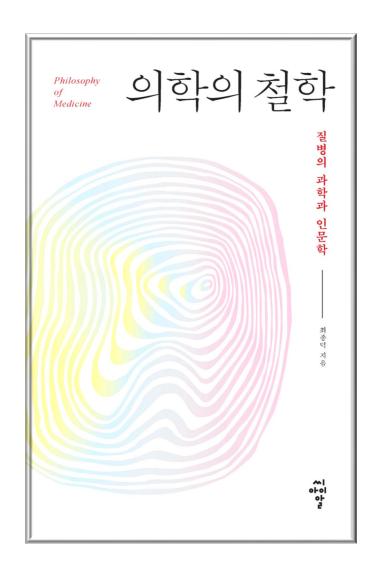
생물철학 Philosophy of Biology 1강 생명이란 무엇인가

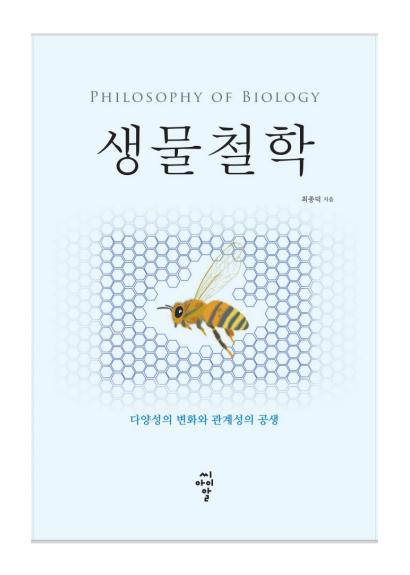
유럽인문아카데미 2023-4년 겨울학기

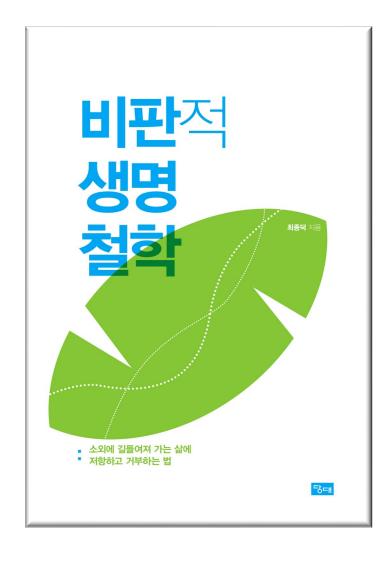
2023년12월19일

강사 : 최종덕 (philonatu.com)









학술원 우수 도서

2023년9월20일 출간

문체부 세종도서

최종덕의 홈페이지 philonatu.com

[표 1-1] 기계적 결정론과 이상화 추론 방법론

근대과학의 세계관

기계론적 결정론

결정론적 방정식 시계 제작자가 만든 기계 시간의 가역성

환산질량

환원론과 원자론

객관주의와 환원주의 방법론의 형성 '과학적'이라는 수식어의 의미

t

'이상화' idealization의 인식론적 과학탐구 방법론의 사례

- 운동하는 물체를 정지해 있는 것으로 '이상화'하기
- 만유인력 계산할 때 다체 문제를 이체 문제two-body problem로 환원하기
- 열역학에서 수많은 분자들 간 충돌운동을 확률운동으로 환원하기
- 한 물체의 질량이 그 물체 중심에 모여 있다고 가정하는 기하학적 질점質點을 추론하기

[표 1-3] 물리주의의 두 가지 의미

물리 주의 • (인식론 차원의) 물리주의: 생물학을 포함한 일반 자연과학 및 심리학 나아가 사회과학의 명제가 물리과학의 명제로 환원된다는 입장으로 설명력 차원의 환원을 강조한다. 예를 들어 아미노산이나 거대분자인 DNA의 생물학적 집합을 공유결합이나 수소결합 혹은 이온결합 등 화학-물리적 힘으로 설명하는 사례이다.

