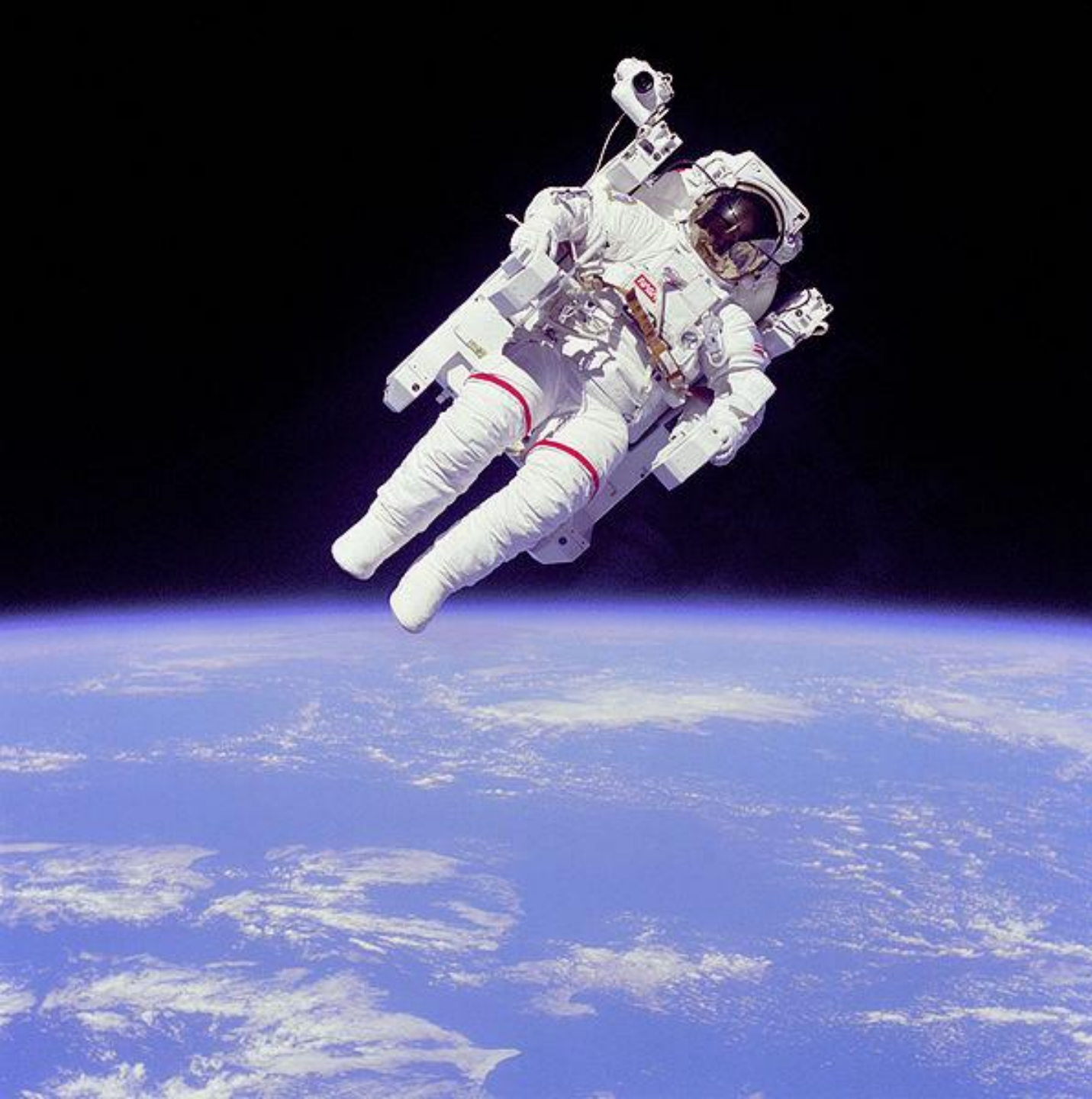
“태양계를 벗어나 성간 공간을 지나는 우주여행은, 언젠가 가능하게 되더라도, 인간이후에 맡겨진 도전이다.”

“[T]ravel beyond the solar system, through interstellar space, would, if it ever happened, be a posthuman challenge.”

Martin Rees (2003) “Our Final Century”

[http://en.wikiquote.org/wiki/Konstantin\\_Eduardovich\\_Tsiolkovsky](http://en.wikiquote.org/wiki/Konstantin_Eduardovich_Tsiolkovsky)



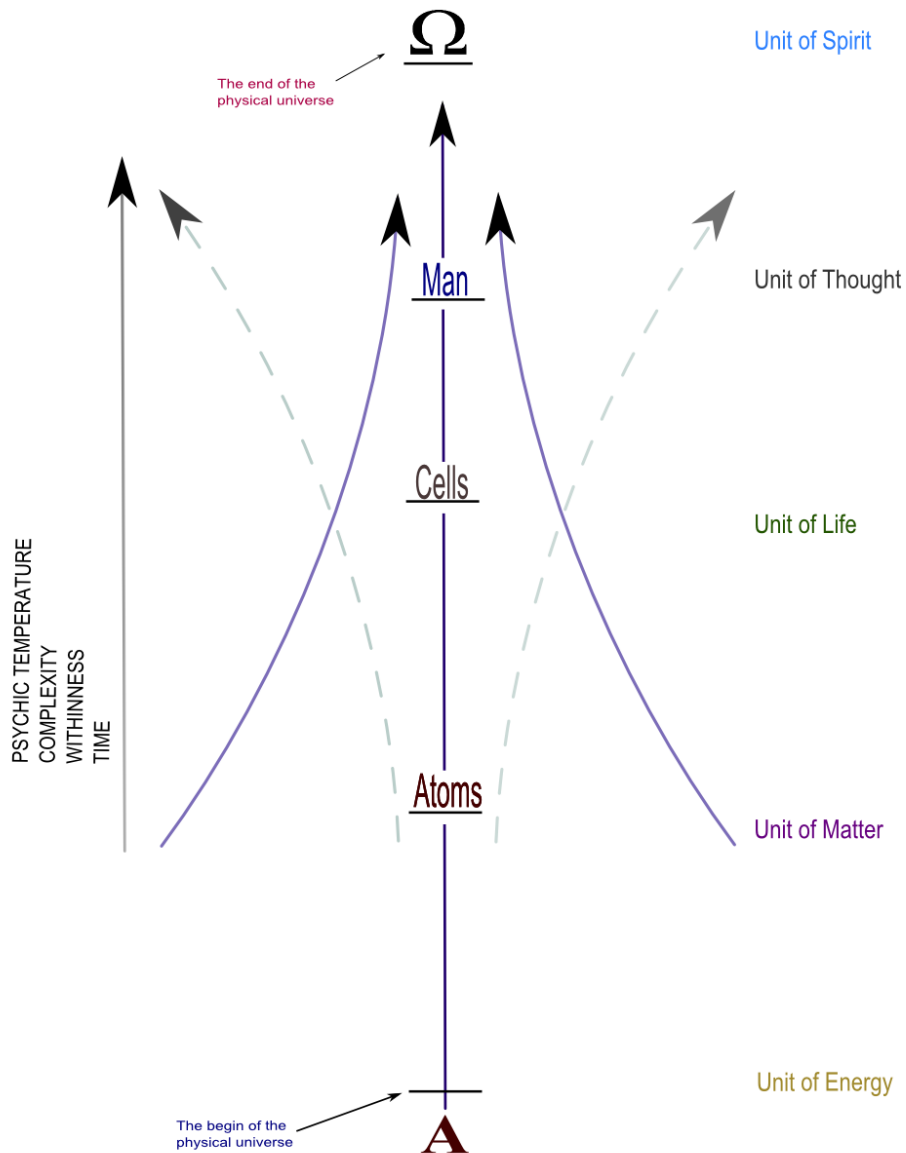


By the mid 20th century, humans had achieved a mastery of technology sufficient to leave the atmosphere of the Earth for the first time and explore space.  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Technology>

“[지금까지 지구에서] 정신과 복잡성이 펼쳐지고 있는 것은 우주적 전망에서 보면 이제 겨우 시작에 불과할 수 있다.”

“The unfolding of intelligence and complexity could still be near its cosmic beginnings.”

Martin Rees (2003) “Our Final Century”



The Cosmos

The Process of convergence and divergence

The Vision of Teilhard de Chardin



Cosmos – a process of convergence and divergence. **Omega Point** is a term invented by the French Jesuit Pierre Teilhard de Chardin (1881–1995) to describe a maximum level of complexity and consciousness towards which the universe appears to be evolving.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Pierre\\_Teilhard\\_de\\_Chardin](http://en.wikipedia.org/wiki/Pierre_Teilhard_de_Chardin)  
<http://www.paulrbentley.pwp.blueyonder.co.uk/teilhard.htm>

# 우리의 미래?

---

Our future?

“앞에 계단이 한참 더  
있다는 걸 언제쯤 알게  
될지 궁금했다네.”



*“I was wondering when you'd notice there's lots more steps.”*

Gahan Wilson (1930–) [http://images.google.com/images?hl=ko&rls=com.microsoft:\\*:IE-SearchBox&um=1&q=Gahan+Wilson&sa=N&start=18&ndsp=18](http://images.google.com/images?hl=ko&rls=com.microsoft:*:IE-SearchBox&um=1&q=Gahan+Wilson&sa=N&start=18&ndsp=18)



# 기술의 가속하는 특성

“우리는 단기적으로는 기술발전의 영향력을  
과대평가하곤 하지만, 장기적으로는 그 여파를  
과소평가하는 경향이 있다.”

“We tend to overestimate the effect of a technology in the short run  
and underestimate the effect in the long run.”

Roy Amara (1925-2007)

<http://www.boingboing.net/2008/01/03/roy-amara-forecaster.html>

# 무어의 법칙

“[동일한 비용으로 얻을 수 있는 트랜지스터의 밀도는] 대략 일년에 두 배의 비율로 증가한다. ... 단기적으로 이러한 경향은, 더 빨라지지는 않더라도, 지속될 것으로 기대된다. 장기적으로 증가의 경향이 어떨지는 다소 불확실하다. ... ”

“The complexity for minimum component costs has increased at a rate of roughly a factor of two per year ... Certainly over the short term this rate can be expected to continue, if not to increase. Over the longer term, the rate of increase is a bit more uncertain, ...”  
Gordon Moore (1965)

“이 경향이 한없이 지속될 수는 없다. 지수법칙의 성질은 우리가 밀어붙이는 경우 결국 파국을 맞게 된다.”

“It can't continue forever. The nature of exponentials is that you push them out and eventually disaster happens.”  
Gordon Moore (April 13, 2005)

transistors

## MOORE'S LAW

10,000,000,000

1,000,000,000

100,000,000

10,000,000

1,000,000

100,000

10,000

1,000

1970

1975

1980

1985

1990

1995

2000

2005

2010

4004

8008

8080

8086

286

Intel 386™ Processor

Intel 486™ Processor

Intel® Pentium® Processor

Intel® Pentium® II Processor

Intel® Pentium® III Processor  
Intel® Pentium® 4 Processor

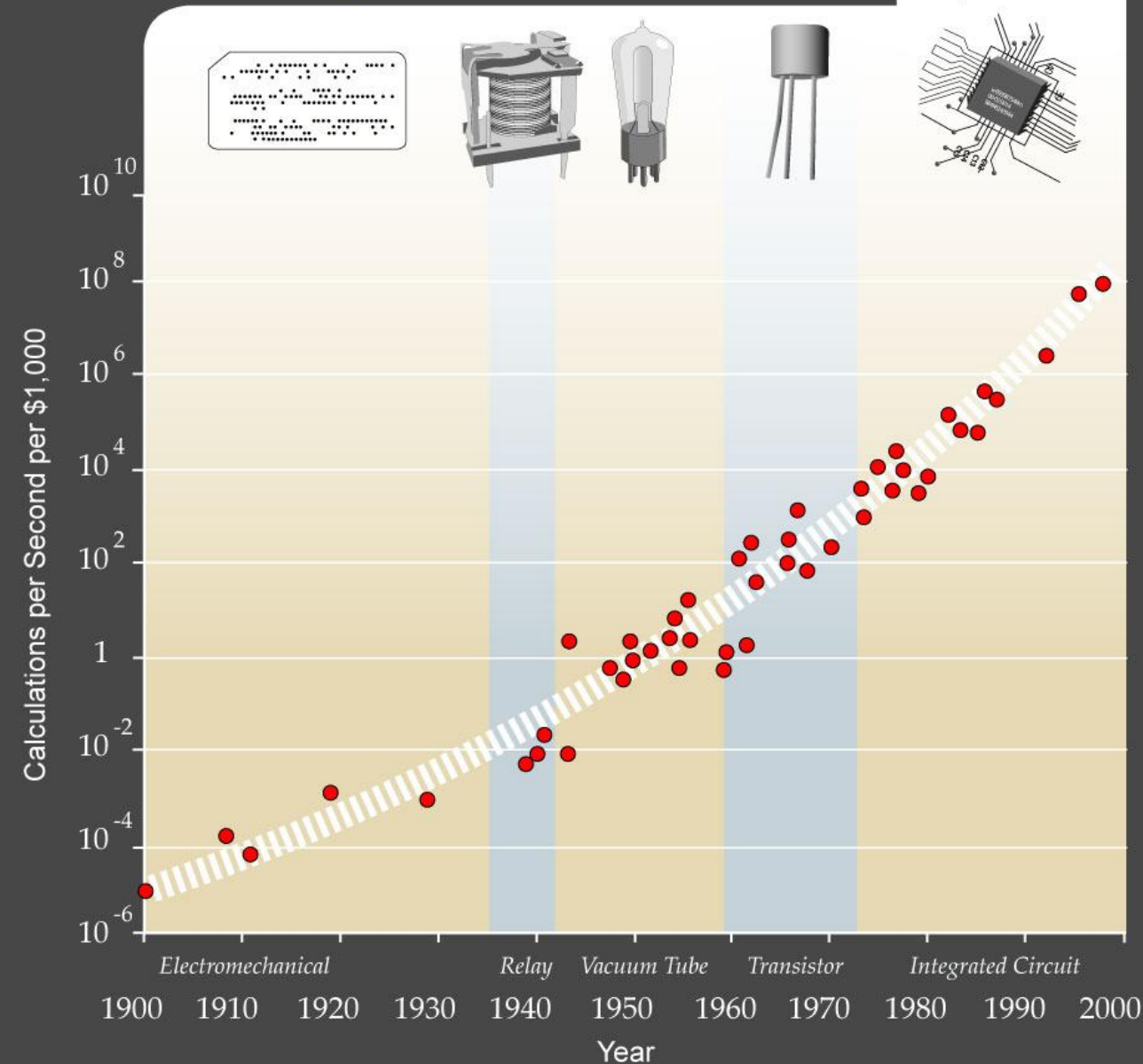
Intel® Itanium® Processor  
Intel® Itanium® 2 Processor

