

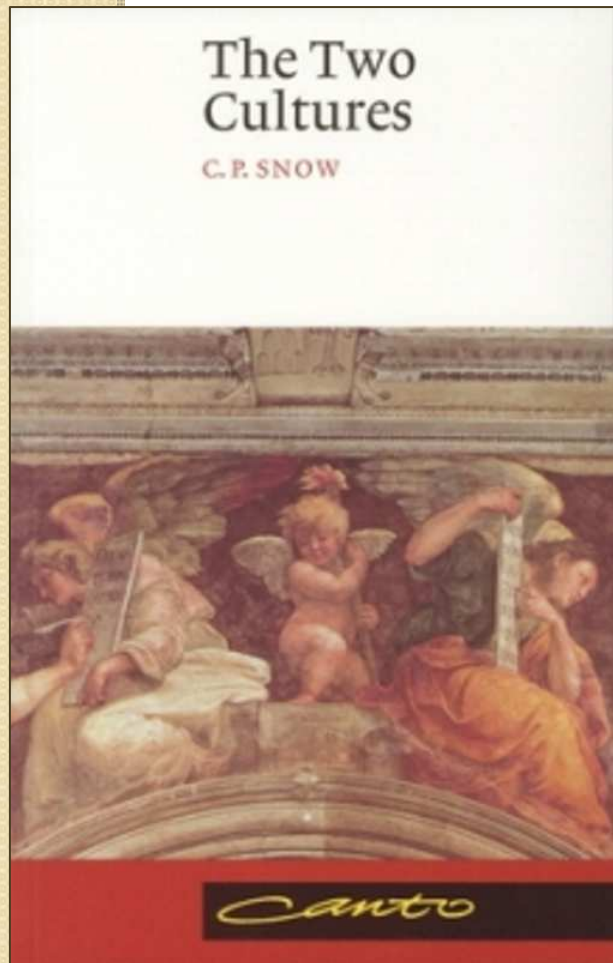
《지식의 대융합》

CONVERGENCE

명동 연극 교실
2010. 07. 19.

이 인 식
과학문화연구소장/KAIST겸임교수

The Two Cultures



비과학자들은 과학자가
인간의 조건을 알지 못하며,
천박한 낙천주의자라는
뿌리 깊은 선입관을 가지고 있다.

한편 과학자들이 믿는 바로는,
문학적 지식인(literary intellectuals)은 전적으로
선견지명이 결여되어 있으며,
자기네 동포에게 무관심하고,
깊은 의미에서 반지성적이며……

-C.P. 스노우 (1905~1980)

『두 문화 The Two Cultures』, 1959

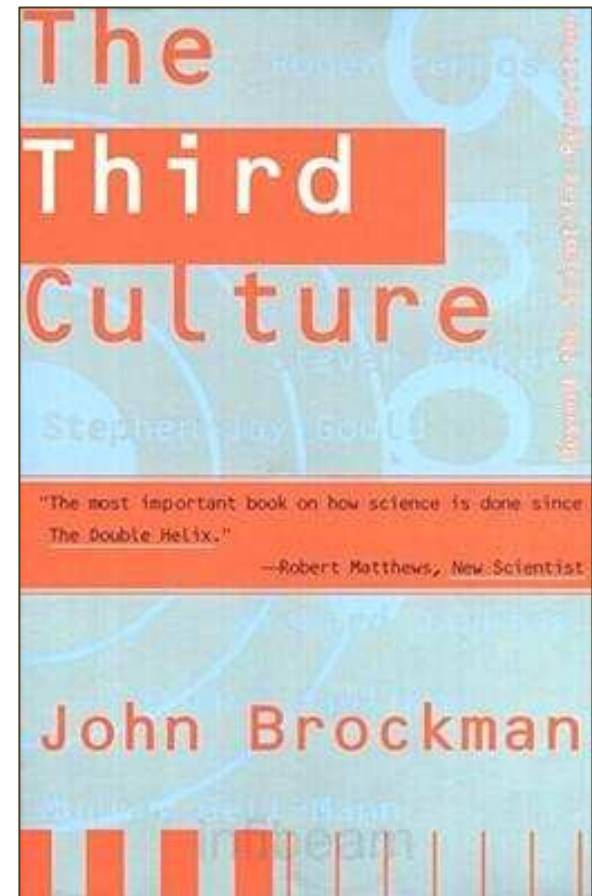
우주와 인간의 본질에 관한
논의에서
과학이 문학이나 철학 대신에
중심 역할을 하기 시작했다.

