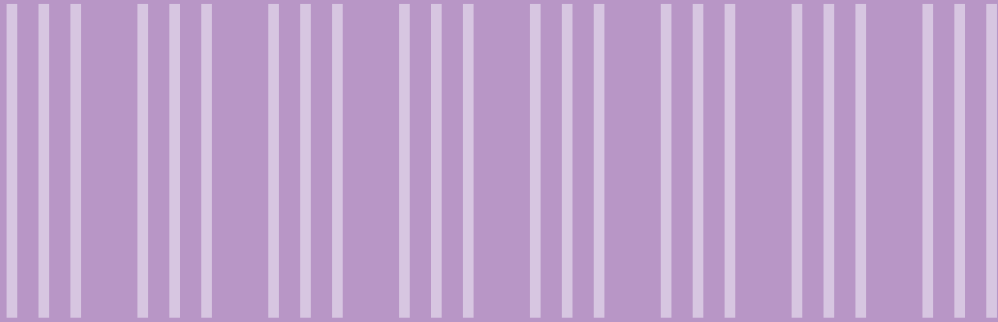
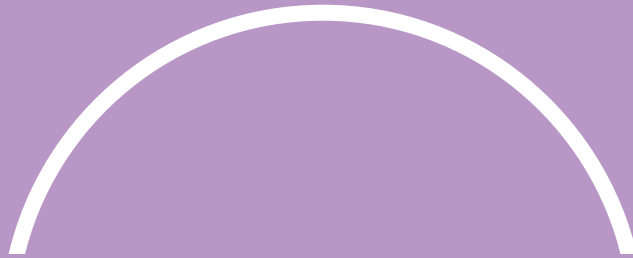




2023.12.31.

국회미래연구원 | 국회미래의제 | 23-11호

녹색전환기술 글로벌 영향력 향상 전략: 세계질서 재편의 맥락에서



김은아



국회미래연구원
NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

녹색전환기술 글로벌 영향력 향상 전략: 세계질서 재편의 맥락에서¹⁾

김은아 연구위원(혁신성장그룹장)

요약

- 미래의제로서 녹색전환기술
- 녹색전환 기술경쟁 양상의 변화와 전망
- 한국의 녹색전환기술 글로벌 영향력 진단
- 정책적 시사점

참고문헌

1) 본 보고서는 국회 공동연구 보고서 차정미 외(2023) "미중 기술경쟁 시대 세계질서 전환: 트리플 트랜지션의 미래와 중견혁신국의 전략" 내용 중 녹색전환 관련 부분을 국내 녹색전환기술 글로벌 영향력 향상 전략을 중심으로 수정 보완한 결과임

요약

■ 미래의제로서 녹색전환 기술

- 녹색전환은 낮은 탄소 배출, 높은 자원 생산성, 기술 혁신 등을 포함하는 사회 전반의 전환을 의미하며, 녹색전환 기술은 그것을 가능하게 하는 혁신 동력임
- 해외 주요국은 국가전략기술 안에 녹색전환 기술 요소를 다수 포함하여 발표하고 있어 녹색전환 기술은 국가 경쟁력에 중요한 영향을 미칠 것으로 전망됨
- 따라서, 국가 경쟁력 향상에 핵심적 역할을 할 것으로 기대되는 녹색전환 기술의 중장기 전략이 필요하며, 국회는 이에 대한 범부처 단위 논의를 주도해야 함
 - 이를 위해 본 연구는 국가의 녹색전환 중장기 전략 방향을 설정하기 위한 논의에 필요한 녹색기술 영역에서의 패권 이동, 한국의 영향력 진단 결과를 제시하고, 국내 기술개발 전략 방향을 논의함

■ 녹색전환 기술경쟁 양상의 변화와 전망

- 주요 출원국 및 기술영역의 변화: 중국의 특허 출원 비중이 크게 증가하며, 2022년에는 주요 특허 지정국 중 중국 출원이 98%로 급증했으며 에너지저장(EST), 농업·어업(AGF), 공급원료(CRM) 기술 분야가 경쟁이 치열한 영역으로 식별됨
- 기술선점 노력 및 삼극특허 점유율: 일본은 EST와 수송·교통(TRS) 기술에서 높은 특허 출원 및 삼극특허 점유율을 유지하고 있으며, CRM과 AGF 기술에서는 중국의 출원이 증가하고 있지만 일본, 미국, 유럽이 여전히 높은 삼극특허 점유율을 보이고 있음
- 피인용도 및 패밀리특허 규모 분석결과: EST, TRS 기술에서 일본이 높은 피인용도와 패밀리 특허 점유율을 유지하고 있으나 CRM 기술은 절대 강자가 아직 결정되지 않은 기술 영역으로 국가 간의 경쟁이 특히 치열한 영역으로 식별됨
 - 특히 CRM 기술 영역에서 중국이 출원한 패밀리 특허 문헌수가 증가하고 있으며, 이는 잠재적 시장 확대 의지를 보이는 것으로 해석할 수 있음

요약

■ 한국의 녹색전환기술 글로벌 영향력 진단

- 한국은 특허 출원 규모 면에서 주요 국가들에 비해 작지만, 삼극특허 보유 수준에서는 중국을 앞서고 있으며, 특히 TRS와 EST 기술 부문에서 유럽보다 우위를 보이고 있음
 - 그러나 글로벌 확장성 면에서는 한계를 가지고 있으며, 특히 AGF 및 CRM 기술에서 다른 주요 국가들에 비해 영향력이 낮게 나타남
- 한국이 출원한 고영향 특허는 전체 분석 대상에서 중간 이상의 영향력 수준을 보이거나 해당 영역 최고 수준과의 격차가 10배 이상 나는 것으로 나타남
 - TRS의 선박 부문 세부 기술이 가장 높은 비교우위를 보여줌
- 한국의 녹색기술 투자는 2008~2013년 크게 증가한 이후 지속적으로 감소하는 추세를 보였으나, 일부 소분류 녹색기술 R&D 투자가 최근 증가함
 - R&D 투자 규모의 축소 및 낮은 지속성은 국내 녹색전환 기술경쟁력을 약화시키는 원인이 될 수 있음

■ 정책적 시사점

- 일본, 유럽, 미국과 같은 선진국이 경쟁이 치열한 녹색전환 기술 영향력에서는 여전히 우위를 차지하고 있지만, 중국의 급격한 성장은 세계질서 재편에 중요한 요소로 작용하고 있음
 - 중국은 녹색전환 기술 부문에서 양적으로 큰 성장을 보이고 있으며, 이는 특허 출원 건수, 피인용 수, 패밀리특허 규모에서도 확인할 수 있음
- 한국이 녹색전환기술 분야에서 글로벌 영향력을 확대하기 위해서는 비교 우위에 있는 기술 영역에서의 초격차를 위한 기술산업 전략이 요구되며, 고영향 기술을 중심으로 인접 영역으로 영향력을 확장하여 안정적인 비교 우위를 확보할 필요가 있음
- 안보기술(자원안보, 식량안보)의 경우 전반적인 기술경쟁력 약화가 국가 경쟁력 전반에 리스크 요인으로 될 수 있다는 점을 감안하여 산업 경쟁력 차원의 비교 우위 확보와는 다른 관점에서 기술개발 투자 전략을 도출할 필요가 있음

1) 녹색전환과 녹색전환기술 정의

- 녹색전환이란 시대와 국가별로 다양한 맥락에서 다뤄져 왔던 개념으로 김은아(2022)의 연구에서는 낮은 탄소배출, 높은 자원생산성, 기술혁신, 생물다양성 보전, 기후변화 적응, 환경보건 여건 개선, 정의로운 전환, 참여기반 의사결정 과정을 구성 요소로 하는 사회 전환 방향으로 포괄적으로 정의함
 - 기술혁신은 녹색전환을 구성하는 여러 요소 중 하나이나 국가 경제성장 동력과 가장 밀접하게 연계된 요소로 볼 수 있음
 - 본 연구는 녹색전환을 ‘세계질서 재편’의 주축 중의 하나로 접근하였으며, 따라서 경제적 맥락과 강하게 결합된 측면을 살펴봄
 - 김은아(2022)의 연구에서는 OECD 녹색성장 지표 외 주요 연구결과를 종합하여 7개 부문 9개 녹색전환 지표를 도출하였으며, ‘기술혁신’ 부문에서는 OECD와 동일하게 전체 특허 중 환경기술 특허의 비중으로 정의함
 - 본 연구 또한 기술혁신 수준을 반영하는 데이터로 주요국²⁾을 대상으로 출원된 특허정보를 활용하였음
- 국내에서 녹색기술은 시간이 흐르면서 구성하는 기술영역이 다소 상이하게 정의되고 진화해옴
 - 국내에서는 환경부가 2001년부터 환경산업통계를 조사해왔으며, 이는 OECD 매뉴얼에서 정의한 150개 업종의 환경산업특수분류를 적용함
 - 여기에는 자원순환 관리, 물관리, 환경복원 및 복구, 기후대응, 대기 관리, 환경 안전·보건, 지속가능 환경·자원, 환경 지식·정보·감시 관련 산업이 포함됨
 - 한편, 2011년 한 해에 국한하여 통계개발원에서 녹색산업통계 조사를 실시한 바 있으며 녹색에너지(신재생, 기타), 오염저감(대기, 폐기물, 토양/지하수/지표수, 기타), 에너지 효율성(가정, 상업, 운송, 건축, 기타) 제고, 자원(물, 산림, 광물, 기타) 효율성 제고 관련 9개 산업을 대상으로 함
 - 2018년부터는 국가녹색기술연구소에서 기후기술산업통계를 조사하고있으며, 여기서는 유럽특허청(EPO)에서 제공하는 기후기술 특허분류코드에서 CPC-Y 코드를 메인코드로 하는 특허를 보유한 기업을 대상으로 조사함

