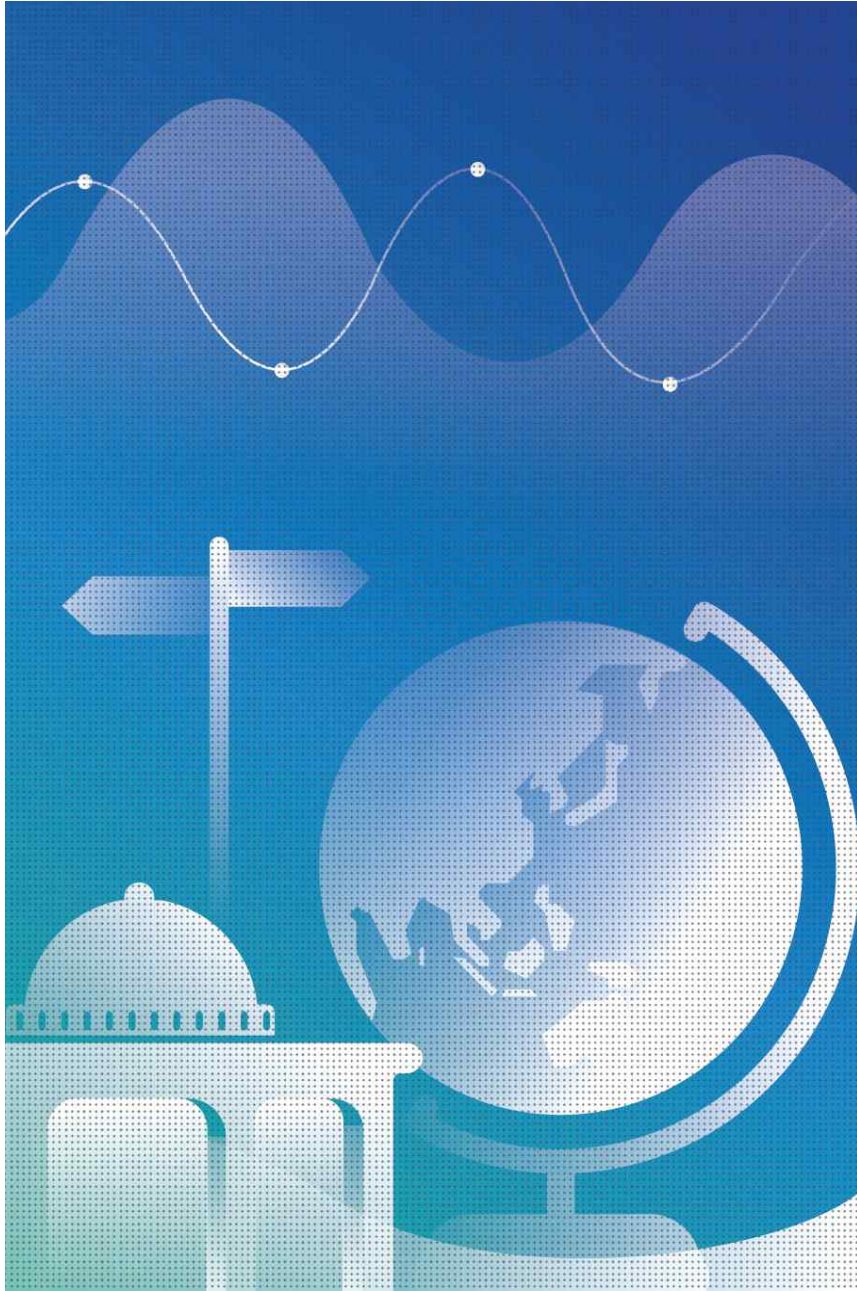


이슈보고서

지역연구팀

VOL.2024-지역이슈-1(2024.02)

우리 정부의 CCUS 정책과 우리 기업의 크로스보더 CCS 프로젝트 사례



CONTENTS

- I. 탄소 포집·저장·활용에 대한 우리 정부의 정책
- II. 탄소 포집·저장(CCS) 산업 동향
- III. 우리 기업의 크로스보더 CCS 프로젝트 참여 사례
- IV. 시사점

작성

책임연구원 이지혁 (6252-3614)

j.lee@koreaexim.go.kr

< 요약 >

I. 탄소 포집·저장·활용에 대한 우리 정부의 정책

- 우리 정부는 관계부처 합동으로 발표한 '탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획'에서 탄소 포집·저장·활용(CCUS)을 한국이 미래시장을 선도할 핵심산업으로 지정하고, CCUS 기술을 활용한 2030년 온실가스 감축 목표를 중전의 1,030만 톤에서 1,120만 톤으로 상향 조정하였음.
- 우리 기업은 그동안 CCUS 관련법이 제정되지 않아 사업 추진을 위해 40여 개의 개별법을 준용해야 하는 실정이었으나, 2024년 1월 9일 CO₂의 포집·수송·저장 및 활용을 통한 온실가스 감축과 새로운 산업육성을 위한 법적, 제도적 기반이 될 「이산화탄소 포집·수송·저장 및 활용에 관한 법률안」(이하 CCUS법)이 국회를 통과하였음.

II. 탄소 포집 및 저장(CCS) 산업 동향

- 최근 탄소중립을 선언한 국가들 사이에서 에너지 전환을 위한 노력과 함께 현실적 대안으로 탄소를 포집하여 저장하는 CCS(carbon capture and storage)와 이를 활용하는 CCU(carbon capture utilization)가 주목받고 있음. 주요 선진국들은 오래전부터 CCUS를 온실가스 감축을 위한 핵심기술로 인식하고 제도적 기반 구축을 통해 대규모 자금을 지원하고 있음.
- EU, 영국, 미국, 호주 등은 법·제도 개선을 통해 CCUS에 의한 온실가스 감축을 지원하고 있으며, 캐나다, 호주, 노르웨이는 대규모 CCS 상업화를 위한 실증을 진행 중임. Global CCS Institute에 따르면 전 세계적으로 42개의 상업용 CCS 및 CCU 프로젝트가 있으며(2023년 11월 기준), BloombergNEF에 따르면 2021년 기준 전 세계 탄소 포집 능력은 연간 약 4,300만 톤으로, 이는 세계 에너지 및 산업 부문 CO₂ 배출량의 0.13%에 해당함.

III. 우리 기업의 크로스보더 CCS 프로젝트 참여 사례

- 2022년 8월 한국의 6개 기업(삼성엔지니어링·SK에너지·SK에스온·삼성중공업·롯데케미칼·GS에너지)과 말레이시아 Petronas는 한국의 산업단지에서 발생한 CO₂를 포집해 국내 허브(hub)에 집결한 뒤 4천km 떨어진 말레이시아로 이송해 폐유·가스전이나 대염수층에 저장하는 셰퍼드(Shepherd) CCS 프로젝트를 위한 MOU를 체결하였으며, 2023년 8월 한국석유공사, 한화, Shell Gas & Power Developments B.V, Air Liquide Korea가 동 프로젝트에 추가로 참여하였음.
- SK E&S는 호주 및 일본 기업과 함께 호주 북부 해안 지역에서 가스전 개발 및 LNG 생산, 탄소 포집·저장, 한국에서 포집한 탄소의 국제 이송 및 저장 등 가스전 개발에 CCS 기술을 접목한 복합 프로젝트(Barossa-Bayu-Undan 프로젝트)에 참여하고 있음. 바로사 가스전에서 우리나라로 도입 예정인 LNG는 연평균 약 130만 톤이며, 국내로 들여온 저탄소 LNG는 대부분 청정수소 생산 원료로 활용되고 수소 생산 과정에서 배출되는 CO₂는 포집 후 전용 수송선을 통해 티모르 해역에 있는 바유-운단 가스전에 영구 저장할 계획임.

IV. 시사점

- 우리 기업이 참여하고 있는 크로스보더 CCS 프로젝트는 실증 연구와 국내 CCS 저장소가 부족한 문제를 극복할 중요한 시도로 여겨짐. CO₂ 수출을 위한 제도적·법률적 기반을 구축하고 CCS와 관련된 기술적·비용적 한계를 극복하기 위한 실증 경험을 축적할 기회가 될 것으로 기대됨.
- 말레이시아와 호주의 CCS 사업 유치를 위한 적극적인 정책, 한국과의 물리적 거리, 해당국에서의 유전 개발 경험 등을 최대한 활용할 필요가 있음.



I. 우리 정부의 탄소중립 선언과 탄소 포집·저장·활용 정책

CCUS를 통한 온실가스 감축량 상향 조정

- 우리 정부는 2020년 12월 '2050 탄소중립 비전'을 국내외에 선언하고, 2022년 5월 탄소중립 이행 추진체인 2050 탄소중립녹색성장위원회(녹탄위)를 출범시켰으며, 2021년 9월 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」(이하 탄소중립기본법)을 제정하였음.
- 동 법에 기반하여 2023년 4월 관계부처 합동으로 '탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획'을 발표하였으며, 부문별, 연도별 온실가스 감축에 관한 세부 목표를 제시하였음.
- 동 계획은 4대 전략과 12대 과제를 제시하였는데, 4대 전략 중 두 번째 전략인 '민간이 이끌어가는 혁신적인 탄소중립·녹색성장'의 세부 추진과제에 원전, 무공해차, 신재생e, 수소산업과 함께 한국이 미래시장을 선도할 핵심산업으로 탄소 포집·저장·활용(carbon capture, utilization and storage, CCUS)을 명시하였음.
- 아울러 CCUS 전담법 제정 추진 및 동해 가스전을 활용한 CCS 실증 인프라 계획을 세부 추진과제에 포함하고 있음.
- 우리 정부는 온실가스 감축 목표를 9개 부문으로 구분하고 부문별 중장기 감축 대책을 수립하였음. CCUS 기술을 활용한 2030 국가 온실가스 감축 목표(NDC)를 종전의 1,030만 톤에서 1,120만 톤으로 상향 조정하였는데, 이는 2030 NDC의 3.8%에 해당함.

