국 무 조 정 실
연구용역 최종보고서

신기후체계 대응을 위한 에너지 정책 조사·분석

2016. 12. 14.

연구수행기관 : 한국에너지기술연구원

국 무 조 정 실
녹색성장지원단

제 출 문

국무조정실장 귀하

본 보고서를 “신기후체계 대응을 위한 에너지 정책 조사·분석”과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2016. 12. 14.

주 관 연 구 기 관 : 한국에너지기술연구원
연구책임자 : 홍 성 준
연 구 원 : 하 영 진, 이 덕 기,
윤 용 진, 박 년 배
이 유 아, 권 철 홍
박 수 억, 안 지 석
윤 보 영

차 례

제 1 장 서론 ····· 1
1. 연구배경 및 필요성 ····· 1
2. 주요 연구내용 ····· 3

제 2 장 주요국의 에너지·온실가스 통계 및 정책 ····· 5
제 1 절 미국 ····· 5
1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이 ····· 5
가. 에너지소비량 분석 ····· 5
나. 온실가스 배출 추이 ····· 8
다. 에너지소비 및 CO2 배출 전망 ····· 10
2. 에너지 정책 및 이행수단 ····· 14
가. 에너지 정책 및 계획 현황 ····· 14
나. 에너지 정책 이행수단 현황 ····· 19
3. 시사점 ····· 26

제 2 절 일본 ····· 29
1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이 ····· 29
가. 에너지소비량 분석 ····· 29
나. 온실가스 배출 추이 ····· 31
다. 에너지소비 및 CO2 배출 전망 ····· 33
2. 에너지 정책 및 이행수단 ····· 37
가. 에너지 정책 및 계획 현황 ····· 37
나. 에너지 정책 이행수단 현황 ····· 42
3. 시사점 ····· 49

제 3 절 독일 ····· 52
1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이 ····· 52
가. 에너지소비량 분석 ····· 52
나. 온실가스 배출 추이 ····· 54
다. 에너지소비 및 CO2 배출 전망 ····· 56
2. 에너지 정책 및 이행수단 ····· 60
가. 에너지 정책 및 계획 현황 ····· 60
나. 에너지 정책 이행수단 현황 ····· 65
3. 시사점 ····· 71

제 4 절 영국 ····· 75
1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이 ····· 75
가. 에너지소비량 분석 ····· 75
나. 온실가스 배출 추이 ····· 77
다. 에너지소비 및 CO2 배출 전망 ····· 79
2. 에너지 정책 및 이행수단 ····· 83
가. 에너지 정책 및 계획 현황 ····· 83
나. 에너지 정책 이행수단 현황 ····· 87
3. 시사점 ····· 92

제 5 절 중국 ····· 95
1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이 ····· 95
가. 에너지소비량 분석 ····· 95
나. 온실가스 배출 추이 ····· 98
다. 에너지소비 및 CO2 배출 전망 ····· 100
2. 에너지 정책 및 이행수단 ····· 104
가. 에너지 정책 및 계획 현황 ····· 104
나. 에너지 정책 이행수단 현황 ····· 109
3. 시사점 ····· 116

제 6 절 한국 ····· 119
1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이 ····· 119
가. 에너지소비량 분석 ····· 119
나. 온실가스 배출 추이 ····· 122
다. 에너지소비 및 CO2 배출 전망 ····· 123
2. 에너지 정책 및 이행수단 ····· 127
가. 에너지 정책 및 계획 현황 ····· 127
나. 에너지 정책 이행수단 현황 ····· 152
3. 시사점 ····· 160

제 3 장 주요국의 통계 및 정책 비교 분석 ····· 165
제 1 절 주요국 에너지 및 온실가스 통계 비교 분석 ····· 165

제 2 절 주요국 INDC 비교 분석 ····· 170
1. 국가별 INDC 분석 ····· 170
2. 국가별 INDC 평가 ····· 173

제 3절 주요국 에너지 이슈별 정책 비교 분석 ····· 178
1. 신재생에너지 보급 ····· 178
2. 온실가스 감축 ····· 180
3. 에너지 효율 ····· 181

제 4 절 주요국 에너지 이슈별 감축 수단 비교 분석 ····· 182
1. 온실가스 감축 이행 수단 ····· 182
2. 신재생에너지 확산 이행수단 ····· 190

제 4 장 장기 온실가스 감축정책 사례 연구 ····· 199
1. 2050년 장기 국가별 정책 방향 ····· 199
2. 장기 저탄소 시나리오 연구 ····· 201
가. 한국과 주요국의 100% 신재생에너지 공급 계획 ····· 201
나. 한국과 주요국의 신재생에너지 중심 2℃ 시나리오 연구 ····· 204
다. 2050년 에너지기술전망 ····· 207

제 5 장 결론 ····· 209

참고문헌 ····· 211

부록 ····· 215

표 차례

<표 2-1> 전방위 에너지 전략 주요정책 및 전략 ····17
<표 2-2> 주별 감축목표(안) ····18
<표 2-3> 에너지관련 기술개발 로드맵 주요 기술 분야 ····40
<표 2-4> 에너지·환경 이노베이션 전략상의 혁신기술군 ····41
<표 2-5> 부문별 이산화탄소 감축목표, 감축률 및 주요 대책 ····42
<표 2-6> 기후행동프로그램 2020 주요 내용 ····64
<표 2-7> 기후변화법에 따른 탄소예산 기간 구분 ····84
<표 2-8> 제12차 5개년 계획 주요 내용 ····106
<표 2-9> 중국 7개의 배출권 거래제 시범지역 현황 ····110
<표 2-10> 중국의 풍력 발전 지원 정책 동향 ····112
<표 2-11> 중국의 태양광 발전 지원 정책 동향 ····113
<표 2-12> 1차에너지 공급 전망 ····124
<표 2-13> 전원구성 전망 ····126
<표 2-14> 제2차 에너지기본계획 개요 ····129
<표 2-15> 1차와 2차 에너지기본계획 비교 ····129
<표 2-16> 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵 개요 ····132
<표 2-17> 2020년 국가 온실가스 배출전망 ····132
<표 2-18> 제2차 녹색성장 5개년계획 개요 ····134
<표 2-19> 제4차 신재생에너지 기본계획 개요 ····136
<표 2-20> 1차 에너지 기준 에너지원별 비중 목표(단위 : %) ····136
<표 2-21> 제5차 에너지이용합리화 기본계획 ····138
<표 2-22> 최종에너지 2017년 전망 대비 감축목표(단위 : 백만 toe) ····138
<표 2-23> 제3차 에너지기술개발계획 개요 ····140
<표 2-24> 국가 온실가스 감축 자발적 기여방안(INDC) ····141
<표 2-25> 제7차 전력수급 기본계획 ····142
<표 2-26> 2030 에너지 신산업 확산전략 개요 ····144
<표 2-27> 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획 개요 ····146
<표 2-28> 친환경차 보급·인프라 구축목표(누적, 단위 : 천대, 기) ····147
<표 2-29> 기후변화 대응과 신산업 창출을 위한 청정에너지기술 발전전략 개요 ····148
<표 2-30> 정부 투자확대 가이드(향후 재정여건에 따라 변동 가능) ····149
<표 2-31> 기후변화대응기술 확보 로드맵(CTR) 개요 ····150
<표 2-32> 신재생에너지 확대 이행수단 ····154
<표 2-33> 한국의 RPS 시행 실적 ····156
<표 2-34> 한국의 주요 에너지 효율 개선 이행수단 ····157
<표 2-35> 에너지효율 시장 시범사업 지원 상한액 ····160
<표 3-1> 주요국 배출량 등 사회경제지표 순위 변화 ····167
<표 3-2> 주요국 에너지 및 배출량 지표 비교 ····169
<표 3-3> 미국, 일본, EU, 한국의 INDC 목표 및 설정 기준 비교/평가 ····174

〈표 3-4〉 주별 RPS 의무비율 및 목표연도 ····178
〈표 3-5〉 신재생에너지 중장기 보급 목표 ····178
〈표 3-6〉 기후변화법에 따른 탄소예산 기간 구분 ····181
〈표 3-7〉 분석 대상 정책 ····182
〈표 3-8〉 국가별 배출권 거래제도 비교 ····185
〈표 3-9〉 주요국의 탄소세 시행 현황 ····189
〈표 3-10〉 주요국의 RPS 시행 현황 ····193
〈표 3-11〉 주요국의 FIT 제도 시행 현황 ····196
〈표 4-1〉 2050년 장기 국가별 신재생 및 온실가스 감축 정책방향 ····199
〈표 4-2〉 2050년 100% 신재생 믹스 국가별 비교 ····202
〈표 4-3〉 2050년 100% 신재생 믹스 국가별 비교 ····203

그림 차례

[그림 1-1] 파리협약 비준 현황 ····1
[그림 1-2] 2014년 국가별 온실가스 배출량 ····2
[그림 1-3] 한국 온실가스 감축목표 및 배출량 전망 ····2
[그림 2-1] 미국의 1차에너지 공급 ····5
[그림 2-2] 미국의 에너지 생산 ····5
[그림 2-3] 미국의 부문별 최종에너지 소비 ····6
[그림 2-4] 미국의 연료별 최종에너지 소비 추이 ····6
[그림 2-5] 1973~2014년의 부문별 및 원별 소비 ····6
[그림 2-6] 미국의 부문별 전기 소비 추이 ····6
[그림 2-7] 미국의 연료별 발전량 ····7
[그림 2-8] 미국의 재생에너지 발전설비용량 ····7
[그림 2-9] 미국의 온실가스 인벤토리 추이 ····8
[그림 2-10] 미국의 연료연소 부문별 CO2 배출량 ····9
[그림 2-11] 미국의 연료연소 CO2 배출량 분해 ····9
[그림 2-12] 미국의 1차에너지 전망 ····10
[그림 2-13] 미국의 최종에너지 소비 전망 ····11
[그림 2-14] 미국의 발전량 전망 ····12
[그림 2-15] 미국의 연료연소부문 CO2 배출량 전망 ····13
[그림 2-17] 미국의 기술별 CO2 감축 기여도 ····13
[그림 2-18] 미국의 부문별 CO2 감축 기여도 ····13
[그림 2-18] 미국 주요 에너지 정책 ····14
[그림 2-19] 미국의 온실가스 배출 데이터베이스(FLIGHT) ····20
[그림 2-20] RGGI 배출권 거래 가격 및 배출량 거래량 ····21
[그림 2-21] 미국 각 주별 RPS 목표량 ····23
[그림 2-22] 일본의 1차에너지 공급 ····29
[그림 2-23] 일본의 에너지 생산 ····29
[그림 2-24] 일본의 부문별 최종에너지 소비 ····30
[그림 2-25] 일본의 연료별 최종에너지 소비 추이 ····30
[그림 2-26] 1973~2014년의 부문별 및 원별 소비 ····30
[그림 2-27] 일본의 부문별 전기 소비 추이 ····30
[그림 2-28] 일본의 연료별 발전량 ····31
[그림 2-29] 일본의 재생에너지 발전설비용량 ····31
[그림 2-30] 일본의 온실가스 인벤토리 추이 ····32
[그림 2-31] 일본의 연료연소 부문별 CO2 배출량 ····33
[그림 2-32] 일본의 연료연소 CO2 배출량 분해 ····33
[그림 2-33] 일본의 1차에너지 전망 ····34
[그림 2-34] 일본의 최종에너지 소비 전망 ····35
[그림 2-35] 일본의 발전량 전망 ····36
[그림 2-36] 일본의 연료연소부문 CO2 배출량 전망 ····36
[그림 2-37] 일본의 주요 에너지 정책 ····37
[그림 2-38] 일본 신재생 고정가격매입제도 운영 현황 ····46
[그림 2-39] 독일의 1차에너지 공급 ····52
[그림 2-40] 독일의 에너지 생산 ····52
[그림 2-41] 독일의 부문별 최종에너지 소비 ····53

[그림 2-42] 독일의 연료별 최종에너지 소비 추이 ·····53
[그림 2-43] 1973~2014년의 부문별 및 원별 소비 ·····53
[그림 2-44] 독일의 부문별 전기 소비 추이 ·····53
[그림 2-45] 독일의 연료별 발전량 ·····54
[그림 2-46] 독일의 재생에너지 발전설비용량 ·····54
[그림 2-47] 독일의 온실가스 인벤토리 추이 ·····55
[그림 2-48] 독일의 연료연소부문별 CO2 배출량 ·····56
[그림 2-49] 독일의 연료연소 CO2 배출량 분해 ·····56
[그림 2-50] 독일의 1차에너지 전망 (조치를 취한 시나리오) ·····57
[그림 2-51] 독일의 최종에너지 소비 전망 (조치를 취한 시나리오) ·····58
[그림 2-52] 독일의 발전량 전망 (조치를 취한 시나리오) ·····59
[그림 2-53] 독일의 온실가스 배출량 전망 (조치를 취한 시나리오) ·····59
[그림 2-54] 독일의 주요 에너지 정책 ·····60
[그림 2-55] 독일 신규 신재생 발전설비에 대한 연도별 FIT 기준가격 변화 ·····67
[그림 2-56] 영국의 1차에너지 공급 ·····75
[그림 2-57] 영국의 에너지 생산 ·····75
[그림 2-58] 영국의 부문별 최종에너지 소비 ·····76
[그림 2-59] 영국의 연료별 최종에너지 소비 추이 ·····76
[그림 2-60] 1973~2014년의 부문별 및 원별 소비 ·····76
[그림 2-61] 영국의 부문별 전기 소비 추이 ·····76
[그림 2-62] 영국의 연료별 발전량 ·····77
[그림 2-63] 영국의 재생에너지 발전설비용량 ·····77
[그림 2-64] 영국의 온실가스 인벤토리 추이 ·····78
[그림 2-65] 영국의 연료연소부문별 CO2 배출량 ·····79
[그림 2-66] 영국의 연료연소 CO2 배출량 분해 ·····79
[그림 2-67] 영국의 1차에너지 전망 ·····80
[그림 2-68] 영국의 최종에너지 소비 전망 ·····81
[그림 2-69] 영국의 발전량 전망 ·····82
[그림 2-70] 영국의 연료연소부문 CO2 배출량 전망 ·····82
[그림 2-71] 영국의 주요 에너지 정책 ·····83
[그림 2-72] 중국의 1차에너지 공급 ·····95
[그림 2-73] 중국의 에너지 생산 ·····95
[그림 2-74] 중국의 부문별 최종에너지 소비 ·····96
[그림 2-75] 중국의 연료별 최종에너지 소비 추이 ·····96
[그림 2-76] 1973~2014년의 부문별 및 원별 소비 ·····97
[그림 2-77] 중국의 부문별 전기 소비 추이 ·····97
[그림 2-78] 중국의 연료별 발전량 ·····98
[그림 2-79] 중국의 재생에너지 발전설비용량 ·····98
[그림 2-80] 중국의 온실가스 인벤토리 추이 ·····99
[그림 2-81] 중국의 연료연소부문별 CO2 배출량 ·····100
[그림 2-82] 중국의 연료연소 CO2 배출량 분해 ·····100
[그림 2-83] 중국의 1차에너지 전망 ·····101
[그림 2-84] 중국의 최종에너지 소비 전망 ·····102
[그림 2-85] 중국의 발전량 전망 ·····103
[그림 2-86] 중국의 연료연소부문 CO2 배출량 전망 ·····103
[그림 2-87] 중국의 기술별 CO2 감축 기여도 ·····104

[그림 2-88] 중국의 부문별 CO2 감축 기여도 ·····104
[그림 2-89] 중국의 주요 에너지 정책 ·····104
[그림 2-90] 한국의 1차에너지 공급 ·····119
[그림 2-91] 국내 에너지 생산 ·····119
[그림 2-92] 한국의 부문별 최종에너지 소비 ·····120
[그림 2-93] 한국의 연료별 최종에너지 소비 ·····120
[그림 2-94] 1981~2014년의 부문별 및 원별 소비 ·····120
[그림 2-95] 한국의 부문별 전기 소비 ·····120
[그림 2-96] 한국의 연료별 발전량 ·····121
[그림 2-97] 한국의 재생에너지 발전설비용량 ·····121
[그림 2-98] 한국의 온실가스 인벤토리 추이 ·····122
[그림 2-99] 한국의 연료연소부문별 CO2 배출량 ·····123
[그림 2-100] 한국의 연료연소 CO2 배출량 분해 ·····123
[그림 2-101] 한국의 1차에너지 전망 ·····124
[그림 2-102] 한국의 원별 최종에너지 소비 전망 ·····125
[그림 2-103] 한국의 부문별 최종에너지 소비 전망 ·····125
[그림 2-104] 한국의 온실가스 배출량 전망 ·····127
[그림 2-105] 최근 국내 에너지 정책 및 중점 분야 ·····128
[그림 2-106] 에너지 및 기후변화 관련 정부정책 상호간의 관계 ·····128
[그림 2-107] 부문별 최종에너지 소비 감축목표 ·····130
[그림 2-108] 2020년 부문별 온실가스 배출전망치(BAU) ·····132
[그림 2-109] 국가 배출전망치(BAU) 및 감축목표 달성 시나리오 ·····133
[그림 2-110] 부문별 온실가스 감축률 및 감축량 ·····133
[그림 2-111] 공공R&D 협력 거버넌스 ·····141
[그림 2-112] 청정에너지기술 관련 규제프리존 전략산업 ·····149
[그림 2-113] 목표관리제 시행 프로세스 ·····152
[그림 2-114] 태양광 대여사업 개념도 ·····155
[그림 2-115] ESCO 사업에 따른 소득 관계 ·····158
[그림 3-1] BNEF의 미국 온실가스 배출량 전망 ·····170
[그림 3-2] BNEF의 일본 온실가스 배출량 전망 ·····171
[그림 3-3] BNEF의 EU 온실가스 배출량 전망 ·····172
[그림 3-4] BNEF의 한국 온실가스 배출량 전망 ·····173
[그림 3-5] CAT의 미국 온실가스 배출량 전망 ·····174
[그림 3-6] CAT의 일본 온실가스 배출량 전망 ·····175
[그림 3-7] CAT의 EU 온실가스 배출량 전망 ·····176
[그림 3-8] CAT의 한국 온실가스 배출량 전망 ·····177
[그림 3-9] 배출권 거래제 혹은 탄소세 시행 현황 ·····183
[그림 3-10] 부문별 신재생에너지 도입 국가 수 ·····190
[그림 3-11] 발전부문 재생에너지 정책 시행 국가 ·····191
[그림 3-12] 냉난방부문 재생에너지 정책 시행 국가 ·····191
[그림 3-13] 수송부문 재생에너지 의무 정책 시행 국가 ·····191
[그림 3-14] 1MW 지상설치시 FIT 지원금 ·····194
[그림 4-1] 2050년까지 139개국의 에너지 수급 전망 ·····201
[그림 4-2] 전력부문 탄소집약도 및 최종에너지 소비에서의 전력 비중 변화 ·····204
[그림 4-3] 2050년 국가별 전력믹스 비교 ·····204
[그림 4-4] 신재생 극대화 시나리오 하에서의 원별 발전량 및 탄소집약도 추이 ·····205
[그림 4-5] 6DS 대비 2DS에서 기술별 이산화탄소 감축 저감 비중 ·····208
[그림 4-6] 2DS 달성을 위한 최종소비 부문별 에너지원별 감축 잠재 비중 ·····208

제 1 장 서론

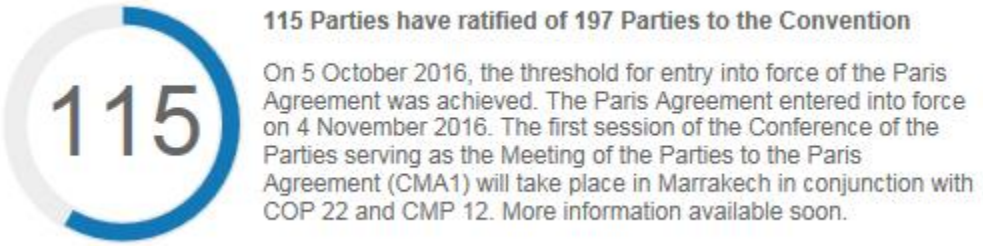
1. 연구배경 및 필요성

□ 2015년 12월 기후변화협약 제21차 당사국총회(COP21)에서 파리협정(Paris Agreement)이 채택되면서 Post-2020의 신기후체제 출범이 합의됨

○ 장기적으로 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승을 2℃보다 낮은 수준으로 유지할 것을 설정하고, 1.5℃ 이하로 제한하기 위한 노력 추구

○ 국가별 기여방안은 5년마다 상향된 감축목표를 제시해야 하며, 이행여부에 대한 점검이 2023년을 시점으로 의무화

○ 2016년 10월 기준으로 미국과 중국, EU 등 주요국이 파리협약에 대한 비준서를 유엔에 제출함으로써 '55개국 이상', '전지구 배출량 비중 총합 55% 이상'이라는 발효조건 달성



[그림 1-1] 파리협약 비준 현황
출처 : UNFCCC 홈페이지

○ 파리협정은 모든 국가가 참여하고(universal) 법적 구속력이 있는(legally binding) 최초의 조약으로서 화석연료 시대에서 재생에너지 시대로의 이행을 알리는 신호탄임

○ 따라서 2016년 11월 4일부로 역사적인 파리협정이 공식 발효되었으며, 한국도 지난 11월 3일 국회 본회의를 통해 비준 동의안을 통과시킴으로써 비준서 기탁 후 30일 규정에 따라 12월 3일부터 효력 발생

□ 주요국들은 온실가스 감축을 위한 에너지 정책과 이행계획을 수립중임

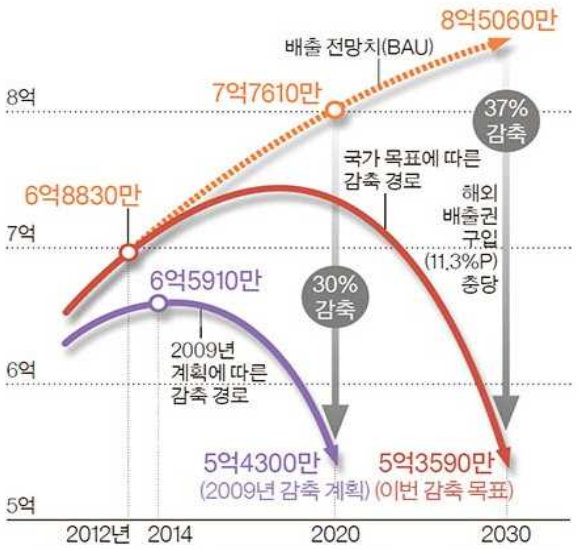
○ 197개 국가가 참여한 파리협약의 성공적 이행을 위하여 각국은 온실가스 감축을 위한 다양하고 체계적인 에너지 정책들을 수립하고 있음

○ 부문별 화석연료 사용량을 줄이고, 신재생에너지를 확대하는 등 실효성 있는 정책과 제도를 마련 중임

□ 국내 온실가스 감축목표를 달성하기 위하여 장기적인 관점에서 에너지 정책의 방향성 검토 필요

○ 우리나라는 2030년까지 BAU(Business as usual, 배출전망치) 대비 37%의 온실가스 감축목표를 제시하였으며, 이중 국내 감축분은 25.7%에 해당됨

[그림 1-2] 2014년 국가별 온실가스 배출량
(단위: tCO_2, 에너지연소부문)
자료 출처 : 국제에너지기구(IEA)



[그림 1-3] 한국 온실가스 감축목표 및 배출량 전망
(단위: tCO_2, 연간 온실가스 배출량)
자료 출처 : 환경부

○ 우리나라의 석유소비는 2015년 기준으로 세계 9위(108백만 톤)이며, 공급 에너지의 95.2%를 해외 수입에 의존하는 등 매우 취약한 에너지 수급구조를 가지고 있음

○ 제조업 및 온실가스 다배출 업종의 비중이 높은 산업구조를 감안하면 신기후체제는 우리 경제에 큰 도전임

2. 주요 연구내용

□ 주요국(미국, 일본, 독일, 영국, 중국, 한국)의 에너지소비량과 온실가스 배출량의 추이 및 전망

○ 에너지소비량 측면에서는 1차에너지 공급량과 최종에너지 소비량, 발전량 및 재생에너지 중심의 발전설비용량 조사

○ 분해분석 방법론을 적용하여 온실가스 배출에 영향을 주는 요인을 정량화하고 시사점 도출

○ 온실가스 배출량 측면에서는 국가 온실가스 인벤토리와 연료연소로 인한 CO_2 배출량 추이 조사

○ 국내 에너지소비 추이와 최근 소비 부문별 비중 분석을 통해 국내 에너지 소비의 특징 도출

○ 1차에너지 공급 전망, 최종에너지 소비 전망, 발전량 전망, 연료연소부문의 CO_2 배출량 전망 분석

□ COP21 총회 이후 온실가스 감축을 위한 주요국의 에너지 정책 및 이행수단 조사 분석

○ 주요국들의 기존 에너지 정책들의 흐름을 파악하고, 최근 수립된 정책 및 계획들을 신재생에너지, 기후변화대응, 에너지효율 관점에서 조사 분석

○ 국가별 최신 에너지 정책과 전략, 주요 내용들을 파악함으로써 국가별 특징을 도출하고 국가 간에 비교 분석을 통하여 시사점 도출

○ 주요 에너지부문 중심으로 정책 이행수단을 분석하고 국가별 시행현황을 조사하여 국내 도입 가능한 정책수단 검토

□ 우수사례 발굴을 위한 현지 방문조사 및 최신 에너지 이슈에 대한 외부 전문가 의견 수렴

○ 신재생에너지 중심으로 해외 우수사례를 선정하여 정책 수행의 거버넌스, 정책기조 등의 변화 조사 분석

○ 한국과 주요국의 에너지 정책의 유사성과 차이점, 미국 트럼프 당선 이후의 미국 에너지 정책의 변화 등 최근 이슈를 주제로 전문가 포럼 개최

□ 온실가스 감축을 위한 국내 에너지 정책에 대한 장기적인 시사점 제시

○ 온실가스 감축을 위한 에너지정책 수립의 장기적인 발전 방안 수립 시 고려사항 및 비전 제시

○ 현재 시행중인 주요 정책들을 해외 사례와 비교하여 장기적인 관점에서의 보완점 제시

○ 기후변화대응 컨트롤타워 역할을 수행하는 국무조정실을 중심으로 관계부처의 온실가스 관련 정책 상호관계 및 운영 방안의 비전 제시

제 2 장 주요국의 에너지·온실가스 통계 및 정책

제 1 절 미국

1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이

가. 에너지소비량 분석

1) 1차에너지 공급

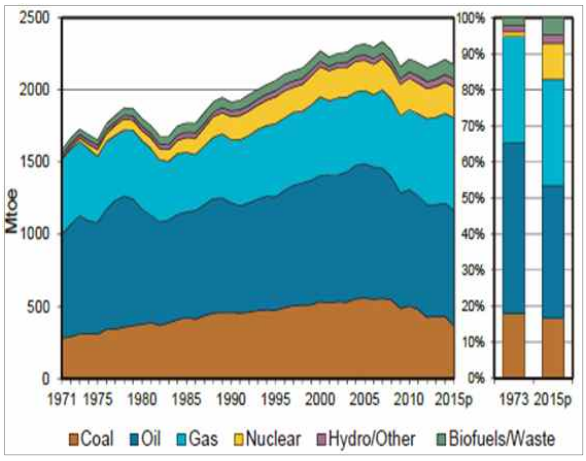
□ 미국의 1차에너지 공급은 1971년 1,587백만 toe에서 2014년 2,216백만 toe로 40% 증가(연평균 0.8% 증가). 2008년 2,277백만 toe로 정점에 도달 후 감소 추세

○ 미국의 1차에너지 공급은 1차 석유위기(1974년), 2차 석유위기(1980년), 걸프전(1990년), 9·11테러(2001년), 금융위기·고유가(2008년)로 감소 후 회복

○ 1차에너지 원별 비중 추이는 석탄과 석유 감소, 가스와 재생에너지는 증가

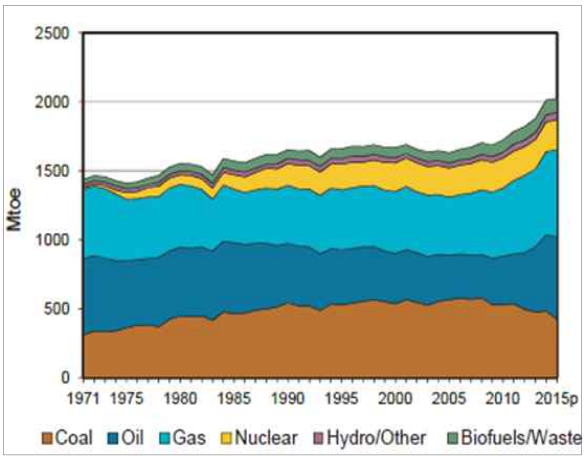
- 2014년 석탄 19%, 석유 35%, 천연가스 28%, 원자력 10%, 재생 및 기타 7%

○ 미국 내 천연가스(셰일가스 등) 생산 증가와 재생에너지로 인하여 에너지 자급률(에너지생산/1차에너지공급)은 2013년 86%에서 2014년 91%로 개선



[그림 2-1] 미국의 1차에너지 공급

출처 : IEA, 2016d



[그림 2-2] 미국의 에너지 생산

출처 : IEA, 2016d

2) 최종에너지 소비

□ 미국의 최종에너지 소비는 1971년 1,229백만 toe에서 2014년 1,538백만 toe로 25% 증가(연평균 0.5% 증가)

□ 부문별 최종에너지 소비 비중은 산업부문이 감소한 대신, 수송 부문 증가

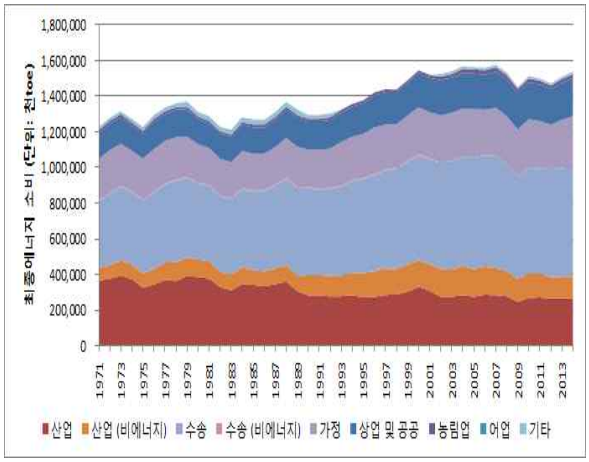
○ 1971년 산업 36%, 수송 31%, 가정 19%, 상업 및 공공 12%, 기타 3%

○ 2014년 산업 25%, 수송 41%, 가정 18%, 상업 및 공공 14%, 기타 2%

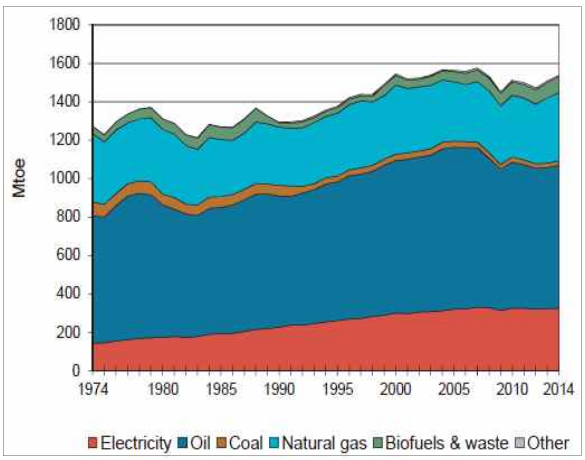
□ 원별 최종에너지 소비 비중은 석유와 천연가스가 감소하고, 전기는 크게 증가

○ 1971년 석탄 6%, 석유 52%, 천연가스 29%, 전기 10%, 열 0%, 재생에너지 3%

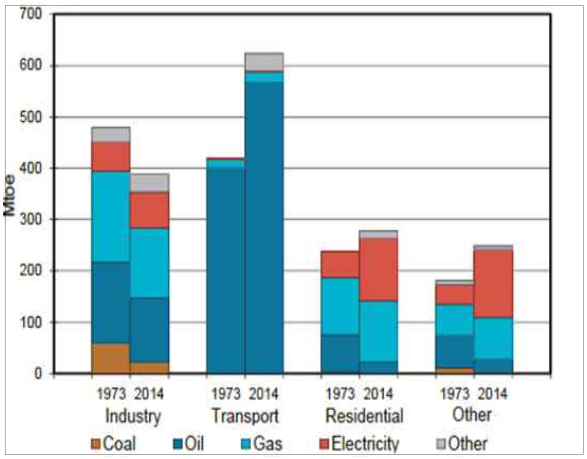
○ 2014년 석탄 1%, 석유 48%, 천연가스 23%, 전기 21%, 열 0%, 재생에너지 5%



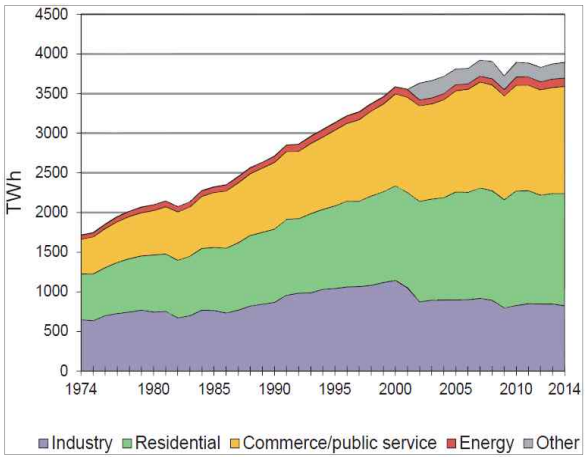
[그림 2-3] 미국의 부문별 최종에너지 소비
자료 출처 : IEA, 2016e



[그림 2-4] 미국의 연료별 최종에너지 소비 추이
출처 : IEA, 2016b



[그림 2-5] 1973~2014년의 부문별 및 원별 소비
출처 : IEA, 2016d



[그림 2-6] 미국의 부문별 전기 소비 추이
출처 : IEA, 2016b

3) 발전량 및 발전설비용량

□ 미국의 발전량은 1971년 1,703TWh에서 2014년 4,319TWh로 154% 증가(연평균 2.2% 증가)

□ 미국의 발전량 구성비는 석탄과 석유의 비중이 감소하고, 천연가스와 재생에너지의 비중이 증가

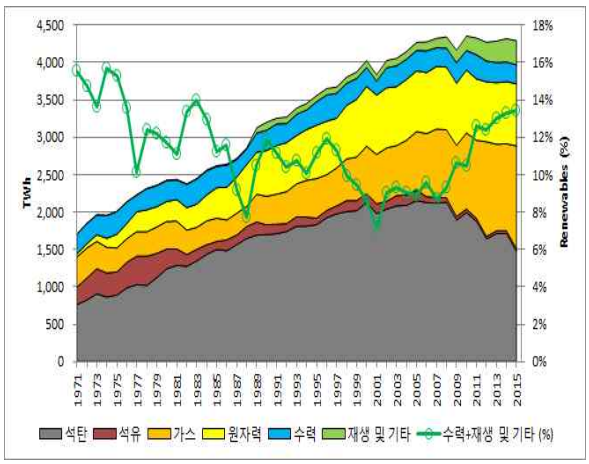
○ 1990년 석탄 53%, 천연가스 12%, 석유 4%, 원자력 19%, 재생 및 기타 12%

○ 2014년 석탄 39%, 천연가스 27%, 석유 1%, 원자력 19%, 재생 및 기타 14%

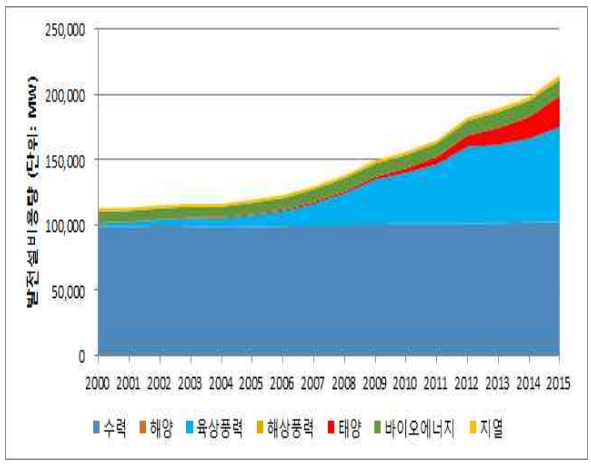
□ 2014년 미국의 총 발전설비용량(1,073GW)에서 재생에너지가 19%(202GW) 차지

○ 수력 102.2GW, 풍력 64.2GW, 태양 16.6GW, 바이오매스 및 폐기물 14.1GW, 지열 2.5GW, 기타 재생(연료전지 등) 2.0GW

□ 2000~2014년 기간 미국의 육상풍력과 태양에너지 설비용량은 연평균 27%씩 빠르게 성장



[그림 2-7] 미국의 연료별 발전량
출처 : IEA, 2016e



[그림 2-8] 미국의 재생에너지 발전설비용량
자료 출처 : IRENA Statistics Dashboard

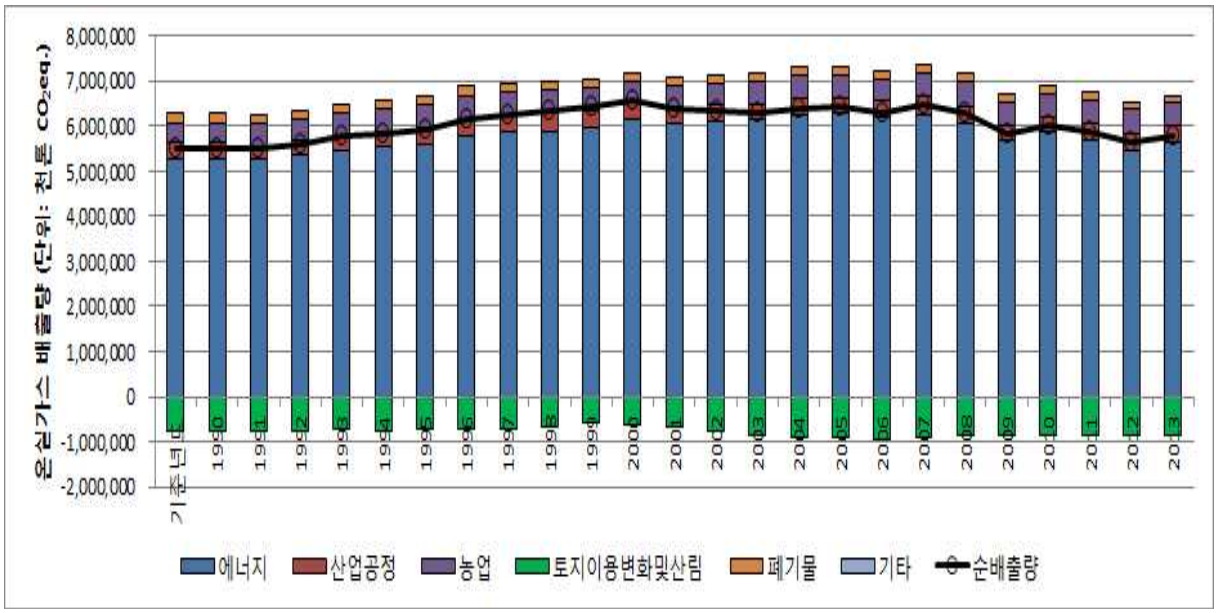
나. 온실가스 배출 추이

1) 국가 온실가스 인벤토리 추이

□ 미국의 온실가스 순배출량은 2012년 약 58억 $tCO_2eq.$ 수준이며, 교토의정서 목표의 기준년도인 1990년 대비 5% 증가. 하지만 미국의 INDC(Intended Nationally Determined Contributions)목표의 기준년도인 2005년 대비 10% 감소

○ 2013년 기준으로 에너지부문 온실가스 배출이 미국의 순배출량에서 차지하는 비중은 97%이며, 산업공정 6%, 농업 9%, 폐기물 2%, 토지이용변화 및 산림 -15% 차지

○ 즉 에너지부문 이외의 배출량은 흡수량과 거의 유사한 수준이며, 따라서 에너지부문 온실가스 감축 노력이 매우 중요



[그림 2-9] 미국의 온실가스 인벤토리 추이

자료 출처 : U.S. Department of State, 2016, Second Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

2) 연료연소로 인한 CO_2 배출량 추이

□ 미국의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 2014년 5,176백만 tCO_2이며, 1971년 대비 21% 증가, 1990년 대비 8% 증가, 2005년 대비 9% 감소

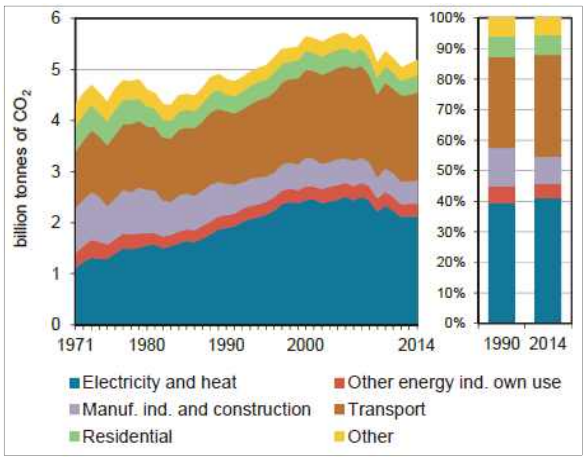
○ 2014년 부문별 배출량 비중은 전기 및 열 생산 41%, 기타 에너지 산업의 자가 소비 5%, 제조업 및 건설업 9%, 수송 33%, 기타 12%이며, 에너지 전환부문과 수송부문이 가장 큰 비중을 차지

□ CO_2 배출량의 지수 분해(Kaya의 분해 항등식, 1990=1)[1)]

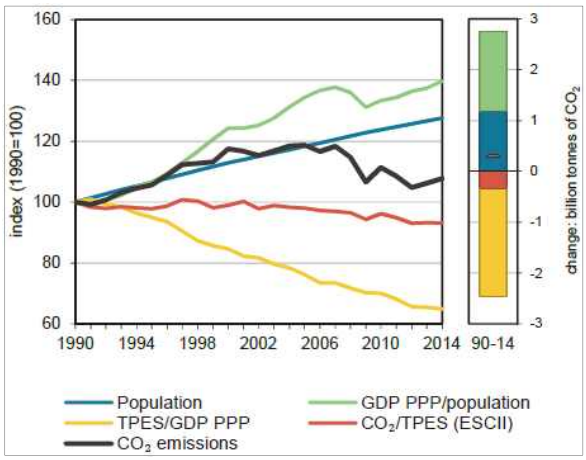
○ 1990~2014년 기간 미국의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 8% 증가

○ 동일 기간 미국의 인구는 28% 증가, 1인당 GDP(구매력 고려)는 40% 증가, GDP당 1차에너지 공급(에너지 원단위)은 35% 감소, 1차에너지 공급당 CO_2 배출(CO_2 원단위)은 7% 감소

○ 따라서, 1990~2014년 기간 에너지 원단위 개선과 CO_2 원단위의 감소는 연료연소부문 CO_2 배출량 감소에 기여. 그러나 에너지 원단위와 CO_2 원단위의 개선 속도에 비해 인구와 1인당 GDP가 빠르게 증가하면서, CO_2 배출량은 증가. 즉 경제규모의 증가로 인해 배출량은 증가



[그림 2-10] 미국의 연료연소 부문별 CO_2 배출량
출처 : IEA, 2016a



[그림 2-11] 미국의 연료연소 CO_2 배출량 분해
출처 : IEA, 2016a

1) 연료연소로 인한 CO_2 배출량을 인구, 1인당 GDP(구매력 지수 고려), GDP당 1차에너지 공급량, 1차에너지 공급당 CO_2 배출량 등 주요 지수의 곱으로 나타낼 수 있음. 일정 기간 CO_2 배출량의 변화를 주요 지수의 변화로 나타냄

다. 에너지소비 및 CO_2 배출 전망

1) 1차에너지 공급 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년 미국의 1차에너지 공급은 현재보다 약 1.0~1.1배로 증가할 전망. 기후변화 2℃ 목표를 달성하는 시나리오에서 2040년 미국의 1차에너지 공급은 2013년 대비 0.8배로 감소

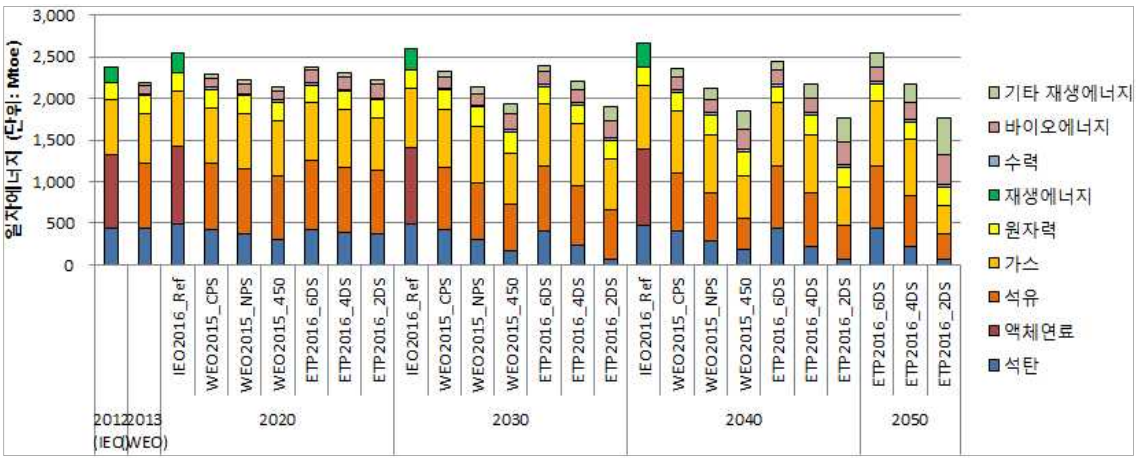
□ 1차에너지 원별 2040년까지 연평균 증가율

○ 석탄 -6.6~0.3%, 석유 -2.7~0.1%, 가스 -1.1~0.8%, 원자력 -0.5~1.0%, 재생(수력 등) 1.4~5.3%

□ 1차에너지 원별 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 2040년에 석탄, 석유, 가스 등 화석연료의 비중은 감소하고, 원자력과 재생에너지의 비중이 증가할 전망

○ 2013년 석탄 20%, 석유 36%, 가스 28%, 원자력 10%, 재생(수력 등) 7%

○ 2040년 석탄 4~18%, 석유(액체) 20~34%, 가스 25~33%, 원자력 8~15%, 재생(수력 등) 11~34%



[그림 2-12] 미국의 1차에너지 전망

자료 출처 : IEA, 2015; IEA, 2016c; U.S. EIA, 2016

주1. Ref는 기준 시나리오, CPS는 현 정책 시나리오, NPS는 신 정책 시나리오, 450은 450ppm 시나리오, 6DS는 기온이 6℃ 증가하는 시나리오, 4DS는 4℃ 증가하는 시나리오, 2DS는 2℃ 증가하는 시나리오. CPS는 6DS와 일맥상통하고, NPS는 4DS에, 450은 2DS와 일맥상통함