Dual-Core Intel® Itanium® 2 Processor

## Moore's Law

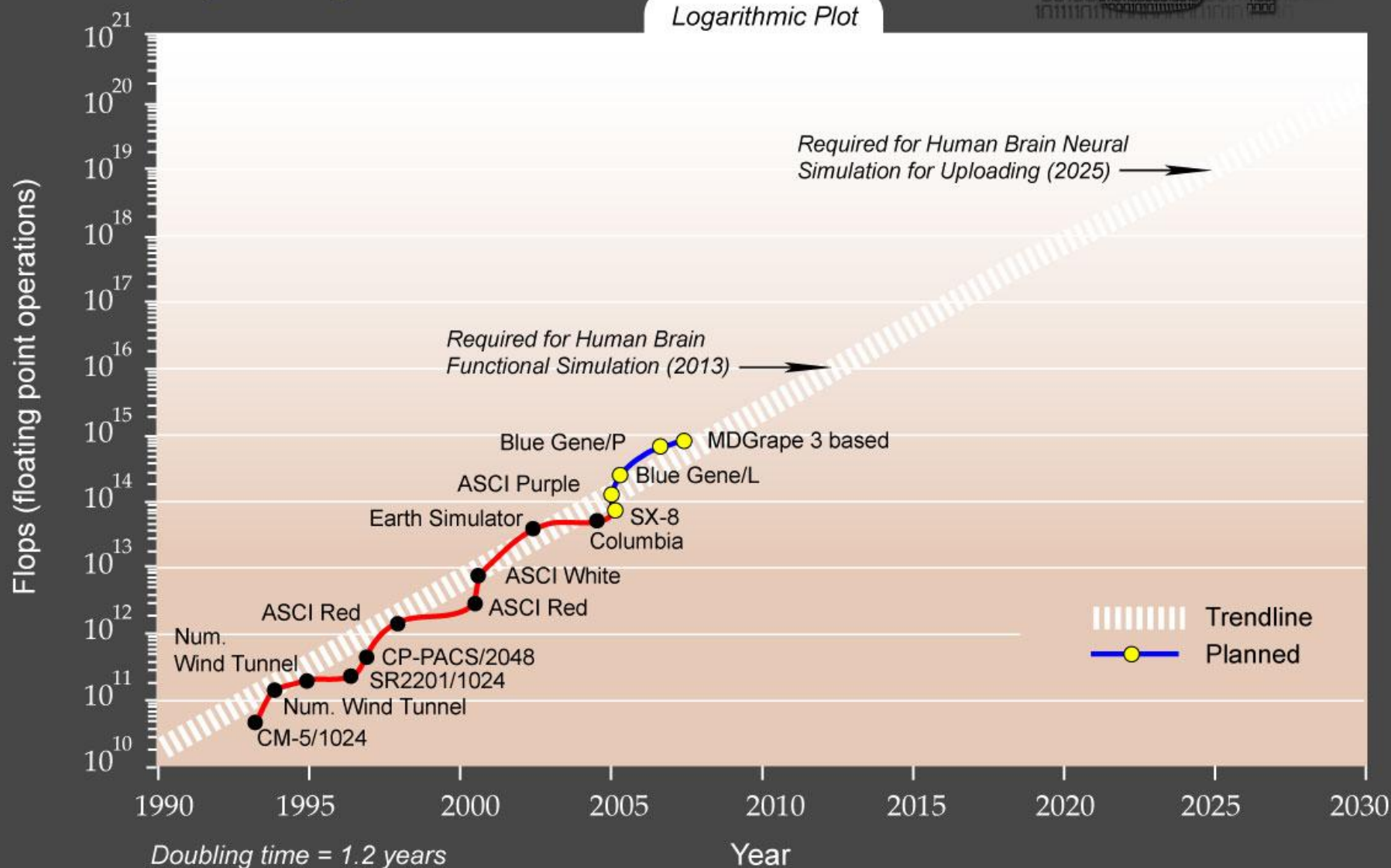
The Fifth Paradigm

Logarithmic Plot



Moore's Law expanded to other technologies. Kurzweil writes that, due to paradigm shifts, a trend of exponential growth extends from (v) integrated circuits to earlier (i) transistors, (ii) vacuum tubes, (iii) relays and (iv) electromechanical computers. [http://en.wikipedia.org/wiki/Technological\\_singularity](http://en.wikipedia.org/wiki/Technological_singularity)

# Growth in Supercomputer Power



Another of Kurzweil's charts shows exponential growth in supercomputer power and marks points at which he predicts human simulation will be possible.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Ray\\_Kurzweil](http://en.wikipedia.org/wiki/Ray_Kurzweil)



# 가속의 결과는:

- 튜링 테스트: 인간과 컴퓨터를 서면으로 면접하여 둘 중 누가 인간인지 구별할 수 있는지 검증

Alan Turing (1912-1954): 2000  ~2020

- “이러한 이유로, 2020년 쯤에는 순수한 하드웨어 계산용량만으로 볼 때도 1000달러 [백만원] 정도면 인간 두뇌용량에 달하는 [컴퓨터가 등장할 것으로 예상된다].”

“For this reasons, it is reasonable to expect human brain capacity, at least in terms of hardware computational capacity, for one thousand dollars by around 2020.”

Ray Kurzweil (2005)

“The singularity is near:  
when humans transcend biology”

# Deep Blue



In May 1997, IBM's **Deep Blue** Supercomputer played a match with the reigning World Chess Champion, Garry Kasparov.

[http://www.thetech.org/robotics/universal/breakout\\_p11\\_ibm.html](http://www.thetech.org/robotics/universal/breakout_p11_ibm.html)

“딥 블루가 점점 더 깊이 들어감에 따라 그것이 전략적인 이해를 하고 있다는 측면을 보여주었다. 저 너머 어디엔가, 단순한 전술들이 전략으로 변화되고 있었다. 이것은 내가 본 바로는 컴퓨터가 보여준 가장 높은 수준의 지능이다. 이것은 기이한 형태의 지능으로 아마도 지능의 시작 단계일 것이다. 하지만 우리는 느낄 수 있다. 분명 기미가 있었다.”

“As Deep Blue goes deeper and deeper, it displays elements of strategic understanding. Somewhere out there, mere tactics are translating into strategy. This is the closest thing I’ve seen to computer intelligence. It’s a weird form of intelligence, the beginning of intelligence. But you can feel it. You can smell it.”

Frederic Friedel, assistant to Gary Kasparov

Ray Kurzweil “The age of spiritual machines” (1999)

# AI (인공지능)

“다음세기 [21세기]가 가기 전에 인간은 더 이상 지구상에서 가장 지능적이거나 능력 있는 종으로 남지 않을 것이다. 이 말은 다시 해야 할 것 같다. 앞에서 한 말의 진위 여부는 우리가 인간을 어떻게 정의할 것인가에 달려있다.”

“영혼을 지닌 기계의 시대”

“Before the next century is over, human beings will no longer be the most intelligent or capable type of entity on the planet. Actually, let me take that back. The truth of that last statement depends on how we define human.”

“The age of spiritual machines”

Ray Kurzweil (1999)

NATIONAL BESTSELLER

WHEN COMPUTERS EXCEED  
HUMAN INTELLIGENCE

# THE AGE OF SPIRITUAL MACHINES



RAY KURZWEIL

AUTHOR OF *THE AGE OF INTELLIGENT MACHINES*

*"The Age of Spiritual Machines will blow your mind. Kurzweil lays out a scenario that might seem like science fiction if it weren't coming from a proven entrepreneur."*

— *San Francisco Chronicle*

"The Age of Spiritual  
Machines: When  
Computers Exceed  
Human Intelligence"  
(2000)

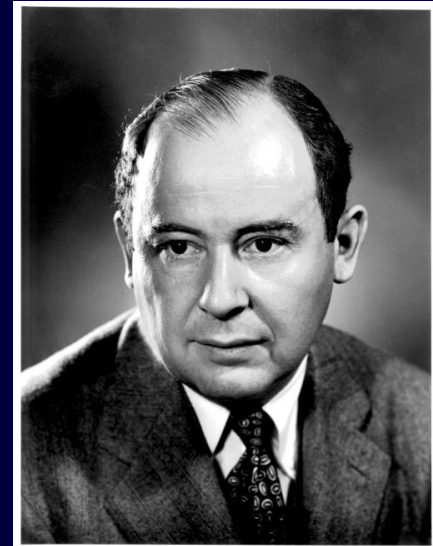


# 예언

“끝임없이 가속하는 기술은 ... [생존]경쟁의 역사에서,  
우리가 아는 한, 인간의 통제를 벗어난 결정적인  
파국으로 향하는 것으로 보인다.”

“[T]he ever-accelerating progress of technology ... gives the appearance  
of approaching some essential singularity in the history of the race  
beyond which human affairs, as we know them, could not continue.”

John Von Neumann (1903-1957)



Ray Kurzweil “The singularity is near: when humans transcend biology” (2005)

# 생각하는 기계

The thinking machine

“기계가 할 수 없는 무엇인가 있을 것이라고 주장하시는군요. 기계가 무엇을 할 수 없다는 것인지를 정확히 말씀해 주시면, 바로 그것을 할 수 있는 기계를 항상 만들 수 있다는 걸 보여드리지요.”

“You insist that there is something a machine cannot do. If you tell me precisely what it is that a machine cannot do, then I can always make a machine which will do just that!”

John Von Neumann (1903-1957)

E. T. Jaynes “Probability Theory: The logic of science” (2003), 7p.

# 파국

“나는 파국의 – 인류의 능력에 심대하고 파국적인 변화가 일어나는 – 해를 2045년으로 잡는다. 그 해에 창조된 무생물적인 지능의 총량은 현재 모든 인류의 두뇌용량을 합한 것의 백억 배에 달하게 될 것이다.”

“임박한 파국: 생물의 한계를 넘어선 인간”

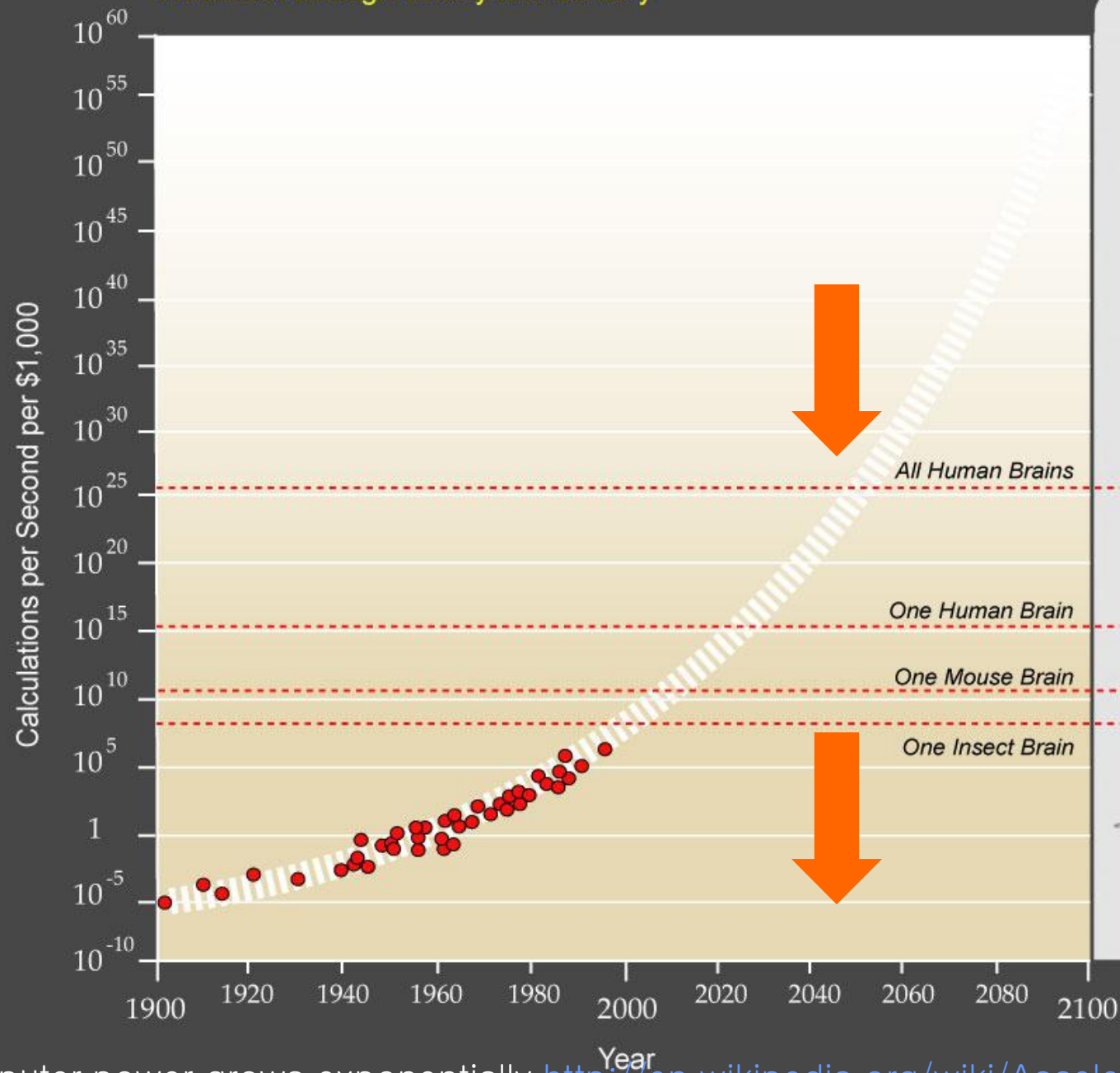
“I set the date for the Singularity – representing a profound and disruptive transformation in human capability – as 2045. The nonbiological intelligence created in that year will be one billion times more powerful than all human intelligence today.”

Ray Kurzweil (2005)

“The singularity is near: when humans transcend biology”

# Exponential Growth of Computing

Twentieth through twenty first century




Logarithmic Plot



Computer power grows exponentially [http://en.wikipedia.org/wiki/Accelerating\\_change](http://en.wikipedia.org/wiki/Accelerating_change)

Copyrighted Material

WHEN HUMANS TRANSCEND BIOLOGY



# THE SINGULARITY IS NEAR

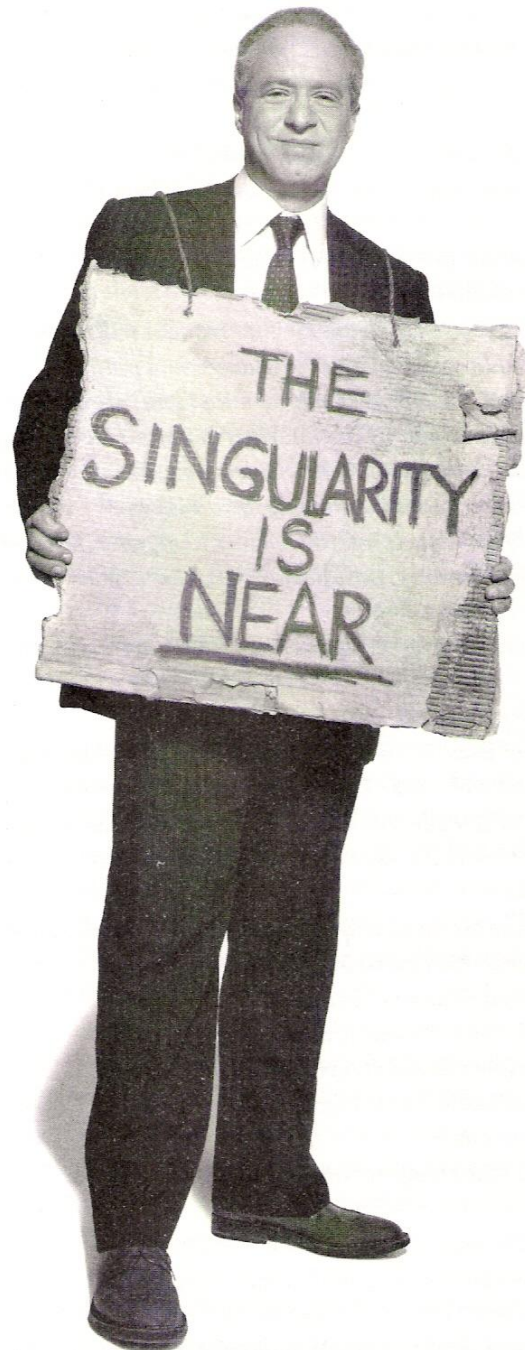
**RAY  
KURZWEIL**

AUTHOR OF THE NATIONAL BESTSELLER *THE AGE OF SPIRITUAL MACHINES*

Copyrighted Material

“The Singularity Is  
Near: When Humans  
Transcend Biology”  
by Ray Kurzweil\_(2005)





Ray Kurzweil in “The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology” (2005)

# 인공적 후손

“우리 지식이 창조한 [인공적] 자손들은, 생물진화라는 느린 과정에서 벗어나, 더 크고 근본적인 우주의 도전들을 헤쳐나가기 위해 자유롭게 성장해 나갈 것이다. 우리 현생인류는 당분간은 그들의 노력에서 혜택을 보겠지만, 머지않아, 그들은, 우리의 생물학적 자식들과 같이, 자신들의 삶을 찾아갈 것이고 그들의 노쇠한 부모인 우리 현생인류는 조용히 뒤편길로 사라져 갈 것이다.”