2) 미국, 중국, 일본, 유럽, 한국

2) 국가 전략기술로서 녹색전환 기술³⁾

■ 미국의 녹색전환 기술개발 전략

- 백악관(2022) 기후정책국실은 과학기술정책실과 관리예산실과 공동으로 2050 탄소중립 목표 달성을 위한 37개 게임체인저 기술을 발표하며 ‘탄소중립 게임체인저 이니셔티브’ 활동을 개시함
 - 37개 기술에는 건물 냉난방 효율 향상, 탄소중립 항공, 탄소중립 전력망과 전기화, 탄소중립 순환경제를 위한 산업용 제품 및 연료, 대규모 핵융합 에너지를 포함함
 - 고등연구계획국-인프라(ARPA-I)는 탄소중립 게임체인저 이니셔티브를 지원할 예정임 (과학기술정보통신부 외, 2023a)
 - 탄소중립 게임체인저 이니셔티브와 연계된 ARPA-I 영역으로 스마트 모빌리티, 청정 및 고효율 교통 시스템, 차세대 인프라 건설, 첨단 전기 인프라, 청정 연료 인프라가 있음
- MIT는 2023년 10대 혁신기술을 발표하였는데, 이 중 기후변화와 관련된 기술로, 배터리 재활용, 자동차 산업의 주류가 된 전기차가 포함됨(과학기술정보통신부 외, 2023b)

■ 중국의 녹색전환 기술개발 전략

- 중국은 ‘생태문명’이라는 국가비전 하에 녹색기술 개발을 중요한 국가개발전략으로 놓고 기후변화 기술 및 산업 경쟁력 확보를 위해 투자를 집중해옴
- 2022년 12월 중국 국가발전개혁위원회와 과학기술부는 시장중심의 ‘녹색기술혁신시스템 이행계획’을 발표하였는데, 에너지 전환, 오염 관리, 자원 효율성 향상 및 순환 사용, 탄소 포집 등 폭넓은 분야를 다룸(Energy Foundation China, 2022)

■ 한국의 국가 전략기술과 녹색전환 기술

- 2022년 10월 과기정통부는 경제안보, 신산업 육성, 외교·안보 목적으로 12대 국가전략 기술과 50개 세부 중점기술을 발표하였으며, 여기에 2차전지, 수소, 첨단 모빌리티 등 일부가 녹색전환 기술에 해당함

3) 본 내용은 서울대학교 박정은 학생이 조사한 내용을 바탕으로 작성함

3) 녹색전환 기술에서 세계질서 재편의 의미

■ 세계질서 재편과 녹색전환 기술 간의 관계

○ 세계질서 재편과 기술·산업 경쟁력

- 과학기술 혁신과 국가 경쟁력 또는 패권의 변화와의 관계를 살펴본 결과 패권의 이동에는 기존 패권국가에 갖지 못한 기술적 우위를 선점하는 전환의 시기가 존재한다는 것을 확인함(차정미 외, 2023)
- 한편, 과거와 현재의 패권국가 또는 선진국은 경제력을 바탕으로 적극적인 R&D 투자가 가능하였고, 결과적으로 다양한 과학기술 영역에서 축적한 결과물은 양적으로, 질적으로 앞서고 있음
- 이러한 축적의 결과물은 미래 기술 혁신을 가속시키는 기반으로 작용하여 기술 선진국과 후발 주자의 격차는 좁혀지기 어려움
- 따라서 기존 패권국가를 넘어서는 기술적 우위를 선점하는 데에는 기존 패권국가가 장시간 투입한 인적·물적 투자규모를 능가하는 투자가 단시간에 집중되어야 함

○ 중국의 녹색전환 기술 및 산업에의 집중 투자 vs. 미국의 기후 기술 혁신 모멘텀 약화

- 미중 기술경쟁의 과정에서 중국은 국가적 전략 방향에 근거한 거대한 R&D 투자를 통하여 이 장애를 넘으려는 의지를 보이고 있으며, 녹색전환 기술은 ‘생태문명’이라는 중장기 국가비전 하에 투자가 집중된 분야 중 하나임
- 그 결과 중국은 현재 “청정기술의 주요 제조, 소비, 수출국이자 미래 청정에너지 공급 사슬의 독점적인 입지를 가진 국가”이며 미국과 유럽 등의 주요국의 청정기술산업은 중국 의존성이 높음(과학기술정보통신부 외, 2022)
- 반면 미국은 전방위적으로 기술경쟁력을 갖추었으나 트럼프 행정부를 지나면서 기후변화 대응을 위한 정부 정책 우선순위가 후퇴하였고 상대적으로 혁신의 모멘텀이 약화될 수 있는 정치적인 여건이 조성됨

○ 녹색전환 기술 및 산업 경쟁력 확보가 과연 패권의 이동까지 이어질 수 있을지는 알 수 없으나 본 연구에서는 녹색전환을 세계질서 재편의 중요한 원동력이라고 바라보는 관점에서 녹색전환 기술을 패권 이동과 연계될 수 있는 새로운 기술영역으로 설정함

- 세계질서 재편이 국내 녹색전환 기술전략 도출에 미치는 영향
 - 한국은 기술 중견국으로 국가 경제력 규모 등의 제약조건으로 인해 패권국가와 같은 전방위적인 투자보다는 전략적인 선택과 집중이 국가 산업 경쟁력을 결정할 수 있을 정도로 중요한 의미를 가짐
 - 국가의 투자가 집중될 영역을 식별하기 위해서는 기술선진국, 그리고 후발 주자로 선진국을 노리는 주요 국가들이 투자를 집중하는 기술영역이 무엇인지, 그들과 관련한 산업에 연계될 수 있는 지식재산권 지형이 어떻게 바뀌고 있는지 알 필요가 있음
 - 이러한 주요국의 기술 영향력 지형을 면밀하게 진단하여 국내 기술이 경쟁력을 가지는 혹은 가질 가능성이 있는 틈새 영역을 식별함으로써 전략적 선택과 집중이 필요한 기술군을 파악할 수 있음
 - 이와 더불어 기술선진국 간에 치열한 경쟁이 존재하는 기술 영역 중 안보적 성격이 강한 기술의 경우, 국내 기술경쟁력 및 영향력이 낮음에도 기술개발 투자에 우선순위를 높게 설정할 필요가 있음

4) 본 연구의 필요성 및 목적

- 녹색전환의 중장기 전략에서 기술개발은 국가 경쟁력을 결정하는 핵심적인 역할을 하고 있으며 기존의 단일 부처 단위에서 수립하는 수준을 넘어 대외경제적인 현황 및 세계질서 재편 현황 등을 고려하여 통합적으로 논의될 필요가 있음
- 녹색전환기술 전략은 초당적인 사안으로, 국회는 범부처 단위의 논의를 주도하는 역할을 할 필요가 있으며 본 과제는 그러한 논의에 필요한 기반정보를 제공하고자 함
- 본 연구에서는 ① 녹색전환 기술 중에서 기존의 녹색기술 강자가 집중한 기술영역과 중국이 후발주자로서 특히 주력하고 있는 기술군을 식별하고, ② 그 기술영역에서 주요국의 기술 경쟁력을 비교하며, ③ 한국이 이러한 녹색기술 지형에서 어떠한 위치를 차지하고 있는지에 대하여 분석한 내용을 보여주고, ④ 이러한 분석 결과에 기반하여 중점 투자 기술 및 산업 영역 발굴 등의 전략 방향을 제시함

1) 대상 기술 정의

■ 기술 분류체계 구축

- 한편 박성준 외(2022)에서 기후변화 대응 기술 중 글로벌 공급망 개편과 긴밀하게 연관된 정책영역을 중심으로 ‘공급망 기후기술’을 정의하였으며, 분석 결과 2006~2020년 기간 중 특히 출원 규모가 ① 에너지 저장, ② 에너지 송배전, ③ 수송교통, ④ 금속·광물자원 안보에 관한 공급원료 부문, ⑤ 기후변화 적응에 관한 농업 및 어업관리 부문에서 지속적으로 성장률이 높게 유지됨을 확인함
- 이에 본 연구에서는 국가 간의 기술경쟁력 경쟁이 치열한 녹색기술 후보 영역으로 상기 5개 영역을 도출하고 특히 출원에서 드러나는 기술경쟁력 지형 변화, 새로운 시장의 등장 가능성을 분석함

[표 1] 분석 대상 기술 분류체계

기술 분류	기술코드	기술설명
에너지 저장	EST (energy storage)	배터리, 커패시터 등을 이용한 에너지 저장, 열에너지/기계적 에너지 저장, 수소 저장장치
에너지 송배전	EDS (energy transmission & distribution)	전력 발생, 전송, 분배에 관한 시스템, 관리/운영, 정보통신 통합 시스템 운영 등
수송·교통	TRS (transportation, mobility)	전기, 하이브리드 차량, 철도, 항공, 해양 수송 등 수송·교통 부문 기후변화 경감 기술
공급원료	CRM (critical raw materials)	금속 재활용/회수, 차량/전기·전자폐기물 재사용·재활용·복구, 배터리/연료전지 재활용 등
농업·어업	AGF (agriculture, fishing)	농업, 어업 생산 부문 기후변화 적응기술

