



GLOBAL ENERGY INNOVATOR

KIER

2018년을 빛낸 KIER 연구성과

 **한국에너지기술연구원**
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

34129 대전광역시 유성구 가정로 152
T 042-860-3114 F 042-861-6224

 **한국에너지기술연구원**
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

PART ONE

ABOUT

02
KIER 소개

03
비전과 핵심가치

04
연혁

05
주요 기능

PART TWO

R&D

06
고성능 촉매 제조 기술

10
리튬이온전지용
나노분말 제조 기술

14
모듈식 배터리팩 적층 기술

18
중온 열전소자 제조 기술

22
저등급 석탄 부산물
탄소섬유 제조 기술

26
진천 친환경에너지타운
운용성과

30
초미세먼지 제거 기술

34
순산소 순환유동층
보일러 기술

KIER 소개

ABOUT KIER

에너지기술로 행복사회를 열어가는 글로벌 KIER

1977년 국가성장동력 창출과 국민경제발전에 기여하기 위해 설립된 한국에너지기술연구원은 국가 에너지와 기후 문제 해결을 위한 여러 가지 솔루션 개발을 위해 노력하고 있습니다.

주요 연구분야로 태양광·태양열·풍력·수소·연료전지를 이용한 신재생에너지기술, 에너지사용 효율을 높이며 산업 효율의 극대화를 위한 에너지 효율·소재기술, 기후변화의 주원인인 온실가스 감축기술, 석유 및 석탄의 청정연료화 기술, 그리고 해양에너지 및 시스템융복합을 포함한 에너지자립기술을 들수있습니다.

연구원은 에너지 4.0을 선도하는 ‘에너지 혁신 기술’ 개발, 신재생에너지기술을 통한 ‘Plus energy society’ 구현, 기후변화 대응을 위한 ‘청정연료 연계 CCU 기술’ 개발, 에너지자립섬 실현을 위한 지역특성화 ‘에너지 융복합기술’ 개발을 중점추진전략으로 수립해 지속 가능한 사회로 한발 더 다가가며 세계 지구 온난화를 막고 친환경 미래를 실현 하고자합니다.



비전과 핵심가치

VISION AND CORE VALUE



연혁

KIER HISTORY

1977.09

태동기

열관리시험연구소 설립
태양에너지연구소 설립(1978.05)

1979.11

에너지경제정책연구부

1980.03

한국종합에너지연구소 확대 개편

1981.01

성장기

한국동력자원연구소
자원개발연구소 통합

1986.09

에너지경제연구원 분리

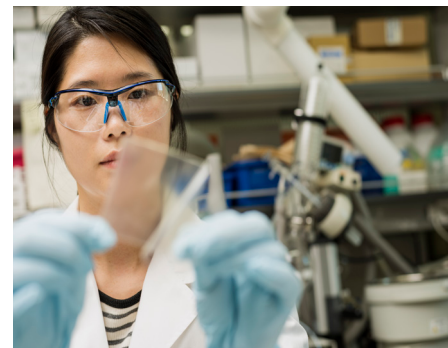
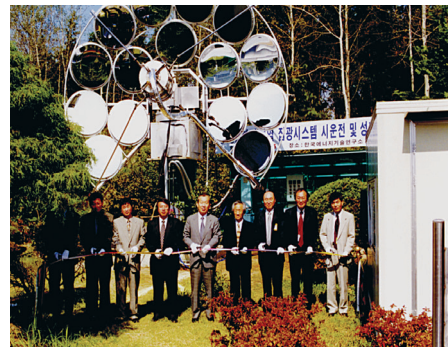
1991.11

