

2022년도
에너지기술개발사업
연구개발과제기획보고서

**시장선도형 CCU 전략제품
생산기술 실증사업**

무단 전재 및 재배포 금지

한국에너지기술평가원의 허락 없이 본 문서를 온라인 사이트 등에 무단 게재, 전재하거나 유포할 수 없습니다.

제3자의 기획보고서 및 관련자료의 재활용시 따를 수 있는 책임소재는 한국에너지기술평가원에 없음을 알려드립니다.

목 차

I . 동향분석	1
1. 개 요	
2. 산업·기술동향	
3. 특허동향	
4. 표준화동향	
5. 정부R&D 지원현황	
6. 시사점	
II . 기획대상연구개발과제 도출	30
1. 연구개발과제기획방향	
2. 개발위험 관리방안	
3. 기획연구개발과제 기술개요서	

이 보고서 내용중 일부는 아래 기획보고서 내용에서 복사, 발췌, 편집하였음을
미리 밝혀 둡니다.

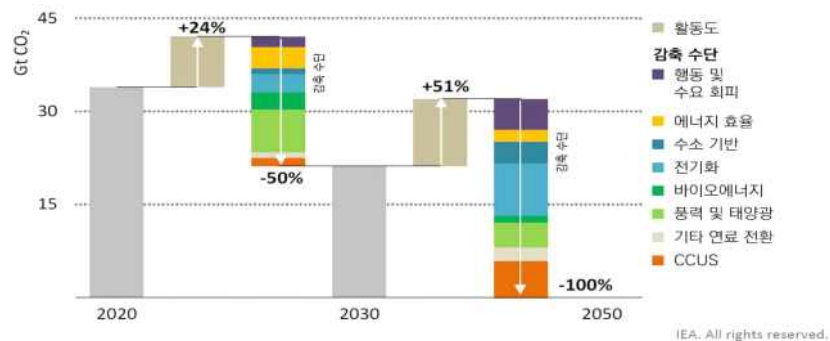
- 가스 발전/스팀생산 설비 연소중 CO₂ 포집·활용 기술개발사업(2020)
- 다부처 대규모 CCS 통합실증 및 CCU 상용화기반구축사업(2021)
- 제철공정 내 CO₂ 회수·활용 기술개발사업(2021)
- Net-Zero수요관리(에너지수요관리핵심기술개발사업 내역사업, 2021)

1. 개 요

□ 개 념

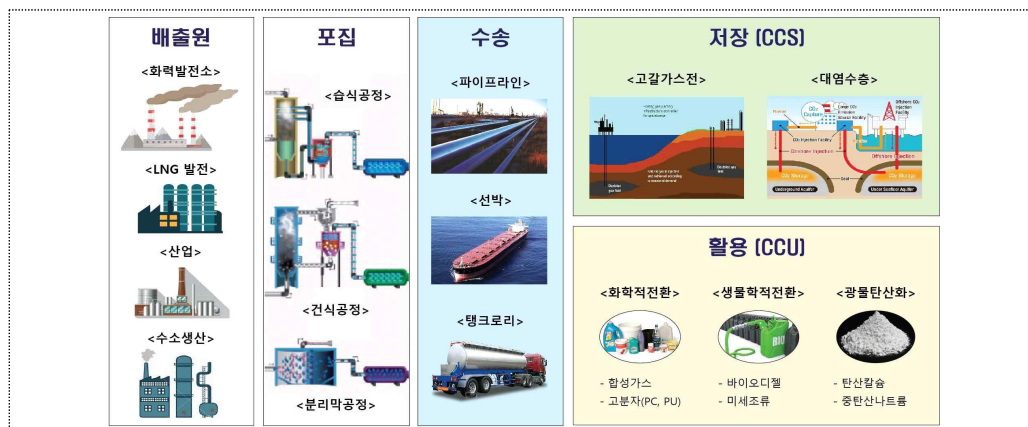
- (온실가스 감축 수단) 최근 IEA는 탄소중립을 위한 온실가스 감축 주요 수단으로 에너지 효율 향상, 전기화, 재생에너지, 바이오에너지, 수요 회피, CCUS* 등이 있으며 CCUS 기여도는 18%로 전망(Net Zero by 2050)

* 이산화탄소 포집·활용·저장(Carbon Dioxide Capture, Utilization and Storage)



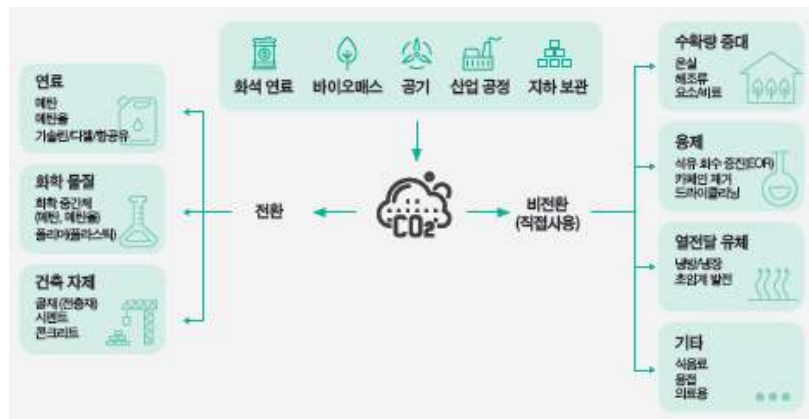
[그림 1] 2050년 순 무배출 시나리오의 2020년 대비 감축수단별 전 세계 연간 CO2 감축량(Net Zero by 2050, IEA, 2021)

- (CCUS) CCUS는 화석연료를 사용하면서 발생하는 CO2를 포집한 후 안전하게 육상 또는 해양지중에 저장하거나 CO2를 연료 및 화학제품과 같은 유용한 물질로 전환하여 활용하는 기술



[그림 2] CCUS 전주기 개념도(에너지데일리, 원본: 산업통상자원부)

- (CCU) CCU 기술은 이산화탄소를 활용하여 제품의 원료로 사용하는 기술로 크게 비전환 및 전환기술로 구분
 - 이산화탄소를 그대로 사용하는 비전환 활용 기술
 - 이산화탄소를 유용한 제품으로 전환하는 기술(화학적 전환, 생물학적 전환, 광물(탄산)화)

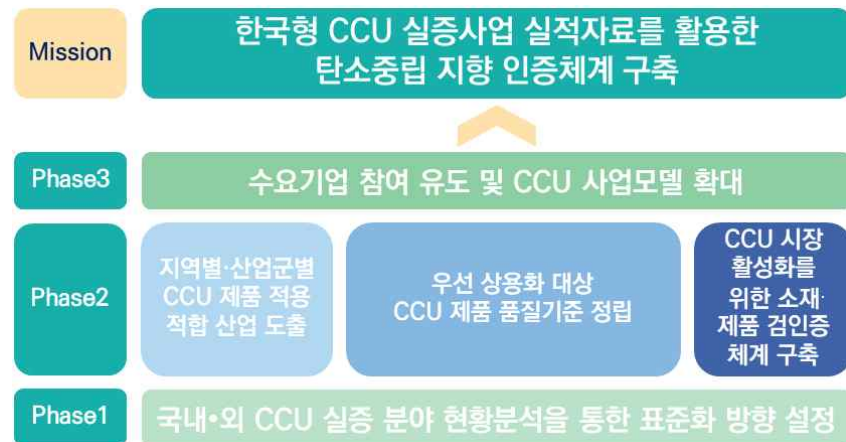


[그림 3] 이산화탄소 활용 기술의 분류(CCU 기술백서, 2019(원본: IEA, 2019))

□ 기획 방향

- (CO₂ 활용 일산화탄소 생산) CO₂의 건식개질 촉매 전환으로부터 플랫폼 원료물질인 일산화탄소를 대량 생산하기 위한 수요지향형 기술 신뢰성 확보 및 상용화급 통합공정 핵심기술 개발
- (CO₂ 활용 메탄올 생산) CO₂ 및 온실가스 감축효과를 고려한 환원제 활용을 통한 메탄올 대량생산 기술 신뢰성 확보 및 통합공정 핵심기술 개발
- (CO₂ 활용 폴리카보네이트 생산) CO₂를 원료로 촉매 및 공정기술을 개발하여 시장이 기확보된 폴리카보네이트 제조
- (CO₂ 활용 무기탄산염 생산) 해양부산물(해수담수화 농축수, 염전 간수 등)을 이용하여 고순도 무기탄산염(탄산마그네슘, 중탄산나트륨 등) 제조 기술 개발
- (CCU 제품 인증 및 표준화 지원) 우선 상용화 대상 CCU 전략제품에 대한 시생산 실적자료* 구축, 탄소중립 관련 신시장 창출을 위한 소재 및 제품별 표준화 방안 수립, 신규 인증제도 제안, 스타트업 및 중소기업 대상 CCU 전략제품 연계 시작품·시제품 생산 지원

* 수요기업이 CCU 기술 도입 시 참고자료로 활용 가능한 Track Record(공정 및 제품 기술자료 일부 포함)



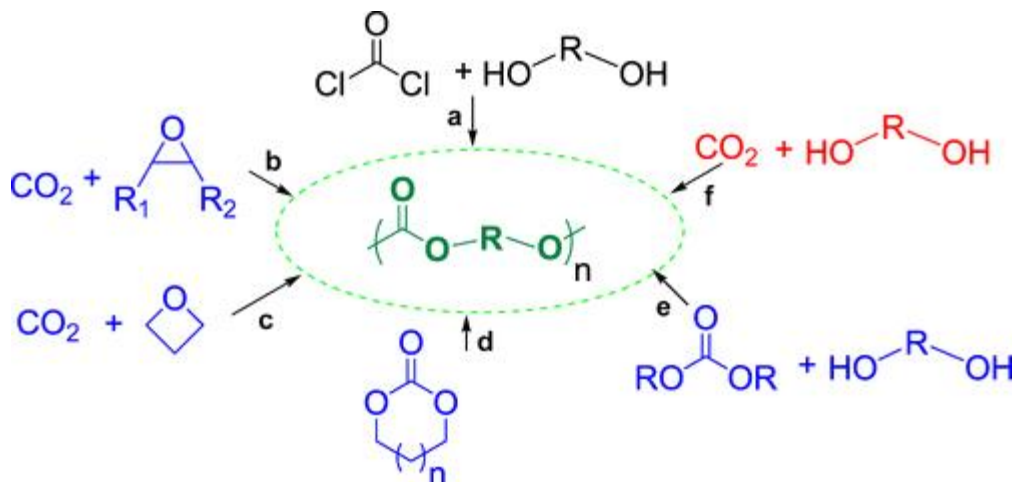
[그림 4] CCU 제품 인증 및 표준화 지원 개념

□ 주요 이슈

- '30년 CCUS 기술을 통한 국가 온실가스 감축 목표를 연간 1,030만톤으로 설정
- 국가 온실가스 감축 목표에 기여하기 위해서는 관련 산업계가 채택할 수 있는 맞춤형 CCUS 기술을 정부주도하에 개발하는 것이 필요
- 녹색성장 5개년 계획('19): 2030년 CCUS 기술을 통한 국가 온실가스 감축목표를 CCS 400만 톤, CCU 630만 톤으로 구체화
- CCU 제품 시장을 선도할 수 있는 CCU 기술 및 제품 생산 기술을 개발하여 국가 온실가스 감축 목표에 기여가 절실
- **(CO₂ 활용 일산화탄소 생산)**
 - CO₂를 활용하여 제조가능한 일산화탄소(합성가스)는 메탄올과 같은 플랫폼 화합물을 비롯하여 초산, 폴리케톤 등 여러 화합물 제조에 사용
 - 그러나, 온실가스 저감 효과, 제품 CO의 수율 및 순도, 촉매의 수명, 공정의 안정성 등 해결해야 할 기술적, 경제적 이슈사항이 존재하며, 기술개발을 통해 이슈사항을 해결하고 CCU 제품의 상용화 촉진 필요
- **(CO₂ 활용 메탄올 생산)**
 - CCU 제품 중 파급성, 범용성이 높아 플랫폼화합물로 평가되는 메탄올은 시장규모, 부가가치, 감축효과 등이 측면에서 수요가 높음
 - 그러나, 온실가스 감축효과, 경제성 등의 이슈로 아직 국내에서 상용화된 CO₂ 활용 메탄올 생산 기술이 거의 없는 상황이어서 국내에서 개발중인 기술을 조기 상용화(국산화)하여 온실가스 감축과 CCU 시장 선도 필요

