

주요국의 탄소중립과 그린성장전략에 관한 연구: EU, 미국, 중국, 일본을 중심으로

김규판 세계지역연구센터 일본동아시아팀 선임연구위원
keiokim@kiep.go.kr

강구상 세계지역연구센터 미주팀장
gskang@kiep.go.kr

최원석 경제안보전략실 경제안보팀 부연구위원
wschoi@kiep.go.kr

오태현 세계지역연구센터 유럽팀 선임연구원
asroc101@kiep.go.kr

이현진 세계지역연구센터 유럽팀 선임연구원
hjeanlee@kiep.go.kr

오종혁 세계지역연구센터 중국경제통상팀 전문연구원
ojh@kiep.go.kr

이정은 세계지역연구센터 일본동아시아팀 전문연구원
leeje@kiep.go.kr



차 례

1. 연구의 배경 및 목적
2. 조사 및 분석 결과
3. 정책 제언

주요 내용

- ▶ 본 연구는 세계 주요국·지역의 2050년 탄소중립 실현과 관련한 그린성장전략을 에너지 전환(재생에너지·차세대원자력·수소에너지), 녹색금융, 탄소가격제 등 정책분야별로 분석하고 정책적 시사점을 제시
- ▶ [에너지 전환: 재생에너지] 전 세계적으로 재생에너지 도입에 가장 적극적인 EU는 2021년 발표된 재생에너지지침의 2차 개정안을 통해 재생에너지 도입 비율을 40%로 상향 조정
 - 미국은 「인플레이션 감축법(IRA)」을 통해 태양광, 풍력 등 재생에너지 생산에 대한 세제 혜택이 포함된 기후변화 대응책을 추진
 - 중국은 '14·5 계획' 기간(2021~25년)에도 재생에너지 도입 확대를 표명하고 있고, 특히 풍력 및 태양광 발전 용량을 2020년 대비 2.2배 증가시키겠다는 목표를 제시
 - 일본은 재생에너지 중 태양광과 풍력 발전 도입에 주력하고 있고, 2022년 FIP 제도를 도입
- ▶ [에너지 전환: 수소에너지] 주요국이 국가 수소전략을 책정·추진하고 있는 가운데, 독일은 수소 관련 기술개발에서 생산, 저장, 인프라, 물류 등을 포함한 모든 수소 가치사슬을 전략 대상으로 삼고 있음.
 - 중국은 2022년 수소산업 14차 5개년 계획을 통해 중장기 차원에서의 중국의 수소 생태계 조성 방향을 제시하고 있으나, 아직 그린수소 제조전략은 미흡
 - 일본의 수소전략은 △ 해외 미활용 자원과 재생에너지를 활용한 수소 제조 및 조달 △ 글로벌 수소 공급망 개발 △ 국내 그린수소 제조비용 절감과 지역자원 활용으로 요약할 수 있음.

주요 내용

- 수소기술에 관한 특허 분석 결과, 일본과 미국, 중국이 상위권에 위치하고 있는 가운데, 그린수소 기술은 중국 내 대학을 중심으로 시장성이 매우 빠르게 형성되면서 중국이 1위를 차지
- ▶ [녹색금융] EU 집행위원회는 녹색금융의 정착을 위한 법제도 정비에 역점을 두고 있고, 일본은 최근 지속가능·녹색채권 발행이 급증
 - 특히 EU는 유럽녹색채권 표준 권고안을 발표하면서 채권에 의해 조성된 자금의 활용과 투명성, 금융당국의 감독권한에 대한 기준을 마련함.
- ▶ [탄소가격제] 탄소세는 유럽을 중심으로 도입이 편재적이나 배출권거래제(ETS)는 EU를 비롯하여 중국, 한국 등지에서 대표적인 탄소가격제로 변모 중
 - 2022년 4월 기준, 세계 배출권거래시장 기준 주요 탄소시장은 중국 ETS, EU-ETS, 한국 ETS, 독일 ETS(nEHS), 캘리포니아 CaT라 할 수 있음.
 - 다만 기업의 자발적인 온실가스 배출 감축-크레딧 획득을 도모하는 카본크레딧시장(carbon credit market)은 아직 시장규모가 작음.
- ▶ [정책제언] 본 연구는 △ 에너지 전환 분야 → RPS(의무할당제도)의 시장친화적 제도 개선을 통한 재생에너지 도입 확대, 미국과 소형모듈원자로(SMR) 기술개발 및 제3국과 협력사업 추진, 수소에너지의 가치사슬 측면에서 중국과 일본을 중심으로 해외진출 혹은 해외협력 방안 모색 △ 녹색금융 분야 → 한국형 녹색분류체계의 구체화 및 이행금융(transition finance) 정책 도입 검토 △ 탄소가격제 분야 → ETS 제도개선 등의 정책 제언을 제시

1. 연구의 배경 및 목적

- 본 연구는 세계 주요국·지역의 2050년 탄소중립 실현과 관련한 그린성장전략을 에너지 전환(재생에너지·차세대원자력·수소에너지), 녹색금융, 탄소가격제 등 정책분야별로 분석하고 정책적 시사점을 제시
 - 2021년 11월 기준, 140개국 이상의 국가가 2050년 탄소중립 실현을 선언하였거나 유엔에 2030년 온실가스 감축목표인 NDC(Nationally Determined Contribution)를 제출
 - 특히 세계 주요국·지역인 EU, 미국, 중국, 일본은 NDC 제출은 물론이고, 탄소중립 선언 이후의 후속조치를 계속 발표(그림 1 참고)