한국에너지기술연구소 출범
한국동력자원연구소에서 분리

2000.12

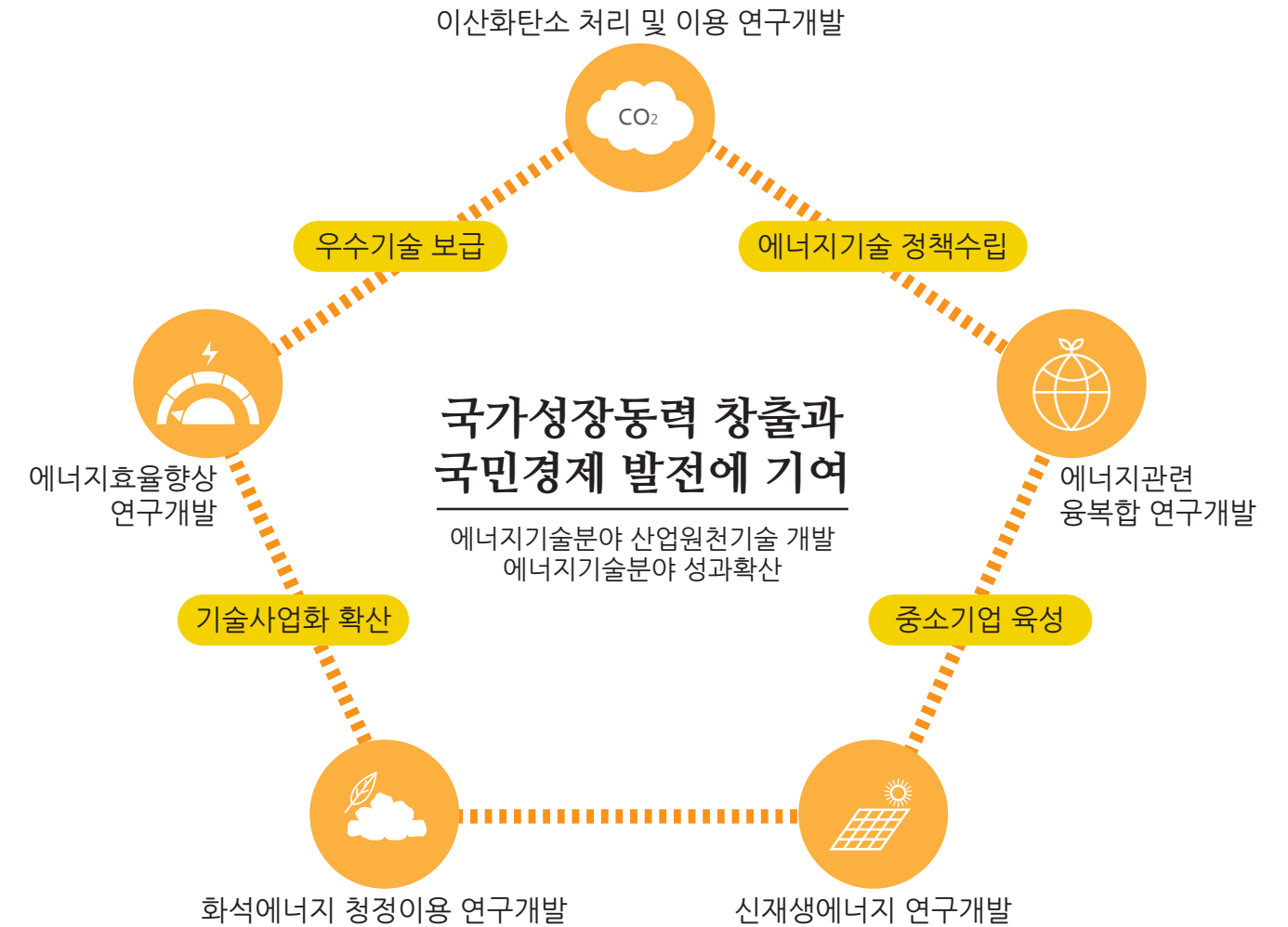
도약 성장기

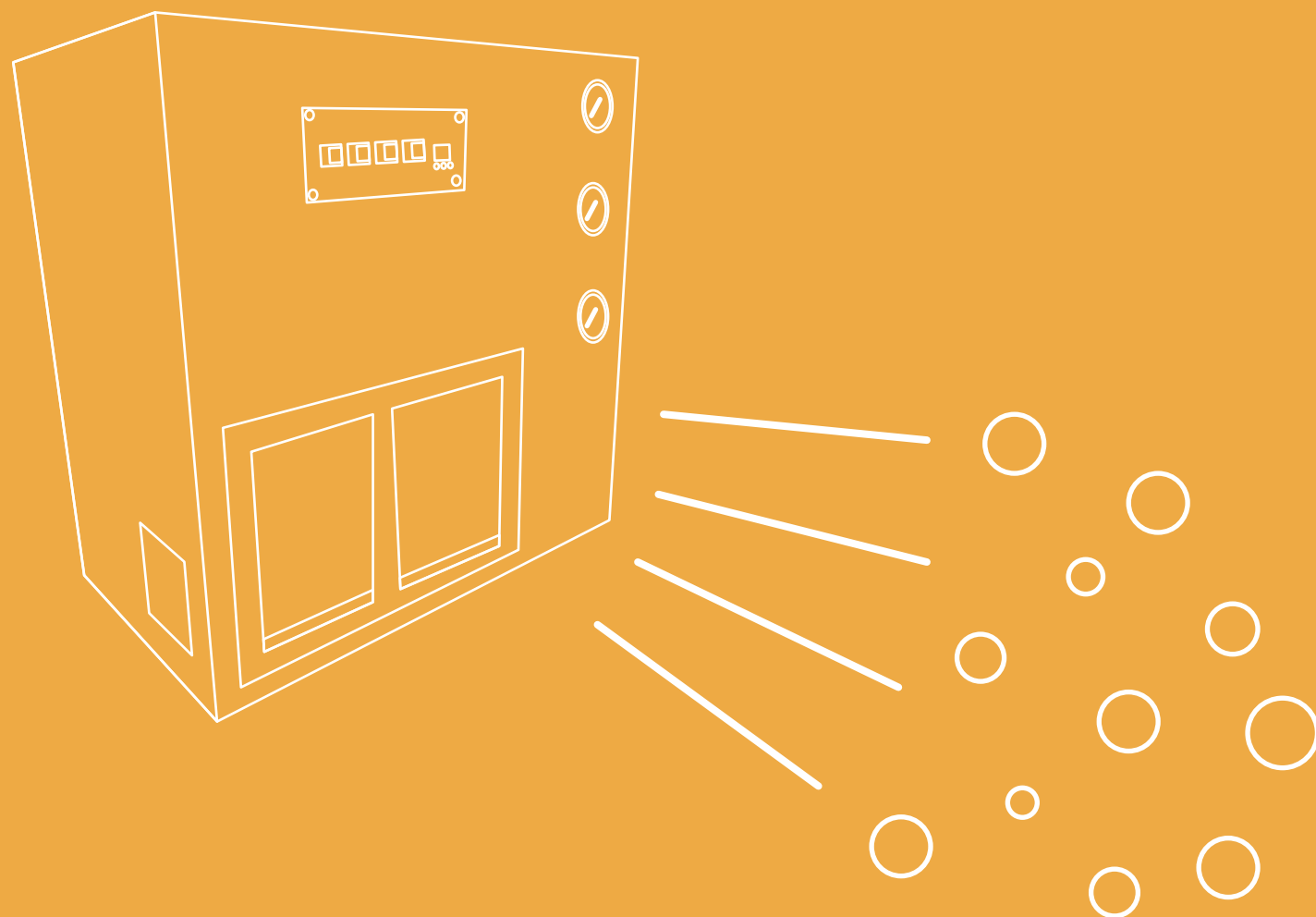
한국에너지기술연구원 명칭 변경



주요 기능

MAIN SKILL





KIER R&D 01

고성능 촉매 제조 기술

촉매는 반응 효율이 좋을수록 더 많은 물질을 만들어냅니다.
이를 통해 화학공정의 에너지사용이 줄어 온실가스 배출량이 줄어들 수 있고,
촉매가 중요한 역할을 하는 수소연료전지 자동차의 가격이 내려갈 수도 있습니다.
다양한 방면에 적용되며 효율을 더 높일 수 있는 이 촉매의 제조방법도 가지각색입니다.
박지찬 박사 연구팀은 촉매 합성 장치를 통해 누구나 쉽게 촉매를 합성할 수 있도록 촉매 제조
법을 입력해두었습니다. 즉, 촉매 자판기가 만들어진 겁니다.

촉매란?

자신은 변하지 않으면서 다른 물질의 화학반응이 손쉽게 일어나도록 돕는 물질로
신비한 ‘마법의 돌’, 산업의 ‘쌀’로도 불립니다.
촉매는 우리의 삶을 획기적으로 바꿔놓았으며, 현재도 에너지 전환이나 환경문제 해결,
화학제품 합성 등 여러 분야에서 의미 있게 사용되고 있습니다.

촉매의 활용 분야

화학산업 90%에서 사용
암모니아 합성 : 요소 비료 생산
아크릴산 : 기저귀, 접착제, 페인트 생산
정밀의약품 : 신약개발



에너지 전환
천연가스 : 액체 정제
탈황 공정 : 휘발유, 경유 생산
백금 촉매 : 수소 자동차 연료전지
바이오매스 : 바이오알코올, 메탄올



고분자
메탈로선 촉매 : 플라스틱 필름 생산
중축합반응 촉매 : 나일론, 폴리에스터 코팅제 생산



환경문제 해결
광촉매 : 유해물질 분해
질소산화물 처리 촉매 : 경유차 배기가스, 하폐수 처리
삼원촉매 : 휘발유차 배기가스 정화



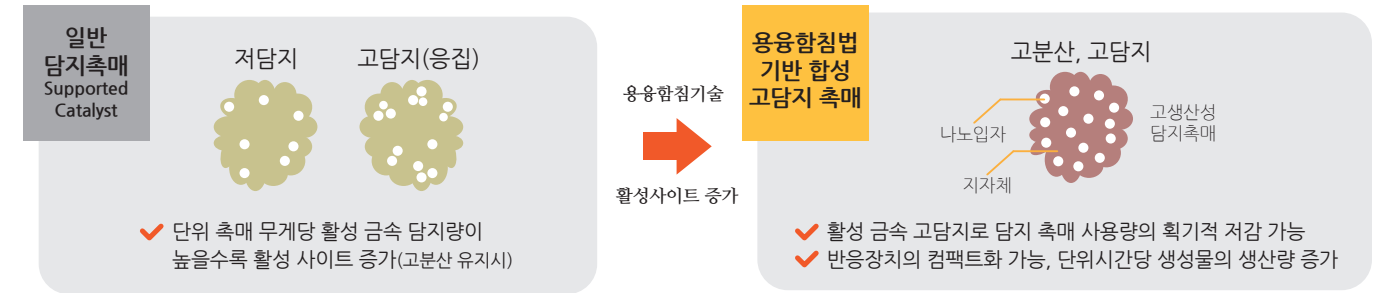
고성능 촉매 제조 기술이란?

박지찬 박사 연구팀은 자동화 촉매 합성 장치를 통해 만들어지는 촉매들이 친환경적이고, 동시에 높은 성능을 낼 수 있도록 ‘용융합침기술’을 개발했습니다. 이 기술은 고체 촉매합성에 필요한 금속염* 등의 소재를 유해 용매 사용 없이 녹여, 고루 균일하게 섞을 수 있는 방법입니다.

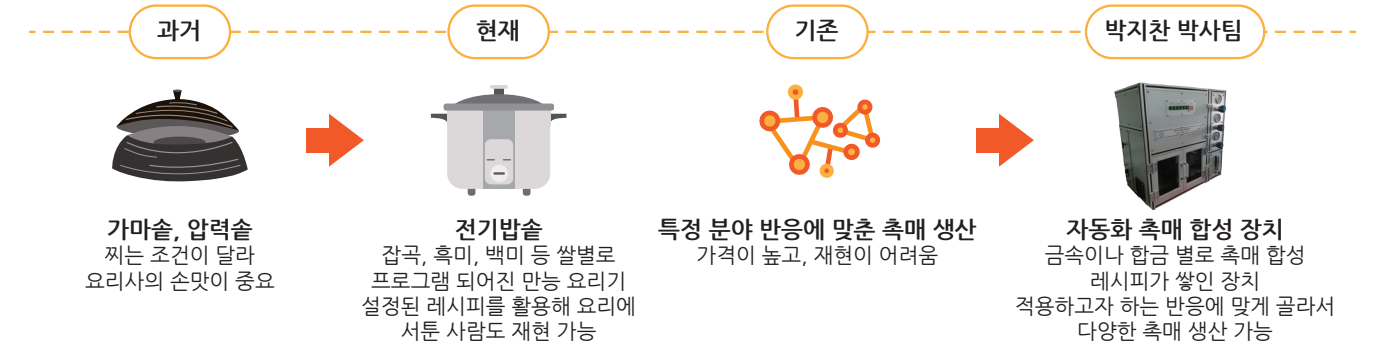
이때, 기존보다 저가의 금속염을 사용하여 고품질의 촉매를 만들 수 있기 때문에 촉매 제조 단가를 크게 낮출 수 있을 뿐만 아니라, 금속 나노입자가 5~10% 더 함유돼있어 기존 촉매보다 반응 속도가 빠릅니다. 이를 통해 촉매를 적게 쓰면서 반응물 생산성을 향상 시킬 수 있습니다.

이 기술은 기존의 복잡한 촉매 합성법에 비해 과정이 간단하면서도 고성능의 촉매를 얻을 수 있다는데 의의가 있습니다.

*금속염: 금속을 포함하고 있는 산이 중화 반응을 하여 물과 함께 생기는 금속 화합물



또한, 고성능 촉매 제조 기술을 적용한 자동화 촉매 합성 장치를 ㈜하이젠과 개발하는데 성공했습니다.



위 그림과 같이 과학적 이론을 배제하고 촉매 합성을 행위적으로 봤을 때는 단순히 밥 짓기와 비교 가능합니다. 자동화 촉매 합성 장치는 만들고자하는 촉매 합성 레시피를 선택 후, 촉매 제조 시 필요한 숙성(Aging), 가열(Heating), 소성(Calcination) 과정을 미리 설정된 값에 맞춰 자동적으로 진행하는 장치입니다.