주2. IEO의 2012년 에너지 소비 통계가 WEO의 2013년 에너지 소비 통계보다 더 큰 것은 자료 출처와 열량 환산 등의 차이로 인한 것으로 보임

2) 최종에너지 소비 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년의 미국의 최종에너지 소비는 현재보다 약 1.0~1.1배로 증가할 전망. 기후변화 2℃ 목표를 달성할 경우 미국의 2040년 최종에너지 소비는 2013년 대비 0.8~0.9배로 감소할 것으로 전망

□ 최종에너지 원별 2040년까지 연평균 증가율

○ 석탄 -1.7~0.8%, 석유 -2.6~0.1%, 가스 -0.7~0.8%, 전력 0.0~0.9%, 재생(수력 등) 2.4~ 4.2%

□ 최종에너지 원별 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 2040년에 석탄과 석유의 비중은 감소하고, 전력과 재생에너지의 비중은 증가

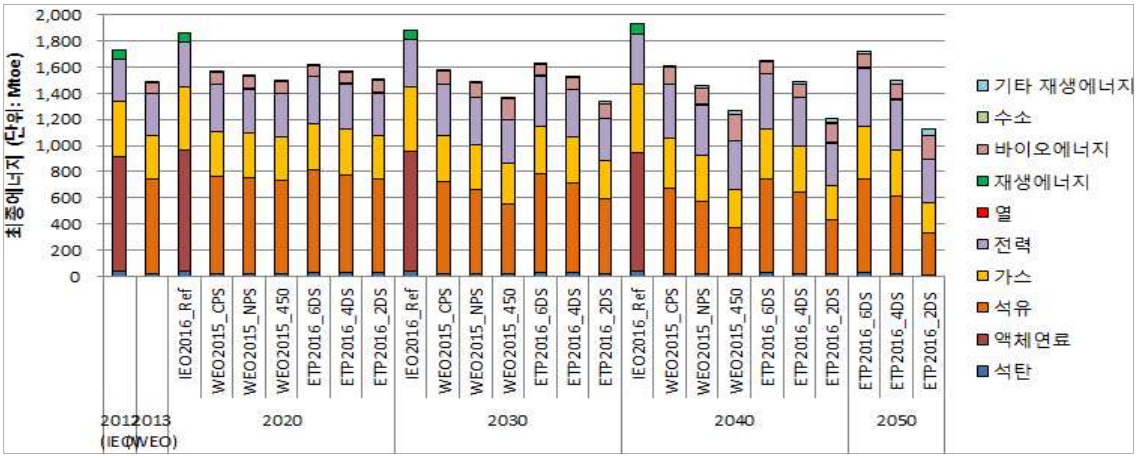
○ 2013년 석탄 2%, 석유 49%, 가스 22%, 전력 22%, 열 0%, 재생 5%

○ 2040년 석탄 1~2%, 석유(액체) 28~47%, 가스 22~27%, 전력 19~29%, 열 0%, 재생 4~19%

□ 부문별 최종에너지 소비 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록, 수송부문의 비중은 2013년보다 감소할 전망

○ 2013년 산업 18%, 수송 41%, 건물 33%, 기타(농림 및 비에너지 이용) 9%

○ 2040년 산업 18~21%, 수송 31~37%, 건물 34~36%, 기타(농림 및 비에너지 이용) 9~14%



[그림 2-13] 미국의 최종에너지 소비 전망

자료 출처 : Energy Technology Perspectives(IEA, 2016c), International Energy Outlook(U.S. EIA, 2016), World Energy Outlook(IEA, 2015)

3) 발전량 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년 미국의 발전량은 1.1~1.3배로 증가할 전망(2013년 미국의 발전량 4,283TWh). 기후변화 **2℃ 목표**를 달성하는 시나리오에서 2040년 미국의 발전량은 2013년 대비 1.0~1.1배 수준이 될 것으로 전망

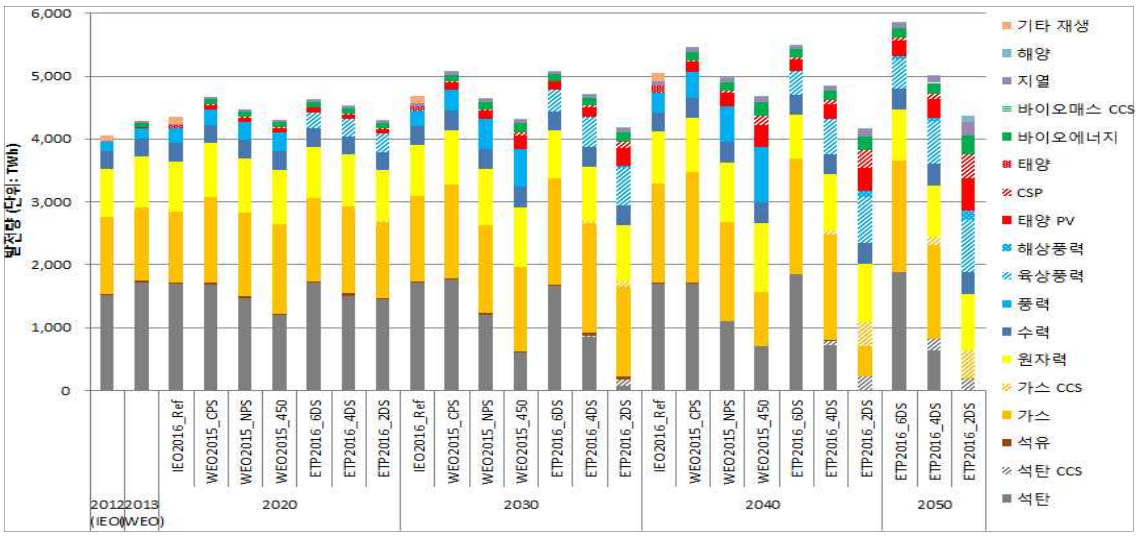
□ 발전량 원별 2040년까지 연평균 증가율(CCS는 원별에 반영)

○ 석탄 -7.3~0.4%, 가스 -1.1~1.7%, 석유 -6.8~-0.9%, 원자력 -0.5~1.0%, 재생(수력 등) 2.1~5.0%

□ 발전량 원별 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 화력발전의 비중은 감소하고(단 CCS 발전량 비중은 증가), 재생에너지와 원자력의 발전량 비중은 증가

○ 2013년 석탄 40%, 가스 27%, 석유 1%, 원자력 19%, 재생(수력 등) 13%

○ 2040년 석탄 5~34%, 가스 18~36%, 석유 0%, 원자력 13~23%, 재생(수력 등) 18~52%



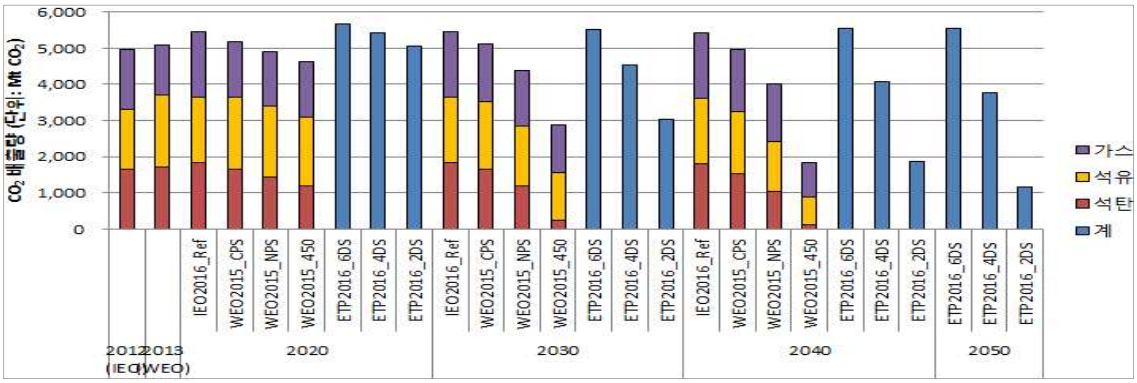
[그림 2-14] 미국의 발전량 전망

자료 출처 : Energy Technology Perspectives(IEA, 2016c), International Energy Outlook(U.S. EIA, 2016), World Energy Outlook(IEA, 2015)

4) 연료연소부문 CO_2 배출량 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년의 미국의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 현재보다 약 0.8~1.1배에 이를 전망. 기후변화 2℃ 목표를 달성하기 위해서는 2040년까지 배출량을 2013년 대비 0.4배 수준으로 저감 필요

□ 미국의 INDC 감축목표는 2005년 배출량 대비 2025년까지 26~28% 감축 (USA, 2015)



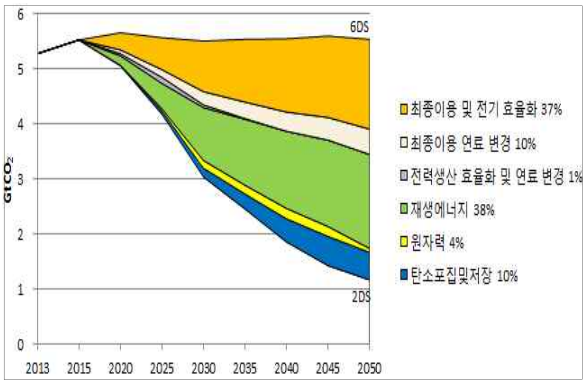
[그림 2-15] 미국의 연료연소부문 CO_2 배출량 전망

자료 출처 : Energy Technology Perspectives(IEA, 2016c), International Energy Outlook(U.S. EIA, 2016), World Energy Outlook(IEA, 2015)

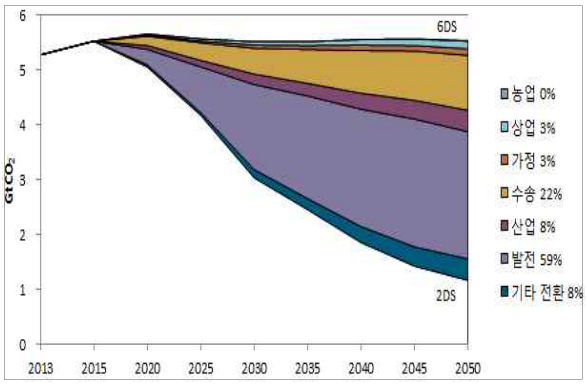
□ 2014~2050년 기간 6℃ 시나리오에서 2℃ 시나리오로 전환할 경우, 미국의 기술별, 부문별 CO_2 누적 감축량 기여도

○ (기술별) 최종이용 효율화 37%, 최종이용 연료변경 10%, 전력생산 효율화 및 연료변경 1%, 재생에너지 38%, CCS 10%, 원자력 4% 기여

○ (부문별) 전력 생산 59%, 기타 전환 8%, 산업 8%, 수송 22%, 건물 6% 기여



[그림 2-17] 미국의 기술별 CO_2 감축 기여도



[그림 2-18] 미국의 부문별 CO_2 감축 기여도

자료 출처 : Energy Technology Perspectives(IEA, 2016c)

2. 에너지 정책 및 이행수단

가. 에너지 정책 및 계획 현황

1) 미국의 에너지 정책 동향

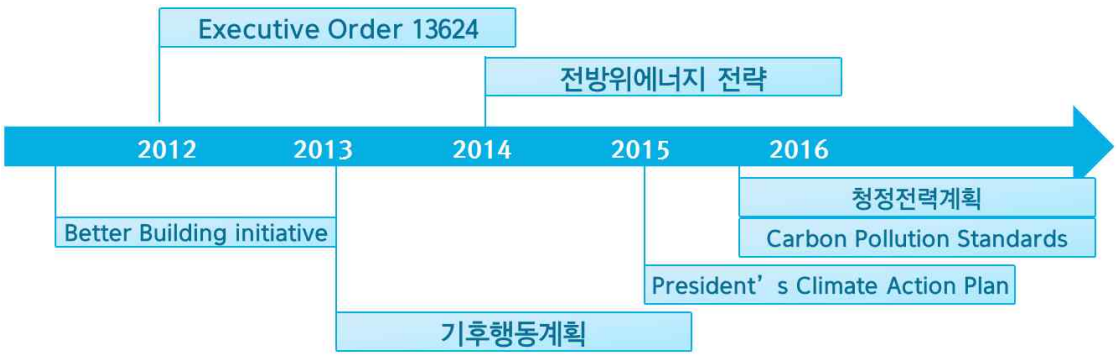
□ 2009년 12월 코펜하겐에서 열린 UN 기후변화당사국총회(COP15)에서 오바마 대통령은 온실가스 배출을 2005년 기준으로 2020년까지 17%, 2050년까지 83% 감축하겠다는 목표를 발표하였으나, 그 계획은 자국 내 입법과정에서 의회와 재계의 반대에 부딪혀 좌초됨

○ 2009년에는 국가 차원의 배출권 거래제 도입을 규정한 왁스만-마키법안(Waxman-Markey Bill 또는 American Clean Energy and Security Act)이 의회에 상정되었으나 상원에서 통과되지 못함

○ 오바마 대통령은 의회의 승인을 받을 필요가 없는 행정명령 형식으로 2013년 6월에 **기후행동계획**(Climate Action Plan)을 발표하고, EPA(Environmental Protection Agency, 환경보호청)는 이를 뒷받침하기 위한 방안으로 **청정발전계획**(Clean Power Plan)을 제안함

□ 미국은 2005년 출범한 교토체제에 불참한 이후, 국제사회의 온실가스 감축 노력에 소극적으로 대처하였으나 2010년을 전후로 적극적인 온실가스 감축 정책을 수립하고 지원하기 시작함

○ 오바마 정부는 기후행동계획(Climate Action Plan)과 같은 정책 시행을 통해 대내외적으로 기후변화 대응 정책을 강조하였으며, 2기 정부에서는 청정에너지(Clean energy)를 중심으로 석유, 가스, 원자력, 청정석탄 등 모든 자원을 활용하는 '**포괄적 접근(all of the above)**' 전략을 구사함



[그림 2-18] 미국 주요 에너지 정책

□ 미국은 파리협정을 체결하고 2016년 9월 비준서를 UN에 제출함으로써 11월에 파리협정이 발효되는데 결정적인 역할을 함

○ 2025년까지 2005년 온실가스 배출량 대비 26~28% 감축, 기존 목표 2020년까지 17% 감축, 발전소 배출규제, 자동차 연비규제, 건물의 에너지효율 규제가 핵심 수단

○ 단계적으로 2020년까지 약 50억 톤(17%)의 배출량을 감축하고 2025년까지 약 43억 톤(26~28%)의 배출량을 감축

○ 발전소 배출규제 정책을 통해 석탄발전소를 신재생에너지로 전환, 천연가스 발전 확대 유도

□ 2030년까지 신재생에너지 발전 비중을 28%까지 확대하기로 하는 등 특히 천연가스와 신재생에너지 확대를 통한 발전부문의 이산화탄소 배출 감축에 중점 노력

○ 신규 발전소에 대한 배출 규제 결과, 2018년까지의 발전소 건설 계획에 포함된 신규 천연가스화력발전소는 200개소에 달하는 반면, 신규 석탄화력 발전소는 4개소에 불과

□ 수송부문에서는 전기차 100만대 보급 내용을 담은 친환경차 보급 촉진 프로그램을 운영

2) 주요 에너지 정책 및 계획

□ 기후행동계획(Climate Action Plan, 2013. 6)[2)]

○ 오바마 대통령 2기 정부의 기후변화 정책을 집약적으로 보여주는 계획으로서 기후변화 대응을 주도하는 글로벌 리더로서 미국의 역할을 강조하였으며, C2ES[3)]는 기후행동계획에 포함된 모든 실천계획들이 실현될 경우 2020~2025년까지 약 30억 톤의 온실가스가 감축될 것으로 전망

○ 자국 내 탄소배출량 감축을 위해서 발전부문 온실가스 감축을 포함한 청정에너지 보급 확대, 21세기형 교통체계 구축, 각 부문에서의 온실가스 감축, HFC 등의 Non-CO_2 감축, 연방정부의 감축 노력을 제시

- 온실가스 규제 강화 : 2020년까지 2005년 온실가스 배출량 대비 17% 감축
- 청정에너지 확대 : 2020년까지 풍력・태양광 설비용량 2배 확대(10GW)

2) Climate Change Action Plan, 2013, White House
3) Center for Climate and Energy Solutions

- 기후변화대응 능력제고 : 주택・상업・산업분야 에너지 효율 2배 증진
- 신재생에너지 전력생산 : 2020년까지 전력 소비량 중 재생에너지 발전 비중을 20%로 확대(현재 약 7.5%)하고 에너지 효율화를 지속적으로 추진

○ 기후변화 영향 대응 차원에서는 미국의 기후변화 복원력을 강화하기 위해 부처 간 기후변화 적응 대책반을 설립하였으며, 2013년 2월에는 기후변화 적응계획을 발표함

- 기후변화의 영향에 보다 체계적으로 대비하기 위하여 견고하고 안전한 지역사회 기반 및 기반시설 구축, 경제 및 천연자원 보고, 과학을 이용한 기후변화 대응 등의 3가지 조치를 추진함

○ 국제사회의 기후변화 논의에 있어 미국의 리더십을 강화하기 위한 방안으로 주요 국가와의 다자 협력 및 신흥경제국과의 양자 협력, 기후 및 청정대기 연합(CCAC)을 통한 오염물질 감축, 환경상품 및 서비스에 대한 자유무역 촉진, 기후재원 조성, UN기후변화협약(UNFCCC)을 통한 감축 노력 주도 등이 포함됨

□ 전방위 에너지 전략(All-of-the-Above Energy Strategy, 2014. 5)[4)]

○ 오바마 2기 정부는 전방위 에너지 전략을 통해 지속 성장 가능한 경제 구축을 목표로 하여 고용 창출과 국제경쟁력 강화를 위하여 국내에서 이용 가능한 에너지는 모두 활용하는 방향으로 추진

- 석유, 천연가스, 원자력, 신재생에너지, 에너지효율 등 국내 모든 에너지원을 활용하여 안정적 에너지 공급을 달성하고자 하는 포괄적 에너지 정책

○ 에너지 안보 강화, 이산화탄소 배출 감소, 경제 성장 활성화 등 주요 3대 목표 확립

- 청정에너지 분야 기술 우위 확보를 통해 미래 성장 동력 시장을 선점하고 제조업 등 연관 산업 활성화를 통한 경제 활성화 도모

4) The All-of-the-Above Energy Strategy as a Path to Sustainable Economic Growth, 2014, White House

<표 2-1> 전방위 에너지 전략 주요정책 및 전략

주요 정책	전략
안전하고 책임있는 에너지 개발	- 석탄과 가스 개발 관련 법규를 친환경적으로 개혁 - 연안지역 내 석유 및 가스 자원의 75% 이상 개발
에너지 독립	- 세계 1위 천연가스 생산국 - 20년 이내 오일 수입량보다 많은 양을 국내에서 생산
청정에너지 기술개발	- 탄소 포집 및 격리 기술 개발을 통해 수십억 달러 투자 - 2020년까지 연방정부 빌딩의 에너지원 20%를 재생에너지로 사용 - 2020년까지 재생에너지 100MW 활용
에너지 효율 극대화	- 2020년까지 에너지 효율이 높은 600만 채의 주택 건설
기후변화 대응	- 온실가스 배출 규제 - 기후변화 대응을 위한 국제적 논의 주도

출처 : 국내외 에너지 R&D 환경 및 프로그램 분석 보고서(GTC, 2016)

□ 청정전력계획(Clean Power Plan, 2015. 8)

○ 2013년 6월에 오바마 대통령이 발표한 기후행동계획(Climate Action Plan)의 후속조치로서 자국 내 탄소감축을 위하여 신규 및 기존 화력발전소의 탄소 배출을 규제하는 기준에 관한 계획임

- 신규 석탄화력발전소에 대한 배출기준(1,000lbsCO2/MWh)은 2013년 9월에 이미 제시되었으며, 청정전력계획은 기존 화력발전소의 탄소배출에 관한 기준을 제시한 것임

○ 미국은 2025년까지 2005년 대비 26～28% 온실가스 감축목표를 설정하였으며, 청정전력계획은 미국 정부가 발표한 발전부문에서의 첫 번째 국가 단위 목표이자 역대 가장 강력한 기후변화 대응 정책임

- 단계적으로 2020년까지 약 50억 톤(17%)의 배출량을 감축하고 2025년까지 약 43억 톤(26～28%)의 배출량을 감축

* 발전부문은 미국 내 온실가스 배출량의 40%를 차지하는 최대 배출원으로서, 이전까지 발전부문에서 이산화탄소 규제 기준은 제시되지 않았었음

* 이는 온실가스 감축량으로 8억7천만 톤에 해당되며, 미국에서 운행되는 승용차 1억6천6백만 대(전체의 70%에 해당)의 배출을 저감하는 것과 동일

- 2030년까지 신재생에너지 발전비중을 28%까지 확장하기로 하는 등 특히 천연가스와 신재생에너지 확대를 통한 발전부문의 이산화탄소 배출 감축에 중점적 노력

○ 미국 내 기존 석탄화력발전소는 2030년까지 2015년 대비 32% 온실가스 감축 목표 제시

- 각 주는 2016년 9월까지 탄소배출량 규정 준수 계획을 EPA(환경보호청)에 제출해야 하며, 만약 각 주에서 요청할 경우 2년까지 연장 가능(2018년 9월까지 연장)
- EPA는 2020~2029년까지 각 주에서 준수해야 하는 탄소 배출량 중간 목표치(Interim Goal)와 2030년까지 준수해야 하는 최종 목표치(Final Goal)을 제시함

○ 청정전력계획은 청정대기법(Clean Air Act)의 111(d)조항에 의해 공표된 행정부 규정으로, 의회 승인은 필요 없으나 공화당과 석탄을 생산하는 주·산업체 등의 항의가 거셀 것으로 예상

<표 2-2> 주별 감축목표(안)

감축 목표	해당 주
50% 이상 (3개 주)	워싱턴, 애리조나, 사우스캐롤라이나
41~50% (7개 주)	오리건, 뉴햄스셔, 조지아, 아칸소, 뉴욕, 뉴저지, 이네소타
36~40% (11개 주)	노스캐롤라이나, 루이지애나, 테네시, 텍사스, 플로리다, 버지니아, 매사추세츠, 미시시피, 메릴랜드, 오클라호마, 콜로라도
21~30% (11개 주)	코네티컷, 오하이오, 유타, 앨라배마, 네브래스카, 알래스카, 캘리포니아, 캔자스, 미주리, 몬태나, 인디애나
10~20% (8개 주)	웨스트버지니아, 와이오밍, 켄터키, 아이오와, 하와이, 로드아일랜드, 메인, 노스다코타

※ 버몬트, 콜롬비아특별구는 석탄 화력발전소가 없으므로 감축목표가 없음

3) 차기 정부의 정책 전망

□ 차기 대통령 당선자인 트럼프 정부의 에너지 정책은 민주당 오바마 정부의 정책을 크게 수정하여, 에너지산업 전반에 걸친 변화가 예상됨

□ 미국 내 원유·가스 생산증가와 자원수출 진흥 정책을 통해 향후 탈탄소정책 후퇴, 석유·가스 인프라 확대에 힘입어 원유·가스 생산이 증가할 것으로 전망

□ 이미 발효된 파리기후협정의 미래도 불투명해짐

○ 트럼프는 UN 기후변화 프로젝트 관련 예산 삭감 천명 및 파리협정 비준 무효화를 주장하며 협정에서 탈퇴를 추진하거나, 탈퇴까지는 않더라도 감축 공약 준수 노력은 기대하기 어려울 전망

□ 신재생에너지 투자 및 비중 증가세는 둔화

○ 신재생에너지 지원 축소로 청정에너지 투자증가세는 둔화될 우려, 장기적으로 신재생 전원 비중 증가 추세는 유지될 것

□ 청정전력계획은 폐지 수순을 밟게 될 가능성이 높아졌음

○ 이번 선거결과, 차기 대통령, 하원, 상원 모두 공화당이 우위를 점하게 되면서, 청정전력계획(CPP)은 효력을 상실하게 될 가능성이 높음

□ 전통적 에너지산업 규제 철폐 예상

○ '미국 우선 에너지정책'(America-first energy plan)을 통해 원유와 가스, 석탄 등 화석연료의 생산 확대를 통한 에너지자립 실현 방침

○ 탄소 배출 감소를 위한 환경보호청(EPA)의 각종 규제 철폐 예상

□ 현재까지는 선거 캠페인에서 제기된 공약에 의해 트럼프 정부의 에너지 분야에 대한 정책을 파악하는 수준으로, 실제 취임 이후 공약 이행 단계에서는 어떤 변화를 보일지 예의 주시할 필요

나. 에너지 정책 이행수단 현황

□ 미국의 에너지 정책 관련 정부기관

○ 미국 연방정부에서 에너지정책을 선도하고 총괄하는 부처는 에너지부(Department of Energy, DOE)로 거시적 관점에서 에너지믹스를 개선하고, 온실가스 배출의 대부분을 차지하는 에너지의 공급과 소비 전반을 관장

- DOE를 비롯해서 국무부(Department of State), 내무부(Department of the Interior), 교통부(Department of Transportation), 환경보호청(EPA), 법무부(Department of Justice), 주정부 등 다양한 기관에서 에너지 및 기후변화 대응 관련 정책을 추진

- 특히 EPA는 에너지를 사용하는 과정에서 불가피하게 배출되는 오염물질(온실가스 포함)을 환경차원에서 기준을 설정하여 규제하는 기관으로 온실가스 배출 감축 관련 업무로 미국의 온실가스 배출 및 흡수원 통계 작성과 보고, 자동차 온실가스 배출규제 규정, 발전부문 온실가스 배출규제 기준을 관리

1) 온실가스 배출 저감 이행수단

□ 온실가스 배출 보고제도(Greenhouse Gas Reporting Program, GHGRP)

○ 온실가스 감축정책 시행을 위한 정확한 정보제공을 목적으로 대형 사업장(25,000톤 CO2eq. 이상 발생 단위사업장)의 온실가스 배출량 보고 의무화

- 보고대상 물질: 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF_6)

○ 청정대기법에 근거하여 2009년 10월에 공표하여 2010년 1월 1일부터 시행

○ 보고 대상을 기업이 아닌 사업장 단위로 규정하였고 수집한 자료는 온실가스 데이터베이스(Facility Level Information on GreenHouse gases Tool (FLIGHT))를 통해 일반인들도 이용할 수 있도록 공개

- 웹형식의 데이터베이스로 시설, 산업, 위치 등 다양한 방법으로 데이터를 쉽고 빠르게 필터 가능

[그림 2-19] 미국의 온실가스 배출 데이터베이스(FLIGHT)
출처: https://ghgdata.epa.gov/ghgp/main.do (접속일: 2016.11.20.)

□ 대형 고정배출원 온실가스 허가제도(New Source Review Permitting, NSR Permitting)

○ 일정수준 이상의 온실가스를 배출하는 신규 및 보수시설은 EPA로부터 온실가스 배출허가를 받도록 하는 제도

○ 2007년 대법원 판결을 통해 온실가스를 청정대기법 상의 대기오염물질로

인정하면서, EPA가 여타 대기오염물질 규제에 사용되던 배출허가제도를 온실가스 규제에 적용

○ 연간 10만 톤 이상의 CO_2eq.를 배출하는 신규설비는 시공 전 온실가스 배출 감소를 위해 에너지효율성 향상 조치 등을 실시하여 배출허가서 발급 필요

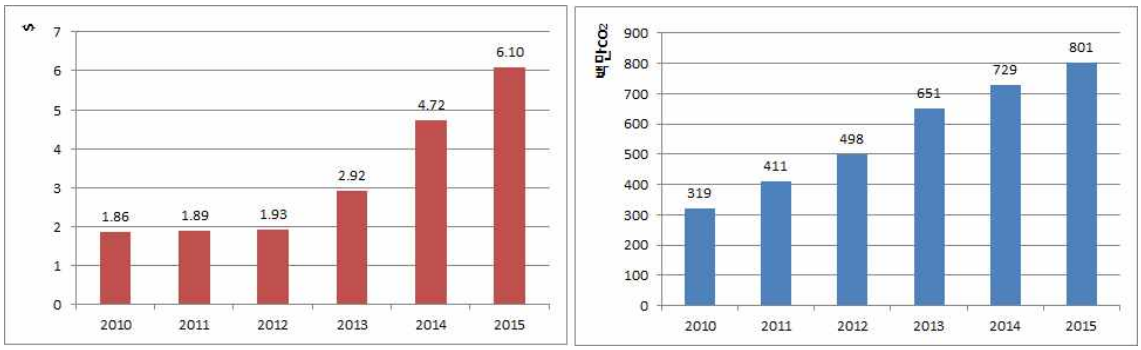
□ 지역 온실가스 이니셔티브(Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI)

○ 북동부 9개 주가 25MW 이상의 화석연료 발전설비를 대상으로 2009년부터 실시한 미국 최초의 총량 규제 방식 배출권거래제

* 코네티컷, 델라웨어, 메릴랜드, 메인, 매사추세츠, 뉴햄프셔, 뉴욕, 로드아일랜드, 버몬트 주

○ RGGI의 2014년 배출 목표는 91백만 tCO_2eq.이고, 2015년부터 2020년까지 매해 2.5% 감소하여 2015년 배출 목표는 88.7백만 tCO_2eq., 2020년 배출 목표는 78.2백만 tCO_2eq.

- 2012년 배출량이 2005년 대비 35%나 감소하는 성과를 달성하였고, 배출권 거래량과 거래가격 역시 상승세를 보이며 활발히 거래됨



[그림 2-20] RGGI 배출권 거래 가격 및 배출량 거래량

자료: Regional Greenhouse Gas Initiative 홈페이지 참조하여 재구성

- RGGI 도입 이전 9개주의 발전에 있어 석탄과 석유에 대한 의존도는 2005년 기준 각각 약 23%와 약 12%이었으나, 2012년 석탄은 약 9%, 석유는 약 1%로 낮아지고 천연가스 비중은 약 44%까지 증가

○ 각 주들은 경매를 통해 거의 모든 배출 허용량을 판매하고 에너지 효율, 재생 가능 에너지 및 기타 소비자 혜택 프로그램에 수익을 투자

- 이 프로그램은 청정에너지 경제에 혁신을 촉진하고 RGGI 주에서 친환경 일자리를 창출하는 것으로 평가

□ 서부 기후 이니셔티브(Western Climate Initiative)

○ 2007년 미국서부 7개 주(캘리포니아, 애리조나, 몬타나, 뉴멕시코, 오리곤, 유타, 워싱턴)와·캐나다 4개 주(브리티시 콜럼비아, 매니토바, 온타리오, 퀘벡)가 연합하여 추진하는 온실가스 감축을 위한 지역 기반의 총량규제거래제

- 2020년까지 2005년 대비 15% 감축, 2050년까지 50~80% 감축 목표

○ 시행 전에 7개 주가 탈퇴하고 현재 퀘벡 주와 브리티시 콜럼비아 주가 캘리포니아 주의 배출권거래제와 연계하여 운영

2) 신재생에너지부문 이행수단

□ 생산세액공제 (Renewable Electricity Production Tax Credit, PTC)

○ 재생에너지 설비의 단위전력 생산량에 대해 일정 금액의 법인세를 공제해 주는 제도로 1992년 도입 후 미국 풍력발전 성장에 큰 역할을 하는 것으로 평가

○ 지원 대상은 2005년 8월 8일 이후에 가동 된 시설이며, 지원 시기는 시설이 가동 된 날로부터 10년 혹은 5년 동안 지원

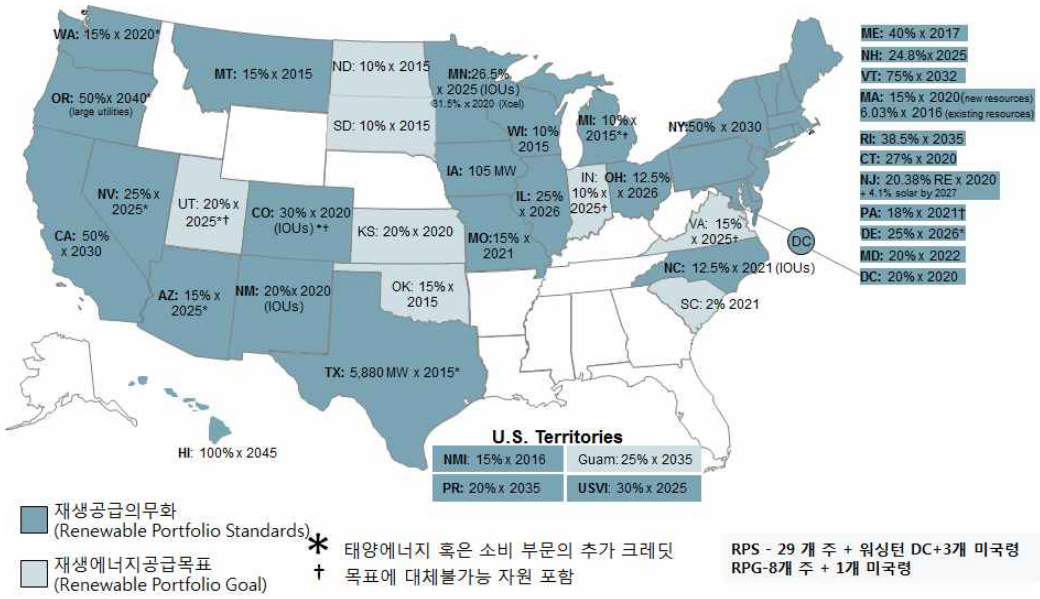
- 건설 시작시점 기준으로 풍력은 2019년 12월 31일, 타 재생에너지는 2016년 12월31일까지 지원을 연장하고 2016년 이후 풍력의 PTC 단계적으로 축소

□ 재생에너지 공급의무화제도(Renewable Portfolio Standard, RPS)

○ 소매전력공급자(Load-Serving Entities ,LSEs)에게 총 발전량 또는 총 전력 판매량의 일정비율 이상을 재생에너지로 조달토록 의무화

○ 연방정부 차원의 RPS 목표는 없지만 2016년 기준으로 29개 주 및 DC에서 RPS 제도를 채택

○ 아이오와 주에서 1978년 세계 최초로 RPS 제도를 도입하였고, 하와이는 2045년까지 사용 전력의 100%를 신재생에너지로 공급한다는 목표를 제시



[그림 2-21] 미국 각 주별 RPS 목표량

출처 : http://www.dsireusa.org/resources/detailed-summary-maps/ (접속일: 2016년 11월 20일)

□ 투자세액공제 (Federal Business Investment Tax Credit, ITC)

○ 사업장의 태양광, 태양열, 지열, 연료전지 등의 신재생설비 투자 금액에 대해 최대 30%까지 세액공제

- 정책 초기에는 태양에너지에 한정하여 지원하였으나 2005년 이후 다른 재생에너지원으로 확대

○ 태양에너지와 지열 발전에 한하여 ITC 적용기간을 2022년 이후로 무제한 연장하고 태양에너지는 단계적 세액공제 축소

- 연료전지, 소형풍력, 열병합발전은 2016년 지원을 종료하고, 대형풍력은 2019년까지 지원

□ 주택용 신재생에너지 세액공제(Residential Renewable Energy Tax Credit, RTC)

○ 주거용 태양에너지 발전시스템, 소규모 풍력시설, 지열 히트펌프 등의 투자에 대해 30%의 세액공제를 제공하는 정책으로 2005년 시행

- 운전 개시일을 기준으로 태양광, 태양열, 지열발전의 RTC는 2019년 12월31일 이후 단계적인 세액공제율을 감소하여 2021년 12월 31일까지 지원하고, 다른 에너지원들은 2016년 12월 31일 지원 중지

□ 재생에너지 연료 의무화 제도(Renewable Fuel Standard, RFS)

○ 석유 기반의 수송 연료, 난방유 또는 항공유 사용을 대체하거나 줄이기 위해 일정량의 재생 가능 연료의 혼합의무를 규제하는 국가 정책으로 2005년 Energy Policy Act에 의해 도입

- 2020년 까지 360억 갤런의 재생에너지 사용을 의무화하였으며 연도별 유종별 의무 비율을 명시

○ 4가지 재생가능 에너지의 유형을 정의하고 전주기분석(Life Cycle Assessment)을 통해 온실가스 최소 기준을 설정하여 옥수수 기반의 바이오 연료보다 온실가스 감축 효과가 우수한 것으로 평가된 재생연료를 활용하도록 촉진

3) 에너지 효율 개선 이행수단

□ Energy Star

○ 에너지 스타(ENERGY STAR®) 프로그램은 제조사의 자발적 라벨링 프로그램으로 일정 수준의 이상의 에너지 효율제품에 대해 인증라벨을 제공

○ 소비자들이 에너지 효율이 높은 제품을 쉽게 식별하고 구매할 수 있도록 도와주며 비효율적인 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출 및 기타 오염물질을 줄임

- "Change the World, Start with ENERGY STAR" : 지구온난화에 대응하기 위한 모든 미국인들을 대상으로 참여토록 유도

○ 1992년부터 시작되었으며 EPA와 DOE에서 관리하며 지속적으로 새로운 제품 사양을 공개

- 현재 가정부문에 40개 이상의 제품과, 상업과 공공부문의 40개 이상의 제품을 제공하고 있으며 대상제품으로는 세탁기, 냉장고, 건축자재, 모니터, 컴퓨터, 전구 등

□ Building Technology Program

○ 국가나 지방정부, 산업체와 제조업체가 참여하여 신축 및 기존 건물, 설비와 부품, 시스템 등의 에너지효율을 개선하기 위한 프로그램

○ 기술적, 재정적 자원 활용을 위한 도구, 지침, 표준, 훈련 등 지원

○ 최적의 기술을 적절히 집합적으로 활용하기 위한 새로운 기술과 해결책 모색

□ 자동차 온실가스/연비 관리제도(Corporate Average Fuel Economy, CAFE)

○ 미연방정부에서는 1975년 Energy Policy and Conservation Act에 따라 승용차에 대한 기업평균연비(CAFE) 제도를 시행

○ CAFE 규제에서 승용차에 대한 연비 목표 기준은 1990년부터 2009년까지 높지 않은 수준의 27.5mpg을 유지 (국내연비 단위 단순 환산 시 11.6 ㎞/ℓ)

○ 자동차 제조사(또는 수입업체)는 미국 내에서 신규로 판매하는 승용차와 소형트럭의 평균연비가 CAFE 기준을 미달하는 경우에는 벌금 부과

○ 2009년 5월 오바마 정부는 승용차와 소형트럭을 합친 평균 연비를 35.5 mpg (단순 환산 15.0㎞/ℓ)로 강화하여 제안하고, 이를 달성하는 목표 시기도 2016년으로 앞당김

- 벌금은 기업 평균연비 기준 미달 시 $5.5/0.1mpg에 차량생산대수를 곱하여 과태료로 부과

- 크레딧는 기준 초과 달성 경우에는 해당 부분 크레딧를 받아 모델년도 3년 전후의 미달분을 상쇄하는데 사용 가능

□ Energy Guide Label

○ 미국 연방거래위원회(FTC: Federal Trade Commission)는 소비자 보호를 위해 보일러, 에어컨, 세탁기, 식기세척기, 냉장고, 텔레비전, 급탕기 등 12개 품목에 대해 에너지가이드 레이블 부착을 의무화

○ 에너지가이드 레이블을 기기의 핵심 특징, 제조사, 모델, 사이즈, 해당 기기 가동에 소요되는 연평균 전력량(kWh) 및 에너지비용 추정치($), 유사 특징을 가진 동일제품군의 연평균 에너지비용 범위($), 에너지스타 마크 획득 여부 등의 정보 제공

○ 소비자에게 제품의 에너지소비량 및 에너지비용에 대한 정보를 매우 직접적으로 제공하도록 의무화하고 있으며, 유사제품 간 에너지비용 비교를 쉽게 만들어 고효율기기 채택을 유인하는 정책

□ Energy Efficiency Resource Standard(EERS)

○ 에너지공급자 효율향상 의무화제도(EERS)는 미국 내 에너지공급사(전력,

가스)에게 에너지소비 감축목표(대개는 총 판매량의 일정비율 감축) 달성을 의무화하는 제도

□ PACE(Property Assessed Clean Energy) financing

○ 주 정부가 주택, 건물 등에 대한 에너지효율, 신재생에너지 등 투자비용을 융자해주고, 이 융자금을 해당 시설에 부과되는 재산세 증액분을 통해 장기간에 걸쳐 상환할 수 있게 해주는 융자 프로그램

- 주 정부는 채권을 발행해서 재원을 충당하고, 대출금을 재산세 등의 형태로 회수하여 채권을 상환하는 금융 방식

3. 시사점

[에너지 및 온실가스 통계 관점]

□ 1차에너지 공급과 최종에너지 소비량은 2008년 정점에 도달 후 감소 추세

○ 시기적으로 1차 석유위기(1974년), 2차 석유위기(1980년), 걸프전(1990년), 9·11테러(2001년) 및 금융위기(2008년) 시 고유가로 인한 감소세를 보임

○ 수송부문의 에너지소비량이 크게 증가한 대신, 산업부문의 에너지 소비는 줄었고 원별로는 석유와 천연가스가 감소하고 전기에 의한 에너지 소비가 크게 증가

□ 발전량 구성비는 석탄과 석유의 비중이 감소하고, 천연가스와 재생에너지의 비중이 증가

○ 재생에너지의 발전량이 차지하는 비중은 아직 작으나 지속적으로 증가하고 있으며, 그 중 육상풍력과 태양에너지의 비중이 크게 증가함

□ 2012년 온실가스 순배출량은 미국의 INDC 목표 기준년도인 2005년 대비 10% 감소하였으며 2008년부터 지속적인 감소 추이를 보임

○ 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 에너지 전환부문과 수송부문이 가장 큰 비중을 차지

□ 2040년 미국의 1차에너지 공급 및 최종에너지 소비는 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우, 현재보다 약 1.0~1.1배로 증가할 전망이나, 기후변화 2℃ 목표를 달성하는 시나리오에서는 2040년, 2013년 대비 0.8~0.9배로 감소 전망

○ 1차에너지 원별 비중은 석탄, 석유, 가스 등 화석연료의 비중은 줄고 원자력과 재생에너지의 비중이 증가할 전망

[에너지 정책 및 계획 관점]

□ 미국은 2010년을 전후로 적극적인 온실가스 감축정책을 수립하고 지원하기 시작함

○ 기후행동계획(Climate Action Plan), 청정에너지(Clean energy)를 중심으로 석유, 가스, 원자력, 청정석탄 등 모든 자원을 활용하는 '포괄적 접근(all of the above)' 전략을 구사함

□ 미국은 파리협정을 체결하고 2016년 9월 비준서를 UN에 제출함으로써 11월에 파리협정이 발효되는데 결정적인 역할을 함

○ 2025년까지 2005년 온실가스 배출량 대비 26~28% 감축, 기존 목표 2020년까지 17% 감축, 발전소 배출규제, 자동차 연비규제, 건물의 에너지효율 규제가 핵심 수단

□ 청정전력계획(Clean Power Plan)은 기후행동계획(Climate Action Plan)의 후속조치로서 자국 내 탄소감축을 위하여 신규 및 기존 화력발전소의 탄소배출을 규제하는 기준에 관한 계획이나, 공화당과 석탄을 생산하는 주·산업체 등의 항의가 거셀 것으로 예상

□ 차기 대통령 당선자인 트럼프 정부의 에너지 정책은 민주당 오바마 정부의 정책을 크게 수정하여, 에너지산업 전반에 걸친 변화가 예상됨

○ 미국 내 원유·가스 생산증가와 자원수출 진흥

○ 파리협정 비준 무효화를 주장하며 협정에서 탈퇴를 추진하거나, 탈퇴까지는 않더라도 감축공약 준수 노력은 기대하기 어려울 전망

○ 청정전력계획은 폐지 수순을 밟게 될 가능성이 높아졌음

- 전통적 에너지산업 규제 철폐 예상

[에너지 정책 이행수단 관점]

□ 트럼프 정부에서는 미국 내 원유·가스 생산 증가와 자원 수출 진흥 정책을 통해 향후 미국의 석유·가스 개발규제 우려를 해소하는 한편, 탈탄소정책 후퇴, 석유·가스 인프라 확대에 힘입어 원유·가스 생산이 증가할 것으로 전망됨

○ 우리나라는 미국의 화석연료 증산을 기회로 미국으로부터 원유 수입을 확대함으로써 중동 일변도의 원유 수입 경로를 다변화하여 에너지 확보의 안정성을 강화하고 미국과 예상되는 무역 역조 해소에도 활용 가능

□ 화석연료 개발에 수반되는 청정석탄 활용기술 협력을 추진함으로써 우리나라의 보유 기술을 미국과의 경제 협력 도구로 활용 추진

□ 파리기후협약에 제출된 미국의 INDC(2005년 대비 26~28% 온실가스 감축) 목표 달성을 위한 각종 정책 수행에 있어 부처별 역할 분담에 대한 노력을 감안하여, 정부는 기술혁신과 시장의 역할을 장기적으로 일관성을 갖고 수행해야 할 것임

□ 온실가스 규제를 위한 정책 수립과 시행에 정부만이 아닌 사회 구성원 전체의 적극적인 참여가 필요하며 특히 지방자치체의 실행력 강화가 중요함

제 2 절 일본

1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이

가. 에너지소비량 분석

1) 1차에너지 공급

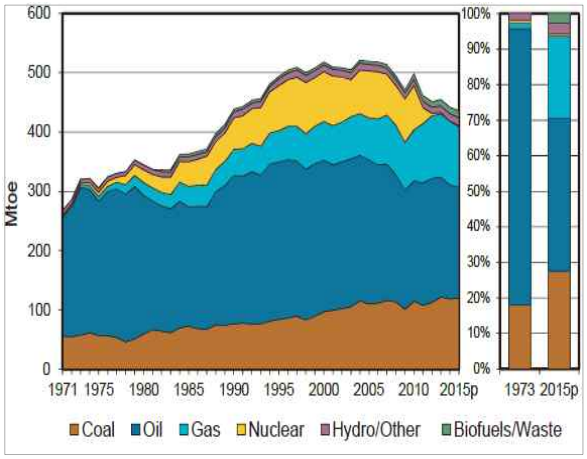
□ 일본의 1차에너지 공급은 1971년 268백만 toe에서 2014년 442백만 toe로 65% 증가(연평균 1.2% 증가). 2004년 521백만 toe로 정점에 도달

○ 일본의 1차에너지 공급은 1980년대 중반부터 2000년대 초반까지 빠르게 증가하였으나, 2008년 세계경제불황, 2011년 동일본 대지진으로 인한 후쿠시마 원전사고 이후 감소 추세