• (존재론 차원의) 물리주의: 심리학, 사회과학, 자연과학의 탐구대상 일반 및 자연체 일반은 궁극적으로 물리적 존재physical entity의 차원으로 예외 없이 환원된다는 입장이다. 예를 들어 뇌의 구조와 작용을 뇌의 국소적 영역들의 종합으로 혹은 전기화학적 신경세포들의 연결 조직으로 구성되어 있다는 방식으로 이해하는 태도이다.

2023,생물철학

[표 1-2] 생기론의 두 가지

생기론 [표 2-12] 근대과학의 유형 신비주의 생기론 자연주의 생기론 • 내재적 원리를 전제한 연역적 추론 신화적 생기론 발생학적 생기론 법칙 • 법칙 의존적 (주술 사회의 문화양식) (전근대 생물학의 기반) 최총덕2023,생물철 과학 • 근대과학의 태동 경험 의존적 • 존재론적 이해 • 추론보다는 직관 • 물리학 중심 서술 · 비환원적 요소 포함 과학 • '그럴듯한' 상상력 [표 1-4] 환원주의의 3가지 통로 • 유비와 수사 • 기술과 도구에 의존 환원 • 상징과 의미 • 검증주의 분석 • 현대과학의 정립 언어적 환원 존재론적 환원 기술적 환원 과학 • 방법론적 환원주의 설명 차원의 환원 하위 존재로 대체 분석장비를 통한 인식론적 환원 • 인식론적 이해

[표 2-4] 트리포노프의 생명 정의

생명을 정의하는 기존 용어들 중에서 선택된 9가지 기초(빈도수 기준)

1

시스템, 물질대사, 복잡성, 정보, 자기-재생산, 진화와 변화, 환경, 에너지, 운동능력

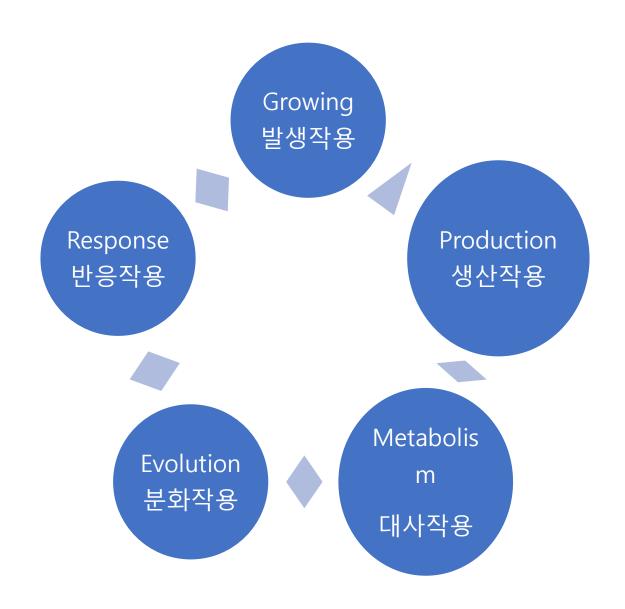


(트리포노프가 정리하여 정의한 생명)

"생명은 변이진화를 거치면서 자기-재생산하는 물질대사 정보시스템이다."

생명의 생물학적 특징 생명의 철학적 의미 개체마다의 차이는 우열이 아니라 특이성 대사 자신의 고유한 특이성이다. 개체보전성 특징 반응 상관성 항상 운동하며 에너지를 교환한다. 개체독자성이 있지만 고립되어 있지 증식 순환성 않으며 상호의존적이다. 조조소서 Ophilonatu. 특징 변화하며, 현존재는 진화 역사성 30억년 생명사의 누적된 산물이다. 를덕2023,생물철학

생명의 특징



[표 2-7] 추론 방식으로 본 생물학적 방법론

과학

일반의

공통

방법론

추론 방식으로 본 생물학적 방법론 실증성

현재 시점에서 검증가능해야 한다.

