

# 지능로봇용 MEMS 기반 전자 후각센서의 개발



서울대학교

연구책임자: 이정훈 (서울대학교)  
발표자: 이성준 (서울대학교)

## 최종 연구 목표

- 연구 개발 최종 목표
  - 탐지건을 대체할 로봇용 고성능 후각 센서
    - ▷ 탐지건 수준의 탐지 능력 → sub ppb 수준
    - ▷ 실시간 탐지 능력 → 반응 시간 5초 이내
  - 휴대가 가능한 소형 센서
    - ▷ 센서 크기 2 cm × 2 cm × 1 cm 이하
    - ▷ 휴대가 가능한 소형 센서 시스템
  - 경제적인 센서 시스템
    - ▷ 수십만원 수준의 생산 단가



## • 당해년도 개발 목표

- 필드 테스트를 통하여 시스템 감지 능력 검증
- 예측 불가능한 외란 요인을 찾고, 이를 보완
- 휴대형 장치로 개발
- 사양
  - ▷ 시스템 통합 정도: 휴대형 장치화
  - ▷ 시스템 최저 측정 한계: 0.1 ppb 이하
  - ▷ 반응 복구 시간: 5초 이내
  - ▷ 분별 대상: 지하 30 cm 깊이에 매설된 폭발물 (TNT(=DNT)) 탐지
  - ▷ 센서 부피: 2 cm × 2 cm × 1 cm 이내



## 연구 개발 내용

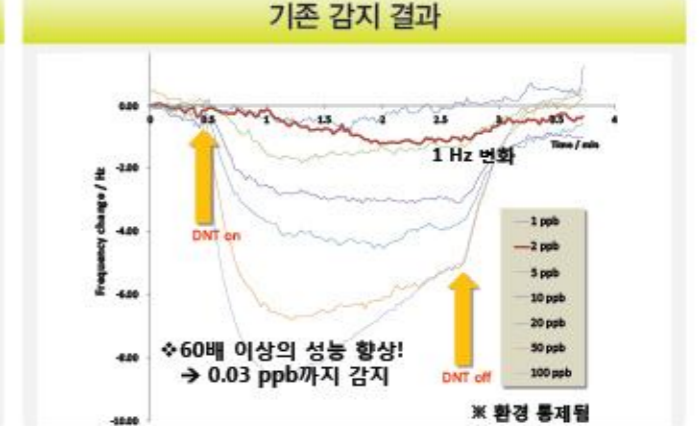
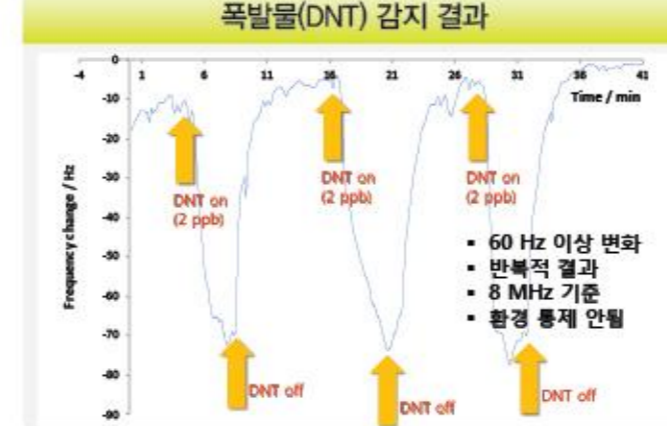
### • 휴대형 장치 개발

- 감지, 측정, 분석, 포집, 유무선 통신, 전원부가 내장
- 감도 및 측정 범위의 조정 가능
  - ▷ 센서의 기준 주파수를 이용한 조정
  - ▷ 센서의 장착 위치를 이용한 조정
- 손쉬운 센서 교체
- 사용이 편리한 건 타입 디자인



