

KEEI ISSUE PAPER

정책 이슈페이퍼 20-11

주요국의 에너지전환(Energy Transition) 추진성과와 과제

양익석



KOREA
ENERGY
ECONOMICS
INSTITUTE

정책 이슈페이퍼 20-11

주요국의 에너지전환(Energy Transition) 추진성과와 과제

양익석

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 3
- III. 정책 제언 / 24
- IV. 기대 효과 / 26
- 〈참고자료〉 / 29

I 배경 및 문제점

- 세계 주요 국가들의 에너지수급 상황은 자국의 에너지자원 부존 여건, 에너지시스템의 사회적 선택, 에너지 이용기술의 발전정도, 청정에너지시스템 구축을 위한 사회적 욕구, 에너지시스템 전환을 위한 정부의 선택 등에 의해 다양한 양상을 보이고 있음.
 - 2016년 이후, 세계 각국은 파리협정에 따라 자발적 온실가스 감축공약을 제시하고, 이를 달성하기 위한 실행계획을 수립·이행하는 한편, 자국의 에너지시스템의 화석에너지 의존도를 축소하는 방향으로 전환을 모색하고 있음.
 - 세계 주요국이 에너지 전환정책을 새로운 정책 패러다임으로 추진하게 된 배경에는 온실가스 감축을 위한 국제협약 체결, 지역 경제 공동체(EU)의 결정(지침 변화), 청정에너지 확대에 대한 정치적 공약 등이 작용하였음.
- 세계 모든 국가가 에너지전환을 목적으로 하고 있지는 않으나, 자국의 에너지시스템을 지속가능 체제로 전환하고자 하는 것은 국제사회에 대한 자국의 자발적 온실가스 감축공약에 기초한 의무감 인식과 재생에너지 분야의 기술발전 등에 기인하고 있음.
 - 주요 에너지전환 선도국의 핵심 정책기조는 저탄소·청정 에너지시스템 구축 지향이며, 이는 화석에너지 중심의 기존 에너지시스템을 장기적(5년, 10년, 30년 등)인 시간적 영역 하에서 계획적으로 전환하여, 에너지시스템을 저탄소·청정에너지 체제에 부합하는 구조로 전환하는 것을 의미함.
 - 세계 주요국의 에너지 전환정책 목표는 사회적 합의 과정의 국가별 상이성, 에너지시스템의 청정화 필요성에 대한 인식 차이, 에너지 전환정책 추진에 따른 사회적 비용의 수용성 등으로 다양성을 보이고 있음.

○ 그러나 에너지 전환정책 목표의 지향점은 에너지수요의 절대적 수준의 감축, 화석에너지 의존도 감축, 재생에너지 역할의 확대라는 측면에서 공통성을 가지고 있음.

□ 본 연구는 2010년 이후의 에너지전환을 선도하고 있는 국가들의 에너지시스템 변화결과(에너지믹스 및 전원믹스 등)를 점검하고, 이들 국가들이 경험하고 있는 정책애로에 대한 시사점을 도출하여, 향후 우리나라 에너지 전환정책 발전방향을 타진하는 것을 목표로 하고 있음.

○ 본 연구는 독일, 영국, 프랑스 등 에너지전환을 선도하고 있는 국가들의 에너지 전환정책 추진 배경, 정책목표, 법제도 구축·운영 현황, 정책추진 애로요인 등을 분석하여, 우리나라 에너지 전환정책의 성과 제고에 필요한 정책보완 요소를 제시하고자 함.

II 조사 및 분석 결과

1. 에너지 전환정책 선도국가의 정책 방향 점검

- 세계 주요 국가의 에너지 전환정책의 핵심방향은 발전 부문의 연료 저탄소화, 수송 부문의 Mobility 청정화, 산업 및 건물 부문의 에너지효율 고도화, 수요 측면에서 에너지수요 감축 등으로 대표되고 있음.
- 주요 에너지전환 선도국의 정책기조는 저탄소·청정 에너지시스템 구축이며, 이는 전환정책 목표 하에 화석에너지 중심의 기존 에너지시스템을 장기적(5년, 10년, 30년 등)인 시간적 영역 하에서 계획적으로 전환하여, 에너지시스템의 구조적 특성을 저탄소·청정에너지 체제에 부합하는 구조로 전환하는 것을 의미함.
- 에너지 전환정책 목표의 공통적인 지향점은 에너지수요의 절대적 수준의 감축, 화석에너지 의존도 감축, 재생에너지 역할의 확대라는 측면에서는 공통성을 가지고 있음.
- 에너지 전환정책은 에너지시스템의 구조변화를 설계하는 방식에 따라 국가에 따라 상이하며, 대표적으로 독일과 영국은 에너지 전환정책을 표방하는 국가이나, 원전 정책방향은 정반대로 설정하고 있음.
- 에너지수요 측면의 전환정책의 핵심은 에너지수요 증가를 억제하여 에너지공급 확대 유발요인을 사전에 차단하는 것을 의미함.

〈표-1〉 에너지 전환정책 선도국의 에너지 전환정책 구성 내역

구분	세부내역
태동 배경 및 환경적 요인	<ul style="list-style-type: none"> ○ 화석에너지의 과도한 배출 폐해 위기 (온실가스 배출 증가) 인식 확대(파리협약, 2016) ○ 후쿠시마 원전사태 발생(2011.3.11.) ○ 청정에너지(태양광, 풍력 등)기술 발전
에너지시스템 변화기조	<ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지시스템 전환 추진(2010년대 초~) <ul style="list-style-type: none"> - 화석에너지 에너지시스템에서 청정에너지시스템으로 전환
에너지 전환정책 기조	<input type="checkbox"/> 에너지원별 정책 기조 <ul style="list-style-type: none"> ○ 화석에너지 의존도 감축 <ul style="list-style-type: none"> - 脫석탄 및 석탄의존도 감축 - 석탄의 천연가스 대체 확대 ○ 재생에너지(태양·풍력·조력 등) 역할 확대 ○ 원전 의존도 조정 <ul style="list-style-type: none"> - 脫원전: 독일 - 원전 의존 축소: 프랑스, 일본, 한국 - 원전 의존 확대 및 지속: 영국, 미국
	<input type="checkbox"/> 부문별 전환정책 <ul style="list-style-type: none"> ○ 공급: 에너지믹스 개편 <ul style="list-style-type: none"> - (발전 부문) 전원구조의 저탄소화 ○ 수요: 에너지수요 증가 억제 및 감축 <ul style="list-style-type: none"> - (수송 부문) Mobility청정화(연료 전력화·수소화) - (산업·건물 부문) 에너지효율 고도화

(독일) 2050년까지 자국의 온실가스 배출규모를 1990년 대비 80~95% 감축하는 것을 장기 온실가스 감축목표로 설정하고 있으며, 이의 실현을 위해 2020년까지 40%, 2030년까지 55% 감축하는 것을 단계별 목표로 설정하였음.

○ 재생에너지 보급·확대 정책목표는 재생에너지의 최종에너지 비중을 2050년 60% 수준까지 제고하는 한편, 재생에너지 전원비중을 최하 80%로 확대하는 것으로 설정하였음.

〈표-2〉 독일 「에너지구상 2010(Energy Concept 2010)」의 중장기 목표

(단위: %)

주요 정책 목표	2020	2030	2040	2050	
□ 온실가스 배출					
- 온실가스 배출('90년 대비)	≥-40.0	≥-55.0	≥-70.0	≥-80~-95	
□ 재생에너지 역할 증대					
- 최종에너지 분담률	18.0	30.0	45.0	60.0	
- 전원(발전량) 비중	≥35.0	≥50.0 ¹⁾	≥65.0 ²⁾	≥80.0	
- 열생산 열원 비중	14.0	-	-	-	
- 수송연료 중 비중	10.0 ³⁾	-	-	-	
□ 에너지수요 감축 : 에너지소비 절약 및 에너지효율 증대					
- 1차에너지 소비('08년 대비)	-20.0	-	-	-50.0	
최종 에너지 소비	· 에너지생산성 개선4) ('08~50)	2.1%(2008~2050년)			
	· 전력소비량 감축('08년 대비)	-10.0	-	-	-25.0
	· 건물부문 에너지소비 감축 ('08년 대비)	-	-	-	-80.0
	· 건물부문 열(heat)소비 ('08년 대비)	-20.0	-	-	-
	· 수송부문 최종에너지 소비 감축 ('05년 대비)	-10.0	-	-	-40.0

주: 1) 2025년까지 40~45% 감축;

2) 2035년까지 55~60% 감축;

3) EU 목표치임;

4) 에너지생산성은 기준연도 최종에너지 소비 단위당 GDP로 측정(GDP/TFC)

- 특히, 단계별 실행계획으로 2020년까지 발전부문에서 재생에너지원 전력 비중을 35%까지 제고하며, 열(냉난방)공급 부문 및 수송부문의 재생에너지 비중을 각각 14% 및 10%까지 확대하는 것으로 목표를 설정하였음.

