

ISSN 2733-9696(온라인)
ISSN 2733-9572(인쇄본)

2022
Vol.3 No.2



GTC BRIEF

영국의 CCUS 클러스터 개발 추진현황 및 정책적 시사점
한민지 / 최고봉 / 서선재 / 박철호

영국의 CCUS 클러스터 개발 추진현황 및 정책적 시사점

한민지 / a2pmin@gtck.re.kr
최고봉 / gchoi0322@gtck.re.kr
서선재 / sunny2021@gtck.re.kr
박철호 / park5085@gtck.re.kr

하이라이트

- 브렉시트 이후 영국은 독자적인 탄소중립 노선을 수립하고, 전 세계를 이끄는 산업혁명의 부흥지로 거듭나기 위해 「녹색산업혁명 10대 중점계획」을 발표하였으며, 이 중 녹색산업혁명을 주도하는 첫 번째 방안으로 CCUS를 지목하였음.
- 영국은 탄소를 배출하는 범 산업을 포함하여 탄소포집-수송-저장의 전 밸류체인을 아우르는 산업단지로 이해할 수 있는 CCUS 클러스터 개발에 박차를 가하고 있으며, 두 개의 트랙(Track-1과 Track-2)으로 구분하여 CCUS 클러스터 개발 이행계획을 구체화 하고 있음.
- 이와 관련하여 최근 '22년 3월에 'CCUS Delivery Plan 2035'이 발표되었으며, 이는 기존에 영국이 수립한 1990년 대비 '35년까지 78%의 온실가스 배출 감축 목표 달성을 위한 핵심수단이 CCUS에 있음을 재확인하는 계기로서, 특히 향후 1년간 이행하여야 할 주요 사항을 구체적으로 제시하고 있다는 측면에서 탄소중립의 주요 수단으로 제시하고 있는 우리나라 CCUS 정책에 시사하는 바가 크다 할 수 있음.

키워드

- 녹색산업혁명, 탄소중립, CCUS 클러스터, CCUS 공급계획

서론

- 영국은 세계최초로 「기후변화법(Climate Change Act of 2008)」을 제정하고, '19년에는 이를 개정하여 G7국가 중 최초로 2050 탄소중립을 법제화 하는 등 기후변화 대응에 선제적인 행보를 보이고 있음.*
- * '08년에 제정된 기후변화법은 당초 탄소감축목표를 '50년까지 1990년 대비 최소 80%로 규정하고 있었으나, 개정된 법에 따라 감축목표가 100%로 상향되었음.
- 특히 영국은 '20년에 UNFCCC에 NDC를 제출하면서 '30년까지 1990년 대비 최소 68%의 온실가스를 감축하겠다고 공언하였으나, '21년에는 '35년까지 1990년 대비 78%의 온실가스 감축을 달성할 것을 제6차 탄소예산'에 포함시키면서 전 세계적으로 가장 높은 수준의 감축목표를 제시하였음.*
- * 탄소예산은 잔여탄소배출총량을 뜻하는 것으로 「기후변화법」에 따라 5개년 단위로 수립됨. '21년 6월 24일 확정된 제6차 탄소예산(Statutory instruments 2021 No. 750 Climate Change, The Carbon Budget Order 2021)은 '기후변화위원회(Climate Change Committee, CCC)'의 권고¹⁾에 따라 '33년부터 '37년까지의 잔여탄소배출총량을 965Mt의

이산화탄소 환산톤으로 정하고 있음. 이는 2050 탄소중립 목표의 3/4 이상에 해당하는 수치임.²⁾

- * 파리협정 목표인 1.5°C이하로 제한하기 위한 각 국가별 대응행동을 분석한 기후변화 대응행동 분석기관(Climate Action Tracker, CAT)의 결과에 따르면, 영국의 대응방안은 파리협정에 거의 근접한 목표에 준하는 것(Almost Sufficient)으로 평가되고 있음에 따라 영국의 감축목표는 목표 그 이상의 의미를 지님. 수치상으로도 영국의 온실가스 배출량은 1990년 대비 '21년에 47.3% 가량 감축한 것으로 조사됨. 해당 평가가 기후변화에 선진적으로 대응하고 있는 국가로 여겨지는 EU, 독일, 스위스 등을 불충분(Insufficient)한 국가로 분류하고 있는 것을 고려해 보았을 때 영국의 기후변화 대응 수준이 매우 높은 것으로 판단됨.³⁾
- 이처럼 영국은 최근 몇 년 동안 '녹색산업혁명 10대 중점 계획('20.11)'⁴⁾, '산업부만 탈탄소 전략('21.3)'⁵⁾, '넷제로 전략('21.10)'⁶⁾, 'CCUS 투자 로드맵('21.4)'⁷⁾등을 발표하면서 지속적으로 온실가스 감축목표를 달성하기 위한 구체적인 방안을 수립하고 있으며, 탄소중립 이행의 주요 수단으로 CCUS를 지목하고 있음.
- 영국은 CCUS를 통한 자국의 탄소중립 목표를 달성하는 한편, 전 세계적으로 CCUS 기술 주도권 및 기후변화 리더십을 확보하기 위해 투자확대 등 구체적인 로드맵을 수립 및 이행하고 있으며, 우리나라도 지난 '21년 6월과 '21년 10월에 각각 'CCU 기술혁신 로드맵'과 '2050 탄소중립시나리오'를 발표하면서 CCUS를 탄소중립 이행을 위한 핵심기술로 지목한 바 있음.
- 이에 따라 본 GTC Brief는 CCUS를 중심으로 영국의 탄소중립 이행방안을 검토하고 국내 탄소중립 이행을 위한 정책적 시사점을 도출하고자 함.