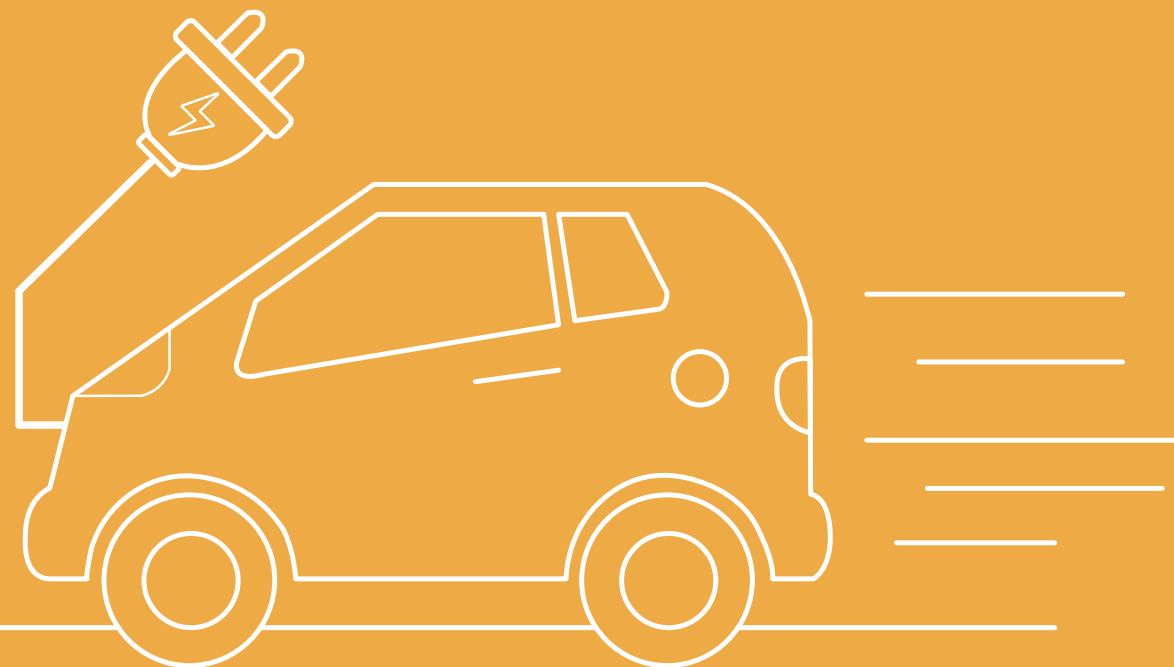
즉, 전기밥솥에서 백미, 잡곡을 고르면 자동으로 밥이 지어지는 것처럼, 촉매 합성 레시피를 고르면 비전문가도 쉽게 촉매를 제조할 수 있습니다.

“고성능 촉매 제조 기술 개발을 통해 향후 고체 촉매뿐만 아니라, 흡착제 등의 다양한 나노 물질 합성에 있어서도 쉽고 빠른 자동화 기술 적용이 가능할 것으로 기대되며 이를 통해 개발된 물질의 다양한 제조법들은 공유 가능한 플랫폼 기술을 통해 다가올 제4차 산업혁명에 필요한 빅 데이터를 제공할 수 있을 것입니다.”

*연구책임자

기후변화연구본부 청정연료연구실 박지찬 책임연구원(jcpark@kier.re.kr)





KIER R&D 02

리튬이온전지용 나노분말 제조 기술

차세대 자동차로 불리고 있는 전기차는 일반 가솔린차에 비해
가격이 비싸다는 단점이 주원인으로 많은 상용화를 이루지 못하였습니다.
현재, 전기차 가격의 절반이상을 차지하고 있는 배터리의 가격을 낮추고,
에너지 용량을 상승시킬 수 있는 새로운 배터리 전극 소재의 개발이 꼭 필요합니다.
이에 장보윤 박사 연구팀은 기존 흑연 음극재 배터리에 비해
에너지 용량은 4배 높이고, 한번 충전으로 500km이상의 주행이
가능한 산화규소(SiOx)나노분말 제조 기술을 개발했습니다.

리튬이온전지란?

리튬이온전지는 납축전지, 니켈카드뮴, 니켈 수소 전지와 같이 2차 전지입니다.

이 2차 전지는 충전을 해서 다시 사용할 수 있습니다. 리튬이온은 다른 금속이온에 비해 작고 가볍습니다.

또한, 크기가 다른 알칼리금속이온의 크기보다 작기 때문에 전극물질이 구성하고 있는 격자 사이로 이동하는 것도 수월하고, 가벼운 리튬-이온을 활용하면 단위 무게당 큰 에너지(에너지 밀도)를 얻는 것이 가능합니다.

리튬이온전지의 활용분야

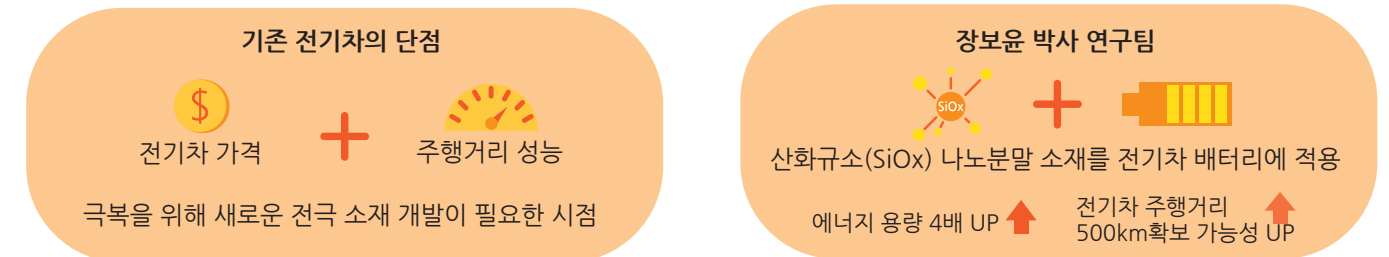


리튬이온전지용 나노분말 제조 기술이란?

4차 산업혁명이 대두되며 전기자동차나 각종 전자기기 가동을 위한 에너지저장원으로서 리튬이온전지 산업이 주목받고 있는 가운데, 신소재를 통한 에너지 용량 극대화도 전지의 제조가격을 낮추고 효율을 높이는 기술이 장보운 박사 연구팀에 의해 개발됐습니다.

리튬이온전지가 적용되는 산업 분야 중에서도 가장 많이 언급되는 전기자동차 배터리는 자동차 가격의 절반이상을 차지하고 있으나 긴 충전시간과 기존 내연기관 자동차보다 떨어지는 주행거리 성능이 단점으로 지적받고 있습니다. 이를 극복하기 위해 배터리 제조 가격을 절감하고 에너지 용량을 상승시킬 수 있는 전극 신소재의 개발이 매우 중요하다고 볼 수 있습니다.

산화규소 나노분말에는 리튬과의 반응성이 높은 실리콘이 포함되어있어, 현재 주로 사용하고 있는 흑연 음극재에 비해 배터리 에너지 용량을 4배 가량 높일 수 있습니다. 이 물질을 전기차 배터리에 적용하면, 한번 충전으로 500km이상의 주행거리를 확보할 가능성이 커집니다.



산화규소 나노분말 제조 과정

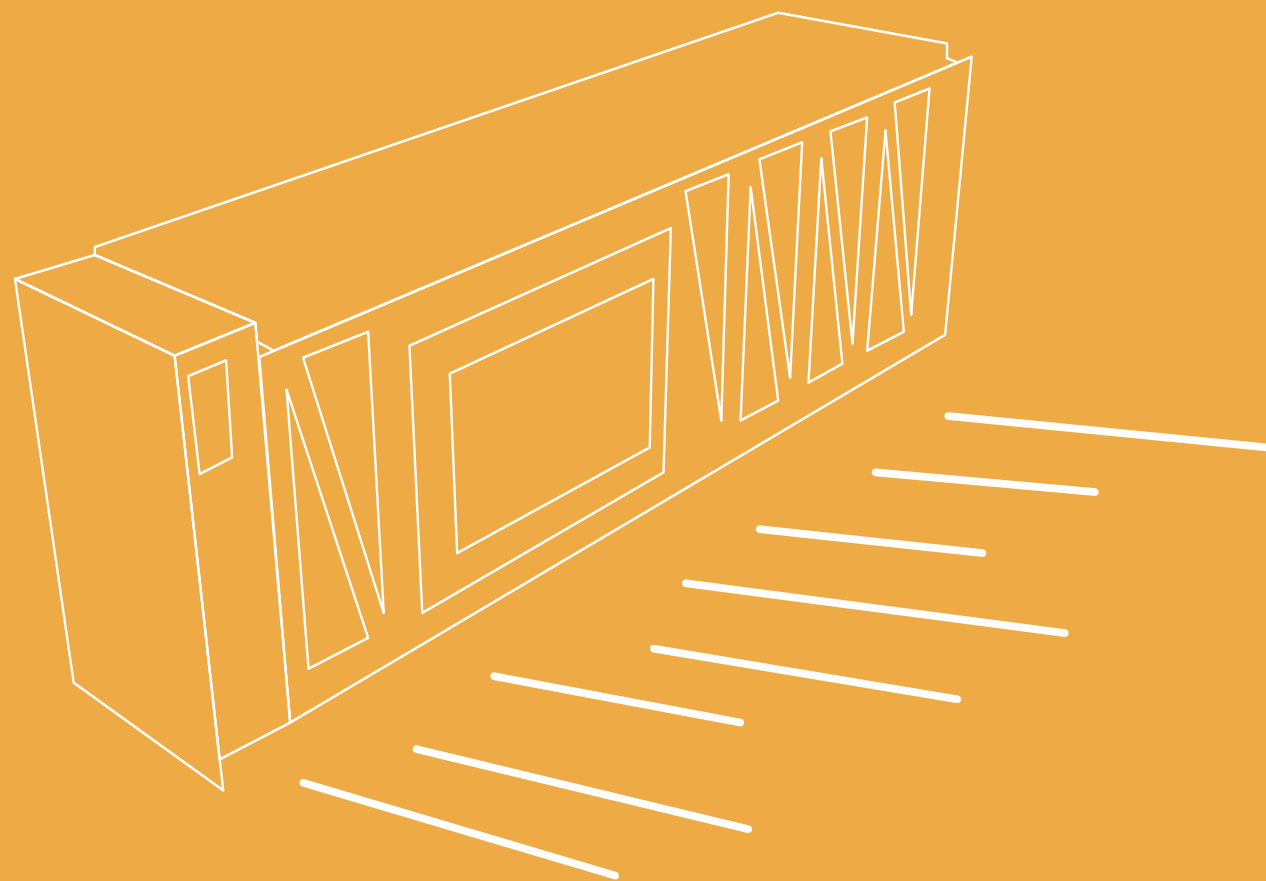


특히, 장보운 박사 연구팀은 전기차 상용화의 큰 걸림돌이었던 가격 문제를 해결하기 위해 산화규소(SiOx) 나노분말 제조 단가를 혁신적으로 낮추었습니다. 규소는 상압 조건에서 산화 반응을 제어하기 어렵기 때문에 진공 상태에서 합성하는 것이 일반적이며 제조가격도 비싼 편입니다. 이번에 개발한 제조 기술은 합성반응영역을 진공 상태와 흡사하게 만들어 상압 조건에서도 합성할 수 있도록 설계됐습니다. 또 제조 시, 킬로그램 당 2~3달러 정도의 저가 규소원료만을 사용함으로써 유일하게 상용화된 일본 제품 대비 30~50%의 생산단가 절감효과를 나타냈습니다.

