

# 2024 Annual Report

2024 고등기술연구원 연차보고서

SINCE 1992

IAE 고등기술연구원  
Institute for Advanced Engineering

혁신기술과 실용적 가치로  
미래산업을 주도하는  
자립 연구기관

# 목 차

|                       |    |
|-----------------------|----|
| I. 발 간 사              | 2  |
| II. 연 혁               | 3  |
| III. Vision           | 4  |
| IV. 조 직 도             | 5  |
| V. 사업성과               | 6  |
| ◦ 과제현황                | 6  |
| ◦ 연구성과(특허 · 논문 · 보고서) | 8  |
| VI. 센터별 주요과제 연구실적     | 9  |
| ◦ 플랜트엔지니어링센터          | 9  |
| ◦ 플랜트공정개발센터           | 17 |
| ◦ 청정에너지전환센터           | 21 |
| ◦ 수소에너지솔루션센터          | 27 |
| ◦ 바이오자원순환센터           | 33 |
| ◦ 융합소재연구센터            | 37 |
| ◦ 신소재공정센터             | 45 |
| ◦ 그린시스템/인텔리전스센터       | 51 |
| ◦ 지능기계시스템센터           | 57 |
| ◦ AI/DX센터             | 67 |

## 부록

- 주요 행사 소개
- 대외 협력 소개
- 성과 전시 소개
- 대외 수상 현황
- 특허 출원 현황
- 특허 등록 현황





# 발 간 사

2024년 고등기술연구원은 연초 정부 R&D사업의 어려운 대외여건과 환경에도 불구하고 센터장 이하 그룹장, PM의 노력으로 경영목표 이상의 가시적 성과를 올리며 안정적인 기관운영과 대외적인 역량 제고에 주력하였던 한 해였습니다.

이러한 성과의 원동력은 과제수주를 위한 연구원의 적극적인 사전기획 노력과 선행연구를 위한 기관의 적극적인 투자와 지원이 바탕이 된 결과라 할 수 있습니다.

대외적으로는 지자체, 국내외 우수기업 등과의 상호 연구협력관계를 꾸준히 맺고 이에 따른 실증연구를 추진함으로써 우리연구원의 대외신인도를 높이는 계기가 될 수 있었습니다.

또한, 2022년부터산업기반구축사업 과제를 기반으로 구축중인 강원도 원주시 한라대학교 내 ‘강원 미래모빌리티 혁신센터’는 올해 4월 완공을 목표로 평가장비구축과 연구동 신축에 박차를 가하고 있으며, 이를 우리연구원이 운영함으로써 지역내 미래차 부품 평가/분석의 중추적인 역할을 담당하게 될 것입니다.

고등기술연구원 연구재원 확보의 중추적인 역할을 담당하는 국가연구개발사업과제는 2024년 한해에도 우수한 수주 성과를 거두었습니다. 연구원의 주력연구사업인 산업통상자원부 소재부품기술개발사업을 비롯하여, 기반축사업, 에너지기술개발사업 등에서 중장기 대형과제의 수주를 이루어 냈으며, 그 밖에 환경부, 국토부, 과기부, 중기부 등 각 부처의 사업에서 다양한 기술분야의 연구과제를 확보함으로써 기관의 핵심역량 확장과 대외 이미지 제고에 중요한 동력으로 자리매김하게 되었습니다.

이제 고등기술연구원은 급변하는 외부환경의 어려움을 극복하고, 안정적인 기관운영을 이루기 위하여 지자체와의 연구협력, 기업수탁 및 기술이전의 확산, 해외협력과제의 구체화, 조합원사인 아주대학교와의 지속적인 연구협력교류 등을 꾸준히 추진하면서 ‘IAE Vision 2032’의 전략과제와 그 핵심가치를 실천하는 제2의 도약을 이루고자 합니다.

본 Annual Report는 이러한 고등기술연구원의 노력이 바탕이 되어 2024년 한 해 동안 수행하였던 주요 연구활동을 요약/정리한 내용으로, ‘혁신기술과 실용적 가치로 미래산업을 주도하는 자립 연구기관’으로 거듭나기 위한 우리의 열정과 노력이 담겨져 있으니 많은 격려와 관심을 당부 드립니다.

2025년 4월  
고등기술연구원장 김진균

# 연혁

## 2010 ~ 현재

- 2024.11. AI/DX센터 신설 및 KOLAS 공인시험기관 인증획득
- 2024.09. 외교부/환경부 '2024년 푸른하늘의 날' 대통령 표창 수상
- 2023.11. 고등기술연구원 충청캠퍼스(ICC)출범식 개최
- 2023.06. 고등기술연구원 강원캠퍼스(IGC)설립 업무협약 체결 (강원도-원주시-IAE)
- 2022.12. IAE Vision 2032 선포식 개최
- 2022.03. 화학산업포럼 사무국 운영 및 발전전략 수립
- 2022.03. 바이오수소충전소 준공식 개최 (산업부 에너지기술개발 사업)
- 2021.12. 백만불 수출의탑 수상 (엔지니어링 연구용역)
- 2021.11. '수열탄화 기술을 이용한 하수슬러지 고형연료 생산 기술' 환경 신기술 인·검증 획득
- 2020.11. 지역특화 R&D사업 수행을 위한 분사무소 설립 (경남-풍력, 울산-CCUS, 충남-수소FC발전)
- 2019.05. 수소에너지 기반기술 신규추진 (수소 생산·저장, 플랜트 설계·구축·운영 기술)
- 2018.07. 액화공기 저장/응용 및 CO<sub>2</sub> 포집/응용 기술개발 (ESS & CCUS)
- 2017.08. System Eng. 기반기술 및 풍력 발전시스템 관련 기술개발 착수
- 2016.07. 석탄 화력용 초임계 CO<sub>2</sub> 발전 Eng. Design 착수
- 2015.06. 산업용 전락소재(TiCl<sub>4</sub>, TiO<sub>2</sub>) 개발 착수
- 2014.06. 초임계 CO<sub>2</sub> 발전시스템 추진단 유치
- 2014.03. IAE Vision 2022 수립
- 2014.02. IGCC BSU 본원 이전
- 2012.03. 신소재공정센터 신설 (폐자원 Recycling)
- 2011.02. 20톤/일급 IGCC Test-Bed 구축 착수 (~2016년)
- 2010.09. 폐자원 재활용 및 희유금속 회수 기술개발 착수

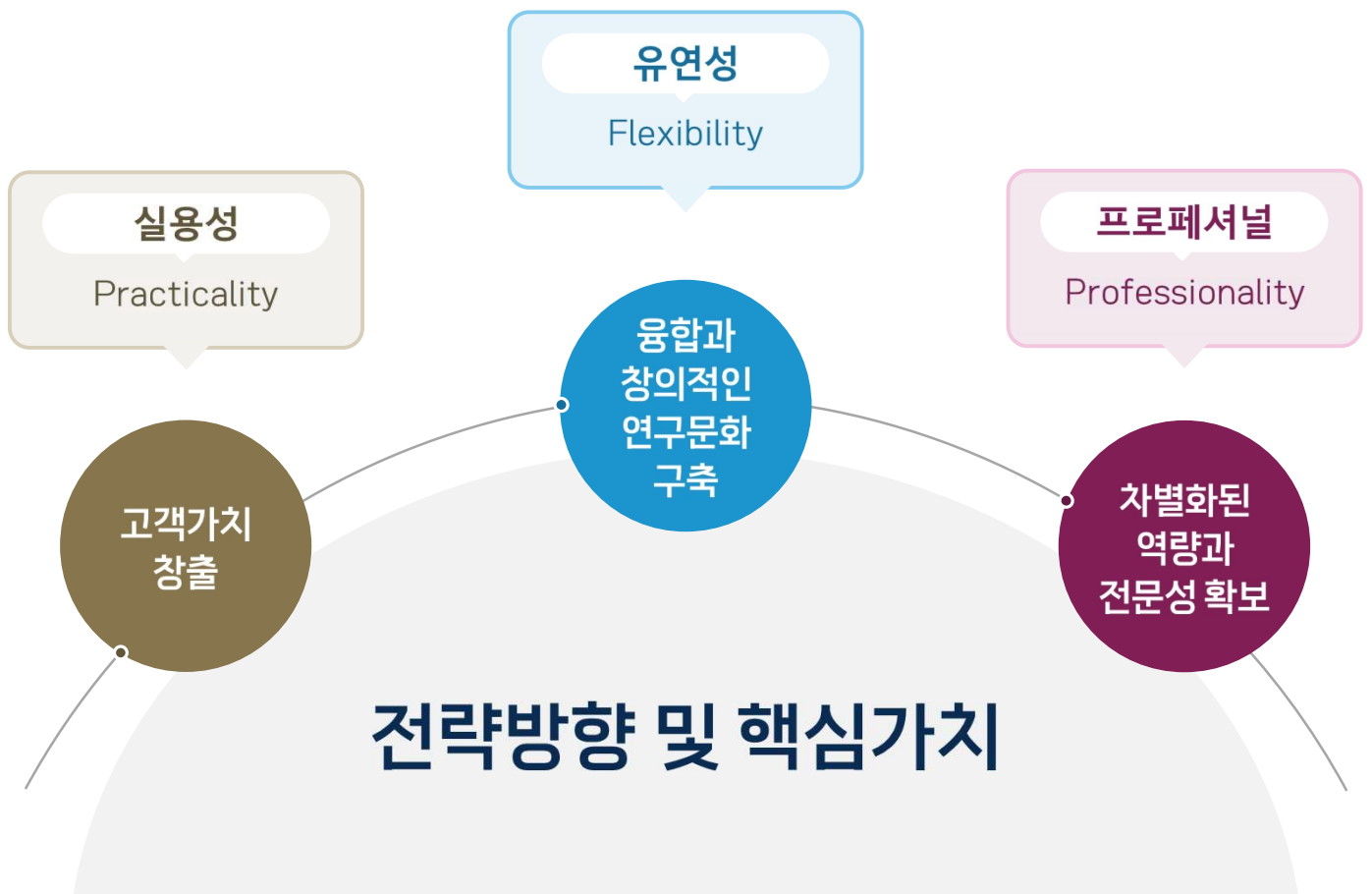
## 2000 ~ 2009

- 2009.07. 청정석탄기술개발 MOU 체결 (지식경제부, POSCO, SK에너지 등)
- 2007.05. 정부R&D사업 간접경비 비율산출 연구기관 지정 (과학기술부)
- 2006.02. 중소기업지원 부품소재통합연구단 가입 (산업자원부)
- 2004.04. ISO 9001:2000 품질경영시스템 인증 획득 (공학 및 기술개발)
- 2003.03. 정부R&D사업 인건비계상 연구기관 지정 (산업자원부)
- 2002.05. 정부R&D사업 인건비계상 연구기관 지정 (과학기술부)
- 2001.08. 국가지정연구실 지정 (과학기술부, 정밀기술 등 2개 연구팀)
- 2000.07. 창업보육센터 지정 (중소기업청)
- 2000.06. 국가지정연구실 지정 (과학기술부, 가스화용융 등 4개 연구팀)

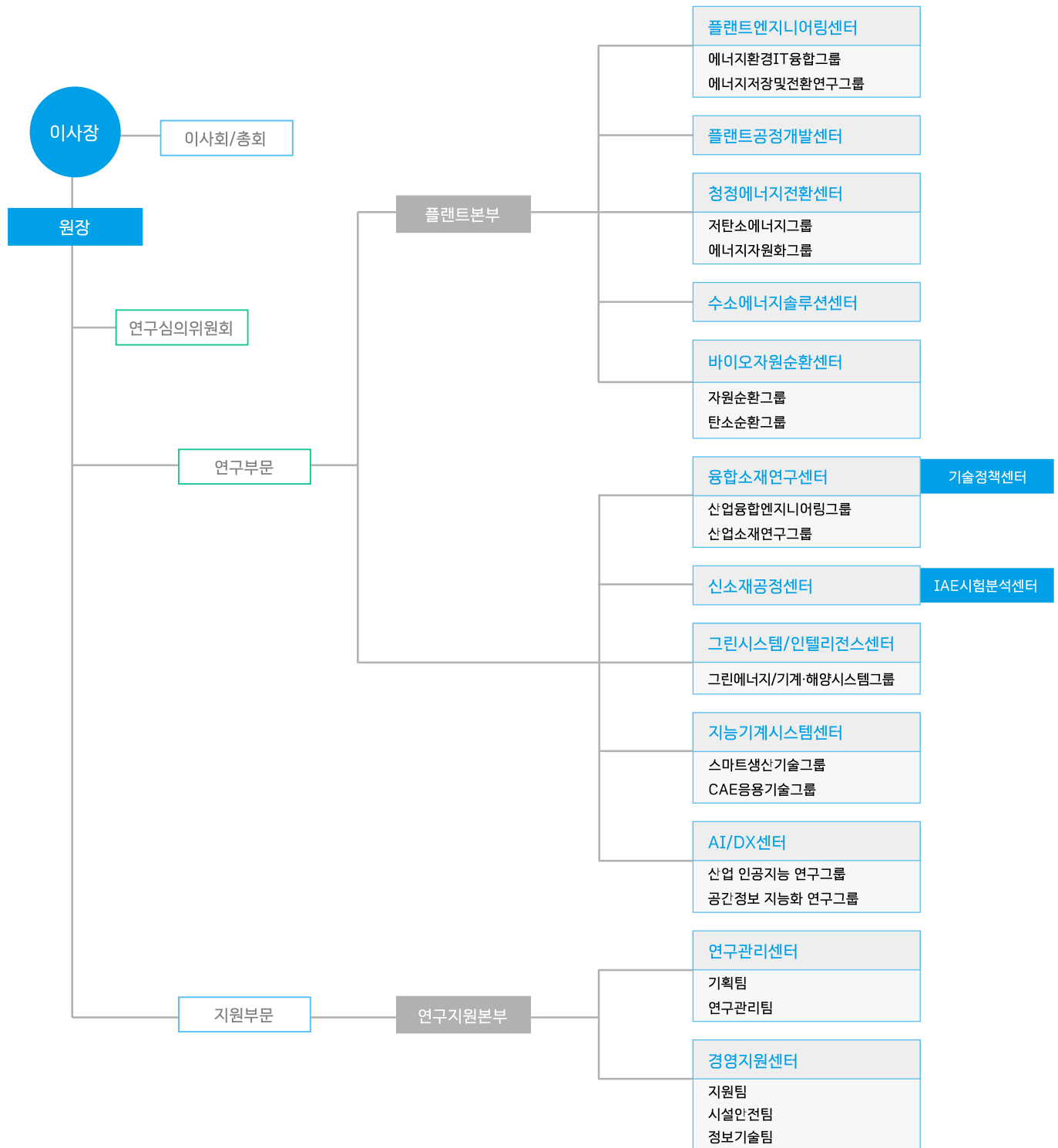
## 1992 ~ 1999

- 1999.09. 국가지정연구실 지정 (과학기술부, 플라스마 등 2개 연구팀)
- 1998.07. 연구과제중심운영제도(PBS) 도입·운영
- 1995.11. 용인 연구센터 준공 (연구원 이전)
- 1995.03. 석탄가스화 복합발전시스템(IGCC) BSU 구축 (아주대학교 내)
- 1994.08. 아주대학교 내 본원 설립 (IGCC 연구)
- 1992.07. 설립 (서울)

## IAE 2032 혁신기술과 실용적 가치로 미래산업을 주도하는 자립 연구기관



# 조직도



- 인원 현황 (2024. 12. 31 기준)-

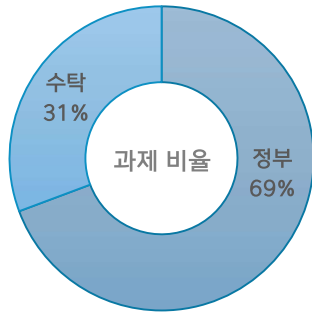
|            |          | 연구부문 |     |    | 지원부문 | 소계  |
|------------|----------|------|-----|----|------|-----|
|            |          | 박사   | 석사  | 학사 |      |     |
| 인원수<br>(명) | 임원/연구위원  | 8    | 1   | -  | 6    | 15  |
|            | 수석/책임연구원 | 55   | 18  | 3  | 3    | 79  |
|            | 선임연구원    | 32   | 45  | 2  | 10   | 89  |
|            | 연구원      | 1    | 49  | 21 | 8    | 79  |
| 합 계        |          | 96   | 113 | 26 | 27   | 262 |

# 과제 현황

## 2024년도 수행 과제 현황

<과제 건수>

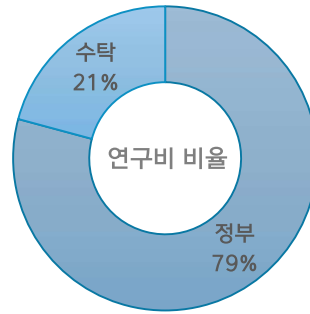
| 정부  | 수탁  | 합계  |
|-----|-----|-----|
| 242 | 107 | 349 |



<연구비>

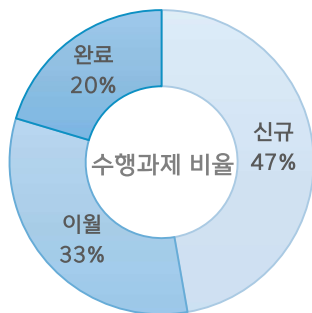
(단위: 백만원)

| 정부     | 수탁     | 합계     |
|--------|--------|--------|
| 44,720 | 11,785 | 56,505 |



<과제 건수>

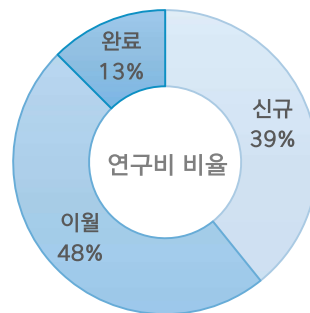
| 신규  | 이월  | 완료 | 합계  |
|-----|-----|----|-----|
| 165 | 113 | 71 | 349 |



<연구비>

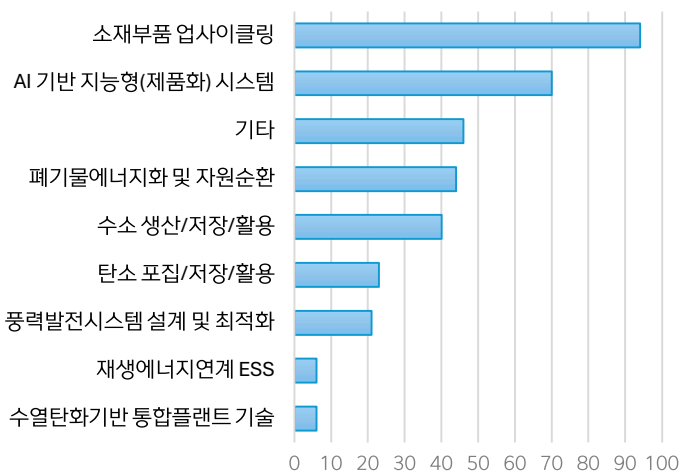
(단위: 백만원)

| 신규     | 이월     | 완료    | 합계     |
|--------|--------|-------|--------|
| 22,151 | 27,294 | 7,060 | 56,505 |

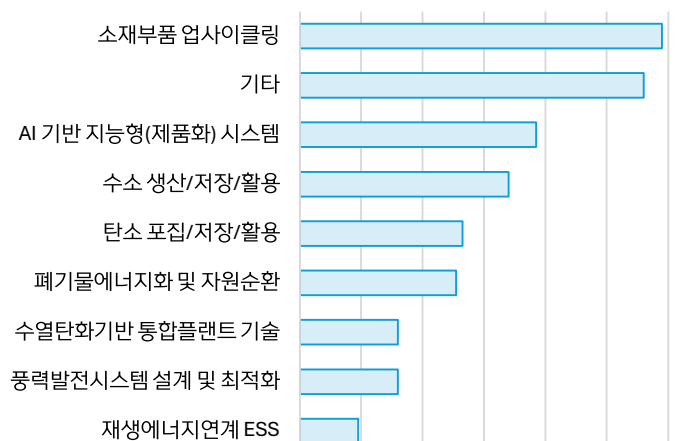


## 2024년도 기술분류별 현황

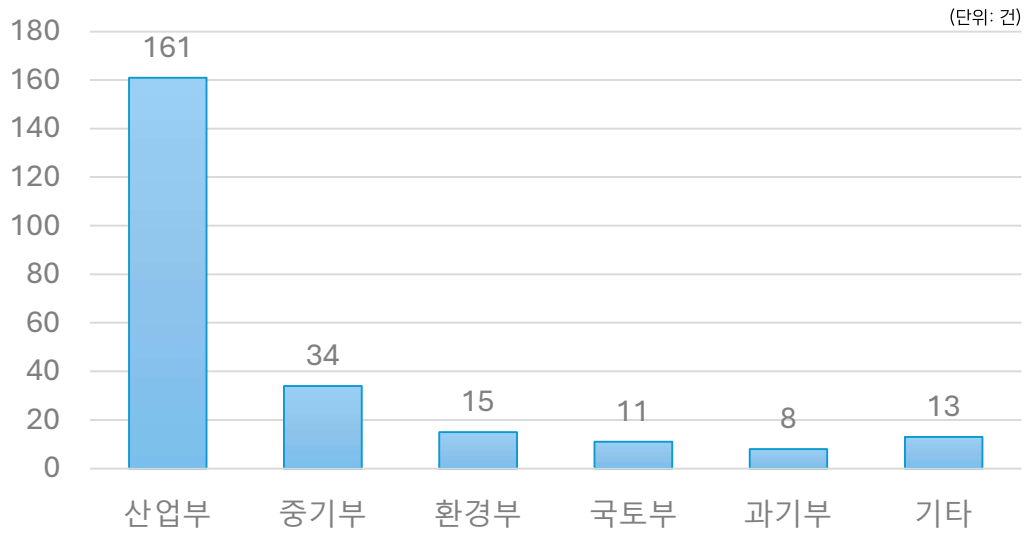
수행기술별 건수



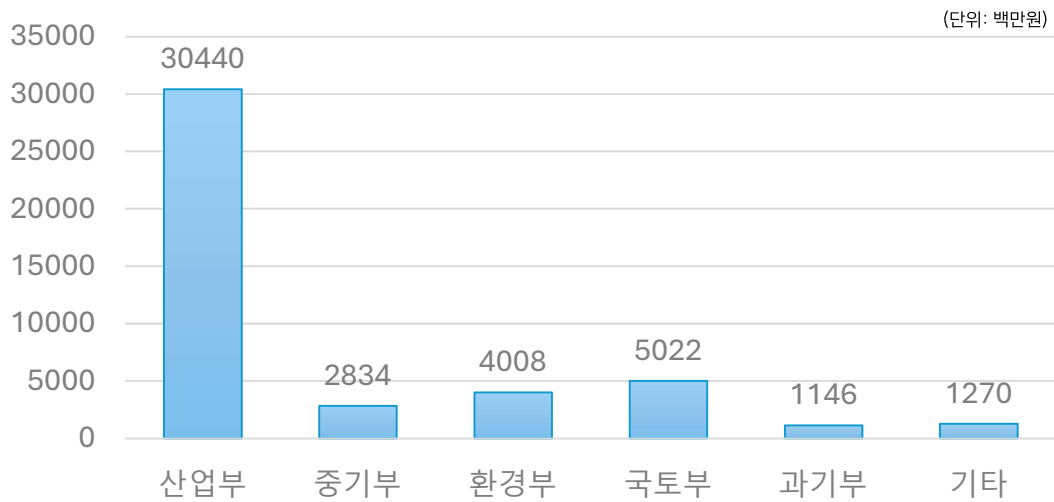
수행기술별 연구비 규모



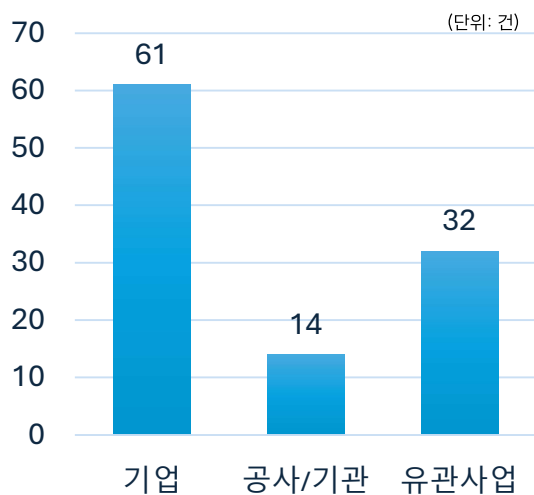
정부과제 부처별 과제 건수



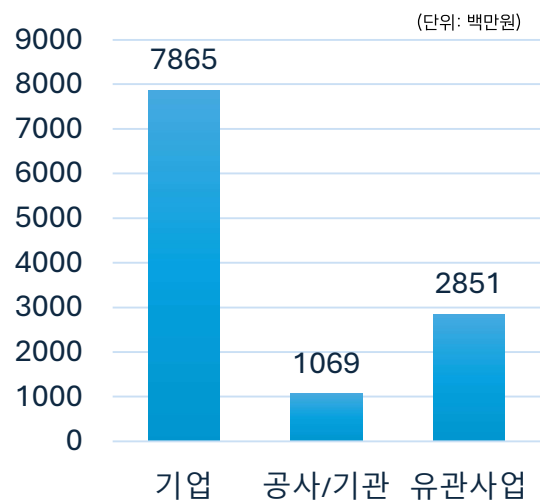
정부과제 부처별 연구비



수탁과제 건수



수탁과제 연구비



## 연구성과 (특허·논문·보고서)

### ■ 지식재산권

(단위: 건)

| 2023년도 |     |     |     | 2024년도 |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|
| 프로그램   | 출 원 | 등 록 | 합 계 | 프로그램   | 출 원 | 등 록 | 합 계 |
| 102    | 129 | 50  | 281 | 97     | 113 | 52  | 262 |

### ■ 논문

(단위: 건)

| 구 분                      | 2023년도 | 2024년도 |
|--------------------------|--------|--------|
| SCI(E) 학술지               | 45     | 40     |
| 비SCI(E) 학술지 및 국내외 학술대회 등 | 593    | 544    |
| 합 계                      | 638    | 584    |

### ■ 기술보고서

(단위: 건)

| 구 분               | 2023년도 | 2024년도 |
|-------------------|--------|--------|
| TR (완료보고서/연구노트 등) | 296    | 307    |
| TM (중간/실험결과보고서 등) | 367    | 464    |
| TC (세미나/실험Data 등) | 805    | 977    |
| 합 계               | 1,468  | 1,748  |

2024년 센터별 주요과제 연구실적

# 플랜트엔지니어링센터

에너지다소비업종(바이오·의약, 식품, 금속·유리·용해, 제지) 대상 맞춤형 공장 에너지관리시스템(FEMS) 기술개발 및 실증

미활용 자원 기반 바이오매스 플랜트 실증 기술개발

가상에너지 생산공급설비 활용 산업단지 에너지 공동 네트워크 개발 및 실증

국토교통분야 수소 기술의 전과정평가 방법론 개발 및 시범 적용

선상 CO<sub>2</sub> 포집 및 처리 기술 개발

그린수소 생산시스템 신뢰성 제고 및 운영기술 개발

상용차 운행 중 배출 이산화탄소 포집을 위한 흡탈착시스템 원천기술 개발



# 에너지다소비 업종(바이오·의약, 식품, 금속·유리 용해, 제지)대상 맞춤형 공장에너지 관리시스템(FEMS) 기술 개발 및 실증 ('20~'25)

## 참여연구원

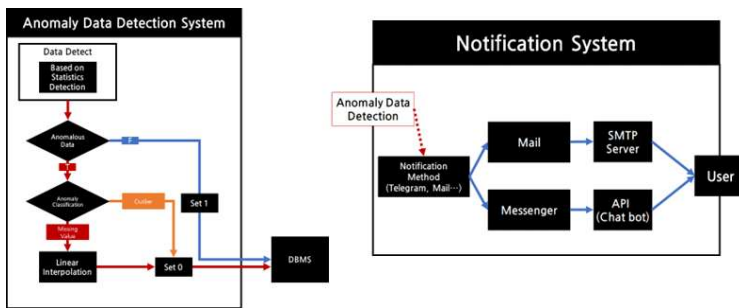
구재회(PM), 김동주, 여채은, 이형아, 박종혁, 조우진, 홍세윤, 임병현

## 연구목표

- 식품 공정 에너지 관리 시스템 운영 안정화
- 식품 공정 데이터 및 에너지 소비 구조 분석 / 계측 인프라 구축

## 연구실적

- (식품실증1) 식품 공정 에너지 관리 시스템 운영 안정화  
: 안정화 운전을 위한 시스템 검증 및 주요 핵심 항목의 운영 결과분석 및 개선점 도출

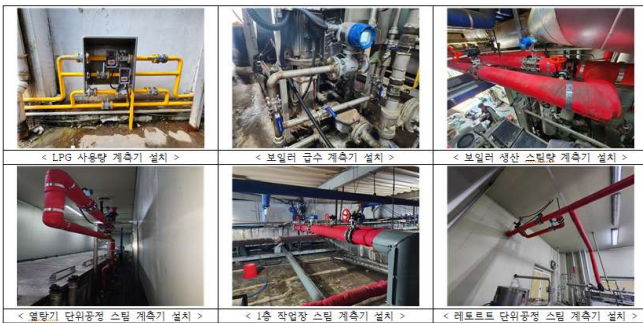


< 이상데이터 판별 및 알림 시스템 구축 >



< 식품 공정 에너지 절감율 평가 및 검증 >

- (식품실증2) 식품공정 에너지 절감 분석을 위한 계측 인프라(HW, SW) 구축



< 식품실증2 계측인프라 구축 배관 공사 >



< 식품실증2 계측인프라 구축 전계장 공사 >

## 활용방안

- 식품공장 에너지관리시스템(FEMS)으로 활용
- 개발 FEMS 활용 국내 및 해외 온실가스 감축사업으로 활용
- DB 및 Server 인프라를 에너지관리 및 플랜트 개발에 활용
- 에너지환경 플랜트 관리 Software 기반 기술로 활용

## 정량성과

논문(SCI) 1건 / 특허출원 3건 / 기술이전 1건

## 미활용 자원 기반 바이오매스 플랜트 실증 기술개발 ('21~'26)

**참여연구원** 성호진(PM), 박영수, 안성율, 임채영, 여채은, 홍세윤, 이명옥, 박종혁

- 연구 목표**
- 베트남의 특성과 수요에 기반 한 맞춤형 미활용 재생연료 플랜트 건설과 운영비 절감, 원격 모니터링 및 유지관리를 위한 스마트 통합운영관리시스템 구축
  - 해외현지에서의 원활한 사업추진을 위한 사업화지원솔루션을 패키지로화한 한국형 전주기 실증 플랫폼 구축

- 연구 실적**
- 건조기/반탄화 설비 부지 및 실증규모 반탄화 설비 설치 완료
  - 연소설비 유틸리티 배관 및 전기 패널 설치 완료
  - 각 보일러 및 발전 기자재 무부하 테스트 완료



[건조로 및 반탄화로 (24.11)]



[지붕공사 (24.12)]



[연소로 및 발전소 (24.06)]



[미활용 바이오매스 플랜트 전경]

- 활 용 방 안**
- 동남아시아 전력부족 상황에 대응하기 분산전원으로서 피크부하 관리용으로 활용
  - 정부/공공기관과 건설사/제작사/엔지니어링사/운영사가 민관 합동 팀코리아를 구성하여 발주국과 개발사의 카르텔이 형성되어 있는 시장의 진출기회로 활용
  - 국내기업의 투자 및 기술이전으로 해외 현지에서 확보한 CER 활용
  - 건설사업과 운영관리사업을 패키지로화하여 수익성을 제고하는 해외진출 사업모델로 활용

**정 량 성 과** 논문 1건 / 특허등록 2건(해외) / 특허출원 7건(국내 1건, 해외 6건)

# 가상에너지 생산공급설비 활용 산업단지 에너지 공동 네트워크 개발 및 실증 ('20~'25)

## 참여연구원

구재회(PM), 김동주, 임채영, 여채은, 이형아, 조우진, 홍세윤, 임병현

## 연구 목표

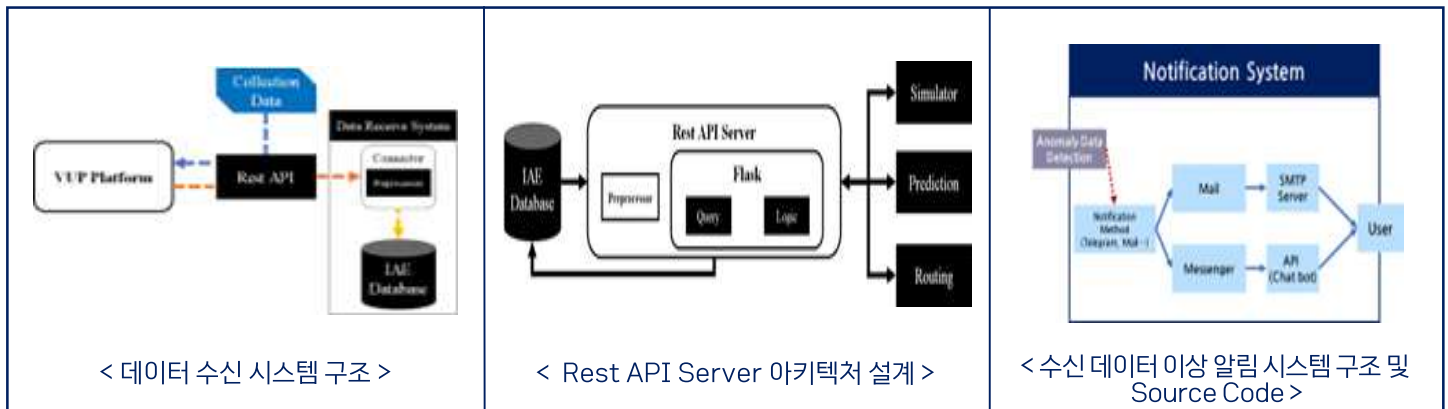
- VUP 유틸리티(스팀/압축공기) 네트워크 라우팅 Simulator 실증 및 개선
- 가상에너지공급 플랫폼 연계 기술 개선

## 연구 실적

- VUP 유틸리티(스팀/압축공기) 네트워크 라우팅 Simulator 성능 개선
- VUP 유틸리티(스팀/압축공기) 네트워크 수요 및 공급 예측 모델 개선
- VUP 유틸리티(스팀/압축공기) 네트워크 수요 및 공급 예측 모델과 연계한 실시간 최적경로 탐색 모델 개선



