

# 우주와 생명 과학을 묻다

J. Hwang

2010.04.22

홍승수 선생님

“외계행성과 생명”

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
- 우리은하에 오래된 천체 ~ 140억년  
별들은 지금도 계속 만들어지고 있음.
- 태양계와 지구의 나이 ~ 46억년  
미래는?

# 우리우주의 규모

- 은하들의 분포가 큰 영역(~수억 광년 이상)에서 대략 균일? (가정!)
- 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

# 14 무기(無記)

- 세상은 (시간적으로) 영원한가?  
영원하다. 영원하지 않다. 둘 모두. 둘 다 아님.
- 세상은 (공간적으로) 무한한가?  
무한하다. 무한하지 않다. 둘 모두. 둘 다 아님.
- 아(我)는 몸과 동일한가?  
동일하다. 동일하지 않다.
- 여래(Tathāgata, 如来)는 죽은 후에 존재하는가?  
존재한다. 존재하지 않는다. 둘 모두. 둘 다 아님.

빨리 대장경, 맛지마 니까야 II.2.3 (63) “독화살의 비유”

Cula Malunkhyaputta Sutta in Majjhima Nikaya (Volume II, sutta 63)

“진리를 추구하는데 몇 가지 중요하지 않은 질문들이 있다. 우주는 어떤 물질로 구성되어 있는가? 우주는 영원한가? 우주에 끝이 있는가 없는가? ... 어떤 사람이 이러한 질문에 답이 주어지기까지 깨달음을 얻기 위한 추구하고 수행을 미룬다면, 그는 길을 찾기 전에 죽을 것이다.”

“In the search for truth there are certain questions that are not important. Of what material is the universe constructed? Is the universe eternal? Are there limits or not to the universe? ... If a man were to postpone his search and practice for Enlightenment until such questions were solved, he would die before he found the path.”

Gautama Buddha (563-483 B.C.)\*

\*John Barrow (1988) 『The world within the world』 198p

# 우주의 팽창 시작 이전은?

유한한 과거에 시작이 있었다면, 그 이전은?

“아무것도 신의 힘으로 무에서 창조되지 않는다.”

“Nothing can ever be created by divine power out of nothing.”

Lucretius (~100-55 B.C.)

『On the nature of the universe』 31p

“먼저 신은 하늘과 땅을 만들었다, ...”

“First God made heaven and earth, ...”

Genesis 1, 『The Bible』

“신은 세상을 만들기 전에 무엇을 하고 계셨을까?  
일부에서는 그분이 하늘과 땅을 만들기 전에, 그런 신성한  
질문을 함부로 해대는 자들을 위해 지옥을 만들고  
계셨다고도 하지만, ... 창조 이전에는 시간이 존재하지  
않았으므로 질문 자체가 적절하지 않다. 세상은 시간과  
함께 만들어졌다.”

“What was God doing before the creation of the world? Some people say that before He made the Heaven and Earth, God prepared Gehenna (hell) for those who have the hardihood to inquire into such high matters. ... There was no time before creation, and hence the question was not cogent. Simultaneously with time the world was made.”

Saint Augustine 『Confessions』 (354-430)

“우주는, 어떤 시간에 만들어진 것이 아니라, 시간과 함께  
만들어졌다.”

“The universe is created with time, not in time.”

J. D. Barrow (1999)



빅뱅자체나 그 이전에 대한 견해는 우리의 실험지식이  
그에 못 미치기 때문에, 과학에 기반을 둔 논의조차  
건강부회 (이리저리 둘러대는 것)에 불과하다.

“... 관측으로 확인되지 않은 생각을 굳게 믿는 것, ...  
이러한 확인이 없다면 우리는 과학을 형이상학과 구별할  
유일한 방법을 잃는다.”

“... danger of strongly believing in ideas not confirmed by observation, ...  
without this confirmation we lose the only way we can distinguish science  
from metaphysics.”

M. R. Ribeiro, etal (1998)

# 우주의 끝은?

- ❑ 팽창하는 물리우주모형에서는 유한한 호라이즌이 존재함.
- ❑ 호라이즌은 유한한 우리 우주의 나이 동안 빛이 간 거리  
~140억 광년 ← 유한한 우주의 나이 + 유한한 빛의 속도
- ❑ 호라이즌 바깥은, 원리상 현재 우리의 인식영역 너머이다.

“어떤 모델에서 나온 현상이 실험이나 관측에 의한 검증이 아닌 주장에 의해서만 확인된다면, 단지 개인적 선택에만 기초한 것이므로 과학적이지 않다. 다시 말하면, 그런 식으로 얻은 확신이라면 도그마 [의심 없이 받아들여야만 하는 믿음]에 불과하다.”

“When a feature of a model is ascertained through imposition rather than by experimental or observational check it is unscientific because it is *only* based on personal choices. In other words, a certainty achieved that way becomes a dogma.”

M. R. Ribeiro, etal (1998)

“우리의 [우주]모형이 [호라이즌] 보다 더 큰 규모에서 우주의 상황에 대하여 예측하는 경우, 그것이 아무리 그럴듯해도 전적으로 검증이 불가능하다”

“When our models give predictions of the nature of the Universe on a larger scale than the Hubble radius, these are strictly unverifiable, however appealing they may be.”

G. F. R. Ellis (1993)

“[호라이즌 너머에 대한 논의는] 우리가 영향을 주거나 실험할 수 없는 지역에 대한 것이므로, 우리의 이론은 전적으로 우리가 하는 가정에 맡겨져 있다.”

“Because we wish to talk about regions we cannot directly influence or experiment on, our theory is at the mercy of the assumptions we make.”

G. F. R. Ellis (1975)

“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.)\*

\*Roger French in 『Cosmology in Antiquity』 by M. R. Wright (1995), ixp

# 거대한 침묵

---

Great Silence

# 거대한 침묵의 문제

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





“이 무한한 공간의 영원한 침묵이  
나를 두렵게 한다”

“The eternal silence of these  
infinite spaces frightens me”

Blaise Pascal (1623-1662)

『Pansees』

# 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)



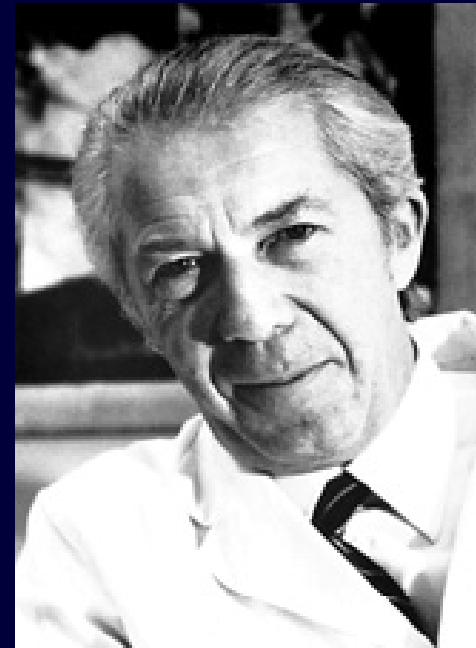
# 우주와 생명

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)



# 생명이란?

---

What is Life?

# 생명이란?

- 생물학에서는 생명이 무엇인지 중요하지 않지만 우주생물학 (생명의 기원, 인공생명)에서는 중요.
- 무엇을 찾는지는 알아야...

□ 생명은 물리-화학 법칙으로 설명가능?

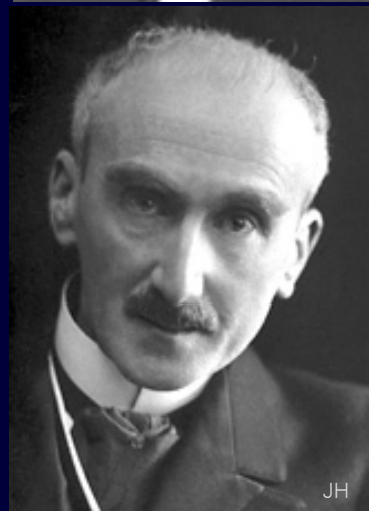
- “생명이란 물질이 진화하는 과정에서 이르게 되는 여러 수준들의 하나에 지나지 않는다.”

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

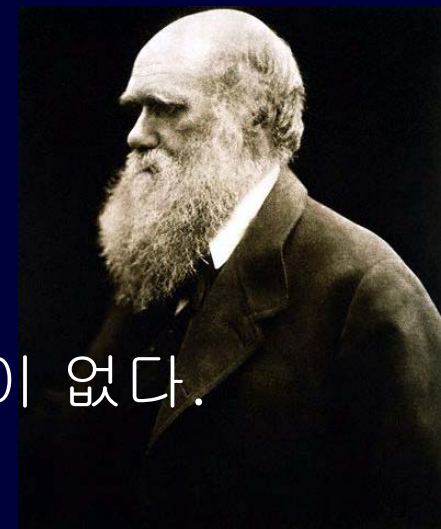


# 진화 (Evolution)

- “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”

# 절멸 (Mass Extinction)

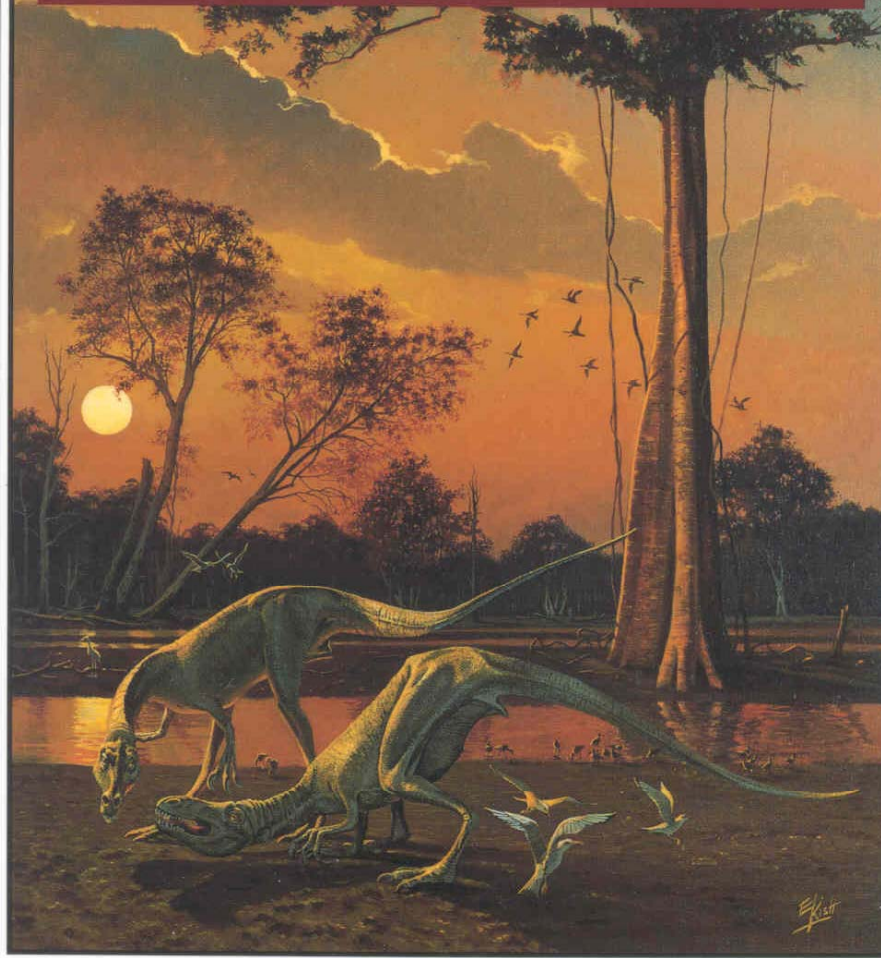
- 기존생명이 “적응하기에 너무 빠른 환경의 변화”가 일어나면 절멸
- 이 틈에 새로운 종이 빠르게 진화: Punctuated equilibrium
- 급격한 환경변화의 원인:  
초대륙 형성, 화산폭발, 기후변화, 충돌, ...
- 절멸은 진화의 원동력으로서 역할
- 유전자 탓인가, 운이 나쁜 것인가?  
“Bad gene? Or bad luck?”
- 과거 다섯 번의 절멸
- 최근 인류의 영향으로 제6의 절멸 진행 중

