



과학기술의 융합적 이해 2013년 2학기 8주

과학이란 무엇인가

2013년 10월 24일 정동욱

“과학”의 세 가지 용례

- 기술로서의 과학 : “과학기술”
- 탐구행위로서의 과학 : “과학적 연구”
- 지식체계로서의 과학 : “과학 이론”

과학 vs. something

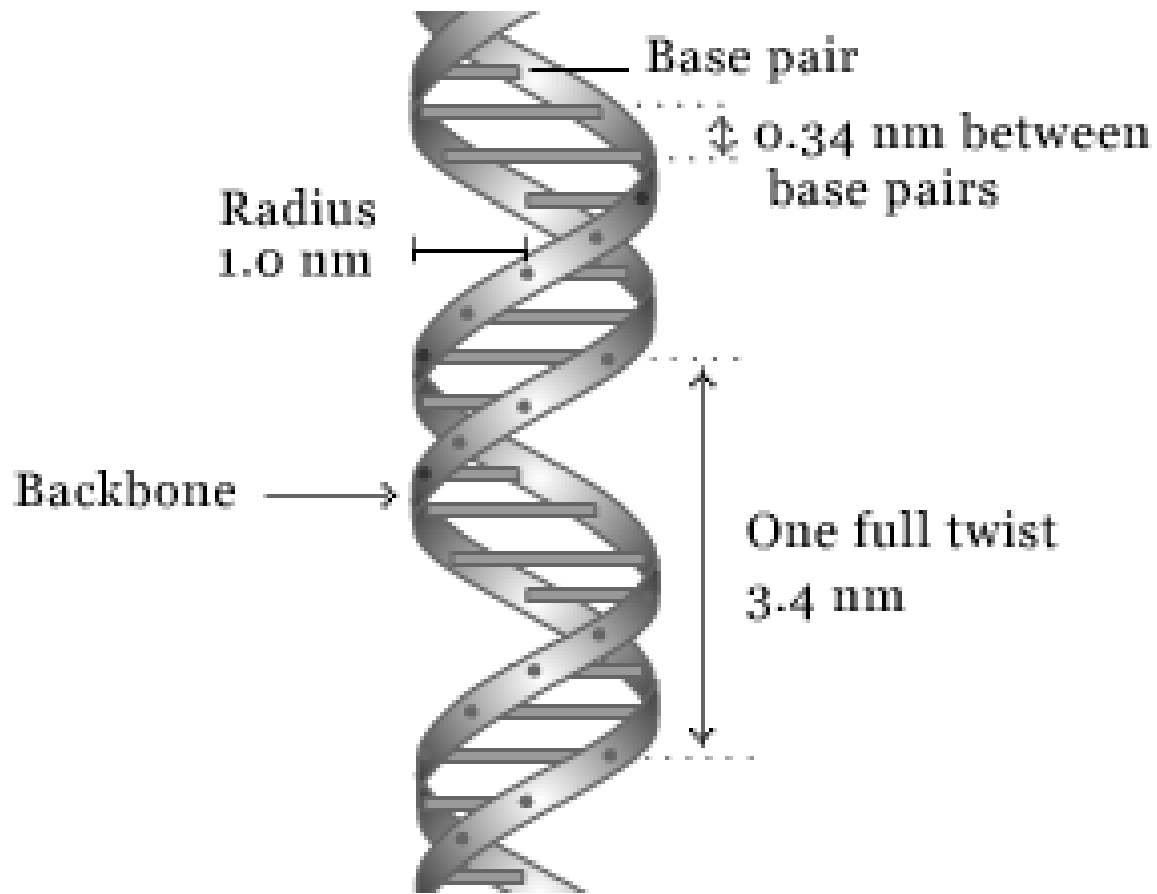
- 과학 vs. 철학
- 경험과학 vs. 형식과학
- 자연과학 vs. 사회과학 vs. 인문(과)학
- 과학 vs. 공학

과학자는 보통 무슨 일을 하는가?