- 가상에너지 공급 플랫폼 연계 기술 개선 : 백엔드 연동 기술



## 활 용 방 안

- 산업공장 유틸리티 공급/수요 예측시스템의 실증화 활용
- 산업공장 유틸리티네트워크 라우팅 시스템의 실증화 활용
- DB 및 Server 인프라를 에너지관리 및 플랜트 개발에 활용
- 에너지환경 플랜트의 에너지 공급/수요/라우팅 Software 기반 기술로 활용

## 정 량 성 과

논문 3건(SCI 1 건) / 특허등록 1건 / 특허출원 2건



# 국토교통분야 수소 기술의 전과정평가 방법론 개발 및 시범 적용 ('24~'29)

## 참여연구원

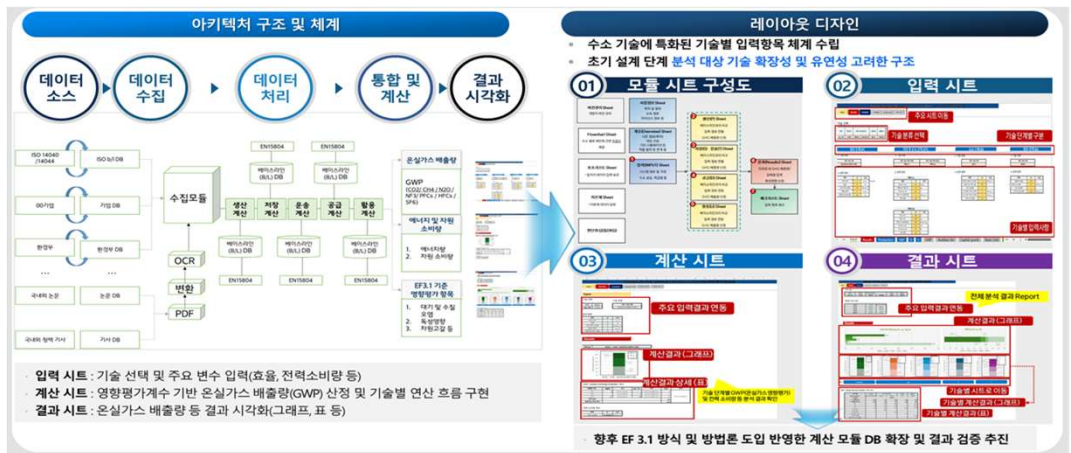
박영수(PM), 성호진, 안성율, 임채영, 여채은, 박종혁, 홍세윤, 이명옥

## 연구목표

- 수소 기술 전과정평가(LCA) 계산 모듈 개발
- 사용자 중심 설계 및 국내 환경에 적합한 계산 모듈 설계
- 플랫폼 연계 활용방안 수립

## 연구실적

- 전과정평가 계산 모듈 아키텍처 개념 정의



- 계산 모듈 관련 참조모델 검토 및 개선안 도출

|            | GREET<br>(Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Technologies)                                                                  | 수소 LCA 가이드라인                                                                                                                                              | Hydrogen Environment analysis tool<br>(Korea)                                                                                               |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 국가         | 미국                                                                                                                                                | 일본                                                                                                                                                        | 한국                                                                                                                                          |
| 기관         | ANL (Argonne National Laboratory)                                                                                                                 | 환경부                                                                                                                                                       | IAE - 산기부                                                                                                                                   |
| 버전         | 2023 (매년 업데이트)                                                                                                                                    | 2017 (1.0)                                                                                                                                                | 2022 (프로젝트 완료)                                                                                                                              |
| 틀          | 엑셀 / Net - 오픈소스                                                                                                                                   | 엑셀 - 오픈소스                                                                                                                                                 | 엑셀 - 접근 제한                                                                                                                                  |
| 개요         | <ul style="list-style-type: none"> <li>저작권 정보, 셀 및 시트 색상 코딩 제공</li> <li>소속 정보 없음, 수소 특성 정보 없음</li> </ul>                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>작성권 정보 및 수소 특성 공급 체인 색상 코딩</li> <li>저작권 정보 없음</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>색상 코딩 제공</li> <li>자세한 개요 페이지 및 특성 정보 없음</li> </ul>                                                   |
| 입력 옵션      | <ul style="list-style-type: none"> <li>기본 데이터 제공 (데이터 없어도 선택 가능)</li> <li>사용자 정의 옵션 사용</li> <li>자세한 옵션 정보가 포함된 복잡한 입력 구조</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>각 기술별 자본재(Capital materials) 선택</li> <li>제한된 선택 옵션 사용자 정의 입력 필요할 수 있음</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>기술 및 DB 선택 가능</li> <li>기본 입력 옵션이 모든 사용자에게 적합하지 않을 수 있음 (특정 기술 제한)</li> </ul>                         |
| 변수 및 가정 입력 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Input 시트에서 모든 입력 및 가정 설정</li> <li>옵션 정보가 혼재되어 있어 사용자 결정이 어려움(복잡성)</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>기술 단위별 구분된 시트 내 항목 입력 가능</li> <li>입력 결과가 한 시트 내 뒤섞여 있어 필요한 데이터 찾기 어려움</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Input 시트에서 선택 가능한 입력 및 가정</li> <li>입력 항목 옵션이 제한적일 수 있음</li> </ul>                                    |
| 결과 출력 형식   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Results 시트에서 차량 유형별 테이블 형태로 결과를 표출하여 상세 결과 분석 가능</li> <li>모든 결과가 한 결과 시트 내 표시되어 한눈에 결과 알아보기 어려움</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>기술별 결과 항목이 구분되어 구체적 결과 확인이 가능하며 막대그래프 및 테이블 형태로 결과를 표출하여 시각적 이해를 높임</li> <li>한 시트에 입력과 결과가 혼재되어 탐색이 복잡함</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>명확한 시각적 표현이 포함된 Results 시트의 기술별 결과 (막대그래프, 차트, 테이블 등)</li> <li>별도의 세부결과지가 없어 분석이 복잡할 수 있음</li> </ul> |
| 부가기능       | <ul style="list-style-type: none"> <li>정기 워크숍 및 웨비나 제공, 하이퍼링크 제공</li> </ul>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>체크리스트 기능 제공</li> </ul>                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>쉬운 탐색을 위한 시트별 하이퍼링크</li> </ul>                                                                       |
| 지원 및 문서화   | <ul style="list-style-type: none"> <li>PDF 매뉴얼과 튜토리얼 영상 제공</li> <li>기술별 가이드라인 별도 제공 없음</li> </ul>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>주요 기술 매뉴얼 및 가이드를 PDF 형식으로 제공</li> <li>제한된 확장 및 다양화 옵션</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>별도의 가이드라인 및 매뉴얼 제공 없음</li> </ul>                                                                     |

- 플랫폼 연계 활용방안 도출 및 선정: 계산 모듈과 플랫폼 간 데이터 연계 방안을 정의하고 확정성과 지속 가능성 확보

## 활용방안

- 전과정평가 계산 모듈 및 플랫폼 활용
- LCA 방법론 교육 및 산업계, 공공기관 대상 워크숍 자료 제공
- 계산 모듈 및 플랫폼 이해도 제고를 위한 사용자 매뉴얼 및 사례집 제공

## 정량성과

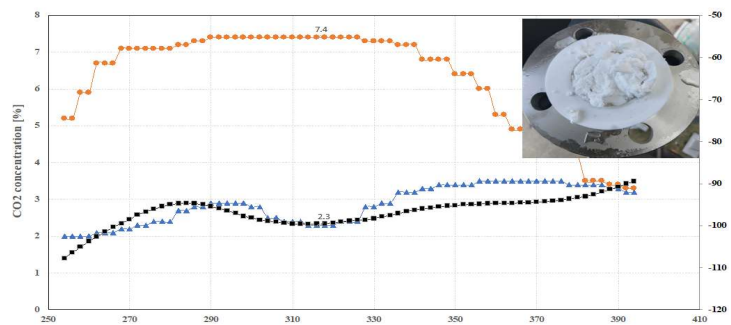
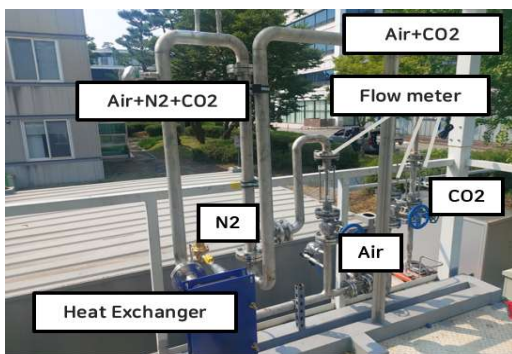
논문 2건

## 선상 CO<sub>2</sub> 포집 및 처리 기술 개발 ('23~'25)

**참여연구원** 박성호(PM), 정소명, 최광순, 이창형, 황성현, 임종웅, 박준석

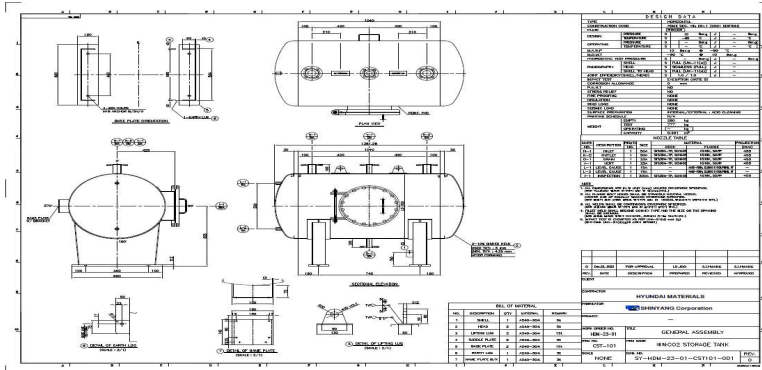
- 연구 목표**
- Cryogenic cyclone 제작 및 성능시험
  - Solid CO<sub>2</sub> 저장 용기 및 하역시스템 설계 및 해석
  - 초음속 노즐(C-D nozzle) 제작 및 원심분리기 통합 모듈화 설계 및 제작
  - Cold box 내부의 Pre-cooler / 시동용 After-cooler 열교환기 설계 및 제작
  - 연속운전을 위한 공정 설계 및 운영방법 도출

**연구 실적** - Cryogenic cyclone 제작 및 성능시험 : CO<sub>2</sub> 포집 효율 70%를 달성



< 모사 배기가스 포집장치 성능테스트(좌:모사 배기가스 포집장치, 우: 가스분석) >

- Solid CO<sub>2</sub> 저장 용기 및 하역시스템 설계 및 해석



< Solid CO<sub>2</sub> 저장 및 하역을 위한 용기와 하역시스템 검증 실험 진행 >

- Cold box 열교환기(Precooler/Aftercooler) Datasheet 작성 및 설계 진행
- 극저온 탄소 포집 설비의 연속운전을 위한 운영 매뉴얼 및 위험성 평가자료 작성

- 활용 방안**
- 노후 선박 및 건조 선박의 친환경 선박 인증을 위한 친환경 기자재로 활용 가능
  - 고효율 선박용 CO<sub>2</sub> 포집 및 처리 국내 기술을 확보함으로써 국가 온실가스 감축 목표 달성에 기여 가능
  - 선박 환경모사를 통한 시험 평가를 통해 선박용 CO<sub>2</sub> 포집 및 처리 기술 관련 신뢰성 성능 검증 환경 마련 가능

**정량 성과** 특허등록 1건 / 특허출원 6건 / 프로그램등록 3건

## 그린수소 생산시스템 신뢰성 제고 및 운영기술 개발 ('21~'25)

**참여연구원** 김수현(PM), 유영돈, 서민혜, 백종민, 김진우

**연구 목표**

- 수전해 시스템 신뢰성 확보를 위한 재생전력연계 평가 및 운영기술 개발(수전해 성능평가센터 구축)
- 수전해시스템 장기운전 및 내구성 평가(100 kW, 1 MW 급 알칼라인/PEM)
- 다양한 재생전력 환경 연계 수전해 성능평가 프로토콜 개발

**연구 실적** - MW급 알칼라인/PEM 수전해 시스템 제작 완료



- 수전해 성능평가 센터(수전해설비, 운영건물, 출하동 등) 구축 진행 중



< 수전해 성능평가센터 구축 현장 >

< 수전해 시스템 설비별 세부 설치 위치 >

**활 용 방 안**

- 그린수소 생산을 위한 수전해 시스템 성능평가 센터 구축
- 부하변동 평가용 수전해 시스템 운영기술 개발
- 국내 개발 스택 평가

**정 량 성 과** 프로그램 등록 2건



## 상용차 운행 중 배출 이산화탄소 포집을 위한 흡탈착시스템 원천기술 개발 ('22~'25)

**참여연구원** 서민혜(PM), 유영돈, 김수현, 백종민, 김진우, 이수영, 민홍

**연구목표**

- 4L급 상용차 엔진대상 고효율 CO2 흡·탈착 모듈 개발
- MCC 시스템 최적 설계 및 운영기술 개발

**연구실적**

- MCC 반응기 설계 및 제작
- 4L급 디젤엔진 배기가스 적용을 위한 MCC 시스템 설계 및 제작



< 4L급 디젤 엔진 연계용 CO2 흡탈착 시스템 제작 사진 >

- MCC용 CO2 흡탈착 반응기 엔진 연계 실험

디젤 엔진 및 후처리 장비



배기가스 냉각장치



CO2 흡·탈착 반응기



엔진 제어 및 모니터링



< MCC 모사시험 테스트 벤치 구축 사진 >

**활용방안**

- 중·대형급 상용차 배출 CO2 직접 포집 · 저장 기술 확보
- 연료 · 수송(항공 · 선박) 산업 활용 가능
- 기존 내연기관차 산업 인프라를 활용한 탄소중립 핵심 요소 기술 확보

**정량성과** 특허출원 1건 / 프로그램 등록 1건

2024년 센터별 주요과제 연구실적

# 플랜트공정개발센터

석유 코크스 활용 수소생산 실용화 기술개발

비전통오일 친환경, 고수율 회수 및 순환시스템 기술개발

150만kcal/hr급 모듈형 수소 전소 난방용 온수보일러시스템 개발전자산업공정 펌프일체형통합 건식



## 석유 코크스 활용 수소생산 실용화 기술개발 ('21~'25)

### 참여연구원

윤용승(PM), 이진욱, 이승중, 정석우, 정우현, 황상연, 이재용, 이지은, 윤성필, 김문현, 전동환, 정기진, 류상오, 권인구, 김일호, 윤덕규, 박광열, 이병태, 정명정, 이재영, 이철호

### 연구목표

석유 코크스 활용 수소생산 3톤/일급(1.5톤/일급@수소순도 99.9%) 통합 플랜트 설계·시공·운영 기술개발 및 수소생산 30톤/일 플랜트 개념설계 패키지 개발

### 연구실적

- 2톤/일급 가스화 시스템 활용 합성가스 제조 성능 최적화 기술 개발
- 20톤/일급 test-bed 가스화 시스템 활용 합성가스 제조 성능 최적화 기술 개발



< 슬러리 제조설비 >

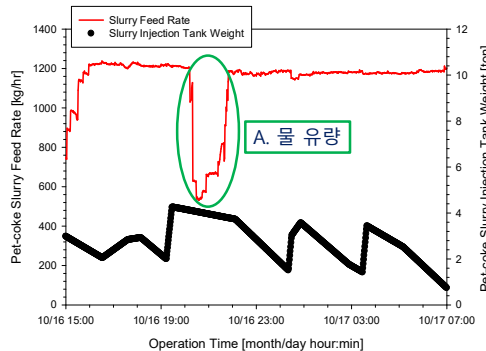


< 슬러리 혼합 교반기 >

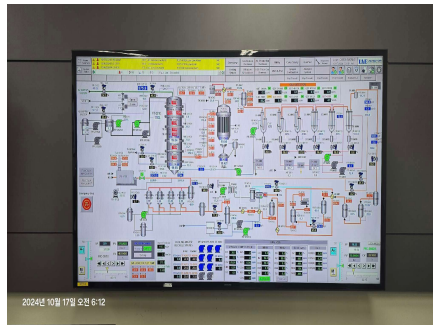


< 슬러리 제조설비 운전화면 >

- 20톤/일급 test-bed 가스화기 연계 수소생산 3톤/일급 통합 플랜트 운전시험



< 태안 석유 코크스 슬러리 공급설비 운전 결과 그래프 >



< Feed Gas 순도와 생산 수소 유량 >



< 최종 수소 순도 (99.9%) >

### 활용방안

- 실증플랜트에 대한 검증기술 개발로 국내에 필요한 합성가스 활용 플랜트 또는 수소 생산 플랜트에 확대 적용
- 화석연료로부터 블루 수소 생산에 대한 기술적 실증을 함으로써 화석연료도 CO2-free가 가능함을 제시
- 사업화 지원 및 합성가스 플랜트 또는 수소생산 플랜트의 해외 수출 사업화 모색
- 서부발전 또는 현대오일뱅크와 수소 충전 사업소 사업화 모색

### 정량성과

논문 1건 / 특허출원 2건

## 비전통오일 친환경, 고수율 회수 및 순환시스템 기술개발 ('22~'28)

### 참여연구원

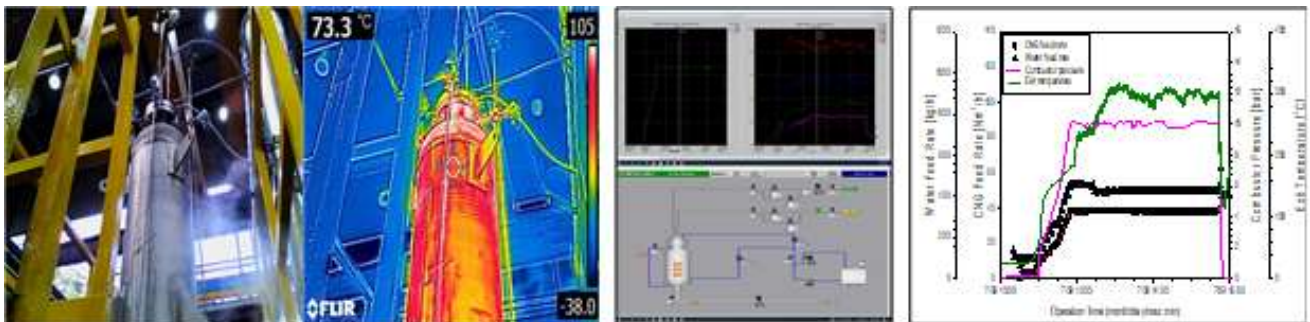
정석우(PM), 정우현, 전동환, 김영배, 노정훈, 정기진, 이지은, 권인구, 이진욱

### 연구목표

고온의 연소 환경에 직접 물 분사를 통해 스팀과 연소가스를 함께 저류층에 공급하는 방식의 복합 열캐리어 연소기를 국산화 개발

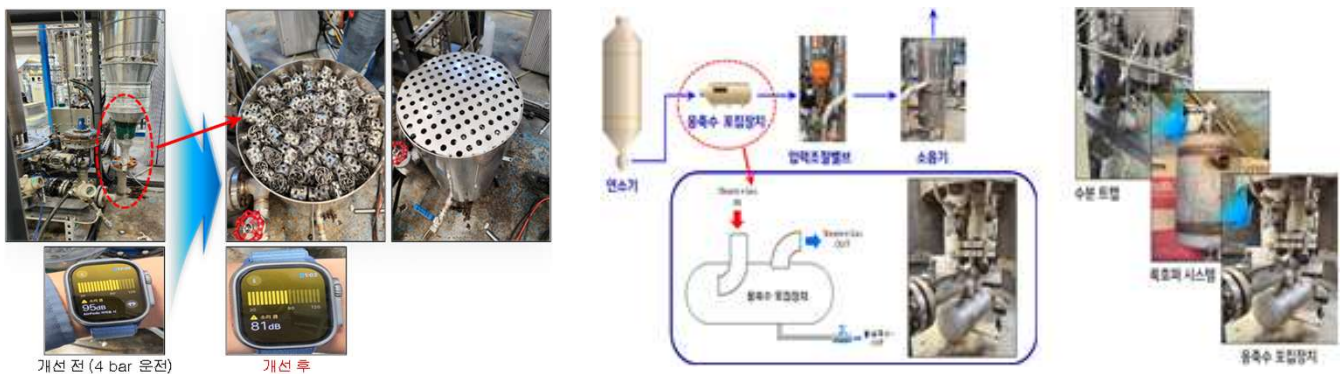
### 연구실적

- Pilot급 복합 열캐리어 연소기 성능평가 시험



< Pilot급 연소기 표면온도 측정 및 성능시험 결과 >

- Pilot급 복합 열캐리어 연소기 시스템 개선



< Pilot급 연소기 시스템 소음 개선 모습 >

< Pilot급 연소기 시스템 배출가스 응축수 포집장치 개선 모습 >

- Pilot급 복합 열캐리어 연소기 성능분석 및 공인기관 성능검증 시험
- 복합 열캐리어 연소기의 물질정산 프로그램 개발 및 Pilot급 복합 열캐리어 연소기의 수치해석 모델 개발

### 활용방안

- 복합열캐리어연소기시작품은중규모격상설계및통합스테이션연계검증을진행한후Test-bed로활용
- 오염수(폐수)를 고온/고압 환경에서 무해하게 처리함과 동시에 생산되는 스팀을 이용하는 spin-off 시장 창출에 활용

### 정량성과

특허등록 1건 / 특허출원 3건 / 프로그램등록 2건

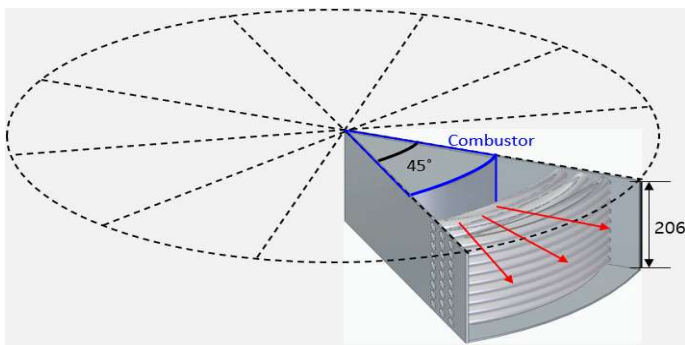
# 150만 kcal/hr급 모듈형 수소 전소 난방용 온수보일러 시스템 개발 ('23~'27)

**참여연구원** 김영배(PM), 김일호, 이철호, 이재영, 신은주

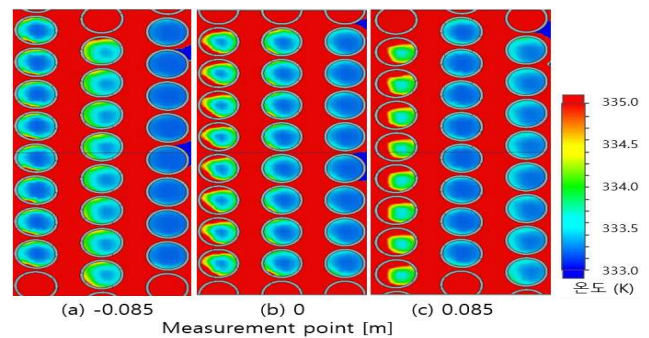
**연구 목표** 150만 kcal/hr급 모듈형 수소 전소 난방용 온수보일러 시스템 1식  
(수소 전소 연소기 및 50만 kcal/hr급 수소 전소 단위 온수보일러 3기로 구성)

**연구 실적**

- 단일튜브 열교환기의 소재별 가격 대비 성능 우수 소재 확보
- MLC(Multi-Layer Condensing) Tube 열교환기의 열관류율 및 압력강하 해석

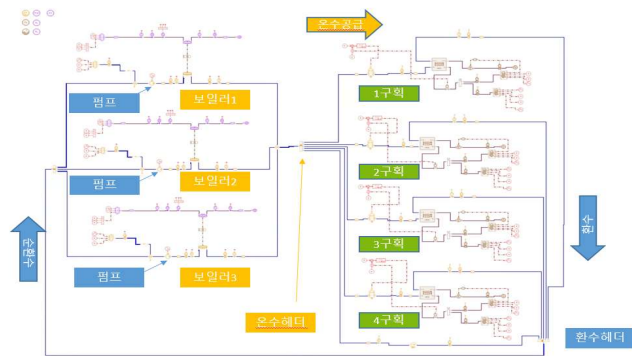


< Circular tube 열교환기 구획화 >

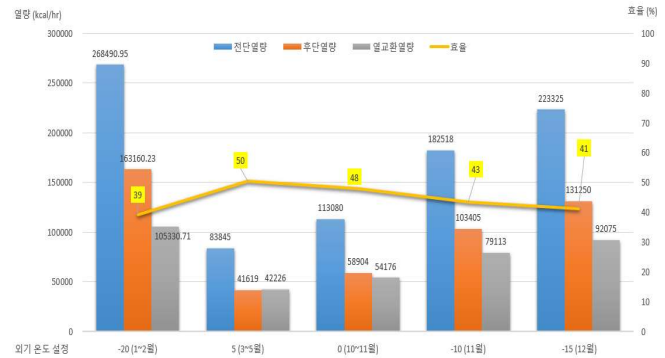


< Circular tube 열교환기의 온수 코일 내부 온도장 >

- 150만 kcal/h급 보일러 3기의 난방/급탕 공정 시뮬레이션



< 1,500,000 kcal/h 3대보일러 4구획 순환 유로 >



< 1구획 계절별 난방 시뮬레이션 결과 >

**활 용 방 안**

- 과다수분 대응 수소전용 열교환기의 설계 기술 확보.
- 소형보일러의 대용량화 대수제어시스템 개발의 전문공정해석 역량 확보.
- 산업용 수소 온수보일러 국내 자체생산 기술 확보.
- 수소 온수보일러 군납 및 조달시장 진입.

**정 량 성 과** 학술대회발표 2건

2024년 센터별 주요과제 연구실적

# 청정에너지전환센터

공정배가스 연계 CO<sub>2</sub>를 활용한 합성가스 생산 실증 및 플랫폼 화합물 제조 기술 개발

최첨단 위치기반 USBL ROV로봇을 탑재한 휴면포자 함유 퇴적물 준설 기술 개발

차세대 수첨 바이오연료 생산과 업그레이딩 통합공정 기술개발

도심형 LNG 연소배가스 대상 컴팩트 CO<sub>2</sub> 포집기술 개발

고순도 청록수소 생산용 플라즈마 기반 하이브리드 메탄 개질 공정기술 개발



# 공정배가스 연계 CO<sub>2</sub>를 활용한 합성가스 생산 실증 및 플랫폼 화합물 제조 기술 개발 ('22~'25)

## 참여연구원

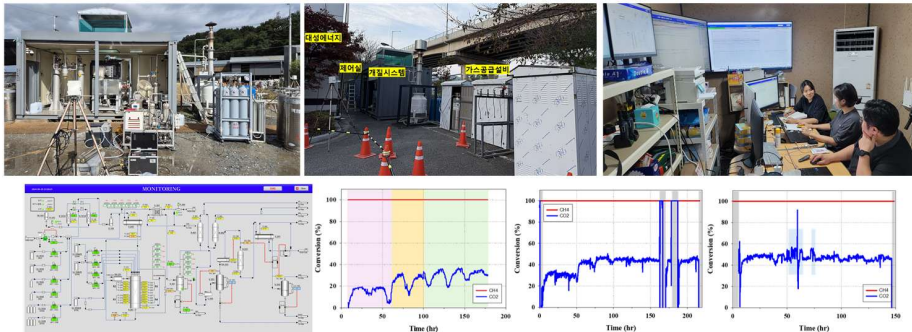
강석환(PM), 류재홍, 김진호, 강태진, 김효식, 김지현, 김현지, 이진희, 이다혜, 정가진, 이지은, 이철호, 김중욱

## 연구목표

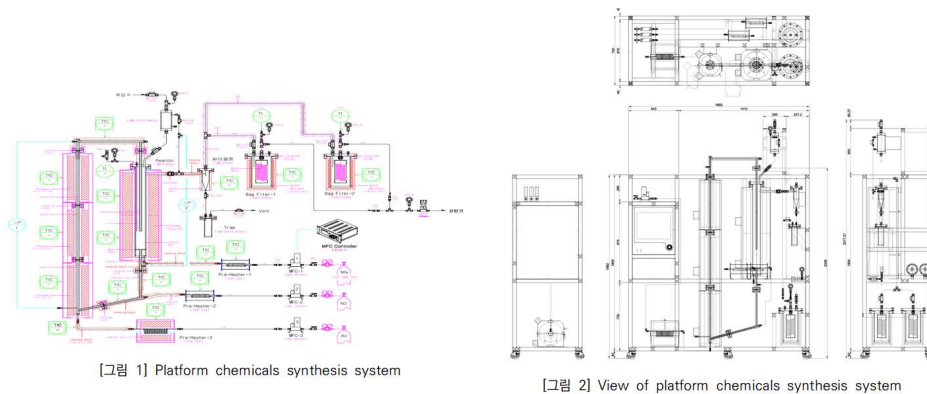
배가스 연계 CO<sub>2</sub> 건식개질을 위한 촉매 및 공정 핵심 요소 기술 개발

## 연구실적

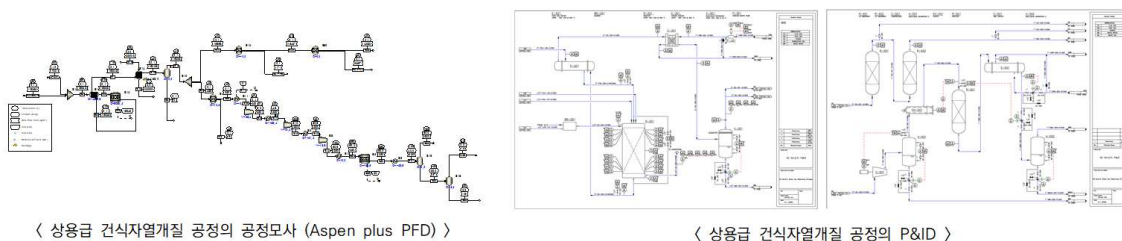
- 파일럿급 건식자열개질 장치 연속운전



- 플랫폼화합물 생산을 위한 Bench급 설비 설계



- 상용급 건식자열개질공정 설계



## 활용방안

- 공정배가스를 직접 활용하는 건식개질 촉매와 공정의 기술 선점을 통해 경쟁력 강화와 개질공정 (스팀, 건식, 자열 등) 분야에 개질기와 열교환기 설계 기술들의 적용 가능
- 저농도 CO<sub>2</sub> 개질을 위한 건식자열개질 촉매 개발 및 촉매 비교 평가를 통한 개질 촉매 선정 및 원천 기술 확보 가능
- 건식자열개질 반응 검토, 메커니즘 규명 및 Bench급 건식개질 장치 구축/평가를 통한 건식자열개질 공정 개발 및 설계 기술 확보

## 정량성과

특허출원 5건 / 학술대회 발표논문 14건

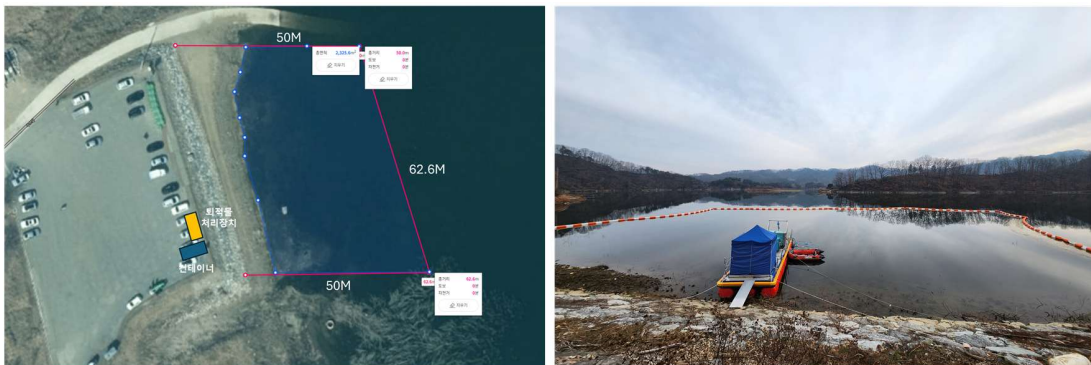


## 최첨단 위치기반 USBL ROV로봇을 탑재한 휴면포자 함유 퇴적물 준설 기술 개발 ('22~'26)

**참여연구원** 조성수(PM), 이수영, 민홍, 이미연, 이해성, 주계영, 최창식, 박동규

**연구목표** 20 TPH 급 이동식 준설 퇴적물 처리 시스템

**연구실적** - Test bed('충북 옥천군 군북면 추소리 759번지(추소리 마을회관 인근 수변지역)) 구축



〈 Test bed 구축 사진 〉

- Test bed 시운전 및 연속 운전



〈 공정별 샘플링 사진 〉

- 퇴적물 활용 자원화 실험

〈표〉 퇴적물 활용 콘크리트 제조 배합비 설계

| Name     | Water (kg) | Cement (kg) | 굵은 골재 (kg) | 잔골재 (kg) | 퇴적물 (kg) | AE 감수제 (kg) | W/C (%) | S/a (%) |
|----------|------------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------|---------|
| Plain    | 1.064      | 2.1         | 7.035      | 5.845    | 0        | 1.087       | 50.67   | 45.38   |
| 200℃/5%  | 1.064      | 2.1         | 7.035      | 5.55275  | 0.29225  | 1.087       | 50.67   | 45.38   |
| 200℃/10% | 1.064      | 2.1         | 7.035      | 5.2605   | 0.5845   | 1.087       | 50.67   | 45.38   |

〈표〉 압축강도, 휨강도 공시체 제작 사진



### 활용방안

기존 준설선의 접근이 어려운 내수면 환경에서 접근이 용이하고, 대형 크레인이나 운반 차량 없이 현장에서 바로 투입 가능하여 생태환경 오염의 원인인 유기퇴적물과 중금속이 축적되어 있는 내수면 어디서나 준설 및 처리 가능