“Unleashed from the plodding pace of biological evolution, the children of our minds will be free to grow to confront immense and fundamental challenges in the larger universe. We humans will benefit for a time from their labors, but sooner or later, like natural children, they will seek their own fortunes while we, their aged parents, silently fade away.”

Moravec “Mind Children” (1988)

“이러한 세계에서 현생인류는 자신들의 인공적인 후손들에게 주도권을 빼앗긴 후 문화진화의 여파에 휩쓸려 사라지고 없을 것이다. ... 결국, 새로운 유형의 진화라는 생존경쟁에서 진 우리의 유전자는 더 이상 필요하지 않게 될 것이다. ... [생명의] 정신과 [기계의] 물질간의 잠복된 긴장관계는 생명이 사라짐으로써 결국 완전하게 해소될 것이다.”

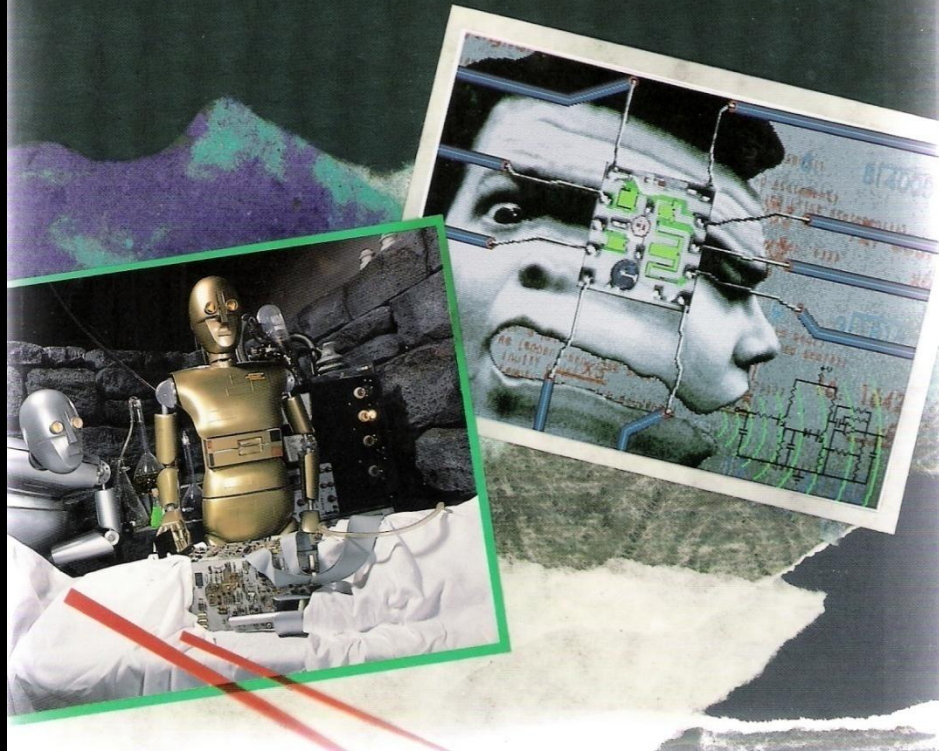
“It is a world in which the human race has been swept away by the tide of cultural change, usurped by its own artificial progeny. ... When that happens, our DNA will find itself out of a job, having lost the evolutionary race to a new kind of competition. ... The uneasy truce between mind and body breaks down completely as life ends.”

Moravec “Mind Children” (1988)

*Hans Moravec*

# M·I·N·D CHILDREN

*The Future of Robot and  
Human Intelligence*



Hans Moravec  
“Mind Children”  
(1988)

“우리가 외계에서 온 지능과 만난다면, 그들은 우리와 같이 피와 살로 이루어진 존재가 아니라 기계일 가능성이 크다.”

“If we ever encounter extraterrestrial intelligence, they’re likely to be machines, not creatures of flesh and blood.”

Steven J. Dick (2003)

“가장 가능성이 높고 튼튼한 형태의 “생명”은 오래 전에 주도권을 뺏기거나 지금은 멸종되고 없어진 창조자가 만들었던 기계들일 것이다.”

“... the most likely and durable form of “life” may be machines whose creators had long ago been usurped or become extinct.”

Martin Rees “Our Final Century” (2003)



MARTIN REES



# OUR **FINAL** CENTURY

WILL CIVILISATION SURVIVE  
THE TWENTY-FIRST CENTURY?

'One of the most provocative and unsettling books I have  
read for many years' J G Ballard in the *Daily Telegraph*

Martin Rees "Our Final  
Century" (2003)

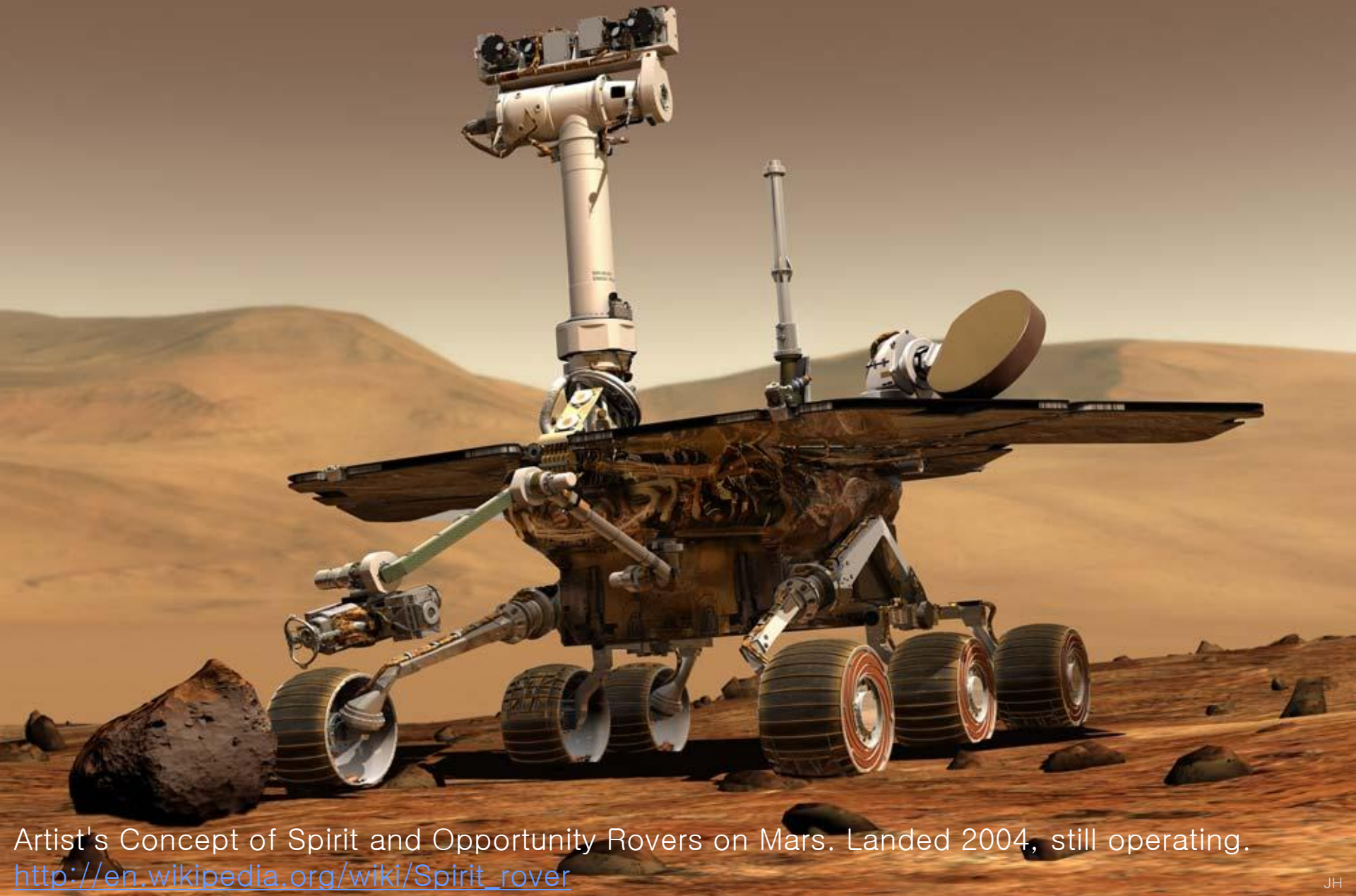
# Insectoids:



Hannibal (left) and Attila, retired insectoids, built at MIT (1989–91). Attila was equipped with solar cells to recharge its batteries. <http://www.ai.mit.edu/projects/hannibal/hannibal.html>  
<http://www.britannica.com/eb/art-56151/Attila-the-robot-Attila-along-with-its-twin-Hannibal-was>



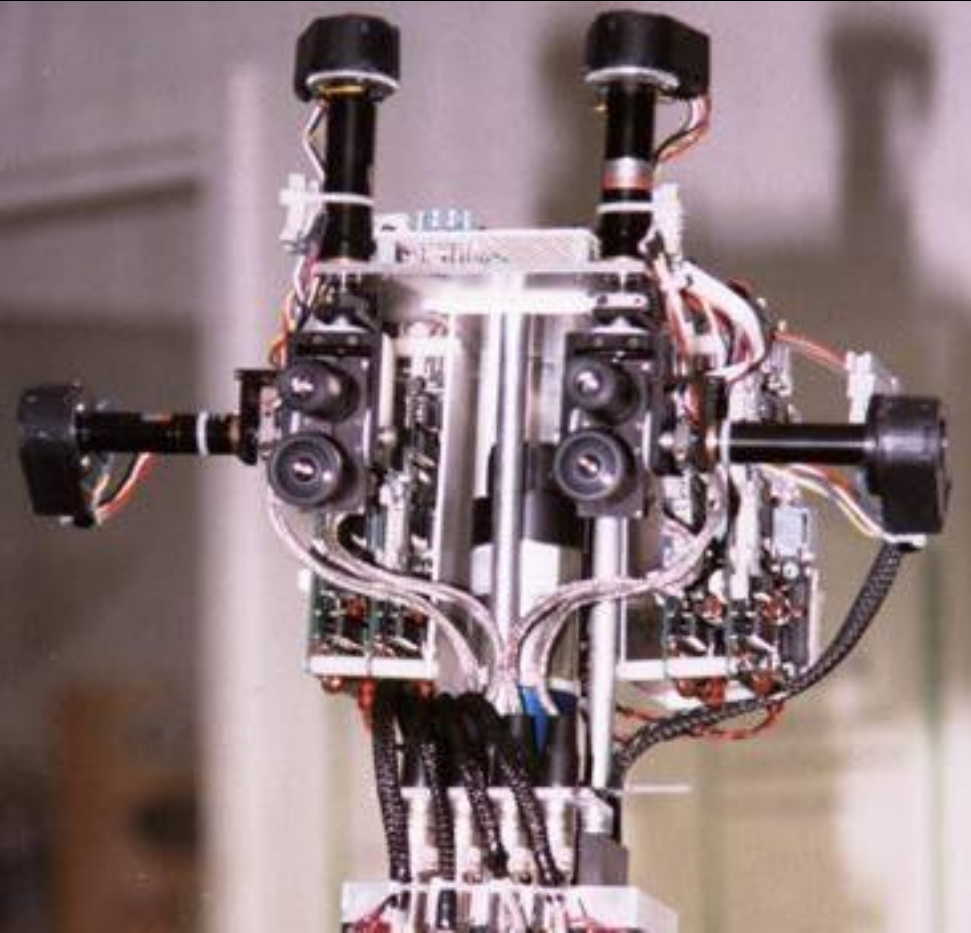
# Mars Rovers



Artist's Concept of Spirit and Opportunity Rovers on Mars. Landed 2004, still operating.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Spirit\\_rover](http://en.wikipedia.org/wiki/Spirit_rover)

# Cog

## A Hopeful Monster



Cog, an Android or Humanoid Robot, learns the way a baby does.  
“Humanoid intelligence requires humanoid interactions with the world.”  
<http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/cog/>  
<http://www.acm.org/crossroads/xrds10-2/robotcog.html>  
You Tube: <http://www.youtube.com/watch?v=olvHuifsl7I>

“그들이 결국 어리석고 쓸모 없게 된 우리로부터 세상을 빼앗아갈까? 나는 최근 이러한 일은 일어나지 않을 것이라고 판단하게 되었다. 그 이유는 그들 (순수 로봇)이 빼앗아갈 대상인 우리 (사람)가 더 이상 존재하지 않을 것이기 때문이다. ... 이러한 모든 경향은 결국 육체와 기계의 결합을 낳게 될 것이다. ... 그래서 우리 (기계-인간)는 그들 (순수 기계)보다 항상 한발 앞서가게 될 것이다.”

“Will they decide that we humans are useless and stupid and take over the world from us? I have recently come to realize that this will never happen. Because there won't be any us (people) for them (pure robots) to take over. ... With all these trends we will become a merger between flesh and machines. ... So we (the robot-people) will be a step ahead of them (the pure robot).”