그림 1. 주요 지역·국가의 2050 탄소중립 선언

	2030 목표	탄소중립 목표	탄소중립 선언 이후 후속조치
EU	▼55% 1990년 대비 [2020.12월 NDC제출]	2050년 탄소중립 [2020.3월 장기기후전략]	• 녹색성장전략으로서 유럽 그린딜 발표[2019.12월] 8대 분야(기후, 환경·해양, 에너지, 운송, 농업, 금융·지역발전, 산업, 리서치·이노베이션)별 후속조치(전략, 행동계획, 법률 제·개정) 진행→ 'Fit for 55'
미국	▼50~52% 2005년 대비 [2021.4월 NDC제출]	2050년 탄소중립 [2020.7월 바이든 대통령후보공약]	• 양질의 일자리와 클린에너지, 지속가능한 인프라 구축, 기후에 대한 배려를 외교 정책과 국가안전보장의 불가결 요소로 인식[2021.4월 기후정상회의 factsheet] • 백악관, 2050 온실가스 배출 제로에 관한 장기전략 발표[2021.11월]
중국	①▼30년 피크아웃 ②▼65% ①CO2 배출량 ②2005년 대비 CO2 배출량 /GDP [2020.9월 UN총회]	2060년 탄소중립 [2020.9월 UN총회]	• 에너지혁명을 추진하고 디지털화를 가속화. 경제사회 전체의 전면적 그린 모델 개혁, 그린 저탄소 발전 추진을 가속화[2020.11월, 14차 5개년 계획]
일본	▼46% 2013년 대비 [2021.4월 기후정상회의에서 표명]	2050년 탄소중립 [2020.10월 내각총리국화연설]	• 경제산업성, 그린성장전략 발표[2020.12월/2021.6월] • 지구온난화대책법 개정[2021.5월/2022.4월]:지자체의 탈탄소화사업 촉진
한국	▼40% 2018년 대비 [2021.12월 NDC+ 제출]	2050년 탄소중립 [2020.12월 장기저탄소발전전략]	• 장기저탄소발전전략을 미래 성장동력으로 활용. 온실가스 배출량을 감축하는 과제는 국제사회와의 약속이고, 미래 성장 기회로 인식[2020.12월 장기저탄소발전전략] • 2021년 9월 탄소중립기본법 제정

자료: 저자 작성.

- 본 연구는 주요국의 그린성장전략: 총론(제2장), 에너지 전환(1): 재생에너지·차세대원자력(제3장), 에너지 전환(2): 수소에너지(제4장), 녹색금융(제5장), 탄소가격제(제6장)로 구성
 - 제2장 '주요국의 그린성장전략: 총론'에서는 EU, 미국, 중국, 일본의 그린성장전략을 주요 정책 수단인 탄소가격제, 온실가스 감축, 규제강화, 에너지 전환, 투자, 금융, 연구개발 및 혁신을 중심으로 분석

- 제3장 '에너지 전환(1): 재생에너지 · 차세대원자력'에서는 주요국의 재생에너지 정책과 차세대 원자력기술 개발 동향을 살펴보고, 제4장 '에너지 전환(2): 수소에너지'에서는 주요국의 수소전략과 글로벌 수소밸리를 살펴본 다음 수소기술에 관한 국제경쟁력 비교 · 분석을 실시
- 제5장 '녹색금융'에서는 그린성장전략에서 녹색금융의 역할과 중요성을 강조한 후, 제도적 측면에서 글로벌 녹색금융시장의 현황과 주요국(EU와 일본)의 녹색금융정책을 분석
- 제6장 '탄소가격제'에서는 세계 주요국의 탄소가격제 제도를 탄소세, ETS(배출권거래제), 탄소 크레딧메커니즘 등 세 가지 종류의 직접적 탄소가격제에 초점에 맞춰 논의를 전개

2. 조사 및 분석 결과

1) 주요국의 그린성장전략

- [EU] EU의 그린성장전략은 2019년 12월 EU 집행위원회가 발표한 유럽그린딜을 시작으로, 2020년 3월 「유럽기후법」, 2021년 5월 'Fit for 55' 등 법제도를 강화하는 방향으로 추진
 - 특히 'Fit for 55' 패키지는 탄소가격제(탄소국경조정제도(CBAM) 포함), 재생에너지 도입 목표설정, 규제강화 등 세 부분으로 구성된 EU의 핵심 성장전략이라 할 수 있음.
- [미국] 바이든 미국 행정부의 그린성장전략은 △ 기후변화 관련 혁신기술 개발 및 활용 △ 전체로서의 정부 접근법 △ 미국 의회의 지원을 축으로 전개되고 있음.
 - 특히 2022년 8월 미국 양원 의회를 통과한 「인플레이션 감축법(IRA: Inflation Reduction Act of 2022)」은 미국의 그린성장전략이자 글로벌 공급망 재편의 일환책으로 급부상
- [중국] 중국은 '2030년 이전 탄소배출 정점, 2060년 이전 탄소중립 실현'을 선언한 이후, 「14차 5개년 계획」이나 「탄소중립 업무 의견」 등을 통해 탄소중립 추진 방향을 제시
 - 중국의 탄소중립 추진 전략은 '1+N' 정책에서 알 수 있듯이 에너지 전환과 에너지 효율성 제고 기술 개발에 중점을 두고 있음.
- [일본] 일본은 2020년 12월 해상풍력, 수소, 자동차 · 배터리, 반도체 · 정보통신 등 14개 분야를 성장분야로 지정한 그린성장전략을 발표
 - 단 일본은 그린성장전략에서 탄소중립과 경제성장을 양립시키는 데 중요한 정책수단으로서 시장 메커니즘 활용을 거론하고 있지만, 탄소배출권거래제(ETS)나 탄소세(carbon tax)와 같은 정책수단에 대해서는 기업의 부담가중을 이유로 소극적인 자세를 견지