### 정량성과

특허출원 2건 / 학술대회 발표논문 3건

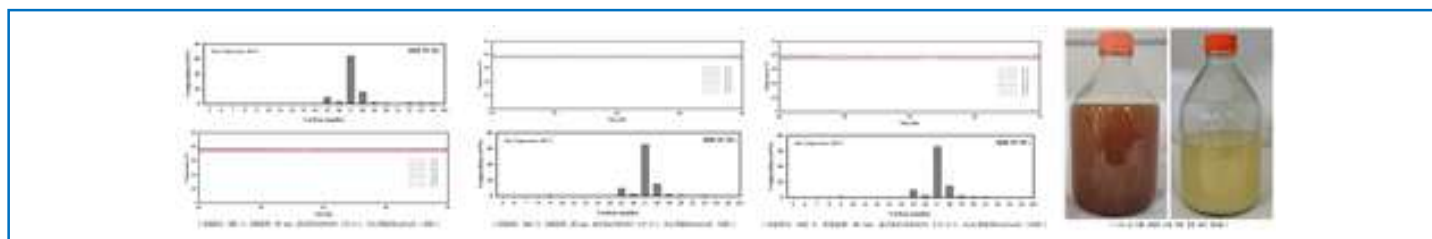
## 차세대 수첨 바이오연료 생산과 업그레이딩 통합공정 기술개발 ('23~'26)

**참여연구원** 한기보(PM), 장정희, 이지은, 장현성, 윤여진

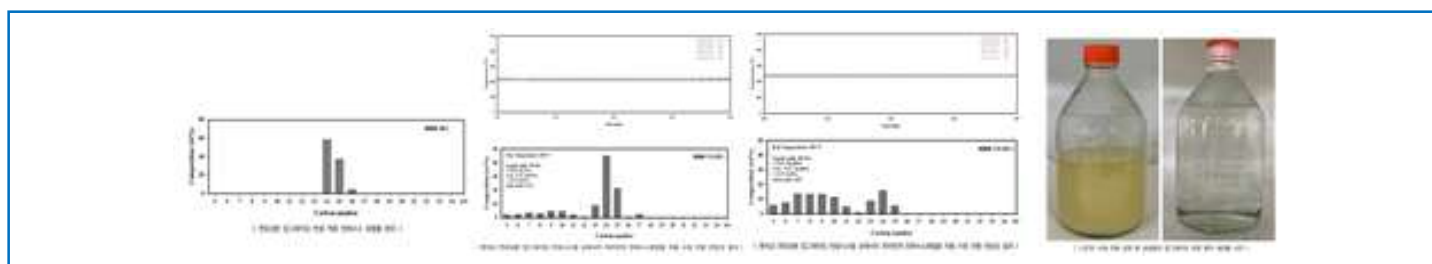
**연구 목표** 차세대수첨바이오연료생산과업그레이딩공정실증화기술개발및상용화공정설계패키지도출

### 연구 실적

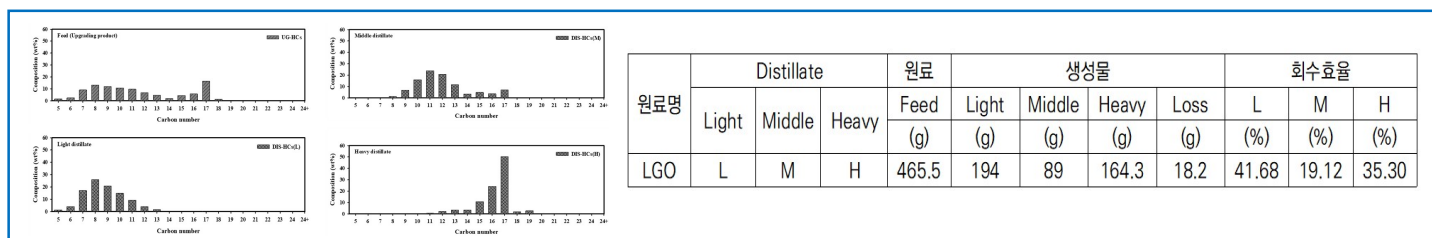
- 수첨 전환 촉매 반응 최적화



- 수첨 업그레이딩 반응 최적화



- 업그레이딩 생성물 분리정제 최적화



### 활 용 방 안

- 저급오일(미세조류오일포함) 기반 연료사용으로 온실가스저감및2050탄소중립시나리오안의탄소중립에 부합하는주도적친환경사업기여하며, 연료후보군별물리적,화학적전처리기술개발을통해원료의제한성을 탈피하여다양한연료로적용확대
- 저급오일(미세조류오일포함) 수첨반응촉매성능극대화로바이오연료제조효율을향상및수소사용량 절감으로제조경쟁력확보
- 국제민간항공기구(ICAO)의국제항공탄소상쇄및저감계획이행을위해CO2배출을감축하기위한 바이오연료개발및보급에부합
- 재생연료혼합기준제도(RFS)정책2030년이전까지바이오연료5.0%도입에맞추어사업화추진및시장선점
- 각기관의기술통합에의한파일럿설비구축기술은GS건설과의전략적제휴를통한PDP(Process Design Package)라이선스판매로기술수출의활로확보

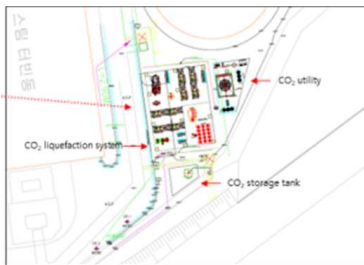
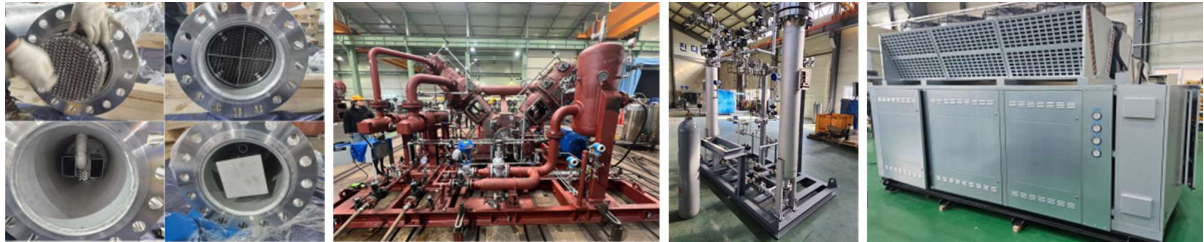
**정 량 성 과** 특허출원 1건 / 학술대회 발표논문 10건

## 도심형 LNG 연소배가스 대상 컴팩트 CO<sub>2</sub> 포집기술 개발 ('21 ~ '26)

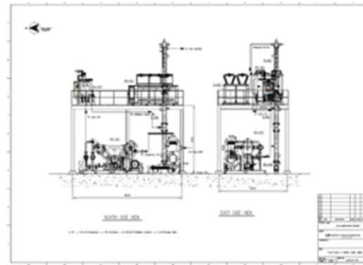
**참여연구원** 최창식(PM), 박수남, 박동규, 이해성, 유현정, 이춘식

**연구목표** 포집 CO<sub>2</sub>를 고순도 액화탄산(LCO<sub>2</sub>)으로 전환할 수 있는 컴팩트한 액화공정 개발

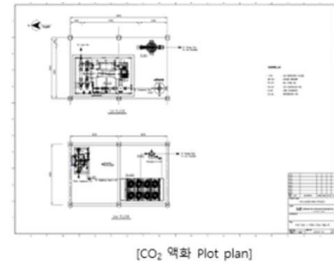
**연구실적** - 포집 CO<sub>2</sub> 고순도화 액화 실증시스템 설치



[CO<sub>2</sub> 고순도 액화 실증시스템 설치 Key plan]



[CO<sub>2</sub> 액화 실증시스템 설치 도면]



[CO<sub>2</sub> 액화 실증시스템 설치 도면]

- 포집 CO<sub>2</sub> 고순도화 액화 실증시스템 시운전

| Dryer 부하제 시운전 결과 |                                           |       | Liquefaction 부하제 시운전 결과 |                                              |       |
|------------------|-------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------------------------------|-------|
| 번호               | 부하제 실행 항목 (시운전 전)                         | 실행 결과 | 번호                      | 부하제 실행 항목 (시운전 전)                            | 실행 결과 |
| 1                | IN/OUT을 확인하여 (시운전 전)                      | ○     | 1                       | 고순도 액화 CO <sub>2</sub> 확인 (시운전 전)            | ○     |
| 2                | 인입/출입 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)              | ○     | 2                       | 1. CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전) | ○     |
| 3                | Pressure를 확인하여 (시운전 전)                    | ○     | 3                       | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |
| 4                | Pressure를 확인하여 (시운전 전)                    | ○     | 4                       | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |
| 5                | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전) | ○     | 5                       | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |
| 6                | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전) | ○     | 6                       | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |
| 7                | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전) | ○     | 7                       | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |
| 8                | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전) | ○     | 8                       | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |
| 9                | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전) | ○     | 9                       | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |
| 10               | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전) | ○     | 10                      | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |
| 11               | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전) | ○     | 11                      | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |
| 12               | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전) | ○     | 12                      | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |
| 13               | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전) | ○     | 13                      | CO <sub>2</sub> 액화 온도 및 압력 측정치 확인 (시운전 전)    | ○     |



**활용방안**

- 도심형 CO<sub>2</sub> 포집 연계 고순도 액화 실증시스템 운영
- 도심형 CO<sub>2</sub> 포집 연계 고순도 액화 상용시스템 설계 및 운영
- 도심형 컴팩트 CO<sub>2</sub> 포집 및 활용 시스템 라이선스

**정량성** 논문 13건 (학술대회 발표논문 11건)



# 고순도 청록수소 생산용 플라즈마 기반 하이브리드 메탄 개질 공정기술 개발 ('22~'25)

**참여연구원** 류재홍(PM), 박수남, 박동규, 유현정, 이다혜, 정재형

**연구목표** 고순도청록수소생산용벤치급플라즈마/촉매반응하이브리드공정으로부터10kgH<sub>2</sub>/day고순도수소생산기술개발

**연구실적** - 10 kg/day 청록수소 생산 공정 개념설계 및 H&MB 산출

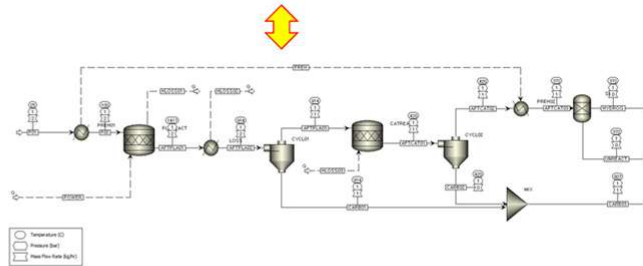
## 플라즈마-촉매 메탄 열분해 열/물질 수지

『2024 신재생에너지 핵심기술개발사업, 천연가스 기반 청록수소 생산 기술 개발』

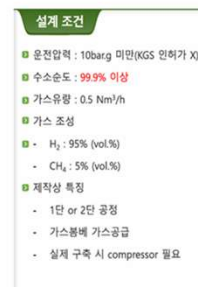
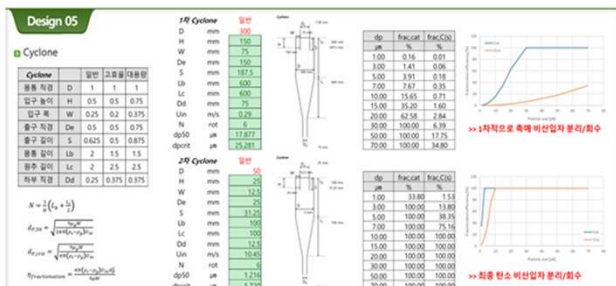
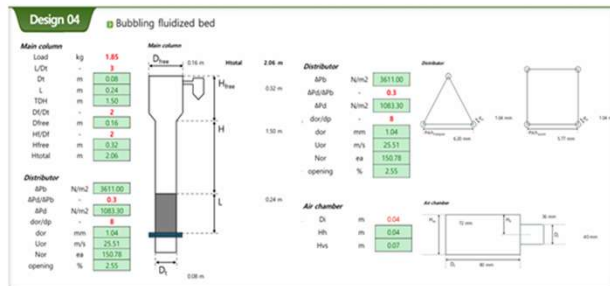
| Feed     | Thermal Cracking (열분해) | Hydrogen Carbon | Steam          | Gas product (가스제품) | Catalytic Reforming (촉매반응) | Hydrogen Carbon | Steam           | Gas product (가스제품) | Final Product  |
|----------|------------------------|-----------------|----------------|--------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Reaction | CH <sub>4</sub>        | CH <sub>4</sub> | H <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub>    | CH <sub>4</sub>            | H <sub>2</sub>  | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub>    | H <sub>2</sub> |
| Formula  | CH <sub>4</sub>        | CH <sub>4</sub> | H <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub>    | CH <sub>4</sub>            | H <sub>2</sub>  | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub>    | H <sub>2</sub> |
| Mass     | kg/hr                  | 1.75            | 0.01           | 0.01               | 0.01                       | 0.01            | 0.01            | 0.01               | 0.01           |
| Mass     | kg/hr                  | 0.11            | 0.11           | 0.08               | 0.08                       | 0.08            | 0.08            | 0.08               | 0.08           |
| Temp     | °C                     | 1000            | 1000           | 1000               | 1000                       | 1000            | 1000            | 1000               | 1000           |

| [Variables]                |           |
|----------------------------|-----------|
| H <sub>2</sub> production  | kg/day 10 |
| CH <sub>4</sub> supply     | kg/day 42 |
| CH <sub>4</sub> conversion | % 95      |
| Plasma conv.               | % 70      |
| Catalyst conv.             | % 83      |
| Plasma power               | kW 7.5    |
| Plasma power loss          | % 32      |
| Plasma heat loss           | % 30      |
| Catalyst heat loss         | % 20      |
| Preheat                    | °C 100    |

| [Result]                   |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| H <sub>2</sub> production  | kg/day 10               |
| CH <sub>4</sub> conversion | % 95                    |
| Power consumption          | kWh/kgH <sub>2</sub> 18 |



- 10 kg/day 청록수소 생산 공정 촉매 반응기, 고체탄소 회수 설계, 고순도 수소 생산 분리 공정 설계



**활용방안** - 개발된 청정 청록수소 공정시스템을 활용하여 분산발전, 수소 배관망, 수소 충전소에 적용 가능  
- 부생으로 발생하는 탄소의 경우 고부가가치화 가능

**정량성과** 학술대회 발표논문 7건

2024년 센터별 주요과제 연구실적

# 수소에너지솔루션센터

바이오가스 기반 수소생산 · 활용 실증

가축분뇨 및 축산부산물 활용 차세대 에너지원 전환기술 실증 및 상용화

수소충전소내 핵심 설비와 부품 내구성 및 효율 향상

DeNOx 효율 50% 이상 PTFE MCA(Membrane Catalyst Assembly) 필터 모듈 개발 및 실증



## 바이오가스 기반 수소생산 · 활용 실증 ('22 ~ '25)

### 참여연구원

장은석(PM), 김문현, 홍기훈, 윤종혁, 현규환, 정대웅, 박철우, 김형래

### 연구목표

바이오가스 기반 고품질저비용수소생산 및 활용을 위한 그린수소 비즈니스 표준모델 개발 및 사업화 실증

### 연구실적

#### - 바이오가스 직공급 및 모니터링 시스템 구축



〈 바이오가스 직공급 및 모니터링 시스템 구축공사 사진 〉

#### - 바이오가스 기반 그린수소 생산 및 이산화탄소 포집/활용 시스템 구축



〈 바이오가스 기반 그린수소 생산 및 이산화탄소 포집/활용 시스템 구축 사진 〉

#### - 직접수소연료전지 시스템 구축



〈 직접수소연료전지 구축공사 사진 〉

#### - 하수처리장 바이오가스 전처리 및 고질화설비 구축



〈 하수처리장 바이오가스 전처리 및 고질화 설비 구축사진 〉

### 활용방안

- 바이오가스 기반 그린수소 생산 및 활용의 테스트 베드의 역할과 설계, 운전인자 및 안전 기준안 수립 완료 시 전국 지자체별 바이오가스 플랜트 중심으로 분산형 수소생산 가능 및 확산 가속화
- LNG 기반 도시가스 대비 저렴한 수소생산 가능 및 바이오가스는 탄소중립 에너지원에 해당되어 활용하여 그린수소를 추출할 경우 온실가스 감축에 기여

### 정량성과

프로그램 1건 / 논문 5건 (SCI(E) 1건, 학술대회 발표논문 4건)

# 가축분뇨 및 축산부산물 활용 차세대 에너지원 전환기술 실증 및 상용화 ('24~'25)

## 참여연구원

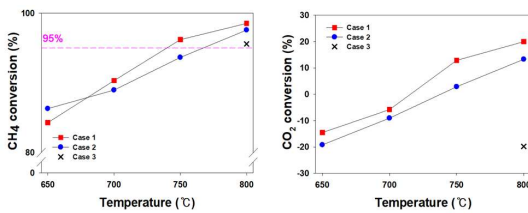
황상연(PM), 송형운, 여수연, 위수빈, 이동규, 김형래

## 연구목표

가축분뇨 및 축산부산물을 활용한 차세대 에너지원 전환기술 고도화 및 현장 실증

## 연구실적

- 수소개질장치 최적 운전조건 도출 및 영향인자 확인 / 바이오가스 수소개질장치 시운전 특성 파악



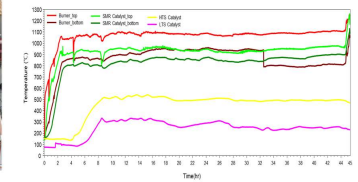
〈바이오가스 비율 및 촉매층 온도에 따른 수소 개질 실험 결과〉



50 Nm³/hr 수소추출시스템 외관

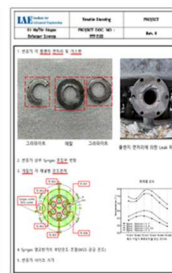
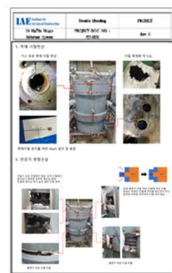


내부 설비 구축



〈50 Nm³-biogas/hr급 수소개질 장치 승온테스트 및 운전 Trouble-shooting〉

- 50 Nm³-biogas/hr급 수소추출시스템 설비 보완 및 최적화 개선



(b) 미탈화이버 연소기 개선

(c) 촉매개질기 연소부, 개질부 개선

(a) 시스템 알람 제어

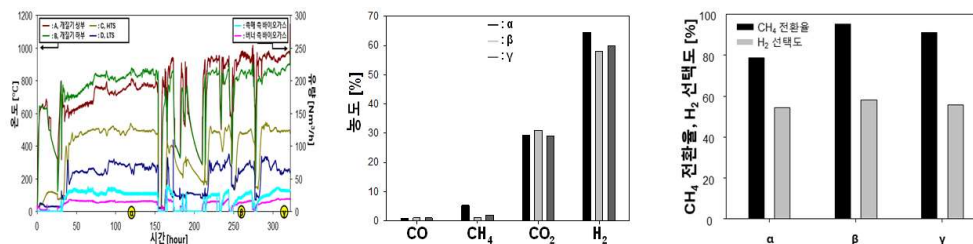
| Alarm No. | Alarm Name             | Unit    | Alarm Type | Alarm Level | Alarm Action  |
|-----------|------------------------|---------|------------|-------------|---------------|
| 1         | High Pressure Alarm    | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 2         | Low Pressure Alarm     | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 3         | High Temperature Alarm | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 4         | Low Temperature Alarm  | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 5         | High Flow Alarm        | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 6         | Low Flow Alarm         | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 7         | High Pressure Alarm    | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 8         | Low Pressure Alarm     | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 9         | High Temperature Alarm | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 10        | Low Temperature Alarm  | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 11        | High Flow Alarm        | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 12        | Low Flow Alarm         | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 13        | High Pressure Alarm    | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 14        | Low Pressure Alarm     | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 15        | High Temperature Alarm | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 16        | Low Temperature Alarm  | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 17        | High Flow Alarm        | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 18        | Low Flow Alarm         | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 19        | High Pressure Alarm    | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 20        | Low Pressure Alarm     | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 21        | High Temperature Alarm | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 22        | Low Temperature Alarm  | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 23        | High Flow Alarm        | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 24        | Low Flow Alarm         | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 25        | High Pressure Alarm    | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 26        | Low Pressure Alarm     | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 27        | High Temperature Alarm | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 28        | Low Temperature Alarm  | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |
| 29        | High Flow Alarm        | Reactor | Warning    | Level 1     | Reduce Flow   |
| 30        | Low Flow Alarm         | Reactor | Warning    | Level 1     | Increase Flow |

(b) 인터락 시스템

| Interlock No. | Interlock Name             | Unit    | Interlock Type | Interlock Level | Interlock Action |
|---------------|----------------------------|---------|----------------|-----------------|------------------|
| 1             | High Pressure Interlock    | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 2             | Low Pressure Interlock     | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 3             | High Temperature Interlock | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 4             | Low Temperature Interlock  | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 5             | High Flow Interlock        | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 6             | Low Flow Interlock         | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 7             | High Pressure Interlock    | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 8             | Low Pressure Interlock     | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 9             | High Temperature Interlock | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 10            | Low Temperature Interlock  | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 11            | High Flow Interlock        | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 12            | Low Flow Interlock         | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 13            | High Pressure Interlock    | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 14            | Low Pressure Interlock     | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 15            | High Temperature Interlock | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 16            | Low Temperature Interlock  | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 17            | High Flow Interlock        | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 18            | Low Flow Interlock         | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 19            | High Pressure Interlock    | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 20            | Low Pressure Interlock     | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 21            | High Temperature Interlock | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 22            | Low Temperature Interlock  | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 23            | High Flow Interlock        | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 24            | Low Flow Interlock         | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 25            | High Pressure Interlock    | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 26            | Low Pressure Interlock     | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 27            | High Temperature Interlock | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 28            | Low Temperature Interlock  | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |
| 29            | High Flow Interlock        | Reactor | Warning        | Level 1         | Reduce Flow      |
| 30            | Low Flow Interlock         | Reactor | Warning        | Level 1         | Increase Flow    |

〈50 Nm³-biogas/hr급 수소개질 장치 설비 개선〉

- 운전부하 변동에 따른 수소추출시스템 개질특성 파악



〈50 Nm³-biogas/hr급 수소추출시스템 시운전 결과〉

## 활용방안

- 환경친화적인 가축분뇨 처리기술 확대보급이 가능하고 축산부산물을 활용한 에너지자원화 기술은 신재생에너지 보급확대 및 온실가스 감축정책에 기여
- 바이오가스 직접개질을 통한 저에너지형 수소생산 기술 확보를 통해 중장기적 수소수요 대응 및 온실가스 저감을 위한 carbon-free 바이오가스를 이용한 on-site 수소제조 및 공급체계 확보
- 가축분뇨 및 축산부산물을 연료로 활용한 재생에너지 생산으로 에너지 선순환 체계 확립이 가능하고 바이오가스 수소자원화 및 수소활용 인프라 연계를 통해 경제적 이익창출 및 고용 증가효과 발생 기대

## 정량성과

학술대회 발표논문 3건

## 수소충전소내 핵심 설비와 부품 내구성 및 효율 향상 ('24~'29)

### 참여연구원

송형운 (PM), 엄성현, 홍기훈, 윤종혁, 현규환, 위수빈, 정대웅, 오종연

### 연구 목표

- 핵심설비 운전데이터 분석을 통해 핵심부품·설비의 내구성능 1.5배 개선
- 실시간 신뢰성 관리모드 적용, 수소충전소 운영 경제성 및 유지관리 편의성 향상 포함 에너지 사용량 20% 이상 절감된 K-수소충전소 운영모델 제시

### 연구 실적

- 충전소 소비에너지량 측정 인프라 구축 전력데이터 표준화



〈전력 모니터링 시스템 현장 구축〉

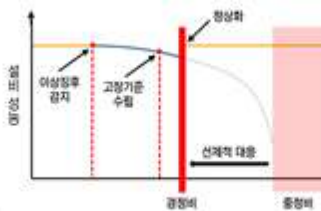


〈전력 모니터링 시스템 운전 화면〉

- 핵심설비 데이터 기반 고장 유형 분류 및 영향력 분석(FMECA) 수립



〈분류학적 계층구조에 따른 설비 분류 체계 (ISO 14224)〉

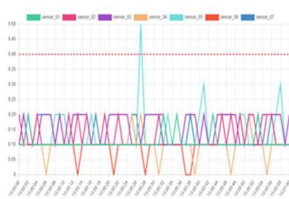
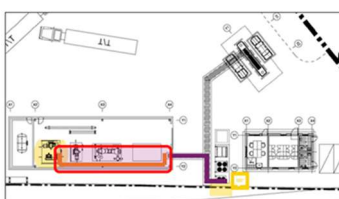


〈핵심설비 고장기온 수월 및 모델 개발 기술목표〉

| 핵심설비   | 1순위               | 2순위       | 3순위       | 비고  |
|--------|-------------------|-----------|-----------|-----|
| 케이블접속기 | Case 1: 1단원도-2단원도 | 1단원도-3단원도 | 1단원도-1단원도 | --- |
|        | Case 2: 2단원도-3단원도 | 3단원도-3단원도 | 1단원도-3단원도 | --- |
|        | Case 3: 1단원도-2단원도 | 2단원도-2단원도 | 2단원도-2단원도 | --- |
| 충전접속기  | Case 1: 1단원도-1단원도 | 1단원도-2단원도 | 1단원도-2단원도 | --- |
|        | Case 2: 1단원도-1단원도 | 1단원도-2단원도 | 1단원도-2단원도 | --- |
|        | Case 3: 1단원도-1단원도 | 1단원도-1단원도 | 1단원도-2단원도 | --- |
| 고압접속기  | Case 1: 1단원도-충전원도 | ---       | ---       | --- |
|        | Case 2: 1단원도-충전원도 | ---       | ---       | --- |
|        | Case 3: 1단원도-충전원도 | ---       | ---       | --- |

〈핵심설비 별 고장 원후 상관관계 변화 (유위요약)〉

- 핵심설비 진동 모니터링 시스템 구축 및 설비정보 표준화



〈충주바이오그린수소충전소 내 진동 센서 설치 구축〉



### 활용 방안

- 수소충전소 핵심설비의 실시간 건전성/신뢰성 진단 및 예측
- 현장 실증 연계를 통한 성능 평가 및 자동 결함 진단 시스템 구축
- 핵심설비의 고내구성 및 고효율화를 통한 가동율 향상 기술

### 정량 성과

프로그램 4건 / 논문 1건



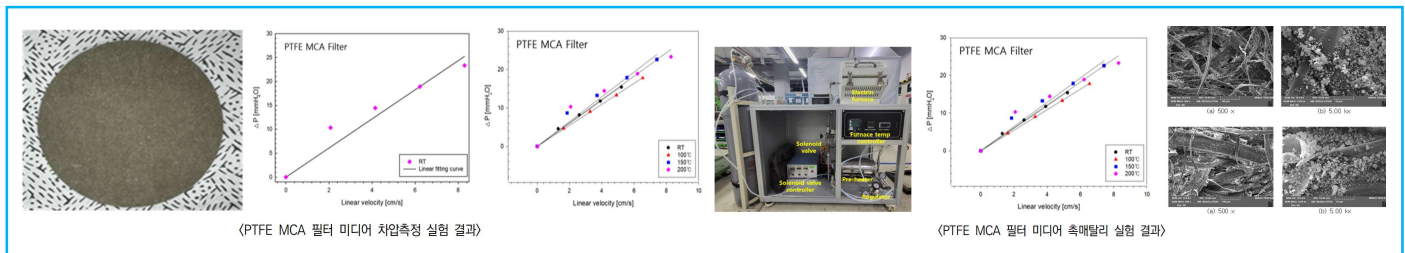
# DeNOx 효율 50% 이상 PTFE MCA(Membrane Catalyst Assembly) 필터 모듈 개발 및 실증 ('23~'26)

**참여연구원** 황상연(PM), 김문현, 홍기훈, 현규환, 여수연, 박철우, 위수빈, 김형래, 오종연

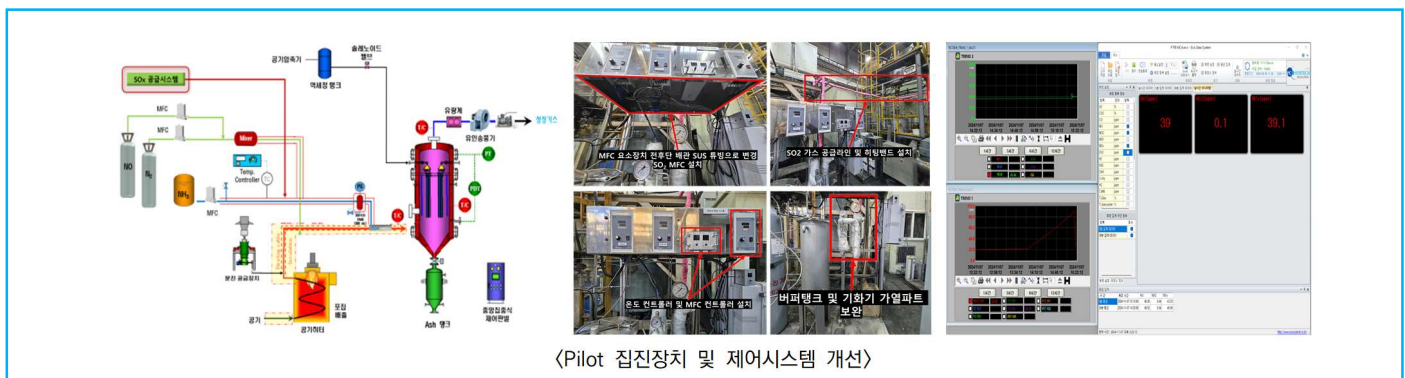
**연구 목표** DeNOx 효율 50% 이상 PTFE MCA(Membrane Catalyst Assembly) 필터 모듈 개발 및 실증

## 연구 실적

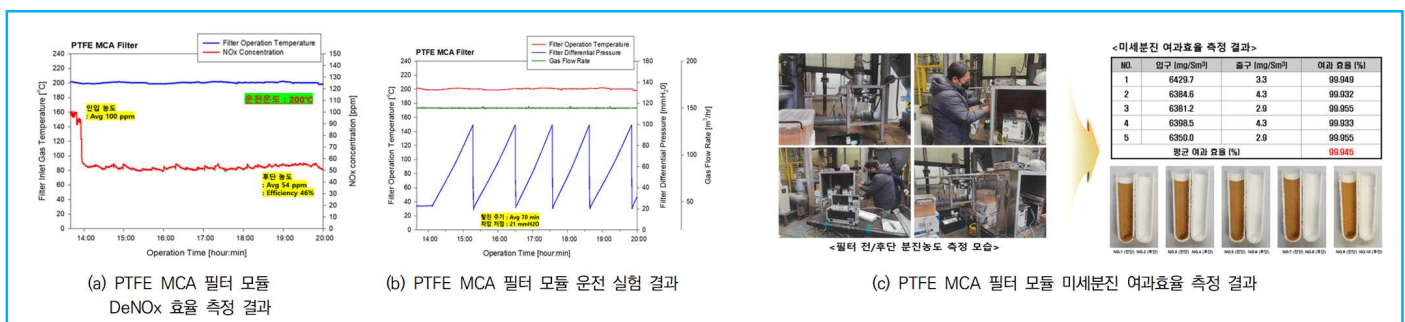
- PTFE MCA 필터 미디어 차압측정 실험 및 촉매탈리 실험



- Pilot 집진장치 및 제어시스템 개선



- PTFE MCA 필터 모듈 탈질성능 시험



## 활용 방안

- PTFE 멤브레인은 표면여과 방식을 통한 미세분진을 제거하고, DeNOx 촉매는 배기가스 내 존재하는 질소산화물을 제거
- 미세먼지제거를 위한 여과집진기에 설치하여 추가적인 탈질 성능을 기대할 수 있는 하이브리드형 필터 제품으로서 상업용 집진설비의 핵심 부품으로서 국산화 제작 기술을 확보함으로써 고가의 수입산 필터 대체 및 정부의 미세먼지 규제치 강화에 적극적으로 대응

## 정량 성과

학술대회 발표논문 4건





2024년 센터별 주요과제 연구실적

# 바이오자원순환센터

패각 자원화 저탄소 공정기술 및 상용화 기술개발  
석유화학 고체저장시설의대풍량 저농도/저비점 THC 처리를 위한 100CMM급 흡탈착-연소 처리기술개발  
가축분뇨 활용 500 kg/일급 퇴비 자동 생산을 위한 에너지 절감형 퇴비화 장치 개발

패각 자원화 저탄소 공정기술 및 상용화 기술개발 ('21~'25)

참여연구원

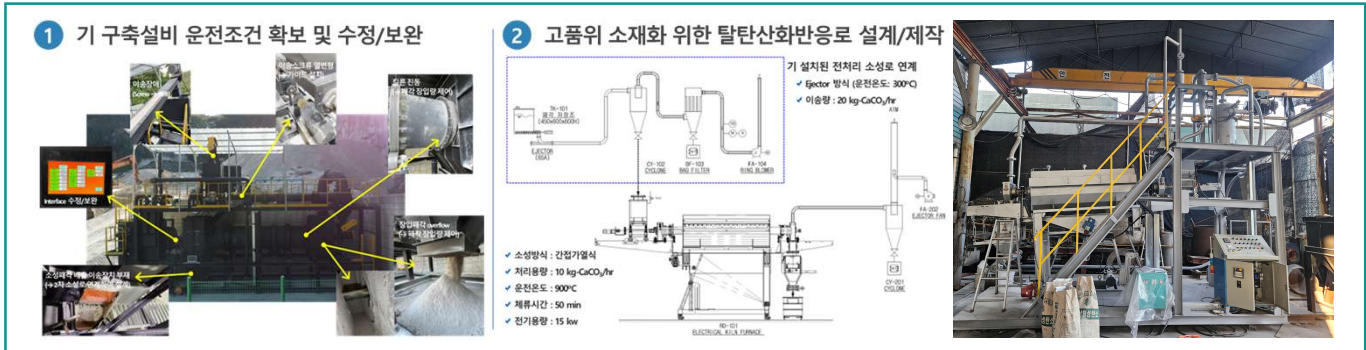
김석휘(PM), 홍범의, 박정은, 이기쁨, 이해진, 강다정, 이상은, 현건웅, 김원종