Rodney Brooks “Flesh and Machines” (2003)

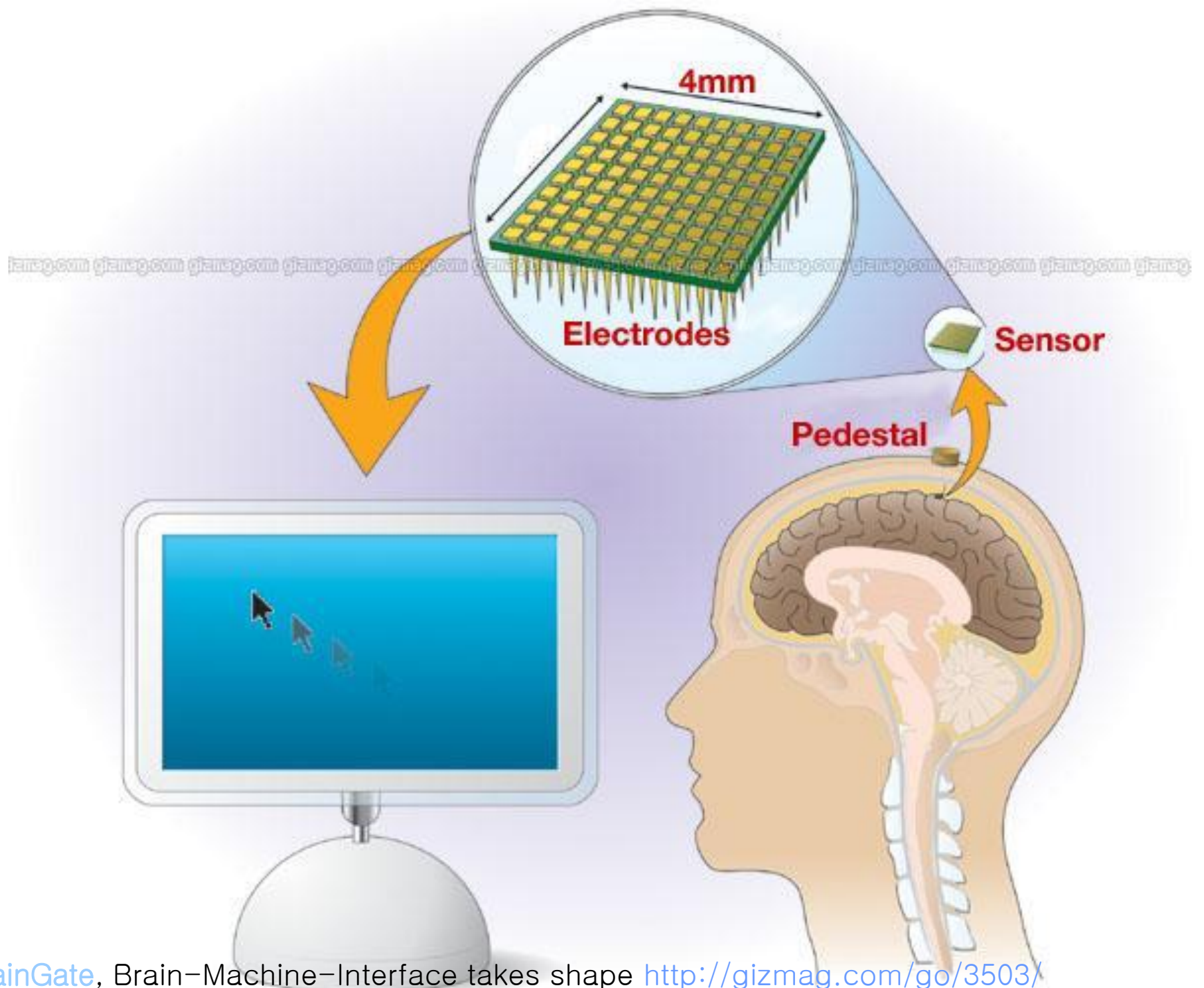


“우리의 기계들은 우리와 아주 비슷하게 될 것이고,  
우리는 우리들의 기계와 아주 비슷하게 될 것이다.”

“Our machines will become much more like us, and we will become  
much more like our machines.”

Rodney Brooks

Ray Kurzweil “The singularity is near: when humans transcend biology” (2005)





Claudia Mitchell using a **thought-controlled prosthetic arm**. She can now do "all kinds of daily tasks." Claudia Mitchell is one of the **first non-fictional cyborgs**. Her bionic arm is as of August 2006 the most advanced prosthetic arm, and it does not require any implants.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Claudia\\_Mitchell](http://en.wikipedia.org/wiki/Claudia_Mitchell)

# 인류의 마지막 발명품

“21세기는 – 우리가 어떻게 사는가 하는 정도가 아니라 – 인간 자체를 바꾸어버릴 가능성이 있다. 인류의 마지막 발명품은 초 지능을 가진 기계가 될 가능성이 있다.”

“우리들의 마지막 세기”

“Twenty-first century may alter human beings themselves – not just how they live. A superintelligent machine could be the last invention humans ever make.”  
Martin Rees “Our Final Century” (2003)

“따라서 최초의 초지능을 가진 기계가 인간이 만들 필요가 있는 마지막 발명품이다.”

“Thus the first ultraintelligent machine is the last invention that man need ever make.

Irving John Good (1965)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Irving\\_Good](http://en.wikipedia.org/wiki/Irving_Good)

# 튜링기계

“튜링이 제안하는 것은 결국 중요한 것은 복잡성의 정도일 뿐이라는 것이다. 일정수준의 복잡성을 넘어서게 되면 정성적으로 전혀 다른 특성이 나타나게 되는데, 그러한 “수준을-넘어선” 기계는 우리가 이제까지 알고 있던 단순한 기계들과 전혀 다를 것이다”

“Turing is suggesting that it is only a matter of complexity, and that above a certain level of complexity a qualitative difference appears, so that “super-critical” machines will be quite unlike the simple ones hitherto envisaged.”

John R. Lukas (1961)

<http://users.ox.ac.uk/~jrlucas/Godel/mmg.html>



“최초로 인간의 지능을 넘어서는 존재가 창조되고 자체적인 자기복제와 개선이 시작되면, 근본적인 불연속이 일어날 가능성이 있다. 그것이 어떤 차원의 일이 될지는 나는 차마 예측하려는 시도조차 하기 어렵다.”

“When the first transhuman intelligence is created and launches itself into recursive self-improvement, a fundamental discontinuity is likely to occur, the likes of which I can't even begin to predict.”

Michael Anissimov

“앞으로 삼십 년 이내로, 우리는 인간을 뛰어넘는 지능을 창조할 기술적 수단을 가지게 될 것이다. 곧이어, 인간의 시대는 끝날 것이다. 이러한 진행을 피할 수 있는가? 피할 수 없다면, 우리가 살아남을 수 있도록 사태를 유도할 수는 있는가?”

“Within thirty years, we will have the technological means to create superhuman intelligence. Shortly after, the human era will be ended. Is such progress avoidable? If not to be avoided, can events be guided so that we may survive?”

“The Coming Technological Singularity:  
How to Survive in the Post-Human Era”  
Vernor Vinge (1993)

<http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/vinge/misc/singularity.html>

# 넘어선 존재

“인간은 넘어서야 하는 존재이다.”

“인간은 밧줄이다, 동물과 넘어선 존재 사이에 걸쳐진  
-- 심연 위에 걸쳐진 밧줄.”

“Man is something that is to be surpassed.”

“Man is a rope, stretched between animal and overman (Übermensch)  
-- a rope over an abyss.”

“Thus Spoke Zarathustra” (1883-1885)

Friedrich Wilhelm Nietzsche (1844-1900)

“인류의 자리를 이을 자는 누구인가? 이에 대한 답은:  
우리가 우리의 후계자를 창조할 것이다. 결국 [미래에]  
인간을 기계와 비교하는 것은 [현재] 말이나 개를  
인간과 비교하는 것과 같게 될 것이다; 결론은  
기계들이 생명을 갖게 된다는 것이다.”

“Who will be man’s successor? To which the answer is: We are  
ourselves creating our own successor. Man will become to the machine  
what the horse and the dog are to the man; the conclusion being that  
machines are, or are becoming, animate.”

Samuel Butler (1835-1902)

Ray Kurzweil “The singularity is near: when humans transcend biology” (2005)

# 인류의 선택

“[이러한] 초 지능이 언젠가 기술적으로 만들어질 수 있다고 하더라도, 사람들이 만드는 선택을 하겠는가? 이 질문에는 상당히 자신 있게 그렇다고 답할 수 있다. 초 지능을 만드는데 필요한 모든 과정은 엄청난 경제적인 이윤과 관련이 있다.”

“Given that superintelligence will one day be technologically feasible, will people choose to develop it? This question can pretty confidently be answered in affirmative. Associated with every step along the road to superintelligence are enormous economic payoffs.”

Nick Bostrom (1997)

“How Long Before Superintelligence?”



# 인류의 추락

---

The Fall of Human Race

사려 깊지 못함, 탐욕, 착각, ...

그리고 통제되지 않고 돌이킬 수 없는  
의도하지 않던 결과

# 인간의 본성

“우리는 인간의 속성을 더 잘 이해할 필요가 있다. 실재하는 단 한가지 위험은 바로 인간 자신이기 때문이다. ... 우리는 인간에 대하여 아는 바가 거의 없다. 그의 심리는 깊이 탐구할 필요가 있는데, 그것은 앞으로 닥쳐올 모든 악의 근원은 바로 우리자신이기 때문이다.”

“We need more understanding of human nature, because the only real danger that exists is man himself ... We know nothing of man, far too little. His psyche should be studied because we are the origin of all coming evil.”

Carl Gustav Jung (1875-1961)

# GNR

- 유전 (Genetic), 나노 (Nano), 로봇 (Robot) 공학
- 유전공학: 이미 진행 중 → 인간의 생물적 조건을 변화,  
현생인류의 종 분화 가능성  
깊은 정치적 함의: 인간 평등성의 변화  
생명이 예상만큼 단순하지 않음! 생태환경 교란,  
제어되지 않고 돌이킬 수 없는 혼란, 생물테러...
- 나노공학: 10~20년 후 → 자기복제가 실현되면  
통제를 벗어날 가능성, 돌이킬 수 없는 재앙...
- 로봇공학: 20~30년 후 → 인간이 생물로서의 한계를  
넘어섬, 인간과 기계의 복합체 출현, 초 지능 출현,  
현생인류의 추락, 혹은 인간의 정의를 바꿀 필요...

# BRING

- 뇌 (Brain) 과학: 뇌 기능 역 추적 (reverse engineering)
- 로봇 (Robot) 공학
- 정보 (Information) 공학: 기계가 사유 (사고)와 지각 (감각)
- 나노 (Nano) 공학
- 유전 (Genetic) 공학


➡ 단기적으로, 미래 부, 복지, 건강, 번영의 원천이며,  
➡ 장기적으로, 생태계 파괴와 현생인류 추락의 진원지

## □ 이 지식들의 융합이 만드는 미래는?

➡ 현생인류의 추락  
➡ 포스트휴먼 (posthuman) 시대

- ‘지구생명’의 우주진출과 우주문명에 새로운 전망을 주는 것은 사실

# 지구생명의 미래

- ❑ 최근 발전중인 (생명, 나노, 로봇, 컴퓨터공학)기술은 현생인류를 대체할 새로운 종(들)을 만들 가능성이 크다.
- ❑ 적어도 인간의 본성 (그것이 무엇이든)을 변화시킬 가능성이 있다.  인류의 종 분화 가능성
- ❑ 이 기술은 인류의 부, 복지, 건강, 번영에 대한 희망과 꿈으로 포장되어 있지만 같은 기술이 현생인류의 종말을 고할 수도 있는 악몽의 시나리오도 함께 들어있는 종합선물세트
- ❑ 이 두 상반된 결과는 같은 기술의 (사실상 거의 구별이 되기 어려운) 다른 적용의 결과
- ❑ 생명, 정보, 나노, 로봇 공학과 인공지능 연구가 어디로 향하고 있는지 명백하지 않은가?
- ❑ 이에 따르면, 우리를 방문할 가능성이 있는 외계인은 기계이거나 그러한 혼합체일 가능성이 제기된다.
- ❑ 왜냐하면, (문명이 성공적으로 살아남는다면) 이것이 바로 ‘지구생명’의 미래 모습일 가능성이 있기 때문이다.



“기술발전은 병적인 범죄자의 손에 도끼를 쥐어주는 것과 같다.”

“Technological progress is like an axe in the hands of a pathological criminal.”

Albert Einstein  
Letter to a friend (1917)

# 오만

“우리가 생명을 제어하려 하는가? 그렇다. 우리는 모두 우리가 얼마나 불완전한 존재인지 알지 않은가. 생존에 더 적합하도록 조금 바꾸어 보는 것이 어떤가? 바로 그것이 우리가 하려는 것이다. 우리는 우리를 좀 더 좋게 개조하려는 것이다.”

“Are we going to control life? I think so. We all know how imperfect we are. Why not make ourselves a little better suited for survival? That’s what we’ll do. We’ll make ourselves a little better.”

James Watson

Michio Kaku “Visions” 1997.

# 덧가

“세상과 인간의 속성을 우리가 선택한 생명의 양식에 맞추어 바꾸려는 어떠한 시도도 그 결과를 알 수 없는 상황을 초래한다. 인류의 운명은 도박으로 남을 수밖에 없는데, 그 이유는 예측할 수 없는 미래에 예측할 수 없는 방식으로 자연이 결국은 보복을 감행할 것이기 때문이다.”

“Any attempt to shape the world and modify human personality in order to create a self-chosen pattern of life involves many unknown consequences. Human destiny is bound to remain a gamble, because at some unpredictable time and in some unforeseeable manner nature will strike back.”

René Dubos “Mirage of Health: Utopias, Progress & Biological Change” (1959)

Michio Kaku “Visions” 1997.

“많은 사람이 알지 못하는 것은 지난 400년이 [우리가 아는] 세계의 역사에서 매우 특별한 시기였다는 점이다. 이 기간동안 일어난 변화는, 변화의 결과물들도 마찬가지로, 그 이전시기와 비교할 수 없도록 빨랐다. 이것은 부분적으로는 소통이 증가한 결과이고, 다른 한편으로는 자연에 대한 [우리의] 이해가 증가한 때문이기도 한데, 이것은, 지구와 같이 제한된 행성에서는, 장기적으로 자연에 대한 착취가 증가될 수 밖에 없다는 것을 의미한다. 우리가 더 가질 수록 더 적게 남게 되고, 결국 장기적으로는 우리의 생존이 달려있는 매우 아쉬운 시점에 [자연이] 우리가 진 빚을 청산할 것을 요구할 것이다.”

“What many of us fail to realize is that the last four hundred years are a highly special period in the history of the world. The pace at which changes during these years have taken place is unexampled in earlier history, as is the very nature of these changes. This is partly the results of increased communication, but also of an increased mastery over nature, which on a limited planet like the earth, may prove in the long run to be an increased slavery to nature. For the more we get out of the world the less we leave, and in the long run we shall have to pay our debts at a time that may be very inconvenient for our own survival.”

Robert Wiener (1954)

“The human use of human being” 46p

# 혼란

“생물종의 본질은 우연한 진화과정의 산물로 보인다. ... 만약 이러한 우연의 과정이 우리가 선택할 수 있는 것으로 바뀐다면 우리는 인간들 사이에 새로운 경쟁이 일어날 가능성을 열어놓게 된다. 이것은 가진 자와 못 가진 자 사이의 사회적 계층분화를 더욱 심화시킬 우려가 있다.”

“[What] seems to be the essence of a species is just an accidental byproduct of a random evolutionary process. ... When the lottery is replaced by choice, we open up a new avenue along which human beings can compete, one that threatens to increase the disparity between the top and bottom of the social hierarchy.”

Francis Fukuyama (2002)  
“Our Posthuman Future”



# 예상

“인간의 본성은 인간에게 굴복할 자연의 마지막 부분이 될 것이다. 우리는 ... 결국 우리 종을 자유롭게 우리가 원하는 식으로 바꿀 수 있을 것이다. 그 싸움은 결국 이기게 될 것이다. 그렇지만, 정확히 누가 이긴다는 것인가? 인간이 그 자신이 원하는 대로 자신을 바꿀 수 있는 힘은, 우리가 앞에서 보았듯이, 일부 인간들의 힘이 다른 인간들을 자신이 원하는 대로 바꿀 수 있다는 것을 의미한다.”