# EXTINCTION

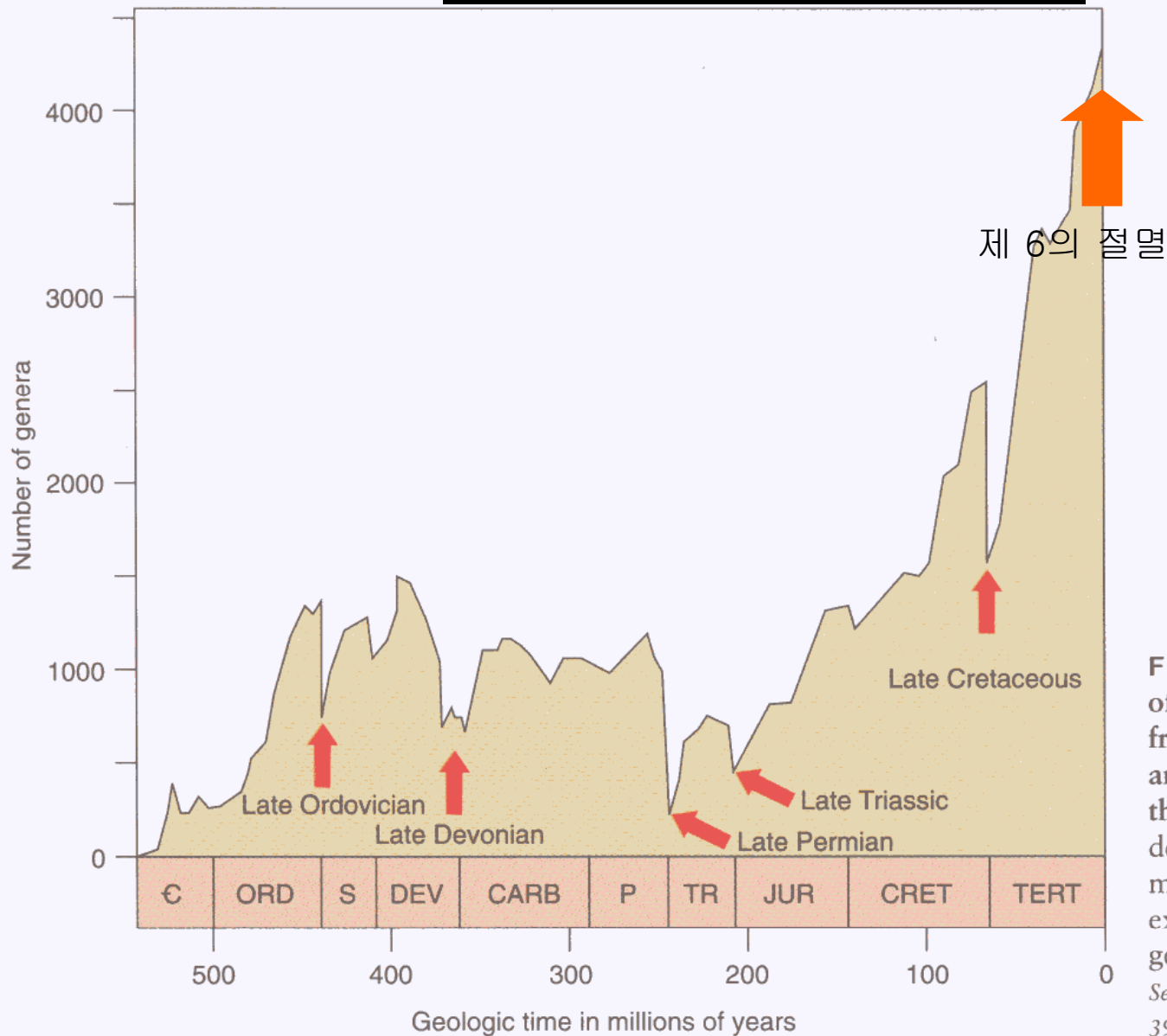
Bad Genes or Bad Luck?

DAVID M. RAUP

Introduction by Stephen Jay Gould



# 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.)

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	우리는하 원반형성: 110억년전 썸이라 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, 25억년전썸
12월 중순	대기 중 산소 발생 20-22억년전
12월 중순	진핵세포 출현: 17억년전 썸
12월 초	두 가지 성 출현: 10억년전 썸
12월 초	다세포 생명 출현: 10억년전 썸
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

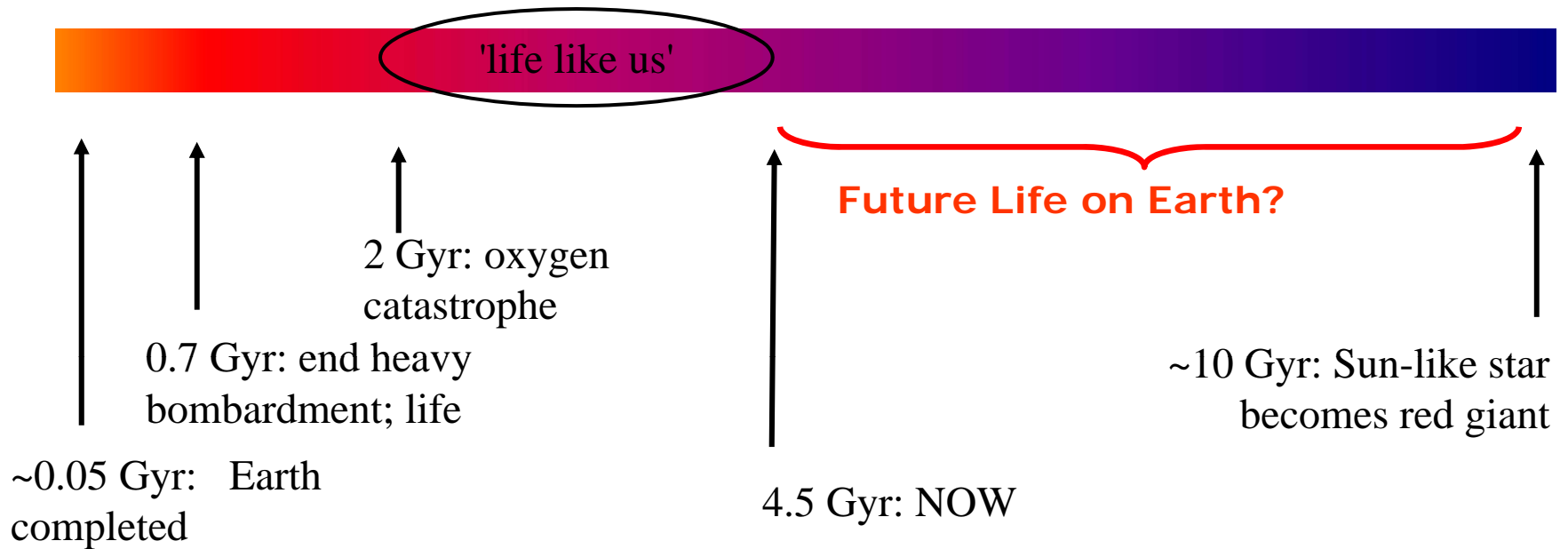
# 지구생명의 역사

- 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
- 미래:
  - 의도된 진화?
  - Robotic (AI) takeover?
  - Posthuman era?
  - 붕괴?

21 세기?



# 지구의 역사



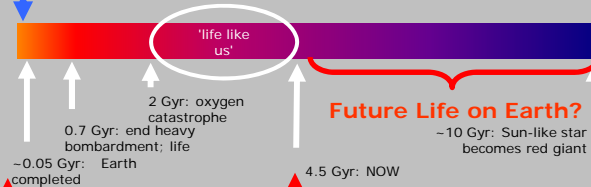


# 우주에서 지구생명의 역사

Big bang

Our galaxy

Our solar system



present

4.6Gyrs ago

13.7Gyrs ago

# 태양계 탐사

---

Solar System Search

액체상태의 물이 있는 지역은?

# Follow the Water

지구에서 생명은 생태학적으로 액체상태의 물을 필요로 한다.

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



“미국의 우주탐사에서 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\*

\*Sara Seager

<http://2009springsymposium.stsci.edu/TalkAbstracts/SeagerTalkAbstract.htm>

# 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

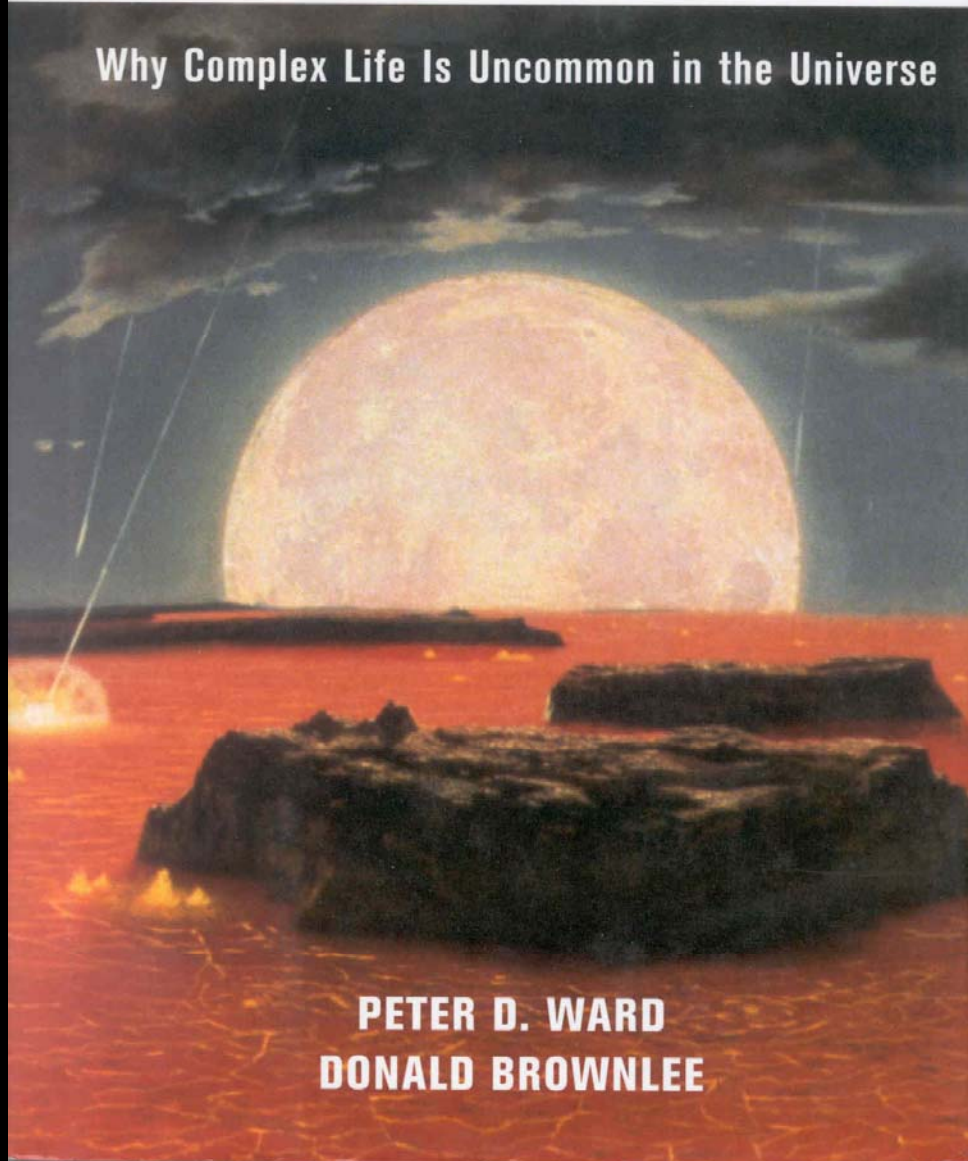
# 단순한 생명?, 복잡한 생명?

- 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!

