

탄소중립과 넷제로(Net-Zero)를 향한 글로벌 CCUS 기술개발 동향과 사업화 전략

I. 기후변화대응, 탄소중립과 탄소자원화 실태와 전망

1. 국내외 기후변화와 온실가스 대응전략

1-1. 국내외 기후변화 현황

- 1) 전 지구 이상기후 발생 주요 원인
 - (1) 지구온난화
 - (2) 엘니뇨 종료 이후 중립상태 지속
 - (3) 북극 해빙면적의 지속적인 감소
 - (4) 유라시아 대륙의 많은 눈덮임
- 2) 주요국 이상기후 발생과 피해 현황
 - (1) 유럽
 - (2) 아시아/호주
 - (3) 북미/남미
- 3) 국내 이상기후 발생 현황
 - (1) 국내 이상기후 현상
 - (2) 국내 이상기후 발생 현황
 - (3) 국내 기후변화 전망

1-2. 기후변화 대응 필요성

- 1) 기후변화 대응 필요성
 - (1) 기후 '변화'를 넘어 '위기'의 시대로 진입
 - (2) 기후변화 대응의 편익
- 2) IPCC 1.5°C 특별보고서
 - (1) IPCC 1.5°C 특별보고서 채택
 - (2) 1.5°C 목표 달성을 위한 조건

1-3. 국내외 온실가스 배출 및 감축 목표

- 1) 국내 온실가스 배출 현황
 - (1) 국내 온실가스 배출
 - (2) 온실가스 배출 수준

- 2) 2030년 국내 온실가스 감축 목표
 - (1) 2030년 온실가스 감축 목표 수립 배경
 - (2) 국내 온실가스 감축 여건
 - (3) 2030년 온실가스 감축 목표
 - (4) 2030년 온실가스 감축 목표 상향안 제시
- 3) 국내 온실가스 감축 정책
 - (1) 제도 및 법률
 - (2) 온실가스 감축 정책
- 4) 세계 온실가스 배출 및 감축 목표
 - (1) 세계 온실가스 배출 현황
 - (2) 세계 온실가스 감축 목표

2. 탄소중립과 넷제로(net-zero) 글로벌 트렌드

2-1. 탄소중립 개요와 동향

- 1) 탄소중립, 기후중립, 넷제로(net-zero) 개념
- 2) 국가별 넷제로 목표와 사례
 - (1) 독일의 넷제로 시나리오
 - (2) 프랑스의 넷제로 시나리오
- 3) 넷제로(net-zero) 목표 달성 방법

2-2. 탄소중립 글로벌 트렌드와 시장 전망

- 1) 세계 137개국 탄소중립 선언
 - (1) EU
 - (2) 미국
 - (3) 중국
 - (4) 일본
- 2) 온실가스 관련 규제 마련
 - (1) 탄소가격제(Carbon Pricing)
 - (2) 석탄발전 퇴출 확대
 - (3) 수송부문의 탈탄소화
- 3) 산업구조 변화 전망
 - (1) 기업들의 탄소중립 선언
 - (2) RE100 참여 기업 확대
 - (3) 완성차 기업의 탄소중립 달성 전략
- 4) 시장 전망
 - (1) 세계 시장 전망
 - (2) 국내 시장 전망

2-3. IEA 2050 Net Zero 를 위한 에너지 섹터 로드맵

- 1) IEA 2050 Net Zero 로드맵 개요
- 2) 2050 Net Zero 달성을 위한 기간별 로드맵
- 3) 전력분야 세부 경로(2040년 Net Zero)

3. 탄소자원화 기술 및 주요국 대응 동향

3-1. 탄소자원화 기술 및 활용

- 1) 탄소자원화 기술의 대두 배경
 - (1) 대두 배경
 - (2) 미래 자원으로 가능성
- 2) 탄소자원화 기술과 활용분야
 - (1) 탄소자원화 기술
 - (2) 탄소자원화 활용분야
- 3) 탄소자원화 4대 기술
 - (1) C1 가스 리파이너리
 - (2) 인공광합성
 - (3) 바이오파이너리
 - (4) CCU(이산화탄소 포집 및 전환)
- 4) CO2 이용 기술
 - (1) 오일회수증진(EOR)
 - (2) 화학원료 합성
 - (3) 바이오연료 생산
 - (4) 광물의 탄산화

