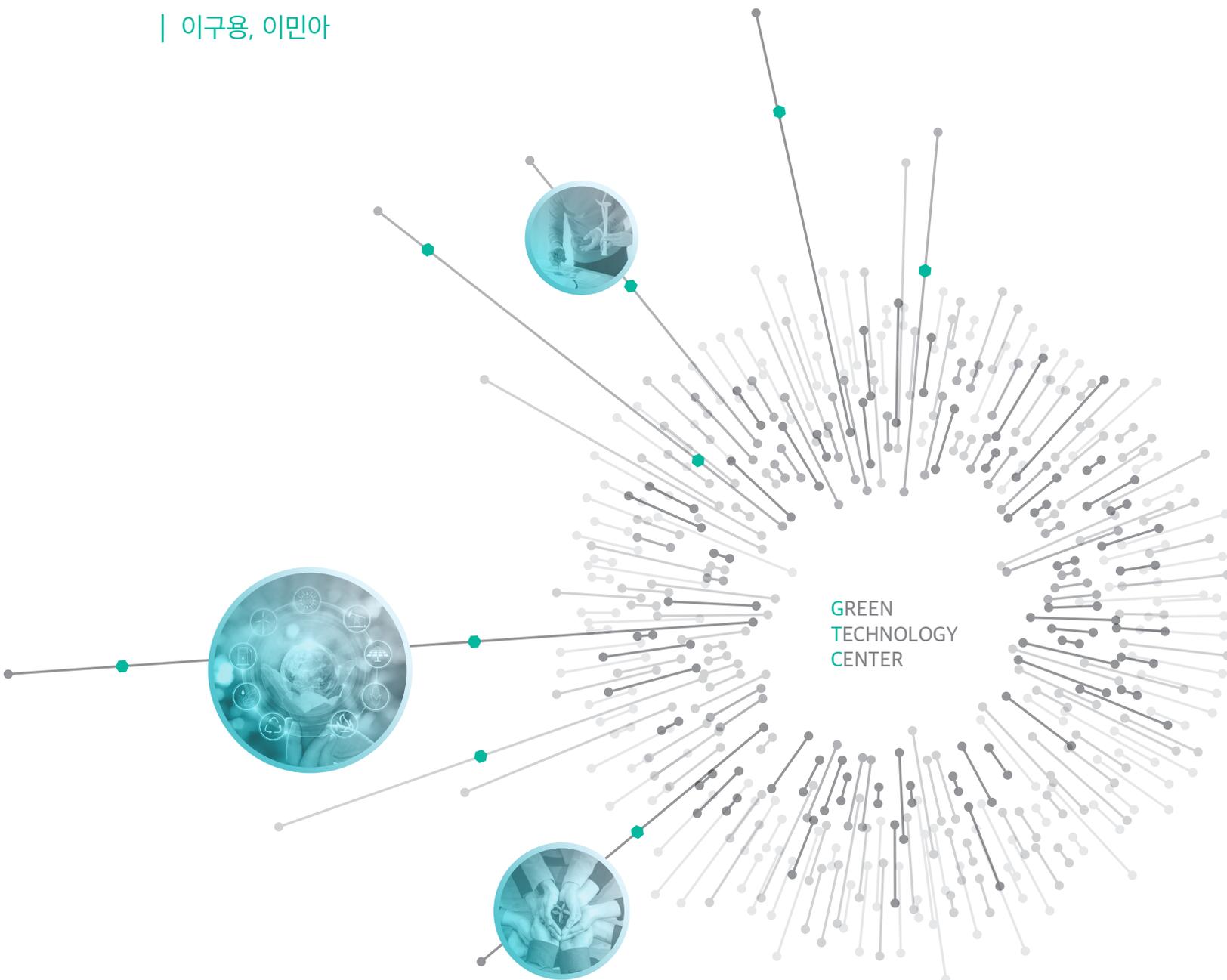


주요국 탄소중립 기술정책 동향

: G7 국가 탄소중립 기술정책 동향 분석 및 국내 정책 방향성 제언

| 이구용, 이민아



GTC FOCUS

2021
Vol.2 No.1

주요국 탄소중립 기술정책 동향

: G7 국가 탄소중립 기술정책 동향 분석 및 국내 정책 방향성 제언

| 이구용, 이민아

주요국 탄소중립 기술정책 동향

: G7 국가 탄소중립 기술정책 동향 분석 및 국내 정책 방향성 제언

| 이구용, 이민아

| 탄소중립, G7국가, 기술정책, 중점기술, 투자규모

1	서론	p. 1~4
2	국제 탄소중립 선언 동향	p. 5~8
3	주요국 탄소중립 정책 현황	p. 9~16
4	주요국 탄소중립 핵심기술 및 투자규모	p. 17~24
5	국내 정책 방향성 제언	p. 25~29
	참고문헌	p. 30~31
	붙임1. 약어	p. 32
	붙임2. 전세계 탄소중립 선언현황	p. 33~36

요약

1. 전세계는 탄소중립 달성을 위한 정책 수립 가속화

- ◆ 2020년 세계경제는 COVID-19로 인해 세계총생산 4.3% 감소라는 유래없는 경제적 위기를 겪고 있으며, 이는 1920년대 세계대공황 및 2009년 경제위기 이후 가장 큰 하락세를 나타냄
- ◆ 세계 각국은 기후변화대응에 대한 국제적 공조 필요성을 인식하고, COVID-19 팬데믹으로 인한 위기 극복을 가속화하기 위한 경제부흥정책의 일환으로 “탄소중립”을 활용하고자 하는 움직임이 큼
 - 20년 12월까지 128개국이 탄소중립을 선언하였으며, 그 중 G7 국가 중 탄소중립을 선언한 국가는 이탈리아를 제외한 6개 국가(미국, 일본, 독일, 캐나다, 영국, 프랑스)
 - 우리나라도 2020년 10월 탄소중립 선언국가에 합류하여 「2050 탄소중립 추진전략」, 「탄소중립 기술혁신 추진전략」 등을 수립

2. 주요국 정책에서 공통적으로 나타나는 핵심기술은 ‘태양광’, ‘수소’, ‘해상풍력’, ‘저탄소 수송’, ‘산업공정 효율화’, ‘CCUS’, ‘저탄소 바이오연료’로 분석

- ◆ (미국) “기후변화대응”을 주요 국정과제로 설정하고, 파리협정 재가입(‘21.2월)·2050년 탄소중립 목표 제시(‘21.1월)·기후정상회의 개최 추진(‘21.4월) 등 다양한 정책 추진
 - 중점기술은 ① 탄소중립 건물, ② 1/10 비용저감한 에너지저장시스템, ③ 최첨단 에너지시스템 관리기술, ④ 저비용/저탄소 차량 및 교통시스템, ⑤ 저탄소 항공기 및 선박 연료, ⑥ 온실가스 효과없는 냉매, 공조, 히트펌프, ⑦ 철강, 콘크리트, 화학 공정 저탄소화, ⑧ 無탄소배출 수소, ⑨ CO₂ 토양 저장기술, ⑩ CO₂ 직접 포집기술(DAC)
- ◆ (일본) 경제산업성 중심의 관계부처 합동계획 『2050년 탄소중립에 따른 녹색성장전략』을 수립
 - 중점기술은 ① 해상풍력, ② 연료암모니아, ③ 수소, ④ 원자력, ⑤ 자동차·축전지, 반도체·정보통신, ⑦ 선박, ⑧ 물류·인류·토목인프라, ⑨ 식료·농림수산업, ⑩ 항공기, ⑪ 탄소리사이클, ⑫ 주택·건축물산업/ 차세대 태양광, ⑬ 자원순환, ⑭ 라이프스타일

- ◆ (독일) 2030년 기후 패키지(German government coalition's 2030 climate package)의 일환으로 「기후 행동 프로그램」을 수립하고, 「기후보호법」 제정
 - 중점기술은 ① 수소, ② 배터리셀, ③ 합성연료
- ◆ (영국) 2008년 세계 최초의 기후변화 관련 법인 「기후변화법」을 제정하고, “2050년 탄소중립 목표”로 상향 조정된 「기후변화법」 개정안을 통과(19.06.27)시켜, G7 국가 중 최초로 2050 탄소중립 목표를 법제화
 - 중점기술은 ① 해상풍력, ② 수소, ③ 차세대 원자력, ④ 무공해차량, ⑤ 무공해항공 및 선박, ⑦ CCUS
- ◆ (프랑스) 탄소중립 목표를 법제화하였으며(19.11.08), 경제를 회복시키고 향후 2년간(21~22년) 100억 유로 규모의 경기회복 계획으로 「프랑스 재개」 계획을 수립
 - 중점기술은 ① 건물에너지 혁신, ② 산업공정 탈탄소화, ③ 저탄소 철도 등 녹색교통, ④ 수소

3. 우리나라도 탄소중립 사회 실현을 위한 ‘정책수립·기술개발·체계강화’ 필요

- ◆ (정책수립) 탄소중립 실현을 위한 부처 특화형 정책 추진 및 이행 점검 방안 필요
 - 탄소중립 유관 부처별 임무에 특화된 정책 추진하고, 체계적 예산 분배 필요
 - 부처 정책의 체계적 이행 및 피드백 구조 제안
 - 부처의 정책도 대내외 환경변화에 맞춰 조정 가능하도록 제도 개선
- ◆ (기술개발) 탄소중립 기술혁신의 방향성을 명확히하고 대형/융·복합 연구 필요
 - 장기 관점에서 최종 기술목표를 설정하고, 단기 관점에서 단계별 기술개발목표를 수립 제시
 - ‘기술혁신’의 정의 및 방향성을 명확히 하고, 복잡한 탄소중립 사회 문제 해결을 위한 기술간·분야간 융합 연구 필요
 - 화석발전 등 기존 주요 에너지원을 대체할 수 있는 혁신적 대규모 에너지 전환 연구 필요
- ◆ (체계강화) 탄소중립 실현을 위한 연구사업 추진체계 및 관리 방안 개선 필요
 - 탄소중립 분야에 최적화된 사업 추진 체계 필요
 - 탄소중립에 대한 국가적 투자가 온실가스 감축으로 연계되도록 R&D 사업화율 강화 방안 필요
 - 장기적으로는 2050 탄소중립 실현을 위한 핵심기술을 발굴하고 차세대 신기술 육성 추진



서론

1.1 탄소중립 개념과 중요성

▣ 탄소중립 = 순배출량(= 배출량 - 흡수량)이 Zero인 상태

- ◆ 1974년 미국의 경제학자 윌리엄 노드하우스(William Dawbney Nordhaus)는 온실가스 배출량을 감축하지 않으면 산업화 이전 대비 2.2~4.4℃ 증가할 것이라고 예측하여 '탄소중립'을 위한 2℃ 이하 상승을 최초로 제안함¹⁾
- ◆ 탄소중립은 인간의 활동에 의한 온실가스 배출을 최대한 줄이고, 남은 온실가스는 흡수(산림 등), 제거(탄소흡수)해서 실질적인 배출량이 0(Zero)가 되는 개념임. 즉 배출되는 탄소와 흡수되는 탄소량을 같게 해 탄소 '순배출이 0'이 되게 하는 것으로, 넷제로(Net-zero)라고도 부름²⁾

▣ 탄소배출을 억제하는 것이 지구온난화 해결의 최우선 과제

- ◆ 지구 온난화로 인해서 최근 30년간 지구기온은 1.4℃ 상승했으며, 최근 10년간 기상재해로 10조 이상의 경제적 손실 발생³⁾
- ◆ 지구온난화의 주범은 대기 중 이산화탄소의 농도 증가이며, 이산화탄소를 비롯한 온실가스 배출을 줄이는 것이 지구온난화를 해결할 수 있는 핵심 방안

1.2 탄소중립 관련 국제사회 주요 논의 경과

▣ 기후변화협약(UNFCCC)의 체결과 파리협정(Paris Agreement) 채택 경과 및 의의

- ◆ 1938년 영국의 공학자 캘런더(Guy Stewart Callendar)⁴⁾가 화석연료로부터 발생하는 이산화탄소가 온실효과를 발생시킨다고 처음 주장한 이래로, 과학자와 NGO를 중심으로 기후변화 문제에 대한 심각성이 점점 확대되어 논의됨

1) 출처: Nordhaus, W. D. (1974). Resources as a Constraint on Growth. The American Economic Review, 64(2), 22-26.

2) 출처: 대한민국 정책브리핑, "2050 탄소중립", 2020년 12월 21일. <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148881562>. 2021년 3월 1일 접속.

3) 출처: 관계부처 합동. (2019), 제2차 기후변화대응기본계획.

4) 출처: Callendar, G. 1938. The Artificial Production of Carbon Dioxide and its Influence in Temperature, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 64(275).

- ◆ 이 후 1988년 지구온난화의 측정 및 분석에 대한 과학적 합의를 마련하고자 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC·Intergovernmental Panel on Climate Change)가 창설되고, 1990년 종합평가 보고서 (AR·Assessment Report)를 통해 기후변화에 대한 중요 사실들을 보고함⁵⁾

- 온실효과는 지구의 자연적인 특성이며, 이에 대한 기본적인 물리 과정은 잘 이해되고 있음
- 대기 중 온실가스의 농도는 주로 인류의 활동에 의해 증가
- 온실가스 배출의 지속적인 증가 추세는 지표면의 평균 기온의 상당한 증가를 초래할 것으로 전망
- 지난 세기 동안 거의 0.5℃의 지표 온난화가 발생함

※ 출처: IPCC(1990), 제1차 평가보고서(the First Assessment Report)

- ◆ 이 후, 지구온난화 대응에 대해 개별 국가의 노력은 넘어선 전 지구적 의제로 다루기 위해 1992년 브라질 리우데자네리우에서 세계 정상들이 모인 가운데 기후변화협약(UNFCCC·United Nations Framework Convention on Climate Change)을 체결함

※ 현재 협약 당사국은 196개국과 유럽연합(EU)으로써 총 197개 국가가 가입되어 있음

- ◆ 1997년 채택된 교토의정서(Kyoto Protocol)은 감축대상 온실가스*에 대하여 감축 부담 국가별 구체적인 감축량을 규정하고 있으나, 온실가스 다배출국가(미국, 캐나다, 중국, 인도 등)들이 탈퇴하거나, 개발도상국이라는 이유로 포함되지 않아 기후변화를 적극적으로 대응하는데 한계점이 나타나게 됨

* 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 수소불화탄소(HFCs), 육불화황(SF₆), 삼불화질소(NF₃), 과불화탄소(PFCs), 아산화질소(N₂O)

- ◆ 따라서, 2015년 UNFCCC 제21차 당사국총회에서 채택된 파리협정(Paris Agreement)은 산업화 이전 수준과 비교하여 지구의 평균온도가 2℃ 이상(1.5℃ 달성 노력) 상승되지 않도록 목표를 설정하고 모든 당사국에 분야별로 취할 노력을 스스로 결정(NDC·Nationally Determined Contributions)하여 제출하도록 함

- 파리협정에 따른 신기후체제는 2021년부터 출범하여 파리협정 당사국총회(CMA*)는 2023년부터 국가별 NDC를 5년마다 검토하고, 당사국은 이행점검 결과에 따라 이전보다 높은 수준의 새로운 NDC를 제출해야 함.

