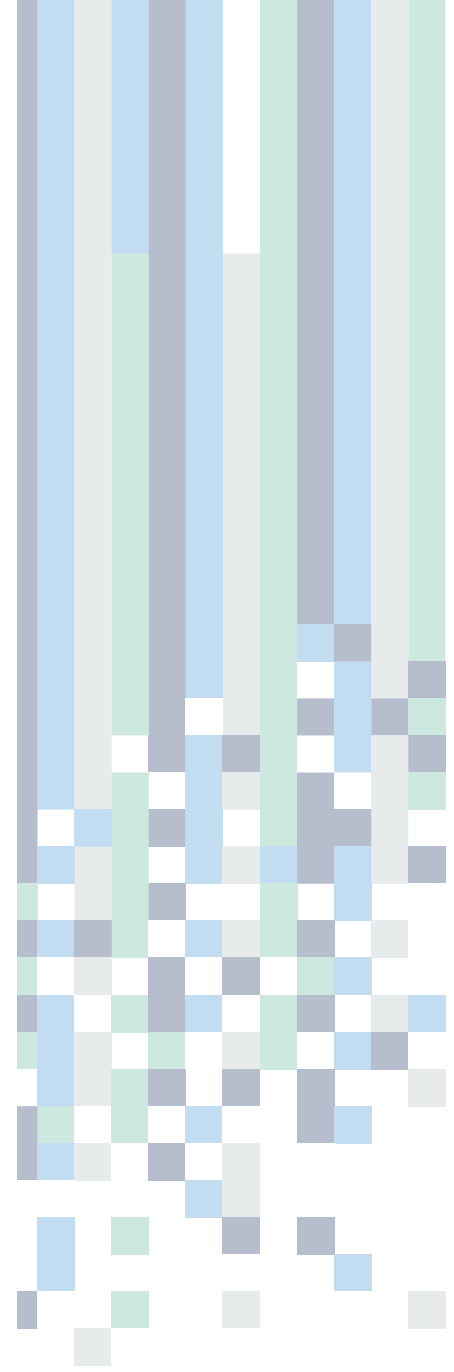


2021

# ANNUAL REPORT

기술의 창조와 융합, 실용적 가치 창출로  
고객과 함께 스스로 성장하는 연구기관





2021  
**ANNUAL  
REPORT**

기술의 창조와 융합, 실용적 가치 창출로  
고객과 함께 스스로 성장하는 연구기관



# 2021 IAE ANNUAL REPORT

고등기술연구원 연차보고서



1992 ~ 2022

## CONTENT

<b>발간사</b>	04
<b>연혁</b>	05
<b>임무</b>	06
<b>조직도</b>	07
<b>사업성과('20년~'21년)</b>	
과제현황	08
연구성과 (특허, 논문, 보고서)	09
<b>'21년 기술 분야별 주요과제 연구실적</b>	
수소 생산/이용 기반 기술	12
CO <sub>2</sub> 포집/합성가스 생산/에너지 저장 기술	19
플랜트엔지니어링 기술	23
바이오자원순환 기술	27
대기환경개선 기술	32
풍력/태양광 에너지 기반 기술	38
폐자원 재활용 기술	42
고순도 제련 기술	45
금속소재 기술	48
기능소재 기술	51
수소부품 기반 안전진단/평가 기술	54
설계/해석/시험평가 기술	55
IoT기반 시스템 개발 기술	58
소재가공 및 비파괴검사 기술	61
<b>부록</b>	
'21년도 특허 출원 현황	66
'21년도 특허 등록 현황	68
'21년도 대외 수상 현황	70

# 발간사

2019년 말부터 우리의 일상과 생활패턴에 커다란 변화와 고통을 가져온 코로나19의 유행은 사회적 거리두기와 백신접종이라는 범국민적 노력과 합의에 힘입어 조금씩 그 끝을 향해 달려가고 있습니다.

이러한 국가·사회적으로 어렵고 힘든 환경 속에서 2021년 우리연구원은 새로운 기술을 향한 도전적인 확장과 핵심기술 분야의 역량을 꾸준히 축적한 노력의 결과로, 2014년 선포한 'IAE Vision 2022'의 핵심가치인 "기술의 창조와 융합, 실용적 가치창출로 고객과 함께 스스로 성장하는 연구기관" 을 실천 하면서 그 정량적 성과 목표인 인력규모 200명 /연구매출 400억 원에 상응하는 가시적 성과에 도달하게 되었습니다. 또한 2022년 창립 30주년을 맞이하여 앞선 Vision 2022의 핵심가치를 계승하면서 앞으로의 10년에 대한 새로운 미래를 제시하는 'IAE Vision 2032' 를 추진함으로써, 우리연구원의 건설적이며 미래지향적인 청사진을 그려가고 있습니다.

2021년 우리 연구원은 국토교통부의 중장기 대형과제를 중심으로 수소 생산/활용 및 인프라 구축분야, 풍력발전 분야, 소재부품 핵심 분야, IT 융복합 기술 분야 등에서 목표이상의 과제수주를 달성함으로써 중장기 대형과제 수주 가능성의 제고라는 가시적 성과를 이루었습니다. 이와 더불어 2017년부터 꾸준히 수행 해오고 있는 해외 우수 업체와의 지속적인 연구협력과 단계별 연속실험의 성공은 우리의 기술적 성장 잠재력을 바탕으로 한 해외 협업의 성공적인 사례를 보여주는 바람직한 계기가 되고 있습니다.

또한 2022년 3월에는 2019년부터 산업통상자원부 에너지기술개발사업으로 수행한 '바이오가스를 이용한 수소 융복합충전소 기술개발 및 실증'과제의 연구 성과로, 충주시 음식물 쓰레기 처리장에서 발생하는 바이오가스를 이용하여 그린수소를 생산하는 국내최초 마더스테이션 개념의 수소 용·복합 충전소 준공식을 개최하였습니다. 이를 통해 지역사회와 연계된 수소경제의 새로운 비즈니스 모델을 제시하면서 우리연구원의 대외적인 연구역량을 실현하고 인정받는 계기가 될 수 있었습니다.

본 Annual Report는 이러한 우리연구원의 노력이 바탕이 되어 2021년 한 해 동안 수행하였던 주요 연구 활동을 요약/정리한 내용으로, 2022년 창립 30주년을 맞이하는 고등기술연구원이 더욱더 성숙되고 발전되어 최고의 자립연구기관으로 거듭나기 위한 우리의 열정과 노력이 담겨져 있으니 많은 격려와 관심을 당부 드립니다.

2022년 4월  
고등기술연구원장 김진균

# 연혁

# HISTORY

## 2010 ~ 현재

- 2022.03. 바이오수소충전소 준공식 (산업부 에너지기술개발 사업)
- 2021.12. 백만 불 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 전략소재(TiCl<sub>4</sub>, TiO<sub>2</sub>) 개발 착수
- 2015.05. 기술 용·복합 및 인사혁신 TFT 운영
- 2014.06. 초임계 CO<sub>2</sub> 발전시스템 추진단 유치
- 2014.03. IAE VISION 2022 수립
- 2014.02. IGCC BSU 본원 이전
- 2013.04. 희소금속산업기술연구센터 설치 (인천 송도 TP)
- 2012.11. 폐기물 가스화 용융시스템 Pilot Plant 구축
- 2012.03. 신소재공정센터 신설 (자원 Recycling)
- 2011.02. 20톤/일급 IGCC Test-Bed 구축 착수 (~2016년)
- 2011.10. 천연가스(LNG) 제조공정 BSU 구축
- 2010.09. 폐자원 재활용 및 희유금속 회수 기술개발 착수
- 2010.06. 합성천연가스(SNG) 제조공정 BSU 구축

## 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 본원 설립 (IGCC 연구)
- 1992.07. 설립 (서울)

# VISION

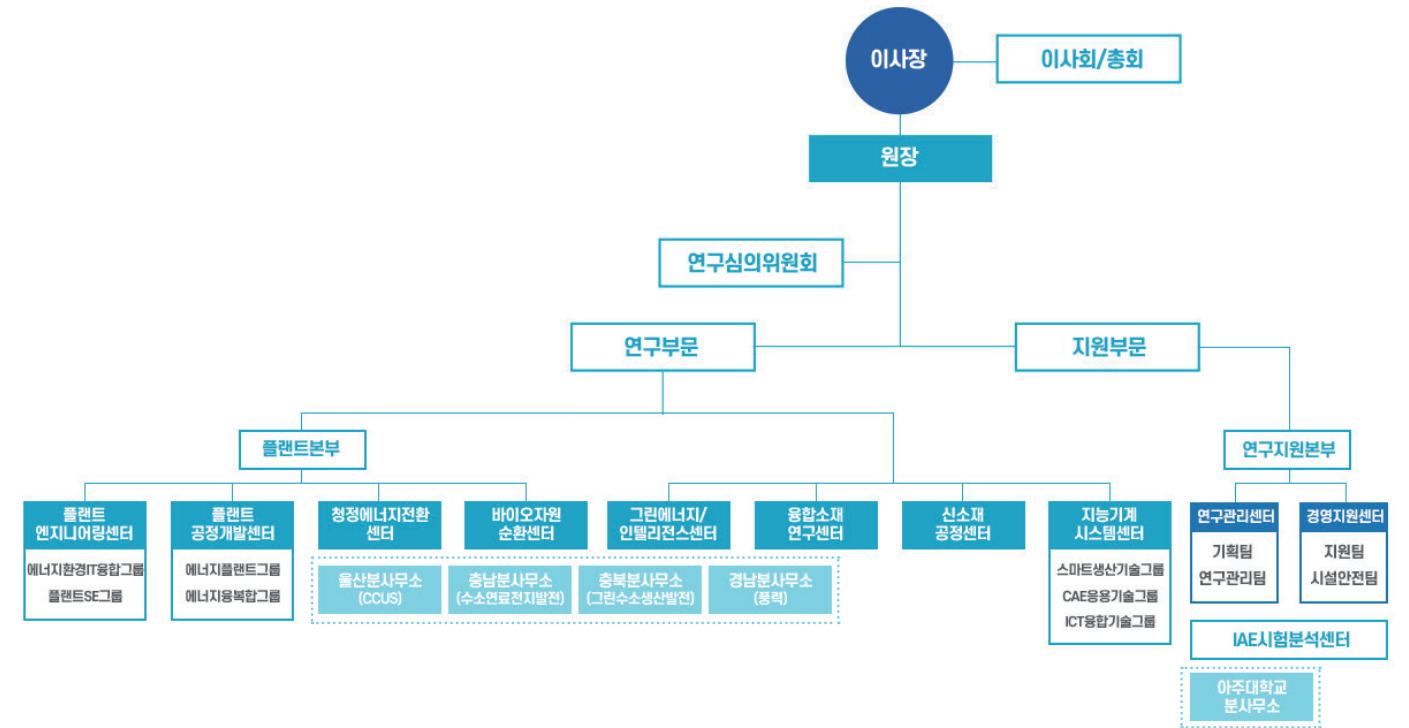


기술의 창조와 융합, 실용적 가치 창출로  
고객과 함께 스스로 성장하는 연구기관

## 전략방향

핵심가치	핵심가치	핵심가치
창조·도전·열정	기술의 수월성과 실용성	개인 역량 강화와 고객만족
미래 성장동력 확보	핵심기술의 심화·확대	조직운영 효율화

# 조직도 ORGANIZATION

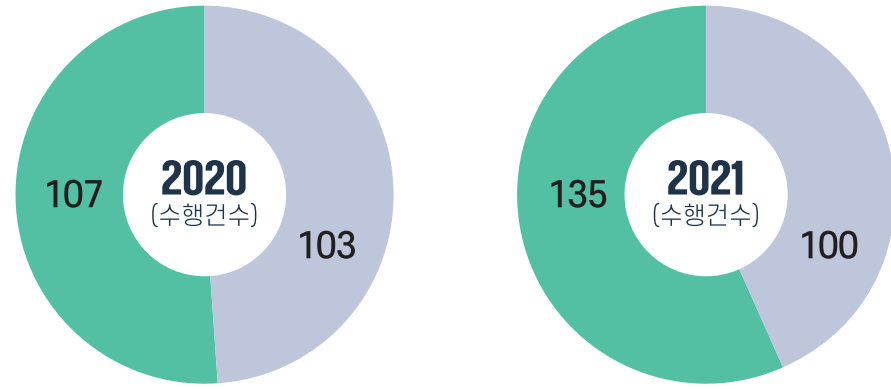


## - 인원현황 (2021.12.31 기준)

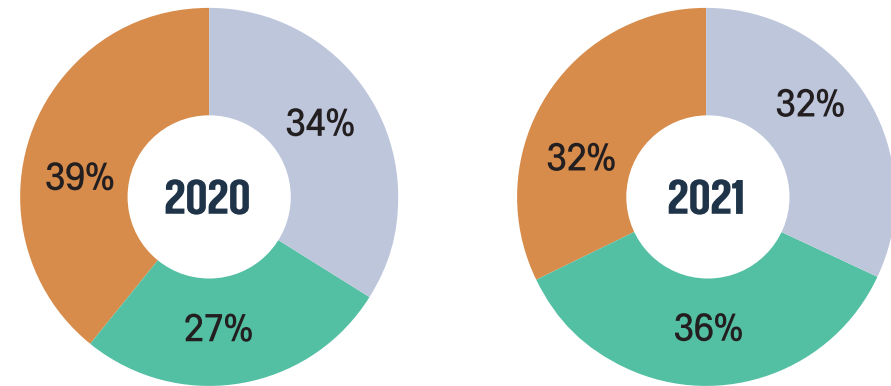
직급	학위	연구부문			지원부문	소계
		박사	석사	학사		
인원수 (명)	임원/연구위원	8	1	0	4	13
	수석/책임연구원	34	10	4	3	51
	선임연구원	21	42	3	6	72
	연구원	0	35	18	7	60
합 계		63	88	25	20	196

# 사업성과 과제현황

- 당해년도 수행 과제수 기준 ■ 이월 ■ 신규



- 총 연구수행 기간 기준 구성 비율 ■ 단기(1년 이하) ■ 중기(1년~3년 미만) ■ 장기(3년 이상)



- 기술분야 (당해년도 과제 건수별)



# 사업성과 연구성과 (특허, 논문, 보고서)

- 특허

2020년도 (건)			2021년도 (건)		
출원	등록	합계	출원	등록	합계
56	35	91	62	49	111

- 논문

구 분	2020년도 (건)	2021년도 (건)
SCI (E) 학술지	25	49
BISCI (E) 학술지 및 국내외 학술대회 등	212	312
합 계	237	361

- 기술보고서

구 분	2020년도 (건)	2021년도 (건)
TR (완료보고서/연구노트 등)	236	218
TM (중간/실험결과보고서 등)	177	211
TC (세미나/실험Data 등 )	292	317
합 계	705	746



1992 ~ 2022

# 2021 IAE ANNUAL REPORT

고등기술연구원 연차보고서

## 기술 분야별 주요과제 연구실적

수소 생산/이용 기반 기술	12
CO <sub>2</sub> 포집/합성가스 생산/에너지 저장 기술	19
플랜트엔지니어링 기술	23
바이오자원순환 기술	27
대기환경개선 기술	32
풍력/태양광 에너지 기반 기술	38
폐자원 재활용 기술	42
고순도 제련 기술	45
금속소재 기술	48
기능소재 기술	51
수소부품 기반 안전진단/평가 기술	54
설계/해석/시험평가 기술	55
IoT기반 시스템 개발 기술	58
소재가공 및 비파괴검사 기술	61

# 수소 생산/이용 기반 기술

## 수소메탄화 공정 모듈화 기술 개발 ('19 ~ '24)

### 참여연구원

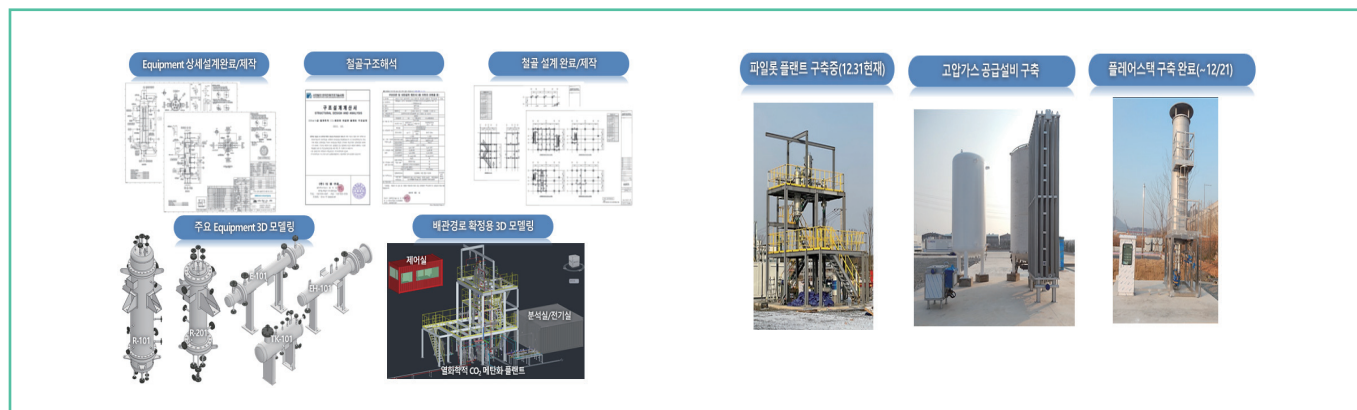
김수현(PM), 유영돈, 구재희, 임용택, 성호진, 서민혜, 박수남, 박성호, 김문현, 정기진, 김동주, 손근, 박해민, 이창형, 이현규, 여채은

### 연구목표

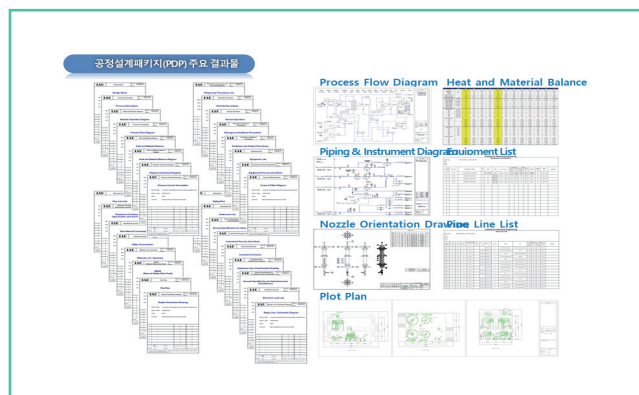
- 30 Nm<sup>3</sup>/h급 열화학적 CO<sub>2</sub> 메탄화 공정 구축 및 운전
- 100 Nm<sup>3</sup>/h급 열화학적 CO<sub>2</sub> 메탄화 공정 설계 패키지 작성

### 연구실적

- 30Nm<sup>3</sup>/h급 열화학적 CO<sub>2</sub> 메탄화 파일럿 플랜트 구축 (현재 공사 진행 중으로 2022년2월 완공예정)



- 30Nm<sup>3</sup>/h급 열화학적 CO<sub>2</sub> 메탄화 공정 PDP 보완



### 활용방안

- 재생에너지 보급 활성화를 대비한 재생에너지 저장 기술
- 탄소중립을 위한 CO<sub>2</sub> 활용기술

### 정량성과

특허출원 2건 / 논문 11건 / 기술이전 2건

# 수소 생산/이용 기반 기술

## 방향족 화합물 기반 LOHC 소재 제조기술개발 ('19 ~ '22)

### 참여연구원

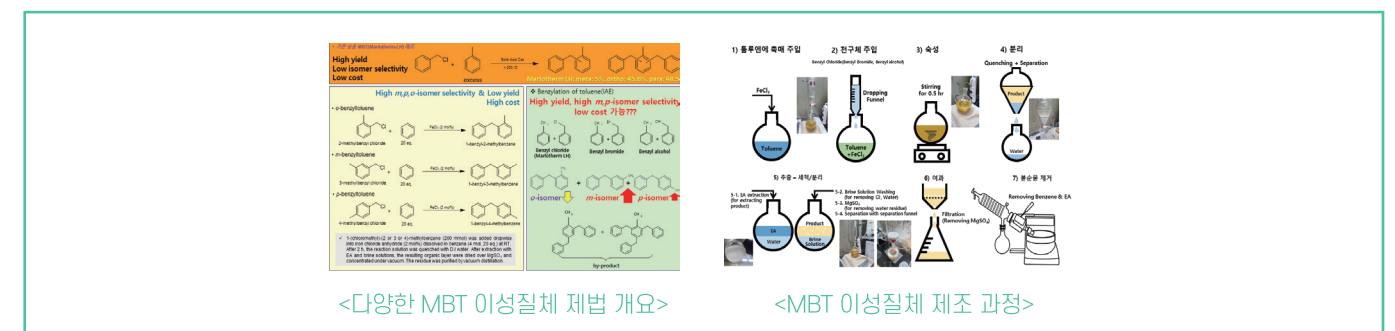
한기보(PM), 장정희, 박유리

### 연구목표

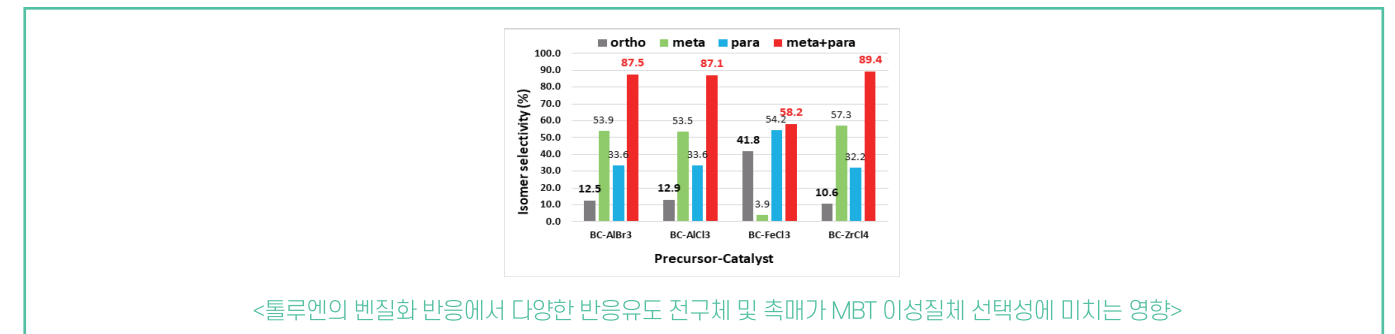
- LOHC로 적용 가능한 방향족 화합물 기반의 물질, 그리고 방향족 화합물로서 지닐 수 있는 이성질체의 구성/구조에 따른 성능 및 물리화학적 성상을 면밀하게 조사하고 합성을 통해 높은 효율을 지니는 성능과 물리화학적 특성이 개선된 LOHC 소재를 제조하는 기술을 개발

### 연구실적

- 고효율 LOHC 적용 가능한 MBT 이성질체 혼합물 제조기법 확보

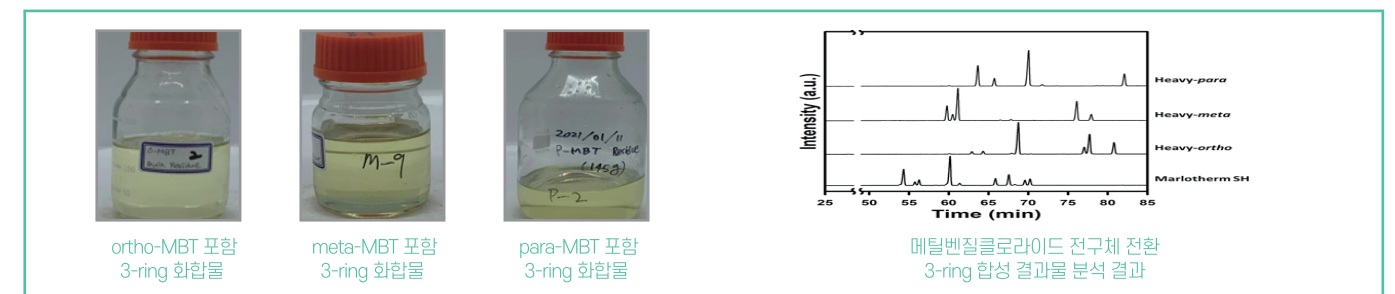


- LOHC 적용 가능한 MBT 이성질체 직접 제조



<톨루엔의 벤질화 반응에서 다양한 반응유도 전구체 및 촉매가 MBT 이성질체 선택성에 미치는 영향>

- LOHC 소재 적용 위한 3-ring 화합물 획득 위한 기반기술 확보



### 활용방안

- 개발 제조된 LOHC 물질이 적용되는 화학 수소 저장은 수소 에너지 시장에 진입하기 위한 충분한 가격 경쟁력을 갖추고 있고, 기존 에너지기반시설을 이용할 수 있음
- 본 연구를 기반 연구로 한 다양한 연계 사업이 예상됨

### 정량성과

특허출원 1건 / 논문 12건 (SCI(E) 1건)



# 수소 생산/이용 기반 기술

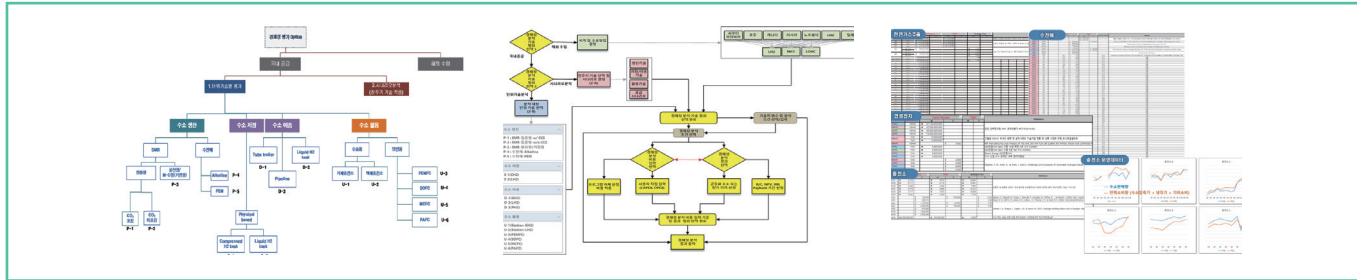
## 수소 전주기 (생산, 저장/이송, 활용) 경제성, 환경성 평가 기술개발 ('20 ~ '22)

