

관리번호		2026-에너지·환경- 1-지정공모-04		RFP 유형코드	목적·내용	성과물 특성	지원유형
					P	2	2
					실용화·실증	실증 및 상용화(TRL 7-8)	컨소시엄형 연구개발
국가전략연구 기획평가전문분야		PM분야	에너지·환경	RB분야	탄소 자원화	RB 세부분야	이산화탄소 포집/활용
사업명		CCU메가프로젝트					
RFP명		철강분야 이산화탄소 포집 및 전환 기술 실증화					
		(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 8단계)					
지원 정보	지원기간	2026.04 ~ 2030.12		정부지원금	150,346백만원		
	1단계 (1차년도)	2026.04 ~ 2028.12 (2026.04 ~ 2026.12)		1단계 (1차년도)	110,128백만원 (14,930백만원)		
	2단계	2029.01 ~ 2030.12		2단계	40,218백만원		
	주관기관유형	■ 제한없음 □ 대학/출연(연)/국공립연/특정연 □ 기업 □ 기타 비영리법인(병원 등) □ 외국법인					
	주관기관 외 필수참여기관	■ 제한없음 □ 기업 □ 기타 비영리법인(병원 등) □ 외국법인					
키워드	한글	제철 공정, 이산화탄소 포집·전환, 합성가스, 메탄올, 폐열 활용, 실증화					
	영문	steel process, Carbon dioxide capture and conversion, synthetic gas, methanol, utilization of waste heat, demonstration					

1. 추진배경	
○ 추진근거 - 기후변화대응 기술개발촉진법(제1조, 제8조) - 이산화탄소 포집·수송·저장 및 활용에 관한 법률(제36조, 제37조) - 탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본 계획 - 이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술혁신 로드맵 - 2050 장기 저탄소발전전략(LEDs) - 탄소중립 녹색성장 비전 및 4대 추진 전략·12대 과제 - 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) - 2024년도 예비타당성조사 보고서(CCU메가프로젝트) ○ 세부 추진배경 - EU 탄소국경조정제도(CBAM) 본격 시행에 따라 철강/시멘트/알루미늄/비료/전력/수소 6대 품목에 대한 탄소저감 기술 적용 수요가 증대되고 있으며, 특히 온실가스 감축이 어려운 철강/시멘트 분야는 CBAM 등 국제 제도에 따른 경쟁력 약화가 불가피함 - 국제에너지기구(IEA)에 따르면 철강분야는 연간 26억톤의 CO₂를 배출하며 산업전체의 7%를 차지함. 국내의 경우 '19년 기준 1.2억톤의 온실가스가 배출되었고 산업 전체의 19.2% 수준으로 대표적인 다배출 산업임 - 철강산업의 탄소중립 전략은 수소환원제철 등의 혁신기술이 필요하나, 혁신기술의 개발 및 순차적 설비 전환에 따른 전이기간 동안 CO₂를 저감할 수 있는 가교 기술로 CCU 기술 활용이 가능함	

