

# 양자 센싱 기술, 아원자(Sub-Atomic) 신호를 밝혀낸다

(2025.01.08., 양자정보연구지원센터)

## □ 양자 센서 기술을 활용한 아원자 신호 탐지 혁신

### ○ 1950년대부터 연구 배경

- 1950년대부터 과학자들은 라디오파를 이용해 미지의 물질의 분자 “지문(fingerprints)” 을 분석
- 이 기술은 MRI, 폭발물 탐지 등 다양한 분야에서 활용
- 그러나 기존 방식을 수조 개의 원자 신호를 평균화해 분석, 개별 분자 간 차이를 구분하기 어려움
- 단백질 연구 등에서는 미세한 차이가 기능에 중요한 영향을 미치므로, 이 한계가 연구에 장애물로 작용

### ○ 양자 센서의 등장

- 펜실베니아 대학교 연구팀, 양자 센서를 활용한 핵 사중배열 공명(NQR, nuclear quadrupolar resonance) 분광법 변형
- 새로운 기술로 개별 원자에서 발생하는 NQR 신호를 감지할 수 있는 정밀도 확보
- 이는 기존 기술로는 불가능한 성과로, 분자 수준에서의 상호작용을 정확히 이해하는 데 중요한 진전

### ○ 기술적 혁신

- 연구팀, 개별 원자핵의 신호를 감지해 미세한 분자 차이까지 밝혀내는 기술 개발
- 이로 인해 약물 개발, 질병 연구 등에서 새로운 발견 가능성 열림
- Lee Bassett 교수: 이 기술로 분자의 구조와 역학을 전례 없는 방식으로 연구할 수 있게 됨

### ○ 예기치 않은 발견과 연구 과정

- (이상 신호의 발견) Alex Breitweiser 박사, 다이아몬드 내 질소-공백(NV) 센터를 사용한 실험 중 비정상적인 신호 발견
- 처음엔 실험적 오류로 의심했으나, 지속적으로 나타나 현상 확인
- 1950년대~1960년대 핵자기공명(NMR) 교과서로부터 해법 찾아내
- 기존에는 무시되던 물리적 메커니즘이 중요한 원인임을 발견

#### ○ 기술 발전의 역할

- 최신 기술 덕분에 기존 과학 장비로는 감지할 수 없었던 신호 측정 가능
- Breitweiser: 이 신호는 단순한 이상 현상이 아니었고, 새로운 물리학 영역으로의 진입을 의미함

#### ○ 연구팀의 협력과 이론적 해석

- (델프트 기술대학교와의 협력) 델프트 기술대학교와의 협력 통해 이론적 기초 확립
- 실험 물리학, 양자 센싱, 이론 모델링 전문가들이 함께 작업
- 이를 통해 단일 원자 신호를 고정밀로 감지할 수 있는 방법 개발
- (신호 분석 및 해석 과정) Mathieu Ouellet 박사, 여러 가설을 테스트하고 시뮬레이션과 계산으로 정확한 원인 분석
- Ouellet: 환자의 증상으로 진단하는 것처럼 여러 설명이 가능하지만, 정확한 진단까지 시간이 걸림
- 실험 결과를 이해하기 위한 노력이 결국 정확한 해석으로 이어짐

#### ○ 새로운 연구 방법의 중요성 및 향후 전망

- (기술의 과학적 기여) 새로운 양자 센서 기술로 아원자 수준에서 분자의 구조 및 역학을 밝히는 데 중요한 진전을 이룸
- 기존에 숨겨졌던 현상들을 파악하고, 분자 수준에서의 상호작용을 더 깊이 이해할 수 있는 기회를 제공
- 약물 개발, 질병 연구, 생명과학 및 물리학 등 다양한 분야에서

## 큰 잠재력

- (미래의 가능성) 이 연구는 기존의 한계를 뛰어넘는 새로운 분석 방법을 제시
- 이를 통해 과학자들은 분자의 구성 요소와 상호작용을 보다 정교하게 연구할 수 있으며, 다양한 분야에서 혁신적인 발견이 가능해질 것으로 예상
- (연구 지원 및 협력) 펜실베이니아 대학교 수행, 미국 국립과학재단(NSF) 지원을 받음
- 캐나다 자연과학 및 공학연구위원회(NSERC)와 IBM도 연구 지원

## ○ 전혀 없는 정밀도의 양자 센서 기술

- 양자 센서를 이용한 아원자 신호 탐지 기술은 분자 연구와 관련된 새로운 전환점을 제시
- 기존의 기술로는 불가능했던 수준의 세밀한 분석이 가능해져, 다양한 분야에서 중요한 혁신을 이끌어낼 수 있는 기회 창출
- 향후 양자 센서를 활용한 추가 연구와 개발이 과학적 진보를 이끌고, 의약, 생명과학, 물리학 등 여러 분야에서 실용적인 적용 가능성이 커질 것으로 기대됨

## (원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/01/07/quantum-sensing-technology-reveals-sub-atomic-signals/>