* Conference of the parties serving as the Meeting of the parties to Paris Agreement

- 그러나 파리협정은 NDC의 내용이 아닌 NDC 제출 및 점검 등 관련 절차에 구속력을 부여하고 있기 때문에, 파리협정의 실질적 효과는 모든 당사국들이 기후위기에 대한 심각성을 함께 인식하고 대응함과 동시에, 특히 선진국들이 적극적이고 진정한 기후리더십 발휘하여 경제, 사회, 제도 등 전반적인 시스템을 대전환하기 위한 노력을 보여주는 것이 중요

1.3 COVID-19 및 국제사회의 탄소중립 추진의 가속화

▣ COVID-19로 인한 경제붕괴 및 기후위기와 공통점과 차이점

- ◆ 2020년 세계경제는 COVID-19로 인한 섯다운(shutdown), 사회적 거리두기 여파에 따라 극심한 위기를 겪었으며, 이로 인해 세계 총생산이 약 4.3% 감소하였으며, 이는 1920년대 세계대공황 및 2009년 경제위기 이 후 가장 급속한 하락세로 분석됨⁶⁾

5) 출처: Intergovernmental Panel on Climate Change, & Houghton, J. T. (1990). IPCC first assessment report. WMO.

6) 출처: UNCTAD. (2021). World Economic Situation and Prospects.

- ◆ 스위스의 경제학자이자 세계경제포럼(WEF·World Economic Forum) 회장인 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)와 먼슬리 바로미터(Monthly Barometer)의 CEO인 티에리 말르레(Thierry Malleret)이 함께 쓴 「COVID-19:The Great Reset」에서 역사는 유행병이 국가 경제와 사회 구조의 위대한 리세터(resetter)역할을 하였으며, 팬데믹, 생태계붕괴 기후변화 간의 공통점을 설명함⁷⁾

- “우리가 사는 상호연결된 세계에서 매우 빠르게 전파되는 시스템적 위험으로 알려져있고, 빠르게 전파됨으로써 서로 다른 범주의 다른 위험들을 증폭”
- “비선형적이라 특정 임계점이나 티핑포인트를 넘어서면 심각한 영향을 줄 수 있다”
- “그 영향에 대한 확률과 분포는 불가능한 정도는 아니더라도 측정하기가 아주 힘들다”
- “본래 전세계에 영향을 미치기 때문에 전 세계적 차원의 조율을 통해서만 적절한 해결이 가능하다”
- “가장 취약한 국가들과 인구 부문에 불균형적으로 더 영향을 미친다”

※ 출처: 클라우스 슈밥과 티에르 말르레(2021), 클라우스 슈밥의 위대한 리셋(COVID-19: The Great Reset)

- 그러나 생태계붕괴 및 기후변화는 팬데믹과 다르게 심각한 위기에 대한 정도가 눈에 잘 보이지 않아 즉각적인 조치가 이루어지기 어렵고, 기후변화 관련 인과관계에 대한 과학적 증거가 아직까지 논쟁이 있다는 것이 차이점으로 설명됨

■ COVID-19 팬데믹 위기를 경제성장의 기회로

- ◆ 나심 탈레브(Nassim Taleb)는 서브 프라임 모기지 사태를 예언하면서 블랙스완(Black Swan) 및 화이트스완(White Swan)이라는 개념을 제시하였으며⁸⁾, 2020년 1월 국제결제은행(BIS)는 이러한 개념을 차용한 ‘그린스완’을 통해 기후변화로 인한 경제·금융적 위기를 표현함⁹⁾

- (블랙스완) 도저히 예측하기 힘든 위기가 실제로 일어나는 현상
- (화이트스완) 과거의 되풀이 되는 경험에 의해 위기를 예상했으나 뚜렷한 해결책이 없는 현상을 일컬으며 COVID-19 팬데믹으로 인한 위기가 이에 해당
- (그린스완) 블랙스완과 비슷하지만 기후변화에 초래되는 경제·금융상의 위기가 반드시 실현될 것이며, 이로 인한 파급력은 지대하여 세계 공조 없이는 대처하기 어려움

- ◆ 현재 전세계는 팬데믹과 기후변화대응이라는 초유의 이중고에 처해있으며, 이러한 위기를 극복하기 위해서는 급진적이고 대규모적인 시스템 전환과 함께 행동변화가 있을 때 가능함

- 클라우스 슈밥은 COVID-19로 인해 기후변화에 대한 관심이 줄어들어 추진력이 일부 후퇴할 수도 있지만, 동시에 팬데믹을 겪으면서 발전된 ‘계몽된 리더십’, ‘위험인식’, ‘행동변화’, ‘행동주의’는 기후변화대응 성공에 대한 기회를 제공할 수 있다고 설명

- (계몽된 리더십) COVID-19 충격으로 인한 대규모 경기 부양책에서 청정에너지를 계획의 핵심으로 삼아 일자리 창출 및 경제성장의 기회로 제시
- (위험인식) 팬데믹은 사람들에게 우리가 살고 있는 세계가 긴밀하게 연결되어있다는 것을 상기시킴
- (행동변화) 섯다운(shut down) 및 사회적 거리두기로 인해 필요한 것만 사는 소비패턴으로 친환경적인 행동으로 변화되고, 재택근무로 인해 자연적으로 대기 오염이 감소됨
- (행동주의) 대기오염으로 인한 환경변화를 목격 하는 등 기후변화대응에 대한 행동을 강화

※ 출처: 클라우스 슈밥과 티에르 말르레(2021), 클라우스 슈밥의 위대한 리셋(COVID-19: The Great Reset)

7) 출처: 클라우스 슈밥과 티에르 말르레. (2021). 클라우스 슈밥의 위대한 리셋(COVID-19:The Great Reset).

8) 출처: Taleb, N. N. (2007). The black swan: The impact of the highly improbable (Vol. 2). Random house.

9) 출처: 국제결제은행(BIS). (2020). The green swan: Central banking and financial stability in the age of climate change.

1.4 우리나라의 탄소중립 선언

▣ 국내 탄소중립 선언('20.10월) 선언 및 이행 조치

[표 1-1] 국내 탄소중립 선언 이후 주요 범부처 정책

① 탄소중립 선언	② 「2050 탄소중립」 추진전략 공표	③ 장기저탄소발전 계획 수립	④ 「탄소중립 기술혁신 추진전략」 수립
'20.10.28.	'20.12.7.	'20.12.31.	'21.4.1.

- ① **(탄소중립선언)** 2020년 10월 28일 국회 시정연설에서 문재인 대통령은 “국제사회와 함께 기후 변화에 적극 대응하여 2050년 탄소중립을 목표로 나아가겠다”고 밝히며, 우리나라의 2050년 탄소중립을 공식적으로 선언
- ② **(추진전략수립)** 탄소중립 선언에 대한 이행조치로 관계부처 합동으로 「2050 탄소중립」 추진전략을 수립하고, 기존의 적응적 감축에서 능동적 대응으로 전환하기 위한 3+1전략을 제시¹⁰⁾
- ③ **(장기저탄소발전계획)** 2050년 탄소중립 목표를 담은 계획을 UN 제출¹¹⁾
- ④ **(탄소중립기술혁신추진전략)** 탄소중립 핵심기술개발의 목표와 확보전략을 제시하고, 신기술의 사용화 및 확산을 위해서 「탄소중립 기술혁신 추진전략」이 '21년 4월 초에 공표¹²⁾

1.5 본 포커스 작성 목적

▣ 주요국 탄소중립 중점 정책 분석을 통해 국내 탄소중립 정책 추진 방향성 제언

- ◆ 본 포커스는 G7 국가 등 주요국의 최근 탄소중립 추진 정책 현황을 분석하여 국내 탄소중립 현황과 비교 분석한 뒤, 최종적으로 탄소중립 사회 실현을 위한 국내 탄소중립 정책의 방향성을 제안하는 목적으로 작성
- ◆ 이를 위해서 1장에서는 탄소중립의 개념과 국제사회에서는 주요 논의 경과를 설명하고, 국내 탄소중립 정책을 소개
- ◆ 2장에서는 글로벌 탄소중립 선언 및 관련 법개정 현황을 분석하고, 국내 정책과의 비교분석결과를 바탕으로 시사점으로 제시
- ◆ 3장과 4장에서는 각각 주요국 탄소중립 핵심정책과 기술 현황을 분석하고, 최종적으로 5장에서는 국내 탄소중립 정책 방향성을 제언

10) 출처: 관계부처 합동. (2020), 2050 탄소중립 추진전략.

11) 출처: 관계부처 합동. (2020), 대한민국 2050 탄소중립전략.

12) 출처: 관계부처 합동. (2021), 탄소중립 기술혁신 추진전략.



국제 탄소중립 선언 동향

2.1 글로벌 탄소중립 선언 현황

▣ 전세계 128개국이 탄소중립을 선언(‘20.12월 기준)¹³⁾

① 유엔 기후행동 정상회의에서 77개국이 탄소중립을 선언

- ◆ 2017년 스웨덴과 노르웨이가 전세계 최초로 탄소중립을 선언
- ◆ 2019년 9월 23일 안토니오 구테레쉬 UN사무총장은 2050년 탄소중립을 통한 파리협정의 목표 달성을 위해 「유엔 기후행동 정상회의(UN Climate Action Summit)」를 소집
- ◆ 65개국 정상, 그 외 고위관료, 민간부분 지도자들이 모인 회의에서 77개국, 10개 지역, 100개 도시에서 2050년까지 탄소중립을 선언¹⁴⁾

② 유엔 국가기후목표상향동맹에 121개 국가가 참여

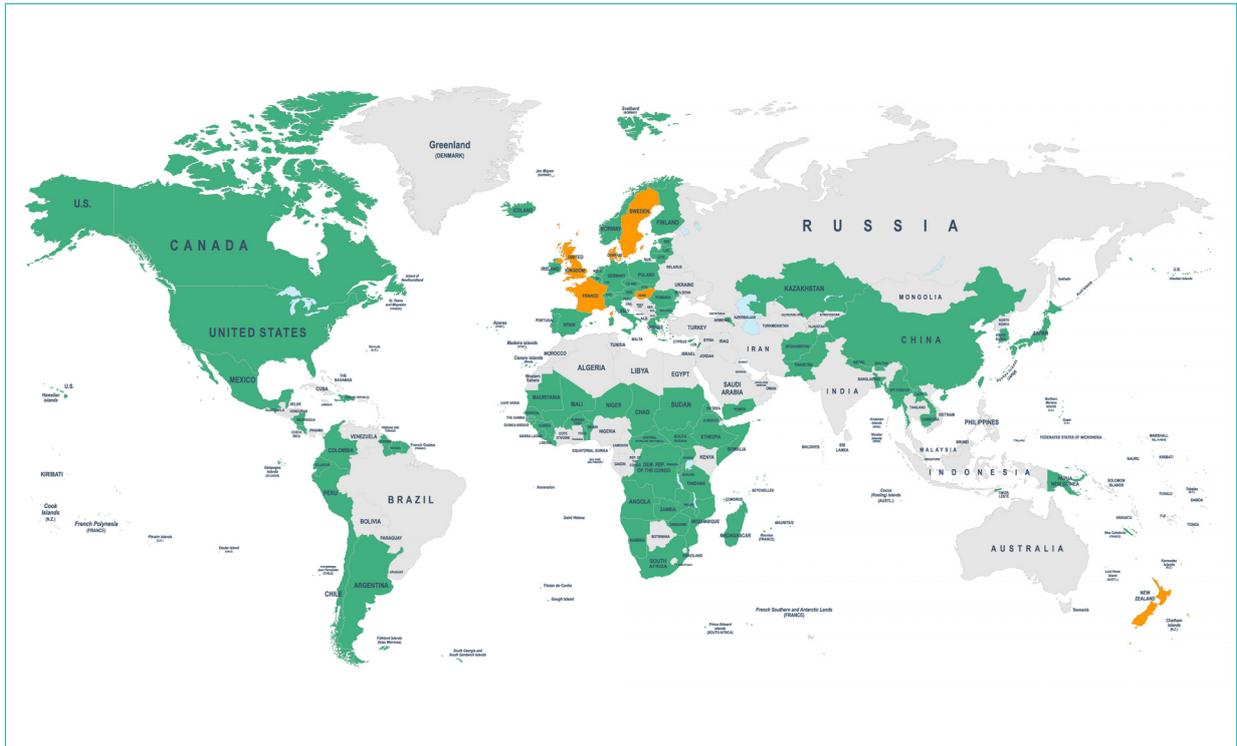
- ◆ 2019년 12월 11일 제25차 유엔기후변화당사국총회(COP25)에서 2020년까지 국가들의 국가 목표상향을 유도하고, 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위해 「국가기후목표상향동맹 :탄소중립 2050(Climate Ambition Alliance: Net Zero 2050)」¹⁵⁾ 을 선언
- ◆ 국가별 경제·사회적 상황에 따라 탄소중립 선언시기, 목표달성시기, 이행수준 등이 다르나, 전 세계 196개 국가 중 128개국이 탄소중립을 선언하였으며, 지속적으로 증가되고 있는 상황
※ 128개 국가의 상세 탄소중립 현황은 붙임 참조

13) 출처: Energy & Climate Intelligence Unit. “Net Zero Tracker:Net Zero Emissions Race”. 2020년 12월 31일. <https://eciu.net/netzerotracker>. 2021년 2월 28일 접속.

14) 출처: United Nations. “Secretary-General’s remarks at closing of Climate Action Summit”. 2019년 9월 23일. <https://www.un.org/sg/en/content/sg/statement/2019-09-23/secretary-generals-remarks-closing-of-climate-action-summit-delivered>. 2021년 2월 28일 접속.

15) 출처: United Nations. “Climate Ambition Alliance: Nations Renew their Push to Upscale Action by 2020 and Achieve Net Zero CO² Emissions by 2050”. 2019년 12월 11일. <https://unfccc.int/news/climate-ambition-alliance-nations-renew-their-push-to-upscale-action-by-2020-and-achieve-net-zero>. 2021년 2월 28일 접속.