- 기존 CO₂ 포집 기술은 대부분 발전소 위주로 개발되었으며 철강산업에 적합한 국내외 기술 개발 사례가 제한적(EU 아르셀로미탈 12TPD급, 日 CAT30, 韓 암모니아 수 활용 CO₂ 포집기술)임에 따라 기술 개발 완료시 시장 진입 장벽이 낮음
- 철강공정 특성상 대규모 발생원 대상 적용이 가능하며 규모의 경제 달성이 가능하며, 제철공정의 미활용 폐열을 CO₂ 포집 에너지로 활용할 수 있어 경제성 확보가 용이함
- 철강 부생가스의 고농도 CO 및 환원성 가스 환경에 적합하도록 설계된 흡수, 흡착, 분리막 기반의 포집기술을 개발하여 타 산업 대비 높은 CO 내성 및 불순물 대응성에 대한 기술적 우위를 선점할 필요가 있음
- 합성가스(CO/H₂)는 석유화학산업의 원료로 다양한 제품 전환이 가능하며, 특히 제철 공정에서 환원제로 직접 사용 가능하여 철강 산업 대상 적용시 안정적 시장 확보가 가능함
- 합성가스의 글로벌 시장 규모는 '27년 1.2억톤(CAGR 3.5%)으로 화학산업(메탄올, 아세트산, 옥소화합물), 연료, 발전 분야 등에서 다양하게 사용되고 있음
- Linde-BASF, Chiyoda 등의 선도 그룹 또한 Pilot/Demo Scale의 개발단계에 있고 건식개질 기반의 상용 규모의 합성가스 생산 및 전환 연계 사례는 부재한 상황임
- 산업연계형 CCU 기술은 각 산업에서 활용 가능한 자원을 파악, 이를 최대한 활용하는 기술로 적용하여야 하며 철강공정에서 발생한 CO₂를 활용, 코크스 오븐에 재사용하여 합성가스를 전환하는 기술을 적용한 사례(80톤/일급, CO₂ 농도 70% 이하)가 있음
- 포집된 고농도의 CO₂를 대상으로 적용 사례가 없음에 따라, 포집된 고농도의 CO₂를 이용하여 철강공정에 재사용할 때의 CO₂ 전환 기술의 성능 평가, 현업 문제점 파악 및 해결이 필요함
- 메탄올은 저탄소연료(선박 연료, 녹색해운항로) 또는 올레핀으로의 전환 등의 기술을 이용하여 다양한 제품으로 전환이 가능한 플랫폼 화합물로 향후 시장성이 확보될 수 있으며 현재 전량 수입에 의존하는 메탄올에 의한 탄소 배출량 저감 가능(CAGR 4.84%)
- CO₂를 활용한 메탄올 합성 기술은 현재 TRL4 수준으로 지속적인 기술 개발이 필요함
- 본 연구에서는 폐열을 활용한 스팀 생산 기술과 연계한 고온수전해(SOEC) 기술로 생산한 H₂를 메탄올 합성 기술에 활용함으로써 철강산업 폐열 활용 수소생산 및 철강산업의 CO₂를 이용한 저탄소 메탄올 합성 기술을 실증하고자 함
- CCU 기술의 실 적용은 CCU 제품의 현 시장 및 향후 시장 전망/수요와 산업 전환 방향에 따라 결정되므로 다양한 포트폴리오를 구성할 필요성이 있음

○ 기획의 주안점

- CO₂ 포집 공정에 소요되는 스팀은 철강 공정의 미활용 폐열에서 생산/공급됨으로써 CO₂ 포집 기술의 경제성 확보 또는 보완이 가능하여 철강산업에 특화된 CO₂ 포집 기술의 대용량 적용 기반을 구축하고자 함.
- CCU 기술의 확대 적용 및 경제성 향상을 위해서는 CCU 기술 실증을 위한 해당 산업 내 가용할 수 있는 자원과 설비의 분석을 통한 통합적인 접근이 필요하며, CO₂ 포집을 위한 스팀 폐열 활용, 포집된 CO₂의 안정적인 활용 및 후방 산업과의 연계를 위한 기반 기술의 종합적인 접근이 필요함.
 - 세부목표 1: 철강공정 부생가스 기반 폐열 연계형 경제적인 CO₂ 포집 기술 개발(연 1.6만톤급 CO₂ 포집)
 - 세부목표 2: 철강 공정 연계형 건식개질 기술 실증(H₂/CO의 철강 생산 공정 연계 공급)
 - 세부목표 3: 철강 공정 활용 CO₂ 포집 연계 코크스오븐 CO₂ 취입-CO 생산 기술 실증
 - 세부목표 4: 철강공정 폐열활용 수전해 기술 연계 CO₂ 직접수소화 기술 기반 메탄올 합성 기술 실증

