

## 총괄1 세부1



# 일산화탄소 및 메탄의 회수를 위한 분리막/흡착제 원천소재 및 분리공정 개발

(산업부생가스/탄소폐자원에서 고순도 일산화탄소 및 메탄 회수를 위한 분리막/흡착제 원천소재 및 막분리 혼성공정기술) - 한국화학연구원 김정훈 -



## 기술개요

- 분리기술의 부재로 활용도가 낮은 철강, 화학산업의 다성분의 산업 부생가스 및 저급 천연가스 등의 탄소폐자원에서 고부가가치의 가스성분만을 고순도로 분리하여 신재생에너지 및 화학원료로 활용하기 위한 분리막/흡착제 원천소재 및 막분리 혼성기술 개발
- 철강부생가스(LDG, COG)에서 일산화탄소와 메탄(CO, CH<sub>4</sub>) 및 수소와 이산화탄소(CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>)를 고순도로 회수할 수 있는 분리막/흡착제 원천소재 및 막분리 혼성공정 원천기술



## 기존 기술대비 차별성

- 높은 에너지 또는 고비용의 플랜트가 요구되는 기존의 증류법, 흡수법 등에 비해 상대적으로 저비용, 저에너지로 일산화탄소와 메탄을 각각 고순도화할 수 있는 고선택성 분리원천소재 (분리막, 흡착제) 및 막분리 혼성공정 기술



## 기술세부내용

- 일산화탄소와 가역적으로 결합하는 전이금속 Ag<sup>+</sup>이온을 운반체로 하고 고분자를 매질로 활용하는 CO/N<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub>/CO 분리용 촉진수송 복합막 개발
- 사사다리 형태의 폴리실세스퀴옥산(LPSQ) 함량과 탄화온도를 조절하여 N<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> 및 H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> 분리에 적합한 기공구조를 갖는 탄소분자체 복합막 개발
- 유무기 혼성다공체(MOF)의 미세기공구조 조절을 통해 CH<sub>4</sub>/N<sub>2</sub> 및 H<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>분리용 유무기 복합 다공체 및 이를 응용한 혼성기질 복합막 개발
- 철강 LDG 및 COG를 대상으로 전처리과정에서 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 등을 미리 회수하고 주분리공정에서 CO 및 CH<sub>4</sub>를 회수할 수 있는 벤치규모 막분리 혼성공정 개발 및 스케일업 실증파일럿 플랜트 설계



## 대상기술 특허현황

- 전이금속이 담지된 산계-아민계 고분자착체 분리막
- 철강부생가스에서 일산화탄소, 이산화탄소 동시회수 위한 막분리공정
- 자기-가교가 가능한 공중합체를 이용한 기체 분리막 및 그 제조방법
- 탄소분자체 분리막 및 제조방법
- 메탄선택성 MMM을 포함한 메탄선택성 분리막



## 기술적용 및 응용분야

- 철강, 석유화학 부생가스나 천연가스, 매립지 등의 폐자원은 질소, 이산화탄소, 수소가 포함되어 있는 일산화탄소와 메탄은 대량 포함되어 있으나 경제적인 분리기술의 부재로 대부분 저부가가치의 발전용으로 사용되며 대량의 이산화탄소를 발생하고 있지만, 이를 고순도화하여 고부가가치 화학제품 및 신재생에너지로 활용하고 온실가스 저감효과도 기대할 수 있음.



## 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄2 세부1



# 산업체 부생가스를 이용한 폐탄소원의 고부가가치화 기술

- 한국에너지기술연구원 남성찬 -



## 기술개요

- 포집된 대용량 이산화탄소를 일산화탄소 등의 유용한 화합물로 전환하기 위한 CO<sub>2</sub> 전환용 촉매 및 이를 이용한 이산화탄소 전환 방법



## 기존 기술대비 차별성

### 기존 문제점

- 공장굴뚝 또는 생산공정으로부터 배출되는 대용량의 이산화탄소를 포집하고, 이를 부생가스를 이용하여 효율적으로 자원화할 수 있는 시스템기술이 전무

### 기술 차별성

- 산업체에서 발생하는 이산화탄소를 포집하고, 포집된 CO<sub>2</sub>와 부생가스를 이용하여 기존보다 낮은 온도에서 유용한 일산화탄소로 전환이 가능한 신규 전환촉매 및 공정기술



## 기술세부내용

- 산업체에서 발생하는 이산화탄소를 포집할 수 있는 검증된 기술
- CO<sub>2</sub> 전환 시 문제점을 개선한 즉 높은 격자 산소의 결핍에도 구조적 변형만 가져올 뿐 격자상태가 그대로 유지되면서 효율적으로 일산화탄소를 생산할 수 있는 신규 전환촉매



[ 이산화탄소 포집 및 전환(CCU)공정 ]



## 대상기술 특허현황

- 이산화탄소 흡수능력이 우수한 흡수제(특허번호: 10-1335603, 2013.11.26)
- 폐자원 순환공정을 통한 이산화탄소 전환시스템 및 그 방법 (특허번호: 10-2091689/US/16/738,544, 2020.03.16)



## 기술적용 및 응용분야

- 대용량 이산화탄소 배출원인 화력발전, 제철, 시멘트, 정유, 석유화학 등에 활용
- 경제적인 측면에서 부생가스 발생원인 정유, 석유화학, 제철 등에 적합