**참여연구원** 김수현(PM), 유영돈, 임용택, 박성호, 류주열, 손근, 박혜민, 여채은

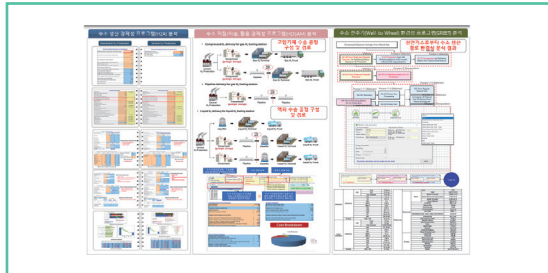
- 연구목표**
- 수소 전주기 평가 대상 기술별 경제성 평가 알고리즘 도출
  - 수소 전주기 기술별 DB 구축
  - 해외 개발 경제성, 환경성 평가 프로그램 분석
  - 수소 전주기 현재 및 미래 기술 수준에 따른 비용 예측 모델 수립
  - 수소 전주기 경제성, 환경성 평가 프로그램 초안 작성

**연구실적**

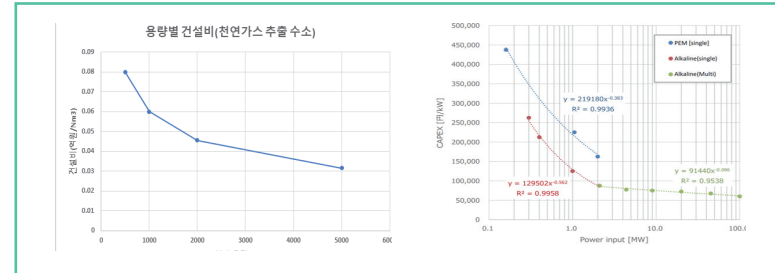
- 수소 전주기 평가 대상 기술별 경제성 평가 알고리즘 도출 / 수소 전주기 기술별 DB 구축



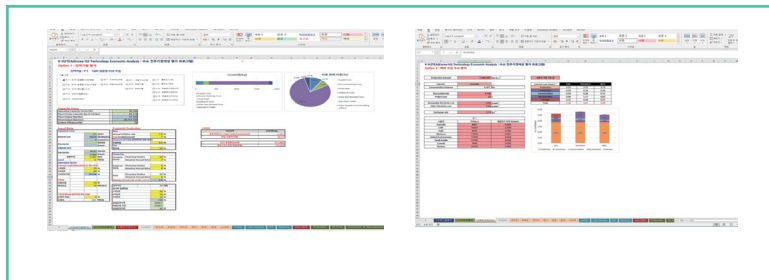
- 해외 개발 경제성, 환경성 평가 프로그램 분석



- 수소 전주기 비용 예측 모델 수립



- 수소 전주기 경제성, 환경성 평가 프로그램 초안 작성



- 활용방안**
- 시기별, 지역별 수소 수요량 기준 수소 전주기 공급망 구축 계획 수립에 활용
  - 해외 수소 수입을 포함한 경제성, 환경성 평가 기반 중장기 수소 공급 포트폴리오 수립에 활용

**정량성과** 논문 3건

# 수소 생산/이용 기반 기술

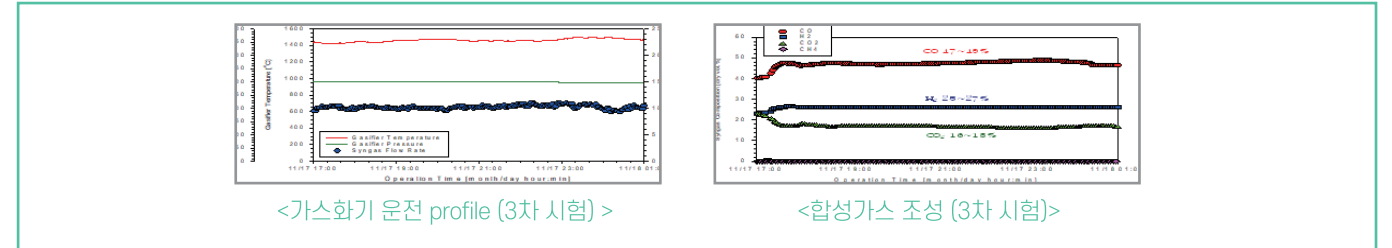
## 석유코크스 활용 수소생산 실용화 기술개발 ('21 ~ '25)

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

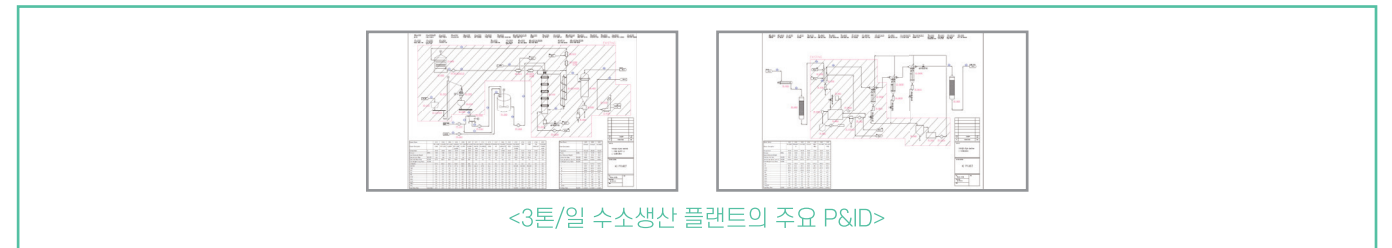
- 연구목표**
- 석유코크스 활용 수소생산 3톤/일급 통합 플랜트 설계·시공·운영 기술개발 및 수소생산 30톤/일 플랜트 설계패키지 개발
  - 합성가스 전환 과정에서 발생하는 CO<sub>2</sub>(순도 >60%)를 분리하여 활용하는 blue 수소 개념을 실증

**연구실적**

- 1톤/일급 가스화시스템 개선 및 기초특성 시험



- 20톤/일급 Test-bed개선 및 수소생산 3톤/일급 통합플랜트 구축을 위한 Test-bed건축물 구조검토
- 모사가스 이용 소규모 고농도 H<sub>2</sub>S 제거 실험
- 수소생산 3 톤/일급 통합 플랜트 공정 개념설계



- 합성가스 정제 시스템 개념설계 및 소규모 설비 제작



- 활용방안**
- 화석연료로부터 blue수소 생산에 대한 기술적 실증을 함으로써 화석연료도 CO<sub>2</sub>-free가 가능함을 제시
  - 합성가스 플랜트 또는 수소생산 플랜트의 해외 수출 사업화

**정량성과** 특허등록 7건 / 논문 7건

# 수소 생산/이용 기반 기술

## 바이오가스를 이용한 수소융복합 충전소 기술개발 및 실증 ('19 ~ '22)

**참여연구원** 송형운(PM), 장은석, 전동환, 정기진, 이지은, 홍기훈, 정대웅, 이재용

- 연구목표**
- 500 kg H<sub>2</sub>/일급 수소융복합충전소 통합공정 시스템 엔지니어링
  - 700 bar 수소버스(차) 충전서비와 450 bar 튜브트레일러 수소공급 시스템 구축
  - 수소융복합충전소 가동율 90% 및 실증운전 60일 이상
  - 수소판매가격 7,000원/kg으로 부생수소 경쟁 실증 자립화

**연구실적**

- 수소융복합충전소 토목/건축/배관공사 완료
- 수소추출시스템과 압축설비 현장 구축 완료



- 충주 바이오그린수소충전소 준공식 개최 ( 2022년 3월 30일 / 충주시 봉방동 649-8 )



**활용방안**

- 수입품으로 구성되고 있는 충전기를 열교환기 내장형으로 자체 개발하여 융복합 충전소에서 실증하여 성능을 확보함으로써 기술 국산화
- 바이오가스 이용 수소융복합충전소 시스템의 모듈화를 통해 충전소 전체 시스템 구성을 간소화 하고 전체시스템 비용을 절감할 것으로 기대
- 바이오가스를 이용한 수소융복합충전소 국내 최초 기술개발 및 실증으로써 상업운전 방안 및 비즈니스모델 제시

**정량성과**

특허출원 3건 / 논문 7건

# 수소 생산/이용 기반 기술

## 바이오수소 플랜트 운영 최적화 시스템 개발 ('21 ~ '23)

**참여연구원** 임용택(PM), 유영돈, 김수현, 박수남, 김문현, 정기진, 최광순, 손근, 박혜민, 여채은

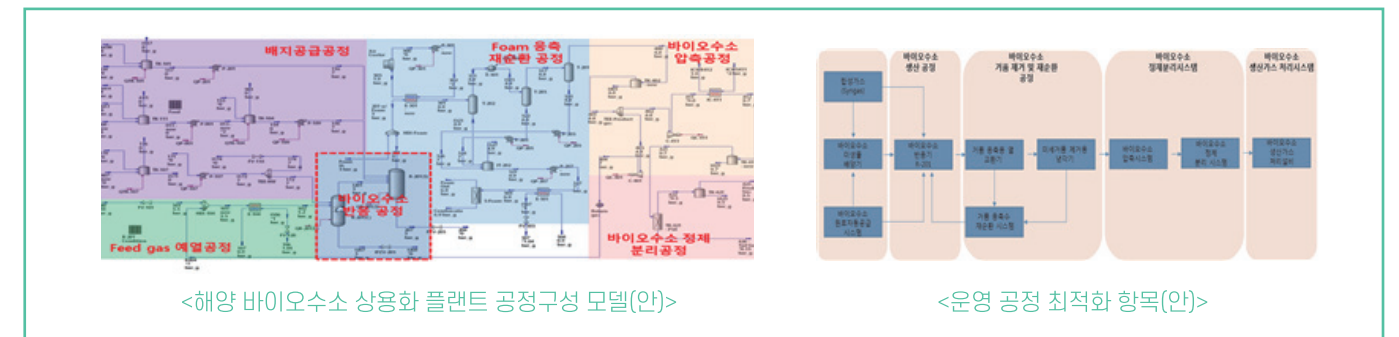
- 연구목표** - 바이오수소 생산 플랜트 상용화를 위한 운영 최적화 시스템 구축 및 신뢰성 확보

**연구실적**

- 해양 바이오수소 실증 플랜트 구축 데이터 검토, 선행 연구 운전 데이터 수집 및 분석
- 해양 바이오수소 실증 플랜트 문제점 및 개선사항 도출
- 해양 바이오수소 실증 플랜트 신규/개선 시스템 구축



- 해양 바이오수소 상용화 플랜트 공정구성(안) / 운영 최적화 시스템 설비 구성(안) 도출



**활용방안**

- 해양 고세균 이용 바이오수소 생산 운영기술 및 신뢰성 확보
- 상용화 공정 설계패키지 및 최적시스템 개발 / 해양 고세균 이용 바이오수소 생산 상용화 기반 구축

**정량성과**

논문 1건

# 수소 생산/이용 기반 기술

바이오가스이용 고순도(99.9% 이상) 수소생산을 위한 삼중개질, 분리막회수 및 50Nm<sup>3</sup>/hr급 실증시설 설계-구축-운영 기술 개발 ('21 ~'24)

**참여연구원** 송형운(PM), 엄성현, 황상연, 곽현주, 이종근, 윤성필, 윤종혁, 정대웅, 이동규, 김형래, 김예원

- 연구목표**
- 고품질(CH4 65%이상) 바이오가스 생산 기술 개발
  - 단일공정 바이오가스 전처리 기술 개발
  - 바이오가스 직접 이용 플라즈마-촉매 하이브리드 삼중개질 기술개발
  - 분리막+VPSA 기반 수소 정제 및 회수 기술 개발
  - CT 기반 통합 시스템 설계-구축-운영 및 자산관리 기술

### 연구실적

- 바이오가스 직접 개질을 통한 고순도 수소생산 위한 수소추출시스템 개념설계

< 수소추출시스템 각 단위공정별 열물질 수치 >

Line No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Temperature	25	25	100	800	800	800	500	25	25	25	25	25	25	120	25
Pressure	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm
Flow rate	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h	kmol/h
	H <sub>2</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CO <sub>2</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	H <sub>2</sub> O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CH <sub>4</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CO <sub>2</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	H <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	H <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CH <sub>4</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	H <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	H <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CH <sub>4</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- 5 Nm<sup>3</sup>-biogas/hr급 플라즈마-촉매 하이브리드 개질기 제작 및 설비 구축

<Lab-scale 플라즈마 개질기 설계도면 및 시작품 >

<개질 시스템 정면 사진 및 제어 기록 시스템 >

- 활용방안**
- 고품질의 바이오가스를 생산하여 고질화 과정없이 직접 개질을 통해 고순도 수소를 생산할 수 있는 그린수소 추출 원천기술을 확보하고 현장 실증 연구를 통해 기술 검증한 후 국내 바이오 가스 플랜트와 연계한 바이오수소융복합충전소, 연료전지 발전사업 등의 사업으로 확장 가능함

# CO<sub>2</sub> 포집 / 합성가스 생산 / 에너지 저장 기술

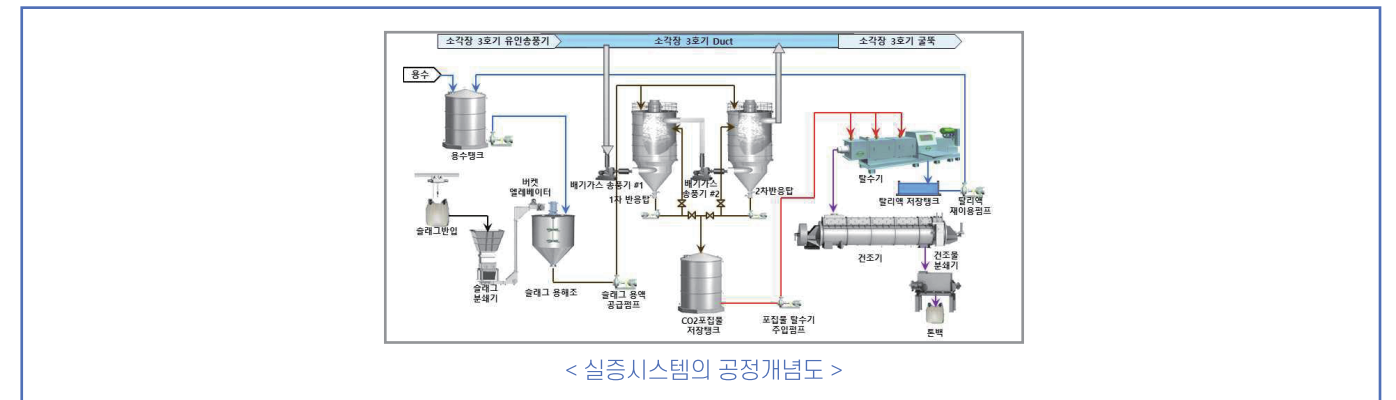
이산화탄소 건설소재 활용을 위한 직접 탄산화 포집공정 실증 ('21 ~'22)

**참여연구원** 최창식(PM), 김성현, 박동규, 조성수, 민홍

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

### 연구실적

- 현장조사 및 기본설계수행



- 실증설비 기본 및 실시 설계 (5톤/일) / 실증설비 설치공사 (5톤-CO<sub>2</sub>/일)



- 활용방안**
- 울산시 규제자유특구 내 생산되는 저품질 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 실적을 인증을 지원

**정량성과** 논문 9건

# CO<sub>2</sub> 포집 / 합성가스 생산 / 에너지 저장 기술

## 액화공기 에너지 저장기술을 활용한 전력수요 대응기술 개발 ('18 ~ '21)

### 참여연구원

박종포(PM), 류주열, 박성호, 김현중, 김대원, 장대환, 김준영, 이태경, 김정태

### 연구목표

- 액화공기 활용 수요 대응 시스템(DROPLET)의 최적 공정 사이클 개발 및 주요 기기 (현열/잠열 저장장치 외) 들의 사양서 검토를 통해 액화공기 활용 수요 대응 시스템의 실증 플랜트 구축/ 운전 제어 시스템 기술을 개발

### 연구실적

- 액화공기 에너지 저장 장치 주요 기자재 제작, 설치



<압축기 시운전 및 압력 테스트>

<전기히터 시운전 및 온도 조절 테스트>

<현열-잠열 저장 장치 제작 및 압력 테스트>

<10kW급 터빈 반입 완료 및 튜닝 작업 완료>

- 상변화 물질 국내 제작 완료 및 반입 완료



- 액화공기 에너지 저장 장치 시운전



### 활용방안

- 밤 시간의 비첨두(Off-Peak) 전력을 활용한 ESS의 한 분야인 액화공기에너지 저장기술(LAES)을 개발하여 전력 수요 자원(Demand Response, DR) 으로의 활용 및 재생에너지의 원활한 공급을 위한 ESS의 기술로 제품화 하여 국내외 시장에 진출하고자 함

### 정량성과

특허등록 1건 / 특허출원 2건 / 논문 4건 (SCI(E) 2건)

# CO<sub>2</sub> 포집 / 합성가스 생산 / 에너지 저장 기술

## Cascade 열활용 지역 냉난방 최적화 기술 ('18 ~ '22)

### 참여연구원

송형운(PM), 곽현주, 윤성필, 윤문규, 정석우

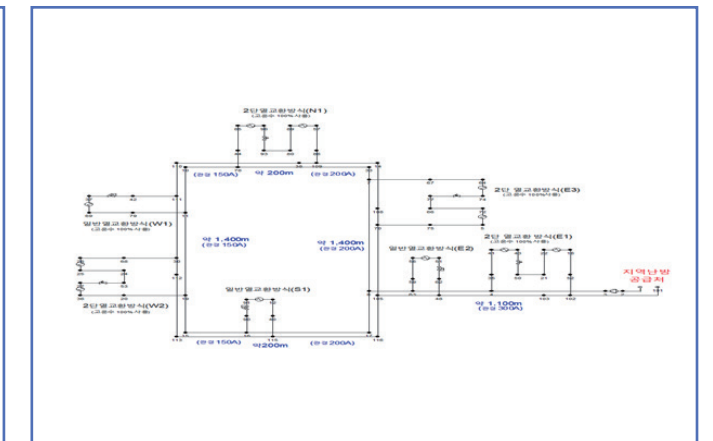
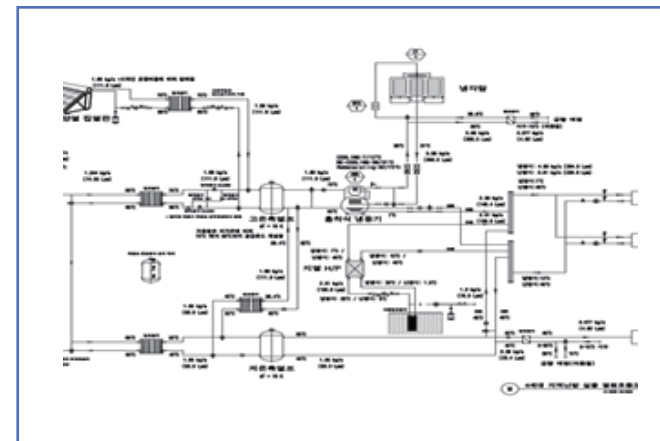
### 연구목표

- 광역망 리턴수 연계 신재생에너지 및 미활용 열원 활용 공급 비중 30% 이상의 도심형 저온 캐스캐이드 열 네트워크 구축 및 운영 플랫폼 개발 (고등기술연구원 : 광역-분산형 마이크로연계 저온 미활용에너지 분석 및 열 네트워크 캐스캐이드 공정 설계)

### 연구실적

- HODI 4세대 캐스캐이드 지역냉난방 기계시스템 실시설계

- HODI 저온열네트워크 배관망 모델링



- HODI 주요 장비 사양 결정 및 선정

### 활용방안

- 광역망과 미활용에너지, 신재생에너지를 연계하는 저온 캐스캐이드 열네트워크를 구축을 통해 열 공급업체 및 수요처에 모두 이익이 되는 사업모델을 제시하고 에너지 신사업 발굴 및 국제 수주 경쟁력 강화  
- 서울시가 주력하는 에너지자립형 모델의 성공적인 시범모델로 구축될 경우 서울시의 분산형 에너지시스템 구축을 실현할 수 있는 교두보 역할을 할 것으로 기대됨

### 정량성과

논문 3건

## CO<sub>2</sub> 포집 / 합성가스 생산 / 에너지 저장 기술

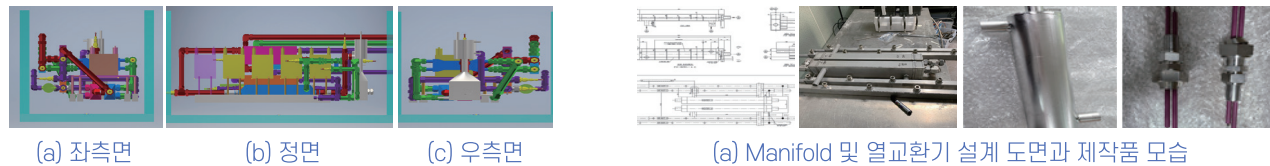
### CO<sub>2</sub> 원료기반 고온 공전해 시스템을 적용한 합성가스 생산 공정기술 개발 ('18 ~ '21)

**참여연구원** 정우현(PM), 정석우, 이진욱, 변용수, 전동환, 김문현, 류상오, 정기진, 이지은, 홍기훈, 권인구, 김형래

**연구목표** - CO<sub>2</sub> 고온 공전해 융합 전극 소재 원천기술 개발을 통한 CO<sub>2</sub> 처리량(3.5 Nm<sup>3</sup>/hr 이상) 규모의 고온 공전해 시스템 제작/구축 및 CO<sub>2</sub> 배출사업장 연계 연속운전(1,000 시간 이상) 진행

#### 연구실적

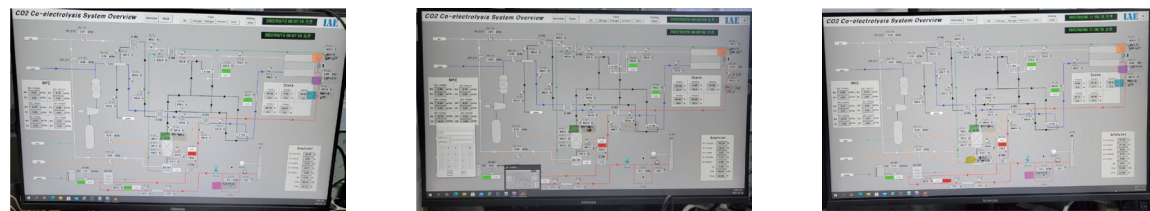
- 개선 CO<sub>2</sub> 공전해 시스템 보완 제작 및 설비 구축



- 개선 CO<sub>2</sub> 공전해 시스템의 장기 성능시험 진행



- CO<sub>2</sub> 배출사업장 연계 연속운전(1,000 시간 이상) 완료



#### 활용방안

- 신재생 에너지원에서 나오는 전력의 경우 출력변동이 심하고 발전량과 발전시점의 예측이 어려운 특성을 갖고 있으므로, 신재생 에너지의 보급 확대를 위해 불규칙한 출력의 에너지를 화학적 전환 방법을 통해 에너지를 저장(ESS)할 수 있는 기술인하이브리드 에너지 저장 시스템의 구축에 활용
- CO<sub>2</sub> 공전해 기술은 재생에너지 장주기 저장 및 전환 방법으로 유력한 Power to Gas 기술분야와 밀접한 연계가 있으므로, 수소 생산, 합성천연가스(SNG) 생산 분야로의 개발된 기술의 Spin-off 적용

**정량성과** 특허등록 2건 (해외 1건, 국내 1건) / 특허출원 2건 (해외 1건, 국내 1건) / 논문 11건

## 플랜트엔지니어링 기술

### 에너지다소비 업종(바이오·의약, 식품, 금속·유리 용해, 제지)대상 맞춤형 공장에너지 관리시스템(FEMS) 기술 개발 및 실증 ('20 ~ '24)

**참여연구원** 구재회(PM), 임용택, 성호진, 박수남, 김동주, 임채영, 이현규, 여채은, 김윤지, 홍세윤, 구희섭, 심병호, 한기보

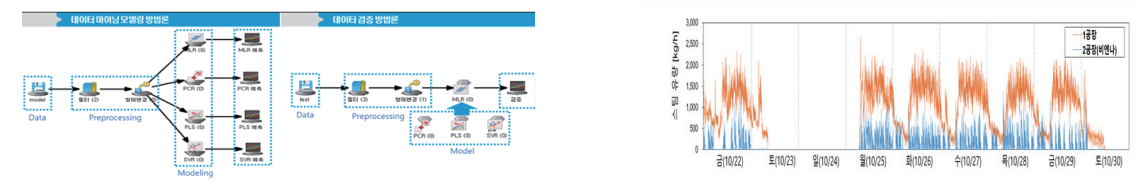
**연구목표** - (식품실증1) 식품공장 계측/모니터링 인프라 구축 및 데이터 수집 (식품실증1) 실증대상 공정 데이터 및 에너지 소비패턴 분석 시스템 개발 (식품실증1) 다소비 맞춤형 FEMS(공통) 연계

#### 연구실적

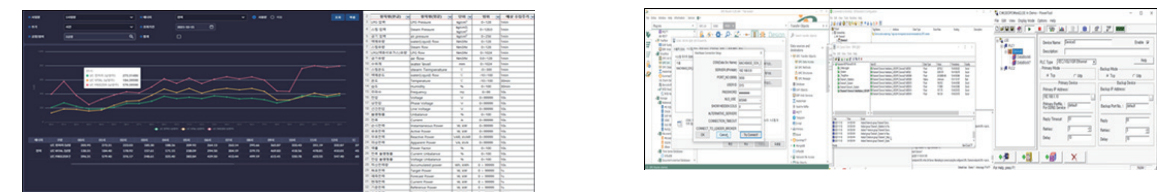
- 식품 공장 계측/모니터링 인프라 구축 및 데이터 수집



- 실증 대상 공정 데이터 및 에너지 소비패턴 분석 시스템 개발



- 다소비 맞춤형 FEMS(공통) 연계



#### 활용방안

- 식품공장 에너지관리시스템(FEMS)으로 활용
- 산업공장 에너지관리시스템(FEMS)으로 spin-off 확대 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** 특허출원 3건 / 논문 7건

# 플랜트엔지니어링 기술

## 가상에너지 생산공급설비 활용 산업단지 에너지 공동 네트워크 개발 및 실증 ('20 ~ '24)

### 참여연구원

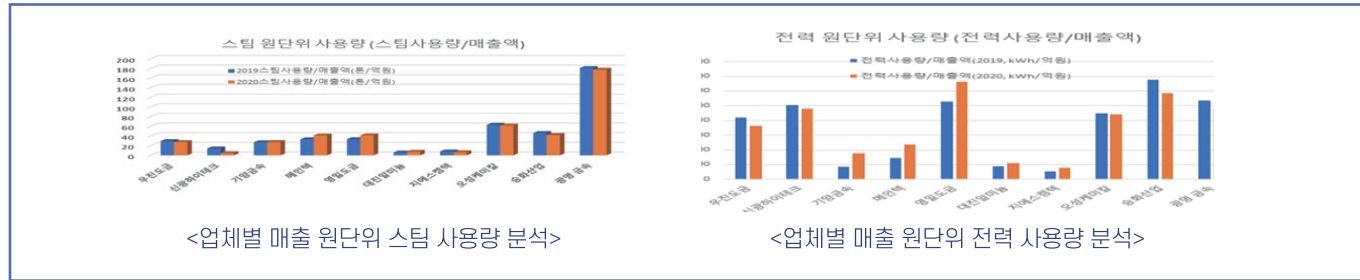
구재회(PM), 임용택, 성호진, 김수현, 박영수, 김동주, 임채영, 이현규, 여재은, 김윤지, 홍세윤, 구희섭, 심병호, 한기보

