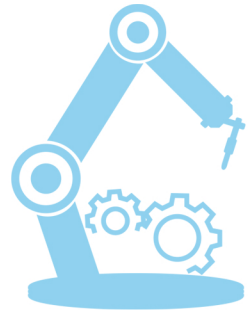
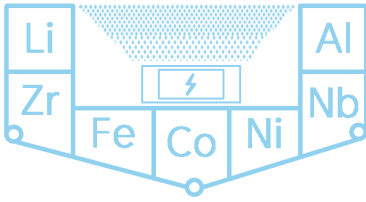
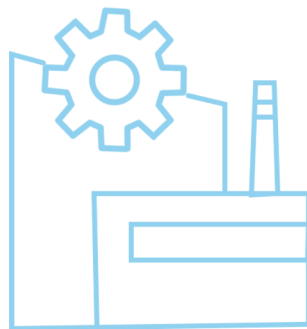
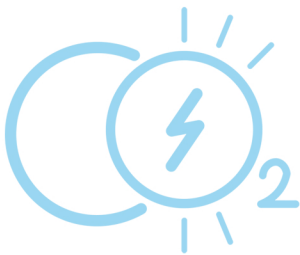
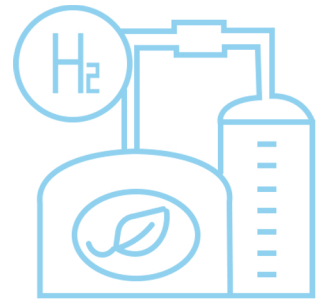
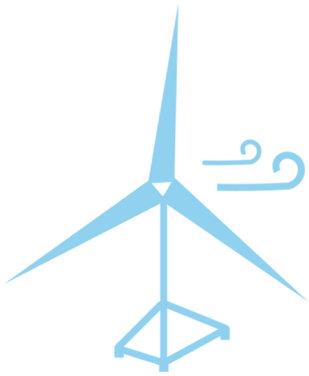


Advanced Materials



# 2023 ANNUAL REPORT

혁신기술과 실용적 가치로  
미래산업을 주도하는  
자립 연구기관



# Contents

I. 발간사	2
II. 연혁	3
III. Vision	4
IV. 조직도	5
V. 사업성과	6
· 과제현황	6
· 연구성과(특허·논문·보고서)	8
VI. 센터별 주요과제 연구실적	9
· 플랜트엔지니어링센터	9
· 플랜트공정개발센터	19
· 청정에너지전환센터	25
· 바이오자원순환센터	31
· 수소에너지솔루션센터	37
· 그린시스템/인텔리전스센터	43
· 융합소재연구센터	49
· 신소재공정센터	57
· 지능기계시스템센터	63
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	



# 발간사

2023년은 새로운 기술을 향한 도전과 핵심기술의 꾸준한 축적으로 2022년에 선포한 'IAE Vision 2032'의 핵심가치인 " **혁신기술과 실용적 가치로 미래산업을 주도하는 자립 연구기관** " 을 실천하면서 기관의 대외적인 역량 제고에 주력하였던 한해였습니다.

특히 2022년부터 추진하였던 산업통상자원부 산업기술혁신기반구축사업은 2023년까지 총 600억 규모 / 3개 과제를 수주함으로써, 해당사업의 지역적 기반이 되는 고등기술연구원 충청캠퍼스(ICC)와 고등기술연구원 강원 캠퍼스(IGC)를 별도 법인으로 설립 하였습니다. 이를 통해 지역사회와 연계된 기업과의 상생과 연구성과의 확산을 위한 발전적인 모델을 구축할 수 있게 되었으며, 2024년도에도 추가 수주를 목표로 꾸준히 추진하고 있습니다. 아울러, 충주시 바이오수소충전소의 성공사례를 기반으로 한 용인시 외 전국 지자체와의 수소인프라 조성사업 추진과 산업통상자원부 화학산업포럼의 지속적인 운영은 우리 연구원의 연구/기획 역량을 대외적으로 인정받으면서 기관의 핵심역량 확장과 대외 이미지 제고에 중요한 동력으로 자리매김하고 있습니다.

이제 우리 연구원은 급변하는 외부환경의 어려움을 극복하고, 안정적인 기관운영을 이루기 위하여 지자체와의 연구협력, 기업수탁 및 기술이전의 확산, 해외협력과제의 구체화, 조합원사인 아주대학교와의 지속적인 연구협력교류 등을 꾸준히 추진하고자 합니다.

이로써 정부과제에 크게 의존하고 있었던 기존 과제수주의 영역이 점차 넓혀지면서, 다방면에 걸친 대외협력을 바탕으로 'IAE Vision 2032'의 전략과제와 그 핵심가치를 실천하는 제2의 도약이 이루어질 것입니다.

본 Annual Report는 이러한 우리 연구원의 대내외적인 노력이 바탕이 되어 2023년 한 해 동안 수행하였던 주요 연구 활동을 요약/정리한 내용으로, '**혁신기술과 실용적 가치로 미래산업을 주도하는 자립 연구기관**' 으로 거듭나기 위한 우리의 열정과 노력이 담겨져 있으니 많은 격려와 관심을 당부 드립니다.

2024년 4월

고등기술연구원장 김진균

# 연혁

## 2010 ~ 현재

- 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 고품연료 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, 플라즈마 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 분원 설립 (IGCC 연구)
- 1992.07. 설립 (서울)



# Vision

## IAE 2023

혁신기술과 실용적 가치로  
미래 산업을 주도하는  
자립 연구기관

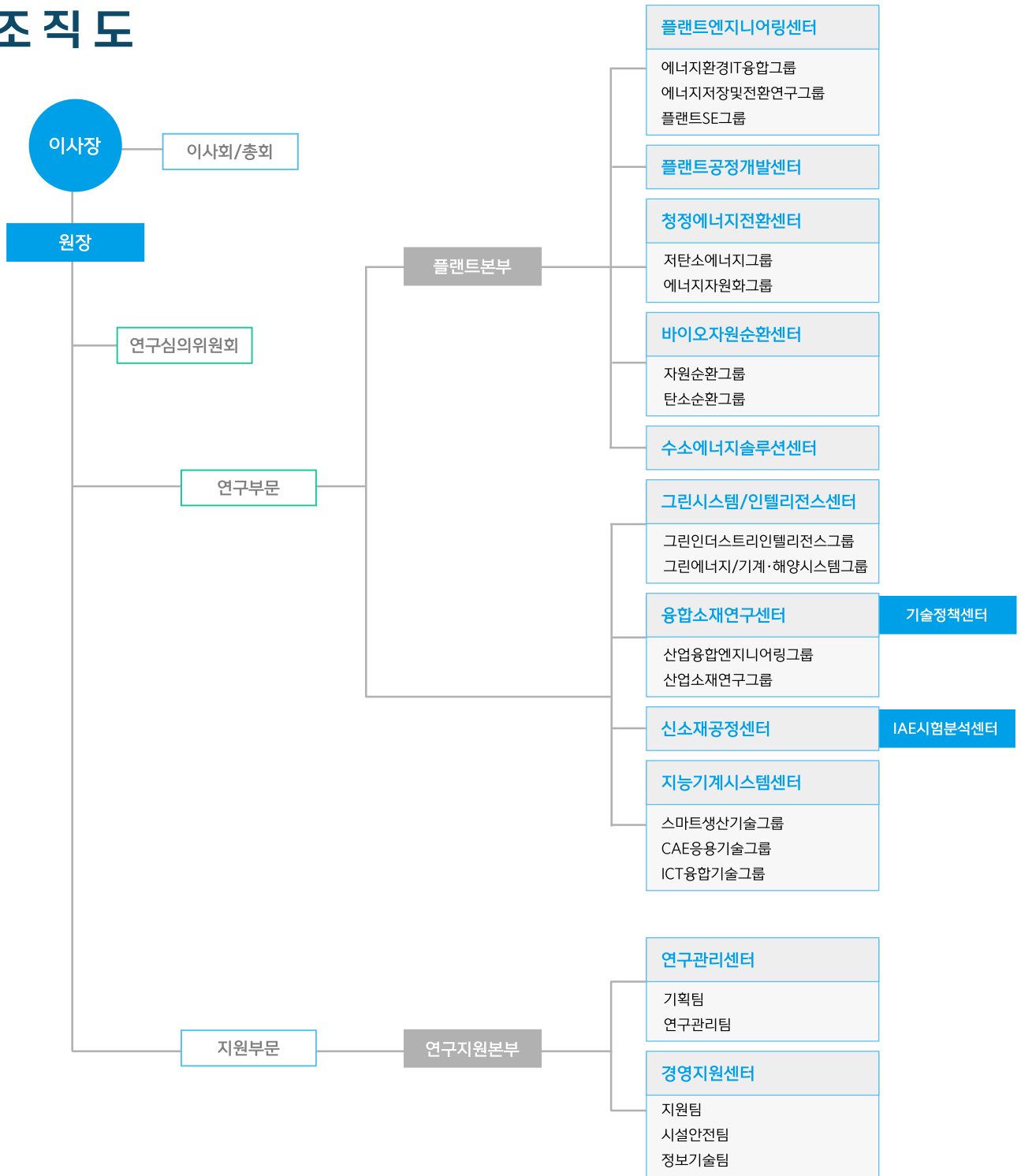
### - 전략방향 및 핵심가치 -

**실용성**  
Practicality  
고객가치 창출

**유연성**  
Flexibility  
융합과 창의적인  
연구문화 구축

**프로페셔널**  
Professionality  
차별화된 역량과  
전문성 확보

# 조직도



- 인원 현황 (2023. 12. 31 기준) -

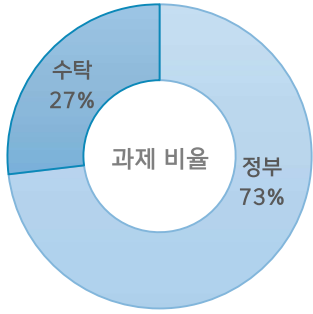
		연구부문			지원부문	소계
		박사	석사	학사		
인원수 (명)	임원/연구위원	9	1	-	5	15
	수석/책임연구원	47	18	2	4	71
	선임연구원	26	47	2	9	84
	연구원	-	42	24	8	74
합 계		82	108	28	26	244

# 과제 현황

## 2023년도 수행 과제 현황

〈과제 건수〉

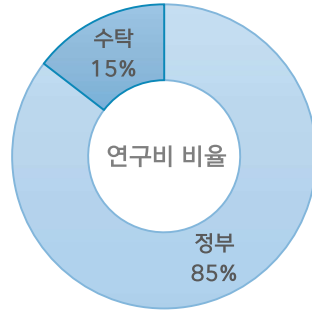
정부	수탁	합계
212	78	290



〈연구비〉

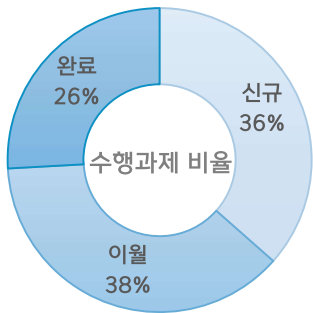
(단위: 백만원)

정부	수탁	합계
48,515	8,270	56,785



〈과제 건수〉

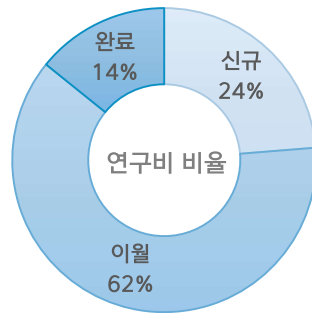
신규	이월	완료	합계
106	109	75	290



〈연구비〉

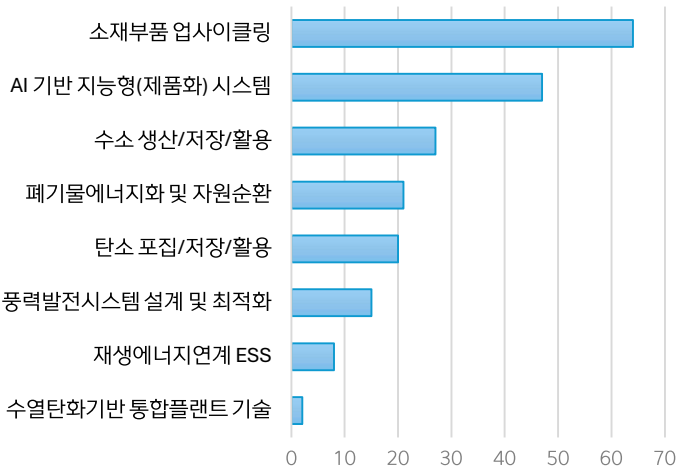
(단위: 백만원)

신규	이월	완료	합계
13,451	35,298	8,036	56,785

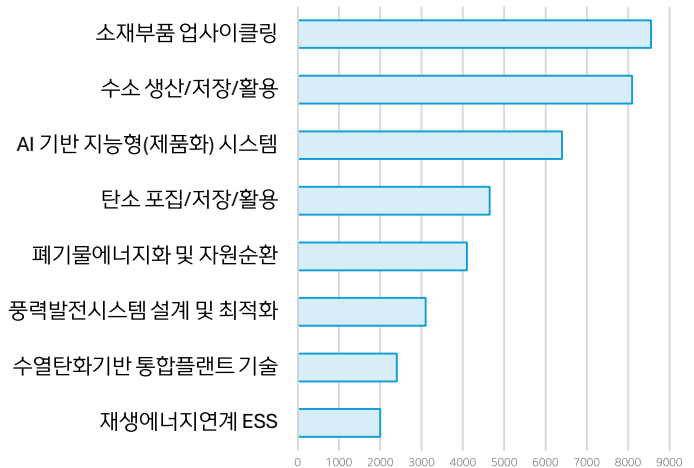


## 2023년도 기술분류별 현황

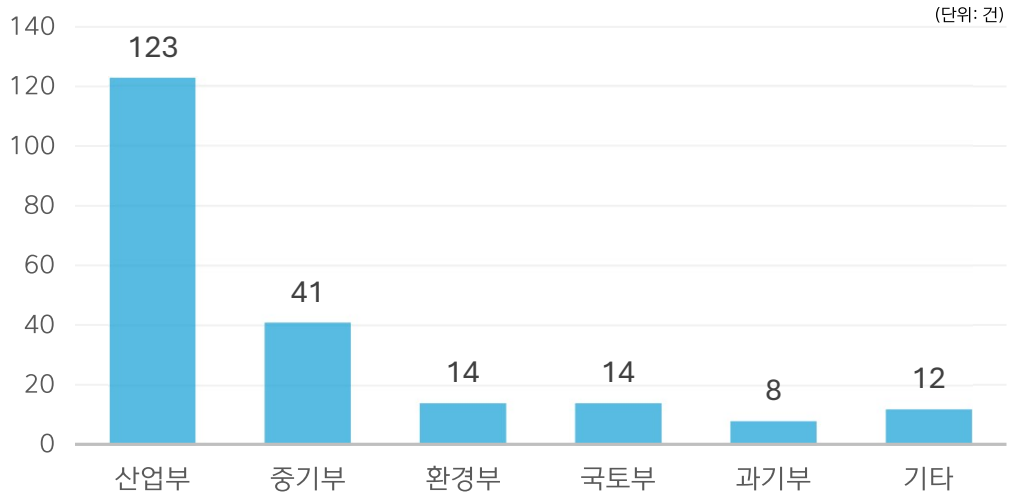
수행기술별 건수



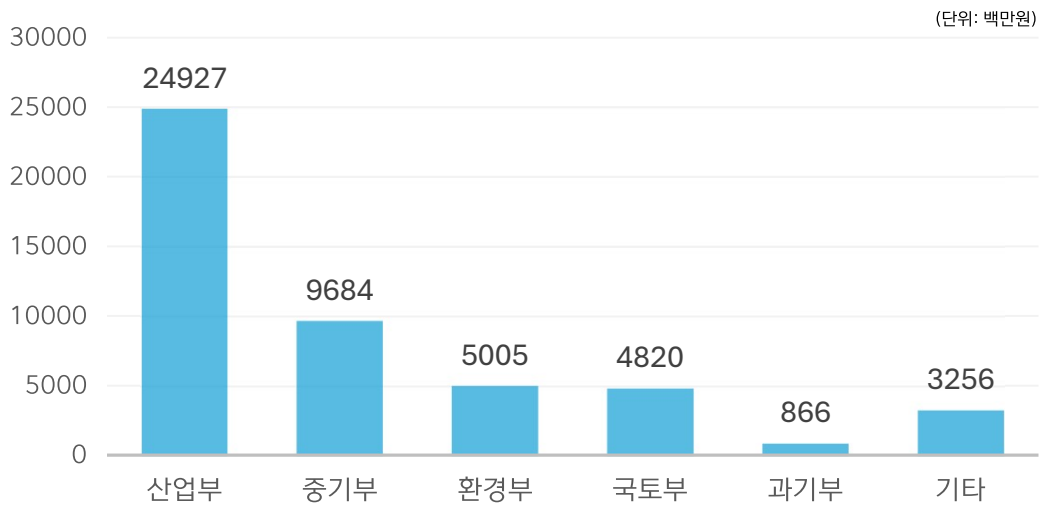
수행기술별 연구비 규모



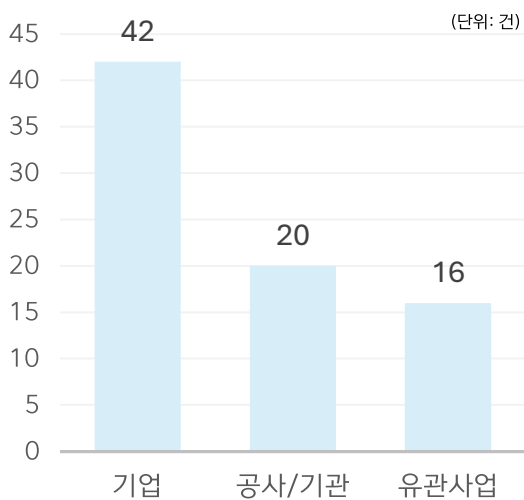
### 정부과제 부처별 과제 건수



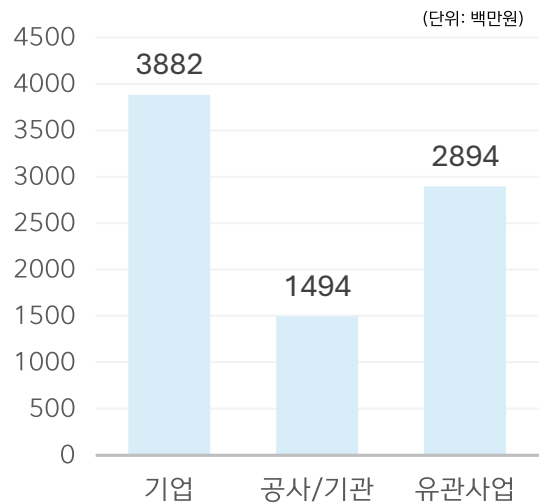
### 정부과제 부처별 연구비



### 수탁과제 건수



### 수탁과제 연구비



## 연구성과 (특허 · 논문 · 보고서)

### ■ 지식재산권

(단위: 건)

2022년도				2023년도			
프로그램	출원	등록	합계	프로그램	출원	등록	합계
67	88	58	213	102	129	50	281

### ■ 논문

(단위: 건)

구분	2022년도	2023년도
SCI(E) 학술지	37	45
비SCI(E) 학술지 및 국내외 학술대회 등	493	593
합계	530	638

### ■ 기술보고서

(단위: 건)

구분	2022년도	2023년도
TR (완료보고서/연구노트 등)	272	296
TM (중간/실험결과보고서 등)	258	367
TC (세미나/실험Data 등)	586	805
합계	1,116	1,468

‘23년 센터별 주요과제 연구실적

# 플랜트엔지니어링센터

미활용 자원기반 바이오매스 플랜트 실증 기술개발  
그린수소 생산 시스템 신뢰성 제고 및 운영기술 개발  
에너지다소비 업종(바이오·의약, 식품, 금속·유리 용해, 제지)대상 맞춤형 공장에너지 관리시스템(FEMS) 기술 개발 및 실증  
상용차 운행 중 배출 이산화탄소 포집을 위한 흡탈착시스템 원천기술 개발  
AI 기반 엔지니어링 설계정보 디지털 변환·추출 기술 개발  
ALARA 분석·평가 프로그램 및 3D-BIM 기반 실감·몰입형 피폭선량 예측진단 통합시스템 기술개발  
가상에너지 생산공급설비 활용 산업단지 에너지 공동 네트워크 개발 및 실증  
선상 CO<sub>2</sub> 포집 및 처리 기술 개발

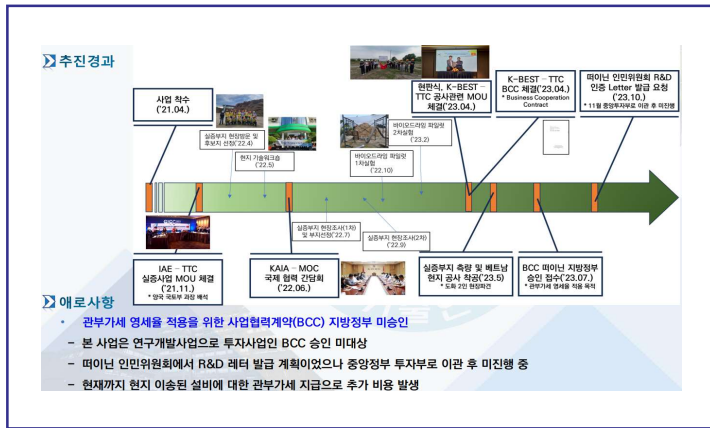
# 미활용 자원기반 바이오매스 플랜트 실증 기술개발 ('21 ~ '25)

**참여연구원** 성호진(PM), 유영돈, 구재희, 박수남, 안성을, 임채영, 김동주, 여채은, 홍세윤, 이진욱, 박종혁, 이명옥, 임용택(파견), 김유환(중도퇴사), 이준호(중도퇴사)

**연구목표** 베트남의 특성과 수요에 기반한 맞춤형 미활용 재생연료 플랜트 건설과 운영비 절감, 원격 모니터링 및 유지관리를 위한 스마트 통합운영관리시스템, 그리고 해외 현지에서의 원활한 사업추진을 위한 사업화 지원 솔루션을 패키지화한 한국형 전주기 실증 플랫폼 구축

## 연구실적

### - 총괄추진결과 및 애로사항



### - 베트남 현지 진행사항



### - 실증설비 EPC 진행사항



**활용 방안**

- 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 패키지화하여 수익성을 제고하는 해외진출 사업모델로 활용

**정량성과** 특허출원 3건(해외), 등록 1건 / 논문 22건



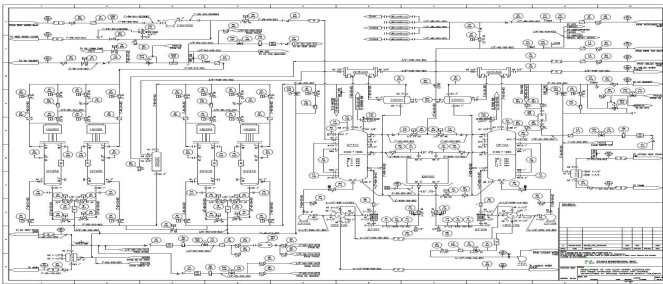
# 그린수소 생산시스템 신뢰성 제고 및 운영기술 개발 ('21 ~ '24)

**참여연구원** 김수현(PM), 유영돈, 서민혜, 백종민, 김진우, 이정승

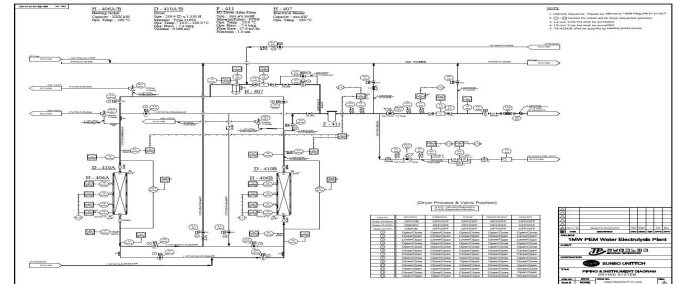
**연구목표** 수전해 장치 장기 신뢰성 확보를 위한 재생전력 연계 신뢰성 평가 시스템 개발 및 운영기술 개발

## 연구실적

- MW급 알칼라인/PEM 수전해시스템 M-BOP 설계 및 구축



〈 MW급 알칼라인 수전해 시스템 P&ID 〉



〈 MW급 PEM 수전해 시스템 -BOP(Dryer) P&ID 〉

- 장기운전용 100~500kW급(수전해설비 2종) 구축 완료

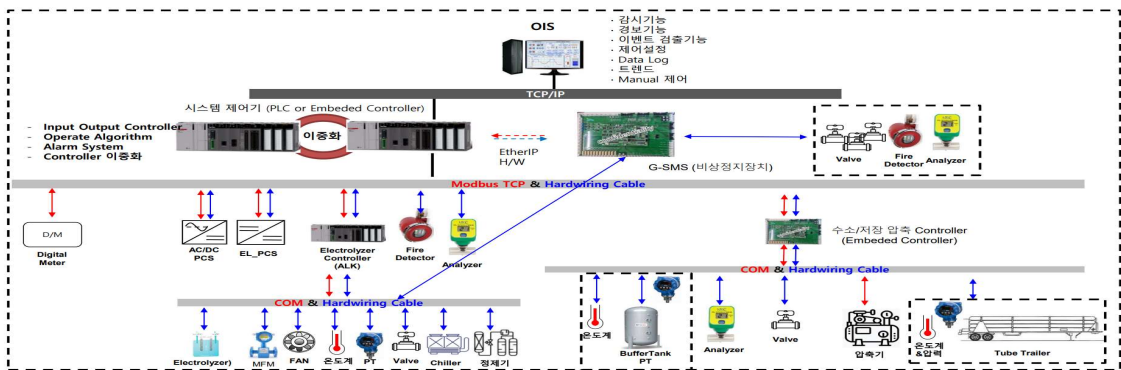


〈 100 kW급 알칼라인 수전해 시스템 〉



〈 100 kW급 PEM 수전해 시스템 〉

- 수전해 성능평가 센터 데이터 수집 및 모니터링, 제어시스템 구축



〈 수전해 성능평가센터 통합제어시스템 개념도 〉

- 활용방안**
- 그린수소 생산을 위한 수전해 시스템 성능평가 센터 구축
  - 부하변동 평가용 수전해 시스템 운영기술 개발

**정량성과** 특허출원 3건(해외 2건) / 논문 16건



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


**참여연구원** 구재희(PM), 김동주, 임채영, 이형아, 조우진, 홍세운

- 연구목표**
- (식품실증1) 식품 공정 에너지관리시스템 운영 최적화
  - (식품실증1) 다소비 맞춤형 FEMS 연계
  - (식품실증2) 식품공장 확산을 위한 2차 실증 대상 공장 선정


**연구실적**

- (식품실증1) 식품 공정 에너지관리시스템 운영 최적화

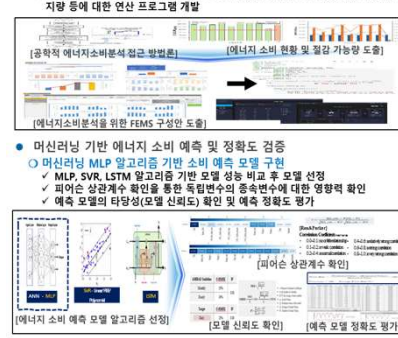
- (식품 실증1) 식품 공정 에너지관리시스템 운영 최적화
  - 식품실증1 EIS/EOS 인프라 구축
  - 공정에너지관리시스템(FEMS)기능구현을 위한 EIS/EOS 인프라 구축
    - ✓ 에너지 생산/소비 Baseline 데이터 수집 계속 인프라 구축
    - ✓ 단위공정 에너지 최적화 시스템(EOS) 제어 인프라 구축



- 공급 최적화를 통한 에너지 절감을 분석
  - 식품실증1 에너지 공급 최적화 기반 에너지 절감률 평가
    - ✓ IPMVP M&V 프로토콜 기반 에너지 소비 베이스라인 확보
    - ✓ 식품 공장 에너지 절감률 (열에너지공급공정) 6.81 %
    - ✓ 식품 단위공장 에너지 절감률 7.78 %




- 실증 대상 에너지 공급·소비 예측 프로그램 개발
  - 에너지 절감을 위한 공학적 기반 에너지 소비량 연산 프로그램 개발
    - ✓ 공학적 기반 에너지 소비 분석 접근 방법 도출수립
    - ✓ 에너지 소비 공정 (가열, 직화, 열수삼출) 별 에너지 소비량 및 과정치 분석
    - ✓ FEMS 에너지소비 예측을 위한 에너지 소비량, 이론 에너지소비량, 공정 배출에너지량 등에 대한 연산 프로그램 개발
- 머신러닝 기반 에너지 소비 예측 및 정확도 검증
  - 머신러닝 MLP 알고리즘 기반 소비 예측 모델 구현
    - ✓ MLP, SVR, LSTM 알고리즘 기반 모델 성능 비교 후 모델 선정
    - ✓ 피어슨 상관계수 확인을 통한 독립변수의 중속변수에 대한 영향력 확인
    - ✓ 예측 모델의 타당성(모델 신뢰도) 확인 및 예측 정확도 평가
- 계절변동에 따른 영향인자의 에너지 절감방안 도출
  - 습도, 온도 변수에 따른 에너지 사용량 상관관계 및 에너지 사용패턴 분석
    - ✓ 계절변동 영향인자는 에너지 사용량에 영향력과 일정한 패턴이 없음 확인

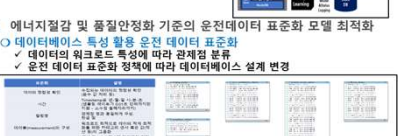


- 다소비 맞춤형 FEMS 연계

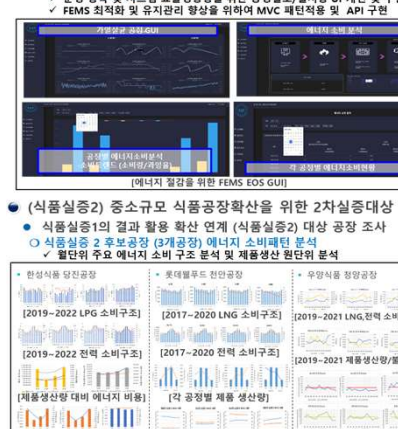
- (식품 실증1) 식품 공정 에너지관리시스템 운영 최적화
  - 실증 대상 에너지 공급·소비 예측 FEMS 개발
    - 혼연(가열삼출)공정 비정상 스텝 누출 시스템 설계
      - ✓ 데이터 처리 속도 고도화 ← 병행처리를 위한 Multi Thread 로직 도입(Listener → Call)
      - ✓ 에너지 소비량 및 과정치 분석에 따른 스텝 누출 GUI 및 알고리즘 구현



- 범용 에너지소비 구조분석 시스템 trouble shooting 및 시스템 개선
  - PLC 및 OPC-UA 개선 및 추가
    - ✓ PLC 정합성 및 OPC-UA 서버 수순문제 개선
    - ✓ 기존 관계형 데이터의 데이터베이스 전환
    - ✓ 인공지능 예측 모델 재제
    - ✓ 인공지능 예측모델 장애 복구
- 에너지절감 및 품질안정화 기준의 운전데이터 표준화 모델 최적화
  - 데이터베이스 특성 활용 운전 데이터 표준화
    - ✓ 데이터의 워크로드 특성에 따라 관계형 분류
    - ✓ 운전 데이터 표준화 정책에 따라 데이터베이스 설계 변경



- (식품 실증1) 다소비 맞춤형 FEMS 연계
  - 실증 시스템과 FEMS 연계 운영기록 분석 및 review
    - 에너지 절감을 위한 FEMS EOS 설계
      - ✓ 운영 항목 및 시스템 효율성향상을 위한 공정정보/일지등 UI 개선 및 구현
      - ✓ FEMS 최적화 및 유지관리 향상을 위하여 MVC 패턴적용 및 API 구현
- (식품실증2) 중소규모 식품공장확산을 위한 2차실증대상 선정
  - 식품실증1의 결과 활용 확산 연계 (식품실증2) 대상 공장 조사
    - 식품실증2 후보공장 (3개공장) 에너지 소비패턴 분석
      - ✓ 월단위 주요 에너지 소비 구조 분석 및 제품생산량 단위 분석



- 활용방안**
- 식품공장 에너지관리시스템(FEMS)으로 활용 / 산업공장 FEMS로 spin-off 확대 활용
  - 개발 FEMS 활용 국내 및 해외 온실가스 감축사업 / DB 및 Server 인프라 활용
  - 에너지환경 플랜트 관리 Software 기반 기술로 활용

**정량성과** 특허출원 1건, 등록1건 / 논문 30건(SCI 1건)

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

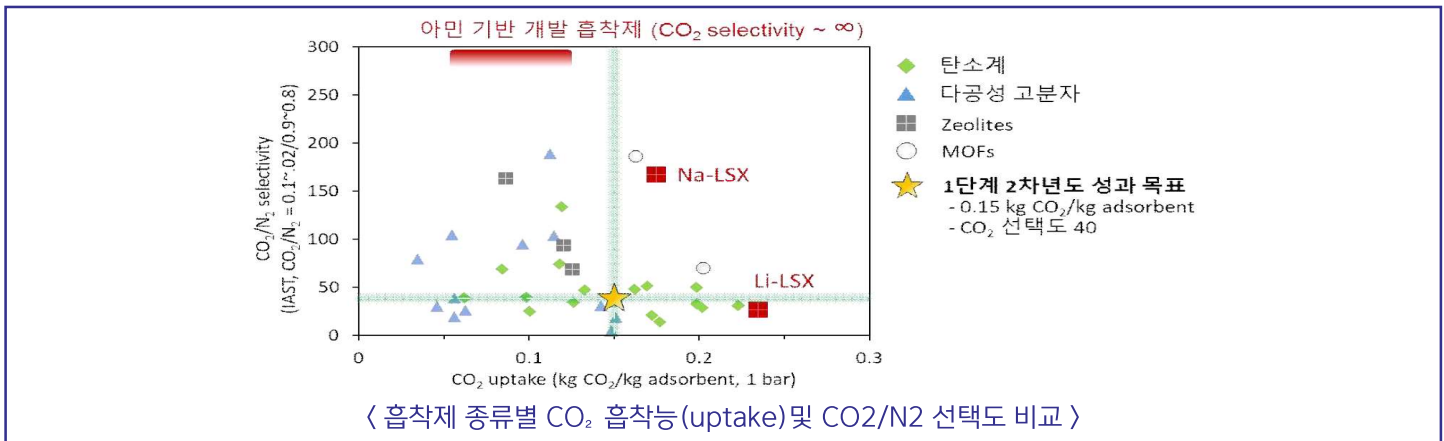
**참여연구원** 서민혜 (PM), 유영돈, 김수현, 백종민, 김진우, 이수영, 민홍

**연구목표**

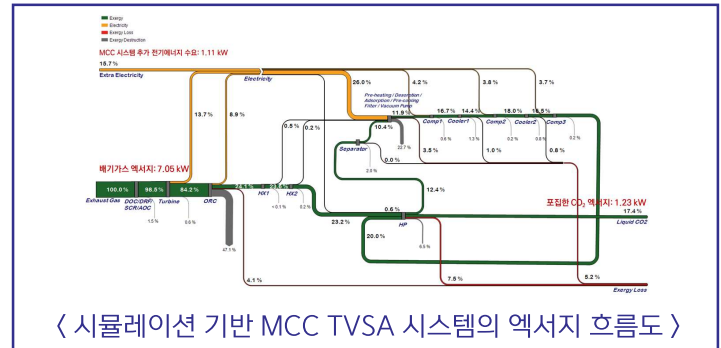
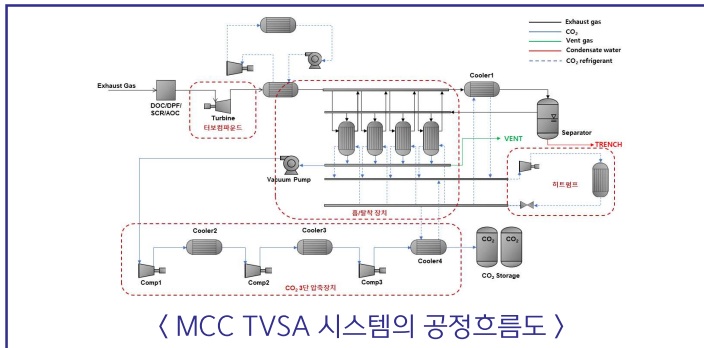
- 4L급 상용차 엔진 대상 고효율 CO<sub>2</sub> 흡. 탈착 모듈 개발
- MCC 시스템 최적 설계 및 운영기술 개발