객관성

시간과 공간에 관계없이 그리고 어떤 관찰자에 관계없이 동일 상태에서 동일 결과가 나오는 장치와 조건을 취해야 한다.

귀납성

보편적 이론을 찾아내기 위하여 많은 경 험사례들이 관찰자료로 사용되어야 한다. 많다는 기준의 절대성은 없으나 많을수록 귀납추론의 신뢰도가 높아진다.

최종덕2023,생물철학

생물학 고유방법론 (유기체 주의)

통시성

계통수나 세대 간 연구처럼 시간적 추론 을 필요로 한다.

소산 구조

열역학 제2 법칙, 즉 엔트로피 법칙을 위반하지 않으면서 미시분자 세포 차원에서 물질과 에너지를 교환하며 복잡하지만 안정적인시스템 구조가 가능한데, 프리고진은 이를 소산구조dissipative structures라고 이름 붙였다(프리고진/스텐저스 2011, 6장).

여기서 소산消散은 특정한 자신의 화학적 공간에서 엔트로피 증가가 정지되거나 오히려 감소될 수 있다는 뜻을 함의한다. 정확히 말하면 엔트로피 증가가 완전히 없어지는 것이 아니라 외부 시스템으로 자신 의 시스템에서 증가된 엔트로피, 즉 무질서량을 외부(근접) 시스템으로 넘겨준다는 뜻을 담고 있다. 이러한 소산구조는 자기 자체를 스스로 조직하는 자기조직성의 시스템을 낳게 한다는 점에서 생명 현상을 설 명하는 중요한 이론적 도구로 평가된다(Tiezzi 2008).

[표 2-1] 수렴하는 열린계

〈열린계〉

- 환경 외부계에 대해 에너지와 물질을 서로 교환하는 시스템
- 내부의 정체성을 외부와 공유
- 유전요인을 승계시키려는 시스템

〈수렴계〉

- 다른 계와 경계가 구분되어 있으며 자기 내부만의 일정 에너지를 항상 보존하는 시스템
- 개체의 형체를 보전하는 시스템(유 기체의 정형화)
- 유전적 오류를 스스로 수정하려는 시스템





〈수렴의 열린계〉

- 다른 계와 경계가 구분되지만 에너지와 물질을 상호교환
- 자신의 시스템에서 일정 에너지를 항상 유지하는 균형 시스템
- 평형에서 먼 시스템
- 자기조직성의 비선형 복잡계
- 엔트로피의 국소적 감소가 가능한 소산구조
- 패턴과 반복의 창발



