

한국형 ARPA-H 프로젝트 설명서

분 야	임무 3 (바이오헬스)	담 당	이창복 PM
프로젝트명	양자센싱 기반 초고감도/조기진단 기술개발 (Q-Sensor X: Quantum-Sensor eXploration)		

2026. 5.

한국형 ARPA-H 프로젝트 추진단

I 프로젝트/과제개요

1. 해결하고자 하는 도전적 문제 제시

초정밀 · 저부담 진단 기술을 어떻게 실현할 것인가?

- ☐ 양자센싱 기반 초미세 생체신호 측정·해석 기술을 활용하여 기존 보건의료 진단기술의 물리적 측정 한계 극복
- ☐ 질환 초기의 미세 생체자기 신호, 세포 내 온도·대사 변화, 저농도 바이오마커 등 기존 진단기술로 포착이 어려운 생체·시료 신호의 고감도·저부담 측정기술 확보
- ☐ 물리적 성능 검증-생물학적 유용성 확인-임상 적용성 검증을 연계하여 원천기술을 실제 의료현장 응용기술로 전환
- ☐ 의료 현장 적용 가능한 Q-Sensor 기반 진단 프로토타입 및 임상 적용 근거 도출

2. 프로젝트/과제 핵심 내용 요약

- ☐ 양자센싱 기술을 활용하여 기존 진단기술로 접근하기 어려운 초미세 생체 신호를 고감도·저부담 방식으로 측정하고, 이를 질환 관련 생체지표와 연결하여 조기진단 적용 가능성을 검증하는 것을 목표로 함
- ☐ 단계별 검증을 통해 양자센싱 기술의 의료현장 적용 가능성 확보
 - 1단계: 임상 수요 기반 양자센싱 시스템 구현 및 물리적 성능 검증
 - 2단계: 질환 관련 표적 신호 측정 및 생물학적 유용성 검증
 - 3단계: 환자 적용 기반 임상 적용성 및 진단 성능 검증



3. 해당 분야 기술적 난제

☐ 생체·시료 환경에서 질환 관련 양자신호 확보 한계 존재

- 혈액·조직·세포 등 실제 검체 환경에서는 질환 관련 신호가 미약하고 생체 잡음이 커 진단용 신호 확보에 제약
- 대상 질환·검체 유형·측정 조건에 맞춘 측정 안정성 확보 및 양자센싱 성능 최적화 필요

☐ 연구실 단위 센서기술과 의료현장형 진단시스템 간 전환 공백

- 개별 센서 성능 검증만으로는 실제 진료 과정에서 활용 가능한 진단기술 구현에 한계
- 검체 처리, 신호 측정, 데이터 분석, 판독 결과 제시가 연계된 진단 워크플로우와 병원 적용성 검증 필요

☐ 양자센싱 데이터의 임상적 해석 및 진단 신뢰성 확보 부족

- 초고감도 측정 과정에서 질환 관련 신호와 노이즈가 함께 검출되어 위양성 발생 우려
- 기존 진단지표와 비교 가능한 임상 성능지표, 의료진 판독 기준, 환자 적용 근거 마련 필요

II

추진 배경 및 필요성

☐ 추진 배경

- 기존 보건의료 진단기술은 질환 초기의 미세 생체신호, 세포 내 온도·대사 변화, 저농도 바이오마커 등을 고감도·저부담 방식으로 포착하는 데 한계 존재
- 양자센싱 기술은 미세 자기장, 온도, 분자 수준 신호 등을 초고감도로 측정할 수 있어 조기진단, 비침습 생체계측, 초고감도 분자진단 분야의 혁신기술로 부상
- 국내 양자센싱 연구는 기초·원천기술 중심으로 추진되어, 의료현장 적용을 위한 응용·실증 연구와 임상 적용성 검증 필요

□ 기획의 주안점

- 임상 수요를 기반으로 대상 질환, 측정 대상, 검체 유형 등 진단 적용 범위 설정
- 양자센싱 신호와 질환 관련 생체지표 간 상관성을 검증하여 의료적 해석 가능성 확보
- 물리적 성능 검증, 생물학적 유용성 확인, 임상 적용성 검증으로 이어지는 단계별 검증체계 마련
- 병원·기업·연구기관 연계를 통해 의료현장 적용성과 후속 실증 가능성을 고려한 과제 설계

