Vol. 15, No. 3

KIER 기술정책 Focus

2021. 12.

주요국의 기후변화대응 정책 동향

1. 개요 01
2. EU 02
3. 독일 18
4. 영국 29
5. 미국 44
6. 일본 51
7. 중국 71
8. 결론 및 시사점 85
참고문헌 90

한국에너지기술연구원
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

Vol. 15, No. 3

KIER 기술정책 Focus

2021. 12.

한국에너지기술연구원
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH

한국에너지기술연구원 기후기술전략실에서
한국연구재단의 기후변화대응기술개발사업(2017M1A2A208124922)을 재원으로
수행한 결과를 발췌·분석한 내용으로 동 내용 인용 시 출처를 밝혀야 합니다.
편집자주

CONTENTS

1. 개요 ····· 1

2. EU ····· 2

가. 기후중립 선언 ····· 2
나. 기후중립 법제화 ····· 2
다. EU의 기후중립 거버넌스 ····· 3
라. EU의 기후중립 정책 ····· 4

3. 독일 ····· 18

가. 기후중립 선언 ····· 18
나. 기후중립 법제화 ····· 18
다. 독일의 기후중립 거버넌스 ····· 20
라. 독일의 기후중립 정책 ····· 21

4. 영국 ····· 29

가. Net-Zero 선언 ····· 29
나. 넷제로 법제화 ····· 29
다. 영국의 넷제로 거버넌스 ····· 30
라. 영국의 넷제로 정책 ····· 31

5. 미국 ····· **44**
가. 넷제로 목표 제시 ····· 44
나. 기후 거버넌스 ····· 44
다. 미국의 넷제로 정책 ····· 45

6. 일본 ····· **51**
가. 탄소중립 선언 ····· 51
나. 탄소중립 법제화 ····· 51
다. 일본의 탄소중립 거버넌스 ····· 53
라. 일본의 탄소중립 정책 ····· 54

7. 중국 ····· **71**
가. 탄소중립 선언 ····· 71
나. 탄소중립 법제화 ····· 71
다. 중국의 탄소중립 거버넌스 ····· 72
라. 중국의 탄소중립 정책 ····· 72

8. 결론 및 시사점 ····· **85**

참고문헌 ····· **90**

KIER 기술정책 FOCUS 발간 현황 ····· **94**

01 개요

- 전 세계적으로 온실가스 배출 증가 추세가 지속되고 기후위기가 심각해짐에 따라 주요국의 탄소중립 선언 및 법제화 추진을 통한 전 세계적인 탄소중립 체제 본격화
  - 산업화 이전(1850~1900년) 대비 2011~2020년 지구 평균온도가 1.09℃까지 상승하였으며, 현재 온실가스 배출 추세가 지속된다면 기존 예상했던 시점보다 약 10년 더 빠른 시점인 2021~2040년 사이 1.5°C 이상 상승할 가능성이 있다고 예측(IPCC 제6차 평가보고서, 2021.8)
    - IPCC는 인류로 인한 지구온난화를 특정 수준으로 완화하려면 누적 CO_2 배출 제한 및 CO_2 순배출 제로를 달성하고, 기타 온실가스 감축도 필요하다고 제언
  - 2016년 파리협정 채택 이후 기후변화 위기대응을 위해 2019년 9월 기후정상회의에서 65개국이 탄소중립을 선언하였고, 유럽·중국·일본의 탄소중립 동참 및 미국 바이든 행정부의 파리협정 복귀로 국제사회의 기후변화 대응 정책 본격 추진
    - 2021년 6월 기준, 세계137 개국이 탄소중립을 선언하였으며, 이미 일부 국가는 법제화 완료

      ※ (EU) 2050년 기후중립('19.12), (中) 2060년 탄소중립('20.9), (日) 2050년 탄소중립('20.10), (韓) 2050년 탄소중립('20.10)
    - 우리나라의 경우도 국제사회와 함께 기후변화에 적극 대응하여 2050년 탄소중립을 목표로 나아가겠다는 탄소중립을 공식 선언(2020.10.28)하고, 새로운 경제·사회 발전전략 수립을 통해 '능동적(Proactive) 대응'을 위한 탄소중립·경제성장·삶의 질 향상을 동시에 달성하기 위한 '2050 탄소중립' 추진전략 발표(2020.12.10)

- 주요국에서는 탄소중립 및 온실가스 감축목표를 중심으로 기후변화대응을 위한 정책·전략을 구체화하고 있으며, 이를 COVID-19에 의한 경기침체 대응과 연계하여 탄소중립 달성을 위한 대규모 재정지원 및 인프라 투자를 추진하고 신시장 창출을 위한 혁신기술 확보를 위한 노력 중
  - 각국에서는 저탄소 경제구조 전환을 위한 녹색성장을 강조하고 있으며, 에너지 시스템 전환, 산업·수송 및 건물분야의 탈탄소화 등을 위한 혁신기술 개발의 중요성 강화
  - 국가 기후변화 대응 및 탄소중립 실현을 위해서는 혁신적인 기후기술의 역할이 요구됨에 따라 글로벌 정책변화 등을 고려한 국내 기후변화대응 기술개발의 방향성 설정 필요
  - 본고에서는 주요국의 기후변화 및 탄소중립 주요 정책 및 기술개발 방향에 대해 분석하고, 이를 바탕으로 향후 기후변화대응 기술개발 방향설정을 위한 시사점을 도출하고자 함

02 EU

가. 기후중립 선언

> *"유럽을 2050년까지 '기후중립(climate-neutral) 대륙'으로 만들기 위해 기후변화, 환경 분야 청사진을 담은 '유럽 그린딜'을 발표할 것입니다. '유럽 그린딜'은 유럽의 새로운 성장전략으로 이를 위해 연구, 혁신, 녹색 기술에 투자가 필요합니다"*
>
> - 유럽 집행위원회(EC) 집행위원장, Ursula von der Leyen, '19.12.2 -

- '유럽 그린딜(European Green Deal)'을 통해 2050년까지 기후중립 목표를 수립하였으며, 「유럽 기후법(European Climate Law)」을 통해 2050년까지 기후중립을 달성한다는 목표를 법제화
- **(NDC)** 2030년 온실가스 감축을 1990년 대비 40% 감축에서 최소 55% 감축으로 상향 조정('21.6)

나. 탄소중립 법제화

- EU는 2050년까지 기후중립을 달성한다는 목표를 포함한 「유럽 기후법*(European Climate Law)」을 승인('21.6)하였으며, EU내에서의 탄소 배출 감축에 대해 법적 구속력을 부여[1)]

  * Regulation of establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) 401/2009 and (EU) 2018/1999

「유럽 기후법」의 핵심 조항

① **(기후중립 목표)** 늦어도 2050년까지 EU 차원의 온실가스 배출(emission)과 제거(removal)가 균형을 이루어 온실가스 배출이 순 제로(net zero)가 되게 하고 그 후에는 EU는 마이너스 배출(negative emission) 달성을 목표로 할 것

② **(중간 기후 목표)** 기후중립 목표 달성을 위해 EU는 2030년까지 순 온실가스 배출을 1990년 대비 최소 55% 감축할 것을 구속력 있는 목표로 제시하고, EU 차원의 2040년 기후목표를 제안할 것

③ **(EU의 진전 및 조치 평가)** EU 집행위원회는 2023년 9월 30일(이후 5년 마다) 모든 회원국의 기후중립 목표로의 공동진전(collective progress), 모든 회원국의 적응으로의 공동진전을 평가

④ **(자문기구)** 독립적인 과학적인 조언을 제공할 '기후변화에 관한 유럽과학자문기구' 설치

1) 주 벨기에 유럽연합 대한민국 대사관, 유럽기후법(European Climate Law) 확정, 2021.07

- EU는 2050년 기후중립 목표 달성을 위해 EU차원의 2040년 기후목표를 설정(제4조 3항)하고, 동 목표를 제안할 때 2030년부터 2050년까지의 EU 예상 온실가스 예산(projected indicative greenhouse gas budget)*을 별도의 보고서로 발표할 것(제4조 4항)

  * EU의 파리협정 이행 노력을 손상시키지 않는 범위에서 2030년부터 2050년까지 배출될 것으로 예상되는 총 온실가스 배출량

  - EU 집행위원회는 제1차 글로벌 이행점검(global stocktake) 이후 6개월 이내, 구체적인 영향평가 결과에 근거하고 동 규정 제6조(EU의 진전 및 조치 평가)와 제7조(국가 조치의 평가)의 평가 결과 및 제1차 글로벌 이행점검의 결과를 고려하여 2040년 온실가스 감축 목표를 제안

- EU기관 및 회원국은 파리협정 제7조에 따라 기후변화와 관련하여 적응 역량을 증진시키고, 회복성(resilience)을 강화하며 취약성을 줄이는데 지속적 진전이 있도록 해야 함

- EU집행위원회는 기후중립을 달성하는 자발적 로드맵을 준비하는 경제부문과 협력하고, 이러한 로드맵의 개발을 모니터링

다. EU의 기후중립 거버넌스

- 독립성과 과학·기술적 전문성을 통해 과학적 자문을 제공하는 '기후변화에 대한 유럽과학자문기구(European Scientific Advisory Body on Climate Change)*'를 설치

  * 「Regulation(EC) 401/2009」 개정을 통해 자문기구 설치에 대한 법적 기반을 마련

'기후변화에 관한 유럽과학자문기구' 주요임무

- IPCC 보고서와 EU와 관련된 과학적 기후 데이터 등 최신 과학적 결과를 고려
- 기존 및 신규 제안되는 EU의 조치, 기후목표, 온실가스 예산 등이 유럽 기후법의 목표와 파리협정에 따른 EU의 국제적 공약에 부합하는지에 대해 과학적 자문을 제공하고 보고서를 발간
- 모델링, 모니터링, 배출 감소와 제거 증가에 기여하는 유망한 연구 및 지식 등의 분야에서 과학적 지식을 교환하는데 기여
- EU의 기후목표를 성공적으로 달성하는데 필요한 행동과 기회를 정의

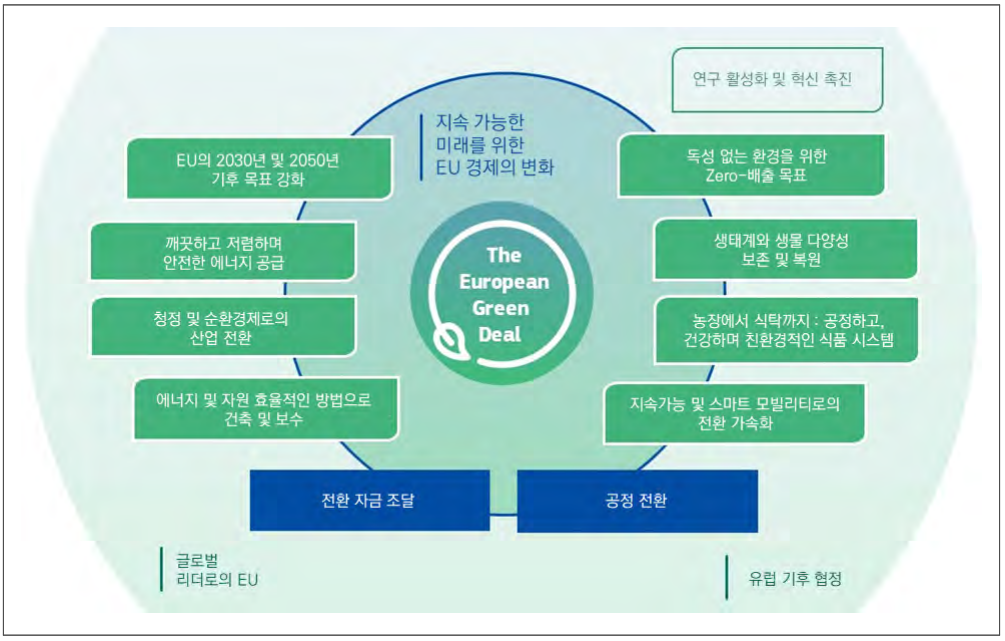
- 「유럽 기후법」 제3조 4항에서는 기후정책에서 과학의 역할을 증진시키기 위해 회원국들은 기후정책에 대한 전문적인 과학적 자문을 제공하는 국가기후자문기구(National Climate Advisory Body)를 각국에 설치할 것을 요청

라. EU의 기후중립 정책

(1) 유럽 그린딜(The European Green Deal, '19.12)[2)]

- EU 집행위원회는 2050년 온실가스 배출이 없고 공정하고 번영하는 사회와 자원을 효율적으로 이용하고 경쟁력까지 겸비한 현대 경제로 전환하는 것을 목표로 하는 新성장전략인 「유럽 그린딜(European Green Deal)」을 발표
  - 「유럽 그린딜」은 EU가 직면하고 있는 기후 및 환경 위기를 모든 정책 분야에서 기회로 전환시켜 모든 사람에게 공정하고 포괄적인 전환을 함으로써 EU의 경제를 지속가능하게 만들기 위한 정책 방향 및 실행계획을 제시한 로드맵
    - 깨끗하고 순환경제로 이동함으로써 자원의 효율적인 사용을 촉진하고 기후변화를 막고 생물다양성 회복, 오염을 줄이기 위한 행동 로드맵을 제공하며, 산업(철강, 시멘트, ICT, 화학 등), 에너지, 운송, 건물 등 경제의 모든 분야를 포괄
  - 2050년까지 세계 최초의 기후중립 대륙이 되겠다는 목표를 입법화하기 위해 유럽 기후법을 제안

유럽 그린딜 개요



2) European Commission, The European Green Deal, 2019.12

- 지속가능한 미래를 위한 EU 경제의 전환을 위해 기후 목표를 상향하고, 이를 달성하기 위한 정책 계획을 제시

  - **EU의 2030년 및 2050년 기후 목표 강화(Increasing the EU's climate ambition for 2030 and 2050)**
    - 2050년까지 기후중립을 실현하는 방안에 대해 명확한 비전을 수립하였고, 2020년 3월까지 유럽 최초의 기후법을 제안하여 2050년 기후중립 목표를 법제화할 계획
    - EU의 2030년 온실가스 배출 감축 목표를 1990년 대비 50% 이상, 최대 55%로 상향하기 위한 계획을 2020년 여름까지 발표*

    * 2020년 9월 EU 집행위는 2030년까지 온실가스 배출 감축 목표 55%를 제안하였으며, 2021년 6월 최종 확정

    - 선별된 분야를 대상으로 탄소 누출(carbon leakage) 위험을 줄이기 위해 '탄소 국경 조정 메커니즘(Carbon Border Adjustment Mechanism)'을 제안
    - 에너지 과세 지침(Energy Taxation Directive) 개정, 기후변화 적응을 위한 EU 전략 채택 등을 추진

  - **깨끗하고 저렴하며 안전한 에너지 공급(Supplying clean, affordable and secure energy)**
    - EU 경제 전반에서 에너지 생산 및 사용은 EU 온실가스 배출량의 75%를 차지하고 있으므로, 2030년 및 2050년 기후 목표를 달성하기 위해서는 에너지 시스템의 탈탄소화가 필요
      - 에너지 효율을 우선 향상해야 하고, 풍력 등 재생에너지 기반 전력원 개발, 유럽 에너지 시장을 완전히 통합하고 연결하여 디지털화하는 것이 필수
    - 회원국들은 '에너지동맹 거버넌스 및 기후행동 규정(Regulation on the Governance of Energy Union and Climate Action)'에 맞춰 2019년까지 에너지 및 기후계획을 수정하여 제출
      - 필요한 경우 에너지 법령을 검토하여 2021년 6월까지 개정할 것이며, 각 회원국은 2023년부터 새로운 기후목표를 국가 에너지·기후 계획에 반영
    - 'TEN-E(Trans-European Networks for Energy Regulations)' 규정을 비롯해 에너지 인프라에 대한 규제 프레임워크는 기후중립 목표에 맞춰 검토
      - 스마트그리드, 수소 네트워크 또는 CCUS, 에너지 저장 등 혁신 기술과 인프라 도입 촉진, 부문 통합 추진

  - **청정 및 순환경제로의 산업 전환(Mobilising industry for a clean and circular economy)**
    - EU 집행위원회는 그린 및 디지털 전환을 달성하기 위해 EU 산업 전략을 수립하고, 이와 더불어 새로운 순환경제 실천 계획도 마련할 계획
    - 2030년까지 핵심 산업 분야에서 획기적 기술을 상용화 할 수 있는 '기후 및 자원 선두주자(Climate and resource frontrunners)'가 필요하며 우선 분야로 청정수소, 연료전지, 기타 대체 연료, 에너지 저장, CCUS 등을 포함

- 탄소를 배출하지 않는 제철 공정 개발 지원을 위해 유럽 석탄 철강 공동체(European Coal and Steel Community)의 자금 중 일부를 이용하는 것을 검토

- 기존의 '배터리산업 발전전략 실행계획'을 계속 이행하고, 유럽 배터리 연합에 대한 지원도 확대할 계획
- 인공지능, 5G, 클라우드, 엣지 컴퓨팅, 사물인터넷과 같은 디지털 기술이 기후변화 대응 및 환경 보호 정책의 효과를 가속화하고 극대화하도록 조치 마련

○ **에너지 및 자원 효율적인 방법으로 건축 및 보수(Building and renovating in an energy and resource efficient way)**

- EU와 회원국은 에너지 효율과 경제성 문제를 동시에 해결하기 위해 공공 건물과 민간 건물의 '리노베이션 웨이브(renovation wave)'에 참여

* EU 회원국별 연간 리노베이션 비율은 0.4~1.2%로 다양하며, EU의 기후목표 달성을 위해선 2배 이상 증가

- 집행위는 건물 에너지 효율과 관련한 법을 시행함으로써 회원국들의 '장기 리노베이션 전략(national long-term renovation strategy)'을 평가하고, EU 배출권 거래제에 건물 부문을 포함하는 것을 검토
  - 건설제품규정(Construction Products Regulation)도 검토하여 건물 신축과 리노베이션 할 때 순환경제의 요구사항을 반영하고, 건물의 디지털화 및 내후성(climate-proofing)을 강화

○ **지속가능 및 스마트 모빌리티로의 전환(Accelerating the shift to sustainable and smart mobility)**

- 교통부문은 유럽 내 온실가스 배출량 25%를 차지하며, 기후중립을 위해선 2050년까지 배출량 90% 감축
- 복합운송(multimodal transport)을 활성화하여 교통 시스템의 효율을 향상해야 하며, 이를 위해 '복합운송지침(Combined Transport Directive)'을 개정하여 철도와 수상교통을 아우르는 복합운송에 대한 지원을 강화
- 자동화되고 연결된(connected) 복합 모빌리티와 디지털 기반 스마트 교통관리 시스템과 함께 중요한 역할을 할 것이며, 교통관리 및 'Mobility as a Service' 솔루션을 위한 스마트 시스템 개발도 추진
- '에너지 과세 지침(Energy Taxation Directive)'의 항공·해상 연료에 대한 세액공제 검토와 EU 배출권 거래제를 해양부문까지 확대하고, 항공사에 무료로 할당하고 있는 EU 배출권거래제 할당량 축소
- 지속가능한 대체 운송연료 생산 및 보급을 확대*하고, 대체연료 인프라지침(Alternative Fuels Infrastructure Directive)과 TEN-T 규정도 검토하여 제로 배출 및 저배출 차량과 선박 보급도 가속화

* 2025년까지 유럽에서 운행할 것으로 예상되는 1,300만대의 무공해 및 저공해 차량을 위해 충전소 100만개 필요

- 자동차 및 승합차에 대한 CO_2 배출 기준을 검토 및 개정하고, EU 배출권 거래제에 도로 부문을 포함하는 것을 고려

- **농장에서 식탁까지 : 공정하고, 건강하며 친환경적인 식품 시스템(From 'Farm to Fork' : designing a fair, healthy and environmentally-friendly food system)**
  - 지속가능한 식품 소비 촉진과 합리적인 식품 가격 보장을 위한 'Farm to Fork Strategy' 수립을 추진
  - 2021-2027년 EU 공동농업정책(Common Agricultural Policy)과 어업정책(Common Fisheries Policy) 예산의 각각 40%, 30%를 기후변화대응에 투입
- **생태계와 생물 다양성 보존 및 복원(Preserving and restoring ecosystems and biodiversity)**
  - EU 내 생물 다양성 감소의 주된 원인을 해결하기 위한 '생물 다양성 전략(Biodiversity Strategy)'을 제시
  - '新유럽산림전략(new EU Forest Strategy)*'을 수립하고, 기후변화 완화 및 적응에 있어 해양 역할을 강조

  * EU 내 신규조림과 숲 보전/복원을 핵심목표로 CO_2 흡수량을 확대하고 바이오경제 활성화 등 추진
- **독성 없는 환경을 위한 제로 배출 목표(Zero pollution ambition for a toxic-free environment)**
  - 대기, 물, 토양을 대상으로 한 '제로오염 행동계획(Zero Pollution Action Plan)'을 2021년 채택할 계획
  - 대기질 계획에 관한 규정을 강화하고 세계보건기구(WHO) 권고에 맞춰 대기질 표준을 개정할 계획이며, 대규모 산업시설에서 발생하는 오염을 해결하기 위해 관련 법규를 검토할 예정

- 유럽 그린딜의 목표를 달성하기 위해서는 대규모 투자가 필요하며, 자금 수요에 대응하기 위해 '**지속가능한 유럽 투자계획(Sustainable Europe Investment Plan)**'을 발표할 예정

  * EU 집행위는 2030 기후 목표(1990년 대비 40% 감축) 달성을 위해 매년 2,600만 유로의 추가적인 투자가 필요하다고 추정

  - EU 전체 프로그램을 대상으로 기후 예산 25% 목표를 제안하였고, EU 배출권거래제를 통해 발생하는 수익의 20%를 EU 예산에 할당하는 것도 고려
  - InvestEU 기금 중 30% 이상을 기후변화대응에 투입하고, 모두가 함께하는 전환을 실현하기 위해 공정전환기금(Just Transition Fund)을 포함한 '공정전환메커니즘(Just Transition Mechanism)'을 제안할 계획

유럽 그린딜 투자계획(European Green Deal Investment Plan, '20.1)

- 그린딜 정책이행과 기후중립 목표달성을 위해 1조 유로 규모의 '유럽 그린딜 투자계획' 수립
  - 2021~2027 EU 장기예산의 30%를 기후변화대응 및 환경 EU 프로그램에 투입, 향후 10년간 총 5,030억 유로 지원
  - InvestEU에 할당된 EU 예산을 담보로 유럽투자은행그룹과 협력금융기관에서 2,790억 유로 지원
  - EU 회원국 공동구조기금 1,140억 유로
  - EU ETS 기금 250억 유로

※ 출처 : 대한무역투자진흥공사(kotra), 유럽그린딜(European Green Deal) 추진동향 및 시사점, 2020.10

유럽 그린딜 후속 전략

① EU 산업 전략(A New Industrial Strategy for Europe, '20.3)

▸ 기후중립 산업으로 변화 및 디지털 사회 구현을 위한 신산업 육성을 통해 EU 산업의 글로벌 역량 강화를 위해 발표
▸ 유럽 그린딜 정책의 2050년 기후중립 목표 달성을 위해서는 철강, 시멘트, 화학과 같은 에너지 집약산업의 탈탄소화가 필요

※ 기후중립 전환 지원(Supporting industry towards climate neutrality) 주요 내용
- 탄소제로 제강 공정(Zero-carbon steel making process)을 위한 청정 철강 혁신기술 개발 관련 전략 수립
- 전기·가스·액체연료(수소 포함) 등 에너지 매개체간 연계성을 강화하는 Smart Sector Integration 전략 마련
- 탄소 집약 지역 및 산업 대상 기술 및 자문지원을 위한 공정전환 플랫폼 출범(1천억 유로 기금 조성 등 포함)
- TEN-E(Trans-European Network Energy Regulation) 재검토, 탄소국경조정메커니즘 도입, 해상풍력 전략 마련 등

▸ 유럽의회에서 코로나19 이후 상황과 디지털, 친환경 중심 사업 변화로의 방향성을 반영하여 수정할 것을 권고('20.11)하여, '신산업전략 개편안(Upgrading the 2020 New Industrial Strategy : Building a Stronger Single Market for Europe's Recovery)'을 발표('21.5)

※ 개정된 신산업전략 개편안 주요 내용
① 전략적 자율성 강화 : 6개 전략 분야(배터리, 원자재, 수소 등)를 선정하여 공급망 다변화를 위한 대외 협력 강화, 연합 결성* 및 공동프로젝트(IPCEI)** 추진, 규제·표준 협력 강화 등을 이행방안으로 제시
* 배터리 연합(배터리 가치사슬 전반을 EU 역내에 구축, '17.10), 청정 수소 연합(수소 기술 전반에서 글로벌 리더십 구축, '20.7) 등 결성
** 배터리 전주기(원료-셀-모듈-배터리 시스템-재활용)에 대한 지속가능한 기술 개발 추진(1차('19.12) : 7개 회원국·32억 유로, 2차('21.1) 12개 회원국, 29억 유로)
② 친환경·디지털 전환 지원 : 친환경·디지털 전환을 가속하기 위해 예산지원 확대 및 탈탄소 에너지 촉진 추진
- 코로나19 회복을 위한 예산 중 친환경에 최소 37%(2,500억 유로), 디지털화에 최소 20%(약 1,300억 유로) 지원*
* 수소, 5G, 데이터, 지속가능 운송, 블록체인 등에 대해 투자를 가속화

② EU 수소 전략(A Hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, '20.7)

▸ 그린수소의 생산과 화석연료를 대체하는 분야에서의 수소 활용을 확대하여 2050년 기후중립에 기여
- 현재 EU의 에너지믹스에서 수소 비중은 2%이나 2050년까지 13~14% 정도 확대될 것으로 전망
- 중·단기에는 저탄소 수소 활용도 병행하나, 그린수소(Renewable Hydrogen)를 활용하는 것이 최종 목표
- 2030년까지 수전해에 240억~420억 유로 투자, 2050년까지 생산 용량에 1,800~4,700억 유로 투자 예정

- (2020~2024년) 최소 6GW 규모의 수전해 설치, 최대 1백만 톤 그린수소를 생산('20년 기준 1GW 설치)
- (2025~2030년) 최소 40GW 규모의 수전해 설치, 최대 1천만 톤까지 그린수소 생산량 확대
- (2030~2050년) 그린수소 생산기술 향상, 탈탄소화가 어려운 분야에 대규모로 활용

▸ 기업, 정부, 시민 등이 참여하는 유럽 청정수소 얼라이언스(European Clean Hydrogen Alliance)를 출범
▸ (R&D) ① 효율적이고 저렴한 GW급 수전해 설비 생산, ② 수소의 대량 저장·운송을 위한 인프라 개발, ③ 산업과 운송 부문에서 수소를 활용, ④ 수소 기술 환경 영향 평가 등의 정책결정을 지원하기 위한 연구 및 혁신을 촉진

③ EU 에너지 시스템 통합 전략(An EU Strategy for Energy System Integration, '20.7)

▸ EU의 2050 기후중립 목표를 비용 효율적인 방식으로 달성하기 위해 에너지시스템 설계와 운영의 통합이 필요

① 에너지 효율 중심의 보다 순환적인 에너지시스템 구축
- 산업 현장, 데이터센터 등에서 발생하는 폐열의 재사용 촉진 등

② 에너지 수요 측면에서 전기화(electrification) 가속화
- 건물, 산업, 운송 등에서 깨끗한 전기의 사용을 확대 → 재생에너지 발전, 전기차 보급 확대 등

③ 수소, 바이오연료 등 친환경 연료 사용 촉진
- 대형 운송수단, 산업과 같이 탈탄소화가 어려운 부문에 대해 수소 등의 재생가능 및 저탄소 연료 사용을 촉진

④ 유럽을 위한 리노베이션 웨이브(A Renovation Wave for Europe, '20.10)

▸ 2030년까지 건물의 연간 개조 비율을 최소 2배 이상 향상하는 것을 목표로 하며, 총 3,500만개 건물을 개조할 예정
- (3대 우선순위) 난방 및 냉방시설 탈탄소화, 에너지 빈곤 개선, 공공건물(학교, 병원 등)의 리노베이션

▸ 에너지 효율 평가지침(Energy Performance of Buildings Directives) 및 에너지 효율화 지침(Energy Efficiency Directive) 개정을 통해 건물 내 에너지 효율화 최소기준을 마련

▸ 건축물 전 생애주기에서 발생하는 탄소배출을 최소화하는 로드맵을 2023년까지 마련할 것

⑤ 메탄 배출 저감 전략(An EU Strategy to reduce methane emissions, '20.10)

▸ 유럽 그린딜의 일환으로 이산화탄소 다음으로 비중이 높은 온실가스인 메탄 배출 저감을 위한 전략을 발표
- 메탄 배출 측정 및 보고 개선, 에너지 분야에서의 메탄 감축 전략, 농업 분야에서 메탄 감축 전략, 폐기물 분야에서 메탄 감축 전략 등에 대한 내용을 포함

⑥ EU 해상 재생에너지 전략(EU offshore renewable energy strategy, '20.11)

▸ 유럽의 풍부한 해양 재생에너지 자원을 이용하여 기후중립 달성에 기여하고자 해양에너지의 보급 확대 관련 전략 발표
- 해상풍력 용량 : (現) 12GW → ('30) 60GW 이상 → ('50) 300GW
- 기타 해양에너지(파력, 조력 등) : (現) 13MW → ('30) 1GW 이상 → ('50) 40GW

- 고정식 해상풍력, 부유식 해상풍력, 파력에너지, 조력에너지, 부유식 태양광, 바이오연료용 조류 생산 등을 중점 과제로 삼았으며, 현재부터 2050년까지 8천억 유로의 투자가 필요

⑦ 지속가능한 스마트 모빌리티 전략(Sustainable and Smart Mobility Strategy, '20.12)

▸ EU는 수송 분야의 탈탄소화를 위해 4년간 진행될 82개 이니셔티브의 실행계획을 포함한 전략을 발표하였으며, 이는 EU의 교통시스템이 녹색 및 디지털 혁신을 달성하고 미래 위기에 보다 탄력적으로 대처할 수 있는 토대를 마련

- (2030년) 무공해 차량 3천만대 운행, 유럽 100개 도시 기후중립 달성, 무공해 선박 출시, 고속철도 이용량 2배 확대 등
- (2035년) 무공해 대형 항공기 출시
- (2050년) 대부분 차량, 밴, 버스, 중장비의 무배출 달성, 유럽횡단운송네트워크(TEN-T) 구축

▸ 10대 핵심 영역

① 무배출 차량, 재생가능·저탄소 연료 및 관련 기반 시설 활용 촉진, ② 탄소배출 제로 공항·항만 구축, ③ 도시 내·도시 간 모빌리티 지속가능성, ④ 화물운송 녹색화, ⑤ 탄소가격 책정 및 사용자를 위한 더 나은 인센티브 제공, ⑥ 복합운송 연계성 및 자동화 실현, ⑦ 스마트 모빌리티를 위한 혁신과 데이터 및 AI, ⑧ EU 단일시장 강화, ⑨ 모두에게 공정한 모빌리티 구축, ⑩ 운송 안전성 개선

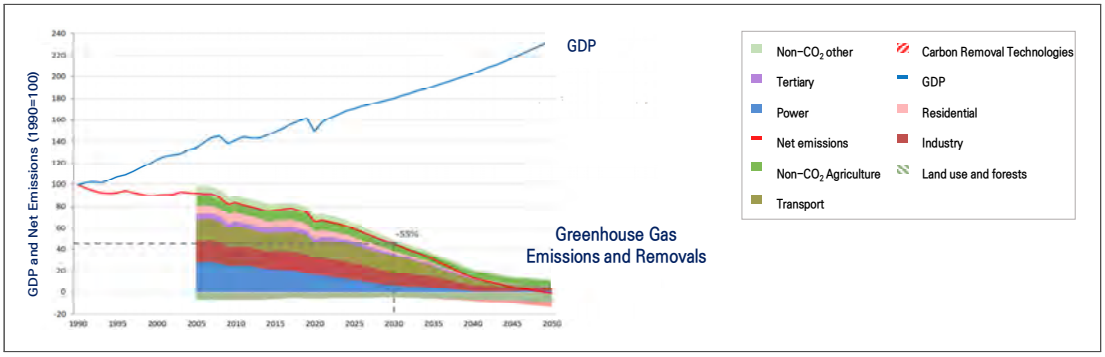
(2) 2030 Climate Target Plan('20.9)[3)]

- EU 집행위원회는 2050년 기후중립 목표 달성을 위해 2030년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 최소 55%까지 감축하겠다는 야심찬 목표를 유럽 기후법에 반영할 것을 제시

※ 2019년 EU 온실가스 배출량은 1990년 대비 25% 감축하여 2020년 목표였던 20% 감축을 달성하였으며, 기존의 목표인 2030년 40% 감축을 55% 감축으로 상향

- 기후 목표 달성을 위한 행동을 강화하고자 배출권거래제, 노력분담규정, 재생에너지 지침 개정 등에 중점을 둔 입법 제안을 2021년 6월까지 제출

2050년 기후중립 달성을 위한 감축 경로



- 2030년까지 온실가스 배출량을 55% 이상 감축하려면 발전, 산업 및 운송 부문에서의 탈탄소화와 건물의 에너지 효율을 개선하기 위해 상당한 투자가 필요하며, 이를 통해 장기적으로 연료 가격과 화석연료 수입 의존도를 낮춰 EU의 에너지 안보 개선에 기여