표 1. 주요국의 그린성장전략

	EU	미국	중국*	일본
전략	유럽그린딜(2019년 12월)	과학기술혁신계획(2021년 2월 발표)	- 14차 5개년 계획(2021)에서 '탄소중립' 강조	그린성장전략*(2020년 12월, 2021년 6월 개정)
추진체계	EU 집행위원회가 주도하고 분야별 일련의 후속조치를 발표하면서 기존 정책의 보완·수정	- 국가기후태스크포스(National Climate Task Force) 내 기후 혁신위킹그룹(백악관 국내기후 정책국, 과학기술정책국, 예산관리국 공동 주관)이 연방정부 정책 조정 담당 - 전체로서의 정부 접근법(Whole-of-Government approach) 기조하에 관련 연방 부처 및 기관(국방부, 국토안보부, 교통부, 재무부, 연방조달청 등)이 세부 실행계획 추진	- 부총리급 탄소중립 업무 영도 소조에서 주도, 실무부처는 국가발전개혁위원회 - 최상위 전략 방향은 중국 공산당 중앙위, 국무원에서 결정	경제산업성이 주도하되, 내각부에 설치된 '성장전략회의'(민관합동기구)가 공식 결정
특징	2021년 7월 종합대책으로 발표된 'Fit for 55'는 탄소가격제, 2030년 목표달성을 위한 제반조치, 규제강화, 지원대책으로 구성	10대 기후혁신기술(탄소중립건물, ESS, 최첨단 에너지시스템, 저탄소 차량 및 운송시스템, 항공기 및 선박 연료, 온실가스 무배출 냉매, 무탄소화 화학공정, 탄소무배출 수소, 이산화탄소 토양 흡수, 이산화탄소 포집) 연구개발 및 상용화 추진	- 에너지 구조 전환 및 효율성 개선을 위한 기술개발에 주안점 - 풍력, 태양광 중심 재생에너지 비중 확대, 수소, 차세대 원전 등 기술개발	해상풍력, 수소, 자동차·배터리, 반도체·정보통신 등 14개 분야를 중점분야로 지정. 각 분야의 기술개발 단계에 맞춰 연구개발, 실증사업 등 추진
주요 정책수단	- 탄소국경조정제도(CBAM)를 통해 EU 역외국에 비용 부과 - 재생에너지원 중 태양광 및 해상풍력에 대한 지원 강화 - 저탄소경제로의 전환을 지원하기 위한 기금(InvestEU) - 호라이즌유럽을 통해 기후·에너지·교통 부문에 대한 연구개발 혁신 지원	- 주로 「인플레이션 감축법(IRA of 2022)」에 포함된 세제지원 활용 · 재생에너지(태양광, 풍력, 배터리 등) 생산세액공제(PTC) · 청정기술(수소 등)에 대한 투자 세액공제(ITC) · 전기차 구입비용 세액공제	- '탄소배출 정점 및 탄소중립 달성 업무의견' 기반의 '1+N' 정책 체계 - 2021년 녹색 저탄소 발전 지원 자금 명목 약 3,500억 위안 예산 배정 - 세제 지원, 녹색발전기금(NGDF), 녹색 금융, 정부 조달 구매 우대 등	- 예산, 세제지원, 녹색금융 활성화, 카본프라이싱 · 그린노벨이노베이션기금(2021년 3월 2조 엔 규모)을 활용한 연구개발 및 실증 프로젝트를 대대적으로 추진 중

주: * 중국은 그린성장전략에 대해 공식적인 문건이 부재, 주요 정책(5개년 계획)에서 그린성장 관련 목표 제시.
자료: 저자 작성.

2) 에너지 전환(1): 재생에너지 · 차세대원자력

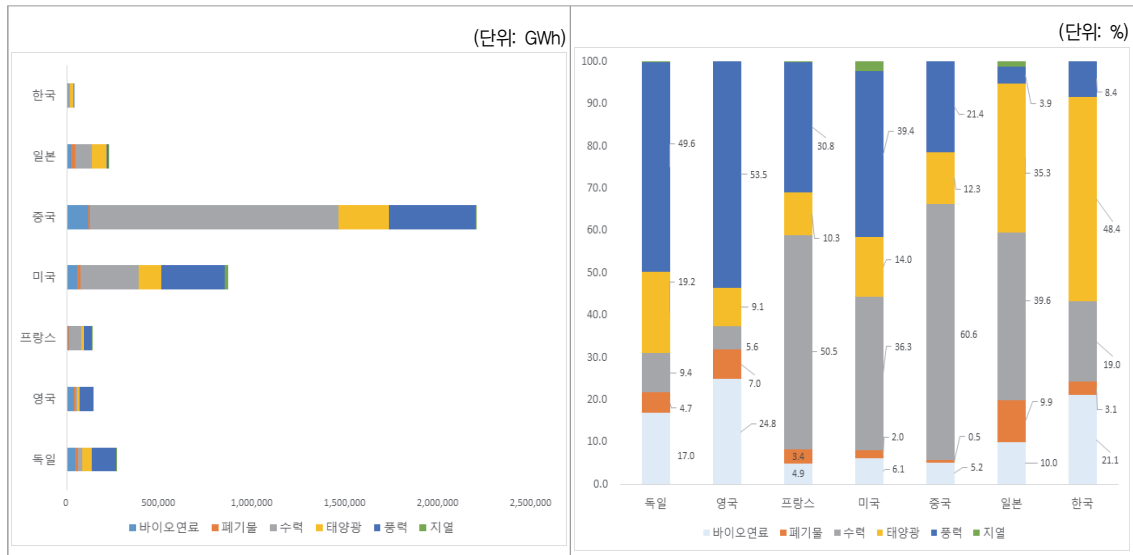
① 재생에너지

- 2020년 기준, 재생에너지 도입 비율은 독일 45.3%, 중국 28.2%, 일본 21.6%, 프랑스 24.8%, 미국 20.4%, 한국 6.4% 순임.