“고품질의 산화규소 나노분말이 전기자동차용 배터리에 적용되면 기존 전기자동차의 배터리 가격 저하를 위해 핵심적인 역할을 할 것이며, 한번 충전으로 500km이상의 주행거리를 확보해 기존 내연기관 자동차를 대체하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대됩니다.”

*연구책임자
에너지효율·소재연구본부 분리변환소재연구실 장보운 책임연구원(byjang@kier.re.kr)





KIER R&D 03

모듈식 배터리팩 적층 기술

모듈식 배터리팩은 우리에게 매우 생소한 단어입니다.
하지만 전기자동차에 들어가는 배터리의 일종이라고 생각하면 이해가 쉬워집니다.
일반적으로 전기자동차에 들어가는 배터리는 대용량 배터리팩이 장착됩니다.
김강출 박사 연구팀이 개발한 모듈식 배터리팩 적층 기술은 중형 배터리팩으로 초소형 전기
자동차나 전동휠체어에 주로 적용할 수 있습니다. 기존의 효율이 떨어지고 수명이 짧았던
단점을 개선한 새로운 방식의 배터리팩 제조기술은 중형 배터리팩을 주로 개발하는
중소기업의 성장에 큰 기여를 할 것으로 기대하고 있습니다.

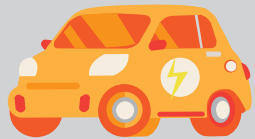
배터리팩이란?

배터리는 화학에너지를 전기에너지로 변환시키는 기구입니다.

두 개 이상의 전지를 연결시켜 전류가 같은 방향으로 흐르도록 구성되어있습니다.

디지털 카메라, 핸드폰, MP3 휴대기기 뿐만 아니라 전기자동차에 탑재되어있어 어디서나 충전이 가능합니다.

배터리팩의 활용분야



대형 배터리팩(20kWh급 이상)

: 전기자동차



중형 배터리팩(2~6kWh급)

: 초소형전기자동차,
전기이륜차, 전동휠체어 등

모듈식 배터리팩 적층 기술이란?

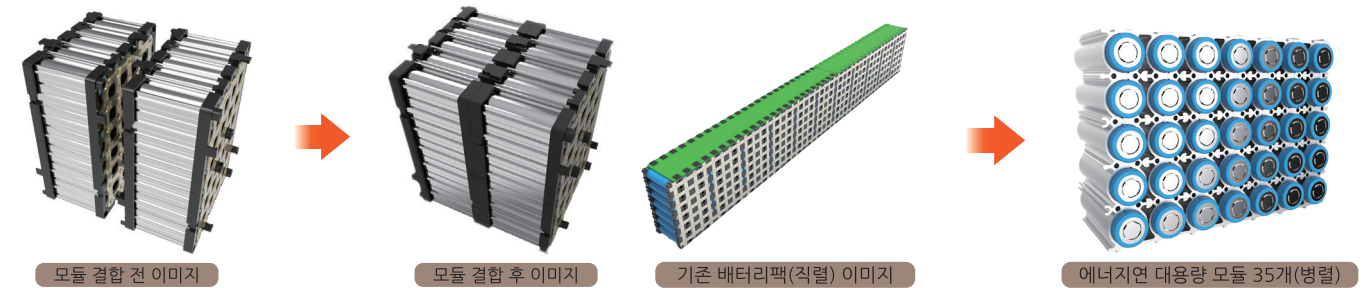
전기자동차에 적용되고 있는 대용량(20kWh급 이상) 배터리팩은 대기업에서 셀, 모듈, 팩을 모두 개발하고 있지만, 마이 크로모빌리티 EV(초소형 전기자동차, 전기이륜차, 전동휠체어 등)와 소형 에너지저장장치(ESS)에 적용되고 있는 중형(2~6kWh급) 배터리팩은 대기업의 배터리 셀을 공급 받은 중소기업에서 배터리 모듈, 팩을 개발해 판매하고 있습니다.

기존 중형 배터리팩의 경우 셀을 수평방향, 직렬로 연결하기 때문에 연결 길이가 늘어나 저항이 증가하고 셀에 흐르는 전류의 편차가 발생해 효율과 수명이 감소한다는 단점이 있습니다. 그리고 셀의 냉각이 어려워 화재 위험성이 존재하고 있습니다.

한국에너지기술연구원 김강출 박사 연구팀은 기존의 단점을 해결하기 위해 우수한 방열 특성의 히트싱크를 적용한 원통형 배터리 셀 35개를 병렬로 연결, 100Ah(암페어아워)급 대용량 모듈을 만들고 이를 적층해 중형 배터리팩을 제작하는데 성공했습니다.

용량 모듈을 수직방향으로 적층, 직렬로 연결해 길이를 줄임으로써 연결 저항을 최소화했으며, 모듈 사이에 스펀지와 벨크로(찍찍이)와 같은 기능을 하는 메탈폼을 부착해 모듈 사이의 접촉성과 내진동성을 크게 향상시켰습니다. 이를 통해 배터리팩의 효율과 에너지 사용량, 수명 등이 10% 이상 향상됐습니다.

또, 히트싱크에 의해 배터리 셀이 개별적으로 보호되어 있어 외부 충격에 의한 파손 위험이 낮아지고, 외부 충동이 발생한 경우에는 모듈이 분리되어 쇼트(단락)에 의한 화재의 위험성을 크게 감소시킬 수 있습니다.



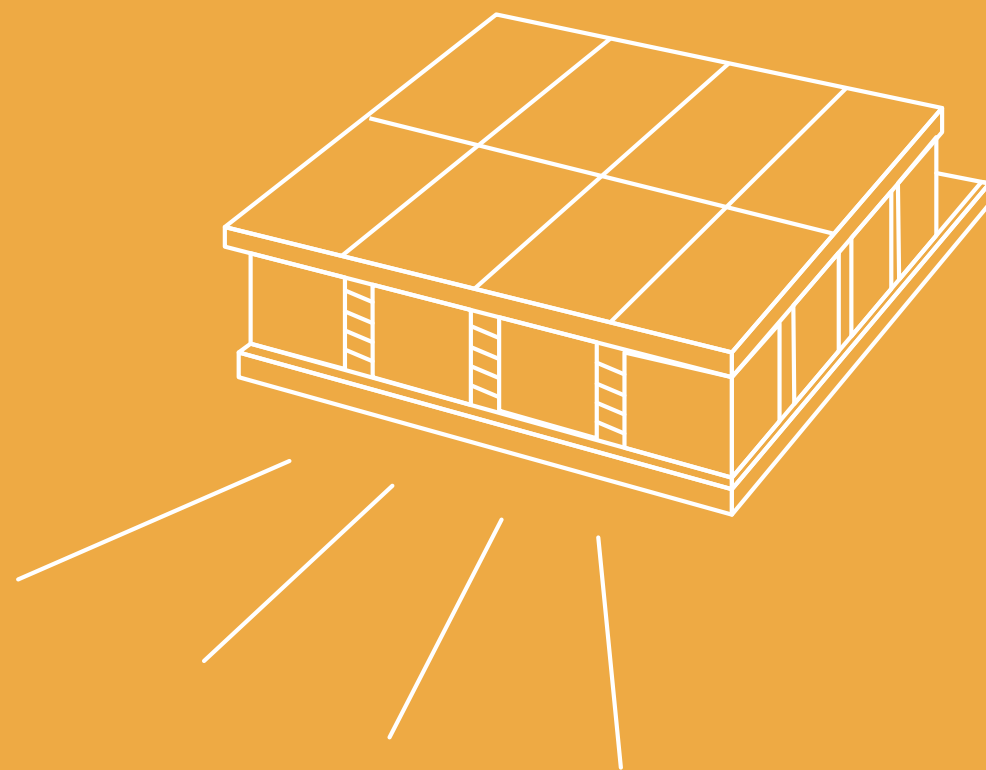
이외에도 배터리팩에 부착된 스마트 윈도우를 통해 배터리 셀의 냉각과 보온을 유연하게 조정할 수 있어 효율적인 열 관리로 인한 수명 상승을 기대할 수 있게 되었습니다.