에너지	• EU 온실가스 배출량 중 75%를 차지하며, 화석연료 연소가 가장 큰 배출원 • 2030년 목표 달성을 위해 현재 재생에너지 발전 비중인 32%를 65%이상 확대
건물	• 현재 1%의 리노베이션 비중을 2030년까지 2배 이상 증가 • 건물 외피, 스마트 디지털화, 재생에너지 통합을 고려한 리노베이션을 증가할 필요
산업	• 폐열 사용 및 전기화를 통해 에너지 효율을 향상 • 중열 및 고열 전기화, 수소, CCUS 기술 등 무탄소·저탄소 기술 개발 가속화
수송	• 2015년 수송부문에서의 재생에너지 비중은 6%로 2030년까지 비중을 24%로 확대하기 위해 전기자동차 공급, 차세대 바이오연료, 저탄소연료 등을 사용 • 차량/선박/항공기 효율 개선, 혼합연료 사용, 스마트 교통 및 이동성 관리를 위한 디지털화, 다중모드 솔루션 사용 등
Non-CO_2	• Non-CO_2(CH_4, N_2O, F-gases) 배출량은 EU 온실가스 배출량의 20% 차지 • 순환경제, 바이오-폐기물 매립금지·분리수거 의무, 비료의 효율적 사용, 바이오가스 생산 등을 추진함으로 2030년까지 2015년 대비 35%까지 감축 가능
Land Use	• 2050 기후중립을 위해 새로운 탄소흡수원을 관리·확대해야하며, 2030년 3백만 톤 CO_2eq 흡수

3) European Commission, Stepping up Europe's 2030 climate action, 2020.09

(3) Fit for 55 Package('21.7)[4)]

- EU 집행위원회는 EU의 새로운 기후목표인 '2030년 온실가스 순 배출량을 1990년 대비 55% 감축'하는 것을 달성하기 위해 필요한 법률의 제/개정안을 담은 'Fit for 55 Package'를 발표
  - EU의 강화된 기후목표를 달성하고 궁극적으로 '유럽 그린딜'에 기여하고자 온실가스 배출을 규제하는 기존 법률을 강화하고, 탄소국경조정메커니즘 등 신규로 제정할 필요가 있는 법률을 제안

'Fit for 55' 주요 내용

기존법 개정	· 유럽 배출권 거래제(EU Emissions Trading System) · 노력분담규정(Effort Sharing Regulation) · 승용차 및 승합차 탄소 배출 규제(CO_2 emission standards for cars and vans) · 재생에너지 지침(Renewable Energy Directive) · 에너지효율 지침(Energy Efficiency Directive) · 대체연료 인프라 규정(Alternative Fuels Infrastructure Regulation) · 에너지 세제 지침(Energy Taxation Directive) · 토지·산림·농업 규정(Land Use, Land Use Change and Forestry Regulation)
신규법 제정	· 탄소국경조정메커니즘(Carbon Border Adjustment Mechanism) · 항공 연료 이니셔티브(ReFuelEU Aviation Initiative) · 해상 연료 이니셔티브(ReFuelEU Maritime Initiative)
신규 정책	· 사회 기후 기금(Social Climate Fund)

- **유럽 배출권거래제**(EU Emissions Trading System) **개정**
  - EU의 새로운 온실가스 감축목표(1990년 대비 2030년 배출량 55% 감축)에 맞춰 EU ETS 부문의 배출량을 2005년 대비 2030년까지 43% 감축에서 61% 감축으로 상향하는 것을 제안
  - 2030년 목표 달성을 위해 급격한 감축이 필요한 새로운 부문(해양, 도로 등)에 배출권거래제를 적용
    - 도로·건물 부문 ETS에서 발생하는 수익의 25%를 사회 기후 기금(Social Climate Fund)으로 활용

항공	• 2026년 말까지 무상할당을 단계적으로 폐지 • CORSIA*를 고려하여 ETS를 역외항공(international aviation)에 적용하지 않고, 역내항공(domestic aviation)에만 적용 * 국제항공 탄소상쇄 및 감축제도(Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation)
해양	• 대형 선박(5천톤 초과)이 EU 역내 항해 시 발생하는 CO_2에 적용하며, EU 역외항해 시 발생하는 CO_2에는 50%만 적용
도로·건물	• 2026년부터 도로 수송과 건물 부문의 연료 공급자는 배출권을 구매해야 함

4) European Commission, Fit for 55 : delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to Climate Neutrality, 2021.07

탄소국경조정메커니즘(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)[5)]

- '탄소국경조정메커니즘'은 탄소누출(Carbon Leakage) 위험을 방지하기 위해 EU로 수입되는 제품에 포함된 온실가스 배출을 해결하고자 제안된 제도(제1조 1항)이며, 수입품에 대해 EU 배출권 거래제와 동등한 규칙들을 적용함으로써 EU 배출권 거래제를 보완(제1조 2항)

  ※ CBAM은 EUETS의 무상할당이 유럽 내외 지역에서 친환경 생산에 투자하는 것을 약화시켜 이를 대체하기 위해 제안한 규정으로 CBAM에 적용되는 분야의 무상할당은 2026년부터 단계적으로 폐지하고, 2035년 이후 무상할당을 중단할 예정

- 제3국이 원산지이며 Annex I에 등재된 제품에 대해 적용하며, Annex II에 등재된 국가에는 적용하지 않고(제2조 1항, 2항, 3항), EU집행위원회가 이행법률(implementing act) 및 위임법률(delegated act)을 통해 결정

  - (적용 대상) 시멘트, 전기, 비료, 철강, 알루미늄을 대상으로 하며, 제품의 생산 공정에서 발생하는 직접배출까지만 우선 적용하나, 과도 기간에 대한 평가가 진행된 후 간접 배출까지 확대하여 적용할 수도 있음

  - (제외 국가) EU ETS에 참여하고 있거나, EU ETS에 연계된 배출권거래제를 운영 중인 국가는 제외*

  * (EU ETS 참여) 아이슬란드, 리히텐슈타인, 노르웨이, (EU ETS 연계) 스위스, (외부영토) 멜리야, 세우타 등

- 관할당국의 허가를 받은 수입업자에 의해서만 제품을 수입(제4조)할 수 있고, 제2조에 규정된 제품을 수입하기 전 누구든지 해당 제품의 수입 허가를 신청(제5조 1항)할 수 있으며, 허가받은 신고자는 매년 5월말까지 관할당국에 CBAM 신고서*를 제출(제6조 1항)

  * 전년도에 수입한 제품 유형별 총량(전기 MWh, 제품 ton), 전년도에 EU로 수입한 제품에 내포된 온실가스 배출량, 수입품에 내포된 총 온실가스 배출량에 상응하게 상쇄한 CBAM 배출권의 수

- 허가받은 신고자는 CBAM 신고 시 원산지(country of origin)에서 지불한 탄소가격을 고려하여 상쇄될 CBAM 배출권의 수량을 줄여달라고 요청할 수 있음(제9조 1항)

  - 신고된 내포 온실가스 배출량이 탄소가격제의 대상이라는 것을 보여주는 문서를 기록하고, 탄소가격을 실제로 지불했다는 증거 확보 필요(제9조 2항)

- 관할당국은 허가받은 신고자에게 제21조에서 정한 가격대로 CBAM 배출권을 판매(제20조 1항)하며, CBAM 배출권 가격은 EU ETS의 공동경매 플랫폼에서 할당량의 주당 최종시세 평균가격으로 계산(제21조 1항)

- 과도기간(2023년 초 ~ 2025년 말)에는 탄소국경세를 부과하지 않으나 CBAM 보고서를 제출해야 하며, 그 이후(2026년 1월 이후)에는 배출량 신고 및 CBAM 보고서 제출 등의 의무가 발생

5) 주 벨기에 유럽연합 대사관, 탄소국경조정메커니즘(CBAM) 법률 내용, 2021.08.03

에너지 세제 지침(Energy Taxation Directive) 개정

- 2003년 제정 이후 개정되지 않은 '에너지 세제 지침'을 EU의 기후목표를 달성할 수 있도록 개정하였으며, 화석연료에 대한 면세 및 인센티브 중단으로 청정연료로의 전환을 촉진할 수 있을 것으로 기대
  - (신규 세율 구조) 연료와 전기의 실제 에너지 함량(EUR/GJ) 및 환경 성과에 기반하는 새로운 세율 구조(new structure for minimum tax)를 제시하였으며, 이는 오염이 가장 심한 연료에 높은 세금을 부과

구분	차량연료	난방
휘발유, 경유 등	10.75EUR/GJ	0.9EUR/GJ
천연가스, LPG 등	7.17EUR/GJ	0.6EUR/GJ
지속가능한 바이오연료 등	5.38EUR/GJ	0.45EUR/GJ
전기, 재생가능 수소 등	0.15EUR/GJ	0.15EUR/GJ

  - (과세 기반 확대) 더 많은 에너지 상품을 과세 범위에 포함시키고 현재의 면세(exemption) 및 감세(reduction) 범위를 조절하여 과세 기반을 확대

노력분담규정(Effort Sharing Regulation, ESR) 개정

- 노력분담규정 적용 부문*의 2005년 대비 2030년 온실가스 감축 목표를 기존 29% 감축에서 40% 이상 감축하는 것으로 상향

* 농업, 폐기물, 도로운송, 건물 난방, 소규모 산업설비 등 EU ETS에 포함되지 않는 부문으로 EU 온실가스 배출량의 60% 차지

  - 회원국별 연간 감축의무량을 부과하고 있으며, 1인당 GDP가 높은 회원국이 더 많은 감축량을 감당
  - 회원국 간 배출 할당량을 사고 팔 수 있으며, 초과 감축분에 대한 저장과 이월도 가능

회원국별 2030년 배출량 감축 목표

재생에너지 지침(Renewable Energy Directive) 개정

- 새로운 2030 기후 목표 달성을 위해 2030년 EU 에너지믹스 중 재생에너지 비중을 기존 32%에서 40%로 상향하였으며, 건물, 산업, 운송 등에서 재생에너지 사용에 대한 구체적인 목표를 제시

※ '19년 재생에너지 비중 : 19.7%, 부문별 재생에너지 점유율 : (전력) 34.1%, (냉·난방) 22.1%, (운송) 8.9%

- 재생에너지 기반의 전기화를 촉진하여 에너지 시스템을 보다 깨끗하고 효율적으로 구축하며, 산업 및 운송 부문에서는 청정수소 등 재생가능 연료 사용을 촉진

건물	• 2030년까지 건물에서 사용하는 에너지 중 재생에너지 비중 49% 이상 달성 목표 • 전기화(풍력, 태양광 등 재생에너지 및 히트펌프를 통한 냉난방 공급), 지열, 태양열 등 사용 • 재생 가능한 냉·난방 목표를 최소 연간 1.1% 상향할 것을 의무화
산업	• 2030년까지 산업에서 사용하는 에너지 중 재생 가능한 에너지원의 비율을 연평균 1.1% 증가 • 재생에너지로 연료를 공급할 뿐만 아니라 재생수소 등 원료를 사용하는 생산공정으로 전환
운송	• 2030년까지 수송부문 온실가스 집약도(greenhouse gas intensity) 13% 감축 * 차세대 바이오 연료 비중 2.2%, 수소 및 수소 기반 합성연료 비중 2.6%도 포함 • 전기자동차 보급에 필요한 인프라 구축을 위한 새로운 인센티브 도입

에너지효율 지침(Energy Efficiency Directive) 개정[6)]

- 2030년까지 2007년 대비 1차 및 최종에너지 소비 감축 목표인 32.5%를 1차에너지 소비 39%, 최종에너지 소비 36% 감축으로 상향하였고, 2024~2030년 동안 회원국의 연간 감축 의무 비율도 1.5%로 상향 조정

- (공공) 연간 1.7%의 에너지 소비 감축이 필요하며, 공공기관이 소유한 건물에 대해 매년 바닥면적 최소 3% 정도를 개·보수할 것을 의무화

※ 교육, 건강 및 사회 서비스, 가로등, 대중교통 등이 포함되며, 공공부문은 EU 전체 최종에너지 소비의 5%를 차지

- (민간) 창문과 단열재 교체 등으로 시민의 삶의 질을 향상하고, 에너지효율을 향상할 수 있는 조치를 마련하며, 사회기후기금(Social Climate Fund)을 활용하여 지원

* 수송과 건물 부문에 적용되는 ETS에서 발생하는 수익의 25%를 사회기후기금에 투자하여 취약층을 지원

6) European Commission, Commission proposes new Energy Efficiency Directive, 2021.07

대체연료 인프라 규정(Alternative Fuels Infrastructure Regulation) 개정

- 친환경차량의 보급을 가속화하기 위해서는 충분한 인프라가 바탕이 되어야 하므로, 기존의 대체연료 지침(Alternative Fuels Directive, 2014/94/EU)에서 '규정'으로 변경하여 법적 구속력을 강화

※ (지침) 시행방법 등은 회원국 입법에 위임, (규정) 회원국 전반에 직접적 영향력을 미치는 구속력 있는 규범

- EU 내에서 주행하는 운전자들이 친환경차(전기, 수소 등)를 쉽게 충전할 수 있어야 하므로 회원국들은 관련 인프라*를 확충해야 하며, 2035년부터 내연기관차 판매를 사실상 금지하고 있으므로 2025년, 2030년, 2035년 단위로 충전소 설치기준을 제시

* 전기 충전소 보급 계획 : ('25) 100만개 → ('30) 350만개 → ('40) 1,140만개 → ('50) 1,630만개

대체연료 인프라 규정에 따른 충전소 설치 기준

	전기차 충전소	중대형 전기차 충전소	수소차 충전소
TEN-T 핵심 연결망	2025년까지 60km 마다 최소 300kW급 충전소 설치	2025년까지 60km 마다 최소 1,400kW급 충전소 설치	2030년까지 150km마다 수소충전소 설치 * 액화수소충전소는 450km 간격으로 설치
	2030년까지 60km 마다 최소 600kW급 충전소 설치	2030년까지 60km 마다 최소 3,500kW급 충전소 설치	
TEN-T 종합 연결망	2030년까지 60km 마다 최소 300kW급 충전소 설치	2030년까지 60km 마다 최소 1,400kW급 충전소 설치	-
	2035년까지 60km 마다 최소 600kW급 충전소 설치	2035년까지 60km 마다 최소 3,500kW급 충전소 설치	
주요 도시 거점	-	전용 주차공간 설치	2030년까지 경량 및 중량급 수소충전소 설치

기타 시설	
항만	• 연안 항만 내에 2030년 1월 1일까지 수요의 90% 충족하는 전기 공급 인프라 설치 • 2025년 1월 1일까지 TEN-T 핵심 내륙 수로 항구에 한 개 이상, 2030년 1월 1일까지 TEN-T 종합 내륙 수로 항구에 한 개 이상의 전기 공급 인프라를 설치
항공	• 2025년까지 모든 게이트(gate), 2030년까지 모든 외야 포스트(outfield post)에서 항공기에 대한 전기 공급이 보장될 수 있도록 할 것

※ 출처 : 대외경제정책연구원, 주 벨기에 유럽연합 대사관

승용차 및 승합차 탄소 배출 규제(CO_2 emission standards for cars and vans) 개정

- 2050년까지 유럽에서 운행하는 도로 위의 모든 승용차와 승합차는 무배출 차량이 되어야 하며, 2035년부터 모든 신규차량 등록 시 탄소배출 제로를 의무화(내연기관차의 판매를 사실상 금지)
  - 저공해 및 무공해 차량을 조기 도입하기 위해 지원했던 인센티브도 2030년부터 종료

2021년 대비 CO_2 배출 저감 목표 비교

구분	승용차(car)		승합차(van)	
	기존목표	新목표	기존목표	新목표
2025년	15%	15%	15%	15%
2030년	37.5%	55%	31%	50%
2035년	-	100%	-	100%

항공 연료 이니셔티브(ReFuelEU Aviation Initiative) 제정

- 항공연료의 탈탄소화를 위해 지속가능한 항공연료(Sustainable Air Fuel, SAF)에 대한 EU 차원의 규정을 제안
  - EU 지역에 있는 공항에서 출발할 때 SAF를 혼합한 항공연료를 사용해야 하며, 연료 공급자들은 항공연료에 SAF를 혼합하는 비율*을 향상할 것을 의무화

  * (現) 1% 미만 → ('25) 2% → ('30) 5% → ('35) 20% → ('40) 32% → ('45) 38% → ('50) 63%

  - 개정된 재생에너지 지침에 따라 친환경 전력에서 생산된 첨단 바이오연료와 혼합하는 것을 장려하며, 지속가능성을 이유로 농작물 기반 바이오연료는 ReFuelEU 이니셔티브에 포함하지 않음

해상 연료 이니셔티브(ReFuelEU Maritime Initiative) 제정

- 재생 가능한 저탄소 연료 및 기술 개발로 해양 탈탄소화를 가속화하여 EU 기후 목표에 기여하고자, EU 항구의 선박에서 사용하는 에너지의 온실가스 집약도를 제한하는 기준*을 도입

  * ('20) 0% →('25) -2% → ('30) -6% → ('35) -13% → ('40) -26% → ('45) -59% → ('50) -75%

토지이용, 토지이용 변화, 삼림규정(Land Use, Land Use Change and Forestry Regulation) 개정

- 유럽의 토양과 산림이 흡수하는 CO_2의 양이 감소(2013년에서 2018년까지 20% 감소)하여, 향후 10년 동안 탄소흡수원을 관리 및 확대하기 위해 LULUCF 규정을 개정
  - 회원국은 2026년부터 2030년까지 토지 이용 및 임업 부문(land use and forestry sector)에서 순 탄소 흡수량을 증가시켜야 하며, 2024년까지 '국가 에너지 및 기후계획' 갱신을 통해 LULUCF 부문의 기여 방안도 제시

2021~2025년	2025년까지는 현행 규정을 적용
2026~2030년	2030년까지 EU 전체에서 310MtCO_2의 탄소를 흡수하는 목표 설정(현재 연간 268MtCO_2)
2031~2035년	비료사용(N_2O)과 가축(CH_4) 등 농업분야의 非CO_2 배출량도 포함하여 2035년까지 LULUCF 분야에서 기후중립을 달성

EU의 기후중립 정책 요약

개요	
기후중립 선언	• 2050년 기후중립 달성을 목표로 하는 「유럽 그린딜(European Green Deal)」 발표('19.12)
NDC	• 2030년까지 1990년 대비 온실가스 배출 55% 감축('21.6)
법제화	• 「유럽 기후법(European Climate Law)」을 통해 2050년까지 기후중립을 달성한다는 목표에 대한 법적 구속력을 부여('21.6)

EU의 기후중립 정책			
구분	European Green Deal	2030 Climate Target Plan	Fit for 55
에너지	• 에너지 시스템 탈탄소화 • 유럽 해상전략 수립	• 2030년 재생에너지 전력 생산 비중 65% 확대	• 2030년 에너지믹스 중 재생에너지 비중 40% 상향
수송	• 복합운송 활성화 • 자동화되고 연결된 복합 모빌리티 확대 • 항공·해양·도로 부문 배출권 거래제 추가 및 개정 검토 • 지속가능한 대체연료 생산 (수소 등) 및 보급 확대	• 2030년까지 재생에너지 비중 24% 확대 • 전기차, 차세대 바이오연료, 저탄소 연료 등 사용	• 지속가능한 항공연료 사용 • 온실가스 집약도 제한된 해상연료 사용 • 2035년부터 신규차량 등록 시 탄소배출제로 의무화 • 전기 및 수소차 충전소 설치 기준 마련
산업	• EU 산업 전략 및 순환경제 실천계획 수립 • 디지털 기술 적용 • 무탄소 제철공정 지원 • 배터리 연합 지원 확대	• 에너지 효율 향상 • 중열 및 고열 전기화, 수소, CCUS 기술 등 무탄소·저탄소 기술 개발	• 재생 가능한 자원으로 연·원료 대체 • 산업에서 사용하는 에너지 중 재생에너지 비중 연평균 1.1%p 증가
건물	• 공공 건물과 민간 건물의 리노베이션 추진 • 건물 디지털화 및 내후성 강화	• 리노베이션 비중 (現) 1% → ('30) 2배 이상 • 건물 외피, 스마트 디지털화 등을 고려한 리노베이션 추진	• 2030년 건물 부문 재생 에너지 비중 49%로 확대 • 공공기관이 소유한 건물에 대해 연간 바닥면적의 3% 리노베이션 추진
기후변화 적응	• 기후변화적응 전략 수립 • 新유럽산림전략 수립	• 탄소흡수원 관리·확대	• 탄소흡수원 관리 및 확대로 2030년 310MtCO_2 탄소 흡수
기반 마련	• 유럽 그린딜 목표 달성을 위한 지속가능한 유럽 투자계획 수립 • 유럽 기후법 제정	• 배출권거래제 • 노력분담 규정 • 재생에너지 지침 • 에너지효율 지침	• 배출권거래제 개정 • 에너지세제 지침 개정 • 노력분담 규정 개정 • 탄소국경조정메커니즘

03 독일

가. 기후중립 선언

"저는 기후 내각에서 2050년까지 기후중립이라는 목표를 달성할 수 있는 방법에 대해 논의할 것을 제안하며, 그 목표에 도달할 수 있는지, 어떻게 도달할 것인지에 대한 논의가 이루어져야 한다고 제안합니다."
- 독일 총리 Angela Merkel, '19.5.14 -

"우리는 기후변화에 선진국들이 특별한 책임이 있다는 것을 알고 있습니다. 이는 독일연방공화국을 포함하고 있습니다. 그래서 우리는 다시 기후목표를 더욱 엄격하게 만들었습니다. 2030년까지 1990년 대비 배출량을 65% 감축하고 2045년까지 기후중립을 달성할 것입니다"
- 독일 총리 Angela Merkel, '21.11.1 -

- 연방정부는 기후중립 달성 시기를 2045년으로 기존 대비 5년 앞당기는 등 감축 목표를 상향 조정한 「연방기후보호법(Bundes-Klimaschutzgesetz)」 개정(안)을 발표('21.5.12)
  - 개정(안) 발표 후 진행상황: 연방하원 채택('21.6.24) → 연방의회 통과('21.6.25) → 개정(안) 발효('21.8.31)
- **(NDC)** 2030년 감축 목표를 1990년 배출량 대비 65%(기존: 55%, 10%p↑)로 상향 조정('21.5)

나. 기후중립 법제화

- 지난 2019년 12월 연방정부는 「연방기후보호법」을 제정, 2050년 기후중립 달성 및 2030년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 55% 감축하는 것을 목표로 제시

독일 「연방기후보호법」 구성 체계

① **(일반 규정)** 「연방기후보호법」의 제정 목표 및 관련 용어의 정의를 서술
② **(기후보호 목표 및 연간 배출량)** 국가적 기후목표(기후중립 달성 시기, 연도별 감축량, 부문별 배출량 등), 배출량 데이터 집계 등에 관한 규정, 벌금 규정 및 연간 배출량 초과 시 즉각적인 조치 프로그램 등을 서술
③ **(기후행동계획)** 기후행동계획 이행을 위한 「기후보호행동프로그램(Aktionsprogramm Klimaschutz)」의 수립·보완 및 연방 정부가 보고해야할 사항 및 기한 등을 서술
④ **(기후문제전문가위원회)** 기후변화 관련 법적문서를 제정할 권한을 지닌 독립적 전문가 위원회인 기후문제전문가위원회(Expertenrat für Klimafragen)의 수립, 역할 및 주요 업무 등을 서술
⑤ **(공공부문 롤 모델 기능)** 2030년 기후중립 연방정부 달성, 공공투자 및 공공조달 추진 시 기후중립 고려, 기후중립 달성을 위한 연방-주 정부 간 협력 등을 서술

- 하지만, 연방헌법재판소는 기존 「연방기후보호법」이 2031년 이후 감축 목표가 불명확하여 미래 세대의 기본권을 침해한다는 취지로 일부 위헌을 결정, '22.12.31까지 개정 촉구('21.4.29)

- 연방정부는 「연방기후보호법」 개정(안)을 발표('21.5.12), 2045년 기후중립 달성 및 2030년과 2040년 온실가스 감축 목표로 각각 1990년 온실가스 배출량 대비 65% 및 88% 감축을 제시
  - 주요개정①: 연방정부는 기후중립 달성 경로를 보다 자세히 제시하고자 개정(안)에 2031~2040 감축 목표를 신규 추가

감축 목표(2031~2040) (단위: %)

구분	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
감축률(%)	67	70	72	74	77	79	81	83	86	88

  - 주요개정②: 2030년 온실가스 배출량 감축 목표를 상향함에 따라 2020년부터 2030년까지의 주요부문*별 목표 배출량을 하향 조정

* 주요부문(총 6개): ①에너지(Energiewirtschaft), ②산업(Industrie), ③건물(Gebäude), ④수송(Verkehr), ⑤농업(Landwirtschaft), ⑥폐기물 및 기타(Abfallwirtschaft und Sonstiges)

주요부문별 목표 배출량(2020~2030) (단위: 백만tCO_2eq)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
에너지	280		257								~~175~~ →108
산업	186	182	177	172	~~168~~ →165	~~163~~ →157	~~158~~ →149	~~154~~ →140	~~149~~ →132	~~145~~ →125	~~140~~ →118
건물	118	113	108	102	~~99~~ →97	~~94~~ →92	~~89~~ →87	~~84~~ →82	~~80~~ →77	~~75~~ →72	~~70~~ →67
수송	150	145	139	134	128	123	117	112	~~106~~ →105	~~101~~ →96	~~95~~ →85
농업	70	68	67	66	65	~~64~~ →63	~~63~~ →62	61	~~60~~ →59	~~59~~ →57	~~58~~ →56
폐기물 및 기타	9	9	8	8	7	7	~~7~~ →6	6	~~6~~ →5	5	~~5~~ →4

  - 또한, 기후중립 경로를 보다 자세히 제시하기 위한 노력의 일환으로 현재 누락된 목표의 발표 시기를 개정(안)에 명시
    - 누락 목표 발표 시기: ('24) 주요부문별 목표 배출량(2031~2040) → (~'32) 연도별 감축 목표 (2041~2045) → ('34) 주요부문별 목표 배출량(2041~2045)

다. 독일의 기후중립 거버넌스

- 「연방기후보호법」 제11·12항에 의거, 기후중립 관련 분야 전문가들로 구성된 독립적인 위원회인 「기후문제전문가위원회(Expertenrat für Klimafragen, ERK)」를 창설

  - ERK 구성

    ① **전문가 협의회(Mitglieder des Expertenrates):** 온실가스 감축과 관련된 자문을 연방정부 및 연방의회에 제공하기 위해 독립적인 활동을 보장받은 전문가들로 구성

    - 한스 마틴 헤닝 교수를 포함한 총 5명의 전문가를 임명했으며('20.9.1), 임기는 총 5년

    ② **과학 인력(Wissenschaftlicher Stab):** 전문가 협의회 주요임무(예: 프로그램 검토 보고서 제출 등) 수행 지원을 위해 사무총장 임명 및 관련분야 연구원들로 지원인력 구성

    ③ **사무실(Geschäftsstelle):** 행정업무 지원

기후문제전문가위원회(ERK) 주요임무

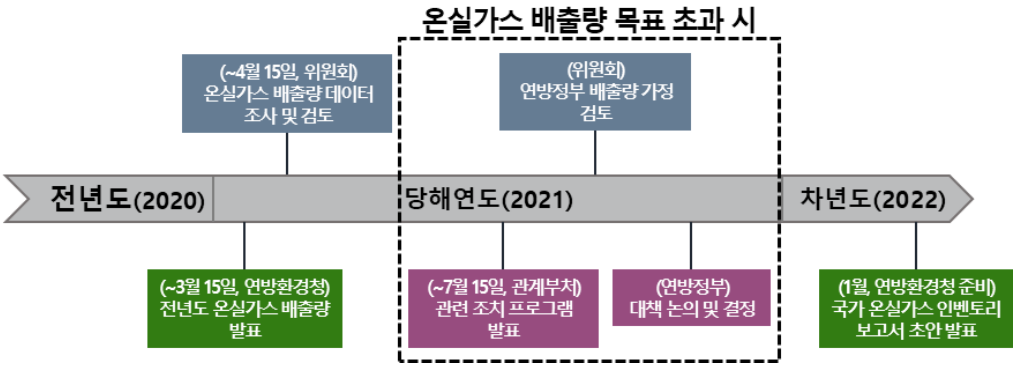
① 연방환경청(Umweltbundesamt, UBA)이 매년 3월 발표하는 온실가스 배출량 연간 데이터*를 조사

* 총 7개 부문으로 세분화: ①에너지, ②산업, ③건물, ④수송, ⑤농업, ⑥폐기물, ⑦토지이용, 토지이용 변화 및 임업(LULUCF)

② 온실가스 배출량이 「연방기후보호법」의 목표 초과 시, 위원회는 연방정부 대책 수립에 앞서 온실가스 감축 가정을 검토 및 관련 의견사항*을 제공해야하며, 해당 의견은 연방정부 대책 초안에 첨부되어야함

* 주요 의견사항: ①연간 배출량 변화, ②기후행동계획의 업데이트, ③기후행동프로그램의 채택

< 온실가스 배출량 목표 초과 시 EKR 및 연방정부 대응 프로세스[7] >



③ 2년 단위로 「연방기후보호법」 목표 달성을 위한 조치 프로그램들의 효과에 대해 검토 및 보고서 작성, 이를 연방정부 및 연방의회에 제출

7) 2020년 독일의 온실가스 배출량 추정치에 대한 보고서(Bericht zum Sofortprogramm 2020 fur den Gebaudesektor), 독일 기후문제전문가위원회(ERK), 2021.4.

라. 독일의 기후중립 정책

(1) 기후행동계획 2050(Klimaschutzplan 2050) ('16.11)

- 유럽 및 국제적 기후변화 대응 기조에 따라 2050년 기후중립을 목표로 하는 「기후행동계획 2050」 수립
  - 2030년 주요목표로 1990년 대비 55% 감축, 총 에너지 수요 내 재생에너지 비중 30% 등 제시
    - ① 주요부문별(에너지, 건물, 수송, 산업, 농업) 온실가스 배출량 세부 목표 및 ② 목표달성을 위한 세부사항(2050 기본 원칙, 2030 마일스톤, 정책수단 등)을 제시

「기후행동계획 2050」 내 주요 목표 요약[8)]

구분	2020	2030	2040	2050
온실가스 배출				
배출량 감소율(%, '90 대비)	≧ 40	≧ 55	≧ 70	100
재생에너지				
총 에너지 수요 내 비중(%)	18	30	45	60
총 전력 수요 내 비중(%)	≧ 35	≧ 50	≧ 65	≧ 80
에너지 수요 감축				
1차에너지 수요 감소율 (%, '08 대비)	20 →			50
총 에너지 수요 감소율 (%, '08 대비)	10 →			25

주요부문별 온실가스 배출량 세부목표 (단위: $MtCO_2eq$, %)

구분	1990	2014	2030	2030년 감축 비율
에너지	466	358	175 ~ 183	61 ~ 62
산업	283	181	140 ~ 143	49 ~ 51
수송	163	160	95 ~ 98	40 ~ 42
건물	209	119	70 ~ 72	66 ~ 67
농업	90	72	58 ~ 61	31 ~ 34
기타	39	12	5	87
합계	**1,248**	**902**	**543 ~ 562**	**55 ~ 56**

8) Climate Actions in Figures, 독일 연방환경부(BMU), 2018.5.