[그림 2-1] 탄소중립 선언 국가 ('20년 12월 기준)



■ 탄소중립 선언국가 / ■ 탄소중립 목표를 법제화한 국가

※ 출처: Energy & Climate Intelligence Unit. “Net Zero Tracker:Net Zero Emissions Race”를 활용하여 저자가 재구성

▣ 대륙별로 아메리카 25개국, 아시아 18개국, 아프리카 39개국, 오세아니아 15개국, 유럽 31개국이 선언한 것으로 조사('20년 12월 기준)

- ◆ **(아메리카)** 미국은 세계 2위의 이산화탄소 다배출 국가로서 바이든 新정부는 기후변화 대응을 주요 국가 의제로 설정하고 올 상반기 내에 탄소 중립을 선언할 계획. 캐나다는 탄소중립 선언 ('20.11월) 이후 목표를 법제화 중
- ◆ **(아시아)** 세계 1위 이산화탄소 배출국인 중국은 2035년까지 이산화탄소 배출의 정점을 찍고 2060년 탄소중립 목표 달성을 선언('20.9월)하였으며, 일본과 우리나라 또한 탄소중립을 선언 ('20.10월)하고 탄소저감 기술 및 산업에 대한 다각적인 계획을 수립 중임
- ◆ **(유럽)** 유럽 대륙은 온실가스 다배출 대륙인 동시에 탄소중립에 가장 적극적인 대륙으로서 총 46개 국가 중 31개 국가가 탄소중립을 선언함. 이 중 스웨덴이 최초로 2045년 탄소중립 목표를 법제화 ('17.6월)하였으며, 그 외 탄소 중립을 법제화한 국가는 영국('19.6월), 덴마크('19.12월), 프랑스 ('19.12월), 헝가리('20.5월)가 있으며, 법제화 중인 국가로 스페인, 유럽 연합으로 조사됨
- ◆ **(오세아니아)** 뉴질랜드는 2050년 탄소중립을 선언하고 법제화함('19.11월). 오세아니아의 최대 온실가스 다배출 국가인 호주의 경우 탄소중립에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있으나, 선언에는 아직까지는 소극적인 태도를 보이고 있음
- ◆ **(아프리카)** 아프리카 대륙의 최대 온실가스 배출국이자 화석 석탄발전 비중이 90% 이상 차지하는 남아프리카공화국은 2050년 탄소중립을 선언한 장기저탄소발전계획(LEDs)를 UNFCCC에 제출 ('20.9월)

2.2 온실가스 다배출 국가의 탄소중립 선언

▣ 온실가스 배출 상위 15개 국가 중 8개국이 탄소중립을 선언

- ◆ 2017년 기준 온실가스 배출량 상위 15개 국가 중 탄소중립을 선언한 국가는 우리나라를 비롯하여 중국, 미국, 일본, 독일, 캐나다, 멕시코, 남아프리카 공화국으로 8개 국가임¹⁶⁾
- ◆ 탄소중립을 선언한 8개 국가는 모두 G20 회원국으로서, 이들 국가들의 온실가스 배출량의 합은 23,821백만 톤 CO₂eq으로 전세계 온실가스 배출량인 33,819백만 톤 CO₂eq(2016년 기준)¹⁷⁾에서 70.6%를 차지
- ◆ 경제대국들의 탄소중립 선언은 기후변화대응에 대한 강력한 촉진제가 되는 동시에, 탄소중립 新 기술시장의 선도권을 확보한 국가가 신재생에너지 및 에너지 효율화 분야 등 주요 탄소중립 유관 사업에서 산업 주도권을 가질 것으로 전망

[표 2-1] 2017년 상위 온실가스 배출 국가 및 탄소중립 선언 현황

2017년 국가별 온실가스 배출현황			탄소중립 선언	목표달성 시기	이행수준
순위	국 가	온실가스 배출량 (백만톤 CO ₂ eq)			
1	중국	12,476	→	2060년	정책 수립
2	미국	6,488	→	2050년	정책 수립 중
3	인도	2,793			
4	러시아	2,155			
5	일본	1,289	→	2050년	정책 수립
6	브라질	968			
7	이란	922			
8	인도네시아	899			
9	독일	894	→	2050년	정책 수립
10	캐나다	714	→	2050년	법제화 논의 중
11	대한민국	709	→	2050년	법제화 진행 중
12	멕시코	705	→	2050년	이행조치 논의 중
13	사우디아라비아	630			
14	호주	557			
15	남아프리카공화국	545	→	2050년	정책 수립

※ 출처: 환경부 온실가스 종합정보센터 「2020 국가 온실가스 인벤토리 보고서」를 활용하여 저자가 재구성

16) 출처: 환경부 온실가스종합정보센터. (2020). 2020 국가 온실가스 인벤토리보고서.

17) 출처: 세계은행(WB). "CO₂ emissions(kt)". <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT>. 2021년 3월 1일 접속.

2.3 소결

▣ 국제사회의 탄소중립사회 전환 가속화에 따른 지역 및 도시의 참여 증대

- ◆ '20년 말까지 128개국에 탄소중립을 선언하였으며, 지속적 증가 추세
- ◆ 주요국은 국가의 탄소중립 선언 이후 지역 및 도시의 참여가 증대되고 있지만, 현재 한국은 서울과 충청남도 정도가 탄소중립을 선언하고 있어 참여 촉진이 필요한 시점

▣ 온실가스 배출 상위 15개 국가 중 G20 회원국인 8개 국가가 탄소중립 선언

- ◆ '17년 기준 온실가스 다배출 상위 15개 국가 중에서 G20 회원국인 한국, 중국, 미국, 일본, 독일, 캐나다, 멕시코, 사우디아라비아, 남아프리카 공화국이 탄소중립 선언
- ◆ 강대국의 탄소중립 선언은 글로벌 탄소중립사회 전환의 촉진제로 작용할 것으로 판단되며, 탄소중립 핵심기술의 국제 시장 선점이 매우 중요한 시점
- ◆ 주요국은 탄소중립 선언 이후, 자국 내 산업을 보호하기 위한 제도(탄소국경세 등)를 공표하였거나 준비 중

▣ 국내 탄소중립 선언은 상대적으로 늦었지만, 관련 법 개정 제정은 빠르게 추진되고 있음

- ◆ '20년 말까지 탄소중립을 선언한 128개 국가 중에서 한국은 다소 늦게 탄소중립을 선언하였지만, 현재 탄소중립 관련 법안*은 신속하게 발의되어 심의 중
 - * 기후위기 대응을 위한 탈탄소사회 이행 기본법안, 기후위기대응 기본법안, 기후변화대응 기술개발 촉진법안 등
- ◆ 탄소중립 관련 법 중 국가 R&D 관련이 높은 “기후변화대응 기술개발 촉진법안*”은 제382회 국회 정기회의('20.11.09)에서 발의되었으며, 법제사법위원회의 수정가결('21.03.16)을 거쳐, 정부로 이송('21.04.09)
 - * 동법은 온실가스 감축과 기후변화 적응에 관한 기술의 연구기반을 조성하여 체계적으로 육성·발전시켜서 기후변화대응과 관련하여 발생하는 문제에 대한 책임을 다하는 것을 목적으로 함

▣ 한국 정부도 탄소중립 선언 이후 다양한 이행전략 수립 중

- ◆ 정부의 탄소중립 선언 이후, 다양한 후속 정책들이 발표되고 있으며, 그 중 「탄소중립 기술혁신 추진 전략(안)('21.03.31)」에서는 인재양성, 국민인식제고, 선진국협력, 국제기술확산, 기후대응기금, 공공역량 활용 등의 이행 전략을 제시
- ◆ 「탄소중립 연구개발 투자전략('21.03.31)」에서는 민간주도 R&D, R&D 예타개선, 연구거점 조성, 세제 혜택 등 이행전략을 제시
- ◆ 「2021년 환경부 탄소중립 이행계획('21.03.03)」에서는 산업육성, 혁신생태계 구축, 기술혁신, 취약산업·계층 보고, 지역공동체 연계 등 전략을 제시

3

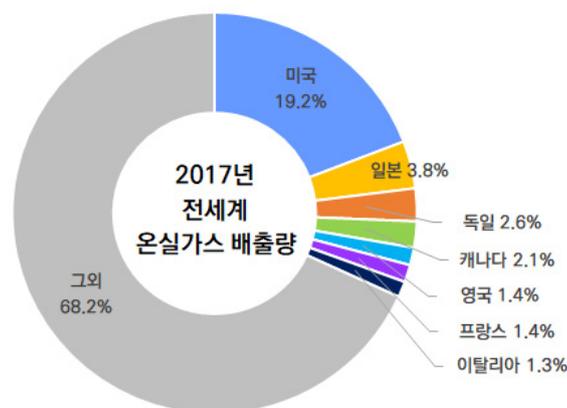
주요국 탄소중립 정책 현황

3.1 주요국의 탄소중립 선언 및 계획 수립

▣ 글로벌 경제 강국이자 온실가스 다배출 국가인 선진국의 탄소중립 선언 가속화

- ◆ 전세계 온실가스 배출량('16년 기준 33,819백만톤 CO₂eq) 중 G7*국가가 차지하는 비중은 31.8%('17년 기준 10,762백만톤 CO₂eq)로써 매우 높은 비중을 차지
 - * 미국, 일본, 독일, 영국, 프랑스, 캐나다, 이탈리아
- ◆ 경제선진국들은 COVID-19로 인한 경제위기를 극복할 새로운 성장동력으로써 혁신적 저탄소기술을 개발·활용하여, 온실가스 배출과 경제성장의 탈동조화(decoupling)를 달성하고자 함
- ◆ G7 국가 중 탄소중립 선언 국가는 이탈리아를 제외한 6개 국가('20년 12월 기준)이며, 향후 기후변화 대응에 대한 美 바이든 新정부의 강력한 리더십 및 중국의 탄소중립 이행이 강화됨에 따라 온실가스 감축 관련 기술 및 산업에 대한 성장이 가속화될 예정

[그림 3-1] G7 국가 포함 전세계 온실가스 배출량 (2017년 기준)



국 가	미국	일본	독일	캐나다	영국	프랑스	이탈리아	전체
온실가스 배출량 (백만톤 CO ₂ eq)	6,488 (19.2%)	1,289 (3.8%)	894 (2.6%)	714 (2.1%)	475 (1.4%)	471 (1.4%)	431 (1.3%)	33,819* (31.8%) * 2016년 기준

※ 출처: GHG data (UNFCCC) & CO₂ emissions (World Bank) 활용하여 저자가 그림

3.2 미국의 주요 탄소중립 정책

▣ “기후변화대응”을 주요 국정과제로 설정하고, 파리협정 재가입(‘21.2월)·2050년 탄소중립 목표 제시(‘21.1월)·기후정상회의 개최 추진(‘22.4월) 등 다양한 정책 추진

[표 3-1] 미국 바이든 대통령 취임후 기후변화대응 관련 정책 채택 현황

① 파리기후협약 복귀 지시 행정명령 서명 '21.1.20.(취임식)	② 공중보건·환경보호 및 기후변화대응에 대한 과학회복 행정명령 서명 '21.1.20.(취임식)	③ 국내외 기후위기 대처 행정명령 서명 '21.1.27.	④ 기후위기대응을 위한 과학기술 혁신계획 제시 '21.2.11.
---	---	--	--

- ◆ **(파리협정복귀)** 취임식 당일 파리협정 복귀 선언(‘21.1.20) ⇒ 공식 복귀(‘21.2.19)¹⁸⁾
- ◆ **(과학역할회복)** 과학적 방식에 따른 온실가스 감축의 사회적 편익을 분석

- 온실가스의 사회적 비용에 관한 기관간 실무그룹 설립
- 탄소사회적비용(SCC), 산화질소사회적비용(SCN), 메탄사회적비용(SCM)을 과학적 방식으로 분석
- 키스톤 XL 파이프라인 프로젝트 중단

※ 출처: 미국 백악관, 공중보건과 환경보호 및 기후변화대응을 위한 과학의 회복 행정명령 (Executive Order on Protecting Public Health and the Environment and Restoring Science to Tackle the Climate Crisis)(‘21.1월)

- ◆ **(기후위기대처)** “기후변화”를美 국가안보와 외교정책 중심 아젠다로 공식화

- 2050년 탄소중립 목표 제시 및 기후정상회의 전까지 2050 탄소중립 목표를 포함한 NDC 제출
- 26차 기후변화당사국총회(COP26)에 앞서 ‘지구의 날’에 기후정상회의(‘21.4.22) 개최
- 기후특사(Presidential Envoy for Climate)*, 백악관 국가기후정책실(ODCP·Office of Domestic Climate Policy), 국가기후태스크포스(National Climate Task Force) 신설
* 행정명령 서명 당일 John Kerry를 기후특사(Climate Envoy)로, Gina McCarthy 기후차르(Climate Char)로 임명
- 연방 청정 전기 및 차량 조달 전략 수립
- ‘30년 목표 해상풍력 보급확대를 위한 공유지 및 연안의 위치 확인 및 허가절차 검토
- 연방정부 소유 토지와 수역 내 새로운 석유 및 천연가스 개발 중지, 화석연료보조금 중지 조치

※ 출처: 미국 백악관, 국내외 기후위기 대처 행정명령(Executive Order on Tackling the Climate Crisis at Home and Abroad)(‘21.1월)

- ◆ **(과학기술혁신)** 국가기후혁신워킹그룹 신설 및 저탄소기술 투자계획 제시

- 국가기후태스크포스 내부에 국가기후혁신워킹그룹(Climate Innovation Working Group)을 신설하고, ARPA-C(Advanced Research Projects Agency-Climate)을 통해 탄소중립 관련 연구개발 촉진 예정
- 10대 기후혁신기술:

① 탄소중립 건물	⑤ 저탄소 항공기 및 선박 연료	⑧ 無탄소배출 수소
② 1/10 비용저감한 에너지저장시스템	⑥ 온실가스 효과없는 냉매, 공조, 히트 펌프	⑨ CO ₂ 토양 저장기술
③ 최첨단 에너지시스템 관리기술		⑩ CO ₂ 직접 포집기술(DAC)
④ 저비용/저탄소 차량 및 교통시스템	⑦ 철강, 콘크리트, 화학 공정 저탄소화	
- 미국에너지부(DOE)는 ARPA-E(Advanced Research Projects Agency-Energy)를 통하여 혁신적인 저탄소 에너지기술에 대해 1억 달러 지원 예정

※ 출처: 미국 백악관, 일자리 창출 및 기후위기대응을 위한 미국 혁신 (Biden-Harris Administration Launches American Innovation Effort to Create Jobs and Tackle the Climate Crisis)(‘21.2월)

18) 출처: 미국백악관. “Paris Climate Agreement”. 2021년 1월 20일. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/01/20/paris-climate-agreement/> 2021년 4월 1일 접속.