- 재생에너지 기원의 발전량 절대액에서는 중국(약 220만GWh), 미국(약 87만GWh), 독일(약 26만 GWh), 일본(약 22만GWh), 한국(약 4만GWh) 순임.

- 재생에너지 가운데 태양광은 중국(약 27만GWh, 12.3%), 미국(약 12만GWh, 14.0%), 일본(약 8만GWh, 35.3%), 독일(약 5만GWh, 19.2%), 한국(약 1.8만GWh, 48.4%), 프랑스(약 1만GWh, 10.3%) 순이고, 풍력은 중국(약 47만GWh, 21.4%), 미국(약 34만GWh, 39.4%), 독일(약 13만GWh, 49.6%), 프랑스(약 4만GWh, 30.8%), 일본(약 0.9만GWh, 3.9%), 한국(약 0.3만GWh, 8.4%) 순임.

그림 2. 주요국의 재생에너지 발전원 구성 비교(2020년)



자료: IEA, IEA Electricity Information.

- [EU] EU의 재생에너지 정책은 지난 2008년 도입한 에너지 및 기후변화 패키지를 통해 추진되었고, 특히 재생에너지 사용비중 20%, 에너지 효율 20% 개선 등 'Triple 20'이라는 정책목표를 제시
 - 이후에도 EU 집행위원회는 2018년 재생에너지지침의 1차 개정을 통해 2030년까지 재생에너지 도입 목표를 32%로 올렸으며, 2021년에 발표된 2차 개정안에서는 다시 40%로 상향 조정
 - EU가 재생에너지 사용 비중 확대에서 가장 유효하게 활용한 제도는 발전차액지원제도이고, 이를 통해 기업이 해당 분야에 대한 기술투자를 지속할 수 있도록 하는 유인을 제공함.
- [일본] 일본은 재생에너지 중 태양광과 풍력 발전 도입에 주력하고 있고, 주요 시책으로서 △ FIP 제도 도입 △ 소비자 주도형 오프사이트(Offsite) PPA 보급 확산 △ 건축물 옥상에서의 도입 확대 및 자가소비 모델 보급 △ 철도·궤도시설 활용 △ 영농형 태양광 발전 보급 확산 등을 실시 중임.
 - 특히 일본은 그간 재생에너지 도입 확대에 지대한 공헌을 한 발전차액지원제도(FIT)를 2022년 도부터 시장연동형의 FIP(Feed-In Premium) 제도로 전환(병행)

- [미국] 바이든 미국 행정부는 전술한 「인플레이션 감축법」을 통해 태양광, 풍력 등 재생에너지 생산에 대한 세제 혜택이 포함된 기후변화 대응책을 추진 중
 - 미국 에너지부(DOE)는 저소득층 및 중산층 지역사회의 청정에너지에 대한 접근성을 높이고 태양열 분야 인재를 육성하기 위한 1,550만 달러 규모의 이니셔티브를 개시
 - 2022년 9월 바이든 행정부는 미국의 해상풍력 확대를 위한 새로운 이니셔티브를 발표
- [중국] 중국은 2005년 「재생에너지법」을 통해 재생에너지 발전을 국가급 사업으로 규정하고 후속 정책 등을 통해 풍력과 태양광 에너지 산업을 중점적으로 육성
 - 중국의 재생에너지 추진 정책은 '14·5 계획' 기간(2021~25년)에도 지속되고 있고, 풍력 및 태양광 발전 용량을 2020년 대비 2.2배 증가시키겠다는 목표를 제시
 - 중국도 태양광 도입 확대를 위해 2011년부터 전국단위의 FIT 제도를 추진

② 차세대원자력

- [미국] 미국은 세계적인 수준의 규제 표준을 갖고 있는 미국원자력규제위원회(NRC)를 통해 신형 원자로 심사 절차를 진행 중이고, 국내 원자력 연료 사이클을 지원하고 혁신적인 원자로 개발을 추진
 - 특히 미국 국무부는 2021년 미국의 첨단 원자력 기술 활용도를 제고하기 위한 530만 달러 규모의 SMR 활용지원(FIRST) 프로그램을 발표
 - 2022년 6월 개최된 G7 정상회담을 계기로 체결된 '글로벌 인프라 및 투자 파트너십'을 통해 바이든 행정부는 루마니아에 미국의 대표적 원자력 기업인 NuScale의 공장 건설을 지원하기 위한 1,400만 달러 규모의 자금 지원 계획을 발표
- [중국] 중국은 2021년 상반기 기준, 51개의 원전을 가동 중이고, 15개의 원전을 추가 건설 중인데, 특히 3세대 원전은 중국 독자 설계 및 건설을 한 노하우가 있고, 이를 파키스탄, 아르헨티나 등에 수출
 - 중국의 차세대원자력 중 주목을 받고 있는 분야는 중국원자력공업그룹(CNNC)이 개발한 ACP100은 소형모듈원자로(SMR), 1970년대 중반부터 연구개발을 해온 초고온 가스 냉각로 HTR-PM 발전소 프로젝트라 할 수 있음.

