

공모과제 제안요구서(RFP)

RFP 번호	1
--------	---

G7/GX 분야	신재생에너지
연구과제명	신재생에너지 설비 운영환경 내 유해가스 조기감지를 위한 다공성 소재 기반 VOC/TIC 센서 플랫폼 개발
총연구기간	2026.06 ~ 2026.12 (총 7개월, 단년과제)
1. 연구과제의 목표	<p>○본 연구과제의 최종 목표는 신재생에너지 설비 운영환경에서 발생 가능한 VOC 및 TIC 계열 유해가스를 조기에 감지하기 위한 다공성 소재 기반 고감도 가스센서 소재 및 센서 플랫폼의 기초 기술을 개발하는 것으로 이를 위해 MOF, 금속산화물, CNT 및 탄소계 전도성 소재를 활용한 복합 감응소재 후보군을 설계하고, 주요 VOC/TIC 유해가스에 대한 감응 특성, 반복성, 선택성 및 온도·습도 환경 안정성을 평가하고자 함.</p>
2. 연구내용 및 범위	<p>1) 연구 과제의 필요성</p> <p>○ 신재생에너지 설비는 태양광, 풍력, ESS, 연료전지, 수전해 설비, 배터리 재활용 공정 및 전력변환장치 등 다양한 장치와 화학소재가 결합된 복합 시스템으로 운영되고 있으며, 설비 운전 중 발생 가능한 화학적 위험요인을 조기에 감지하고 관리하는 기술의 중요성이 증가하고 있음.</p> <p>○ ESS, 연료전지, 수전해 설비 및 전력변환장치 등에서는 전해질, 유기용매, 냉각재, 절연재, 고분자 소재 및 세정제 등이 사용되며, 과열, 누액, 열화, 과충전 및 비정상 운전 조건에서 VOC/TIC 계열 유해가스가 발생할 수 있음.</p> <p>○ VOC/TIC 유해가스는 설비 이상상태의 초기 신호로 활용될 수 있으나, 실제 현장에서는 농도가 낮고 여러 가스가 동시에 존재하며 온도·습도 변화가 크기 때문에 기존 단일 센서 기반 감지 방식만으로는 조기 진단과 원인 판별에 한계가 있음.</p> <p>○ 따라서 신재생에너지 설비의 환경·안전 모니터링을 위해서는 유해가스를 선택적으로 흡착할 수 있는 다공성 소재와 전기적 신호 변환이 가능한 전도성 소재를 결합한 복합 감응소재 개발이 필요함.</p> <p>○ MOF, 금속산화물, CNT 및 탄소계 소재는 높은 비표면적, 기공구조 제어, 표면 기능기 도입, 전기적 감응 특성 조절이 가능하여 VOC/TIC 감지용 센서 소재로 활용 가능성이 높으며, 본 과제에서는 5개월의 단기 연구기간 내에 감응소재 후보 도출, 기초 감응 특성 평가, 환경 안정성 확인 및 배열센서 확장 가능성 검토에 집중하고자 함.</p>

2) 연구 내용

○ 신재생에너지 설비 운영환경 내 VOC/TIC 발생 시나리오 및 감지 대상 선정

- 태양광, 풍력, ESS, 연료전지, 수전해 설비, 배터리 재활용 및 전력변환장치 등 신재생에너지 연계 설비의 운영환경을 분석함.
- 전해질, 유기용매, 냉각재, 절연재, 고분자 소재 및 세정제 사용에 따른 VOC/TIC 발생 가능성을 검토함.
- 현장 적용성과 실험 가능성을 고려하여 VOC, CO, NO_x, SO_x, NH₃, H₂S 등 감지 대상 후보군을 선정함.

○ 다공성 소재 기반 VOC/TIC 감응소재 설계 및 센서 소자 제작

- MOF, 금속산화물, CNT 및 탄소계 전도성 소재를 기반으로 VOC/TIC 감지용 복합 감응소재 후보군을 선정함.
- 다공성 소재의 선택적 흡착 특성과 전도성 소재의 전기적 신호 변환 특성을 결합한 감응층을 설계함
- 선정된 감응소재를 기판에 코팅하거나 박막화하여 저항식 센서 소자 형태의 평가용 시편을 제작함.

○ VOC/TIC 유해가스 감응 특성 및 환경 안정성 평가

- 선정된 후보 가스에 대한 저항 변화, 감도, 응답속도, 회복속도 및 반복성을 평가함.
- 단일 감응소재와 복합 감응소재의 감지 성능을 비교하여 우수 소재 후보를 도출함.
- 온도, 습도 및 공존가스 조건에서의 신호 변동성과 교차감응 특성을 분석하여 현장 적용 가능성을 검토함.

