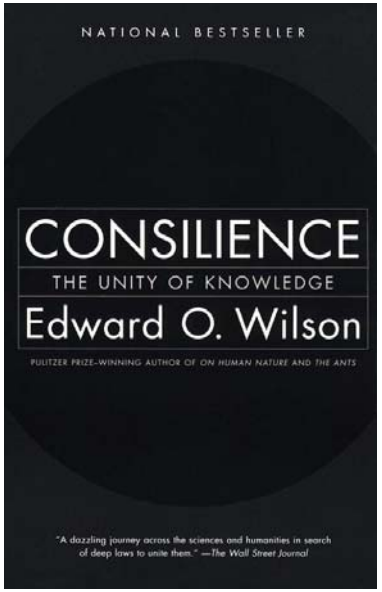
복잡계이론과 사회과학

* 복잡계란 무엇인가?
* 사회과학 이론과 방법론
* 정치학 분야의 연구들

2015년 11월 28일

이화여자대학교
민 병 원



학문의 통합과 환원주의

- 1998 에드워드 윌슨의 "통섭(*Consilience*)" 출간
  - "이오니아의 마법": 통합과학에 대한 믿음
  - 과학과 인문학을 연결하려는 계몽주의의 외침
  - 21세기의 학문의 줄기: 자연과학과 인문학
  - 사회과학의 세분화: 생물학과 인문학에 융합
- 환원주의를 통한 학문의 통합
  - 환원주의: 다른 방법으로는 뚫고 들어갈 수 없는 복잡한 체계를 탐구하기 위한 전략.
  - 환원주의 없는 복잡성 추구는 "예술"이지만, 환원주의로 무장하고 복잡성 탐구하면 "과학"

두 문화: 서로 다른 길?

- 1959년 C. P. 스노우(Snow)의 "두 문화(two cultures)": 과학과 인문학 사이의 인위적인 학문 구분과 대화의 단절은 복잡한 현실문제 해결을 불가능하게 만든다고 주장
  - 당신은 셰익스피어의 작품을 읽은 적이 있습니까?
  - 당신은 열역학 제2법칙을 설명할 수 있습니까?
- 분과학문의 장벽에 가로막힌 오늘날의 학문 편제 아래 학제적인 접근은 매우 어렵다는 점을 강조.
  - 문과 vs. 이과: 지나치게 전문화된 교육제도 개선해야
  - 오늘날의 상황은 어떠한가?

Charles Percy Snow (1905-1980)

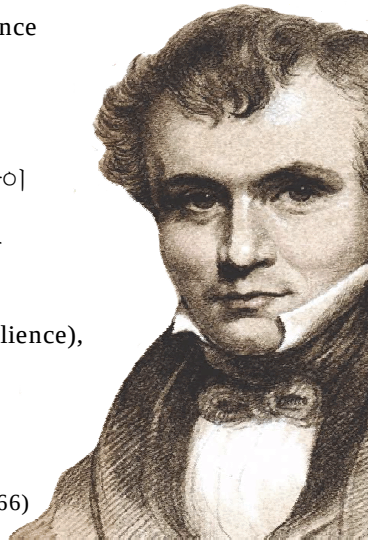
지식의 통합을 위한 실타래

- 아테네의 영웅 테세우스(Theseus)는 크레타 섬의 미로로 들어가 미노타우루스(Minotaur)를 죽이고 아리아드네(Ariadne)의 실타래를 따라 되돌아나온다.
  - 미로 입구에는 물리학이, 깊은 안쪽에는 사회과학, 인문학, 예술, 종교가 위치.
- 미로의 안으로 들어가는 것보다 실타래를 따라 밖으로 나오는 편이 훨씬 쉽다!
  - 종합을 통한 상향식 통섭보다는 환원주의적 하향식 통섭이 지식의 축적에 용이.

통섭과 사회과학

- 통섭(統攝)의 개념
  - 1840년 휴얼이 "귀납적 과학의 철학"에서 사용.
  - 설명의 공통기반을 만들기 위해 학문분야를 가로질러 사실과 이론을 연결하고 지식을 통합한다는 의미.
  - 통섭(Consilience)의 유사개념: Unification, Coherence
  - 지식의 파편화에 대응하는 개념으로 제시.

- 통섭과 사회과학
  - 사회과학자들은 통섭을 위해 노력하지 않고 있다!
  - 자연과학적 지식의 위계성을 일축하고 독립된 칸막이 속에서 자신들만의 언어로 이야기한다.
  - 사회과학은 마음과 뇌로 이어지는 여러 수준을 관통하는 인과적 설명네트워크를 만들지 못하고 있다.
  - 자연과학을 닮은 사회과학은 경제학: 과학자들은 검약성(parsimony), 일반성(generality), 통섭(consilience), 그리고 예측성(predictiveness)을 추구해야.

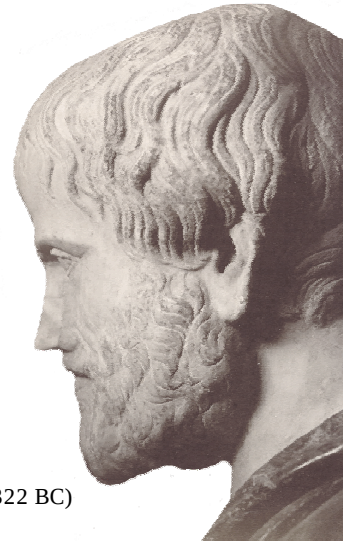


William Whewell (1794-1866)

윌슨의 꿈: 학문의 대통합

- 바이오필리아(biophilia): 생명다양성과 자연친화
  - 생물종의 감소로 인한 인류의 미래위험 인식: 새로운 과학정보의 원천 상실을 우려함.
  - 인간의 마음과 자연과 생물에 대한 애착