[표 2-5] 유기체주의 방법론

최종덕2023,생물철학

유기체주의 연구방법론에 대한 철학적 이해

분석주의 방법론

+

역사주의 방법론

기능성 분석: 환원주의와 물리주의 기반 진화사 기반 통시적 접근: 계통성 연구, 가소성 연구

- 계산주의 한계
- 기계론적 결정론의 함정
- 재현가능한 객관성 확립

〈약점〉

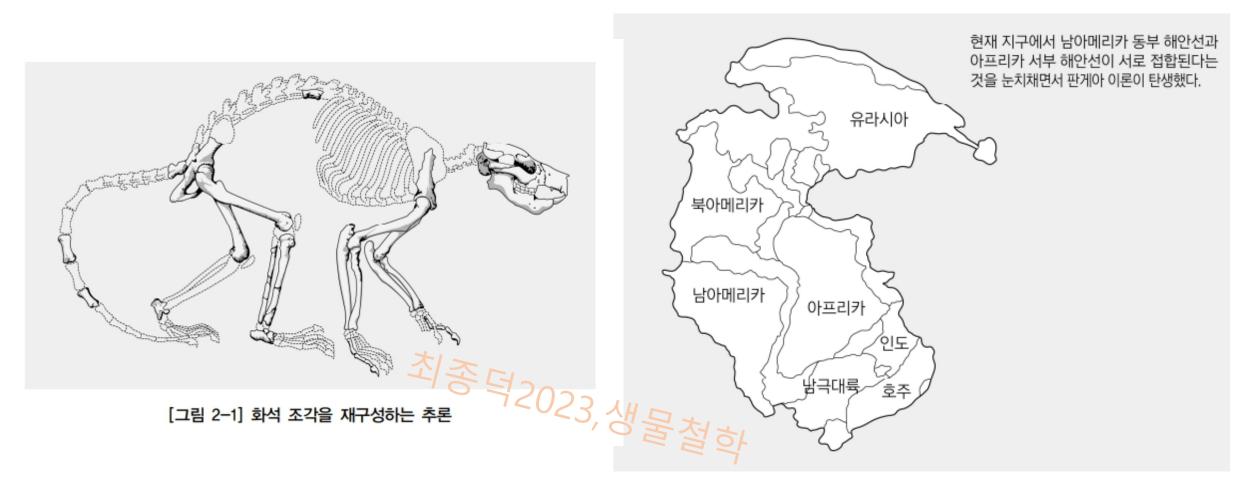
〈강점〉

- 서술과학의 한계
- 검증가능성 미흡
- 통합적 발견술 생명이해의 확장

자기 조직성

자기조

직성은 환경 시스템으로부터 물질과 에너지를 교환하는 개방적 시스 템, 즉 열린계에서 그리고 해당 시스템의 엔트로피 정도가 "평형상태로 부터 먼far-from-equilibrium"(평형에서 먼) 조건을 만족할 때 발생할 수 있다. 프리고진이 처음 사용한 "평형에서 멀다"는 뜻은 일정한 패턴을 가지 면서 제일적uniform, 齊一的 질서를 창발emergence하는 비평형상태로서 시 스템의 균형^{balances}을 유지하는 데 있다(Nicolis and Prigogine 1981). 이와



[그림 2-2] 2억 7,000만 년 전 판게아 초대륙

[표 2-13] 자연주의 인식론

인식론

선험주의 인식론

- ① 형이상학의 기초
- ② 논리적 정당화

경험주의 인식론

생물학적 자연주의 인식론

생물학을 중심으로 한 자연과학의 성과들, 특히 진화론 의 성과를 바탕으로 인식의 기원과 그 타당성의 조건을 해명하려고 하는 인식론적 시도

- ① 진화인식론: 개체발생적으로는 선천적이지만 후성학적 인식능력이 발달된다는 사실을 인정
- ② 인식주관의 구조는 선험적 구조가 아니라는 점을 강조
- ③ 인식발달의 진화론적 추적

[표 2-3] 캉길렘의 생명 범주

생 명

애니미즘의 생명

기계론의 생명

캉길렘의 유기체주의 생명

- 생명 자체, 무매개 적 직접 개념
- 아리스토텔레스의
 목적론적 생명
- 생기론
- 풍속인류학의 생명

- 매개적 수단으로 전 락된 생명
- 데카르트의 신체 혹 은 동물의 생명
- 물질 일원론의 생명

- 환경milieu과 분리될 수 없으며 대화débat하고 상 호작용하는 생명
- 비정상과 절연된 완벽한 정상의 생명은 없다.
- 과학을 존중하지만 결정
 론을 탈피하는 생명

[표 2-2] 유전자 정보의 특징

DNA 구조인 핵산분자인 뉴클레오티드만으로 설명되지 않는다. 즉 동일한 핵산분자의 구성이라도 구조에 따라 다른 정보로 될 수 있다.

유전자 정보는 비가역적이다.

오류를 최소화하면서 유전자를 계승하는 독특한 암호번역계를 가진다.

결정된 운명이 아니라 환경에 의해 후천적으로 변할 수 있다.

유전자 정보 부분들의 전체 합이 유기체 개체의 정보와 동일하지 않다.