## 연구실적

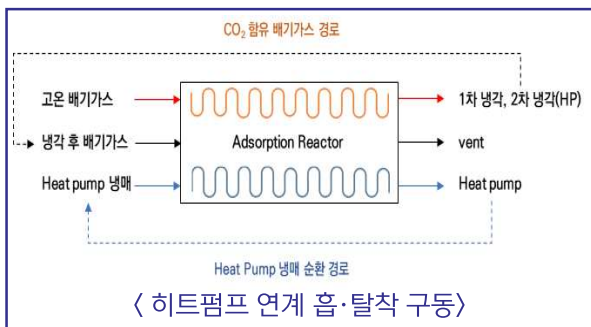
- MCC용 CO<sub>2</sub> 흡착 소재 개발



- MCC 시스템 설계 및 공정 해석



- MCC용 CO<sub>2</sub> 흡탈착 반응기 구동 방안



- 엔진배기가스 대상 MCC 시스템 설치 및 기초테스트 결과

〈대상 엔진 및 MCC 평가시스템 설치〉

〈CO<sub>2</sub> 포집실험 진행 결과〉

**활용방안**

- 중·대형급 상용차 배출 CO<sub>2</sub> 직접 포집 · 저장 기술 확보
- 연료 · 수송(항공 · 선박) 산업 활용 가능
- 기존 내연기관차 산업 인프라를 활용한 탄소중립 핵심 요소기술 확보

**정량성과** 특허출원 2건 / 논문 6건(SCI 2건)

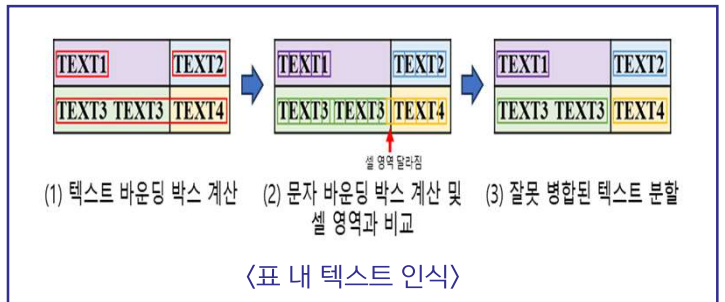
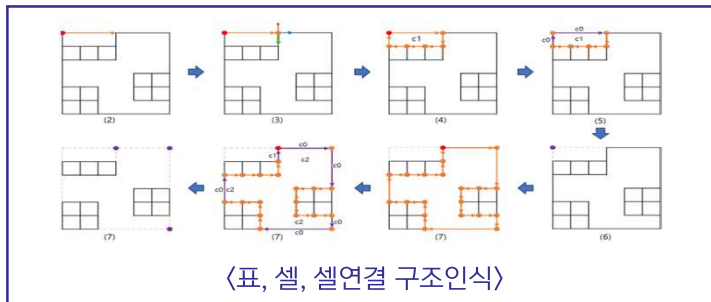
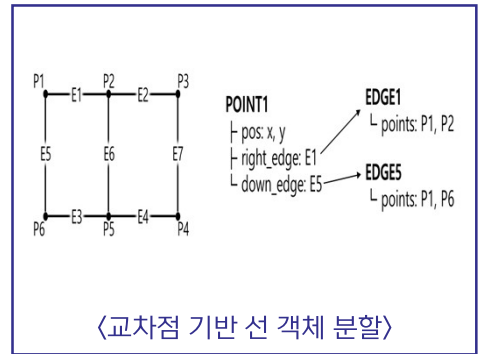
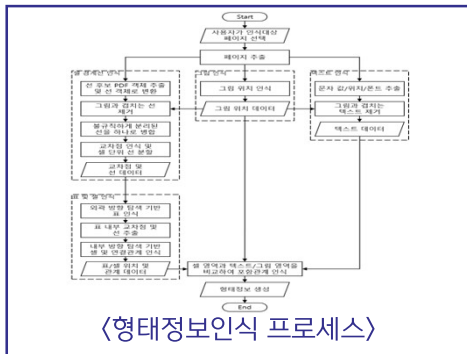
# AI 기반 엔지니어링 설계정보 디지털 변환·추출 기술 개발 ('22 ~ '24)

**참여연구원** 유보현(PM), 염충섭, 신중욱, 박평원, 유은섭, 최치영

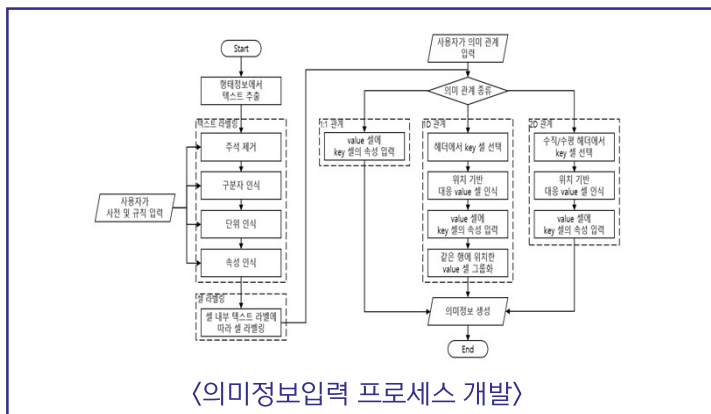
**연구목표** 엔지니어링 설계도면, 시트, 문서 등 비정형 설계 정보 및 시멘틱 정보를 자동 추출하는 기술을 개발하고, 이를 효율적으로 사용할 수 있는 클라우드 기반의 플랫폼 개발

## 연구실적

### - 형태 정보 인식 알고리즘 개발



### - 의미 정보 입력 알고리즘 개발



Run case	Phase 1 EOR (1)	
	Shell Side	Tube Side
Fluid name	HDS FEED (3)(4)	HDS EFFLUENT (5)(6)(7)
Fluid quantity, total	28211	114100
(2)Vapor	(in/out) kg/h 15334 / 28211	101744 / 80403
Liquid	(in/out) kg/h 13272 / 0	12406 / 34644

속성 텍스트   단위 텍스트   주석 텍스트   구분자 텍스트   속성 셀   값 셀

**<의미 정보입력 알고리즘 (텍스트 및 셀 자동 라벨링)>**

**활용 방안** 플랜트 산업에서 활용되는 엔지니어링 문서(P&ID, MDS, PDS, 계약서, 등) 정보를 표준기반 자동 추출하여 디지털화 하는 클라우드 서버를 개발하는 것으로서, 플랜트 디지털전환(Digital Transformation)에 필요한 핵심 기술로서 다방면에 활용 가능 기술임.

**정량 성과** 특허출원 1건 / 논문 3건(SCI 1건)



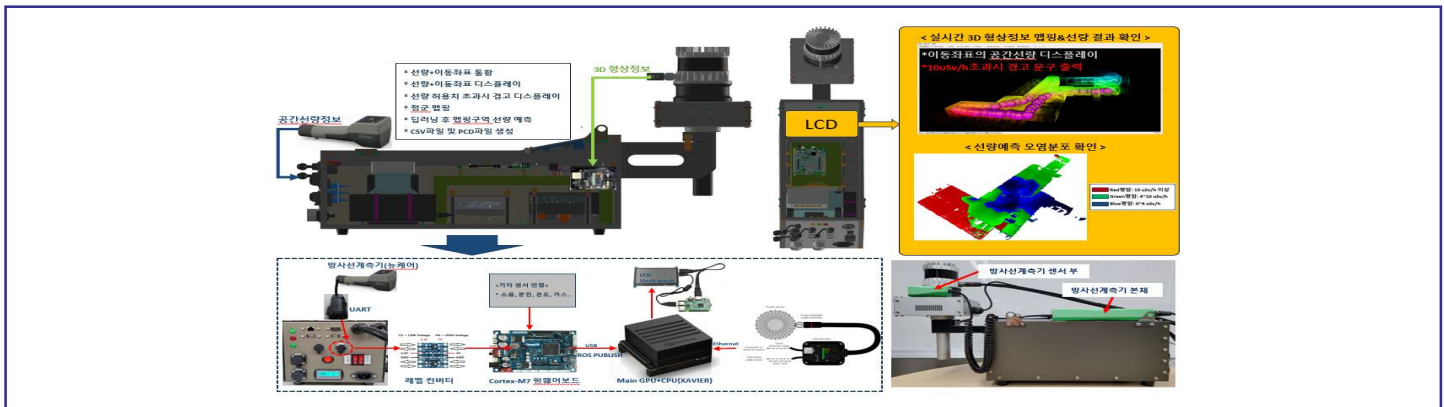
# ALARA 분석·평가 프로그램 및 3D-BIM 기반 실감·몰입형 피폭선량 예측진단 통합시스템 기술개발 ('22 ~ '24)

**참여연구원** 유보현 (PM), 박평원, 유은섭, 김일호, 정상혁

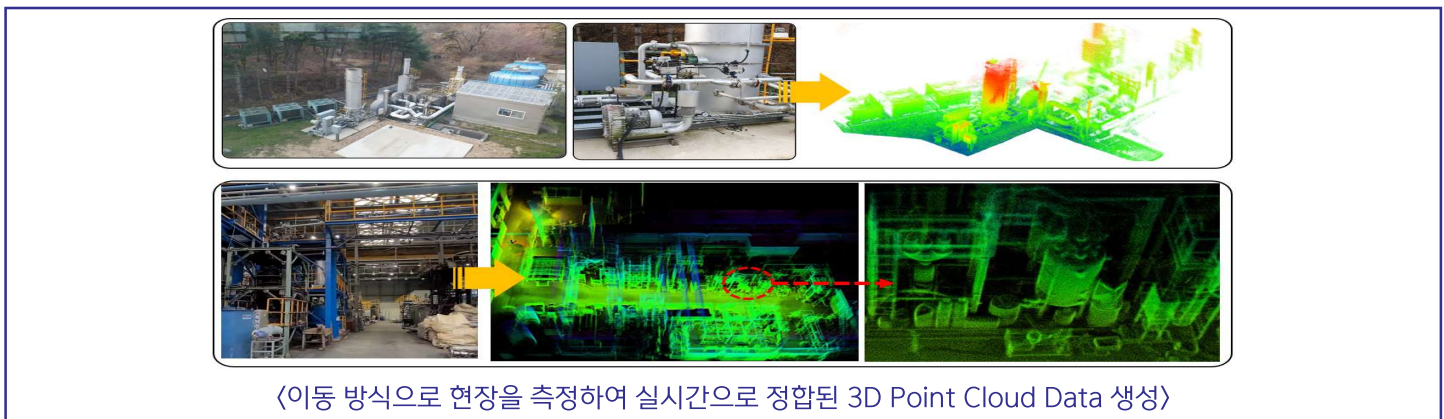
**연구목표** 3D-BIM 기반 방사선 안전관리 시스템 구축

## 연구실적

- 방사선 공간선량 측정기 연계 이동형 스캔 플랫폼 개발



- 차원 공간선량 3D Map 생성 알고리즘 개발



〈이동 방식으로 현장을 측정하여 실시간으로 정합된 3D Point Cloud Data 생성〉



〈Deep Learning Model을 이용하여 3차원 공간으로 보간을 수행하고 이를 3D Map 형태로 표현〉

**활용방안** 본 과제는 3D/VR/MR기술을 접목한 실시간 방사선작업종사자 피폭선량 예측진단 통합시스템 구축을 통한 원전 안전성 강화 및 운영 효율성 향상 기술개발로서 국내/외 모든 가동원전에 활용될 수 있음.

**정량성과** 특허출원 2건(해외 1건), 등록1건 / 논문 4건

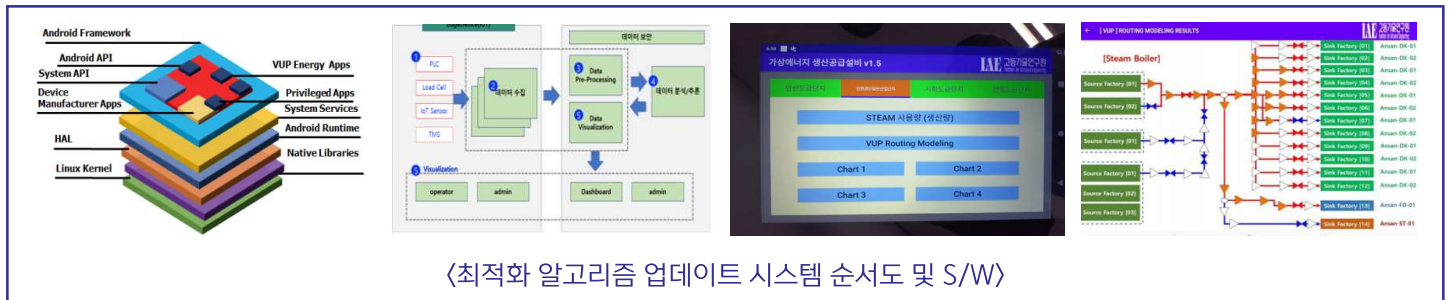
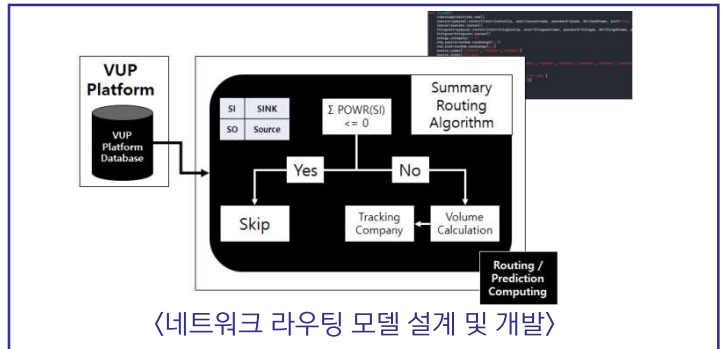
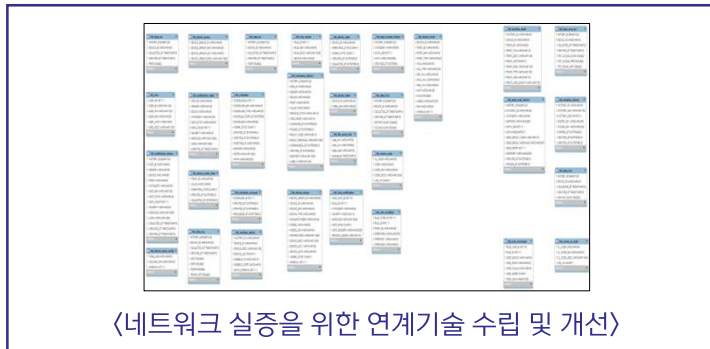
# 가상에너지 생산공급설비 활용 산업단지 에너지 공동 네트워크 개발 및 실증 ('20 ~ '25)

**참여연구원** 구재희 (PM), 김동주, 임채영, 여채은, 이형아, 조우진, 홍세운

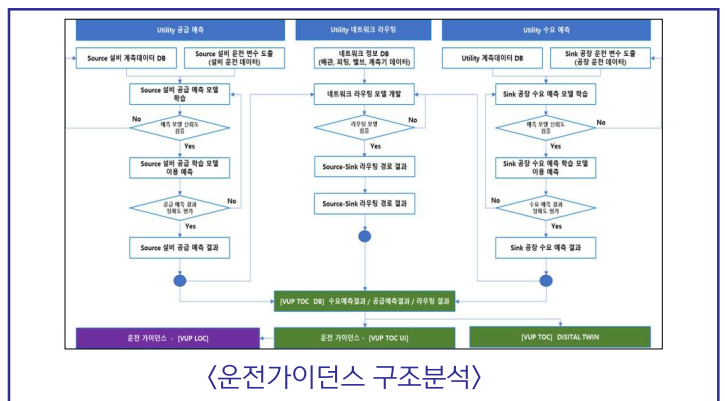
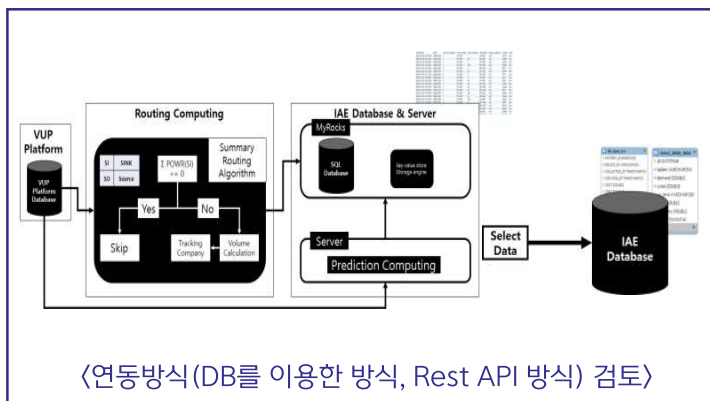
- 연구목표**
- VUP 유틸리티(스팀/압축공기) 네트워크 라우팅 Simulator 개발
  - VUP 통합 플랫폼 연계기술 개발

**연구실적**

- VUP 유틸리티(스팀/압축공기) 네트워크 라우팅 Simulator 개발



- VUP 통합 플랫폼 연계기술 개발



- 활용방안**
- 산업공장유틸리티 공급/수요 예측시스템의 실증화 활용
  - 산업공장유틸리티 네트워크 라우팅 시스템의 실증화 활용
  - DB 및 Server 인프라를 에너지관리 및 플랫폼 개발에 활용
  - 에너지환경 플랜트의 에너지 공급/수요/라우팅 Software 기반 기술로 활용

**정량성과** 특허출원 1건 / 논문 14건

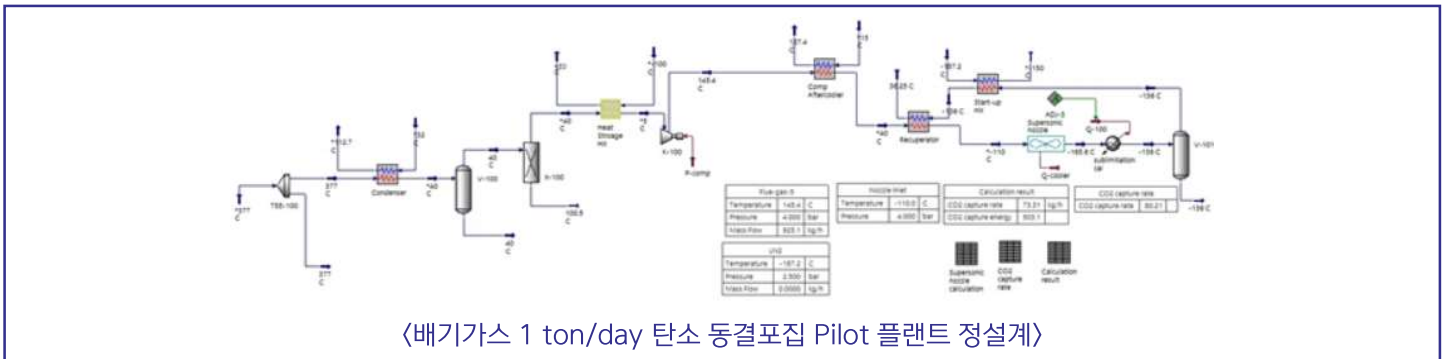
# 선상 CO<sub>2</sub> 포집 및 처리 기술 개발 ('23 ~ '25)

**참여연구원** 박성호 (PM), 류주열, 이창형, 황성현, 임종웅, 백종민, 구재희, 정소명

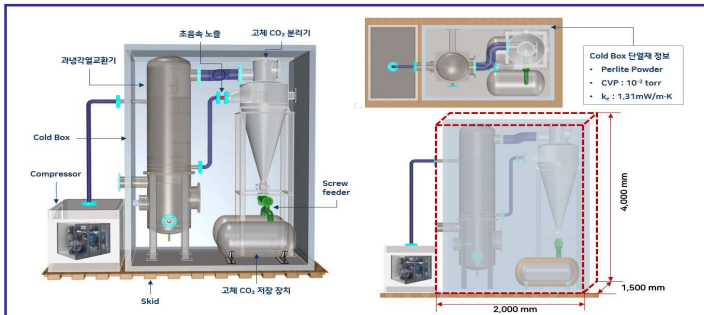
**연구목표** 1ton/hr급 배기가스 처리용 CO<sub>2</sub> 동결 포집 Pilot 설비 구축 및 설계기술 개발

## 연구실적

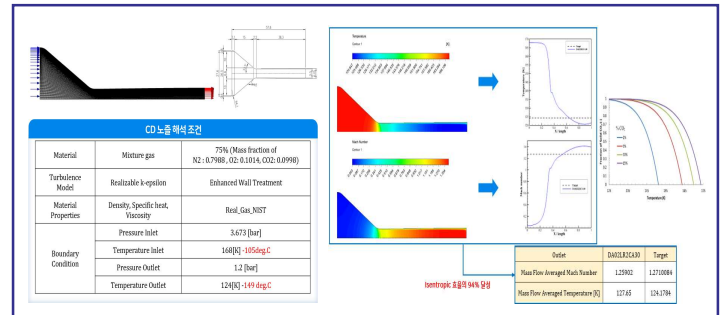
- 동결포집 공정 설계 및 주요 부품 성능 인자 도출



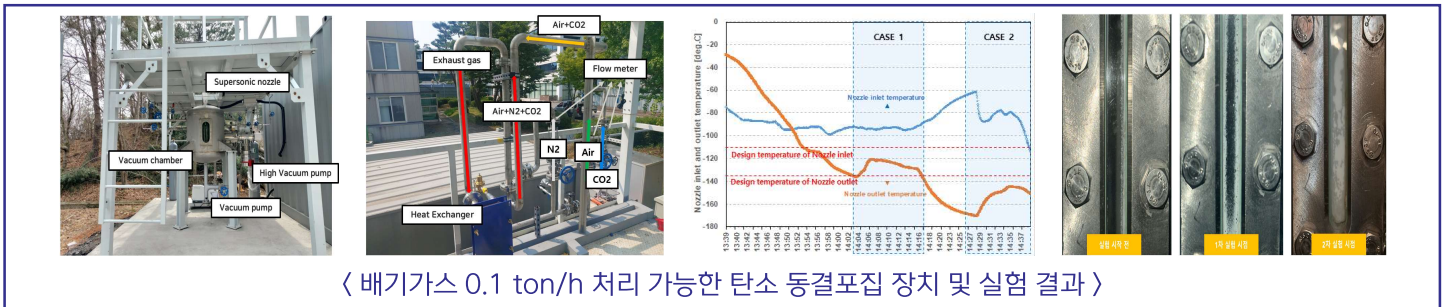
- 냉열 공급을 위한 Cold box 치수 설계 및 재질 결정



- 배기가스 냉각용 초음속 노즐 설계 및 해석



- 모사가스 이용 초음속 노즐(C-D nozzle) 성능 평가



- 활용 방안**
- 조선해양 분야에 개발된 아민(Amine)기반 탄소 포집 시스템 대비 소요 동력이 적고 설치 공간이 효율적이며 환경 친화적인 탄소 포집 시스템 개발을 통해 선박 탑재가 용이하여 노후 선박 및 신 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 환경 모사를 통한 시험 평가를 통해 선박용 CO<sub>2</sub> 포집 및 처리 기술의 관련 신뢰성 성능 검증 환경 마련

**정량 성과** 특허출원 1건 / 논문 2건



‘23년 센터별 주요과제 연구실적

# 플랜트공정개발센터

석유 코크스 활용 수소생산 실용화 기술개발  
비전통오일 친환경, 고수율 회수 및 순환시스템 기술개발  
Slit flame을 적용한 0.5 ton/h급 하이브리드 연소기술 개발  
전자산업공정 펌프일체형 통합 건식 스크러버 시스템 개발



# 석유 코크스 활용 수소생산 실용화 기술개발 ('21 ~'25)

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

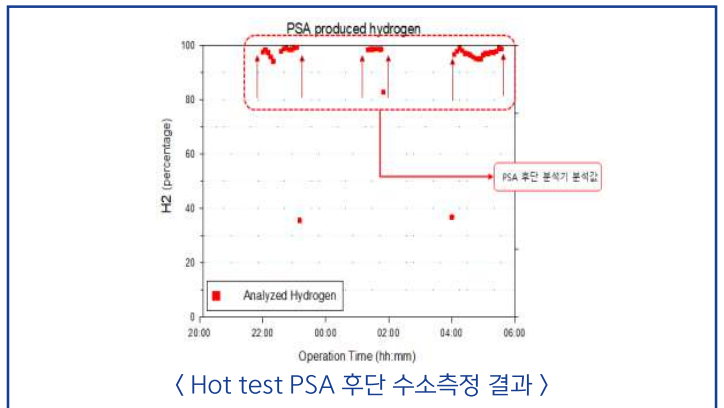
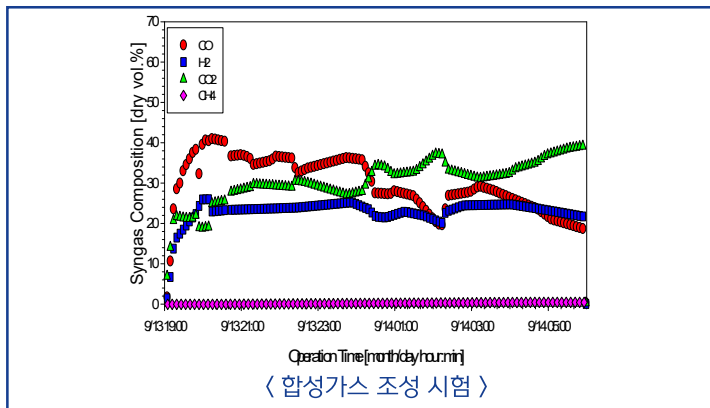
**연구목표**

- 석유 코크스 활용 수소생산 3톤/일급 통합 플랜트 설계·시공·운영 기술개발 및 수소생산 30톤/일 플랜트 설계 패키지 개발
- 합성가스 전환 과정에서 발생하는 CO<sub>2</sub> (농도 > 60%)를 분리하여 활용하는 blue 수소 개념을 실증 (발생 CO<sub>2</sub> 의 약 10% slip stream을 dry-ice급 CO<sub>2</sub> 로 생산)

## 연구실적

- 1 톤/일급 가스화 시스템 연계 활용 합성가스 제조 운전 최적화

- 30 Nm<sup>3</sup>/h급 Slip stream 연계 시스템 운전



- Test-bed 인허가 추진
- 통합 플랜트 구축을 위한 3차원 설계



- 20 톤/일급 Test-bed 설비 개선 및 수소 생산 공정 연계 구축
- 20 톤/일급 Test-bed 가스화 시스템 및 수소 생산 공정 시운전
- Test-bed 가스화 및 수소생산 공정 연계 1차 시험

**활용 방안**

- 국내 요소기술이나 단위공정기술 위주로 개발된 기술을 기반으로 scale-up 적용하여 실증플랜트에 대한 검증기술을 개발한 후 국내에 필요한 합성가스 활용 플랜트 또는 수소 생산 플랜트에 확대 적용
- 화석연료로부터 blue 수소 생산에 대한 산업적 의미가 있을 규모로 기술적 실증을 함으로써 화석연료도 CO<sub>2</sub>-free가 가능함을 제시
- 주요 단위 공정 기술(고도정제, 수성가스전환, 수소 분리 등)들과 연계하여 합성가스 플랜트 또는 수소 생산 플랜트의 해외 수출 사업화
- 서부발전 또는 현대오일뱅크와 수소 충전 사업소 사업화 모색

**정량성과** 특허출원 3건 / 논문 17건 (SCI(E) 3건)

## 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

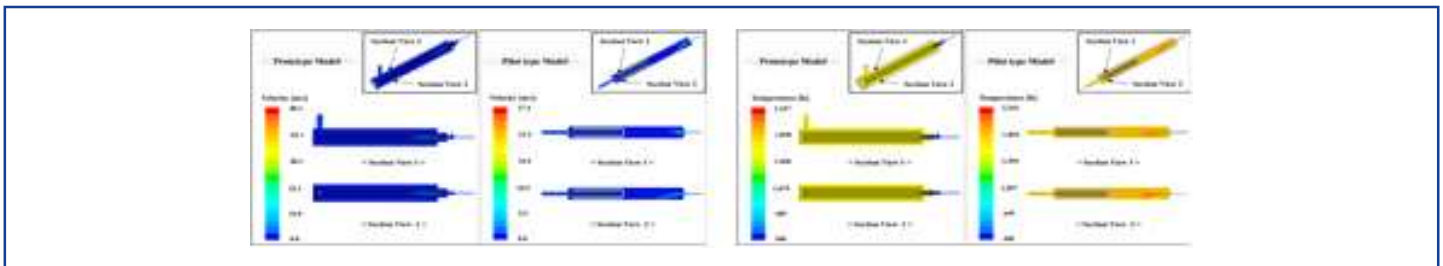
- 예혼합 방식의 Prototype 복합 열캐리어 연소기 운전시험
- 형상 변경 Prototype 복합 열캐리어 연소기 시험
- Pilot급 복합 열캐리어 연소기 설계 및 제작



- 복합 열캐리어 연소기의 열 및 물질정산 프로그램 개발 (II)



- 복합 열캐리어 연소기의 수치해석 모델 개발



- 활용 방안**
- 복합 열캐리어 연소기 시작품은 중규모 격상설계 및 통합스테이션 연계 검증을 진행한 후 Test-bed로 활용
  - 다양한 국내외 전시회와 컨퍼런스의 적극적인 참여 및 개발 제품 출품을 통해 기술력 홍보를 추진함과 동시에, 비즈니스 모델 컨설팅을 통해 사업화 전략 수립에 활용
  - 오염수(폐수)를 고온/고압 환경에서 무해하게 처리함과 동시에 생산되는 스팀을 활용할 수 있으므로 관련 spin-off 시장 창출에 활용

**정량성과** 특허출원 3건 / 논문 12건

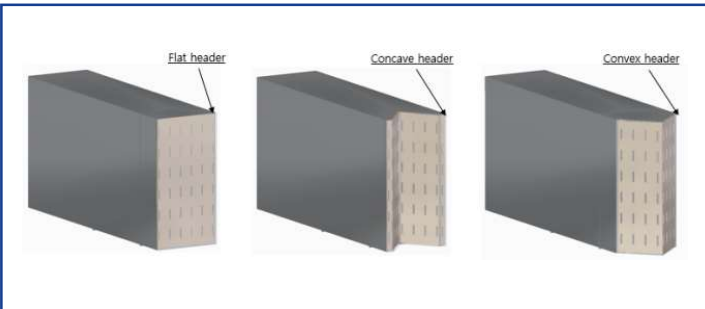
# Slit flame을 적용한 0.5 ton/h급 하이브리드 연소기술 개발 ('22 ~'24)

**참여연구원** 김영배(PM), 신은주, 정우현

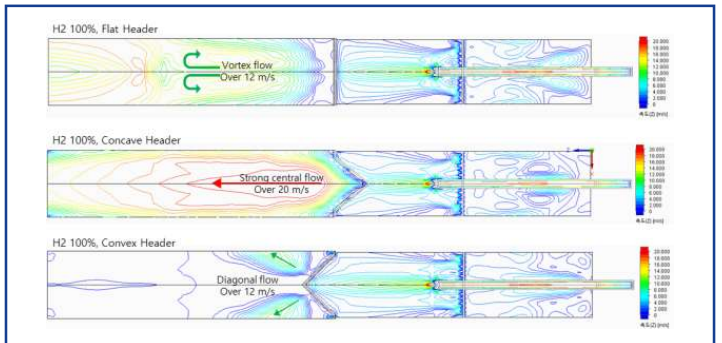
**연구목표** 수소/LNG 혼소용 Slit flame 기반 0.5 톤급 연소시스템 개발

## 연구실적

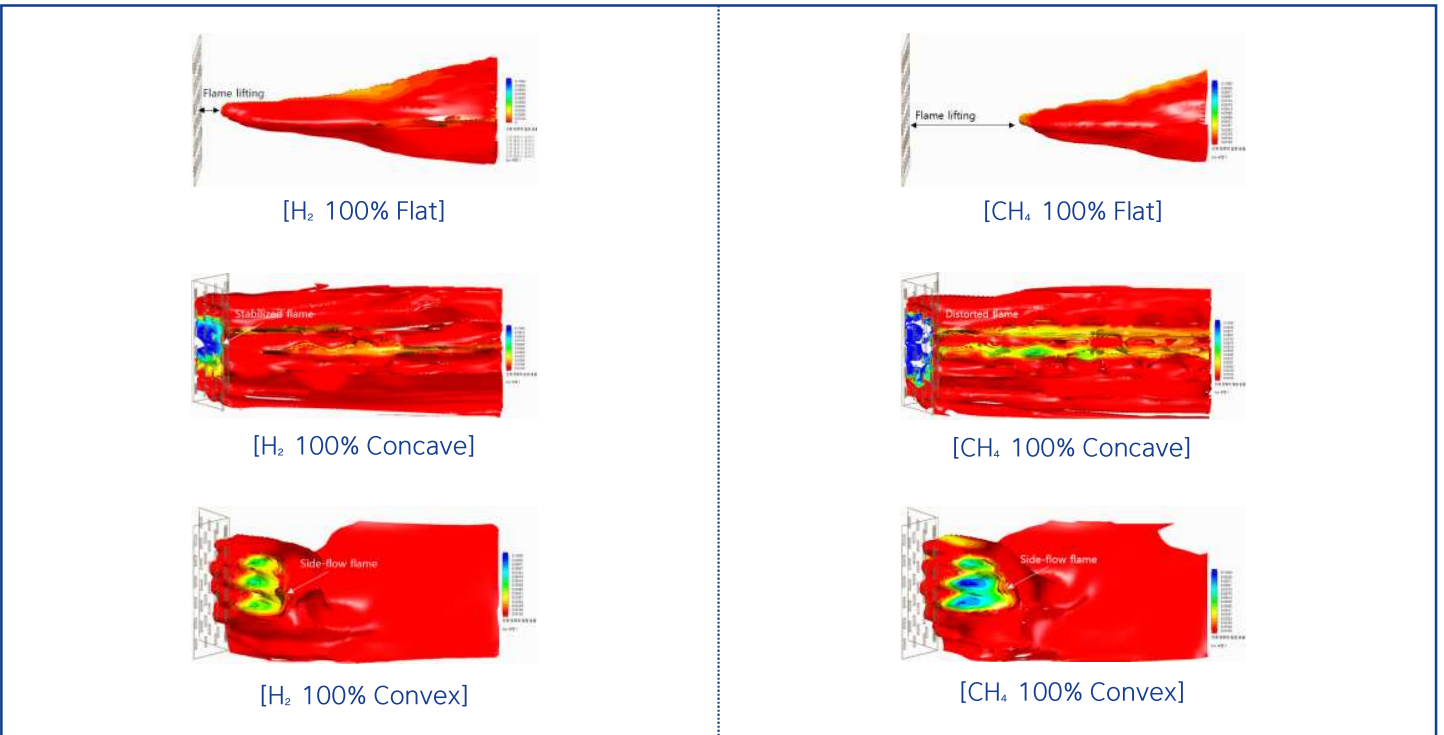
- 40,000 kcal/h급 연소기 모델에서 3종의 수소헤더 (flat, concave, convex) 모델링



- 헤더형상별 유선과 속도분포에 대한 해석 수행



- 연소화염 형상에 대한 온도장 및 잔류연료분율 분석



- 활용방안**
- 수소 연소기 연구테마 원내 확보, 수소연소 원천기술 확보
  - 연소속도 제어기술, 연료전환 제어프로그램 기술
  - 수소 연소기 원천기술 확보로 기술선도그룹 진입
  - 수소 보일러 기술로의 확장과 제품화 기술로 시장선점