- 이상의 분석 대상에 해당하는 특허 데이터 분석방법은 [붙임]에 상세 기술됨

2) 주요국의 출원 규모, 집중 출원 기술영역 변화

■ 출원국별, 기술영역별 특허출원 건수

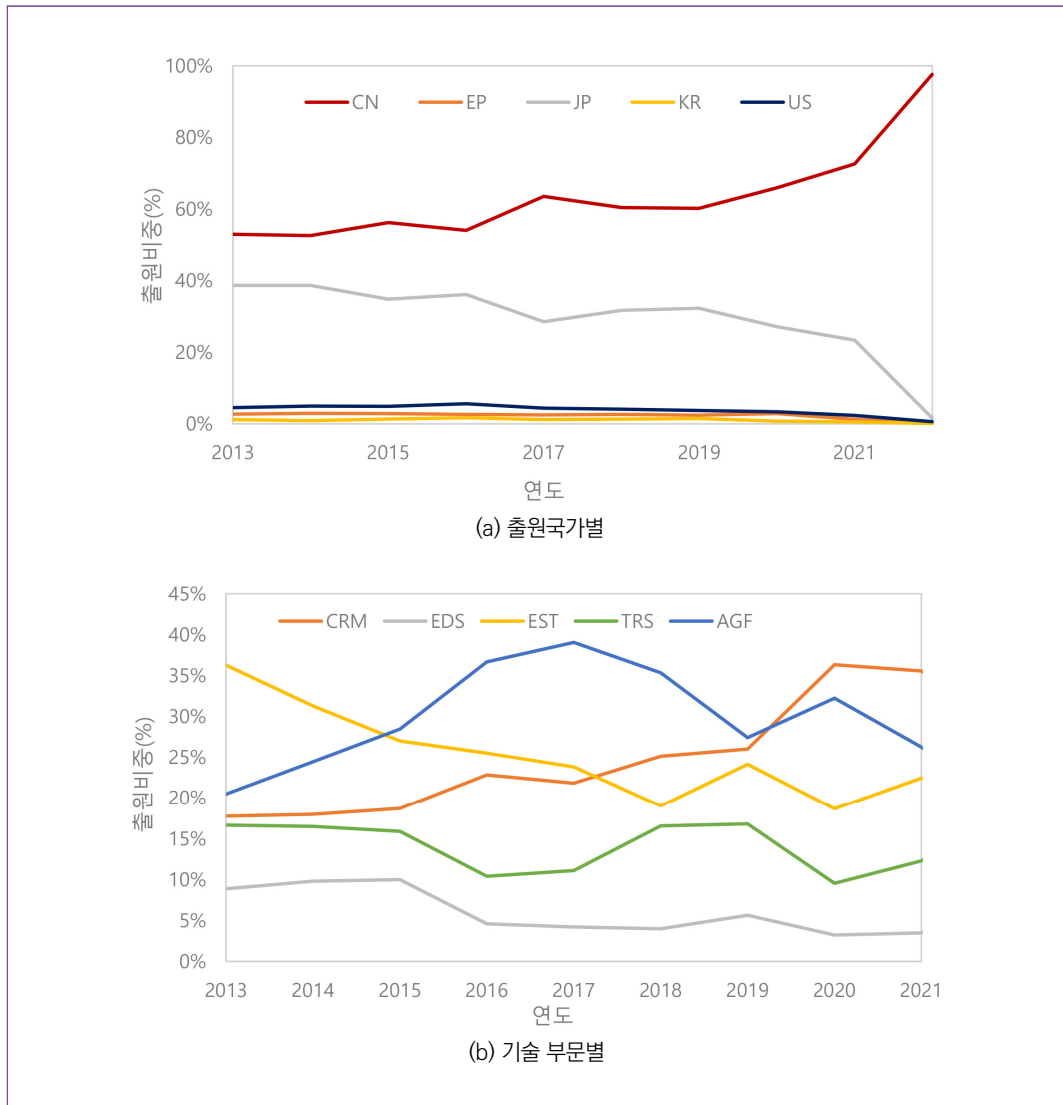
- 특허의 건수 자체가 기술경쟁력, 시장 지배력 등을 직접적으로 보여주기보다는 해당 기술의 시장 진출 잠재력에 대한 국가의 기대 수준을 간접적으로 보여줌
 - 중국이 최우선출원⁴⁾(이후 출원으로 표기)한 특허의 비중이 2019년까지 완만하게 증가하였으며, 이후 타 국가의 출원 건수에 큰 변화가 없는 가운데 중국의 출원 건수만 급증하여 5개 주요 특허 지정국(중국, 일본, 미국, 유럽⁵⁾, 한국)의 총 출원건수 중 중국 출원이 차지하는 비중이 2019년 60%에서 2021년 73%, 2022년 98%로 증가함(그림 1-(a))
 - 아직 공개되지 않은 출원 건수를 고려했을 때 2022년 데이터에는 오류의 가능성이 있으나⁶⁾ 2021년까지의 경향성에 기반하더라도 2022년 이후 중국이 출원한 특허의 비중은 더욱 높아질 것으로 전망됨
- 2015년까지는 에너지 저장(EST) 관련 특허출원 건수가 타 기술분야에 비해 큰 비중을 차지했고 특히 2013년에는 압도적인 비중을 차지했으나 이후 농업·어업(AGF) 기술 비중이 약 4년간 최고점을 유지하였고, 2019년 이후 점차 공급원료(CRM) 특허 비중이 급증함(그림 1-(b))
- 그림 2에서 기술 부문별 출원국가 기여 비중을 살펴봤을 때, AGF와 CRM 분야 특허는 중국이 각각 81%, 77%로 중국이 차지하는 비중이 다른 기술군보다 높음
 - 동 기술은 다른 기술에 비해 유럽과 미국의 양적 비중(4%~8%)이 높은 기술이라는 점 또한 특징적임
- 반면, 일본 특허는 EST와 TRS 부문 기술에서 특히 독보적(각각 66%, 63%)이며, 동 기술군에서는 중국을 제외한 주요 5개국(미국, 유럽, 한국)의 기여도가 미미함

4) 특허를 최초 출원한 국가에 출원한 날로부터 1년(PCT 특허의 경우 2년 6개월) 이내에 다른 국가에 선출원을 근거로 패밀리 특허를 출원할 수 있으며, 이 때 선출원 특허에서의 출원국을 최우선 출원국이라고 지칭함

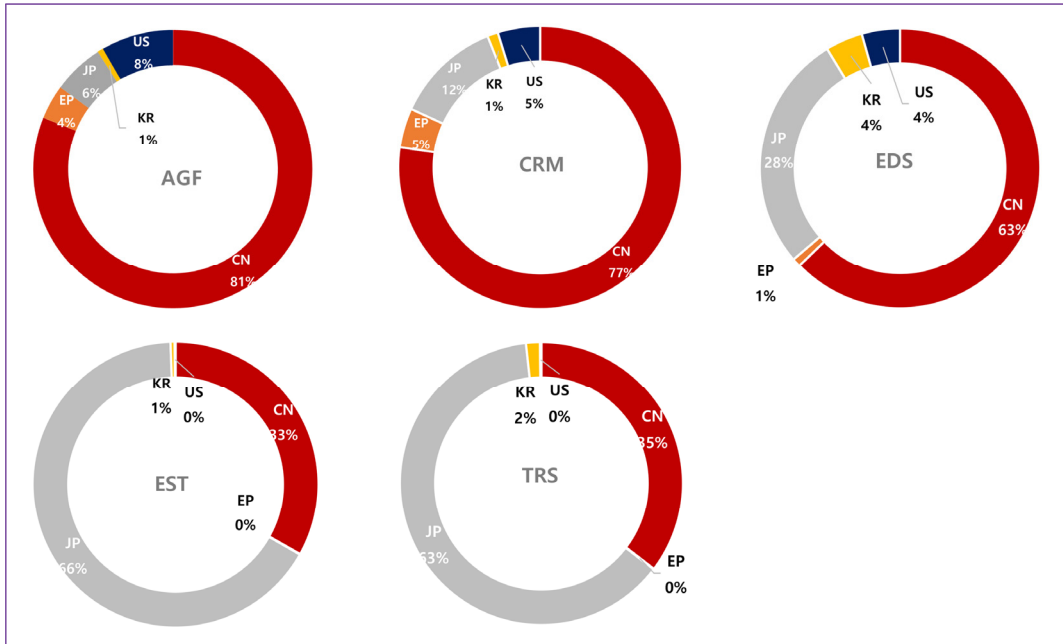
5) 여기서 유럽(EP)이 출원한 특허는 출원국 코드가 EP인 경우와 EPO 회원국가 코드에 해당하는 특허의 합집합을 의미함

6) 따라서 이후의 분석에서는 2021년까지의 데이터만 사용함

[그림 1] 녹색전환 기술 특허 출원 건수 변화



[그림 2] 녹색기술 부문별 출원국가의 기여 비중(2013~2021년 누적 건수)

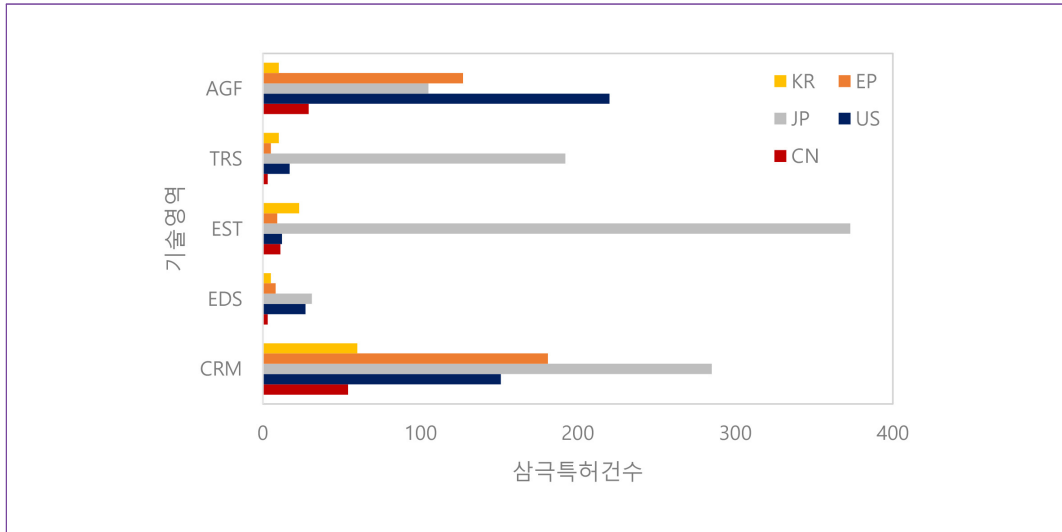


3) 특허 기술 영향력 비교 분석 결과

- 위 분석은 총 출원 건수에 기반한 것으로 기술 영향력과 같은 질적 특성을 보여주기 어려우며, 이를 보완하기 위하여 삼극특허⁷⁾ 건수, 피인용도, 패밀리특허 규모를 분석함
- 삼극특허 점유율은 그림 2의 전체 출원건수가 보여주는 출원국 기여 비중과 크게 다름(그림 3)
 - EST, TRS 기술의 경우 특허 출원 건수와 삼극특허 점유율 모두에서 일본의 존재감이 압도적임
 - AGF, CRM 기술의 경우 출원 건수로는 중국이 큰 차이로 1위를 차지하였으나, 삼극특허 점유율에서 각각 미국, 일본이 중국을 크게 앞서고 있음
 - AGF, CRM 기술과는 달리 압도적 1위 국가가 존재하지 않으며, 일본, 미국, 유럽이 경합을 벌이고 있는 구도임