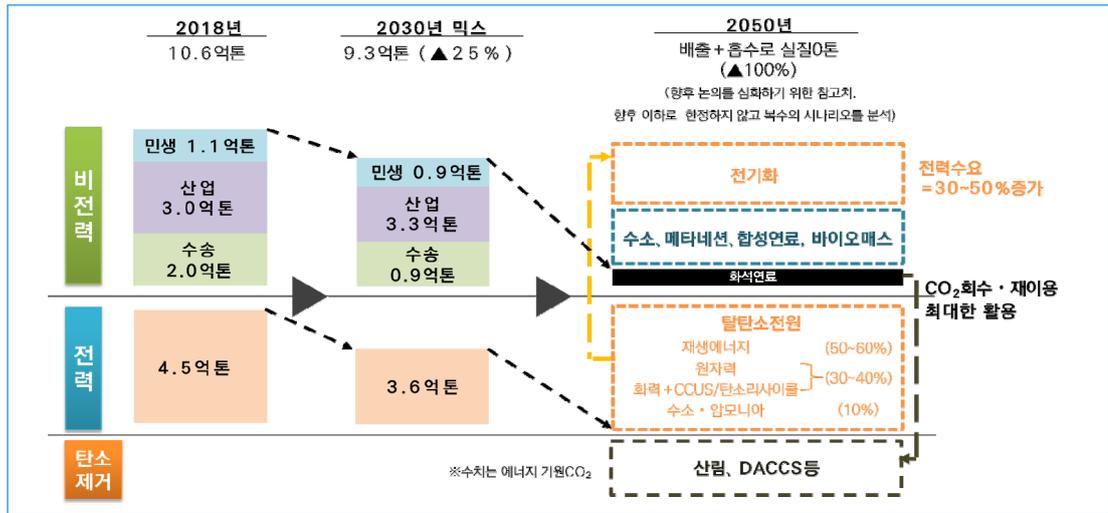
3.3 일본의 주요 탄소중립 정책

▣ 일본의 탄소중립 선언

- ◆ '20년 10월 26일 스가 요시히데 일본총리는 취임 이후 처음 참석한 임시 국회 소신표명 연설에서 “환경과 경제 선순환”을 근간으로 하는 2050 탄소중립을 선언함¹⁹⁾

▣ 2050년 탄소중립에 따른 녹색성장전략('20.12월)²⁰⁾ 수립

- ◆ '20년 12월 25일 탄소중립 선언을 이행하기 위한 국가계획으로 경제산업성(經濟産業省) 중심의 관계부처 합동계획 『2050년 탄소중립에 따른 녹색성장전략(2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略)』을 수립



- ◆ '50년까지 주요 산업분야에 대한 도입단계를 구분하여 목표 설정 및 정책수단 제시

- (연구개발단계) 정부기금 + 민간 연구개발 투자
- (실증단계) 민간투자유치를 전제로 한 민관협조투자
- (도입확대단계) 공공조달, 규제·표준화를 통한 수요확대 → 대량생산에 의한 비용절감
- (자립상용화단계) 규제·표준화를 전제로 공적 지원이 없더라도 자립적으로 상용화 추진

- ◆ 목표 달성을 위한 기업 수요 맞춤형 정책 제시

- (예산) NEDO에 10년간 2조엔 조성 → 15조엔 규모의 민간기업 연구개발 및 설비투자 유치
- (세제) 흑자기업 → 투자촉진 세제 및 연구개발 촉진세제, 적자기업 → 이월결손금
- (금융) 정부자금을 마중물로하여 민간투자를 유치
- (규제개혁·표준화) 신기술 수요창출을 위한 규제강화, 불합리한 규제 완화, 국제표준화 등
- (국제제휴) 해외시장 선점, 대량생산을 통한 국내 산업경쟁력 강화, 직접투자·M&A 등

▣ 2030년 온실가스 감축목표 상향 조정(예정)²¹⁾

- ◆ 일본정부는 G7 정상회의가 열리는 '21년 6월 전까지 2030년의 온실가스 감축목표를 2050년 탄소중립 목표 달성을 위해 상향 조정 예정

19) 출처: 일본 수상관저. “제231회 국회에서 스가 총리 소신 표명연설” 2020년 10월 26일. https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/statement/2020/1026shoshinhyomei.html. 2021년 4월 1일 접속.

20) 출처: 일본 경제산업성 홈페이지. “2050년 탄소중립에 따른 녹색성장을 수립”. 2020년 12월 25일. “<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012.html>” 2021년 3월 20일 접속.

21) 출처: 일본 경제신문. “탈탄소에 대한 2030년 목표 확대와 관련하여 총리가 미국에 설명” 2021년 3월 23일. <https://www.nikkei.com/article/DGXZQODE1234S0S1A310C2000000/>. 2021년 3월 25일 접속.

3.4 독일의 주요 탄소중립 정책

▣ 독일 정부 연합 2030 기후 패키지 ('19.12월) 수립²²⁾

- ◆ 「독일 정부 연합 2030년 기후 패키지(German government coalition's 2030 climate package)」의 일환으로 「기후 행동 프로그램(Klimaschutzprogramm 2030)」을 수립하고, 「기후보호법(Klimaschutzgesetz)」을 제정
- ◆ '19년 9월 20일 2030년 온실가스 감축 목표를 달성하기 위한 구체적인 이행계획으로서 「기후 행동 프로그램(Climate Action Programme 2030)」을 수립

- 각 부문별 2030 기후목표 달성을 위한 조치를 규정
- 건물 현대화 등 지원 프로그램 포함, 수송/건물 내 이산화탄소 가격 책정 시스템 포함
- 전력 비용을 하락 시키는 등 시민과 산업을 안심시킬 수 있는 조치
- 효율화 표준화 등 규정 포함

※ 출처: 독일 정부, 기후행동프로그램(Klimaschutzprogramm)('19.9월)

- ◆ '19년 12월 17일 독일 최초의 기후변화대응 관련 법안으로서 「기후보호법(Klimaschutzgesetz)」 발효되었으며, 2030년까지 온실가스 목표를 법제화함

- 2030년까지 55% 온실가스 배출 감축 목표에 법적 구속력을 부여
- 2020~2030년 부문별 연간 배출 예산 배정
- 2050년까지 탄소중립 추구(pursue)
- 기후문제에 대한 전문가위원회 설치

※ 출처: 독일 정부, 기후보호법(Klimaschutzgesetz)('19.12월)

3.5 캐나다의 주요 탄소중립 정책

▣ 2050 탄소중립 목표를 포함한 법안 초안 수립 및 의회 제출

- ◆ '20년 11월 19일 캐나다 정부는 2050년까지 배출량을 '0'으로 줄이는 것을 목표로 하는 「캐나다 넷제로 법(Canadian Net-Zero Emissions Accountability Act)」 초안을 마련하고 의회 제출²³⁾
- ◆ '30년부터 '50년까지 5년마다 이산화탄소 배출에 대한 감축 목표를 설정하도록 하고 있으나, '30년 목표 및 온실가스 감축에 대한 구체적인 이행계획을 제시하고 있지 않음
 - '20년 12월 11일 「건강한 환경, 건강한 경제(A Healthy Environment and a Healthy Economy)」 계획 수립을 통해 탄소중립에 대한 의지를 더욱 강화시킴
 - 또한 '21년 2월 25일 환경 및 기후변화부(Minister of Environment and Climate Change)는 탄소중립 자문기구를 설립
 - 캐나다의 석유화학 산업의 반발과 트뤼도 총리가 소속되어 있는 자유당이 의회의 절반을 차지 못하는 상황 때문에 탄소중립 법안이 통과되기까지 난항이 예상됨

22) 출처: Clean Energy Wire. "독일의 2030 기후액션패키지". 2019년 10월 14일. <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-2030-climate-action-package>. 2020년 2월 1일 접속.

23) 출처: 캐나다 정부. "캐나다 넷제로 배출법". 2020년 11월 19일. <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan/net-zero-emissions-2050.html>. 2021년 3월 5일 접속.

3.6 영국의 주요 탄소중립 정책

■ 기후변화법 개정 ('19.6월)²⁴⁾

- ◆ 영국은 2008년 세계 최초의 기후변화 관련 법인 「기후변화법(Climate Change Act)」을 제정하고, 2050년까지 1990년 대비 온실가스 배출량을 80%까지 감축 목표에 법적구속력을 부여
- ◆ 이후 2019년 6월 27일, 온실가스 감축목표를 “2050년 탄소중립 목표”로 상향 조정한 「기후변화법」 개정안을 통과시켜, G7 국가 중 최초로 2050 탄소중립 목표를 법제화함

■ 녹색산업혁신에 대한 10대 중점 계획('20.11월) 수립

- ◆ '20년 11월 18일 2050 탄소중립 목표 달성, 브렉시트 및 COVID-19로 인한 경제침체 회복을 위하여 영국정부는 기업·에너지·산업전략부(BEIS·Department for Business, Energy & Industrial Strategy), 총리실(Prime Minister's Office)를 중심으로 「녹색산업혁명에 대한 10대 중점계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution)」을 수립
- ◆ 10대 중점분야에 최대 2만 5천 개의 일자리를 창출하기 위해 120억 파운드의 정부투자과 함께 정부투자의 3배 넘는 민간 투자가 잠재적으로 투입 예정

- ① 해상풍력발전 (Advancing offshore wind)
- ② 저탄소 수소의 성장 주도 (Driving the growth of low carbon hydrogen)
- ③ 진보된 新원자력 기술개발(Delivering new and advanced nuclear power)
- ④ 무공해 차량으로의 전환 가속화(Accelerating the shift to zero emission vehicles)
- ⑤ 녹색대중 교통, 자전거 타기 및 걷기(Green public transport, cycling and walking)
- ⑥ 무공해 항공 및 선박('jet zero' and green ships)
- ⑦ 녹색건물(Greener buildings)
- ⑧ 탄소포집, 저장, 활용에 대한 투자(Investing in carbon capture, usage and storage)
- ⑨ 자연환경 보호(Protecting our natural environment)
- ⑩ 녹색 금융 및 혁신(Green finance and innovation)

※ 출처: 영국 BEIS 등, 녹색산업혁신에 대한 10대 중점계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution)('20.11월)

■ 에너지백서('20.12월) 발간²⁵⁾

- ◆ 2020년 12월 14일 영국 기업·에너지·산업전략부(BEIS·Department for Business and Industrial Strategy)는 「녹색산업혁신에 대한 10대 중점계획」의 구체적 시행계획을 제시하기 위한 「에너지백서(Energy White Paper:Powering Our Net Zero Future)」를 발간

24) 출처: UK Legislation. "Climate Change Act 2008". <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/contents>. 2020년 3월 1일 접속.

25) 출처: 영국정부 (2020). 에너지백서(Energy White Paper:Powering our Net Zero Future).

3.7 프랑스의 주요 탄소중립 정책

▣ 2050년 탄소중립 목표 법제화

- 2019년 11월 8일 2050년 탄소중립 목표를 법제화하였으며, 법안의 주요 내용은 아래와 같음
 - 2050년 탄소중립 목표에 찬성하여 온실가스 배출량은 1990년의 1/4수준으로 감축
 - 원자력 비율에 대한 현재 75%에서 50%로 줄이는 목표를 2025년에서 2030년으로 연기
 - 2030년까지 화석연료 에너지 비율을 30%에서 40%로 줄이기

※ 출처: Climate Home News (기사명: 프랑스 2050 탄소중립법 수립(France introduces 2050 carbon-neutral law))(‘20.11월)

▣ 프랑스재개(Plan de Relance)(‘20.9월) 수립²⁶⁾

- ’20년 9월 3일 프랑스 경제를 회복시키고 “미래의 프랑스”를 만들기 위해 향후 2년간(’21~’22년) 100억 유로 규모의 경기회복 계획으로 「프랑스 재개(Plan de Relance)」을 수립
- “생태(Écologie)”, “경쟁력(Compétitivité)”, “응집력(Cohésion)”으로 구분하여 정책 수립하고, 천억 유로 중 300억 유로는 “생태(Écologie)”의 녹색 경기회복을 위한 자금으로 활용

생태(Écologie)	경쟁력(Compétitivité)	응집력(Cohésion)
① 건물 에너지 혁신	① 기업세금	① 건강 보장자
② 산업 탈탄소화	② 기업자금	② 청년
③ 녹색 교통	③ 기술권	③ 직업교육
④ 녹색 수소		④ 고용보장
⑤ 생물다양성 및 인공화		⑤ 극빈층을 위한 예외적 지원
		⑥ 영토

※ 출처: 프랑스 정부, 프랑스 재개(Plan de Relance)(‘20.9월)

3.8 이탈리아의 주요 탄소중립 정책

▣ 2030년까지 1990년 대비 60% 까지 이산화탄소 감축 추진*

- * ’21년 상반기에 이탈리아는 COVID-19의 영향으로 인해서 국가 정책 및 법개정이 연기되고 있는 상황이며, 이로 인해 탄소중립 관련 국가 계획 수립도 지연되고 있는 상태
- 이탈리아는 2050년 탄소중립 목표 달성을 위해서 2030년까지 1990년 대비 60%의 이산화탄소를 감축한다고 Roberto Cingolani 생태부 장관이 발표
- 이탈리아는 향후 5년 동안 에너지 전환 분야에 80억 유로 (960 억 달러)의 EU 기금을 사용 계획 수립 Mario Draghi 총리는 “에너지전환부(Energy Transition Ministry)” 신설을 계획 중

26) 출처: 프랑스정부. (2020). 프랑스재개(Plan de Relance).

