

세계 CCS 정책 동향 및 시사점

건국대학교 산학협력중점교수 유동현(dhyoo@konkuk.ac.kr)

- ▶ 탄소 포집 및 저장(CCS)은 과도하다고 평가되는 지구 대기의 CO₂로 말미암은 부정적 영향 완화에 필요한 주요 도구로 인식되고 있으며, 이는 비용 이슈에도 불구하고 포집한 CO₂의 지질학적 영구 격리를 지향하기 때문임.
- ▶ 단일 프로젝트 중심의 CCS 개념이 최근 들어 CCS 네트워크(허브&클러스터)로 발전되었으며, 난감축 산업의 이산화탄소 감축 대안으로 인식되는 분위기 임. 특히 영국과 EU는 CCS 이행을 위한 인프라 확보를 위한 자본금 보조 및 운영비 지원 정책을 채택하고 있음.
- ▶ 많은 국가에서 아직 상업화 단계에 이르지 못한 CCS 도입 촉진을 위해 CCfD(탄소차액계약제)를 채택하고 있는데 이는 국가의 탄소중립 경로 중 하나로 CCS를 인식하고 있음을 반증하는 것임.
- ▶ CCS는 우리나라에서 전체 가치 사슬이 완성된 사례가 없는 기술이지만 국내 산업의 대외경쟁력 향상, 국내 산업 기술 확보 및 기술력 제고, 난감축 업종의 탄소 누출 예방 등 다양한 산업적 시각에서도 매우 중요한 기술임.
- ▶ 시장에 스스로 진입하기 어려운 기술인 CCS는 외국 사례에서 보듯 정부 지원 대상으로 수용하고 다양한 지원 프로그램을 마련할 필요가 있음. 따라서 CO₂ 감축을 위해 지불 의사가 있는 비용 수준에 대한 국민적 논의를 공개적으로 진행할 것을 제안함. 왜냐하면 발생하는 비용을 국민에게 전가하는 것이 올바른 방향이고 이는 국민적 공감대가 뒷받침되어야 하기 때문임.

1. 주요국의 CCS 정책 동향

■ 미국

- CCS(Carbon Capture & Storage)는 국가기후 목표 달성을 위한 주요 정책 수단임.¹⁾ 2030년까지 배출량을 2005년 대비 50~52% 감축하고, 2050년까지 넷제로(net-zero) 경제를 달성
 - 2021년 초당적 인프라법(BIL, Bipartisan Infrastructure Law), 2022년 인플레이션 감축법(IRA, Inflation Reduction Act of 2022), 2022년 반도체 생산 지원 및 과학법(CHIPS, Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors and Science Act)은 더 많은 재정 지원 메커니즘을 제공하여 CCS 보급을 촉진하기 위한 재정 및 정책적 인센티브를 제공함.
- IRA는 CCUS 시설 개발·투자·생산에 대한 강력한 인센티브(세액 공제 등)를 포함²⁾
 - CCS 프로젝트 활성화 지원을 위한 '45Q 세금 공제' 제도 시행
 - IRA 시행으로 2030년까지 미국에서 탄소 포집 시스템이 최대 13배까지 증가할 수 있을 것으로 분석됨.³⁾

“美, CCS는 국가 기후 목표 달성에 필요한 주요 도구임.
2030년, 2005년 배출량 대비 50~52% 감축”

1) Global CCS Institute (2023)

2) 박기태 (2023)

3) Global CCS Institute (2023)

▣ 유럽연합(EU)

- 2023년 Net Zero Industry Act(NZIA)를 제정
 - 넷제로 기술과 그 핵심 구성 요소에 대한 유럽 내 제조 능력을 향상시키고, 생산을 확대하는 데 대한 장벽 요소 해소를 목표로 함.
 - 이를 통해 EU의 산업 경쟁력을 강화하고 투자를 유치함은 물론 EU에서 청정 기술에 대한 시장 접근성이 개선될 것으로 기대
 - NZIA는 CCS, CO₂ 수송 및 활용 기술, 신재생에너지 기술 등 탄소중립 실현에 필요한 다양한 기술에 적용되며, CO₂ 수송 및 저장 기술 투자를 통해 2030년까지 5천만톤/년 저장 공간 확보를 추진⁴⁾
- EU-ETS(Emissions Trading System) 수익금의 최대 60%를 CCS 등 탄소 저감 사업에 투자·활용토록 지원을 확대하고 있음.⁵⁾ (혁신 기금 재원으로 2020년부터 2030년까지 4억 5천만 배출권 경매를 전제함)
- 2018년 Renewable Energy Directive II 발표를 통해 CCU 연료를 의무 사용 재생 연료 범위에 포함⁶⁾

“EU, NZIA 제정, CO₂ 수송 및 저장 기술 투자를 통해 2030년까지 5천만톤/년 저장 공간 확보를 추진”

▣ EU 회원국 및 영국

- 영국
 - Net Zero Strategy에 따라 온실가스 배출량을 2035년까지 1990년 대비 78% 감축할 계획⁷⁾
 - CCUS는 영국의 온실가스 감축 목표 달성을 위해 중요한 정책 수단으로 인식됨.
 - 정부는 2030년까지 4개의 CCUS 클러스터를 조성할 계획이며, 2030년까지 연간 2~3천만톤, 2035년까지 연간 5천만톤을 포집 및 저장할 계획
 - 2020년대 중반을 목표로 HyNet&East Coast 클러스터(Track-1) 지정
 - 2030년까지 연간 1천만톤의 이산화탄소를 포집 및 저장할 수 있는 Track-2 클러스터 운영 계획
 - 영국 정부는 목표 실현 및 시설 투자 촉진을 위해 산업 부문 탄소 포집(Industrial Carbon Capture) 사업모델을 도입

“영국, Net Zero Strategy에 따라 온실가스 배출량을 2035년까지 1990년 대비 78% 감축할 계획”

4) EC, The Net-Zero Industry Act: Accelerating the transition to climate neutrality
 5) 박기태 (2023)
 6) 한국에너지기술연구원 (2021)
 7) Department for Business, Energy & Industrial Strategy(2021)와 Department for Business, Energy & Industrial Strategy(2022) 내용을 정리함.