- 통섭(consilience): 학문의 대통합을 위한 화두
  - 인류의 지식은 대부분 전문화 과정을 통해 획득
  - 오늘날의 변화: 자연과학의 통합 추세(물리학, 화학, 생물학 등), 사회과학의 분열현상 강조
  - 자연과학과 인문학, 예술의 통합: 진화생물학이 통섭과정에서 중요한 고리 역할
  - 계몽주의 시대 지식인과 같은 汎학문적 인간형

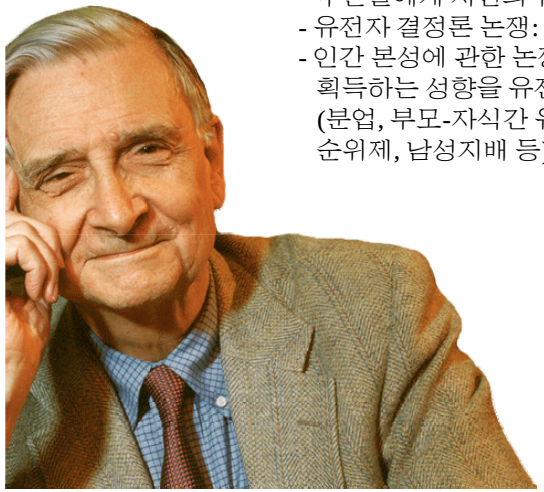


통섭형 인간 Aristotle (384 BC – 322 BC)

- 자연을 사랑한 소년, 윌슨(1929-)
  - 개미연구와 생물학: 하바드 유전학연구와 동물행동학 경합
  - DNA 발견과 분자생물학: 동물행동학, 진화생물학의 침체

- 사회생물학(sociobiology)의 등장: 진화와 유전자
  - 다윈의 진화론: 이타적 행위는 자연선택과 양립 불가능
  - 윌슨의 사회생물학: 이타적 행위는 진화적 관점에서 볼 때 후손들에게 자신의 유전자를 전달하기 위한 전략적 행위
  - 유전자 결정론 논쟁: 유전자 결정인가, 환경 결정인가?
  - 인간 본성에 관한 논쟁 촉발: 인간은 행동과 사회구조를 획득하는 성향을 유전에 의해 조상으로부터 물려받음 (분업, 부모-자식간 유대, 윤리, 배타성, 부족주의, 집단 내 순위제, 남성지배 등); 양육론에 대한 천성론의 반격?

윌슨의 꿈: 학문의 통합

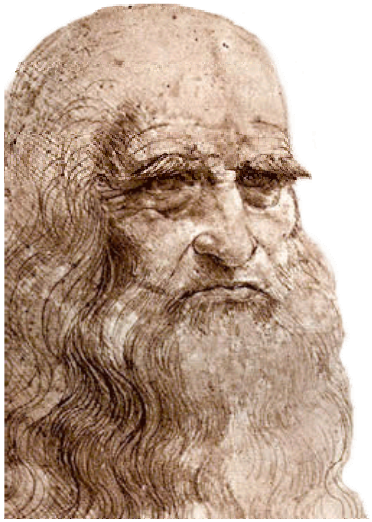


Edward O. Wilson (1929-)

환원주의의 한계

- 윌슨의 통섭은 결국 자연과학 중심의 통섭
  - 모든 학문의 통합은 자연과학으로 환원됨으로써.
  - 세상은 본질적으로 물리적(physical): 세상의 모든 법칙은 보편적 물리법칙에서 파생.
  - 따라서 사회과학과 자연과학을 분리해서는 안됨.

- 윌슨의 통섭이 지닌 한계
  - 오컴의 면도날을 과도하게 사용하면 세계를 너무 단순화시키는 오류를 범하게 된다.
  - 과학적 탐구는 오로지 인과적 설명만을 지향? 이론은 항상 복수로 존재할 수 있다.
  - 과학이 성공해온 역사를 돌이켜볼 때 통섭보다 오히려 학문분화가 더 나은 방법일 수도 있다.



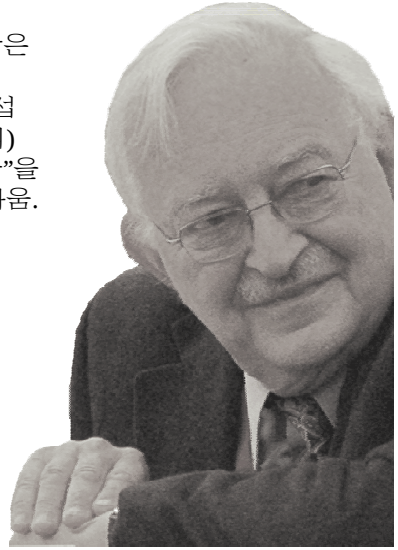
Leonardo di ser Piero da Vinci (1452-1519)

사회과학과 통섭

- 월러스타인의 굴벤키안(Gulbenkian) 보고서
  - 분과학문의 장벽을 넘어서 공동연구, 통합연구. 활성화를 통한 사회과학의 개방과 재구조화 촉구.
  - 분과학문의 환상에서 벗어나 지식의 불확실성을 고려한 사회과학의 재통합 필요.