연구목표

방치패각 대량 활용 위한 소성기반 CO<sub>2</sub> 저감형 공정기술 개발 및 제품화

연구실적

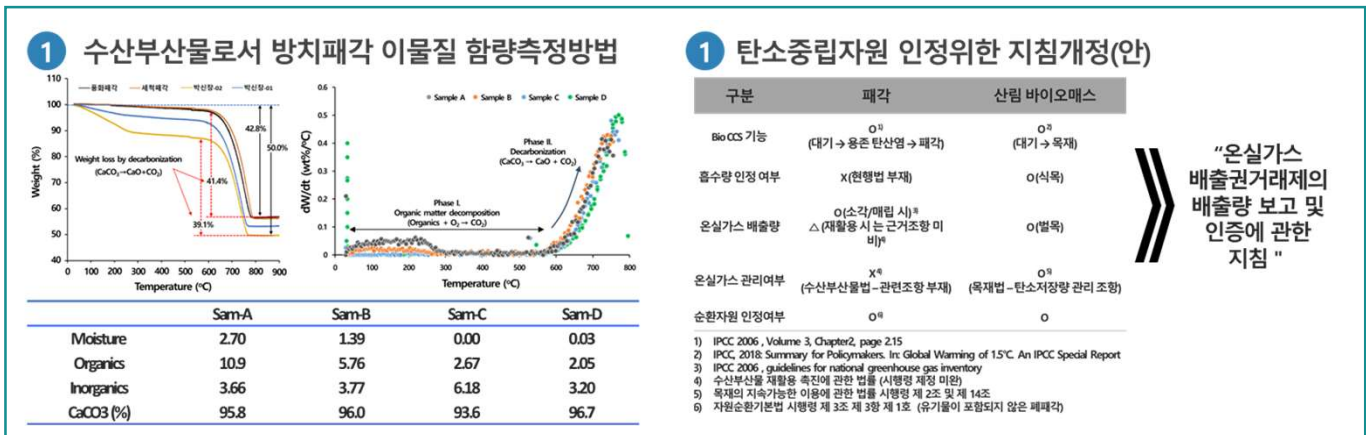
- 10kg/hr 급 탈탄산화반응로 설계 및 제작



- 방치패각의 소재화 및 제품화 가능성 검토



- 법/제도 개선(안) 도출  
: 수산부산물(「수산부산물 재활용 촉진에 관한 법률」)로서 이물질 함량 분석방법  
: 온실가스감축효과 유도 위한 지침개정(안) 도출



활용방안

- 방치패각의 석회석 대체용 산업소재화
- 지자체 국내 방치패각 현안문제 해소 위한 Biz-model 기초자료 활용

정량성과

특허출원 2건 / 논문 4건 (SCI(E) 1건)

# 석유화학 고체저장시설의 대풍량 저농도/저비점 THC 처리를 위한 100CMM급 흡탈착-연소 처리기술개발 ('22~'24)

**참여연구원** 홍범의(PM), 김호, 김석휘, 박정은, 정철진, 이기쁨, 김원종, 이혜진, 강다정, 이상은, 현건웅

**연구 목표** 석유피치 기반 비표면적 2,800 m<sup>2</sup>/g 이상의 활성탄소 제조기술 개발

**연구 실적**

- 100CMM급 THC 처리시스템 설계변경
- 최종 설계안 확정 및 설계인자 도출

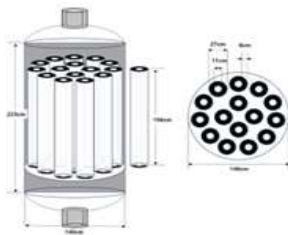
## ■ 흡착능 증가를 위한 상압 흡착 설계안



### 흡탈착시스템 변경방안

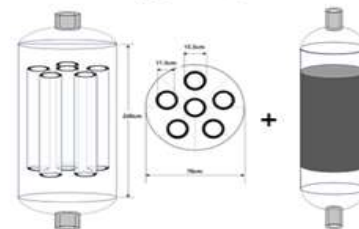
#### ➢ 1차 설계안

- 이중관형 저차압 필터 흡탈착시스템 (THC)



#### ➢ 최종 설계안

- 이중관형 저차압 필터 흡탈착시스템 (고비점 THC)  
+ Packed Bed (저비점 THC)



✓ 흡탈착  
- 다수의 탱크  
- 흡착 : 10분  
- 탈착 : 30분

✓ 흡탈착  
- 2개의 탱크, 1일 교차운전

## ◆ 공간속도 확보를 위한 설계 변경안

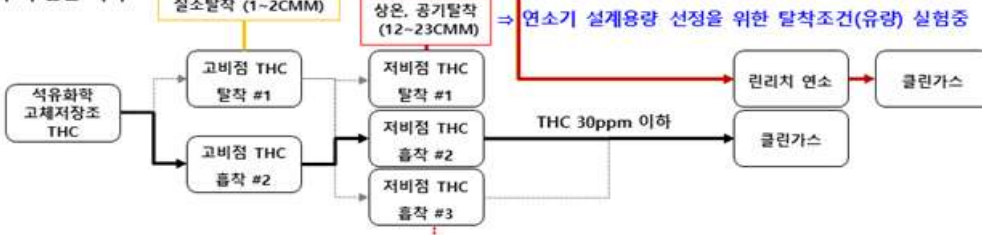


#### ➢ 흡착 시 운전 기작



⇒ 탱크 사이즈 및 갯수 선정을 위한 인자도출 실험중

#### ➢ 탈착 시 운전 기작



⇒ 연소기 설계용량 선정을 위한 탈착조건(유량) 실험중

**활용 방안**

- 복합 THC의 처리를 위한 흡·탈착 연계 연소처리시스템 개발 및 활용
- 다양한 산업군 발생 복합 THC의 경제적 처리시스템 활용

**정량 성과** 특허출원 1건 / 논문 2건(SCIE 2건), 학술발표 4건



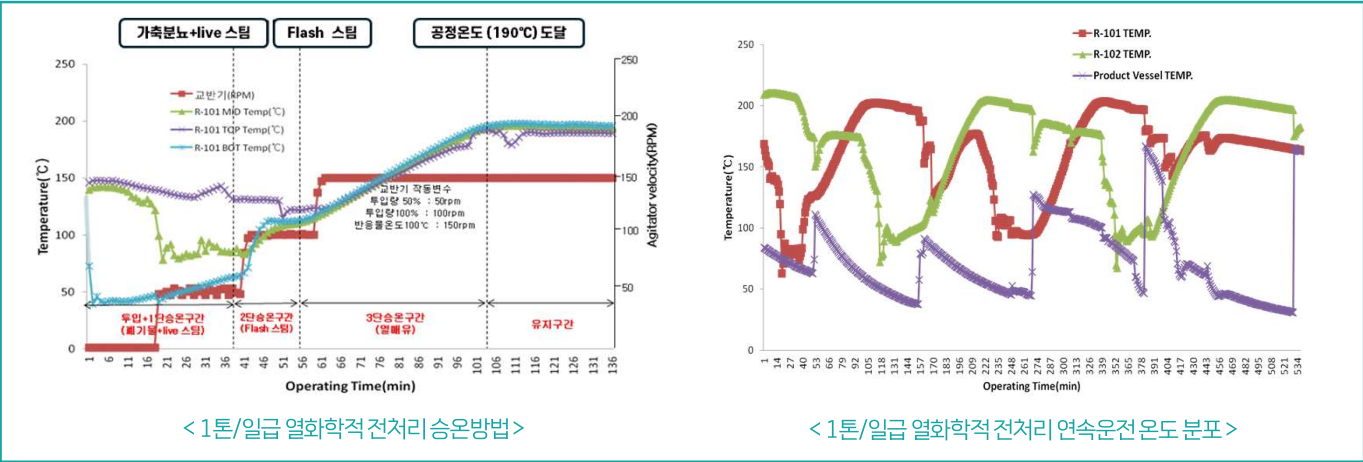
가축분뇨 활용 500 kg/일급 퇴비 자동 생산을 위한 에너지 절감형 퇴비화 장치 개발 ('22~'24)

- 참여연구원

이원배(PM), 김호, 이은실, 한성국, 정철진, 최오경, 송은혜, 김은주, 이용호, 김경우
- 연구목표

가축분뇨(함수율 80%) 활용 500kg/일급 퇴비자동 생산을위한에너지 절감형 퇴비화 (membrane bio-dryer) 장치개발
- 연구실적

- 1톤/일급 열화학적 전처리 pilot plant 연속운전 및 최적화



- 약취 설비 운전 평가, 암모니아 회수 및 흡수 시스템 운전 평가

성균관대학교

성균관대학교 부설연구소  
환경로렌식연구소

시 험 성 적 서

|       |                                  |       |             |
|-------|----------------------------------|-------|-------------|
| 기 관 명 | 고령기술연구원 바이오자원순환센터                | 담당자   | 이 원 배       |
| 주 소   | 경기도 용인시 처인구 백암면 고안로 51번길 175-28  |       |             |
| 연 락 처 | 전화 031-330-7467 FAX 031-330-7122 |       |             |
| 대 상 품 | 흡수여 의한 시설 50 CMM(포일렛 설비) 배출구     |       |             |
| 의뢰내용  | 충청북도 충주군 도안면 맛골길 55-76           |       |             |
| 제 취 일 | 2024.12.10.                      | 접 수 일 | 2024.12.10. |
|       |                                  | 영 표 일 | 2024.12.11. |

시 험 결 과

|                               |      |            |     |      |      |
|-------------------------------|------|------------|-----|------|------|
| 시료명                           | 시험항목 | 시험방법&장비    | 결 과 | 단 위  | 적합여부 |
| 흡수여 의한 시설 50 CMM (포일렛 설비) 배출구 | 백탁도  | ES 09301.d | 100 | 백탁도수 | 적합   |

비 고

1. 위와 시험결과는 약취결과서(2024.11)에 준하여 분석하였습니다.

2. 이 시험결과는 전가 및 완결결과, 선진, 소순, 용의 용도로 사용할 수 없습니다.

발행일자: 2024년 12월 11일

KCL

시험분석평가서

분석번호: CT24-10600K

1. 개요

1) 시험기간: 2024. 12. 05.

2) 시험시설: Bio-dryer 반응조 및 NH<sub>3</sub>회수 시설

2. 시험부서 및 담당자

- 소 속 : 스마트건설재료센터

- 출감 책임자 : 이 불 춘 센터장

- 실무 책임자 : 임 귀 환 선임

3. 시험방법

시험항목

의뢰자 제시 방법

- Bio-dryer로부터 발생되는 암모니아 농도(암모니아 회수 전) 및 최종 배출구(스크러버)에서의 암모니아 농도(암모니아 회수 후) 측정
- 이때, 가스를 채취하기 위해 Aluminium bag을 사용하며, 질소(N<sub>2</sub>) 가스와 정공질 시료의 비율을 3:1로 희석시킨 후 가스측정기(희석)와 측정 장비: MultiRAE pro)를 사용하여 암모니아 농도 측정
- 아래의 식으로 암모니아 회수율(%) 계산

$$\left( \frac{Bio-dryer로부터 발생되는 NH_3 농도 - 최종배출구에서의 NH_3 농도}{Bio-dryer로부터 발생되는 NH_3 농도} \right) \times 100 \text{ (단)}$$

4. 시험사진

<Bio-dryer 시설>

— ① Bio-dryer 시설 —

— ② 암모니아 회수 시설 —

- 활용방안

- 가축분뇨 3세대 퇴비화 시스템 보급

- 가축분뇨 퇴비화 처리를 위한 3세대 가축분뇨 퇴비화 플랜트 설계 및 O&M 기술 확보
- 정량성과

특허출원 2건 / 논문 4건, 학술발표 4건

2024년 센터별 주요과제 연구실적

## 융합소재연구센터

회수자원의 고부가가치화를 위한 습식제련 고도화 기술개발

차세대 페디스플레이 전처리 시스템 및 소재화 기술개발

리튬-공기 전지를 위한 전극/전해질 계면 제어용 소재 개발 및 셀 보호 메커니즘 규명 연구

디스플레이용LCD8세대OLED6세대및반도체용300mmTi스퍼터링타겟제조를위한고품질Ti빌렛및타겟제조기술개발

디지털 융합기술 활용 미래자동차 고도화 지원

바이오 트윈 기반 미래차 부품 고도화 기반구축

LED 폐조명 재활용 전처리 및 유가자원 회수 기술개발

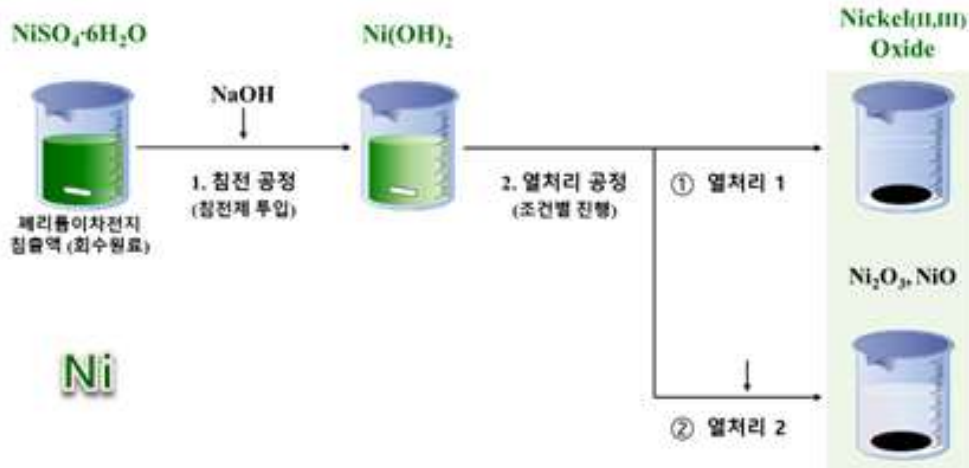
## 회수자원의 고부가가치화를 위한 습식제련 고도화 기술개발 ('22 ~'24)

**참여연구원** 김대근(PM), 임병용, 주소영

**연구 목표** 중대형 페리튬이차전지로부터 회수자원의 고부가가치화를 위한 습식제련 고도화 기술 개발

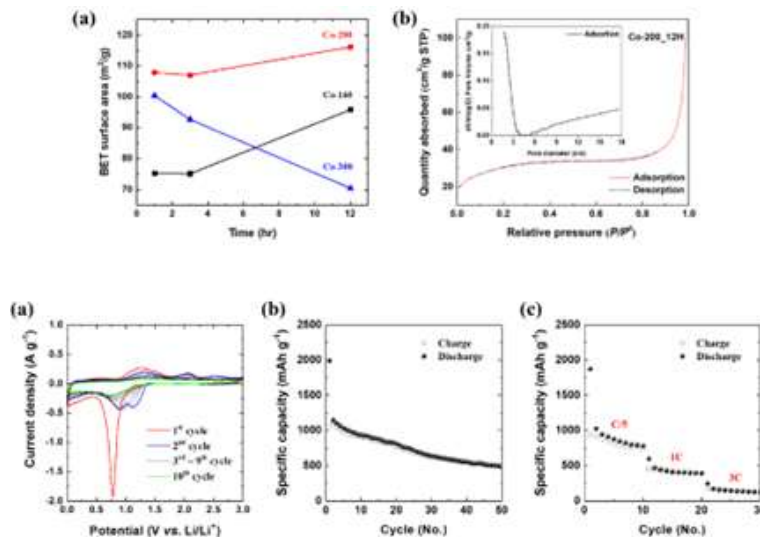
**연구 실적**

- 열처리 공정에 의한 Co, Ni 산화물 제조 기술개발
- : 폐중대형이차전지 전구체로부터 금속수산화물 제조
- : 조건별 금속 산화물 제조 거동 및 최적화 연구



< 페리튬이차전지 전구체로부터 니켈산화물 분말 제조 공정 모식도 >

- 재활용 음극재 평가 연구
- : 재활용 카본 금속 산화물 음극 소재 특성 최적화 연구



< 위> 제조된 산화코발트 분말의 BET 분석 결과 및  
< 아래> 재활용 음극재를 통해 제조된 하프셀 전기화학적 특성 결과 >

**활 용 방 안**

- 리튬이차전지폐자원에서부터 금속 산화물 분말 제조 공정 최적화
- 재활용 카본 기반 음극재 하프셀 적용 가능성 검토

**정 량 성 과** SCI(E) 논문 3건, 국제학술대회 발표 1건

## 차세대 페디스플레이 전처리 시스템 및 소재화 기술개발 ('22~'24)

### 참여연구원

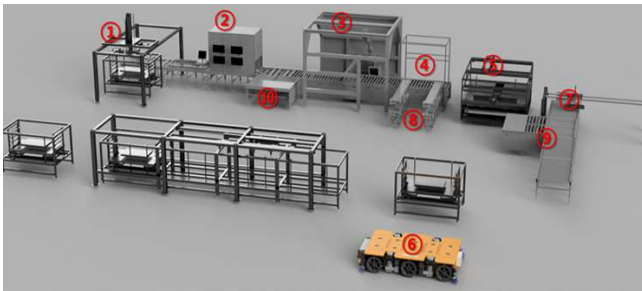
이찬기(PM), 박종현, 이병덕, 강세황, 박재량, 임동혁, 강유빈, 이덕희, 안낙균

### 연구목표

4톤/일급차세대페디스플레이맞춤형자동화/고효율재활용기술고도화및유가자원소재화기술개발  
: 4톤/일급 차세대 페디스플레이 맞춤형 재활용 파일럿 플랜트 개발  
: 0.6톤/일급 차세대 디스플레이 패널 재활용 기술 개발

### 연구실적

- 4톤/일급 차세대 페디스플레이 해체/분리 공정 구축



|          |                  |                  |                       |              |
|----------|------------------|------------------|-----------------------|--------------|
| 1        | 2                | 3                | 4                     | 5            |
| 폐제품 로딩장치 | 비전인식장치           | 1차 해체분리장치        | 내부 부품 분리대             | 2차 해체분리장치    |
| 6        | 7                | 8                | 9                     | 10           |
| AGV      | 패널(LED, OLED) 회수 | 1차 부품/소재 선별 및 회수 | OLED/QLED 후면 세사부 분리배출 | 인식 불량 폐제품 반출 |



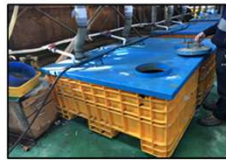
< 차세대 디스플레이 해체/분리 파일럿 플랜트 구성 >

- 차세대 디스플레이 폐패널로부터 인듐 회수 공정 및 전기분해 공정 구축

- 인듐 함유 폐 유리분말 처리 및 인듐 회수율 및 순도 평가 공정



[폐 유리분말 침출공정]



[치환 및 여과공정]



[용매추출 공정]



[정련 및 세척 공정]



[전기분해 공정]



[주조 및 제품제조공정]

< 인듐 함유 폐패널 처리-회수-환원 공정 흐름 >

### 활용방안

- 리사이클링 순환율을 높여 탄소배출 저감 및 산업 성장 기반 구축
- 전량 수입되고 있는 배터리 소재의 재활용 공정개발을 통한 수입대체

### 정량성과

SCI(E)논문 1건, 특허출원 2건, 저작권 3건



# 리튬-공기 전지를 위한 전극/전해질 계면 제어용 소재 개발 및 셀 보호 메커니즘 규명 연구 ('22~'27)

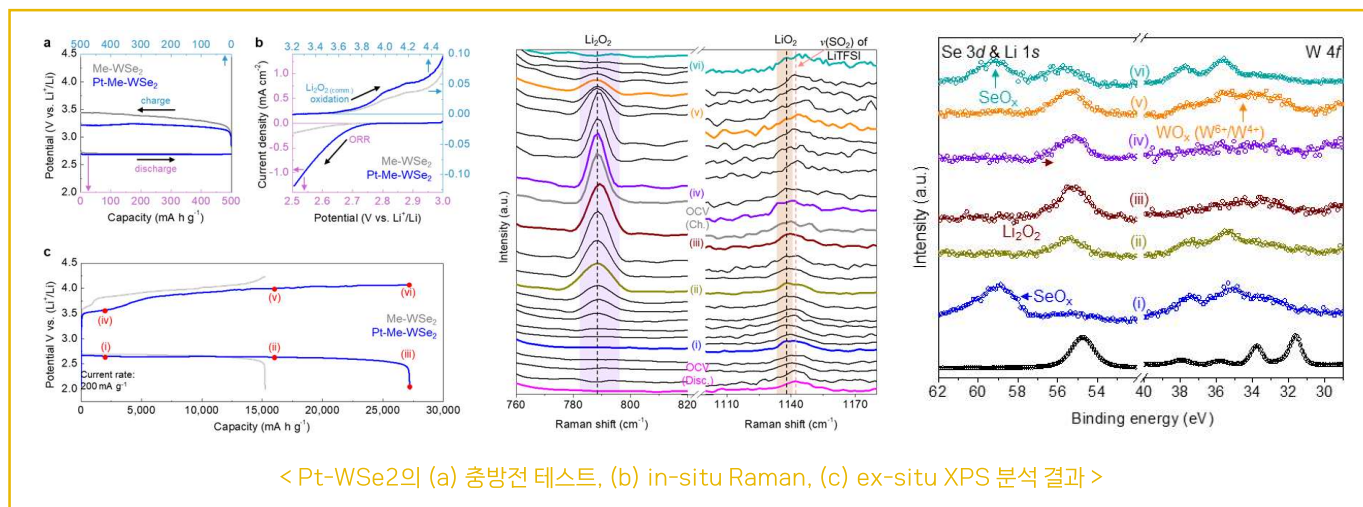
**참여연구원** 이광희(PM), 이덕희, 류철희

## 연구 목표

- 공기로 작동 가능한 real 리튬-공기 전지용 셀 보호 토탈 솔루션 개발
- : 고체/고정형 전극/전해질 계면 제어 물질 개발
- : Self-electrochemical/chemical deposition이 가능한 전이금속 화합물 기반 자가 방어 redox mediator의 조성설계/합성 및 적용
- : 셀 보호 메커니즘 규명 연구를 위한 in-situ analysis 기법 개발

## 연구 실적

- 표면 흡착 유도형 고활성 전기촉매의 이중접합 구조체
- : Pt가 도핑된 WSe<sub>2</sub> nanosheets의 ORR/OER 중 surface conversion mechanism 규명 연구
- \* Pt의 도핑효과가 산소 친화력을 상승시켜 아래의 도표와 같이 기저표면에 SeO<sub>x</sub>/WO<sub>x</sub> 중간생성물이 생성됨을 XPS 분석을 통해 확인
- \* 이러한 생성물은 충-방전 사이클이 지나면서 metallic WSe<sub>2</sub>을 보존해주는 보호막 역할을 하여 물질 고유의 높은 전기전도성을 유지할 수 있음을 확인



- Ge-132 산화스트레스 억제제의 자가 방어 RM(CoI<sub>2</sub>)과의 시너지 효과 연구
- : 자가 방어 RM과 Ge-132(prpagermanium)를 전해질에 적용했을 때 KO<sub>2</sub> titration에 발생하는 불균일화 반응을 최소화할 수 있음을 KO<sub>2</sub> titration 용액의 ICP-MS를 통해 관찰함.

## 활용 방안

- 리튬-공기전지의 높은 안정성 확보 및 고성능 구현
- 리튬-공기전지 원천 기술 확보

## 정량 성과

SCI(E) 논문 2건, 학술발표 10건, 특허출원 1건

# 디스플레이용 LCD 8세대 OLED 6세대 및 반도체용 300mm Ti 스퍼터링 타겟제조를 위한 고품위 Ti 빌렛 및 타겟 제조기술 개발 ('20~'24)

**참여연구원** 김지원(PM), 최진주, 이세영

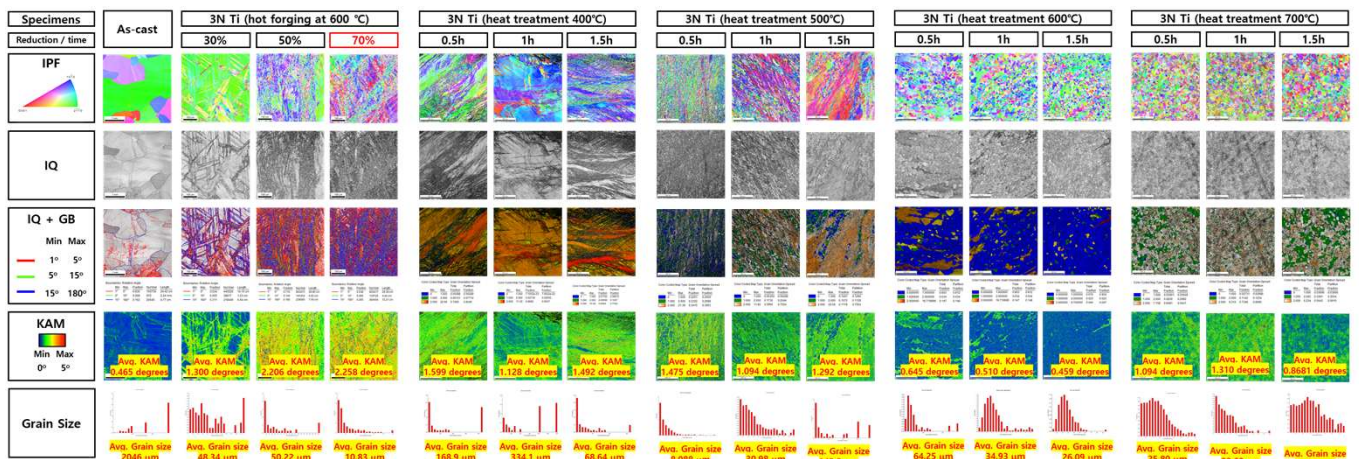
**연구목표** 고품위 Ti 빌렛 국산화 및 디스플레이용 LCD 8세대, OLED 6세대, 반도체용 300 mm Ti 스퍼터링 타겟제조기술 개발

**연구실적** - 진공 용해법 이용 고순도 Ti 잉곳 및 이를 이용한 Ti 빌렛 제조기술 최적화  
: 진공 용해법 이용 스퍼터링 타겟용 고순도 Ti 잉곳 제조 기술 개발



< 전자빔 용해공정 활용 50kg 이상급 Ti 잉곳 제조 >

- 3N급 Ti 빌렛의 단조 기술 개발 및 scale-up 공정 지원  
: 열처리 및 표면처리 공정을 통한 defect-free Ti 빌렛 제조 기술 개발



< 열간 프레스 단조 및 열처리 후 3N Ti 빌렛의 EBSD 분석 결과 >

**활용방안** - 디스플레이/반도체용 Ti 스퍼터링 타겟 제조 기술 국산화

**정량성과** SCI(E)논문 2건, 학술발표 3건

## 디지털 융합기술 활용 미래자동차 고도화 지원 ('22~'25)

### 참여연구원

이찬기(PM), 홍명환, 강세환, 김민주, 이병덕, 김지원, 박종현, 김혜인, 정지혜, 문상미, 이광희, 오신영, 차흥주, 채홍준, 김호병, 최진주, 김숨미

### 연구 목표

미래자동차부품 고도화를 위한 디지털 융합 기반 자동차 소재·부품 요소 기술개발 지원 및 평가인증체계 구축

### 연구 실적

- 디지털 융합 소재/부품 기술 지원 시스템 및 장비 구축 (멀티복합성형 프레스)
- '만능재료시험기' KOLAS 인증 획득
- 자동차 소재/부품/모듈 제조기업 유치 및 세미나 개최



< 멀티복합성형 프레스 >



< KOLAS 시험기관 인정서 >



< 기술협력 네트워크 구축 >

- 디지털 융합 기술 지원 플랫폼 고도화

: 설계·분석용 소프트웨어 예약 서비스 기능 고도화, 가상화 데스크톱 활용 기능 개발, 공정데이터 연동 서비스 개발, 장비 제어 및 연동 기능 개발, 시험평가 신청 및 현황 관리 기능 고도화



### 활 용 방 안

- 미래자동차 부품 기업의 산업 경쟁력 제고를 위한 디지털융합 활용 소재·부품 설계 및 개발, 시제품 제작, 시험 평가 및 인증 지원이 가능한 전주기 기술 지원 기반 구축
- 디지털융합 기술을 활용한 부품·모듈 개발 시스템 구축과 미래자동차 소재·부품의 성능 확보를 위한 성능 평가 및 인증지원시스템 확보

### 정 량 성 과

연구장비구축 1건, 공인성적서 발급 5건, 기술자문 및 시제품제작 지원 10건



## 바이오 트윈 기반 미래차 부품 고도화 기반구축 ('23~'27)

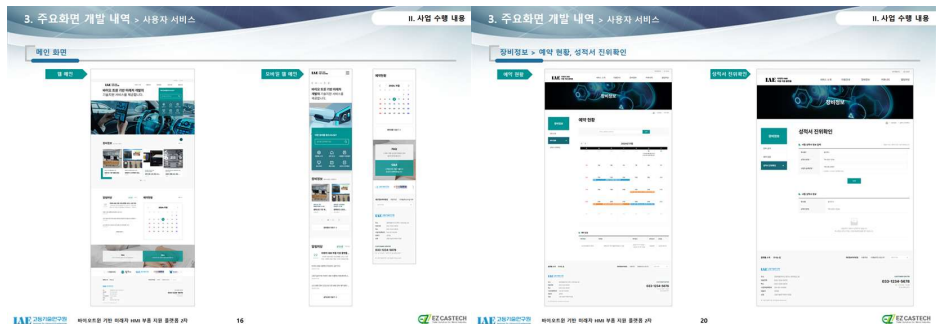
**참여연구원** 이찬기(PM), 박경수, 윤진호, 문상미, 김지원, 김재찬, 소윤지, 이덕희, 류철희, 정지혜, 오현경, 김혜인

**연구목표** 바이오 트윈 기반 미래차 HMI\* 부품 고도화 기술지원 기반 조성  
\* HMI : Human-Machine Interfaces

- 연구실적**
- 바이오 트윈 기반 미래차 HMI 부품 고도화를 위한 전문 지원센터 구축('25.4. 준공 예정)
  - 기업지원을 위한 시험분석 평가 지원 및 미래차 HMI 부품/모듈 관련 네트워크 구축
  - 미래차 HMI 부품 고도화를 위한 성능 평가 장비 3종 구축
  - 기술지원 플랫폼 구축



< 강원 미래모빌리티 혁신센터 >



< 기술지원 플랫폼 구축 >

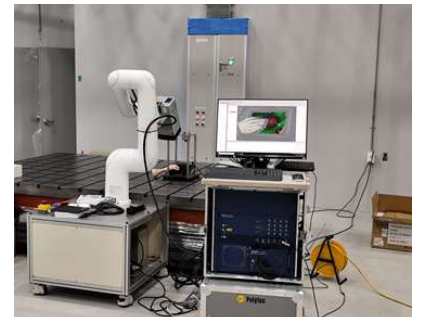
- 차세대 디스플레이 패널로부터 인덱스 회수 공정 및 전기분해 공정 구축



< 데이터 처리 및 매칭 시스템 >



< 햅틱 부품·모듈 내구성 평가 시스템 >



< 햅틱 부품·모듈 진동 특성 평가 시스템 >

- 활용방안**
- 미래차 부품 고도화를 위한 신뢰성 및 성능 평가 장비 구축을 통한 미래차 HMI 부품 개발 지원
  - 전문가 매칭 및 자문을 통한 강원도 내 자동차 부품, 의료기기 부품 기업의 애로 기술 해결

**정량성과** 연구장비 구축 3건, 기업지원(시험평가지원) 5건



## LED 폐조명 재활용 전처리 및 유가자원 회수 기술개발 ('22~'24)

**참여연구원** 박경수(PM), 이덕희, 이광희, 오현경

### 연구 목표

- 다품종/다형상 LED 조명의 해체/분리 요소 기술 확립
- 전처리 공정 중 발생하는 유해물질 분석 및 무해화 기술 개발

### 연구 실적

- 전구형 LED 폐조명 파분쇄 거동 및 파쇄물의 소재 부품별 선별 공정 연구

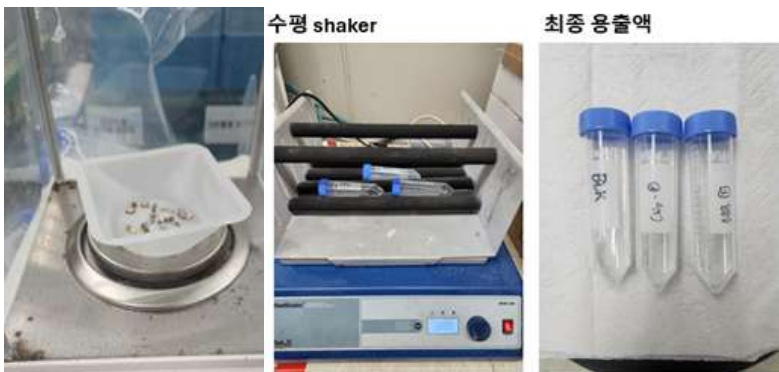


< 임팩트크러셔 내부 날 간격 개선 전/후 테스트 결과 >



< 자력/와전류 선별 장치 >

- LED 폐조명의 전처리 공정 중 발생 유해물질 분석



< 용출테스트용 LED chip 및 최종 용출액 >

| 원소 | 샘플명  | 최종희석배수 | ppm   |
|----|------|--------|-------|
| Pb | Chip | 20     | 0.054 |
|    |      | 20     | 0.052 |
|    | 조금속  | 20     | 1.135 |
|    |      | 20     | 1.139 |
| 원소 | 샘플명  | 최종희석배수 | ppm   |
| As | Chip | 20     | 0.007 |
|    |      | 20     | 0.007 |
|    | 조금속  | 20     | -     |
|    |      | 20     | -     |

< 용출액의 비소 및 납 분석 결과 >

### 활 용 방 안

- 응용 분야 확대 및 관련 재활용 산업 활성화
- LED 폐조명 재활용 체계 방안 제시 및 국내외 지식재산권 확보

### 정 량 성 과

비SCI(E)논문 1건, 학술발표 4건, 기술간행물 2건

2024년 센터별 주요과제 연구실적

## 신소재공정센터

페리튬인산철배터리(LFP)로부터 탄소저감형 배터리 원료화 기술개발

디스플레이용 고순도 Al과 Al 합금용 스퍼터 타겟 제조기술 개발

1300 °C급 초고온 극한환경용 고강도 고인성 분산강화형 금속복합소재 개발

8세대급 하향증착 스퍼터 장비용 고순도 금속 원통형 스퍼터 타겟 제조 기술 개발

페리튬인산철배터리(LFP)로부터 탄소저감형 배터리 원료화 기술개발 ('22 ~'25)