“*Human* nature will be the last part of Nature to surrender to Man. The battle will then be won. We shall ... be henceforth free to make our species whatever we wish it to be. The battle will indeed be won. But who, precisely, will have won it? For the power of Man to make himself what he pleases means, as we have seen, the power of some men to make other men what they please.”

C. S. Lewis “The Abolition of Man” (1944)

# 대결

“이 새로운 종, 혹은 “포스트휴먼”, 은 기존의 “정상” 인간을 열등하거나 야만인으로 간주하고 노예로 삼거나 살해할 가능성이 있다. 한편, 정상인간들은 포스트휴먼들을 위협으로 보고, 그들 자신이 노예가 되거나 죽임을 당하기 전에, 할 수 있다면, 포스트휴먼을 선제공격 하여 죽일 가능성이 있다. 궁극적으로는 이러한 예상 가능한 인종청소의 가능성 때문에 종을 변화시킬 수 있는 실험들을 잠재적인 대량살상무기로 보는 것이고, 또한 무책임한 유전공학연구자들을 잠재적인 생물테러리스트로 만드는 것이다.”

“The new species, or “posthuman”, will likely view the old “normal” humans as inferior, even savages, and fit for slavery or slaughter. The normals, on the other hand, may see the posthumans as a threat and if they can, may engage in a preemptive strike by killing the posthumans before they themselves are killed or enslaved by them. It is ultimately this predictable potential for genocide that makes species-altering experiments potential weapons of mass destruction, and makes the unaccountable genetic engineer a potential bioterrorist.”

G. Annas, L. Andrews, and R. Isasi (2002)

“Protecting the Endangered Human: Toward an International Treaty Prohibiting Cloning and Inheritable Alterations”

# 딜레마

“생명공학은 특히 풀기 어려운 도의적 딜레마를 보여준다. 발전을 유보하려는 어떠한 결정도 그것이 가져다 줄 명백한 혜택 앞에서는 주춤할 수밖에 없다.”

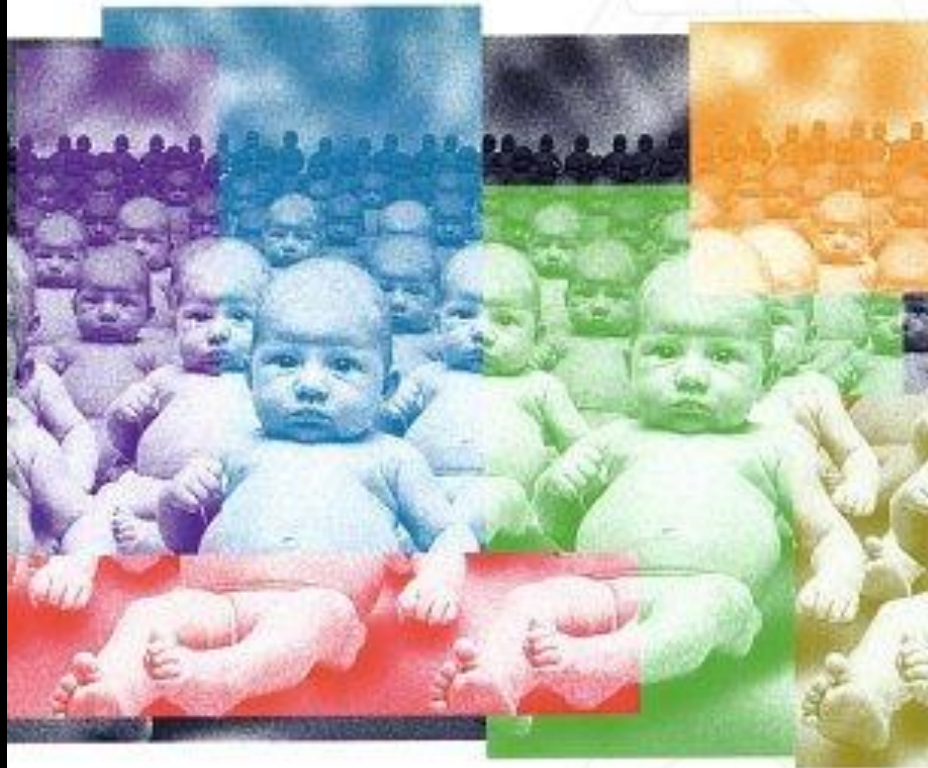
“우리의 인간이후 미래”

“Biotechnology presents us with a special moral dilemma, because any reservations we may have about progress need to be tempered with a recognition of its undisputed promise.”

Francis Fukuyama “Our Posthuman Future” (2002)

# OUR POSTHUMAN FUTURE

CONSEQUENCES OF THE BIOTECHNOLOGY REVOLUTION



"Stunning...The genius of *Our Posthuman Future* is that it brings home just how important [these issues] will be in our immediate future for ordinary people." — *San Francisco Chronicle*

## FRANCIS FUKUYAMA

PICADOR

# 우려

“20세기 우리의 가장 강력한 기술들 - 로봇, 유전, 나노 공학 - 은 인류를 멸종위기에 처한 종으로 몰아가고 있다.”

“왜 미래는 우리를 필요로 하지 않는가”

“Our most powerful 21st-century technologies - robotics, genetic engineering, and nanotech - are threatening to make humans an endangered species.”

“Why the future doesn't need us” Bill Joy (2000)

[http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy\\_pr.html](http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy_pr.html)



# 궁극적 위험

“우리가 아직 잘 인식하지 못하고 있는 사실은, 21세기 우리의 가장 강력한 기술들 - 로봇, 유전, 나노 공학 - 은 이제 까지 우리가 알고 있던 기술들과는 전혀 다른 차원의 위험을 초래한다는 것이다. 로봇, 유전공학의 산물, 나노 로봇은 폭발적인 위험요인을 공유하는데: 그들은 자기 복제가 가능하고, ... 곧이어 [인간의] 통제를 벗어난다.”

“... we have yet to come to terms with the fact that the most compelling 21st-century technologies - robotics, genetic engineering, and nanotechnology - pose a different threat than the technologies that have come before. Specifically, robots, engineered organisms, and nanobots share a dangerous amplifying factor: They can self-replicate. ..., and quickly get out of control.”

Bill Joy (2000) “Why the future doesn’t need us”

# 군비경쟁의 원인

“... 새로운 무기체계에 대한 개념은, 군부가 아닌, 여러 그룹의 과학자와 기술자들로부터 나왔다. ... [과도한 군비경쟁이 초래한] 불안한 미래에 대한 걱정은 기술자들에 의해 만들어졌는데, 그것은 그들이 세계가 어떻게 돌아가야 하는지에 대한 나름의 통찰력이 있었기 때문이 아니라, 그들이 단지 자신들의 직업에 충실했기 때문이다.”

“...the ideas for a new weapon system derived in the first place, not from the military, but from different groups of scientists and technologists. ... A new future with its anxieties was shaped by technologists, not because they were concerned with any visionary picture of how the world should evolve, but because they were merely doing what they saw to be their job. ... ”

Solly Zuckerman (1982) “Nuclear Illusion and Reality”

Martin Rees “Our Final Century” (2003)

# 새로운 유형의 악

“이 새로운 유형의 범죄자는 자신이 하는 일이 나쁘다는 것을 전혀 알거나 느끼지 못하는 상황에서 범죄를 저지른다.”

“... this new type of criminal commits his crime under circumstances that make it well-nigh impossible for him to know or feel that he is doing wrong.”

Hannah Arendt (1964) “Eichmann in Jerusalem”

# 악의 평범성

“... 악의 평범함을 말할 때, 나는 전적으로 사실 수준에서 말하는 것이다. ... 이러한 단순한 상상력 부재와 사려 깊지 않음 ... 은 모든 본능적인 사악함을 합한 것 보다 더 큰 재앙을 불러올 수 있다. ... [이 글의] 목적은 ... 악이나 악마적인 힘이 그 사악한 속성을 [우리가 알아 채기 쉽도록] 보여줄 것이라는 신화를 깨뜨리기 위한 것이다”

“... when I speak of the banality of evil, I do so on a strictly factual level ... He ... never realized what he was doing ... this lack of imagination ... [this] sheer thoughtlessness ... can wreak more havoc than all the evil instincts taken together. ... The purpose of ... was to destroy the legend of the greatness of evil, of the demonic force.”

Hannah Arendt

Postscript and interview on “Eichmann in Jerusalem”



The **Bombing of Dresden** by the British Royal Air Force and United States Army Air Force between 13 February and 15 February 1945, twelve weeks before the surrender of the Armed Forces of Nazi Germany. In four raids, 1,300 heavy bombers dropped more than 3,900 tons of high-explosive bombs and incendiary devices on the city. Estimates of civilian casualties vary greatly, but recent publications place the figure between 24,000 and 40,000.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Terror\\_bombing](http://en.wikipedia.org/wiki/Terror_bombing)



# 무지

“..., 그들은 자신들이 무슨 짓을 하는지 모르고 있습니다.”

예수

“Pardon them, for they know not what they do.”

Christ's word on the cross “The Bible”

# 지식

---

Knowledge

지식과 권력

# 지식에 대한 호기심

“모든 인간은 본래 앎을 욕망한다.”



“ALL men by nature desire to know.”

Aristotle “Metaphysics” 350BC



Space science provides a new perspective on human significance.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Human>



우리는 어디서 왔는가? 우리는 누구인가? 우리는 어디로 가는가?

Where do we come from? What are we? Where are we going?

Paul Gauguin (1848–1903), 1897–1898, 139.1×374.6cm, Museum of Fine Arts, Boston  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Where\\_Do\\_We\\_Come\\_From%3F\\_What\\_Are\\_We%3F\\_Where\\_Are\\_We\\_Going%3F](http://en.wikipedia.org/wiki/Where_Do_We_Come_From%3F_What_Are_We%3F_Where_Are_We_Going%3F)



# 지식과 권력의 유착

“지식은 권력이다.”

“Knowledge is power.”

Francis Bacon (1561-1626)

“지식을 장악하는 것은 미래세계에 모든  
인류기관이 벌일 권력투쟁의 정점에 있다. ...  
우리의 과학지식 기반은 모든 방향으로 폭발하고  
있다.”

“The control of knowledge is the crux of tomorrow’s worldwide struggle for power in every human institution. ... Our scientific knowledge base is exploding in all directions.”

Alvin Toffler “Revolutionary Wealth” (2006)



*scientia potentia est* is a Latin maxim "For also knowledge itself is power" stated originally by Sir Francis Bacon in *Meditationes Sacrae* (1597), which in modern times is often paraphrased as "knowledge is power." [http://en.wikipedia.org/wiki/Scientia\\_est\\_potentia](http://en.wikipedia.org/wiki/Scientia_est_potentia)



# 금지된 지식

---

Forbidden Knowledge

신화, 우화, 문학

# 금지된 지식

- ❑ 금지되거나 알지 않는 것이 좋은 지식은 있는가?
- ❑ 지식을 금지하는 것이 옳은가?
- ❑ 이미 금지되고 있는 지식이 있는가?
- ❑ 과학과 기술은 가치 중립적인가?
- ❑ 지식에도 책임이 따르는가?
- ❑ 어떤 지식이 인류를 멸종의 위기로 몰아간다면?
- ❑ 한번 선을 넘어서면 돌이킬 수 없다면?
- ❑ 통제가 가능하리라는 것이 착각에 불과하다면?
- ❑ 위험한 지식을 진리 추구라는 명목으로 침범하여 과학과 기술이 우리를 몰고 가는 곳은 어디인가?

Roger Shattuck “Forbidden Knowledge” (금지된 지식) (1996)

# 프로메테우스

Prometheus

기술: 축복이자 재앙



**Prometheus** brings Fire to Mankind, by Heinrich Füger, (1817).

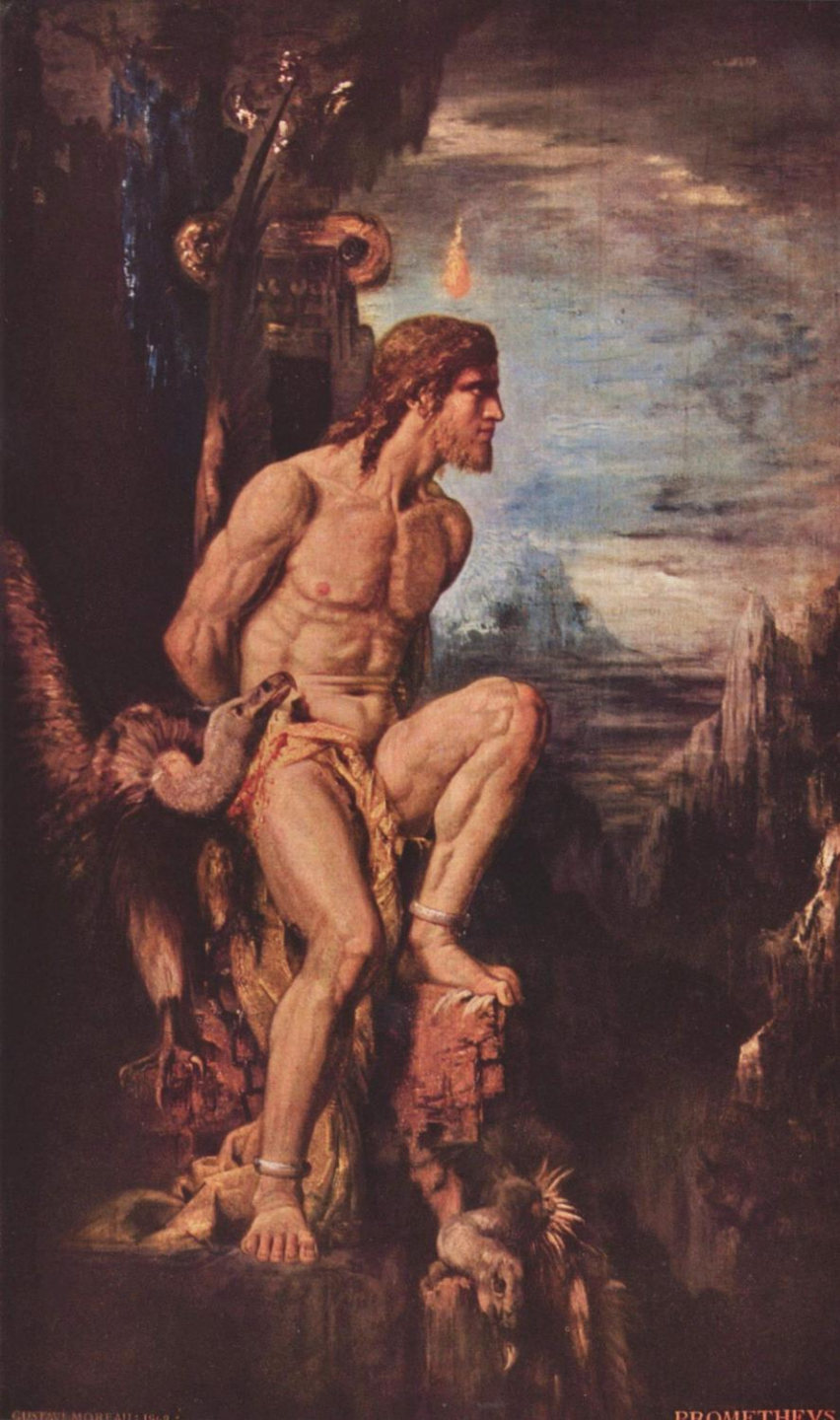
<http://en.wikipedia.org/wiki/Prometeus>



Image of the digital sculpture  
"Prometheus Bound" by artist Scott  
Eaton.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Prometheus><sub>JH</sub>





Prometheus by Gustave Moreau, (1868).  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Prometeus>



Prométhée enchaîné (Prometheus bound). Marble, reception piece for the French Royal Academy, 1762.  
By Nicolas-Sébastien Adam, also known as Adam the Younger (French, 1705–1778)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Prometeus><sub>JH</sub>

# 판도라

Pandora

기술에 대한 벌: 재앙으로 끝난 호기심





Fig. 10 and 11. Construction of the box of Pandora (figure 9)



Fig. 12. Detail of Pandora (figure 9)



<http://www.users.globalnet.co.uk/~loxias/pandora.htm>

# 프로타고라스

Protagoras

물질과 정신 사이 불균형



# 플라톤의 대화

“인간을 구하려 어찌할 바를 모르던 프로메테우스는 헤파스투스와 아테네로부터 불을 훔쳐와 인간에게 주지만, 지혜 (political wisdom, civic virtue)는 훔쳐오지 못한다; 지혜는 제우스가 직접 가지고 있었고, 프로메테우스의 능력은 무시무시한 문지기까지 지키고 있는 제우스의 신전에는 미치지 못하였다.”