3-2. 탄소자원화 주요국 대응 동향

- 1) 미국
- 2) 유럽
- 3) 중국
- 4) 한국

4. 국내외 탄소중립 정책과 대응방향

4-1. 해외 주요국 탄소중립 정책 동향과 추진전략

- 1) 개요
 - (1) 국가간 탄소중립 선언 주도권 경쟁
 - (2) 탄소중립 시대의 새로운 기업환경, 'ESG'
 - (3) 탄소중립 운동, 'RE100(Renewable Energy 100)'
- 2) 주요국 탄소중립 정책과 그린뉴딜 전략
 - (1) 유럽연합(EU)
 - (2) 미국

- (3) 독일
- (4) 중국
- (5) 일본

4-2. 국내 탄소중립 정책 동향과 추진전략

1) 「2050 탄소중립」 추진전략(案)

- (1) 우리의 여건 진단 및 평가
- (2) 2050 탄소중립을 위한 추진전략
- (3) 3대 정책방향 및 10대 과제
- (4) 탄소중립 제도적 기반 강화
- (5) 추진체계 및 향후계획

2) 「2050 탄소중립」 부문별 비전 및 전략

- (1) 에너지 공급
- (2) 산업
- (3) 수송
- (4) 건물
- (5) 폐기물
- (6) 농축수산(농업·축산·수산)
- (7) 탄소 흡수원

3) 탄소중립 기술혁신 추진전략

- (1) 개요
- (2) 핵심기술 개발과 생태계조성 5대 전략

4) 탄소중립 기술혁신 추진전략 - 10대 핵심기술 개발방향

- (1) 태양광·풍력
- (2) 수소
- (3) 바이오에너지
- (4) 철강·시멘트
- (5) 석유화학
- (6) 산업공정 고도화
- (7) 수송효율
- (8) 건물효율
- (9) 디지털화
- (10) CCUS

II. 국내외 CCUS 기술, 시장 동향과 전망

1. 탄소(CO₂) 감축기술

1-1. 온실가스와 탄소 감축기술 개요

- 1) 온실가스와 탄소 감축기술 개념
- 2) 온실가스와 탄소 감축기술 분류
- 1-2. 온실가스와 탄소 감축 관련 주요 핵심 기술
 - 1) CCUS 기술
 - (1) 기술 정의
 - (2) 기술 분류
 - 2) 신재생에너지 기술
 - (1) 정의
 - (2) 범위
 - 3) PtX(Power-to-x) 기술
 - (1) 개념 및 기술동향
 - (2) 전기화학적 에너지 저장 시스템(ESS)
 - (3) 수소 생산 및 저장 기술
 - (4) Solar Heat Storage

2. CCUS 관련 기술, 시장 동향 및 전망

2-1. CCUS 기술 개요 및 프로젝트 동향

- 1) CCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage) 기술 개요
 - (1) CCUS 정의
 - (2) CCUS의 역사
 - (3) CCUS 범위
 - (4) CCUS 효율 및 필연성
- 2) 글로벌 CCUS 투자현황 및 탄소 감축 기여 전망
 - (1) CCUS 개발과 설비 투자 현황
 - (2) CCUS R&D 투자 동향
 - (3) CCUS의 탄소 감축 기여 전망
 - (4) CCUS 도입 전망
- 3) CCUS 도입 현황 및 전력 시스템에서의 역할
 - (1) 발전부문 CCUS 기술도입 동향
 - (2) 전력 시스템에서 CCUS의 역할
 - (3) 발전부문 CCUS 확대여건 및 정책방향
- 4) 글로벌 CCUS 시설 및 설비 동향
 - (1) 글로벌 CCUS 시설 동향
 - (2) 글로벌 CCUS 설비 규모 및 전망
- 2-2. 글로벌 CCUS 시장 전망과 주요기업 동향
 - 1) CCUS 시장 전망
 - (1) CCUS 시장 전망