- 존 브록만(1941~)

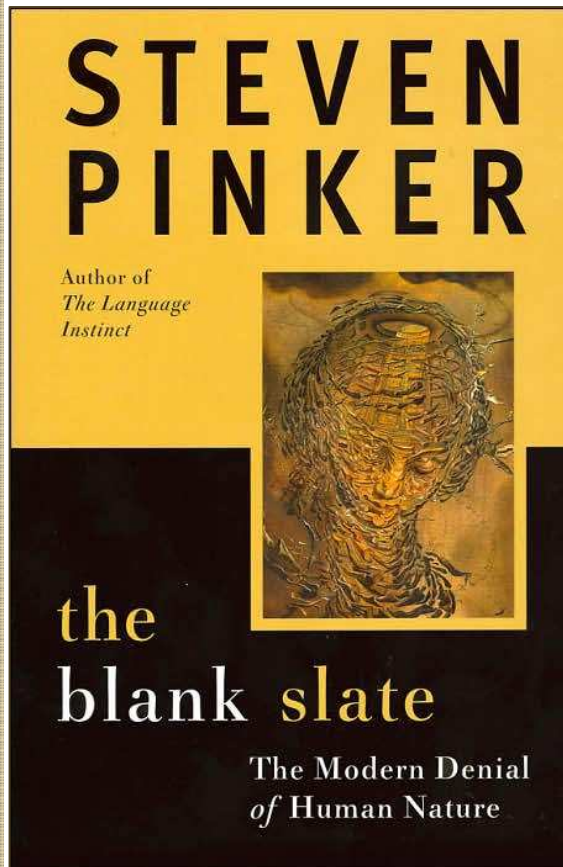
『제3의 문화 The Third
Culture』, 1995

『제3의 문화』 -리처드 도킨스, 대니얼
데닛, 폴 데이비스, 스티븐 핑커 등 23명
기고

The Third Culture



The Blank Slate



지식의 네 경계 —
마음, 뇌, 유전자, 진화를
연구하는 과학—로부터 밀려드는
새로운 지식들이
인간 본성에 대한
새로운 이해의 기회를 제공한다.

-스티븐 핑커(1954~)

『빈 서판 The Blank Slate』, 2002

레오나르도 다 빈치는 위대한 예술가이자
위대한 과학자였으며, 위대한 공학자였다.
미켈란젤로 역시 위대한 예술가이자 엔지니어였
다.

이들은 모든 분야의 지식에 정통한
지적 거인들이었다.

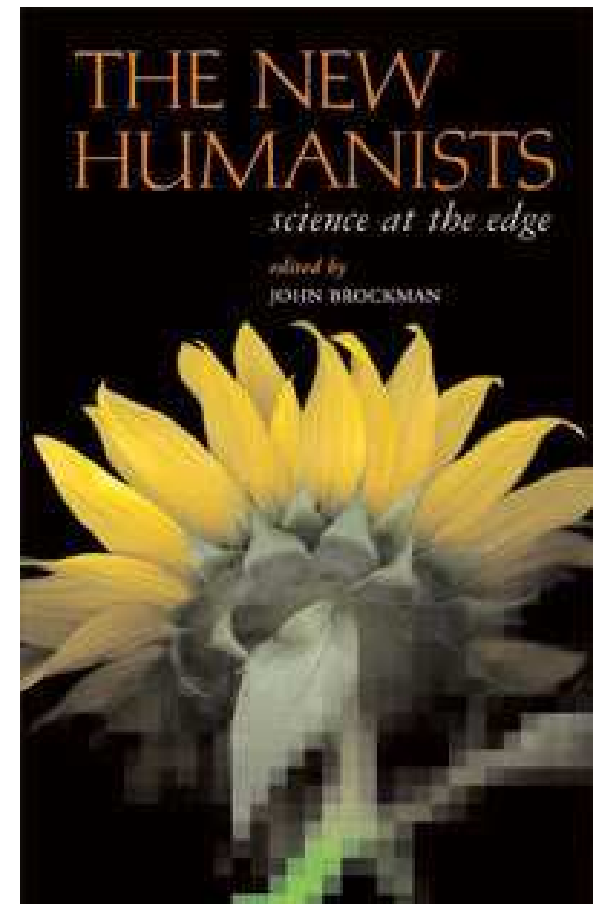
인문학을 끌어안으면서
최근의 과학과 공학의 성과에 무지하다는 것은
그들에게 납득하기 어려웠을 것이다.

- 존 브룩만

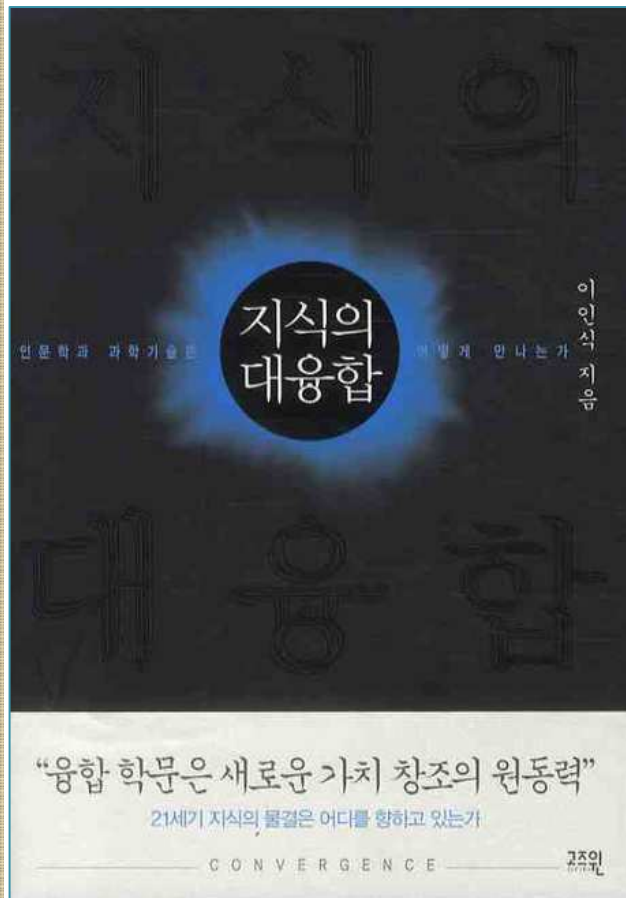
『새로운 인문주의자들 The New Humanists』,
2003

『새로운 인문주의자들』 - 스티븐 핑커, 대니얼
데닛, 레이 커즈와일, 한스 모라베크 등 22명 기고

The New Humanists



지식의 대융합



차례

지식 / 기술 융합의 물결

- 학제간 연구
- 융합기술
- 국내 학계의 지식 / 기술 융합

지식융합이란 무엇인가

- 인지과학과 지식융합
- 뇌 연구와 융합지식
- 진화론과 융합학문

기술융합이란 무엇인가

- NBIC 기술융합
- GNR
- 특이점
- 우리는 계속 지구의 주인으로 남아 있을까

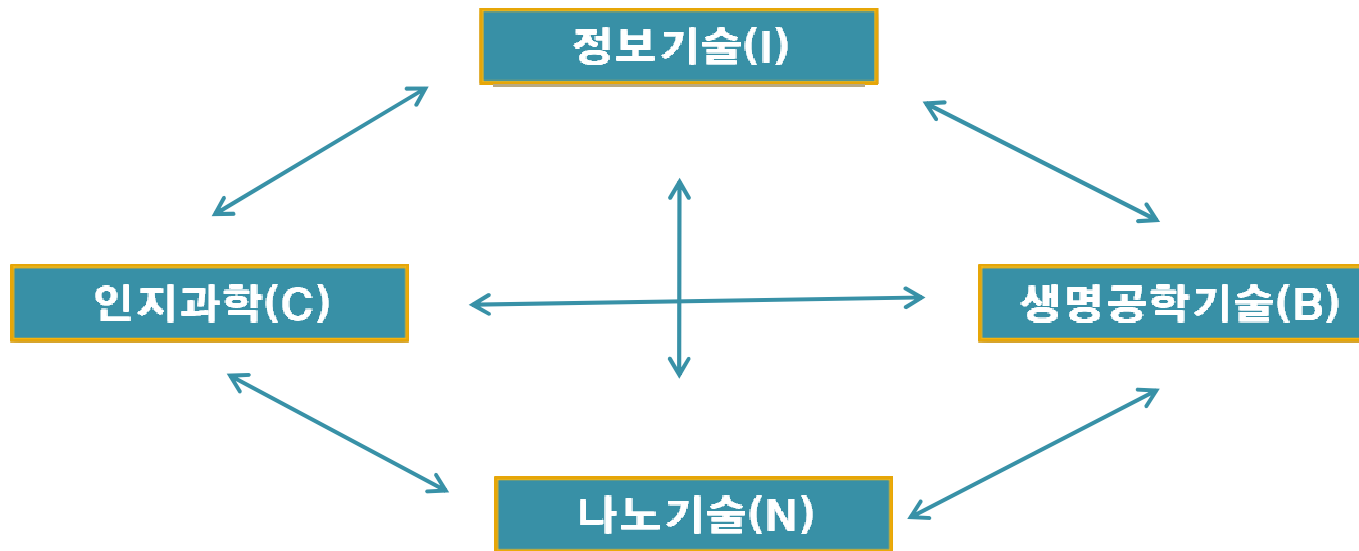
지식/ 기술 융합의 물결

학제간 연구 interdisciplinary study

- 학문의 연구 수단
 - 망원경 / 현미경 : 자연현상 분석 (analysis)
사다리 모양으로 학문 위계 (hierarchy) 구축
맨 아래 계단 물리학 → 화학, 생물학 → 심리학, 사회학
 - 컴퓨터 : 자연/ 사회 현상 종합(synthesis)
전문 / 개별 연구 → 여러 학문 / 공동연구
학문의 수평적 융합 가속화
- 계산적 견해 computational view
 - 컴퓨터로 자연 / 사회현상 모형화(modeling), 모의 실험(simulation)
 - 컴퓨터를 통해 자연/ 사회현상 이해하는 계산적 견해 출현
- 계산적 견해를 적용하는 학제간 연구
 - 인지과학 cognitive science : 사람의 마음
 - 복잡성 과학 science of complexity : 자연/ 사회의 비선형 세계
 - 자연과학 / 인문사회과학 전통적 구분 붕괴 : 수평적 융합

융합 기술 convergent technology

- 2001년 12월 미국 과학재단/상무부; 융합 기술(CT) 정책 발표
- 나노기술, 생명공학기술, 정보기술, 인지과학의 결합(NBIC)



- 2020년 융합기술로 새로운 르네상스 도래

우리나라의 지식/기술 융합

- 2006년 9월: 인문학 위기의 타개책으로 융합 학문 부상
 - 고려대 문과대학, <인문학 선언>
“인문학과 자연과학의 융합 연구에 소홀했다.”
- 2006년 10월: 서울대 개교 60주년 기념 학술대회
 - <미래의 학문, 대학의 미래> 논문
“대학의 미래가 융합 학문에 달려 있다.”
- 2008년 3월: 서울대 ‘차세대 융합 기술 연구원(AICT)’ 발족
 - 융합 기술 전문 대학원
- 2008년 하반기: 세계 수준의 연구 중심 대학(World Class University) 프로젝트
 - 융합 학문/융합 기술 육성
- 2008년 11월 : 교육과학기술부 <국가융합기술 발전 기본계획(09-13)> 수립
- 2010년 : 지식경제부 <산업융합 촉진법> 제정

지식융합이란 무엇인가

인지과학과 지식융합

- 마음 mind : 생각하고 느낀다
 - 인지 cognition : 사람이 자극 / 정보를 지각하고, 여러 가지 형식으로 부호화하여 기억에 저장하고, 뒤에 상기해 내는 정신과정 (사고, 언어, 학습, 문제 해결 등)
 - 정서 emotion: 감정(feeling), 마음가짐(attitude), 기분(mood)이 결합된 현상
- 기호체계 가설 symbol system hypothesis
 - ① 인간의 마음은 정보를 처리하는 시스템이다.
 - ② 정보처리는 계산(computation), 즉 기호를 조작하는 과정이다.
 - ③ 컴퓨터 프로그램은 기호를 조작하는 시스템이다.
 - ④ 따라서 인간의 마음은 컴퓨터의 프로그램으로 시뮬레이션(모의) 할 수 있다.
[하드웨어-- 뇌, 소프트웨어-- 마음]
- 인지과학
 - 여섯 개 학문으로 구성
 - 심리학, 철학, 언어학, 인류학, 신경과학, 인공지능

인공지능 artificial intelligence

- 인공지능 (AI)

- 인간이 경험과 지식을 바탕으로 하여 △ 새로운 상황의 문제를 해결하는 능력 △ 시각/ 음성 인식의 지각 능력 △ 자연언어 (natural language) 이해 능력 △ 자율적으로 움직이는 능력을 컴퓨터로 실현하는 기술
- 사람처럼 보고, 듣고, 말하고, 생각하는 기계 개발