“Prometheus, not knowing how he could devise his salvation, stole the mechanical arts of Hephaestus and Athene, and fire with them (they could neither have been acquired nor used without fire), and gave them to man. Thus man had the wisdom necessary to the support of life, but political wisdom he had not; for that was in the keeping of Zeus, and the power of Prometheus did not extend to entering into the citadel of heaven, where Zeus dwelt, who moreover had terrible sentinels.”

Plato “Dialog (Protagoras)” 380BC

# 이카루스

Icarus

한계를 무시한 추구와 추락



Icarus and Daedalus by Frederic Leighton  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Icarus>





In "The Encyclopedia of Mythology"  
by Arthur Cotterell





**The Fall of Icarus** (1558), by Pieter Brueghel the Elder (1525–1569). Icarus is seen flailing in the water, but is ignored [http://en.wikipedia.org/wiki/Pieter\\_Brueghel\\_the\\_Elder](http://en.wikipedia.org/wiki/Pieter_Brueghel_the_Elder)



“그의 추락은 아무도 알려주지 않았다.”

현생인류 추락 후의 진실

# 에덴동산

Garden of Eden

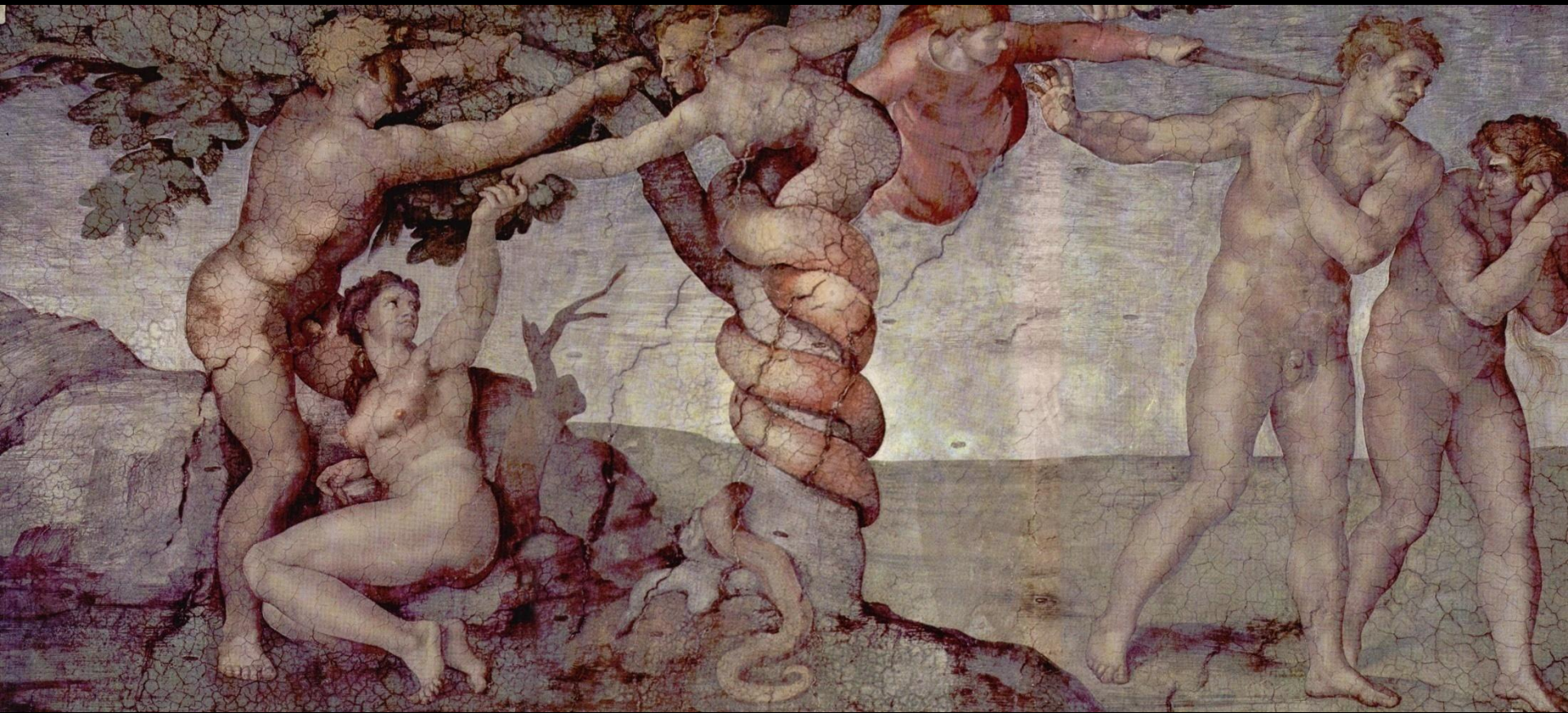
금지된 지식





Adam and Eve by Lucas Cranach the Elder [http://en.wikipedia.org/wiki/Adam\\_and\\_Eve](http://en.wikipedia.org/wiki/Adam_and_Eve)





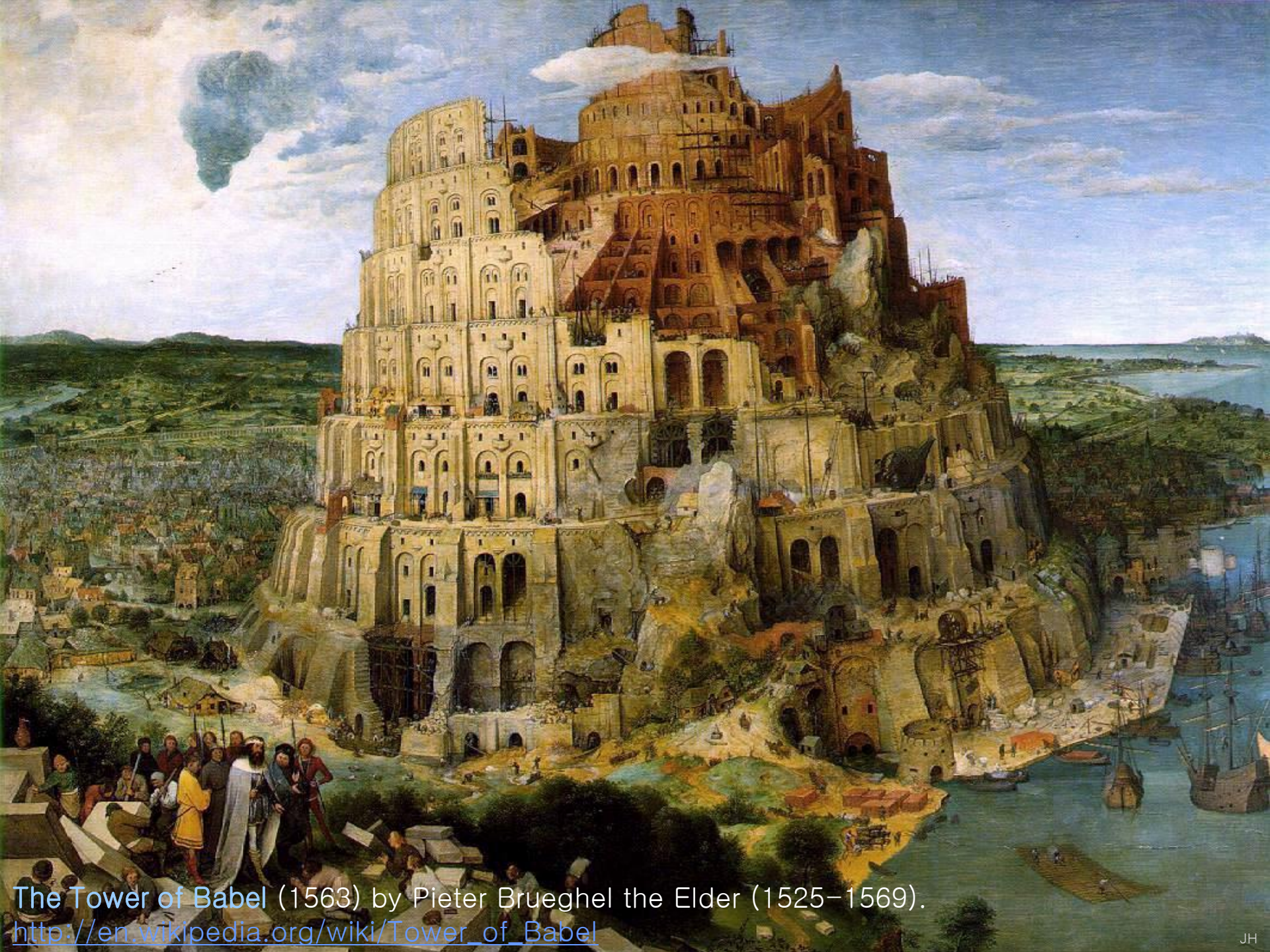
Michelangelo's painting of the sin of Adam and Eve (the Fall)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Original\\_sin](http://en.wikipedia.org/wiki/Original_sin)

# 바벨탑

The Tower of Babel

어리석은 추구에 대한 경고





The Tower of Babel (1563) by Pieter Bruegel the Elder (1525–1569).  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Tower\\_of\\_Babel](http://en.wikipedia.org/wiki/Tower_of_Babel)



# 파우스트

Faust

지식을 위해 악마와 거래한 과학자



Mephistopheles flying over Wittenberg, in a lithograph by Eugène Delacroix.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Mephistopheles>

프랑스 낭만주의를

# 프랑켄슈타인

Frankenstein

불멸을 추구한 과학자와  
통제될 수 없는 괴물의 출현



## FRANKENSTEIN.

*By the glimmer of the half-extinguished light, I saw the dull, yellow eye of the Creature open; it breathed hard, and a convulsive motion agitated its limbs.  
... I rushed out of the room."*

Page 43.

London, Published by H. Colburn and R. Bentley, 1831.

Frankenstein or The Modern Prometheus by Mary Shelley (1797–1851) and first published in 1818. Frankenstein flees "the creature" as depicted in the 1831 edition.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Frankenstein>





Boris Karloff as Frankenstein's Monster in *Frankenstein* (1931).  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Frankenstein>

# 지킬박사와 하이드씨

Strange Case of Dr Jekyll and Mr Hyde  
인간 본성을 바꾸려는 사려 깊지 않은  
추구와 돌이킬 수 없는 저주

# DR. JEKYLL and MR. HYDE

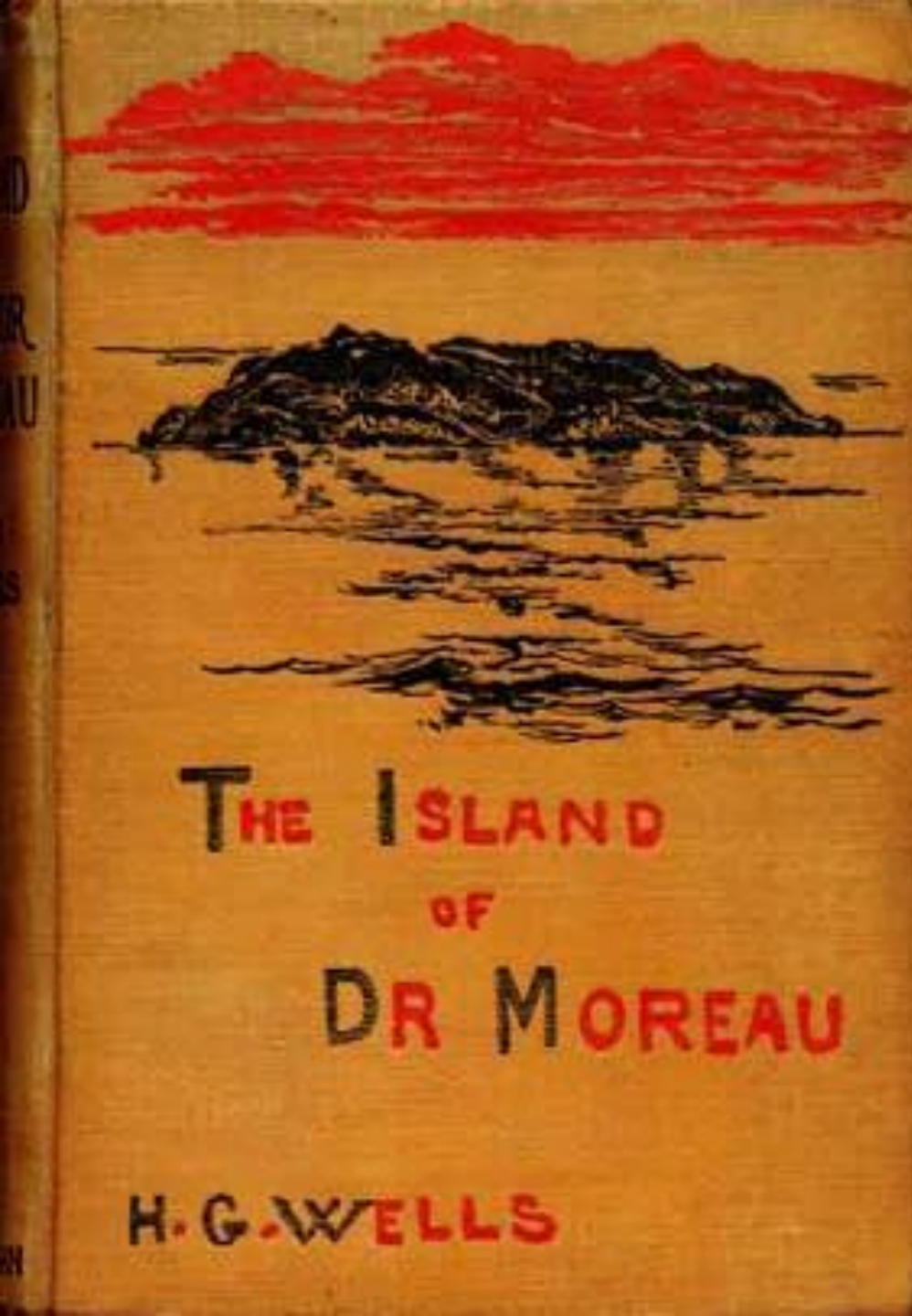


# 모로박사의 섬

The Island of Doctor Moreau

유전공학이 초래한 통제를 벗어난 재앙





First edition cover. *The Island of Doctor Moreau* is an 1896 science fiction novel written by H. G. Wells.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Island\\_of\\_Doctor\\_Moreau](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Island_of_Doctor_Moreau)



A TROPICAL PARADISE, UNTOUCHED BY MAN...  
WHERE A BIZARRE CIVILIZATION EXISTS.



