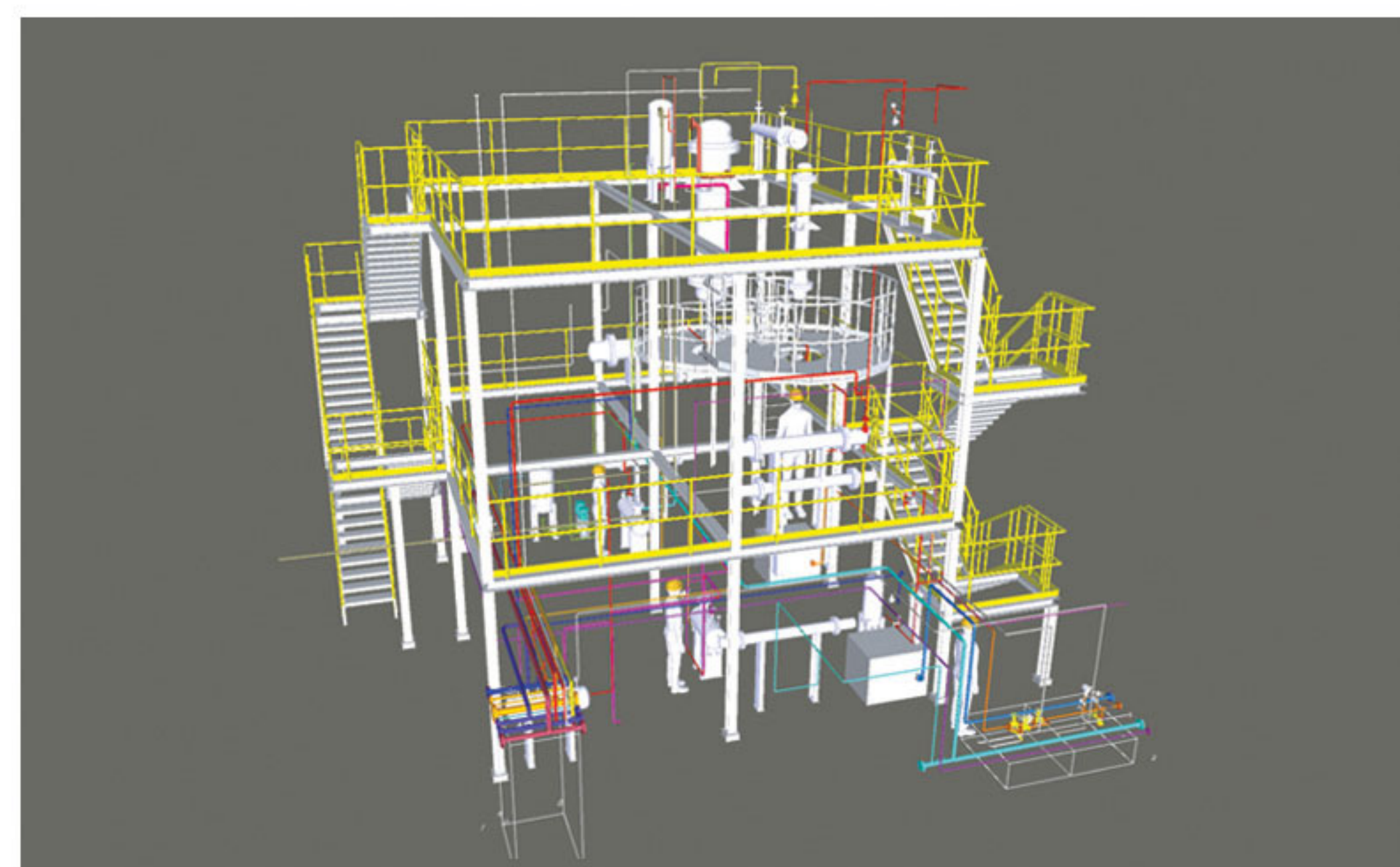
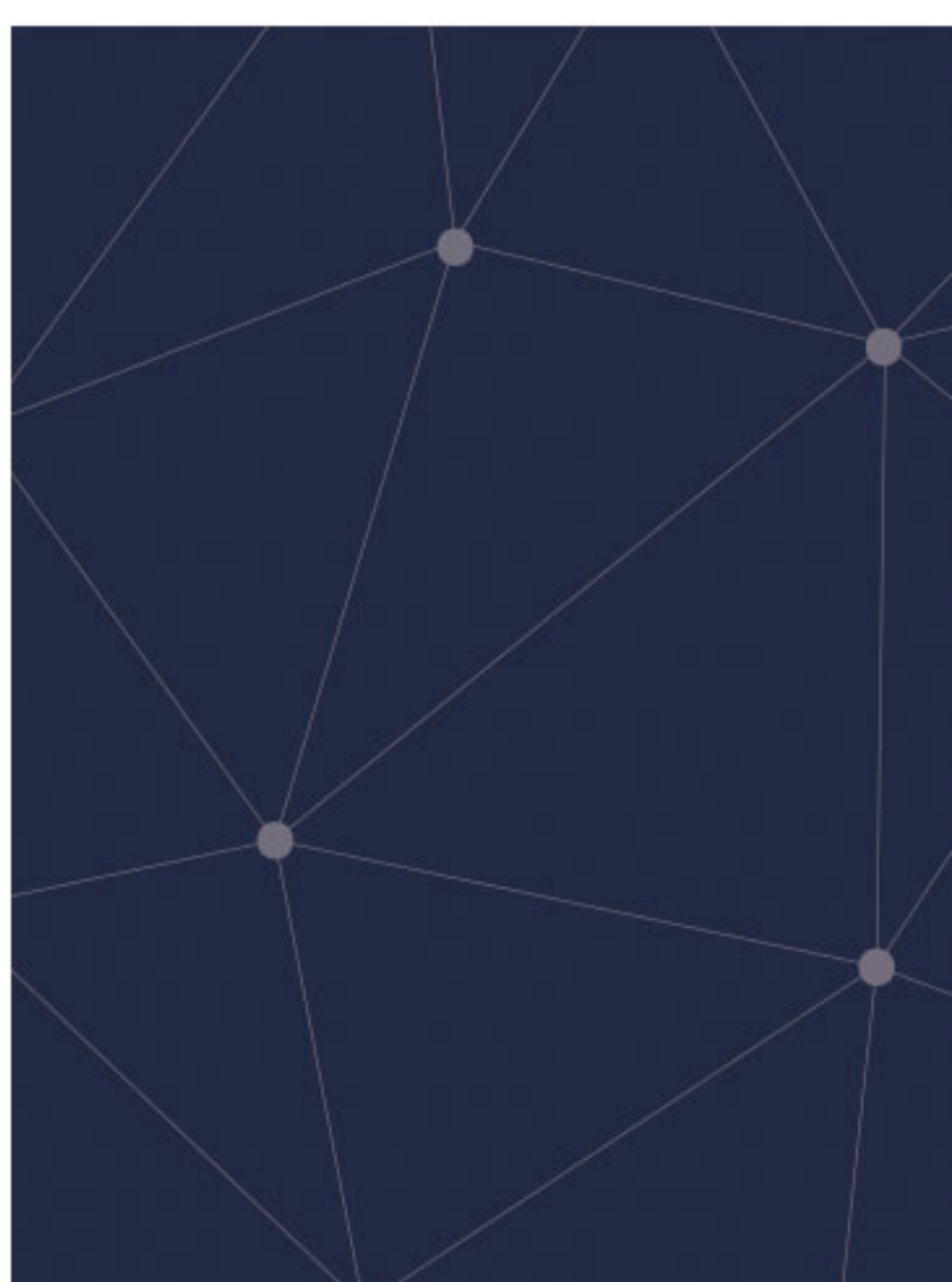
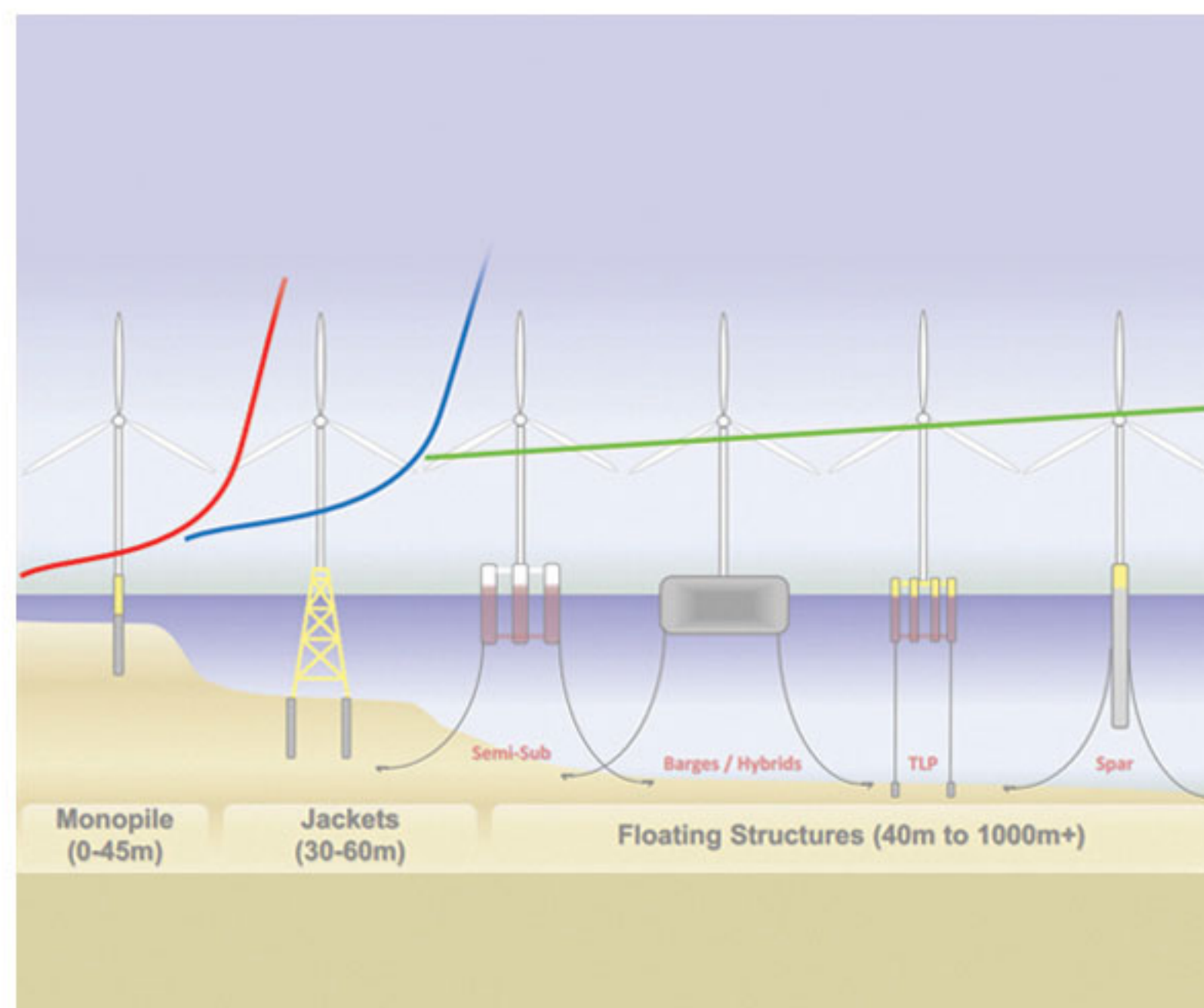


고등기술연구원 연차보고서

ANNUAL REPORT 2020



2020

ANNUAL REPORT

고등기술연구원 연차보고서



고등기술연구원 연차보고서

ANNUAL REPORT

2020

| 목차 |

CONTENTS

01	발간사	04
02	연혁	05
03	임무	06
04	조직도	07
05	사업성과('19년~'20년)	08
	과제현황	08
	연구성과(특허,논문,보고서)	09
06	'20년 기술분야별 주요과제 연구실적	12
	플랜트 엔지니어링 기술	12
	SNG/수소 생산/이용/저장 기술	18
	바이오자원순환기술	22
	대기/수질 환경개선 기술	26
	태양광/풍력 에너지 전환 기술	31
	CCUS 기술	35
	용접/비파괴 검사 기술	37
	설계/해석/시험평가 기술	42
	ICT융합 제어기술	46
	자원재활용 기술	48
	금속 소재기술	53
	기능 소재기술	60
부록	부록 1 : '20년도 특허출원 현황	66
	부록 2 : '20년도 특허등록 현황	68
	부록 3 : '20년도 대외수상 현황	69

발간사

2020년 한해는 우리사회가 여지껏 한번도 경험해보지 못했던 코로나19라는 팬데믹으로 인하여 사회 구성원 모두에게 감내하기 힘든 고통과 어려움을 안겨주었던 힘겨운 한해였습니다. 이는 지금까지도 계속 현재진행중에 있으며, 그 종식시점까지는 우리 삶속 일상의 자유에 희생이 요구되는 힘든 시기가 지속되고 있습니다. 이러한 어려운 국가·사회적 환경속에서도 우리연구원은 2022년을 목표로 한 우리의 핵심 Vision과 가치인 **"기술의 창조와 융합, 실용적 가치창출로 고객과 함께 스스로 성장하는 연구기관"**을 꾸준히 실천하였으며, 그 단계별 전략적 목표들을 하나 둘씩 달성하면서 의미있는 성과를 거두게 되었습니다.

2020년 지난해 우리 연구원은 수소 생산 활용 및 인프라 구축분야, 풍력발전분야, 소재부품 핵심분야, IT 융복합 기술분야, 해외 우수업체와의 지속적인 연구협력 및 용역수주 등을 통해 우리의 기술적 성장 잠재력을 한 단계 더 끌어올렸으며, 이러한 핵심기술 분야를 기반으로 중장기 대형과제 수주 가능성 제고라는 가시적 성과를 이루었습니다. 이는 지난 4~5년 전부터 꾸준히 노력해 왔던 기술간, 부서간의 연구협업을 통한 기술 융·복합과 기관의 연구 인프라에 대한 적극적인 지원으로 일구어낸 성과였으며, 우리연구원의 핵심 연구분야에 대한 기술적 스펙트럼의 확장과 안정적인 연구재원을 확보했다는 측면에서 커다란 성과라 할 수 있겠습니다.

이러한 노력의 결과로 우리연구원은 2020년 67건의 정부과제와 33건의 기업용역과제를 신규 수주하게 되었고, 이는 전년대비 각각 67%, 27%가 증가된 양적 성과를 보여주고 있으며, 특히 2014년부터 꾸준히 추진해 오고 있는 해외 우수기업과의 연구협력, 기업 및 공공기관과의 연구용역수행을 통해 국가연구개발 사업에만 의존하지 않는 다양한 연구재원의 채널을 확보 하게 되었습니다.

아울러, 2021년부터 시행되게 될 국가연구개발사업 혁신법에 대응하여 우리연구원은 과제 수행에 있어 발생 가능한 Risk를 사전에 줄이고, 과제 수행의 전주기에 걸친 모니터링을 강화하여 변화하는 국가 R&D사업 환경에 적극적으로 대처하여 국가경쟁력에 기여할 것입니다.

본 2020년도 Annual Report는 이러한 우리연구원의 노력이 바탕이 되어 한해 동안 수행하였던 주요 연구활동을 요약/정리한 내용으로, 핵심기술을 지속적으로 발전시켜 미래 고부가가치를 창출하기 위한 우리연구원의 현재와 미래가 담겨져 있으니 많은 격려와 관심을 당부 드립니다.

2021년 4월

고등기술연구원장 김진균

HISTORY

연혁

2010
-
현재

- 2020.11. 지역특화 R&D사업 수행을 위한 분사무소 설립
(경남-풍력, 울산-CCUS, 충남-수소FC발전)
- 2020.04. 소부장 융합혁신지원단 가입(한국산업기술진흥원)
- 2019.05. 수소에너지 기반기술 신규추진
(수소 생산·저장, 플랜트 설계·구축·운영 기술)
- 2018.07. 액화공기 저장/응용 및 CO₂ 포집/응용 기술개발(ESS & CCUS)
- 2017.08. System Eng. 기반기술 및 풍력 발전시스템 관련 기술개발 착수
- 2016.07. 석탄화력용 초임계 CO₂ 발전 Eng. Design 착수
- 2015.06. 산업용 전략소재(TiCl₄, TiO₂) 개발 착수
- 2015.05. 기술 융·복합 및 인사혁신 TFT 운영
- 2014.06. 초임계 CO₂ 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)
- 2011.10. 천연가스(LNG) 제조공정 BSU 구축
- 2011.02. 20톤/일급 IGCC Test-Bed 구축 착수(~2016년)
- 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(산학연 공동체, 대우그룹)

Mission

임무

비전

IAE Vision 2022

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

전략방향

핵심가치

창조 · 도전 · 열정

미래 성장동력 확보

핵심가치

기술의 수월성과 실용성

핵심기술의
심화 · 확대

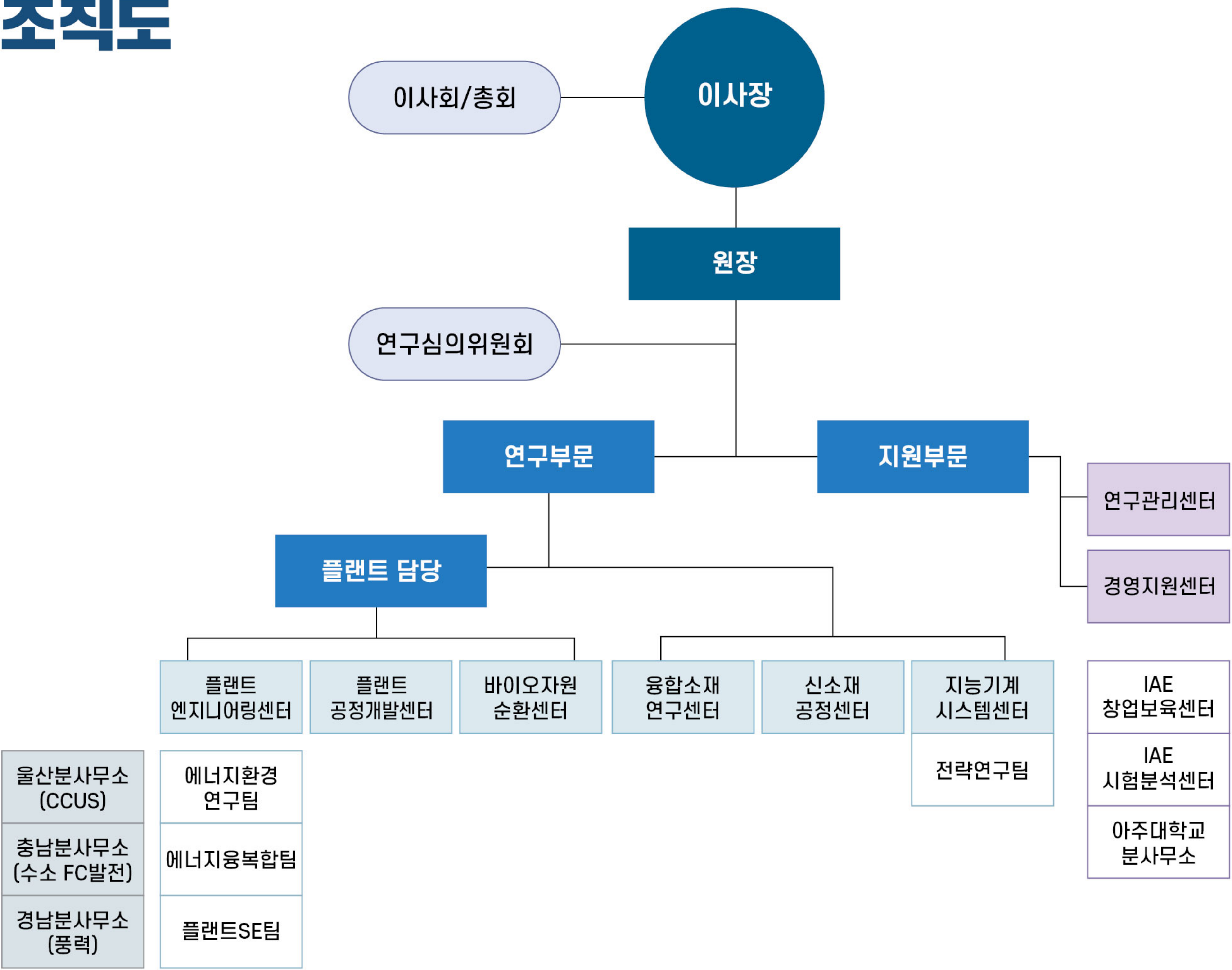
핵심가치

개인 역량 강화와 고객만족

조직운영 효율화

Organization chart

조직도



인원현황

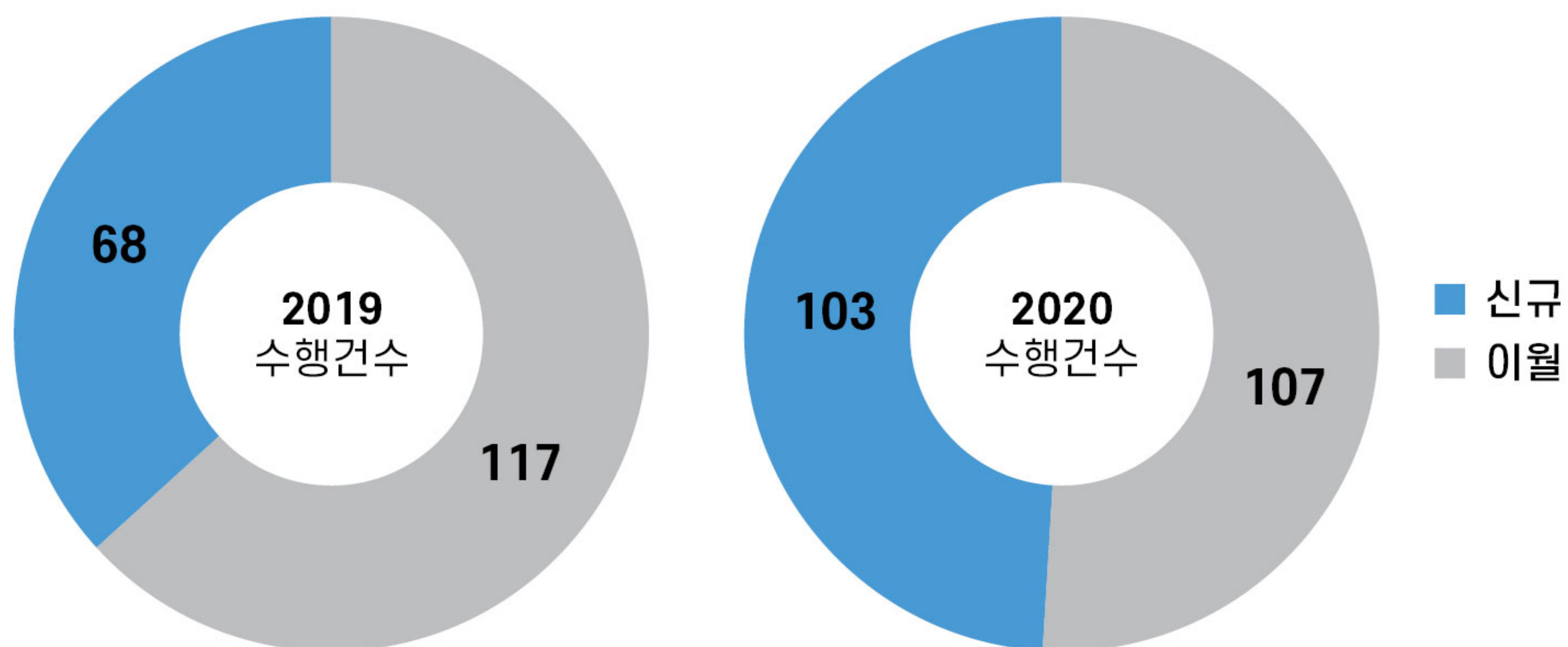
2020. 12. 31 기준

직급 \ 학위		연구부문			지원부문	소계
		박사	석사	학사		
인원수 (명)	임원/연구위원	7	1	-	4	12
	수석/책임 연구원	33	11	1	3	48
	선임연구원	17	37	7	5	66
	연구원	-	31	6	7	44
합 계		57	80	14	19	170

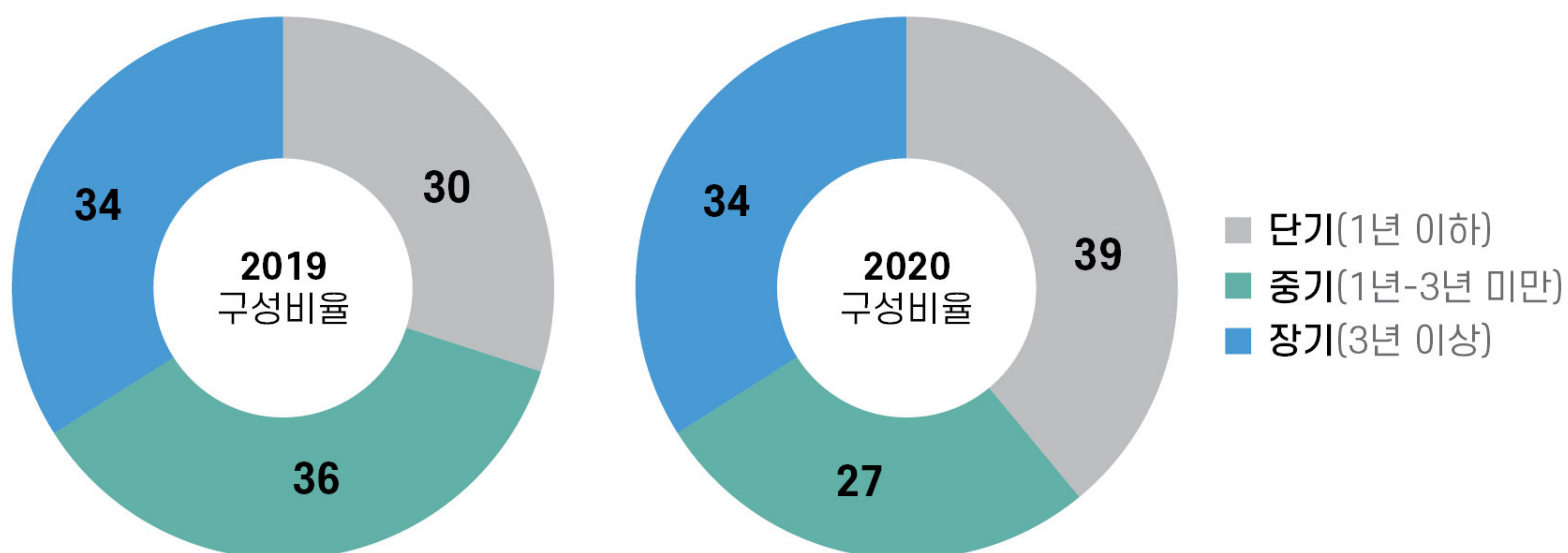
사업성과

01 과제현황

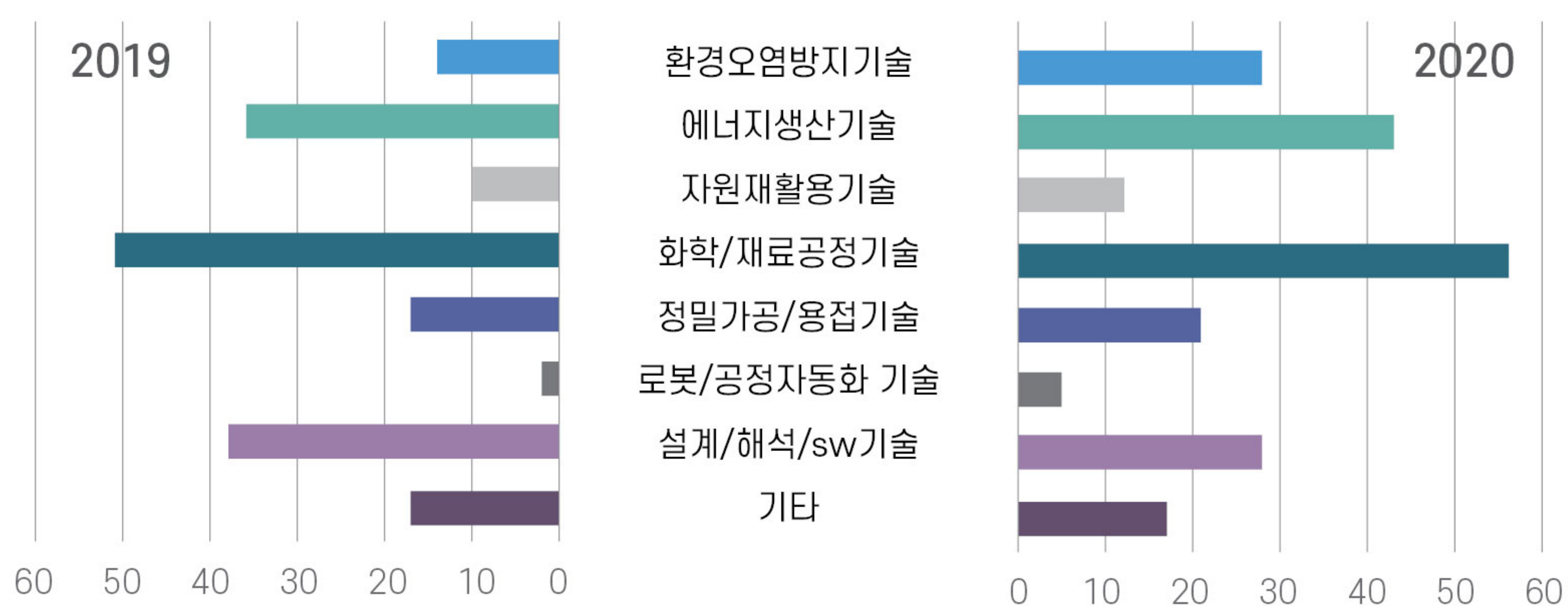
당해년도 수행 과제수 기준



총 연구수행 기간 기준 구성 비율



기술분야(당해년도 과제 건수별)



사업성과

02 연구성과(특허, 논문, 보고서)

특허

2019년도(건)			2020년도(건)		
출원	등록	합계	출원	등록	합계
50	40	90	56	35	91

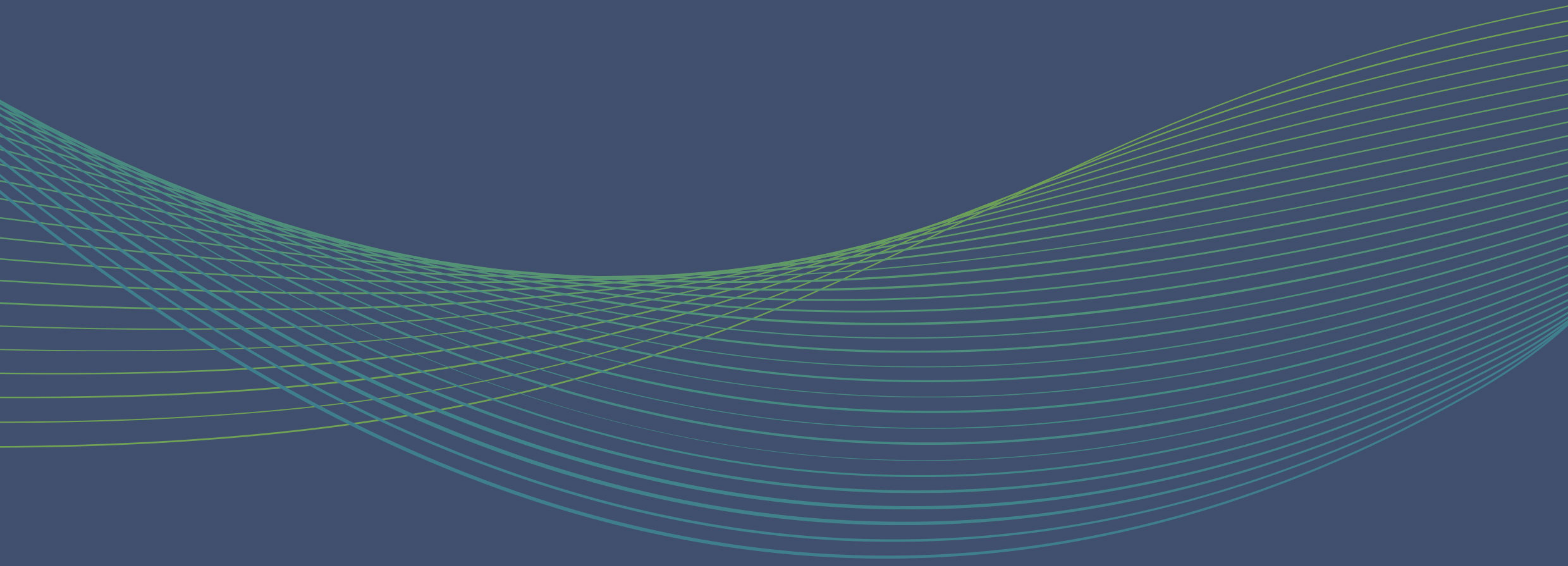
논문

구 분	2019년도(건)	2020년도(건)
SCI (E) 학술지	54	25
비SCI (E) 학술지 및 국내외 학술대회 등	440	212
합 계	494	237

기술보고서

구 분	2019년도(건)	2020년도(건)
TR(완료보고서/연구노트 등)	183	236
TM(중간/실험결과보고서 등)	120	177
TC(세미나/실험Data 등)	254	292
합 계	557	705





2020
연차보고서

Annual Report

기술분야별 주요과제 연구실적

플랜트 담당	플랜트 엔지니어링 기술	12
	SNG/수소 생산/이용/저장 기술	18
	바이오자원순환기술	22
	대기/수질 환경개선 기술	26
	태양광/풍력 에너지 전환 기술	31
	CCUS 기술	35
지능기계 시스템센터	용접/비파괴 검사 기술	37
	설계/해석/시험평가 기술	42
	ICT융합 제어기술	46
융합소재 연구/ 신소재공정센터	자원재활용 기술	48
	금속 소재기술	53
	기능 소재기술	60

가상에너지 생산공급설비 활용 산업단지 에너지 공동네트워크 개발 및 실증('20 ~'24)

01 참여연구원

구재희(PM), 임용택, 성호진, 김수현, 박영수, 박수남, 박동규, 김동주, 임채영, 구희섭, 심병호

02 연구목표

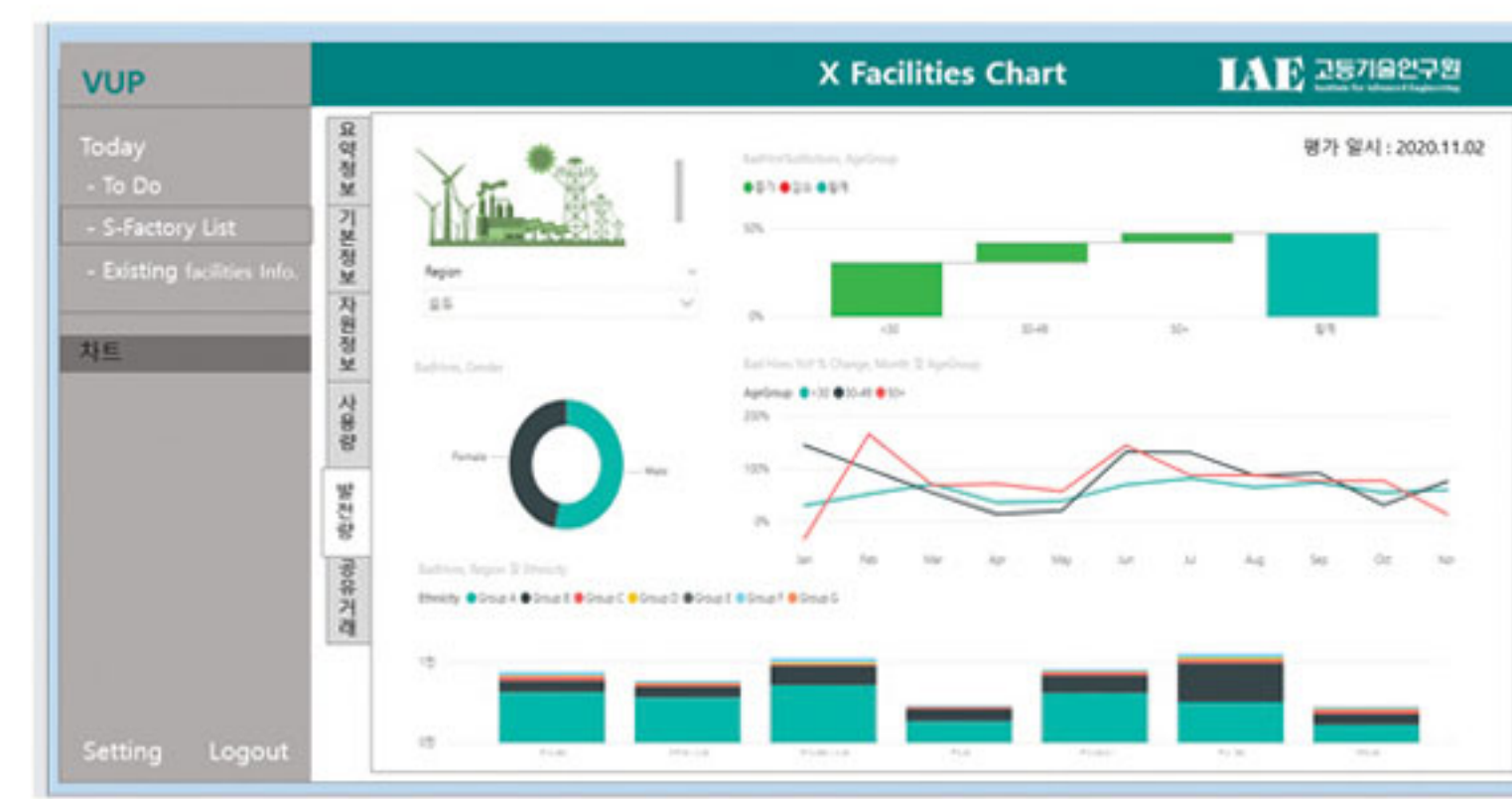
- 에너지 네트워크 라우팅 데이터 전처리 및 에너지 밸런스 특성 파악
- 실증대상 공장 현장조사 및 분석
- 에너지 생산 수요 데이터 전처리, 표준화 및 DB구조 설계
- 에너지 수요 및 공급 특성 기초 모델링

03 연구실적

- 실증대상 공장 현장조사 및 분석 : 업체별 공정 구성 파악 및 설비 데이터 수집
- 에너지 생산 수요 데이터 전처리, 표준화 및 DB 구조 설계
- 에너지 수요 및 공급 특성 기초 모델링
- 에너지 밸런스 기초 특성 해석 및 에너지 흐름 세분화 / 가시화

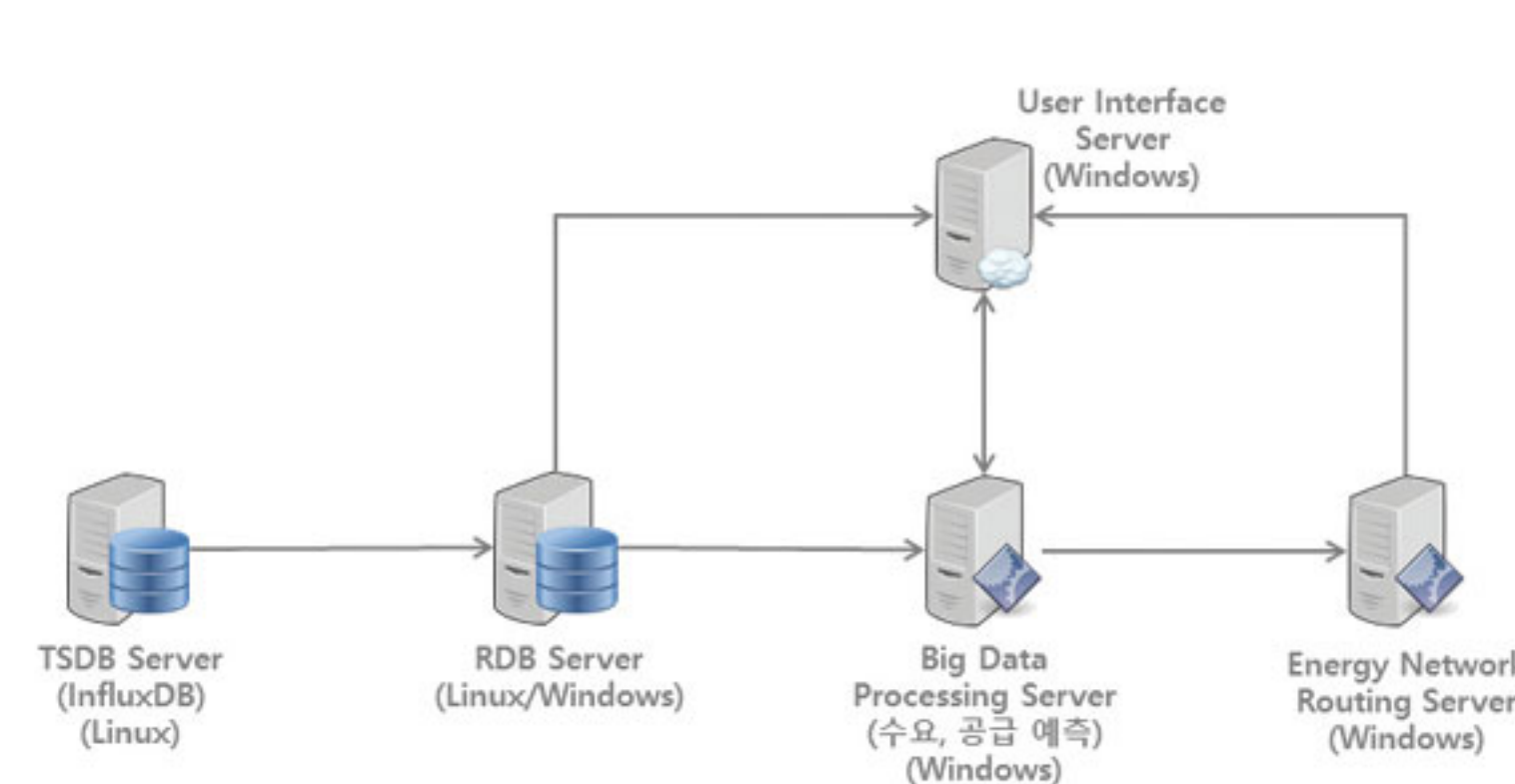


에너지 수요 예측 흐름 세분화 기능 구조(안)

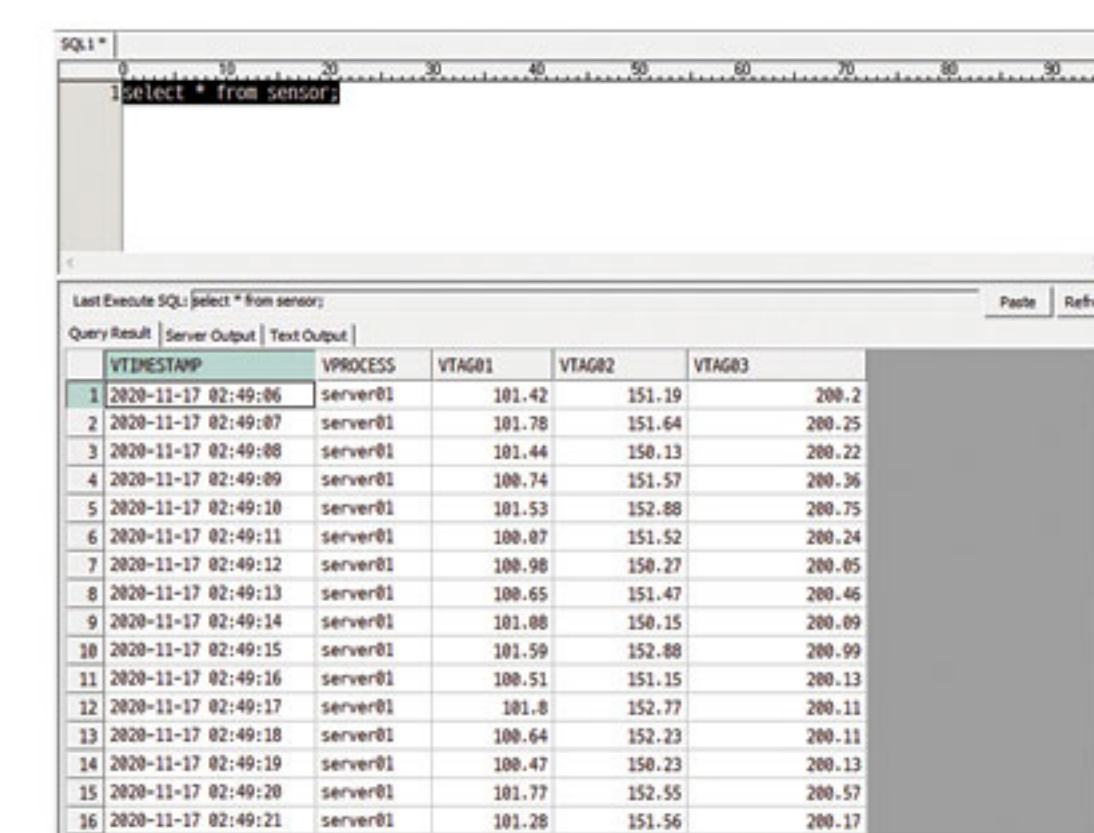


에너지 효율 분석 기능 가시화(안)

- 에너지 네트워크 라우팅 시뮬레이터 개발 환경 구축



라우팅 시뮬레이터 개발 환경 개념(안)



관계형 데이터베이스(RDB) 입력 데이터 확인

04 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

05 정량성과

논문 8건 (SCI(E) 1 건)

플랜트 담당 : 플랜트 엔지니어링 기술

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

01 참여연구원

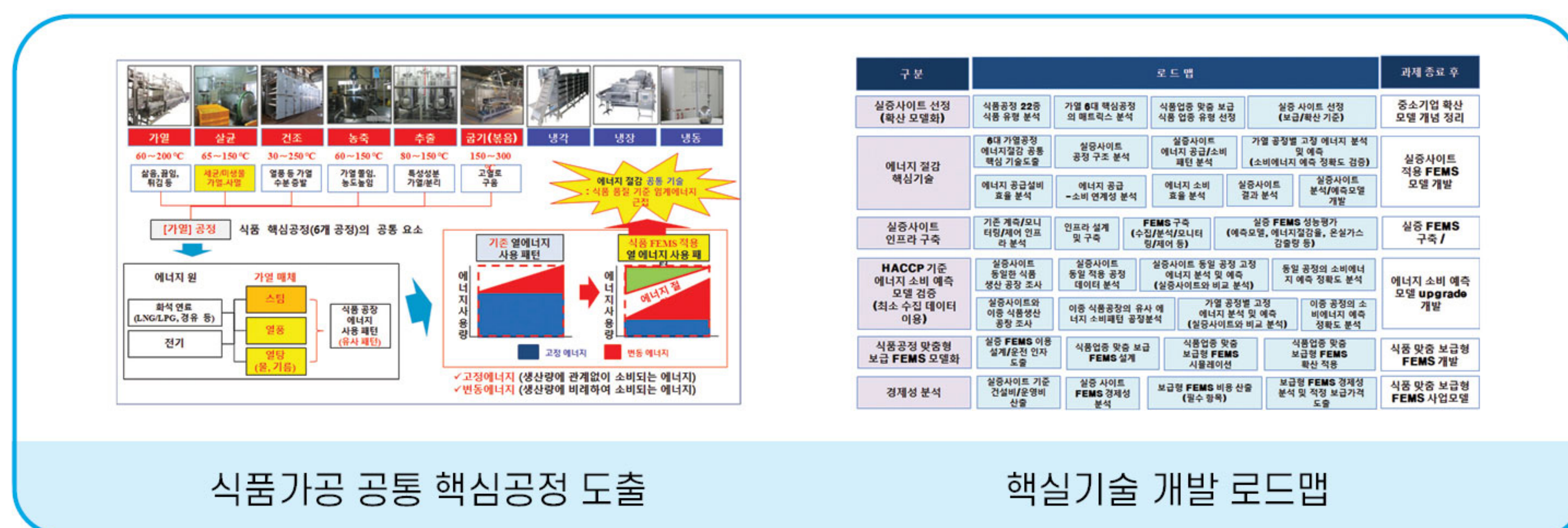
구재회(PM), 임용택, 성호진, 박영수, 박수남, 박동규, 김동주, 임채영, 구희섭, 심병호

02 연구목표

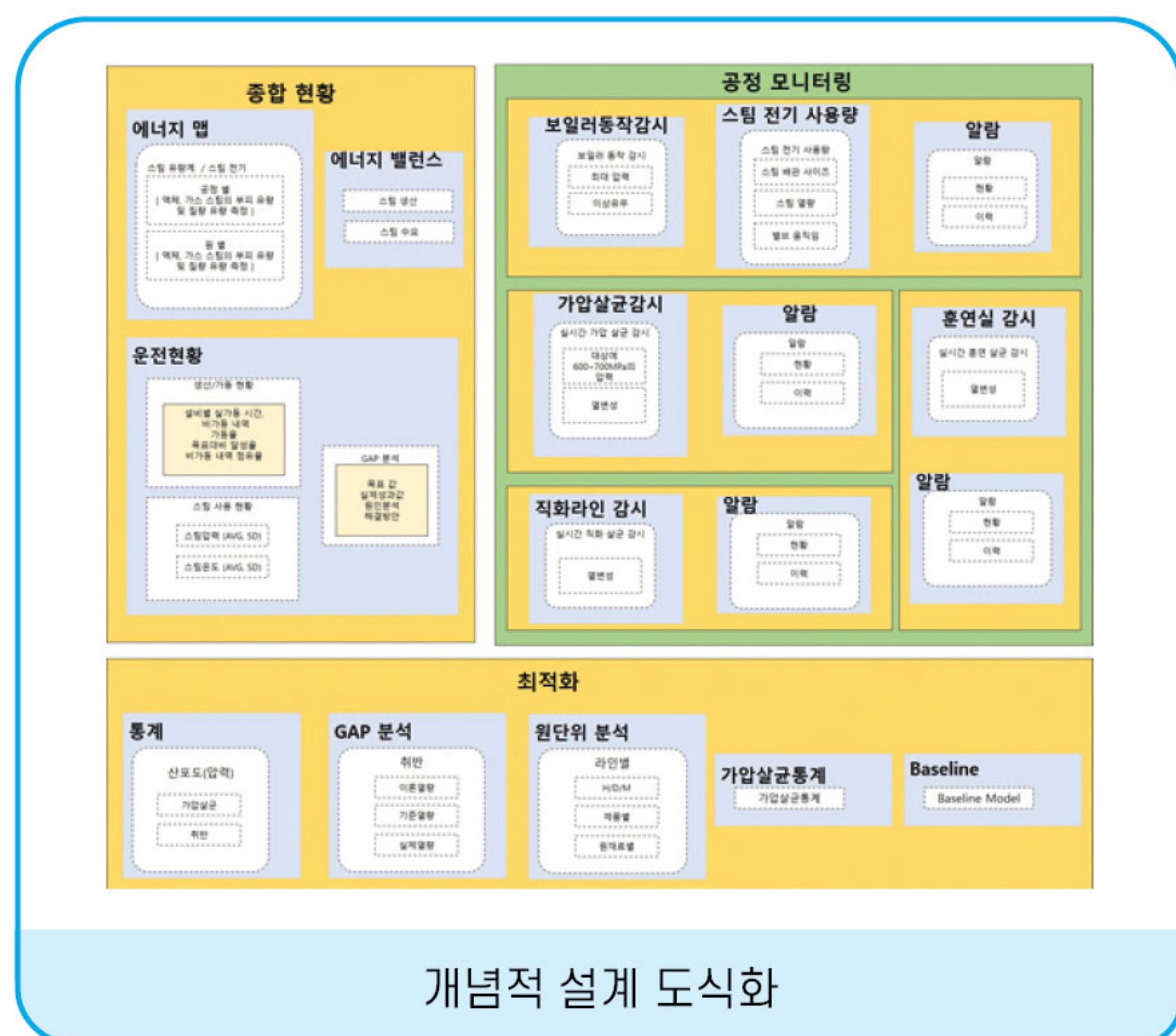
- 식품가공공정 에너지 절감을 위한 FEMS 범용화 핵심기술 개발 로드맵 수립
- (식품실증1)식품공정 분석, 계측/제어 데이터 인프라 분석 및 설계
- (식품실증1)에너지다소비 공정 도출 및 데이터베이스 설계

03 연구실적

- 식품가공공정 에너지 절감을 위한 FEMS 범용화 핵심기술 개발 로드맵 수립



- (식품실증1)식품공정 분석, 계측/제어 데이터 인프라 분석 및 설계 : 가스, 전기, 스팀 사용량 조사
- (식품실증1)에너지다소비 공정 도출 및 데이터베이스 설계



04 활용방안

- 식품공장 에너지관리시스템(FEMS)으로 활용 및 산업공장 FEMS로 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

05 정량성과

논문 2건

플랜트 담당 : 플랜트 엔지니어링 기술

I 이미지 형식 엔지니어링 도면의 지식기반 설계정보 인식기술 개발('18 ~ '20)

01 참여연구원

김준영(PM), 이태경, 류주열, 박은진, 차재민, 구희섭

02 연구목표

- 이미지 도면 내 객체 인식 결과 저장 형식 개발 / 이미지 도면 전처리 기술 개발
- 이미지 도면 내 객체 정보 인식 기술 개발 / 도면객체 인식 모듈 SW 시제품 개발

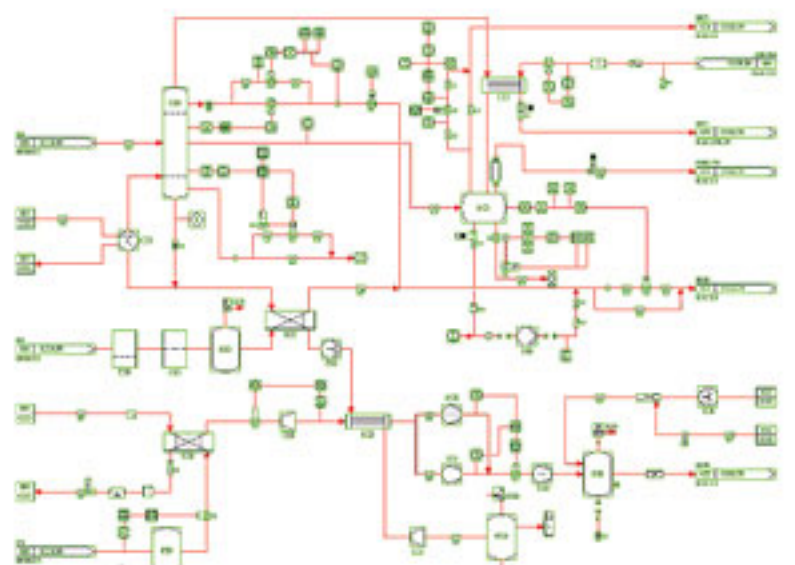
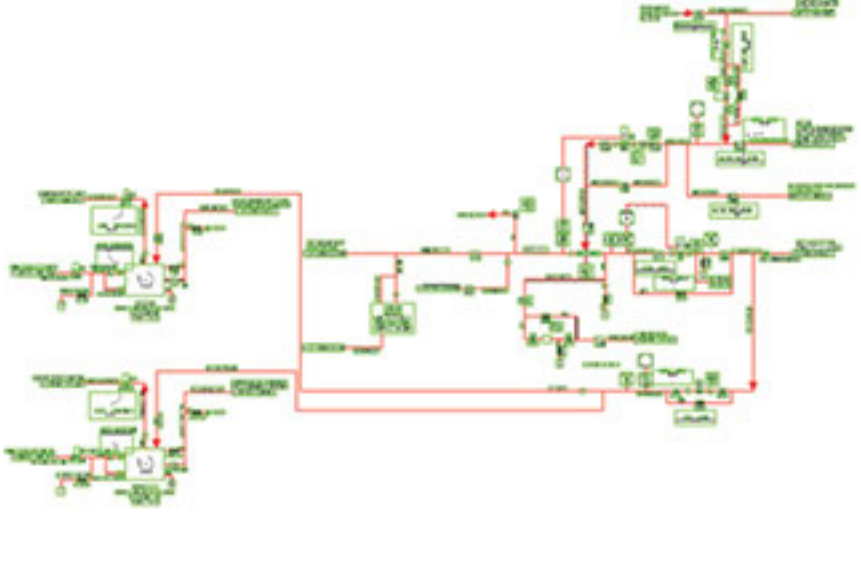
03 연구실적

- 도면 내 존재하는 배관 객체를 기하적으로 인식하기 위해서, 각 배관 객체의 기하적 특성과 인식 방식을 정의하여 데이터베이스 구축

세부 알고리즘	알고리즘 구동 원리
배관 객체 인식 전처리 알고리즘	심볼/텍스트 제거 -> 이미지 변환 -> 그레이스케일 변환 -> 이진화 -> 세션화
배관 객체 인식 알고리즘	점 연결 기반 선인식 -> 선 연결 및 객체화
배관 객체 후처리 알고리즘	선 통합 -> 선 교정 -> 분기점 선 분할 -> 실선/점선 분류 -> 화살표 인식 -> 선 제거

지식기반 배관 객체 유형 별 인식 알고리즘 개발

- 지능형 도면 객체 인식 모듈 SW 시제품 구현 및 평가

시제품 평가 대상 도면	인식 정확도
 수요기업 도면	심볼 : 99.2% (인식 성공 객체/총 인식 객체 : 132/133) 텍스트 : 96.4% (인식 개별 문자/도면 내 개별 문자 : 1795/1862) 배관 : 85.8% (인식 성공 배관/실제 배관 : 139/162) 전체 객체 인식 정확도 : 95.8%
 표준기반 도면	심볼 : 96.6% (인식 성공 객체/총 인식 객체 : 171/177) 텍스트 : 97.5% (인식 개별 문자/도면 내 개별 문자 : 955/979) 배관 : 98.4% (인식 성공 배관/실제 배관 : 240/244) 전체 객체 인식 정확도 : 97.6%

04 활용방안

- 플랜트에서 가장 복잡한 P&ID 도면의 자동인식 성공을 통한 각종 도면에 폭넓게 적용 가능
- 플랜트/전자/건설 분야의 각종 도면뿐만 아니라 일반적인 도형, 텍스트, 배관을 포함하는 이미지를 인식하는 범용적인 딥러닝 기술에 활용 가능
- 과제 수요기업(동서발전, 삼성엔지니어링)의 본 기술 도입을 논의 중임
- 외부 수요기업(애니파이브, 에덤스 등)에서 특허 및 문헌 이미지 검색, PLM 시스템 내 설계도면 관리를 위해 본 기술 도입을 논의 중임

05 정량성과

특허출원 1건 / 논문 6건 / 프로그램등록 6건

플랜트 담당 : 플랜트 엔지니어링 기술

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

01 참여연구원

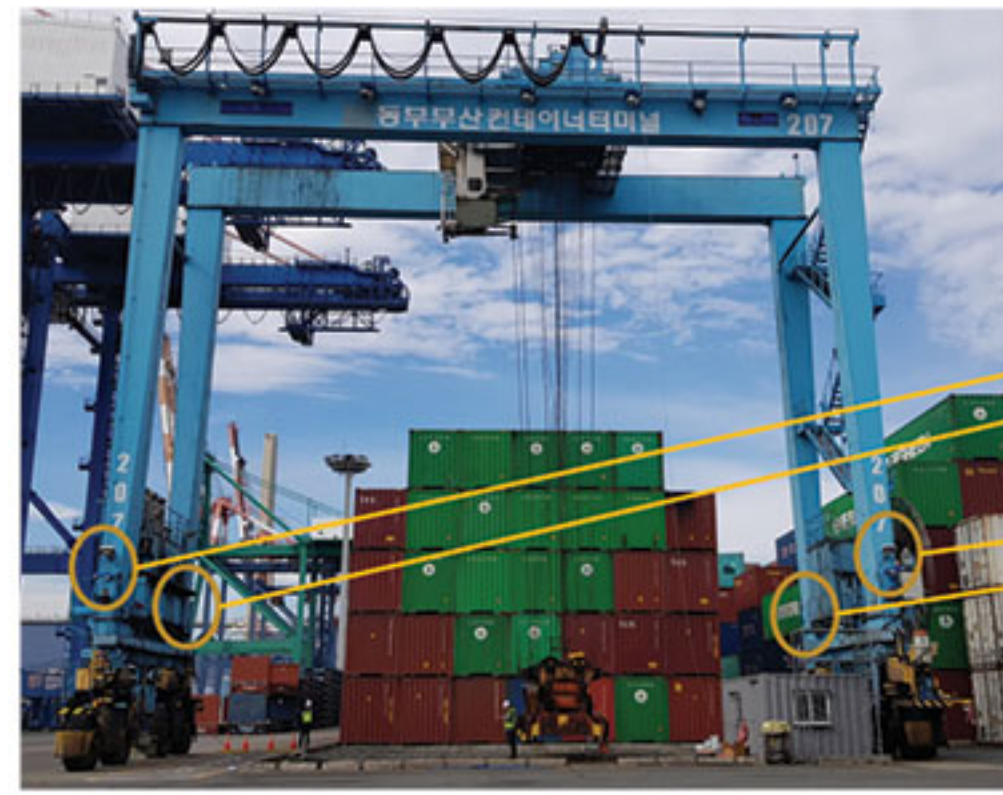
유보현(PM), 염충섭, 임동렬, 김진일, 신중욱, 이춘식, 윤문규, 유은섭, 정상혁, 하가연

02 연구목표

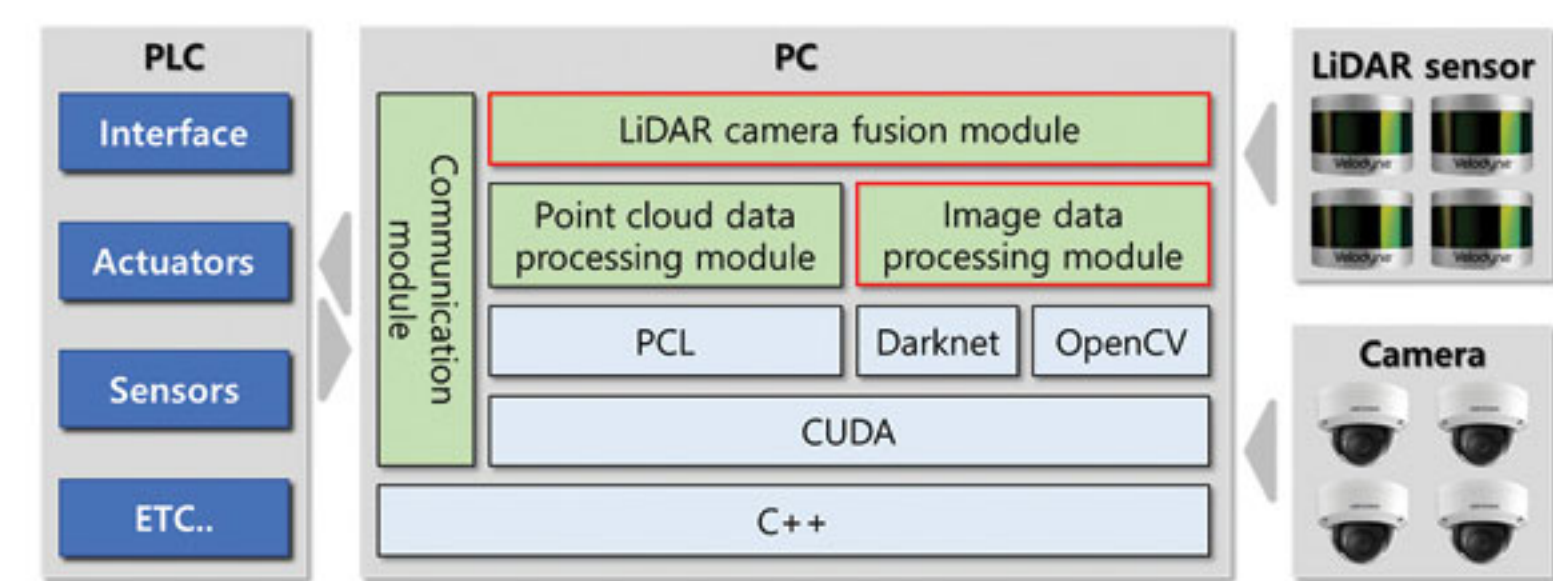
5G기반 대용량 실시간 데이터를 활용한 항만크레인 연계 스마트 물류 서비스 개발

03 연구실적

- 항만 크레인 충돌 방지를 위한 라이다 & 카메라 시스템 구축 및 데이터 처리 프레임워크 개발

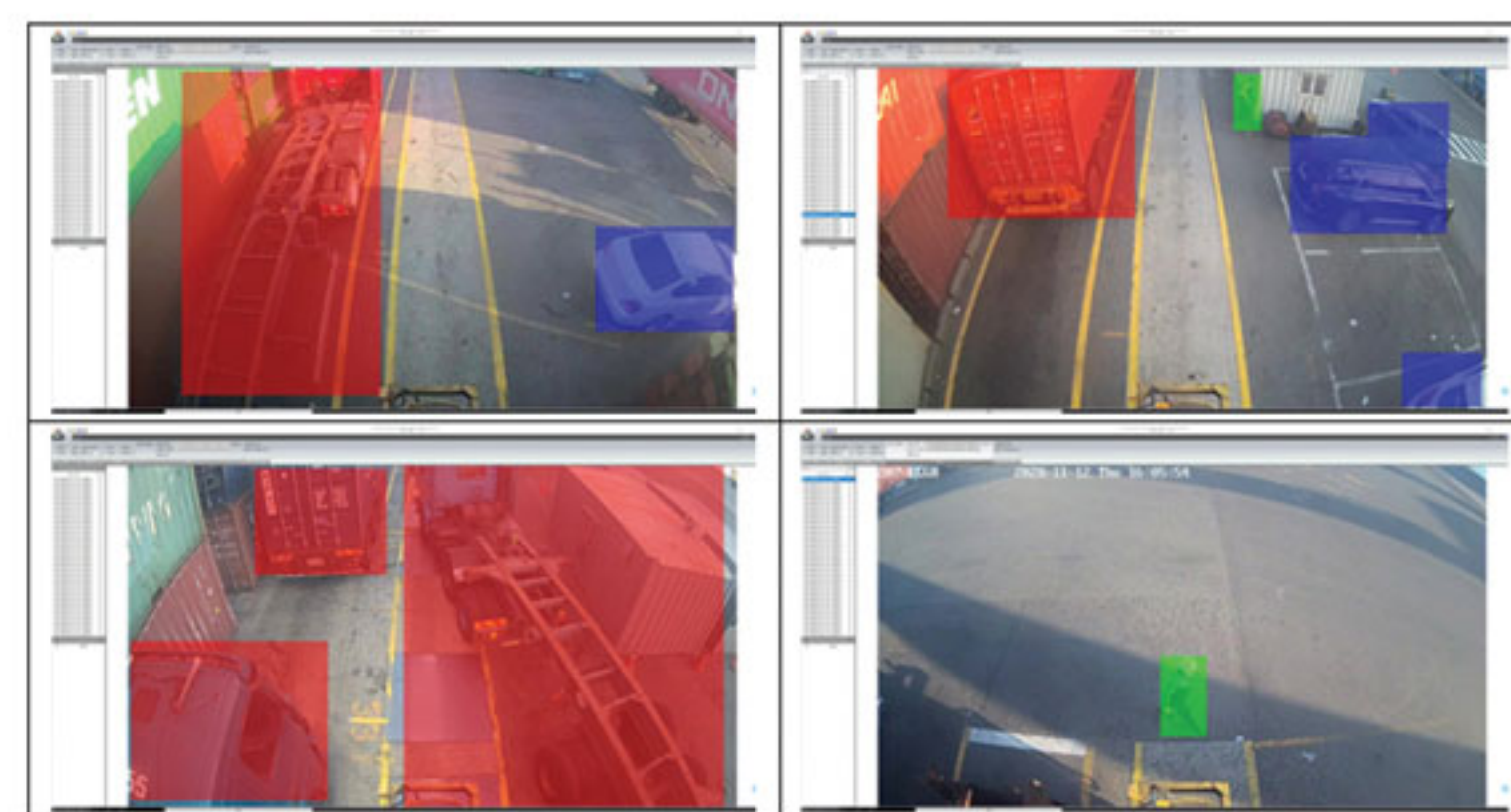


항만 크레인 라이다 & 카메라 센서 설치



PCL 기반 라이다 점군 및 이미지 데이터 처리 프레임워크

- 라이다 & 카메라 융합 항만 크레인 주변 장애물 인식 및 충돌 위험 감지 알고리즘 개발

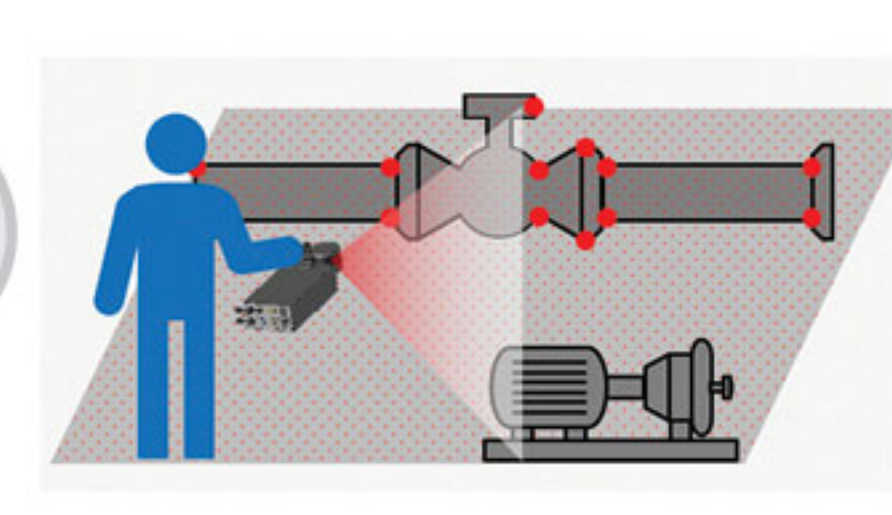
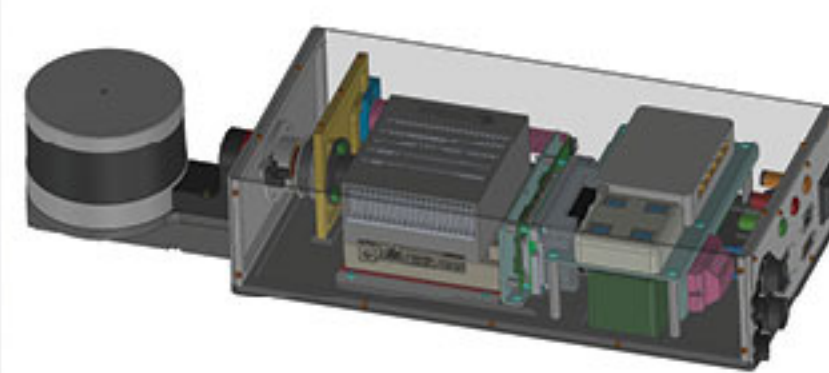
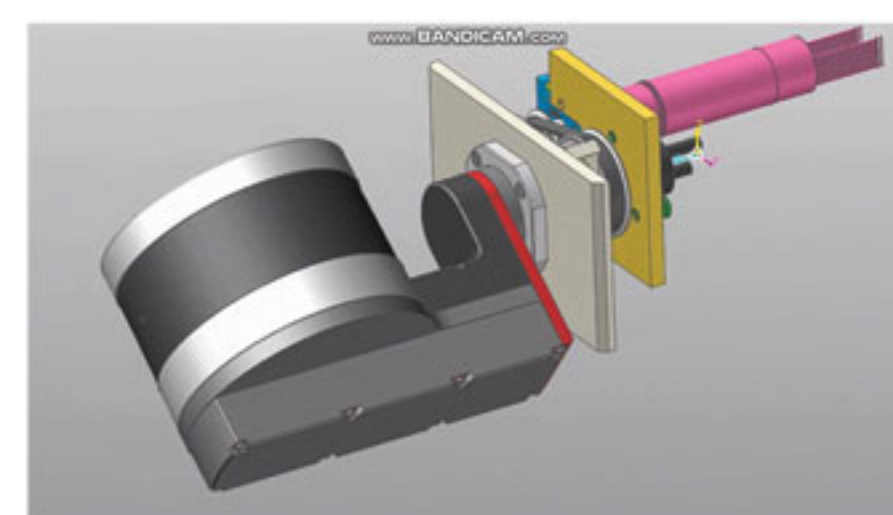