### 연구목표

- 시 기반 수요 공급예측을 통한 에너지 네트워크 라우팅 최적화 모델 개발

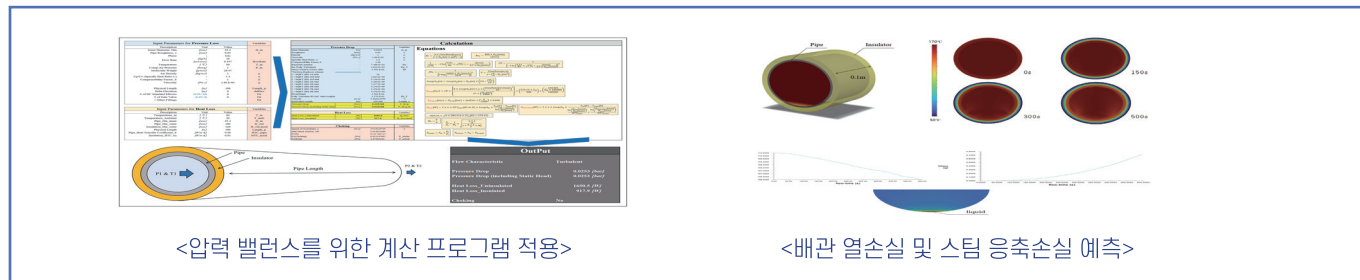
### 연구실적

- 실증 사업장 에너지 수요 예측 분석

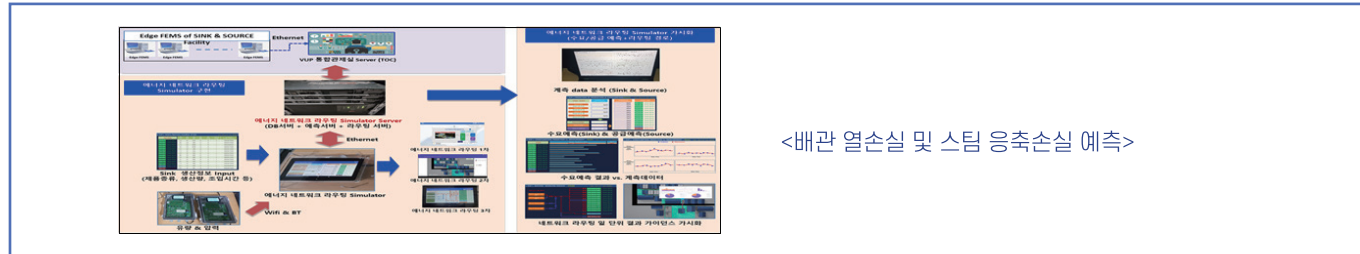


- 유틸리티 수요기업과 공급기업 조사 분석을 통해 수요/공급 예측 및 최적 라우팅을 위한 입력정보와 실시간 계측 정보에 대한 입력 데이터 도출

- 에너지 수요/공급 네트워크 시뮬레이션 및 라우팅 기술력 확보



- 에너지 네트워크 라우팅 Simulator 설계



### 활용방안

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

### 정량성과

특허출원 2건 / 논문 12건

# 플랜트엔지니어링 기술

## 5G기반 대용량 실시간 데이터를 활용한 항만크레인 연계 스마트 물류 서비스 개발 ('19 ~ '22)

### 참여연구원

유보현(PM), 염충섭, 김진일, 신중욱, 이춘식, 윤문규, 유은섭, 정상혁

### 연구목표

- 5G기반 대용량 실시간 데이터를 활용한 항만크레인 연계 스마트 물류 서비스 개발

### 연구실적

- 크레인 주변 환경 인식을 위한 Pseudo LiDAR 기반 객체 인식 알고리즘 개발 : 라이다 센서의 채널과 채널사이에 장애물이 존재할 경우에도 데이터 생성이 가능하도록 개발

- 적재감지 스캐너를 이용한 스프레더 위치인식 및 트래킹 시스템 적용



- Pseudo LiDAR 최적화를 위한 현장 데이터 확보 및 시맨틱 세그멘테이션 모델 학습을 위한 데이터 생성 : 시맨틱 세그멘테이션을 활용하여 객체를 경계 박스 형태로 인식함으로써 이미지상에서 객체의 정확한 충돌 경계를 인식



### 활용방안

- 자율자동차의 ADAS 와 같이 항만 크레인의 자율주행시 라이다와 카메라를 융합하여 장애물 식별하여 충돌 위험도를 산출하고 더불어 항만 환경의 대면적 3D 스캔이 가능한 센서 플랫폼 개발을 수행
- 개발된 시스템은 동부부산컨테이너터미널 현장에 적용중이며 향후 자율주행, 이동형 대면적 3D 스캔 및 3D 모델의 구축이 필요한 분야에 활용이 가능한 범용 기술임

### 정량성과

특허출원 1건 / 논문 1건 / 프로그램등록 3건

# 플랜트엔지니어링 기술

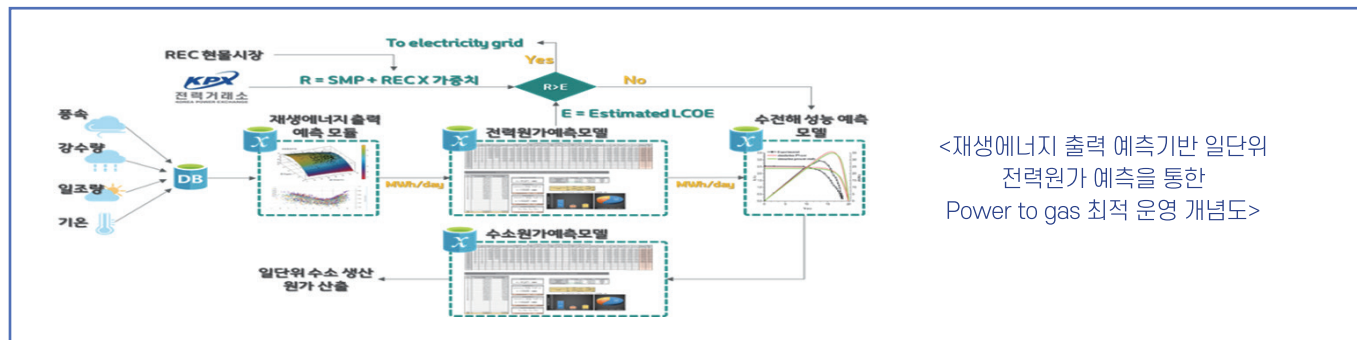
## 재생에너지 이용 극대화를 위한 2MW급 Power to Gas 시스템 엔지니어링 기술 및 비즈니스 기술 개발 ('19 ~'22)

**참여연구원** 박성호(PM), 류주열, 손근, 이창형, 박혜민

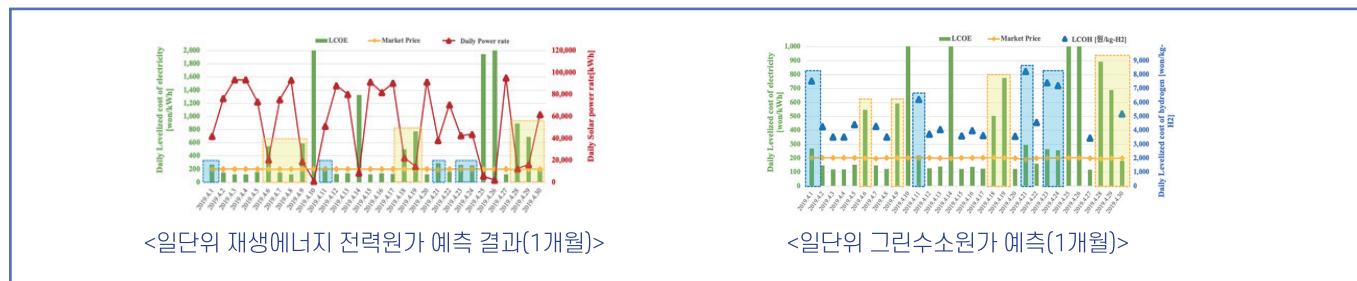
- 연구목표**
- CO2 배출원 중심의 Power to gas 연계 비즈니스 모델 개발
  - 재생에너지(풍력/태양광) 단지 중심 Power to gas 연계 비즈니스 모델 개발
  - 비즈니스 모델별 수소/천연가스 경제성 민감도 분석 및 Power to gas 공정의 사업성 평가
  - Power to gas 공정의 최적 운영 방안 도출

### 연구실적

- 일단위 재생에너지 전력원가 예측을 통한 Power to gas 최적 운영 개념 수립
- 재생에너지의 출력을 사전에 예측하고 해당 일예에 대한 전력원가를 경제성 빅데이터를 통해 예측함



- 일단위 재생에너지 전력원가 예측 및 시장가격 비교함



- 활용방안**
- 재생에너지의 잉여전력을 통해 수전해기를 이용한 수소 생산 공정에서 배출되는 부산물인 산소를 활용한 비즈니스 모델(바이오매스 순산소, 바이오매스 가스화)을 개발하여 사업화에 활용
  - 그린 수소원가 산정 프로그램의 빅데이터화를 통해 실시간 그린 수소 원가 산정 및 재생에너지원의 잉여전력의 실시간 전력 원가 산정에 활용

**정량성과** 특허출원 2건 / 논문 4건 (SCI(E) 1건)

# 바이오자원순환 기술

## 미활용 자원 기반 바이오매스 플랜트 실증 기술개발 ('21 ~'25) [부제 : 모듈화 기반 미활용 재생연료 6MWth급 삼중열병합발전 플랜트 해외실증 및 사업모델 개발]

**참여연구원** 성호진(PM), 유영돈, 구재희, 임용택, 박수남, 임채영, 김동주, 이현규, 여채은, 김윤지, 홍세윤, 김형진, 김성현, 이진욱

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

### 연구실적

- 반탄화 기초 특성 도출: 설계인자 도출용 반탄화 기초 특성(운전온도, 체류시간 등)
- 실증플랜트 Bio-drying 공정 지원: 에너지 소비량, 건조 함수율, 건조시간 등
- 연소로 내 열/유동 특성 분석을 위한 전산수치해석 기법 확립
- 연소보일러 부식 유발 알칼리성 회분 제거 기초 특성 분석
- 연료투입설비 최적 설계 및 제작: 2.0톤/시급 연료투입장치 투입 이송량 Test
- 바이오매스 공정 유닛 모듈화 해석요건 확립
- 통합공정 개념설계 및 터빈을 제외한 주요기자재는 국산화
- 바이오매스 플랜트 시설에 맞춤형 성능진단 및 운전형태 시스템 설계
- 바이오매스 재생연료 반탄화 Pilot 시스템 디지털 트윈 구축



- 현지 수요처 에너지 사용현황 등 조사/분석
- 실증부지 대상 BM모델 수립과 재무분석
- 본 과업에 적용가능한 CDM 방법론 및 등록사례 검토 및 분석

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

**정량성과** 특허등록 2건 / 특허출원 2건 / 논문 11건

# 바이오자원순환 기술

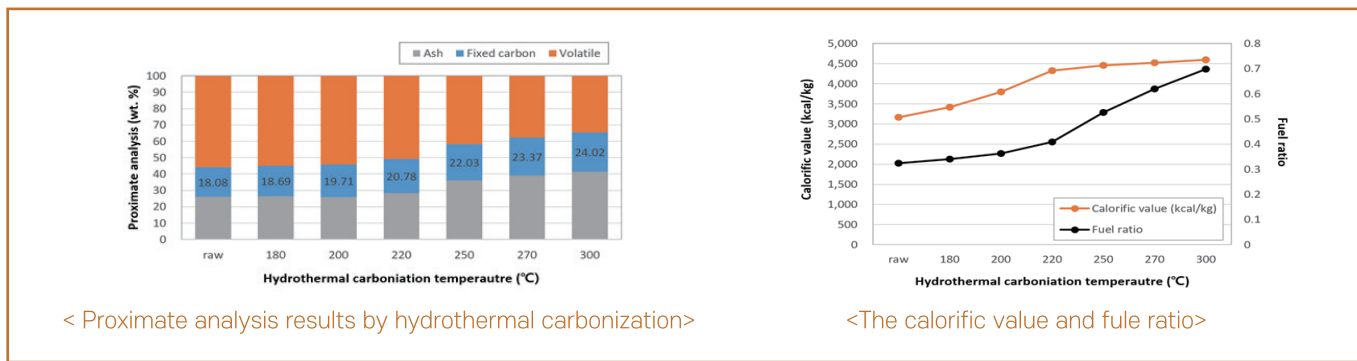
## 축분연료 전소용 4MWth급 열병합발전시스템 개발 ('18 ~ '22)

**참여연구원** 장은석(PM), 송형운, 윤종혁, 윤성필, 이은실, 황상연, 변용수, 이지은, 김혜수, 김일호, 박철우

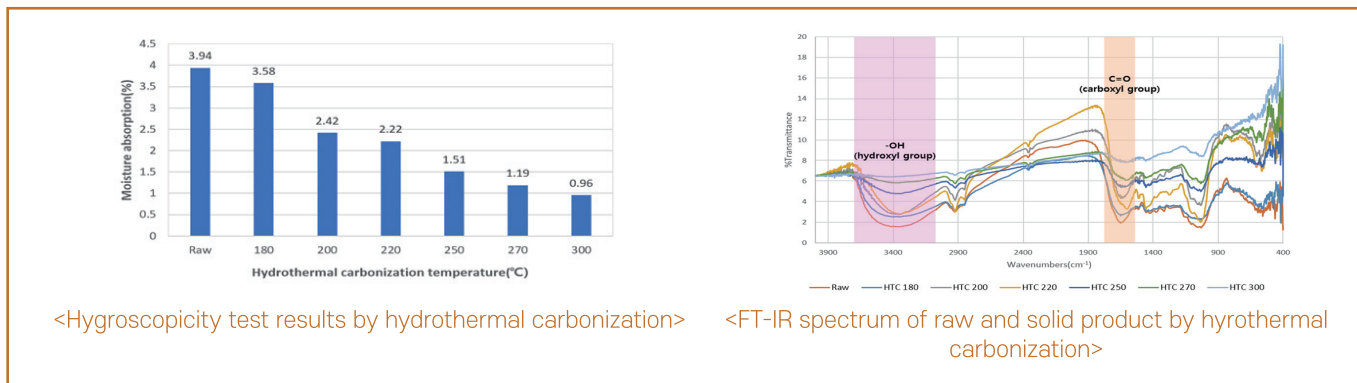
- 연구목표**
- 4MWth급 실증 축분연료 전소용 보일러 개발
  - 축분연료 전소용 열병합시스템 개발
  - 축분연료 전소용 열병합시스템 장기 실증

**연구실적**

- 축분연료 기초 물리화학적 특성 및 연소특성 평가: 수열탄화를 통한 축분 연료특성 변화



- 축분연료 기초 물리화학적 특성 및 연소특성 평가: 수열탄화를 통한 수분 재흡수성 변화



- 4축분 고형연료 연소 후 ash의 비료적용 가능성 평가

- 활용방안**
- 축분과 같은 다양한 저급 바이오매스 고형연료 전소용 보일러 기술 확보 가능
  - 다양한 저급 바이오매스 고형연료 전소용 보일러 설계를 위한 설계 및 운전제어 tool 확보 가능
  - 국내 기술 개발로 이루어진 연소장애 극복기술 확보
  - 축분연료 활용 국내 최초 열병합 발전설비 실증 구축

**정량성과** 논문 5건 (SCI(E) 1 건)

# 바이오자원순환 기술

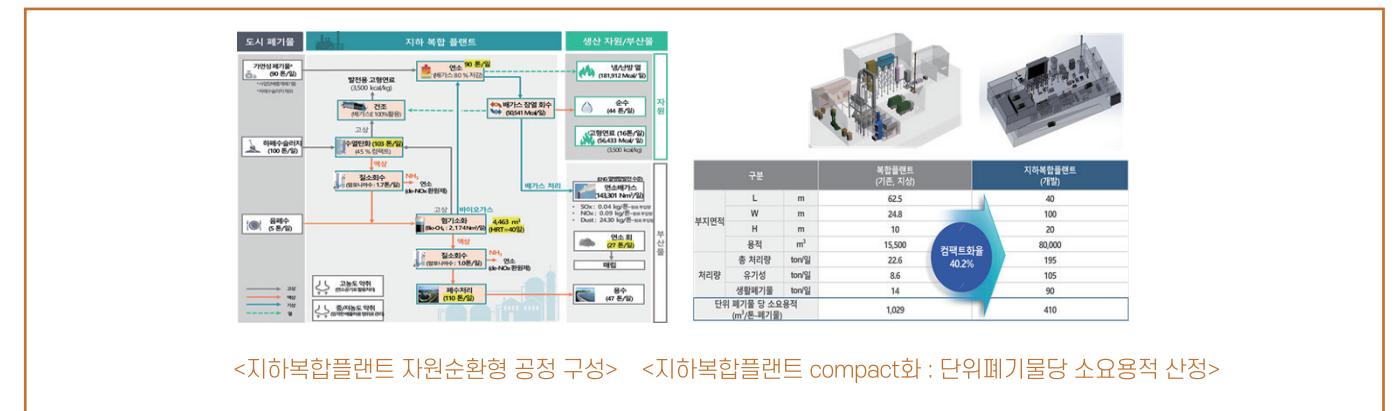
## 인구 37,000명 발생 도시복합폐기물로부터 부산물50%저감, 공간집적율 40% 저감, 에너지 생산량 50%증가 가능한 지하복합플랜트 실증 ('20 ~ '24)

**참여연구원** 김 호(PM), 이은실, 한성국, 박세용, 송은혜, 김은주, 정철진, 이원배, 정기철, 홍범의, 김석휘, 김영배, 이기범, 박정은, 김아름

- 연구목표**
- 복합플랜트의 도심지 지하화를 안전하게 건설하고 운영하기 위한 지하공간 설계, 시공 및 유지관리 기술과 지속적 확장이 가능한 지하공간 모듈러 시공기술 개발
  - 150 kg-폐기물/m²-반응기 처리 가능 수열탄화 시스템 105 톤/일 처리급 실증
  - 생물학적 폐수처리 70% 비용 저감 미활용열 활용 암모니아 회수 시스템 112 톤/일 처리급 실증
  - 수영(친수)용수 사용수준 폐수처리 112 톤/일 처리급 실증
  - 지하복합플랜트 통합공정 Compact 설계/시공 및 예측/진단 운영제어 시스템 구축

**연구실적**

- 도시복합폐기물로부터 최대에너지 생산 지하복합플랜트 설계/건설 및 운영 기술 확보
- 수열탄화 열전달 효율향상을 통한 시스템 모듈 컴팩트화 및 설계



- 암모니아수 흡수효율 향상을 위한 질소회수 설비 설계
- 지하복합플랜트 내 발생폐수 조건 최적화 및 재이용수 처리수질 평가
- 실증플랜트 설계를 위한 최적 설계인자 도출 (산소부화공기 및 배가스재순환) 및 설계지원
- 항부식, 항고착형 수/공냉식 회전형 전열교환 시스템 개발 및 응축열교환 시스템 설계
- 발생 악취 연소연계 흡수/흡착식 처리방안 설계

- 활용방안**
- 환경기초시설의 수요가 요구되는 기존시장(증설) 및 신규시장(신도시)에 복합플랜트 모델 적용
  - 한국지역난방공사의 열 공급망 연계하여 도시발생 폐자원 기반 자원순환 모델 구축

**정량성과** 특허출원 1건 / 논문 8건



# 바이오자원순환 기술

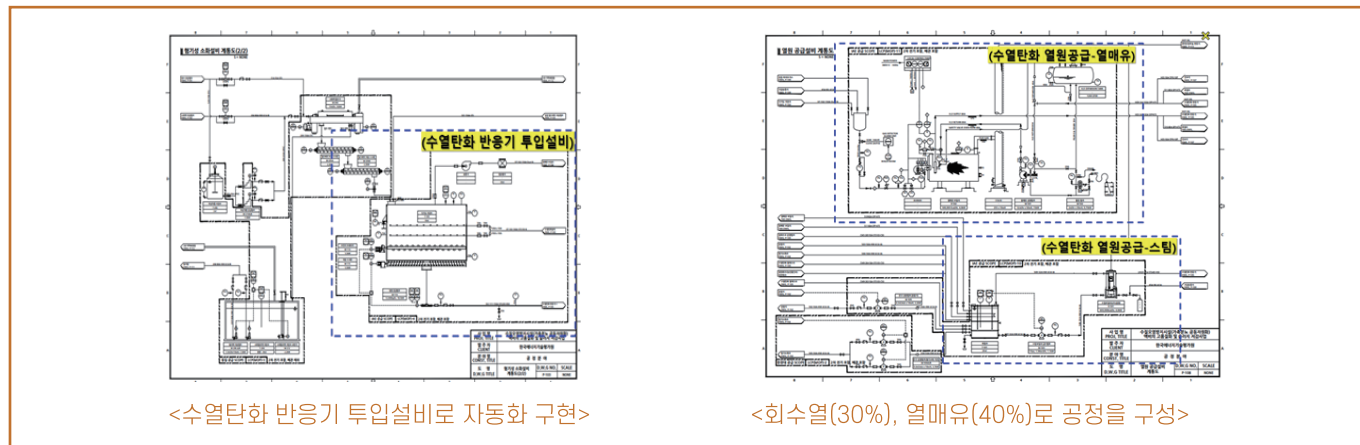
## 분산형 바이오매스 이용 에너지 생산 플랜트 개발 ('18 ~ '22)

**참여연구원** 김 호(PM), 홍범의, 김석희, 박세용, 한성국, 이은실, 박정은, 정철진, 김영배, 김은주, 송은혜, 이기쁨

**연구목표** - 분산형 미활용 바이오매스 활용 바이오가스 기반 발전량 200KWe급 에너지·자원 통합플랜트 실증 및 Biz model 개발

**연구실적**

- 수열탄화 반응기 상세 설계 보완



- 수열탄화 시스템 운전평가용 테스트 설비 운영  
: 연구시설의 에너지 소비패턴 및 효율 등을 평가예측하여, 물질 및 에너지수지에 반영하여 운전 평가를 시행

구분	단위	1주차		2주차			3주차					평균	최대	최소
		1일차	2일차	3일차	4일차	5일차	6일차	7일차	8일차	9일차	10일차			
LNG 계측값	Nm <sup>3</sup> /d	1,259	운전 중지 (12h)*	1,437	1,487	1,438	1,232	1,267	1,312	1,075	971	1,275	971	1,487
	Mcal/d	11,696		13,350	13,814	13,359	11,445	11,770	12,188	9,987	9,021	11,848	13,814	9,021
열에너지 소비량	Nm <sup>3</sup> /톤	25.92		26.08	26.98	26.11	24.61	25.29	26.21	21.48	19.37	24.67	26.98	19.37
	Mcal/톤	240.81		242.28	250.62	242.54	228.59	234.94	243.48	199.58	179.98	229.20	250.62	179.98
(참고) 평균 기온	°C	0.40		-5.60	-7.10	-14.00	8.4	9.5	12.7	17.8	17.1	4.36	17.80	-14.00

<열에너지 소비량 운전 결과>

**활용방안** - 친환경 에너지자원 생산 활용 플랜트 운영 사업 활용  
- 친환경 에너지자원 생산 활용 플랜트 활용 국내외 민자사업 추진

**정량성과** 논문 3건

# 바이오자원순환 기술

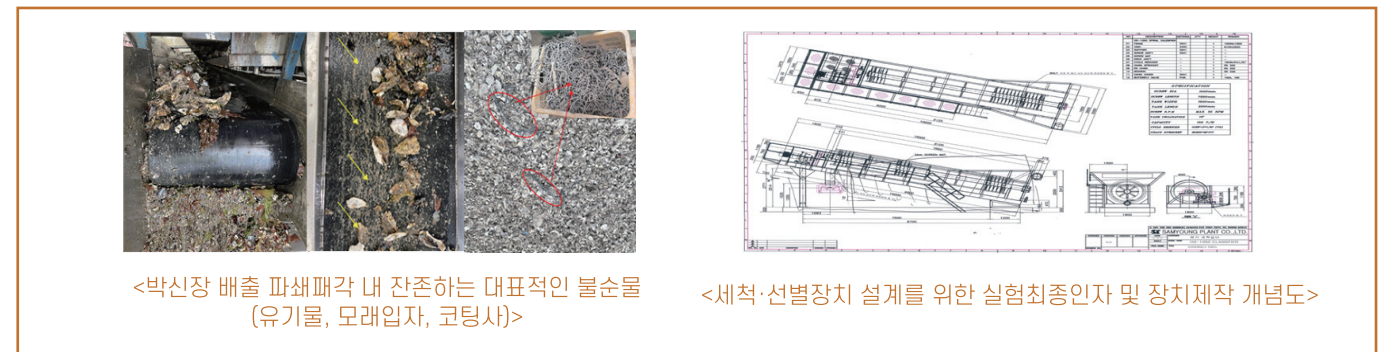
## 패각 자원화 저탄소 공정기술 및 상용화 기술개발 ('21 ~ '25)

**참여연구원** 김석희(PM), 김 호, 홍범의, 이은실, 박세용, 김영배, 한성국, 정철진, 박정은, 이기쁨, 이원배, 김아름, 정기철

**연구목표** - 2톤/일 패각 처리급 소성기반 저탄소 패각 자원화 통합공정기술 개발  
- 방치패각 대량 활용 위한 발전소 탈황석회석 대체 소재개발  
- 소성공정 발생 배출가스 CO<sub>2</sub> 압축저장 공정기술개발 및 제품화  
- 국내 패각 자원화 위한 법·제도 검토 및 제도개선(안) 도출  
- 패각소재 활용 국가온실가스 감축방법론 개발 및 등록