## The Island of Dr. Moreau

Samuel Z. Arkoff Presents A Sandy Howard/Skip Steloff/Major Production

**BURT LANCASTER**

**MICHAEL YORK**

starring in "THE ISLAND OF DR. MOREAU" also starring

**NIGEL DAVENPORT • BARBARA CARRERA • RICHARD BASEHART** as "Sayer of the Law"

Executive Producers **SAMUEL Z. ARKOFF** and **SANDY HOWARD** • Based on the novel by **H.G. Wells**

Screenplay by **JOHN HERMAN SHANER** and **AL RAMRUS** • Music by **LAURENCE ROSENTHAL**

Produced by **JOHN TEMPLE-SMITH** and **SKIP STELOFF** • Directed by **DON TAYLOR**

Color by Movielab • A Cinema 77 Film • Released by American International Pictures



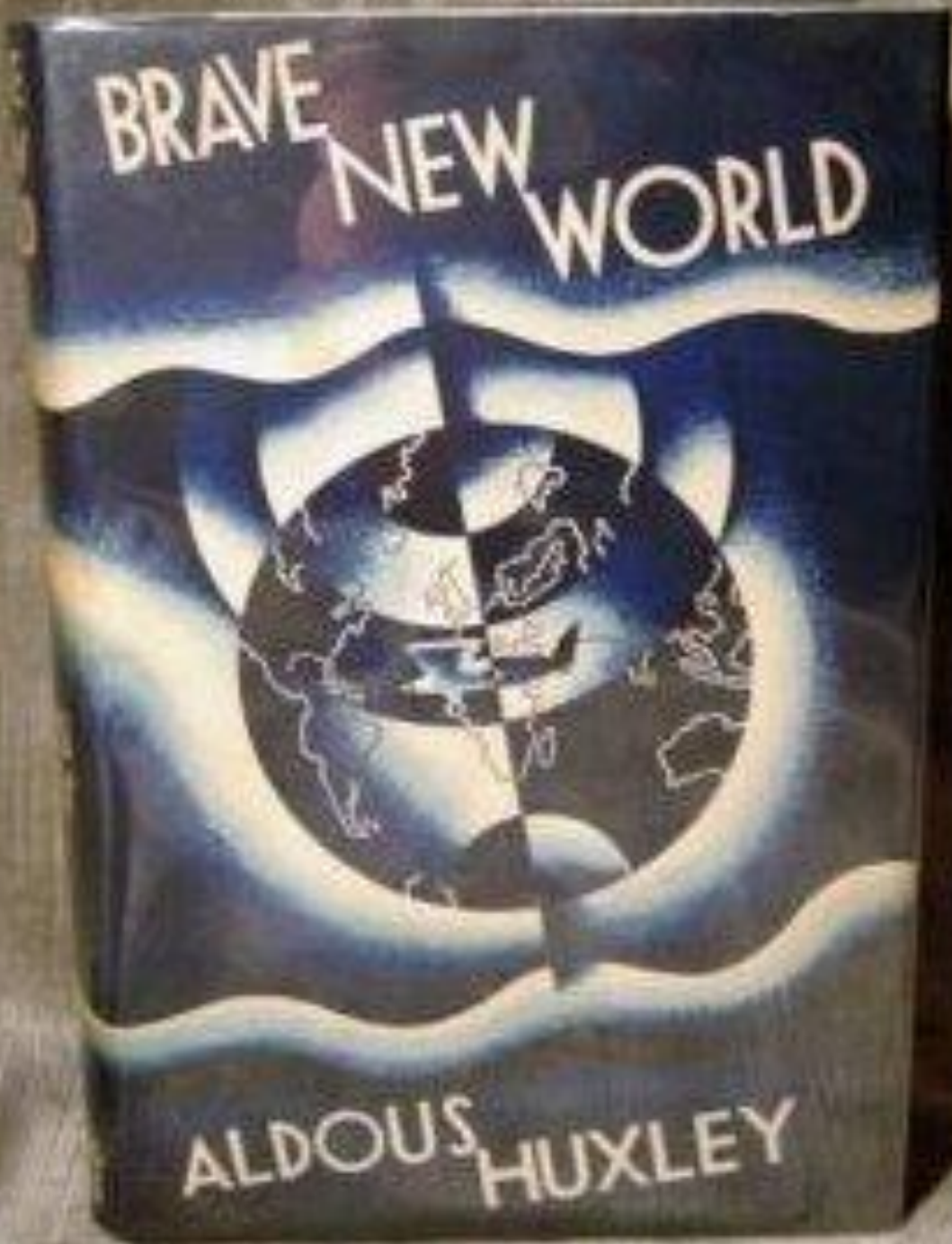
The Island of Doctor Moreau is an 1896 science fiction novel written by H. G. Wells, addressing ideas of society and community, human nature and identity, religion, Darwinism, and eugenics. Movie poster for the American theatrical release of the film Island of Dr. Moreau (1977)

[http://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Island\\_of\\_Dr.\\_Moreau\\_%281977\\_film%29](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Island_of_Dr._Moreau_%281977_film%29)

# 멋진 신세계

Brave New World

과학기술이 여는 꿈의 디스토피아  
우생학 – 유전공학 – 인간사육



**Brave New World** is a novel by Aldous Huxley, first published in 1932. Set in London in 2540.

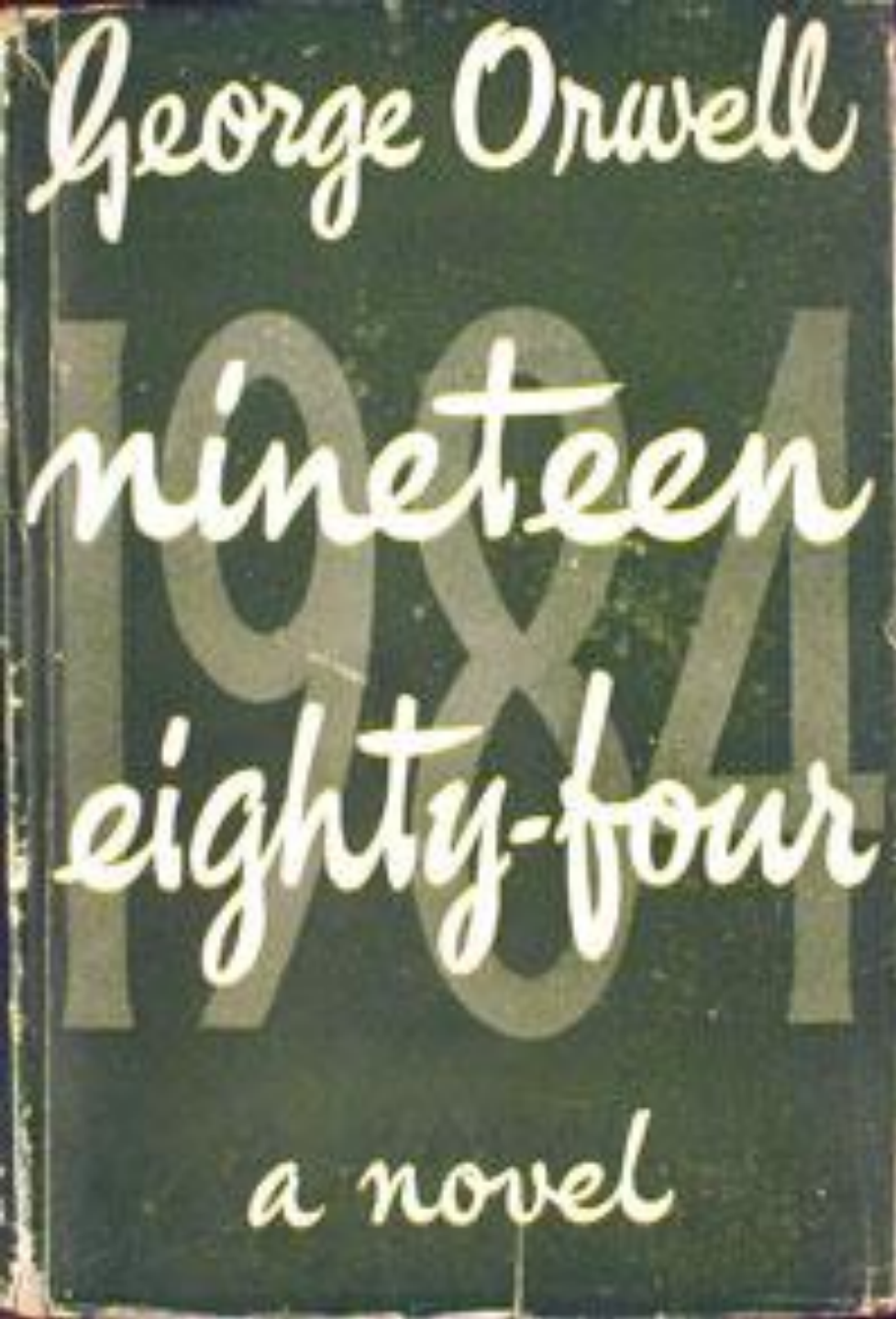
First edition cover

[http://en.wikipedia.org/wiki/Brave\\_new\\_world](http://en.wikipedia.org/wiki/Brave_new_world)

# 1984년

Nineteen Eighty-Four

통제된 감시사회와 전체주의적 미래  
개인의 종말



**Nineteen Eighty-Four** (or **1984**) is an English dystopian novel by George Orwell, published in 1949.

British first edition cover

[http://en.wikipedia.org/wiki/Nineteen\\_Eighty-Four](http://en.wikipedia.org/wiki/Nineteen_Eighty-Four)



# 타임머신

The Time Machine

종 분화된 인류의 우울한 미래 모습

# The Time Machine



H. G. Wells

**The Time Machine** is a novel by H. G. Wells, first published in 1895. In the year AD 802,701 humanity has evolved into two separate species: the Eloi and the Morlocks.

First edition cover

[http://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Time\\_Machine](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Time_Machine)



The Time Machine (1960 film)  
Weena (Eloi) and George listen to the  
talking rings (top) The Morlocks  
(bottom).

[http://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Time\\_Machine\\_%281960\\_film%29](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Time_Machine_%281960_film%29)

# 스핑크스

Sphinx

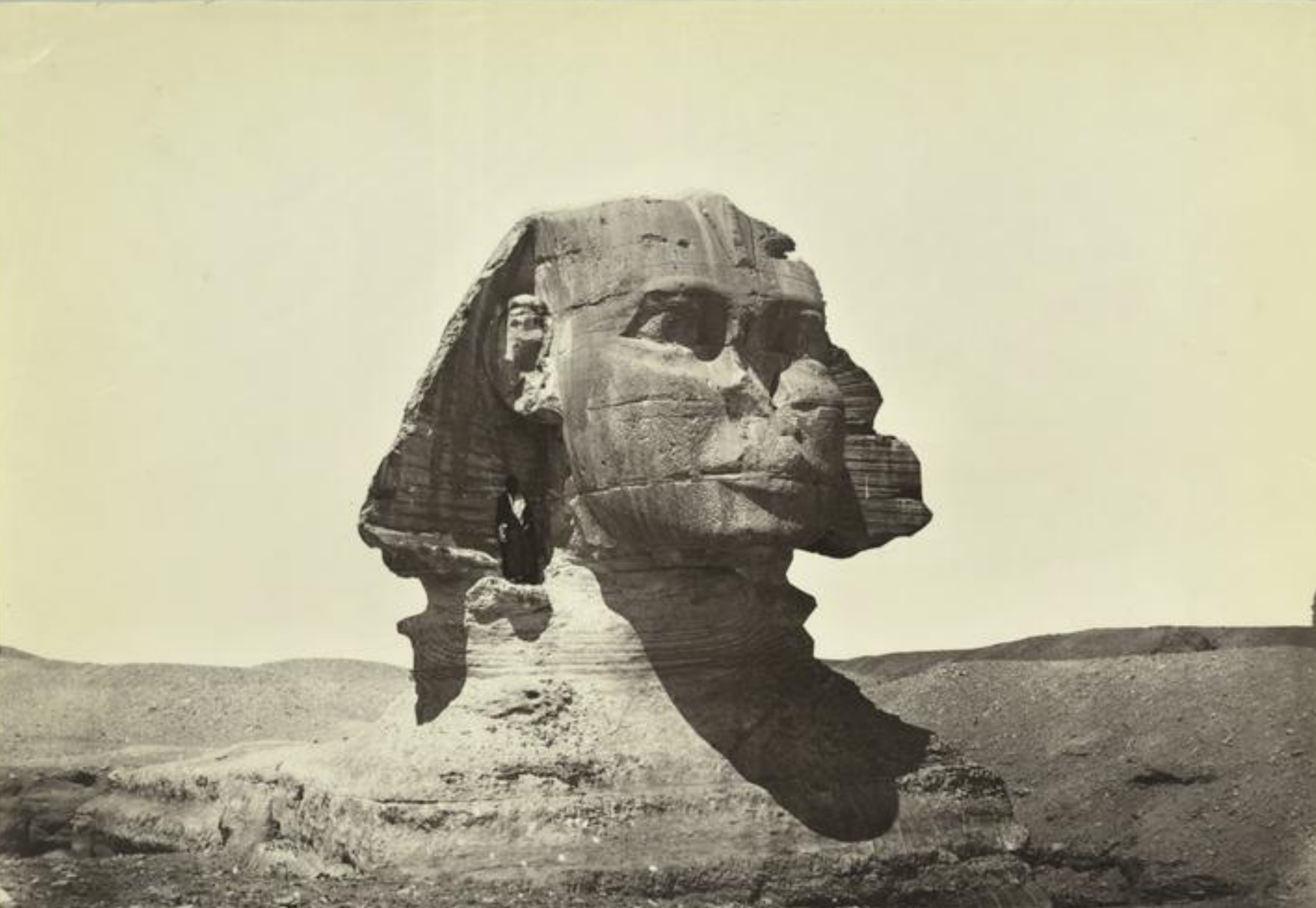
과학기술에서 탐구와 응용의 구별?  
과학기술은 가치 중립적인가?





4th century BC Attic  
red-figure kylix from the  
Vatican  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Sphinx>





**The Great Sphinx** in 1867. Note its unrestored original condition, still partially buried body, and a man standing beneath its ear. [http://en.wikipedia.org/wiki/Great\\_Sphinx\\_of\\_Giza](http://en.wikipedia.org/wiki/Great_Sphinx_of_Giza)

# 투명 인간

The Invisible Man

모든 수단에는 유혹이 따른다

# H.G. Wells THE INVISIBLE MAN

*A Grotesque Romance*



The Invisible Man cover art.

[http://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Invisible\\_Man](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Invisible_Man)

# 장자

Machine and Tao

효율성에 대한 경계

# 효율성 추구에 대한 경계

“내가 스승에게 듣기를, 기계라는 것은 반드시 기계로서의 미묘한 기능이 있게 마련인데, 기계의 기능이 있는 한 반드시 기계를 이용한 효율을 생각하게 된다. 효율을 생각하는 마음이 자리잡으면 인간의 순수한 본성을 흐리게 되고, 본성을 흐리면 신성한 생명이 자리를 잃고 생명이 자리를 잃으면 도가 깃들지 못한다. 내가 [그대가 말하는 기계를] 알지 못해서가 아니라 부끄러이 여겨 사용하지 않을 뿐이네.”