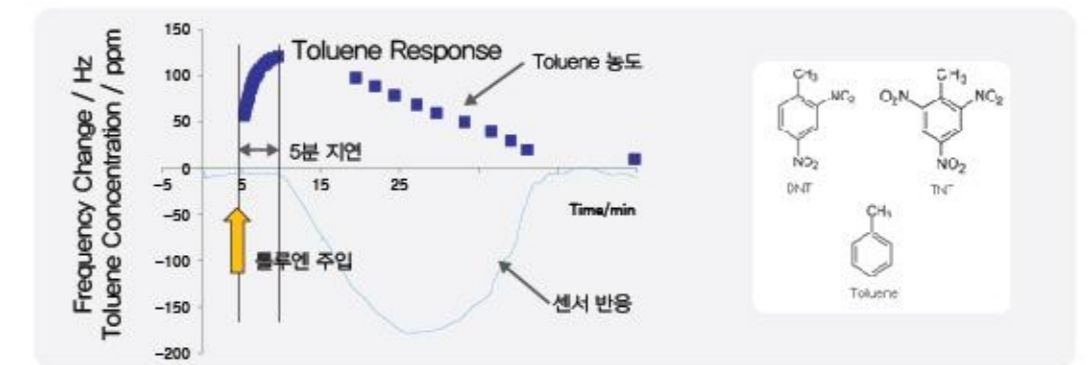
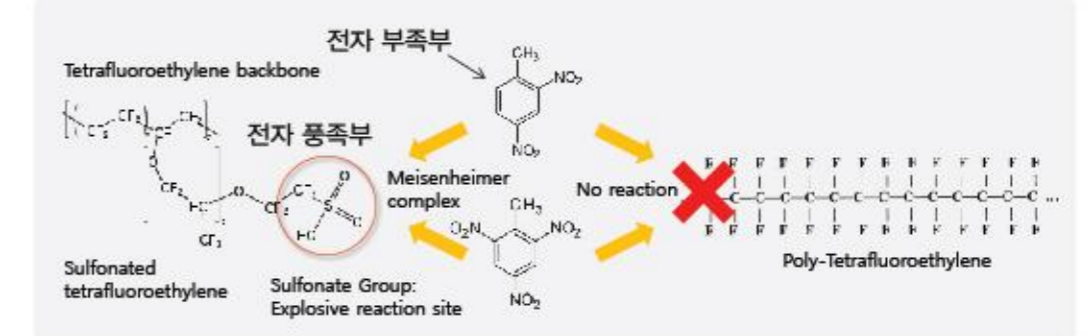
### • 초고감도 감지 능력

- 최저 감지 한계 : 0.01 ppb (= 10 ppt) 수준 확인
  - ▷ 최종 목표 대비 10배 이상의 성능
- 즉각적인 반응
  - ▷ 실시간 탐지 가능
- 반복 재사용이 가능
- 센서의 소형화를 통한 비약적 감도 향상
  - ▷ 절대 질량이 감소할수록 외부 영향을 받기 쉬움



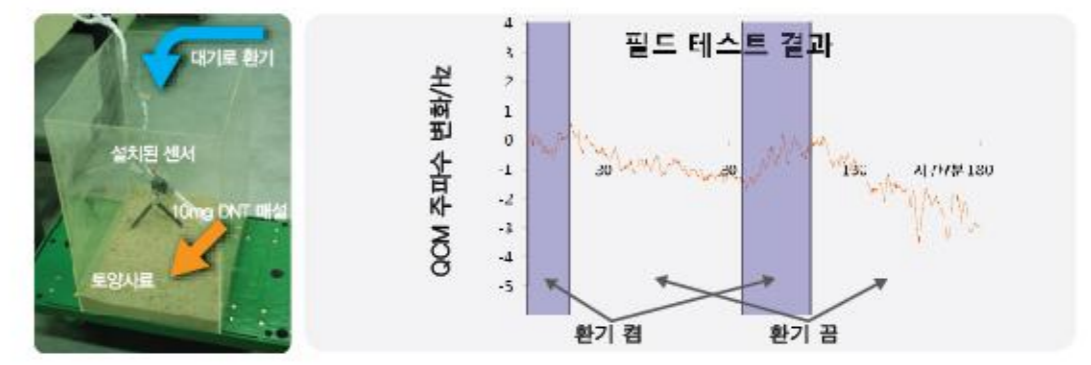
### • 감지 원리

- 산성 고분자를 이용한 Meisenheimer 복합체 형성
  - ▷ Meisenheimer complex → 폭발 성분에 대한 직접 감지
  - ▷ 강산성 기체상 감지를 가능케
  - ▷ 고분자 적용상의 이점
    - ▷ 국내 특허 출원중: 이정훈, 이성준, 김문상.
  - ▷ 산성 고분자를 이용한 폭발물 탐지
- 높은 반응 선택성
  - ▷ 유사물질을 이용한 통제 실험에서 약 70 배 이상의 감도 차 확인
  - ▷ 응답 시간: 5 분 이상 → 물리적 흡착에 의한 결과