○ 주요부문별 세부사항[9)]

주요부문	세부사항
에너지	• **(2050 기본 원칙)** ①모든 에너지 수요를 저감, ②재생에너지는 경제적 타당성이 있을 시 반드시 사용, ③재생에너지 전력을 부문연계(sector-coupling) 시 효율적으로 사용
	• **(2030 마일스톤)** ①풍력·태양광 발전 확대, ②천연가스 기반 열병합발전 유지, ③재생에너지를 활용한 전력 생산 확충, ④에너지 공급체계의 디지털화를 통한 생산-소비 간 스마트한 연계
	• **(정책수단)** ①연방경제에너지부(BMWi) - 「에너지 효율성에 관한 청서」, ②「재생가능한 에너지원법」, ③BMWi - 「전력2030」, ④재생에너지 기반 부문연계 강화, ⑤재정지원, ⑥R&D지원, ⑦성장·구조·지역발전 위원회, ⑧배출권거래시스템(ETS) 강화
산업	• **(2050 기본 원칙)** ①기후대응: 「Industrie 4.0」과 더불어 산업 현대화 전략의 핵심 요소, ②생산에 필요한 자원 및 에너지 감축, ③순환경제 구축: 이산화탄소 및 폐기물
	• **(2030 마일스톤)** ①모든 온도 수준에서의 폐열 감소 및 열회수, ②원자재 산업 시설 기후중립화, ③「독일 자원효율성 프로그램」 추진 및 지표 갱신, ④배출권 거래시스템 강화를 위한 프레임워크 제시, ⑤기업 ESG 관련 투명한 보고 강조
	• **(정책수단)** ①제품 사용수명의 확대 및 폐기물 배출 방지(「폐기물방지프로그램」 등), ②산업계 R&D 지원, ③전력생산·지역난방 시 폐열 사용 권장, ④고효율 기술 관련 산업계(특히 중소기업) 인력양성 지원, ⑤기업 기후관련 보고 강화 및 보고기준 수립
수송	• **(2050 기본 원칙)** ①수송부문 원칙적 비탄소화, ②직주근접 위한 통합적 도시개발, ③디지털화 통한 교통량 감소, ④전기차 및 바이오연료 개발, ⑤부문연계
	• **(2030 마일스톤)** ①중량화물 운송차 온실가스 30% 저감, ②화물 자전거(cargo bike) 확산, ③매력적인 거리 조성으로 걷기 촉진, ④플러그인 하이브리드, 전기차 및 연료전지 운행시스템 개발, ⑤항공·해상운송 부문 바이오연료 및 재생에너지 활용 확산
	• **(정책수단)** ①EU집행위 - 「저배출 이동성을 위한 유럽전략」 등과의 연계, ②친환경 운송 및 차량에 대한 재정지원, ③승객·화물·내륙운송 간 효율적 네트워킹 및 재정지원, ④철도운송 확대 및 해상·지역철도간 승객운송 광역 연계 네트워크 도입 검토, ⑤자전거 및 걷기 촉진, ⑥항공·해상운송 부문 바이오연료 연구, ⑦운송부문 디지털화 전략 세부화

9) 독일의 과학기술체제와 기후변화정책, 녹색기술센터, 2020.1

주요부문	세부사항
건물	• **(2050 기본 원칙)** ①에너지 효율성 증가와 재생에너지를 결합, 2050년까지 에너지 수요를 '08년 대비 80% 이상 감축(주거용 빌딩: 연간 40kWh/m^2, 비주거용 빌딩: 연간 52kWh/m^2 이하 에너지 수요를 목표), ②고효율의 난방 네트워크 구축(IT기술 활용 및 타 부문과의 연계 등)
	• **(2030 마일스톤)** ①기존 건물 기후중립화 위한 에너지 효율 규제 프레임워크 구축, ②건물 기후중립 관련 프로그램 지속 지원('탄소빌딩재생 프로그램', '재생에너지 촉진을 위한 시장 인센티브 프로그램' 등), ③화석연료 사용 콘덴싱 보일러 효율성 제고
	• **(정책수단)** ①기후중립 건물 구축 달성을 위한 로드맵, ②지속가능한 건물 관련 자재 및 모듈형 건물 등 다세대 주택 자금 지원, ③지역발전 및 도시개발 분야 관련 실무 및 응용 지향적 연구에 대한 인센티브를 제공, ④부문 연계 및 이웃을 위한 지역난방
농업	• **(2050 기본 원칙)** ①농업부문 기후중립 불가능하나, 지속가능 농업 위해 배출 저감, ②질소잉여물 지속 감소로 암모니아 배출 감축, ③바이오 기반 지속가능 경제 구축
	• **(2030 마일스톤)** ①질소잉여물 감축('28~'32: 질소 70kg/ha), ②유기농 농업토지 확대(기존 6.3%('14) → 20%), ③EU - 「공동농업정책(Common Agricultural Policy, CAP)」 개정에 따른 농업정책 녹색화 대응
	• **(정책수단)** ①EU - 「공동농업정책」에 따른 관련 재정 지원, ②질소잉여물의 추가적 감축을 위해 비료 관련 법률 시행, ③질소잉여물 저감 및 기후친화적 가축사육 R&D 지원, ④농장퇴비 활용 에너지 창출을 위한 재정 지원, ⑤연방식품농업부(BMEL) - 음식물 쓰레기 저감 추진
토지이용, 토지이용 변화 및 임업 (LULUCF)	• **(2050 기본 원칙)** ①온실가스 저감을 위한 산림보존 및 지속가능한 산림경영 추진, ②지속가능한 목재 에너지 공급, ③석탄채취 축소
	• **(2030 마일스톤)** ①목재 수입으로 인한 글로벌 산림 황폐화 방지 노력, ②이탄지(peat land) 보호
	• **(정책수단)** ①「산림기후기금(waldklimafonds)」을 통한 자금 지원, ②글로벌 산림 황폐화 방지를 위한 국제협력 강화, ③영구초지 및 이탄지 보존을 위한 재정지원, ④「지속가능개발전략(Nachhaltigkeitsstrategie)」에 따른 토지사용 감소(30ha/일)

(2) 기후행동프로그램 2030(Klimaschutzprogramm 2030) ('19.9)

- 독일 연방정부는 「독일정부 연합 2030 기후 패키지」의 일환으로 「연방기후보호법」의 제정과 함께 2050 기후중립 달성을 위한 세부규칙 등을 구체화한 「기후행동프로그램 2030」을 수립

- 「기후행동프로그램 2030」은 ①유럽 배출권거래제 미포함 부문*(Non-ETS)의 탄소 가격제(CO_2 Bepreisung) 도입 확대, ②주요부문별 온실가스 감축 목표 및 조치사항 등을 포함

  * 유럽 배출권거래제(EU-ETS)는 화석연료 연소 관련 분야를 대상으로 하나, 수송·난방 부문은 제외('19 기준). 향후 「EU 탄소감축 입법안(Fit for 55), '21.7」을 통해 수송·건물 부문을 EU-ETS에 포함할 계획

탄소 가격제 도입 확대: Non-ETS 부문인 난방 및 수송 부문에 자체적인 탄소 가격제 도입을 추진 및 이를 위해 「연료배출권거래법(Brennstoffemissionshandelsgesetz)」 제정('19.11)

- **(가격)** 경제주체들이 적응할 수 있도록 2021년부터 2025년까지 매년 증가하는 고정 가격으로 배출권을 발급, 2026년 이후에는 경매를 통해 발급가격을 책정

  - 2026년 발급가격은 35~60 €/ton 범위 내 경매 할당하며, 이후 발급가격 범위는 2025년 결정

Non-ETS 부문의 연도별 탄소 배출권 가격 (단위: €/ton)

구분	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027~
배출권 가격	10	20	25	30	35	35~60	TBD

  - EU-ETS의 절차와 유사하게 시장 참여자는 배출권을 경매 또는 시장 거래를 통해 구매해야하며, 동 부문의 배출권 경매 및 거래하기 위한 거래플랫폼을 개발

- **(세부 조치)** 탄소 가격제 도입에 따른 경제부담 완화를 위해 전기요금 내 '재생에너지부담금(EEG-Umlage)' 인하 등의 세부조치를 발표

경제주체 부담 완화를 위한 세부조치

전기요금 내 재생에너지부담금 인하	장거리 출퇴근자(교외 → 도시) 공제액 상향	난방비용 상승에 따른 주거 부담 절감
• 인하금액 : (2021) 0.25 센트/kWh → (2022) 0.5 → (2023) 0.625 • 탄소 가격제 세수 증가 시 추가 인하	• (기존) 21km부터 30 센트/km → (2021~2023) 35 → (~2026) 38	• 주거보조비 10% 인상 • 임대차법 개정을 통한 제한적 탄소세 할당 방안 검토

- **(관련 현황 – 「연료배출권거래법」 개정, 탄소 배출권 가격 인상)** 제정 당시 탄소 배출권 가격이 감축 목표 달성 유인에 부족하다는 비판에 대응, 해당 법 개정을 통해 연도별 탄소 배출권 가격 인상('20.11)

Non-ETS 부문의 연도별 탄소 배출권 가격 (단위: €/ton)

구분	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027~
배출권 가격	10 → 25	20 → 30	25 → 35	30 → 45	35 → 45	35~60 → 55~65	TBD

주요부문별 온실가스 감축 목표 및 조치사항[10)11)]

<table>
<tr><th>주요부문</th><th>세부사항</th></tr>
<tr><td rowspan="2">에너지</td><td>• (목표) 2030년 배출량 목표는 175~183MtCO_2eq로, 재생에너지 확대·석탄화력발전 중단·에너지 효율 증대 등을 통해 최소 83MtCO_2eq 규모의 온실가스 감축</td></tr>
<tr><td>• (재생에너지 확대) 2030년까지 총 전력소비량의 재생에너지 비중을 65%로 확대 및 수소·에너지 저장소 등 에너지 전환과 관련된 실증 시험장을 설치 및 운영할 계획
<table>
<tr><th>구분</th><th>전력 생산량
('30년 기준, 단위: TWh)</th><th>설치 용량
('30년 기준, 단위: GW)</th></tr>
<tr><td>육상풍력</td><td>140~145</td><td>67~71</td></tr>
<tr><td>태양광</td><td>90</td><td>98</td></tr>
<tr><td>해상풍력</td><td>79~84</td><td>20</td></tr>
<tr><td>바이오매스</td><td>42</td><td>8.4</td></tr>
<tr><td>기타</td><td>21</td><td>6</td></tr>
</table>
- 풍력발전소의 주민 수용성 강화를 위해 신규 발전소는 주거지역으로부터의 최소 이격 거리(1km) 적용 및 풍력발전소 운영 수익을 지자체에 분배
- 해상풍력을 2030년까지 20GW 건설 및 태양광패널 설치지원 상한선(52GW) 폐지 등을 통해 재생에너지원 지속 확충

• (석탄화력발전 중단) 「탈석탄법」에 따라 2030년까지 17GW 용량을 제외한 석탄화력발전의 운영을 중단 및 2038년까지 완전 중단을 목표로 함
- 열병합발전소(Combined Heat and Power, CHP)의 지속 개발 및 현대화를 통한 안정적 전력 및 난방 공급 유지

• (에너지 효율 증대) 에너지 전환 신기술의 개발·시험을 위한 연구소 확대 설치 및 운영
- 2021년부터 2030년까지 효율성 측정을 통해 「에너지효율전략2050(EffSTRA)」 수립
- 에너지 전환을 위한 산업규모 실증 실험실 구축 및 관련 연구 프로젝트 수행
: 에너지 전환 주요 분야로 부문연계 및 수소 기술을 꼽음</td></tr>
</table>

10) 독일 기후보호프로그램[Klimaschutzprogramm] 2030, 주 독일 대사관 주본분관, 2019.9
11) 독일, 2021년 달라지는 다양한 제도 및 조치, KOTRA 독일 프랑크푸르트무역관, 2021.1

주요부문	세부사항
산업	• **(목표)** 2016년 배출량은 188MtCO_2eq로 2030년 배출량 목표 140~143MtCO_2eq의 상당부분 감축 진행. 잔여 45~48MtCO_2eq의 감축량은 에너지·자원 효율화 및 이산화탄소 저감·활용 지원을 통해 달성
	• **(에너지·자원 효율화)** 에너지 효율성 조치 지원 프로그램을 통합 및 신규 프로그램 발굴을 통해 에너지·자원 효율화 관련 투자를 장려할 계획 - '고효율 범용기술', '기후친화적 생산공정', '폐열 억제 및 재활용', '에너지관리시스템', '재생가능 공정열' 등의 에너지 효율성 조치 지원 프로그램을 통합 • **(이산화탄소 저감·활용)** 온실가스 배출 저감, 공정 최적화, 재생에너지·저탄소배출 대체물질 원료 활용 등 기술개발 지원 • **(기타)** 에너지관리시스템(Energy Management System, EMS) 도입 장려를 위해 EMS 권고조치 이행 시 에너지 감사 보고서 작성을 면제하는 등의 유인책 마련
수송	• **(목표)** 2030년 배출량 목표는 95~98MtCO_2eq로, 기존 조치 유지 시 137MtCO_2eq 배출. 잔여 52~55MtCO_2eq의 감축량은 기후친화적 운송수단으로의 전환 및 탄소 가격제 연계 자동차세법 개정을 통해 달성
	• **(기후친화적 운송수단)** 전기차 및 충전소 보급, 저탄소배출 화물차량 상용화, e-Fuel 개발, 친환경 운송수단에의 접근성 향상 등을 통해 배출량 저감 - 2030년까지 전기차 7~10백만대 보급: 기업차량을 중심으로 보급(4만€ 이하 기업 전기차 자동차세 0.25~0.5% 인하 등), 연방정부·기업의 소비자 보조금 지원을 4만 €이하의 보급형 전기·하이브리드·연료전지 승용차로 확대 - 2030년까지 전기차 충전소 100만호 확보: 모든 주유소에 충전기 설치 의무화 및 연방·주·지방 정부 간 정책 조율을 통해 배전망 운영자가 지능형 네트워크에 투자할 수 있는 환경 조성 • **(자동차세법 개정)** 2021년 1월 1일부로 신규 등록 차량에 이산화탄소 배출량에 따른 자동차세 부과 및 2023년부터 탄소 배출량에 근거한 트럭 톨 요금 청구 • **(친환경 운송수단)** 대중교통 확대에 2021년부터 10억 €, 2025년부터 20억 € 증액, 연방고속도로에 자전거길 설치 추진 및 철도티켓 부가가치세율 인하 등을 조치

주요부문	세부사항
건물	• **(목표)** 2030년 배출량 목표는 70~72MtCO_2eq로, 기존 에너지 절약규정 및 에너지효율화 지원 프로그램 등 유지 시 90MtCO_2eq 배출. 잔여 18~20MtCO_2eq의 감축량은 에너지효율화 지원 프로그램 예산투자 확충, 에너지컨설팅 확대 및 기준강화 등을 통해 감축
	• **(에너지효율화 지원 확대)** 건물 효율 향상을 위해 난방장비 및 자재 등을 교체할 시 인센티브 부여 및 특정 건물군의 리노베이션 추진 - 석유난방장비를 고효율 장비로 교체 시 총 비용의 40% 지원 및 창문·지붕·외벽 단열효과 개선 시 총 비용의 20%까지 세금감면 대상 포함 - 산업단지 등 복합건축물군의 시리얼 리노베이션을 추진 및 연방건축물을 에너지효율·기후친화·지속가능 건물의 롤모델이 될 수 있도록 개선 • **(에너지컨설팅 확대)** 주거건물 소유권 변경 등의 경우에 에너지컨설팅 의무화 추진 및 건물주에게 에너지효율화 부가가치 정보 제공 등 시민 대상 홍보 확대 • **(건물 기준 강화)** 2023년부터 EU 지침에 따라 주거·비주거용 건물에 대한 에너지 기준 강화 및 2026년부터 기후친화적 난방장치 이용이 가능한 건물에 한해 석유난방장비 설치 금지 추진 등
농업	• **(목표)** 2030년 배출량 목표는 58~61MtCO_2eq로, 기존 조치들을 유지할 시 67MtCO_2eq 배출 예상. 잔여 6~9MtCO_2eq의 감축량 달성을 위한 조치는 아래와 같음
	• 질소잉여물의 감축 및 자연비료의 효율적 활용을 통한 환경오염 방지 - 2030년까지 질소잉여물을 질소 70kg/ha까지 감축하며, 이를 위반할 시 제재조치 • 유기농 농업토지 확대 - 2030년까지 유기농 농법을 활용한 토지의 비중을 20%까지 증가 • 2030년까지 밀폐 탱크에 저장된 소·돼지 슬러리 비율을 70%로 증가 • 바이오가스의 재생에너지화 • 산림 보존 및 지속가능한 목재 사용 • 음식물 쓰레기 감축

독일의 기후중립 정책 요약

개요	
기후중립 선언	• 기후중립 달성 시기를 2045년으로 기존 대비 5년 앞당기는 등 감축 목표를 상향한 「연방기후보호법(Bundes-Klimaschutzgesetz)」 개정(안) 발표('21.5)
NDC	• 2030년 감축 목표를 1990년 배출량 대비 65%(기존: 55%, 10%p↑)로 상향 조정('21.5)
법제화	• 「연방기후보호법」 최초 제정('19.12): 2050 기후중립, '30년 55% 감축('90년 대비) → 「연방기후보호법」 개정안* 발효('21.8): 2045 기후중립, '30년 65% 감축 * 개정 사유: 2031년 이후 감축 목표가 불명확, 미래세대의 기본권 침해 취지로 일부 위헌('21.4)

주요부문별 목표 배출량(개정안 기준) (단위: 백만tCO_2)

구분	에너지	산업	건물	수송	농업	폐기물 및 기타
2020	280	186	118	150	70	9
2030	108	118	67	85	56	4

독일의 기후중립 정책		
구분	기후행동계획 2050 ('16.11)	기후행동프로그램 2030 ('19.9)
에너지	• 풍력·태양광 발전 확대 • 재생에너지를 활용한 전력 생산 확충 • 천연가스 기반 열병합발전 유지 • 에너지 공급체계의 디지털화를 통한 생산-소비 간 스마트한 연계	• 총 전력소비량의 재생에너지 비중 65% • 열병합발전소 지속 개발 및 현대화 • 17GW 제외 석탄화력발전 중단 • 에너지 전환을 위한 산업규모 실증 실험실 구축 및 관련 연구 프로젝트 수행
산업	• 폐열 감소 및 열 회수 • 원자재 산업 시설 기후중립화 • 기업 ESG 관련 투명한 보고 강조	• 에너지효율성 지원 프로그램 통합 및 신규 프로그램 발굴 • 산업공정 기후중립화 관련 기술개발 지원 • EMS 도입 장려를 위한 유인책 마련
수송	• 중량화물 운송차 온실가스 30% 저감 • 전기차, 연료전지 등 친환경 운송 시스템 개발 • 항공·해상운송 부문 바이오연료 및 재생에너지 활용 확산	• 탄소 배출량에 근거한 트럭 톨 요금 청구 • 대중교통 확대에 10억~20억 € 증액 • 2030년까지 전기차 7~10백만대 보급 및 전기차 충전소 100만호 확보
건물	• 기존 건물 기후중립화 위한 에너지 효율 규제 프레임워크 구축 • 건물 기후중립 관련 프로그램 지속 지원 • 화석연료 사용 콘덴싱 보일러 효율성 제고	• 주거·비주거용 건물에 대한 에너지 기준 강화 • 건물효율 증가 시 인센티브 부여 및 특정 건물군 리노베이션 추진 • 에너지컨설팅 의무화 추진 및 에너지효율화 부가가치 정보 제공 등 시민 대상 홍보 확대
농업	• 질소잉여물을 질소 70kg/ha까지 감축, 이를 위반할 시 제재조치 • 유기농 농법을 활용한 토지의 비중을 20%까지 증가	

04 영국

가. Net-Zero 선언

> *"영국은 전 세계의 경제성장과 더불어 탄소배출을 증가시키는 산업혁명을 시작한 나라이지만 오늘 우리는 2050년까지 탄소의 순 배출량을 영(0)으로 줄이는 새로운 법을 채택한 첫 주요국이 됐다. 이 부문에서 전 세계를 선도하려고 한다"*
>
> - 영국 에너지부 장관 Chris Skidmore, '19.6.27 -

- 2008년 제정된 '기후변화법(Climate Change Act 2008)'의 개정('19.6)을 통해 2050년까지 화석연료에서 나오는 탄소 순배출량을 '제로(Zero)' 수준으로 만드는 넷제로(Net-Zero)를 달성하는 것으로 탄소감축 목표 상향
- **(NDC)** 2030년 온실가스 감축을 1990년 대비 53% 감축에서 최소 68% 감축으로 상향 조정('20.12)

나. 넷제로 법제화

- 「기후변화법」(Climate Change Act 2008)에 2050년 탄소감축목표를 1990년 대비 최소 80%로 명시하였으며, 2019년 6월 동법을 개정하여 2050년 목표를 1990년도 대비 최소 100%로 상향
  - 2008년 제정된 「기후변화법」(Climate Change Act 2008)은 온실가스 배출량을 줄이고 기후변화에 적응하기 위한 영국 정부의 접근방식을 규정한 세계 최초의 '기본' 법령
    - 2019년 6월 2050년 탄소감축목표를 1990년 대비 최소 100%로 강화하는 내용으로 「기후변화법」을 개정하여 탄소중립목표를 선진국 중 최초로 법정화

영국 「기후변화법」의 근간을 이루는 핵심요소

① **(장기목표)** 2050 온실가스 배출량 감축목표(1990년 대비 100% 감축) 및 기후변화 리스크 평가 실시 의무화 명시
② **(장기목표 달성계획)** '탄소예산(Carbon Budget)' 및 국가 기후변화적응 목표설정/실행계획 수립 의무화
③ **(계획 실행을 위한 정책 요건)** 정책 프로그램을 통해 법정 온실가스 배출량 감축 목표를 설정하고 최신 기후변화 리스크 평가를 통해 도출된 리스크들을 관리할 것을 의무화
④ **(감시체계)** 독립적인 법정 자문기관인 기후변화위원회(Climate Change Committee, CCC) 창설

- 「기후변화법」에서는 2050년 탄소감축목표 및 이를 이행하기 위해 정부가 5년 단위의 배출 상한인 탄소예산(Carbon Budget)* 이행에 필요한 계획 수립 제시

  * 탄소예산(Carbon Budget) : 온실가스 감축목표 달성을 위한 탄소배출총량을 예산 개념으로 관리하는 것으로 5개년 단위의 영국 온실가스 배출량 허용치를 법적으로 규정, 현재 탄소예산은 6차(2033~2037년까지 수립)

  - 탄소예산은 2050년 목표에 맞게 책정되어야 하며 기후과학, 국제 정세, 기술, 경제, 경쟁력, 조세, 지출, 연료 빈곤, 에너지 공급량, 정권 간 정책 차이들을 고려하고 기후변화위원회(CCC)의 자문을 반영

다. 영국의 넷제로 거버넌스[12)]

- 2008년 「기후변화법」에 의거하여 전문적인 독립기관인 기후변화위원회(Climate Change Committee, CCC) 창설

  - CCC 구성

    ① **기후변화위원회(the Climate Change Committee):** 온실가스 배출량 감축에 관한 자문 제공을 위해 임명된 외부 전문가들로 이뤄진 위원회

    ② **적응위원회(the Adaptation Committee):** 영국의 기후 변화 적응에 관한 자문 제공을 위해 구성된 별도 위원회

    ③ **사무국:** 위원회 위원들의 업무 지원

기후변화위원회(CCC) 주요임무

- 2050년 온실가스 감축량 목표에 대한 자문 제공
- 영국 정부의 탄소예산 수립에 관한 자문 제공
- 영국의 법정 탄소예산 및 2050년 온실가스 감축목표의 진행 현황에 대한 연간 평가 보고서 작성
- 영국이 직면한 기후 리스크(RISK)들과 그러한 리스크들에 대해 향후 5년 동안 우선 순위 부여
- 2년 단위로 현재/미래 기후 리스크에 대한 영국의 기후변화 적응 현황을 평가한 보고서 작성
- 영국 정부가 요청한 기후 변화와 관련된 자문, 분석 및 정보 제공

12) CCC Insights Briefing 2- The Climate Change Committee, Climate Change Committee, 2020.10

라. 영국의 넷제로 정책

(1) 녹색산업혁명에 대한 10대 중점 계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution) ('20.11)[13)]

- 영국정부는 2030년까지의 10대 중점계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution) 발표를 통해 녹색기술 및 녹색금융 분야의 선두 확보와 동시에 경제성장의 토대 마련 추진
  - 영국정부는 Green Recovery를 지원하고자 하는 동 계획의 시행을 위해 2030년까지 50억 파운드를 투자할 계획이며, 정부 투자 이외 민간부문에서의 투자도 장려
    - 또한, 녹색 일자리를 경제 회복의 중점에 두어 현 의회 임기동안 9만개의 일자리 창출, 2030년까지 최대 25만개의 일자리 창출 효과 기대

- 10대 중점계획에는 ① 해상풍력, ② 저탄소 수소, ③ 차세대 원자력, ④ 수송부문 탈탄소화, ⑤ 청정 대중교통, 자전거 및 걷기, ⑥ 항공 및 선박의 저탄소화, ⑦ 건물 에너지효율 향상, ⑧ CCUS 투자, ⑨ 자연 환경의 보호, ⑩ 녹색금융 및 혁신을 선정
  - **해상풍력(Advancing Offshore Wind)**
    - 현재 10GW 수준인 해상풍력설비를 2030년까지 혁신적인 부유식 해상풍력 1GW를 포함한 40GW*로 확대할 계획
      - 세계 최초로 부유식 해상풍력 단지를 2곳에 조성하였으며 2030년까지 이를 12배까지 확대할 계획
    - 현대식 항만과 제조 인프라에 1.6억 파운드(약 2,600억원)를 투자함으로써 해안 지역에 고품질의 일자리를 제공

해상풍력 발전을 통한 기대효과

일자리 창출 효과	투자 확대 효과	온실가스 감축 효과
• 2030년까지 최대 60,000개의 일자리를 지원	• 2030년까지 약 200억 파운드(약 32.4조원)의 민간 투자	• 2023년부터 2032년까지 21MtCO_2e 또는 2018년 영국 배출량의 5% 저감

  - **저탄소 수소 성장 촉진 (Driving the Growth of Low Carbon Hydrogen)**
    - 2.4억 파운드(약 3,900억원)에 달하는 탄소중립 수소 펀드를 포함하는 다양한 조치와 산업계 파트너들과의 협력을 통해 2030년까지 저탄소 수소 생산능력을 5GW로 확대 목표

13) The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution, HM Government, 2020.11

- 탄소 포집 및 저장 인프라를 통하여 저탄소 수소를 생산하고, 해상풍력을 포함한 재생에너지를 기반으로 탄소중립 수소 생산 촉진
- 가정용 난방에도 화석연료를 수소 및 수소혼합물로 대체하는 방안을 연구·개발할 계획이며, 이를 위해 향후 4년간 시범적으로 300가구에 수소를 난방용으로 공급할 예정

저탄소 수소 성장 촉진을 통한 기대효과

일자리 창출 효과	투자 확대 효과	온실가스 감축 효과
• 2030년까지 최고 8,000개의 일자리를 지원하고 고(高)수소 탄소중립 시나리오에 따르면 잠재적으로는 2050년까지 최고 100,000개의 일자리를 창출	• 2030년까지 40억 파운드 (약 6.5조원) 이상의 민간 투자	• 2023년부터 2032년까지 41MtCO_2e 또는 2018년 영국 배출량의 9% 저감

○ 차세대 원자력 제공(Delivering New and Advanced Nuclear Power)

- 영국은 대규모의 원자력 발전을 추구하고 있으며, 3.8억 파운드(약 6,200억원) 규모의 '차세대 원자력 펀드(Advanced Nuclear Fund)'를 조성하여, 소형모듈원자로(Small Modular Reactors)와 차세대모듈원자로(Advanced Modular Reactors)에 추가로 투자* 예정

* 소형모듈원자로(Small Modular Reactor)에는 최대 2억 1,500만 파운드, 차세대모듈원자로(Advanced Modular Reactors) 연구개발에는 1억 7,000만 파운드 배정

- 기술 상용화를 위해 영국은 규제 프레임워크를 개발하고 영국의 Supply Chain 지원에 4,000만 파운드(650억원)를 추가로 투자할 예정

차세대 원자력 제공을 통한 기대효과

일자리 창출 효과	투자 확대 효과	온실가스 감축 효과
• 대규모 원자력 발전소를 건설하는 동안 최대 10,000개의 일자리 창출	• 정부 지원을 통하여 소형모듈원자로 개발에 최고 3억 파운드 규모의 민간 투자를 촉진	• 원자력 발전을 통하여 2백만 가구에 전력 공급

○ 수송부문 탈탄소화(Accelerating the Shift to Zero Emission Vehicles)

- 2040년으로 예정되어 있는 내연기관차 판매금지 목표를 10년 앞당겨 2030년부터 석유 및 디젤 차량의 신규 판매를 금지하고, 하이브리드 차량의 경우 예외적으로 2035년까지 판매 허용
  - 충전 인프라의 출시 가속화 및 고속도로와 주요 도로상에 있는 급속 충전소를 지원(13억 파운드 투자)하고, 플러그인 자동차, 밴, 택시 및 오토바이에 대한 보조금 지급을 2022-2023년까지 연장(5.8억 파운드 투자)하여 전기차 소비자 가격 하락 촉진

탄소중립 차량으로의 전환을 통한 기대효과

일자리 창출 효과	투자 확대 효과	온실가스 감축 효과
• 2030년에 약 40,000개의 새로운 일자리를 지원	• 2026년까지 약 30억 파운드의 민간 투자	• 2032년까지 약 5MtCO_2e, 2050년까지 약 300MtCO_2e 저감

○ 친환경 대중교통, 자전거 및 도보(Green Public Transport, Cycling and Walking)

- 민간 차량의 탈탄소화 뿐만 아니라 대중교통, 자전거 및 도보를 통하여 이동하는 것을 촉진하기 위해 전국적으로 최소 4,000대 이상의 전기 버스를 도입(1.2억 파운드 투자), 시민의 자전거 이용을 장려하기 위한 자전거도로 건설, 철도 노선을 확대하는 등 대중교통 친환경화를 위한 투자

대중교통 탈탄소화를 통한 기대효과

일자리 창출 효과	투자 확대 효과	온실가스 감축 효과
• 2025년까지 최고 3,000개의 일자리 창출	• 의회 임기 동안 버스, 자전거 및 도보에 50억 파운드 투자	• 친환경 버스, 자전거 및 도보를 통하여 2023년부터 2032년까지 약 2MtCO_2e 저감

○ 항공 및 선박 저탄소화(Jet Zero and Green Ships)

- 배터리 및 수소 등을 이용한 지속가능한 연료를 항공 및 해양운송에 도입하기 위한 연구개발에 투자
  - 탄소중립 항공 관련 신기술을 개발을 가속화하기 위한 부문 간 파트너십인 'Jet Zero Council' 설립 및 2030년 취항 가능한 탄소중립 항공기 설계·개발을 위한 프로그램인 'FlyZero'에 1,500만 파운드 투자

※ 영국은 수소항공기 개발을 활발하게 진행 중이며, 2020년 9월 첫 번째 상업용 수소항공기 시험비행 성공

항공 및 선박 저탄소화를 통한 기대효과

일자리 창출 효과	투자 확대 효과	온실가스 감축 효과
• 국내 SAF(Sustainable Aviation Fuels) 산업에 최대 5,200개의 일자리 창출	• 우주항공 산업이 향후 120억 파운드의 가치 창출 가능	• 청정 해양을 통하여 2032년까지 최대 1MtCO_2e를 저감하고 SAF를 통하여 2050년까지 약 15MtCO_2e 저감

○ 건물에너지 효율 향상(Greener Buildings)

- 2028년까지 매년 600,000개의 히트펌프를 설치하는 것을 목표로 가정 및 공공부문의 난방 에너지 효율을 개선 추진
  - 가정의 에너지 효율을 개선하고 화석 연료를 이용한 난방을 대체하기 위하여 녹색 주택 보조금 지원추가 연장 및 공공 부문 탈탄소화 계획에 자금을 추가로 제공함으로써 학교, 병원 및 공공 건물에서의 온실가스 배출 저감

건물에너지 효율향상을 통한 기대효과

일자리 창출 효과	투자 확대 효과	온실가스 감축 효과
• 2030년에 약 50,000개의 일자리 창출	• 2020년대(2020s) 약 110억 파운드의 민간 투자 유발	• 2023년부터 2032년까지 71MtCO_2e 또는 2018년 영국 배출량의 16% 저감

○ CCUS에 투자(Investing in Carbon Capture, Usage and Storage)

- 영국은 2020년대 중반까지 2곳, 2030년까지는 4곳의 산업 클러스터에 CCUS 설비를 구축할 예정이며, 매년 최고 1,000만톤의 이산화탄소를 포집하는 것을 목표
  - 노스이스트, 험버, 노스웨스트, 스코틀랜드 및 웨일스와 같은 산업클러스터 지역에 CCUS 관련 "슈퍼플레이스(SuperPlace)"를 건설하기 위해 10억 파운드 투자 예정
- 영국은 새로운 비즈니스 모델을 통하여 산업용 탄소 포집 및 수소 프로젝트에 대한 민간 부문의 투자를 유치하기 위하여 2021년 세부 방안에 대해 발표 예정

CCUS 투자를 통한 기대효과

일자리 창출 효과	투자 확대 효과	온실가스 감축 효과
• 2030년에 약 50,000개의 일자리 창출	• 2025년까지 최고 10억 파운드 공적 투자	• 2023년부터 2032년까지 약 40 MtCO_2e 또는 2018년 영국 배출량의 9% 저감

○ 자연환경 보호(Protecting Our Natural Environment)

- 생물 다양성의 손실을 방지하고 기후변화에 적응하기 위해 자연경관을 보호하고 야생동물 서식지 복원 예정
- 향후 4년 동안 10개의 장기적인 자연경관 회복 프로젝트를 추진하여 자연 생태계를 복원하는데 필수적인 작업을 가속화하고, 기후변화 적응에 대응하기 위해 홍수 방지와 해안지역의 보호에 대한 6개년 프로그램에 52억 파운드 투자

자연환경 보호를 통한 기대효과

일자리 창출 효과	투자 확대 효과	온실가스 감축 효과
• 2027년까지 홍수 방지를 개선하여 최고 20,000개의 일자리 창출	• 홍수 방지에 대한 최고 52억 파운드 투자	• 영국의 자연 풍경을 보호하여 얻는 기후와 생물 다양성 측면의 이익

○ 녹색금융 및 혁신(Green Finance and Innovation)

- 전력, 건물 및 산업부문에서의 혁신적인 저탄소 기술, 시스템 및 공정 상용화를 가속하기 위해 10억 파운드 규모의 탄소중립 혁신 포트폴리오(Net Zero Innovation Portfolio) 시작
  - 포트폴리오는 10대 우선분야(①부유식 해상풍력, ②차세대모듈원자로, ③ESS 및 유연성 향상, ④바이오에너지, ⑤수소, ⑥가정부문 효율 향상, ⑦DAC, ⑧차세대 CCUS, ⑨연료전환, ⑩에너지 관련 AI과 같은 혁신기술 등)를 중심으로 투자 촉진

- 영국의 최초 CCUS 플랜트(체셔주(Cheshire), £1,700만 투자)
- 세계 최대 "Cryogenic" ESS 플랜트(맨체스터(Manchester), £7,000만 이상 투자)
- 영국의 최대 혁신 히트펌프 시범사업(750가구, £1,500만 이상 투자)
- 청정기술에 집중하는 영국 최초의 벤처 캐피탈 펀드(£4,000만 이상 투자)

- 청정기술에 투자하기 위해 시장 상황에 따라 2021년 녹색국채를 발행하여 프로젝트를 금융 측면에서 지속 가능하게 하고 인프라 구축에 자금을 제공하며 전국에 걸쳐 일자리 창출 지원
- 기후변화와 관련한 금융 정보의 필수 보고 제도를 2025년까지 도입하고, 그린 택소노미(green taxonomy, 녹색산업 분류체계)를 시행하여 투자자에 대하여 더 좋은 지침을 제공
- 녹색 일자리 태스크포스를 출범(2021년 봄 종료)하여 기업, 기술 훈련 기관 및 노동조합과의 협력을 통해 2030년까지 고품질의 새로운 녹색 일자리를 창출하는 것에 대한 장기 계획을 개발 지원 및 전환 중인 산업에 종사하는 노동자를 위하여 어떤 지원이 필요한지 조언

녹색금융 및 혁신을 통한 기대효과

일자리 창출 효과	투자 확대 효과	온실가스 감축 효과
• 2030년까지 수십만 개의 일자리 창출	• 탄소중립 혁신에 10억 파운드의 정부 자금 제공, 10억 파운드의 매칭 펀딩과 잠재적으로는 민간 부문으로부터 25억 파운드의 후속 자금의 제공 기대	• 저탄소 부문에 걸쳐 탄소 저감 가능

(2) 에너지백서(Energy White Paper: Powering out Net Zero Future) ('20.12)[14]

- 2020년 11월 발표한 '녹색 산업혁명 추진을 위한 10대 중점계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution)'의 후속조치로 넷제로 달성을 위한 구체적인 시행계획을 담은 '에너지백서' 발표
  - '에너지백서'에는 소비자(Consumer), 발전(Power), 에너지시스템(Energy System), 건물(Building), 산업에너지(Industrial Energy), 석유·가스(Oil and Gas)와 같은 총 6개 분야에 대한 세부계획 제시
    - '에너지백서'는 2050년까지 청정에너지로 전환하는 방법과 이것이 가정과 직장의 에너지 소비자에게 무엇을 의미하는지, 그리고 기업이 제품과 서비스를 생산하기 위해 에너지를 사용하는 방법에 대한 비전 포함
    - 백서에 담은 전략을 시행하여 2032년까지 230백만톤의 이산화탄소 절감 효과 달성 기대
    - 분야별 세부 조치는 ①에너지전환(Transform Energy), ②코로나 19로부터 녹색회복 지원(Support a Green Recovery from COVID-19), ③소비자를 위한 공정한 에너지 이용환경 조성(Creating a Fair Deal for Consumers)으로 제시
      - (에너지전환) 청정에너지 도입을 통해 친환경적 미래 건설
      - (녹색회복 지원) 경제성장, 녹색산업분야의 고용 및 수출기회 창출 등 녹색산업을 통한 코로나 극복
      - (공정한 에너지 이용환경 조성) 에너지 빈곤층 보호와 에너지 비용 절감 기회 제공, 에너지효율이 높은 주거환경 구축 추진
  - **(소비자)** 소비자의 이익 보호와 에너지요금 및 탄소배출량 감축을 목표로 소비자에게 공정한 거래를 제공하고, 연료빈곤문제 해결 및 에너지 요금 절감을 위한 기회 창출
    - 에너지효율 개선을 통해 각 가구의 에너지 비용 절감 추진
      - 에너지 공급자 효율향상 의무제도(Energy Company Obligation, ECO), 취약계층 전기요금 감면제도(Warm Home Discount, WHD) 및 Green Homes Grant를 통해 연료 빈곤층에게 추가적인 보호 제공 및 향후 6년 동안 최소 £67억의 재정 지원 제공
      - 스마트미터 등의 기술을 활용하여 가정의 에너지 성능 업그레이드 및 청정 에너지 전환 지원
    - 전력·가스 요금 개편방안으로 전력 사용시간 및 사용패턴에 따른 차등요금 부과방식 등 검토
    - 이용자 사전 동의를 필요로 하는 옵트인(Opt-in) 방식 에너지전환 프레임워크 설계 및 확산을 위한 컨설팅
    - 소비자가 에너지 서비스 및 제품 선택 시 탄소 함량에 대한 정확한 정보를 제공받을 수 있도록 컨설팅

14) Energy White Paper: Powering out Net Zero Future, BEIS, 2020.12.