머신러닝 기반 항만크레인 주변 장애물 인식



항만크레인 연동 장애물 인식 및 충돌 위험도 산출 S/W

- 항만환경 대면적 공간정보 스캐닝을 위한 SLAM 기반 모바일 3D 스캔 기술 개발



이동형 대면적 공간정보 3D 스캔 플랫폼

SLAM 기반 모바일 3D 스캔

04 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

05 정량성과

논문 3건 / 특허출원 1건 / 프로그램등록 6건

플랜트 담당 : 플랜트 엔지니어링 기술

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

01 참여연구원

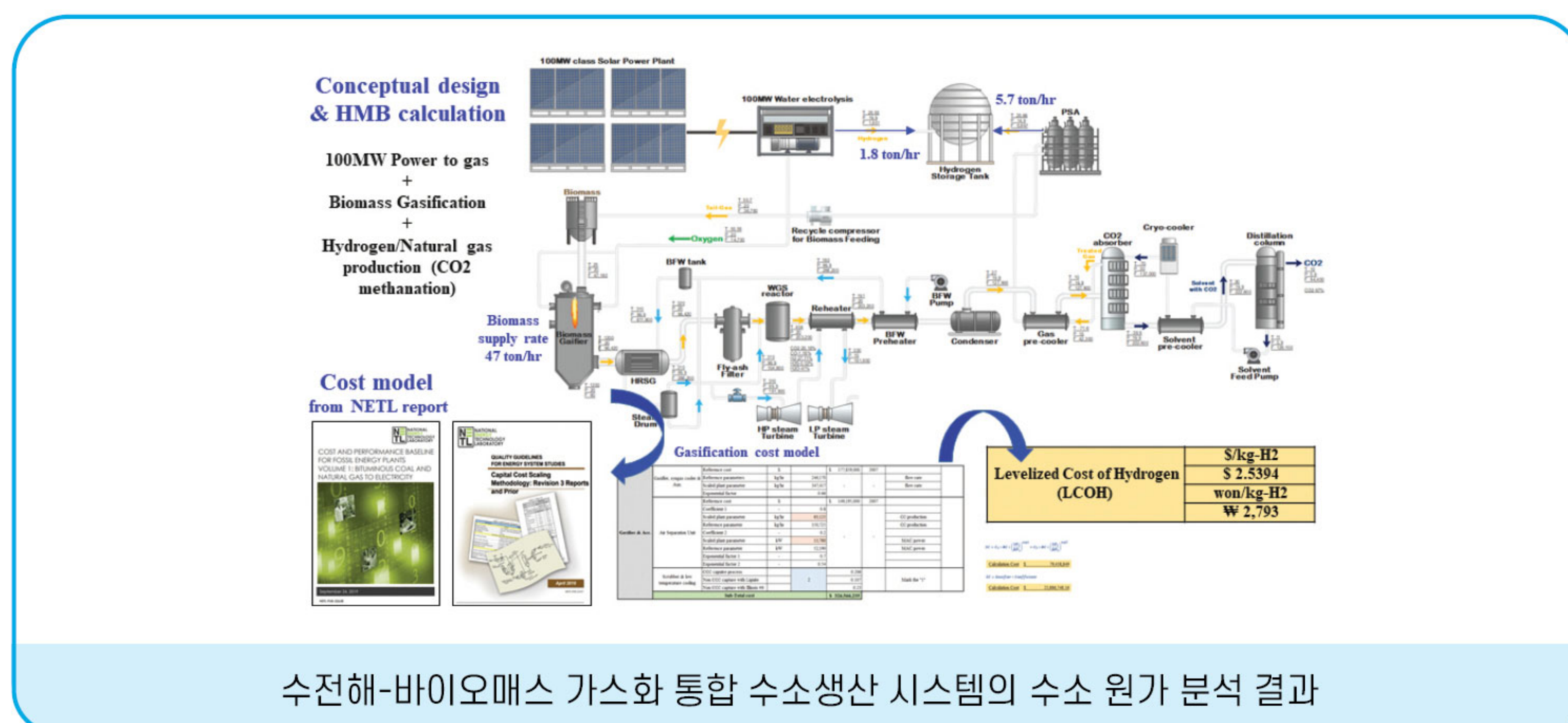
박성호(PM), 류주열, 손근, 이창형, 박혜민

02 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 균등화 원가 및 경제성 민감도 분석
- 비즈니스 모델별 Power to gas 공정의 사업성 평가
- Power to gas 공정의 최적 운영 방안 도출

03 연구실적

- Linear/Polynomial regression 비용 모델 개발
- 개발 균등화 알고리즘 기반 수소/천연가스 균등화 원가 분석
- 수전해 잉여 산소 이용 바이오매스 가스화 연계 통합 공정의 수소원가분석과 비즈니스 모델 개발



- 비즈니스 모델별 경제성 민감지표에 대한 민감도 분석

04 활용방안

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

05 정량성과

논문 4건 / 특허출원 1건

플랜트 담당 : SNG/수소 생산/이용/저장 기술

바이오가스를 이용한 수소융복합충전소 기술개발 및 실증('19 ~ '21)

01 참여연구원

송형운(PM), 엄성현, 장은석, 정희숙, 전동환, 정기진, 이지은, 윤종혁, 홍기훈, 정대웅, 노정훈, 이재용

02 연구목표

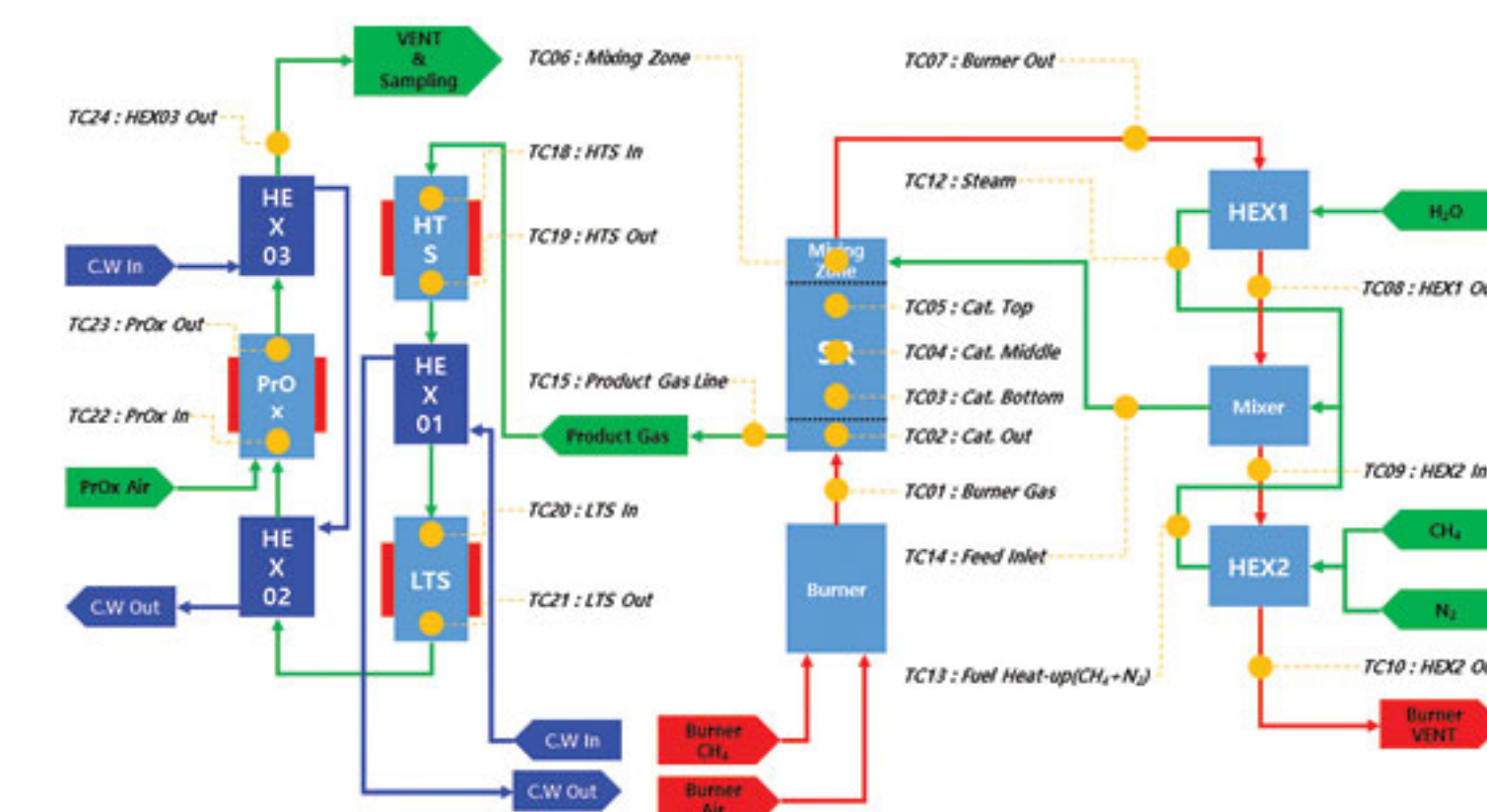
- 500 kg H₂/일급 수소융복합충전소 통합공정 시스템 엔지니어링
- 700 bar 수소버스(차) 충전서비와 450 bar 튜브트레일러 수소공급 시스템 구축
- 수소융복합충전소 가동율 90% 및 실증운전 60일 이상
- 수소판매가격 7,000원/kg으로 부생수소 경쟁 실증 자립화

03 연구실적

- 바이오메탄 이용 300m³-H₂/hr급 수소추출시스템 선정 및 제작
- 1 Nm³-H₂급 수소추출기 운전특성 파악

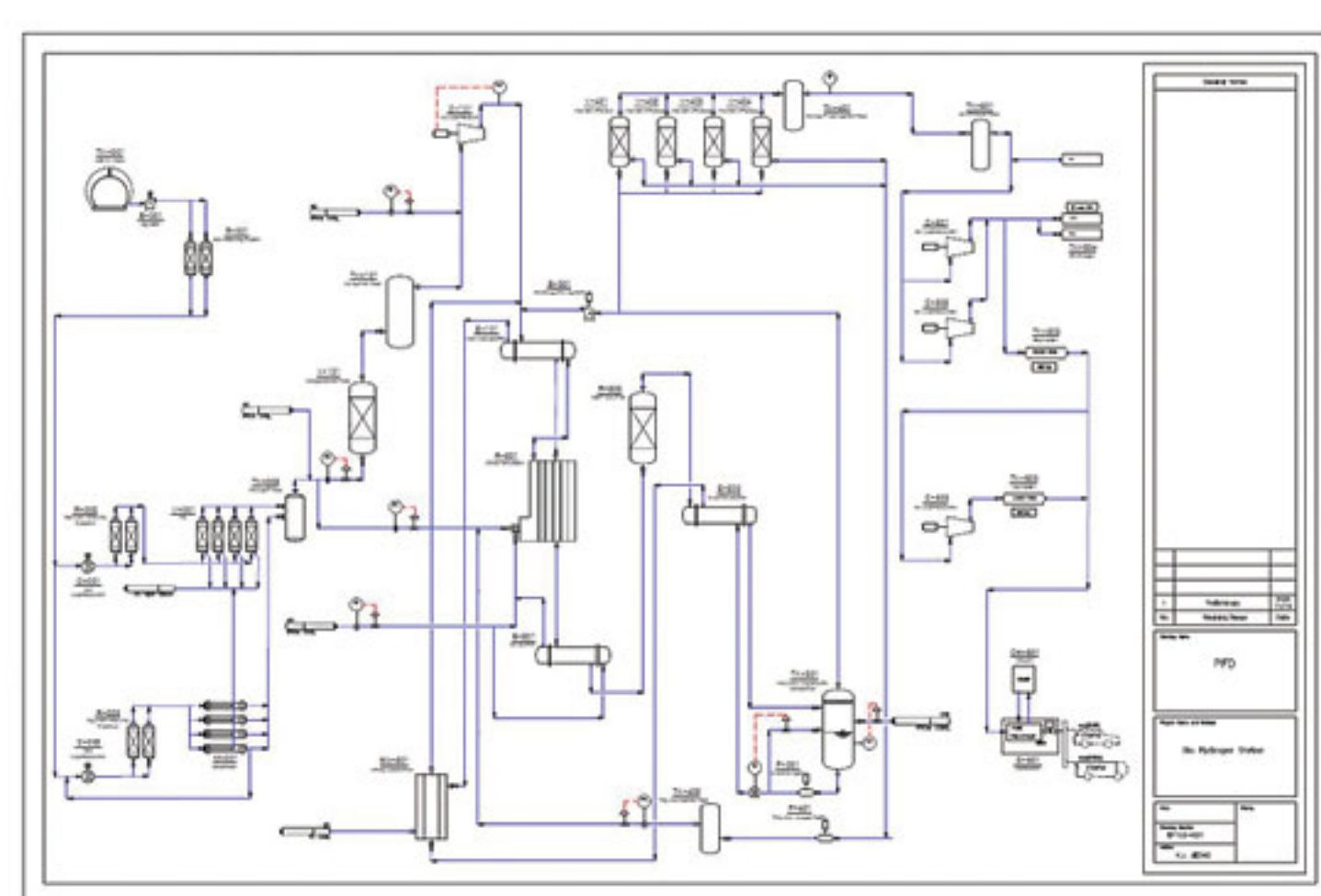


1 Nm³-H₂급 수소추출기 시스템 구축



시스템 개요도 및 열전대 위치

- 바이오가스 이용 통합플랜트 설계엔지니어링



수소융복합충전소 통합플랜트 PFD



04 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 간소화하고 전체시스템 비용을 절감할 것으로 기대
- 바이오가스를 이용한 수소융복합충전소 국내 최초 기술개발 및 실증으로써 상업운전 방안 및 비즈니스모델 제시

05 정량성과

특허출원 1건 / 논문 5건

플랜트 담당 : SNG/수소 생산/이용/저장 기술

석탄가스화 기반 LNG급 합성천연가스 제조 기술 개발('17 ~ '20)

01 참여연구원

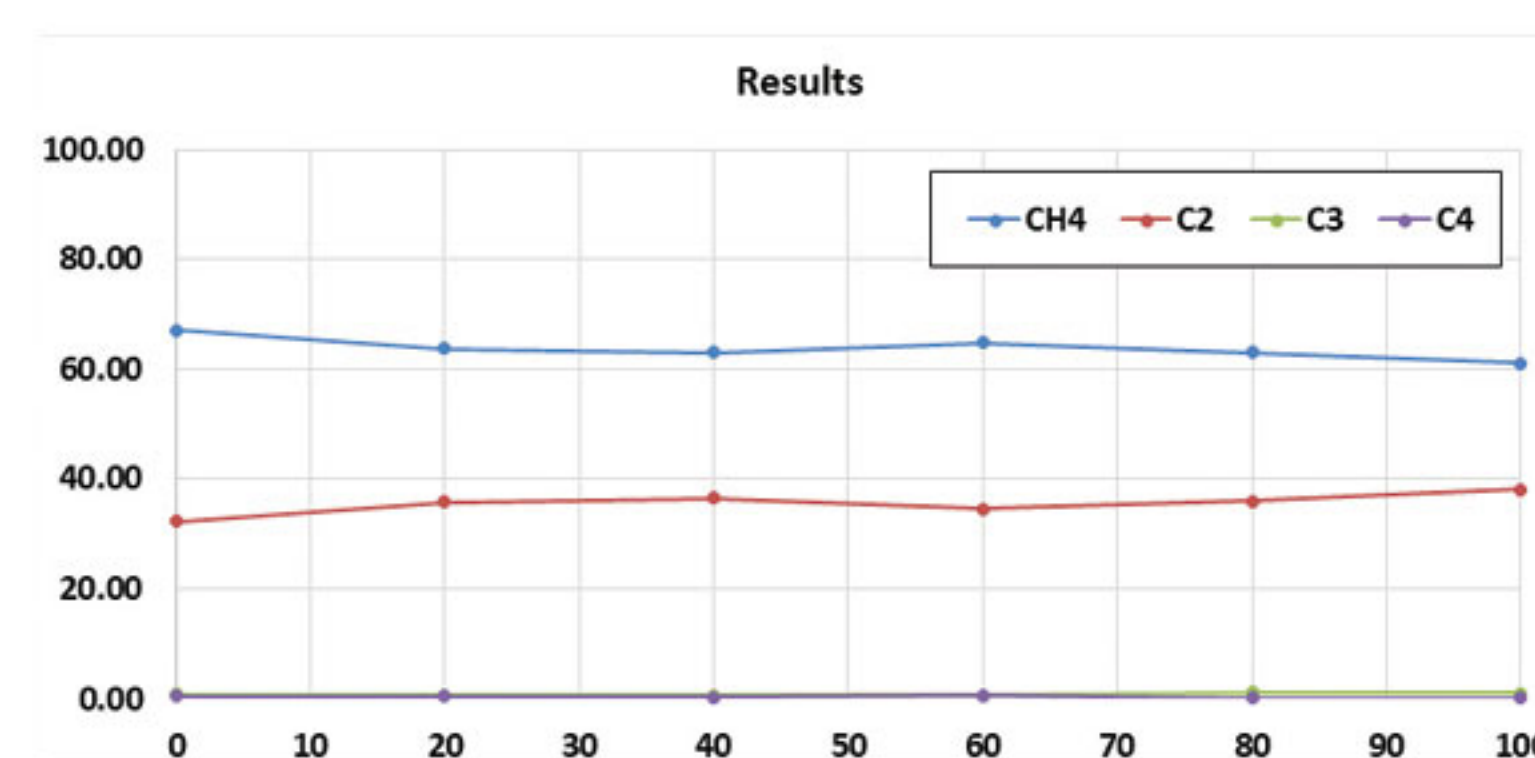
강석환(PM), 류재홍, 김문현, 김진호, 이재만, 김효식, 정기진, 김지현

02 연구목표

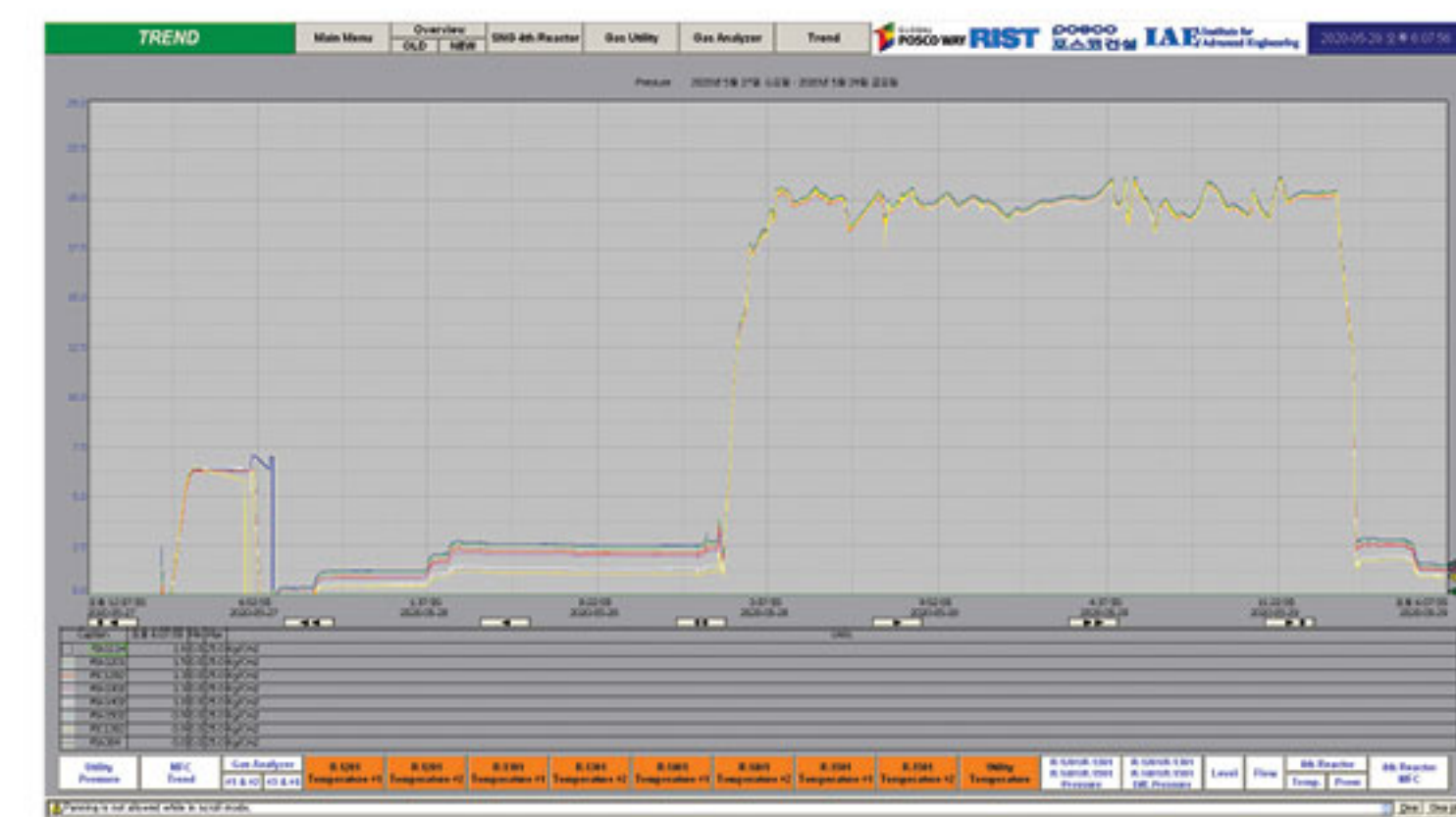
- 단열/등온반응시스템의 개별운전 평가
- 파일럿 규모의 단열/등온반응시스템의 연계운전
- 상용규모 SNG 통합공정의 공정설계

03 연구실적

- 단열/등온반응시스템의 개별운전 평가

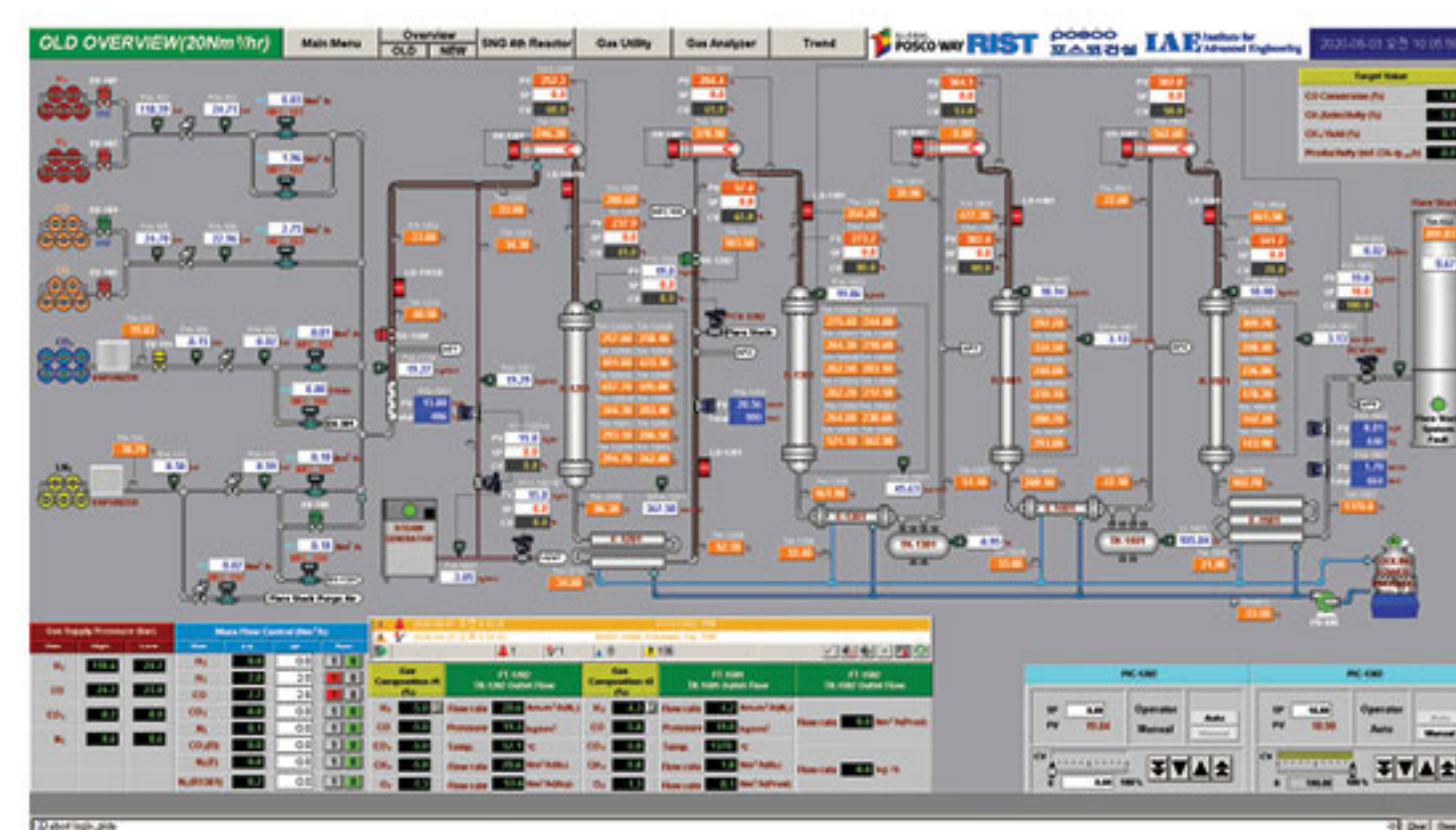


등온반응시스템의 농도변화



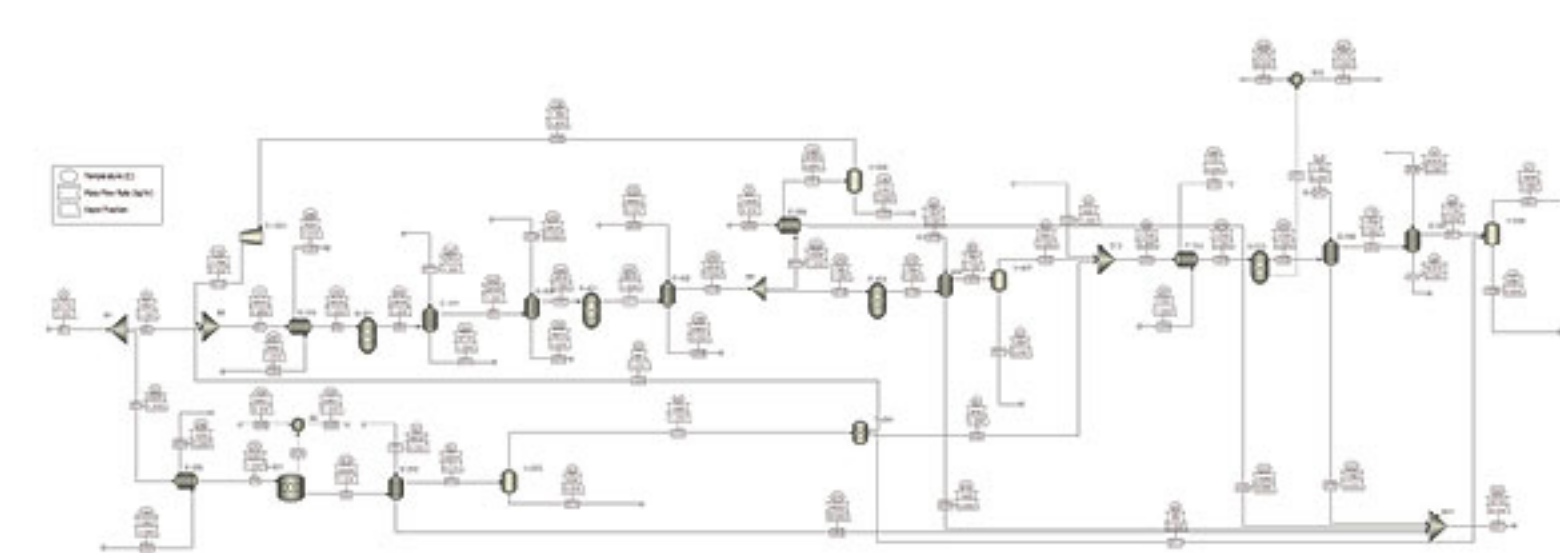
단열반응시스템의 반응기 압력

- 파일럿 규모의 단열/등온반응시스템의 연계운전



단열반응시스템의 제어화면

- 상용규모 SNG 통합공정의 공정설계



50,000톤/년의 상용규모 공정모사

04 활용방안

종래 개발 또는 도입된 석탄기반으로부터 생성된 합성가스를 이용한 SNG($9,300\text{kcal}/\text{Nm}^3$)보다 열량이 높은 LNG급($10,200\sim 10,400\text{kcal}/\text{Nm}^3$) 합성천연가스 제조를 위한 촉매와 공정기술을 개발하여, 발열량 $10,200\text{kcal}/\text{Nm}^3$ 을 갖는 SNG를 제조하여 기존 천연가스를 사용하는 설비에 활용

05 정량성과

특허등록 1건 / 특허출원 2건 / 논문2건 (SCI(E) 2건)

플랜트 담당 : SNG/수소 생산/이용/저장 기술

수소메탄화 공정 모듈화 기술 개발('19 ~ '22)

01 참여연구원

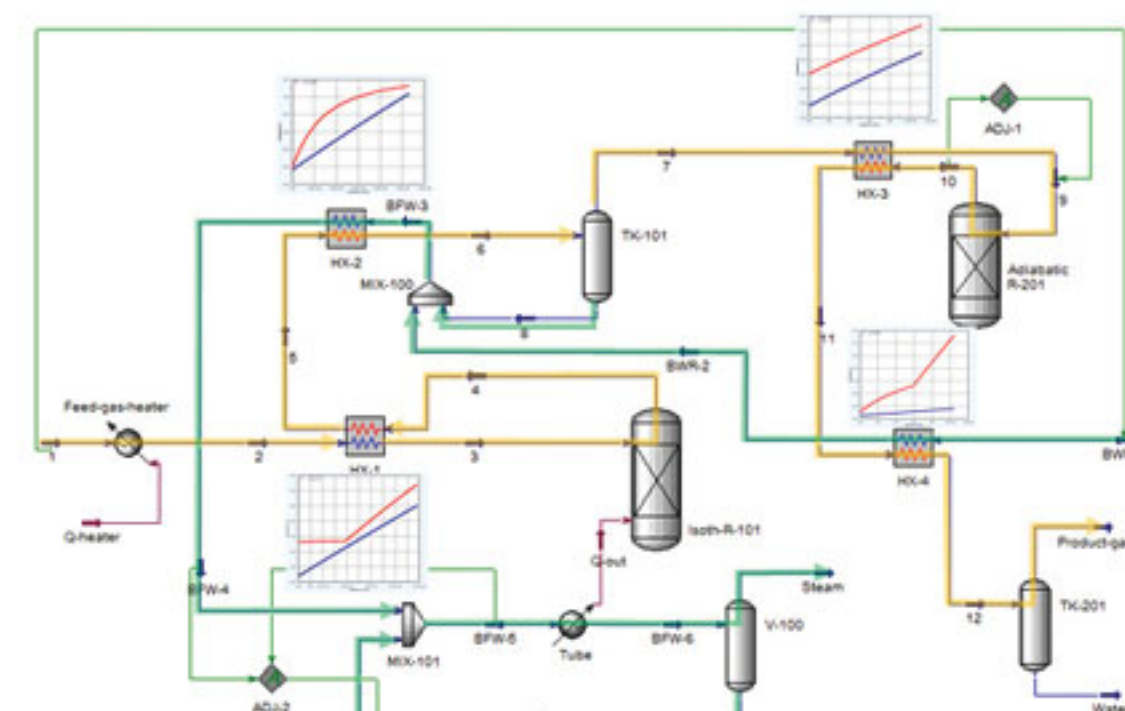
김수현(PM), 유영돈, 구재회, 임용택, 박영수, 박수남, 박성호, 박동규, 김문현, 정기진, 김동주, 최광순, 손근, 박혜민, 이창형

02 연구목표

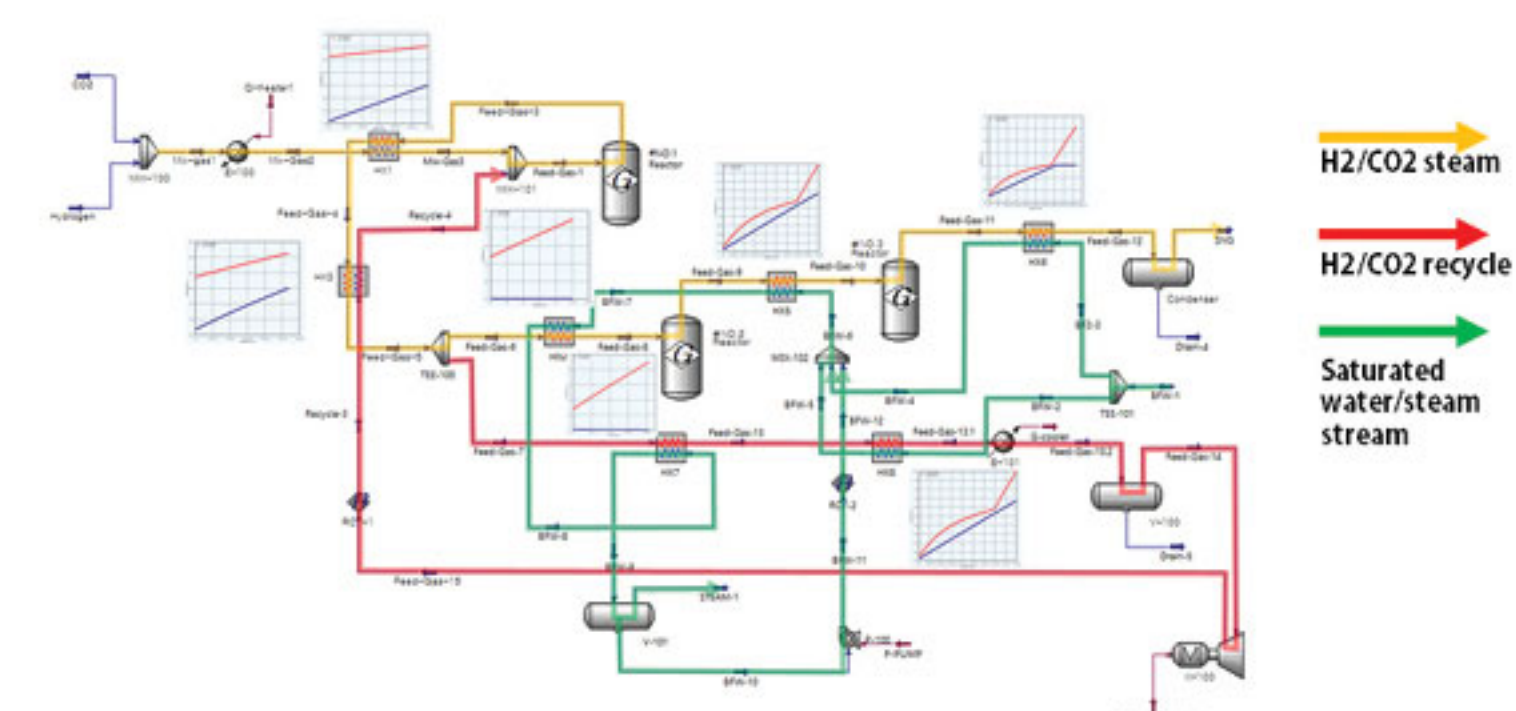
- 30 Nm³/h급 열화학적 CO₂ 메탄화 반응기 및 공정 설계
- 30 Nm³/h급 열화학적 CO₂ 메탄화 공정 파일럿 플랜트 구축을 위한 기본 설계

03 연구실적

- 30 Nm³/h급 열화학적 CO₂ 메탄화 공정 개념설계 및 설계패키지 개선

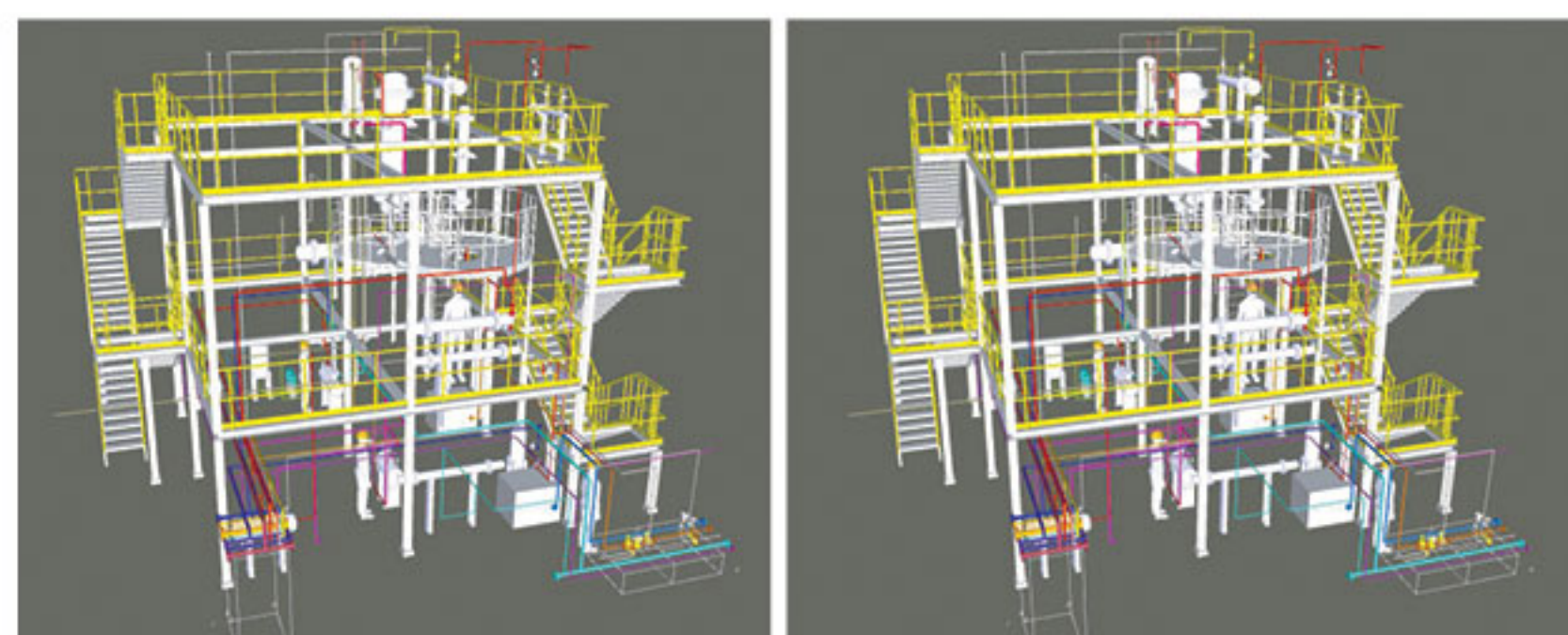


30 Nm³/h급 열화학적 CO₂ 메탄화 공정 구성(CASE 1)



30 Nm³/h급 열화학적 CO₂ 메탄화 공정 구성(CASE 2)

- 30 Nm³/h 열화학적 CO₂ 메탄화 반응기 3D 모델 구축 및 설계 결과 시각화

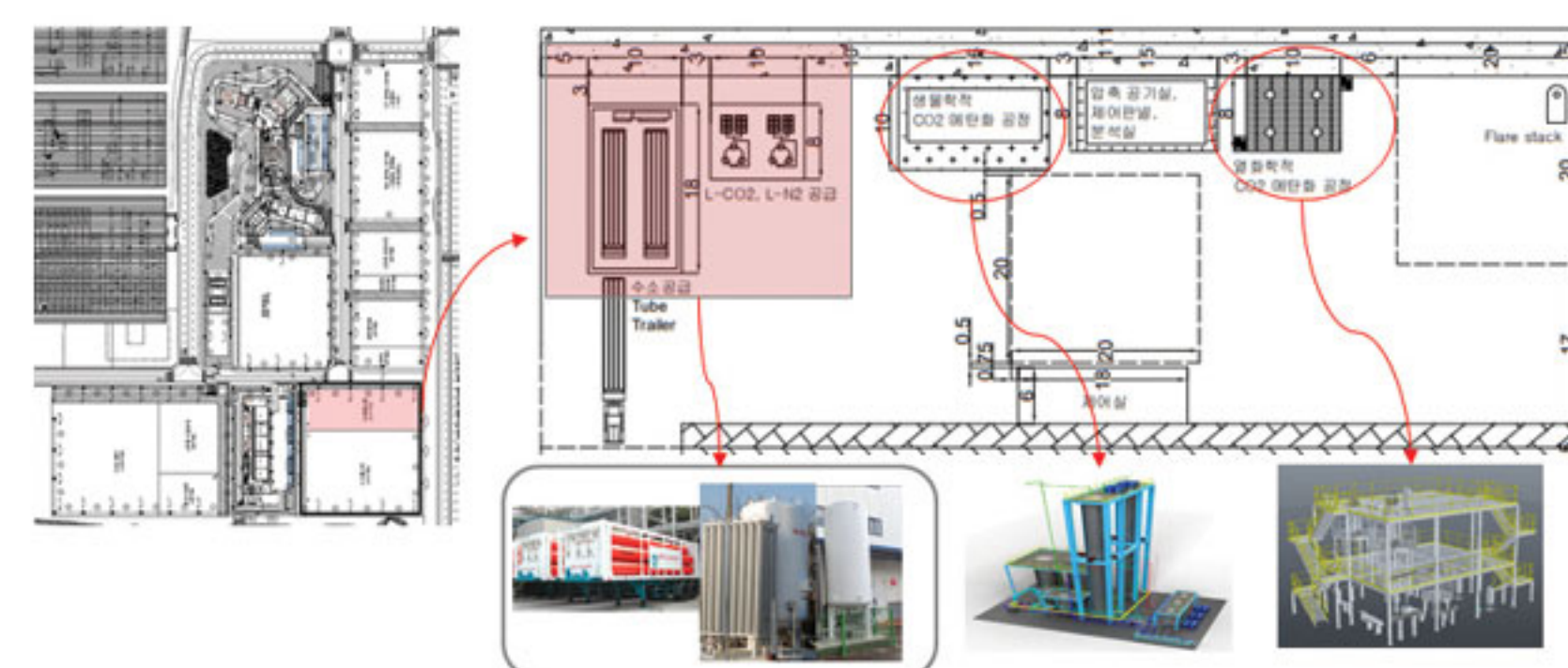


공정 3D 모델(CASE 1)



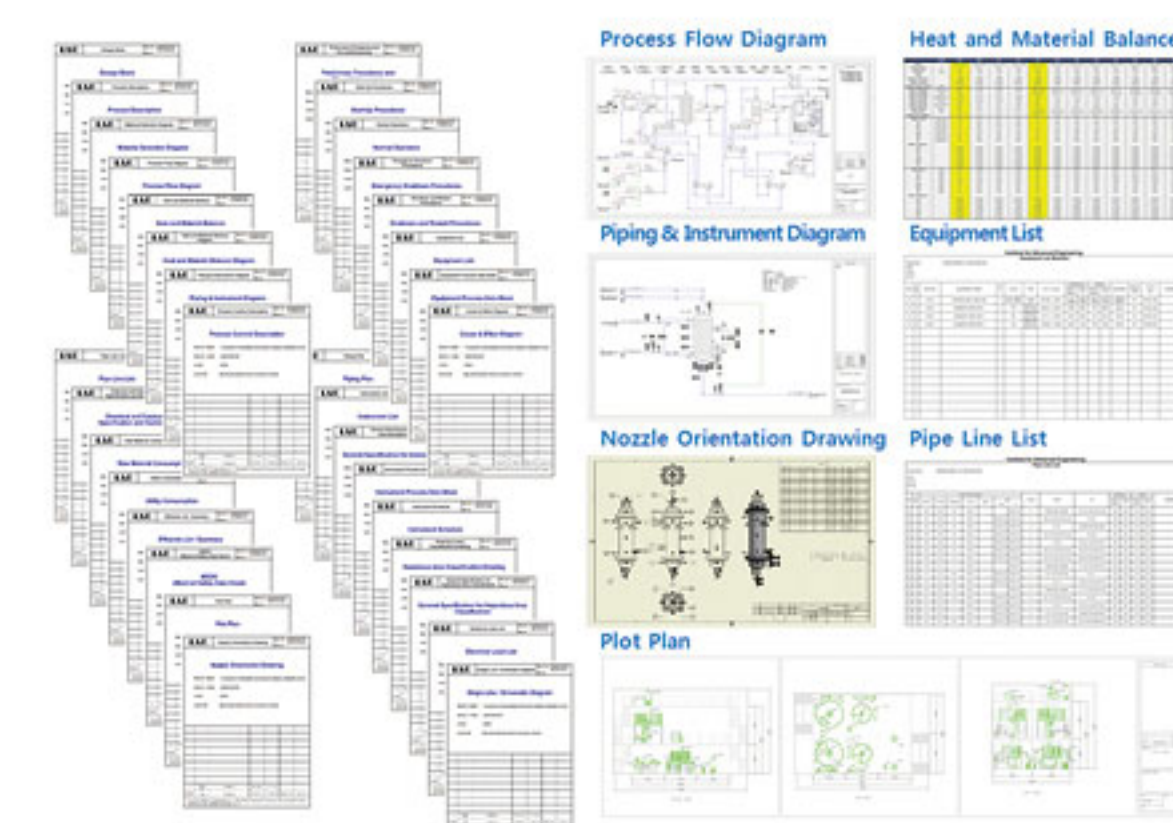
주요 설비 3D 모델 구축(탱크 및 열교환기)

- 30Nm³/h급 열화학적 CO₂ 메탄화공정 운전을 위한 가스공급 인프라 구축



공정 구축 부지 배치안

- 30 Nm³/h 열화학적 CO₂ 메탄화 공정



공정(CASE 1) 설계패키지

04 활용방안

재생에너지 보급 활성화를 대비한 재생에너지 저장 기술

05 정량성과

특허출원 2건 / 논문 9건

플랜트 담당 : 바이오 자원순환 기술

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

01 참여연구원

김호(PM), 홍범의, 김충곤, 김석휘, 이은실, 박세용, 한성국, 김영배, 박정은, 송은혜, 이기범, 김은주

02 연구목표

- 150 kg-폐기물/m³-반응기 처리 가능 수열탄화 시스템 12톤/일 처리급 실증
- 생물학적 폐수처리 70% 비용 저감 미활용열 활용 암모니아 회수 시스템 14톤/일 처리급 실증
- 수영(친수)용수 사용수준 폐수처리 14톤/일 처리급 실증
- 도시자원순환형 열공급 시스템 2 Gcal/hr급 실증
- 미활용에너지 회수 및 미세먼지 저감 위한 연소배가스 잠열회수 460 Mcal/hr급 실증
- 주민수용성제고 위한 맞춤형 악취관리 및 처리시스템
- 지하복합플랜트 통합공정 Compact 설계/시공 및 예측/진단 운영제어 시스템 구축

03 연구실적

- 통합공정 에너지분석

- 지하공간 활용 도시기반 복합플랜트
기존기술 대비 유효 에너지화 효율 분석

성능항목	계통(입력) 유입량	1차년도 유입량	비고
Q 소회조 용량	m ³	569.1	569.1
1. 생산 에너지	Mcal/일	48,558.8	48,558.8 산소 연소시
전기 생산량	Mcal/일	36,654.8	36,654.8 산소 연소시
열 생산량	Mcal/일	11,904.0	11,904.0 산소 연소시
미활용 열 회수량	Mcal/일	612.0	612.0
바이오메탄 생산량	Nm ³ /일	7,763.8	8,662.4
2. 소비 에너지	Mcal/일	0.0	0.0 바이오메탄 전량 대체
열기수온에 공급	Mcal/일	1,429.2	1,429.2
동할 플랜트 전기 사용량	Mcal/일	0.0	0.0 에너지 회수로 대체
열기소화조 가온	Mcal/일	6,335.6	6,335.6
순산소 generator	Mcal/일	581.2	581.2
간조소비에너지	Mcal/일	898.6	898.6
질소회수 증온에너지	Mcal/일		일부 에너지 회수로 대체
3. 원료 바이오 매스	톤/일	14.5	14.5
생활폐기물	톤/일	9.0	9.0
음식물유폐기물	톤/일	7.7	7.7
4. 폐수, 폐기물 처리			
폐수발생량 (연유수)	톤/일	5.0	5.0
폐기물발생량	톤/일	0.0	0.0
폐수발생량 비율	(폐수발생량 m ³ /유기성 폐기물 원료투입량 (톤 TS 20%))	0.3	0.3 RFP 0.3 이하
합계	톤/일	5.0	5.0
5. 폐수처리 후 배출부하량			
TN배출 부하량	kg/일	0.1	0.1
NH4-N배출 부하량	kg/일	0.004	0.005
TCOD배출 부하량	kg/일	0.4	0.6
SS배출 부하량	kg/일	0.000	0.000
TP배출 부하량	kg/일	0.004	0.004
6. 열 생산량	톤/일	11.7	11.7
순수 (연소시 발생)	톤/일	5.9	5.9
7. 연소			
연소실 온도	°C	1,733.1	1,731.6
필요 암모니아 수	kg/일	25.5	154.9
8. 연소 후			
배기가스량	Nm ³ /일	41,904.0	41,623.8
NOx발생량	NOx-kg/연료투입량 (톤, 가연성폐기물)	0.23	0.18 RFP 1.4 이하
SOx발생량	SOx-kg/연료투입량 (톤, 가연성폐기물)	0.09	0.09 RFP 0.1 이하
Ash	kg/일	4.60	4.60
9. 부산물			
암모니아 수	kg/일	20.1	294.3 연소에 사용
10. 경제성 분석			
기타투입액	백만원/년	1,064.6	1,064.6
에너지의 효율	(생산탄소비율)	6.25	5.61
유요에너지 회수율	((생산탄소-소비에너지)/원재료)	0.73	0.76 RFP 40% 이상

요약	기존 기술	지하복합플랜트
1. 생산 에너지 (Mcal/일)	32,405.6	51,163.1
전기 생산량 (Mcal/일)	6792	1,072.4
열 생산량 (Mcal/일)	31,726.3	38,186.7
미활용 열 회수량 (Mcal/일)	-	11,904.0
바이오메탄 생산량 (Nm ³ /일)	227	612
2. 소비 에너지 (Mcal/일)	11,664	8,662.4
수열탄화 공급 (Mcal/일)	-	폐열활용 (2,175)
플랜트 (전기+열) 사용량 (Mcal/일)	1,122.8	7,763.8
열기소화조 가온 (Mcal/일)	4372	폐열활용 (569.1)
질소회수 증온 (Mcal/일)	-	898.6
3. 원료 바이오 매스 (톤/일)	312	312
음식물류 폐기물 (톤/일)	90	90
하수폐기물 (톤/일)	77	77
생활 폐기물 (톤/일)	145	145
4. 폐수, 폐기물 처리 (톤/일)	223	50
폐수 발생량, 방류수 (톤/일)	188	50
폐기물 발생량(톤/일)	35	0.0
폐수 발생량 비율	(폐수발생량, m ³)/유기성폐기물 투입량, m)	0.8
5. 폐수처리 후 부하량		
TN배출부하 (kg/일)	166.4	0.1
NH4배출부하 (kg/일)	133.1	0.0
TCOD배출부하 (kg/일)	215.3	0.6
SS배출부하 (kg/일)	198	0.0
TP배출부하 (kg/일)	40	0.0
6. 열 생산량 (톤/일)	8.1	17.6
순수 (연소 후 발생, grade 2) (톤/일)	8.1	11.7
친수용수 (톤/일)	0.0	5.9
7. 연소		
연소실 온도 (°C)	1,1630	1,733.1
필요 암모니아 수 (kg/일)	25.5	25.5
8. 연소 부산물		
배기스량 (m ³ /일)	132091	41,624
NOx 발생량 (NOx-kg/가연성폐기물, 톤)	14	0.18
SOx 발생량 (SOx-kg/가연성폐기물, 톤)	02	0.09
Ash (kg/일)	653	4.6
유요에너지 회수율	(생산에너지-소비에너지)/(잠재에너지)	0.37

04 활용방안

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

05 정량성과

논문 6건

플랜트 담당 : 바이오 자원순환 기술

도시자원 순환형 복합플랜트 건설기술('16 ~ '20)

01 참여연구원

김호(PM), 김충곤, 홍범익, 김석휘, 이은실, 박세용, 김영배, 한성국, 정철진, 박정은, 이기쁨, 김은주, 송은혜

02 연구목표

- 지속가능한 저탄소 미래도시 실현을 위하여 다양한 도시폐자원을 하나의 사이트에서 상호 연계된 연료생산 및 에너지생산을 위한 복합플랜트 개발
- 도시폐자원 복합연료 열병합발전 고효율 기술 개발
- 열병합발전열 이용 유기성 폐자원 수열탄화 기반 복합연료(고형연료 및 바이오메탄) 생산 기술 개발

03 연구실적

- 10ton/day급 수열탄화 기반 pilot plant 확보
- 복합플랜트에서 발생하는 2차 부산물의 Near Zero화 실현을 위한 자원 재이용 기술
- ICT 기반 복합플랜트 통합 운전 기술
- 복합플랜트 클러하우스 열원소비량 패턴 및 열 생산/소비 비교 분석
- Pilot 규모 수열탄화 반응기 설계 및 현장설치



복합플랜트 설비 사진

04 활용방안

- 저탄소 도시 구축에 의해 폐기물 처리공정의 Near Zero Waste화를 통한 환경오염을 최소화 할 수 있으며, 매립장 수명 연장 가능
- 확보한 복합플랜트 건설기술 설계 인자 및 운영기술을 현재 수행중인 지하복합플랜트 과제에 활용 및 국내·외 건설 산업 진출 가능

05 정량성과

논문 5건 (SCI(E) 3 건)

플랜트 담당 : 바이오 자원순환 기술

축분연료 전소용 4MW_{th}급 열병합발전시스템 개발('18 ~'21)

01 참여연구원

장은석(PM), 송형운, 윤종혁, 윤성필, 이은실, 황상연, 변용수, 이지은, 김혜수

02 연구목표

- 4MW_{th}급 실증 축분연료 전소용 보일러 개발
- 축분연료 전소용 열병합시스템 개발
- 축분연료 전소용 열병합시스템 장기 실증

03 연구실적

- 0.5MWe급 스팀발전시스템 성능 분석을 통한 스팀발전시스템 선정 및 구축/시운전



제작 완료된 스팀터빈과 Control panel

- 축분연소장치 내 연소특성 분석과 축분 고형연료 전향목 분석



축분 고형연료 약취 전향목을 위한 KTR 분석

- 통합 열병합발전시스템 복합약취 저감시스템 배기덕트 및 흡기팬 최적 설계
- 국내 축분연료 특성분석 및 연소장애 극복 기술 개발

04 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

05 정량성과

논문 3건 (SCI(E) 1 건) / 특허등록 1건 / 특허출원 1건

플랜트 담당 : 대기/수질 환경개선 기술

ICT 기반 화력발전소 환경설비 정밀계측 및 진단 제어 시스템 개발('18 ~ '21)

01 참여연구원

류재홍(PM), 강석환, 임용택, 박수남, 김진호, 김효식, 김문현, 박은진, 김지현

02 연구목표

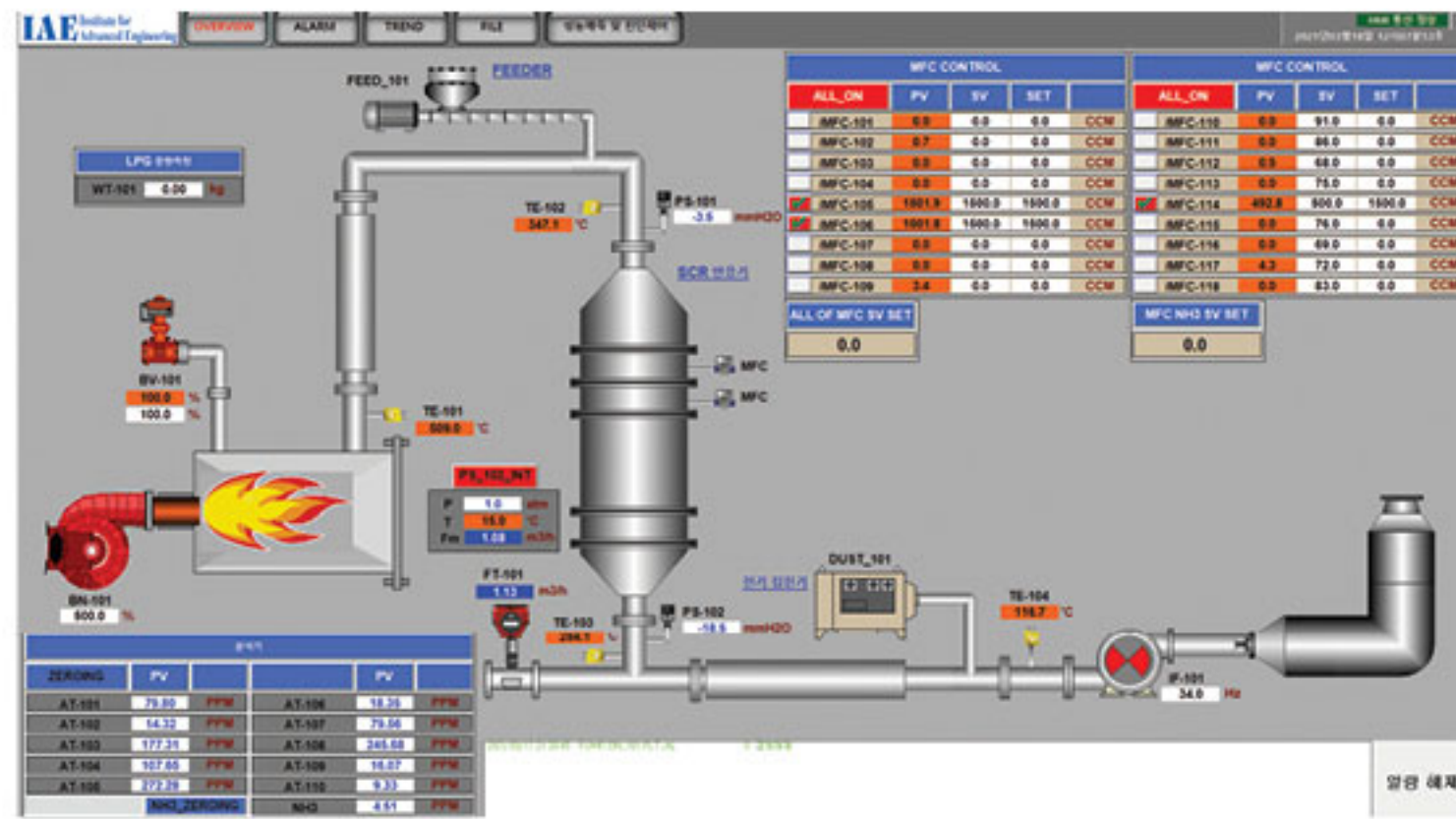
화력발전 환경설비 운전 예측 및 고장 사전 감지/진단 가능한 ICT 기반 정밀 진단 제어 시스템 개발

03 연구실적

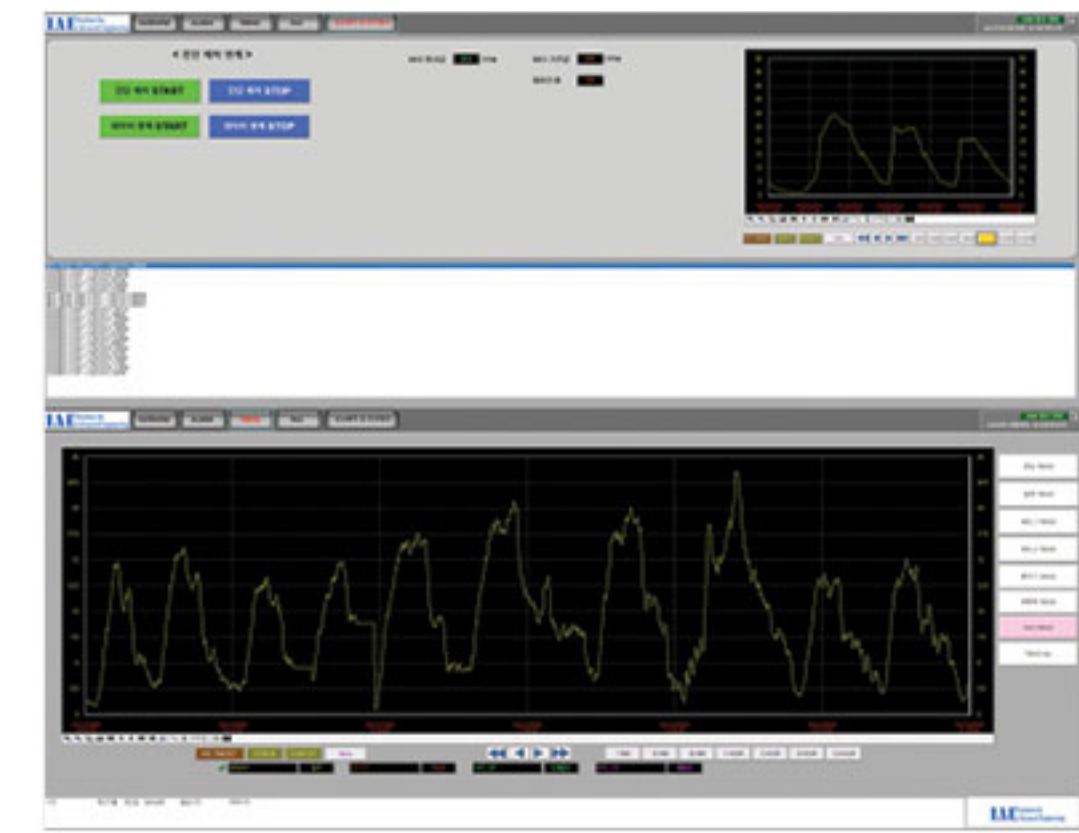
- 본원 파일럿 SCR 설비(pilot-1)의 반응 후 배출가스 NH₃ 데이터베이스화 및 예측 진단 프로그램 개발
- 본원에 구축된 Pilot-1 SCR 설비운전을 통한 NOx/NH₃ 최적 혼합비 성능 확인 및 NH₃ slip



파일럿급 SCR 설비



파일럿급 SCR 설비 제어 화면

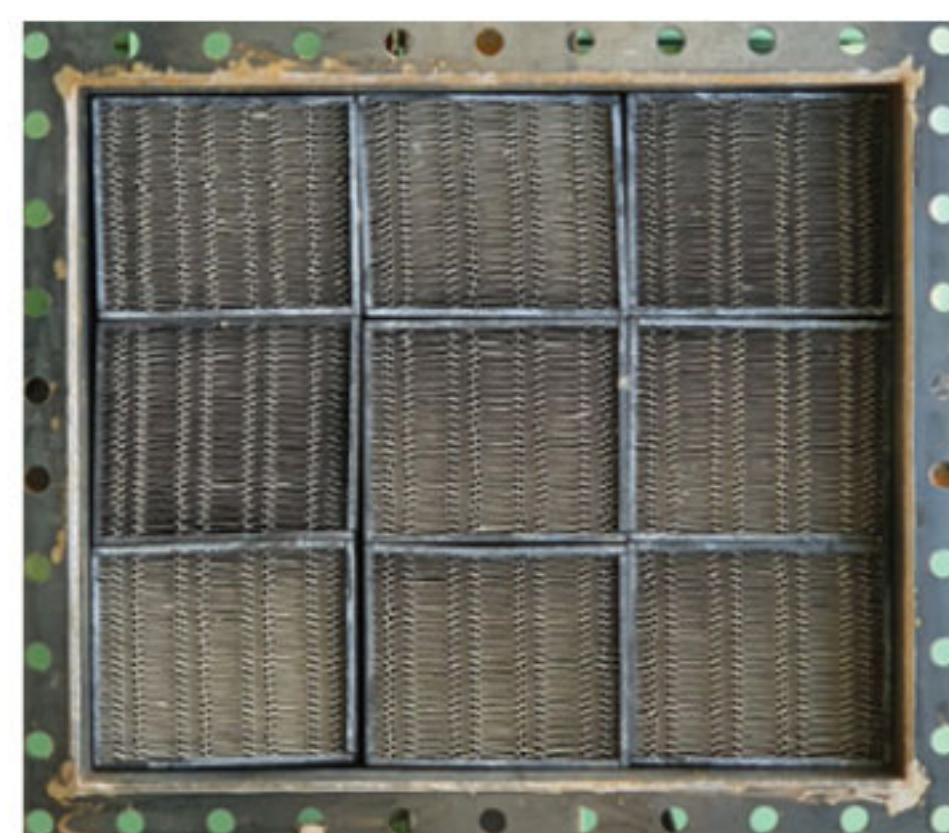


진단 제어 프로그램 화면

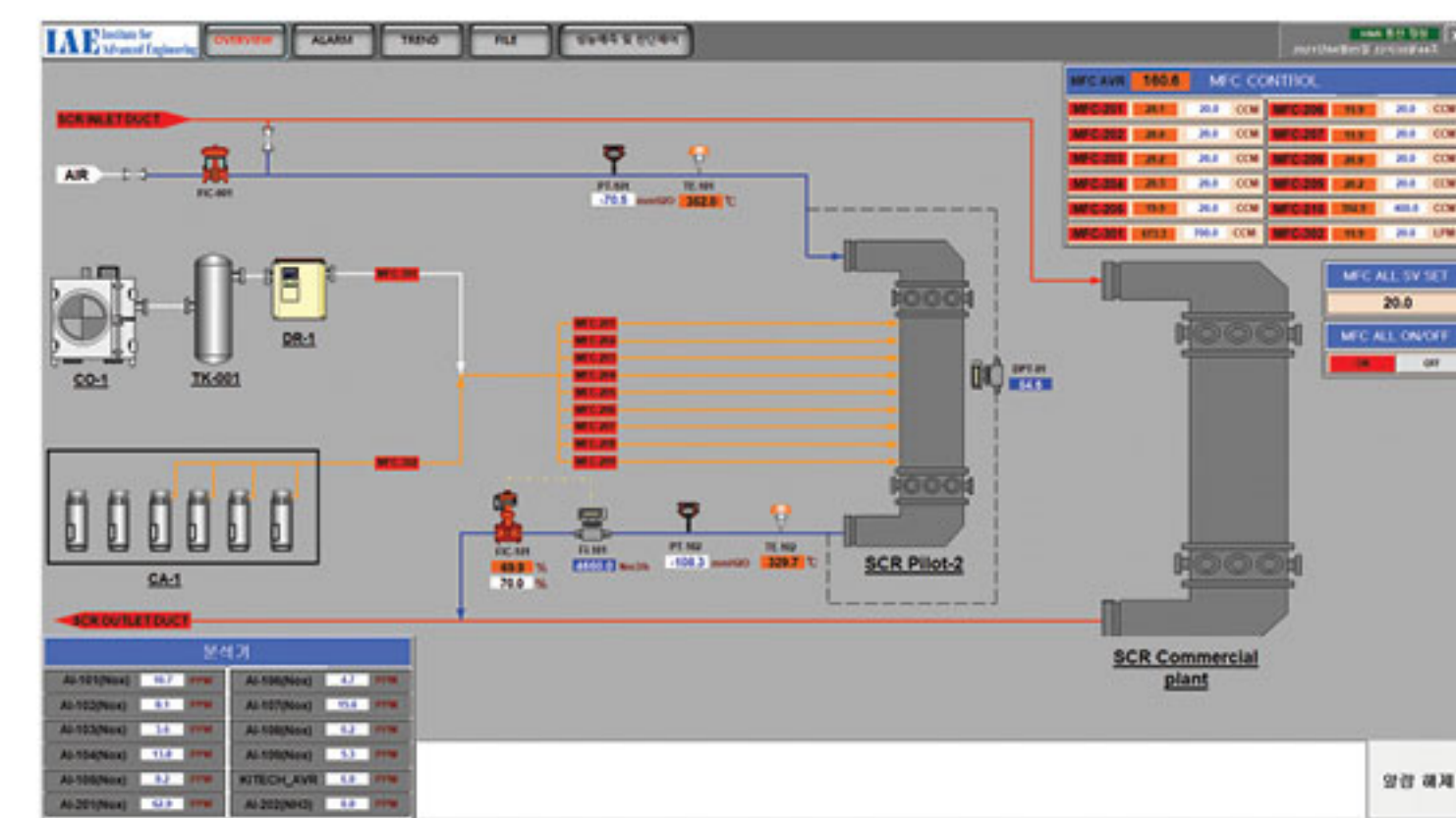
- 삼천포 화력발전소 현장 상용 4호기에 실증급 SCR 설비(Pilot-2) 구축 및 운전



삼천포 남동발전 4호기에
구축된 SCR 실증설비



SCR 실증설비 촉매 장입



SCR 실증설비 제어 화면

04 활용방안

- 개발된 정밀계측 진단센서, 진단제어시스템은 화력발전소, 철강/화학 플랜트, 선박/조선/해양 플랜트, 동남아 플랜트 등 수요기업에 판매 가능함
- 개발된 시제품을 통해 유해 환경 가스 검출 시스템 구축, 통합 모니터링 및 제어시스템 구축, 실시간 유해가스 분포에 따른 자동밸브 제어시스템 구축, 제품 판매 및 설치/유지 보수 등 활용처가 다양함

05 정량성과

논문 7건 (SCI(E) 2 건) / 프로그램 등록 3 건

플랜트 담당 : 대기/수질 환경개선 기술

석탄화력발전소 배출 산성가스 및 미세먼지 처리 핵심기술 개발('18 ~ '22)

01 참여연구원

이승종(PM), 류상오, 이재용, 노정훈, 윤덕규, 김일호, 김혜수

02 연구목표

- 석탄화력 발전소 배출되는 2,000CMH급 이상 산성가스 및 미세먼지의 획기적 저감을 위한 통합처리 시스템 개발
- 활성탄을 이용한 고성능 산성가스 반응 흡착탑 개발