**연구실적** - 패각 발생량 추정 및 자원화 문제점 도출 : 경남지역 패각발생량 추정 및 패각자원화 문제점 확인

- 패각 전처리(세척·선별) 특성파악 및 시스템(안) 도출



- 패각 및 불순물 소성특성 파악 : 상전이 확보 위한 소성조건 도출 및 가스 조성 확인

- CFD 해석 기반 2톤/일 패각처리급 소성로 설계인자 확보 및 설계(안) 도출

소성로 요구 사이즈			소성로 요구 에너지			
패각투입량	84.0	kg/hr	소성로 요구열량	이론값	62,900	Kcal/hr
소성로요구지름	0.5	m		최대부하	125,800	Kcal/hr
소성로요구길이	3.0	m	요구공기량			
소성로내 패각충진율	9.4	%	공기비=1.0	224.4	Nm <sup>3</sup> /hr	
회전속도	2.0	rpm	공기비=1.5	347.8	Nm <sup>3</sup> /hr	
Kiln각도	84.0	도	추가공기량(유기물분해)	229.3	Nm <sup>3</sup> /hr	

<1단 소성로 설계스펙>

<2톤/일 굴 패각 1단소성로 개념도출(안)>

- 패각 자원화 위한 법·제도 검토

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

**정량성과** 논문 3건 (SCI(E) 1건)

# 대기환경개선 기술

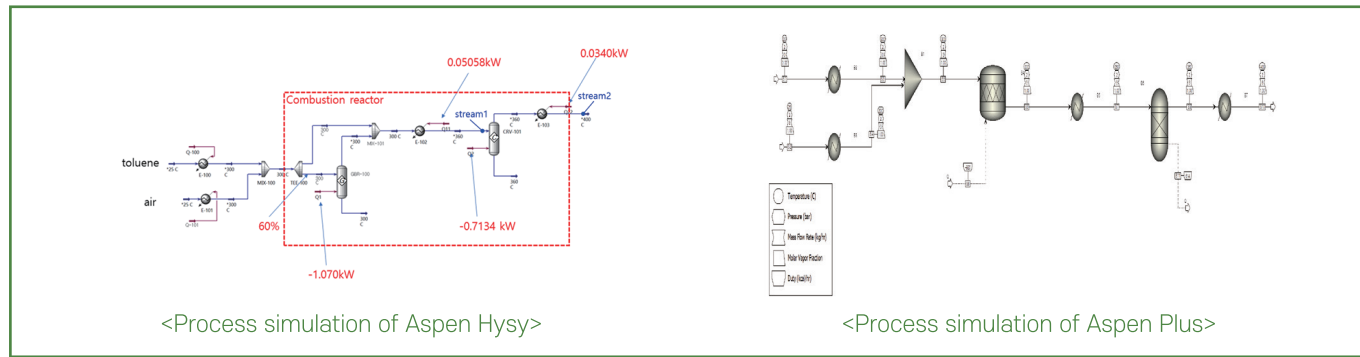
## 석유화학공정 휘발성유기화합물의 촉매연소와 동적 시뮬레이션 기반 공정효율 최적화 기술개발 ('21 ~'25)

**참여연구원** 강석환(PM), 류재홍, 김진호, 김효식, 김지현, 김현지

- 연구목표**
- 석유화학공정에서 배출되는 휘발성유기화합물의 촉매연소 공정 실증 및 수반된 열을 적용하여 동적시뮬레이션을 통한 공정최적화 기술 개발
  - 동적시뮬레이션을 통해 다양한 독립변수들의 영향에 따른 효율적인 운전제어 기술 개발하며, 효과적인 열을 활용함으로써 미세먼지와 온실가스 저감량을 산정함

**연구실적**

- VOCs 열역학 및 엔지니어링 기초 data 수집: 상용촉매 특성 평가
- Bench급 촉매연소기 설계 : 톨루엔(Toluene)과 공기의 연소반응기 및 열교환기 등의 공정모사 수행



- 예상 부산물 선정 및 부식저항 재질 후보군 추출



- 활용방안**
- 석유화학공정의 VOCs 촉매 연소 시스템 및 동적모사를 통해 공정최적화 기술확보
  - VOCs 저감 설비 국내 시장 기술 이전
  - 상용촉매의 분석 및 특성평가 결과 → 신규 연소 촉매개발 및 성형에 활용
  - 연소촉매 반응기의 kinetic 모델링 → Bench급 촉매연소기 설계에 반영

**정량성과** 특허출원 1건 / 논문 8건

# 대기환경개선 기술

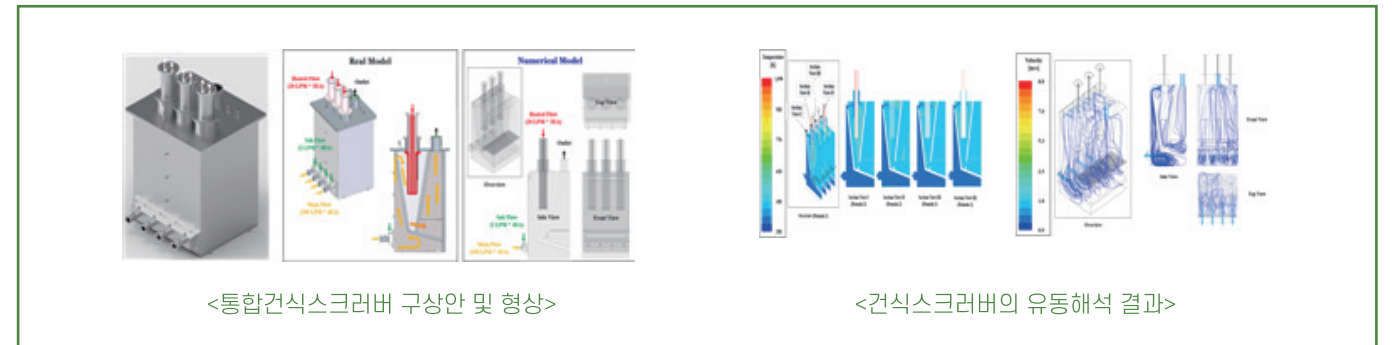
## 전자산업공정 펌프일체형 통합 건식 스크러버 시스템 개발 ('20 ~'24)

**참여연구원** 정희숙(PM), 엄성현, 윤성필, 이예승

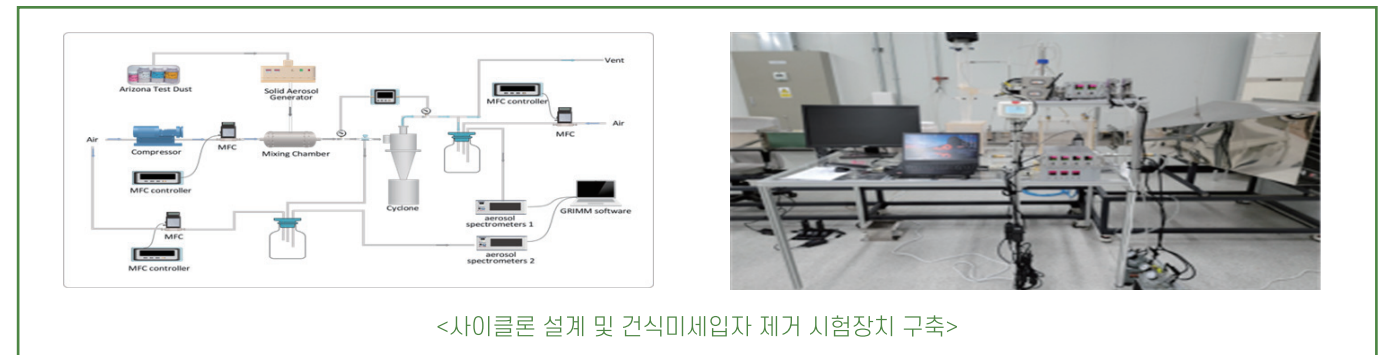
- 연구목표**
- 설치공간 50% 이상 절감(기존 대비) 저에너지형 펌프일체형 폐수 無방류 건식스크러버 개발
  - 고효율 내산화성 전열히터(기존대비 내구성 50% 향상)
  - 진공단열 및 폐열회수를 통한 에너지 효율 향상 및 펌프일체화를 통한 장비 compact화
  - F-gas 내성 분해촉매 기술을 적용하여 N2O 처리효율 증대
  - 기존 습식스크러버를 건식스크러버 기술개발로 대체 : By-product 건식 제거

**연구실적**

- 건식스크러버 설계안 도출 및 개념 설계
- CAE 기반 건식스크러버 열유동 및 열분배 최적화 위한 공정모델링



- 건식스크러버 열특성을 고려한 구성안 도출 및 개념설계



- 상업화를 위한 고내구성 저가형 폐가스 분해촉매 개발 : 3L급 촉매제조장치 설계 및 구축

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

**정량성과** 논문 1건

# 대기환경개선 기술

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

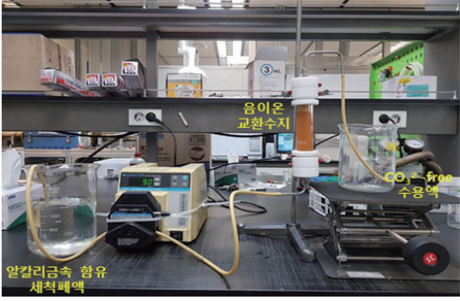
**참여연구원** 김석희(PM), 김호, 홍범의, 박세용, 박정은, 이기쁨, 김아름, 김은주

- 연구목표**
- 석유피치 기반 비표면적 2,800 m<sup>2</sup>/g 이상의 활성탄소 제조기술 개발
  - 화학적활성화법 통한 석유계피치 기반 고비표면적 활성탄소 제조기술 개발
  - 화학적활성화 양산화 운전기술 및 공정기술 개발
  - 기공감소율 20% 이하의 고밀도 구형활성탄소 성형기술 개발
  - 개발소재 적용반안 증발가스 저감능력 평가를 위한 표준화 기술개발


- 연구실적**
- 석유피치 물성특성 파악 및 고비표면적 활성탄소용 전구체 선정
  - 석유피치 가스 발생특성
  - 화학적활성화반응 공정부산물(세척폐액) 알칼리금속 회수 및 재이용

- 세척폐액 내 탄산염 제거를 위한 Lab-규모 이온교환컬럼 설계 및 실험장치

처리대상 세척폐액	세척폐액 (K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	1.00	wt%
		10,000	mg/L
		138.2	g/mol
	탄산염 (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	72.4	mmol/L
		0.07	mol/L
		4.34	g/L
페액처리량	30.0	eq/g wt	
	0.14	eq/L	
	0.60	L	
알칼리금속 (예상)회수량	K <sup>+</sup>	3.395	g
	KOH	4.871	g
이온교환수지 요구량	여유율	5.0	%
	겉보기밀도	665	g/L
	요구량	91.17	mL



<Lab-규모 이온교환 실험장치>




<탄산염 제거용 이온교환 설계스펙>

- 석유피치 기반 고밀도 구형 활성탄소 제조방법 도출



<활성탄소 구형화 위한 extruder와 spheronizer의 연계(안) 모식도>

활성화	반죽/포련	성형	구형화	제품
1 kg/batch급 Temp.: 850C KOH/ure = 3.0 Time: 3 hr	Binder: PVA, CMC Cont.: 1 ~ 10 wt% (1, 3, 5, 10 wt%)	Flat-die 성형 power: 25 HP Speed: 1000 rpm Size: 5 mm	plate: 150 mm Disk: cross-hatch Speed: 1000 rpm Time: < 30 min	BET, PSD SEM image Density Hardness B/C



<피치 화학 활성화와 연계 성형 및 최종제품 제조 공정프로세스 >

**활용방안** - 자동차 증발가스 제어용 핵심부품(캐니스터)의 핵심소재

**정량성과** 논문 2건 (SCI(E) 2건)

# 대기환경개선 기술

## 500MW급 이상 대용량 화력발전소 석탄분배기실 분진환경 개선시스템 개발 ('21 ~ '23)

**참여연구원** 정석우(PM), 황상연, 정기진, 이지은, 권인구, 이진욱

- 연구목표**
- 500 MW급 이상 대용량 석탄화력 발전소의 석탄분배기실(Tripper room) 내 분진환경 개선을 통해 열악한 작업환경 및 설비 고장 등의 고질적인 문제점을 해결할 수 있는 통합 분진환경 개선 시스템 개발 및 실증

**연구실적**

- 500 MW급 화력발전소 석탄분배기실 내부 작업환경 조사 및 석탄분배기실 내부 분진농도 측정 시험



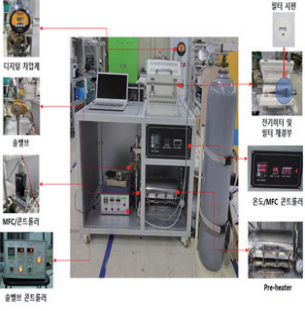
<500 MW급 석탄분배기실 내부 모습>



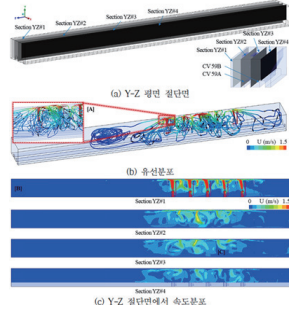
<석탄분배기실 내부 미세먼지 측정 모습>

(a) TSP 분석 (b) PM2.5, PM10 분석 (c) VOC 분석

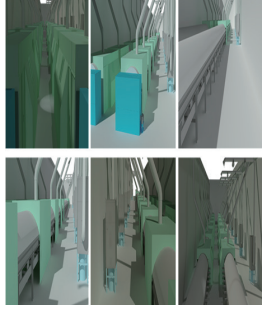
- Lab-scale 차압시험장치 이용 집진필터 시편 성능특성 시험
- 석탄분배기실 내부 환기특성 및 입자 거동 특성 전산해석
- 석탄분배기실 내부 분진환경 개선 시스템 3차원 모델링



<개선된 lab-scale 차압시험장치 구성>



<석탄분배기실 내부 환기특성 해석결과>



<석탄분배기실 내부 3차원 모델링 결과>

**활용방안** - 아직까지 국내에서 시도된 적 없는 500MW급 석탄화력 발전소에 적용하기 위한 석탄분배기실 분진환경 개선 시스템 기반기술 개발 및 실증을 통해 대용량 화력발전소 적용 표준화 방안 확보 가능함

- 대규모 공간 분진 문제 해결을 위한 최적화된 분진환경 개선시스템 적용을 통해 철강, 시멘트 제조 시설 등 정부의 대기오염 배출물질 저감 정책에 연관되는 산업군에 확대 적용이 가능함

**정량성과** 논문 5건

# 대기환경개선 기술

## 배기가스 내 미세먼지와 NOx의 동시 제거를 위한 중소 소각시설 맞춤형 PTFE 멤브레인 촉매필터와 여과집진시스템 기술 개발 ('20 ~ '22)

**참여연구원** 황상연(PM), 정석우, 전동환, 류상오, 윤성필

**연구목표** - 기존 집진시설에 적용하여 배가스에 포함된 미세먼지 배출농도 0.5 mg/Nm<sup>3</sup>와 NOx 배출농도 50 mg/Nm<sup>3</sup>를 만족하도록 동시처리 가능한 중소 소각시설 맞춤형 PTFE 멤브레인 촉매필터와 여과집진시스템 개발

**연구실적**

- PTFE 멤브레인 촉매필터 촉매 탈리특성 시험



- Pilot 시험용 집진장치 최적화 개선



- Pilot 시험용 집진장치 적용 필터 성능평가 시험 : 탈진주기가 약 2배 증가, 탈리 효율 좋고 낮은 차압 유지하며 여과성능 비교시험 결과 평균 분진제거 효율은 99.945%로 높은 분진제거 효율을 나타냄

**활용방안**

- 미세먼지와 NOx 동시제거용 고기능성 필터는 상업용 집진설비의 핵심부품으로서 국산화 제작 기술을 확보함으로써 고가의 수입산 필터를 대체하고 정부의 미세먼지 규제치 강화에 적극적으로 대응함
- Pilot 시험용 집진장치에서 PTFE 멤브레인 촉매필터의 차압, 여과실험 등을 통한 성능 확인 및 scale-up 설계인자를 도출하고 상용 연소가스 배출시설 연계를 통해 집진시스템 최적화 및 운전 기술 개발을 위한 기초 자료로 활용함

**정량성과** 논문 5건

# 대기환경개선 기술

## 의료폐기물 열균분쇄시스템의 약취처리기술 개발 ('21 ~ '24)

**참여연구원** 홍범의(PM), 김호, 김충곤, 김석휘, 김영배, 박정은, 한성국, 이은실, 이기범, 김은주, 김아름, 이원배, 정기철, 조은서, 이상은

**연구목표**

- 의료폐기물 열균분쇄시스템의 약취처리기술개발
- 고비표면적 활성탄소 소재기술 적용 약취 흡착시스템 소형화 기술개발
- 활성탄소 흡/탈착 재생 연계 플라즈마 약취제거 설비 컴팩트화/저전력 운전기술 확보
- 열균분쇄 현장약취 분석 및 제거시스템 개발
- 용량별(50kg/hr, 100kg/hr, 300kg/hr) 열균분쇄 플라즈마 약취제거 시스템 개발
- 연속운전 및 IoT기반 약취물질 농도감식 모니터링 시스템 개발

**연구실적**

- 의료폐기물 발생약취분석
- 고비표면적 활성탄 필터 설계를 위한 약취 흡탈착 테스트 : 고비표면적 활성탄소 소재개발 (비표면적 2,654m<sup>2</sup>/g)
- 흡착제에 따른 단일약취가스 특성 평가 및 혼합약취의 영향성 평가
- 100 kg/hr 처리급 의료폐기물 열균분쇄시설 약취 처리시스템 설계 : 농축반응기 컴팩트화율 약 62% 및 플라즈마 연소기 컴팩트화율 약 55%

<개발예정 100 kg/hr 처리급 열균기>

비표면적	2,500	1,000	m <sup>2</sup> /g
흡착제 요구량	1,874.87	3,581.01	g/day
활성탄 충전밀도	0.29	0.29	g/mL
활성탄 필터 요구 체적	6,465	12,348	cm <sup>3</sup>
필터 사이즈			
내부지름	2	2	cm
외부지름	6	6	cm
활성탄 두께	2	2	cm
높이	30	30	cm
체적	753.6	753.6	m <sup>3</sup>
요구 카트리지가 개수	8	17	개
탱크 요구 지름	32	52	cm
탱크 요구 높이	50	50	cm
체적	0.40	1.06	m <sup>3</sup>

<약취 농축시스템 컴팩트화율>

**활용방안**

- 의료폐기물 열균분쇄 시스템 약취처리설비 활용
- 약취 흡착 활성탄의 재생시스템 반영구적 활용
- 탈취약취 소형플라즈마 활용 약취발생 제로화로 친환경시스템 제공
- 재생탄의 활용으로 고품질의 활성탄을 제조하여 고부가가치화

**정량성과** 논문 3건

# 풍력/태양광 에너지 기반 기술

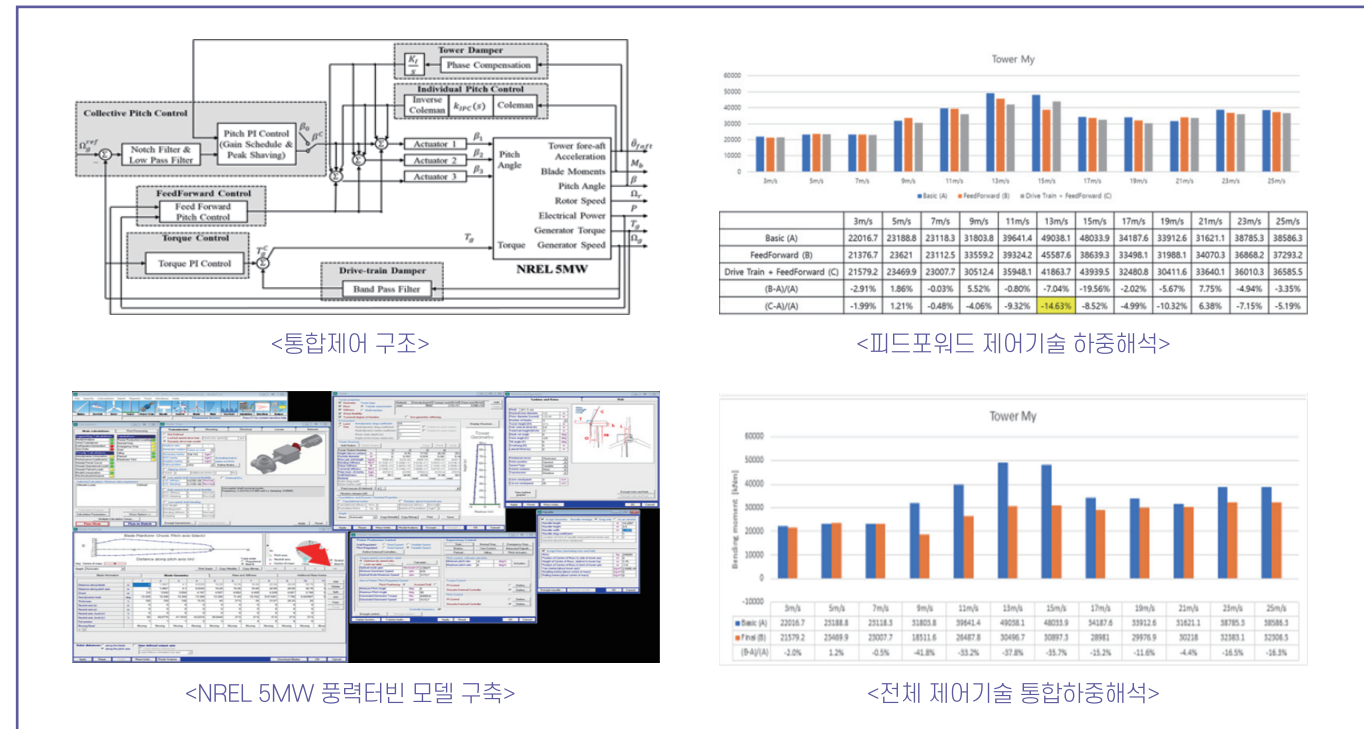
## 풍력터빈 신뢰성 향상 및 경량화를 위한 하중저감기술 개발 ('19 ~ '21)

**참여연구원** 박종포(PM), 장재경, 김관수, 박미호, 김정태, 김현종, 김현규, 손재훈, 김준영, 이태경, 허치훈, 심병호

- 연구목표**
- 로터 블레이드 하중 저감 기술개발: 블레이드 배치설계 및 구조 최적화를 통한 경량화
  - 동력 전달계(Drivetrain) 하중 저감 기술개발: 증속기에 작용하는 피크하중 저감 설계로 극한하중 및 피로하중 저감
  - 타워 하중 저감 기술개발: 타워의 공진 회피 설계 및 자체 감쇄 증대 기술 및 타워 제어기술로 구현
  - 핵심부품의 하중 제어기술이 구현된 제어알고리즘 개발 및 하중 제어 효과 검증
  - MW급 풍력발전시스템 통합하중해석 모델 구축: NREL 5MW 및 국산 상용 4~5.5MW급 모델 구축
  - 하중저감 제어알고리즘 적용 국제표준에 따른 통합하중해석 및 신뢰성 향상 및 경량화 효과 검증 : 개발기술을 적용한 MW급 구축 모델 활용

### 연구실적

- 개별피치 및 타워 제어기술 적용 타워 설계 최적화
- 개별피치, 타워 제어기술 적용 통합하중해석 및 효과 검증
- 국산 및 NREL 5MW급 모델 업데이트



- 활용방안**
- 핵심부품 하중 저감 설계기술 및 제어알고리즘을 적용한 국내 MW급 모델 구축
  - 국내 풍력발전시스템의 신뢰성향상 및 경량화로 AEP 최대화, CAPEX 및 OPEX 최소화를 통한 경쟁력 향상

**정량성과** 논문 3건 (SCI(E) 1건)

# 풍력/태양광 에너지 기반 기술

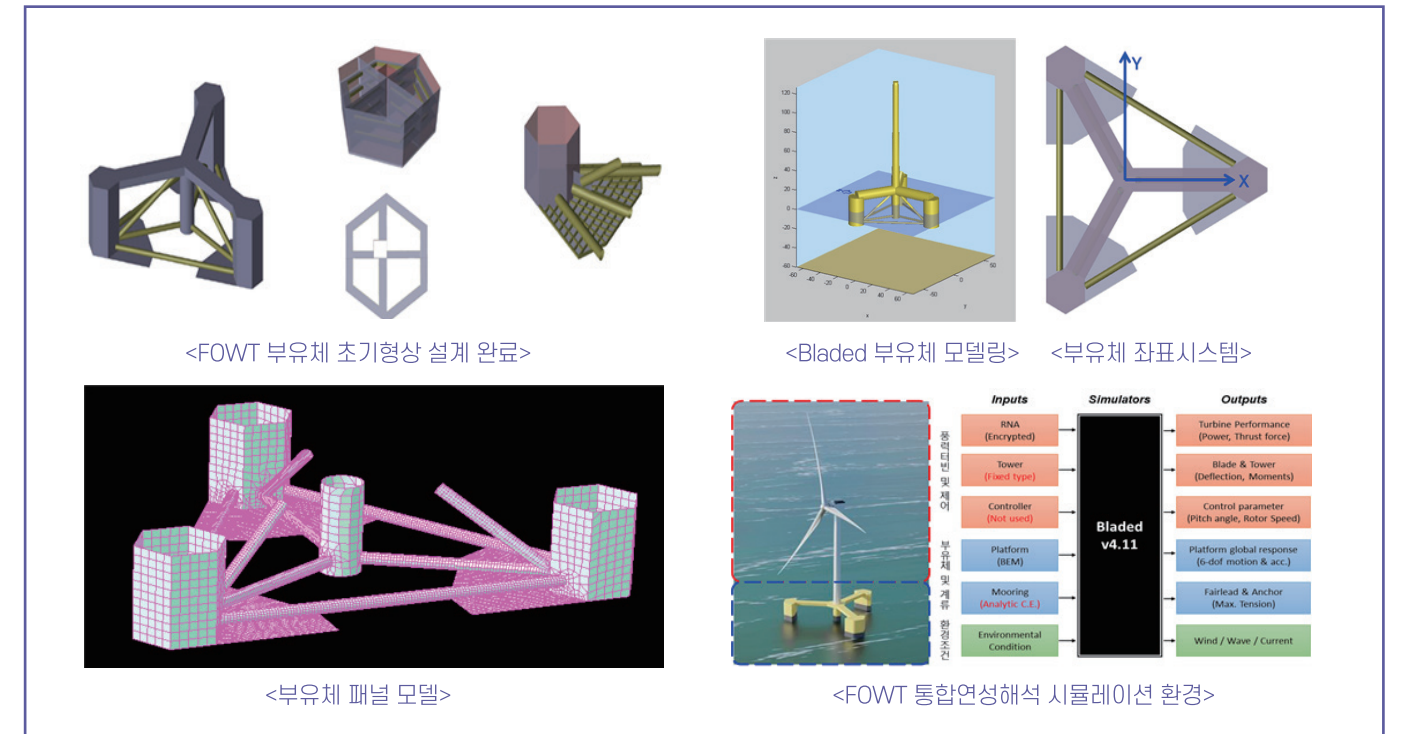
## 8MW 부유식 해상풍력 시스템 개발 ('21 ~ '25)