- 상호 운용성, 데이터 개인 정보 보호 및 사이버 보안을 포함한 원칙에 따라 스마트 기기에 대한 표준화, 규제 및 입법화 추진

○ **(발전)** 2050년까지 경제부문의 비용효과적인 탈탄소화를 위해서는 전력이 주요 요소로, 청정발전 실증 가속화 및 영국의 에너지혁신 프로그램에 £10억 투자를 통해 차세대 원자력과 청정수소 등 미래기술 개발 촉진

- (재생에너지) 1GW 부유식 풍력을 포함한 40GW의 해상풍력설비를 2030년까지 보급하고, 기타 가격경쟁력을 갖춘 재생에너지 기술 확대
  - 2030년까지 해상풍력 프로젝트 촉진을 위해 2년마다 정기적인 CfD*경매 시행 계획

  * CfD(Contract for Difference, 장기차액거래): 발전차액지원(Feed-in Tariff) 방식으로, 저탄소 발전설비 생산전력에 일정수준 이상의 가격을 보장해 가격변동성 노출을 줄이고 수익불확실성을 개선해 투자를 촉진하기 위한 지원방식[15)]

  - 기술적, 경제적 평가를 바탕으로 조력과 파력에너지의 역할을 검토하고, 수소와 해상 풍력 간 시너지를 위한 방안 제시 예정
- (CCUS) CCUS 프로젝트 활성화를 위해 시장을 촉진할 수 있는 상업적 프레임워크를 마련할 예정이며, 2030년까지 최소 한 곳 이상의 CCUS를 적용한 발전소 프로젝트 운영 지원
- (원자력) 원자력에 대한 투자는 대규모 원전 건설, 소형원자로 및 차세대 원자로 개발로 나누어 제시
  - 대규모 원전 건설의 경우 2020년 중반까지 Hinkley Point C*의 상업 가동 시작

  * Hinkley Point C 원자력 발전소: 영국 Somerset에 3,200MWe 원자력 발전소를 건설하는 프로젝트

  - 2030년대 초반까지 소형모듈원자로(SMR)설계를 비롯한 차세대모듈원자로(AMR) 실증을 목표로 차세대 원자력 기금을 통해 최대 £3.85억 투자 추진
  - 2040년까지 상업적 가치가 있는 핵융합 발전소 건설을 위해 £4억 투자
- (바이오매스) 2022년까지 CCS와 결합된 바이오매스(BECCS)가 경제 전반에 걸쳐 탄소 배출량을 줄이는 데 기여 가능한 역할을 확립하고, 바이오매스 전략의 일환으로 이 기술의 실증 방법 제시
  - 2022년 바이오매스 전략을 발표할 예정으로 지속가능한 바이오매스의 가용 규모, 2050 넷제로 목표 달성을 위하여 경제 전체에서 어떻게 바이오매스 자원을 활용할 것인가 등의 문제 검토 예정
- (에너지모델링) 에너지모델링 시스템을 도입하여 장기적 탈탄소에 따른 전략, 정책의 실제 집행에 따른 영향분석 등으로 탈탄소화를 위한 정책 마련에 기여[16)]
  - 넷제로 달성이라는 도전적 목표 달성을 위해서는 연료비, 특정 기술의 시장 진입시기, 새로운 난방 방식 도입을 요청받을 경우 소비자의 대응 등 다양한 불확실성을 반영한 에너지 모델 적용 필요

15) 세계 에너지시장 인사이트 제21-1호, 에너지경제연구원, 2021.1
16) [이슈분석 192호] 영국의 탄소중립 정책과 한국의 시사점, 글로벌 과학기술정책정보서비스, 2021.6

- **(에너지시스템)** 스마트하고 유연한 에너지시스템 구현을 통해 2050년까지 최종에너지의 50% 이상 전력으로 공급
  - 전기·가스 송배전망을 확충하고 스마트전력시스템 도입 가속화로 시스템 유연화 확보 및 전력네트워크 건설·소유 및 운영에 있어 경쟁 입찰이 가능하도록 입법화 예정
  - Net Zero Innovation Portfolio를 통해 스토리지 및 유연성 혁신에 대한 £1억 투자로 장주기 ESS 상용화 촉진
  - 에너지데이터 관리 시스템 도입을 통해 데이터 관리 효율 및 민간의 데이터 접근성 향상
  - 2030년까지 내연기관차, 2035년까지 하이브리드 자동차 판매가 단계적으로 중단됨에 따라 사전에 운전자가 EV로 전환할 수 있도록 충전 및 관련 인프라 확충 지원
    - 철도 전기화, 항공 및 해양부문 탈탄소화를 위한 수소 및 지속가능한 연료개발 지원 등
- **(건물)** 기축과 신축건물의 에너지성능 개선을 통해 소비를 저감하고 화석연료 난방방식을 청정에너지 중심으로 전환하여 2050년 건물의 온실가스 배출량 감축
  - Future Homes Standard 제정으로 저탄소 난방과 건물의 에너지효율 강화를 통해 신축건물의 탄소제로화를 추진하고, 스마트 계량기 설치를 지원하기 위한 건물 사양 초안 작성 지침을 별도로 게시
  - 주택 소유자에게 단열, 창호개선 등 에너지 성능 업그레이드 비용을 지원해 주택의 에너지효율 향상 및 에너지비용 절감 추진
  - 연료빈곤전략 수립 등을 통해 열악한 에너지효율을 가지고 있는 주택에 초점을 맞추어 주택 성능을 향상시킴으로서 에너지소비와 에너지요금 절감 유도
  - 난방 방식의 전력화·히트펌프 보급으로 가정 및 상업용 건물의 에너지 효율 개선
    - 2028년까지 전기 히트펌프의 설치를 연간 30,000개에서 600,000개로 확대
  - 가스 그리드에 수소 및 바이오메탄 등의 비율을 확대하여 공급
  - 신규 열 네트워크 전환 프로그램(£1.22억)을 활용하여 저탄소 또는 탈탄소 열원으로의 전환을 포함하여 지역난방시스템을 지원하고, 특히 폐열 회수와 히트펌프 사용에 중점을 둔 저탄소 네트워크 제공에 초점
- **(산업에너지)** 2050년까지 산업부문 배출을 현재 대비 약 90% 감축한다는 목표에 따라 2030년까지 4개의 저탄소 클러스터와 2040년까지 적어도 하나의 완전한 넷제로 클러스터의 제공 지원
  - 청정수소 및 CCUS 활용 적극 장려
    - 산업계와 협력하여 2030년까지 연간 저탄소수소 42TWh 생산이 가능한 5GW의 생산능력 확보

    ※ 저탄소 수소 생산을 지원하기 위해 넷제로 수소 펀드 마련으로 2024~2025년까지 £2.4억 파운드의 자본 공동 투자

- 2020년대 중반까지 2개의 산업 클러스터에 CCUS 실증을 위해 2025년까지 £10억 파운드를 투자하고 2030년까지 추가로 2개의 클러스터를 구축

- 산업용 열 회수 지원 프로그램(£1,800만)을 통해 산업 폐열 재사용 지원 등 에너지 사용량이 많은 기업의 비용절감 및 탄소배출 감축 지원
- 세계 최초의 넷제로 탄소 상한선 및 무역 시장인 영국 배출권 거래제(UK Emissions Trading Scheme) 시행

○ **(석유·가스)** 석유·가스 기업이 청정에너지로 사업 포트폴리오의 전환을 지원하기 위한 규제기반 마련

- 규제기관과의 협력을 통해 시추에 필요한 전력을 재생에너지로 공급해, 2050년까지 대륙붕 시추 활동의 탈탄소화 추진
- 석유·가스정 생산 활동 종료 시, 기존 인프라의 용도를 변경하여 활용할 수 있는 방안 마련
- 2020년 말 이전에 석유 및 가스 당국을 위한 새로운 전략을 수립하여 넷제로 달성에 집중
- North Sea Transition Deal을 사용하여 영국에 기반을 둔 석유 및 가스 공급망을 지원하여 해외 시장에서 새로운 저탄소 수출 기회 확보

North Sea Transition Deal

- 영국 근해의 석유 및 가스 부문과 정부가 함께 협력하여 온실 가스 배출 감소 목표를 달성하는 데 필요한 기술, 혁신 및 새로운 기반 시설 제공
- 일자리를 보호하고 창출하기 위해 영국의 석유 및 가스를 중심으로 구축된 전문 공급망 지원
  - 해양 플랫폼 전기화에 대한 규제 해결을 위한 공동작업 등을 통해 2025년까지 석유·가스 해양 생산 배출량 10% 조기 감축
  - 2030년까지 새로운 에너지 기술에 최대 £140억~160억 투자 및 CCUS 및 대규모 수소생산을 가능하게 하는 비즈니스 모델 지원
  - 탈탄소 UKCS(United Kingdom Continental Shelf, 영국 대륙붕) 생산, CCUS 및 수소 부문에서 최대 40,000개의 직간접 공급망 일자리 지원

(3) 넷제로 전략(Net Zero Strategy: Build Back Greener) ('21.10)[17]

- 영국정부는 2050년 넷제로를 달성하기 위한 경제 전 부문의 탈탄소화 계획을 포함한 「넷제로 전략(Net Zero Strategy: Build Back Greener)」을 의회에 제출('21.10)
  - 2020년 11월 발표한 '녹색 산업혁명 추진을 위한 10대 중점계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution)'의 세부 계획에 기초하여 작성되었으며, 2050년까지 영국정부의 탄소중립 목표 달성을 위해 영국 경제의 모든 부문의 탈탄소화를 위한 정책과 투자 관련 내용 제시
    - 2030년까지 440,000개의 일자리를 확보, £900억(1,240억 달러)의 민간 투자 유치 및 히트펌프, 전기 자동차, CCUS, 수소와 같은 저탄소 기술에서의 경쟁 우위 확보 지원을 목표로 제시

- 발전, 연료 공급·수소, 산업, 난방·건물, 수송, 천연가스·폐기물·F-가스, 온실가스 제거 등 경제 전 부문의 배출량 감축 정책과 경제 전반의 탈탄소화 전환 지원을 위한 전략 제시
  - **(발전)** 공급 안정성을 전제로 2035년까지 영국의 전력 시스템 100% 탈탄소화 목표
    - (원자력) 현 국회 임기 내 대규모 원자력 발전소에 대한 최종 투자 결정 승인, 소형모듈원자로(SMR) 등 차세대 원자력 기술개발을 위한 미래 원자력 기금(£1.2억) 지원
    - (재생에너지) 2030년까지 40GW 해상 풍력 보급과 함께 육상 풍력, 태양광 등 재생에너지 보급을 확대하고, 에너지저장시스템(ESS) 등 유연성 자원 보급
      - 2030년까지 1GW 북해 및 켈트해에 부유식 해상풍력 보급(£3.8억 투자 지원)
  - **(연료공급·수소)** 산업 탈탄소화 및 수소 지원계획(Industrial Decarbonisation and Hydrogen Revenue Support scheme, IDHRS) 제도에 £1.4억 투자('23년 최대 250MW 수전해 설비 용량 계약 수주 추진)
    - 석유 및 가스 산업의 온실가스 배출 최소화를 위한 규제, 영국 대륙붕의 개발권에 대한 신규 기후 적합성 평가체계 도입 발표
  - **(산업)** 2035년까지 4개의 CCUS 클러스터 보급(Hynet and East Coast Clusters 등)을 통한 연간 20~30MtCO_2eq 규모의 탄소포집(산업부문 6MtCO_2eq) 목표 설정 및 산업 에너지 전환 기금(£3.15억)을 통한 미래 유망 산업 부분 지원
    - UK ETS(Emissions Trading Scheme)를 활용한 비용 효율적인 감축 장려
  - **(난방&건물)** 2035년 이후 신규 가스 보일러 판매 금지를 목표로 하며, 저탄소 난방시스템을 도입하는 가정에 보조금을 지원하는 £4.5억 규모의 보일러 업그레이드 계획(Boiler Upgrade Scheme) 추진

17) Net Zero Strategy: Building Back Greener, HM Government, 2021.10

- 히트펌프 선도기술 개발 및 2028년까지 히트펌프 60만개 설치 목표 달성 지원을 위한 Heat Pump Ready programme을 추진하고, 가스 요금과의 정책비용 재조정을 통해 저렴한 전기 제공
- 사회 주택 탈탄소화와 홈 업그레이드 보조금을 위해 £17억 5,000만 투자 및 2037년까지 공공 건물 배출량 75% 감축을 목표로 £14억 2,500만 투자

○ **(수송)** 2035년까지 모든 자동차 배출가스 제로화 및 2030년 이후 신규 휘발유 및 디젤 자동차 판매 중단

- 전기차 충전 인프라 및 무배출 차량 보조금에 추가 자금(£6.2억) 지원 및 영국 차량과 공급망의 전기화 지원을 위한 자동차 전환 기금(Automotive Transformation Fund, £3.5억) 추가 할당
- 마을과 도시 여행 시 자전거 및 걷기를 장려(£20억 투자)하고, 통합 버스망, 버스 운행 간격 확대, 버스 차선 구축 등에 £30억 투자
- 4,000대의 신규 무배출 버스 및 인프라 보급을 통한 지역 교통 시스템 전환, 2040년까지 디젤연료(100%) 기차운행 중단 및 2050년까지 철도망 넷제로화 추진을 위해 철도 전기화 및 도시 급행 교통 시스템 부문 투자 확대
- 청정 해상 선박·인프라 실증 및 확대 프로그램을 추진하고, 항공분야의 경우 2030년까지 지속가능 항공유(Sustainable Aviation Fuel, SAF) 10% 혼합 의무화 목표달성을 위한 SAF 플랜트 개발에 £1.8억 지원

○ **(천연자원·폐기물·F-가스)** 천연자원, 폐기물 및 F-가스 전반에 걸쳐 넷제로 R&D를 지원(£7,500만)하고, 이탄지 복원, 삼림 조성 및 관리 등을 위한 기후 기금 확대

- 농업 투자 기금 및 농업 혁신 프로그램 운영을 통한 저탄소 농업 혁신 지원 및 수익성 개선
- 2050년까지 약 280,000 헥타르 규모 이탄지 복원, 삼림 조성 비율 3배 확대 및 현 국회 임기 말까지 식림 비율 가속화
- 2028년부터 도시폐기물 생분해성 제거 기술 모색 등

○ **(온실가스제거)** 온실가스제거(GGR, Greenhous Gas Removal) 혁신에 £1억 투자

- 기업에너지산업전략부(BEIS, Department for Business, Energy & Industrial Strategy) 주도의 모니터링, 보고, 검증 작업에 산업계 및 학계 참여

○ **(Cross-Cutting action)** 넷제로 혁신 프로젝트에 최소 £15억 지원, 저탄소 기술 개발 및 규모 확대를 위한 영국 인프라 은행(UK Infrastructure Bank) 활용 확대, 지속가능성 공개 제도(UK green taxonomy, 기후 관련 재무 공개 등) 도입, 넷제로 전환 지원을 위한 인력 양성 기반 마련 등 추진

영국의 넷제로 정책 요약

개요	
탄소중립 선언	• 「기후변화법(Climate Change Act 2008)」의 개정('19.6)을 통해 2050년 넷제로(Net-Zero) 달성 목표 제시
NDC	• 2030년 까지 1990년 대비 온실가스 배출 68% 감축('20.12)
법제화	• 2019년 6월 2050년 탄소감축목표를 1990년 대비 최소 100%로 강화하는 내용으로 「기후변화법」(Climate Change Act 2008)을 개정하여 넷제로 목표를 선진국 중 최초로 법정화

영국의 넷제로 정책			
구분	녹색산업혁명에 대한 10대 중점 계획	에너지백서	넷제로 전략
재생에너지	• 해상풍력 설비 40GW로 확대(부유식 해상풍력 1GW 포함, '30)		
		• 가격경쟁력을 갖춘 재생에너지 기술 확대 • 조력·파력 역할 검토	• 육상풍력, 태양광 등 재생에너지 보급 확대 ※ 부유식 해상풍력 보급('30)
원자력	• 소형모듈원자로, 차세대 모듈원자로 개발	• 대규모 원전건설 • 소형모듈원자로 • 차세대모듈원자로 • 핵융합 발전소	• 대규모 원자력 발전소에 대한 최종투자 결정 승인 • 소형모듈원자로 등 차세대 원자력 기술 개발을 위한 미래 원자력 기금 지원
수소	• 저탄소 수소 생산능력 5GW까지 확대('30)	• 수소와 해상풍력 연계 • 저탄소 수소생산 지원을 위한 수소펀드 마련	• 최대 250MW 수전해 설비용량 계약 수주 추진('23)
바이오 매스	-	• BECCS 역할 확립 • 바이오매스 전략 발표 예정('22)	• BECCS 구축 지원을 위한 바이오매스 공급 증대 추진
수송분야	• 내연기관차 '30년부터 판매금지 • 친환경 대중교통 (전기버스 등), 자전거도로, 철도노선 등 확대 • 항공 및 선박 저탄소화 (배터리, 수소 등 저탄소 연료 활용)	• 전기차 충전 및 관련 인프라 확충 지원 • 철도 전기화 • 항공 및 해양부문 탈탄소화를 위한 수소 및 친환경 연료개발 지원 등	• 전기차 충전 인프라 및 무배출 차량 보조금 지원 • 수송분야 전기화 지원 자금 할당 • 4,000대의 신규 무배출 버스 및 인프라 보급 • '50년까지 철도망 넷제로화 추진 • 청정해상 선박·인프라 실증 및 확대 프로그램 추진 • 항공분야 SAF 10% 혼합 의무화 목표 달성을 위한 플랜트 개발 지원

영국의 넷제로 정책			
구분	녹색산업혁명에 대한 10대 중점 계획	에너지백서	넷제로 전략
산업분야	-	• 청정수소와 CCUS 활용 적극 장려 • 산업용 열 회수지원 프로그램 • 석유·가스 기업의 청정 에너지 포트폴리오 전환 지원 • 대륙붕 생산 탈탄소화	• 산업 탈탄소화 및 수소 지원계획 제도에 1.4억 투자 • 석유·가스산업의 온실가스 배출 최소화를 위한 규제 • 영국 대륙붕 개발권에 대한 신규 기후 적합성 평가체계 도입 발표
건물분야	• '28년까지 매년 60만대 히트펌프 설치	• 건물성능 개선 지원 • 난방 전력화, 히트펌프 보급 • 가스 그리드에 수소 및 바이오메탄 비율 확대 • 열 네트워크 전환	• '35년 이후 신규 가스 보일러 판매금지 목표 • 보일러 업그레이드 계획 • 히트펌프 선도기술 개발 • 사회주택 탈탄소화 및 건물성능 개선 보조금 지급
송배전망	-	• 전기·가스 송배전망 확충 • 스마트 전력시스템 도입 • 장주기 ESS 상용화	• ESS 등 유연성 자원 보급 • 그리드 유연성 확보 • 에너지 시스템 디지털화
온실가스 처리	• '30년 까지 온실가스 천만톤/년 포집 목표	• 산업 클러스터에 CCUS 실증 • CCUS를 적용한 발전소 프로그램 운영 지원('30)	• CCUS 클러스터 보급을 통해 산업부문 6MtCO_2eq 탄소포집 목표 설정 • 온실가스 제거(GGR) 혁신 투자 (BECCS, DACCS 등)
폐기물	-	-	• 폐기물, 천연자원 및 F-가스 등 전반에 걸쳐 넷제로 R&D 지원 • 도시폐기물 생분해성 제거기술
기후변화 적응	• 자연환경 보호, 생태계 복원, 홍수방지, 해안지역 보호 등	-	• 28만 헥타르 규모 이탄지 복원, 삼림 조성 비율 3배 확대 및 식림비율 가속화 (~'50)
기반 마련	• 탄소중립 혁신 포트폴리오 투자 • 녹색국채 발행을 통해 금융지원 • 그린택소노미(Green Taxonomy) 시행 • 녹색 일자리 태스크포스 출범	• 에너지 모델링 시스템 도입 • 영국 배출권 거래제 시행	• UK ETS(Emission Trading Scheme) 활용 • 넷제로 혁신 프로젝트 지원 • 저탄소 기술개발 및 규모확대를 위한 인프라 은행 활용 확대 • 기후관련 재무공개제도 도입 • 넷제로 전환 지원을 위한 인력양성 기반마련 등

05 미국

가. 넷제로 목표 제시

> *"(…) 명백한 (감염병의) 위협에도 불구하고 지속가능한 현대적 인프라 구축을 위한 양질의 일자리를 창출하고, 장차 공정하고 깨끗한 에너지 미래를 실현하며, 늦어도 2050년까지 미국 경제 전반에서 넷제로를 달성할 수 있는 기회의 가능성이 있습니다."*
>
> - 미국 대통령 Joseph R. Biden Jr., '21.1.27 -

- 미국 대선 당시 적극적인 기후변화 대응에 대한 공약 중 하나로 2050 넷제로 목표를 내세운 조 바이든 미국 대통령은 취임 당일('21.1.20) 파리협정에 재가입 했으며 이후 '국내·외 기후 위기 대처를 위한 행정명령(행정명령 14008호, '21.1.27)' §201에서 2050년 넷제로를 언급[18)]
- **(NDC)** 2030년 온실가스 배출량을 2005년 대비 26~28%에서 50~52% 으로 상향 조정('21.4)

※ 조 바이든 미국 대통령은 지구의 날(4월 22일)을 맞이하여 세계 40개국 정상을 초청해 화상으로 기후정상회의를 개최하고 NDC 상향을 약속

나. 기후 거버넌스

- 바이든 미국 대통령은 기후위기 대응을 선도하기 위해 백악관 국내 기후정책실(Office of Domestic Climate Policy(Climate Policy Office)) 및 국가 기후 태스크포스(National Climate Task Force)를 설립*

* 국내·외 기후 위기 대처를 위한 행정명령(행정명령 14008호, '21.1.27)

  - **(기후정책실)** 국가 기후보좌관(National Climate Advisor)을 필두로 백악관의 미국 내 기후 관련 의제 조정, 실행을 총괄
  - **(국가 기후 태스크포스)** 연방정부 전체에 걸쳐 기후변화 대응을 최우선시 하기 위해 모든 기관을 동원 할 수 있도록 국가 기후보좌관의 지휘 아래 재무부·국방부·내무부·상무부·노동부 등 21개 연방 부처 및 기관의 장으로 구성
    - 온실가스 배출량 제한, 회복력 강화, 공중보건 보호, 공정 증진, 토양 및 수질 보호, 경제성장 촉진 등 기후변화에 대응하기 위한 미국 정부의 모든 임무의 핵심적 역할 수행

18) The White House, Executive Order on Tackling the Climate Crisis at Home and Abroad, 2021.1.27.

다. 미국의 넷제로 정책

(1) 미국 온실가스 감축 목표(The United States of America, Nationally Determined Contribution, '21.4[19])

- 조 바이든 미국 대통령이 2021년 4월 22일 지구의 날을 맞이하여 세계 40개국 정상을 초청해 화상으로 기후정상회의를 개최하였으며, 이 회의를 통해 2030년까지 자국의 온실가스를 2005년 대비 50~52% 감축하겠다고 약속하고 미국의 2030년 국가 온실가스 감축 목표(NDC, Nationally Determined Contribution)를 상향
  - 기후정상회의는 미국이 글로벌 기후변화 대응에 대한 주도권을 되찾기 위해 미국 정부가 주관하였으며, 이를 통해 미국은 온실가스 저감 효과와 더불어 양질의 일자리 창출과 자국의 국제적 경쟁력을 유지 효과를 기대

- 2030년 NDC 목표 달성을 위한 방안으로 청정에너지로 전환을 위한 인프라와 기술혁신에 투자, 일자리 창출이 가능한 경제 회복의 촉진, 깨끗한 공기과 물로의 회복을 통해 환경적 정의를 개선, 미국의 자국 제품 우선 구매 등의 내용을 포함
  - **(전력)** 2035년까지 100% 무탄소 전력 생산을 목표로 다양한 안전하고 환경 정의를 실현할 수 있는 무탄소 전력 생산, 송전, 저장, 탄소포집, 기존 원전의 안전성 향상 등 비용효율적이면서 양질의 일자리를 창출 할 수 있는 방법을 동원할 예정
  - **(에너지효율)** 건물 에너지 효율 향상 및 전기화 프로그램을 통해 가정 내 배출량 및 에너지 비용 감축, 양질의 일자리 창출 등을 도모하고, 고성능 전기화 건물 등을 위한 기술에 투자 목표
  - **(교통)** 차량의 배기가스 배출 감축 및 자가용·트럭 등의 효율 향상을 목표로 충전 인프라 투자, 탄소 배출량을 극소화하는 재생가능 연료에 대한 연구개발 및 보급·확산, 새로운 운송수단을 포함한 다양한 교통 인프라에 투자 계획
  - **(산림·농업)** 산림과 농업분야에서 배출량을 줄이고 자연기반해법(NBS) 등 탄소 흡수원 강화
  - **(산업)** 재생에너지, 원자력, 폐기물 등으로 수소 생산 등 산업 부문의 탄소 배출량 저감을 지원하고, 특히 저탄소/무탄소 산업의 초기 인프라 조성을 위해 정부의 공공조달 등 동원 가능
  - **(Non-CO_2)** 메탄, 불화수소 등 강력한 비 이산화탄소계 온실가스 감축
  - **(혁신)** 저렴하고 안정적이고 탄력적인 청정기술 및 인프라 구축을 위한 기술 혁신을 위해 투자

19) The White House, FACT SHEET: President Biden Sets 2030 Greenhouse Gas Pollution Reduction Target Aimed at Creating Good-Paying Union Jobs and Securing U.S. Leadership on Clean Energy Technologies, '21.4

(2) 인프라 투자 및 일자리법(Infrastructure Investment and Jobs Act, '21.6)[20]

- 조 바이든 미국 대통령이 경기 부양을 위해 계획 중인 두 개의 대규모 인프라 투자 예산안 중 첫 번째인 $1.2조 규모의 '인프라 투자 및 일자리법' 의회 최종 통과('21.11.5)

- 이번 '인프라 법안'은 기존 전통 인프라 개선 사업 예산에 $5,500억 규모의 예산이 추가된 것으로 최종적으로 전통적인 인프라 부문에 대한 투자는 총 $1.2조 규모
  - **(전국적인 전기자동차 충전 네트워크 확충)** 고속도로, 주거 및 상업 지역 등 충전 네트워크 확충에 $75억을 투자하여 50만대의 전기차 충전기를 보급하여 전기차 보급 가속화, 배출량 감축, 대기질 개선, 양질의 일자리 창출하려는 정부의 목표 지원
  - **(깨끗하고 안전한 에너지 공급을 위한 전력인프라 개선)** 정전으로 매년 $700억의 손해를 겪는 미국의 신재생에너지 확산 및 비용 저감을 위해 수천 마일의 신규 송전 선로 건설 등에 $650억 이상 투자
  - **(인프라 회복력 강화)** 작년 한 해 약 $1,000억의 피해를 입은 미국은 인프라의 회복력을 강화해 가뭄, 더위, 홍수, 산불과 기후변화, 사이버 테러의 위협에서 지역 사회를 보호하기 위해 $500억 투자
  - **(이미 오염된 환경의 복원에 투자)** 개발 과정에서 오염되고 방치된 수천 개의 기존 산업 현장 정리와 버려진 광산, 유정, 가스정들을 매립 및 폐쇄에 $210억을 투자해 병충해와 오염방지 및 양질의 일자리 창출

- 이번 인프라 법안에서는 바이든 행정부가 제안한 '미국 일자리 계획(American Jobs Plan, '21.3.31)' 중에서 심한 노후화로 투자가 필요한 전통적인 인프라 부문에 관한 총 투자 예산만이 반영되었으며, 그린 인프라에 대한 투자는 배제되어 이에 대한 일각의 비판이 존재

(3) 더 나은 재건법(Build Back Better Act, '21.11)[21]

- 보육 지원, 무상 교육 확대, 청정에너지 및 기후변화에 대한 투자 등 인적 인프라와 청정 인프라에 대한 투자 계획인 '더 나은 재건법'의 예산안이 $1.75조 규모로 하원에 제출됨('21.11.06)
  - 미국 민주당은 '인프라 법안'에서 배제된 그린 인프라 투자예산을 이번 '사회복지 법안'에 이동, 편입하여 총 $3.5조 규모의 사회복지 인프라 법안을 제안하려 계획했으나 의회 합의 끝에 조 바이든 미국 대통령은 기존 규모의 절반 정도인 $1.75조 규모의 '더 나은 재건법' 예산안 발표('21.10.28)

20) The White House, President Biden's Bipartisan Infrastructure Deal, '21.11
21) The White House, The Build Back Better Framework, '21.10

- ‘더 나은 재건법’의 제정으로 기후 목표 달성, 수백만 개의 양질의 일자리 창출, 노동 인구 확대, 침체된 경제의 성장 등의 효과 기대
  - **기후변화 대응을 위한 최대의 노력**
    - **(청정에너지 및 전기화 전환 가구 지원)** 가정용 태양광 설치 비용 30% 절감, 미국산 소재 및 미국 내 제작된 전기차 구매 시 $12,500 세제 혜택, 농촌 지역 청정에너지 전환 지원 등 미국 가정 내 에너지 비용 절감 지원
    - **(미국산 청정에너지 인프라 보급 확대 및 일자리 창출)** 청정에너지 발전 설비 생산 시 미국산 철강, 시멘트, 알루미늄 등이 활용되도록 공급망 성장을 위한 보조금, 대출, 세액공제, 공공조달 등 인센티브 지원
    - **(정의로운 전환을 위한 사회 환원)** ‘Justice 40 이니셔티브’의 일환으로 투자 이익의 40%를 소외 지역에 환원
    - **(회복력 및 자연 기반 솔루션 강화)** 스마트농업 등 농장, 목장, 임야 배출량 저감을 위한 지원 확대

(4) 미국 장기 저탄소 발전 전략(The Long-term Strategy of the United States, ‘21.11)[22]

- 조 바이든 미국 대통령은 미국의 세계적인 리더십을 되찾기 위해 COP26*에 맞추어 2050년 넷제로 목표 달성을 위한 ‘미국 장기 전략’을 발표(‘21.11.1)

  * COP26: 제26차 유엔기후변화협약 당사국총회, 영국 글래스고에서 개최(‘21.10.31~11.12)