[그림 1] 국가 탄소중립 녹색성장 전략·추진과제



자료: 탄소중립녹색성장위원회



[표 1] 부문별 온실가스 감축 목표

(단위: 백만 톤 CO₂, 괄호는 2018년 대비 감축률)

구분	부문	2018년 배출량	2030년까지의 목표	
			기존 NDC('21.10)	수정 NDC('23.3)
배출량 합계		727.6	436.6 (40.0%)	436.6 (40.0%)
배출	전환	269.6	149.9 (44.4%)	145.9 (45.9%)
	산업	260.5	222.6 (14.5%)	230.7 (11.4%)
	건물	52.1	35.0 (32.8%)	35.0 (32.8%)
	수송	98.1	61.0 (37.8%)	61.0 (37.8%)
	농축수산	24.7	18.0 (27.1%)	18.0 (27.1%)
	폐기물	17.1	9.1 (46.8%)	9.1 (46.8%)
	수소	(-)	7.6	8.4**
	탈루 등	5.6	3.9	3.9
흡수·제거	흡수원	(-41.3)	-26.7	-26.7
	CCUS	(-)	-10.3	-11.2***
	국제감축	(-)	-33.5	-37.5****

주) 기준연도(2018년) 배출량은 총배출량이며, 2030년 배출량은 순배출량(총배출량 - 흡수·제거량)임.

* 태양광, 수소 등 청정에너지 확대에 400만 톤 추가 감축

** 수소 수요 최신화(블루수소+10.5만 톤), 블루수소 관련 탄소 포집량은 CCUS 부문에 반영(0.8백만 톤)

*** 국내 CCS 잠재량 반영(0.8백만 톤), CCU 실증 경과 등을 고려한 확대(0.1백만 톤)

**** 민관협력 사업 발굴 및 투자 확대 등을 통해 국제감축량 400만 톤 확대

자료: 탄소중립녹색성장위원회

CCUS 확대 보급을 위한 제도·기술개발·인프라 구축

- 우리 정부는 CCUS를 '2050 탄소중립' 달성을 위한 핵심기술로 간주하고 CCUS 확대 보급을 위한 제도 기반 구축과 기술개발 및 산업 인프라 구축을 위한 정책을 추진하고 있음. 제도적으로는 CO₂ 포집·저장·활용의 정의와 산업육성, 안전규정, 인증기준 등을 포괄하는 CCUS법의 제정과 CCUS 총괄협약의 활성화 등 제도적 기반 구축에 주안점을 두고 정책을 추진하고 있음.
- 미국과 EU 등 주요 CCUS 선도국들은 CCUS 산업의 주도권과 경쟁력 확보를 위해 정부 주도하에 법적, 제도적 기반을 적극적으로 구축 중임.
- 우리 기업은 그동안 CCUS 관련법이 제정되지 않아서 사업 추진을 위해 40여 개의 개별법을 준용해야 하는 실정이었으나, 2024년 1월 9일 「이산화탄소 포집·수송·저장 및 활용에 관한 법률안」(이하 CCUS법)이 국회를 통과하였음.
- CCUS법은 기후 위기 대응과 CCUS 산업육성에 필요한 법제적 기반을 마련하기 위해 발의되었으며, 저장 후보지 선정·공표, 저장사업 허가 등 온실가스 감축에 필수적인 이산화탄소 저장소 확보와 운영에 관한 프로세스를 체계적으로 규정하고 있음.
- 아울러 CCUS 산업의 성장기반 조성을 위해 이산화탄소 공급 특례, 전문기업 확인, 기술인증 등을 규정하고 기업의 연구개발(R&D), 창업, 신산업 발굴 지원 등을 목적으로 하는 다양한 규정도 포함하고 있음.
- CCUS법은 향후 정부 이송 및 국무회의 의결을 거쳐 공포될 예정이며, 공포 1년 후 본격적으로 시행될 예정임.



[표 2] 이산화탄소 포집·수송·저장 및 활용에 관한 법률의 주요 내용

구 분	주요 내용
기본계획 수립	기본계획(5년) + 시행계획(매년) 수립
	○ (계획) 5년 단위 기본계획 수립(탄독위 심의, 산업부 수립·시행 지원) → 매년 시행계획 수립(관계 중앙행정기관의 장이 수립하여 탄독위에 제출)
인프라 구축·관리	포집·수송·저장 인프라 구축·관리 + 모니터링 체계 마련
	○ (포집 시설) 산업부장관에게 설치계획 신고(수리 시 관계중앙행정기관의 장과 협의) + 설치 지원 ○ (수송사업) ①이산화탄소 수송사업은 산업부 장관 승인, ②안전 검사, 안전관리자 선임 등 의무화 ○ (저장소) 저장소 탐사 → 저장 후보지 선정·공표 → 저장사업 → 저장소 폐쇄 등 확보·운영 프로세스 규정 ○ (모니터링) ①저장사업자 모니터링 의무(저장소 폐쇄 후 일정 기간 이상), ②공공 모니터링 운영 및 결과 공개(전담기관 지정)
생태계 육성	집적화단지 지정 + 성과 평가 및 개선
	○ (지정) 지자체 신청에 따라 탄독위 심의를 거쳐 지정·고시 * 신청 시 집적화단지 육성계획 수립·제출 ○ (지원) CCUS 관련 시설, 산업기반 시설 및 공동연구개발 인프라 구축비 지원 * 지원 대상시설의 종류와 범위는 하위법령을 통해 구체화(예: 전력·배관 등) ○ (평가) 탄독위 심의를 거쳐 단지 운영성과 정기 또는 수시 평가 → 평가 결과 관할 시·도지사 통보 및 개선 조치
성장기반 조성	기술 상용화, 유망 기업·제품 인증 등 기업지원
	○ (공급 특례) CCU를 위한 연구, 실험, 실증화 시설 및 사업장에 이산화탄소 공급 시 배출량 인정 ○ (기업·제품 인증) CCU ①전문기업 확인, ②기술·제품 인증 도입 ○ (실증사업) CCUS 기술활용 실증사업 근거 마련 → 정부 승인 시 허가·승인·검사 또는 등록 등 의제* 특례 + 재정·행정·기술적 지원 * 고압 용기·설비 등의 제조등록, 공유수면 점용·사용 허가 등 ○ (기타) CCUS 기술개발·사업화, 보조·용자, 기후대응기금 투자, 전문 인력 양성, 국제협력 등 지원시책 추진 근거 규정

자료: 산업통상자원부 보도자료

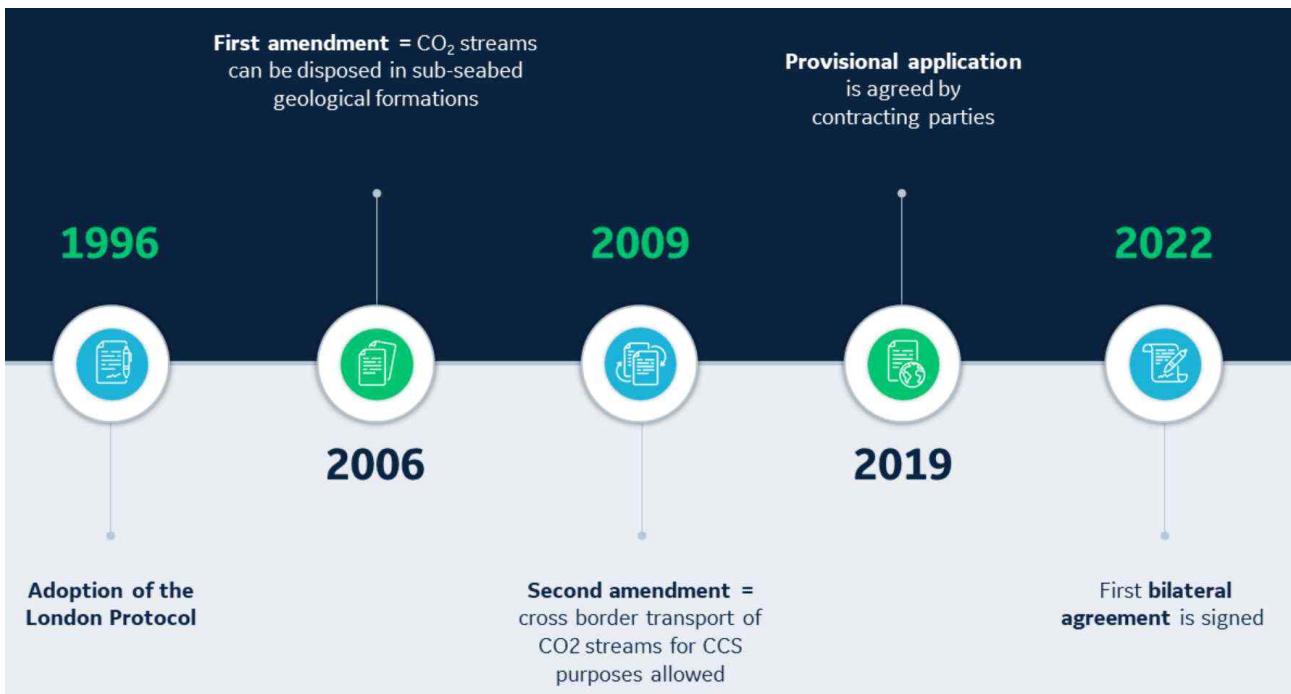
- 기술과 관련하여 우리 정부는 동해 가스전을 활용한 CCS 실증 기술개발 및 실증사업화 플랫폼 구축 등 CCUS 기술개발과 실증사업 확대를 중점기술 확보 계획을 수립하고 있음.
- 인프라의 경우 CCUS 실증을 위한 클러스터를 구축하고 CO₂ 저장을 위한 국내의 유망구조 도출과 저장 규모를 확인하는 한편, 호주 및 말레이시아 등과 협력하여 저장소 개발에 주력할 계획임.
- CO₂ 저감 사업이 착수된 2000년대 초에 본격적으로 시작된 CCUS 연구개발은 2010년까지 포집 기술에 집중되었으며, 상대적으로 저장 및 활용기술 개발 연구는 제한적으로 이루어졌음.
- 포집만으로는 한계가 있다는 지적에 2010년 '국가 CCS 종합 추진계획'에서는 포집, 저장, 활용 기술에 대한 종합적인 기술개발 추진계획이 수립되었음. 그러나 저장기술의 경우 대규모 저장소의 탐사 및 실증사업 부지 선정이 계획대로 이루어지지 못해 대규모 저장소 확보가 지연되면서 최초 계획한 실증사업이 이루어지지 못했으며, 이에 따라 저장소의 존재 여부와 저장용량에 대한 논쟁이 지속되고 있음.