○ (CO₂ 활용 폴리카보네이트 생산)

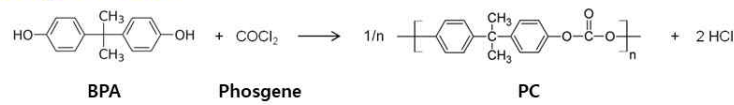
- 국내에서는 폴리카보네이트를 phosgene 공정과 DMC(dimethyl carbonate)를 경유하는 non-phosgene 공정으로 제조되고 있으나, phosgene 공정의 경우 유독가스를 원료로 활용함에 따라 설비 운영의 안전과 부산물인 HCl의 원활한 처리에 대한 이슈가 발생
- 이에 반해 non-phosgene 공정의 경우 CO₂를 원료로 활용할 수 있으며, 부산물의 재순환이 가능한 친환경 공정으로 해외의 경우 기존의 phosgene 공정 대비 환경적인 안정성 때문에 신규 플랜트는 non-phosgene 공정으로 대체되고 있음
- 폴리카보네이트를 제조는 카보네이트 작용기를 포함하는 원료를 이용하거나 폴리카보네이트 합성중 CO₂를 직접 공급하는 방법 등 다양한 방법으로 제조 가능



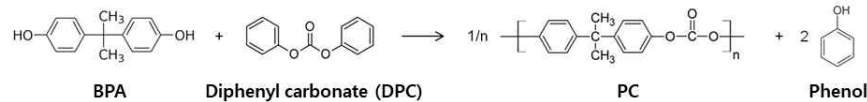
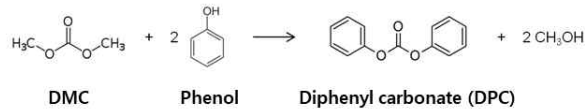
[그림 5] 다양한 폴리카보네이트 제조 방법

- 국내의 non-phosgene 폴리카보네이트 공정은 해외기술(Shell Omega, Asahi-Kasei 공정)의 도입을 통해 건설되고 운영되고 있으며, DMC는 KPX케미칼과 롯데케미칼에서 제조되고 있고, 이를 원료로 롯데케미칼에서 폴리카보네이트를 제조하고 있음
- 국내외 시장이 이미 구축되어 있으나, 자동차 경량소재 및 건축용 소재로의 적용이 확대되고 있으므로 기술개발을 통한 자체공정을 구축하여 공정기술의 국산화를 추진할 필요가 있음

■ Phosgene Process



■ Non-Phosgene Process



[그림 6] 폴리카보네이트 제조반응

- 친환경 기술로 알려진 Asahi-Kasei 공정의 non-phosgene 방법은 원료로 DMC를 사용하고 DMC를 제조를 위한 다양한 상용공정이 있으며, 최근 추세는 CO₂에서 직접 DMC를 제조하는 연구가 활발

<표 1> 다양한 DMC 제조 방법

제조기술	반응식	특징	비고
Phosgene법 (Bayer)	$\text{MeOH} + \text{NaOH} + \text{COCl}_2 \rightarrow \text{DMC} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	-부식성, 독성	최초 상업 공정
에스테르교환법 (Asahi-Kasei)	$\text{EO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{EC}$ $\text{MeOH} + \text{EC} \rightarrow \text{DMC} + \text{EG}$	- Plant site 제한적 (EO 수송문제) - 분리정제難 - 고온·고압	국내 도입 공정
메탄올 산화법 (CB&I, Dow)	$\text{MeOH} + \text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{DMC} + \text{H}_2\text{O}$	-CO 사용(독성) -부식성 및 폭발성	
Methyl Nitrate법 (Ube)	$\text{MeOH} + \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{ONO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{ONO} + \text{CO} \rightarrow \text{DMC} + \text{NO}$	-CO, NO 사용 -부식성 및 폭발성	
직접합성법	$\text{MeOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{DMC} + \text{H}_2\text{O}$		상용공정 없음
Urea Methanolysis	$\text{CO}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{Urea} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{MeOH} + \text{Urea} \rightarrow \text{DMC} + \text{NH}_3$		중국 상용 공정, 국내 RIST 파일럿

○ (CO₂ 활용 무기탄산염 생산)

- 무기탄산염 생산 기술은 천연광물, 산업부산물 등에 존재하는 알칼리 양이온과 CO₂의 반응을 이용하며, 국내의 경우 산업부산물 발생량이 많아 이를 활용한 기술개발 당위성이 높음
- 산업부산물(염전 간수, 해수담수화 농축수, 석탄회 등)을 이용한 무기탄산염(MgCaCO₃, NaHCO₃ 등) 생산기술은 온실가스 감축과 해외 수입에 의존하고 있는 광물자원의 국내 생산이 가능한 장점이 있음
- 경제적 관점에서 광물탄산화는 국가 온실가스 감축 목표 달성에 중요한 수단 중 하나로 이산화탄소 감축뿐만 아니라 수입에 의존하고 있는 광물자원의 수입 대체 효과를 가져올 수 있는 기술 필요
- 산업에 활용 가능한 CCU 제품 확보를 위해서는 물질 특성 (예, 순도, 입도 등)을 만족할 수 있는 제품 생산 기술이 요구됨
- 무기탄산염 (예, 탄산마그네슘 등)의 경우, 수입에 의존하고 있는 상황이며 전세계적으로 자원 경쟁이 치열하게 전개되고 있는 점을 고려할 때, 국내 시장의 안정성을 유도할 수 있는 대체 기술 개발 및 인프라 구축이 무엇보다 필요한 상황

○ (CCU 제품 인증 및 표준화 지원)

- 국가 탄소중립을 위한 정책 및 투자는 증가하나, CCU 관련 시장 및 제도가 정책을 뒷받침하지 못하고 있는 실정
- 2025년 예상되는 CCU 기술 상용화 시점에서 시장진입과 활성화를 위해 CCU 제품 표준화는 물론 검·인증 체계 정립이 기술개발 단계부터 준비 필요
 - * CCU 제품의 성공적인 시장진입과 스타트업 기업 육성에 필요

⇒ (지향점) 국내 실정에 맞는 CCU 제품 생산활동 촉진 및 新시장 창출을 위한 표준화, 인증제도 구축(스타트업 기업 창출)

- * 예시) 석유화학 제품군에서 원·부재료의 일부를 CCU 소재로 대체 가능한 경우 제품 총량의 5% 내외에서 CO₂ 활용 소재(Platform Chemicals) 첨가 의무화

2. 산업·기술 동향

□ 해외 동향

○ 정책 동향

- 미국, 영국, 독일, 일본 등 주요국이 발표한 장기 저탄소 발전전략(안)*에서 CCUS 기술을 핵심 전략 수단으로 포함

* (미국) Mid-Century Strategy for Deep Decarbonization, (영국) The Clean Growth Strategy, (독일) Climate Action Plan 2050, (일본) Long-term Strategy under the Paris Agreement 등

- (미국) '45Q Tax Credit' 정책으로 CO2를 포집·저장·활용하는 시설에 세액공제* 혜택을 확대 제공('18)

* 저장 \$36/톤(現) → \$50/톤('50), EOR \$24/톤(現) → \$35/톤('50), 활용 \$24/톤(現) → \$35/톤('50)

- (EU) 주요 R&D 프로그램* 등을 통해 기술개발 집중 지원하고, 의무사용 재생연료 범위에 CCU연료를 포함하도록 제도 개선**('18.6)

* Innovation Fund, Horizon 2020 등, ** Renewable Energy Directive II ('18)

○ 기술 동향

- 미국 연방 정부의 에너지부(Department of Energy, DOE)는 CO2 전환 기술을 미래 기술로 선정하여 많은 R&D 투자를 지원하고 있으며 특히 민간기업의 CCU 기술개발을 적극적으로 추진 중임

○ 산업 동향

- 독일, 미국에서는 플라스틱, 화학원료를 생산하는 CCUS 기술을 통한 신산업이 시장에 진입하였음

* 전환기술은 독일 Covestro(구 Bayer사)에서 CO2 기반 폴리우레탄 생산 상용기술을 확보하고, 최종 제품인 매트리스를 시장에 출시하였음

○ (CO₂ 활용 일산화탄소 생산)

- 대부분 기술적 한계를 넘지 못해서 상용화 단계에 진입하지는 못한 실정이나 메탄 등의 환원제를 활용한 CO2 개질 반응에 의한 일산화탄소 제조 관련 연구는 경쟁적으로 활발히 진행되고 있으며, 감축효과를 고려한 기술을 선점하는 것이 시급한 상황

* CO2 개질 반응을 위한 다양한 촉매들이 개발됐으나 현재 니켈 및 코발트 계가 주를 이루고 있으며, CO2 개질 반응에 높은 활성을 나타내는 것으로 보고되고 있음

* CO2 개질 반응은 기존의 메탄 수증기 개질과의 공정 유사성으로 인해 상용화가

상대적으로 높은 것으로 평가되고 있으나, 상대적으로 높은 반응 온도, 탄소 침적에 의한 촉매의 장기 안정성 등이 주요한 기술적 한계로 이슈화 되어 있음

- * 독일 린데(Linde) 사 등에서 건식 개질 기술 실증을 위한 파일럿 규모의 개질 설비를 건설한 바 있으며, 천연가스를 이루는 핵심 성분인 메탄과 CO₂를 결합해 일산화탄소와 수소로 구성된 합성가스를 생산하는 공정을 운전하였음

○ (CO₂ 활용 메탄올 생산)

- 아이슬란드의 Carbon Recycling International (CRI)사에서 이산화탄소의 수소화에 의한 메탄올 생산 공정*을 2013년 상업화.
- * 상기 공정은 지열 발전소로부터 이산화탄소를 포집하고 생산된 전기에너지를 이용하여 물을 전기분해하여 얻어진 수소로부터 메탄올을 합성하여 바이오디젤 생산을 위한 원료물질과 가솔린 혼합첨가제로 판매하고 있지만 국내 여건에는 적합하지 않은 기술로 평가되고 있음
- 따라서 각국의 상황에 적합한 온실가스 감축형 메탄올 합성 기술, 즉 다양한 환원제 활용, 맞춤형 촉매 및 공정 개발에 적극 투자중

○ (CO₂ 활용 폴리카보네이트 생산)