에너지원은 보유하고 있는 기술의 일회성 기술이전보다 지속적인 연구협력과 지원이 필요함을 인식하고 연구소기업인 (주)이트라이언을 설립, 연구원의 인프라를 활용해 기술 개발을 지원했습니다. (주)이트라이언은 향후 카라반, 캠핑카, 무시동 에어컨 장착 트럭 등에 적용할 수 있는 배터리팩 제품 개발을 위해 기존 히트싱크 대신에 플라스틱 모듈 홀더를 이용한 기술을 개발하고 사업화를 진행할 계획입니다.

“모듈식 배터리팩 적층 기술은 최근 늘어나고 있는 카라반/캠핑카/모터홈, 무시동 에어컨이 장착된 트럭 등의 배터리팩 수요에 적합한 기술이며, 이번 성과는 연구원이 개발한 기술이 연구소기업에 이전돼 중소기업 성장과 고용창출 등에 기여할 수 있는 우수 사례가 될 것입니다.”

*연구책임자
에너지효율·소재연구본부 에너지절약연구실 김강출 책임연구원(kimgc@kier.re.kr)





KIER R&D 04

중온 열전소자 제조 기술

열과 전기의 상호작용으로 나타나는 각종 효과를 이용한 소자의 총칭을 열전소자라 합니다.
그 중 발전 동작온도가 400~600℃인 중온 열전소자는 각종 열에너지 발전분야에
적용할 수 있어 주목을 받고 있으나, 낮은 발전 효율이 현장 적용을 늦추는 한계로 인식되어왔
습니다. 박상현 박사 연구팀이 개발한 중온 열전소자는 세계 최고수준의 출력밀도 특성을
가지는 고신뢰성 기술이며, 기존 기술 대비 20% 향상된 수준의 성능을 구현했습니다.

열전소자란?

열전소자는 열에너지를 전기로 변환하는 에너지 소자로, 열을 가하면 전기를 생성하고 전기를 가하면 흡열 반응을 하는 특성을 갖고 있어 온도계나 냉각 장치 등에 사용되는 반도체의 일종입니다.

*중온 열전소자란?

발전 동작온도 400~600℃인 열전발전 특성을 나타내는 소자의 일종

중온 열전소자의 활용분야



중온 열전소자 제조 기술이란?

연구원은 대표적인 중온 열전소자인 스쿠테루다이트(skutterudite) 열전소자를 구성하는 금속화층으로 철-니켈(Fe-Ni)층을 개발하고 적용함으로써 기존 기술 대비 개선된 장기 신뢰성과 높은 출력밀도, 두 가지 특성을 동시에 확보했습니다.

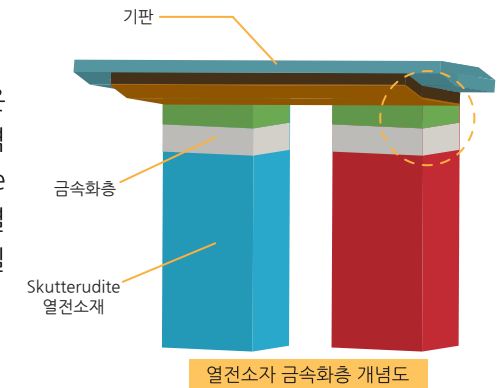
중온 열전소자는 크게 열을 받아 전기를 생산하는 열전소재 부분과 열전소재들을 배열하고 고정시켜주는 기판부로 나뉘어 집니다. 열전소재와 기판부를 연결하기 위해서는 다양한 추가 기능층이 필요한데, 이 중 열전소재 표면에 접합된 금속화층(Metallization layer)은 두 파트가 원활하게 연결될 수 있도록 유도하는 기능을 합니다.

여기서 금속화층은 고온에서 열전소재, 혹은 기판물질이 서로 확산돼 열화되는 것을 막아주는 역할을 합니다.

기존	한국에너지기술연구원
티타늄(Ti) 금속화층	철-니켈(Fe-Ni) 금속화층
확산방지 기능 부족 → 장시간 사용 불가능	확산방지 성능 대폭 개선 → 열전변환 출력밀도 2.1W/cm ²

기존기술 대비 20% 향상된 수준 성능 구현 세계최고 수준 입증

Skutterudite 중온 열전소자는 높은 출력과 고온 안정성을 기반으로 중온 영역의 열전발전 기술로 주목받고 있습니다. 특히 유사한 중온 온도대역(400 ~ 600℃)에서 열전발전 특성을 나타내는 경쟁소재들(PbTe, Silicide, Half-Heusler 합금 등)과 비교하여 열전소재 형성에 필요한 p, n타입 열전소재의 물성이 비교적 균일하며 경제성이 우수한 소재로서 가장 기술 실용화에 근접한 기술로 평가받고 있습니다.



연구원은 열전소자 제작 시 원재료인 열전소재의 열전발전 특성이 훼손되는 것을 최소화하면서도 세계 최저 수준의 소자 내부저항을 구현할 수 있는 소자제작 요소기술들을 다수 확보하게 되었습니다. 또한 2018년 3월, 에너지 분야 유력 국제 저널인 미국화학회 ‘어플라이드 에너지 머티리얼즈*’ 논문이 게재되었습니다.

*어플라이드 에너지 머티리얼즈(Applied Energy Materials)
에너지 분야의 높은 주목을 받고있는 국제 논문집으로 미국화학회(American Chemical Society)에서 발행함(2018년 3월 신규 발행)

“이번에 개발된 기술은 세계최고 수준의 열전발전 관련 소자기술을 확보한 데 의의가 큼니다. 단순히 출력특성을 높이는 수준을 넘어서 철-니켈(Fe-Ni)이라는 신규 기능층을 통해 개발된 소자가 고온에서 오랜 기간 작동하더라도 성능 저하를 최소화 할 수 있도록 하고, 이를 통해 개발된 중고온용 열전소자가 다양한 열 관련 발전분야에 적용될 수 있는 가능성을 극대화한 연구입니다.”

*연구책임자

에너지효율·소재연구본부 분리변환소재연구실 박상현 책임연구원(parksh@kier.re.kr)





KIER R&D 05

저등급 석탄 부산물 탄소섬유 제조 기술

일반적으로 저등급 석탄은 원료가 저렴한 대신 석탄 내 수분 및 불순물이 많이 존재합니다. 때문에 열분해를 통한 고품위화 공정을 거치지 않으면 사용하기 어려우며, 이산화탄소 발생량이 증가한다는 단점이 있습니다.

정두환 박사 연구팀은 연구원 개발 기술 중 석탄의 품질을 높여 열효율을 높이고 미세먼지 발생을 줄이는 '저등급 석탄 고품위화' 기술을 통해 나오는 부산물들로 탄소섬유를 만들어냈습니다. 석탄의 개념을 '연료'에서 '탄소섬유'로 확장시킨 연구성과입니다.

탄소섬유란?

탄소섬유는 강철보다 4배 가볍고, 강도는 10배 뛰어납니다. 한 마디로 가볍고 튼튼한 신소재입니다. 때문에 최근 자동차나 항공기 등의 산업계에서 강철이 아닌 탄소섬유를 쓰는 경우가 늘어나고 있습니다. 실제로 탄소섬유의 형태는 ‘실’과 동일합니다. 탄소섬유 가닥의 직경은 5~15 μ m로서, 수 천개 내지 수 만개의 섬유다발이 실타래 같은 보빈에 감겨져 있습니다. 겉모습은 영락없는 실이지만, 그 속은 다릅니다. 육각 고리 형태의 탄소 원자가 끝없이 연결되어 있습니다. 탄소 원자끼리만 결합할 경우, 그물 구조가 치밀해지고 강도 또한 강해지게 됩니다.

탄소섬유의 활용분야



저등급 석탄 부산물 탄소섬유 제조 기술이란?

정두환 박사 연구팀은 저등급 석탄의 고품위화 과정에서 나오는 부산물 및 석탄의 열분해 추출물을 이용해, 탄소섬유의 원료인 타르를 제조했습니다. 그러나 저등급 석탄 부산물로 만들어진 탄소섬유 원료는 산소 함량과 분자량이 크다는 문제점이 있었습니다.

실험 끝에 원료의 정제, 압력 및 온도를 단계적으로 제어하고, 다른 물질을 섞으면 제대로 된 탄소섬유를 얻을 수 있다는 것을 발견했습니다. 전문용어로 ‘2단 열처리*’와 ‘공탄화법**’이라고 불리는 기술입니다. 이 기술을 통해 머리카락 10분의 1크기(10 μ m)의 탄소섬유를 뽑아낼 수 있었습니다. 이후 섭씨 1000~2000℃로 구워 ‘탄화’ 과정을 거치면, 비로소 가볍고, 단단하며, 열에 녹지 않는 피치계 탄소섬유가 태어납니다.

*2단 열처리법 : 압력 및 온도를 단계적으로 제어하여 방사 원료의 분자량을 제어하는 기술
**공탄화법 : 분자의 구조 및 분자량이 다른 2종 이상의 물질을 섞어 방사 원료의 분자구조를 변화시키는 기술

탄소섬유 종류

PAN계 탄소섬유

- ✓ 폴리아크릴로니트릴(Poly Acrylic Nitrile)이 원료
- ✓ 탄소섬유 시장의 90% 점유

피치계 탄소섬유

- ✓ 석유나 석탄 부산물이 원료
- ✓ 탄소섬유 시장의 10% 점유

탄소섬유는 주로 폴리아크릴로니트릴(PAN : Polyacrylonitrile)과 같은 합성섬유를 탄화해 생산하고 있으나 높은 원료 가격으로 낮은 경제성이 문제로 지적받고 있습니다.