런던의정서 개정안 결의서 국제해사기구(IMO) 기탁

- 해양오염 방지를 위해 폐기물 및 기타 물질의 해양투기를 규제하는 런던협약(London Convention)이 1972년 체결되었고, 동 협약의 이행 의무를 강화하려는 목적으로 1996년 개정의정서(런던의정서)가 채택되었음. 개정의정서는 자국 해역에서의 CO₂ 스트림(CO₂ stream, 제철소·발전소 등 산업시설에서 포집된 CO₂) 저장은 허용하나, 국가 간 이동(수출입)은 금지함.
- 글로벌 탄소중립을 위한 현실적 대안으로 CCS 기술이 주목받자 2009년 유엔 당사국총회는 국가 간 CO₂ 스트림 이동을 허가하는 개정안을 채택하였음. 다만, 개정안이 발효되기 위해서는 36개국(당사국의 2/3)의 수락서 제출이 필요함.
- 36개국이 수락서를 제출하기까지 많은 시간이 소요될 것으로 예상되자, 2019년 당사국총회는 개정조약 발효 전이라도 한시적으로 개정조약을 적용할 수 있도록 하는 결의서를 채택했음.
- 즉, 당사국이 결의서를 수락한다는 지지선언문을 국제해사기구(IMO)에 제출하면 그 국가는 CO₂를 해외 바닷속에 묻는 것이 가능함(관련 당사국이 모두 제출한 경우).
- 우리 정부는 CO₂ 수출에 대한 법적 규제를 해결하기 위해 2022년 4월 12일 런던의정서 개정 수락서와 2019년 결의서 지지선언문을 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO) 사무국에 제출했음.

[그림 2] 런던의정서 채택 및 개정 과정



자료: GE VERNOVA

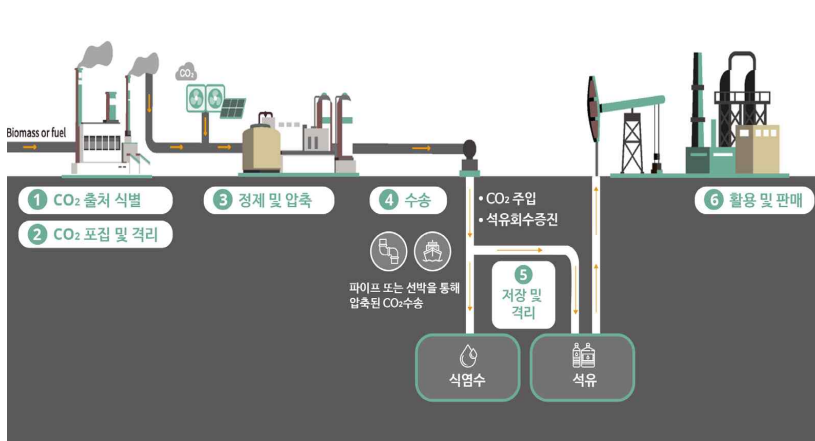


II. 탄소 포집 및 저장(CCS) 산업 동향

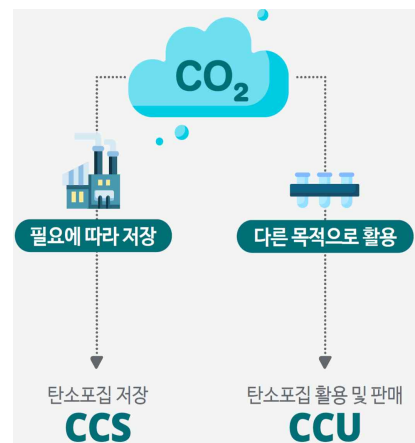
CCS 기술 개요

- 최근 탄소중립을 선언한 국가들 사이에서 에너지 전환을 위한 노력과 함께 현실적 대안으로 탄소를 포집하여 저장하는 CCS(carbon capture and storage)와 이를 활용하는 CCU(carbon capture utilization)가 주목받고 있음.
- 탄소 포집은 1930년대부터 사용된 기술로, 처음에는 천연가스의 채굴·생산 공정에서 순수한 가스를 얻기 위해 불순물(CO₂)을 제거할 목적으로 도입되었으며, 탄소 저장기술은 1970년대 석유회수증진(enhanced oil recovery, EOR)*에 적용되었음.
 - * EOR : 석유 및 가스 생산 공정에서 일차, 이차 회수 이후 잔존 석유·천연가스의 추가적인 회수를 목적으로 인위적인 물질을 유전에 주입하는 기법
- CCS는 일반적으로 탄소 포집(화석연료 연소 혹은 산업의 특정 공정 중 발생하는 CO₂ 포집), 수송(이산화탄소를 압축, 냉각해서 파이프라인 혹은 선박으로 운송), 저장(포집한 CO₂를 지중 또는 해저 지중에 저장하는 기술)으로 구분됨.
- **[활용]** 활용(CCU)은 포집한 CO₂를 화학적·생물학적 전환 혹은 광물화 등을 거쳐 시장가치가 있는 제품이나 원료로 전환하는 기술로서, 포집한 CO₂를 직접 사용하는 직접 활용기술과 유용한 제품으로 바꾸는 전환기술이 있음.

[그림 3] CCUS 도식



자료: UNECE; Deloitte Insights



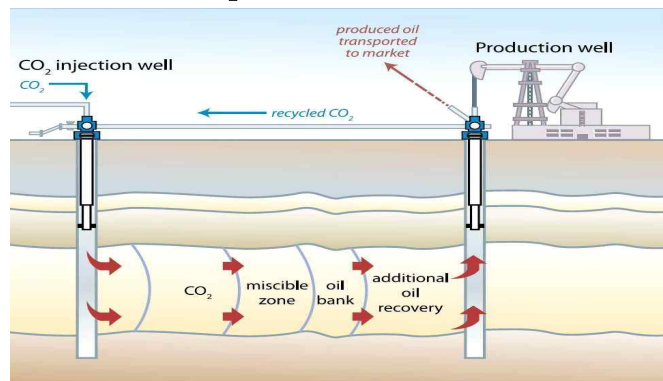
자료: Deloitte Insights

- **[포집]** 포집 기술은 다양한 물질이 혼합된 배기가스에서 CO₂를 포집·분리하는 기술로, 방식에 따라 연소 후(post-combustion) 포집, 연소 전(pre-combustion) 포집, 순 산소 연소(oxy-fuel combustion) 포집으로 구분됨. 이외에도 대기 중의 CO₂를 직접 포집하여 농축 CO₂를 생산하는 직접 공기 포집(direct air capture, DAC) 기술이 차세대 기술로 주목받고 있음.



- **[연소 후 포집]** 화학 촉매제를 활용하여 연소 후 발생한 배기가스에 포함된 CO₂와 질소(N) 혼합물에서 CO₂를 분리하는 기술임.
- **[연소 전 포집]** 연소 과정이 이루어지기 전 연료를 산소와 반응시켜 합성가스를 제조하는 공정에서 발생하는 CO₂를 포집하고, 이 과정에서 생성된 수소를 연료로 활용하는 기술임.
- **[순 산소 연소 포집]** 공기 대신 순수한 산소를 산화제로 사용함으로써 연소 후 배기가스 대부분이 CO₂와 수분(H₂O)으로 구성되어 추가적인 CO₂ 포집 설비가 필요 없는 기술임.
- **[직접 공기 포집]** 대기 중의 CO₂를 직접 포집하여 농축 CO₂(concentrated CO₂)를 생산하는 기술로서, 포집된 CO₂를 영구 저장하거나 다양한 제품의 원료로 활용 가능함.
- **[수송]** 포집한 이산화탄소를 압축, 냉각해서 액체 상태나 액체와 기체의 중간 상태인 초임계 상태로 바꾼 후 배관 수송(파이프라인)이나 선박을 이용하여 이송함. 압축 냉각된 CO₂는 주위의 압력이나 온도에 민감하게 반응하므로 압력과 온도를 일정하게 유지하는 것이 중요함.
- 배관 수송 기술은 단거리 수송에 적합한 기술로서 높은 동력과 100bar¹⁾ 이상의 압력을 견디는 파이프라인을 이용하며, 수송선 기술은 원거리 수송에 적합한 기술로서 특수선박을 사용함.
- **[저장]** 확보한 CO₂를 지중 또는 해양 지중에 저장하는 기술로서 유전 및 가스전, 대염수층*, 채광이 불가능한 석탄층 등에 저장이 시도되고 있으며, 대규모 저장의 경우 해양 지중 저장이 활발하게 추진되고 있음. 저장소 탐사, 주입, 지속적인 모니터링까지 저장기술의 범주로 포함됨.
- * 지하에 존재하는 염도가 높은 지하수층으로 일반적으로 식수나 농업용수로 사용할 수 없는 수준의 높은 염도를 가지고 있으며, 지표면 아래 깊은 곳에 위치함.
- 지중 저장에 적합한 지층은 높은 주입능력, 저장능력, 밀봉능력을 모두 갖추어야 하므로 충분한 검증 절차가 요구됨.
- **[EOR]** 포집된 CO₂를 기존의 유전이나 가스전에 주입함으로써 내부 압력을 높여 생산량을 늘리는 석유회수증진 기술 역시 CCU 저장기술에 포함될 수 있으나, 잠재적인 온실가스 배출원인 화석연료의 생산에 활용된다는 점에서 탄소중립 기술로 보기 어렵다는 시각이 지배적임.

[그림 4] CO₂를 이용한 원유회수증진(EOR)



자료: IPCC

1) 1 bar는 해수면에서 1m 정도의 압력(1 bar = 1.019716kg/cm²).