**정량성과** 특허출원 1건 / 논문 5건

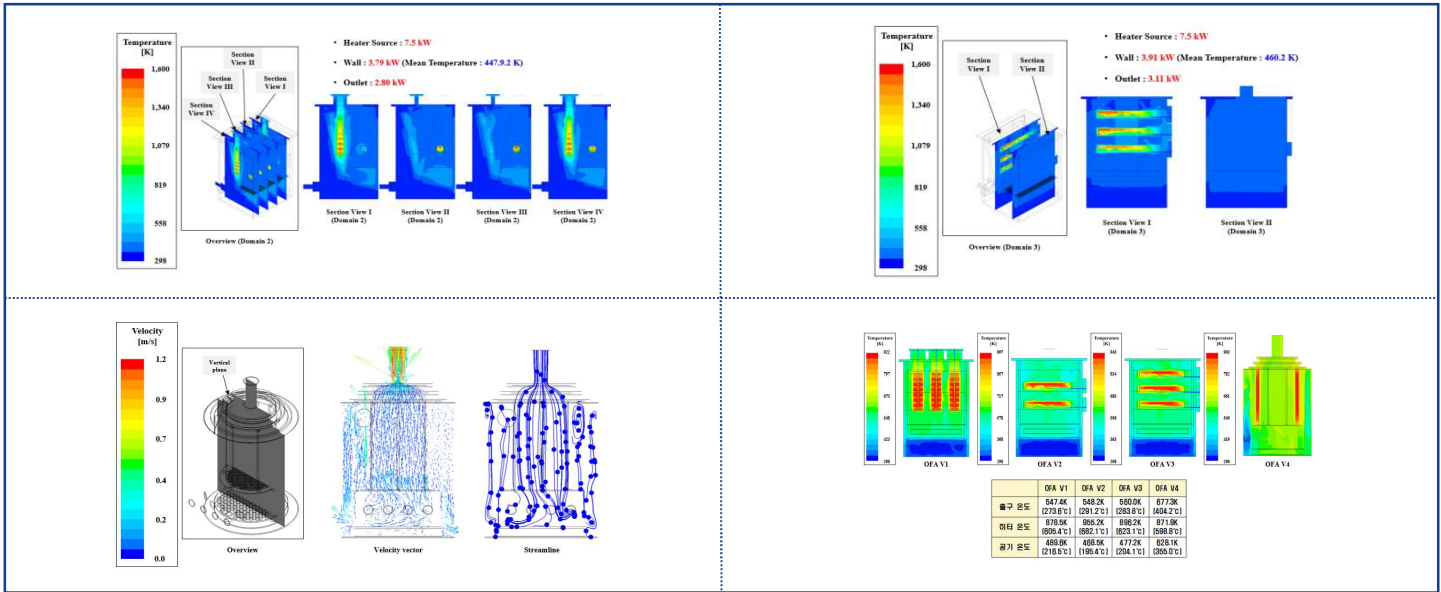
# 전자산업공정 펌프일체형 통합 건식 스크러버 시스템 개발 ('20 ~ '24)

**참여연구원** 정희숙(PM), 윤성필, 김종욱, 전동환, 노정훈, 조민철

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

## 연구실적

- 수치해석을 통한 통합스크러버 설계



- 스크러버 폐가스 열교환기 설계
- 고내구성 저가형 폐가스 분해 촉매 제조 매뉴얼화
- 20L급 촉매제조장치 설계보완 및 제작



- 20L급 촉매제조장치 운전 및 촉매성능평가

**활용방안** 반도체 및 디스플레이공정의 온실가스 규제에 대응 가능한 기술고도화와 Sub fab의 설치공간 제약을 최소화하기 위한 통합형 스크러버 도입

**정량성과** 학술대회 발표논문 5건



‘23년 센터별 주요과제 연구실적

# 청정에너지전환센터

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

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

폐플라스틱 연속식 열분해 공정 기반 윤활기유 생산 기술 개발

이산화탄소 건설소재 활용을 위한 직접탄산화 포집공정 실증

차세대 수첨 바이오연료 생산과 업그레이딩 통합공정 기술개발

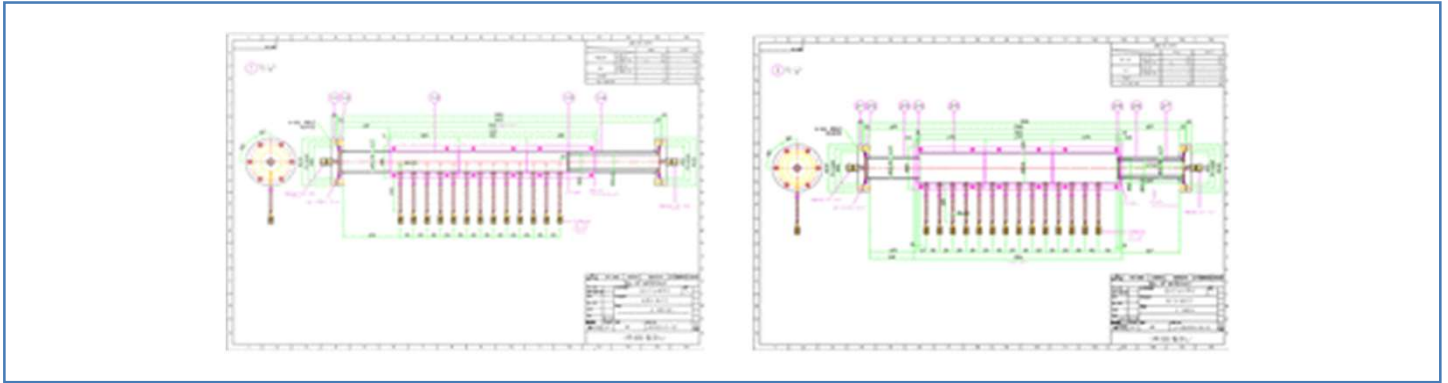
# 공정배가스 연계 CO<sub>2</sub>를 활용한 합성가스 생산 실증 및 플랫폼 화합물 제조 기술 개발 ('22~'25)

**참여연구원** 강석환(PM), 김형진, 류재홍, 김진호, 강태진, 김효식, 김지현, 김현지, 이진희, 이다혜

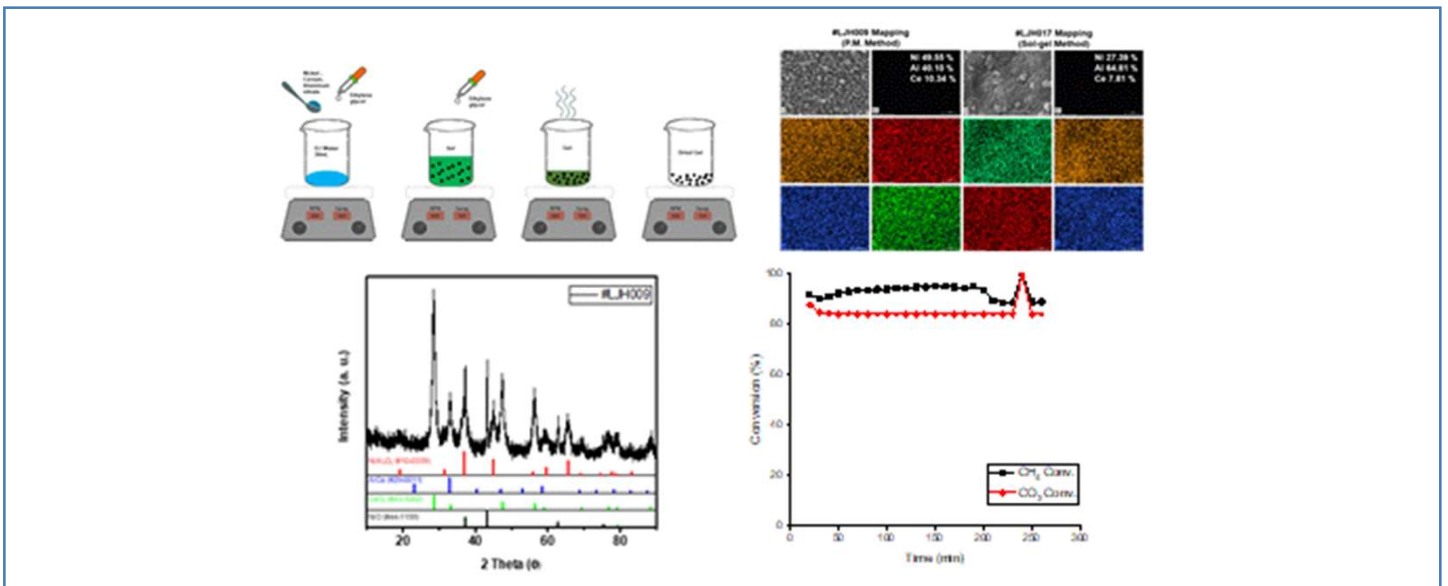
**연구목표** 배가스 연계 CO<sub>2</sub> 건식개질을 위한 촉매 및 공정 핵심 요소 기술 개발

## 연구실적

- Bench급 건식자열개질 장치 설계 및 테스트



- 저농도 CO<sub>2</sub> 개질을 위한 건식자열개질 촉매 개발



- 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 건식개질장치 구축/평가를 통한 건식자열개질 공정 개발 및 설계 기술 확보

**정량성과** 특허출원 6건 / 논문 12건



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

## 참여연구원

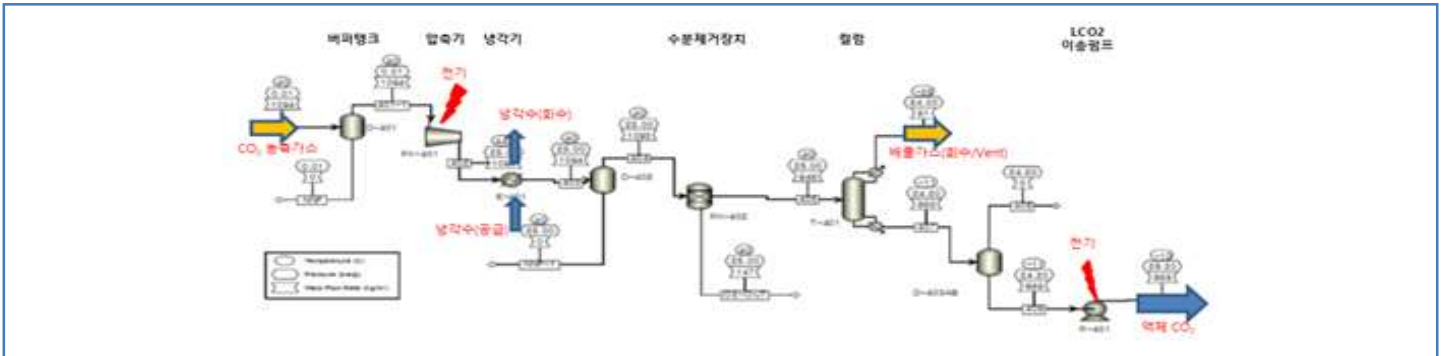
최창식(PM), 김성현, 박수남, 박동규, 이해성, 이춘식, 김태욱

## 연구목표

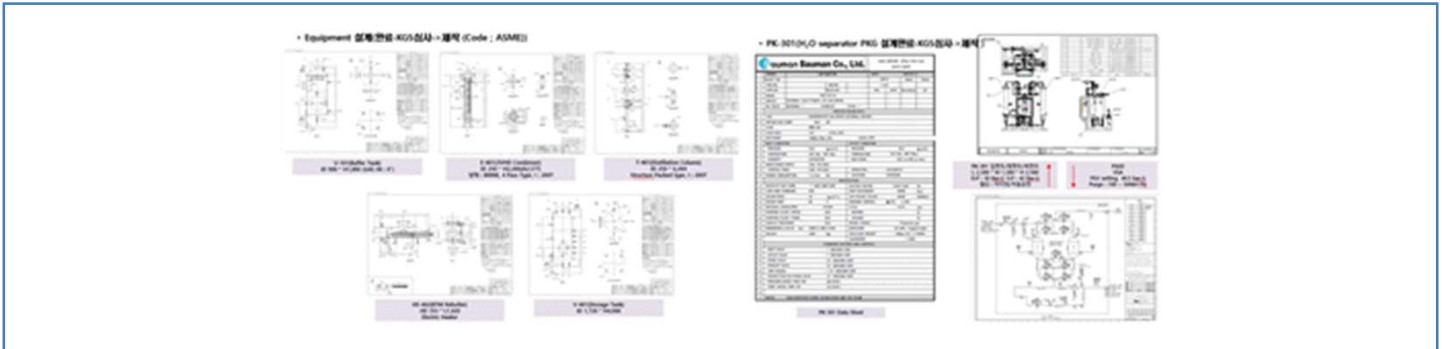
포집 CO<sub>2</sub> 를 고순도 액화탄산(LCO<sub>2</sub>)으로 전환할 수 있는 컴팩트한 액화공정 개발

## 연구실적

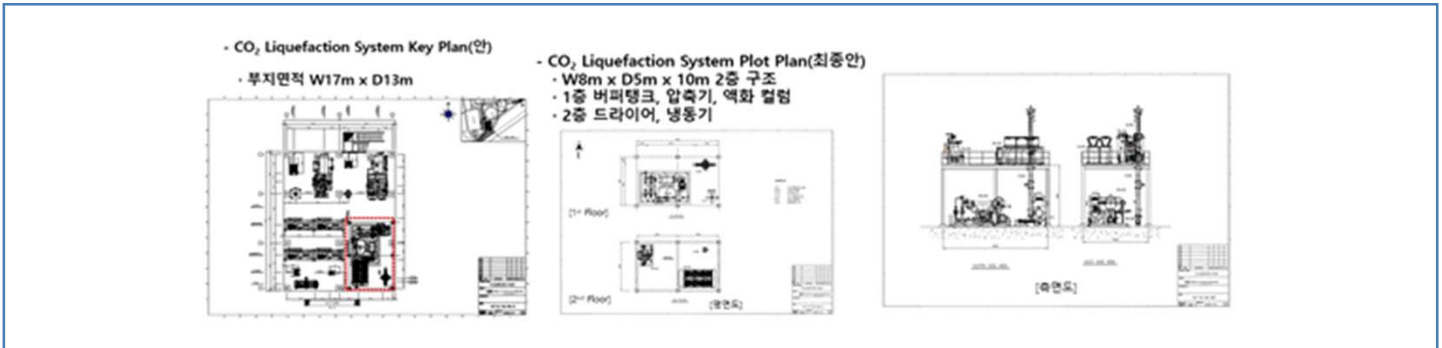
- 포집 CO<sub>2</sub> 고순도화 액화 실증시스템 기본설계



- 포집 CO<sub>2</sub> 고순도화 실증시스템 현장설치 인허가 검토
- 포집 CO<sub>2</sub> 고순도화 실증시스템 상세설계 검토



- 포집 CO<sub>2</sub> 고순도화 실증시스템 현장설치 Plot Plan



## 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

## 정량성과

특허출원 4건 / 논문 10건 (SCI(E) 2건)



# 페플라스틱 연속식 열분해 공정 기반 윤활기유 생산 기술 개발 ('22 ~ '25)

**참여연구원** 강석환(PM), 류재홍, 이찬기, 윤진호, 김진호, 강태진, 김효식, 장정희, 김지현, 김현지, 안낙균

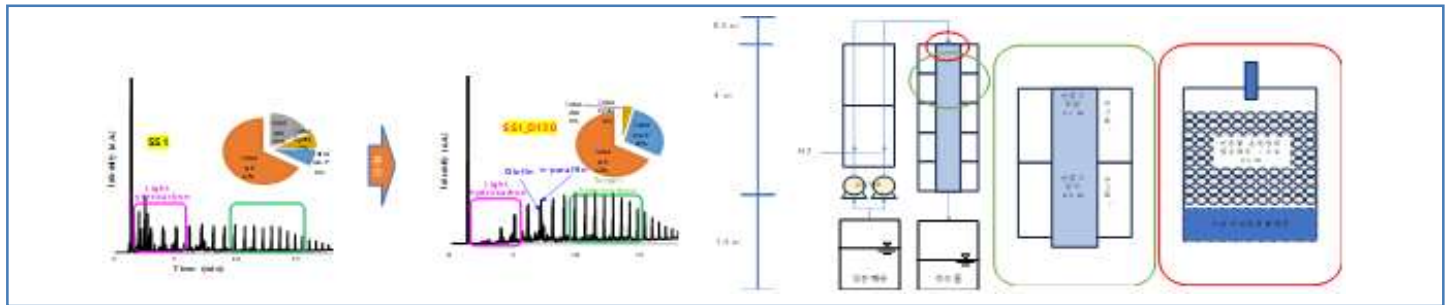
**연구목표** 윤활기유 생산을 위한 열분해유 정제기술 개발(탈방향족 정제기술 개발, 파라핀 제거기술 개발)

## 연구실적

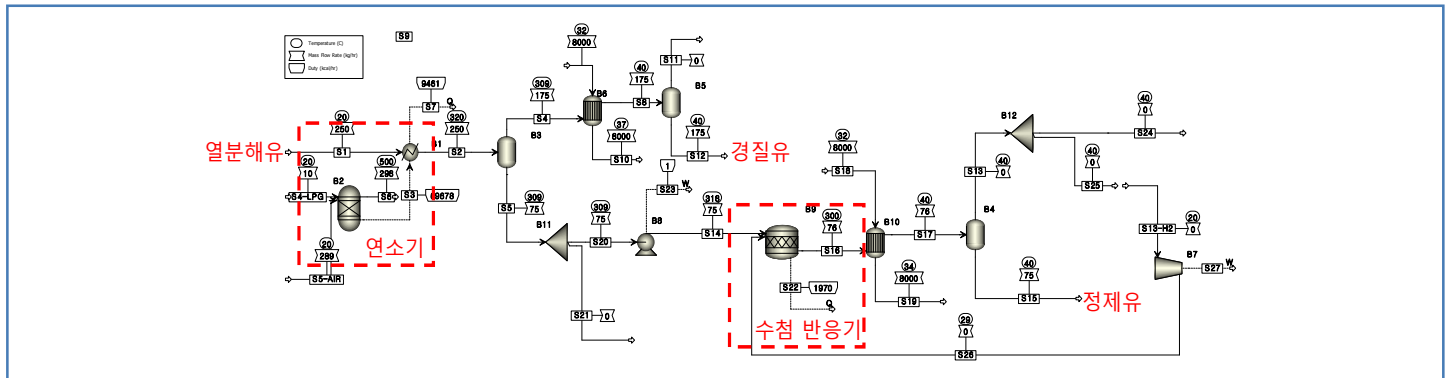
- 열분해유 제조공정 설계 및 구축 지원



- 왁스 분리공정 설계 지원 및 수첨·분리공정 최적화



- 실증급 C이 제거 및 수첨반응 공정 상세설계



## 활용방안

- C1 및 S 제거 및 정제기술 확보 : 열분해가스 내 함유된 첨가제(S, C1)를 효과적으로 제거할 수 있는 레드머드 제조 및 공정 기술을 확보하여, 열분해 및 가스화 공정에 활용할 수 있음
- 열분해유 수첨반응 기술 확보 : 수첨 반응을 통한 열분해유 생산 촉매 및 공정개발을 통해 왁스 성분을 최소로 가지는 고순도 비방향족 파라핀계 열분해유를 확보할 수 있음
- 열분해유 정제 기술 확보 : 열분해유의 응축 분리를 통하여 C20~C30의 점도유동성이 높은 고순도 파라핀계 윤활기유 분리 및 생산이 가능함

**정량성과** 특허출원 4건 / 학술대회 발표논문 11건

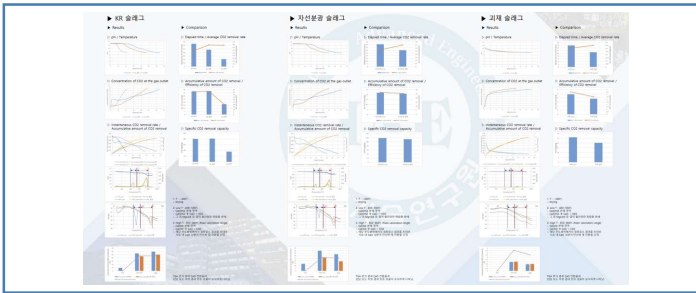
# 이산화탄소 건설소재 활용을 위한 직접탄산화 포집공정 실증 ('21 ~ '23)

**참여연구원** 최창식(PM), 김성현, 박동규, 이해성, 김태욱

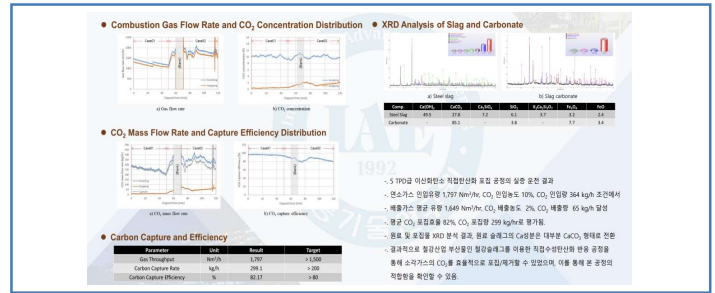
**연구목표** 울산소재 성암 소각장 소각배출가스 이산화탄소 포집공정 실증플랜트 설치 운영

## 연구실적

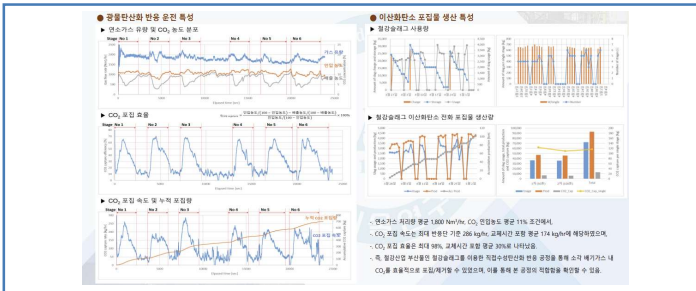
- 철강슬래그 탄산화 반응 특성 시험



- KR슬래그 이산화탄소 포집물 생산 특성



- 자선분광슬래그 이산화탄소 포집물 생산 특성



- 이산화탄소 포집물 공급 실적



- ESG 평가 / LCA평가



- CO<sub>2</sub> 감축량 선정 및 경제성 평가



- 울산시 규제자유특구 내 생산되는 저품위 CO<sub>2</sub> 전환 포집물에 대한 건설소재 원료로서 재활용 가능 검증결과를 확보하고, 수요처의 건설소재로서 활용가능하도록 지원
- 본 현장 적용 인프라 시설의 생산공정과 최종생산제품을 통한 울산시의 CO<sub>2</sub> 감축량을 산정하여 탄소배출권 실적 인증 지원

**정량성과** 특허출원 3건 / 논문 13건 (SCI(E) 1건)

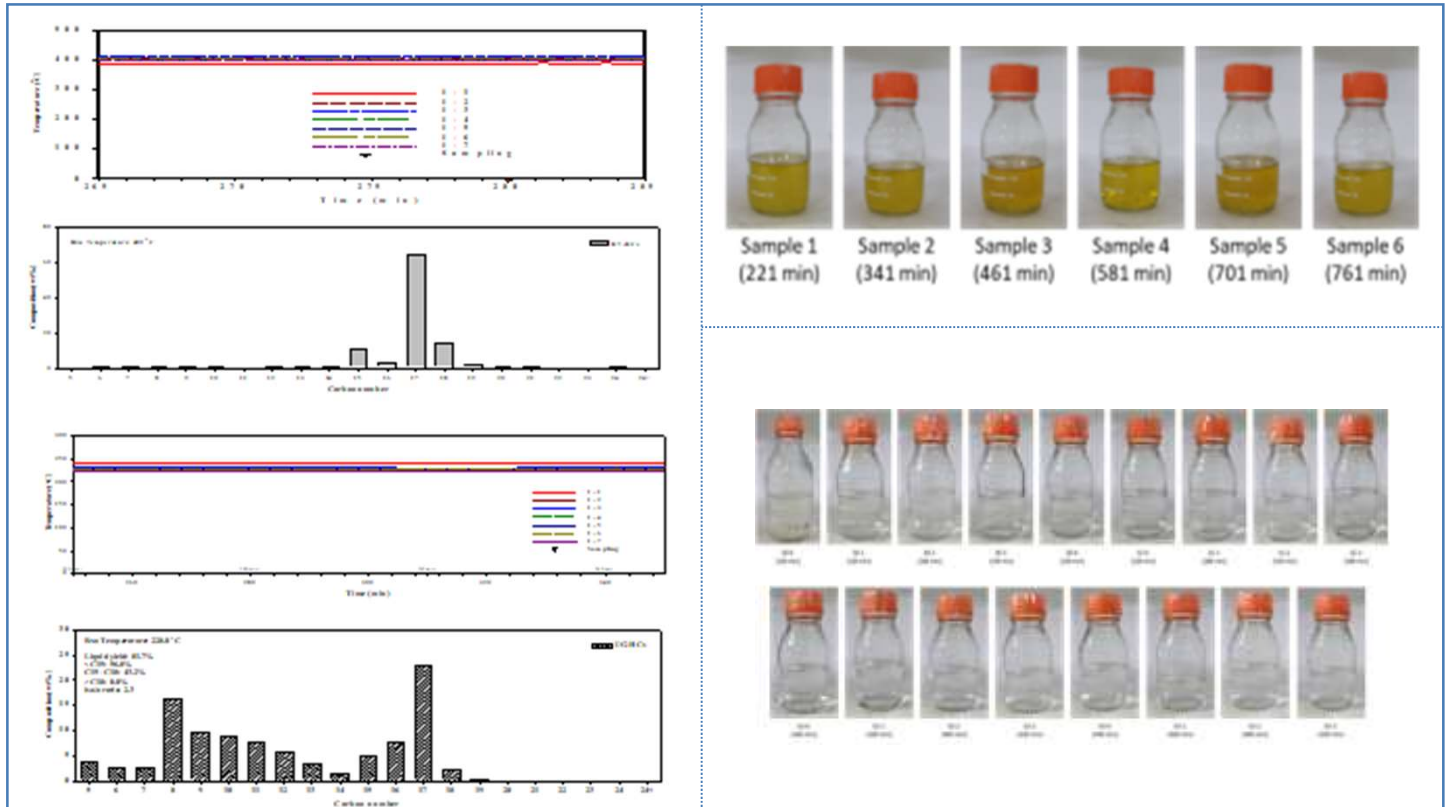
# 차세대 수첨 바이오연료 생산과 업그레이딩 통합공정 기술개발 ('23 ~'26)

**참여연구원** 한기보(PM), 장정희, 이지은, 장현성

**연구목표** 차세대 수첨 바이오연료 생산과 업그레이딩 공정 실증화 기술 개발 및 상용화 공정 설계 패키지 도출

## 연구실적

- 벤치급 수첨 바이오연료 제조 통합기술 구현 위한 단위 반응기술 및 연료분리정제 스크리닝



- 활용방안**
- 저급 오일(미세조류 오일 포함) 기반 연료 사용으로 온실 가스 저감 및 2050 탄소중립 시나리오 안의 탄소 중립에 부합하는 주도적 친환경 사업 기여하며, 연료 후보군별 물리적, 화학적 전처리 기술 개발을 통해 원료의 제한성을 탈피하여 다양한 연료로 적용 확대
  - 저급 오일(미세조류 오일 포함) 수첨 반응 촉매 성능 극대화로 바이오연료 제조 효율을 향상 및 수소 사용량 절감으로 제조 경쟁력 확보
  - 국제민간항공기구(ICAO)의 국제항공 탄소 상쇄 및 저감 계획 이행을 위해 CO<sub>2</sub> 배출을 감축하기 위한 바이오연료 개발 및 보급에 부합
  - 재생연료 혼합기준제도 (RFS) 정책 2030년 이전까지 바이오연료 5.0% 도입에 맞추어 사업화 추진 및 시장 선점
  - 각 기관의 기술 통합에 의한 파일럿 설비 구축 기술은 GS건설과의 전략적 제휴를 통한 PDP(Process Design Package) 라이선스 판매로 기술 수출의 활로 확보

**정량성과** 논문 16건 (SCI(E) 1건)

‘23년 센터별 주요과제 연구실적

# 바이오자원순환센터

패각 자원화 저탄소 공정기술 및 상용화 기술개발  
유증기 고도흡착용 비발화 피치계 다공성 소재 기술 개발  
인구 37,000명 발생 도시복합폐기물로부터 부산물50%저감, 공간집적율 40%저감, 에너지생산량 50%증가가능한 지하복합플랜트 실증  
대풍량 저농도/저비점 THC 처리를 위한 100CMM급 흡탈착-연소 처리기술개발



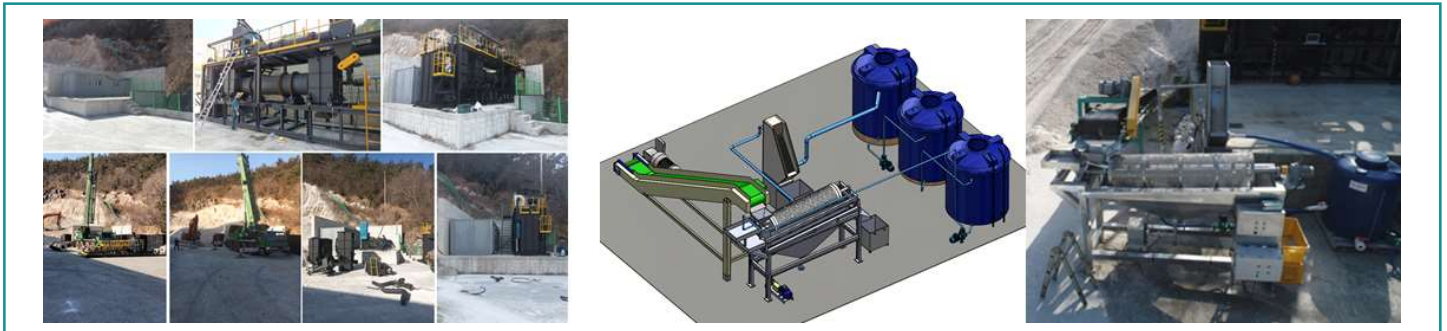
# 패각 자원화 저탄소 공정기술 및 상용화 기술개발 ('21 ~ '25)

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

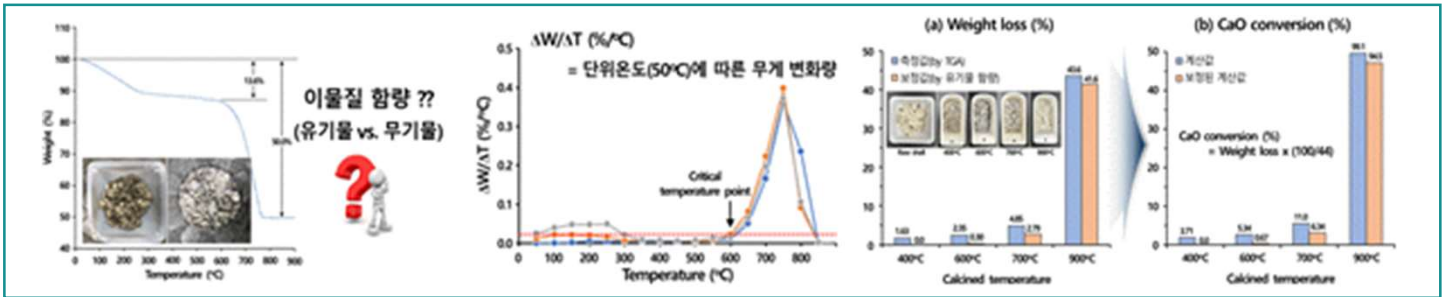
**연구목표** 패각 대량 활용 위한 소성기반 CO<sub>2</sub> 저감형 공정기술 개발 및 제품화

## 연구실적

- 패각 활용 고품위 칼슘소재화 공정플랜트 현장설치

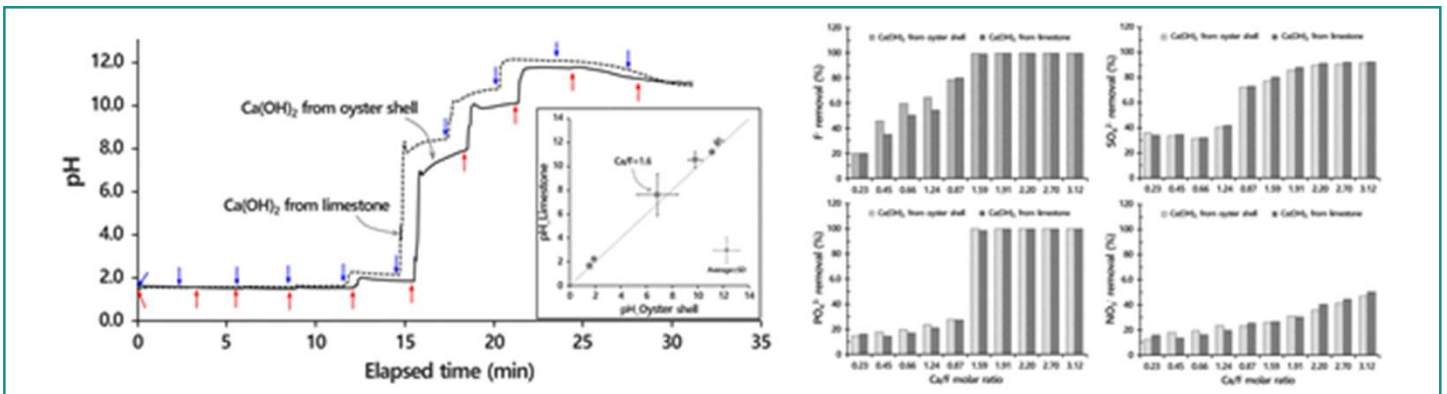


- 패각 내 유기불순물 함량 추정방법 도출



- 액상소석회 함량추정방법 도출

- 패각 기반 칼슘화합물의 소재화 제품화 가능성 검토



**활용방안** - 패각 자원화 기반 석회석 대체 및 산업원료 소재 생산  
- 패각 자원화 Biz-model 도출을 위한 기초자료 활용

**정량성과** 특허출원 1건 / 논문 2건

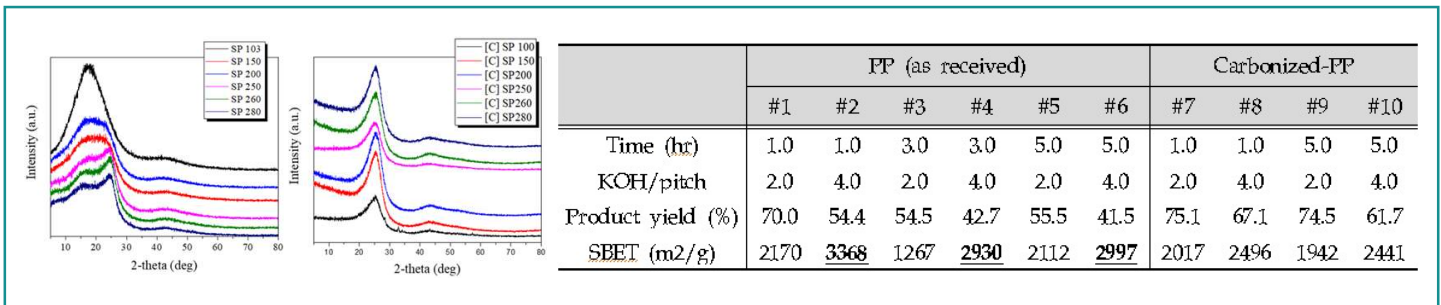
# 유증기 고도흡착용 비발화 피치계 다공성 소재 기술 개발 ('20 ~ '24)