3.9 소결

■ G7 국가는 탄소중립정책을 수립하고, 법제화를 통해 글로벌 리더십 표명

(※ 상세 분석 및 주요 시사점은 16쪽의 요약표 참조)

- ◆ 미국은 “기후변화대응”을 주요 국정과제로 설정하고, 파리협정 재가입(‘21.2월)·2050년 탄소 중립 목표 제시(‘21.1월)·기후정상회의 개최 추진(‘22.4월) 등 다양한 정책 추진
- ◆ 일본은 경제산업성(經濟産業省) 중심의 관계부처 합동계획 『2050년 탄소중립에 따른 녹색성장 전략』을 수립
- ◆ 독일은 2030년 기후 패키지(German government coalition’s 2030 climate package)의 일환으로 「기후 행동 프로그램」을 수립하고, 「기후보호법」 제정
- ◆ 영국은 2008년 세계 최초의 기후변화 관련 법인 「기후변화법」을 제정하고, “2050년 탄소중립 목표”로 상향 조정된 「기후변화법」 개정안을 통과(‘19.06.27)시켜, G7 국가 중 최초로 2050 탄소 중립 목표를 법제화
- ◆ 프랑스는 탄소중립 목표를 법제화하였으며(‘19.11.08), 경제를 회복시키고 향후 2년간(‘21~’22년) 100억 유로 규모의 경기회복 계획으로 「프랑스 재개」 계획을 수립
- ◆ 캐나다는 2050년까지 배출량을 ‘0’으로 줄이는 것을 목표로 하는 「캐나다 넷제로 법」 초안을 마련하고 의회 제출(‘19.11.19)
- ◆ 이탈리아는 2030년까지 60%의 이산화탄소 감축을 목표로 하고, 에너지 전환을 담당하는 부처를 신설할 계획을 가지고 있음

■ 한국도 「2050 탄소중립 추진전략」 선언 이후 과기부 및 타 부처를 중심으로 다양한 정책을 추진

- ◆ 「2050 탄소중립 추진전략」에는 ’21년 말까지 총 31개의 주요 정책 추진계획 명시되어 있으며, 환경부가 7개 정책을 추진하고, 과기부, 금융위, 산업부가 각각 4개의 정책 수립 예정
- ◆ 환경부 주로 기후 적응, 유망기술 상용화, 지자체 협업, 국민 인식 제고 등 유관 정책 추진 예정
- ◆ 과기정통부는 과학기술 연구개발 및 투자전략 유관 정책 추진 예정
- ◆ 금융위는 녹색금융, 산업부는 기업 지원 관련 정책을 각각 추진 예정

■ R&D 거버넌스 개편, 금융·세제 혜택 등 탄소중립 사회 전환을 위한 기반 강화 필요

- ◆ 최근 발표되는 다양한 탄소중립 정책에는 기반 강화 또는 체계 개편에 대한 내용 포함
- ◆ 「2050 탄소중립 추진전략(‘20.12)」에서는 “탄소중립 제도적 기반 강화” 방향성을 제시하고, 재정 제도 개선, 녹색금융 활성화, R&D 확충 등의 전략을 포함하고 있고, 「탄소중립 기술혁신 추진전략(안)(‘21.03)」에서는 신산업 창출, 민간 주도 전환, R&D 기반 강화 방안들을 제시
- ◆ 다수의 정책에서 공통적으로 제시되는 부분은 R&D 이행을 위한 체계를 강화하고, 민간 참여를 확대시키고, 금융 및 세금 지원을 강화하는 것

■ 한국의 탄소중립 정책 간 일관성·중복성·연계성 고려 필요

- ◆ 현재 국가적으로 다양한 탄소중립 정책이 수립되고 있으며, 각 정책간 연계성 확보 필요
- ◆ 기후위기 대응은 현재 국가적인 아젠다이고, 단기적인 핵심 전략과 함께 장기적인 관점의 기술개발 및 투자 전략이 동반되어야 할 것으로 판단되고, 이를 위한 국가 컨트롤타워 필요

[표 3-2] 주요국(G7) 탄소중립 선언 현황 및 주요 시사점 요약

국가	선언 시기	목표 연도	수준	핵심내용	주요 시사점
미국	'21	'50	정책수립 중 (기후정상회의 前 발표예정)	<ul style="list-style-type: none"> 바이든 대통령은 2035 전력부문 탄소중립을 포함한 2050년 탄소중립 목표에 대한 행정명령 서명 파리기후협약 재가입 및 기후정상회의 추진 등 글로벌 기후리더십 회복 및 국제협력 의지 표명 	<ul style="list-style-type: none"> 2050 탄소중립 이행을 위하여 정부 조직 개편 및 계획 수립이 활발히 진행 중 현재 민주당이 상하원 모두 과반이상 차지하고 있어, 향후 법제정 및 예산안 통과에도 문제가 없을 것으로 예상
일본	'20	'50	정책수립	<ul style="list-style-type: none"> 2020년 스가 총리의 첫 임시 국회연설에서 탄소중립 선언 「2050년 탄소중립에 따른 녹색성장 전략」을 통해 14개 핵심분야 선정 	<ul style="list-style-type: none"> G7국가 중 2050 탄소중립 달성을 위한 가장 구체적인 기술로드맵을 제시 목표달성에서 기업의 역할을 중요시하고, 민관협력방안 제시
독일	'19	'50	2030목표 법제화	<ul style="list-style-type: none"> 2030년까지 1990년 대비 최소 40% 이상 감축 및 2050년 탄소중립 달성 목표 제시 및 법제화 「기후보호프로그램 2030 ('19.9월)」 수립 	<ul style="list-style-type: none"> EU에서 탄소중립에 대한 리더십 발휘 중 그러나, 높은 제조업 비중으로 국가차원으로 2050 탄소중립은 추구할 뿐 선언은 미정
캐나다	'19	'50	법제화 중	<ul style="list-style-type: none"> 2020년 11월 탄소중립을 선언하고 법제화 중 법안내용에 2030~2050년까지 5년마다 계획 수립을 위한 조항을 포함 	<ul style="list-style-type: none"> 자유당 저스틴 트뤼도는 대선 캠페인의 주요공약으로 2050 탄소중립을 내세우고, 당선 그러나 자유당이 과반수가 되지 못하여 향후 탄소중립에 대한 법제정 및 이행계획수립에 있어서 난항 예상
영국	'19	'50	법제화	<ul style="list-style-type: none"> 「기후변화법(Climate Change Act)」개정하여 G7 국가 중 최초로 2050 탄소중립 목표를 법제화 「녹색산업혁신에 대한 10대 중점 계획 ('20.11월)」수립 	<ul style="list-style-type: none"> 브렉시트와 별개로 EU와 함께 탄소중립에 대한 목표 공유 유엔기후변화협약(UNFCCC) 당사국총회(COP26) 의장국으로서 탄소중립에 대한 국제리더십이 강화될 예정
프랑스	'19	'50	법제화	<ul style="list-style-type: none"> 2050년 탄소중립 목표 법제화 COVID-19로 인한 경기부양책으로써 「프랑스 재개('20.9월)」을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 탄소중립 관련 기술 및 산업을 경기부양책으로서 활용 그러나 향후 2년간의 단기 계획 및 투자방향성으로, 향후 중장기차원의 계획 수립 필요

※ 이탈리아는 현재 탄소중립 국가계획을 수립 중에 있으므로, 상기 표에서 제외



주요국 탄소중립 핵심기술 및 투자규모

4.1 탄소중립 기술의 범위

▣ 기후기술 분류체계의 이해²⁷⁾

- ◆ 녹색기술센터는 과기정통부를 지원하여 기후기술 분류체계를 수립('17.10)
- ◆ 기후기술 분류체계는 온실가스 감축 분야, 기후변화 적응 분야, 융·복합 기후기술 분야의 3개 영역으로 구분되어 있으며, 총 45개의 세부 기술군을 포함
- ◆ 감축(Mitigation) 분야는 “자원의 활용을 줄이기 위한 인류의 조정 활동 또는 온실가스의 흡수원을 증대시키는 활동”으로 정의하고, ‘온실가스 저감’ 영역과 ‘온실가스 고정’으로 이분화하며, ‘온실가스 저감’ 영역의 경우 ‘에너지 공급’, ‘에너지 저장·운송’ 및 ‘에너지 수요’ 세 가지 영역으로 분화
- ◆ 적응(Adaptation) 분야는 “기후변화로 인하여 실제 발생하거나 예상되는 영향에 대한 조절을 진행하는 과정”으로 정의되며, 농업·축산, 물, 기후변화예측 및 모니터링, 해양·수산·연안, 건강, 산림·육상 분야로 구분
- ◆ 감축/적응 융복합 분야는 온실가스 감축에 기여하거나, 기후변화로 인한 피해를 예방하기 위한 활동으로 감축 및 적응 부문 기술이 병용되거나 다기술이 융·복합된 분야로 정의

▣ 탄소중립 기술 = 온실가스 감축 기술

- ◆ 본 저자는 탄소중립기술의 범위를 온실가스 감축 기술 22개 분야로 정의
 - ※ 국내 탄소중립 관련 정책에는 화석연료 및 원자력 분야가 포함되어 있지 않지만, 국외 동향을 살펴보면 화석연료의 점진적 대체와 안전한 원자력 활용기술은 탄소중립기술에 포함

27) 녹색기술센터. (2017). 기후기술분류체계 마련 연구

[표 4-1] 기후기술 분류체계

대분류	중분류			소분류					
감축	온실 가스 저감	에너지생산· 공급	발전·전환	(1)비재생에너지	1. 원자력 발전 2. 핵융합 발전 3. 청정화력 발전·효율화				
				(2)재생에너지	4. 수력 5. 태양광 6. 태양열 7. 지열 8. 풍력 9. 해양에너지 10. 바이오에너지 11. 폐기물				
					(3)신에너지	12. 수소제조 13. 연료전지			
					(4)에너지 저장	14. 전력저장 15. 수소저장			
						(5)송배전·전력IT	16. 송배전시스템 17. 전기지능화 기기		
					(6)에너지 수요			18. 수송효율화 19. 산업효율화 20. 건축효율화	
					(7)온실가스 고정			21. CCUS 22. Non-CO ₂ 저감	
					적응	(8)농업·축산			23. 유전자원·유전개량 24. 작물 재배·생산 25. 가축 질병 관리 26. 가공·저장·유통
						(9)물관리			27. 수계·수생태계 28. 수자원 확보 및 공급 29. 수처리 30. 수재해 관리
						(10)기후변화예측 및 모니터링			31. 기후 예측 및 모델링 32. 기후 정보·경보 시스템
						(11)해양·수산·연안			33. 해양생태계 34. 수산자원 35. 연안재해 관리
		(12)건강				36. 감염 질병 관리 37. 식품 안전 예방			
		(13)산림·육상				38. 산림 생산 증진 39. 산림 피해 저감 40. 생태 모니터링·복원			
		감축/ 적응 융복합	(14)다분야 중첩			41. 신재생에너지 하이브리드 42. 저전력 소모 장비 43. 에너지하베스팅 44. 인공광합성 45. 분류체계로 다루기 어려운 기후변화 관련 기타 기술			

※ 출처: 녹색기술센터, 기후기술분류체계 마련 연구('17.12월)

4.2 미국

■ (취임前) 첫 임기 4년 동안 지속가능한 인프라 및 청정에너지 분야에 2조 달러 투자 공약

- ① 현대적 인프라 (Build a modern infrastructure),
- ② 미국에서 개발된 기술로 자동차 산업의 강화 (Position the U.S. auto industry to win the 21st century with technology invented in America),
- ③ 2035년까지 탄소중립 전력산업 구축(Achieve a carbon pollution-free power sector by 2035)
- ④ 건물 에너지효율 향상(Make dramatic investments in energy efficiency in buildings,including completing 4 million retrofits and building 1.5 million new affordable homes),
- ⑤ 청정에너지 혁신에 대한 투자 증대(Pursue a historic investment in clean energy innovation),
- ⑥ 지속가능한 농업 및 보존의 발전(Advance sustainable agriculture and conservation),
- ⑦ 환경 정의(secure environmental justice and equitable economy opportunity)

※ 출처: 바이든 공약 “The Biden plan to build a modern, sustainable infrastructure and an equitable clean energy future”

■ (취임前) 청정에너지 혁신에 대한 연구개발에 연방정부 조달로 4천억 달러 투자 공약

구분	주요 공약
100% 클린에너지 목표달성을 위하여 기후에 관한 새로운 첨단연구프로젝트 기관 설립 (ARPA-C; Advanced Research Projects Agency on Climate)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 리튬 이온 배터리의 10분의 1 비용으로 그리드 스케일 저장 기술 ◦ 현재 원자로 건설 비용의 1/2, 더 작고, 안전하고, 효율적인 첨단 원자로 개발 ◦ 지구온난화 가능성이 없는 냉매를 이용한 냉동 및 공기조절 ◦ 스마트 재료, 기기 및 시스템 관리의 혁신을 통한 순비용 제로의 탄소중립 건물 ◦ 재생에너지를 활용한 그린수소를 셰일가스 수소보다 저렴한 비용으로 생산하기 위한 기술 혁신 ◦ 강철, 콘크리트 및 화학물질을 만드는 데 필요한 산업용 열 제거 및 탄소 중립적 건축자재 재구축 ◦ 식품 및 농업 부문 탈탄소화하고, 토양 관리, 식물 생화학 및 농업 기법에 대한 연구를 활용하여 공기 중의 이산화탄소를 제거하고 땅에 저장 ◦ 직접 공기 포획 시스템을 통해 이산화탄소를 포착하고 기존 산업 및 발전소 배기가스로 개조하여 지하 깊은 곳에 영구히 격리시키거나 시멘트 같은 대체 제품을 만드는 데 사용
공급망 복원력의 혁신 가속화	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 미국에서 중요한 청정에너지 공급망을 강화·구축하기 위한 연구에 투자하여 희토류 광물 의존문제를 해결

※ 출처: 바이든 공약 “The Biden plan to build a modern, sustainable infrastructure and an equitable clean energy future”

■ (취임後) '21년 2월 11일 청정에너지 혁신 관련 대선공약에 대한 첫 이행으로써 주요 10대 기후혁신 기술을 선정하고, 미국에너지부(DOE)의 ARPA-E에 1억 달러를 지원하는 행정명령에 서명

- | | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|
| ① 탄소중립 건물 | ⑤ 저탄소 항공기 및 선박 연료 | ⑧ 無탄소배출 수소 |
| ② 1/10 비용저감한 에너지저장시스템 | ⑥ 온실가스 효과없는 냉매, 공조, 히트펌프 | ⑨ CO ₂ 토양 저장기술 |
| ③ 최첨단 에너지시스템 관리기술 | ⑦ 철강, 콘크리트, 화학 공정 저탄소화 | ⑩ CO ₂ 직접 포집기술(DAC) |
| ④ 저비용/저탄소 차량 및 교통시스템 | | |

※ 출처: 일자리 창출 및 기후위기대응을 위한 미국 혁신 (Biden-Harris Administration Launches American Innovation Effort to Create Jobs and Tackle the Climate Crisis)(’21.2월)

■ (취임後) '21년 3월 29일 해상풍력 '30년 30GW, '50년 110GW까지 확대를 통한 77,000개 직접적 일자리 창출을 목표로 하는 「일자리 창출을 위한 해상풍력 에너지 프로젝트(Offshore Wind Energy Projects to Create Jobs)」발표²⁸⁾

28) 출처: 미국 백악관. “Offshore Wind Energy Projects to Create Jobs”. 2021년 3월 29일. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/03/29/fact-sheet-biden-administration-jumpstarts-off-shore-wind-energy-projects-to-create-jobs/>. 2021년 4월 2일 접속.