정보의 특징

유전자

최종 <u>복2023</u> 생물철학

개체 정의

고유성uniqueness: 다른 개체와 차이가 나게 되는 요소가 무엇인가?

정체성identity : 다른 단위와 별개로 묘사되는 요소들은 무엇인가?

개체성individuality : 다른 단위 개체와의 경계를 어떻게 결정하는가? (Pradeu 2012, p.2)

Thomas Pradeu 2012, The Limits of the Self: Immunology and Biological Identity, Oxford

생명의 소산구조

- 1. 평형에서 멀리 떨어진 (질서) 구조를 유지하기 위하여 이 구조는 항상 외부 환경과에너지 교환이 이루어져야만 한다.
- 2. 생명계를 제어하는 방식: 활성화, 억제프로그램, 자기촉매 등이 있다.
- 3. 생명은 에너지 관점에서만이 아니라 물질교환이라는 점에서 고도의 비평형 상태를 유지한다. 반응의 최종산물이 그 체계에서 제거되거나 다른 위치로 수송되어 거기서 그 기능이 충족된다.

멍게는 고착하면서 뇌가 퇴화한다

멍게는 유생 시기에 물곡기처럼 유영하다가 성체가 되면서 돌에 고착하는데, 돌에 고착하면서 뇌가 퇴화한다.

유영시기 유영운동을 담당하는 nerve-cord(뇌)가 필요했는데, 멍게가 돌이나 코랄에 고착하면서 운동이 필요없어지면서 척색은 퇴화한다. 나중에는 눈도 퇴화한다.

뇌는 몸의 작동/작용을 위해 필요할 뿐이라는 결론을 얻는다.

생명 특징

< 생명을 탐색하는 통로 >

세포-영장류 뇌신경 면역학 **DNA** 형이상학 동아시아 실존주의 고인류 과학 자기-분자적 분지 행동주의 전통철학 인간학 생명사상 연구 분석 접근 심신론 비자기

시 간 성 증 가

갓프리스미스가 말하는 과학철학과 자연철학의 차이 (Godfrey-Smith 2014, 4 ; David Smith 2017, 3)

Philosophy of Science

- 기존 과학철학Philosophy of Science 영역에 속하는 생물철학Philosophy of Biology
- 좁은 의미의 과학철학은 과학의 성과 와 행위를 이해하려는 시도
- 넓은 의미의 생물철학은 그리피스가 말한 생물철학의 첫째,둘째에 해당

Philosophy of Nature

- 자연세계를 바라보는 렌즈 역할을 하는
 자연철학으로서 생물철학
- 우주를 이해하고 인간을 이해하려는 노력
- 철학을 설명하기 위한 근거이며 도구러서 과학을 도입
- 그리피스가 말한 셋째 범주에 해당하며 리빙스턴 스미스가 말하는 Biophilosophy 에 해당한다.