녹색산업혁명

개요 및 수립배경

- 영국은 공업중심의 경제전환을 이끌었던 산업혁명의 발상지에서 탄소중립을 위한 새로운 전환방법으로서의 녹색산업혁명을 이끄는 주역이 되겠다는 계획 하에 '녹색산업혁명 10대 중점 계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution: 이하 「녹색산업혁명」)'을 수립하였음.
- 「녹색산업혁명」은 브렉시트 이후 영국의 독자적인 탄소중립 이행방안이라는 측면에서 중요한 의미를 지님.
 - ※ 영국의 유럽연합 탈퇴를 뜻하는 브렉시트는 '16년 6월에 실시된 국민투표에서 결정되었으며, '20년 1월 31일자로 영국은 유럽연합 회원국의 지위에서 벗어나게 되었고, 이에 따라 영국의 탄소중립은 유럽연합의 도움 없이 독자적인 노선으로 선회하게 됨.
 - 「녹색산업혁명」은 표면적으로 탄소중립 이행과 기후변화 대응의 글로벌 주도권 확보측면에서 이해될 수 있으나 동 계획의 근본적인 수립 배경은 코로나 팬데믹으로 인한 경제·사회 등에

1) CCC(2020), The Sixth Carbon Budget: The UK's path to Net Zero, December 2020, p.5.

2) <https://ukcop26.org/uk-presidency/uk-climate-leadership/> (2022.4.11. 최종방문)

3) <https://climateactiontracker.org/countries/> (2022.4.12. 최종방문)

4) HM Government(2020), The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution, November 2020.

5) HM Government(2020), Industrial Decarbonisation Strategy, March 2021.

6) HM Government(2021), Net Zero Strategy: Build Back Greener, October 2021.

7) UK(2022), CCUS Investor Roadmap, April 2022.

대한 영국 내부 상황 변화로 인해 기존 계획의 재정립 및 수정이 필요하다는 점과 브렉시트 이후 영국 내 에너지 전환 등 탄소중립 정책이 직·간접적으로 영향을 받을 수밖에 없다는 판단에 따라 독자적인 탄소중립 이행방안 수립이 필요했다는 점에서 찾아볼 수 있음.

주요 내용

- 「녹색산업혁명」에서 수립한 10대 중점 계획은 ① 해상풍력발전, ② 저탄소 수소성장 주도, ③ 원자력 신기술 보급, ④ 무공해 차량 전환 가속화, ⑤ 친환경 대중교통이용, 자전거타기 및 걷기, ⑥ 무공해 항공 및 녹색선박, ⑦ 녹색 빌딩, ⑧ CCUS 기술에의 투자, ⑨ 환경보호 및 보전, ⑩ 녹색금융 및 혁신으로 구성되어 있음.
 - 영국은 10대 중점 계획에 '30년까지 민간 자본의 3배 이상에 해당하는 120억 파운드(약 19조 3300억원)의 공적자금을 투자하고, 이를 통해 250,000개의 녹색 일자리를 창출하고자 함.
- 영국은 10대 중점 계획 중 CCUS는 탄소중립이행방안의 핵심기술이자 녹색산업혁명을 이끌 가장 주된 기술로 지목받고 있음.
 - 영국정부는 CCUS부문에 '25년까지 10억 파운드(약 1조 6100억원)를 투자하여 '30년까지 매년 10Mt 이산화탄소를 포집하고자 하고 있으며, 이는 연간 자동차 400만 대가 배출하는 이산화탄소에 해당하는 양임.
 - 탄소중립이행을 위한 주요수단이라는 측면과 더불어 CCUS기술을 통해 영국이 목적인 바는, '30년까지 50,000개의 일자리를 창출하고, 장기적으로 영국의 산업 경쟁력을 강화하는 데 있음.
- CCUS를 통한 탄소중립 및 녹색산업혁명의 이행은 CCUS 인프라 확보에 성패가 달려 있는 것으로 보이며, 이를 위해 영국 정부는 전체 산업(영국 배출량의 약 16% 차지)의 50%에 해당하는 7개의 산업클러스터에서의 탄소제거를 위해 CCUS를 도입하여 '20년대 중반까지 최소 2개의 클러스터와 늦어도 '30년까지 4개의 저탄소 산업 클러스터를 조성하고, '40년까지 최소 1개의 순 제로 클러스터를 달성하고자 하고 있음.
- CCUS 인프라 확보가 탄소중립 및 녹색산업혁명의 이행의 성패를 좌우할 것으로 인식하고 있으며, 이에 일환으로 영국 정부는 전체 산업(영국 배출량의 약 16% 차지)의 50%에 해당하는 7개의 산업클러스터에 탄소제거를 위해 CCUS를 도입할 계획임.
 - ('20년대 중반) 최소 2개의 클러스터, ('30년) 최소 4개의 산업 클러스터, ('40년대 중반) 최소 2개의 순 제로 클러스터 달성 조성
- 상시 클러스터 조성을 위해 영국정부는 CCUS 클러스터 개발을 추진 중에 있으며, CCUS는 향후 글로벌 탄소중립 경제에서 영국의 지위를 공고히 하는 수단으로 자리 잡을 것으로 예상됨.

영국의 CCUS 클러스터 개발 개요

- CCUS 클러스터의 개발은 영국의 기업·에너지·산업전략부(Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS)가 주관하여 추진하고 있으며, 「녹색산업혁명」에서 명시하고 있는 목표 운영 시점에 따라 크게 두 개의 트랙(Track-1과 Track-2)으로 구분하여 진행됨.
 - (Track-1) '20년대 중반까지 영국 내 최소 두 개의 CCUS 클러스터(이하: Track-1 클러스터)를 구축·운영
 - (Track-2) '30년까지 추가적으로 두 개의 CCUS 클러스터(이하: Track-2 클러스터)를 구축·운영
- 영국이 개발하고자 하는 'CCUS 클러스터'의 정의는 (1) 육·해상 네트워크와 해상 저장설비 등 이산화탄소 수송 및 저장 네트워크와 (2) 발전·산업·수소 부문의 탄소포집 프로젝트를 포괄하는 개념⁸⁾이며, 범위는 탄소를 배출하는 범 산업을 포괄하여 탄소포집-수송-저장의 전 밸류체인을 아우르는 산업단지로 이해할 수 있음.
- 현재까지 영국 당국은 목표시점이 가까운 Track-1에 초점을 맞추어 클러스터 개발과 관련된 일련의 과정을 진행해 왔으며, 현재 Track-1 클러스터의 선정('21.10.19.)과 Track-1 클러스터 내에 포함될 부문별 탄소포집 프로젝트의 적격성 심사('22.3.22.)를 완료하였음.
- Track-2 클러스터 개발에 대한 절차는 본격적으로 진행되지 않았으나 영국 당국은 Track-2 클러스터의 개발 의지를 표명⁹⁾한 바 있고, 현재 산업계와 Track-2 프로세스 개발에 대해 협의 중임.¹⁰⁾