○ 네덜란드

- 네덜란드는 화석연료 대체와 재생에너지 기술 활용을 촉진하는 차액지원제도 SDE++(Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie)를 추진⁸⁾
- CCS 프로젝트는 SDE++ 지원 대상이며, 국내와 국내 대륙붕 지역에 저장하는 경우 해당
- 네덜란드 정부는 SDE++ 2023에서 기술 개발이 필요하지만, 단기적으로 높은 비용이 예상되는 기술들을 선별하여 별도로 구분/관리하기 위해 ‘울타리 제도 (Domain Fencing)’를 도입함.

“네덜란드, SDE++를 통해 CCS 프로젝트 지원, ‘울타리 제도’를 통해 꼭 필요한 고비용 기술 관리”

○ 덴마크⁹⁾

- 덴마크는 CCS 규정을 계속 개발하고 이행 속도를 올리고 있는 가운데 2030~2032년 중에 최대 기대 저장량 연간 52백만톤인 유럽의 CCS 허브를 지향
- 2023년 덴마크 기후에너지부(Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities)는 덴마크 북해에서 본격적인 CO₂ 저장 탐사를 위해 3개의 독점 라이선스를 최초로 부여했음.
- 정부는 2029년부터 연간 약 320만톤 규모의 CO₂ 저장 프로젝트 입찰에 36억 유로를 할당했으며, EC는 덴마크 CCS 계획에 11억 유로 승인

“덴마크, 최근 모듈가격 하락, 규모의 경제 등으로 태양광의 낙찰가가 크게 하락함.”

○ 벨기에¹⁰⁾

- 벨기에는 CCS 시장에서 적극적인 참여자로 부상하고 있음.
- 2023년 4월 CCS를 이산화탄소 감축에 필수적인 도구 중 하나로 간주한 후 CO₂ 수송에 대한 규제 프레임워크의 첫 번째 버전을 승인하여 미래 CO₂ 네트워크 관리에 대한 규칙을 정했음.
- 벨기에는 국제 협력을 강화하는 가운데 주변 지역의 산업에서 포집한 CO₂의 수송, 액화 및 수출을 위한 개방형 모듈식 인프라를 개발하는 것을 목표로 앤트워프(Antwerp) CO₂ Export Hub 프로젝트를 착수했으며, EU로부터 1억 4,500만 유로의 자금(Connecting Europe Facility)을 확보했음.

2. 세계 CCS 보급 확대 현황

▣ 세계 CCS 프로젝트 증가 추이

- 세계 CCS 개발 프로젝트 수가 2023년에 증가세를 기록, 운영 개시 설비는 11개, 공사 중 설비는 15개, 개발 단계 프로젝트 수는 392개(2023년 7월 기준)

8) Government of the Netherlands (2024)

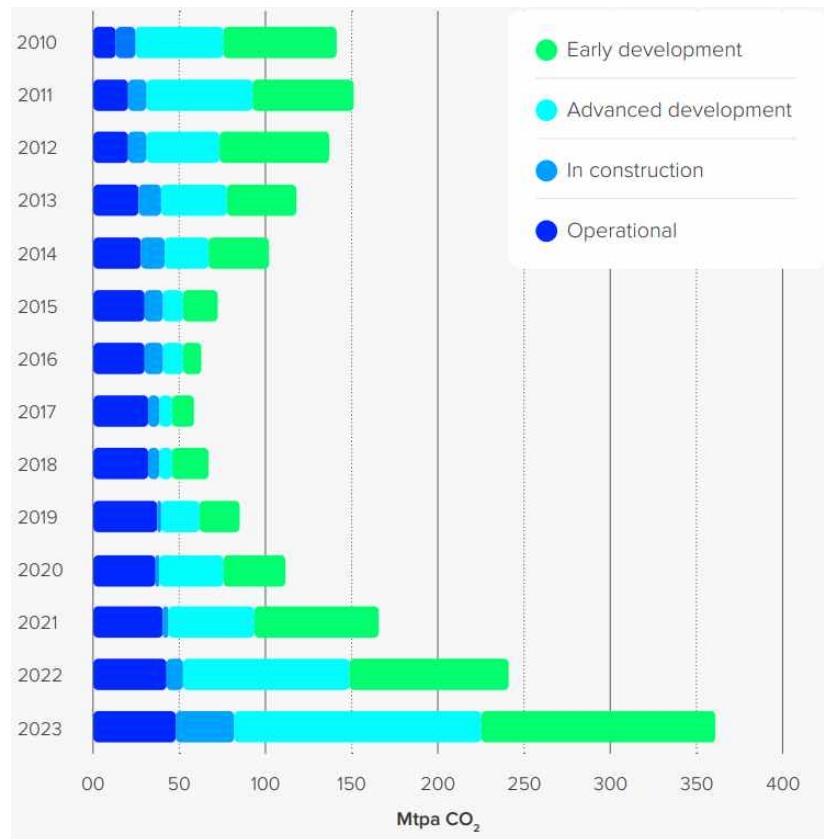
9) Global CCS Institute (2023)

10) Global CCS Institute (2023)

- 글로벌 CCS 설비 규모는 2017년 이후 급격한 증가세를 보이고 있음.
 - 설비 규모는 포집 용량 기준이며, 설비 수에는 수송 및 저장 프로젝트를 포함함.
 - 설비 증가의 대부분은 개발 단계에 있는 프로젝트이며, 운영 프로젝트 변화는 미미한 수준임.

“2023년 7월 기준
글로벌 CCS
프로젝트는 개발
단계 포함 392개
임.”