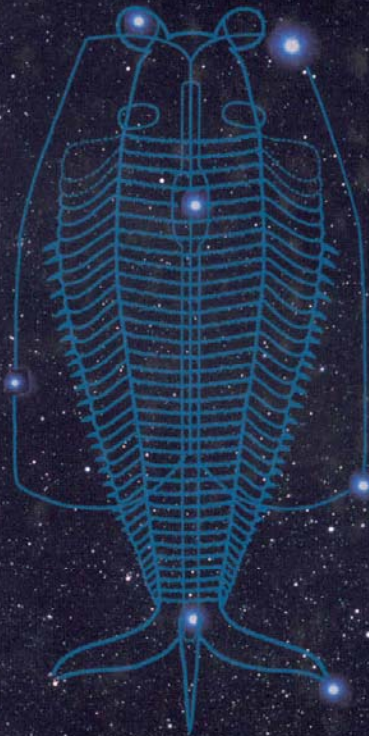


# RARE EARTH

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) \*

\*Stephen Webb 『Where is everybody?』 (2002) 234p

# 외계문명

Extraterrestrial Civilization

# 외계 intelligence의 존재 가능성

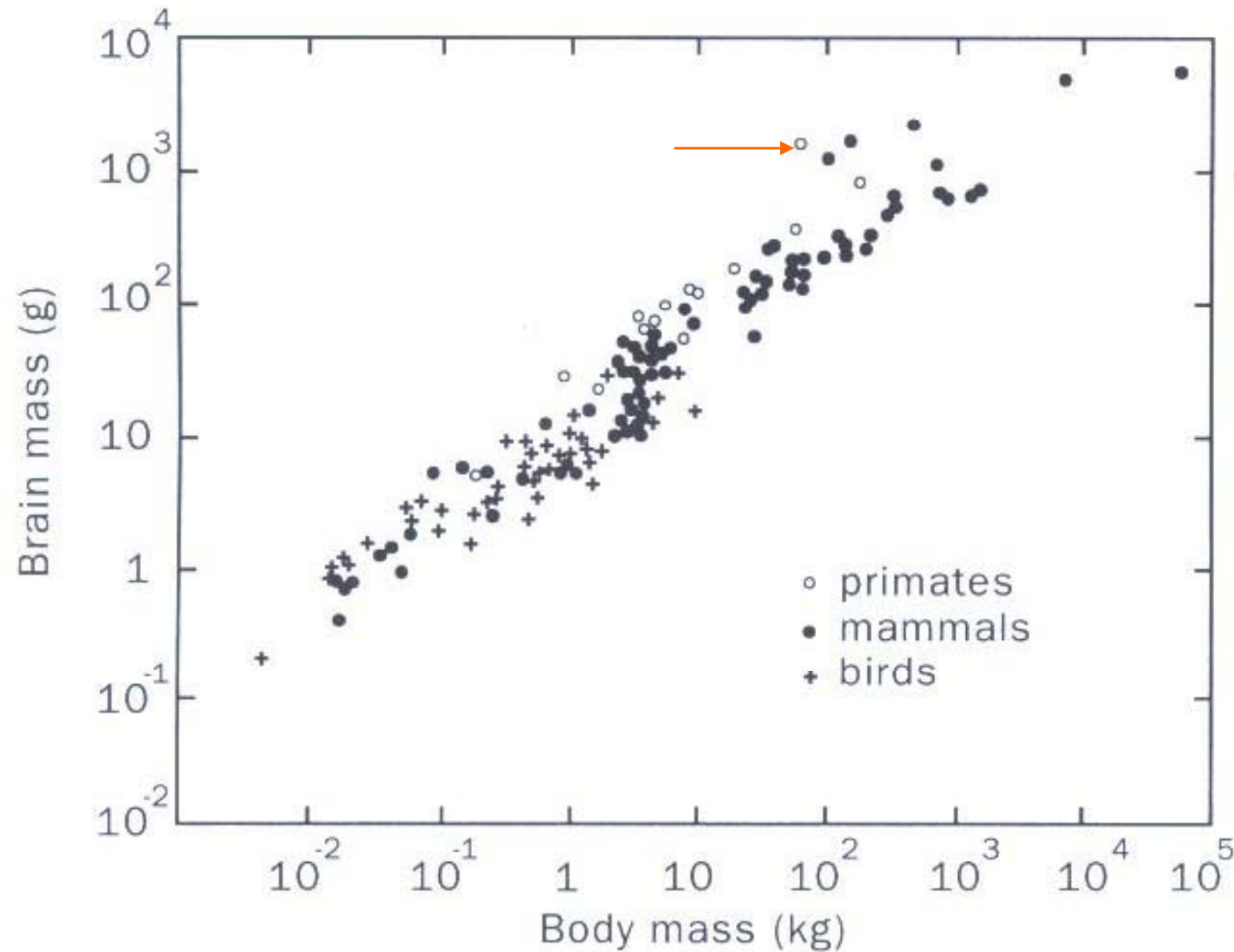
- 우주에 생명은 흔하더라도 intelligence는 흔하지 않을 가능성. 지구의 경우:
- “Intelligence가 그렇게 좋고, 명백하게 생존에 유리하고, 쉽게 출현하는 것이라면, 다른 종들도 intelligence를 가져야 하는데 그렇지 않다. 그럼에도 그들은 잘 지내고 있다.”

“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

# 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.)



- 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?

“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)

# 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)

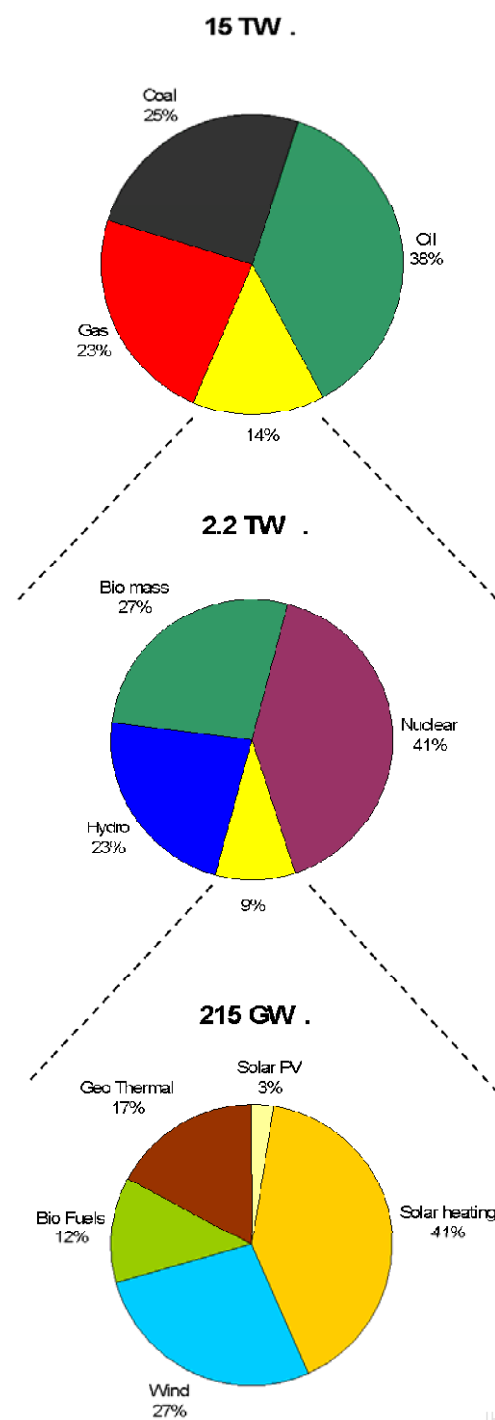
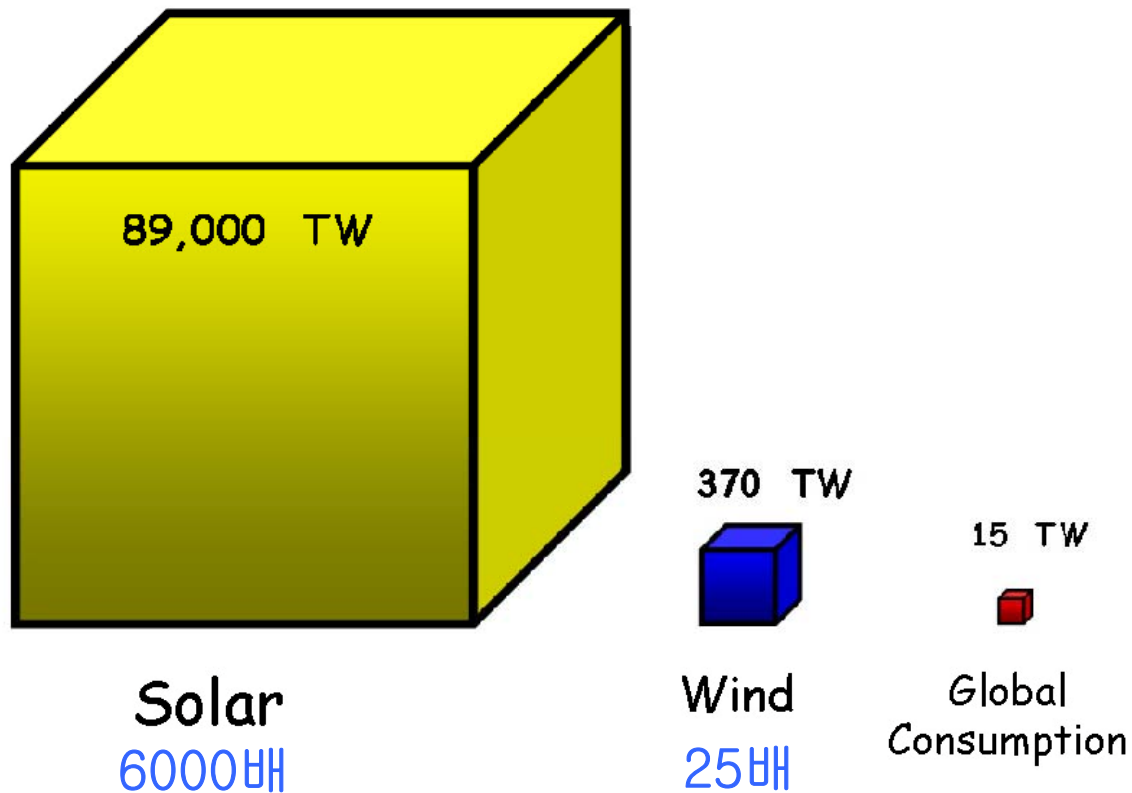
□ 다이슨의 구:

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.  $TW = 10^{12} \text{ Watt} = 10^{19} \text{ erg/s}$ .

[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?

# 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

충격적인 주장에는 충격적인 증거가 필요하다!