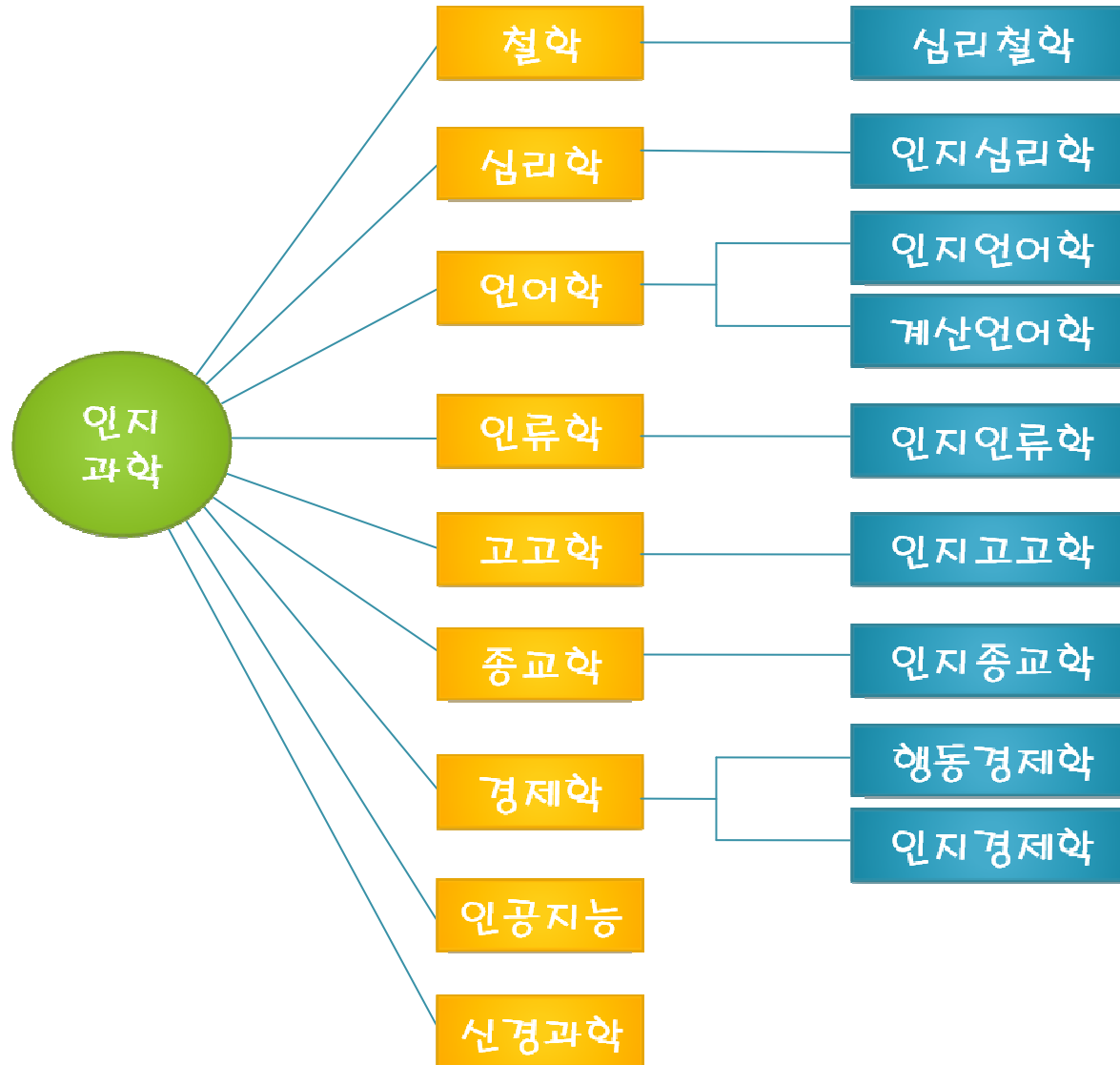
- 전문가 시스템 expert system

- 사람과 기계의 머리싸움
- 1997년 게리 카스파로프 대 딥 블루 : 6전 1승 3무 2패
- 총 5차전 (1997~2005) : 2패 3무 (인간의 패배)

- 인공지능의 숙제

- 아무나 알 수 없는 것(전문 지식)은 성공
- 누구나 알고 있는 것(상식)은 미해결

인지과학과 융합학문



행동경제학 behavioral economics

- 호모 에코노미쿠스 (경제적 인간) Homo economicus

- 신고전파 경제학 neoclassical economics : 경제학의 주류
- 호모 에코노미쿠스

첫째, 타인을 배려하지 않고 오로지 자신의 물질적 이익만을 최대화

둘째, 자신에게 돌아오는 경제적 가치(효용)를 극대화하기 위해 합리적 판단

요컨대 이기적이며 완전히 합리적인 존재

- 행동경제학

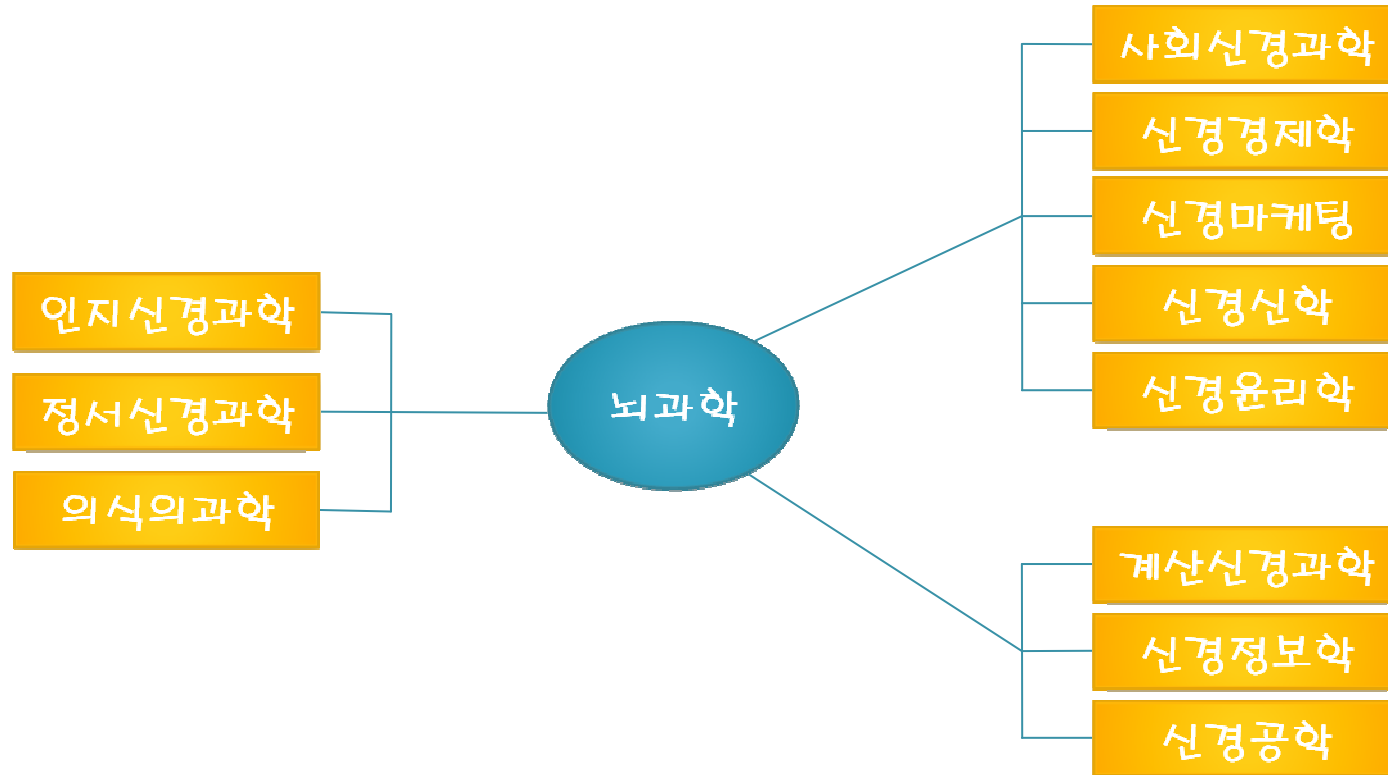
- 인지심리학과 경제학의 융합
- 인간의 합리성을 인정하지 않으며, 인간이 실제로 어떻게 선택하고 행동하는지 고찰하는 학문
- 1979년 대니얼 카너먼 / 아모스 트버스키
<프로스펙트 이론 : 리스크 하에서의 의사결정> : 사람들이 불확실한 상황에서 선택을 하면서 그 불확실성을 어떻게 판단할지 설명하는, 심리학적 선택이론
- 바이어스(편향) bias