기존의 과학철학 Philosophy of Science 개념과 논의 구조



Philosophical
Interpretations on Nature
자연에 대한 철학적 해석



의학의 철학

고인류학의 철학

양자역학의 철학

정보철학



현대자연철학 Moderne Naturphilosophie 차이

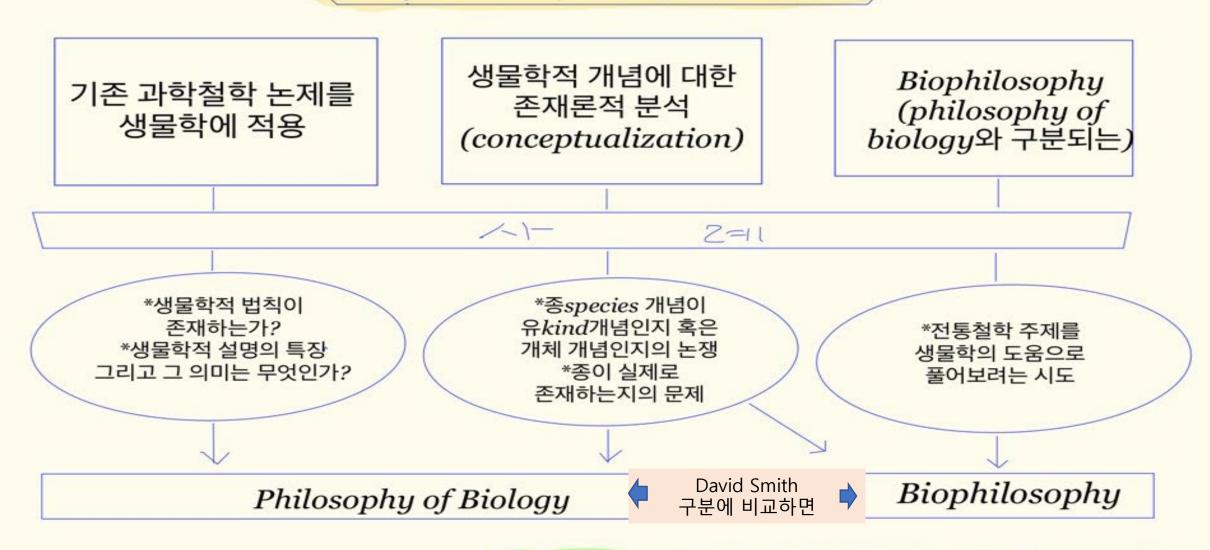
Biophilosophy

- Naturalism, Natural Philosophy
- Biology as explandum
- Biology as a source for philosophy
- 철학적 개념을 설명하기 위해 생물과학의 성과를 이용

(좁은 의미의) Philosophy of Biology

- Conceptualization, Philosophy of Nature
- Biology as explanans
- Philosophy as a resource for biology
- 생물학 개념을 철학적으로 해석

Griffiths7)部对它(健爱对)3是干



Griffiths,P. 2014, "philosophy of Biology" in E.N. Zalta(ed.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy (2014)

자연주의 개념의 맥락

자연주의 예술(문학, 미술): 낭만주의에 대비, realism과 연계, 냉혹한 자연을 은유함

존재론적 자연주의, 형이상학적 자연주의: 고대 자연철학

인식론적 자연주의: 자연과학을 기반으로 한 자연주의, 다윈 진화론에 영향,

초자연주의에 대척

동양철학의 자연주의

철학과 과학의 같음과 다름

철학

- 헤겔, 플라톤 등의 지식에 매몰되기보다 (외적) 비판과 (내적) 성찰에 귀기울인다
- 정답내기가 아니라 문제를 일으키고 질문을 중시한다.
- 진리가 법칙인지 회의한다.
- 사실의 상황을 text에서 context까지 확장한다.

과학

- 관찰에 관심두고 주의력을 모은다.
- 답(사실;facts)을 찾아가지만 그 답이 얹혀있는(근거를 둔) 세계가 실재하는지 아니면 형식적인지를 궁구한다.
- 진리의 법칙을 모색한다.
- 사실에 기반한 text를 지향한다.

공통

- 문제와 문제 아닌 것을 파악한다.
- 편향과 선입관에서 벗어나려 노력한다.
 - 인식(지식)의 합의를 중시한다.
 - 지식과 가치 사이에서 갈등한다.