# 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.

PG

PG-13

W. G. S. M.

IN THEATERS JUNE 20

JH



DREAMWORKS  
PICTURES

AMEN  
ENTERTAINMENT



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.*

# 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

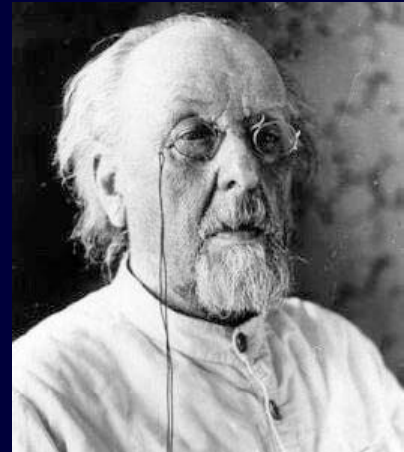
Cosmic Perspective

# 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)\*



“[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』

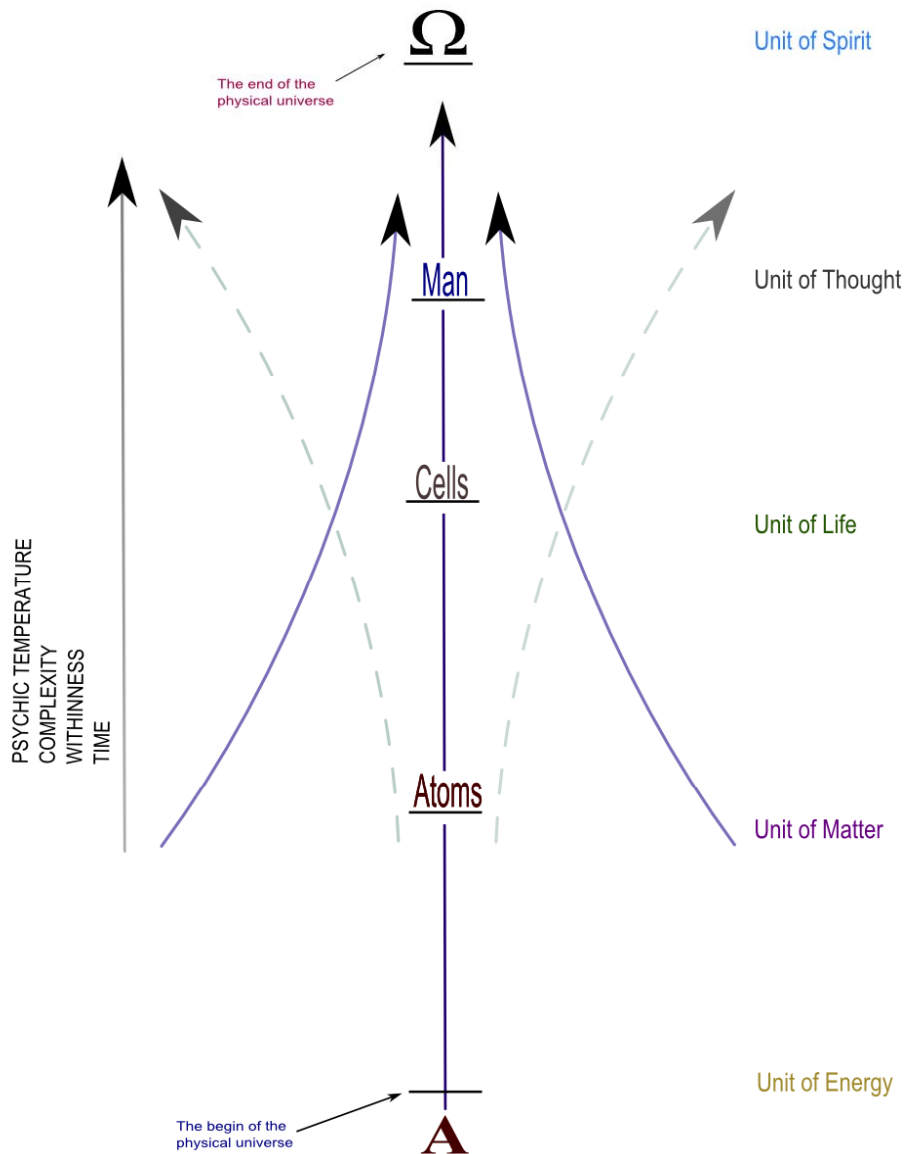
\*[http://en.wikiquote.org/wiki/Konstantin\\_Eduardovich\\_Tsiolkovsky](http://en.wikiquote.org/wiki/Konstantin_Eduardovich_Tsiolkovsky)



“태양계를 벗어나 성간 공간을 지나는 우주여행은,  
언젠가 가능하게 되더라도, ‘인간이후’에 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』  
(우리들의 마지막 세기)



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 (1881-1955) 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:\\*!E-SearchBox&um=1&q=Gahan+Wilson&sa=N&start=18&ndsp=18](http://images.google.com/images?hl=ko&rls=com.microsoft:*!E-SearchBox&um=1&q=Gahan+Wilson&sa=N&start=18&ndsp=18)

“인간은 진화라는 거대한 숲에 있는 조그마한 가지  
하나에 지나지 않는다. 인간은 종착지가 아니다.”

“Humans are just a little twig on a gigantic bush of evolution ... not a  
terminal direction.”

Stephen Jay Gould (1941-2002)\*

\*John Broomfield (1997) 『Other ways of knowing』 (지식의 다른 길) 85p

# 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

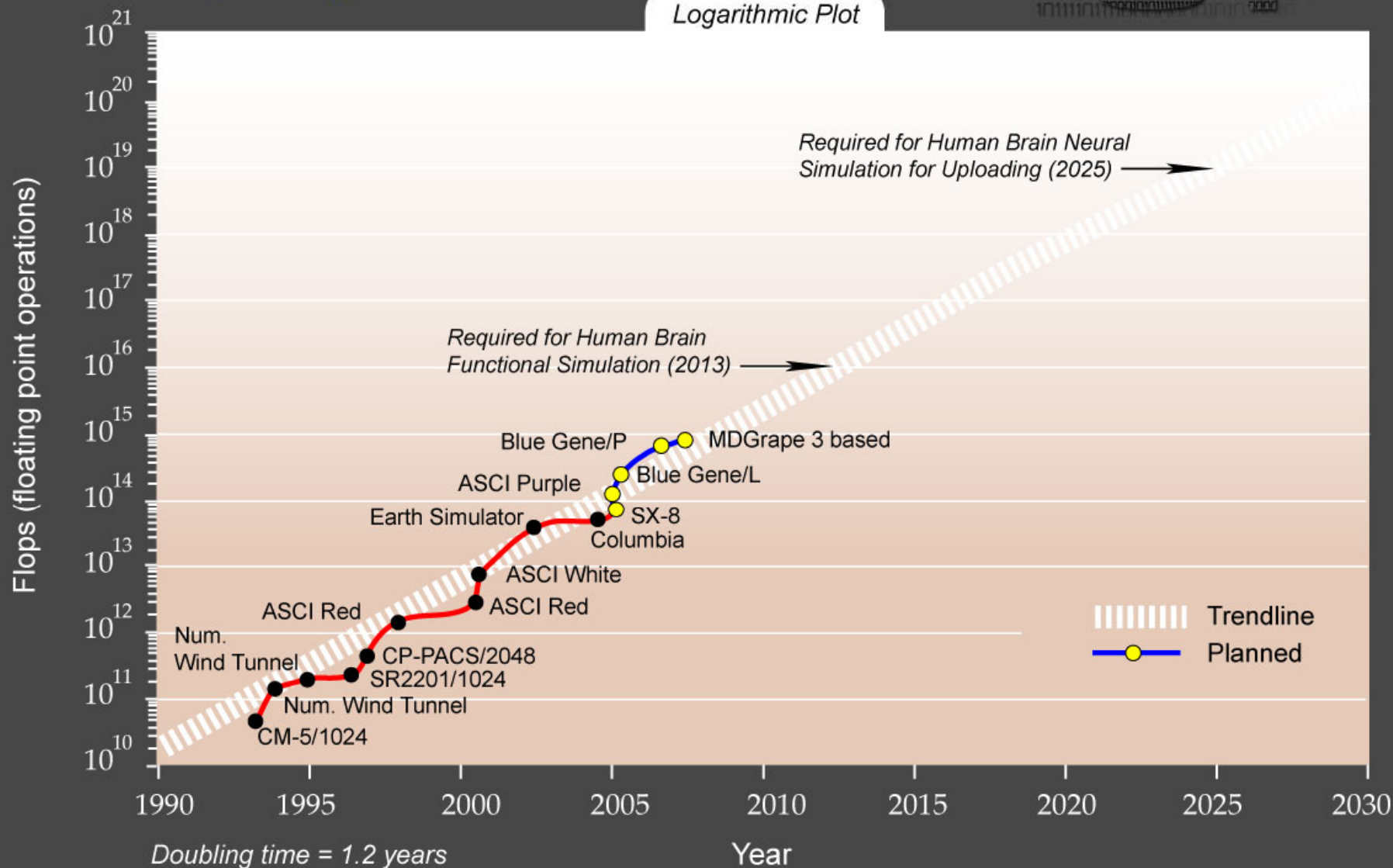
“[동일한 비용으로 얻을 수 있는 트랜지스터의 밀도는] 대략 일년에 두 배의 비율로 증가한다. ... 단기적으로 이러한 경향은, 더 빨라지지는 않더라도, 지속될 것으로 기대된다. 장기적으로 증가의 경향이 어떨지는 다소 불확실하다. ... ”

“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)

## Growth in Supercomputer Power



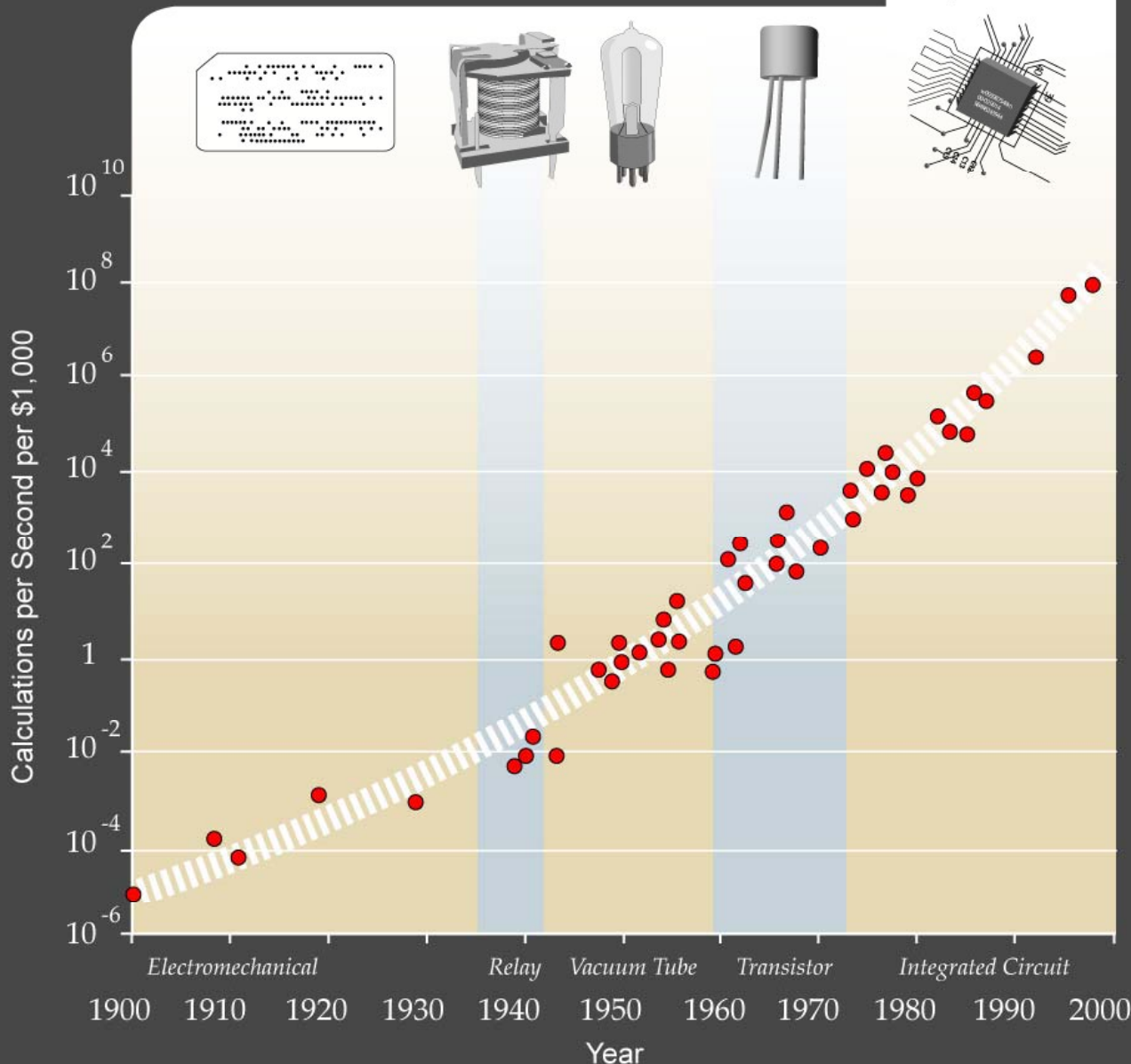
Another of Kurzweil's charts shows exponential growth in supercomputer power and marks points at which he predicts human simulation will be possible. [http://en.wikipedia.org/wiki/Ray\\_Kurzweil](http://en.wikipedia.org/wiki/Ray_Kurzweil)



## 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)

# 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』

# 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.”

Ray Kurzweil (1999)