〈표-3〉 독일 「Energy Concept 2010」의 분야별·부문별 정책 목표(2020년)

목표 구분	분야별 목표	세부내역
□ 정책 목표	- 기후변화 목표	· 2020년까지 '90년 대비 온실가스 최소 40% 감축
	- 脫원전 목표	· 2022년까지 원자력의 단계적 퇴출
	- 에너지공급 안정성 제고	· 에너지 부문의 경쟁력 확보 및 공급 안보 보장
	- 에너지수요 감축 목표(1차 에너지기준)	· 2020년까지 '08년 대비 1차에너지 수요 감축(20%) · 1차에너지 생산성 개선: 연평균 2.1% ²⁾
	- 재생에너지 목표 (1차에너지 소비 비중)	· 2020년까지 18%로 확대
□ 부문별 실행목표 (~2020년)	- 최종에너지 수요 감축 목표	· 원별 최종에너지 소비감축 목표 (전력): 2008년 대비 10% 감축 (열) : 2008년 대비 20% 감축 (수송): 2005년 대비 10% 감축
	- 재생에너지의 역할 증대 목표	· 재생에너지 확대 목표(비중 목표) (전력): 2020년까지 35% 이상 (열: 냉난방): 2020년까지 14% (수송): 2020년까지 10% ¹⁾
□ 평가 단계		· 법, 규제, 지원 프로그램 등 시행

주: 1) '에너지구상 2010'에서는 제시되지 않았으며, EU차원에서 설정된 목표임.

2) 에너지 생산성 = 에너지 소비 단위당 실질 국내총생산; '20~'50년 연평균 2.1% 개선 추진

자료: 경제·에너지부(BMWi)(2016.12), The Energy of the Future, 5차 모니터링 보고서, p.9.

- 에너지 전환정책의 에너지수요 감축 목표는 1차에너지 수요를 2050년까지 50%(2008년 대비) 감축하는 것으로 대표되고 있음. 독일은 에너지수요 감축을 위해 1차에너지 생산성을 2008~2050년 기간 중 연평균 2.1% 개선을 목표로 하고 있음.

- 한편, 에너지수요 감축을 위한 최종에너지 세부 부분별 목표로 전력수요를 2050년까지 2008년 대비 25% 감축하는 것을 목표로 설정하고, 또한 에너지 효율 증진을 통해 건물부문 에너지수요를 80% 감축하는 한편, 수송시스템 개선을 통해 수송에너지 수요를 40% 감축하는 목표도 설정하였음.
- (영국) 영국은 안정적 에너지공급, 에너지 경쟁력 제고, 저탄소 경제로의 전환 등을 에너지·기후변화 정책기조로 설정하고 있음.
- 영국의 에너지 전환정책 목표는 2022년까지 자국의 탄소배출량을 1990년 대비 37% 감축하며, 2050년까지 80%수준까지 감축수준을 제고하는 것임.

〈표-4〉 영국의 에너지·기후변화정책 목표

탄소배출 감축목표 (1990년 대비, %)			최종에너지소비 중 재생에너지 비중목표(%)		에너지효율 개선 목표(mtoe)	
2022년	2032년	2050년	2020년	2030년	2020년	2030년
37	57	80	15 ¹⁾	-	129.2 ²⁾	-

주: 1) 영국의 재생에너지의 최종에너지 비중목표는 2020년까지 전력 30%, 열 12%, 수송연료 10% 등으로 구성되어 있음.

2) 에너지효율 개선 2020년 목표는 2007년 BAU 전망을 기준으로 설정하였으며, BAU 전망 대비 18% 감축을 에너지수요 감축 목표로 책정하였음.

자료: 〈Enerdata(2016), "Country Energy Report: United Kingdom", December 2016〉, 〈제4차 탄소예산안(The Carbon Budget Order 2011) 및 제5차 탄소예산안(The Carbon Budget Order 2016)〉에 기초하여 저자 재구성; 〈세계 에너지 시장 인사이트(2017.7.10.)〉, 제17-23호, p.8., 에너지경제연구원)에서 재인용

- 에너지전환 정책의 핵심내용은 △脫석탄 추진, △에너지효율 개선 촉진, △재생 에너지 보급·확대, △세일자원(석유·가스) 개발 촉진, △원자력·가스의 역할 유지 등으로 대표되고 있음.
- 재생에너지 보급·확대 목표는 최종에너지 소비 중 재생에너지 비중을 2020년까지 15%수준으로 확대하는 것으로 책정하는 한편, 에너지효율 개선을 통해 최종에너지 수요를 129.2 백만toe 수준이내에서 억제하여, 2007년 BAU 전망대비 18% 감축하는 것임.

- 영국은 ‘청정성장 전략’을 통해 자국의 저탄소 사회 실현을 위해 추구해야 할 정책방향 및 목표를 단계별로 제시하고 있음. 핵심정책 방향은 △최소의 국가·사회적 환경비용으로 ‘지속적 경제성장’을 실현하는 한편, △경제성장의 사회·경제적 효용 극대화를 도모하는 것임.
 - ‘청정성장 전략’은 목표 달성 경로(Pathway)를 중장기(~2032년)와 초장기(~2050년) 구간으로 구별하여 목표를 설정하고 있음.
 - 청정성장 전략의 중장기 목표(~2032년)는 온실가스 배출량 감축수준을 산업·공공 부문 30%, 가정 19%, 수송 29%, 발전 80%, 토지 사용 및 농업 부문 26% 감축 등으로 세분화하여 제시하고 있음.
 - 초장기적(~2050년)으로는 △에너지소비의 전력화 심화, △수소에너지 시스템 확충, △CO₂제거(emission removal) 기술개발 및 적용 등을 통해 에너지 시스템을 청정체제로 전환하는 것을 목표로 하고 있음.
 - 에너지소비의 전력화는 수송부문의 화석연료 기반의 이동수단(mobility)을 전기자동차 등으로 전환하며, 가정부문의 난방시스템을 전력화하여 온실가스 배출을 차단하는 것을 목표로 하고 있음.

〈표-5〉 영국 ‘청정성장 전략’의 주요 추진 방향과 목표(2017~2032년)

부문	전략 추진 주요 방향 및 목표(2017년 현재 ~ 2032년)
□ 산업/공공	<ul style="list-style-type: none"> - 에너지효율 개선을 통한 에너지생산성 고도화 · 사업체/공공 부문의 온실가스 배출량 30% 감축 - 산업에너지의 청정연료화 추진 · 산업에너지의 탄소함량 최소 14% 감축
□ 가정	<ul style="list-style-type: none"> - 건물 에너지효율 개선 및 주택의 저탄소 난방 전환 · 에너지소비 9% 및 배출량 19% 감축 · 가스보일러의 저탄소 난방시스템 전환
□ 수송	<ul style="list-style-type: none"> - 전기자동차 보급·확대 및 저공해 차량 전환 추진 · 배출량 29% 감축 · 수송 에너지소비 집약도 30% 감축, 배출 집약도 44% 개선

부문	전략 추진 주요 방향 및 목표(2017년 현재 ~ 2032년)
□ 발전	<ul style="list-style-type: none"> - 발전부문 청정전원체제 전환 · 청정연료 전원비중 80%로 확대 ※ 재생에너지 지원제도(Contract for Difference, CfD) 적용 - 스마트 전력수급 시스템 도입을 통한 효율 개선 · 발전부문 배출량 80% 감축
□ 농림/폐기물	<ul style="list-style-type: none"> - 토지 이용·농업부문 온실가스 배출 감축 · 배출량 26% 감축 · 산림지대 최대 16% 확대 - 폐기물 배출량 감축 · 농업생산의 배출집약도 27% 증진

주: 온실가스 감축목표는 2017년 대비 2032년까지의 감축 수준으로 제시되었음.
 자료: <BEIS(2017.10), The Clean Growth Strategy, pp.54-56.> 및 <양익석(2018), “영국의 에너지·기후변화 정책기조와 청정성장 전략” 세계 에너지시장 인사이트 제18-4호(2018.1.29.), p.15., 에너지경제연구원>에 기초하여 재구성

〈표-6〉 영국 청정성장 경로(pathway) 전략 목표(~2032년)