- 실세계를 표상하기 위한 모형을 고안하고,
- 그 모형이 실세계를 잘 나타낸다는 가설을 세운 후 그 가설을 다른 사람에게 설득한다.



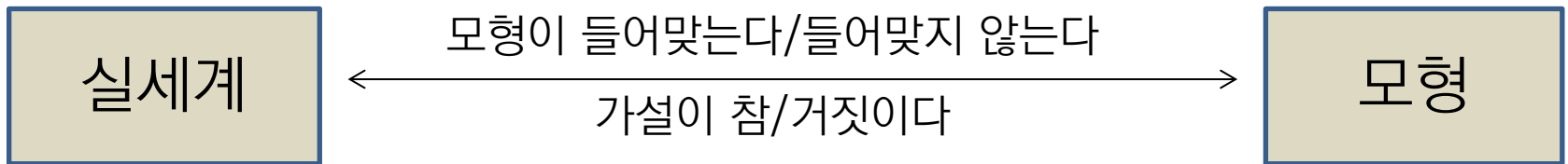
실세계의 연구 대상
DNA(deoxyribonucleic acid)



왓슨과 크릭의 2중 나선 모형

이론적 가설

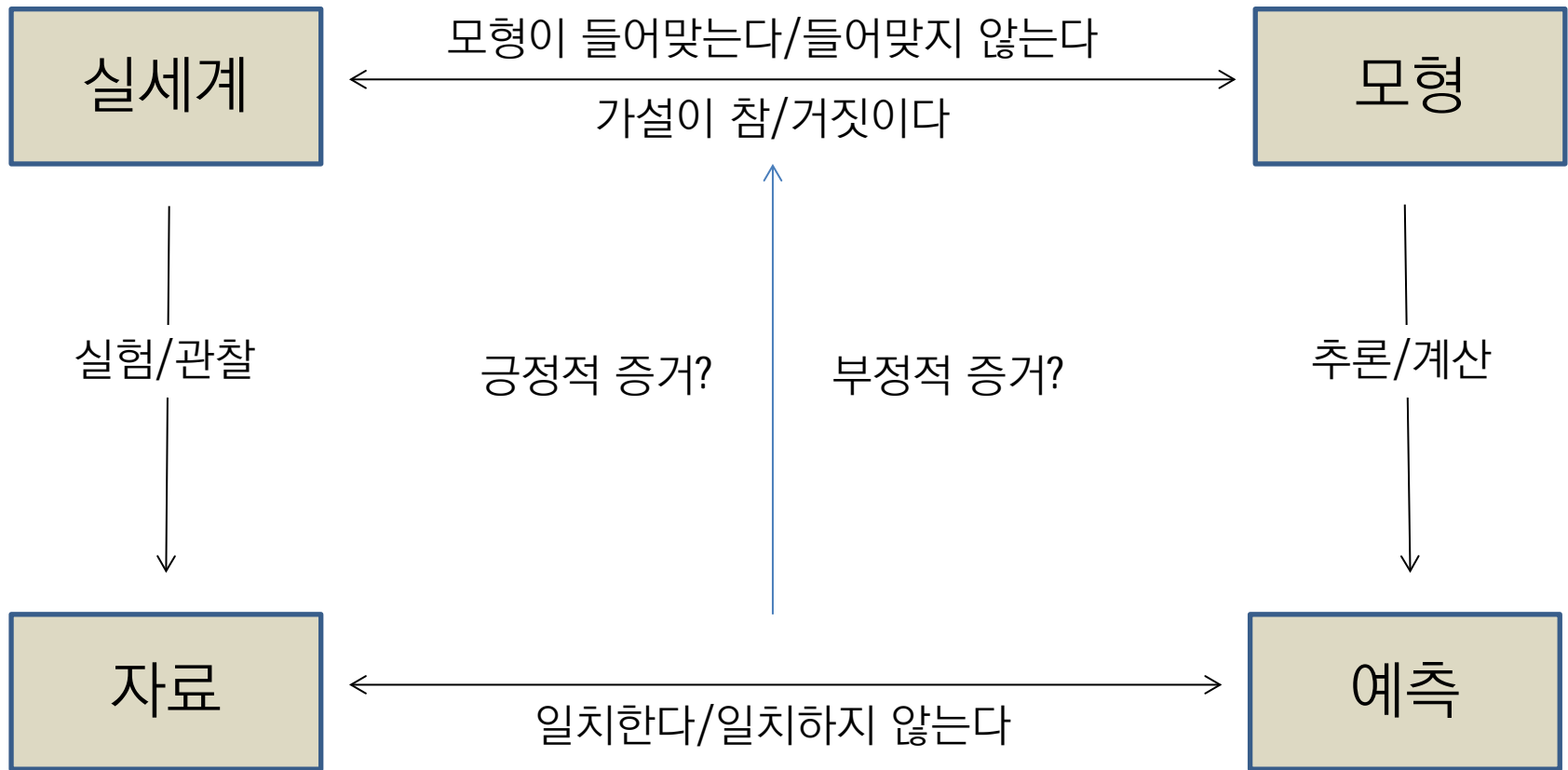
이론적 모형과 세계 사이의 관계에 대한 진술

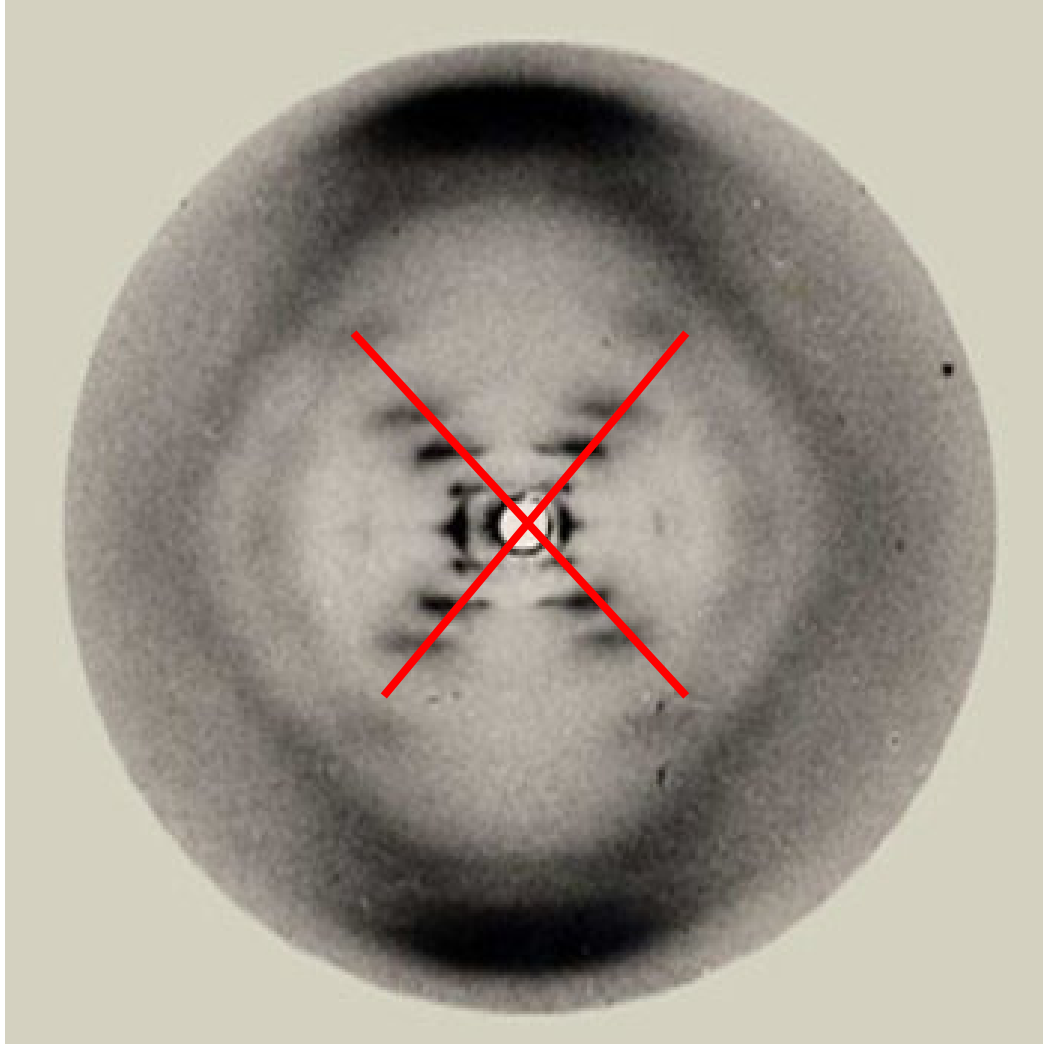


가설 : DNA는 2중 나선 모형에 의해 제시된 구조로 이루어져 있다.

그러나
실세계와 모형이 들어맞는다는 것은 직접 확인할 수 없다!

과학적 연구의 구성요소와 가설의 시험 절차