3) 에너지 전환(2): 수소에너지

① 주요국의 수소전략

- [독일] 2020년 6월 독일 연방정부가 발표한 국가수소전략은 수소 관련 기술에서 생산, 저장, 인프라, 물류, 품질보증, 소비자보호 등을 포함한 수소 이용의 모든 가치사슬을 전략 대상으로 삼고 있는 점이 특징
 - 독일은 재생에너지 분야의 전력을 사용하여 수전해장치로 생성하는 그린수소만이 장기적으로

지속가능한 에너지라는 점을 명시하고 있고, 수소에너지를 재생에너지 저장과 운송용 연료로 활용하는 것은 물론이고 산업의 주요 연료로 활용한다는 점을 강조

- [중국] 중국은 2022년 수소산업 14차 5개년 계획을 통해 중장기 차원에서 중국의 수소 생태계 조성 방향을 제시
 - 다만 중국은 2020년 수소 분류기준을 제시하고, 2021년 약 3,500만 톤의 수소를 생산하였으나 98%가 그레이수소로 청정 에너지와는 다소 거리가 있음.
- [일본] 일본정부는 2017년 '수소기본전략'을 발표한 데 이어, 2019년에는 '수소·연료전지전략 로드맵'과 '수소·연료전지 기술개발전략'을 발표
 - 일본의 수소전략은 △ 해외 미활용 자원과 재생에너지를 활용한 수소 제조 및 조달 △ 글로벌 수소 공급망 개발 △ 국내 그린수소 제조비용 절감과 지역자원 활용으로 요약할 수 있음.

표 2. 주요국의 수소전략

	전략	조달량 목표	정부지원	비고
독일	국가수소전략(2020. 6)	2030년 그린수소의 생산능력(수전해장치) 기준 5GW	- 국내 수소기술의 시장창출에 70억 유로, 국제협력에 20억 유로 조성 예정 - 수전해제조설비에 대해서는 재생에너지부과금(EEG 부과금) 면제	- 2020년 그린수소 생산능력은 약 750MW(향후 10년간 7배 확충)
미국	Hydrogen Shot(Hydrogen Energy Earthshot, 2021. 6)	2050년까지 국내수요기준 6,300만 톤	2030년까지 110억 달러	- 현재 재생에너지 기원 수소 제조비용은 약 5USD/kg
중국	제14차 4개년계획(2021~25년, 2021. 7)	성(省)에 위임	목표를 달성한 지방정부에 최대 17억 위안	- 국가 차원의 수소기술개발로드맵은 작성하지 않고 일부 성이 로드맵을 작성 - 정부는 성별로 프로젝트를 채택·지원
일본	수소기본전략(2017. 12)	발전분야: 2030년까지 연간 30만 톤 조달목표	그린노베이션기금(2조 엔)을 통한 R&D 프로젝트에 역점	- 국내 수소제조·조달 여건이 불리하다는 인식하에, 해외 미활용자원과 재생에너지를 활용한 수소제조 및 국내 반입에 주력
한국	수소경제활성화로드맵(2019. 1)	2040년까지 국내수요 기준 526만 톤	7억 190만 달러(2021년)	- 연료전지 전기관동차 및 연료전지에 역점 - 430억 달러 상당의 경제적 효과 기대

자료: 저자 작성.

② 수소기술의 국제경쟁력 분석: 특허 분석

● 수소기술에 관한 특허 분석 결과, 일본과 미국, 중국이 상위권에 위치하고 있는 가운데, 그린수소 기술(C25B1/04)은 중국 내 대학을 중심으로 시장성이 매우 빠르게 형성되면서 중국이 1위를 차지

- 수소기술 특허 데이터를 분석하여 국가별 ① ‘특허군’ 크기를 통해 시장성(시장크기)을 ② ‘후방인용 집중도’를 통해 국가/기관 원천기술의 강점을 ③ ‘전방인용 집중도’를 통해 수소기술을 어떤 국가 및 기관이 집중적으로 활용하고 있는지를 ④ ‘특허등록비율’로 해당 기술이 얼마나 보호를 받고 있는지를 분석
- 한국은 시장성뿐만 아니라 네 가지 특허에 대한 원천기술과 기술 영향력 분야에서 경쟁력이 매우 낮은 것으로 나타남.
 - 다만 한국은 그린수소에 대한 기술보호 수준이 매우 높아, 해당 기술에 대한 지식재산권을 보호할 수 있는 제도적 기반을 갖추고 있는 것으로 평가됨.

표 3. 수소 생산기술 특허별 국제경쟁력 분석의 주요 결과

	주요 발전시기	시장 크기	원천기술	기술 영향력	기술보호 수준
C01B3/00	2000~09년 기간 급속한 성장 이후 성숙기에 도달	일본(1) 미국(2) 독일(3) 중국(5) 한국(10)	미국(1) 일본(2) 중국(3) 한국(4) 독일(5)	미국(1) 일본(2) 중국(5) 영국(6) 한국(8)	영국(1) 미국(2) 한국(3) 중국(4) 캐나다(5)
C01B3/02	2000~13년 꾸준히 증가 후 완만한 감소추세	미국(1) 중국(2) 일본(3) 독일(5) 한국(9)	미국(1) 일본(3) 중국(4) 한국(5) 독일(6)	미국(1) 일본(3) 중국(5) 독일(6) 한국(7)	미국(1) 한국(2) 중국(3) 호주(4) 일본(5)
C01B3/38	2000~12년 꾸준히 증가 후 완만한 감소추세	일본(1) 미국(2) 독일(4) 중국(5) 한국(9)	미국(1) 일본(4) 중국(5) 한국(6) 독일(7)	미국(1) 일본(3) 영국(5) 중국(6) 한국(8)	미국(1) 영국(2) 중국(3) 한국(4) 캐나다(6)
C25B1/04 (그린수소)	2010~21년 꾸준히 증가 추세	중국(1) 일본(2) 미국(3) 한국(4) 독일(5)	미국(1) 일본(4) 중국(5) 한국(6) 독일(7)	미국(1) 일본(3) 중국(4) 한국(5) 독일(6)	미국(1) 한국(2) 중국(3) 일본(4) 호주(5)

주: C01B3/00, C01B3/02, C01B3/38은 그레이/블루 수소 생산방식을 의미하며, 괄호 안의 숫자는 해당 평가지표의 순위를 의미. 본 표에서는 개별국(상위 4개국, 한국)을 중심으로 정리함.