**참여연구원** 박종포(PM), 고혁준, 박미호, 장재경, 김관수, 김현종, 김현규, 손재훈, 김정태, 허치훈, 윤용승, 김홍열, 이병인, 권영태

- 연구목표**
- 8MW급 부유식 해상풍력시스템 부유체 및 계류시스템 기본설계
  - 10~15MW floater design platform 개발

### 연구실적

- 8MW 부유식 해상풍력시스템 부유체 초기형상 설계
- 8MW 부유식 해상풍력시스템 Bladed 모델링
- 8MW 부유식 해상풍력시스템 제어 알고리즘 설계 지원
- 8MW 부유식 해상풍력시스템 계류시스템 유체력 해석
- 8MW 부유식 해상풍력시스템 통합하중해석 핵심 DLC 수행
- 10~15MW floater design platform 초안 작성



- 활용방안** - 8MW 부유식 해상풍력시스템 부유체 및 계류시스템 기본설계

**정량성과** 논문 3건

# 풍력/태양광 에너지 기반 기술

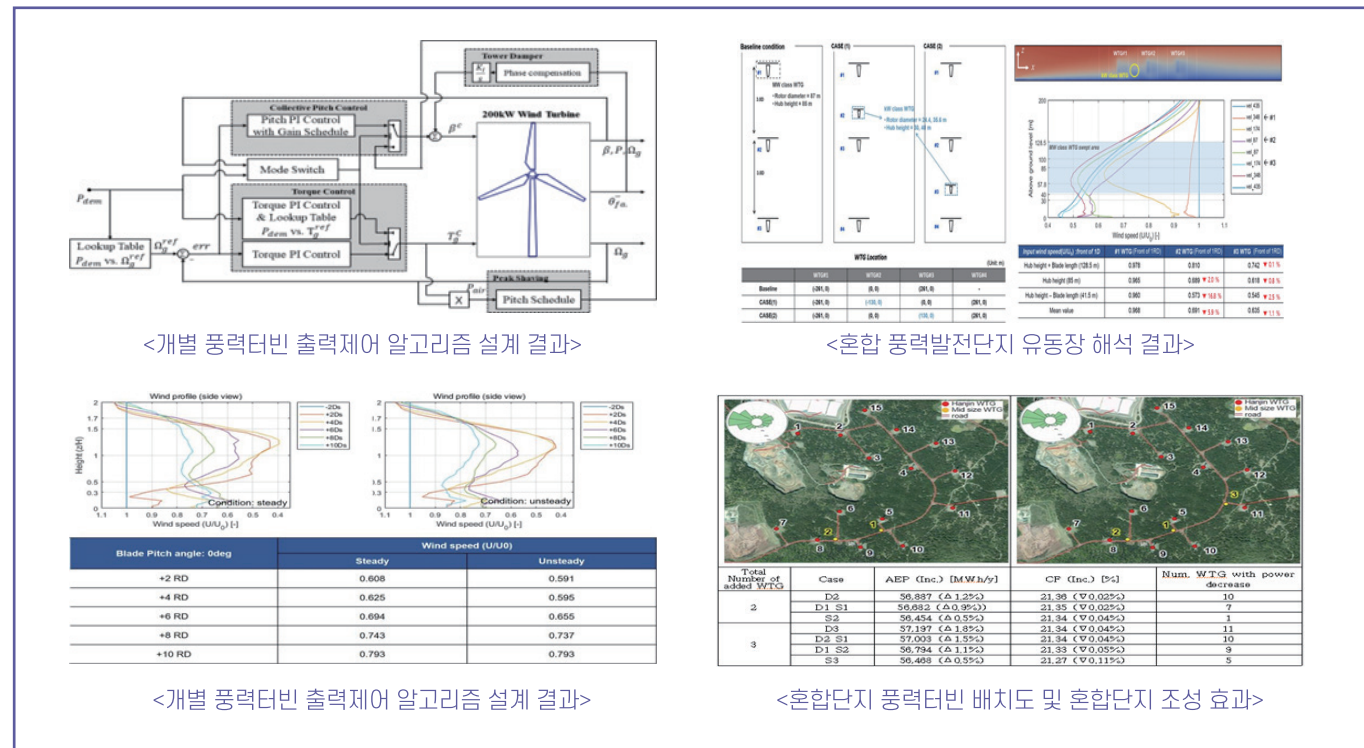
## 소중대형 풍력발전기 혼합단지 설계 및 제어기술 개발 및 실증 ('20 ~ '24)

**참여연구원** 박종포(PM), 김현종, 장정희, 박유리, 허치훈, 고혁준, 장재경, 박미호, 김관수, 김정태, 김현규

- 연구목표**
- 소중대형 풍력발전기 혼합단지 설계
  - 소중대형 풍력발전기 혼합단지 제어 플랫폼 개발
  - 기존 대형풍력단지에 소중대형 풍력발전기 혼합단지 적용 방안 구축
  - 제주 동북북촌 풍력발전단지에서 8개월간 실증

### 연구실적

- 혼합단지용 중형(200kW) 풍력터빈 출력제어 알고리즘 설계 완료
- CFD 기법을 활용한 혼합 풍력단지 후류해석 기술 개발 완료
- 혼합 풍력터빈을 적용한 혼합 풍력단지 최적배치(안) 도출 완료
- 혼합 풍력단지에 대한 경제성 분석 \* 혼합 풍력단지 설계를 위한 기상탑, 재해석 자료 통계 분석



- 활용방안**
- 국내 중형(200kW) 풍력터빈의 출력제어 알고리즘 고도화에 활용
  - 혼합풍력단지의 후류해석 기술 확보를 통해 풍력단지 AEP 해석 및 마이크로사이팅 기술 고도화 등에 활용

**정량성과** 논문 2건

# 풍력/태양광 에너지 기반 기술

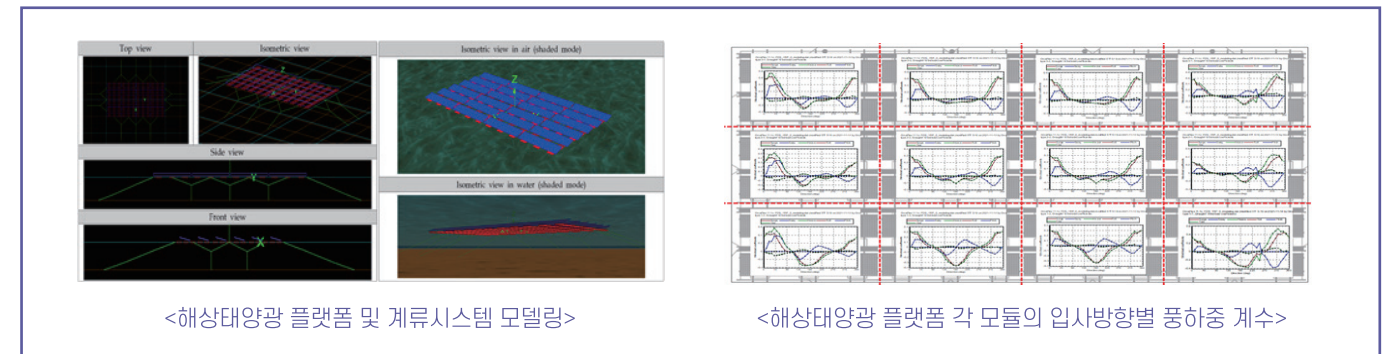
## 해상태양광 시스템 LCOE 저가화를 위한 부품 소재 국산화 개발과 실증 ('20 ~ '22)

**참여연구원** 고혁준(PM), 장재경, 김정태, 허치훈, 김대원, 정향철, 한덕현

- 연구목표**
- 해상환경에서 경제성 확보가 가능하고 20년 이상의 장기 운영에도 안전한 해상 수상태양광 시스템 개발

### 연구실적

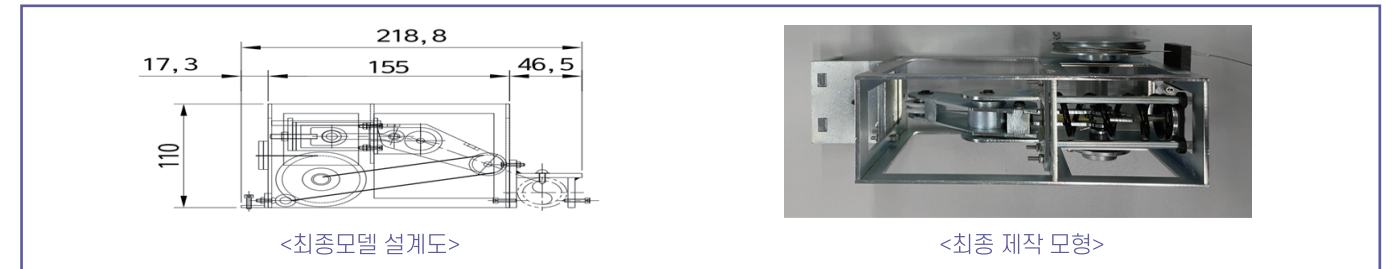
- 계류시스템 안정성 평가기술 개발



- Anti-fouling 기술 적용 코팅 및 표면 개질 기술 최적화



- 장력 제어형 Anti-fouling 계류시스템 평가 및 실증



- 활용방안**
- 해상태양광 실증 단지 계류시스템 설계 / 새만금 해상태양광 상업 단지 인허가 및 관련 설계
  - 요트 정박지 등 항만 시설 내 계류시설 설계 및 제작 / 해상태양광 안정성 검증 및 단지 확대 방안 연구

**정량성과** 논문 2건

## 폐자원 재활용 기술

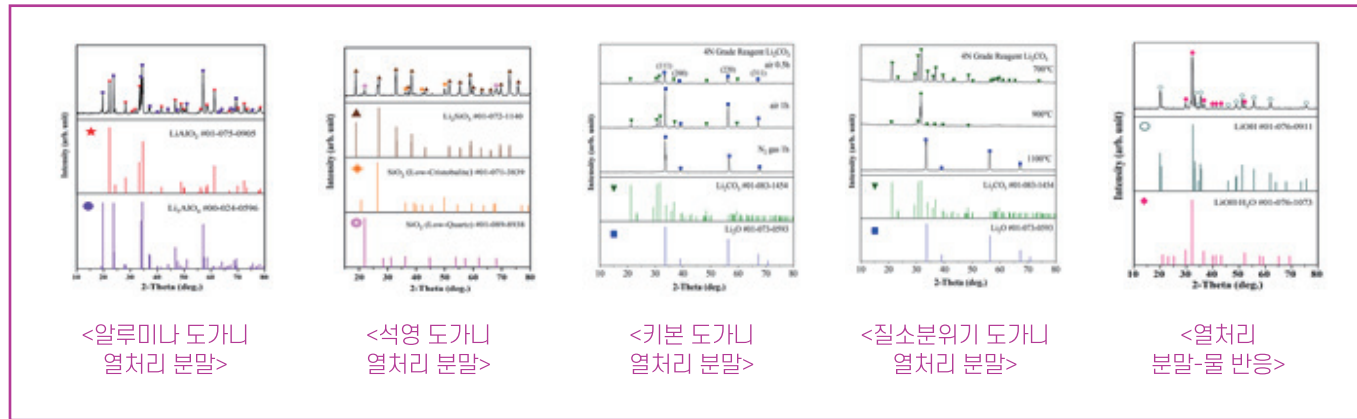
### 리튬이차전지 제조 공정 폐액으로부터 리튬화합물의 회수 및 고순도화 기술 개발 ('19 ~ '21)

**참여연구원** 김대원(PM), 양재교, 정항철, 진연호, 김보람, 정우철

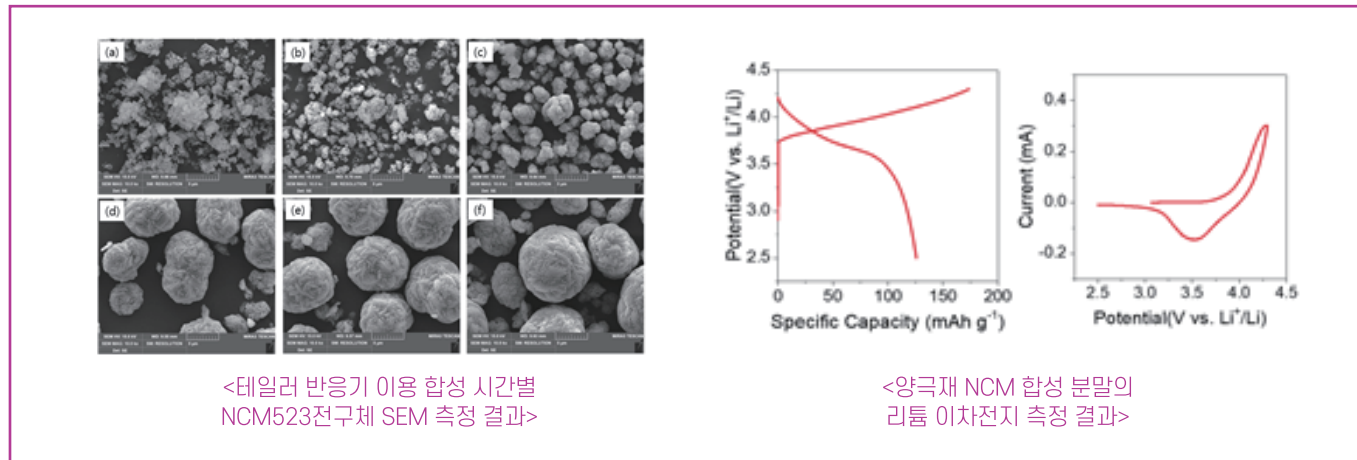
**연구목표**  
- 리튬 이차전지 전구체 및 양극 소재화 기술개발  
- 리튬함유 NCM 분말의 고도화 기술 및 기업 간 연계 기술개발

**연구실적**  
- 리튬함유 공정 폐액의 생태 독성 제거를 위한 폐수 처리공정 개발  
- 리튬함유 폐액의 정제 및 농축 공정 기술개발  
- 정제된 리튬화합물의 제품화를 위한 합성 공정개발

- 탄산리튬의 열분해를 통한 고기능성 전지용 수산화리튬 제조 기술개발 \_ XRD 분석 결과



- 테일러 반응을 이용한 이차전지 전구체 합성 연구



**활용방안**  
- 친환경/고효율 공정개발에 따른 환경부담 저감 및 전략 원소 리튬의 재자원화  
- 리튬이차전지로부터 리튬 회수 및 소재화를 통한 자원의 선순환 구조 구축  
- 리튬이차전지 폐액에 함유된 리튬화합물을 분리하여 재활용에 따른 환경오염 방지

**정량성과** 특허출원 2건 / 논문 8건 (SCI(E) 1건)

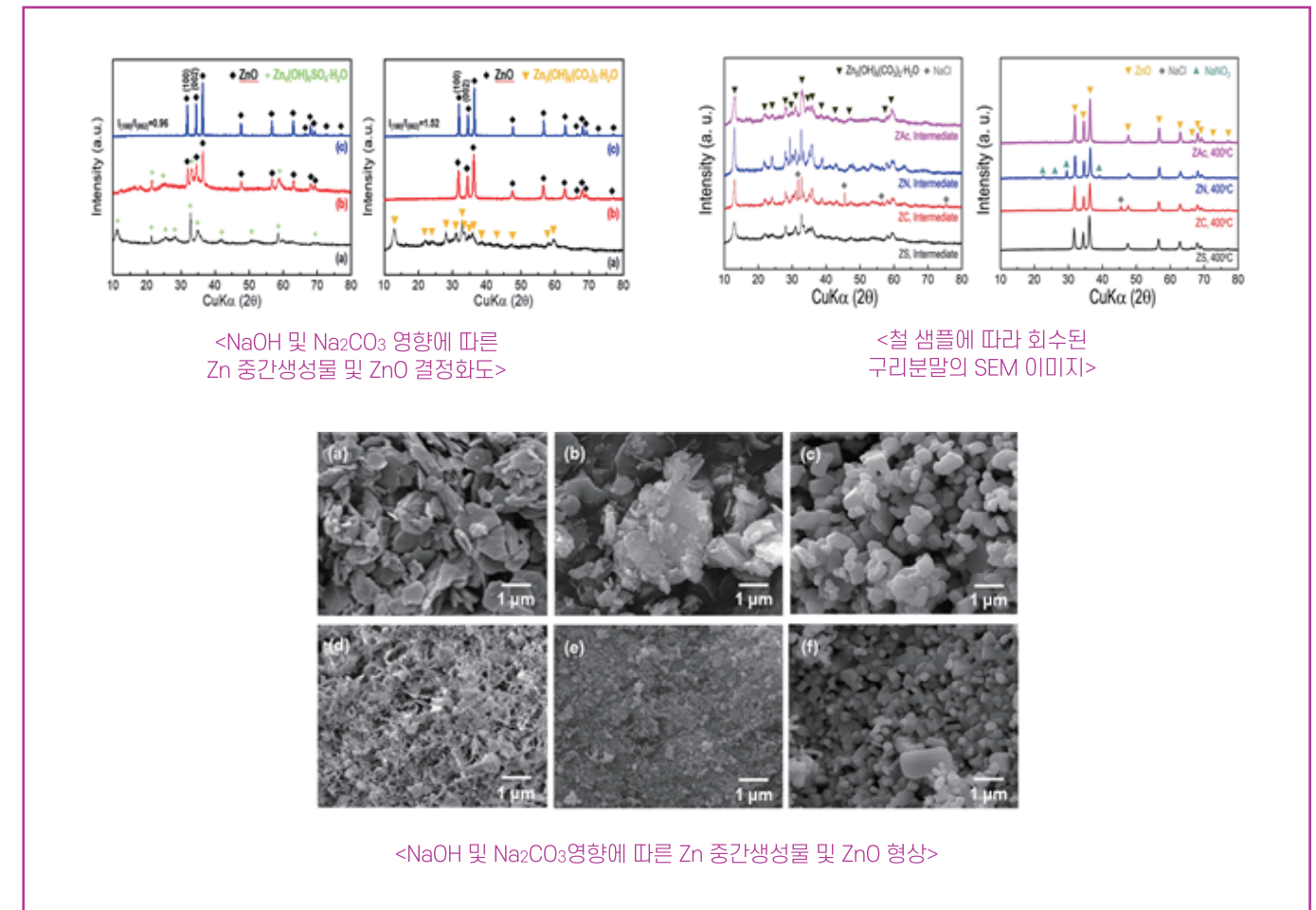
## 폐자원 재활용 기술

### 폐금속 분진을 활용한 알루미늄/아연의 재자원화 기술 개발 ('21 ~ '25)

**참여연구원** 김대원(PM), 장대환, 김보람

**연구목표**  
- 알루미늄 분진의 매립으로 인한 환경오염 및 화재를 방지하기 위한 재자원화 기술 개발  
- 제강 분진 처리 시 건식처리로 인한 환경적 이슈(t-CO<sub>2</sub>등)를 감소하는 친환경 기술 개발

**연구실적**  
- 유-무기 이온 complexing 이용한 전구체 제조 기술  
- ZnO 소재화를 위한 전구체 안정화 평가  
- 전구체 농도, 합성 온도, 반응 시간 등 요소 기술에 의한 ZnO 소재화



**활용방안**  
- 폐금속 제강분진으로부터 산화아연 소재화  
- 아연의 재자원화 기술 확보를 통한 원료 수급 방안 확보

**정량성과** 논문 4건

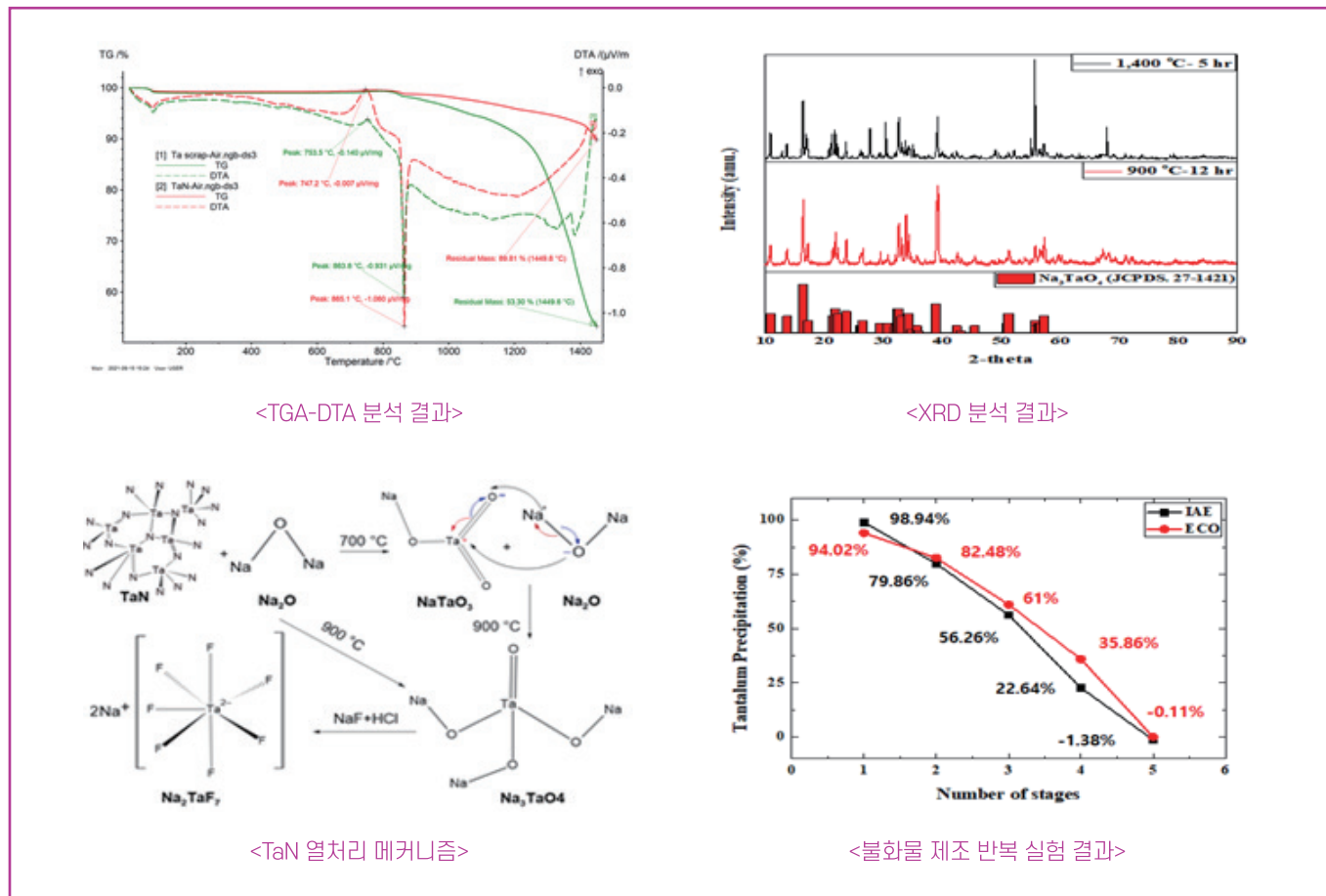
# 폐자원 재활용 기술

## 건습식 통합공정을 이용한 저품위 탄탈륨 폐자원의 업사이클링 기술 개발 ('19 ~'22)

**참여연구원** 윤진호(PM), Basudev swain, 이지은

**연구목표** - 50 TPY급 스크랩 전처리 및 습식 제련, 용매 추출 기술 개발.  
- 탄탈륨 화합물/금속화 일관 공정 개발 및 제조된 화합물을 활용한 부품소재 가공 기술 개발

**연구실적** - 용매추출 및 침출 조건 최적화 지원  
- 최적의 열처리 조건 확립  
- 불화물 제조 조건 지원  
- 불화물 재사용여부 확인을 위한 반복실험 지원



**활용방안** - 고품위(4N5급 순도)의 금속화합물 제조 기술 확보  
- 해외 의존도가 높은 희소금속의 안정적 원료 공급

**정량성과** 논문 4건 (SCI(E) 2건)

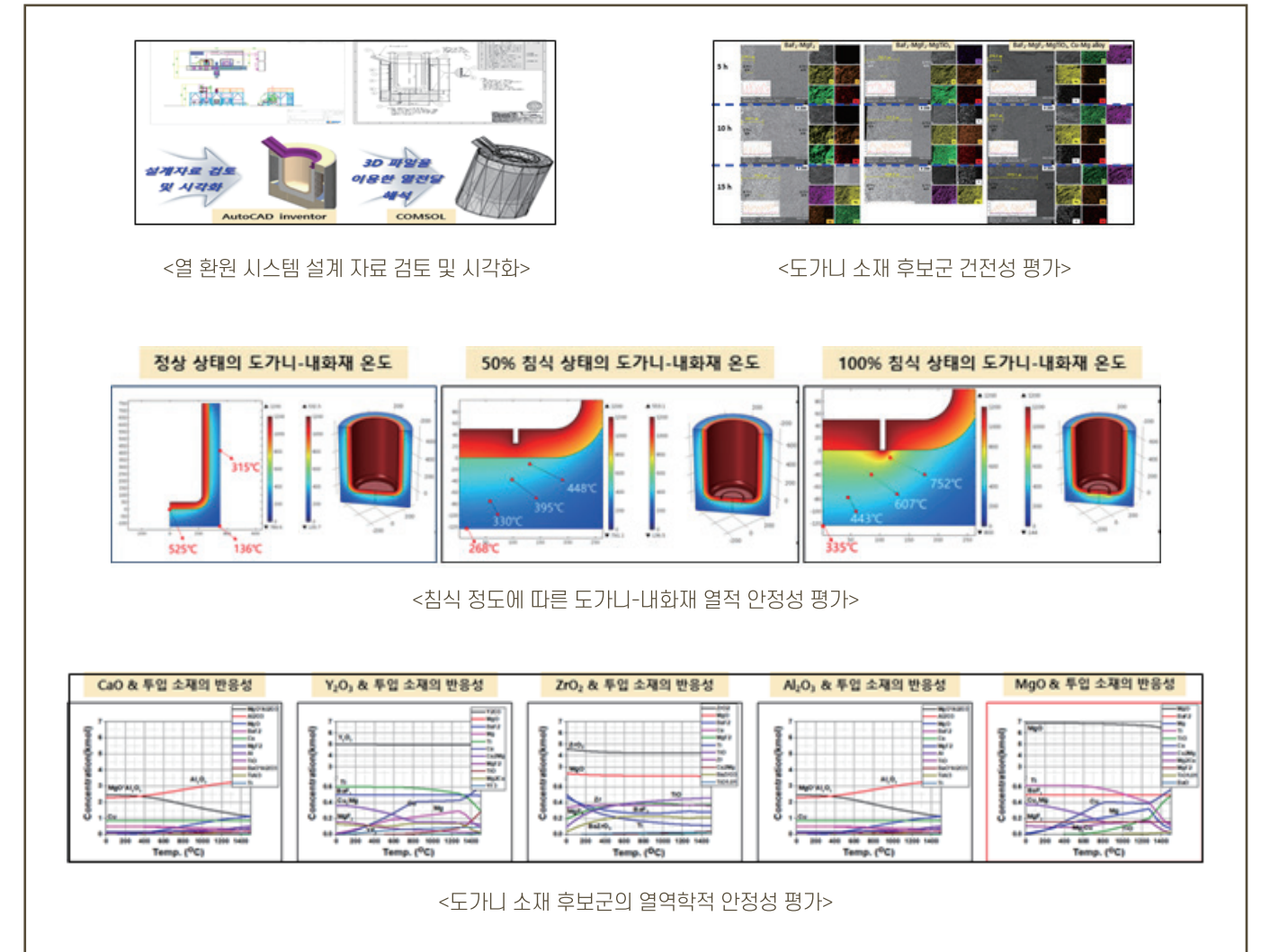
# 고순도 제련 기술

## Ti 금속 소재화를 위한 독성 염불소가스 미발생형 고순도 제련기술 개발 ('20 ~'24)

**참여연구원** 심현우(PM), 최상훈, 홍명환, 임병용, 안낙균, 김진호, 김지현

**연구목표** - 200kg/batch 급 대용량 용융염 전해 기반 염소/불소가스 생성억제 고순도 Ti 금속 신 제련공정 개발 및 소재 국산화

**연구실적** - Ti 산화물 열 환원 시스템의 설계자료 검토 및 보완  
- Ti 전해정련 시스템 설계자료 확보 및 검토  
- Ti 산화물 환원 공정용 최적 도가니 소재 선정을 위한 열역학적 안정성 평가  
- Muffle furnace를 이용한 도가니 소재 후보군 건전성 평가