(2) CCUS 제품 및 제품군별 시장 전망

2) CCUS 관련 주요 해외기업 동향

(1) 해외 CCUS 주요 키플레이어 현황

(2) 해외 기업 동향

3) CCUS 관련 주요 국내기업 동향

(1) SK E&S

(2) SK 이노베이션, SK 에너지

(3) 포스코

(4) 두산중공업

(5) 현대중공업

(6) 삼성엔지니어링

(7) 롯데케미칼

(8) 현대오일뱅크

(9) S-OIL

(10) 한국전력공사

(11) 발전 5사(중부·남부·동서·남동·서부발전)

(12) 한국석유공사

(13) 한국지역난방공사

(14) 기타

2-3. CCUS 분야별 기술 개발 동향

1) CCUS 가치사슬별 기술개발 이슈

(1) 포집

(2) 저장

(3) 이용

2) 이산화탄소(CO₂) 포집 기술

(1) 습식 포집 기술

(2) 건식 포집 기술

(3) 분리막 포집 기술

(4) 공기중 포집 기술

3) 이산화탄소(CO₂) 저장 기술

(1) CO₂ 저장 기술 개요

(2) CO₂ 저장 기술 종류

4) 이산화탄소(CO₂) 전환 기술

(1) 촉매 전환 기술

(2) 전기화학 전환 기술

(3) 광전기화학 전환 기술

(4) 광화학 전환 기술

(5) 생물학적 전환 기술

3. 국내외 CCUS 관련 정책 및 산업 동향

3-1. 국내 CCUS 정책 동향

1) 녹색성장 5개년 계획

- (1) 개요 및 추진 배경
- (2) 제 1 차 녹색성장 5개년 계획
- (3) 제 2 차 녹색성장 5개년 계획
- (4) 제 3 차 녹색성장 5개년 계획

2) 기후변화대응 기본 계획

- (1) 개요 및 추진 배경
- (2) 제 1 차 기후변화대응 기본계획
- (3) 제 2 차 기후변화대응 기본계획

3) 기후·환경연구개발사업 2021 년도 시행계획(안)

- (1) 개요
- (2) '20 년 추진현황 및 주요성과
- (3) '21 년도 추진계획
- (4) 사업별 '21 년 추진계획 중 CCUS 분야
- (5) 향후 일정

4) 국가 온실가스 감축 로드맵

- (1) 개요 및 추진 배경
- (2) 국가 온실가스 감축 기본 로드맵
- (3) 국가 온실가스 감축 로드맵 수정(안)
- (4) 국가 온실가스 감축 목표 상향안 제시

5) 「다부처 대규모 CCS 통합실증 및 CCU 상용화 기반구축」 2021 년도 시행계획(안)

- (1) 추진 배경 및 필요성
- (2) 사업개요(2021-2023)
- (3) 2021 년 투자 및 주요 추진계획

6) K-CCUS 추진단 발족과 주요사업

- (1) 추진 배경 및 필요성
- (2) K-CCUS 역할
- (3) K-CCUS 추진단 구성 현황
- (4) K-CCUS 추진단 사무국 개소

3-2. 주요 국가별 CCUS 산업, 정책 및 프로젝트 동향

1) 미국

- (1) 산업 동향
- (2) 정책 동향

- (3) 기술 동향
- (4) 미국 CCUS 프로젝트
- 2) 캐나다
 - (1) 산업 동향
 - (2) 정책 동향
 - (3) 캐나다 CCUS 프로젝트
- 3) 유럽
 - (1) 산업 동향
 - (2) 정책 동향
 - (3) 기술시장 동향
- 4) 영국
 - (1) 산업 및 정책 동향
 - (2) 영국 CCUS 프로젝트
- 5) 네덜란드
 - (1) 산업 및 정책 동향
 - (2) 네덜란드 CCS 프로젝트
- 6) 중국
 - (1) 산업 동향
 - (2) 정책 동향
 - (3) 중국 CCUS 프로젝트
- 7) 일본
 - (1) 산업 동향
 - (2) 정책 동향
 - (3) 일본 CCUS 프로젝트
- 8) 호주
 - (1) 산업 동향
 - (2) 정책 동향
 - (3) 호주 CCUS 프로젝트

III. CCUS 관련 기술개발 동향과 연구과제

1. CCUS 관련 전략기술개발 로드맵

1-1. 탄소자원화 국가전략프로젝트 실증 로드맵

- 1) 추진 개요
- 2) 실증 로드맵 주요 내용
 - (1) 탄소전환 플래그십 실증
 - (2) 탄소광물 플래그십 실증

(3) 탄소자원화 전략 플랫폼 구축

3) 탄소자원화 실증 과제 도출 개요

4) 탄소자원화 국가전략프로젝트 실증 로드맵(안)