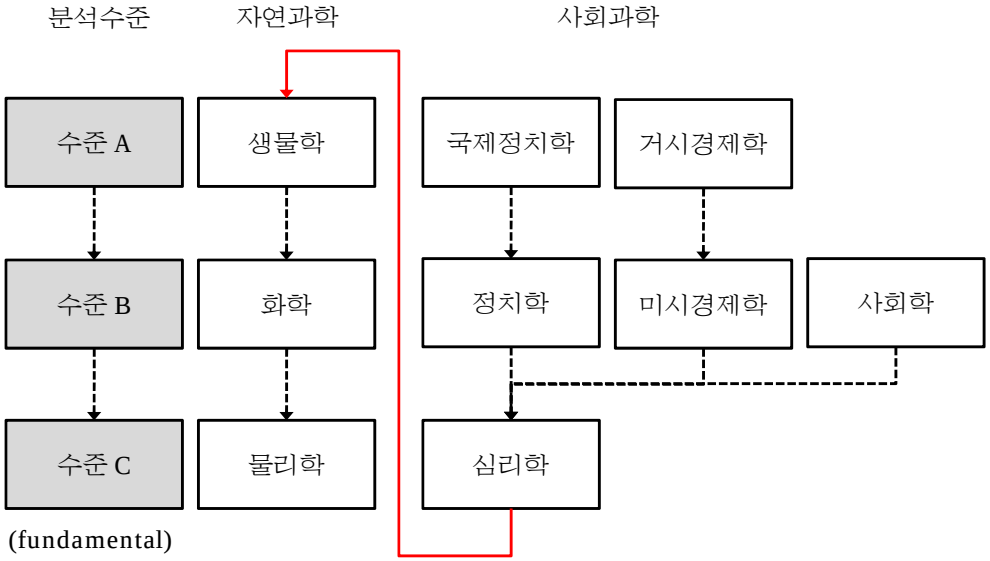
- 통섭(統攝)과 통섭(通涉)
  - 통섭(統攝): 사회생물학에서 주창하는 학문의 통합은 생물학이 학문적 통합의 중심이어야 한다고 주장.
  - 진정한 학제적 "소통"보다는 "지배"관계 강조: "포섭하여 통제한다"는 의미 (과학파시즘, 과학제국주의)
  - 통섭(通涉): "사물에 널리 통함," "서로 사귀어 오감"을 의미하는 학제적(interdisciplinary) 접근에 더 가까움.

- 자연과학과 사회과학, 그리고 역사
  - 각각의 영역에서 우리는 무엇을 배울 수 있을까?
  - 진정한 통섭은 영역 간의 이론적 교류 뿐만 아니라 인식론적·방법론적 다양성을 포괄하는 형태로...
  - 사회과학자들은 하향식 연역과 상향식 귀납이 어떻게 융합될 수 있는지를 고민해야...



Immanuel Wallerstein (1930-)

과학적 분석의 수준

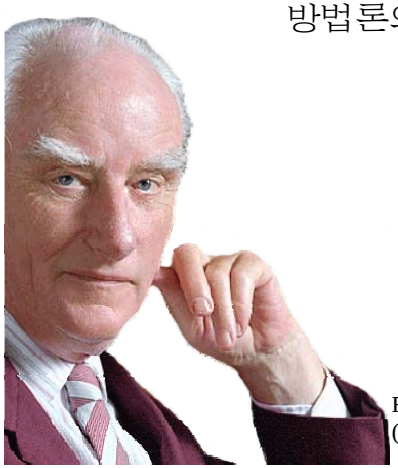


윌슨의 고리: 환원주의적 통섭

- 자연과학은 항상 환원주의에 의존하여 발전해왔는가?
  - 대상을 관찰하고 설명하는데 있어 환원주의적 분석방법을 주로 활용 (하향식)
  - 모형을 수립하고 이론을 구축하는데 있어 종합적 접근방법도 병행 (상향식)

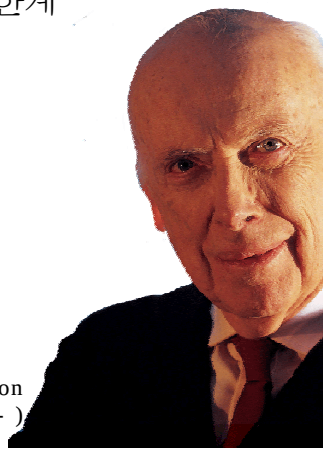
- 1950년대 DNA 이중나선구조의 발견: 생물학의 역사적 발견은 어떻게 가능했나?
  - Double Helix: 관찰과 모형수립을 끊임없이 반복함으로써 어려운 문제를 해결
  - 환원주의적·경험적 방법 vs. 이론적·연역적 방법은 항상 배타적인가?

방법론의 고민: 환원주의의 한계

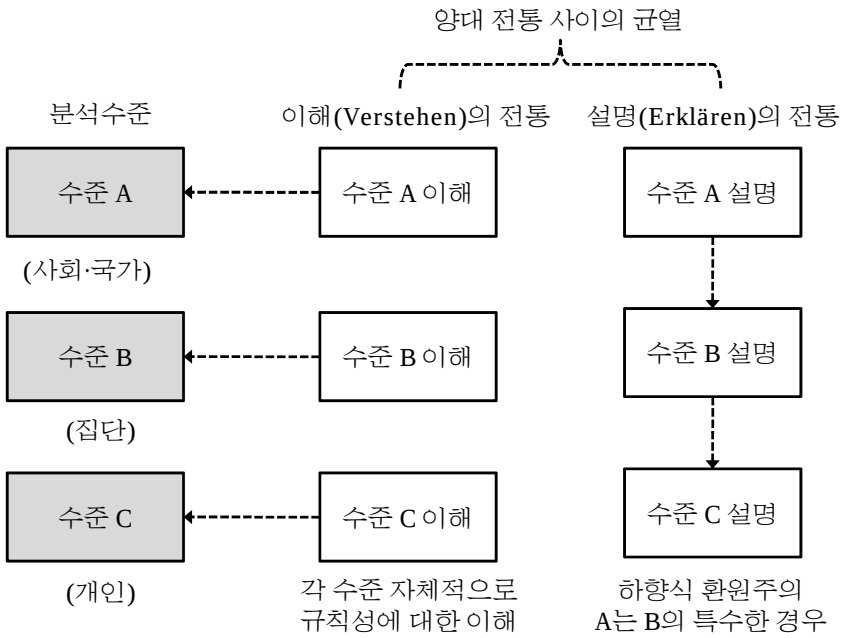


Francis Crick
(1916-2004)

James Watson
(1928-)



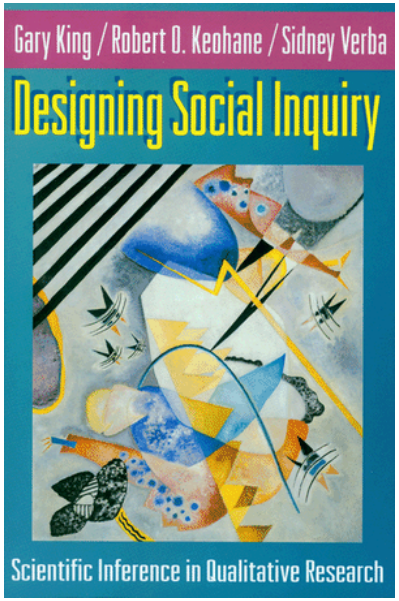
사회과학의 전통



사회과학에서 "과학"이란?

- 사회과학의 통합은 연구방법으로부터.
  - 양적 연구방법을 중심으로 하여 질적 연구 방법을 포괄·통합하려는 시도(1994 KKV).
  - "과학"으로서의 사회과학의 성공 여부는 과학적 추론을 엄격하게 이룸으로써 가능.

- 이해인가, 설명인가?
  - 과학적 전통을 강조하는 사회과학에서는 "이해"보다는 "설명"에 주안점.
  - 미국식 사회과학의 주류는 연구의 설명능력으로부터 "과학"이 가능하다고 주장.
  - 분석(analysis)을 강조하는 환원주의적 속성 (윌슨과 같은 자연과학의 접근방법 선호)



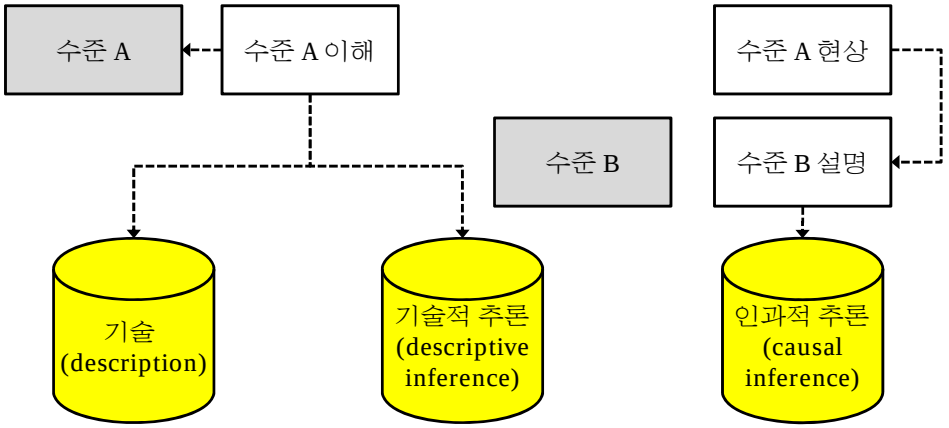
과학과 연역의 한계

- 20세기 이후 미국의 사회과학은 철저하게 "과학"의 전통을 추구해왔으며, 정확한 분석과 예측을 지향하는 근대 뉴턴의 패러다임을 신봉.
  - 법칙정립적 사회과학: 연역과 귀납을 통한 일반화

- 미국 정치학계의 현실: 부에노 드 메스키타의 합리적 선택과 기대효용이론과 같은 연역적, 분석적 전통이 지배, 이러한 전통의 한계는 무엇인가?

Bruce Bueno de Mesquita (1946-)

사회과학: 기술과 추론



- 해석학 전통 (thick description)
- 유일한 사건에 대한 관심
- 단순사례분석의 한계: 일반화
- 상황기술적(idiographic) 접근

- 사례연구: Small-N 문제
- 구조화 통제비교/유형화
- 체계적/비체계적 현상 구분
- Cross-tabulation 등

- 연역과 귀납을 통한 분석
- 인과성은 평균효과(KKV)
- 인과성은 인과메커니즘
- 회귀분석(regression) 등

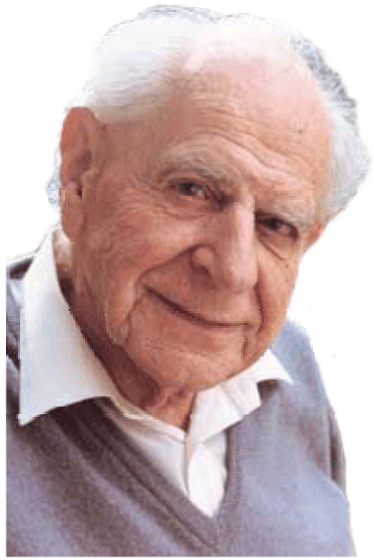
법칙정립적(nomothetic) 과학

과학과 연역의 한계

- 근대 과학과 힐베르트 프로그램
  - 모든 것을 수학으로 정리하겠다는 힐베르트 프로그램과 형식주의의 과신, 그 뿌리는?
  - 근대과학은 기계론적 세계관의 바탕 위에 보편이론을 추구, 합리성과 인과적 결정론의 기반 위에 모든 학문의 벤치마킹 대상이 됨

- 라플라스의 악마를 기다리며...
  - 과거를 명확하게 이해하고 이를 바탕으로 미래를 정확하게 예측하는 "라플라스(Laplace)의 악마"
  - 사회과학에서도 이러한 예측 능력이 가능할까?

David Hilbert (1862-1943)



과학과 연역의 한계

- 연역적 방법을 통한 사회과학
  - 포퍼: "과학이란... 연역적 추론에 의해 진실을 발견하는 것."
  - 추론의 정확성에서는 귀납법보다 연역법이 훨씬 앞선다.

- 하향식 추론방식의 한계
  - 하향식(top-down) 접근방식은 그 논리적 힘에도 불구하고 복잡한 현실의 모든 문제를 이해하고 해결하기에 한계를 안고 있다.

