

양자역학 100년, 네이처 설문 조사

(2025.08.08. 양자정보연구지원센터)

□ 양자역학 100년, 여전히 해석을 두고 합의 못하는 물리학계

- 연구 보도 배경, 2025년은 ‘국제 양자의 해(International Year of Quantum)’ 로, 양자과학 발전 100년을 기념하는 해임
 - 양자이론은 레이저, 양자컴퓨터 등 실용 기술 발전을 이끌었지만, 그 의미와 해석에 대해서는 여전히 깊은 의견 대립 존재
 - *Nature*는 전 세계 연구자 15,000여 명 중, 1,100여 명이 응답, 양자역학의 철학적 해석 현황 분석함
 - 조사 결과, 양자과학 종사자조차 파동함수의 실재성, 관측의 역할, 양자-고전 경계 여부 등 가장 기본적 개념에 합의하지 못하고 있음이 드러남
- 설문 주요 결과 - ‘분열된 합의(Fractured Consensus)’
 - (가장 많이 선택된 해석) 코펜하겐 해석(36%)
 - 입자는 관측 전에는 확률적 가능성의 ‘흐림(파동함수)’ 속에 존재하며, 관측 시 특정 상태로 ‘붕괴’ 한다는 관점
 - 그러나 선택자 중에서도 파동함수를 ‘실재’로 보는 비율은 29%에 불과, 2/3는 단순 확률·정보 도구로 인식
 - (기타 해석) 다중세계(Many Worlds) 해석: 15%, Bohmian 역학: 7%
 - 관계적·에피스테믹(지식 기반) 해석: 증가 추세
 - 물리학자 다수는 ‘shut up and calculate’ 접근을 취함, 의미 논쟁보다 계산·예측 기능에 집중
- 주요 쟁점과 해석별 특징
 - 파동함수 실재 여부, 양자·고전 세계의 경계, 이중슬릿 실험 해석
 - 대표 해석들의 대가(Trade-off): 다중세계(무한 분기하는 우주 수용 필요), 보흐미안(숨은 변수, 비국소성 인정), QBism(공유된 단일 현실 개념 포기)

- 왜 합의가 어려운가
 - 철학 · 기초 연구자일수록 코펜하겐 해석 선호도가 낮음(20%)
 - 실험 · 공학 중심 연구자 “작동하면 된다” 는 실용주의적 태도 취함
 - 역사적 관성이 코펜하겐 해석의 지위를 유지시키는 요인으로 지목됨
 - 일부 학자는 “물리학자들이 해석에 깊이 고민하지 않는다” 는 점 비판
- 변화하는 흐름 - 에피스테믹(epistemic) 해석의 부상
 - 파동함수를 현실 묘사가 아닌 ‘지식 · 믿음의 표현’ 보는 해석 성장 중
 - QBism(Quantum Bayesianism): 파동함수는 관측자 개인의 주관적 확률
 - 관계적 양자역학: 물리적 성질은 관측하는 시스템과의 관계에서만 존재
 - 이러한 해석은 불필요한 존재론적 주장 배제를 장점으로 삼지만, 실재론 지지자들의 반발도 큼
- 향후 전망과 실험 가능성, 58% “향후 실험이 해석 논쟁을 좁힐 수 있다” 는 의견
 - 존 벨(Bell)의 정리는 이미 일부 국소적 · 실재론적 해석을 배제함
 - 새로운 실험 방향: 양자터널링 속도 측정, 양자효과의 생물학적 규모 확장, 양자역학과 중력의 점점 탐구
 - 구글의 Hartmut Heven은 자사 양자프로세서가 ‘다중세계’ 에 간접적 증거를 줄 가능성 언급
- 결론, 양자역학은 100년간 압도적인 예측 정확도를 보였지만, ‘무엇을 설명하는가’ 에 대한 합의는 여전히 없음
 - 일부는 이를 창의성과 진보의 원동력으로, 다른 일부는 과학의 미해결 과제로 봄
 - 결국 양자역학 해석 문제는 ‘미완의 혁명’ 으로 남아 있으며, 차세대 실험과 철학적 탐구가 함께 발전해야 할 분야로 평가됨

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/08/02/a-century-into-quantum-mechanics-physicists-still-cant-agree-what-it-means-nature-survey-shows/>