	주요 지표	1990	2015	2032
전반적 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 1인당 배출량(tCO₂e/person) - 배출집약도(tCO₂e/GDP(£백만)) - 에너지집약도(MWh/£백만) 	14 717 1,530	8 271 872	4 107 548
산업 및 공공부문	<ul style="list-style-type: none"> - 비산업 및 공공부문 에너지 사용(MWh/£백만) - 비산업 및 공공부문 에너지집약도(gCO₂e/£백만) - 산업부문 에너지 사용(MWh/£백만) - 산업부문 에너지집약도(gCO₂e/£백만) 	302 121 1,756 488	164 96 1,005 403	79 46 833 345
가정 부문	<ul style="list-style-type: none"> - 가구당 에너지사용(MWh/가구) - 가정부문 에너지집약도(gCO₂e/£백만) 	21 169	17 140	15 120
수송 부문	<ul style="list-style-type: none"> - 1,000km 당 도로 수송 에너지사용(kWh/km) - km당 도로 수송 에너지집약도(gCO₂e/kWh) - 에너지사용 당 도로 수송 배출량(gCO₂e/kWh) 	1,127 260 231	941 213 227	655 120 183
전력 부문	<ul style="list-style-type: none"> - 발전부문 배출량(MtCO₂e) - 전력 공급량 중 청정에너지원 비중(%) 	204 21	104 45	16 85
천연 자원	<ul style="list-style-type: none"> - 영국 산림면적(1,000 헥타르) - 농업생산물 당 에너지집약도(tCO₂e/£백만) - 생분해성 폐기물(MtCO₂e)¹⁾ - 쓰레기매립지로부터의 온실가스 배출량(MtCO₂e) 	2,778 5,354 362 60	3,155 3,841 8 12	3,648 2,817 4 7

주: 1) Biodegradable waste sent to landfill; 2) 1995년 수치임
 자료: BEIS(2017.10), The Clean Growth Strategy, p.141.

- 영국은 초장기적인 구상 하에 수소에너지 시스템을 확충하고자 하며, 수소가 모든 부문에서 활용되는 에너지원으로 활용될 수 있도록 계획하고 있음.
 - 우선적으로 고려되고 있는 수소공급원은 천연가스 개질을 구상하고 있으며, 천연가스 공급 인프라를 수소 공급시스템으로 전환하는 구상을 포함하고 있음.
 - 이산화탄소 포집 및 저장 기술 개발·적용을 통해서 온실가스 배출을 원천적으로 차단하는 것도 영국의 청정성장 전략의 초장기적인 목표에 포함하고 있음.

〈표-7〉 영국 ‘청정성장 전략’의 주요 추진 방향과 목표(2032~2050년)

추진 분야	주요 추진 방향 및 목표
에너지소비의 전력화 심화	<ul style="list-style-type: none"> - 에너지소비 구조를 전력 중심체제로 개편하여 전력화 심화 (전력 소비: 2015년 대비 80% 증대 전망) <ul style="list-style-type: none"> · 수송부문: 전기자동차 전환 · 가정부문: 난방시스템 전력화 · 산업부문: 산업공정 에너지 전력으로 전환 - 전원구성을 재생에너지·원자력 체제로 전환 <ul style="list-style-type: none"> · 100% 청정전원 체제 구축 도모
수소에너지 시스템 확충	<ul style="list-style-type: none"> - 수소에너지 시스템 구축·운영 <ul style="list-style-type: none"> · 건물·주택(난방), 수송(자동차 연료), 산업(원료 및 연료) 에너지로 수소 이용 · 가스기반 공급 인프라를 수소 공급시스템으로 전환하는 한편, 수소 연료충전소 전국적 확대 - 수소 생산·공급 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> · 천연가스 수소화 산업공정 활용 및 CCUS 기술 적용
CO ₂ 제거 기술 개발 적용 (emission removal)	<ul style="list-style-type: none"> - 이산화탄소 포집 및 저장 기술 개발·적용 <ul style="list-style-type: none"> · 농업 및 임업 기술을 활용한 CO₂제거 기술 개발 · 바이오매스 발전에 CCUS 기술 개발·적용

자료: 〈BEIS(2017.10), The Clean Growth Strategy, pp.54~56〉 및 〈양익석 외(2018.1.29.), “영국의 에너지·기후변화 정책 기조와 청정성장 전략”, 세계 에너지시장 인사이트, 제18-4호, p.15., 에너지경제연구원〉에 기초하여 재구성

□ (프랑스) 에너지수요 감축과 화석에너지 의존도를 축소하는 한편, 재생에너지 역할을 강화하고, 자국 발전 부문의 원전 의존도를 축소하는 것을 주요 내용으로 하는 에너지 전환정책 목표를 설정하였음.

- 전환정책 목표의 핵심은 자국의 온실가스 배출량을 1990년 대비 2030년까지 40% 감축하는 것으로, 이는 자국의 에너지믹스 구조(2016년 기준)가 이미 원전에 크게 의존하고 있으며, 화석에너지 감축을 통해 자국의 온실가스 감축수준을 크게 확대할 여력이 크지 않음을 고려하고 있음.
- 세부 정책방향으로 △에너지효율 개선 및 에너지 수요관리 강화, △화석연료 소비 감축, △재생에너지 보급·확대, △에너지공급 안정성 제고, △차세대 에너지시스템 구축, △친환경 수송수단 개발 등을 설정하고 있음.
 - 프랑스는 2030년까지 자국의 1차에너지 소비의 화석에너지 비중을 2012년 대비 30% 감축하는 목표 설정을 통해 에너지시스템의 脫화석화 심화를 추진하고 있음.
 - 석탄의존도 감축 및 발전 부문 脫석탄화 심화를 위해 2023년까지 CO₂ 포집 및 저장(CCS) 시스템을 적용하지 않는 신규 석탄화력 발전소 건설을 금지하고, 기존 석탄화력 발전설비의 가동중단을 추진하기로 하였음.
 - 또한 화석에너지 의존도 감축을 위해서 우선적으로 에너지효율 증진을 통한 에너지수요 감축이 필요하다 판단하고, 2030년까지 최종에너지 수요를 2012년 대비 30% 감축하는 목표를 설정하였음.
 - 특히, 프랑스는 1기 중장기에너지계획(PPP)에 의거 석탄 수요를 2012년 대비 2023년까지 37% 감축하고, 석유 23.4%, 천연가스 15.8% 감축하는 것으로 책정하였음.

〈표-8〉 프랑스 에너지전환법의 주요 목표(Article L100-4)

부문별 목표	장기(2030년, 2050년) 목표
□ 온실가스 배출량 감축	- 1990년(기준년도) 대비 · 2030년까지: 40% · 2050년까지: 75%
□ 에너지수요 감축 - 최종에너지 수요	- 2012년(기준년도) 대비 · 2030년까지: 20% · 2050년까지: 50%
□ 화석에너지 의존도 감축 - 1차에너지 소비의 화석에너지 비중	- 2012년(기준년도) 대비 · 2030년까지 30% 감축
□ 화석에너지 감축목표	- 2012년(기준년도) 대비 2023년 감축* · 석탄 : 37% · 석유 : 23.4% · 천연가스 : 15.8%
□ 재생에너지 역할 확대 - 부문별 재생에너지 비중	- 최종에너지 소비 비중 · 2020년: 23% · 2030년: 32% - 재생에너지 전원(발전량 기준) 비중 · 2030년: 40% - 최종 열소비량 비중 · 2030년: 38% - 최종 연료소비량 · 2030년: 15%
□ 발전부문 원전의존도 축소	- 원전의 전원(발전량) 비중 · 2025년: 50% 수준으로 축소

주: * 화석에너지의 원별 목표는 PPE, Décret n°2016-1442에 근거함.

자료: 프랑스 에너지전환법(2015.8월 기준), de l'Énergie et de la Mer, Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE), <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe>(검색일: 2016.11.15.) 을 토대로 재구성; 윤영주(2016.11.21.), "프랑스 중장기에너지계획(PPE)의 수립 및 시행", 세계 에너지시장 인사이트, 제16-42호, p.17., 에너지경제연구원 재인용

- 프랑스는 화석에너지 의존도 축소를 위한 대체 에너지원 확보차원에서 재생 에너지의 역할 확대를 목표로 설정하였음. 재생에너지 보급·확대를 위한 부문별

정책목표로서 먼저 최종에너지 소비에서 재생에너지 비중을 2030년 23%까지 확대하는 목표를 설정하였음.

- 재생에너지의 보급·확대의 목표를 최종 이용 단계별 목표로 세분화하여, 발전 부문에서 재생에너지 전원 비중을 40%까지 확대하며, 최종에너지 소비의 열원에서 재생에너지 비중은 38%, 연료용 에너지소비(최종에너지 소비)에서 재생에너지 비중을 15%까지 확대하는 것을 목표로 제시하였음.
- 자국 발전부문의 과중한 원전의존도가 전원믹스의 불균형을 초래하고 있다 판단하고, 자국의 원전 전원비중을 2025년까지 50% 수준으로 축소하는 것을 정책목표로 제시하였음.