**참여연구원** 김대원(PM), 양현석, 장대환, 김희선, 김성원

**연구 목표** 페LFP배터리로부터 탄소저감형(약30%) 건식제련 공정 고도화를 통한 배터리 소재용 리튬 분리기술/ 고순도 침출액 제조 및 리튬화합물 제조 및 관련 소재화 기술 개발

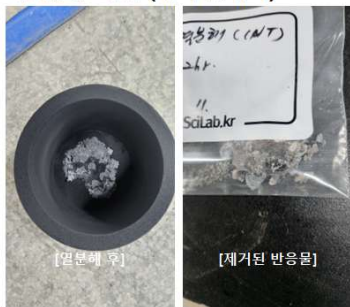
**연구 실적**

- LFP 폐양극재분말의 건식환원처리 후 회수된 리튬화합물(탄산리튬)의 열분해에 의한 수산화리튬 전환 기술 개발
  - : 열분해 후 생성물 회수를 위한 이형제 적용성 연구
  - : 열분해 후 생성물의 회수를 위한 탄소 공급원 첨가 연구
  - : 탄산리튬의 열분해를 통한 리튬아מיד(LiNH<sub>2</sub>) 전환 연구

900°C - 2hr (대기 분위기)



1100°C - 2hr (대기 분위기)

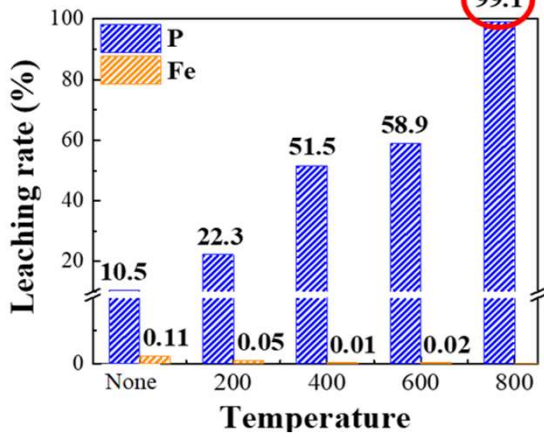
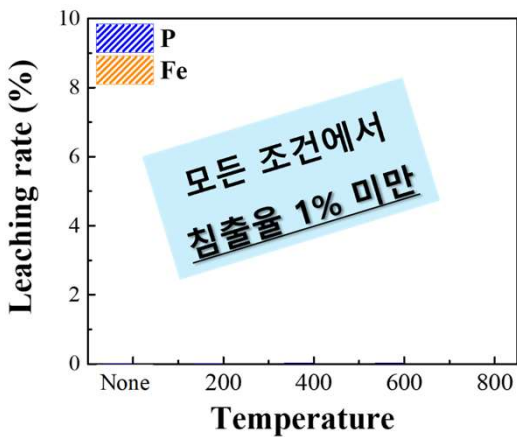


1100°C - 4hr (Ar 분위기)



< 열분해 조건별 반응물 회수 이미지 >

- 건식제련공정으로 회수된 Fe-P 화합물 내 Fe 및 P 분리 공정 최적화 기술
  - : 불순물 침출 및 제거를 위한 공정 최적화 확립
  - : 알칼리(NaOH, NH<sub>4</sub>OH 등) 등을 활용한 Fe, P 분리 공정 최적화



< 투입한 탄산염 종류에 따른 수침출 후 주요 원소의 침출률; (좌) CaCO<sub>3</sub>, (우) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> >

**활 용 방 안**

- LFP 폐자원으로부터 금속 회수 및 고순도화 등을 통한 소재화 기술 선점
- 국내 폐자원의 해외 저가 유출 방지 및 안정적 원료 소재 공급
- 대량 소비국으로부터 LFP 폐자원 저가 구입 및 고가의 원료 소재 역수출 가능

**정 량 성 과** 특허출원 2건, 비SCI(E) 논문 4건, 학술발표 4건



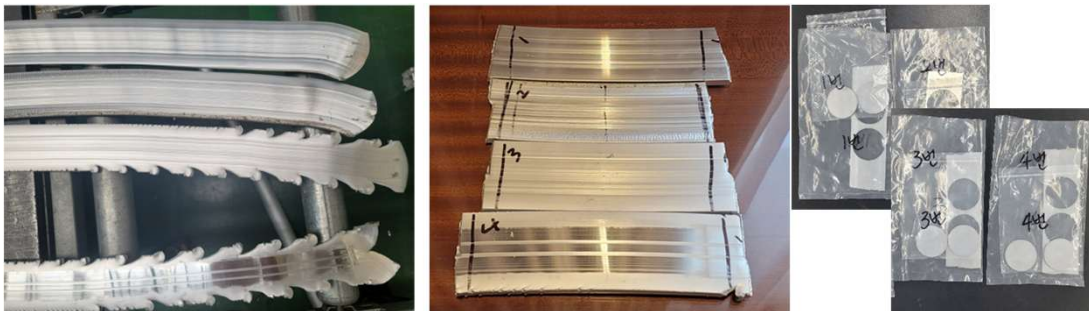
## 디스플레이용 고순도 Al과 Al 합금용 스퍼터 타겟 제조기술 개발 ('20~'24)

**참여연구원** 김영균(PM), 윤상민, 김정준

**연구목표** 순도 99.999%(5N) 고순도 Al 정련 기술개발 및 Al 합금 스퍼터링 타겟 제조 최적화

**연구실적**

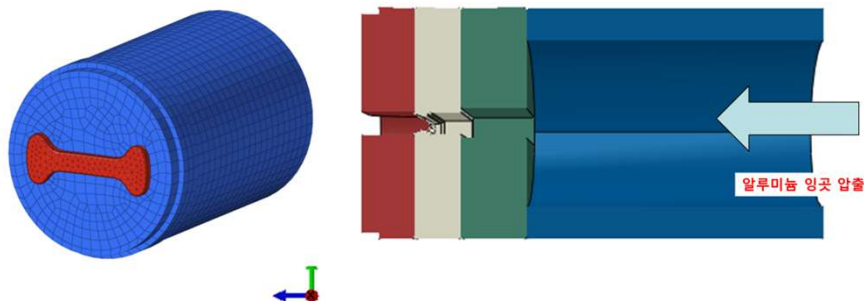
- Al 합금타겟 압출 시뮬레이션 및 해석  
: Al-Zr-B 합금계를 합금설계하여 7인치 빌렛으로 주조 후 슬라브 및 파이프 형태로 압출함.  
: 7-10인치 빌렛을 활용하여 개발된 알루미늄 합금 조성이 양산화 될 경우를 감안하여 시뮬레이션 진행



< 압출재(좌), 압출재 후반부 샘플링(중), 압출재 타겟가공 후(우) >



< LMS 양산 압출 및 7인치 파이프형태 압출 >



< 압출 시뮬레이션 빌렛 및 dies 모델링 >

**활용방안**

- 디스플레이핵심구성요소인백플레인(구동회로+기판)의배선및배리어층 형성을위한 코팅에활용
- 전량수입에 의존하고 있는 디스플레이용 스퍼터링 타겟 시장의 국산화

**정량성과** 학술발표 5건



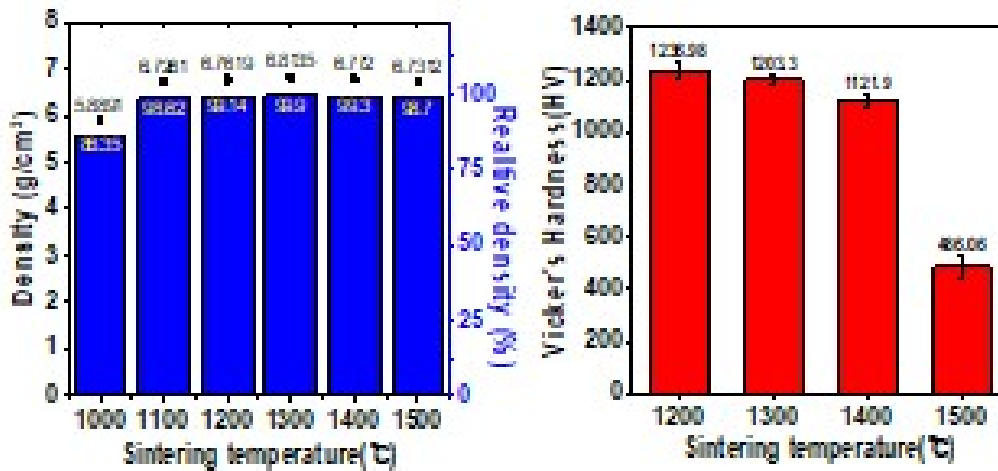
# 1300℃급 초고온 극한환경용 고강도 고인성 분산강화형 금속복합소재 개발 ('22~'26)

**참여연구원** 김영균(PM), 한덕현, 윤상민, 김정준

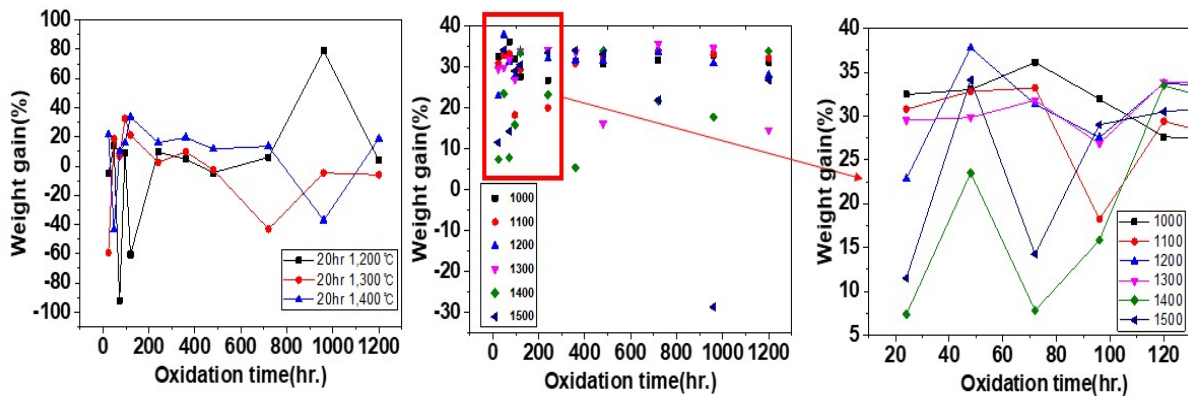
**연구목표** 온도수용성 1300℃이상 고온 신뢰성이 확보된 초고온 극한환경용 금속복합 소재 합금 개발 및 MA를 통한 ODS 분말 제조 기술 개발

**연구실적**

- 산화물, 탄화물 및 붕화물 생성조건인분말및소결체 열처리조건최적화
- SPS공정으로 1000~1500℃에서소결진행후 밀도와 경도를분석



- 초기 1~5일 사이 대부분 시료는 산화층 형성으로 무게가 증가했으며, 50일 경과 후 10시간 MA 후 1400℃ 소결 샘플이 안정적인 무게 변화를 유지하며 최상의 내산화성



< 내산화성 테스트 50일 무게 증감량 그래프 >

**활용방안**

- 신합금 조성의 원천 특허 확보로 인한 초고온 환경재료 분야 리딩 및 시장 선점
- MA 공정 최적화 공정 기술과 벌크화를 위한 압출 기술을 통하여 초고온 환경에서 활용이 가능한 재료 개발
- MA 단축 공정 설계로 인한 MA 분말의 가격 경쟁력 확보
- 초고온 환경이 요구되는 신산업 창출 및 산업화

**정량성과** 출원 2건/학술대회 발표논문 5건

## 8세대급 고순도 금속 스퍼터 타겟 제조 기술 개발 ('24~'28)

**참여연구원** 김영균 (PM), 한덕현, 윤상민, 김정준

**연구 목표** 8세대급 고순도 알루미늄 원통형 스퍼터 타겟 소재 및 압출 기술 개발

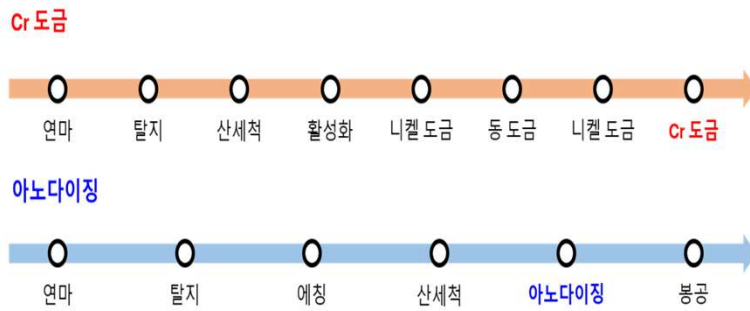
**연구 실적**

- 디스플레이용 페스퍼터링 타겟의 재활용 공정 설계
- 페스퍼터링타겟을신급타겟으로재활용후그특성을확인하기위해, Lab. scale에서용해및주조실험을진행

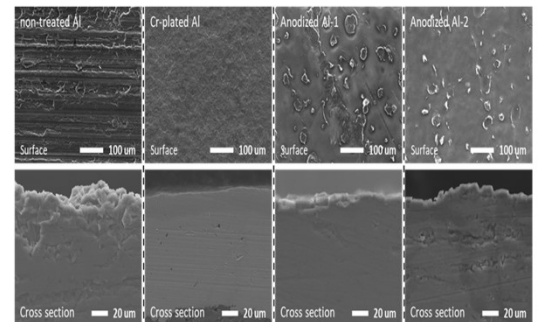


< VIM 설비 및 페 디스플레이 타겟 용해 실험 >

- 고순도 알루미늄 로터리 타겟 내부 보호 코팅(도금) 공정 개발



< 알루미늄의 Cr 도금 및 아노다이징 공정 개략도 >



< 도금및아노다이징처리시편의표면/단면SEM이미지 >

**활 용 방 안**

- Defect free 대직경 빌렛 주조 기술 및 연속주조 기술을 통해 8세대급 이상의 대형 스퍼터 타겟 제조 기술확보로 국내 및 국외 디스플레이용 알루미늄 타겟 공급 및 국산화
- 알루미늄 스크랩을 활용한 용해/주조 기술 확보로 탄소제로 기술 정책 변화에 대응하고 고순도 자원을 무기화 가능
- 8세대급 스퍼터 지적재산권 확보로 인한 원천 기술 확보 및 타산업/사업에 활용

**정 량 성 과** 특허출원 1건/학술대회 발표논문 4건



2024년 센터별 주요과제 연구실적

# 그린시스템/인텔리전스센터

그린 해상교량 기술개발

MW급 부유식 해상풍력 탈착형 계류시스템 개발

클라우드 기반 CFD 응용 플랫폼 및 에너지-수자원 분야 서비스 개발

증기터빈 발전 통합 운용 시스템 기술개발 및 실증

해외 수요처 요구성능 대응을 위한 6 MW급 풍력발전기용 고내구성 3열 롤러 피치베어링 개발

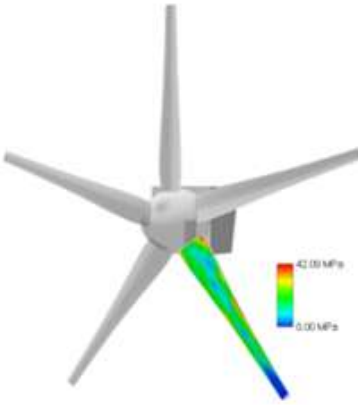


그린 해상교량 기술개발 ('24~'28)

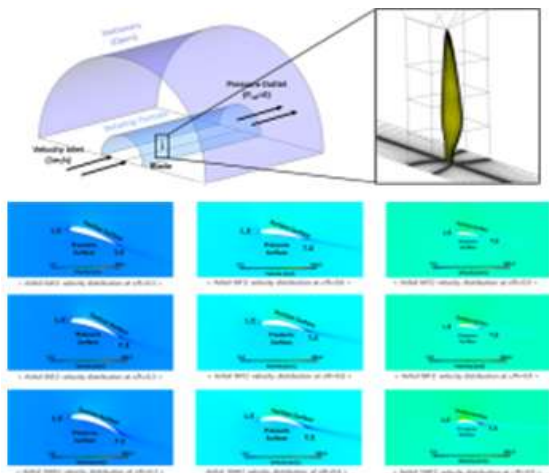
참여연구원 김관수(PM), 고혁준, 김현규, 이중혁, 손재훈, 허치훈

연구목표 그린에너지 기반 탄소저감 및 운영·관리가 가능한 해상교량 기술 개발 및 실증

연구실적 - 소형 풍력발전설비 설계 기준(안) 수립  
- 블레이드 공력 및 구조설계

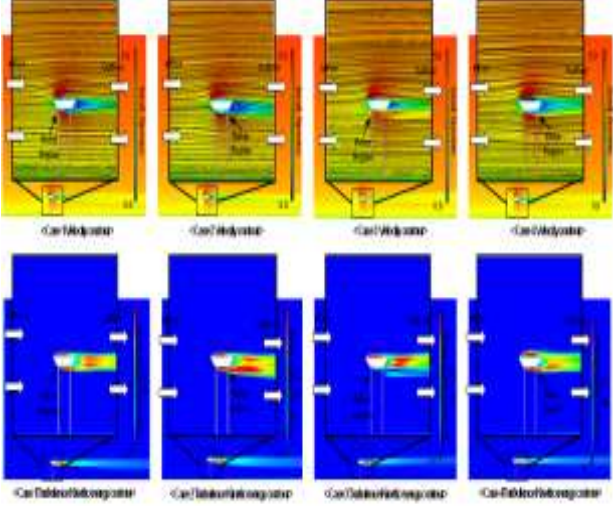


| 항목     | 수치       |
|--------|----------|
| 에어포일   | s809     |
| 제어 방식  | 스톱 제어    |
| 블레이드 수 | 5        |
| 로터 직경  | 1.5 m    |
| 로터 속도  | 600 RPM  |
| 설계 속도비 | 4        |
| 출력계수   | 0.344    |
| 정격 출력  | 530 W    |
| 재질     | CFRP     |
| 보강 부재  | Spar-cap |
| 질량     | 0.263 kg |

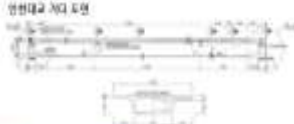


< 고정밀 CFD/FEM 전산 해석 방법론 >

- 해상교량 대상 대규모 정상 비정상 CFD 해석
- 대상교량 동적응답 분석 및 접속부 지지구조물 흡진/제진 개념설계



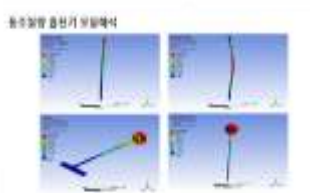
인천대교 제2 도면



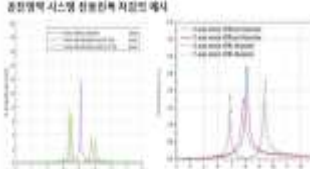
동주교량 흡진기 설계 제시



동주교량 흡진기 부설위치



동주교량 시스템 진동원격 차감의 제시

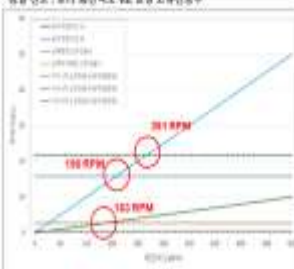


인천대교 제2 연직 방향 교량진동수 측정



| 측정위치 | 1차  | 2차  | 3차  | 4차  |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 1차   | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 2차   | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 3차   | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 4차   | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |

행랑 선도 : 로터 회전속도 vs. 교량 고유진동수



< 인천대교 CFD 활용 해석 >

활용방안 그린 해상교량 기술의 예상 소요 전력량을 연계하여 에너지 자립 추진

정량성과 기술간행물 6건

# MW급 부유식 해상풍력 탈착형 계류시스템 개발 ('21 ~'25)

## 참여연구원

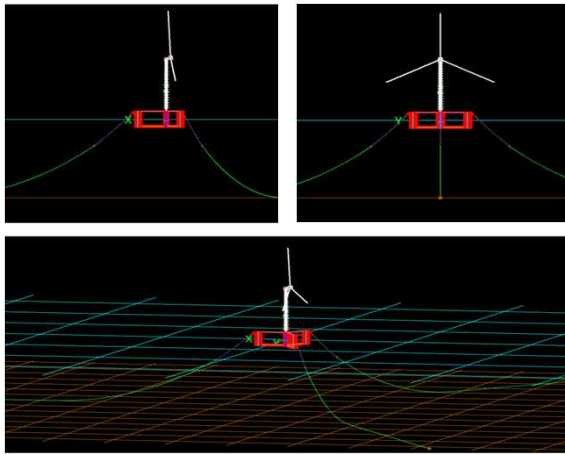
고혁준(PM), 장재경, 김관수, 임지수

## 연구목표

10MW급 이상 부유식 해상풍력터빈에 적용 가능한 1,500ton급의 극한 하중을 견딜 수 있는 탈부착이 가능한 다점 계류시스템 개발 및 실증기술 확보

## 연구실적

- 탈착계류시스템 설계/평가를 위한 기술 표준 개정(안) 도출
- 부유식 해상풍력 탈착계류시스템 운동수치해석기법 검증



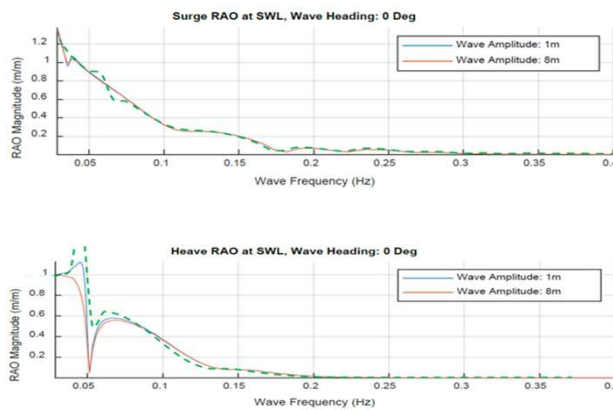
| Member No. | Member name | Member part | Member joint no. | Length (m) | Cross section (mm²) | Area (m²) | Weight (kN) | Volume (m³) |
|------------|-------------|-------------|------------------|------------|---------------------|-----------|-------------|-------------|
| 1          | 1.1         | 1.1.1       | 1                | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 2          | 2.1         | 2.1.1       | 2                | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 3          | 3.1         | 3.1.1       | 3                | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 4          | 4.1         | 4.1.1       | 4                | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 5          | 5.1         | 5.1.1       | 5                | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 6          | 6.1         | 6.1.1       | 6                | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 7          | 7.1         | 7.1.1       | 7                | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 8          | 8.1         | 8.1.1       | 8                | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 9          | 9.1         | 9.1.1       | 9                | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 10         | 10.1        | 10.1.1      | 10               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 11         | 11.1        | 11.1.1      | 11               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 12         | 12.1        | 12.1.1      | 12               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 13         | 13.1        | 13.1.1      | 13               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 14         | 14.1        | 14.1.1      | 14               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 15         | 15.1        | 15.1.1      | 15               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 16         | 16.1        | 16.1.1      | 16               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 17         | 17.1        | 17.1.1      | 17               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 18         | 18.1        | 18.1.1      | 18               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 19         | 19.1        | 19.1.1      | 19               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |
| 20         | 20.1        | 20.1.1      | 20               | 10         | 1000                | 10        | 100         | 10          |

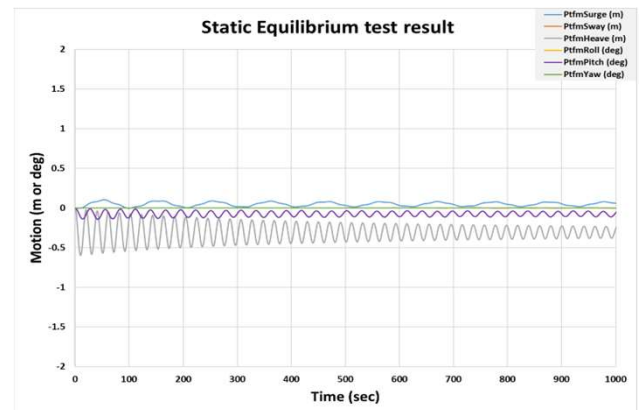
| No. | Height (m) | Outer OD (mm) | Inner ID (mm) | Thickness (mm) |
|-----|------------|---------------|---------------|----------------|
| 1   | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 2   | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 3   | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 4   | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 5   | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 6   | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 7   | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 8   | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 9   | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 10  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 11  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 12  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 13  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 14  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 15  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 16  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 17  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 18  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 19  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |
| 20  | 10.00      | 1000          | 800           | 100            |

< Orcaflex 모델링 형상 및 파라미터 >

- 탈착형 계류시스템 기반 피항 및 유지보수 요구사항 분석
- 15MW급 부유식 해상풍력시스템 수치모델 구축



< 15MW급 부유체 주파수 영역 해석 결과 (R.A.O) >



< 15MW급 부유식 해상풍력 정적 평형 해석 결과 >

## 활용방안

- 부유식 해상풍력 하중해석 및 계류시스템 설계
- 부유식 해상풍력단지 유지보수 최적안 도출
- 부유식 해양플랜트 및 신재생에너지 계류시스템 설계
- 부유식 해양구조물 운송/설치 안정성 검증

## 정량성과

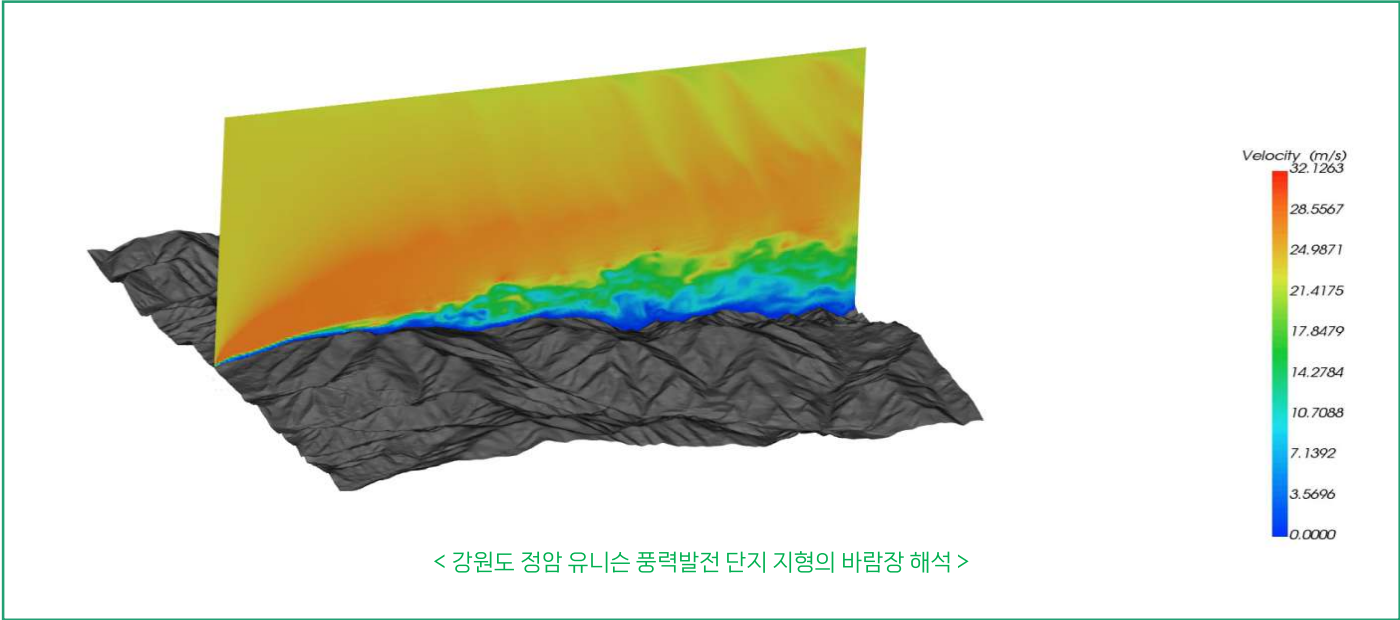
특허출원 1건 / 학술발표 5건

클라우드 기반 CFD 응용 플랫폼 및 에너지-수자원 분야 서비스 개발 ('23~'26)

**참여연구원** 김용욱(PM), 김현규, 윤상준, 김현중, 김관수

**연구 목표** 클라우드 기반의 온라인 액세스 CFD 최적화 프레임워크를 개발하고, 이를 바탕으로 에너지-수자원 분야 및 환경, 화학공정 등 다양한 분야의 국내 중소·중견기업의 기술경쟁력을 제고

**연구 실적** - EES사의 파티클 CFD코드 기반 난류강도 해석, 에너지 생산량 예측 기술 개발 및 신뢰도 70% 이상 확보



- 세굴해석 2D 해석코드 및 안정도 분석 신뢰도 70% 이상 확보
- 국외 킥오프회의, 중간평가회의 참석 및 기술개발 협력 증진
- 함정공학특별강좌(함정기술개발 분야), IEA Wind TEM 112 극한기상 풍력설계적용 회의 발표(극한기상 풍력하중 예측 분야)를 통해 응용분야대외 네트워크 구축

**활 용 방 안**

- 플랫폼 기반 서비스 사업(클라우드 CFD 활용 데이터 및 분야별 응용 서비스 판매)
- 솔루션 사업(플랫폼 S/W 판매)
- 공공, 민간, 연구 분야 도메인으로 사업 확대 및 국외 지원사업 연계 해외시장 진출

**정 량 성 과** 특허출원 1건 / 학술발표 2건

## 증기터빈 발전 통합 운용 시스템 기술개발 및 실증 ('24 ~ '28)

### 참여연구원

박종포(PM), 김준영, 이태경, 장재경, 김관수, 김현규, 손재훈, 이중혁, 민태홍, 강대영, 김성래, 남건우, 윤상일, 차민혁

### 연구 목표

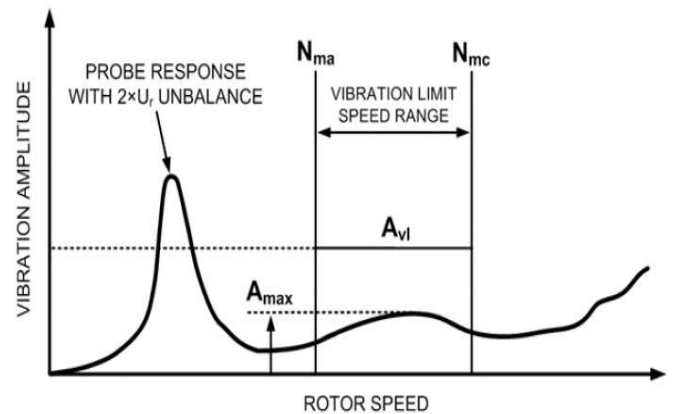
10MW급 중소형 증기터빈 발전 통합 운용 시스템 개발 및 검증

### 연구 실적

- 선진 증기터빈 발전시스템 상태감시 및 이상진단 시스템 조사
- 증기터빈 발전시스템 상태감시 시스템 구축 및 운영 방안 설계

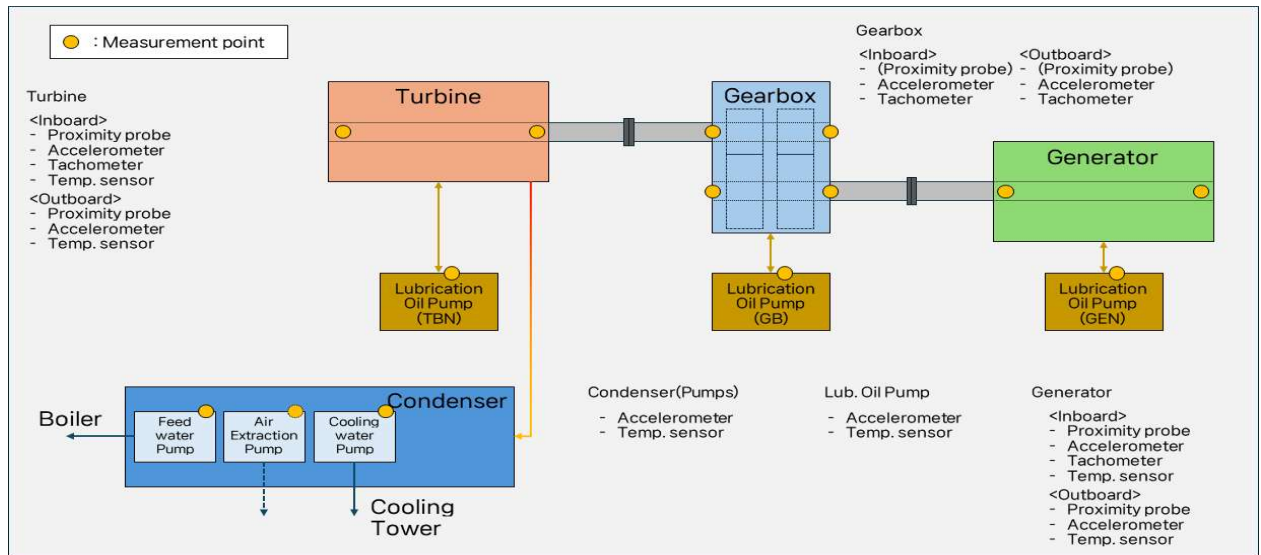
| ISO 20816-3 |          | Group 1                          | Group 2                                   |
|-------------|----------|----------------------------------|-------------------------------------------|
|             |          | Large machines<br>power > 300 kW | Medium machines<br>15 kW > power ≤ 300 kW |
| in/sec peak | mm/s rms | Motor<br>height > 315 mm         | Motor<br>160 > height ≤ 315 mm            |
| 0.61        | 11.0     | Damage occurs                    |                                           |
| 0.39        | 7.1      |                                  |                                           |
| 0.25        | 4.5      | Restricted operation             |                                           |
| 0.19        | 3.5      |                                  |                                           |
| 0.16        | 2.8      | Unrestricted operation           |                                           |
| 0.13        | 2.3      |                                  |                                           |
| 0.08        | 1.4      | Newly commissioned machinery     |                                           |
| 0.04        | 0.7      |                                  |                                           |
| 0.00        | 0.0      |                                  |                                           |
| Foundation  |          | Flexible                         | Rigid                                     |