2. 과제목표

- 최종 목표 : 철강 공정 기반 연 1.6만톤급 CO₂ 포집 연계 자원화 기술 실증
- 단계별 목표

1단계('26~'28)	○ CO₂ 포집(1.6만톤/년급(50톤/일)) 실증 플랜트 설계, 구축 및 시운전 ○ 철강공정 연계 CO₂ 활용 CO 생산 실증 설비 구축(CO₂ 투입량 40톤/일급) ○ 건식개질(CO₂ 10톤/일 처리) 실증 플랜트 설계 및 구축 ○ CO₂ 직접전환 메탄올 합성 기술(메탄올 생산량 5kg/일) ○ CO₂ 포집 및 수전해 설비 공급용 폐열 회수 실증 설비 구축(5톤/hr) ○ CO₂ 저감량 평가를 위한 통합 공정 모델 구축 및 LCI DB구축 ○ 국내외 CCU 연구개발 동향 분석 및 기술 적용 가능성 평가(CCU 활성화 방안 도출, BIZ 모델안 구축)
2단계('29~'30)	○ CO₂ 포집(1.6만톤/년급(50톤/일)) 실증 플랜트 운영을 통한 강건성 확보 (2,000시간 누적운전, 포집율 90%, 재생에너지 2.5GJ/tCO₂) ○ 철강 부생가스 기반 CO₂ 포집 연계 투입 상용 패키지 도출 ○ 철강공정 연계 CO₂ 활용 CO 생산 기술 실증(일 최대 CO₂ 투입량 40톤) ○ 건식개질(CO₂ 10톤/일 처리)을 통한 합성가스 생산 기술 운영(1,000시간 연속운전, CO₂ 전환율 75%) ○ CO₂ 직접전환 메탄올 합성 기술 실증(메탄올 생산량 55kg/일, 18톤/년급) ○ CO₂ 포집 및 수전해 설비 공급용 폐열 회수 실증 설비 구축 완료 및 운영 (포집공정, 수전해 공정 스팀 공급) ○ 경제성(TEA) 및 온실가스 감축량 평가(LCA) ○ 타 산업/지자체 확산 모델 및 제도화 방안 도출

3. 연구개발내용 및 성과지표

- 연구개발내용

구분	연구개발내용	비고
1단계 ('26~'28)	○ CO₂ 포집(1.6만톤/년급(50톤/일)) 실증 플랜트 설계 및 구축 - 현장 인프라 조사 및 실증 부지 인허가 완료 - 포집 플랜트 기본/상세설계 및 설비 구축/시운전 ○ 철강공정 연계 CO₂ 활용 CO생산 실증 설비 구축(CO₂ 투입량 40톤/일급) - 코크스오븐 CO₂ 취입을 위한 CO₂ 공급 배관 및 취입 전환 기본/상세 설계 수행 - 실증 부지 및 배관 설치를 위한 인허가 - 철강 부생가스 미량 불순물 분석 및 포집 CO₂ 품질 기준 확립 - 실증 시운전을 통한 hot test 수행 및 CO₂ 취입 조건 도출 ○ 건식개질(CO₂ 10톤/일 처리) 실증 플랜트 설계 및 구축 - 건식개질 플랜트 기본설계 및 상세설계 - 전산유체역학 모델(CFD) 기반 Fired heater type 실증 반응기 설계 및 모델 수립 - 실증화 설비 건설을 위한 HAZOP Study 및 인허가	

구분	연구개발내용	비고
	- 실증 설비 구축을 위한 토목/기계/배관/전기/계장 공사 - 실증 설비 시운전 - o CO₂-메탄올 전환 핵심 기술 확보 및 공정 구축 - 5 kg/일급 메탄올 합성 시스템 구축 및 운전 - CO₂ 전환 촉매 스크리닝 및 전산모사 기반 촉매 해석 - 메탄올 합성 공정(55kg/일) 상세 설계 및 구축 - o CO₂ 포집 및 수전해 설비 공급용 폐열 회수 실증 설비 구축(5톤/hr) - 현열회수시스템 개념 정립 및 기본 및 상세 설계 - 현열회수시스템 설비 구축 및 시운전(포집설비 연계 시운전) - o CO₂ 저감량 평가를 위한 통합 공정 모델 구축 및 LCI DB구축 - CO₂ 포집/자원화 공정 통합 공정 모델을 통한 CO₂ 저감량 사전 평가 - LCA를 위한 LCI DB구축 - o 국내외 CCU 연구개발 동향 분석 및 기술 적용 가능성 평가 - 국내외 CCU 기술 개발 동향 분석/기술 적용 가능성 평가(주요국의 전략, 제도, 실증 사례 분석) - 산학연관 협의체 활성화 및 최적화 방안 설계 - BIZ 모델(안) 및 기업별 행정/재정적 지원 방안 도출	
2단계 (‘29~’30)	- o CO₂ 포집(1.6만톤/년급(50톤/일)) 실증 플랜트 운영을 통한 강건성 확보(2,000시간 누적운전, 포집율 90%, 재생에너지 2.5GJ/tCO₂) - CO₂ 포집 실증 플랜트 운영 - 현열회수 설비, CO 전환, 건식개질 설비 연계 운전 - 상용급(수십만톤) 격상을 위한 설계 자료 도출 - 포집율 90%, 재생에너지 2.5GJ/tCO₂, 포집량 50톤/일 - o 철강공정 연계 CO₂ 활용 CO 생산 기술 실증(일 최대 CO₂ 취입량 40톤) - CO₂ 취입 조건 최적화(CO 생성량 극대화 운전 조건 도출) - CO₂ 활용 효과, COG 증량 효과 분석 - 포집 공정 연계 포집/자원화 공정 패키지 도출 - o 건식개질(CO₂ 10톤/일 처리) 실증 플랜트 운영 - 실증설비 운영 및 장기 운전(1,000시간 연속 운전) - 상용 설비 설계를 위한 기초 데이터 및 반응모델 도출 - o 메탄올 합성 공정(55kg/일) 운전 및 상용화 기반 확보 - 반응조건 DB 축적 및 장기평가 신뢰성 확보 - 직접 메탄올 전환 공정 조건 최적화 및 안정성 평가 - CO₂ 포집 연계 공정 PDP 도출 - CO₂ 전환율 95%, 메탄올 선택도 60% - o CO₂ 포집 및 수전해 설비 공급용 폐열 회수 실증 설비 구축 완료 및 운영 - 현열회수시스템 구축 완료 - 현열회수시스템 운용성평가 - o 경제성(TEA) 및 온실가스 감축량 평가(LCA)	

구분		연구개발내용				비고
		- 대상기술의 경제성평가 및 전과정평가 수행을 통한 기술의 경제적 타당성 및 온실가스 감축 효과 분석 ○ 타 산업/지자체 확산 모델 및 제도화 방안 도출 - BIZ 모델 기반 타 산업군 적용 가능성 및 확산 경로 분석 - 전국 확산 가능 CCU 종합 전액 패키지 및 로드맵 제시				
○ 성과지표						
- 철강공정 부생가스 기반 폐열 연계형 경제적인 CO ₂ 포집 기술 개발						
항목		1단계	2단계 (최종목표)	성과수준		비고
				국내 최고수준	세계 최고수준	
필수	CO ₂ 포집 공정 누적 운전시간 (hr)	-	>2,000	-	-	-
	CO ₂ 포집율 (%)	85	90	-	-	
	흡수제 재생에너지 (GJ/tCO ₂)	3.0 GJ/tCO ₂	2.5 GJ/tCO ₂	3.0GJ/CO ₂ /10 TPD	2.4~2.8GJ/CO ₂ /12 TPD/IFP	
	폐열활용	-	>1.0GJ/tCO ₂	-	-	-
	회수 CO ₂ 내 불순물(ppm)	<10	<5	-	-	불순물 : 황화합물, 타르 포함
	공정 규모	50tCO ₂ /d		-	-	-
	상용급 설계패키지 (건)	-	1			CO ₂ 포집 공정 연계
자율	개발 기술의 혁신성	단계별 자율제시		-	-	대표 성과물 홍보 및 전시, 기술이전 등 계획 제시
	포집비용	단계별 자율제시		-	-	-
	전공정의 기술경제성 (TEA) 및 전과정 평가(LCA)	단계별 자율제시		-	-	온실가스 감축 효과성 제시
	실증플랜트 활용 계획	자율제시		-	-	

- 철강 공정 연계형 건식개질 기술 실증

항목		1단계	2단계 (최종목표)	성과수준		비고
				국내 최고수준	세계 최고수준	
필수	H ₂ /CO(SPEC)	>0.9	>0.9	-	-	-
	건식개질 CO ₂ 전환율	75%	75%	-	75%	-
	CO ₂ 전환 공정 연속운전시간 (hr)	>100	>1,000	-	-	-
	공정 규모	>10tCO ₂ /d		-	-	-
	상용급 설계패키지 (건)	-	1			CO ₂ 포집 공정 연계
자율	개발 기술의 혁신성	단계별 자율제시		-	-	대표 성과물 홍보 및 전시, 기술이전 등 계획 제시
	운전압력(bar)	단계별 자율제시		-	-	-
	전공정의 기술경제성 (TEA) 및 전과정 평가(LCA)	단계별 자율제시		-	-	온실가스 감축 효과성 제시
	실증플랜트 활용 계획	자율제시		-	-	

- 철강 공정 활용 CO₂ 포집 연계 코크스오븐 CO₂ 취입-CO 생산 기술 실증

항목		1단계	2단계 (최종목표)	성과수준		비고
				국내 최고수준	세계 최고수준	
필수	일최대 CO ₂ 취입량 (톤/일)	40	>40	-	-	1단계: 설계(안) 기준
	누적운전시간 (hr)	-	1,000	-	-	-
	상용급 설계패키지 (건)	-	1	-	-	CO ₂ 포집 공정 연계
자율	CO ₂ 전환율(%)	단계별 자율제시		-	-	-
	COG 생산증가량 (%)	단계별 자율제시		-	-	-
	개발 기술의 혁신성	단계별 자율제시		-	-	대표 성과물 홍보 및 전시, 기술이전 등 계획 제시
	전공정의 기술경제성 (TEA) 및 전과정 평가(LCA)	단계별 자율제시		-	-	온실가스 감축 효과성 제시
	실증플랜트 활용 계획	자율제시		-	-	-

- 철강공정 폐열활용 수전해 기술 연계 CO₂ 직접수소화 기술 기반 메탄올 합성 기술 실증

항목		1단계	2단계 (최종목표)	성과수준		비고
				국내 최고수준	세계 최고수준	
필수	CO ₂ 전환율(%)	>90	>95	-	90	-
	메탄올 선택도(%)	60	60	-	-	-
	메탄올 생산량(kg/일)	5	55	-	-	SOEC 연계 기준 생산량
	상용급 설계패키지	-	1	-	-	CO ₂ 포집 공정 연계
	운전 시간(hr)	>500	>1,000	-	-	-
자율	개발 기술의 혁신성	단계별 자율제시		-	-	대표 성과물 홍보 및 전시, 기술이전 등 계획 제시
	전공정의 기술경제성 (TEA) 및 전과정 평가(LCA)	단계별 자율제시		-	-	온실가스 감축 효과성 제시
	실증플랜트 활용 계획	자율제시		-	-	-

※ 필수지표는 필수로 설정하여야 하며, 자율지표는 추가하여 제시할 수 있음

※ 모든 성능지표는 공인인증 또는 외부기관 검증서, 전문가 입회 확인서 제출 필수(자체 평가 시 필요 사유 제시)