### • 현장 실험

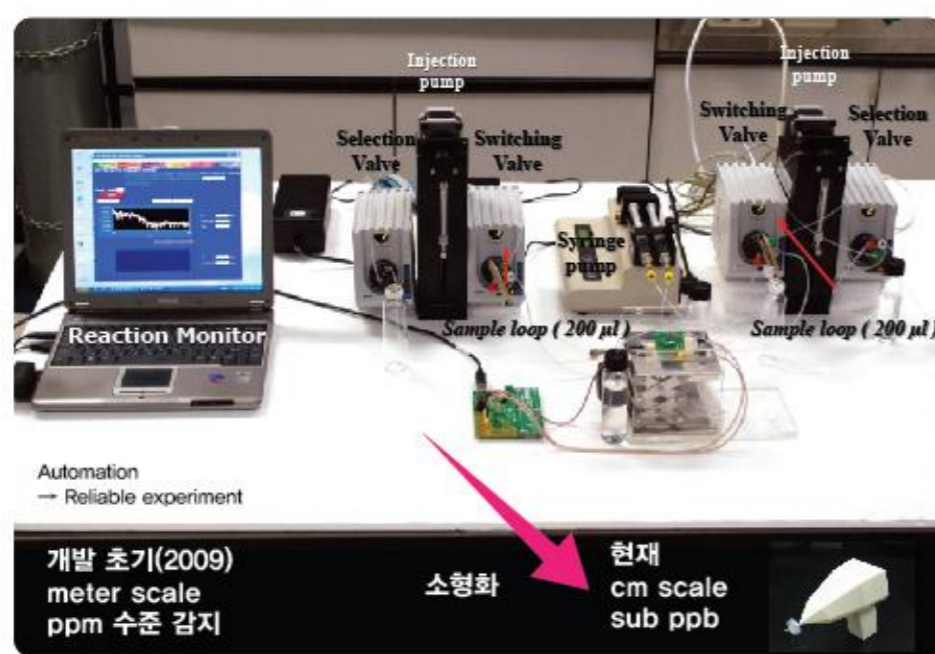
- 현장 실험을 통해 매설된 폭발성분 탐지 가능성 확인
- 450 mm × 350 mm × 550 mm 크기의 상자
- 10 mg DNT를 100 mm 깊이로 매설
- 내부 기체를 환기 전과 후로 비교 분석 1 Hz (2~3 ppb 수준)



## 연구 성과 및 기대 효과

### • 연구 개발 전과 후

- ppm(parts per million) 수준의 감도가 sub ppb(parts per billion) 수준으로 향상
- 미터 수준의 크기가 센티미터 크기 수준의 시스템으로 집적
- 천만원 수준의 설비 단가가 수십만원 수준으로 절감



### • 상용 제품과의 비교

- 동급 성능의 장치(가스크로마토그래피)에 비해
  - ▷ 크기면에서 우위: 탁상 장치 vs 휴대형 장치
  - ▷ 분석 시간에서 우위: 시간 단위 분석 vs 실시간 분석
  - ▷ 분석 물질의 다양성면에서 불리
- 수백종의 라이브러리 존재 vs 폭발물만 감지 가능



개발된 제품  
- sub ppb 감지  
- 실시간 분석

상용 제품  
- 가스크로마토그래피  
- Agilent 6890  
- sub ppb 감지  
- 시간 단위 분석 시간

### • State of the Art Technology와 비교

- Fido® XT, icx tech, USA
  - ▷ ppt 수준 감지
  - ▷ AFP (Amplified Fluorescence Polymer) 형광 기술
  - ▷ 미군에 의한 현장 테스트 중
  - ▷ 센티미터 크기 수준
  - ▷ USB 인터페이스
  - ▷ 상대적으로 고가



- 개발된 제품
  - ▷ sub ppb 수준 감지 확인
  - ▷ 수정 진동자 기반
  - ▷ 현장 실험중
  - ▷ 센티미터 크기 수준
  - ▷ RS232, Bluetooth 유무선 인터페이스
  - ▷ 상대적으로 저렴