자료: 저자 작성.

4) 녹색금융

● [EU] EU 집행위원회는 녹색금융 정착을 위한 법·제도 마련에서 정보공시에 중점

- 우선 기업의 비재무보고지침(NFRD)과 기업지속가능성 보고지침(CSRD)을 통해 지속가능성 공시 의무를 강화하고, 지속가능금융 공시규정(SFDR)을 통해 금융의 지속가능성 분야 투명성을 제고
- EU는 유럽녹색채권 표준 권고안을 발표하면서 채권에 의해 조성된 자금의 활용과 투명성, 금융 당국의 감독권한에 대한 기준을 마련함과 동시에 NGEU 녹색채권 프레임워크를 통해 ICMA 규정 준수 여부, 지속가능성에 대한 기여, 일관성 등 ESG 평가를 받도록 함.

● [일본] 일본은 유럽, 미국 등에 비해 지속가능·녹색채권 발행액 규모 면에서 뒤처지나, 최근 몇 년 사이 발행액이 급증

- 일본정부는 ‘녹색채권 가이드라인’, ‘녹색채권 및 지속가능 연계채권 가이드라인’, ‘기후·이행 금융에 관한 기본지침’ 등을 발표하여 민간의 지속가능채권 발행을 보조·촉진
- 일본은 전 세계에서 TCFD 제언에 찬동하는 기관 수가 가장 많은데, 이는 민간 주도하에 2019년 TCFD 컨소시엄을 설립하고, 이를 통해 민간기업의 TCFD 제언에 따른 자발적인 공개 촉진을 적극적으로 추진함에 따른 결과임.
- 2021년 9월부터는 금융청 산하 ‘기업공시(disclosure) 워킹그룹’을 통해 법정 공시서류인 유가증권보고서에 TCFD 권고안을 기초로 기후 리스크 관련 정보를 의무화하는 방안에 대한 논의를 추진 중
- 금융청은 그린워싱 문제에 대응하기 위해 국내 자산운용회사의 ESG 펀드 운용에 대한 조사를 거쳐 2023년 3월까지 자산운용회사의 조직체계, ESG 평가 및 데이터 제공, 정보 공개 등에 대한 감독지침을 수립하여 모니터링을 강화한다는 방침임.

표 4. EU와 일본의 녹색금융 전략

	EU	일본
전략 1. 정보공개	CSRD(기업지속가능성보고지침)/지속가능금융공시규정(SFDR)	· [가이드라인] 경산성 ‘TCFD 컨소시엄’, ‘TCFD 가이드라인스 및 가이드스 2.0’ 등 · [지속가능성정보 공시의무화] TCFD에 기반한 기업정보 공개 의무화(도쿄증권거래소 프라임시장 상장기업 대상), 유가증권보고서에 TCFD 관련 항목 기재란 신설
특징	- CSRD는 기존 비재무보고지침(NFRD)을 보완 개정한 것으로 기업의 지속가능성에 대한 공시의무 강화 - SFDR은 금융의 지속가능성 분야 투명성을 제고하기 위해 추진	- 경산성은 TCFD 제언에 근거한 기업 정보공개를 촉진하기 위한 논의의 장으로 ‘TCFD 컨소시엄’을 설립, 이후 컨소시엄에서 TCFD 가이드라인을 수립 - 기업의 지속가능성 정보 공개 및 기업 거버넌스 관련 개시를 보다 충실히 하기 위해 추진

표 4. 계속

	EU	일본
주요 내용	- [CSRD] 근로자 10인 미만 또는 연매출액 70만 유로 이하 기업을 제외한 모든 기업 대상으로 △ 지속가능성 목표달성계획 △ ESG 측면에서 기업이 미치는 영향 △ 이사회의 역할과 다양성 등에 관한 정보 제공 - [SFDR] 금융시장 참가자 및 자문사를 대상으로 금융상품의 지속가능성 리스크 고려여부를 사전 계약문서를 통해 공시	- 기업이 TCFD 제언에 따른 정보공개 실시할 시 참고가 되는 사례를 업종별로 소개 - 프라임시장 상장기업을 대상으로 TCFD에 근거한 기후변화 정보공개 의무화 - 법정공시인 유가증권보고서에 TCFD 관련 항목 기재란 신설(기후변화를 포함한 '지속가능성' 및 '인적자본·다양성 등')
전략 2. 채권	녹색채권 표준 및 NGEU 녹색채권프레임워크	녹색채권 가이드라인·녹색채권 및 지속가능 연계채권 가이드라인
특징	- [표준] 최초의 공적 성격을 갖는 범국가적 녹색채권 기준 - [NGEU 프레임워크] 채권수익금 사용, 지출 평가 및 선택, 채권 수익금 관리, 보고에 관해 규정	- 환경성이 ICMA의 그린본드원칙(GBP)을 참고하여 가이드라인 수립
주요 내용	- [표준] 녹색분류체계에 부합하는 프로젝트에 전액 배분되어야 하며, 채권수의 배분에 대한 투명성 확보, 녹색채권 발행자의 유럽증권시장청 등록 및 감독을 받도록 함 - [프레임워크] 채권수익금 배분의 경우 9개 프로젝트로 구분	- 녹색채권 발행 시 △ 조달자금 사용 △ 프로젝트 평가 및 선정 과정 △ 조달자금관리 △ 보고 △ 외부기관 검토에 대한 구체적인 대응 방법에 대하여 해석·사례 제시

자료: 저자 작성.