< 진동심각도 차트(ISO 20816-3) >



< 회전속도별 진동한계치 범위(API STD 612) >

- 시스템 고장모드 영향 및 심각도 분석 초안 도출
- 설비 별 발생가능 고장 목록 및 데이터 수집 목록 색인



< 증기터빈시스템의 상태감시를 위한 신호계측 위치(안) >

### 활 용 방 안

- 국내 소각로 폐열발전에 필요한 터빈/발전기/제어시스템의 해외 제품 대체
- 소용량 터빈의 제어 및 운영, 상태감시 및 이상진단 기술 확보

### 정 량 성 과

기술간행물 2건



# 해외 수요처 요구성능 대응을 위한 6 MW급 풍력발전기용 고내구성 3열 롤러 피치베어링 개발 ('23~'26)

## 참여연구원

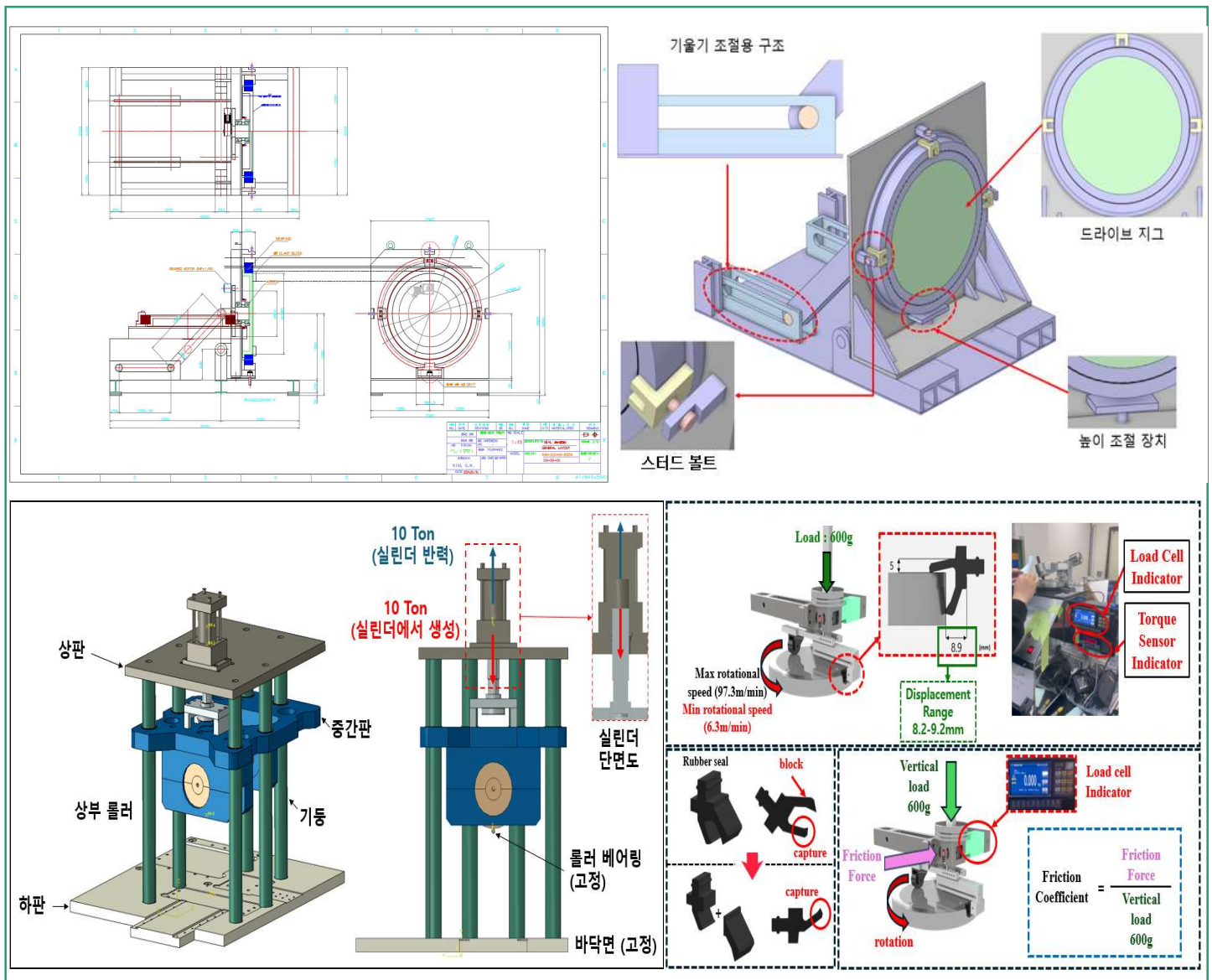
박종포(PM), 김현종, 김종화, 배재영, 김승우, 박경렬, 서효민, 구희섭, 심병호, 정석우, 이진욱, 정우현

## 연구 목표

- 베어링 내구시험장비 활용을 위한 인터페이스 설계 및 구축
- 요소부품 별 내구 성능평가 장치 보완 및 성능평가

## 연구 실적

- 베어링 내구시험장비 활용을 위한 인터페이스 설계 및 구축
- 요소부품 별 내구 성능평가 장치 보완 및 성능평가



## 활용 방안

- 다양한 산업부품에 대형 베어링 윤활 및 누유 억제 기술 적용
- 동력 전달 부품의 수명과 설계능력 향상
- 세계 주요 풍력발전기제조사에 베어링 공급, 신규 풍력발전기용 베어링 공급사로의 성장 기회 획득

## 정량 성과

특허출원 2건 / 학술발표 4건

2024년 센터별 주요과제 연구실적

# 지능기계시스템센터

자율주행차용 고자유도 및 공간활용 향상 하이트 및 로테이션 일체형 모노레일기반 시트 기술개발

글로벌 대응형 eShift 구동 부품 성능 고도화 기술개발

Axial Motor를 이용한 미래형자동차형 고효율 EWP(Electronic Water Pump) 모듈 개발

전자산업공정 펌프일체형 통합 건식 스크러버 시스템 개발

대용량 PEM 수전해용 BOP 및 시스템 개발

암모니아 운송 배관(직경 200mm 이상) 위험성 평가 안전진단/안전기준 개발

인공섬모 기반의 세정/재사용 가능한 H13급 공기 정화용 필터 개발

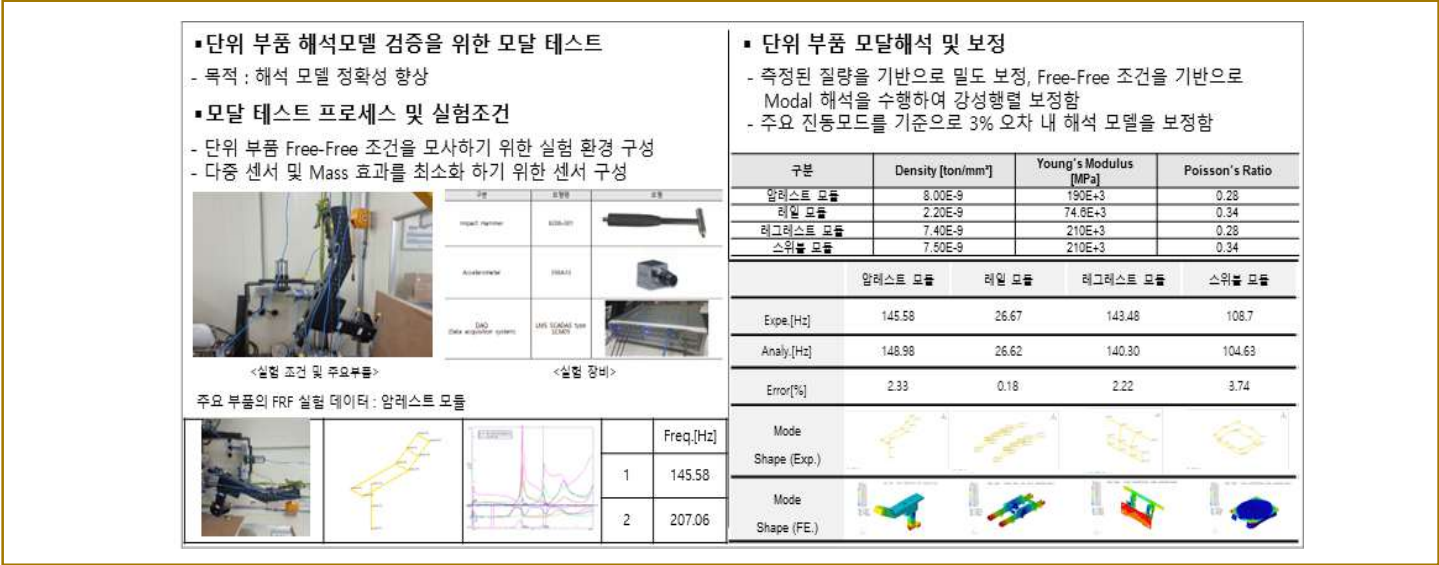
보급형 다중 유해가스 감지 광학가스영상 장치 개발

# 자율주행차용 고자유도 및 공간활용 향상 하이트 및 로테이션 일체형 모노레일기반 시트 기술개발 ('22 ~'25)

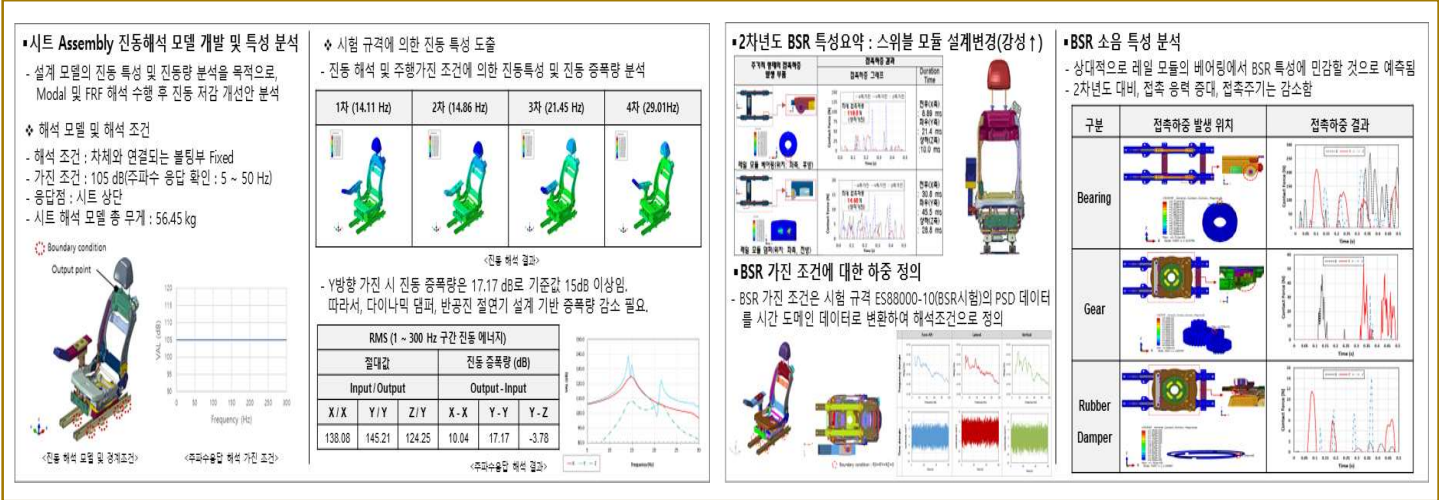
**참여연구원** 고동신(PM), 허덕재, 김언규, 정희숙, 안서연, 정석환, 이현주, 남재현, 김소울, 김석범, 박지영, 나다을, 이상준

**연구 목표** 자율주행차용 충돌안전 및 편의향상 시트 시스템 기술 개발

**연구 실적** - 롱레일, 로테이션, 라이드 컴포트, 시트프레임 단위부품 진동모델 보정



- 자율주행차용 시트 Assembly 진동해석모델/BSR 해석모델 및 해석 기술개발



**활 용 방 안**

- 자율주행차용 고도화 시트 구조 안정성 기술개발
- 자율주행차용 시트 Assembly 진동 및 BSR 안정화 기술개발
- 진동전달 기여도 기반 진동 안정화 기술개발
- 무선전력전송 시스템 안정화 설계 기술개발
- 탑승자 체형 및 자세 정보 빅데이터 기술개발

**정 량 성 과** 프로그램 15건 / 논문 3건 (SCI(E) 1건)



# 글로벌 대응형 e-Shift 구동 부품 성능 고도화 기술개발 ('23 ~'26)

## 참여연구원

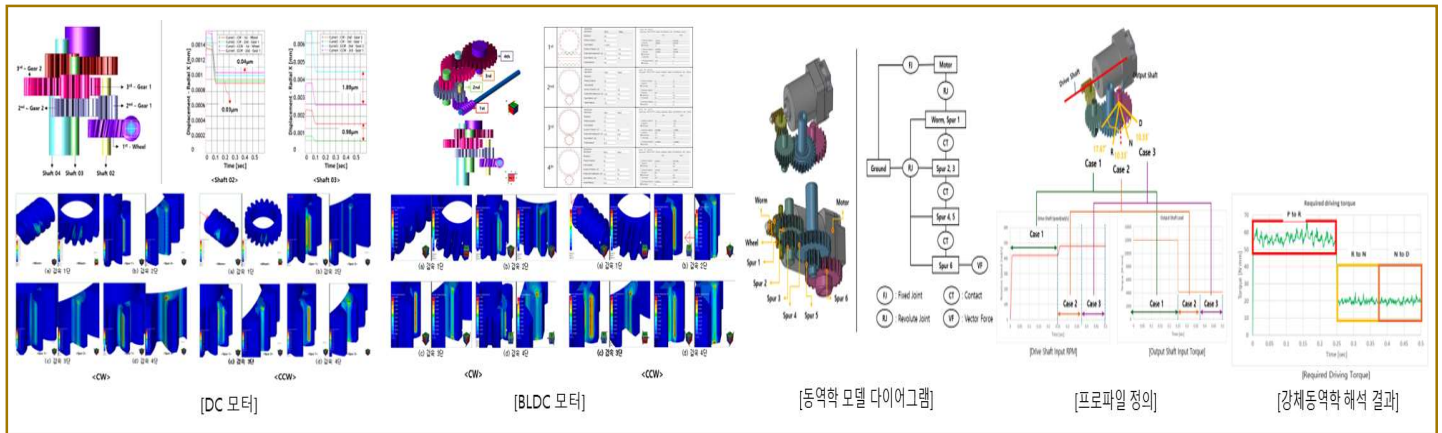
고동신(PM), 정희숙, 안서연, 정석환, 이현주, 남재현, 김소울, 김석범, 박지영, 이상준

## 연구 목표

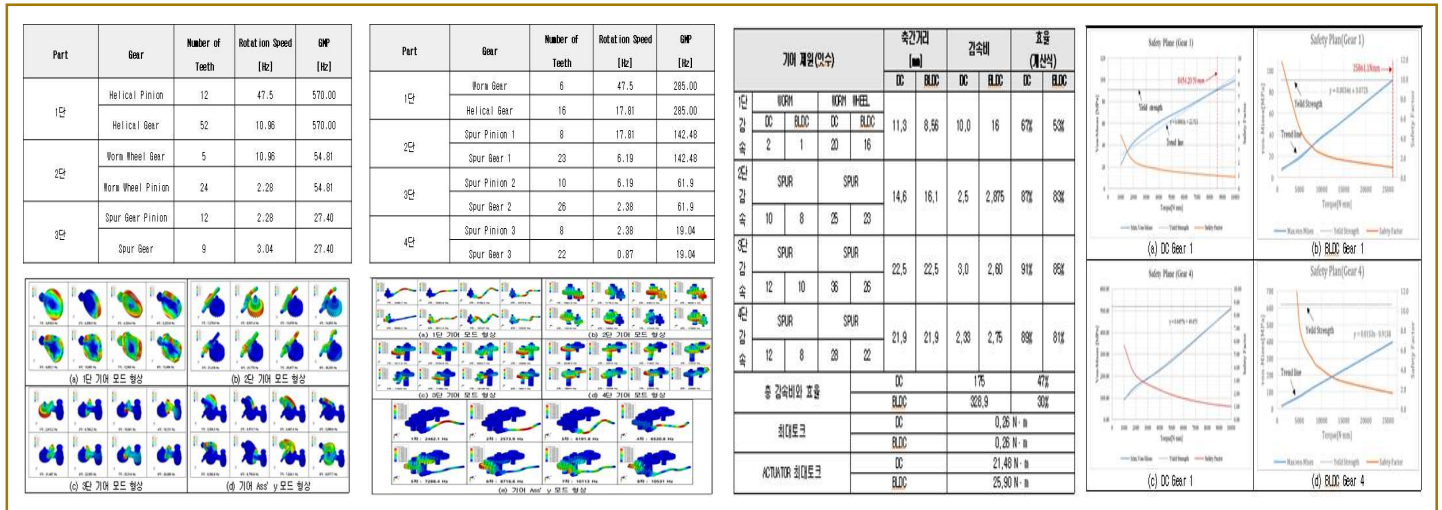
글로벌 대응을 위한 저소음 고응답 e-Shift 구동 부품 성능 고도화 기술개발

## 연구 실적

- 보급형 e-Shift 용 구동모듈 감속기 상세설계 및 구조/메커니즘 해석



- 보급형 e-Shift 용 구동모듈 진동/소음저감 해석 및 감속기 구조 안정성 분석



## 활 용 방 안

- 보급형 e-Shift 용 감속기 안정성 확보 모델 개발
- 보급형 e-Shift 용 메커니즘 분석 및 구동부품 개발
- 보급형 e-Shift 용 진동/소음 저감 기반 신뢰성 확보
- 보급형 e-Shift 용 감속기 구조 최적화 방안을 통한 설계 모델 확보

## 정 량 성 과

프로그램 3건 / 학술대회 발표논문 2건



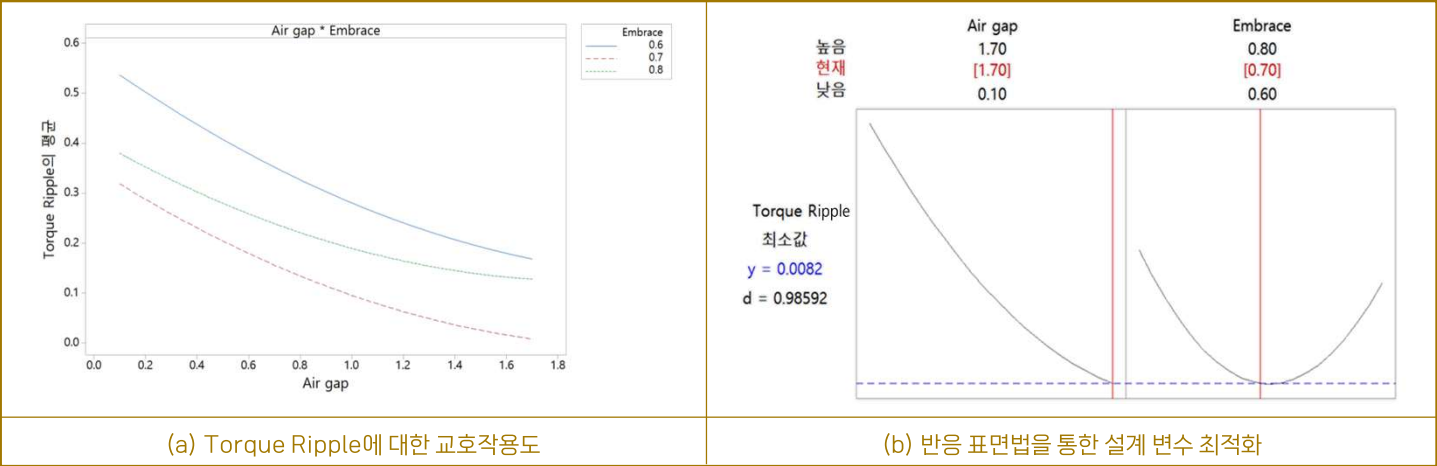
# Axial Motor를 이용한 미래형자동차형 고효율 EWP(Electronic Water Pump) 모듈 개발 ('22~'24)

- 참여연구원

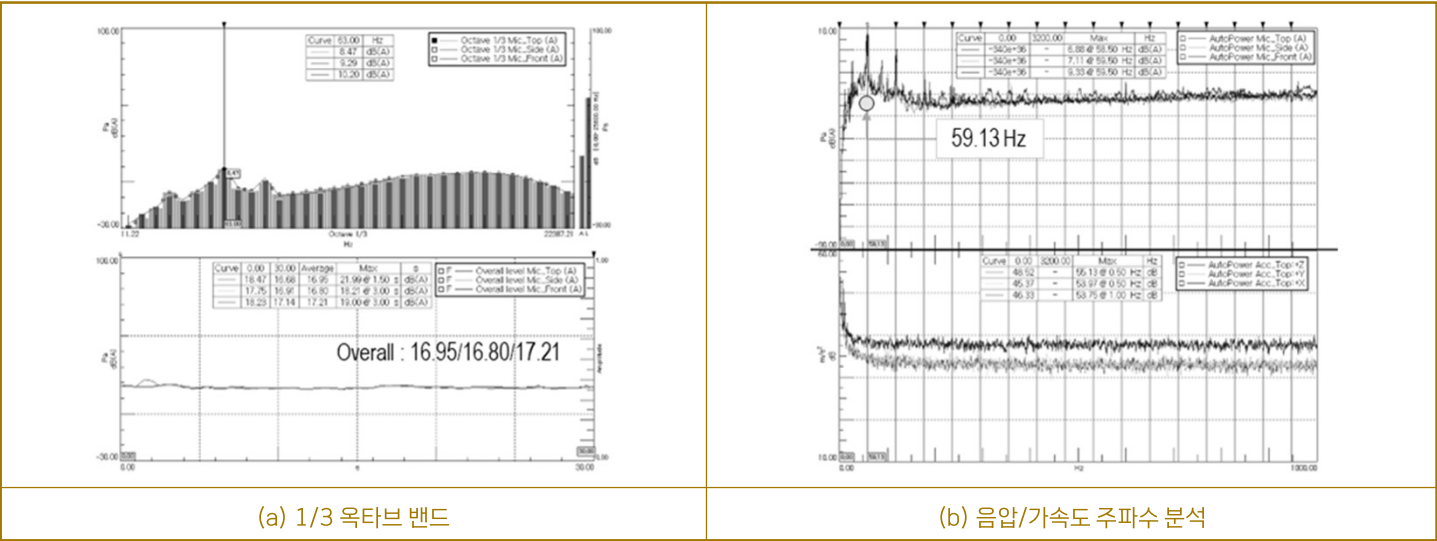
노정훈(PM), 고동신, 정석환, 이현주, 남재현, 김소울, 이예승, 조민철, 나다을, 박지영
- 연구 목표

미래자동차용 고효율 EWP(Electronic Water Pump) 모듈 최적화 제품 개발
- 연구 실적

- 개발된 최적화 모델을 이용하여 Axial Motor의 최적설계안(전자기장 안정성 및 최대효율, 진동/소음 최소화) 도출



- 최적화된 EWP 모듈의 진동/소음시험분석



- 활 용 방 안

- 고효율 냉각 시스템을 모듈화하여 에어컨 등 중대형 가전의 냉각 시스템이나 소규모 ESS (Energy Storage System) 등 전력 기기에 적용 가능
  - 소형 워터 펌프는 스프링클러, 세차기, 수경재배, 수족관 등의 고효율, 저비용의 펌프 모듈은 배수 및 양수가 요구되는 환경에서 합리적인 비용으로 펌프 기능을 제공 가능
  - 저비용의 컴팩트한 전동기는 소형화가 중요한 가전제품에도 사용될 수 있으며, 특히 경량화가 중요한 항공 분야에서 소형 드론의 동력장치 등 활용 가능
  - Sensorless 제어기술의 적용을 통해 모터 드라이버의 단순화 및 원가 절감이 가능하며, 효과적인 제어 및 신뢰성 확보를 바탕으로 Axial 전동기의 추가 경쟁력 부여 가능

정 량 성 과

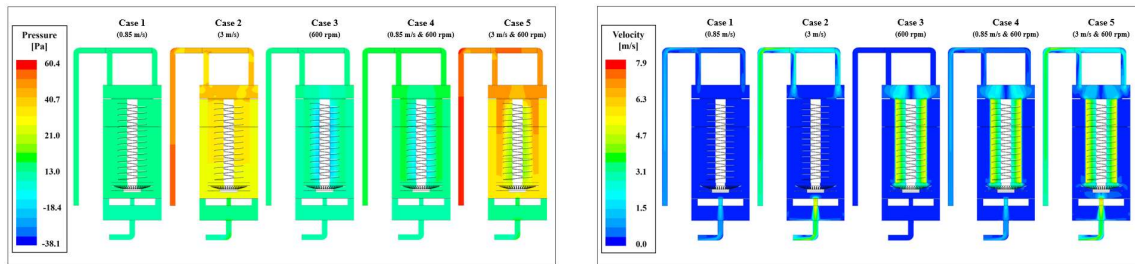
논문 1건 (SCI(E) 1건)

# 전자산업공정 펌프일체형 통합 건식 스크러버 시스템 개발 ('23 ~ '26)

**참여연구원** 정희숙(PM), 노정훈, 조민철, 윤성필

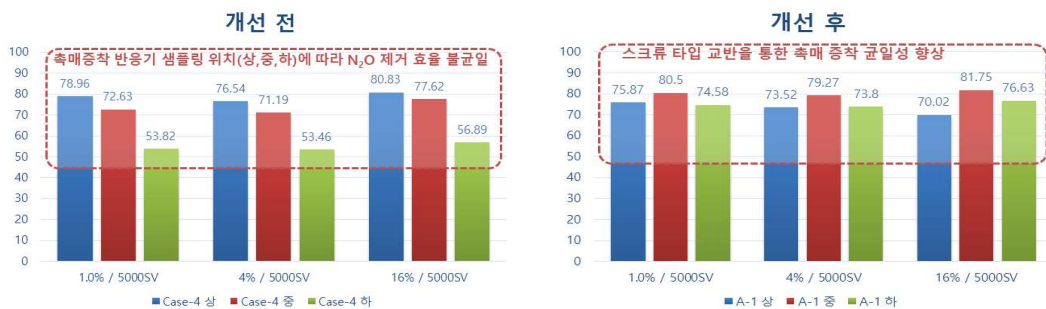
**연구 목표** 설치공간 50% 이상 절감(기존 대비) 저에너지형 펌프일체형 폐수 無방류 건식스크러버 개발

**연구 실적** - 촉매증착장치 운전 조건 및 설계 최적화



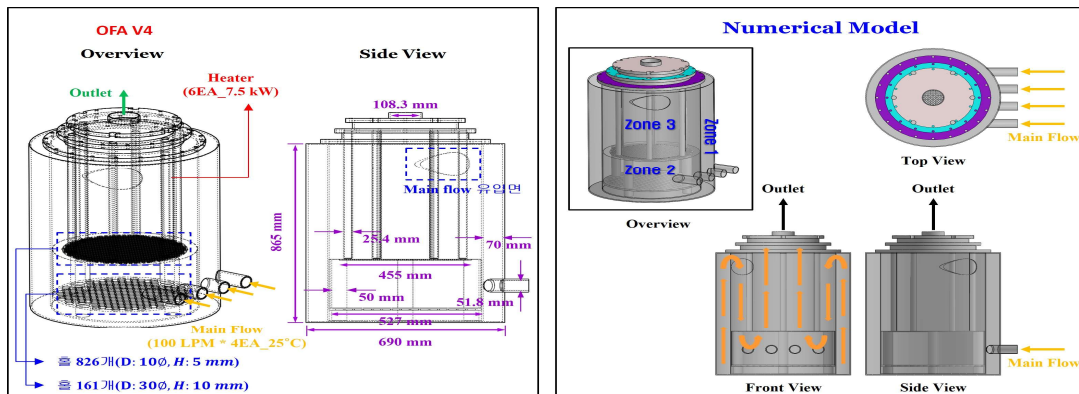
< 운전 조건에 따른 촉매증착장치 수치해석 결과(압력 및 유속분포) >

- 20L급 촉매제조장치 성능보완 및 운전최적화



< 반응기 내부구조 개선 전·후 증착 균일성 비교평가 >

- 통합스크러버(OFA V4) 설계 및 운전영향인자 확보



**활 용 방 안** - 반도체 및 디스플레이공정의 온실가스 규제에 대응 가능한 기술고도화와 Sub fab의 설치 공간 제약을 최소화하기 위한 통합형 스크러버 도입

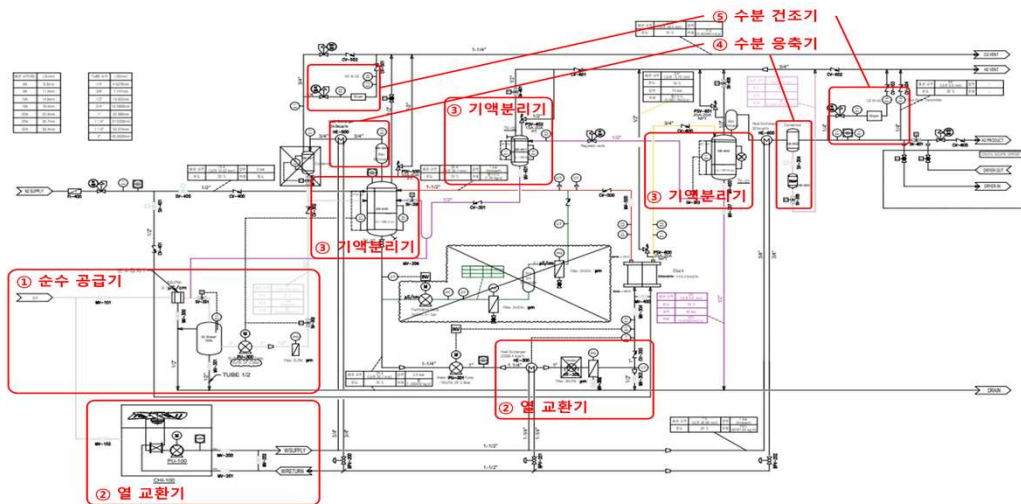
**정 량 성 과** 논문 1건 (SCI(E) 1건)

## 대용량 PEM 수전해용 BOP 및 시스템 개발 ('23~'27)

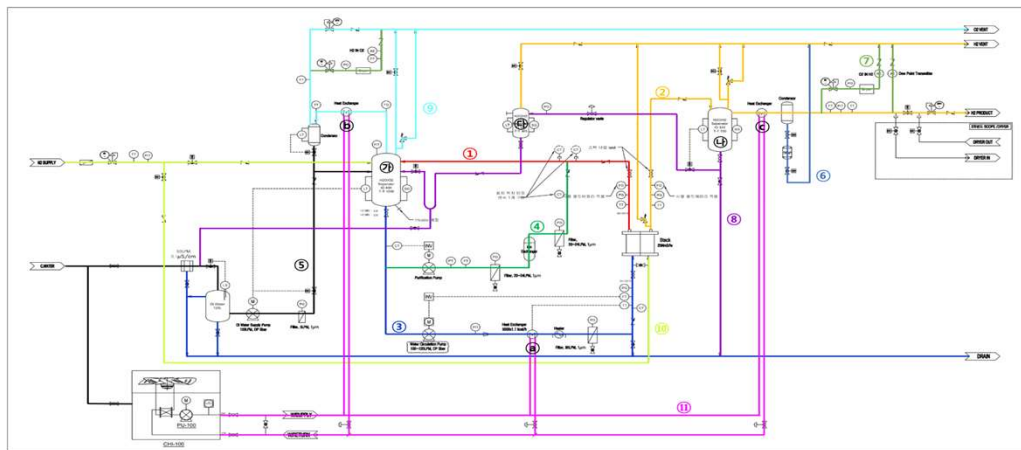
**참여연구원** 허덕재(PM), 노정훈, 장준호, 김병국, 이예승

- 연구 목표**
- 50kW급 PEM 수전해 60kW급 전력변환 장치 및 M-BOP 시스템 해석/설계 기술개발
  - 50kW급 BOP 시스템 제작 및 통합 Test Bed 구축 및 내구 신뢰성 시험
  - 50kW급 통합 시험을 통한 M/E-BOP MW급 개발을 위한 Scale Up Data 확보

- 연구 실적**
- 50kW급 M-BOP 운전 시나리오에 따른 제어 시스템 시나리오 구성
  - 공정모사를 위한 M-BOP 구성요소 및 스택 예측 모델 개발



- 50kW급 PEM 수전해 M-BOP 단위부품의 상세설계 및 제작



- 활 용 방 안**
- 수전해 시스템 BOP의 신뢰성 확보
  - Stack 성능 Model 그리고 System Modeling을 수전해 MBOP 최적 설계에 활용
  - 전력변환장치를 대면적 고용량의 수전해 시스템에 적용
  - 수전해 전용 Deoxidizer 등 정제 장치는 알카라인 수전해와 PEM 수전해의 수소 정제 시스템으로 활용
  - 대용량 MW급 고압 BOP에 대해 신뢰성 및 내구성 Data를 확보
  - 다양한 운전 조건과 고장 상황에 대한 수전해 시스템의 동적/정적 특성을 예측하고, 최적 운전에 활용되어 시행착오를 최소화하고 비용 절감 및 시간 단축에 활용

**정 량 성 과** 프로그램 1건 / 논문 1건

## 암모니아 운송 배관(직경 200mm 이상) 위험성 평가 안전진단/안전기준 개발 ('24 ~ '27)

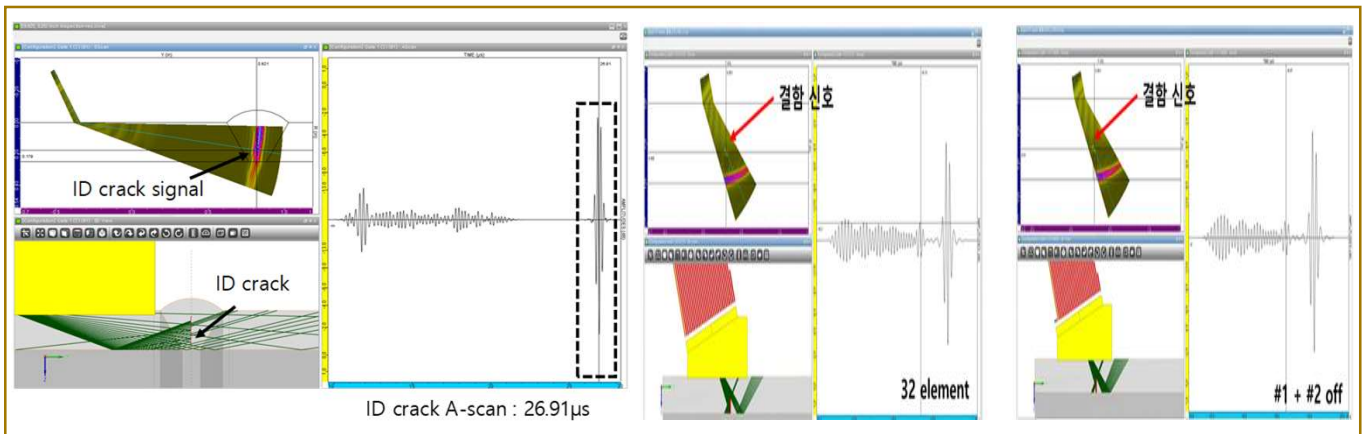
**참여연구원** 김재성(PM), 오민철, 윤진영, 박주현, 신승철, 이찬양