- 해외 폴리카보네이트의 연간 생산량은 약 400만톤이며, 대부분 Phosgene process이나, non-phosgene process의 신규 플랜트가 증가하는 추세
- 중국을 중심으로 생산량이 증가하고 있는데, 중국의 경우 신규플랜트는 석탄을 기반으로 하여 Urea를 제조하고 이를 메탄올과 반응하여 DMC를 제조하는 공정을 적용

○ (CO₂ 활용 무기탄산염 생산)

- 미국 Calera社는 전기화학 공정을 이용, NaOH 합성 및 해수 내 Ca나 Mg 이온을 배가스 중의CO₂와 반응하여 탄산칼슘 또는 탄산마그네슘 합성하는 공정 개발. 미국 Skyonic Corporation은 광물탄산화 공정 이용, CO₂를 탄산수소나트륨 (베이킹 소다) 및 기타 산업 활용이 가능한 물질로 전환하는 SkyMine 공정 개발하여 운전('14.10월)
- 네덜란드 Twence는 2014년부터 CO₂ 포집 기술을 개발한 이래로 매년 약 3천 톤 규모의 중탄산나트륨을 생산하며, '21년까지 연 10만톤 규모의 이산화탄소 포집 설비 구축 목표
- 일본 Itochu 그룹은 호주에 본사를 둔 국제적 광물탄산화 기업인 MCI 협력 연구를 통해 산업부산물로부터 산업 활용이 가능한 탄산염 광물 생산 기술 실증('21.5월)

○ (CCU 제품 인증 및 표준화 지원)

- 대표적인 해외 인증체계*는 전과정평가(LCA) 또는 PAS2060 표준을 따르고 있으며, Carbon Offset에 대한 '제3자 인증'임
- 현재의 인증체계는 제품 자체에 초점을 두기보다는 제품 생산과 관련된 모든 활동에서 기업의 개선활동이 온실가스의 절대적 감축여부에 초점을 두고 평가를 하고 있음

* Carbon Trust(영국 등), The CO2-Neutral® label(벨기에), Climate-neutral Product(독일), Carbon Offset 제삼자 인증 기준(カーボン・オフセット第三者認証基準, 일본)

□ 국내 동향

○ 정책 동향

- UNFCCC 당사국총회인 COP15('09.11, 덴마크)에서 발표된 2020년까지 BAU대비 30% 감축목표 달성을 위한 국가 CCS 종합추진계획수립('10.7)

* 국조실(녹색성장지원단)이 총괄하고, 과기부(원천기술학보), 산업부(실증·상용화), 해수부(저장소 확보), 환경부(제도개선) 등 역할을 분담

- 종합계획에 대한 부처별 이행이 지연되어, 수정된 계획을 온실가스 감축로드맵수정안('18.7) 및 제3차 녹색성장5개년계획('19.5)등에 반영

* (지연사유) 대규모 저장소 미확보, 포항 지진에 따른 저장 실증사업 지연 등

* (감축목표) '30년부터 CCUS를 통해 연 1,030만톤 감축(CCS 400만톤, CCU 630만톤)

- [2030에너지신산업육성전략](2015)은 2030년 CCS 기술을 통한 온실가스 감축 목표를 연간 400만 톤으로 설정하고 대규모 CCS 통합실증에 필요한 기술 확보를 위한 중규모 CCS 실증사업의 지속적인 추진을 선언

- [국가온실가스감축 기본계획 및 기본로드맵]은 2016년 수립되고 파리 협정 체결 및 발효 이후인 2018년 수정안을 통해, 2030년 CCUS 기술을 통한 국가 온실가스 감축 목표를 연간 1,030만 톤으로 설정

- [녹색성장5개년계획](2019)은 2030년 CCUS 기술을 통한 국가 온실가스 감축목표를 CCS 400만 톤, CCU 630만 톤으로 구체화하고, (1) 지속적인 CCS 실증사업의 추진, (2) 해양 대규모 저장소의 확보 노력 강화, (3) CO₂ 활용기술 개발, (4) CCUS 통합추진체 구성과 기반구축을 주요 추진과제로 제시

- (기술 동향) 국내에서도 다양한 화학 원료를 제조하기 위한 연구개발을 지속 추진 중

- * CO₂ 전환 촉매기술에 기반한 일산화탄소(CO), 초산, 개미산, 폴리올, 알킬렌 카보네이트, 디메틸카보네이트(DMC, Dimethyl carbonate) 등 다양한 중간화학물질 또는 고분자 물질을 생산하는 화학원료 화 기술이 연구된 바 있음

○ 산업 동향

- 화학기업 및 발전소를 중심으로 CO₂를 원료로 사용하거나 포집 CO₂의 효율적인 처리를 위한 기술로 CCUS 기술 개발 및 도입을 검토
- CO₂ 저감 및 배출권시장 활성화를 위해서 기술사업화가 가능한 상용화 기술개발을 통해 대량의 CO₂ 처리가 가능한 화학적, 생물학적 전환 및 광물탄산화 기술의 개발이 요구

<표 2> 국내 주요 기술 개발 동향

기술분야	보유(연구)기관	화학 연료·원료
촉매전환 (화학원료 및 제품)	한국화학연구원 (주)부흥산업사	CO(합성가스), 초산
	RIST	폴리올, DMC
	SK 이노베이션	폴리프로필렌 카보네이트
	한국화학연구원 KIST	개미산, 메탄올

○ (CO₂ 활용 일산화탄소 생산)

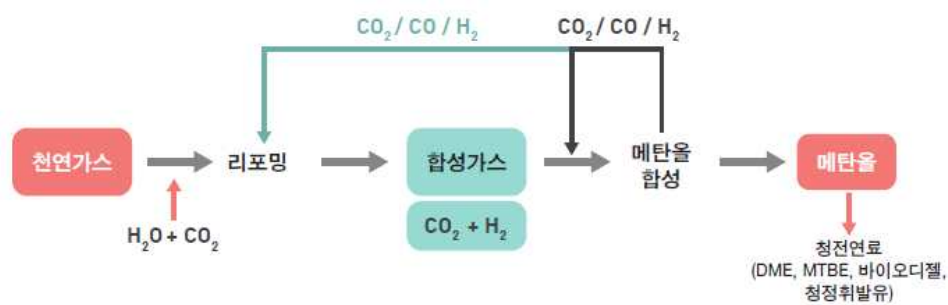
- (기술 동향) 한국화학연구원에서는 기관 주요사업, 과기부, 산업부 지원으로 1990년대부터 다양한 화학제품, 연료, 고분자 등 CO₂ 활용 탄화수소 제조기술을 개발하기 시작
- * 기관 주요사업으로 합성가스(또는 일산화탄소)는 석유화학 및 정밀화학 공정에 공급하는 원료를 대체할 수 있는 중요한 플랫폼 화합물로서, CO₂ 전환 합성가스(또는 일산화탄소) 기술 상용화 연구가 집중적으로 추진 중
- * 기술개발 역량을 토대로 2013~2017년에는 산업통상자원부에서 지원을 받아 합성가스와 초산을 생산하는 20톤/년 규모의 파일럿 플랜트 실증 사업을 성공적으로 수행한 바 있으며, 해당 기술은 현재 (주)부흥산업사의 주도하에 울산 산업단지 내에서 5,000톤/년 규모의 데모 플랜트 실증사업으로 발전하여 추진



[그림 7] CO₂ 전환 일산화탄소 등 제조 공정 모식도

○ (CO₂ 활용 메탄올 생산)

- (기술 동향) 액상 탄화수소 외의 CO₂에서 합성가스를 거쳐 메탄올을 제조하는 간접반응공정은 높은 수준의 기술성숙도를 나타내고 있음
- * CO₂와 수소를 고온에서 반응시키는 역수성가스반응으로 합성가스를 제조한 후, 이를 메탄올 합성반응에 이용하는 간접 다단 반응 기술은 파일럿 규모로 수행한 바 있음
- CO₂를 천연가스 및 수증기와 복합리포밍반응에 사용하고, 이로써 생산되는 CO/CO₂/H₂ 합성가스를 메탄올 합성에 이용한 공정은 10톤/day 급의 Demo Plant를 건설하여 1,000시간 운전에 성공한 바 있음



[그림 8] CO₂로부터 메탄올 합성 공정 모식도

- 하지만 이들 메탄올 제조공정에서 온실가스 감축 효과에 대한 평가가 수행되지 않았음

○ (CO₂ 활용 폴리카보네이트 생산)

- 국내 폴리카보네이트의 연간 생산량은 약 75만톤이며, non-phosgene process와 phosgene process로 구분 가능
- Phosgene 공법은 non-phosgene 공법에 비해 물성이 좋은 편이지만, 가격이 높은 편임
- Non-phosgene 공법은 phosgene과 휘발성 유기용매를 사용하지 않을 뿐만 아니라 폐수 발생이 거의 없어 상대적으로 친환경 공정이며, 생산설비 확대 예정임
- LG화학과 삼양화학에서는 CO₂를 사용하지 않는 phosgene 공정을 이용하여 폴리카보네이트를 생산
- 롯데케미칼에서는 EO와 CO₂를 활용하여 EC 및 DMC를 경유하여 폴리카보네이트를 제조하고 있으며, 그린케미칼에서도 같은 공정으로 DMC를 제조하여 롯데케미칼의 폴리카보네이트 제조용으로 판매중

○ (CO₂ 활용 무기탄산염 생산)

- 한국전력연구원은 이산화탄소를 중탄산소다로 전환하는 기술을 개발하여 이를 롯데케미칼에 기술이전
- 포항산업과학연구원은 탄산칼슘(CaCO₃)과 중탄산나트륨(NaHCO₃) 동시 제조 (100 kg/day) 기술을 개발
- 한국지질자원연구원에서는 해수담수화 농축수로부터 탄산마그네슘 화합물을 생산하는 기술 개발

○ (CCU 제품 인증 및 표준화 지원)

- 해외의 인증체계와 같이 「환경기술 및 환경산업 지원법」에 근거하며, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙을 따르는 환경부의 '환경성적표지 인증'이 주요한 인증제도로 자리잡고 있음
- 전과정평가 기법을 적용하고 있으며, 7대 영향범주별 '환경성적표지'와 '저탄소제품' 인증체계를 운영중

⇒ (현안) CCU 제품에 중점을 둔 인증은 없으며, 대부분 생산부터 폐기까지의 전과정에서의 Carbon Offset 여부에 중점을 두고 있기에, CCU 시장을 지원하기에 부족함

3. 특허 동향

□ 분석 개요

○ 검색 개요

- 키워드 특허 검색DB를 활용하여 한국, 미국, 일본, 유럽, 미국, 중국 검색
- 특허검색결과(2001년 이후 출원 특허로 한정) 검색
- 아래 검색식에서 ① and ② and ③ and ④ 합성가스 and ⑤ 메탄올)으로 검색시 184건이 검색