- **(넷제로 달성의 장점)** 미국 경제 현대화, 불평등 해결, 지역사회의 공중 보건 개선, 기후 위기 회피 등
  - **(공중 보건)** 청정에너지 전환을 통해 대기 오염을 줄이면 2030년까지 8.5~30만 명의 조기 사망과 $1,500~2,500억 규모의 건강 및 기후 피해를, 2050년 까지 $1~3조의 피해를 방지할 수 있으며 사회가 불균등하게 분담하는 오염 부담을 완화시킬 것으로 기대
  - **(경제 성장)** 청정 산업에 대한 투자로 경제의 경쟁력 강화와 지속적인 성장을 촉진하며 미국이 배터리, 전기차, 히트펌프 등 주요 청정기술을 선도 가능
  - **(갈등 축소)** 대규모 이주와 충돌을 야기하는 가뭄, 홍수 등 기후재난은 이미 전 세계적으로 국가 안보를 위협하는 존재이므로 넷제로를 위한 노력은 궁극적으로 세계의 안보를 위한 노력
  - **(삶의 질 향상)** 넷제로를 위한 고속철도, 수송 수단 등의 개발은 지역의 연결성, 접근성, 건전함을 향상

22) The White House, FACT SHEET: President Biden Renews U.S. Leadership on World Stage at U.N. Climate Conference (COP26), '21.11

- **미국의 2050년 넷제로 달성을 위한 주요 방안**
  - **(전력 탈탄소화)** 2050년 넷제로 달성을 위한 초석을 다지기 위해 최근 몇 년간 가속화된 미국의 성공적인 청정에너지 전환 사례를 바탕으로 2035년 100% 청정 전력 생산을 목표
  - **(전기화 및 청정 연료 전환)** 수송, 건물, 산업 등 경제 전반에 경제적이고 효율적인 전기를 공급하고, 항공, 해운, 공정 등 일부 전기화가 어려운 부문은 무탄소 수소, 지속가능한 바이오 연료 등으로 전환
  - **(에너지 효율 향상)** 에너지의 효율을 향상하면 에너지 전환 기간과 비용을 감축할 수 있으므로 보다 고효율 가전제품, 구축과 신축 건물의 에너지 효율성 통합, 지속가능한 제조 공정 등 다양한 에너지 효율 향상 방법 필요
  - **(Non-CO_2 배출 감소)** CH_4, F-gas 등 CO_2가 아닌 온실 가스는 단위 당 지구온난화에 미치는 악영향이 더 크므로 2030년까지 전세계 메탄 배출량을 최소 30% 감축하는 '글로벌 메탄 서약' 등 포괄적으로 즉각적 조치를 모색하고 있으며 Non-CO_2 배출 감축의 혁신적 기술개발을 우선적으로 개발할 예정
  - **(CO_2 제거 규모 확대)** 발전부문을 제외한 부문에서 완전한 넷제로 달성이 어려우므로 배출량에 대한 엄격한 평가와 대기 중 CO_2 흡수·제거 기술 활용이 필요하며 더불어 토양 탄소 흡수 등 확대 필요

- 넷제로 달성에는 ① 투자, 인센티브, 정책 등 연방정부의 리더십 ② 연구 개발을 통해 기술 장벽을 낮추는 기술혁신 ③ 미국 전체 배출에 중요한 역할을 미치는 주, 도시, 카운티 등 비연방정부의 리더십 ④ 대학, 기관, 투자자, 기업, 기타 비정부 기구의 광범위한 참여를 기반으로 한 사회 전체의 행동 등 지속적이고 조직화된 전략 구조가 필요

(5) 에너지 어스샷 이니셔티브(Energy Earthshots Initiative, '21.6)[23]

- 제니퍼 그랜홈 미국 에너지부(Department of Energy) 장관은 에너지부가 주최한 '수소프로그램 연례회의(6.7~6.11)'에서 2035년 전력의 100%를 청정에너지로 공급하고 2050년까지 탄소중립을 달성하는 것을 돕고, 양질의 일자리 창출과 청정 경제 발전을 지원하기 위해 '에너지 어스샷 이니셔티브(Energy Earthshots Initiative)'를 출범('21.6.7)
  - 본 이니셔티브는 지난 4월 미국에서 열린 기후정상회의에서 미국이 청정에너지 분야의 차세대 기술 개발을 추진하겠다던 그랜홈 에너지부 장관의 약속에 따라 출범된 것으로 온실가스 감축을 위해 청정에너지 솔루션을 위한 기술혁신의 촉진을 목표

23) The Department of Energy, Energy Earthshots Initiative - webpage

- 미국 에너지부는 에너지 어스샷 이니셔티브를 출범하면서 발표한 첫 번째 어스샷인 수소샷(Hydrogen Shot)을 시작으로 2022년까지 총 6-8개의 에너지 어스샷을 발표할 예정
  - **(수소샷(Hydrogen Shot)[24])** 첫 번째 어스샷인 수소샷은 10년 이내 풍부하고 저렴하고 신뢰할 수 있는 청정에너지 혁신을 가속화하기 위하여 현재 $5/kg 수준인 그린 수소의 생산 단가를 10년 안에 80% 절감한 $1/kg 수준 낮추는 것을 목표('21.6.7)
  - **(장주기 에너지 저장샷(Long Duration Storage Shot)[25])** 장주기 에너지 저장샷은 그리드 유연성 확보에 필요한 한번에 10시간 이상 대규모로 공급할 수 있는 장주기 에너지 저장 장치의 비용을 10년 이내에 90%까지 낮추기 위해 전기화학적, 기계적, 열적, 화학적 등 모든 유형의 기술을 고려('21.7.14)
  - **(탄소 네거티브샷(Carbon Negative Shot)[26])** 세 번째 어스샷인 탄소 네거티브샷은 이번 세기 중반까지 이산화탄소 제거(Carbon Dioxide Removal, CDR) 시설을 기가톤(Gt) 규모로 설치하고 최소 100년 이상 저장할 수 있도록 탄소 포집 및 저장(Carbon Capture and Storage, CCS) 비용을 $100/tCO_2eq$ 이하가 될 수 있도록 기술 개발 목표('21.11.5)

24) The Department of Energy, Secretary Granholm Launches Hydrogen Energy Earthshot to Accelerate Breakthroughs Toward a Net-Zero Economy, '21.6
25) The Department of Energy, Secretary Granholm Announces New Goal to Cut Costs of Long Duration Energy Storage by 90 Percent, '21.7
26) The Department of Energy, Secretary Granholm Launches Carbon Negative Earthshots to Remove Gigatons of Carbon Pollution from the Air by 2050, '21.11

미국의 탄소중립 정책 요약

개요	
탄소중립 선언	• 조 바이든 미국 대통령의 대선 후보 당시 2050 탄소중립 목표를 공약으로 제시 • 「국내·외 기후 위기 대처를 위한 행정명령(행정명령 14008호, '21.1.27)」에서 2050년 탄소중립 언급
NDC	2030년 온실가스 배출량을 2005년 대비 50~52% 감축('21.4)

미국의 탄소중립 목표			
구분	국가 온실가스 감축 목표 (2030년)	저탄소 장기 발전 전략 (2050년)	에너지 어스샷 이니셔티브
청정전력	• '35년까지 100% 무탄소 전력 생산		-
수송 분야	• 충전 인프라 투자 • 재생가능연료 개발 및 보급 • 새로운 운송수단 등 다양한 교통 인프라에 투자	• 경제 전반에 경제적/효율적 전력 공급 • 일부 전기화가 어려운 부문에 무탄소 수소, 지속가능한 바이오 연료 등 전환 • 가전, 건물, 제조 공정 등 다양한 에너지 효율 향상	-
산업 분야	• 수소 생산 등 산업 부문 배출량 저감 지원 • 저/무탄소 산업의 초기 인프라 조성을 위해 정부의 공공조달 동원 가능		-
건물 분야	• 건물 에너지 효율 향상 및 전기화 프로그램 • 고성능 전기화 건물 등을 위한 기술 개발 투자		-
수소	-	-	• '30년 수소 생산가격 $1/kg 목표
에너지저장	-	-	• '30년까지 에너지 장주기 저장 비용 90% 저감 목표
온실가스 처리	• 메탄, 불화수소 등 Non-CO_2 온실가스 감축	• 글로벌 메탄 서약 등 Non-CO_2 온실가스 감축 • 대기 중 탄소 제거 기술	• '30년 CCS 가격 $100/t$CO_2$eq 이하 목표
산림·농업	• 자연기반해법(NBS) 등 탄소 흡수원 강화	• 토양 탄소 흡수 등 확대 필요	-

06 일본

가. 탄소중립 선언

> *"스가 정부는 경제와 환경의 선순환을 성장 전략의 근간으로 녹색 사회의 실현을 위해 최대한 주력해 나가겠습니다. 이 자리에서 일본은 2050년까지 온실가스 배출을 실질적으로 제로(0)로 하는, 2050 탄소중립, 탈탄소 사회 실현을 목표로 함을 선언하겠습니다."*[27]
>
> - 일본 내각총리대신 Yoshihide Suga, '20.10.26 -

- 스가 총리, 제203회 임시국회에서 취임 후 첫 소신표명연설을 통해 지구 온난화 대응이 더 이상 경제 성장의 제약이 아니라 산업구조와 경제 사회의 대전환을 통해 큰 성장으로 이어진다는 발상의 전환을 강조하며 2050년까지 탄소중립 달성 방침 선언('20.10.26)
  - 차세대 태양전지, 탄소 재활용 등 기술의 혁신과 실용화를 위한 연구개발 촉진, 규제 개혁, 그린 투자 확대, 국가와 지방의 탄소중립 이행 점검의 장 마련 등 탈탄소사회로의 전환을 위한 노력 강화
  - 에너지 절약 극대화, 재생에너지의 최대한 도입, 안전을 최우선으로 하는 원자력 정책 추진을 통한 안정적인 에너지 공급 구조 확립 및 석탄 화력 발전 정책의 근본적인 방향 전환 추진
- **(NDC)** 2030년 온실가스 배출량을 2013년 대비 46% 감축 목표 및 더 나아가 50% 감축의 야심찬 목표 달성을 향한 최대한의 노력 강화('21.10.22, UNFCCC 제출)[28]

  ※ 기존 2013년 대비 26% 감축에서 46% 감축으로 큰 폭 상향 조정('21.4.22)[29]

나. 탄소중립 법제화

- 지구 온난화 방지를 목적으로 하는 일본 최초의 법률인 「지구온난화대책추진법」(地球温暖化対策推進法, 이하 온대법)에 2050년 탄소중립, 탈탄소 사회 실현을 지구 온난화 대책의 기본 이념으로 명시하기 위해 2021년 5월 동법 개정[30]

---

27) 第二百三回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説, 首相官邸, 2020.10.26
28) 「地球温暖化対策計画」及び「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」の閣議決定並びに「日本のNDC(国が決定する貢献)」の地球温暖化対策推進本部決定について, 環境省 ,2021.10.22
29) 温室効果ガスの削減目標及び緊急事態宣言等についての会見, 首相官邸, 2021.04.22

- 1997년 교토의정서 채택 후, 1998년에 제정된 「지구온난화대책추진법」(地球温暖化対策推進法)은 정부, 지자체, 공공단체, 기업, 국민이 일체가 되어 지구 온난화 문제를 해결하기 위해 마련한 법령
- 2050 탄소중립 선언, 무탄소 도시를 선언한 지자체의 증가*와 기업의 ESG 경영 확산**을 배경으로 ① 2050 탈탄소사회 실현의 기본이념 신설, ② 지역의 탈탄소화 촉진, ③ 기업의 탈탄소화 경영 촉진을 주요 골자로 한 「지구온난화대책추진법」 개정안 각의결정('21.3.2)[31] 및 국회 통과('21.5.26)

* 무탄소 도시 선언 지자체수: ('19.9月) 4개 → ('20.10月) 166개 → ('21.6月) 396개

** RE100 참여 기업수: 전 세계 311社 중 일본 기업 54社('21.5.31 기준, 세계 2위)

- **(기본이념 신설)** 파리협정의 목표를 바탕으로 2050년까지 탈탄소 사회의 실현, 환경·경제·사회의 통합적 향상, 국민을 비롯한 관계자와 밀접한 연계 등을 기본 이념으로 규정(제2조의2)
- **(지역의 탈탄소화 촉진)** 지방공공단체의 실행계획에 시책의 실시에 관한 목표 추가, 각 지역의 환경 보전을 고려하고, 재생에너지를 활용하는 지역 탈탄소화 촉진 시설 책정, 지역 탈탄소화 촉진 사업의 인정 및 규제 제도의 특례 조치 등 추진(제21조 및 제22조)
- **(기업의 탈탄소화 경영 촉진)** 기업의 온실가스 배출량(사업소별 배출량 정보 포함)에 관한 산정·보고·공표 제도 디지털화 및 오픈 데이터화 추진(제29~32조), 지역 지구 온난화 방지 활동 추진센터 기업을 위한 홍보 활동 추진(제38조제2항제1호)

일본 「지구온난화대책추진법(地球温暖化対策推進法)」의 근간을 이루는 핵심요소[32]

① **(기본이념)** 2050년 탈탄소사회 실현, 환경·경제·사회의 통합적 향상, 국민 등 관계자와 밀접한 연계

② **(실행계획)** 온실가스 감축목표 달성을 위한 정부 종합계획으로서 「지구온난화 대책 계획」 수립, 정부실행계획, 지방공공단체 실행계획 책정 등

③ **(이행점검)** 정부 및 지자체 실행계획, 대책, 시책 등의 이행 점검 실시 등

④ **(추진체계)** 지구온난화 대책 수립 및 추진을 위한 지구온난화 대책 추진 본부(地球温暖化対策推進本部) 설치

⑤ **(배출억제 등 지침)** 온실가스 배출 억제 지침 마련 및 실시 평가, 지구온난화대책의 정의 변경 등 규정 정비, 사기업을 위한 CO_2 감축 대책 지원 등

⑥ **(국제협력)** 국제협력을 통한 온난화 대책 추진 추가

30) 改正地球温暖化対策推進法　成立, 脱炭素ポータル(환경성 탈탄소 포털), 2021.06.04
31) 地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律案の閣議決定について, 環境省, 2021.03.02
32) 地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律案, 環境省, 2021.03.02

다. 일본의 탄소중립 거버넌스

- 1997년 교토의정서 채택에 따라 지구온난화 방지에 관한 구체적이고 실효성있는 대책을 종합 추진하기 위해 각의결정을 통해 내각에 「지구온난화대책추진본부(地球温暖化対策推進本部)」를 설치('97.12.19) 및 「지구온난화대책추진법」 공포
  - 2005년 교토의정서 발효에 수반해 「지구온난화대책추진법(1998년 법률 제117호)」을 개정 및 동법 제10조 에 근거하여 지구온난화대책을 종합적이고 계획적으로 추진하기 위한 본부로서 내각에 재차 설치[33)]
  - 지구온난화대책추진본부 구성
    - ① 지구온난화대책추진 본부장: 내각총리대신이 맡고, 본부의 사무 총괄 및 사무소의 직원 지휘 감독 수행
    - ② 지구온난화대책 추진 부본부장: 내각 관방장관, 환경대신 및 경제산업대신을 부본부장으로, 본부장의 직무 보조/지원 수행
    - ③ 지구온난화대책 추진 본부원: 본부장 및 부본부장을 제외한 모든 국무대신은 본부원으로 임명
    - ④ 사무: 내각관방에서 사무를 처리하고, 내각관방부장관보가 위임받아 처리

지구온난화대책추진본부 주요임무(온대법 제11조)

- 지구온난화 대책 계획안의 작성 및 실시의 추진에 관한 일
- 장기적 전망 관점에서 지구 온난화 대책의 실시의 추진에 관한 종합 조정에 관한 일

- 2020년 9월, 환경성의 중앙환경심의회와 경제산업성의 산업구조심의회는 산하에 「지구온난화대책계획」의 검토·심의를 위한 워킹그룹(합동회합)을 설치 및 운영[34)]

- 스가 총리의 2050 탄소중립 선언 당시, 국가와 지방의 탄소중립 이행 점검의 장을 설치하겠다는 방침을 이행하는 차원에서 내각관방을 의장으로 「국가·지방 탈탄소 실현회의(国·地方脱炭素実現会議)」 설치[35)]
  - (임무) 국가와 지방이 협력하여 2050년 탄소중립을 실현하기 위해, 특히 지역, 국민의 생활과 밀접하게 관련된 분야를 중심으로 「지역 탈탄소 로드맵」을 수립 및 결정하는 회의체

33) 地球温暖化対策推進本部, 首相官邸(2021.11.08. 접속)
34) 中央環境審議会地球環境部会 中長期の気候変動対策検討小委員会 産業構造審議会産業技術環境分科会 地球環境小委員会地球温暖化対策検討ワーキンググループ 合同会合, 経済産業省(2021.11.08. 접속)
35) 国·地方脱炭素実現会議, 内閣官房(2021.11.08. 접속)

라. 일본의 탄소중립 정책

(1) 2050 탄소중립을 위한 녹색성장전략(이하, 녹색성장전략) ('21.6)[36]

- 일본 경제산업성은 관계부처*와 공동으로 2050년 탄소중립 실현 가능성을 높이기 위해 「2050 탄소중립을 위한 녹색성장전략(2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略)」 발표('20.12.25) 및 세부 실행전략과 국민생활 혜택 측면에 중점을 두고 동 전략을 구체화('21.6.18)

  * 내각관방, 경제산업성, 내각부, 금융청, 총무성, 외무성, 문부과학성, 농림수산성, 국토교통성, 환경성

  - 2050 탄소중립을 위해 전력 부문의 탈탄소화를 대전제로 추진하고, 산업, 수송, 가정·공공 등의 非전력 부문은 전기화 중심에 탈탄소연료, CCUS 등의 새로운 대안 활용, 전력저장 도입 확대, 식목, DACCS 등의 탄소제거 기술 도입 등을 주요 방향성으로 제시

  - 또한 2050 탄소중립을 위한 기업의 혁신활동을 장려하기 위해 예산, 세제, 금융, 규제 개혁 및 표준, 국제협력, 대학 진흥, 2025 오사카 엑스포, 청년워킹그룹 등 8가지 부문에서 정책적 지원 계획 제시

    - (예산) NEDO에 10년간 2조엔 규모의 녹색혁신기금 조성, 중점 분야 투자 집중 및 제도적 지원, 경영자의 투자를 유인하는 메커니즘 마련

    - (세제) 탄소중립을 위한 투자 촉진 세금 제도 마련(탈탄소화 효과가 큰 생산설비 등의 도입에 대해 최대 10% 세금 공제, 50% 특별 감가상각 조치)

    - (재원) 고배출 산업을 위한 부문별 로드맵, TCFD* 등에 기반한 정보 공시 확대, 녹색 국제 금융 센터 설립

    * Task Force on Climate-Related Financial Disclosures(기후변화 관련 재무정보 공개 협의체)

    - (규제/표준) 신기술 도입을 위한 규제 개혁, 시장 형성을 위한 표준화, 탄소 가격 책정

    - (국제협력) 미국, 유럽 간의 기술협력, 아시아 에너지 전환 이니셔티브, 도쿄 'Beyond Zero' week 운영

- 에너지, 운송·제조 , 가정·직장 관련 부문에서 온실가스 감축과 경제성장에 기여 가능한 14대 산업 부문을 선정하여 각 산업별 목표 달성을 위해 필요한 세부 전략과, 로드맵, 국민생활 측면의 기대효과를 제시[37]

  - (에너지 관련 산업) ① 차세대 재생에너지 산업(①-1 해상풍력, ①-2 태양광, ①-3 지열), ② 수소·연료 암모니아 산업(②-1 수소, ②-2 연료 암모니아), ③ 차세대 열에너지 산업, ④ 원자력 산업

  - (운송·제조 관련 산업) ⑤ 자동차·배터리 산업, ⑥ 반도체·정보통신 산업, ⑦ 선박 산업, ⑧ 물류·사람이동·토목 인프라 산업, ⑨ 식품·농림 수산업, ⑩ 항공산업, ⑪ 탄소재활용·소재 산업(⑪-1 탄소 재활용, ⑪-2 소재)

  - (가정·직장 관련 산업) ⑫ 주택·건물 산업·차세대 전력 관리 산업(⑫-1 주택·건물, ⑫-2 차세대 전력 관리), ⑬ 자원 순환 관련 산업, ⑭ 라이프스타일 관련 산업

36) 2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略, 経済産業省, 2021.6.18
37) Green Growth Strategy(Overview), 経済産業省, 2021.6.18

일본 녹색성장전략 에너지 관련 산업 세부전략

에너지 관련 산업		
①-1 해상풍력	국내 및 해외 투자 유인을 위한 보급 목표 설정	• '30년 10GW, '40년 30~45GW(부유식 포함) 해상풍력 보급 목표 • 계획적인 전력망 및 항만 인프라 개발 및 정비 추진(촉진구역 지정, 장거리 해저 HVDC 송전시스템 개발)
	경쟁력 있고 탄력적인 공급망 형성	• 산업계에 의한 국산화 비율·비용 저감 목표 설정 - 국산화 비율 '40년 60%, 고정식 해상풍력 발전비용 : '30~35년 8~9엔/KWh • 규제 전면 검토를 통한 경영환경 개선 • 해상 풍력 인재 육성 프로그램
	차세대 기술 (부유식) 시장확보	• 기술 개발 로드맵을 기반으로 풍력 터빈, 부유식 터빈 등 요소 기술 개발 가속화 • 국제 표준화(부유식 풍력 안전 평가 방법), 정책 협력, 국제 실증 등
①-2 태양광	차세대 태양전지 연구개발	• 페로브스카이트 등 차세대 태양전지 공통 기반 기술 개발 및 실증 • '30년 보급 목표 및 차세대 태양전지 발전비용 14엔/kWh 달성 • 기존 태양전지로는 설치가 곤란한 주택·건축물 등에 설치 확대 및 시장화 실현
	관련 산업 육성 및 재건, 입지 확보	• 태양광 활용 최적화를 위한 제도 및 시장 정비, PPA 모델 등 신규 비즈니스 모델 창출 및 확대 • 온대법에 근거하여 지역사회와 상생할 수 있는 촉진구역(positive-zoning) 지정 • 관련 인허가 원스톱 서비스 운영을 통한 기업의 비용 절감 • 영농형 태양광 발전 도입 및 ZEH· ZEB의 보급 확대 등을 위한 대책 추진
①-3 지열	차세대 지열발전 기술 개발	• 2050년 차세대 지열발전기술(초임계 지열발전) 실현 추진('50년 시장규모 1조엔 이상 달성 목표)
	리스크 머니 제공 및 이해 촉진	• 초기 비용에 대한 부담을 완화하기 위한 각종 리스크 머니 공급 • 지역과 공생가능한 지속가능한 개발 촉진 및 온대법 등에 근거 촉진구역 지정 • 입지에 대한 과학 데이터 수집 조사 실시
	규제 검토/개발 가속화	• 자연공원법, 온천법 등 관련 법령 시행 검토를 통한 개발 가속화
②-1 수소	보급 확대를 통한 가격경쟁력 확보	• (수소 공급량) 2030년 최대 300만 톤, 2050년 2,000만 톤 목표 • (수소 발전 비용) 가스화력 발전 비용 이하로 절감(수소 공급 비용 '30년 30엔/Nm^3, '50년 20엔/Nm^3 이하)
	수소 활용 부문 국제 경쟁력 강화	• (수소 터빈) 조기 실증 지원을 통한 국내 보급 가속화 및 세계 시장 선점 • (고정형 연료전지) 발전효율 및 내구성 향상 기술개발을 통한 시장확대 촉진 • (연료전지 트럭) 실증에 의한 상용화 가속화 및 수소 스테이션 개발 지원 등 • (수소환원제철) 세계 최초 기술 확립(무탄소 철 세계 시장: '50년 약 40조엔/년)
	저장·운송 기술 조기 상용화	• (액화수소 운송선) 대규모 운송을 위한 연구개발 및 실증 지원을 통해 '30년 상용화 및 공급비용 30엔/Nm^3 달성 목표 • 수소 운송 관련 장비(loading arm 등)의 국제 표준화 주도 등
	수전해 기술 국제 경쟁력 확보	• (수전해) 시스템 대형화 기술 및 요소 기술의 실증을 통한 비용저감(1/3~1/6) 및 내구성 향상 • 해외시장 진출을 위한 해외 환경 모사 조건에서 실증 테스트 추진

에너지 관련 산업		
②-2 연료 암모니아	혼소용 발전버너 기술개발 추진	• '30년까지 석탄화력에 암모니아 20% 혼소 실증 • '50년까지 혼소율 50%까지 확대 및 연료 암모니아 발전 기술 상용화
	저렴한 공급망 확보를 위한 기술개발 강화	• '30년 암모니아 공급 단가 10엔 후반/$Nm^3 \cdot H_2$ 이하 및 300만톤/년 도입 목표 • '50년 3,000만톤/년 도입 목표 • 모듈화 등을 통한 제조 효율 향상 및 비용저감 기술개발 • 리스크 머니 공급 및 NEXI, JBIC, JOGMEC 등으로부터의 금융 지원 강화 * NEXI: Nippon Export and Investment Insurance, JBIC: Japan Bank for International Cooperation, JOGMEC: Japan Oil, Gas and Metals National Corporation
	국제 표준화 및 혼소 기술 개발을 통한 동남아 시장 수출 촉진	• 연료 암모니아의 규격 및 연소시 질소산화물 배출기준에 관한 국제 표준화 • 청정연료암모니아협회(Clean Fuel Ammonia Association) 內 워킹그룹 설치, 경제산업성과 협력을 통한 표준 및 기준 연구 가속화 • 혼소 기술 개발 및 도입을 통합 동남아 시장(약 5천억 엔 규모) 확보 추진
③ 차세대 열에너지	탄소중립 도시가스 제조	• 기존 인프라에 합성 메탄 '30년 1%, '50년 90% 주입 목표 달성을 통한 도시가스 탄소중립화 • 수요 측면에서 연료를 가스(합성메탄)로 전환 촉진
	종합 에너지 서비스 기업으로 전환 촉진	• 가스열병합발전의 도입 촉진을 통한 분산형 에너지 시스템 구축 • 디지털 기술을 활용한 에너지 제어 최적화 및 스마트 에너지 네트워크 구축 • 에너지 공급, 관리, 설비 유지관리, 탈탄소화 서비스 제공이 종합적으로 가능한 기업으로 전환 촉진
	합성 메탄의 저렴한 공급	• 메탄화 효율 향상 및 대규모 실증, 저렴한 해외 공급망 구축, 동시전기분해(co-electrolysis) 등의 혁신 기술개발 • LNG 가격에 상응하는 합성 메탄 공급 비용('50년 40~50엔/Nm^3) 달성
④ 원자력	국제협력을 통한 고속로 개발 추진 (Fast Reactor)	• 일본원자력연구개발기구(JAEA)의 실험 및 프로토타입 원자로, 실증 시설 등의 운전 및 유지보수 데이터를 활용하여 미국 및 프랑스와 국제협력 꾸준히 추진
	국제협력을 통한 소형모듈원자로 (SMR) 기술 실증	• 미국, 영국 등 SMR 관련 해외 실증 프로젝트에 일본 기업 참여 지원을 통해 '30년까지 SMR 기술 실증 추진 * SMR: Small module reactor
	초고온가스로 (HTGR) 수소생산 기반 기술 구축	• JAEA의 실험용 고온가스로(HTTR)를 활용하여 국제 안전성 실증 추진 • '30년까지 대량의 저비용 무탄소 수소 생산에 필요한 HTTR 기반 기술 개발 추진 (황-요오도 공정, 메탄 열분해 등의 고온의 열을 이용한 무탄소 수소 생산 기술 확립) * HTGR: High - temperature gas-cooled reactor HTTR: High - temperature engineering test reactor
	ITER 국제협력 연구개발 추진	• 국제핵융합실험로(ITER) 프로젝트 등의 국제협력을 통한 핵융합에너지 연구개발 꾸준히 추진 • 일본에 건설중인 대형 토카막 장치(JT-60SA)를 활용하여 '25년 ITER 운전 개시 및 '35년 본격(full-power) ITER 핵융합 운전 개시

일본 녹색성장전략 운송·제조 관련 산업 세부전략

운송·제조 관련 산업		
⑤ 자동차·배터리	모빌리티 전기화 목표 설정	• (승용차) '35년 신차 판매 중 전기차 비중 100% 달성 • (상용차) '30년 신차 판매 중 전기차 비중 20~30%, '40년 신차 판매 중 전기차·탈탄소연료차 비중 100% 달성
	배터리 보급 목표 설정	• '30년까지 가능한 한 조기에 차량용 배터리 국내생산능력 100GWh까지 증설 • 자동차용 배터리팩 가격 2030년 1만 엔/kWh 이하 달성 • '30년까지 가정/업무/산업용 ESS 24 GWh 규모 설치(누적) 목표 • 태양광 연계 가정용 ESS 시스템(설치비용 포함) 가격 7만 엔/kWh 이하 및 공장·산업용 6만 엔/kWh 달성 목표
	차세대 배터리 등 연구개발 추진	• 배터리 저가화 기술 개발 및 핵심광물 자원 확보 • 전고체 리튬이온배터리 등 차세대 배터리 상용화 및 혁신 기술 개발 • 배터리 재이용 및 재활용 촉진
	충전 및 연료 보급 인프라 보급 목표 설정	• (EV 충전) '30년까지 급속충전기 3만 개를 포함하여 15만 개 설치를 통한 휘발유차 수준의 충전 편의성 달성 • (수소충전소) 최적의 위치에 약 1천 개의 수소충전소 설치
	전기화 촉진 정책 추진	• 연비규제 활용, 공공 및 기업 관용 차량의 전기화 추진, 배터리 분야 대규모 투자 촉진, 공급망 강화, 배터리 수명주기별 배출량 가시화 등
⑥ 반도체·정보통신	반도체·정보통신 산업 탄소중립 달성	• 차세대 전력반도체 및 그린 데이터센터 연구개발 지원을 통해 '40년까지 반도체·정보통신 산업 탄소중립 달성 • GaN, SiC 등 차세대 전력반도체 연구개발, 데이터센터 에너지 절약 기술, 엣지 컴퓨팅 기술 등 R&D 지원
	일본 내 데이터 센터 구축 및 최적 할당 추진	• 위치 계획을 고려한 정책 패키지 실행을 통한 일본 내 데이터센터 유치 및 최적 할당 추진 • 최대 5개의 신규 핵심 허브 및 최대 10개의 지역 허브 개발 추진 등
⑦ 선박	무공해 선박 실용화를 위한 기술개발	• 단거리 및 소형선박용 수소연료전지 시스템 및 배터리 추진시스템 보급 • '21년 중 수소/암모니아 연료 엔진, 연료 탱크, 장거리 및 대형 선박용 연료 공급 시스템 등의 핵심 기술 개발 추진 • '25년까지 무공해 선박 실증사업 개시, '28년 이전 무공해 선박* 상업운용 실현 * 무공해 선박: 수소연료선박, Onboard CO_2 포집 선박, 초고효율 LNG 추진선, 암모니아 연료 선박
	저탄소 선박 촉진 프레임워크 개발	• 친환경 선박 수준의 에너지 효율 개선을 위한 현존선박에너지효율지수규제(EEXI), 선박탄소집약도지수(CII) 제도 강화 • 비효율 선박의 친환경 선박으로 교체에 대한 인센티브 지원 • '21년까지 친환경 연안해운 촉진 로드맵 수립 및 체계 구축
	LNG 연료 선박의 에너지 효율 증진	• LNG 연료, 저속 운전, 풍력 추진 시스템 등의 기술을 조합하여 86% CO_2 배출량 감축 • 저배출 엔진, 공간 효율적인 연료 탱크, 연료 공급 시스템 등의 기술개발 추진 및 생산 인프라 구축

운송·제조 관련 산업		
⑧ 물류·사람이동·토목 인프라	전기차 고속도로 이용 장려	• 배출량 저감 및 전기차 이용 촉진을 위한 전기자동차 고속도로 이용 인센티브 도입 고려
	드론 운송 실용화 및 상용화 촉진	• 인구과소지역 유통에서 드론 실용화를 위한 제도, 기술개발, 사회적 구현 추진 • 드론을 이용한 물품배송 가이드라인 2.0 보급('21.6.25)
	탄소중립 항만 조성 계획 수립	• '25년까지 탄소중립 항만 조성 계획을 수립하고 일본 항만 20개 이상 확보 및 탄소중립 항만 조성을 위한 매뉴얼 책정
	혁신건설기계 인증시스템	• 전기, 수소, 바이오연료 등의 새로운 동력원을 사용하는 건설기계 인증제도 구축 및 보급 촉진
	공항 탈탄소화 및 항공교통시스템의 발전 촉진	• 공항시설 및 차량의 배출량 저감 촉진, 공항을 신재생에너지 기지로 전환, 항공교통관제 고도화를 통한 비행운항방식 개선 등
	스마트교통 및 자전거 이동 도입 촉진	• MaaS(Mobility as a Service)로의 전환 등의 국민행동 변화 촉진 • 저배출·전동화·자동화 수송 시스템(LRT,BRT 등) 도입 및 자전거 활용
⑨ 식품·농림 수산업	지속가능한 식품 시스템 전략 추진	• 식품 및 농림수산업의 생산잠재력 및 지속가능성 향상을 위한 「지속가능한 식품 시스템 전략(Strategy for Sustainable Food Systems, MeaDRI*)」 추진 * Measures for achievement of Decarbonization and Resilience with Innovation • '50년 고속가열 히트펌프 개발을 통해 화석연료 사용하지 않는 원예 시설로 전면 전환 • '40년 차세대 유기농업 기술 확립 및 '50년 유기농 농지 비중 25%로 확대 • '40년까지 농림 기계 및 어선의 전기화·수소화 기술 구축 • 산림에 대한 수확-이용-식림의 순환체계 구축 • '50년까지 농업·임업·수산업의 배출량 제로 목표
	음의 배출량 달성을 위한 산림, 목재 및 해양자원 이용계획 수립	• '40년까지 목조 건축 자재 개발 및 건설공법 표준화를 통한 초고층 목조건축 기술 확립 • UNFCCC 반영을 목표로 블루카본에 흡수 저장되는 CO_2 측정방법 구축
⑩ 항공	항공기 전기화 기술 확립	• '30년부터 배터리, 모터, 인버터 등 항공기 동력 핵심기술 단계적 구현 추진
	수소항공기 구현	• 연료탱크, 엔진연소 등의 수소 항공기 구현을 위한 핵심기술 R&D 추진 • 항공사, 관련 학계 등과 협력하여 수소연료 저장·운반·이용을 위한 공항 주변 인프라 구축 연구 추진
	항공기 및 엔진소재 경량화 및 내열성 향상	• 첨단소재 데이터베이스 구축 및 일본 제조사의 생산기술력 확보 • 전 생애주기에 걸친 탄소배출량 저감을 위해 자동차 등의 부문과 협력하여 탄소섬유복합소재의 중장기 재활용 기술 확립 추진
	바이오항공유 및 합성연료 기술개발	• Fischer-Tropsch(FT) 기술, Alcohol-to-Jet 기술, 미세조류 유래 바이오항공유 생산 기술 등의 지속적인 개발을 통해 '30년까지 SAF(Sustainable Aviation Fuel) 비용 100엔 수준/L 목표 달성 • CO_2 전기분해 + 수전해 + FT 합성공정, Direct FT 공정 등의 합성연료 혁신 생산 기술 개발