『The age of spiritual machines』

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*

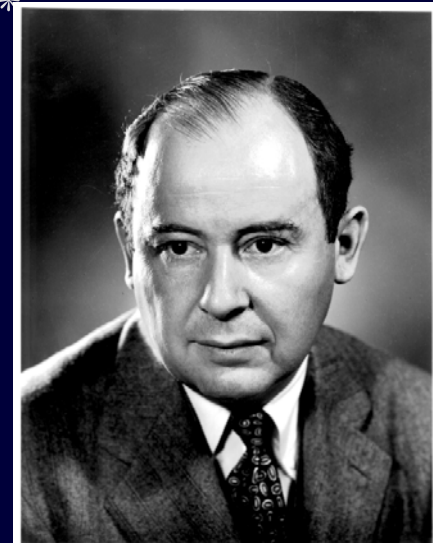
『The Age of Spiritual  
Machines: When Computers  
Exceed Human Intelligence』  
(2000)

# 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 (2005) 『The singularity is near: when humans transcend biology』

# 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 넘어서는 인간』

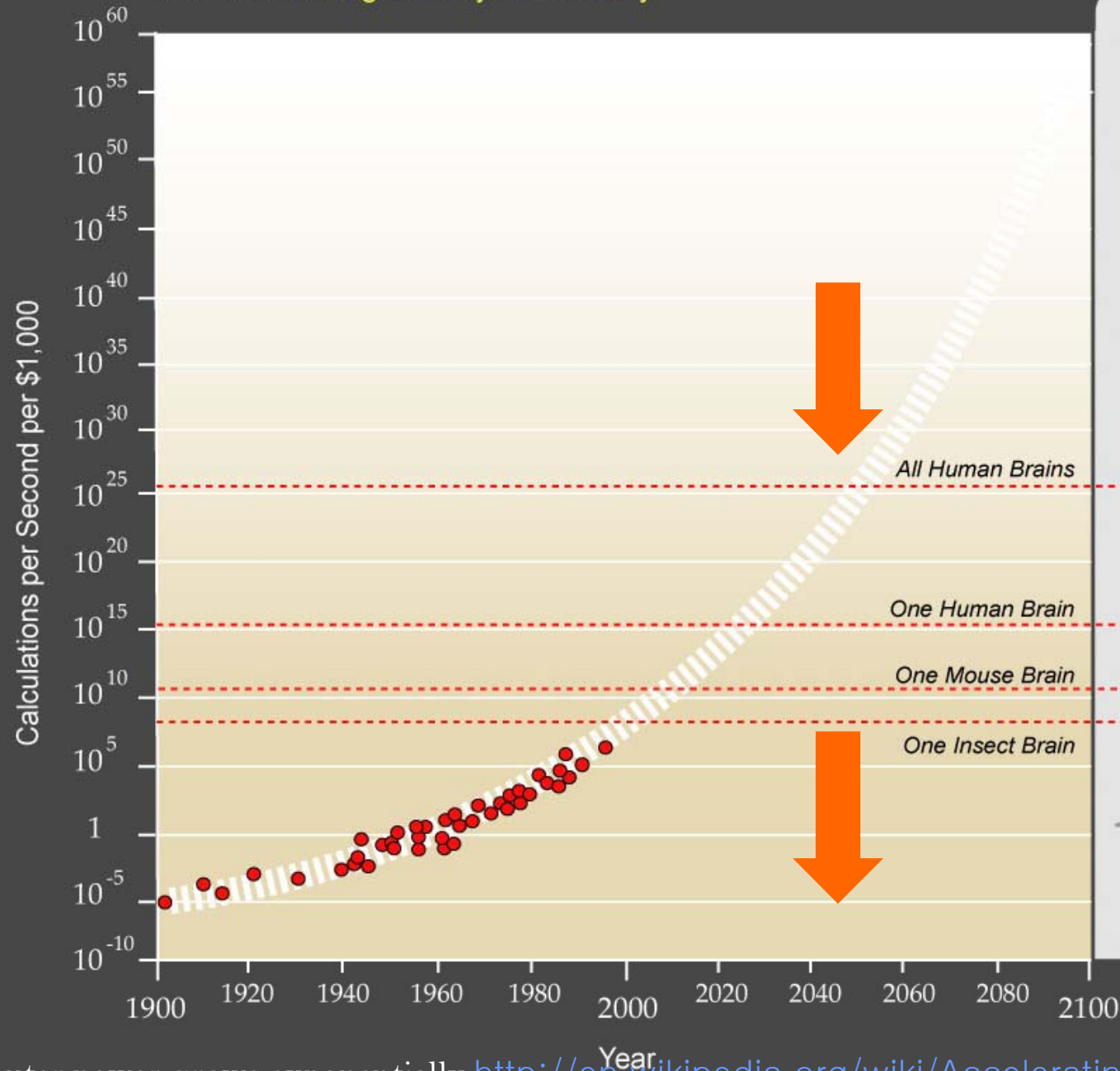
“I set the date for the Singularity – representing a profound and disruptive transformation in human capability – as 2045. The nonbiological intelligence created in that year will be one billion times more powerful than all human intelligence today.”

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)



WHEN HUMANS TRANSCEND BIOLOGY

# THE SINGULARITY IS NEAR

**RAY  
KURZWEIL**

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

Ray Kurzweil (2005)

『The singularity is near:  
when humans transcend  
biology』

# 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.”

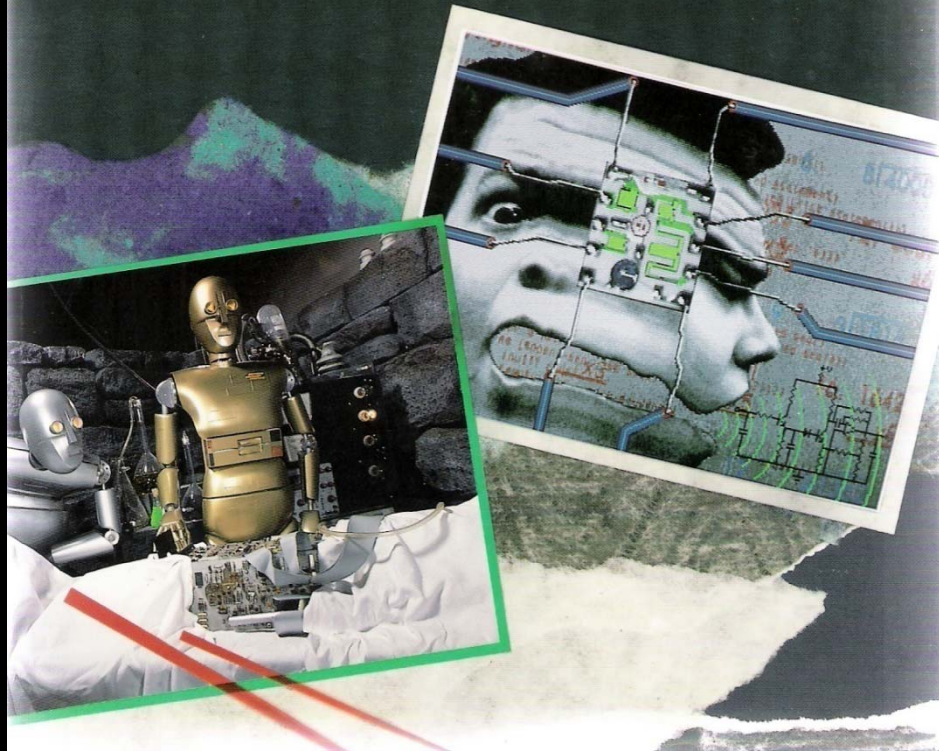
“It is a world in which the human race has been swept away by the tide of cultural change, usurped by its own artificial progeny. ... When that happens, our DNA will find itself out of a job, having lost the evolutionary race to a new kind of competition. ... The uneasy truce between mind and body breaks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



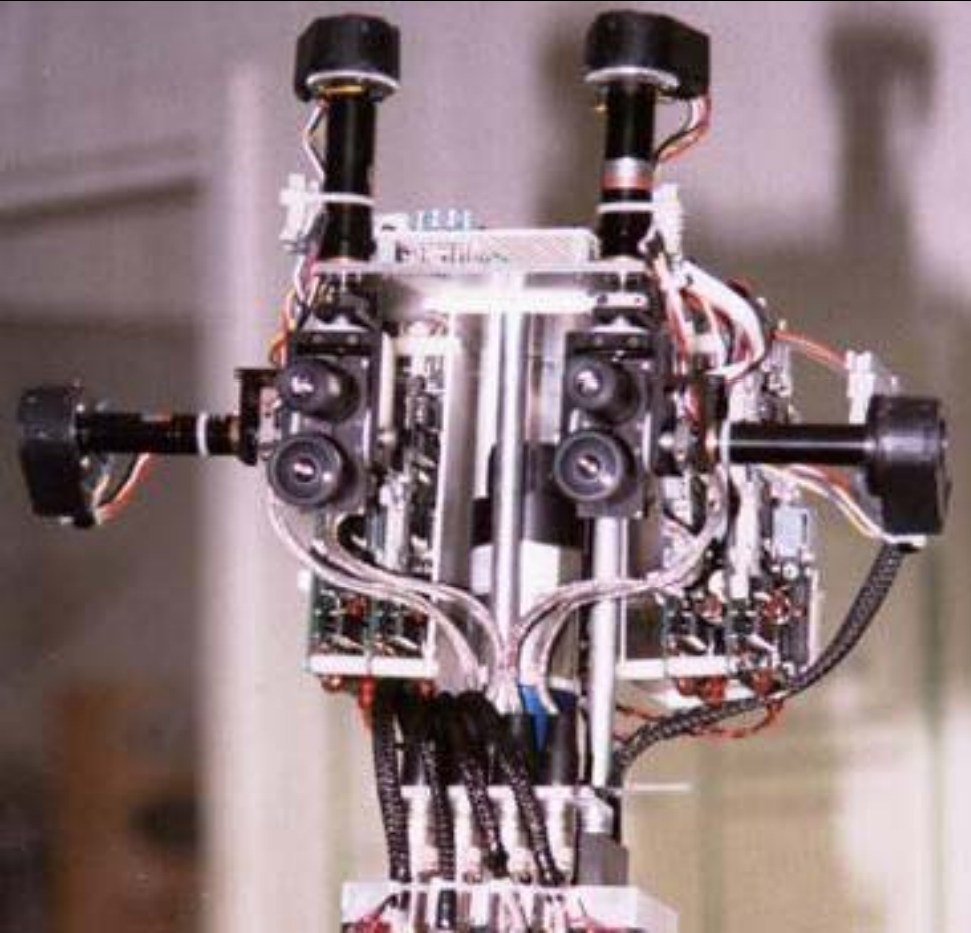
Artist's Concept of Spirit and Opportunity Rovers on Mars. Landed 2004, still operating.

[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=olvHuifsI7I>

“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).”