<표 3> 검색식

검색식 : ①CO2 포집 and ②이용 and ③(화학적+생물학적+광물) and ④ 합성가스, 메탄올	
CO2포집	((이산화탄소 OR 탄산가스 OR carbondioxide* OR (carbon A/1 dioxide*) OR 카본디옥사이드* or (카본 A/1 디옥사이드*) OR CO2 OR 탄화가스 OR 온실가스 OR 산화탄소 OR 씨오투) A/5 (포집* OR 회수* OR recover* OR collect* OR 캡처* OR 캡처* OR captur* OR 회수* OR 흡수 OR 수집 OR 채집 OR 수거 OR 획득))
활용	AND (이용 OR use* OR using OR 활용 OR 사용 OR utili* OR consum* OR recycl* resourc* OR 리소스 OR 리사이클* OR 재활용 OR 재사용 OR 전환 OR 변경 OR 컨버* OR convert* OR 체인* OR chang*)
화학적 생물학적	AND ((화학* OR 캐미스트* OR chem* OR 환원) OR (광물* OR 광석 OR mineral* OR 미네랄 OR 미네럴 or 탄산칼슘* OR 칼슘카보네* or limestone or 탄산염* OR carbonat* OR carbonatization OR 카보네이션 OR 탄산무수물 OR 카보나이트 OR 칼보네트 OR 고형화 OR 솔리드화 OR solidification) OR (생물* OR bio OR 바이오 OR organi* OR 광합성 OR photosynthesis OR photosynthe OR chlorophyl OR 포토신더* OR 엽록체 OR fixation))
합성가스	AND ((합성 A/2 (연료 or 가스)) or (synth* A/2 (fuel or e-fuel or gas)) or 일산화탄소 or (carbon a/1 monoxide)))
메탄올 탄산염	AND (((메탄올 or 메타놀 or 메틸알코* or 메틸알콜* or (methyl A/1 alc*) or methanol or MeOH) OR ((폴리카보네이트 or polycarbonate or 디메틸카보네이트 or (Dimethyl A/1 carbonate) or 에틸카보네이트 or (ethyl A/2 carbonate) and (Methanol or 메탄올)) OR ((무기 A/1 탄산염) or 탄산염 or 탄산화물 or (inorganic A/2 carbonate*) or carbonate* or (carbonate A/2 produc*))))

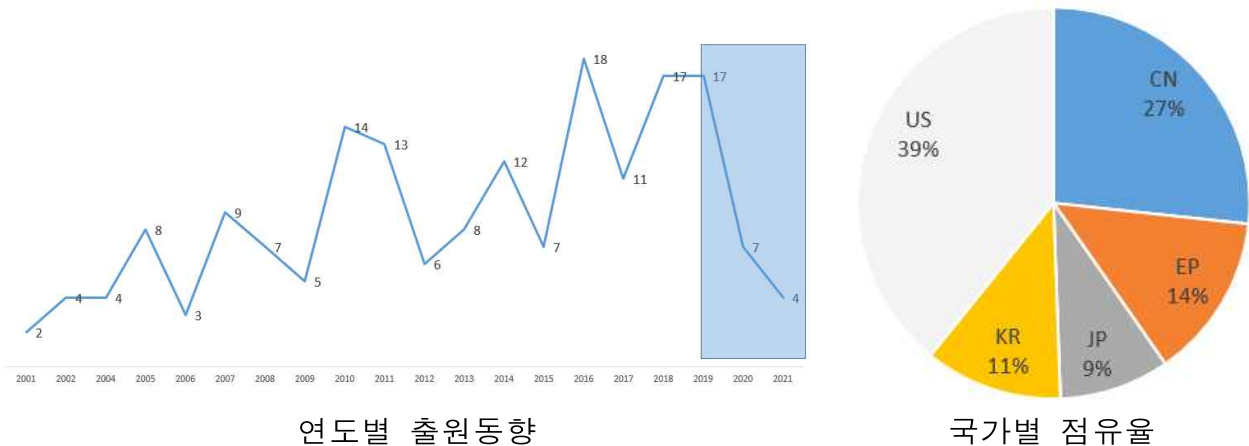
<표 4> 검색 결과

전체	전체	한국	일본	미국	유럽	중국
합성가스, 메탄올	184	21	16	70	27	47

□ 분석 결과

○ 연도별/국가별 특허출원 동향

- (연도별 동향) 전체 건수는 많지 않으나, 2000년 이후부터 꾸준히 출원되고 있었으며, 2016년 이후 부터는 등락은 있지만 평균 10건 이상 출원이 유지
- (국가별 점유율) 미국 39%, 중국 27%, 유럽 14%, 한국 11%, 일본 9%를 차지 하고 있으며, 한국 출원은 점유율과 출원건수에서 매우 미미한 수준



[그림 9] 연도별 출원동향 및 국가별 점유율

- 미국 출원은 2001년 이후 가장 많은 출원을 꾸준히 이어오고 있으며 등락은 있지만 2014년 꾸준한 증가세를 유지하고 있음
- 중국 출원은 2003년 이후부터 꾸준한 출원을 보이고 있으나 출원량의 급격한 증가세는 보이고 있지 않음
- 유럽, 한국, 일본은 은 출원건수는 많지 않으나 꾸준히 출원중에 있음



국가	01	02	03	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
US	2	3	1	2	1	5	2	2	7	6	5	1	5	3	5	5	6	6	1	1
CN			1	1	1	1	3			1		5	3	2	4	4	6	8	4	3
EP		1	1	1		3	1		2	3			1	2	6	1	1	1		
JP			1	3			1	1	2	1		1	1		1		1	2	1	
KR				1	1			2	3	2	1	1	2		2	1	3		1	

[그림 10] 연도별 국가별 출원 동향

○ 주요 출원인별 특허출원 동향

- 주요 출원인으로 UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA (15), Fuel Cell Energy (10), Mitsubishi Heavy Industries (7), AIR PROD & CHEM (4), Lurgi GmbH (4), 한국전력공사 (4)으로 분석되었음
- 한국 주요 출원인으로 한국전력공사, 삼성전자 등이 포함되어 있음

<표 5> 주요 출원인

순위	기업명	CN	EP	JP	KR	US	총합계
1	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA		2		3	10	15
2	FuelCell Energy	2	2	1	1	4	10
3	Mitsubishi Heavy Industries		2	1		4	7
4	AIR PROD & CHEM	3				1	4
4	Lurgi GmbH	1	2			1	4
4	한국전력공사			1	3		4
5	logen Corporation					3	3
5	MURATA MANUFACTURING CO LTD			3			3
5	Shell Oil					3	3
5	삼성전자				2	1	3

- 전체적으로 특허를 주도하는 기관은 없으며 대학(UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA)이 제 1 출원인으로 되어 있는 것이 특징임
- 전세계 약 108개의 기관에서 특허를 출원하고 있으며 한국 국적 출원인은 10개로 분석됨

○ 국가별 주요 출원인

- 미국 상위 출원인으로 UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA (15), FuelCell Energy (10), Mitsubishi Heavy Industries (7) 으로 분석됨
- 중국의 주요 출원인으로 AIR PROD & CHEM (3), UNIV HUNAN (3), FuelCell Energy (2), UNIV ANHUI JIANZHU (2), HUANENG CLEAN ENERGY RES INST (2) 으로 분석됨
- 한국에서는 UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA (3), 한국전력공사(3), 삼성전자 (2)이 출원하였으며, 대우조선해양, 두산중공업, 서울대학교, 한국과학기술연구원, 한국남동발전, 한국서부발전, 한국에너지기술연구원 등은 각 1건씩 출원하였음

<표 6> 국가별 주요 출원인

	CN	EP	JP	KR	US
1	AIR PROD & CHEM	FuelCell Energy	MURATA MANUFACTURING	한국전력공사	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA
2	UNIV HUNAN	Lurgi GmbH	NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	FuelCell Energy
3	FuelCell Energy	UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	FuelCell Energy	삼성전자	Mitsubishi Heavy Industries
4	UNIV ANHUI JIANZHU	Mitsubishi Heavy Industries	Mitsubishi Heavy Industries	FuelCell Energy	logen Corporation
5	HUANENG CLEAN ENERGY RES INST	Siemens	Membrane Technology and Research		SHELL OIL

- 최대 출원인인 UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA은 2006년부터 꾸준히 출원을 이어오고 있음
- FuelCell Energy는 2016년 이후 꾸준히 출원을 하고 있음
- Mitsubishi Heavy Industries는 2002~2005년 사이에 출원이 이루어지고 최근에는 출원이 거의 없음
- 한국전력공사는 2009,2010년 출원이 이루어지고 최근 출원은 없음

<표 7> 주요 출원인

행 레이블	02	04	05	06	07	08	09	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21
UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA				1		1	1	4	2		1	1		3			1	
FuelCell Energy													2	5	1	1		1
Mitsubishi Heavy	3	2	1											1				
Lurgi			1		3													
한국전력공사			1					2	1									

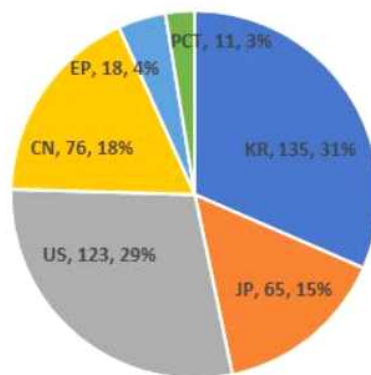
□ 이산화탄소 건식개질 촉매 출원 동향

- (해외 동향) 이산화탄소 건식개질 촉매의 국가별 특허출원 결과중 국가별 출원 동향을 보면, 한국이 135건으로 가장 많고 미국과 중국이 그 다음을 차지

<표 8> CO2 활용 개질 촉매의 국가별 특허출원 건수

출원인	KR	JP	US	CN	EP	PCT	합계
출원건수	135	65	123	76	18	11	428

- 특허출원 비율은, 한국이 31%로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 미국이 29%로 두 번째로 출원이 많은 것으로 집계되고, 중국이 18%, 일본이 15%로 비슷하게 출원 성향을 보이고 있음



[그림 11] CO2 활용 개질 촉매에 대한 국가별 특허출원동향

- (국내 동향) CO2 활용 개질 촉매의 한국의 출원인별 특허출원 건수를 살펴보면 한국화학연구원이 20건 으로 가장 많고, 그 뒤를 이어 한국 과학기술연구원 11건, 한국에너지기술연구원 8건 등이며 그 외에 국내 연구기관에서 주로 특허출원을 하는 것으로 분석됨



[그림 12] CO2 활용 개질 촉매 국내특허 출원 동향

4. 표준화 동향

□ 해외 동향

1) 표준

- CCU분야 인증 및 표준 부문은 현재 ISO TC 265*에서 담당하고 있으며, 등록된 인증(Published)은 11건, 개발과정에 있는 인증(Under Development)은 4건임

※ 설계, 시공, 운영, 환경 계획 및 관리, 위험관리, 정량화, 모니터링 및 검증 등 이산화탄소 포획, 운송, 지질저장 (CCS) 분야와 관련된 활동의 표준화. 2017년부터 활용(CCU)분야를 포함하기 위하여 ad-hoc 그룹을 조직하여 활동 중

- ISO TC 265의 각 워킹그룹에서 제출한 인증목록을 보더라도, 현재 CCU 전략제품에 적용할 수 있는 표준은 없으며, 기술위원회(TC)에서도 CCU 부문을 보완하기 위하여 CCU Ad Hoc 그룹(특별위원회)을 운영중임
- CCU ad-hoc 그룹의 멤버 구성은 다음과 같으며, 석유회수증진 (Enhanced Hydrocarbon/Water Recovery), 탄산광물화(Carbon Mineralization), 화학물질생산(Chemical Production), 원자재생산증진 (enhanced commodity production), CO2연료화(CO2 to Fuels)로 구분하여 국제표준개발을 위한 과업 추진 중