□ (일본) 일본은 4차 및 5차 에너지기본계획을 통해 자국의 에너지정책 기조를 에너지 공급 안정성 확보(Energy Security), 에너지효율 증진(Economic Efficiency), 친환경(Environment) 및 에너지안전성 제고(Safety) 등 이른바 3E+S로 설정하였음.

- 일본은 2011년 후쿠시마 사태 이후 급격한 에너지가격 변동과 에너지 자립도 저하를 경험한 후, 2018년 제5차 에너지기본계획을 수립하면서 경제의 선순환 및 친환경 경제체제 구축에 기여할 수 있도록 에너지시스템의 발전방향을 설정하였음.
 - 해외의존도가 높은 자국의 에너지수급 특성을 고려하여 에너지공급 안정성을 중시하였으며, 에너지효율 증진을 통해 에너지수요를 축소하며, 전원구성에서 재생에너지의 역할을 확대하는 정책기조를 설정하게 되었음.
 - 특히, 후쿠시마 원전 사고로 하락한 원자력에 대한 신뢰성 회복과 에너지인프라 관련 자연재해 등에 대한 안전성 확보라는 사회적 요구를 반영하여, 에너지안전(S) 제고를 에너지정책의 핵심 정책기조로 설정하게 되었음.

- 일본은 제5차 에너지기본계획을 수립하면서 4차 에너지기본계획의 정책기조(3E+S)를 승계하였으며, 파리협정의 자발적 감축공약 이행 등을 위해 2050년까지 일본이 지향할 ‘탈탄소화 및 에너지전환’ 방향을 설정하였음.
- (재생에너지 역할 강화) 일본은 재생에너지 보급·확대를 위한 정책을 우선적으로 강화하기로 하였음. 재생에너지 확대를 위해 선결해야할 과제로 전력망 계통 연계성 강화, 규제제도의 합리적 조정, 재생에너지 비용감축 실현을 위한 기술 개발 등을 우선적으로 추진할 계획임.
- (원전 이용의 지속성 유지) 일본은 원전을 높은 에너지생산 효율성, 공급안정성, 비용경제성, 온실가스 無배출 전원 등의 장점을 보유한 준 국산 에너지원으로 보고 있으며, 에너지수급의 장기 안정성에 크게 기여할 기저 전원으로 판단하고 있음.
 - 이에 일본은 에너지효율 증진 및 재생에너지 보급·확대, 화력발전소의 효율성 제고 등을 통해 자국의 원전 의존도를 축소하되, 원전을 지속적으로 활용하기로 결정하였음.
 - 단, 원전의 역할은 어떠한 상황에서도 안전을 최우선적으로 고려하며, 원전 안전성 확보를 제반 조치를 전제하고 있음.
 - 또한 원전 이용에 따라 필연적으로 발생하는 사용 후 핵폐기물 문제는 전 세계 공통의 고민이며 후세에 전가되지 않도록 현세대의 책임으로서 국제적인 인적 네트워크를 활용하여 처리대책을 추진해 나갈 것임을 표명하였음.
- (발전 부문 석탄의존도 감축) 일본은 석탄화력 전원의 온실가스 배출 문제점을 인식하고 있지만, 석탄은 화석연료 중에서 지정학적 위험이 가장 낮고 비용경제성도 월등하기에 중요 기저 전원 연료로서 판단하고 있음.
 - 재생에너지 도입·확대를 통해 석탄화력 전원 감축을 추진하되, 우선적으로 비효율적 석탄발전소 폐기(fade out)를 통해 환경부하 감축을 추진하기로 하였음.

- 석탄 화력발전에 적용할 최신 화력발전 기술(초초임계압, IGCC, CCUS 등)을 개발·적용하여 발전효율을 개선하는 한편, 온실가스 배출량을 근본적으로 감축할 수 있도록 주력할 계획임.
- (천연가스 역할 확대) 일본은 천연가스가 석유에 비해 지정학적 불안정성이 크지 않으며, 화석연료 중에서 온실가스 배출이 가장 적은 에너지원으로 중요한 발전연료로 판단하고 있음.
 - 또한 천연가스는 일본이 지향하고 있는 수소사회로의 이행에 중요한 역할을 담당할 에너지원으로 판단하고 있음.
 - 일본은 PNG 수입망을 보유하지 못하고 있기에 높은 가격의 LNG 전원에 과도하게 의존하는 것을 경계하되, 천연가스의 분산전원 역량 및 수소의 근원 에너지원으로 이용, 산업분야 활용 증대 등에 대비하고자 하며, 발전설비(combined cycle) 고도화를 통해 전원공급 긴급 상황 발생 시, LNG전원을 비상전원으로 활용하는 역량을 확대할 계획임.
- (최종에너지 소비구조 개편) 일본은 안정적이고 효율적인 에너지수급 구조를 구축하기 위해서는 1차에너지 구조 개편뿐만 아니라 최종에너지 수급구조도 개선하는 것이 필요하다고 판단하고 있음.
 - 특히, 에너지효율 증진을 위한 구체적인 계획의 필요성을 적시하고 있으며, 수소사회 실현을 위한 최종에너지 수급구조 개선 필요성을 제기하고 있음.
- (전원믹스 개편 목표) 일본의 전원믹스 개편목표는 전원구성(발전량 기준)에서 재생에너지 비중을 22~24%(2016년: 8.6%)까지 확대하며, 원전 전원비중은 20~22%(2016년: 2%) 수준을 유지하는 것으로 목표를 설정하였음.
 - 원전을 '탈탄소화를 위한 선택지' 및 '중요한 기저 전원'으로 판단하였으며, 2030년 원전 전원비중 목표는 20.0~22.0% 수준으로 설정하였음.
 - 2030년 석탄화력 전원 비중 목표는 26.0%수준으로 설정하였으며, 이는 석탄화력 전원비중을 2013년 대비 6.9%p 감축하는 것을 의미함.

- LNG전원 비중을 2013년 40.8% 및 2018년 40.0% 수준에서 2030년까지 27.0% 수준으로 감축(-13.8%p)하는 것은 원전 및 신재생에너지 전원 확충을 전제하고 있음.
- 일본은 재생에너지 부문의 기술혁신으로 태양광·풍력 전원이 他전원과 경쟁력 있는 수준이 될 것으로 판단하고 있으며, 이에 태양광 전원비중 목표를 7.0%, 풍력은 1.7%로 책정하였음.
- 바이오매스·지열·중소수력 등의 전원을 지역 밀착형 에너지원으로서 분산형 에너지시스템 구축 가속화를 위한 수단으로 인식하고 있으며, 특히, 바이오매스 전원비중 목표는 3.7~4.6% 수준으로 책정하였음.
- (전력망 개편) 일본은 자국의 전력화 심화가 지속될 것으로 판단하며, 전원과 전력 계통망을 광역적이며 효율적으로 활용할 수 있도록 개선할 의지를 표명하였음.
 - 일본은 전력공급 체계를 안정적이고 저렴한 기저전원과 수요변화에 따라 출력을 조정할 수 있는 중간 전원 및 피크 전원을 균형 있게 구축하며, 재생에너지 등 분산형 전원을 통합적으로 운영할 구상임.
 - 일본은 향후 전력요금 산정에 계통 정비 및 안정화를 위한 추가비용, FIT제도 운용에 따른 누적 부과금 등이 가산될 수 있다고 판단하고 있으나, 전력망 개편 비용이 국민생활 및 경제활동에 큰 부담이 되지 않도록 주력할 계획임.
- (수소사회 실현) 일본은 최종에너지 소비에서 전력, 열, 수소가 중심적인 역할을 할 것으로 전망하고 있음. 수소에너지는 공급과정에서 안전성이 확보되어야 하지만, 높은 편의성 및 효율성, 온실가스 無배출, 비상시 대응 역량 등에서 많은 장점을 보유하고 있는 것으로 판단하고 있음.
 - 일본은 수소를 일상생활 및 산업에서 활용하는 사회, 이른바 “수소사회”를 실현하기 위해서 기술, 비용, 제도, 인프라 측면에서 여전히 많은 과제에 직면하고 있는 것으로 인식하고 있음.

- 이에 2017년 12월에 수립한 수소기본전략(재생에너지·수소 등 관련각료회의 결정)등에 의거하여 수소가 중장기적인 에너지 안보와 온난화대책의 최후 수단이 될 수 있도록 제도 및 인프라 정비를 진행함과 동시에 다양한 기술 개발 및 비용 감축을 추진하여 수소사회로의 이행을 추진할 계획임.