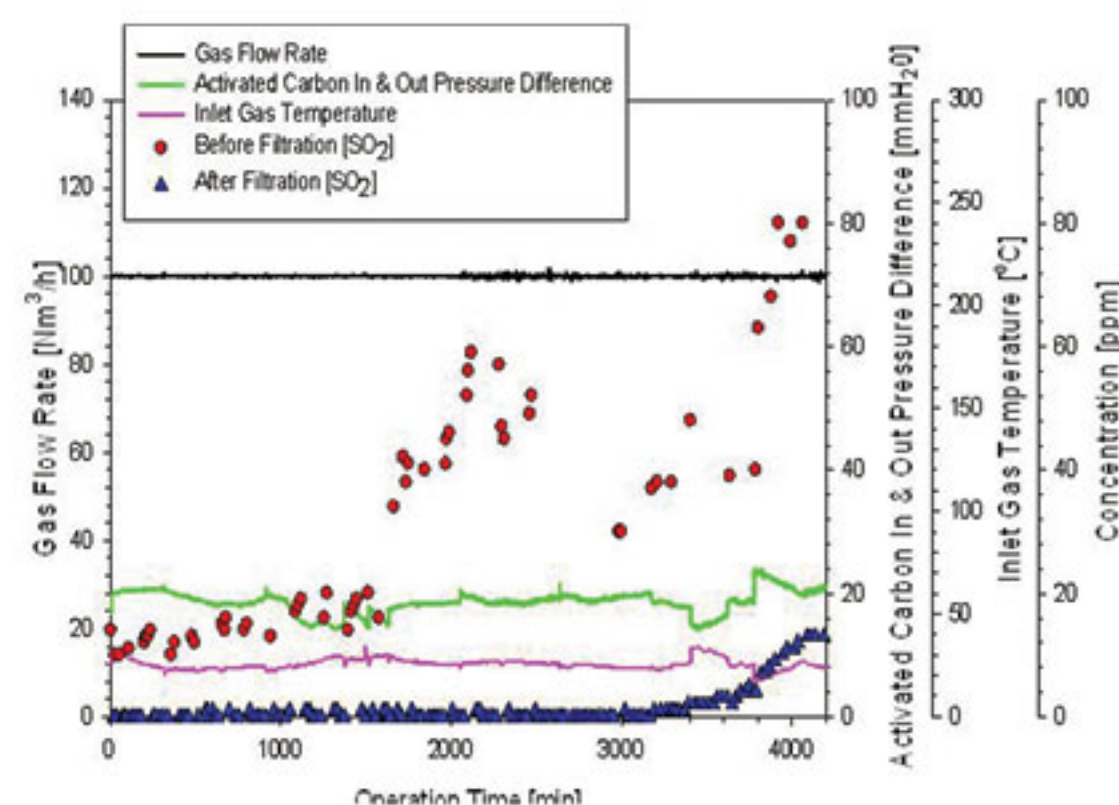
03 연구실적

- Lab 규모 시험장치를 이용하여 복합 활성탄의 특성 분석과 SO₂ 흡착 특성 파악을 위한 실험을 진행함
- 100CMH급 활성탄 흡착탑 CFD 해석
- 기존 제작된 6CMH급 활성탄 흡착탑 실험 결과를 참고하여 100CMH급 흡착탑을 설계 하였으며, 100CMH급 흡착탑은 활성탄 충전 및 반응 구간을 2단으로 구성하였으며, 300×300 mm에 두께를 각각 300, 500 mm로 설계/제작함

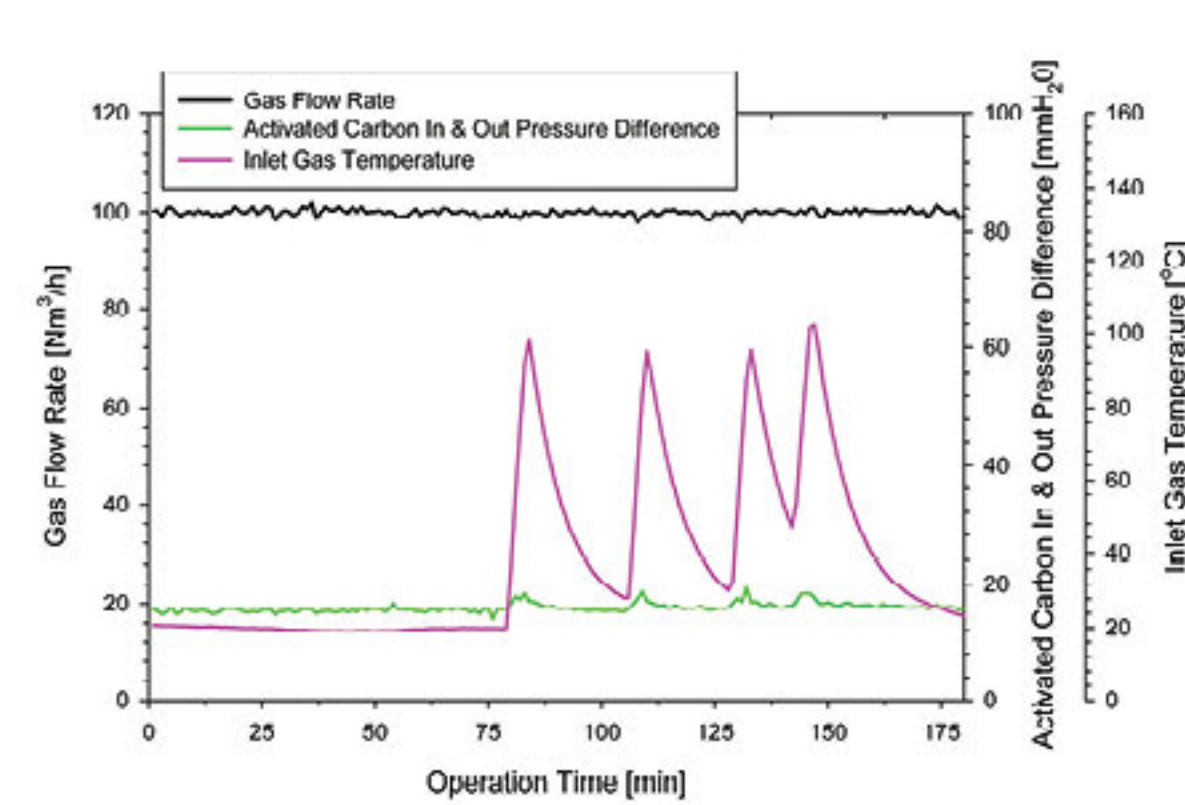


100CMH급 활성탄 흡착탑 제작 사진

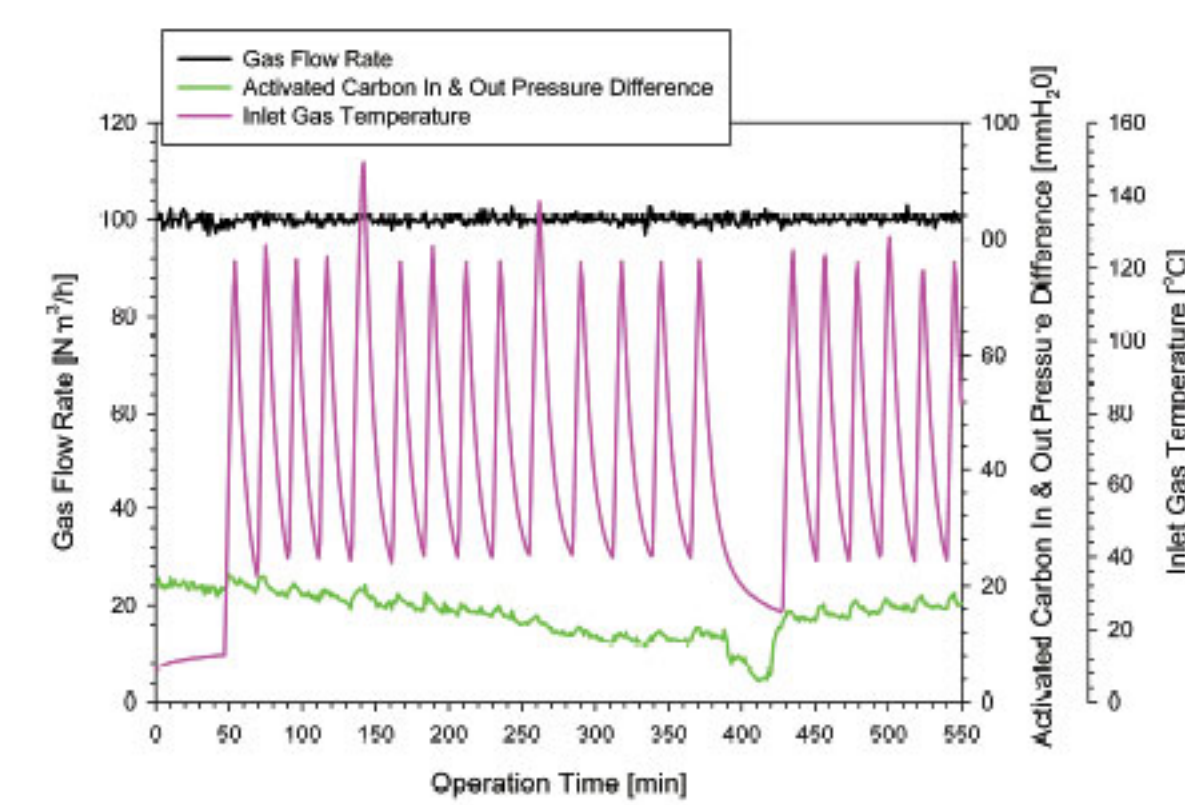
- 제작된 100CMH급 활성탄 흡착탑 이용하여 상온 및 고온 조건에서 실험을 진행함



100CMH급 활성탄 흡착탑
운전 profile(상온)



100CMH급 활성탄 흡착탑 운전
결과(SO₂/NO_x/NH₃ 동시제거)



100CMH급 활성탄 흡착탑 운전
결과(SO₂/NO_x 동시제거)

04 활용방안

- 국내 화력발전소 연계 Demo 규모 격상기술 개발 추진시 개발기술 적용
- 국내 소각로, 연소로 배출가스 내 SO₂ 제거에 개발기술 spin-off 적용
- 기존 상용 활용중인 흡착탑을 개발되는 이동층 흡착탑으로 대체하여 spin-off 적용을 위한 기술 개발 추진 및 상용화

05 정량성과

특허출원 1건

플랜트 담당 : 대기/수질 환경개선 기술

고속산화 고속집진 기술을 활용한 반도체 공정용 복합대기오염물질 제거기술 개발('20 ~ '23)

01 참여연구원

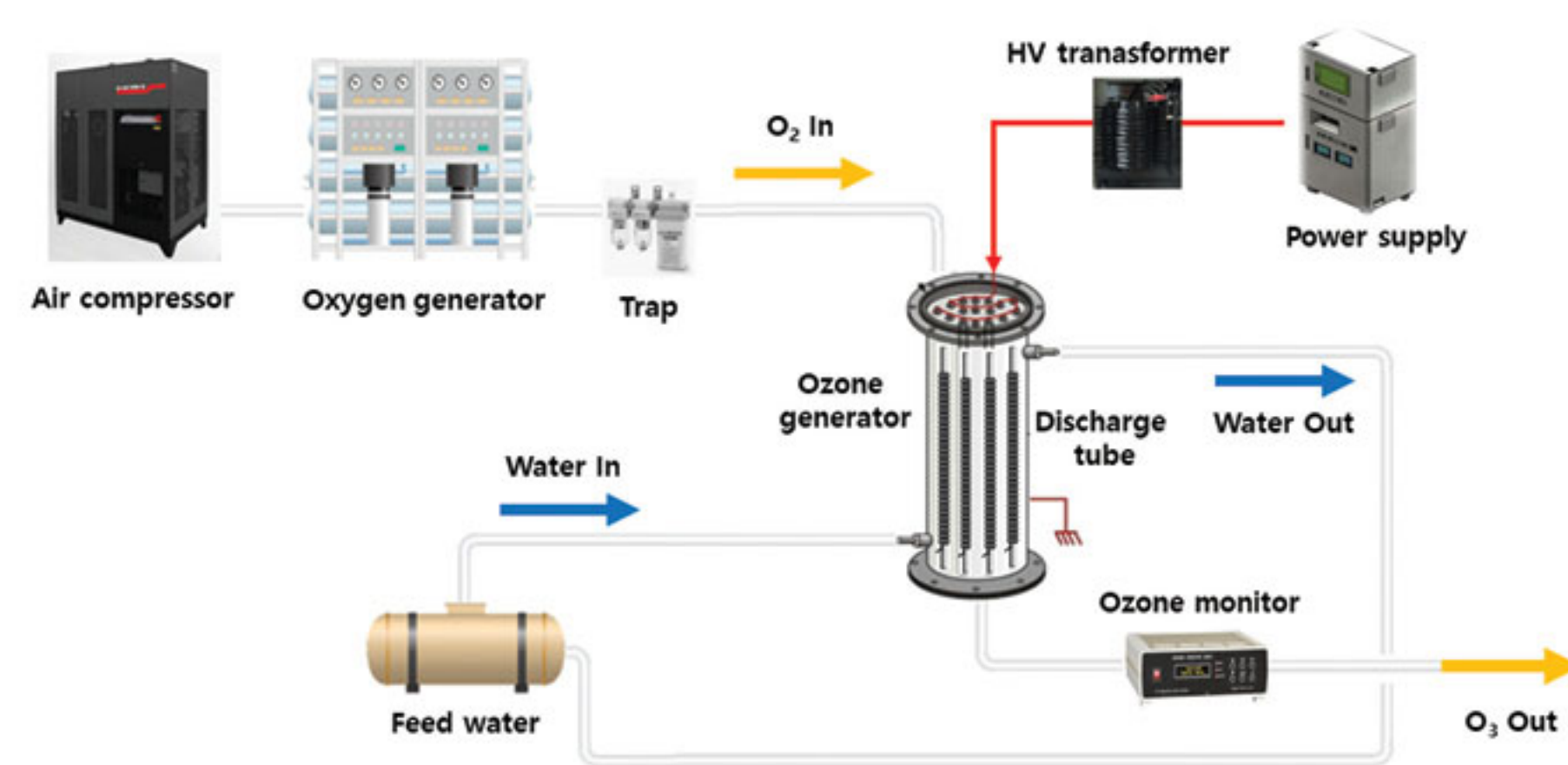
엄성현(PM), 홍기훈, 황상연, 전동환, 이지은, 정희숙, 김혜수

02 연구목표

고속산화-고속집진 기술을 이용한 반도체 제조공정 복합 대기오염물질 처리 통합 시스템의 개발 및 실증

03 연구실적

- 0.3 kg/h급 오존발생기 용량 고려 시스템 구성 설계
- 0.3 kg/h급 오존발생기 제작

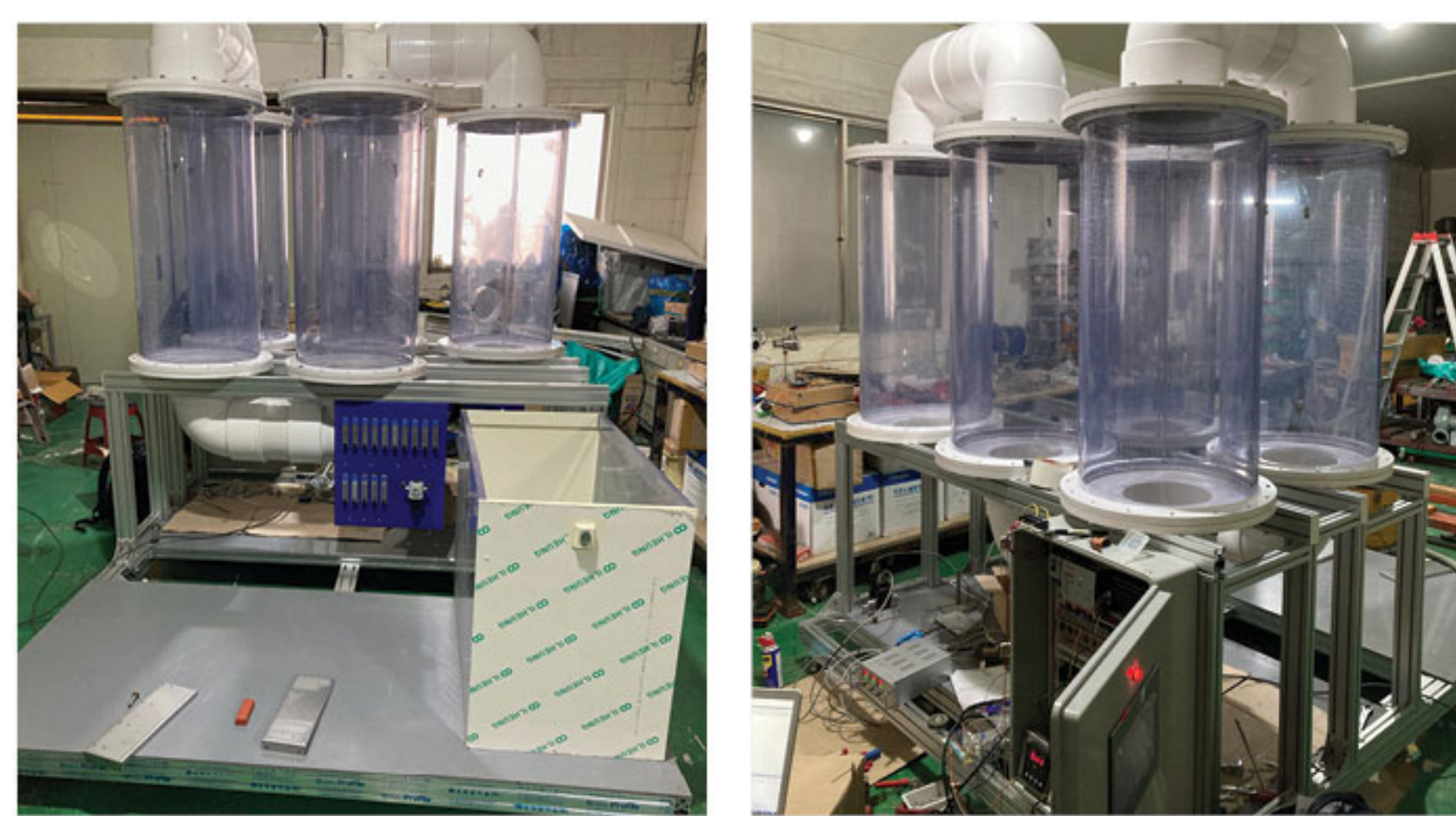


0.3 kg/h급 오존발생기 공정도



0.3 kg/h급 오존발생기 시작품

- Prototype 오존산화 습식반응 시스템 구성 및 설계
- Prototype 오존산화 습식반응 평가장치 제작



오존산화 습식반응 평가장치 제작 과정

04 활용방안

- 주관기관 (주)플라즈마텍 고객사인 삼성전자 반도체 공장에 현재 납품되고 있는 습식전기집진장치 및 현재 개발중인 플라즈마 방식 스크러버와 연계하여 반도체 공정 후단 복합 대기오염물질 제거를 위한 토털 솔루션 제공 가능
- 향후 SK하이닉스를 비롯한 반도체 업계로 확대 적용 가능하며, 더 나아가 고형폐기물 연료 발전사를 비롯한 질소산화물 처리가 요구되는 업체에 적용

플랜트 담당 : 대기/수질 환경개선 기술

시멘트공정 질소산화물 저감을 위한 SNCR 및 SCR 동시 적용 실증 기술 개발('20 ~ '21)

01 참여연구원

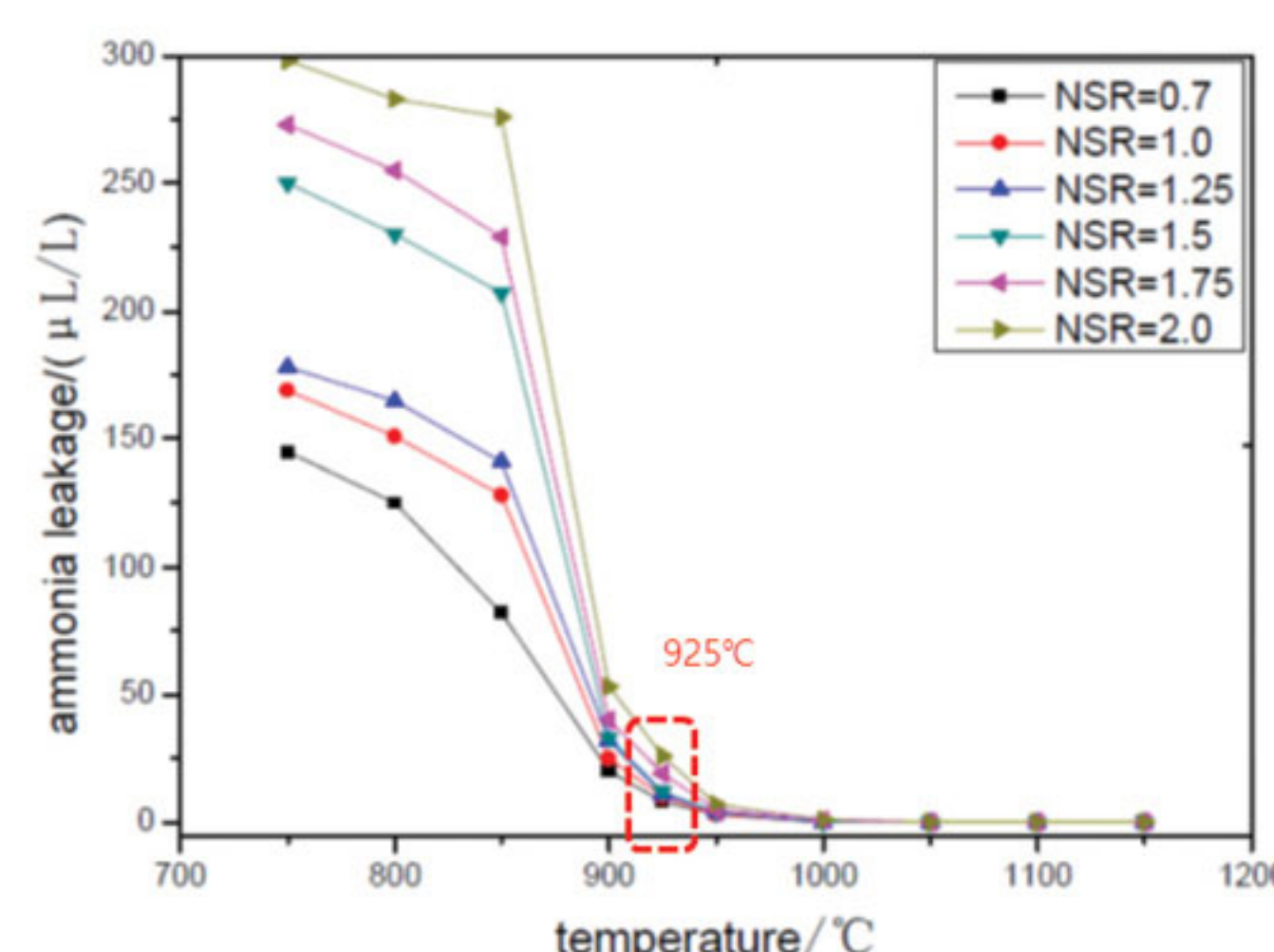
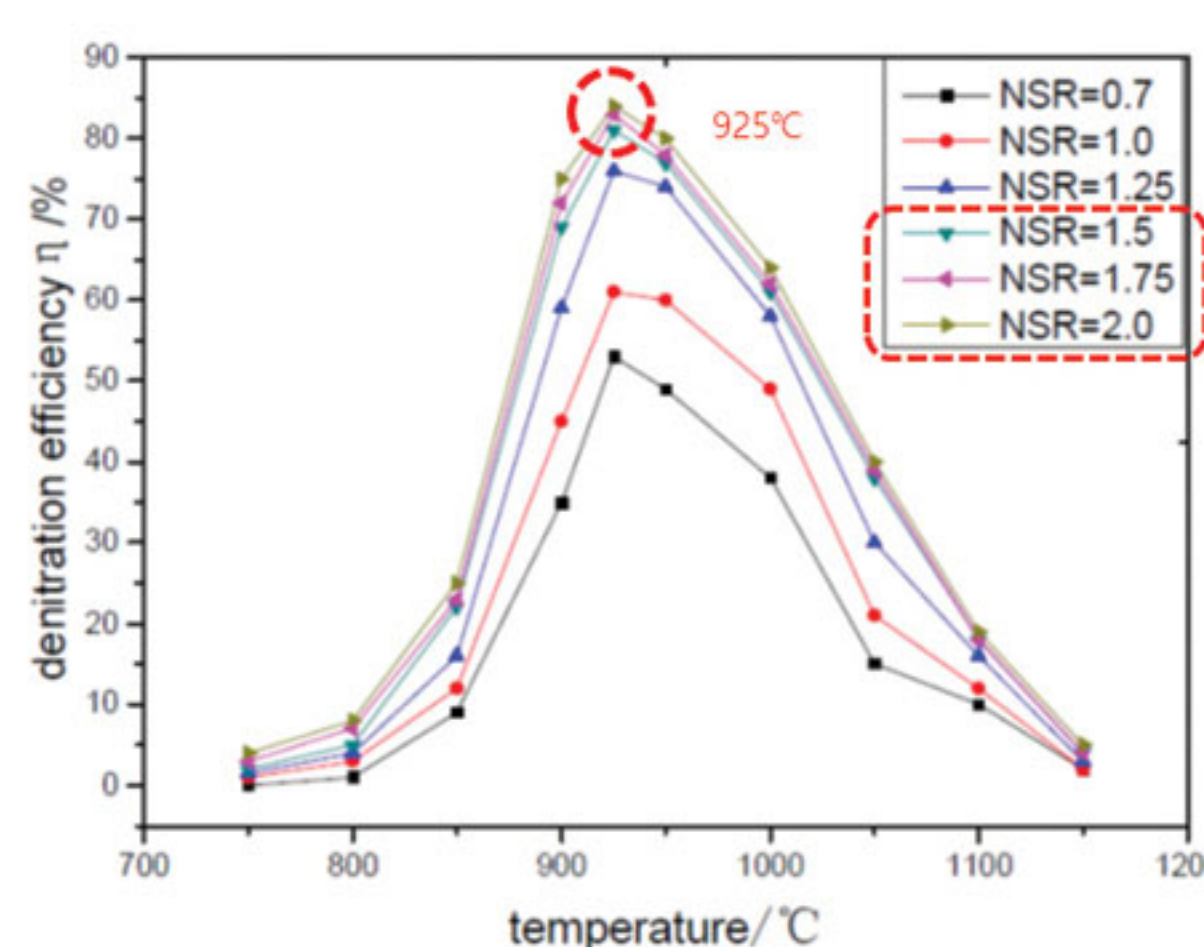
류재홍(PM), 강석환, 김진호, 김효식, 김지현

02 연구목표

시멘트 공정 질소산화물 저감 및 SNCR 및 SCR 동시 적용을 위한 시스템 개발 및 제어기술 개발

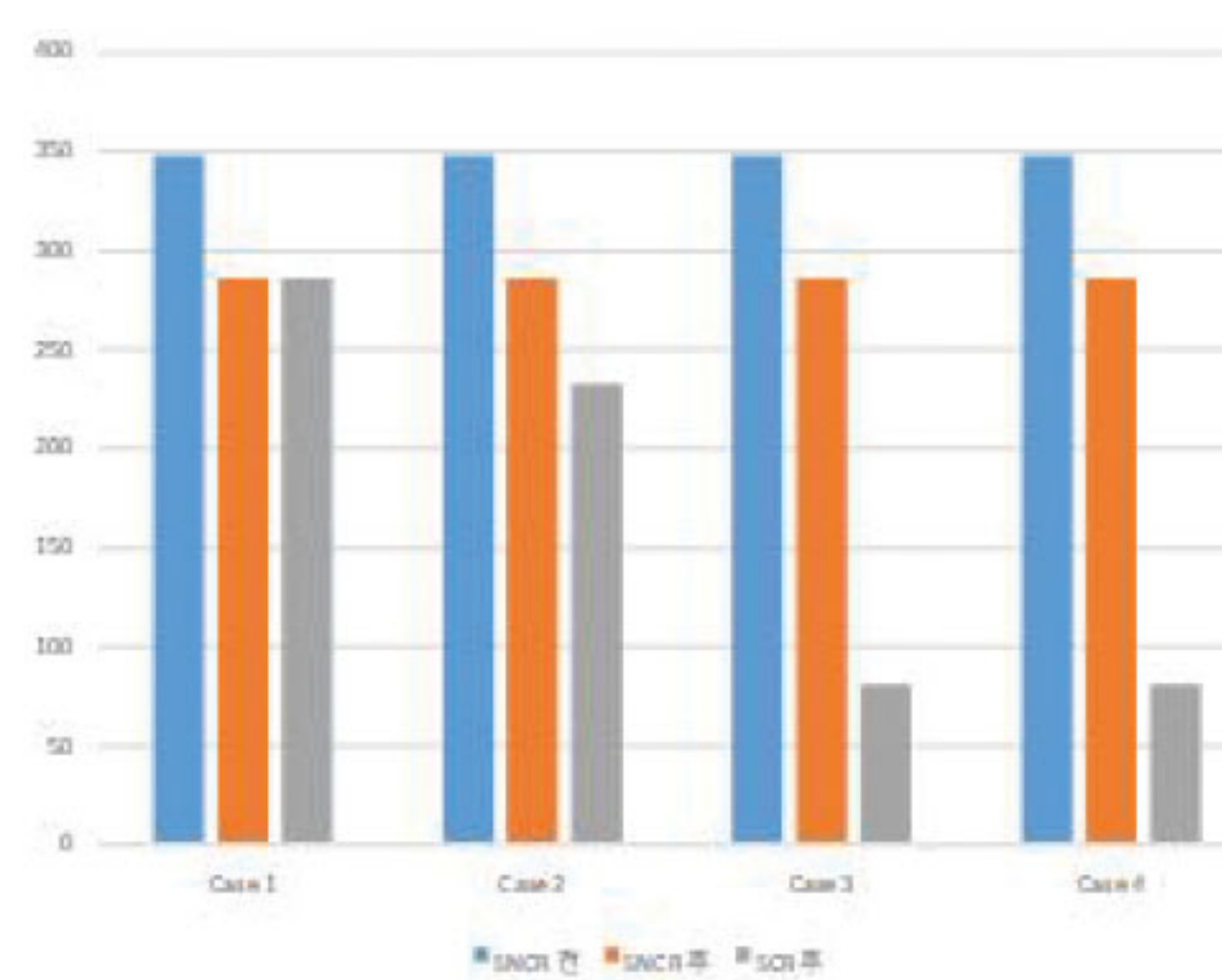
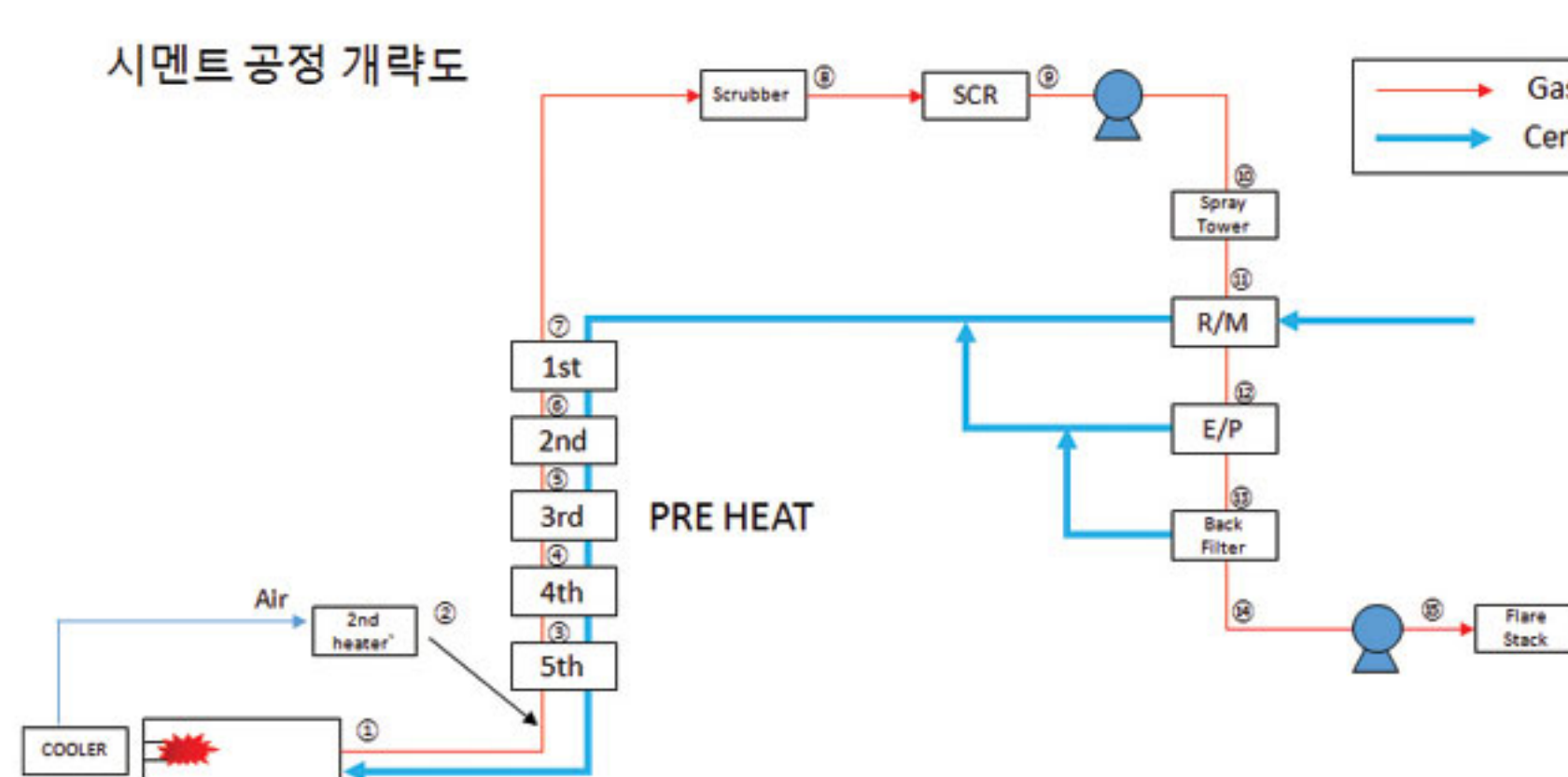
03 연구실적

- 주관기관에서 제공한 석회석 공정의 SNCR 기초 데이터와 문헌자료 등을 이용하여 SNCR/SCR 통합 공정 설계 모사 및 H&MB 산출



NSR 비율을 달리한 SNCR의 온도별 NO 제거율 영향 및 암모니아 누출

- 공정설계 및 열교환망 Case study 해석 수행을 통한 최적의 실증급 통합공정 연계도 제시



시멘트 공정의 개략도

SCR 공정 방법에 따른 후단 NOx 농도 비교

04 활용방안

- 시멘트 공정 질소산화물 저감을 위한 SNCR 및 SCR 동시 적용을 위한 시스템 개발 및 제어기술 개발
- SCR과 SNCR 연계된 탈질 성능 최적화를 위한 In-site형 실시간 NO, NH₃, 분진 모니터링 센서 상용화 개발 및 현장실증
- 시멘트 공정조건의 SNCR 및 SCR 동시 적용을 위한 실증설비 구축

05 정량성과

논문 2건

플랜트 담당 : 대기/수질 환경개선 기술

알칼리 아연니켈 도금공정의 아민계 착화제 유래 시안-니켈 착화합물의 선택적 제거 및 실시간 고품질 도금액 관리 기술 개발('18 ~ '20)

01 참여연구원

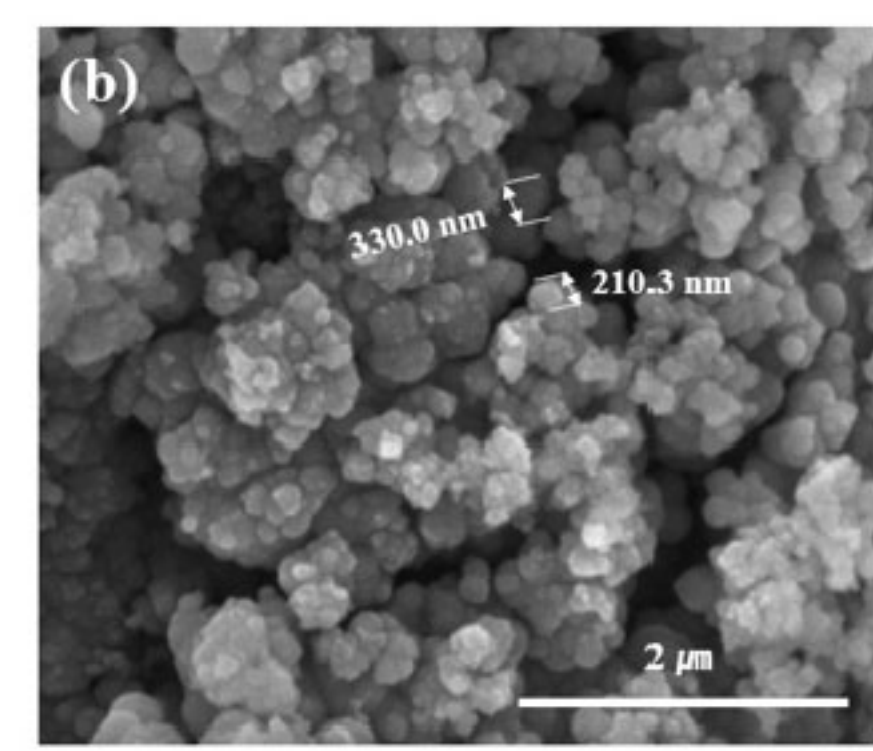
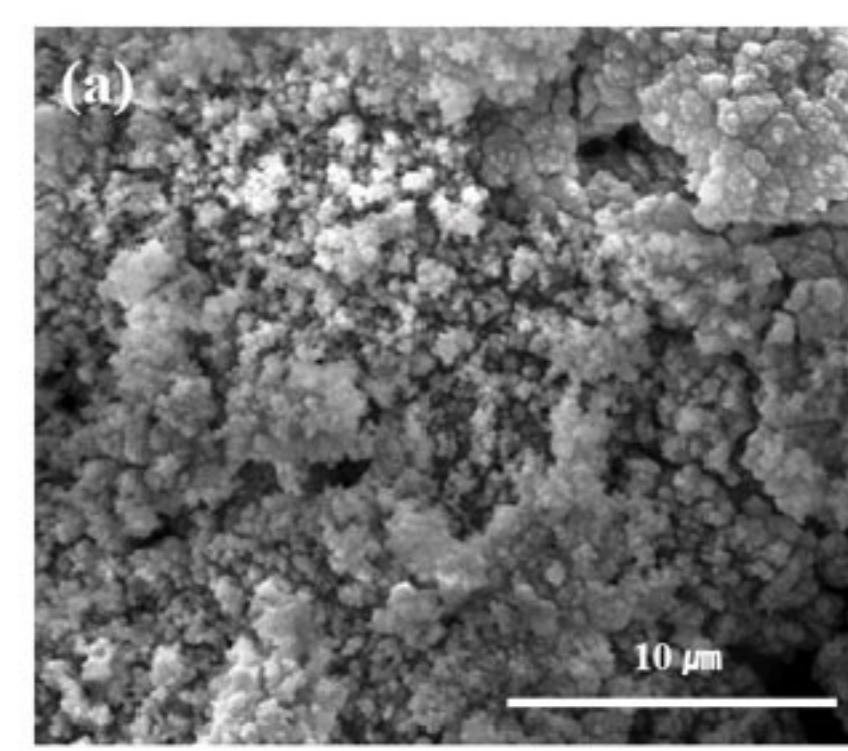
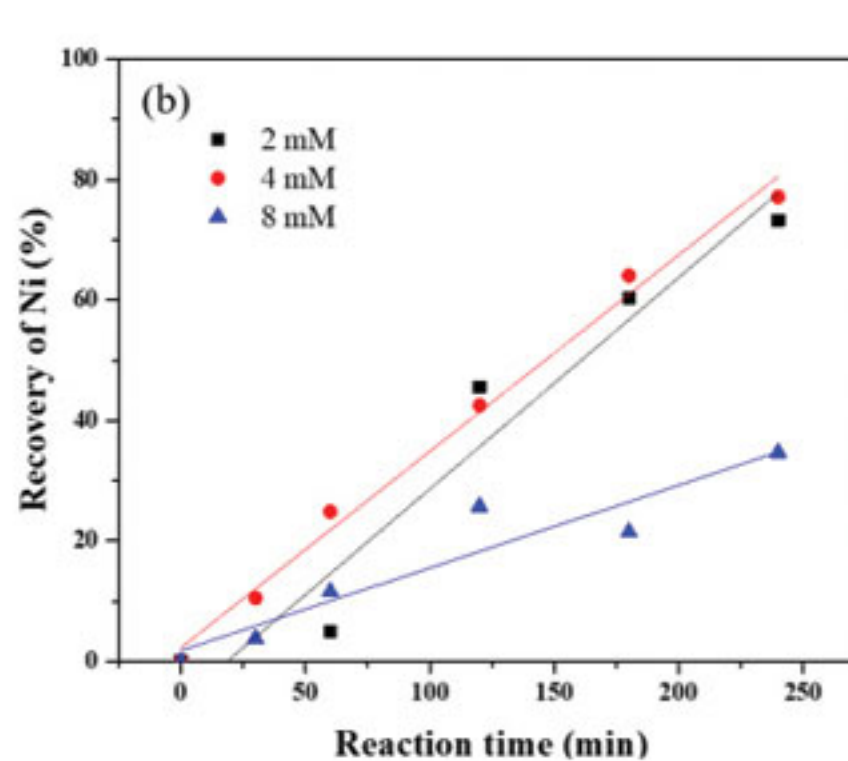
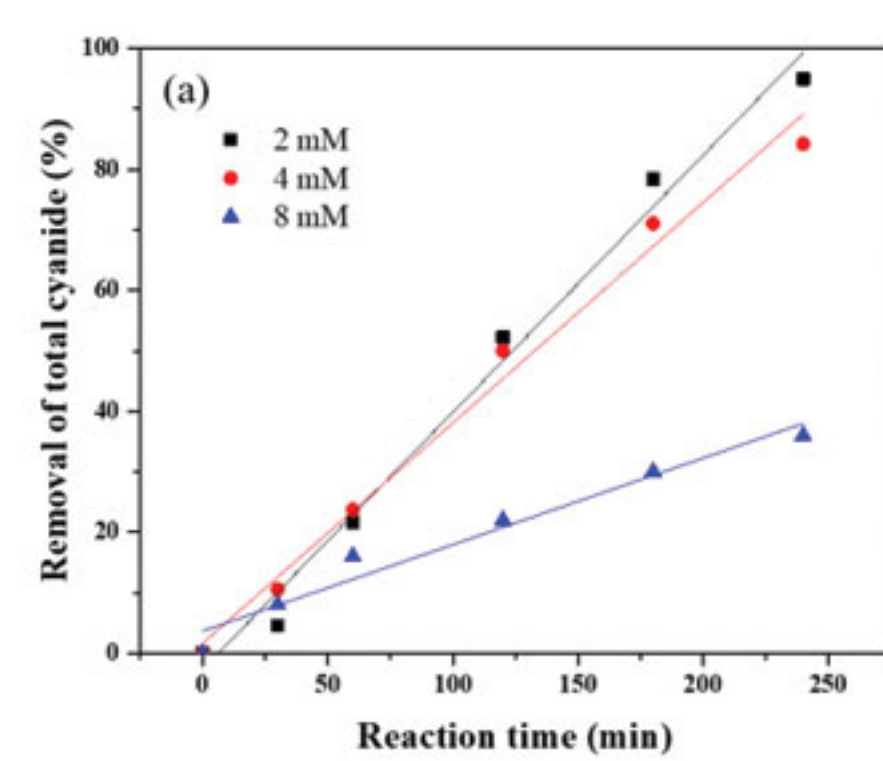
서민혜(PM), 조성수, 최창식, 이수영, 민홍

02 연구목표

- 알칼리 아연니켈 합금도금공정의 Tetracyano-nickel 무해화 패키지 공정 개발
- 실시간 고품질 Zn-Ni 도금액 관리 및 공정 효율 향상을 위한 in-situ 고선택적 Tetracyano-nickel 제거 공정 개발

03 연구실적

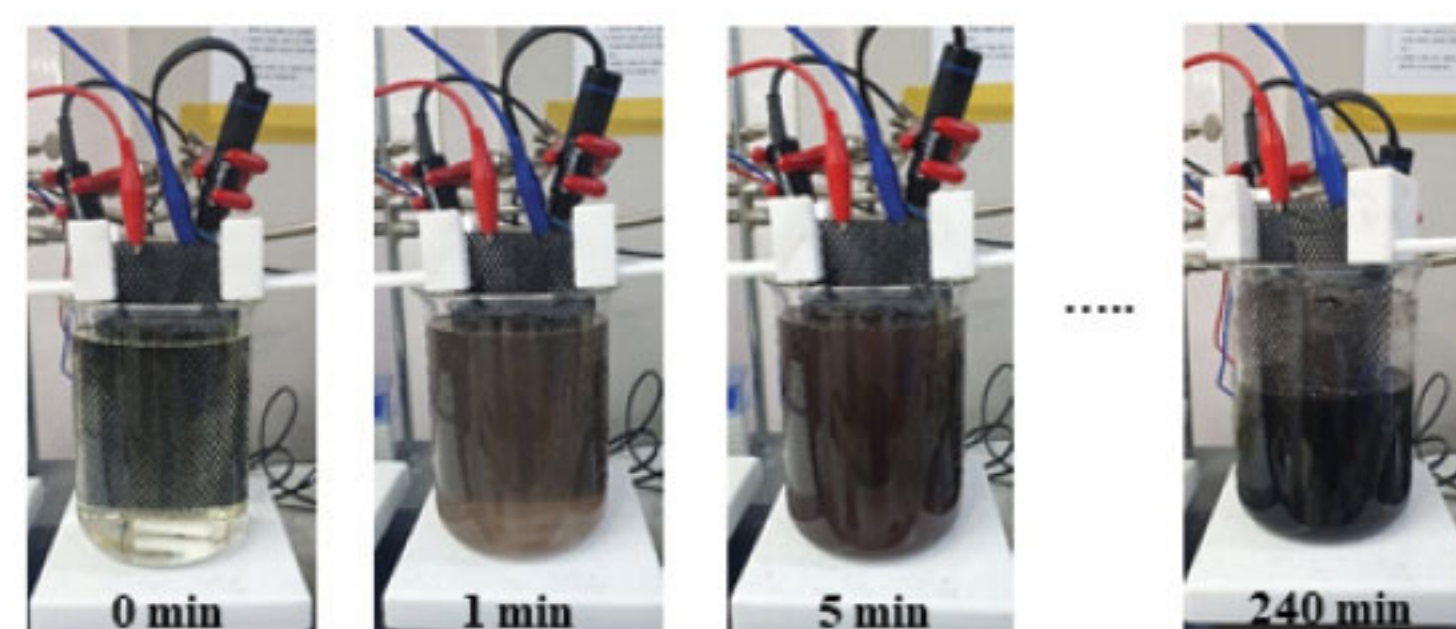
- 600L급 Tetracyano-nickel 선택적 분리공정 운전 및 Tetracyano-nickel 농도별 Pulse-AOP 성능 평가



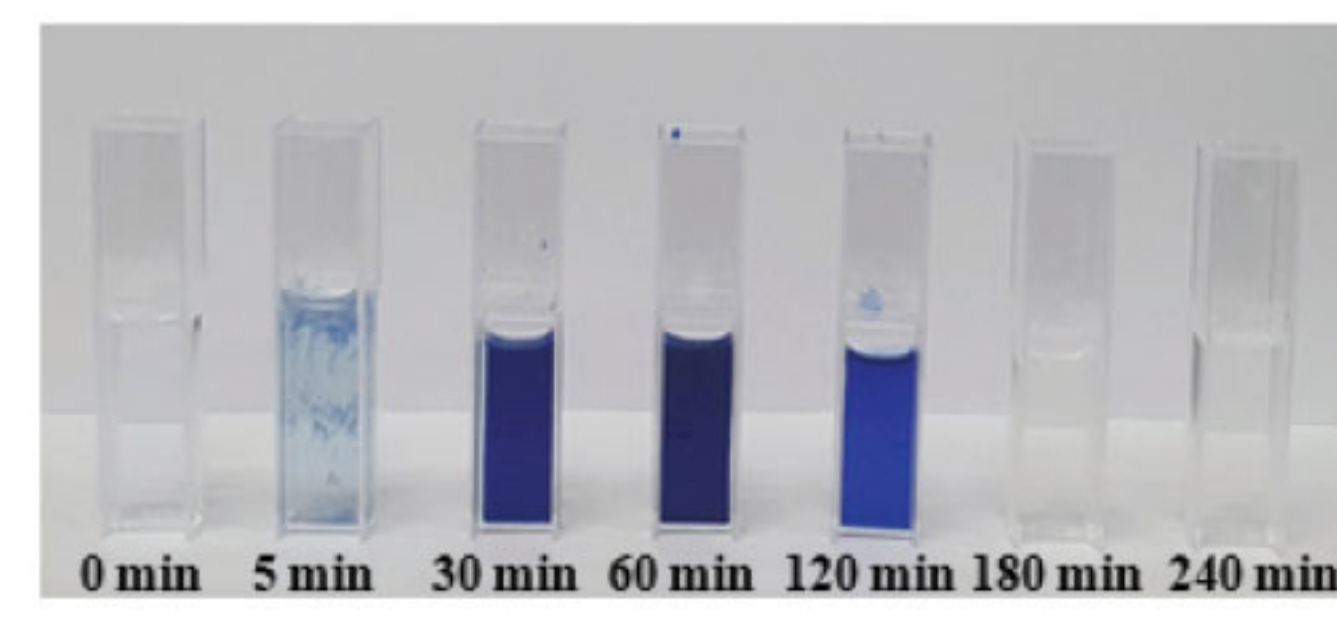
[Ni(CN)]₄²⁻ 초기농도 변화에 따른 CN 및 Ni 제거율 비교

[Ni(CN)]₄²⁻ 분해 후 회수된 Ni 분말 분석(SEM)

- 이온교환수지 재생액 선정 연구 및 이온교환수지 재생액 대상 pulse-AOP 성능 평가



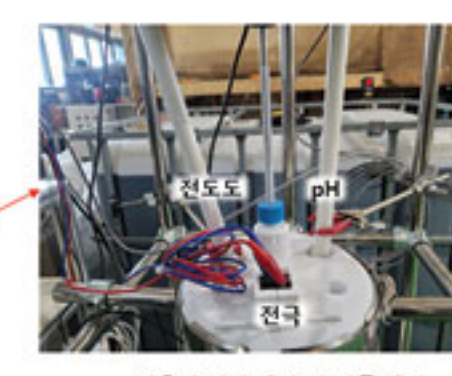
색상 변화 : Ni 회수 (전해재취)



색상 변화 : free CN 생성 → 분해(산화)

반응시간 경과에 따른 Ni 및 CN 농도 분석, 제거율 평가

- Tetracyano-nickelate 선택적 분리-재생-무해화 현장 운전 및 평가



04 활용방안

- 주관기관 알칼라인 아연니켈 도금조 및 수세수 배출라인에 적용
- 전국 알칼라인 아연니켈 도금사업장 및 조합폐수처리장 대상 개발 공정 적용

05 정량성과

논문 3건 / 특허등록 1건

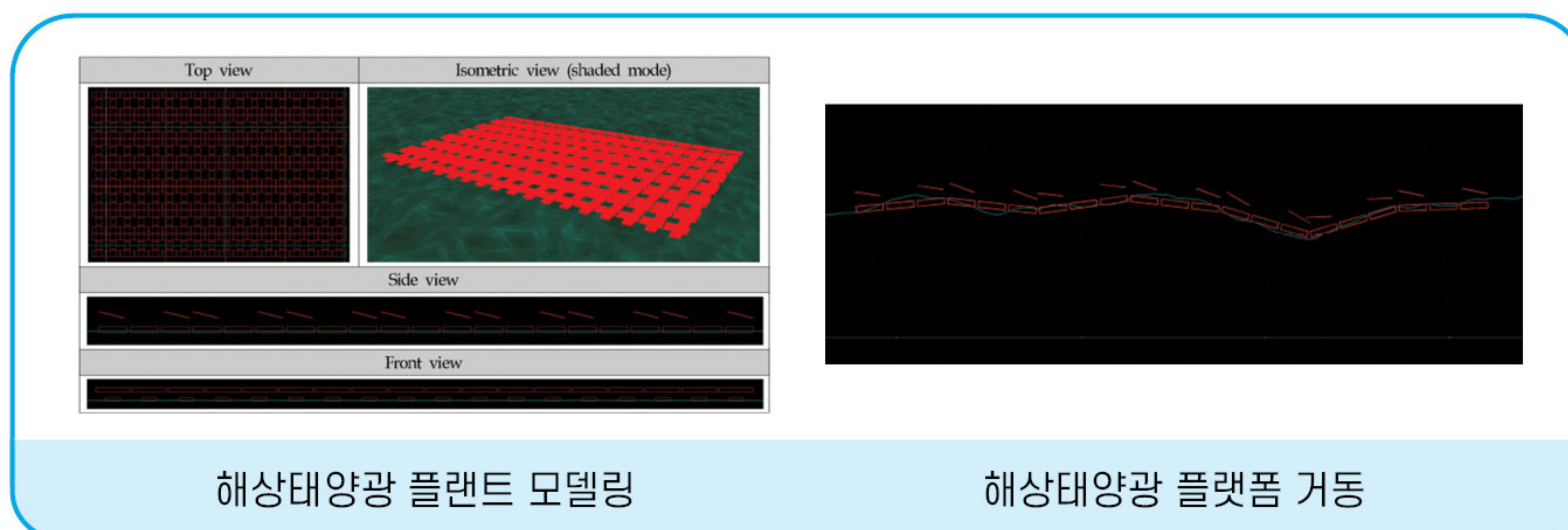
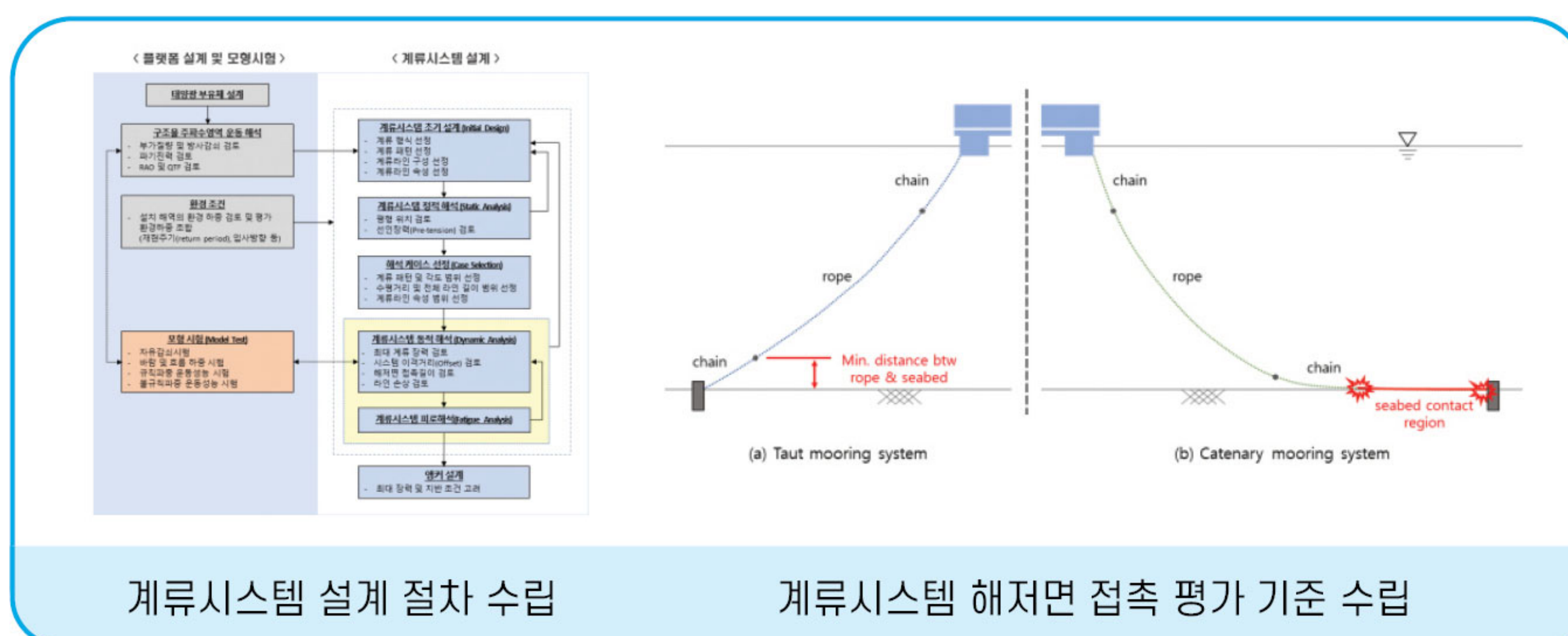
플랜트 담당 : 태양광/풍력 에너지 전환 기술

해상태양광 시스템 LCOE 저가화를 위한 부품소재 국산화 개발과 실증('20 ~ '22)

01 참여연구원 고혁준(PM), 박종포, 김대원, 정향철, 장재경, 박미호, 김관수, 한덕현, 김형태

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

03 연구실적 계류시스템 성능 평가 기법 및 장력 제어기술 개발



- 해상 환경 맞춤형 계류시스템 적정 소재 개발
- 해상 안정성 및 해양 생물 방지 Anti-fouling 기술 개발



04 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

05 정량성과 특허출원 1건 / 논문 1건

플랜트 담당 : 태양광/풍력 에너지 전환 기술

5.56MW 부유식 해상풍력 시스템 개발('20 ~ '25)

01 참여연구원

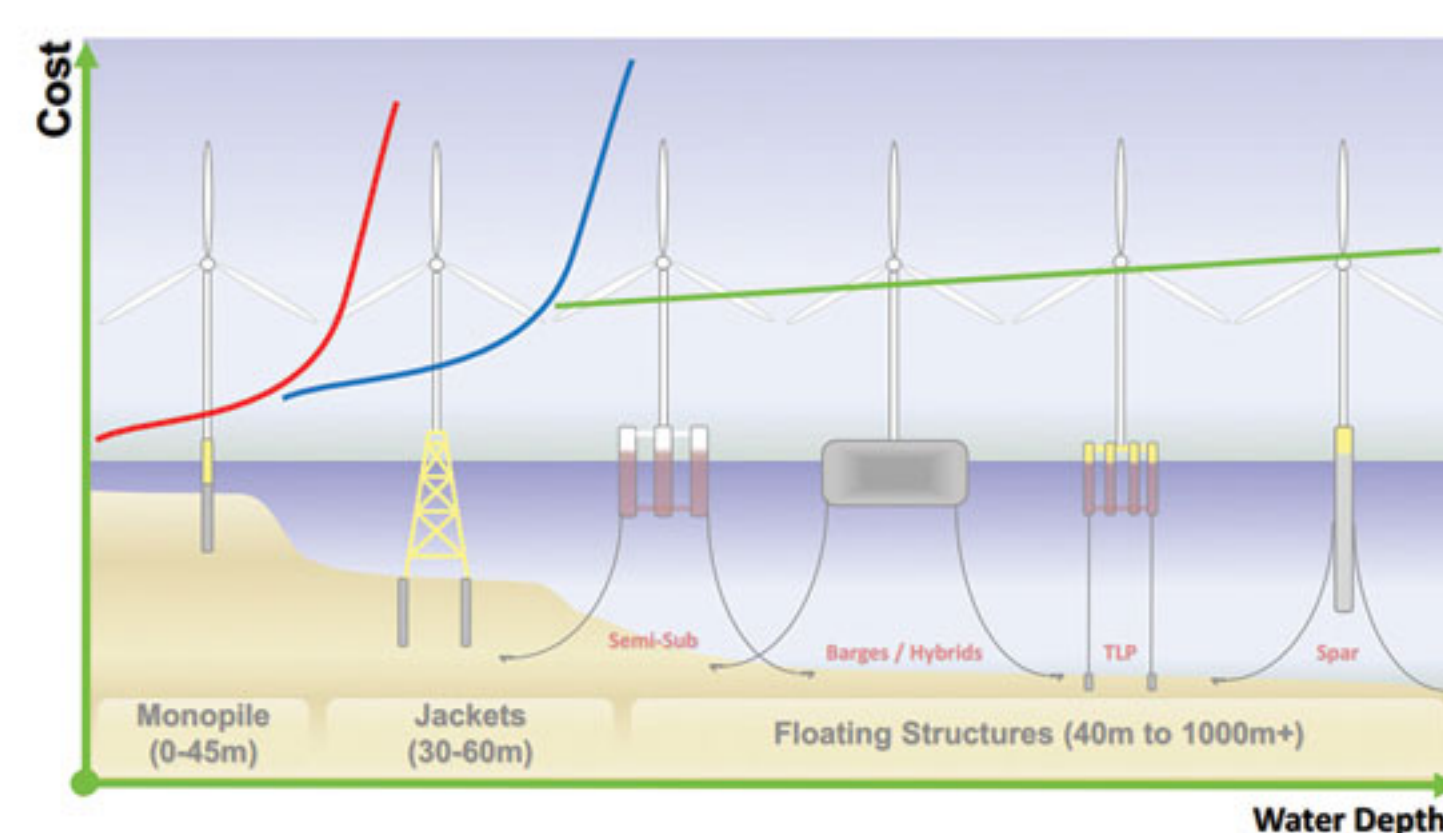
박종포(PM), 고혁준, 박미호, 장재경, 김관수, 김정태, 김준영, 이태경

02 연구목표

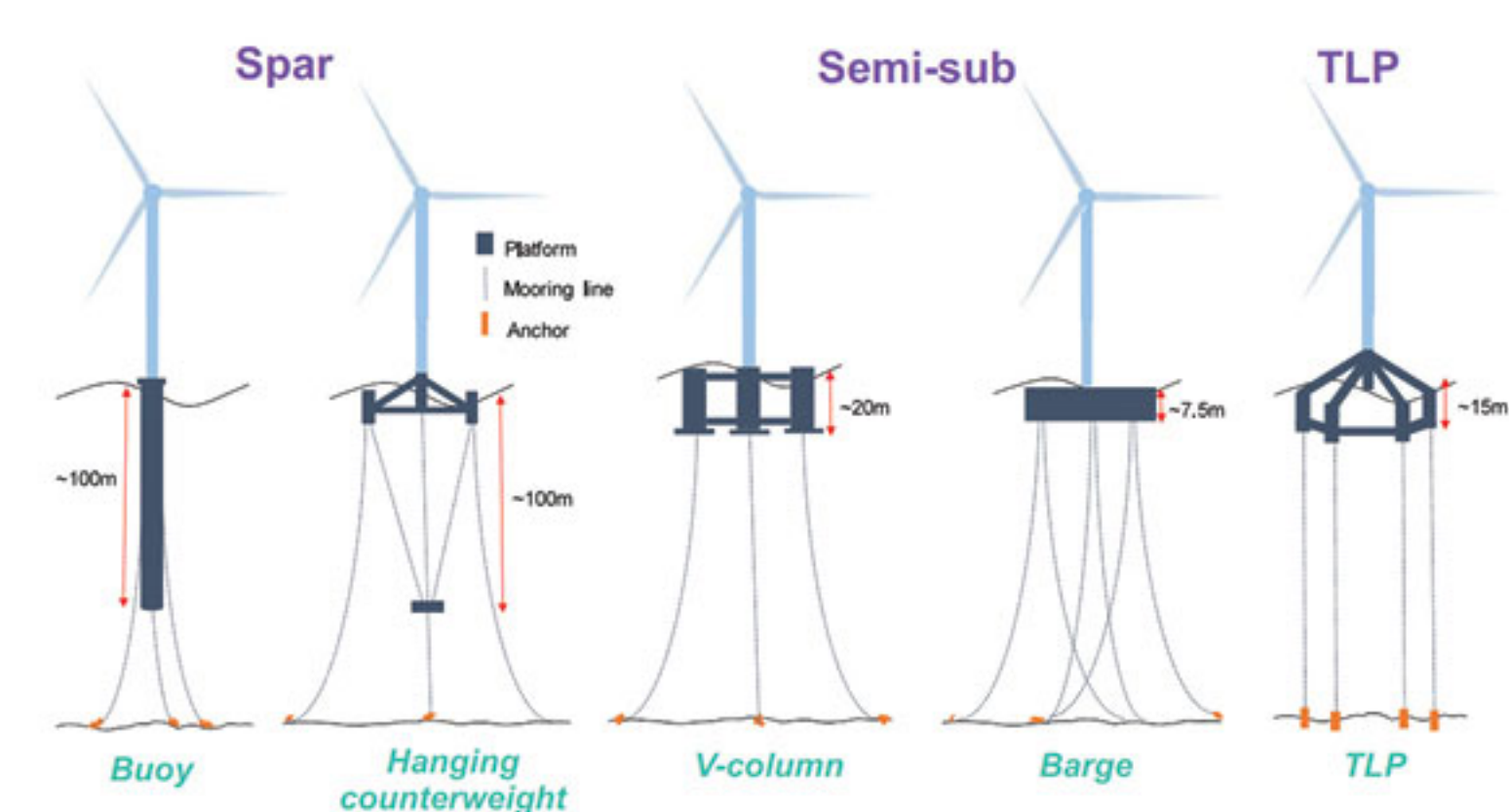
- 5.56MW 부유식 해상풍력 시스템 개발
- 8MW급 이상 확장가능한 floater design platform 개발
- 초대형 상용화 부유식 해상풍력단지 개발해상환경에서 경제성 확보가 가능하고 20년 이상의 장기 운영에도 안전한 해상 수상태양광 시스템 개발

03 연구실적

- 권리자 동의서 확보
- 시제품 1기 실증 후보지 발굴
- 부유식 풍력 설계기준 연구 및 제시



수심 별 하부구조물 방식(출처 : PPI, 2019)



부유식 해상풍력 부유체 종류(출처 : BloombergNEF, 2019)

- 상용화 풍력단지(예정)에 적합한 최적 부유체 개념 제시 / 2단계 상세 사업 계획 제시

실증지 입지조건		
풍황조건	약 7.3m/s로 우수(1D LiDAR 운영 측정중)	
설치수심	60m (대부분 5m이하 퇴적층) (MW급 시스템 개발 가능)	
계통연계	5MW 용량 육/해상변전시설 연결 가능 (계통연계비용 최소화로 우수)	
주민수용성	실증지 근처 국내최초 해상풍력단지 성공(기 주민수용성 해결 경험 보유)	

04 활용방안

- 5.56MW 부유식 해상풍력 시스템 개발 및 실증
- 8MW급이상 확장 가능한 floater design platform 개발
- 초대형 부유식 풍력 상업화 단지 개발

05 정량성과

논문 4건

플랜트 담당 : 태양광/풍력 에너지 전환 기술

경남통영 100MW이상 해상풍력 실증단지 설계 및 해상풍력자원 평가기술 개발사업('18 ~ '20)

01 참여연구원

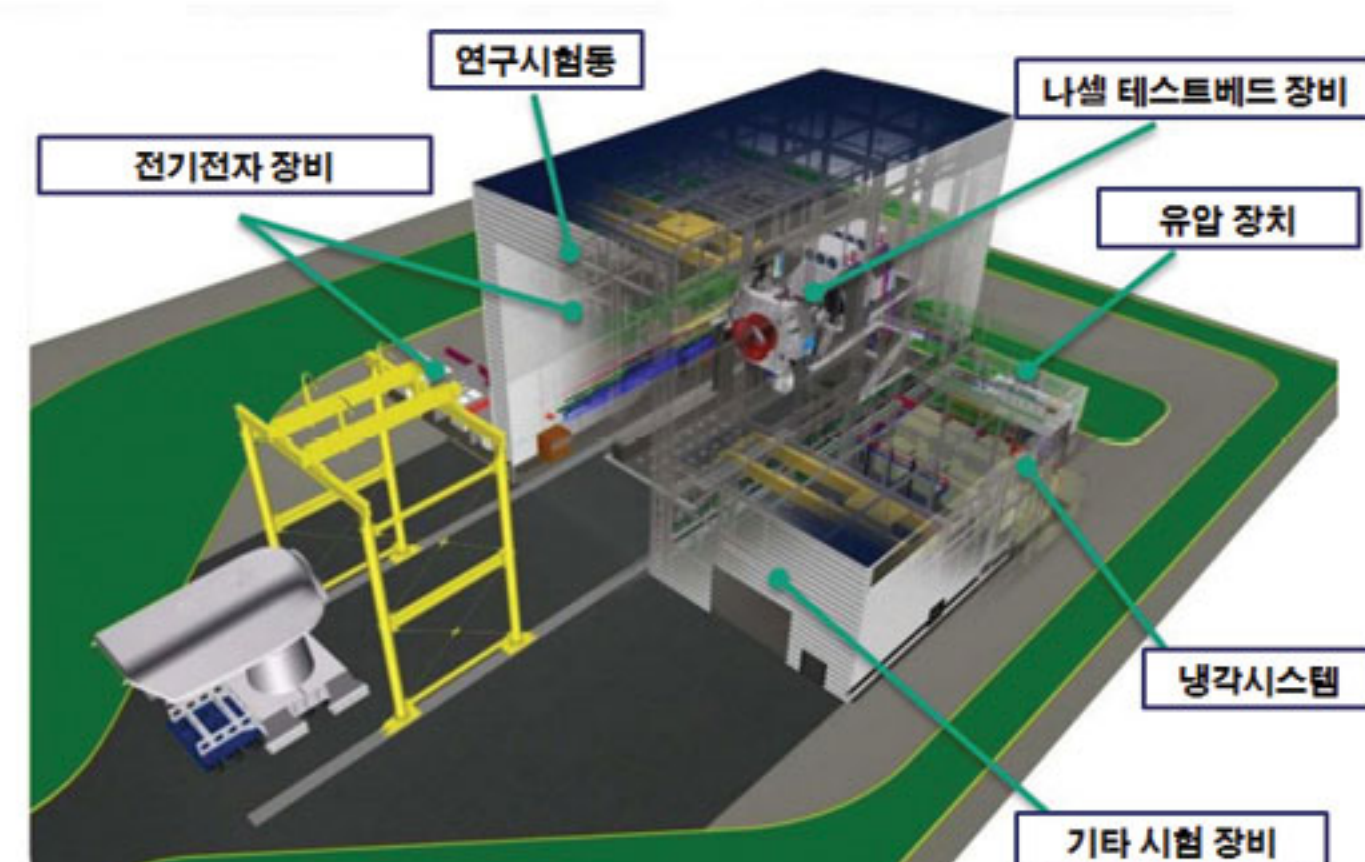
박종포(PM), 고혁준, 박미호, 장재경, 김관수, 김정태, 윤성필, 김성현, 장정희

02 연구목표

- 해상풍력단지 개발을 위한 후보지 풍황조사 및 기본설계
- 해상풍력-지역 상생 발전모델 개발
- 단지 최적 배치방안 및 O&M방안 검토를 통한 경제성 분석

03 연구실적

- 통영 해상풍력 후보지 입지개발 조사 및 평가
- 통영 해상풍력 후보지 단지기본설계 수행 및 인허가 검토
- 통영 해상풍력 사업화 및 단지확대 방안 검토
- 통영 지역상생모델 개발



경남 산업육성모델 개발(풍력 너셀 테스트베드 구축 사업)