운송·제조 관련 산업		
⑪-1 탄소 재활용	CO_2 흡수형 콘크리트·CO_2 재활용 시멘트의 비용저감 및 판로확대	• 국가·지자체의 공공조달, 2025 오사카 엑스포 도입 등의 수단으로 판로를 확대하여 '30년 기존 콘크리트와 동일 수준의 가격(30엔/kg) 목표 달성 • 부식방지 성능이 우수한 신제품 개발 및 실증, 건축물 및 콘크리트 블록 적용 확대 • '30년까지 석회석 탈탄산 반응으로부터 배출 CO_2를 100% 근접 수준으로 회수하는 기술 확립 및 '50년까지 국내 및 동남아 공장 보급 확대
	탄소재활용 연료 기술개발 및 도입	• (대체항공연료, SAF) 대규모 실증을 통한 비용절감('30년 100엔대/L) 및 경쟁력 있는 SAF 공급 확대 추진 • (합성연료) 기존 기술(역수성가스전환 + FT 합성)의 고효율화 기술 및 혁신 기술·공정(동시 전기분해, Direct-FT 등) 개발, '40년 기술자립 상용화, '50년 가솔린 가격 이하 수준 달성 목표 • (합성메탄) 메탄화 설비 대형화·고효율화 및 해외 공급망 구축을 통한 비용절감('50년 40~50엔/Nm^3), 공급확대('50년 2,500만 톤) • (그린 LPG) 촉매 실증 등의 기초 기술 개발 및 '30년 상용화 추진
	탄소재활용 화학제품 기술개발 및 도입	• (광촉매) 변환 효율이 높은 광촉매 개발 및 실용화를 통해 '30년 인공광합성 기반 플라스틱 원료 원가 20% 절감 및 '50년 기존제품 수준의 가격 경쟁력 확보(100엔/kg), 광촉매 개발 가속화를 위한 고압가스보안법 등 혼합가스 취급 관련 보안·안전기준 규제완화 검토 • (바이오매스·폐플라스틱) '30년까지 바이오매스·폐플라스틱·폐고무 유래 화학제품 제조 기술 확립 및 '50년 기존제품 수준의 가격경쟁력 확보 목표, 열원의 탈탄소화 등을 통한 납사 분해로 고도화 추진 검토 • (바이오매스) 유전자 편집 기술 적용 등 산업용 미생물 개발 및 생산공정 실증, '35년 상업화가 가능한 바이오매스 유래 화학제품 종료 및 기능 확대, 대기 중의 CO_2를 원료로 활용하기 위한 미생물 균주 개발 및 '40년 실용화
	CO_2 분리·회수 기술 개발	• 배기가스의 고효율 CO_2 분리·회수 기술 개발을 통한 저비용화 및 EOR 이외 수요 확대, 2025 오사카 엑스포 실증 도입 검토
⑪-2 소재	탈탄소화를 위한 혁신 금속소재 개발	• 혁신 금속소재 및 복합소재 개발을 통한 항공기 등 수송수단 탈탄소화 및 고속화 • 내부식성이 우수하고 저렴한 혁신 금속소재 개발 및 이를 통한 수소 공급 기반 조기 확립에 기여 • 일본 특유의 자연 조건에 적합한 고강도·저비용 풍력발전용 구조재, 케이블 등의 혁신 소재 개발
	철강산업 탈탄소화를 위한 기술개발 및 실증	• 철광석 환원반응에서의 열 보상 기술, 석탄 사용량 감소에 따른 기류거동 규명 기술, 전로의 고도화 기술 및 불순물 제거 기술 등 수소환원제철 기술 개발 • 세계의 그린 메탈 시장 확보 촉진을 위한 환경 정비 및 국제 제휴 대응
	자원순환을 통한 원료절감 및 탈탄소화	• 철강 부산물의 불순물 제거 기술, 알루미늄 스크랩 업사이클링, 희소금속 추출·회수·재사용·재자원화하기 위한 기술 개발 등을 통한 원료 이용 절감
	산업공정 열원의 탈탄소화	• (열원의 탈탄소화)제지, 유리, 세라믹 분야에서 수소, 암모니아와 같은 비화석연료 유래 열원을 활용하는 제조설비 기술개발 등 탈탄소화를 위한 제조 기술 전환
	석유화학 공정 탈탄소화 기술개발	• (석유화학) 수소나 암모니아 등의 연료 특성에 맞춘 납사 분해로 기술 개발, 석유정제 공정의 무탄소 수소의 활용, 보일러의 탈탄소 연료의 활용 등 정유·석유화학 플랜트의 탈탄소화 기술개발 및 실증이나 설비 투자 촉진

일본 녹색성장전략 가정·직장 관련 산업 세부전략

가정·직장 관련 산업		
⑫-1 주택·건물	AI·IoT·EV 등을 활용한 에너지 관리 최적화	• 빅데이터, AI, IoT, EV 등을 이용한 에너지 최적 제어 및 배전 사업자 등에 의한 새로운 비즈니스 모델 창출 • 에너지 최적화를 위한 에너지절약법, 불균형요금 제도 등의 규제·제도 개혁
	신규 ZEH·ZEB 및 목조 건축물 보급 확대	• 주택 등의 에너지 절약 기준 강화, 태양광 발전 도입 촉구, 빌딩 벽면 등에 차세대 태양전지 도입확대 등 추진('30년 신규 공급 주택·건물 ZEH·ZEB화) • 비주거 및 중·고층 건축물의 목조건축 추진 • CLT(Cross Laminated Timber) 등 신소재를 활용한 혁신 설계 및 시공기술을 도입한 목조 건축물 지원 확대
	고성능 건축자재·설비 도입 지원	• 단열 샷시 등의 건축자재·에어컨 등 에너지 절약 기준 강화 • 알기쉬운 에너지 효율 평가/표시 제도 확립
⑫-2 차세대 전력관리	분산에너지 중개사업 활성화	• FIT(Feed-in-Tariff)에서 FIP(Feed-in-Premium) 제도로의 전환으로 인한 시장통합, 분산에너지자원(DER)의 거래 시장 등 DER 활용 최적화를 위한 제도·시장 정비 • 지산지소에 적합한 마이크로그리드 도입 촉진
	차세대 전력망 구축을 통한 전력망 혼잡 완화	• DER 대규모 확대에 대비하여 차세대 스마트미터 도입 및 시장 기능을 활용한 배전 계통 운용 고도화 • 장거리 HVDC 송전 시스템의 체계적인 설치 추진
⑬ 자원 순환	기술 고도화, 시설 개선 및 비용절감 추진	• (Reduce/Renewable) 바이오플라스틱 도입 로드맵을 기반으로 바이오매스 소재의 기능성 강화, 적용처 확대 및 비용 절감을 위한 기술 개발 및 실증, '30년 약 200만 톤 바이오매스 플라스틱 도입 목표 • (Reuse/Recycle) 재활용성이 높은 고기능 소재 및 재활용 기술 개발·고도화, CO_2 회수 촉진을 위한 연소제어 등의 기술개발 및 실용화 추진 • (Recovery) 저급 폐기물로부터 고효율 에너지 회수를 위한 기술개발 추진 등
⑭ 라이프 스타일	거주 및 이동에 관한 전반적 관리	• ZEH·ZEB, 수요측 기기, 재생에너지, EV/FCV 등의 조합을 통한 최적화, 자율·원격제어 기술 확립, 수요 근접형 재생 전기·열 기술의 실증 및 보급 추진 • 지역의 재생에너지 자원을 활용한 탈탄소화 촉진, 재해에 강한 마을 구축, 고용 창출, 삶의 질 향상 등이 동시에 가능한 지역사회 실현 • 직류 급전 등에 의한 주택·건축물간의 네트워크화, 수소 등을 활용한 유연성 확보, 전기·열·모빌리티의 섹터 커플링 등에 관련된 기술의 실증 추진
	디지털 넛지, 디지털화, 공유를 통한 행동변화 추구	• 행동과학, AI 기술 기반 맞춤형 라이프스타일을 제안하는 첨단 시스템 개발 및 구현 • 블록체인을 활용한 J-CREDIT 시스템 내 환경적 가치 거래 시스템 구축 • '50년 탄소중립, 탄력적이고 편안한 삶(탈탄소 프로슈머) 실현
	지역 탈탄소화 촉진 및 실제 사례 보급 전파	• 국가 및 지역 시나리오 개발 방법, 정책, 기술 등에 대한 기본 지식 • 탄소중립 달성에 기여하기 위한 산한연관 협력강화

(2) 제6차 에너지기본계획('21.10)[38]

- 일본 경제산업성 자원에너지청은 「에너지정책기본법(エネルギー政策基本法)」에 근거하여 2050 탄소중립, NDC('30년 46% 감축, 더 나아가 50% 감축목표 도전) 달성을 향한 에너지 정책의 기본적인 방향성을 제시한 제6차 에너지기본계획(エネルギー基本計画) 초안 공개('21.07.21) 및 각의결정('21.10.22)[39]
  - 또한, 일본의 에너지 수급 구조가 안고 있는 과제 극복을 위해 안전성의 확보를 대전제로 기후변화 대책을 추진하면서 에너지 공급안정성 확보와 비용절감을 향한 대책(S+3E*)을 동시에 추진

    * S+3E: Safety+(Energy Security, Economic Efficiency, Environment)

- 2050년 탄소중립 실현을 위한 2050년 에너지 수급 구조를 살펴보고 미래 기술혁신의 가능성, 정세변화 등의 불확실성을 고려하여 다각화된 시나리오의 필요성을 강조하였으며, 전력, 산업, 상업·가정, 수송 부문에서 2050 탄소중립 실현을 위한 과제와 대응전략을 제시
  - (전력) 재생에너지, 원자력 등 실용화 단계의 탈탄소 전원을 활용하여 탈탄소화를 꾸준히 추진하고, 수소·암모니아 발전 및 CCUS/탄소 재활용 등을 전제로 한 화력발전 혁신 추구
  - (非전력) 탈탄소 전원을 이용하여 산업, 상업·가정, 수송 부문의 전기화를 추진하고, 고온의 열 수요 등 전기화가 어려운 부문은 수소, 합성메탄, 합성연료 등을 활용하여 탈탄소화 추진
    - 그린 혁신 기금 등을 활용하여 탈탄소 혁신을 통한 일본의 산업경쟁력 강화에 총력을 기울이고, 특히 수소환원제철, 인공광합성 등의 혁신 기술 개발이 필수적
    - 궁극적으로 CO_2 배출이 불가피한 부문에서는 DACCS, BECCS, 산림 흡수원 등의 기술개발을 통해 대응할 필요

- 또한 동 계획에서는 탈탄소 전원의 비중을 확대한 새로운 '30년 전원믹스 구성과 함께 2050년 목표 달성을 위한 2030년까지의 정책 방향을 제시
  - (수요 측면) 「에너지절약법(省エネ法)」 등 관련 제도 및 규정 개정을 통해 철저한 에너지 절약 추구 및 전기·수소화 등에 의한 비화석 에너지 도입을 확대하고, 배터리 등의 분산형 에너지 자원의 효율적 활용 등의 2차 에너지 시스템 고도화 추진
    - (산업) 에너지소비 원단위 개선을 촉진하는 벤치마크 제도의 지표 및 목표치 등을 재검토하고, 「에너지 절약 기술 전략(省エネルギー技術戦略, '16.9)」 개정을 통한 에너지절약 기술개발 및 도입 지원 강화

38) エネルギー基本計画, 経済産業省 資源エネルギー庁, 2021.10.22
39) 第6次エネルギー基本計画が閣議決定されました, 経済産業省, 2021.10.22

- (상업·가정) '30년 이후 신축 주택·건축물의 경우 ZEH·ZEB 수준의 에너지 절약 성능 확보를 목표로 건축물 에너지 절약법의 규제조치 강화, 건축자재·기기 탑 러너(Top-Runner)* 제도 재검토

* Top-Runner 제도: 자동차, 가전제품 등 에너지소비기기 제품군별로 에너지 효율이 가장 높은 제품을 그 제품군의 최저 효율 기준 목표로 설정한 후, 제조사로 하여금 이에 준하는 제품 생산을 의무화하는 일본의 에너지 효율향상 제도[40]

- (수송) 전기차·인프라 도입 확대, 배터리 등 전기차 요소 기술·공급망 강화, 화물 운송 최적화를 위한 AI·IoT 등의 신기술 도입 지원
- (비화석 에너지) 현재 화석에너지 사용의 합리화·효율화를 목적으로 하는 「에너지절약법(省エネ法)」 개정을 통해 비화석 에너지 도입 확대 촉진, 수요반응(DR) 최적화 등 추진
- (2차에너지 시스템 고도화) 분산에너지 자원 중개사업 추진, 마이크로그리드 구축, 지산지소를 통한 에너지 효율화, 탄력성 강화 및 지역 활성화 촉진

○ (재생에너지) 국민 부담 경감 및 지역과의 공생을 추구하며 재생에너지를 주력 전원으로 최대한 도입

- 지역과 공생하는 형태로 입지 확보: 개정 온대법에 근거하여 '재생에너지 촉진구역 설정(Positive zoning)'에 의한 태양광·육상 풍력 확대, 해상풍력 사업 추진 가속화
- 사업규율 강화: 태양광발전에 특화된 기술기준 집행, 소규모 전원 사고보고 강화 등에 의한 안전 대책 강화, 지역과의 공생을 위한 조례 측정 등
- 비용 절감 및 시장 통합: 입찰제도 활용, 중장기적 가격목표 설정, FIP 제도 재생에너지 시장으로의 통합
- 계통 한계 극복: 전국 단위의 광역 연계 계통 형성을 위한 마스터플랜 수립(Push형), 비농장형(non-farm) 접속의 적용범위 지역 계통까지 조기 확대, 재생에너지가 석탄화력 등보다 우선적으로 기간 계통을 이용할 수 있도록 계통이용 규칙 재검토
- 규제 합리화: 풍력발전 도입 촉진을 위한 평가 적정화, 지열 도입 확대를 위한 관련 법령 규제 재검토
- 기술개발 추진: 건물의 벽면, 강도가 약한 지붕에도 설치 가능한 차세대 태양전지 연구개발 및 실용화 가속화, 부유식 풍력 요소기술 개발, 초임계 지열자원 활용을 향한 대심도 드릴링 기술 개발

○ (원자력) 사회적 신뢰 회복과 안전성을 최우선의 전제로 하여 원자력의 안정적 이용 추진

- 안전 최우선의 재가동: 재가동 촉진 태스크포스 구성, 인력·지식집약·기술력 유지 향상
- 사용후핵연료 대책: 저장능력 확대를 향한 중간 저장 시설 및 건식저장시설 등의 건설·활용 촉진, 방사성폐기물의 감량·유해도 저감을 위한 기술개발
- 핵연료주기: 롯카쇼무라 재처리 공장(六ヶ所再処理工場)의 준공·가동을 위한 관민일체 대응, Plu-thermal 발전방식 추진 등

40) 일본의 에너지절약정책 동향, 한국에너지공단, 2018.04.16

- 최종처분: 고준위 방사성폐기물 최종 처분을 위한 홋카이도 슷쓰정(寿都町) 및 가모에나이촌(神恵内村) 대상 문헌조사 실시 및 조사 대상 지역 확대
- 국민신뢰 확보: 전력 소비지역을 포함하여 양방향 대화, 알기쉬운 홍보, 입지자치단체와의 정중한 대화, 입지지역의 신산업·고용창출 등
- 연구개발: '30년까지 민간 및 국제 협력을 통한 고속로 개발 지속 추진, 국제협력을 통한 SMR 실증, 고온가스로에서의 수소 제조 관련 요소 기술 확립 등 진행, ITER 계획 등 국제공동연구를 통한 핵융합 연구 개발 추진

○ (화력) 안정적인 전력공급을 대전제로 재생에너지의 변동성에 대응 가능한 형태의 설비용량을 확보하되, 가능한 한 전원믹스에서 화력발전 비중을 축소해 나갈 계획

- 공급 안정성: LNG 조달 리스크, 발전량당 CO_2 배출량, 연료 비축여력, 탄력성 등을 고려하여 적절한 화력발전 포트폴리오 유지
- 차세대·고효율화: 비효율적인 화력발전은 점진적으로 폐지하고, 암모니아·수소 등의 탈탄소 연료의 혼소, CCUS/탄소재활용 등의 CO_2 배출 저감 기술 개발 촉진

○ (전력시스템 개혁) 재생에너지 확대 등 탈탄소화 환경에서 안정적인 공급이 가능한 전력 시스템 구축

- 탈탄소화·공급안정 양립: 용량 시장 운영, 신규투자에 대한 장기적인 수익 예측 가능성 부여 방법 검토
- 시장참여자의 역할: 전력소매시장 자유화에 따른 시장참여자들의 책임 및 역할에 대한 규정 검토
- 유연성 제고 및 조정력의 탈탄소화: ESS, 수전해 장치 등의 비용절감을 통한 실용화, 그리드용 ESS 관련 규정 및 시장 정비
- 비화석에너지증서: 탈탄소전원에 대한 트래킹이 가능한 비화석에너지 증서 확대 및 수용가 직접 구매 가능하도록 조정
- 재해 시 안정공급: 지역 간 연계선 증강, 분산형·자립형 전력시스템 구축, 사이버 공격 대비 신규 진입 사업자의 사이버 보안 대책 확보

○ (수소·암모니아) 새로운 자원으로 수소·암모니아를 규정하여 사회 보급을 가속화하고, 장기적·안정적으로 저렴한 수소를 대량 공급할 수 있는 공급망을 구축하고, 수소의 적용처 확대

- 수소공급: 국제 수소 공급망 구축, 잉여 재생전력을 활용한 수전해 기술 상용화, 고온 가스로 등의 고온 열원을 활용한 수소 제조 기술 개발, 광촉매 등 혁신적인 수소제조 기술 개발 추진
- 수소 공급 비용 절감: 화석연료와 동등한 수준까지 절감*하여 공급량 확대**

* 현재 100엔/Nm^3 → '30년 30엔/Nm^3 → '50년 20엔/Nm^3

** 현재 200만/톤 수준 → '30년 최대 300만 톤 → '50년 2,000만 톤

- 발전부문 수소 수요: 가스화력의 30% 수소 혼소·전소 추진, 석탄화력의 20% 암모니아 혼소 도입을 목표로 혼소·전소 실증 연구 추진
- 수송부문 수소 수요: FCV 및 연료전지트럭 도입 확대를 위한 수소충전소의 전략적 확충, 연료전지 선박·철도 기술 개발 및 실증 추진
- 산업부문 수소 수요: 수소환원제철과 같은 제조공정의 대규모 탈탄소 전환, 수소 연소 특성을 고려한 버너, 대형 보일러 등 기술 개발
- 민생부문 수소 수요: 고정형 연료전지 도입 확대를 위한 비용절감 기술개발

○ (자원·연료) 탄소중립 과정에서 필요한 자원과 연료를 안정적으로 확보할 수 있고, 긴급 시에도 대응할 수 있는 연료 공급 체계 기반 구축

- 포괄적인 자원 외교: 석유, 천연가스, 광물자원의 안정적인 공급망 구축, 수소·암모니아 해외 공급망 구축, CCS 적지확보를 위해 자원외교를 추진하고, 아시아의 현식적인 에너지전환에 적극 참여
- 수소·암모니아, CCS 등 탈탄소 연료·기술 개발 및 리스크 머니 제공을 위한 JOGMEC의 투자 지원 확대
- 광물자원 확보: 희귀금속에 대한 리스크 머니 지원 강화, 기초 금속 재활용 촉진, 해저열수광상, 희토류 진흙 등의 국산 해양광물자원 개발 추진
- 석유·LPG 가스 비축 수준 유지, 석유사업자간 연계를 통한 석유 정제 생산성 향상, CO_2-free 수소를 활용한 정제공정 탈탄소화
- 주유소가 전기, 수소차의 에너지 공급도 가능하도록 '종합에너지거점화' 추진, 지역 니즈에 대응한 서비스를 제공하는 '지역 커뮤니티 인프라화' 추진
- 열수요의 탈탄소화: 메탄화 등을 통한 가스의 탈탄소화 추진

○ (2030 에너지수급 전망) 상향된 NDC 목표 달성 등을 위해 에너지 효율 향상 및 비화석 에너지 확대를 추진하는 과정에서 다양한 과제 극복을 가정한, 야심찬 목표인 2030년 전원믹스를 제시

- (전력발전량) 철저한 에너지효율 향상 등을 전제로 '30년 총 발전량 목표는 기존의 10,650억 kWh 보다 약 10% 낮춘 약 9,340억 kWh로 수정
- (재생에너지) '30년 전력믹스 내 재생에너지 비중을 현행 목표인 22~24%에서 36~38%로 확대 조정
- (수소·암모니아) 비화석에너지 확대 측면에서 수소·암모니아 비중 1%로 새롭게 추가
- (원자력) 기존의 20~22% 수준 유지 결정
- (LNG·석탄·석유 등) LNG 비중을 27%에서 20%로, 석탄 비중을 26%에서 19%로, 석유 등의 비중은 3%에서 2%로 축소하였으며, 이에 전원믹스에서 화력발전의 비중은 현행 목표인 56%에서 41% 수준으로 축소

일본 2030 에너지수급전망

		2019년	'30년 목표	⇒	개정목표('30년 전원믹스)
최종 에너지 소비(에너지절약 전)		35,000만 kL	37,700만 kL	⇒	35,000만 kL
에너지절약		**1,655만 kL**	**5,030만 kL**	**⇒**	**6,200만 kL**
전원구성 (발전량: 10,650억 kWh ⇒ **약 9,340억 kWh** 정도)	**재생에너지**	**18%**	**22~24%**	**⇒**	**36~38%**
	태양광	6.7%	7.0%	⇒	14~16%
	풍력	0.7%	1.7%		5%
	지열	0.3%	1.0~1.1%		1%
	수력	7.8%	8.8~9.2%		11%
	바이오매스	2.6%	3.7%~4.6%		5%
	수소·암모니아	**0%**	**0%**	**⇒**	**1%**
	원자력	**6%**	**20~22%**	**⇒**	**20~22%**
	LNG	**37%**	**27%**	**⇒**	**20%**
	석탄	**32%**	**26%**	**⇒**	**19%**
	석유 등	**7%**	**3%**	**⇒**	**2%**
온실가스 감축 목표 ('13년 대비)		**14%**	**26%**		**46%** (나아가 50% 감축을 향한 도전 계속)

(3) 지구 온난화 대책 계획('21.10)[41]

- 일본 환경성과 경제산업성은 상향된 NDC 목표를 반영하고, 중장기 기후변화 정책의 근간이 되는 「지구 온난화 대책 계획」 초안 공표('21.7.26)[42] 및 의견 수렴과정을 거친 후 각의 결정('21.10.22)
  - 「지구온난화대책추진법」에 근거하는 정부의 종합 계획으로 '16년 5월 13일 각의결정 이후 5년만의 개정을 통해, 상향된 2030년 감축 목표를 실현('13년 대비 46% 감축)하기 위한 이산화탄소, 메탄 등 모든 온실가스에 대해 감축목표 및 감축 대책·시책을 제시
    - (에너지 기원 CO_2) '30년에 '13년 대비 45% 감축(감축 후 배출량 6억 7,700만 톤) 목표
    - (비에너지 기원 CO_2) '13년 대비 15% 감축하여 '30년 7,000만 톤 수준의 배출 목표

41) 地球温暖化対策計画, 閣議決定, 2021.10.22
42) 地球温暖化対策計画, 中長期の気候変動対策検討小委員会(産業構造審議会産業技術環境分科会地球環境小委員会地球温暖化対策検討WG合同会合), 2021.07.26

- (CH_4) '13년 대비 11% 감축을 통해 '30년 2,670만 톤 수준의 배출 목표
- (N_2O) '13년 대비 17% 감축을 통해 '30년 1,780만 톤 수준의 배출 목표
- (F-gas) '13년 대비 44% 감축을 통해 '30년 2,180만 톤 수준의 배출 목표
- (온실가스 흡수원) 삼림 흡수원을 통해 '30년 약 3,800만 톤 수준의 흡수량을 확보하고, 농지 토양 탄소 흡수원 대책, 도시 녹화 등의 추진을 통해 약 970만 톤 수준의 흡수량 확보 목표
- (JCM) 개발도상국 등에 우수한 탈탄소 기술, 제품, 시스템, 서비스 인프라 등의 보급과 감축대책 지원을 통해 실현된 온실가스 배출감축량·흡수량에 대해 정량적으로 평가함과 동시에 일본의 NDC 달성에 활용하기 위해 JCM 구축 및 실시 추진

일본 온실가스별 부문별 감축 목표

온실가스 배출량·흡수량 (억 tCO_2)			2013년 배출실적	2030년 배출량	감축률
			14.08	7.60	▲46%
에너지 기원 CO_2			12.35	6.77	▲45%
	부문별	산업	4.63	2.89	▲38%
		상업·기타	2.38	1.16	▲51%
		가정	2.08	0.70	▲66%
		수송	2.24	1.46	▲35%
		에너지전환	1.06	0.56	▲47%
비에너지 기원 CO_2, CH_4, N_2O			1.34	1.15	▲14%
	가스별	비에너지기원 CO_2	0.823	0.700	▲15%
		CH_4	0.300	0.267	▲11%
		N_2O	0.214	0.178	▲17%
HFCs, PFCs, SF_6, NF_3			0.39	0.22	▲44%
	가스별	HFCs	0.321	0.145	▲55%
		PFCs	0.033	0.042	+26%
		SF_6	0.021	0.027	+27%
		NF_3	0.016	0.005	▲70%
온실가스 흡수원			-	▲0.48	-
양자간 신용제도(JCM)			민관 연계를 통해 '30년 누적 1억 tCO_2 정도의 국제적인 배출감축·흡수량 확보 목표, 일본이 획득한 크레딧을 일본의 NDC 달성을 위해 적절히 계산		

- (에너지기원 CO_2) 일본의 온실가스 배출량의 약 80% 이상을 차지하는 에너지 이용에 따른 CO_2 배출량의 경우, 산업, 상업·기타, 가정, 수송, 에너지전환의 5대 부문별로 감축 정책을 제시
  - (재생에너지·에너지절약) 지자체가 촉진 구역을 설정 및 지역에 적합한 재생에너지(태양광 등) 확대, 주택 및 건축물의 에너지 절약 기준 강화
  - (산업·수송) 2조엔 규모의 그린녹색기금을 통해 수소, 배터리 등 중점 분야 연구개발 및 실용화 지원, 데이터센터의 30% 이상 에너지 절약을 위한 연구개발 및 실증 지원
- (비에너지 기원 CO_2) 클링커에 고로 슬래그 등을 혼합한 혼합 시멘트의 생산비율·이용 확대, 바이오 플라스틱 보급 확대, 폐기물 소각량 감축 등의 대책 추진
- (CH_4) 농지 토양과 관련된 메탄 배출 감축, 폐기물 최종처분량의 감축, 폐기물 최종처분장에 준호기성 매립구조 채택 등 추진
- (N_2O) 비료, 거름 등에 수반된 N_2O 배출 감축, 하수 슬러시 소각시설에서의 연소 고도화 등 추진
- (F-gas) F-gas 사용 제품의 非불화가스 및 低GWP 가스 이용 촉진, 상업용 냉동 공조 기기 사용 과정에서 F-gas 누출 방지 및 회수/적정 처리, 가정용 폐에어컨으로부터 F-gas 회수 및 적정 처리, 산업계의 자주적 노력 강화 등 추진
- (흡수원) 숲의 정비, 자연공원 등 녹지 정비 등의 삼림 흡수원 대책, 농지 토양 탄소 흡수원 대책, 도시 녹화, 블루 카본 관련 대책 추진
- (Cross-cutting) '30년까지 100개 이상의 탈탄소 선행 지역 창출(지역 탈탄소 로드맵), 우수한 탈탄소 기술 등을 활용한 개도국 등에서의 배출 감축, 더 나아가 양자간 크레딧 제도(JCM)에 의해 지구적 차원의 배출 감축에 기여
- (기술개발·실증) 과학기술·이노베이션 기본계획, 혁신적 환경 이노베이션 전략, 2050년 탄소 중립에 따른 녹색성장전략 등을 근거로 감축 잠재량 확대 및 감축비용 저감을 위한 기술개발·실증 확대, 혁신적 기술 확립을 위한 연구개발 강화 추진
  - 차세대형 태양전지, CCUS/탄소 재활용, 수소 등의 혁신기술 개발을 강력히 추진하고, 사회로의 적용확대를 위해 국민의 라이프스타일 탈탄소화, 제로카본시티 실현·확대, 국민 이해 양성 도모, 제도/규제 검토 병행 추진

일본 에너지기원 CO_2 감축 관련 부문별 대책·시책

① 산업	• 산업계의 자주적 감축 노력 추진 및 기업경영 등의 탈탄소화 촉진 • 에너지 절약 성능이 우수한 설비·기기 도입 촉진 • 업종 간 연계하여 에너지 절약 정책 추진 • 전기화·연료전환 추진 • FEMS를 활용한 철저한 에너지 관리 실시 • 중소기업 배출 감축 대책 추진 • 공장·사업장에서의 롤 모델 창출
② 상업·기타	• 산업계의 자주적 감축 노력 추진 • 건축물 에너지 절약 정책 추진 • 에너지 절약 성능이 우수한 설비·기기 도입 촉진(Top-Runner 제도, 고효율 에너지 절약 기기 도입 등) • 디지털 기기·산업의 그린화 • BEMS의 활용, 에너지 절약 진단 등에 의한 철저한 에너지 관리 실시 • 전기·열·이동수단의 섹터 커플링 촉진 • 중소기업 배출 감축 대책 추진 • 공장·사업장에서의 롤 모델 창출 • 지산지소 에너지 활용, 지역 에너지 네트워크 이용 촉진 • 열섬 대책에 의한 도시의 탈탄소화, 상하수도 사업의 에너지 절약·재생에너지 도입, 폐기물 처리 대책 등의 기타 대책·시책 실시 • 탈탄소형 라이프스타일로의 전환 • 공공기관의 노력 강화
③ 가정	• 탈탄소형 라이프스타일로의 전환 • 주택의 에너지 절약 • 에너지 절약 성능이 우수한 설비·기기 도입 촉진(정화조, Top-Runner 제도 등) • HEMS·스마트미터·스마트 홈 디바이스 도입 및 에너지 절약 정보제공 등을 통한 철저한 에너지 관리 실시 • 전기·열·이동수단의 섹터 커플링 촉진
④ 수송	• 산업계의 자주적 감축 노력 추진 • 차세대자동차 보급, 연비 개선 등의 자동차 관련 대책 실시 • LED 도로 조명 정비, 고속도로교통시스템(ITS)의 추진, 교통 안전시설의 정비, 신호등의 LED화, 자율 주행 등의 도로 교통 정책 추진 • 탈탄소형 라이프스타일로의 전환 • 환경을 배려한 자동차 이용 등의 촉진에 의한 자동차 운송사업 그린화 • 대중교통기관 및 자전거 이용 촉진 • 철도, 선박, 항공기 탈탄소화 대책 추진 • 트럭수송 효율화, 공동배송 추진, 해상수송·철도화물 수송으로의 모달 시프트, 항만 탈탄소화 등 탈탄소 물류 추진 • 지구 온난화 대책에 관한 구조 개혁 특구 제도 활용 등의 기타 대책·실시 추진 • 전기·열·이동수단의 섹터 커플링 촉진
⑤ 에너지 전환	• 산업계의 자주적 감축 노력 추진 • 전력분야의 이산화탄소 배출원단위 감소 • 신재생에너지 최대한 도입 및 지산지소 에너지 이용 촉진 • 석유화학 제품 제조 분야에서 에너지 절약 대책 추진

일본의 탄소중립 정책 요약

개요	
탄소중립 선언	• 제203회 임시국회에서 취임 후 첫 소신표명연설을 통해 2050년까지 온실가스 배출을 실질적 제로(0)로 하는 2050 탄소중립 달성 방침 선언('20.10)
NDC	• 2030년 온실가스 배출량을 2013년 대비 46% 감축, 더 나아가 50% 감축의 야심찬 목표 달성을 향한 최대한의 노력 강화('21.10)
법제화	• 2050 탄소중립, 탈탄소사회 실현을 지구 온난화 대책의 기본 이념으로 법에 명시하기 위해 「지구온난화대책추진법」(地球温暖化対策推進法)을 개정('21.5)