<표 9> TC265 Ad Hoc CO2 Utilization Group - current membership

No	Member	Representative	Remark	No	Member	Representative	Remark
1	China	Bo Peng	Lead	12	Norway	Tore Torp	
2	China	Wei Wei		13	Norway	Gaëlle Bureau-Cauchois	
3	China	Li Wenhua		14	Saudi Arabia	Wajdi I. Al Sadat	
4	France	Aicha Khamlichi	Co-lead	15	Saudi Arabia	Ammar Alshehri	
5	France	Valerie Czop		16	India	S.K Sharma	
6	Japan	Takayuki Higashii		17	India	S.Devotta	
7	Japan	Yoshinori Aoki		18	Canada	Maid Nasehi	
8	United States	Steven Carpenter		19	Canada	Sean McCoy	
9	United States	James Ekmann		20	CO2GeoNet	Roman Berenblyum	
10	Germany	Peter Gerling		21	<u>Korea</u>	<u>Sang-Sik Yim</u>	Manager of KGS
11	The Netherlands	Jarno Dakhorst					

<표 10> ISO TC 265 인증 목록

구분	문서번호	문서명
Published (11)	ISO/TR 27912:2016	Carbon dioxide capture – Carbon dioxide capture systems, technologies and processes
	ISO 27913:2016	Carbon dioxide capture, transportation and geological storage – Pipeline transportation systems
	ISO 27914:2017	Carbon dioxide capture, transportation and geological storage – Geological storage
	ISO/TR 27915:2017	Carbon dioxide capture, transportation and geological storage – Quantification and verification
	ISO 27916:2019	Carbon dioxide capture, transportation and geological storage – Carbon dioxide storage using enhanced oil recovery (CO ₂ -EOR)
	ISO 27917:2017	Carbon dioxide capture, transportation and geological storage – Vocabulary – Cross cutting terms
	ISO/TR 27918:2018	Lifecycle risk management for integrated CCS projects
	ISO 27919-1:2018	Carbon dioxide capture – Part 1: Performance evaluation methods for post-combustion CO ₂ capture integrated with a power plant
	ISO 27919-2:2021	Carbon dioxide capture – Part 2: Evaluation procedure to assure and maintain stable performance of post-combustion CO ₂ capture plant integrated with a power plant
	ISO/TR 27921:2020	Carbon dioxide capture, transportation, and geological storage – Cross Cutting Issues – CO ₂ stream composition
	ISO/TR 27922:2021	Carbon dioxide capture – Overview of carbon dioxide capture technologies in the cement industry
Under Development (4)	ISO/PRF TR 27923	Carbon dioxide capture, transportation and geological storage – Injection operations, infrastructure and monitoring
	ISO/AWI TS 27924	Risk management for integrated CCS projects
	ISO/AWI TR 27925	Flow Assurance
	ISO/AWI TR 27926	Carbon dioxide enhanced oil recovery (CO ₂ -EOR) – Transitioning from EOR to storage

- 기존의 온실가스 감축량과 환경경영을 평가하기 위한 ISO 표준을 활용하여 CCU 제품 적용하기에는 기존 표준이나 지침이 너무 일반적임
- ISO 기술위원회(TC)에서도 CCUS 기술·제품에 대한 표준 필요성을 인지하고 있으며 다른 TC와 TC265 간의 격차를 평가하기 위한 기술보고서(TR) 작업에 대하여 논의 중

* 1) ISO/TC 207 (환경경영)

CO₂의 포집 및 활용이 감축량으로 인정받을 수 있는 방안과 더불어 탄소중립에 대한 인증 표준 논의가 진행 중

2) ISO/TC 146 (대기질)

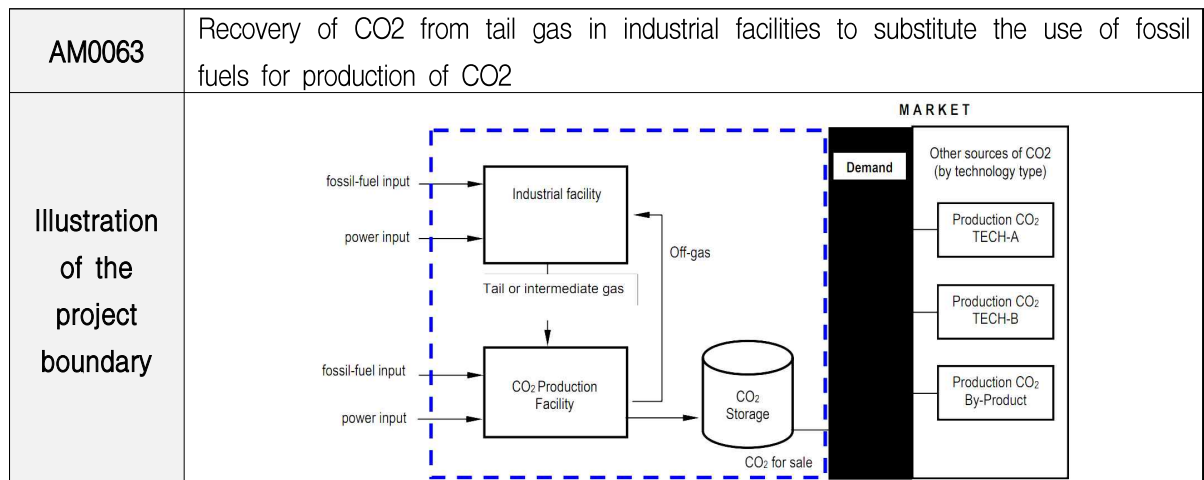
발전, 시멘트, 석회, 비철, 반도체 및 디스플레이 분야의 온실가스 배출량 산정방법 표준이 개발 중에 있음[반도체 및 디스플레이 분야의 온실가스 배출량 산정 국제표준은 한국화학융합시험연구원(KTR)에서 개발 중] 특히, 발전분야인 연소에 의한 온실가스 배출량 산정방법은 2021년 12월에 ISO 표준으로 제정 예정(ISO 19694-1)

- 큰 흐름에서 TC 265는 CO2의 포집과 저장에 중점을 두고 표준과 지침 제정 작업을 할 것으로 보이며, CO2 기반 제품(CCU 제품)은 별도의 TC를 구성 하던지, 기존의 제품별 표준 TC에 위임하는 것으로 확인

* 자료 : <https://www.co2value.eu/wp-content/uploads/2019/08/2-Report-of-adhoc-group-ISO-TC-265-on-CCU.2018.pdf>

2) CDM방법론

- 정부의 투자와 정책지원에 따라 CCU 기술이 개발되어 산업에 적용하고, 그러한 활동에 의한 온실가스 감축을 인정받기 위해서는 국제적으로 인정된 방법론이 필요
- UNFCCC의 방법론 중 CCU 기술에는 산업시설의 CO2를 회수하여 CO2 생산에 소비되는 화석연료를 대체하는 방법은 AM0063이 있음



[그림 13] Approved baseline and monitoring methodology AM0063(Version 01.2.0)

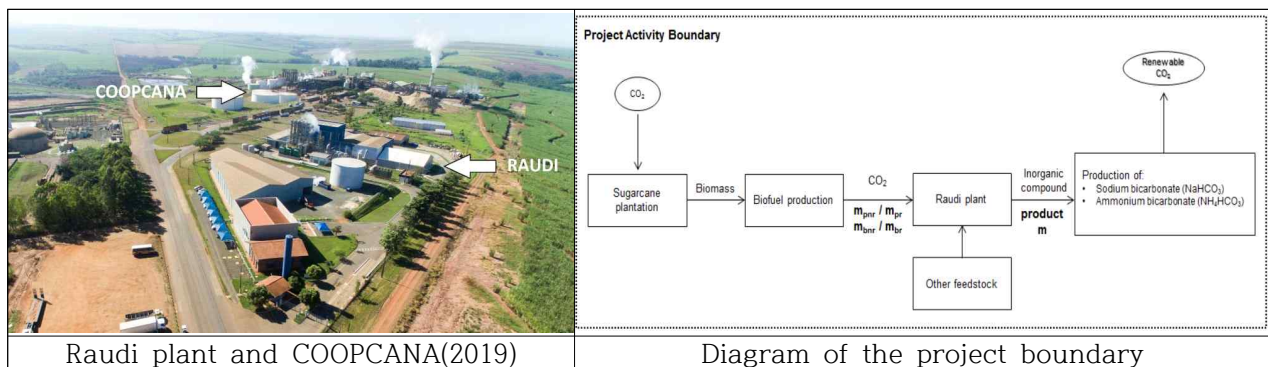
- 석유화학 분야와 시멘트 분야의 방법론은 아래와 같음

<표 11> 석유화학 및 시멘트분야 방법론

분야	방법론	
석유화학	AM0027	Substitution of CO2 from fossil or mineral origin by CO2 from renewable sources in the production of inorganic compounds
	AM0037	Flare (or vent) reduction and utilization of gas from oil wells as a feedstock
	AM0063	Recovery of CO2 from tail gas in industrial facilities to substitute the use of fossil fuels for production of CO2
	AMS-III.J.	Avoidance of fossil fuel combustion for carbon dioxide production to be used as raw material for industrial processes
시멘트	ACM0005	Increasing the blend in cement production
	ACM0015	Emission reductions from raw material switch in clinker production
	AM0121	Emission reduction from partial switching of raw materials and increasing the share of additives in the production of blended cement

- CCU 방법론을 적용한 대표적인 사례로는 브라질의 Raudi Chemical Salts CDM Project(AM0027 방법론 적용)가 있음

- * 브라질 남부지역에 위치한 COOPCANA 사탕수수 주스 제조공장에서 사탕수수 발효 과정에서 발생하는 'Renewable CO2'를 인근 RAUDI Chemicals에 공급하고, RAUDI에서는 'Renewable CO2'를 중탄산나트륨(NaHCO_3)과 중탄산암모늄(NH_4HCO_3)을 생산
- * 프로젝트 시행 전에는 'Renewable CO2'를 대기중으로 방출하고 있었음
- * 2008년 기준 중탄산암모늄(NH_4HCO_3) 1,995톤 생산, CO2 1,046톤 감축. 중탄산나트륨(NaHCO_3)은 16,211톤 생산, CO2 3,808톤 감축



[그림 14] Approved baseline and monitoring methodology AM0063(Version 01.2.0)
(출처 : <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/SGS-UKL1160594034.45/history>)

□ 국내 동향

1) 표준화

- 국가기술표준원에서는 2050 탄소중립 표준화전략 수립을 위한 협의회를 2021.01에 출범하였으며, 탄소중립을 위한 중장기 표준화 추진방안 및 탄소중립 대표 표준 발굴 수행 중
- CCU 기술은 탄소중립 표준화 전략협의회 2분과인 신유망 저탄소산업 표준화를 통하여 표준화 추진방안이 개발되고 있으며, 국내 CCU 기술 개발과 연계하여 표준 개발이 필요
- 현재로서는 CCU 제품에 정확히 대응하는 표준은 없으나, 제품표준 정립에 필요한 측정표준*은 한국표준과학연구원(KRISS)에서 마련하였음
- * 1) 온실가스 배출량 산정기술 개발 : 폐기물 분야의 신뢰성 있는 챔버 측정법 개발 및 매립지 온실가스 배출량 산정 불확도 평가법 개발, 시멘트분야 온실가스 측정 기술 개발, 미기상법에 의한 산림 및 농경기 온실가스 측정법 개발, IT 산업 온실가스 저감량 평가기술 개발