@philona

二世 빋 약 묘 도 7

BAD SCIENCE •

1. SENSATIONALISED HEADLINES



선정적이고 자극적인 제목의 기사나 헤들라인

2. MISINTERPRETED RESULTS



그럴듯한 이야기로 꾸며서 만든 결과

3. CONFLICT OF INTERESTS



기업이나 기관의 이해관계에 얽혀진 연구결과

4. CORRELATION & CAUSATION



우연적 상관관계를 마치 과학 적 인과관계로 오도한 경우

5. SPECULATIVE LANGUAGE



개인 주장이나 추측의 이야기 를 과학명제처럼 구성한 경우

6. SAMPLE SIZE TOO SMALL



증거표본이 아주 적거나 일부 러 적게 한 경우

7. UNREPRESENTATIVE SAMPLES



실험대상인 특정집단을 대표 집단처럼 보이게 한 경우

8. NO CONTROL GROUP USED



대조군 비교없거나 자격미달 의 대조군으로만 실험한 경우

9. NO BLIND TESTING USED



대조군/실험군의 맹검 기준이 불충분한 경우

10. 'CHERRY-PICKED' RESULTS



연구자에 유리한 데이타만 결 과치로 편향되게 사용한 경우

11. UNREPLICABLE RESULTS



다른 상황과 환경에서 재현되 지 않는 경우

12. JOURNALS & CITATIONS



내용보다는 학술지 권위에만 의존하려는 논문인 경우









존스는 그것을 보며 말한다.

"마야어로 황금은 보물이지만 그들에게 보물은 지식이였던 거야."

인디아나존스4마지막장면

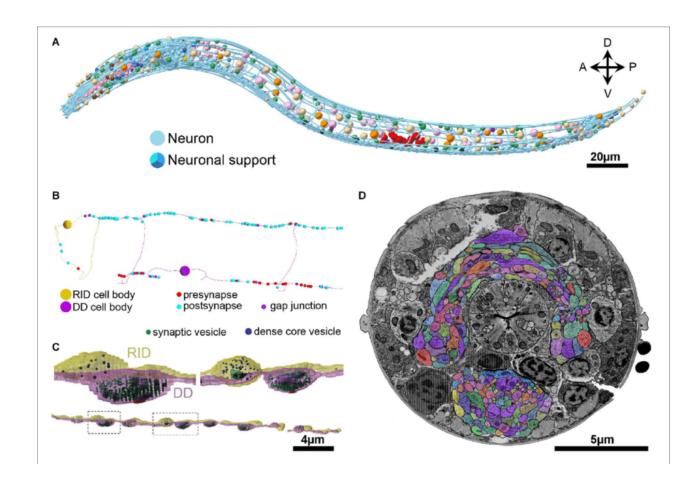


과학과 시가 만나는 통로

과학적 마음,logos	시적 마음,pathos
논리를 따질 때	사랑을 할 때
합리적 의사결정을 할 때	소외가 아닌 공감을 할 때
사물의 지식이 필요할 때	삶의 실존에 부딪쳤을 때
과학적 태도와 시적 준비가 결합되면	

자료: 최종덕@philonatu

현실의 문제를 잘 풀어갈 수 있다.



그림출처: Mulcahy et al 2018, "A Pipeline for Volume Electron Microscopy of the Caenorhabditis elegans Nervous System", Frontiers in Neural Circuits 12:94(Nov. 2018)

"302개의 뉴런과 7,000개의 시냅스를 갖고 있는 예쁜꼬마선충 시냅스 연결접합점 신경계지도를 최근 겨우 완료했지만, 여전히 그런 신경계 구조로부터 예쁜꼬마선충Caenorhabditis elegans 의 행동유형을 설명하지 못하고 있다. 우리는 벌레의 아주 작은 뇌조차 이해하지못하고 있다."

자료: 최종덕@philonatu

Christof Koch

(Chief Scientist and President of the Allen Institute for Brain Science)

출처: https://alleninstitute.org/

과학적 휴머니즘은 어떻게 가능할 것인가?

남을 배려하고 성실하며 공평하고 열린 마음의 태도

소통과 대화를 피하지 않는 태도

변화의 때를 알고 행동으로 실천하는 태도

과학적 휴머니즘 너무 진지하지 않도록 하여 현실을 도피하지 않는 태도

philonatu@

생각에 오류가 있다면 빠르게 수정할 수 있으면서도 자신의 자긍심을 잃지 않는 태도