Track-1 클러스터 개발의 두 단계: Phase-1 및 Phase-2

- Track-1 클러스터는 '20년대 중반까지 두 개 이상의 CCUS 클러스터를 구축 및 운영하는 것을 목표로 하며, Phase-1과 Phase-2라고 하는 두 단계의 과정을 거쳐 개발하고자 하는 클러스터와 해당 클러스터 내부에 포함될 개별 프로젝트를 선정함.
 - (Phase-1) '20년대 중반 운영을 목표로 개발하고자 하는 클러스터를 선정하는 과정으로, 클러스터의 입지와 클러스터 사업자* 등 클러스터의 기본적인 골격을 결정하는 단계임.
 - * 클러스터 사업자(Cluster Organisations)는 관련 정부문건 내에서 하기 Phase-2의 개별 프로젝트와 구분하기 위하여 이산화탄소 수송·저장 사업자(Transport and Storage Organisations) 또는 이산화탄소 수송·저장 회사(Transport and Storage Company)와 혼용됨.
 - (Phase-2) 상기 'CCUS 클러스터'의 개념에 포함되어 있는 '발전·산업·수소 부문에서의 탄소포집 프로젝트'를 선정하는 과정으로 이해할 수 있으며, Phase-1에서 선정된 클러스터에 참여하여 수송·저장 네트워크에 연결될 탄소포집 부문의 개별 프로젝트를 선정하는 단계임.

8) BEIS(2021), Cluster Sequencing for Carbon Capture Usage and Storage Deployment: Phase-1 Background and guidance for submission, May 2021.

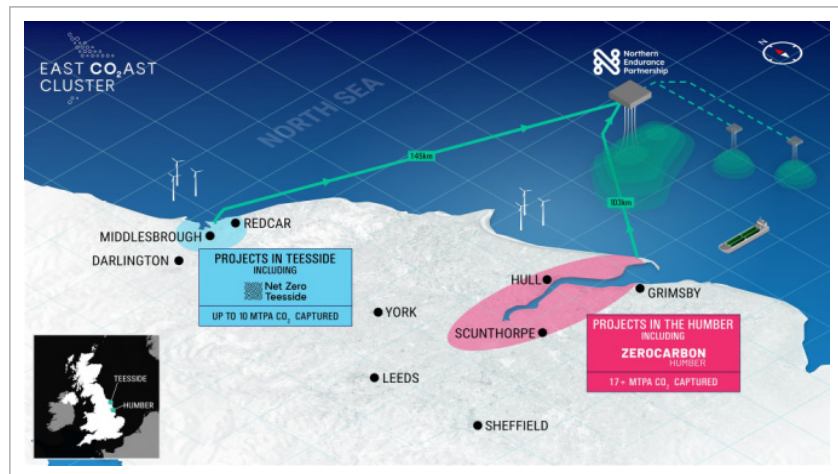
9) <https://www.gov.uk/government/publications/cluster-sequencing-for-carbon-capture-usage-and-storage-ccu-s-deployment-phase-1-expressions-of-interest/1-november-2021-update-carbon-capture-usage-and-storage-ccus-track-2> (2022.4.11. 최종방문)

10) Department for International Trade(2022), CCUS Investor Roadmap Capturing Carbon and a Global Opportunity, April 2022.

Phase-1: 클러스터의 선정과정과 현황

- Phase-1의 경우 클러스터 (예비) 사업자로부터 신청서를 받아 1차 적격성(Eligibility) 심사를 진행하며, 적격성 심사를 통과한 클러스터에 대하여 2차 정량평가(Evaluation)와 3차 포트폴리오 측면의 요소를 종합적으로 고려하여 최종적으로 두 개의 클러스터와 예비 클러스터를 선정하고 후속 협상을 진행하게 됨.
 - (적격성 심사) ① '30년' 운영 가능성, ② 영국 내 위치 여부, ③ CCUS 클러스터 정의와의 부합성으로 3가지 기준으로 구성됨.
 - * Track-1의 경우 '20년대 중반부터 CCUS 클러스터를 운영하는 것을 목표로 하고 있는 트랙이나, 해당 목표를 달성할 수 있는 두 개의 클러스터 신청이 없는 경우에 유연성을 확보하고 10년 이내에 운영 가능한 프로젝트의 준비도를 파악하기 위하여 운영가능 연도를 '30년으로 설정함.
 - (정량평가) ① 이행 가능성(30%), ② 배출 감축 역량(25%), ③ 경제적 편익(20%), ④ 비용(15%), ⑤ 학습 및 혁신(10%)을 기준으로 평가하며, 각 기준을 우수성에 따라 10점 척도로 평가하고 각 기준별로 각기 다른 가중치를 부여하여 합산한 뒤 평가함.
 - (포트폴리오 측면의 요소) ①다수의 저장소 존재, ②저장소 유형의 다양성, ③ 배출부문의 다양성, ④적정성(Affordability) 등을 고려하여 최종적으로 클러스터를 선정함.
- '21년 5월 7일부터 시작되어 '21년 7월 30일까지 신청한 DelpHYnus, East Coast Cluster, Hynet, Scottish Cluster, V Net Zero 등 총 5개의 클러스터가 모두 Phase-1의 적격성 심사를 통과하였으며, 5개의 클러스터 중 '21년 10월 19일에 2개의 클러스터(East Coast Cluster 및 Hynet)와 1개의 예비 클러스터 (Scottish Cluster)를 최종 선정하였고, 향후 후속 협상에 들어갈 예정임.¹¹⁾

그림 1 East Coast Cluster의 개발계획



※ 출처: East Coast Cluster 홈페이지¹²⁾

11) <https://questions-statements.parliament.uk/written-statements/detail/2021-10-19/hcws325> (2022.4.11. 최종방문)

- (East Coast Cluster) 영국 동부 티스사이드(Teeside)와 험버(Humber)의 두 지역과 이산화탄소 저장소로 북해 남부의 Endurance 대염수층을 활용할 계획이며, '30년까지 최대 연간 27 Mt¹³⁾의 이산화탄소 저장이 가능할 것으로 예상됨.
- (Hynet) 영국 서부의 리버풀(Liverpool) 및 맨체스터(Manchester), 웨일즈 북부지역에 구축할 예정이며, 리버풀만 가스전(Liverpool Bay gas field)을 활용하여 '30년까지 연간 10 Mt¹⁴⁾의 이산화탄소를 저장할 계획임.

그림 2 Hynet의 개발계획



※ 출처: Hynet Hydrogen Pipeline 홈페이지¹⁵⁾

- (Scottish Cluster) Track-1 클러스터 개발의 유연성* 확보를 위해 스코틀랜드 북동부에 개발하고자 선정된 예비 클러스터(Reserve Cluster)임.
- * 정부가 East Coast Clusters 또는 Hynet의 Track-1 클러스터 개발을 중단할 때 예비 클러스터는 Track-1 클러스터 개발에 참여할 권리를 가지며, 또한 정부와 East Coast Clusters 및 Hynet 간의 협상 과정에서 추가적인 클러스터 개발을 지원할 수 있는 여력이 있는 경우 예비 클러스터의 개발을 진행할 수 있음.

Phase-2: 개별 탄소포집 프로젝트의 선정과정과 현황

- Phase-2의 절차는 Phase-1의 절차와 동일하게 1차 적격성 심사와 2차 정량평가를 진행하며, 제약조건 등의 요소를 고려하는 3차 최종후보 선정과정(Shortlisting Process)을 통해 개별 프로젝트를 선정하고 후속 협상을 진행함.

12) <https://eastcoastcluster.co.uk/> (2022.4.11. 최종방문)

13) <https://www.netzeroteesside.co.uk/news/the-humber-and-teesside-join-forces-to-form-the-east-coast-cluster-and-decarbonise-almost-half-of-uk-industrial-cluster-emissions/> (2022.4.11. 최종방문)

14) <https://hynet.co.uk/> (2022.4.11. 최종방문)

15) <https://www.hynethydrogenpipeline.co.uk> (2022.5.3. 최종방문)

- Phase-2에서는 클러스터가 아닌 개별 프로젝트의 선정과정이므로 각 부문(발전, 산업, 수소)에 따라 해당 부문의 특성을 반영할 수 있는 각기 다른 적격성 심사기준을 적용하며 부문별 주요 심사기준은 [표 1]과 같음.
 - ※ 발전, 산업, 수소 부문 외에 직접 탄소포집(Direct Air Carbon Capture and Storage, DACCS)이나 CCS 적용 바이오에너지(Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS) 등 온실가스 제거(Greenhouse Gas Removal, GGR) 기술도 고려하여 비즈니스 모델에 대한 연구를 진행 중이며, 현재는 참여의향서(Expression of Interest)만 접수받았음.
- Phase-2의 적격성 심사에 이어 정량평가는 기본적으로 Phase-1의 다섯 가지 기준과 가중치를 차용하나 부분적으로 조정된 기준 및 하위 기준을 활용하여 평가하며, 각 기준은 5점 척도로 평가함.
- CCUS 클러스터에 참여하기 위하여 Phase-2에 신청할 수 있는 개별 프로젝트는 Phase-1에서 선정된 클러스터 계획 상에서의 반영 여부와 관계없이 Track-1 클러스터에 적용 가능한 모든 탄소포집 프로젝트를 대상으로 함.

표 1 Phase-2의 부문별 주요 적격성 심사기준

부문	주요 적격성 심사기준
발전	<ul style="list-style-type: none"> • 발전연료 제약: 천연가스 발전만 참여 대상 • 포집효율 하한: 최소 90%를 달성할 수 있어야 함.
산업	<ul style="list-style-type: none"> • 산업 제약: 열병합발전 및 영국 SIC 코드 5-33(광업 및 제조업)에 속하는 업종 <ul style="list-style-type: none"> - 단, SIC 코드 24.36 핵연료 제조업은 제외함. - 업종 중 석유·가스, 수소, 폐기물 관리, 열병합 발전은 별도의 적격성 심사 기준 존재 - 수소는 기존의 회색수소 생산 시설(부산물 또는 중간재로써 회색수소 생산은 제외)에 CCUS 설비를 개보수하는 것만 산업부문에 참여 가능하며, 신규 설비는 수소 부문에 참여 가능 • 기술 제약: CCU 프로젝트는 제외함. <ul style="list-style-type: none"> - CCS 및 CCU 프로젝트의 조합은 Phase-2에 참여할 수 있으나, 포집된 이산화탄소를 수송 및 저장 네트워크에 공급하는 것에 대해서만 지원을 하며 포집된 이산화탄소를 활용하는 것은 지원하지 않음. - 영구적인 감축을 가져오는 CCU에 한해서 비즈니스 모델을 적용시키도록 합의가 되었으나 추가적인 복잡성의 증대로 제외되었으며 정책의 변화에 따라 변경될 수 있음.¹⁶⁾ • 포집효율 하한: 85% <ul style="list-style-type: none"> ※ 서비스로서의 탄소포집(Capture as a Service, CaaS) 업종*도 참여 가능
수소	<ul style="list-style-type: none"> • 신규 CCUS 적용 수소생산 설비에 한함

* CaaS는 서비스로서 한 기업이 다른 기업의 탄소배출량을 포집하는 메커니즘을 말함.