**참여연구원** 김석휘(PM), 김호, 홍범의, 박정은, 이기쁨, 이해진, 강다정, 이상은, 현건용, 김원중

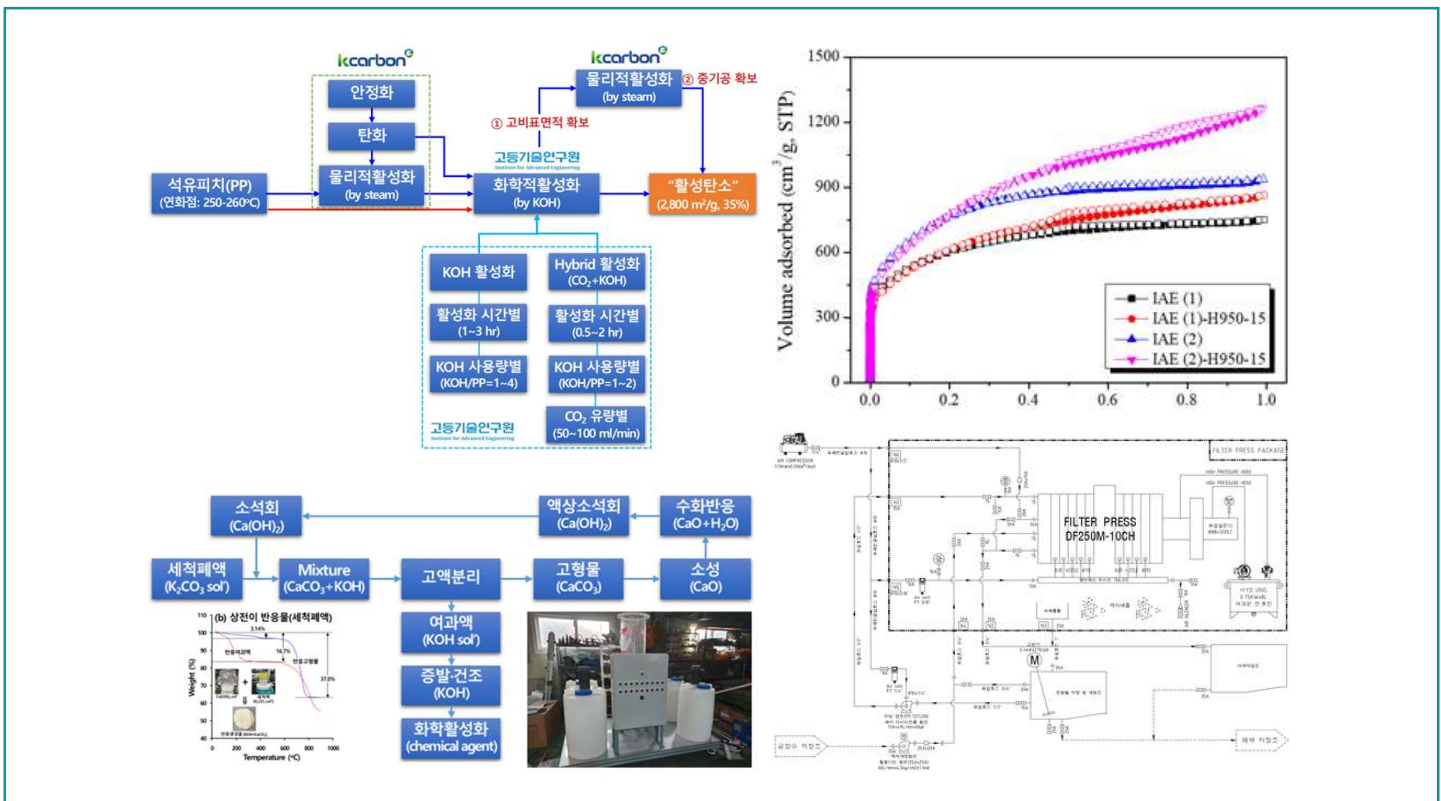
**연구목표** 석유피치 기반 비표면적 2,800 m<sup>2</sup>/g 이상의 활성탄소 제조기술 개발

## 연구실적

- 1 kg/batch 활성화반응기 활용 scale-up 조건에서 활성화반응특성 확인



- KOH 활성화과정의 부생오일 성분분석 및 회수가능성 검토



**활용방안** 자동차 증발가스 제어용 핵심부품(캐니스터)의 핵심소재로 활용

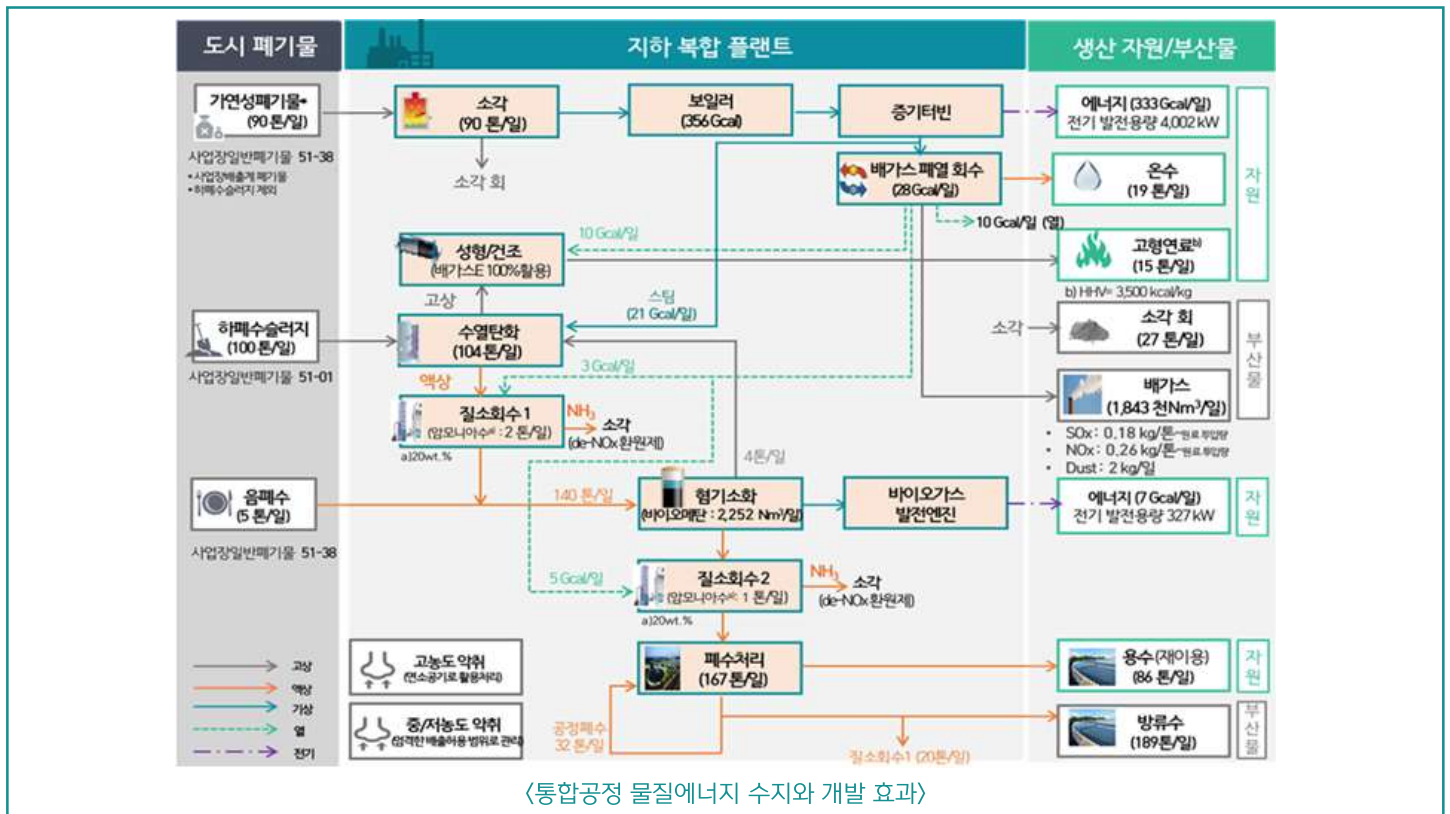
**정량성과** 특허출원 3건, 등록 1건 / 논문 3건(SCI 1건)

# 인구 37,000명 발생 도시복합폐기물로부터 부산물50%저감, 공간집적을 40%저감, 에너지 생산량 50%증가 가능한 지하복합플랜트 실증 ('20 ~ '24)

**참여연구원** 김호(PM), 이은실, 유정민, 한성국, 김은주, 정철진, 이용호, 이원배, 송은혜, 최오경, 김경우

- 연구목표**
- 도시복합폐기물로부터 부산물 50% 저감, 공간집적을 40% 향상, 유효에너지 50% 증가 가능 지하 복합플랜트 실증
  - 복합플랜트의 도심지 지하화를 안전하게 건설하고 운영하기 위한 지하공간 설계, 시공 및 유지 관리 기술과 지속적 확장이 가능한 지하공간 모듈러 시공기술 개발

- 연구실적**
- 도시복합폐기물로부터 최대에너지 생산 지하복합플랜트 설계/건설 및 운영 기술 확보
  - 지하복합플랜트 대상사이트 인허가
  - 수열탄화 반응기 상세 설계인자 확보 및 상세 설계
  - 질소회수-폐수처리 연계 공정 최적화 및 상세 설계
  - 폐수처리 플랜트 상세 설계
  - 소각대기오염물질 배출감량화를 위한 배기재순환 시스템 실증설계
  - 전열교환 시스템 설비 설계 및 열교환 효율 계산
  - 대상 악취별 맞춤형 처리 시스템 설계



- 활용방안**
- 환경기초시설의 수요가 요구되는 기존시장(증설) 및 신규시장(신도시)에 복합플랜트 모델 적용
  - LNG 대체에 따른 CO<sub>2</sub> 감축효과 : 4,934 t CO<sub>2</sub> eq/year(2022년) → 88,794 t CO<sub>2</sub> eq/year(2040년)
  - 에너지 절감효과 : 1,831 TOE(2022년) → 32,961 TOE(2040년)

**정량성과** 특허출원 2건 / 논문 6건(SCI 1건)

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

## 참여연구원

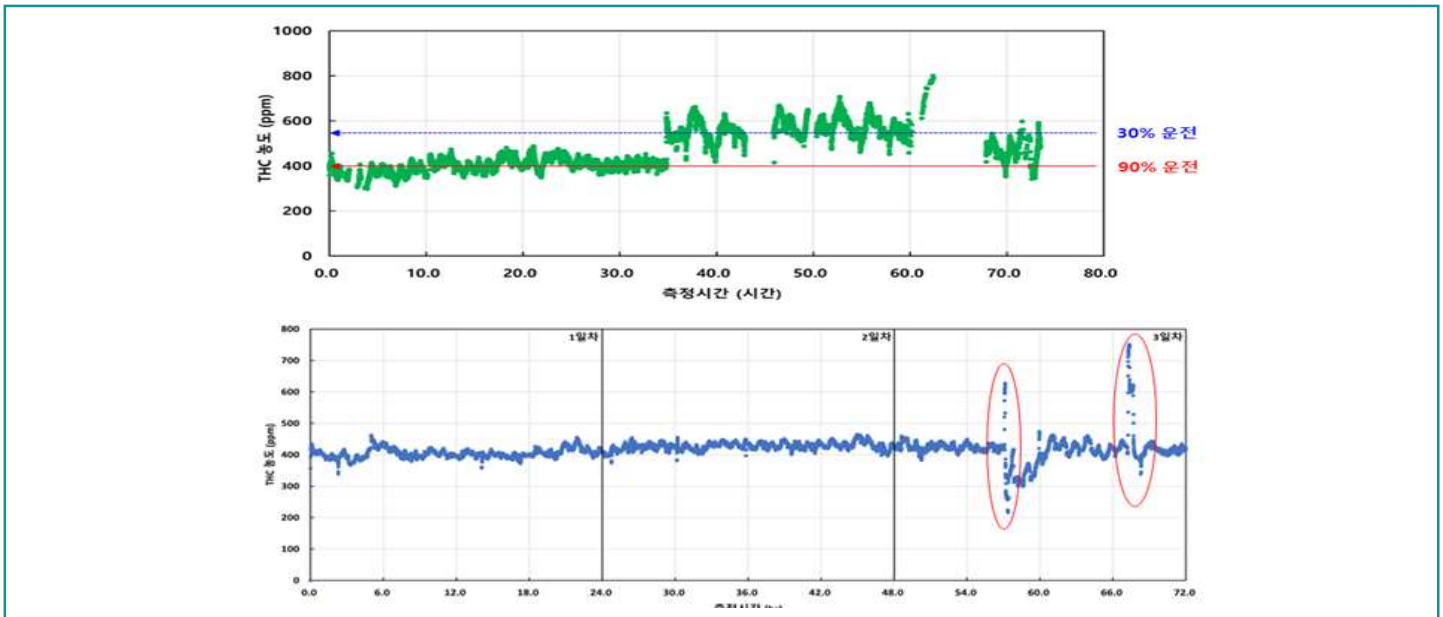
홍범의(PM), 김호, 김석휘, 정철진, 박정은, 이기쁨, 이해진, 강다정, 이상은, 현건웅, 김원종

## 연구목표

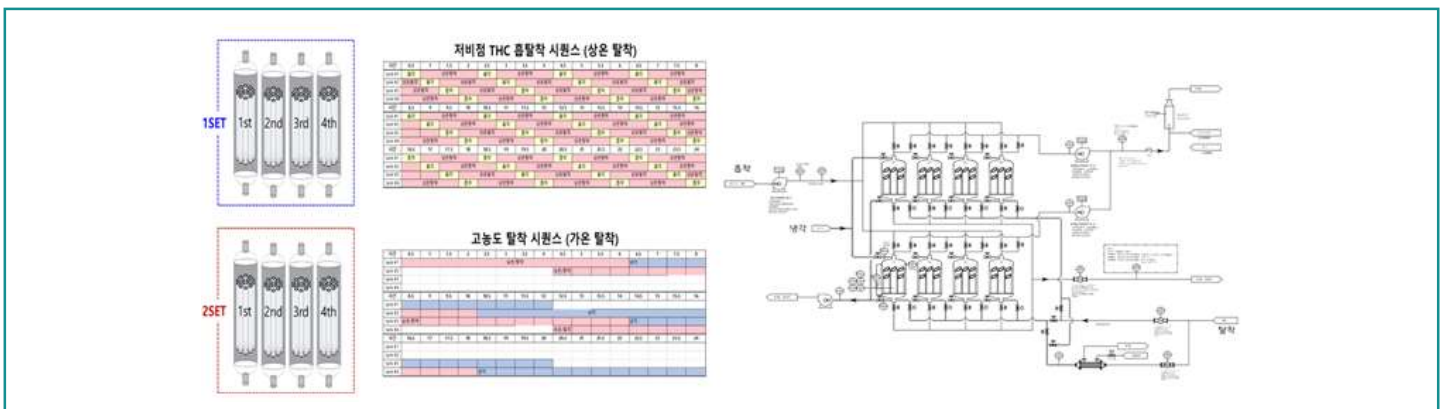
100 CMM급 흡·탈착-연소기반 석유화학 고체저장시설의 탄화수소류(THCs) Hybrid 처리시스템 개발

## 연구실적

- 현장사이트 분기별 THC 배출경향 및 저비점 THC 농도분석완료



- 저차압 활성탄 필터 개발완료
- 저/고비점 THC 탈착조건 확보 및 흡/탈착 기본설계안 도출 완료



- Lean/Rich 연소시스템 조건확보 및 탈착연계 보조연료량 도출

## 활용방안

- 석유화학고체저장조 대풍량 저농도/저비점 THC 경제적 처리설비 활용
- 배출사업장 맞춤형 다양한 하이브리드 처리시스템 국산화 개발
- 탄화수소류 배출사업장 대상기업 확대

## 정량성과

특허등록 1건 / 논문 1건





‘23년 센터별 주요과제 연구실적

# 수소에너지솔루션센터

바이오가스 이용 전처리 및 수소전환기술 개발

농산부산물을 이용한 반탄화 시스템 개발

바이오가스 이용 고순도(99.9%이상) 수소 생산을 위한삼중개질, 분리막회수 및 50Nm<sup>3</sup>/hr급실증시설 설계-구축-운영 기술 개발

가정용 건물용 수소연료전지 발전시스템 실증사업

# 바이오가스 이용 전처리 및 수소전환기술 개발 ('21 ~'23)

## 참여연구원

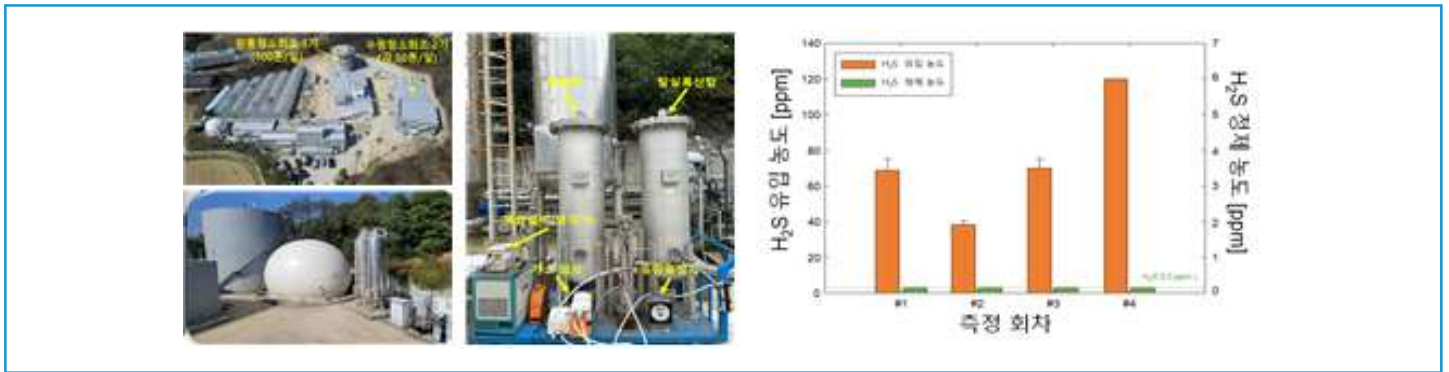
송형운 (PM), 강수영, 윤종혁, 윤성필, 정대웅, 위수빈, 김형래, 이동규

## 연구목표

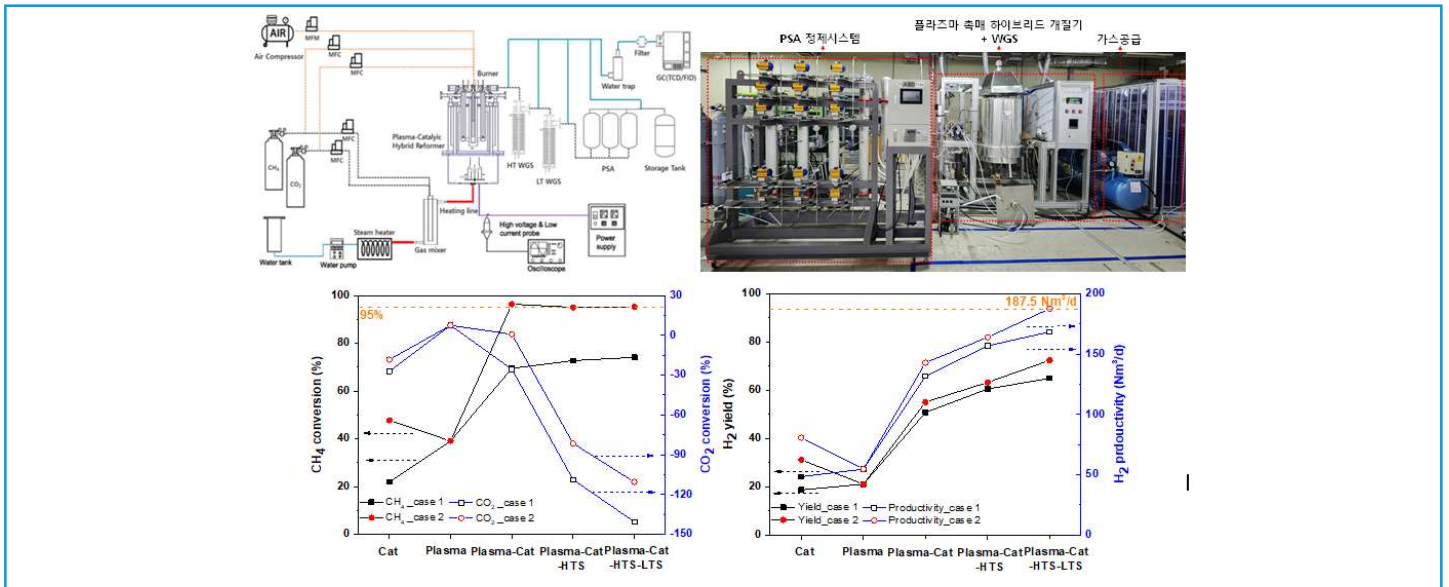
- 수소추출기 적용을 위한 바이오가스 내 복합오염물질 전처리기술 ( $H_2S$  100 ppb 이하 등) 확립
- 플라즈마-촉매 하이브리드 삼중개질 핵심원천기술 확보
- 개질가스 고순도 정제설비 설계 및 최적화
- 통합된 수소추출시스템 구축 및 성능평가

## 연구실적

- 150 Nm<sup>3</sup> -H<sub>2</sub>/일급 바이오가스 정제설비 구축 및 현장 실증 평가



- 150 Nm<sup>3</sup> -H<sub>2</sub>/일급 수소개질 통합시스템 구축 및 운전특성 평가



## 활용방안

- 바이오가스 수소전환기술 확보를 통해 carbon free 바이오가스 이용 in-situ 수소 제조 및 공급 체계를 구축함으로써, 중장기 수소 수요에 대응 가능한 수소충전소 사업 등 관련 분야와 전략적 연계 발전이 가능
- 국내 상용급 수소전환기술 시장의 해외 기술 의존도와 현재 관련 기술개발 수준으로 볼 때, 본 연구 개발을 통한 원천기술 확보는 향후 해당 기술의 국산화에 기여함은 물론 오히려 세계 시장을 선도하고자 함

## 정량성과

특허출원 4건 / 논문 7건 (SCI(E) 2건)

# 농산부산물을 이용한 반탄화 시스템 개발 ('21 ~ '23)

## 참여연구원

엄성현 (PM), 장은석, 황상연, 강수영, 홍기훈, 박철우, 위수빈

## 연구목표

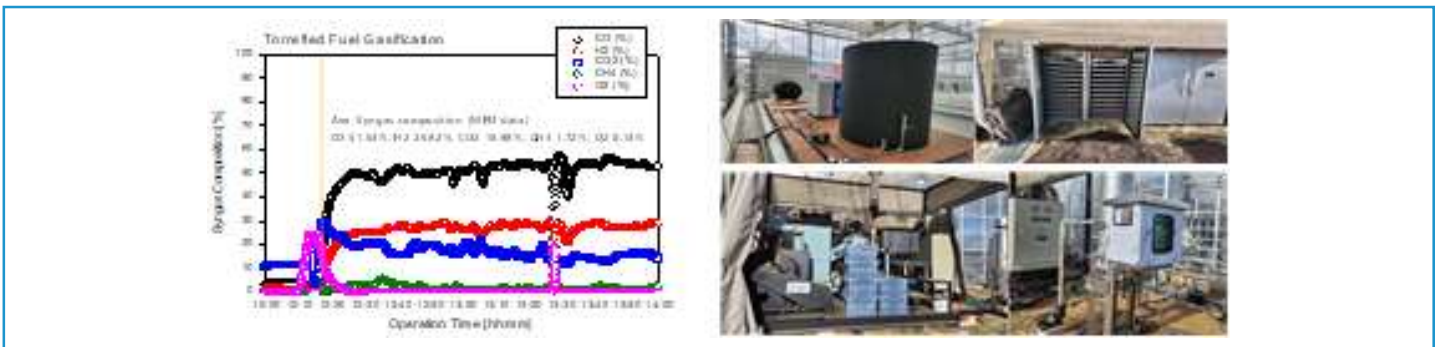
- 탄소연료전지 연료화 공정 구축 및 열병합발전 열관리 최적화
- 열병합발전 운전기술 최적화 및 대용량 열병합발전 시스템 설계 플랫폼 개발

## 연구실적

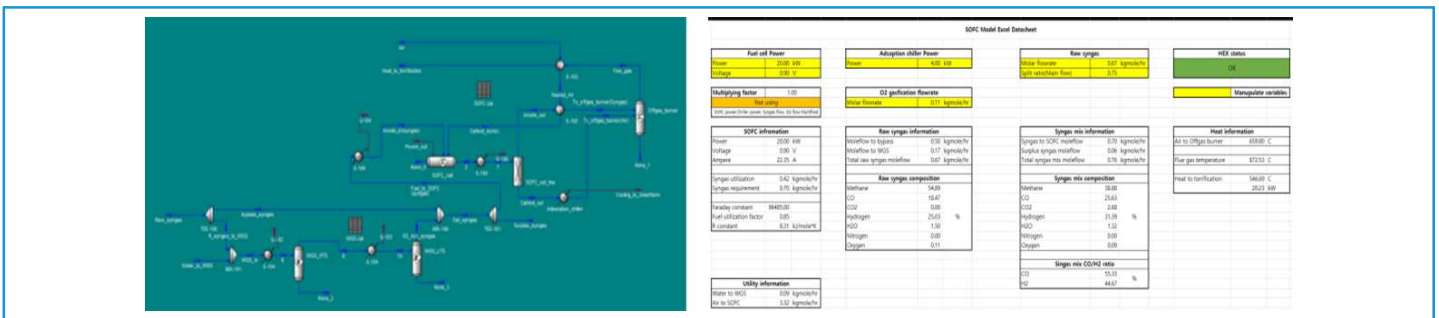
- 농산부산물을 이용한 반탄화 시스템 구축 및 공인인증 시험평가



- 0.3톤/일급 반탄화 연료 적용 가스화 시스템 공인인증 및 통합시스템 연계 장기실증



- 탄소연료전지 열병합발전 공정 설계 플랫폼 구축



## 활용방안

- 농산부산물 유래 고품연료 기반 연료전지 열병합발전 기술에 대하여 경남스마트팜혁신밸리 실증실험을 통한 농가보급형 기술 검증
- 중대형 스마트팜 농가 실증 적용을 통한 보급확산 유도
- 고온연료전지 열병합발전 기술의 적용처 확산 유도

## 정량성과

특허출원 1건 / 논문 8건 (SCI(E) 1건)

# 바이오가스 이용 고순도(99.9%이상) 수소 생산을 위한 삼중개질, 분리막회수 및 50Nm<sup>3</sup>/hr 급 실증시설 설계-구축-운영 기술 개발 ('21 ~'24)

## 참여연구원

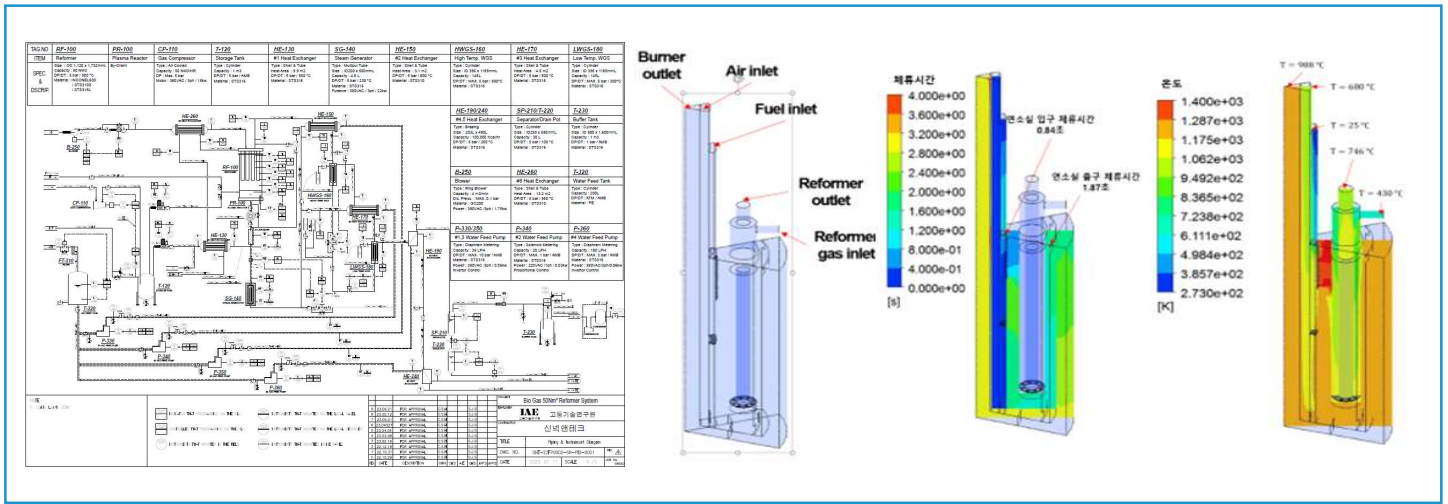
송형운 (PM), 엄성현, 황상연, 강수영, 현규환, 윤종혁, 여수연, 이동규, 김형래

## 연구목표

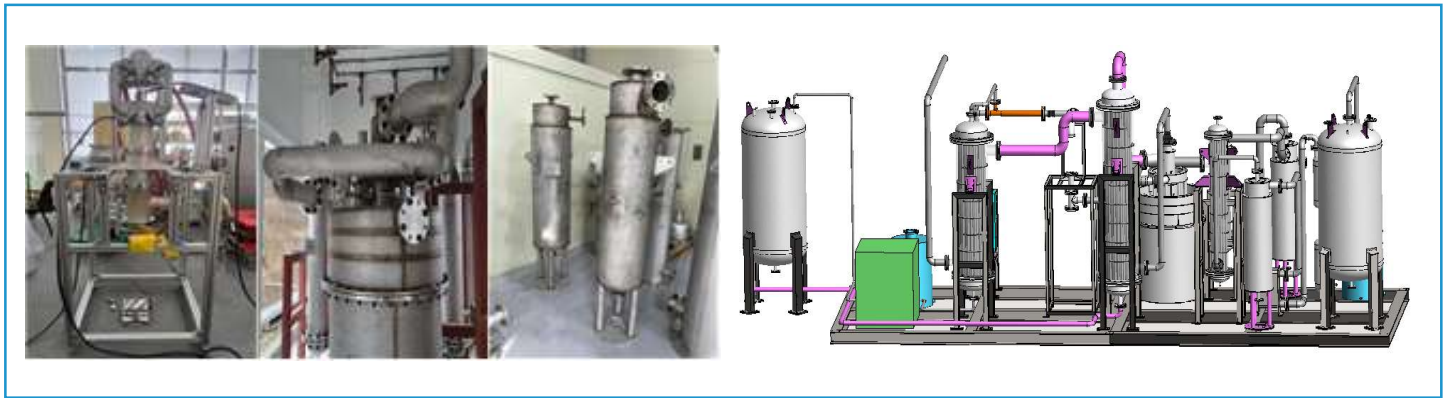
바이오가스 이용 고순도(99.9%이상) 수소 생산을 위한 삼중개질, 분리막회수 및 50Nm<sup>3</sup>/hr 급 실증시설 설계-구축-운영 기술 개발

## 연구실적

- 플라즈마+촉매 하이브리드 삼중개질 운전 특성 분석
- 50 Nm<sup>3</sup>-biogas/hr 수소추출시스템 실시설계



- 50 Nm<sup>3</sup>-biogas/hr 수소추출시스템 제작 및 패키지와



- 실증운전을 위한 trouble-shooting 및 전체 공정 위험성 평가
- 핵심 요소설비 거더링 데이터 결정 및 DB 구축, 운전 제어시스템 구축

## 활용방안

고품질의 바이오가스를 생산하여 고질화 과정없이 직접 개질을 통해 고순도 수소를 생산할 수 있는 그린수소 추출 원천기술 확보하고 현장 실증 연구를 통해 기술 검증한 후 국내 바이오가스 플랜트와 연계한 바이오수소융복합충전소, 연료전지 발전사업 등의 사업으로 확장 가능

## 정량성과

특허출원 2건 / 논문 3건 (SCI(E) 1건)



## 가정용 건물용 수소연료전지 발전시스템 실증사업 ('21 ~ '23)

### 참여연구원

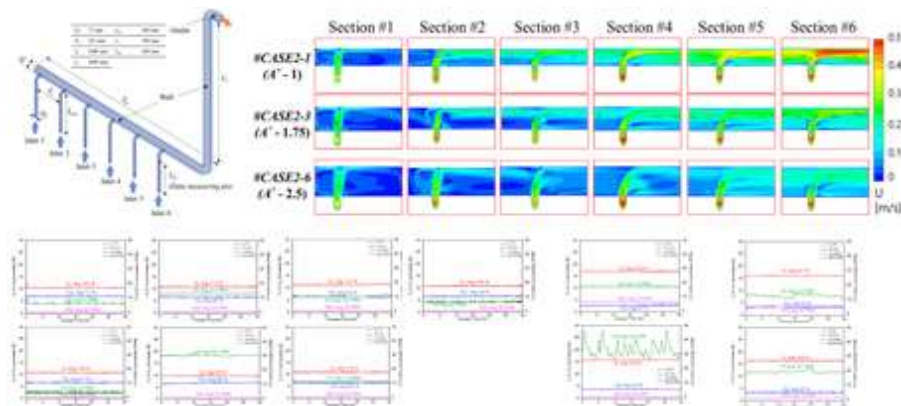
송형운 (PM), 윤성필, 윤종혁, 김형래, 이동규, 정대웅

### 연구목표

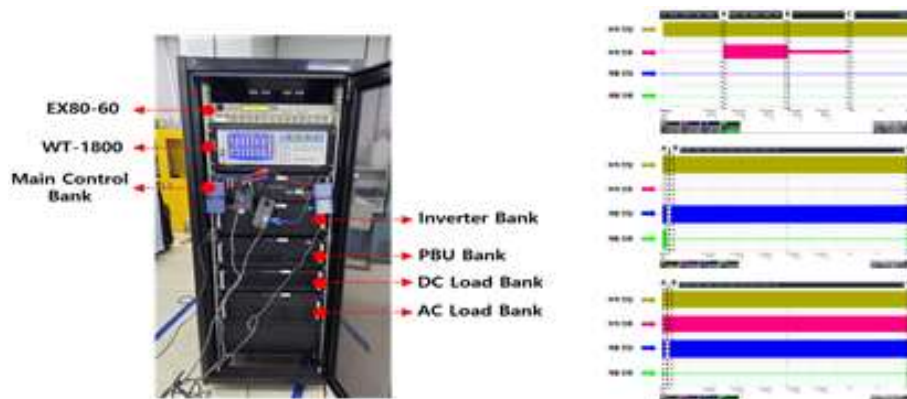
- 연료전지(SOFC)의 복합배기 시스템 실증 및 설치/안전기준 법제화
- 연료전지(SOFC)의 계통전환 시스템 실증을 통한 안전기준 법제화
- 직접수소 연료전지(SOFC) 시스템의 개발 및 실증 운전과 제품, 설치 안전기준 법제화

### 연구실적

- 복합배기시스템 위험성평가 및 배기가스 거동 특성 파악



- 계통전환 시뮬레이터 구축 및 운전



- 직접수소 연료전지 수소공급배관 선정

### 활용방안

- SOFC 복합배기규제 완화/철폐를 통한 설치 효율 증대 및 제품단가 감소 효과를 통한 시장확장성 증가
- SOFC 계통전환 규제 완화로 인한 비상발전시스템으로의 연료전지 사용자 확장
- 직접수소 연료전지 안전기준(안) 제정으로 인한 소비자 신뢰도 향상

### 정량성과

논문 4건





‘23년 센터별 주요과제 연구실적

# 그린시스템/인텔리전스센터

8 MW 부유식 해상풍력 시스템 개발  
제조핵심장비에 공동활용 가능한 옛지기반 사출성형공정 지능화운용시스템 개발  
MW급 부유식 해상풍력 탈착형 계류시스템 개발  
8~12MW급 해상풍력발전시스템용 초대형 피치 & 요 베어링 개발  
해상풍력 전주기 HSE 운영지원 모델 개발