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링





## 총괄2 세부2



# 부생가스를 이용한 이산화탄소 전환연계 고부가 화학원료 제조기술 개발

(이산화탄소/코크오븐가스로부터 고농도 일산화탄소 생산을 위한 탄소침적 및  
소결 저항성이 우수한 건식 개질 촉매 개발) - 연세대학교(원주캠퍼스) 노현석-



## 기술개요

- 철강 산업에서 배출되는 CO<sub>2</sub>와 코크스로에서 발생되는 부생가스인 코크오븐가스(COG, Coke oven gas)로부터 합성가스 생산을 위한 촉매 개발



## 기존 기술대비 차별성

### 기존 문제점

- Calcor process를 통한 탄소침적 억제는 1,000 °C 이상의 반응 온도로 공정 경제성 감소
- SPARG process를 통한 탄소침적 억제는 수증기 공급으로 추가 설비 및 에너지 공급 필요

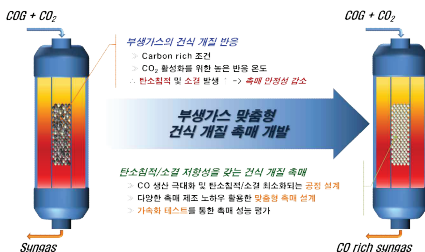
### 기술 차별성

- 기존 공정에서 반응 조건을 제어하여 촉매의 탄소침적을 억제하는 것과 다르게 상대적 저온(800 °C)에서 촉매 자체 탄소침적 저항성 증진



## 기술세부내용

- 제철 공정에서 발생하는 부생가스와 CO<sub>2</sub>를 이용하여 합성가스를 생산하는 기술로 높은 공간속도에서 500시간 이상의 안정성을 보유한 촉매 개발
- 상업화 단계에 적용하기 위한 개발 촉매의 생산량 scale-up



## 대상기술 특허현황

- 제철 부생가스 내 메탄의 건식 개질용 촉매, 상기 촉매의 제조방법(대한민국, 출원 중, 연세대학교)



## 기술적용 및 응용분야

- 이산화탄소 저장 및 합성가스 활용 분야
- 부생가스 활용이 용이한 산업단지 및 제철 기업

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄2 세부3



# CO 및 CO<sub>2</sub> 로부터 선형 장쇄 올레핀 제조기술

- 한국화학연구원 김용태 -



## 기술개요

- CO 및 CO<sub>2</sub>의 조성에 상관없이 선택적으로 알파-올레핀을 선택적으로 생산하는 불균일 촉매 공정 개발, 불균일 촉매 유래 알파-올레핀 생산 기술



## 기존 기술대비 차별성

- 기존 상용 공정(Fischer-Tropsch)은 알파-올레핀을 파라핀 생산의 부산물로 생산하며, 이를 분리 정제하여 시장에 판매. 기존 공정 대비 CO<sub>2</sub>를 CO와 동시 전환하여 알파-올레핀 수율 향상 및 생성물 선택도의 분포 한계(Anderson-Schulz-Flory, ASF)를 극복할 수 있는 경제성 있는 촉매 공정 개발



## 기술세부내용

- 촉매 활성점 최적화
- CO<sub>2</sub>, CO 동시전환에 적합한 공정시스템 및 반응조건 최적화
- 반응 메커니즘 해석을 통한 알파-올레핀 선택도 개선
- Non-ASF 생성물 분포를 갖는 촉매 반응계 개발



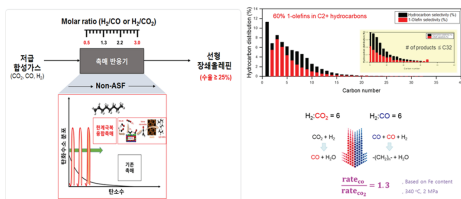
## 대상기술 특허현황

- 선형 장쇄올레핀 제조용 피셔-트롭쉬 합성반응 촉매 및 이를 이용한 선형 장쇄올레핀의 제조방법 (대한민국, 등록번호 10-2018-0062116, PCT, 출원번호 PCT/KR2019/001269)
- 이산화탄소가 포함된 합성가스로부터 선형 알파 올레핀을 제조하기 위한 촉매 및 이를 이용한 선형 알파 올레핀의 제조방법 (대한민국, 출원번호, 10-2020-0026679)



## 기술적용 및 응용분야

- CO<sub>2</sub>를 포함하는 철강부생가스의 경제성 제고 및 온실가스 저감을 위한 전환기술 개발, 국내 수급 불균형을 갖는 선형 알파 올레핀 시장 확보, 신규 공정개선을 통한 통합공정 핵심기술 개발



## 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄2 세부4



# 제올라이트 분자체의 크기-선택성 제어를 통한 경질 올레핀 분리

- 인하대학교 조창범 -



## 기술개요

- 에틸렌/에탄, 프로필렌/프로판 분리를 흡착제 기반 공정으로 대체하는 기술
- 제올라이트의 미세기공을 Sub-Angstrom 단위로 제어하여 분자체특성을 세밀하게 제어하는 기술