프랭클린이 1952년에 찍은 B형 DNA의 X선 회절 사진

단백질 구조 연구의 경우

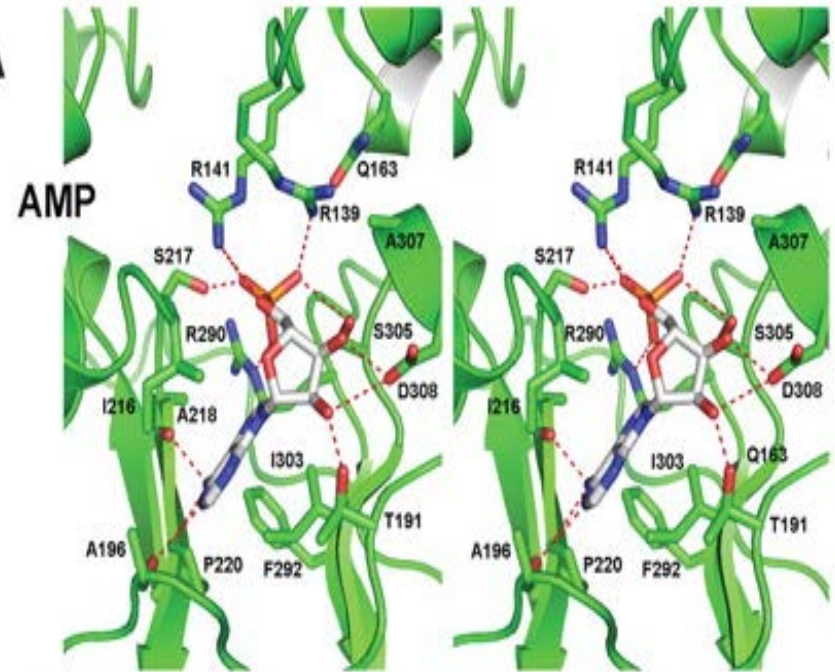
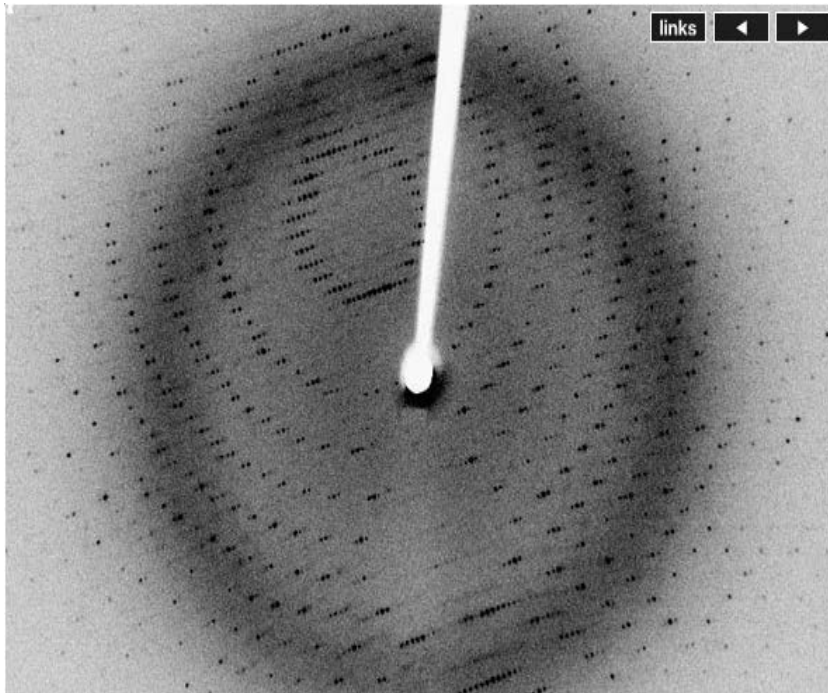
- 단백질은 매우 복잡한 초대형고분자
- 분자의 3차원적 구조는 그 기능을 알려줌
- 그 구조에 대한 모형을 어떻게 얻을 것인가?