하지만 석유나 석탄 부산물을 원료로 만드는 이 피치계 탄소섬유는 PAN계보다 생산 가격이 저렴하고, 평균 이상의 성능을 지니고 있어 대중화에 적합하다고 볼 수 있습니다.

한국에너지기술연구원 정두환박사 연구팀은 국내 최초로 저등급 석탄의 고품위화 과정에서 나오는 부산물을 이용해 완전한 섬유 형태를 지닌 피치계 탄소섬유를 제조하는데 성공했습니다. 이 기술을 이용하면 일반 피치계 탄소섬유에 비해 생산 단가를 20% 가량 줄일 수 있습니다.

이번 연구 성과는 일본에 이어 세계에서 두 번째로 성공한 사례로, 선진 기술을 추격하는 연구가 주류를 이루던 탄소 소재 기술 분야에서 선도국과 대등한 기초 기술력을 확보했다는 데 의의가 크다고 볼 수 있습니다.

저등급 석탄 열분해 통해 탄소 소재 제조 가능성

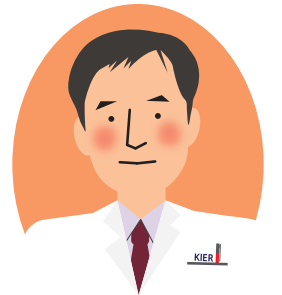
수소연료전지 스택 탄소 소재, 에너지를 저장하는 이차전지 소재

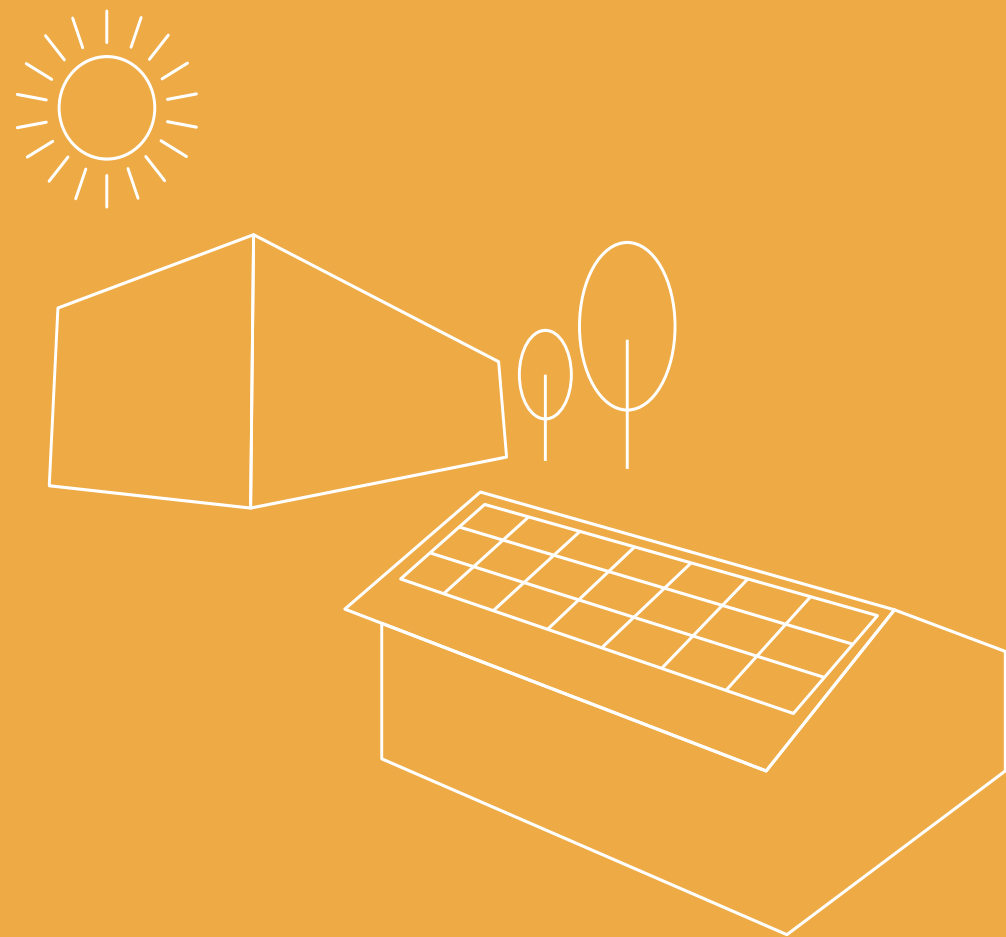


수소연료전지 및 이차전지 성능 강화

“저등급 석탄 열분해 부산물의 탄소섬유 제조 기술은 글로벌 에너지 이슈 대응은 물론 신산업 창출의 견인차 역할을 할 미래 에너지 핵심기술이며, 이번 기술 개발을 계기로 저등급 석탄의 고부가가치화 활용기술에서 향후 우리나라가 선도적 역할을 할 수 있도록 노력할 것 입니다.”

*연구책임자
신재생에너지연구소 연료전지연구실 정두환 책임연구원(doohwan@kier.re.kr)





KIER R&D 06

진천 친환경에너지타운 운용성과

신재생에너지를 이용해 에너지자립을 목표로 하고 있는 마을이 있습니다.
과학기술정보통신부가 지원하고 한국에너지기술연구원이 실증연구를 수행하고 있는
진천 친환경에너지타운의 시범사업이 1년여에 걸친 실증운전 기간 동안
성공적으로 운용돼 친환경에너지의 밝은 미래를 엿보게 되었습니다.

진천 친환경에너지타운이란?

진천 친환경에너지타운은 신재생과 미활용 에너지원을 이용한 단위 지역의 에너지자립을 목표로 지난 2016년 11월 준공식을 가진 이래, 실증운전을 수행하면서 고등학교, 도서관 등을 포함한 6개 공공건물에 난방 및 온수급탕용, 냉방용 열원을 공급하고 있는 곳입니다.

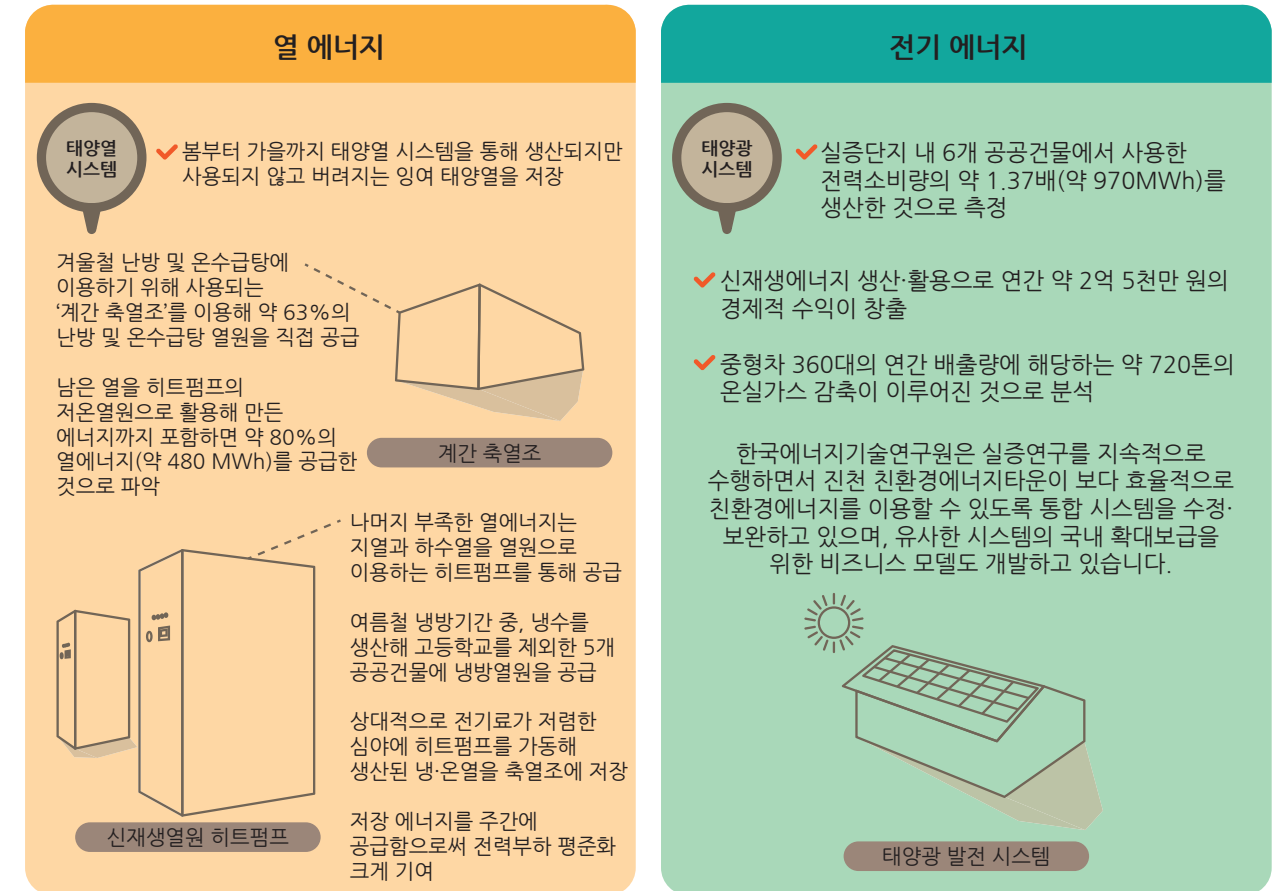
2015년을 시작으로 2018년까지 과학기술정보통신부·지자체(진천) 공동으로 수질복원센터를 연계하여 에너지(전기, 열) 자립형 실증단지 구축을 목표로 시범운전을 시작하였습니다.