〈표-9〉 제5차 에너지기본계획 에너지·전원 믹스 개선 목표(2030년)

	에너지믹스 (1차에너지 기준, %)				전원믹스 (발전량 기준, %)			
	2013	2018 ¹⁾	2030 ²⁾	△%p ³⁾ ('13/'30)	2013	2018 ¹⁾	2030 ²⁾	△%p ³⁾ ('13/'30)
석유	45.5	38.7	30.0	-15.5	14.5	5.0	3.0	-11.5
석탄	24.1	26.7	25.0	0.9	32.9	30.0	26.0	-6.9
천연가스	22.1	23.3	18.0	-4.1	40.8	40.0	27.0	-13.8
재생에너지	4.9	8.5	13~14	8.1~9.1	10.8	19.0	22~24	11.2~13.2
(수력)	3.1	3.9		-	7.3	10.0	8.8~9.2	1.5~1.9
(태양광)				-	1.2		7.0	5.8
(풍력)				-	0.5		1.7	1.2
(바이오매스)				-	1.6		3.7~4.6	2.1~3.0
(지열)				-	0.2		1.0~1.1	0.8~0.9
원자력	0.4	2.8	10~11	9.6~10.6	0.9	6.0	20~22	19.1~21.1
LPG			3.0	-	-		-	-
에너지자급도(%)	6.1 ⁴⁾	11.7	24.3	18.2				

자료: 1) 추정치(2018년): IEEJ, “2019년 일본 경제-에너지수급 전망(2018.12월)”, https://eneken.iej.or.jp/press/press181220_a.pdf (검색일: 2019.11.26.)

기준치: 자원에너지청(2018.11.15.), “2017년도 에너지수급 실적(속보)”, <https://www.meti.go.jp/press/2018/11/20181115002/20181115002.html>(검색일: 2019.11.26.)

2) 목표치: 2030년까지 에너지믹스 및 전원믹스의 구체적인 목표는 ‘장기에너지수요전망(2015.7월)’에서 제시된 내용을 의미함. 5차에기본(2018년)의 에너지믹스 목표는 4차 에기본의 목표를 승계하였음. 4차 에너지기본계획(경제산업성, 2014.4)은 일본의 에너지믹스 개선 목표(2030년)를 ‘장기에너지수요전망’에서 결정하도록 규정하고, 세부적인 에너지믹스 및 전원 믹스 개선목표를 제시하지 않았음.

3) 2013년(기준) 대비 2030년(목표)의 비중 %p 차이를 의미

4) '13년 에너지자급률: 경제산업성, “에너지백서 2018”, https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2018gaiyou/whitepaper2018pdf_h29_nenji.pdf (검색일: 2019.11.26.)

2. 에너지 전환정책 추진성과 점검

□ 주요 에너지전환 선도국의 전환정책 성과는 에너지믹스에서 화석에너지 역할의 퇴조 및 청정에너지 의존도 심화로 시현되었음.

- 에너지믹스의 脫화석화 진전은 특히, 발전 부문의 脫석탄화 심화로 확인되었음. 화석에너지 소비구조 변화는 석탄의 역할 퇴조와 천연가스의 역할 강화로 대표되고 있음. 화석에너지 의존도가 급격하게 하락하지 않는 것은 화석에너지인 천연가스가 석탄의 역할을 크게 대체하는 결과로 분석됨.
- 에너지소비의 전력화는 최종에너지 소비구조가 전력에너지 형태로 사용되는 비중이 증가함을 의미하며, 가정·상업, 산업 및 수송부문의 에너지소비에서 전력 비중의 심화는 에너지 전환정책의 목표와 성과로 판단되고 있음.
- 청정에너지(非화석에너지)의 역할 증대는 주요 에너지 전환정책 선도국가들이 공통적으로 나타내고 있는 성과임. 이는 주요국의 에너지 전환정책의 목표이자 핵심정책 수단으로 자리하고 있으며, 향후에도 그 역할은 확대될 것으로 분석되었음.

□ (독일) 독일은 에너지 전환정책을 주도하고 있는 대표적 국가로서 2010년 이후 에너지수요 감축 및 脫원전 추진, 청정에너지 보급·확대로 대표되는 에너지믹스 변화를 시현하고 있음.

- 독일 에너지소비의 절대적 수준 감축, 에너지·GDP 원단위의 지속적 개선, 에너지·GDP의 탈동조화 심화 등은 에너지 전환정책의 우선적인 성과로 분석됨.
- 독일의 에너지소비(1차에너지 소비 기준)는 2010년 이후 연평균 1.1% 속도로 감소추세를 시현하였으며, 이는 1990~2010년 기간의 0.4% 감축속도를 크게 초월한 결과임.

- 발전부문의 원전 전원비중은 2010년 11.2%에서 2018년 6.6%로 축소된 반면, 재생에너지 전원 비중이 2010년 7.8%에서 2017년 22.2%까지 확대된 것은 에너지 전환정책 성과를 대변하고 있음.
- (영국) 영국의 화석에너지 의존도는 2010년 88.1%에 달한 바 있으나, 2018년 77.2%로 10.9%p 하락하는 구조변화를 기록하였음.
 - 에너지소비(1차에너지 소비 기준)는 2010년 이후 2018년까지 연평균 1.7% 속도로 감소추세를 시현하였으며, 이는 1990~2010년 기간의 0.1% 감축속도와 크게 대비되는 결과로 분석됨.
 - 한편, 재생에너지 발전량 전원비중은 2010년 2.1%에서 2017년 18.2%까지 확대되었음. 특히, 주목되고 있는 영국의 재생에너지 전원은 풍력발전으로 2017년 총 전원규모(발전량)에서 14.8%를 차지하였음. 풍력발전 전원비중은 2010년 2.7%에서 급격하게 증가한 것을 의미하며, 영국이 재생에너지 보급·확대 정책을 풍력발전에 주력한 결과가 반영된 것으로 분석되었음.
- (프랑스) 프랑스의 에너지 전환정책 이행에 따른 에너지믹스 변화는 에너지수요 감축 및 화석에너지 의존도 감축, 재생에너지의 1차에너지 비중 제고 측면에서 확인되고 있음.
 - 프랑스의 에너지소비(1차에너지 소비 기준)는 2010년 이후 2018년까지 연평균 0.9% 속도로 감소추세를 기록하였으며, 이는 1990~2010년 기간의 0.8% 증가 속도에서 추세변화가 발생하였음을 의미함.
 - 특히, 2018년 에너지소비 수준이 2010년 대비 감축된 것은 대표적인 에너지 전환정책 성과로 해석됨.

- 한편, 프랑스의 전원구조 변화에서 석탄과 천연가스의 역할 대체가 현격하게 시현되었음. 프랑스의 발전량 규모는 2010년 이후 2017년까지 연평균 0.2% 속도로 감소되었음.
- 화석발전 비중은 2010년 10.9%에서 2017년 13.0%로 증가하였으나, 석탄화력 비중은 2010년 4.6%에서 2017년 2.7%로 하락하였음.

□ (일본) 일본의 에너지소비(1차에너지 소비 기준)는 2010년 이후 2018년까지 연평균 2.0% 속도로 감소추세를 기록하였으며, 이는 1990~2010년 기간의 0.7% 증가 속도에서 추세 전환이 발생한 것을 의미함.

- 2011년 후쿠시마 원전사고 이후, 일본 에너지소비의 절대적 수준 감축 실현은 일본 에너지정책의 대표적인 성과로 판단되고 있음.
- 일본의 화석에너지 의존도는 2010년 80.6%로 OECD국가(80.7%)에 상응하는 수준을 유지하였으나, 2011년 이후 원전 가동 중단에 따른 여파로 화석에너지 의존도는 2016년 92.5%에 달한 바 있으며, 이후 원전의 부분적인 가동을 통해 화석에너지 의존도가 하락하여 2018년 88.9%에 달하였음.
- 일본의 화석에너지 의존도 심화는 에너지소비가 감소되었음에도 불구하고, 석탄 비중이 2010년 23.0%에서 2018년 27.0%로 증가한 결과에 기인함. 또한 일본이 원전의 대체 전원으로 천연가스 화력발전을 크게 확대한 것이 화석 에너지 의존도 심화를 야기한 원인으로 규명되었음.

3. 주요 국가의 에너지전환 당면과제

- 에너지전환 목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 다양한 정책수단을 강구했음에도 불구하고, 전환정책을 주도하고 있는 국가들조차 당초 설정한 목표달성에 어려움을 겪고 있음.

- (독일) 독일 에너지 전환정책의 핵심은 2022년까지 현존하는 모든 원전설비를 폐쇄하여 脫원전을 실현하는 한편, 2030년까지 발전부문에서 脫석탄을 실현, 에너지효율 증진을 통한 에너지수요 감축으로 구성되어있음.
 - 그러나 독일 정부가 2016년 연말을 기준으로 평가한 에너지 전환정책 추진 성과에 따르면, 에너지효율 개선 성과가 당초에 목표한 바에 이르지 못하였으며, 재생에너지 역할 강화도 전력망 확충 애로로 2020년 목표 달성이 어려울 것으로 평가하였음.
 - 독일이 당초 계획한 에너지수요 감축 목표 달성을 위해서는 에너지효율 강화를 더욱 촉진해야 하며, 재생에너지 확대에 따른 전력가격 인상 압력 완화, 자국의 온실가스 감축 목표 달성을 위한 이행 방안 등의 당면과제를 해소해야 함.
- (프랑스) 프랑스 정부는 자국의 온실가스 감축 촉진을 위해 2018년 수송부문 탄소세 도입을 추진하였으나, 일명 노란조끼시위(Yellow Vest Protest)에 직면 하여 자동차 연료에 대한 탄소세 도입을 포기하였음.
 - 정부는 온실가스 배출 및 화석에너지 의존도 감축, 발전 부문의 원전 의존도 축소로 대표되는 에너지 전환정책 목표 달성이 현재의 정책 환경 하에서는 어려울 것으로 판단하고, 제2차 장기에너지계획(2차 MEP)을 수립, 2019년 의회에 상정하였음.
 - 프랑스는 2차 장기에너지계획(안)을 통해 최종에너지 소비감축 목표를 1차 계획의 2018년(7%)에서 2023년(7%)으로 연기하였으며, 전원의 원전 의존도 감축목표(50%) 달성시점을 당초 2025년에서 2035년으로 대폭 조정하였음.
 - 프랑스는 당초 “국민대토론회”를 통해 에너지 전환정책 기조를 설정하고 제1차 장기에너지계획에서 에너지 전환정책 목표를 제시하였으나, 정부의 전환정책 수단이 사회적 수용성을 확보하지 못하여 장기에너지계획을 수정해야하는 상황을 맞이하였음.

〈표-10〉 프랑스 제2차 장기에너지계획(초안: 의회 상정)

세부 정책목표		1차 MEP (2016.10.28.)		2차 MEP (2019.1.25. 초안)	
		2018년	2023년	2023년	2028년
<input type="checkbox"/> 온실가스 감축 목표	(2012년 대비, %)	-	-	-14.0	-30.0
<input type="checkbox"/> 1차에너지 소비 감축					
○ 천연가스		-8.4	-15.8	-6.0	-19.0
○ 석유		-15.6	-23.4	-19.0	-35.0
○ 석탄		-27.6	-37.0	-64.0	-80.0
<input type="checkbox"/> 최종에너지 소비 감축		-7.0	-12.6	-7.0	-14.0
<input type="checkbox"/> 재생에너지 설비용량 확대(GW)		52	71~78	74	102~113
<input type="checkbox"/> 전원의 원자력의존도 50% 축소 시기		2025년		2035년	

(영국) 청정성장전략(Clean Growth Strategy)은 영국 에너지 전환정책의 핵심 목표를 설정하고 있으나, 브렉시트(Brexit)를 예정하고 있기에 향후 정책기조를 조정할 필요성에 봉착해 있음.

○ 영국 정부는 브렉시트 이후 EU의 정책 노선에서 벗어나 독자적인 에너지 전환 정책 방향을 설정할 것을 모색하고 있으며, 새로운 정책노선 설정으로 발생할 수 있는 혼선을 극복해야하는 과제를 안고 있음.

(일본) 일본이 당면하고 있는 기후변화 대응 및 에너지정책 과제는 과도하게 높은 화석에너지 의존도와 크게 위축된 에너지자립도로 판단되고 있음.

○ 일본은 2013년 이후, 원전의 안전성 기준을 대폭 강화하는 조건하에 단계적으로 가동 중단중인 원전을 조속히 재가동하여 원전의 1차에너지 공급 비중을 2030년까지 10~11%까지, 원전의 전원 비중을 20~22%까지 확대하는 것으로 추진하고 있음.

- 그러나 일본의 원전 재가동 추진 상황은 계획에 크게 미치지 못할 것으로 진단되었음. 2011년 가동 중단된 총 54기 원전 중, 2019년 8월말 현재 가동 재개를 위해 적합성 심사를 신청한 원전은 25기에 불과하였음.
- 이중 재가동이 승인된 원전은 13기이며, 가동 재개된 원전은 9기에 불과하였으며, 재가동이 승인된 원전이 실재 가동에 돌입하기 위해서는 지자체 주민의 동의가 필요한데, 주민의 동의를 확보하지 못한 상황이 지속되고 있음.

III 정책 제언

□ 정책제안 1: 에너지시스템의 청정화 촉진 필요

- 화석연료 기반 에너지시스템이 유발하는 환경적 피해를 극복할 수 있는 새로운 에너지시스템 구축을 위해 우선적으로 에너지시스템의 청정화를 위한 에너지 전환정책 심화를 추진하는 것이 필요함.

□ 정책제안 2: 에너지 전환정책 목표의 명료성 및 체계성 제고

- 에너지 전환정책 추진은 에너지시스템의 구조적 특성을 국가·사회가 목표로 설정한 수준으로 전환하는 과정임. 이에 전환정책의 목표는 분야별 정량지표로 명료하게 제시하되, 정책지표별 상호 연계성을 고려하여 정책 수단과 정책 성과를 판별할 수 있는 지표로 정량화하는 것이 정책목표 설정의 기본 요건임.
- 정책성과의 정량화에 필요한 정책체계 수립은 에너지 전환정책의 성과를 점검 하는데 선결조건이기도 하지만, 발전된 국가의 정책시스템 요건임. 이에 우리나라가 에너지 전환정책의 효과성을 면밀히 점검하고, 정책 추진과정에서 정책 추진성과를 지속적으로 환류하기 위해서는 정책 추진·점검 체계의 고도화를 지속적으로 도모해야 함.

□ 정책제안 3: 에너지 전환정책 이행 점검을 위한 에너지정보시스템 구축·운영 필요

- 정부 및 경제 주체가 에너지시스템 전환과정에서 국가·사회의 자원을 가장 효율적으로 사용하기 위해서 무엇보다 정확한 에너지시스템 운영 실태에 대한 정보시스템 구축·운영이 요구됨. 에너지정보시스템은 에너지전환의 총체성 (comprehensiveness)을 고려하여 독일의 사례에서 보듯이 에너지수급, 국토 개발·기후환경, 수송 및 해양 등 전 분야를 포괄할 수 있도록 설계되어야 함.

□ 정책제안 4: 전환정책 목표 조정 시스템 구축·운영 필요

- 에너지시스템 전환과정은 장기에 걸친 국내외의 에너지시장 환경 변화와 동행하게 됨. 전환정책 및 시장변화 요인은 세계 경제·무역 질서 개편, 온실가스 감축활동 관련 국제협약 변화, 에너지·환경 관련 기술(대표적으로 태양광 발전기술, 수소화 기술, 온실가스 감축기술 등)의 혁신, 청정에너지 가격에 대한 사회적 수용성 변화, 원전 안전성에 대한 국제기준 및 사회적 인식 변화 등을 포괄함.
- 이에 국가의 에너지시스템 발전 구상은 새로운 변화요인에 대응할 수 있도록 개방적인 정책추진 체계로 구축·운영될 필요가 있음. 정책목표 조정 시스템은 에너지 전환정책을 관장하는 주무 행정기관 차원에서의 조정 시스템을 의미하는 것이 아니라, 국내외적으로 국가·사회가 당면한 다양한 어려움을 타개하는데 필요한 사회적 합의를 유도할 수 있는 실효성 있는 기구를 의미함.
- 기후·환경 변화대응과 미래 에너지시스템의 발전방향 조정은 지속적인 사회적 합의 과정이 요구되는 특성을 감안하여, 국회, 주무 행정부처, 에너지 정책·기술 전문가, 시민단체, 국민 대표 등이 폭넓게 참여하는 기구로 운영해야할 필요성을 제기함.

IV 기대 효과

- 본 연구는 에너지전환을 선도하는 국가들을 대상으로 에너지 전환정책의 의미, 정책 목표 및 수단, 추진체계, 환경변화에 대한 대응방법 등에 대하여 정밀한 분석과 시사점을 도출하였음. 동 연구가 제시하는 결과가 에너지 전환정책에 대한 올바른 이해와 청정에너지시스템 구축에 필요한 정책수단 강구에 기여할 것으로 기대함.