## 기존 기술대비 차별성

### 기존 문제점

- 기존 보고된 제올라이트 분자체는 기공 구조 제어에 한계가 있어 낮은 올레핀 선택성을 보임

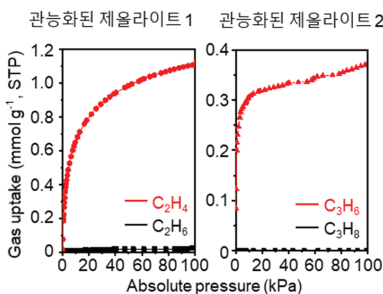
### 기술 차별성

- 간단한 후처리를 통해 제올라이트의 기공 크기를 Sub-Å범위에서 제어하는 기술을 개발하여 이를 통해 맞춤형 분자체를 제조



## 기술세부내용

- 제올라이트 분자체의 미세기공 제어를 통한 경질 올레핀의 선택적 흡착 및 분리



## 대상기술 특허현황

- 후관능화된 제올라이트, 이를 포함하는 흡착제 및 이의 제조 방법(출원번호: 10-2020-0004843)



## 기술적용 및 응용분야

- 경질 올레핀 분리 및 흡착

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄3 세부1



# 광 직접 활용 광촉매-바이오촉매 CO<sub>2</sub> 전환 시스템용 광촉매 소재 개발

(태양광에너지만을 직접 이용, 이산화탄소로부터 포름산을 선택적으로  
제조하는 기술) - 한국화학연구원 백진욱 -



## 기술개요

- 추가적인 에너지 공급 없이 태양광에너지만을 이용하여 이산화탄소를 직접 전환, 포름산을 선택적으로  
제조할 수 있는 혁신적인 '광촉매-바이오촉매 융합' 이산화탄소 전환 기술



## 기존 기술대비 차별성

- 기존 광에너지 이용 이산화탄소 전환 기술은 주로 태양전지 등이 부가적으로 에너지를 시스템에 공급하여  
실용화에는 시스템 단가가 높고 전체적인 시스템이 복잡한 기술
- 반면 본 기술은 외부에서 추가적인 에너지 공급 없이 태양광에너지만으로 포름산과 같은 화합물을 선택적으로  
제조할 수 있는 친환경 광전환 기술
- 기존 이산화탄소 전환 기술의 한계점인 낮은 전환 효율과 선택성을 '광촉매와 바이오촉매의 융합'으로 동시에  
극복할 수 있는 차별화되고 미래 지향적인 기술



## 기술세부내용

- 태양광의 46% 이상을 차지하는 가시광을 이용할 수 있는 광촉매의 설계, 합성 기술 개발
- 기존 광촉매의 광효율 저하 문제를 개선하면서도 광촉매의 박막화에 의한 연속제조를 가능하게 하는 기술 개발
- 광촉매의 전자전달 메커니즘을 규명함으로써 광촉매의 태양광이용효율을 근본적으로 더욱 높힐 수 있는 새로운  
광촉매 개발 기술



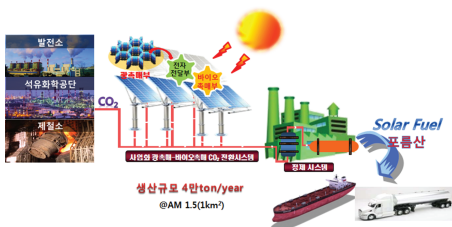
## 대상기술 특허현황

- 신규 3차원 트립티신 기반 고분자막 광촉매, 이를 제조하는 신규 합성방법, 이를 광촉매-효소 융합 시스템에  
적용하여 이산화탄소로부터 포름산을 제조하는 방법 (대한민국, 등록번호 10-2013904, 한국화학연구원)
- 신규 셀레늄 도핑 카본 나이트라이드 나노시트를 포함하는 광촉매 및 이를 광촉매-효소 융합 시스템에 적용하여  
이산화탄소로부터 포름산을 제조하는 방법 (대한민국, 등록번호 10-2108188, 한국화학연구원)
- 밴드 구조가 정밀 제어된 신규 공유결합성 유기구조체 광촉매, 이를 광촉매-효소 융합 시스템에 적용하여  
이산화탄소로부터 포름산을 제조하는 방법 (대한민국, 출원번호 10-2019-0121875, 한국화학연구원)



## 기술적용 및 응용분야

- 세계 최고 수준의 태양광 이용 광촉매-바이오촉매 CO<sub>2</sub> 직접전환 핵심 원천기술 확보 및 향후 실용화를 위한  
기반 기술로 활용
- 본 기술로 상용화 완료시 기존 화석연료 기반 포름산 생산 방법 대비 포름산 1ton 생산 시 394 kg CO<sub>2</sub> 순 감축  
효과 기대
- 지구온난화 문제 및 에너지, 환경문제를 동시에 해결할 혁신적 CO<sub>2</sub> 활용 기술 확보로 미래 신산업 창출



## 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄4 세부1



# 이산화탄소의 옥살산 전환 전기화학적 공정

(Electrochemical process of converting carbon dioxide to oxalic acid)  
- 서강대학교 신운섭 -