○ 1차에너지 원별 비중 추이는 원자력과 석유의 감소, 석탄, 가스, 재생에너지 증가

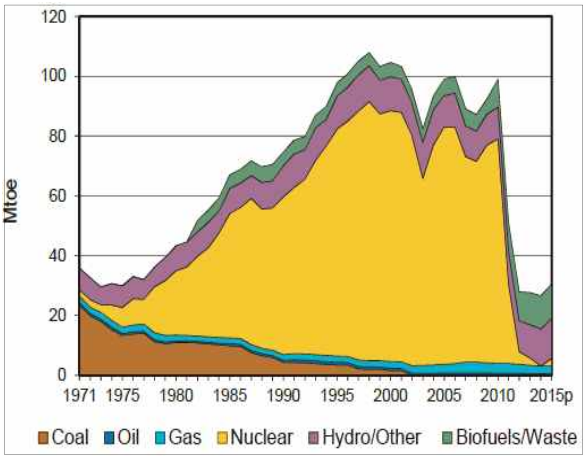
- 2014년 석탄 27%, 석유 43%, 천연가스 24%, 원자력 0%, 재생 및 기타 5%

○ 후쿠시마 원전사고 이후 원자력 생산은 급감하면서, 재생에너지 확대 노력에도 불구하고 에너지 자급률(에너지생산/1차에너지공급)은 2014년 6% 수준(2010년 20%)



[그림 2-22] 일본의 1차에너지 공급

출처 : IEA, 2016d



[그림 2-23] 일본의 에너지 생산

출처 : IEA, 2016d

2) 최종에너지 소비

□ 일본의 최종에너지 소비는 1971년 199백만 toe에서 2014년 296백만 toe로 48% 증가(연평균 0.9% 증가). 2004년 330백만 toe로 정점 도달 후 감소

□ 부문별 비중은 산업부문이 감소한 대신, 수송, 가정, 상업 및 공공부문 증가

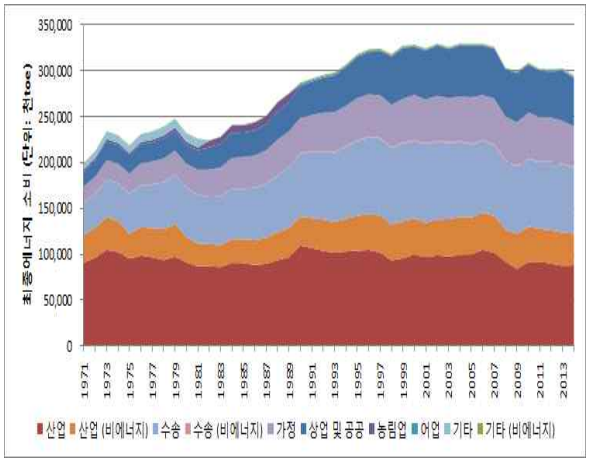
○ 1971년 산업 61%, 수송 18%, 가정 9%, 상업 및 공공 8%, 기타 4%

○ 2014년 산업 41%, 수송 24%, 가정 15%, 상업 및 공공 18%, 기타 1%

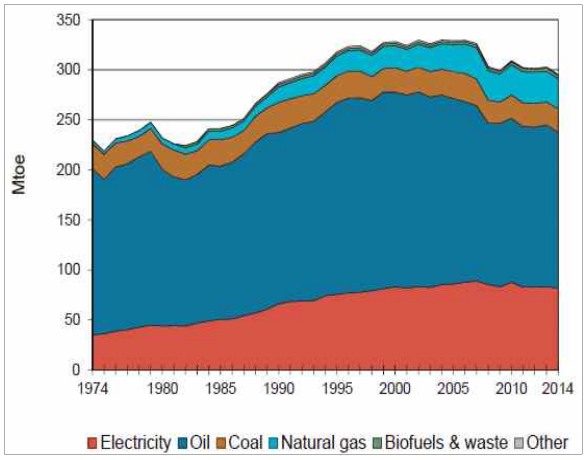
□ 원별 최종에너지 소비 비중은 석탄과 석유의 감소, 천연가스와 전기의 증가

○ 1971년 석탄 12%, 석유 73%, 천연가스 1%, 전기 15%, 열 0%, 재생에너지 0%

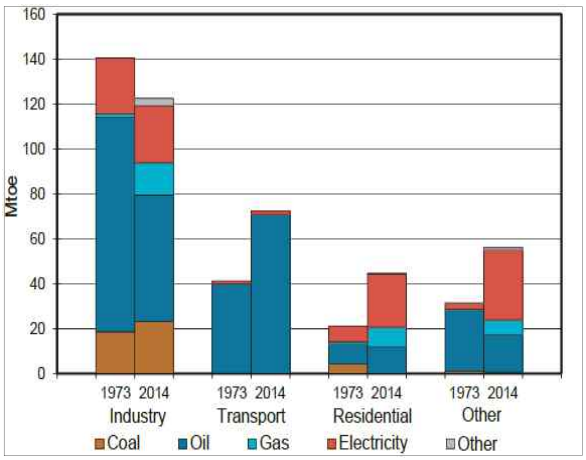
○ 2014년 석탄 8%, 석유 53%, 천연가스 10%, 전기 28%, 열 0%, 재생에너지 1%



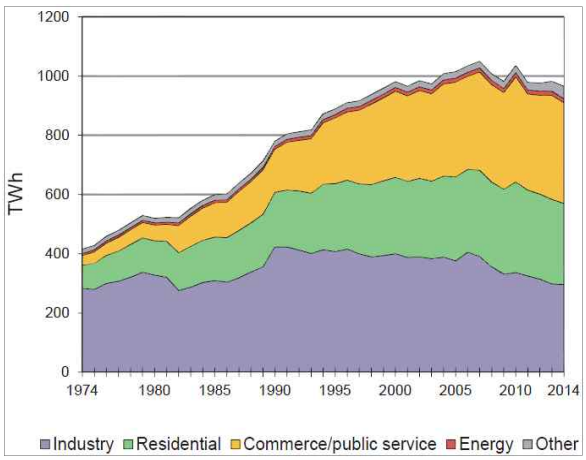
[그림 2-24] 일본의 부문별 최종에너지 소비
자료 출처 : IEA, 2016e



[그림 2-25] 일본의 연료별 최종에너지 소비 추이
출처 : IEA, 2016b



[그림 2-26] 1973~2014년의 부문별 및 원별 소비
출처 : IEA, 2016d



[그림 2-27] 일본의 부문별 전기 소비 추이
출처 : IEA, 2016b

3) 발전량 및 발전설비용량

□ 일본의 발전량은 1971년 383TWh에서 2014년 1,034TWh로 170% 증가(연평균 2.3% 증가). 그러나 2007년에 발전량이 정점에 도달 후 감소 추세

□ 일본의 발전량 구성비는 후쿠시마 원전사고 이후 석유와 원자력의 비중이 감소하고, 석탄, 천연가스, 재생에너지의 비중이 증가

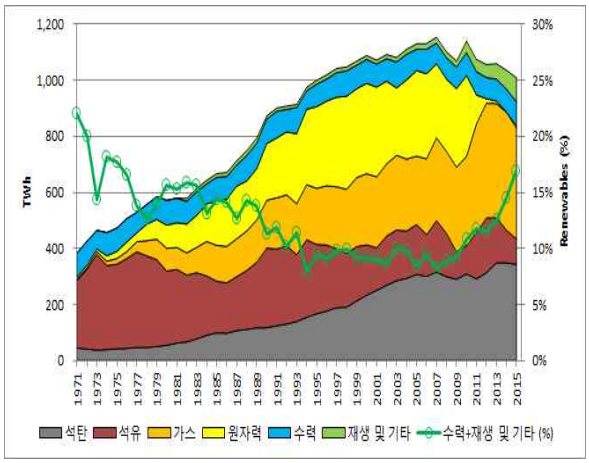
○ 1990년 석탄 13%, 천연가스 19%, 석유 32%, 원자력 23%, 재생 및 기타 12%

○ 2014년 석탄 34%, 천연가스 40%, 석유 11%, 원자력 0%, 재생 및 기타 15%

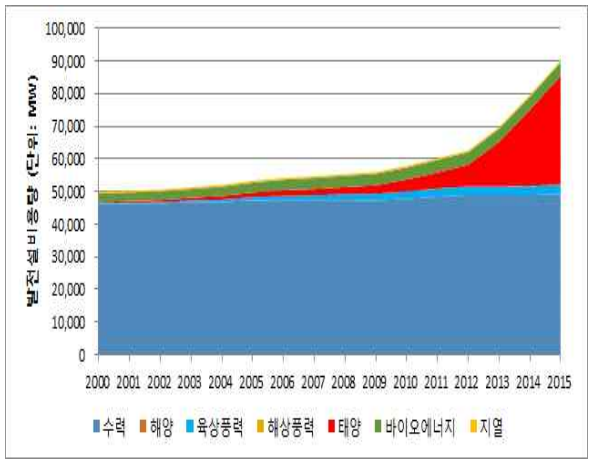
□ 2014년 일본의 총 발전설비용량(315GW)에서 재생에너지가 25%(80GW) 차지

○ 수력 48.9GW, 태양 23.3GW, 바이오매스 및 폐기물 4.0GW, 풍력 2.8GW, 지열 0.5GW

□ 2000~2014년 기간 일본의 육상풍력과 태양에너지 설비용량은 각각 연평균 24%, 36%씩 성장



[그림 2-28] 일본의 연료별 발전량
출처 : IEA, 2016e



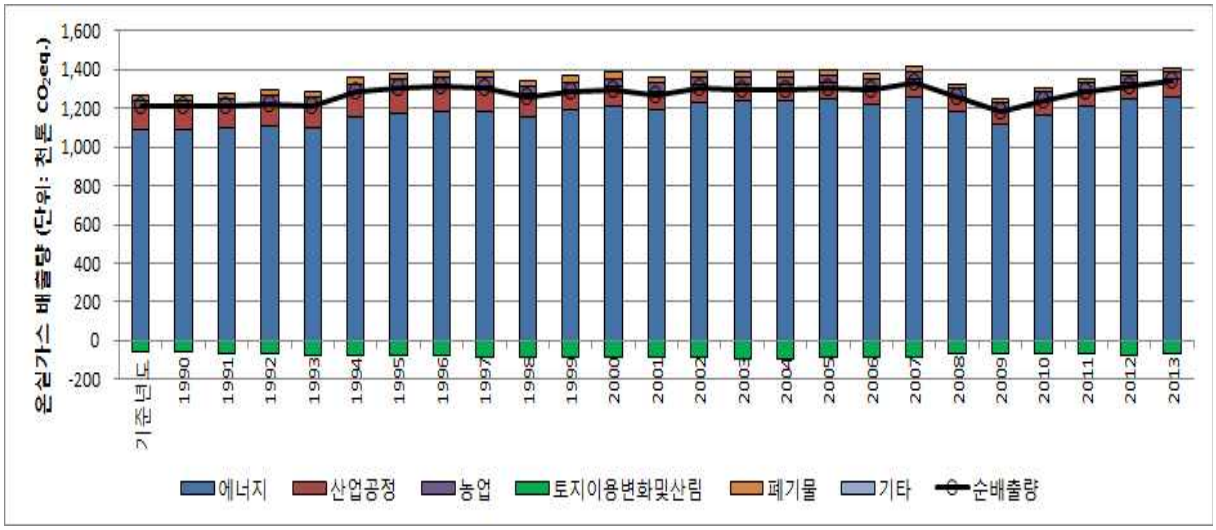
[그림 2-29] 일본의 재생에너지 발전설비용량
자료 출처 : IRENA Statistics Dashboard

나. 온실가스 배출 추이

1) 국가 온실가스 인벤토리 추이

□ 일본의 온실가스 순배출량은 2013년 13.4억 tCO_2eq. 수준이며, 교토의정서 목표의 기준년도인 1990년 대비 11% 증가

○ 2013년 기준으로 에너지부문이 일본의 온실가스 순배출량에서 차지하는 비중은 94% 수준. 산업공정 6%, 농업 3%, 폐기물 2%, 토지이용변화 및 산림부문이 -5% 수준. 따라서 에너지부문 온실가스 감축 노력이 매우 중요



[그림 2-30] 일본의 온실가스 인벤토리 추이

자료 출처 : The Government of Japan, 2015, Japan's Second Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change

2) 연료연소로 인한 CO_2 배출량 추이

□ 일본의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 2014년 1,189백만 tCO_2이며, 1971년 대비 58% 증가, 1990년 대비 14% 증가, 2005년 대비 1% 증가, 2013년 대비 3% 감소 (일본은 INDC 목표의 기준년도를 2013년으로 설정)

○ 2014년 부문별 배출량 비중은 전기 및 열 생산 49%, 기타 에너지 산업의 자가소비 5%, 제조업 및 건설업 19%, 수송 18%, 기타 10%이며, 에너지전환부문이 가장 큰 비중을 차지. 제조업 및 건설업과 수송부문의 비중은 서로 비슷함

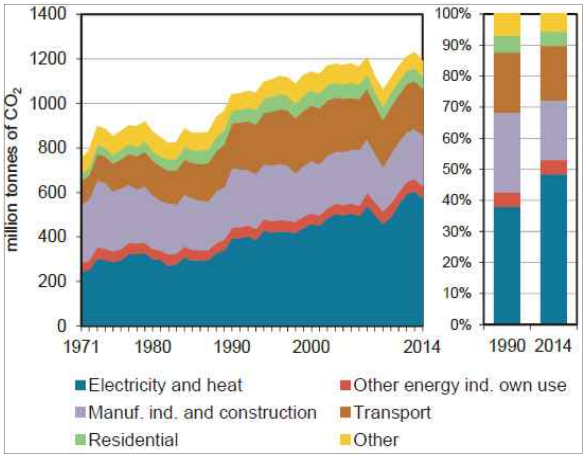
□ CO_2 배출량의 지수 분해(Kaya의 분해 항등식, 1990=1)

○ 1990~2014년 기간 일본의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 14% 증가

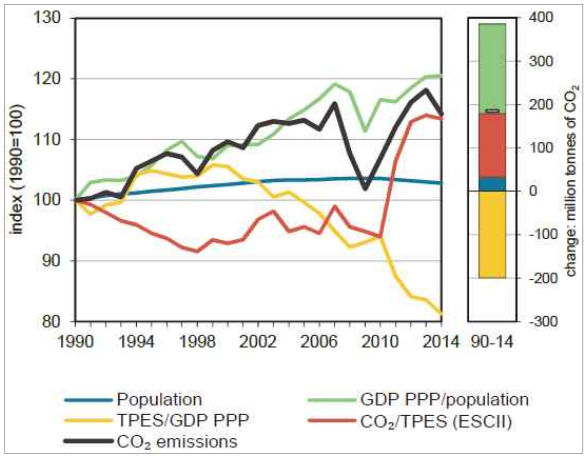
○ 동일 기간 일본의 인구는 3% 증가, 1인당 GDP(구매력 고려)는 21% 증가, GDP당 1차에너지 공급(에너지 원단위)은 19% 감소, 1차에너지 공급당 CO_2 배출(CO_2 원단위)은 13% 증가

○ 1990~2014년 기간 에너지 원단위의 개선은 연료연소부문 CO_2 배출량 감소에

기여하였지만, 인구 증가, 1인당 GDP의 증가, CO_2 원단위의 악화로 인해 CO_2 배출량은 증가



[그림 2-31] 일본의 연료연소 부문별 CO_2 배출량
출처 : IEA, 2016a



[그림 2-32] 일본의 연료연소 CO_2 배출량 분해
출처 : IEA, 2016a

다. 에너지소비 및 CO2 배출 전망

1) 1차에너지 공급 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년 일본의 1차에너지 공급은 현재 수준을 유지하거나 0.9배로 감소할 전망. 기후변화 2℃ 목표를 달성하는 시나리오에서 1차에너지의 증가율은 더 낮아짐

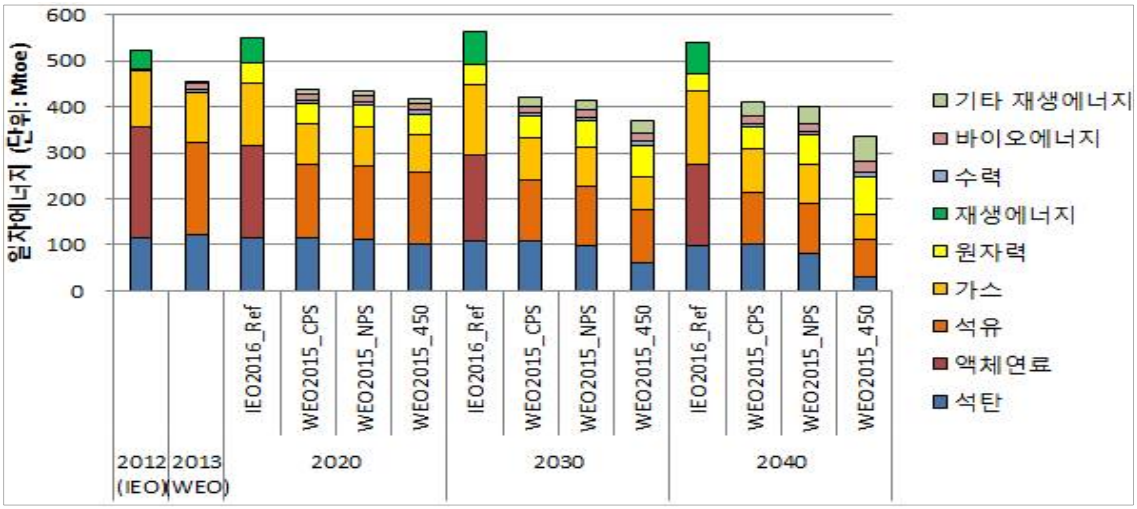
□ 1차에너지 원별 2040년까지 연평균 증가율

○ 석탄 -4.9~-0.5%, 석유(액체) -3.4~-1.1%, 가스 -2.4~0.9%, 원자력 8.0~13.9%, 재생(수력 등) 2.0~5.2%

□ 1차에너지 원별 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 2040년에 석탄, 석유, 가스 등 화석연료의 비중은 감소하고, 원자력과 재생에너지의 비중이 증가할 전망

○ 2013년 석탄 27%, 석유 45%, 가스 23%, 원자력 1%, 재생(수력 등) 5%

○ 2040년 석탄 9~25%, 석유(액체) 24~32%, 가스 16~30%, 원자력 7~24%, 재생(수력 등) 13~26%



[그림 2-33] 일본의 1차에너지 전망

자료 출처 : IEA, 2015; U.S. EIA, 2016

주1. Ref는 기준 시나리오, CPS는 현 정책 시나리오, NPS는 신 정책 시나리오, 450은 450ppm 시나리오, 6DS는 기온이 6℃ 증가하는 시나리오, 4DS는 4℃ 증가하는 시나리오, 2DS는 2℃ 증가하는 시나리오. CPS는 6DS와 일맥상통하고, NPS는 4DS에, 450은 2DS와 일맥상통

주2. IEO의 2012년 에너지 소비 통계가 WEO의 2013년 에너지 소비 통계보다 더 큰 것은 자료 출처와 열량 환산 등의 차이로 인한 것으로 보임

2) 최종에너지 소비 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년의 일본의 최종에너지 소비는 현재 수준을 유지하거나 0.9배로 감소할 전망. 기후변화 2℃ 목표를 달성하는 시나리오에서 최종에너지 소비의 증가율은 더욱 감소할 전망

□ 최종에너지 원별 2040년까지 연평균 증가율

○ 석탄 -2.5~-0.5%, 석유(액체) -2.9~-0.6%, 가스 0.3~1.2%, 전력 -0.6~0.6%, 재생(수력 등) -0.2~5.8%

□ 최종에너지 원별 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 석탄과 석유의 비중은 감소하고, 가스, 전력, 재생에너지의 비중은 증가

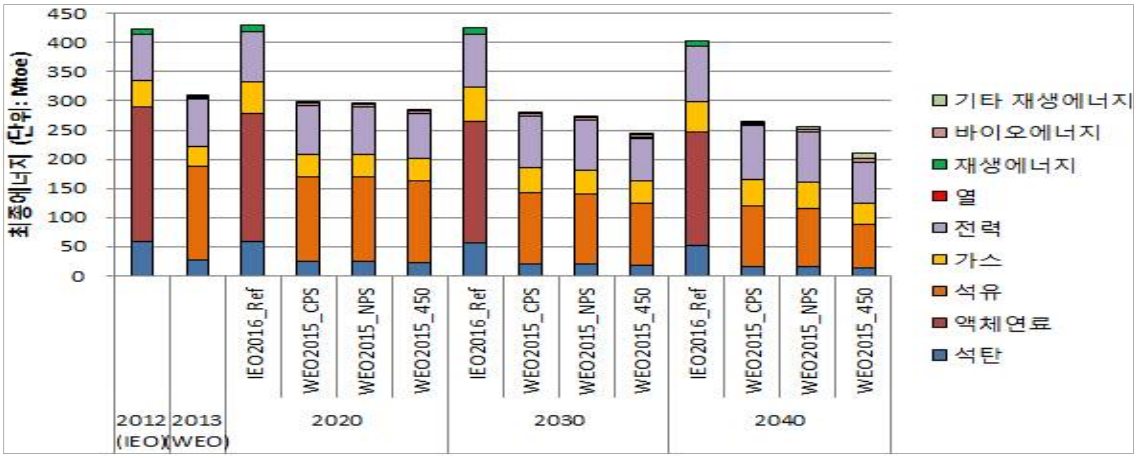
○ 2013년 석탄 9%, 석유 53%, 가스 11%, 전력 26%, 열 0%, 재생 1%

○ 2040년 석탄 6~13%, 석유(액체) 35~48%, 가스 13~18%, 전력 23~35%, 열 0%, 재생 2~8%

□ 부문별 최종에너지 소비 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록, 수송부문의 비중은 감소할 전망

○ 2013년 산업 27%, 수송 24%, 건물 39%, 기타(농림 및 비에너지 이용) 13%

○ 2040년 산업 25~28%, 수송 17~19%, 건물 43~46%, 기타(농림 및 비에너지 이용) 10~13%



[그림 2-34] 일본의 최종에너지 소비 전망

자료 출처 : IEA, 2015; U.S. EIA, 2016

3) 발전량 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년 일본의 발전량은 1.1~1.2배로 증가할 전망(2013년 일본의 발전량 1,038TWh). 기후변화 **2℃ 목표**를 달성하는 시나리오에서 2040년 일본의 발전량은 2013년 대비 0.9배 수준이 될 것으로 전망

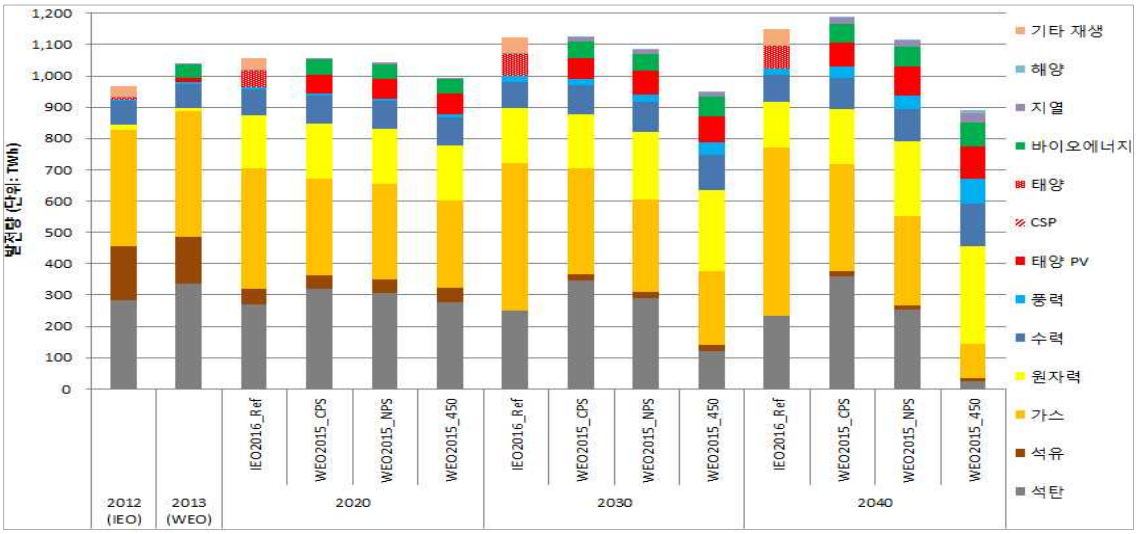
□ 발전량 원별 2040년까지 연평균 증가율(CCS는 원별에 반영)

○ 석탄 -9.3~0.3%, 가스 -4.6~1.3%, 석유 -18.3~-8.1%, 원자력 7.9~13.9%, 재생(수력 등) 2.3~4.1%

□ 발전량 원별 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 화력발전의 비중은 감소하고(단 CCS 발전량 비중은 증가), 재생에너지는 총 발전량의 거의 절반 수준으로 증가하고, 원자력은 2011년 후쿠시마 원전 사고 이전 수준(2010년 26%)을 상회

○ 2013년 석탄 32%, 가스 39%, 석유 14%, 원자력 9%, 재생(수력 등) 13%

○ 2040년 석탄 3~30%, 가스 12~47%, 석유 0~1%, 원자력 13~35%, 재생(수력 등) 20~49%



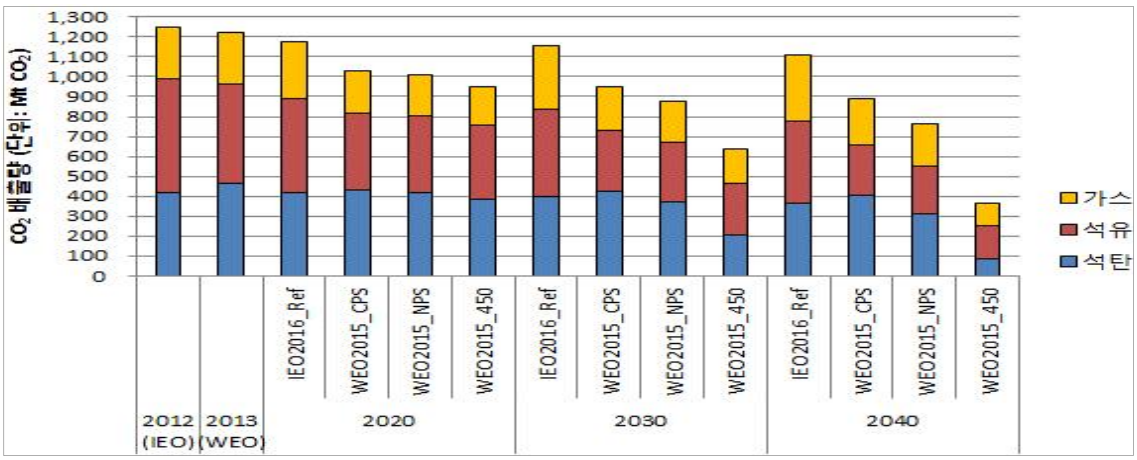
[그림 2-35] 일본의 발전량 전망

자료 출처 : IEA, 2015; U.S. EIA, 2016

4) 연료연소부문 CO_2 배출량 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년의 일본의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 현재보다 약 0.7~0.9배에 이를 전망. 기후변화 2℃ 목표를 달성하기 위해서는 2040년까지 배출량을 2013년 대비 0.3배 수준으로 저감 필요

□ 일본의 INDC 감축목표는 2013년 배출량 대비 2030년까지 26% 감축 (Japan, 2015)



[그림 2-36] 일본의 연료연소부문 CO_2 배출량 전망

자료 출처 : IEA, 2015; U.S. EIA, 2016

2. 에너지 정책 및 이행수단

가. 에너지 정책 및 계획 현황

1) 일본의 에너지 정책 동향

□ 전통적으로 제조업 강국인 일본은 안정적인 에너지 확보를 목적으로 1970년대부터 에너지 분야 기술개발 및 보급정책 수립에 착수

○ 중동에 대한 에너지 의존도를 낮추는 것을 목적으로 신재생에너지 개발을 위한 Sunshine 계획(1974년), Moonlight 계획(1978년) 등을 수립하고 추진

○ 교토의정서 발표 이후 고조되는 기후변화 대응 필요성을 반영하여 혁신적인 온실가스 감축 기술을 확보하기 위하여 **Cool Earth-에너지혁신기술계획**(2007)을 수립

- 동 계획을 기점으로 일본의 에너지·환경정책은 기후변화 대응에 방점을 두어 추진

[그림 2-37] 일본의 주요 에너지 정책

□ 일본은 에너지정책 체계를 산업, 민생(업무·가정), 운수부문으로 구별하여 각 부문별 규제와 지원 양면의 대책 수립

○ **에너지절약법**에 따라 부문별 일정 규모 이상의 사업장에 대한 에너지 사용 및 절약조치 신고 의무화를 시행중

- 에너지관리자 선정, 에너지절약계획 및 에너지사용현황 보고 정례화

○ 주택·건축물(연면적 300m^2 이상)에 대한 건축 시 에너지절약 기준 준수

○ 수송사업자에 대해서도 절약계획 수립 및 에너지사용량 보고 의무를 부여하고 청정에너지 도입 지원, 친환경차 감세 등 정책 추진

□ 2011년 3월 후쿠시마 원전사고 이후 중장기적으로 에너지 수급구조의 취약성

문제를 해결하고 현실적이고 실현가능한 에너지 정책 방향을 통합적으로 제시하기 위하여 **제4차 에너지기본계획** 수립(2014. 4)

○ 제4차 에너지기본계획을 통해 원전의존형 에너지정책에서 탈피하고 신재생에너지 중심의 그린에너지 혁명 실현을 추구하였으며, 기술혁신과 보급을 지속적으로 강조

- 전력시스템 개혁 및 안정적인 에너지수급 구조를 확립하기 위하여 에너지정책의 기본 관점(3E+S[5])을 지지하며, 국제적인 관점과 에너지 분야에 시장 활성화를 통한 경제성장이 추가

○ 에너지 생산・유통・소비 3단계에서 36개 주요기술을 선정, 2050년까지 추진과제 및 개발목표를 제시한 **에너지관련 기술개발 로드맵** 수립(2014. 12)

□ 일본은 2016년 온실가스 대책의 기본방침인 **지구온난화대책 계획**에서 단기(2020년까지 2005년 대비 3.8% 이상 감축), 중기(2030년까지 2013년 대비 26% 감축), 장기(2050년까지 80% 감축) 온실가스 감축목표 제시

○ 지구온난화대책추진법 제8조에 따라 수립된 일본의 유일한 지구온난화에 관한 종합계획으로서, 온실가스 배출 억제 및 흡수량 목표, 사업자, 국가 등의 조치에 대한 기본사항 및 시책 등 포함

○ COP21 이후 아베 총리는 에너지・환경 분야의 혁신적 기술개발을 위하여 2016년 4월 **에너지・환경 이노베이션 전략**(NESTI[6] 2050)을 수립

2) 주요 에너지 정책 및 계획

□ 에너지절약법(1979년 제정, 2013년 개정)

○ 에너지사용합리화 등에 관한 법률(에너지절약법)은 일본 에너지정책의 근간이며 오일쇼크를 계기로 1979년에 제정

5) 3E+S : Energy Security(에너지 안정 공급), Economic Efficiency(경제적 효율성 향상), Environment(환경에 대한 적합성), Safety(안정성)

6) NESTI 2050 : National Energy and Environment Strategy for Technological Innovation toward 2050

○ 에너지사용량이 원유 환산 기준 연간 1,500kℓ 이상인 공장을 대상으로 사업자에게 에너지 관리자 등의 선임 의무, 에너지 사용량 등의 정기 보고 의무, 중장기 계획의 제출 의무 부여

○ 트럭 200대 이상, 철도 300량 이상을 보유한 운송업자에게 중장기 계획 제출 및 에너지 사용량 정기 보고 의무 부여

○ 연간 수송량이 3,000만 톤 이상인 화주에게 계획 제출, 위탁 운송에 관한 에너지 사용량 정기 보고 의무 부여

○ 연면적 300m^2 이상인 건축주·소유자에게 에너지 절약 조치에 관한 신고 및 유지 보전 상황 보고 의무 부여(2017년부터 새로운 법으로 전환)

○ 연간 150호 이상의 단독주택 공급 사업자에게 단독주택의 에너지 절약 성능을 향상시키는 목표 준수 의무 부여(2017년부터 새로운 법으로 전환)

○ 기존 Top runner 제도는 에너지를 사용하는 기기만을 대상으로 하였으나, 2013년 에너지절약법 개정을 통해 주택·건물 등 에너지소비 효율 향상에 기여하는 제품으로 범위를 확대

- 승용차, 에어컨, 형광등, TV 등 31개 품목을 대상으로 각각의 기기에서 상품화되고 있는 가장 우수한 품목의 성능 이상을 요구

□ 제4차 에너지기본계획(2014. 4)

○ 에너지 정책의 기본 원칙 '3E+S'를 전제로 에너지 안보(안정적 공급), 경제성 확보(가격절감), 환경, 안전성 관점에서 글로벌 에너지정책에 부합하고, 자국의 경쟁력 강화 및 에너지시스템 혁신을 통한 에너지시장 활성화를 목적으로 수립

○ 태양광, 풍력 등의 재생에너지는 과거의 수준을 넘는 발전량을 달성하겠다는 방향을 제시

- 재생에너지 도입 확대를 위해 정부의 사령탑 기능강화 및 관계 부처 간의 유기적 협조체제를 구축하기 위한 '재생에너지 등 관계 각료회의' 신설

- 에너지 기본계획 책정 시, 자민당에서 높은 수준의 재생에너지 도입을 주장하여 수력을 포함한 재생에너지의 전력 비중을 현재 10% 정도에서 2020년 13.5%(1414억 kWh), 2030년 20%(2140억 kWh, 수력 포함)를 상회하는 목표 설정

○ 원전을 ‘기저부하(base load)전원’으로 활용하고 원자력규제위원회의 안전심사를 통과한 원전의 재가동을 추진하면서 에너지 절감, 재생에너지 도입 등을 통해 원전 의존도를 최대한 낮추겠다는 방침

- 안정적 전력공급, 에너지비용 절감, 지구온난화 대책 등을 고려하여 적정 원전 비중 결정
- 고준위 방사성폐기물 최종처분장의 입지 선정에서 정부는 과학적으로 보다 적합성이 높다고 판단되는 지역을 제시하고 입지에 대한 이해 요구

□ 에너지관련 기술개발 로드맵(2014. 12)

○ 에너지 관련 기술개발에 관한 로드맵을 36개 분야에 걸쳐서 수립하고, 에너지의 생산・유통・소비 3단계를 담당하는 중요한 기술을 대상으로 2050년까지의 추진과제와 개발 목표 제시

- 기술개발 과제 분류는 ‘환경에너지 기술혁신 계획(2008)’과 ‘제4차 에너지 기본계획(2014)’을 바탕으로 선정
- 로드맵 주요기술로는 화석연료개발에 관한 기술(자원개발, 메탄하이드레이트 등), 재생가능한 열 이용에 관한 기술, 우주태양광발전 시스템에 관한기술, 원자력 발전에 관한 기술 등이 포함

<표 2-3> 에너지관련 기술개발 로드맵 주요 기술 분야

기술 분야	주요 내용(2014～2050년)
태양에너지이용 (태양광발전)	- 모듈변환효율 : 2014년(8～18%), 2020년(20%), 2030년(40%) - 발전비용 : 2014년(23엔/kWh), 2020년(14엔/kWh), 2030년(7엔/kWh) - 다용도화 : 미이용공간 이용기술 및 고부가가치 모듈 시스템 기술 실증
풍력발전	- 고정식 : 고정식 해상 풍력발전 실용화(시공, O&M의 저비용화) - 부유식 : 부유식 해상 풍력발전 실용화(초대형 해상풍차+첨단 유체기술+저비용) - 풍차기술의 고도화 : 첨단 구성요소 개발 및 유지관리 기술 고도화 등
바이오매스 활용	- 수송연료 대체, 목질계 바이오매스(에탄올) : 2세대 개발 - 경유 및 제트연료 대체, 미세 조류(BTL) : 3세대 개발 - 발전·열 용, 나무 습윤·도시형 바이오매스(전기·열) : 직접연소, 바이오 가스 등에 의한 각종 에너지 이용기술의 확립 및 시스템 구축
이산화탄소 포집 및 저장(CCS)	- 분리·회수 기술 : 분리비용 : 4,200엔 대/t-CO_2(화학 흡수법) - 저장기술 : 대규모 실증 시험 및 대수층 고갈유 가스전 실증시험 - 환경정비 : 저장 적지 평가 등
수소 이용	- 가정용 연료전지 : 2030년까지 사용자가 투자 회수 비용 5년 실현 - 업무·산업 연료전지 : 2020년까지 시장 투입 - 수소발전 : 2020년까지 자가 발전용 수소 발전 도입 개시

□ 에너지・환경 이노베이션 전략(NESTI 2050, 2016. 4)

○ 2050년까지 장기적 관점에서 수립되었으며, 정부 주도로 추진되어야 하는 High-Risk, High-Impact 기술 위주로 선정

○ 공백 영역을 최소화하기 위하여 에너지 가치사슬(Value chain) 관점에서 에너지, 환경 분야를 조망하여 필요한 기술들을 검토한 후 기대효과를 기준으로 평가

<표 2-4> 에너지・환경 이노베이션 전략상의 혁신기술군

분야	세부기술
에너지시스템 통합기술	통합 시스템 기술・CO_2 최소화 시뮬레이션 기술
	차세대 파워 일렉트로닉스, 에너지시스템 대응 센싱기술, 초전도 응용
에너지절약	혁신적 생산 프로세스
	초경량・초내열 구조재료
에너지저장	차세대 축전지(금속-공기 전지, 전고체 전지)
	수소 등 에너지 캐리어의 제조, 수송・저장, 이용
에너지생성	차세대 태양광 발전(페로브스카이트 태양전지, 양자점 태양전지)
	차세대 지열 발전(고온암체발전, 초임계 지열 발전, 내극한환경 대응센터)
이산화탄소 고정화・유효 이용	CO_2 혁신적 분리・회수 기술, CO_2 유효이용 기술

□ 지구온난화대책 계획(2016. 5)

○ 지구온난화대책 계획은 '지구온난화대책추진법'에 따라 추진되어 파리협정 채택 이후 일본 온실가스 대책의 지침으로 적용

- 단기 목표 : 2020년까지 2005년 대비 3.8% 감축
- 중기 목표 : 2030년까지 2013년 대비 26% 감축(INDC)
- 장기 목표 : 2050년까지 2013년 대비 80% 감축 지향

○ 일본의 INDC인 중기목표 달성을 위해 각 분야별 구체적인 목표치 제시

- 상업부문 39.7%, 가정부문 39.2%, 에너지・발전부문 27.7%, 수송부문 27.5%

<표 2-5> 부문별 이산화탄소 감축목표, 감축률 및 주요 대책

부분	2013년 실적	2030년 목표	감축률	주요 대책
상업부문 (사무실, 병원 등)	2억 7,900만 톤	1억 6,800만 톤	39.7%	- 2030년까지 모든 조명의 고효율화(LED 전환) - 제로에너지빌딩 보급 확대
가정부문	2억 100만 톤	1억 2,200만 톤	39.2%	- 2030년까지 모든 조명의 고효율화(LED 전환) - 2020년까지 50% 이상 신축 주택에 제로에너지주택 보급 확대
에너지부문 (전력・가스사업자 등)	1억 100만 톤	7,300만 톤	27.7%	- 재생가능한 에너지 도입 최대한 확대 - 전력업계의 자율적인 감축노력 시행
수송부문 (자동차, 철도 등)	2억 2,500만 톤	1억 6,300만 톤	27.5%	- 2030년까지 판매되는 신차 중 차세대 자동차 비율 50～70% 확대 - 하이브리드 자동차의 보급률은 2012년 3%에서 2030년 29%로 대폭 확대 - 전기차 주행거리 연장을 위한 전지 개발
산업부문 (제조업 등)	4억 2,900만 톤	4억 100만 톤	7%	- 온실가스 자율 감축계획 설정 및 점검

나. 에너지 정책 이행수단 현황

□ 일본의 에너지 정책 관련 정부기관

○ 일본에서는 경제산업성 산하 자원에너지청에서 기본적으로 에너지정책업무를 담당하고, 지구온난화대책추진본부는 일본의 기후변화정책의 조정체계 기능 담당

○ 에너지 및 기후변화대응 관련 부처는 환경성, 문부과학성, 국토교통성, 외무성 및 내각부 등이 있음

- 환경성 : 에너지와 관련된 환경정책과 기후변화대응 관련 정책

- 문부과학성 : 핵융합 및 기초연구개발과

- 국토교통성 : 교통 및 운송정책과 에너지효율을 위한 연비 및 건축물 기준
- 외무성 : 에너지부문 국제협력을 통한 에너지안보

○ 자원에너지청이 관장하는 독립행정법인인 신에너지·산업기술종합개발기구(NEDO)는 1980년 신에너지 기술개발을 목적으로 설립

- 산·관·학 연계를 통해 에너지 및 환경문제 해결, 산업기술 경쟁력 강화를 추진하는 일본 최대의 기술개발추진기구

1) 온실가스 배출 저감 이행수단

□ 일본 동경도 배출권 거래제

○ 지방자치단체로서 세계 최초로 총량규제방식(배출상한 거래 방식)의 배출권 거래제도 도입(2010. 4)

○ 배출권 거래제 대상은 동경도 내 전년도 연료, 열, 전기의 사용량이 원유환산 기준 1,500kℓ 이상인 사업소로 주된 대상이 대도시의 대형 상업용 빌딩임

- 대상사업자 수는 1,400개소이며, 감축목표는 2기(2015년~2019년) 기준으로 사무실은 17%, 공장은 15%
- 동경도는 2008년 기준 연간 6,300만 톤의 CO_2를 배출하였으며 사업용 빌딩 부문이 40%, 산업부문이 8.8%로 전체 배출의 절반 가까이 차지

□ 지구온난화 대책세

○ 2011년부터 모든 화석연료를 세원으로 하는 현행 석유·석탄세에 CO_2 배출량에 따른 세율을 추가

- 환경세는 289엔/CO_2로서 2012년 10월부터 적용되며, 3년 6개월에 걸쳐 점차 인상
- 환경세 적용 대상은 화석연료의 모든 소비자로서 농업, 교통과 일부 산업에 세금 감면이나 납세 신고로 적용됨

○ 일본 정부는 '넓고 가벼운' 조세 부담을 기본원칙으로, 특정 분야 및 산업에 대한 과중한 조세부담을 피하면서도 과세의 공평성을 확보

- 세율의 단계적 인상, 각종 면세 및 환급 조치 마련, 물류·유통의 에너지절약

시책 지원, 한랭지 배려 등의 각종 지원책도 병행 실시

□ 저탄소 사회 실행계획

○ 1997년 6월 일본경제단체연합회에서 제조업을 중심으로 한 37개 업종에서 자율적으로 '환경 자주행동계획'을 발표

○ 산업계에서 자발적으로 지구온난화대책을 수립 및 실행하고, 정부에서 진척 상황에 대한 추적조사 및 점검 등을 실시하는 형태로 운영

- 각 업종의 온난화대책의 목표와 2010년에 산업부문 및 에너지전환부문의 CO_2 배출량을 1990년 수준 이하로 억제하도록 노력한다는 목표를 설정하고 온난화대책을 추진

○ 1997년에 시작된 자주행동계획은 2012년도까지 목표기간을 종료하고 2013년부터 '저탄소사회실행계획'으로 변경

○ 계획수립 업종은 1997년 37개 업종에서 2012년에는 114개 업종으로 증가하여 계획수립 업종의 CO_2 배출량은 전체 산업부문·에너지전환부문의 약 80%(일본 전체의 약 50%)를 차지

○ 산업계 중심 시책으로 주체가 스스로 평가하여 각자의 상황에 맞는 창의적 방법을 선택함에 따라 중장기적인 배출량 감축에 적극적으로 기여할 것으로 기대

□ 탄소크레딧 활용

○ 일본은 국내 에너지 절약 가능 부문의 감축량을 최대할 동원할 목적으로 국내 CDM(Clean Development Mechanism), 상쇄 크레딧 등 탄소 크레딧 유통을 적극 추진 중

- CER(Certified Emission Reduction) : UN이 인정한 CDM 사업에 의한 크레딧
- 통합형 배출권 거래제 : 신 배출권 거래제에서 목표 달성을 초과달성한 배출권
- 국내 CDM : 경제산업성의 국내 CDM 제도에 의해 발생한 크레딧
- JPA(Japan Allowance) : 환경성의 자발적 참여 배출권제에서 발생하는 배출권
- 그린열증서: 태양열, 바이오매스, 설빙 등 냉열이용에 의한 감축

2) 신재생에너지 확대 이행수단

□ 발전차액제원지도(Feed-In Tariff, FIT)

○ 일본 FIT 제도는 2012년 7월 재생에너지법 발효에 의거 시행되었으며 신재생 전력을 고정가격으로 매입하고 그 발전비용을 최종 소비자가 분담

- 전기사업자의 월간 신재생에너지 매입가격은 전기요금 외의 '신재생발전 촉진부과금' 형태로 소비자들의 전기요금에 전가

○ 주택용 태양광발전 전력을 높은 가격에 매입해 주는 방식으로 태양광발전 보급에 집중하였고, 5개 신재생 발전원(태양광, 풍력, 지열, 중소수력, 바이오매스)에만 제한적으로 FIT를 적용하여 신재생발전원간의 선택과 집중의도

- 조력·조류와 같은 해양에너지, 연료전지 등은 FIT 지원 대상에서 제외

□ 일본 신재생에너지 발전 확대 이행정책 운영 현황

○ 1992년 FIT를 시작으로 1994년 태양광발전 보조금, 2003년 RPS 제도를 순차적으로 시행하고, 2009년 태양광 잉여전력 매입제도 도입 후 다시 2012년 FIT로 전환

○ 1994년부터 주택용 태양광발전 설치에 대한 보조금을 지원하였으나 2003년 RPS 시행과 재정난을 이유로 2005년에 보조금 지원 제도를 폐지

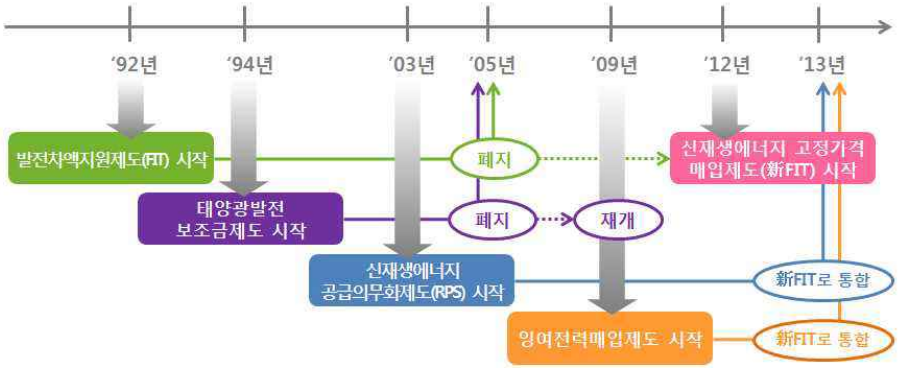
- 보조금액은 1kW당 최대 90만 엔으로 주택용 태양광발전 설비단가의 50% 수준