4.3 일본

▣ 혁신적 환경 이노베이션 전략('20.1월)²⁹⁾

- ◆ 통합이노베이션전략추진회의(統合イノベーション戦略推進会議決定)*은 「통합혁신전략(統合イノベーション戦略) 2019('19.6월)」 및 2050 장기저탄소발전전략(LEDs)에 근거하여 '20년 1월 21일 「혁신적 환경이노베이션전략(革新的環境イノベーション戦略)」을 수립
 - * '18년부터 내각부 산하의 종합과학기술이노베이션회의(CSTI)와 IT본부, 건강·의료본부, 지식재산본부 등의 컨트롤타워 회의 수석장관을 중심으로 '통합이노베이션전략추진회의'를 설치
- ◆ 에너지환경분야 39개 민관기술 연구개발에 10년간 30조엔 기금을 조성
 - 2050년 혁신적 기술 확립을 목표로 5개 분야 16개 기술에서 온실가스 배출 감축량이 크고 일본의 기술력에 의한 공헌이 클 것으로 예상되는 39개의 테마를 설정하고, 테마별 목표, 기술개발내용, 요소기술 개발에서 실용화 실증개발까지 구체적인 시나리오와 실행체계를 제시

5대 분야	16개 기술	39개 테마
1. 에너지전환 (약300억톤 감축)	1) 재생에너지를 주력전원으로	① 설치장소의 제약을 극복하는 유연한 경량·고효율 태양광발전 실현 ② 지하 초고온·고압수 고효율 발전(초임계지열발전) 실현 ③ 가혹한 자연조건에 적용할 수 있는 부유식 해상풍력 기술확립
	2) 디지털기술을 활용한 강력한 전력망구축	④ 재생에너지의 주력전원화에 이바지하는 저비용 차세대 전지 기술개발 ⑤ 계통비용을 절감하기 위한 디지털 기술 기반 에너지 제어시스템 개발 ⑥ 고효율·저비용 전력전자기술개발
	3) 저비용 수소공급망구축	⑦ (제조) 그린수소 제조비용을 1/10로 절감 ⑧ (수송·저장) 압축수소, 액화수소, 유기하이드라이드, 암모니아, 수소흡장합금 등 기술개발 ⑨ (이용·발전) 저비용 수소시스템의 확립과 NOx 배출이 낮은 수소발전기술개발
	4) 혁신적 원자력 기술 및 핵융합의 실현	⑩ 안전성 등이 우수한 원자력 기술 추구 ⑪ 핵융합에너지기술의 실현
	5) CCUS 및 탄소자원화를 고려한 저비용 CO ₂ 회수	⑫ CCUS/탄소자원화 기반의 저비용 이산화탄소 분리회수기술의 확립
2. 수송 (약110억톤 감축)	6) 다양한 접근법의 그린 모빌리티확립	⑬ 자동차, 항공기 등에 전동화 확대(고성능축전지 등)와 환경성능 향상 ⑭ 연료전지시스템, 수소저장시스템 등 수소를 연료로 하는 모빌리티 확립 ⑮ 탄소자원화기술을 활용한 기존연료와 동등한 비용의 바이오 연료 합성 연료개상과 이러한 연료 등의 사용에 관한 기술개발
3. 산업 (약140억톤 감축)	7) 화석자원의존에서 탈피 (재생에너지와 수소의 활용)	⑯ 수소원천제철기술 등에 따른 「탄소제로스틸」의 실현 ⑰ 금속 등 고효율 재활용기술 개발 ⑱ 플라스틱 등 고도 자원순환 기술의 개발
	8) 탄소자원화 기술에 따른 이산화탄소 연료화 등	⑲ 인공광합성을 활용한 플라스틱제조의 실현 ⑳ 제조기술 혁신·탄소재 자원화에 의한 기능성 화학제품의 실현 ㉑ 저비용 메탄화(이산화탄소와 수소에서 연료제조)기술개발 ㉒ 이산화탄소를 원료로 하는 시멘트 제조 프로세스의 확립/ 이산화탄소 흡수형 콘크리트의 개발

29) 일본 통합이노베이션전략추진회의. (2019). 혁신적 환경 이노베이션전략.

5대 분야	16개 기술	39개 테마
4. 업무·가정·기타·횡단영역 (약150억톤 감축)	9) 최첨단 GHGs 저감기술활용	⑳ 분야간 연계에 의한 횡단적 에너지 절약기술의 개발·이용확대 ㉑ 저비용의 정치용연료전지의 개발 ㉒ 미이용열, 재생에너지 열이용의 확대 ㉓ 온실효과가 매우 낮은 그린 냉매의 개발
	10) 빅데이터, AI, 분산관리 기술 등을 이용한 도시 관리 변화	㉔ 기술의 사회구현 가속화(스마트시티 실현)
	11) 공유경제에 따른 에너지 절약/재택근무/일하는 방식개혁, 행동변화촉진	㉕ 공유경제, 일하는방식개혁, 행동변화 등의 촉진
	12) GHG 저감효과 검증에 기여하는 과학적 지식의 내실화	㉖ 기후변화메커니즘의 해명/예측정도향상, 관측을 포함한 조사 연구, 정보기반강화
5. 농림수산업·산림흡수원 (약150억톤 감축)	13) 최첨단의 바이오기술 등을 활용한 자원이용 및 농지, 산림, 해양의 CO ₂ 흡수·고정	㉗ 게놈편집 등 바이오테크놀로지 응용 ㉘ 바이오매스에 따른 원료전환기술의 개발 ㉙ 바이오차(biochar)을 활용한 농지탄소저장의 실현 ㉚ 고층건축물의 목조화나 바이오매스 소재 기반 탄소저장 ㉛ 스마트임업 등 추진, 빠르게 성장하는 엘리트나무 개발·보급 ㉜ 블루카본(해양생태계에 따른 탄소저장)의 추구
	14) 농축산업에서 메탄·N ₂ O 배출 감축	㉝ 벼품종, 가축계통육종 및 농지 가축의 최적관리 기술개발
	15) 농림수산업에 재생에너지 이용 및 스마트농림 수산업	㉞ 농산어촌에 적합한 지산지소형 에너지시스템 구축 ㉟ 농림업기계·어선의 전기, 연료전지화, 작업최적화 등에 의한 연료 및 자재의 절감(농림수산업의 탄소중립)
	16) 대기중 CO ₂ 회수	㊱ DAC(Direct Air Capture)기술의 추구

※ 출처: 일본 정부, 혁신적 환경 이노베이션 전략('20.1월)

▣ 2050년 탄소중립에 따른 녹색성장전략('20.12월)³⁰⁾

- ◆ 탄소중립 선언 후 14개 주요 산업의 연구개발을 위해 향후 10년간 신에너지산업기술종합개발기구 (NEDO·New Energy and Industrial Technology Development Organization)*에 2조엔 공공기금을 조성

* 에너지·환경분야의 기술개발 지원하는 국가기관으로서 기초원천기술부터 실증단계까지 연구개발 모든 단계를 지원

－ 에너지, 운송·제조, 가정·사무실의 14개 주요 산업분야* 선정 ⇒ 산업분야별 '50년 목표 수립, 연도별/도입단계별 정책수단 제시

* (가깝게는 '2030년)'2050년에 걸쳐 지속적으로 성장분야 확대 예정

에너지	운송·제조	가정·사무실
① 해상풍력	⑤ 자동차·축전지	⑫ 주택·건축물산업/ 차세대 태양광
② 연료암모니아	⑥ 반도체·정보통신	⑬ 자원순환
③ 수소	⑦ 선박	⑭ 라이프스타일
④ 원자력	⑧ 물류·인류·토목인프라	
	⑨ 식료·농림수산업	
	⑩ 항공기	
	⑪ 탄소리사이클	

※ 출처: 경제산업성 등, 2050년 탄소중립에 따른 녹색성장전략('20.12월)

30) 일본 경제산업성 등. (2020). 2050년 탄소중립에 따른 녹색성장전략.

4.4 독일

- ◆ 「기후보호프로그램 2030」은 교통, 에너지 산업 부문에 탄소중립 관련 기술개발 및 활용에 대한 내용이 포함 되어 있으며, 중점기술로는 수소, 배터리셀, 합성연료를 선정하여 기술개발 투자³¹⁾

구분	내용
교통	<ul style="list-style-type: none"> ◦ '30년까지 독일 전기자동차 700만대에서 천만 대까지 확대 목표 ◦ '30년까지 철도 네트워크의 전기화 및 디지털화를 위해 860억 유로 투자 ◦ 연료전지 기반 수소 대중교통, 대형화물차량 등 기술개발 및 첨단 바이오 연료 생산을 위한 10억 유로 이상 투자
에너지	<ul style="list-style-type: none"> ◦ '30년까지 총전력소비의 65%를 재생에너지로 대체 <ul style="list-style-type: none"> - (육상풍력) '19년 54GW → '30년 71GW - (해상풍력) '19년 6.4GW → '30년 20GW → '40년 40GW - (태양광) '30년까지 100GW ◦ (열병합발전) 석탄화력CHP발전소를 대체하는 재생에너지 CHP 발전소 확대 ◦ (에너지 효율화) 혁신적 기술개발을 통하여 성공적인 에너지 전환 기여
산업	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 수소환원제철 등 산업생산으로 인한 이산화탄소 감축 ◦ CCUS 기술을 활용하여 이산화탄소에 대한 대기 방출 방지 ◦ 배터리셀 기술에 대해 최대 30억 유로 투자 ◦ 산업 에너지 효율화 ◦ 산업의 재료 및 자원 사용을 효율화하기 위한 기술개발
연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 중점기술로 수소, 배터리셀, 합성연료를 선정 <ul style="list-style-type: none"> - (배터리셀) 전기차, 스마트시계, 의료기술, 대형ESS 등에 대한 연구개발 - (수소) 에너지, 산업, 수송 분야 등 수소를 활용하기 위한 연구개발 - (합성 연료) 바이오연료 등 재생에너지, 물, CO₂ 등을 활용한 합성연료 생산 기술개발에 1억 유로 투자

※ 출처: 독일 정부, 기후행동프로그램(Climat Action Programme)('19.9월)

4.5 영국

- ◆ 「녹색산업혁신에 대한 10대 중점계획」 중 기술 관련 분야는 해상풍력발전, 수소, 차세대 원자력, 무공해 차량, 무공해 항공 및 선박, CCUS, 녹색금융 및 혁신에 해당³²⁾

구분	내용
해상풍력 발전	<ul style="list-style-type: none"> ◦ '40년까지 해상풍력 40GW까지 확대 (1GW 부유식 해상풍력 포함) ◦ '30년까지 민간자본 200억 파운드 투자
수소	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기업과 파트너십을 통해 '30년까지 5GW의 저탄소 수소 생산 능력 확대 ◦ 240백만 파운드의 탄소중립펀드 포함하여 '30년까지 총 40억 파운드의 민간자본 투입 예정 ◦ '21년 「수소전략」 수립, '22년 수소 비즈니스모델 설계 등 목표 포함
차세대 원자력	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 대규모 차세대 원자력 프로젝트를 지향 ◦ 소형모듈원자로 개발을 위해 300백만 파운드 투자
무공해 차량	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 30년 가솔린 및 디젤 차량에 대한 판매 종료, '35년까지 하이브리드 차량 판매 허용에 따라 무공해 차량에 대한 기술개발 필요 ◦ '26년까지 30억 파운드 규모의 민간투자 예정
무공해 항공 및 선박	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 무공해 항공 기술개발을 위해 FlyZero 프로젝트에 '15백만 파운드 투자 ◦ 지속가능한 항공연료(SAF·Sustainable Aviation Fuels)에 15백만파운드 투자 ◦ 청정 해양 실증 프로그램(Clean Maritime Demonstration Programme)에 20백만 파운드 투자

31) 출처: 독일정부. (2019). 기후행동프로그램(Climat Action Programme).

32) 출처: 영국 BEIS 등, (2020). 녹색산업혁신에 대한 10대 중점계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution).

구분	내용
CCUS	<ul style="list-style-type: none"> ◦ '30년까지 매년 10Mt의 CO₂ 포집·저장 목표 ◦ '30년까지 4개의 클러스터에 CCUS 배치를 촉진 ◦ '25년까지 10억 파운드 공공투자 예정
녹색금융 및 혁신	<ul style="list-style-type: none"> ◦ '27년까지 연구개발 투자를 GDP의 2.4%까지 확대 ◦ R&D에 따라 순제로 전환비용을 낮추고, 새로운 제품 및 비즈니스모델을 개발하여 소비자 행동에 영향을 줌

※ 출처: 영국 BEIS 등, 녹색산업혁신에 대한 10대 중점계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution)('20.11월)

4.6 프랑스

- ◆ 「프랑스재개(Plan de relance)」에서 탄소중립 관련 기술개발은 “생태(Ecologie)” 부분에 해당되며, “경쟁력(Competitivite)”, “응집력(Cohesion)”으로 구분하여 정책 수립하고, 1,000억 유로 중 300억 유로는 “생태(Ecologie)”의 녹색 경기회복을 위한 자금으로 활용³³⁾

구분	내용
건물 에너지혁신	◦ 주택, 학교 등 공공건물 등 건물의 에너지혁신에 총 67억 유로 투자
산업 탈탄소화	◦ 산업공정의 전기화 및 에너지효율 개선, 저탄소 에너지원으로 전환에서 발생하는 비용을 보상 등에 산업 탈탄소화 12억 유로 투자
녹색 교통	◦ 저탄소 철도 기술개발을 위해 47억 유로 투자
녹색 수소	◦ 지역 기업 프로젝트 지원, 수전해 수소기술개발, 유럽 공동이익 주요 프로젝트 전략포럼(IPCIE·Important Projects of Common European Interest) 등 수소개발을 위하여 '21~'22년 20억 유로를 포함하여 '30년까지 70억 유로 투자

※ 출처: 프랑스 정부, 프랑스 재개(Plan de Relance)('20.9월)

4.7 소결

▣ 국제적으로 탄소중립 기술정책은 신재생에너지, 에너지 효율화, CCUS를 공통적으로 포함하고, 원자력은 미국, 일본, 영국 등에서 추진

(※ 상세 분석 및 주요 시사점은 24쪽의 표 4-2참조)

- ◆ 국제적으로 주요국에서 추진하는 기술군은 매우 유사한 성향을 보임
- ◆ 미국, 일본, 영국은 원자력을 탄소중립 기술에 포함

▣ 주요국은 매우 도전적인 투자 계획을 발표하였고, 민간 참여 촉진 정책 추진

- ◆ '30년 까지 미국 1,870조원, EU 1,320조원, 일본 178조원 등 도전적인 투자 규모*를 발표
*투자규모는 R&D 뿐만 아니라, 인프라 구축 및 지원, 배출권, 투자기금 등이 포함
- ◆ 국내 탄소중립 R&D 투자 규모는 '20년 기준 1조 3천억 규모로서, 향후 지속적인 투자가 필요하고, 민간 참여 유도가 매우 필요

33) 출처: 프랑스정부. (2020). 프랑스재개(Plan de Relance).