## 기술개요

- 간헐적인 신재생에너지 활용에 적합한 전기화학적 공정을 통해 온실가스인 이산화탄소를 전환하여 옥살산을 생산하는 기술



## 기존 기술대비 차별성

### 기존 문제점

- 일반적으로 황산 및 질산 존재 하에 glucose, sucrose 와 같은 탄수화물의 산화를 통해 생산되며, 온도에 매우 민감

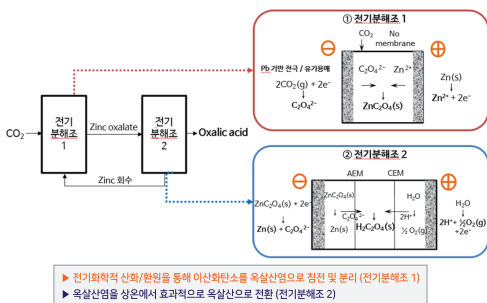
### 기술 차별성

- 온실가스인 이산화탄소를 원료로 전기분해를 통해 옥살산염을 생성한 후 옥살산으로 전환하는 기술로 상온/상압에서 반응이 진행되며 공정에서 소모되는 물질의 회수 및 재사용 가능



## 기술세부내용

- 유기용매와 희생전극아연을 사용하여 one pot cell에서 1차적으로 옥살산염을 생산하여 분리한 후 3 compartment cell에서 옥살산으로 전환하는 동시에 희생전극으로 사용된 금속을 회수하는 전기화학적 산화/환원 공정 기술
- 공정에서 소모되는 물질은 회수 및 재사용 가능



## 대상기술 특허현황

- 이산화탄소의 옥살산 전환 전기화학적 공정 (출원번호 KR10-1750279, PCT/KR2019/018664)



## 기술적용 및 응용분야

- 이산화탄소 저장 및 옥살산 활용 분야
- 신재생에너지를 활용한 전기화학적 이산화탄소 전환 기술분야

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄4 세부2



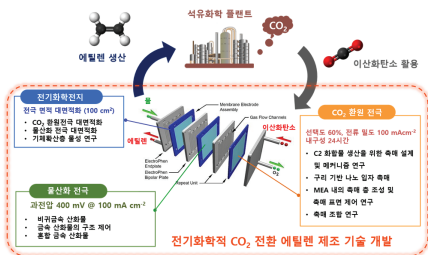
# 전기화학전지를 이용한 이산화탄소 전환 에틸렌 제조 기술 개발

- 한국과학기술연구원 황윤정 -



## 기술개요

- 재생에너지 기반 전기를 이용하여 물과 이산화탄소를 전환하여 산소 및 고부가가치 에틸렌을 제조하기 위한 촉매 개발 및 전기화학 시스템 기술 개발



## 기존 기술대비 차별성

- 막전극접합체 (MEA) 구조의 에틸렌 생산 디바이스(전해시스템)를 개발하여 CO<sub>2</sub> 기체의 공급이 문제였던 기존의 전기화학적 시스템과 차별하고, scale-up에 용이할 것으로 기대.
- 전기화학적 CO<sub>2</sub> 전환 에틸렌 제조 시스템 구현을 위한 세 가지 중점 요소 기술인 CO<sub>2</sub> 환원 촉매, 물산화 촉매, 전기화학적 전해 시스템 등을 개발하여 기술의 패키징화.



## 기술세부내용

- CO<sub>2</sub> 환원 촉매: 구리 기반 나노 입자의 촉매 표면 제어, 촉매 층 조성 및 구조 최적화를 통해 고선택적 에틸렌 생성 효율 달성 전략 개발 및 막전극 제작 기술 개발.
- 물산화 촉매: 비귀금속인 강철 폼, 니켈 폼 등을 기반으로 금속산화물 구조 제어 및 원소도핑 등을 통해 중성 전해질에서 우수한 산소 생성 반응을 보이는 촉매 개발.
- 전기화학적 전해 시스템 개발: 전기화학적 CO<sub>2</sub>전환 에틸렌 생성을 위한 MEA 디바이스 개발 및 이의 대면적화/스택화 기술 개발. 고전류밀도/낮은 과전압 조건 구동을 통해 고에너지 효율을 달성하고자 함.



## 대상기술 특허현황

- 전기화학적 흐름 전지, 이를 이용한 실시간 X-선 흡수법측정 시스템, 및 상기 흐름 전 지에 사용되는 전극 구조체 (KIST, 국내, 출원, 10-2018-0107890)
- 이산화탄소 환원 및 에틸렌 생산용 염기성 전기촉매, 이를 포함하는 전극과 장치, 및 상기 전극의 제조방법 (KIST, 국내, 출원 10-2019-0069562)
- 이산화탄소 환원 및 에틸렌 생산용 염기성 전기촉매, 이를 포함하는 전극과 장치, 및 상기 전극의 제조방법 (KIST, 미국, 출원 16/869,600)
- 가역적 촉매 활성을 갖는 이리듐 합금 촉매 및 이의 제조 방법(KIST, 국내, 출원 10-2020-0029668)
- 고효율 액상 생성물의 제조가 가능한 전기화학 장치(KIST, 국내, 출원 10-2020-0029669)
- 이산화탄소 환원용 전극촉매 및 그 제조 방법 (KIST, 국내, 출원 10-2020-0058372)



## 기술적용 및 응용분야

- 전기화학 촉매 및 반응기 기술, 실시간 분석 기술 등을 포함하며 소재부터 시스템까지 기술의 패키징 목표, 본 기술은 신재생 기반 CCUS 기술로서 새로운 기초화학원료 제조 공정으로 적용 가능할 것으로 기대.