○ 2009년 신재생 보급 정체 및 기술경쟁력 악화를 이유로 태양광 잉여전력 매입제도를 도입

- 주택용 태양광을 대상으로 발전량이 자가 사용량을 초과하는 경우, 초과한 발전량을 고정가격으로 10년간 전력회사에 판매

○ 2003년부터 의무대상 전기사업자(36개)에게 신에너지 등으로부터 생산된 전력의 의무 목표량을 부과하는 RPS 제도 시행

- 의무대상 전기사업자가 목표량을 초과달성할 정도로 의무량 수준이 낮아 제도의 실효성이 없고, RPS는 중대형 발전사업자가 경쟁하는 구조로 소규모 발전사업자의 참여가 어렵다고 평가되어 RPS 폐지



[그림 2-38] 일본 신재생 고정가격매입제도 운영 현황

출처: 한전경제경영연구원, 전력경제 Review, 2012

□ 신재생에너지 열 이용 활성화

○ 신재생에너지 열의 이용 설비를 도입하는 지방 공공단체(보조율 1/2)와 민간 사업자(보조율 1/3)에 보조금 부여

- 중소기업의 열 생산을 위한 비 화석 에너지 설비 투자를 위한 대출 제도 정비 (대출 한도 7.2억 엔, 상환 기간은 15년)

○ 고효율 히트 펌프 시스템 개발 및 비용절감을 위한 국가 R&D 프로젝트를 진행

3) 에너지 효율 개선 이행수단

□ 에너지절약법(에너지절약계획 수립 및 정기보고 의무화(2006.4.1))

○ 에너지절약법에 의거 산업·상업·가정·수송부문의 에너지효율 향상을 의무화

○ 에너지다소비업체(연간 에너지 사용량 1,500kJ)는 매년 1% 에너지 원단위 개선목표를 통해 효율향상 의무화를 추진

- 에너지 관리자 선임, 에너지 사용량 정기보고, 에너지절약 중장기계획서 및 정기적 추진상황 보고서 제출

○ 화물/여객의 운송업자(보유 차량 수: 트럭 200대 이상, 철도 300량 이상 등)는 에너지 사용량 보고 및 중장기 에너지절약 계획 제출

- 개인 화물을 수송 사업자(연간 수송량이 3,000만톤 · km 이상)는 에너지 절약 계획 및 위탁 운송에 관한 에너지 사용량 등을 정기보고 하고 효율개선을 위해 노력해야 함

○ 주택/건축물의 건축주・소유자(연면적 300 ㎡ 이상)는 신축 및 대규모 개보수 시 에너지 절약 조치, 관련 시설의 유지 보전 상황과 효율 개선 노력을 신고해야 함

- 단독 주택 공급 사업자(연간 150호 이상)는 해당 주택의 에너지절약 성능 향상 목표를 준수하고 에너지효율 개선을 위해 노력해야 함

□ 주택건축물 고효율 에너지시스템 도입 촉진 사업

○ 주택 건축물 고효율 시스템(공기조절, 급탕, 조명, 단열재 등)을 주택 및 건물에 도입 시 경비의 일부 지원

○ 에너지수요의 최적화된 관리 실현을 위하여 빌딩 에너지 관리 시스템(BEMS) 도입 시 그 경비의 1/3 이내 보조(상한 1억 엔)

□ 자동차 연비에 대한 공동 고시

○ 2020년까지 휘발유자동차 기준 자동차 연비를 2009년 평균 연비대비 24.1% 개선목표 설정

- 휘발유 자동차의 경우 2020년 20.3㎞/ℓ로 설정하였으며, 이는 2009년 평균 연비인 16.3㎞/ℓ에 비해 24.1% 향상된 수준이고 2015년 목표연비인 17.0㎞/ℓ에 비해 19.6% 향상된 수준

○ 적용대상은 승차정원 10명 이하의 휘발유, 경유, LPG 승용차와 일부의 휘발유, 경유의 소형 버스(승차정원 11명 이상 차량총중량 3.5t 이하)를 포함

○ 새로운 연비기준은 지금처럼 자동차의 중량별로 연비 기준을 설정하지 않고 업체별로 판매하는 모든 차량의 연비 평균치가 기준을 충족할 경우 합격한 것으로 간주

□ Top runner 제도

○ 가전제품, 승용차 등 최종 사용제품 단계에서의 효율성을 높이기 위한 방안으로 1998년 일본에서 최초로 도입되어 운영

○ 동종의 제품 중 가장 에너지효율이 높은 제품이 목표 기준이 되고 이를 충족하지 못하는 제품들은 일정 기간 이내에 이를 충족하도록 규제하는 제도

- 일본 제품들의 에너지 효율 향상에 기여한 성공적인 제도로 평가받고 있음

○ 기존에는 에너지를 사용하는 기기만을 대상으로 하였지만 민간부문의 추가적인

에너지절약 대책을 위해 “에너지를 사용하지 않아도 주택·건물 등의 에너지 소비 효율 향상에 이바지 하는 제품”을 새롭게 Top runner 제도에 추가(2013년 건축 자재 Top runner 제도 신설)

○ Top runner 제도 대상 품목 (31개 품목) : 승용차, 에어컨, 조명기구, TV 등

- 초기에는 11개였으나 2016년 현재는 31개 품목이며 매 2~3년마다 경제산업성 산하 자원에너지청에서 제도 적용범위 확대를 위한 검토 실시

□ 통일에너지라벨

○ 일본 경제산업성에서는 에너지절약 성능을 5개의 별에서 1개의 별까지 표시하며 별의 개수가 많을수록 에너지 절약형 제품을 의미

○ 라벨에는 상대절약효과 및 연간전기요금을 표시하여 소비자의 에너지 절약 의식 향상과 에너지 절약 제품의 선택 촉진

○ Top runner 방식에 의해 가전제품의 에너지 절약성능은 향상되었으나, 시장 유통제품의 에너지절약 성능 수준을 나타낼 수 있는 공통의 기준이 존재하지 않는다는 한계 극복

- 에어컨, 냉장고, 조명기기, 비데 TV등 5개 제품에 대해서 시행

□ 공장 등 산업부문 대책

○ 산업부문 벤치마크 제도

- 사업자를 6개 업종 10개 분야로 분류하여 에너지절약 상황을 절대 값으로 작성하여 에너지절약 활동을 공정하게 평가

○ 사업자 클래스(class) 평가제도

- 에너지절약법의 정기 보고서를 제출자를 S·A·B·C의 4단계로 분류하고 클래스에 따라 신축성있는 대응을 실시

3. 시사점

[에너지 및 온실가스 통계 관점]

□ 에너지공급 측면

○ 1970년대 후반부터 일본의 에너지 공급은 화석 연료와 원자력 에너지에 의존하여 왔으나 2011년 동일본 대지진과 후쿠시마 원전 사고 이후 에너지 공급 체계를 변경

○ 일본 정부는 원자력 발전소의 정기적 유지 보수를 위한 작업을 중단한 후 작업을 재개하기 위한 새롭고 보다 엄격한 규제를 준수할 것을 명령

○ 일본의 향후 에너지공급은 원전 중단에 따른 영향에 기인하여 화석연료에 의존한 에너지공급과 함께 신재생에너지에 의한 에너지공급을 확대(신재생에너지 1차에너지 공급 점유율은 2010년 4.0%에서 2015년 5.7%로 증가)

□ 에너지소비 측면

○ 에너지소비 부문별 비중은 산업부문이 감소한 대신, 수송, 가정, 상업 및 공공부문은 증가하는 추세

○ 최종에너지소비 원별 비중은 화석에너지(석유, 석탄)는 감소 추세이나 전기 및 신재생에너지의 비중이 증가하는 추세

○ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년의 일본의 최종에너지 소비는 현재 수준을 유지하거나 0.9배로 감소할 전망(기후변화 2℃ 목표를 달성하는 시나리오에서 최종에너지 소비의 증가율은 더욱 감소할 전망)

□ 온실가스 배출 및 감소 측면

○ 일본의 온실가스 순배출량은 2013년 13.4억 $tCO_2eq.$ 수준이며, 교토의정서 목표의 기준년도인 1990년 대비 11% 증가

○ 2040년에 기후변화대응 노력이 강화될수록 탄소 집약적인 석탄의 소비를 줄이고 천연가스 소비를 확대함에 따라 석탄의 CO_2 배출량 비중은 감소하고 천연가스의 CO_2 배출량 비중은 증가 예상

[에너지 정책 및 계획 관점]

□ IEA 회원국 중 두 번째로 큰 경제 대국 일본은 세계 5위의 에너지소비국이며, 수요의 약 95%를 수입에 의존

○ 다른 IEA 회원국과 마찬가지로 에너지 공급을 확보하는 것이 일본의 에너지 정책에 대한 전통적인 추진 방법

○ 국가의 한정된 에너지자원과 혁신적인 정책의 조합을 반영하여 일본은 고효율 에너지기술에 있어서 세계적으로 중요한 위치를 담당

□ 2011년 후쿠시마 원전 사고에 의해 에너지정책에서 에너지안보, 경제 및 환경(3ES)의 균형을 이루는 성공적인 노력들의 기반이 흔들림

□ 공급 측면에서 일본의 에너지 시스템은 매우 탄력적인 것으로 증명되었지만 에너지 자급 측면에서 저렴하고 환경적으로 지속 가능한 에너지 공급 확보는 안보와 지속이 불가능한 상황으로 전개되는 경향

○ 일본 원자력 발전의 완전한 종료로 인한 전력 수급 밸런스 격차는 화석 연료의 사용과 에너지절약, 신재생에너지 발전을 증가시킴으로써 어느 정도 격차를 해소시킬 것으로 전망

○ 그러나 원자력이 없는 상황의 저비용, 저탄소 전력을 생산해야 하는 과제에 직면하게 될 것이며 이를 제4차 에너지기본계획에서 제시

□ 일본의 미래 에너지 전략은 에너지 수입 비용과 온실 가스 배출량을 제한하는 데 초점을 맞추어 추진할 것으로 전망되며 정부는 원자력의 미래 역할에 대한 비전에 대한 지침을 제공하고 다른 발전원에 대한 모든 자원 정보 제공 노력을 경주할 것으로 전망

□ 일본은 강력한 에너지 RD&D 프로그램을 가지고 있으며 이는 에너지 안보를 강화하고 온실가스 배출량과 에너지효율을 확대 할 수 있는 장점으로 부각

[에너지 정책 이행수단 관점]

□ 신재생에너지

○ 일본은 에너지정책 목표에서 신재생에너지를 전략적 기회와 실천적 과제로 제시하고 있으며 균형 있는 신재생에너지 포트폴리오 추진에 따라 일본의 에너지안보를 제고할 수 있는 공급 기반의 다양화 구축

○ 신재생에너지 포트폴리오의 실질적 증가는 에너지 공급의 장기적 측면에서 화석에너지 의존도 감축 목표를 달성하기 위한 수단으로 작용

○ 신재생에너지 도입에 대한 일본의 접근 방식은 전력 분야를 강력히 강조하고 있으며 가열, 냉각 및 수송을 포함하여 보다 통합적인 접근 방식은 에너지 정책의 목표를 달성하고 신재생에너지의 기여를 극대화시키는데 매우 중요하다고 인식

□ 온실가스감축

○ 2016년 5월 발표한 지구온난화대책 계획은 2030년 목표를 달성하기 위해 모든 분야의 다양한 시책을 제시하고 있으나 2030년 온실가스 감축목표를 충족시킬 수 있는 요인으로 원자력 재가동에 의존하고 있으며 신재생에너지에 의존한 에너지 공급은 어려울 것이라는 전망

○ 따라서 2030년까지 원자력 점유율에 시나리오의 다양성이 예상되며 상황에 따라 원자력 비중이 당초 계획한 점유율을 초과하여 사용될 수 있을 것으로 예측

□ 에너지절약

○ 일본은 에너지효율향상에서 세계적 선두 주자로서 지난 40년 동안 약 40% 에너지원단위를 향상시켰으며 제4차 에너지기본계획에서 한층 더 개선된 에너지절약계획을 수립

○ 일본의 에너지효율 향상은 세계적인 에너지수요 관리에 기여하고 에너지 절약 정책과 에너지 공급에서 후쿠시마 원전 사고에 따른 영향을 지원할 수 있는 수단임을 강조

○ 일본의 산업부문은 세계에서 가장 에너지 효율적인 분야로서 법률적으로 에너지 효율과 발전을 위한 중장기 계획으로 채택하고 있으며 에너지사용의 합리화 보조금 및 투자를 위한 재정 인센티브를 제공

제 3 절 독일

1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이

가. 에너지소비량 분석

1) 1차에너지 공급

□ 독일의 1차에너지 공급은 1971년 305백만 toe에서 2014년 306백만 toe로 0.3% 증가(연평균 0.0% 증가). 1979년 366백만 toe로 정점에 도달

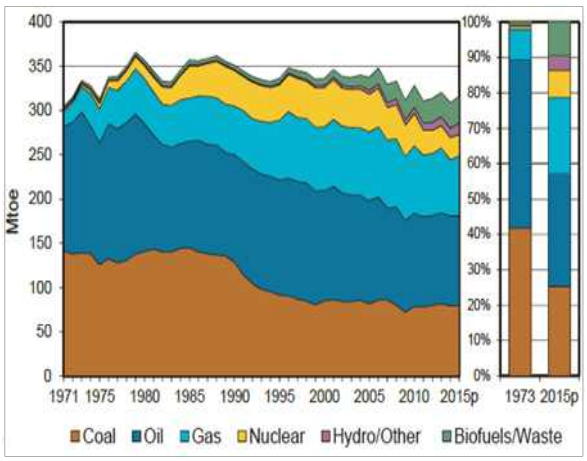
○ 1990년 독일 통일 이후, 독일의 1차에너지 공급은 감소 추세

○ 2000년 재생에너지에 대한 발전차액지원제도를 전국으로 확대 실시하는 재생에너지법 제정하면서 재생에너지 급성장. 2002년 원전 폐지법을 도입한 경험이 있는 독일은 2011년 후쿠시마 원전사고 이후 원전 8기를 2011년에 폐기하고 2022년까지 모든 원전을 폐기하기로 함

○ 1차에너지 원별 비중 추이는 원자력, 석탄, 석유의 감소, 가스와 재생에너지 증가

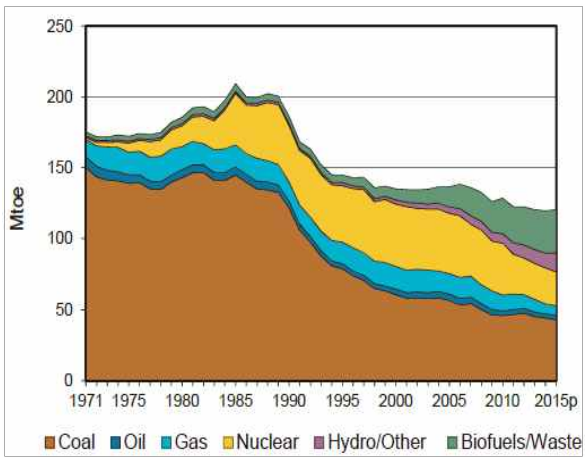
- 2014년 석탄 26%, 석유 33%, 천연가스 21%, 원자력 8%, 재생 및 기타 12%

○ 독일내 에너지생산은 원자력 발전의 감소를 재생에너지가 대체하고 있으며, 에너지 자급률(에너지생산/1차에너지공급)은 2014년 39% 수준(2013년 38%)



[그림 2-39] 독일의 1차에너지 공급

출처 : IEA, 2016d



[그림 2-40] 독일의 에너지 생산

출처 : IEA, 2016d

2) 최종에너지 소비

□ 독일의 최종에너지 소비는 1971년 218백만 toe에서 2014년 216백만 toe로 0.9% 감소(연평균 0.0% 감소). 1979년 260백만 toe로 정점, 1990년 통일 이후 감소 추세

□ 부문별 비중은 산업부문이 감소한 대신, 수송, 상업 및 공공부문 증가

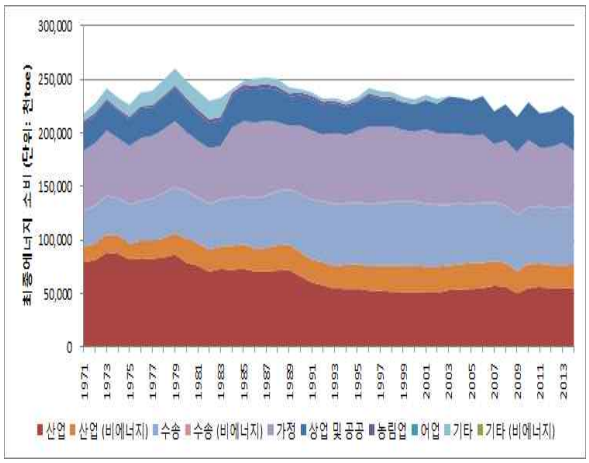
○ 1971년 산업 43%, 수송 16%, 가정 26%, 상업 및 공공 8%, 기타 4%

○ 2014년 산업 35%, 수송 26%, 가정 24%, 상업 및 공공 18%, 기타 0%

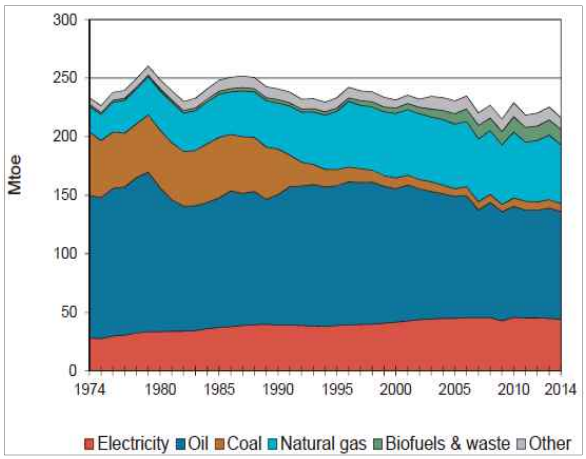
□ 원별 소비 비중은 석탄과 석유의 감소, 천연가스, 전기, 재생에너지의 증가

○ 1971년 석탄 28%, 석유 54%, 천연가스 5%, 전기 11%, 열 2%, 재생에너지 1%

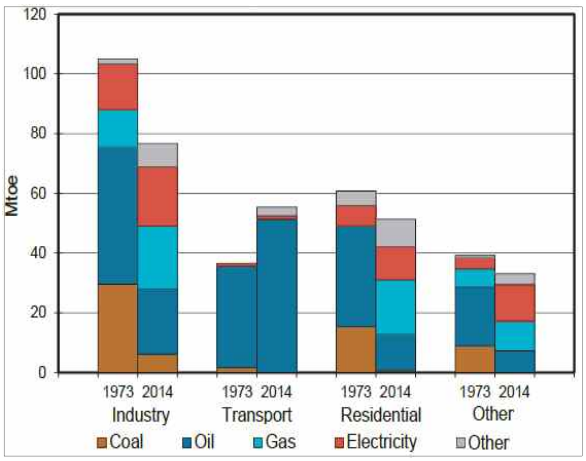
○ 2014년 석탄 3%, 석유 43%, 천연가스 23%, 전기 20%, 열 4%, 재생에너지 7%



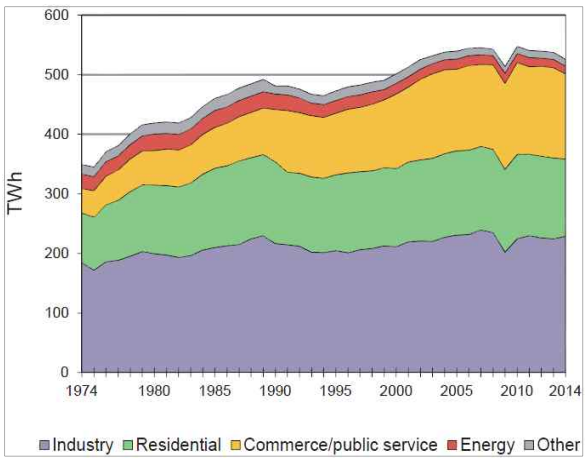
[그림 2-41] 독일의 부문별 최종에너지 소비
자료 출처 : IEA, 2016e



[그림 2-42] 독일의 연료별 최종에너지 소비 추이
출처 : IEA, 2016b



[그림 2-43] 1973~2014년의 부문별 및 원별 소비
출처 : IEA, 2016d



[그림 2-44] 독일의 부문별 전기 소비 추이
출처 : IEA, 2016b

3) 발전량 및 발전설비용량

□ 독일의 발전량은 1974년 327TWh에서 2014년 622TWh로 90% 증가(연평균 1.5% 증가)

□ 독일의 발전량 구성비는 석탄과 원자력의 비중이 감소하고, 천연가스와 재생에너지의 비중이 증가

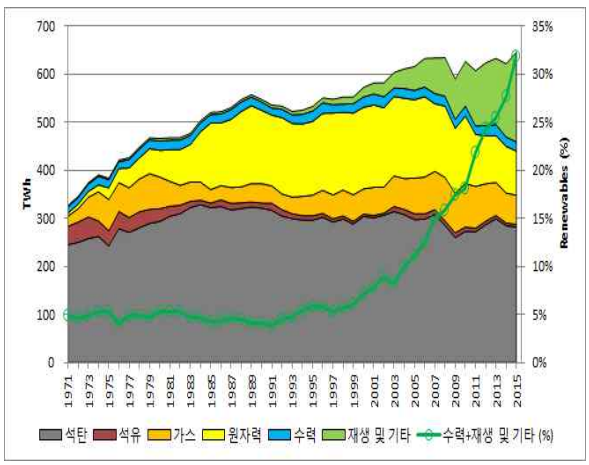
○ 1990년 석탄 59%, 천연가스 7%, 석유 2%, 원자력 28%, 재생 및 기타 4%

○ 2014년 석탄 46%, 천연가스 10%, 석유 1%, 원자력 16%, 재생 및 기타 28%

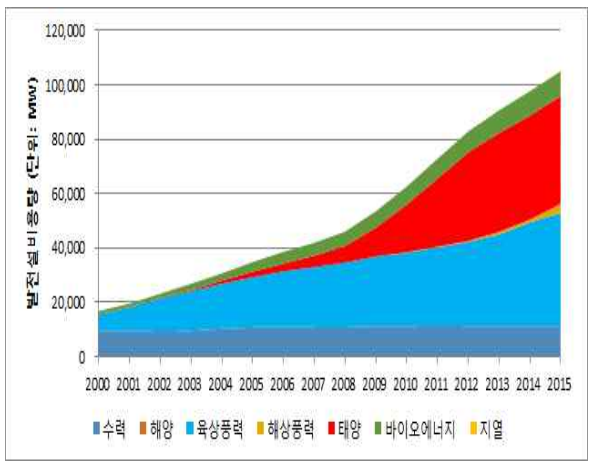
□ 2014년 독일의 총 발전설비용량(198GW)에서 재생에너지가 49%(98GW) 차지

○ 풍력 39.2GW, 태양 38.2GW, 수력 11.2GW, 바이오매스 및 폐기물 9.0GW, 지열 0.0GW

○ 2000~2014년 기간 육상풍력과 태양에너지 설비용량은 각각 연평균 14%, 51%씩 성장



[그림 2-45] 독일의 연료별 발전량
출처 : IEA, 2016e



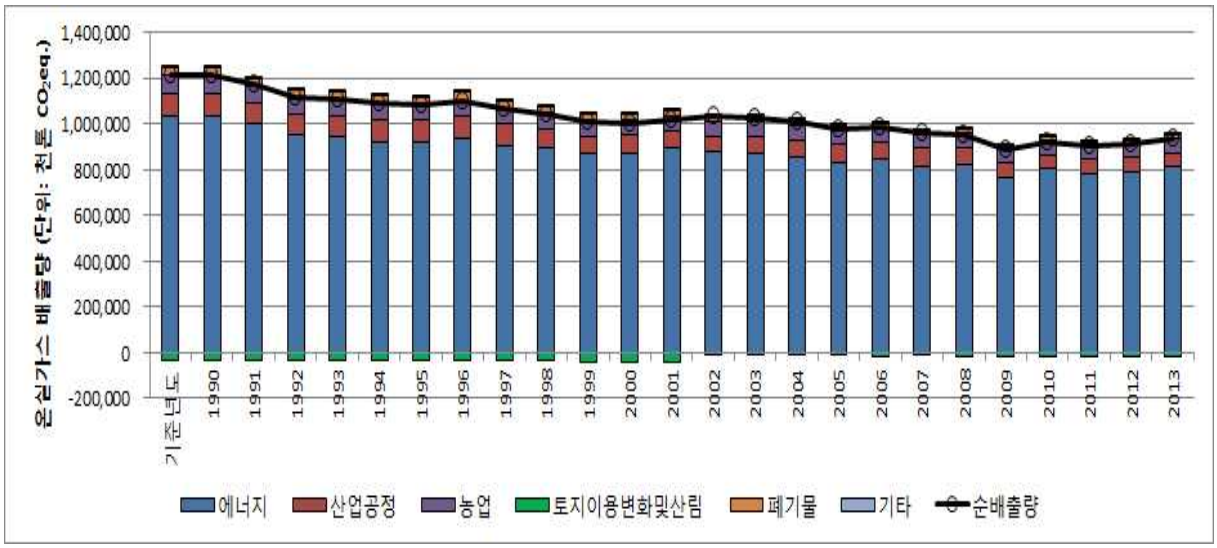
[그림 2-46] 독일의 재생에너지 발전설비용량
자료 출처 : IRENA Statistics Dashboard

나. 온실가스 배출 추이

1) 국가 온실가스 인벤토리 추이

□ 독일의 온실가스 순배출량은 2012년 약 9.3억 $tCO_2eq.$ 수준이며, 교토의정서 목표의 기준년도인 1990년 대비 23% 감소, 2014년 약 9.0억 $tCO_2eq.$ 수준 (1990년 대비 27.7% 감소)

○ 2013년 기준으로 에너지부문 온실가스 배출이 독일의 순배출량에서 차지하는 비중은 87% 수준이며 산업공정과 농업이 각각 7%씩 차지, 폐기물 1%, 토지이용변화및산림(흡수원)은 -2% 수준



[그림 2-47] 독일의 온실가스 인벤토리 추이

자료 출처 : The Government of Germany, 2015, Germany's Second Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change

2) 연료연소로 인한 CO_2 배출량 추이

□ 독일의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 2014년 723백만 tCO_2이며, 1971년 대비 26% 감소, 1990년 대비 23% 감소, 2005년 대비 8% 감소

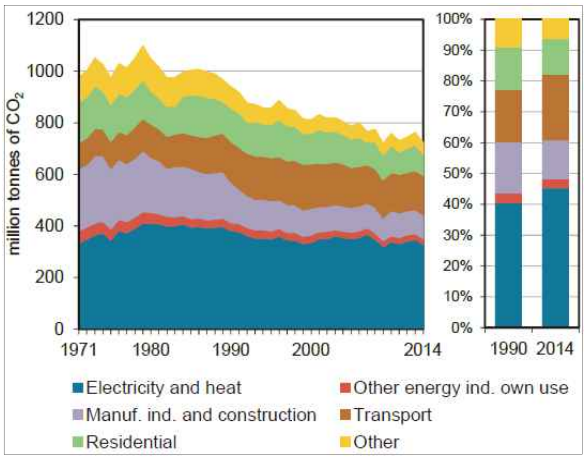
- 2014년 부문별 배출량 비중은 전기 및 열 생산 45%, 기타 에너지 산업의 자가 소비 3%, 제조업 및 건설업 12%, 수송 21%, 기타 18%이며, 에너지전환 부문과 수송부문이 가장 큰 비중을 차지

□ CO_2 배출량의 지수 분해(Kaya의 분해 항등식, 1990=1)

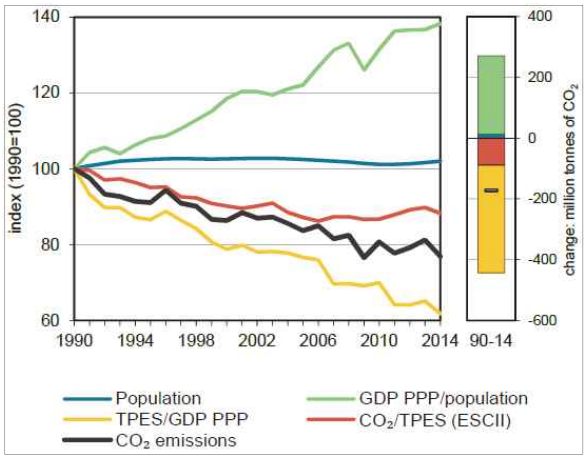
○ 1990~2014년 기간 독일의 연료 연소로 인한 CO_2 배출량은 23% 감소

○ 동일 기간 독일의 인구는 2% 증가, 1인당 GDP(구매력 고려)는 38% 증가, GDP당 1차에너지 공급(에너지 원단위)은 38% 감소, 1차에너지 공급당 CO_2 배출(CO_2 원단위)은 12% 감소

○ 1990~2014년 기간 인구 증가와 1인당 GDP의 증가를 상쇄하는 수준으로 에너지 원단위와 CO_2 원단위가 개선됨으로써, 연료연소부문 CO_2 배출량은 감소



[그림 2-48] 독일의 연료연소부문별 CO_2 배출량
출처 : IEA, 2016a



[그림 2-49] 독일의 연료연소 CO_2 배출량 분해
출처 : IEA, 2016a

다. 에너지소비 및 CO2 배출 전망

1) 1차에너지 공급 전망

□ EU 규정에 따라서 독일의 2035년까지 전망 보고서(EEA, 2015)에 따르면, 2014년 8월 31일에 착수한 신 기후 및 에너지 조치를 반영한 시나리오(with measures scenario)의 경우, 독일의 2035년 1차에너지 공급은 2008년 대비 23.6% 감소

□ 2035년까지 1차에너지 원별 연평균 증가율을 보면, 재생에너지를 제외하고 모든 에너지원들은 감소

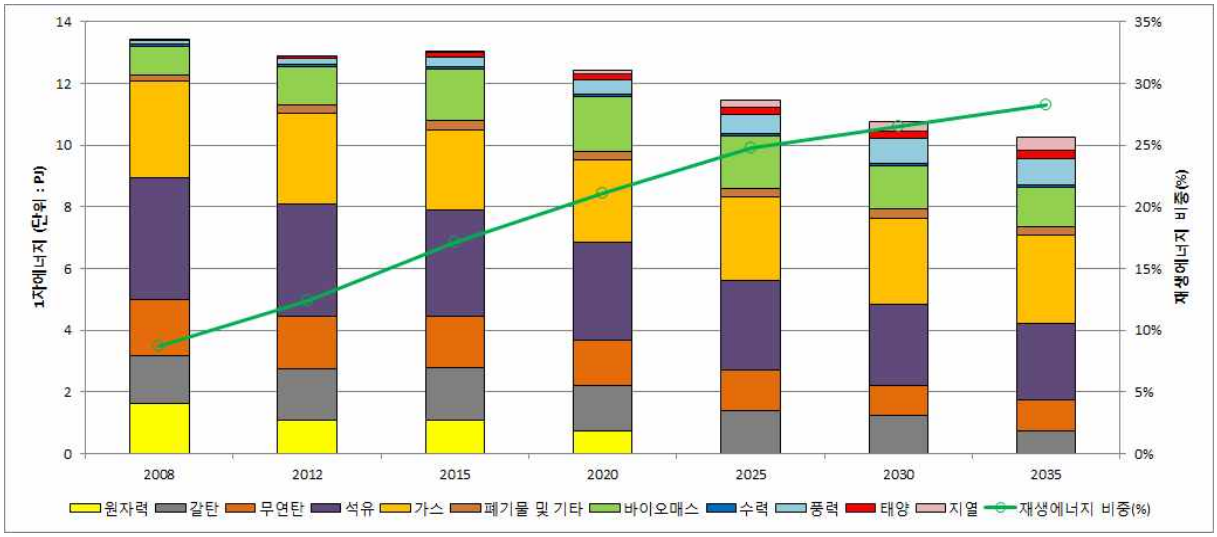
○ 석탄 -2.4%, 석유 -1.7%, 가스 -0.3%, 원자력 -100.0%, 재생(수력 등) 3.2%

□ 1차에너지 원별 비중은 2035년에 석탄, 석유, 원자력의 비중은 감소하고,

재생에너지와 가스의 비중이 증가할 전망

○ 2008년 석탄 25%, 석유 29%, 가스 23%, 원자력 12%, 재생(수력 등) 10%

○ 2035년 석탄 17%, 석유 24%, 가스 28%, 원자력 0%, 재생(수력 등) 31%



[그림 2-50] 독일의 1차에너지 전망 (조치를 취한 시나리오)

자료 출처 : EEA, 2015, Projektionsbericht 2015 gemäß Verordnung 525/2013/EU

2) 최종에너지 소비 전망

□ 2014년 8월 31일에 착수한 신 기후 및 에너지 조치를 반영한 시나리오(with measures scenario)의 경우, 독일의 2035년 최종에너지 소비는 2012년 대비 17% 감소

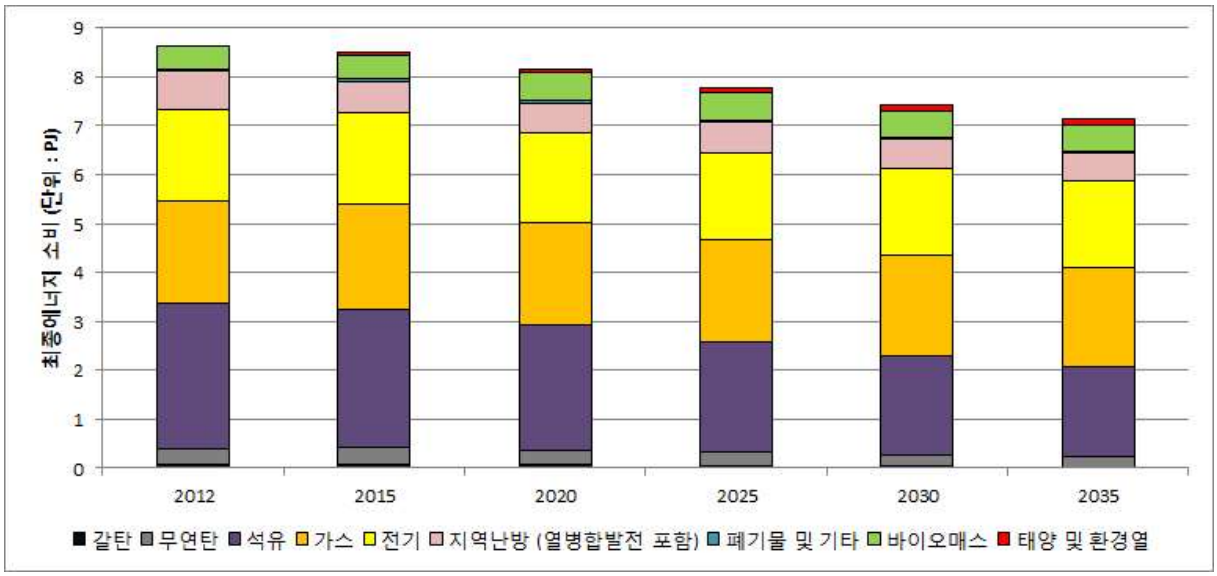
□ 최종에너지 원별 2012~2035년 기간 연평균 증가율은 재생에너지를 제외하고 모든 에너지원들이 감소 추세

○ 석탄 -2.4%, 석유 -2.1%, 가스 -0.2%, 전력 -0.2%, 지역난방 -1.4%, 재생(수력 등) 1.3%

□ 최종에너지 원별 비중은 2035년에 석탄과 석유의 비중은 감소하고, 전력, 가스, 재생에너지의 비중은 증가

○ 2012년 석탄 5%, 석유 35%, 가스 24%, 전력 21%, 열 9%, 재생 6%

○ 2035년 석탄 3%, 석유 26%, 가스 28%, 전력 25%, 열 8%, 재생 10%



[그림 2-51] 독일의 최종에너지 소비 전망 (조치를 취한 시나리오)

자료 출처 : EEA, 2015, Projektionsbericht 2015 gemäß Verordnung 525/2013/EU

3) 발전량 전망

□ 2014년 8월 31일에 착수한 신 기후 및 에너지 조치를 반영한 시나리오(with measures scenario)의 경우, 독일의 2035년 발전량은 2012년 대비 5% 감소(2012년 독일의 발전량 593TWh)

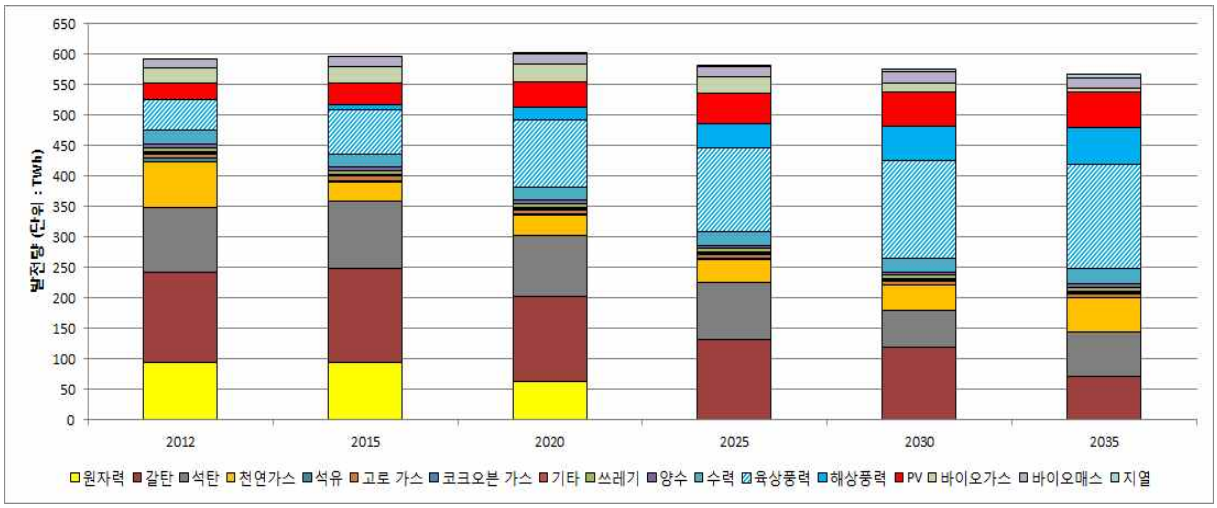
□ 2012~2035년 기간 발전원별 연평균 증가율은 재생 및 기타만이 증가하고, 나머지 모든 발전원들은 감소

○ 석탄 -2.4%, 가스 -1.3%, 석유 -7.5%, 원자력 -100.0%, 재생 및 기타(수력 등) 3.6%

□ 발전량 원별 비중은 석탄, 가스, 석유, 원자력 비중은 감소하고, 재생에너지만 증가

○ 2012년 석탄 43%, 가스 13%, 석유 1%, 원자력 16%, 재생 및 기타(수력 등) 27%

○ 2035년 석탄 26%, 가스 10%, 석유 0%, 원자력 0%, 재생 및 기타(수력 등) 65%



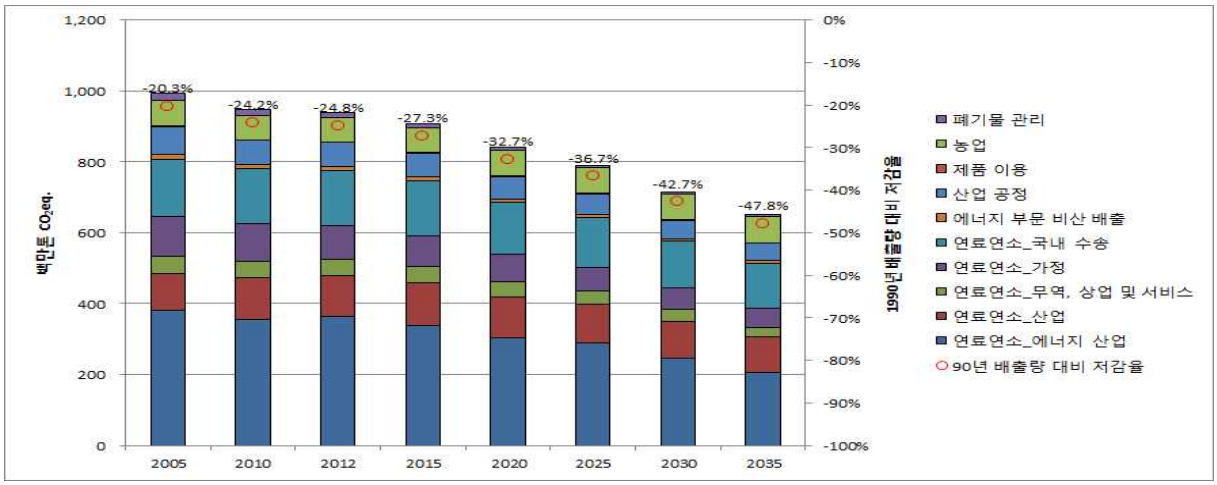
[그림 2-52] 독일의 발전량 전망 (조치를 취한 시나리오)

자료 출처 : EEA, 2015, Projektionsbericht 2015 gemäß Verordnung 525/2013/EU.
The Government of Germany, 2015

4) 연료연소부문 CO_2 배출량 전망

□ 2014년 8월 31일에 착수한 신기후 및 에너지 조치를 반영한 시나리오(with measures scenario)의 경우, 독일의 2035년 총배출량은 1990년 대비 48% 감소, 2005년 대비 35% 감소할 전망

□ 독일의 에너지컨셉/에너지패키지에 따르면, 1990년 배출량 대비 2030년에 최소 55% 저감, 2050년에 80~95% 저감을 목표 (BMU, 2016)



[그림 2-53] 독일의 온실가스 배출량 전망 (조치를 취한 시나리오)

자료 출처 : EEA, 2015, Projektionsbericht 2015 gemäß Verordnung 525/2013/EU.
The Government of Germany, 2015

2. 에너지 정책 및 이행수단

가. 에너지 정책 및 계획 현황

1) 독일의 에너지 정책 동향

□ 1997년 제3차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP3)에서 교토 의정서가 채택되면서 의무감축대상국(부속서 I)인 독일은 EU의 부담분배협약에 따라 제1차 의무 이행 기간(2008년~2012년) 사이에 온실가스 총 배출량을 1990년 수준에 비해 21% 감축토록 배정

□ 지속가능하며 장기적인 환경정책 목표를 추구하는 에너지정책을 펼치던 독일은 2002년 **국가지속가능성 전략** 등을 바탕으로 2020년까지 온실가스를 1990년 대비 40% 감축한다는 목표 제시

[그림 2-54] 독일의 주요 에너지 정책

□ 2007년에는 생태적 전환을 견지하면서 에너지정책과 기후보호정책을 통합한 새로운 방향을 모색하는 **통합에너지기후행동프로그램**(Integrated Energy and Climate Action Programme)을 발표

○ 온실가스 배출을 2020년까지 1990년 대비 40% 감축하겠다는 목표와 이를 실현하기 위한 20개의 구체적 입법법안 등 총 29개 조치가 포함된 실천 패키지를 제시

○ 주요 정책방향은 에너지효율향상, 재생에너지확대, 바이오연료, 수송부문에서의 에너지절약 및 온실가스 저감 등

□ 2010년 9월에 가장 포괄적인 독일의 에너지 및 기후정책인 **에너지 컨셉 2050**(Energy Concept 2050)을 발표

○ 신재생에너지 시대의 도래를 맞아 독일의 경쟁력과 안정적인 에너지수급을 보장하기 위해 '신뢰할 수 있으며 경제적이고 친환경적으로 양립할 수 있는 미래 에너지 공급 시스템 구축'을 정책방향으로 2050년까지 달성할 에너지·기후 정책의 단계적 목표, 전략, 실천방향 등을 제시

○ 원자력을 저탄소에너지 체제(화석에너지에서 신재생에너지)로 전환하기 위해 필요한 교량 역할 에너지로 간주[7)]

□ 2011년 일본의 후쿠시마 원전사고 이후 독일은 원자력발전 폐기를 선언하는 '미래에너지를 위한 길'로 명명된 **에너지 전환**(Energiewende)을 발표하고 세계 최고 수준의 효율적이고 환경 친화적인 경제사회 달성을 비전으로 제시

○ 6개의 법과 1개의 강령으로 구성된 에너지패키지를 에너지 컨셉 2050에 포함시켜 기존의 정책방향을 근본적으로 유지

○ 가동 중인 원전 17기를 2022년까지 단계적으로 폐기하면서 원자력 발전을 대체할 수 있는 신재생에너지를 중심으로 새로운 에너지체제로의 전환 정책을 가속화할 것임을 천명

□ 2014년에는 2020년까지 1990년 대비 40% 감축하겠다는 국가 온실가스 감축 목표의 달성 가능성을 제고하기 위하여 기존 감축수단 및 대책을 평가[8)]하고 목표치에 미달되는 부족분(climate gap)을 보완하기 위해 추가로 취할 감축 수단 및 대책을 담은 **기후행동프로그램 2020**(Climate Action Programme 2020)을 발표

○ 국가에너지효율개선행동계획(NAPE) 강화, 신재생에너지의 지속적 보급 확대, 열병합발전 및 화력발전소 개선, 친기후적 건물 및 주택 보급, 비에너지 분야의 온실가스 배출량 감소, 유럽 배출권 거래제(EUETS) 개선 등이 주요 조치

□ 2016년에는 2015년 말 COP21에서 체결된 파리협정에 대응하여 2050년 국가 장기목표(1990년 대비 80~95% 감축)에서 더욱 진전된 온실가스 중립 달성을 목표로 **기후행동계획 2050**(Climate Action Plan 2050)을 수립 중

○ 에너지 컨셉에서 장기목표 설정 이후 지속적으로 목표달성 가능성, 부문별 감축잠재량, 정책수단 등에 대해 분석해 온 것을 바탕으로 이해관계자들과의

7) 원전의 가동기간을 2000년 결의 때 보다 8~14년 더 가동하기로 결정
8) 기존 감축수단으로는 33%만 감축 가능하기 때문에 추가 감축해야 되는 7%의 온실가스배출량은 7,800만톤

폭넓은 의견수렴과 대화를 추진하여 2016년 말 확정 예정

○ 부문별 구체적 정책목표 제시보다는 장기정책방향을 보다 구체화하면서 부문별 연계성을 강화하고, 관련 부문의 불확실성을 최소화하여 장기 투자를 유도

□ 2016년 6월 연방내각은 재생에너지법의 개정을 승인하였으며, 현재 일반적인 입법 절차 진행 중(2017년 1월 1일 발효 예정)

○ 2014년 신재생에너지 정책 개혁 이후 추가적인 개혁 단행

2) 주요 에너지 정책 및 계획

□ 에너지 전환(Energiewende, 2011. 7)

○ 후쿠시마 원전사고 이후, 독일 정부는 에너지 전환 정책을 강화하여 2022년까지 원전의 단계적 폐쇄 및 신재생에너지로의 전환을 가속화하기로 결정

○ 에너지 전환 정책을 통해 세계 최고 수준의 에너지 효율적이고 친환경적인 경제사회 달성 제시

- 에너지 전환 가속화를 위하여 전력망 확대, 신재생에너지 촉진을 위한 FIT 지원금 인상, 배출권 거래 수익으로 친환경사업 기금 마련, 에너지 효율성 증진, 에너지저장 기술에 대한 R&D 지원 강화

- 장기적으로 원전 사고와 온실가스 배출로 인한 사회적 비용을 절감하고 에너지 안보를 확보하겠다는 목적으로 에너지시장의 구조 재편과 비용 분담에 대한 국민적 동의 확보

○ 온실가스 배출량을 1990년 대비 2020년까지 40% 감축, 2050년까지 80～95% 감축목표를 설정

- 2050년까지 1차에너지의 60%를 신재생에너지로 공급하며 매년 2%씩 에너지 효율 향상

- 화석연료와 원자력을 이용한 발전에서 신재생에너지 및 저탄소 발전시스템으로의 전환을 추진

○ 에너지 전환 정책에 따른 관련 근거법 개정

- 원자력법 개정 : 2022년까지 모든 원전을 단계적으로 폐쇄

- 전력망확대촉진법 제정 : 신재생에너지 발전 전력공급 확대를 위한 전력망 연계 지원

- 신재생에너지법 개정 : 총 전력 소비량에서 차지하는 재생가능 에너지의 비율을

2020년까지 적어도 30%로, 2030년까지 50%, 2040년까지 65%, 2050년까지 80%로 확대. 풍력, 지열, 바이오매스 등의 신재생에너지원에 대한 FIT 지원금을 인상하는 방안 포함

- 에너지산업법 개정 : 송전시스템 세분화 및 독일의 모든 전력망 운영사업자(송전계통 운영자, TSO[9])가 전력망 구축 공동계획을 수립할 의무 부여
- 에너지기후변화기금법 개정 : EU ETS 배출권 거래의 수익 전체를 기금에 적립, 적립된 기금은 원자력 폐지, 환경 친화적 에너지 공급, 전기차 개발 등에 사용
- 기후목표와 양립 가능한 도시·지방 개발강화법 개정 : 도시 및 지역 공동체에서 신재생에너지와 열병합발전(CHP) 사용 확대
- 해상풍력 발전설비 강령 개정: 연방 해사청(Federal Agency for Maritime Shipping and Hydrography)이 해상풍력 프로젝트의 승인절차 권한을 부여받았으며, 이에 따라 프로젝트 승인 절차 간소화 및 신속한 진행 기대

□ 에너지 전환(에너지 컨셉 2050)의 주요 목표치

○ 온실가스부문

- 온실가스 배출량 : 2014년까지 1990년 대비 27.7%(2015년 잠정 -27.2%) 감축된 온실가스 배출량을 2020년 최소 40%, 2030년 최소 55%, 2040년 최소 70%, 2050년 80~95% 감축

○ 신재생에너지부문

- 최종에너지 소비량 : 2014년 현재 1990년 대비 13.7% 증가하였으며, 이러한 증가율을 2020년 18%, 2030년 30%, 2040년 45%, 2050년 60%로 제안
- 전력소비량 : 2014년 현재 27.4%(2015년 잠정 32.5%)인 전력소비량의 신재생에너지 비율을 2020년 최소 35%, 2030년 최소 50%[10], 2040년 최소 65%[11], 2050년 최소 80%로 제고
- 열소비량 : 2014년 현재 12.5%인 신재생에너지 열원 비중을 2020년까지 14%로 상향
- 수송부문 : 2014년 현재 수송부문의 신재생에너지 연료 사용비율은 5.6%이며 추가 목표는 미설정

9) Transmission System Operator, 송전계통 운영자
10) Renewable Energy Sources Act : 2025년 40~45%
11) Renewable Energy Sources Act : 2035년 55~60%

○ 에너지효율부문

- 1차에너지 소비량 : 2014년 현재 2008년 대비 8.7%(2015년 잠정 -7.3%) 감소되었으며 2020년 20%, 2050년 50% 감축
- 최종에너지 생산성(원단위) : 2008년~2014년 기간 동안 연평균 1.6% 개선되었으며 2008년~2050년 기간 동안에는 생산성을 연평균 2.1% 개선
- 총에너지 소비량 : 2008년 대비 2014년 현재 4.2%(2015년 잠정 -3.4%) 감소되었으며 2020년 10%, 2050년 25% 감축
- 건물부문 1차에너지 수요 : 2008년 대비 2014년 현재 14.8% 감소되었으며 2050년 약 80% 감축
- 건물부문 열수요 : 2008년 대비 2014년 현재 12.4% 감소된 건물부문 열수요를 2020년 20% 감축
- 수송 최종에너지 소비량 : 2005년 대비 2014년 현재 1.7% 증가된 수송부문 최종에너지 소비량을 2020년 10%, 2050년 40% 감축

□ 기후행동프로그램 2020(Aktionsprogramm Klimaschutz 2020, 2014. 12)

○ 2020년 국가 온실가스 감축목표(2020년까지 1990년 대비 40% 감축) 달성이 어려울 것이라는 분석에 따라 6,200만~7,800만 톤의 온실가스를 추가적으로 감축할 수 있는 조치를 포함하고 있는 기후행동프로그램

○ 온실가스 감축 잠재량이 가장 높은 에너지부문에 대한 감축조치 시행의 중요성을 강조하고 에너지효율 개선(2,500만~3,000만 톤) 및 발전부문(2,200만 톤)에서의 추가 감축 제시

<표 2-6> 기후행동프로그램 2020 주요 내용

주요 정책	온실가스 감축목표량
국가에너지효율행동계획 (National Action Plan on Energy Efficiency, NAPE)	2,500만~3,000만 톤 (건물부문 에너지효율 개선 포함)
기후친화적인 건축 및 생활 전략	570만~1,000만 톤
수송부문 감축조치	700만~1,000만 톤
비에너지부문 감축조치 (산업, 무역업, 농업, 폐기물 등)	660만~1,300만 톤
EU ETS 개정	EU 결정에 따라 상이
기타(발전부문 감축조치 포함)	2,200만 톤
합계	**6,200만~7,800만 톤**

○ 그간의 추진 정책과 성과를 토대로 2050년 장기목표 실현을 보다 구체화하고 추가 대책 마련을 위한 논의 지속을 위해 기후행동계획 2050(Aktionsprogramm Klimaschutz 2050) 수립 중

- '기후행동프로그램 2020'과 같이 부문별로 구체적인 정책수단을 확정할 수 없으나, 2050년까지 부문별 정책방향을 설정하여 추후 변화되는 정책여건을 지속적으로 반영해 2030년까지 추진할 이행프로그램을 최대한 포함할 예정
- 현재 공식적인 장기목표는 2050년까지 온실가스 배출을 80～95% 감축(1990년 대비)이지만, 파리협약 이후 '2050년 온실가스 중립 달성'을 목표로 하는 계획의 초안을 작성중임

□ 재생에너지법 개정(Renewable Energy Sources Act EEG, 2016. 6)

○ 2016년 6월 8일 연방내각은 재생에너지법의 개정을 승인하였으며, 현재 일반적인 입법 절차를 진행 중임(2017년 1월 1일 발효 예정)

- 2014년 신재생에너지 정책에 대한 개혁 이후 추가적인 개혁 단행
- 현재 신재생에너지 발전량 비중은 33% 수준이며, 2025년에 40～45%, 2035년에 55～60% 향상을 목표로 함

○ 재생에너지법 개정은 보조금 지급 관련 EU의 합치성 제고 및 가격안정 목적

- 개정안은 육·해상 풍력에 대한 지원을 지속하는 등 친풍력기조를 유지하였으나, 바이오가스・태양광 등 다른 신재생에너지 분야는 지원 축소
- 지원금 수준은 현재처럼 고정되지 않고, 경매에 의해 시장이 결정되며 각 기술의 경매 연간 수량을 결정

나. 에너지 정책 이행수단 현황

□ 독일의 에너지 정책 관련 정부기관

○ 에너지정책 수행은 중앙정부와 지방정부와의 역할이 명확히 분담되어 있어, 중앙정부는 에너지정책을 기획・수립하고 지방정부는 이를 전반적으로 수행

- 경제에너지부: 기존에는 환경부에서 신재생에너지 정책을 담당하고 경제부에서 전반적인 에너지 정책을 담당하였으나 신재생에너지 정책의 경제성 저하와 여러 가지 비효율이 발생한다는 지적으로 경제에너지부로 개편

- 환경, 자연보존 및 원자력안전부: 기후변화적응 및 원자력부문의 전반적인 정책 및 연구개발 정책을 수립
- 운송주택도시부: 주택 및 건물 등의 에너지 사용 효율화에 관한 정책을 수립
- 산림농업문화부: 바이오연료와 관련된 모든 정책을 담당
- 재무부 : 에너지관련 세금정책을 담당

1) 온실가스 배출 저감 이행수단

□ 유럽 배출권 거래제(The EU Emissions Trading System, EU ETS)[12)]

○ 2005년 세계 최초로 도입된 후 현재 유럽지역 31개국이 참여하고 있으며, 전세계 배출권 거래량의 74%가 거래되고 있는 세계 최대 배출권거래시장

- 2012년까지 운영하면서 겪은 국가별 할당방식의 차이에서 오는 불공정 경쟁을 해결하고 효율성을 높이기 위해 제3기부터는 EU 단일할당방법으로 변경
- 각국이 업종·사업장별로 할당량을 결정하는 국가할당계획(National Allocation Plan, NAP)방식을 폐지하고, 2기까지의 평균 배출량에서 매년 1.74% 감축하여 EU차원에서 할당하는 방식으로 변경
- 발전부문을 전면 경매제로 운영하고 산업부문 유상할당 비율도 점차 높여가는 등 강화

○ 배출권 거래량은 증가하는데 반해, 거래가격은 큰 폭의 하락세를 보이다가 2014년 이후 최근 상승세로 반등

- EU의 배출권 거래량은 2005년 연간 94백만 톤에서 2012년 7,903백만 톤으로 84배 이상 증가
- 최고가 30유로 이상이었던 배출권가격이 2013년 3.1유로까지 하락, 최근에 9유로까지 상승

2) 신재생에너지 확대 이행수단

□ 발전차액제원지도(Feed-In Tariff, FIT)

○ 독일은 1990년 세계에서 최초로 신재생에너지 투자 촉진을 위해 지역단위별로 FIT를 도입

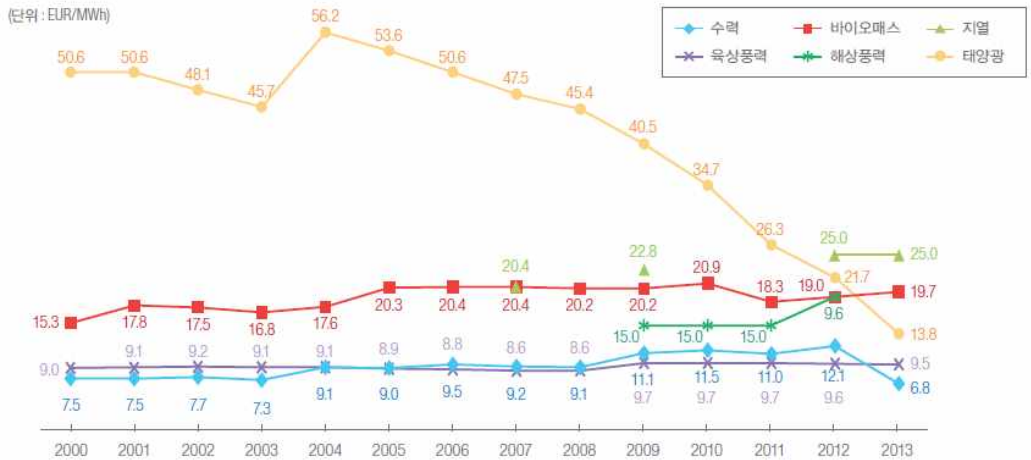
12)한국무역협회(2005) 해외 온실가스 배출권 거래제 전망과 우리의 대응

○ 2000년 원전 폐지를 결정하고 재생에너지법(Renewable Energy Source Act, EEG)를 제정 후 FIT를 전국 단위로 확대 실시

- 신재생에너지 발전 전력을 20년 동안 정부가 고시한 기준가격에 전량 구매하여 사업자에 안정적인 수익을 보장하는 제도로 신재생전원별·설비용량별 기준가격 및 연간 인하율을 EEG법에 명시
- FIT 재원은 최종전기 소비자 요금에 EEG부과금의 형태로 전가하며 EEG 부과금은 2006년 0.9ct/kWh에서 2015년 6.2ct/kWh로 6.9배 상승

○ 2014년 재생에너지법을 개정(EEG 2.0)하여 신재생에너지 지원금을 절감함으로써 개발 속도를 조절하고 경제성을 고려하는 방향으로 진행

- 태양광 설비는 타 전원에 비해 높은 FIT 기준가격을 지원 받아왔으나 개정 이후 EEG 지원규모 제한
- 점진적으로 재생에너지발전에 대한 FIT를 시장기반 지원체제인 경매 입찰 제도로 대체할 예정



[그림 2-55] 독일 신규 신재생 발전설비에 대한 연도별 FIT 기준가격 변화

자료: BDEW, EEG in Zahlen 2014 재인용

□ 직접거래제도(Direct marketing)

○ 신재생사업자가 발전전력을 도매시장에서 제3자에게 직접 판매하는 제도로 정부는 해당 방식으로 판매된 전력량에 대하여 기존 FIT에 준하는 시장 프리미엄을 지급하여 안정적 수익 보장

- 도매가격이 높아지는 시간대에 신재생 발전전력의 직접거래를 유도

○ 2012년 도입 당시 신재생에너지 사업자는 FIT와 직접거래제도 중 선택가능하였으나 EEG 2.0에 따라 2014년 이후 500kW이상 2016년 100kW이상 신규 설비 사업자의 직접거래제도 참여를 의무화

□ 경쟁입찰제도

○ 신재생에너지 사업자가 직접 해당설비의 시장프리미엄을 지원 가격으로 제시하고, 입찰 한도 내 낮은 가격 순으로 낙찰하여 시장프리미엄을 결정

- 전력생산시점으로 20년간 지원

○ EEG 2.0에 따라 2015년부터 신규 지상형 태양광 1.2GW의 시범경매제도를 시행하였으며 2017년 이후 육상풍력, 해상풍력, 바이오매스에 대해서도 경매제도 도입 예정

□ 재생에너지난방법(EEWärmeG)

○ 건물부문 재생 열에너지 활용을 촉진하여 신재생에너지의 난방 비중을 2020년까지 14% 올리는 목적으로 2009년 도입

○ 2008년 12월 31일 이후 준공하는 신규건물의 일정면적(50평방미터) 이상이나 리노베이션을 행하는 기존 공공건물은 재생에너지 이용 난방시설을 갖춰야 함

○ 기존주택의 경우에 재생에너지 이용 난방시설을 갖추는 경우에는 보조금 또는 저리융자 등의 재정 지원이 가능토록 조치

○ 신규 건물의 경우 15% 태양에너지, 50% 액체, 고체 바이오매스, 혹은 50%의 지열 사용을 의무화

- 신재생에너지 설비적용이 어려울 경우 단열재를 사용해 난방효율을 올리거나 열병합발전으로 대체 가능

□ 바이오연료 일정비율 의무사용제도(Biofuels Quota Act)

○ 독일에서는 2007년부터 석유 산업에 바이오연료 의무 혼합 기준을 부과하고 혼합기준을 만족시키지 못하는 경우 세금 면제 해택을 제외

- 2010년 연료 최소 혼합 비율은 에너지 함량을 기준으로 6.25%

○ 2015년부터 목표의 기준을 화석연료의 바이오 연료 대체에 따른 탈탄소비율로 변경하였으며 2015년 3.0%, 2020년 7.0%의 목표를 설정

□ 에너지송전망확대법

○ 에너지 네트워크 인프라 구축 투자 확대를 목적으로 제정하였으며 스마트 그리드 확대, 고압직류송전, 공급이 최적화된 전력 소비로의 전환이 가능하도록 지원

□ 기타 신재생에너지 확대 도입 전략

○ 에너지저장시설 확충을 위해 새로운 장기 에너지저장 시스템 상용화 연구, 신규저장발전에 대한 네트워크 이용요금 면제 연장 및 지능형전력계량장치(Advanced Metering Infrastructure, AMI) 보급 확대 등 시행

○ 지자체로 하여금 에너지전환 실험에 참여케 하여 태양광, 풍력, 바이오매스 등으로 에너지자립을 달성토록 유도하는 신재생에너지 분야 모델 프로젝트 추진

3) 에너지 효율 개선 이행수단

□ 열병합확대법(KWKG)

○ 2002년에 2010년까지 11백만 톤의 이산화탄소 감축을 목표로 '열병합확대법(KWKG)'이 발효되었으며, 2009년에는 2020년까지 효율적인 열병합발전을 통해 전력생산 비중을 25%로 확대하는 '열병합진흥법' 발효

- 신규 건설 또는 개보수하는 열병합발전소는 차액지원금을 받을 수 있고, 송배전운영자는 열병합발전을 계통에 연결하고 재생에너지를 연료로 사용하는 열병합발전 전력의 구매의무를 부여

□ 에너지절감시행령(EnEV)

○ 전체 에너지 소비량의 32%를 차지하는 건물 난방 에너지소비량을 크게 절감하고 에너지 효율을 높이기 위한 목적으로 2009년 시행

○ 건물부문에서 '이산화탄소 감축을 위한 건물개량 프로그램'을 도입하여 기존 건물의 단열재 보강, 이중창 설치, 난방시설 현대화 등을 유도하기 위한 장기 저금리융자 및 보조금 등의 인센티브를 제공

○ '에너지인증서 제도'를 실시하여 2009년 1월부터 신축건물은 현행보다 난방 에너지수요를 약 30% 절감할 수 있도록 의무화

□ 에너지소비표시법(EnVKG)

○ 에너지효율등급의 부여, 시장 감시 강화, 전국적인 표본검사 확대 등 시행

○ 유럽연합의 기준에 따라 라벨 관련 기준 적용을 적용하여 에너지 성능을 투명하게 소비자에게 전달하고, 기업에게는 더 많은 에너지 효율 제품을 설계하기 위한 인센티브 제공

□ 에너지효율 정보제공 및 홍보

○ 독일 에너지공단에 콜센터 설치, 소비자보호원을 통해 개별 가정에 대한 에너지효율 자문 강화, 지자체 내의 에너지자문지원소 등 에너지소비관련 자문센터 운영 및 에너지효율동기유발대화 운동을 전개

□ 에너지효율에 관한 국가행동계획

○ 2016년에 독일 정부는 2014년 12월 발표한 '에너지효율에 관한 국가행동계획(National Action Plan on Energy Efficiency, NAPE)'을 본격 실행할 예정

- 독일은 NAPE를 통해 1차 에너지소비를 2008년 대비 2020년과 2050년에 각각 20%, 50% 감축할 수 있을 것으로 기대

- 향후 2016~2018년 동안 약 12억 유로의 자금이 NAPE에 투입될 계획

○ 주요 시책은 에너지절약프로젝트 입찰제도 개선, 빌딩개보수의 세금감면과 저리융자지원, Top runner전략을 기반으로 한 에너지효율등급제 시행, 에너지 다소비 기업에 대한 4년 주기의 에너지진단 등

□ 개별 자동차의 연비에 대한 기준(PKW-EnVKN)

○ 자동차와 상업용 차량의 CO_2 감축에 유럽연합 규정을 적용

○ 기업들이 에너지 효율을 위한 노력과 이를 위한 관련 규정 준수사항에 따라 운영하고 있는 지를 감시하기 위해서 개별 기준 마련

□ 정책 수단 이행 모니터링

○ 에너지전환 목표를 달성하기 위하여 '기후행동프로그램 2020'의 진행과정에 대해 매년 기후행동보고서를 발간[13)]

○ 기후행동보고서는 '국가기후행동동맹(Aktionsbündnis Klimaschutz)[14]'의 전문가 170여 명으로부터 검토의견을 수렴하고 결과는 연방정부에서 적극적으로 정책 반영

3. 시사점

[에너지 및 온실가스 통계 관점]

□ 1차에너지 공급 및 최종에너지 소비는 1979년 정점을 이룬 후 감소세로 전환되었으며, 2014년까지 비중이 크게 증가한 신재생에너지는 2035년까지도 계속 증가할 것으로 예상

○ 1971~2014년 기간 동안 1차에너지 공급 비중은 원자력, 석탄, 석유가 감소하고 천연가스와 재생에너지는 증가하였으며, 최종에너지 소비 비중은 석탄과 석유가 감소하고 천연가스, 전기, 재생에너지 증가

- 2014년 기준, 최종에너지 소비 중 신재생에너지 비중은 전기의 27.4%, 냉난방의 12.5%, 수송연료의 5.6%

○ 2035년까지 1차에너지 공급과 최종에너지 소비의 원별 비중은 지금까지와 비슷한 추세를 보일 것으로 예측

□ 발전량은 1971~2014년 기간 동안 지속적으로 증가하였으며, 특히 원자력 발전이 감소한 대신 신재생에너지 발전이 대폭 증가하였으며, 2035년까지도 신재생에너지 발전 증가세는 계속 유지될 전망

○ 발전량은 석탄과 원자력 발전(1971년 28% → 2014년 16%→2035년 0%) 비중이 감소하고, 천연가스와 재생에너지 발전(4→28→65%) 비중은 증가

□ 온실가스 배출은 지속적 감소 추세를 유지하고 있으며, 2009년부터는 교토의정서 목표를 초과하여 감소중이며 2035년까지 지속 감소 예상

○ 온실가스 배출은 1990년 대비 2012년 23%, 2014년 27.7% 감소

○ 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 2014년에 1990년 대비 23% 감소

13) 2015년에 처음으로 'Climate Action Report 2015' 발간

14) 연방 환경자연보존건물핵안전부(BMUB)가 기후행동프로그램의 추진을 지원하고 추가적인 정책수단을 개발하기 위해 운영하는 전문가 집단

- 에너지전환과 수송부문이 가장 큰 배출 비중 차지
- 인구 증가와 1인당 GDP의 증가에 따른 배출 증가 요인을 상쇄하는 수준으로 에너지 원단위와 CO_2 원단위가 개선됨으로써 전체적으로 감소

○ 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 2035년 48% 감소할 전망

[에너지 정책 및 계획 관점]

□ 기후변화 등 환경쟁점을 에너지정책과 통합하면서 장기적이고 일관된 기후변화 대응 정책을 수립하여 시행

○ 미래를 위해 '에너지 컨셉 2050' 과 '에너지 전환(Energiewende)'을 발표하고, 국가 경쟁력을 계속 유지하면서 생태적으로 지속가능한 사회를 구축하고자 세계적으로 가장 도전적인 온실가스 감축목표를 제시

- 온실가스 배출량을 1990년 대비 2020년까지 최소 40% 감축하고 2050년까지 80～95% 감축

○ 특히 2022년까지 17기의 원자력발전을 점진적으로 폐기한다고 선언한 상태에서 우리나라보다 열악한 자연환경(특히 태양에너지)에도 불구하고 화석연료 사용을 줄이는 지속가능한 친환경 사회 구축에 노력

○ 에너지 전환이라는 에너지 분야의 개혁을 통해 독일은 화석에너지 및 원자력 에너지의 시대를 마감하고, 지속 가능한 저탄소 미래에너지의 시대를 향해 전진 중

□ 에너지정책과 기후보호정책을 통합한 기후·에너지 정책의 주요 핵심 과제는 에너지효율의 증진과 재생에너지 이용확대

○ 온실가스의 주배출원인 에너지부문에 주목하고, 경쟁력 확보, 에너지수급의 안정성 확립 그리고 친환경적인 에너지이용의 3대 정책기조 하에 에너지효율의 증진과 재생에너지 이용확대의 두 가지 축을 기반으로, 2050년까지 단계적으로 온실가스 감축, 신재생에너지 확대, 에너지소비량을 감축

○ 환경 및 기후 문제를 해결하는 동시에 대외 경쟁력을 갖춘 새로운 사업분야와 일자리 창출을 유도하는 일석이조의 효과 기대

□ 주요성과는 온실가스 감축과 경제성장의 탈동조화에 성공한 대표적 롤모델 국가로 부상

○ 2014년의 경우 온실가스 배출량이 1990년 대비 27.7% 감소한 반면 경제는 견고한 성장국면이 지속되면서 1.6% 증가

○ 원전폐쇄에 따른 전력공급 대체를 위해 신재생에너지 기술 개발, 에너지효율 제고 신기술 개발 그리고 이를 통한 에너지수입의존도 개선(자급률 향상) 및 비용감소 등에 힘입어 경제가 꾸준히 성장

[에너지 정책 이행수단 관점]

□ 발전차액지원제도(FIT)가 신재생에너지 보급 확대에 가장 중요한 역할

○ 2000년에 재생에너지법(EEG) 발효 이후 신재생에너지 비중이 지속 증가하였으며, 현재는 EU 지침과의 합치성 제고와 가격 안정화를 목적으로 관련 법 개정 중

○ 민간부문의 적극적인 신재생에너지 설비 구축 효과 창출

- 2012년의 경우 독일 태양광 설비의 50%와 풍력 설비의 54%는 기업체 소유가 아니라 개인이나 농장주의 소유이며, 이들이 투자한 금액은 1,000억$ 규모

□ 전력부문이외에 열에너지부문에도 신재생에너지 보급 확대 정책을 도입

○ 건물부문의 신재생 열에너지 활용을 촉진하기 위하여 '재생에너지난방법(EEWärmeG)'을 2009년 도입하고, 신재생에너지 열원 비중을 2020년까지 14%로 상향하는 목표 추진 중

□ 장기적인 기후변화·에너지정책 목표 달성을 위한 종합적이고 체계적인 정책 이행수단을 선도적으로 마련

○ 세계 최초의 발전차액지원제도(FIT)은 물론 재생에너지난방법, 열병합확대법, 에너지효율에관한국가행동계획(NAPE), 개별자동차의연비에관한기준 등을 도입하고 각종 정책 수단의 이행 상황을 모니터링 중

○ 이외에도 2016년 9월 독일 연방상원의원(Bundesrat)은 2030년부터 화석연료(휘발유 및 경유)를 사용하는 신규 내연기관 자동차의 판매를 금지하는 결의안을 통과시키는 등 에너지전환 목표 달성을 위한 다각적이고 선도적인 정책 노력을 경주

□ 국민적 동의하에 도입되는 에너지・기후 정책 수단

○ 원전폐쇄에 대한 공감대 형성, FIT 지원금의 최종 전기 소비자 요금 부과 등 부담을 감내할 수 있는 국민적 동의와 정책수단에 대한 지지

- 에너지전환정책에 대한 설문조사에서 독일 국민의 66%가 기후변화의 심각성을 인식하고 있었으며 79%가 에너지효율성 제고와 기후변화 대응이 경제성장과 일자리 창출에 도움이 된다고 응답[15)]

15) "독일 에너지전환 정책의 추이와 시사점", KERI Brief, 16-04

제 4 절 영국

1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이

가. 에너지소비량 분석

1) 1차에너지 공급

□ 영국의 1차에너지 공급은 1971년 209백만 toe에서 2014년 179백만 toe로 14% 감소(연평균 0.4% 감소). 1996년 226백만 toe로 정점에 도달

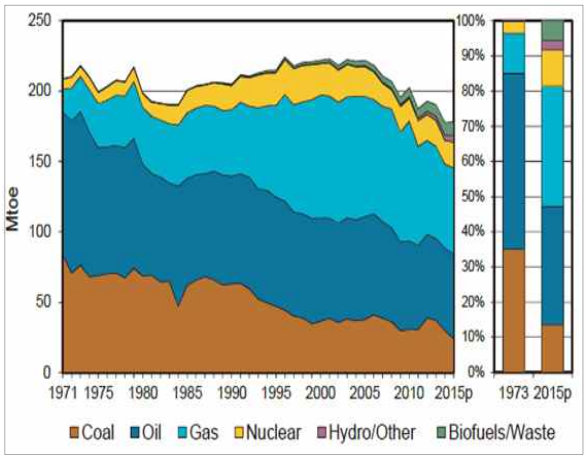
○ 영국의 1차에너지 공급은 1차 석유위기(70년대 초), 2차 석유위기(80년대 초) 기간 감소 후 증가하였으나, 1996~2005년 안정화 시기 이후 감소 추세

○ 1990년대 중반 이후 1차에너지 공급의 감소 원인으로, 산업의 부가가치 비중이 감소하고, 2008년 중장기 온실가스 감축목표를 명시한 기후변화법 제정, 2008년 금융위기 등이 복합적으로 작용

○ 1차에너지 원별 비중 추이는 석탄과 석유의 감소, 가스, 원자력, 재생에너지 증가

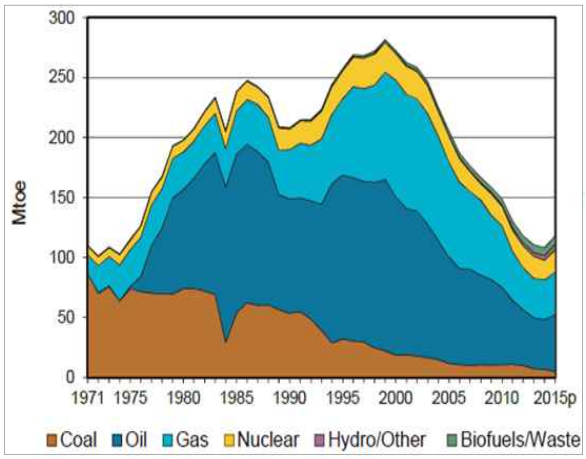
- 2014년 석탄 17%, 석유 33%, 천연가스 34%, 원자력 9%, 재생 및 기타 8%

○ 1960년대 북해지역에서 석유 및 가스 매장량 발견 후 90년대 중반까지 석유, 가스 생산을 늘려왔으나, 북해 유전의 노후화로 인해 1999년을 정점으로 감소. 에너지 자급률(에너지생산/1차에너지공급)은 2000년대 초 100%를 초과(2000년 122%)하였으나, 2014년 65% 수준



[그림 2-56] 영국의 1차에너지 공급

출처 : IEA, 2016d



[그림 2-57] 영국의 에너지 생산

출처 : IEA, 2016d

2) 최종에너지 소비

□ 영국의 최종에너지 소비는 1971년 134백만 toe에서 2014년 123백만 toe로 9% 감소(연평균 0.2% 감소). 1996~2004년 소비 안정화 이후 감소

□ 부문별 비중은 산업부문이 감소한 대신, 수송, 가정, 상업 및 공공부문 증가

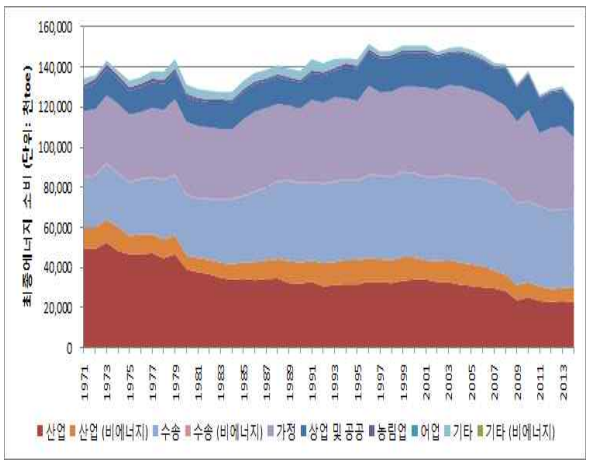
○ 1971년 산업 45%, 수송 19%, 가정 24, 상업 및 공공 8%, 기타 4%

○ 2014년 산업 24%, 수송 32%, 가정 29%, 상업 및 공공 13%, 기타 2%

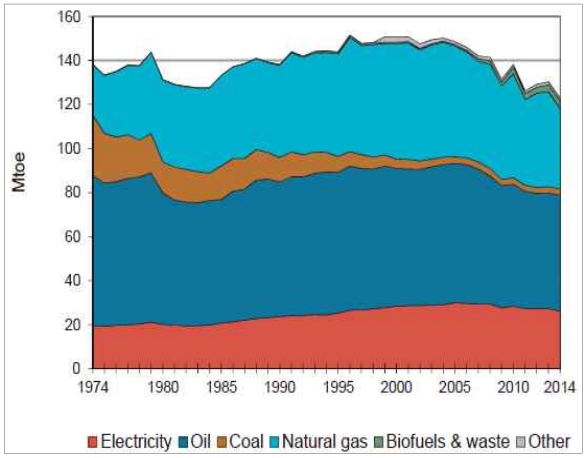
□ 원별 소비 비중은 석탄과 석유의 감소, 천연가스, 전기, 재생에너지의 증가

○ 1971년 석탄 30%, 석유 50%, 천연가스 6%, 전기 13%, 열 0%, 재생에너지 0%

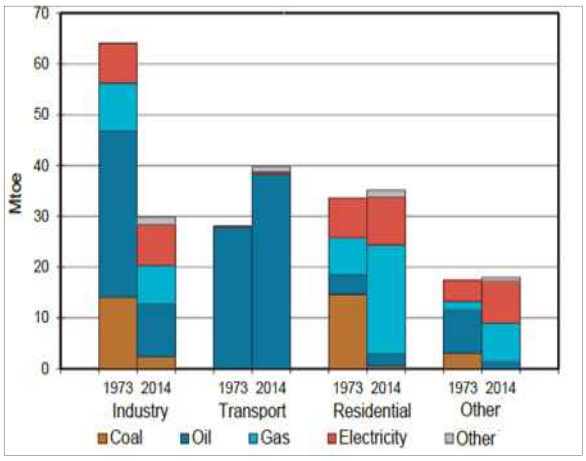
○ 2014년 석탄 2%, 석유 43%, 천연가스 30%, 전기 21%, 열 1%, 재생에너지 3%



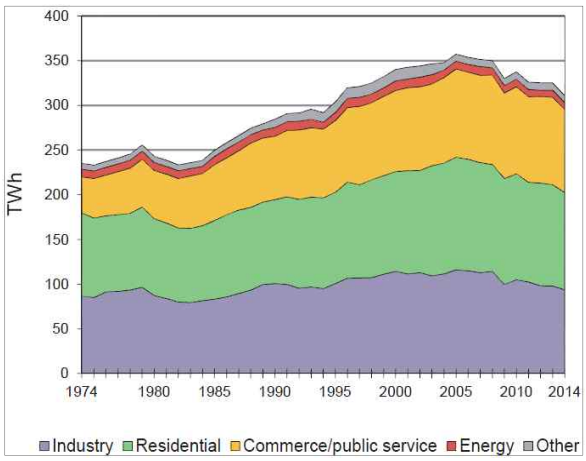
[그림 2-58] 영국의 부문별 최종에너지 소비
자료 출처 : IEA, 2016e



[그림 2-59] 영국의 연료별 최종에너지 소비 추이
출처 : IEA, 2016b



[그림 2-60] 1973~2014년의 부문별 및 원별 소비
출처 : IEA, 2016d



[그림 2-61] 영국의 부문별 전기 소비 추이
출처 : IEA, 2016b

3) 발전량 및 발전설비용량

□ 영국의 발전량은 1971년 256TWh에서 2014년 336TWh로 31% 증가(연평균 0.6% 증가)

□ 영국의 발전량 구성비는 석탄과 석유의 비중이 감소하고, 천연가스와 재생에너지의 비중이 증가

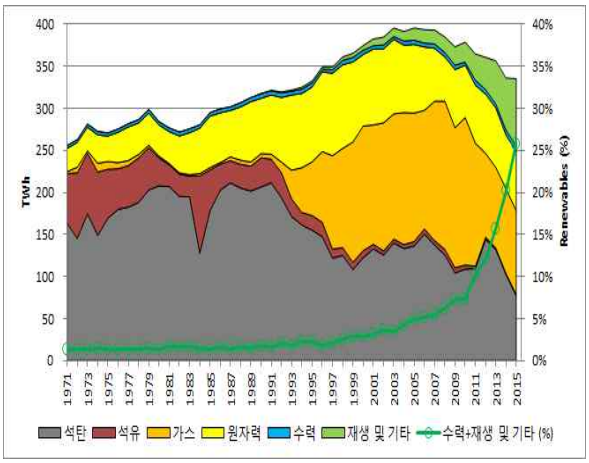
○ 1990년 석탄 65%, 천연가스 2%, 석유 11%, 원자력 21%, 재생 및 기타 2%

○ 2014년 석탄 30%, 천연가스 30%, 석유 0%, 원자력 19%, 재생 및 기타 20%

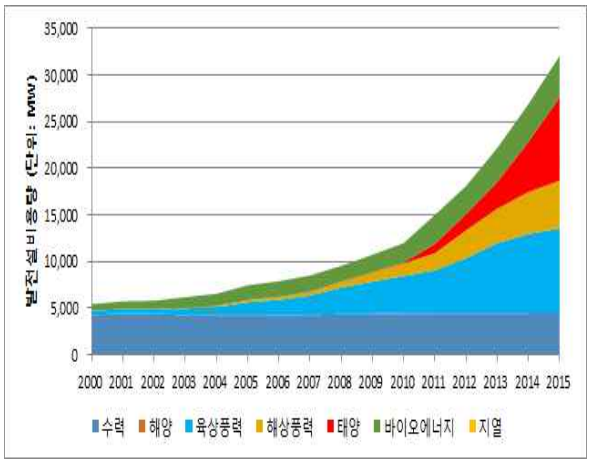
□ 2014년 영국의 총 발전설비용량(97GW)에서 재생에너지가 27%(26GW) 차지

○ 수력 4.5GW, 풍력 13.0GW, 태양 5.4GW, 바이오매스 및 폐기물 3.1GW

○ 2000~2014년 기간 육상풍력과 해상풍력, 태양에너지 설비용량은 각각 연평균 24%, 65%, 76%씩 빠르게 성장



[그림 2-62] 영국의 연료별 발전량
출처 : IEA, 2016e



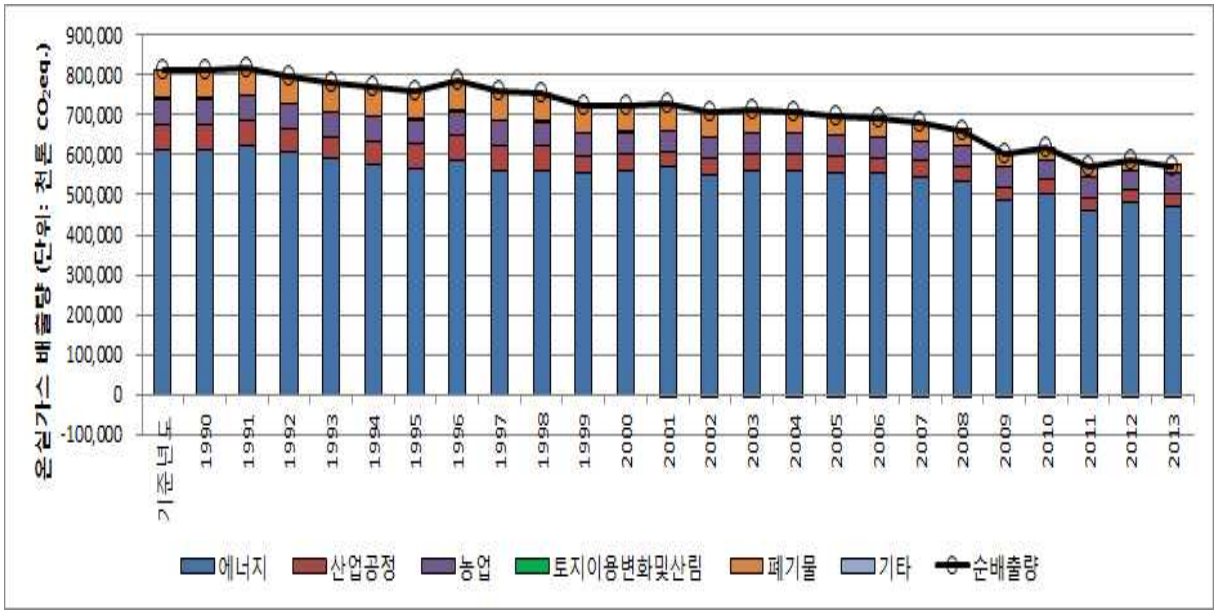
[그림 2-63] 영국의 재생에너지 발전설비용량
자료 출처 : IRENA Statistics Dashboard

나. 온실가스 배출 추이

1) 국가 온실가스 인벤토리 추이

□ 영국의 온실가스 순배출량은 2013년 약 5.7억 $tCO_2eq.$ 수준이며, 교토의정서 목표의 기준년도인 1990년 대비 30% 감소

○ 2013년 기준으로 에너지부문 온실가스 배출이 영국의 순배출량에서 차지하는 비중은 82% 수준. 산업공정 6%, 농업 9%, 폐기물 4%, 토지이용변화 및 산림이 -1%를 차지



[그림 2-64] 영국의 온실가스 인벤토리 추이

자료 출처 : DECC, 2015b

2) 연료연소로 인한 CO_2 배출량 추이

□ 영국의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 2014년 408백만 tCO_2이며, 1971년 대비 34% 감소, 1990년 대비 26% 감소, 2005년 대비 23% 감소

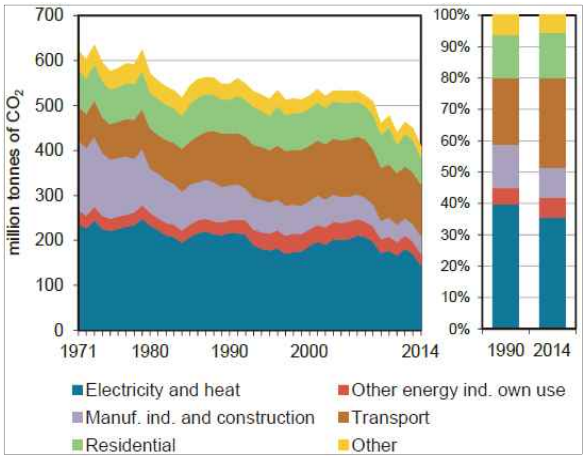
○ 2014년 부문별 배출량 비중은 전기 및 열 생산 36%, 기타 에너지 산업의 자가 소비 6%, 제조업 및 건설업 10%, 수송 28%, 기타 20%이며, 에너지전환부문과 수송부문이 가장 큰 비중을 차지

□ CO_2 배출량의 지수 분해(Kaya의 분해 항등식, 1990=1)

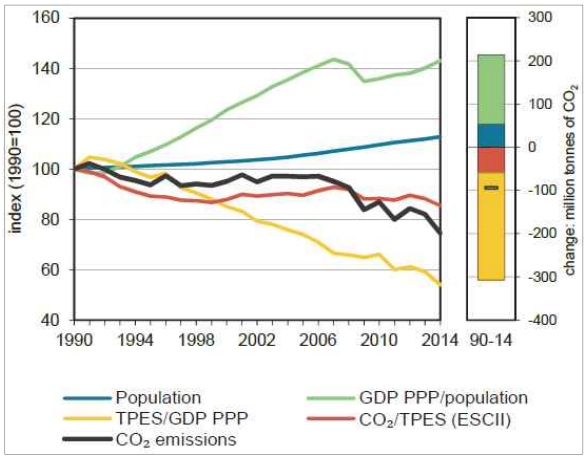
○ 1990~2014년 기간 영국의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 26% 감소

○ 동일 기간 영국의 인구는 13% 증가, 1인당 GDP(구매력 고려)는 43% 증가, GDP당 1차에너지 공급(에너지 원단위)은 46% 감소, 1차에너지 공급당 CO_2 배출(CO_2 원단위)은 15% 감소

○ 1990~2014년 기간 인구 증가와 1인당 GDP의 증가를 상쇄하는 수준으로 에너지 원단위와 CO_2 원단위가 개선됨으로써 연료연소부문 CO_2 배출량은 감소



[그림 2-65] 영국의 연료연소부문별 CO_2 배출량
출처 : IEA, 2016a



[그림 2-66] 영국의 연료연소 CO_2 배출량 분해
출처 : IEA, 2016a

다. 에너지소비 및 CO_2 배출 전망

1) 1차에너지 공급 전망

□ 영국의 기준 전망(기존 및 계획된 정책 반영)에 따르면, 2035년 영국의 1차 에너지 공급은 2013년 대비 6% 감소할 전망

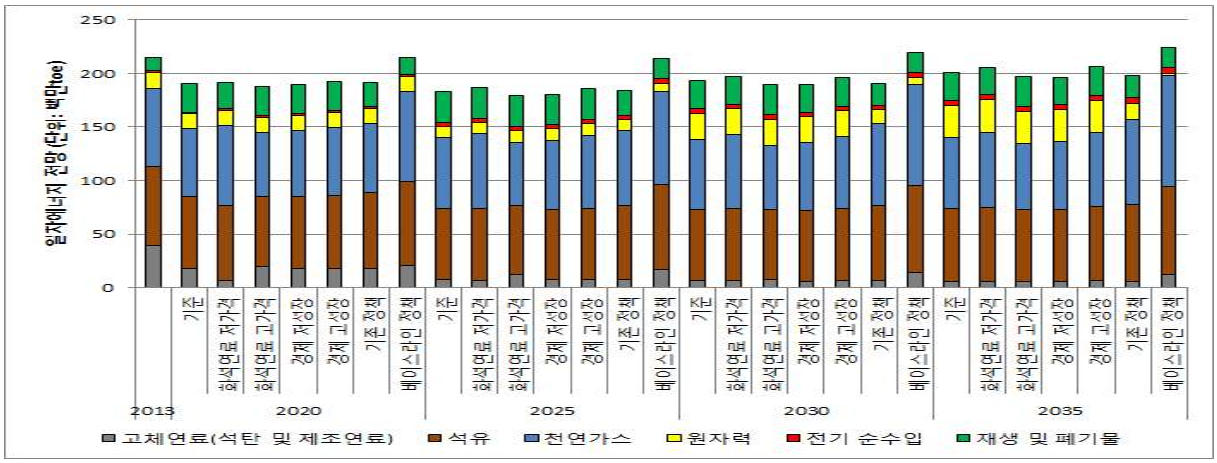
○ 기타 시나리오들의 2035년 1차에너지 공급의 2013년 대비 증감률을 보면, 화석연료 저가격 시나리오 4% 감소, 화석연료 고가격 시나리오 8% 감소, 경제 저성장 시나리오 9% 감소, 경제 고성장 시나리오 4% 감소, 기존 정책 시나리오 8% 감소, 베이스라인 정책 시나리오 4% 증가

□ 기준 시나리오의 2035년까지 1차에너지 원별 연평균 증가율

○ 석탄 -8.1%, 석유 -0.4%, 가스 -0.5%, 원자력 3.1%, 재생(수력 등) 3.5%, 전기 수입 6.0%

□ 기준 시나리오의 2035년 1차에너지 원별 비중을 보면, 석탄의 비중은 감소하고, 원자력과 재생에너지의 비중이 증가할 전망

- 2013년 석탄 18%, 석유 34%, 가스 34%, 원자력 7%, 재생(수력 등) 6%, 전기 수입 1%
- 2035년 석탄 3%, 석유 34%, 가스 33%, 원자력 15%, 재생(수력 등) 13%, 전기 수입 2%