[표 4-2] 주요국 및 한국의 탄소중립 중점기술 요약표

구분	미국	일본	독일	영국	프랑스	한국
재생 에너지	• 해상풍력	• 해상풍력 • 도심형 태양광	• 육상풍력 • 해상풍력 • 태양광	• 해상풍력	-	• 초고효율 태양광 • 수상/해상/도심 태양광 • 풍력 핵심부품, 대형화, 효율향상 • 바이오 전력/열 생산 기술
수소	• 그린수소	• 수전해 대형화 • 수소 연료전지 • 대형수소발전	• 수전해 대형화	• 수소생산 확대	• 수전해 수소생산	• 그린수소 • 수소 저장, 운송 • 수소발전 (연료전지, 수소·암모니아터빈)
에너지 저장	• 대용량 그리드 ESS	• 전기차 배터리 • 건물용 배터리	• 대용량 그리드 ESS • 전기차 배터리	-	-	• 전기차 배터리
건물	• 제로에너지건물 • 저탄소 건축자재	• 제로에너지건물 • 저탄소 건축자재	-	-	• 건물에너지 혁신	• 제로에너지건물 • ICT 기반 에너지 효율화
수송	• 저비용/저탄소 차량 제조생산 • 교통시스템 선진화	• 차세대 철도 • 차세대 자동차 • 차세대 선박 • 차세대 항공기 (전기, 수소) • LNG 선박 • 고효율화	• 전기자동차 • 철도 네트워크 디지털화 • 연료전지 기반 대중교통	• 무공해 자동차 기술개발 • 무공해 항공	• 저탄소철도	• 전기자동차 • 수소 철도 • 수소 항공기 • 수소 선박 • 지능형 모빌리티
산업	• 철강, 콘크리트, 화학공정의 저탄소화	• 수소환원제철 • 수소 플라스틱 • 초고효율 반도체	• 수소환원제철	-	• 산업공정 전기화 • 에너지 개선	• 수소환원제철 • 친환경시멘트 • 원료대체, 산업 공정탄소저감 • 산업기기효율화
CO ₂ 포집·저장·활용	• CO ₂ 직접포집 • CO ₂ 지중저장	• 초고효율 CO ₂ 분리 • CO ₂ 직접포집	• CCUS • 산업 에너지·재료 효율화	• CCUS	-	• CCUS
에너지 관리	• 최첨단 에너지 관리 기술	• 차세대 클라우드 SW/플랫폼 • 데이터센터 • 포스트 5G	-	-	-	-
저GWP 배출	• 저GWP냉매, 공조, 히트펌프	-	-	-	-	• 저GWP 대체가스
원자력	• 소형모듈원전	• 소형모듈원전 • 고온가스 냉각원자로 • 핵융합	-	• 소형모듈원전	-	-
첨단연료	• 저탄소 항공기·선박 연료	• 석탄화력 • 암모니아 혼소 • 선박용 암모니아 연료 • 대규모 합성연료 • 바이오제트연료 • CO ₂ 합성연료	• 바이오연료 • 합성연료	• 저탄소 항공연료	-	• 수송용 바이오 연료
CO ₂ 흡수·고정	-	• 스마트 임업 • 고층건물 목조화 • 바이오탄 • 블루탄소	-	-	-	-
그 외	-	• 자원순환	• 열병합발전	• R&D투자확대	-	• 디지털 기반 에너지효율 최적화



국내 정책 방향성 제언

5.1 국내 탄소중립 정책 추진 및 이행 방향성 제언

▣ 탄소중립 유관 부처별 임무에 특화된 정책 추진

- ◆ 탄소중립 사회 실현을 위해서 현재 다양한 부처가 노력을 하고 있으며, 「2050 탄소중립 추진전략」에는 '21년 말까지 총 31개의 주요 정책들의 추진계획 명시
- ◆ 목적지향적이고 투자 효율성이 높은 탄소중립 정책 실현을 위해서 각 부처는 사업 중복성을 고려하여 정책을 수립하고, 유관 정책과의 상호 연계방안을 고려하여 방향성 선정 필요
- ◆ 과기정통부는 국가 핵심 분야의 원천기술확보를 통해 각 부처 또는 기업이 필요한 기초 기술들을 제공하는 것이 주요 임무 중 하나이므로, 국가 전략 이행에 필요한 기술군을 도출하고, 해당 기술군 개발에 대한 체계적인 기술개발 및 보급 계획 필요
- ◆ 또한, 탄소중립의 실제 이행주체는 국내 기업이므로, 각 기업의 R&D 부담을 경감시키기 위해서 부처 사업 기획시 기업의 애로사항을 적극적으로 반영 필요(소통 채널 필요)

▣ 탄소중립 실현 목표 달성을 위한 체계적 국가 예산 분배가 핵심

- ◆ '30년 까지 미국 1,870조원, EU 1,320조원, 일본 178조원 등 주요국이 매우 도전적인 투자 규모를 제시하고 있는 상황이지만, 국외 예산 현황에 맞춰 국내 탄소중립 예산을 과도하게 늘리는 것은 COVID-19 이후 침체된 국내 경제에 부정적 영향을 끼칠 가능성 높음
- ◆ 국내 투자 규모를 고려하여 체계적으로 예산을 확보하되, 민간의 참여를 유도할 수 있는 프로그램을 도입하고, 탄소중립 이행 기업의 재정을 지원할 수 있는 금융제도 및 체계 개선 필요
- ◆ 2050 탄소중립을 위해서는 단기적으로는 온실가스 감축 효과가 큰 기술 분야(신재생에너지 분야)에 우선 투자하는 것이 타당하고, 장기적 관점에서 한국이 국제적 기술 우위를 점할 수 있는 분야(ICT, 철강 등)에 지속적이고 체계적인 투자를 제안
- ◆ 예산 중복 투자를 방지하기 위해서 기술의 “기초-응용-개발” 단계의 부처별 역할을 명확하게 하고, 타부처와의 세밀한 연계전략(부처 이어달리기 등)을 설계 필요

▣ 부처 정책 이행 점검 및 조정 체계 필요

- ◆ 「제1차 기후변화 대응 기본계획」에서 정책 이행점검에 대한 논의가 부족한 부분이 있었지만, 「제2차 기후변화 대응 기본계획」에는 국조실과 환경부를 중심으로 이행점검 체계를 구축하고, 구체적인 방안을 제시한 것은 매우 고무적으로 판단
- ◆ 하지만 현재 각 부처에서 탄소중립 정책이 발표되고 있고, 이를 점검할 수 있는 체계와 주체는 공식적으로 발표되지 않은 상태이므로, 체계적인 탄소중립 정책 이행을 위한 공식화된 거버넌스 필요
- ◆ 이행점검을 위한 체계는 “평가-피드백-성과환류”의 일반적인 체계를 지키겠지만, 그 간의 점검이 ‘평가’에 방점이 있었다고 하면, 탄소중립 분야는 ‘피드백’ 부분에 좀 더 초점을 맞춰 부처 계획의 성공유무를 판단하는 잣대가 아닌 ‘피드백을 통한 개선’이 핵심이 될 수 있는 선순환 중심의 구조 개선 필요

▣ 부처의 정책도 대내외 환경변화에 맞춰 조정가능하도록 제도 개선

- ◆ 기후변화 대응 분야는 국내 뿐 아니라 국제 동향에도 영향을 많이 받는 분야이고, 환경 변동성이 매우 큰 분야이므로, 변화되는 대내외 환경변화에 맞춰 국가 정책 조정 필요
- ◆ 과거 “온실가스 감축 기본 로드맵”이 수정(’18.07.24)된 것처럼, 기후변화 대응 분야의 정책은 향후에도 지속적인 모니터링을 바탕으로 수정할 수 있는 유연한 체계 필요
- ◆ 현재 국가온실가스정보센터를 중심으로 “2050 탄소중립 시나리오”를 수립하고 있고, 탄소중립 시나리오 분석을 전제로 추진 가능한 정책은 ‘21년 하반기에 가능할 것으로 판단되므로, 국가 시나리오 결과에 따른 정책 수정의 대외적 요구는 높을 것으로 예상
- ◆ 따라서, ’21년에는 부처별 특성에 부합되는 31개의 다양한 정책들이 공표될 예정이지만, ’22년에는 각 부처 내 정책을 연계하고, 국가적으로 일관된 방향성을 유지하고, 핵심정책은 세분화하여 예산의 중복투자를 방지하는 등 실효성 높은 정책 설계가 필요할 것으로 판단

5.2 국내 탄소중립 기술개발 방향성 제언

▣ 장기 관점에서 최종 기술목표를 설정하고, 단기 관점에서 단계별 기술개발목표를 수립

- ◆ ’21년 상반기에 국가 탄소중립 시나리오가 확정되면, 시나리오를 기반으로 주요 분야의 기술개발 목표가 수립될 예정
- ◆ 정부에서 추진하는 기술개발 방향성은 장기적으로는 최종 목표를 따르되, 단기적으로 달성해야 되는 목표를 설정하고, 이를 지원하기 위한 체계적인 정책 제시 필요
- ◆ 탄소중립 원천기술 확보를 위한 범부처 정책으로서 「탄소중립 기술혁신 추진전략(’21.03)」이 공표되었고, 동 전략에는 10대 중점 기술별로 2030년과 2050년 까지의 기술개발 목표가 제시되어 있으므로, 각 기술 분야별 단계 기술개발목표를 제시하는 세부 사업 기획 및 예비타당성조사 추진 필요

▣ 탄소중립 관점에서 ‘기술혁신’의 정의 및 방향성 명확화 필요

- ◆ 탄소중립 구현을 위해서는 ‘기술혁신’이 필수적³⁴⁾
- ◆ 혁신의 정의는 매우 다양하지만, “불편하거나 잘못된 것을 급진적 또는 새롭게 바꾸는 것”이라는 공통적 의미를 포함하고 있음
- ◆ 본 저자가 판단하는 탄소중립 분야에서 혁신의 범주는 “기존의 기술을 급진적으로 발전” 시키거나 “기존에 없는 새로운 기술을 만들어 내는 것”이라고 판단되며, 이를 탄소중립 기술개발에 적용한다면 현재 존재하는 기술들은 자원집약을 통해 비약적으로 발전시키고, 기존에 존재하지 않지만 탄소중립 효과가 높은 기술을 발굴하여 신규로 개발하는 것으로 제시
- ◆ 따라서, 탄소중립 분야의 기술혁신은 “기술성능 초고도화” 및 “차세대 원천기술 발굴”의 two track으로 추진할 필요성 제시

▣ 복잡한 탄소중립 사회 문제 해결을 위한 기술간·분야간 융합 연구 필요³⁵⁾

- ◆ 기후변화 대응 분야는 에너지, 환경, 산업 등 매우 광범위한 분야에 대해 상호 영향성을 미치는 분야이고, 기후변화로 인한 많은 이슈들은 단일 기술로는 해결이 어려움
- ◆ 융·복합 녹색·기후기술에 대해, 그 현상의 복잡성과 다양성으로 인해 융·복합에 대한 체계적인 접근이 요구되며 그에 따라 융·복합 기술의 유형에 대한 연구 필요성이 강조됨
- ◆ 융·복합 연구는 기술결합의 종류에 따라서 동종이종 결합, 동종다중 결합, 타종이종 결합, 타종다중 결합 등으로 분류가 가능한데, 이는 해결하고자 하는 문제에 맞춰 설계해야 함
- ◆ 탄소중립 분야 문제 중에서 단일기술로는 해결이 어려운 문제를 유형화하고, 이를 해결하기 위한 기술 융·복합 전략이 필요하고, 융·복합 전략 연구를 위한 정보플랫폼(기술정보, 시뮬레이션, 정보 네트워크 등)이 필요

▣ 화석발전 등 기존 주요 에너지원을 대체할 수 있는 혁신적 대규모 에너지 전환 연구 필요

- ◆ 신재생에너지가 화석발전 또는 원자력 발전을 대체할 수 있다는 과학적 신뢰성이 확보될때까지 탄소중립정책에서 최종적으로 추구하는 100% 친환경 발전은 불가능
- ◆ 신재생에너지 기술개발의 목표를 기존 기술의 성능향상에 두지 말고, 화석발전 등 대형 화석 발전을 대체하는데 집중해야 할 것이며, 이를 위해서는 집중형 또는 분산형 신재생에너지 발전시스템의 파괴적인 기술 혁신 필요
- ◆ 유럽 등 일부 국가(덴마크 등)는 풍력발전기 200대 규모의 대형 에너지섬 구축을 추진하는 등 대규모 에너지원 확보를 위한 다각적인 노력 중이며, 국내 도입 가능성 검토 필요

34) 출처: 「2050 탄소중립 추진전략(’20.12)」, 「탄소중립 기술혁신 추진전략(’21.03)」, 「2021년 환경부 탄소중립 이행계획(’21.03)」 등

35) 출처: 녹색기술센터. (2019) 융·복합 녹색·기후기술의 개념과 그 유형에 대한 검토 : 기술 융·복합에 대한 문헌검토와 유형의 사례분석 (일부 주요내용 원문 인용)

5.3 연구사업 추진체계 및 관리 방안 제언

▣ 탄소중립 분야에 최적화된 사업 추진 체계 필요

- ◆ 「2050 탄소중립 추진전략(안)('20.12)」에서는 탄소중립을 실현하기 위한 제도 강화를 위해서 재정프로그램 운영, 예산·세제 지원 강화, 녹색금융 활성화, R&D 이행체계 강화, 국제협력 강화 등을 제시하고 있고, 이를 위해 “탄소중립 위원회”를 설치하는 등 강력한 체계 개편(안)을 포함
- ◆ 「탄소중립 기술혁신 추진전략(안)('21.03)」에서는 신기술 조기 사용화 기반 조성, 제도적 지원 강화, 민간 기술혁신 투자, 연구역량 강화 등의 방안을 제시
- ◆ 「탄소중립 연구개발 투자전략(안)('21.03)」는 탄소중립 실현을 위해서 민간 주도형 R&D 추진 체제 정비, 기업참여 유도, 연구개발 전단계 지원, 종합실증 등의 체계 수립을 명시
- ◆ 탄소중립 실현에 필요한 체계를 종합적으로 판단해보면, “**재정지원**”, “**민간참여촉진**”, “**역량강화 제도**”, “**실증강화**” 등이 핵심 키워드로 분석되고, 정부 정책은 R&D의 전주기를 지원하는 동시에 탄소중립 실현을 위해 부족한 부분을 단계적으로 해결해야 할 것
- ◆ 저자는 현재 탄소중립 실현을 위해 우선 시급한 분야로서 “**민간 수요에 기반한 RD&D**”를 제시하고자 하며, 탄소중립실현은 최종적으로 기업에 의해서 실현될 가능성이 높으므로 **기업의 부담을 줄이고 R&D 실증화율을 높이는 상생 전략이 우선적으로 필요**

▣ 탄소중립에 대한 국가적 투자가 온실가스 감축으로 연계될 수 있도록 R&D 사업화율 강화 필요

- ◆ 국내 신기술 사업화율은 30%수준('18년 기준)으로서 성과확산에는 한계가 있다는 문제인식³⁶⁾들이 있으며, “국가연구개발사업에 대해서는 관리체계의 비효율성, 투자의 전략성 부족, R&D 성과의 사업화 부족³⁷⁾”에 대한 의견 존재
- ◆ 우리나라가 GDP 기준으로는 R&D 비중이 세계 1위이지만, 투자 규모를 보면 세계 6위 수준이고, 미국 및 일본 등 주요국 투자 규모보다 작기 때문에 기술혁신을 통해서 R&D 사업화율을 높이지 않으면 국제적으로 기술 선도 한계가 있음
- ◆ 따라서 **국내 탄소중립 투자는 실제 온실가스 감축으로 연계될 수 있도록 사업화율을 강조하는 사업을 추진하고, 우수한 기술을 선별하여 투자할 수 있는 사업체계 강화방안 필요**