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄5 세부1



# 재생에너지 보급 확대와 탄소 중립을 위한 Power-to-X (P2X) 기술

- 한국화학연구원 전기원 -



## 기술개요

- 이산화탄소와 수소를 화학원료 및 연료 형태로 전환하여 저장하는 기술



## 기존 기술대비 차별성

- ESS 대비 대용량, 높은 안정성, 저비용의 재생에너지 저장 수단
- 기존의 다단계 간접 전환 기술에 비해 간소화된 직접 전환 공정
- 변동성이 큰 재생에너지의 전력 공급 환경에 적합한 높은 안정성



## 기술세부내용

- 높은 CO<sub>2</sub> 전환율을 보이는 고효율 원천 촉매 개발
- 액체연료, 나프타, SNG, 올레핀 등 생산용 촉매 및 공정 최적화
- 탄소전환 효율이 높은 P2L/P2G 하이브리드 공정
- 단속적 운전에도 안정한 촉매 및 최적 운전방법 개발



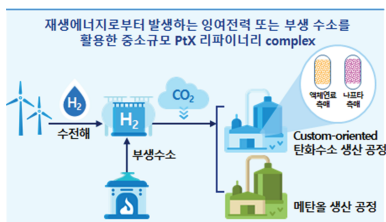
## 대상기술 특허현황

- 에너지 효율적인 이산화탄소의 직접 수소화 시스템 및 그 방법
- 이산화탄소의 수소화 반응용 이원 기능성 촉매 및 이를 이용한 탄화수소 제조 방법
- 가역적 산화-환원 변환제를 사용하여 이산화탄소 및 물로부터 일산화탄소와 수소를 생산하는 시스템 및 그 방법
- 이산화탄소 수소화 공정 및 그 시스템



## 기술적용 및 응용분야

- 재생에너지의 대규모 저장을 위한 P2X 공정
  - 대용량 ESS의 한계를 극복하는 재생에너지 저장 수단
  - CO<sub>2</sub>의 대량 감축 수단으로 2030년 기준 재생에너지의 10%를 액체연료로의 전환에 사용할 시, 연간 CO<sub>2</sub> 644만톤 저감, 액체연료/나프타 277만톤 생산 가능
- 철강, 정유, 화학 공정에서 발생하는 저순도 부생 수소\* 활용
  - \*수소연료전지 용도와는 달리 CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 등 불순물 허용
- 기존의 인프라와 산업체계를 유지하면서 탈탄소화(Decarbonization) 구현



# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄5 세부2



# CO<sub>2</sub> 직접 수소화 촉매 및 공정개발

(CO<sub>2</sub>로부터 메탄올을 합성하는 중온-저온 2단계 촉매반응공정 기술)

- 한국과학기술연구원 김홍곤 -



## 기술개요

- CO<sub>2</sub>를 수소와 반응시켜 높은 수율로 메탄올을 합성하는 중온-저온 2단계 촉매반응공정과 반응단계별로 최적화된 촉매



## 기존 기술대비 차별성

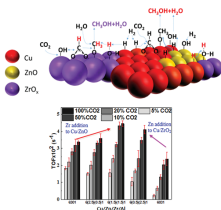
- 중온-저온 다단반응기와 반응생성물 중간회수장치 적용으로 메탄올 합성공정 효율 향상과 촉매비활성화 완화
- 반응단계별 최적촉매 개발로 메탄올 제조수율 향상



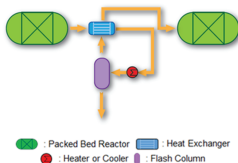
## 기술세부내용

- 빠른 CO<sub>2</sub> 전환이 필요한 1단계 중온반응용 CuZn계 촉매와 CO<sub>2</sub>/CO의 추가전환이 필요한 2단계 저온반응용 CuZn계 촉매의 조성 최적화와 제조방법 개발
- 기계학습법 기반 알고리즘 개발과 이를 통한 다단반응 적용 고효율 메탄올 합성공정 설계, 최적 운전조건 도출, 공정시험

### 다단반응 촉매



### 다단반응시스템



## 대상기술 특허현황

- 다단반응기로부터 배출되는 생성물 회수를 이용한 메탄올의 제조장치 및 제조방법 (KR 10-2131718, 2020)



## 기술적용 및 응용분야

- 이산화탄소 배출구가 특정된 화력발전소, 제철소와 재생에너지(태양광, 소수력) 결합 지역에 적용산촉매가 필요한 유기합성에 고체산을 활용함으로써 친환경 합성에 적용 가능
- 이산화탄소와 부생수소가 발생하는 정유, 석유화학 단지에 적용

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링





## 총괄5 세부4



# CO<sub>2</sub> 직접 수소화 촉매 및 공정 개발

(CO<sub>2</sub>로부터 직접 방향족 화합물 제조를 위한 촉매 및 공정 개발)

- 성균관대학교 김재훈 -



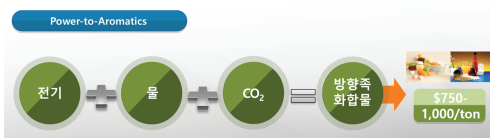
## 기술개요

- CO<sub>2</sub>로부터 직접 고부가 benzene, toluene, xylene, ethyl benzene (BTEX)를 포함하는 방향족 화합물을 합성하기 위한 탄담 촉매 및 촉매 공정