04 활용방안

- 지역산업 연계 산업 육성
- 단지 발전량 향상과 O&M 비용 저감 연구에 활용
- 단지 기본설계 및 경제성 분석/ 단지 확대 방안 연구에 활용

05 정량성과

특허출원 1건 / 논문 2건

플랜트 담당 : 태양광/풍력 에너지 전환 기술

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

01 참여연구원

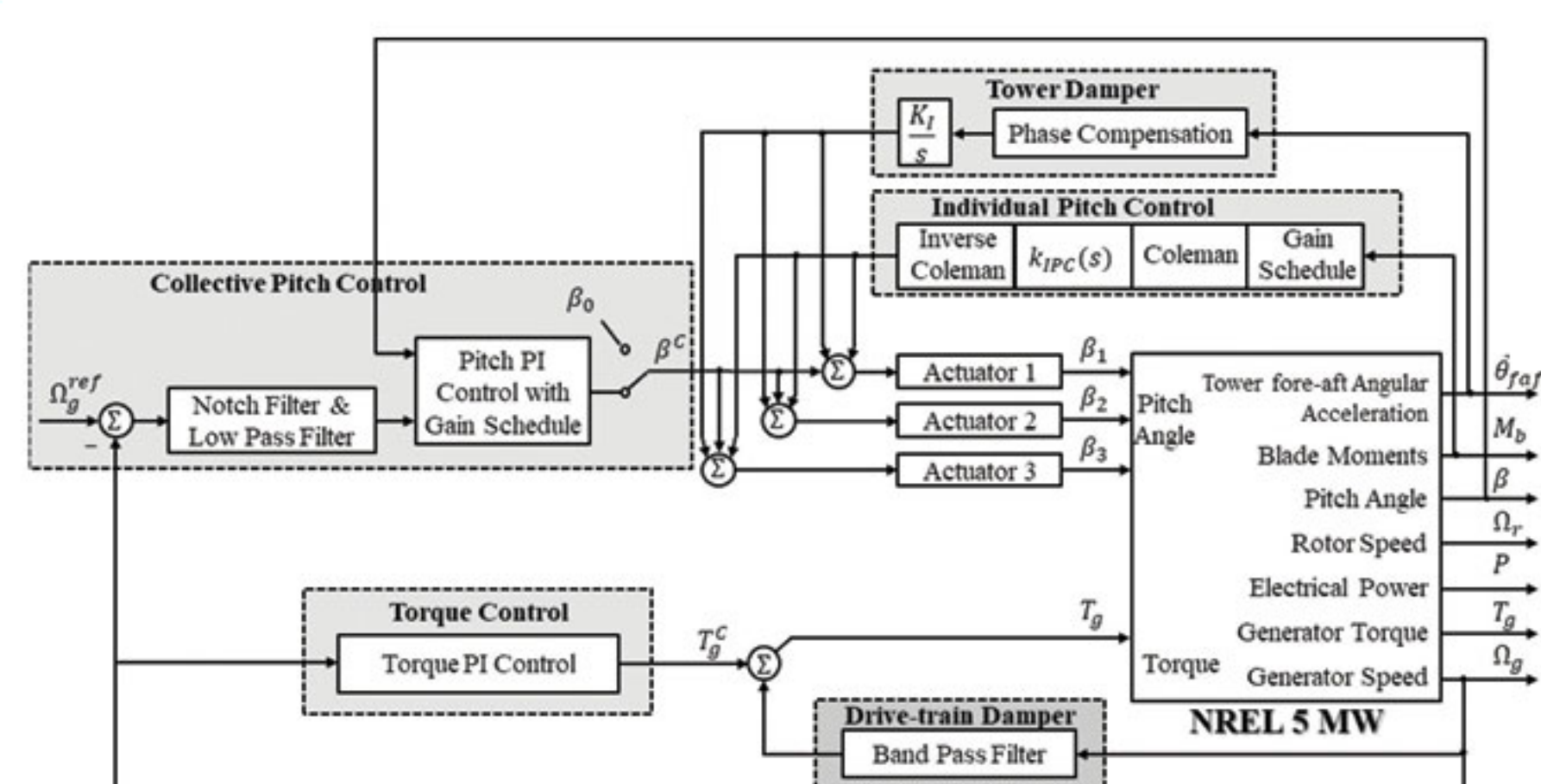
박종포(PM), 장재경, 김관수, 박미호, 김정태, 고혁준, 심병호, 김형진

02 연구목표

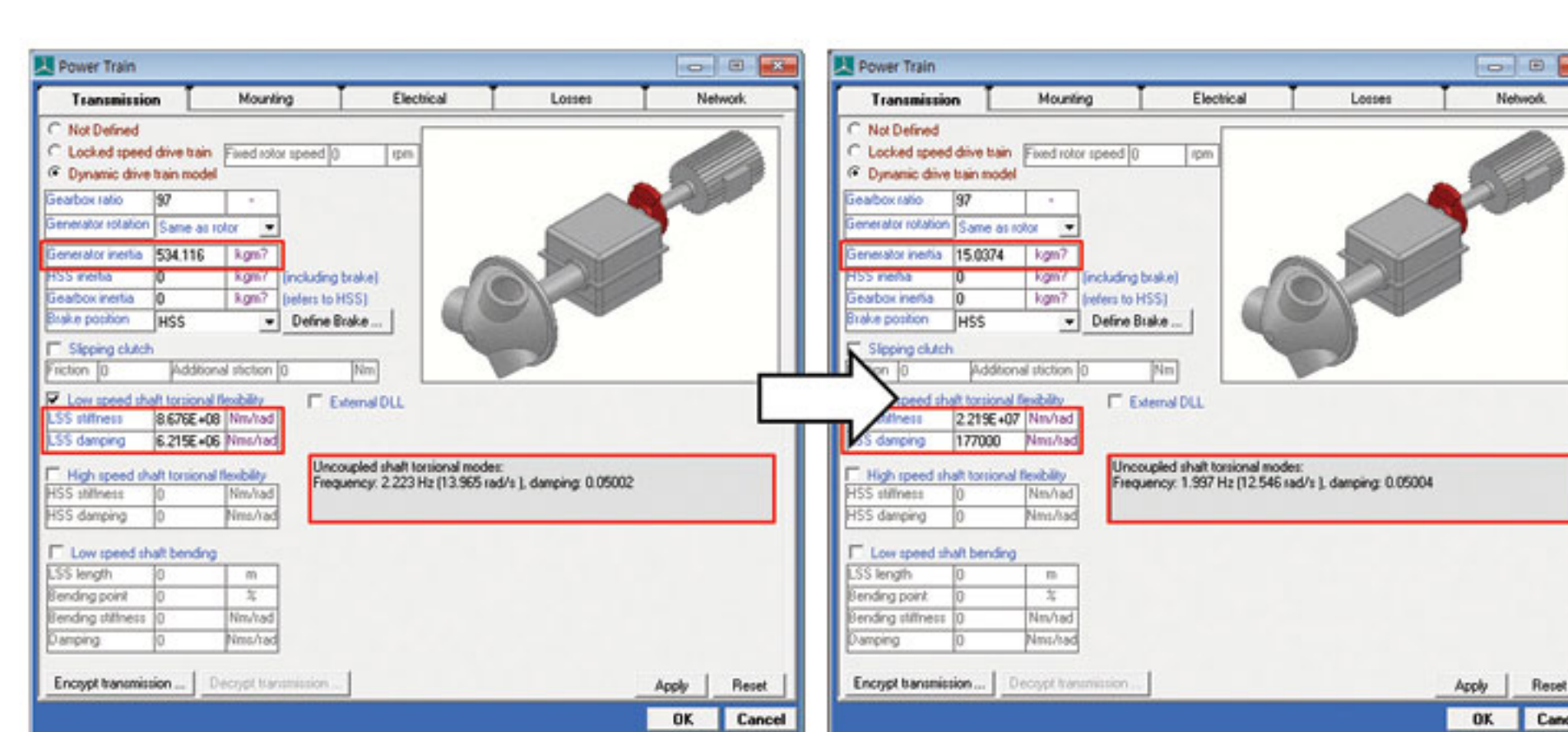
- 로터 블레이드 하중 저감 기술개발: 블레이드 배치설계 및 구조 최적화를 통한 경량화
- 동력 전달계(Drivetrain) 하중 저감 기술개발: 증속기에 작용하는 피크하중 저감 설계로 극한 하중 및 피로하중 저감
- 타워 하중 저감 기술개발 : 타워의 공진 회피 설계 및 자체 감쇄 증대 기술및 타워 제어기술로 구현
- 핵심부품의 하중 제어기술이 구현된 제어알고리즘 개발 및 하중 제어 효과 검증
- MW급 풍력발전시스템 통합하중해석 모델 구축: NREL 5MW 및 국산 상용 4~5.5MW급 모델 구축
- 하중저감 제어알고리즘 적용 국제표준에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

03 연구실적

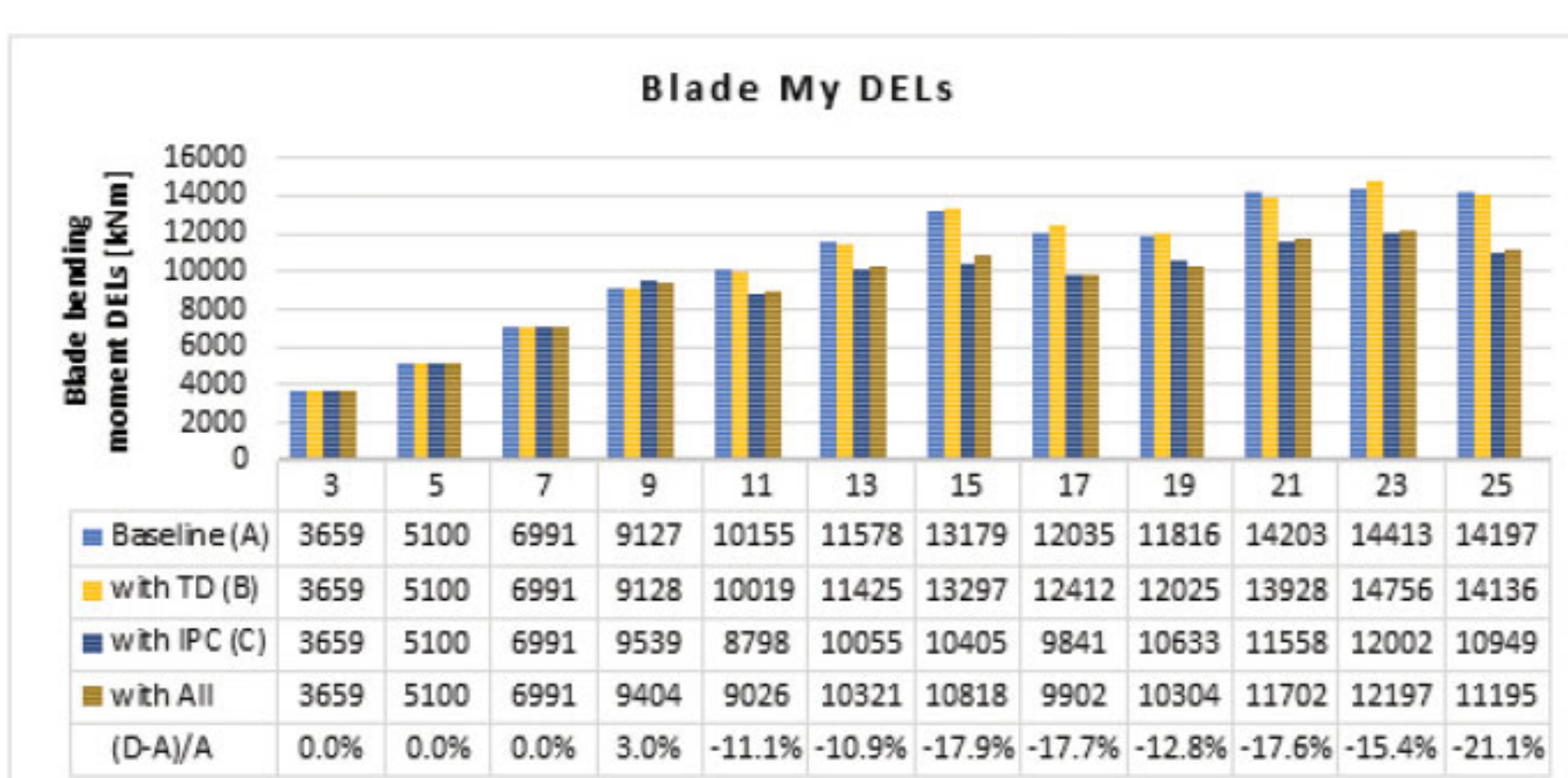
- 개별피치 및 타워 제어기술 적용 타워 설계 최적화
- 개별피치, 타워 제어기술 적용 통합하중해석 및 효과 검증
- 국산 및 NREL 5MW급 모델 업데이트



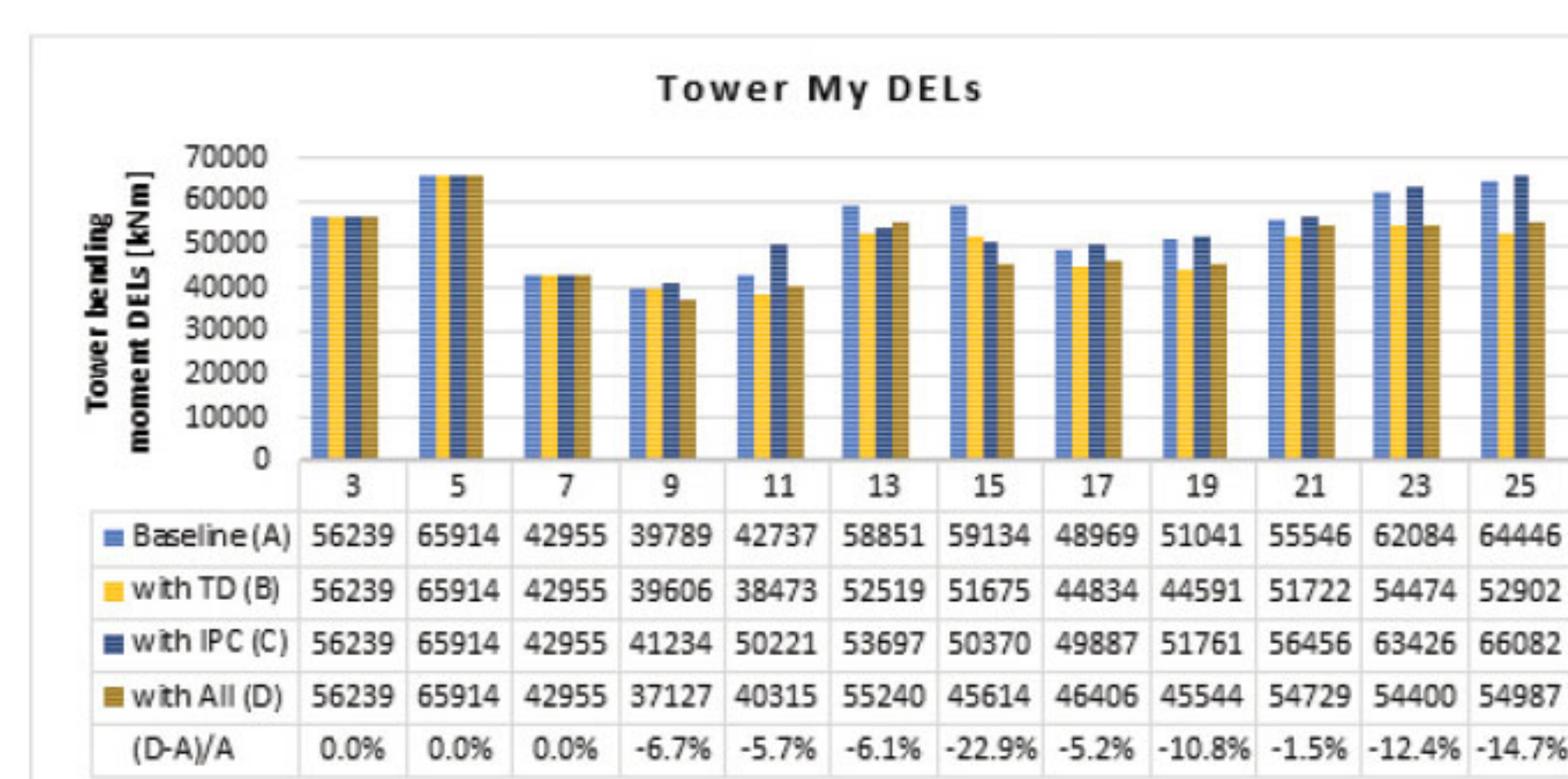
제어 구조



드라이브트레인 모델 업데이트



풍속별 블레이드 루트부 굽힘 모멘트 My DELs



풍속별 타워 기저부 굽힘 모멘트 My DELs

04 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

05 정량성과

특허출원 1건 / 논문 2건

플랜트 담당 : CCUS(이산화탄소 포집, 활용, 저장)기술

시멘트산업 배출 온실가스 저감 및 고부가 자원화를 위한 이산화탄소 포집-전환 일체형
공정 개발('18 ~'20)

01 참여연구원

조성수(PM), 최창식, 서민혜, 이수영, 민홍

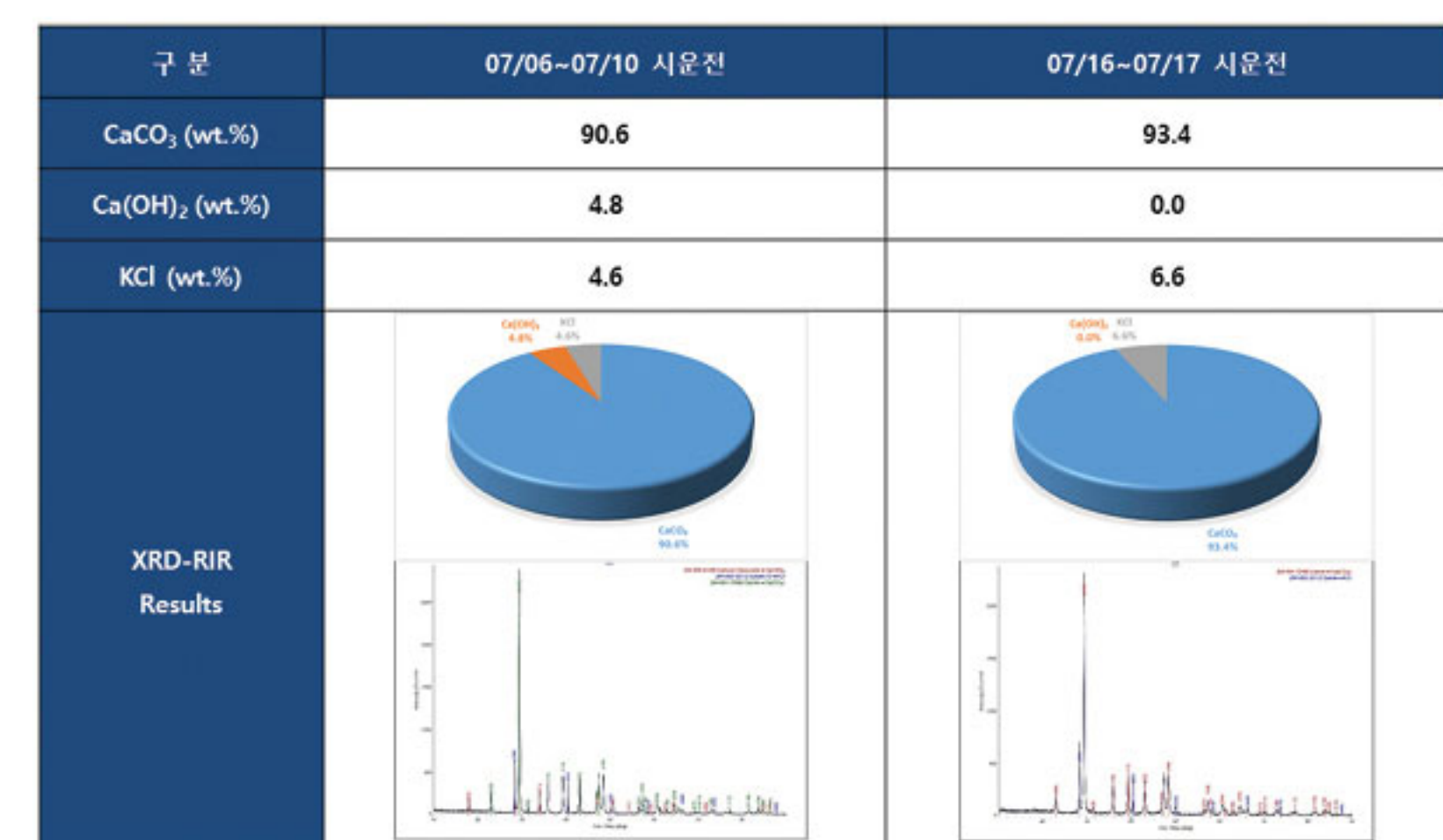
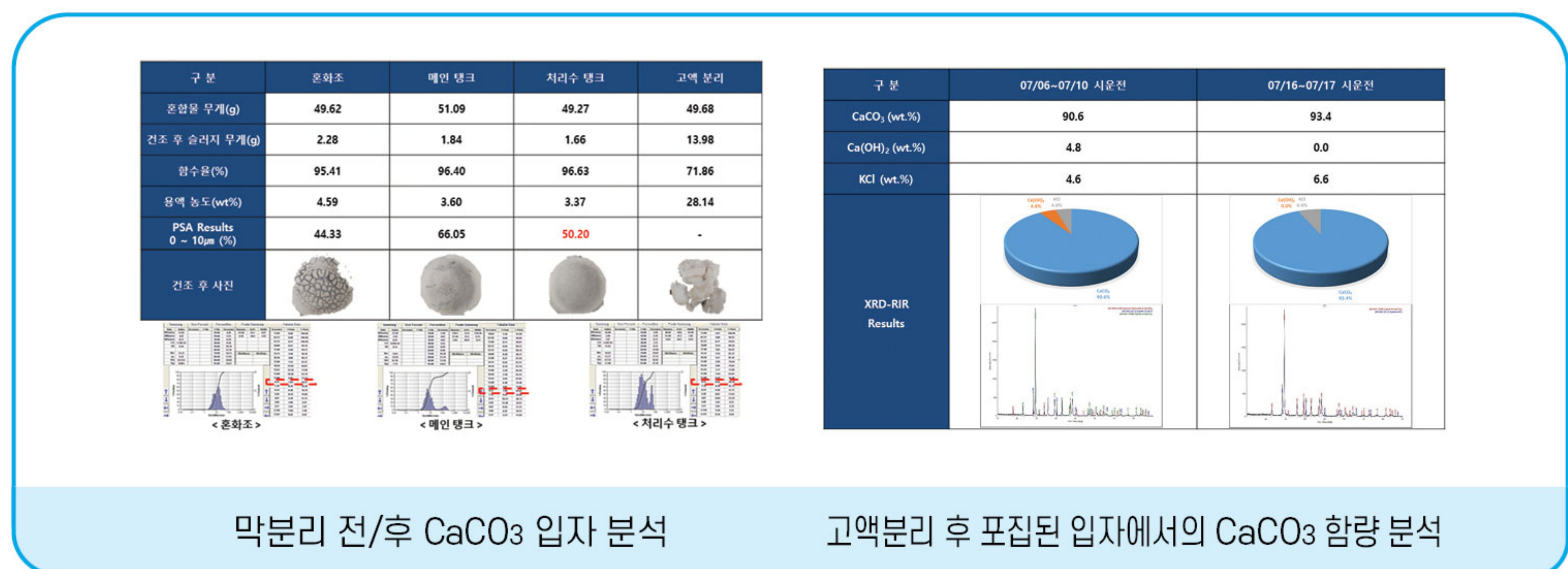
02 연구목표

광물 탄산화 고액분리 및 건조공정 개발

03 연구실적

- CaCO₃ 건조 테스트

- 고액분리 장치를 사용한 광물탄산화 부산물 고액분리 실험



04 활용방안

참여기업(삼표시멘트, 평화엔지니어링)에서 과제 기간 중 현장 테스트 및 검증 후 추진 예정

05 정량성과

논문 2건

배기가스내 이산화탄소 포집 및 탄소자원화 하이브리드 동시처리 공정개발('17 ~ '21)

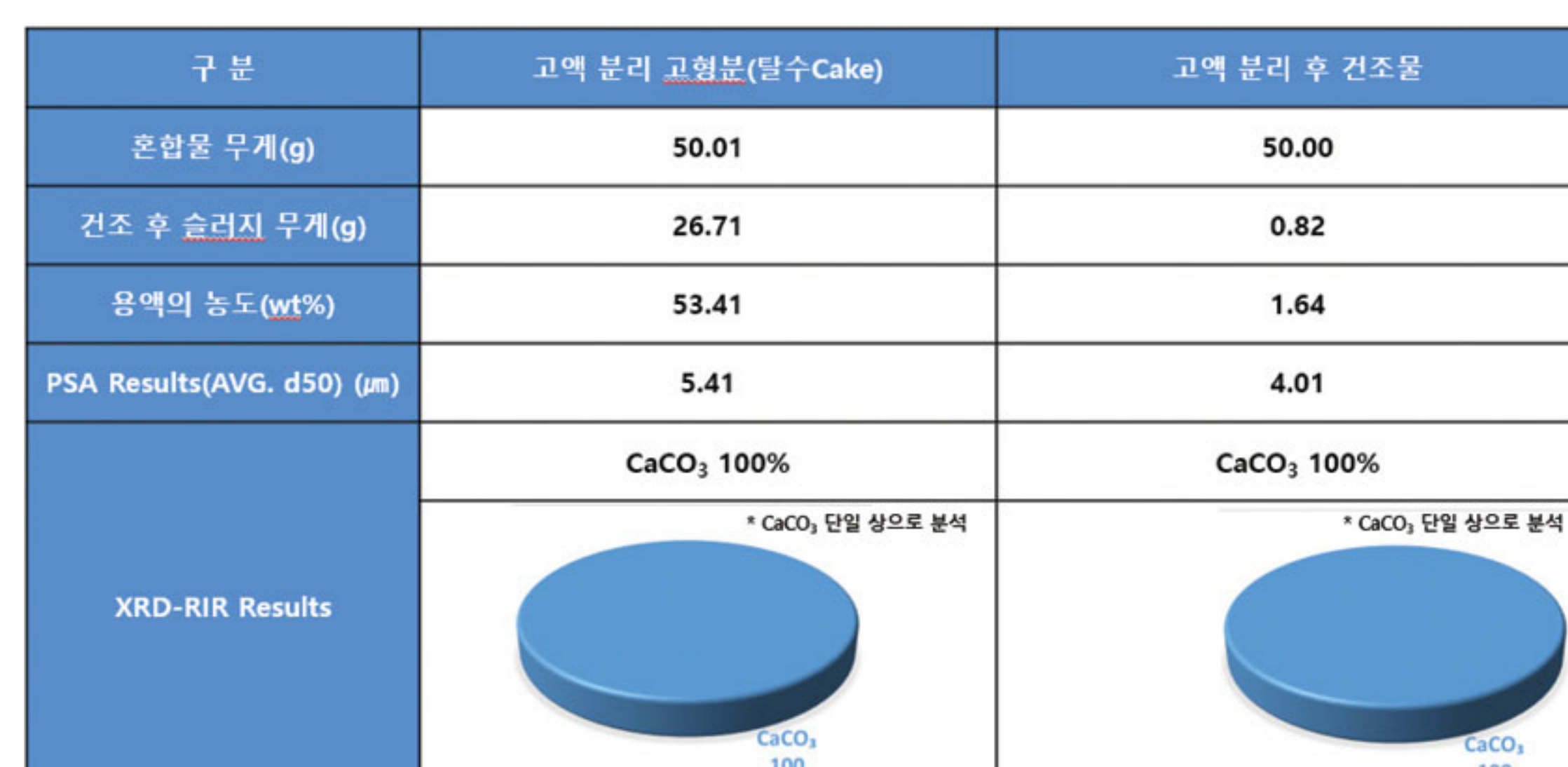
최창식(PM), 조성수, 이수영, 민홍, 김병환

도심형 발전소 배기가스내 CO₂ 콤팩트 포집(분리막), 광물탄산화, 생물학적 전환이 가능한 하이브리드 연속공정 구축과 이를 통한 실증운전 최적화 및 사업모델 개발 확립

- 이산화탄소 저감 광물탄산화 및 부산물자원화 Pilot 설비의 제작



- 회수자원 CaCO_3 회수율 평가
(전환율: 90% 및 순도: 80% 이상 목표달성)



- 농축분리된 농도 80%수준 CO₂ 및 소석회 반응을 통한 고순도 탄산칼슘 생산 및 활용 가능
- 연소형 광물탄산화반응 및 탄산칼슘 생산공정 개발

특허등록 2건

지능기계시스템센터 : 용접/비파괴 검사 기술

조선해양 배관철의장블록 물류혁신을 위한 스마트 생산협업 시스템 개발('18 ~ '22)

01 참여연구원

박기영(PM), 김호상, 김재성, 김용, 진병주, 박주현, 배승기

02 연구목표

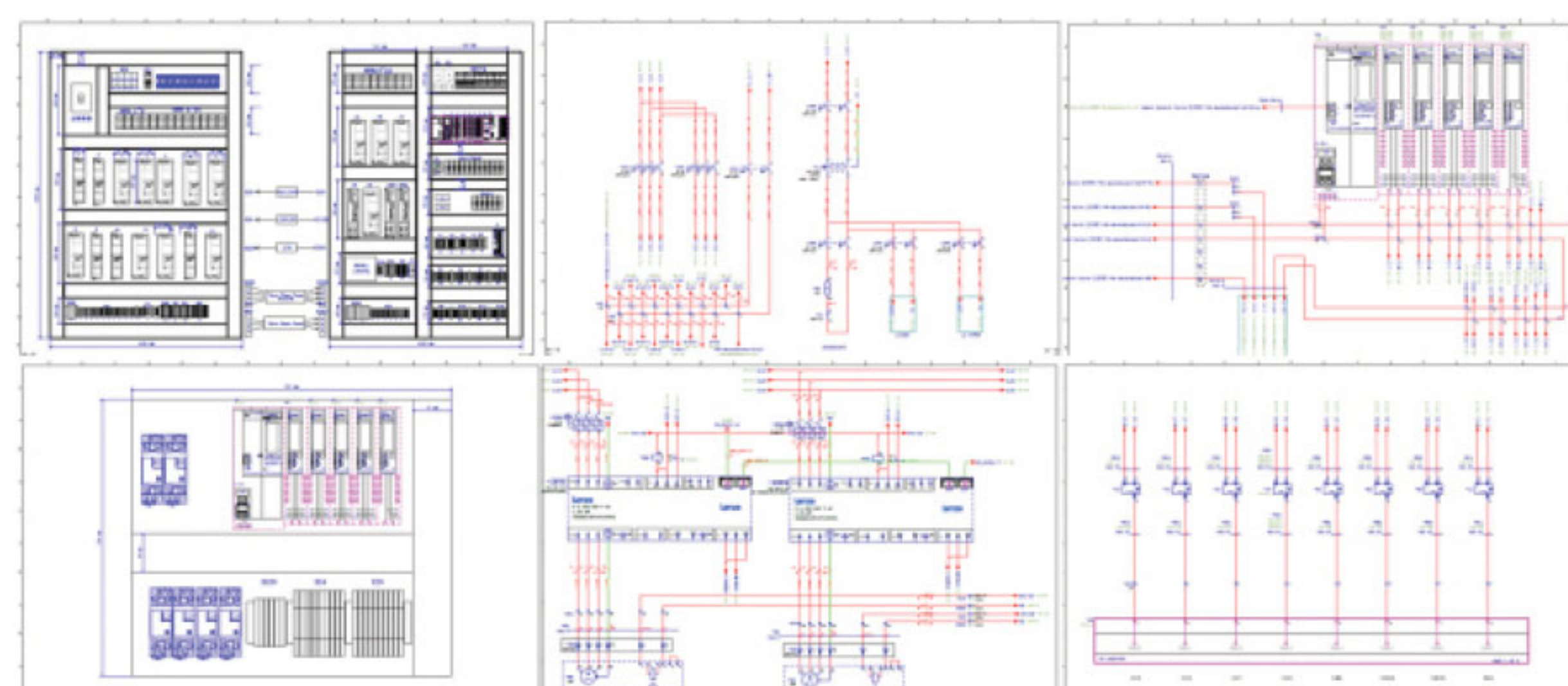
조선소-협력업체 생태계 상생 및 물류체계 혁신을 위한 스마트 생산협업 시스템 개발

03 연구실적

- 용접부 관찰을 위한 비전 모니터링 시스템 개발
 - : 비드 폭/높이 형상 측정 및 데이터 축적
 - : LVS를 통한 비드 결함 검출
- 스마트 중앙 운영 소프트웨어와 각 설비간 데이터 처리 PLC 개발
 - : PLC 제어부 시퀀스 설계
 - : 통신용 모듈을 장착한 통합제어반 제작
- 스마트 중앙 운영 소프트웨어와 각 Work Station간 통신 모듈 개발
 - : 원격 제어가능한 HMI 통신 시스템 설치



통합통신제어반



PLC 제어부 시퀀스 설계

04 활용방안

총괄주관(클래드코리아 원주(주))을 중심으로 유기적인 기술교류를 통해 배관·철의장·블록물류 혁신을 위한 스마트 생산협업시스템을 개발할 것이며, 이에 대한 사전 테스트를 참여기업 중 한진중공업(주), 현대삼호중공업(주)에서 진행한 후 성과활용기업으로 참여하고 있는 대한조선(주), DSME 정보시스템, (주)경동, (주)덕천기연, (주)삼녹 등에서 활용할 예정임

05 정량성과

논문 2건

지능기계시스템센터 : 용접/비파괴 검사 기술

지능형 패키징배관 스마트제조 플랫폼 기술 개발('19 ~'21)

01 참여연구원

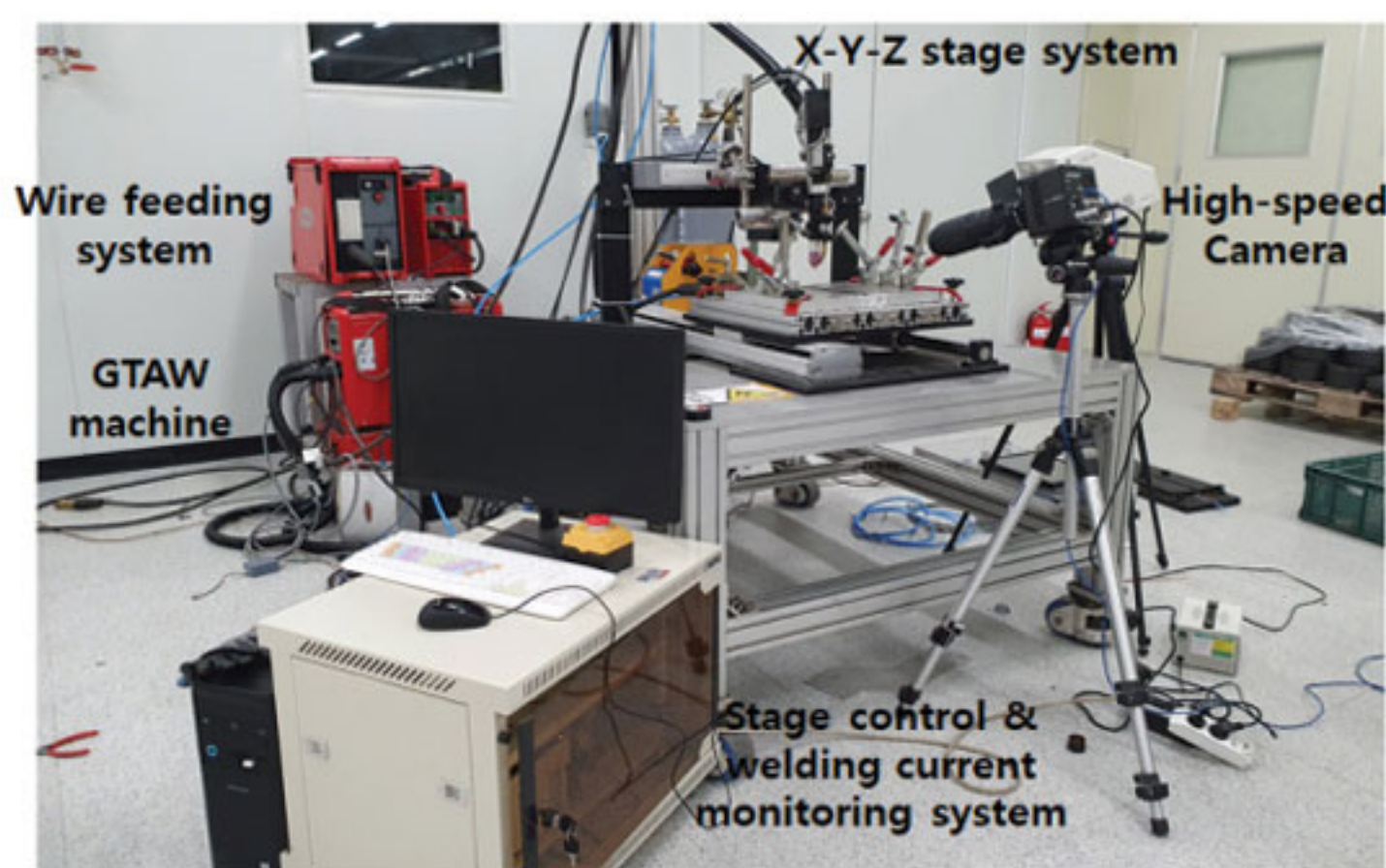
이경돈(PM), 박기영, 김용, 진병주, 박주헌

02 연구목표

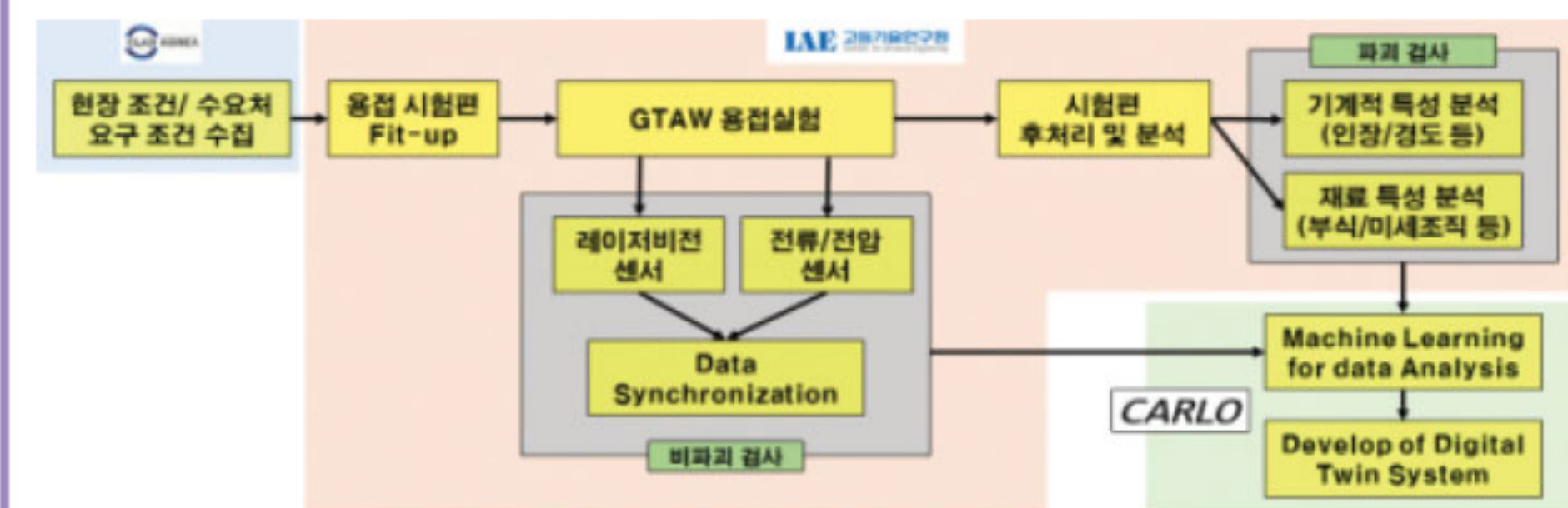
확장가능형 패키지배관 스마트제조 플랫폼 서비스(PaaS) 구축

03 연구실적

- 패키지배관 용접 생산공정파라미터에 따른 품질 데이터 수집 체계 확립 및 분석
- 패키지배관 제조 용접 생산공정 품질 평가 기준 확보



GTAW 용접 자동 및 품질데이터 확보 시스템



패키지배관 데이터 수집 체계

- 정량평가 공인성적서 발급 완료



공인성적서 결과

04 활용방안

- 지능형 패키지배관 스마트 IoT 자동화 턴키 공장 및 스마트 운영소프트웨어 판매
(주관기관 : 클래드코리아 원주(주))
- 중소중견용 금속가공 스마트제조 생산협업 플랫폼 서비스(PaaS) 제공
- 금속가공 제조분야 스마트운영소프트웨어, 디지털트윈, Stand-Alone 앱 제공

지능기계시스템센터 : 용접/비파괴 검사 기술

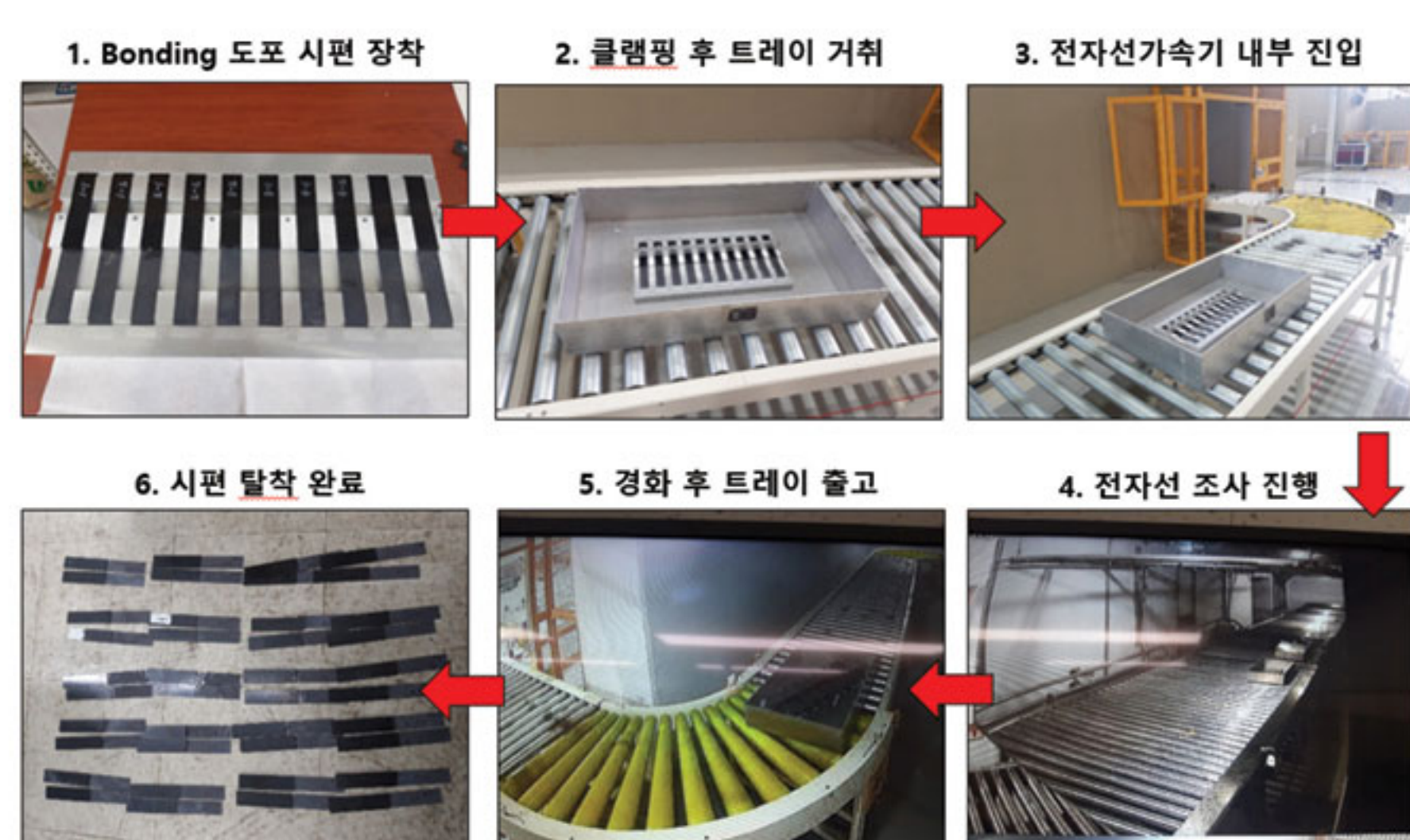
전자선 경화기술을 이용한 자동차용 경량 고강도 탄소복합소재 및 이종소재 접합기술 개발('20 ~ '22)

01 참여연구원 김용(PM), 박주현, 배승기, 정상혁

02 연구목표 조선소-협력업체 생태계 상생 및 물류체계 혁신을 위한 스마트 생산협업 시스템 개발

03 연구실적

- 전자선 경화 이종접합 기반기술 확보
- 전자선 이종접합 HAT 시제품 제작검증



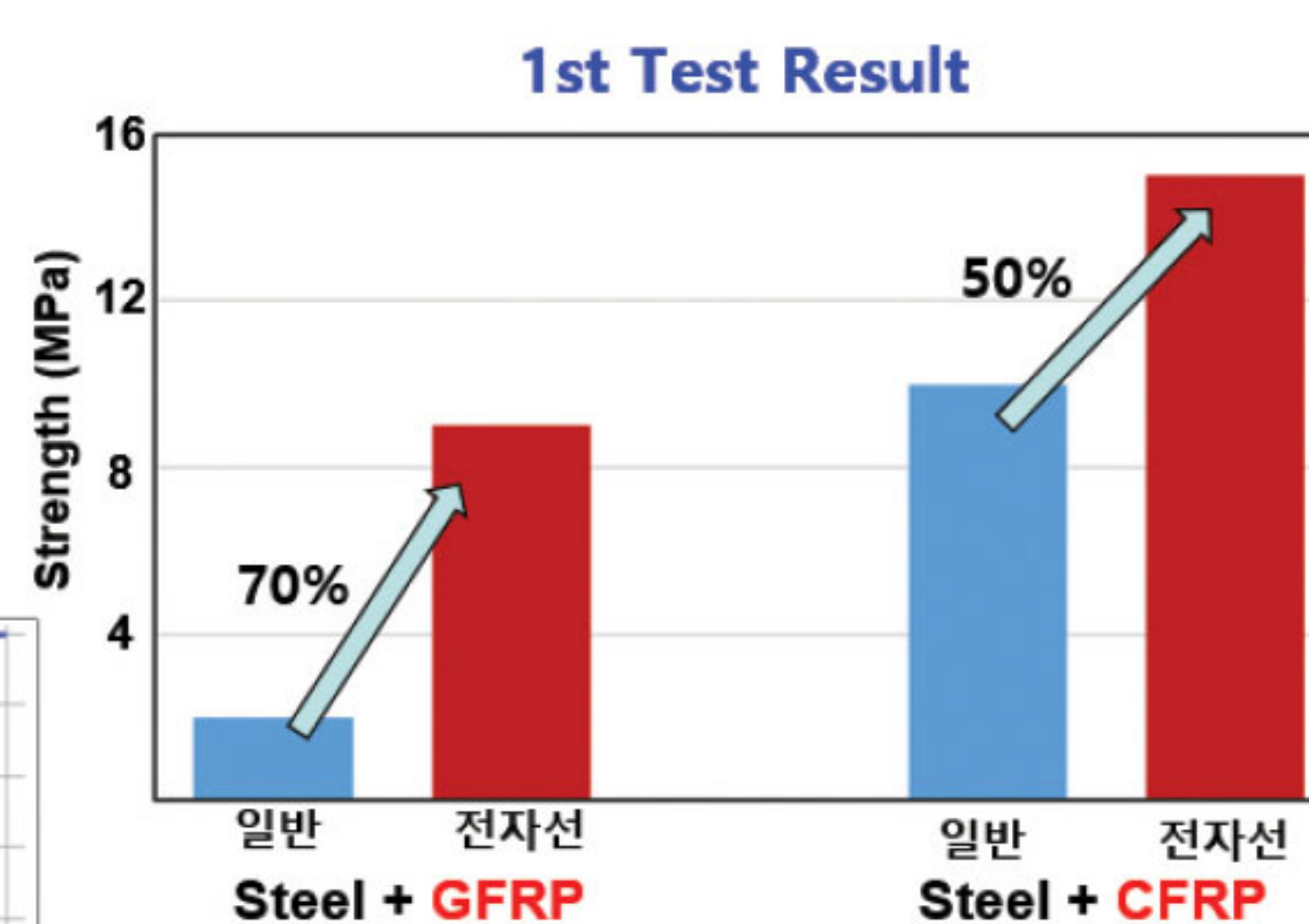
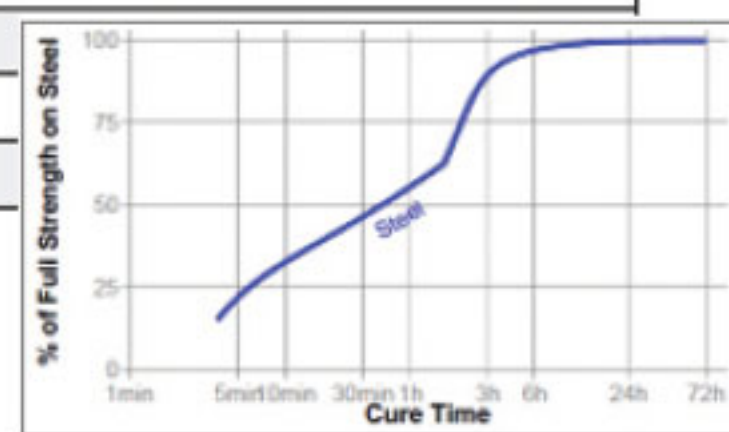
전자선 이종접합 기반구축



전자선 이종접합 기술을 이용한 HAT 시제품 제작

- 전자선 경화효과가 있는 본드계열 최종 확인

Bond Information	
PRODUCT DESCRIPTION	
LOCTITE® AA 332™ provides the following product characteristics:	
Technology	Acrylic
Chemical Type	Modified acrylic
Appearance (uncured)	Opaque light yellow to dark amber ^{LMS}
Components	One component - requires no mixing
Viscosity	High
Cure	Activator
Secondary Cure	Heat
Application	Bonding



Modified Acrylic 계열 본드의 전자선 경화효과

04 활용방안 방사선을 이용하여 접착부를 급속경화시키는 기술은 아직 전 세계적으로도 연구결과가 발표되지 않은 핵심원천기술로써 그 가치가 매우 높으며, 향후 탄소섬유소재 시장의 파급효과도 매우 클 것으로 예상됨

05 정량성과 논문 1건

지능기계시스템센터 : 용접/비파괴 검사 기술

원전 안전설비 실제결함형상 기반 비파괴 검사 시험편 시제품 개발('18 ~ '22)

01 참여연구원

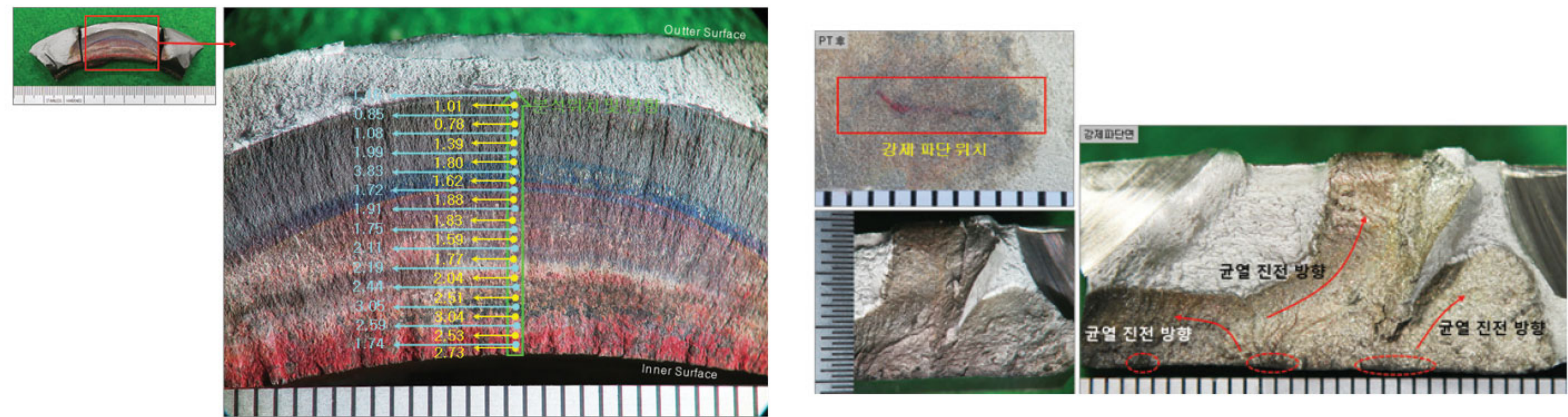
김재성(PM), 박기영, 이경돈, 김용, 진병주, 박주현, 정상혁, 이원기, 배승기

02 연구목표

- 열피로균열과 응력부식균열 자연결함 제작 시스템 및 공정 최적화
- 열피로균열과 응력부식균열 음향 방출 신호 계측 및 분석
- 과제 성과물의 기술적 성과 판단을 위한 기술표준 현황 분석

03 연구실적

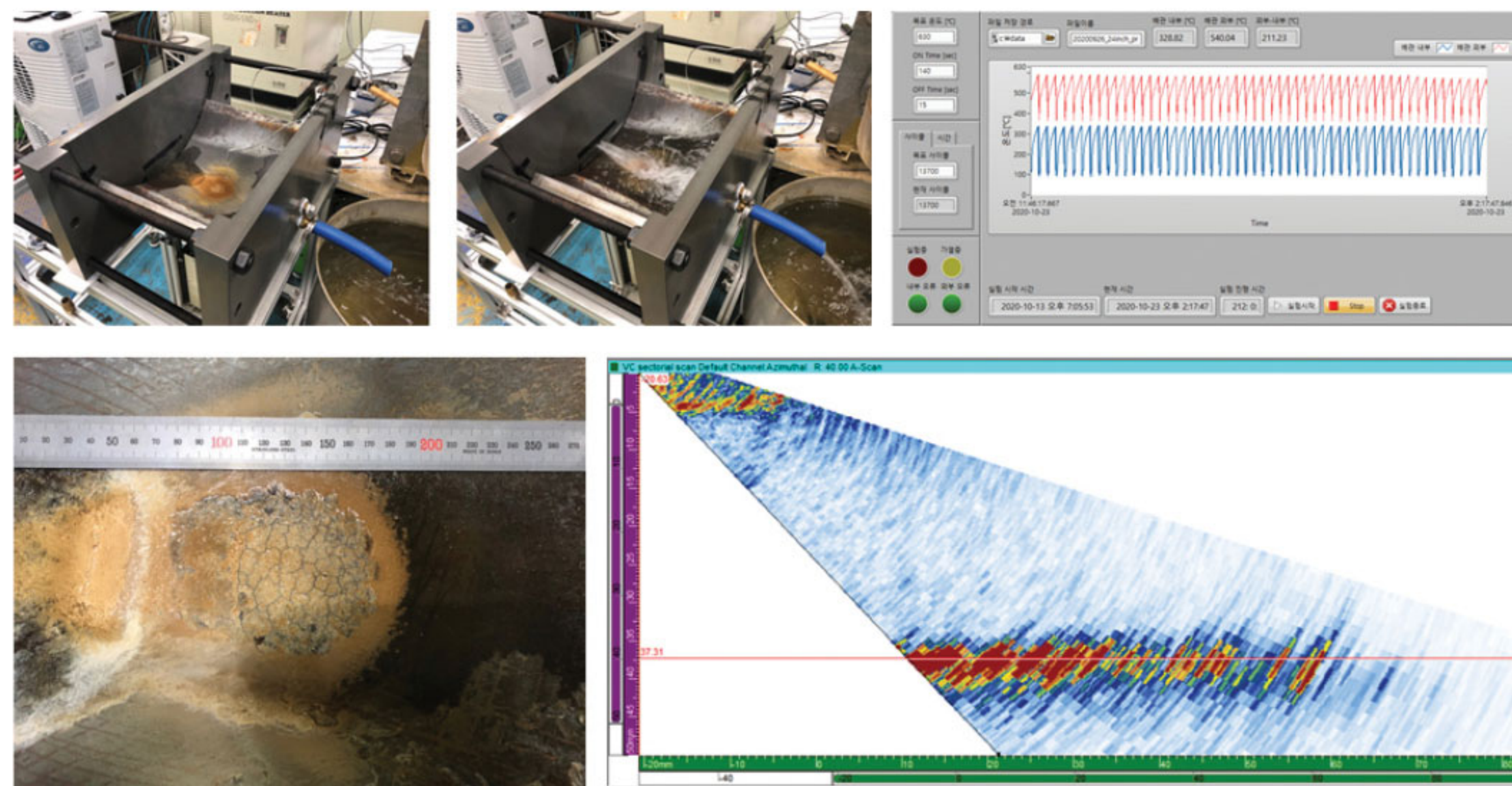
- 열피로균열과 응력부식균열 실제균열 제작 재현성 확보



균열 크기에 따른 균열 진전 속도 확인

응력부식균열의 실제 파단 모습 확인

- 원전 대형 배관재 시험편(24"배관-STs 304)에 대한 실제균열 제작 완료



04 활용방안

- 열피로균열 및 응력부식균열을 배관 시험편에 직접 제작하여 비파괴 검사 장비의 대비시험편으로 활용함
- 3인치에서 12인치까지 다양한 구경의 배관 및 용접부에 균열을 제작함

05 정량성과

특허등록 1건 / 논문 2건

지능기계시스템센터 : 용접/비파괴 검사 기술

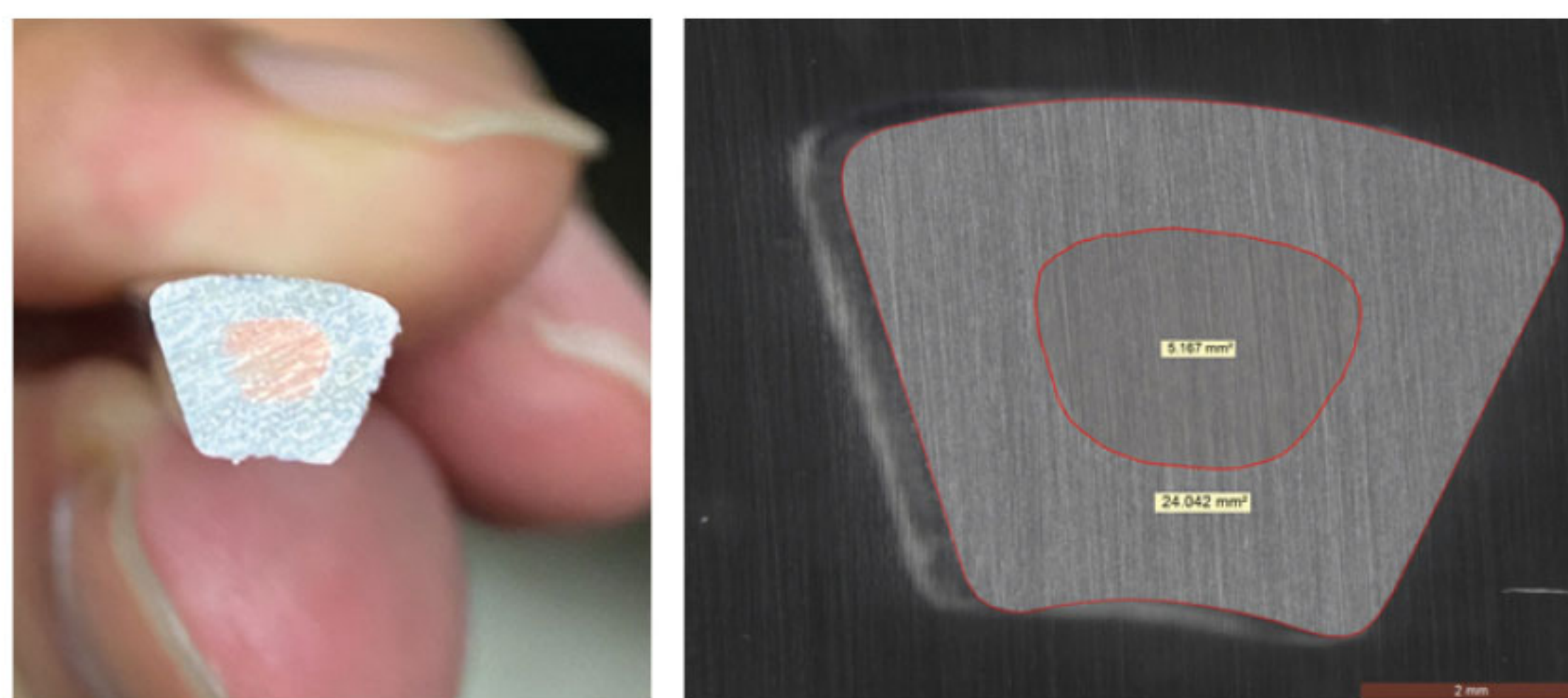
ACSR대비 200% 송전용량 증가를 위한 중심선 80%경량 345kV용
송전케이블 개발('17 ~ '21)

01 참여연구원 김재성(PM), 김건홍, 한덕현

02 연구목표 ACSR대비 200% 송전용량 증가를 위한 중심선 80%경량 345 kV용 송전케이블 개발

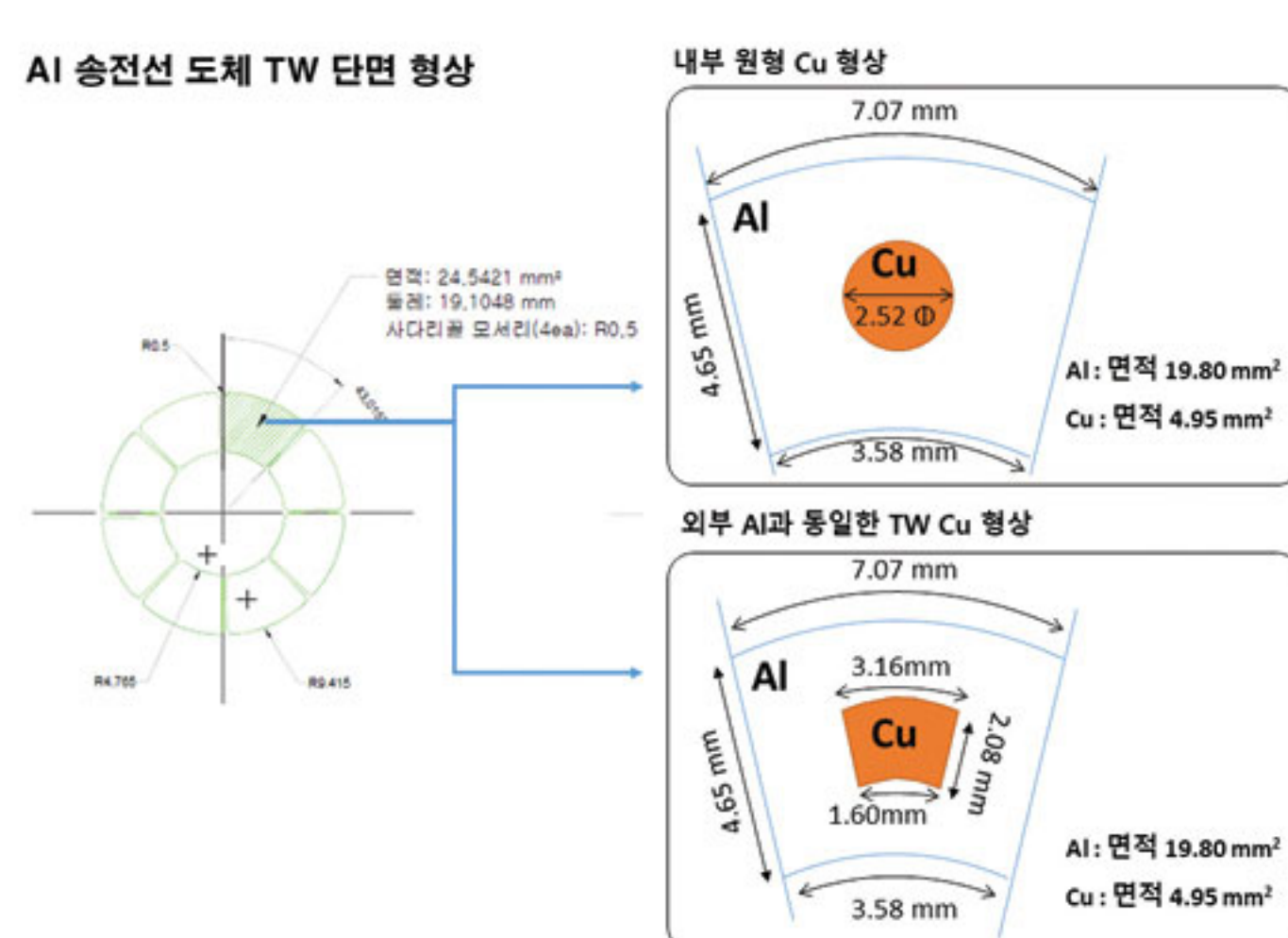
03 연구실적

- 전기전도도 70%IACS를 위한 이종 소재의 volume fraction을 고려한 클래드 압출 공정 개발
- 인장강도 95 MPa, 연신률 15%, 전기전도도 70%IACS의 클래드 압출 시제품 제작



TW형상 Al-Cu 클래드 압출재 단면 및 Al과 Cu의 단면적 측정 사진

· 심선 제작을 위한 알루미늄 복합재 와이어(Ø 9.5) 제조 공정 최적화



최종 TW 형상의 Al-Cu 복합재 도체의 단면형상 설계

· Al-Cu 복합재 와이어 장(長)선화를 위한 용접/접합 기술 공정 최적화

· 개발 송전선 연선화를 위한 Al-Cu 복합재 심선 제조 공정 최적화

04 활용방안

- 송전선 도체의 전기전도도 향상을 통하여 기존 대비 송전 용량 증대효과 기대
- Al-C 복합재 고효율·고신뢰성 전력선기술을 이용한 기존전선 대체소재 적용
- 송전선 경량화 및 강도 향상을 통한 철탑경간 거리 증대로 송전용 철탑 건설 절감

05 정량성과 논문 1건 (SCI(E) 1건)

지능기계시스템센터 : 설계/해석/시험평가 기술

자율주행 자동차에 적용 가능한 지능형 로테이션 시트 모듈 개발('19 ~ '21)

01 참여연구원

고동신(PM), 김언규, 이원기, 정석환, 정재덕, 이현주, 김소울

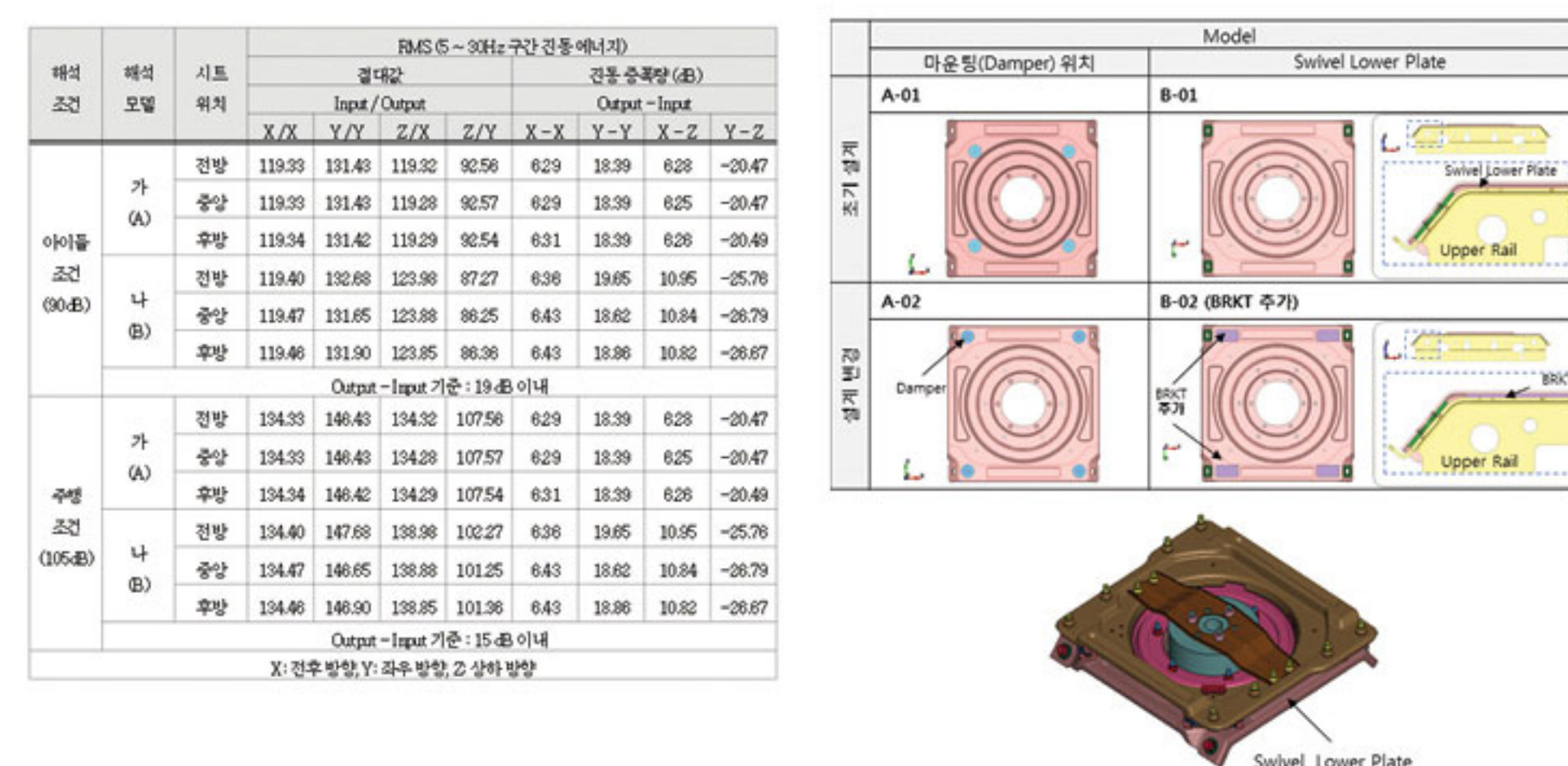
02 연구목표

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

03 연구실적

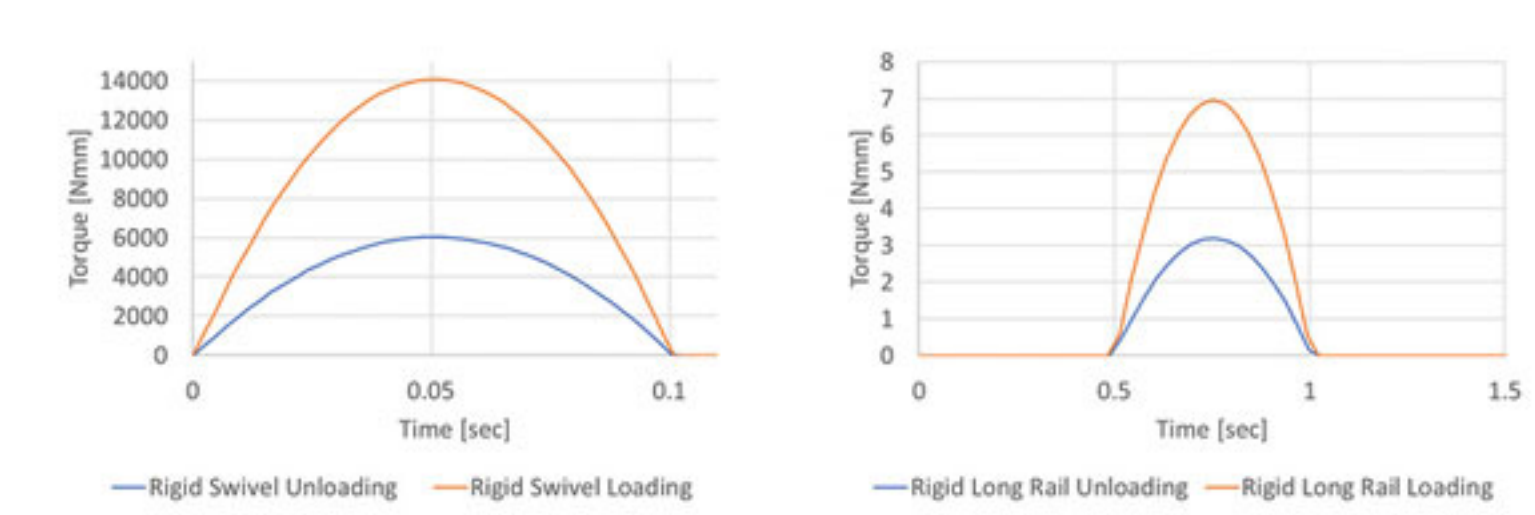
- 로테이션 모듈 상세 설계에 대한 NVH 해석 및 진동 저감 설계 방안 수립