### 연구 목표

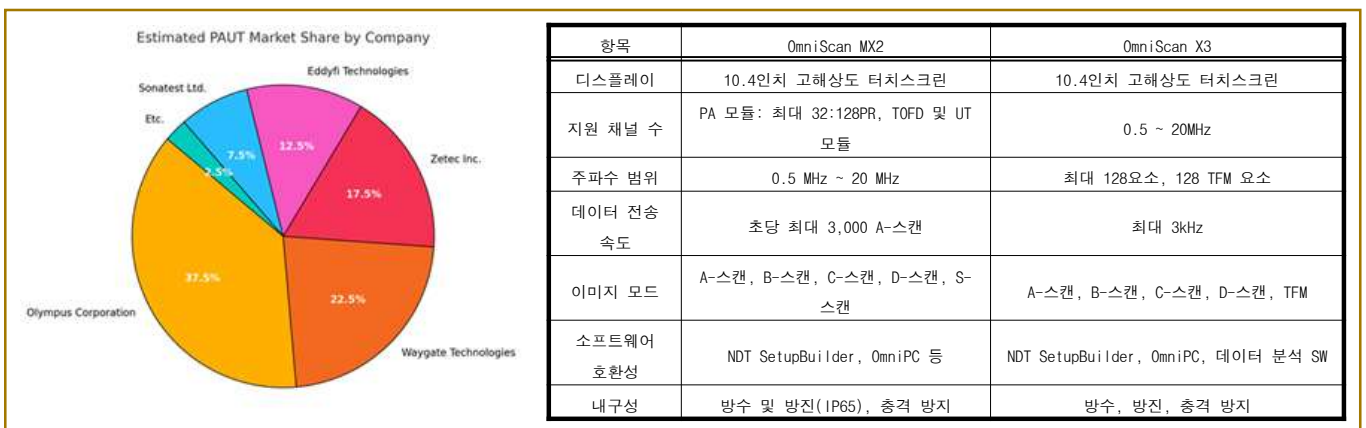
- 최소 결함 PAUT 탐상 길이 1.5mm 이하, PAUT탐상장치 현장 설치 기준 1건 초안 개발, 실제 결함 시험편 제작 개수 2개
- 현장 환경 발생 실제 결함 제작 및 검증
- 검사대상 파악, PAUT 실험 기반 시뮬레이션 기법 개발
- 소재 상태에 따른 초음파 특성 평가
- PAUT 기존 상용화시스템/SW 사양 분석 및 평가
- 용접부 검사기준/판정기준 개발
- 현장실증 통한 검사/판정 기준 및 설치/안전 기준 제정

### 연구 실적

- 검사대상 파악, PAUT 실험 기반 시뮬레이션 개발



- PAUT 기존 상용화시스템/SW 사양 분석 및 평가



### 활용 방안

- 제작된 균열 시험편의 경우 현장 검사자 교육에 활용 진행
- PAUT 장비 설치·안전기준의 경우 2차년도 최종(안) 개발시 활용

### 정량 성과

프로그램 2건/학술대회 발표논문 1건



# 인공섬모 기반의 세정/재사용 가능한 H13급 공기 정화용 필터 개발 ('22~'25)

**참여연구원**    노정훈(PM), 김소울, 이예승, 조민철, 나다을

**연구 목표**    인공섬모 기반의 세정·재사용 가능한 H13급 공기정화용 필터 개발

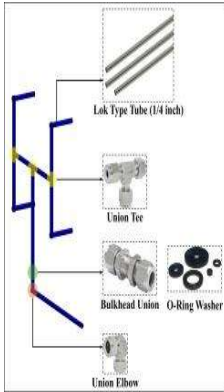
**연구 실적**    - 대기오염 물질 제거능력 평가를 위한 평가시스템 (환경챔버, 물질별 농도센서 등) 구축 및 평가 성능 확인

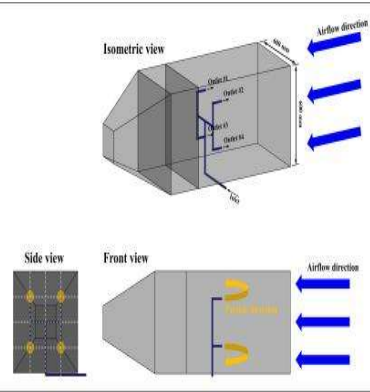


추가 설치된 상단부 덕트 라인



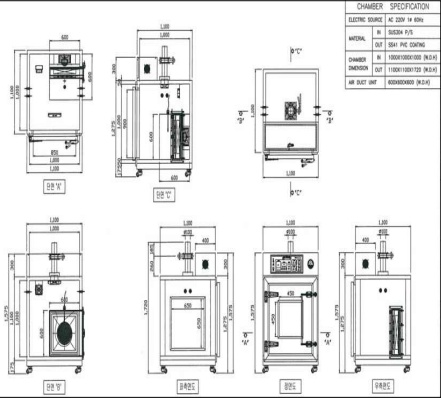
밀폐형 구조를 위한 90° Elbow 영역





입자주입관 구성품 및 설계안

- 대기오염 물질 제거능력 평가를 위한 평가 챔버 설계 및 제작



환경 챔버 설계 도면



환경 챔버 제작품

|        | 코팅된 인공섬모 원단 | 코팅된 폼비 원단       | 코팅된 인공섬모 필터    | 코팅된 폼비 필터      |                 |         |      |
|--------|-------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|---------|------|
| 샘플 이미지 |             |                 |                |                |                 |         |      |
| 평가 결과  | 시험가스        | 초기농도 (ppm)      | 1분 경과 농도 (ppm) | 5분 경과 농도 (ppm) | 30분 경과 농도 (ppm) | 제거율 (%) |      |
|        | 코팅된 인공섬모 원단 | SO <sub>2</sub> | 30             | 28             | 26              | 14      | 53.3 |
|        |             | NO <sub>2</sub> | 29             | 27             | 20              | 12      | 58.6 |
|        | 코팅된 폼비 원단   | SO <sub>2</sub> | 29             | 25             | 23              | 13      | 55.2 |
|        |             | NO <sub>2</sub> | 30             | 22             | 17              | 7       | 76.7 |
|        | 코팅된 인공섬모 필터 | SO <sub>2</sub> | 31             | 30             | 26              | 17      | 45.2 |
|        |             | NO <sub>2</sub> | 30             | 25             | 21              | 14      | 53.3 |
|        | 코팅된 폼비 필터   | SO <sub>2</sub> | 30             | 22             | 13              | 3       | 90.0 |
|        |             | NO <sub>2</sub> | 30             | 23             | 10              | 1       | 96.7 |

대기오염물질 평가 챔버를 사용한 필터 샘플별 유해가스 제거효율 평가 결과

**활 용 방 안**

- 본 실외공기정화시설용 필터는 기존 H13급 공기정화용 필터와 동일한 성능(H13(>99.95%(전체), >99.75%(국소))), 고차압을 이겨낼수 있는 우수한 공기투과율, 눈과 비, 생활오염에도 기능성이 유지되는 방수, 방오기능성, 세정이 가능한 재사용 필터, 대기오염물질 저감 기능성 등으로 버스, 지하철 등 이동수단 및 학교나 병원, 공공건물 옥상 등 도심 유흥공간에 설치하는 실외 공기정화시설에 적합한 필터 기술
- 적용제품은 고속 이동수단 탑재 이동형 공기정화시스템, 실외 고정형 공기정화시스템 등 산업용 공기정화용 필터, 의료용 공기정화용 고성능 필터, 가정용 공기정화용 필터
- 활용분야는 주거/상업시설, 헬스케어, 지하철 역사, 자동차/기차 등 일상생활 전반에서 광범위하게 사용

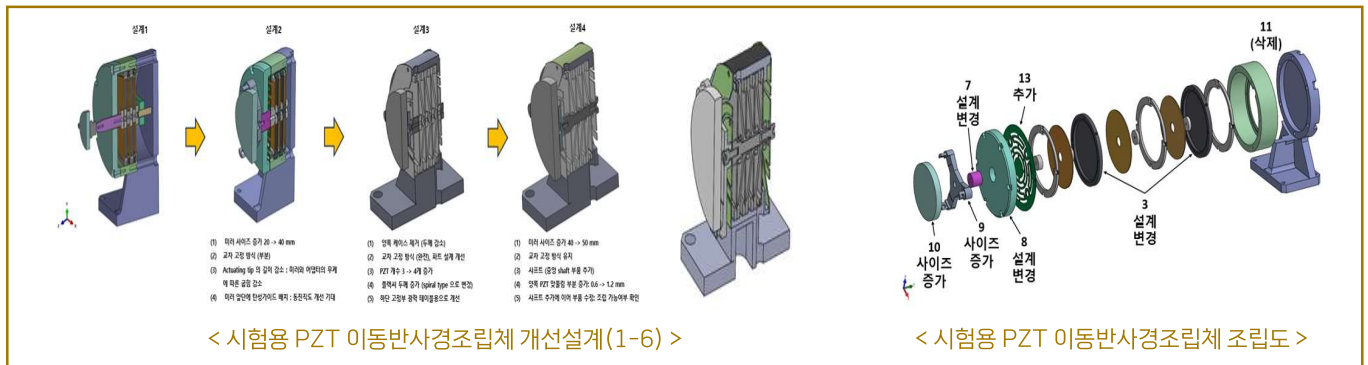
**정 량 성 과**    프로그램 1건 / 논문 1건 (SCI(E) 1건)

## 보급형 다중 유해가스 감지 광학가스영상 장치 개발 ('22 ~'25)

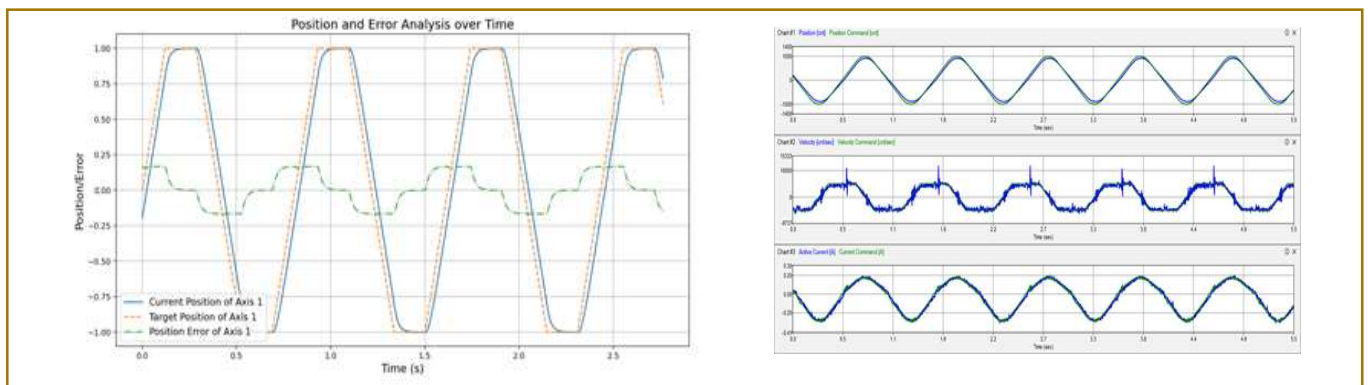
**참여연구원** 김호상(PM), 김진우, 장준호

**연구목표** 다중 유해가스를 감지할 수 있는 휴대 가능한 보급형 광학가스 영상 장치 개발

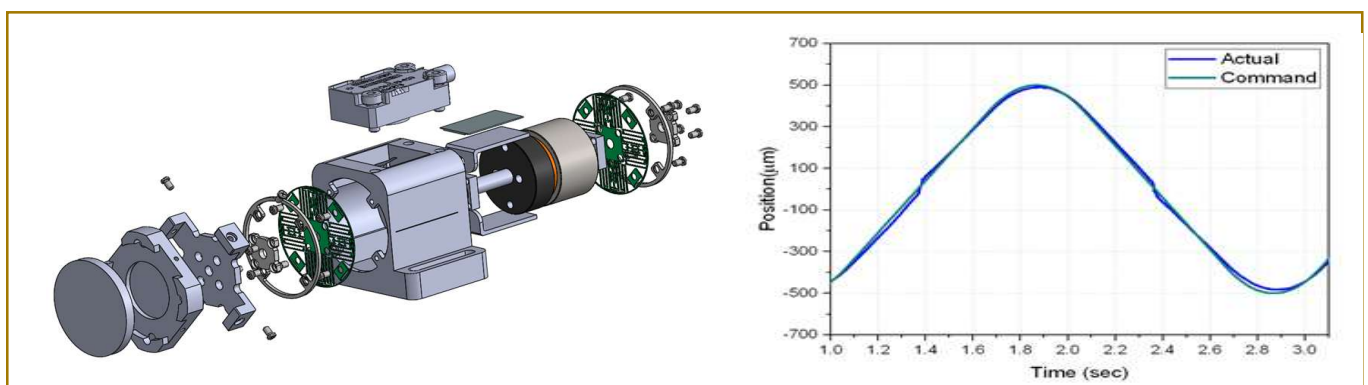
**연구실적** - PZT 이동반사경 개선, 성능시험



- VCM 이동반사경의 성능시험



- 소형 고속 이동반사경을 위한 전자기 액추에이터 개선 제작



**활용방안** - 본 기술개발을 통해 (주)무리기술은 향후 재난안전 사업부문에 참여하기 위한 독자적인 기술 및 차별적인 수출 경쟁력을 확보

**정량성과** 특허출원 2건 / 프로그램 3건 / 학술대회 발표논문 4건



2024년 센터별 주요과제 연구실적

# AI/DX센터

자율주행차용 탑승자 제어 인터페이스 부품 기술개발

디지털 지식 기반 선박 의장설계 정합성 검증 기술개발

고장도수율이 높은 설비 대상 연합학습 기반 온디바이스 AI 자가 진단 기술개발 및 실증

ALARA 분석·평가 프로그램 및 3D-BIM 기반 실감·몰입형 피폭선량 예측진단 통합시스템 기술개발



# 자율주행차용 탑승자 제어 인터페이스 부품 기술개발 ('22~'26)

**참여연구원** 이동찬(PM), 황병훈

**연구목표** 자율주행용 탑승자 제어 인터페이스 부품 및 지능형 안전/편의기능 통합제어 기술개발

**연구실적** - 자율주행 상황에서의 태스크/시나리오 대응 탑승자의 휴먼팩터 데이터셋 구축



- 실차 시뮬레이터 환경에서의 탑승자 영상 인식/추정 요소기술 성능 분석/최적화



- 탑승자 편의 인터페이스 및 통합제어를 위한 AUI개발



**활용방안**

- 새로운 인터페이스 부품이 탑승자의 신체적, 인지적 요소를 고려하여 평가, 검증할 수 있는 기반 마련
- 위기 상황에 대응하는 안전 및 편의 대응 시나리오 도출
- 생체 인식 기반의 탑승자 상태의 실시간 모니터링 시스템 구축
- 탑승자 상태 판단 기술 기반으로 탑승자의 주행 안전을 보장할 수 있는 기술 확보

**정량성** 특허등록 1건, 프로그램 2건 / 논문 5건(SCIE 1건)

## 디지털 지식 기반 선박 의장설계 정합성 검증 기술개발 ('23 ~'27)

### 참여연구원

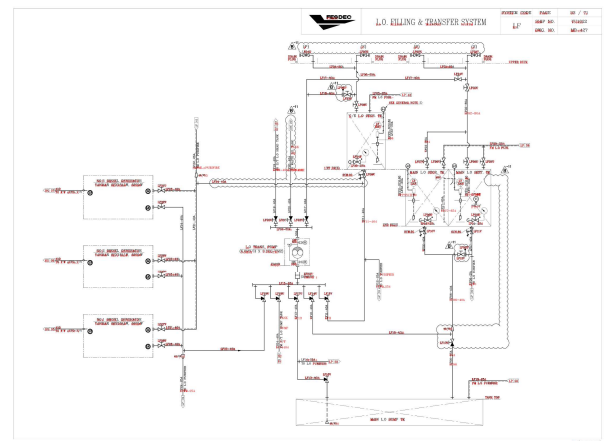
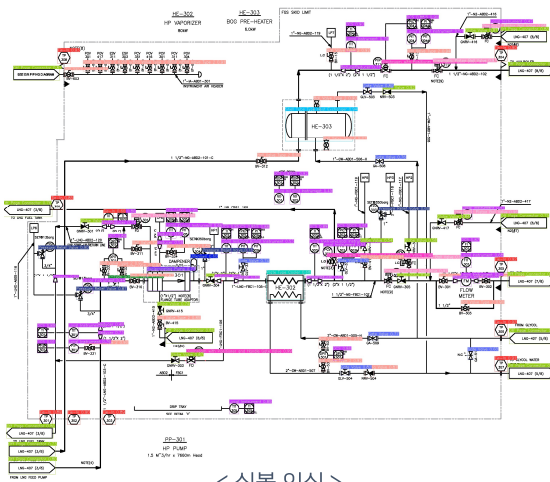
김준영(PM), 이태경, 남건우, 김성래, 강대영, 차민혁, 윤상일

### 연구목표

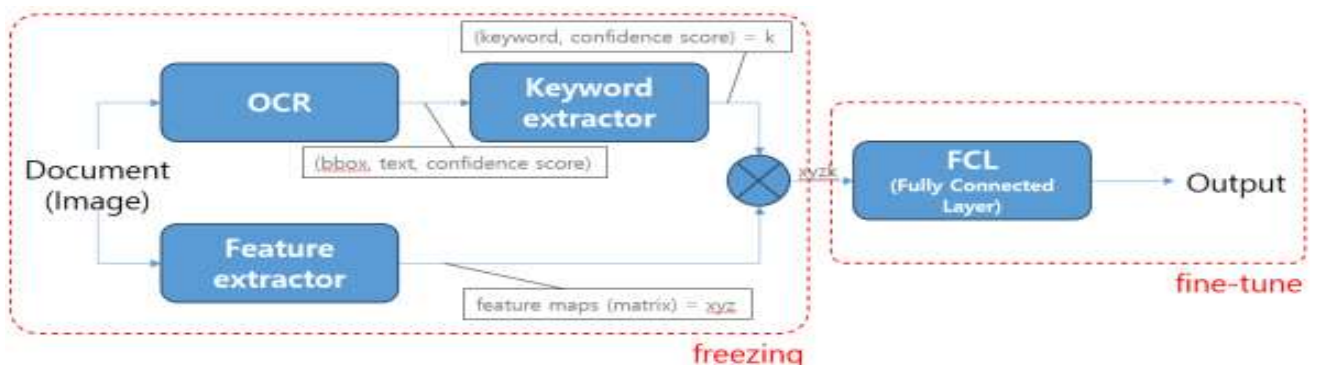
- 도면/문서의 의장설계정보 디지털화 기술
- 의장설계 정합성 검증 기술
- 의장설계 관련 인터페이스 기술
- 개발 기술 실증 및 공유 확산

### 연구실적

- 주요 설계 도면/문서의 비교 분석을 통한 대상 도면 및 문서 최종 선정
- 인식 대상 의장설계정보 요소 정의 및 표준 저장형식 정의
- 대상 도면 및 이미지 전처리 알고리즘 개발
- 의장설계정보 도면 객체인식 기술 개발 및 최적화



- 의장설계정보 문서 및 구성요소 인식 기술 개발 및 최적화



### 활용방안

- 조선해양 산업의 디지털 전환 요구를 충족하여 설계정보 디지털 전환 산업에 진출
- 자동 정합성 검증을 통해 선박 설계사 필수 솔루션으로 진입
- 기계, 화공 등의 다양한 도메인에 가벼운 수정으로 적용 가능

### 정량성과

특허출원 1건, 프로그램 3건 / 학술발표 1건

# 고장도수율이 높은 설비 대상 연합학습 기반 온디바이스 AI 자가 진단 기술개발 및 실증 ('24~'27)

## 참여연구원

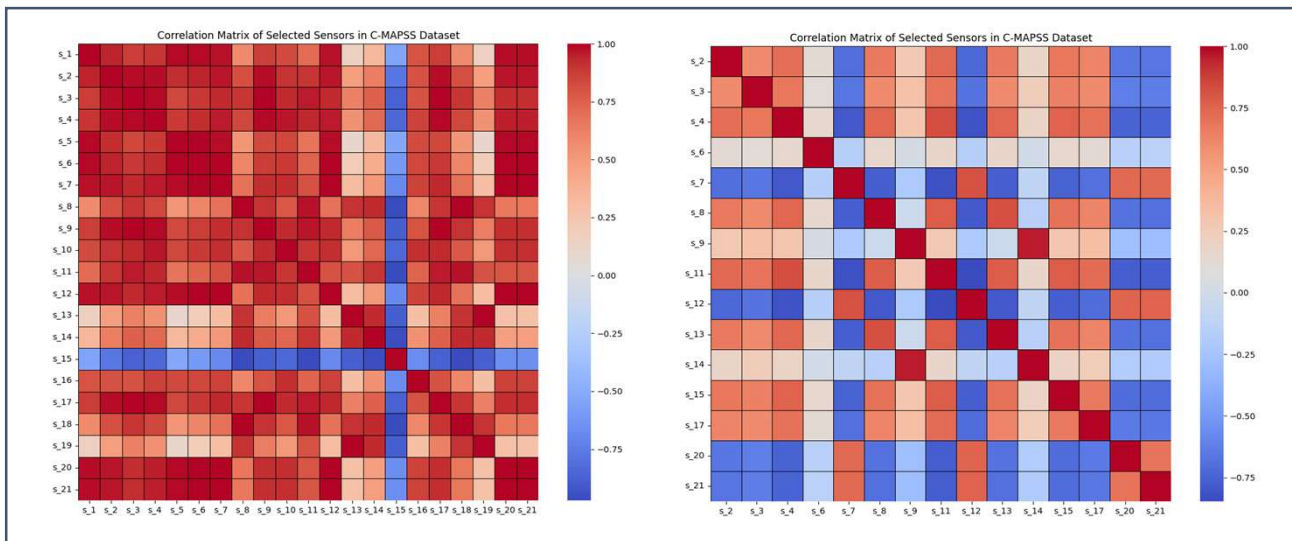
김준영(PM), 이태경, 남건우, 김성래, 강대영, 차민혁, 윤상일, 이준혁

## 연구목표

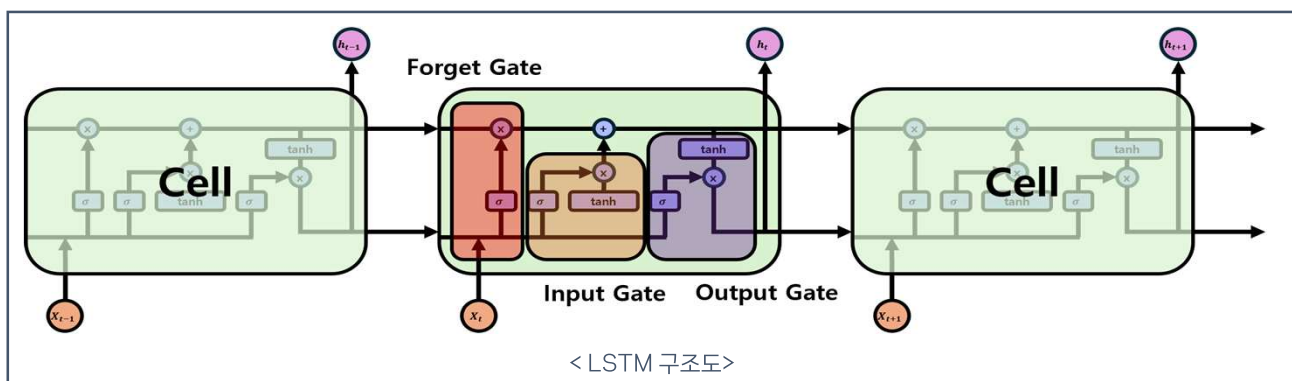
- 연합학습 프레임워크 개발(글로벌/로컬 블록)
- 로컬 디바이스의 자동 학습을 위한 Auto Labeling 기능 구현
- 설비별 열화 데이터 분석을 통한 유효 잔여 수명 예측 알고리즘 개발
- 연합학습 기반 유효 잔여 수명 예측 모듈화 및 플랫폼 통합

## 연구실적

- 다양한 설비 대상 수명 예측 데이터셋 구축
- 데이터 상관관계 분석 알고리즘 개발



- 데이터 전처리 알고리즘 개발
- 설비 수명 예측 모델 후보군 개발



## 활용방안

- 자율제조, 발전설비, 전기차충전기분야 및 중소 고객사 요구사항 대응 사업모델 개발, 신규 시장 진출
- 설비의 수명관리와 품질 경쟁력 강화
- 데이터 프라이버시 강화
- 경제적, 사회적 비용 절감 사례로 해외시장 진출을 통한 수준 높은 사업화 기대

## 정량성과

프로그램 1건 / 논문 1건, 학술발표 2건

# ALARA 분석·평가 프로그램 및 3D-BIM 기반 실감·몰입형 피폭선량 예측진단 통합시스템 기술개발 ('22 ~ '24)

**참여연구원** 유보현(PM), 염충섭, 박평원, 유은섭, 곽다희, 정상혁

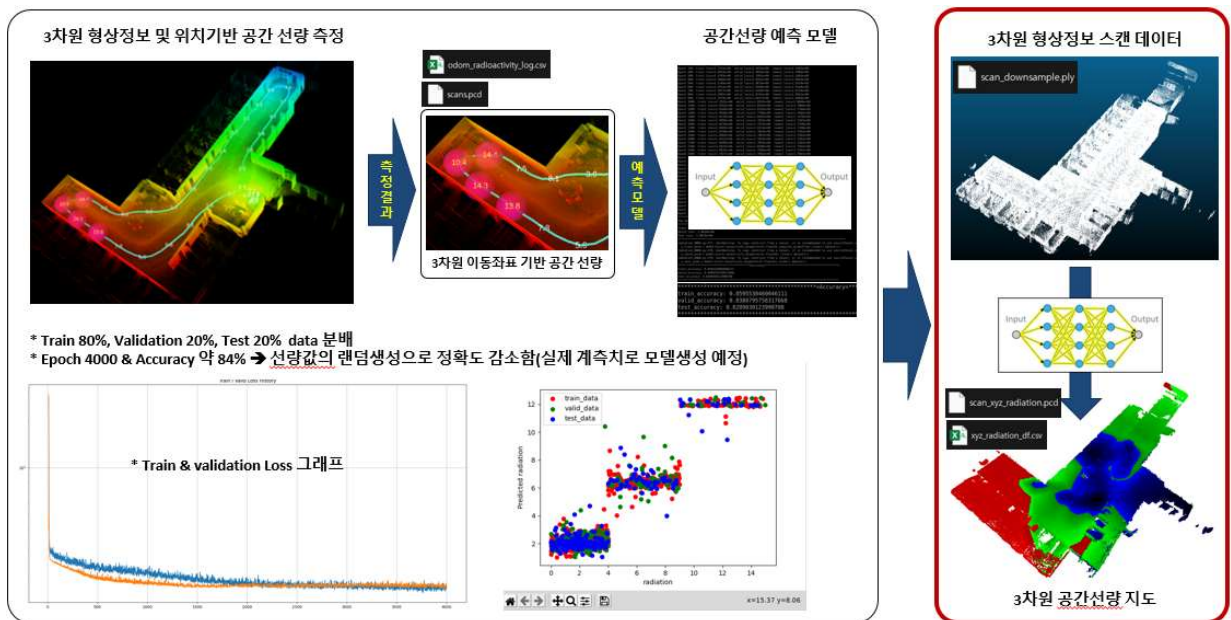
**연구목표** 3D-BIM 기반 방사선 안전관리 시스템 구축 (4세부)

## 3D-BIM 기반 방사선 안전관리시스템 구축



## 연구실적

- 방사선 공간선량 측정기 연계 이동형 스캔 플랫폼 개발
- 3차원 공간선량 3D Map 생성 알고리즘 개발
- : 이동시 경로를 기반으로 측정된 공간선량을 Deep Learning Model을 이용하여 3차원 공간으로 보간을 수행하고 이를 3D Map 형태로 표현



< 딥러닝 모델을 이용한 3D Map >

## 활용방안

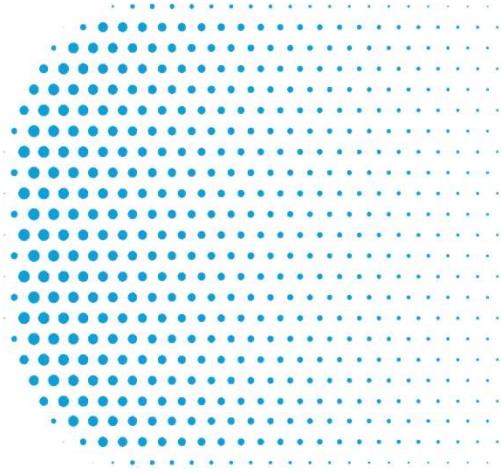
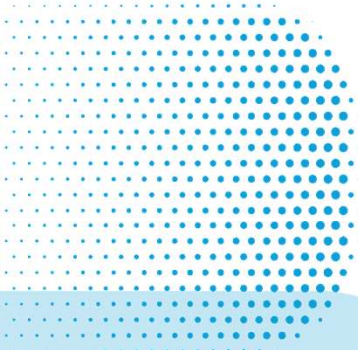
3D/VR/MR기술을 접목한 실시간 방사선작업종사자 피폭선량 예측진단 통합시스템 구축을 통한 원전 안전성 강화 및 운영 효율성 향상

## 정량성과

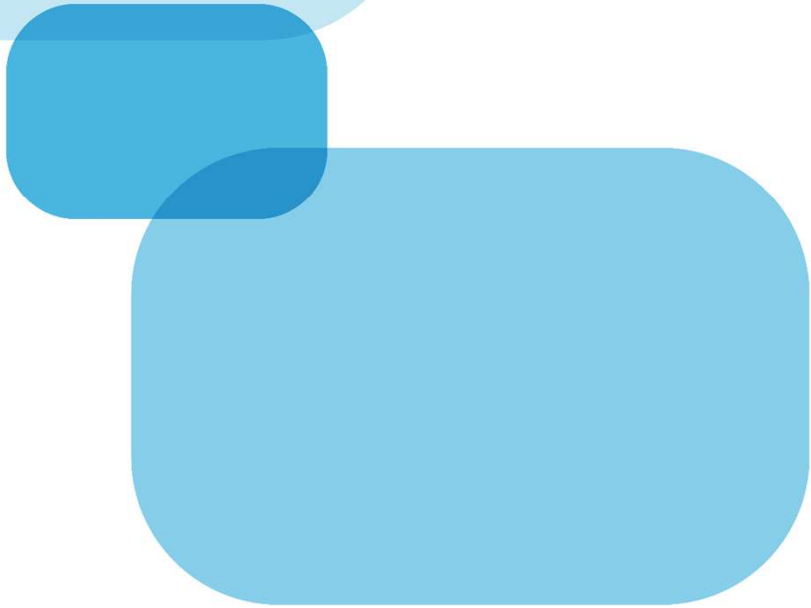
해외 특허출원 1건, 프로그램 1건, 기술간행물 12건







# 부록

- 부록 1. 주요 행사 소개
  - 부록 2. 대외 협력 소개
  - 부록 3. 성과 전시 소개
  - 부록 4. 대외 수상 현황
  - 부록 5. 특허 출원 현황
  - 부록 6. 특허 등록 현황
- 
- 

## 부록 1. 2024년 주요행사 소개

### ➤ 『지속 가능한 탄소중립 IN 용인』 구현을 위한 실무협의체 (2024년 1월 26일)



### ➤ 강원미래모빌리티 산업 기업간담회 (2024년 7월 17~18일)





➤ 제5회 푸른하늘의 날 대통령 기관 표창 수상 (2024년 9월 5일)



➤ 『지속 가능한 탄소중립 IN 용인』 구현을 위한 2차 실무협의체 (2024년 9월 30일)





## 부록 2. 2024년 대외협력 소개

### ➤ 수소 생산 및 저장 상업화를 위한 업무협약 (2024년 1월 17일)



### ➤ 『청정수소 생산 인프라 조성 및 수소 생태계 활성화』를 위한 업무협약 (2024년 3월 19일)



➤ 『조선분야 디지털 전환 및 신재생에너지 분야 기술개발』을 위한 업무협약 (2024년 6월 14일)



➤ 『충남 그린암모니아활용 수소발전 규제자유특구 실증사업 성공 추진』을 위한 업무협약 (2024년 7월 2일)





➤ 『AI기반 의료시스템 활용·제품화』 관련 업무협약 (2024년 7월 15일)



➤ 신재생에너지 분야 업무협력 (2024년 7월 25일)



➤ 『전기차 및 배터리 화재진압 분야 선점을 위한』 업무협약 (2024년 8월 26일)



➤ 파주시 미니수소도시 조성사업 업무협약 (2024년 10월 15일)