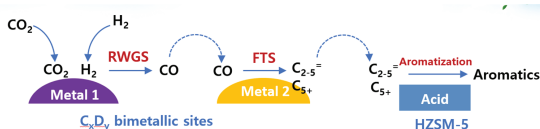
## 기존 기술대비 차별성

- Power-to-X의 경제성 향상을 위한 고부가 화학소재 제조
- 방향족 선택도 향상을 위한 신규 bimetallic 금속산화물/HZSM-5 복합촉매 개발



## 기술세부내용

- FeAlOx/Zn-doped HZSM-5@SiO<sub>2</sub> 촉매를 이용하여 FT 경로를 통한 CO<sub>2</sub>로부터 직접 고수율 방향족 화합물 합성
- GaZrOx/Zn-doped H-ZSM-5@SiO<sub>2</sub> 촉매를 이용하여 methanol-mediated 경로를 통한 CO<sub>2</sub>로부터 직접 고선택도 방향족 합성



## 대상기술 특허현황

- 국내 출원 및 등록된 특허 없음
- 해외의 경우 2018년 이후 10건의 특허 발표. 주로 중국 특허이며 1건의 미국특허
- 본 연구결과로 국내 특허를 출원 (10-2019-0175389, 2019.12.26.)



## 기술적용 및 응용분야

- 제조된 BTEX는 주로 폴리스타이렌, 나일론, 폴리에스터, 폴리카보네이트 등 고부가가치 엔지니어링 플라스틱의 원료로 사용
- 가솔린, 디젤, 항공유 등 수송용 액상 연료에는 약 15-20%의 방향족 화합물이 포함되어 있기 때문에 BTEX 이외 알킬화된 방향족 화합물은 액상연료로 활용 가능

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄6 세부1



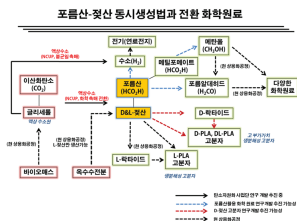
글리세롤 활용 이산화탄소 동시전환 불균일  
촉매 기술 개발

- 한국화학연구원 황영규 -



## 기술개요

- 유기성 폐자원인 글리세롤과 이산화탄소(탄산염)의 동시전환 촉매 공정을 통한 젖산 및 포름산 유도체 제조기술



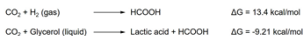
### 기존 기술대비 차별성

- 기존 이산화탄소 전환반응의 환원제인 고압 수소를 액상 수소원인 바이오매스로 대체, 젖산 및 포름산 유도체 동산 생산공정
- 타산화 & 에스테르화 동시 반응을 통한 경제적 생선물 회수 및 염기 재사용 방법 개발



## 기술세부내용

- 이산화탄소(탄산염) 및 글리세롤 동시전환용 불균일 촉매 원천기술 개발 (1세부)
- 탄산화 및 에스테르화 반응을 통한 생성물 회수 및 염기 재사용 공정 (1세부)
- 계산화합기별 활용 이산화탄소 - 바이오 알코올 동시전환 촉매탄생 (2세부)



### 대상기술 특허현황

- 불균일계 이산화탄소 전환 반응용 촉매 복합체 및 이의 제조방법 (KR10-2019-001662)
- 불균일계 이산화탄소 전환 반응용 촉매 복합체 (KR10-2019-0114800)
- 복합금속계를 활용한 이산화탄소 전환용 촉매복합체 제조방법 (KR10-2019-0148958)
- 개질된 금속골격체 및 이를 포함하여 이루어진 수소화반응 촉매 (KR0-2020-0069898)
- Preparation of heterogeneous bimetallic catalysts for CO<sub>2</sub> utilization (미국특허 출원중)



## 기술적용 및 응용분야

- 식품 포장재, 산업용 포장재, 자동차 및 건축자재용 봉지재
- 가죽, 고무, 사료 첨가제 및 연료전지

## 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄7 세부1



# 유기성 폐자원 활용 및 CO<sub>2</sub> 전환 기능성 고분자 소재 개발

(식물 및 이산화탄소로 만든 폴리우레탄 및 열분산 (TIM) 박막 소재)  
-성균관대학교 손성욱-



## 기술개요

- 식물 및 이산화탄소 화학전환을 통한 고분자 플랫폼 생산
- 식물 및 이산화탄소 유래 폴리우레탄 소재 개발
- 열분산제-폴리우레탄 복합 열분산 (TIM) 박막 소재 개발



## 기존 기술대비 차별성

### 기존 문제점

- 석유기반 고분자: 석유 고갈 및 환경 오염 문제
- 실리콘계 TIM 박막 소재: 시간에 따른 내구성 및 성능 저하
- 상용 TIM 박막 소재 열전도도 4 W/m·K

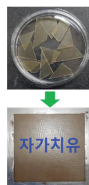
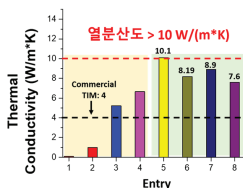
### 기술 차별성

- 이산화탄소 및 바이오매스의 그린탄소기반 고분자 소재
- 고탄성, 고내구성, 자가치유 성능 TIM 박막 소재
- 상용 TIM 박막 소재 열전도도 10 W/m·K 이상