36) 출처: 관계부처합동. (2021). 탄소중립 기술혁신 추진전략(안)

37) 출처: 국회예산정책처. (2019). 국가연구개발사업 분석(총괄)

▣ 전 세계적인 탄소중립 정책으로 인해 쇠퇴하는 산업 및 기술에 대한 국가적 대안 필요

- ◆ 전 세계적인 탄소중립 선언으로 인해서 우리나라의 에너지 부분에서는 화석연료 발전 및 원자력 발전 산업 부분의 큰 피해가 예상되며, 제조업 중심의 국가 특성상 철강·시멘트·석유화학·반도체·자동차 산업 등이 큰 피해를 받을 것으로 판단
- ◆ 국가 차원의 “포용적 탄소중립 사회 전환”을 위해서는 탄소중립 사회 전환에 직접적으로 피해를 받는 분야의 기업의 세제·금융 혜택을 증가하고, 기업의 업종 변환 및 종사자의 업무 전환을 위해서 국가적 차원의 지원 프로그램 필요

▣ 장기적으로는 2050 탄소중립 실현을 위한 핵심기술을 발굴하고 차세대 신기술 육성 필요

- ◆ 앞서 기술한 사업화율과 대비되는 관점에서, 장기적인 원천기술 확보연구도 2050 탄소중립 실현을 위해서 국가가 준비해야 하는 부분이며, 사회분석과 미래트렌트 예측 등을 통해 2050년까지 탄소중립 사회 실현을 위한 장기적 기술 대안 필요

참고문헌

- ◆ Callendar, G. 1938. The Artificial Production of Carbon Dioxide and its Influence in Temperature, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 64(275).
- ◆ Clean Energy Wire. “독일의 2030 기후액션패키지”. 2019년 10월 14일. <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-2030-climate-action-package>. 2020년 2월 1일 접속.
- ◆ Energy & Climate Intelligence Unit. “Net Zero Tracker:Net Zero Emissions Race”. 2020년 12월 31일. <https://eciu.net/netzerotracker>. 2021년 2월 28일 접속.
- ◆ Intergovernmental Panel on Climate Change, & Houghton, J. T. (1990). IPCC first assessment report. WMO
- ◆ Nordhaus, W. D. (1974). Resources as a Constraint on Growth. The American Economic Review, 64(2), 22-26.
- ◆ Taleb, N. N. (2007). The black swan: The impact of the highly improbable (Vol. 2). Random house.
- ◆ UK Legislation. “Climate Change Act 2008”. <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/contents>. 2020년 3월 1일 접속.
- ◆ UNCTAD. (2021). World Economic Situation and Prospects.
- ◆ United Nations. “Climate Ambition Alliance: Nations Renew their Push to Upscale Action by 2020 and Achieve Net Zero CO2 Emissions by 2050”. 2019년 12월 11일. <https://unfccc.int/news/climate-ambition-alliance-nations-renew-their-push-to-upscale-action-by-2020-and-achieve-net-zero>. 2021년 2월 28일 접속.
- ◆ United Nations. “Secretary-General’s remarks at closing of Climate Action Summit”. 2019년 9월 23일. <https://www.un.org/sg/en/content/sg/statement/2019-09-23/secretary-generals-remarks-closing-of-climate-action-summit-delivered>. 2021년 2월 28일 접속.
- ◆ 일본 경제산업성 등. (2020). 2050년 탄소중립에 따른 녹색성장전략.
- ◆ 관계부처 합동. (2019), 제2차 기후변화대응기본계획.
- ◆ 관계부처 합동. (2020), 2050 탄소중립 추진전략.
- ◆ 관계부처 합동. (2020), 대한민국 2050 탄소중립전략.
- ◆ 관계부처 합동. (2021), 탄소중립 기술혁신 추진전략.

- ◆ 국제결제은행(BIS). (2020). The green swan: Central banking and financial stability in the age of climate change.
- ◆ 국회예산정책처. (2019). 국가연구개발사업 분석(총괄)
- ◆ 대한민국 정책브리핑, “2050 탄소중립”, 2020년 12월 21일. <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148881562>. 2021년 3월 1일 접속.
- ◆ 독일정부. (2019). 기후행동프로그램(Climate Action Programme).
- ◆ 미국 백악관. “Offshore Wind Energy Projects to Create Jobs”. 2021년 3월 29일. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/03/29/fact-sheet-biden-administration-jumpstarts-offshore-wind-energy-projects-to-create-jobs/>. 2021년 4월 2일 접속.
- ◆ 미국백악관. “Paris Climate Agreement”. 2021년 1월 20일. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/01/20/paris-climate-agreement/> 2021년 4월 1일 접속.
- ◆ 세계은행(WB). “CO2 emissions(kt)”. <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT>. 2021년 3월 1일 접속.
- ◆ 녹색기술센터. (2017). 기후기술분류체계 마련 연구
- ◆ 신종석 외 (2019) 융·복합 녹색·기후기술의 개념과 그 유형에 대한 검토 : 기술 융·복합에 대한 문헌검토와 유형의 사례분석. 녹색기술센터 (일부 주요내용 원문 인용)
- ◆ 영국 BEIS 등, (2020). 녹색산업혁신에 대한 10대 중점계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution).
- ◆ 영국정부 (2020). 에너지백서(Energy White Paper:Powering our Net Zero Future).
- ◆ 일본 경제산업성 홈페이지. “2050년 탄소중립에 따른 녹색성장을 수립”. 2020년 12월 25일. “<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012.html>” 2021년 3월 20일 접속.
- ◆ 일본 경제신문. “탈탄소에 대한 2030년 목표 확대와 관련하여 총리가 미국에 설명” 2021년 3월 23일. <https://www.nikkei.com/article/DGXZQODE1234S0S1A310C2000000/>. 2021년 3월 25일 접속.
- ◆ 일본 수사관저. “제231회 국회에서 스가 총리 소신 표명연설” 2020년 10월 26일. https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/statement/2020/1026shoshinhyomei.html. 2021년 4월 1일 접속.
- ◆ 캐나다 정부. “캐나다 넷제로 배출법”. 2020년 11월 19일. <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan/net-zero-emissions-2050.html>. 2021년 3월 5일 접속.
- ◆ 클라우드 슈밥과 티에르 마를레. 2021). 클라우드 슈밥의 위대한 리셋(COVID-19:The Great Reset).
- ◆ 통합이노베이션전략추진회의. (2019). 혁신적 환경 이노베이션전략.
- ◆ 프랑스정부. (2020). 프랑스재개(Plan de Relance).
- ◆ 프랑스정부. (2020). 프랑스재개(Plan de Relance).
- ◆ 환경부 온실가스종합정보센터. (2020). 2020 국가 온실가스 인벤토리보고서.

붙임 1. 약어

약어	설명
CCUS	Carbon Capture, Utilisation and Storage
DAC	Direct Air Capture
GWP	Global Warming Potential
SCC	Social Cost of Carbon
SCN	Social Cost of Nitrous Oxide
SCM	Social Cost of Methane

붙임 2. 전세계 탄소중립 선언현황(*20.12월기준)

대륙	국가명	GDP (백만달러)	인구 (천명)	목표 달성시기	이행수준	기후목표 상향동명
아메리카 (25개국)	가이아나	3,900	787	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	그레나다	1,200	113	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	니카라과	13,100	6,625	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	도미니카 공화국	85,600	10,848	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	도미니카 연방	600	72	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	멕시코	1,220,600	128,933	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	미국	20,529,000	328,200	2050	정책 수립	-
	바베이도스	5,100	287	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	바하마	12,425	393	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	벨리즈	1,900	398	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	세인트루시아	1,900	184	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	세인트빈센트 그레나딘	800	111	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	세인트키츠 네비스	1,000	53	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	수리남	3,600	587	-	달성	참여
	아르헨티나	519,872	45,196	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	아이티	9,700	11,403	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	앤티가 바부다	1,611	98	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	에콰도르	108,400	17,643	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	우루과이	59,600	3,474	2030	구체적 방안 논의 중	참여
	칠레	298,200	19,116	2050	법제화 중	참여
	캐나다	1,713,300	37,742	2050	법제화 중	참여
	코스타리카	60,100	5,094	2050	정책 수립	참여
	콜롬비아	331,000	50,883	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	트리니다드 토바고	23,800	1,399	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	페루	222,000	32,972	2050	구체적 방안 논의 중	참여
아시아 (18개국)	네팔	29,000	29,137	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	대한민국	1,619,000	51,300	2050	법제화 중	-
	동티모르	2,600	1,318	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	라오스	18,000	7,276	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	레바논	56,600	6,825	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	몰디브	5,300	541	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	미얀마	71,200	54,410	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	방글라데시	274,025	164,689	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	부탄	2,500	772	-	달성	참여
	아르메니아	12,433	2,963	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	아프가니스탄	19,363	38,928	2050	구체적 방안 논의 중	참여

대륙	국가명	GDP (백만달러)	인구 (천명)	목표 달성시기	이행수준	기후목표 상향동맹
	예멘	27,000	29,826	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	일본	5,082,000	126,500	2050	정책 수립	-
	중국	13,895,000	1,393,000	2060	정책 수립	-
	카자흐스탄	181,700	18,510	2060	정책 수립	-
	캄보디아	24,500	16,719	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	키프로스	25,000	1,207	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	파키스탄	314,600	220,892	2050	구체적 방안 논의 중	참여
아프리카 (39개국)	감비아	1,600	2,417	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	기니	10,900	13,133	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	기니 비사우	1,500	1,968	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	나미비아	14,500	2,541	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	남수단	12,000	11,194	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	남아프리카공화국	4,971,000	57,780	2050	정책 수립	-
	니제르	9,300	24,207	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	라이베리아	3,300	5,058	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	레소토	2,700	2,142	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	르완다	9,500	12,210	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	마다가스카르	13,900	27,691	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	말라위	7,100	19,130	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	말리	17,200	20,251	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	모리셔스	14,200	1,272	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	모리타니	5,200	4,420	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	모잠비크	14,700	31,255	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	베냉	10,400	12,123	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	부룬디	3,000	11,891	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	부르키나파소	14,100	20,903	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	상투메 프린시페	400	219	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	세네갈	24,100	16,744	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	세이셸	1,600	98	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	소말리아	4,700	15,893	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	수단	40,900	43,849	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	시에라 리온	4,100	7,977	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	앙골라	105,751	32,866	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	에리트레아	2,600	3,546	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	에티오피아	84,400	114,964	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	우간다	27,500	45,741	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	자메이카	15,700	2,961	2050	구체적 방안 논의 중	참여
잠비아	26,700	18,384	2050	구체적 방안 논의 중	참여	
중앙아프리카 공화국	2,200	4,830	2050	구체적 방안 논의 중	참여	

대륙	국가명	GDP (백만달러)	인구 (천명)	목표 달성시기	이행수준	기후목표 상향동명
	지부티	3,000	988	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	차드	11,300	16,426	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	카보 베르데	2,000	556	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	코모로	1,200	870	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	콩고 민주 공화국	47,200	89,561	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	탄자니아	58,000	59,734	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	토고	5,400	8,279	2050	구체적 방안 논의 중	참여
오세 아시아 (15개국)	나우루	100	11	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	뉴질랜드	204,900	4,866	2050	법제화	참여
	니우에	20	2	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	마셜 군도	200	59	2050	정책 수립	참여
	미크로네시아	400	115	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	바누아투	900	307	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	사모아	800	198	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	솔로몬 제도	1,400	687	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	쿡 제도	500	18	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	키리바시	200	119	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	통가	500	106	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	투발루	61	12	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	파푸아뉴기니	23,500	8,947	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	팔라우	300	18	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	피지	5,500	896	2050	법제화 중	참여
유럽 (31개국)	그리스	218,000	10,423	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	네덜란드	913,600	17,135	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	노르웨이	434,200	5,421	2050	정책 수립	참여
	덴마크	355,700	5,792	2050	법제화	참여
	독일	3,947,600	83,784	2050	정책 수립	참여
	라트비아	34,400	1,886	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	루마니아	239,600	19,238	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	룩셈부르크	70,900	626	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	리투아니아	53,400	2,722	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	모나코	7,200	39	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	몰타	14,600	442	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	벨기에	542,800	11,590	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	불가리아	65,100	6,948	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	스웨덴	556,100	10,099	2045	법제화	참여
	스위스	705,100	8,655	2050	정책 수립	참여
	스페인	1,419,000	46,755	2050	법제화 중	참여
슬로바키아	105,900	5,460	2050	구체적 방안 논의 중	참여	

대륙	국가명	GDP (백만달러)	인구 (천명)	목표 달성시기	이행수준	기후목표 상향동맹
	슬로베니아	54,000	2,079	2050	정책 수립	참여
	아이슬란드	25,900	341	2040	정책 수립	참여
	아일랜드	382,400	4,904	2050	정책 수립	참여
	에스토니아	30,700	1,327	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	영국	2,855,200	67,886	2050	법제화	참여
	오스트리아	455,286	9,006	2040	정책 수립	참여
	유럽연합	15,912,779	446,825	2050	법제화 중	-
	이탈리아	2,083,800	60,462	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	체코	245,200	10,709	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	크로아티아	70,000	4,105	2050	구체적 방안 논의 중	참여
	포르투갈	240,700	10,197	2050	정책 수립	참여
	프랑스	2,777,500	65,274	2050	법제화	참여
	핀란드	276,700	5,541	2035	정책 수립	참여
	헝가리	157,900	9,660	2050	법제화	참여

※ 출처: Energy & Climate Intelligence Unit. “Net Zero Tracker:Net Zero Emissions Race”를 활용하여 저자가 수정

집필진

이구용 leegooyong@gtck.re.kr
녹색기술센터 기술총괄부장

이민아 minalee@gtck.re.kr
녹색기술센터 기술총괄부 연구원

2021 Vol.2 No.1

The logo for GTC FOCUS features a stylized green 'G' icon on the left, followed by the letters 'GTC' in a bold, green, sans-serif font, and the word 'FOCUS' in a larger, bold, green, sans-serif font to the right.

발행인 정병기

발행일 2021년 5월 27일

발행처 녹색기술센터

주소 04554 서울특별시 중구 퇴계로173
남산스퀘어 빌딩 17층

전화 02.3393.3961

팩스 02.3393.3919~20

홈페이지 <http://www.gtck.re.kr>

I S S N 2734-1437(오프라인)
2765-1851(온라인)

디자인 리드릭 02.2269.1919



GTC
FOCUS

GTC 녹색기술센터
GREEN TECHNOLOGY CENTER

04554 서울특별시 중구 퇴계로173
남산스퀘어 빌딩 17층
Tel. 02.3393.3900
Fax. 02.3393.3919~20
www.gtck.re.kr

GTC FOCUS는 기관에서 수행하는 기술정책, 국제협력 연구내용과 관련하여 심도있는 조사·분석에 의한 연구결과를 제시하고 정책적 시사점을 제공
* 본 GTC FOCUS의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 센터의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.