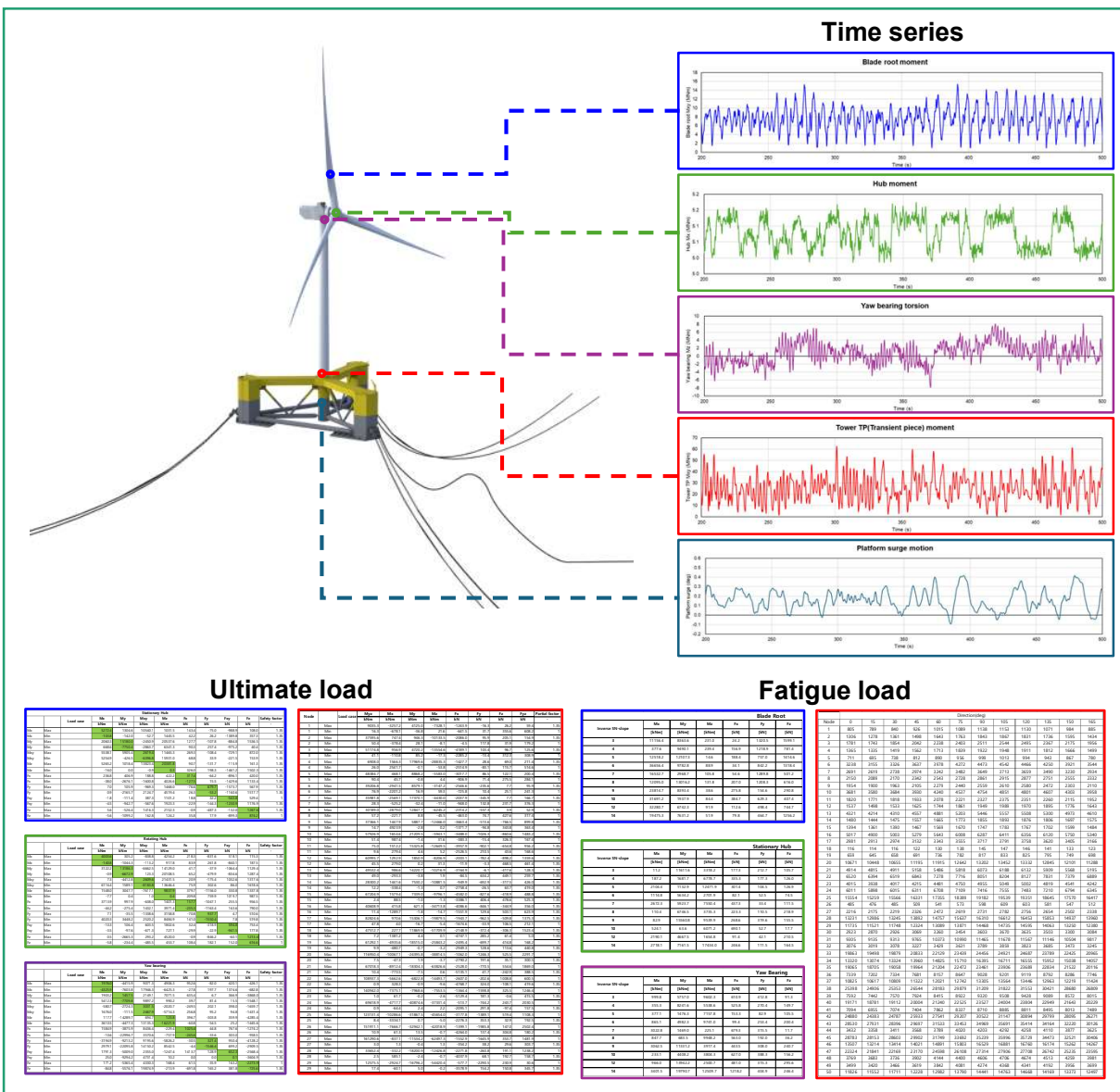
# 8 MW 부유식 해상풍력 시스템 개발 ('20 ~ '26)

**참여연구원** 박종포(PM), 윤상준, 곽혁준, 김관수, 김종화, 김현규, 박미호, 이중혁, 허치훈, 임지수

- 연구목표**
- 8MW 부유식 해상풍력시스템 부유체 설계
  - 8MW 부유식 해상풍력시스템 상세설계(안)에 대한 운동성능 해석/평가
  - 8MW 부유식 시스템 기본설계 인증
  - 10~15MW급 확장 가능한 부유체 기본설계 기술개발

**연구실적**

- 8MW 부유식 해상풍력 터빈 시스템



**활용 방안** 8MW 부유식 해상풍력시스템 부유체 및 계류시스템 개발

**정량성과** 특허출원 1건

## 제조핵심장비에 공동활용 가능한 엣지 기반 사출성형공정 지능화운영시스템 개발 ('21~'23)

### 참여연구원

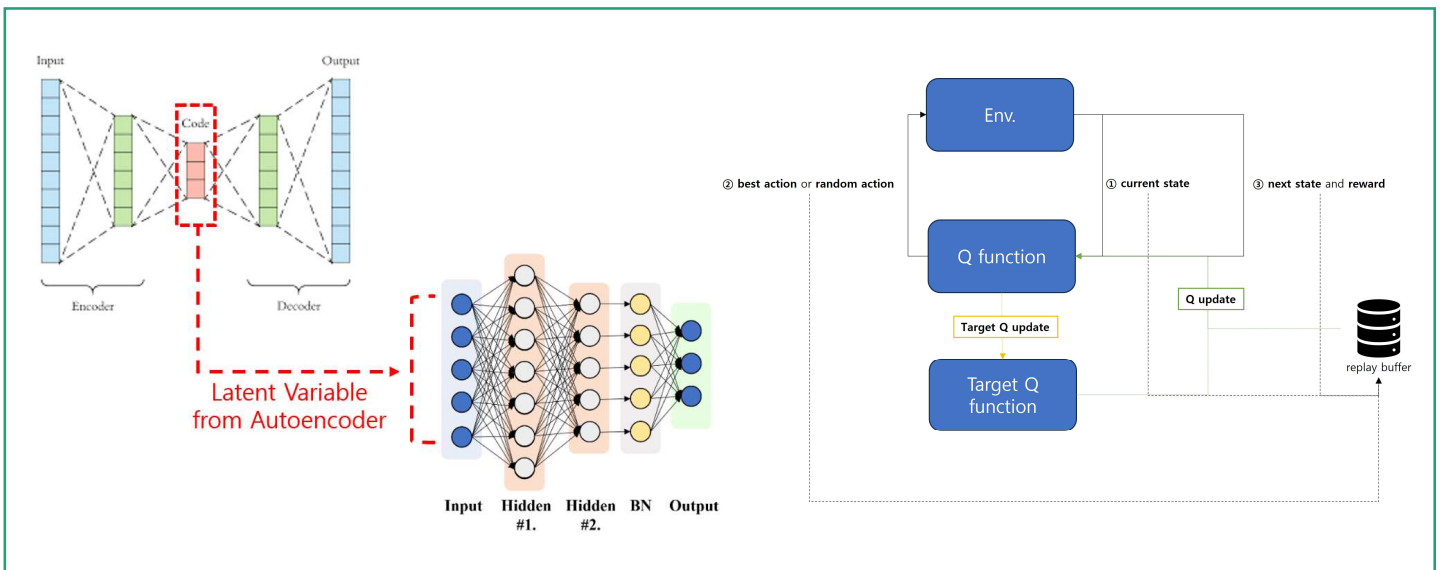
김준영 (PM), 이태경, 강대영, 김성래, 남건우, 김관수, 김종화, 김현규, 이중혁, 장재경, 윤상준

### 연구목표

- 다중산업통신지원 사출공정, 환경데이터 관리시스템
- AI 기반 사출성형 초기 양산조건 설정 및 실시간 학습 기술
- 실시간 사출성형기 자율적응제어 및 예지보전 알고리즘 기술
- 클라우드 연결 지능화-엣지 사출 컨트롤러 개발 및 현장 검증
- 스마트공정제어 및 장비 상호 호환성을 위한 국제 표준화 활동

### 연구실적

- 사출성형 초기 양산조건 추론 모델 경량화를 통한 엣지 디바이스용 추론 모델 개발
- 실시간 학습 시스템 구현
- 강화학습 기반 사출성형 초기 양산조건 추론 모델 개발
- 개발 모델에 대한 수요기업 내 실 제조 현장 실증 및 성능 평가 수행



### 활용방안

- 플라스틱 사출산업은 국내 생활소재의 80%를 차지하는 가장 큰 시장으로, 지능형 사출성형기 시장에 직접 진출 가능
- 인공지능 기반 사출 양산 자동화 알고리즘 및 연관 서비스가 적용된 클라우드-엣지 제어기 출시 예정으로, 구형 사출성형기의 제어기 교체를 통한 성능 개선 시장도 진출 가능
- 국내 사출성형기 시장 점유율 1위이자, 압도적 시장지위를 가진 우진플라임의 사출성형기에 실적용 및 제품화 예정으로 빠른 시장 진입 예상
- 본 연구를 통해 개발한 AI 기반 사출성형 초기 양산조건 추론 모델은 범용적 형상을 갖고 있는 제품을 대상으로 구축함에 따라, 동일 또는 유사 제품으로의 확장이 가능하여 관련 산업계로의 확장성 및 활용성을 극대화함

### 정량성과

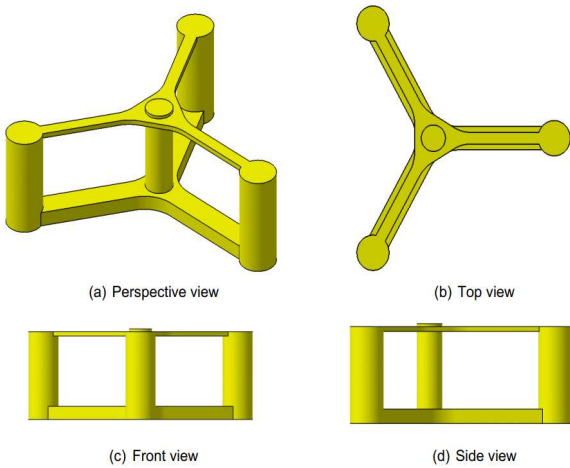
기술간행물 3건

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

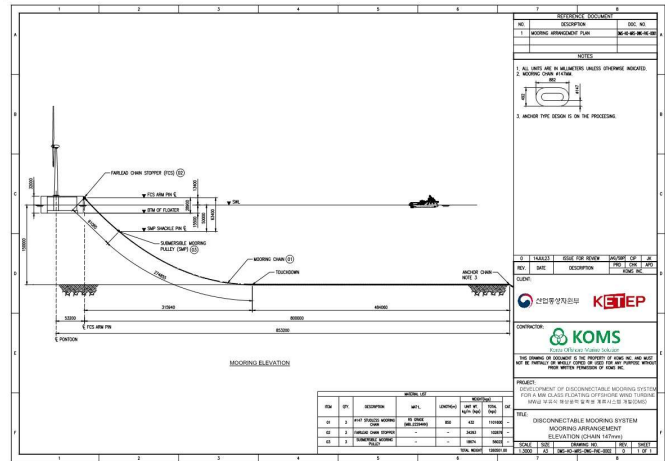
**참여연구원** 고희준 (PM), 윤상준, 김관수, 장재경, 김정태, 임지수

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

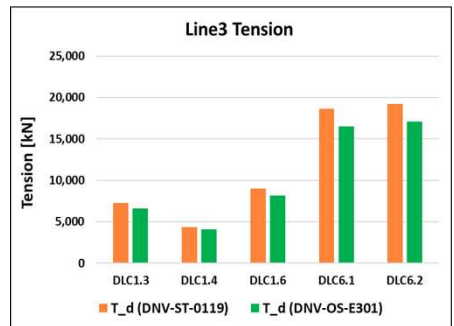
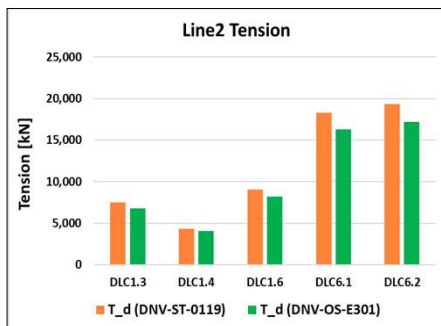
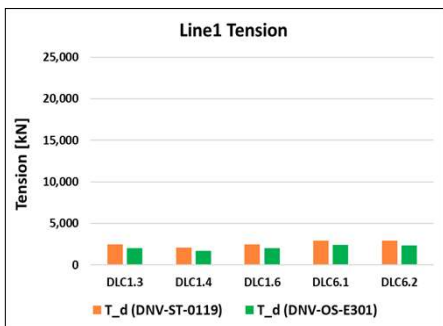
- 연구실적**
- 탈착계류시스템을 고려한 부유식 해상풍력 통합하중해석 수행
  - 탈착계류시스템 Full load test 수행을 위한 극한하중 도출
  - 부유식 해상풍력 계류시스템 관련 기자재 표준 검토
  - 15MW급 부유식 풍력터빈 수치모델 구축



〈부유체 형상〉



〈계류시스템 배치도〉



〈규정 변화에 따른 계류라인 및 ULS 조건 별 극한하중〉

- 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** 학술대회 발표논문 2건

# 8~12MW급 해상풍력발전시스템용 초대형 피치 & 요 베어링 개발 ('20 ~'23)

## 참여연구원

박종포(PM), 김현중, 김현규, 김관수, 이중혁, 손재훈, 배재영

## 연구목표

- 8MW급 피치 & 요 베어링 1차 시작품 성능평가
- 8MW급 피치 & 요 베어링 1차 시작품 신뢰성 향상 기술 개발
- 15MW급 확장 피치 & 요 베어링 설계 기반기술 개발
- 베어링 성능시험 준비를 위한 시제품 해석 및 평가
- 윤활 특성에 따른 접촉면 개선 형상 연구

## 연구실적

- 8MW급 대형베어링 설치
- 극한하중 시험 및 평가
- Pitch 베어링 극한하중 시험
- Pitch 및 Yaw 베어링 입회 시험 수행
- Pitch 및 Yaw 베어링 극한하중 시험 후 분해 MT 검사
- 진동하중에 의한 Cyclic Load 횡수 및 베어링 특성분석

The image displays a 3D CAD model of a bearing assembly with dimensions 6300 mm and 8000 mm. It includes an SGS Evaluation Report for a magnetic particle examination, and four finite element analysis (FEA) stress distribution plots for different bearing components. The FEA plots show von Mises stress distributions on the inner and outer rings of the bearings, with color-coded stress levels ranging from blue (low stress) to red (high stress).

## 활용방안

8~12MW 이상 초대형 피치 & 요 베어링 원천기술을 확보를 통해 대형 풍력발전기 핵심부품 국산화가 가능하며, 직경 5M 이상 대형 피치 & 요 베어링 국내 제조 및 12MW급 이상 초대형 피치 & 요 베어링 설계 기술 확보

## 정량성과

기술간행물 3건



## 해상풍력 전주기 HSE 운영지원 모델 개발 ('21 ~ '24)

**참여연구원** 김종영 (PM), 이태경, 남건우, 강대영, 김성래

- 연구목표**
- 해상풍력 현장 위험분석 및 위해위험인자 개발
  - 해상풍력 HSE 관리 프레임 및 프로세스 개발
  - 해상풍력 HSE 관리 규정 및 요구사항 개발
  - 해상풍력 HSE 위험성 평가 모델 및 HSE 위험성 사용자 지원 시스템 개발
  - 해상풍력 HSE 운영지원 시스템 개발 및 실증

**연구실적**

- 데모 운영 피드백을 기반으로 HSE 운영지원 시스템 기능 개선
- HSE 운영지원 시스템 내의 HSE 위험성 평가 사용자 지원 기능에서 전주기 HSE 통합관리 시스템 통합을 위한 정보 식별 및 확정, 용어 통일화, I/O 리스트 도출
- 제 3자 평가를 비롯한 현장 의견을 수렴, 추후 발전 방향과 추가 필요 기능 개발을 통한 HSE 운영지원 시스템 현장 실증 지원

작업 예시	조건	시도 계획	시도	결과	인원/소	비용/소	주요 성과
1	타입 내부에서 고스리업	실제한 부상물 흐름을 수 있는 유력	과상결과	PPE 착용 경고 및 PPE 착용 여부 점검	2	PPE 착용 시 지면으로부터 2m 이상의 높이에서 작업 불가	PPE 착용 경고 및 PPE 착용 여부 점검
2	타입 내부에서 고스리업	실제한 부상물 또는 차량에 이물질 수 있는 유력	부상 또는 차량	PPE 착용 경고 및 PPE 착용 여부 점검	4	행거 포인팅, 슬러이드 또는 케이블 시공작업을 위한 번서 레이언 부위	필요에 따라 번서 사용

<수정된 What-if 평가 기법의 도움말>

<수정된 BTA 평가 기법의 도움말>

<JSA 위험성 평가 문서의 요소 단위 검색 결과>

<위험성 평가 문서의 결재라인 기능>

- 활용 방안**
- HSE(Health, Safety and Environment) 위험성 평가를 할 수 있는 전문 솔루션이 부재한 상황 속에서, 3가지 이상의 HSE 위험성 평가 표준 기법을 지원하는 HSE 위험성 평가 사용자 지원 범용시스템을 개발하여, 풍력 산업 및 기타 플랜트 산업의 HSE 위험성 평가 솔루션 시장 진출 가능
  - 문서로 관리되던 HSE 제반업무를 통합적으로 관리할 수 있는 해상풍력 특화 HSE 운영지원 시스템을 개발하여, 현장에 적용 가능한 각종 서비스 및 토털 솔루션 시장 진출 가능
  - 국내 최대 용량의 해상풍력 실증단지(서남해) 확보한 상황으로, 시스템 개발 후 실증 Track Record를 확보한 유일한 솔루션으로 빠른 시장 진입 예상

**정량성과** 학술대회 발표논문 2건

‘23년 센터별 주요과제 연구실적

# 융합소재연구센터

차세대 페디스플레이 전처리 시스템 및 소재화 기술개발

회수자원의 고부가가치화를 위한 습식제련 고도화 기술개발

디지털 융합기술 활용 미래자동차 고도화 지원

천연자원활용 전기전자 재생자원의 첨단산업 원료 소재화 기술개발

100% 재활용 희소금속을 활용한 고용량(180mAhg) 리튬이차전지 양극재용 전구체 제조기술 개발

디스플레이용 LCD8세대 OLED6세대 및 반도체용 300mm T<sub>i</sub> 스퍼터링 타겟 제조를 위한 고품위 T<sub>i</sub> 빌렛 및 타겟 제조기술 개발

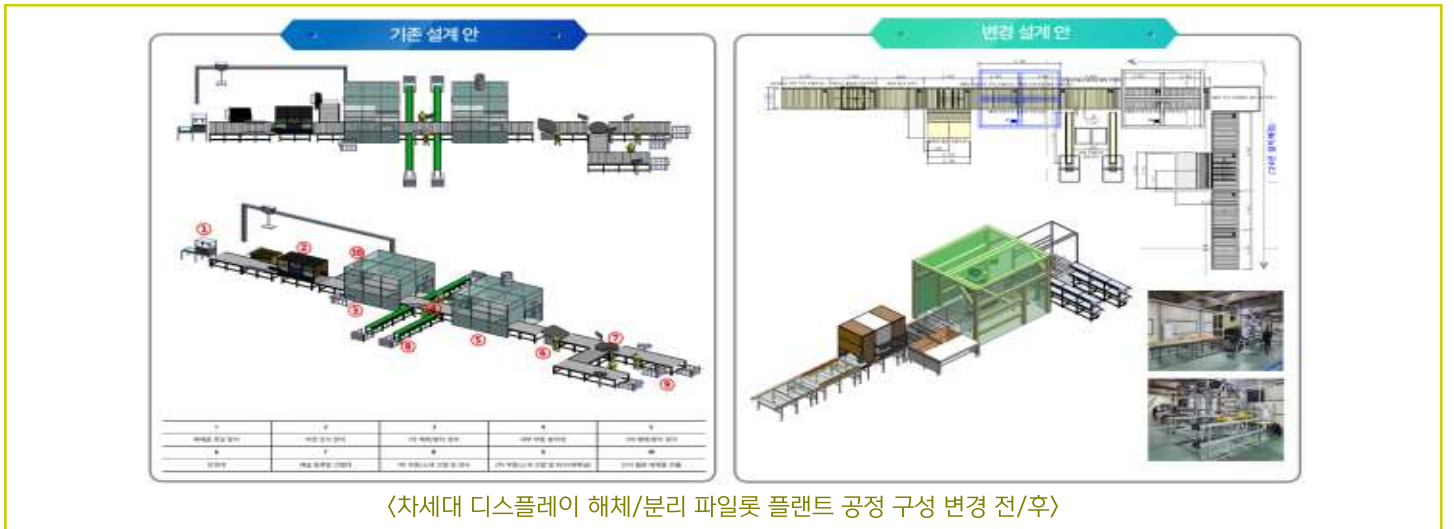
바이오 트윈 기반 미래차 부품 고도화 기반구축

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

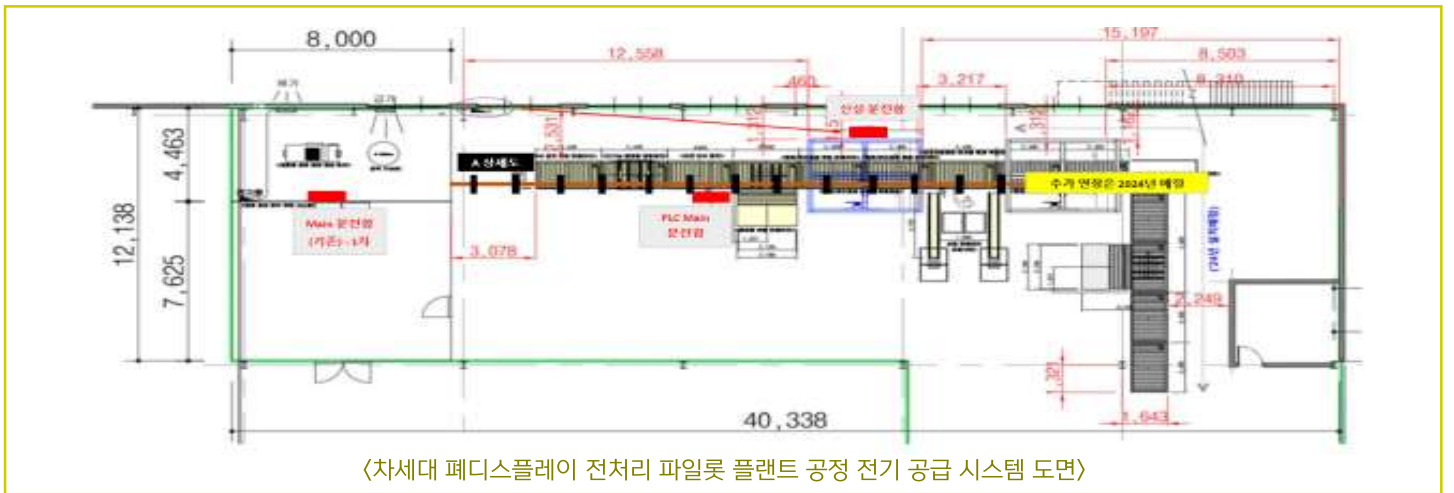
**참여연구원** 이찬기(PM), 박재량, 안낙균, 채홍준, 오현경, 소운지, 황상하, 이광희, 강유빈, 김재찬, 박종현

**연구목표** 4톤/일급 차세대 페디스플레이 맞춤형 자동화/고효율 재활용 기술 고도화 및 유가자원 소재화 기술 개발

- 연구실적**
- 4톤/일급 차세대 페디스플레이 해체/분리 공정 고효율화 기술 개발
  - 차세대 페디스플레이 회수 금속 소재 물성 파악 및 소재화 방안 확립
  - 차세대 디스플레이 패널 함유 유가자원 회수를 위한 전처리 시스템 구축
  - 차세대 디스플레이 폐패널로부터 인듐 회수 공정 구축
  - 전기분해법을 이용한 3N급 인듐제조 공정 기술개발



〈차세대 디스플레이 해체/분리 파일럿 플랜트 공정 구성 변경 전/후〉



〈차세대 페디스플레이 전처리 파일럿 플랜트 공정 전기 공급 시스템 도면〉

- 활용 방안**
- 페디스플레이 해체/분리 공정 및 유용자원 소재화 기술 확보
  - 차세대 페디스플레이 재활용 과제 도출
  - 유리 및 인듐 재활용 사업화

**정량성과** 논문 4건(SCI 2건)

# 회수자원의 고부가가치화를 위한 습식제련 고도화 기술개발 ('20 ~ '24)

**참여연구원** 김대근(PM), 임병용, 주소영, 오현경

**연구목표** 중대형 페리튬이차전지로부터 회수자원의 고부가가치화를 위한 습식제련 고도화 기술 개발

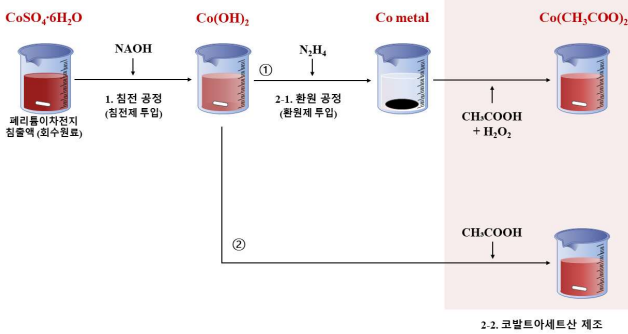
- 연구실적**
- 폐중대형이차전지 전구체로부터 금속산화물 제조 최적화 연구
  - 환원제 투입에 따른 니켈아세트산 제조 거동 평가
  - 환원제 투입에 따른 코발트아세트산 제조 거동 평가
  - 액상환원공정을 통한 금속 분말 제조 연구
  - 재활용 카본 금속 산화물 음극 소재 특성 최적화 연구



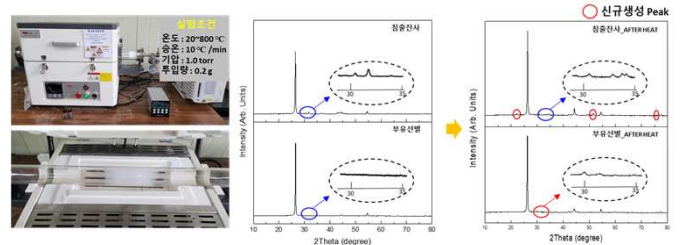
〈반응 농도비에 따른 수산화코발트 슬러지〉



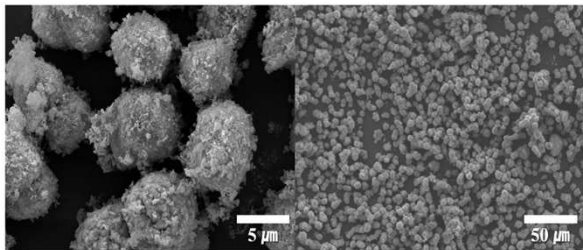
〈고액분리 공정 진행 후 수산화코발트 상층액〉



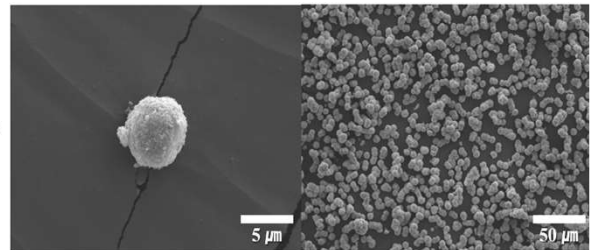
〈페리튬이차전지로부터 코발트아세트산 제조 공정 모식도〉



〈진공 열처리 실험 및 열처리 전후 XRD 분석 결과〉



20min



30min

〈반응 시간에 따른 코발트 금속 분말의 SEM 분석 결과; (좌) 20 min, (우) 30 min〉

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

**정량성과** 논문 2건(SCI 2건)

## 디지털 융합기술 활용 미래자동차 고도화 지원 ('22 ~ '25)

### 참여연구원

이찬기(PM), 김지원, 김민주, 강세황, 김혜인, 문상미, 정지혜, 박종현, 안낙균, 윤진호, 이지은, 최진주, 한혜경, 정희숙, 김일호, 이지은, 허덕재, 이동찬, 조민철, 김진우, 김석범

### 연구목표

미래자동차부품고도화를위한디지털융합기반자동차소재·부품요소기술개발지원및평가인증체계구축

### 연구실적

- 디지털 융합 소재/부품 기술 지원 시스템 및 장비 구축 (4종)



〈만능 재료 시험기〉



〈원할 감속기 내구 시험기〉



〈조향부품 복합환경 진동내구시험기〉



〈IDC/FDC/V2L 시험분석 시스템〉

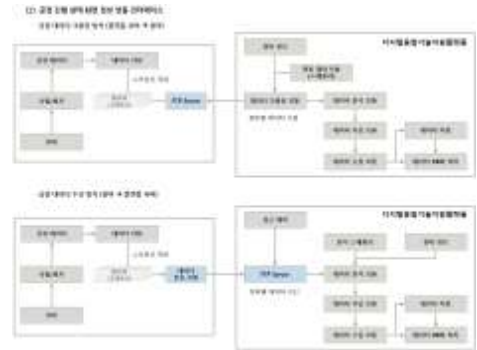
- 디지털융합 시스템 활용 플랫폼 구축



〈플랫폼 항목 관리기능〉



〈플랫폼 항목별 Dash Board〉



〈인터페이스 설계〉

- 자동차부품 관련 중소기업에 대한 기술 컨설팅 및 사업화 지원
- 자동차 소재/부품/모듈 제조기업 유치 및 세미나 개최
- 디지털 융합 설계 기초 교육 과정 신규개설 및 운영

### 활용방안

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

### 정량성과

논문 2건(SCI 2건)



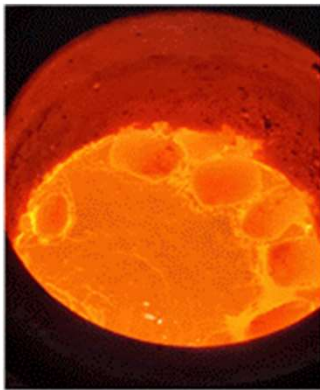
## 천연자원활용 전기전자 재생자원의 첨단산업 원료 소재화 기술개발 ('22 ~ '26)

**참여연구원** 김대근(PM), 임병용, 정우철

**연구목표** 천연광물 활용 경제적 가치가 낮은 순환자원으로부터 첨단금속소재 회수를 위한 자원순환실증시스템 구축

### 연구실적

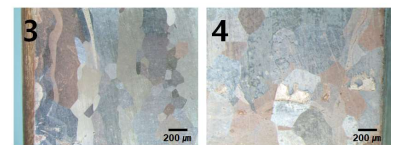
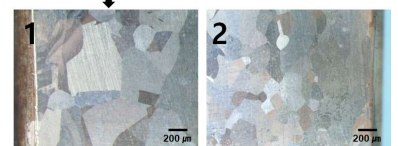
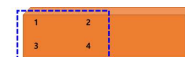
- 사업장발생 유해물질(미세먼지, 악취, VOC, SOx) 무배출 PLC 통합관리시스템 구축
- 전처리, 제련 및 정련시스템의 친환경 설계, 에너지 효율 최대화
- 전기에너지에 기반한 최신 재활용 시스템 구축 및 운영
- 재생원료에 포함된 폐기물을 원료로 활용한 탄소중립 실현 및 수익구조 개선
- 고주파 연속주조 장치 제작 및 전극 제조
- 회전식 오존 촉매 산화 반응 장치 및 미세액적 분무 고효율 습식세정 시스템 개발
- 산성 용액 회수를 위한 막 공정 최적화



〈수직형 연속주조 장치 제어 모니터〉



〈용탕 온도에 따른 약 1300, 1200, 1100, 1000 °C〉



〈연주재 위치별 미세조직사진〉

### 활용방안

- 차세대 자원순환 솔루션을 제공하여 향후 수요기업의 전문가들과의 상호 기술 보안을 통한 상용공정 설계 및 운영. 환경오염물질 무배출 테스트 베드로 활용하여 희소금속 자원수급/자원비축 등과 연계 운영
- 구리, 금, 은 등의 첨단소재 원료의 수입 대체 및 자금 기반구축과 국내 소재 부품 산업 등 전후방 산업의 동시 발전에 기여

**정량성과** 논문 2건(SCI 2건)



# 100% 재활용 희소금속을 활용한 고용량(180mAhg) 리튬이차전지 양극재용 전구체 제조기술 개발 ('22 ~ '26)

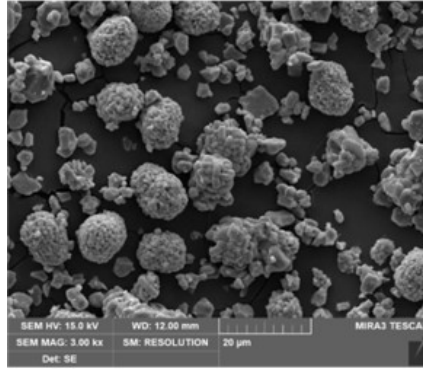
**참여연구원** 김재찬(PM), 박경수, 이광희, 김재찬, 이덕희, 이세영, 주소영, 진연호

- 연구목표**
- 재활용 리튬화합물 기반 양극재 제조 공정 조건 수립
  - 양극재 물성 및 전기화학 특성 데이터 확보

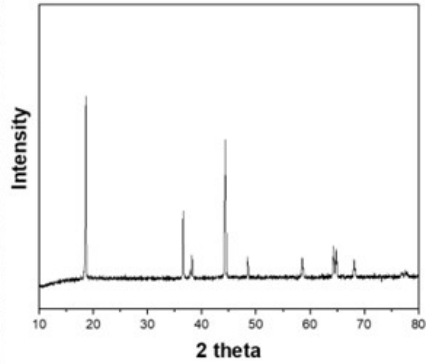
- 연구실적**
- 양극재 제조용 소성로 제작 및 내부 온도 구배 분석 완료
  - 주관기관 제공 대입경/소입경 전구체 적용 양극재 제조
  - 상용 및 재활용 리튬화합물 혼합 적용 양극재 제조 (50% 목표달성)
  - 양극재 소성 공정간 발생 배가스 분석 및 영향성 파악 완료
  - 양극재 half-cell 적용 전기화학 특성 데이터 확보 (with 한국전자기술연구원)



(kg/batch 수준 터널로 제작)



(상용 탄산리튬 + NCM 전구체 대입경 900°C 소성 실험 결과)



(탄산 리튬의 종류별 함수를 측정 결과)

- 활용방안**
- 재활용 리튬화합물 기반 양극재 제조 공정 조건 수립
  - 양극재 물성 및 전기화학 특성 데이터 확보

**정량성과** 논문 1건(SCI 1건)

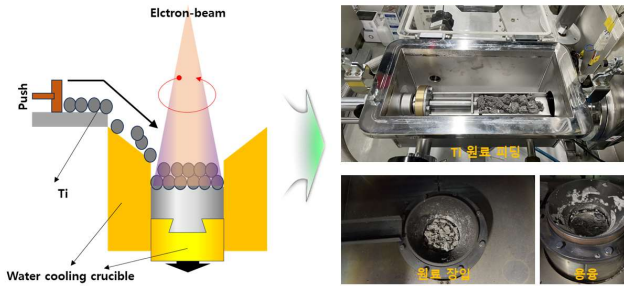
# 디스플레이용 LCD 8세대 OLED 6세대 및 반도체용 300 mm Ti 스퍼터링 타겟 제조를 위한 고품위 Ti 빌렛 및 타겟 제조기술 개발 ('20 ~ '24)