Karl Popper (1902-1994)

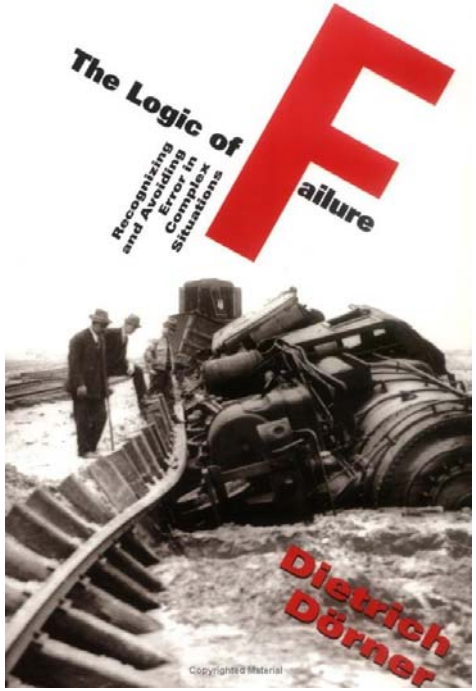
과학과 연역의 한계

- 2003 Fritz vs. Kasparov, 누가 승리했을까? 1승 1패 2무승부
  - 체스의 경우 평균 40수 게임이라고 할 때 10^{128} 가지 게임 조합 가능
  - 하향식 논리의 한계: 하향식 전문가시스템(expert system)을 이용한 체스게임은 초반부에서만 전문가 지식을 활용할 수 있을 따름이며, 게임 종반부로 갈수록 가능한 모든 조합을 활용해야 하는데, 현재 기술로는 역6수 정도만 계산 가능.

과학의 한계에 대한 재고

- 실패의 논리(logic of failure)
  - 인간의 실패는 때때로 완전한 중앙집중형 디자인과 통제의 환상으로부터 발생
  - 하향식 엔지니어링의 근원적 한계.

- 상향식(bottom-up) 알고리듬을 찾아서...
  - 중앙에서 통제하는 하향식(top-down) 알고리듬은 얼마나 효율적일까?
  - 복잡한 현실의 분산형·상향식·비선형 네트워크에서는 중앙집중형 통제 불가능



과학과 귀납의 한계

- 헴펠: 사실을 모으면 일반화가 가능할까?
  - 연역(D-N)논증: "올바른 과학적 설명이란... 자연법칙과 초기조건에 대한 기술로부터 특정 결과를 추론"
  - 귀납(I-S)논증: "통계법칙과 초기조건에 대한 기술로부터 특정 결과를 확률적으로 도출"

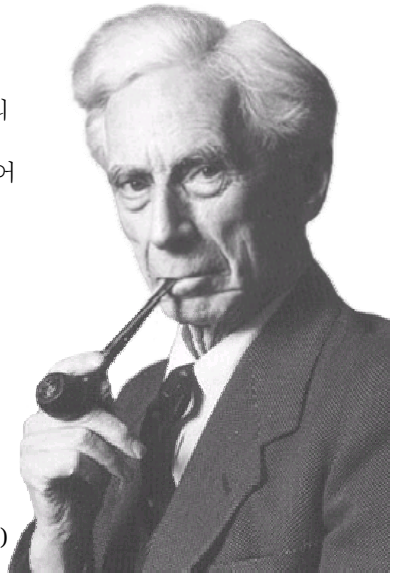
- 귀납적 접근법은 연역의 한계를 극복할 수 있을까?
  - 현실로부터 얻은 데이터로부터 우리는 얼마나 정확한 추론을 할 수 있을까?
  - 귀납의 문제: 아무리 많은 관찰을 하더라도 우리는 완벽한 일반화를 하기 어렵다.

Carl G. Hempel (1905-1997)

- 러셀의 "닭의 비유"
  - 매일 모이를 받아먹는 닭은 영원히 그럴 것이라고 예측하지만, 어느날 닭주인은 닭의 목을 딸 것이다!
  - 관찰과 귀납만으로 모든 현상을 예측하기는 불가능
  - 오랜 관찰에 의해 수립된 일반화도 어느 순간 처참하게 무너지고 만다.

- 과거에 기반을 둔 과학적 추론의 한계
  - 과거에 일어났던 일들이 미래에도 똑같이 일어나리라는 보장은 없다.
  - 극단적인 사건, 예측불가능한 사건은 언제든지 일어날 수 있다.

과학과 귀납의 한계

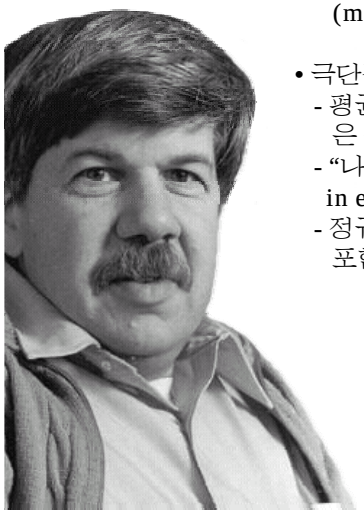


Bertrand Russell (1872-1970)

과학과 귀납의 한계

- 평균값이 전달하는 메시지는 과연 무엇일까?
  - "The medium is the message." (Marshall McLuhan)
  - "The median isn't the message." (Stephen Jay Gould, 1985)
  - 굴드는 1982년 40대 초반에 불치병 희귀암인 중피종 (mesothelioma) 진단으로 8개월 시한부 선고.

- 극단값의 의미와 과학
  - 평균 8개월 생존기간(median mortality of eight months)은 무엇을 의미하는가?
  - "나는 8개월 안에 죽을 수도 있다(I will probably be dead in eight months)"는 결론은 그에게 받아들일 수 없는 명제.
  - 정규분포 평균값에서 멀리 떨어진 꼬리부분(극단값)에 포함되지 말라는 법이 있을까?