주요국의 CCUS 정책 동향

- 주요 선진국들은 이미 CCUS를 온실가스 감축을 위한 핵심기술로 인식하고 제도적 기반 구축을 통해 대규모 자금을 지원하고 있음.
- 주요국의 온실가스 감축량 목표(2030~60년) 중 CCUS 기술 기여도는 2.5~13.1%이며, 한국은 NDC(2030)의 3.8%, 탄소중립(2050)의 8.0~12.3%임.
- EU, 영국, 미국, 호주 등은 법·제도 개선을 통해 CCUS에 의한 온실가스 감축을 지원하고 있으며, 캐나다, 호주, 노르웨이에서는 대규모 CCS의 상업화를 위한 실증사업이 진행 중임. 노르웨이는 세계 최초로 연 100만 톤급 대규모 이산화탄소 해양 지중 저장사업을 성공적으로 진행 중임.

[표 3] CCS 주요 실증 사례

국가	주요 내용
캐나다	Quest CCS 프로젝트: 석유화학단지에서 포집한 CO ₂ 를 저장하는 프로젝트로, 2015~21년까지 680만 톤 규모의 CO ₂ 를 성공적으로 지중 저장
호주	Gorgon Storage 프로젝트: 2019~22년 동안 천연가스 액화 중 발생하는 CO ₂ 를 포집 후 Barrow 섬 지하 2km 저장고에 주입(600만 톤)
노르웨이	Longship 프로젝트: 폐기물 소각 및 시멘트 생산설비에서 연 80만 톤의 CO ₂ 를 포집 후 선박 및 파이프라인 수송을 통해 북해 해저 3,000m에 저장 계획(2024년 개시 예정, 예산 규모 18억 달러)

자료: IPCC

- **[미국]** 1970년대부터 상용 CCUS 시설을 운영하기 시작한 미국은 CCS와 관련된 다수의 대규모 시설을 갖추고 있어 세계 최대 규모의 저장용량을 보유하고 있으며, 국가 주도의 자금지원을 통해 시장 성장을 견인하고 있음.
- 2021년 IJIA(Infrastructure Investment and Jobs Act)를 제정해 CCUS R&D, 실증, CO₂ 운송 및 저장 인프라, 탄소 활용 시장 개발 등 CCS 분야에 5년 동안 120억 달러 규모 이상의 지원을 계획함.
- 2022년 인플레이션 감축법(IRA)을 통해 발전 및 산업 부문 CCUS 재정지원을 강화했는데, CCS의 경우 탄소 1톤당 85달러, CCU 60달러, 직접대기탄소포집·저장(DACCS) 180달러, 직접대기탄소포집·활용 130달러의 인센티브를 제공함.
- 현재 포집된 CO₂의 90% 이상이 EOR 방식에 사용되고 있으나, 진행 중인 신규 프로젝트가 마무리되는 2030년경에는 대염수층 및 고갈 유가스전 저장용량이 전체 저장용량의 60%에 이를 전망이다(약 8,300만 톤).
- **[영국]** 미국에 이어 세계 2위 규모의 저장소를 구축한 영국은 2023년 4월 발표한 '2035 CCUS Net Zero Investment Roadmap'을 통해 저탄소 수소 생산과 연계된 CCUS 추진계획을 제시하고 수소 생산과 CCS 목표를 연계한 로드맵과 정부의 자금지원으로 CCS 시장의 불확실성을 해소하고 있음.
- 영국 정부는 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위해 CCUS Infrastructure Fund(CIF)* 지원 하에 2030년까지 연간 20~30만 톤(MtCO₂)을 포집할 수 있는 4개의 CCUS 산업 클러스터를 조성할 계획임.

* CCUS 기술의 상용화를 촉진하기 위해 설립된 정부 지원 펀드로 2030년까지 최대 10억 파운드의 투자를 목표로 함.



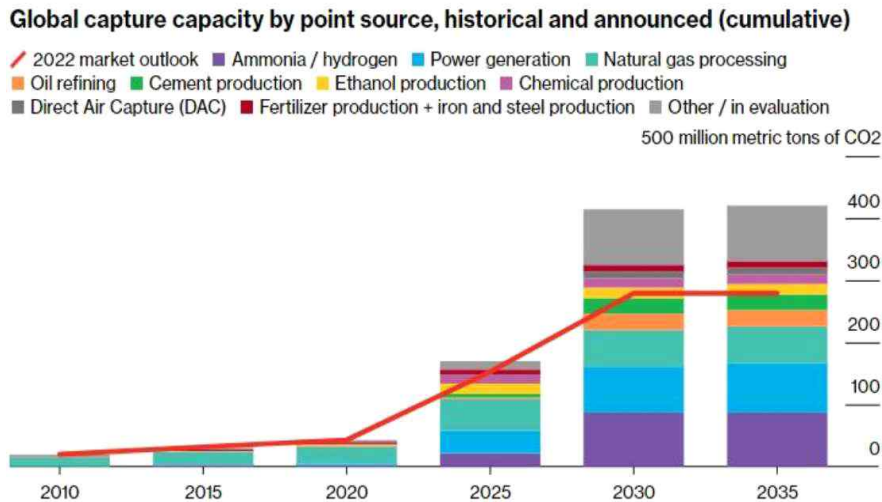
- 동 계획에 따르면 2020년대 중반까지 2개(Track-1: Hynet 클러스터, East Coast 클러스터), 2030년까지 2개(Track-2)의 CCUS 클러스터가 구축될 예정임. 2030년에는 글로벌 CO₂ 저장용량의 약 15% 수준인 연 3,700만 톤 규모의 CO₂를 저장할 설비를 갖출 것으로 전망됨.
- **[EU]** 2023년 2월 기준 전 세계에서 등록된 99개의 실증 CCU 프로젝트 중 91개가 유럽에서 추진 중임. EU는 혁신 기금(innovation fund)*을 통해 EU 배출권거래제 혹은 개별 회원국의 정책 이니셔티브와 결합해 CCS 기술을 지원하는 정책을 강화하고 있음.
 - * EU 혁신기금은 세계 최대 규모의 저탄소 기술개발 및 시범 사업 지원 프로그램 중 하나로, EU가 2050년까지 넷 제로 목표를 달성하는 데 중요한 역할을 하며, 혁신적인 저탄소 기술 개발과 시범 운영을 지원함.
- EU는 혁신기금을 통해 2030년까지 저탄소 기술에 380억 유로를 지원할 계획이며, 2021년에 4개, 2022년에 7개의 CCS 프로젝트가 기금 지원 프로젝트로 선정되었음. 수혜국은 벨기에, 독일, 프랑스, 스웨덴, 아이슬란드, 불가리아, 폴란드, 핀란드 등임. 17개의 대형 혁신 청정기술 프로젝트에 18억 유로를 지원할 계획이며, 이 중 11개의 프로젝트가 CCS와 관련된 것임.
- **[일본]** 일본 정부는 포집한 CO₂ 수출을 위한 해상운송 기술개발 및 글로벌 네트워킹 이니셔티브를 지원하고 있음. 2023년 1월 2050 탄소중립 달성을 위한 CCS 기술활용 촉진 로드맵을 발표하고, CCS 기술 관련 법안을 입안하였음. 아울러 민간 프로젝트를 선정, 보조금을 지원하는 방안도 검토 중임.
- 일본 해운사들은 액화 CO₂ 수송 기술개발 및 실증사업을 추진 중이며, 일본 경제산업성은 아시아 권역의 CCUS 산업 활성화를 위한 Asia CCUS Network를 설립을 주도했음. 일본은 2020년 11월 '동아시아 정상 회의(EAS)'의 에너지 장관회의에서 '아시아 CCUS 네트워크'의 출범을 각국에 제안했으며, 2021년 6월 22~23일에 개최된 '제1회 아시아 CCUS 네트워크 포럼'에서 아시아 CCUS 네트워크'를 출범시킴.
- **[동남아: 인도네시아, 말레이시아]** 자국 내 고갈된 유·가스전을 활용하여 국외 배출 CO₂의 자국 내 저장 가능성을 제시함. 인도네시아 정부는 여러 다국적 정유사와 CCUS 프로젝트를 진행 중이며, 말레이시아의 국영 석유 및 가스 기업인 Petronas는 말레이시아 내 총 저장용량의 60%를 자사 및 말레이시아 국내 기업에 할당하고, 나머지 40%는 외국 기업에 배분할 계획을 시사함.
- 말레이시아는 사라왁(Sarawak) 지역에서 진행 중인 Kasawari 프로젝트를 통해 2025년부터 연 450만 톤의 CO₂를 고갈된 유·가스전에 저장할 계획이며, 인도네시아는 아시아-태평양 지역 최초로 CCUS 관한 법령을 제정하였음.
- **[호주]** 2023년 11월 호주 상원은 CO₂ 스트림의 국가 간 이송을 가능하게 하는 런던의정서 개정안 비준을 위한 법안을 통과시키고, 런던의정서 개정에 대한 수락서를 국제해사기구(IMO)에 기탁하기로 결정했음. 호주의 몇몇 주 및 준주(state and territory)는 CCUS 허브 및 네트워크의 잠재적 발전 가능성을 모색하고 있으며, 그중 일부는 다른 국가로부터의 CO₂ 수출입과 관련된 것임.
- 호주에서는 세계 최대 규모의 천연가스 개발이 이루어지고 있는 고르곤(Gorgon) 프로젝트의 일부로 액화천연가스(LNG) 공장의 배기가스를 포집 및 저장하는 사업이 진행 중임. 다만, 고르곤 CCS 프로젝트는 연간 400만 톤의 CO₂를 주입하기로 계획되었으나 지난 5년 동안 목표량을 달성하지 못했으며, 이로 인해 서호주(West Australia) 주 정부로부터 제재를 받음. 동 프로젝트에 참여하고 있는 Chevron, ExxonMobil, Shell 등은 부족한 탄소 포집 저장량(523만 톤)에 해당하는 탄소배출권을 매입기로 합의함.



세계 CCUS 산업 규모

- Global CCS Institute에 따르면 2023년 11월 기준 전 세계적으로 42개의 상업용 CCS 및 CCU 프로젝트가 있으며, BloombergNEF에 따르면 2021년 기준 전 세계 탄소 포집 능력은 연간 4천 3백만 톤으로, 이는 세계 에너지 및 산업 부문 CO₂ 배출량의 0.13%에 해당함.
- 세계 탄소 포집 능력은 해마다 18%씩 성장해 2035년에는 연간 4억 2천만 톤에 이를 것으로 전망되며 이러한 성장은 주로 정책적 지원에 의해 주도될 예정임(BloombergNEF). 2022년 9월 기준 개발(건설) 단계에 있는 시설까지 모두 합한 전 세계 CCS 프로젝트의 탄소 포집 능력은 약 2억 4천만 톤임(Global CCS Institute).

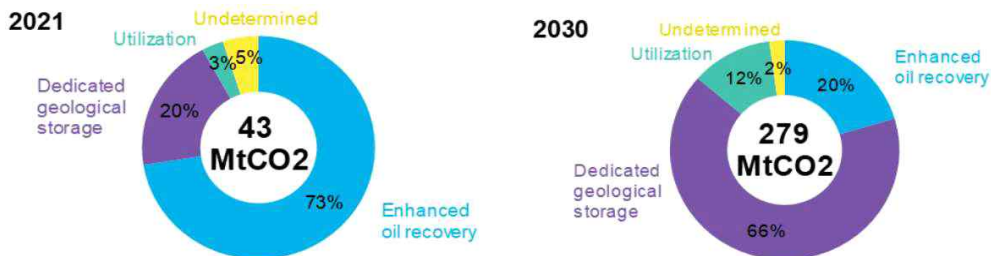
〈그림 5〉 부문별 탄소 포집 능력 추이 및 전망



자료: BloombergNEF

- 과거 주로 천연가스 처리 시설에 국한되었던 탄소 포집이 시멘트, 철강, 전력 부문으로 확대되고 있음. 미국과 유럽 등 선진국에서는 높은 탄소 가격 정책과 정부의 지원에 힘입어 시멘트, 철강 등 온실가스 감축이 어려운 산업에서 탄소 포집 기술이 적극적으로 활용되고, 탄소 포집 기술과 결합된 가스 발전 프로젝트가 늘어날 것으로 전망됨.
- 2021년 기준 포집된 CO₂의 약 73%가 EOR에 사용되었으나, 2030년에는 지중 저장이 약 66%를 차지하며 EOR를 추월할 것으로 전망됨.

〈그림 6〉 최종 활용에 따른 탄소 포집량의 비율



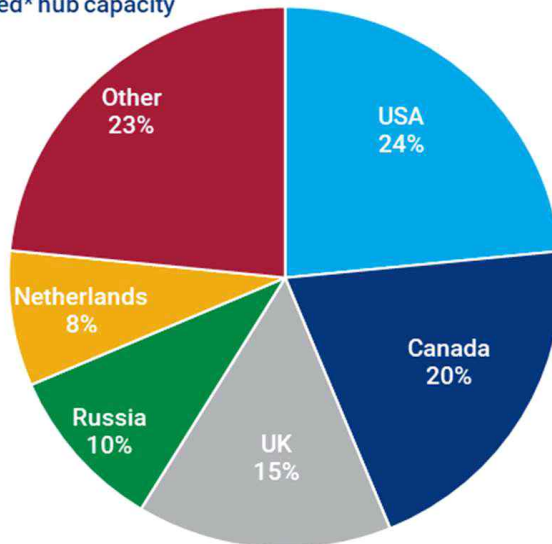
자료: BloombergNEF



- BloombergNEF에 따르면 2022년 기준 탄소 포집·운송·저장에 대한 투자금액은 64억 달러였으며, 2023년 투자 규모는 50억 달러 수준으로 전망됨(2023년 9월 기준). CCUS 시장 규모는 2022년 30억 달러에서 해마다 21.5%씩 성장해 2030년에서 142억 달러 규모로 성장할 것으로 전망됨(Markets and Markets).
- 2022년 1분기 기준 CCUS 허브(건설 단계까지 포함)의 탄소 포집 능력의 75% 이상이 5개 국가에 집중되어 있음: 미국(24%), 캐나다(20%), 영국(15%), 러시아(10%), 네덜란드(8%), 기타(23%)(Wood Mackenzie).
- 2035년 CCUS 산업 시장 점유율 전망을 살펴보면, 미국이 40%로 시장의 선두 자리를 유지하고, 영국과 캐나다가 각각 16%, 12%로 그 뒤를 따르며, 호주, 네덜란드, 중국이 각각 3~4%의 점유율로 상위 부문을 차지할 것으로 예상됨. 다만 중국이 전력 분야에서 탄소 포집을 가속화할 경우 시장 점유율 순위 변동이 있을 수 있음(BloombergNEF).
- CCUS 시장을 선도하는 대표적인 기업으로는 미국의 Fluor Corporation, ExxonMobil Corporation, Chevron Corporation, Air Products and Chemicals Inc., Honeywell International, Schlumberger Ltd., 노르웨이의 Equinor ASA, Aker Solutions ASA, 네덜란드의 Royal Dutch Shell plc, 영국의 BP plc, 프랑스의 TotalEnergies SE, 일본의 미쓰비시중공업 등이 있음.

〈그림 7〉 세계 CCUS 허브 탄소 포집 능력(국가별)

Global share of planned* hub capacity



*Planned = projects with status in construction, advanced development, early development, delayed pre-development and hypothetical.

자료: Wood Mackenzie



Ⅲ. 우리 기업의 크로스보더 CCS 프로젝트 참여 사례

크로스보더 CCS 사업

- 크로스보더(cross-border) CCS는 포집한 CO₂를 국경 너머로 운반하여 매립하는 것으로, 최근 한 관할권에서 생성된 탄소를 다른 관할권으로 옮겨 영구적으로 저장하는 국경 간 CCS 프로젝트에 대한 관심이 증가하고 있음. 이는 포집한 탄소를 저장할 공간이 부족한 국가에는 저장 공간 확보, 탄소를 저장할 잠재력이 있는 국가에는 수익과 CCS 기술 획득 기회를 제공함.
- 2022년 9월 덴마크와 벨기에에는 세계 최초로 국경을 통과하는 CO₂의 운송 및 영구저장을 위한 크로스보더 CCS 협약을 체결함.
- 그린샌드(Greensand) 프로젝트*는 벨기에 안트워프 지역에서 포집된 CO₂를 선적하여 덴마크 북해 해저의 폐유전(Nini West)에 주입하는 세계 최초의 국경 간 CCS 사업임. 동 프로젝트는 2030년까지 연간 800만 톤의 CO₂를 저장하는 것을 목표로 함. 덴마크-벨기에 사례는 런던의정서 개정 조약의 한시적 적용 국가들이 실질적인 협약을 체결한 최초의 사례로 글로벌 CCS 가치사슬 구축의 진전을 이루었다는 평가를 받고 있음.
 - * 기업, 학계, 정부, 스타트업 등 CCS에 대한 전문성을 갖춘 23개 기관으로 구성된 컨소시엄으로, 덴마크 정부로부터 자금지원을 받고 있으며 독일의 석유 및 천연가스 기업 Wintershall Dea가 주도적인 역할을 하고 있음.

1. 한-말레이시아 협력 사례

말레이시아의 CCU 허브 정책

- 말레이시아는 한국보다 1년 이른 2021년 제26차 유엔 기후변화 당사국 총회(COP26)에서 2050년까지 넷제로(net zero; 6대 온실가스 배출량을 모두 0으로 만듦) 달성을 공약했으며, 넷제로 목표를 5년 단위 국가 중기 발전계획인 제12차 말레이시아 계획(the Twelfth Malaysia Plan, 12MP)에 반영하였음.
- 2022년 말레이시아 정부는 에너지 산업을 사회경제 발전의 핵심 동인으로 간주하고 에너지 발전에 초점을 둔 '국가 에너지 정책(the National Energy Policy, NEP) 2022-2040'을 발표했는데, 동 정책은 말레이시아 정부의 넷제로 목표 및 실행 계획, 저탄소 개발, 자원 효율성, 그리고 천연자원의 지속가능성 등을 다루고 있음.
- 말레이시아 정부는 NEP에 명시된 목표를 달성하기 위한 핵심기술 중 하나로 CCUS에 주목하고 있음. 2023년 말레이시아 경제부는 기존 화석연료 기반 경제에서 고부가가치 녹색 경제로의 전환을 위한 구체적인 계획을 담고 있는 '국가 에너지 전환 로드맵(National Energy Transition Roadmap, NETR)'을 발표했다.
- NETR은 6대 에너지 전환 과제(6 energy transition levers)에 기반한 10대 촉진 프로젝트(10 flagship catalyst projects)로 구성되어 있는데, CCUS는 6대 과제의 한 부분을 담당함. NETR은 두 개의 CCS 플래그십(flagship) 프로젝트와 세 개의 CCS 허브 프로젝트를 포함하고 있음.



〈표 4〉 국가 에너지 전환 로드맵(NETR) 기본 구조

6대 에너지 전환 과제	주요 추진 프로젝트
효율적 에너지 전환	효율적인 에너지 전환
재생에너지(RE)	재생에너지 지대(renewable energy zone)
	에너지 스토리지
수소	에너지 안보
	녹색 수소
바이오에너지	발전용 수소
그린 모빌리티	바이오매스 수요 창출
	미래 모빌리티
탄소 포집, 활용, 저장(CCUS)	미래 연료
	산업용 탄소 포집 후 저장(CCS)

자료: National Energy Transition Roadmap, KOTRA 쿠알라룸푸르무역관

- 말레이시아 정부는 폐유·가스전을 활용하여 자국을 지역 CCS 허브로 개발할 계획을 세우고 있으며, Petronas는 CCS 가치사슬 구축을 기업에 서비스를 제공하는 새로운 비즈니스 모델로 개발하고 있음.
- 말레이시아는 해양 지질조사를 통해 해저에 CO₂가 안전하고 영구적으로 저장될 수 있는 지하 암석이 많이 분포하고 있음을 확인하고, 고갈된 폐유·가스전을 거대한 CO₂ 저장소로 개발하기 위해 한국 및 일본 기업은 물론 Shell, TotalEnergies, ExxonMobil 등 글로벌 에너지 기업들과도 계약을 체결하였음.
- Petronas의 내부 조직인 말레이시아 광권관리국(MPM)의 주장에 따르면 말레이시아의 고갈된 16개 유전에서 약 46조 ft³ 이상의 잠재적 탄소 저장 공간이 확인되었으며, 현재 Petronas는 사라왁 지역 연안에서 Kasawari CCS 프로젝트를 추진 중임.
- 동 프로젝트는 Kasawari 가스전에서 개발되고 있는 45억 링깃(약 10억 달러) 규모의 초대형 CCS 프로젝트로, 2026년 Kasawari 플랜트가 완공되면 해마다 330만 톤의 CO₂를 감소시켜 세계에서 가장 큰 해양 CCS 프로젝트 중 하나가 될 것으로 전망됨.