- 에너지 전환정책 의미의 재점검
 - 에너지 전환정책의 의미가 脫원전 정책으로 인식되는 경우도 있으나, 이는 에너지 전환정책의 개념을 왜곡하거나, 편파적으로 해석한 결과에 해당함. 에너지 전환정책은 목표에 따라 에너지시스템의 원전 의존도를 심화시킬 수도 있고, 脫원전 도모일 수도 있음.
 - 에너지 전환정책이 신재생에너지 정책과 동일시되는 것도 경계해야 함. 에너지 전환정책은 에너지시스템의 구조적 특성을 변화시키는 총체적인 정책체계 이기에 에너지 전환정책을 신재생에너지 정책으로 한정하는 것은 옳지 않음.

- 에너지전환 선도국가의 에너지시스템 발전방향
 - 에너지시스템 발전방향은 에너지수요 감축을 통한 경제성장과 에너지소비의 脫동조화 실현, 청정에너지 중심의 에너지소비 구조 개편, 발전부문의 脫석탄 실현, 수송부문의 Mobility 청정화(전력화 및 수소화 등) 심화, 최종에너지 소비의 전력화 심화 등으로 대표되고 있음.

□ 에너지 전환정책의 사회적 합의의 중요성

- 에너지전환은 사회구성원 각자에게 새로운 의무 부여와 기존 산업구조 변화로 발생하는 이해상충이라는 문제를 제기할 수 있음. 따라서 에너지시스템 전환을 추진하는 것은 새로운 에너지시스템의 구조적 특성에 대한 내용 설계에 따라 여러 단계의 사회적 합의과정이 전제되어야 하겠음.

□ 전환정책 목표의 구체성 및 체계성

- 에너지 전환정책의 목표는 분야별로 세세하게 구분하여 책정해야 하며, 대표적으로 온실가스 감축, 에너지수요 감축, 화석에너지 의존도 감축, 원전 의존도 조정 또는 脫원전 목표, 에너지소비의 청정화 목표(신재생에너지 보급률 등), 최종에너지 구조 개편목표, 전력화 목표 등으로 세분화하여 제시해야 함.

□ 에너지 전환정책의 법제도 구축 필요성

- 에너지 전환정책은 에너지시스템의 구조적 특성을 장기에 걸쳐 발생토록 하는 과정이기에 정책추진 과정에서 정책의 일관성과 통일성을 유지하는 것은 필수적인 요건임. 이에 에너지전환 목표를 보다 효과적으로 이행하기 위해서는 전환정책 추진체계의 기능과 역할 및 의무 등을 법·제도화하여, 정책추진의 안정성과 일관성을 유지할 수 있도록 해야 함.

□ 전환정책 추진성과 점검 및 환류시스템의 중요성

- 정책 추진성과의 환류는 지속적으로 발생하는 국내외 제반 여건 변화를 점검하고, 전환정책 추진성과의 목표대비 미진분야를 확인하여, 환류토록 해야 에너지시스템의 이상적인 전환을 이루어 낼 수 있음.

□ 에너지 전환정책 속도 조정 가능성

- 에너지시스템이 중장기적으로 전환되는 과정에서 세계 경제·무역 환경, 에너지 시장 환경, 온실가스 감축을 위한 국제협약, 에너지기술의 혁신, 산업구조 변화 등 에너지시스템을 구성하고 있는 구조적 특성들은 지속적인 변화를 맞이하게 됨. 이에 국가·사회가 직면하게 되는 다양한 국내외 정책 및 시장 환경변화로 에너지 전환정책의 당초 목표 및 추진속도가 조정될 수 있도록 하는 것이 필요함.

〈 참고자료 〉

< 국내 문헌 >

- 김성주(2015.4.21.), “영국 초대형 유전 발견, 정부 프래킹 허용하기로”, Kotra 해외시장뉴스, <http://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/782/globalBbsDataView.do?setIdx=243&dataIdx=141894>(검색일 : 2019.11.26.)
- 김봉금(2013.6.14.), “독일 에너지전환 정책의 추진 배경 및 전망”, 세계 에너지시장 인사이트, 제13-22호, 에너지경제연구원
- 심성희(2018.), “에너지전환 정책 실행을 위한 시사점 연구: 독일에서의 시민참여와 지방정부의 기여를 중심으로”, 수시연구보고서 18-09, 에너지경제연구원
- 윤영주(2016.1.22.), “2016년 EU 및 주요 회원국의 에너지 정책 전망”, 세계 에너지시장 인사이트 제16-3호, 에너지경제연구원
- 윤영주(2016.11.21.), “프랑스의 중장기에너지계획(PPE)의 수립 및 시행”, 세계 에너지시장 인사이트, 제16-42호, 에너지경제연구원
- 양의석, 김아름, 김비아(2017.8.14.), “독일 에너지전환 정책 목표와 조기 脫원전 결정 가능 조건”, 세계 에너지시장 인사이트, 제17-28호, 에너지경제연구원
- 양의석, 김아름, 김비아(2018.1.29.), “영국의 에너지·기후변화 정책기조와 청정성장 전략”, 세계 에너지시장 인사이트, 제18-4호, 에너지경제연구원
- 이유수(2011.), “독일과 프랑스의 에너지믹스 정책사례 분석과 시사점”, 수시연구보고서 (11-04), 에너지경제연구원
- 임산호, 김정아, 박아현, 유동현(2014.2.), “프랑스 정부의 생태학적·에너지 전환 로드맵”, 세계 에너지현안 인사이트, 제14-1호, 에너지경제연구원
- 정소라(2014.10.17.), “최근 영국의 셰일가스 개발 현황 및 전망”, 세계 에너지시장 인사이트, 제14-37호, 에너지경제연구원

조성진·박광수(2018.), “발전부문 에너지전환 달성을 위한 세계 개편 방안 연구”,
 기본연구보고서(2018-07), 에너지경제연구원

최도영(2013.1.25.), “전기자동차 보급 전망 및 정책 시사점”, 세계 에너지시장 인사이트,
 제13-4호, 에너지경제연구원

최승은, 이대연(2013.12.), “일본 에너지기본계획 개정안 초안(전문)-경제산업성의 각료회의
 제출안”, 세계 에너지현안 인사이트, 제13-4호, 에너지경제연구원

세계 에너지시장 인사이트(2013.7.26.), 제13-28호, 에너지경제연구원

세계 에너지시장 인사이트(2015.7.10.), 제15-26호, 에너지경제연구원

세계 에너지시장 인사이트(2015.8.28.), 제15-32호, 에너지경제연구원

세계 에너지시장 인사이트(2015.11.27.), 제15-43호, 에너지경제연구원

세계 에너지시장 인사이트(2015.12.25.), 제15-46호, 에너지경제연구원

세계 에너지시장 인사이트(2016.7.8.), 제16-25호, 에너지경제연구원

세계 에너지시장 인사이트(2016.7.15.), 제16-26호, 에너지경제연구원

세계 에너지시장 인사이트(2016.8.26.), 제16-31호, 에너지경제연구원

세계 에너지시장 인사이트(2017.7.10.), 제17-23호, 에너지경제연구원

세계 에너지시장 인사이트(2019.4.3.), 제19-13호, 에너지경제연구원

주 독일 대한민국 대사관 홈페이지, 「독일의 에너지 전환 정책」, http://overseas.mofa.go.kr/de-ko/brd/m_7213/view.do?seq=1320596&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=&page=1(검색일 : 2018.3.7.)

한국에너지공단(2017.11.14.), 에너지이슈브리핑 74호, 2017.11.14.,
https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/info/mail/mail_list.asp?str1=2017&x=32&y=15(검색일: 2019.11.26.)

< 외국 문헌 >

- 경제산업성, 「일본 제5차 에너지기본계획(エネルギー基本計画)」, Jul 2018.,
<https://www.meti.go.jp/press/2018/07/20180703001/20180703001-1.pdf>(검색일: 2019.11.26.)
- 경제산업성, 「에너지백서(平成29年度エネルギーに関する年次報告, エネルギー白書)」, 2018.
- 일본 자원에너지청, “2017년도 에너지수급
실적(속보)(平成29年度 (2017年度) エネルギー需給実績 (速報) ”, Nov 15, 2018.,
<https://www.meti.go.jp/press/2018/11/20181115002/20181115002.html>(검색일: 2019.11.26.)
- 영국정부 홈페이지, <https://www.gov.uk/guidance/carbon-budgets>(검색일: 2019.11.30.)
- BEIS, *The Clean Growth Strategy*, Oct 2017., https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/700496/clean-growth-strategy-correction-april-2018.pdf(검색일: 2019.11.26.)
- Sören Amelang, Benjamin Wehrmann, Julian Wettengel(2018.2.7.), “Climate, energy and transport in Germany’s coalition treaty”, Clean Energy Wire,
<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/climate-and-energy-germanys-government-coalition-draft-treaty>(검색일: 2019.11.26.)
- 영국 에너지·기후변화부(DECC), *UK National Energy Efficiency Action Plan*, April 2014.
- DIW BERLIN, Wuppertal Institut, Eco Logic(2019.2.), Phasing out coal in the German Energy Sector, https://www.ecologic.eu/sites/files/publication/2019/3537-kohlereader_englisch-final.pdf(검색일: 2019.12.6.)
- EIB 홈페이지(2015.12.3.), British homes to get smart meters under EUR 315 billion Investment Plan for Europe, <https://www.eib.org/en/press/all/2015-287-british-homes-to-get-smart-meters-under-eur-315-billion-investment-plan-for-europe>(검색일: 2019.11.3.)
- Enerdata, *Country Energy Profile : United Kingdom*, Dec 2016.

European Commission Press Release(2016.5.27.), “State aid: Commission clears closure of lignite-fired power plants in Germany”, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_16_1911(검색일: 2019.12.6.)

European Parliament News, *CO₂ standards for new cars and vans, 2019.*,
file:///C:/Users/KEEI/Downloads/resilient-energy-union-with-a-climate-change-policy_jd-co2-emissions-standards-for-cars-and-vans_2019-12-01.pdf(검색일: 2019.4.3.)

European Parliament News(2019.3.27.), “Parliament backs new CO₂ emissions limits for cars and vans”, <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20190321IPR32112/parliament-backs-new-co2-emissions-limits-for-cars-and-vans>
(검색일 : 2019.9.3.)

EU 홈페이지, https://europa.eu/european-union/topics/energy_en(검색일 : 2017.6.26.)

Friedrich Ebert Stiftung, “독일의 에너지정책”, *FES Information Series, 2011-02*, May 2011.

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety, “The German Government’s Climate Action Programme 2020”, Cabinet decision of 3 December 2014

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy(BMWi), *Commission on Growth, Structural Change and Employment. Final Report*, Jan 2019.,
https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/commission-on-growth-structural-change-and-employment.pdf?__blob=publicationFile&v=3(검색일: 2019.11.26.)

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy(BMWi), *The Energy of the Future, 5th Energy Transition Monitoring Report*, Dec 2016.,
https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/EN/Publications/bmwi/5th-energy-transition-monitoring-report.pdf?__blob=publicationFile&v=5(검색일: 2019.11.26.)

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy(BMWi), *The Energy of the Future, 6th Energy Transition Monitoring Report(Summary)*, 2016.,
https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/sechster-monitoring-bericht-zur-energiewende-kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=7(검색일: 2019.11.26.)

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy(BMWi), *Monitoring the Energy Transition*, <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Artikel/Energie/monitoring-implementation-of-the-energy-reforms.html>(검색일: 2019.11.26.)

HM Government, *The UK Low Carbon Transition Plan*, 2009.,
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/228752/9780108508394.pdf(검색일: 2019.11.3.)

IAEA, “Country Nuclear Power Profiles: Germany”,
<https://cnpp.iaea.org/countryprofiles/Germany/Germany.htm>(검색일: 2020.1.3.)

IAEA, “Power Reactor Information System”, <https://pris.iaea.org/pris/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=GB>(검색일: 2019.11.3.)

IEA(2013.), “Energy Policies of IEA Countries, German 2013 Review”, OECD/IEA.

IEA(2019.4.), “Perspective for the Clean Energy Transition; The Critical Role of Buildings”, <https://www.iea.org/reports/the-critical-role-of-buildings>(검색일: 2019.11.26.)

IEA, *World Energy Balances and Statistics*, World Energy Balances,
https://stats.oecd.org/BrandedView.aspx?oecd_bv_id=enestats-data-en&doi=data-00514-en(검색일: 2019.11.20.)

IEA, *Electricity Information*, Net Electrical capacity, https://stats.oecd.org/BrandedView.aspx?oecd_bv_id=elect-data-en&doi=data-00460-en(검색일: 2019.11.20.)

-
- IEEJ, 「2019년 일본 경제·에너지수급 전망(2019年度の日本の経済・エネルギー需給見通し)」, Dec 2018., https://eneken.ieej.or.jp/press/press181220_a.pdf(검색일: 2019.11.26.)
- JAIF 홈페이지, <https://www.jaif.or.jp/en/>(검색일 : 2019.11.26.)
- Josh Gabbatts(2019.3.31.), “New European emissions limits for cars risk triggering influx of ‘fake electric’ vehicles, green group warns”, Independent, <https://www.independent.co.uk/environment/electric-vehicles-eu-emissions-co2-plug-in-hybrids-transport-environment-a8845516.html>(검색일 : 2019.5.26.)
- Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, Programmation Pluriannuelle de l'Énergie(PPE), Oct 28, 2016., <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/PPE%20int%C3%A9gralit%C3%A9.pdf>(검색일: 2016.11.15.)
- Ministère de l'Environnement, LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, Aug 17, 2015.
- Mission Innovation 홈페이지, <http://mission-innovation.net/>(검색일 : 2018.1.25.)
- Nuclear Power, “France begins ‘energy transition’ debate”, 2012.11.28., http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/France_begins_energy_transition_debate_999.html(검색일: 2015.9.25.)
- 영국 국가통계국 홈페이지(Office for National Statistics), www.ons.gov.uk/economy/environmentalaccounts/bulletins/finalesimates/2015results(검색일 : 2018.1.25)
- Power Station of the UK, “Coal Count Down”, <http://www.powerstations.uk/coal-countdown/>(검색일: 2019.11.26.)
- Ralf Dichel(2014.), “The New German Energy Policy: What Role for Gas in a De-carbonization Policy?”, OIES Paper: No 85, p.5. Oxford Institute for Energy Studies, 2014.

Ricardo Energy & Environment for the Committee on Climate Change(2017.3.16.), *UK business opportunities of moving to a low carbon economy*,
[https://ee.ricardo.com/downloads/sustainable-business/
uk-business-opportunities-of-moving-to-a-low-carbo](https://ee.ricardo.com/downloads/sustainable-business/uk-business-opportunities-of-moving-to-a-low-carbo)(검색일: 2019.11.26.)

S&P Platts(2019.3.27.), “EU Parliament approves 2030 CO₂ caps for new cars to cut oil use”, [https://www.spglobal.com/platts/
en/maket-insights/latest-news/oil/032719-eu-parliament-approves-2030-co2-caps-for
-new-cars-to-cut-oil-use](https://www.spglobal.com/platts/en/maket-insights/latest-news/oil/032719-eu-parliament-approves-2030-co2-caps-for-new-cars-to-cut-oil-use)(검색일: 2019.3.31.)

SPICe, “Brexit: Energy Policy” SPICe Briefing, Nov 11, 2016.,
[http://www.parliament.scot/ResearchBriefingsAndFactsheets/S5/SB
_16-91_Brexit_Energy_Policy.pdf](http://www.parliament.scot/ResearchBriefingsAndFactsheets/S5/SB_16-91_Brexit_Energy_Policy.pdf)(검색일: 2019.11.26.)

The Telegraph, “Why Germany said no to nuclear power”, May 30, 2011.,
[https://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/germany/8546608/
Why-Germany-said-no-to-nuclear-power.html](https://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/germany/8546608/Why-Germany-said-no-to-nuclear-power.html)(검색일: 2017.8.10.)

Thomson Reuters 홈페이지, Oil and gas regulation in the UK: overview,
[https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/5-524-5349?__lrTS=20170427030309049&t
ransitionType=Default&contextData=\(sc.Default\)&firstPage=true&bhcp=1](https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/5-524-5349?__lrTS=20170427030309049&transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&firstPage=true&bhcp=1)(검색일 : 2017.7.5.)

World Energy Council(WEC), “Global Energy Transitions; A Comparative analysis of key countries and implications for the international energy debate”, Oct 2014.,
[http://wec-france.org/Documents
PDF/donnees/Global-Energy-Transitions-2014.pdf](http://wec-france.org/Documents/PDF/donnees/Global-Energy-Transitions-2014.pdf)(검색일: 2019.11.3.)

World Nuclear Association, [https://www.world-nuclear.org/information
-library/country-profiles/countries-g-n/germany.aspx](https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/germany.aspx)(검색일: 2019.11.26.)

_____, [https://www.world-nuclear.org/inform
ation-library/country-profiles/countries-t-z/united-kingdom.aspx](https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/united-kingdom.aspx)(검색일:
2019.11.26.)

정책 이슈페이퍼 20-11

주요국의 에너지전환(Energy Transition) 추진성과와 과제

2020년 4월 30일 인쇄

2020년 4월 30일 발행

저 자 양 의 석

발행인 조 용 성

발행처 **에너지경제연구원**

44543 울산광역시 중구 405-11

전화: (052)714-2114(대) 팩시밀리: (052)714-2028

등 록 제 369-2016-000001호(2016년 1월 22일)

인 쇄 (사)한국척수장애인협회 인쇄사업소 (031)424-9347