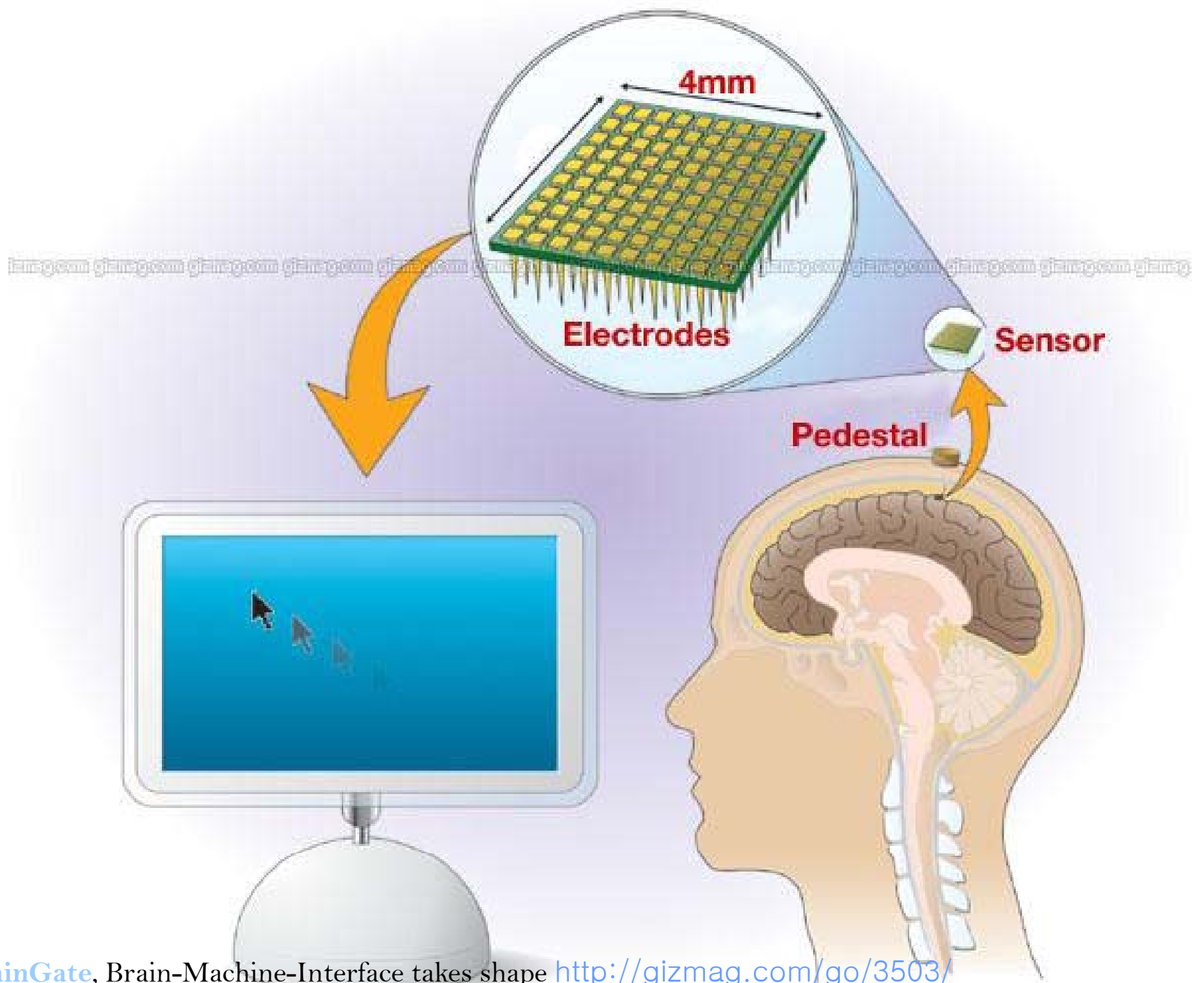
Rodney Brooks 『Flesh and Machines』 (2003)

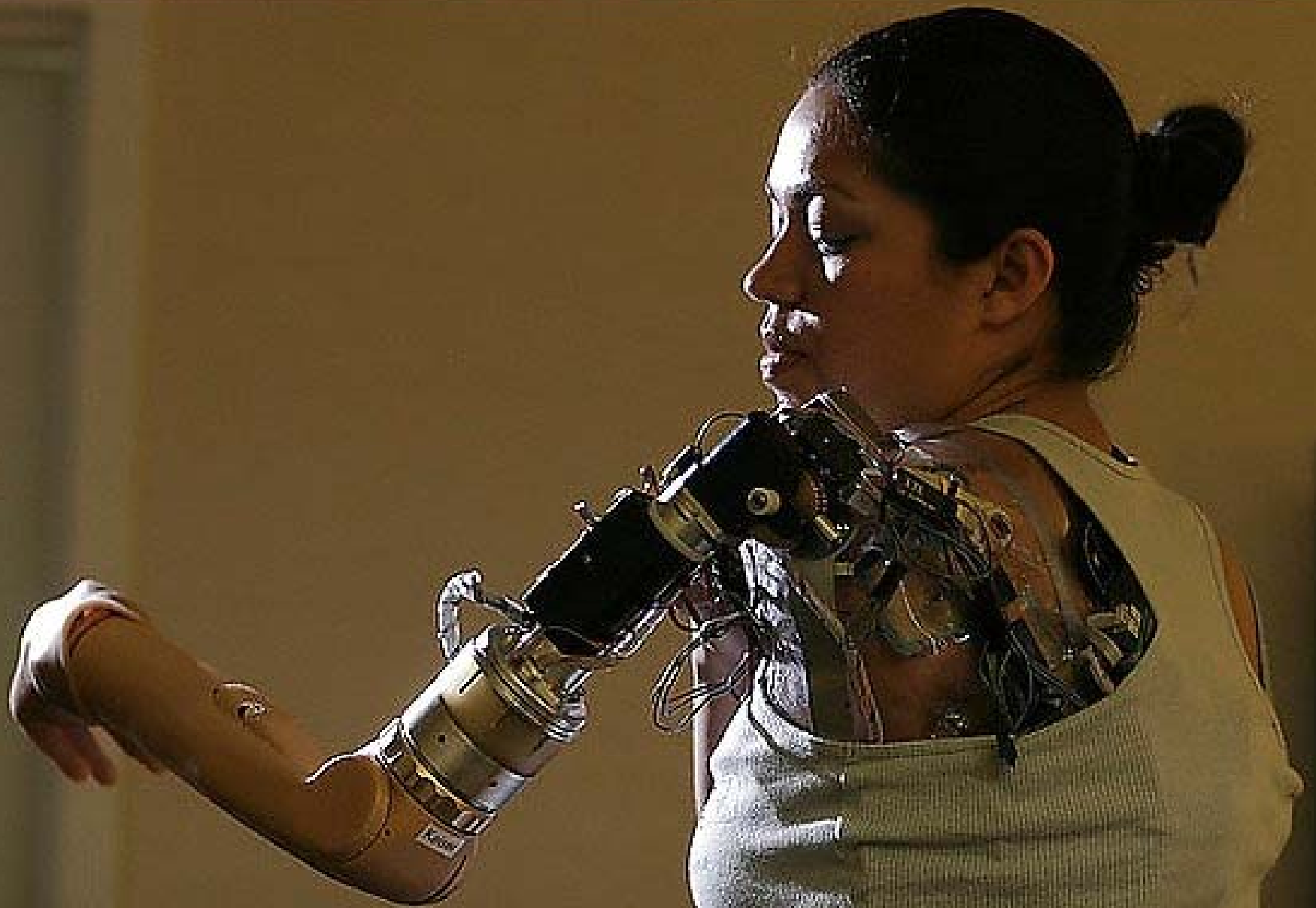
“우리의 기계들은 우리와 아주 비슷하게 될 것이고,  
우리는 우리들의 기계와 아주 비슷하게 될 것이다.”

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

Rodney Brooks\*

\*Ray Kurzweil (2005) 『The singularity is near: when humans transcend biology』





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 ultrainelligent 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\*

\*Ray Kurzweil (2005) 『The singularity is near: when humans transcend biology』



“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?”

Vernor Vinge (1993)

「The Coming Technological Singularity:  
How to Survive in the Post-Human Era」

<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.”

Friedrich Wilhelm Nietzsche (1844-1900)

『Thus Spoke Zarathustra』 (1883-1885)

“인류의 자리를 이을 자는 누구인가? 이에 대한 답은:  
우리가 우리의 후계자를 창조할 것이다. 결국 [미래에]  
인간을 기계와 비교하는 것은 [지금] 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) 『Erewhon』 \*

\*Ray Kurzweil (2005) 『The singularity is near: when humans transcend biology』

# 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 [단기적으로] 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?」 \*

\*Ray Kurzweil (2005) 『The singularity is near: when humans transcend biology』

# 인류의 추락

---

The Fall of Human Race

사려 깊지 못함, 탐욕, 착각, ...

그리고 통제되지 않고 돌이킬 수 없는  
의도하지 않던 결과

- 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?

# 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...



“생명공학은 나쁜 과학과 거대기업 간의 일찍이 그  
예를 찾아볼 수 없을 만큼 밀착된 결합이며, 이 결합은  
우리가 알고 있는 인간성의 종말과 세계의 종언을  
초래할 것이다. 생명공학은 본질적으로 위험하다.”

매완 호(2005) 『나쁜 과학: 근본적으로 위험한  
유전자조작 생명공학』

# 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’(인류가 아닌!)의 우주진출과 우주문명에 새로운 전망을 주는 것은 사실: ‘거대한 침묵의 문제’에 따른 제한!

# 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.

# 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 (1997) 『Visions』

# 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 (1997) “Visions”

“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.”

Nobert 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』 152, 157p

# 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)\*

\*Joel Garreau (2005) 『Radical Evolution』 133p



# 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」

“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) \*

\*Joel Garreau (2005) 『Radical Evolution』 133p

# 딜레마

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

『우리의 인간이후 미래』

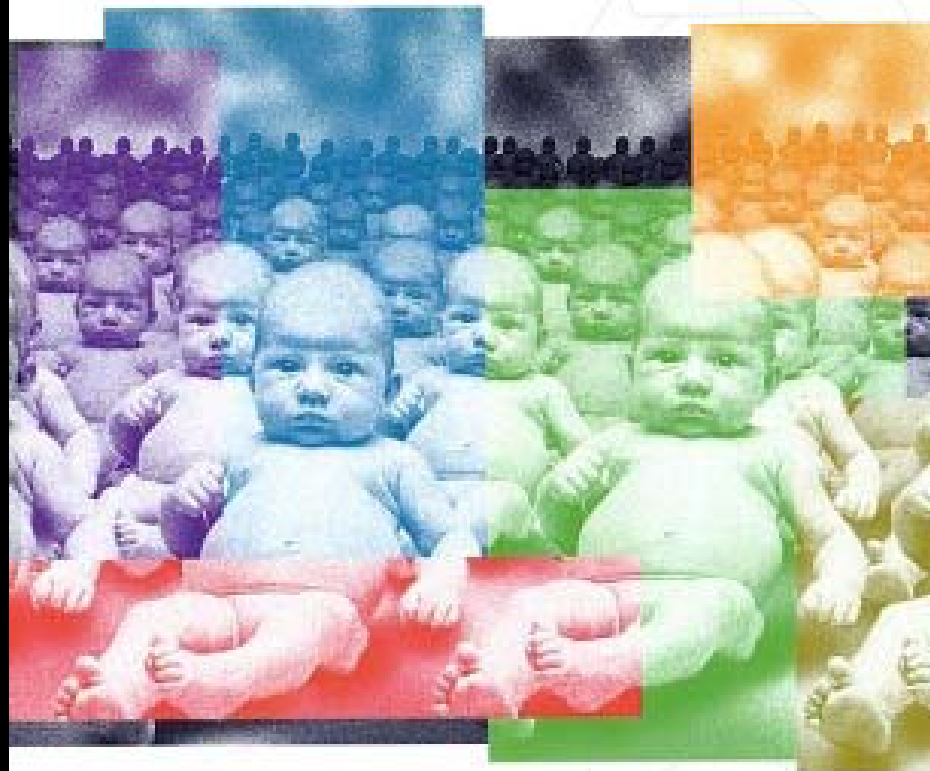
“Biotechnology presents us with a special moral dilemma, because any reservations we may have about progress need to be tempered with a recognition of its undisputed promise.”