〈표 5〉 Kasawari CCS 프로젝트

구분	내용	위치
위치	<ul style="list-style-type: none"> • 사라왁(Sarawak)의 빈틀루(Bintulu)에서 약 200km 떨어진 SK316 블록 	
목표	<ul style="list-style-type: none"> • 연간 330만 톤의 이산화탄소 등가물(MtCO₂)을 포집 및 저장 <ul style="list-style-type: none"> - 온실가스 배출량 감소: CO₂가 대기로 유입되는 것을 방지함으로써 기후변화 완화 - 향상된 원유 및 가스 생산: 포집된 CO₂를 인근의 유가스전 EOR에 사용 - 기술 발전: 최첨단 CCS 기술개발, 미래 프로젝트를 위한 실증 연구 - 경제적 기회: 건설과 운영 과정에서 일자리 창출, 지역 경제 활성화 	
일정	<ul style="list-style-type: none"> • 2023년 11월 착공하여 2025년 7월 완공 예정 	
파트너	<ul style="list-style-type: none"> • Petronas Carigali Sdn Bhd(운영사) • Technip Energies and NPCC(엔지니어링, 조달, 건설, 설치 및 시운전을 담당하는 컨소시엄) • McDermott International(해저 파이프라인·플랫폼 설치) • Worley(설계 및 엔지니어링 서비스) • Petra Resources(후크업 및 커미셔닝) 	

자료: National Energy Transition Roadmap, KOTRA 쿠알라룸푸르무역관

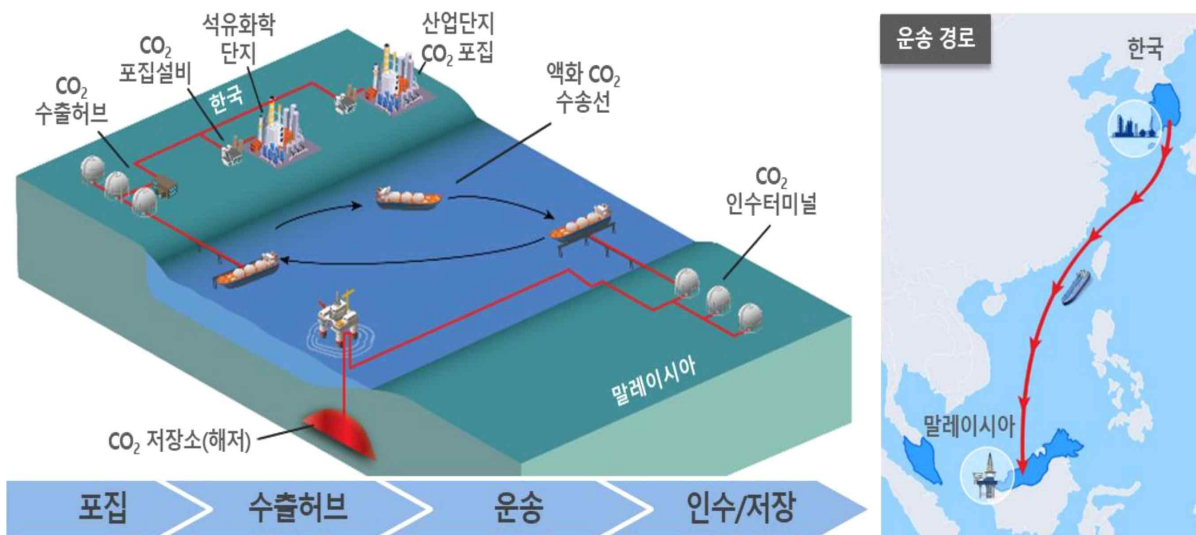
자료: JPT.75



한-말레이시아의 셰퍼드(Shepherd) CCS 프로젝트

- 2022년 8월 한국의 6개 기업(삼성엔지니어링·SK에너지·SK어스온·삼성중공업·롯데케미칼·GS에너지)과 말레이시아 Petronas는 한국의 산업단지에서 발생한 CO₂를 포집해 국내 허브(hub)에 집결한 뒤 이를 4천km 떨어진 말레이시아로 이송해 폐유·가스전이나 대염수층에 저장하는 셰퍼드(Shepherd) CCS 프로젝트를 위한 MOU를 체결하였으며, 2023년 8월 한국석유공사, 한화, Shell, 에어리퀴드코리아(Air Liquid Korea)가 새롭게 참여하면서 MOU를 갱신하였음. 참여기업들은 CCS 가치사슬 내에서 각사의 기술력과 전문성을 최대한 활용할 계획임.
- 사업개발 및 허브 구축은 삼성엔지니어링, 탄소 포집은 롯데케미칼, GS에너지, SK에너지, 액화 CO₂ 운송에는 삼성중공업, 저장소 탐색 및 선정은 SK어스온과 Petronas가 각각 담당할 계획임. 후발주자로 참여하는 기업의 역할에 대해서는 아직 잘 알려진 바가 없으나, 한국석유공사는 동해 가스전 활용 CCS 실증사업을 추진한 경험이 있으며, 에어리퀴드코리아는 CO₂ 포집 및 액화 기술을 보유하고 있고, Shell은 말레이시아에서 Petronas와 함께 CCS 허브 개발에 참여하고 있으며, 한화오션은 선박용 이산화탄소 포집 장치를 개발한 노하우가 있음.
- 참여기업들은 공동 보도자료를 통해 동 프로젝트를 “한국 드림팀의 아시아 최초 탄소 포집·저장 가치사슬 개발 사례”라고 강조함. 동 프로젝트는 허브를 통해 여러 기업이 배출한 탄소를 한꺼번에 처리함으로써 처리 및 이송 과정이 경제적이며, 탄소 관리가 효율적이라고 평가됨. 무엇보다 아시아 국가 간 이산화탄소 포집·수송·저장 등 가치사슬 전 단계를 아우르는 프로젝트에서 우리 기업들이 주도적인 역할을 한다는 데 큰 의의가 있음.

〈그림 8〉 셰퍼드 프로젝트 개념도



자료: 한국석유공사



2. 한-호주 협력 사례

호주의 온실가스 감축 및 CCU 정책

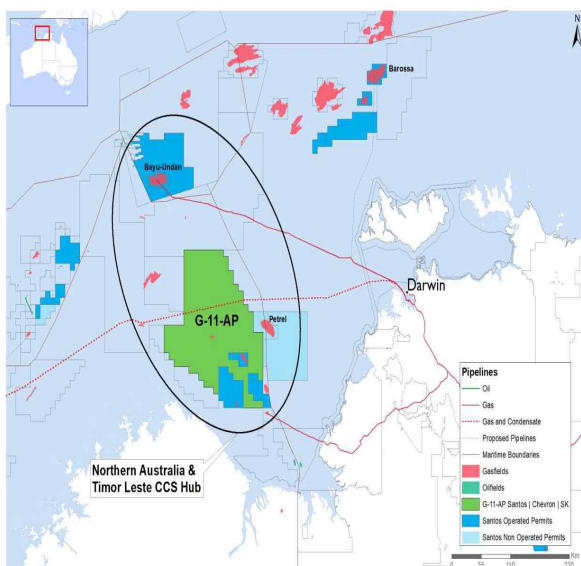
- 2022년 호주 정부는 자국의 온실가스 배출량을 2030년까지 2005년 수준 대비 43% 줄이고, 2050년까지 탄소중립을 달성하겠다고 선언함. 아울러 2016년 도입한 세이프가드 메커니즘(Safeguard Mechanism)의 개정안을 2023년 7월부터 본격 시행함.
- 세이프가드 메커니즘은 호주에서 처음으로 도입한 온실가스 배출량 감축 정책으로 호주 내 상위 배출 기업 및 산업시설에 대한 연간 배출 상한선을 규정하고 있으나, 상한선 기준이 높아 실질적인 배출량 감축 효과가 별로 없다는 비판을 받아왔음.
- 세이프가드 메커니즘 개정안은 연간 10만 톤 이상의 온실가스를 배출하는 모든 기업(알루미늄 제련소, 탄광, 정유소 등 약 215개 시설)을 대상으로 시행되며, 해당 기업들은 오는 2030년까지 연간 약 4.9%의 배출량을 감축해야 함. 배출량 감축 기준을 충족하지 못한 기업은 부족한 배출량만큼을 '세이프가드 메커니즘 크레딧(credit)'을 구매하는 것으로 대체할 수 있으나, 세이프가드 메커니즘 크레딧 거래로도 감축량을 충족하지 못한 기업에는 초과 일수 및 배출량에 따라 벌금이 부과됨.
- 호주는 2000년대 초반부터 고갈된 가스전 및 대염수층에 대규모 CO₂ 저장사업을 추진해온 CCS 선도 국가로서, 탄소 저장고에 주입되는 CO₂ 1톤당 호주탄소배출권(Australian Carbon Credit Units, ACCUs) 1주를 배당받을 수 있음.
- ACCUs는 호주 연방정부가 재생에너지 생산 및 탄소 격리를 입증한 사업체에 부여하는 탄소배출권으로, 기업은 ACCUs를 금융시장에서 거래할 수 있음.
- 2023년 11월 13일 호주 연방정부의 「2023년 환경보호법 개정안(Sea Dumping)」이 상원에서 통과되었음. 탄소 포집-저장을 위한 탄소 수출입을 허용하는 등 법안은 호주 정부가 한국과 일본에서 수입한 CO₂를 동티모르 해역에 저장(Bayu-Undan 프로젝트)*하는 것을 가능케 하는 법적 근거가 됨.
* 호주의 다윈(Darwin)에서 북쪽으로 500Km, 동티모르에서 남쪽으로 250km 떨어진 호주-동티모르 공동 원유 개발 구역에 있음.
- 2023년 서호주 주 신임 총리로 선출된 로저 쿡(Roger Cook)은 "호주 국토의 약 3분의 1을 차지하는 서호주 주는 세계 탄소 배출의 상당량을 저장하기에 이상적인 곳으로, 서호주를 세계적 탄소 저장의 중심으로 만들기 위해 자연적인 이점을 활용할 것"이라고 밝힘.
- 2023년 9월 산업통상자원부는 Roger Cook 서호주 주 총리와 면담을 하고 ▲이산화탄소 포집-저장 기술(CCS) ▲청정수소 및 암모니아 ▲그린철강 ▲핵심광물 ▲천연가스 등 에너지 분야에서의 협력방안 및 한-서호주 에너지협력 업무협약(MOU) 체결 등에 대해 논의함.
- 산업통상자원부는 앞서 2023년 1월 산업부-서호주 협력의향서(LOI)를 작성하고 ▲청정수소·암모니아, 재생에너지, CCS 분야 ▲핵심광물 청정 가공 분야 ▲지속가능한 청정에너지 공동 연구개발(R&D), 정보공유 등에 협력하기로 한 바 있음.