[그림 2-67] 영국의 1차에너지 전망

자료 출처 : DECC, 2015a

주. 기준 시나리오는 화석연료 가격 및 경제성장 전망의 중앙값에 근거하고, 기존 및 계획된 정책을 반영함. 기존 정책 시나리오는 화석연료 가격 및 경제성장 전망의 중앙값에 근거하나, 계획된 정책은 반영 안됨. 베이스라인 정책 시나리오는 화석연료 가격 및 경제성장 전망의 중앙값에 근거하나 2009년 7월의 저탄소전환계획 이전의 기존 정책만을 반영

2) 최종에너지 소비 전망

□ 영국의 기준 전망(기존 및 계획된 정책 반영)에 따르면, 2035년 영국의 최종에너지 소비는 2013년 대비 2% 감소할 전망

○ 기타 시나리오들의 2035년 최종에너지 소비의 2013년 대비 증감율을 보면, 화석연료 저가격 시나리오 1% 증가, 화석연료 고가격 시나리오 4% 감소, 경제 저성장 시나리오 4% 감소, 경제 고성장 시나리오 1% 증가, 기존 정책 시나리오 2% 감소, 베이스라인 정책 시나리오 11% 증가

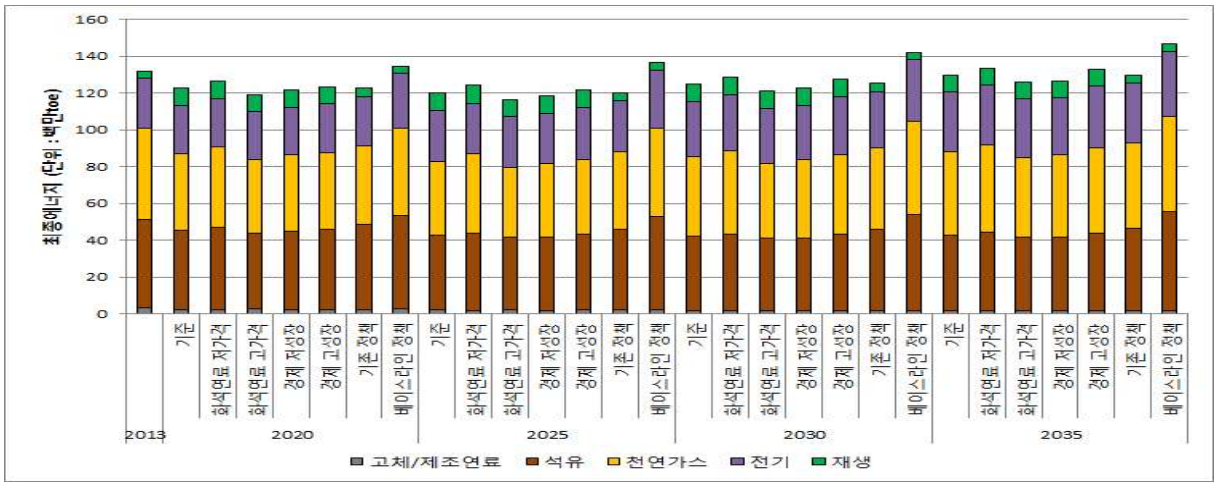
□ 기준 시나리오의 2035년까지 최종에너지 원별 연평균 증가율

○ 석탄 -3.2%, 석유 -0.7%, 가스 -0.4%, 전기 0.8%, 재생(수력 등) 3.9%

□ 기준 시나리오의 2035년 최종에너지 원별 비중은 석탄, 석유, 가스의 비중이 약간 감소하는 대신, 전기, 재생에너지의 비중은 약간 증가

○ 2013년 석탄 2%, 석유 37%, 가스 37%, 전기 21%, 재생 3%

○ 2040년 석탄 1%, 석유 32%, 가스 35%, 전기 25%, 재생 7%



[그림 2-68] 영국의 최종에너지 소비 전망

자료 출처 : DECC, 2015a

3) 발전량 전망

□ 영국의 기준 전망(기존 및 계획된 정책 반영)에 따르면, 2035년 영국의 순발전량은 2013년 대비 7.0% 증가할 전망

○ 기타 시나리오들의 2035년 발전량의 2013년 대비 증감률을 보면, 화석연료 저가격 시나리오 7.2% 증가, 화석연료 고가격 시나리오 6.7% 증가, 경제 저성장 시나리오 1.9% 증가, 경제 고성장 시나리오 12.2% 증가, 기존 정책 시나리오 6.1% 증가, 베이스라인 정책 시나리오 18.4% 증가

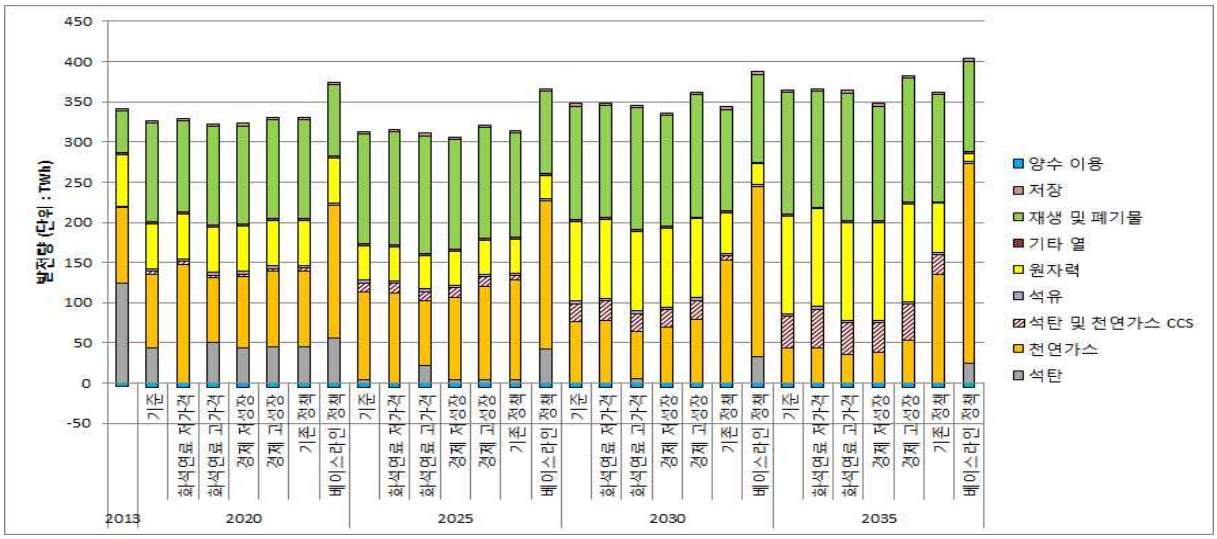
□ 기준 시나리오의 2035년까지 발전량 원별 연평균 증가율을 보면, 화력발전은 CCS 부착된 화력발전으로 대체되더라도 감소 추세이며, 원자력과 재생 및 기타는 증가 추세

○ 화력 및 CCS －4.2%, 원자력 2.9%, 재생 및 기타 4.9%

□ 기준 시나리오의 2035년 발전량 원별 비중은 석탄과 가스 발전은 감소하는 대신, CCS, 원자력, 재생 및 기타의 비중은 증가

○ 2013년 석탄 37%, 가스 28%, 석유 1%, 원자력 19%, 재생 및 기타 16%

○ 2035년 석탄 0%, 가스 12%, 석탄 및 가스 CCS 11%, 석유 1%, 원자력 34%, 재생 및 기타 42%



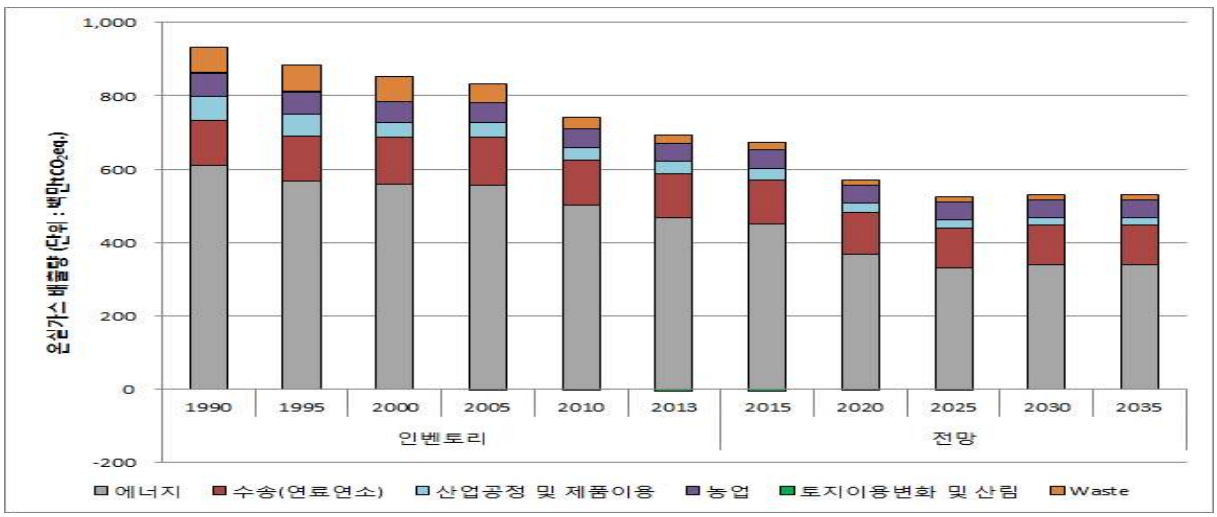
[그림 2-69] 영국의 발전량 전망

자료 출처 : DECC, 2015a

4) 온실가스 배출량 전망

□ 영국의 기준 전망에 따르면, 2035년 영국의 온실가스 순배출량(국제 벙커링 제외)은 1990년 대비 48% 감소, 2013년 대비 26% 감소할 전망

□ 영국의 기준 전망에 따르면, 2035년 영국의 에너지부문 온실가스 배출량(국제 벙커링 제외)은 1990년 대비 39% 감소, 2013년 대비 23% 감소할 전망



[그림 2-70] 영국의 연료연소부문 CO_2 배출량 전망

자료 출처 : DECC, 2015b

2. 에너지 정책 및 이행수단

가. 에너지 정책 및 계획 현황

1) 영국의 에너지 정책 동향

□ 영국의 저탄소 에너지 정책은 1990년대부터 서서히 관심을 받아오다가 2000년에 최초의 종합적인 대책인 **기후변화프로그램(Climate Change Programme for the UK)**이 수립되면서 자리를 잡게 됨

○ 교토의정서의 목표 달성과 함께 2010년에 1990년 대비 온실가스를 20% 감축한다는 목표 달성을 위하여 영국 온실가스 정책의 기본 틀이 되는 기후변화프로그램을 발표함과 동시에 기후변화세, 배출권 거래제 등을 선제적으로 도입

□ 2007년 브라운 총리가 당선된 후 2008년에 에너지 정책과 기후변화 정책을 포괄적으로 다루고자 기후변화에너지부(DECC)를 창설하고, 세계에서 최초로 **기후변화법**을 제정하여 시행하는 등 본격적인 발전의 시기를 맞음

[그림 2-71] 영국의 주요 에너지 정책

□ 2009년에는 기후변화법에 명시되어 있는 감축목표를 달성하기 위해 2008년부터 2027년까지 배출 상한을 정해 단계별로 추진해 나가는 **탄소예산(Carbon budget)**을 발표

○ 이어 7월에는 전 부문을 아우르는 저탄소 로드맵을 제시하는 **저탄소 전환계획 (The UK Low Carbon Transition Plan)** 발표

□ 이후, 환경을 고려한 산업계 경제성장 전략에 관한 저탄소산업전략(Low Carbon Industrial Strategy), 재생가능에너지전략(Renewable Energy Strategy), 저탄소 수송녹색 미래(Low Carbon Transport: A greener Future)를 모두 포함하는 **탄소계획(The Carbon Plan: Delivering our low carbon future)** 발효

□ 2014년 4월에 EU 에너지효율 지침(2020년까지 2007년 대비 20% 에너지 절감)을 달성하기 위해 **에너지효율 액션플랜(UK-NEEAP)** 수립

2) 주요 에너지 정책 및 계획

□ 기후변화법(Climate Change Act, 2008)

○ 영국의 온실가스 감축 목표 설정 및 기후변화 적응력 강화를 위한 제도적 기반으로 2008년 기후변화법(Climate Change Act)을 수립하였으며, 세계 최초로 온실가스 감축목표에 법적 구속력 부여

○ 국제사회에서 영국의 강력한 리더십 확보 및 산업계가 확신을 가지고 투자와 계획을 세울 수 있도록 경제·사회적 인센티브 제공을 목적으로 함

- 총 6부문 101조항으로 구성

- 2050년 감축목표 및 배출총량예산산정, 기후변화위원회 설립, 탄소거래제도, 기후변화 영향과 적응, 기타 조항, 보조 조항 의결

○ 온실가스를 2050년까지 1990년 대비 80%(2020년까지 26%) CO_2를 감축하고, 2050년까지 온실가스 감축을 위한 탄소예산제도(Carbon Budgeting System)를 2009년부터 2050년까지 수립

- 기후변화법에 따라 5년마다 영국 내 온실가스 배출 상한선을 정하고 이를 달성하며, 우선 1기(2008~2012년), 2기(2013~2017년), 3기(2018~2022년)로 나눠 탄소예산(Carbon Budgets)을 책정하여 추진

<표 2-7> 기후변화법에 따른 탄소예산 기간 구분

구분	기간	내용
제1기	2008～2012년	온실가스 배출량을 1990년 대비 22% 감축
제2기	2013～2017년	온실가스 배출량을 1990년 대비 28% 감축
제3기	2018～2022년	온실가스 배출량을 1990년 대비 34% 감축

○ 독립적이고 전문적인 기관으로 기후변화위원회를 창설하여 매년 정부에 온실가스 배출 목표량을 권고하고 진행상황에 대하여 의회에 보고서 제출

○ 기후변화・에너지 문제 대응을 위하여 기후변화에너지부(Department of Energy and Climate Change, DECC)를 설립하였으며, R&D는 영국 전체 R&D 시스템을 주관하는 기업혁신기술부(Department of Business, Innovation and Skills, BIS)와의 연계・협력 하에 추진

□ 저탄소 전환계획(The UK Low Carbon Transition Plan, 2009)

○ 기후변화법 제12조와 제14조 규정에 의해 2009년에 저탄소 전환계획이라는 백서를 출간하고 의회에 제출함

- 2020년까지 탄소배출을 2008년 대비 18% 감축(1990년 대비 1/3 이상 감축)한다는 영국의 기후변화대응 목표 관련 종합계획의 의미
- 전력, 가정 및 지역공동체, 작업장, 운송・교통, 농장・토지와 폐기물 관리 및 2050년까지의 로드맵과 북아일랜드, 스코틀랜드, 웨일즈 지역에 대한 추가 조치에 대한 DECC의 정책을 포함함

○ 전력부문에서의 목표 및 이행계획

- 2008년 영국 전력의 3/4은 석탄과 가스에서 나오며, 전력 및 중공업부문의 탄소배출 비중은 전체 배출량의 35% 차지
- 2020년까지 전력의 약 40%를 저탄소 에너지원으로부터 공급받을 수 있도록 하고, 전력 및 중공업부문에서 2008년 대비 탄소배출량을 22% 감축하도록 목표 설정

○ 가정 및 지역공동체에서의 목표 및 이행계획

- 에너지를 보다 효율적으로 이용하고 저탄소 에너지를 이용함으로써 2050년까지 가정에서 배출하는 탄소량을 거의 0에 가깝도록 감축
- 가정에서 사용하는 에너지의 3/4은 난방과 온수에 이용되고, 대부분은 가스 보일러에서 발생(영국 온실가스 배출량의 13% 차지)

○ 작업장에서의 목표 및 이행계획

- 영국 탄소배출량의 20% 정도가 작업장에서 배출
- 2020년 계획은 2008년 작업장 배출량의 13%를 감축, 해상풍력, 해양에너지, 저탄소 건설 및 초저탄소 차량과 같은 저탄소부문에서 친환경 생산의 세계적 중심 입지 구축 목표

- 2050년까지 모든 작업장은 온실가스 배출량을 줄이기 위해 에너지를 적게 사용하는 동시에 청정에너지 사용을 늘려 매년 수십억 파운드를 절감할 계획

○ 토지・폐기물부문에서의 목표 및 이행계획

- 농지와 토지 이용 및 폐기물에서의 탄소 배출이 영국 전체 배출의 11% 차지
- 2020년 계획은 2008년 배출량의 6% 수준으로 감축 목표 설정

○ 운송・교통부문에서의 목표 및 이행계획

- 2008년 기준 영국 탄소배출량의 15%가 운송부문에서 배출되며, 2050년에는 상당량이 감축될 전망
- 석유는 당분간 계속 중요한 연료가 될 것으로 전망되며, 석유에 대한 국가적 차원의 안정적 공급계획 수립 필요
- 2020년 계획은 2008년 배출량의 14% 감축, 저탄소 국가로의 이행 기간 동안 필요한 석유 공급량 확보

□ 에너지효율 액션플랜(NEEAP, 2014.)

○ EU 에너지효율 지침(2020년까지 2007년 대비 20% 에너지 절감)을 달성하기 위하여 CRC(탄소감축서약), 그린딜, ECO(공급자 효율의무) 시책을 포함하는 에너지효율 액션플랜을 수립

- 2007년 최종에너지 대비 18% 감축, 120.2백만 toe

○ 전력부문의 경우, 2020년까지 총 19개 시책을 추진하여 약 467TWh를 감축 예정

- 탄소배출감축 116TWh, 건물규제 132TWh, 스마트미터26TWh, ESOS(진단) 16TWh 등

○ 에너지공급자 에너지절약 의무화(ECO) 제도를 통하여 에너지기후변화부(DECC)와 가스・전기시장청(Ofgem)은 에너지공급자에게 CO_2 감축 의무 부과

- 기존 2001년에 도입된 에너지효율의무화(EEC) 및 2008년에 도입된 탄소감축 목표제(CERT)를 강화하기 위해 만든 제도임

□ 최근 결정된 영국의 EU 탈퇴(BREXIT)는 향후 영국의 기후변화 대응 정책 방향 등에 대한 검토의 계기가 될 것으로 전망

○ (온실가스 감축 목표) 당초 영국의 온실가스 감축목표는 EU와 동일하였으나,

EU 탈퇴로 인해 독자적인 온실가스 감축 목표를 수립할 가능성 존재

- 2030년 배출량을 1990년 대비 40%로 감축 등

○ (기후변화 정책의 중요도) 영국 기후변화 정책에 대한 방향타를 쥘 테레사 메이 총리의 입장이 아직 명확히 표명되지 않은 상태

나. 에너지 정책 이행수단 현황

□ 영국의 에너지 정책 관련 정부기관

○ 영국에서 에너지 및 재생에너지 정책의 주무 부처는 에너지·산업전략부(Department for Business, Energy & Industrial Strategy)

- 과거에는 에너지기후변화부(Department of Energy & Climate Change)가 에너지 정책 전반을 관장하였으나 2016년 6월 에너지·산업전략부로 통합
- 기업 및 규제개혁부: 신재생에너지 관련 기업과 정부 간 협력 및 전략 기획
- 가스 전력시장국: 전력공급업체의 신재생에너지 의무비율 준수 감독

1) 온실가스 배출 저감 이행수단

□ 기후변화부과금(Climate Change Levy, CCL) 제도

○ 온실가스를 배출하는 산업계의 다양한 연료소비에 세금을 부과하는 정책으로 2001년 4월 시행되었으며 2023년까지 시행 계획

- 과세대상은 산업부문에서 소비하는 천연가스, 석탄, 전력에 한정하고 가정 및 수송부문, 재생에너지에 의한 발전, 열병합 발전은 과세대상에서 면제
- 2016년 기준 세율은 전력 0.00559£/KWh, 도시가스 0.00195£/KWh, LPG는 0.01251£/Kg, 그 외 석탄 등이 0.01526£/Kg[16)]

○ CCL은 탄소 함유량이 아닌 부피기준으로 과세 되어있어 엄격한 탄소세라 하기는 어려움이 있음

○ CCL을 통해 확보한 세수는 사용자에 대한 국민보험 부담액 삭감, 에너지 효율화 및 재생에너지 지원계획을 통해 기업에 환원

16)https://www.gov.uk/government/publications/rates-and-allowances-climate-change-levy/climate-change-levy-rates

□ 배출권 거래제(Emissions Trading System) 제도

○ 영국의 배출권 거래제는 기후변화부담금제도(CCL)의 효과를 극대화하기 위한 자발적인 메커니즘으로 2002년 4월부터 운영

○ 영국 정부가 2억 1,500만 파운드 자금을 조성하여 거래참여 기업들의 입찰을 통해 최초거래가 이루어졌으며, 할당된 감축목표 이하로 배출을 줄일 경우 배출허가권을 거래

- 참여는 자발적이라 하더라도 참여자들은 평균 배출량 이하로 배출을 줄여야 하고 목표달성에 실패할 경우 부족분을 인정하고 제재를 받도록 설계

○ 영국의 배출권거래제는 배출감축의 효과성과 유동성을 향상시키기 위한 것으로 CCL이나 CCAs와 연계되며, 개인이나 조직들도 거래 촉진을 위해 거래 계정 개설 가능

□ 기후변화협약(CCAs) 제도

○ 기업이 자발적으로 에너지사용이나 CO_2 배출 감축 목표를 정하여 정부와 협약을 맺으면 이들 기업에 대해 CCL을 80% 경감해주는 제도

- 기후변화세가 에너지 집약산업의 경쟁력을 잠재적으로 위협할 수 있다는 인식 하에 추진(윤순진, 2007)

- 단, 에너지소비를 적극적으로 줄여야 하는 업체들이 에너지절감에 대한 유인을 갖기 어렵다는 논란이 존재

○ 7000개 이상의 기업이나 사업소가 참여하고 있으며 협약기업들은 2년 마다 중간목표와 최종목표를 설정 필요

- 감축목표 달성 기업은 영국 배출권거래 시장에서 배출권 거래가 인정되며, 목표에 미달한 경우 최소한 다음 2년간 CCL 감면혜택 제외

□ 탄소배출기준(Emissions Performance Standard, EPS)

○ 영국은 2010년 모든 화석연료발전에 대해 450gCO_2/kWh의 기준을 책정하였으며, 신규 석탄발전은 탄소포집장치(CCS) 없이는 신규 허가 불가

- 석탄화력의 배출량이 900g/kWh 임을 감안하면 사실상 신규 석탄화력 발전소를 발전원에서 배제

- CCS를 부착한 석탄가스화 복합화력 발전의 배출량은 260gCO_2/kWh, 신형 복합가스 터빈 발전의 배출량이 350~380gCO_2/kWh

2) 신재생에너지 확대 이행수단

□ 재생에너지 공급의무(Renewable Obligation, RO)

○ 전기 공급자가 전기 생산의 일정 비율을 재생에너지를 통해 공급하는 제도로 2002년 도입되어 2027년까지 시행 예정

- 의무비율을 달성하지 못한 공급자는 재생에너지 발전회사로부터 재생에너지 전력을 직접 구매하거나 신재생에너지 발전 의무 인증서를 시장에서 구매해야 함
- 의무비율은 2002년 3.0%에서 시작하여 2016년 29%로 확대 되었으며 인증서 가격은 2016년 기준 £44.33/MWh
- 재생에너지 공급의무제도를 통해 조성된 재원은 재생에너지 개발확대 및 사용촉진을 위해 의무를 달성한 사업자들에게 환급

○ RO제도는 2017년 이후 신규프로젝트에 대한 승인이 불가하며 차액정산계약 방식(Contract for Difference, CfD)으로 대체 예정

□ 발전차액지원제도(Feed-In Tariff, FIT)

○ 2010년 영국은 주거용, 사업체 및 지역사회가 소유한 5MW 미만의 소규모 재생에너지 시설에 대해 발전차액지원제도 도입

- 생산된 전기를 전력망에 송전하지 않고 자가 사용하는 경우도 포함

○ FIT 기간은 10~25년 정도이며, 지원 대상은 수력, 혐기성소화, 풍력 및 태양광

- 신규공급자에 대한 기준금액은 분기별로 조정

○ 2015년 FIT 검토 보고서에서 신규 설비에 지급하는 FIT 수준을 대폭 낮추고 2019년 모든 신규 지원을 전면 폐지할 것을 제안

- 재생에너지가 충분히 가격 경쟁력을 갖추었다고 판단하여 FIT 지원 수준을 수정하여 무분별한 발전설비 증설 방지, 소비자 비용 부담절감 등을 기대
- 육상풍력발전의 경우 2016년 4월부터 보조금 지원을 중단하고 가정용 태양광 발전도 2016년 2월부터 현재보다 65% 축소하기로 결정[17)]

□ 재생에너지 열 보조금(Renewable Heat Incentive, RHI)

○ 2011년 세계최초로 재생열에너지를 고정가격으로 매입해 주는 재생열지원 제도를 도입

17) 에너지경제연구원 월간 에너지 이슈(2016.01)

○ 1단계로는 비주택부문의 공기 히트펌프, 바이오 가스, 지열, 바이오매스, CHP, 지열 및 태양열 시설에 대해 20년간 적용

- 열원가격은 에너지원별로 상이하며 2015년 기준가격은 대형 바이오매스 발전이 2.03Tariffs p/kWth로 가장 낮고 , 태양열 발전이 10.16Tariffs p/kWth로 가장 높음

○ 2014년부터 시작하는 2단계에서는 주택부문에 대해서도 RHI를 적용하여 7년 동안 고정가격 보장

- 기준 가격은 바이오매스 보일러 시설이 7.14Tariffs p/kWth로 가장 낮고, 태양열이 19.51Tariffs p/kWth의 가장 높음[18)]

□ 수송연료 재생에너지 의무할당제도(Renewable Transport Fuel Obligation, RTFO)

○ 수송연료의 바이오 연료 공급 기준을 제시하는 제도로 2008년 도입하였으며 비준수 공급자는 벌금 지불 의무

- 재생에너지 의무비율은 2008년 2.5%에서 2014년 기준 4.75%로 점차적으로 증가

□ 해상풍력자본보조금(Offshore Wind Capital Grants)

○ 설비자금 지원을 통해 해상풍력개발을 촉진하기 위한 목적으로 2002년에 도입

- 설비용량 20MW 이상의 해상풍력설비 설치비의 최대 40%까지 지원

3) 에너지 효율 개선 이행수단

□ 에너지효율공약(Energy Efficiency Commitment) 시책 강화

○ 절약형 전기제품 사용, 고효율 보일러 사용, 건물단열시공 등을 통한 소비자의 에너지 절약을 유도하도록 전기 및 가스사업자들에게 의무화(가계의 에너지절약 투자에 대한 전기요금 감면 등)

□ 에너지 효율 향상 투자 인센티브

○ 건물주의 단열시공에 대한 세제혜택 등 가정부문의 에너지 효율향상 투자에 대한 인센티브 강화

18) IEA/IRENA joint polices and measures database

- 이를 위한 대책의 일환으로 열펌프에 대한 부가세 인하(17.5%→5%)

□ 그린딜(Green deal) 정책

○ 영국 정부는 건물부문의 에너지효율 개선을 위한 일환으로 그린딜 정책을 2012년부터 시행

○ 가정과 기업을 대상으로 효율적인 에너지 공급망에 관한 자문을 제공하고 평가하여 인증해 주는 제도

- 주택 및 비주거용 건물의 에너지 효율 향상을 위해 필요한 경비를 가계에 빌려준 후, 이를 에너지 사용요금에 가세하고 일정기간을 거쳐 회수하는 자금 지원 방식

- 상환금액이 에너지 청구서상 절약 금액보다 적을 때만 경제성이 있음

○ 대출수요의 저조, 국민들의 참여 및 민간투자 저조, 에너지요금의 상승 등의 요인으로 정부 지원이 중단

□ 저탄소차량의 세제지원

○ 자동차세(Vehicle Excise Tax), 도로세(Road Tax) 및 기업차량세(Company Car Tax) 제도를 개편

- 자동차세를 탄소배출량과 연계하여 부과 (£60 - £160)하도록 제도개선

- 회사차량의 자동차 세금을 탄소배출량에 따라 15%에서 35%의 차등 부과함에 따라 불필요한 차량운행을 지양하고, 저탄소 차량을 구입하도록 유도 (2002년 적용)

□ Energy Company Obligation(ECO)

○ ECO는 에너지공급사로 하여금 주택 에너지효율 향상(단열, 열공급)에 투자하도록 의무화하는 제도

- 에너지공급사는 자사의 영국 내 가스 및 전력시장 판매 비중에 따라 효율향상 목표를 부과 받음

○ ECO는 저소득층을 대상으로 시행되는 효율향상 프로그램으로, 효율향상 비용을 에너지공급사의 전 고객이 나누어 부담하는 형태

□ Energy Performance Certificate(EPC)

○ EU는 EPBD(Energy Performance of Building Directive)를 통해 EU 회원국의

건물 에너지효율 규정 개발 체계를 제시하고 있으며, EPBD의 핵심은 모든 건물에 대한 EPC 발행 및 부동산 거래 시 EPC 확인의 의무화

○ 영국은 EPBD 준수를 위해 2008년부터 잉글랜드 및 웨일즈 지역을 대상으로 EPC를 발행하고 있음

- 영국 EPC는 모든 건물의 에너지효율은 A~G 등급으로 구분하고 있으며, 에너지효율 개선 권고사항도 수록
- 공공건물은 에너지인증서 부착을 의무화하고 있으며, 모든 건물의 매매·인증·신축 시 EPC 첨부를 의무화

3. 시사점

[에너지 및 온실가스 통계 관점]

□ 영국의 1차 에너지 공급은 석탄·석유 중심에서 원자력·재생에너지 중심으로 이동

○ 2014년 최종에너지 중 재생에너지 비중은 3%이며 총 발전량의 20%, 총 발전 설비의 27%를 차지

- 풍력의 용량이 13GW로 재생에너지 설비의 절반을 차지

○ 2035년 최종에너지 중 재생에너지 비중은 13% 까지 증가할 전망이며, 총 발전량의 42%를 차지

○ 2035년의 원자력 비중도 15%까지 증가하며, 총 발전량의 34%를 차지

□ 영국의 연료연소에 의한 CO_2 배출량은 1971년 이후 지속적으로 감소하는 추세

○ 1990~2014년 기간의 연료연소로 인한 CO_2 배출은 26% 감소

○ 해당기간 GDP와 인구는 꾸준히 증가하여 CO_2 배출을 증가시키는 요인으로 작용하였으나 에너지 원단위와 CO_2 원단위의 개선으로 전체적인 CO_2 배출은 감소

○ 교토협약 이행을 위해 지속적으로 산업구조 개선 및 저탄소 에너지로의 전환 정책을 시행한 결과

[에너지 정책 및 계획 관점]

□ 영국은 2008년 세계 최초로 기후변화에 대비하는 법제를 정하고 행정체계를 구축한 국가로 기후변화법을 입법하고, 기후변화에너지부를 창설하여 에너지 정책 전반을 관장하게 함

○ 기후변화프로그램, 저탄소 전환계획, 탄소예산제도 등을 통해 온실가스 감축 추진을 위한 정책·예산 측면의 구심점을 마련

○ 하지만 2016년 보수정당의 집권이후 기후변화에너지 부가 에너지·산업전략부로 통합되고, EU 탈퇴 등으로 향후 기후변화 대응 정책 방향에 변화가 있을 것으로 전망

[에너지 정책 이행수단 관점]

□ 영국은 온실가스 감축을 위한 이행수단들을 선제적으로 도입 하였을 뿐만 아니라 유기적으로 결합하여 효율을 극대화

○ 2001년 4월 기후변화세(CCL)를 도입하여 탄소를 배출하는 산업, 농업, 공공 등의 부문에 대해 세금을 부과하고, 기후변화협약(CCAs) 제도를 통해 기업이 에너지사용이나 CO_2배출 감축 목표를 정하여 협약을 맺으면 이들 기업에 대해 CCL을 80% 경감

○ 또한 2002년 온실가스 감축을 위한 배출권 거래제를 도입하여 EU-ETS의 기본 모델을 제공

□ 2010년 모든 화석연료발전에 대해 450g CO_2/kWh엄격한 탄소배출기준을 적용하여 신규 석탄화력 발전소를 발전원에서 배제

□ 신재생에너지 확대를 위한 보급의무화와 발전차액제도를 병행하여 유연한 신재생에너지 보급정책 수립

○ 2002년부터 전력 공급자가 전기 생산의 일정 비율을 재생에너지를 통해 공급 토록하는 재생에너지 공급의무를 채택하여 발전 중 재생에너지 비중을 높임

○ 보급의무화에 의해 규모의 경제가 발생하는 대용량 설비나 공급단가가 저렴한 일부 에너지원으로 개발이 집중되는 것을 방지하지 위해 소규모 설비 대상으로 발전차액 지원제도를 병행하여 실시

○ 두 제도의 장점을 적절하게 고려하였다는 평가를 받고 있음

□ 영국은 해상풍력에 적합한 자연환경을 갖고 있으며 주력 신재생에너지원으로 집중 투자

○ 2002년 해상풍력자본보조금을 도입하여 설비용량 20MW 이상의 해상풍력설비 설치비의 최대 40%까지 지원

제 5 절 중국

1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이

가. 에너지소비량 분석

1) 1차에너지 공급

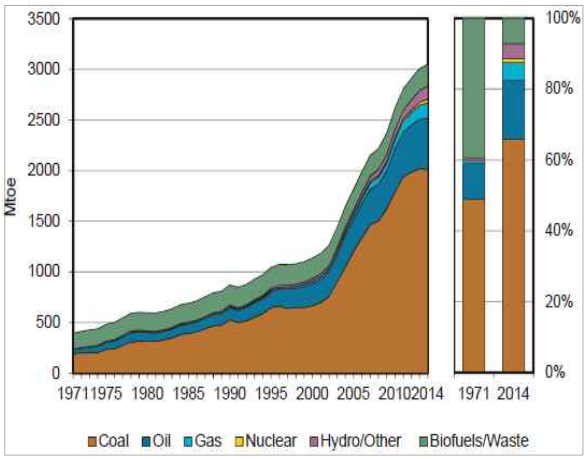
□ 중국의 1차에너지 공급은 1971년 391백만 toe에서 2014년 3,052백만 toe로 680% 증가(연평균 4.9% 증가)

○ 중국의 1차에너지 공급은 2003년 이후 빠르게 증가하였으며, 최근 증가세가 둔화되었으나 아직 1차에너지 공급의 정점에 도달하지는 않음

○ 1차에너지 원별 비중 추이는 바이오매스에 기반한 전통적인 재생에너지의 비중이 감소하고, 석탄과 석유, 가스의 비중이 증가

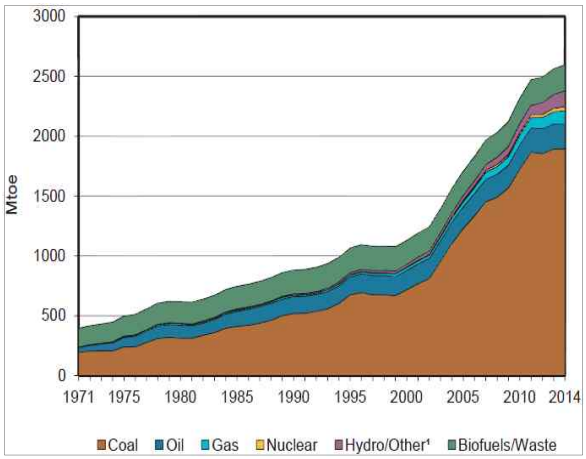
- 2014년 석탄 66%, 석유 17%, 천연가스 5%, 원자력 1%, 재생 및 기타 11%

○ 중국내 석탄 생산이 감소한 반면, 1차에너지공급은 증가함으로써 중국의 에너지 자급률(에너지생산/1차에너지공급)은 2013년 86%에서 2014년 85%로 감소



[그림 2-72] 중국의 1차에너지 공급

출처 : IEA, 2016d



[그림 2-73] 중국의 에너지 생산

출처 : IEA, 2016d

2) 최종에너지 소비

□ 중국의 최종에너지 소비는 1971년 337백만 toe에서 2014년 1,988백만 toe로 490% 증가(연평균 4.2% 증가)

□ 부문별 최종에너지 소비 비중은 가정부문 감소, 산업과 수송부문 증가

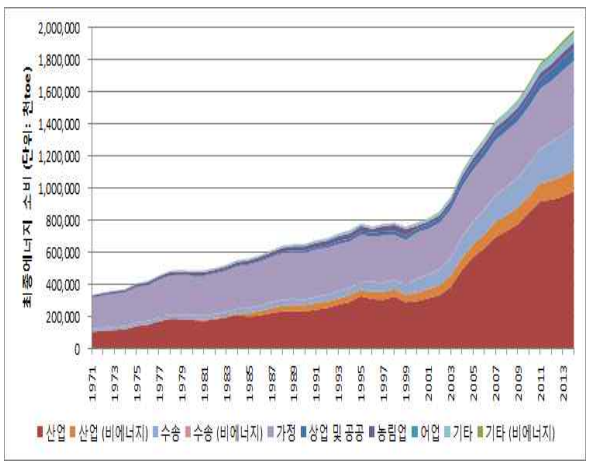
○ 1971년 산업 32%, 수송 4%, 가정 58%, 상업 및 공공 1%, 기타 5%

○ 2014년 산업 56%, 수송 14%, 가정 20%, 상업 및 공공 4%, 기타 5%

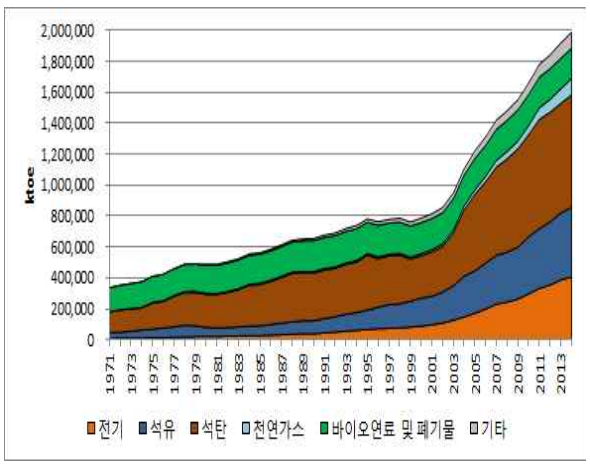
□ 원별 최종에너지 소비 비중은 석유와 천연가스 감소하고, 전기가 크게 증가

○ 1971년 석탄 40%, 석유 11%, 천연가스 0%, 전기 3%, 열 0%, 재생에너지 46%

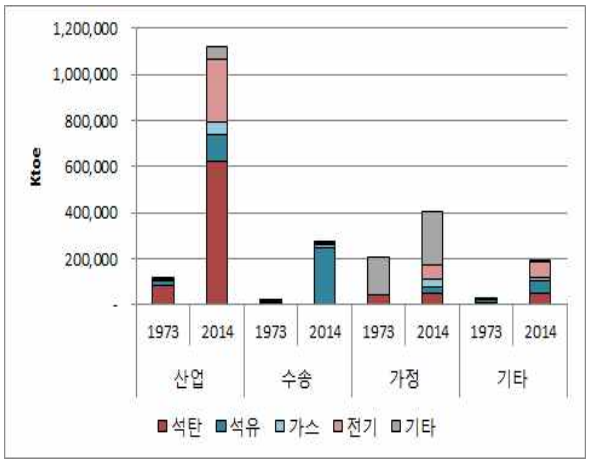
○ 2014년 석탄 37%, 석유 23%, 천연가스 5%, 전기 20%, 열 4%, 재생에너지 11%



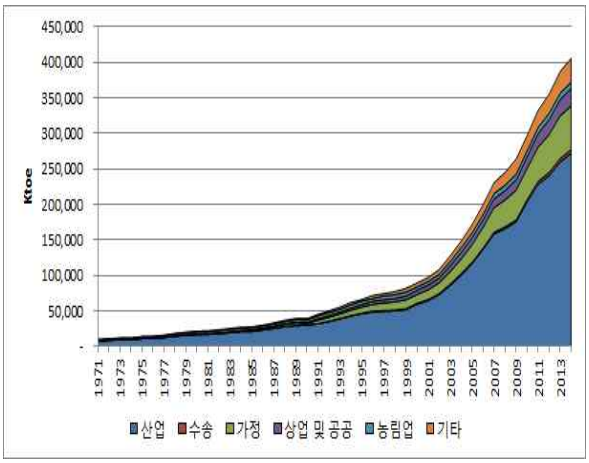
[그림 2-74] 중국의 부문별 최종에너지 소비
자료 출처 : IEA, 2016e



[그림 2-75] 중국의 연료별 최종에너지 소비 추이
자료 출처 : IEA, 2016e



[그림 2-76] 1973~2014년의 부문별 및 원별 소비
자료 출처 : IEA, 2016e



[그림 2-77] 중국의 부문별 전기 소비 추이
자료 출처 : IEA, 2016e

3) 발전량 및 발전설비용량

□ 중국의 발전량은 1971년 139TWh에서 2014년 5,666TWh로 3,974% 증가 (연평균 9.0%씩 매우 빠르게 증가)

□ 중국의 발전량 구성비는 석유의 비중이 감소하고, 석탄, 천연가스, 원자력, 재생에너지의 비중이 증가. 2014년 석탄 발전량의 비중은 72%로 다른 발전원에 비해 압도적인 수준(The Shift Project Data Portal)

○ 1990년 석탄 71%, 천연가스 0%, 석유 8%, 원자력 0%, 재생 및 기타 21%

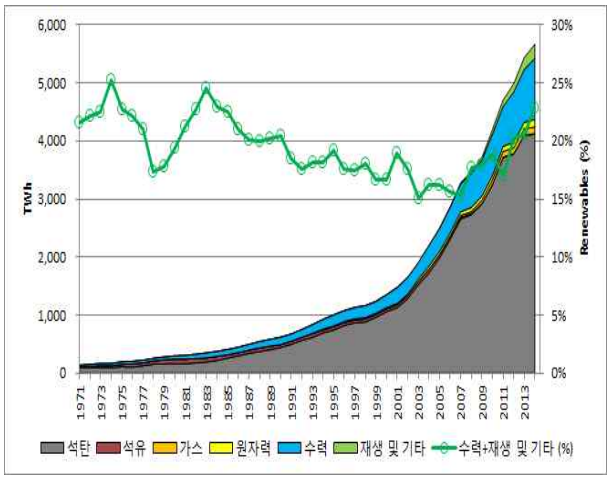
○ 2014년 석탄 72%, 천연가스 2%, 석유 0%, 원자력 3%, 재생 및 기타 24%

□ 2014년 중국의 총 발전설비용량(1,223GW)에서 재생에너지가 31%(380GW) 차지(The Shift Project Data Portal 자료 이용[19])

○ 수력 270.0GW, 풍력 88.4GW, 태양 14.0GW, 바이오에너지 8.0GW, 지열 0.0GW

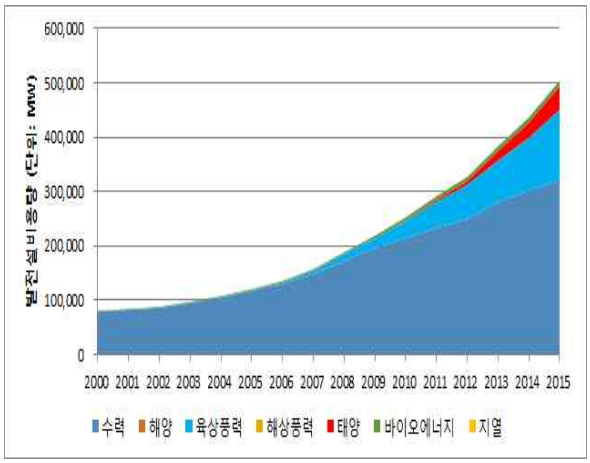
□ 2000~2014년 기간 중국의 육상풍력과 태양에너지 설비용량은 각각 연평균 50%, 68%씩 고속 성장(IRENA, 2016)[20]

19) http://www.tsp-data-portal.org/Historical-Electricity-Generation-Statistics#tspQvChart
20) 중국의 발전설비용량 데이터는 IEA에서 제공하지 않으므로, The Shift Project Data Portal과 IRENA 자료를 이용하였음. 두 자료의 신재생 설비용량 수치는 다소 차이가 남



[그림 2-78] 중국의 연료별 발전량

출처 : IEA, 2016e



[그림 2-79] 중국의 재생에너지 발전설비용량

자료 출처 : IRENA Statistics Dashboard

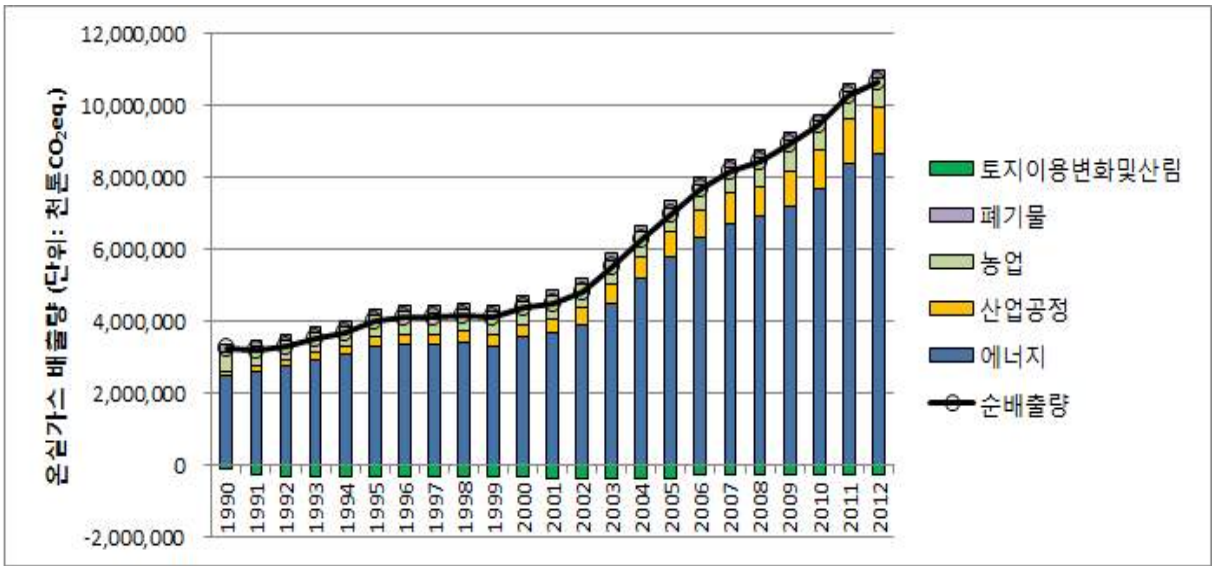
나. 온실가스 배출 추이

1) 국가 온실가스 인벤토리 추이

□ 중국의 온실가스 순배출량은 2012년 약 107억 tCO_2eq. 수준이며, 1990년 대비 232% 증가하였으며, 2005년 대비 53% 증가