- * 2) 한반도 온실가스 배출량 추적기술 개발: **탄소 동위원소 측정법 확립, 배경대기 온실가스 측정기술 개발**, 대기 고도별 온실가스 측정기술 개발
- 국가 탄소중립을 위해서는 CCU 기술개발 및 제품생산에 대한 지원체계가 필요하며 이를 위한 품질기준 및 인증표준이 필요하나, 국내의 경우 상용화 단계에 도달한 기술이 거의 없음
- 실증연구개발로 CCU 시제품을 생산하더라도 배출되는 CO₂가 현행법상 폐기물로 규정되어 상용화 시도가 불가능한 상황이며, 이러한 문제를 포함한 다양한 현안으로 인해 표준개발도 미흡
- 검·인증 분야 또한 표준화 분야와 마찬가지로 상황이며, 현안 해결의 일부 방편으로서, 산업부는 전남 여수에 CO₂전환활용기술센터를 구축 ('21년 말 구축사업 완료)

2) CDM방법론

- CCU 기술의 온실가스 저감량 인정을 위하여 온실가스 감축량 산정 방법이 산업부 및 환경부 등에서 다양하게 연구 중이나, 이제 시작하는 착수시점으로 지속적인 성과도출 및 진전 필요
- * 배출권거래제 외부사업 방법론 (정부 검토 중) : 온실가스 다배출시설에서 배출되는 배기가스의 이산화탄소 포집 및 활용 사업에 대한 온실가스 감축량 방법론
- 현재까지는 국내에서 개발한 이산화탄소 감축 원천기술인 차수성 시멘트 생산 실증기술이 신규 방법론으로 승인된 성과가 있음
- * CDM 방법론 AM0121 : Emission reduction from partial switching of raw materials and increasing the share of additives in the production of blended cement
- 단기간 내 CCU 분야에 대한 성과는 어려울 것으로 예상되며, 이를 해결하기 위한 선결과제는 무탄소 또는 저탄소 에너지생산 인프라의 확충임

5. 정부R&D 지원현황

※ 정부 R&D 지원현황관련 내용은 '다부처 대규모 CCS 통합실증 및 CCU 상용화 기반 구축사업'(산업부, '21-'23) 기획보고서'의 일부분을 발췌, 활용하였음

□ 지원 현황

- 국가 CCS 종합추진계획 등에 따라 각 부처는 '09년 이후 약 6천억원 이상을 CCUS R&D 자금으로 지원
 - * (부처별 지원 예산) 산업부 3천억원 이상, 과기부 2천억원 이상(C1 리파이너리사업 제외), 해수부 약 5백억원, 환경부 약 1백억원 등
- 2030년 온실가스 감축로드맵 수립(2018)에 따라 CCUS 기술을 청정에너지 기술 중점투자분야로 선정하고 정부 주도로 기술개발 및 실증을 추진 중
- 산업부는 포집·저장·활용 분야별 CCUS 핵심기술 개발에 '09년부터 '21년까지 약 3,100억원을 지원
 - 산업부 온실가스처리기술사업(에너지수요관리핵심기술개발사업의 내역사업)으로 수행된 주요 실증과제는 포집(50%), 활용(27%), 저장(20%) 순으로 포집기술 개발에 주력(주로 석탄발전배가스 대상)

<표 12> 산업부 온실가스처리기술사업 R&D지원 현황 (단위 : 억원)

세부사업 / 내역사업	'09-'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	합 계
에너지수요관리핵심 기술개발 (R&D)	13,731	1,694	1,813	1,858	1,667	1,692	2,140	24,595
온실가스처리기술	1,427	179	192	198	206	128	97	2,427
넷제로수요관리	-	-	-	-	-	-	193	193

* 온실가스처리기술사업(에너지수요관리핵심기술개발 내역사업)으로 지원

구분	포집(1,100억)			저장(440억)		활용(600억)			기타	합계
	습식	간식	흡수제	육상	해상	화학적	생물학적	광물화		
예산	443	576	81	133	307	290	76	234	80	2,200

<표 13> 산업부 온실가스처리기술사업 주요 실증과제

과제명	사업기간	총출연금 (억원)	비고
10MW급 연소 후 습식 아민 CO ₂ 포집 기술 개발	2010-2014	195	포집(습식)
10MW급 연소후 습식 아민 CO ₂ 포집기술 상용 패키지 개발	2014-2017	76.2	포집(습식)
10MW 연소 후 건식 CO ₂ 포집 기술 개발	2010-2014	183.5	포집(건식)
10MW급 연소후 건식 CO ₂ 포집플랜트 운영을 통한 CO ₂ 포집기술 상용패키지 개발	2014-2017	76.4	포집(건식)
순산소 연소를 통한 온실가스 처리 시스템 개발	2010-2012	80.5	석탄 순산소연소
CO ₂ EOR 파일럿 테스트(1단계 1,000톤)를 통한 CO ₂ 지중저장 연계기술개발	2012-2016	97	저장(육상)
포항분지 해상 소규모 CO ₂ 주입실증 프로젝트	2013-2016	135	저장(해상)
포항분지 중규모 해상 CO ₂ 지중저장 실증 프로젝트	2016-2019	109	저장(해상)
포항분지 중소규모 CO ₂ 저장 실증 주입정 격상 연구	2017-2018	18	저장(해상) (‘18년 중단)

- 최근 CCUS관련 산업부 지원 R&D사업으로는 ‘가스 발전/스팀생산 설비 연소중 CO₂ 포집·활용 기술개발사업(2020-, 5년)’, ‘다부처 대규모 CCS 통합실증 및 CCU 상용화 기반구축사업(2021-, 3년)’, ‘제철공정 내 CO₂ 회수·활용 기술개발사업(2021-, 3년)’ 등이 있으며, 국가 목표인 ‘50년 탄소중립과 ‘30년 NDC 달성을 위해서는 CCUS관련 R&D 추가 지원이 예상
- 정부의 탄소중립 발표에 따른, 탄소 多배출 업종의 이산화탄소 직접처리기술개발 지원을 위해, 넷제로수요관리(에너지수요관리핵심기술개발사업의 내역사업) 신설(2021-2025)
 - 과기부에서는 기초 연구 지원을 통한 CCUS 원천기술을 개발하고자 Korea CCS 2020사업, 차세대 탄소자원화 사업단을 운영함과 동시에 신진 연구자 지원을 통한 연구를 지속적으로 지원
- 과기정통부는 ‘11년 이후 여러 사업을 통해 주로 CCU 분야에 3천억원 정도 지원하였으며, 최근에는 ‘Carbon to X 사업’에 착수

<표 14> 최근 10년간 과기정통부의 CCUS관련 사업 현황

과제명	사업기간	총출연금 (억원)	비고
탄소자원화 범부처프로젝트 (탄소광물플래그십:과기부,산업부,환경부)	2017-2022 (2+2+2)	232	당초 340억원 (일부사업 종료)
플라즈마활용탄소자원화	2019-2021 (2+1)	108	-
차세대탄소자원화 (사업단)	2017-2021 (3+2)	352	-
Korea CCS 2020사업(사업단)	2011-2020 (3+3+4)	1,721	-
유용물질 생산 Carbon to X 기술개발사업	2020-2024 (3+2)	450	-

- 정부의 한국판 그린뉴딜 및 탄소중립 추진전략에 따라 CCUS 실증·상용화 기반 구축과 CO₂ 활용 유용물질 생산 기술 개발을 위한 정부 R&D예산 지원 예정

□ 투자 동향

- CO₂ 활용 분야 R&D 투자 규모는 지난 10년간 기술수요증가와 함께 2배 이상 확대 추세('11, 104억원 → '20, 267억원)

<표 15> CCUS R&D 투자 현황 (단위 : 백만원)

연도/구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
포집	18,829	26,346	21,629	15,696	18,413	15,791	18,293	15,384	13,601	10,932
활 용	화 학 전 환	7,510	5,720	7,189	4,429	3,457	4,247	9,982	11,164	13,405
	생 물 전 환	320	2,207	1,980	2,870	3,380	3,499	1,411	1,935	4,801
	광물탄산화	2,603	2,860	2,873	2,620	2,650	2,463	6,531	9,399	5,250
	소계	10,433	10,787	12,042	9,919	9,487	10,210	17,925	22,498	23,456
수송·저장	5,019	21,154	27,940	21,725	21,942	8,271	17,699	9,930	5,892	1,223
합계	34,282	58,286	61,611	47,340	49,842	34,272	53,916	47,812	42,949	38,933

* 출처 : 이산화탄소 포집 활용 (CCU) 기술혁신 로드맵 (2021)

- 산업부는 에너지수요관리핵심기술개발사업 내 “온실가스처리” 내역사업 및 “가스 발전/스팀생산 설비 연소 중 CO₂ 포집 활용 기술개발”사업으로 최근 3년간 CO₂ 포집, 활용, 저장 기술개발에 506억원 지원

<표 16> 2018 ~ 2020년(3년)간 산업부 CCUS R&D 투자현황 (단위 : 억원)

구분	2018년	2019년	2020년	합계
포집	68	83	57	208
저장	28	28	0	56
활용	68	76	94	238
제 도기타	3	-	-	3
합계	167	188	151	506

□ 기술개발 현황

○ CO₂ 활용 기술개발 수준

- CO₂ 활용에 대한 연구는 연구개발 단계로 현재 광물화, 화학적, 생물학적 방법을 이용한 고부가가치 상품 개발 중
- * 연 20톤 규모의 CO₂ 활용 초산제조 공정기술을 확보하였으며, CO₂ 개질 CO 생산 및 초산제조 개별기술의 확장이 가능하여 CO₂ 활용 기술 확대에 기여
- * 미세조류를 이용한 이산화탄소의 고부가가치 상품 전환공정 실증화를 통한 요소기술 확보
- 다양한 CCU 원천기술 역량을 확보하였으며, 상용화 및 온실가스 감축 기여가 가능한 기술에 대한 공정 핵심기술을 확보, 핵심기술 일부는 기업 이전 혹은 실증 R&D로 연결되었으나 사업화 성과는 미흡

○ (CO₂ 활용 일산화탄소 생산)

- 한국화학연구원에서는 CO₂를 활용한 건식개질용 원천 촉매, 파일럿 실증 촉매까지 개발하여 CO₂ 처리량 기준 20톤/년 규모의 파일럿 공정을 완성하였고, (주)부흥산업사에서 신규 촉매에 적합한 격상 공정(5천톤이상/년)을 설계하여 분리/정제 과정까지 포함하는 통합공정을 개발중(~'22.06)
- 일부 신규촉매는 실증과정에서 경제성과 감축효과 기준, 상용 수준의 연속반응 내구성을 확보하고 있어서 그동안 기술적으로 문제가 되었던 탄소침적 등 한계를 극복하므로써 상용화 기대
- 하지만 경제성, 감축효과를 고려한 상용화를 위해서는 격상 규모에서의 조업 안전성, 운전매뉴얼 및 공정 신뢰성 확보가 시급한 상황

○ (CO₂ 활용 메탄올 생산)

- KIST에서는 CO₂와 수소를 높은 온도에서 반응시키는 역수성반응(>800℃)으로 합성가스를 제조한 후, 이를 메탄올 합성반응에 이용하는 간접 다단 반응기술을 수행하여 TRL 6단계 수준의 파일럿 연구 수행