**활용방안** - 전략물자로서 전량 수입종인 Ti 금속의 국내 원료 확보 방안 마련  
- 고순도 Ti금속 국산화 및 사업화

**정량성과** 논문 2건 (SCI(E) 1건)



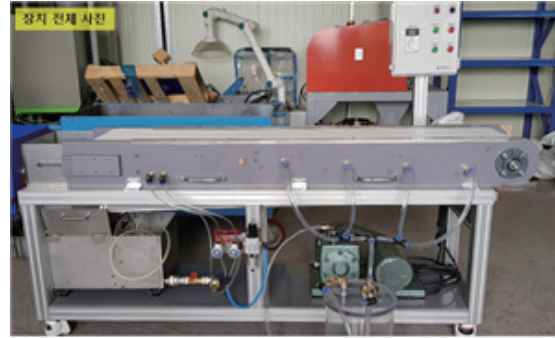
# 고순도 제련 기술

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

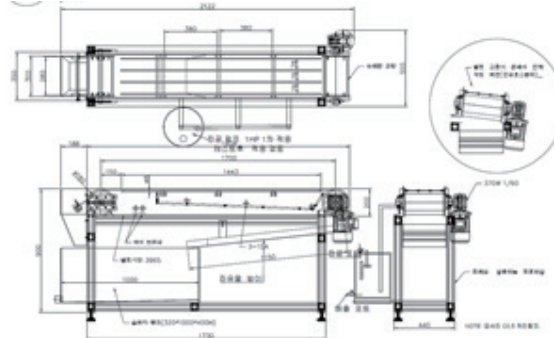
**참여연구원** 김대근(PM), 심현우, 임병용, 주소영

- 연구목표**
- 습식제련공정(연속침출, 용매추출, Li 침출 등) 고도화 기술 개발
  - 저비용 고순도 화합물소재(황산코발트/황산니켈 등) 제조 기술 개발
  - 음극 재활용을 위한 불순물 제어 기술 개발

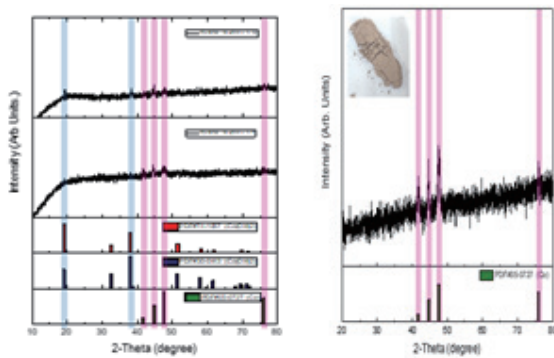
- 연구실적**
- Lab scale 고액분리 장치 설계 및 제작
  - 연속액상환원공정을 이용한 코발트, 니켈 분말 소재화 연구 진행
  - 재활용 카본 기본 물성 평가



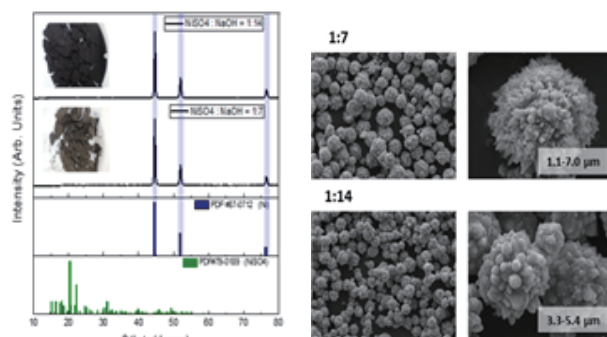
<Lab-scale 고액분리 장치>



<Lab-scale 고액분리 시스템 상세도>



<연속액상환원공정 이용 코발트 금속 분말 분석 결과>



<연속액상환원공정 이용 니켈금속 분말 분석 결과>

**활용방안** - 국내 이차전지 원료(Co, Ni, Li) 공급 및 가격 안정화 기여

**정량성과** 논문 1건

# 고순도 제련 기술

## 북방자원 활용 반도체 원료용 4N5급 초고순도 고용점 몰리브덴 제련정련 기술 개발 ('20 ~ '24)

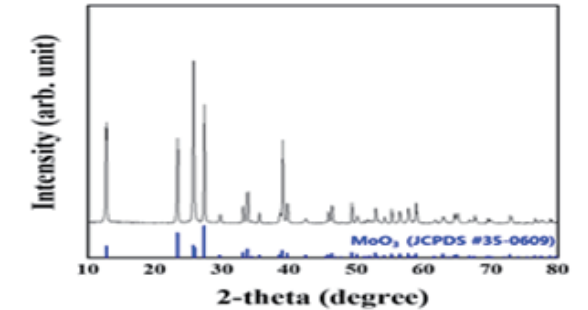
**참여연구원** 박경수(PM), 이찬기, Basudev swain, 이덕희, 안낙균, 김유진

- 연구목표**
- 북방자원 활용 반도체 원료용 4N5급 초고순도 고용점 몰리브덴 금속 제련/정련 기술 개발 및 이를 활용한 제품 개발

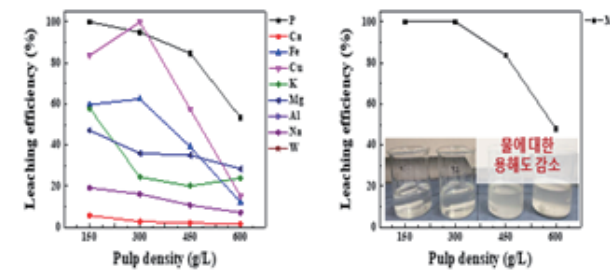
- 연구실적**
- 우즈벡 MoO<sub>3</sub> 원료에 대한 성분/물성 분석
  - NaOH 침출에 대한 불순물 및 Mo 거동 확인
  - 침출액에 따른 침출 가능 원소별 분류
  - 용해도 차이에 의한 불순물 제거 공정 연구 (수침출 온도, 고액비 변화)
  - NH<sub>4</sub>OH 및 수 침출액으로부터 Mo 회수를 위한 온도별 감압 증류

원소	P	Ca	K	Mg	Al
wt%	0.021	0.065	0.068	0.029	0.026
원소	Na	Fe	Ta	W	MoO <sub>3</sub>
wt%	0.005	0.095	<0.0001	<0.0001	99.69

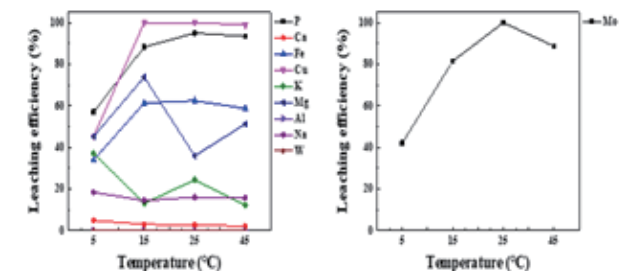
<우즈벡 MoO<sub>3</sub> 분말의 ICP 분석 결과>



<우즈벡 MoO<sub>3</sub> 분말의 XRD 분석 결과>



<고액비 변화에 따른 금속 침출 결과>



<온도 변화에 따른 금속 침출 결과>

**활용방안** - 북방자원(우즈베키스탄 MoO<sub>3</sub>)의 제련 및 정련 기술개발을 통한 4N5급 몰리브덴 금속 제조  
- 초고순도 몰리브덴 금속을 활용한 제품 개발

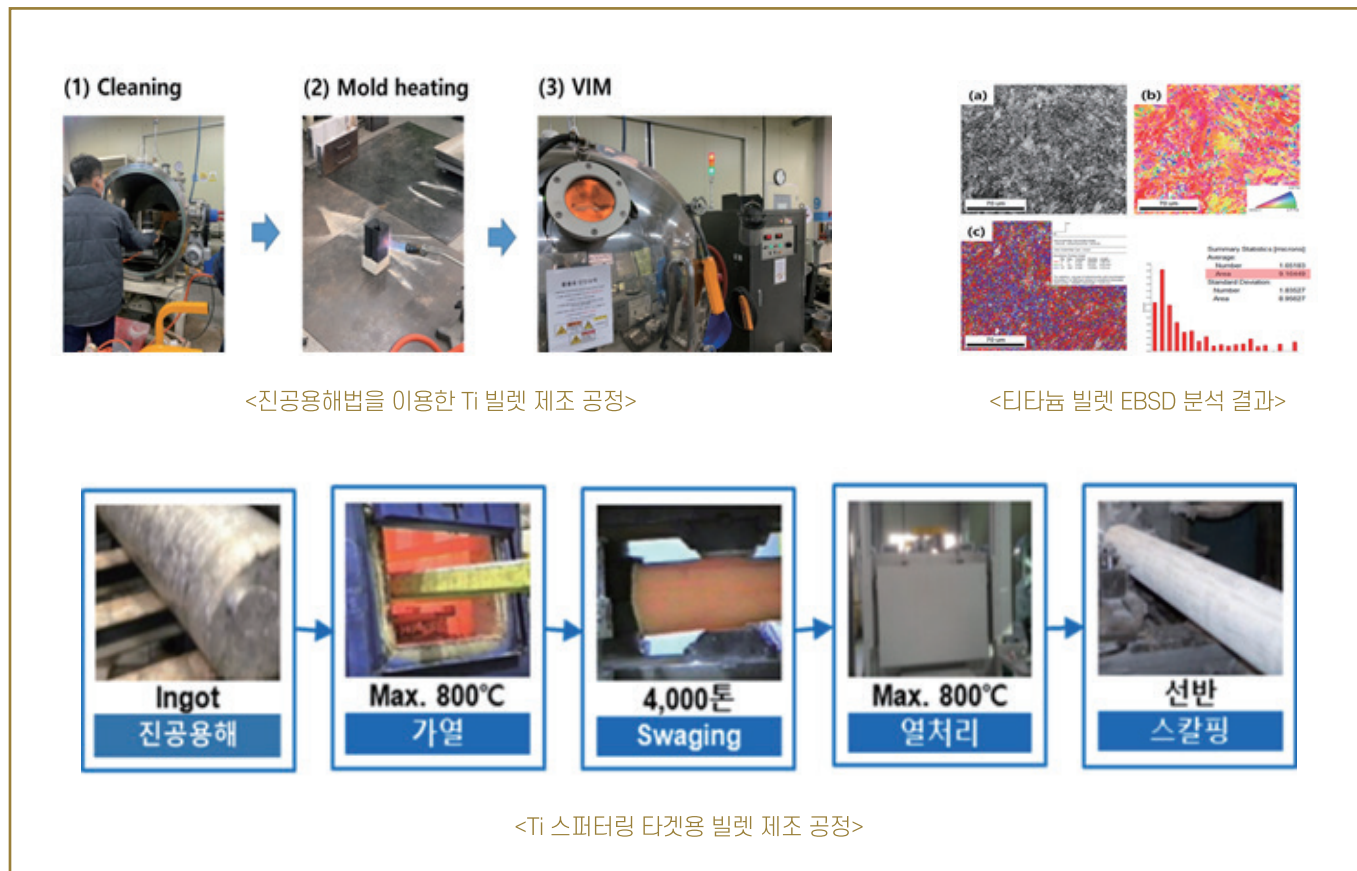
## 금속 소재 기술

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

**참여연구원** 김지원(PM), 최진주, 홍명환, Basudev

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

**연구실적** - 진공 용해법을 이용한 Ti 잉곳 제조 기초기술 개발  
- 5kg 미만 3N급, 10kg 미만 4N5급 Ti 타겟용 빌렛 제조 기술 개발



**활용방안** - 정부 전략핵심소재자립화 사업 'Ti 금속 소재화를 위한 독성 염-불소가스 미발생형 3N급 제련기술' 과제 연구성과 연계  
- 수요기업 기술 '디스플레이/반도체용 Ti 스퍼터링 타겟 제조 기술 등' 공급

**정량성과** 논문 2건

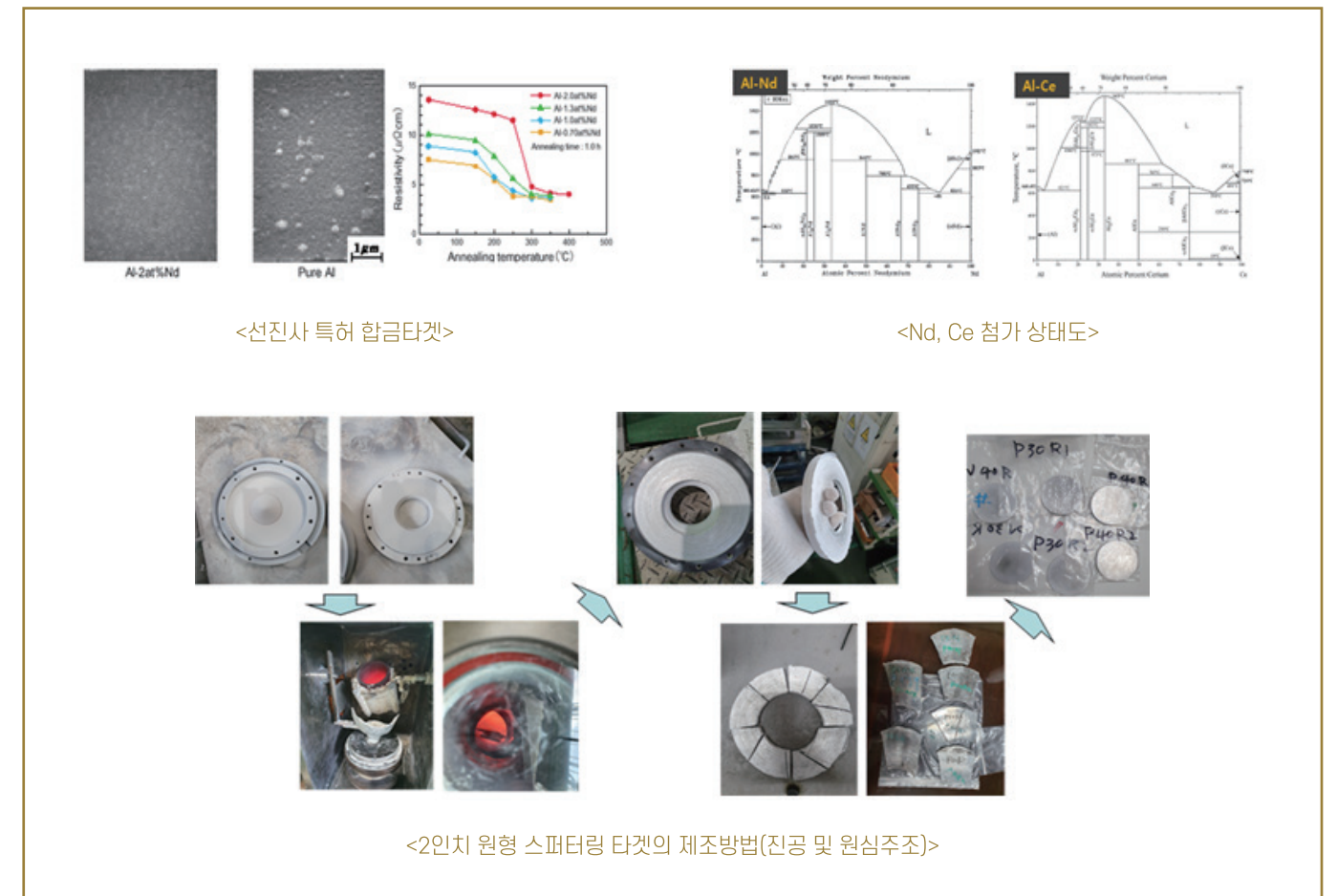
## 금속 소재 기술

### 디스플레이용 Al 및 Al 합금 스퍼터링 타겟 제조 기술 개발 ('20 ~ '24)

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

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

**연구실적** - 고밀도 스퍼터링 타겟 제조 기술개발  
- 고순도 Al 및 Al 합금 타겟 제조 기술 개발



**활용방안** - 디스플레이용 대형 TFT 게이트 주배선, 중소형 TFT 소스/드레인 전극 주배선의 코팅에 활용

**정량성과** 논문 11건

# 금속 소재 기술

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

**참여연구원** 공만식(PM), 양현석, 한덕현, 정우철, 이현주, 김소을

**연구목표** - 국산 고청정 특수강을 활용한 반도체 공정용 극청정 부품 개발 및 실증 평가

### 연구실적

- 고청정 밸브류 부품 전해연마 기술연구

<Lab-scale 전해연마 장비 구축 이미지>      <고청정 강관 전해연마 전류밀도 해석>      <고청정 봉강재 피팅 부품 전류밀도 해석>      <복잡한 유로의 벨로우즈 밸브 전기장 해석>

- 난삭재 가공 특성 연구

<봉강재 및 인서트 별 선반 가공 실험 데이터>      <봉강재 별 드릴 가공 실험 데이터>

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

**정량성과** 특허출원 1건 / 논문 9건

# 기능소재 기술

## 20 pitch 이하 COF 정밀회로용 고기능성 에칭액 개발과 시장대응을 위한 10톤/월 Pilot 실증화 ('20 ~ '22)

**참여연구원** 김대원(PM), 장대환, 김보람

**연구목표** - 20  $\mu\text{m}$  pitch 이하의 COF 정밀회로용 고성능 에칭액 개발 및 pilot 실증화

### 연구실적

- 실험계획법에 의한 요소 인자 조건 탐색

<에칭용액 시간 및 inhibitor 농도에 따른 에칭팩터 영향 실험계획법>

- 습식 에칭용액 비교 분석

<표면처리 공정 사진 및 표면 처리 조건별 산화층 분석>

- 동 회수 재활용 공정 개발

<철 샘플에 대한 시간에 따른 구리 농도 변화>      <철 샘플에 따라 회수된 구리분말의 SEM 이미지>

**활용방안** - COF 정밀회로용 에칭 용액 제조 기술 확보  
- 국내산 정밀회로용 에칭 개발 실증화

**정량성과** 논문 4건

## 기능소재 기술

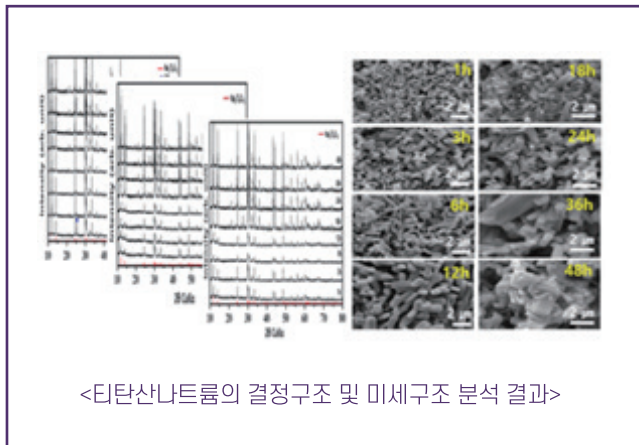
### 일본 원소재(티탄산칼륨, 레진) 대체를 통한 1,600cc급 소형차량용 지역 양립(Hybrid), 전기차용 마찰재 제조 및 국산화 기술개발 ('20~'23)

**참여연구원** 박경수(PM), 이찬기, 이덕희, 안낙균, 김유진

**연구목표** - 티탄산나트륨 소재 제조 핵심 기술 개발 및 scale-up 방안 도출

**연구실적**

- 티탄산 나트륨 제조 조건 확립 연구



- 분무 건조 공정을 이용한 입자 구형화 연구



- Scale-up 장치 설계



**활용방안** - 티탄산나트륨 개발을 통한 지역 양립 마찰재 개발에 활용  
- 소수성 레진을 적용한 전기자동차용 마찰재 개발에 활용

**정량성과** 논문 2건 (SCI(E) 1건)

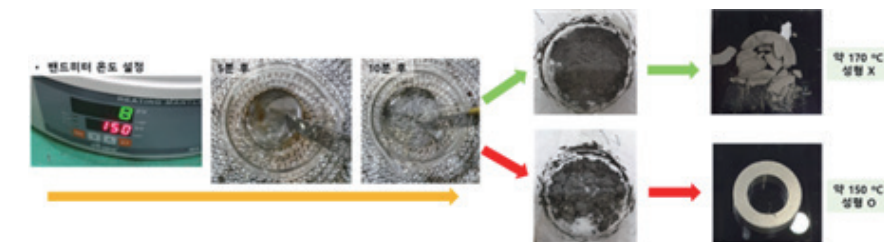
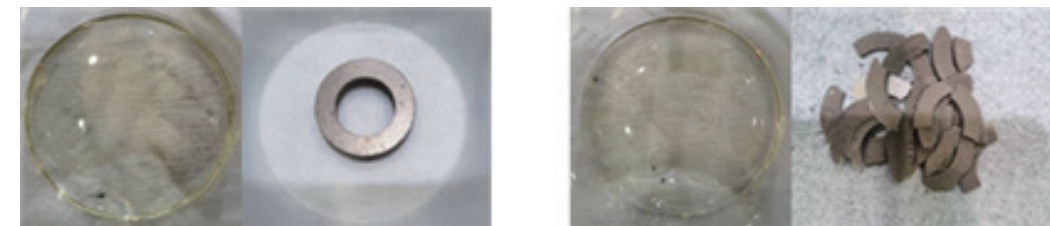
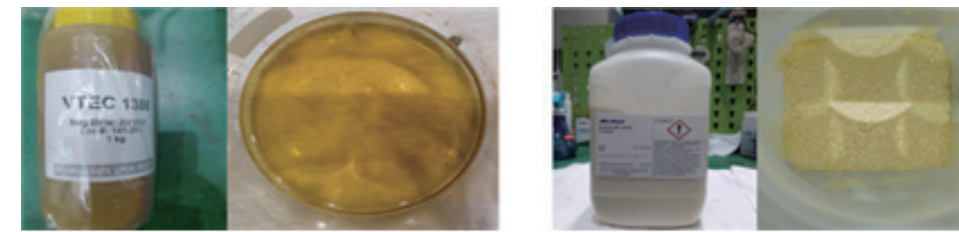
## 기능소재 기술

### 구형 비정질 연자성 분말을 이용한 300kHz급 인덕터 개발('18~'22)

**참여연구원** 김영균(PM), 최광묵, 윤상민

**연구목표** - 충전밀도 80% 이상의 고충진 코어 성형기술개발

**연구실적** - Multi-Modal 구형 비정질 연자성 분말의 고밀도 코어 성형 기술의 확립



**활용방안** - 친환경자동차 및 군수용 제품의 시대적 요구로 인해 그 사용이 점점 늘어나고 있는 추세이고 향후에 폭발적인 성장이 예상되고 있음  
- 높은 영역대에서 안정적으로 사용할 수 있는 비정질 재질을 이용한 제품의 적용은 필수적이며 현재의 기술로는 고충진의 조건 및 성형조건이 최적화 되지 않아 상용화 되지 않은 실정임  
- 본 과제를 통해 고주파 영역에서 활용이 가능한 코어를 개발한다면 민수와 군수 모두 새로운 시장의 확보가 가능할 것으로 예측됨

**정량성과** 특허등록 1건 / 논문 2건 (SCI(E) 1건)

# 수소부품 기반 안전진단/평가 기술

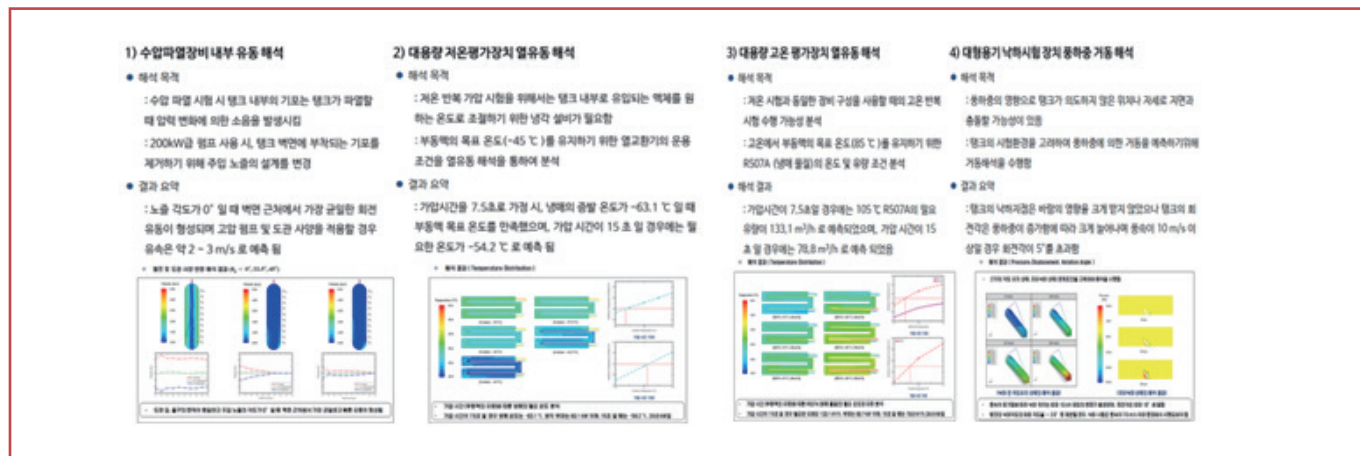
## 수소부품 안전성 평가기술 및 부품 평가장비 개발 ('21 ~ '23)