“吾聞之吾師：有機械者必有機事，有機事者必有機心。  
機心存於胸中，則純白不備；純白不備，則神生不定；  
神生不定者，道之所不載也。吾非不知，羞而不爲也。”

莊子，外篇 天地

“I have heard from my teacher that, where there are ingenious contrivances, there are sure to be subtle doings; and that, where there are subtle doings, there is sure to be a scheming mind. But, when there is a scheming mind in the breast, its pure simplicity is impaired. When this pure simplicity is impaired, the spirit becomes unsettled, and the unsettled spirit is not the proper residence of the Dao. It is not that I do not know (the contrivance which you mention), but I should be ashamed to use it.”

Zhuangzi

English translation in <http://chinese.dsturgeon.net/text.pl?node=2712&if=en>



# 인류 전멸 위험

---

Existential Risks

우리들의 마지막 세기

# 지구생명의 전멸가능성

□ 인류의 핵전쟁으로는 인류조차 멸종 시키기 어렵지만, 자연현상은 지구생명을 전멸시킬 가능성이 있다.

□ 예:

1. 충돌 (asteroid impact)
2. 인접 슈퍼노바 폭발 (supernova explosion)
3. 인접 감마선 폭발체 (gamma ray burst)
4. 해의 진화 (evolution to giant stage)

1.은 방어가능성

2.-3.은 제어 불가

4.는 수십억 년 뒤의 먼 미래

# 새로운 공포

“생명, 인공지능, 나노 공학은 모두 놀라운 전망을 제공한다; ... 하지만 거기에는 어두운 면도 있다; 새로운 과학은 의도하지 않던 결과를 가져올 수 있는데, 그것은 개인들에게도 가공할 테러를 저지를 힘을 제공한다; 악의 없는 실수조차 괴멸적일 수 있다.”

“우리들의 마지막 세기”

“bio-, cyber-, nanotechnology all offers exhilarating prospects; ... But there is a dark side; new science can have unintended consequences; it empowers individuals to penetrate acts of megaterror; even innocent errors could be catastrophic.”

Martin Rees “Our Final Century” (2003)

# 인류 멸종의 위험

“인류를 멸종시킬 가능성이 있는 위험에 대해서는 실행 후 실수를 통해서 배우고 고칠 기회가 없다. ... 그보다는 실행하기 전에 행동을 취하는 방법을 택해야만 한다. 이를 위해서는 새로운 유형의 위협을 미리 알아낼 능력이 요구되고 이를 방지하기 위한 결정을 내려야 하며 이에 따르는 (윤리적, 경제적) 비용을 감수할 의지가 있어야 한다.”

“Our approach to existential risks cannot be one of trial-and-error. There is no opportunity to learn from errors. The reactive approach – see what happens, limit damages, and learn from experience – is unworkable. Rather, we must take a proactive approach. This requires *foresight* to anticipate new types of threats and a willingness to take decisive *preventive action* and to bear the costs (moral and economic) of such actions.”

Nick Bostrom “Existential Risks” (2002)

# 인류에 대한 위험의 종류

강도 범위	견딜만함	최종, 회복불능
개인	차량도난	사망
부분적	경기후퇴	인종청소
전체적	오존층 파괴 지구 온난화 전면 핵전쟁 (현재)	인류전멸 (Existential Risks) [자연:] 충돌, 천체 폭발, 해의 진화 [인공:] 통제를 벗어난 유전, 나노, 로봇 공학, (호전적) 초 지능 출현



# 어두운 전망

---

Great Filter

문명 제거장치

# 문명 제거장치

- 우리를 방문한 외계문명이 없다는 “거대한 침묵의 문제”가 제기하는 한 가지 가능성:
  - 인류가 우주로 진출할 수 있는 (로켓)기술을 갖춘 시기가 스스로 자멸할 수 있는 (핵)기술을 갖춘 시기와 일치
  - 이 두 기술은 사실상 같은 것
  - GNR이 보여주는 가능성은 핵보다 더 가공함
- 우주에서 고등문명이 출현하는 것을 막는 “문명 제거장치 (Great Filter)”가 있다면, 현재 인류 수준에 도달하는 시점의 과거에 있는 것인가, 혹은 미래에 있는 것인가?
- 만약, 제거장치가 우리의 미래에 기다리고 있다면?

# 과학기술자

Specialist

위기의 원인: 전문화의 폐해

# 왜 과학이 문제인가?

- ❑ 과학은 17-20세기 근대 서구문명의 산물  
식민지배, 제국주의, 산업사회와 함께 출현!
- ❑ 과학은 세계를 보는 한가지 시각: 일부 매우 효과적 이었던!
- ❑ 추상적 범주화, 일반화 (보편주의), 단순화: 우리로부터 멀리 떨어진 단순한 극미세계 (원자, 분자)와 거대세계 (행성운동, 우주)는 설명하는 듯 하지만 우리근처의 상황 (인간현상, 생태계)에서는 무기력!
- ❑ 그럼에도 그 적용범위가 근거 없이 확대 해석 남용 되어 왔음  
→ 오늘날 과학은 서구중세에 교회가 했던 것과 같은 기능
- ❑ 현대문명이 겪는 많은 폐해는 과학기술활동과 관련!  
과학의 한계를 인식하고 인정할 필요!
- ❑ 과학활동 → 과학자의 전문화 요구 → 타 분야에 대한 무지;  
하지만, 과학자체는 전문화를 요구하지 않음!
- ❑ 전문화 → 누구도 결과에 책임지지 않는 상황

- ❑ 과학기술발전의 원동력은 호기심?, 발견의 기쁨?  
사실은, 경쟁심, 명예욕, 야망, 경제적 욕구, ...

과학기술 발전



부의 원천, 인류의 건강, 복지, 풍요한 삶으로 포장;  
국가와 기업의 이윤과 생존을 건 무한경쟁

- ❑ 과학기술자는 이러한 경쟁에서 자유롭지도 않고 결과에 책임이 없지도 않다.
- ❑ 황금규칙 (황금을 제공한자가 규칙을 정한다.)  
→ 지원에 종속되고 전문화된 과학기술자는 산업사회에 국가의 의제(agenda)와 기업의 이윤추구의 하수인으로 전락
- ❑ 앞으로 치를 대가를 고려하면 미래를 과학기술자나 그들이 종속된 국가와 기업에만 맡기기에는 너무 위험한 상황



# 과학의 특징

## □ 물질주의, 기계론적 사고, 환원주의

전체보다 부분에 집중 → 윤리의식 결여의 원인  
전체는 부분의 합이 아님! (부분의 합은 생명이 아닌 시체)  
방법론상 필연적으로 복합현상과 장기예측에 무기력!  
→ 경험적 과학지식에는 한계

## □ 이분법 (정신과 물질, 인간과 자연)

→ 과학자는 자연을 조작의 대상으로 보는 선입견  
→ 사실은 책임이 따름!

## □ “왜”를 무시하고 “어떻게”에 집중

→ (연구대상의) 목적 제거  
→ (부작용으로) 과학기술자 자신들의 목적마저 결여!

## □ 합리성: rhetoric (수사)에 불과!

논리에만 맞으면 끝인가? 무엇을 위한 합리성인지가 중요!

## □ 과학이 가는 방향이 인류의 목적에 부합하는가를 고려해야!

# 전문화의 야만성

“과학이 발전하기 위해서는, 과학 자신은 아니지만, 과학자들이 전문화될 것을 요구하다. ... 우리문명의 근원인 과학자체가 과학자들을 원시적이고 현대의 야만인인 ‘대중’으로 바꾼다. ... 이 전문가는 세상의 극히 작은 부분인 자신의 분야에 대하여 ‘안다’; 하지만 그는 그 밖의 모든 것에 충격적으로 무지하다.”

“In order to progress, science demanded specialisation, not in herself, but in men of science. ... science itself - the root of our civilization - automatically converts him into mass-man, makes of him a primitive, a modern barbarian. ... The specialist “knows” very well his own tiny corner of the universe; he is radically ignorant of all the rest.”

Jose Ortega y Gasset (1930)

“The revolt of the masses” (대중의 반역)

# 무식한 식자

“과학자는 그의 전문분야 이외에는 전혀 무지함으로 식자라고 할 수 없다; 하지만, 과학자로서 그가 다루는 세상의 작은 부분에 대해서는 잘 알기에 무식하지도 않다. ... 따라서 그는 무식한 식자인데, 이는 매우 심각한 문제로, ... 그는 역설적이게도, 다른 분야에서 까지 [전문가 행세를 하며] 그 분야 전문가의 의견을 받아들이지 않는다.”

“He is not learned , for he is formally ignorant of all that does not enter into his specialty; but neither is he ignorant, because he is “a scientist,” and “knows” very well his own tiny portion of the universe. ... he is a learned ignoramus, which is a very serious matter, ... [he] will not admit of - this is the paradox - specialists in those matters.”

Jose Ortega y Gasset (1930) “The revolt of the masses”

“공자께서 말씀하셨습니다: 군자는 전문가가 아니다.”

子曰：君子不器。

論語，為政

“The Master said: The accomplished scholar is not a utensil.”

The Analects

“우리가 인간으로서 자질을 갖추기도 전에 과학은  
우리를 신들로 만들었다.”

“Science has made us gods even before we are worthy of being men.”

Jean Rostand (1894-1977)

[http://en.wikiquote.org/wiki/Jean\\_Rostand](http://en.wikiquote.org/wiki/Jean_Rostand)



“생물학자들이 신의 행세를 하지 않으면, 누가  
한다는 말인가?”

“If biologists won’t play God, who will?”

James Watson (A learned ignoramus)

Martin Rees “Our posthuman future” (2003)

“한 사람을 죽이면 살인자이지만, 수백만을 죽이면  
정복자다. 모두를 죽인다면 신이 된다.”

“Kill a man, and you are a murderer. Kill millions of men, and you are  
a conqueror. Kill everyone, and you are a god.”

Jean Rostand (1894-1977)

[http://en.wikiquote.org/wiki/Jean\\_Rostand](http://en.wikiquote.org/wiki/Jean_Rostand)

# 미래

The Future

미래는 예측 가능한가?  
미래와 우리의 관계는?

# 미래

“미래가 문제가 되는 것은 그것이 끊임없이 현재가 된다는데 있다.”

“The problem with the future is that it keeps becoming the present.”  
(Calvin)



“미래는 그것이 발생하기 훨씬 이전에 우리에게 의해  
변화되기 위해 우리 앞에 나타난다.”

“The future enters into us in order to transform itself in us long  
before it happens.”

Rainer Maria Rilke (1875-1926)

Ray Kurzweil “The singularity is near” (2005)



“미래에 대한 일반 개념 중 가장 크게 잘못 알려진 것은,  
미래는 우리가 만드는 것이 아니라, 우리에게 그저  
일어난다고 하는 것이다.”

“One of the biggest flaws in the common conception of the future is that  
the future is something that happens to us, not something we create.”

Michael Anissimov

Ray Kurzweil “The singularity is near” (2005)

# 전략적 미래

전략적 미래 (Strategic Foresight) :

- 미래는 예측이 가능하지 않다.

The future is not predictable.

- 미래는 미리 결정되어 있지 않다.

The future is not predetermined.

- “미래의 결과는 현재 우리의 선택에 좌우된다.”

“Future outcomes can be influenced by our choices in the present”

Roy Amara (1981)

“우리는 앞으로 단 한 세기 후에 조차 지구에서 지능을 가진 가장 우세한 종이 어떤 형태일지 알고 있지 못하다. ... 우리의 운명은 이번 세기 동안 우리가 할 우리의 선택들에 달려있다.”

“[We] cannot even be sure what the dominant form of intelligence on Earth will be, even a century from now. ... Our destiny depends on ... choices that we ourselves make during the present century.”

Martin Rees “Our Final Century” (2003)

우리는?

# 우리는?

“... 이미 발견된 것을 취소하는 것은 불가능하다.  
[앞으로 발생할 위험을 고려하면] 우리는 과학이  
인류의 미래에 제공하는 변화와 위험들에 대하여  
완전히 알고 있어야 할 것이다.”

“... it is impossible to take back what has been thought before and that  
one should be completely aware of the changes and dangers that  
science may present to the future of mankind. .”

Friedrich Dürrenmatt “Die Physiker” (1961)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Die\\_Physiker](http://en.wikipedia.org/wiki/Die_Physiker)



“기술의 진보가 인류의 목적에 부합하지 않는다면  
우리자신이 불가피한 기술발전의 노예가 될 필요는  
없다.”

“We do not have to regard ourselves as slaves to inevitable  
technological progress when that progress does not serve human  
ends.”

Francis Fukuyama “Our Posthuman Future” (2002)

“인류가 성취한 가장 위대한 것은 우리의 과학이 아니라, 인간의 권리와 민주주의를 발전시키는 것이다. 과학은 우리가 무엇을 해야 하는지, 혹은 우리의 목적이 무엇인지 말해주지 않는다. 따라서, [과학이 우리의 미래를 결정하는 것이 아니라], 우리가 과학의 방향을 설정하여야 한다.”

“The greatest accomplishment of humans has not been our science, but our development of human rights and democracy. Science cannot tell us what we should do, or even what our goals are, therefore, humans must give direction to science.”

“Protecting the Endangered Human: Toward an International Treaty Prohibiting Cloning and Inheritable Alterations”

G. Annas, L. Andrews, and R. Isasi (2002)

[http://www.biopoliticaltimes.org/downloads/2002\\_ajlm\\_annasetal.pdf](http://www.biopoliticaltimes.org/downloads/2002_ajlm_annasetal.pdf)

“[과]학의 내용은 [과]학자들과 관계되지만, 그 영향력은 모든 인간에게 관계된다. 모두에게 관계되는 일은 오로지 모두가 함께 해결할 수 있다.”

Friedrich Dürrenmatt “Die Physiker” (1961)

<한겨레> 2007년 11월 9일 김용규

[http://www.hani.co.kr/arti/culture/culture\\_general/249095.html](http://www.hani.co.kr/arti/culture/culture_general/249095.html)

“21세기를 살아가는 우리에게 필요한 준비:  
‘역사에 대한 반성적 성찰’  
‘현대 과학기술에 대한 비판적 교양’”

토다 키요시

‘비판적 성찰과 전체를 조망하는 이성’  
‘책임 있게 발언하고 행동할 수 있는 용기’

요제프 바이첸바움

“이성의 섬: 프로그램화된 사회에서 인간  
이성이 가야 할 길은 무엇인가”



“우리의 지적 창조물들이 인류에게 저주가 아닌 축복이 되기 위해서는, 모든 기술적인 노력에 인간과 그의 미래에 대한 고려가 있어야 합니다, .... 여러분이 수식과 도형을 다루는 사이에도 이점을 결코 잊어서는 안됩니다.”

“Concern for man himself and his fate must always form the chief interest of all technical endeavors, concern for the great unsolved problems of the organization of labor and the distribution of goods – in order that the creations of our mind shall be a blessing and not a curse to mankind. Never forget this in the midst of your diagrams and equations.”

Albert Einstein (1938)  
Address before the student body  
California Institute of Technology

Harlow Shapley, ed. “A Treasure of Science” 43p.