〈 글로벌 CCS 설비 규모 변화 추이 〉



자료 : Global CCS Institute (2023)

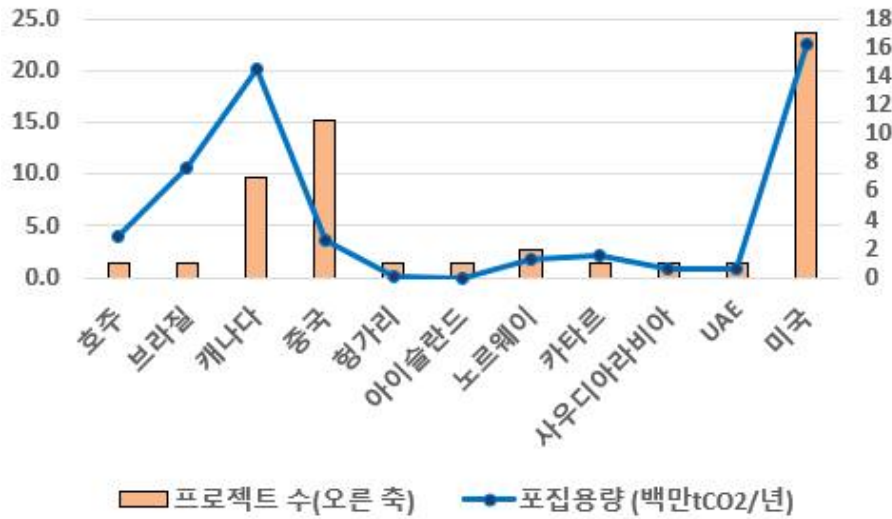
▣ 세계 CCS 프로젝트 운영 현황

- 세계적으로 44개 프로젝트가 운영 중(Global Status of CCS 2023¹¹⁾과 CCS Facilities Database¹²⁾)
- 포집량 관점에서는 미국, 캐나다, 브라질, 호주, 중국, 카타르 및 노르웨이의 프로젝트가 연간 1백만톤 이상의 규모를 보임. 프로젝트 단위당 포집 규모를 보면, 브라질, 호주, 캐나다, 카타르 및 미국의 프로젝트가 연간 1 백만톤 이상으로 상대적으로 큰 설비를 운영 중임.

11) Global CCS Institute (2023)

12) Global CCS Institute

〈 운영 중인 국가별 CCS 설비 규모 및 개수 〉



자료 : Global CCS Institute (2023)와 Global CCS Institute 자료를 이용하여 저자가 작성

- 포집 목적을 보면, 지질학적 저장 규모는 연간 11.7 백만톤인(17.6%) 반면, EOR(원유 회수증진) 용도 포집 규모가 54.9 백만톤(82.4%)을 나타내 운영 중인 프로젝트의 절대 다수가 이산화탄소 격리와는 거리감이 있음.
- 포집원 관점에서 보면, 천연가스 처리용이 절반 이상으로 큰 비중을 차지

“2023년 자료 기준, 지질학적 저장을 위해 CO₂를 포집하는 비율은 17.6%에 지나지 않으며, 대부분은 원유회수증진(EOR) 목적임.”

〈 주요 CCS 프로젝트 〉

프로젝트	주요 특성
호주 Gorgon 프로젝트 ¹³⁾ ¹⁴⁾	- 2016년에 시작된 Gorgon 프로젝트는 세계에서 가장 큰 규모의 단일자원 프로젝트임. - 천연가스를 호주 서북부 해안에 위치한 The Greater Gorgon Area에서 바로우섬까지 해저 파이프라인으로 수송한 후 천연가스 속 CO ₂ 를 분리·포집하여 해저 2.3~2.5km 아래의 전용 지중저장소에 주입
캐나다 Quest ¹⁵⁾	- Quest는 2015년 11월 상업 운영 시작, 연간 CO ₂ 포집 규모는 1.3 백만톤 임. - 정유 플랜트의 수소생산설비(SMR)에서 CO ₂ 를 포집하며, 수명 기간(25년) 동안 예상되는 누적 저장 규모는 27 백만톤 임.
캐나다 Boundary Dam CCS ¹⁶⁾	- 사스카파워는 바운더리덤 발전소 3호기에서 CO ₂ 포집 설비 운영 - 2015년 이후 도입되는 신규 석탄발전기에 대한 배출 규제 기준 420톤 CO ₂ /GWh 미만 준수를 위해 2014년 1 백만톤 포집 규모로 완공
노르웨이, Sleipner CO ₂ Storage ¹⁷⁾	- Sleipner 프로젝트는 가스전 Sleipner East와 Sleipner West에서 생산된 가스에서 CO ₂ 를 분리하여 해저 파이프라인을 통해 해저 1,000m 이상 아래의 주입 지점까지 약 12.5km 수송됨. - CO ₂ 포집 규모는 연간 0.85 백만톤~1 백만톤 정도이며, 1996년부터 운영 중
카타르, LNG CCS ¹⁸⁾	- 카타르 LNG CCS 프로젝트는 아랍 지층 지중저장소에 가스를 주입하며, GCCSI (2022)는 포집 규모를 2.2 백만톤으로 보고하고 있음
미국, Shute Creek Gas Processing Plant ¹⁹⁾	- 1986년 시작된 LaBarge 유전에서 생산된 천연가스는 Shute Creek 처리 시설에서 처리되어 CO ₂ , 메탄, 헬륨으로 분리되어 가스가 생산된 저장소의 한 구역에 주입함

13) Energy Intelligence
14) Chevron global

프로젝트	주요 특성
미국, Great Plains Synfuels Plant ²⁰⁾	- 노스 다코타에 위치한 Great Plains 합성연료 플랜트는 저품질 석탄인 갈탄을 가스화하여 메탄을 생산함. - Dakota Gas는 연간 최대 3 백만톤 규모의 CO ₂ 포집 설비를 운용 중
미국, Century Plant ²¹⁾	- Century Plant 가스 처리 시설은 북미 최대 규모의 단일 산업용 CO ₂ 포집 시설임. - 최대 65%의 CO ₂ 를 함유한 천연가스를 처리한 후, 100마일 길이의 수송 파이프라인을 통해 EOR을 위해 CO ₂ 를 공급
미국, ADM ²²⁾²³⁾²⁴⁾	- 에탄올 발효 공정에서 고농도의 CO ₂ 를 포집, 탈수, 압축하는 시설 운영 - ADM은 미 EPA로부터 클래스 VI CCS 주입정 허가를 받은 첫 번째 회사로서 포집한 CO ₂ 를 수송하여 사암 염분저류층에 주입.