**참여연구원** 공만식(PM), 양현석, 허덕재, 이현주, 이예승

**연구목표** - 수소부품 안전성 평가기술 및 부품 평가장비 개발  
(대용량 CHSS(Compressed Hydrogen Storage System) 평가기술 및 장비개발)

**연구실적**

- 대용량 CHSS 평가시험장비(4종) 모델링에 따른 전산해석



- 대용량 CHSS 평가시험장비 별 운전 데이터 수집 및 신뢰성 검증



**활용방안** - 대용량 CHSS 평가장비 4종(수압파열시험장비, 대용량 저온/고온 평가장치, 대형용기 낙하시험 장치) 설계 및 검증  
- 수소가스 반복가압 시험설비, 내압방폭형 수소 극한온도 반복시험설비, 대형 투과성 시험설비 운전 데이터 및 시험 시나리오

**정량성과** 논문 2건

# 설계 / 해석 / 시험평가 기술

## 자율주행자동차에 적용가능한 지능형 로테이션 시트 모듈개발 ('19 ~ '23)

**참여연구원** 고동식(PM), 허덕재, 정석환, 정재덕, 이현주, 송성일, 김소울, 김용진

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

**연구실적**

- 시트 부품 소음 발생 주요 파라미터 최적화 해석



- 로테이션 및 롱 레일 모듈 진동 소음 저감 최적화 기술 개발



**활용방안** - 로테이션 모듈 상세설계에 대한 NVH(noise, vibration, harshness) 해석 및 진동 저감 설계 방안 제시  
- 소음 발생 주요 파라미터 선정 및 소음 저감

**정량성과** 프로그램등록 16건 / 논문 2건 (SCI(E) 1건)

## 설계 / 해석 / 시험평가 기술

### 자동차 실내 내장형 스마트 공기 청정기 시스템의 기술 개발 ('20 ~ '22)

**참여연구원** 고동식(PM), 허덕재, 황병훈, 정석환

**연구목표** - ICT 기술기반의 자동차 실내 내장형 스마트 공기청정기 시스템 개발

#### 연구실적

- 자동차 실내 내장형 스마트 공기청정기 팬 유동기인 소음해석



- IoT 기술적용을 위한 센서데이터 형식 분석 및 모니터링 GUI 설계



- 필터 시편 성능 시험



**활용방안** - ICT 기반 빅데이터 분석 기술, 스마트 제어기술, 감성공학적 디자인 기술을 활용한 자동차 실내 내장형 스마트 공기청정기 시스템 구현

**정량성과** 국내학술발표 1건

## 설계 / 해석 / 시험평가 기술

### 수소 충전소용 고압 저장용기 안전검사를 위한 AET 기반 가동 중 진단 시스템 및 안전검사 기준 개발 ('20 ~ '22)

**참여연구원** 이원기(PM), 허덕재, 김재성, 오민철, 배승기, 정재덕, 김기범, 김용진

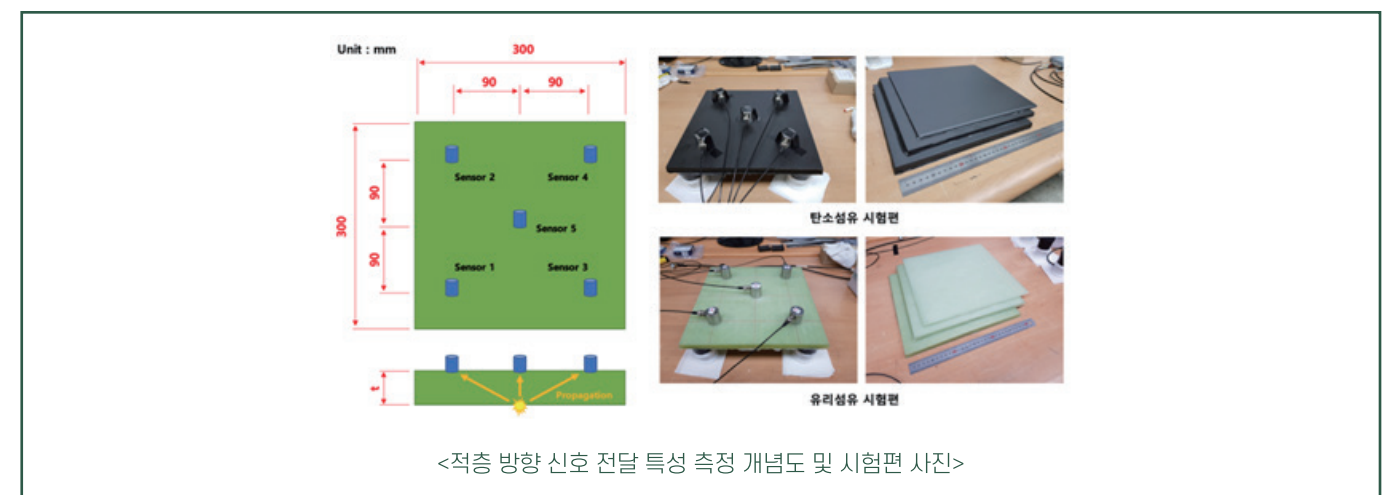
**연구목표** - 복합재 저장용기의 타입별 유사시험평가를 통한 DB 구축

#### 연구실적

- 복합재 저장용기 타입별 유사 시험편에 대한 발생 결함 AE 신호 측정 및 분석



- 복합재 저장용기 타입별 AE 신호의 전파, 감쇠, 모드 변환 분석



**활용방안** - 복합재 수소저장용기의 음향방출 신호 수집 및 분석을 통해 저장용기 결함 진단에 활용

**정량성과** 국내학술발표 1건

# IoT기반 시스템 개발 기술

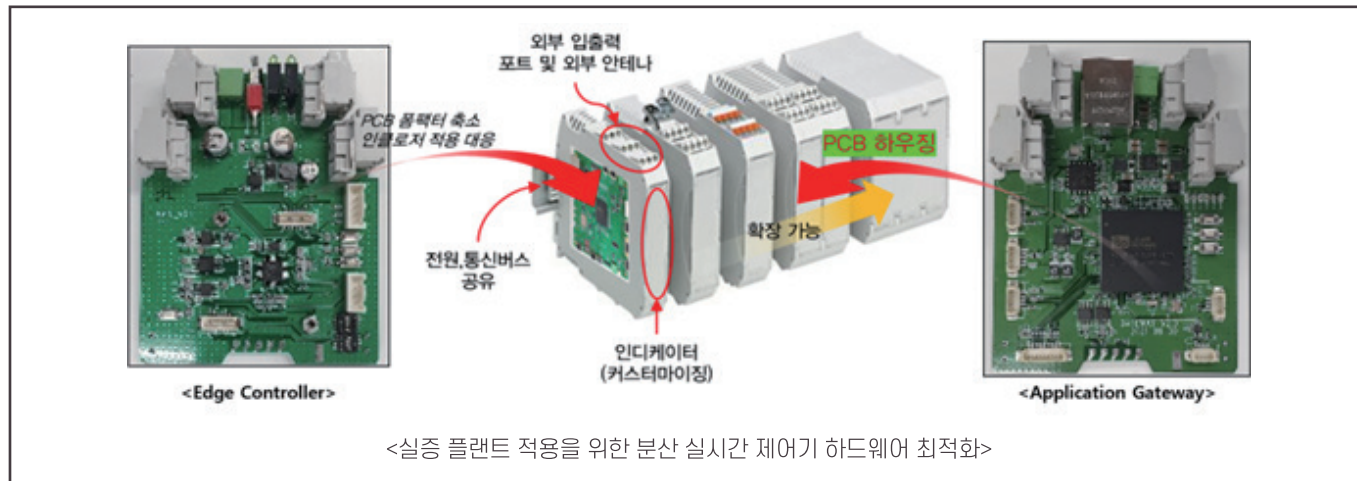
## E-H202 및 화학동역학 모델 기반 미량오염물질 대응 고도산화 하수처리공정 개발 ('19 ~ '22)

**참여연구원** 허덕재(PM), 민흥기, 고동신, 김연규, 황병훈, 정석환, 송성일

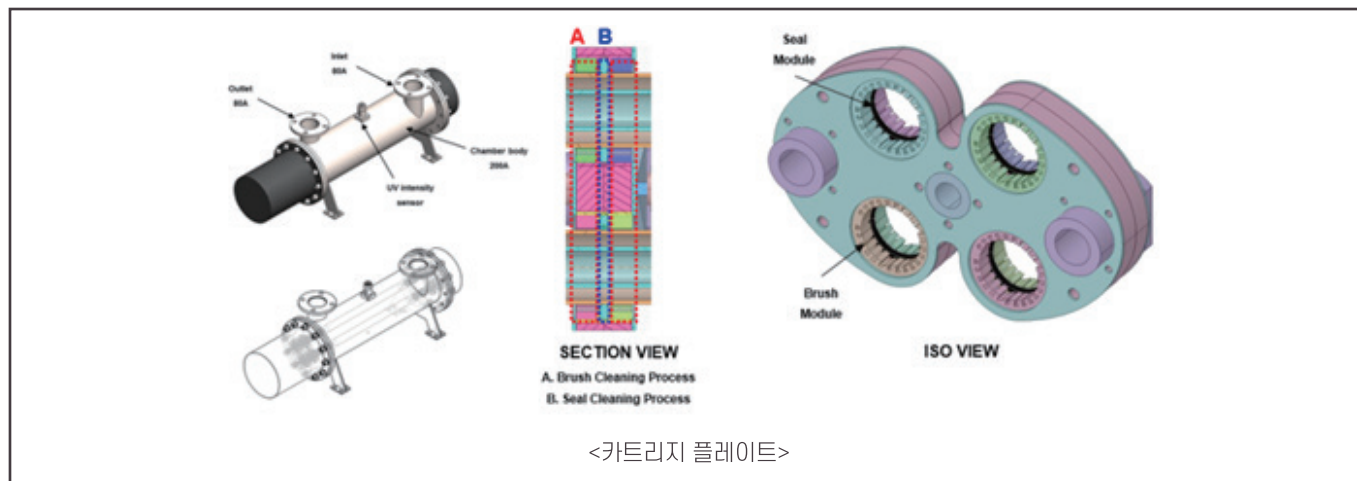
**연구목표** - IoT기반 제어 및 모니터링 시스템 최적화 기술 개발

**연구실적**

- 무정지 시스템 유지/보수가 가능한 분산 제어기 최적화



- 신뢰성 기반의 UV Lamp Cleaning 시스템 성능 확보 기술 개발



**활용방안** - 하수 미량오염물질 처리 및 현장 실증을 통한 UV lamp self-cleaning system 운전

**정량성과** 특허등록 2건 / 특허출원 1건 / 프로그램등록 3건

# IoT기반 시스템 개발 기술

## 수중 구조를 위한 ICT 기반의 인체 인양시스템 개발 ('20 ~ '22)


**참여연구원** 민흥기(PM), 김호상, 김연규, 정상혁, 황병훈, 고동신, 정석환

**연구목표** - 수중 구조를 위한 ICT 기반의 인체 인양시스템 개발

**연구실적**

- IoT 기반 수심 10m 통신인터페이스 개발  
- 수중 인양상황 모니터링을 위한 관제시스템 설계  
- 수중 인체인양기구 시작품 제작

**<인양기구 비교>**

	A Type	B Type	C Type	D Type	E Type
<b>구조</b>	그물망구조 	그물망구조 	그물망구조 	이중공간지 	폴더형 
<b>크기(mm)</b>	2000 x 90	2000 x 700	2000 x 700	1700 x 700	1900 x 700
<b>차별성</b>	그물망	그물망 경량화	1인1조 작업	들것 겸용	두루마리형

- 수조 및 해저면 인양기구 적용 시험



**활용방안** - 해양사고 발생시 신속한 구조 대응 및 구조요원의 안전 확보  
- 인양기구의 위치 및 인양진행 상황 파악에 활용

**정량성과** 특허출원 1건 / 프로그램등록 4건

# IoT기반 시스템 개발 기술

## 고강도 경량 알루미늄 부품제조용 다층 클래드 압출제조장비 개발 ('20 ~ '22)

**참여연구원** 허덕재(PM), 김재성, 김연규, 송성일, 배승기, 이예승, 김용진, 유지홍

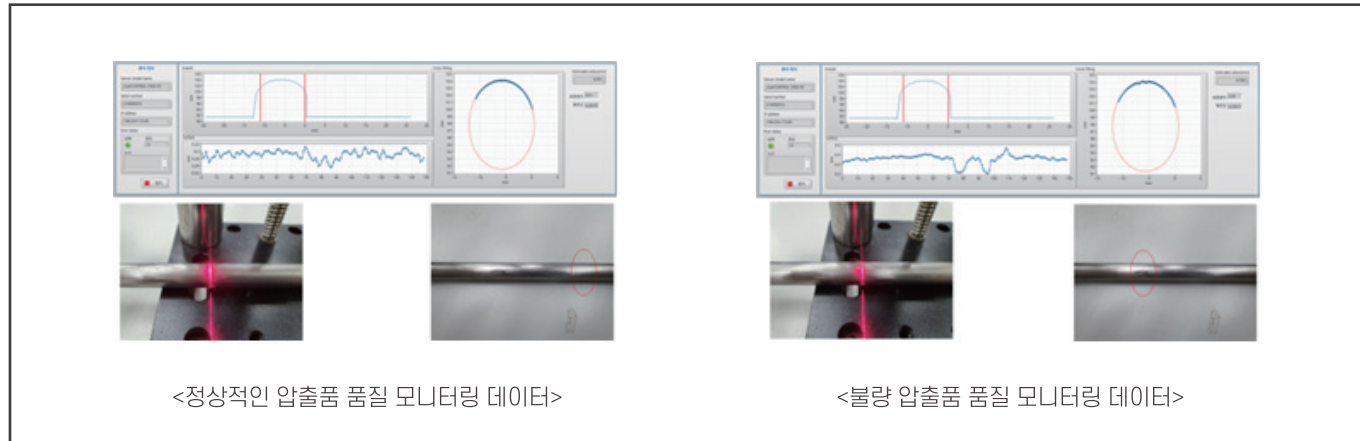
**연구목표** - 알루미늄 다층화(이중-삼중) 클래드화를 위한 압출 성형 제조 시스템 및 압출성형 공정에서 발생하는 탄소저감, 에너지 효율 향상을 위한 빌렛 가열시스템 개발

**연구실적**

- Test bed 개선/보완 설계 및 해석 결과 검증



- 압출 장비 공정 변수 확인을 위한 모니터링 모듈 및 프로그램 개발



**활용방안** - 유도 가열을 위한 빌렛 가열 장치 형상 설계 및 제작  
- 온도 및 전력량 분석을 통한 실시간 모니터링 활용

**정량성과** 특허등록 1건 / 특허출원 1건 / 프로그램등록 2건 / 논문 3건 (SCI(E) 2건)

# 소재가공 및 비파괴 검사 기술

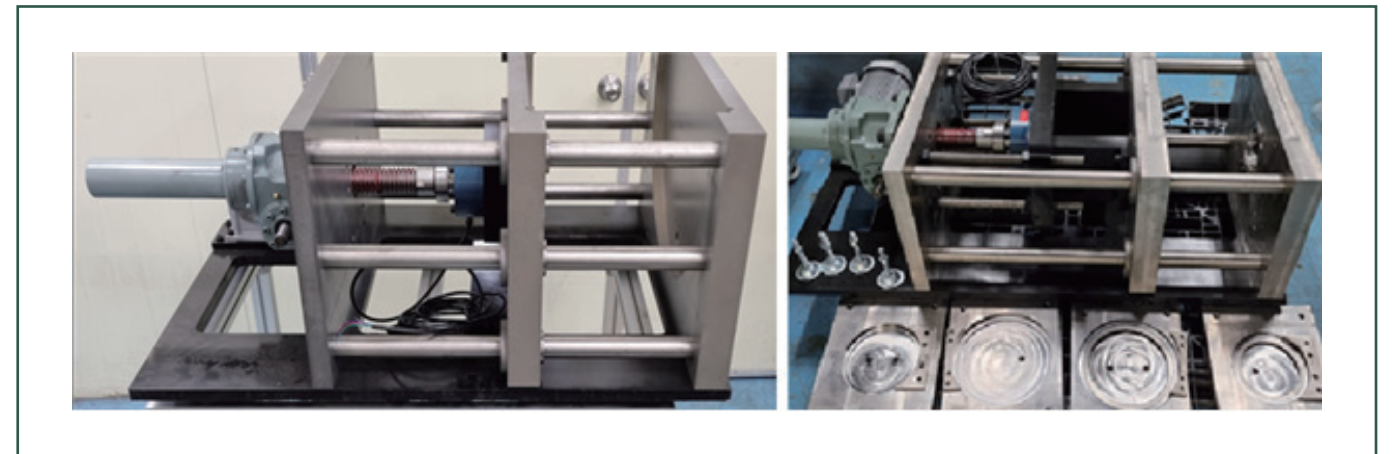
## 원전 안전설비 실제결합형상 기반 비파괴검사 시험편 시제품 개발 ('18 ~ '22)

**참여연구원** 김재성(PM), 이경돈, 이원기, 박주현, 배승기, 정상혁, 정재덕, 이정승, 이동찬, 이찬양

**연구목표** - 열피로균열과 응력부식균열 제작 시스템의 개선 및 Round robin 시험 실시(준비)

**연구실적**

- 열피로균열/응력부식균열 제작 시스템 개선



- RRT 시험편 및 정량 시험편 제작

구분(건)	시험편 제작 현황		재료	외경	두께	수량	노치 정보			시험정보		UT 정보	
	가공	유입					길이 (mm)	X위치 (mm)	각도 (°)	합계 cycles	가열/냉각 sec	Crack depth (노치 1mm 길이 포함)	
												PAUT	TOFD
RRT-1	완료	완료	CS	12'(323.8mm)	25.4	노치 가공 2개	10	220	0	8,326	100/40(570)	5.84	노치길이제외
							30	217	200	10,843	100/40(570)	7.14	
RRT-2	완료	완료	CS	8'(219.1mm)	18.2	노치 가공 2개	10	-16	180	12,961	55/30	3.35	+카운터보어 가공 길이 1mm 포함
							30	19	280	12,522	55/30	3.68	
RRT-3	완료	완료 (이동용접)	STS	8'(219.1mm)	22.2	노치 가공 2개	20	215	0	11,254	85/35(570)	6.08	노치길이제외
							40	182	250	12,260	85/35(570)	15.38	
정량평가용 시험편 2 (항목1)	완료	완료	CS	8'(219.1mm)	18.2mm	노치 가공 3개	10	10	0	19,469	55/30	3.59	노치길이제외
							30	15	110	18,428	55/30	6.08	
정량평가용 시험편 1 (항목1)	완료	완료	CS	8'(219.1mm)	18.2mm	노치 가공 2개	20	11	0	20,953	55/30	3.22	노치길이제외
							30	-16	190	19,971	55/30	4.78	
정량평가용 시험편 3 (항목4 0.8mm용)	완료	완료 (이동용접)	CS	8'(219.1mm)	18.2mm	노치 가공 2개	20	10	0	10,913	55/30	3.81	+카운터보어 가공 길이 1mm 포함
							40	-12	80	10,380	55/30	3.49	
정량평가용 시험편 4 (항목1)	완료	완료	CS	12'(323.8mm)	17.4mm	노치 가공 3개	10	11	0	7,811	55/25	3.35	노치길이제외
							40	-15	120	8,000	55/25	6.19	
정량평가용 시험편 5 (항목1)	완료	완료	CS	12'(323.8mm)	17.4mm	노치 가공 3개	20	-10	200	14,769	55/25	4.85	노치길이제외
							10	13	0	6,998	55/25	2.81	
							30	11	70	13,644	55/25	5.89	
							20	16	190	7,000	55/25	4.53	

**활용방안** - 열피로균열 및 응력부식균열을 배관 시험편에 직접 제작하여 비파괴 검사 장비의 대비시험편으로 활용

**정량성과** 논문 1건



# 소재가공 및 비파괴 검사 기술

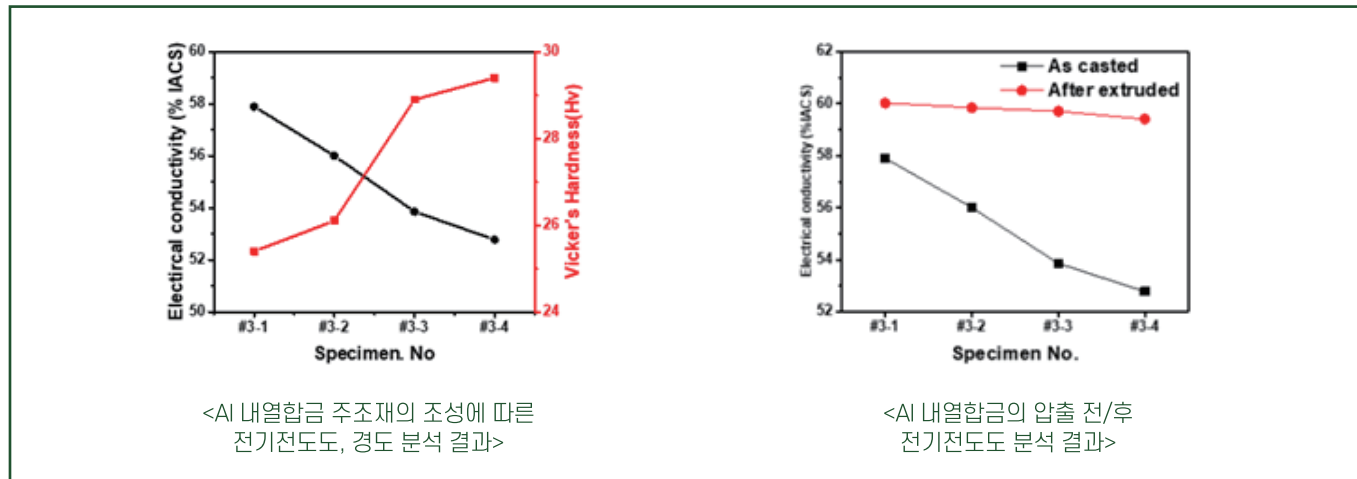
## 송전용량 220%증가 장경간용 500kV급 탄소섬유강화 경량 가공송전케이블 개발 ('20 ~ '24)

**참여연구원** 김건홍(PM), 김영균, 오민철, 박주현, 이찬희

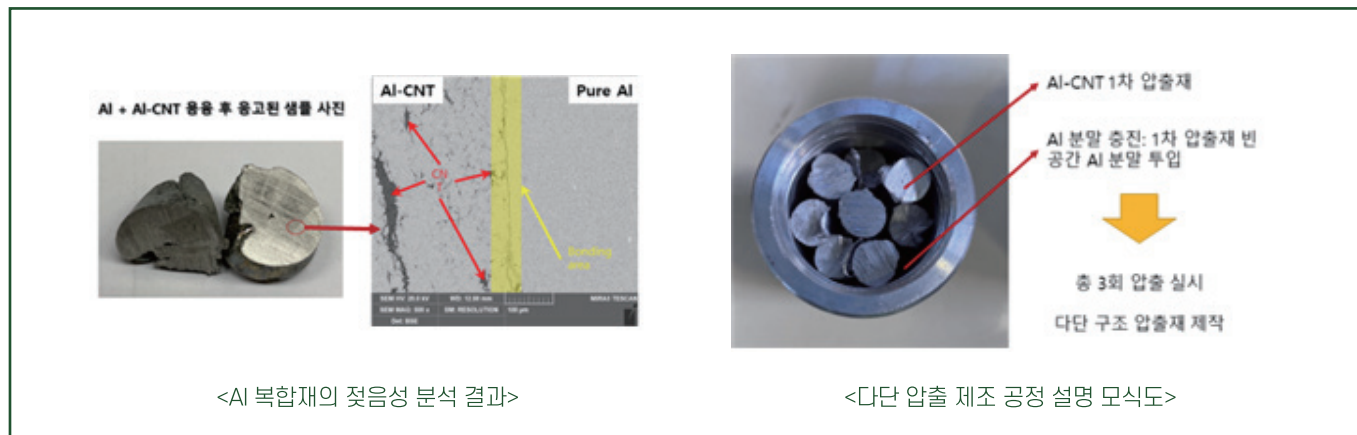
**연구목표** - 송전효율 향상을 위한 증용량 알루미늄 내/외부 도체 개발

### 연구실적

- 고내열성 알루미늄 조성 및 열간 압출 열처리를 통한 전기전도도 향상



- 전기전도도 향상 나노 탄소 소재 분산 Al 복합재 제작/공정 개선



**활용방안**

- 기존 송전선 대비 고전도성 Al 합금을 개발하고 이를 토대로 송전용량을 극대화함으로써 부품소재 산업에 활용
- 본 연구를 토대로 제작된 Al 내열 합금은 향후 다양한 부품에 응용 가능 할 것으로 판단 됨