➤ **형성 이모빌리티 연구·실증단지 실시협약 (2024년 11월 18일)**

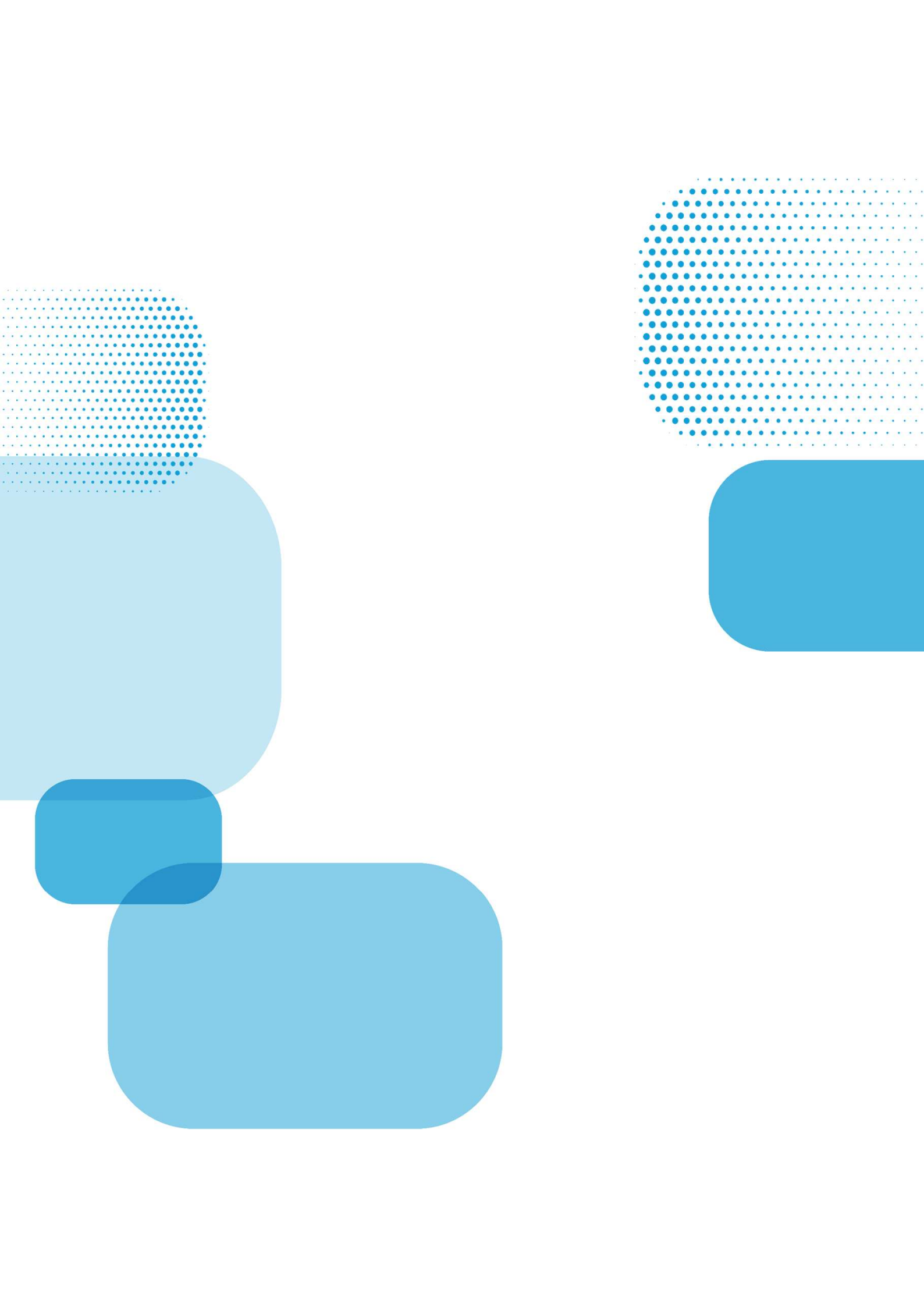


➤ **『자원 및 물순환 기술 개발 사업화를 위한』 업무협약 (2024년 11월 20일)**



➤ **산학 협력 업무협약 (2024년 11월 21일)**







## 부록 3. 2024년 성과전시 소개

### ➤ 제45회 국제환경산업기술&그린에너지전시회 (2024년 6월 3~5일 / 서울 COEX)



### ➤ 아주대-아주대 의료원 공동기술교류회 (2024년 7월 16일 / 서울 오크우드호텔)





➤ 환경R&D 기술이전 설명회 (2024년 8월 29일 / 서울역 그랜드센터호텔)

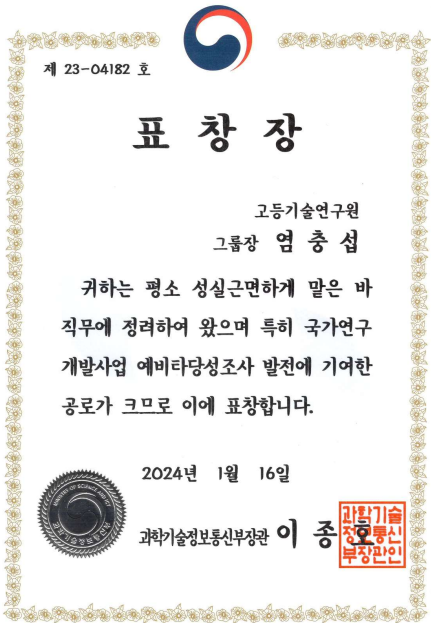


➤ 2024 신기술실용화 촉진대회 (2024년 12월 11일 / 서울 더케이호텔)





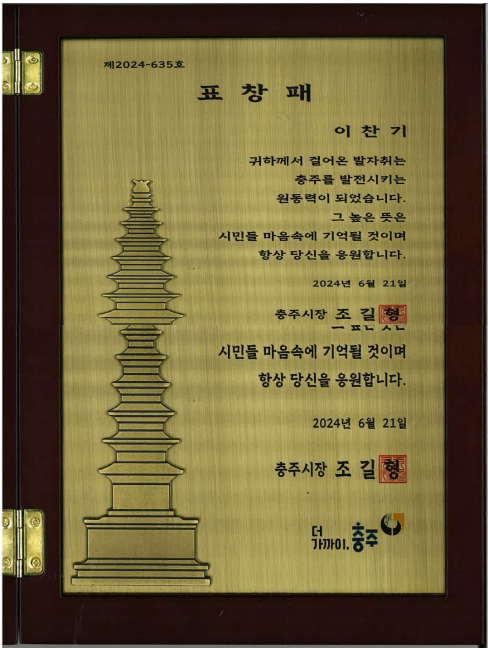
# 부록 4. 2024년 대외수상 현황



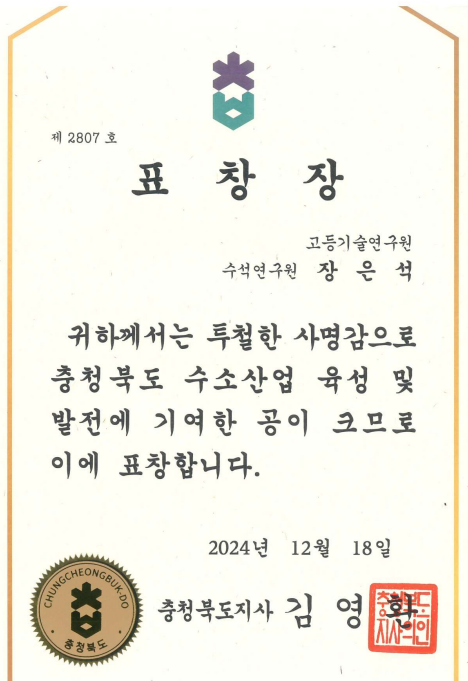
과학기술정보통신부 장관 표창장  
연구위원



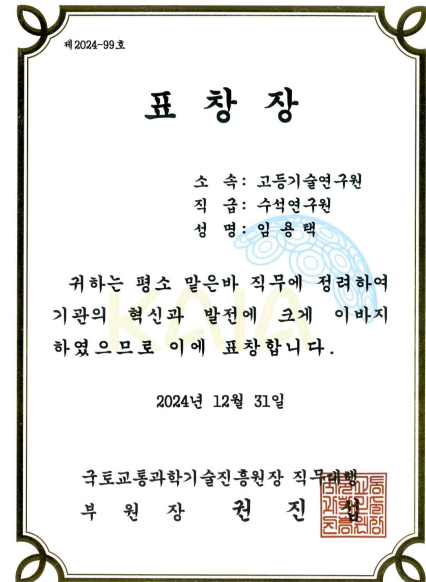
한국폐기물자원순환학회 공로패  
구재회



충주시 시장 표창패  
이찬기 센터장



충청북도 도시사 표창장  
장은석 수석연구원



국토교통과학기술진흥원 원장 표창장  
임용택 수석연구원



원주시 시장 표창패  
이찬기 센터장

## 부록 5. 2024년 특허출원 현황

| 순번 | 특허명                                        | 발명자   | 출원번호            |
|----|--------------------------------------------|-------|-----------------|
| 1  | 이산화탄소 액화장치                                 | 이혜성 외 | 10-2024-0010260 |
| 2  | 이산화탄소 분리 포집 시스템                            | 박성호 외 | 10-2024-0009992 |
| 3  | 열전소자를 이용하는 직접공기포집 장치                       | 김효식 외 | 10-2024-0000543 |
| 4  | 디지털 트윈 기반의 재생연료 플랜트 시스템 및 운전방법             | 성호진 외 | 10-2024-0001961 |
| 5  | 이산화탄소 분리 포집 시스템                            | 정소명 외 | 10-2024-0019109 |
| 6  | 디지털 트윈 기술을 이용한 3D 가시화 시스템 및 에너지 절감방법       | 성호진 외 | 10-2024-0001949 |
| 7  | 이산화탄소포집장치                                  | 김진우 외 | 10-2024-0018857 |
| 8  | 실리카 함유 바이오매스로부터 실리카, 활성탄 제조방법 및 제조장치       | 박정은 외 | 10-2024-0035648 |
| 9  | 촉매연소와 이의 회수열을 이산화탄소 재생에 활용한 융합형 이산화탄소 포집공정 | 김지현 외 | 10-2024-0005456 |
| 10 | 질소 도핑된 TiO <sub>2</sub> 중공구조체 및 이의 제조 방법   | 박경수 외 | 10-2024-0022668 |
| 11 | 페리튬이온전지로부터의 금속 회수 방법                       | 김대원 외 | 10-2024-0007193 |
| 12 | 알루미늄 합금의 제조 방법                             | 김건홍 외 | 10-2024-0007192 |
| 13 | 연속형 습식 CO <sub>2</sub> 포집 시스템              | 김효식 외 | 10-2024-0014538 |
| 14 | 패각류 내 불순물 함량 추정 방법                         | 김석휘 외 | 10-2024-0015679 |
| 15 | 이산화탄소 분리 포집 시스템                            | 박성호 외 | 10-2024-0055771 |
| 16 | 이산화탄소 분리 포집 시스템                            | 정소명 외 | 10-2024-0076841 |
| 17 | 열분해 원료 및 생산품 이미지 정보를 이용한 제어 장치 및 방법        | 박영수 외 | 10-2024-0041179 |
| 18 | 탄산 칼슘 소성 부산물인 이산화탄소 회수 장치 및 방법             | 김석휘 외 | 10-2024-0048502 |
| 19 | 제조업 공장들 간의 유틸리티 공유 네트워크 시스템 및 방법           | 구재희 외 | 10-2024-0055956 |
| 20 | 액화가스 저장탱크의 진공단열 시스템                        | 정소명 외 | 10-2024-0157851 |
| 21 | 휘발성유기화합물의 연소열을 이용한 이산화탄소 개질촉매반응기           | 강태진 외 | 10-2024-0067043 |

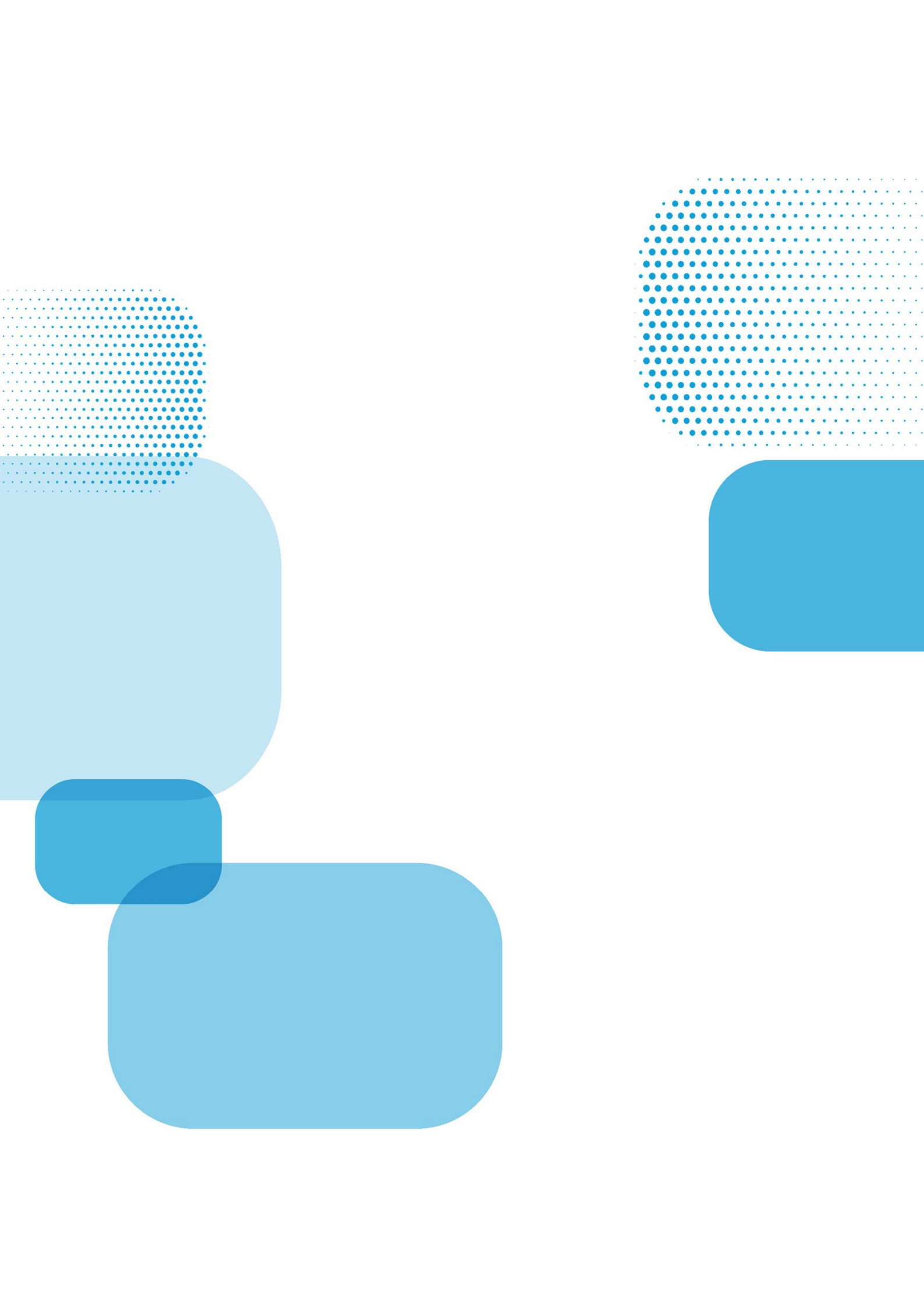
| 순번 | 특허명                                                      | 발명자   | 출원번호            |
|----|----------------------------------------------------------|-------|-----------------|
| 22 | 반도체 공정챔버용 냉각 시스템 및 이의 제어 방법                              | 이춘식 외 | 10-2024-0085245 |
| 23 | 바이오매스에서 유용자원을 회수하는 유용자원 회수시스템 및 유용자원 회수방법                | 이원배 외 | 10-2024-0105473 |
| 24 | 반응열의 실시간 제어가 가능한 가스상 오염물질 흡탈착 시스템 및 그 운전 방법              | 김석휘 외 | 10-2024-0139961 |
| 25 | 원자력 발전소의 특정위치에서 선량을 추정하는 방법                              | 강서곤 외 | 10-2024-0153305 |
| 26 | 극저온 가스 분리 시스템                                            | 최광순 외 | 10-2024-0143851 |
| 27 | 활성탄, 실리카 제조 및 자원 순환 방법                                   | 박정은 외 | 10-2024-0145508 |
| 28 | 수처리용 전원공급장치                                              | 김언규 외 | 10-2024-0127756 |
| 29 | 밀폐식 수평형 발효기를 포함하는 유기성 폐기물 발효 시스템 및 이를 이용하는 유기성 폐기물의 발효방법 | 이원배 외 | 10-2024-0116588 |
| 30 | 합성가스 생산을 위한 열분해·가스화 시스템 및 장치                             | 유영돈 외 | 10-2024-0101014 |
| 31 | 증발가스 저감 시스템                                              | 임종웅 외 | 10-2024-0119301 |
| 32 | 슬래그 처리장치 및 이를 포함하는 합성가스 생산을 위한 열분해·가스화 시스템 및 장치          | 유영돈 외 | 10-2024-0101022 |
| 33 | 버너장치 및 이를 포함하는 합성가스 생산을 위한 열분해·가스화 시스템 및 장치              | 유영돈 외 | 10-2024-0101018 |
| 34 | 에너지 다소비 공정을 포함하는 공장에너지관리시스템                              | 김동주 외 | 10-2024-0099394 |
| 35 | 수중 준설로봇을 활용한 친환경 퇴적물 처리방법                                | 민홍 외  | 10-2024-0114121 |
| 36 | 고농도 암모니아수 및 암모늄화합물 제조장치 및 제조방법                           | 김은주 외 | 10-2024-0135537 |
| 37 | 공정배가스의 건식 자열 개질을 위한 촉매 및 이의 제조 방법                        | 강태진 외 | 10-2024-0164852 |
| 38 | 자켓 구조의 복합 열케리어 연소기                                       | 정석우 외 | 10-2024-0107477 |
| 39 | 표면방사선량 측정조립체                                             | 박평원 외 | 10-2024-0154906 |
| 40 | 설계 정보 구조화 및 관리를 위한 장치 및 방법                               | 강대영 외 | 10-2024-0144233 |
| 41 | 재사용이 가능한 칼슘용액 기반 CO2 포집 시스템                              | 이미연 외 | 10-2024-0125593 |
| 42 | 부유식 구조물                                                  | 장재경 외 | 10-2024-0165221 |
| 43 | 양극, 이를 포함하는 리튬-공기 전지, 및 리튬-공기 전지 양극의 제조 방법               | 정소희 외 | 10-2024-0169756 |
| 44 | 바이오매스로부터 실리카의 제조방법, 제조장치 및 자원순환 방법                       | 박정은 외 | 10-2024-0169652 |



| 순번 | 특허명                                          | 발명자   | 출원번호            |
|----|----------------------------------------------|-------|-----------------|
| 45 | 탄화수소의 플라즈마-촉매 반응기                            | 김효식 외 | 10-2024-0107104 |
| 46 | 고효율 공기액화 에너지 저장 시스템 및 이의 제어방법                | 이춘식 외 | 10-2024-0146704 |
| 47 | 수직축 풍력터빈 시스템의 블레이드 지지대 피치 제어 장치              | 허치훈 외 | 10-2024-0157793 |
| 48 | 이산화탄소 흡탈착 반응장치 및 이산화탄소 흡탈착 반응방법              | 이수영 외 | 10-2024-0149461 |
| 49 | 액화공기 에너지저장시스템과 연계된 열에너지 활용 시스템               | 이정익 외 | 10-2024-0189096 |
| 50 | 이젝터를 구비한 이산화탄소 분리 포집 시스템                     | 박준석 외 | 10-2024-0158295 |
| 51 | 대기 및 해양의 이산화탄소 직접 포집 기술                      | 박성호 외 | 10-2024-0176338 |
| 52 | 전기화학적 수소 압축 장치 및 이를 이용한 고압 구현 방법             | 홍기훈 외 | 10-2024-0159900 |
| 53 | 에어백모듈 및 이를 포함하는 스티어링 휠                       | 김석범 외 | 10-2024-0167571 |
| 54 | 고농도 황화수소 제거용 저압 흡수시스템                        | 이승종 외 | 10-2024-0157795 |
| 55 | 생산 효율이 우수한 비-이소시아네이트 폴리우레탄 제조 장치             | 강석환 외 | 10-2024-0185104 |
| 56 | 스크류 필터 및 이를 이용한 준설 퇴적물 처리 방법                 | 민홍 외  | 10-2024-0147705 |
| 57 | 분사속도 및 분사각도 조절 기능을 가지는 복합 열캐리어 버너            | 권인구 외 | 10-2024-0147575 |
| 58 | Nb-Ti-Si 초내열합금의제조방법및상기방법에의해제조된Nb-Ti-Si 초내열합금 | 김영균 외 | 10-2024-0184610 |
| 59 | 반도체 공정챔버용 대용량 극저온 냉각시스템 및 이의 제어 방법           | 이춘식 외 | 10-2024-0171138 |
| 60 | 저비점성분 및 고비점성분이 혼합된 탄화수소류 혼합가스의 흡착탈 처리방법      | 박정은 외 | 10-2024-0158402 |
| 61 | 산화 리튬 제조 방법                                  | 양현석 외 | 10-2024-0198407 |
| 62 | 비산 배출되는 오염가스 국소 포집용 가변형 포집장치                 | 전동환 외 | 10-2024-0158358 |
| 63 | 데이터시트 인식용 사전 생성 방법                           | 신중욱 외 | 10-2024-0193928 |
| 64 | 폐열을 활용한 수용액 농축방법 및 장치                        | 조성수 외 | 10-2024-0168695 |
| 65 | 저농도 리튬 수용액 농축장치                              | 조성수 외 | 10-2024-0168709 |
| 66 | 다단 수직 분사식 광물탄산화 방법 및 장치                      | 민홍 외  | 10-2024-0169930 |
| 67 | 항류 분사식 광물탄산화 방법 및 장치                         | 민홍 외  | 10-2024-0169922 |

| 순번 | 특허명                                                                  | 발명자   | 출원번호             |
|----|----------------------------------------------------------------------|-------|------------------|
| 68 | 폐자원에서 Ca추출 방법                                                        | 민홍 외  | 10-2024-0172529  |
| 69 | 전기저항 엘리먼트 용접용 리벳 및 전기저항 엘리먼트 용접방법                                    | 박기영 외 | 10-2024-0192596  |
| 70 | KOH 활성화에 의한 활성탄 제조과정 발생폐수로부터 고반응성 알칼리화합물 회수 및 공정 내 재이용 방법            | 김석휘 외 | 10-2024-0181595  |
| 71 | 공정배가스 연계하여 CO2를 활용한 메탄 생산 시스템 및 그 생산방법                               | 강석환 외 | 10-2024-0183779  |
| 72 | 페디스플레이의 스크린 및 프레임 분리 장치 및 방법                                         | 박종현 외 | 10-2024-0169467  |
| 73 | 페디스플레이의 스크린 및 프레임 분리 장치 및 방법                                         | 박종현 외 | 10-2024-0169468  |
| 74 | 티타늄 스크랩 세척 장치                                                        | 이지은 외 | 10-2024-0176391  |
| 75 | 산화아연 나노입자의 제조 방법 및 상기 방법에 의해 제조된 산화아연 나노입자                           | 김대원 외 | 10-2024-0178093  |
| 76 | 인공지능 모델을 강화 학습하는 시스템 및 방법                                            | 윤상준 외 | 10-2024-0190439  |
| 77 | 단계 인지형 질문-답변 시스템 및 이를 이용한 방법                                         | 윤상준 외 | 10-2024-0190437  |
| 78 | 대화형 인공지능 모델을 이용한 선박 자동 설계 시스템 및 방법                                   | 윤상준 외 | 10-2024-0190438  |
| 79 | 지그조립체 및 이를 포함하는 마모측정장치                                               | 박경렬 외 | 10-2024-0201816  |
| 80 | 열분해유내 염소 성분 제거를 위한 흡착제                                               | 김진호 외 | 10-2024-0193706  |
| 81 | 알루미늄 로터리 타겟의 코팅 방법 및 상기 방법에 의해 제조된 알루미늄 로터리 타겟                       | 김정준 외 | 10-2024-0184359  |
| 82 | 소프트웨어 요구사항의 변경을 관리하는 요구사항 검증 시스템 및 이를 이용한 방법                         | 박영수 외 | 10-2024-0190664  |
| 83 | Y 및 B를 포함하는 Nb계 초내열 합금의 제조 방법 및 상기 방법에 의해 제조된 Y 및 B를 포함하는 Nb계 초내열 합금 | 김영균 외 | 10-2024-0200157  |
| 84 | 무탄소 수소생산공정                                                           | 김효식 외 | 10-2024-0196016  |
| 85 | 내부-외부 동시가열식 히터 일체형 개질장치                                              | 김효식 외 | 10-2024-0195871  |
| 86 | 레이저 용접 장치                                                            | 김건홍 외 | 10-2024-0202299  |
| 87 | 고농도 휘발성유기화합물의 에너지 최적화 촉매연소 시스템                                       | 강석환 외 | (ID)P00202405218 |
| 88 | 고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응 장치                                    | 강석환 외 | (ID)P00202401227 |
| 89 | AIoT 기반의 지능형 열분해 반응 장치 및 방법                                          | 박영수 외 | (VN)1-2024-03744 |
| 90 | AIoT 기반의 지능형 열분해 반응 장치 및 방법                                          | 박영수 외 | (ID)P00202405458 |

| 순번  | 특허명                                 | 발명자   | 출원번호                |
|-----|-------------------------------------|-------|---------------------|
| 91  | AIoT 기반의 지능형 열분해 반응 장치 및 방법         | 박영수 외 | (KH)KH/P/2024/00046 |
| 92  | 방사선 측정장치                            | 박평원 외 | PCT/KR2024/008572   |
| 93  | 연소 버너 및 이를 포함하는 연소 보일러              | 김영배 외 | PCT/KR2024/008259   |
| 94  | 제조업 공장들 간의 유틸리티 공유 네트워크 시스템 및 방법    | 구재희 외 | PCT/KR2024/005737   |
| 95  | 수소화 활성이 개선된 전이금속 담지 촉매 및 이의 용도      | 서영웅 외 | PCT/KR2024/006123   |
| 96  | 연료전지 배출수소 농도저감장치 성능시험설비 및 성능시험 방법   | 김현종 외 | PCT/KR2024/008420   |
| 97  | 열분해 원료 및 생산품 이미지 정보를 이용한 제어 장치 및 방법 | 박영수 외 | (US)18/807,495      |
| 98  | 열분해 원료 및 생산품 이미지 정보를 이용한 제어 장치 및 방법 | 박영수 외 | (EU)24180494.7      |
| 99  | 열분해 원료 및 생산품 이미지 정보를 이용한 제어 장치 및 방법 | 박영수 외 | (JP)2024-123297     |
| 100 | 증발가스 처리 시스템                         | 임종웅 외 | PCT/KR2024/011482   |
| 101 | 극저온 물질 저장 및 운송 시스템                  | 박성호 외 | PCT/KR2024/095862   |
| 102 | 이산화탄소 포집 및 회수 시스템                   | 박성호 외 | PCT/KR2024/015462   |
| 103 | 바이오가스 기반 전기화학적 수소추출분리 시스템           | 김형래 외 | PCT/KR2024/011603   |
| 104 | 이산화탄소 분리 회수 시스템                     | 박성호 외 | (US)18/820,264      |
| 105 | 이산화탄소 분리 회수 시스템                     | 박성호 외 | (EU)24199393.0      |
| 106 | 이산화탄소 분리 회수 시스템                     | 박성호 외 | (CN)2024113093690   |
| 107 | 선박의 극저온 유체 운송 시스템                   | 이창형 외 | (JP)2024-554725     |
| 108 | 선박의 극저온 유체 운송 시스템                   | 이창형 외 | (EU)23775153.2      |
| 109 | 고압용 온실가스 저감 수소생산 반응장치               | 김현지 외 | (ID)P00202410786    |
| 110 | 분리효율 향상 하이드로사이클론장치                  | 성호진 외 | (MY)PI2024006114    |
| 111 | 자켓 구조의 복합 열캐리어 연소기                  | 정석우 외 | PCT/KR2024/014701   |
| 112 | 다중 풍력발전기의 부유장치                      | 허치훈 외 | (ES)P202430797      |
| 113 | 열전소자를 이용하는 직접공기포집 장치                | 강석환 외 | (ID)P00202416308    |





## 부록 6. 2024년 특허등록 현황

| 순번 | 특허명                                                                       | 발명자   | 출원번호       |
|----|---------------------------------------------------------------------------|-------|------------|
| 1  | 광물 탄산화 고액분리 장치                                                            | 조성수 외 | 10-2665759 |
| 2  | 미세버블 활용 탄산칼슘 연속 회수 장치                                                     | 조성수 외 | 10-2718372 |
| 3  | 빌렛 가열 장치                                                                  | 송성일 외 | 10-2643384 |
| 4  | 살균 장치 및 이를 구비한 살균 장치 작동 케이스                                               | 민흥기 외 | 10-2716166 |
| 5  | 구동 일체형 빌렛가열장치                                                             | 이예승 외 | 10-2640409 |
| 6  | 골 내강 주사가 가능한 원도우를 갖춘 골조직 재건용 하이브리드 인공 지지구                                 | 이종원 외 | 10-2636800 |
| 7  | 3D 라이다를 이용하는 풍황 계측 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 컴퓨터 프로그램, 장치 및 이를 포함하는 풍황 계측 시스템 | 박미호 외 | 10-2699942 |
| 8  | 부유식 풍황 계측 장치, 이의 제어방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 컴퓨터 프로그램 및 이를 이용하는 모니터링 시스템      | 박미호 외 | 10-2665538 |
| 9  | 개질 반응기 및 이를 포함하는 개질 반응 시스템                                                | 김수현 외 | 10-2665428 |
| 10 | 작업환경인식조립체 및 작업환경인식방법                                                      | 염충섭 외 | 10-2692540 |
| 11 | 친환경 냉난방 시스템                                                               | 류주열 외 | 10-2738735 |
| 12 | 송전선용 알루미늄 합금 도체 및 그 제조 방법                                                 | 고임현 외 | 10-2674302 |
| 13 | 이산화탄소포집장치                                                                 | 강석환 외 | 10-2728846 |
| 14 | 페모터 분리 장치                                                                 | 채흥준 외 | 10-2692982 |
| 15 | 전기 분해 장치, 전기 분해 장치용 유량 분배 장치 및 방법                                         | 허덕재 외 | 10-2663682 |
| 16 | 차수판                                                                       | 김우철 외 | 10-2669098 |
| 17 | 차수판 삽입장치                                                                  | 김우철 외 | 10-2669099 |
| 18 | 티타늄 산화물을 포함하는 광촉매 복합체 및 이의 제조방법                                           | 박경수 외 | 10-2741564 |
| 19 | 역유동 장치 및 이를 이용한 폴리에테르 카보네이트 폴리올의 정제 방법                                    | 강석환 외 | 10-2682351 |
| 20 | 유해가스 처리를 위한 흡착제 재사용 캐스케이드 제어방법 및 장치                                       | 이재용 외 | 10-2743759 |

| 순번 | 특허명                                                  | 발명자   | 출원번호       |
|----|------------------------------------------------------|-------|------------|
| 21 | 차량 실내 공기질 관리 시스템 및 이를 이용한 차량 실내 공기질 관리 방법            | 김언규 외 | 10-2692553 |
| 22 | 탄화수소 연료의 생산시스템 및 생산방법                                | 강석환 외 | 10-2664581 |
| 23 | 공기와 연료의 혼합을 위한 장치                                    | 김영배 외 | 10-2628587 |
| 24 | 집진기능을 가지는 컨베이어장치                                     | 정기진 외 | 10-2712605 |
| 25 | 저탄소 배출형 수소 추출 시스템                                    | 송형운 외 | 10-2662479 |
| 26 | 흡탈착 장치                                               | 홍범의 외 | 10-2680302 |
| 27 | 저차압 흡착 농축설비                                          | 홍범의 외 | 10-2685887 |
| 28 | 플라즈마 토치 및 이를 포함하는 플라즈마 장치                            | 박동규 외 | 10-2743899 |
| 29 | NbSi 합금의 제조 방법 및 상기 방법에 의해 제조된 NbSi 합금               | 김영균 외 | 10-2718350 |
| 30 | 다중 풍력발전기의 부유장치                                       | 허치훈 외 | 10-2719643 |
| 31 | 이산화탄소 분리 회수 시스템                                      | 이창형 외 | 10-2682895 |
| 32 | 리그노셀룰로오스 바이오매스의 자원순환을 위한 수열탄화 기반 통합 플랜트              | 김호 외  | 10-2659443 |
| 33 | 극저온 물질 저장 및 운송 시스템                                   | 박성호 외 | 10-2682897 |
| 34 | 웍구조를 포함하는 직접 접촉식 스팀 제너레이터                            | 권인구 외 | 10-2623046 |
| 35 | 수전해 스택 모듈 배열압착 장치                                    | 허덕재 외 | 10-2655622 |
| 36 | 이산화탄소를 매개체로 하는 기계적 에너지저장시스템                          | 류주열 외 | 10-2688498 |
| 37 | 폐간수의 자원회수장치                                          | 민홍 외  | 10-2728176 |
| 38 | 신체행동패턴 감지 오제틱 기반 촉각센서모듈                              | 이동찬 외 | 10-2677999 |
| 39 | 증발가스 처리 시스템                                          | 임종웅 외 | 10-2678143 |
| 40 | 이산화탄소 분리 회수 시스템                                      | 박성호 외 | 10-2741284 |
| 41 | 중대재해방지를 위한 작업자 위험인자 감시를 수행하는 시스템 및 이의 작업자 위험인자 감시 방법 | 강대영 외 | 10-2685248 |
| 42 | 고순도 이산화탄소 제조설비 및 제조방법                                | 김성현 외 | 10-2640411 |

| 순번 | 특허명                                        | 발명자   | 출원번호       |
|----|--------------------------------------------|-------|------------|
| 43 | 수소제조 및 광물탄산화 설비 및 방법                       | 김성현 외 | 10-2728186 |
| 44 | 장거리 냉방 기능을 보유한 액체 공기 발전 시스템 및 이의 제어방법      | 이춘식 외 | 10-2684519 |
| 45 | 소형 모듈화 원전의 열원을 활용한 액체 공기 발전 시스템 및 이의 제어방법  | 이춘식 외 | 10-2684518 |
| 46 | 고압용 온실가스 저감 수소생산 반응장치                      | 김현지 외 | 10-2702571 |
| 47 | 열전소자를 이용하는 직접공기포집 장치                       | 김효식 외 | 10-2705594 |
| 48 | VOC응축열을 이용하여필터의건조효율을향상시키는휘발성유기화합물응축시스템및그방법 | 전동환 외 | 10-2717041 |
| 49 | 열분해 원료 및 생산품 이미지 정보를 이용한 제어 장치 및 방법        | 박영수 외 | 10-2750103 |
| 50 | 제조업 공장들 간의 유틸리티 공유 네트워크 시스템 및 방법           | 구재희 외 | 10-2750095 |
| 51 | 반도체 공정챔버용 냉각 시스템 및 이의 제어 방법                | 이춘식 외 | 10-2720292 |
| 52 | 내외부 복합 열교환식 반탄화 장치                         | 성호진 외 | (VN)41649  |
| 53 | 바이오 드라이잉과 반탄화를 이용한 에너지화 시스템                | 성호진 외 | (VN)41971  |



|                 |                                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>발 행 처</b>    | 고등기술연구원                                                      |
| <b>TEL</b>      | 031)330-7079                                                 |
| <b>FAX</b>      | 031)330-7115                                                 |
| <b>Homepage</b> | <a href="http://www.iae.re.kr">www.iae.re.kr</a>             |
| <b>Email</b>    | <a href="mailto:kiminky93@iae.re.kr">kiminky93@iae.re.kr</a> |
| <b>발행일</b>      | 2025년 4월                                                     |