3. CCS 네트워크 활용 추세²⁵⁾

▣ CCS 네트워크의 필요성

“CCS를 대규모 이산화탄소 감축 경로로 인식하는 가운데 단일 프로젝트 접근에서 네트워크 개념으로 변모 중임.”

- 탄소중립을 위해 CCS는 대량의 격리 수단으로 평가받고 있음.
 - CCS 프로젝트 중심의 기존 방식이 엄청난 양의 CO₂ 배출감소 요구를 수용하기 어렵다는 점을 시사함.(Wang, 2024)
 - 이러한 점이 반영되어 최근에 CCS 네트워크 개념이 제안되고 채택되고 있음.²⁶⁾
- CCS 네트워크는 특정 분야에서 상호 연결된 비즈니스(예, 포집 서비스업, CO₂ 수송 서비스업 등), 공급자 및 관련 기관이 지리적으로 집중된 형태임.
 - 클러스터는 원자재와의 근접성, 항구와 같은 옵션, 노동 공급 및 시장으로의 수송을 포함한 여러 가지 다양한 이유로 나타날 수 있음.
- 그리고 허브(hubs)는 두 가지 의미를 가짐.
 - 첫 번째는 CO₂의 중앙 수집 또는 분배 지점의 의미임. 이는 하나 이상의 클러스터와 공유될 수 있음을 의미함.
 - 두 번째는 수집 및 분배 허브로부터 수송된 CO₂가 주입되는 저장 허브임.

15) Government of Canada (2023); IOGP; Global CCS Institute (2023)

16) GCCSI (2022)

17) Grant Hauber (2023)

18) S&P Global

19) National Petroleum Council (2021)

20) Dakota Gasification Company

21) National Petroleum Council (2021)

22) National Petroleum Council (2021)

23) GCCSI (2022)

24) ADM

25) 본 고에서는 CCS Networks를 CCS hubs & clusters와 동일한 개념으로 사용함

26) Global CCS Institute(2023); Wang (2024), p.4

■ CCS 네트워크의 특징

- CCS 네트워크는 탄소 포집²⁷⁾을 위한 공유 시설 촉진, CCS 적용 효율 제고 및 CCS 규모 확대 용이²⁸⁾²⁹⁾ 등 몇몇 특성을 보유하고 있으며, 장점을 살펴보면,
 - 첫 번째, 비용 부담이 용이하며, 투자 위험성이 낮음
 - CCS 네트워크 참여자들의 초기 인프라 구축 및 운영비용 축소 가능
 - 특히 압축, 탈수, 파이프라인 및 저장 분야에서 규모의 경제 기대
 - 동시에 공유된 학습과 표준화를 통해 탄소 포집 비용 저감 및 위험 감소 효과
 - 그 결과 CCS 프로젝트의 진입 장벽을 낮추는 선순환구조로의 방향성 확보
 - 두 번째, 안정적인 운영 가능
 - CO₂ 배출 지점과 저장소 간 지역적, 시간적 그리고 용량 불일치 문제의 완화 내지 상쇄
 - 그 결과 운용 안정성 확보 기대
 - 세 번째, 더 신속한 확장성
 - 기후 목표 달성을 하기 위해 CCS 확장은 매우 중요
 - 현재 대규모 CCS 프로젝트의 포집·저장 규모는 연간 약 1Mt 수준
 - 네 번째, 여러 면에서 상대적으로 호의적임
 - 인프라 개발과 관련된 환경 영향 및 지역 사회 영향 최소화 가능
 - 계획 및 규제 승인, 토지 소유자와의 협상 및 공공 협의와 관련된 노력을 최소화하고 간소화할 수 있음
 - 마지막으로 더 많은 정부 지원 기대 가능
 - 허브가 위치하는 산업 지역 전체를 대상으로 탈탄소화를 추진할 수 있어 새로운 일자리를 창출 및 새로운 산업 유치에 도움
 - 기후 목표 달성에 대한 기여 외에도 개별 프로젝트보다 정부 지원을 얻을 가능성이 훨씬 높음
 - 예컨대, 영국은 허브 개념을 통해 배출기업과 운영업체에 대한 정책 인센티브를 개발. 노르웨이와 네덜란드 정부는 국경 간 이산화탄소 수출에 대한 유럽 규정을 변경하기 위해 노력 경주, Northern Lights와 Porthos는 모두 대규모 EU 자금을 유치

“클러스터&허브 방식의 네트워크 개념은 비용 부담이 쉽고 투자 위험이 낮고, 운영 안정성이 높고, 확장성이 좋으며, 호의적인 정책임. 그리고 상대적으로 더 많은 정부지원을 기대할 수 있음.”

27) 본 고에서 '탄소 포집'은 '이산화탄소(CO₂) 포집'만을 의미함.

28) Wang (2024), p.5

29) The CCUS Hub

▣ 지역별 CCS 네트워크 현황

- CCS 네트워크는 증가하고 있으며, 전 세계적으로 약 40개의 CCUS 허브가 개발 중에 있음. 이들 중 절반 이상이 유럽에 있음.³⁰⁾
- 유럽에서는 탄소 가격 상승과 넷제로 이행 의지가 결합되어 대규모 산업 탈탄소화를 추구하는 가운데 이러한 신흥 허브 간의 통합과 협력이 증가하는 경향임.
- 북미는 유럽과는 다른 경향이 있음. 과잉의 수송 및 저장 용량을 갖는 단일 포집원-저장 프로젝트 형식으로 추후 다른 배출기업이 공급할 수 있도록 여유를 가짐.
 - 미국의 45Q 세금 공제와 낮은 연료 기준은 많은 단일 포인트 소스 CCS 프로젝트에 인센티브를 제공하고 있으며, 이는 향후 더 많은 허브를 위한 기반을 제공할 것으로 기대됨.

