

저탄소 에너지기술 혁신을 위한 정책 메가트렌드:

주요국의 신재생에너지 대상

녹색기술센터 정책연구부 김기만 연구원, 정재형 연구원, 유진석 책임연구원



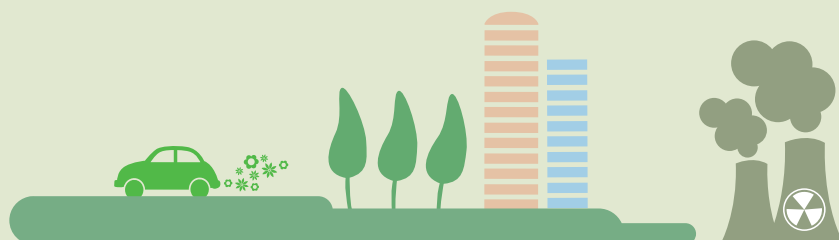
저탄소 에너지기술 혁신을 위한 정책 메가트렌드:

주요국의 신재생에너지 대상



목 차

요약	03
1. 저탄소 에너지기술 성장의 글로벌 이슈	04
2. 국내외 저탄소 에너지기술 육성 정책 동향	08
3. 국내외 저탄소 에너지기술 육성 정책의 흐름	15
4. 저탄소 에너지기술 혁신을 위한 향후 정책 방향	23



| 요약 |

- 2015년 COP21에서 파리협정이 채택됨에 따라 당사국의 탄소배출 감축을 위한 노력이 한층 강화될 것으로 예상되며, 이러한 맥락에서 탄소저감 기술과 같은 과학기술을 활용한 국가 온실가스 감축의 중요성이 강조되고 있음
- 글로벌 탄소배출과 관련하여 발전 부문이 차지하는 비율이 전체 배출의 약 40%로 큰 비중을 차지하고 있으며, 이에 저탄소 발전으로의 전이를 위해 주요하게 인식되는 것 중 하나가 저탄소 에너지기술 - 신재생에너지 - 임
- 화석연료 가격의 하락에도 불구하고 글로벌 신재생에너지의 투자는 증가하고 있으며, 개발도상국의 투자가 선진국의 투자를 초월함. 또한, 지난 10년간 신재생에너지 R&D 투자는 전반적으로 증가하고 있으며, 특히 민간부문 R&D에 대한 투자의 증가가 특징적임
- 신재생에너지가 최종에너지소비에서 차지하는 비중은 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 발전 부문의 신재생에너지의 비중이 빠르게 증가하는 추세임
- 2015년 기준 전 세계적으로 약 150여 국에서 신재생에너지와 관련한 시장진입 장벽 제거, 기술혁신 강화를 위한 정책을 추진하고 있음
- 미국은 저탄소 에너지기술의 혁신을 위해 세금 혜택과 발전의무할당제를 핵심적인 정책으로 인식하였으며, 안정적인 에너지의 공급과 기술발전을 위해 지속적인 공공부문의 투자와 세재우대를 강조하고 있음
- 일본은 원전사고 이후 에너지의 안정적인 공급을 위해 발전의무할당제를 폐지하고 발전차액지원제도를 도입하였으며, 태양광 편중과 전력소비자 부담을 경감하기 위해 지열과 풍력 발전을 촉진함
- 영국은 발전의무할당제와 발전차액지원제도를 병행하며 전자는 대규모 발전, 후자는 소규모 발전에 적용하고 있음
- 독일은 재생에너지의 성장을 위해 시장 중심의 인센티브 메커니즘으로 전환을 추구하고 있으며, 대규모 발전의 경우 점진적으로 시장기반 지원체제인 경쟁입찰 제도로 대체할 계획임
- 중국은 신재생에너지 R&D에 대한 보조금 등 다양한 프로그램을 운영하고 있으며, 주로 풍력과 태양광에 집중하고 있음
- 주요국은 저탄소 에너지기술의 혁신을 위해 규제적 정책과 재정적 인센티브를 조합하는 특징을 보이고 있으며, 특히 신재생에너지의 확산을 위해 발전차액지원제도를 주요한 제도로 활용하고 있음
- 주요국의 저탄소 에너지기술의 육성 정책에 대한 흐름을 분석한 결과 국가별 패턴이 상이하게 나타났으며, 일본과 중국은 수요창출 중심형, 영국과 미국은 밸런스형, 미국은 선택적 기술촉진형, 한국은 포괄적 기술촉진형으로 특징을 구분할 수 있음
- 우리나라의 저탄소 에너지기술 혁신을 위해 표준 등 규제적 정책과 인센티브를 병행하는 정책적 조합에 기반한 지속적인 개정이 필요하며, 종합적인 시각에서 신재생에너지 기술을 육성하는 관점을 넘어 태양전지 등 개별 기술에 대한 정책적 이니셔티브가 더욱 강화될 필요가 있음

01 저탄소 에너지기술 성장의 글로벌 이슈

1 국제사회 논의



파리협정 결과 저탄소 에너지기술의 중요성이 한층 강화됨

- 2015년 COP21에서 파리협정이 채택됨에 따라 195개 당사국들은 탄소배출 감축 목표 및 기한이 명시되어 있는 자발적기여공약(INDCs)을 제출하여, 개별국가 수준의 목표와 타임라인을 수립함
- 또한 2020년까지 장기 저탄소 개발전략을 수립하고 제출해야 하는 의무가 부과됨으로써 단순 온실가스 감축 목표 제시를 넘어 '지속적인 성장'으로 패러다임을 전환하는 계기가 마련됨
- 이에 따라 저탄소 에너지기술의 중요성이 한층 강화되었으며, 특히 신재생에너지와 같은 저탄소 에너지의 기술, 비용 등 문제해결을 위한 R&D 활동의 중요성이 강조됨



저탄소 에너지기술 관련 글로벌 차원의 다자적 노력이 가속화됨

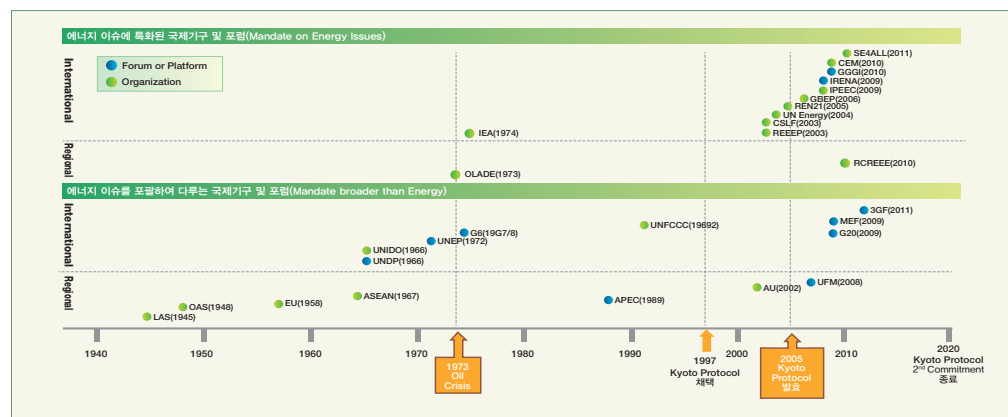
- 교토의정서의 발효(2005년) 이후 IRENA, REN21, SEE4ALL 등 저탄소 에너지기술을 다루는 다자적 이니셔티브가 급격히 증가함
 - ※ 특히 파트너십, 플랫폼 형태의 포럼 수의 증가가 두드러짐
- 법적 구속력이 있는 국제기구의 형태보다는 포럼, 파트너십, 플랫폼 형태의 조직 증가가 두드러짐
- GGGI 등 에너지 이슈를 포함한 광범위한 이슈를 다루는 이니셔티브의 증가와 함께 IRENA, REN21 등 특정 저탄소 에너지기술에 특화된 이니셔티브의 증가가 두드러짐
 - ※ 상기는 저탄소 에너지기술 발전에 있어 에너지 시스템적 접근방식을 선호하는 추세를 반영하며, 동시에 신재생에너지에 대한 점증하는 관심을 반영한다고 볼 수 있음

파리협정 이후 단순 온실가스 감축 목표 제시를 넘어 '지속적인 성장'으로의 패러다임 전환에 대한 중요성 강화

2005년 이후 저탄소 에너지 기술 관련 국제기구, 파트너십 등 글로벌 차원의 다자적 노력이 급격히 증가



에너지 이슈 관련 국제기구, 협약, 포럼 현황



출처: IEA, 2014



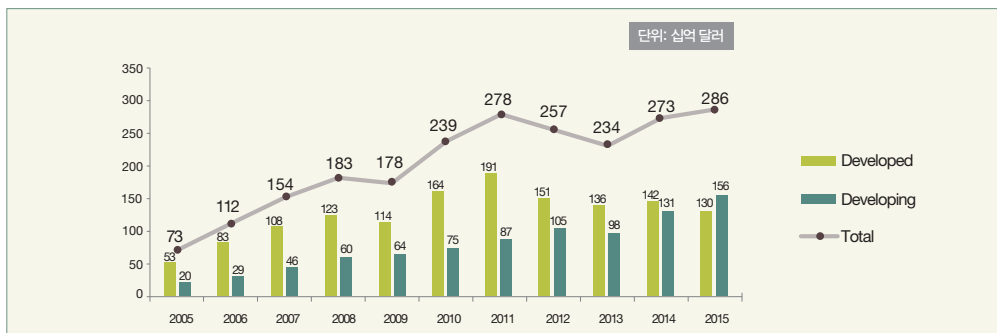
2 글로벌 신재생에너지 투자

신재생에너지 글로벌 투자 동향

- 2013년 이후 천연가스, 석탄, 오일 등 화석연료 가격의 급격한 하락에도 불구하고 신재생에너지에 대한 투자는 증가 추세임
 - ※ 2013년 이후 오일가격 약 66%, 천연가스 약 44%, 석탄 약 42% 감소
 - ※ 2015년 기준, 신재생에너지 신규투자(2,860억 달러)는 신석탄과 천연가스 기반 발전 부분 신규투자(1,300억 달러)의 2배를 넘어서는 수치
- 2015년에는 역사상 처음으로 개발도상국의 신재생에너지 투자가 선진국의 투자를 초월함
 - ※ 선진국은 감소 추세, 개발도상국은 증가 추세
 - ※ 특히 중국의 약진이 두드러지는데, 2015년 기준 1,029억 달러로 글로벌 대비 약 36%의 높은 비중을 차지함
- 최근 들어 신재생에너지 신규 투자는 풍력과 태양력 부문에 집중되는 경향을 보이며, 2015년에도 이러한 경향은 지속됨

2015년 기준
신재생에너지의
신규투자는 신석탄과
천연가스 기반 발전의
2배를 넘는 수치

신재생에너지 글로벌 신규투자 동향



출처: Frankfurt School-UNEP Centre, 2016

2015년 기준 태양광과
풍력의 경우 정부 R&D
투자 비중이 높은 반면
바이오매는 민간의 R&D
투자 비중이 높음

신재생에너지 글로벌 R&D 투자 동향

- 지난 10년간 신재생에너지 R&D 투자는 전반적인 증가 추세를 보이고 있으며, 민간 부문의 R&D 투자 증가가 특징적임
 - ※ 2012년 이후 민간분야의 R&D 투자가 정부 주도의 R&D 투자를 추월하기 시작하여 우위를 지속하고 있음
- 신재생에너지 기술별로는 2015년 기준 태양력, 풍력, 바이오연료 등에 대한 R&D 투자의 비중이 높음
- 2015년 기준, 태양력과 풍력의 경우 정부 투자 비중이 높은 반면, 바이오연료는 민간 분야 투자 비중이 높게 나타남

신재생에너지가
최종에너지소비에서
차지하는 비중은
지속적으로 증가하고
있으며 2014년 기준
19.2%를 차지

2015년 대규모 수력
제외 신재생에너지가
신규 전력 발전 시설
증가에서 차지하는
비중이 최초로
50%를 초과

3 글로벌 신재생에너지 확대

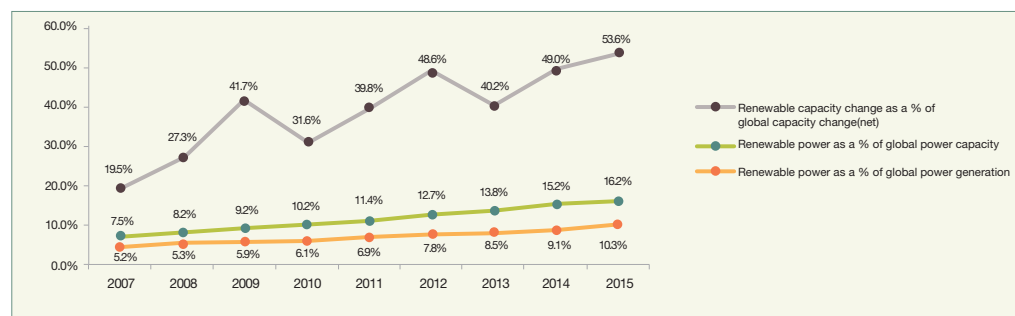
신재생에너지 시장

- 신재생에너지가 최종에너지소비에서 차지하는 비중은 지속적으로 증가해오고 있으며 2014년 기준 19.2%의 비중을 차지함
※ 신재생에너지원별로는 바이오연료의 비중이 약 70%로 가장 높은 비중을 차지
- 글로벌 태양광 시장은 2014년 대비 24% 성장함. 2015년 한 해 동안 신규 설치된 시설 용량은 10년 전 누적 설치 용량의 10배에 해당함
- 글로벌 풍력 시장은 2015년 한해 동안 63 GW가 증가하여 누적 용량 433 GW를 기록함. 2015년 기준, 신규 설치 용량 관련 중국이 30.8 GW로 가장 큰 비중을 차지 하였으며, 미국, 독일, 인도 등이 그 뒤를 잇고 있음
- 글로벌 바이오에너지 시장은 발전 부문 시설 용량이 2015년 기준 전년 대비 약 5% 증가하여 106.4 TWh를 기록함. 시설 용량 증가에 가장 크게 기여한 국가는 미국, 독일, 중국, 브라질, 일본의 순서임

신재생에너지 시설 보급 및 전력 생산

- 발전, 냉난방, 수송 분야 중에서 발전 부문에 있어 신재생에너지의 비중이 가장 빠르게 증가하는 추세임
- 신재생에너지 발전 시설 용량은 CAGR(연평균 증가율) 7.3%, 전력 생산은 CAGR 5.6%로 지속적인 증가를 보임
- 수력발전을 제외한 신재생에너지 시설용량은 최근 10년간 약 7배의 증가를 보이고 있는데, 특히 태양광의 경우 70배 증가하여 가장 비약적으로 발전하였음
- 글로벌 전력 시설용량 및 전력생산에서 신재생에너지가 차지하는 비중은 2007년부터 2015년까지 2배 이상 증가함
- 2015년 대규모 수력 발전 제외 신재생에너지가 신규 전력 발전 시설 증가에서 차지하는 비중이 처음으로 50%를 초과함

연도별 신재생에너지 시설 용량 및 전력생산 비중



출처: Frankfurt School-UNEP Centre, 2016



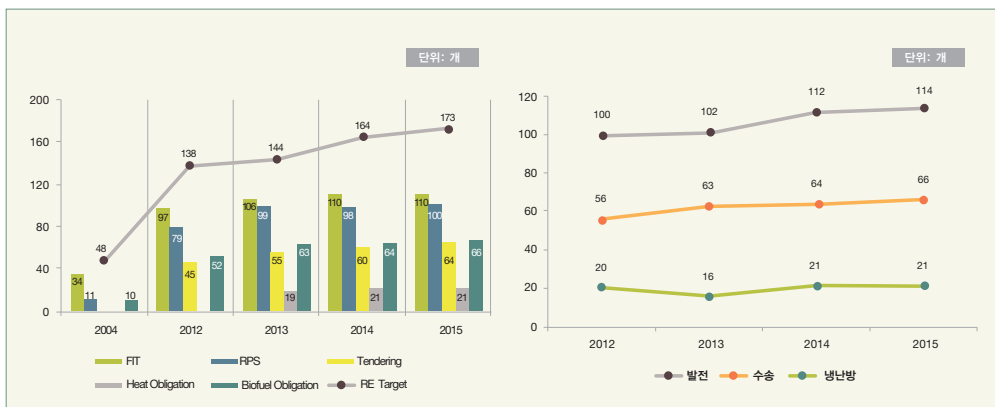
4 글로벌 신재생에너지 촉진 정책

신재생에너지 정책 강화

- 2015년 기준, 146개 국가에서 신재생에너지기술 관련 시장진입장벽 제거, 투자 촉진, 보급 활성화, 기술혁신 강화, 에너지 시스템 유연성 강화 등을 목표로 하는 정책을 추진 중에 있음
 - 에너지 소비 분야별로는 발전부문 114개, 수송 66개, 냉난방 21개 등 발전 부문에 있어 정책을 채택하고 있는 국가의 수가 상대적으로 높게 나타나고 있음
 - 발전부문에 있어 발전차액지원제도(이하 FIT)와 발전의무할당제(이하 RPS)는 신재생에너지 보급 및 개발에 있어 주요한 2가지 정책 도구임
 - ※ 2015년 기준, FIT는 110개 국가, RPS는 100개의 국가에서 시행 중임
 - FIT는 주로 국가적 차원에서 시행되며, RPS는 주정부 혹은 지방 정부 차원에서 많이 시행되고 있음
 - ※ 2015년 기준, FIT는 75개 국가와 35개의 지방 정부 차원에서 실행 중이며, RPS는 26개의 국가와 74개 지방정부 혹은 주정부 차원에서 운영 중

FIT와 RPS는 글로벌 차원 신재생에너지 보급 및 개발 관련 가장 주된 정책 도구

신재생에너지 관련 정책 채택 국가 현황



출처: REN21, Renewables 2016 Global Status Report, 2016 자료 기반 저자 작성

- 또한, 세계 각국은 높은 초기비용, 화석에너지와의 경쟁, 환경비용과 같은 신재생에너지가 직면한 다양한 장벽을 극복하기 위해 재정인센티브와 공공용자를 혼합한 정책들을 시행 중임
 - 신재생에너지가 전력시장에 급속도로 보급된 유럽 국가들의 경우, 기존 전력시스템의 유연성 및 균형 향상을 위해 시장 기반 정책 메커니즘이 활용되고 있음
 - 또한 하부구조의 확대·개선을 위해 에너지저장시설과 스마트그리드를 지원하기 위한 정책 수단이 등장하고 있음

세계 각국은 신재생에너지의 높은 초기비용, 화석에너지와의 경쟁을 위해 다수의 정책을 혼합하여 시행 중

02 국내외 저탄소 에너지기술 육성 정책 동향

1 주요국 동향

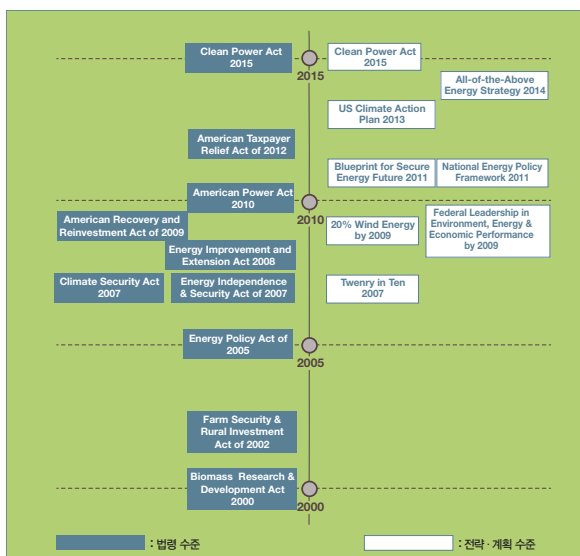
미국 정책 개요

미국은 연방 정부
차원의 세금 혜택과
주정부 차원의 RPS가
핵심적인 정책임

안정적 에너지공급과
청정에너지
기술발전을 위해
지속적인 공공투자
세제우대를 강조

- 미국의 신재생에너지 정책은 1978년 공익사업규제법 발효에 따른 생산세액공제 도입을 시작으로 전통적으로 신재생에너지 보급에 있어 시장의 기능에 맡기는 정책적 입장을 견지해 오고 있음
- 연방정부 차원에서 신재생에너지 보급 및 개발을 지원하기 위한 주된 정책은 생산세액공제와 투자세액공제 등 세금혜택에 의한 재정적 수단임
- 주정부 차원에서 가장 핵심적이고 성공적인 정책도구는 RPS임
 - ※ 2013년 기준, 29개의 주와 워싱턴 D.C.에서 시행 중임
 - ※ RPS 시행 결과, 1998년부터 2012년 사이 수력 발전 제외 신재생에너지 시설 용량 67% 증가에 기여한 것으로 나타남
- 오바마 정부 집권 이후 미국 정부는 경기 부양 펀딩 및 패키지와 에너지 관련 정책 법안 수립을 통하여 장기적 에너지 전략을 발전시켜왔으며, 특히 신재생에너지 전력 생산 확대를 강조함
- 최근 발표된 '전방위에너지전략'(2014)에서는 안정적 에너지 공급과 청정에너지 기술발전을 통한 경제활성화를 위해 신재생에너지에 대한 지속적인 공공투자와 세제우대 강조하였고, Clean Power Plan(2015)에서는 풍력, 태양광 발전 프로젝트에 대한 인센티브 프로그램을 도입함

미국 저탄소 에너지기술 주요 정책



〈주요 사례〉 Google-NREL 파트너십 프로그램(2016)

구분	내용
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • (주관) 에너지부(DOE) 산하 에너지효율 및 신재생에너지부 (EERE) • (목표) 공공연구기관과 민간기업과의 네트워크 및 파트너십 구축을 촉진하여 에너지 기술혁신 실현 및 문제해결 • 기술파트너십 협약 프로그램의 일환으로 미국 국립재생연구소 (NREL)는 Google과의 파트너십을 체결하여 Open Competition 방식의 Little Box Challenge 프로그램을 실시 • Little Box Challenge 프로그램은 태양 시스템과 전력망을 연결하는 효율성이 향상된 소형 인버터를 개발하는 프로그램
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> • 벨기에의 RED Electrical Devils(CE+T Power) 팀은 Little box Challenge에서 테이블 크기 주거용 태양광 인버터 개발하여 우승함(기존 인버터보다 10배가 작음) • 냉각 디자인 장치와 포장 기술에 있어 혁신성 증명



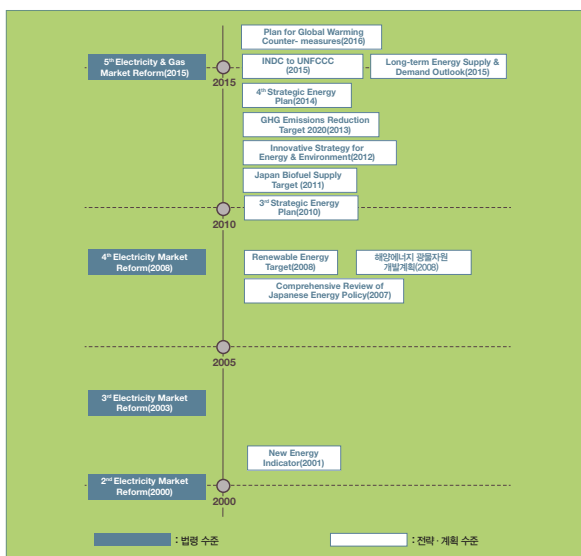
일본 정책 개요

- 일본은 1980년 신에너지개발조직(NEDO)을 설립하고 관련법을 발표하면서 신재생에너지 보급 및 개발을 위한 정책을 추진하기 시작함
- 에너지 수입 의존도가 높은 일본은 에너지공급 안정성의 확보를 위해 전력 생산에 있어 에너지원 다양화에 초점을 맞춰 왔음
- 2011년 원전사고 이후 전력공급 차질 부족분의 대부분을 화석연료로 대체한 결과, 에너지 수입의존도, 온실가스 배출, 전력요금이 비약적으로 증가함
- 2012년 전력의 신속한 공급을 위해 RPS를 폐지하고 FIT를 추진하여 이후 신재생에너지 전력시설 보급이 비약적으로 증가함
- 그러나, 비약적인 성장 이면에 태양광으로의 편중과 높은 기준구매가격의 책정으로 인하여 전력소비자의 부담이 가중됨
- 태양광 편중 현상을 해결하기 위해 일본 정부는 '제4차 전략적 에너지계획'(2014)을 통해 지열발전과 풍력발전을 촉진하기 위한 조치들을 포함시킴
 - ※ 풍력의 경우 자원이 풍부한 지역에 대해 시설 허가의 절차를 간소화시켰고, 지열발전 프로젝트에 대해서는 위험경감 조치를 제시함
- 또한 지속적인 FIT 법 개정을 통하여 신규 설치 태양광 발전시설에 대하여 기준구매 가격을 하향 조정함

원전사고 이후 전력의
신속한 공급을 위해
RPS를 폐지하고 FIT 시작

태양광 편중 현상과
높은 기준구매
가격으로 인한 소비자
부담 가중 문제해결을
위해 지열 및 풍력
발전을 촉진하고
태양광의 FIT
기준가격의 하향 조정
실행

일본 저탄소 에너지기술 주요 정책



〈주요 사례〉 Ceres-Honda 연료전지 개발 프로그램(2014)

구분	내용
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> 일본 혼다와 영국의 연료전지기술 업체인 Ceres Power간의 협력에 의해 만들어진 파트너십 기반의 공동개발 프로그램 (목표) 연료전지 발전을 통하여 일반 가정 산업시설에 대한 전력 및 난방 공급 Ceres Power는 영국 임페리얼 대학교 옥스퍼드 대학교의 공동연구팀으로부터 파생되어 나온 벤처기업으로 Steel Cell 기술과 고체산화물 연료전지 기술 등 차세대 연료전지 기술을 바탕으로 아이디어 및 기술의 상업화를 통해 이윤을 창출하는 연료전지기술 분야의 선도업체
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> 발전 모터 부문의 선도업체인 혼다와 Ceres 간 공동연구개발을 통한 시너지 효과를 바탕으로 주거용 및 산업용 시설물에 연료전지 발전기술을 적용하여 일본의 전력 및 난방 공급 사업을 추진 중임. 현재 상업화 단계로 2016년 파트너십 계약 연장을 체결하여 공동연구 진행



영국 정책 개요

- 영국은 1990년 '비화석연료사용 의무화제도'와 이를 대체한 2002년 '재생에너지 의무할당제도'를 시작으로 신재생에너지 개발 및 보급정책을 전개하기 시작함
- 특히 2009년 'EU 신재생에너지 지침' 발표 이후, 같은 해 '저탄소 이행계획', '저탄소 산업전략', '신재생에너지 전략' 등의 수립을 통해 저탄소경제로의 전환을 가속화 함
- 또한 2010년 의회에 제출한 '연례 에너지 발표'에서는 안정적 에너지 공급을 위한 에너지 시스템 전환의 필요성과 저탄소에너지 기술 보급의 중요성을 강조함
- 영국은 RPS와 FIT 제도가 병행되어 운영되는데, RPS는 주로 대규모 재생에너지 발전에, FIT는 소규모 발전에 적용되고 있음
- 최근 영국 정부는 재생에너지 발전 비용 감소, 소규모 태양광 및 풍력 발전설비 설치 증가로 인하여 향후 RPS와 FIT를 축소하려는 움직임을 보이고 있음
 - FIT 시행 예산지출 한도 축소, 신규 소규모 재생에너지 발전설비에 대한 FIT 삭감·폐지, 실정에 맞는 FIT 가격 재설정 등의 수정안 제시
 - '2013년 에너지법안'에는 신규참여자에 대한 재생에너지 의무 규정을 단계적으로 폐지하는 내용 포함

RPS와 FIT를

병행하며, 전자는

대규모 발전, 후자는

소규모 발전에 적용

최근 재생에너지의

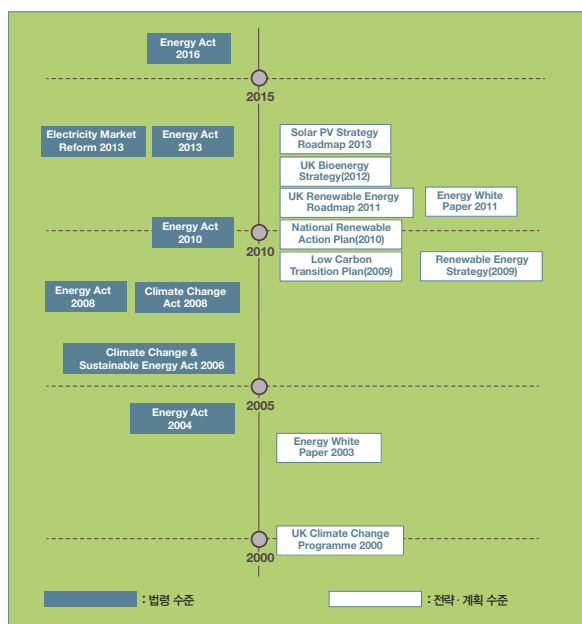
기술발전과

보급수준을 고려하여

RPS와 FIT의 축소

움직임을 보임

영국 저탄소 에너지기술 주요 정책



〈주요 사례〉 영국 TLPWIND UK(2016)

구분	내용
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • (운영주체) Innovate UK, ORE Catapult • 'TLPWIND UK' 프로젝트는 영국 해양 조건에 적합한 5MW TLPWIND® Floating Technology 개발 연구 진행 • (목표) 해상 풍력터빈 Tension Leg Platform(TLP) 기술개발을 통한 영국 해상풍력 비용 감소 • (운영방식) 산·학·연 파트너십에 의해 추진되며, 프로그램의 주도적인 역할은 산업계에서 맡았으며, 학계에서는 1:36 스케일 모델의 시뮬레이션 실증 테스트 수행하여 기술의 적용 및 상업화 가능성 검증을 주도함
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> • Aberdeen 연안을 모델로 하여 TLPWIND® 기술 적용 터빈 성능의 우수성 검증 • 수송 및 설치비용을 감소



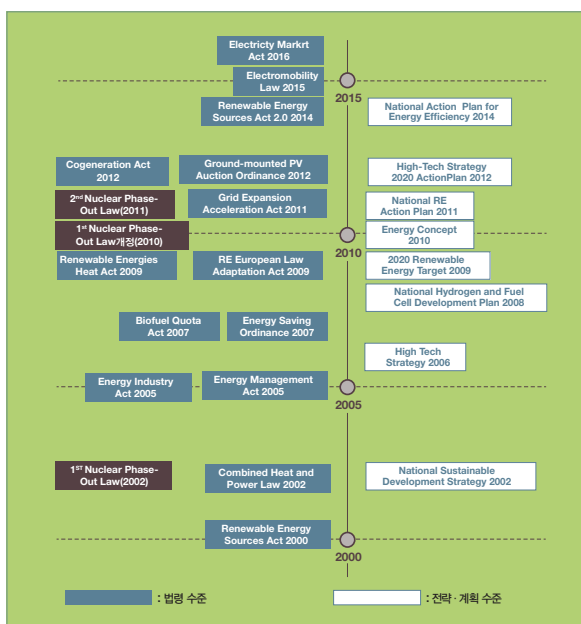
독일 정책 개요

- 독일은 신재생에너지 기술개발 정책을 시발점으로 2000년 '재생에너지법'에서 발전 차액지원제도를 개선 및 강화하여 신재생에너지원으로부터의 전력생산 촉진을 위한 기틀을 마련함
- 이후 2010년 '에너지 컨셉'을 통해 재확인된 에너지전환(Energiewende) 정책을 일관성 있게 추진해 오고 있음
- 에너지전환 정책은 2022년까지 원전의 단계적 폐쇄를 대비하여 신재생에너지 보급 가속화와 에너지 효율 향상을 통하여 에너지 공급 시스템과 기술 영역에 있어 근본적인 변화를 추구함
 - ※ 재생에너지 기술의 효과적인 보급을 위해서 기술혁신을 통한 비용감소의 중요성을 강조하며, 풍력을 핵심 전략기술로 간주하여 10개의 풍력 단지에 50억 유로의 투자를 결정함
- 2000년 재생에너지법 도입과 함께 신재생에너지 산업이 크게 성장하였으나, 정부 재정지출 확대, 소비자 부담 증가 등의 문제가 발생하여 2014년 재생에너지법 개혁을 통하여 정부 지원금을 절감하고 시장 중심의 인센티브 매커니즘으로 전환을 추구함
- 향후 독일은 대규모 발전의 경우 점진적으로 발전차액지원제도를 시장기반 지원체제인 경쟁입찰 제도로 대체할 계획임
 - ※ 2015년 일부 재생에너지원(태양광 등)에 대한 경매입찰제도의 시범적용 이후 2017년부터 에너지원별로 본격 시행에 나설 계획임

풍력을 핵심기술로
간주하고 10개의 풍력
단지에 50억 유로의
투자를 결정

대규모 발전의 경우
점진적으로 FIT를
시장기반 지원체제인
경쟁입찰 제도로
대체할 예정

독일 저탄소 에너지기술 주요 정책



〈주요 사례〉 독일 수소연료전지 혁신 프로그램 II(2015)

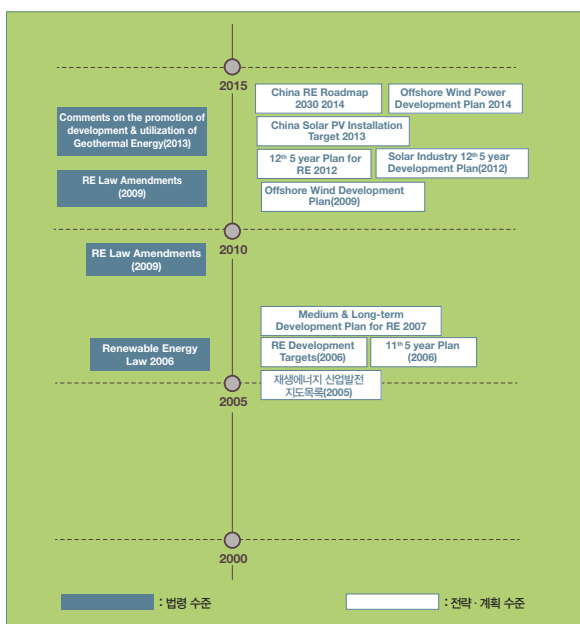
구분	내용
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • (운영주체) 독일연방경제기술부(BMW) • (목적) ①수소 연료전지 분야 개발 및 시장 개발 가속화, ②관련 가치사슬 산업 및 부가가치 창출 강화 • (운영방식) 연구개발 프로젝트뿐만 아니라 대규모 실증 프로젝트로 구분되어 운영됨. 실증 프로젝트는 실제 조건 하에서 수행되어 프로젝트 파트너들은 효율적인 공동 연구개발 프로젝트 수행을 통하여 기술적 문제와 이슈에 대한 해결 가능
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> • 공급업체를 포함하여 500개의 연관 기업이 형성되었으며, 수소 연료전지 기술개발을 위한 공동 연구개발에 참여하여 수소 연료전지 산업형성에 성공적으로 기여함 • 연료전지 난방 시스템 및 연료전지 탑재 수소 전기차량의 상업화에 성공함

중국 정책 개요

- 중국의 신재생에너지 정책은 중국 내 비약적인 에너지 수요 증가와 환경적 측면의 이슈를 해결하기 위한 방편으로 촉진됨
- 중국의 신재생에너지 정책은 독일의 재생에너지법을 모델로 하여 2006년 '신재생에너지법' 제정 이후 구체화됨
 - ※ 신재생에너지법 발효 이후 신재생에너지가 전력망으로 통합되는 것이 보장됨
- 중국의 신재생에너지 보급을 위한 핵심 정책으로는 FIT, 경쟁입찰, 신재생에너지 개발 및 보급 프로젝트에 대한 정부의 직접적인 자금 지원 등이 있음
- 2009년 육상 풍력에 처음 적용되기 시작한 FIT는 2011년 태양광, 2014년 해상풍력으로 점진적으로 확대되어 적용됨
- 경쟁입찰 제도는 2003년 풍력 프로젝트를 위하여 투자자와 개발자가 선정된 이후 태양광과 해상풍력에 확대되어 적용됨
 - ※ 경쟁입찰 프로그램은 정부가 다양한 프로젝트에 참여하면서 신재생에너지의 비용정보를 획득함에 따라 기술별 FIT 기준금액의 수준을 결정하는 근거로 활용 가능
- 신재생에너지 R&D에 대한 보조금을 지원하는 다양한 프로그램이 존재하며, 주로 풍력과 태양광에 초점이 맞추어져 있음

2009년 이후
육상풍력에 처음
적용된 FIT는 태양광,
해상풍력으로 확대됨

중국 저탄소 에너지기술 주요 정책



〈주요 사례〉 중국-덴마크 신재생에너지 개발 프로그램(2009~2015)

구분	내용
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> • (운영주체) 중국정부 & 덴마크 정부 • (목적) ①중국의 신재생에너지 기술개발과 보급 확대를 통한 배기가스 감소(특히 풍력, 태양력(광), 바이오에너지에 중점) • (운영방식) 덴마크와 중국 간 파트너십을 체결하여 신재생에너지 개발 프로그램(Renewable Energy Program)을 공동으로 운영. 덴마크 에너지부(Danish Energy Agency)가 중국의 국립재생에너지센터의 설립과 발전을 지원하는 방식으로 진행됨
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> • 중국 국립재생에너지센터가 2012년 설립되어, 덴마크 에너지부와 MoU 체결 • 에너지 분야에 있어 중국과 덴마크 간 제도적 및 비즈니스 차원의 파트너십이 시작되고 강화되어 신재생에너지기술 발전과 관련 산업 발전에 기여함

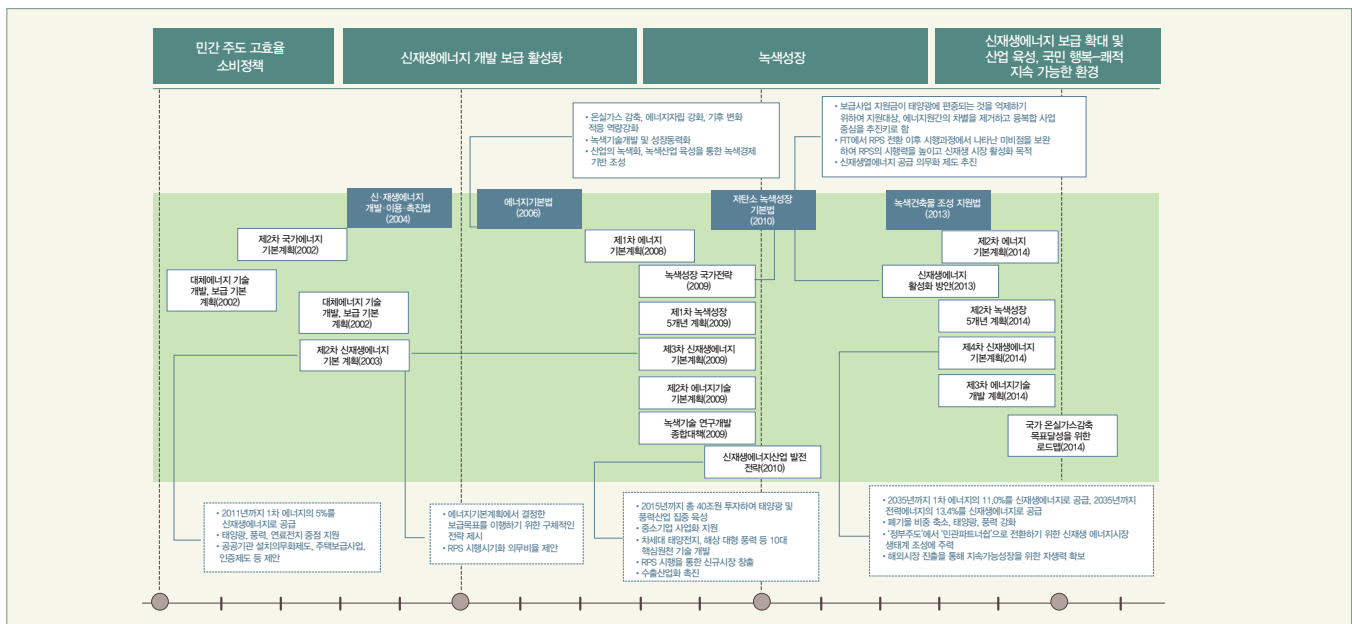


📌 한국 정책 개요

- 우리나라는 에너지원 다양화를 위해 1987년 대체에너지개발 촉진법을 제정하여 태양열과 폐기물 에너지에 대한 보급을 시작하였으며 본격적인 신재생에너지 기술개발을 촉진함
- 노무현 정부 이후 신재생에너지 개발·보급 활성화를 강조하기 시작함. 2003년 발표된 '제2차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획'은 최초의 중장기계획으로 1차 에너지의 5%를 신재생에너지로 공급하기 위한 전략을 제시함
 - ※ 해당 계획에서는 태양광, 풍력, 연료전지를 중점분야로 선정함
- 이명박 정부는 온실가스 감축과 신성장동력 창출을 동시에 추구하는 저탄소 녹색성장 정책을 추진함
 - ※ '제3차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획'(2008)이 수립되어 국가에너지 최상위 계획인 '에너지 기본계획'에서 제시한 보급 목표를 이행하기 위한 구체적인 전략이 제시됨
- 박근혜 정부는 태양전지, 연료전지, 바이오에너지, 이차전지 등 6개 기후변화 핵심기술을 선정하여 육성기로 함
- 2014년 발표된 '제4차 신재생에너지 기본계획'에서는 시장 친화적 제도 운영, 수요자 맞춤형 정책 추진 등 시장 중심의 정책으로의 전환과 R&D 역량 강화를 통한 산업 활성화를 중심전략으로 제시함

최근 시장 중심
정책으로의 전환과
R&D 역량 강화 강조

⚙️ 한국 저탄소 에너지기술 주요 정책





2 주요국 정책 동향 비교



비교 관점

- 주요국의 정책이 메타적 시각에서 “규제적 정책”과 “재정적 인센티브” 중 어느 부문에 더 중점을 두는지를 고려함
- 규제적 정책은 FIT, RPS, 신재생에너지 인증제도 등이며, 재정적 인센티브는 보조금, 생산·투자세액공제, 세금감면, 공공 대출 등이 해당함
 - 규제적 정책은 보급·확산에 초점을 두는 것이며, 재정적 인센티브는 기술개발에 초점을 두는 것으로 판단함

미국은 FIT를 RPS의
목표달성을 위한
보조 수단으로 인식



저탄소 에너지기술 혁신을 위한 규제적 정책과 재정적 인센티브의 조합

- 주요국은 규제와 인센티브 정책을 조합하여 운영하고 있으며, 특히 신재생에너지 확산을 위해 FIT를 시행하고 지속적으로 개정하고 있음
- 미국은 거의 모든 제도를 매년 개정하고 있음. FIT는 각 주의 수준에서 도입을 진행 중이며, 2011년 기준 주 정부 법률이나 규칙으로 도입하고 있는 주는 캘리포니아 등 5개이며, 14개 주가 검토를 거침
 - ※ FIT를 RPS의 목표달성을 위한 보조적인 수단으로 인식
- 일본은 재생에너지의 기술개발에 비하여 확산을 위한 정책이 많이 운영되고 있으며, 2012년 RPS를 폐지하고 FIT를 도입하였음
- 영국은 FIT와 RPS를 병행하고 있으며, RPS는 대규모 발전, FIT는 소규모 발전에 적용하고 있음.
- 독일은 기술개발을 위한 정책이 많이 운영되고 있으며, 1991년 FIT의 적용법을 발표한 이후로 2000년 재생에너지법 제정을 통해 개선·강화하였음
- 중국은 기술개발에 대한 정책에 더 초점을 두고 있으며, 2009년 육상풍력을 시작으로 하여 바이오매스(2010년), 태양광(2011년) 등으로 FIT의 적용분야를 확대하였음
- 우리나라는 기술개발과 확산 모두에 집중하고 있으며, 2003년 FIT를 시행한 후 2012년에 이를 폐지하고 의무할당제로 전환함
 - ※ 주요국은 FIT를 매년 개정하여 기술과 산업 등의 변화를 반영하고 제도를 합리적으로 운영하기 위하여 노력 중

주요국은 FIT를 매년
개정하며, 합리적으로
운영하기 위해 노력

03 국내외 저탄소 에너지기술 육성 정책의 흐름



1 분석 틀

정책 데이터베이스 조사

- 미국, 일본, 영국, 독일, 중국, 한국 6개 국가의 1990년 이후 발표된 정책을 대상으로 데이터를 수집함
 - 먼저, IEA/IRENA와 Bloomberg 등 공신력 있는 해외 정책 데이터베이스 등을 활용하여 기초적인 데이터베이스를 구축함
 - 수집된 정책의 세부내용에 대한 검토와 함께 해당 국가의 정부 홈페이지 등 추가 조사를 통해 데이터베이스를 보완함

정책 유형 분류 기준

- 기술혁신을 촉진하는 방식에 따라 정책의 유형을 기술공급(technology-push)과 수요 견인(demand-pull)으로 구분함.
 - 기술공급 정책은 재무지원, 인력지원 및 기술지원 등의 정책(Rothwell, 1982)이며, 이는 직·간접적인 방법을 통해 기술의 공급을 촉진하는 것을 주요하게 고려함
 - 수요견인 정책은 시장수요의 창출을 통해 기술의 변화를 유도하는 것이며 (Kim&Dahlman, 1992), 공공구매, 기술표준, 규제 등이 이에 해당함
- 또한, 정책이 다루는 기술의 범위에 따라 다수의 기술을 포괄하는 종합적 또는 세부 기술에 초점을 둔 특징으로 구분함
 - 예를 들면, 신재생에너지 기술 전체를 포함하는 정책은 종합적 범위이며, 태양전지 등 특정 기술만을 다루는 정책은 특정 범위임

기술혁신을 촉진하는
방식에 따라 기술공급
(Technology-push)
정책과 수요견인
(Demand-pull)
정책으로 구분

정책의 흐름을 분석하기 위한 기본 축 설정

- 먼저, 시간에 대한 축으로 시간 흐름에 따른 정책의 변화를 검토하고자 하였음
- 두 번째는 기술의 촉진을 위한 정책 유형에 대한 축으로 앞서 정리한 기술공급 또는 수요의 개념에 해당하는 것임
- 세 번째는 정책이 다루는 기술의 범위에 대한 축으로 종합적 또는 특정 기술 초점 여부에 대한 것임
- 이러한 기준에 따라 정책의 흐름을 분석하기 위하여 (1)기술수요 종합, (2)기술수요 특정, (3)기술공급 종합, (4)기술공급 특정의 4가지 형태를 기준으로 분석을 실시함

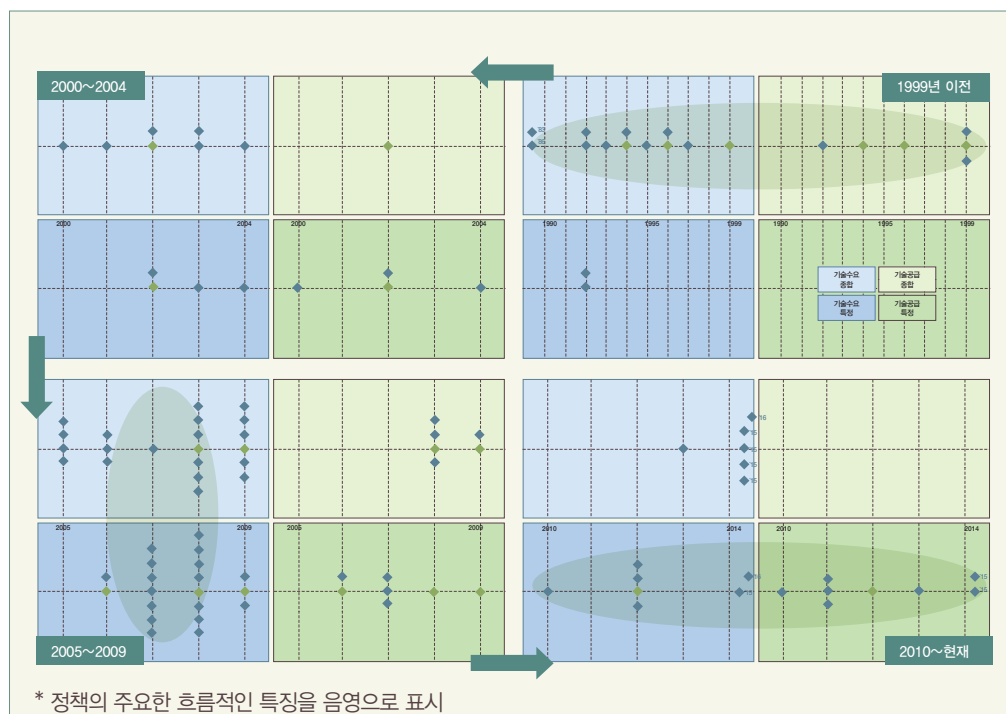
2 국내외 저탄소 에너지기술 육성 정책의 흐름

미국

- 1999년 이전에는 저탄소 에너지기술 혁신을 위하여 종합적인 관점에서 정책을 전개함. 기술개발로부터 시장에 공급하는 기술공급 정책과 시장의 형성을 통해 기술의 활용을 촉진하는 수요견인 정책을 모두 활용하였음
- 2000~2004년에는 기술적 측면에서 종합적인 관점과 개별기술적인 관점을 모두 포함하고 있는 양상을 보이고 있음. 특히 기술공급 정책을 시행함에 있어 개별기술에 초점을 맞추는 경향이 증가하였음. 또한 수요견인 정책의 경우에는 종합적인 기술을 육성하기 위해 활용되는 양상을 보여주고 있음
- 2005~2009년에는 저탄소 에너지기술 혁신을 위한 정책이 상당히 증가함. 기술범위 측면에서는 종합적인 관점과 개별기술적인 관점을 동시에 가져가고 있으며, 특히 수요 창출에 의해서 기술을 촉진하는 수요견인 정책에 좀 더 무게를 두고 있음
- 2010년 이후 최근의 정책은 태양광, 바이오에너지 등 개별적인 기술 촉진에 초점을 맞추고 있으며, 기술공급과 수요견인 정책을 모두 활용함