- 한국화학연구원에서는 CO₂ 복합개질을 거쳐 생산되는 CO/CO₂/H₂를 사용하여 메탄올 기준 10톤/일 실증플랜트를 1,000시간 운전한 실적이 있으나, 개발 당시 온실가스 감축효과에 대한 고려는 없었음
- 한국화학연구원과 한국에너지기술연구원에서는 CO₂ 수소화와 유사한 GTL 및 CTL 등의 연구를 통해 Fischer-Tropsch 전 단계인 합성가스를 제조하는 전기 화학반응을 수행한 경험이 있어서 메탄올을 위한 통합 연구가 필요한 상황
- (CO₂ 활용 폴리카보네이트 생산)
 - KIST에서는 EO-EC-DMC 공정을 개발하기 위해 catalytic distillation 공정을 개발, 파일럿 규모의 연구를 수행했으나 상업 공정에 미적용
 - RIST/POSCO에서는 Urea와 메탄올의 반응에 의해 DMC를 제조하는 촉매와 공정을 개발, Pilot(30톤/년)을 운영했으나, 상업 공정에 적용하지 못함
- (CO₂ 활용 무기탄산염 생산)
 - 한국전력연구원은 이산화탄소를 중탄산소다로 전환하는 기술을 개발하여 이를 롯데케미칼에 기술이전 하였으며, 포항산업과학연구원은 탄산칼슘과 중탄산나트륨 동시제조 (100 kg/day) 기술을 개발하였고 한국지질자원연구원에서는 해수담수화 농축수로부터 탄산마그네슘 화합물을 생산하는 기술을 개발
- (CCU 제품 인증 및 표준화 지원)
 - CCU 제품에 중점을 둔 인증 및 표준화 방안 부재로, 정부에서는 「이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술혁신 로드맵(안)」에서, 인증 및 표준화를 포함한 제도적 기반 수립 계획을 발표하였음

6. 시사점

□ 동향 분석에 따른 시사점

- CCU 기술은 온실가스 감축에 핵심적 역할이 기대되며, 해외에서는 일부 기술의 상용화가 진행된 상황이지만, 국내에서는 아직 상용화에 이르지 못하여 개발중 기술의 조속한 상용화가 필요
- 2030 온실가스 감축 목표 달성 및 2050 탄소중립 실현을 위해 CCU 기술개발 및 조기 상용화가 필수
 - * '30년 CCU를 통해 630만톤을 감축하겠다는 목표가 설정되어 있음
- 예타 규모의 CCS 프로젝트와 범부처 CCU 상용화 시범사업 등이 계획되고 있는 시점에서, 기술개발 목표 달성 및 예산의 효율적 집행을 위해 선행 연구 추진은 시급함
 - * 일산화탄소와 메탄올은 플랫폼 원료와 청정 수송연료로 수요가 증대중이며, 조기 상용화를 통한 산업화가 가능한 품목으로 예상되어 국고 지원을 통한 세계적 기술 선도 기대 가능
 - * 2025년 예상되는 CCU 기술 상용화 시점의 시장 활성화를 위해, CCU 제품 검·인증 체계 정립이 기술개발 단계부터 준비되어야 함
- CCU 비용 저감이 가능하도록 지속적인 기술 혁신과 혁신 기술이 실증·상용화로 효율적으로 연계·활용이 가능하도록 전략 마련 필요
- CCU 통합 실증을 통한 기술간 연계 및 기술 통합 필요
 - * CO₂ 포집-전환 통합 공정 및 운전 기술 실증을 통한 조기 상용화
 - * 기존 CO₂ 배출 고정원과 연계한 저비용-고효율 전환 기술 조기 확보

□ 전략 방향

- CCU 제품 중 온실가스 감축효과, 부가가치, 시장규모가 큰 R&D 실증·상용화를 도출하여 실증 및 조기 상용화 추진
 - 과기부·산업부·환경부 합동으로 발표한 'CCU 기술혁신 로드맵' 등 정부 정책에 부응하는 CCU 제품의 기술개발 수준을 제고
 - CCU 기술·제품의 차별성을 확보하여 정부지원 R&D 효율성 제고

<표 17> 도출과제별 기존 수행과제와의 차별성 요약

CCU 제품	동 과제	기존사업·과제
일산화탄소	<ul style="list-style-type: none"> · 기구축된 실증 플랜트를 활용하여 최적화된 촉매와 통합공정을 개발하고, 생산 기술 확보를 위한 신뢰성 있는 세부매뉴얼 개발 · 반응·분리·정제의 단위공정별 기술 적용, 촉매와 공정의 장기 조업성, 안전성 및 성능 유지 평가 · 상용화 격상을 위한 전단계 기술개발로 최적 경제성 검토, 실 감축효과 극대화 방안 등을 도출 · 상용 플랜트 설계 패키지 도출 	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지기술개발사업('13.12~'17.09) <ul style="list-style-type: none"> - 주관연구개발기관이 한국화학연구원으로, 55kg/일 규모의 건식개질 기술개발을 목표로 하는, 파일럿 1단계 규모의 연구개발이며, 촉매 성능향상에 주력 · 에너지기술개발사업('18.05~'22.06) <ul style="list-style-type: none"> - 주관연구개발기관이 (주)부흥산업사로, 20톤/일 격상 규모의 연구개발로 촉매 성능향상 및 공정 확보에 성과를 도출
메탄올	<ul style="list-style-type: none"> · 환원제 다변화를 통해 온실가스 감축 효과, 경제성을 극대화하는 기술을 개발하는 것이 목표. 맞춤형 촉매 및 공정이 개발될 것으로 예상 · 개발 공정 경제성 평가, 온실가스 감축 방법론 개발 등 	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지기술개발사업('12.06~'15.05) <ul style="list-style-type: none"> - 온실가스 감축효과를 고려하지 않은 복합 개질 메탄올 생산 기술 · 에너지기술개발사업('21.11~'25.05) <ul style="list-style-type: none"> - 온실가스 감축 효과, 경제성 등을 감안한 환원제 역할이 고려되지 않음
폴리카보네이트	<ul style="list-style-type: none"> · 폴리카보네이트 제조 공정기술 개발 · 다양한 CO₂ 활용기술을 통한 폴리카보네이트 제조기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 차세대핵심기술개발사업('08.04~'11.02, 환경부) <ul style="list-style-type: none"> - 실험실 규모의 DMC 제조 촉매 개발 - 개발공정에 의해 제조된 DMC가 폴리카보네이트 제조에 적합한지 미평가
무기탄산염 (MgCO ₃)	<ul style="list-style-type: none"> · 이산화탄소와 해양부산물 (해수담수화 농축수 또는 염전 간수 등)을 이용하여 CO₂ 저감 및 무기탄산염 (탄산마그네슘 또는 중탄산나트륨)을 생산 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 탄소자원화기술고도화(R&D) (2019 ~) <ul style="list-style-type: none"> - 고상 산업부산물인 석탄재 등을 이용한 탄산칼슘 생산 기술개발로 본 과제와는 대상 산업부산물 및 최종 산물(탄산마그네슘 등)에서 차별화 · 마그네슘(Mg)계 세라믹 원재료 국내 생산 시범사업 (2021 ~) <ul style="list-style-type: none"> - 정제염 간수를 사용한 Mg(OH)₂를 최종 산물로 선정하여 CO₂ 저감 방안이 없으나, 본 과제에서는 간수 이외의 해양 산업부산물 (예, 농축수)를 포함하고 있으며 고순도 무기탄산염 제조를 위한 처리 기술 (예, 농축 등)이 명시
CCU 표준	<ul style="list-style-type: none"> · CCU 전략제품에 대한 표준 및 인증체계 개발 및 보급·확산을 위한 CCU 제품별 Track Record 구축, 스타트업·중소기업 대상 기술지원, 지역별·제품별 특성을 반영한 CCU 분야 제품별 품질기준 및 인증체계 정립 및 국내 인증체계의 CCU 제품 확대 적용방안(인센티브 등) 도출 	<ul style="list-style-type: none"> · 기존과제의 경우 CCU 제품에 대한 표준개발 및 인증체계 개발이 명확하지 않고, 전과정평가 또는 전산모사(시뮬레이션)을 통한 평가방법에 대한 개발이 대부분임

1. 연구개발과제기획 방향

□ 연구개발과제기획 기본방향

- 국가 온실가스 감축 목표(NDC, '30년 CCUS로 1030만 톤) 달성을 위해 시장을 선도할 수 있는 CCU 전략제품을 선정하고 이를 지원
- (CO₂ 활용 메탄올 생산)
 - CO₂와 환원제를 활용한 온실가스 감축과 경제성을 고려한 메탄올 제조 공정의 개발 및 실증을 통해 기술의 국산화를 추진하며, 주요 성능 지표로는 CO₂ 누적 활용량, 전환율, 메탄올 수율 및 CO₂ 감축량
 - (간접법) CO₂에서 합성가스를 거쳐 메탄올을 제조하는 간접반응공정
 - (직접법) 수소*생산연계 메탄올 제조하는 직접반응공정
 - * 그린수소, 청록수소, 블루수소 등
 - 메탄올 합성을 위한 공정과 소재의 장기 조업성, 안정성 및 성능 유지 평가
 - CO₂ 활용한 메탄올 제조 기술의 조기 상용화를 위해서는 최소 생산능력을 갖춘 실증설비에서 운전 필수
- (CO₂ 활용 폴리카보네이트 생산)
 - CO₂ 활용 폴리카보네이트 생산기술을 개발하며, 주요 성능 지표로는 최종 생산물인 폴리카보네이트 생산량 및 CO₂ 감축량을 제시
 - 폴리카보네이트 생산기술은 CO₂ 활용이 가능한 다양한 중간생성물 경우 기술 개발을 추진
 - 기존 상용공정에 도입된 해외기술에 대응하기 위한 고유기술 개발을 추진하고, 폴리카보네이트 중합 및 물성평가를 통해 그 개발성과를 검증 가능

□ 신규 예산 지원 계획안('22년, 1차년도)

(단위 : 억원)

구 분	원천기술	혁신제품형	계
지정공모	-	-	-
품목지정	-	29	29
자유공모			
계	-	29	29

□ 기획대상연구개발과제 현황

연구개발과제(품목)명		연계 수요 (도출근거)
기획대상주제명	기획대상 연구개발과제(품목)명	
온실가스저감형 CO2 활용 메탄올 국산화 기술	CO ₂ 및 환원제 활용 온실가스 감축형 메탄올 합성 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정부정책 <ul style="list-style-type: none"> - 그린뉴딜 정책(한국형 뉴딜 종합계획(7.14), 산업·에너지 한국판 뉴딜 정책방향(7.16) 등)의 핵심 과제인 녹색기술(온실가스 감축) 개발에 부합 - 탄소중립 정책 ('2050 탄소중립 추진전략'('20.12, 부처합동), '탄소중립 기술혁신 추진전략'('20.3, 과기부) 등)에 탄소 다배출 업종의 저탄소 전환 촉진을 위한 CCUS 기술의 상용화 추진 필요성 강조 - 제4차에너지 에너지기술개발계획 이노베이션 로드맵(2020)에 이산화탄소 포집 저장 활용 실증 포함 ○ '2021년 산업기술 R&D 투자전략'에 온실가스 다배출 공정의 온실가스 처리 기술 투자 확대 명시 ○ 2022년 CCUS 신규과제 기획을 위한 기술수요조사(반영) ○ 기타(로드맵 등) <ul style="list-style-type: none"> - (2030 온실가스 감축 로드맵 수정안) 탄소 포집·활용·저장(CCUS) 기술개발 및 상용화로 CO₂ 10.3백만톤 감축 - (CCU 기술혁신 로드맵(21.6.15)) 중점 기술로 산업공정 CO₂ 포집-전환 연계 실증 기술 포함
CO2 활용 폴리카보네이트 생산기술 실증	CO2 감축형 폴리카보네이트 제조 기술 개발	