“전 세계적으로 약 40여개의 CCUS 허브가 개발 중인 가운데 절반 이상이 유럽에 있음.”

〈 글로벌 클러스터 & 허브 현황 〉

프로젝트	국가	CO ₂ 공급원	수송	저장 용량	운영
Northern lights/Longship	노르웨이	시멘트, 폐기물 소각	선박	5	2024
Humber Zero	영국	정유, 발전소	파이프라인	3.3	2028
Acorn	영국	천연가스 발전소, 산업 설비	파이프라인	5	2020년대 중반
Net Zero Teesside	영국	가스발전소, 바이오매스 발전소, 수소 생산설비, 비료	파이프라인	10	2026
H21 North of England	영국	수소생산	파이프라인	20	초기 개발
HyNet NorthWest	영국	산업공정 및 발전소	파이프라인	10	2020년대 중반
Dartagnan Dunkirk	네덜란드	산업배출원	파이프라인	3	2020년대 중반
Axe Seine/Normandy	프랑스	발전소 및 제조업	파이프라인	3	2030
Antwerp	벨기에	발전소, 정유, 화학플랜트	파이프라인	10	2030
Aramis	네덜란드	난감축 산업	파이프라인, 선박	22	2029
Porthos/Rotterdam	네덜란드	정유, 수소생산	파이프라인, 선박	10	2024
H-Vision	네덜란드	수소 생산	파이프라인	6	2030
Hydrogen 2 Magnum (H2M)	네덜란드	수소 생산	파이프라인	2	2024
H2morrow	독일	수소 생산	파이프라인	1.9	-
Ravenna	이탈리아	정유, 시멘트, 화학, 발전소	트럭, 파이프라인	3	2025
Polaris, Edmonton	캐나다	정유, 화학플랜트	파이프라인	10	2020년대 중반
Louisiana	미국	석유화학, 바이오연료	파이프라인	-	2020년대 중반
Houston CCS Alliance	미국	발전소, 정유, 석유화학	파이프라인, 선박	100	계획 및 개발 단계
Jubail	사우디아라비아	석유화학 및 정유	파이프라인	9	2027
Jurong Island	싱가폴	석유화학, 정유, 기타 제조업	파이프라인	2	2030

30) The CCUS Hub

프로젝트	국가	CO ₂ 공급원	수송	저장 용량	운영
RIO DE JANEIRO CCS HUB	브라질	천연가스 정제, 시멘트, 발전소, 정유, 금속제련	파이프라인	20	2030 이후
SEA CCS hub	호주	탄소 고배출 산업	파이프라인	2	2025
Northwest China	중국	정유	트럭, 파이프라인	3	2025
East China	중국	석유화학, 정유, 발전소, 철강 및 시멘트	파이프라인, 선박	10	계획 및 개발 단계
South China offshore	중국	석유화학, 정유	파이프라인, 선박	10	계획 및 개발 단계

주 : 저장 용량 단위는 연간 백만tCO₂ 임
 자료 : Wang (2024)

4. 유럽 주요국의 CCS 지원정책

- 영국을 포함한 많은 EU 내 국가들은 2050 탄소중립 달성을 위한 필수 경로로 고려하는 CCS 보급 확대를 위해 지원 정책을 추진하거나 도입을 고려 중임.
- 네덜란드, 다른 감축 기술 대비 경제적 이점을 확보하지 못한 CCS 보급을 위해 차액지원 제도인 SDE++ 채택
 - 지속 가능한 에너지를 생산하거나 CCS 기술 프로젝트에 운영 기간(12년 또는 15년) 동안 보조금 지급³¹⁾
 - SDE++는 CCS 기술을 적용하여 회피된(avoided) 이산화탄소에 대해 일정한 톤당 비용을 지원
- 독일, 기후보호협약(Klimaschutzverträge)
 - 산업부문에 탄소차액계약제(Carbon Contract for Difference, CcFd)를 채택하여 연방 경제기후보호부는 파일럿 프로그램을 개발 중임.
 - 독일의 CcFd는 모든 적격 산업 부문에 개방되어 다단계 그리고 다기준 공개 입찰을 통해서 프로젝트별로 지원하는 정책 수단임.
- 영국
 - 영국 정부는 2017년 10월 청정성장전략(Clean Growth Strategy)³²⁾을 발표하면서 CCUS(carbon capture, usage and storage)에 대한 새로운 접근 방식을 제시했음.
 - 이러한 접근은 영국이 CCUS의 글로벌 기술 리더가 될 수 있도록 하고 정부가 2030년대에 비용을 충분히 낮추는 것을 전제로 CCUS 대규모 보급 옵션을 제공하도록 설계되었음.

“유럽 국가들은 2050 탄소중립 달성을 위한 필수 경로로 고려하는 CCS 보급 확대를 위해 지원 정책을 추진하거나 도입을 고려 중임.”

31) KETEP(2024)
 32) GOV.UK

- 영국 정부는 CCS 네트워크 개발을 지원하기 위해 CCUS 혁신 프로그램(CCUS Innovation Programme)과 CCS 인프라 펀드(CIF, CCS Infrastructure Fund)와 같은 특정 정책과 기금을 설립함.³³⁾
- 영국도 산업 부문 CCS 보급을 위해 CCfD 제도를 도입함.