**참여연구원** 김지원 (PM), 이지은, 최진주, 이세영

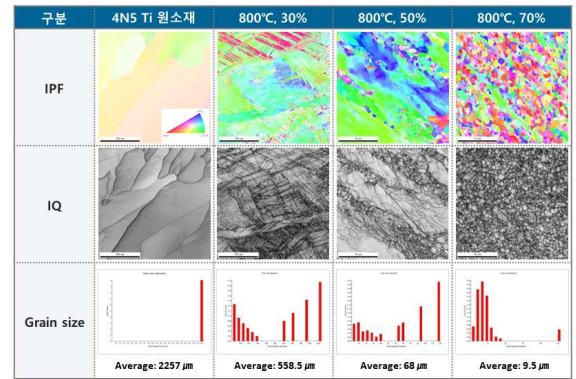
**연구목표** 고품위 Ti 빌렛 국산화 및 디스플레이용 LCD 8세대, OLED 6세대, 반도체용 300 mm Ti 스퍼터링 타겟 제조기술 개발

## 연구실적

- 전자빔 용해(electron beam melting) 공정 이용 Ti 빌렛 제조 기술 개발
- 열간 단조 공정을 통한 Ti 빌렛 제조 기술 개발



〈전자빔 용해 공정 및 원료 피딩 시스템〉



〈800 °C 열간 프레스단조 전후 4N5 Ti 빌렛의 EBSD 분석 결과〉



〈전자빔 용해 제조 Ti 잉곳의 특성 평가 및 scale-up〉

시료	시료 온도 (°C)	압하율 (%)	
4N5 Ti ingot	600, 800	30, 50, 70	
다이 온도(°C)	단조 속도(mm/sec)	단조 유지시간(s)	냉각
120	60	3	Air quench

항목		사양
Pressing capacity		25 ton
Main cylinder	Descending speed	Max 60 mm/sec
	Power speed	Max 20 mm/sec

〈25톤급 유압프레스 및 4N5 Ti 열간 프레스단조 실험조건〉

## 활용방안

- 전략핵심소재자립화 과제, 'Ti 금속 소재화를 위한 독성 염-불소가스 미발생형 3N급 제련 기술' 과제와 연계하여 3N급 Ti 소재를 공급받을 예정임
- 이를 이용하여 고품위 Ti 잉곳 성형 및 빌렛 제조 기술을 개발 한 후, 빌렛 단조, 압연, backing plate 접합 및 가공 기술 개발을 하여 최종 제품을 제작하고자 함
- 최종적으로 디스플레이용 LCD 8세대, OLED 6세대 및 반도체용 300 mm Ti 스퍼터링 타겟 제조 기술을 확보하여 수요 기업에 공급하고자 함

**정량성과** 학술대회 발표논문 4건

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

### 참여연구원

이찬기(PM), 박경수, 채홍준, 문상미, 이광희, 김재찬, 이덕희, 홍명환, 안낙균, 박종현, 강유빈, 주소영, 소윤지, 임동혁, 오현경, 정지혜, 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(설계기본계획 및 실시 설계 공고)
- 기업지원을 위한 시험분석 평가 지원 및 미래차 HMI 부품/모듈 관련 네트워크 구축
- 미래차 HMI 부품 고도화를 위한 생체인식 및 햅틱 부품·모듈에 대한 성능평가 항목의 중요도, 평가환경, 전용공간 등을 고려해 시험분석 성능 평가 장비 6종의 연차별 구축 계획 수립



### 활용방안

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

### 정량성과

기술간행물 10건

‘23년 센터별 주요과제 연구실적

# 신소재공정센터

반도체 산업용 극청정 특수강 부품개발 및 실증평가기술 개발  
페리튬인산철배터리(LFP)로부터 탄소저감형 배터리원료화 기술개발  
디스플레이용 고순도 Si과 Si 합금용 스퍼터 타겟 제조기술 개발  
기계적 합금화에 의한 초고온 극한환경용 고강도 고인성 분산강화형 금속복합소재 개발



# 반도체 산업용 극청정 특수강 부품개발 및 실증평가기술 개발 ('20 ~ '24)

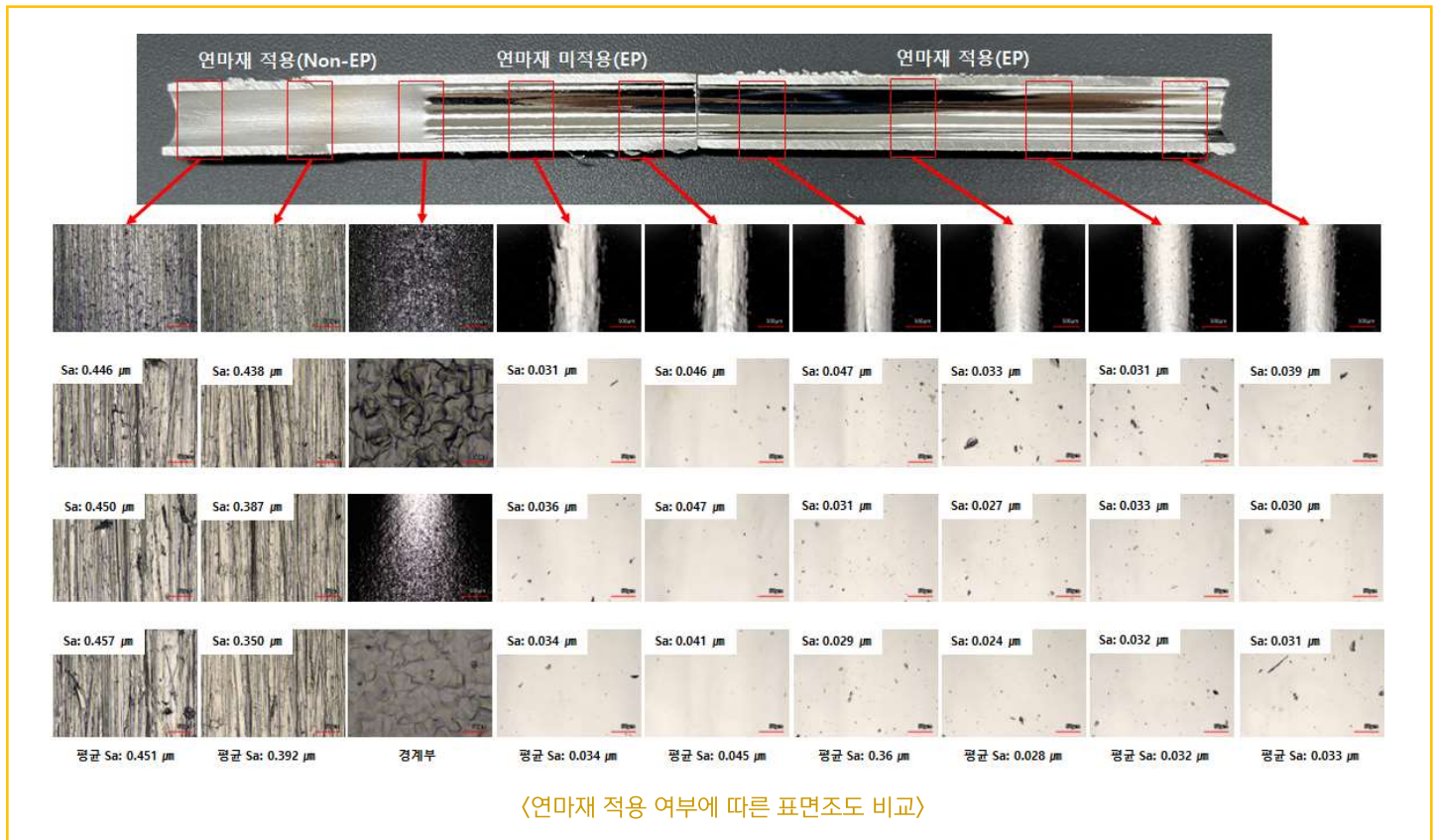
**참여연구원** 공만식(PM), 양현석, 정우철, 정향철

**연구목표**

- 극청정 특수강을 위한 전해전극 설계 및 전해 특성 연구
- 각 제품에 적합한 극청정화 전해전극 설계 및 전해 특성 연구
- 전해불량 분석 및 개선방안 연구
- 가공경계 최소화 기술 개발

**연구실적**

- 강관의 직경에 따른 가스 배출 기술 지원 및 평가
  - : 전해연마 공정에서 발생 가스에 따른 전해 품질 영향 평가
- 밸브류 유로부 직경에 따른 연마재 선정 지원 및 평가
  - : 전해액 유량 별 연마재 적용 여부에 따른 연마 표면 조도 비교 분석



**활용방안**

- 반도체 공정 및 장비 부품의 극청정화 기술
- 강관재 및 봉강재 전해연마 기술 및 시스템
- 전극설계를 위한 전산해석 기술

**정량성과** 특허등록 1건, SCI(E) 논문 2건  
2023년 국가연구개발 우수성과 100선

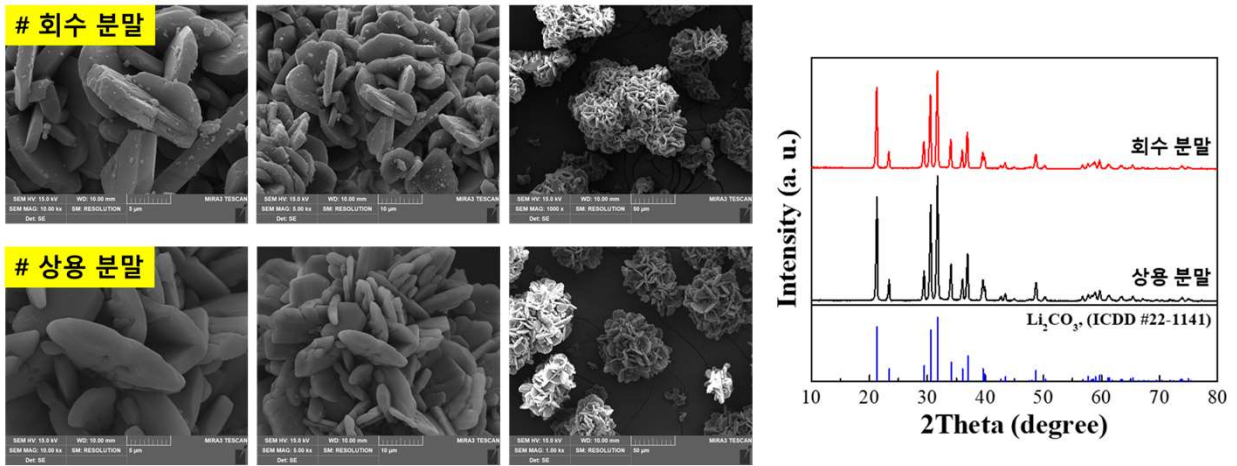
# 페리튬인산철배터리(LFP)로부터 탄소저감형 배터리 원료화 기술개발 ('22 ~'25)

**참여연구원** 김대원(PM), 양재교, 양현석, 진연호, 장대환, 김보람, 김희선

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

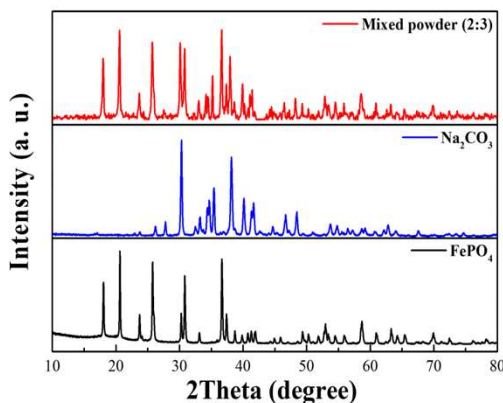
## 연구목표

- LFP 폐양극재의 건식 열처리 후 회수된 리튬화합물의 고순도화 기술개발 : 탄산염을 활용한 탄산리튬 재결정화 기술 개발



<회수 및 상용 탄산리튬 분말의 SEM 이미지 및 XRD 그래프>

- 건식제련공정으로 회수된 Fe-P 화합물 내 Fe 및 P 분리 공정 기술개발



<불밀링 후 혼합분말의 XRD 그래프 및 열처리 샘플>

- 활용방안**
- LFP 폐자원에서부터 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

**정량성과** 특허출원 4건, S/W저작권 1건, 논문 3건



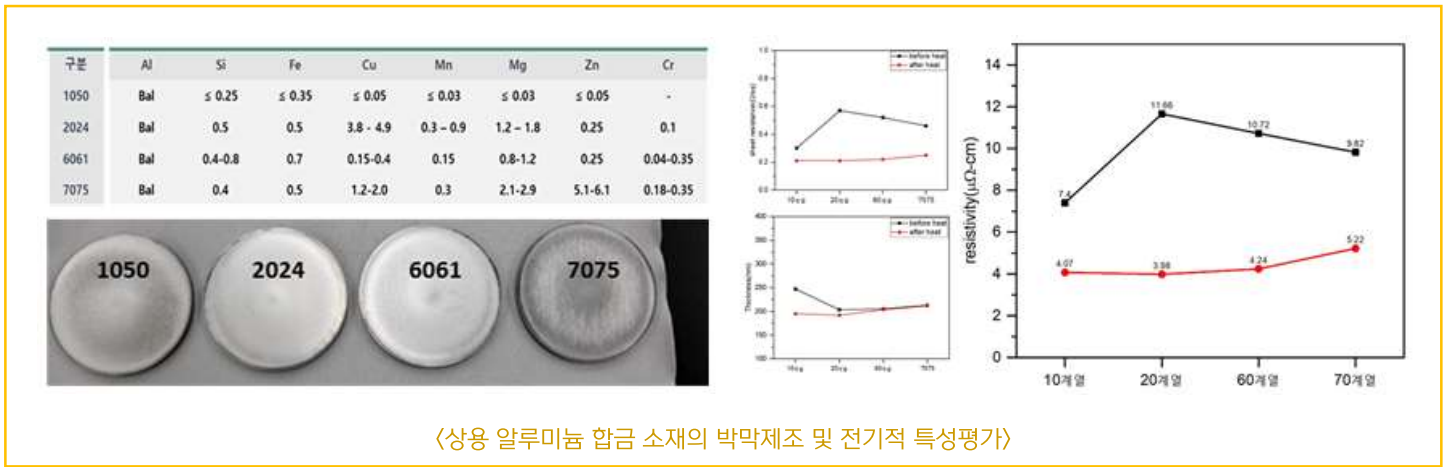
# 디스플레이용 고순도 Si과 Si 합금용 스퍼터 타겟 제조기술 개발 ('20 ~ '24)

**참여연구원** 김영균(PM), 김건홍, 한덕현, 윤상민, 김보람, 김정준

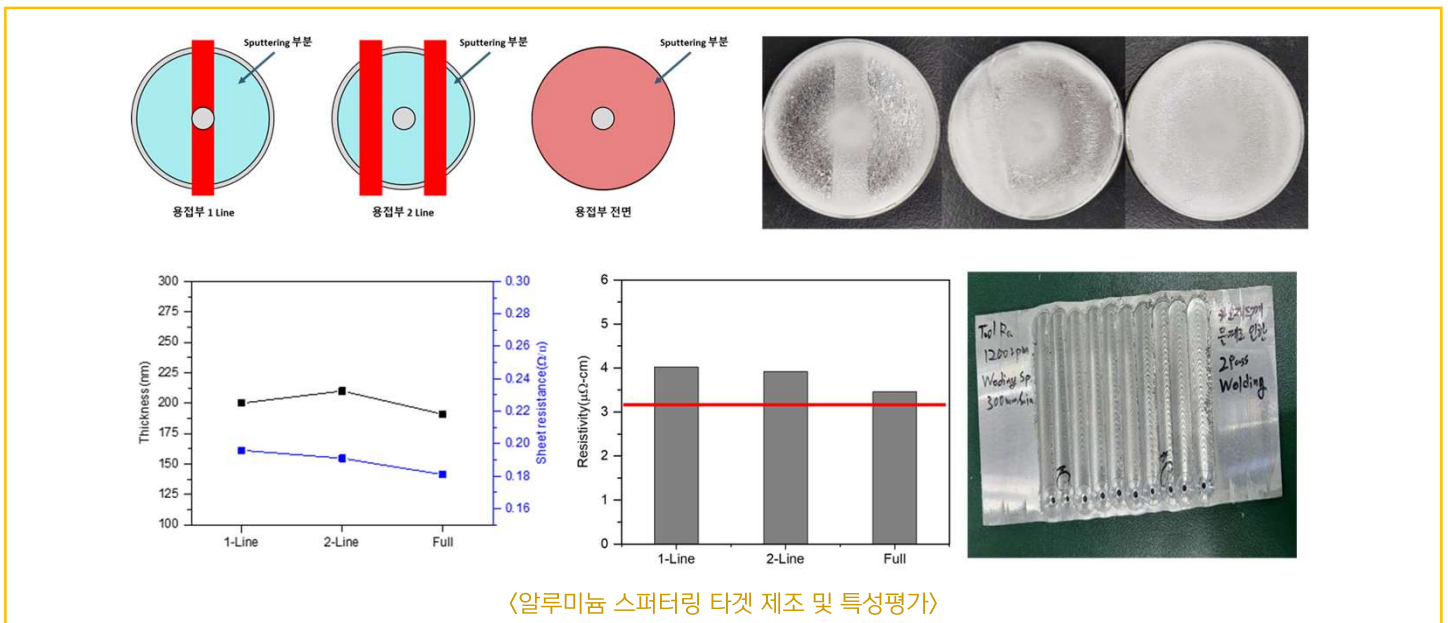
**연구목표** 순도 99.999%(5N) 고순도 Si 정련 기술개발 및 Si 합금 스퍼터링 타겟 제조 최적화

## 연구실적

- 상용 Si 합금 타겟을 이용한 박막 특성 평가



- 대형 타겟 제작을 위한 마찰교반용접(FSW) 타겟 제조



**활용 방안**

- 디스플레이 핵심 구성 요소인 백플레인 (구동회로+기판)의 배선 및 배리어층 형성을 위한 코팅에 활용
- 전량수입에 의존하고 있는 디스플레이용 스퍼터링 타겟 시장의 국산화

**정량성과** 특허출원 1건

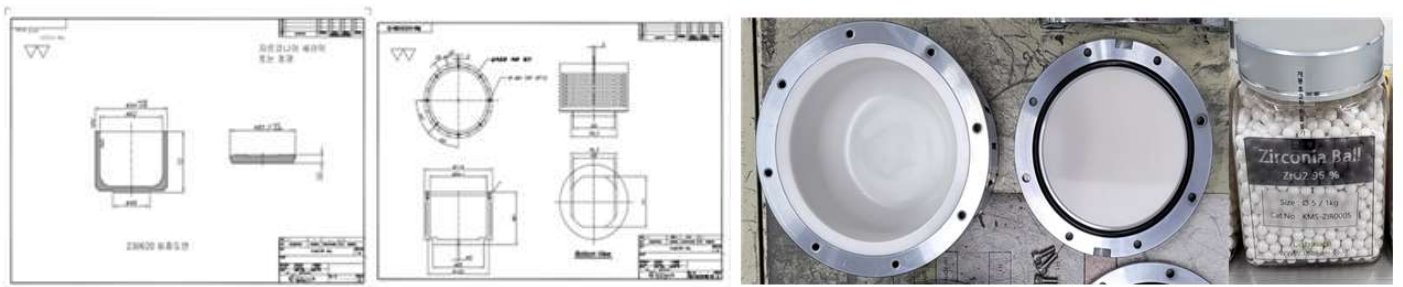
## 기계적 합금화에 의한 초고온 극한환경용 고강도 고인성 분산강화형 금속복합소재 개발 ('22 ~ '26)

**참여연구원** 김영균(PM), 한덕현, 윤상민

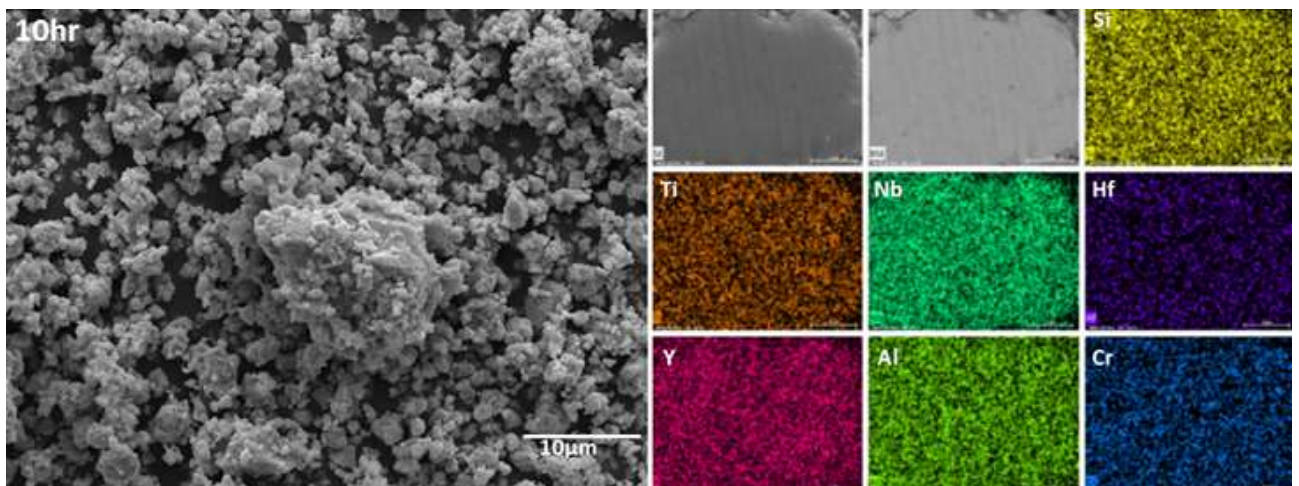
**연구목표** 온도수용성 1300°C 이상 고온 신뢰성이 확보된 초고온 극한환경용 금속복합 소재 합금개발

**연구목표**

- MA(mechanical alloying) 조건 최적화



〈ZrO<sub>2</sub> milling chamber 및 ZrO<sub>2</sub> ball 설계 및 제작〉



〈개발 합금의 10 hr 기계적합금화 후 분말 형상 및 단면 SEM - EDS 분석 결과〉

**활용방안**

- 신합금 조성의 원천 특허 확보로 인한 초고온 환경 재료 분야 리딩 및 시장 선점
- 기계적합금화 최적화 공정 기술과 벌크화를 위한 압출 기술을 통하여 초고온 환경에서 활용이 가능한 재료 개발

**정량성과** 특허출원 1건



‘23년 센터별 주요과제 연구실적

# 지능기계시스템센터

자율주행차용 충돌안전 및 편의향상 시트 시스템 개발  
전기로 형강 압연공정 내 빅데이터를 적용한 에너지 효율 향상 및 품질 개선 기술 개발  
Axial Motor를 이용한 미래형자동차형 고효율 EWP(Electronic water pump) 모듈 개발  
송전용량 220%증가 장경간용 500kV급 탄소섬유강화 경량 가공송전케이블 개발  
자율주행자동차에 적용 가능한 지능형 로테이션 시트 모듈 개발  
자율주행차용 탑승자 제어 인터페이스 부품 기술개발  
수소저장용 탄소섬유복합용기 주행 중 결함사고 예방을 위한 안전성 진단 모듈 개발 및 실증사업  
인공섬모 기반의 세정/재사용 가능한 H13급 공기정화용 필터 개발  
보급형 다중 유해가스 감지 광학가스영상 장치 개발


# 자율주행차용 충돌안전 및 편의향상 시트 시스템 개발 ('22 ~ '26)

**참여연구원** 고동신(PM), 김언규, 정석환, 이현주, 김소을, 유지홍, 남재현, 김석범

**연구목표** 자율주행의 주행환경 변화에 따른 시트 시스템의 충돌안전 및 편의 기능 향상 기술개발

## 연구실적

- 모듈별 진동모드 및 진동전달 분석 기술개발



1차 설계



2차 설계



3차 설계

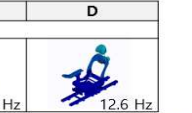
〈1~3차 설계 모델〉



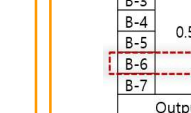
A



B



C



D

〈1~3차 모델 진동 모드 및 진동증폭량 결과〉

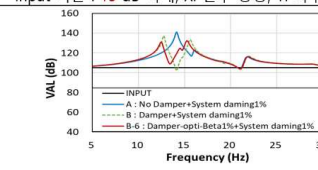
모델	RMS (5 ~ 30Hz 구간 진동 에너지)					
	절대값 Input / Output			진동 증폭량 Output - Input (dB)		
	X / X	Y / Y	Z / X	X - X	Y - Y	X - Z
1차 설계	138.3	149.9	131.9	10.3	21.9	3.87
2차 설계	141.6	147.4	121.6	13.6	19.4	-6.5
3차 설계	139.1	147.7	130.0	11.0	19.7	1.9
3차+댐퍼추가	137.3	142.2	129.7	9.2	19.7	1.7

Output - Input 기준 : 15 dB 이내 (X: 전후 방향, Y: 좌우 방향, Z:상하 방향)

(A. 기본 구조, B. Dynamic damper 추가 모델)

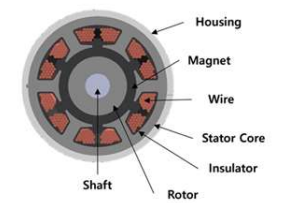
모델	Dynamic damper				RMS (5 ~ 30Hz 구간 진동 에너지)	
	Mass [kg]	Elastic Modulus [MPa]	Material damping	System damping	절대값	진동 증폭량 [dB]
					Input / Output	Input - Output
A	無				147.7	19.7
B	0.60	3.00	-		144.2	16.1
B-1				1%	142.7	14.6
B-2		2.60			142.7	14.7
B-3		2.50			142.5	14.4
B-4	0.53	2.40	1%		142.3	14.2
B-5		2.35			142.5	14.5
B-6		2.30			142.2	14.2
B-7		2.00			142.8	14.6

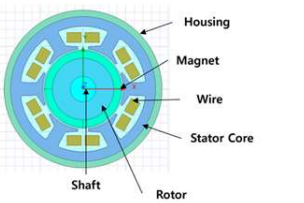
Output - Input 기준 : 15 dB 이내, X: 전후 방향, Y: 좌우 방향, Z:상하 방향



〈3차 모델의 Dynamic Damper 적용 결과〉

- BLDC 모터 성능향상 및 진동/소음 저감을 위한 최적화 해석 기술 개발





〈모터 주요 부품 및 구조 단면〉

Part Name	Material	Mass Density [kg/m <sup>3</sup> ]	Bulk Conductivity [S/m]
Housing	SECC 1.6T	7,800	2,564,103
Magnet	BN m-10 (Nd-Fe-B)	6,000	740,741.0
Wire	Al-EIW	8,933	59,880,240
Stator	50FN470	7,700	2,380,952
Insulator	PA66-GF30%	-	-
Rotor	50FN470	7,700	2,380,952
Shaft	S45C	7,880	6,172,840

〈모터 재질 및 전자기적 물성〉

전자기장 최적화 설계 인자 및 수준

	Ref.	Min	Max
A	5.0	4.5	5.5
B	2.8	2.3	3.3
C	2.5	1.0	4.0
D	1.8	0.9	2.7

인자 및 수준

최적화 결과

새로 만들기	A	B	C	D
높음	5.50	3.30	4.0	2.70
연재	(4.50)	(3.30)	(2.060)	(2.70)
낮음	4.50	2.30	1.0	0.90



〈최대 코르를 위한 모터 형상 최적화〉

**활용 방안** - 충돌 안전 시트 시스템의 진동 소음 저감 설계 및 개선방안제시  
- 충돌 안전 시트 프레임 설계 및 제작

**정량 성과** 논문 3건, 학술발표 10건



# 전기로 형강압연공정 내 빅데이터를 적용한 에너지 효율 향상 및 품질 개선 기술 개발 ('22 ~ '25)

**참여연구원** 김재성 (PM), 이찬희, 정상혁, 황병훈, 노정훈, 윤진영, 이찬양, 이예승, 신승철, 장준호

**연구목표** 전기로 내 하공정 단계에서 제품의 품질개선을 위한 빅데이터 기반 조업 기술 개발

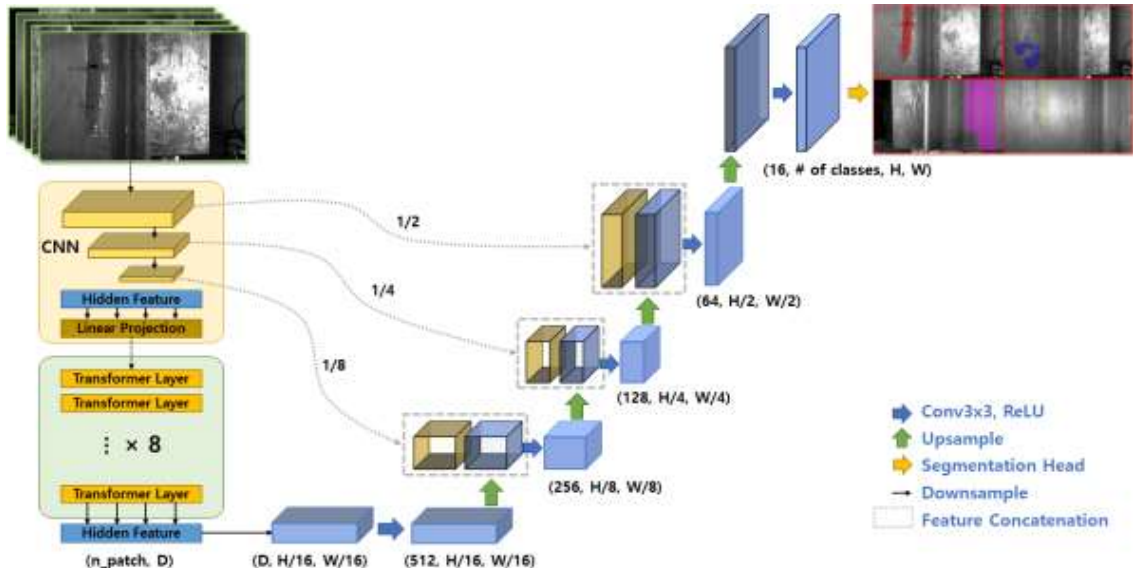
## 연구실적

- 고온 표면 결함 측정을 위한 검사 시스템 개발



〈포항공장 내 간이 이미지 획득 장비 설치 및 집광 모듈 설계 도면 제작 제품〉

- 표면결함탐지 시스템에 장착할 결함 검출 AI 알고리즘 적용



〈다중 클래스 검출 신경망〉

**활용방안** AI 금속 표면결함 검출 알고리즘 기술은 자동차, 반도체 산업 등 다양한 분야에 활용 가능

**정량성과** 프로그램 등록 11건, 논문 2건

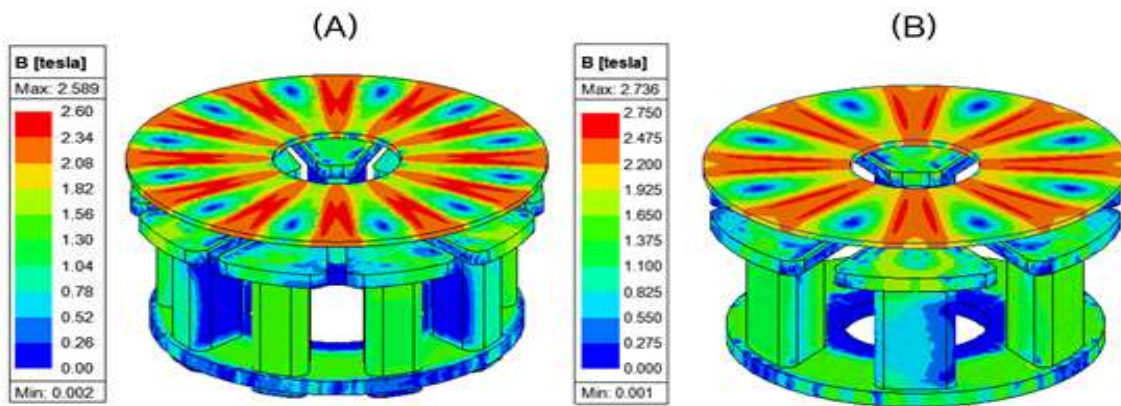
# Axial Motor를 이용한 미래형자동차형 고효율 EWP(Electronic Water Pump) 모듈 개발 ('22 ~ '24)

**참여연구원** 노정훈(PM), 허덕재, 고동신, 정석환, 이현주, 남재현, 김소울, 이예승, 조민철, 나다을, 박지영

**연구목표** 미래자동차용 고효율 EWP(Electronic Water Pump) 모듈 최적화 제품 개발

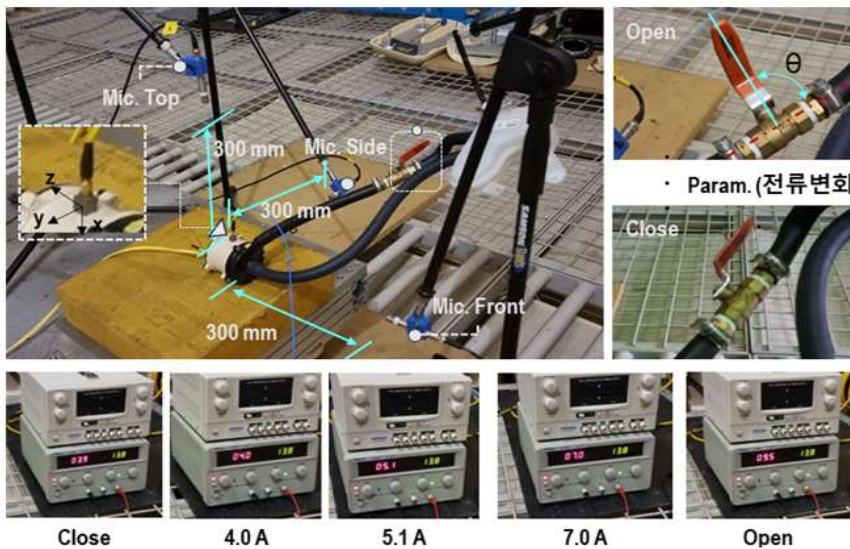
## 연구실적

- 개선된 Axial Motor의 성능(전자기장, 진동/소음)평가 및 운전조건 특성 파악



〈Axial Motor 자속밀도 비교: (A)9Slot-12pole, (B)6Slot-8pole〉

- EWP 모듈의 진동/소음분석시험을 통한 저진동/저소음 성능 평가



〈밸브 조건에 따른 전류 변화〉

- 활용방안**
- 고효율 냉각 시스템을 모듈화하여 에어컨 등 중대형 가전의 냉각 시스템이나 소규모 ESS 등 적용 가능
  - 저비용의 컴팩트한 전동기는 경량화가 중요한 항공 분야 소형 드론의 동력 장치로 활용 가능

**정량성과** 논문 1건

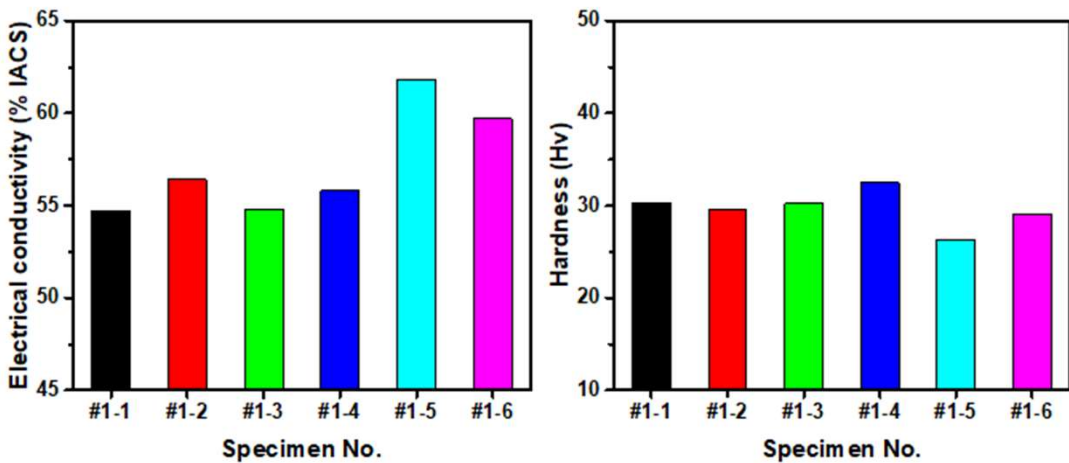
# 송전용량 220%증가장경간용 500kV급 탄소섬유강화 경량 가공송전케이블 개발 ('20~'24)