뇌 연구와 융합지식

- **신경계의 과학적 연구**
 - 기본 구성 단위 : 신경세포(뉴런)
 - 신경계의 정보처리 : 뇌
 - 마음을 뇌의 활동으로 설명
- **인지신경과학 cognitive neuroscience**
 - 신경 영상 neuroimaging (fMRI, PET)
- **정서신경과학 affective neuroscience**
 - 안토니오 다마지오(1944~)
전두엽 손상 환자 엘리엇 Elliot
<데카르트의 오류 Descartes' Error> (1994)
- **의식의 과학 science of consciousness**
 - 프랜시스 크릭(1916~2004)
<놀라운 가설 The Astonishing Hypothesis> (1994)
 - 의식과 상관된 신경세포(NCC) 찾아내면 의식 이해 가능

NCC : neural correlates of consciousness

뇌 연구와 융합 학문



- 사회신경과학 social neuroscience
- 신경경제학 neuroeconomics
- 신경신학 neurotheology
- 신경윤리학 neuroethics

- 계산신경과학 computational neuroscience
- 신경정보학 neuroinformatics
- 신경공학 neurotechnology

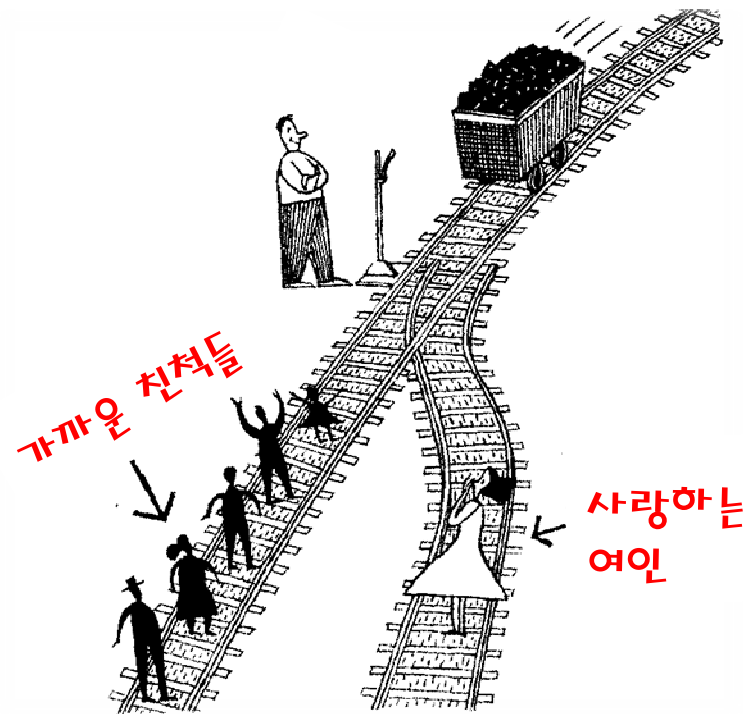
사회 신경과학 social neuroscience

- 트롤리 문제 trolley problem

- 시나리오 1 트롤리 선로 변경
- 시나리오 2 트롤리 앞으로 사람 밀어 넣기
- 조슈아 그린 Joshua Greene
<Science>(2001. 9. 14.)
- 마이클 쾨니그스 Michael Koenigs
복내측 전전두 피질
VMPC(ventromedial prefrontal cortex
<Nature>(2007. 4. 19)

윤리적 판단은 이성과 감정,
어느 쪽에 의해 가능한가.

- 판념론자 칸트 : 합리적으로 판단
- 경험론자 흄 : 도덕은 판단되기 보다는 느끼는 것



신경경제학 neuroeconomics

- **신경경제학**

- 경제학에 심리학 / 신경과학 융합하여 인간의 선택 / 의사결정 연구
(행동경제학의 접근 방법에 신경과학 연구 융합)
- 1999년 첫 논문 <네이처> 게재

- **신뢰 trust**

- 사람이 신뢰할 때 뇌 안에서 유일한 화학물질 확인 : 옥시토신
- 옥시토신 oxytocin : 포옹의 호르몬 (cuddle chemical)
성생활이나 대인관계에서 중요한 역할
출산 / 수유 등 모성애와 직결된 호르몬
- 사랑 / 유대감 촉진하는 옥시토신이 신뢰감 증대
신뢰 행동이 신고전파 경제학 주장처럼 이성에 의해 의식적으로 결정되는 것이
아니라, 정서에 의해 무의식적으로 유발된다고 주장