〈 주요 CCUS 지원 정책 도구 및 사례 〉

종류	사례
자본 지원	- 영국, CCUS 인프라 기금 - EU, 혁신 기금(Innovation Fund)
운영 보조금	- 미국, 45Q 세금 공제(tax credit) - 네덜란드, SDE++ (CCfD) - 영국, CCfD(ICC, 전력부문)
탄소가격제	- 노르웨이, 해상 석유·가스개발 탄소세 - 유럽, 배출권거래제 - 중국, 배출권거래제 - 캐나다, 연방 배출량 기반 탄소가격제(OBPS) ³⁴⁾
수요 측 조치	- 캐나다·네덜란드, 저배출(low emissions) 건설 재료 선호 규제 시행 - 미국·캐나다·EU, CO2 경화 콘크리트 제품 구매제 - EU, 국경탄소조정제
규제 의무화 제도	- EU, 신재생에너지 규정 - 호주, Gorgon LNG 프로젝트에 CCS 요구 - 영국, 에너지 및 인프라 시장에서 규제된 자산 기반 모델(regulated asset base model) 채택 - 캐나다, 석탄 및 천연가스 발전에 대해 CO2 배출원단위 제한
위험 완화 조치	- 호주, 법에서 CO2 저장 이후 관리책임을 국가로 이전 허용
기술 혁신 및 R&D 지원	- 캐나다·미국, Carbon XPRIZE - EU, Horizon 2020 ³⁵⁾ - US, 에너지부(DOE) CCUS 프로그램

“CCS 경로 채택을 위한 지원 도구 중 자본 지원과 운영 보조금 정책이 주를 이룸.”

자료 : Hope McLaughlin, Anna A. Littlefield, Maia Menefee, Austin Kinzer, Tobias Hull, Benjamin K. Sovacool, Morgan D. Bazilian, Jinsoo Kim, Steven Griffiths, (2023) Carbon capture utilization and storage in review: Sociotechnical implications for a carbon reliant world, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 177, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113215>.

33) 박기태 (2023)

34) 온실가스 오염가격제법(Greenhouse Gas Pollution Pricing Act, GGPPA)에 근거한 pricing 시스템으로 연료 규제요금과 산업 규제 거래시스템으로 구성되며, 후자가 연방 OBPS(Output-Based Pricing System) 임. 연방 OBPS는 산업 경쟁력을 유지하고 "탄소 누출"을 방지하면서 산업 온실가스 배출기업이 온실가스 배출량을 줄이고 혁신을 촉진할 수 있는 가격 인센티브 보장 시스템임. (Government of Canada)

35) Horizon 2020은 2014년부터 2020년 동안 예산 규모 약 800억 유로의 연구 및 혁신 자금 지원 프로그램임. (EC, Horizon 2020)

5. 유럽연합의 CCS 지원 정책

■ 유럽연합의 CCUS 지원 정책

- CCUS에 인센티브를 제공하는 정책은 넷제로 산업법(NZIA)과 산업탄소관리전략(ICMS)으로 구성됨. 산업부문 탄소관리가 집중되는 세 가지 기술경로는 CCS(Capture of CO₂ for storage), CCU(Capture of CO₂ for utilisation) 및 대기로부터 CO₂ 제거(Removal of CO₂ from the atmosphere) 등임.³⁶⁾
- CO₂ 수송 인프라는 이 세 가지 경로의 핵심 지원자 역할을 하므로 유럽에서 본격적인 CO₂ 시장 구축을 위해서는 필수적임.
- 포집된 CO₂가 포집 장소에서 직접 사용되지 않는 경우 저장 혹은 활용을 위해 수송해야 하기에 수송 인프라는 매우 중요함.

■ 유럽연합의 CCUS 지원 프로그램

- 혁신 기금(Innovation Fund)³⁷⁾은 유럽 산업의 탈탄소화를 위한 솔루션 중에서도 혁신적인 CCUS 기술 시현을 위한 세계 최대 규모의 자금 지원 프로그램임.
 - 혁신 기금은 EU 지침(2003/87/EC)의 10a(8)항에 의해 저탄소 기술 및 프로세스 혁신을 지원하기 위해 만들어짐.
 - EU-ETS를 통해 확보된 자금은 혁신 기금(Innovation Fund)에 재투자되어 재원으로 사용되며, 자금 지원 대상은 경쟁입찰 방식으로 결정됨.
- Connecting Europe Facility(CEF)³⁸⁾는 인프라 투자를 위해 2014년에 설치된 EU 기금임. CEF-에너지, CEF-수송 및 CEF-디지털로 구성되며, CCS 실현을 위한 PCI(Project of Common Interest, 공통관심프로젝트) 성격의 국경 간 CO₂ 수송 네트워크(cross-border CO₂ transport)에 대한 자금 지원은 CEF-Energy 기금이 담당함.
 - EU 회원국은 유럽연합의 에너지 네트워크 구축을 위해 8개의 국경 간 에너지 인프라 프로젝트에 EU 기금(CEF) 5억 9,400만 유로를 투자 한다는 위원회 제안을 승인
 - 또한 약 4억 8천만 유로의 추가적인 CEF 기금이 CCUS를 통해 난감축 부문의 탈탄소화를 위한 4개의 CO₂ 수송 및 저장 프로젝트에 배분될 예정³⁹⁾

“EU는 혁신 기금, Connecting Europe Facility(CEF), Recovery and Resilience Facility(RRF), 정의로운 전환 기금(JTF), Horizon Europe Programme 및 LIFE Programme 등의 지원 프로그램을 운용 중임.”