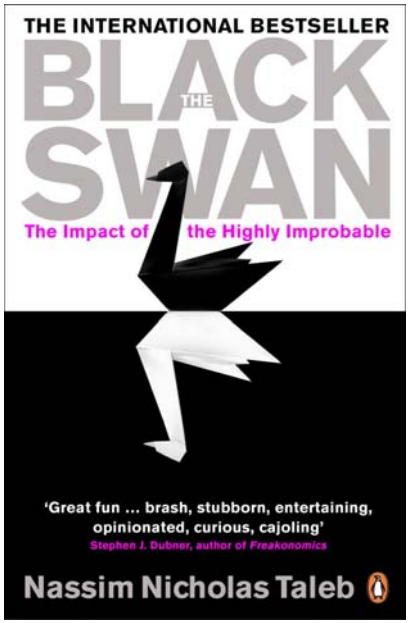


Stephen Jay Gould (1941-2002)

과학과 귀납의 한계

- 경험에 의존하는 지식의 취약성
  - "검은 백조"라는 극단값의 존재는 우리의 지식이 얼마나 취약한가를 말해준다.
  - 우리의 지식은 "아는 것"뿐 아니라 "모르는 것"에 의해서도 결정된다.
  - 생각할 수만 있다면 사태는 일어나지 않았을 것이다 (9·11사태의 사례)

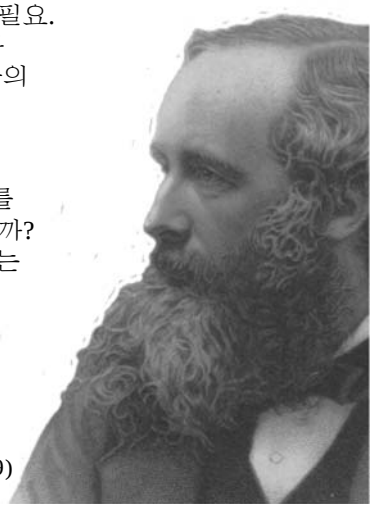
- 우리는 우리가 모른다는 사실을 모른다!
  - 극단값과 희귀한 사건은 불확실성을 대변
  - 정상적인 것, 정규분포로부터 우리가 얻을 수 있는 것은 별로 없다.



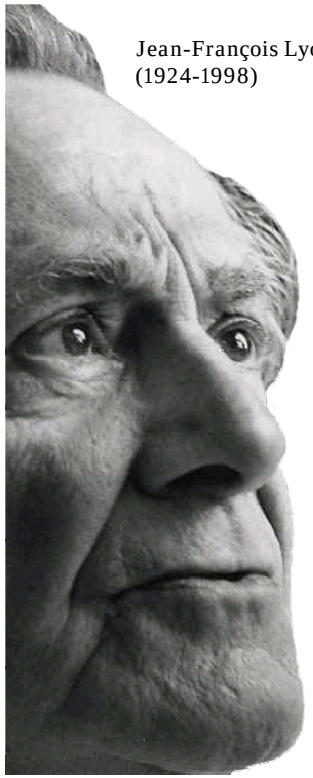
확률론적 접근: 상대주의적인가?

- 정확한 측정과 예측은 불가능한 것일까?
  - 통계열역학: 분자들 사이의 운동이 "라플라스의 악마"도 풀기 어렵다는 것을 보여줌.
  - 기체 분자의 정확한 움직임을 측정하는 것은 무의미하며, 분자집단 전체의 움직임을 다루기 위한 통계적 방법 필요.
  - 하이젠베르그의 "불확실성 원리": 양자역학은 위치나 속도 등과 같이 특정한 양을 측정하는 일이 어느 수준의 정확도를 넘어설 수 없다는 것을 입증.

- 확률적 세계관
  - 사회를 바라보는 우리의 자세도 합리적 선택의 전제를 기반으로 한 정확한 예측이 아니라 대강의 모습 아닐까?
  - 그러나, 통계적 접근과 확률주의가 곧 상대주의적 또는 주관적 접근방법을 의미하는 것일까?



James Clerk Maxwell (1831-1879)



Jean-François Lyotard
(1924-1998)

확률론적 접근: 방법론적 통섭일까?

- 포스트 모더니즘과 사회과학
  - 정형화된 근대 과학과 분석적 패러다임 비판.
  - 리오타르: 포스트모던 시대의 지식은 불완전정보, 전통과학을 넘어선 사회적 유대관계 중시
  - 차이와 불일치를 정당화하고, 다양한 언어게임을 바탕으로 한 "서사적(narrative) 지식" 강조.
  - 지식 상대주의와 주관주의, 해석학적 시각.

- 사회과학의 현 상황은 어떠한가?
  - 과학적 추론을 강조하는 법칙정립적 실증주의.
  - "심층기술"과 상황(contexts)을 강조하는 해석주의.
  - 양대 접근방법 사이의 대화는 어느 정도인가?

과학과 학문의 통합: 역사가들의 고민

- "과학"의 무능함에 대한 비판
  - 과학적 접근방법을 외치는 수많은 사회과학 이론들 중에서 냉전의 종식을 제대로 예측한 이론이 있었던가?
  - 21세기의 세계에서도 "과학"은 여전히 우리의 미래를 이해하는데 많은 한계, 왜 그럴까?

- 보이지 않는 것에 대한 관심
  - 역사 연구에 있어 실증주의와 과학의 성과는 얼마나 미미한가?
  - 측정할 수 있는 것만 보아야 할 것인가?
  - 인간의 내재적 가치는 어떻게 과학적으로 연구?