5) 탄소가격제

- [탄소세] 2022년 4월 기준, 주로 핀란드, 스웨덴 등 유럽을 중심으로 37개 국가 혹은 주정부가 탄소세를 도입하고 있으나, 미국과 중국, 한국은 탄소세를 도입하지 않고 있음.
 - 아시아에서는 일본이 유일하나 서울(2.4달러/tCO₂)이 스웨덴(128.89달러/tCO₂), 프랑스(49.29달러/tCO₂) 등 유럽 국가에 비해 지나치게 낮음.
 - 일반적으로 탄소세는 기업의 대체기술 개발을 유도하는 장점이 있는 반면, 실효성 측면에서 기업이 환경세를 부담은 하지만 온실가스 감축효과를 추정하기 어렵다는 단점을 안고 있음.
- [배출권거래제: ETS] 2022년 4월 기준, 세계 배출권거래시장 기준 주요 탄소시장은 중국 ETS, EU-ETS, 한국 ETS, 독일 ETS(nEHS), 캘리포니아 CaT라 할 수 있음.
 - 일반적으로 배출권거래제(ETS)는 정부가 '규제' 관점에서 ETS 적용 대상 산업·기업을 정한다는 측면에서 탄소시장을 형성한다는 이점이 있지만, 현재로서는 배출권의 공급량을 결정하고 다수 무상할당제를 적용하고 있는 점이 기업의 자발적인 탈탄소 기술개발과 투자를 유도하는 데 장애물로 작용
 - 2005년 세계 최초로 도입된 EU ETS는 다른 국가의 벤치마킹 대상으로 자리잡고 있고, 과거의 제도운용 경험에 비춰, 규제당국인 EU 집행위원회는 배출권 공급량 축소 등을 통한 제도 자체의

시장조절능력 강화, ETS 수익금을 활용한 저탄소 기술혁신 지원 및 에너지 부문의 현대화, ETS 적용 산업의 국제경쟁력 강화 방안으로서 탄소국경조정제도(CBAM) 도입 등에 주력

표 5. 주요국의 배출권거래제(ETS) 현황

지역·국가 (도입시기)	커버리지* (시장규모)	현황
EU (2005년)	41% (1,640MtCO ₂ e)	- 2005년 도입. 제1기(2005~07년), 제2기(2008~12년), 제3기(2013~20년)를 거쳐 2021년부터 제4기(2021~30년) 진입. Cap&Trade 방식 등 제도 디자인 측면에서 글로벌 ETS 모델 역할
캘리포니아 (2012년)	74% (309MtCO ₂ e)	- 2021년 1월 탄소가격 상한제 도입, 크레딧 상쇄 축소, 2030년까지 배출권 캡의 대폭 축소 등의 조치 단행
중국 (2021년)	33% (4,204MtCO ₂ e)	- 중국의 국가단위 ETS는 2021년 1월 CO ₂ 26,000톤 이상을 배출하는 전력 분야의 2,162개 발전시설을 대상으로 시작, 2013년 6월부터 광둥성에 위치한 선전을 시작으로 베이징, 상하이, 광둥, 텐진, 후베이, 충칭, 푸젠 등 8개 지역에서의 시범 프로젝트 경험을 바탕으로 전국으로 확대
한국 (2015년)	73% (553MtCO ₂ e)	- 동아시아에서는 최초로 ETS(Cap&Trade 방식)를 도입 - 현재 제3차 계획기간(2021~25년)에 접어들었고, 엄격한 캡 설정, 경매를 통한 배출권 배분 비율 확대(무상할당 축소*)가 특징임. * 제2차(2018~20년) 기간 3%, 제3차 기간은 10% 이상 경매 - 한국 ETS의 적용대상 시설은 산업, 발전소, 건물, 국내항공, 공공부문 및 폐기물 분야이고, 규제대상 온실가스는 CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFCs, HFCs, SF ₆ 임.

주: * 해당 지역·국가의 전체 CO₂ 배출량 중 ETS가 적용되는 비율을 의미함. 수치는 2018년 기준임.
자료: 저자 작성.

● [카본크레딧시장] 카본크레딧시장(carbon credit market)이란 기업이 자발적으로 실행한 온실가스 배출 감축 내지는 제거에 대해 정부 혹은 민간 부문의 인증절차를 거쳐 크레딧(CO₂ 환산량 톤)이라는 가치를 부여·거래하는 탄소시장을 의미

- 현재로서는 ① 국제 크레딧링 제도 ② 국내 크레딧링 제도 ③ 독립적 크레딧링 제도 등 세 가지 유형의 카본크레딧링 제도(CCM: Carbon Crediting Mechanism)가 시장을 주도
 - 국제 크레딧링 제도는 교토의정서에 의거한 CDM(Clean Development Mechanism, 청정개발체제)과 파리협정 제6조에 의거한 신규 CCM이 대표적
 - 국내 크레딧링 제도는 캘리포니아탄소상쇄제도(California Compliance Offset Program)와 호주기금제도(Australia Emission Reduction Fund), 우리나라의 배출권거래제상쇄제도(Offset Credit Mechanism), 일본의 J-Credit이 대표적
 - 독립적 크레딧링 제도는 말 그대로 정부와 독립된 민간기구·기관이 카본크레딧시장을 조성·운영하는 제도로서, VCS(Verified Carbon Standard)-Verra, Gold Standard, American Carbon Registry 등이 현재 두각을 나타냄.