일본의 탄소중립 정책			
구분	2050 탄소중립을 위한 녹색성장전략	제6차 에너지기본계획	지구 온난화 대책 계획
재생에너지	• 해상풍력(부유식) 확대 ('30년 10GW, '40년 30~45GW) • 페로브스카이트, 영농형, 주택/건물용 등 차세대 태양전지 기술개발 • 초임계 지열발전 기술개발	• 최우선으로 최대한 도입 • 태양광·풍력 보급 확대 • 벽면, 지붕형 등 차세대 태양전지, 부유식 풍력, 초임계 지열자원 기술개발	• 재생에너지 촉진구역 설정 • 신재생에너지 최대한 도입 • 지산지소 에너지이용 촉진 • 전력 CO_2 배출원단위 감소 • 차세대 태양전지 기술개발
수소·암모니아	• 수소 보급 확대 및 비용저감 ('50년 2천만톤 및 20엔/Nm^3 이하) • 수전해 대형화 및 비용저감 • 고정형연료전지, FC 트럭 • 수소터빈 보급 가속화 • 암모니아 등 대규모 저장·운송 기술 개발 • 연료암모니아 혼소 실증 및 동남아 시장 수출 촉진 • 저렴한 암모니아 공급망 확보	• 국제공급망 구축 • 수전해 기술 상용화 • 고온가스로 연계 수소제조 • 광촉매 등 혁신수소기술 • 수소·암모니아 혼소·전소 • 수송·산업·민생 부문 수요 확대	• 수소 혁신기술 개발 • 수소사회 실현
바이오매스	• 바이오항공유 및 합성연료 • 바이오매스 화학제품	-	• 바이오플라스틱 보급 확대
원자력	• 국제협력을 통한 고속로 개발 및 SMR 기술실증 • 초고온가스로 이용 수소생산 • ITER 국제협력 연구개발	• 안전 최우선의 재가동 • 사용후핵연료 대책 • 핵연료주기 및 최종처분 • 고속로, SMR, 고온가스로 수소제조, 핵융합 연구개발	-
수송분야	• 모빌리티 전기화 • 차량용 배터리팩 가격 저감 • 전고체 등 차세대 배터리 • EV/수소 충전소 확충 • 무공해·저탄소 선박 기술 • 항공기 전기화 • 드론운송 실용화·상용화 • 스마트교통 및 자전거 이동 도입 확대	• 전기차·인프라 도입확대 • 배터리 등 전기차 요소기술·공급망 강화 • 화물 운송 최적화 • 주유소 종합에너지거점화 • FC 트럭, FC 선박, FC 철도 기술개발 및 실증 • 수소충전소 전략적 확충	• 차세대자동차 보급, 연비개선 • LED 도로조명, ITS 추진, 자율주행 • 대중교통기관·자전거 • 철도, 선박, 항공기 탈탄소화 • 탈탄소 물류 추진 • 섹터커플링

일본의 탄소중립 정책			
구분	2050 탄소중립을 위한 녹색성장전략	제6차 에너지기본계획	지구 온난화 대책 계획
산업분야	• 수소환원제철 • CO_2 흡수형 콘크리트·CO_2 재활용 시멘트 • 전기로 및 열원 탈탄소화 • 수소, 암모니아 등 연소 특성에 맞춘 납사 분해로 • 석유정제 CO_2-free 수소 활용 • 반도체·IT 산업 탄소중립 • 데이터센터 구축/최적할당 • 혁신소재 기반 탈탄소화	• 수소환원제철 • 수소, 합성메탄, 합성연료 등을 활용한 탈탄소화 • 수소 연료 이용 보일러, 버너 등의 기술개발 • 에너지원단위 개선 • 에너지 절약 기준 전략 개정	• 에너지 절약 성능이 높은 설비·기기 도입 촉진 • FEMS • 전기화·연료전환 추진 • 석유제품제조 프로세스 개량·고도화 등 추진 • 低GWP 가스 이용 촉진 및 F-gas 회수·처리 • 데이터센터 에너지절약 • 기업경영 탈탄소화 촉진 • 산업계의 자주적 감축노력
건물분야	• AI·IoT·EV 등 활용 디지털화 및 에너지 관리 최적화 • 신규 ZEH·ZEB 및 목조 건축물 보급 확대 • 건설시공 탈탄소화 • 고성능 건축자재·설비 도입 • 섹터커플링	• 신축 주택·건물 ZEH·ZEB화 • 건축자재·기기 Top-Runner 제도 강화	• 주택·건물 에너지절약 기준강화 • Top-Runner 제도 • HEMS·스마트미터·스마트 홈 디바이스 • BEMS, 에너지절약진단 • 섹터커플링
송배전망	• 분산에너지 중개사업 • 지산지소 마이크로그리드 • 장거리 HVDC 등 차세대 전력망 구축	• 전국단위의 계통형성 마스터플랜 수립 • 유연성 제고 및 조정력의 탈탄소화 • 배터리 등 분산에너지자원 • 마이크로그리드 구축	• 배터리 기술개발 지원
CCUS	• SAF, 합성연료, 합성메탄, 그린 LPG 탄소재활용 연료 • 인공광합성 플라스틱 원료 등 탄소재활용 화학제품 • 고효율·저비용 CO_2 분리·회수 • DACCS	• 화력발전에 CCUS/탄소재활용 도입 • CCS 적지 확보를 위한 자원외교 • DACCS, BECCS	• CCUS/탄소 재활용 혁신기술 개발
기후변화 적응	• 2050년 탄소중립, 탄력있고 편안한 삶 실현 • 지속가능한 식품시스템 전략	• 산림 흡수원 기술개발	• 탈탄소형 라이프스타일 • 삼림 흡수원, 농지 토양 탄소 흡수원, 도시 녹화, 블루 카본
기반 마련	• 그린 혁신 기금(2조엔) • 녹색국제금융센터조정 • 탄소가격 책정 등의 규제개혁 및 표준화 • 국제협력 및 대학진흥	• 지역과의 공생 기반 마련 • 전력시장 등 관련 에너지전환/절약 관련 법령/규제 검토 • 포괄적인 자원외교 추진	• J-Credit 제도 활성화 • JCM • 온실가스 배출량 산정·보고·공표제도 • 탄소가격 및 세제, 금융

07 중국

가. 탄소중립 선언

> *"2030년까지 중국의 탄소 배출량이 정점에 이르도록 한 뒤, 점차 감소시켜 2060년까지 탄소중립을 달성하겠다"*
> - 중국 시진핑 주석, '20.9.22 -

- 75차 UN기후회의('20.9)에서 2030년 이전에 탄소 배출을 정점으로 하고 2060년 이전에 탄소중립을 달성하는 것을 목표로 탄소중립 선언
  - 그 후 G20 포럼('20.11), 브릭스 정상회담('20.11), 기후목표 정상회담('20.12), 다보스 포럼('21.1)등 다양한 국내외 행사에서 중국의 탄소중립 목표를 거듭 언급하여 중국의 추진의지 표명

- **(NDC)** 2030년 전까지 이산화탄소 배출 정점 도달을 목표로 국내 총생산 단위당 이산화탄소 배출량 저감 목표(2005년 대비 65% 이상) 및 1차 에너지 중 비화석연료 비중 확대 목표(2030년까지 25% 가량) 제시('21.10.28)

* 중국은 영국 글래스고에서 열리는 제26차 기후변화협약 당사국회의(COP26) 전 UN에 새로운 NDC를 제출했으나, 상향 폭이 미국과 유럽연합 등 다른 주요 온실가스 배출국들에 비해 미약하고 구체성이 떨어져 논란

나. 탄소중립 법제화

- 중국은 2007년부터 에너지 기본법인 '중국 에너지법(안)' 제정을 준비하고 있으며, 2020년 기존법안(2008년 법안 제출 후 계류) 및 법제처 수정법안을 기초로 한 신규법(안) 초안 공개 후 의견수렴 및 제정 추진 중
  - **(주요내용)** 에너지 시장 정의, 화석과 비화석 에너지 관계 설정, 개발방향, 재생에너지 사용, 에너지 안보 전략 등 에너지와 관련된 전반적인 내용을 아우르며 그동안 시행해 온 에너지 관련 정책, 법령, 제도 등을 총망라

※ 동 법안에서의 에너지의 정의: 석탄, 석유, 천연가스(셰일가스, 탄층가스, 바이오가스 등), 원자력, 수소, 풍력, 태양광, 수력, 바이오매스, 지열에너지, 해양에너지, 전력, 열력, 기타 직접 혹은 가공·전환으로 얻은 에너지

다. 중국의 탄소중립 거버넌스[43)]

- 중국은 탄소배출 감축 정책을 총괄할 강력한 컨트롤타워인 '탄달봉탄중화(碳達峰碳中和)' 공작영도소조(工作領導小組)를 구성*하였으며, 국무원 주요 지도부가 이끄는 탄달봉탄중화를 위한 부처 간 협의체 역할 수행

  * 시진핑 주석 주재로 개최된 제9차 중앙재경위원회('21.3.15)에서 설립 결정
  (※ 공작영도소조: 국가 차원에서 다뤄야 할 핵심 정책 의제 담당을 위한 상설 협의 조직)

  - 중국의 경제발전 계획 총괄 부처인 국가발전개혁위원회(발개위)가 '탄달봉탄중화(碳達峰碳中和)' 공작영도소조의 사무국 역할을 수행 중

    - (역할) 탄달봉탄중화 추진방향과 구체적 경로 제시, 각 지방정부, 중점업종, 기업 등의 목표설정 및 행동방안 제정, 지도, 감독, 각 부처, 지방정부, 기업 등의 탄소감축 업무 총괄 및 조정 등

    ※ 기존 국가기후변화대응 영도소조는 국가기후변화 대응전략 수립, 국제협상, 에너지 절약 관련 업무 등 대내·외 기후변화 관련 포괄적 업무 담당

라. 중국의 탄소중립 정책

(1) 14차 5개년 규획 ('20.12)[44)45)]

- 제13기 전국인민대표대회 제4차 전체회의에서 '국민경제와 사회발전 14.5계획(2021~2025년) 및 2035년 장기 목표(이하 '계획')' 정식통과

  - 14.5 규획의 핵심은 '내수 위주의 쌍순환(雙循環, 이중순환)*' 전략으로 향후 경제운영의 기본원칙으로 자리 잡을 전망

  * 쌍순환(雙循環, 이중순환): '국내대순환'을 중심으로 '국내·국제 순환'을 상호 촉진한다는 새로운 발전전략으로, 미·중 갈등의 심화와 장기화에 대응하기 위해 중국이 거대한 내수시장을 활용하여 자체적으로 선순환할 수 있는 경제체제를 구축하는 것을 목표

  - 2035년 1인당 GDP를 선진국 중간(=중등발달국가) 수준 도달'이란 중장기적 목표 제시

43) 「중국의 2060 탄소중립 추진전략」, KEI 전문가 좌담회, 2021.8
44) 중국 14차 5개년 규획(2021~25)의 경제정책 방향과 시사점, 대외경제정책연구원, 2020.12
45) 세계 에너지시장 인사이트 제21-6호(중국, '14.5계획 및 2035년 장기 목표'에서 에너지부문 정책 방향 설정), 에너지경제연구원, 2021.3

'14.5 규획' 중국 경제사회발전 6대 주요 분야

구분		세부내용
쌍순환 발전전략		• (국내대순환) 핵심 원천기술 자주화, 산업구조 고도화를 통한 공급망 강화, 소비 및 투자 촉진을 통한 내수 활성화 등 • (국내·국제 순환) 핵심 부품 및 중간재 수입, 원자재 및 식량의 안정적 공급, 수출 고도화, 대내외 무역 규범 및 표준 일체화 등을 통해 글로벌 경제와의 연계 유지·강화
혁신주도 성장		• 전략적 과학기술 연구 프로젝트(인공지능, 양자정보, 반도체, 바이오, 뇌과학, 품종개량, 우주과학, 심해 및 지층 연구 등 집중투자) • 국제 과학기술 혁신센터 조성 • 기업기술 혁신능력 제고 • 인재 혁신활동 촉진 • 과학기술 혁신체계 완비
산업구조 고도화		• 공급망 업그레이드 및 다원화 추진 • 차세대 정보기술, 바이오기술, 신재생에너지, 신소재, 첨단설비 △신에너지 자동차, 환경보호, 항공우주, 해양설비 등의 9대 전략적 신흥산업을 집중적으로 육성하고, 인터넷·빅데이터·인공지능 등의 기술과 제조업의 융합 추진 • 현대서비스업 발전(디지털화, ICT 융합 산업 등)
내수시장 활성화		• (소비촉진) 산업 고도화를 통한 양질의 고용 창출, 소득분배 제도 개선, 사회보장체계 개선 등을 추진 • (투자확대) 전략적 신흥산업, 신흥 인프라, 신형 도시화, 중대프로젝트 등 중국경제의 미래 성장동력에 대한 투자를 확대
신성장 동력 창출	디지털 경제 전환	• (산업 클러스터) 디지털 산업화와 산업 디지털화를 촉진하고, 디지털 경제와 실물경제의 융합을 통해 국제 경쟁력을 지닌 디지털 산업 클러스터 조성 • (표준·규범 제정) 데이터에 재산권을 부여하여 거래, 유통, 국경간 전송 및 보안에 대한 기본 시스템과 표준·규범을 제정함으로써 데이터의 개발과 활용을 촉진 • (디지털 보안 강화) 국가 데이터의 보안 및 개인정보 보호 강화 • (국제적 표준 수립) 디지털 분야의 국제 규칙과 표준 수립에 적극적으로 참여
	녹색 성장 전환	• 중국이 제시한 '2060년 탄소중립' 목표를 달성하기 위해 <14.5 규획> 기간 전국 범위의 탄소배출 거래시장을 개설하고 녹색기술 혁신체계를 구축 • (저탄소·녹색 성장 가속화) 탄소 배출 감축방안을 수립하여 시행하고 과학기술, 산업, 인프라 건설을 비롯한 핵심 분야의 녹색 전환을 추진 • (녹색기술 발전) 과학기술, 산업, 인프라 건설을 비롯한 핵심 분야의 친환경화를 통한 녹색 전환을 추진하기 위해 시범도시를 확대하고 녹색기술의 발전을 독려 • (생태계 안정성 제고) 생태계 보호 및 관리 시스템 개선, 전국적인 녹지 복원사업 추진, 기후변화가 생태계에 미치는 영향 분석 실시를 통해 생태계 안정성을 제고하고, <기후변화 대응전략 2035> 마련 계획
대외개방		• 경제·산업 고도화에 필요한 분야(첨단산업, 자본시장 등)에서 대외개방을 확대하고, FTA 네트워크 구축 및 역내 다자주의 협력 확대 등 글로벌 경제 거버넌스강화 예정

- 에너지 관련 부문은 2025년까지 에너지원단위 13.5% 및 CO_2 배출원단위는 18% 감축, 지급(지급(地级, 제2급 지방행정단위) 이상 도시의 '대기질 좋음' 일수율 2020년 83.4%에서 2025년 87.5%로 확대, 에너지 종합 생산 능력 46억tce 이상 등을 목표로 설정

14,5계획 에너지부문 주요 목표(2021~2025년)

구분		세부내용
기본방향		• 에너지믹스 개선, 청정·저탄소 및 안전·고효율의 에너지시스템 구축, 에너지 공급능력 제고 등
비화석에너지		• 에너지 총 소비량에서 비화석에너지 비중 약 20%로 확대
	재생에너지	• 청정에너지기지 건설 • 동·중부지역에 분산형에너지, 서남지역에 수력발전소 건설 확대 • 풍력·태양광 설비규모 증대 • 지역 상황에 따라 지열에너지 개발·이용
	원자력	• 2025년까지 가동 중인 원전 설비규모 70GW로 확대 • 소형 모듈형 원자로, 60만kW급 고온가스냉각원자로, 원자력 플랫폼 등 선진 원자로 관련 시범사업 추진 • 중저준위방사성 폐기물처리장과 사용 후 핵연료 후처리공장 건설
	수소	• 수소 등 미래 선도산업 관련 계획 수립 및 기술연구 강화
	신에너지차	• 안정성과 효율이 높은 배터리, 모터 등 핵심기술 개발 • 전기차 배터리 충전 및 교환 설비 건설·배치 계획 수립
화석에너지		• 화석에너지 소비 규제에 관한 정책 수립 • 가스와 석탄을 전기로 대체하는 정책 지속 추진
	석탄	• 석탄 자원이 풍족한 곳으로 석탄 생산 집중 • 지역 간 석탄 수송로 완비 • 석탄 발전건설규모를 적정 수준으로 규제
	석유가스	• 탐사·개발시장 체계적으로 개방 • 석유·가스 생산 및 비축량 증대, 심해·심층 비전통 자원 이용 확대 • 중·러 동부노선의 자국 내 구간, 천기동송(川氣東送) 2라인 등 신규 가스관 건설 • 석유비축프로젝트 건설 및 랴오허 등 가스 지하저장고 건설
전력망		• 스마트그리드(마이크로그리드)건설 확대로 전력망 간 연계 및 제어능력 강화 • 전원-전력망-부하-저장 간 연계 강화 • 초고전압송전(Ultra High Volatage, UHV) 이용률을 높여 청정에너지 소비 증대 • 저장능력 및 원거리 송배전능력을 제고

구분	세부내용
탄소중립	• 2030년 이전 탄소배출 정점도달 행동 방안 제정 - 산업, 건물, 교통 부문에 저탄소 전환을 강화하고 메탄, 수소불화탄소 등 온실가스 규제 강화 - 기후변화에 따른 취약지역에 대한 평가 및 관측 강화, 인프라 및 도농건설 부문 기후변화대응 능력 제고 - 에너지절감·저탄소기술 시범공정 시행 * 준제로에너지빌딩(nearly Zero Energy Building, nZEB), 준탄소중립(near zero carbon emission), 탄소포집·활용·저장(Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS) 등 주요 시범프로젝트 추진 • 기후변화대응을 위한 국제협력 강화 • UN 기후변화협약(UNFCCC) 및 파리협정 이행

자료: 에너지경제연구원(2021.3.22.) 세계 에너지시장 인사이트 제 21-6호

(2) 「새로운 시대의 중국 에너지 발전」 백서(「新时代的中国能源发展」白皮书) ('20.12)[46][47]

- 국무원은 2030년을 기점으로 탄소배출량 감축, 2060년까지 탄소중립을 달성하기 위한 중국의 저탄소 경제 로드맵 제시
  - **(5대 추진과제)**
    - **(에너지 소비 패턴의 종합적 개혁 추진)** 자원 절약 및 환경 보호라는 국가 기본 정책 준수, 에너지 절약 우선 정책 준수, 에너지 절약이 자원을 늘리고 오염을 줄이며 인류에게 이롭다는 개념을 확립하고 전체 프로세스에 걸쳐 에너지 절약 추진
    - **(다양하고 깨끗한 에너지 공급체계 구축)** 비화석 에너지 개발을 우선시 하고 화석 에너지의 깨끗하고 효율적인 개발 및 활용 촉진, 에너지 저장 및 전력 부하관리 시스템 개선
    - **(과기혁신의 제1원동력 역할 강화)** 새로운 과학 기술 혁명과 산업 변혁의 기회를 포착하여 에너지 분야에서 혁신 주도의 발전 전략을 적극적으로 시행하고, 에너지 기술 혁신 능력을 강화하며 에너지 자원 제약, 생태 환경 보호와 같은 주요 문제 해결
    - **(에너지 시스템 개혁의 전면적 심화)** 다양한 시장 참가자를 적극적으로 육성하고 접근성을 완화하며, 경쟁을 장려하고 통합되고 개방적이며 질서 있는 경쟁 에너지 시장 시스템을 구축 및 시장 장벽을 제거하기 위해 노력하고 에너지 자원 할당의 효율성과 공정성 향상
    - **(국제 에너지협력의 전방위적 강화)** '일대일로'의 실천, 글로벌 에너지 거버넌스에 적극 참여, 기후변화 대응 선도 국제협력으로 인류의 미래를 함께하는 공동체 건설 추진

46) 《新时代的中国能源发展》白皮书(全文), 중화인민공화국 국무원 정보실, 2020.12
47) Issue Report Vol.6. 중국의 탄소중립 정책동향, 한중과학기술협력센터, 2021.6

추진과제 별 세부사항

추진과제	세부 내용
에너지 소비패턴 개혁 종합적 추진	• **(에너지 소비 이중 제어 시스템 구현)** 총 에너지 소비량과 집약도에 대한 이중 제어 시스템을 구현하고 성, 자치구 및 직할시 행정 구역에 따라 에너지 소비 총량 및 집약도 제어 목표 설정, 각급 지방 정부 감독 및 평가 • **(에너지 절약 법규 및 표준 체계 개선)** "에너지 절약법" 개정 및 시행, 산업·건설·교통 및 공공기관과 같은 주요 분야의 에너지 절약 시스템 구축 및 개선, 에너지 절약 감독/에너지 효율 라벨링/에너지 절약 검토와 같은 지원 법률 시스템 개선 • **(에너지 절약 및 저탄소 인센티브 정책 완비)** 에너지 절약을 촉진하는 법인 소득세 및 부가가치세 우대 정책 시행, 녹색 금융 시스템을 개선하고 에너지 효율 크레딧, 녹색 채권 등을 사용하여 에너지 절약 프로젝트 지원, 가격 메커니즘 혁신 및 개선, 전력 수요측 관리 강화 등 • **(핵심 분야 에너지 효율 향상)** - (산업) 산업구조 최적화, 저에너지소비 제조/산업, 재활용 및 저탄소 전환, 에너지 절약 진단 서비스 메커니즘 구축 - (건물) 신축건물 에너지 절약 표준 개선, 기축건물 에너지 절약 혁신 강화, 건물 에너지 사용 구조 최적화 - (수송) 에너지 효율적인 운송시스템 구축, 청정에너지 사용 촉진, 운송차량의 에너지 효율성 향상 - 시장지향적 녹색기술 혁신 시스템 구축, 녹색기술 연구개발 등 • **(최종에너지 사용분야 청정 에너지 소비 촉진)** 석탄사용 대체, 전기화, 열펌프/전기로, 신에너지 차량, 천연가스 기반 시설 연결성 강화, 천연가스 열병합 전력 및 냉방에너지 공급 방식 추진, 분산형 재생에너지 개발 촉진 등
다양하고 깨끗한 에너지 공급체계 구축	• **(비화석 에너지 우선 개발)** - (태양광) 기술진보/원가절감/시장확대/시스템 개선 - (풍력) 대규모 풍력발전기지 건설, 해상풍력발전 - (수력) 녹색 수력발전과 생태 환경보호 공통 추진, 소수력 발전 촉진, 하천생태복구 - (원자력) 원자력의 안전한 발전정책 시행 - (바이오매스) 바이오매스 발전을 열병합 발전으로 전환 및 업그레이드, 바이오 디젤 제품의 품질 향상에 중점, 비식품 바이오 액체 연료의 산업화를 촉진 - (기타) 지열에너지, 해양에너지(조류, 파력 등) 개발 • **(화석에너지의 청정하고 효율적인 개발 및 활용)** 깨끗하고 효율적인 화력 발전, 천연가스 생산 능력 향상, 석유 탐사·개발 및 처리 수준을 향상

추진과제	세부 내용
다양하고 깨끗한 에너지 공급체계 구축	• **(에너지 저장 및 피크부하 저감 시스템 구축 강화)** 에너지 송배전망 건설 강화, 에너지 비축 비상 시스템 개선(대규모 정전에 대한 국가 비상 대응 메커니즘을 개선하고 전력 공급 및 비상 보호 기능의 신뢰성을 종합적으로 향상), 피크부하 관리를 위한 양수저장발전소 건설 가속화, 에너지 소비, 에너지 저장, 신에너지 발전 및 전력 시스템 최적화 운영 촉진, 부하피크 관리 시스템 개선 등 • **(농촌 및 빈곤지역 에너지 개발 지원)** 농촌 에너지 인프라 개선 가속화, 에너지 빈곤 완화 프로젝트 시행, 북부 농촌 지역의 겨울철 청정난방(바이오매스, 지열, 태양열 난방 및 히트펌프 기술 응용 등)을 추진
과기혁신 제1원동력 역할 강화	• **(에너지 기술혁신 정책의 최상위 설계 개선)** 안전하고 깨끗하며 효율적인 현대 에너지 기술을 중요한 전략적 방향 및 핵심 영역으로 간주 • **(다차원 멀티 에너지 기술혁신 플랫폼 구축)** 80개 이상의 국가 에너지 연구 개발 센터와 국가 에너지 핵심 연구소를 배치 및 건설하고 석탄, 석유, 천연가스, 화력, 원자력, 재생에너지 및 에너지 장비의 핵심 영역 및 연계에 대한 연구 수행 • **(주요 에너지 분야 협력적 과학기술혁신 수행)** 셰일 오일, 셰일 가스 및 천연가스 하이드레이트 개발, 주요 원자력 과학 기술 프로젝트 실시(3세대 가압경수로 및 4세대 고온 가스 냉각 원자로 기술에 중점을 두고 핵심 기술 연구 수행 및 원자력 자주적 혁신을 계속 추진), 신에너지 차량, 스마트그리드 기술 및 장비, 지능형 석탄 채굴 기술 및 장비, 석탄의 청정하고 효율적인 사용 및 에너지 절약 신기술, 재생에너지 및 수소 기술에 대한 연구 수행 • **(주요 에너지 프로젝트에 의존한 에너지기술 장비수준 향상)** 핵심 에너지 장비 기술 연구/시험 실증, 에너지 장비 측정/표준/테스트 및 인증 시스템 개선, 안전한 에너지 공급·청정에너지 개발·화석에너지의 청정하고 효율적인 이용이라는 3대 방향을 중심으로 에너지기기 제조를 위한 핵심기술, 소재, 부품의 병목현상 극복 및 기술혁신 • **(신기술·모델·비즈니스 형식의 발전 지원)** 에너지 기술과 현대 정보, 재료 및 첨단 제조 기술의 심층 통합을 적극적으로 추진하고 "인터넷 +" 스마트 에너지 건설에 의존하여 에너지 생산 및 소비의 새로운 모델을 탐색 - 농업, 어업, 축산업 및 건설과 태양광 발전의 통합 개발 촉진 - 수소 에너지 산업 사슬·기술·장비의 개발가속화 및 수소 연료 전지 기술 및 자동차 산업 사슬의 발전 촉진 - 高 에너지 저장 및 재생 에너지의 보완 개발 촉진 - 에너지 마이크로그리드의 건설을 지원하고 발전, 저장 및 사용을 위한 통합 지역 청정 에너지 공급 시스템 형성

추진과제	세부 내용
에너지 시스템 개혁 전면적 심화	• **(효과적이고 경쟁력 있는 에너지 시장 구축)** 국유 에너지 기업의 개혁 및 민영 소유의 발전을 지원하며 에너지 부문의 혼합 소유 개혁을 추진하여 기업 지원 - 석탄, 전기, 석유 및 천연가스 거래 플랫폼을 구축하여 수요와 공급 간의 상호 작용을 촉진하고, 통합된 국가 전력 시장과 국가 탄소 배출권 거래 시장 건설 적극 추진 • **(시장을 중심으로 에너지 가격을 결정하는 메커니즘 개선)** 경쟁입찰을 통해 신규 풍력 및 태양광 발전사업의 계통 전력가격 결정 추진, 주민을 위한 단계적 전기 요금 및 가스 가격 체계를 전면적으로 시행 • **(혁신적인 에너지 과학관리 및 최적화 서비스)** 에너지 시장 감독을 강화하고 감독 효율성을 개선하며 다양한 시장 참여자 간의 공정한 경쟁 촉진 • **(에너지 법제도 개선)** 에너지 법률 시스템 개선, 법에 따른 에너지 관리 추진
국제 에너지 협력 전방위적 강화	• **(에너지분야 대외 개방 지속적 심화)** 외국인 투자 접근을 대폭 완화하고 시장 지향적인 합법화된 국제 비즈니스 환경을 조성하며 무역 및 투자 자유화 촉진 • **(일대일로 공동 건설에서 에너지협력 중점)** 실용적인 에너지 협력 촉진, 녹색 실크로드 건설, 에너지 인프라 상호연결 강화, 글로벌 에너지 접근성 개선 • **(글로벌 에너지 거버넌스에 적극 참여)** 양자 및 다자 에너지 협력을 수행하며 글로벌 에너지 거버넌스에서 국제 에너지 기구 및 협력 메커니즘의 역할을 적극 지원하며 글로벌 에너지 시장 안정과 공급 안보를 적극적으로 추진 • **(글로벌 기후변화에 적극 대응)** 기후변화에 대한 국제협력 강화, 개발도상국의 기후변화 대응능력 향상 지원

(3) 녹색 및 저탄소 순환개발 경제체제의 구축 및 개선 가속화에 대한 지침의견 (关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见) ('21.2)[48]

- 국무원은 「녹색저탄소순환발전 경제체계 구축·완비 관련 지도의견」을 발표하여 투자·건설·생산·유통·생활·소비 등 전방위적으로 녹색발전을 추진하고, 탄소피크 및 탄소중립 목표 실현을 제시
  - 동 의견은 2020년 9월 중국의 탄소중립 선언에 대한후속조치로서, 중국판 그린뉴딜 정책의 일환으로 그린뉴딜의 새로운 발전단계, 이념 등에 대한 목표를 제시
  - **(총체적 요구)** 건전한 녹색 저탄소 순환발전 경제체계를 건립하고 최종 목표로는 탄소배출 정점, 탄소중립 목표에 도달하도록 하여 중국의 녹색발전을 한단계 업그레이드 시킬 것을 요구
    - 녹색 저탄소 순환 발전 경제 체제 구축에 있어 전방위 전과정에서 녹색 계획, 녹색 디자인, 녹색 투자, 녹색 건설, 녹색 생산, 녹색 유통, 녹색 생활방식, 녹색 소비를 추진
    - 자원의 고효율 이용, 생태환경 보호, 온실가스 배출을 효과적으로 통제하는 것을 전제로 발전을 추구 하는 등 전반적으로 엄정한 수준의 환경보호조치를 통한 질적 발전 추진
  - **(4대 업무 원칙)**
    - (중점 추진 원칙) 에너지절감, 환경보호, 청결생산, 청정에너지원 등에 중점을 두어 우선적으로 업무를 추진하고 농업, 제조업, 서비스업과 정보기술과의 융합발전을 추진
    - (혁신주도원칙) 기술혁신, 모델혁신, 관리혁신을 심도 있게 추진하여 시장주도형 녹색기술혁신 체제 구축
    - (안정 속 진보추구 원칙) 녹색전환과 경제발전, 기술발전, 산업연계, 취업안정성, 민생개선의 유기적인 결합을 진행하여 안정적이고 지속적으로 발전
    - (시장주도원칙) 녹색전환 과정에서 시장의 주도적 역할, 기업의 이행주체 역할, 각 유형의 시장거래 매커니즘의 역할을 충분히 발휘
  - **(주요목표)**
    - 2025년까지 산업구조, 에너지구조, 운송 구조를 최적화하고, 녹색산업 비중 및 인프라 설비의 녹색화 수준을 향상시킴과 동시에 청정생산 수준 향상
    - 생산 방식을 친환경으로 전환하여 효과를 높이며 에너지 자원의 이용 효율을 대폭 제고시키고 주요 오염 물질 배출량을 지속적으로 감축하는 한편 탄소 배출 강도 절감
    - 생태 환경을 개선하여 시장발전의 기본 방향인 녹색 기술 혁신 체계를 개선하고, 법률·법규·정책체제, 녹색 저탄소 순환발전의 생태·유통·소비체제 구축

48) 차이나 법률정보 No.3, 한국무역협회 베이징지부, 2021.4.14

- 2035년까지 녹색 발전 원동력을 강화시키고 녹색 산업 규모를 확대시키며, 핵심 산업 및 상품 에너지 자원 이용 효율을 국제적으로 선진화된 수준까지 향상
- 녹색 생산 생활방식을 정착시키고 탄소 배출 정점을 기록한 이후에 탄소 배출을 점차 줄여 아름다운 환경의 중국 실현

6대 핵심임무 별 세부 내용

핵심임무	세부 내용
녹색 저탄소 순환 발전 생산 시스템 정립	• **(공업 녹색성장 고도화 추진)** 제품의 녹색디자인, 녹색제조체제 및 관련산업을 적극 발전시키며 자원종합이용기지 건설, 청결생산 전면 추진 및 오염배출허가제도 시행 가속화 • **(농업 녹색 발전 가속화)** 생태순환농업 발전, 삼림순환경제 발전 등 • **(서비스업 녹색발전 수준 향상)** 녹색유통 주체 육성, 정보서비스산업의 녹색전환, 저휘발성 유기물의 원자재 사용 장려, 일회용 제품 사용 감소 추진 등 • **(녹색 환경보호산업 발전)** 국가 녹색산업 시범단지 건설, 산업클러스터 순환 효율성 제고, 녹색공급체인 구축, 녹색산업 지도목록 제정 등
녹색 저탄소 순환 발전 유통 시스템 완비	• **(녹색 유통 시스템 구축)** 녹색 저탄소 운송수단 보급 등 • **(재생자원 재활용 강화)** 재생가능자원 회수 적극 추진, 생산자 책임제도 강화 등 • **(녹색 무역 시스템 구축)** 무역구조 최적화, 국제협력 강화, "녹색 일대일로" 합작 가속화
녹색 저탄소 순환 발전 소비 시스템 완비	• **(녹색제품 소비 촉진)** 정부의 녹색구매역량 강화, 녹색제품과 서비스 인정 관리체제 강화, 녹색전력증서거래 추진 등 • **(녹색 저탄소 라이프스타일 권장)** 생활 쓰레기 분류와 감량, 대중교통 이용 권장 등
인프라 녹색성장 가속화	• **(에너지 시스템의 녹색 저탄소 전환 촉진)**에너지 절약 우선 정책, 에너지 소비총량과 사용 강도에 대한 이중 통제제도 개선, 지역 특성에 맞는 신재생에너지(수력·지역·해양·수소·바이오매스·태양광 등) 발전 육성 등 - 대용량 ESS R&D 추진 가속화, 청정 열병합 집중난방시설, 석탄연료 발전설비 신설 통제, 도농 전력망건설 및 스마트 업그레이드, CCUS 시범사업 등 • **(도시환경 인프라 구축의 고도화 추진)** 생활 오염수, 도시 생활쓰레기, 위험물, 의료 폐기물, 주방쓰레기 등의 처리 체제 건설을 추진 • **(교통 인프라의 녹색발전 수준 제고)** 녹색공로, 녹색철도, 녹색항공로, 녹색항구, 녹색 공항을 적극 건설, 신재생에너지원 자동차 충전센터, 수소충전센터 등 부대시설 확충 • **(도시와 농촌의 주거환경 개선)** 녹색건축을 적극 발전시키며 농촌 거주환경 개선 추진