※ 출처: BEIS(2021)¹⁷⁾를 바탕으로 저자작성

- Phase-2는 '21년 11월 둘째 주부터 시작되었으며 '22년 3월 22일에 적격성 심사를 통과한 41개의 개별 프로젝트를 발표하였으며, 후속 정량평가를 추진할 예정임.
 - 발전부문 8개, 수소부문 8개, 산업부문 25개의 프로젝트가 적격성 심사를 통과하였으며, Phase-1에서 선정된 클러스터를 기준으로 East Coast Cluster에 25개(발전부문 6개, 수소부문 4개, 산업부문 15개), Hynet에 11개(발전부문 1개, 수소부문 2개, 산업부문 8개), Scottish Cluster에 5개(발전부문 1개, 수소부문 2개, 산업부문 2개) 프로젝트가 적격성 심사를 통과함.

16) BEIS(2021), Carbon Capture, Usage and Storage, An update on the business model for Industrial Carbon Capture, May 2021.

17) BEIS(2021), Cluster Sequencing for Carbon Usage and Storage Deployment: Phase-2 Background and Guidance for Submissions, November 2021.

표 2 선정된 Track-1 클러스터 및 클러스터별 개별 프로젝트

Phase-1: 클러스터 (선정 완료)	Phase-2: 개별 프로젝트 (적격성 심사 완료)
East Coast Cluster	<ul style="list-style-type: none"> • Power CCUS <ul style="list-style-type: none"> - VPI Humber Zero - Whitetail Clean Energy - Net Zero Teesside Power - Alfanar CCGT Teesside - Keadby 3 Carbon Capture Power Station - C.GEN Killingholme • Hydrogen <ul style="list-style-type: none"> - H2NorthEast - Uniper Humber Hub Blue Project - bpH2Teesside - Hydrogen to Humber (H2H) Saltend • Industrial carbon capture (ICC) <ul style="list-style-type: none"> - STV 1+2 Energy from Waste Carbon Capture Project - STV 3 Energy from Waste Carbon Capture Project - Tees Valley Energy Recovery Facility Project (TVERF) - Altalto Immingham waste to jet fuel - Lighthouse Green Fuels - Redcar Energy Centre - Humber Zero - Phillips 66 Humber Refinery - Prax Lindsey Oil Refinery Carbon Capture Project - ZerCaL250 - Teesside Hydrogen CO₂ Capture - Saint-Gobain Glass Carbon Capture Project - Norsea Carbon Capture - CF Fertilisers Billingham Ammonia CCS - Teesside Green Energy Park Limited - North Lincolnshire Green Energy Park
Hynet	<ul style="list-style-type: none"> • Power CCUS <ul style="list-style-type: none"> - Making Net Zero Possible - Grain • Hydrogen <ul style="list-style-type: none"> - Project Cavendish - HyNet Hydrogen Production Project (HPP) • Industrial carbon capture (ICC) <ul style="list-style-type: none"> - Viridor Runcorn Industrial CCS - Protos Biofuels - Protos Energy Recovery Facility - Hanson Padeswood Cement Works carbon capture and storage project - CF Fertilisers Ince Capture Plant - Buxton Lime Net Zero - Carbon Dioxide Capture Unit - EssarOil UK - Emerge CCS
Scottish Cluster*	<ul style="list-style-type: none"> • Power CCUS <ul style="list-style-type: none"> - Peterhead Carbon Capture Power Station • Hydrogen <ul style="list-style-type: none"> - Acorn Hydrogen - Fife Hydrogen Hub • Industrial carbon capture (ICC) <ul style="list-style-type: none"> - CO₂ Extraction from St Fergus Gas at SAGE Terminal - Acorn Capture

* Scottish Cluster는 예비 클러스터임.

※ 출처: Cluster sequencing Phase-2: eligible projects (power CCUS, hydrogen and ICC), 2022.3.22. 공지¹⁸⁾ 재구성

18) <https://www.gov.uk/government/publications/cluster-sequencing-phase-2-eligible-projects-power-ccus-hydrogen-and-icc/cluster-sequencing-phase-2-eligible-projects-power-ccus-hydrogen-and-icc> (2022.4.11. 최종방문)

‘CCUS Delivery Plan 2035’개요

- 지난 '22년 3월 이산화탄소 포집저장위원회(Carbon Capture & Storage Association: 이하 CCSA)*는 정부 및 기타 조직과 협력하여 영국 정부의 탄소중립 목표 달성 및 넷제로 전략**에서 제시하는 주요 조치에 대한 CCUS 관련 산업계의 견해와 정책적 제언을 담은 ‘CCUS Delivery Plan 2035’을 발표함.

* CCSA는 CCUS의 상업적 개발을 촉진하기 위한 무역협회로서 CO₂ 포집·운송 및 저장 연구 개발자를 비롯해, 산업계, 엔지니어링, 법률, 보험, 금융, 학계 및 기타 지원 기관 등 CCUS 가치사슬 전반에 걸쳐 해당되는 회원들로 구성되어 있음.

** 넷제로 전략에 따르면, '30년까지 30Mt, '35년까지 50Mt의 CO₂저장이 필요한 것으로 예상되고 있음.

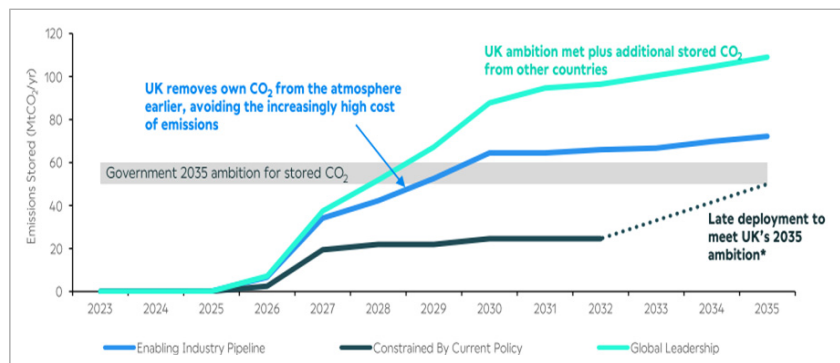
- ‘CCUS Delivery Plan 2035’는 2050 탄소중립 성패의 가능자로서 제6차 탄소예산에 포함되어 있는 ‘35년까지 1990년 대비 78% 온실가스 배출 감축’ 목표 달성을 위한 가장 핵심적인 수단이 탄소포집에 있음을 강조하며, 이해관계자들의 의견청취 등을 거쳐 CCUS 개발을 다음의 세 가지 시나리오로 분류하고 '35년까지의 목표 달성 여부를 전망 및 제시하고 있음.

- ‘시나리오 1’은 ‘현 정책에 기반한 시나리오’로서 상기 언급한 CCUS 클러스터 개발에 따른 Track-2의 개발이 지연될 것을 가정하여, 필요한 클러스터의 미 구축, 포집 프로젝트 또는 잠재적 저장 공간 개발에 대한 미허가 등이 존재할 경우 '35년까지 달성해야 하는 50Mt의 CO₂ 감축이 불가능 할 수 있음을 보여주고 있음.

- ‘시나리오 2’는 ‘산업 파이프라인 활성화 시나리오’로서 준비된 프로젝트가 차질 없이 추진되어 전체 산업 파이프라인이 구현됐을 때, '35년까지 50Mt 이상의 CO₂ 감축은 물론이고, 더 나아가 포집 및 저장을 통해 500Mt 이상의 CO₂를 감축할 수 있을 것으로 전망하고 있음.

- ‘시나리오 3’은 ‘글로벌 리더십을 향한 시나리오’로서 ‘시나리오 2’와 유사하게 산업 전체 프로젝트 파이프라인을 구축·활성화하여 수입되는 유럽 CO₂뿐만 아니라 새롭게 추가된 저장지에서 CO₂를 추가 저장함으로써 영국이 전 세계 CCUS의 주도적인 역할을 할 수 있음을 전망하고 있음.

그림 3 CCSA 시나리오에 의한 2035년 CO₂ 포집 전망



* 영국의 2027년, 2030년 기술별 목표는 Net Zero Strategy에 명시된 CO₂ 포집 및 저장 목표에 해당됨.

※ 출처: CCUS Delivery 2035 발책

2050 탄소중립목표 달성을 위한 CCUS관련 이행조치

- ‘CCUS Delivery Plan 2035’는 상기 언급한 ‘시나리오 2’를 기준으로 ‘35년까지 1990년 대비 78% 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해 향후 1년간의 행보가 매우 중요하다고 판단하고 정부, 산업계와 이해관계자’들이 즉시 취해야 할 핵심방안을 ① 포집 프로젝트 및 수송과 저장, ② 수송과 저장 네트워크, ③ CCUS 생태계로 구분하여 하기 [표 3]과 같이 제시하였음.

* 본 계획은 각 핵심방안별 핵심 이해관계자를 각각 분류하고, 이들을 중심으로 관련 조치들을 도출하거나 이행될 수 있도록 제시하고 있음. 예) 투자 프레임워크 구축(핵심 이해관계자: BEIS, HMT)

표 3 '35년까지의 목표달성을 위해 CCUS 관련 향후 1년간 취해야 할 조치

포집·수송·저장 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> • 투자 프레임워크 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 정기적인 자금 조달 계획 수립 및 관련 입법절차 신속진행 - CCUS 가치사슬 전반에 대한 비즈니스 모델 개발 • 클러스터 적시 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 투자자 및 파트너 확보를 위해 Track-2에 대한 명확한 선정 및 개발 - CCUS 전 공급망을 전제로 비즈니스모델과 ETS, CBAM 등을 연계하여 정책프레임워크 입법화 • 유효한 공급망 및 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 투자 우선순위 선정을 위해 CCUS 공급망, 영국정부와 산업에 있어서 경쟁우위 분석 및 선정 - 관련 시책을 장려하기 위한 정책 및 규정 수립 - 산업계 수요에 맞는 인력 양성 및 진입 가속화
수송 및 저장 네트워크	<ul style="list-style-type: none"> • 성숙한 이산화탄소 수송 네트워크 체계 <ul style="list-style-type: none"> - CCUS 기반 시설의 허가 및 건설 신속화 - 허가절차의 신속화와 더불어 허가가 필요한 장소의 선정 등 관련 절차의 가시화 및 명확화를 통한 이해관계자들과의 합의절차 원활화와 계획의 효율적 이행 • 충분한 저장장소 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 추가 저장 용량을 상용화 수준에 도달할 수 있도록 신속하게 확보 및 전환
CCUS 생태계	<ul style="list-style-type: none"> • 대중적 지지 <ul style="list-style-type: none"> - 국가단위, 클러스터 단위, 프로젝트 단위에서 대중성을 확보하기 위해 의사소통을 강화하고, 전략 목표를 명확하게 수립 및 정의하여 방향 제공(Umbrella Strategy) - CCUS 잠재적 이익과 위험성에 대한 우려를 공유·소통을 통해 해소하고 대중의 인식변화 조사를 위한 모니터링 프레임워크 구축

- 상기 언급한 ‘시나리오2’의 달성과 향후 1년간의 CCUS 이행조치가 뜻하는 바는, 영국정부의 온실가스 감축목표 달성과 글로벌 탄소 중립 경제의 주도권 확보가 향후 12개월의 행보에 달려 있으며, 이를 위해서는 영국 정부가 추진하는 CCUS 클러스터 개발과 이를 뒷받침하는 제도적 기반이 중요하다는 점임.