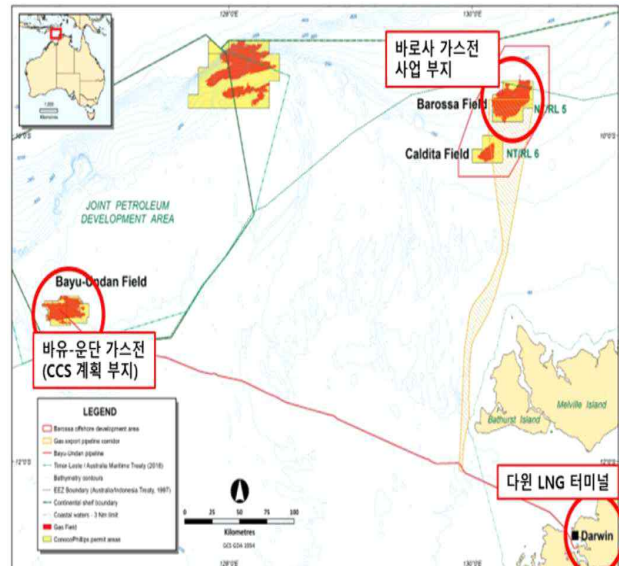
바로사(Barossa)·바유-운단(Bayu-Undan) 프로젝트

- SK E&S는 호주 및 일본 기업과 함께 호주 북부 해안 지역에서 가스전 개발 및 LNG 생산, 탄소 포집·저장, 한국에서 포집한 탄소 국제 이송 및 저장 등 가스전 개발에 CCS 기술을 접목한 복합 프로젝트에 참여하고 있음.
 - 바로사-칼디타(Barossa-Caldita, 이하 바로사) 가스전 프로젝트는 호주 북부 티모르(Timor) 해역에 위치한 최대 8개의 가스전 개발과 추출한 천연가스를 다윈(Darwin)에 있는 육상시설(LNG 플랜트)로 보내 LNG를 생산하는 사업임. SK E&S는 2012년부터 동 프로젝트에 투자하였으며, 지분 구조는 호주 Santos 50%, SK E&S 37.5%, 일본 JERA 12.5%임.
 - 바로사 가스전에서 우리나라로 도입 예정인 LNG는 연평균 약 130만 톤이며, 국내로 들여온 저탄소 LNG는 대부분 청정수소 생산 원료로 활용되고 수소 생산 과정에서 배출되는 CO₂는 포집 후 전용 수송선을 통해 동티모르 해상에 있는 바유-운단(Bayu-Undan) 가스전에 영구 저장할 계획임.
 - 바유-운단 가스전은 2023년까지만 운영되고 2025년부터 폐가스전으로 전환될 예정이며, 2023년 3월 동 가스전 생산설비를 CCS 플랜트로 전환하는 기본설계(FEED)가 착수되었음. 경제성 제고를 위해 바유-운단 가스전의 기존 생산설비와 해저 파이프라인 등을 CO₂ 수송·주입설비로 재활용할 계획임. 해저 2~3km 지점에 있는 가스전의 총 CO₂ 저장용량은 1,000만 톤 이상으로 알려짐.
 - SK E&S는 2026년부터 충남 보령 LNG 터미널 인근 지역에 건설될 플랜트에서 연간 25만 톤의 블루수소*를 생산할 계획임.
- * 수소는 생산 방법에 따라 크게 그레이·블루·그린수소로 분류됨. 그레이수소는 천연가스를 개질하여 생산하는 수소로, 그 과정에서 CO₂가 발생함. 블루수소는 회색수소 생산 과정에서 발생한 CO₂를 포집하고 저장하여 생산함. 그린수소는 재생에너지로 생산된 전기로 물을 분해해서 생산하는 수소임.

〈그림 9〉 G-11-AP 광구, 바로사 및 바유-운단 가스전



출처: Santos



출처: ConocoPhillips; Solutions for Our Climate



- SK E&S는 바로사 가스전의 천연가스 생산, 유통, 활용 단계를 포함한 전 주기에서 발생하는 CO₂를 전량 포집하여 500km 떨어진 바유-운단 가스전에 저장할 계획임.
- 바유-운단 가스전의 CO₂ 저장소 확보 경쟁이 심화되고 있는데, 지분 구조는 SK E&S 25%, Santos 43.4%, 일본 INPEX 11.4%, 이탈리아 ENI 11%, JERA 9.2%임.
- SK E&S는 호주 산토스, 셰브론 등 글로벌 에너지기업들과 컨소시엄을 구성해 2022년 9월 6일 호주에서 진행된 해상 CO₂ 저장소 탐사권 입찰에서 광구 운영권을 획득함. SK E&S가 확보한 G-11-AP 광구는 호주 북부 해상 보나파르트(Bonaparte) 분지에 있으며, 이산화탄소 주입·저장이 편리한 대염수층이 넓게 분포하고 있어 CCS 프로젝트에 최적화된 지역임.
- 동 광구에서 CO₂ 저장소 확보에 성공할 경우 인근 바유-운단 가스전에서 진행되고 있는 CCS 프로젝트와 연계해 현지에서 배출된 탄소뿐만 아니라 한국에서 포집한 탄소를 국경을 넘어 이송, 저장하는 글로벌 CCS 허브로 활용할 계획임.
- 한편, 호주와 한국의 환경 단체 및 미국 에너지경제·재무분석연구소(IEEFA) 등은 바로사 가스전 개발에 대한 비판과 우려를 제기하고 있음. 비판의 핵심은 CCS 기술을 사용해도 현재의 기술로는 가스전 개발 단계에서 배출되는 온실가스 전량을 포집할 수 없다는 점과 포집된 CO₂를 수백 킬로미터 운송하는 과정에서 발생하는 온실가스 배출임.
- IEEFA 보고서는 바로사 가스전에서 배출될 연간 CO₂를 540만 톤으로 추정함.
- 이러한 논란에 대해 SK E&S는 “글로벌 환경 실사 전문 업체인 ERM으로부터 검증받은 2021년 보고서에 따르면 연간 CO₂ 배출량은 350만 톤으로 추산된다”라며 “이 중 생산 단계에서 발생하는 200만 톤은 CCS 기술을 적용해 전량 포집하고 액화 공정 단계에서 발생하는 150만 톤은 배출권거래제 등을 활용해 100% 상쇄할 것”이라고 밝힘. 아울러 CO₂를 운송하는 과정에서 발생하는 온실가스는 감축 목표량 대비 미미한 수준이라고 반박함.



V. 시사점

온실가스 감축의 새로운 대안으로 부상한 탄소포집·저장·활용

- 많은 국가가 파리기후협약 이후 NDC 목표를 설정하고 특정 시기까지 탄소중립을 달성하겠다는 목표를 제시하였으나, 에너지 전환에 따른 비용과 시간, 자국의 산업경쟁력 약화, 에너지 가격 상승 등의 문제로 실현 가능성에 대한 의구심이 제기됨.
- 온실가스를 많이 배출하는 제조업 중심의 산업구조로 되어 있는 한국에게 2030 NDC 목표 달성과 2050 탄소중립은 매우 도전적인 과제임.
- 한국은 GDP 대비 제조업 비중이 OECD 국가 중 2위이고, 수출에서 정유, 석유화학, 철강이 차지하는 비중이 25%를 상회함. 이러한 점을 고려할 때 탄소 배출을 줄이기 위해 제조업을 축소하거나 다른 산업으로 전환하기가 쉽지 않은 상황으로, CCUS 없이 온실가스 감축 목표 달성이 어렵다는 공감대가 형성되고 있음.
- 재생에너지로의 완전한 전환까지 소요되는 시간, 에너지 전환의 과도기적 대안(화석연료 사용 기한 연장), 산업 공정 및 기타 배출원에서 발생하는 온실가스 제거 문제 등을 고려할 때, CCUS는 탄소중립과 산업경쟁력을 동시에 충족시키기 위한 새로운 대안이 될 수 있음.
- CCUS가 청정에너지 전환을 지원하는 차원을 넘어 새로운 일자리와 산업을 창출할 수 있는 잠재력이 있다고 평가되고 있으며, 글로벌 주요국은 CCUS 산업을 발전시키기 위해 인센티브 및 세금 혜택 등을 제공하고 있음.
- 최근 CCUS 선도국을 중심으로 CO₂의 국가 간 수출입이 시도되고 있으며 이에 따른 규정, 제도 등이 수립되는 과정임.