36) EC, Industrial carbon management

37) EC, Innovation Fund

38) EC, About the Connecting Europe Facility

39) EC, Connecting Europe Facility

- Recovery and Resilience Facility(RRF)⁴⁰)는 NextGenerationEU의 중심이 되는 기금으로 Covid-19의 사회적·경제적 영향 완화를 목적으로 설계된 성과 기반 임시 회복 도구임.
 - CCS, CCU를 포함한 재생에너지 및 청정 기술과 같은 핵심 분야 투자를 포함함.
- 정의로운 전환 기금(Just Transition Fund, JTF)⁴¹)은 정의로운 전환 메커니즘의 한 축을 담당하는 기금으로 기후 중립으로의 전환으로 말미암아 심각한 사회·경제적 문제에 직면할 것으로 예상되는 지역을 지원함.
 - 이를 통해 CCS 및 CCU 기술을 지원할 수 있음.
 - 정의로운 전환 기금은 관련 지역의 경제적 다각화와 재전환을 지원하는데 지원 분야는 기존 탄소 집약적 설비 전환, 청정에너지, 연구 및 혁신, 근로자의 업스킬링(up-skilling) 및 리스킬링(reskilling) 등 임.
- Horizon Europe Programme⁴²)은 연구 및 혁신을 위한 주요 자금 지원 프로그램임. 기후변화, UN 지속가능 목표 달성 및 EU의 경쟁력 및 성장 촉진 등을 목표로 함.
 - 2021~2027년 동안 Horizon Europe의 자금 지원 규모는 935억 유로임.
- LIFE Programme⁴³)은 환경, 자연보호 및 기후 행동 프로젝트를 지원하는 주요 EU 재정 지원 도구 중 하나임.
 - 자연 및 생물다양성, 순환 경제 및 삶의 질, 기후 변화 완화 및 적응, 청정 에너지 전환 등이 프로그램 범주임,
 - CCS와 CCU 우수사례 이행과 혁신적 파일럿 프로젝트는 지원 대상에 포함될 수 있음.

6. 정책 및 시사점

▣ CCS는 탄소중립 이행에 있어 중요한 수단으로 인식될 필요가 있음. 구체적인 이행 경로가 마련되고 연도별 이행점검 시스템을 제도화할 필요

- 탄소중립 녹색성장위원회는 2023년 4월 발표한 ‘탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획’에서 CCS 실증 인프라를 구축하겠다고 제시했음.
 - 2030년 감축목표 이행 수단으로 CCUS를 적시하면서 11.2백만tCO₂의 구체적인 감축량을 제시하고 있음.

“2024년 1월 동해가스전 활용 CCS 실증 사업”을 예비타당성 조사 대상으로 선정”

40) EC, NextGenerationEU

41) EC, Just Transition Fund

42) EC, Horizon Europe

43) EC, LIFE Programme

- CCS 기술 개발 및 인프라 구축 차원에서 국내 저장소 확보를 위한 탐사 및 기반을 마련하겠다는 의지를 표명하고 있는 가운데 2024년 1월 정부는 제1차 재정사업 평가위원회에서 '동해가스전 활용 CCS 실증 사업'을 예비타당성 조사 대상으로 선정하였음.
- 2025년부터 2030년 기간 동안 이산화탄소 포집·수송·저장 및 수용성 등 탄소 포집저장 전반을 아우르는 기반을 구축하고 기술을 상용화한다는 구상임.
- 실증사업 비용을 약 3조원으로 예상하고 있음.
- CCUS 확대 보급을 위해서는 법·제도가 필요하여 CCUS 통합법(이산화탄소 포집·수송·저장 및 활용에 관한 법률안)을 마련하였으며, 시행을 앞두고 있음.

○ 2030년에 CCS 보급을 통해 이산화탄소를 감축하기 위해서는 그 이전에 시장 진입이 필요해 보이며, 상용화하려면 유럽 사례에서 보듯이 이제 즈음에는 포집 규모, 포집원, 수송·저장 설비 운용 조건 및 비용(수수료) 등에 대한 아주 구체적인 목표와 가이드라인이 마련되고 매년 이행 정도를 확인함은 물론 수정이 이루어져야 할 것임.

“2030년에 CCS 경로로 CO₂를 감축하기 위해서는 그 이전에 시장 진입이 필요”

■ CCS는 우리나라에서 전체 가치 사슬이 완성된 사례가 없는 기술이지만 국내 산업의 대외경쟁력 향상, 국내 산업 기술 확보 및 기술력 제고, 난감축 업종의 탄소 누출 예방 등 다양한 산업적 시각에서도 매우 중요한 기술임.

- CCS 가치 사슬을 이루는 다양한 기술 모두를 대상으로 한 연구 개발을 통해 상업화로 이끌기에는 R&D 투자 효율성 측면에서 비효율성이 클 수 있음.
- 그러므로 상업화에 다다른 이후 산업적 관점에서 국내에 가장 많은 성과물을 남길 수 있으면서 투자 효율성이 높은 기술에 집중할 필요가 있음. 이 경우 상업화에 이르는 동안 해외의존도는 상대적으로 낮을수록 좋을 것으로 판단

“CCS가 상업화 기술로 우뚝 서려면 가치 사슬 내 모든 분야가 고르게 기술적 완성도를 가져야 함.”

■ 시장에 스스로 진입하기 어려운 기술인 CCS는 외국 사례에서 보듯 정부 지원 대상으로 수용하고 다양한 지원 프로그램을 마련할 필요가 있음.

- CCS는 포집으로 시작해서 저장으로 완성되는 기술임. 다시 말해서 가치 사슬 내 모든 분야가 고르게 기술적 완성도를 가져야 한다는 의미임.
- 유럽을 중심으로 CCS 네트워크를 만들어 일종의 공공재처럼 다양한 CO₂ 배출기업이 상대적으로 저렴한 비용으로 가치 사슬에 참여할 수 있는 인프라 접근을 하고 있음.
 - 우리도 유럽 사례처럼 기본적 인프라(수송 및 저장)는 정부기금(예, 영국의 Infrastructure fund)으로 구축하고, 포집 기업의 포집 설비 투자 비용 및 운영 비용은 CAPEX 상환 및 CCfD 제도와 같은 방식으로 지원 필요

“탄소의 사회적
비용에 대해
공개적인 사회적
논의 필요”

- 정부 지원은 탄소에 대한 비용적 시각에서 출발하는 개념이라는 점을 다시 인식할 필요가 있음. 이산화탄소 배출이 비용을 유발하는 행위이며 추가적인 탄소 한 단위 배출에 대해 사회적으로 인식하는 비용(social cost of carbon)과 대비하여 정부 지원 수준이 낮은 가운데 탄소배출을 감축할 수 있다면 지원의 합리적 당위성은 확보된다고 볼 수 있음.
 - 우리나라 여건이 반영된 ‘탄소의 사회적 비용’ 제시가 필요한 시점이며, 구객 연구기관의 역할이 기대되는 분야임.
- ▣ 이제는 이산화탄소 감축을 위해 지불 의사가 있는 비용 수준에 대한 국민적 논의를 공개적으로 진행할 것을 제안함.
 - 2050 탄소중립을 실현하려면 지금과는 다른 매우 엄격한 온실가스 감축 노력이 요구되며 이에 따른 비용 부담을 배제하기 어려울 것으로 판단됨.
 - 결국 발생하는 비용을 국민에게 전가하는 것이 올바른 방향이고 이는 국민적 공감대가 뒷받침되어야 하기 때문임.