최근 미국은 개별적인
기술에 초점을 맞추어
기술공급 정책과
수요견인 정책 모두 활용

미국 저탄소 에너지기술 혁신정책의 흐름



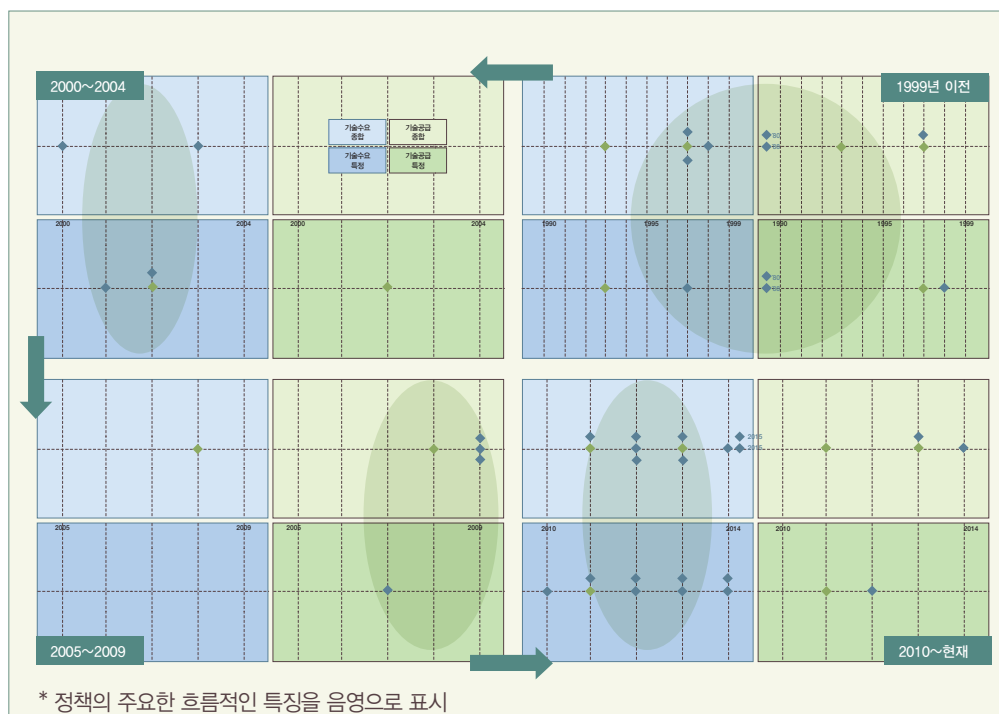


일본

- 일본은 저탄소에너지 기술 혁신을 위하여 1999년 이전에는 기술범위 측면에서 종합적인 관점과 개별 기술적인 관점 모두를 포괄하는 정책을 추진하였으며, 기술공급 정책과 수요건인 정책을 균형있게 활용하였음
- 2000~2004년에는 재생에너지의무할당제(2003) 등 시장의 형성을 통하여 수요를 창출하여 기술혁신을 촉진하는 수요건인 정책이 주된 흐름으로 나타나고 있는데, 기술적 측면에서 종합적인 관점과 개별기술에 특화된 관점을 동시에 가져감
- 반면에 2005~2009년에는 기술개발을 통하여 시장에 공급하는 기술공급 정책이 주로 종합적인 관점에서 추진되었음
- 2010년 이후 현재까지는 시장 수요 활성화를 통해 기술의 활용을 촉진하는 수요건인 정책에 초점이 맞추어져 있으며, 종합적인 관점과 개별기술적인 관점 모두를 포괄함. 특히 태양광, 연료전지 등 개별기술 촉진을 지원하는 정책이 현저하게 증가함
- 2000년 이후 5년 단위로 수요건인 중심에서 기술공급 중심을 거쳐 다시 수요건인 중심으로 이동되는 경향을 보여 주었으며, 종합적이고 개별 기술적인 관점이 동시에 증가하고 있음

최근 일본의 정책은
종합적이고 개별기술
적인 차원에서
수요건인 정책을 통해
기술혁신 촉진

일본 저탄소 에너지기술 혁신정책의 흐름



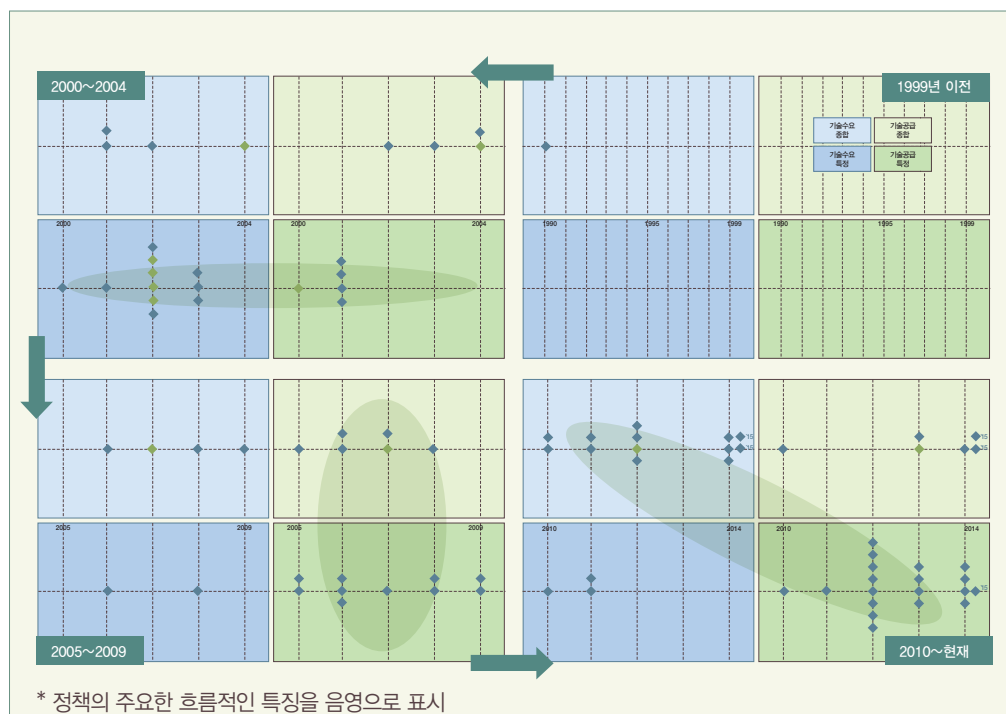


영국

- 영국의 경우, 2000~2004년에는 저탄소 에너지기술 혁신을 위하여 기술적인 측면에서 종합적인 관점과 개별 기술적인 관점 모두를 포괄하는 정책을 활용하였으나, 개별 기술적인 관점에 더 집중하고 있는 양상을 보여줌. 이러한 개별기술에 대한 혁신을 촉진하기 위하여 기술공급 정책과 수요견인 정책을 모두 활용함
- 2005~2009년에는 기술혁신을 위한 정책 시행에 있어서 종합적이고 개별적인 기술의 범위를 모두 포괄하며, 수요견인과 기술공급 정책의 분포가 대체적으로 균형 있게 분포되어 있으나, 기술개발로부터 시장으로의 공급을 위한 기술공급 정책에 더 집중하고 있는 것으로 나타남. 특히 개별기술 수준에서는 기술공급 정책의 시행이 두드러짐
- 2010년 이후 현재까지는 종합적이고 개별기술적인 관점이 동시에 나타나고 있음
 - 종합적인 기술을 촉진하기 위해서 녹색투자은행의 설립 등 수요견인 정책의 활용이 주요하게 나타나고 있음
 - 해상풍력, 태양광, 바이오에너지 등의 개별기술을 촉진하기 위해서 R&D 활동 및 프로그램에 대한 직접적 자금지원 위주의 기술공급 정책이 주요하게 나타나고 있음

최근 영국은 종합적인
기술 관점에서
수요견인 정책,
개별기술의 관점에서
기술공급 정책 활용

영국저탄소 에너지기술 혁신정책의 흐름



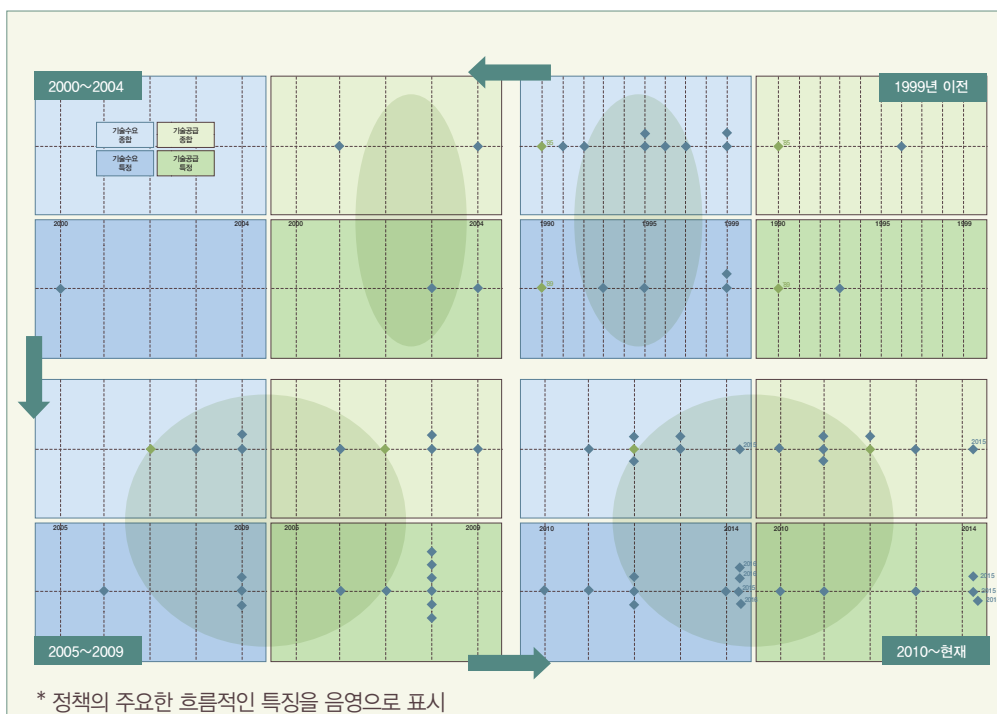


독일

- 독일은 1999년 이전에는 저탄소 에너지기술 혁신을 위하여 시장 형성 및 활성화를 통하여 기술을 촉진하는 수요견인 정책이 주를 이루었고, 기술적인 측면에서는 종합적이고 개별기술적인 정책을 동시에 펼친 것으로 나타남
- 2000~2004년에는 전반적으로 저탄소에너지기술 관련 신규 정책의 시행이 드물게 나타나고 있는 가운데, 기술개발을 통하여 시장에 공급하는 기술공급 정책이 일부 시행된 것으로 나타남
- 2005~2009년에는 전반적으로 저탄소에너지 기술 관련 정책의 양적인 증가가 두드러지며, 기술혁신을 위한 정책시행에 있어 전반적으로 균형적인 양상을 보여줌. 기술적인 측면에서 종합적이고 개별기술적인 관점을 동시에 가져가고 있으며, 정책 유형에 있어서도 수요견인 정책과 기술공급 정책이 모두 활용되고 있음
- 기술적 범위와 정책 유형에 있어서 이와 같은 균형적인 흐름은 2010년부터 현재까지도 지속되고 있는 것으로 확인됨. 이는 독일의 에너지전환(Energiewende) 정책의 일관되고 지속적인 추진의 결과인 것으로 판단됨

최근 독일은
종합적이고 개별기술
적인 차원에서
수요견인과 기술공급
정책을 모두 활용

독일 저탄소 에너지기술 혁신정책의 흐름



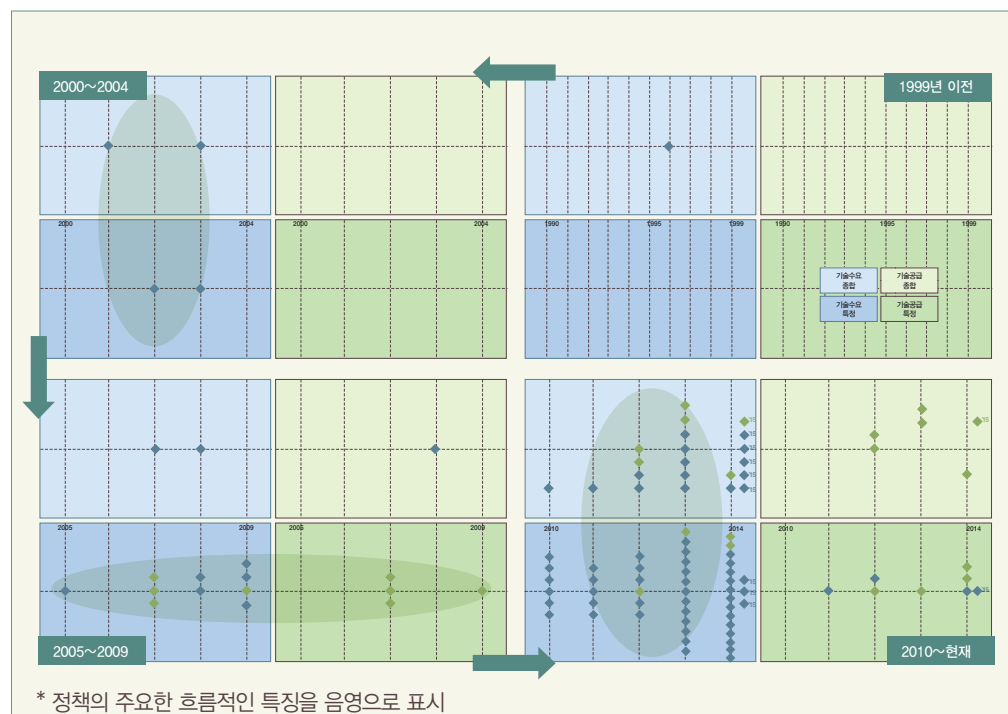


중국

- 중국의 경우, 2000~2004년에는 저탄소 에너지기술을 혁신하기 위한 정책의 시행을 일부 시작하고 있으며 시장의 형성을 통하여 기술의 활용을 촉진하는 수요견인 정책이 주요하게 나타남
- 2005~2009년에는 기술의 범위 측면에서 종합적인 기술보다는 태양광, 풍력, 바이오에너지 등 개별적인 기술을 촉진하는 것에 초점을 맞추고 있음
 - 이를 위해 기술공급과 수요견인 정책을 모두 활용하고 있지만, 시장의 형성 및 활성화를 통하여 기술 촉진을 유도하는 수요견인 정책에 좀 더 무게가 실린 형태를 보여주고 있음
- 2010년부터 현재까지는 양적인 측면에서 정책의 급격한 증가를 보여주고 있음.
 - 이러한 증가에 있어 국가발전개혁위원회가 중심이 되어 신재생에너지 시설 보급을 촉진하기 위한 FIT, 세제혜택, 각종 규제 등을 통하여 시장을 창출하는 수요견인 정책이 기술공급 정책보다 높은 비중으로 활용되고 있는 것으로 나타남
 - 또한 태양광, 풍력 등 개별기술적인 관점을 지속적으로 보여주고 있음

최근 중국의 정책은
종합적이고 개별기술
적인 차원에서
수요견인 정책을 통해
기술혁신 촉진

중국 저탄소 에너지기술 혁신정책의 흐름



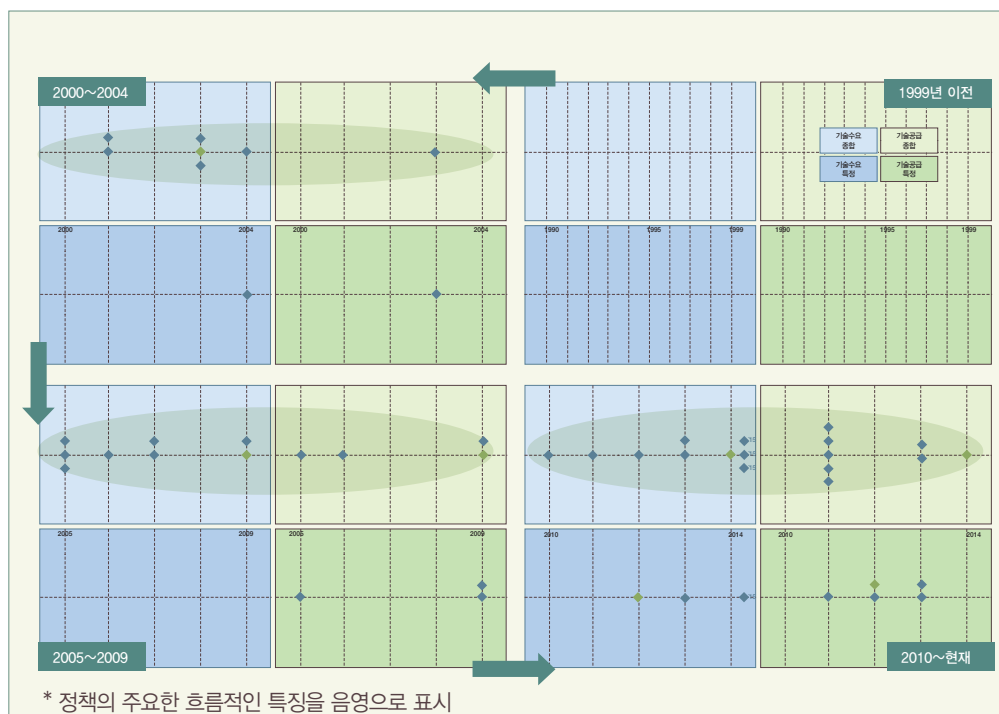


한국

- 우리나라는 저탄소 에너지기술을 혁신하기 위한 정책 및 프로그램을 시행하는데 있어 2000~2004년의 경우 기술범위 측면에서 개별기술 보다는 종합적인 관점을 유지하였음
 - 이를 위해 신재생에너지 시설 보급 및 확장 등을 통하여 시장을 형성하고 이를 기반으로 기술을 촉진하는 수요견인 정책의 비중이 높은 것으로 나타남.
- 2005~2009년에는 이전 시기와 마찬가지로 종합적인 관점을 지속하였으며, 이를 위하여 기술개발을 통하여 시장에 기술을 공급하는 정책이 증가하였음
- 2010년부터 현재까지는 기술적인 측면에서 종합적인 관점의 정책이 이전과 마찬가지로 높은 비중으로 활용되고 있으며, 수요견인 정책과 기술개발을 통하여 기술을 시장에 공급하는 정책이 균형적으로 활용되고 있음
 - 특히 신재생에너지 시설 보급을 통하여 시장의 활성화를 적극적으로 도모하기 위한 방편으로 FIT를 폐지하고 RPS(2012)를 새롭게 시행하였음
- 우리나라는 2000년 이후 현재까지 신재생에너지 기술을 육성 촉진하기 위해 종합적인 관점을 중심으로 정책을 추진해 오고 있는 것으로 나타남

한국의 정책은
종합적인 기술범위에
중심을 두며
수요견인과 기술공급
정책을 동시에 활용

한국 저탄소 에너지기술 혁신정책의 흐름



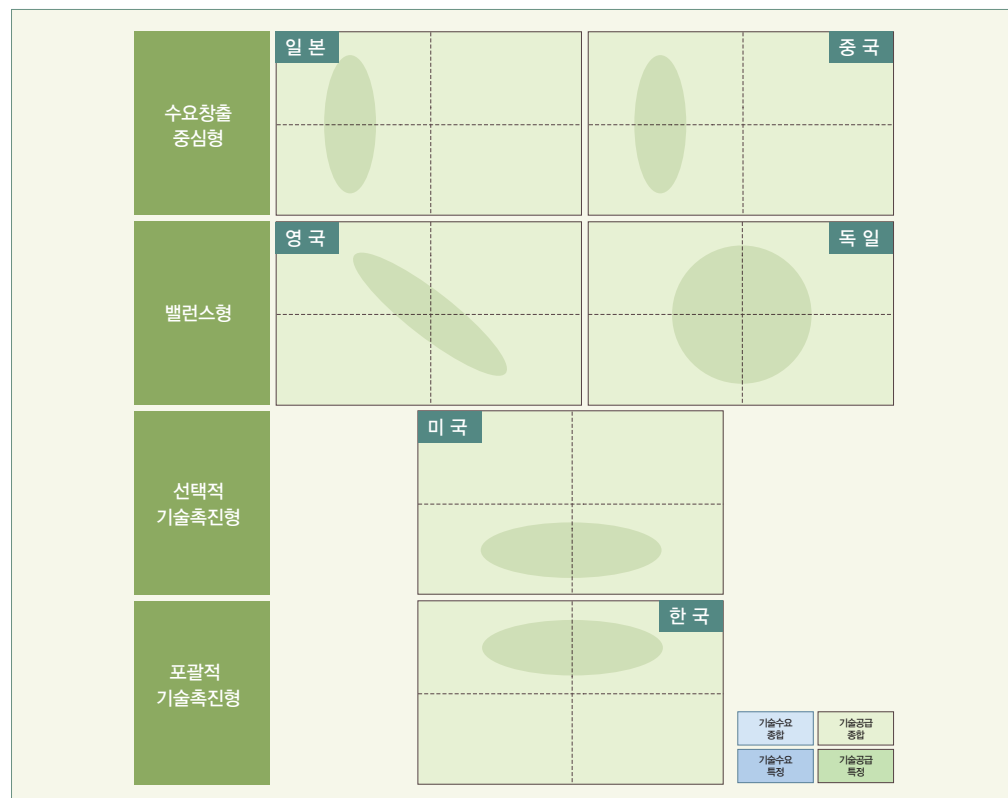
3 저탄소에너지기술 혁신을 위한 정책 흐름 비교

주요국별 상이한 정책 패턴

- 일본과 중국은 종합적·개별적인 기술수준에서 저탄소에너지기술의 혁신을 위해 규제, 시장창출 등 수요촉진을 중심으로 정책을 펼치고 있음
- 영국과 독일은 수준의 차이는 있으나, 종합적·개별적인 기술수준에서 수요와 공급 기반 정책을 모두 펼치고 있음. 특히, 독일은 신재생에너지의 육성을 위해 모든 정책적 부문을 포괄하는 전방위적인 특징을 보임
- 미국은 기술공급적 정책과 수요견인적 정책을 개별기술의 수준에서 펼치고 있으며, 이는 세부적인 기술에 입각한 정책적 이니셔티브를 펼치는 것으로 볼 수 있음
- 우리나라는 기술공급적 정책과 수요견인적 정책을 종합적인 기술 수준에서 펼치고 있으며, 신재생에너지 기술의 육성을 위한 정책적 흐름의 특징이 다른 주요국과 차이를 보임

저탄소에너지기술
혁신 정책에 있어
일본과 중국은
수요창출 중심, 영국과
독일은 밸런스, 미국은
선택적 기술 촉진,
한국은 포괄적
기술촉진의 특징을
보임

주요국 저탄소에너지기술 혁신 정책 유형 분류(2010년 이후)



출처: 녹색기술센터(2016)

04 저탄소 에너지기술 혁신을 위한 향후 정책 방향



기술혁신을 위한 정부와 민간 부문 간 협력체계 강화

- 기후변화 이슈에 대응하기 위해 주요국은 신재생에너지와 같은 저탄소 에너지에 대한 R&D 투자를 지속적으로 늘리고 있으며, 저탄소에너지에 관련한 국제사회 차원의 논의가 강화되고 있음
- 이러한 흐름 속에 최근에 민간부문의 R&D 투자 증가가 두드러지는 특징을 보이고 있으며, 이는 국가 저탄소 에너지기술의 혁신에서 민간부문의 역할이 주요하다는 것을 의미함
- 따라서, 저탄소 에너지기술 - 신재생에너지 - 의 육성을 위해 국가차원의 정책적 목표와 연계하여 정부와 민간 부문의 체계적인 협력과 상호보완적인 역할의 수행이 필수적으로 요구됨

저탄소 에너지의
혁신을 위해 조합적인
정책의 운영을 통한
효과성 제고 및
지속적인 개선 필요

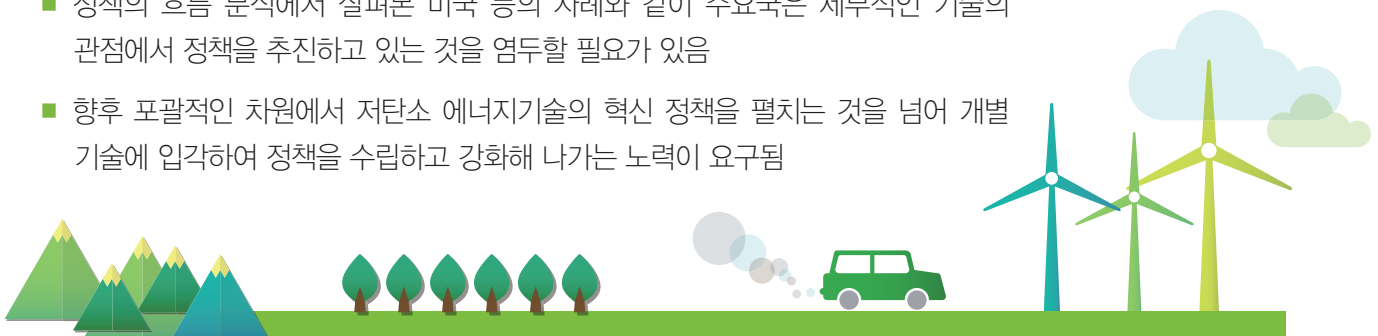
기술의 혁신을 위한 정책적 조합 및 지속적인 개선

- 주요국은 저탄소 에너지기술의 혁신을 위해 “규제적 정책”과 재정적 인센티브” 정책을 조합적으로 활용하고 있음
 - 국가 전략에 따라 한쪽에 더 무게를 두거나(일본, 독일, 중국), 정책에 대한 조화를 이루고 있음(미국)
 - 한편, 저탄소 에너지기술의 육성을 위해 주요국에서 공통적으로 활용하는 제도는 FIT로 나타났으며, 합리적인 제도의 운영을 위해 매년 개정하는 점을 주목할 필요가 있음
- 따라서, 정책적 조합과 특히 FIT 제도는 저탄소 에너지기술의 혁신을 위해 주요한 수단임을 인식하고, 관련 제도의 정비와 더불어 현행 제도를 합리적으로 개선하는 노력을 강화할 필요가 있음

저탄소 에너지 혁신
정책을 고려함에 있어
개별 기술에 입각한
정책 이니셔티브 필요

개별 기술에 대한 정책 초점과 이니셔티브 강화 필요

- 정책의 흐름 분석에서 살펴본 미국 등의 사례와 같이 주요국은 세부적인 기술의 관점에서 정책을 추진하고 있는 것을 염두할 필요가 있음
- 향후 포괄적인 차원에서 저탄소 에너지기술의 혁신 정책을 펼치는 것을 넘어 개별 기술에 입각하여 정책을 수립하고 강화해 나가는 노력이 요구됨





참고문헌

- 녹색기술센터. (2016). 녹색기후기술의 온실가스 감축 효과 및 육성 방안.
- Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. (2016). Global Trends in Renewable Energy Investment.
- IEA. (2014). Mapping Multilateral Collaboration on Low-Carbon Energy Technologies.
- Kim, L., & Dahlman, C. J. (1992). Technology policy for industrialization: An integrative framework and Korea's experience. *Research Policy*, 21(5), 437-452.
- Rothwell, R. (1992). Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s. *R&D Management*, 22(3), 221-240.

정책 데이터베이스 조사 참고자료

- Bloomberg New Energy Finance. (2016). Clean Energy Investment Q2 2016 Factpack.
- Bloomberg New Energy Finance. (2015). COP21: The Definitive Guide.
- IEA. (2012). Energy Policies of IEA Countries The Republic of Korea 2012 Review.
- IEA. (2012). Energy Policies of IEA Countries The United Kingdom 2012 Review.
- IEA. (2013). Energy Policy Highlights.
- IEA. (2013). Energy Policies of IEA Countries Germany 2013 Review.
- IEA. (2014). Energy Policies of IEA Countries The United States 2014 Review.
- IEA. (2016). Energy Policies of IEA Countries Japan 2016 Review.
- IRENA. (2012). Evaluating Policies in Support of the Deployment of Renewable Power.
- IRENA. (2014). Evaluating Renewable Energy Policy: A Review of Criteria and Indicators for Assessment.
- IRENA. (2015). Renewable Energy Technology Innovation Policy.
- REN21. (2013). Renewables 2013 Global Status Report.
- REN21. (2014). 10 Years of Renewable Energy Progress.
- REN21. (2015). Renewables 2015 Global Status Report.
- REN21. (2016). Renewables 2016 Global Status Report.





저탄소 에너지기술 혁신을 위한 정책 메가트렌드:

주요국의 신재생에너지 대상