실증 연구와 해외 탄소 저장소 확보를 위한 도전

- 우리 기업이 참여하고 있는 크로스보더 CCS 프로젝트는 실증 연구와 국내 CCS 저장소가 부족한 문제를 극복할 중요한 시도로 여겨짐. 아울러 CO₂ 수출을 위한 제도적·법률적 기반을 구축하고 CCS와 관련된 기술적·비용적 한계를 극복하기 위한 기술 및 실증 경험을 축적할 기회가 될 것으로 기대됨.
- 한국은 동해안에서 소규모 CCS 실증사업을 수행한 경험이 있으나, 아직 대규모 상업용 CCS 사업에 대한 실증 경험은 없음.
- 2024년 1월 개최된 제1차 재정사업평가위원회에서 '동해가스전 활용 이산화탄소 포집·저장(CCS) 실증사업(2025~30년)'이 예비타당성 조사 대상에 선정됐음.
- 현재 한국석유공사, SK에너지, 지질자원연구원, 한양대학교 등 7개 기관 및 기업들이 '한반도 권역별 종합 2D·3D 물리탐사 및 전산재처리를 통한 상용화급 대규모 CO₂ 저장소 확보' 프로젝트에 참여하고 있음.



- 말레이시아 세퍼드 프로젝트와 호주 바로사 가스전 프로젝트의 성공 여부는 추후 우리 기업의 후속 사업의 중요한 이정표가 될 것으로 기대됨.
- 말레이시아와 호주의 CCS 사업 유치를 위한 적극적인 정책, 한국과의 물리적 거리, 해당국에서의 유전 개발 경험 등을 최대한 활용할 필요가 있음.
- 많은 비판이 제기되고 있는 호주 바로사·바유·운단 프로젝트 참여는 후속 CCS 프로젝트 사업 과정에서 맞닥뜨릴 수 있는 잠재적 문제점의 해결책을 제시하는 실증 경험이 될 것으로 기대됨.

정부의 적극적인 지원 필요

- CCUS 기술이 탄소중립으로 가는 과도기의 중요한 대안으로 부상하고 있음에도 높은 비용으로 인해 정부의 지원 없이는 민간기업이 과감하게 사업을 추진하기 어려운 것이 현실임. 따라서 우리 정부는 CCS 및 CCU 프로젝트의 높은 비용을 경감하기 위해 탄소차액계약제도 도입, CCUS 선도국에서 지원하는 인센티브 제공, 세금 감면, 공기업의 프로젝트 참여 등을 적극 고려할 필요가 있음.
- CCUS 전문가들은 고비용·저탄소 프로젝트 투자를 촉진하기 위한 대표적 지원책으로, 온실가스 감축 프로젝트 비용과 탄소배출권 시장가격 간의 차액을 지원해주는 탄소차액계약제도(Carbon Contracts for Differences, CcfdS) 도입을 주장함.
- 일반적으로 온실가스 감축 할당 대상기업은 한계감축비용(온실가스 1톤을 줄이는 데 소요되는 비용)과 탄소배출권 가격을 비교해 기업에 유리한 방향으로 대응하는 경향이 있음. 즉, 한계감축비용이 탄소배출권 시장가격보다 저렴하면 감축하기 위한 투자를 시행하고, 반대의 경우 탄소배출권을 시장에서 매입하여 할당량을 충족함.
- 따라서 CCUS처럼 온실가스 감축 효과는 탁월하나 단위당 온실가스 감축 비용이 큰 프로젝트들에 민간기업이 과감하게 투자하기가 어려운 상황임.
- 2023년 12월 국회는 석유공사의 이산화탄소 포집·저장 및 수소·암모니아 사업 추진 근거를 담은 「한국석유 공사법 일부개정법률안」을 통과시켰음.
- 동 개정안을 통해 석유공사의 설립목적에 '탄소중립 및 온실가스 감축'을 추가하고, 목적 달성을 위해 사업 범위에 '탄소 포집, 수송 및 저장 등 탄소 저감'과 '암모니아 등 수소화합물의 개발·생산·수출입·비축·수송·대여·판매·처리 및 그 생성물의 공급'을 추가하였음.

CCS에 대한 비판 수용과 문제점 극복 필요

- CCS가 온실가스 감축을 위한 대안으로 주목받는 동시에 그와 관련된 여러 문제점이 꾸준히 제기되고 있다는 점을 인식하고 정책 수립에 반영할 필요가 있음. 기술의 신뢰성, 효율성, 활용 목적 등에 대한 비판을 수용하고 이를 빠르게 극복할 솔루션을 모색하는 것이 중요함.
- CCS에 대해 비판적인 견해로는 탄소 포집 기술의 신뢰성, 천문학적 비용, CCS가 화석연료 발전의 수명 연장과 신규 착공의 근거가 되고 있다는 점, 저장된 탄소 누출·지진 위험성 등이 있음.



- **[기술의 신뢰성]** 관련 보고서에 따르면 많은 CCS 프로젝트들이 예상 목표량에 훨씬 미치지 못하는 탄소를 포집한 것으로 드러나고 있음. IEEFA는 전 세계 주요 CCS 프로젝트의 실태를 분석해 2022년 4월 발표한 '처치 곤란의 탄소 포집, 우리가 얻은 교훈(The Carbon Capture Crux: Lessons Learned)'이라는 제목의 보고서에서 세계 주요 13개 CCS 프로젝트 중 10개가 운영 실적이 크게 저조하거나 실패·중단된 상태라고 밝힘(13개 프로젝트는 전 세계 탄소 포집의 55%를 차지함).
- **[비용의 효율성]** CCS 사업을 위한 대규모 인프라 구축 비용, 화석연료 개발의 경제성 저하(높은 CCS 비용 대비 장기적 관점의 재생에너지 발전비용 감소), 운송 비용 및 수입국에 지급하는 비용(크로스보더 사업) 등이 비용 대비 효율성을 저하시키는 요소임. 기술력 향상을 통한 효율성 향상과 더불어 CCS 시장의 장기적 안정성과 경쟁력 강화를 위해 세제 혜택·인센티브 제공 등이 고려될 필요가 있음.
- **[화석연료 발전의 수명 연장의 근거]** Global CCS Institute 보고서(2021년)에 따르면 해마다 포집되는 CO₂의 73%가 원유회수증진에 사용되고 있으며, 27%만이 온실가스 감축에 기여하고 있음. 이러한 비판의 근본적인 원인은 탄소 포집 기술의 오랜 역사에 비해 동 기술이 순전히 온실가스 감축에 적용된 시간이 짧기 때문임. 따라서 이러한 상황은 해당 국가의 의지와 기업의 친환경 전략으로 개선될 여지가 클 것으로 전망됨. 장기적으로 CCS 기술이 다른 대안이 없는 일부 산업 부문에 제한적으로 적용될 필요성이 있음.
- **[누출 및 지진 위험성]** 폐 유·가스전에 CO₂를 주입할 때 일어날 수 있는 인공 지진과 지하에 주입된 CO₂ 및 수송 과정에서 발생할 수 있는 누출 위험이 있음. 안전한 저장소를 찾기 위한 철저한 지질조사, 주입 후 모니터링 기술 강화, 위험을 관리하기 위한 규정 수립 등이 필요함.



[참고 문헌]

[한글 자료]

- 그린포스트코리아. 2022. "이산화탄소 포집·저장 기술의 오해와 진실." 9월 21일.
- 대한상공회의소. 2023. "국내 탄소 포집·활용·저장 기술(CCUS) 현황과 과제." 보도자료.
- 민간기업·출연연 합동. 2023. "기업·출연연 참여 CCUS 산업·기술혁신 추진(안)."
- 산업통상자원부. 2024. "「이산화탄소 포집·수송·저장 및 활용에 관한 법률안」 국회 통과." 보도참고자료.
- 에너지신문. 2023. "2050 탄소중립 핵심 수단, CCS 사업 주목." 1월 19일.
- 외교부. 2023. "탄소 포집·활용·저장(CCUS) 기술 및 관련 정책 동향." 경제안보 Review.
- 중앙일보. 2023. " "한국 위험한 투자"...美싱크탱크, 호주 가스전 사업 비판." 2월 2일.
- 포스코경영연구원. 2023. "글로벌 CCS 트렌드와 주요 국가 동향 및 시사점." POSRI 이슈리포트.
- 한국CCUS추진단. <https://kccus.kr/>
- Deloitte Insights. 2021. "Chapter 02 탄소 포집 활용 저장 기술 동향과 선도 기업들." 2050 탄소중립 로드맵.

[외국어 자료]

- BloombergNEF. 2022. "Global Carbon Capture Capacity Due to Rise Sixfold by 2030." October 18.
- BloombergNEF. 2023. "CCUS Market Outlook 2023: Announced Capacity Soars by 50%." November 9.
- Financial Review. 2023. "Premier Says WA 'the Ideal Place' to Store World's Emissions." November 17.
- GE Vernova. 2024. "The London Protocol and Carbon Capture."
- Institute for Energy Economics and Financial Analysis. 2022. "Carbon Capture to Serve Enhanced Oil Recovery: Overpromise and Underperformance."
- Institute for Energy Economics and Financial Analysis. 2023. "SK E&S, K-Sure and Kexim Face Rising and Unquantified Risks With Their Backing of the Barossa Gas Project off Northern Australia." April 3.
- Institute for Energy Economics and Financial Analysis. 2024. "Australia's CCS Expansion Poses Increased Risks."
- IPCC. 2005. "Carbon Dioxide Capture and Storage." Special Report prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change."
- JPT. 2022. "What You Should Know About Offshore and Sour Gas CCS: High Cost, Leak Mitigation, and Transportation."
- Markets and Markets. 2024. "Carbon Capture, Utilization, and Storage Market."
- Santos. 2022. "Santos Awarded CO₂ Storage Permits For More CCS Opportunities."
- Wood Mackenzie. 2022. "The Global CCUS Pipeline Is Growing Fast – But not Fast Enough."