□ 2012년 순배출량을 구매력 감안한 GDP로 나눈 배출원단위는 2005년 0.962tCO_2eq/$(2005년 화폐가치기준)에서 2012년 0.733tCO_2eq/$(2005년 화폐가치기준)로 25% 감소

□ 2012년 중국의 에너지부문 배출량은 순배출량의 81%, 총배출량의 79%를 차지. 순배출량 대비 산업공정 12%, 농업 8%, 폐기물 2%, 토지이용변화 및 산림 -3% 차지



[그림 2-80] 중국의 온실가스 인벤토리 추이

자료 출처 : CAIT Climate Data Explorer. 2015

2) 연료연소로 인한 CO_2 배출량 추이

□ 중국의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 2014년 9,087백만 tCO_2이며, 1971년 대비 1,065% 증가, 1990년 대비 338% 증가, 2005년 대비 70% 증가함. 최근 들어 배출량의 증가율은 감소

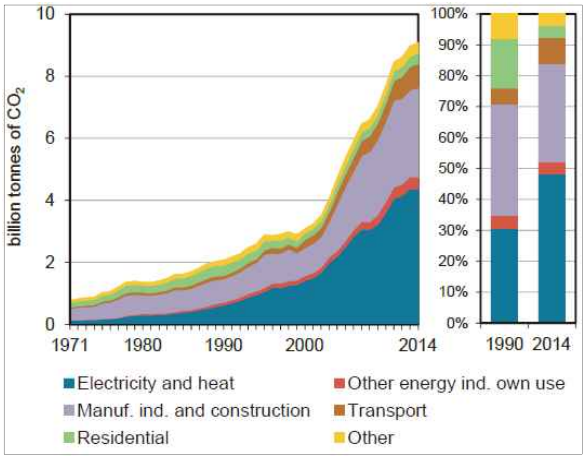
○ 2014년 부문별 배출량 비중은 전기 및 열 생산 48%, 기타 에너지 산업의 자가 소비 4%, 제조업 및 건설업 32%, 수송 9%, 기타 7%이며, 에너지전환부문과 제조업 및 건설업부문을 합치면 연료연소 CO_2 배출량의 80%를 차지

□ CO_2 배출량의 지수 분해(Kaya의 분해 항등식, 1990=1)

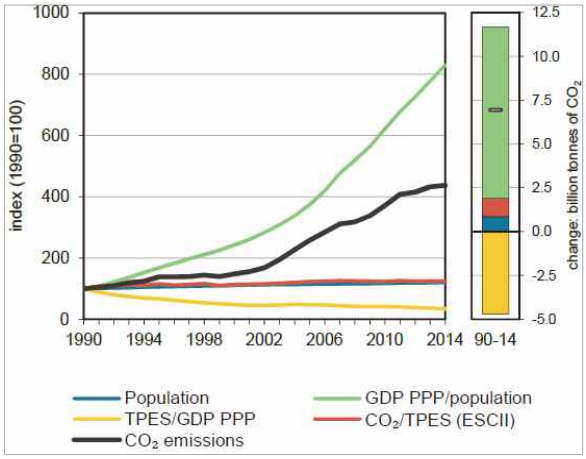
○ 1990~2014년 기간 중국의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 338% 증가

○ 동일 기간 중국의 인구는 20% 증가, 1인당 GDP(구매력 고려)는 731% 증가, GDP당 1차에너지 공급(에너지 원단위)은 65% 감소, 1차에너지 공급당 CO_2 배출(CO_2 원단위)은 25% 증가

○ 따라서, 1990~2014년 기간 에너지원 단위만 연료연소부문 CO_2 배출량 감소에 기여. 그러나 인구와 1인당 GDP의 증가, CO_2 원단위의 악화로 인해 CO_2 배출량은 증가



[그림 2-81] 중국의 연료연소부문별 CO_2 배출량
출처 : IEA, 2016a



[그림 2-82] 중국의 연료연소 CO_2 배출량 분해
출처 : IEA, 2016a

다. 에너지소비 및 CO_2 배출 전망

1) 1차에너지 공급 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년 중국의 1차에너지 공급은 현재보다 약 1.3~1.7배로 증가할 전망. 기후변화 2℃ 목표를 달성하는 시나리오의 경우 중국의 2040년 1차에너지 공급은 2013년 대비 약 1.1배 수준으로 증가

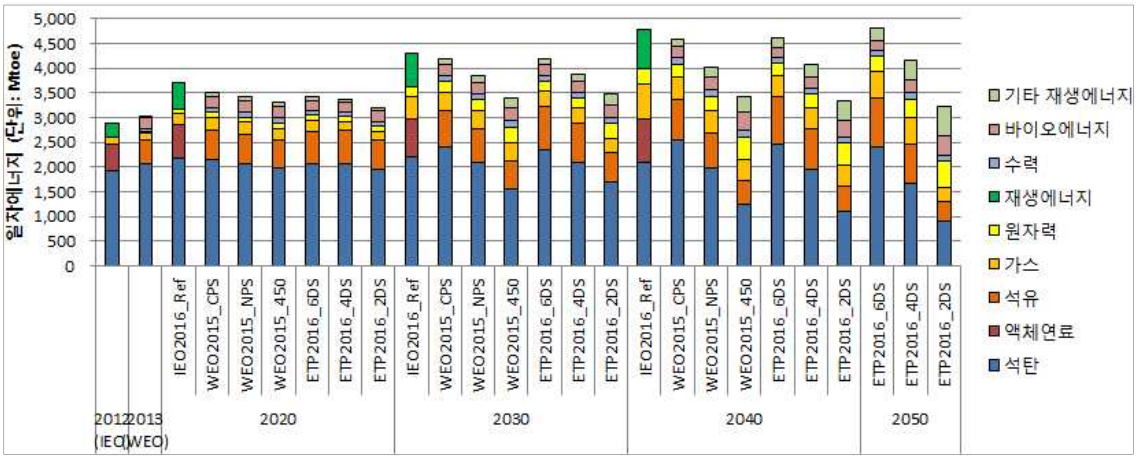
□ 1차에너지 원별 2040년까지 연평균 증가율

○ 석탄 -2.3~0.8%, 석유 0.0~2.5%, 가스 4.1~6.2%, 원자력 8.4~10.7%, 재생(수력 등) 1.5 ~3.7%

□ 1차에너지 원별 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 2040년에 석탄의 비중은 감소하고, 가스, 원자력, 재생에너지의 비중이 증가할 전망

○ 2013년 석탄 67%, 석유 16%, 가스 5%, 원자력 1%, 재생(수력 등) 11%

○ 2040년 석탄 33~55%, 석유(액체) 14~21%, 가스 9~15%, 원자력 6~14%, 재생(수력 등) 11~25%



[그림 2-83] 중국의 1차에너지 전망

자료 출처 : IEA, 2015; IEA, 2016c; U.S. EIA, 2016), IEA, 2015

주1. Ref는 기준 시나리오, CPS는 현 정책 시나리오, NPS는 신 정책 시나리오, 450은 450ppm 시나리오, 6DS는 기온이 6℃ 증가하는 시나리오, 4DS는 4℃ 증가하는 시나리오, 2DS는 2℃ 증가하는 시나리오. CPS는 6DS와 일맥상통하고, NPS는 4DS에, 450은 2DS와 일맥상통

주2. IEO의 2012년 에너지 소비 통계가 WEO의 2013년 에너지 소비 통계보다 더 큰 것은 자료 출처와 열량 환산 등의 차이로 인한 것으로 보임.

2) 최종에너지 소비 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년의 중국의 최종에너지 소비는 현재보다 약 1.4~1.9배로 증가할 전망. 기후변화 2℃ 목표를 달성하는 시나리오에서 2040년 중국의 최종에너지 소비는 2013년 대비 1.2~1.4배 수준으로 증가율은 둔화할 전망

□ 최종에너지 원별 2040년까지 연평균 증가율

○ 석탄 -1.8~0.9%, 석유 0.2~2.8%, 가스 3.3~7.1%, 전력 2.0~3.2%, 재생(수력 등) -1.1~ 4.2%

□ 최종에너지 원별 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 2040년에 석탄과 석유의 비중은 감소하고, 전력, 가스의 비중 증가

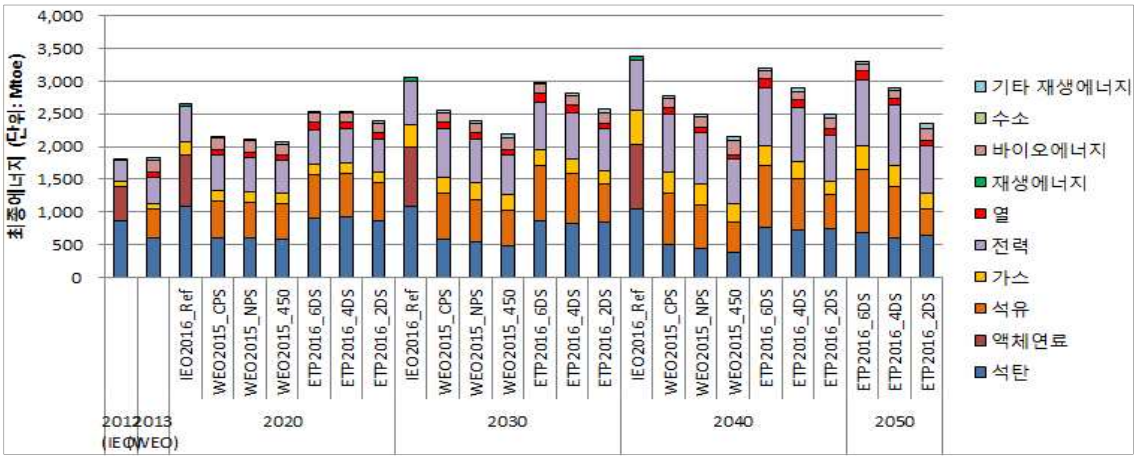
○ 2013년 석탄 33%, 석유 24%, 가스 5%, 전력 21%, 열 4%, 재생 12%

○ 2040년 석탄 1~2%, 석유 28~47%, 가스 22~27%, 전력 19~29%, 열 0%, 재생 4~19%

□ 부문별 최종에너지 소비 비중

○ 2013년 산업 48%, 수송 14%, 건물 28%, 기타(농림 및 비에너지 이용) 10%

○ 2040년 산업 43~49%, 수송 15~21%, 건물 19~24%, 기타(농림 및 비에너지 이용) 12~ 17%



[그림 2-84] 중국의 최종에너지 소비 전망

자료 출처 : IEA, 2015; IEA, 2016c; U.S. EIA, 2016), IEA, 2015

3) 발전량 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년 중국의 발전량은 1.9~2.3배로 증가할 전망(2013년 중국의 발전량 5,462TWh). 기후변화 2℃ 목표를 달성하는 시나리오에서 2040년 중국의 발전량은 2013년 대비 1.6~1.7배로 증가할 전망

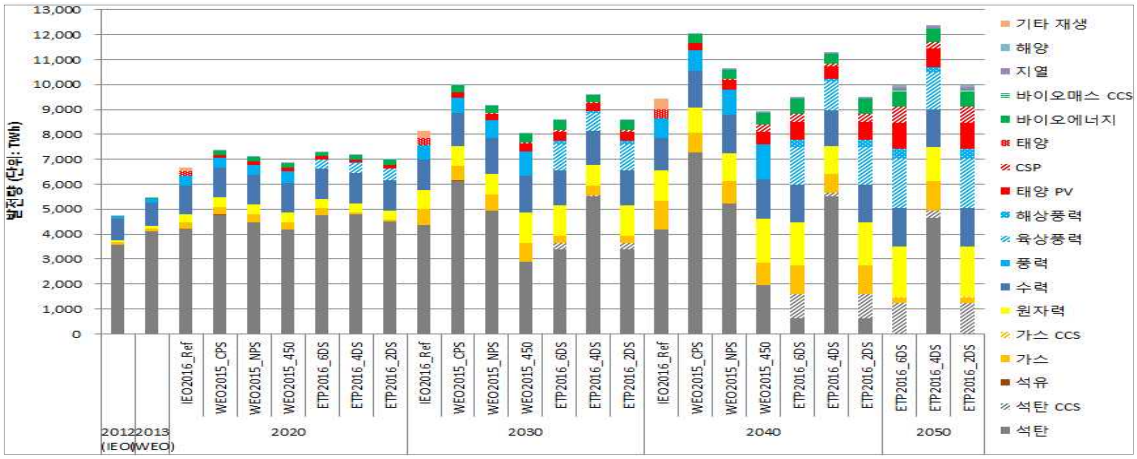
□ 발전량 원별 2040년까지 연평균 증가율(CCS는 원별에 반영)

○ 석탄 -3.5~2.3%, 가스 6.9~9.9%, 석유 -5.0~ -0.9%, 원자력 8.4~10.7%, 재생(수력 등) 3.5~5.5%

□ 발전량 원별 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 석탄화력의 발전량 비중은 급격히 감소하고(단 CCS 발전량 비중은 증가), 재생에너지, 원자력, 가스의 발전량 비중은 증가

○ 2013년 석탄 75%, 가스 2%, 석유 0%, 원자력 2%, 재생(수력 등) 20%

○ 2040년 석탄 17~61%, 가스 5~12%, 석유 0%, 원자력 8~20%, 재생(수력 등) 24~53%



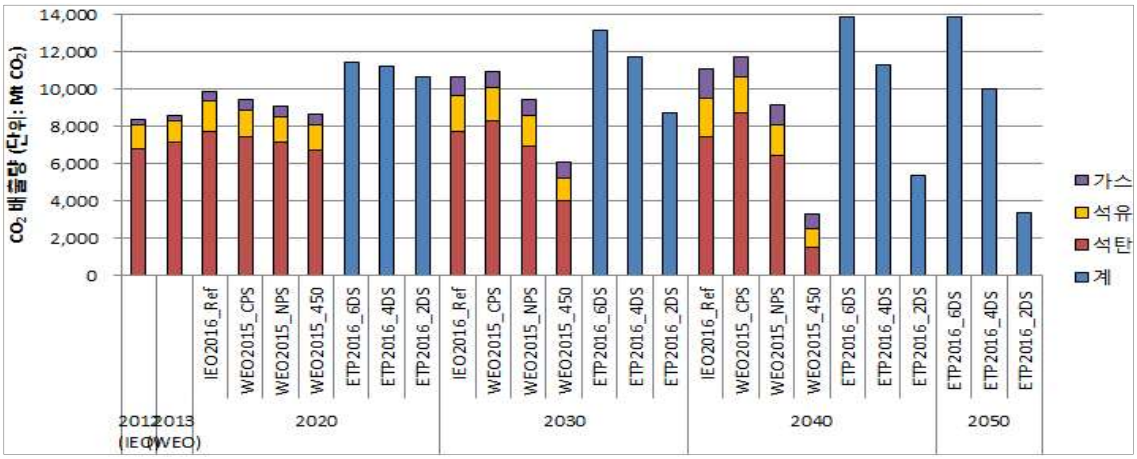
[그림 2-85] 중국의 발전량 전망

자료 출처 : IEA, 2015; IEA, 2016c; U.S. EIA, 2016), IEA, 2015.

4) 연료연소부문 CO_2 배출량 전망

□ 현 추세 지속 및 파리 기후협정이 반영될 경우 2040년의 중국의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 현재보다 약 1.1~1.6배로 증가할 전망. 기후변화 2℃ 목표를 달성하기 위해서는 2040년까지 배출량을 2013년 대비 0.4~0.6배 수준으로 저감 필요

□ 중국의 2020년 이후 감축목표는 2020년까지 2005년 대비 CO_2/GDP를 40~45% 저감 하고, 2030년까지 60~65% 저감 하고 2030년경에 CO_2 배출량의 정점에 도달(China, 2015)



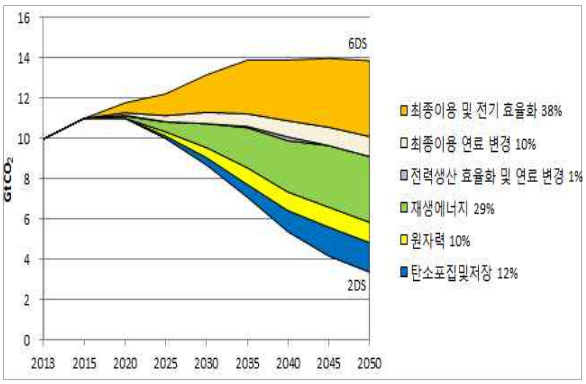
[그림 2-86] 중국의 연료연소부문 CO_2 배출량 전망

자료 출처 : IEA, 2015; IEA, 2016c; U.S. EIA, 2016, IEA, 2015.

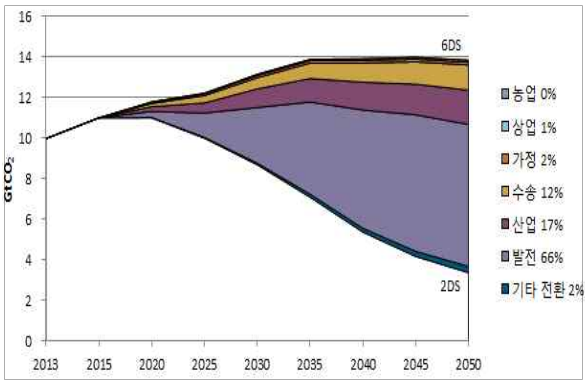
□ 2014~2050년 기간 6℃ 시나리오에서 2℃ 시나리오로 전환할 경우, 중국의 기술별, 부문별 CO_2 누적 감축량 기여도

○ (기술별) 최종이용 효율화 38%, 최종이용 연료변경 10%, 전력생산 효율화 및 연료변경 1%, 재생에너지 29%, CCS 12%, 원자력 10% 기여

○ (부문별) 전력 생산 66%, 기타 전환 2%, 산업 17%, 수송 12%, 건물 3% 기여



[그림 2-87] 중국의 기술별 CO_2 감축 기여도
자료 출처 : IEA, 2016c



[그림 2-88] 중국의 부문별 CO_2 감축 기여도
자료 출처 : IEA, 2016c

2. 에너지 정책 및 이행수단

가. 에너지 정책 및 계획 현황

1) 중국의 에너지 정책 동향

□ 중국 정부는 **제9차 중화인민공화국 국민경제와 사회발전 5개년 계획**(1996~2000년)부터 에너지 절약과 오염물질의 배출감축에 대한 정책 마련의 필요성 인식

○ 연간 에너지 절약을 5%까지 감축, SO_2와 COD 등 주요 오염원의 감축 등을 목표로 제시

○ 이는 개발도상국 중 가장 먼저 에너지절약과 오염물질의 배출 감축을 중앙정부의 목표로 제시한 사례에 해당

[그림 2-89] 중국의 주요 에너지 정책

□ 2002년 16차 중국공산당회의에서 지속가능한 발전을 국가 기본정책으로 공식 채택한 이후, **제10차 5개년 계획**(2001~2005년)에서 다시 10%의 에너지 절약 목표 설정

○ 이 기간 동안 중국 경제의 급성장으로 인해 에너지 소비가 증가하였을 뿐 아니라 에너지 집약 부문에서의 에너지효율 향상이 잘 이루어지지 않음에 따라 2005년 에너지 원단위가 오히려 7.5% 증가

□ 2007년 중국 정부는 처음으로 '**중국 기후변화 대응 국가방안**'을 발표하여 기후변화 문제에 대한 중국의 입장과 대책 제시

○ 후진타오 총서기는 17대 보고에서 환경 및 자원 문제를 중국의 발전이 직면한 가장 중요한 문제로 간주하며 정책의 우선순위에 둠

○ 더불어 제9차와 제10차 5개년 계획 기간 모두 에너지 절약 목표를 세웠으나 잘 지켜지지 않았던 점을 감안하여, **제11차 5개년 계획**(2006~2010년)에 와서는 법적으로 구속력이 있는 목표를 처음으로 수립하게 됨

□ 2011년 3월 전국인민대표대회에서 비준된 **제12차 5개년 계획**(2011~2015년)에서는 에너지절약과 이산화탄소 배출감소의 목표를 확정함

○ 2014년 중국의 미래 저탄소발전 로드맵을 포함하는 기후변화대응계획을 발표하였으며, 이를 달성하기 위한 세부계획으로서 **에너지발전전략 행동계획**(2014~2020년)을 수립함

□ **제13차 5개년 계획**(2016~2020년)은 중국 공산당 창당 100주년인 2020년까지 '샤오캉 사회' 건설을 달성하기 위하여 기존보다 더욱 적극적인 목표를 수립하여 제시함

○ 에너지 절약 및 환경보호 산업을 새로운 성장동력으로 육성한다는 내용으로 향후 10년간 중국 제조업 육성전략의 근간이 되는 **중국제조 2025**를 발표함

2) 주요 에너지 정책 및 계획

□ 제12차 5개년 계획(2011~2015년)

○ 제12차 5개년 계획은 경제성장률 목표치 달성에만 치중했던 과거의 경제계획안과는 달리 질적 성장과 사회구조 안정 등을 중시하며 수출 중심의 경제성장에서 벗어나 내수 중심의 사회로 전환 목표

○ 에너지부문의 주요 목표는 에너지소비 총량 및 에너지효율 제고, 에너지 생산과 공급능력 확보, 에너지 소비구조 최적화, 국가종합에너지 기지 건설, 생태환경 보호임

- 특히 신쟝, 서남, 산시, 네이멍구 동부, 오르도스분지 등 서부 지역에 5대 에너지 생산기지를 구축하고, 동부 연해지역에 원전 개발벨트를 구축하는 목표 제시

<표 2-8> 제12차 5개년 계획 주요 내용

항목	제12차 5개년 계획(2015년)
에너지집약도	2010년 대비 18% 감축
탄소집약도	2010년 대비 18% 감축
총에너지 중 비화석연료 비율	11.4%까지 확대
원자력발전 용량	40GW 목표
풍력발전 용량	70GW 추가설치 목표
태양광발전 용량	5GW 추가설치 목표
수력발전 용량	120GW 추가설치 목표

○ 제12차 5개년 계획은 안정적인 경제성장과 신에너지 개발 및 자원 절약을 통한 지속가능한 발전에 초점을 맞추어 제시되었으며, 전력, 석탄, 석유·가스, 재생에너지, 비전통가스, 에너지수송, 대기오염 등을 포함한 각 분야에서 2015년 목표치에 상당 수준 근접했다고 평가됨

- 특히, 수력과 태양광발전의 설비용량은 이미 제12차 5개년계획 기간의 목표치를 초과 달성하였고, 석유생산량 역시 2015년까지의 목표치를 1년 앞서 달성함

□ 에너지발전전략 행동계획(2014. 11)

○ 에너지발전전략 행동계획은 5년 단위 국가계획인 제12차 5개년 계획과 유사한 성격의 중장기 국가 강령으로 중국의 에너지 발전과 개선을 위한 4대 전략과 5대 추진과제와 함께 2020년까지 달성할 목표 제시

○ 에너지절약 전략 : 경제·사회 및 에너지 발전의 모든 과정에서 절약을 최우선 과제로 삼고 집약적·효율적인 에너지 개발 및 에너지 사용의 효율 향상

- 2020년까지 1차에너지 소비 총량을 약 48억 toe로 제한하고 석탄소비 총량은 약 42억 톤으로 감축

○ 자국 내 에너지공급 전략 : 중국 내 에너지 자원 탐사·개발 강화, 대체 에너지 개발 촉진, 에너지 공급 비상 대비체계 구축, 국제협력 및 석유·가스의 전략적 수입루트 건설 가속화

- 2020년까지 국내 1차에너지 생산 총량을 42억 toe를 달성하고, 에너지 자급률을 약 85% 선에서 유지하며, 매장량 대비 채굴량 비율을 14～15%까지 높여 에너지공급 비상대비 체계 확립

○ 저탄소・녹색전략 : 친환경・저탄소 에너지 개발을 에너지구조 개편의 주요 방향으로 제시

- 2020년까지 1차에너지 소비에서 비화석에너지 비중을 15%로 확대하고, 천연가스 비중을 10% 이상으로 높이며, 석탄 소비 비중은 62% 이내로 억제

○ 과학기술 혁신전략 : 에너지 체제 개혁과 에너지 과학기술 혁신을 통해 과학기술의 자주혁신을 추진함

□ 중국제조 2025(2015. 5)

○ 뉴노멀시대로 진입한 중국은 리커창 총리가 3월 전인대에서 처음 중국제조 2025를 언급한 이후 두 달 만에 계획을 발표함

○ 중국제조 2025는 중국이 제조업 대국에서 제조업 강국으로의 전환을 위한 로드맵으로서 향후 30년간의 산업고도화 전략을 총 3단계로 추진

- 1단계(2015～2025년) : 중국 제조업이 일본, 독일 등 글로벌 제조 강대국 대열에 진입

- 2단계(2025～2035년) : 중국 제조업의 수준을 글로벌 제조 강국의 중간 수준까지 높이고, 세계시장을 이끌 수 있는 경쟁 우위 산업 확보

- 3단계(2035～2045년) : 혁신적인 산업 경쟁력을 확보하여 세계 시장 선도국가 지위 획득

○ 중국제조 2025의 10대 핵심산업 중 '에너지절약 및 신에너지자동차'와 '전력설비'가 포함됨

- 전기차, 연료전지차를 지속적으로 발전시키고 자동차의 저탄소・정보화・스마트화 기술을 보유함으로써 중국산 에너지 절약 및 신에너지 자동차 수준을 글로벌 수준으로 제고

- 대규모 고효율・청정 화력발전의 상용화 및 시범응용을 추진하고 신재생 에너지설비와 에너지저장장치, 스마트그리드 등 핵심 소재 및 응용기술을 개발하고 상용화를 추진

□ 제13차 5개년 계획(2016~2020년)

○ 제13차 5개년 계획에서는 5대 발전 이념에 녹색부문을 포함, 환경보호와 에너지절약을 국가 기본정책으로 삼아 경제발전과 환경보호 간의 조화를 실현할 것을 명시함

○ 제12차 5개년 계획과 비교하면 성장속도, 정책 핵심내용에서 대폭 변화됨

- 고속 성장을 추진하되, 글로벌 금융위기에 대응한 경기부양이 실시 중임을 감안하여 거시경제의 안정을 추구하고, 경제성장 속도 완화로 선회
- 생태환경 개선을 위해 저탄소 순환발전을 강조하고 신에너지 산업 확대 및 에너지 절약을 중점적으로 추진할 방침이며, 5개년 경제개발계획으로는 처음으로 '녹색(친환경)'을 핵심 목표로 제시

○ 현대화 에너지시스템 건설 부분에서 에너지 혁신을 심도있게 추진하고, 에너지 생산·이용 방식의 혁신 추진, 에너지 공급구조 최적화, 에너지이용 효율 제고, 청정 저탄소의 안전하고 고효율 시스템 구축을 강조

○ 아울러 제13차 5개년 계획 기간에 집중할 에너지분야 8대 중점사업을 제시함

- 고효율 스마트 전력시스템 : 펌핑 스토리지 발전소, 천연가스 피크부하 조절 발전소, ESS 발전소 건설을 추진
- 석탄의 청정·고효율 이용 : 모든 석탄화력발전소의 kWh당 평균 석탄 소모를 310g 미만, 신축 발전소는 300g 미만이 되게 함
- 재생에너지 : 수력발전 6천만 kW 건설, 연해 풍력발전, 태양광 발전 프로젝트 최적화, 태양열발전 시범사업을 실시, 닝샤에 국가신에너지종합시범구 건설
- 원자력발전 : AP1000 프로젝트 건설, '화룽 1호' 시범사업 건설, CAP 1400 시범사업 건설, 원자력 발전 운행 발전용량은 5800만kW, 건설 중인 것은 3000만kW 추진
- 석유가스 : 석탄층 메탄가스 산업화 기지 건설, 셰일가스 탐사개발
- 에너지 수송 : 서부지역 가스를 동부지역으로 수송하는 파이프라인 건설 완비
- 에너지 저장시설 : 국가석유저장 2기 사업을 건설, 천연가스 저장창고 건설, 석탄비상저장 시스템 완비
- 에너지 핵심기술 장비 : 석탄 무인채굴, 4세대 원자력 발전, 신재생에너지 발전 등 연구개발을 추진하고, 3세대 원자력 발전, 100만 kW급 수력발전 설비, 고효율 보일러 등 장비의 제조능력 향상

나. 에너지 정책 이행수단 현황

□ 중국의 에너지 관련 정책 이행 부처

○ 중국의 환경 및 에너지를 포함한 기후변화 정책 수립은 국무원 산하의 국가발전개혁위원회(National Development and Reform Commission, NDRC)에서 총괄하고, 개별 부처에서는 특화된 역할을 수행

- 국가발전개혁위원회 : UNFCCC 이행관련 업무, 기후변화 국제협상, 지속가능한 발전 전략, 에너지 자원절약 정책시책, 청정생산 촉진 및 환경 보호산업 관련 업무 담당
- 기후변화 대응 영도소조 : 국가발전개획위원회 내의 조직으로 2007년에 구성된 이후 국무원 총리가 조장을 맡아 국가 기후변화 대응에 필요한 중대전략, 방침 및 대응책의 제정을 책임지고 기후변화 대응 업무에서의 중대한 문제를 조율 해결
- 기후변화전문가위원회 : 기후변화 대응 의사결정의 과학성을 제고하기 위한 목적으로 설립되어 정부의 의사결정을 지원
- 국가에너지국 : 신재생에너지 정책 수립 및 집행, 신재생에너지 기금조성, 에너지원의 전반적인 가격조정 및 그리드 사업에 대한 에너지 불균형 문제 주관
- 환경보호부 : 환경보호 기본 제도 구축, 대기 오염등 환경문제의 총괄 협조 및 감독, 국가 오염물 감축 목표 등에 대한 책임

1) 온실가스 배출 저감 이행수단

□ 배출권 거래제도

○ 2013년부터 7개의 시범지역에서 상이한 감축목표, 대상기준, 할당방법 등을 구현하며 배출권 거래제 시행

- 2009년 11월 '중국기후변화 대응정책과 행동'을 통해 GDP당 CO_2 배출량을 2020년까지 40~50% 감축하는 목표 설정
- 베이징시, 톈진시, 상하이시, 광둥성, 선전시, 충칭시, 후베이성

○ 시범지역 내에서 2014년 배출권 거래제 시장 규모는 536백만 위안, 배출권

거래량 규모는 14.4백만tCO_2, 평균 가격은 24~51위안/tCO_2

○ 2017년 지역에서 전국단위로 배출권 거래제가 확대될 경우 약 60억 톤의 세계최대 탄소거래시장으로 성장이 기대

○ 2015년 3월말 시범지역의 총거래량은 약 2,000만 톤, 13억 위안에 달하며, 연말에는 지난해보다 50% 증가한 4,000만 톤이 거래될 것으로 예측

<표 2-9> 중국 7개의 배출권 거래제 시범지역 현황

구분	베이징시	상하이시	광둥성	선전시	텐진시	후베이성	충칭시
개시일	2013/11/28	2013/11/26	2013/12/19	2013/6/18	2013/12/26	2014/4/2	2014/6/19
탄소집약도 감축목표	-19%	-21%	-19.5%	-21%	-19%	-17%	-17%
배출량 (백만 톤)	110	230	306	83	541	155	131
대상 분야	전력, 열, 제조, 일반 빌딩	화석연료, 전력, 철강, 비철금속, 섬유, 제지, 건축자재, 고무,기타 제조업 (항공, 항만, 공항, 철도, 상업, 병원, 금융기관)	전력 시멘트, 철강, 도자기, 화석연료, 섬유, 비철금속, 제지, 플라스틱, 기타 제조업	주요 제조업, 공공건물, 사무실	전력, 철강, 열, 화석연료, 석유&가스, 공공건물	전력, 철강, 화학, 시멘트, 비철금속, 자동차	화석연료, 철강, 시멘트, 알루미늄, 수송, 임업

□ 청정개발체제(Clean Development Mechanism, CDM) 활용

○ 중국은 교토의정서의 온실가스감축 메커니즘의 하나인 청정개발체제(CDM) 이용에 적극적 관심 표명

- 청정개발체제는 선진국의 정부 또는 민간조직이 개도국에서 배출감축 프로젝트를 수행하고 감축인증서의 형태로 배출권을 얻는 메커니즘

○ 온실가스 배출 감소를 위한 투자 유치, 국제사회에서 '책임있는 대국' 이미지 구축 등을 위해 CDM에 대한 적극적으로 진출

- 중국은 2012년까지 12억 톤에 이르는 감축실적이전(crediting)을 통해 120억 달러(1톤당 10달러)의 외국인 투자 유치

- 단, 중국 측의 외국인 지분 제한 규정 및 기술이전 의무화 규정은 여전히 외국인 투자의 걸림돌로 작용

2) 신재생에너지 확대 이행수단

□ 신재생에너지 쿼터 시스템

○ 2005년 재생에너지 법에서 신재생에너지의 국가 총 발전량을 규정하고 양적성장을 이루었지만, 신재생에너지에 의해 생산된 전력이 활용되지 못하고 방치되는 문제가 발생

○ 이에 신재생에너지 전력의 활용률을 높이기 위해 전력망 사업자들이 의무적으로 일정 할당량 이상의 신재생에너지를 공급하도록 명시

□ 전력매입제도

○ 2005년 재생에너지법에 의해 도입되었으며 전력망 사업자는 신재생에너지 생산자로부터 공급되는 신재생에너지 전력 전량을 의무적으로 구매

○ 전력망(송·배전) 기업이 신재생에너지원 전력을 전량 구매하지 않음으로써 신재생에너지 발전기업에게 손해를 끼친 경우 그 손해의 최대 2배 벌금을 부과

□ 발전차액지원제도(FIT)

○ 신재생에너지 전력 요금정책 수단의 하나로 신재생에너지를 활용하여 생산된 전력을 일정한 고정가격으로 20년간 매입하는 정책

○ 전력 판매요금에 일정 부담금을 추가로 징수함으로써 최종 전력 소비자들이 신재생에너지 발전에 소요되는 추가비용을 분산하여 부담

- 2006년 신재생에너지 부담금은 0.001위안/kWh 수준이었으나, 2011년에 0.008위안/kWh, 2013년에 0.015위안/kWh으로 증가하는 추세

○ 풍력발전의 설치 위치 및 환경 요인에 따라 FIT 보조금을 세분화여 적용하고, 풍부한 부존 지역에 대한 요율을 점차 인하하는 추세

- 육상풍력 FIT는 투자비 대비 발전량을 고려하여 4개구간으로 구분하고 0.49위안/kWh ~0.61위안/kWh으로 차등 지급

- 해상풍력은 조간대 여부에 따라 구분하여 0.75위안/kWh ~ 0.85위안/kWh 적용

○ 태양광의 FIT 지원은 계통연계형과 계통비연계형으로 구분하여 추진되었으나, 향후 계통연계형 지원을 줄이고 계통비연계형 지원을 강화할 전망

- 계통연계형 태양광 발전소에 적용되는 FIT가격은 2011년에는 1.00위안~1.15위안/kWh이었으나, 2013년부터 이보다는 낮은 0.90위안~1.00위안/kWh을 지원

□ 태양열 지원제도

○ 산둥 지방정부는 에너지절약 및 탄소배출 감축을 위해 21.3억 위안의 기금을 마련하고 호텔, 학교 등에 태양열 온수 공급 시스템을 도입

- 2007년 한 해 동안 총 1,500만 제곱미터에 달하는 건물에 태양열 온수 공급 시스템을 도입하였고 2008년 1월에는 태양열 온수공급 시스템을 도시 중심 주거지역에 99% 공급

□ 기타 풍력 지원제도

○ (부가가치세 면제) 2001년 풍력발전에 부과되던 부가가치세(VAT)를 기존 17%에서 8.5%로 50% 감면

- 2010년부터 재정부와 국가세무총국에서 풍력발전부문의 핵심 기술 및 장비 수입 시에 관세와 부가가치세를 면제하는 정책을 시행

○ (특별 보조금) 특별기금을 조성하여 풍력발전 프로젝트의 평가, R&D, 시범사업 등에 대해 지원

- 중국 기업에 한하여 최소 용량이1.5MW규모의 신형 터빈을 사용하는 기업을 대상으로 600위안/kWh에 지원금을 제공

<표 2-10> 중국의 풍력 발전 지원 정책 동향

년도	주요 내용	기관
2001	신재생에너지의 VAT 감면	재정부
2003	풍력 발전권의 입찰제도	NDRC
2007	풍력 발전 설비의 산업화를 위한 특별 기금	재정부
2007	하이난 지역의 풍력발전단지 건설 계획	하이난 지방정부
2009	해상풍력발전 발전차액지원금제도	NDRC
2009	육상풍력발전 FIT규정	NDRC
2009	해상풍력발전 계획	NDRC
2009	풍력발전 장비 입찰 시 자국상품 의무사용 규정 삭제	NDRC
2010	해상풍력발전단지 관리에 관한 임시규정	국가에너지국
2010	풍력 발전 제조 시장의 진입 기준	NDRC
2010	풍력 및 수력발전 분야 핵심기술장비 수입세 면제	재정부
2012	풍력 발전 기술 개발을 위한 12.5 특별 계획	과학기술부
2013	풍력발전의 통합과 적용에 관한 통지	국가에너지국
2013	2013 풍력발전의 전력망 연계 개선에 관한 통지	국가에너지국
2013	풍력발전 계통연계 향상을 위한 통지	국가에너지국
2014	육상풍력발전 전력 정책에 관한 통지	NDRC

출처 : 신기후체제에 따른중국의 신재생에너지정책 및 산업동향과 한·중 협력 방안 (박용덕 외, 2015)

□ 기타 태양광 지원제도

○ (금태양사업) 중국의 태양광 확대 계기를 본격적으로 마련한 사업으로 독립형 태양광 시스템의 경우 설비 건설비용의 70%, 300kW 이상, 계통 연계형은 건설과 송·배전 건설비의 50%를 보조금으로 지급

- 2011년 개정안에서는 폴리실리콘 모듈은 9위안/W를 지급하고, 박막형 모듈은 8위안/W의 보조금을 지급하는 것으로 수정

○ (보조금) 다양한 형태의 태양광 보조금 지급

- 2010년부터 2012년까지 건물 일체형 태양광 발전설비(BIPV : Building Integrated Solar PV)에 대한 보조금(2009년 15위안/W, 2010년 13위안/W, 2011년 9위안/W, 2012년 7위안/W)을 지급

- 2013년에는 분산형 태양광의 자가발전 및 자가소비 전력량에 대한 정부 기금 조성을 위한 분담금을 감면하는 혜택을 제공

<표 2-11> 중국의 태양광 발전 지원 정책 동향

년도	주요 내용	기관
2008	산둥 지방의 100만 지붕형 태양광 발전 사업	산둥 지방정부
2009	금태양 사업(2011년 개정)	NDRC
2010	건물일체형 태양광 사업	재정부
2010	닝샤 자치구 FIT 보조금에 관한 임시지침	NDRC
2011	태양광 발전 발전차액지원금제도	NDRC
2012	태양력 기술 개발을 위한 12.5 특별 계획	과학기술부
2012	분산형 태양력 발전의 계통연계 협약에 관한 임시 규정	국가전망
2012	태양력 산업 개발 12.5계획	공업정보화부
2012	대형 태양광 발전소 시범지역 건설에 대한 통지	국가에너지국
2013	태양광 부가가치세 정책에 관한 통지	재정부
2013	2013년, 2014년 태양광 설치량에 대한 의견	국가에너지국
2013	분산형 태양광 발전에 대한 기금 감면에 관한 통지	국가에너지국
2013	분산형 태양광 발전 시범지역에 관한 통지	국가에너지국
2014	전력 업무 허가 및 관리에 관한 통지	국가에너지국

출처 : 신기후체제에 따른중국의 신재생에너지정책 및 산업동향과 한·중 협력 방안 (박용덕 외, 2015)

□ 바이오연료 의무화

○ 중국은 2020년까지 바이오연료 혼합 비율을 10% 까지 달성하고자 하는 목표 설정

- 헤이론지안, 지린, 랴오닝, 안후이, 헤난 등을 포함한 9개 지역에서 10%의 에탄올 혼합의무화 시행 중

○ 2002년부터 중국 정부는 바이오에탄올 생산에 보조금을 지급하고, 부가가치세와 수입세를 감면해주는 세제혜택을 부여

- 2006년 바이오에탄올 생산자에게 1년에 1억 8,800만 달러를 보조하는 한편, 소비세의 5%를 감면

3) 에너지 효율 개선 이행수단

□ 전국민 에너지절약 행동계획

○ 에너지 절약 제품 및 서비스를 기업과 가정으로 확대하여 전과정에서 자원이용 효율화를 높이고자 함

- 6대 에너지 다소비 업종으로 공업용 에너지효율 제고 계획을 세우고, 500대 중점 에너지 사용 기관을 대상으로 에너지효율 제고 시범사업 추진

- 에너지이용 시스템을 개선하여 전기 및 기계분야의 에너지를 절약하고, 에너지절약 기술의 산업화를 확대하고, 녹색 조명 등의 중점 프로젝트 실시

□ 에너지효율 두 배 성장(double growth) 행동

○ 제 13차 에너지효율 정책에서 추진하고 있는 강력한 에너지 효율 정책 방향으로 에너지효율 제품, 녹색건물, 연비가 높은 차량 및 전기차, ESCO를 통해 에너지효율을 두 배로 높이겠다는 목표 설정

○ 부문별 세부 정책

- 산업부문 : 에너지다소비 업체 에너지효율 관리 강화, 건물부문 태양광 난방, 그린 빌딩

- 수송부문 : 연비기준 강화 및 전기차 생상/보급 확대

- 공공부문 : 에너지효율 관리 기술 향상을 위한 데이터센터 설립, 정부 조달에서 에너지 효율 제품 사용 의무화

- 기반 구축 : 에너지소비 쿼터, 탄소 거래 쿼터제도 마련 등 저탄소 에너지 행동, 석탄발전소 효율강화, 폐열 활용 전략 수립, LED 보급 확대, 법 및 규제 보완 및 보다 세밀한 에너지절약 목표 설정 및 에너지 원단위 관리

□ ESCO(Energy Service COmpany)

○ ESCO는 에너지이용자가 에너지절약을 위하여 기존의 에너지 이용설비를 보완하고자 하나 기술적·경제적 부담으로 사업을 시행하지 못할 경우 기술, 자금 등을 제공하고 투자시설에서 발생하는 에너지절감액으로 투자액을 회수하는 사업을 영위하는 기업

○ 중국 최초의 ESCO는 1998년 설립되었으며, ESCO 산업은 급속하게 성장하여 2015년 기준 약 880개의 ESCO 기업이 등록되어 활동 중

- ESCO 유형 민영기업, 상장회사, 국유기업, 중국과 외국의 합자기업, 외자기업으로 분류 가능

- 중국 ESCO의 주요 사업대상은 산업(철강, 시멘트, 화학), 건물(병원, 호텔, 상업용 건물), 수송(가로등, 항구, 주유소)부문의 효율향상

○ 중국 정부는 ESCO 산업을 활성화시키기 위해 세제혜택, 재정지원, 녹색채권, 주요 에너지 절약사업 시행 중

- 사업 대상부분은 고효율조명기기, 보일러, 냉장, 히트펌프, 열병합발전, 열회수, 출열 및 대체에너지이용 기술 개발 등

○ 중국의 에너지효율 시장 확대에 따라 외국 에너지절약전문기업이 중국 시장에 진출하여 활발한 사업을 추진

- 중국 효율 시장에 진출한 외국계 ESCO 기업은 대부분 미국 및 유럽계 기업이지만 최근들어 일본의 ESCO 기업이 활발하게 진출

□ EE(Energy Efficiency) Top-Runner Leading Action

○ Top-runner 제도는 유사 기기/기업 중 에너지효율이 최고로 높은 수준에 맞추게 하는 제도로(최대효율제 방식), 중국은 기기, 기업, 공공기관에 대해 Top-runner 제도를 도입할 계획

- EE Top-runner of Product/Appliances, EE Top-runner of Energy Intensity Industries, EE Top-runner of Public Institutions

□ National Building Energy Standard

○ 2007년 최초 도입되었으며 주거, 상업, 공공부문 건물 신축 시 최저 에너지 효율 수준을 의무화하고, 위반 시 벌금을 부과하는 효율 규제

- 건축사업자가 준수해야 하는 에너지효율 수준을 지속적으로 강화해나갈 계획

□ Retrofitting and Upgrading Coal-fired power plants

○ 석탄발전소의 에너지효율과 오염물질 배출기준을 높이기 위한 정책

- 600MW 규모 이상의 석탄발전소는 2020년까지 300g/of coal equivalent/kWh의 효율 수준을 달성하도록 의무화

- 신규 건축 또는 계획 중인 석탄발전소는 천연가스 발전소 수준의 오염물질 배출수준을 준수하도록 의무화

□ Efficiency Upgrade for Coal-burning Industrial Boilers and Kilns

○ 고품위 석탄사용, 중소규모의 보일러 및 킬른의 효율 향상, 과학적 운영 시스템 도입 등을 통해 킬른과 보일러의 석탄소비량을 7천만톤 감축시키겠다는 정책

3. 시사점

[에너지 및 온실가스 통계 관점]

□ 중국은 1971~2014년 기간 GDP(구매력지수 고려)가 연평균 9.1% 증가하였는데, 1차에너지 공급은 연평균 4.9%, 최종에너지 소비는 연평균 4.2%, 발전량은 연평균 9.0% 증가. 특히 2000년 이후 빠른 경제성장으로 인해 에너지 소비 급증

○ 산업부문이 최종에너지 소비의 56%(2014년 기준) 차지하며, 중국 에너지 소비 증가를 견인

□ 중국은 에너지원 중에서 석탄과 재생에너지의 비중이 높고, 석유와 가스의 비중이 상대적으로 낮은 구조

○ 2014년 기준으로 석탄은 1차에너지의 66%, 최종에너지의 37%, 발전량의 72% 차지

○ 2014년 기준으로 재생에너지(기타 포함)는 1차에너지의 11%, 최종에너지의 11%, 발전량의 24% 차지

□ 중국의 온실가스 순배출량은 2012년 기준으로 1990년 대비 232% 증가하였으며, 2005년 대비 53% 증가

○ 배출원단위(순배출량/GDP)는 2012년 기준으로 2005년 대비 25% 감소

○ 2012년 기준으로 에너지부문 배출량은 순배출량의 81% 차지

□ 2040년 중국의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 현 추세 지속 또는 파리 기후협정을 준수할 경우, 현재보다 약 1.1~1.6배 수준이 될 전망. 기후변화 2℃ 목표 위해 노력할 경우 현재 대비 0.4~0.6배 수준으로 저감 필요

○ 2014~2050년 기간 현재 배출량 추세에서 2℃ 목표 달성으로 전환하는데, 기술별 기여도는 효율화 38%, 연료변경 10%, 발전 효율화 및 연료변경 1%, 재생에너지 29%, 탄소포집및저장 12%, 원자력 10% 기여

[에너지 정책 및 계획 관점]