- 로테이션 모듈 및 롱 레일 메커니즘 기반 작동성 해석



시트 모듈의 주파수응답 해석 결과

로테이션 모듈 설계 변경 사항



[로테이션 모듈]

[롱 레일]

소요토크 [Nm]	로테이션 모듈	롱 레일
무부하	6	0.003
부하	14	0.007
토크 상승비	2.3	2.1

부하 조건 여부에 따른 소요토크 비교

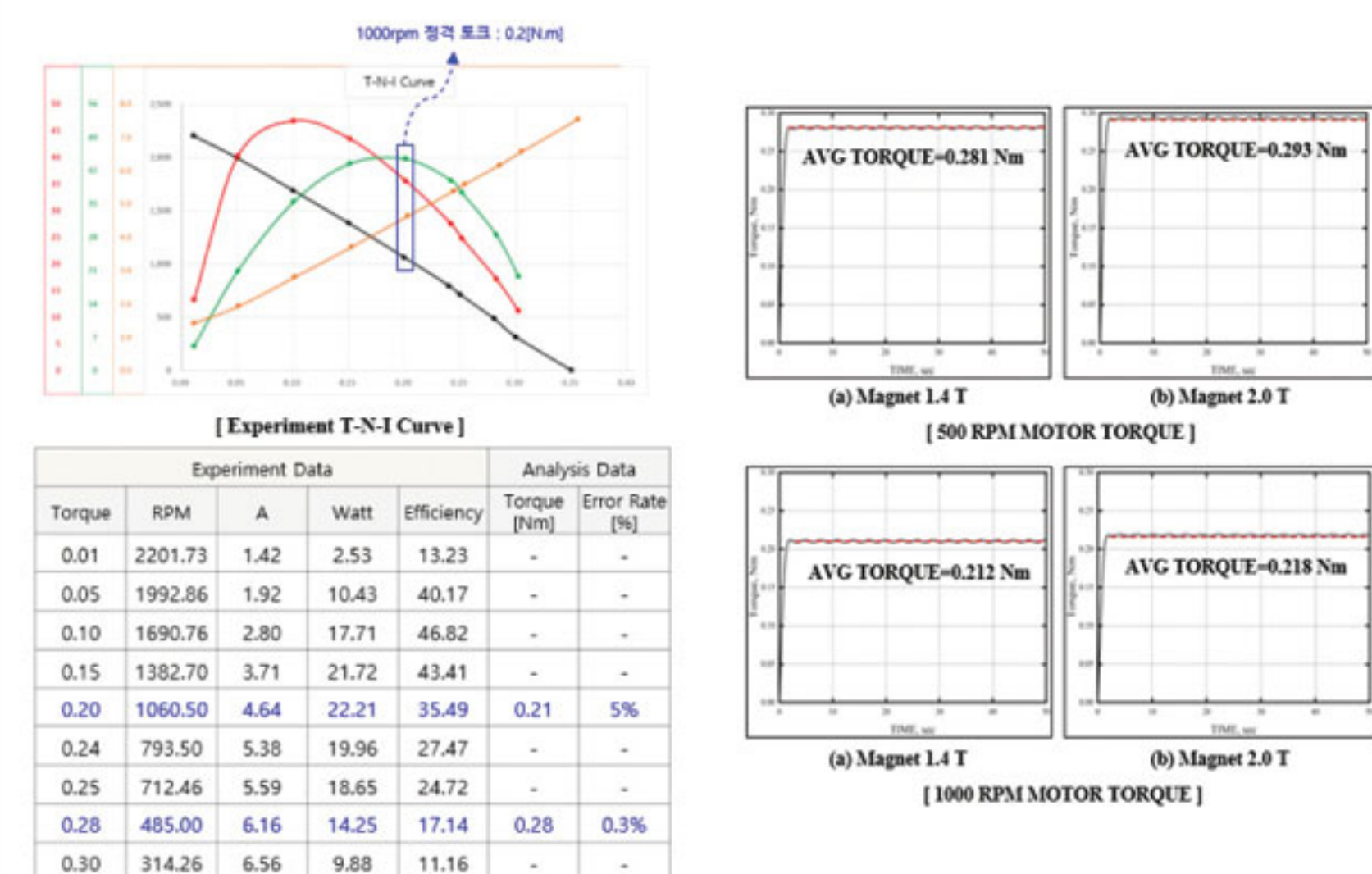
- 소음 발생 주요 파라미터 선정 및 해석 프로세스 개발

- 시트 모터 기본 설계에 대한 전자기장 및 모터 토크 해석



시트 모듈의 구동 소음 측정 위치

구동 소음 결과



모터 실험 및 해석 결과

04 활용방안

- 로테이션 모듈 상세설계에 대한 NVH 해석 및 진동 저감 설계 방안 제시
- 소음 발생 주요 파라미터 선정 및 소음 저감
- 로테이션 모듈 및 롱 레일 모듈 설계 및 제작

05 정량성과

프로그램등록 2건 / 논문 1건

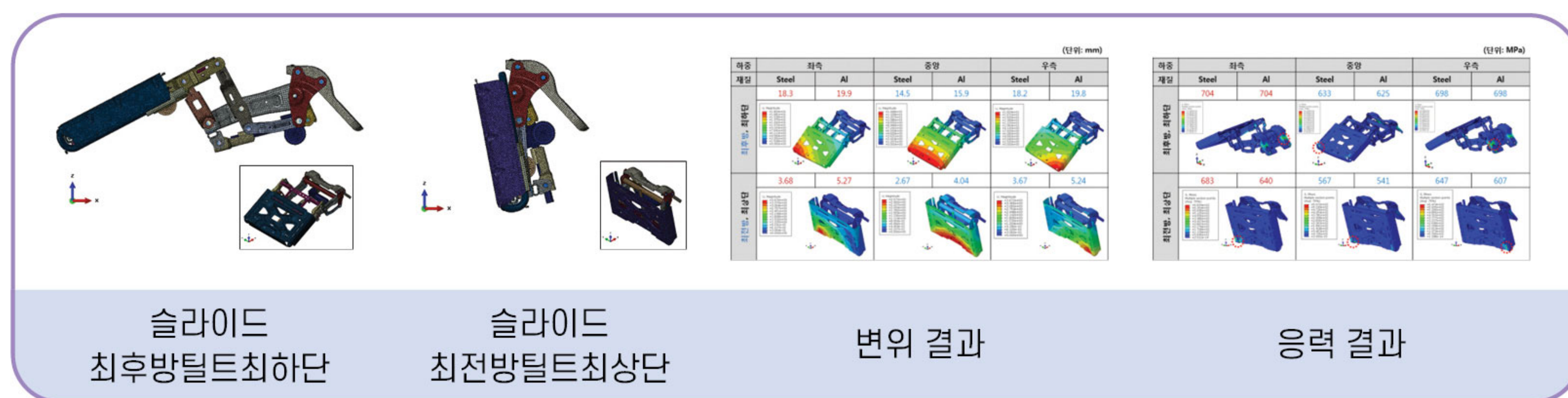
지능기계시스템센터 : 설계/해석/시험평가 기술

ICT 기술기반의 자동차 시트 고급화를 위한 경량화 20%이상의 파워레그레스트 국산화 부품개발('20 ~ '21)

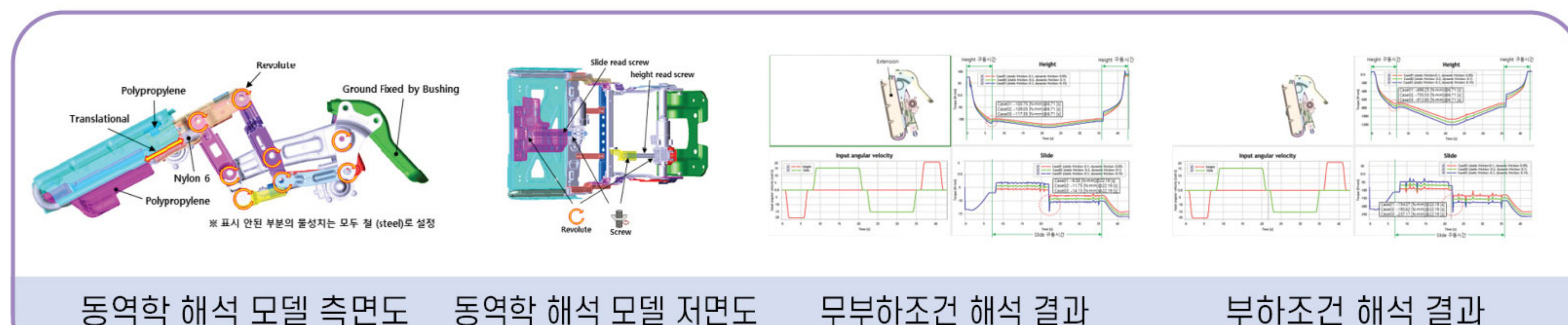
01 참여연구원 고동신(PM), 허덕재, 황병훈, 정재덕, 이현주

02 연구목표 차량 시트 고급화를 위한 ICT 기술기반의 경량 파워 레그레스트 국산화 기술개발

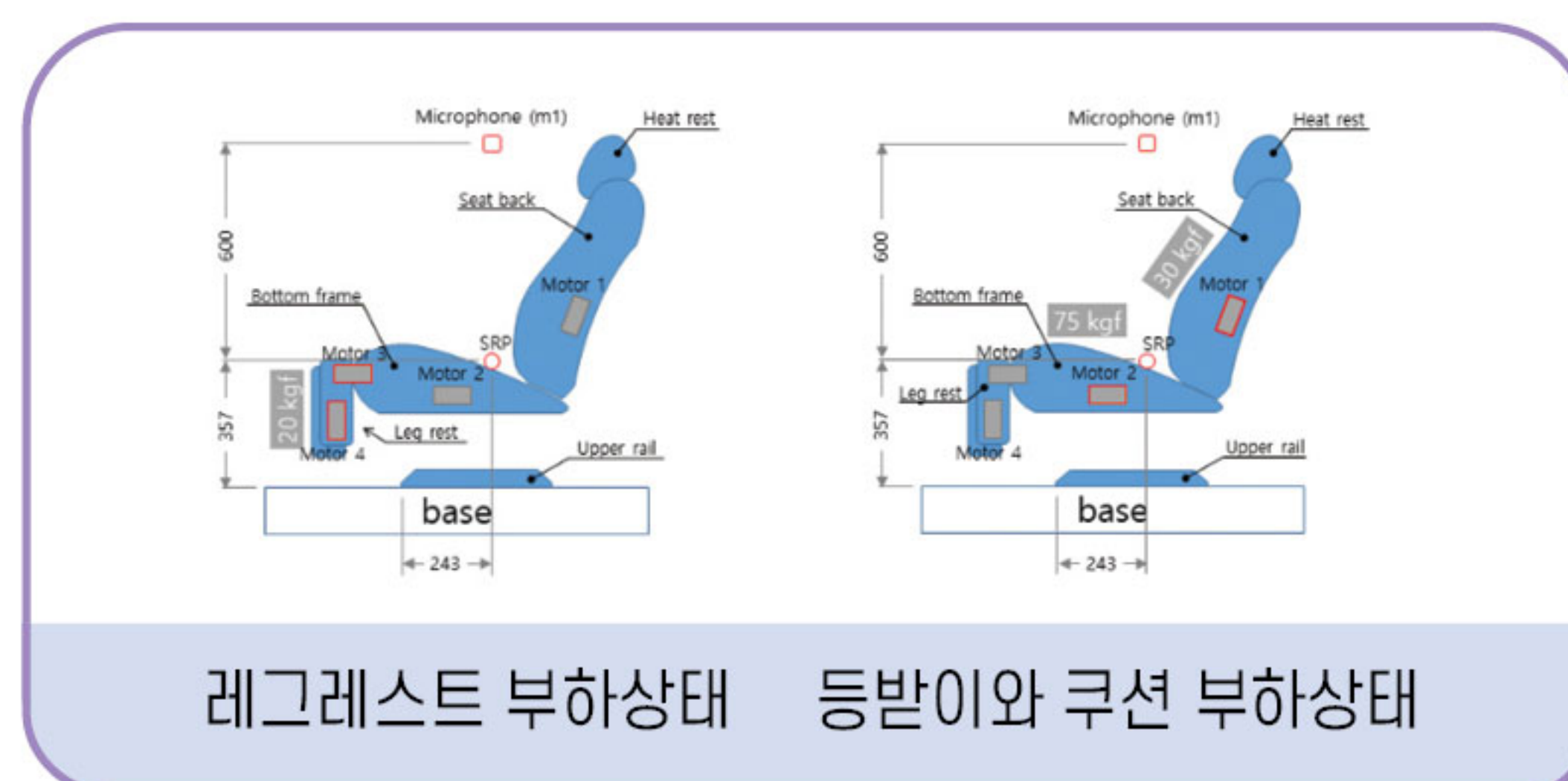
03 연구실적 파워레그레스트 수직하중강도시험을 고려한 구조해석



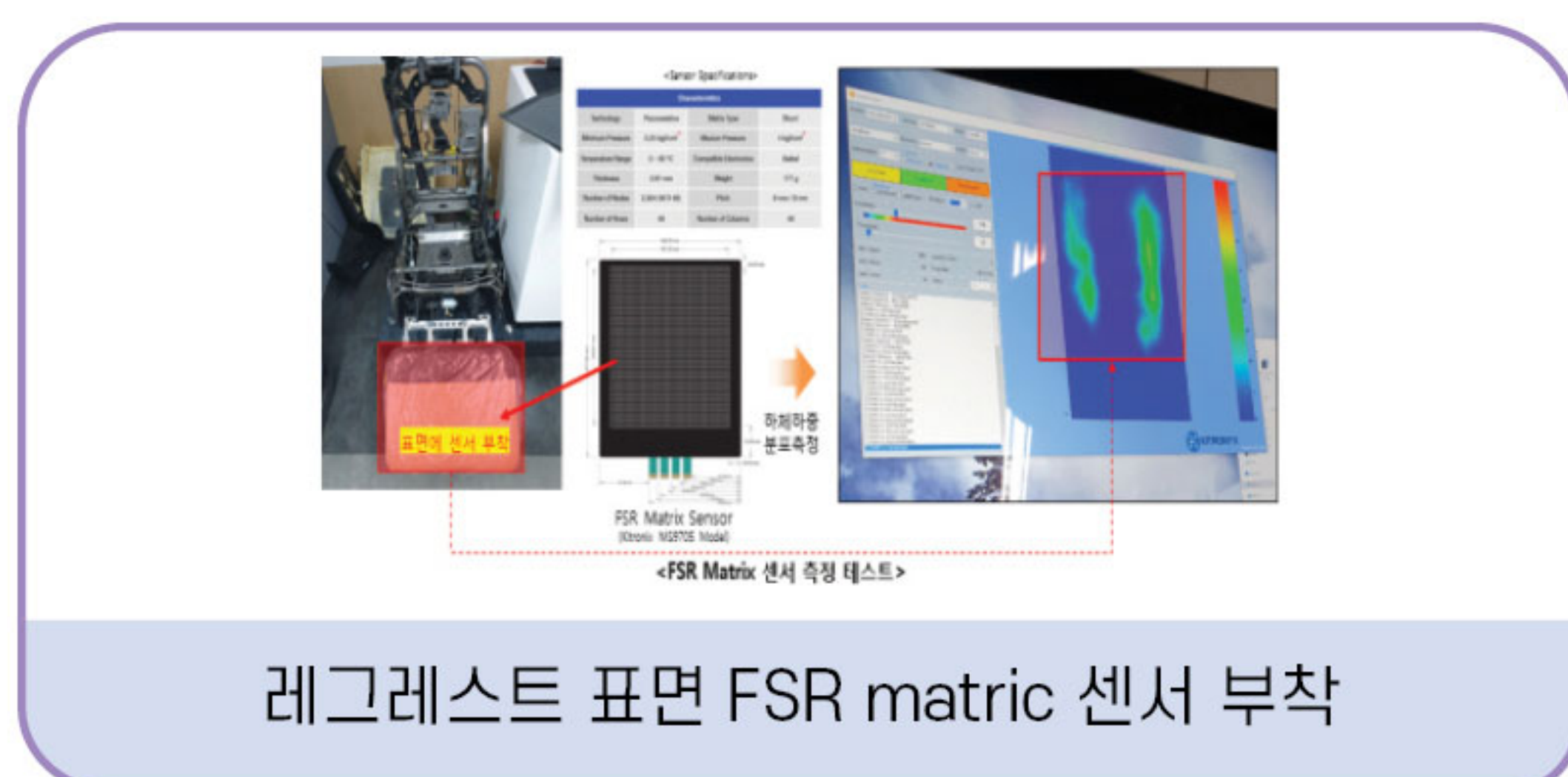
M&S(Modeling & Simulation)기반 파워 레그레스트 기구동력학 해석



레그레스트 진동/소음저감 기술개발



ICT 기반의 하중 데이터 수집 및 분석 기술개발



04 활용방안

- 로테이션 모듈 최적화 설계 및 개선 방안 제시
- 소음 발생 주요 파라미터 선정 및 소음 저감
- IoT 기반 통신인터페이스 및 제어기술 개발 및 제작

지능기계시스템센터 : 설계/해석/시험평가 기술

IoT 기술기반의 중소형 상용 전기차용 전기구동 플랫폼 개발('17 ~ '21)

01 참여연구원

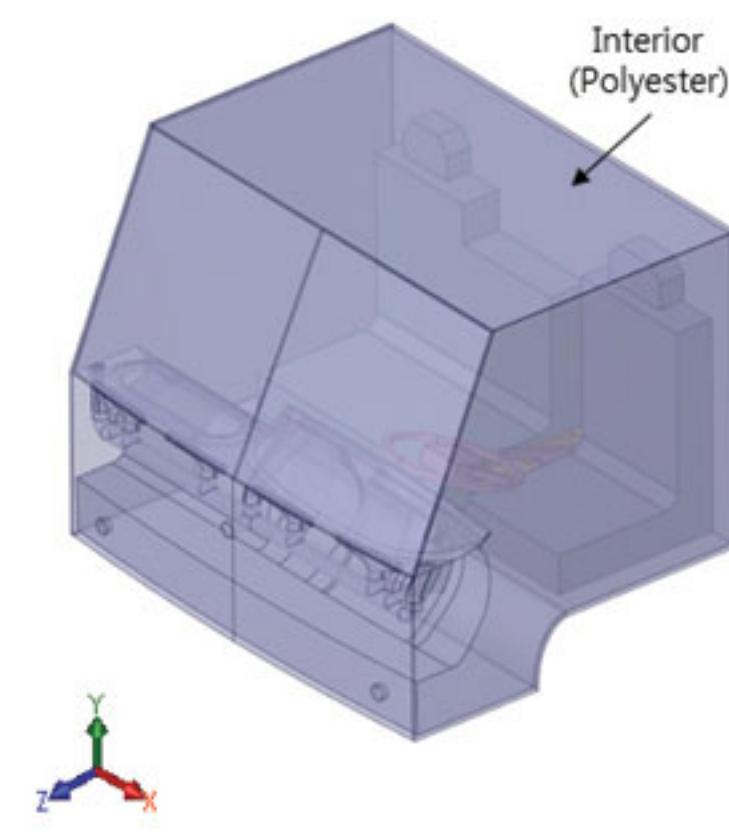
허덕재(PM), 고동신, 황병훈, 노정훈, 이원기, 정석환, 정재덕, 이현주

02 연구목표

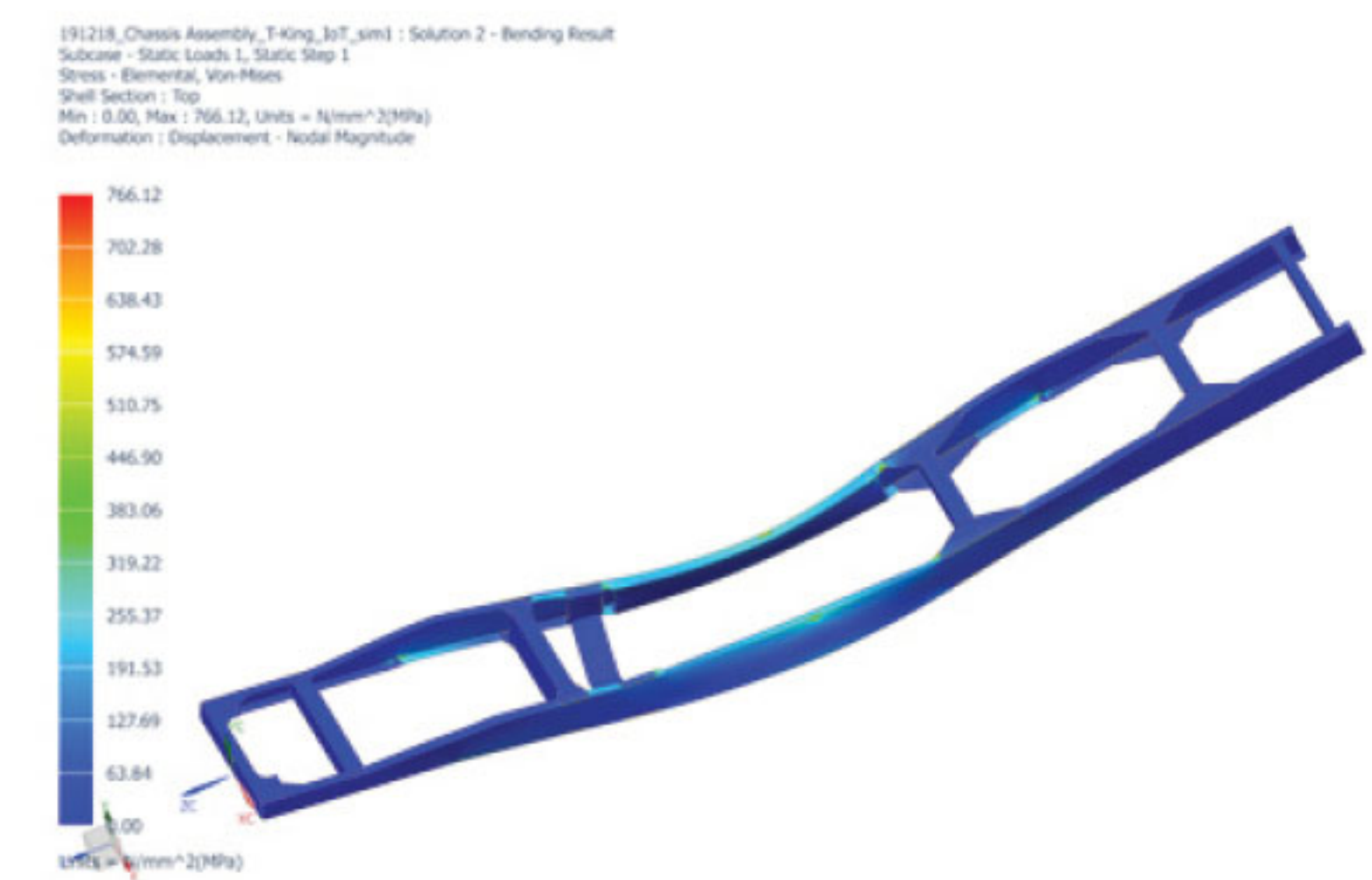
국내외의 2.5톤 상용 전기 트럭의 배터리 팩 및 배터리 운용기술, 차체/샤시 구조의 정적, 동적 특성 파악, 가상 엔진음 등의 핵심 기술 개발을 통해 상용트럭의 효율적인 전기 구동 시스템 플랫폼을 구축

03 연구실적

- 차량 cooling 시스템 특성 열-유동 특성 해석
- 전기 자동차 전용 상용트럭 차체 및 샤시 모듈화 및 제작기술확보

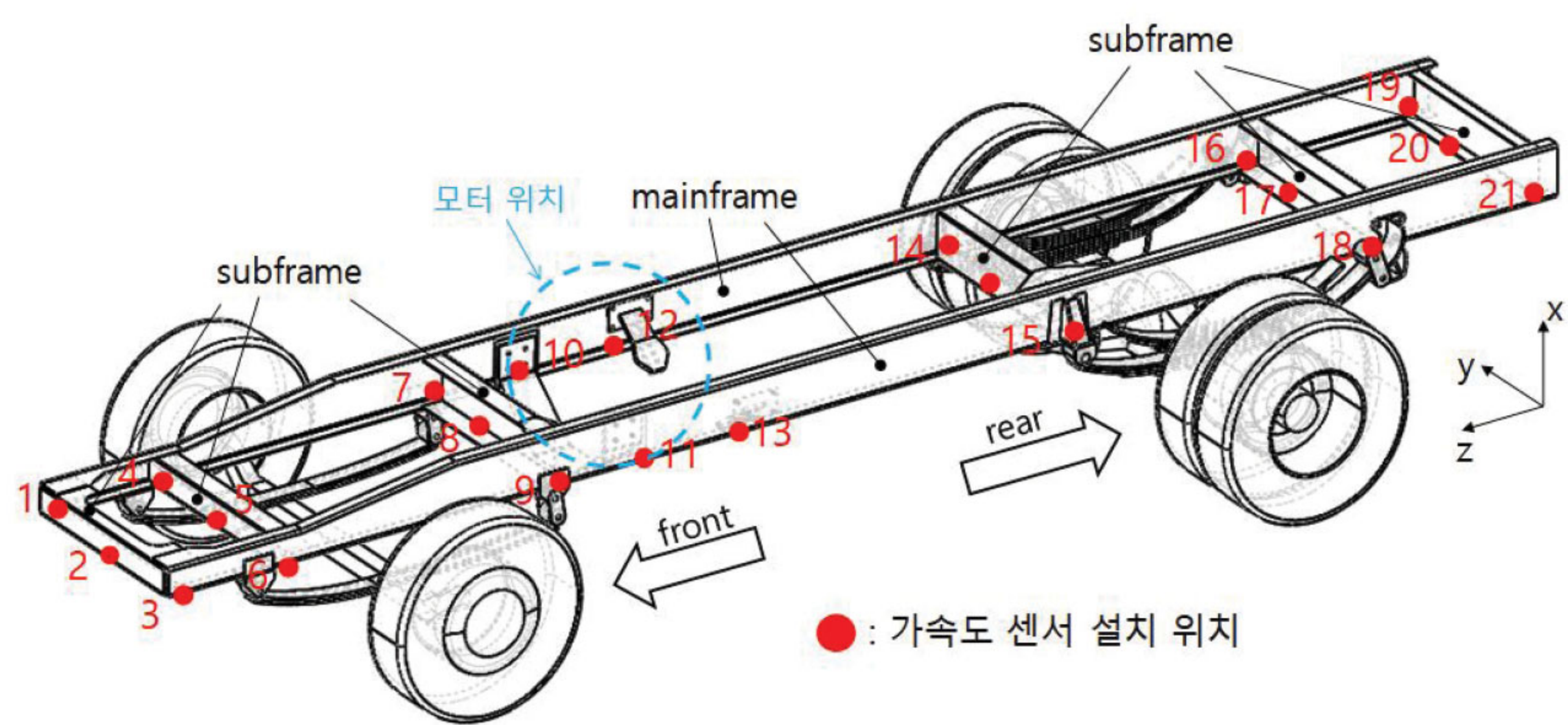


[해석 모델]



[보완된 샤시 프레임 굽힘 응력 해석 결과]

- 상용트럭 전기 구동 플랫폼 차체 및 샤시 구조 성능 검증



차량 하부 샤시의 가속도 센서 설치 위치

04 활용방안

- 상용 전기 트럭의 샤시 및 프레임 형상 설계 및 제작
- 무지향 스피커 시스템 개발에 따른 사고 발생 가능성 완화
- 2.5톤 상용 트럭에 적용된 Battery Pack Case 형상 설계 및 제작

05 정량성과

특허등록 1건 / 논문 2건 (SCI(E) 2건)

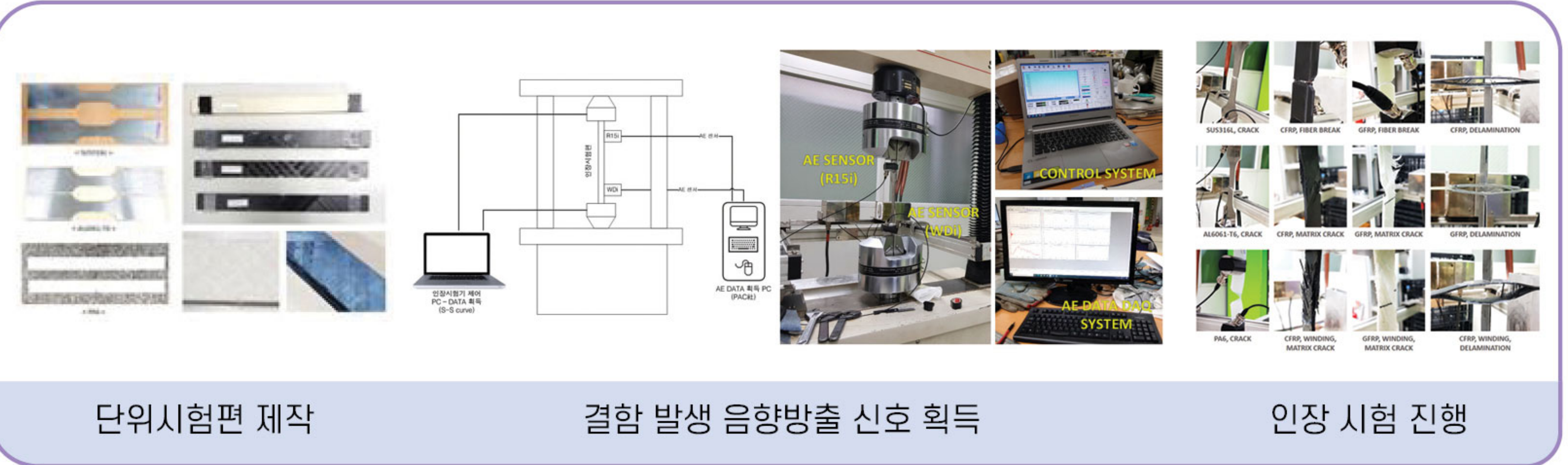
지능기계시스템센터 : 설계/해석/시험평가 기술

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

01 참여연구원 이원기(PM), 김재성, 정재덕, 황병훈, 배승기

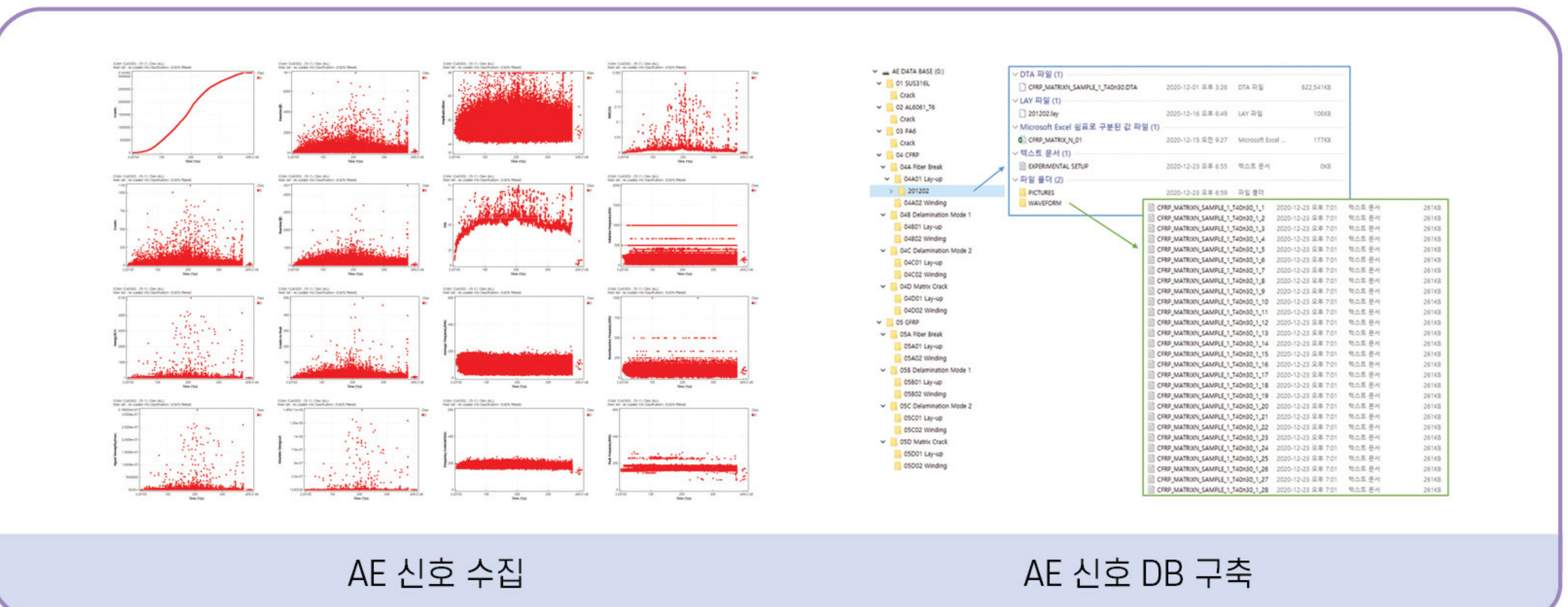
02 연구목표 수소충전소용 복합재 저장용기 소재별 발생 결함 AE 신호 계측 시스템 및 DB 구축

03 연구실적 Steel/Al/CFRP 발생 결함 유형별 AE 신호 획득 시스템 구성 및 신호 계측



소재별 발생 결함과 획득한 AE 파라미터간의 상관관계 분석

수소충전소용 복합재 저장용기 소재별 발생 결함 AE 신호 DB 구축



04 활용방안 본 연구를 통하여 복합재 수소저장용기에 적용되는 금속 및 복합소재에 대하여 결함과 함께 발생하는 음향방출 신호를 수집하고 이에 대한 특이점을 도출하여 복합재 수소저장 용기에서 발생하는 결함을 진단하는데 활용함

05 정량성과 프로그램 등록 1건

지능기계시스템센터 : ICT융합 제어기술

E-H₂O₂ 및 화학동역학 모델 기반 미량 오염물질 대응 고도산화 하수처리공정 개발('19 ~ '22)

01 참여연구원

허덕재(PM), 민흥기, 고동신, 김언규, 항병훈, 정석환, 송성일

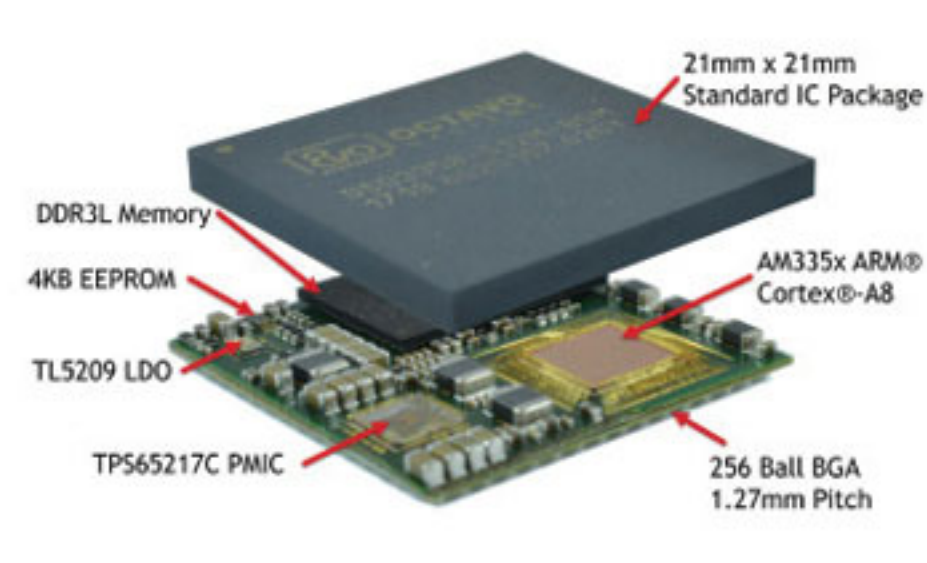

02 연구목표

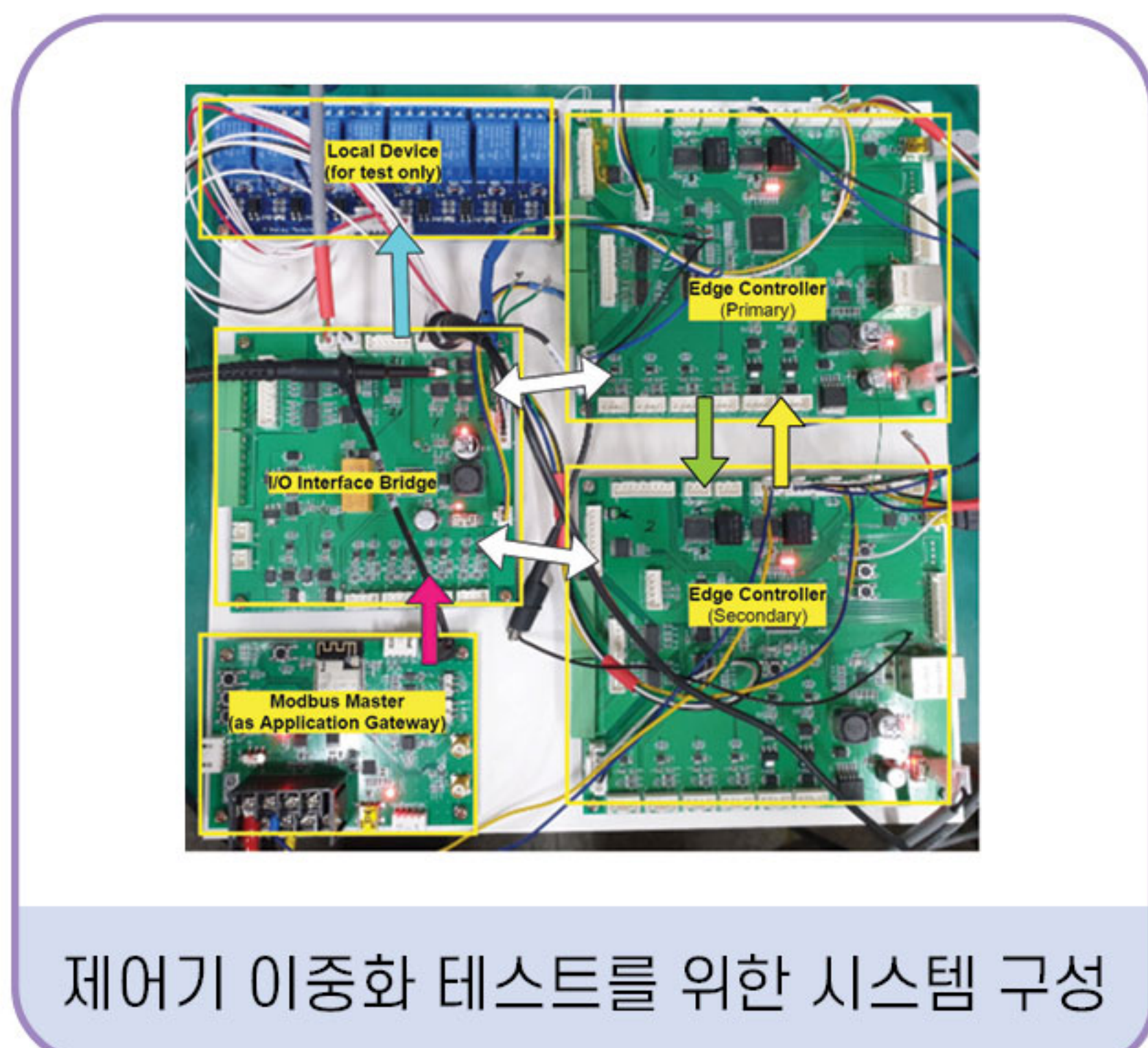
- IoT 기반 제어/모니터링 시스템 설계 / 이종/다중 유무선 복합 네트워크 환경에서의 제어/모니터링 시스템 개발
- RTOS 기반 실시간 분산 제어 및 Fault Tolerant 시스템 기술 개발
- AOP 파일럿 플랜트 운전 DB 구축 및 공정 제어/모니터링 실증 / UV Lamp Cleaning 시스템 개발

03 연구실적

- 분산 실시간 처리를 위한 RTOS 기반 임베디드 컨트롤러 설계/개발

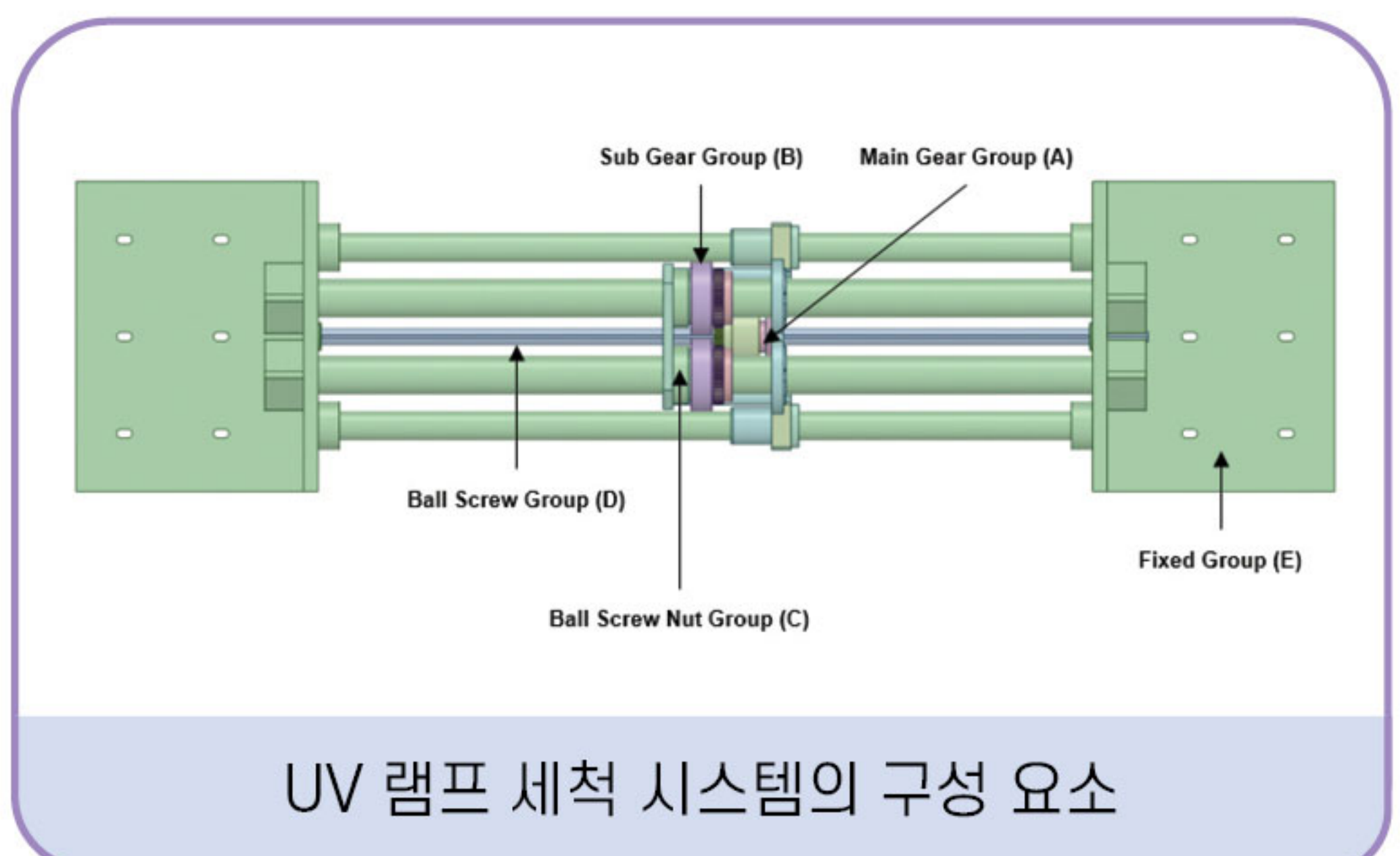
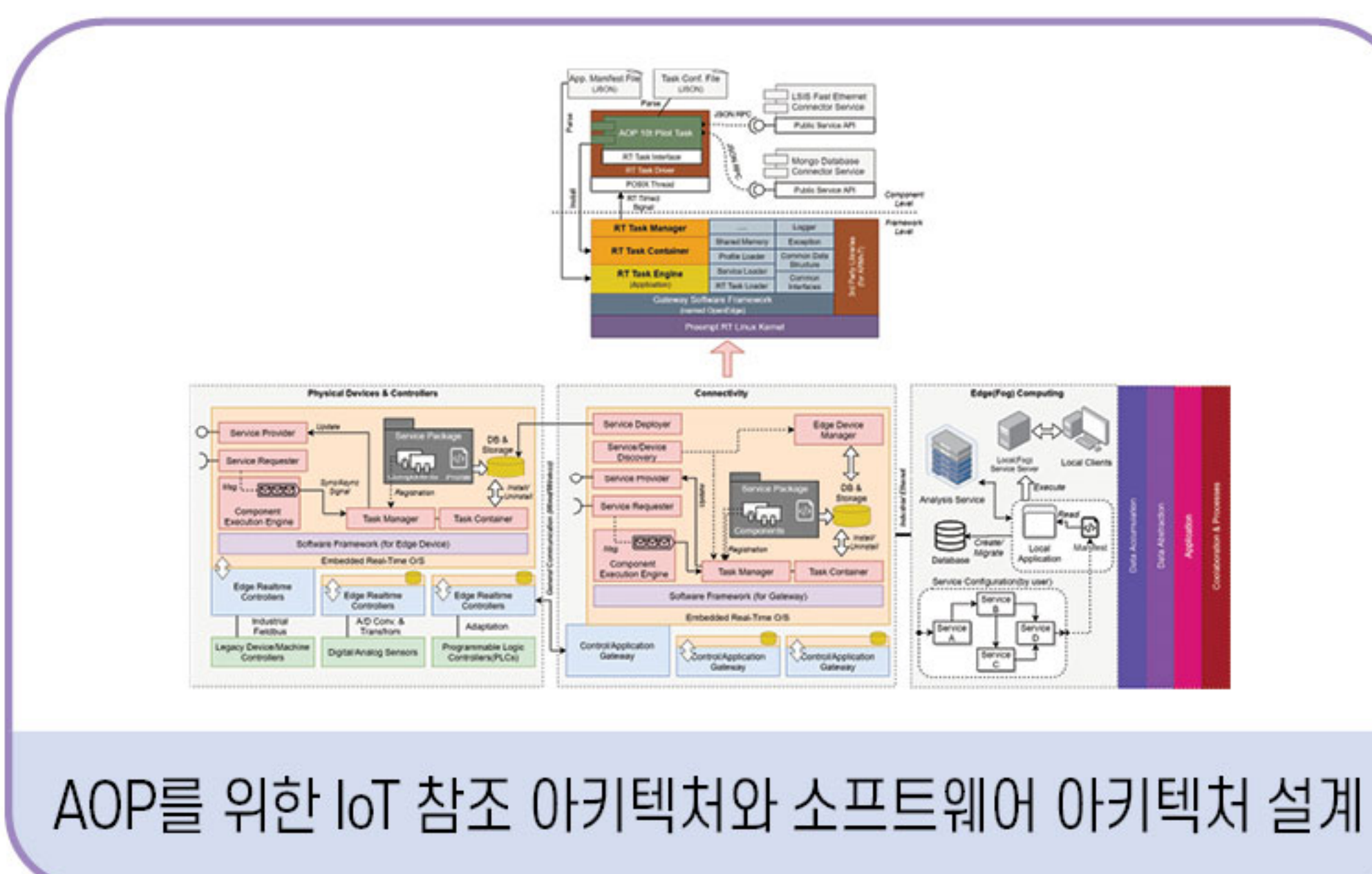
- Fault Tolerant 시스템 구성을 위한 컨트롤러 이중화(DMR) 설계/개발

 <p>OSD3358 System in Package</p>	 <p>OSD3358-based Eval. Board</p>
Processor	1 GHz Sitara ARM Cortex-A8 32Bit RISC (single core)-NEON SIMD coprocessor
Memory	8G On-Chip Memory (Shared L3 RAM)



- 이종/다중 유무선 복합 네트워크 환경 구성을 위한 전용 게이트웨이 미들웨어 설계

- UV 램 세척 시스템 구동 메커니즘 최적화 설계 및 해석



04 활용방안

- IoT 기반 AOP 공정 제어를 위한 종단제어기, 게이트웨이, 서버 시스템 기술
- 전용 미들웨어 및 IoT 아키텍처
- 제어기의 Fault-Tolerance를 위한 이중화 기술
- UV Lamp Cleaning 시스템 제작

05 정량성과

프로그램 등록 3건

지능기계시스템센터 : ICT융합 제어기술

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

01 참여연구원

허덕재(PM), 민흥기, 김언규, 송성일, 배승기

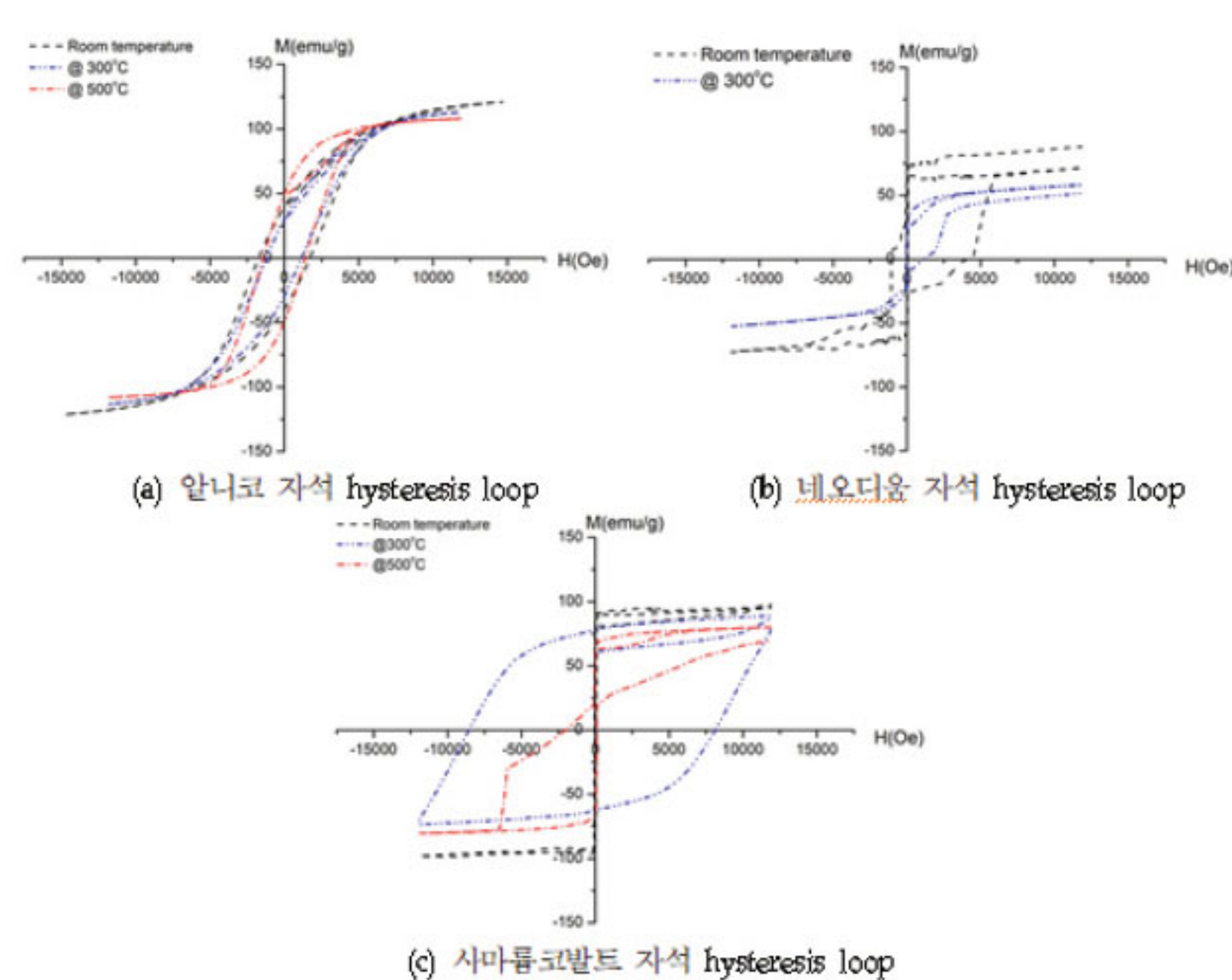
02 연구목표

전력 동력 기반 자동차의 차체 구조재, 배터리팩, 배터리 모듈에 필요한 고기능 부품을 개발, 양산 할 수 있는 알루미늄 다층화(이중-삼중) 클래드화를 위한 신개념의 압출 성형 제조 시스템 및 압출성형 공정에서 발생하는 탄소저감, 에너지 효율 향상을 위한 빌렛 가열 시스템 개발

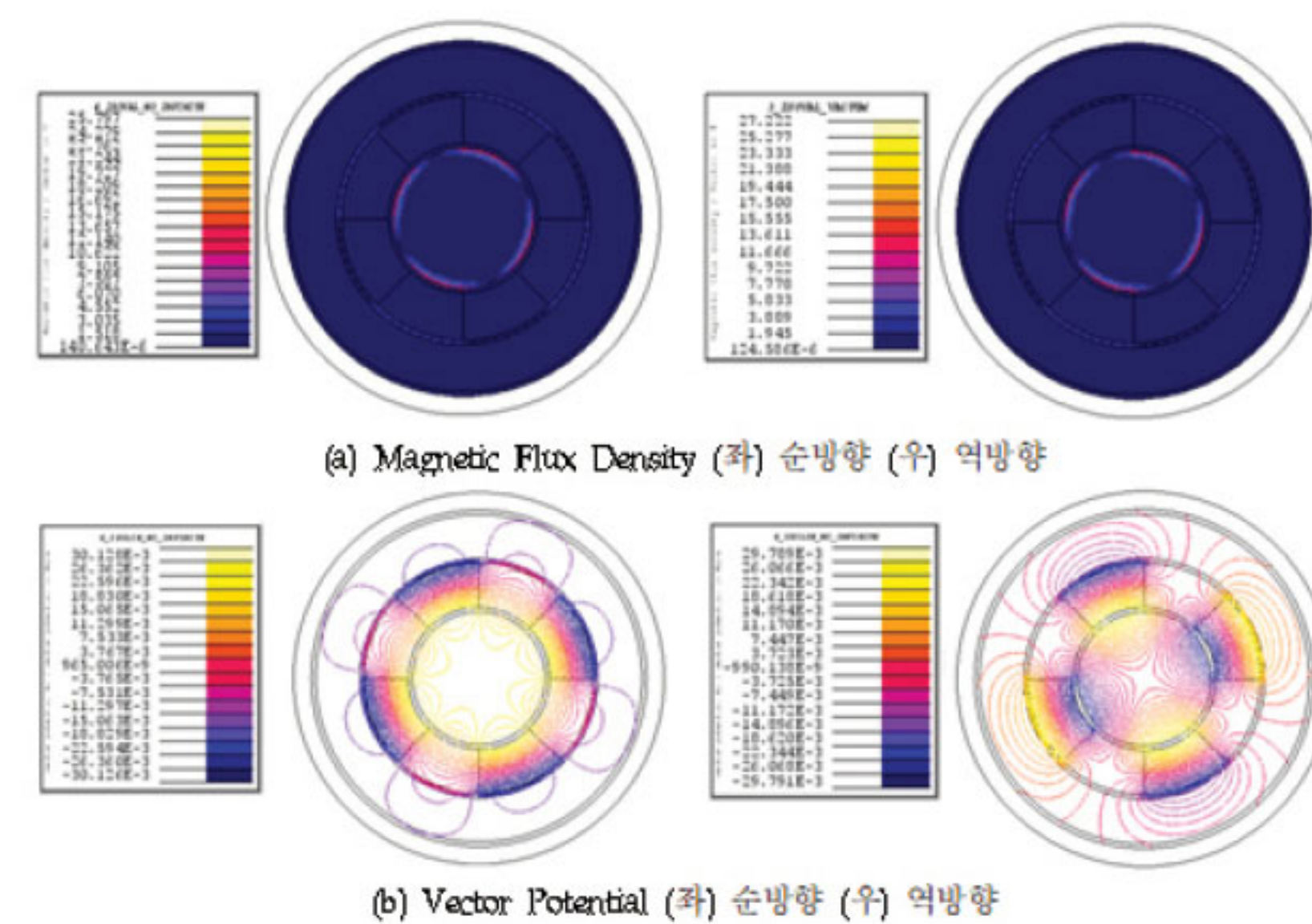
03 연구실적

- 알루미늄 빌렛 유도 가열을 위한 고온 자성 재료 자기/온도/기계적 특성 파악

- 영구 자석 이용 회전자장 공급을 위한 자계 해석

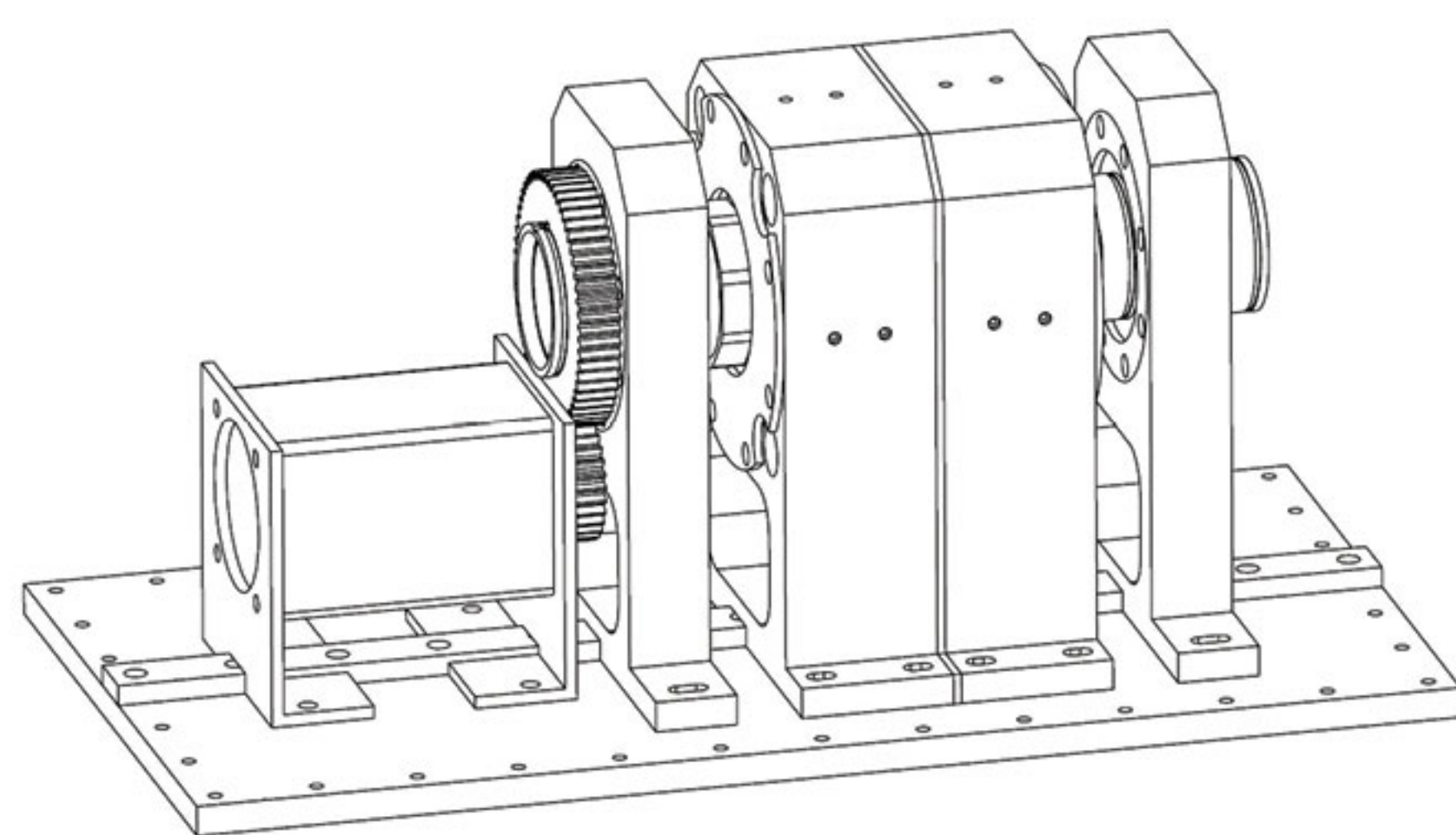


자석 종류별 온도에 따른 Hysteresis loop

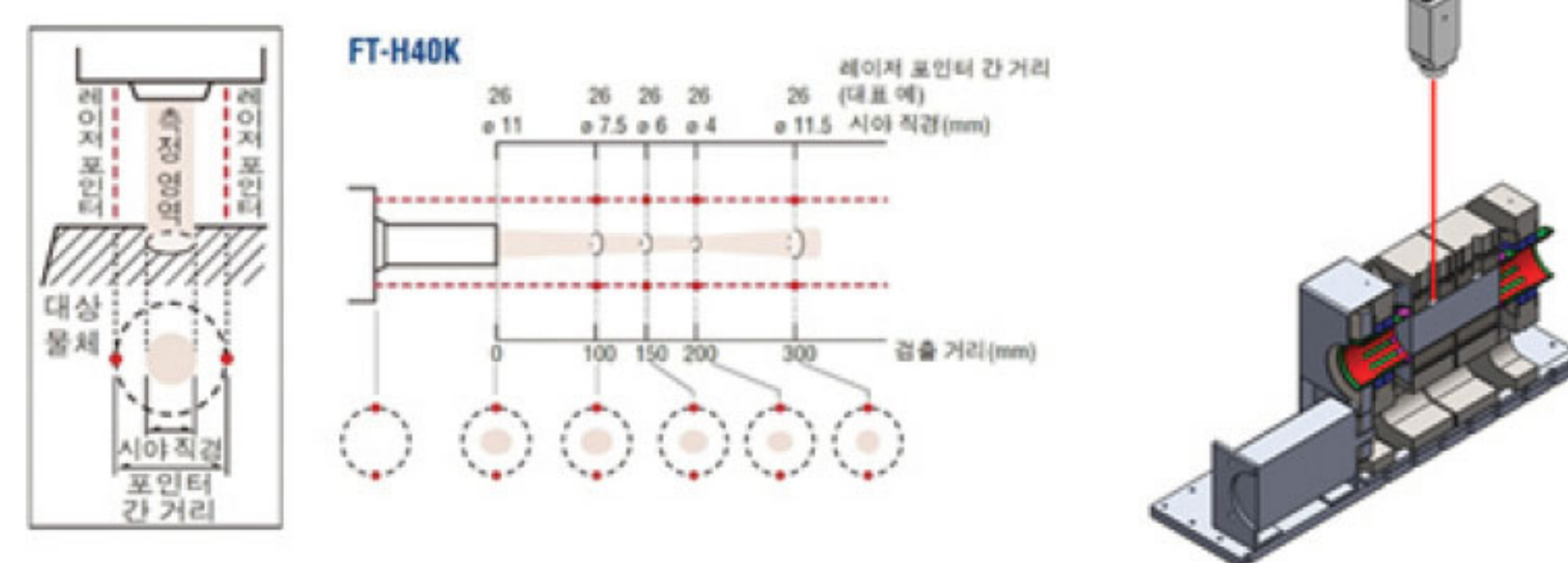


자석배치에 따른 자기 밀도와 벡터 전위해석 결과

- 알루미늄 빌렛 유도 가열을 위한 간이 발열 TEST BED 설계 및 구축



알루미늄 빌렛 가열 시스템 구성도



비 접촉식 온도 센서 시야 특성 및 장치 구성

04 활용방안

- 유도 가열을 위한 유도 가열기 형상 설계 및 제작
- 유도 가열기 영구 자석 배열 최적화 및 설계
- 온도 분석을 통한 실시간 모니터링 활용

05 정량성과

특허출원 1건 / 논문 1건 / 프로그램 등록 1건

융합소재연구센터 : 자원재활용 기술

페디스플레이 해체/선별 자동화 장치 및 LCD/LED 폐유리 무해화/재활용 상용시스템 개발('16 ~ '21)

01 참여연구원

이찬기(PM), 박재량, 박경수, 윤진호, Basudev, 심현우, 김지원, 홍명환, 이덕희, 이지은, 안낙균, 강유빈

02 연구목표

- 페디스플레이 해체/선별 자동화시스템 상용기술 및 페디스플레이 유리로부터 유용자원회수/무해화 기술 개발
- 5,000 TPY급 폐FPD 통합 자원화 파일럿 플랜트 구축 및 신뢰성 확보
- 2,000 TPY급 디스플레이 폐유리 재활용/무해화 파일럿 플랜트 구축 및 운전기술 확립

03 연구실적

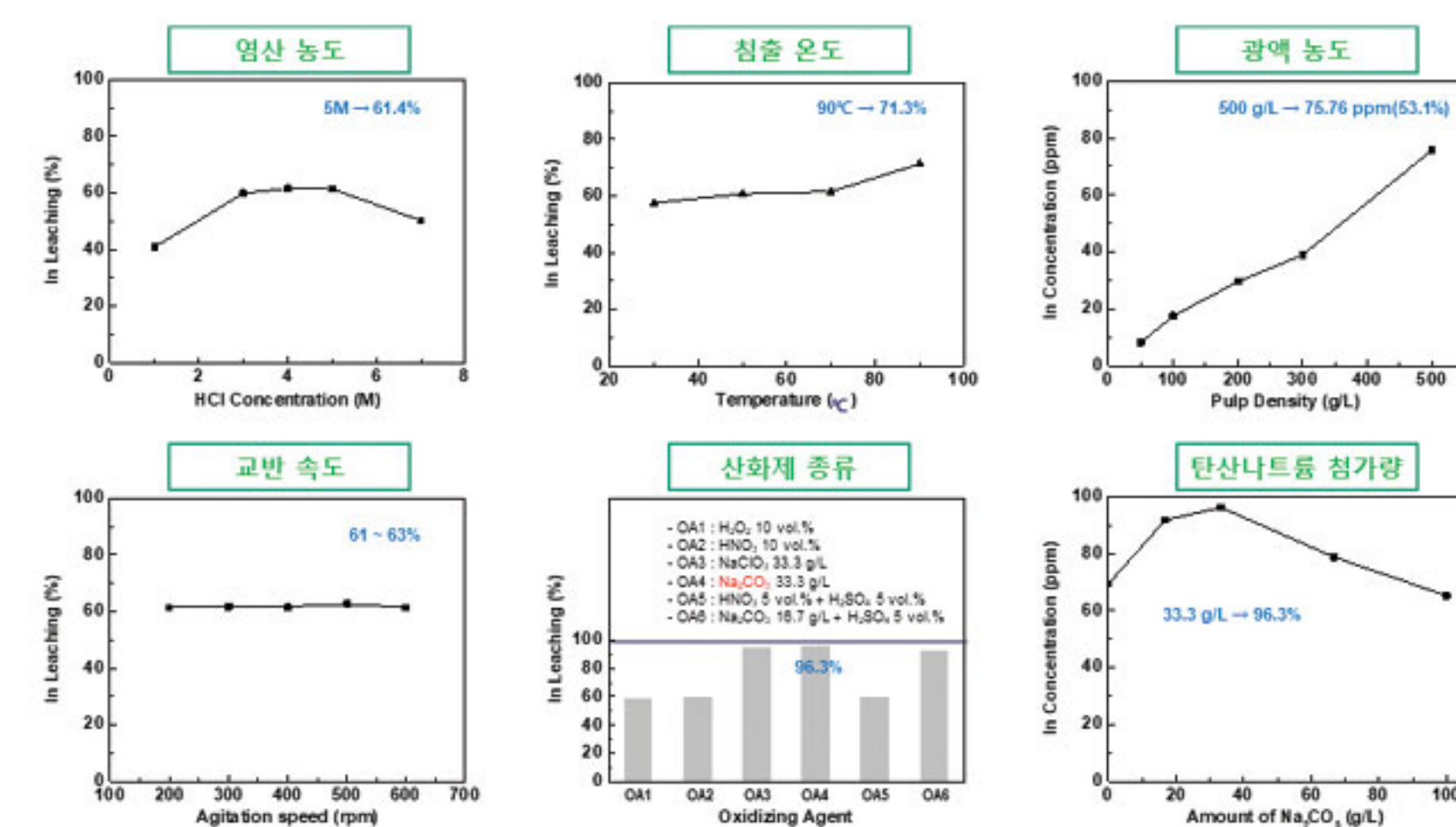
- 2,000 ton/year급 LCD 폐유리회수 플랜트 최적화



[8 mm 이하 유리] [8 mm 이상 유리]