- 본 계획이 제시하는 주요 이행방안 및 조치 중 현황과 관련하여 주목할 만한 것은 하기와 같음
 - (투자현황) 영국 정부는 현재 10억 파운드 CCUS 인프라 기금(CIF)을 비롯해 CCUS 관련 프로젝트에 15억 파운드를 지원하기로 함.
 - (비즈니스 모델 개발현황) CCUS와 연계하여 산업용 탄소포집(Industrial Carbon Capture: ICC)¹⁹⁾과 급전계약(Dispatchable Power Agreement:DPA)²⁰⁾ 비즈니스

19) BEIS(2022), Carbon Capture, Usage and Storage: Industrial Carbon Capture business model

모델이 발표 및 업데이트되었음.* 그 밖에도 저탄소·수소 비즈니스 모델 개발과 온실가스 흡수(Greenhouse Gas Removals:GGRs) 기술 비즈니스 모델을 개발할 예정임.

* 예컨대 급전계약 비즈니스 모델은 CCUS와 연계하여 CCUS를 활용한 저탄소 전력에 가격 상 이점을 부여하여 투자자를 유도할 수 있도록 하는 비즈니스 모델임.

- (탄소시장과 연계) '21년 1월 1일자로 영국정부는 브렉시트 이후의 독자적인 배출권거래제 (UK ETS)를 시작하였으며, 이를 탄소중립을 위한 주요 수단이자 전 세계 무역시장의 기준으로 자리 잡을 수 있도록 설계해 나갈 예정임. 이와 더불어 UK ETS를 EU의 ETS 및 CBAM²¹⁾과 연계하여 CCUS를 설계함으로써 탄소누출을 막고 탄소시장에 있어서 영국의 글로벌 리더십을 확보하고자 함.

- (라이선스 부여) 북해에너지전환청(NSTA: North Sea Transition Authority)*은 Pale Blue Dot Energy(PBD)사의 Acorn CCS에 4개 CO₂ 저장 라이선스를 부여하였고, Northern Endurance Partnership(NEP) CO₂ 저장 라이선스 이전에도 동의함. 이처럼 4개의 저장 라이선스를 통해 영국 근해 대륙붕(UKCS: Offshore UK Continental Shelf)에서의 CO₂ 저장량이 크게 증가할 가능성이 있으나 이를 개발하려면 상당한 선행위험(석유/가스 탐사와 유사), 긴 리드타임(평균 약 10년), 상당히 복잡한 운영 및 라이선스 확보 등의 문제가 수반됨에 따라 추가 저장 공간에 대한 라이선스가 가능한 빨리 발행될 수 있도록 할 필요가 있음.

* 북해에너지전환청(NSTA)는 영국의 해양 석유 및 가스 자원, 탄소 저장, 가스 저장 및 탐사와 개발허가를 규제하는 등 북해지역의 에너지 전환을 추진하는 정부기관임.²²⁾

- (대중수용성 확보) CCSA는 CCUS 커뮤니케이션 활동을 조사하여 이를 산업계에 제공하고 있으며, BEIS는 '21년 12월 'CCUS 대국민 대화 및 평가'를, '21년 7월 '탄소포집 및 저장에 대한 국민 대화'를 개최하는 등 대중성확보를 위해 노력하고 있음.

• 「이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술혁신 로드맵(안)」²³⁾에서 영국의 사례를 인용하며 'CCUS 통합 클러스터 구축'을 세부 추진전략으로 제시하였으나, 현재까지는 구체적인 목표나 이행체계 없이 선언적 발표에 그친 상태이므로 영국의 CCUS 클러스터 개발 사례와 같이 우리나라도 실제 탄소포집-수송-활용-저장 운영을 목표로 통합적인 CCUS 클러스터를 구축할 필요가 있음.

- 국내 CCUS 클러스터 개발 시 불확실성에 대비한 탄소저장의 유연성을 확보하기 위하여 국내 유망저장소 탐사가 지속적으로 필요하며, 학습효과 및 향후 기술혁신을 위한 저장소의 구조 유형과 포집 부문 및 세부 업종·기술의 다양성을 고려해야 함.

- CCUS 통합 클러스터 구축 시 CCU 기술의 적격성 기준과 한국형 비즈니스 모델에 대한 논의가 필요함.

※ 영국은 CCUS 클러스터 비즈니스 모델 구상단계에서 탄소중립이라는 국가 목표와의 부합성을

시사점

summary and consultation, April 2022.

20) BEIS(2022), Carbon Capture, Usage and Storage: Dispatchable Power Agreement business Model summary and consultation, April 2022.

21) EU CBAM과 관련하여 자세한 사항은 한민지·최고봉·김민철, 유럽연합의 탈탄소사회를 위한 입법패키지 2021(Fit for 55 Package), GTC Brief Vol.2 No.4 참조.

22) [https://www.nstauthority.co.uk/\(2022.4.15. 최종방문\)](https://www.nstauthority.co.uk/(2022.4.15. 최종방문))

23) 관계부처 합동(2021), 이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술혁신 로드맵(안), 2021.6.15.

고려하여 영구적으로 탄소감축이 가능한 CCU 기술만 지원 대상으로 포함하고자 하였으나, 상기 언급한 사례에서 CCU 프로젝트는 최종적으로 배제되어 있는 상태임.

- 우리나라 CCUS 기술개발 목표 설정에 있어서 포집 비용 측면뿐만 아니라 탄소 포집 효율 (Capture Rate) 측면을 종합적으로 고려할 필요가 있음.

※ 「탄소중립 기술혁신 추진전략 10대 핵심기술 개발 방향」²⁴⁾에서도 기존 포집기술의 경제성 있는 포집 효율 한계(~90%)를 극복하고자 차세대 포집 기술의 개발을 명시한 것과 같이 국내 CCUS 기술개발 전략에서도 포집 효율에 대한 고려는 하였으나, 탄소포집 기술의 중분류명 (저비용 CO₂ 포집 기술)에서 드러나듯 비용경쟁력 중심의 목표가 수립되어 있음.