5) 탄소자원화 국가전략프로젝트 실증 세부 이행 로드맵

1-2. 이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술혁신 로드맵(안)

1) 추진 개요

(1) 추진 배경

(2) 추진 경과

2) CCU 기술개발 동향

(1) CO₂ 포집

(2) CO₂ 화학전환

(3) CO₂ 생물전환

(4) CO₂ 광물탄산화

(5) 기타탄소 활용

3) 비전 및 추진전략

4) 세부 추진전략

(1) 핵심기술 확보 전략

(2) R&D 투자 촉진

(3) 제도적 기반 마련

(4) 실효적인 이행체계 구축

5) 향후 계획

1-3. 탄소중립 기술혁신 추진전략 10대 핵심기술(CCUS 중분류별) 추진전략

1) 저비용 CO₂ 포집 기술

(1) 연소 배가스 포집 기술

(2) 산업분야 공정가스 및 합성가스 포집 기술

(3) 바이오가스 및 매립지가스 포집 기술

(4) 연료 연소 중 원천분리 기술

(5) 차세대 포집 기술

2) 안전하고 효율적인 CO₂ 저장기술

(1) 수송 기술

(2) 탐사 기술

(3) 주입 기술

(4) 모니터링 기술

3) 신산업 창출 CO₂ 활용기술

(1) 연료전환 기술

(2) 화학제품 전환 기술

(3) 건축소재 광물화 기술

(4) 차세대 탄소소재화 기술

2. CCUS 관련 주요 특허 동향과 유망기술개발 연구과제

2-1. CCUS 관련 기술분야별 주요 특허 동향

1) CCUS 관련 특허출원 동향

- (1) 개요
- (2) 주요국 특허 동향
- (3) 주요 출원인 동향
- (4) 기술별 특허 동향

2) 이산화탄소의 재활용 기술 특허 동향

- (1) 개요
- (2) 세부 분야별 특허 동향
- (3) 주요 출원인 동향
- (4) 전기화학적 이산화탄소의 전환 기술의 개요 및 세부내용

2-2. CCUS 관련 기술개발 연구과제

- 1) 대규모 CCS 통합실증 및 CCU 상용화 기반구축 사업 총괄 관리
- 2) 대심도 해양 탐사시추를 통한 대규모 CO2 지중저장소 확보
- 3) 동해가스전을 활용한 중규모 CCS 통합실증 모델 개발
- 4) 대규모 포집기술/포집원 평가 및 150MW 급 포집플랜트 FEED 설계안 개발
- 5) 탈황석고를 활용한 광물탄산화 기술 실증 및 온실가스 감축방법론 개발
- 6) CCUS 법률안 정비 및 수용성을 포함한 제도적 기반 구축
- 7) 철강 고로가스내 CO2 포집기술 격상 실증(80톤-CO2/일 급)
- 8) 코크스오븐활용 CO2 취입·전환 기술 실증(CO2 투입량 80톤/일 급)
- 9) 시멘트 산업 발생 CO2 활용 in-situ 탄산화 기술 개발
- 10) 시멘트 산업 배출 CO2 활용 저탄소 연료화 기술개발
- 11) 석유화학산업 NCC 배가스 대상 CO2 포집 파일럿 플랜트 실증 및 중립탄소활용 하이브리드 폴리우레탄 생산기술 개발
- 12) LNG 발전 연소배가스 대상 CO2 포집 기술 개발
- 13) 도심형 LNG 연소배가스 대상 CO2 포집 기술개발
- 14) CO2 지중저장 안전성 확보 기술개발
- 15) CO2 저장효율 향상 기술 개발
- 16) 탄소중립 실현을 위한 CO2 포집 연계형 저탄소 건물용 개질기 기술 개발
- 17) 1MW 급 가스 연소시스템의 연소중 CO2 포집기술 파일럿 실증
- 18) 포집 CO2 활용 고부가 케미컬 제조 실증기술 개발
- 19) 블루 수소 제조를 위한 분리막 기반 컴팩트 이산화탄소 포집 시스템 실증 기술개발