- 자료가 없이는 애초에 모형 착상 불가능
따라서 상향식 연구 필요

연구의 순서 (상향식)

1. 특정 단백질의 대량 생산
 2. 단백질 결정 만들기
 3. 결정 시료에 대한 X선 회절 사진 찍기
 4. 컴퓨터 프로그램을 이용한 사진 분석
 5. 생화학 지식 동원하여 분자 모형 완성
- 일단 모형이 완성되면 이미 상당한 자료에 의해 실제 단백질의 구조를 반영하는 모형이라 믿을만한 이유가 생김

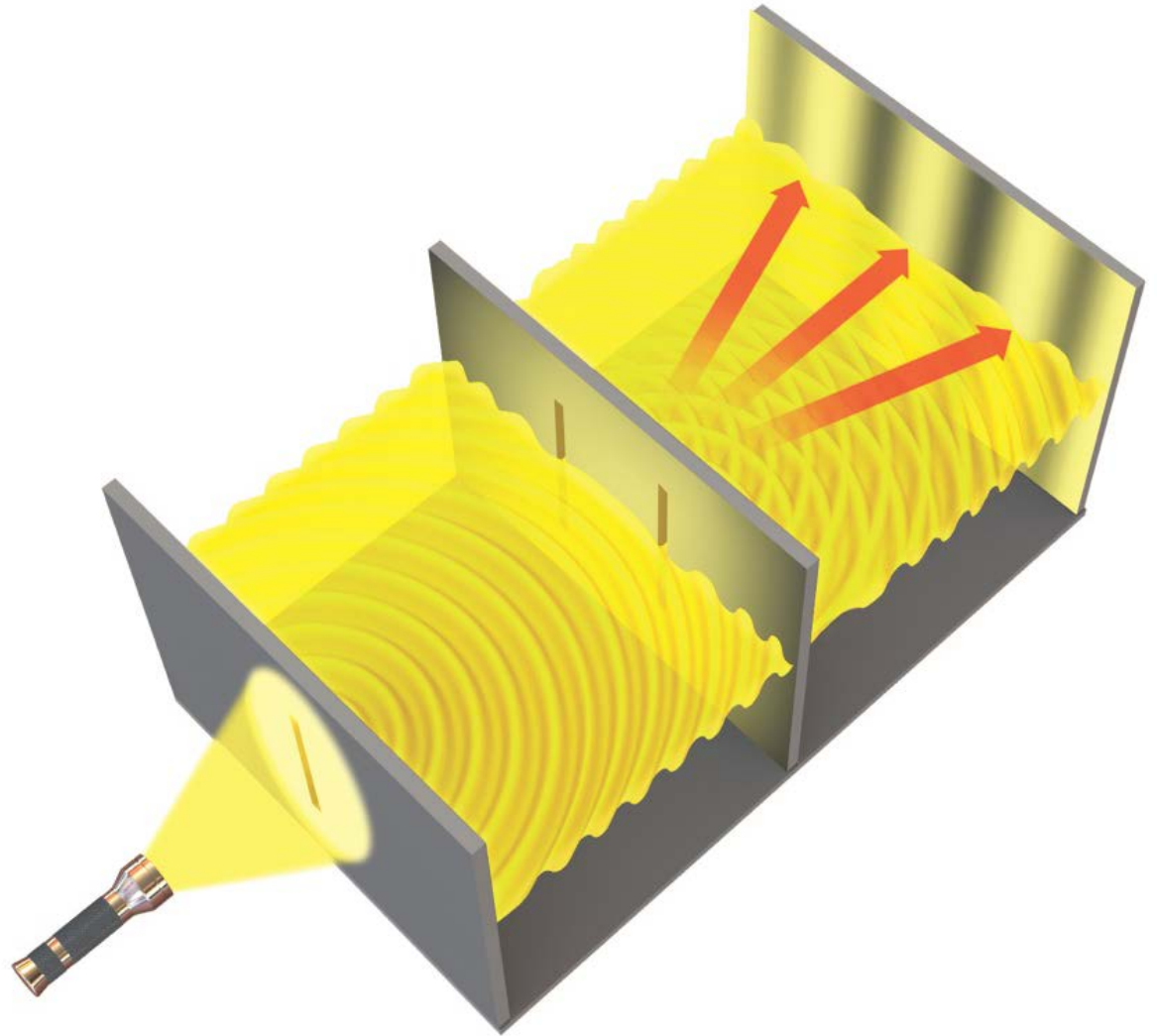
X선 회절 사진과 완성된 모형



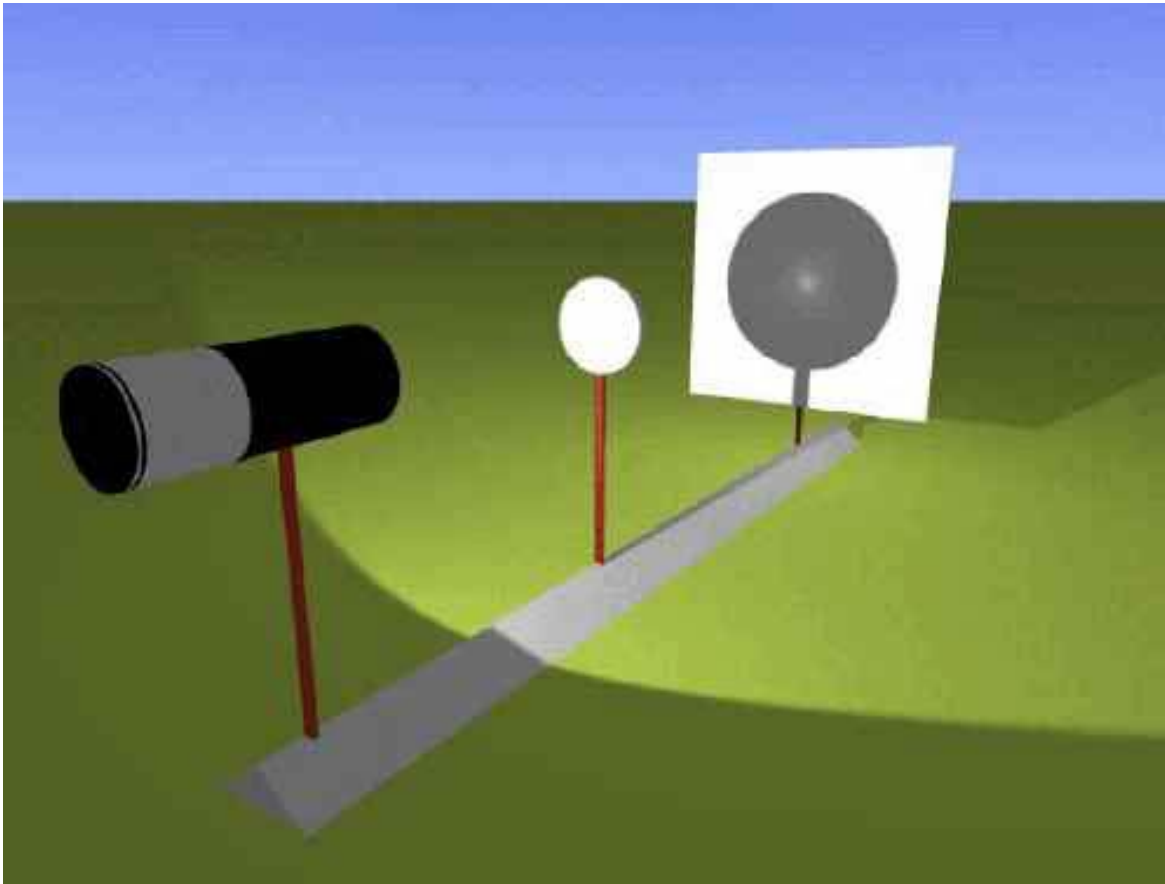
주의할 점

- 자료를 얻기 위해서는 기술을 배워야
- 자료를 얻는 과정에서 겪는 실패는 반증 X