○ 배열센서 및 간이 센서 플랫폼 확장 가능성 검토

- 서로 다른 감응 특성을 갖는 복수 소재 조합을 기반으로 배열센서화 가능성을 검토함.
- VOC/TIC 계열 유해가스별 센서 응답 패턴을 비교하고, PCA 또는 간단한 데이터 분석을 활용한 판별 가능성을 확인함.
- 감응소재 조성, 제조 조건, 감응 특성 및 환경 안정성 데이터를 정리하여 참여기업의 후속 시제품 개발, 기술이전 및 지식재산권 확보를 위한 기초 설계자료로 활용함.

3. 개발성과의 활용방안

1) 활용 방안

- 신재생에너지 설비 안전관리용 유해가스 조기감지 기술로 활용
 - 다공성 소재 기반 VOC/TIC 감응소재 및 센서 평가 데이터를 신재생에너지 연계 설비의 운영환경 안전관리 기술로 활용함.

- ESS·전력변환장치·수전해·연료전지 설비의 이상상태 진단에 활용
 - 과열, 누액, 열화 및 비정상 운전 조건에서 발생 가능한 유해가스를 조기에 감지하여 설비 이상상태 진단과 사고 예방에 활용함.

- 배터리 제조·재활용 및 친환경 에너지 공정의 작업환경 관리에 활용
 - 유기용매, 전해질, 산성가스 및 세정제 유래 VOC/TIC 유해가스 모니터링을 통해 작업자 안전과 공정 안전관리에 활용함.

- 반도체 등 기간산업의 유해가스 감지 센서로 확장 활용
 - 본 과제에서 확보되는 VOC/TIC 감응소재 및 센서 플랫폼 기술은 반도체, 디스플레이, 이차전지, 화학공정 등 기간산업에서 사용되는 유기용매, 산성가스, 부식성 가스 및 공정 유해가스 모니터링 센서로 확장 활용 가능함.

- 참여기업의 후속 시제품 개발 및 기술이전 자료로 활용
 - 감응소재 조성, 센서 소자 제조 조건 및 감응 특성 데이터를 현장 적용형 센서 모듈 개발, 기술이전 및 사업화 연계자료로 활용함.

2) 기술개발의 기대효과

- 기술적 효과
 - MOF, 금속산화물, CNT 및 탄소계 소재의 흡착 특성과 전기적 감응 특성을 결합한 VOC/TIC 감지용 다공성 복합 감응소재 설계 기반을 확보할 수 있음.
 - 저농도 유해가스에 대한 감도, 응답속도, 반복성 및 온도·습도 환경 안정성을 평가하여 신재생에너지 설비 안전관리용 센서 소재의 적용 가능성을 검토할 수 있음.
 - 서로 다른 감응 특성을 갖는 소재 조합을 바탕으로 배열센서 및 데이터 기반 유해가스 판별 플랫폼으로 확장 가능한 기술 기반을 마련할 수 있음.
- 산업적 효과
 - ESS, 수전해, 연료전지, 전력변환장치 및 배터리 재활용 공정 등에서 요구되는 유해가스 모니터링 수요에 대응 가능한 센서 소재 및 플랫폼 기술을 확보할 수 있음.
 - 참여기업의 휴대형 센서, 설비 부착형 센서, 공정 모니터링 장치 등 후속 제품 개발 및 사업화에 활용 가능함.

- 과제 수행을 통해 도출된 소재 조성, 평가 데이터 및 모듈 설계 방향은 기술이전, 지식재산권 확보 및 지역 기업과의 후속 공동연구로 확장 가능함.

○ 환경적 효과

- 신재생에너지 설비 운영 중 발생 가능한 VOC/TIC 유해가스를 조기에 감지하여 작업환경 및 주변 환경의 안전성을 향상시킬 수 있음.
- ESS, 수전해, 연료전지 및 배터리 재활용 공정에서 발생 가능한 이상가스를 조기에 감지하여 화재, 누출, 열화 및 비정상 운전으로 인한 2차 환경오염을 예방할 수 있음.
- 신재생에너지 설비의 안전성과 신뢰성을 높여 탄소중립 및 지속가능한 에너지 전환 기반 강화에 기여할 수 있음.

4. 지원기간/예산/추진체계

- 기간: 7개월 (단년과제, 2026.06.01. ~ 2026.12.31.)
- 연구개발비 (국고지원금): 총 1500만원
- 주관연구개발기관: 명지대학교 (경기 RISE 사업단)
- 기타 관련 사항은 공고문 및 첨부 파일들 참조