핵심임무	세부 내용
시장 지향적 녹색 저탄소 기술 개발	• **(녹색 저탄소기술 연구개발 장려)** 녹색 국가기술 혁신센터, 국가 과학자원 공유서비스 플랫폼 등 혁신기지 플랫폼 구축 • **(과학기술성과 이전 강화)** 녹색기술을 적극 이용, 녹색기술 보급목록 발표, 녹색기술거래센터 구축 추진
법률·법규 시스템 정립	• **(법률 집행 강화)** 오수처리비용 정책 개선, 녹색납부금 가격체제 완비 등 • **(녹색 거래 시장체제 육성)** 녹색기준, 녹색인증체제 및 통계감독 제도완비, 오염배출권, 에너지 사용권, 물 사용권, 탄소배출권 등 • **(세수 우대정책 실현)** 자원세 징수와 수자원세 개혁 시범사업을 진행하며 재정보조를 강화하여 관련 프로젝트 건설 추진 • **(녹색금융 발전 추진)** 금융기구의 녹색금융성적평가 강화, 녹색채권 기준 통일, 녹색산업 기업의 상장 및 융자 지원사업 장려, 국제녹색금융과 기준 일원화 추진

중국의 탄소중립 정책 요약

개요	
탄소중립 선언	• 2030년 이전에 탄소 배출을 정점으로 하고 2060년 이전에 탄소중립을 달성하는 것을 목표로 탄소중립 선언
NDC	• 2030년 전까지 이산화탄소 배출 정점 도달을 목표로 국내 총생산 단위당 이산화탄소 배출량 저감 목표(2005년 대비 65% 이상) 및 1차 에너지 중 비화석연료 비중 확대 목표(2030년까지 25% 가량) 제시
법제화	• '중국 에너지법(안)' 초안 공개 후 의견수렴 및 제정 추진 중

중국의 탄소중립 정책			
구분	14차 5개년 규획	「중국 에너지 발전」 백서	녹색저탄소순환발전 경제체계 구축·완비 관련 지도의견
재생에너지	• 에너지 총 소비량에서 비화석 에너지 비중 약 20%로 확대 - 풍력·태양광 규모 확대 - 지역에너지 개발·이용	• (태양광) 기술진보/원가절감/시장 확대/시스템 개선 • (풍력) 대규모 풍력발전기지 건설, 해상풍력발전 발전 • (수력) 녹색 수력발전과 생태 환경 보호 공통 추진, 소수력 발전 촉진, 하천생태복구 • 지열에너지, 해양에너지(조류, 파력 등) 개발	• 신재생에너지(수력·지열·해양·수소·태양광·바이오매스 등) 발전 육성
수소	• 수소 등 미래선도산업 관련 계획 수립 및 기술연구 강화	• 수소 에너지 산업 사슬 기술 장비의 개발 가속화 • 수소 연료전지 기술 및 자동차 산업 밸류체인의 발전 촉진	
바이오 에너지	-	• 바이오매스 발전을 열병합 발전으로 전환 및 업그레이드 • 바이오 디젤 제품의 품질 향상 • 비식품 바이오 액체 연료의 산업화	

중국의 탄소중립 정책			
구분	14차 5개년 규획	「중국 에너지 발전」 백서	녹색저탄소순환발전 경제체계 구축·완비 관련 지도의견
화석에너지	• 가스와 석탄을 전기로 대체하는 정책 지속 추진 • 석유·가스 생산 및 비축량 증대, 심해·심층 비전통 자원 이용 확대 • 신규 가스관 건설 • 탐사·개발시장 체계적 개방	• 깨끗하고 효율적인 화력 발전 • 천연 가스 생산 능력 향상 • 석유 탐사·개발 및 처리 수준 향상 • 천연가스 기반 시설 연결	• 석탄연료 발전설비 신설 통제
원자력	• 원전규모 확대 • 선진원자로 관련 시범사업 추진(소형모듈원자로, 고온가스냉각원자로, 원자력 플랫폼 등) • 폐기물 처리장 및 핵연료 후처리공장 건설	• 원자력의 안전한 발전정책 시행	-
수송분야	• 안정성과 효율이 높은 배터리, 모터 등 핵심기술 개발 • 전기차 배터리 충전 및 교환 설비 건설·배치 계획 수립	• 에너지 효율적인 운송시스템 구축 • 청정에너지 사용 촉진 • 운송차량의 에너지 효율성 향상	• 녹색 저탄소 운송수단 보급 • 녹색공로, 녹색철도, 녹색항공로, 녹색항구, 녹색 공항 적극 건설 • 신재생에너지원 자동차 충전 센터, 수소충전센터 등 부대시설 확충
산업분야	• 산업·인프라 건설을 비롯한 핵심분야의 친환경화를 통한 녹색전환 • 메탄, 수소불화탄소 등 온실가스 규제 강화	• 산업구조 최적화 • 저에너지소비 제조/산업 • 재활용 및 저탄소 전환 • 에너지 절약 진단 서비스 메커니즘 구축	• 국가 녹색산업 시범단지 건설 • 산업클러스터 순환 효율성 제고 • 녹색공급체인 구축, 녹색산업 지도목록 제정

중국의 탄소중립 정책			
구분	14차 5개년 규획	「중국 에너지 발전」 백서	녹색저탄소순환발전 경제체계 구축·완비 관련 지도의견
건물분야	• 준제로에너지빌딩(nearly Zero Energy Building, nZEB) 시범사업	• 신축건물 에너지 절약 표준 개선 • 기축건물 에너지 절약 혁신 강화 • 건물 에너지 사용 구조 최적화 • 겨울철 청정난방(바이오매스, 지열, 태양열 난방 및 히트펌프 기술 응용 등)	• 청정 열병합 집중난방 시설
송배전망	• 스마트 그리드(마이크로 그리드)건설 확대 • 전원-전력망-부하-저장 간 연계 강화 • 초고전압송전(Ultra High Volatage, UHV) 이용률 확대	• 에너지 송배전망 건설 강화 • 에너지 비축 비상 시스템 개선 • 피크부하 관리를 위한 양수저장발전소 건설 가속화 • 에너지 소비, 저장, 신에너지 발전 및 전력 시스템 최적화 운영 촉진 • 부하피크 관리 시스템 개선 등	• 대용량 ESS • 도농 전력망건설 및 스마트 업그레이드
CCUS	• CCUS 시범프로젝트 추진	-	• CCUS 시범사업
폐자원	-	-	• 재생가능자원 회수 적극 추진 • 생산자 책임제도 강화
기후변화 적응	• 기후변화에 따른 취약지역에 대한 평가 및 관측 강화 • 생태계 안정성 제고	-	• 생태순환농업 발전, 삼림순환경제 발전
기반 마련	• 기후변화대응을 위한 국제협력 강화	• 국가 에너지 연구 개발 센터 및 국가 에너지 핵심 연구소 배치 • 국제 에너지 협력 강화 • 에너지시장, 법제도 개선	• 녹색기술 보급목록 발표, 녹색기술거래센터 구축 추진 • 법률·법규 시스템 정립 (녹색거래 시장체제, 녹색금융 등)

08 결론 및 시사점

- **주요국들은 기후변화에 적극적으로 대응하기 위해 탄소중립 달성을 목표로 정책을 추진하고 있으며, 이와 연계하여 경제 활성화 및 중장기적 산업구조 전환을 동시에 달성하기 위한 지원 확대**
  - COVID-19로 인한 경기침체 대응을 위해 각국은 기후변화대응을 위한 대규모 금융지원, 인프라 투자 등을 통해 경제회복 및 글로벌 경쟁력 제고와 탄소중립 목표 동시 달성을 목표
    - **(EU)** '유럽 그린딜'을 통해 기후중립 목표 및 EU의 지속가능한 경제로의 전환 동시 달성 추진
    - **(영국)** 넷제로 달성을 위한 녹색기술 및 금융분야의 선두확보와 일자리 창출을 중심으로 한 경제성장 추진
    - **(미국)** 청정에너지로의 전환을 위한 인프라와 기술혁신에 투자함으로써 미국의 경제회복 촉진
    - **(일본)** 온실가스 감축과 경제성장에 기여 가능한 핵심 산업부문을 선정하고, 탄소중립을 위한 지원 확대
    - **(중국)** 저탄소 순환발전 경제체계 구축을 위해 녹색산업 및 인프라 수준을 향상시키고 녹색기술 혁신 추진

- **주요국의 기후변화대응 정책에서는 재생에너지, 수소, 바이오에너지, 산업분야 탈탄소화, 친환경수송, 건물에너지 저감, 온실가스 처리 기술, 디지털화 기술을 공통적으로 제시**
  - **(재생에너지)** 태양광 보급 확대와 해상풍력(부유식 포함)발전을 중심으로 한 저탄소 공급 확대
  - **(수소)** 그린수소생산(수전해 등)을 중심으로 수소 대량 저장·운송 및 경제성 확보를 위한 기술개발
  - **(바이오에너지)** 항공·해상 수송용 바이오연료 및 BECCS 기술개발 추진
  - **(산업분야 탈탄소화)** 수소환원제철, 연·원료 대체, 공정 최적화 및 전기화 등을 중심으로 산업전환
  - **(친환경 수송)** 전기차, 수소차 핵심기술 및 관련 인프라 확대를 중심으로 한 수송 분야 탈탄소화
  - **(건물 에너지 저감)** 제로에너지건물, 건물성능 개선, 난방효율개선 및 BEMS 등을 중심으로 건물 효율 향상
  - **(디지털화)** 차세대 전력망, 에너지시스템 연계 및 디지털기술 융복합을 통한 에너지시스템 최적화 추진
  - **(온실가스 처리)** CCUS 기술개발 및 시범사업을 중심으로 DACCS, Non-CO_2 처리 등 혁신기술 개발

- **향후 탄소중립 관련 글로벌 시장의 급속한 확대가 예상되므로 분야별로 차별화된 혁신기술 확보가 무엇보다 중요해질 전망이며, 혁신기술을 기반으로 산학연 협업 및 국제협력을 통한 시너지 창출 필요**
  - 우리나라도 2050년 탄소중립 달성을 위해 전략적 육성분야 선정 및 투자를 통한 신산업 육성과 글로벌 경쟁력 확보 등 선제적 대응이 중요
  - 탈탄소 혁신기술 개발 확보를 위해서는 민관협력뿐 아니라 산·학·연 협업 및 국제협력 추진 지원 확대 필요

국가별 탄소중립 정책 내 핵심기술 관련 키워드 요약

구분	EU	독일	영국	미국	일본	중국
① 태양광	• 부유식 태양광	• 태양광 보급 확대	• 태양광 보급 확대	-	• 페로브스카이트 • 영농형, 주택/건물용	• 기술진보/원가절감/시장 확대/시스템 개선
② 풍력	• 고정식 해상풍력 • 부유식 해상풍력	• 해상풍력	• 해상풍력 (부유식 포함)	-	• 해상풍력 (부유식 포함)	• 대규모 풍력발전기지 건설 • 해상풍력발전 발전
③ 수소	• 수전해 • 수소의 대량 저장·운송 • 연료전지	• 수소 저장소 • 수소 보급	• 저탄소 수소 생산 (최대 250MW 수전해 설비) • 수소-해상풍력 연계	• '30년 수소 생산가격 $1/kg 목표	• 수전해 • 고온가스로 연계 제조 • 광촉매 등 혁신수소기술 • 수소·암모니아 혼소·전소 • 연료전지(고정형, FC 트럭, 철도, 선박) • 수소터빈 • 대규모 수소 저장·운송	• 수소 에너지 산업사슬 • 수소 연료 전지 기술 • 자동차 산업 밸루체인 발전
④ 바이오 에너지	• 차세대 바이오연료 • 바이오가스 • 항공연료 • 해상연료	• 항공·해상수송용 바이오연료 • 바이오가스 재생에너지화	• BECCS • 바이오매스 공급 증대	-	• 바이오항공유 및 합성연료 • 바이오탄	• 바이오 매스 발전 • 바이오 디젤 품질 향상 • 비식품 바이오 액체 연료의 산업화

구분	EU	독일	영국	미국	일본	중국
⑤ 원자력 ·핵융합	-	-	• 대규모 원전건설 • 소형모듈원자로 • 차세대모듈원자로 • 핵융합 발전소	-	• 고속로 • SMR • 초고온가스로 이용 수소생산 • 핵융합	• 소형모듈원자로 • 고온가스냉각원자로 • 원자력 플랫폼 • 폐기물 처리장 및 핵연료 후처리공장 건설
⑥ 기타 재생 에너지	• 조력 • 파력	-	• 조력·파력	-	• 초임계 지열발전	• 소수력 발전 • 지열에너지 • 해양에너지 (조류, 파력 등)
⑦ 철강· 시멘트	• 무탄소 제철공정	• 프로세스 변환/대체 • 신규 바인더 (Binder) 및 소성점토 (calcined clay) • 소재 효율향상 및 대체	-	-	• 수소환원제철 • 전기로 및 열원 탈탄소화 • 정련, 압연, 가공공정 에너지절약 • 철강소재 자원순환 • CO_2 흡수형 콘크리트·CO_2 재활용 시멘트	-
⑧ 석유화학	• 재생가능한 연·원료	• 소재 효율향상 및 대체	• 석유·가스 기업의 청정에너지 포트폴리오 전환	-	• 수소, 암모니아 등 연소 특성에 맞춘 납사 분해로 • 전기로 및 열원 탈탄소화 • 석유정제 CO_2-free 수소 활용 • 수소, 바이오매스, 폐플라스틱 기반 화학제품	• 석유 탐사·개발 및 처리 수준 향상

구분	EU	독일	영국	미국	일본	중국
⑨ 산업공정 고도화	• Non-CO_2 • 수소 등 대체연료 사용 • 폐열 사용 및 전기화	• 폐열억제 및 재활용 • 열 회수 • 저탄소배출 대체물질 • EMS	• 청정수소, CCUS 활용 • 산업용 열 회수 • F-가스 처리	-	• FEMS • GaN, SiC 등 차세대 전력반도체 • 그린 데이터센터 • 非불화가스 및 低GWP 가스	• 메탄, 수소불화탄소 등 온실가스 규제 • 재활용 및 저탄소 전환
⑩ 수송 효율	• 승용차, 항공기, 선박 등 교통수단 배출 제로화 • 전기차 충전소 • 수소차 충전소 • 복합운송 • 스마트 모빌리티	• 전기차·전기충전소 • 플러그인 하이브리드 • 수소연료전지차 • 중량화물 운송차 • E-Fuel • 디지털화 • 해상·지역철도간 승객운송 광역 연계 네트워크	• 수송분야 전기화 (철도 전기화, 기차 충전 및 관련 인프라 확충) • 항공/선박부문 수소 및 친환경 연료개발	• 충전 인프라 투자 • 재생가능연료 개발 및 보급 • 새로운 운송수단 등 다양한 교통 인프라에 투자	• 전기차, 탈탄소연료차 • 차량용 배터리팩 • 전고체 등 차세대 배터리 • EV/수소 충전소 확충 • 무공해·저탄소 선박 • 항공기 전기화/수소 항공기 • 항공기 경량화 • 바이오항공유 및 합성연료 • 드론운송 • 스마트교통 • 섹터커플링	• 배터리, 모터 등 핵심기술 개발 • 전기차 배터리 충전 및 교환 설비 • 신재생에너지원 자동차 충전 센터 • 수소충전센터
⑪ 건물 효율	• 리노베이션 • 건물 디지털화	• 컨덴싱 보일러 • 리노베이션 • 기후중립 건물구축 • 건물 관련자재 • 모듈형 건물 • 지역발전	• 건물성능 개선 • 난방 전력화 • 히트펌프 • 열 네트워크 전환	• 건물 에너지 효율 향상 및 전기화 프로그램 • 고성능 전기화 건물 등을 위한 기술 개발 투자	• BEMS, HEMS • 스마트에너지관리 • ZEH·ZEB • 목조 건축물 • 고성능 건축자재·설비 • 섹터커플링	• 준제로에너지빌딩 • 청정난방 (바이오매스, 지열, 태양열 난방 및 히트펌프 기술 응용 등)

구분	EU	독일	영국	미국	일본	중국
⑫ 디지털화	• 스마트그리드 • 에너지저장 • 디지털기술 (5G, AI 등)	• 에너지 공급체계 디지털화 • 운송부문 디지털화	• 전기·가스 송배전망 확충 • 스마트 전력시스템 • 장주기 ESS	• '30년까지 에너지 장주기 저장 비용 90% 저감 목표	• 그린 데이터센터 • 차세대 전력망 • 마이크로그리드 • 분산에너지자원 (배터리 등)	• 스마트 그리드 (마이크로 그리드) 건설 • 전원-전력망-부하-저장 간 연계 • 부하피크 관리 시스템 개선 • 초고전압송전 (Ultra High Volatage, UHV) • 대용량 ESS
⑬ CCUS	• CCUS	• CCUS (1차산업 부문)	• CCUS 클러스터 보급 • BECCS, DACCS	• 메탄, 불화수소 등 Non-CO_2 온실가스 감축 • '30년 CCS 가격 \$100/tCO_2eq 이하 목표	• 탄소재활용 연료 • 탄소재활용 화학제품 • CO_2 분리·회수 기술 • DACCS, BECCS	• CCUS 시범사업

【참 고 문 헌】

[1] AR6 Climate Change 2021:The Physical Science Basis, IPCC, 2021.08

[2] 주 벨기에 유럽연합 대한민국 대사관, 유럽기후법(European Climate Law) 확정, 2021.07

[3] European Commission, The European Green Deal, 2019.12

[4] European Commission, A New Industrial Strategy for Europe, 2020.03

[5] 주 벨기에 유럽연합 대한민국 대사관, EU집행위, 新산업전략 패키지 발표, 2020.03

[6] European Commission, Stepping up Europe's 2030 climate action, 2020.09

[7] European Commission, Renovation Wave : doubling the renovation rate to cut emissions, boost recovery and reduce energy poverty, 2020.10

[8] European Commission, European Green Deal : Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions, 2021.07

[9] European Commission, Fit for 55 : delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to Climate Neutrality, 2021.07

[10] European Commission, Questions and Answers – Emissions Trading – Putting a Price on carbon, 2021.07

[11] European Commission, Questions and Answers – The Effort Sharing Regulation and Land, Forestry and Agriculture Regulation, 2021.07

[12] European Commission, Questions and Answers – Making our energy system fit for our climate targets, 2021.07

[13] European Commission, Revision of the Energy Taxation Directive (ETD): Questions and Answers, 2021.07

[14] European Commission, Questions and Answers - Sustainable transport, infrastructure and fuels, 2021.07

[15] European Commission, establishing a carbon border adjustment mechanism, 2021.07

[16] European Commission, on the deployment of alternative fuels infrastructure, and repealing Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council, 2021.07

[17] 주 벨기에 유럽연합 대사관, 탄소국경조정메커니즘(CBAM) 법률 내용, 2021.08.03

[18] European Commission, Commission proposes new Energy Efficiency Directive, 2021.07

[19] 대외경제정책연구원, EU 탄소감축 입법안('Fit for 55')의 주요 내용과 시사점, 2021.07

[20] European Commission, An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future, 2020.11

[21] European Commission, Powering a climate-neutral economy : An EU Strategy for Energy System Integration, 2020.07

[22] European Commission, A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, 2020.07

[23] 연방기후보호법(Bundes-Klimaschutzgesetz, 2021.08.31., 개정(안) 발효)

[24] 독일 연방헌법재판소, 연방기후보호법 일부위헌 결정 및 향후 전망, 국회사무처, 2021.5

[25] 2020년 독일의 온실가스 배출량 추정치에 대한 보고서(Bericht zum Sofortprogramm 2020 für den Gebäudesektor), 독일 기후문제전문가위원회(ERK), 2021.4

[26] 기후행동계획 2050(Klimaschutzplan 2050, 2016.11.14., 발표)

[27] 독일 기후행동 2050, 환경부·한국환경산업기술원, 2020.12.23

[28] Climate Actions in Figures, 독일 연방환경부(BMU), 2018.5

[29] 독일의 과학기술체제와 기후변화정책, 녹색기술센터, 2020.1

[30] 기후행동프로그램 2030(Klimaschutzprogramm 2030, 2019.09.20., 발표)

[31] 주요국 탄소중립 기술정책 동향: G7 국가 탄소중립 기술정책 동향 분석 및 국내 정책 방향성 제언, GTC Focus 2021 Vol.2 No.1, 2021.5

[32] 독일 기후보호프로그램[Klimaschutzprogramm] 2030, 주 독일 대사관 주본분관, 2019.9

[33] 독일 '연료 배출권 거래법(BEHG)' 개정 - 탄소가격 인상, 주 독일 대사관 주본분관, 2020.11

[34] 독일, 2021년 달라지는 다양한 제도 및 조치, KOTRA 독일 프랑크푸르트무역관, 2021.1

[35] 2020년 독일의 탄소중립 성적표는?, KOTRA 독일 프랑크푸르트무역관, 2021.1

[36] Executive Order on Tackling the Climate Crisis at Home and Abroad, The White House, 2021.1.27

[37] FACT SHEET: President Biden Sets 2030 Greenhouse Gas Pollution Reduction Target Aimed at Creating Good-Paying Union Jobs and Securing U.S. Leadership on Clean

Energy Technologies, The White House, '21.4

[38] President Biden's Bipartisan Infrastructure Deal, The White House, '21.11

[39] The Build Back Better Framework, The White House, '21.10

[40] FACT SHEET: President Biden Renews U.S. Leadership on World Stage at U.N. Climate Conference (COP26), The White House, '21.11

[41] The Department of Energy, Energy Earthshots Initiative - webpage(2021.11.08. 접속)

[42] Secretary Granholm Launches Hydrogen Energy Earthshot to Accelerate Breakthroughs Toward a Net-Zero Economy, The Department of Energy, '21.6

[43] Secretary Granholm Announces New Goal to Cut Costs of Long Duration Energy Storage by 90 Percent, The Department of Energy, '21.7

[44] Secretary Granholm Launches Carbon Negative Earthshots to Remove Gigatons of Carbon Pollution from the Air by 2050, The Department of Energy, '21.11

[45] 第二百三回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説, 首相官邸, 2020.10.26.

[46]「地球温暖化対策計画」及び「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」の閣議決定並びに「日本のNDC(国が決定する貢献)」の地球温暖化対策推進本部決定について, 環境省, 2021.10.22

[47] 温室効果ガスの削減目標及び緊急事態宣言等についての会見, 首相官邸, 2021.04.22

[48] 改正地球温暖化対策推進法 成立, 脱炭素ポータル(환경성 탈탄소 포털), 2021.06.04

[49] 地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律案の閣議決定について, 環境省, 2021.03.02.

[50] 地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律案, 環境省 , 2021.03.02

[51] 地球温暖化対策推進本部, 首相官邸(2021.11.08. 접속)

[52] 中央環境審議会地球環境部会 中長期の気候変動対策検討小委員会 産業構造審議会産業技術環境分科会 地球環境小委員会地球温暖化対策検討ワーキンググループ 合同会合, 経済産業省(2021.11.08. 접속)

[53] 国·地方脱炭素実現会議, 内閣官房(2021.11.08. 접속)

[54] 2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略, 経済産業省, 2021.6.18

[55] Green Growth Strategy (Overview), 経済産業省, 2021.6.18

[56] エネルギー基本計画, 経済産業省 資源エネルギー庁, 2021.10.22

[57] 第6次エネルギー基本計画が閣議決定されました, 経済産業省, 2021.10.22

[58] 일본의 에너지절약정책 동향, 한국에너지공단, 2018.04.16.

[59] 地球温暖化対策計画, 閣議決定, 2021.10.22

[60] 地球温暖化対策計画, 中長期の気候変動対策検討小委員会(産業構造審議会産業技術環境分科会地球環境小委員会地球温暖化対策検討WG合同会合), 2021.07.26

[61] CCC Insights Briefing 2- The Climate Change Committee, Climate Change Committee, 2020.10

[62] Energy White Paper: Powering out Net Zero Future, BEIS, 2020.12

[63] Issue Report Vol.6. 중국의 탄소중립 정책동향, 한중과학기술협력센터, 2021.6

[64] Net Zero Strategy: Building Back Greener, HM Government, 2021.10

[65] The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution, HM Government, 2020.11

[66]《新时代的中国能源发展》白皮书(全文), 중화인민공화국 국무원 정보실, 2020.12

[67] 세계 에너지시장 인사이트 제21-1호, 에너지경제연구원, 2021.1

[68] 세계 에너지시장 인사이트 제21-6호(중국, '14.5계획 및 2035년 장기 목표'에서 에너지부문 정책 방향 설정), 에너지경제연구원, 2021.3

[69] 중국 14차 5개년 규획(2021~25)의 경제정책 방향과 시사점, 대외경제정책연구원, 2020.12

[70] 차이나 법률정보 No.3, 한국무역협회 베이징지부, 2021.4.14

【 KIER 기술정책 FOCUS 발간 현황 】

발 행 일	제 목	Vol. , No.
2021. 9.	「기후변화대응 기술개발 촉진법」의 주요내용 및 시사점	Vol. 15, No. 2
2021. 4.	2019년 탄소저감 분야 국가연구개발사업 투자 분석	Vol. 15, No. 1
2020. 7.	2018년 후지경제 연료전지 시장 동향 및 전망 - Part 2. 부품·소재 시장동향을 중심으로 -	Vol. 14, No. 6
2020. 6.	화이트바이오 국내·외 현황 및 이슈 분석	Vol. 14, No. 5
2020. 5.	2018년 후지경제 연료전지 시장 동향 및 전망 - Part 1. 활용분야를 중심으로 -	Vol. 14, No. 4
2020. 4.	주요국 에너지·기후변화대응 혁신 R&D 프로그램 분석 (미국, 일본, EU를 중심으로)	Vol. 14, No. 3
2020. 3.	국내 에너지·기후변화대응 관련 정책 현황	Vol. 14, No. 2
2020. 1.	기후리스크 대응을 위한 기후변화 적응분야 연구개발 현황과 향후과제	Vol. 14, No. 1
2019. 12.	2018년 탄소저감 분야 국가연구개발사업 R&D 투자 분석	Vol. 13, No. 2
2019. 7.	2019년 일본 환경성 기후에너지 분야 R&D 사업 분석	Vol. 13, No. 1
2018. 12.	탄소저감 분야 국가연구개발사업 R&D 투자 분석	Vol. 12, No. 7
2018. 11.	신재생에너지 보급 확대 프로그램 분석(2018년 일본 환경성 시책중심)	Vol. 12, No. 6
2018. 10.	지자체 에너지조례 및 지역에너지 계획수립의 실태분석을 통한 시사점	Vol. 12, No. 5
2018. 6.	주요국 에너지/기후 정책 현황 : 미국, EU, 일본, 중국	Vol. 12, No. 4
2018. 5.	주요국 에너지 R&D 프로그램 현황(미국, EU 중심으로)	Vol. 12, No. 3
2018. 4.	주요국의 재생에너지 시장 전망 분석(IEA Renewables 2017 중심으로)	Vol. 12, No. 2
2018. 2.	일본의 기후변화 대응 장기 저탄소 비젼	Vol. 12, No. 1
2017. 9.	JPEA PV OUTLOOK 태양광발전 2050년 여명 (탈 탄소·지속 가능한 사회실현을 향해서)	Vol. 11, No. 6
2017. 8.	에너지·기후 분야 국내외 환경분석	Vol. 11, No. 5
2017. 5.	주요국의 에너지기술 R&D단계별 수준 비교분석 : 미국, 일본, 유럽, 중국, 한국	Vol. 11, No. 4
2017. 4.	주요국의 CCS Ready 대응현황 분석 : 미국, 일본, 영국, 독일	Vol. 11, No. 3

발 행 일	제 목	Vol. , No.
2017. 3.	2017년 일본의 에너지관련 예산별 추진정책 분석	Vol. 11, No. 2
2017. 2.	주요국 에너지 R&D 프로그램 분석 : 미국, 일본, EU를 중심으로	Vol. 11, No. 1
2016. 12.	국내 기후관련 기술정책 및 주요국 정책방향 비교 분석	Vol. 10, No. 8
2016. 10.	기후변화 대응 기술정책동향 (Ⅱ) : 일본의 기후 및 에너지 법률·정책·투자동향	Vol. 10, No. 7
2016. 8.	주요국의 장기 에너지 전망과 온실가스 감축 방안 : 세계, 미국, 유럽, 일본, 중국을 중심으로	Vol. 10, No. 6
2016. 7.	IEA의 에너지 기술 전망[ETP] 2016의 주요 내용 및 시사점	Vol. 10, No. 5
2016. 7.	기후변화 대응 기술정책동향(Ⅰ) : 미국, 중국을 중심으로	Vol. 10, No. 4
2016. 6.	전기차 보급의 이산화탄소 배출영향 분석 : 발전믹스, 충전인프라, 차량유형 별 시나리오 분석	Vol. 10, No. 3
2016. 4.	일본의 에너지절약 정책 동향(2016년 이후의 전개)	Vol. 10, No. 2
2016. 1.	선진 에너지 연구기관 동향조사 분석	Vol. 10, No. 1
2015. 9.	기후변화·에너지관련 정부계획 분석	Vol. 9, No. 5
2015. 7.	세계 에너지정책동향(Ⅱ)	Vol. 9, No. 4
2015. 6.	미국 에너지 혁신 프로그램(ARPA-E) 동향	Vol. 9, No. 3
2015. 5.	세계 에너지정책동향(Ⅰ) : 미국, EU, 독일을 중심으로	Vol. 9, No. 2
2015. 3.	일본의 에너지관련 기술개발 로드맵 분석	Vol. 9, No. 1
2014. 10.	북한 에너지자원 분석 및 기술협력 방향	Vol. 8, No. 2
2014. 4.	미국 에너지 혁신 프로그램(ARPA-E) 분석	Vol. 8, No. 1
2013. 11.	주요 선진국 에너지 연구기관 및 R&D 프로그램 분석 : 미국, 일본, 유럽 중심	Vol. 7, No. 1
2012. 12.	주요국의 에너지 R&D 동향	Vol. 6, No. 2
2012. 2.	국내 에너지기술혁신의 현주소	Vol. 6, No. 1
2011. 10.	에너지절약기술전략 2011(일본)	Vol. 5, No. 2
2011. 3.	주요국의 Energy Security Index 비교분석 : 미국, 일본, 영국, 프랑스, 독일, 중국, 한국	Vol. 5, No. 1
2010. 12.	그린에너지기술개발 [3] : 그린에너지 시장 및 산업동향	Vol. 4, No. 3

발 행 일	제 목	Vol. , No.
2010. 9.	그린에너지기술개발 [2] : 주요국별 그린에너지 기술개발 동향	Vol. 4, No. 2
2010. 6.	그린에너지기술개발 [1] : 주요 국가별 정책 추진동향	Vol. 4, No. 1
2009. 11.	에너지기술개발 투자의 경제적 효과분석 : 한국에너지기술연구원 기술개발 사업을 중심으로	Vol. 3, No. 2
2009. 10.	국내외 기후변화 대응 정책수단 분석(2008~2009)	Vol. 3, No. 1
2008. 12.	국내외 에너지기술정책수단 분석(Ⅳ) : 주요국가별 기후변화대응 에너지기술 정책종합	Vol. 2, No. 4
2008. 11.	국내외 에너지기술정책수단 분석(Ⅲ) : 영국, 프랑스, 네덜란드, 독일	Vol. 2, No. 3
2008. 10.	국내외 에너지기술정책수단 분석(Ⅱ) : 한국, 중국, 일본	Vol. 2, No. 2
2008. 7.	국내외 에너지기술정책수단 분석(Ⅰ) : 미국 & 캐나다	Vol. 2, No. 1
2007. 12.	신재생에너지의 현 위치와 그 이후는?	Vol. 1, No. 2
2007. 9.	국내 에너지수요관리 정책과 시사점	Vol. 1, No. 1

한국에너지기술연구원 전자도서관(http://library.kier.re.kr) 및 기술정책플랫폼(https://www.kier.re.kr/tpp)에서 원문을 다운로드 하실 수 있습니다.

KIER
기술정책 Focus

발 행 처 한국에너지기술연구원
발 행 일 2021년 12월
문 의 박민희 / T.042-860-3016 / mhpark@kier.re.kr

본 "기술정책 Focus"에서 게재된 내용은 연구진 또는 집필자의 개인 견해로서
한국에너지기술연구원의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.

KIER
기술정책 Focus

KIER Technology Policy Focus

한국에너지기술연구원
KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH