

기후변화대응 전략수립과 전략의 성공적 이행을 위한 기술분석에 관한 연구

박귀순* · 안주명** · 서옥이*** · 허정은**** · 이재방*****

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

우리나라 정부는 최근 2030년 온실가스배출전망치 대비 37%(3억 1,473만톤 CO₂-e)를 줄이는 도전적 온실가스 감축안을 유엔기후변화협약 제21차 당사국총회에 자발적 감축목표로 제시할 예정임을 발표하였다(관계부처 합동a, 2015). 이와 함께 범부처 기후변화대응 전략 및 국가상위계획에 친환경 에너지 관련 기술을 동 목표 달성을 위한 주요 기술로 제시하고 있다(관계부처 합동b, d, 2014; 관계부처 합동 C, 2015). 본 연구에서는 첫 번째, 온실가스 저감과 국가성장동력 창출의 두가지 목표를 동시에 달성하기 위해 수립된 범부처 기후변화대응 전략의 수립 과정을 분석하고 두 번째, 동 전략을 통해 도출된 핵심분야를 대상으로 다각적 정보분석을 실시하여 미래유망기술을 발굴하고자 하였다. 차세대 태양전지 소재로 주목받고 있는 페로브스카이트 소재 관련 기술분석에 기반한 유망분야 발굴을 통해 국가 상위 전략 수립, 핵심기술별 로드맵 도출, 정보분석, 유망기술 도출, 국가연구개발사업 추진으로 연계되는 효과적 정책이행의 구체적 사례를 제시하고자 하였다. 이를 위해 기 수립된 기후변화대응 전략의 실증분석을 통해 면밀한 분석을 실시하였으며, 사례분석을 위해 과제, 논문, 특허를 활용한 NTIS, Thomson Innovation 분석 및 전문가를 통한 상세분석을 실시하여 유망기술을 도출하였다. 이러한 분석을 통해 기후변화대응 분야 국가연구개발사업 추진을 위한 효율적 미래유망기술 도출 방법론을 제시하고자 하였으며, 기후변화대응 관련 전략수립 체계 분석을 통해 향후 국가전략 수립을 효과적으로 추진할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 기후변화대응 전략 수립에 관한 분석

1. 전략수립 배경 및 현황

전 지구적 기후변화에 따른 생태계 변화와 자원고갈은, 국제공조를 통해 해결해야하는 우리가 당면한 문제이다. 우리나라는 에너지 다소비 산업 중심의 산업기반으로 인해 화석연료에 대한 의존도가 85%에 달하고 UNFCC(유엔기후변화협약)에 의하면 1990년에서 2011년 사이 온실가스 배출 증가율이 세계 1위이다. 2020년 온실가스 감축의무화가 현실로 다가옴에 따라 세계적으로 기후변화대응 투자와 시장이 급격히 확대되고

* 박귀순(교신저자), 한국연구재단 국책기술전략팀 연구원, 042-869-7857, kwisun_park@nrf.re.kr

** 안주명, 한국과학기술연구원 융합연구정책센터 연구원, 042-869-6646, jmahn@kist.re.kr

*** 서옥이, 한국연구재단 생명과학단 P.O., 042-869-6530, sos@nrf.re.kr

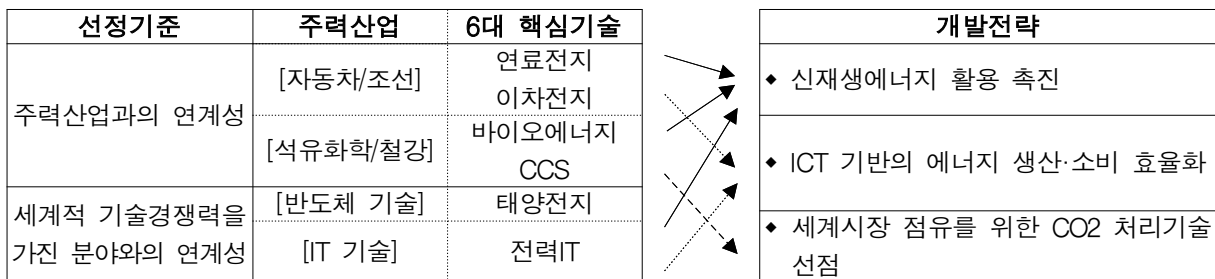
**** 허정은, 한국연구재단 인문사회연구총괄기획팀 팀장, 042-869-6101, pretty785@nrf.re.kr

***** 이재방, 한국연구재단 국책사업기획실 실장, 042-869-7790, jblee@nrf.re.kr

있다. 우리나라가 발주국으로 참여 중인 신기후경제(New Climate Economy) 국제연구프로젝트는 온실가스 감축이 국가발전의 방해요소가 아닌 불안정한 기후에 따른 리스크 해결 및 지속가능성장을 동시에 추구할 수 있는 방안을 경제적 파급효과 분석을 통해 제시하고 있다(The Global Commission on the Economy and Climate, 2015). 이에, 우리나라 정부는 2014년 관계부처 합동으로 「기후변화 대응 핵심기술 개발전략」을 수립하고 기후변화대응 핵심기술 개발을 통해 2020년까지 CO₂ 1,300만톤 감축 및 217조원의 경제적 가치를 창출 수 있을 것으로 예측하였다(관계부처 합동b, 2014). 이후 「기후변화대응을 위한 에너지 신산업 활성화 및 핵심기술 개발전략 이행 계획」을 수립하고 전략의 성공적 이행을 위한 실행방안을 마련하였다(관계부처 합동c, 2015).

2. 기후변화대응 핵심기술 선정

우리나라는 2008년 총리실 주관으로 ‘기후변화 대응 국가연구개발 마스터 플랜’을 제시하여 115개 기후변화대응 기술을 발표하고 후속으로 ‘녹색기술 연구개발 종합대책’을 통해 27대 중점녹색기술을 선정하였다(관계부처 합동b, 2014). 이후 27대 중점녹색기술을 기반으로 한 6대 기후변화대응 핵심기술을 선정하기 위해 2단계 분석을 실시하였다. 첫 번째 단계로 선진국 대비 국내 기술 수준과 세계 시장 전망 사이의 27대 중점녹색기술별 포지셔닝에 따라 (1) 기술력이 높고 시장전망이 좋은 민간주도 영역(1개 기술), (2) 기술수준은 다소 낮으나 시장 전망이 좋고, 기술력을 기반으로 시장창출이 가능한 정부 집중주도 영역(11개 기술), (3) 기술수준이 낮고 시장전망이 불투명하나 사회문제해결 차원에서 필요한 국가주도 중장기 지원 영역(9개 기술)(관계부처 합동b, 2014)으로 구분하였다. 두 번째 단계 분석을 위해 정부 집중지원 영역에서 발굴된 11개 기술을 대상으로 우리나라 주력산업과의 연계성 및 세계적 수준의 기술을 보유한 분야와의 연계 가능성을 고려하여 6대 기후변화대응 핵심기술을 선정하고 기술개발 전략을 도출하였다(관계부처 합동b, 2014).



3. 기후변화대응 6대 핵심기술 30대 기술혁신과제 도출

기후변화대응 6대 핵심기술(태양전지, 연료전지, 바이오에너지, 이차전지, 전력IT, CCS)은 다시 온실가스 감축과 기술개발 목표를 달성하기 위해 산학연 전문가 30여명을 중심으로 국내외 환경, 기술개발 수준 등 특성을 고려하여 6대 핵심기술별 필요한 30개 혁신 기술을 도출하였으며, 30대 기술혁신과제별 2020년까지 3단계(2년 단위) 기술개발 로드맵을 수립하였다. 이후 NTIS를 활용하여 핵심기술 별 국가연구개발 지원 현황을 분석하고 전문가 자문을 통해 세부 기술개발 항목과의 맵핑을 통해 공백기술 등의 R&D 지원 영역을 발굴하였다.

4. 기후변화대응 민·관 협업체계 구축 방안 수립

또한, 기후변화대응 국가연구개발사업의 결과가 사업화로 연계되는 기술혁신을 추진하기 위해 기초·원천·상용화연구, 사업화 활성화 제도, 온실가스 감축 정책이 효과적으로 연계 될 수 있도록 민·관 협업체계를 구축하였다. 이는 정부, 출연연구소와 기업의 기술개발 성과를 상호 공유하고 현장 수요에 부합하는 기술 정책 추진을 목표로 관련 정부부처, 연구관리 전문기관, 200여개 기업, 주요 연구기관으로 구성되었다. 우선, 기후변화대응 기술혁신과제의 체계적 목표관리, 부처 간 중복투자 방지 및 연계연구 강화를 목표로 ‘기후변화대응 연구관리 전문기관 커뮤니티’ (이하, 커뮤니티)을 구성하였으며, ‘기후변화대응 수요기업협의체’ (이하, 수요기업협의체)를 구성하여 수렴된 기술수요 및 규제개선 사항의 반영, 주요 기술개발 현황 및 예고 등을 커뮤니티와 상호보완적 협업체계를 조직하여 기후변화대응 기술개발 성과 및 활용 효율화를 추진하고자 하였다.

III. 사례분석을 통한 기후변화대응 기술분석 및 유망분야 발굴

1. 사례 기술 선정 및 분석

기후변화대응 유망분야 발굴을 위해 선정된 사례기술은 ‘페로브스카이트 태양전지 기술’로 기후변화대응 6대 핵심기술 중 태양전지 분야의 기술혁신과제 중 하나로 아직까지 국가연구개발이 활발히 이루어지지 기술 분야이다. 이는 Science紙 선정 2013년 세계 10대 breakthrough 기술 및 Nature紙 선정 2014년 사업화가 기대되는 유망기술로 발표되었으며, Science紙 온라인 뉴스를 통해 6년 만에 20.1%의 효율을 달성한 향후 기존 화석연료 대비 경쟁력 있는 패스트 트랙 기술로 소개하기도 하였다. 대상 기술 분석을 통한 유망기술 도출을 위해 한국연구재단 원천연구개발사업내 부합성, 시급성, 파급성 등을 고려하여 정보분석 대상을 선정하고 국가연구개발사업 지원현황, 국내외 요소기술별 기술수준, 특허동향 등을 분석하였다.

주요 태양전지	특징
실리콘 태양전지	셀효율 : 약 25% ('54년 약 4% → '14년 약 25%, 연간 0.35% ↑) 셀단가 : 와트피크 당 약 0.5 US\$ 이하 ※ 태양광 시장의 약 87% 점유(세계 태양전지 시장조사, 일본 야노경제연구소, 2009)
염료감응형 태양전지	셀효율 : 약 13% ('91년 약 7.8% → '14년 약 13%, 연간 0.22% ↑) 셀단가 : 와트피크 당 약 1 US\$ 이하 예상
페로브스카이트 태양전지	셀효율 : 약 19% ('09년 약 3.8% → '14년 약 19.3%, 연간 2.58% ↑) ※ '15년 20.1% 효율 달성 (화학연 석상일) 셀단가 : 와트피크 당 약 0.1~0.2 US\$ 이하 예상

2. 상세기술분석

2014년 기준, 우리나라 페로브스카이트 태양전지 분야 국가연구개발사업 지원은 약 60.88억원이며, 미래부가 글로벌프론티어사업, 기후변화대응사업으로 50.71억원, 산업부 신재생에너지핵심기술개발사업 등으로 8.40억원, 교육부 1.78억원 순으로 대부분 국책사업으로 지원되었다. 미국은 NREL(National Renewable Energy Lab)을 중심으로 고효율 태양전지 프로젝트를 진행하고 있으며 미국 정부의 주도하에 군사 관련 웨어러블-플렉서블 디바이스의 전원용 태양전지 개발을 추진하고 있다. 유럽은 Horizon2020을 중심으로 산학연 공동연구가 활발히 이루어지고 있으며 Power Suits로 불리는 태양광을 이용해 전기에너지를 생산하는 웨어러

블 패브릭을 개발 중이다. 세계 태양전지 시장은 2011년 이후부터 연평균 15~20% 성장하고 있으며 실리콘 태양전지 중심으로 급성장하여 왔다. 향후 시장을 선도할 차세대태양전지 기술은 기존 실리콘 태양전지의 주력분야인 발전용 시장에서 경쟁하기 보다는 새로운 응용시장(건물용, 차량용, 웨어러블, 포터블 디바이스)을 타겟으로 개발될 것으로 분석되었다. 페로브스카이트 태양전지 분야는 유망한 신생 태양전지 기술로 주목 받으며 세계 우수저널 게재 및 다양한 연구자의 논문 게재 등으로 세계적으로 research front를 형성해 가고 있는 기술로 분석되었다. 최근 10년간 페로브스카이트 태양전지 관련 특허는 총 23건으로 우리나라와 일본이 각 6건, 7건으로 가장 많고 미국 4건, PCT 4건, 유럽 2건 순으로, 신규 기술분야로서 특허청구 범위가 넓지 않아 전반적인 장벽도는 낮은 것으로 분석되었다. 페로브스카이트 태양전지의 요소기술은 페로브스카이트 형성 및 코팅기술, 홀전도물질층 형성기술, 나노포러스 산화물막 형성기술, 금속전극 기술, 대면적 모듈화기술, encapsulation 기술 등 6개 요소기술로 분석되었으며 이를 3개의 핵심기술① 초경량 초박형 인비지블 광발전 고흡광계수 및 고전도도 핵심소재 기술, ② 초박형 인비지블 광발전 소자형성 기술, ③ 초박형 인비지블 광발전 소자 초고효율 및 장수명 기술로 재분류하였다. 3개의 핵심기술의 국내 수준은 평균 85%로서 고흡광계수 광활성 물질 생성기술은 세계최고 수준으로 나타났다.

3. 유망분야 발굴 및 과제도출

페로브스카이트 태양전지 개발 유망분야 발굴을 통한 지원 과제 도출은 (1) 극복해야할 기초·원천기술 이슈, (2) 고효율 및 저가화, (3) 응용분야(시장) 다양화 기준에 근거하여 5가지를 도출하였다 : ① 친환경(Pb-free) 소재 개발, ② 고효율·장기안정성 소재 기술 개발, ③ 초고효율화 원천기술 개발, ④ 고효율 플렉시블 원천기술 개발, ⑤ 조기 상용화 기반 구축을 위한 원천기술 개발. 이후 해당 기술 전문가로 구성된 산·학·연 전문가 회의와 글로벌프론티어사업 등 기존 지원과제와의 기술개발 역할 분담 및 기술연계 계획 수립을 통해 3개의 지원과제 RFP(친환경, 고신뢰성, 유연 페로브스카이트 태양전지 원천기술 개발)를 도출하고 2015년도 기후변화대응기술개발사업 신규과제로 공모하였으며 향후 5년간 총 100억원 내외(연간 20억 내외)로 지원할 예정이다.

IV. 결론 및 시사점

본 연구에서는 관계부처 합동으로 수립된 기후변화대응 전략의 도출 과정을 분석하고 동 전략을 통해 도출된 핵심기술을 대상으로 다각적 정보분석을 실시하여 미래유망기술을 발굴하고자 하였다. 27대 중점녹색기술을 기반으로 국내외 시장전망 및 기술경쟁력 사이의 기술별 포지셔닝 분석을 통해 정부 집중 주도 기술 11개를 발굴하였으며, 우리나라 산업에 미치는 영향 및 기술력을 바탕으로 태양전지, 연료전지, 바이오에너지, 이차전지, 전력 IT, CCS의 6대 핵심기술을 도출하여 핵심기술별 기술개발 전략 및 목표를 수립하였다. 수립된 전략의 성공적 적용 및 이행을 위해 태양전지 분야 내 기술혁신과제 중 하나인 페로브스카이트 태양전지 개발을 대상으로 상세 기술분석을 실시하였다. 정책적 부합성, 투자현황, 기술력, 시장성 분석에 근거하여 기후변화대응기술개발사업 신규과제로 고신뢰성, 친환경, 유연 페로브스카이트 태양전지 기술을 발굴하고 공고하였다. 본 연구를 통해 국가 R&D 중장기 전략 수립 및 이행이 선순환적으로 연계되어 국가연구개발사업으로 진행되는 구체적 사례를 제시하여 향후 국가전략 수립 및 이행에 계획적·효율적으로 추진기대한다.

본 연구내용은 저자의 개인적인 견해이며, 한국연구재단 및 한국과학기술연구원의 공식적인 견해와는 다를 수 있습니다.

참고문헌

관계부처 합동a (2015), “2030년 우리나라 온실가스 감축목표 BAU(851백만톤) 대비 37%으로 확장”

관계부처 합동b (2014), 「기후변화 대응 핵심기술 개발전략」

관계부처 합동c (2015), 「기후변화대응을 위한 에너지 신산업 활성화 및 핵심기술 개발전략 이행계획」

관계부처 합동d (2014), 「제3차 에너지기술개발계획(‘14-’23)」

산업통상자원부 (2013), 「제4차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2014~2035)」

산업통상자원부 (2015), 「제7차 전력수급기본계획(2015~2029)」

The Global Commission on the Economy and Climate (2015), “the 2015 New Climate Economy Report”

<http://2015.newclimateeconomy.report/> (7 July 2015)