7) 3극 특허(Triadic Patent Families)는 유럽특허청(EPO), 일본특허청(JPO), 미국특허청(USPTO)에 모두 등록된 특허로 OECD가 국가별 지식재산권 영향력 비교를 위해 개발한 지표임. 이는 등록 상태를 기준으로 하나 본 연구에서는 출원 상태의 특허 또한 분석 대상에 포함하였기 때문에 세 특허청에 출원된 특허로 조작적으로 정의하여 출원국의 잠재적 영향력을 비교하였음

[그림 3] 기술영역별 주요 출원국의 삼극특허 건수(2013~2021 누적)



■ 전체 분석대상 기간을 3개 구간⁸⁾으로 나누어 분석한 결과 최근으로 올수록 삼극특허 점유율이 높아지는 출원국은 일본, 한국, 중국이며, 반대의 경향성을 보이는 출원국은 미국과 유럽임 (그림 4)

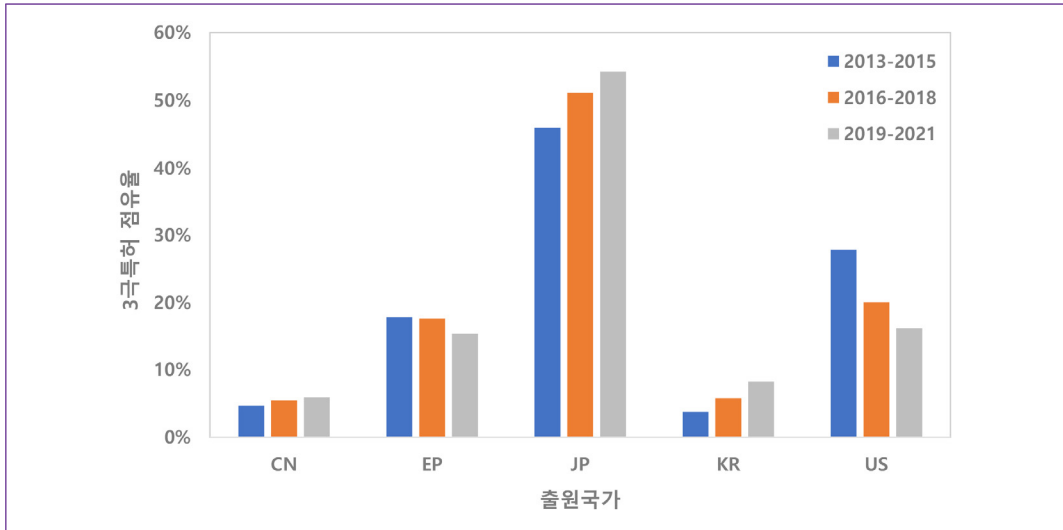
- 그러나 전반적으로 변화의 폭이 국가 순위를 바꿀 정도로 크지 않으며⁹⁾, 압도적 1위가 존재하는 EST, TRS 기술의 경우 1위 국가가 바뀔 가능성은 희박한 것으로 진단됨

- 기술선점 노력이 특히 치열했을 것으로 보이는 기술 후보(시간이 흐름에 따라 EST → AGF → CRM로 변화) 대상 피인용도 및 패밀리특허 규모(문헌수 기준)의 변화를 심층 분석함
 - 출원 기술이 자국에서 지식재산권을 행사하는 경우, 즉 출원국과 지정국이 동일한 특허의 내용은 글로벌 경쟁력 차원에서 상대적으로 중요도가 떨어지므로 본 연구에서는 출원국과 지정국이 다른 해외출원만을 대상으로 출원 기술 간의 피인용 관계, 패밀리 관계를 살펴봄
 - 과거에 출원된 특허일수록 이후 누적 피인용수 및 패밀리특허 출원 건수가 증가하는 것은 자연스러운 경향성이므로 감소추세 자체가 유의미한 정보를 제공하지는 않으나 감소 변화율의 차이는 주목할 필요가 있음

8) 녹색기술 영역 중 EST, AGF, CRM 대상 출원이 집중된 기간은 EST(2013~2015) → AGF(2016~2018) → CRM(2019~2021)으로 변화하였으며, 이렇게 집중도가 변화한 시점을 기준으로 3개의 기간으로 구분함

9) 예외로 중국과 한국이 2013~2015년 구간에서 각각 4위, 5위였으나 2016년 이후 5위 4위로 뒤바뀜

[그림 4] 출원국가별 삼극특허 점유율 변화



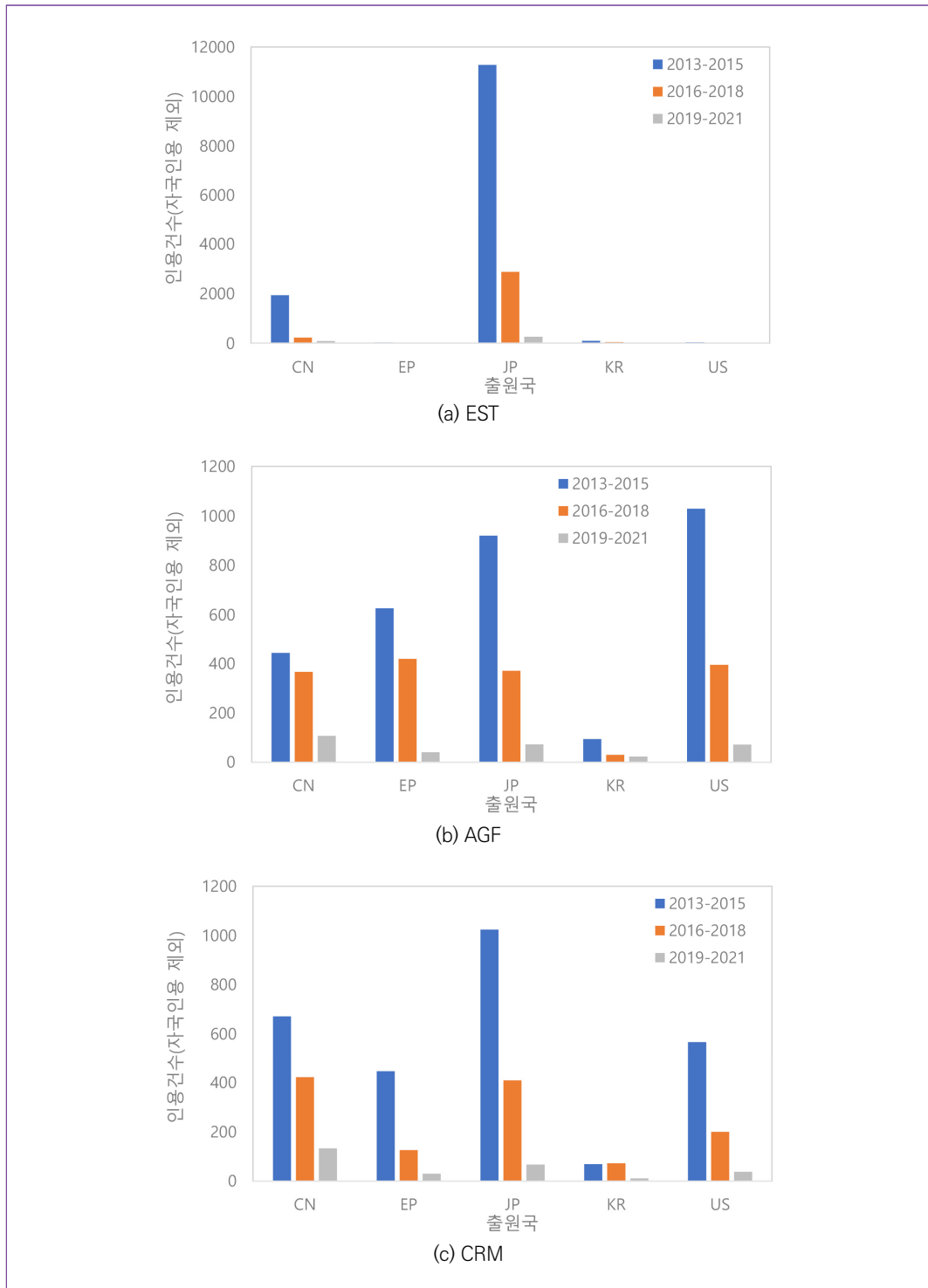
■ 과거 기술 강국(일본, 미국, 유럽)이 주력한 기술과 그 영향력의 변화

- 일본의 점유율이 특히 높았던 EST 기술의 경우 일본의 영향력(피인용도 점유율, 패밀리 문헌수 점유율 기준) 지속적으로 최고치를 유지하고 있으며, 다른 기술에 비해 2위 국가와의 격차가 큼
- 반면 CRM 부문은 전반적으로 치열한 영향력 경쟁 양상을 보여주는데, 특히 패밀리특허 문헌 수는 출원년도가 최근에 가까울수록 감소하는 일반적인 추세를 역행하는 패턴을 보여주기도 하여 많은 국가들이 경쟁 관계에 포함되어있음을 시사함
- AGF 기술은 피인용도와 패밀리특허 규모와 상관성이 다른 기술에 비해 적은 것으로 드러남: 피인용도에서 보여주는 미국, 일본, 유럽 간의 격차에 비해 패밀리특허 문헌수에서 미국과 유럽의 점유율이 크게 높은 것으로 나타남