John Lewis Gaddis (1939-)

Alan David Sokal (1955-)

Transgressing the Boundaries

TOWARD A TRANSFORMATIVE HERMENEUTICS OF QUANTUM GRAVITY

Alan D. Sokal

Transgressing disciplinary boundaries . . . [is] a subversive undertaking since it is likely to violate the sanctuaries of accepted ways of perceiving. Among the most fortified boundaries have been those between the natural sciences and the humanities.
—Valerie Greenberg, *Transgressive Readings*

The struggle for the transformation of ideology into critical science . . . proceeds on the foundation that the critique of all presuppositions of science and ideology must be the only absolute principle of science.
—Stanley Aronowitz, *Science as Power*

소칼의 저주: 방법론적 통섭을 향해

- 소칼 사건(1996 *Social Text*)
  - 학술지에 소칼교수가 허위로 작성한 논문을 투고하여 심사 "可" 판정을 받고 게재.
  - 주관주의와 상대주의가 너무 강하면 어떤 문제?
  - 포스트모던 사상가들의 말장난과 실체 없는 담론, 과학의 남용에 대한 비판과 조롱.
  - 과학적인 연구는 단순한 메타포와 은유(analogy) 차원을 넘어서야 한다는 절박한 호소.

과학과 학문의 통합: 역사가들의 고민

- 랑케의 극단적 사실주의
  - 문서를 숭배하고 그로부터 추출한 "사실"을 객관적인 것으로 숭배.
  - 사실을 정확하게 이해할 수 있다는 전제 하에 실증주의적 역사관을 정립.

- 콜링우드의 주관주의
  - 역사는 "가위와 풀"의 역사가 아니며, 역사가가 주관적으로 재구성한 작품이라고 인식.
  - 모든 역사는 사고(思考)의 역사: 사실을 더덕더덕 붙인 역사는 가위와 풀의 역사에 불과할 뿐."

Leopold von Ranke (1795-1886)

과학과 학문의 통합: 역사가들의 고민

- 카(E. H. Carr): 역사란 무엇인가?
  - 사실과 역사가의 상호작용 중시, 역사를 움직이는 거대한 힘과 의도하지 않았던 결과에 초점.
  - "헤겔의 꾀(결정론)"와 "클레오파트라의 코(우연적 요소)"가 모두 작동하며, 역사가의 임무는 이로부터 의미 있는 선택적 체계(일반화)를 만들어내는 것.

- 카의 역사와 사회과학
  - 역사가가 사실을 어떻게 조합해내는가에 따라 역사의 성격이 바뀐다면, 사회과학에서도 시각과 이론이 그만큼 중요한 것이 아닐까?

Edward H. Carr (1892-1982)

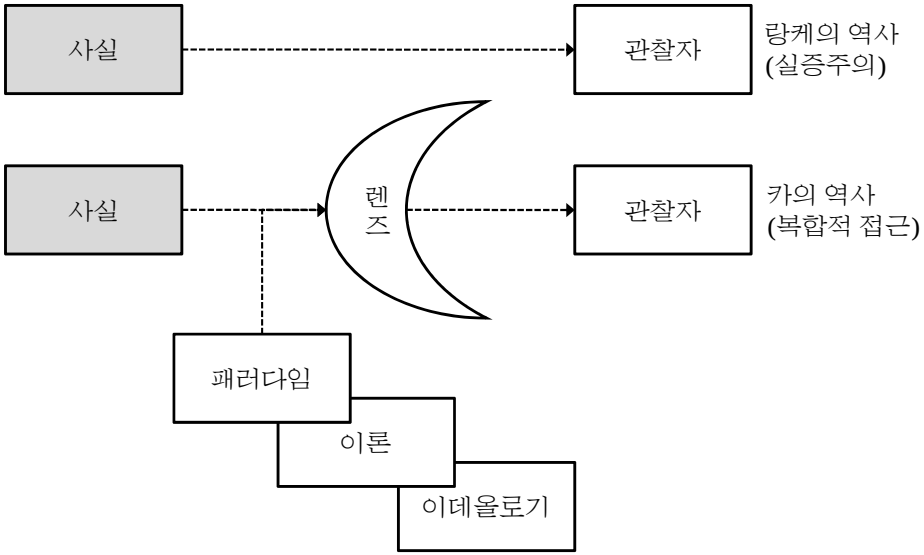
과학적 실재론과 복잡계

- 사회과학 이론과 방법론
  - "이론(theory)"에 의해 관찰이 결정된다면, 서로 다른 이론 사이의 차이는 무엇으로 메울 것인가?
  - 복수의 이론이 가능한 것이라면, 실재(實在, reality)도 복수로 존재하는가?
  - 실증주의와 상대주의의 딜레마 사이에서 우리는 어떤 입장을 취해야 할까?

- 과학적 실재론과 딜레마 해결의 가능성
  - 과학적 실재론은 우리의 감각 외부에 존재하는 것들이 단순한 관찰대상에 불과한 것이 아니라 실재하는 대상이라는 존재론(ontology) 강조
  - 과학의 임무는 눈에 보이는 관찰을 넘어 보이지 않는 실재의 작동 메커니즘을 구현하는 것이다!
  - 마이클 폴라니의 "암묵지(tacit knowledge)" 관념: 순수한 형식지(explicit knowledge)는 존재하지 않는다!

Michael Polanyi (1891-1976)

사회과학과 역사의 "과학"