- 자료는 실세계에 대해 간접적으로만 정보를 줌
- 증거를 따지는 추론에는 자료 그 자체뿐 아니라 X선 회절 이론이나 생화학적 지식과 같은 다른 배경지식들이 함께 고려됨. 왜?

19세기 빛에 대한 두 가지 입장



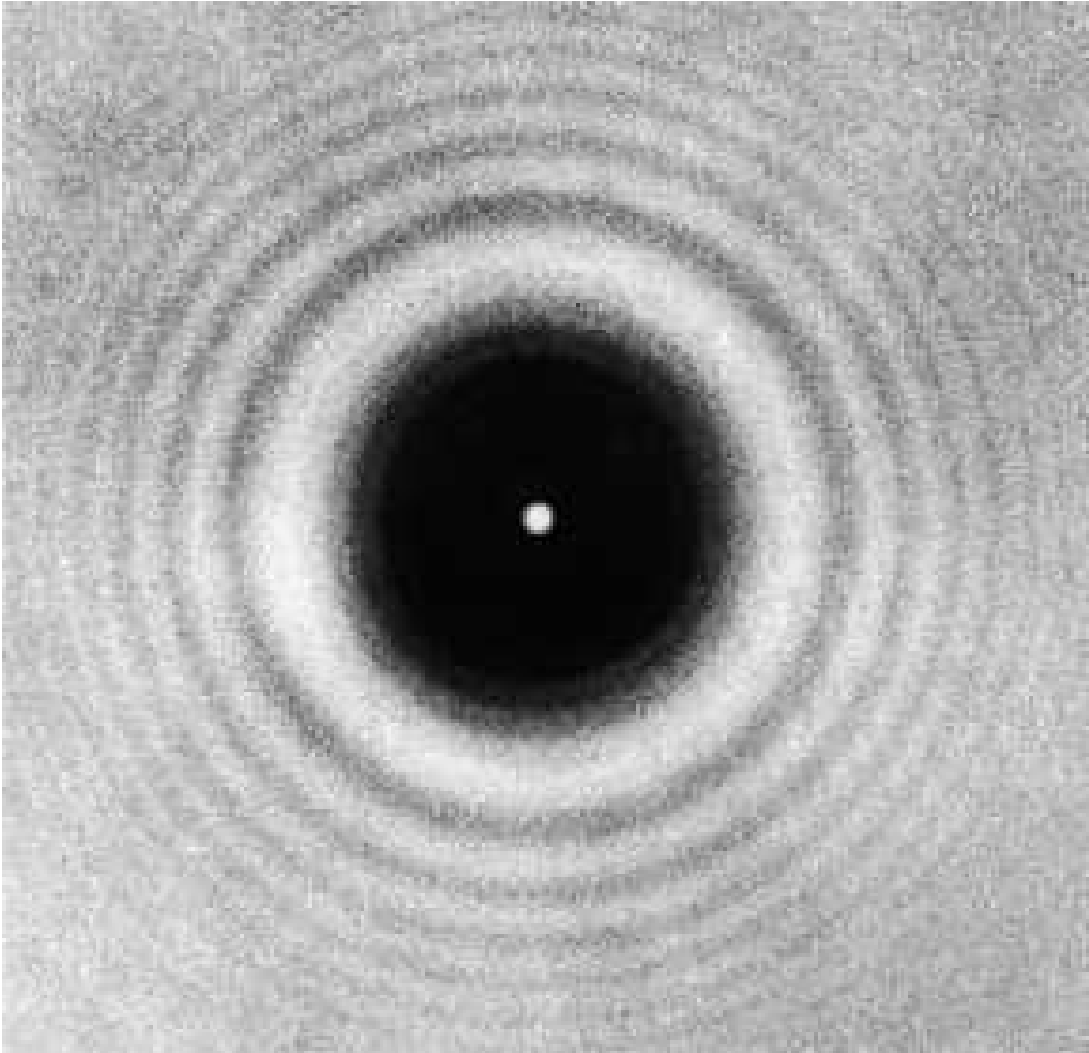
시험은 어떻게 가능한가?