진천 친환경에너지타운의 의미와 가치

- 01 국내 최초로 다양한 '신재생에너지* 융·복합' 기술을 활용하여 에너지 수요를 자체적으로 충당하는 미래형 에너지 단지 구축
* 태양열, 태양광, 지열, 하수폐열, 연료전지
- 02 우리나라 계절별 에너지 수요변화*에 적합한 '계간 축열식 열 공급기술**'을 국내 최초로 적용
* (여름) 냉방, 온수 수요 감소, (겨울) 난방, 온수 수요 증대
** 봄부터 가을까지 남은 열에너지를 저장하였다가 겨울철에 공급하는 기술
- 03 신재생에너지를 활용하여 지역·공간 특성에 부합하는 '자립형 에너지 공급' 솔루션*을 제공하는 비즈니스 모델 창출
* 신재생에너지원에 기반한 열, 전기 생산 모듈화 및 최적 운영기술

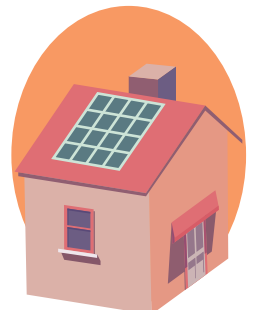


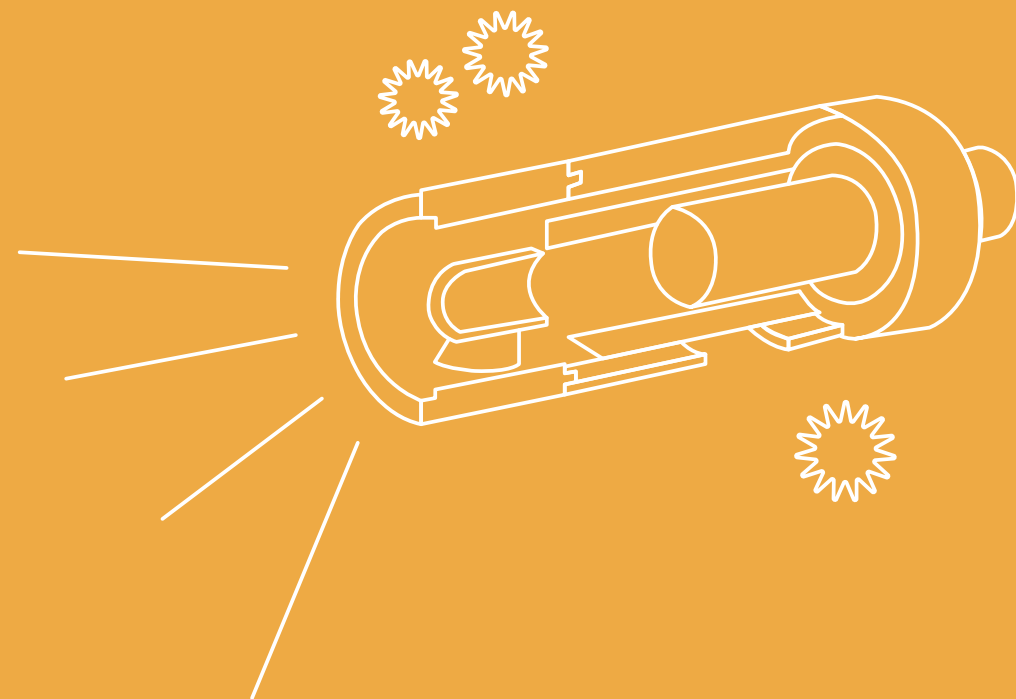
진천 친환경에너지타운 운용성과



“진천 친환경에너지타운 사업은 에너지 및 환경문제를 동시에 해결함으로써 범지구적 기후변화 문제에 대응하는 에너지산업의 일환으로 성장하는데 기여할 것입니다.”

*연구책임자
신재생에너지연구소 태양열융합연구실(공동)





KIER R&D 07

초미세먼지 제거 기술

최근 중국에서 불어오는 흙먼지 뿐 아니라 국내 공장 발전 및 연료의 연소과정에서 발생하는 미세먼지들이 국가적 이슈로 대두되고 있습니다. 이 미세먼지는 굉장히 작은 입자로 이루어져 있어 사람들의 물리적 예방으로는 완벽한 차단이 어렵습니다. FEP융합연구단의 주관 기관인 한국에너지기술연구원은 한국기계연구원과 각 각 입자상(1차 초미세먼지)과 가스상(2차 초미세먼지) 유발물질들을 높은 효율로 제거하는 기술을 개발했습니다. 이 기술을 이용하면 기존 대비 1, 2차 초미세먼지를 90% 이상 감소시킬 수 있습니다.

초미세먼지란?

초미세먼지는 크기가 2.5 μm(마이크로미터)보다 작은 입자를 의미합니다.
화력발전소(19%), 경유차(15%), 각종 산업시설(32%) 등을 통해 연간 약 85만 톤이 배출되고 있고,
이 중 10%는 입자 상태의 1차 초미세먼지로, 나머지 90%는
가스 상태의 2차 초미세먼지로 배출되어 국민 건강에 영향을 미치고 있습니다.

*FEP융합연구단이란?

한국에너지기술연구원에 위치한 FEP융합연구단은 온실가스 배출을 줄이기 위한 기술을 개발하고 있는 국가과학기술연구회의 협동 연구 사업입니다.

초미세먼지 제거 기술이란?

에너지(연)은 입자상 초미세먼지의 배출농도를 줄이기 위해 자체 개발한 이중벽 구조의 저압손 싸이클론과 새로운 방식의 필터 재생시스템을 결합한 신개념 집진시스템을 구축했습니다. 1차 집진부인 저압손 사이클론에서 유입되는 먼지가 70% 이상 제거된 후 2차 집진부인 백필터 집진기로 유입되기 때문에 여과필터 먼지 부하량이 크게 감소하는 원리입니다. 이 기술이 적용되면 탈진*공정의 주기가 길어져 필터 수명이 2배 이상 늘어나며 초미세먼지 배출농도가 기존 대비 90% 이상 저감 될 수 있습니다.

기계(연)은 고온가스재순환(Hi-FGR) 방법과 환원제 열분해 방식을 적용하여 가스상 초미세먼지 유발 물질인 질소산화물과 황산화물의 제거 효율을 기존 대비 50% 이상 향상시켰으며, 연소과정에서 생성된 수분을 응축시켜 오염물질 제거공정에 재사용함으로써 물 부족 지역에서도 활용이 가능하도록 했습니다.

*탈진: 필터에 부착된 분진을 주기적으로 털어내는 필터 재생공정

	1차 초미세먼지	2차 초미세먼지
연구기관	한국에너지기술연구원	한국기계연구원
기존 기술	✓ 일반적인 싸이클론* ✓ 마모성 분진에 취약 압력 손실 ↑ 에너지 소비 ↑	액체 상태의 환원제 직접분사 방식 혼합과 반응속도 ↓ 제거효율 ↓
개발 기술	✓ 이중벽 구조의 독특한 저압손 싸이클론 ✓ 새로운 필터재생기술로 초미세먼지 배출농도 90% 이상 저감 압력 손실 70% 이상 ↓ 에너지 효율 ↑ 싸이클론 외벽 기계적 마모도 ↓	✓ 고온의 연소가스와 스팀 이용 ✓ 환원제를 저분자형태의 기체 상태로 분무하는 방식 ✓ 대기중 배출되는 질소산화물과 황산화물 농도 0~수ppm 수준으로 낮춤 ✓ 질소산화물과 황산화물의 동시 제거 및 선택적 제거 모두 가능 유해물질 제거효율 ↑

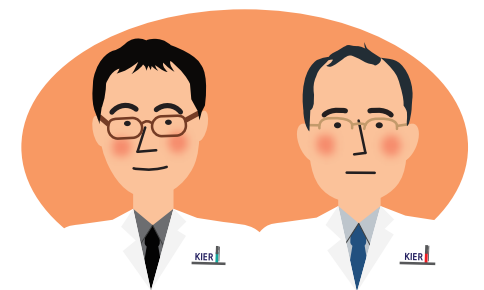
*싸이클론: 미세먼지를 관성력과 원심력 집진원리를 이용하여 제거하는 집진장치