LCD 폐유리 회수 공정 회수 폐유리

- LCD 패널 폐유리로부터 인듐 침출 최적 조건 도출



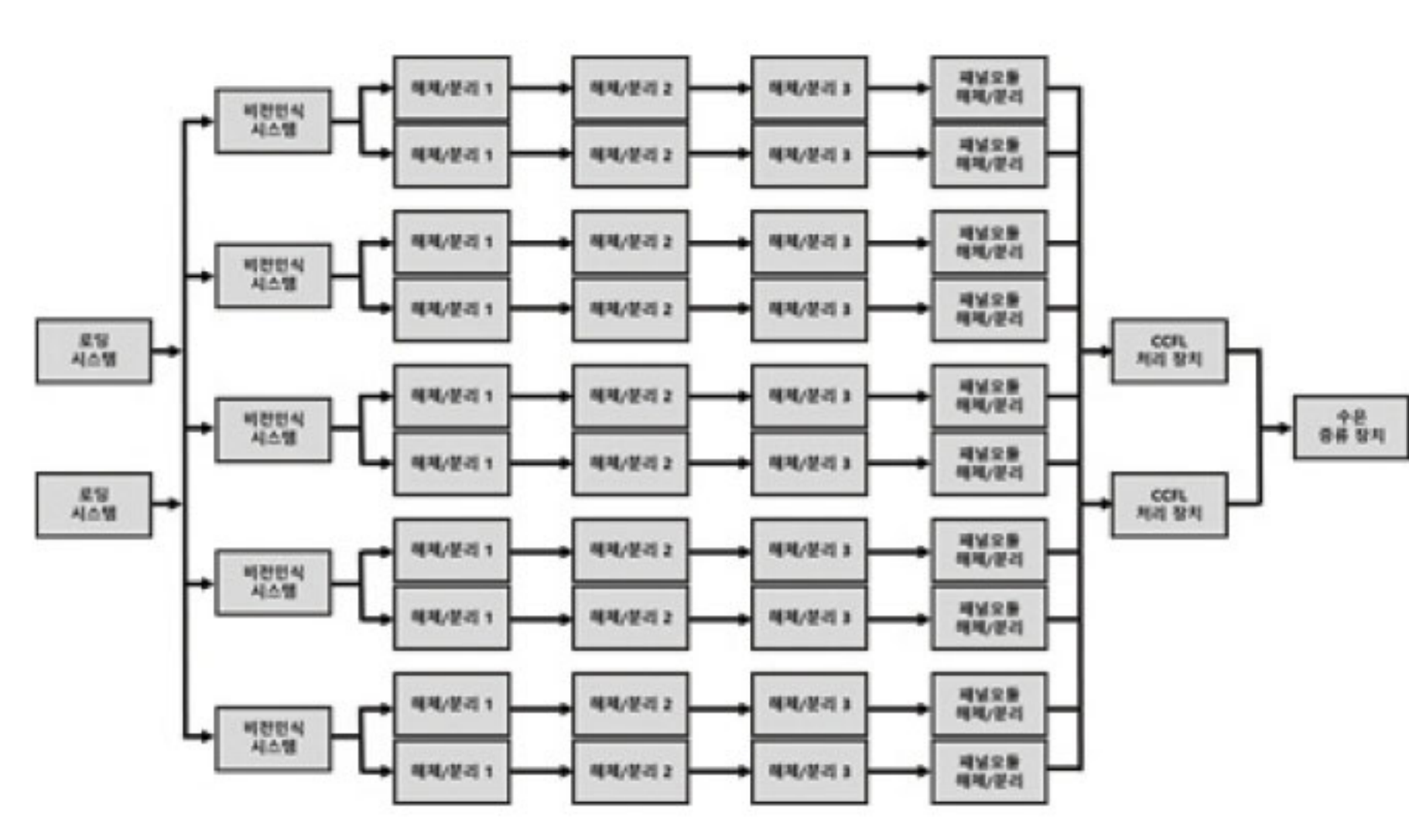
인듐 침출 공정 효율 향상 실험 결과

- LCD 폐유리 미분화 기술 개발 및 플랜트 구축



LCD 패널 폐유리 미분화 플랜트

- 50,000 TPY급 폐FPD 통합 자원화 상용 플랜트 설계



50,000 TPY급 폐FPD 통합 자원화 상용 플랜트 공정 배치도

04 활용방안

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

05 정량성과

특허출원 6건 / 특허등록 2건 / 논문 1건 / 프로그램 등록 3건

융합소재연구센터 : 자원재활용 기술

고효율 폐석면 무해화 기술 개발('18 ~ '20)

01 참여연구원

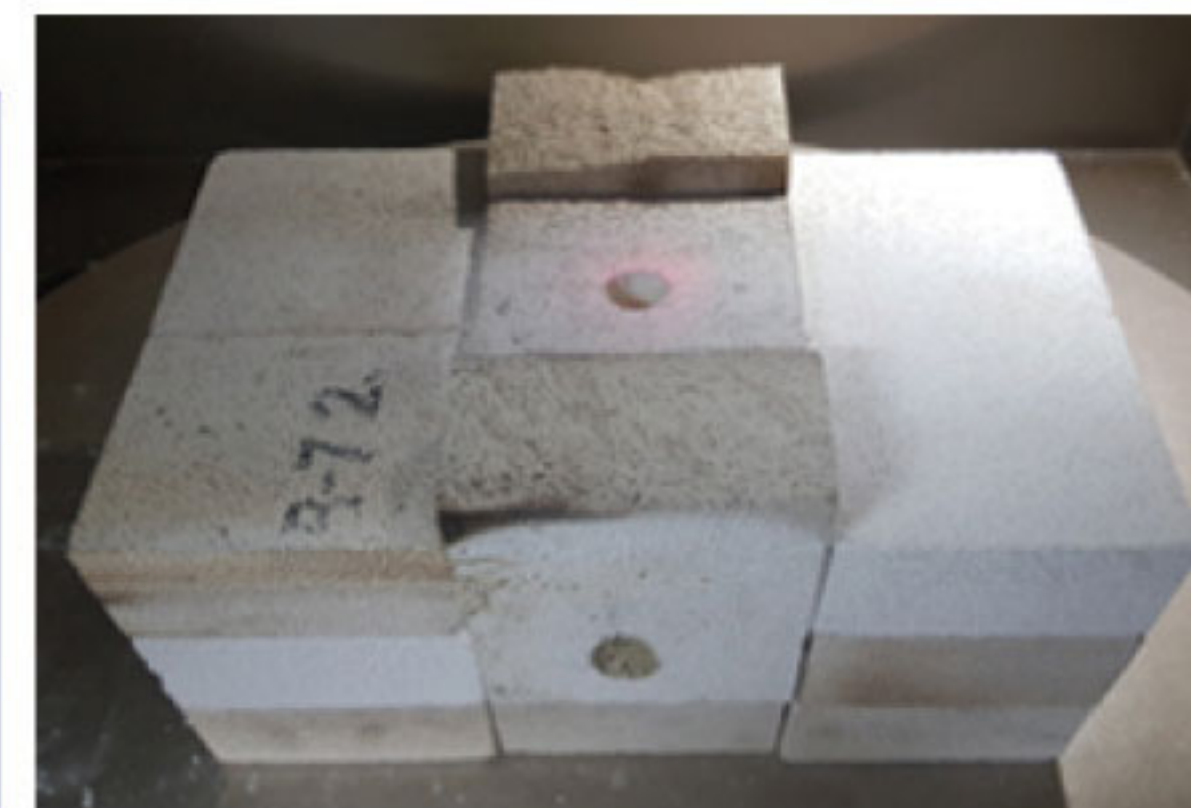
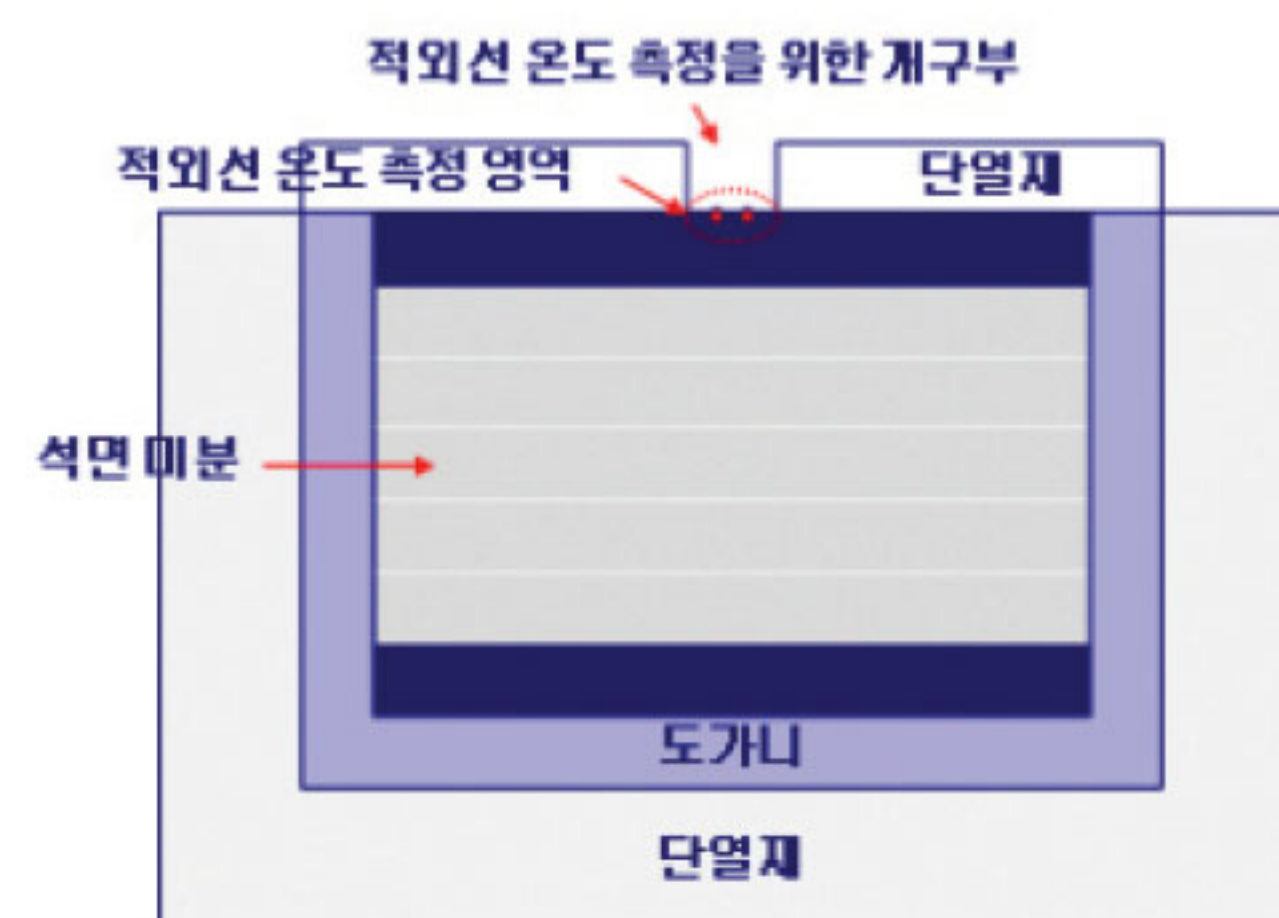
윤진호(PM), 홍명환, 주소영, 김지원, 허덕재, 정석환

02 연구목표

- 폐석면 종류에 따른 맞춤형 폐석면 무해화 전처리 조건 확립
- 기능성 무기소재를 이용한 폐석면 무해화 요소 기술 개발
- 폐석면 종류에 따른 맞춤형 폐석면 무해화 공정 기술 최적화

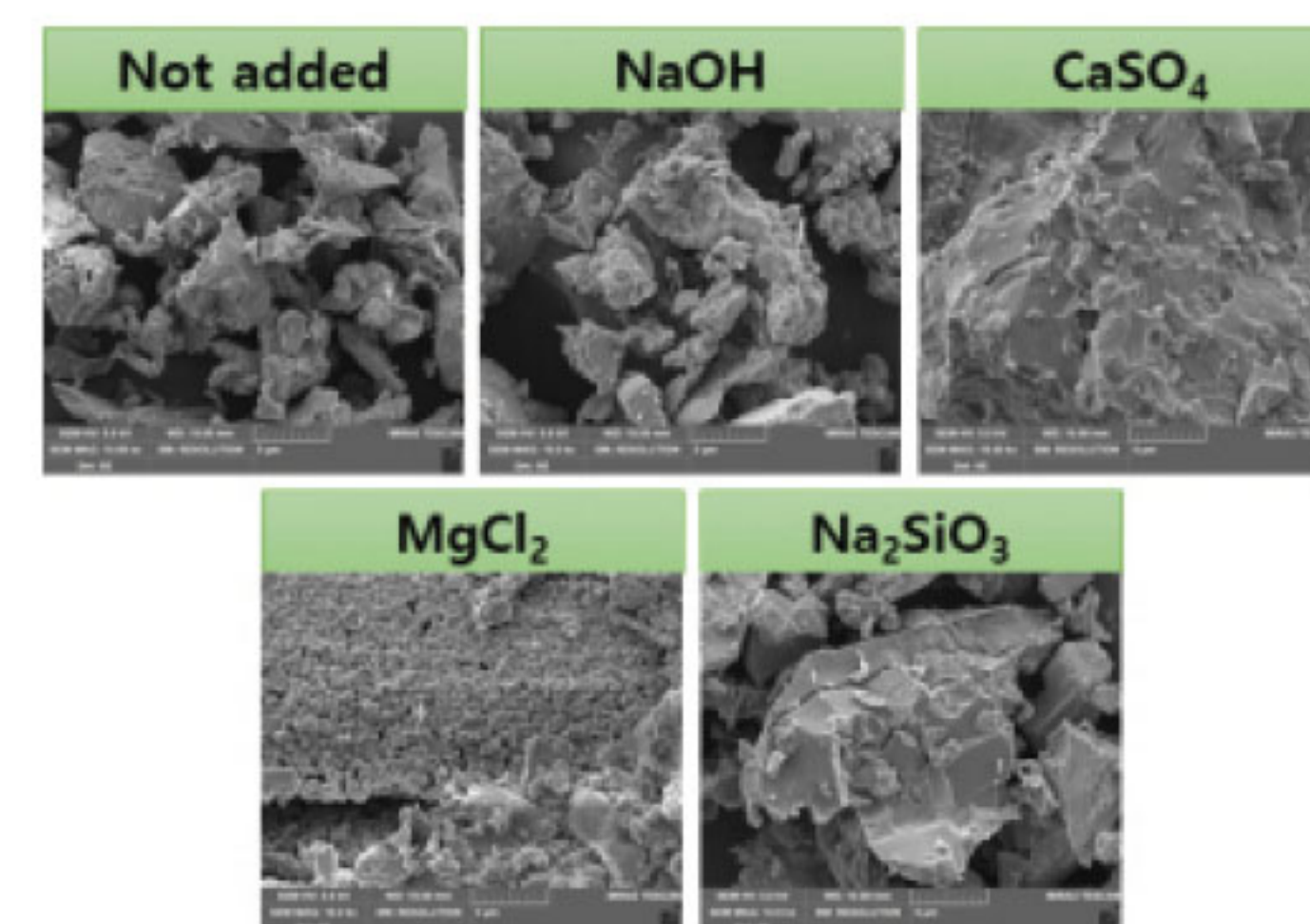
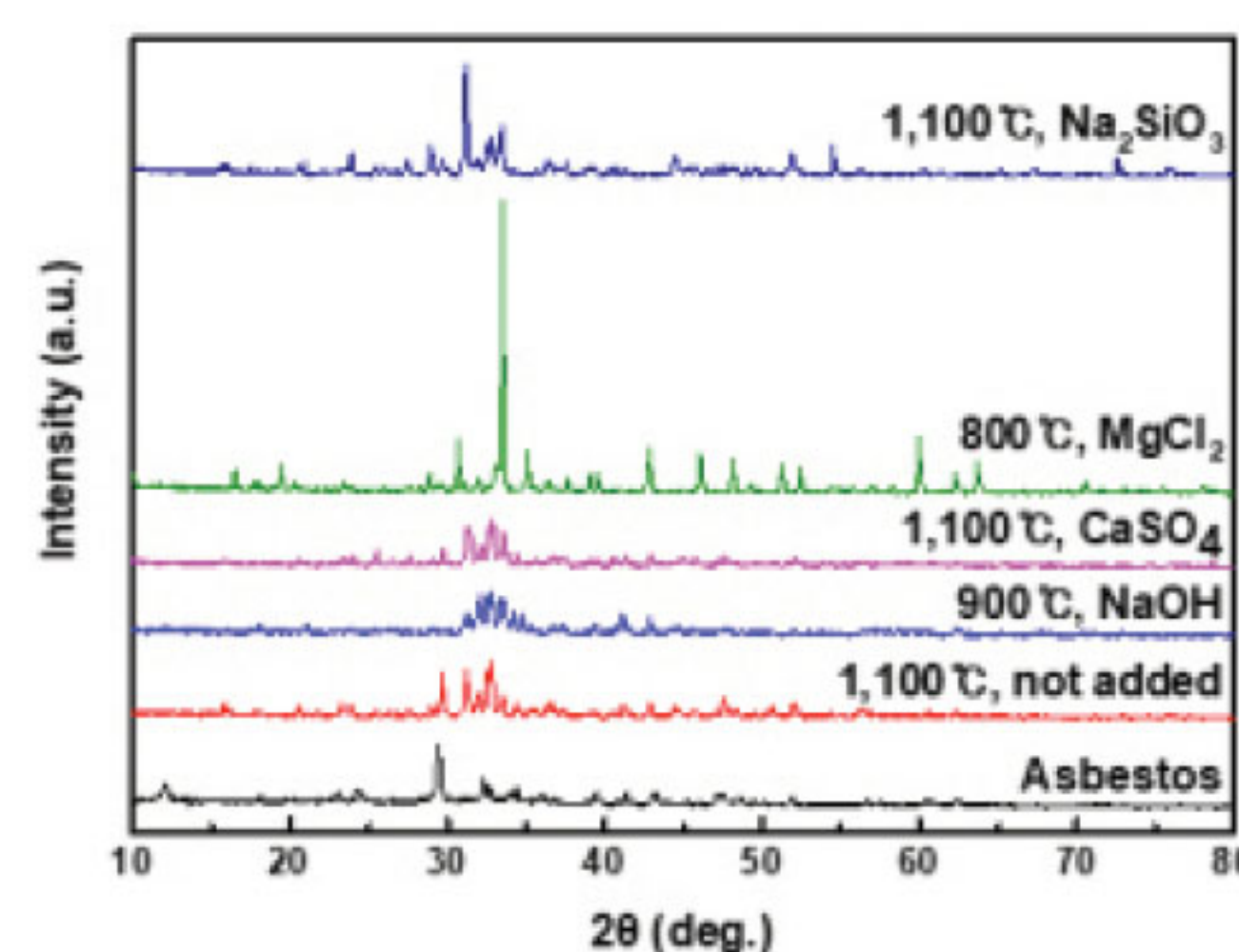
03 연구실적

- SiC 플레이트 이용, 마이크로파 열처리를 통한 시료량에 따른 폐석면 분말의 무해화 연구



SiC 플레이트를 이용한 시료량에 따른 마이크로파 열처리 실험

- SiC 플레이트 이용, 마이크로파 열처리를 통한 화학물질을 첨가한 폐석면 분말의 무해화 연구



화학물질을 첨가한 석면 미분의 SiC 플레이트를 이용한 열처리 후 XRD, SEM 분석결과

04 활용방안

- 기술의 부재로 인해 매립처리 되고 있는 폐석면을 마이크로파 공정을 이용한 고효율의 무해화 기술 개발
- 마이크로파 공정을 이용한 폐석면 무해화 공정을 통해 저전력 및 저비용으로 친환경적이고 안전한 공정으로 활용

05 정량성과

특허출원 1건 / 특허등록 1건 / 논문 3건 (SCI(E) 1건)

융합소재연구센터 : 자원재활용 기술

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

01 참여연구원

김대원(PM), 양재교, 정향철, 진연호, 한덕현, 김보람

02 연구목표

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

03 연구실적

- 이온교환 수지 이용한 저농도 리튬이온 제거 기술 개발

- Pilot 급 이온교환 수지 시스템 제작



[복합수지 lab scale 실험]



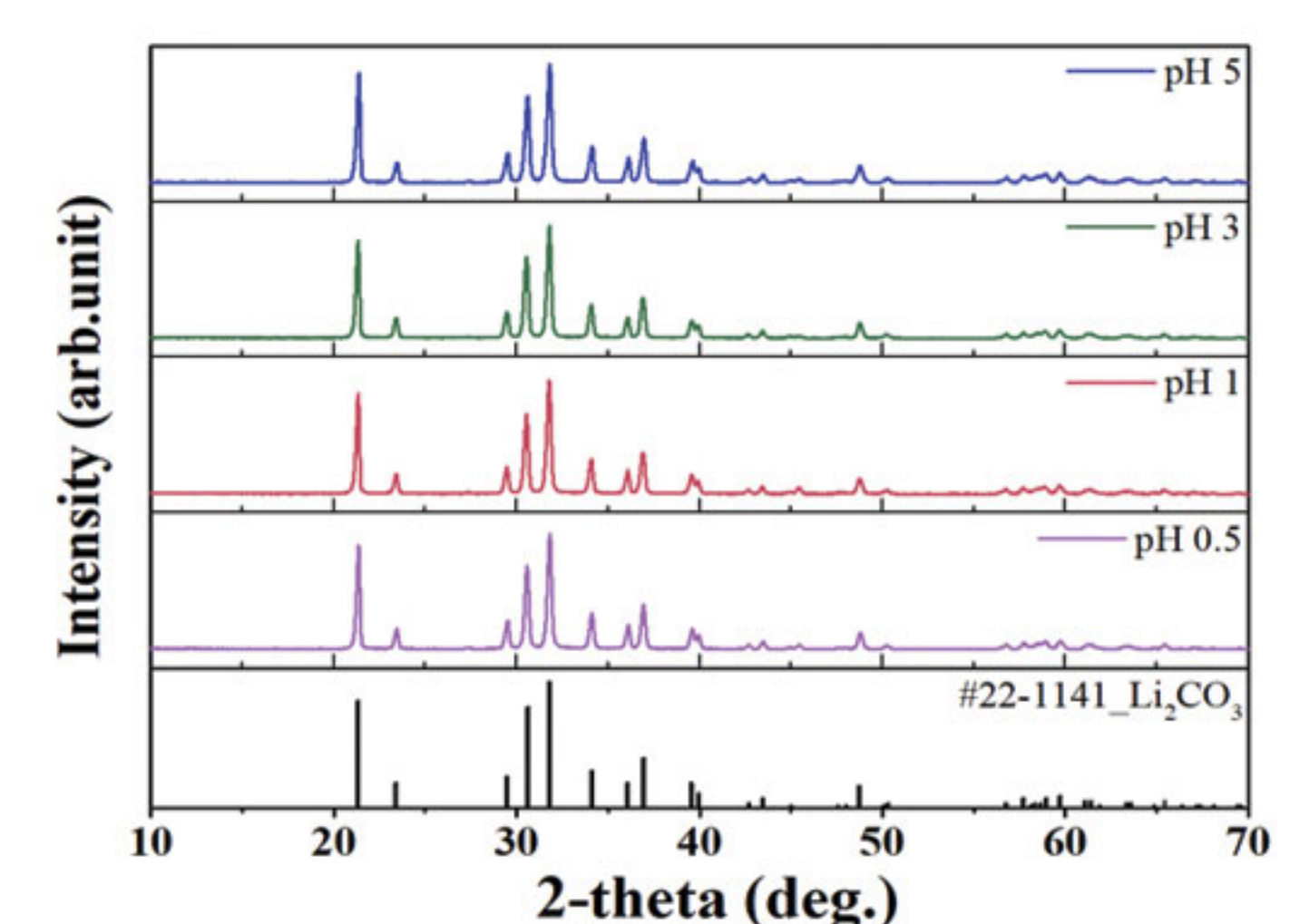
[이온교환 시스템]

- 탄산리튬 회수 및 소재 합성 연구

Sample	Reaction Temp.	Initial Ionic Conductivity (mS/cm)	Final Ionic Conductivity (mS/cm)	Ratio of Initial/Final Ionic Conductivity (%)	Recovery Rate (%)	Applied Ultrasonic Energy (kJ)
LiOH-RT	RT	325	93	71.4	69.8	-
LiOH-60	60	321	14	95.5	89.4	-
LiOH-RT-UE	RT	319	105	67.1	83.8	126
LiOH-60-UE	60	338	11	96.7	99.9	115

초음파 에너지 적용 유무에 따른 탄산리튬 회수율

- 탄산리튬 분말의 고순도화 연구



재결정한 Li2CO3 분말의 XRD peak

04 활용방안

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

05 정량성과

특허출원 1건 / 논문 2건

융합소재연구센터 : 자원재활용 기술

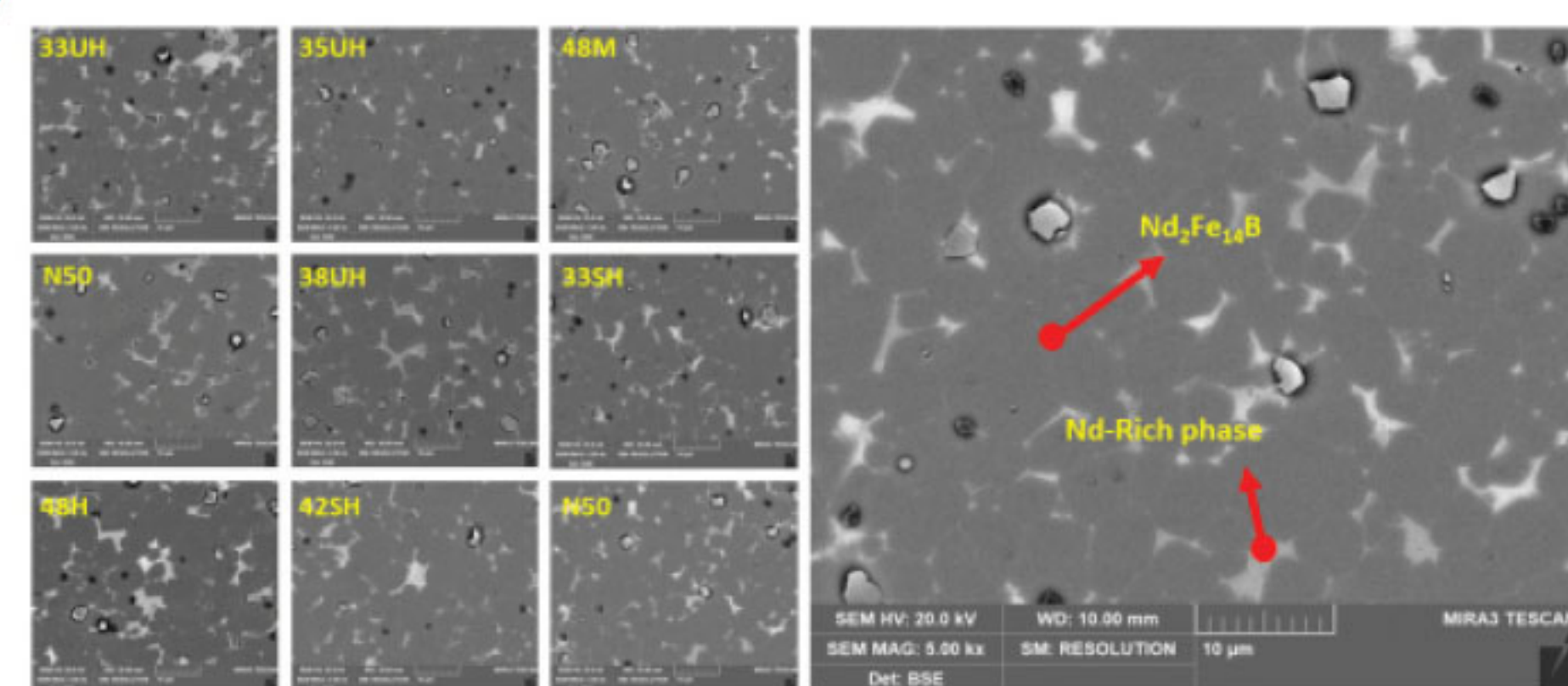
폐모터 활용 친환경 희토류 회수 및 영구자석 소재 제조 기술('20 ~ '24)

01 참여연구원 채홍준(PM), 이덕희, 이지은, 강유빈

02 연구목표 희토류 소재 안정적 공급을 위한 폐모터로부터 폐희토 자석 수거 및 해체/분리 기술 개발

03 연구실적 ▪ 모터 종류에 따른 기초 구조 분석 및 데이터 베이스 구축

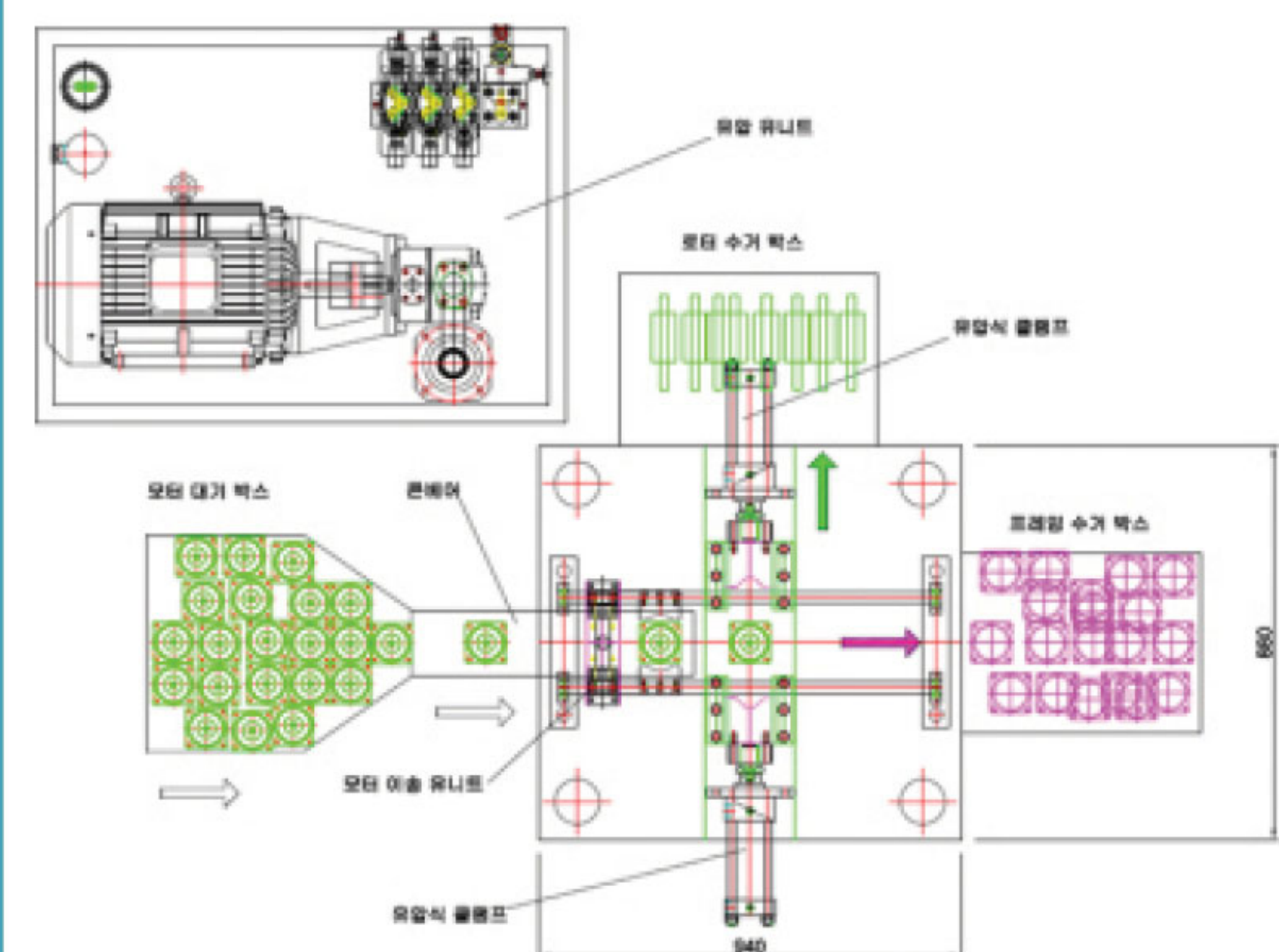
▪ 폐모터 종류에 따른 고효율 해체 메커니즘 도출



자석 Grade별 주요 성분(Nd, Fe, B, Dy) 분석 결과

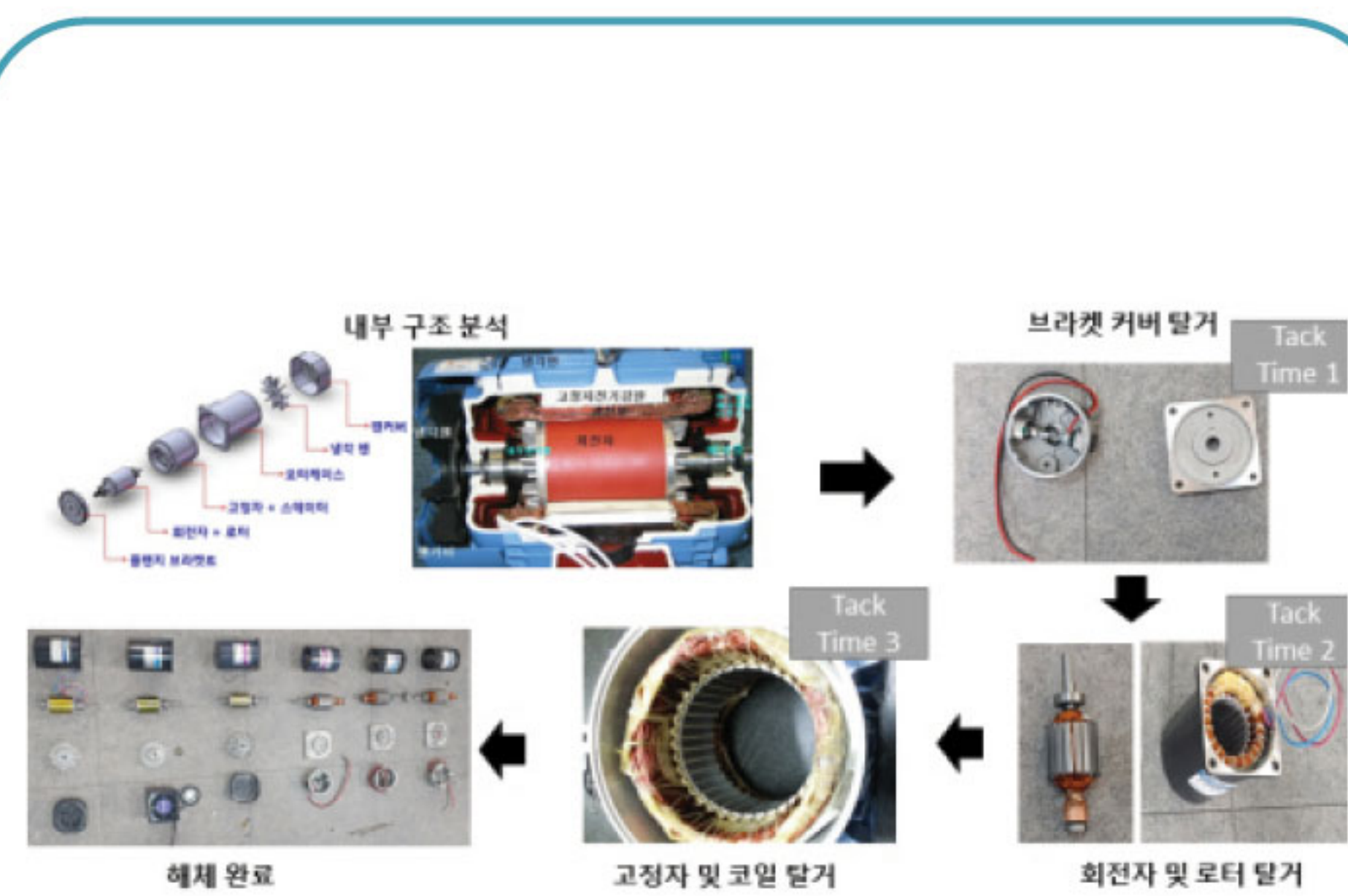


자석 제조사 및 종류에 따른 해체/분리



모터 해체/분리 자동화 장비 시스템 개략도

▪ 최적 단위 공정 도출을 위한 해체/분리 기초 실험



모터 해체/분리 기초 실험

공정	Tack Time 1	Tack Time 2	Tack Time 3	합계
배출 자원	비철 금속 및 구리 (전선)	철 및 자석류	구리	
AC모터(90W) 평균Tack Time	22.2s	12.1s	2.2s	36.5s
DC 모터(90W) 평균Tack Time	24s	19.2s	2.5s	45.7s
BLDC모터(90W) 평균 Tack Time	21s	11.1s	2.1s	34.2s

모터 종류별 평균 Tack-Time 측정 결과

04 활용방안 매년 폐기되는 폐모터 희토자석으로부터 희토금속을 회수하여 다시 희토자석으로 제조하여 국내 희토자석 소재 자립화

05 정량성과 특허출원 1건

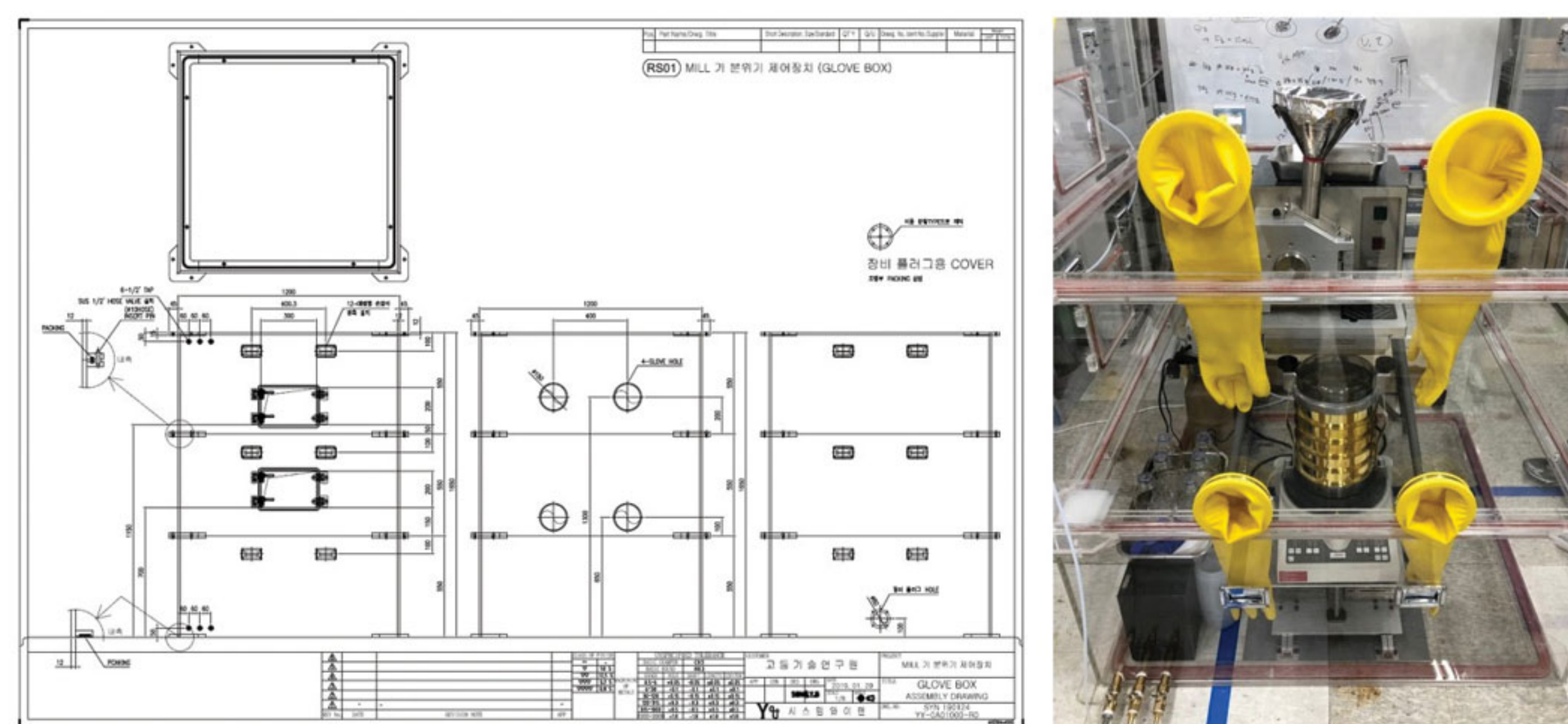
융합소재연구센터 : 자원재활용 기술

고순도 중희토류 추출을 위한 친환경 pyrometallurgy process 개발 및 소재화 기술개발 ('18 ~ '22)

01 참여연구원 이수영(PM), 조성수, 서민혜, 민홍, 채홍준

02 연구목표 폐 희토자석에서 고순도 중희토류(Nd, Dy) 자원 회수 및 소재화 기술 개발

03 연구실적 ▪ 수소화처리에 따른 저산소/미립화 분말 제조



파분쇄 분위기 제어룸 설계도 및 장치 사진

Type	수소화 처리 전						수소화처리 후 (3h)					
Image												
EDS	구분	Fe (at.%)	Nd (at.%)	Dy (at.%)	Pr (at.%)	O (at.%)	구분	Fe (at.%)	Nd (at.%)	Dy (at.%)	Pr (at.%)	O (at.%)
	#1-1	68.89	18.97	7.10	5.04	0.00	#2-1	98.51	1.49	0.00	0.00	0.00
	#1-2	10.85	2.16	0.91	0.56	85.53	#2-2	95.64	4.36	0.00	0.00	0.00
	#1-3	40.10	1.04	0.00	0.46	58.40	#2-3	98.66	1.34	0.00	0.00	0.00
	#1-4	98.21	1.79	0.00	0.00	0.00	#2-4	86.38	9.35	0.00	4.27	0.00
	#1-5	98.25	1.75	0.00	0.00	0.00	#2-5	98.23	1.77	0.00	0.00	0.00
	#1-6	48.92	0.91	0.00	0.00	50.17	#2-6	97.51	1.90	0.00	0.59	0.00
	#1-7	97.15	2.85	0.00	0.00	0.00	#2-7	98.05	1.95	0.00	0.00	0.00

수소화처리 전·후의 Ion milling 및 EDS 분석 결과

04 활용방안

- 폐 희토자석에서 Nd, Dy, Fe-B등 금속자원 회수
- 회수된 금속 자원을 활용한 산업 응용 가능 합금 개발
- 참여기업은 원소재 형태의 희소금속 판매 및 희소금속이 포함된 합금 활용 사업화 추진

05 정량성과 특허등록 1건

융합소재연구센터 : 금속소재 기술

고기능성 알루미늄 제조장비 실증('19 ~ '20)

01 참여연구원

김대근(PM), 채홍준, 심현우, 박경수, 임병용, 강유빈, 최진주

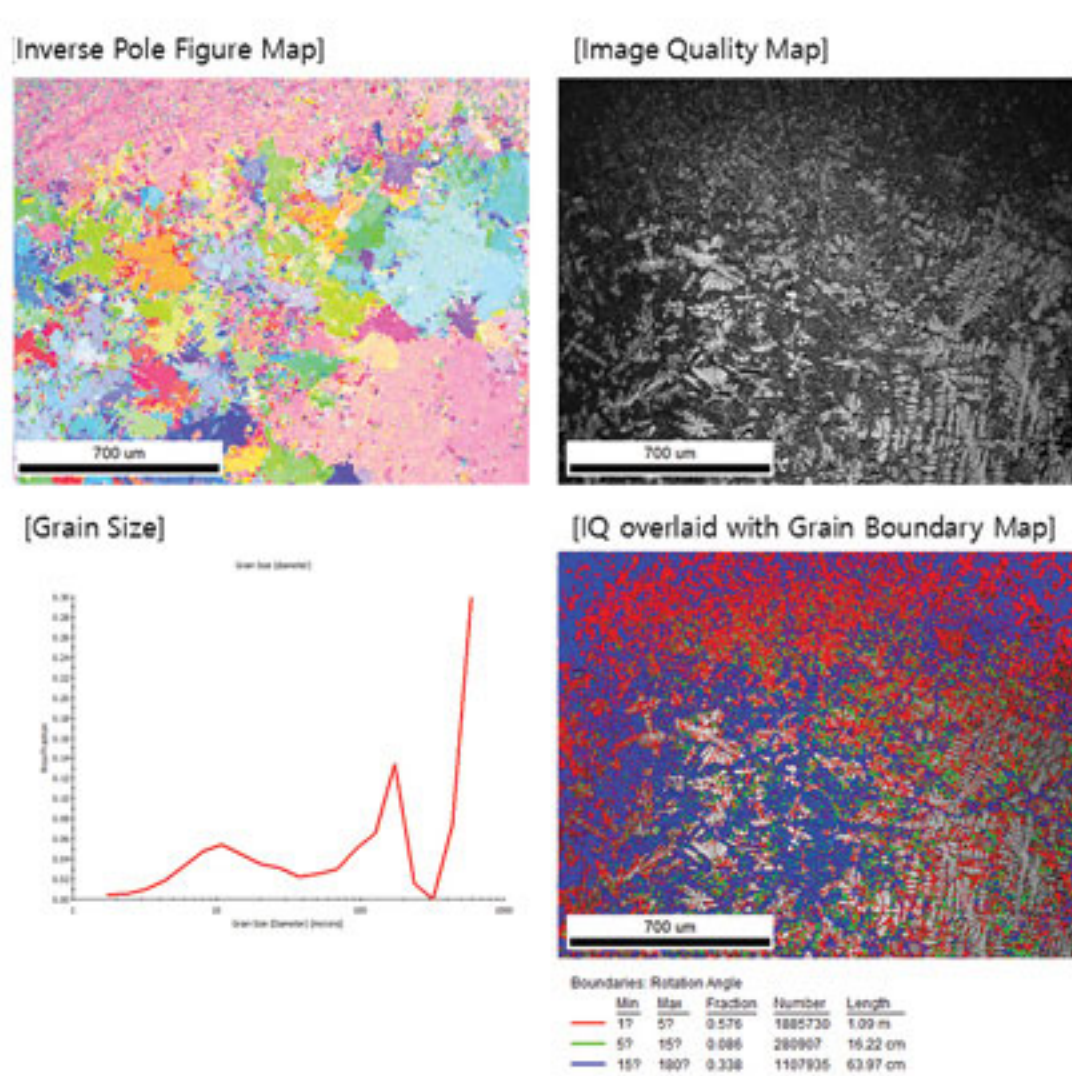
02 연구목표

고기능성 알루미늄 소재 부품 생산을 위한 생산 자동화 시스템 실증화 및 고기능성 알루미늄 소재 방열 부품 시제품 생산

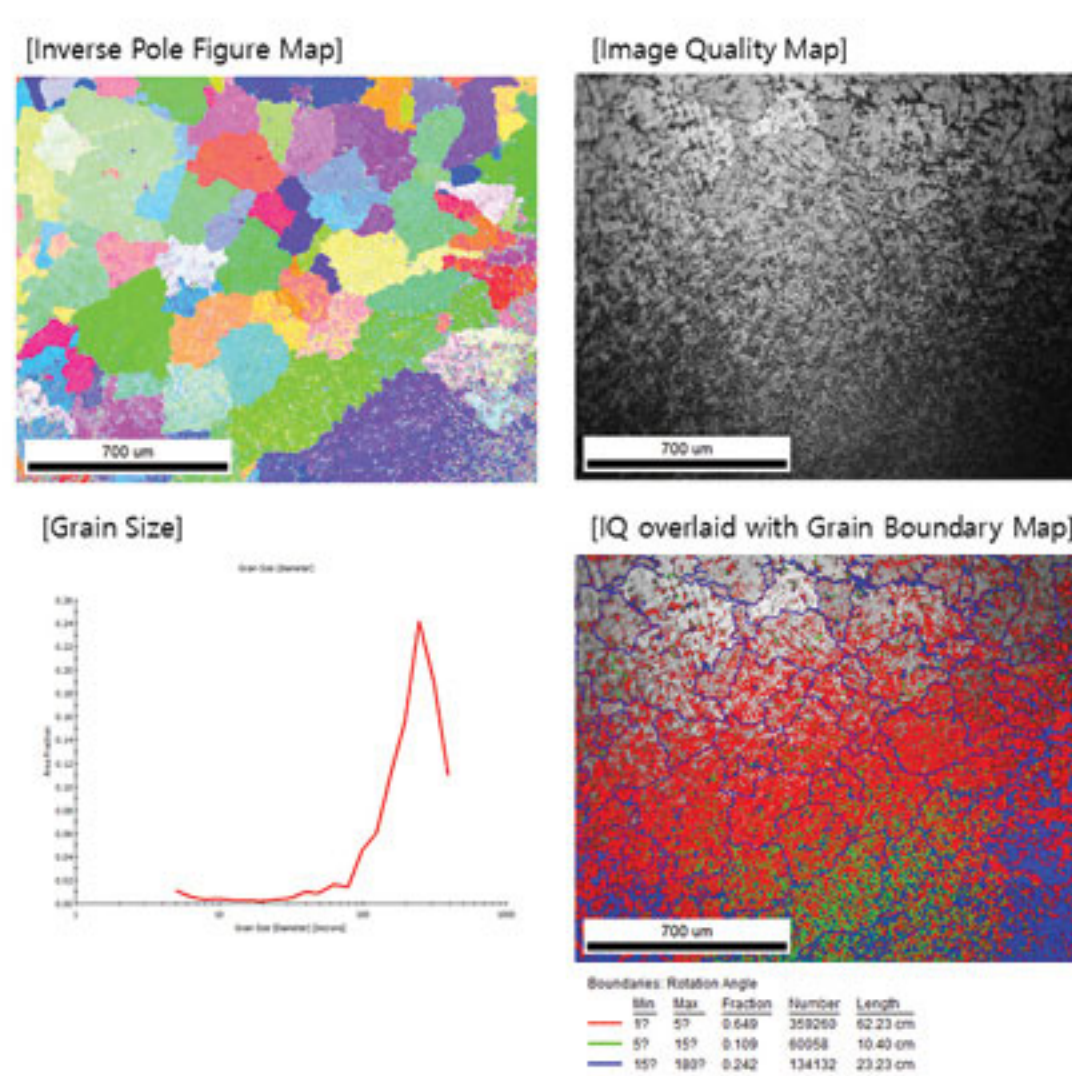
03 연구실적

- 저온 주입 고기능성 알루미늄 제조 장비 시스템 설계 및 공정 연계 자동화 로봇 시스템 구축
- 고성능 알루미늄 제조 장비 자동화 시스템 실증

개질처리 전 시편



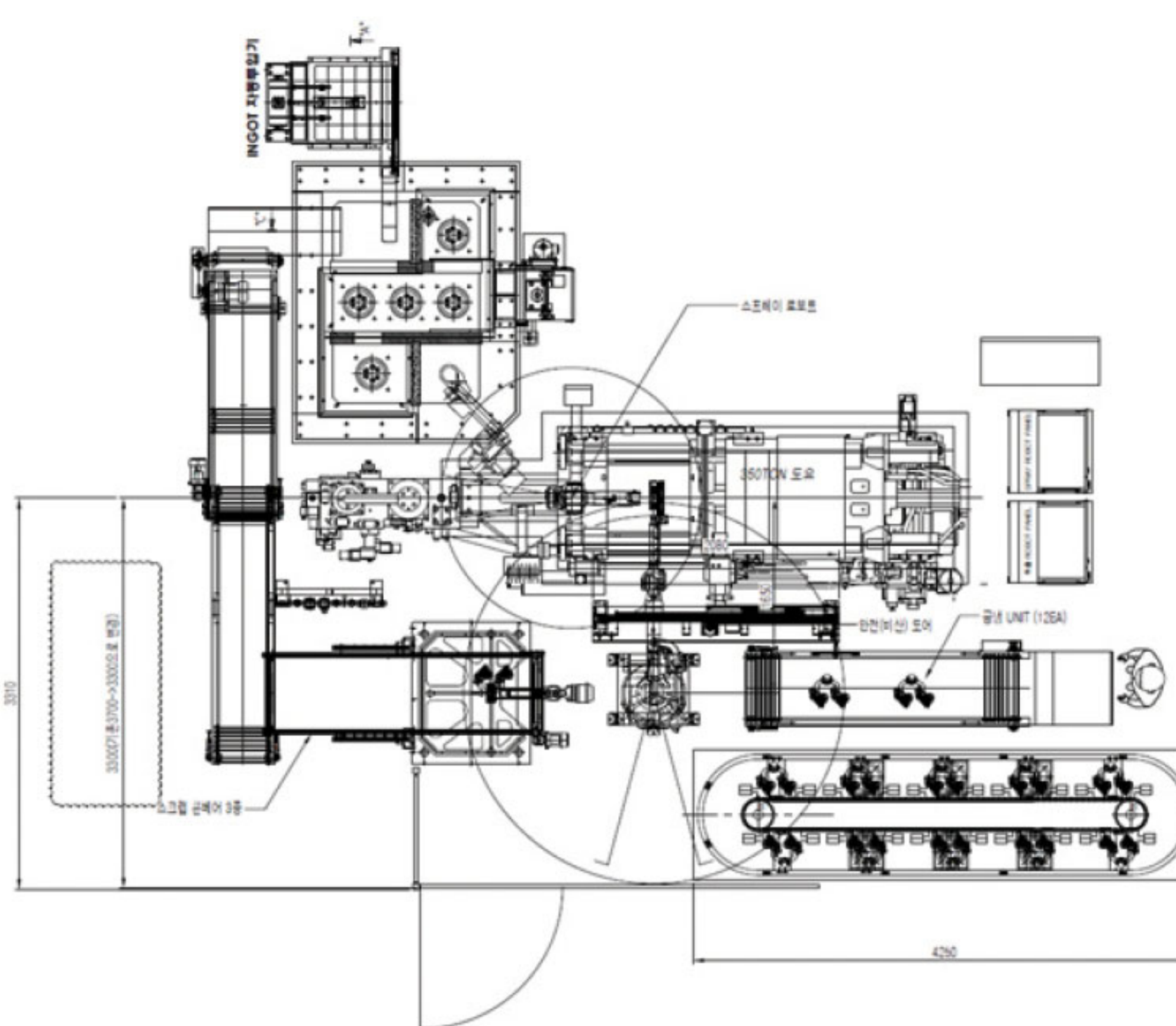
개질처리 10 s 시편



개질처리 전후 EBSD 분석결과



공정이상데이터 모니터링시스템



고기능성 알루미늄 제조 공정 도면

04 활용방안

- 알루미늄 다이캐스팅 단위 공정에 대한 생산품질 및 제품에 대한 신뢰도와 제품성능 향상
- 용탕개질 처리 기술 적용 및 공정 자동화

신소재공정센터 : 금속소재 기술

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

01 참여연구원

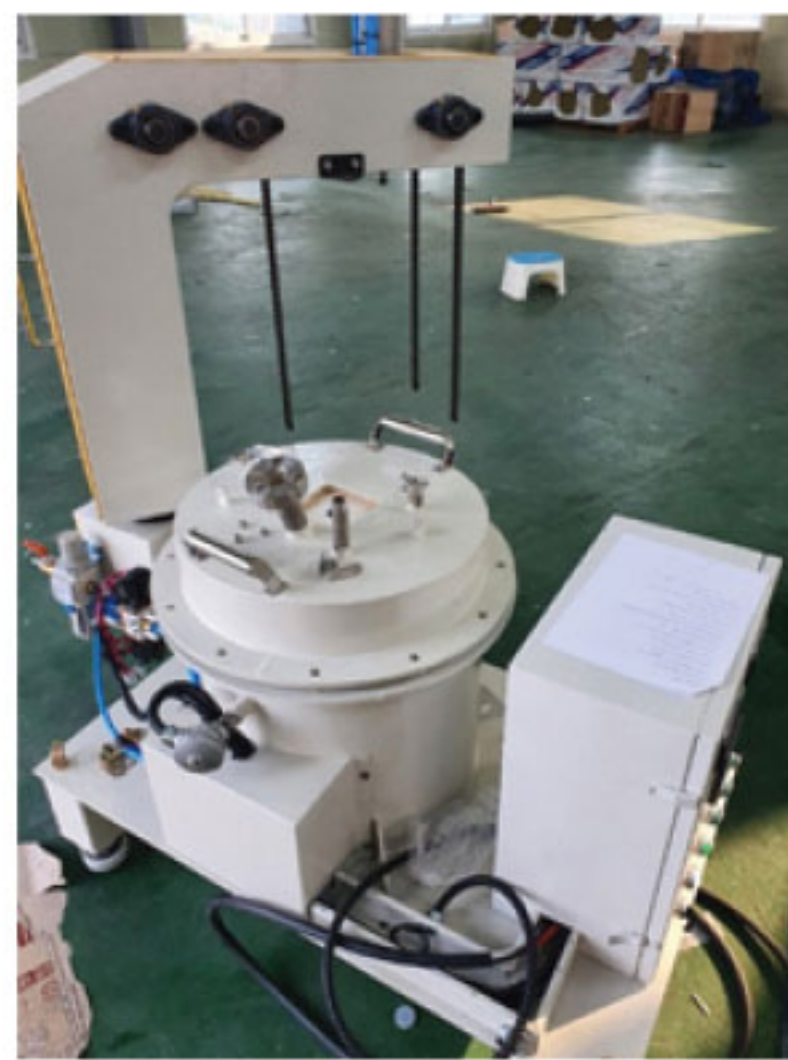
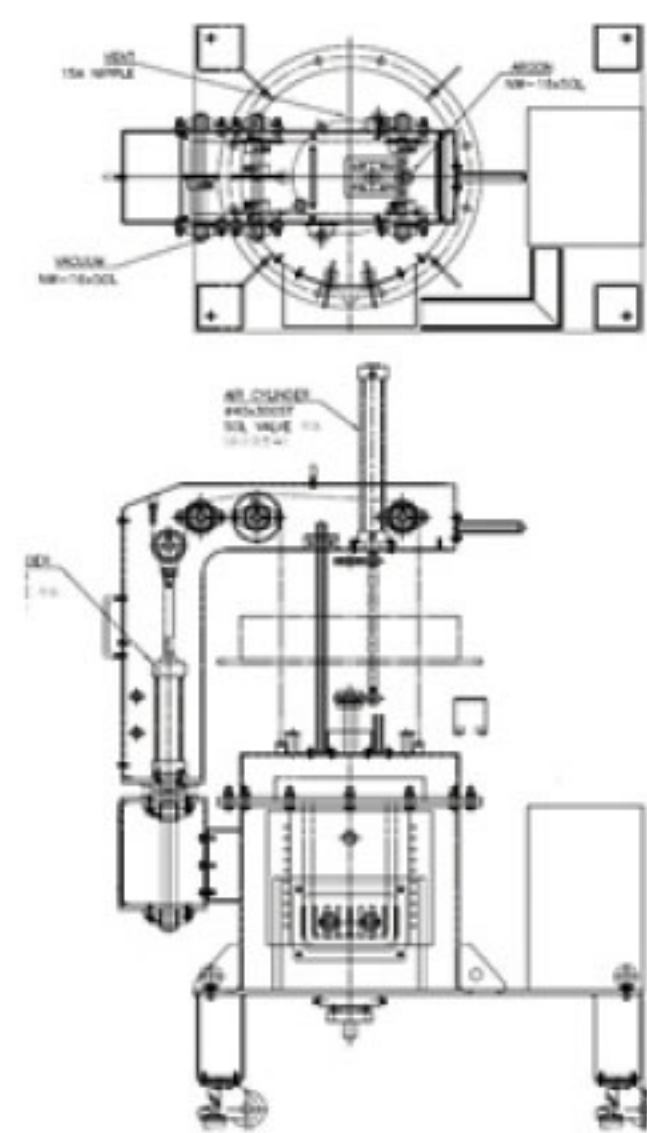
김영균(PM), 김건홍, 한덕현, 정우철, 최광묵

02 연구목표

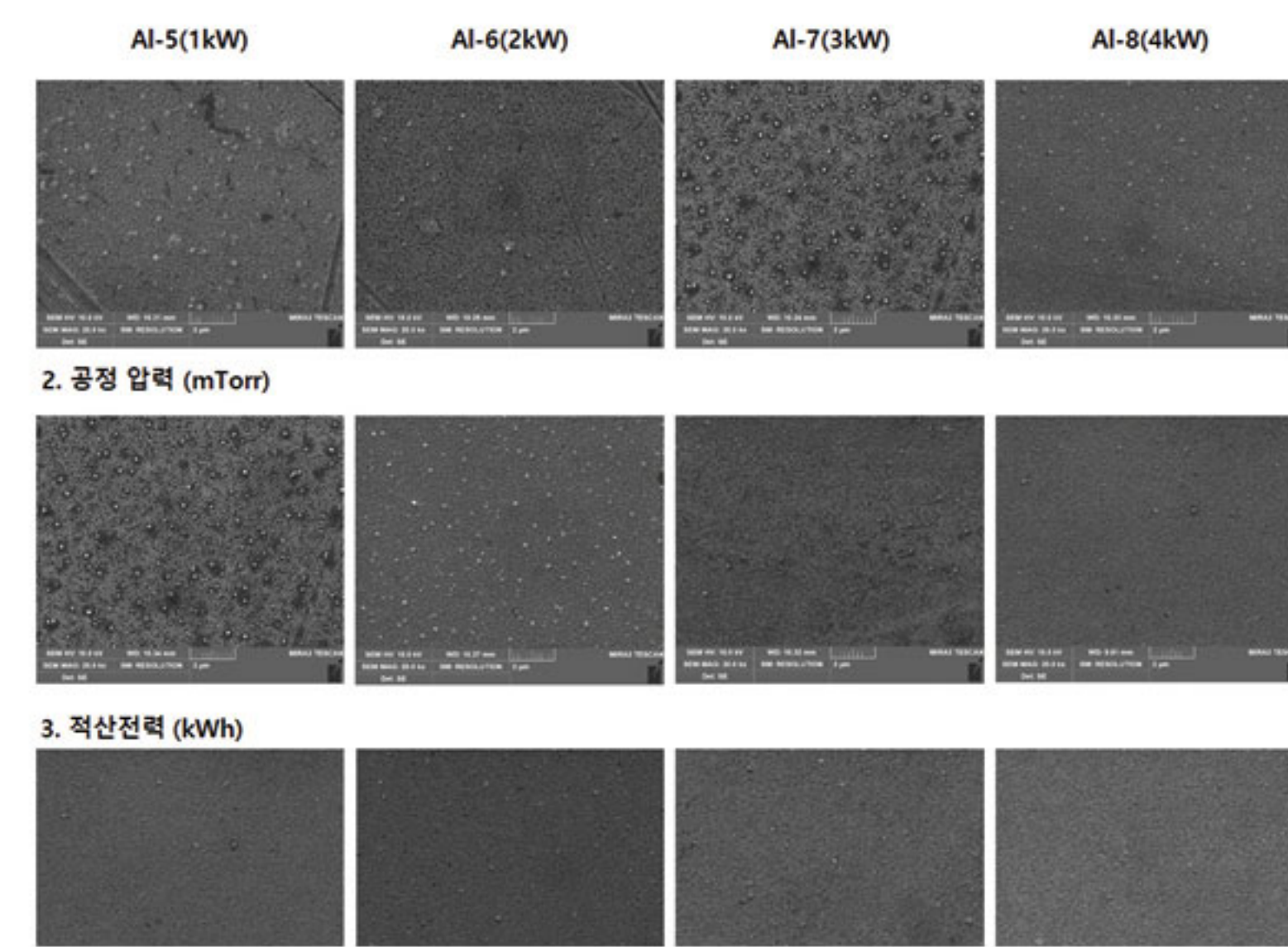
순도 99.999%(5N) 고순도 Al 정련 기술개발 및 Al 합금 스퍼터링 타겟 제조 최적화

03 연구실적

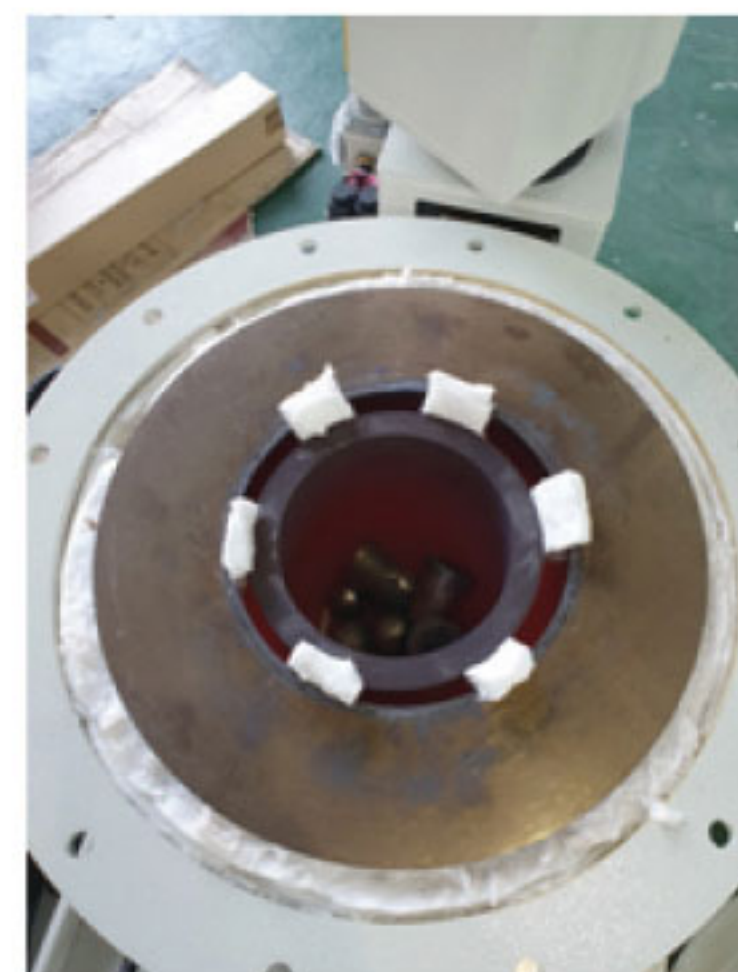
- 3N급 고순도 알루미늄 액상 정련 기술개발
- 스퍼터링 피코팅재 분석



3층 전해정련 개념도 및 제작



수요기업 스퍼터링 후 표면분석



합금 및 전해염 장입



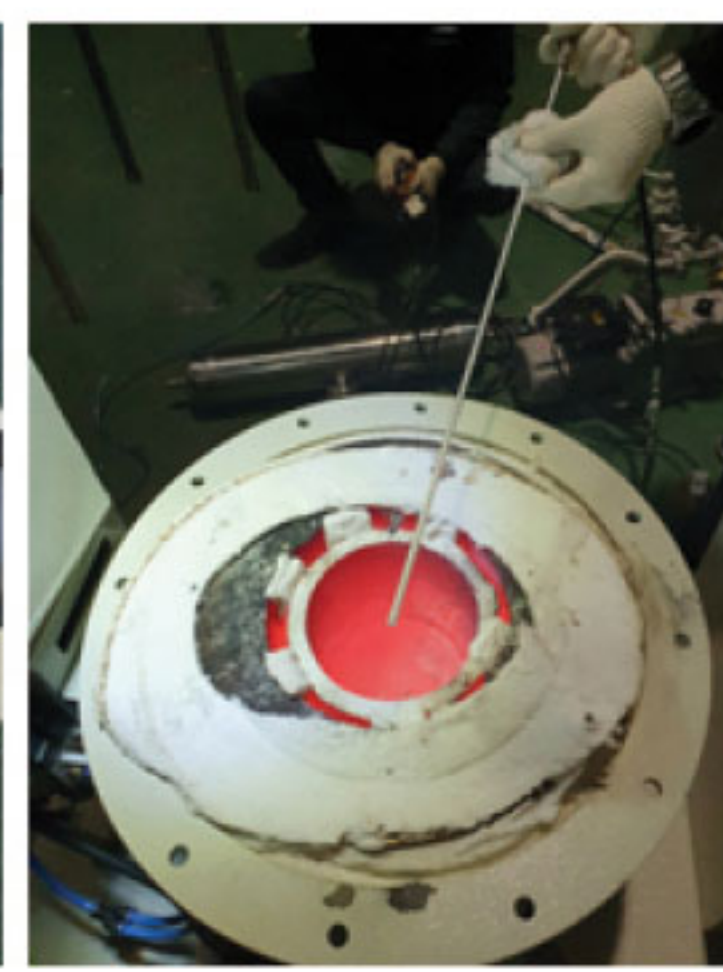
용해



전극봉(음극) 삽입



전류 인가 및 측정



취출

3층 전해정련 실험 순서

04 활용방안

- 3층 전해정련 관련 개념 및 상세설계를 통한 장비 구축
- 선진사 타겟을 활용 스퍼터링 시험 진행 하였으며 조직결함 없이 적산전력 유지 확인

05 정량성과

논문 2건

융합소재연구센터 : 금속소재 기술

솔더 분말 및 고순도 타이타늄 정밀 제조장비 실증('19 ~ '20)

01 참여연구원

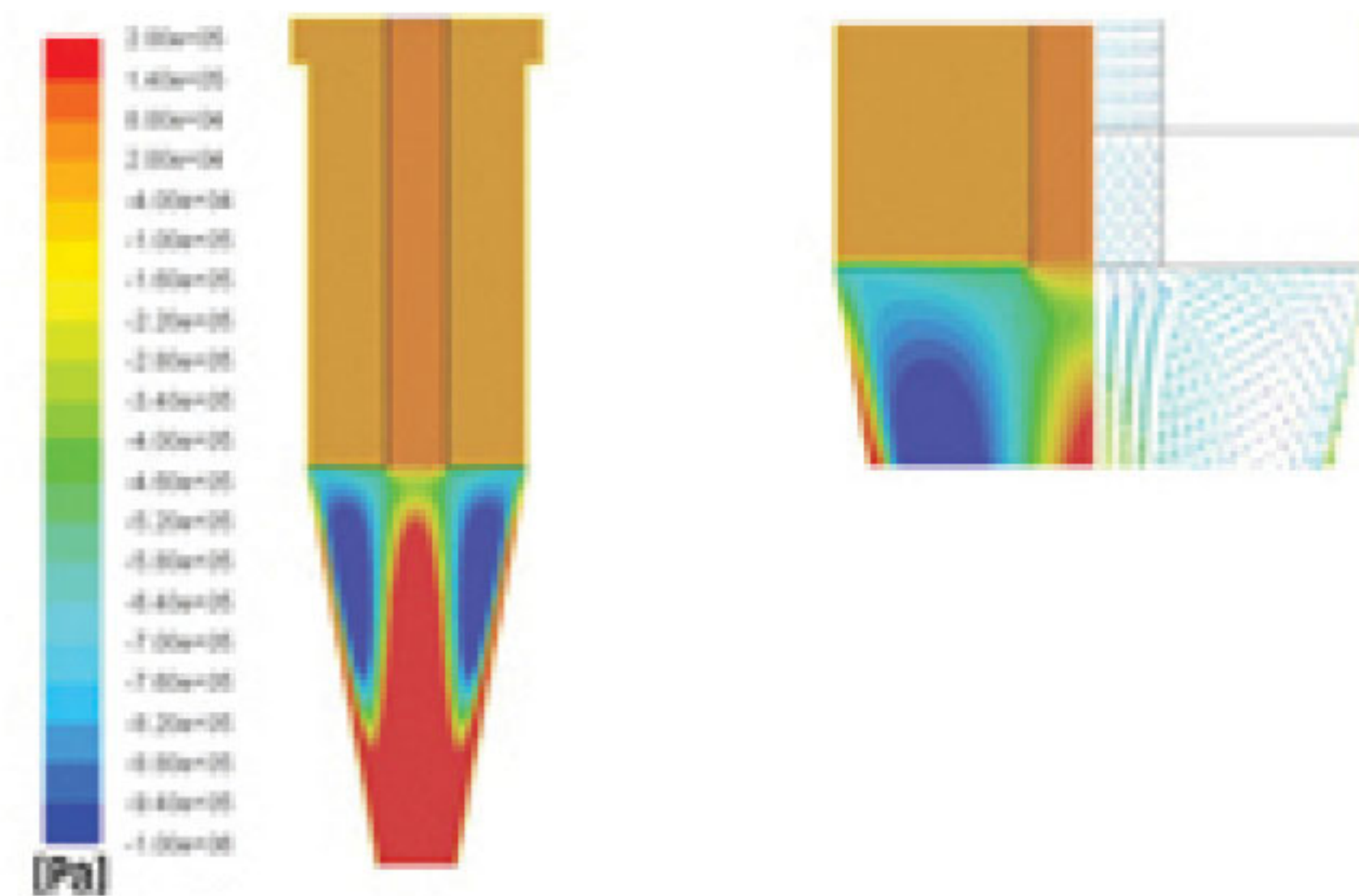
이찬기(PM), 바수데브스웨인, 박재량, 안낙균, 윤진호, 이덕희, 이지은, 주소영, 홍명환