신경신학 neurotheology

- **신경신학**
 - 인간이 영성(spirituality)을 주관적으로 체험할 때 뇌 안에서 발생하는 현상을 연구하여, 영성과 뇌 사이 관계 밝힌다
 - 신과 종교의 기원을 신경과학에 바탕을 두고 연구
- **미국 노먼 게슈빈트 (1975)**
 - 사도 바울, 잔 다르크, 아빌라의 성녀 테레사, 도스토예프스키 간질 발작이 측두엽에서 발생하여 신비체험
- **미국 앤드루 뉴버그 (2001)**
 - 『신은 왜 우리 곁을 떠나지 않는가 Why God Won't Go Away』
 - 명상하는 티베트 불교 신자, 기도하는 가톨릭 프란치스코회 수녀 명상 / 기도의 절정에 전두엽 오른쪽 활동 증가
 - 신이 자신의 존재를 드러낼 수 있는 유일한 장소는 뇌뿐이다
- **캐나다 마리오 보리가드 (2007)**
 - 『영적인 뇌 The Spiritual Brain』
 - 카르멜파 수녀 뇌 반응 연구
 - 신비체험이 뇌 전체에서 발생

신경공학 neurotechnology

- **신경공학**
 - 사람의 뇌를 공학적으로 조작하는 기술
 - 질환 치유에서 기능 향상 쪽으로
- **뇌-기계 인터페이스 brain-machine interface (BMI)**
 - 뇌파 또는 특정 신경세포(뉴런)의 전기신호 이용
 - 뇌파 이용 BMI 기술 : 머리에 띠처럼 두른 장치로 뇌파 모은다
 - 뉴런 신호 활용 BMI 기술 : 뇌 특정 부위에 미세 전극 / 반도체 칩 이식
 - 손 대신 머릿속 생각만으로 기계 제어하는 기술
 - 2020년 비행기 조종사들이 생각만으로 비행기 조종
- **뇌 이식 brain implant**
 - 뇌에 무선 송수신기 설치, 뇌에서 뇌로 직접 정보 전달
 - 새로운 통신 방식 : 무선 텔레파시 radiotelepathy
- **2050년 무선 텔레파시 시대**
 - 뇌 이식장치 보유한 사람들, 전 세계 컴퓨터 네트워크에 접속
 - 생각만으로 의사 소통
 - 전화, 텔레비전, 언어가 쓸모없는 세상

진화론과 융합 학문

- 다윈의 진화론
 - 1859 자연선택 natural selection
 - 1871 성적선택 sexual selection
- 진화 심리학 evolutionary psychology
 - 적응 adaptation
 - 주요 원리

“뇌는 컴퓨터이다. 뇌를 구성하는 신경회로망은 환경에 적절한 행동을 일으키도록 설계되어 있다.”

“현대인의 두개골 안에는 석기시대 조상들의 마음이 들어 있다.”

- 언어, 살인/폭력성, 이타 행위, 기만행위, 질투심, 미적 감수성



- 짝짓기 지능 mating intelligence(MI)

- 제프리 밀러

- 《짝짓기 하는 마음 The Mating Mind》 (2000)

“20세기의 과학은 오로지 자연선택만으로 마음의 진화를 설명하려고 애썼다. ... 성적 선택에 대한 노골적인 관심 없이 인간의 진화를 논하는 것은 로맨스 없는 드라마와 같다.”

- 제프리 밀러/글렌 게어

- 《 짝짓기 지능 Mating Intelligence》 (2007. 7)

- * 짝짓기 지능지수(MQ)

- * 클린턴 성 추문 사건(1995)

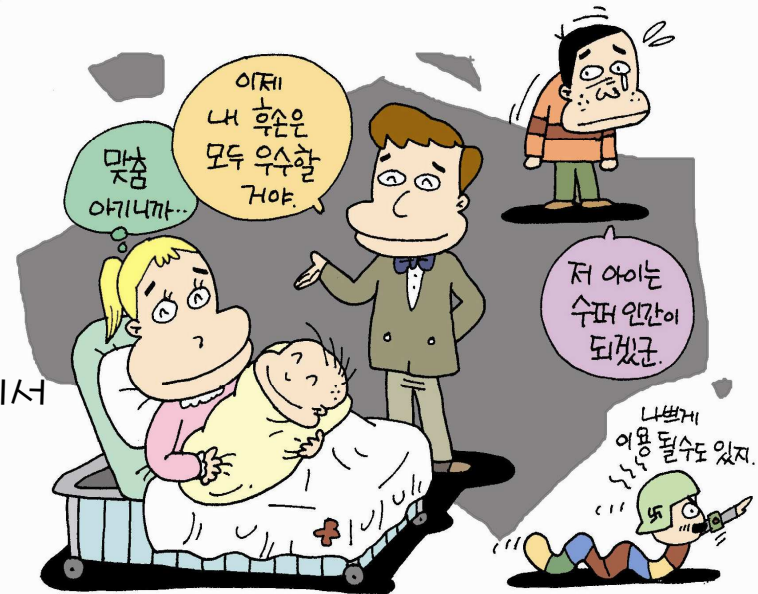
기술융합이란 무엇인가

NBIC 기술 융합

- 미국과학재단 / 상무부 (2001)
 - <인간활동의 향상을 위한 기술의 융합 Converging Technologies for Improving Human Performance>
 - 4대 핵심기술 (NBIC)의 융합으로 르네상스 정신에 다시 불을 붙일 때가 되었다고 천명
 - 르네상스 시대에는 여러 분야를 공부한 창의적인 개인이 '오늘은 화가, 내일은 기술자, 모래는 작가'가 될 수 있었다
 - 2020년까지 NBIC 기술융합이 실현되면 인류의 생산성과 삶의 질에 있어 획기적인 전환점이 되는 황금시대 도래 전망
- GNR : 세상을 바꿀 3대 기술
 - G (유전공학)
 - N (나노기술)
 - R (로봇공학)