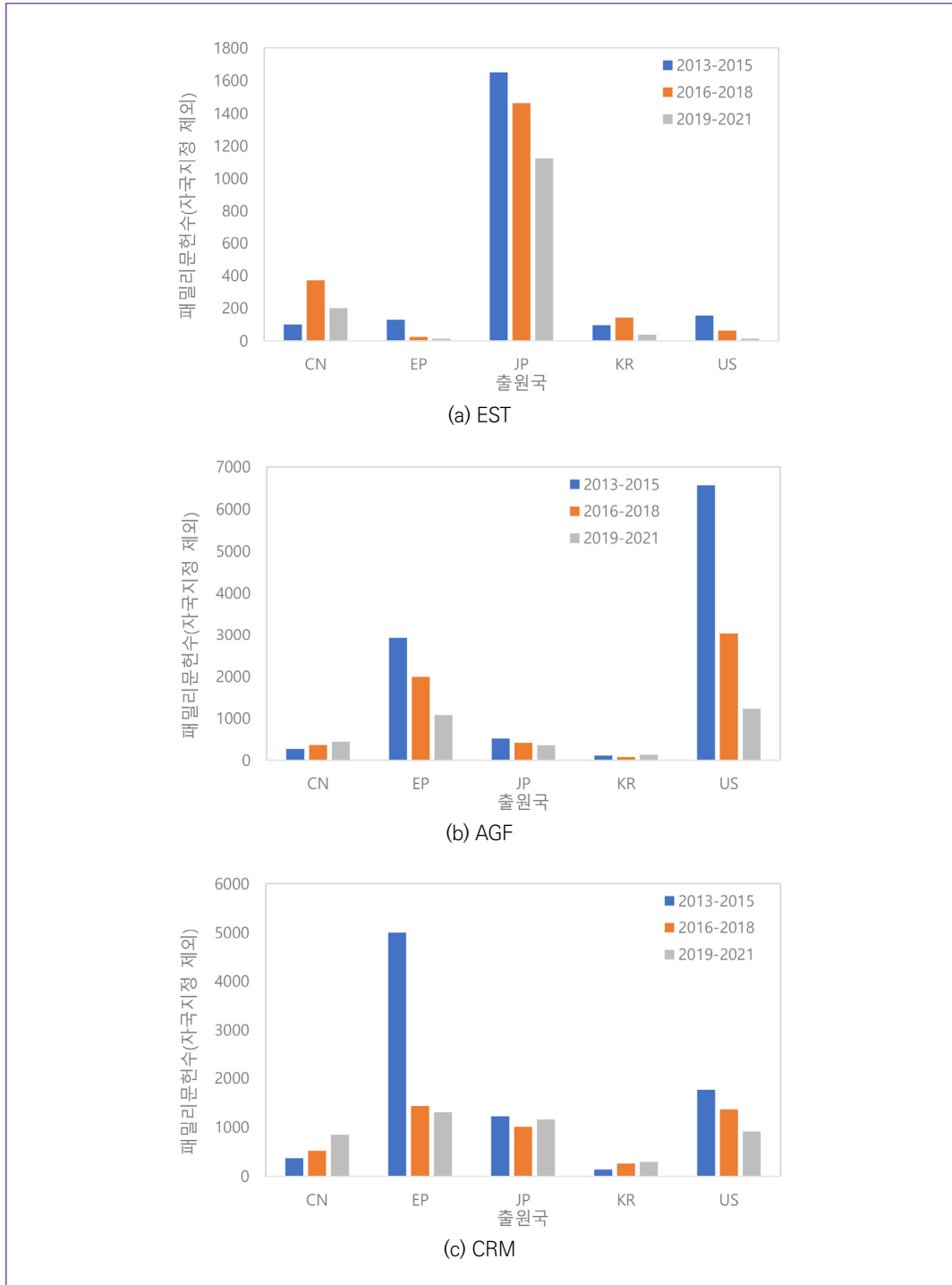
■ 신흥 추격자 중국이 주력한 기술과 그 영향력의 변화

- 중국의 경우 패밀리특허 문헌 수 절대치는 한국 다음으로 낮은 수준을 유지하는 가운데 최근으로 갈수록 증가추세를 보여주고 있어 잠재적 시장확대 의지를 엿볼 수 있으며, 이 영향성은 CRM 기술에서 가장 두드러짐

[그림 5] 출원국가별 2013~2022 출원 특허에서의 총 피인용 건수



[그림 6] (a) 전체 분석 대상 녹색전환 기술, (b) EST 기술, (c) CRM 기술의 연간 패밀리특허 문헌 수 변화(2013~2022), 자국 대상국 패밀리 특허는 제외



■ 기술 영향력 분석 결과가 시사하는 바

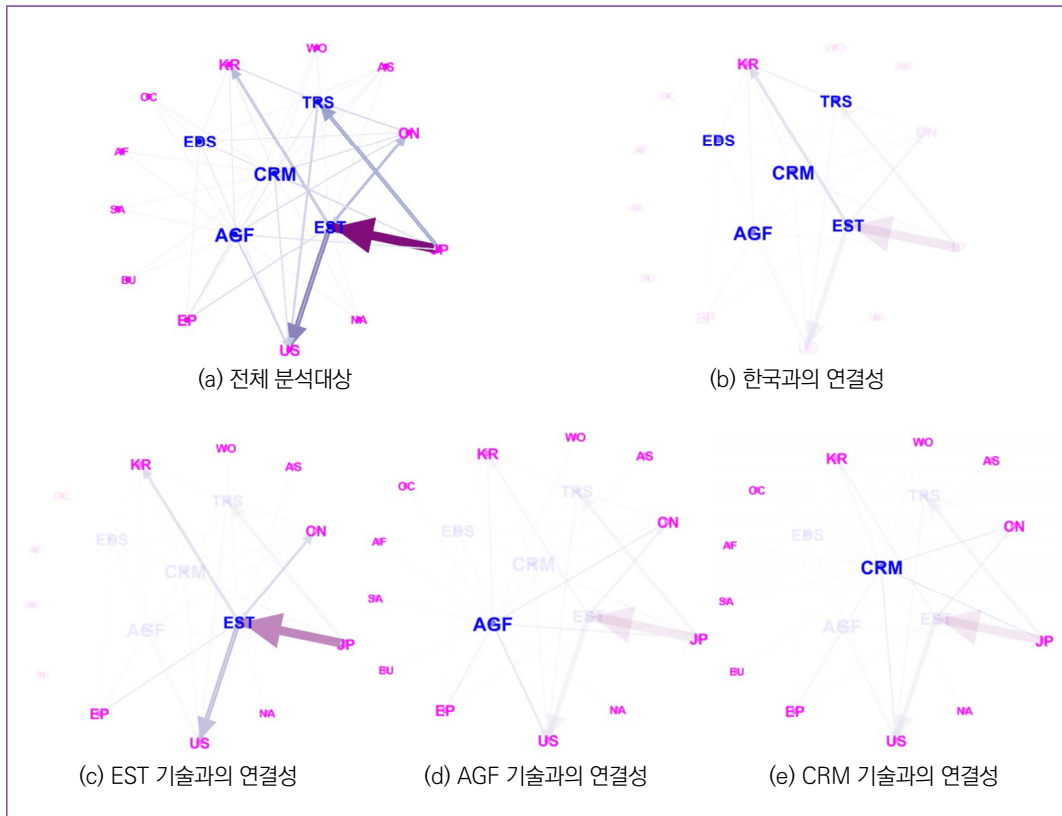
- 과거 기간 1(2013~2015)과 기간 2(2016~2018)에 출원 집중도가 높았던 EST, AGF 기술은 내용 영향력(피인용도)과 잠재적 시장 확장성(패밀리특허 규모) 순위가 안정적으로 유지된 반면 가장 최근 출원 집중도가 높았던 CRM 기술은 기술 영향력이 상대적으로 낮은 중국이 기존의 기술 선진국을 빠르게 추격하고 있음
 - 기간 3(2019~2021)에서 CRM 기술 부문 피인용도 1위는 중국이며, 패밀리특허 규모 1위는 유럽이나 일본, 미국, 중국과의 격차는 상대적으로 작음
- 핵심원자재 공급 안정성이 국가 산업 경쟁력에 가지는 전략적 중요성이 급증함에 따라 CRM 기술 경쟁은 향후 더욱 치열해질 것으로 전망되며, 한국이 비교우위를 가지는 요소 기술과 함께 지식재산권 방어가 필요한 영역을 식별할 필요가 있음

4) 피인용, 패밀리 네트워크 분석 결과¹⁰⁾

- 그림 7은 특정 출원국에서 출원한 녹색전환 기술이 어느 국가를 대상으로 하는 특허에 피인용되었는지, 즉 피인용된 기술별 주요 출원국과 그 내용에 영향을 받은 기술시장 간의 연결성을 보여줌
- EST 부문에서 일본이 출원한 기술이 인용을 통하여 해외로 가장 많이 전파되었으며, 특히 JP→EST→US 연결성이 가장 두드러져 보임
 - 한국 또한 EST와 TRS 기술을 매개로 일본의 영향을 크게 받고 있는 것으로 나타났음