프레넬의 파동 모형으로부터
푸아송이 계산해 낸 예측 :
작은 원반에 가는 광선을 비
추면 생기는 그림자의 한가
운데에 밝은 점이 나타나야
한다.

그러한 점을 보았다는 사람은 그 전까지 없었다.

그런 예측이 가능한 입자 모형은 하나도 없었다!



가는 광선을 작은 원반으로 가렸을 때 나타나는 그림자 무늬. 정교하게 실험을 수행할 경우, 프레넬의 모형에서 예측된 대로 그림자 한가운데 밝은 점이 나타난다.

비둘기 부부의 사랑



알을 낳기 전 비둘기 부부는 서로 부리를 비비며 꾸꾸꾸 우는 모습을 보여준다.

혹시 수컷 비둘기의 울음 소리가
암컷의 산란을 유발하는 것은 아닐까?

메방 청의 대안 가설

- 수컷의 울음 소리가 암컷의 산란을 유발하는 것이 아니라 암컷의 울음 소리가 자신의 산란을 유발할 뿐.
- 당신이라면 어떤 실험을 설계하겠는가?

암컷의 울음 소리 제거 실험

- 수컷의 울음 소리가 암컷의 산란을 유발한다면, 암컷이 울지 못하더라도 수컷이 평상시처럼 운다면 암컷은 알을 낳을 것이다.
- 암컷의 울음 소리가 자신의 산란을 유발한다면, 암컷이 울지 못하면 수컷이 평상시처럼 울더라도 암컷은 알을 낳지 않을 것이다.
- 실험 결과 : 암컷은 알을 낳지 않았다.

메방 청의 추가 실험

- 울지 못하던 암컷에게 암컷 자신의 녹음된 울음 소리를 들려주었더니, 암컷은 알을 낳게 되었다.
- 이 추가 실험은 어떤 가치가 있을까?
남아있던 대안 가설의 가능성을 더 없애줌

주의할 점

- 예측과 자료의 일치는 모형이 실세계를 잘 나타내는지 에 대해 언제나 간접적인 증거를 제공한다.
- 대안 모형과 차별화되는 예측이 특별히 중요하다.
- 기존 모형과 동일한 예측을 산출하는 모형을 개발하는 것도 의미 있는 연구이다.
- 예측과 자료의 불일치가 언제나 가설의 거짓을 의미하는 것은 아니다.

상향식 연구와 하향식 연구

- 상향식 연구는 하향식 연구로 재구성 가능
- 상향식 연구를 통해 고안된 모형은 추가적인 하향식 연구를 통해 추가적인 증거 확보 가능
- 하향식 연구처럼 보이는 연구에서도 자료로부터 모형을 이끌어내는 상향식 과정이 완전히 배제되는 것은 아님