02 연구목표

가스 아토마이저를 이용한 Type 7 솔더분말 장비 개발 및 400 kg/월급 실증플랜트 구축

03 연구실적

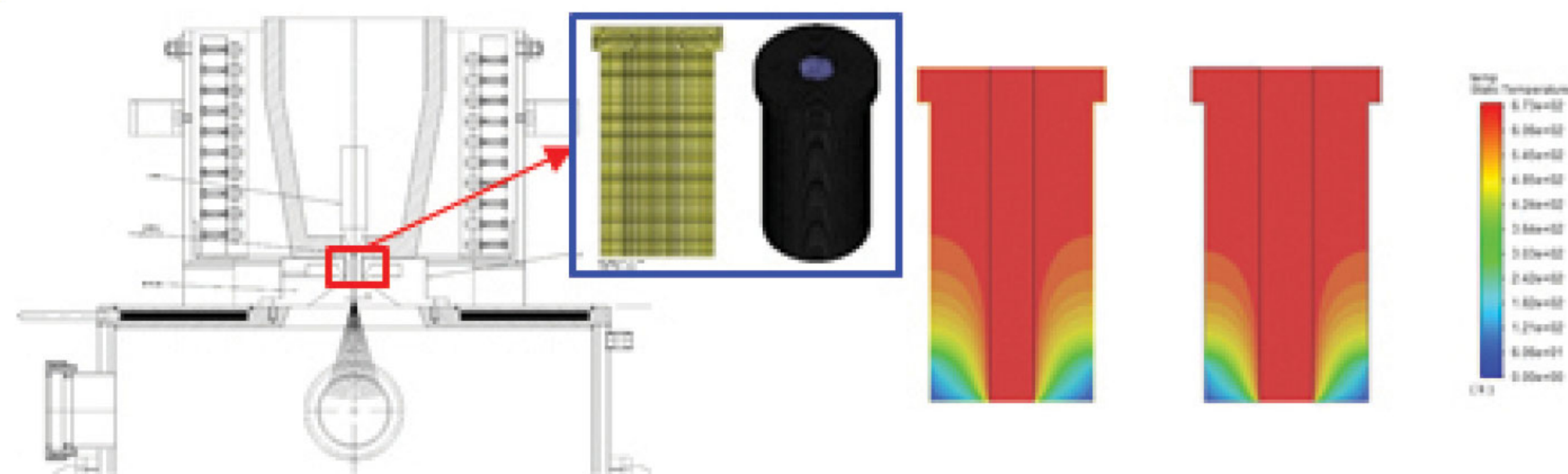
- 타이타늄 일괄 장비 설계 데이터 구축
- 아토마이저 장치 설계 및 시뮬레이션 실시



가스 유동 해석 결과



3D 모델링



오리피스내 온도 분포 시뮬레이션 결과

04 활용방안

- Type 7 솔더분말 제조 장비 설계
- 타이타늄 부품 제조용 일괄장비 설계

융합소재연구센터 : 금속소재 기술

300 kW 이상 초고전압 전자개폐기용 바이메탈소재 제조기술개발('19 ~ '20)

01 참여연구원

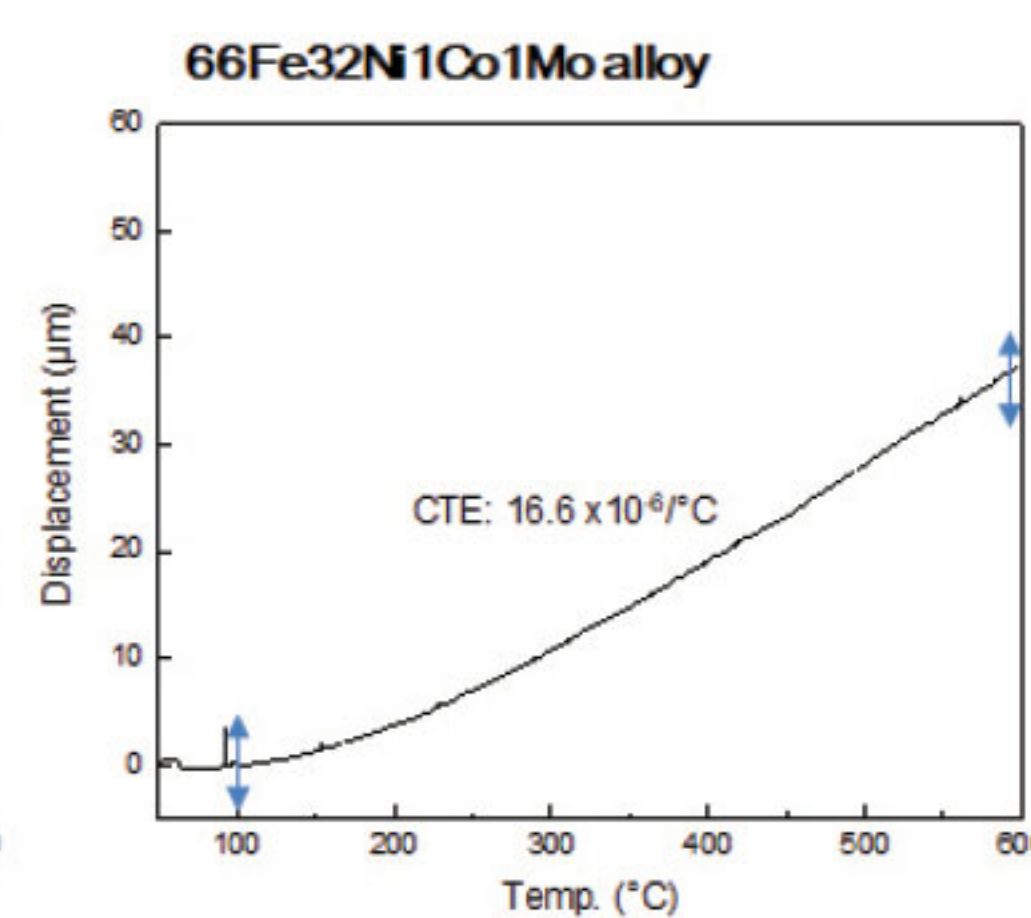
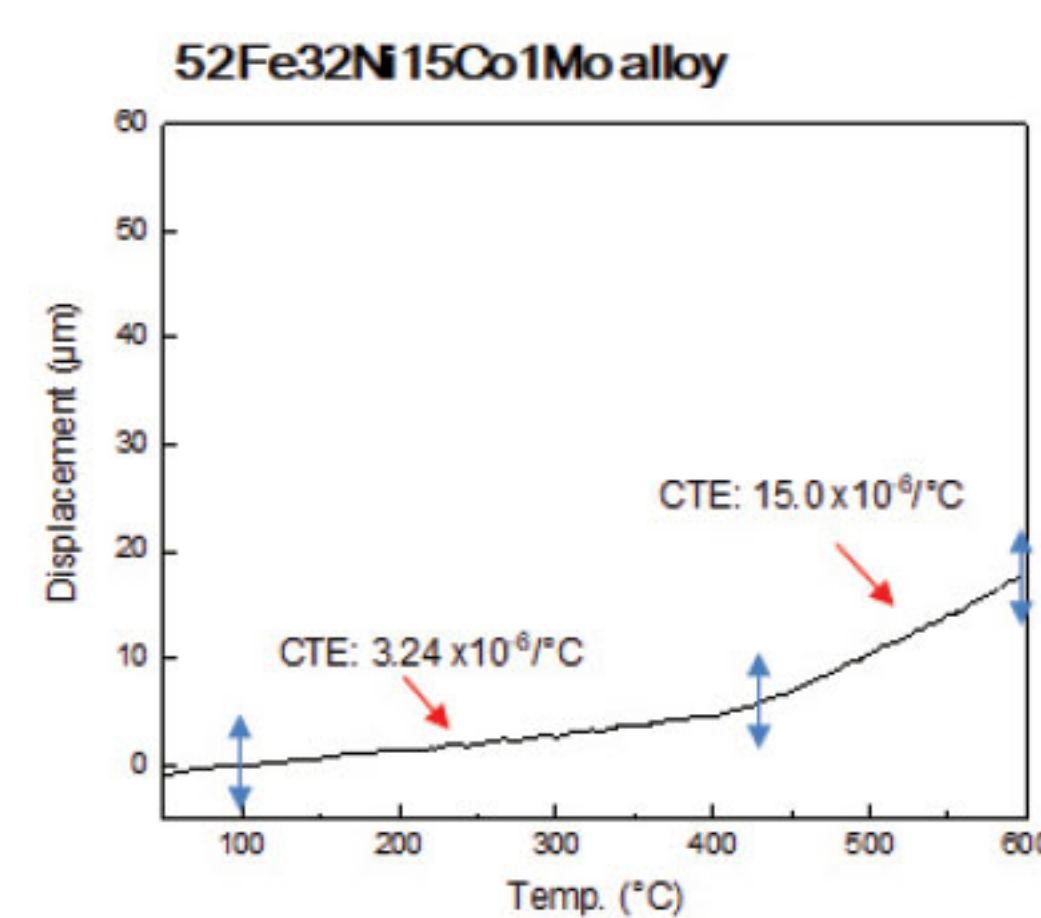
김대근(PM), 임병용, 최진주, 이지은, 주소영

02 연구목표

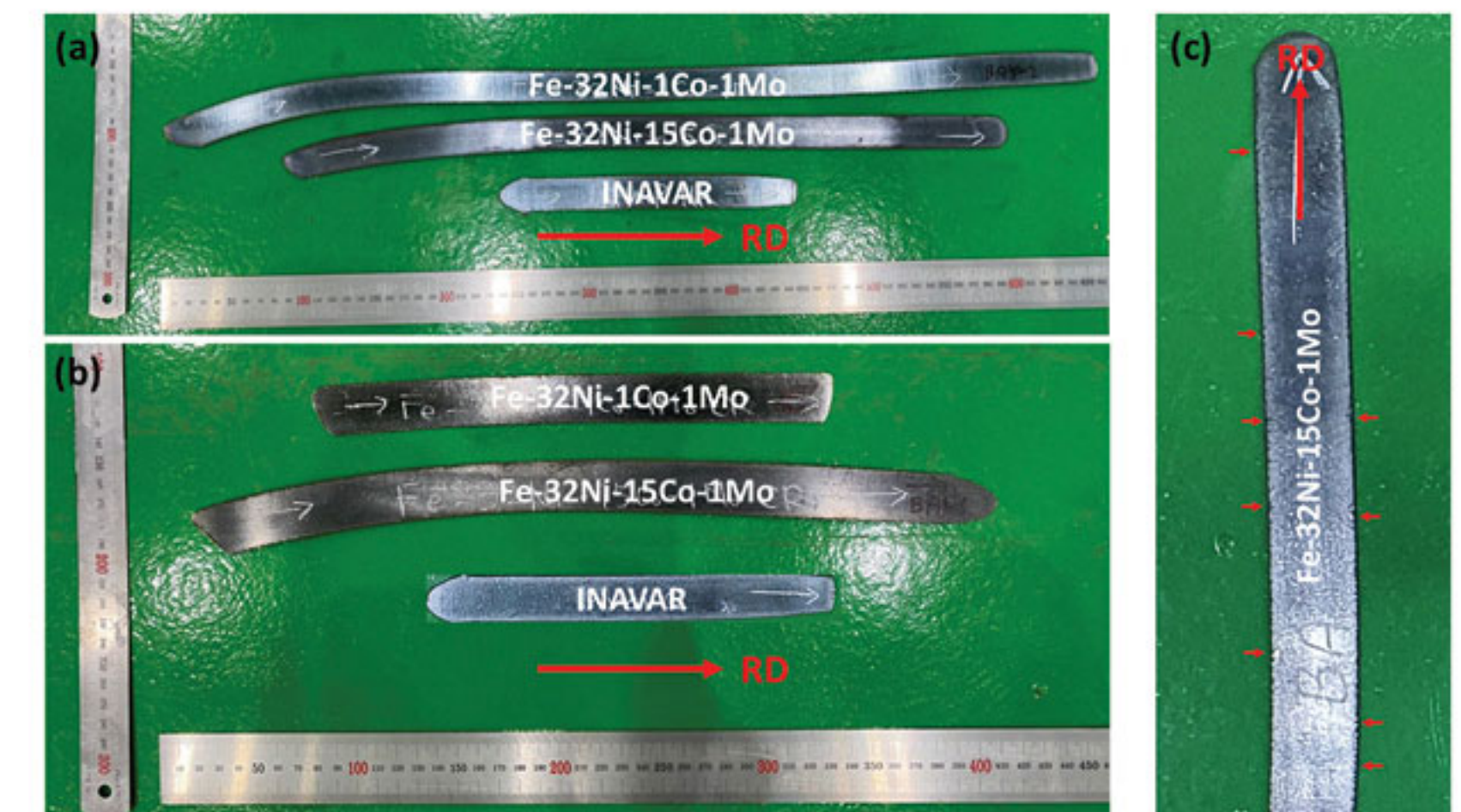
초고전압 전자 개폐기에 사용되는 바이메탈의 국산화를 위한 전주기 공정기술 개발 및 실증 플랜트 구축

03 연구실적

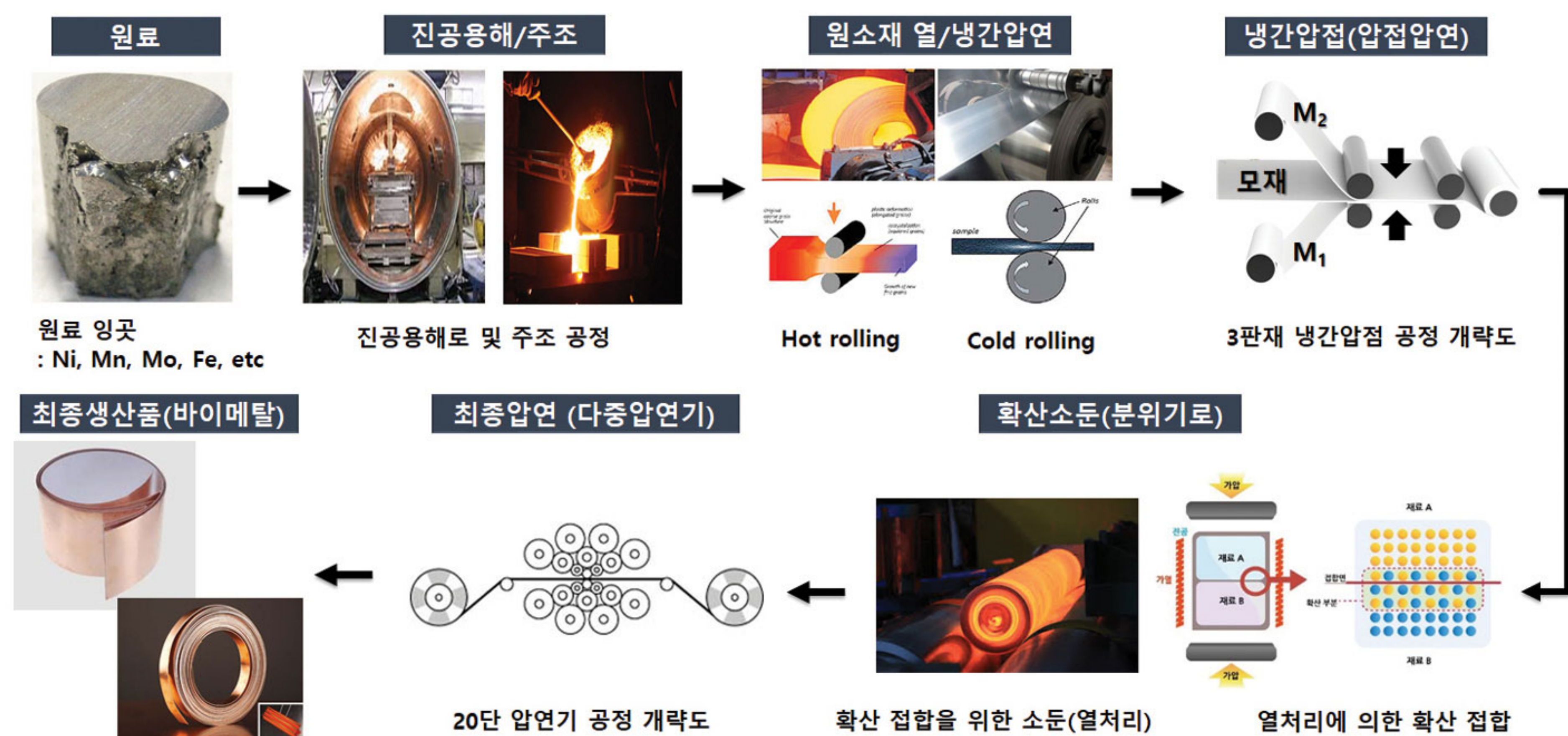
- 타이타늄 일괄 장비 설계 데이터 구축
- 아토마이저 장치 설계 및 시뮬레이션 실시



바이메탈 소재의 열팽창계수 측정결과



바이메탈 소재의 열간/냉간 압연 후 압연재



바이메탈 제조를 위한 목표 기술 개략도

04 활용방안

- 열역학계산기반 바이메탈용 합금 조성 별 상태도 도출
- 바이메탈 제조를 위한 열간·냉간압연/클래딩/마무리압연 기초 연구

융합소재연구센터 : 금속소재 기술

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

01 참여연구원

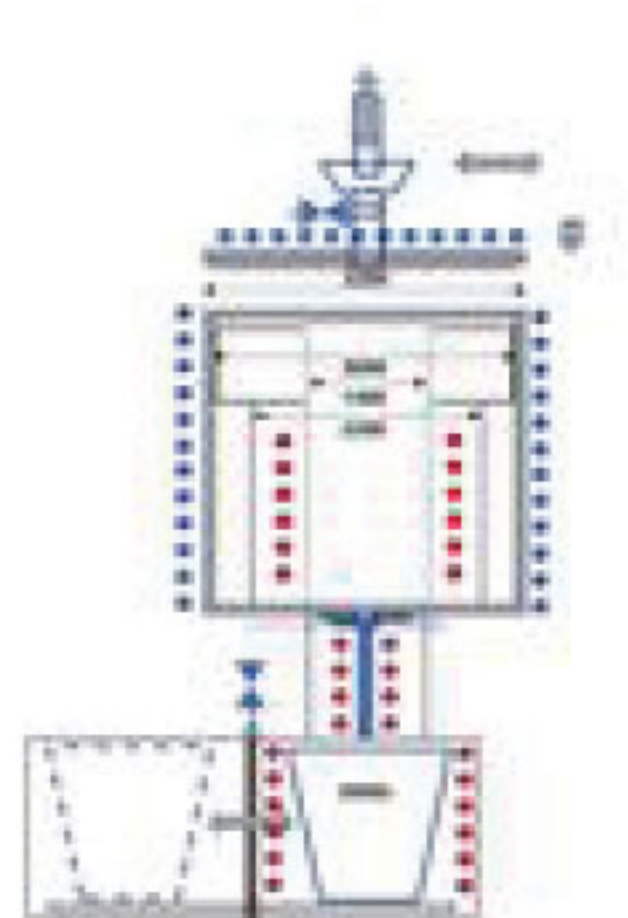
심현우(PM), 이찬기, 최상훈, 홍명환, 안낙균, 김진호, 김지현

02 연구목표

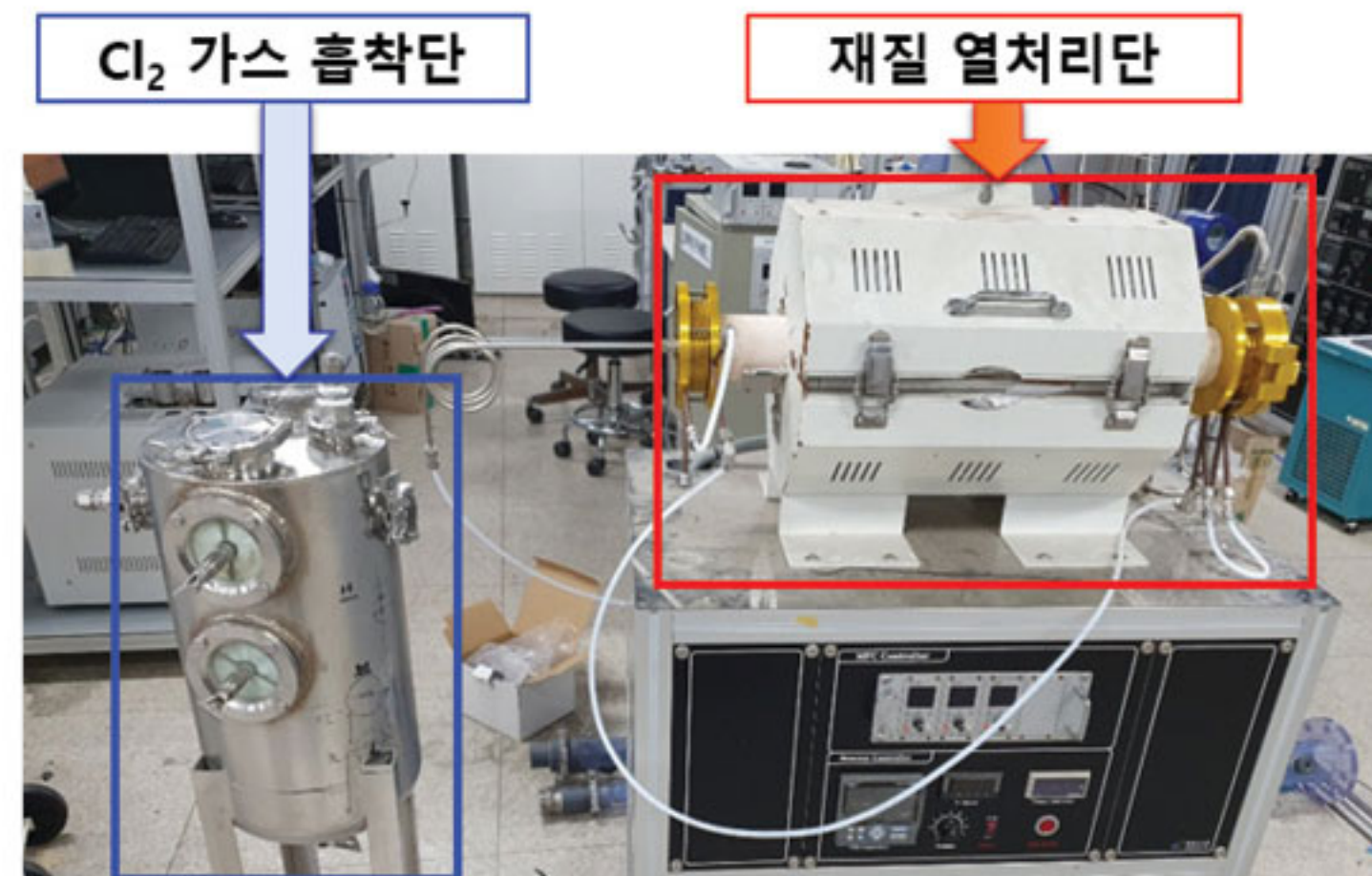
100 kg/batch 급 대용량 용융염 전해 기반 염소/불소가스 생성억제 고순도 Ti 금속 신 제련공정 개발 및 소재 국산화

03 연구실적

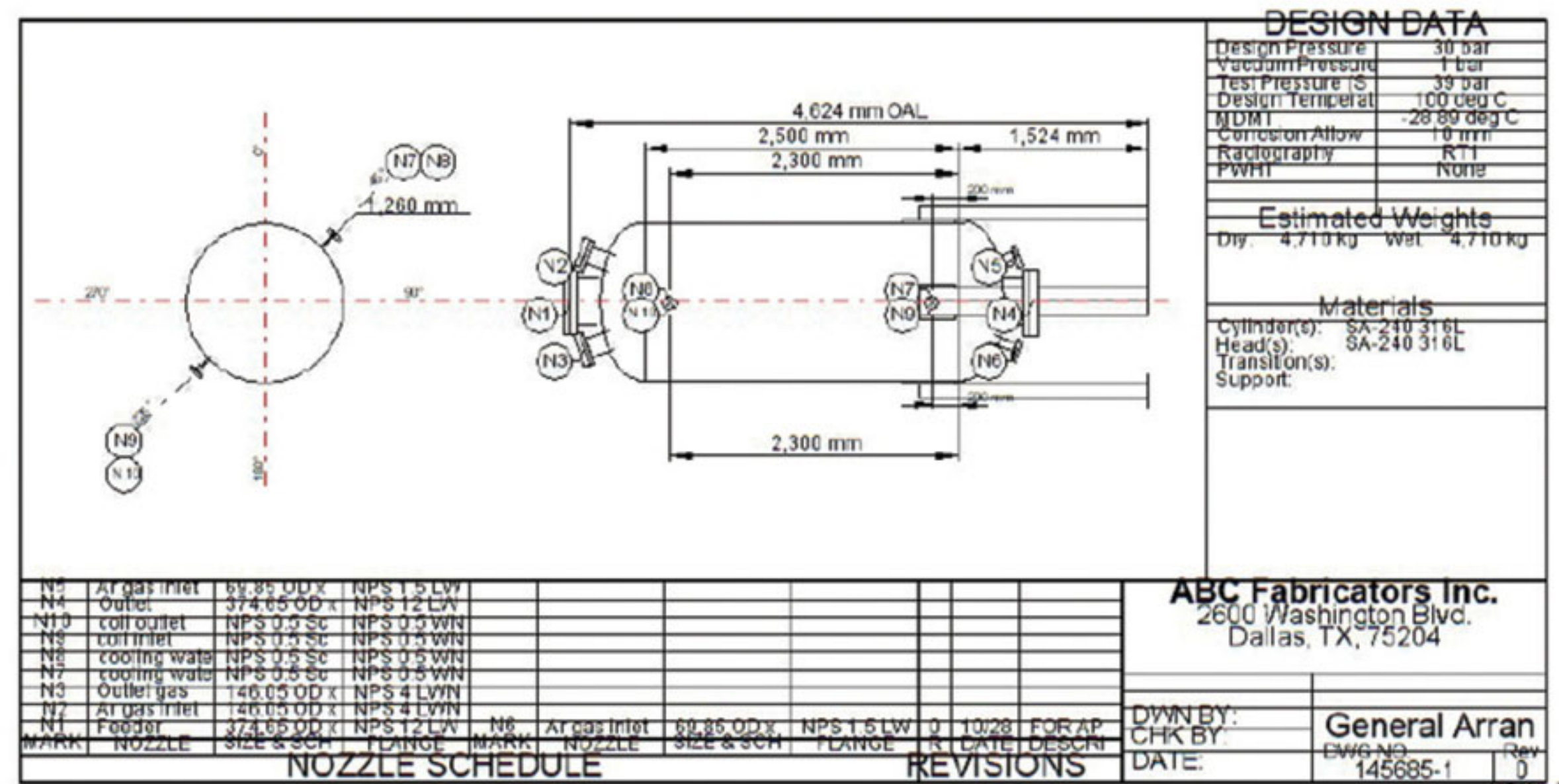
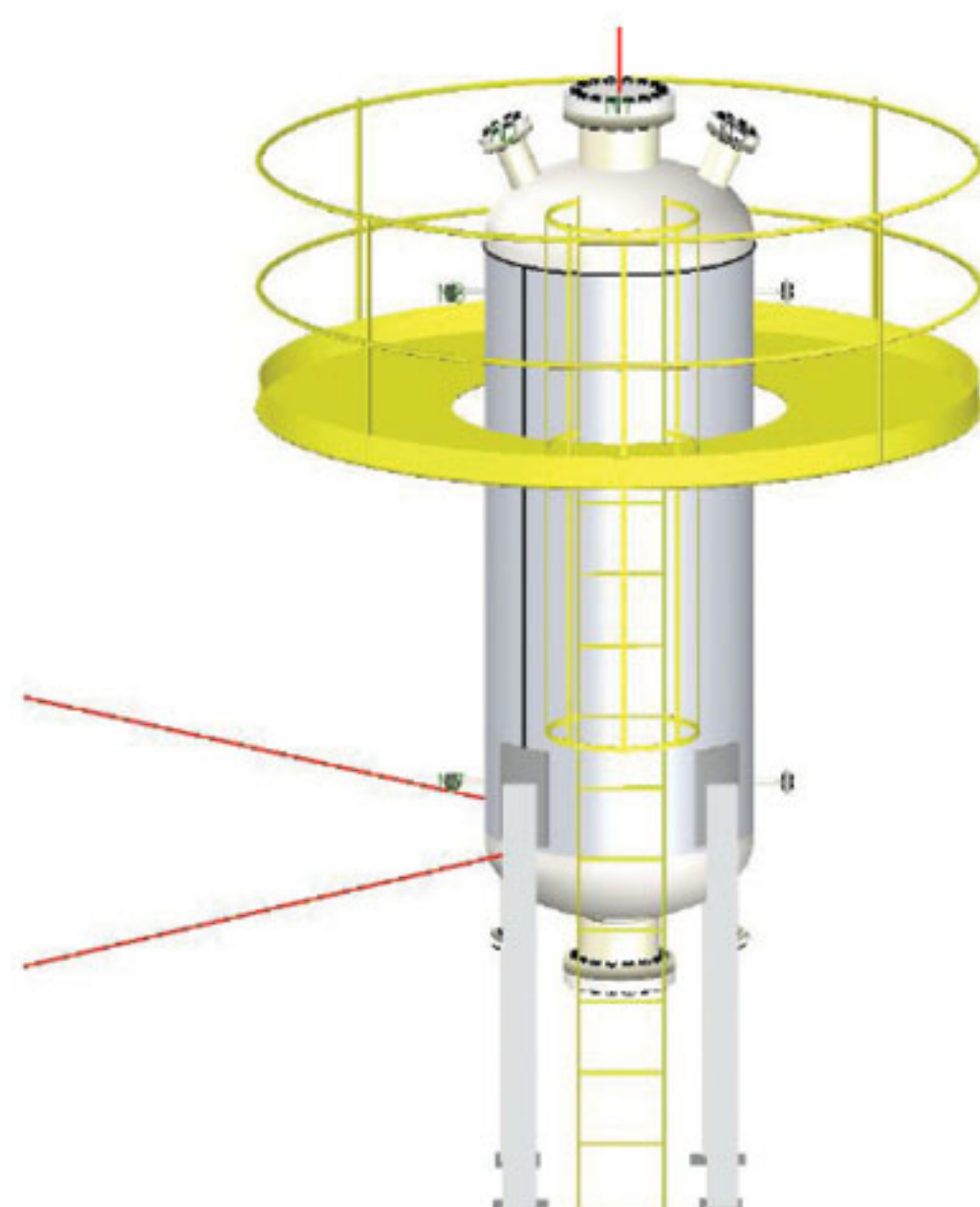
- 금속산화물 열환원로(100 kg/batch) 설계 자료 및 공정 검토
- 내부식성 재질 선정을 위한 실험장치 준비 및 보완



Closed system 열환원로 설계안 제시



내부식성 재질 선정 기초 실험 장치



열환원로 본체 3D model 및 설계도면

04 활용방안

- Ti 금속산화물 열환원로 설계 기초자료 확보
- 내부식성 재질 선정 기초 실험 장치 보완

신소재공정센터 : 금속소재 기술

친환경 자동차에 적용 가능한 경량 One-body 복동식 Caliper 개발('19 ~ '20)

01 참여연구원

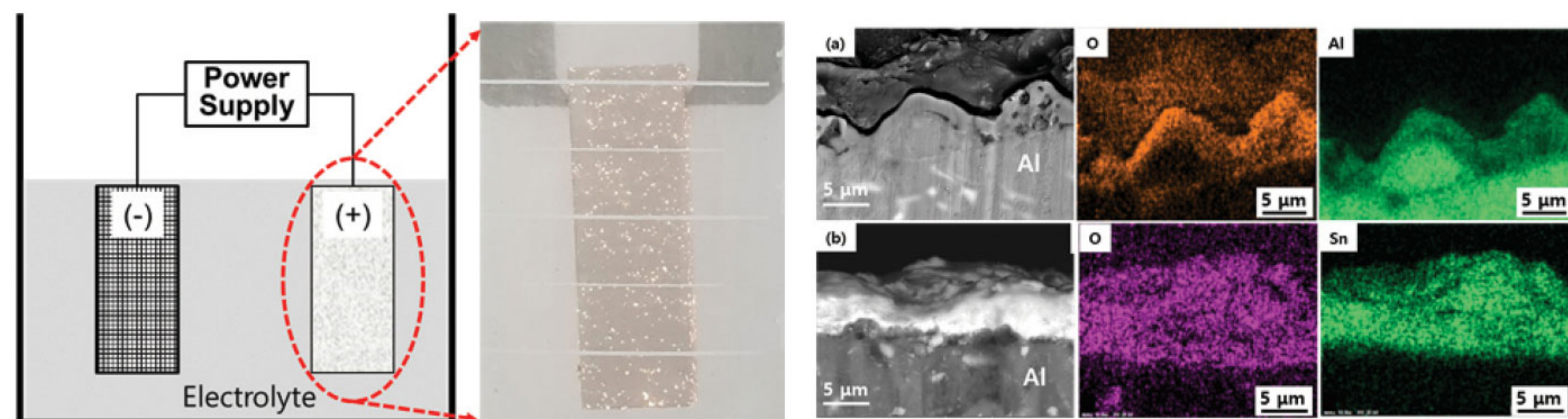
양재교(PM), 이찬기, 진연호, 장대환, 김대원

02 연구목표

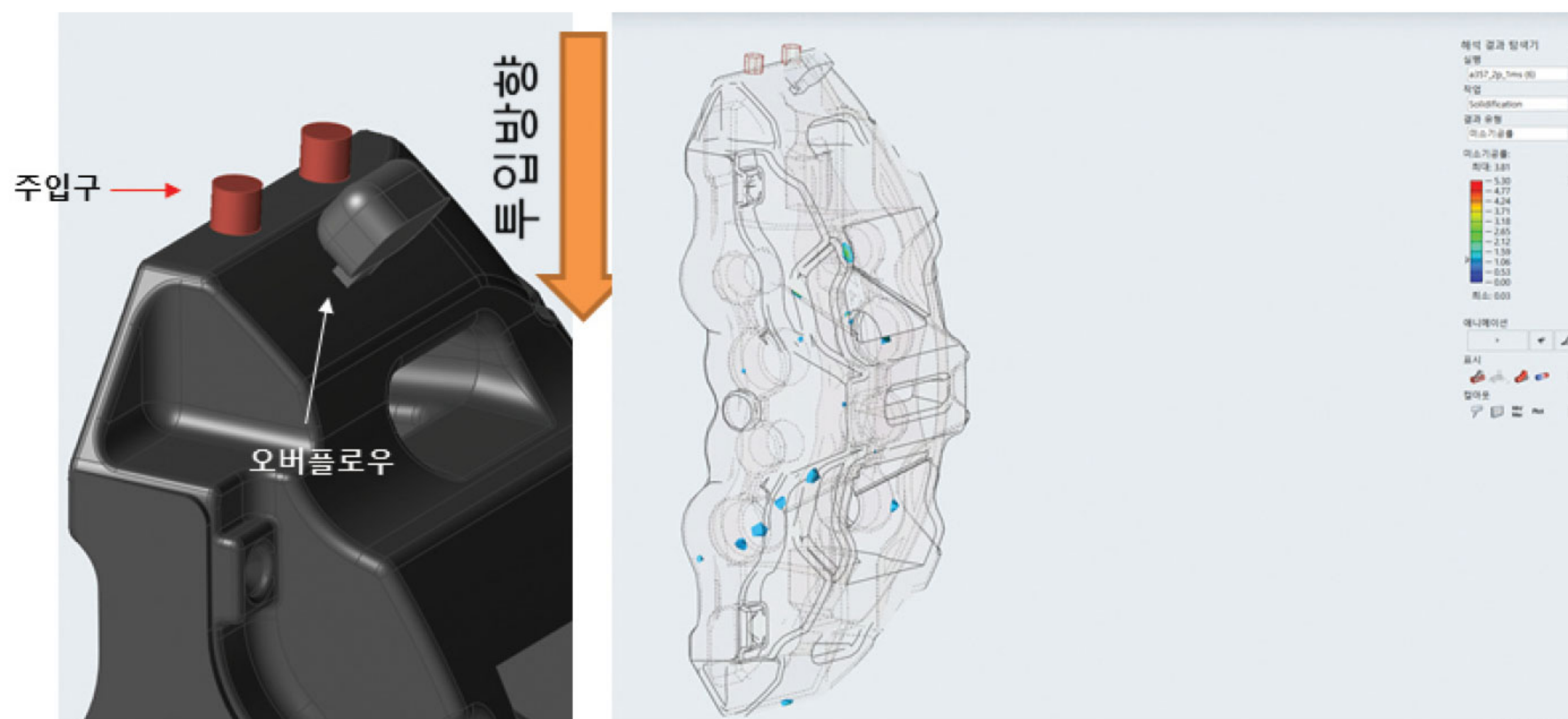
캘리퍼용 알루미늄 합금의 개량화 및 유동성 시험 평가

03 연구실적

- 내부식성 및 내화학성 향상 위한 표면처리 기술 개발
- 개선된 캘리퍼 설계디자인에 따른 주조 전산 모사



표면처리 공정 사진 및 표면 처리 조건별 산화층 분석



실형상 조건의 주조 시뮬레이션 결과

04 활용방안

- 알루미늄 주조 공정 최적화 기술
- 주조 시편의 표면 처리 기술 최적화(PEO)

05 정량성과

특허출원 1건 / 논문 2건

신소재공정센터 : 금속소재 기술

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

01 참여연구원

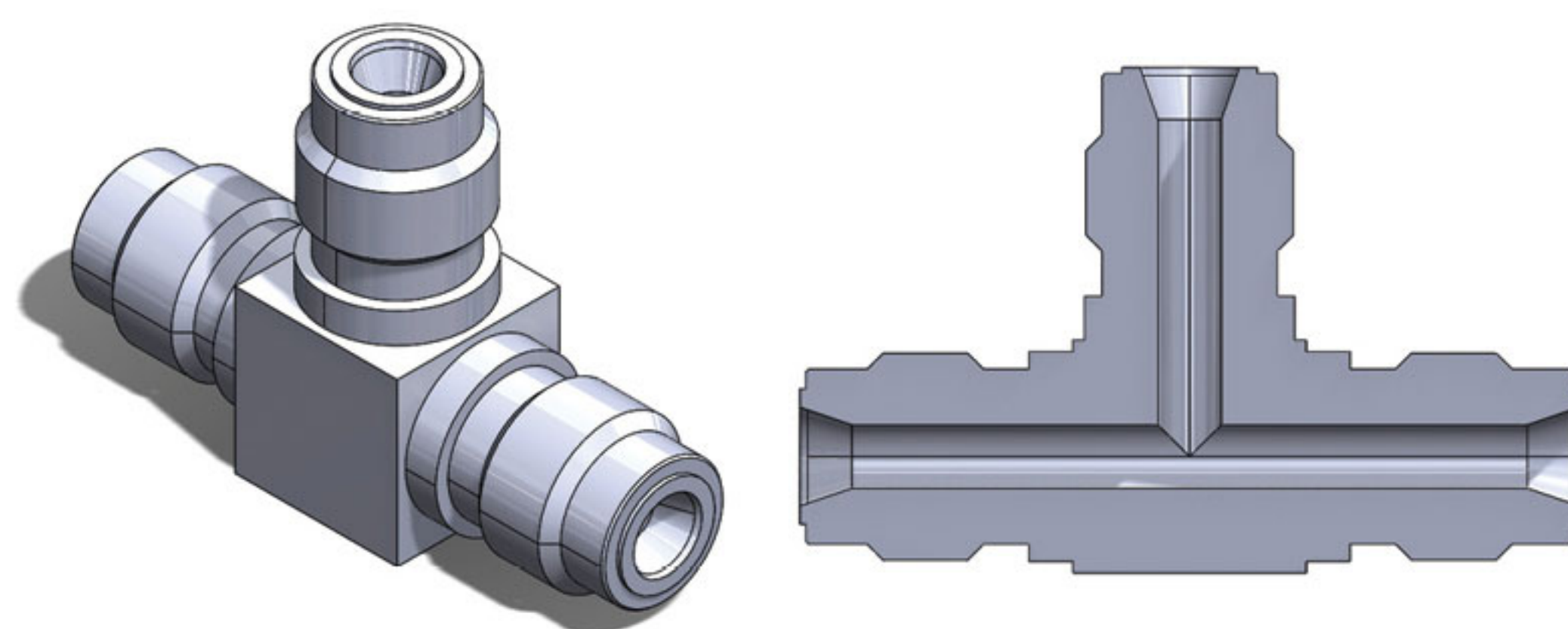
공만식(PM), 양현석, 정우철, 김보람, 한덕현, 허덕재, 이현주

02 연구목표

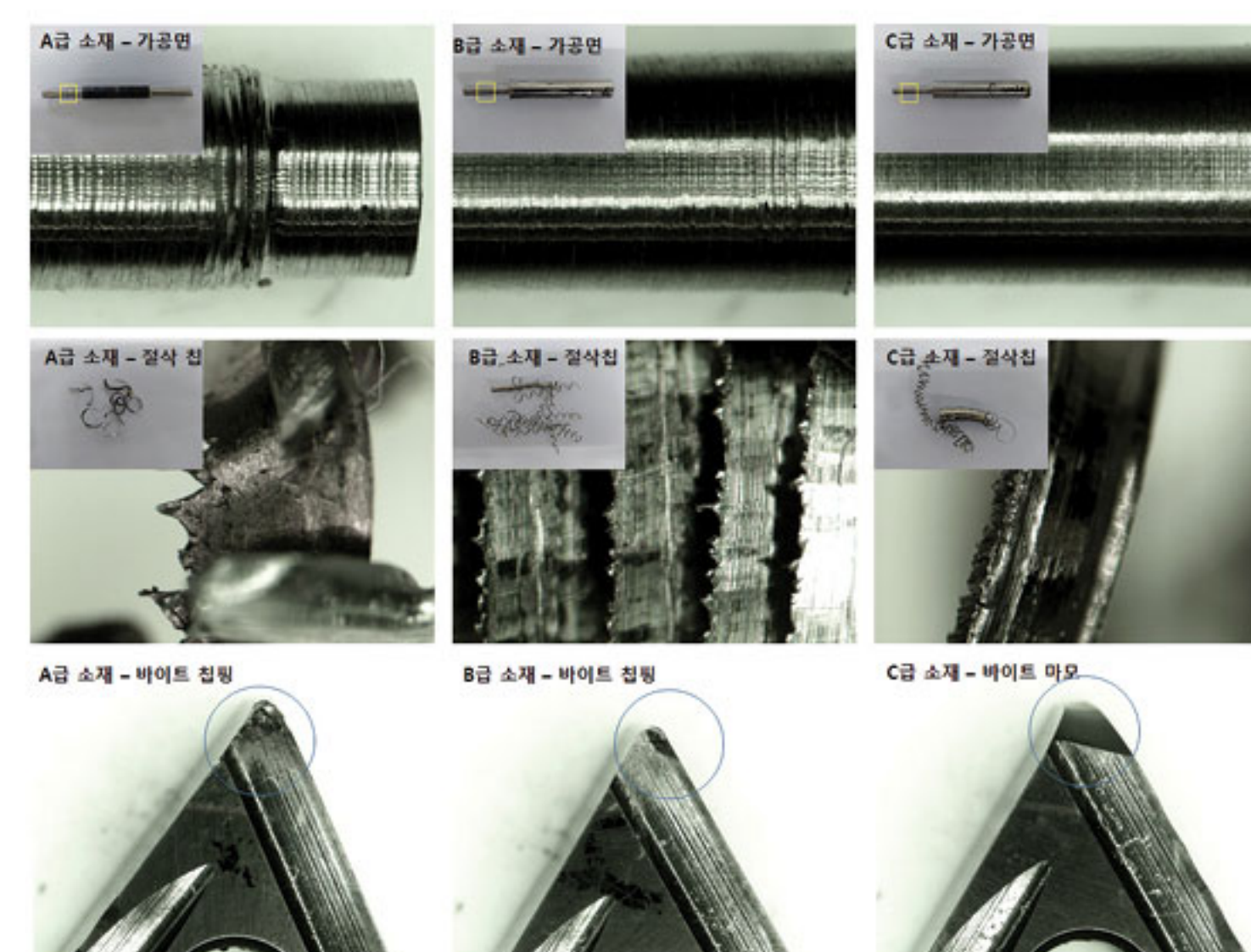
국산 고청정 특수강을 활용한 반도체 공정용 극청정 부품 개발 및 실증 평가

03 연구실적

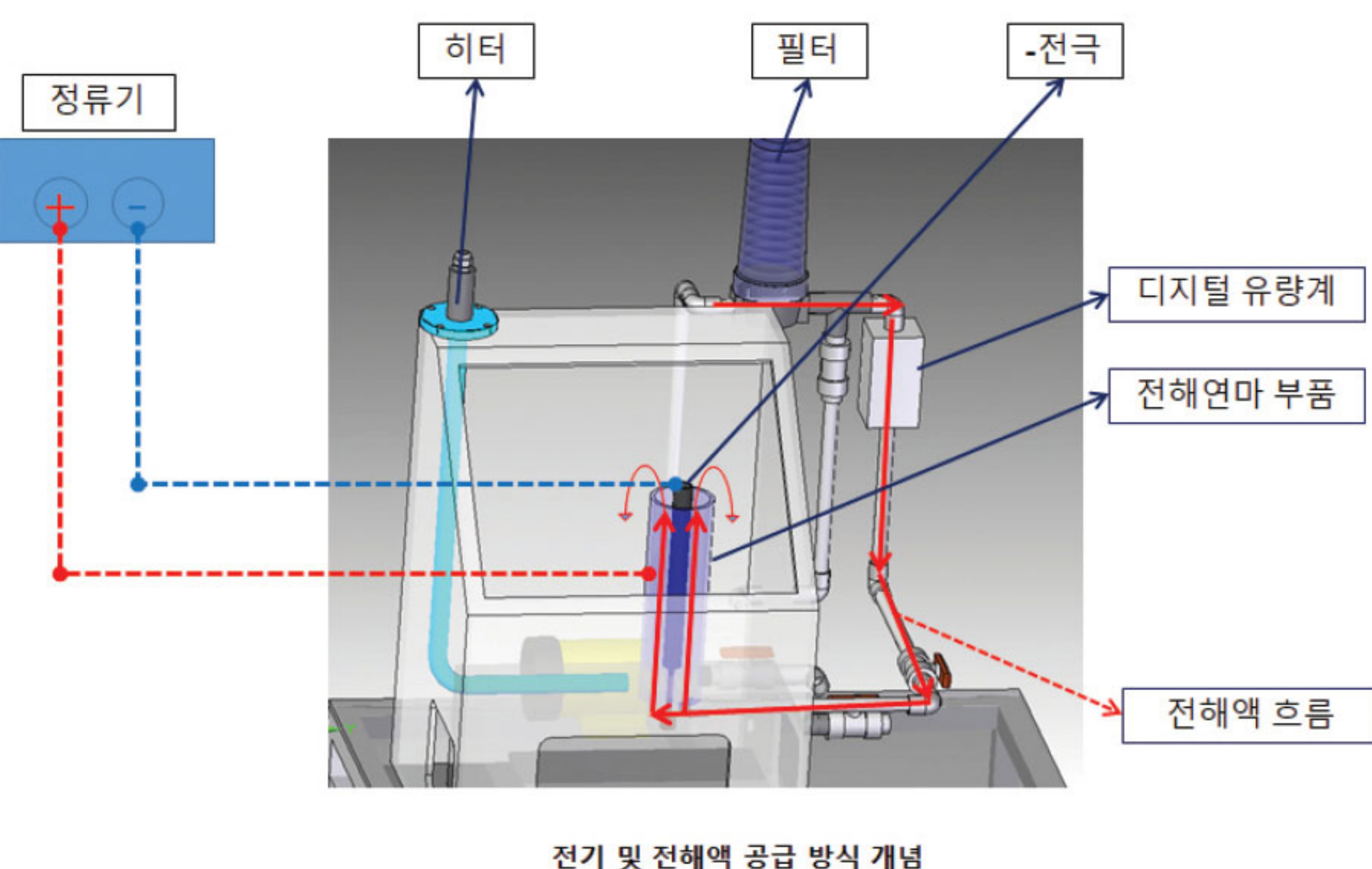
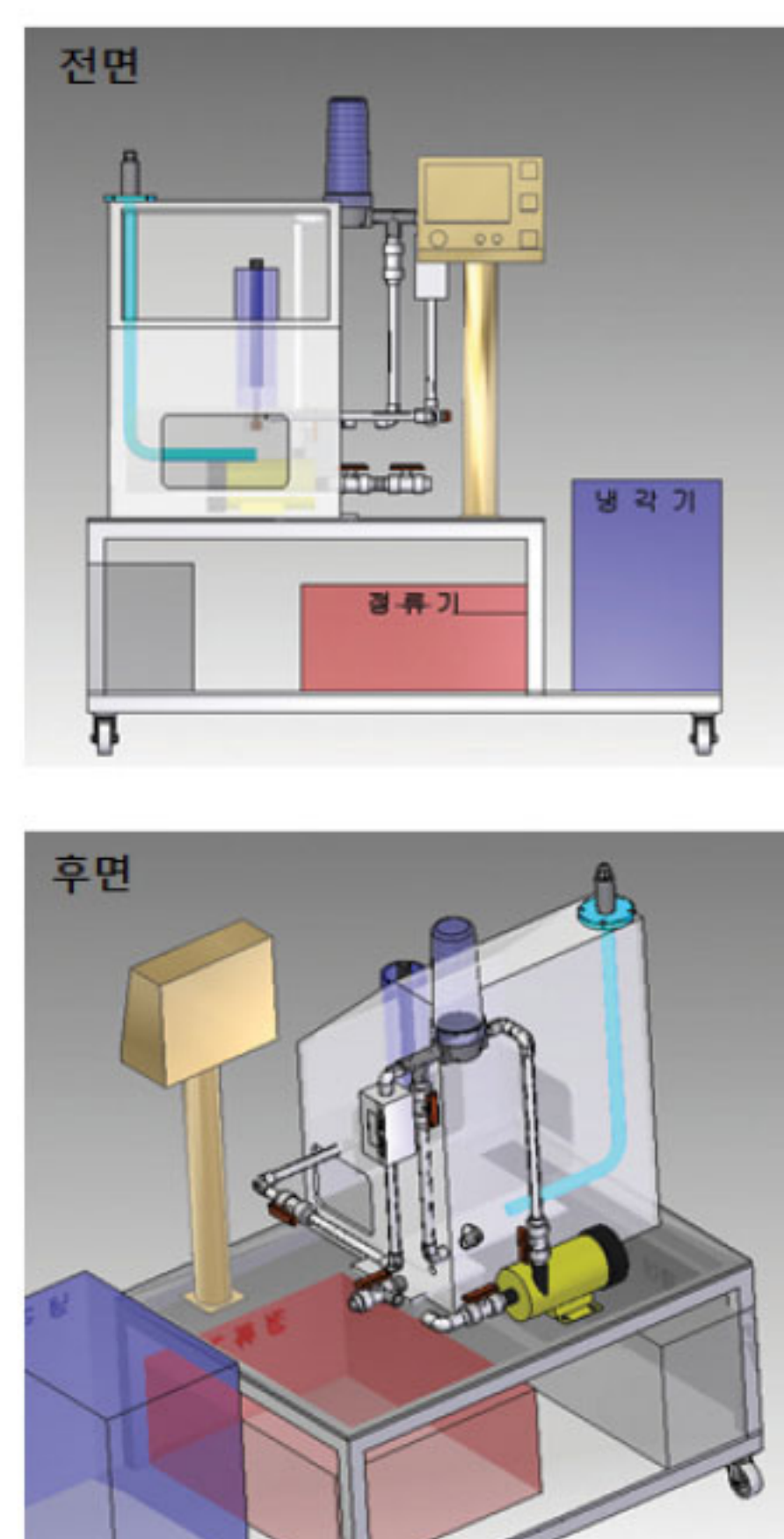
- 고청정 강관의 극청정화(전해연마) 기술 개발
- Lab-scale 극청정화 표면처리 장비 설계 및 개발



고청정 봉강재 적용 피팅 부품



외산 소재 특성 평가 결과



전기 및 전해액 공급 방식 개념

Lab-scale 극청정화 표면처리 장치 개념 설계 및 구축 이미지

04 활용방안

- 고청정 강관재의 전극 기초설계
- 고청정 봉강재 가공기술 개발

05 정량성과

논문 1건

융합소재연구센터 : 기능소재 기술

50% TiO_2 함유 일메나이트로부터 백색 도료용 고품위 TiO_2 분말 제조 기술 개발 ('15 ~ '20)

01 참여연구원

박경수(PM), 박재량, 이덕희, 주소영, 이지은

02 연구목표

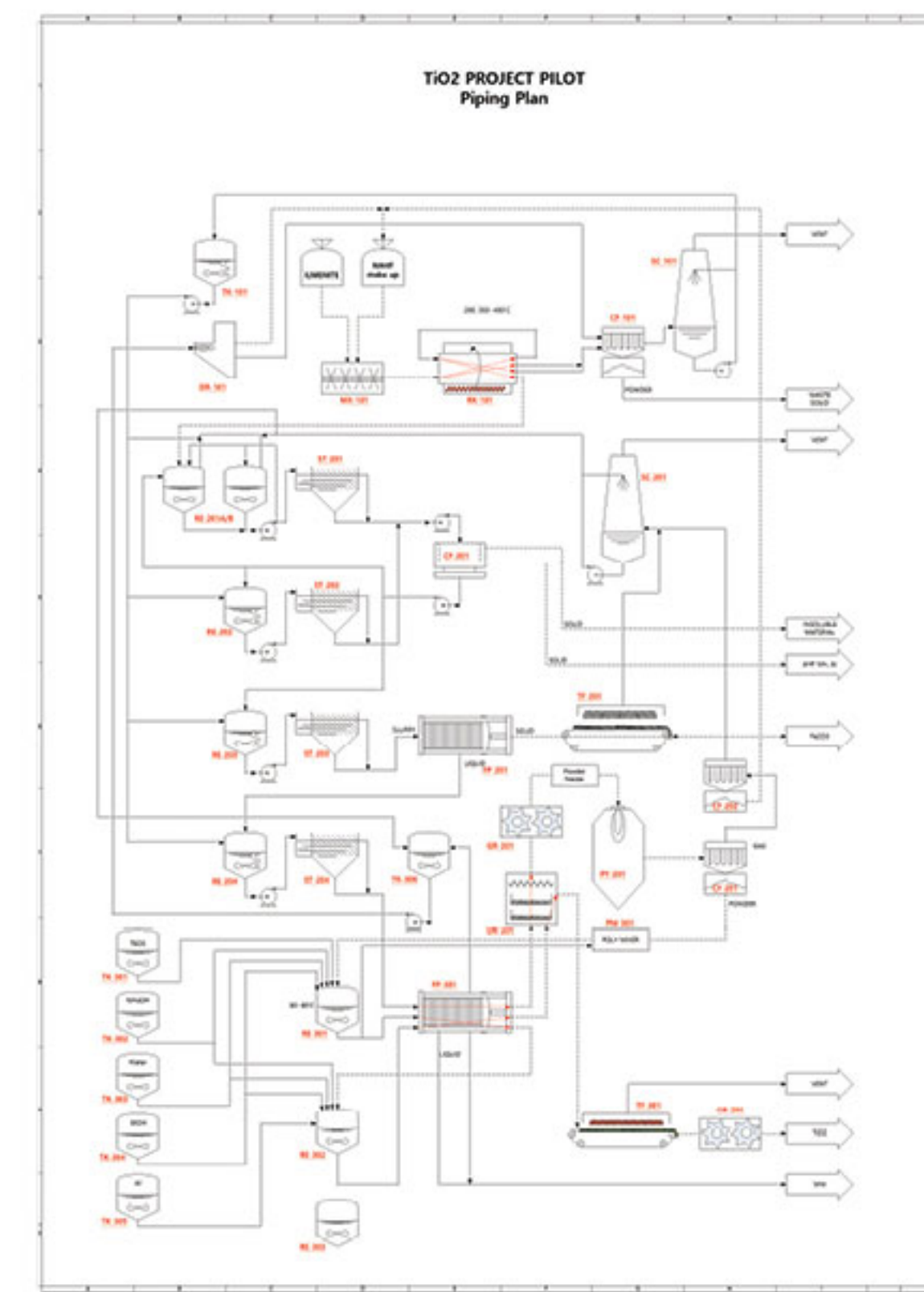
고순도 AHFT로부터 화학기상합성법을 이용한 이산화티타늄(TiO_2) 제조 기술 개발

03 연구실적

- 이산화티타늄 분말의 표면처리 공정조건 최적화
- 통합된 Pilot 장치에서 Fe 공정부산물 분리공정 최적화



이산화티타늄 분말의 표면처리 장치



이산화티타늄 분말 제조 block diagram



통합 Pilot 배치도 및 설치사진

04 활용방안

- 10,000톤/년 이산화티타늄 분말 제조 상용화 플랜트 설계
- 이산화티타늄 및 산화철 시제품 수요처 평가

05 정량성과

특허출원 1건 / 논문 9건 (SCI(E) 1건)

융합소재연구센터 : 기능소재 기술

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

01 참여연구원

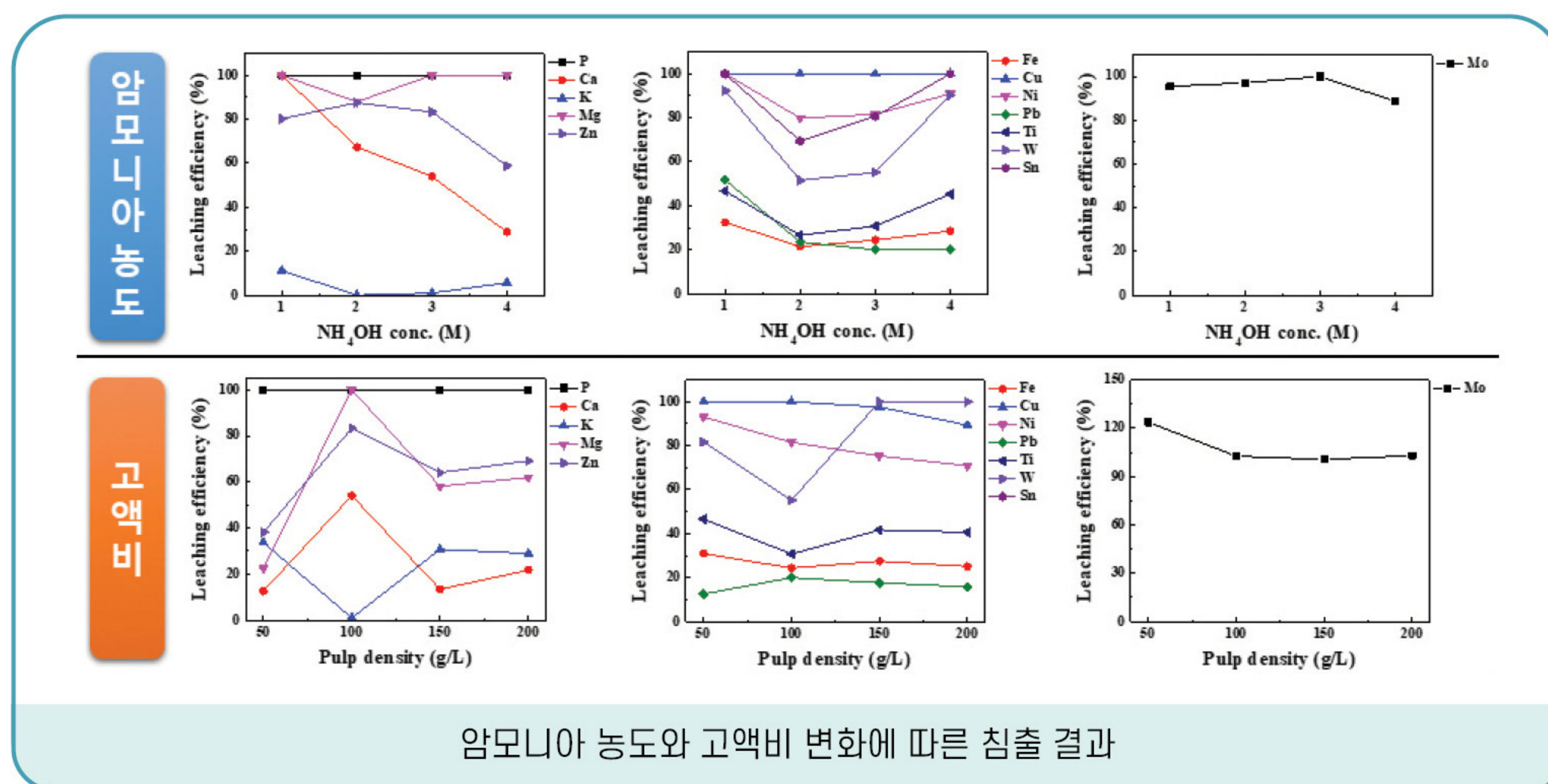
박경수(PM), 이찬기, Basudev swain, 이덕희, 안낙균

02 연구목표

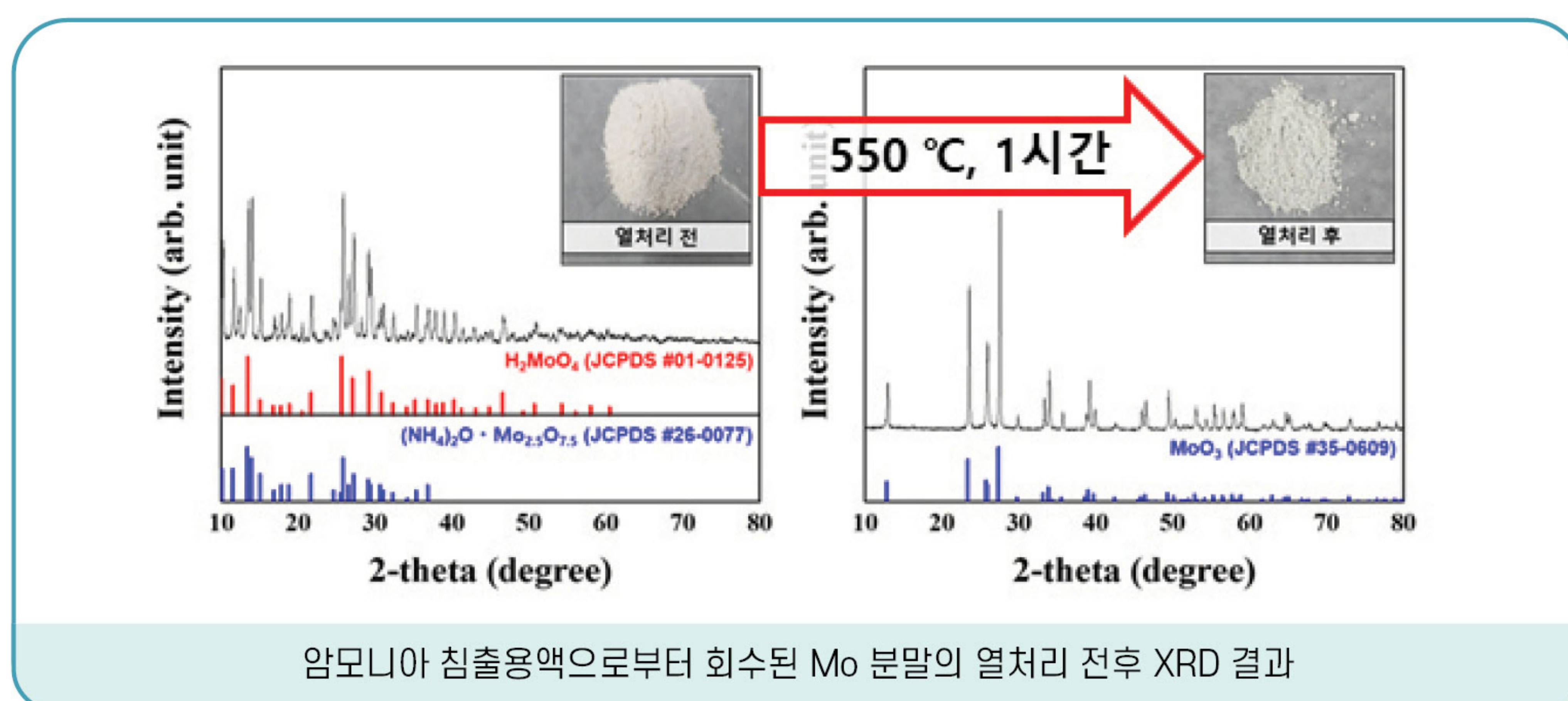
북방자원 활용 반도체 원료용 4N5급 초고순도 고용점 몰리브덴 금속 제련/정련 기술 개발 및 이를 활용한 제품 개발

03 연구실적

- 우즈벡 및 S사 MoO_3 분말 원료에 대한 성분/물성 분석
- 약산 침출에 의한 불순물 제거 및 Mo 분리성 결과 확인



암모니아 농도와 고액비 변화에 따른 침출 결과



암모니아 침출용액으로부터 회수된 Mo 분말의 열처리 전후 XRD 결과

04 활용방안

- 우즈벡 저순도 MoO_3 분말의 암모니아 침출액을 이용한 MoO_3 분말 제조
- 침출액 농도 변화 및 고액비 변화에 의한 금속 침출 거동

신소재공정센터 : 기능소재 기술

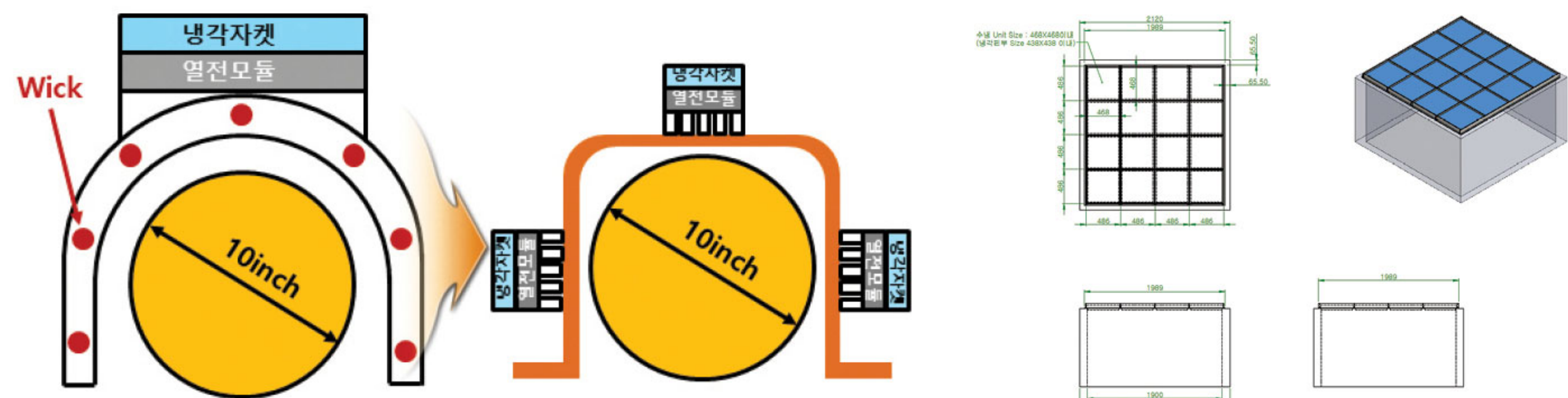
비철산업 용해주조공정의 미활용 폐열을 이용한 10kW급 열전발전시스템 개발('17 ~ '20)

01 참여연구원 공만식(PM), 김영균, 장대환, 김언규, 정재덕

02 연구목표 비철금속 용해주조 공정의 미회수 열원을 활용한 10kW급 열전발전 시스템 개발

03 연구실적

- 열전발전모듈 요소 기술 개발 및 모니터링 제작·운전
- 열전모듈/열교환기 유닛 모듈 간의 계면 접합 소재 제조 및 물성확보



열교환기 변경 형상 개념도

열전발전 유닛 거치대 설계 및 제작



ESS SYSTEM 및 열전발전 연계 실험 현장

04 활용방안

- 대형 인고트 몰드 가열부 폐열원의 폐열회수
- 연속주조 빌렛 폐열을 활용한 열교환기

05 정량성과 특허출원 3건 / 프로그램 등록 1건

신소재공정센터 : 기능소재 기술

6N급 초고순도 합성 쿼츠 과립 분말 제조기술 개발('20 ~ '23)