Francis Fukuyama (2002)

『Our Posthuman Future』 84p

# 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.”

Bill Joy (2000) 「**Why the future doesn't need us**」

[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 (2003) 『Our Final Century』

# 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.”



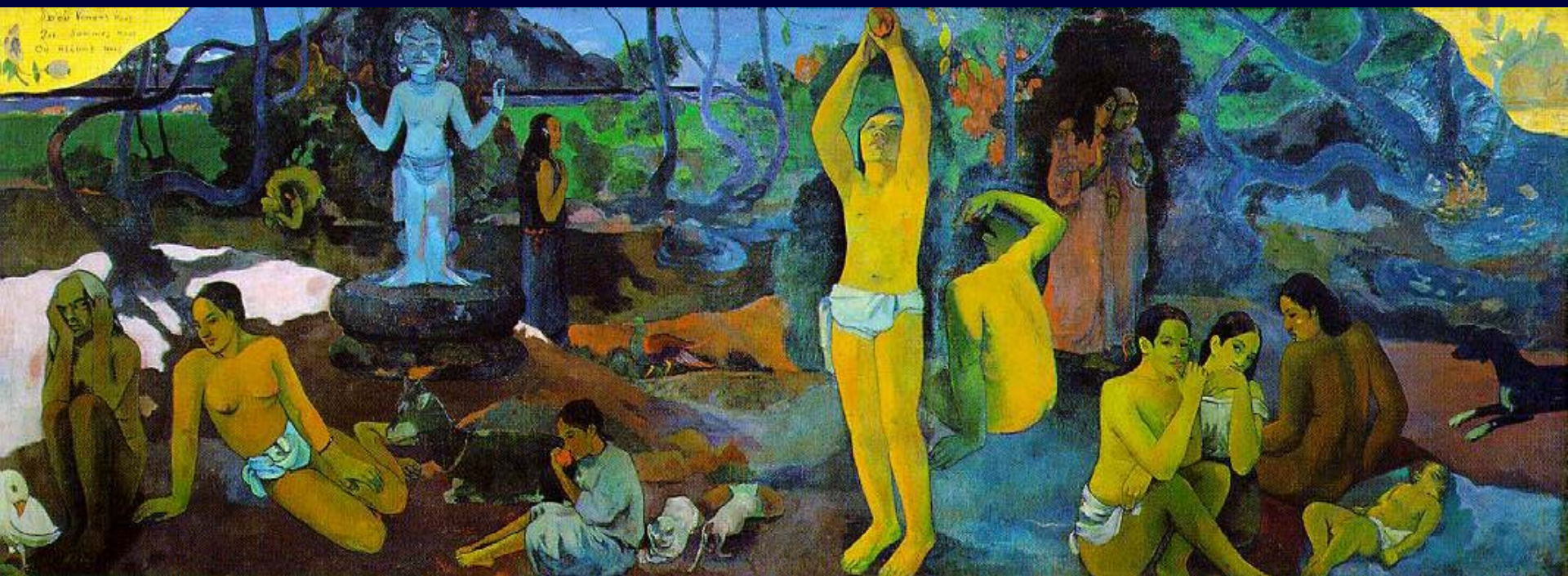
“ALL men by nature desire to know.”

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

- ❑ 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)

# 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)

# 인류멸종의 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)

# 존재론적 위험

강도 범위	견딜만함	최종, 회복불능
개인	차량도난	사망
부분적	경기후퇴	인종청소
전체적	오존층 파괴 지구 온난화	<b>존재론적 위험(Existential Risks)</b> [자연:] 충돌, 천체 폭발, 해의 진화 [인공:] 전면 핵전쟁, 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 (The Great Filter)”가 있다면, 현재 인류 수준에 도달하는 시점의 과거에 있는 것인가, 혹은 미래에 있는 것인가?
- 만약, 제거장치가 우리의 미래에 기다리고 있다면?



“지구호의 화석연료들은 자동차의 시동 배터리처럼  
[미래에] 우리의 주 엔진을 다시 시작시키는 용도로  
남겨 두어야 한다.”

“The fossil fuel deposits of our Spaceship Earth correspond to our  
automobile’s storage battery which must be conserved to turn over  
our main engine’s self-starter.”

Richard Buckminster Fuller (1969)

『Operating Manual for Spaceship Earth』 123p

# 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 (행성운행, 우주)는 설명하는 듯 하지만 복잡한 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.
- ❑ 세속의 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 → 책임과 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
- 객관성? 가치중립? → 사실 모든 선택에는 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!

# 과학의 한계

“유럽 팽창기와 제국주의 시대에 태동한 [고전과학은] 분리된 대상으로 파편화된 우주의 제어 메커니즘에 초점을 맞춘 지배의 신화였다. ... 고전과학은 인간이 자연을 지배할 수 있게 하고, 인간의 이익에 따라 환경을 바꿔나갈 수 있다는 믿음의 토대이다.”

“Forged in the era of European expansion and imperialism, [classical science and history] are myths of domination, focused on mechanisms of control in a segmented universe of separated objects. ... [The classical science] is the foundation of our modern confidence that we can dominate nature and shape the environment to our advantage.”

John Broomfield (1997)

『Other ways of knowing』 53, 32p

“과학자들의 우선 목적은 보편적이고 불변적인 자연법칙을 세우는데 있기에, 그들은 [아는 만큼만 볼 수 있으므로] 게임의 법칙과 게임이 벌어지는 장 자체가 그들의 행위에 반응해 변할 수 있다는 사실을 인식하지 못한다. 그들은 ‘인간’만이 게임에 참가한 존재가 아니라는 사실을 쉽게 받아들이지 못한다. 인간만이 자신을 돌아보는 인식이 가능하다고 설득된 우리의 과학문명은 우리가 무시하는 ‘하등생명’들도 목적을 가진 주도적 독창성을 발휘한다는 점을 받아들일 준비가 되어있지 못하다.”

“Scientists whose prime purpose was to establish universal, immutable natural laws found it hard to perceive that the rules of the game – even perhaps the shape of the playing field – might change in response to their activities. Nor was it easy for them to accept that ‘man’ was not the only player. Persuaded that none but humans are possessed of self-reflective consciousness, our scientific civilization was unprepared for the purposeful initiatives taken by the ‘lower creatures’.”

John Broomfield (1997) 『Other ways of knowing』 229p

“완전히 진실인 것은 없다; 모든 진실은 부분적으로만  
그러하다. 그것을 완전한 진실인양 받아들이는 것이  
악의 출발이다.”

“There are no whole truths; all truths are half-truths. It is trying to  
treat them as whole truths that plays the devil.”

Alfred North Whitehead (1861-1947)

“*Dialogues of Alfred North Whitehead*” (1954) prologue



# 지식의 역설

“삶을 기계적이고 예측 가능한 것으로, 또 알 수 있는 것으로 다루는 것은 결국 삶을 축소시키고 환원시키는 일이다. ... 지식을 단순히 경험적인 것으로만 한정하는 것은 인간이 가진 앎의 능력을 제한하는 것이다. 그것은 느끼고 생각할 수 있는 인간의 능력을 약화시킨다.”

Berry (2000) 『삶은 기적이다:  
현대의 미신에 대한 반박』 16, 150p

“우리의 앎의 방법이 바로 우리의 지식을 제한한다. ...  
서구의 문명이 실재를 구축하는 방식, 즉 앎의 방식은  
다른 모든 문명과 마찬가지로 한계가 있다.”

“[Our] way of knowing is the very thing that constrains our  
knowledge. [Western] civilization's construction of reality, our way  
of knowing, like that of every other civilization, is limited.”

John Broomfield (1997)

『Other ways of knowing』 25, 24p

“수세기 동안 물리학의 기본질서는 데카르트 학파의 좌표를 이용한 해석기하학에서 벗어나지 못했다. [데카르트] 좌표식을 이용함으로써 기계론적 세계관에 적절하도록 우리의 주의를 효과적으로 규제했을 뿐 아니라 유사한 방법으로 우리의 인식과 사고를 규제했다.”

“In physics the basic order has for centuries been that of the Cartesian rectilinear grid. ... To use coordinates is in effect to order our attention in a way that is appropriate to the mechanical view of the universe, and thus similarly to order our perception and our thinking.”

David Bohm (1917-1992)\*

\*John Broomfield (1997) 『Other ways of knowing』 30p

“모든 위대한 과학적 발견은 ... 인류가 결코  
잃어버려서는 안 될 무언가를 돌이킬 수 없이  
잃어버리게 만든다.”

Erwin Chargaff (1905-2002)\*

“지금 인류가 신뢰하는 지식은 자유가 아닌 구속의  
지식이다.”

존 브룸필드 (2002) 『지식의 다른 길』 뒷면

\*Berry (2000) 『삶은 기적이다』 104p

# 이성의 한계

“이성은 우리를 아주 좁은 한계 안으로 제한시키며, 우리에게 오직 이미 알려진 – 그것 또한 아주 제약된 – 것만을 받아들이고, 마치 사람들이 참된 삶의 폭을 확신하고 있거나 한 것처럼, 이미 알고 있는 범위 안에서 살도록 요구한다. 사실 우리는 우리가 인식하는 범위를 훨씬 넘어서 일상을 살아가고 있다. … 과대평가된 이성은 독재국가와 공통점을 지니고 있다. 그 지배 하에서는 개인이 빈곤해진다.”

“Reason sets the boundaries far too narrowly for us, and would have us accept only the known – and that too with limitations – and live in a known framework, just as if we were sure how far life actually extends. As a matter of fact, day after day we live far beyond the bounds of our consciousness..”

Carl Gustav Jung (1961)  
『Memories, Dreams, Reflections』

“인간의 실존적 재앙은, 과학적으로 얻어진 지식이  
존재 [삶] 그 자체로 생각될 때와 과학적으로 알 수  
없는 모든 것이 비존재로 인식될 때에 시작된다.”

Karl Jaspers (1883-1969) \*

\*카를 야스퍼스 『철학학교』 (2009, 전양범 옮김, 동서문화사) 25p

“전문가들은 [타당성, 지역성, 개별성, 맥락을 무시하고] 획일적이고 보편적인 답변들을 원한다. ... 모든 분과학문들이 점점 더 전문가주의와 동일시되고 있으며, 전문가 주의는 산업주의의 목적이나 기준들에 점점 더 일치되고 있다. ... 전문가주의는 늘 과거와 현재를 미래를 위한 제물로 바친다. ... 전문가주의가 믿는 종교는 발전이다.”

Berry (2000) 『삶은 기적이다』 29, 190p

# 과학법칙

“우리는 물리법칙이 있을 것이라거나, 혹은 그것이 지금까지 존재해 왔더라도, 앞으로도 비슷하게 계속 있을 존재할 것으로 받아들일 권리가 없다.”

“We have no right to assume that any physical laws exist, or if they have existed up to now, that they will continue to exist in a similar manner in the future.” are a part of the mystery that we are trying to solve.”

Max Planck (1858-1947)



“어떤 종류이든 과학적인 연구에 심각하게 종사해본 사람은 누구나 과학의 신전 입구 위에 다음과 같은 문구가 새겨 있는 것을 안다: 믿음(신앙)을 가져야 한다. 이것은 과학자가 꼭 갖추어야만 하는 자질이다.”

“Anybody who has been seriously engaged in scientific work of any kind realizes that over the entrance to the gates of the temple of science are written the words: Ye must have faith. It is a quality which the scientist cannot dispense with.”

Max Planck (1858-1947)

“이론이라는 것은 우주나 혹은 그 일부분에 대한 모델로, 우리가 관측한 것을 모델의 양으로 연결 짓는 몇 가지 규칙들이다. 이것은 단지 우리의 마음속에만 있는 것으로 다른 어떠한 실재 (그것이 무엇이든)와도 무관하다.”

“[A] theory is just a model of the universe, or a restricted part of it, and a set of rules that relate quantities in the model to observations that we make. It exists only in our minds and does not have any other reality (whatever that might mean).”

Stephen Hawking (1988)

“A brief history of time”

“과학이론은 단지 우리가 관측한 것을 기술하기 위한 수학적 모델이다: 이것은 단지 우리의 마음속에만 존재한다. 따라서, ‘실수’ 시간과 ‘허수’ 시간 중 무엇이 실재인지 묻는 것은 의미가 없다. 중요한 것은 어떤 설명이 더 편리한가 하는 점에 불과하다.”

“[A] scientific theory is just a mathematical model we make to describe our observations that: it exists only in our minds. So it is meaningless to ask: which is real, ‘real’ or ‘imaginary’ time? It is simply a matter of which is the more useful description.”

Stephen Hawking (1988)

“A brief history of time”

“물리개념들은 인간정신의 자유로운 창조물들로,  
그것이 어떻게 보이든, 결코 외부세계에 의해  
유일하게 결정되지 않는다.”

“Physical concepts are free creations of human mind, and are not,  
however it may seem, uniquely determined by the external world.”

Albert Einstein (1936)

“진실이란 인간정신의 자유로운 창조물로, 우리가 만들지 않았다면 존재조차 하지 않았을 것이다. 이해한다는 것은 이미 존재하는 것을 개념으로 모사하는 것이 아니라, 전적으로 새로운 경지를 창조하는 것으로, 우리 감각기관에 주어진 세계와 함께 총체적인 실재를 구성한다.”

“Truth is a free creation of the human spirit, that never would exist at all if we did not generate it ourselves. The task of understanding is not to replicate in conceptual form something that already exists, but rather to create a wholly new realm, that together with the world given to our senses constitutes the fullness of reality.”