참고문헌

박기태, (2023) CCS 국내외 현황 및 정책제언, 대한석유협회
 한국에너지기술연구원, (2021) CCUS 심층 투자분석 보고서
 KETEP, (2024) 세계에너지시장 정보 / 에너지정책 및 제도 / 국가별 규제/지원제도
 (https://energy.ketep.re.kr/globalenergy/site/main/board/regulation_support/6111, 접속일: 2024.5.15.)
 GCCSI, (2022) Global Status of CCS 2022
 Global CCS Institute, (2023) Global Status of CCS 2023: Scaling up thorough 2030
 Grant Hauber, (2023) Norway’s Sleipner and Snøhvit CCS: Industry models or cautionary tales?, Institute for Energy Economics and Financial Analysis, June 2023
 IOGP, (2022) Global CCUS projects: Overview of existing and planned CCUS facilities, January 2022
 National Petroleum Council, (2021) Meeting the Dual Challenge, Appendix C-CCUS Project Summaries, 2021.03.12.
 ADM, Carbon Capture and Storage (<https://www.adm.com/en-us/standalone-pages/adm-and-carbon-capture-and-storage/>, 접속일 : 2023.08.24.)
 Chevron global, gorgon carbon capture and storage reducing greenhouse gas emissions for a lower carbon future (<https://australia.chevron.com/our-businesses/gorgon-project/carbon-capture-and-storage>, 접속일 : 2023.08.24.)

- Dakota Gasification Company, CO2 CAPTURE AND STORAGE (<https://www.dakotagas.com/about-us/CO2-capture-and-storage/index>, 접속일: 2023.08.24.)
- Department for Business, Energy & Industrial Strategy, (2021) Carbon Capture, Usage and Storage: An update on the business model for Industrial Carbon Capture, p.5
- Department for Business, Energy & Industrial Strategy, (2022) Carbon Capture, Usage and Storage: Industrial Carbon Capture business model summary.
- EC, About the Connecting Europe Facility (https://cinea.ec.europa.eu/programmes/connecting-europe-facility_en, 접속일 : 2024.07.24.)
- EC, Connecting Europe Facility: Nearly €600 million for energy infrastructure contributing to decarbonisation and security of supply (https://energy.ec.europa.eu/news/connecting-europe-facility-nearly-eu600-million-energy-infrastructure-contributing-decarbonisation-2023-12-08_en, 등록일 : 2023.12.08, 접속일 : 2024.07.24.)
- EC, Horizon 2020, (https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en, 접속일 : 2024.08.13.)
- EC, Horizon Europe (https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en, 접속일 : 2024.07.24.)
- EC, Industrial carbon management (https://energy.ec.europa.eu/topics/carbon-management-and-fossil-fuels/industrial-carbon-management_en, 접속일 : 2024.07.24.)
- EC, Innovation Fund (https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund_en, 접속일 : 2024.07.24.)
- EC, Just Transition Fund (https://commission.europa.eu/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/just-transition-fund_en, 접속일 : 2024.07.24.)
- EC, LIFE Programme (https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en, 접속일 : 2024.08.13.)
- EC, NextGenerationEU (https://next-generation-eu.europa.eu/recovery-and-resilience-facility_en, 접속일 : 2024.07.24.)
- EC, The Net-Zero Industry Act: Accelerating the transition to climate neutrality (https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act_en, 접속일 : 2024.08.13.)
- Energy Intelligence, Chevron Plans Drilling Work to Solve Gorgon CCS Shortcomings (<https://www.energyintel.com/00000186-fd11-da79-a9f7-fdbb9a450000>, 최종 수정일 : 2023.03.20., 접속일 : 2023.08.24.)

- Global CCS Institute, CO2RE, Facilities Database, (<https://co2re.co/FacilityData>, 최종 접속일 : 2024.07.24.)
- Government of Canada, (2023) Shell Canada Energy Quest Project <https://natural-resources.canada.ca/science-and-data/funding-partnerships/funding-opportunities/current-investments/shell-canada-energy-quest-project/18168>, 최종수정일 : 2021.12.19., 접속일 : 2023.08.24.)
- Government of Canada, Output-Based Pricing System, (<https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/climate-change/pricing-pollution-how-it-will-work/output-based-pricing-system.html>, 접속일 : 2024.08.13.)
- Government of the Netherlands, (2024) SDE++ 2023 Stimulation of Sustainable Energy Production and Climate Transition.
- GOV.UK, Guidance UK carbon capture, usage and storage (<https://www.gov.uk/guidance/uk-carbon-capture-and-storage-government-funding-and-support#the-governments-approach-to-ccus>, 접속일 : 2024.08.05.)
- S&P Global, Carbon capture and storage (CCS) in the Middle East – a future powerhouse of the hydrogen industry?, BLOG Oct 10, 2022 (<https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/ci/research-analysis/carbon-capture-and-storage-ccs-in-the-middle-east.html>, 접속일 : 2023.08.24.)
- The CCUS Hub, The CCUS Hub Playbook
- Rui Wang, (2024) Status and perspectives on CCUS clusters and hubs, Unconventional Resources, Volume 4, <https://doi.org/10.1016/j.unres.2023.100065>.