2. 개발위험 관리방안

□ 기술개발 위험요인

○ (CO₂ 활용 메탄올 생산)

- 온실가스 감축 극대화가 가능한 공정을 개발하기 위해서는 우수한 기술의 선정, 요소기술 최적화와 통합공정을 통한 목표달성이 중요
- 혁신적인 기술확보를 위한 특허 회피전략이 중요

○ (CO₂ 활용 폴리카보네이트 생산)

- 상용생산공정 대비 차별화된 공정기술 개발이 어려울 수 있음
- 고유 촉매개발 및 공정 확보를 통해 기존의 해외 라이선서가 보유한 특허를 회피하는 전략 도출 필요

□ 사업화 애로사항

○ (CO₂ 활용 메탄올 생산) 기존 메탄올 제품을 대체하기 위한 표준화(규격, 시험방법, 성능 등) 마련 방안이 필요하며, CO₂를 폐기물이 아닌 원료로 인정받을 수 있는 정책과 제도적인 뒷받침이 필요

○ (CO₂ 활용 폴리카보네이트 생산)

- 유가 변동에 영향을 많이 받는 원료를 이용하는 제품으로 신공정개발에 의한 경제성 확보가 어려울 수 있으며, 이에 따른 면밀한 제조원가 산출 및 분석을 기반으로 사업화 추진이 필요
- 원료 다변화 기술 확보를 통한 사업성 확보 방안 필요
- 종래의 위험물질(phosgene, EO 등) 사용에 대한 사업화 접근 어려울 수 있음

□ 사회환경 위험요인

○ (CO₂ 활용 메탄올 생산) 현장 맞춤형 친환경 메탄올 생산을 위해서는 다양한 환원제를 활용한 공정개발이 경제·사회·환경적으로 유리

□ 기술영향 검토

○ (CO₂ 활용 메탄올 생산) 탄소중립 시대를 앞당길 수 있는 기술이므로 기후환경에 대응하고 기존 석유유래 제품을 대체할 수 있어서 관련 산업을 한 단계 업그레이드 할 수 있을 것으로 기대

3. 기획연구개발과제 기술개요서

[품목지정공모 (기술개요서)] 재공고

품목명 : CO ₂ 및 환원제 활용 온실가스 감축형 메탄올 합성 기술 개발	34
품목명 : CO ₂ 감축형 폴리카보네이트 제조 기술 개발	36

'22년도 3차 공고 에너지기술개발사업 신규연구개발고제 기술개요서 (품목지정)

관리번호	2022-시장선도형CCU-품목1	
연구개발과제유형	원천기술형(),	혁신제품형(○)
		실증형(○)
연계/해당여부	표준화연계() 경쟁형과제() 공기업협력() 초고난도과제() 복수형과제() 안전관리형과제 (○)	
품목명	CO ₂ 및 환원제 활용 온실가스 감축형 메탄올 합성 기술 개발 (TRL : [시작] 5단계 ~ [종료] 6단계)	
1. 지원필요성	<p>○ CO₂ 활용한 메탄올 제조 기술의 조기 상용화를 위해서는 최소 생산능력을 갖춘 실증 설비에서 조업 안전성, 운제 매뉴얼 확보 및 신뢰성 제고 등을 중심으로 한 현실적인 상용화 기술개발 지원 방안 필요</p> <p>○ CCU 제품 중 파급성, 범용성이 높아 플랫폼화합물로 평가되는 메탄올은 시장규모, 부가가치, 감축효과 등이 측면에서 수요가 높은 만큼 탄소중립 이행을 위한 적극적인 지원 필요</p> <p>○ 탄소중립 실현을 위해 CCUS 기술개발을 추진 중이나, CCU 기술의 경우 경제성 등의 이슈로 아직 상용화된 CO₂ 활용 제품이 거의 없는 상황이어서 CCU 시장을 선도할 수 있는 주요 전략제품을 선정하고, 이의 상용화 기술개발을 적극 추진하는 등 정책적인 지원 필요</p>	
2. 품목정의	<p>○ 최종 목표: CO₂ 및 환원제를 활용한 온실가스 감축형 메탄올 합성 공정 개발 및 상용화 공정 설계 패키지 도출</p> <p>* CO₂ 처리량 30톤/년 이상, 환원제(부생가스, 미활용탄소원 등 탄화수소) 공급방안 확보</p> <p>* CO₂ 전환율 75% 이상</p> <p>* 메탄올 수율 60% 이상</p> <p>* 기존 상용·개발공정 대비 온실가스 감축효과 40% 이상(실험결과, 모델링 등으로 기존 공정과 비교)</p> <p>* 제안 기술의 혁신성, 기존 기술과의 차별성을 구체적으로 제시</p> <p>○ 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환원제 공급방안 포함 CO₂ 활용 메탄올 생산 공정 설계, 구축 및 운전 - 공정 최적화를 통한 수율 극대화 및 에너지 절감 방안 도출 - 개발공정의 경제성 평가 - 개발공정의 온실가스 감축 인증방법론 개발 - 상용화 공정(10,000톤-CO₂/년) 설계 패키지 도출 - 상용공정 운전시 위험 상황의 종류와 피해 범위 예측 및 위험성 평가 기준 개발 * Dynamic model 및 실증시험 결과 활용 <p>○ 개발위험 극복방안</p> <ul style="list-style-type: none"> - 가압반응기 운전 등 연구과정에 대한 안전 매뉴얼 작성 필수 - CO₂, 수소, 일산화탄소 등 사용에 따른 가압반응, 누출 등 안전 운영기술 확보 필수 - PSM에 적합한 장치의 설치 운영이 필수이며 최종 제품/시스템의 보호를 위한 안전사고 예측 및 대책 연구가 필수 포함되어야 함 <p>※ 목표달성, 시장진입 관련 Risk 극복필수방안 및 규제·제도 검토해야할 사항(실증형과제 필수) 포함</p>	

○ 안전관리 사항

- 본 연구개발과제는 『안전관리형 연구개발과제』로 연구개발계획서 제출시 ‘연구개발과제별 안전관리계획’을 제출해야함(적정성을 검토하여 부적정시 지원 제외함)
- 본 연구 개발과제는 해당 안전관리 전문기관으로부터 정기적인 점검 또는 검사(연 1회 원칙)를 받아야 함(단, 연구개발과제 평가단에서 변경 가능)
- 안전관리계획에 필수 포함사항
 - 안전보건표지 부착 계획
 - 안전보건 교육 계획 (정기교육, 채용시 교육, 작업내용 변경시 교육, 특별교육)
 - 위험성 평가 계획(유해·위험요인) : Plan(계획)-Do(실행)-Check(확인)- Action(조치)
 - 유해·위험요인 제거 및 방지계획

3. 지원기간/추진체계

○ 기간 : 29개월 이내

○ 기술료 : 징수

(1차년도 정부지원연구개발비: 16억원 이내,
총 정부지원연구개발비 : 59억원 이내)

○ 주관연구개발기관 : 기업

○ 기타사항 : 해당사항 없음

'22년도 3차 공고 에너지기술개발사업 신규연구개발과제 기술개요서 (품목지정)

관리번호	2022-시장선도형CCU-품목2	
연구개발과제유형	원천기술형(),	혁신제품형(○) 실증형()
연계/해당여부	표준화연계() 경쟁형과제() 공기업협력() 초고난도과제() 복수형과제() 안전관리형과제 (○)	
품목명	CO ₂ 감축형 폴리카보네이트 제조 기술 개발 (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계)	
1. 지원필요성	<p>○CO₂ 활용에 의한 폴리카보네이트 제조기술 확보를 위해 전 세계적으로 기술 경쟁이 활발하게 진행되고 있으며, 기존 상용공정을 크게 바꾸지 않으면서 확보할 수 있는 기술이므로 조기 기술선점을 위해 적극 지원 필요</p> <p>○폴리카보네이트는 현재 다양한 용도로 사용되고 있어 시장성이 탁월하며, CO₂ 감축 효과 역시 매우 우수함. 국내의 기존 생산공정 뿐만 아니라 신공정기술 개발을 통한 신규 플랜트를 운영을 추진하여 세계적인 시장 선점이 가능</p> <p>○자동차 경량화 및 자율주행차량의 보급에 따라 폴리카보네이트의 새로운 수요가 나타날 것으로 예상되어 아시아 지역을 중심으로 폴리카보네이트 소재 개발에 적극적으로 참여하고 있어 우리나라도 이에 대한 대응이 필요</p> <p>○또한 기술개발, 설비교체 등을 위한 막대한 탄소중립 전환비용이 기업 및 산업의 경쟁력을 약화시키지 않도록 정부의 적극적인 지원 필요</p>	
2. 품목정의	<p>○ 최종목표 : CO₂ 감축형 폴리카보네이트 합성 공정 개발 및 상용공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> * 폴리카보네이트 시제품 생산량 1톤 이상 * 설비 운전실적 500시간 이상(실적 증빙 자료 제시) * CO₂ 감축량 15% 이상(상용공정 대비 CO₂ 감축량, 시제품 당 CO₂ 몰입량[kg/kg] 등 제시) <p>○ 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - CO₂ 활용 폴리카보네이트 제조기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> * 폴리카보네이트 제조 장치(10톤/년 이상)의 설계, 구축 및 운전 - 상용급 폴리카보네이트 통합공정 설계 패키지 도출 <ul style="list-style-type: none"> * 폴리카보네이트 생산량 5만톤/년 규모 - 개발공정의 경제성 평가 - 개발공정의 온실가스 감축 인증방법론 개발 <p>○ 개발위험 극복방안</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 상용기술 대비 경제적인 공정 개발 필요 - 인화성 원료 및 고압반응이 수반되므로 안전관리 필요 <p>○ 안전관리 사항</p> <ul style="list-style-type: none"> - 본 연구개발과제는 『안전관리형 연구개발과제』로 연구개발계획서 제출시 ‘연구개발과제별 안전관리계획’을 제출해야함(적정성을 검토하여 부적정시 지원 제외함) - 본 연구개발과제는 해당 안전관리 전문기관으로부터 정기적인 점검 또는 검사(연 	

- 1회 원칙)를 받아야 함(단, 연구개발과제 평가단에서 변경 가능)
- 안전관리계획에 필수 포함사항
 - 안전보건표지 부착 계획
 - 안전보건 교육 계획(정기교육, 채용시교육, 작업내용변경시교육, 특별교육)
 - 위험성 평가 계획(유해·위험요인) : Plan(계획)-Do(실행)-Check(확인)-Action(조치)
 - 유해·위험요인 제거 및 방지계획

3. 지원기간/추진체계

- 기간 : 29개월 이내
(1차년도 정부지원연구개발비: 13억원 이내,
총 정부지원연구개발비 : 53억원 이내)
- 기술료 : 징수
- 주관연구개발기관 : 기업
- 기타사항 :