**참여연구원** 김건홍(PM), 김영균, 오민철, 이찬양

**연구목표** 송전효율 향상을 위한 증용량 알루미늄 내/외부 도체 개발

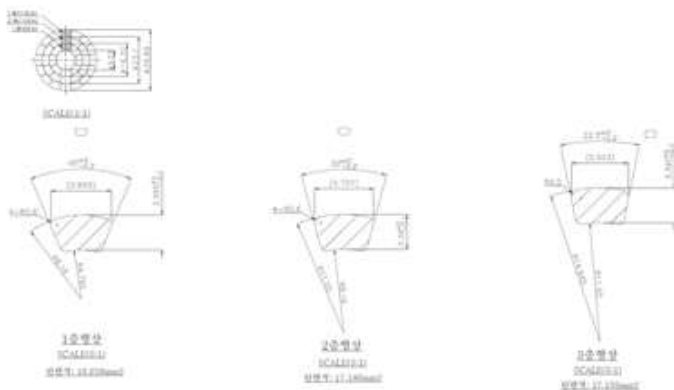
## 연구실적

- 고기능성 구형 Al 합금 개발 연구  
: Lab scale 고전도성 Al 합금 개발



〈Al 합금의 B 첨가량에 따른 전기전도도 및 경도 분석 결과〉

- 양산화 규모 Al 합금 압출/컨폼 공정 최적화  
: 주조-압출 공정을 활용한 Al-도체 개발 연구 및 공정 최적화



〈컨폼 금형 도면 및 컨폼 압출 공정 적용 TW형상 도체 생산〉

**활용방안** 기존 송전선 대비 고전도성 Al 합금을 개발하고 이를 토대로 송전용량을 극대화함으로써, Al 합금, 금속-나노탄소 복합소재 등 부품소재 산업에 활용 가능

**정량성과** 특허등록 1건



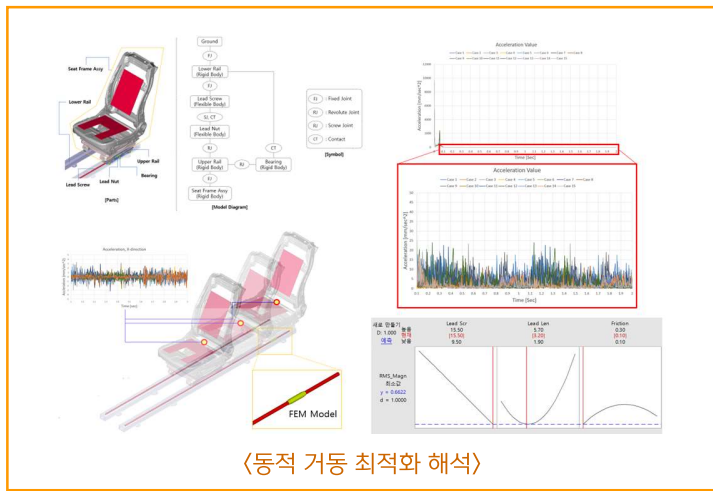
# 자율주행자동차에 적용 가능한 지능형 로테이션 시트 모듈 개발 ('19 ~ '23)

**참여연구원** 고동신(PM), 허덕재, 정석환, 이현주, 남재현, 김소울, 김석범

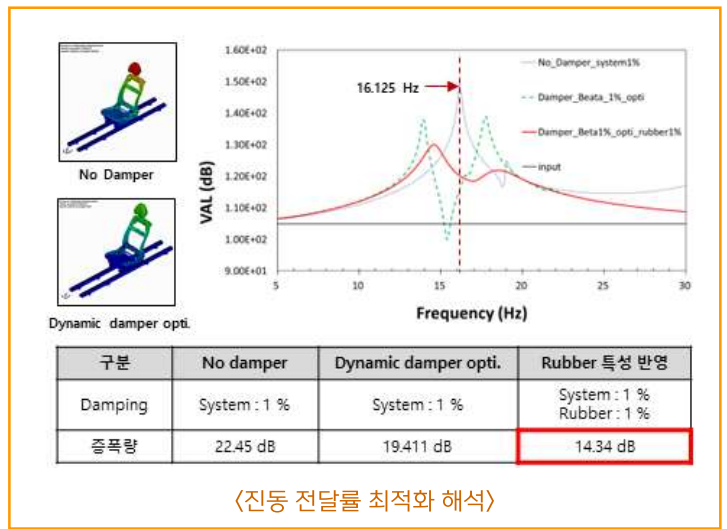
**연구목표** 자율주행 자동차의 실내 공간 활용 자유도 메커니즘 기술 및 감성 품질을 고려한 다차원 기술 융합의 지능형 로테이션 시트 모듈 개발

## 연구실적

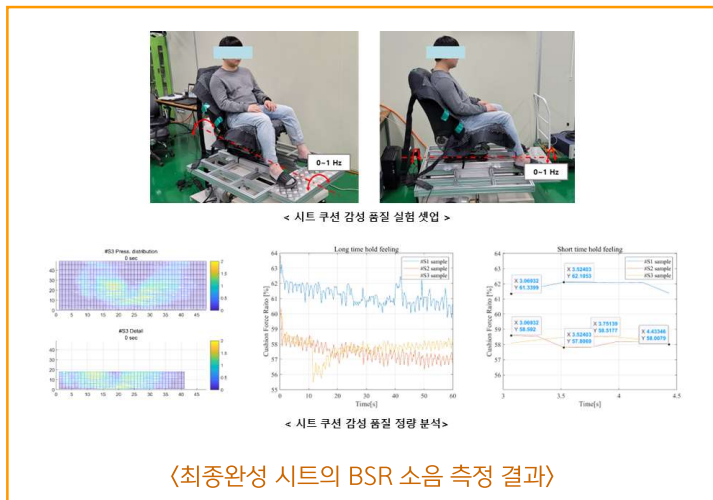
- 시트 모듈의 동력학 유연체 해석모델을 통한 동적 거동특성 최적화 해석



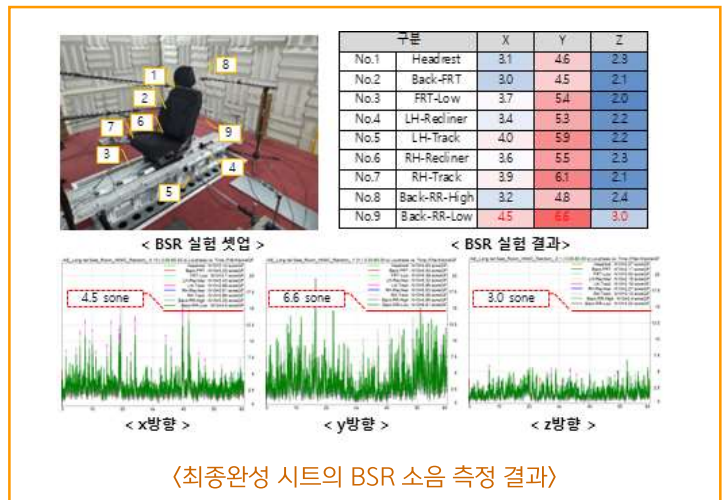
- 시트 모듈의 진동 및 소음 저감 최적화



- 시트 쿠션의 진동 전달률 측정평가 및 개선안 도출



- 지능형 로테이션 시트의 BSR 소음 수준 성능평가



**활용방안** - 시트 모듈기반의 진동 최적화 설계방안 및 메커니즘 규명  
- 복합음원에 대한 분석 방법 및 BSR의 음질물리량 민감성 분석

**정량성과** 프로그램 13건, SCI(E)논문 2건

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

**참여연구원** 이동찬(PM), 황병훈, 장준호, 김진우

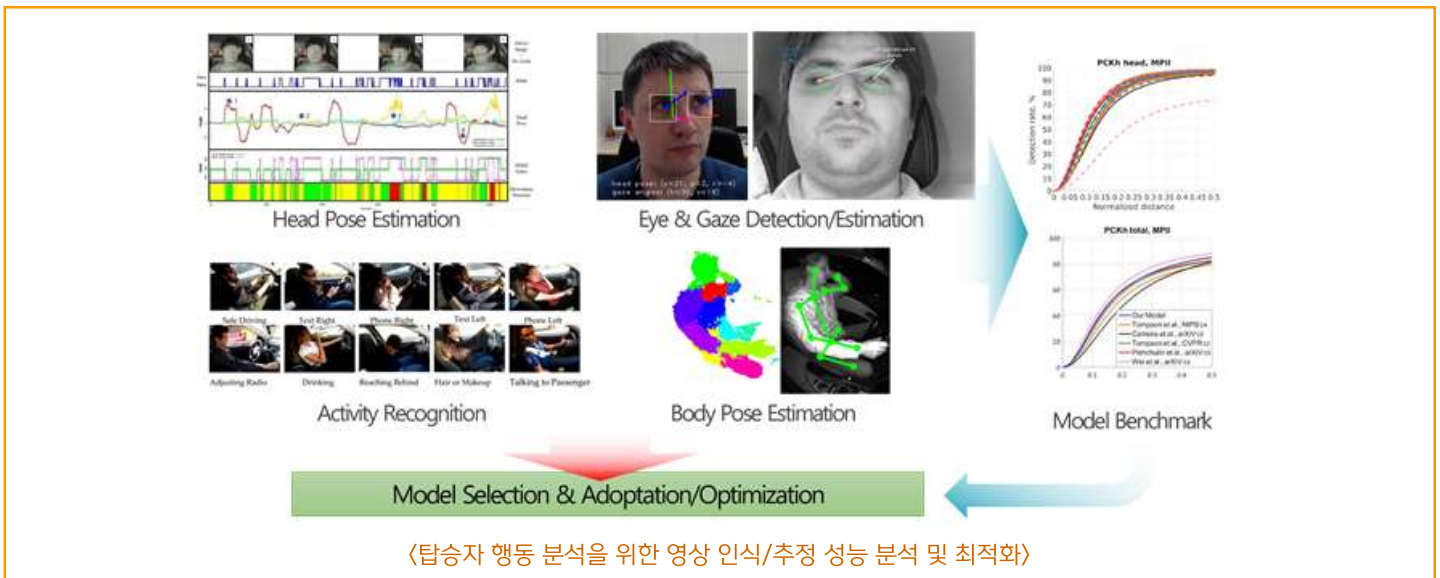
**연구목표** 자율주행용 탑승자 제어 인터페이스 부품 및 지능형 안전/편의기능 통합제어 기술개발

## 연구실적

- 자율주행 상황에서의 휴먼팩터 데이터 수집을 위한 실차 시뮬레이터 환경 구축



- 실차 시뮬레이터기반 탑승자 행동 분석을 위한 영상 인식/추정 기술 최적화



**활용방안** 자율주행 단계별 인터페이스 부품의 동작 기준을 분석해 위기 상황에 대응하는 안전 및 편의 대응 시나리오 도출

**정량성과** 특허출원 1건, 프로그램등록 2건, 논문 2건



# 수소저장용 탄소섬유복합용기 주행 중 결함사고 예방을 위한 안전성 진단 모듈 개발 및 실증사업 ('21 ~ '23)

**참여연구원** 김재성 (PM), 이찬희, 윤진영, 이찬양, 신승철

**연구목표** 수소복합용기 차량운행 시 외부충격에 따른 발생 결함 AET 진단 알고리즘 개발

## 연구실적

- Type3 & 4에 대한 수소 충전 및 내압 시험을 모사할 수 있는 테스트 베드와 프로그램 개발(KGS AC 411, 412 기준)
  - : 최소압력 충전압력 10% 이하, 최고압력 충전압력 125% 이상, 11,250회 이상
  - : 최고충전압력 이상 압력 매분 10회 이하 비율 10,000회 이상



〈용기에 대한 다양한 피로시험 중 AE 데이터 확보〉

- 차량운행 시 외부 충격 모사 시험에서 획득한 AE 신호 활용 단계별 신호 특성 파악
- 차량운행 중 충격 모사 시험에서 획득한 AE 신호 활용 단계별 신호 특성 확인 위한 프로그램개발
- 차량운행 시 외부충격에 따른 발생 결함 AET 진단 알고리즘 개발

**활용 방안** 수소복합용기 실시간 품질 검증을 위한 충전시스템 제작을 통해 향후 AE 신호의 분석 및 사용 방향 설정에 활용

**정량성과** 특허출원 1건, 논문 1건

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

**참여연구원** 노정훈(PM), 고동신, 윤진영, 김소율, 이예승, 조민철, 나다을

**연구목표** 인공섬모 기반의 세정·재사용 가능한 H13급 공기정화용 필터 개발

### 연구실적

- 인공섬모필터의 성능 향상을 위해 금속필터 설계 수정 및 제작

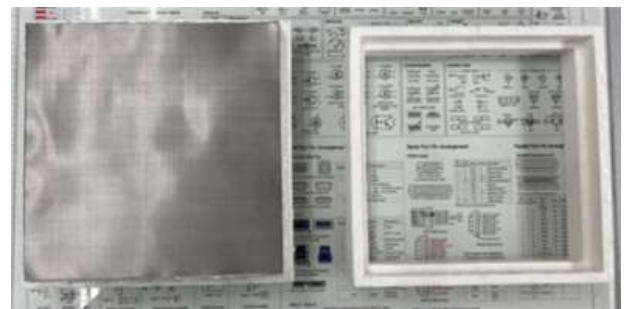


Before



After

〈금속필터 설계 수정 전/후〉



〈3D 프린트한 필터가이드 및 필터〉

- 인공섬모필터의 성능평가를 위한 평가 장비 설계 및 측정시스템(평균속도, 차압, 입자농도 측정 장치) 구축 및 평가 성능 확인

풍동



입자농도 측정장치



입자발생기



유속계 &amp; 압력계



〈필터 성능평가를 위한 측정시스템 구축〉



〈Test section에 위치시킨 필터 및 실험〉

**활용방안** 고자유도 이동성 확보 모노레일 및 모노포스트 구조 시트 스트럭처 기술개발

**정량성과** 학술발표 2건, 기술간행물 10건

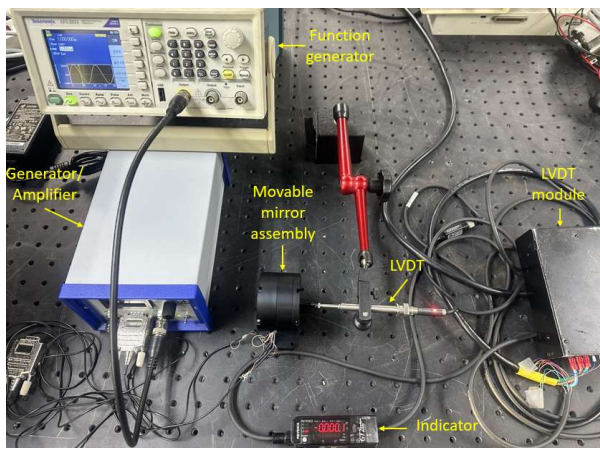
# 보급형 다중 유해가스 감지 광학가스영상 장치 개발 ('22 ~'25)

**참여연구원** 김호상(PM), 이동찬, 김진우, 장준호

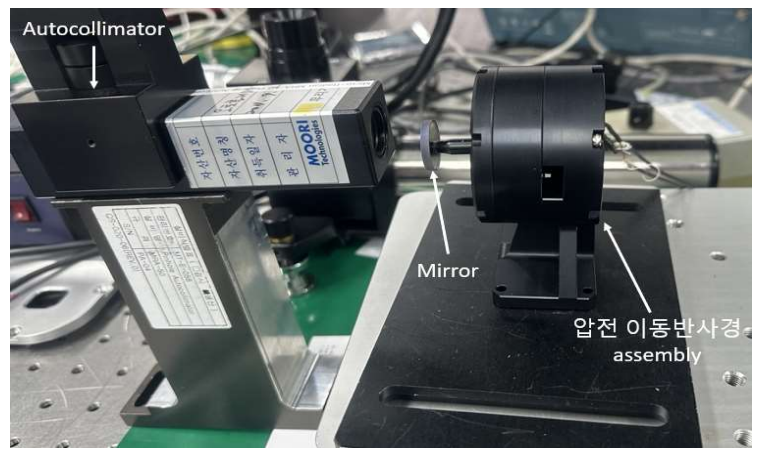
**연구목표** 다중 유해가스를 감지할 수 있는 휴대 가능한 보급형 광학가스 영상 장치 개발

## 연구실적

- 소형 고속 이동반사경 제작, 지지 구조 제작, 성능시험

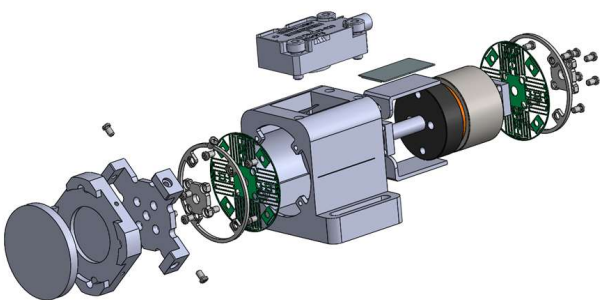


〈시험용 압전이동반사경의 스트록 시험〉

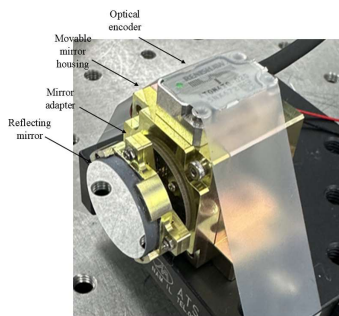


〈압전 이동반사경의 오토콜리메이터를 활용한 진직도 측정〉

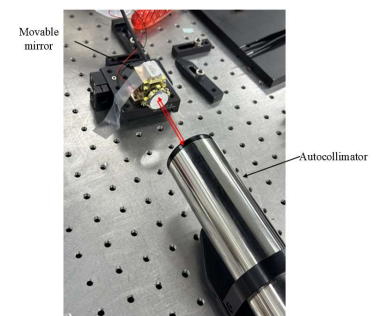
- 소형 고속 이동반사경을 위한 전자기 액추에이터 제작



〈Layout of mini-movable mirror assembly〉



〈이동반사경 제작 사진〉



〈이동반사경 측정 사진〉

- 활용 방안**
- 공장밀집 지역이나 유독 화학물질 취급시설 등 주요 산업지역 실시간 환경오염 감시로 재난 관리에 활용
  - 누출 위험 상시 모니터링 기술개발에 따른 다중이용시설 이용자 안전 확보

**정량 성과** 논문 1건, 학술발표 2건

# 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. 2023년 주요행사 소개

## ■ 화학산업 포럼 2023 출범식 (2023년 3월 23일)



## ■ 인천 수소생산기지 준공식 (2023년 4월 18일)





■ 고등기술연구원-아주대학교 협력 활성화 방안 회의(2023년 10월 30일)



■ 고등기술연구원 충청캠퍼스 출범식 (2023년 11월 24일)



## 부록 2. 2023년 대외협력 소개

### ■ 충주 바이오그린수소 충전소 방문(2023년 1월 18일)



### ■ 청정수소 생산시설 구축을 위한 업무협약(2023년 4월 24일)



청주시 · 현대자동차(주) · 고등기술연구원

#### 청정수소 생산시설 구축 및 수소 생태계 활성화를 위한 업무협약서

청주시, 현대자동차 주식회사, 고등기술연구원은 '바이오가스를 활용한 청정수소 생산시설 구축 및 수소 생태계 활성화'를 위한 업무 협약을 다음과 같이 체결한다.

제1조(목적) 본 협약은 바이오가스를 활용한 청정수소 생산시설 구축과 수소 생태계 활성화를 위해 협약 당사자의 상호 협력체계를 모색하고 실천함을 그 목적으로 한다.

제2조(기본원칙) 협약 당사자는 본 협약의 목적이 달성될 수 있도록 각자 역할을 신의 성실의 원칙에 따라 수행하고, 협력 요청이 있을 때에는 적극 협력한다.

#### 제3조(협력내용과 범위)

- ① 협약 당사자는 바이오가스를 활용한 청정수소 생산시설 구축 및 수소 생태계 활성화를 위해 다음과 같이 상호 협력한다.
  1. 폐기물 기반 바이오가스를 활용한 수소 생산시설 구축
  2. 청정수소 기반의 충전 인프라 확대 등 청정수소 체반시설 조성
  3. 청정수소 분야 연관 산업 발전 및 육성을 위한 상호 협력
  4. 원활한 사업 진행 및 홍보 활동 적극 추진
  5. 기타 협약 당사자가 필요하다고 인정하는 사항
- ② 제1항의 협력 사항을 이행하기 위한 구체적인 사항 및 조건 등 세부 사항에 대해 별도 협의에 따른다.



■ 미래기술 공동연구개발 및 기술협력 MOU(2023년 4월 24일)



■ 미래차 산업 육성을 위한 강원캠퍼스 설립 업무협약(2023년 6월 2일)



■ CCUS 지중저장사업 탄산화물 활용 업무협약(2023년 7월 26일)



■ 기술개발 및 상호 협력 업무협약(2023년 10월 11일)





■ 혁신기술과 함께하는 지속 성장 방안 회의(2023년 11월 17일, 2023년 12월 19일)



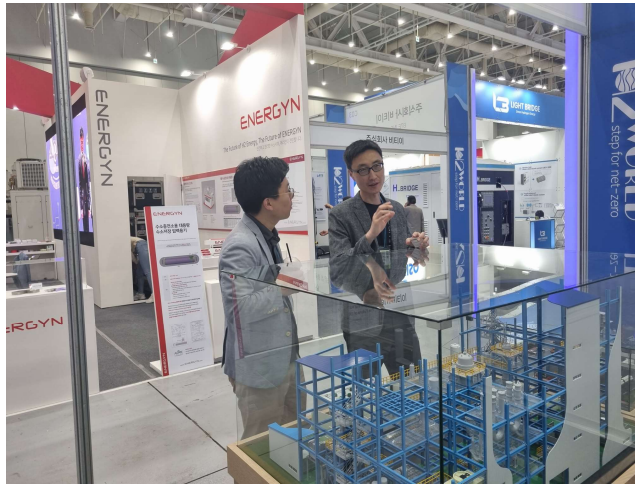


## 부록 3. 2023년 성과전시 소개

■ 제20회 국제 그린에너지 엑스포 (2023년 4월 12일 ~ 4월 14일 / 대구 EXCO)



■ H2WORLD (2023년 6월 14일 ~ 6월 16일 / 경기 수원컨벤션센터)

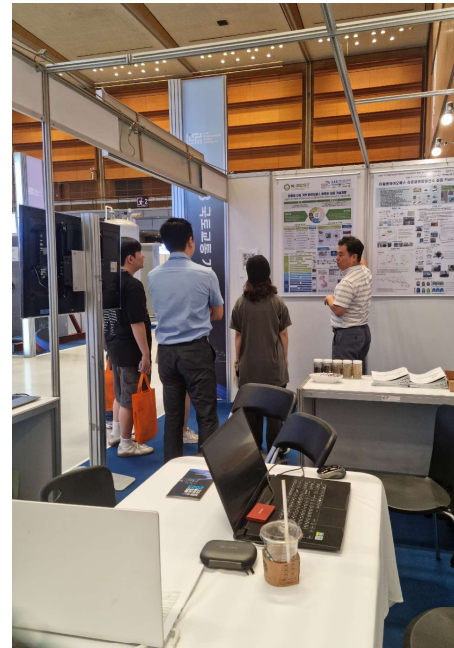


■ 친환경에너지 페스티벌 (2023년 9월 21일 ~ 9월 23일 / 충북 수소안전뮤지엄 일원)



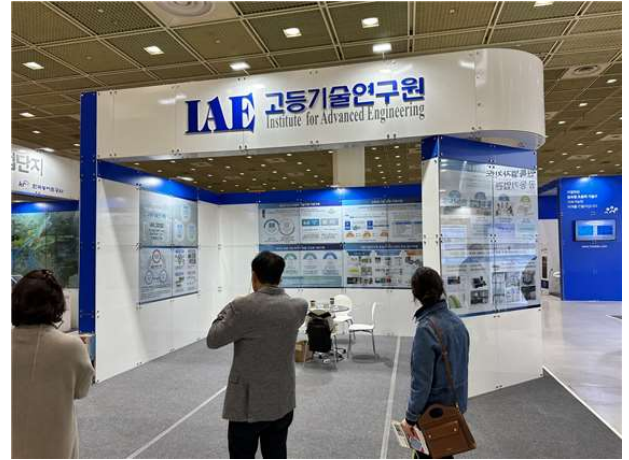


■ 2023 국토교통 기술대전 (2023년 6월 28일 ~ 6월 30일 / 삼성동 COEX)





■ 제11회 국제첨단소재 및 융복합 기술전 (2023년 10월 18일 ~ 10월 20일 / 삼성동 COEX)



Institute for Advanced Engineering  
기술의 실용적 가치를 창출하는 연구기관,  
**고등기술연구원**

[ **IAE 2032**  
혁신기술과 실용적 가치로  
미래산업을 주도하는  
자립 연구기관 ]

핵심가치

**실용성**  
Practicality

과잉미 함축

핵심가치

**유연성**  
Flexibility

융합과 창의적인  
연구문화 구축

핵심가치

**프로페셔널**  
Professionality

차별화된 역량과  
전문성 확보

**융합소재연구센터**  
Hybrid Science and Chemical Engineering Center

미래 산업을 선도하는  
핵심 분야별  
역량 강화

소재분류 전문 연구기관

지속가능한  
연구그룹  
확립

미래 가치  
창출

융합소재연구센터는 자립체질을, 금속 고순도화 및 분말 제조, 고기능 소재 제조 기술을 이용하여 산업적 활용 가치를 높이고, 에너지 효율 향상 향안에 기여하는 등 기술간 융복합화에 초점을 맞추고 있습니다.

본 센터에서는 기술의 융복합화를 위한 연구 분야를 새롭게 개척하고 물리, 화학, 금속, 재료 등의 전문적 지식을 보유한 석·박사 연구개발 인력을 바탕으로 국내 기술의 선진화, 중소기업 기술 및 사업화 지원 연구를 진행하고 있습니다.

자원 재활용

- 자원 재활용을 통한 소재화 기술
- 분리/회수 및 고순도화 기술

기능성 소재

- 환경소재 개발 및 상용화 기술
- 나노소재화 기술

에너지/환경

- 신재생에너지 소재 제조 기술
- 차세대 태양전지 소재 제조 기술

정책제안

- 자원순환 관련 표준화 제정
- 정부정책제안, 기술융합력 구축

**고등기술연구원 융합소재연구센터 주요 연구과제**

**소재·부품 기술**

[ 디스플레이 소재 개발 기술 ]

[ 반도체용 소재·부품-공정 기술 ]

[ 고순도 금속 소재·부품화 기술 ]

**유가자원 분리/회수 및 고순도화 기술**

리튬이차전지 재활용 최종 생산물

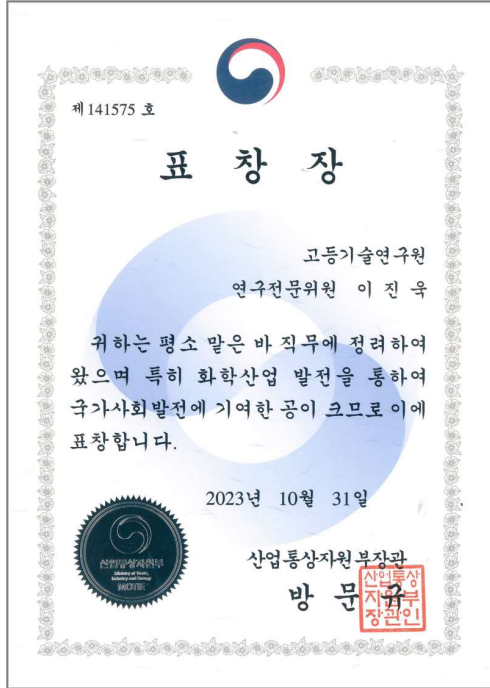
[ 리튬이차전지 습식재련 기술 ]

**폐자원 재활용-공정 설계 및 자원화 기술**

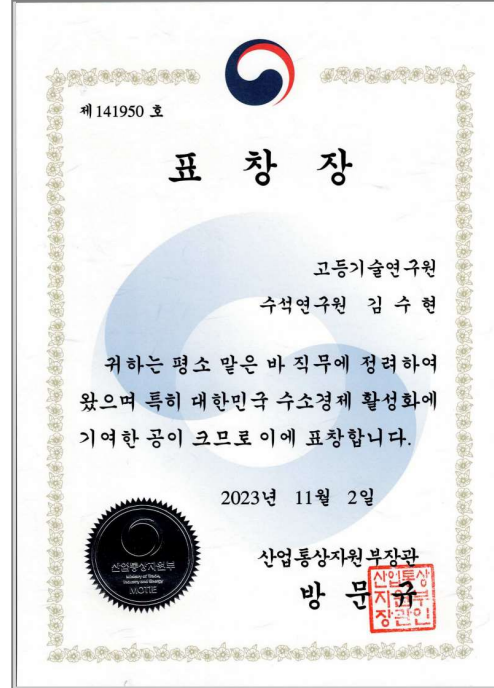
[ 페디스플레이 재활용 및 유용자원 회수 기술 ]