※ 각 정량 목표 수치에 평가 기준, 측정 방법 등에 대한 정보를 구체적이고 명확하게 제시

4. 특기사항						
기본 특성분류	주요 항목별 해당여부	국가전략기술	☐ Y	☒ N		
		혁신도전형 R&D	☐ Y	☒ N		
		특허로 R&D(舊 IP-R&D)	☐ Y	☒ N		
		경쟁형 R&D	☐ Y	☒ N		
		보안과제	☐ Y	☒ N		
		기술료 징수	☒ Y	☐ N		
		3책5공 적용	☒ Y	☐ N		
		국제공동연구 의무	☐ Y	☒ N		
		지자체 예산매칭 의무	☐ Y	☒ N		
		ESG	☒ E(환경) ☒ S(사회) ☐ G(지배구조) ☐ 해당없음			
○ 총괄주관연구개발기관이 복수의 주관연구개발과제를 구성하여 제안 ※ 복수의 주관연구개발기관 중 1개 기관이 총괄주관연구개발기관 역할을 병행하여 담당 - 주관연구개발기관별 연구개발계획서를 제출하고, 총괄주관연구개발기관은 총괄연구개발계획서를 별도로 작성하여 제출 - 총괄주관연구개발기관은 주관연구개발과제 간의 유기적인 연구 협업 방안 및 추진체계를 총괄연구개발 계획서 내에 명확히 제시(연구결과 상호 교류 및 적용, 검증, 공정/생산물 간 연계 등) - 총괄주관연구개발기관은 주관연구개발과제의 성과를 기반으로 TEA 및 LCA 분석을 수행하고, 관련 정책 동향 분석 및 정책·제도 개선 발굴 등을 지원 ○ 본 과제는 CCU 기술/정책 동향 및 동 사업 내 개발 기술에 대한 전과정평가(LCA) 및 기술 경제성평가 (TEA) 등을 지원하는 역할을 함께 수행 ○ 선정평가 시 모든 주관연구개발과제를 평가하고, 총괄주관연구개발기관 단위로 평가점수를 부여 ○ 동 사업 내 주관/공동/위탁 연구개발기관 연구책임자로 신청할 수 있는 과제 수는 1개로 제한 ○ 논문·특허 성과는 기여도가 50% 이상인 경우에 한하여 성과로 인정 ○ 연구개발과제명은 연구자의 아이디어를 포함하여 자유롭게 제시 가능 ○ 과제 제안요구서(RFP)에 제시된 필요성과 목표, 연구기간, 예산 등을 고려하여 연구개발계획서에 명확하고 구체적인 연구 범위와 도전적 성과 목표를 제시 ○ 자율 성과지표는 각 항목 및 목표치를 자유롭게 제시할 수 있으나, 설정한 목표치에 대한 타당성을 입증 할 수 있는 객관적인 자료를 반드시 첨부 ○ 기존 연구개발과제 및 기술과의 차별성을 구체적으로 제시 필수 ○ 연차점검(필요시) 및 단계평가를 통해 연차별·단계별 추진 현황 및 성과를 점검받고, 점검·평가추진위원회의 의견에 따라 연구개발과제의 목표 및 내용, 과제 구성, 연구비, 계속 지원 여부 등 조정 가능 ○ 본 과제 연구개발비 구성 과정에서 간접비 산출 시 직접비 내 연구시설·장비비 비목 제외가 가능함 ○ 연구개발비 : 총 1,503.46억 원 내외(정부출연금)						
(단위: 백만원)						
과제내용		1단계			2단계	
		1차년도	2차년도	3차년도	1차년도	2차년도
철강분야 이산화탄소 포집 및 전환 기술 실증화		14,930	63,163	32,035	21,122	19,096
※ 연구개발비 규모 및 연구개발기간은 정부예산 사정에 따라 변경 가능						