유전공학 genetic engineering

- 노화 방지 신약 anti-aging drug
 - 2015 : 인간 수명 연장 과학적 증거 최초 확보
 - 2030 : 노화 억제 치료 상용화 FDA 승인
- 맞춤형 아기 designer baby
 - 지능, 외모, 건강 개량 유전자 보강
 - 2020년경 설계대로 만든 아기
- 체외발생 ectogenesis
 - 수정에서 출산까지 완전히 인공적 환경에서 진행
 - 2020년경 인공자궁 개발
 - 올더스 헉슬리, 『멋진 신세계』 (1932)
- 슈퍼인류 superhuman
 - 유전공학으로 창조된 신인류 (주문형/대량 생산)
 - 현생인류와 유전적으로 다른 새로운 종으로 진화



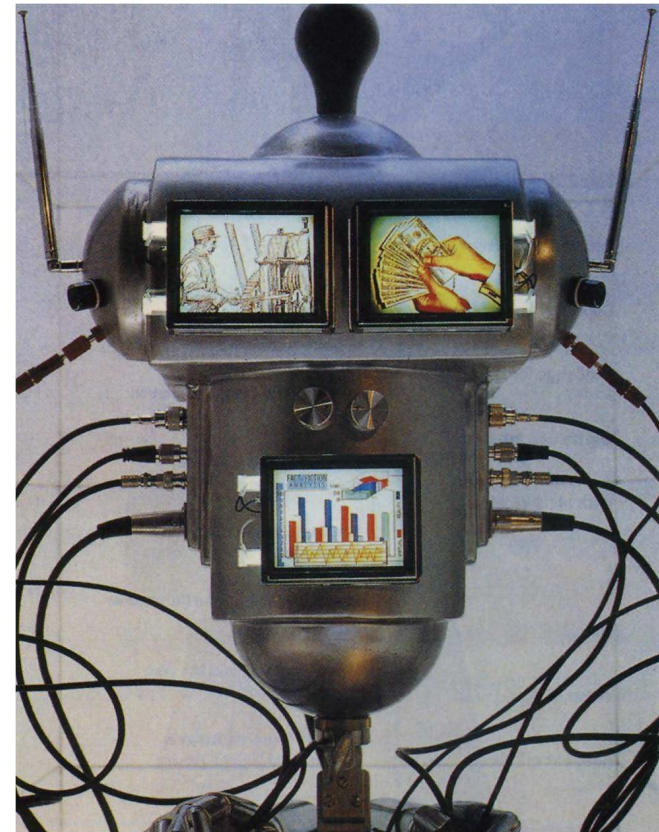
나노기술 nanotechnology

- 에릭 드렉슬러 (1955~)
 - 『창조의 엔진 *Engines of Creation*』 (1986)
 - 세포 수복 기계 cell repair machine
- 어셈블러 assembler
 - 분자 수준의 조립기계
 - 자기증식하는 어셈블러
- 그레이 구(젯빛 덩어리) gray goo
 - 자기증식 나노봇이 지구를 점령
- 마이클 크라이튼(1942~2008)
 - 『먹이 *Prey*』 (2002)



로봇공학 robotics

- 서비스 로봇 service robot
 - 2020년 1가구 1로봇 시대 개막
- 로보 사피엔스 Robo sapiens
 - 한스 모라벡 (1948~)
 - 마음의 아이들 Mind Children (1988)
 - 2050년 이후 지구의 새로운 주인
 - 인류의 정신적 유산 승계
- 영화 <매트릭스 The Matrix>(1999)
 - 2199년 인공지능 기계와 인류의 전쟁
 - 매트릭스 컴퓨터의 배터리로 사육



특이점 singularity

- 버너 빈지 : 미국 수학자/ 과학소설 작가(1944~)
 - <다가오는 기술 특이점 -- 포스트휴먼 시대에 살아남는 방법> (1993)
 - 인간을 초월하는 기계가 출현하는 시점
 - 2030년 특이점 지나게 될 것
- 레이 커즈와일 : 미국 컴퓨터 이론가(1948~)
 - 『정신적 기계의 시대 *The Age of Spiritual Machines*』 (1999)
 - 『특이점이 다가온다 *The Singularity is Near*』 (2005)
 - 2030년 전후 지능 면에서 기계/ 인간 구별 사라진다
- 영화 <초월적 인간 *Transcendent Man*> (2009/5)
 - 2045년 특이점 통과

우리는 계속 지구의 주인으로 남아 있을까

질문 : <왜 우리는 미래에 필요 없는 존재가 될 것인가

Why The Future Doesn't Need Us? >

- 2000년 <Wired> 4월호

- 빌 조이 (1954~)

“ 우리는 21세기의 압도적인 과학기술들, 곧 유전공학, 나노기술, 로봇공학 등이 지금까지의 과학기술과는 근본적으로 다른 위협을 제기하고 있다는 사실을 깨닫지 못하고 있다. ”

해답 :

슈퍼인간, 사이보그, 초지능 기계
이 중에서 누가 2050년대 이후 포스트휴먼 사회에서
인류의 상속자가 될 것인가