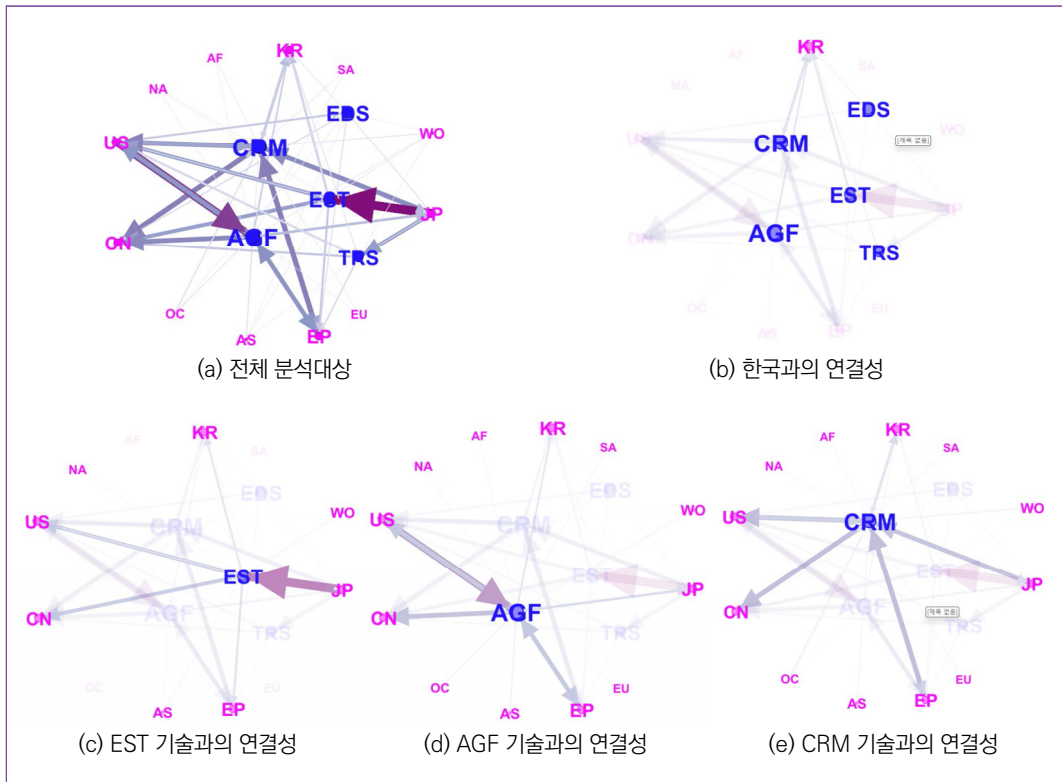
10) 그림의 가독성을 위하여 전체 출원국과 대상국은 주요국(CN, EP, JP, KR, US)를 제외한 경우 대륙별로 그룹화(AF: 아프리카, AS: 아시아, EU: EPO 회원국 외의 유럽, NA: 북미, OC: 오세아니아, SA: 남미, WO: 세계지식재산권기구)하여 보여줌

[그림 7] 피인용 네트워크



- 그림 8은 특정 출원국에서 출원한 녹색전환 기술이 어느 국가를 대상으로 출원되었는지, 즉 패밀리특허 기술별 주요 출원국과 잠재적 기술시장 간의 연결성을 보여줌
- 패밀리특허가 보여주는 잠재적 기술시장 간의 연결성은 피인용 네트워크에 비해 방향성과 주요 출원국 구성이 다양함
 - EST, AGF, CRM 부문에서 영향력이 가장 큰 국가는 각각 일본, 미국, 유럽~일본으로 다양하나 미국과 중국 시장을 중요한 타겟으로 하였다는 공통점이 존재함
 - 한국은 피인용 네트워크에서와 마찬가지로 영향력을 미치기보다 영향을 받는 국가지만 예외적으로 CRM 부문에서는 일부 영향을 미치는 방향성이 가시적으로 드러나기도 함
 - 그러나 CRM, EST, AGF 기술 부문 모두에서 잠재적 시장으로서 가장 집중도가 낮은 것으로 나타남

[그림 8] 패밀리특허 네트워크



1) 지적재산권 경쟁력 진단

■ 한국의 기술 영향도 분석 결과

- 출원 건수 분석 결과에서 상위 국가인 일본, 중국과 비교했을 때 한국의 출원 규모는 비교 대상이되지 않을 정도로 미미한 수준에 머무르고 있으나 삼극특허 보유 수준 분석 결과 모든 기술 부문에서 중국보다 우위에 있었으며, 유럽, 미국이 기간 1에서 기간 3으로 가면서 삼극특허 보유율이 감소한 것과 반대로 한국의 보유율은 증가한 것으로 나타남
 - 특히 EST와 TRS 기술에서는 유럽보다도 우위에 있는 것으로 나타났는데, 이는 한국이 TRS와 EST 분야에서 출원한 특허의 영향력이 주요 국가(일본, 유럽, 미국)를 중심으로 하는 시장에서 유럽과 유사하거나 우수한 경쟁력을 보유한 것으로 해석할 수 있음¹¹⁾
 - 그러나 EST와 TRS 기술의 경우 일본이 압도적인 영향력을 발휘하고 있는 기술영역이므로 한국의 영향력을 향상시키고 비교 우위를 확보하는 것은 어려운 과제임
 - 반면, 국가 간의 경쟁이 치열한 CRM 부분에서는 여전히 중국과 유사한 수준의 낮은 영향력을 보여주나, 이 기술영역은 아직 확고한 순위가 결정되지 않고 성장 잠재력이 높은 분야이면서 자원안보 측면에서 중요도가 높으므로 빠르게 경쟁력을 향상시킬 필요가 있음
- 한국은 피인용도 및 패밀리특허 규모에서 주요 5개국 중 최하위 수준으로 나타나 글로벌 확장성에서 한계를 가짐을 확인함
 - AGF, CRM 기술에서는 중국보다도 영향도가 크게 떨어지는 것으로 드러남
 - 특히 식량안보와 관련성이 높은 AGF 기술은 피인용도 및 패밀리특허 규모 뿐만 아니라 출원건수, 삼극특허 점유율 등 모든 항목에서 한국은 최하위 수준이면서 주요 5개국과의 격차가 가장 큰 기술로 지적재산권 차원에서 취약성이 가장 큰 것으로 드러남

11) 삼극특허 분석 결과에서도 일본 다음으로 영향력이 높은 것으로 나타남

■ 한국이 출원한 기술 중 영향도가 높은 기술 분석

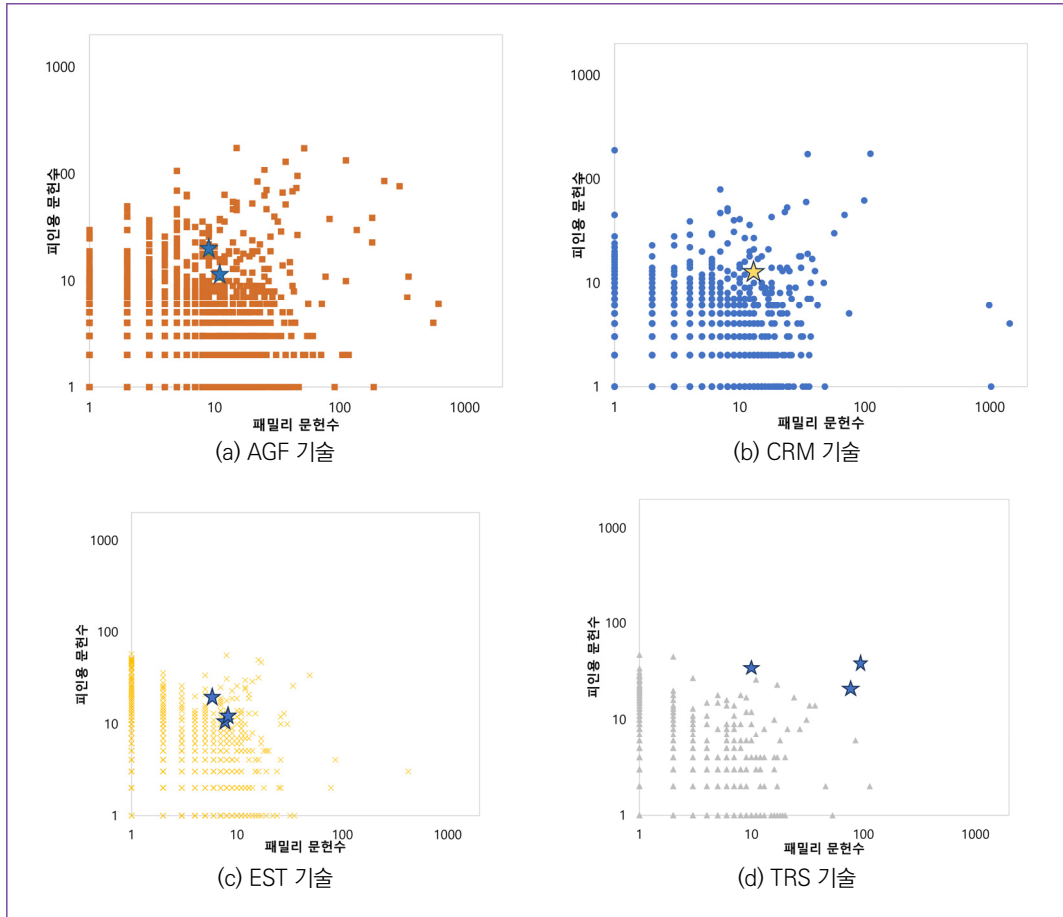
- 한국이 출원한 삼극특허에서 피인용 문헌 수 상위 10위에 포함되면서 등록 상태를 유지하고 있는 것을 표 2에 정리함
- 이들 특허가 전체 분석 대상에서 차지하는 위치를 그림 9에 표시하여 해당 기술이 해외 기술 시장에서 가지는 잠재적 영향력을 진단함
 - EDS 기술을 제외한 4개 기술영역에서의 고 영향 특허는 피인용도와 패밀리특허 규모에서 중간 이상의 위치를 차지하고 있으나 해당 영역 최고 수준과의 격차가 10배 이상 나는 것으로 나타남
 - TRS 기술의 경우 한국이 출원한 고 영향 기술이 전체 중 가장 영향력이 높은 수준에 위치함을 확인함
- 한국은 국가 규모의 한계가 존재하므로 넓은 범위에서 평균적으로 높은 기술 수준을 확보하는 전략보다는 개별 특허 단위에서 비교 우위를 가질 수 있는 기술을 확보하는 것이 중요할 수 있으며, 특히 성장 잠재력이 높은 CRM 기술과 취약성이 높은 AGF 기술영역에서 고 영향 특허가 출원될 수 있도록 기술개발 투자가 요구됨

[표 2] 한국이 출원한 고 영향 특허 내용 분석

기술코드	출원연도	패밀리 문헌 수	피인용 문헌 수	발명의 명칭
AGF	2013	9	19	식물의 대량 재배 장치
AGF	2020	11	11	카트 자동이송 시스템
CRM	2013	13	13	리튬을 포함하는 용액으로부터 경제적인 리튬 추출 방법
EST	2016	7	18	양극 합제 및 이를 포함하는 이차전지
EST	2016	9	12	이차전지용 양극활물질, 이의 제조 방법 및 이를 포함하는 이차전지
EST	2016	8	10	이차전지용 양극 및 이를 포함하는 이차전지
TRS	2013	10	34	무선 전력 전송 시스템에서 이물질 감지 장치 및 방법
TRS	2015	75	21	가스 처리 시스템 및 이를 포함하는 선박
TRS	2015	95	40	다중 단계 열-압축-냉각 과정을 통한 액화가스 저장 선박 및 해당 시스템 ¹²⁾

12) 특허 데이터베이스에서 발명의 명칭을 제공하지 않아 요약 내용에 기반하여 저자가 작성함

[그림 9] 한국이 출원한 고 영향 특허가 전체 분석 대상에서 차지하는 위치
(별 모양으로 표시, 고 영향 특허 조건에 맞는 EDS 기술은 존재하지 않음)

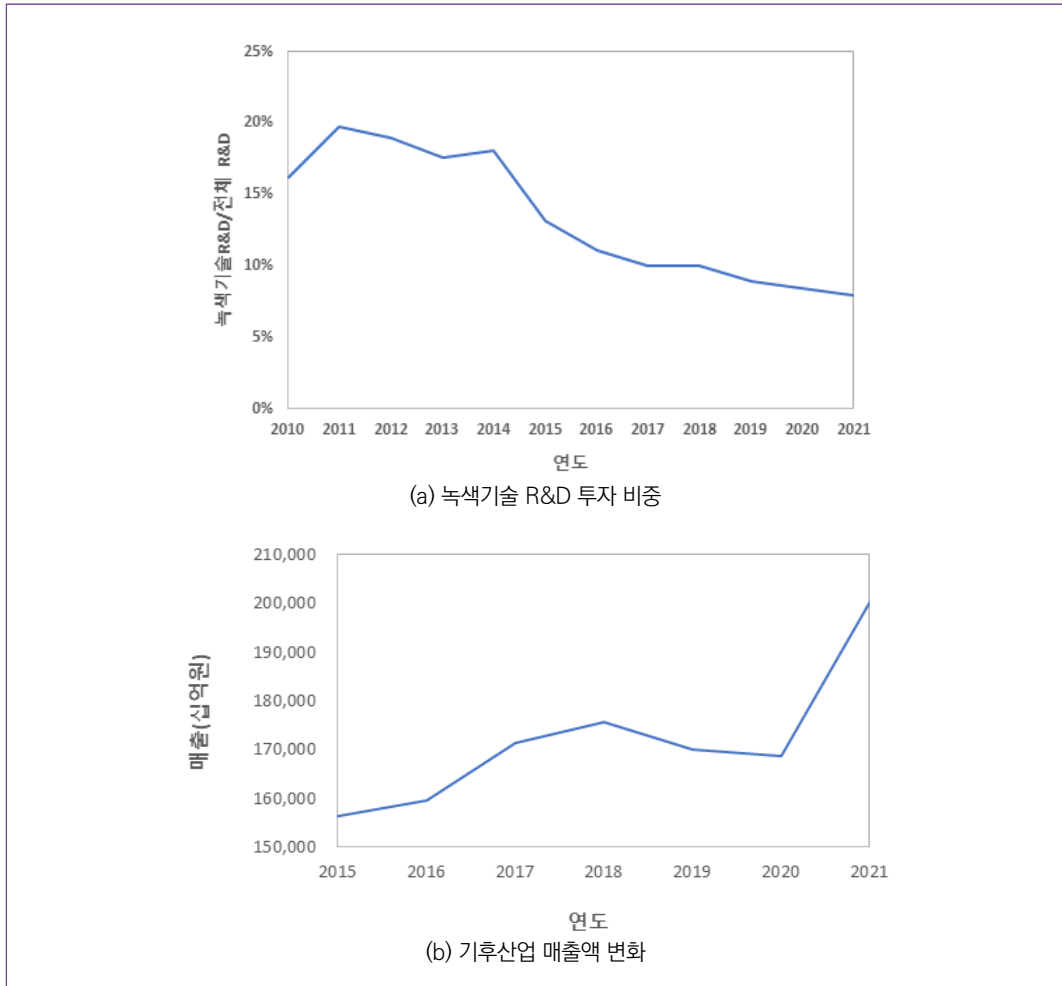


2) 국내 연구개발 투자 현황

- 정부 R&D는 녹색전환 기술 특허 확보에 중요한 투자 재원이므로 전반적인 변화 경향성과 함께 투자 증감이 두드러진 세부 기술영역을 알아 보는 것은 향후 기술경쟁력 확보전략을 도출하는 데에 중요한 정보를 줌
 - 한국의 녹색기술 투자 규모는 녹색성장 국가 중점 아젠더가 추진되었던 2008~2013년 정부 R&D 투자가 크게 증가한 이래 지속적으로 감소 추세(그림 10)이며, 세부 기술영역에서의 투자(그림 11)는 변동성이 높아 연구개발의 지속성을 담보하기 어려움
 - 이러한 R&D 투자 규모의 축소 및 낮은 지속성은 국내 녹색전환 기술경쟁력을 약화시키는 원인이 될 수 있음

- 한편, 정부 R&D 투자가 지속적으로 감소 추세에 있었음에도 기후기술 산업의 매출액은 2015년 이래 전반적으로 증가추세에 있음
 - 이는 민간 기업의 기후기술 부문 R&D 투자 증가가 기여한 것¹³⁾으로 해석할 수 있음

[그림 10] 녹색전환 기술 투자, 매출액 변화

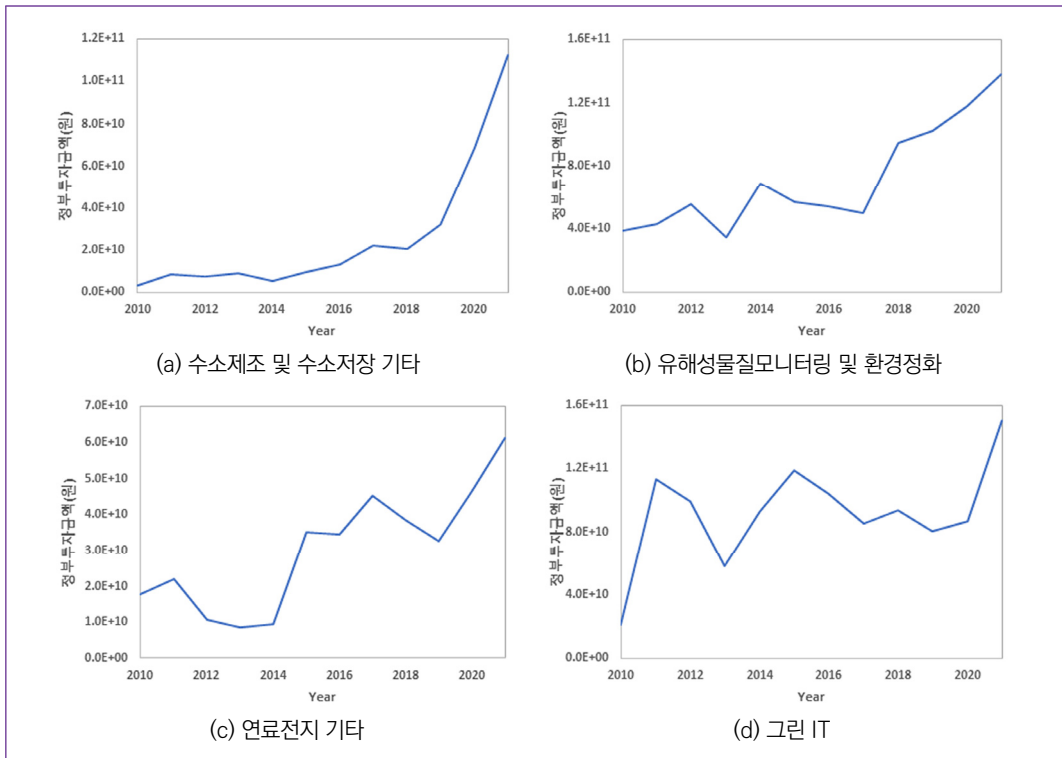


출처: 녹색기술 R&D 정부투자 금액은 국가과학기술지식정보서비스(NTIS), 기후기술산업 매출액은 한수현 외(2022)에서 제공하는 데이터를 활용함

13) 김은아(2023) '녹색전환 및 녹색기술에 대한 한국의 미래 중점 아젠더,' 한-EU 글로벌 라운드테이블(녹색전환을 이끄는 의회의 역할: 한-EU 과학기술 협력을 중심으로) 발표자료

- 전반적으로 정부의 녹색기술 R&D 규모가 감소하는 가운데 일부 세부 기술 영역에서 최근 증가추세를 보이며(그림 11) 특히 에너지 저장(EST) 기술 소분류에 속하는 수소제조 및 수소저장 기타 기술과 연료전지 기타 기술 부문의 성장이 두드러짐
 - 기술개발 투자 효과가 특히 성과로 가시화되는 데에는 일정 시간이 필요하므로 해당 소분류 기술에 해당하는 고 영향 특히는 2~3년 후의 분석에서 평가될 필요가 있음
- 나머지 녹색전환 기술은 증가율이 미미하거나 감소 추세에 있음
 - 위 소절에서 해외 기술시장에서 가지는 잠재적 영향력이 높은 기술이 존재하였던 TRS 기술투자는 큰 폭으로 감소(2010~2021 기간에서 후반기 투자가 전반기 대비 56% 감소)
 - 성장 잠재력이 높거나 안보적 성격을 가지는 CRM와 AGF 기술 영역과 정확히 일치하지는 않으나 폐기물, 기후변화 적응은 각각 전반기 대비 후반기 투자가 4%, 13% 증가함
 - 이러한 투자 증가에도 다른 기술에 비해 비교 우위가 약한 것은 주요국가에 비해 해당 기술에의 투자가 부족하거나(폐기물, 기후변화 적응 각각 녹색전환 기술 전체의 4%, 13%), 투자 성과가 낮은 것으로 해석할 수 있음
 - 이들 분야는 경쟁력 향상을 위하여 양적·질적 성장 모두를 위한 전략이 필요함