- 국내 CCUS 산업 활성화를 위해 영국의 '서비스로서의 탄소포집' 사례와 같이 CCUS 밸류체인 상에서 발굴할 수 있는 다양한 신(新)사업, 비즈니스 모델 등의 사례를 참고하여 국내 CCUS 산업의 확장성을 고려 및 관련 규제·제도를 개선할 필요가 있음.
- CCUS 밸류체인 단계별 통합 실증과 나아가 국내 클러스터 개발·산업 육성 및 통합관리를 위하여 각 부처별·기업별로 수행되고 있는 CCUS 프로젝트·세부과제의 현황 등에 대한 체계적인 실태조사가 요구됨.
- 현재, CCUS 기술과 연계된 온실가스 감축을 인정할 수 있는 표준화된 산정방식 및 측정방법이 국내에 미비한 상황이고, 국제적으로도 통용된 산정 방법 또한 명확히 마련되어 있지 못한 상태이므로 CCUS에 대한 표준화된 온실가스 감축량 검증 및 산정 방법을 마련하는 것이 중요함.
 - CCUS는 탄소배출 상쇄효과를 얻을 수 있는 기술로서 시장의 유인수단이 될 수 있으므로 국제 온실가스 감축 시장(예: ETS, CBAM 등) 연계하여 시너지를 극대화 할 필요가 있음.

24) 과학기술정보통신부·한국에너지기술연구원(2021), 탄소중립 기술혁신 추진전략 10대 핵심기술 개발 방향

Reference

- 1) CCC(2020), The Sixth Carbon Budget: The UK's path to Net Zero, December 2020, p.5.
- 2) <https://ukcop26.org/uk-presidency/uk-climate-leadership/> (2022.4.11. 최종방문)
- 3) <https://climateactiontracker.org/countries/> (2022.4.12. 최종방문)
- 4) HM Government(2020), The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution, November 2020.
- 5) HM Government(2020), Industrial Decarbonisation Strategy, March 2021.
- 6) HM Government(2021), Net Zero Strategy: Build Back Greener, October 2021.
- 7) UK(2022), CCUS Investor Roadmap, April 2022.
- 8) BEIS(2021), Cluster Sequencing for Carbon Capture Usage and Storage Deployment: Phase-1 Background and guidance for submission, May 2021.
- 9) <https://www.gov.uk/government/publications/cluster-sequencing-for-carbon-capture-usage-and-storage-ccus-deployment-phase-1-expressions-of-interest/1-november-2021-update-carbon-capture-usage-and-storage-ccus-track-2> (2022.4.11. 최종방문)
- 10) Department for International Trade(2022), CCUS Investor Roadmap Capturing Carbon and a Global Opportunity, April 2022.
- 11) <https://questions-statements.parliament.uk/written-statements/detail/2021-10-19/hcws325> (2022.4.11. 최종방문)
- 12) <https://www.netzeroteesside.co.uk/news/the-humber-and-teesside-join-forces-to-form-the-east-coast-cluster-and-decarbonise-almost-half-of-uk-industrial-cluster-emissions/> (2022.4.11. 최종방문)
- 13) <https://eastcoastcluster.co.uk/> (2022.4.11. 최종방문)
- 14) <https://hynet.co.uk/> (2022.4.11. 최종방문)
- 15) <https://www.hynethydrogenpipeline.co.uk> (2022.5.3. 최종방문)
- 16) BEIS(2021), Carbon Capture, Usage and Storage, An update on the business model for Industrial Carbon Capture, May 2021.
- 17) BEIS(2021), Cluster Sequencing for Carbon Usage and Storage Deployment: Phase-2 Background and Guidance for Submissions, November 2021
- 18) <https://www.gov.uk/government/publications/cluster-sequencing-phase-2-eligible-projects-power-ccus-hydrogen-and-icc/cluster-sequencing-phase-2-eligible-projects-power-ccus-hydrogen-and-icc> (2022.4.11. 최종방문)
- 19) BEIS(2022), Carbon Capture, Usage and Storage: Industrial Carbon Capture business model summary and consultation, April 2022.
- 20) BEIS(2022), Carbon Capture, Usage and Storage: Dispatchable Power Agreement business Model summary and consultation, April 2022.
- 21) EU CBAM과 관련하여 자세한 사항은 한민지·최고봉·김민철, 유럽연합의 탈탄소사회를 위한 입법패키지 2021(Fit for 55 Package), GTC Brief Vol.2 No.4 참조.
- 22) [\(2022.4.15. 최종방문\)](https://www.nstauthority.co.uk/(2022.4.15. 최종방문))
- 23) 관계부처 합동(2021), 이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술혁신 로드맵(안), 2021.6.15.
- 24) 과학기술정보통신부·한국에너지기술연구원(2021), 탄소중립 기술혁신 추진전략 10대 핵심기술 개발 방향.

약어정리

- * UNFCCC(United Nations Framework Convention on Climate Change): 기후변화에 관한 국제연합기본협약
- * CCC(Climate Change Committee): 영국 기후변화 위원회
- * G7(Group of 7): 미국, 일본, 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아, 캐나다가 참여하는 경제 정상 회담
- * CCUS(Carbon capture, utilization and storage): 이산화탄소 포집·활용·저장 기술
- * BEIS(Department for Business, Energy and Industrial Strategy): 영국 기업·에너지·산업 전략부
- * HMT(HM Treasury): 영국 재무부
- * CBAM(Carbon Border Adjustment Mechanisms): 탄소국경조정 메커니즘

본 내용은 녹색기술센터(GTC)의 주요사업 「국가 온실가스 감축 목표달성을 위한 이행방안 및 제도적 기반마련 연구: 수소 및 CCUS를 중심으로」의 일환으로 분석 중인 내용의 일부를 요약·정리한 것입니다.



04554 서울특별시 중구 퇴계로173

남산스퀘어 빌딩 17층

Tel. 02.3393.3900

Fax. 02.3393.3919~20

www.gtck.re.kr

* 본 GTC BRIEF의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 센터의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.