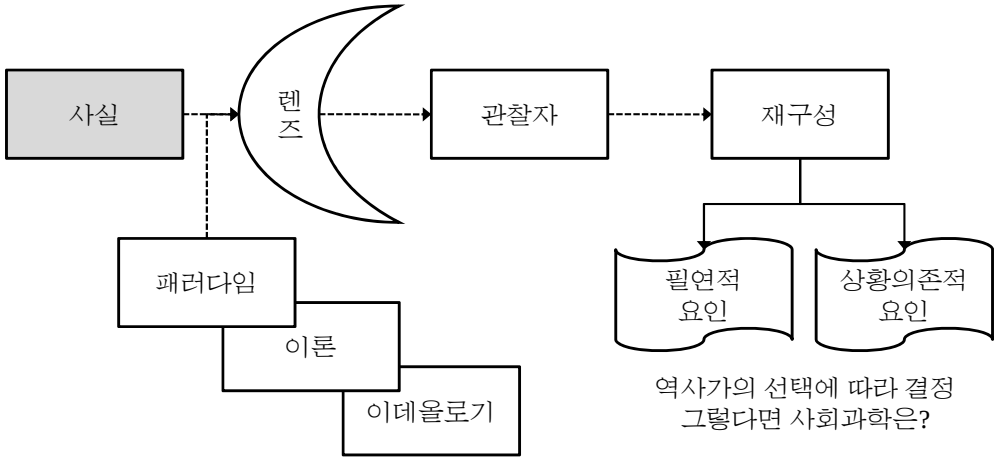
실재론과 존재의 세 영역

	실재(real) 영역	현실(actual) 영역	경험(empirical)영역
메커니즘	○		
사건	○	○	
경험	○	○	○

- 과학적 실재론에서 보는 과학의 임무
  - 과학은 눈에 보이지 않지만 실재하는 대상의 작동 메커니즘을 발견하는 노력
  - 따라서 다양한 이론들은 이러한 실재의 메커니즘을 설명하는 시도들이다 (실재는 하나이더라도 이론은 복수로 존재할 수 있다)

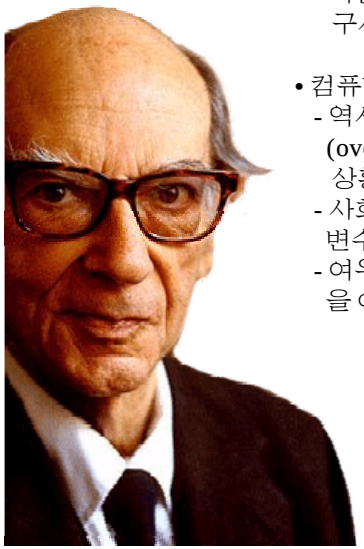
- 따라서 "과학적 이론"의 임무는...
  - 시스템 작동에 미치는 외부의 조건들(boundary conditions)을 규정하고 각 수준마다 존재하는 작동원리를 밝히는 일: 분석수준별 재구성
  - 이를 위해서 "열린 시스템(open systems)"과 "창발성(emergence)" 관념 필요: 시스템 작동원리(필연적 요인) + 조건(상황의존적 요인)을 동시에 구현해야

사회과학과 역사의 "과학"



역사가의 선택에 따라 결정
그렇다면 사회과학은?

역사와 사회과학



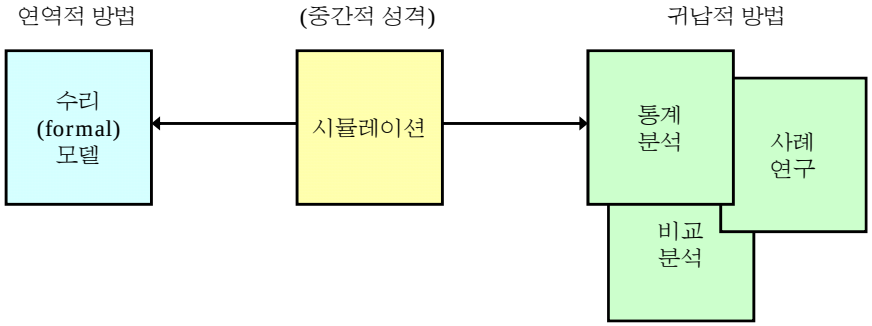
Isaiah Berlin (1907-1997)

- 벌린의 고슴도치와 여우론
  - 한 가지 굵직한 것을 매우 잘 알며 그것을 반복해서 활용하는 것은 "고슴도치."
  - 자질구레한 것들을 많이 알며 상황에 따라 적절한 전략을 구사하는 것은 "여우."
- 컴퓨터 시뮬레이션 방법의 정당화
  - 역사가는 하나의 사건을 설명하기 위해 여러 원인을 동원 (overdetermination); 어떤 현상을 폭넓게 이해하기 위해 상황의존적 변수에 대한 풍부한 고찰이 필요 (여우).
  - 사회과학자는 최대한 간결함(parsimony)을 추구; 중요한 변수를 중심으로 이루어지는 실증주의 접근 (고슴도치).
  - 여우와 고슴도치는 서로 배타적인가? 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 사회과학 연구에서는 공존이 가능.

역사: 필연성과 상황의존성

Walter Fontana (1960-)

- 반복되는 역사 속의 질서
  - 굴드와 상황의존성(contingency): "역사의 테이프를 무한 반복하더라도 똑같은 역사를 얻을 수 없다."
  - 과연 그럴까? 역사의 보편성을 확률적으로 이해할 수 없을까?
- 필연성과 상황의존성의 복합적 공존에 대하여...
  - 폰태나(Walter Fontana)와 버스(Leo Buss)의 이론 생물학 컴퓨터실험: 유사한 조건 하에서 생명의 탄생 실험을 수없이 반복하면 어떤 일이 생길까?
  - "패턴"의 등장: 상황의존적 요인과 필연적 요인이 모두 생명의 탄생과 유지에 영향을 미치지만, 일반적 특징, 즉 "패턴"은 반복 등장, 이것이 질서.



인식론과 방법론: 컴퓨터 시뮬레이션

- 방법론적으로 연역적, 귀납적 속성을 모두 포함 (중간적 성격): 역사의 필연적 요소와 상황의존적 요소를 모두 포함한 가상실험(virtual experiments), 사회시스템에서 현실적으로 불가능한 사고실험(thought experiments)을 수행.
- 현실과 괴리된 수리모델, 이론적 기반이 취약한 경험적 통계분석의 문제점을 보완: 수많은 반복 실험을 통해 나타나는 확률적인 패턴의 모습을 관찰.
- 패러미터 값의 예측에 치중하는 모수기반 시뮬레이션과 차이: 이론적 메커니즘... 행위자 기반모델(ABM)을 통한 미시수준-거시수준의 상호작용 구현