III | 환경 분석

□ 글로벌 기술 동향

- 양자센싱 기술은 세포·분자 정밀분석, 감염병 신속진단, 웨어러블 생체계측 등 보건의료 진단 영역으로 확장되며, 질환 초기 미세 신호를 포착하는 차세대 진단기술로 부상
 - 해외는 다이아몬드 NV센터, 나노다이아몬드, OPM 등 양자센서를 활용하여 세포 내 온도·대사 변화, 바이오마커, 뇌자도·심자도 등 미세 생체신호 측정 연구 추진
 - 국내는 양자점 기반 체외진단, SQUID·OPM 기반 뇌자기 계측, 나노다이아몬드 기반 세포 온도센싱 등 일부 응용 사례가 확인되나 의료현장형 실증은 초기 단계

□ 글로벌 연구 동향

- 보건의료 양자센싱 분야는 논문·특허 증가와 주요국 공공투자 확대를 통해 기술적 가능성이 확인되고 있으나, 실제 진단 솔루션 구현을 위한 응용·실증 연구는 본격화 단계
 - (논문) 의료와 양자기술이 결합된 다학제 연구가 증가하고 있으며, 세포·분자 분석과 비침습 생체계측을 중심으로 연구 범위 확장

- (특허) 양자센서 구현 원천기술과 함께 실시간 모니터링, 종양 타겟팅, 생체자기 이미지, 형광프로브 등 의료 응용 키워드 중심으로 출원 확대
- (글로벌 투자) 미국, 영국, 일본 등 주요국은 양자센싱을 활용한 정밀 측정, 바이오마커 분석, 의료현장 실증을 국가 프로젝트로 지원

□ 글로벌 경쟁(협력) 연구그룹 현황

- 해외 연구그룹은 양자센싱 기반 신속진단, 비침습 생체계측, 웨어러블 MEG 등을 임상·비임상·실증 단계로 확장하며 의료현장 적용 가능성을 검증 중
- (UCL) 다이아몬드 NV센터 기반 형광 나노다이아몬드를 신속항원검사에 적용하여 감염병 조기검출 가능성 제시
- (Cerca Magnetics) OPM 기반 착용형 MEG 시스템을 개발하여 소아·운동장애 환자 등 기존 고정형 장비 적용이 어려운 대상의 뇌기능 측정 가능성 제시
- (브뤼셀 공동연구팀) OPM 기반 웨어러블 센서를 임신부 복부에 부착하여 태아 심자도 등 생체신호를 비침습적으로 측정하는 연구 추진

□ 국내외 시장현황 및 전망

- 국내외 양자센싱 시장은 의료·국방·정밀측정 등 전략 분야 적용 확대를 기반으로 중장기 성장 전망
- 글로벌 양자센싱 시장은 의료·국방·정밀측정 등 산업 적용 확대로 25년 2조 1,774억 원에서 35년 4조 4,479억 원까지 연평균 7.4% 성장 전망
- 국내 양자센싱 시장은 25년 473억 원에서 35년 765억 원까지 연평균 4.9% 성장 전망
- 보건의료 분야에서는 비침습 생체계측, 고정밀 영상, 분자진단을 중심으로 양자센싱 적용 가능성이 확대되고 있으며, 조기진단과 저부담 진단 수요 증가에 따라 전략적 중요성 증가

□ 과학기술적 기대효과

- 기존 진단기술로 포착하기 어려운 초미세 생체신호를 측정·해석하는 양자센싱 기반 초정밀 진단기술 확보
- 양자센싱 신호와 질환 관련 생체지표 간 상관성 규명을 통해 조기진단 및 비침습 생체계측 적용 가능성 확대
- 검체 처리-표적 신호 측정-데이터 보정·분석-진단 판독으로 이어지는 의료 현장형 진단 프로토타입 개발 기반 마련

□ 사회경제적 기대효과

- 질환 초기 신호를 고감도·저부담 방식으로 포착하여 조기진단 접근성 제고 및 예방 중심 의료 전환에 기여
- 병원 환경 기반 PoC와 임상 검증 성과를 활용하여 의료현장 적용, 후속 실증, 인허가·규제 대응 근거 확보에 기여
- 국내 의료기기·센서 기업의 시제품 고도화와 차세대 정밀진단 제품 개발을 지원하여 보건의료 양자센싱 신시장 진입 기반 마련

□ 연구결과 최종 수혜자

- (1차 수혜자_의료기기 및 진단 솔루션 기업) 초고감도 양자센싱 기반 차세대 정밀진단 제품 개발 및 사업화 기회 확보
- (2차 수혜자_병원·의료현장) 초미세 생체신호 기반 진단 정확도 향상 및 저부담 검사 도입을 통한 진료 효율성 제고
- (3차 수혜자_국민) 질병 조기 발견과 저부담 검사를 통한 치료기회 확대 및 의료비 부담 완화 기대