## 기술세부내용

- 식물유래 펄란 유도체 및 이산화탄소유래 카보네이트를 내포 폴리우레탄 고분자 소재
- 은, 구리, 활성탄, 탄소나노튜브, 그래핀, 질화붕소 등의 열전도성 물질이 균일하게 분포된 폴리우레탄 복합 소재 개발
- 열전도도 10 W/m·K 이상 TIM 박막 소재



## 대상기술 특허현황

- 바이오매스 유래 폴리우레탄 및 불밀링을 이용한 이의 제조 방법  
(대한민국, 출원번호:2020-0063908, 성균관대학교)



## 기술적용 및 응용분야

- 전자회로, 배터리등의 발생하는 열을 효과적으로 방출하게 하는 소재
- 전자 부품에 스티커 형태로 사용함
- 사용처: 다이오드, CPU, 전자제품, 전기차 배터리 등

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄7 세부3



# 유기성 폐자원 활용 퓨란계 폴리머 플랫폼 제조 촉매공정 개발

(유기성 폐자원 이용 퓨란 다이올 생산 공정)

- 한양대학교 서영웅 -



## 기술개요

- 유기성 폐자원으로부터 5-(hydroxymethyl)furfural (HMF) 확보기술 개발
- 퓨란 다이올 생산을 위한 HMF 수소화 반응용 촉매 개발 및 반응 최적화



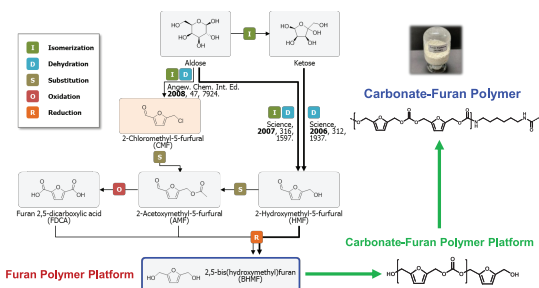
## 기존 기술대비 차별성

- 중래의 퓨란계 단량체가 가지는 낮은 용해도 및 열적 불안정성을 극복할 수 있는 퓨란 다이올을 유기성 폐자원으로부터 확보하기 위한 고효율 촉매 소재 및 반응분리공정 기술



## 기술세부내용

- 유기성 폐자원 유래 물질의 반응-분리를 통한 HMF 추출 및 농축 기술
- HMF 용액의 수소화 반응을 위한 고효율 구리담지 촉매 합성
- 퓨란 다이올 생산을 위한 수소화 반응기술 최적화



## 대상기술 특허현황

- 구리 담지 촉매 및 이를 이용한 퓨란계 화합물의 선택적 수소화 방법 (대함니국 출원번호 10-2019-0146415, 한양대학교 산학협력단)



## 기술적용 및 응용분야

- 퓨란 다이올 기반 바이오폴리머 소재 개발에 적용
- 유기성 폐자원 유래 HMF를 다양한 물질로 전환하는데 활용
- 개발한 구리 담지 촉매를 다양한 수소화 반응에 적용

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄8 세부1



# 고효율·고순도 바이오가스 생산 기술

- 한국과학기술원 강석태 -



## 기술개요

- 유기성 폐기물로부터 바이오가스를 생산하는 공정에 전도성 구조체를 투여하여 생산속도를 30% 이상 향상시키는 기술
- 메탄에 비해 상대적으로 높은 용해도를 가지고 있는 이산화탄소와 황화수소를 고압에서 용해시켜 고순도 바이오가스를 생산하는 기술



## 기존 기술대비 차별성

### 기존 문제점

- 느린 바이오가스 전환 속도 및 고농도 황화수소로 인한 바이오가스의 저급 활용
- 높은 고순도화 비용 (생산비용의 2~3배)

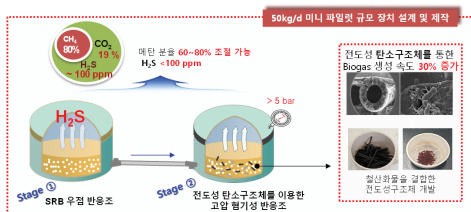
### 기술 차별성

- 바이오가스 반응조 전단의 황화수소 발생조를 이용한 선제적 황화수소 제거
- 반응조의 자가발생 압력을 이용한 바이오가스 고순도화 및 교반 동시 달성



## 기술세부내용

- Stage 1 : 황산환원균 활성도 극대화조건에서의 운전을 통한 황화수소의 선제적 제거
- Stage 2 : 전도성 구조체 투여 및 자가발생압력을 이용한 고속/고순도 바이오가스 생산



## 대상기술 특허현황

- 가스순환을 이용한 고순도 메탄 생산 장치 및 방법(대한민국, 등록번호 : 10-1990059, 한국과학기술원)
- 이산화탄소 전환용 고압 반응조 및 이의 운영 방법(대한민국, 등록번호 : 10-2140710, 한국과학기술원)



## 기술적용 및 응용분야

- 고효율 유기성폐기물 (음식물쓰레기, 축산 분뇨 등) 혐기성 소화시설의 신규 설치 및 기존 시설 업그레이드

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄8 세부2



# 유기성 폐자원 유래가스 초청정 전처리 요소기술 개발

(청정연료 생산을 위한 초청정 바이오가스 정제 기술)