Rudolf Steiner (1861–1925)

*Truth and Knowledge*, preface

Rudolf Steiner was an Austrian philosopher, social thinker, architect and esotericist.

[http://en.wikiquote.org/wiki/Rudolf\\_Steiner](http://en.wikiquote.org/wiki/Rudolf_Steiner)

# 우주의 의미?

“우주가 더 잘 이해되는 듯 싶을수록, 더 의미가 없는 것처럼 느껴진다.”

“The more the universe seems comprehensible, the more it also seems pointless.”

S. Weinberg (1977)

『The First Three Minutes』 (처음 3분간)

# 의미?

“자연과학의 역사에 발자취를 남긴 거장들은 달리  
생각할지 몰라도 우리 대부분은 오늘날의 천문학,  
생물학, 물리학 또는 화학에서 이론 발견들이 세계에  
대한 ‘의미’를 보여준다고 생각하지는 않는다. 만약  
자연과학이 이러한 방향으로 계속 나아간다면,  
자연과학은 우주의 ‘의미’를 뿌리째 없애는데  
앞장서는 셈이 될 것이다.”

Max Weber (1864-1920) \*

\*Howard L. Kaye (1988) 『현대생물학의 사회적 의미』

“과학이 인간에게 포괄적인 세계관을 갖도록 해주지 못하며, 단순히 특수한 것, 따라서 무의미한 것으로 변질 되었다.”

“순수과학에는 인문주의적 문화에 대한 감정이  
결여되어 있다.”

Karl Jaspers (1933) 『Man in the Modern Age』

\*프랭클린 보머 (1999) 『유럽 근현대 지성사』 650p



# 환원되지 않은 관계의 그물망 속 세계

한 알의 모래에서 세계를 보고,  
한 송이 들꽃에서 천국을 보기 위해,  
그대 손안에 무한을 쥐고,  
찰나의 시간에 영원을 담는다.

To see a world in a grain of sand,  
And a heaven in a wild flower,  
Hold infinity in the palm of your hand,  
And eternity in an hour.

*William Blake* (1757-1827)

「Auguries of Innocence」

(때 묻지 않은 전조들)

# 분할될 수 없는 우주, 앎의 무한성

하나 안에 모두가 있고 모두 안에 하나가 있다.  
하나가 곧 모두이고 모두가 곧 하나다.  
하나의 티끌에 세상이 담겨있고,  
모든 티끌이 다 그러하다.  
끝도 없는 영원이 한 순간의 생각에 담겨있고,  
찰나의 생각이 끝없는 영원이다.

一中一切多中一  
一卽一切多卽一  
一微塵中含十方  
一切塵中亦如是  
無量遠劫卽一念  
一念卽是無量劫

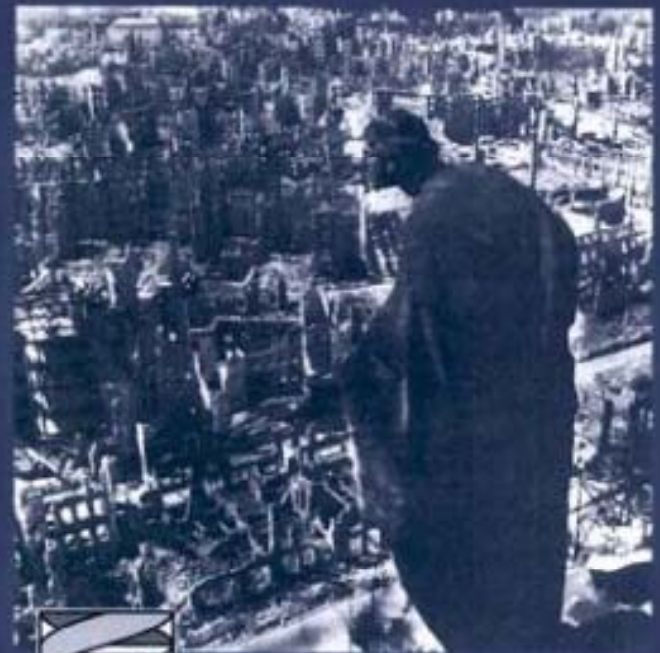
의상義湘 (625-702) 「법성게法性偈」

“모든 것에는 의미가 있다,  
우리가 찾고자 만 한다면.”

“Everything’s got a moral, if only you can find it”  
Lewis Carroll (1865)  
『*Alice’s Adventures in Wonderland*』

# *On the Moral Nature of the Universe*

*Theology, Cosmology, and Ethics*



THEOLOGY  
AND THE  
SCIENCES

*Nancey Murphy and  
George F. R. Ellis*

# 책임

“과학 연구에서도 행위와 결과 사이의 엄청난 심리적 거리를 만들어내는 데 익숙해졌다. ... 그 누구도 책임을 지지 않을 정도로 책임을 분산시키는 기술을 발전시켰다는데 우리 사회의 중요한 특성이 있다.”

Joseph Weizenbaum (2008) 『이성의 섬: 프로그램화된 사회에서 인간 이성이 가야 할 길은 어디인가』 43, 142p

# 불확실성

“질서는 항상 혼돈에서 나온다고 믿지만, 결과는 본질적으로 불확실하다. 현재 실제로 발생하는 사태를 예의 주시하지 않는다면, 우리는 이 시기를 제대로 헤쳐 나갈 수 없다. ... [우리는] 본질적으로 불확실한 세계에서 실질적으로 합리적인 선택을 [하여야 한다.]”

“ [While] I believe that order always emerges out of chaos, the outcome is intrinsically uncertain. We will not navigate this era well if we do not cast a sharp eye on what is actually happening. ... make substantively rational choices in an intrinsically uncertain world lie before us ...”

Wallerstein (2004)

『The Uncertainties of Knowledge』 180,190p

# 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』

“영혼이 없는 전문가와 감정이 없는 감각주의자들;  
이 공허한 자들이 전례 없이 높은 수준의 문명을  
달성하고 있다고 자부하고 있다.”

“Specialists without spirit, sensualists without heart; this nullity  
imagines that it has attained a level of civilization never before  
achieved.”

Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832)\*

\*Max Weber (1864-1920) 『The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism』



“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

\*<http://chinese.dsturgeon.net/text.pl?node=47084&if=en>

# 전문화의 결과

“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)

# 사려 깊지 않음

“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)

“환원주의적 과학의 가장 심각한 문제점은 세계와 그 안에 있는 피조물들을, 그리고 피조물의 모든 부분을 기계로 보는데 있다.”

“인간이 과학과 산업 활동에 생명을 이용하는 행위는 커다란 위험성을 내포[한다.] … 우리는 생명을 파괴할 수는 있지만 만들 수는 없다. 생명은 통제될 수 없다. 생명에 대한 통제는 환원주의와 함께 엄청난 파괴의 위험성을 내포한다.”

“과학의 응용은 전반적으로 잔혹하다. … 과학은 우리를 무장시키지만 무장해제 시키지는 못한다.”

Berry (2000) 『삶은 기적이다』 15, 21, 19, 214p

“나치의 우생학 실험과 대부분의 사람들이 칭송하는  
현대과학의 영광은 외적으로는 전혀 달라 보이지만,  
사실은 동일한 기계주의적 사고의 결과이다.”

Erwin Chargaff (1905-2002)\*

\*Berry (2000) 『삶은 기적이다』 105p

“우리사회에 고도로 발전한 과학기술과 어리석고  
우스꽝스런 것들이 공존하는 현상을 과소평가해서는  
안 된다. 바로 이 현상이 실제 현실을 규정하고 있다.”

Joseph Weizenbaum (2006) 『이성의 섬』 27p

“우리가 불완전한 지식을 오만하고 위험한 행동의  
근거로 사용하지 못하도록 막을 문화적 수단을  
확보하지 못한다면, 지적인 학문 자체가 가공할 위험이  
될 것이다.”

Berry (2000) 『삶은 기적이다』 23p

“우리 시대의 질병은 다른 시기의 질병과는 다르다.  
... 우리가 결국 이 길을 끝까지 가봐야 되겠는가?  
최후의 암흑으로 이끌지도 모르는 이 길을 말이다.”

“The sickness of our age is unlike that of any other. ... Shall we have to follow this path all the way to the end, to the test of the final darkness?”

Martin Buber (1878-1965) 『Ich und Du』 \*

\*John Broomfield (1997) 『Other ways of knowing』 206p



# 미래

The Future

미래는 예측 가능한가?  
미래와 우리의 관계는?

“우리는 미래를 건설하러 왔지 미래의 희생물이 되려고 온 것이 아니다.”

“We are called to be architects of the future, not its victim.”

Richard Buckminster Fuller (1895-1983)\*

\*Joel Garreau (2005) 『Radical evolution』 234p

“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 (2005) 『The singularity is near』

# 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)
- ❑ 미래에 대한 탐구는 결국 지금 우리가 무엇을 해야 하는지 알고자 하는 노력

“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 (2003) 『Our Final Century』

우리는?

# 황금률 (The Golden Rule)

인간이 세상을 조화롭게 살아가는데 진정 필요한 것:

- ❖ “남이 너에게 해주기 바라는 것을 남에게 행하라”
- ❖ “네 이웃을 너와 같이 사랑하라”
- ❖ “자신에게 해가 될 것으로 기대되는 일을 결코 남에게 해서는 안 된다.”
- ❖ 공자는 자신의 일관된 도道로써 또한 제자들에게 평생 동안 실천할만한 한마디 말로 “서惻”:  
타인의 마음을 헤아리기를 내 마음같이 하는 것,  
자기가 싫어하는 것을 남에게 하지 않는 것
- ❖ 붓다의 “자비심 慈悲心 compassion”.
- ❖ 우리에게 중요한 것은 인간의 권리, 인간의 존엄성, 인간의 생명이다.

# 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)



“과학만으로는 그것이 놓인 사회의 목적을 설정할 수 없다. ... 결국 과학자체는 단지 인간의 목적을 달성하는 도구에 불과하다. 정치공동체가 적절한 목적으로 결정한 사안은 궁극적으로 과학이 관여할 질문이 아니다. ... 기술의 진보가 인류의 목적에 부합하지 않는다면 우리자신이 불가피한 기술발전의 노예가 될 필요는 없다.”

“Science by itself cannot establish the ends to which it is put. ... [In] the end, science itself is just a tool for achieving human ends; what the political community decides are appropriate ends are not ultimately scientific questions. ... We do not have to regard ourselves as slaves to inevitable technological progress when that progress does not serve human ends.”

Francis Fukuyama (2002)

『Our Posthuman Future』 185, 186, 218p

“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)

“현대과학과 모든 생명체계의 안정성과 유지 사이에,  
그리고 현대과학과 민주주의 사이에 근본적인  
화해불가능성이 존재한다는 사실을 알게 되었다.  
우리의 견해는, 과학이 민주적인 통제로부터  
자유로워야 한다는 바로 그 생각이 지금까지 과학  
시스템과 연관된 폭력의 대부분에 책임이 있다. ...  
첨단기술에 의존하는 대규모 산업체들은 앞으로  
모든 국가에서 민주적 합의의 지배를 받아야 한다.”

『위기의 현대과학』 (2001)

“과학교육의 목표는 창의적이고 헌신적인 인간형을  
창출하고 재능과 책임감을 동시에 갖춘 개인을  
만드는데 있다. 학생들은 서구 과학기술의  
문화적·이데올로기적 편향에 대해 판단할 수 있는  
비판적 능력을 키워 나가야 한다. ... 과학자들의  
사회적 책임과 과학을 둘러싼 정치적 쟁점들은  
과학자를 교육하는 과정에서 중심이 되어야 한다.”

『위기의 현대과학』 (2001)

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

“The content of physics is the concern of physicists, its effect the concern of all men. What concerns everyone can only be resolved by everyone.”

Friedrich Dürrenmatt 『Die Physiker』 (1961)

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

토다 키요시\*

‘책임 있게 발언하고 행동할 수 있는 용기’

Joseph Weizenbaum (2008) 『이성의 섬: 프로그래밍 된  
사회에서 인간이성이 가야 할 길은 무엇인가』

\* 강양구 「지금, 여기의 ‘과학기술 파시즘’」 <녹색평론> 2006 1~2월호 (통권 86호)

“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 Treasury of Science』 43p.

“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)