01 참여연구원

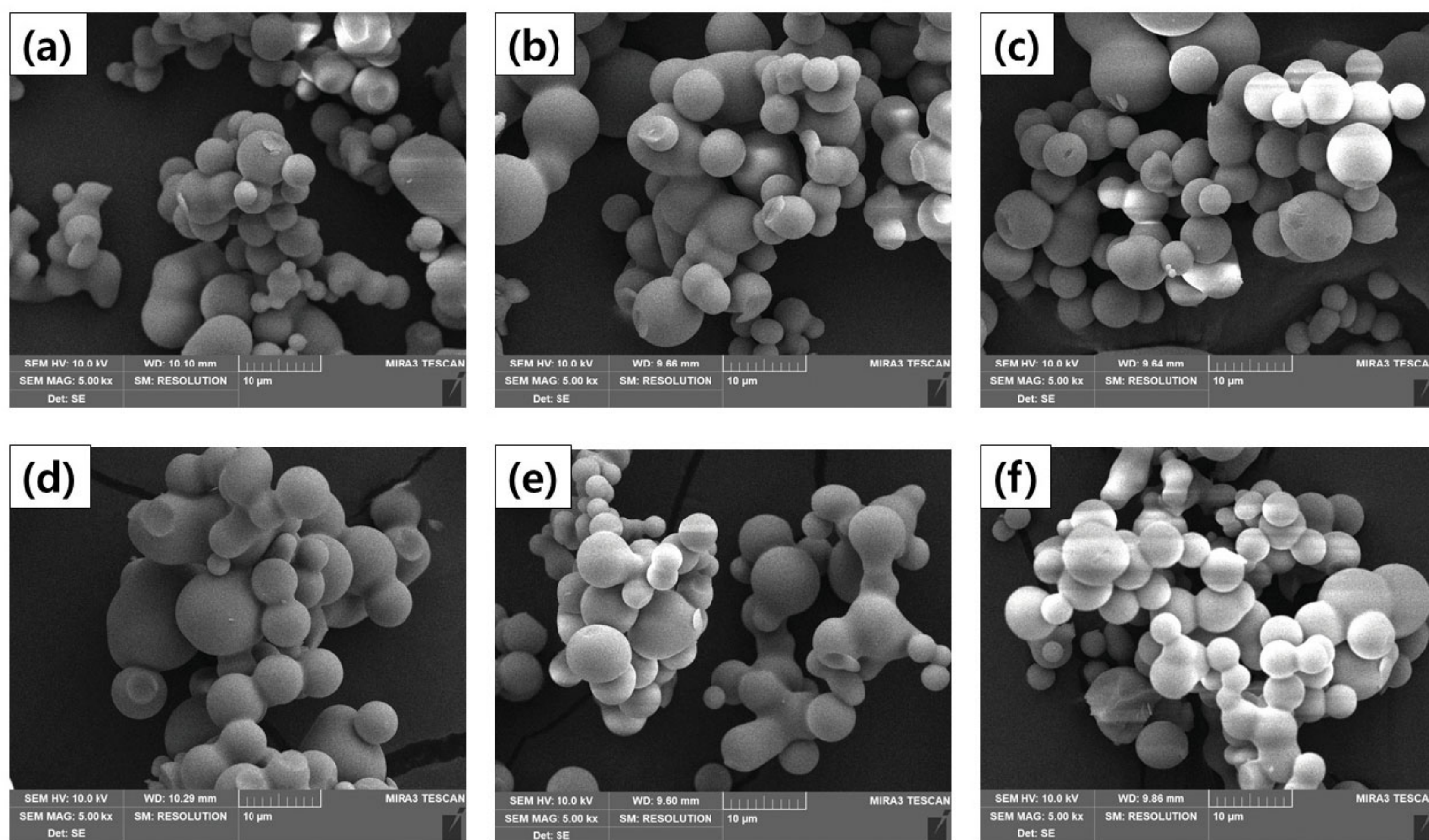
양재교(PM), 진연호

02 연구목표

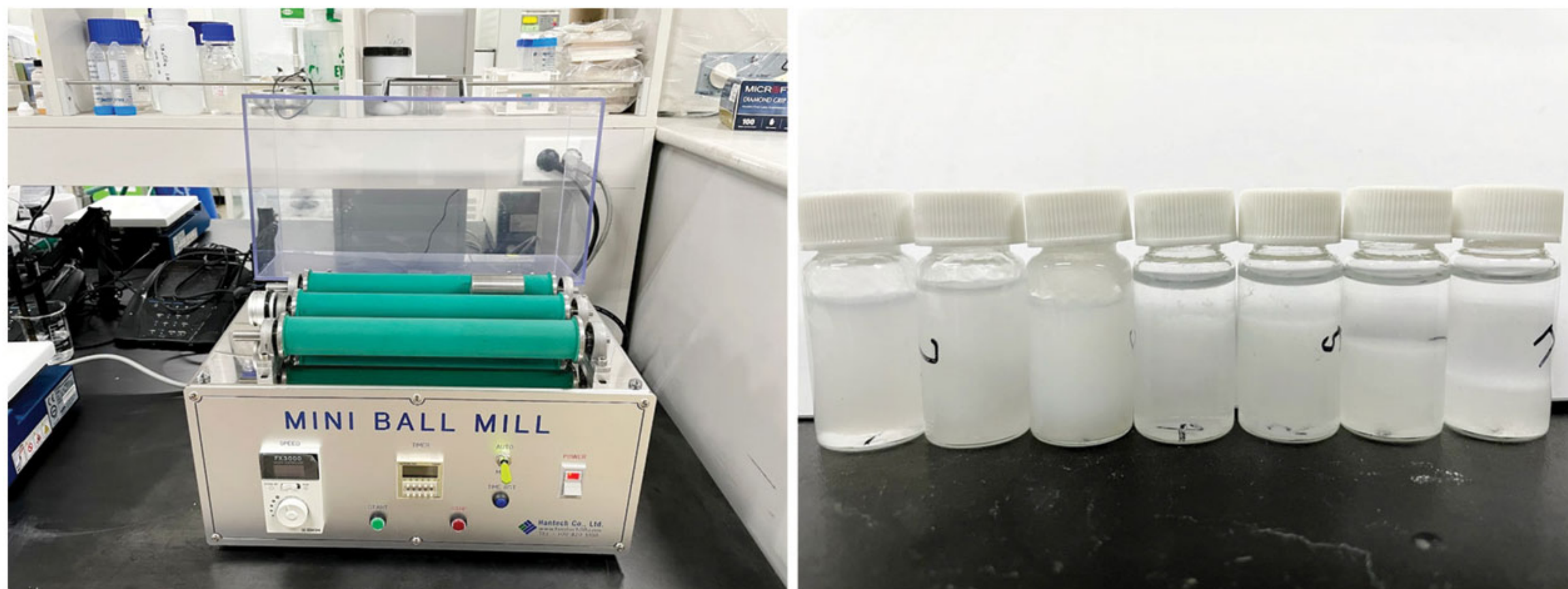
저알콜 졸-겔법을 이용한 초고순도 쿼츠 분말의 고수율 합성 기술 개발

03 연구실적

- TEOS 출발 물질 기반 첨가제 제어를 통한 합성 기술
- CTAB, P123 등 Surfactant 농도별 입자 형상 제어 기술



A 농도 75°C aging 조건 시간대별 미세구조 사진



성 쿼츠 분말 과립화 기구 및 실험 사진

04 활용방안

합성 쿼츠 분말의 제조 및 과립화 기술

2020
연차보고서

Annual Report



부 록

부록1	2020년 특허출원 현황	66
부록2	2020년 특허등록 현황	68
부록3	2020년 대외수상 현황	69

부록 1. '20년도 특허출원 현황

순번	특허명	출원일자	출원번호
1	전착 도장 제어 시스템 및 그 방법	2020-11-19	10-2020-0155135
2	폐열 회수용 열전발전 시스템	2020-02-21	10-2020-0021815
3	메탄 생성 장치 및 이의 제어 방법	2020-01-30	10-2020-0011230
4	다이나믹 케이블을 고정하는 부유식 풍력발전 시스템	2020-03-17	10-2020-0032705
5	액화공기를 활용한 공기 조화 시스템 및 방법	2020-03-19	10-2020-0033887
6	부유식 해상구조물	2020-03-26	10-2020-0036822
7	원격 조작 굴삭기 작업 부하를 고려한 전도 방지 시스템 및 방법	2020-04-21	10-2020-0047792
8	분산형 전원 공급 선박 및 이를 포함하는 에너지 공급 시스템	2020-04-01	10-2020-0039735
9	이산화탄소의 수소화반응을 이용한 고발열량 합성천연가스 제조장치	2020-04-29	10-2020-0052703
10	변위증폭구조를 이용한 초소형 광학용 미러의 틸트 메커니즘	2020-06-15	10-2020-0072036
11	수소 농도가 낮은 합성가스를 이용한 고발열량 합성천연가스 제조장치	2020-05-26	10-2020-0063109
12	자외선 살균 시스템 및 상기 자외선 살균 시스템의 석영관 세척 장치	2020-07-08	10-2020-0084018
13	폐석면 파분쇄 연속 장치	2020-07-30	10-2020-0095301
14	알루미늄 합금의 플라즈마 전해 산화 처리 방법	2020-08-14	10-2020-0102562
15	외부 비산 및 흡입 물량을 최소화하는 수중 청소로봇	2020-08-05	10-2020-0097918
16	살균 모니터링 장치 및 방법	2020-08-04	10-2020-0097408
17	폐열을 활용한 이산화탄소 공전해 시스템	2020-08-27	10-2020-0108432
18	하이브리드 수소 생산 시스템	2020-07-29	10-2020-0094186
19	태양열을 이용한 공기 발전 및 전기차 충전 시스템	2020-08-31	10-2020-0110398
20	수소 액화 시스템 및 방법	2020-08-19	10-2020-0104044
21	아날심 제올라이트 제조방법, 이에 의해 제조되는 아날심 제올라이트 및 이를 포함하는 흡착제	2020-07-29	10-2020-0094138
22	수전해 시스템 및 그 운영 방법	2020-09-15	10-2020-0118512
23	영구자석을 이용한 빌렛 가열 장치 및 회전 속도 제어 방법	2020-09-02	10-2020-0111645
24	폐 터치패널 유리의 재활용을 위한 이물질 제거 방법	2020-08-31	10-2020-0109872
25	액화가스 재기화 발전 시스템 및 방법	2020-09-25	10-2020-0124396
26	회전형 반응기 및 그의 동작 방법	2020-12-15	10-2020-0175666
27	인양기구의 정보전송시스템	2020-09-29	10-2020-0127360
28	스텐트 시험 장치	2020-09-21	10-2020-0121617
29	폐유리 회수 장치	2020-09-03	10-2020-0112249
30	폐유리 미분화 장치	2020-09-03	10-2020-0112250
31	폐 터치패널로부터 인듐 침출 방법	2020-09-03	10-2020-0112251
32	폐 LCD 패널로부터 인듐 침출 방법	2020-09-03	10-2020-0112252
33	광섬유를 이용한 유속검출장치	2020-10-29	10-2020-0142022
34	흡착 방식의 유해가스 처리시스템	2020-10-30	10-2020-0143089
35	딥러닝 모델 기반 문자정보 자동인식 시스템 및 자동인식 방법	2020-11-04	10-2020-0145809
36	바이오매스를 고품위 연료화하기 위한 수열탄화 반응기 및 수열탄화 반응시스템	2020-11-26	10-2020-0161012

‘20년도 특허출원 현황

순번	특허명	출원일자	출원번호
37	용해로 비산분진 포집용 에어커튼 후드 시스템	2020-10-29	10-2020-0142415
38	열적 계면 복합재 및 열적 계면 복합재를 이용한 열전발전 시스템	2020-11-17	10-2020-0153662
39	유연 파이프의 자동 길이조절 릴링 장치	2020-12-04	10-2020-0168083
40	미세입자 배출 차단 장치 및 집진 시스템	2020-11-24	10-2020-0159012
41	막 접촉기의 중공사 모듈 및 그의 제조 방법	2020-11-26	10-2020-0161516
42	유해가스 처리 장치	2020-11-26	10-2020-0161662
43	재활용을 위한 폐모터 해체 및 선별 장치	2020-11-23	10-2020-0157530
44	크레인의 충돌 방지 시스템 및 충돌 방지 방법	2020-12-24	10-2020-0183592
45	가변형 장력제어장치를 포함하는 부유식 해상 구조물의 계류시스템	2020-12-21	10-2020-0180033
46	네트워크기반 플랜트 공정 제어 시스템의 분산 제어 방법 및 분산 제어 시스템	2020-12-30	10-2020-0187032
47	연료 개질 시스템 및 연료 개질 방법	2020-12-30	10-2020-0187393
48	평탄도 검출 기능을 포함하는 압력검출매트	2020-12-30	10-2020-0187176
49	배관 차수부 제작장치 및 이를 이용하는 수용성 폴리머 배관 차수부 제작방법	2020-12-14	10-2020-0174373
50	배관 차수용 수용성 폴리머	2020-12-14	10-2020-0174372
51	측정 오차의 최소화가 가능한 압력검출매트	2020-12-30	10-2020-0187177
52	공전해 시스템의 가스 이송용 모듈 및 가스 이송용 모듈 어셈블리	2020-12-30	10-2020-0188191
53	공전해 시스템 및 이를 이용한 공전해 방법	2020-03-27	2020202212 / 호주
54	액화공기를 활용한 공기 조화 시스템 및 방법	2020-09-07	PCT/KR2020/012033
55	주조 폐열 회수용 열전발전 시스템	2020-10-30	PCT/KR2020/015096
56	합금 분말을 이용한 비정질 연자성 코어 제조 방법 및 비정질 연자성 코어	2020-12-24	PCT/KR2020/095151

부록 2. '20년도 특허등록 현황

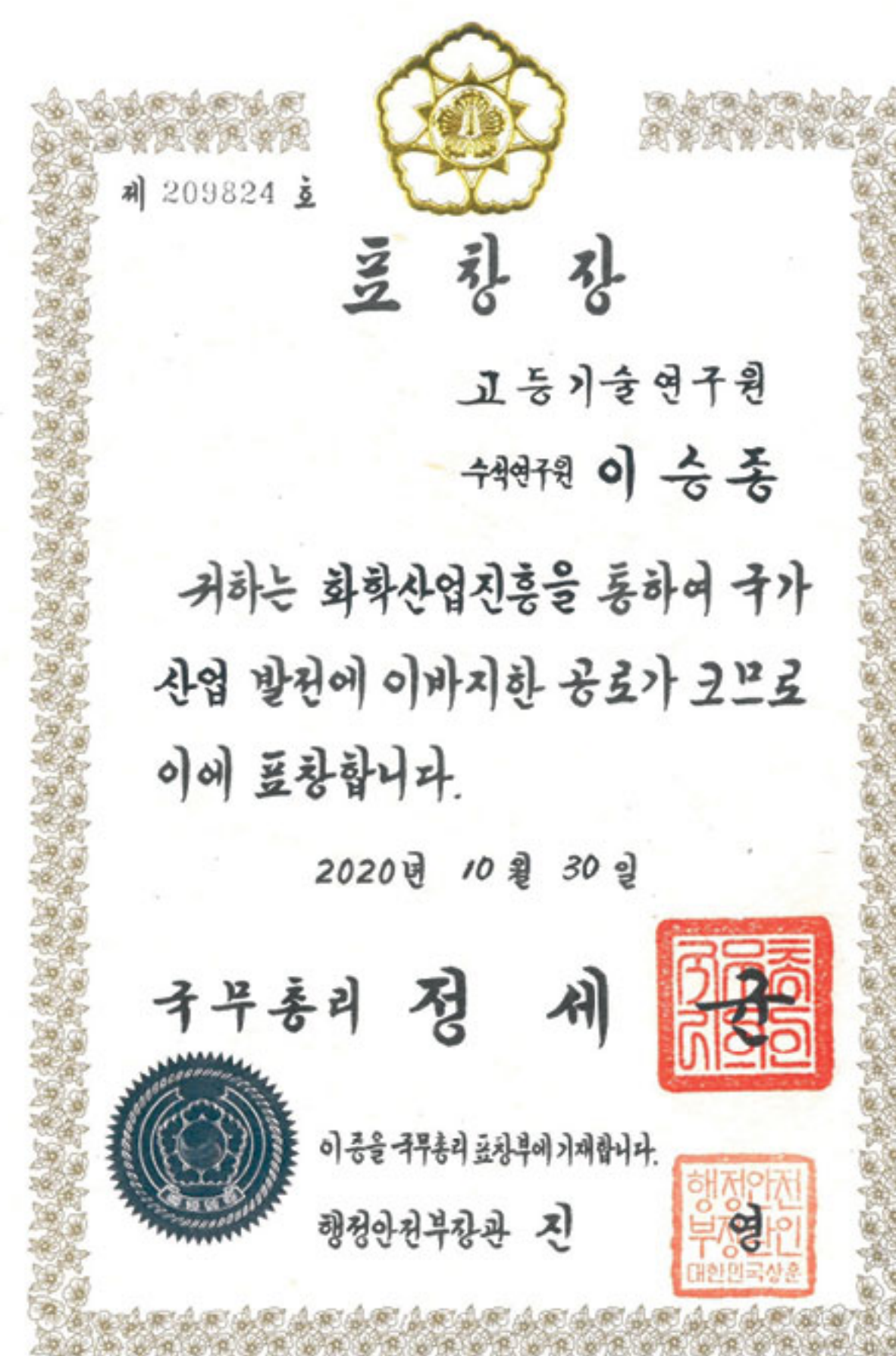
순번	특허명	출원일자	출원번호
1	이중 볼 구조의 볼밸브 어셈블리 및 작동 방법	2020-03-17	10-2092314
2	고발열량의 합성천연가스 합성용 촉매 및 이를 이용한 합성천연가스의 제조방법	2020-01-30	10-2073959
3	개방형 액화가스 재기화 시스템 및 방법	2020-04-02	10-2098875
4	폐쇄형 액화가스 재기화 시스템 및 방법	2020-03-04	10-2087028
5	필름-유리 분리 선별 장치 및 이를 이용한 필름과 유리의 분리 선별 방법	2020-03-13	10-2091271
6	무인 비행체를 이용한 분산발전 운영 방법 및 그 장치	2020-04-27	10-2107010
7	알루미늄-실리콘 합금 시편의 표면처리방법	2020-06-01	10-2119722
8	폐가스 처리 장치	2020-11-04	10-2177129
9	용융 슬래그를 이용한 지오폴리머 블록 조성물 및 이의 제조방법	2020-11-24	10-2184380
10	스크류 피더 타입의 고압 분체연료 연속 공급장치	2020-08-11	10-2145230
11	폐자원을 이용한 제올라이트의 제조방법	2020-04-23	10-2105859
12	모듈형 개질 반응 장치	2020-03-13	10-2091085
13	연료전지용 열캐스캐이드 시스템	2020-11-03	10-2176558
14	브릿지 방지 집진 장치	2020-11-16	10-2181280
15	산업 플랜트와 연계한 액화공기 재기화 시스템 및 방법	2020-06-23	10-2127960
16	산소분사 노즐냉각 및 증기발생 플레이트를 구비한 연소버너	2020-03-02	10-2086039
17	불소 함유 이산화티타늄 중공구조체 제조방법 및 그에 의해 제조된 불소 함유 이산화티타늄 중공구조체	2020-12-29	10-2196083
18	동적 위험성 평가 시스템 및 평가 방법	2020-12-23	10-2196748
19	가상 엔진을 생성 장치	2020-12-24	10-2197475
20	알루미늄계 금속의 표면처리 방법	2020-06-23	10-2127959
21	폐수 처리 방법	2020-11-04	10-2177236
22	액화가스 연료의 냉열을 이용한 액화공기 저장 시스템	2020-12-23	10-2196751
23	해양 미생물을 이용한 수소 및 미세조류의 복합 생산 방법 및 그 복합 생산 시스템	2020-04-27	10-2107013
24	에너지 하베스팅을 이용한 고온, 고압 공정을 가지는 플랜트의 제어시스템	2020-06-04	10-2121379
25	비행체를 이용한 플랜트 AR 능동제어 시스템	2020-08-21	10-2148903
26	비행체를 이용한 플랜트 이상 감시 시스템	2020-10-27	10-2172721
27	하이브리드 건조시스템 및 이를 이용한 건조방법	2020-06-18	10-2126462
28	사고대응 가상현실 기반 훈련 시스템 및 훈련방법	2020-12-23	10-2196757
29	소결조제, 이의 제조방법 및 이를 이용한 소결체의 제조방법	2020-10-07	10-2165696
30	알루미늄 다이캐스팅 합금 유동성 평가 장치 및 유동성 평가 방법	2020-12-17	10-2194783
31	연소 배기가스 활용 액체 이산화탄소 제조 시스템 및 방법과, 액화 장치	2020-12-29	10-2198762
32	광물 탄산화 반응기 및 시스템	2020-04-01	10-2098238
33	무한궤도 타입의 고압 분체연료 연속 공급장치	2020-09-29	10-2163230
34	전기자동차용 통합형 전력변환장치의 냉각구조	2020-02-10	10-2077670
35	석면 무해화 장치 및 이를 이용한 석면 무해화 방법	2020-04-02	10-2098876

부록 3. '20년도 대외 수상 현황

01 대외 공로 수상



국토교통과학기술진흥원 공로패 수상
(성호진 수석연구원)



화학산업의 날 국무총리표창장 수상
(이승종 수석연구원)

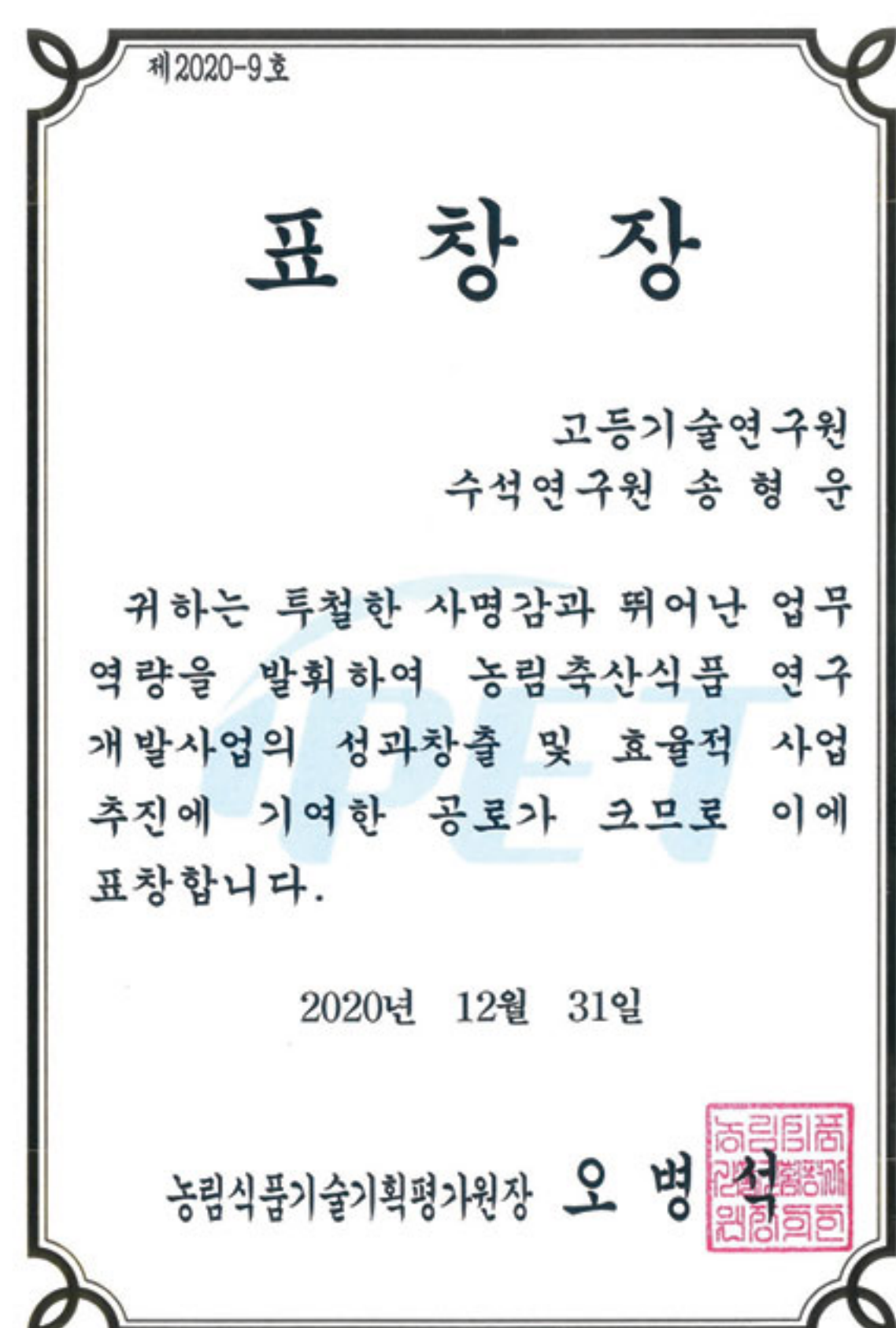


대한융합집합학회 모니텍학술상 수상
(박기영 연구위원)



울산광역시 표창패 수상
(김병환 전문위원)

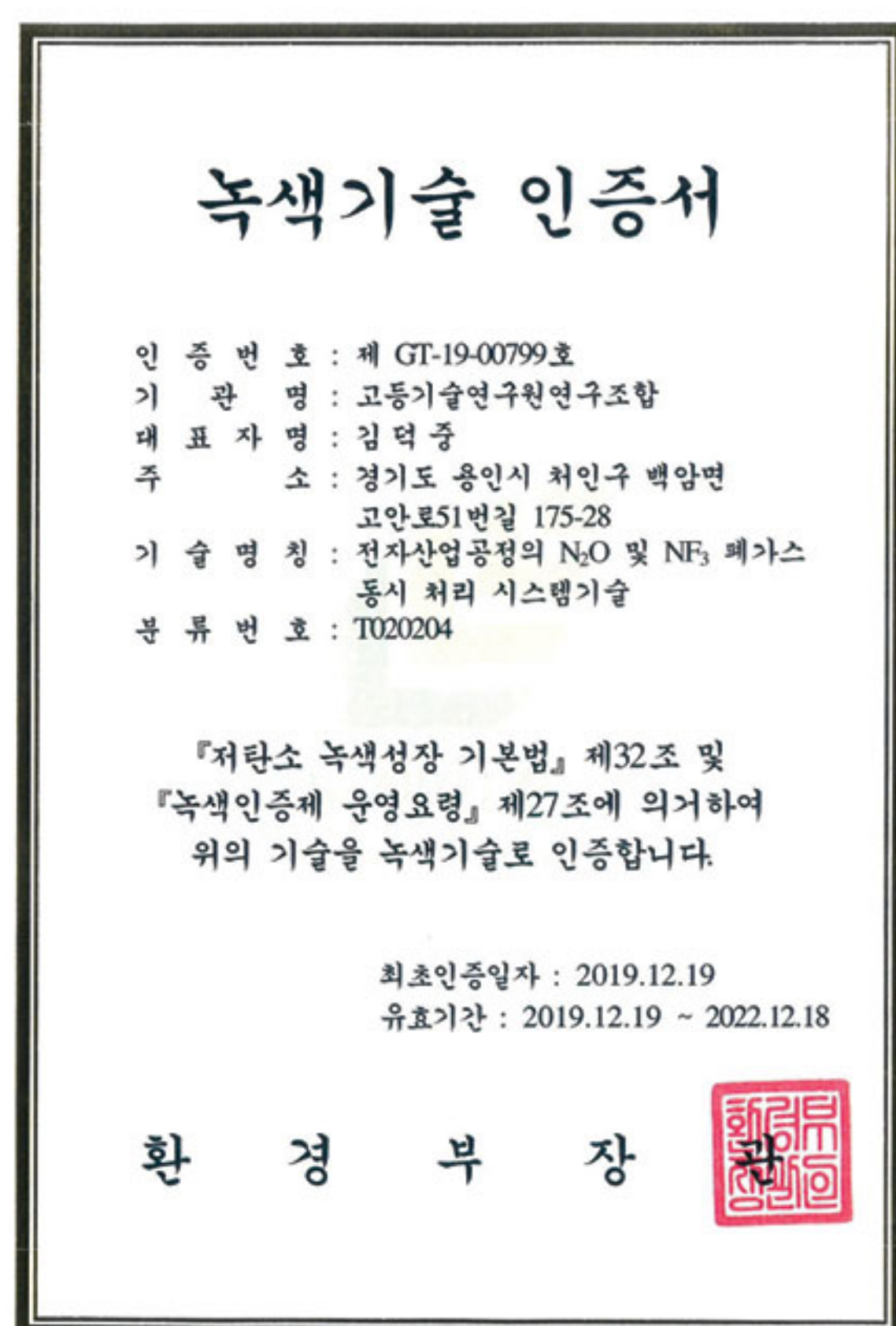
‘20년도 대외 수상 현황



농림식품기술기획평가원 표창장 수상
(송형운 수석연구원)



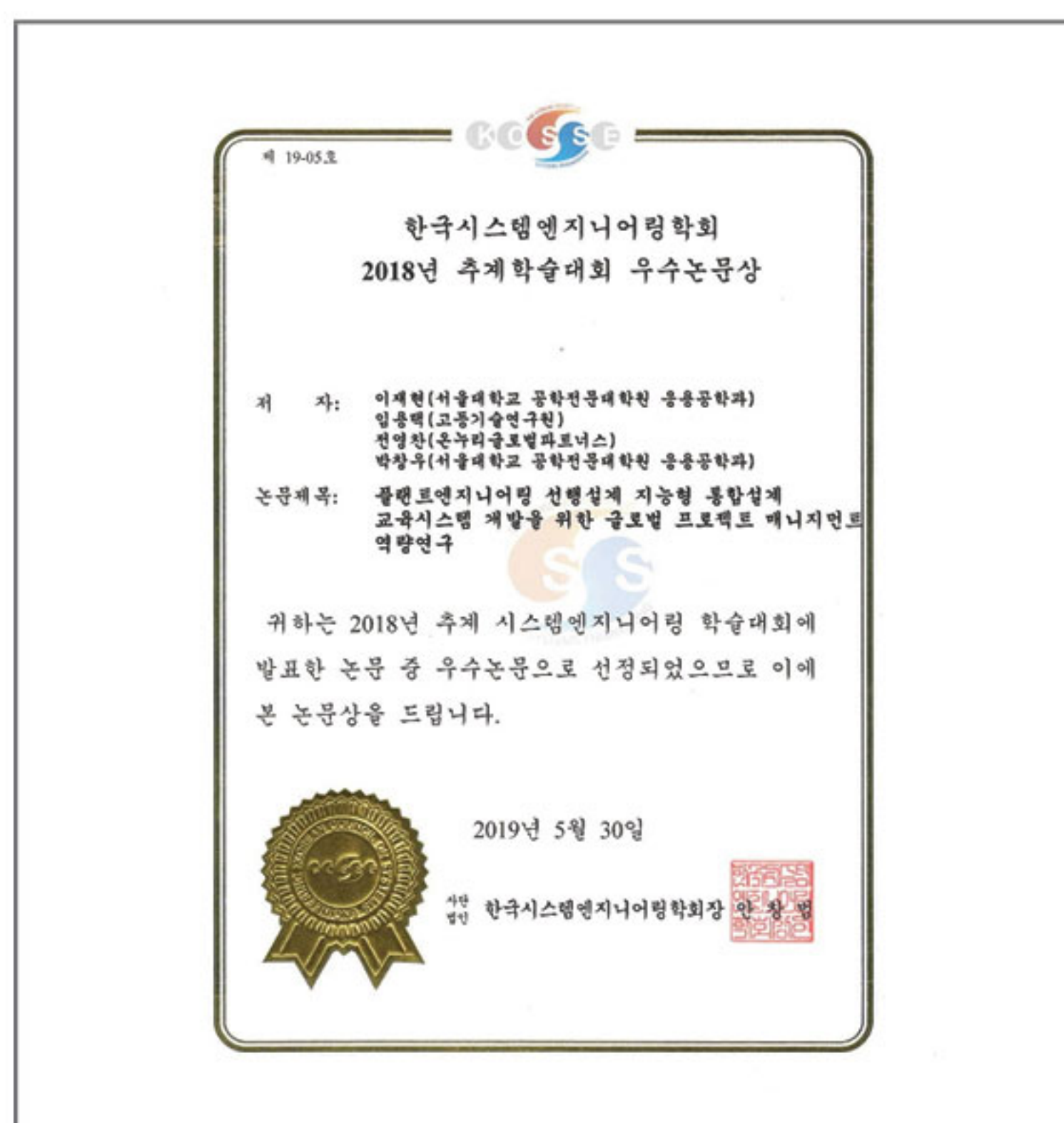
국가과학기술인력개발원 우수상 수상
(김동연 사원)



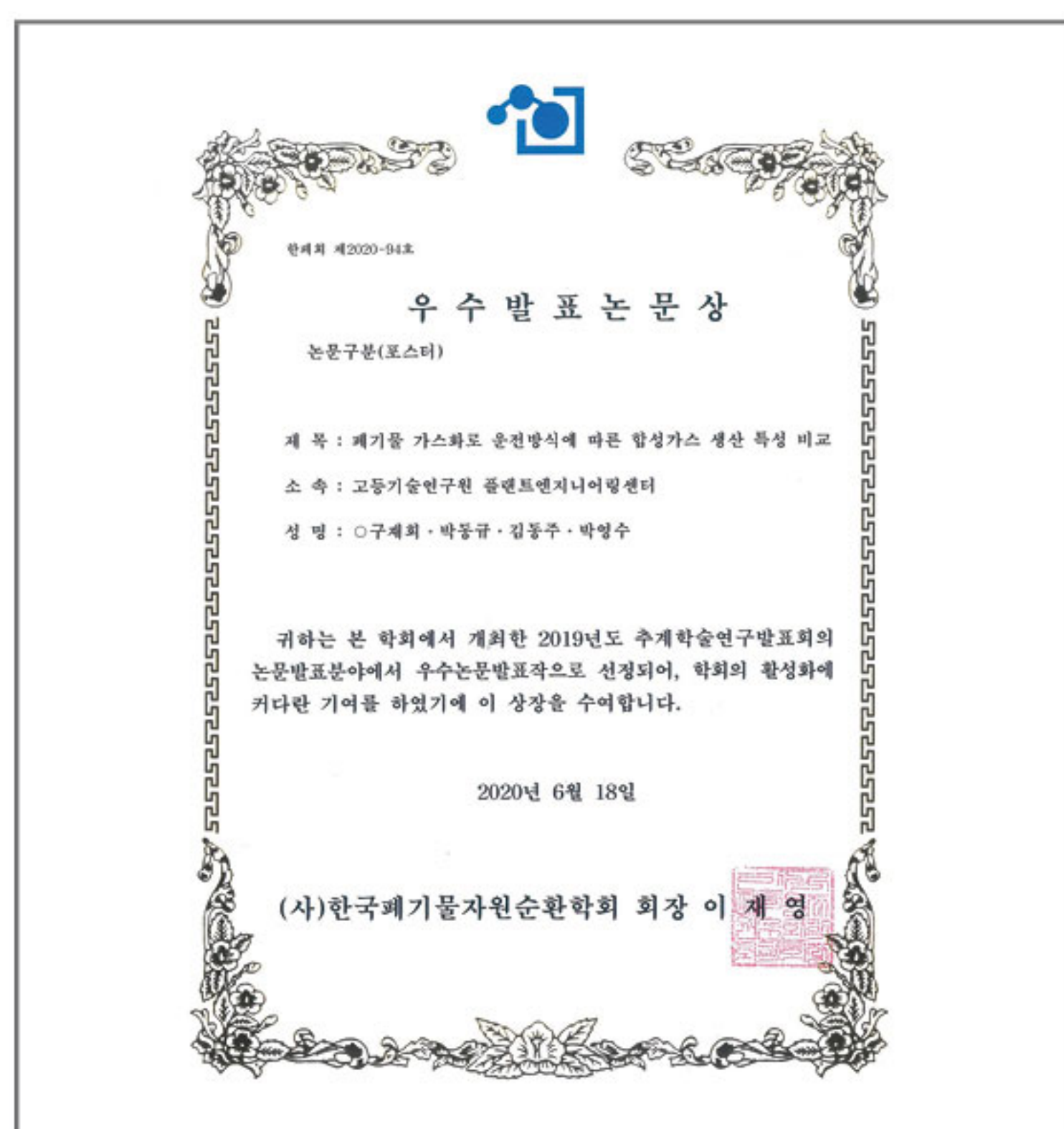
환경부장관 녹색기술 인증
(송형운 수석연구원)

02 우수 논문 발표상

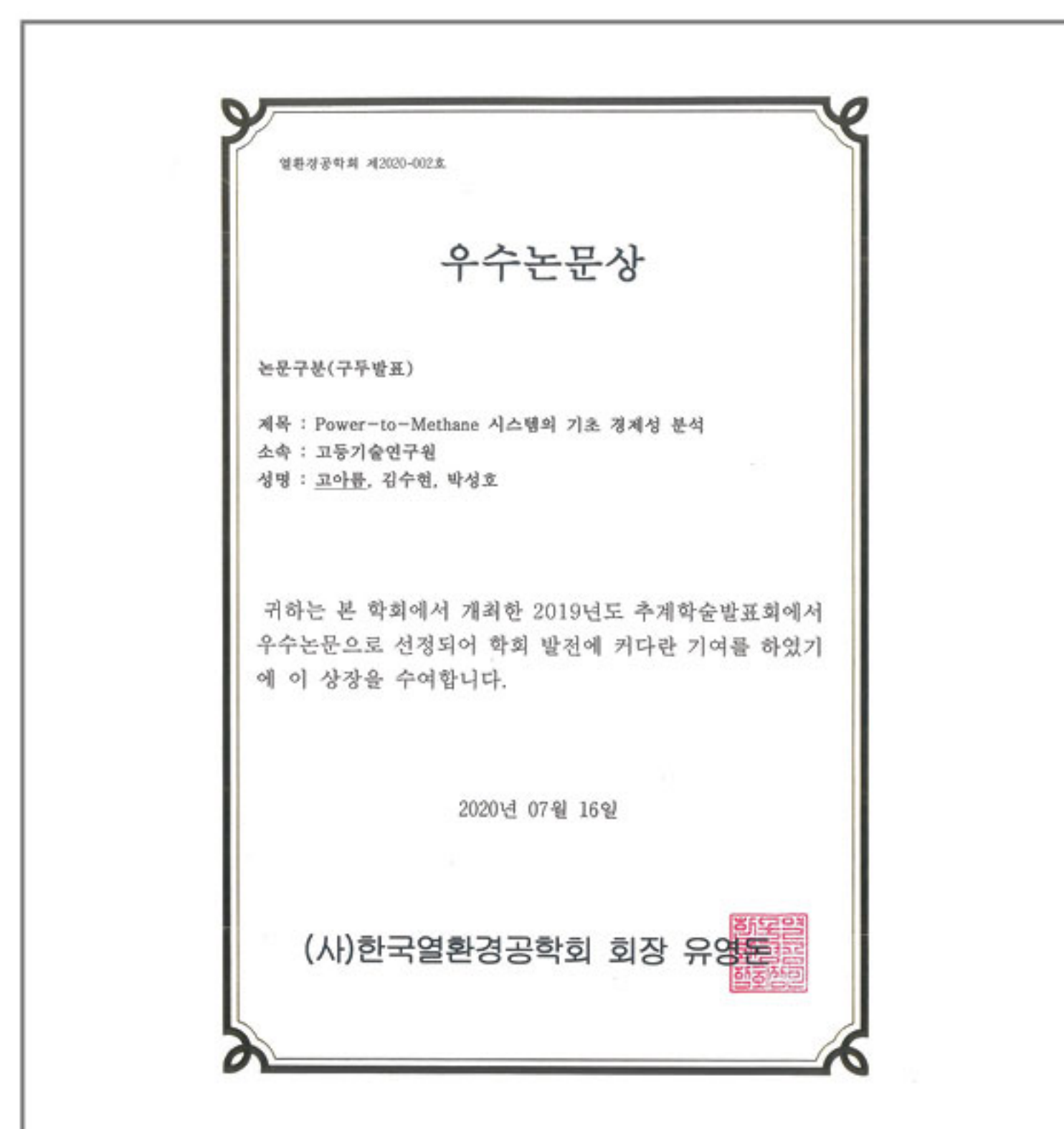
□ 플랜트엔지니어링센터



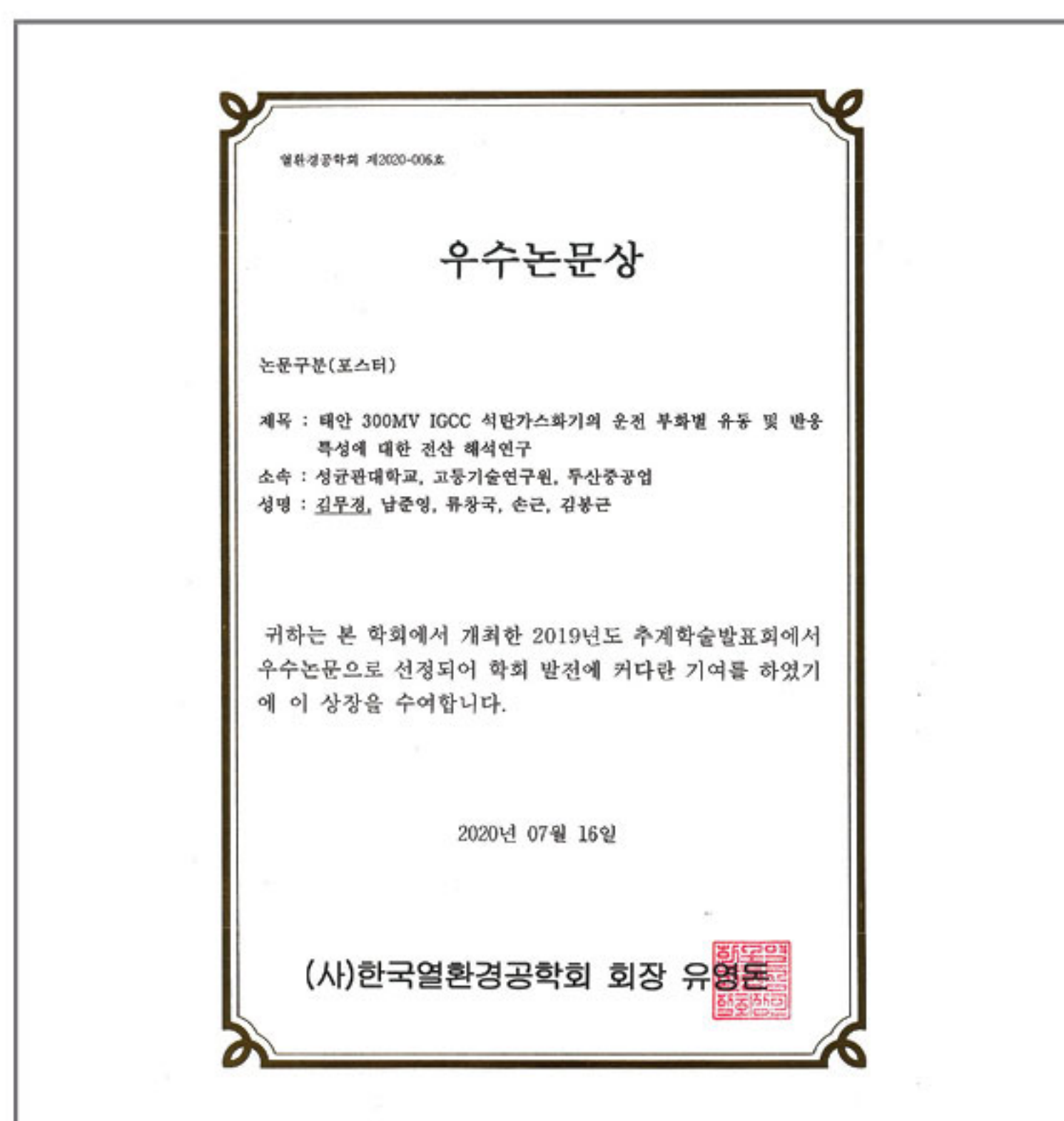
한국시스템엔지니어링학회
(임용택 수석연구원)



한국폐기물자원순환학회
(구재회 연구위원 외)



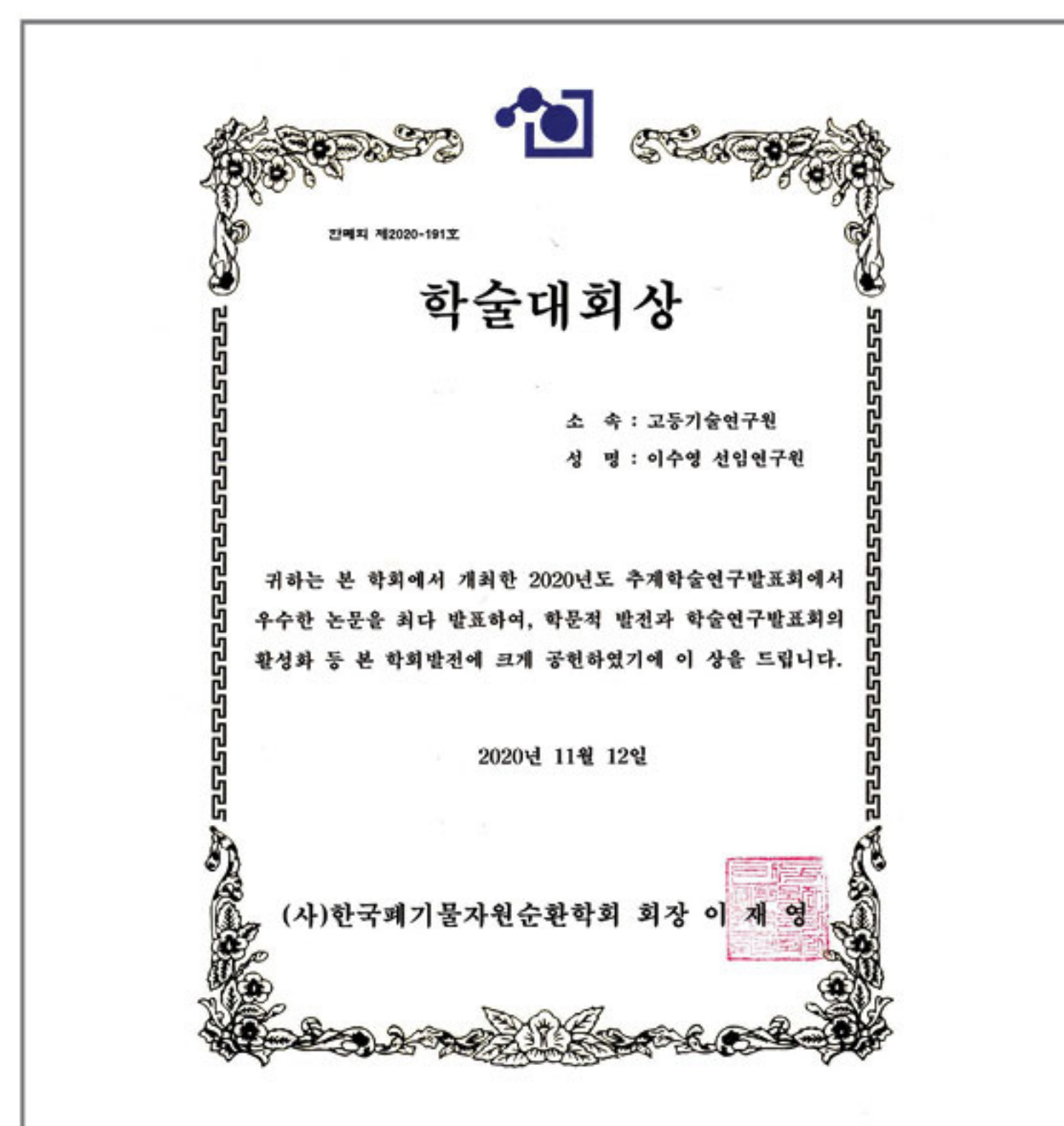
한국열환경공학회
(고아름 연구원 외)



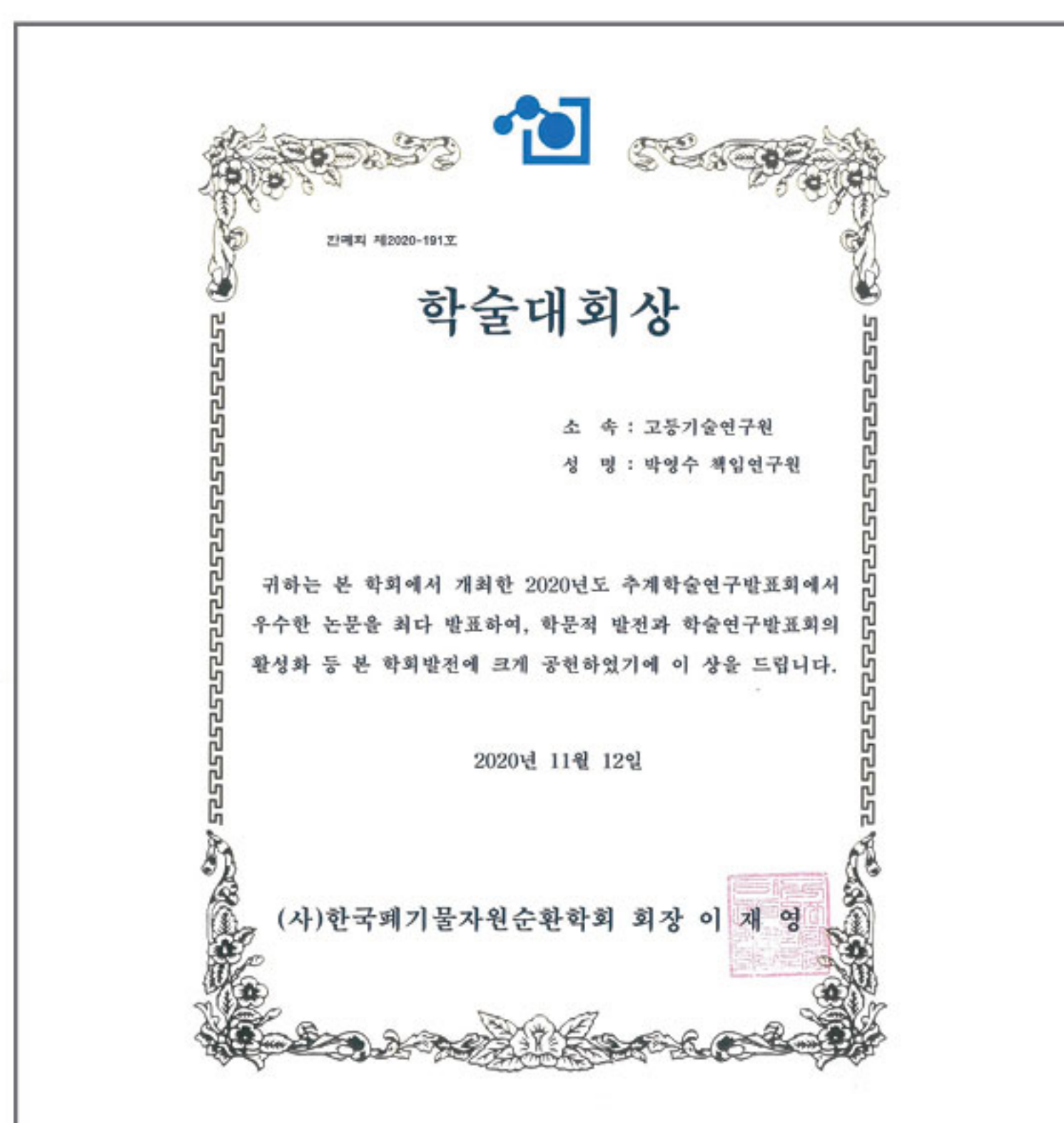
한국열환경공학회
(손근 연구원 외)



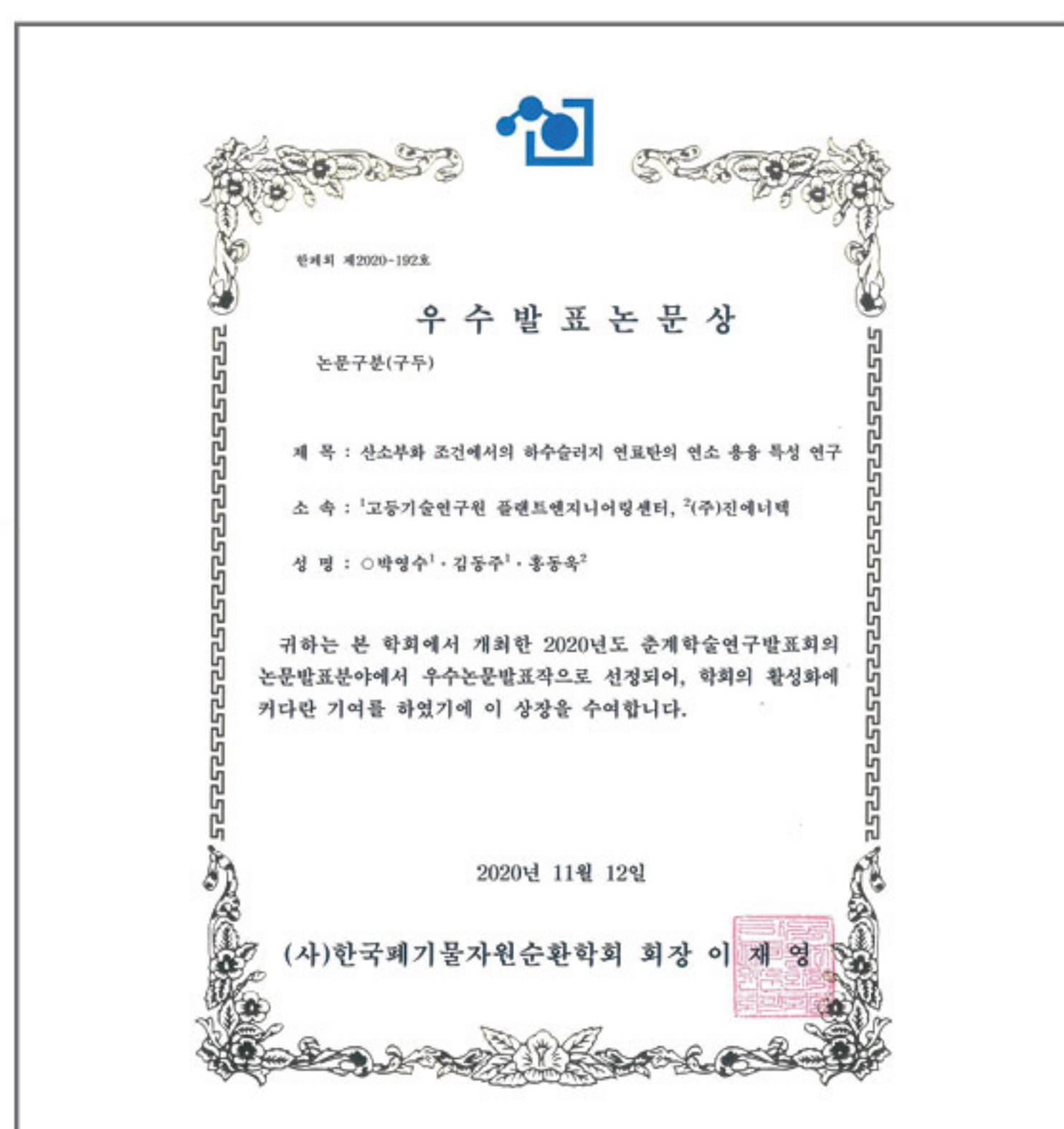
ISNNM 2020
(민홍 연구원)



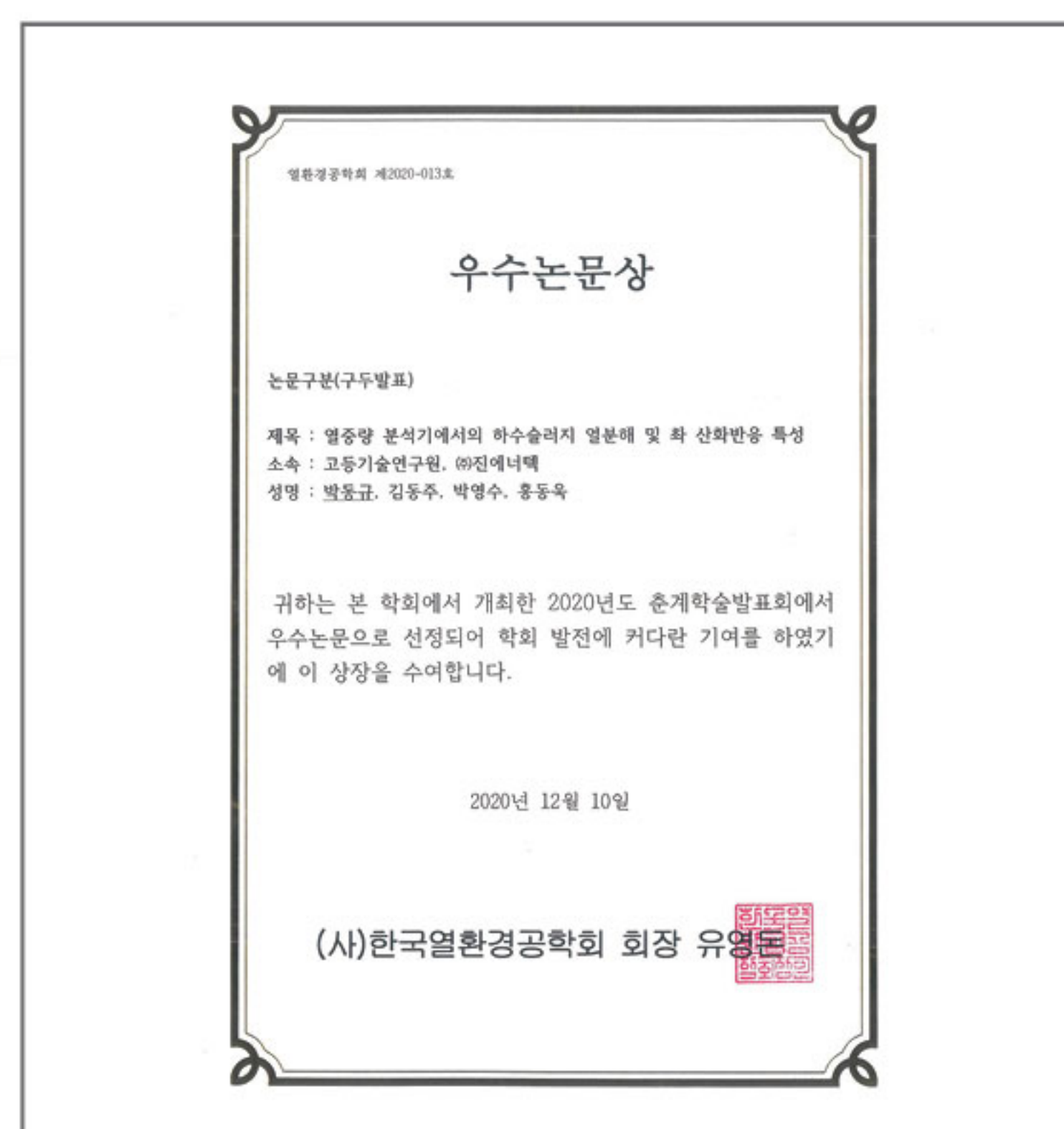
한국폐기물자원순환학회
(이수영 선임연구원)



한국폐기물자원순환학회
(박영수 책임연구원)

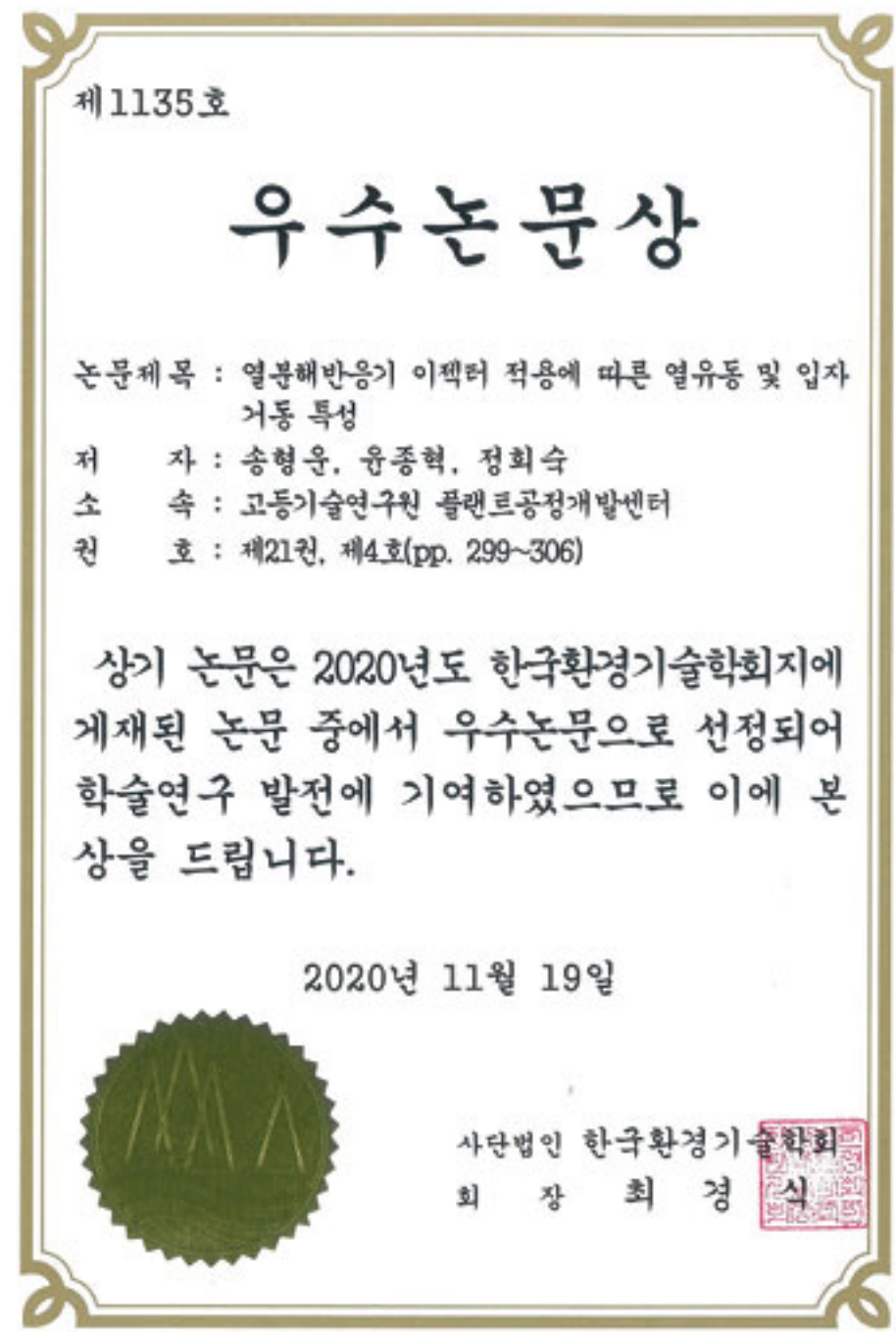
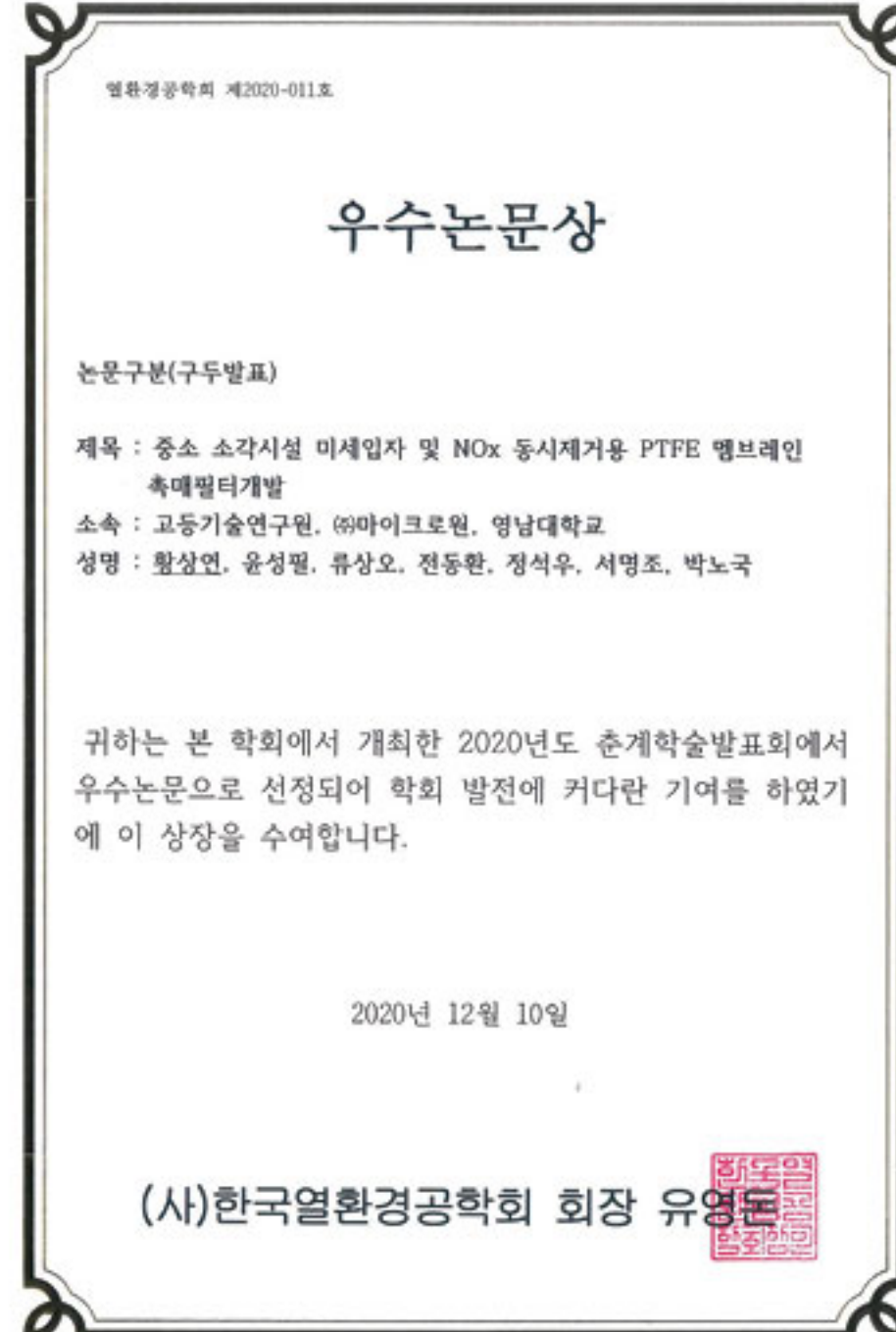
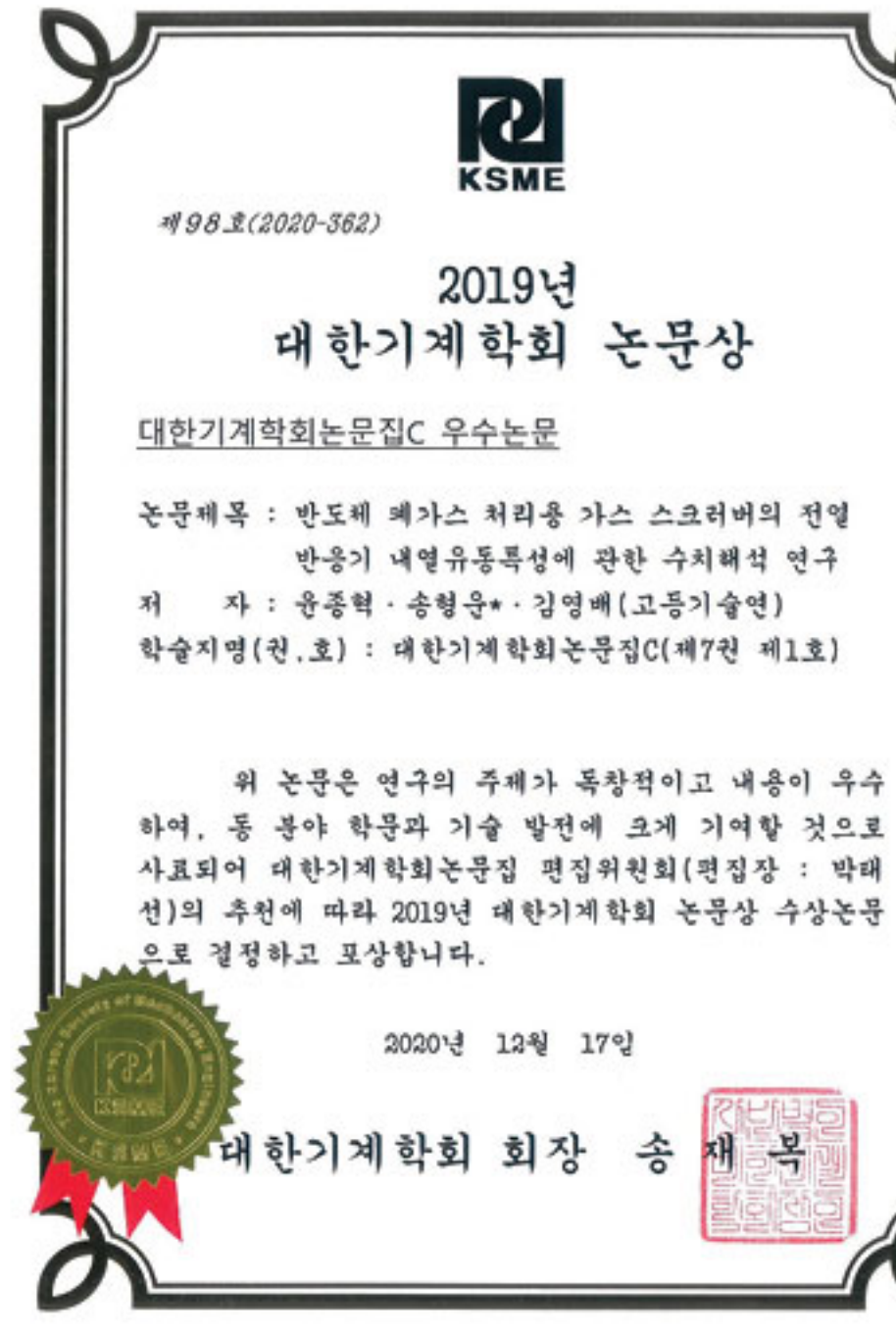


한국폐기물자원순환학회
(박영수 책임연구원 외)



한국열환경공학회
(박동규 선임연구원 외)

□ 플랜트공정개발센터

 <p>한국환경기술학회 (송형운 수석연구원 외)</p>	 <p>한국열환경공학회 (황상연 책임연구원 외)</p>	 <p>대한기계학회 (윤종혁 선임연구원)</p>
---	--	---

□ 융합소재연구센터

 <p>ISNNM2020 (강유빈 연구원 외)</p>	 <p>한국자원리사이클링학회 (홍명환 선임연구원 외)</p>
---	---

□ 지능기계시스템센터

제122호

우수논문 발표상
(포스터발표부문)

논문제목 : 초음파(UT) 자동 탐상용 이용한 초고강도강
저항 접합결부의 기공 검출 알고리즘 개발
발 표 자 : 박주현, 김재성, 정상혁, 이경원(고등기술연구원)

상기 논문은 2019년도 춘계
학술발표대회 포스터 발표부문에서
우수발표논문으로 선정되었기에 이
상을 드립니다.

 2019년 05월 16일

사단법인 대한용접·접합학
회 장 백 응

대한용접접합학회
(박주현 연구원 외)

발행물명: 제2020-03호

우수논문상

논문구분(구분발표):

제목 : 석탄화력발전소 배출 산정가스 처리를 위한 복합 활성탄 흡착
매체모델개발
소속 : 고등기술연구원
성명 : 노정훈, 이승훈, 허익재

귀하는 본 학회에서 개최한 2019년도 추계학술발표회에서
우수논문으로 선정되어 학회 발전에 커다란 기여를 하였기
에 이 상장을 수여합니다.

2020년 07월 16일

(사)한국열환경공학회 회장 유영돈

한국열환경공학회
(노정훈 선임연구원 외)

제7호

모니텍학술상

고등기술연구원
박 기 영

귀하는 자동차, 조선 및 철도차량
의 부품 경량화에 관한 연구 활동을 통
하여 제조산업에서의 용접기술 실현에
앞장서 왔으며, 국내 용접분야의 표준화
정립에 주도적인 역할을 수행하는 등 연
구 및 학회 활동 업적이 탁월하고 용접·
접합 관련 산업계 종사자 모두에게 모범
이 되어 이 상을 드립니다.

 2020년 11월 26일

사단법인 대한용접·접합학
회 장 김 중

대한용접접합학회
(박기영 연구위원)

□ 바이오자원순환센터

제 2020 - 01

우수논문발표상

구독발표부문
발표제목 : 지하 공간 활용 도시 발전 배치를 위
한 통합플랫폼 구축 연구
발 표 자 : 김충곤, 임은주, 한영규, 최호
소 속 : 고등기술연구원 바이오자원순환센터

위 논문은 2020년 (사)유기성자원학회 심포지
엄 및 추계학술대회의 구독발표 부문에서 발표
되어 우수논문발표상으로 선정되었기에 이 상장
을 드립니다.

2020년 11월 27일

발행물명: 제2020-01호

유기성자원학
회 장 신 현

유기성자원학회
(김충곤 책임연구원 외)

발행처	고등기술연구원
Tel	031) 330-7141
Fax	031) 330-7111
Home	www.iae.re.kr
Email	jihyun896@iae.re.kr
발행일	2021년 4월



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.