- 한국에너지기술연구원 백일현 -



## 기술개요

- 흡수 및 흡착 분리소재를 이용한 청정연료 생산 원료로 활용이 가능한 바이오가스의 초청정 정제 공정 기술 (황화수소 농도 : <10ppb)



## 기존 기술대비 차별성

- 저농도 황화수소에 대한 선택성이 높은 흡수 및 흡착 분리소재를 이용한 공정 최적화 및 단순화를 통해 기존 대비 장치비 및 운전비 절감할 수 있는 경제성이 확보된 황화수소 제거 기술



## 기술세부내용

- 황화수소를 분리하기 위해 기존 흡수제보다 흡수능이 320% 높은 신규 흡수제 및 흡수제 탈거 공정에서 에너지 절감을 위한 재생 기술 개발
- 금속산화물, 바인더, 가소제, 소포제, 보강제, 무기바인더의 최적 조합을 통한 기존보다 경제성이 높은 바이오가스 정제용 흡착제 개발
- 액체연료 생산 공정 적용 촉매의 피독 방지에 대응할 수 있는 초청정 2단(흡수+흡착) 정제공정 개발



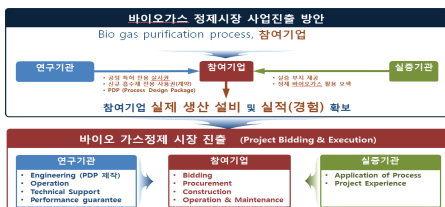
## 대상기술 특허현황

- 전기금속 산화물 촉매를 이용한 산성가스 제거용 흡수제 재생방법, 국내 등록번호: 10-2096862 (2020. 3.)
- 산화물 및 탄산염 혼합 촉매를 이용한 산성가스 흡수제의 재생방법, 국내 등록번호: 10-2104293(2020. 4.)
- 청정연료 생산을 위한 바이오가스 정제 시스템 및 방법, 국내 출원번호: 10-2018-0076963, (2019.6.)
- 개질된 제올라이트 촉매를 이용한 산성가스 흡수제의 재생방법, 국내 출원번호: 10-2020-0064241(2020.5.)
- 철 킬레이트 흡수제를 사용한 초청정 산성가스 분리 시스템 및 방법, 국내 출원번호: 10-2020-0064242 (2020.5.)
- 바이오가스내 산가스 흡수제 및 이를 이용한 바이오가스 정제시스템, PCT 출원번호: KR2020/004190 (2020.3.)
- 바이오가스내 황화수소 흡착제 및 이를 이용한 바이오가스 정제 시스템, PCT 출원번호: KR2020/004196 (2020.3.)
- Acid gas absorbent in biogas and biogas purification system, 미국 출원번호: 16/772, 118 (2020.6.)
- Hydrogen sulfide adsorbent in biogas and biogas purification system, 미국 출원번호: 16/772, 155 (2020.6.)



## 기술적용 및 응용분야

- 유기성 폐기물로부터 생산된 바이오가스 중 불순물을 초청정 정제하여 온실가스 저감(액상연료, 수소 등) 기술로 활용할 수 있으며, 더불어 유기성 폐기물 매립과 소각시 발생하는 악취 및 불순물 처리기술 및 산성가스 처리 산업(환경분야, 석유화학, 제철 등)으로도 활용이 가능함



# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링



## 총괄8 세부3



# 유기성 폐자원 유래 바이오가스로부터 액체연료(C5-C20) 선택적 제조 3D 구조 모듈형 촉매 및 공정 개발

- 한국화학연구원 과근재 -



## 기술개요

- 3D 프린팅 기술을 이용한 3D 구조 촉매 제조 기술
- 액체연료 (가솔린, 디젤) 직접 선택적 생산을 위한 3D 구조 촉매 제조 기술



## 기존 기술대비 차별성

### 기존 문제점

- 기존 촉매 구조는 대부분 모노리스와 폼타입의 구조체임
- 기존 기술은 세부적인 촉매 구조제어가 어렵고, 제조특성 상 특정 모양만 제조 가능
- 3D 프린팅 촉매제조기술은 원천기술개발 수준

### 기술 차별성

- 3D 프린팅 기술을 이용한 촉매구조제작의 자유도가 높음
- 반응시스템의 구조에 맞는 촉매 제조 가능
- 구조체 촉매로 액체연료 제조 반응에서 기존 촉매 구조보다 높은 성능을 보임



## 기술세부내용

- 촉매구조체 3D 프린팅용 잉크 제조 기술 확보
- 3D 프린팅 잉크용 세라믹 소재 및 무기바인더/유기바인더 확보
- 구조체 촉매의 구조 다양화를 통한 촉매 성능 개선 확인



## 대상기술 특허현황

- 촉매구조물 10-2018-0062841 (2018. 5. 31) (출원/등록)
- 촉매용 잉크, 10-2019-0046927 (2019. 4. 22) (출원)
- 촉매구조물 PCT/KR2019/006595 (2019.5. 31) (PCT출원)
- 액체연료제조용 촉매구조물 10-2019-0078864 (2019.7.1.), 10-2019-0126371 (2019.10.11.), 10-2019-0166065 (2019.12.12.) (3건 출원)



## 기술적용 및 응용분야

- 3D 구조 촉매 구조체 제조기술
- 바이오가스로부터 청정액체연료 제조용 원천촉매 기술

# 2020 차세대 탄소자원화 연구단 R&BD 파트너링