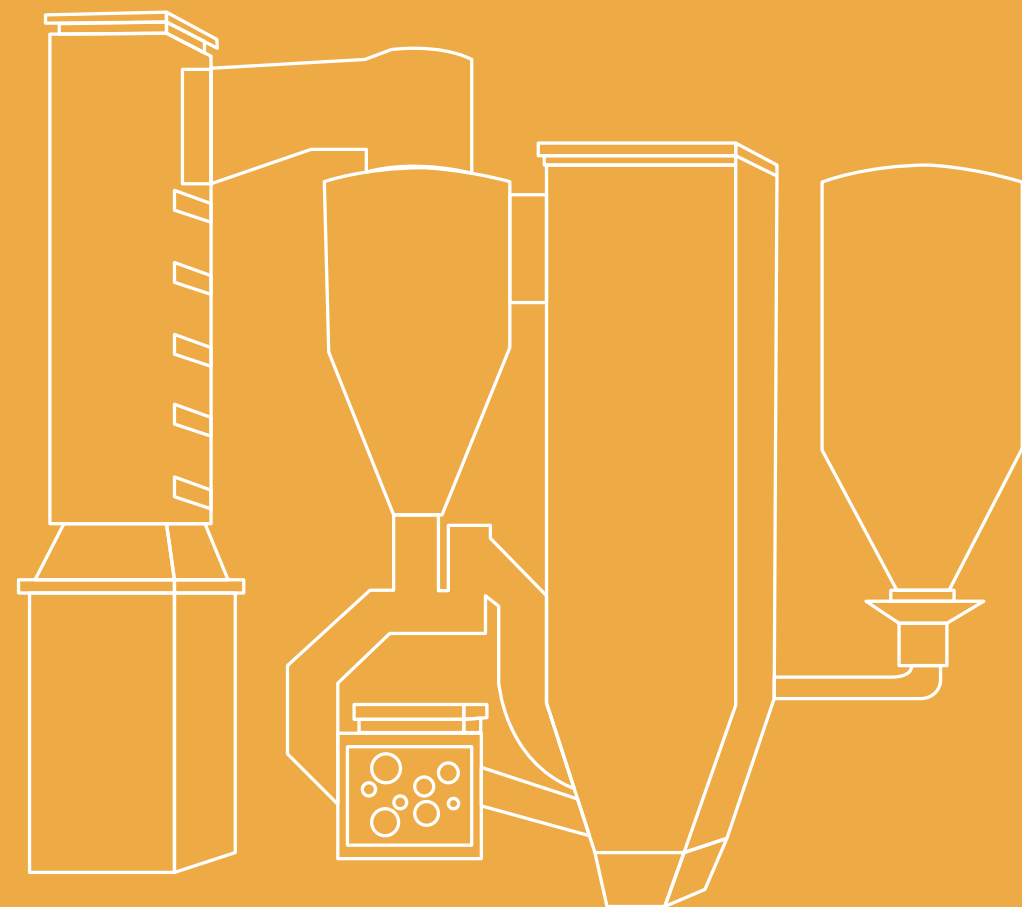
개발된 기술은 국내 약 500기에 이르는 폐기물에너지 자원화 설비에 우선 보급될 계획이며, 중점 배출원으로 지목되는 화력발전설비 적용을 위해서도 해당 발전사들과 활발히 논의 중에 있습니다. 국내뿐만 아니라, 초미세먼지 발생의 결정적 원인을 제공하고 있는 중국 석탄연소설비 성능 개선을 위해 국내 환경전문기업 및 중국 현지기업과도 공동 협의를 진행하고 있습니다.

“초미세먼지 및 미세먼지 유발물질을 제거하는 단위기술은 많이 소개되어 왔으나, 본 연구에서와 같이 다단복합 및 동시처리가 가능한 고효율 시스템을 개발하고 활용한 사례는 찾아보기 어렵습니다. 이 기술은 국가적 초미세먼지 문제의 해결에 도움이 될 수 있는 실용화 핵심기술을 확보했다는 데 큰 의미가 있습니다.”

*연구책임자

FEP융합연구단 심준목 책임연구원(jmshim@kier.re.kr)
FEP융합연구단 김상인 책임연구원(febkeel@kier.re.kr)





KIER R&D 08

순산소 순환유동층 보일러 기술

현재 우리나라 에너지원 중 석탄 화력발전은 가장 많은 발전 비중을 차지하고 있습니다. 이 석탄 화력발전은 탄소배출의 주요인으로 주목 받고 있으며, 발전 효율을 향상시키고 이산화탄소 배출 문제 해결을 위한 여러 방안을 연구하고 있습니다. FEP융합연구단은 지속적인 열 순환을 통해 석탄을 완전히 연소시키는 순환유동층 보일러 기술에 순수 산소를 연소시키는 순산소 연소 기술을 적용하는데 성공하였습니다. 이 기술을 통해 저질탄을 완전히 연소시킬 수 있으며, 오염물질 배출 시 나오는 이산화탄소를 전/후처리 공정 없이 포집이 가능해 온실가스 문제해결에 한걸음 더 다가가게 되었습니다.

순환유동층 보일러란?

단순히 석탄을 태워 발전기를 돌리는 기존 보일러와는 달리
지속적으로 열을 순환시켜 석탄을 완전 연소시키는 친환경 발전설비입니다.
공기와 석회를 동시에 주입시켜 순환 연소시킴으로써 질소산화물, 황산화물 등
오염물질 배출을 크게 줄일 수 있습니다. 전세계 석탄의 상당수를 차지하는 저질탄을 완전 연소할 수 있기 때문에
석탄 부족이 심각한 지역에서 더욱 각광 받으며 향후 수요가 지속적으로 증가될 전망입니다.

순산소 연소 기술이란?

순산소 연소 기술은 전처리나 후처리 공정 없이 오직 연소만으로 고농도의 이산화탄소를 포집할 수 있는 기술로서,
연소배가스를 연소로(보일러)로 재순환하고 연소를 위한 산화제를 순수 산소로 이용하는 방식입니다.

순산소 순환유동층 보일러 기술이란?

현재 석탄화력 발전소에 가장 많이 사용되고 있는 기술은 미분탄 보일러(PC, Pulverized Combustion)로, 잘게 빻은 석탄
(10 μ m이하 크기)을 분사해 태우는 방식입니다. 그러나 연료 사용이 제한적이고 높은 연소 온도 때문에 질소산화물(NOx)
의 배출량이 많으며, 별도의 탈황설비를 필요로 하는 등 경제·환경적 부담이 큼니다.

FEP융합단에서 개발한 '순산소 순환유동층 보일러 기술'은 연료가 완전히 연소될 때까지 지속적으로 순환시키는 순환유동
층 보일러 기술(CFB, Circulating Fluidized-bed)에 순산소 연소 기술을 적용한 기술입니다. 공기 대신 순수 산소를 연소
하는 순산소 연소 기술을 적용하면 배기가스에 이산화탄소와 수분만 존재하게 되는데, 이때 수분을 응축해 제거하면 고농
도의 이산화탄소를 얻을 수 있게 됩니다. 배가스가 굴뚝에서 빠져나오기 전에 송풍기를 이용해 재순환시키고, 공급된 순산
소와 혼합해 연소로로 주입시키는 원리입니다.

다만, 석탄 화력발전소에 순산소를 이용한 이산화탄소 제거 공정을 추가하면 시스템을 가동하기 위한 내부 전력 사용이 증
가하고, 이는 곧 생산되는 발전량 감소로 이어져 발전 효율이 떨어지게 된다는 단점이 존재합니다. 이에 연구진은 초임계
발전*기술을 적용해 문제를 해결할 계획입니다.

*초임계 발전: 물이 끓지 않고 바로 증기로 변하는 임계점(증기압력 225.65kg/cm², 증기온도 374℃) 상태에서
보일러를 가동하는 기술, 발전효율이 높아 순산소 연소의 단점 극복가능

순산소 순환유동층 보일러 기술의 특징점

- 01 평균발열량 5,000 kcal/kg 이하 연료를 사용하는 순산소 순환유동층 연소 기술 개발
- 02 발전효율 45% 가능 초초임계(USC) 유체회로 (fluid circuit) 기술 개발
- 03 CO₂ 원천분리(90% 이상)가 가능한 실증규모 초임계 순산소 순환유동층 보일러 구현
- 04 기술 실증을 위한 실증규모의 CO₂ 원천 분리 가능, 초임계 순산소 순환유동층
연소(SC-Oxy-CFBC) 보일러 설비 구현 및 통합 연계운전

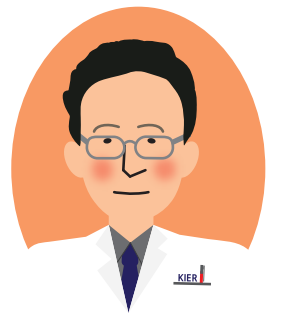


국내의 대용량 석탄 순환유동층 보일러 발전 설비는 현재 국내 라이선스가 존재하지 않아 해외 기업에 많은 라이선스 비용
을 지불해 건설하고 있습니다. 이에 연구진은 연구과제 수행을 통해 2MWe급 초임계 순산소 순환유동층 보일러 기술을
개발하고 상용규모 발전 플랜트 기본설계 데이터(BEDD)를 확보해 플랜트 건설 국산화를 이뤄낼 계획입니다. 또, 중공업
사와의 기술 제휴를 통해 300MWe급 국산 초임계 순산소 순환유동층 보일러 제작이 가능할 것으로 보고 기술개발을 수
행할 예정입니다.

“초임계 순산소 순환유동층 보일러 기술은 저급연료 연소를 통한 연료 다변화에 대응 가능하고 높은
발전효율과 온실가스 저감으로 기존 석탄화력 발전시장에서 패러다임 변화를 일으킬 것이며, 기술의
상용화 단계에 이르면 온실가스 주요 배출원으로 지목되어 온 기존 석탄화력 발전시장에 커다란
전환점을 마련할 수 있을 것으로 기대됩니다.”

*연구책임자

FEP융합연구단 선도원 책임연구원(dshun@kier.re.kr)





발행처 한국에너지기술연구원

발행일 2018년 12월

기획·편집 한국에너지기술연구원 문화홍보실

디자인·제작 제일문화사