3. 정책 제언

1) 에너지 전환 분야

- [재생에너지정책] 독일을 비롯한 EU 국가들은 물론 일본, 최근에는 중국에서도 재생에너지 도입 확대에 발맞춰 발전차액지원제도(FIT)에 시장경쟁요소를 도입하고 있음을 감안하여, 우리 정부 역시 RPS(의무할당제도)를 시장친화적으로 제도 개선 필요
 - 특히 일본은 2022년 4월 기존의 FIT 제도와 병행하여 시장연동형의 FIP(Feed-In Premium) 제도를 도입
 - 일본은 FIP 제도 도입을 통해 △ 소위 '발전 시프트(Shift)' 효과 △ 가격변동에 따른 다양한 사업 모델의 출현과 투자확대 효과를 기대하고 있음.
- [차세대원자력기술] 미국과 소형모듈원자로(SMR) 기술개발 및 제3국 협력사업 추진
 - 미국 입장에서 동맹국 가운데 한국은 국제적 안전기준에 부합하면서 미국의 원자력 기술을 바탕으로 발전소 시공까지 가능한 국가로 평가받고 있다는 점에서 향후 양국의 협력 가능성은 지대
 - 특히 미국 내 원자력산업은 국내 규제 강화와 약화된 산업 생태계로 인하여 경쟁력을 상실하고 있다는 점에서, 한국의 시공 능력과 미국의 기술이 협력하면 상호 부족한 점을 보완 가능
 - 한·미 양국은 원자력 협정을 체결한 제3국에 대해서는 한국의 원자력 수출업체가 미국산 핵물질, 원자력 장비와 부품 등을 자유롭게 재이전할 수 있도록 하는 소위 포괄적 장기동의도 확보된 상태여서 양국의 협력을 위한 기초 토대가 이미 마련된 점이 중요
- [수소에너지] 수소에너지의 가치사슬 측면에서 중국과 일본을 중심으로 해외진출 혹은 해외협력 방안을 모색
 - 중국의 경우, 수소산업단지에 한국은 양성자교환막(중류)과 수소전지, 수소전지 자동차 분야(하류)에만 진출했을 뿐 수소를 생산하는 상류 분야에는 진출하지 못하고 있음을 감안하여 수소제조 분야에서 기술개발을 통한 대중 협력사업의 저변 확대를 도모할 필요가 있음.
 - 일본의 경우, 제3국 공동진출 맥락에서 한국기업과 일본기업 간 해외 수소에너지 공급 협력 사례가 등장하고 있음을 감안하여, 해외 수소에너지 개발 및 공급에 주력한 협력모델 구축을 강화할 필요가 있음.

2) 녹색금융 분야

- [녹색분류체계 등 제도 보완] 우리나라는 2021년 한국형 녹색분류체계(K-택소노미)를 마련하고 이를 바탕으로 녹색특화 대출 및 보증 프로그램을 신설하고, 금융기관들도 자체 녹색금융 전담조직을 신설하는 등 녹색금융 환경정비에 적극적임.

- 환경부가 2020년 12월 발표한 녹색분류체계 가이드라인과 녹색채권 가이드라인을 기반으로 금융회사와 기업이 녹색채권을 발행하는 업무협약도 가능해짐.
- 다만 최근 쟁점으로 부상하고 있는 위장친환경행위(일명, '그린워싱') 차단 문제, 원자력발전의 녹색 분류체계상 취급 문제에 대한 충분한 검토와 논의가 중요
- EU가 투자적합성 평가, 수탁자의 충실의무, 금융투자상품의 설계 등에서 구체적인 제도적 장치를 마련하였음을 참고하여, 우리나라도 금융 현실에 맞는 금융상품과 금융기관의 역할과 책임 등을 세밀하게 규정할 필요가 있음.

● [이행채권 등 녹색금융 수단 활성화] 일본이 최근 이행금융(transition finance) 투자 지원에 집중하고 있다는 점을 참고하여, 우리나라도 이행금융 관련 정책의 도입 여부를 검토할 필요가 있음.

- 일본정부는 2021년 5월 기업이 이행채권을 발행할 시 참고할 수 있는 '이행금융 기본지침'을 수립하였으며, 경산성을 중심으로 이행금융 환경 정비, 탄소다배출 산업의 분야별 기술 로드맵 책정(2050년도 목표), 모델 사업 및 이자 지원제도 등을 실시

3) 탄소가격제 분야

● [한국의 ETS 제도 개선] 전반적으로 우리나라의 ETS 제도는 2015년 도입된 이후 정착 국면으로 진입하고 있지만, 제도 운용과정에서 기업 입장에서 제도운용의 불활실성을 최소화하여 중장기적으로 녹색 투자 계획을 세우는 데 기여하는 방향으로 개선 필요

- 첫째, 기업의 다양한 온실가스 감축 활동이 실제 배출권거래제에 반영될 수 있도록 인센티브를 확대하는 방안이 마련될 필요가 있음.
 - 현행 배출권거래제 요소 중에서도 △ '상쇄 배출권(offset credit)' 활용 한도 확대와 해외 온실가스 배출권의 국내 전환 절차 간소화 △ 국내 권역 간 거래 등 제도 보완을 선결과제로 지적할 수 있음.
- 둘째, 유상할당 경매수익을 활용하여 기업들의 온실가스 감축 투자를 지원할 필요가 있음.

● [EU의 탄소국경조정제도 도입에 대한 대응] EU가 2023년을 목표로 탄소국경조정제도 도입 논의를 진행 중임을 감안하여, EU가 제안한 역외국과의 협의에 정부 차원의 대응 등 적극적으로 나서는 것이 중요

- 우리나라는 온실가스 배출권거래제를 이미 도입, 운영하기 때문에 EU와의 협상 과정에서 최대한 이를 인정받는 것도 중요
- 다른 한편으로 EU 이외에 탄소국경조정제도를 도입하려는 영국, 캐나다 등 다른 국가들의 동향 파악에도 유념할 필요가 있음. KIEP