[그림 11] 최근 3년(2019~2021) 정부 투자금액이 급격히 증가한 세부 녹색전환 기술



- 세계질서 재편 관점에서 특정 국가의 기술경쟁력 변화 경향성이 의미하는 바
 - 중국은 본 연구가 대상으로 하는 녹색전환 기술 부문에서 양적으로 폭발적인 성장을 이루고 있는 것으로 드러났으며, 이는 특허 출원 건수 뿐만 아니라 피인용 수, 패밀리특허 규모에서도 확인할 수 있음
 - 녹색전환 기술 전반에서 과거 양적인 우위를 가졌던 국가는 일본이었으나, 중국이 양적인 우위를 가지는 기술 영역이 확장될 것으로 전망됨
 - 기술 내용의 영향력 차원에서 과거와 현재의 패권국가 또는 선진국이 다양한 분야에서 쌓아놓은 과학기술 역량은 시간이 갈수록 따라잡기 어려운 격차를 만들어 기술 후발주자가 추격하기 어려운 환경을 만들어냄을 확인함
 - 특히 일본이 일찍부터 출원에 집중한 EST, TRS 기술에서 삼극특허 점유율 기준 일본의 기술 영향력이 압도적으로 큼
 - 중국이 특히 양적 성장을 집중한 분야는 공급원료(금속·광물자원 안보 관련, CRM) 관련 기술로, 최근 유럽과 미국이 대중국 리스크로 인식하고 있는 핵심원자재 확보와 관련된 기술임
 - 그러나 기술 영향력 지표로 사용한 삼극특허 점유율 분석 결과 CRM 기술에서 중국의 점유율은 최하위에 머무른 것으로 나타나 아직 일본, 유럽, 미국 기술시장에서 영향력이 제한적임
- 이상의 녹색전환을 둘러싼 세계질서 개편 환경에서 한국의 기술개발 전략 관련 제언
 - 한국이 과거와 같이 특정 산업발전에 선택 집중하는 전략을 유지하는 경우 그동안의 비교 우위가 있는 TRS 또는 EST 기술에 집중하여 기술경쟁력의 초격차를 만드는 전략이 중요함
 - 최근 한국은 EST에 속하는 일부 기술에 정부 R&D 투자를 늘려왔으나 아직 국가 단위에서 기술 영향력 향상 효과가 가시화되지 못하였음
 - 해당 분야에서 일본이 압도적인 영향력을 주요 국가에 미치고 있어 한국이 비교 우위를 가질 수 있는 개별 특허 단위의 고영향 특허 확보 전략이 요구됨
 - 반면, 글로벌 패권경쟁의 징후가 가장 크게 보이면서 자원안보와 밀접한 관련이 있는 CRM 기술의 경우 이 영역에서 도태되는 경우 국가 전반의 경쟁력 수준에 영향을 줄 수 있으므로 경쟁이 치열한 가운데 한국이 강점을 가질 수 있는 틈새시장을 반드시 찾을 필요가 있으며, 해당 기술의 경쟁력을 향상시킬 수 있도록 R&D 투자가 확대될 필요가 있음

- 다른 한편, 안보기술(식량안보)이면서 기술 영향력이 주요 5개국 중 특별히 떨어지는 AGF 기술에 국가 R&D 규모는 소폭 증가했음에도 기술 영향력 측면에서 취약성이 두드러지는 원인에 대하여 심층 분석이 이루어질 필요성이 있으며, 영향력이 높은 기술을 확보하는 방안이 모색될 필요가 있음

- 표 1에 정의된 분석 대상 기술영역에 포함된 특허코드를 메인코드¹⁴⁾로 하여 2013~2022년간 주요국가(한국, 미국, 중국, 일본, 유럽¹⁵⁾)에 출원된 특허¹⁶⁾를 대상으로 1차 분석을 수행함
- 1차 분석의 목적은 출원경쟁이 치열한 녹색전환 기술영역에서 출원국가별 출원 규모의 변화와 주력 분야를 분석함으로써 기존에 녹색기술 경쟁력이 높았던 국가가 주력한 기술과 중국이 주력한 기술을 식별하는 것임
- 데이터베이스는 주요국 특허 DB를 보유하고 있는 윈텔립스(Wintelips)를 사용했으며 검색일 2023년 07월 07일을 기준으로 공개된 특허 중에 최신 상태의 문서에서 중복 건을 제거하여 분석함
- 기술 부문별 지식재산권 영향력 분석: 기술 부문별 지식재산권 영향력이 높은 국가를 식별하기 위하여 삼극특허(triadic patent families), 피인용도, 패밀리특허 규모를 분석함
 - 삼극특허는 유럽특허청(EPO), 일본특허청(JPO), 미국특허청(USPTO)에 동시 등록된 특허로 OECD가 국가별 지식재산권 영향력 비교를 위해 개발한 지표이며, 본 연구에서는 기술영역별 3개 구간의 기간에서 삼극특허 점유율의 변화를 분석함
 - 패밀리 특허 규모는 EPO 패밀리 분류 기준 패밀리 특허 데이터를 활용함: 패밀리 특허는 여러 국가¹⁷⁾에 동시에 동일한 내용의 특허가 출원되는 경우 또는 최우선 출원 특허¹⁸⁾를 대상으로 우선권 주장을 하여 유효 기간 안에 다른 나라에 출원하는 경우 이들 특허 전체가 하나의 '패밀리'를 이룬다고 정의하며, 이들이 동질적인 기술 내용을 보유한다고 보고 패밀리특허 분석에서 1개 특허로 간주함
 - 피인용 네트워크 분석을 위하여 전방 인용(forward citation) 관계 네트워크를 구축함: 출원국에서 출발하여 해당 특허가 피인용된 특허의 대상국으로 향하는 방향성을 가짐
 - 패밀리특허 네트워크는 패밀리로 엮인 특허의 출원국에서 출발하여 패밀리특허의 대상국으로 향하는 방향성을 가짐
 - 네트워크 분석에는 R Studio 프로그램 버전 2022.07.1.+554를 사용하였으며, 네트워크 분석 결과를 시각화하는 작업에는 Gephi 버전 0.10.1을 이용함

14) 기술 분류별 세부 구성 내용은 차정미 외(2023)과 박성준 외(2022)에서 제시한 기술 중분류-특허코드-기술설명 테이블 참조
 15) 여기서 유럽(EP)이 출원한 특허는 출원국 코드가 EP인 경우와 EPO 회원국가 코드에 해당하는 특허의 합집합을 의미함
 16) 본 연구에서는 국가별 지식재산권 확보 집중도 또한 분석의 목적 중에 포함되므로 심사가 완결되어 등록된 특허를 포함하여 출원단계만 거쳤거나, 심사중에 있거나, 과거에 출원되었으나 소멸되었거나, 심사과정에서 취하, 포기된 특허도 분석 대상에 포함함. 여기서 분석 대상 특허는 '출원' 상태를 기준으로 출원 대비 등록률에 따라 실질적으로 지식재산권을 행사할 수 있는 특허 규모와는 차이가 있으나, 본 연구에서는 시기별 출원국이 특정 기술에의 출원 집중도를 살펴보기 위한 목적으로 활용하기 위하여 분석함
 17) 개별 국가 또는 EPO(European Patent Organization), WIPO(World Intellectual Property Organization), IB(International Bureau of WIPO)
 18) 이 특허가 기초출원이 됨

참고문헌

과학기술정보통신부 외. (2022) 과학기술&ICT 정책·기술 동향 206호.

과학기술정보통신부 외. (2023a) 과학기술&ICT 정책·기술 동향 230호.

과학기술정보통신부 외. (2023b) 과학기술&ICT 정책·기술 동향 231호.

김은아 (2022) 녹색전환과 환경갈등 기획연구, 국회미래연구원 기획연구보고서 22-01호

김은아 (2023) '녹색전환 및 녹색기술에 대한 한국의 미래 중점 아젠더,' 한-EU 글로벌 라운드테이블
(녹색전환을 이끄는 의회의 역할: 한-EU 과학기술 협력을 중심으로) 발표자료

박성준 외 (2022) 기후변화 대응과 공급망 전략, 국회미래연구원 연구보고서 22-20호

차정미 외 (2023) 미중 기술경쟁 시대 세계질서 전환: 트리플 트랜지션의 미래와 중견혁신국의 전략

한수현 외 (2022) 2021년 기후기술 산업통계, 과학기술정보통신부, 한국과학기술원, 국가녹색기술연
구소.

Energy Foundation China (2022) Low carbon consumption project newsletter

국가과학기술지식정보서비스 (2023) (HYPERLINK "<https://www.ntis.go.kr/ThMain.do>" <https://www.ntis.go.kr/ThMain.do>, 접속일: 2023.08.17.)

백악관 (2022) (<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/11/04/fact-sheet-biden-harris-administration-makes-historic-investment-in-americas-national-labs-announces-net-zero-game-changers-initiative/>
접속일: 2023.12.20.)

녹색전환기술 글로벌 영향력 향상 전략:
세계질서 재편의 맥락에서

인 쇄 2023년 12월 26일
발 행 2023년 12월 31일
발 행 인 김현곤
발 행 처 국회미래연구원
주 소 서울시 영등포구 의사당대로 1
전 화 02-786-2190
팩 스 02-786-3977
홈페이지 www.nafi.re.kr
인 쇄 처 (주)명진씨앤피(02-2164-3000)

©2023 국회미래연구원

ISSN 2983-4392

이 자료는 국회미래연구원 홈페이지(www.nafi.re.kr) 및
열린국회정보(open.assembly.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.