## 부록 4. 2023년 대외수상 현황

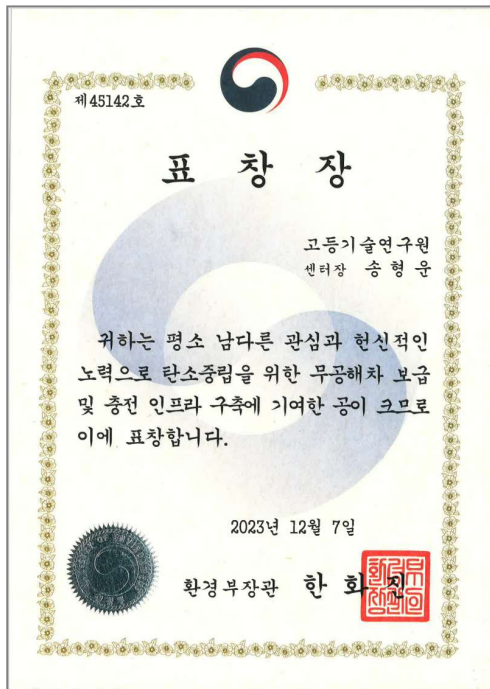
### 1. 대외 공로 수상



산업통상자원부 장관 표창장  
이진욱 전문위원



산업통상자원부 장관 표창장  
김수현 그룹장

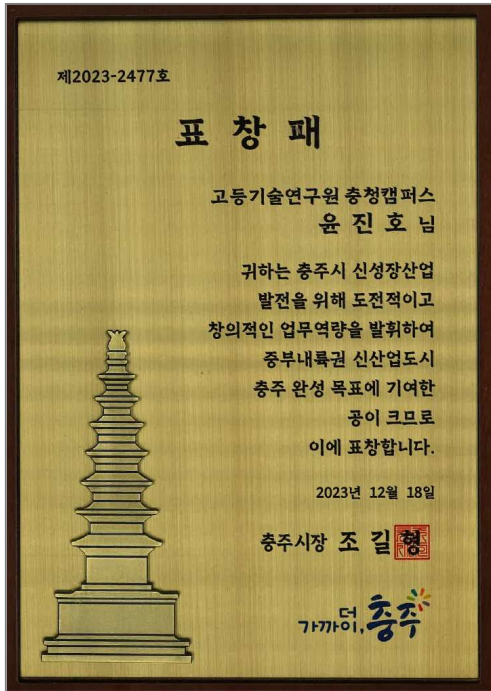


환경부 장관 표창장  
송형운 센터장

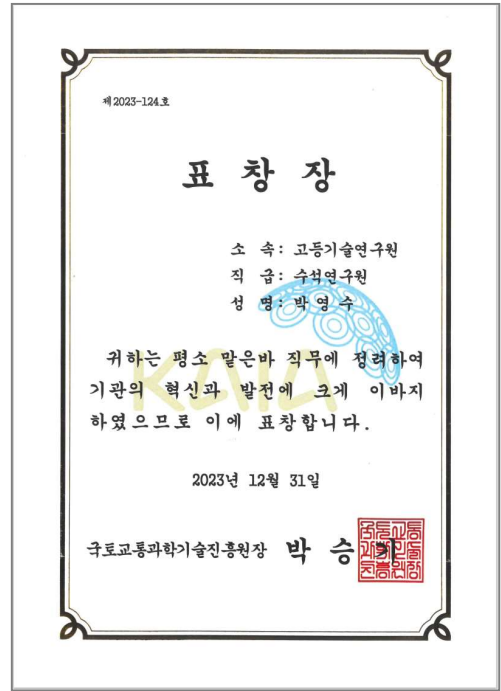


경기도도지사 표창장  
송형운 센터장

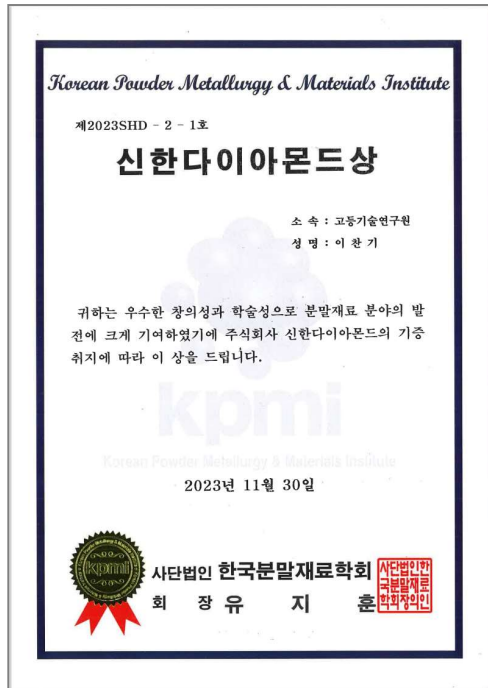




충주시 시장 표창패  
윤진호 수석연구원



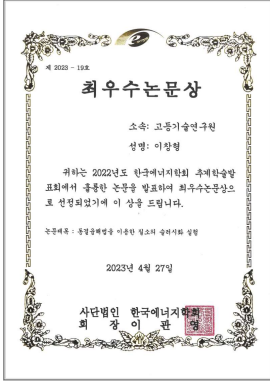
국토교통과학기술진흥원 원장 표창장  
박영수 수석연구원



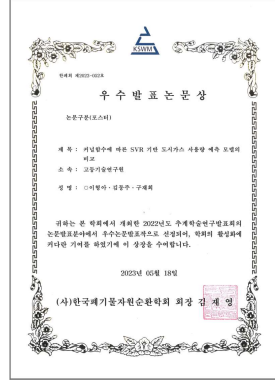
한국분말재료학회 신한다이아몬드상  
이찬기 센터장

## 2. 우수 논문 발표상

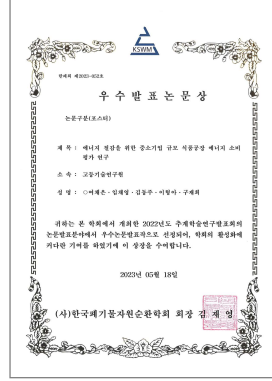
### 플랜트엔지니어링센터



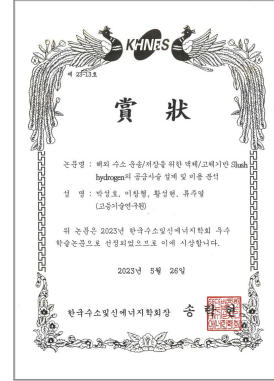
한국에너지학회  
이창형 연구원 외



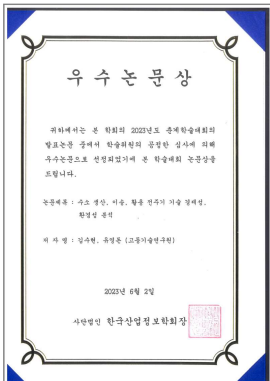
한국폐기물자원순환학회  
이형아 연구원 외



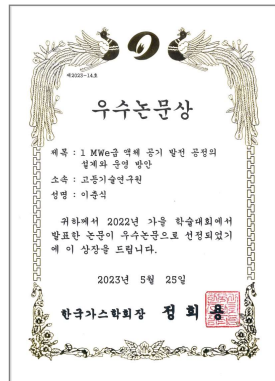
한국폐기물자원순환학회  
여채은 연구원 외



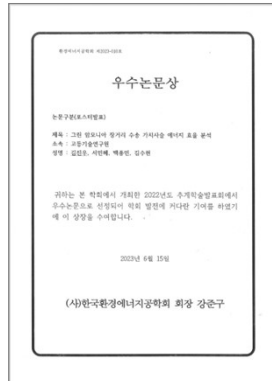
한국수소및신에너지학회  
박성호 책임연구원 외



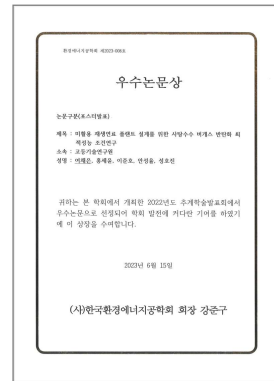
한국산업정보학회  
김수현 그룹장 외



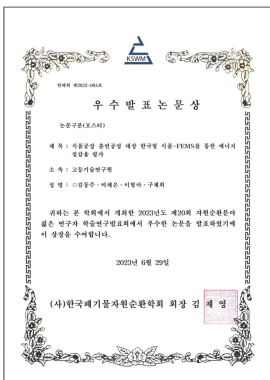
한국가스학회  
이춘식 책임연구원



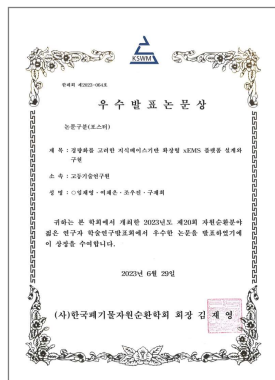
한국환경에너지공학회  
김진우 연구원 외



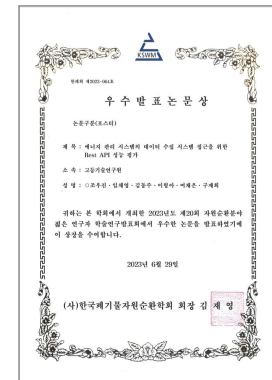
한국환경에너지공학회  
여채은 연구원 외



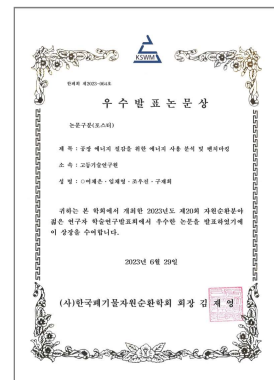
한국폐기물자원순환학회  
김동주 선임연구원 외



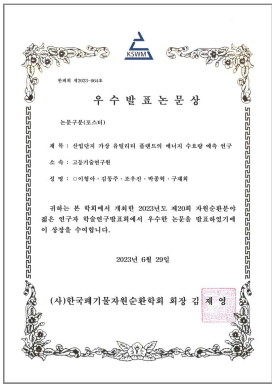
한국폐기물자원순환학회  
임채영 선임연구원 외



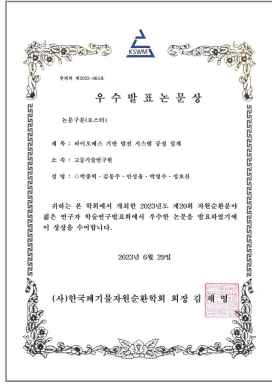
한국폐기물자원순환학회  
조우진 연구원 외



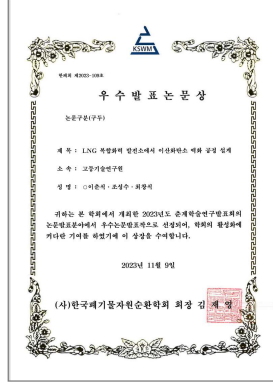
한국폐기물자원순환학회  
여채은 연구원 외



한국폐기물자원순환학회  
이형아 연구원 외



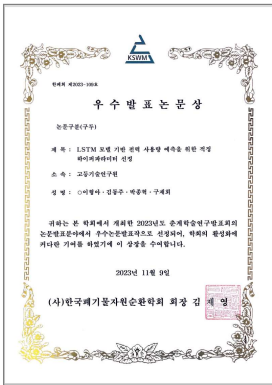
한국폐기물자원순환학회  
박종혁 연구원 외



한국폐기물자원순환학회  
이준식 책임연구원 외



한국시스템엔지니어링학회  
신중욱 선임연구원 외



한국폐기물자원순환학회  
이형아 연구원 외



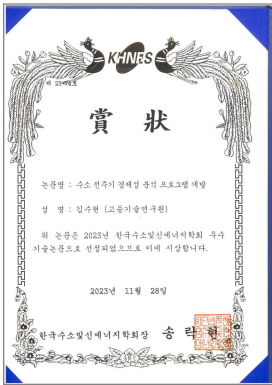
ISAAC 2023 국제학술대회  
임채영 선임연구원 외



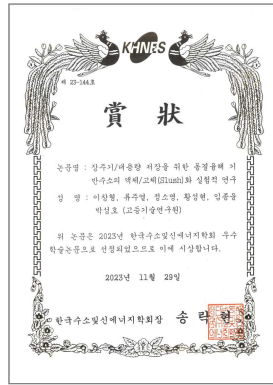
AFORE2023 국제학술대회  
안성용 책임연구원 외



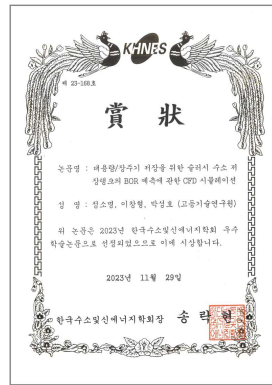
한국수소및신에너지학회  
서민해 책임연구원 외



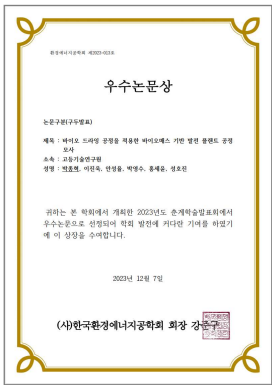
한국수소및신에너지학회  
김수현 그룹장



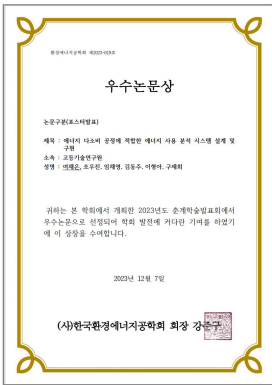
한국수소및신에너지학회  
이창형 연구원 외



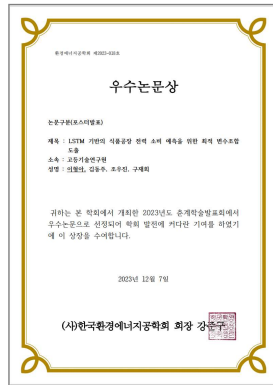
한국수소및신에너지학회  
정소명 선임연구원 외



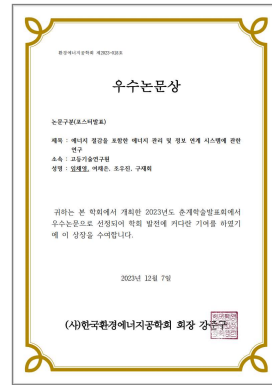
한국환경에너지공학회  
박종혁 연구원 외



한국환경에너지공학회  
여채은 연구원 외

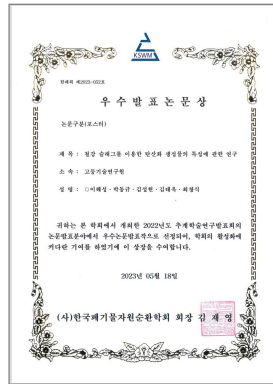


한국환경에너지공학회  
이형아 연구원 외

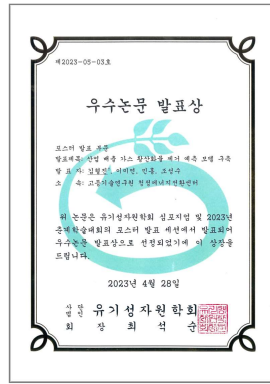


한국환경에너지공학회  
임채영 선임연구원 외

## 청정에너지전환센터



한국폐기물자원순환학회  
이혜성 선임연구원 외

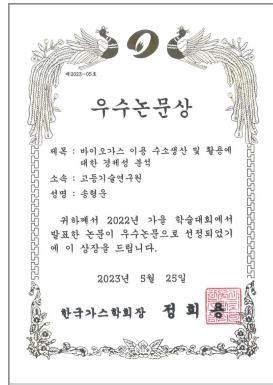


(사)유기성자원학회  
김형진 수석연구원 외

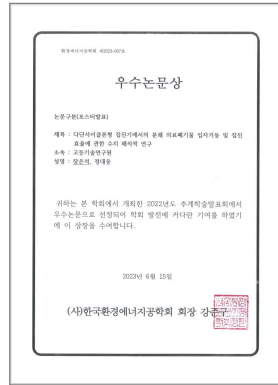
## 수소에너지솔루션센터



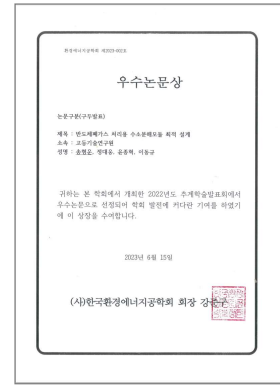
한국수소및신에너지학회  
이동규 연구원 외



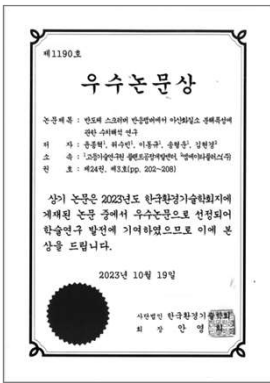
한국가스학회  
송형운 센터장



한국환경에너지공학회  
장은석 수석연구원 외



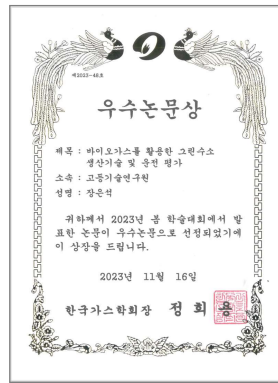
한국환경에너지공학회  
송형운 센터장 외



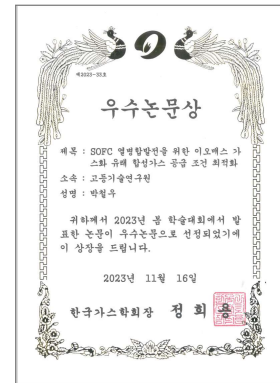
한국환경기술학회  
윤종혁 선임연구원 외



한국수소및신에너지학회  
이동규 연구원 외



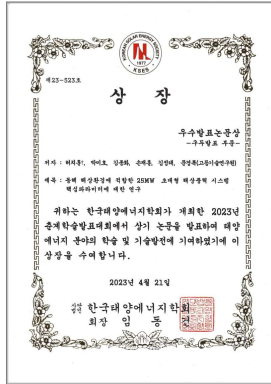
한국가스학회  
장은석 수석연구원



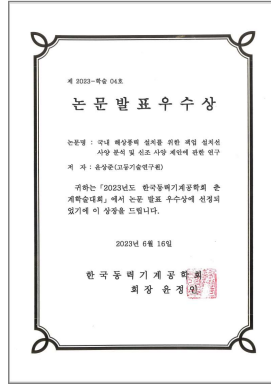
한국가스학회  
박철우 연구원



## 그린시스템/인텔리전스센터

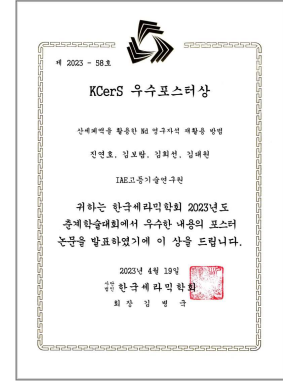


한국태양에너지학회  
허치훈 선임연구원 외



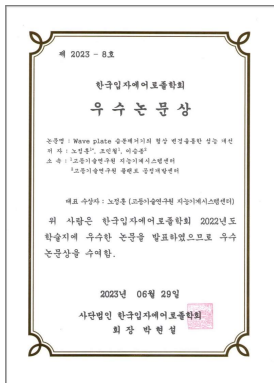
한국동력기계공학회  
윤상준 수석연구원

## 신소재공정센터

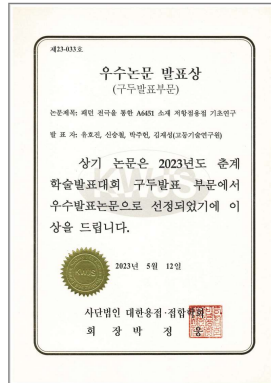


한국세라믹학회  
진연호 책임연구원 외

## 지능기계시스템센터



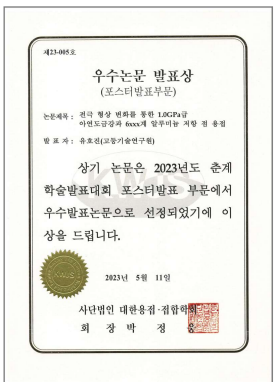
한국입자에너지로봇학회  
노정훈 책임연구원 외



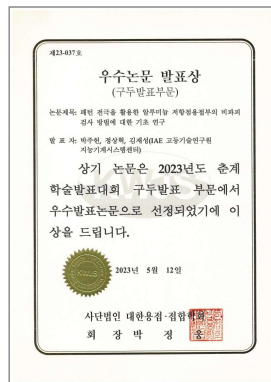
대한용접 접합학회  
유호진 연구원 외



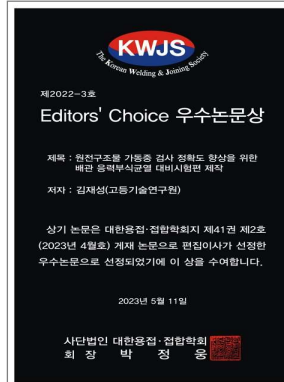
대한용접 접합학회  
진병주 선임연구원 외



대한용접 접합학회  
유호진 연구원



대한용접 접합학회  
박주현 선임연구원 외



대한용접 접합학회  
김재성 그룹장



## 부록 5. 2023년 특허출원 현황

순번	특허명	발명자	출원번호
1	이산화탄소 발생배제 수소생산 시스템	김효식 외	10-2023-0045147
2	분리공정을 통한 폐기물 열분해유역 연료 및 원료 수율 증대 방안	김현지 외	10-2023-0011240
3	이산화탄소 발생배제 수소생산 시스템	김효식 외	10-2023-0045147
4	플라즈마 토치 탄소 침적 진단 및 제거 장치	박동규 외	10-2023-0009602
5	플라즈마 토치 탄소 침적 진단 및 제거 장치	박동규 외	10-2023-0009602
6	폐기물 소각공정 습식세정탑 발생 폐수 재이용 및 처리 시스템	이은실 외	10-2023-0078949
7	액화천연가스 BOG 연계 수소연료전지 하이브리드 시스템	박성호 외	10-2023-0039537
8	액화천연가스 BOG 연계 수소연료전지 하이브리드 시스템	박성호 외	10-2023-0039537
9	라이다와 방사선 측정기를 융합한 실시간 방사선 지도 형성 시스템	박평원 외	10-2023-0018640
10	상지 및 하지 움직임 측정 기반 보행건강수준 측정장치	민흥기 외	10-2023-0004414
11	후류 수동제어를 위해 파도베인 및 터렛을 적용한 다중-풍력터빈용 부유식 플랫폼 및 계류시스템	허치훈 외	10-2023-0045184
12	이산화탄소 무포집 온실가스 저감 합성가스 생산 공정	김현지 외	10-2023-0011648
13	산업 배출가스 내 CO2 포집을 위한 탄소포집 공정	이창형 외	10-2023-0042758
14	산업 배출가스 내 CO2 포집을 위한 탄소포집 공정	이창형 외	10-2023-0042758
15	모터 회전자 해체/분리 자동화 장치	강유빈 외	10-2023-0066899
16	배가스를 직접 활용하는 건식 자열 개질 반응장치	김현지 외	10-2023-0019384
17	무포집형 저농도 이산화탄소 활용 플랫폼화합물 생산 기술	김현지 외	10-2023-0019383
18	고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치	김현지 외	10-2023-0019387
19	리그노셀룰로오스 바이오매스의 자원순환을 위한 수열탄화 기반 통합 플랜트	최오경 외	10-2023-0024660
20	자원순환형 고도활성화를 이용한 리그노셀룰로오스 바이오매스 활용 고비표면적 활성탄소 제조방법	박정은 외	10-2023-0024659
21	폐배터리 양극재로부터 리튬의 선회수 방법	김보람 외	10-2023-0057742

순번	특허명	발명자	출원번호
22	주름관 제염장치	민홍 외	10-2023-0048220
23	수전해 시스템 및 그 운영 방법	고동신 외	10-2023-0013622
24	유해가스 내 황화수소 제거를 위한 연속 흡수-재생 통합 및 콤팩트형 연속 황 회수 시스템	이철호 외	10-2023-0045012
25	폐LFP 이차전지로부터 리튬의 선택적 회수 방법	김대원 외	10-2023-0031049
26	세라믹 물질을 추가하는 기액 반응기 및 이를 활용한 제거/반응 시스템	김성현 외	10-2023-0033058
27	대기 중 이산화탄소 포집 시스템 및 이의 방법	이춘식 외	10-2023-0041049
28	가스 액화 및 고밀도 저장이 가능한 저장 용기와 운송방법	박성호 외	10-2023-0069969
29	고체 산화물 연료 전지의 연료극, 고체 산화물 연료 전지 및 고체 산화물 연료 전지의 제조 방법	김환 외	10-2023-0034587
30	On-skin Electro-Active Auxetic 센서 기반 가상인지 인터페이스 스마트 소프트 슈트	이동찬 외	10-2023-0054023
31	이산화탄소 포집용 흡탈착 회전형 반응기 및 제어 방법	백종민 외	10-2023-0076693
32	초본계 바이오매스를 활용한 반탄화 및 가스화 일체형 분산발전 시스템	김현지 외	10-2023-0039716
33	고비중 산업 부산물을 이용한 CO2 포집 반응기	박동규 외	10-2023-0063496
34	웍구조를 포함하는 직접 접촉식 스팀 제너레이터	김영배 외	10-2023-0045017
35	연료전지 배출수소 농도저감 장치 성능시험 방법 및 설비	배재영 외	10-2023-0082739
36	하이브리드 수전해 수소가스 컨디셔닝 시스템 및 그 제어방법	김진우 외	10-2023-0060240
37	수소화 촉매 물성이 개선된 니켈 담지 촉매 제조와 이를 이용한 액체 유기 수소 운반체 기반의 수소 저장 방법	한기보 외	10-2023-0059740
38	석유계잔사물을 활용한 자원순환형 활성탄소 제조방법	김석휘 외	10-2023-0048739
39	웍구조를 포함하는 예혼합 화염 형태의 직접 접촉식 스팀 제너레이터	김영배 외	10-2023-0049231
40	고비중 현탁액의 습식 직접탄산화 반응효율 향상을 위한 기포 유지 반응기	이혜성 외	10-2023-0070778
41	모바일 공장에너지 진단 시스템	구재희 외	10-2023-0052040
42	라이다와 방사선 측정기를 융합한 핸드헬드 스캔 시스템	박평원 외	10-2023-0079724
43	다양한 파라미터를 학습하여 설비의 성능을 예측하는 방법 및 장치	임채영 외	10-2023-0054984
44	액상소석회(Ca(OH)2) 함량 측정방법	김석휘 외	10-2023-0073482
45	수열탄화공정에서 유기성폐기물의 열전도 효율을 향상시키는 방법 및 장치	최오경 외	10-2023-0061500
46	산업용 설비의 성능 예측을 위한 데이터 처리 및 가공 방법 및 시스템	임채영 외	10-2023-0054984

순번	특허명	발명자	출원번호
47	수전해 스택 모듈 배열 및 압착 장	정석환 외	10-2023-0084350
48	냉열 에너지를 이용한 모듈형 공기배터리	류주열 외	10-2023-0075346
49	기계적 방식의 고효율 CO2 배터리	류주열 외	10-2023-0076163
50	이차전지에서 유용자원회수 방법	민홍 외	10-2023-0103033
51	페플라스틱 열분해유 내 middle distillate를 활용한 지속가능항공유 생산공정	장정희 외	10-2023-0093181
52	페플라스틱 열분해유 중 heavy distillate 유분 기반 지속가능항공유 생산공정	장정희 외	10-2023-0093172
53	축열식연소산화장치의 연소실 내부 온도제어를 위한 열에너지 공급 및 잉여 열에너지 회수 장치	민흥기 외	10-2023-0089264
54	이산화탄소 포집 반응기의 가스 분배 장치	박동규 외	10-2023-0120438
55	이산화탄소 포집 반응기의 순환 장치	박동규 외	10-2023-0120474
56	바이오가스 직접 개질을 위한 플라즈마 개질기와 플라즈마-촉매 하이브리드 수소 추출 시스템	이병진 외	10-2023-0090277
57	연소 버너 및 이를 포함하는 연소 보일러	김영배 외	10-2023-0080860
58	바이오가스를 이용한 급속가동형 플라즈마-SOFC 통합형 시스템	김환 외	10-2023-0100800
59	이종접합을 위한 전기저항 엘리먼트 용접용 리벳	유호진 외	10-2023-0110850
60	회분 함량이 높은 탄소전구체의 회분저감 및 기공형성 동시제어 방법	김석휘 외	10-2023-0087929
61	폐간수로부터 자원 회수 방법	민홍 외	10-2023-0117805
62	수중 인양상항 기록 기능을 갖춘 구동장치 일체형의 공기주입식 수중 인체인양기구	민흥기 외	10-2023-0119538
63	나선형 구조의 직접간접 열교환 방식 복합 열캐리어 연소기	정기진 외	10-2023-0097364
64	생체신호감지 인터페이스 오제틱 기반 On-skin Electro-Active 센서	이동찬 외	10-2023-0132083
65	바이오가스 기반 통합 플라즈마-촉매 개질 및 전기화학적 수소추출분리시스템	김환 외	10-2023-0129546
66	습식 전기도금용 멤브레인 전극 모듈과 유지보수가 용이한 단위모듈 구성 방법	백종민 외	10-2023-0139588
67	이산화탄소로부터 지속가능한 항공유 제조장치 및 그 방법	장정희 외	10-2023-0172795
68	CD(Convergence-Divergence) 노즐을 이용한 LNG 재액화기술	임종웅 외	10-2023-0124281
69	준설수 처리장치	민홍 외	10-2023-0145054
70	페LFP 양극재로부터 리튬의 선택적 회수 방법	김희선 외	10-2023-0109370
71	고유 기능을 갖는 센서 매트릭스 및 농도 보정 기능을 갖는 구조물로 구성되는 연속식 휘발성유기화합물 농도 측정장치	전동환 외	10-2023-0114970

순번	특허명	발명자	출원번호
72	복수의 수전해시스템의 수소정제시스템	박수남 외	10-2023-0112782
73	고효율 극저온 탄소 포집 공정	박성호 외	10-2023-0129945
74	담배폐기물을 이용한 아세트산 추출공정에서 발생하는 좌를 활용한 활성탄소 제조방법	박정은 외	10-2023-0130709
75	초음파와 밀착형 호퍼 블레이드가 적용된 순환형 고분산 석유코크스 슬러리 제조 장치 및 방법	이철호 외	10-2023-0128189
76	마이크로버블 및 초음파를 이용한 여과포 기공 세척장치	김은주 외	10-2023-0195658
77	중대 재해작업의 작업자 보건, 안전 위험 인자 감시 방법 및 이를 지원하는 운영지원시스템	남건우 외	10-2023-0176191
78	사전 기반 엔지니어링 데이터시트 인식 시스템	유은섭 외	10-2023-0166085
79	폐 영구자석으로부터 선택적 분리 회수 방법	진연호 외	10-2023-0148053
80	수소충전소의 실시간 위험성 평가 방법과 안전조치 방법	이재용 외	10-2023-0160777
81	이산화탄소 광물탄산화 및 수소제조 방법	조성수 외	10-2023-0160870
82	고순도 이산화탄소 제조 및 방법	조성수 외	10-2023-0160813
83	다단 멤브레인 광물탄산화 반응기	조성수 외	10-2023-0147173
84	고비표면적 광물탄산화 반응기	조성수 외	10-2023-0160904
85	Ca함유 무기물에서 CO2 생산방법 및 장치	조성수 외	10-2023-0147130
86	고점도 유체 드럼가열 교반장치	김일호 외	10-2023-0143993
87	이산화탄소 포집 및 재생시스템	김성현 외	10-2023-0144791
88	축열식연소산화장치에서 발생하는 고열을 전기로 변환하는 열전기모듈 구성 및 방법	민흥기 외	10-2023-0171958
89	이종소재 용접용 REW 리벳	유호진 외	10-2023-0194830
90	질식소화를 위한 에어커튼형 차폐설비가 구비된 풍력발전기	배재영 외	10-2023-0171657
91	나셀 브레이크 화재 소화장치 및 보조장치	배재영 외	10-2023-0171661
92	고효율 극저온 탄소 포집 공정	박성호 외	10-2023-0137350
93	단백질 및 수송연료 동시 제조를 위한 곤충지질 제조 방법	장정희 외	10-2023-0179448
94	장거리 냉방 기능을 보유한 액체공기 발전 시스템 및 이의 제어 방법	이춘식 외	10-2023-0181795
95	열수처리를 이용한 저염소 폐플라스틱 오일 제조 공정 및 방법	최오경 외	10-2023-0187397
96	곤충지질기반 수첨바이오디젤 제조를 위한 막힘방지 자동압력 조절형 반응기 및 그 방법	장정희 외	10-2023-0183632

순번	특허명	발명자	출원번호
97	소형 모듈화 원전의 열원을 활용한 액체공기 발전 시스템 및 이의 제어 방법	이춘식 외	10-2023-0192155
98	고농도 휘발성유기화합물의 에너지 최적화 촉매연소 시스템	김현지 외	10-2023-0189568
99	고압용 온실가스 저잡 수소생산 반응장치	김효식 외	10-2023-0162595
100	분사방식 광물탄산화 방법 및 장치	이혜성 외	10-2023-0160889
101	칼슘함유 더스트 활용 광물탄산화 및 자원화 방법 및 장치	이혜성 외	10-2023-0160844
102	삼산화몰리브덴의 제조 방법	안낙균 외	10-2023-0157535
103	광학기기용 소형 스트레인 게이지 탑재형 압전액추에이터의 변위 보정시스템	김호상 외	10-2023-0194629
104	적층형 압전액추에이터의 블록포스 측정시스템	김호상 외	10-2023-0194590
105	TFT 코팅용 스퍼터링 타겟 제조 방법, 이에 의하여 제조된 스퍼터링 타겟, 스퍼터링 장치 및 방법	윤상민 외	10-2023-0166811
106	AIoT 기반의 지능형 열분해 반응 장치 및 방법	박영수 외	10-2023-0176028
107	고온 Nb 합금 분말의 제조 방법 및 상기 방법에 의해 제조된 Nb 합금	한덕현 외	10-2023-0169261
108	미이용 바이오매스의 고품위화 장치를 이용한 고품위 연료 제조 방법	김지현 외	10-2023-0178877
109	수십 $\mu\text{m}$ 급 유리/비정질 금속 세션 자동 절단 장치	민홍 외	10-2023-0197473
110	수소 저장 용기용 내압/충방전 겸용 시험 장치	김재성 외	10-2023-0183569
111	분리효율 향상 하이드로사이클론장치	성호진 외	10-2023-0184062
112	실리카 나노 분말 및 웨이퍼의 화학기계 연마용 슬러리 제조 방법	이덕희 외	10-2023-0040721
113	가변형 반응기	위수빈 외	PCT/KR2023/001660
114	이산화탄소 메탄화 장치 및 이를 포함하는 저탄소 배출형 수소 생산 시스템	위수빈 외	PCT/KR2023/001719
115	저탄소 배출형 수소 추출 시스템	위수빈 외	PCT/KR2023/001716
116	Transport system of cryogenic fluid for ship	이창형 외	PCT/KR2023/001713
117	석유 코크스 슬러리 제조장치	권인구 외	PCT/KR2023/001563
118	내외부 복합 열교환식 반탄화 장치	김동주 외	KH/P/2023/00020, 1-2023-03681
119	바이오 드라잉과 반탄화를 이용한 에너지화 시스템	김동주 외	KH/P/2023/00021, 1-2023-03682
120	메탄생산 시스템	김수현 외	PCT/KR2022/095009
121	이산화탄소 분리 회수 시스템	이창형 외	PCT/KR2023/008035



순번	특허명	발명자	출원번호
122	플라즈마 촉매 하이브리드 수소 추출 시스템	위수빈 외	PCT/KR2023/011799
123	이차전지 블랙 파우더의 탄소선별시스템 및 탄소선별방법	진연호 외	2023-174491
124	극저온 물질의 슬러시 생산 시스템	이창형 외	PCT/KR2023/011981
125	식품산업의 공정별 에너지 분석을 통한 열에너지 절감방법	김동주 외	1-2023-08463
126	식품산업의 단위공정에 따른 제품생산을 위한 열에너지 예측방법	김동주 외	1-2023-08461
127	RESOURCE RECOVERY DEVICE FOR WASTE BITTERN	조성수 외	PCT/KR2023/017148
128	탄화수소 연료의 생산시스템 및 생산방법	김현지 외	1-2023-08613
129	방사선량을 결정하는 방법 및 장치	박평원 외	PCT/KR2023/021227

## 부록 6. 2023년 특허등록 현황

순번	특허명	발명자	출원번호
1	폐유리 재활용을 위한 필름-유리 회수 플랜트의 회수물 세척-건조기	박재량 외	10-2560950
2	황화 카르보닐 가수분해 반응 시스템	황상연 외	10-2517618
3	격벽식 이산화탄소 광물화 반응기	조성수 외	10-2567914
4	RF 플라즈마 및 수소환원 열처리를 이용하여 알파-텅스텐 단일상을 가지는 텅스텐 금속 나노분말의 제조방법	신동윤 외	10-2616575
5	폐 터치패널 유리의 재활용을 위한 이물질 제거 방법	이찬기 외	10-2528871
6	수소 공급 시스템 및 방법	이춘식 외	10-2575379
7	딥러닝 모델 기반 이미지 형식 P&ID 내 텍스트 정보 자동인식 방법 및 장치	이태경 외	10-2488049
8	센서 융합을 이용한 항만 크레인 충돌 방지 시스템	하가연 외	10-2544505
9	배관 차수용 수용성 폴리머	김민준 외	10-2596996
10	수중 청소로봇의 케이블 꼬임 방지를 위한 장치 및 구조	정석환 외	10-2564221
11	수중청소로봇 스커트 구조	정석환 외	10-2564217
12	리튬 함유 폐액의 처리 방법	진연호 외	10-2554756
13	PCM 성능시험 설비	김현종 외	10-2489883
14	자동차 시트의 탑승자 식별 장치 및 방법	황병훈 외	10-2585213
15	대량의 가스에 함유된 황화수소의 제거를 위한 대용량 용매 분사 장치	이승종 외	10-2564381
16	여과집진기 파손 및 이상 진단 장치 및 그 방법	박동규 외	10-2564301
17	금속관 내벽면의 전해연마를 위한 전극 고정 지그	양현석 외	10-2556973
18	케이블 회전 공급장치	민홍 외	10-2544500
19	고내열성 알루미늄 합금	김건홍 외	10-2617693
20	IIoT 디바이스를 이용한 에너지 다소비 식품업종에서의 생산정보를 예측하는 방법과 에너지 최적화하는 방법	임채영 외	10-2556151
21	차수판 제작장치	진연호 외	10-2591228
22	수전해 구동을 위한 스택 배열 모듈	정석환 외	10-2525589
23	플라즈마 개질의 개질 효율 향상을 위한 기능성 촉매 반응기	김환 외	10-2525702

순번	특허명	발명자	출원번호
24	탄화수소계 연료 이용을 위한 기능성 구배층 (Functionally Graded Layers, FGLs) 연료극 탑재 SOFC 단위전지 및 이의 제조방법	김환 외	10-2525346
25	헬륨 브래이트 사이클을 가지는 유체의 액체/고체(slush) 제조 장치	이창형 외	10-2541216
26	바이오매스 및 폐기물의 열화학적 전환을 통한 효율적인 연료전지 연료공급 방법	홍기훈 외	10-2555778
27	상등액과 침전물을 개별적으로 탈수하는 개선된 복합 탈수 시스템	김성현 외	10-2609707
28	저탄소 배출형 수소추출기	송형운 외	10-2561152
29	온도 및 반응가스 변화에 따른 가변형 반응기	위수빈 외	10-2525598
30	저함수 바이오매스의 에너지 회수 장치 및 자원화 방법	한성국 외	10-2594991
31	센서네트워크를 이용하여 IOT 기반의 스마트관리가 가능한 석유화학 고체저장시설의 THC 처리공정 제어시스템	홍범의 외	10-2552725
32	바이오매스 반탄화물의 냉각 배출장치	김동주 외	10-2537259
33	밀집 조립형 부유식 듀얼 이중 라이다 시스템	허치훈 외	10-2532117
34	예혼합 화염 형태의 직접 접촉식 스팀 제너레이터	정석우 외	10-2591317
35	산업공정 배가스를 활용하여 개질기 열원으로서 활용하는 컨베이어벨트 타입의 건조장치 및 반탄화 시스템	김현지 외	10-2574917
36	Slit flame를 적용한 0.5TH급 하이브리드 연소기술	김영배 외	10-2601080
37	산업공정 배가스와 반탄화 배가스를 개질기 원료로 활용하는 저탄소 반탄화 시스템	김현지 외	10-2525846
38	이산화탄소 무포집 온실가스 저감 합성가스 생산 공정	김현지 외	10-2531992
39	배가스를 직접 활용하는 건식 자열 개질 반응장치	김현지 외	10-2531990
40	무포집형 저농도 이산화탄소 활용 플랫폼화합물 생산 기술	김현지 외	10-2536204
41	고농도 합성가스용 다단 열교환 일체형 수성가스 전환반응장치	김현지 외	10-2525842
42	자원순환형 고도활성화를 이용한 리그노셀룰로오스 바이오매스 활용 고비표면적 활성탄소 제조방법	박정은 외	10-2599131
43	세라믹 물질을 추가하는 기액 반응기 및 이를 활용한 제거/반응 시스템	김성현 외	10-2582085
44	라이다와 방사선 측정기를 융합한 핸드헬드 스캔 시스템	박평원 외	10-2606441
45	냉열 에너지를 이용한 모듈형 공기배터리	류주열 외	10-2586790
46	건설폐기물 처리효율을 향상시킨 멀티 레일 진동피더	조성수 외	10-2550739
47	건설폐기물의 1차 파쇄기용 멀티 진동플레이트 진동피더	조성수 외	10-2550740
48	연소 버너 및 이를 포함하는 연소 보일러	김영배 외	10-2609506
49	생모듈형 개질 반응 장치	홍범의 외	ZL201910664160.9
50	공전해 시스템의 가스 이송용 모듈 및 가스 이송용 모듈 어셈블리	전동환 외	2021254598



<b>발행처</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>	2024년 4월





경기도 용인시 처인구 백암면 고안로 51번길 175-28  
전화번호 031-330-7079 팩스 031-330-7111  
이메일 [kiminky93@iae.re.kr](mailto:kiminky93@iae.re.kr) 홈페이지 [www.iae.re.kr](http://www.iae.re.kr)

Copyright. Institute for Advanced Engineering.