**정량성과** 특허출원 2건

# 소재가공 및 비파괴 검사 기술

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

**참여연구원** 김재성(PM), 이원기, 배승기, 유지홍, 이동찬

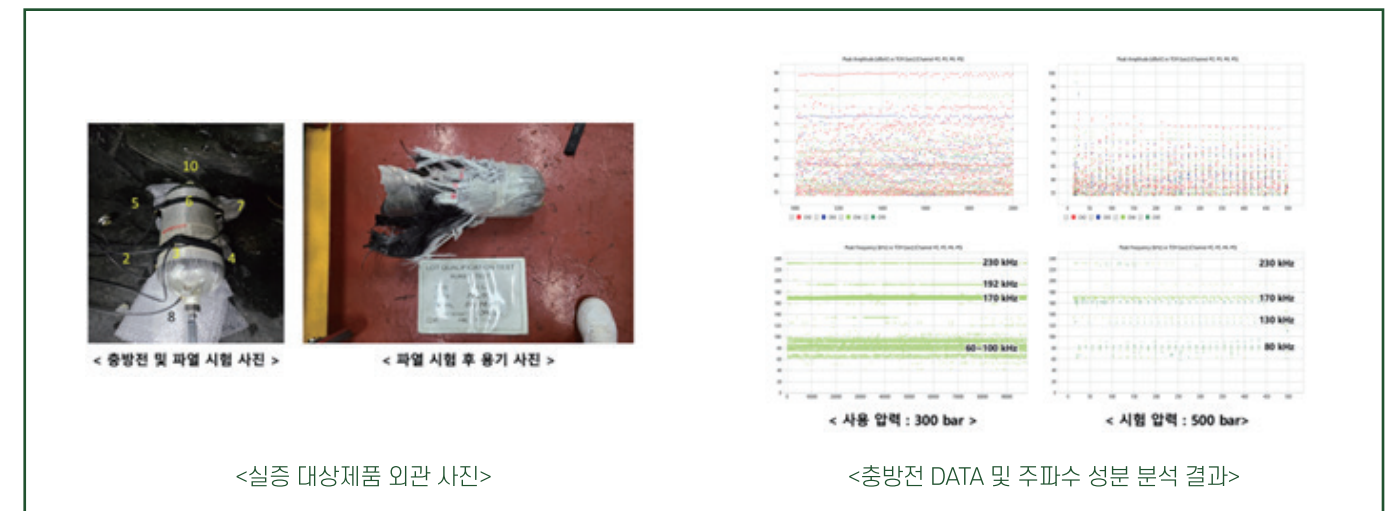
**연구목표** - Type 3 or 4 수소복합용기 사용 수소 충전 및 방전 환경 모사 간이 테스트 베드 구축

### 연구실적

- 수소복합용기 총방전 TEST BED 설계 및 제작



- 수소복합용기 총방전/파열시 DATA 확보 및 파라메타 분석



**활용방안** - 수소복합용기 실시간 품질 검증을 위한 충방전시스템 제작을 통해 향후 AE 신호의 분석 및 사용 방향 설정에 활용



1992 ~ 2022

# 2021 IAE ANNUAL REPORT

고등기술연구원 연차보고서

## 부 록

- 2021년 특허 출원 현황
- 2021년 특허 등록 현황
- 2021년 대외 수상 현황

## 부록 1. '21년도 특허 출원 현황

순번	특허명	발명자	출원번호
1	케이블 회전식 제염장치	민홍 외	10-2021-0001535
2	케이블 고정식 제염장치	민홍 외	10-2021-0001536
3	수중청소로봇의 이물질제거 효율을 높이기 위한 장치	정석환 외	10-2021-0007379
4	메탄 가스 생산 장치 및 이의 제어 방법	최광순 외	10-2021-0004437
5	연료전지를 이용한 인산화탄소 포집 시스템 및 그 방법	박성호 외	10-2021-0036027
6	플랜트 주요 설비 변경 정보의 엔지니어링 데이터 동기화 시스템 및 방법	임용택 외	10-2021-0003680
7	전기 상용차용 배터리 진동절연 및 방수를 위한 케이스	정석환 외	10-2021-0025359
8	수중청소로봇 스커트 구조	정석환 외	10-2021-0075316
9	수중 청소로봇의 케이블 꼬임 방지를 위한 장치 및 구조	정석환 외	10-2021-0074340
10	리튬 함유 폐액의 처리 방법	진연호 외	10-2021-0041737
11	PCM 성능시험 설비	김현종 외	10-2021-0054192
12	수전해 연계 액화산소 에너지 저장 장치	류주열 외	10-2021-0068534
13	휴대용 부이형 부표의 에어카트리지 연결장치	민흥기 외	10-2021-0066525
14	영구자석을 이용한 회전형 다중 빌렛 가열 장치	허덕재 외	10-2021-0014172
15	자동차 시트의 탑승자 식별 장치 및 방법	황병훈 외	10-2021-0086001
16	혈액누출감지유닛의 청결유지장치	민흥기 외	10-2021-0082597
17	다단 촉매 반응을 이용한 일체형 개질기 장치	정기진 외	10-2021-0084115
18	대량의 가스에 함유된 황화수소의 제거를 위한 대용량 용매 분사 장치	이승종 외	10-2021-0149048
19	여과집진기 파손 및 이상 진단 장치 및 그 방법	박동규 외	10-2021-0159390
20	촉매투과부를 포함하는 수성가스전환 등온 촉매 반응장치	이진욱 외	10-2021-0070431
21	분사 노즐을 이용한 슬러시 수소 제조 공정	박성호 외	10-2021-0129536
22	용매 커튼 막을 이용한 고농도 황화수소 제거 장치	이승종 외	10-2021-0070455
23	현열 및 잠열 저장장치가 구성된 액화 공기 생산 및 발전 시스템	김현종 외	10-2021-0126383
24	수소생산을 위한 석유코크스 합성가스화 공정 중 흡수제의 소모량이고 접촉효율이 증가된 고농도 황화수소 제거장치	이재용 외	10-2021-0070441
25	바이오 드라잉과 반탄화를 이용한 에너지화 시스템	성호진 외	10-2021-0071124
26	내외부 복합 열교환식 반탄화 장치	성호진 외	10-2021-0071120
27	가스화기 렌처 배출수에 함유된 미세입자 여과장치	전동환 외	10-2021-0070440
28	균일한 온도 제어가 가능한 수성 가스 전환 반응기	정기진 외	10-2021-0070437
29	동결 용해 반응기와 초음파(ultrasonic) 발생 장치를 가지는 액체/고체(slush) 생산 장치	이창형 외	10-2021-0139063
30	연속처리가 가능한 통합형 바이오매스 반탄화 가스화 장치 및 방법	장은석 외	10-2021-0119320
31	금속관 내벽면의 전해연마를 위한 전극 고정 지그	양현석 외	10-2021-0144359
32	SOFC 시스템의 배기가스를 이용한 이젝터 연소 시스템	곽현주 외	10-2021-0115339

## '21년도 특허 출원 현황

순번	특허명	발명자	출원번호
33	액상유기수소저장체 적용 최적 조성 모노벤질톨루엔 합성법	박유리 외	10-2021-0167228
34	정수압을 이용한 정압식 압축공기 에너지 저장 장치	류주열 외	10-2021-0151492
35	골 내강 주사가 가능한 윈도우를 갖춘 골조직 재건용 하이브리드 인공 지지구	이경돈 외	10-2021-0140833
36	열교환기를 포함한 일체형 글라이드 아크 플라즈마 촉매 개질 시스템	곽현주 외	10-2021-0141201
37	수열탄화공정의 직/간접 이중열교환 에너지 회수시스템	한성국 외	10-2021-0158171
38	풍황계측용 부유식 라이다 실시간 원격 모니터링 시스템	박미호 외	10-2021-0170397
39	수중청소로봇 스커트 구조	박미호 외	10-2021-0170432
40	다채널 발열-흡열반응 구동용 촉매반응기 및 이의 제어 방법	서민혜 외	10-2021-0170910
41	전기활성반응 가변강성 소프트 웨어러블 액추에이터	이동찬 외	10-2021-0178915
42	회전형 라이다를 이용한 항만 크레인 작업 환경 인식 시스템	하가연 외	10-2021-0163107
43	공기를 활용한 농업용 냉난방 시스템	류주열 외	10-2021-0164540
44	배기가스 정화 장치	조성수 외	10-2021-0158517
45	케이블 회전 공급장치	민홍 외	10-2021-0181052
46	송전선용 알루미늄 합금 도체 및 그 제조 방법 (ALUMINUM ALLOY CONDUCTOR WIRE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF)	김건홍 외	10-2021-0161142
47	고내열성 알루미늄 합금 (HIGH THERMAL RESISTANT ALUMINUM ALLOY)	김건홍 외	10-2021-0161138
48	식품공장 에너지 수요예측방법 및 에너지 절감방법	구재회 외	10-2021-0175479
49	연소 공정용 건식 이산화탄소 포집 시스템	김지현 외	10-2021-0191368
50	가상에너지 생산공급 설비의 운영유지보수를 위해 최적 경로 알고리즘을 활용하여 에너지 최적화 방법을 구비한 에너지 네트워크 라우팅 방법 및 이를 이용하는 에너지 네트워크 라우팅 시스템	임채영 외	10-2021-0179848
51	IIoT 디바이스를 이용한 에너지 다소비 식품업종에서의 생산정보를 예측하는 방법과 에너지 최적화하는 방법	임채영 외	10-2021-0182150
52	에너지 수요 예측 기반의 에너지 설비 고장 예측 방법 및 시스템	임채영 외	10-2021-0179720
53	식품산업의 단위공정에 따른 제품생산을 위한 열에너지 예측방법	구재회 외	10-2021-0175480
54	차수판(Water Proof Plate)	진연호 외	10-2021-0193319
55	차수판 삽입장치	진연호 외	10-2021-0193321
56	차수판 제작장치	진연호 외	10-2021-0193320
57	공전해 시스템의 가스 이송용 모듈 및 가스 이송용 모듈 어셈블리	전동환 외	2021254598
58	전착 도장 제어 시스템 및 그 방법	최창식 외	17/404,018
59	전착 도장 제어 시스템 및 그 방법	최창식 외	202111204018.X
60	연료 개질시스템 및 연료개질 방법	송형운 외	PCT/KR2021/011281
61	흡착 방식의 유해가스 처리 시스템	이재용 외	PCT/KR2021/014958
62	배기가스 정화 장치	조성수 외	PCT/KR2021/016997

## 부록 2. '21년도 특허 등록 현황

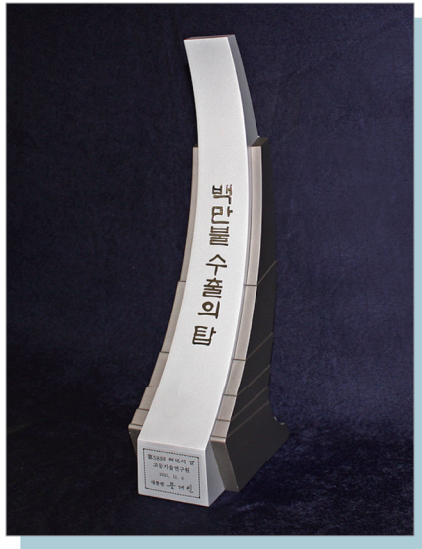
순번	특허명	발명자	등록번호
1	소형 가압식 고액분리 효율 평가장치 및 평가 방법	한성국 외	10-2259840
2	저함수 바이오매스를 위한 고효율 에너지 회수 장치 및 방법	장은석 외	10-2218612
3	세륨 산화물, 이의 제조 방법 및 금속 산화물 내 금속 추출 장치	양재교 외	10-2240383
4	고방열특성을 가지는 다이캐스팅용 알루미늄 합금 및 이의 제조방법	김대근 외	10-2217940
5	굴패각을 이용한 액상소석회의 제조방법 및 제조시스템	김석희 외	10-2203072
6	이산화탄소 및 수증기 공전해 시스템	정우현 외	10-2230130
7	리튬 함유 물질로부터 리튬 회수방법	박재량 외	10-2278372
8	플러그 생성부를 포함하는 스크류 피더 타입의 고압 분체연료 연속 공급장치	이지은 외	10-2214425
9	스크류 피더 타입의 고압 분체연료 연속 공급장치의 회전식 플러그 분산장치 및 그 연속적으로 공급하는 방법	정기진 외	10-2214435
10	미생물을 이용한 선박의 수소 생산 장치 및 수소 생산 방법	유영돈 외	10-2289868
11	폐기물 구조체의 제조 장치 및 제조 방법	조성수 외	10-2293815
12	폐기물 용융슬래그를 이용한 구조체 제조방법 및 이에 의해 제조된 구조체	조성수 외	10-2231671
13	바이오가스를 이용한 수소용복합 충전 시스템	장은석 외	10-2265036
14	액체 수소 냉열 순환을 이용한 수소 액화 및 냉열 이송 시스템	박성호 외	10-2267677
15	캐스케이드 방식 고압수소 제조 수전해 시스템 및 고압수소 제조 방법	엄성현 외	10-2289504
16	수소 액화 시스템 및 방법	이춘식 외	10-2289476
17	희토류 자석의 재활용 방법	이수영 외	10-2201243
18	막 접촉기를 이용한 배기가스 처리 장치	조성수 외	10-2250106
19	분말 성형물 성형 장치 및 성형 방법	공만식 외	10-2291148
20	합금 분말을 이용한 비정질 연자성 코어 제조 방법 및 비정질 연자성 코어	김영균 외	10-2244550
21	정제 사염화타이타늄 제조 장치 및 제조 방법	이찬기 외	10-2321997
22	타이타늄 분말 제조 방법 및 제조 장치	이찬기 외	10-2260400
23	배열회수용 히트펌프가 용된 난방시스템 및 그 제어방법	송형운 외	10-2347414
24	선택적 촉매환원 학습 시스템 및 선택적 촉매환원 학습 방법	김효식 외	10-2348619
25	간접식 액화가스 재기화 시스템 및 방법	이춘식 외	10-2290340
26	배관 차수부 제작장치 및 이를 이용하는 수용성 폴리머 배관 차수부 제작방법	최진주 외	10-2339195
27	태양열을 이용한 공기 발전 및 전기차 충전 시스템	이춘식 외	10-2340148
28	주조 폐열 회수용 열전발전 시스템	공만식 외	10-2253518
29	다이나믹 케이블을 고정하는 부유식 풍력발전 시스템	박종포 외	10-2323429
30	액화공기를 활용한 공기 조화 시스템 및 방법	류주열 외	10-2316757
31	부유식 해상구조물	장재경 외	10-2296855

## '21년도 특허 등록 현황

순번	특허명	발명자	등록번호
32	분산형 전원 공급 선박 및 이를 포함하는 에너지 공급 시스템	박성호 외	10-2310028
33	자외선 살균 시스템 및 상기 자외선 살균 시스템의 석영관 세척 장치	허덕재 외	10-2271578
34	영구자석을 이용한 빌렛 가열 장치 및 회전 속도 제어 방법	허덕재 외	10-2235546
35	외부 비산 및 흡입 물량을 최소화하는 수중 청소로봇	송성일 외	10-2336546
36	메탄 생성 장치 및 이의 제어 방법 제거장치	김수현 외	10-2334163
37	유해가스 처리 장치	조성수 외	10-2273106
38	촉매 자가재생과 부하변동형 개질기가 적용된 수소추출시스템 및 운영 방법	노정훈 외	10-2316259
39	연료전지를 이용한 인산화탄소 포집 시스템 및 그 방법	박성호 외	10-2289495
40	다단 촉매 반응을 이용한 일체형 개질기 장치	정기진 외	10-2327490
41	촉매투과부를 포함하는 수성가스전환 등온 촉매 반응장치	이진욱 외	10-2316734
42	용매 커튼 막을 이용한 고농도 황화수소 제거 장치	이승종 외	10-2313692
43	수소생산을 위한 석유코크스 합성가스화 공정 중 흡수제의 소모량이 낮고 접촉효율이 증가된 고농도 황화수소 제거장치	이재용 외	10-2313690
44	바이오 드라잉과 반탄화를 이용한 에너지화 시스템	성호진 외	10-2316543
45	내외부 복합 열교환식 반탄화 장치	성호진 외	10-2316553
46	가스화기 렌처 배출수에 함유된 미세입자 여과장치	전동환 외	10-2317351
47	균일한 온도 제어가 가능한 수성 가스 전환 반응기	정기진 외	10-2316737
48	공전해 시스템 및 이를 이용한 공전해 방법	정우현 외	2020202212
49	혼합 바이오매스를 이용한 반탄화물 제조장치	임용택 외	ZL201680030974.1

## 부록 3. '21년도 대외 수상 현황

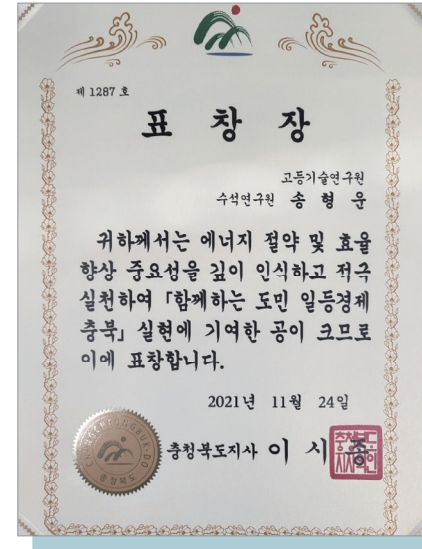
### 1. 대외 공로 수상



대통령상 '백만불 수출의 탑'  
(고등기술연구원)



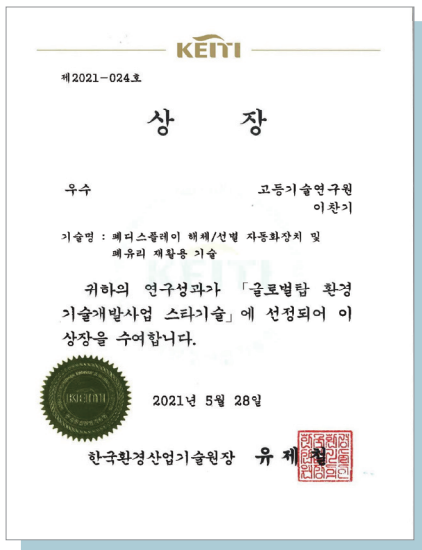
과학기술정보통신부 장관상  
'소프트웨어 산업보호대상'  
(고등기술연구원)



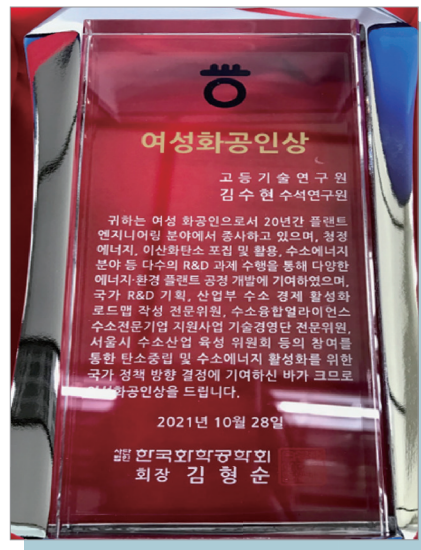
충청북도지사 표창장  
(송형운 수석연구원)



한국기계기공학회 '젊은 공학자상'  
(노정훈 선임연구원)



한국환경산업기술원장상  
(이찬기 센터장)



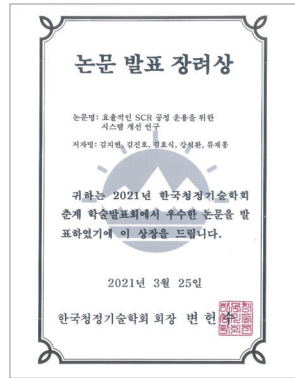
한국화학공학회 '여성화공인상'  
(김수현 수석연구원)



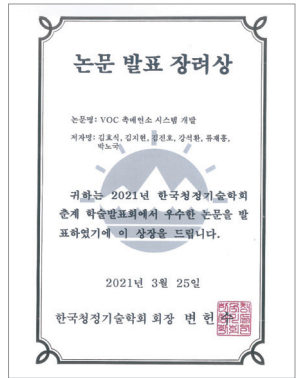
한국판 그린뉴딜 대통령 표창장  
(구재회 그룹장)

## 2. 우수 논문 발표상

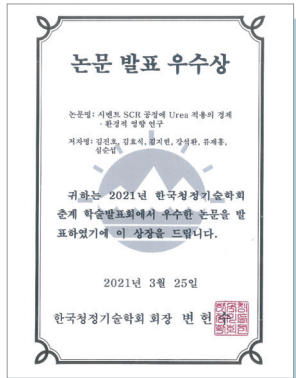
### - 플랜트엔지니어링센터



한국청정기술학회  
(김지현 연구원 외)



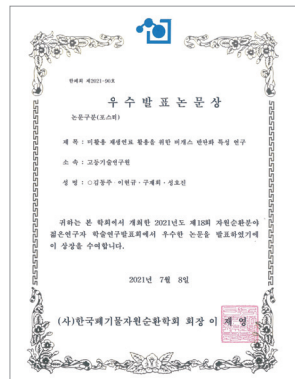
한국청정기술학회  
(김효식 선임연구원 외)



한국청정기술학회  
(김지현 연구원 외)



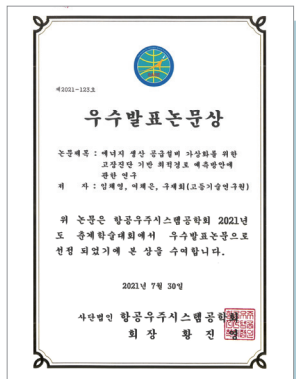
한국폐기물자원순환학회  
(김진호 선임연구원 외)



한국폐기물자원순환학회  
(김동주 선임연구원 외)



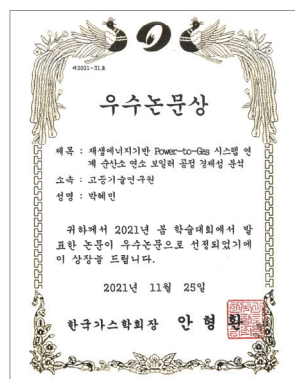
한국시스템엔지니어링학회  
(하가연 연구원 외)



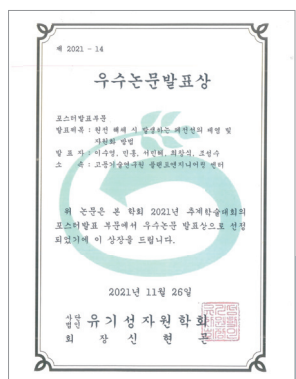
항공우주시스템공학회  
(임채영 선임연구원 외)



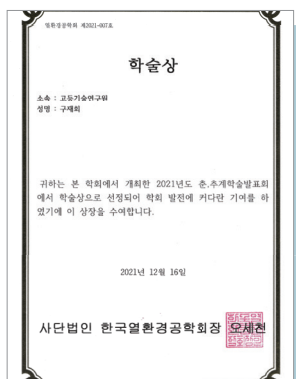
한국수소및신에너지학회  
(김지현 연구원 외)



한국가스학회  
(박해민 연구원 외)

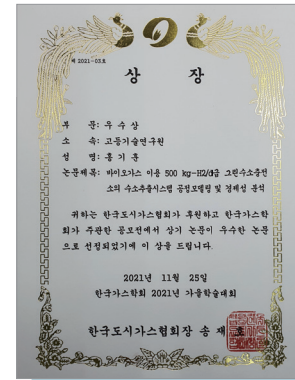


유기성자원학회  
(이수영 선임연구원 외)

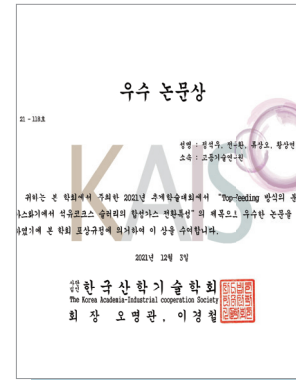


한국열환경공학회  
(구재희 그룹장)

### - 플랜트공정개발센터

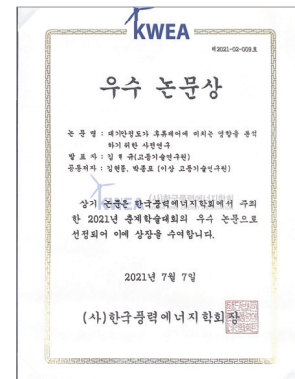


한국도시가스협회  
(홍기훈 선임연구원 외)

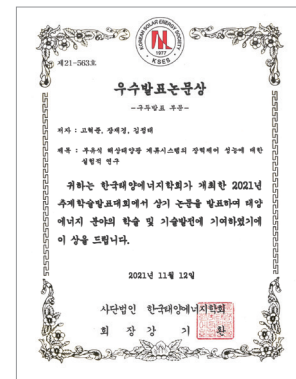


한국산학기술학회  
(정석우 센터장 외)

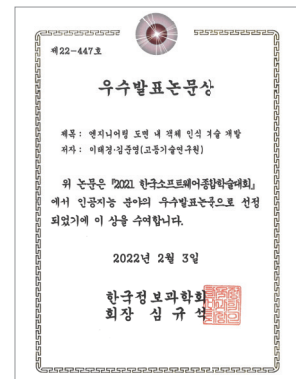
### - 그린에너지/인텔리전스센터



한국풍력에너지학회  
(김현규 선임연구원 외)

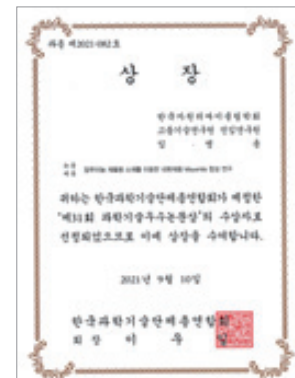


한국태양에너지학회  
(고현준 책임연구원 외)



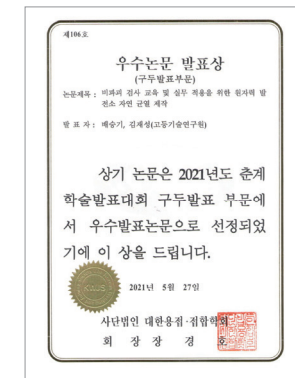
한국정보과학회  
(이태경 연구원 외)

### - 융합소재연구센터

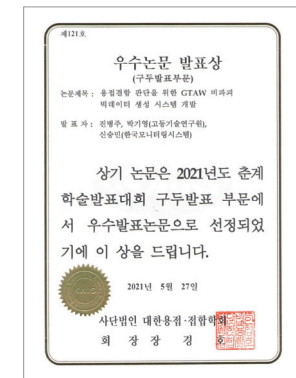


한국과학기술단체총연합회  
(임병용 선임연구원)

### - 지능기계시스템센터



대한용접·접합학회  
(배승기 연구원 외)



대한용접·접합학회  
(진병주 연구원 외)



1992 ~ 2022

# 2021 IAE ANNUAL REPORT

고등기술연구원 연차보고서

**IAE** 고등기술연구원  
Institute for Advanced Engineering

발행처	고등기술연구원
TEL	031) 330-7141
FAX	031) 330-7111
Homepage	<a href="http://www.iae.re.kr">www.iae.re.kr</a>
Email	<a href="mailto:jihyun896@iae.re.kr">jihyun896@iae.re.kr</a>
발행일	2022년 4월

Copyright. Institute for Advanced Engineering.





경기도 용인시 처인구 백암면 고안로 51번길 175-28

전화번호 031-330-7141 팩스 031-330-7111 이메일 jihyun896@iae.re.kr 홈페이지 www.iae.re.kr

Copyright. Institute for Advanced Engineering.

# 2021 ANNUAL REPORT

기술의 창조와 융합, 실용적 가치 창출로  
고객과 함께 스스로 성장하는 연구기관