□ 2009년과 2015년 기후변화협약 당사국총회를 앞두고, 중국은 온실가스 감축 목표와 비화석연료 목표를 제시함으로써 국제 사회의 온실가스 감축 압력에 대응하는 한편, 중국의 5개년계획에 반영하여 경제 체질 개선 도모

□ 2009년 우리나라가 2020년 온실가스 감축목표(전망치 대비) 발표할 즈음, 중국도 2020년 온실가스 감축목표(배출원단위)를 발표

○ 2020년까지 CO_2 원단위를 2005년 대비 40~45% 개선, 1차에너지에서 비화석연료 비중을 15% 달성, 온실가스 흡수를 위한 산림 13억㎥ 조성 목표

□ 2011년에 수립된 '제12차 5개년계획(2011~2015)'에서 2020년 온실가스 감축 목표 달성하는 일환으로 2015년의 CO_2 원단위목표, 에너지절약목표, 신재생 설비용량 목표 등을 설정

□ 2014년에는 2020년 온실가스 감축목표와 비화석연료 보급 목표 등을 실현하기 위한 계획으로써, 중국 최초의 '기후변화대응계획(2014~2020)'과 '에너지발전전략

행동계획(2014~2020)'을 수립

□ 2015년에 중국은 2030년 온실가스 감축목표를 발표

○ 2030년까지 CO_2 원단위를 2005년 대비 60~65% 개선, 2030년경 배출량 정점 도달, 1차에너지에서 비화석연료 비중 20% 달성, 산림 45억㎥ 조성

□ 2016년에는 사회발전 5대 이념 중의 하나로 녹색발전을 강조하는 '제13차 5개년계획(2016~2020)'을 수립

[에너지 정책 이행수단 관점]

□ 중국은 온실가스 감축 이행수단으로 청정개발체제와 배출권 거래제 등 시장 메커니즘을 적극적으로 활용

○ 중국은 교토의정서 체제에서 가장 큰 청정개발체제 투자유치국이었으며, 2017년부터 배출권 거래제를 중국 전역으로 확대함으로써 세계에서 가장 큰 탄소시장이 될 전망

○ 2015년부터 배출권 거래제를 추진하고 있는 우리나라는 중국 배출권 거래 시장과의 연계를 통해 비용효과적으로 해외 감축분을 확보하는 전략 필요

□ 중국은 온실가스 감축, 에너지안보, 대기질 개선, 기술경쟁력 확보 등을 이유로 재생에너지에 대해 발전차액지원제도, 쿼터제, 망사업자의 신재생전력 전량 구매, 바이오연료 의무화 등 다양한 정책과 지원을 적극적으로 추진

○ 2015년 기준으로 수력발전, 태양광발전, 풍력발전 설비보급용량이 세계 최대 수준(REN21, 2016)이며, 태양광발전 기술의 글로벌 가격 경쟁력 확보

□ 중국은 제13차 5개년계획에서 에너지 효율을 두 배로 높이기 위하여, 전국민 에너지절약행동, ESCO, 효율 제품, 녹색건물, 연비 개선 등의 이행수단을 추진

○ 우리나라에서도 유사한 에너지효율 수단들을 시행하고 있는 바, 국내의 에너지 효율 우수 기술·제품의 중국내 홍보 또는 진출 지원 방안 마련 필요

제 6 절 한국

1. 에너지소비량 및 온실가스 배출 추이

가. 에너지소비량 분석

1) 1차에너지 공급

□ 국내 1차에너지 공급은 1981년 45,718천 toe에서 2014년 282,938천 toe로 519% 증가(연평균 5.7% 증가). 2014년 1차 에너지 공급은 2013년 대비 0.9% 증가

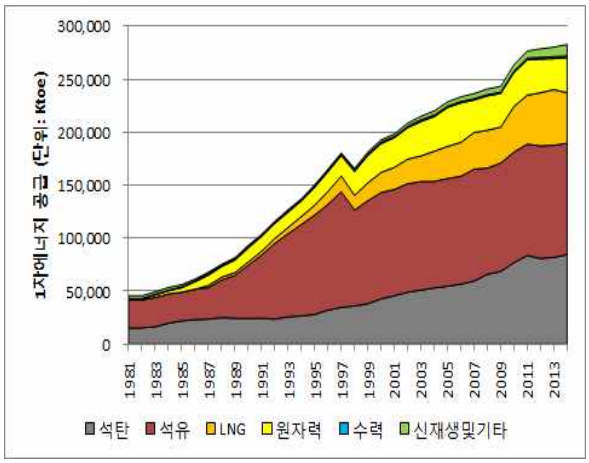
○ 국내 1차에너지 공급은 1997년 외환위기로 인해 1998년에 전년 대비 8% 감소하였으나, 이후 지속적으로 증가

□ 1차에너지의 원별 구성비 변화를 보면, 석유 비중은 감소하였지만 여전히 가장 큰 비중을 차지하며, 석탄 비중은 약간 감소, 천연가스와 원자력의 비중 증가

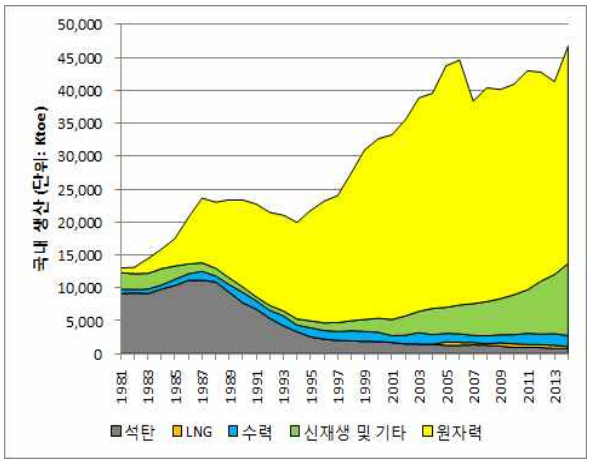
○ 1981년 석유 58.1%, 석탄 33.3%, 원자력 1.6%, 재생 및 기타 7.0%

○ 2014년 석유 37.1%, 석탄 29.9%, 천연가스 16.9%, 원자력 11.7%, 재생 및 기타 4.5%

□ 국내 에너지 생산은 석탄 생산이 감소하고, 원자력이 급증하였으며, 최근 들어 신재생 및 기타 생산이 증가함. 에너지 자급률(에너지생산/1차에너지 공급)은 2013년 14.7%에서 2014년 16.5%로 개선



[그림 2-90] 한국의 1차에너지 공급



[그림 2-91] 국내 에너지 생산

자료 출처 : 에너지경제연구원 국가에너지통계종합정보시스템 (http://www.kesis.net/)

2) 최종에너지 소비

□ 국내 최종에너지 소비는 1981년 40백만 toe에서 2014년 213백만 toe로 449% 증가(연평균 5.3%)

□ 부문별 최종에너지 소비 비중은 가정부문 감소, 산업과 수송부문 증가

○ 1981년 산업 45%, 수송 10%, 가정 41%, 상업·공공·기타 5%

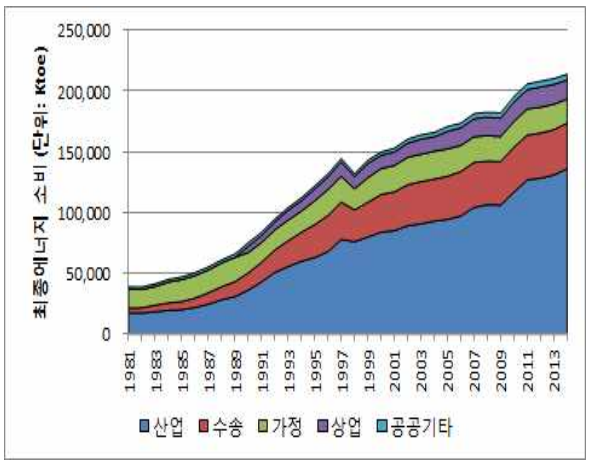
○ 2014년 산업 64%, 수송 18%, 가정 9%, 상업 7%, 공공·기타 2%

○ 2014년 산업부문 최종에너지 소비의 36%는 나프타(즉 원료용) 소비임

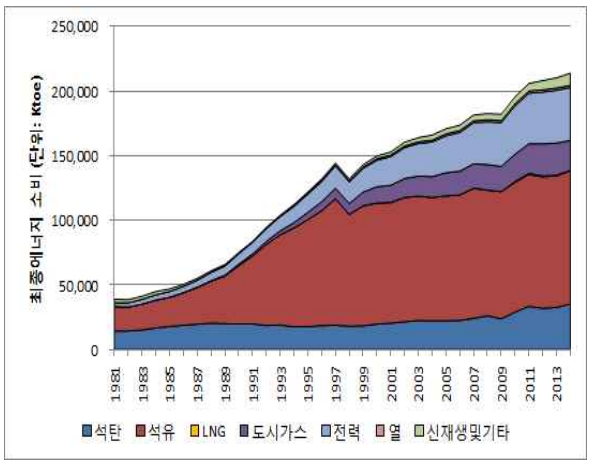
□ 원별 최종에너지 소비 비중은 석탄이 감소하고 도시가스와 전기는 증가

○ 1981년 석탄 37%, 석유 49%, 도시가스 0%, 전기 8%, 열 0%, 재생 및 기타 6

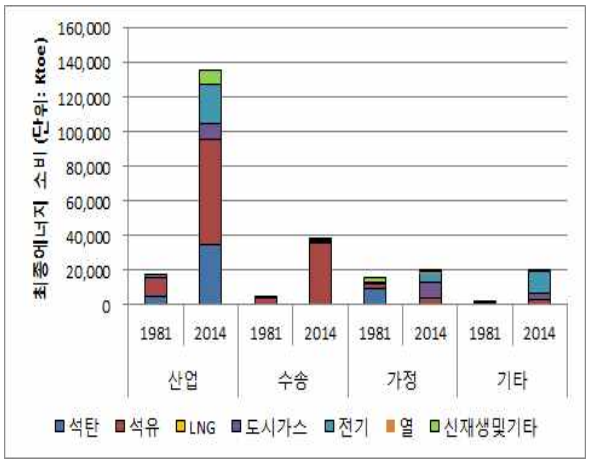
○ 2014년 석탄 17%, 석유 48%, 도시가스 11%, 전기 19%, 열 1%, 재생 및 기타 4%



[그림 2-92] 한국의 부문별 최종에너지 소비

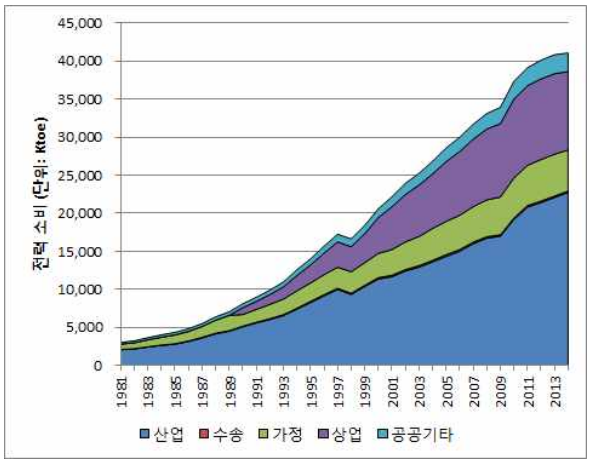


[그림 2-93] 한국의 연료별 최종에너지 소비



[그림 2-94] 1981~2014년의 부문별 및 원별 소비

자료 출처 : KEEI 국가에너지통계종합정보시스템



[그림 2-95] 한국의 부문별 전기 소비

□ 1981~2014년 국내 전기 소비의 연평균 증가율은 8.2%이었으며, 부문별로 산업 7.5%, 수송 4.5%, 가정 6.4%, 기타(상업·공공·기타) 13.0% 증가. 산업과 기타 부문에서 빠르게 증가

3) 발전량 및 발전설비용량

□ 국내 발전량은 1981년 40,207GWh에서 2014년 521,971GWh로 1,198% 증가 (연평균 8.1% 증가)

□ 국내의 발전량 구성비는 석유, 원자력이 감소하고, 석탄, 가스의 비중 증가

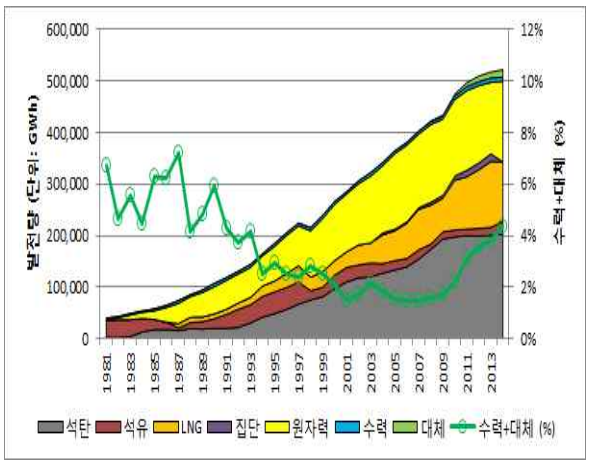
○ 1990년 석탄 19%, 석유 18%, 가스 9%, 원자력 49%, 수력 6%, 재생 및 기타 0%

○ 2014년 석탄 39%, 석유 5%, 가스 22%, 원자력 30%, 수력 2%, 재생 및 기타 3%

□ 2014년 국내 총 발전설비용량(96,925MW, 상용자가 포함)에서 신·재생에너지가 11%(10,941MW) 차지 (전력거래소 EPSIS 홈페이지)

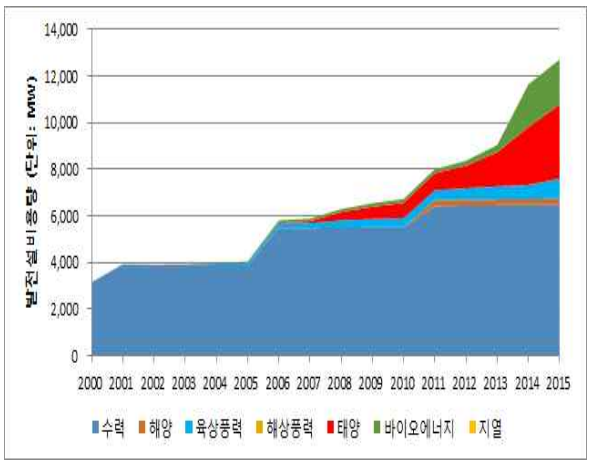
□ 2000~2014년 기간 국내 육상풍력과 태양에너지 설비용량은 각각 연평균 39%, 58%씩 고속 성장(IRENA, 2016)[21]

○ 2014년 수력 6,466MW, 태양 2,481MW, 바이오에너지 1,832MW, 풍력 612MW, 해양 255MW



[그림 2-96] 한국의 연료별 발전량

자료 출처 : KEEI 국가에너지통계종합정보시스템



[그림 2-97] 한국의 재생에너지 발전설비용량

자료 출처 : IRENA Statistics Dashboard

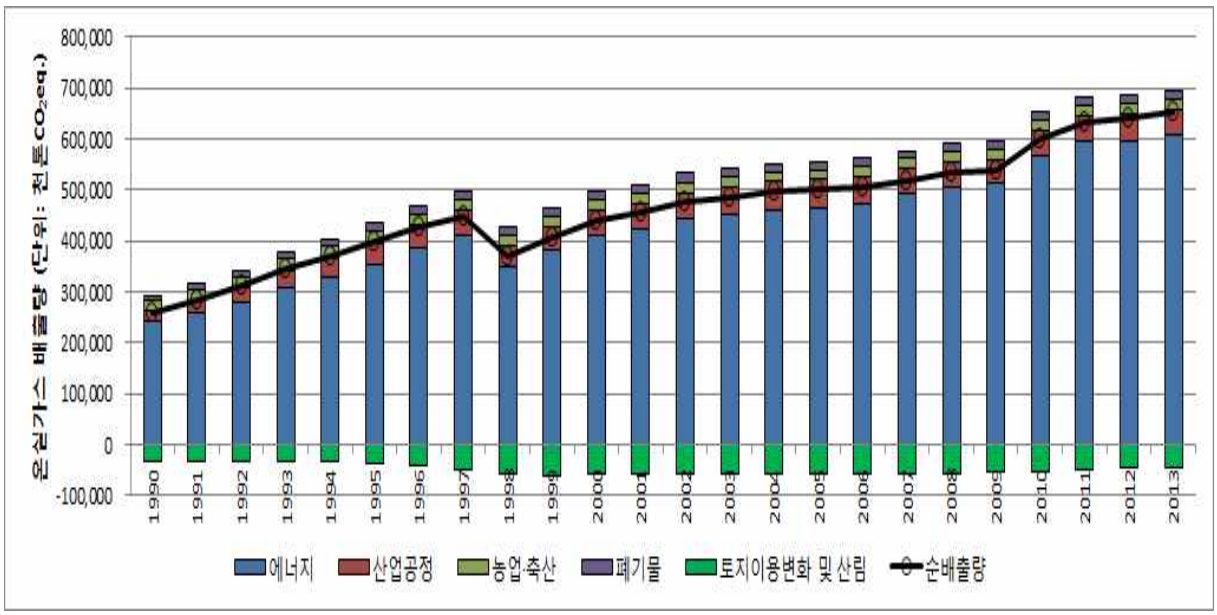
21) 전력거래소 EPSIS의 신재생 발전설비용량과 IRENA의 한국 신재생 발전설비용량 수치는 다소 다름

나. 온실가스 배출 추이

1) 국가 온실가스 인벤토리 추이

□ 국내 온실가스 순배출량은 2013년 약 652백만 tCO_2eq. 수준이며, 1990년 대비 153% 증가, 2005년 대비 30% 증가

□ 국내 2013년 기준으로 에너지부문 온실가스 배출은 순배출량의 93%, 배출량의 87% 차지. 순배출량 대비 산업공정 8%, 농업 3%, 폐기물 2%, 토지이용변화 및 산림 -7% 차지



[그림 2-98] 한국의 온실가스 인벤토리 추이

자료 출처 : UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data

2) 연료연소로 인한 CO_2 배출량 추이

□ 한국의 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 2014년 5,176백만 tCO_2이며, 1971년 대비 973% 증가, 1990년 대비 145% 증가, 2005년 대비 24% 증가

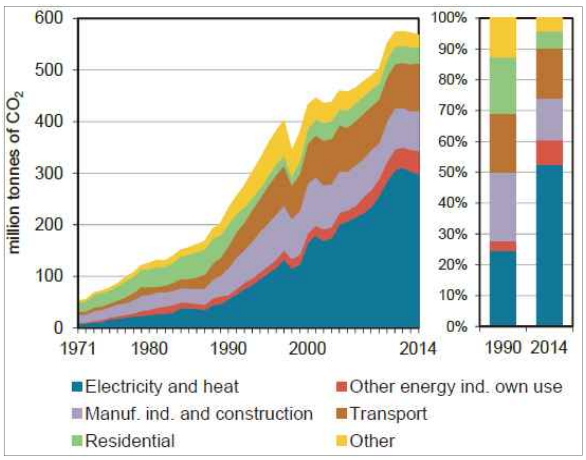
○ 2014년 부문별 배출량 비중은 전기 및 열 생산 53%, 기타 에너지 산업의 자가 소비 8%, 제조업 및 건설업 14%, 수송 16%, 기타 10%이며, 에너지 전환부문과 수송부문이 가장 큰 비중을 차지

□ CO_2 배출량의 지수 분해(Kaya의 분해 항등식, 1990=1)

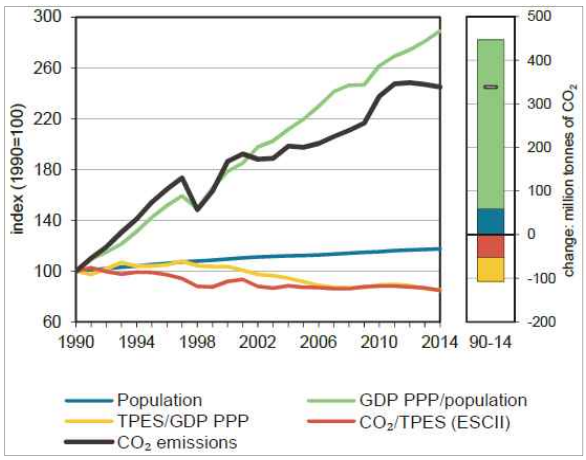
○ 1990~2014년 기간 국내 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 145% 증가함

○ 동일 기간 국내 인구는 18% 증가, 1인당 GDP(구매력 고려)는 189% 증가, GDP당 1차에너지 공급(에너지 원단위)은 15% 감소, 1차에너지 공급당 CO_2 배출(CO_2 원단위)은 15% 감소

○ 따라서, 1990~2014년 기간 에너지 원단위와 CO_2 원단위의 감소는 연료연소 부문 CO_2 배출량 감소에 기여. 그러나 에너지 원단위와 CO_2 원단위의 개선 속도에 비해 인구와 1인당 GDP가 빠르게 증가함으로써, CO_2 배출량은 증가. 즉 경제규모의 증가로 인해 배출량은 증가



[그림 2-99] 한국의 연료연소부문별 CO_2 배출량
출처 : IEA, 2016a



[그림 2-100] 한국의 연료연소 CO_2 배출량 분해
출처 : IEA, 2016a

다. 에너지소비 및 CO_2 배출 전망

1) 1차에너지 공급 전망

□ 2014년에 발표된 '제2차 에너지기본계획'(산업통상자원부, 2014)의 기준안에 따르면, 2035년의 국내 1차에너지 공급 전망은 2011년 대비 1.3배가 될 전망

○ 2035년에 2011년 대비 GDP는 1.9배, 인구는 1.0배(4% 증가)가 될 전망

□ 2035년까지 1차에너지 원별 연평균 증가율

○ 석탄 1.2%, 석유 -0.2%, LNG 1.9%, 수력 0.7%, 원자력 3.3%, 재생·기타 4.4%

□ 1차 에너지 원별 비중을 보면, 기후변화대응 노력이 강화될수록 석탄, 석유의 비중은 감소하고, 원자력과 재생에너지의 비중은 증가할 전망

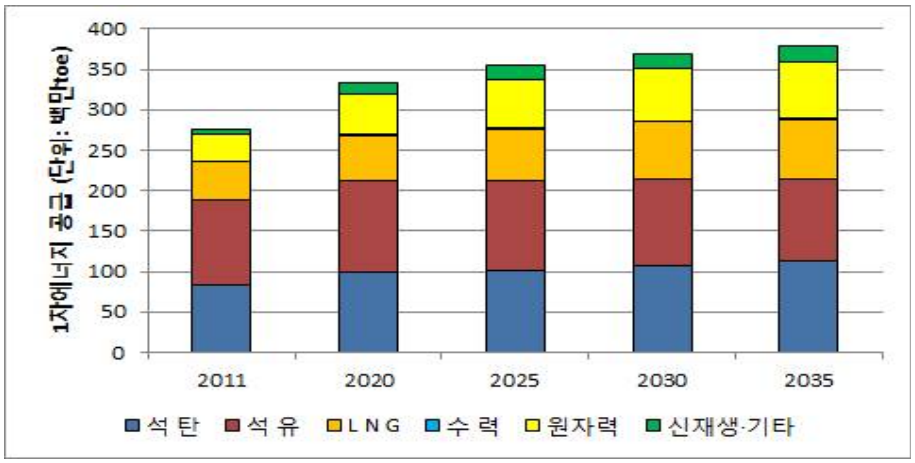
○ 2011년 석탄 30%, 석유 38%, LNG 17%, 수력 1%, 원자력 12%, 재생·기타 2%

○ 2035년 석탄 30%, 석유 27%, LNG 19%, 수력 1%, 원자력 19%, 재생·기타 5%

<표 2-12> 1차에너지 공급 전망

(단위 : 백만 toe, %)

구 분	2011		2025		2030		2035		연평균증가율(%)	
	공급량	비율	공급량	비율	공급량	비율	공급량	비율	2011~2020	2011~2035
석 탄	83.6	30.3	100.2	28.3	107.7	29.1	112.4	29.7	1.92	1.24
석 유	105.1	38.1	111.0	31.3	107.1	29.0	101.5	26.9	0.82	-0.15
L N G	46.3	16.8	64.8	18.3	69.8	18.9	73.3	19.4	1.93	1.93
수 력	1.7	0.6	1.7	0.5	1.9	0.5	2.0	0.5	-0.35	0.70
원 자 력	32.3	11.7	59.6	16.8	65.3	17.7	70.0	18.5	4.85	3.28
신재생·기타	6.6	2.4	16.8	4.7	18.0	4.9	18.8	5.0	8.44	4.44
합 계	275.7	100	354.1	100	369.9	100	377.9	100	2.09	1.32



[그림 2-101] 한국의 1차에너지 전망

출처 : 산업통상자원부, 2014; 관계부처합동, 2015.

2) 최종에너지 소비 전망

□ '제2차 에너지기본계획'의 기준안에 따르면, 2035년의 국내 1차에너지 공급 전망은 2011년 대비 1.2배가 될 것으로 전망

○ 수요관리 정책의 강화, 가격·세율 조정, R&D 확산 통해, 2035년까지 기준안 대비 최종에너지 소비 13% 감축, 전기 소비 약 15% 감축하는 목표 설정

□ 최종에너지 원별 2035년까지 연평균 증가율은 석탄 0.6%, 석유 -0.1%, 도시

가스 1.7%, 전력 2.5%, 열에너지 2.8%, 신재생 1.0%

□ 최종에너지 원별 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 석탄, 석유 등 화석연료의 비중은 감소하고, 도시가스, 전력, 열에너지 등 비중은 증가

○ 2011년 석탄 16%, 석유 50%, 도시가스 12%, 전력 19%, 열에너지 1%, 신재생 3%

○ 2035년에 석탄 15%, 석유 39%, 도시가스 14%, 전력 28%, 열에너지 1%, 신재생 3%

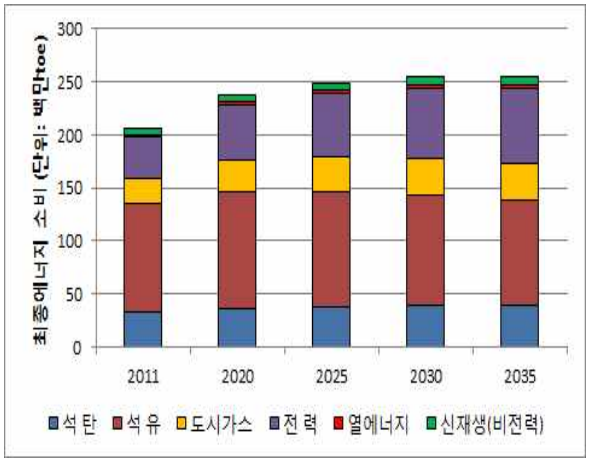
□ 부문별 최종에너지 비중은 기후변화대응 노력이 강화될수록 산업과 수송 비중은 감소하고, 가정, 상업, 공공·기타의 비중은 증가

○ 2011년 산업 62%, 수송 18%, 가정 10%, 상업 8%, 공공·기타 2%

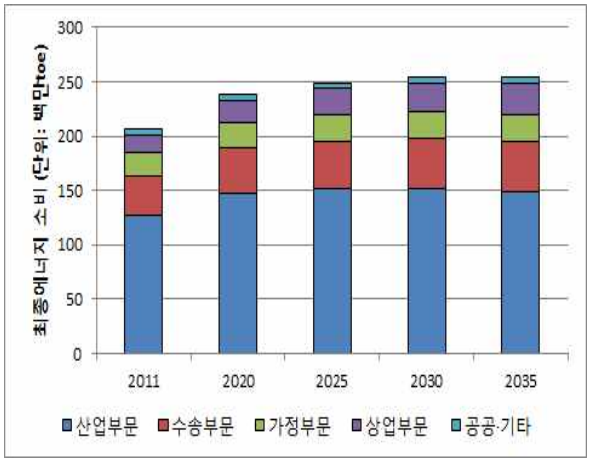
○ 2035년 산업 58%, 수송 18%, 가정 10%, 상업 11%, 공공·기타 2%

□ 2011~2035년 기간 부문별 최종에너지 소비 연평균 증가율

○ 산업 0.6%, 수송 -0.1%, 가정 1.7%, 상업 2.5%, 공공·기타 2.8%



[그림 2-102] 한국의 원별 최종에너지 소비 전망
자료 출처 : 산업통상자원부, 2014; 관계부처합동, 2015



[그림 2-103] 한국의 부문별 최종에너지 소비 전망
자료 출처 : 산업통상자원부, 2014; 관계부처합동, 2015

3) 발전설비용량 전망

□ 2015년에 발표된 '제7차 전력수급기본계획'에 따르면, 국내 발전설비용량은 2029년에 2014년 대비 1.8배가 될 것으로 전망 (발전량 구성비는 제시하지 않음)

□ 발전설비별 2029년까지 연평균 증가율은 원자력 3.0%, 유연탄 2.4%, 무연탄 -2.2%, LNG 1.6%, 석유 -0.1%, 신재생 8.8%, 집단에너지 4.0%

□ 기후변화대응 노력이 강화될수록 석탄 화력의 발전량 비중은 감소하고, 원자력, 재생에너지 등의 발전량 비중은 증가할 것으로 예상하며 발전설비용량 비중은 (정격용량 기준)

○ 2014년 원자력 22%, 유연탄 27%, 무연탄 1%, LNG 29%, 석유 4%, 양수 5%, 신재생 7%, 집단에너지 5%

○ 2029년 원자력 23%, 유연탄 26%, 무연탄 0%, LNG 21%, 석유 1%, 양수 3%, 신재생 20%, 집단에너지 6%

<표 2-13> 전원구성 전망

(단위 : MW, %)

구분		원자력	유연탄	무연탄	LNG	석유	양수	신재생	집단	계
2014 (기설)	정격용량	20,716	25,149	1,125	26,742	3,850	4,700	6,241	4,693	93,216
		22.2	27.0	1.2	28.7	4.1	5.0	6.7	5.0	100
	피크기여도	20,716	25,149	1,125	26,742	3,740	4,700	1,846	4,137	88,155
		23.5	28.5	1.3	30.3	4.2	5.3	2.1	4.7	100
2018	정격용량	26,729	34,873	725	33,616	3,795	4,700	13,416	7,684	125,538
		21.3	27.8	0.6	26.8	3.0	3.7	10.7	6.1	100
	피크기여도	26,729	34,873	725	33,616	3,685	4,700	3,706	6,590	114,624
		23.3	30.4	0.6	29.3	3.2	4.1	3.2	5.7	100
2020	정격용량	26,729	36,913	725	35,567	3,795	4,700	17,273	8,479	134,181
		19.9	27.5	0.5	26.5	2.8	3.5	12.9	6.3	100
	피크기여도	26,729	36,913	725	35,567	3,685	4,700	4,105	7,385	119,809
		22.3	30.8	0.6	29.7	3.1	3.9	3.4	6.2	100
2025	정격용량	32,329	43,293	725	33,767	1,195	4,700	26,098	8,969	151,076
		21.4	28.7	0.5	22.4	0.8	3.1	17.3	5.9	100
	피크기여도	32,329	43,293	725	33,767	1,085	4,700	5,518	7,875	129,292
		25.0	33.5	0.6	26.1	0.8	3.6	4.3	6.1	100
2029	정격용량	38,329	43,293	725	33,767	1,195	4,700	32,890	8,969	163,868
		23.4	26.4	0.4	20.6	0.7	2.9	20.1	5.5	100
	피크기여도	38,329	43,293	725	33,767	1,085	4,700	6,323	7,875	136,097
		28.2	31.8	0.5	24.8	0.8	3.5	4.6	5.8	100

출처 : 산업통상자원부, 2015, 제7차 전력수급기본계획

4) 온실가스 배출량 전망

□ 제2차 에너지기본계획에 기초한 국가 온실가스 총배출량 전망에 따르면, 2035년에 8억5천만 tCO_2eq.가 될 전망이며 이는 2013년 대비 약 1.3배 수준

○ 에너지부문 온실가스 배출량은 2035년에 약 7억4천만 tCO_2eq.가 될 전망이며, 2013년 대비 약 1.2배 수준

○ 2035년 에너지부문 온실가스 배출량은 총배출량의 약 87% 수준

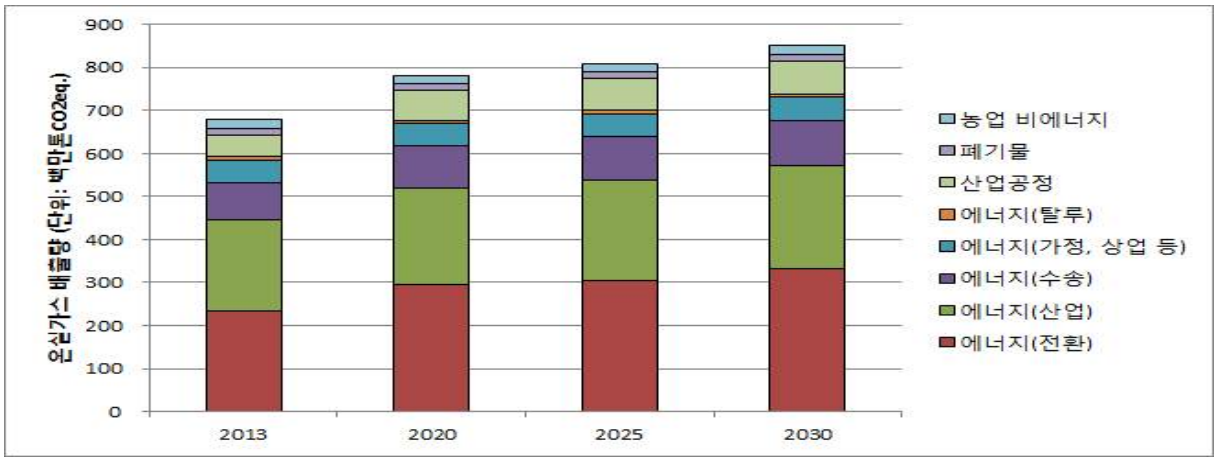
□ 부문별 배출량 비중

○ 2013년 전환 34%, 산업 31%, 수송 13%, 가정·산업 8%, 탈루 1%, 산업공정 8%, 폐기물 2%, 농업 3%

○ 2030년 전환 39%, 산업 28%, 수송 12%, 가정·산업 6%, 탈루 1%, 산업공정 9%, 폐기물 2%, 농업 2%

□ 2009년 정부는 2020년까지 총배출량 전망치 대비 30% 감축하는 목표를 발표하였으며, 2015년 정부는 2030년까지 총배출량 전망치 대비 37% 감축(국내 감축 25.7%, 국제시장 활용 11.3%)하는 목표를 발표

○ 2030년 온실가스 감축로드맵 점검 대토론회에서 정부는 2030년에 전망치 대비 발전부문 7.6% 감축, 산업부문(산업공정 포함) 12% 미만 감축, 수송부문 14.6% 감축, 공공·폐기물·농축산부문 23%, 나머지 감축량은 건물부문에서 담당하기로 잠정 결론(전기뉴스, 2016.11.1.)



[그림 2-104] 한국의 온실가스 배출량 전망

자료 출처 : 관계부처합동, 2015

2. 에너지 정책 및 이행수단

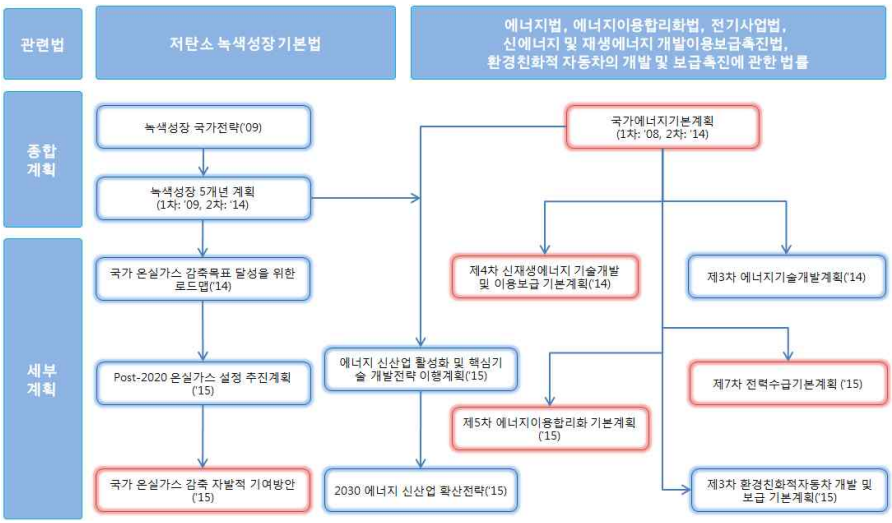
가. 에너지 정책 및 계획 현황

1) 한국의 에너지 정책 동향

□ 국내 주요 에너지 및 온실가스 감축 정책 분석

○ 최근 3년 이내 관련 정책 중에서 에너지·온실가스 감축과 신재생에너지 분야에 파급이 큰 정책을 중심으로 선정

[그림 2-105] 최근 국내 에너지 정책 및 중점 분야



[그림 2-106] 에너지 및 기후변화 관련 정부정책 상호간의 관계

2) 주요 에너지 정책 및 계획

□ 제2차 에너지기본계획(2014.1)

○ 에너지부문의 모든 분야를 총망라하며, 다른 에너지 관련 계획들과 체계적으로 연계하고 거시적인 관점에서 조정하는 종합계획

- 에너지원별, 부문별 등 다른 에너지 관련 계획에 대해 원칙과 방향을 제시하는 성격을 가지는 최상위 계획

○ 에너지기본계획은 중장기 에너지정책의 기본 철학과 비전제시를 주목적으로 하며, 이를 달성하기 위해 주요 목표들을 함께 제시

<표 2-14> 제2차 에너지기본계획 개요

구 분	내 용
수립근거	○ 저탄소녹색성장기본법 제41조, 에너지법 제10조제1항
주관부처	○ 산업통상자원부
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2014년 1월 ○ (계획기간) 2014~2035년(법상 20년 이상) ○ (수립주기) 5년 주기로 수립

<표 2-15> 1차와 2차 에너지기본계획 비교

구 분	제1차 계획(2008)	제2차 계획(2014)
계획기간	2008~2030년	2014~2035년
수립과정	정부주도로 계획 수립 (정부초안 마련 후 의견수렴)	개방형 프로세스 구조 (민관 거버넌스 초안 작성)
수급기조	공급 중심형	수요 관리형
발전소 배치	대규모 집중형 발전소	분산형 발전 시스템
원전비중	41%	29%
신재생 보급	11%	11%
기타	-	분산형 발전비중(5→15%) 에너지바우처 도입(2015년)

○ 기준전망 대비(BAU) 최종에너지 소비를 2035년까지 13%, 전력수요는 15% 절감하는 수요관리 중심의 에너지 정책으로 전환하며, 에너지 세율조정, 전기요금 체계 개선, ICT 수요관리 시스템 구축 등을 주요 과제로 추진함

- 산업부문이 최종에너지 소비 감축의 47% 담당하고, 수송(36%), 상업(9%) 순으로 소비 절감

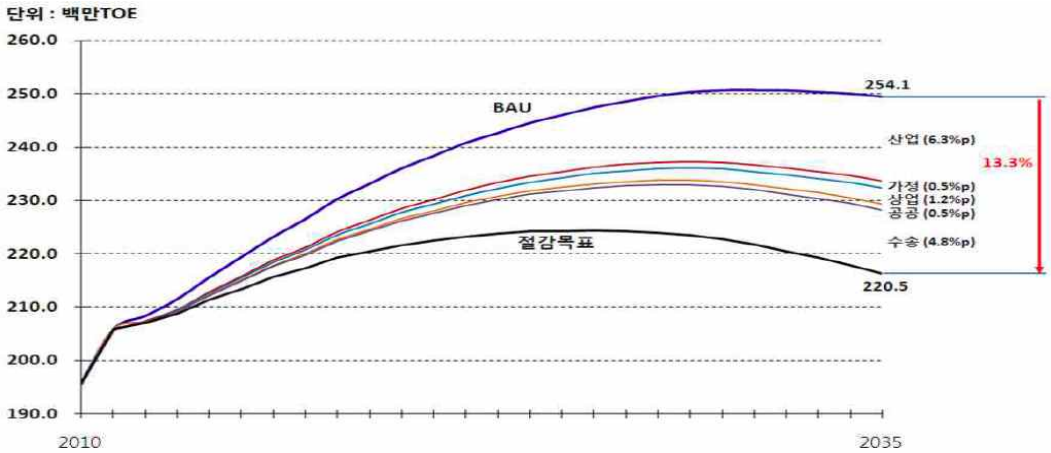
- 에너지 세율 조정 : 발전용 유연탄을 개별소비세 과세 대상에 포함하고, 전기의 대체재인 LNG에 대해서는 과세를 완화

* 철강·시멘트 제조 등 산업용의 경우는 산업경쟁력 등을 감안하여 과세 제외

- 전기요금 체계 개선 : 환경·사회적 비용반영(원전·송전망 보강 등), 용도별 체계개선(누진제 완화, 전압별 요금제), 수요관리 요금제 확대 등

- ICT 수요관리 시스템 구축 : 스마트그리드(ESS 설치 인센티브 제공 등)와 에너지 관리시스템 보급(건물설계기준 변경 등), 수요관리시장 활성화 등

- 부문별 제도 강화 : 2020년 승용차 평균연비 선진국 수준달성, 2025년 신축건물 제로에너지화, 저효율제품 시장 퇴출 등



[그림 2-107] 부문별 최종에너지 소비 감축목표

○ 2035년까지 발전량의 15% 이상을 분산형 발전시스템으로 공급하며, 송전 제약 사전검토, 분산형 전원 확대 등을 주요 과제로 추진함

- 송전 여유지역 발전소 건설 : 초고압 송전선로 건설을 최소화하기 위해 발전가능 입지 정보 사전 제공

- 분산형 전원 확대 : 2035년까지 집단에너지·신재생·자가용 발전기 등의 발전량 비중을 15% 이상으로 확대(現 5% 수준)

- 송전망 운영 : 발전-송전계획 수립의 패키지화, HVDC 검토 등 수용성 제고, 전력망을 중립적으로 관리·감독하는 전담기관 설립

○ 신규 발전소에 대한 최신 온실가스 감축기술 적용을 통해 에너지정책의 지속가능성을 제고시킴으로써 환경과 원전의 조화를 모색

- 기후변화대응 : 기술 상용화 시점에 맞춰 화력발전소에 대한 USC, CCS 등의 온실가스 감축기술을 적용

- 안전 강화 : 원전 안전성을 대폭 개선하기 위한 투자 확대, 노후 원전 관리와 계획예방정비 강화 등 안전을 최우선으로 원전 운영

- 에너지기술 : 에너지 수요관리 강화, 분산형 전원 활성화 등을 뒷받침 할 수 있는 핵심기술 개발 중점 추진

○ 해외 자원개발 확대와 신재생에너지 보급 11% 달성을 통해 에너지 안보를

강화하고 안정적인 에너지 공급 유지

- 신재생 보급 확대 : 전기 중심의 보급정책을 열·수송부문으로 확장하고, 민간 주도형 보급제도를 통해 2035년 비중을 11%까지 확대
- 자원개발 역량강화 : 공기업은 리스크가 높고 장기투자가 필요한 분야를 중점 추진하며, 시장성이 큰 분야는 민간 중심으로 추진

○ 에너지 도입선 다변화 및 국내 비축여력 강화를 통해 석유·가스 등 전통 에너지원별의 안정적 공급체계 구축

- 석유 : 원유 도입선 다별화로 특정 지역에 대한 의존도를 낮추고, 동북아 오일허브 구축 등 산업구조 선진화 추진
- 가스 : 셰일가스 등 국제시장 변화에 적극적으로 대응하는 한편, 국내 비축을 위한 공급인프라도 강화
- 전력 : 발전소 적기 준공, 수급불안 발생 시 안정적 공급능력 확보를 위한 가용 발전자원 활용 극대화

○ '15년부터 에너지 바우처 제도 도입을 통해 국민과 함께하는 에너지 정책 추진

- 선제적 갈등관리 : 송전선로 건설, 사용 후 핵연료, 원전 정책 등의 수립·추진과정에서 정책 투명성을 최대한 제고
- 에너지 복지 : 2015년 에너지 바우처 제도 도입, 취약가구 에너지효율개선 사업 확대, 제도 정비 등 인프라 확충을 통한 복지 사각지대 해소
- 지자체 공조강화 : 분산형 전원공급·에너지 절약확산 등을 위한 "지역 에너지계획"을 평가하고 이를 예산사업에 반영

□ 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵(2014.1)

○ 국정과제로 '온실가스 감축 국제공약 이행'을 추진하고 실질적 감축 성과를 도출하기 위한 감축 이행계획 마련

- 각 부문별 감축정책과 수단을 체계화하여 종합하고, 과학기술을 활용한 감축방안과 취약부문 감축 지원방안 제시

○ 2020년 국가 온실가스 배출전망은 776.1백만 $tCO_2eq.$(순발열량)이며, 에너지 부문은 626.9백만 $tCO_2eq.$로 총 배출전망치의 약 80.8%를 차지하고 비에너지 부문은 149.2백만 $tCO_2eq.$로 약 19.2%를 차지함

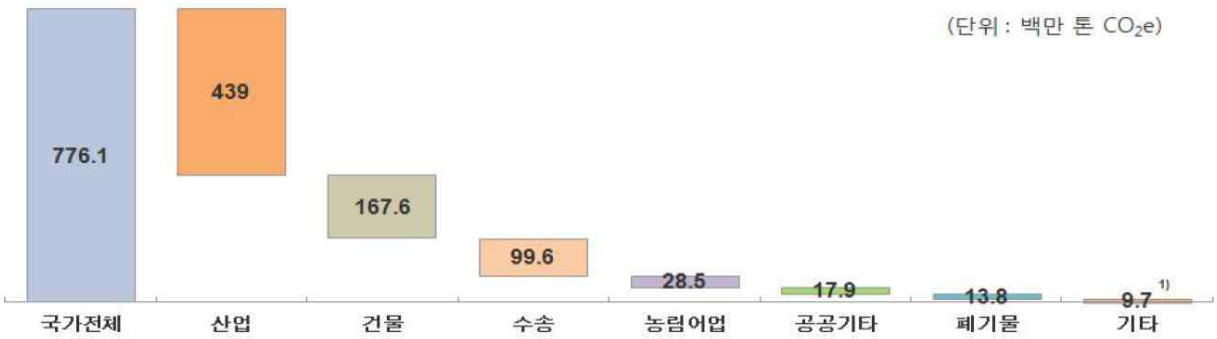
<표 2-16> 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵 개요

구 분	내 용
수립근거	○ 저탄소 녹색성장 기본법 제42조
주관부처	○ 관계부처 합동
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2014. 1 ○ (계획기간) 2014~2020년

<표 2-17> 2020년 국가 온실가스 배출전망

(단위 : 천 tCO_2e)

구 분	2005년(실적)	2020년(전망)	2020년 배출 비중
에너지(연료연소)	467.832	626.869	80.8%
비에너지	100,920	149,206	19.2%
- 산업공정	64,537	116,571	15.0%
- 농축산	20,896	18,801	2.4%
- 폐기물	15,487	13,835	1.8%
합계	568,751	776,075	100.0%



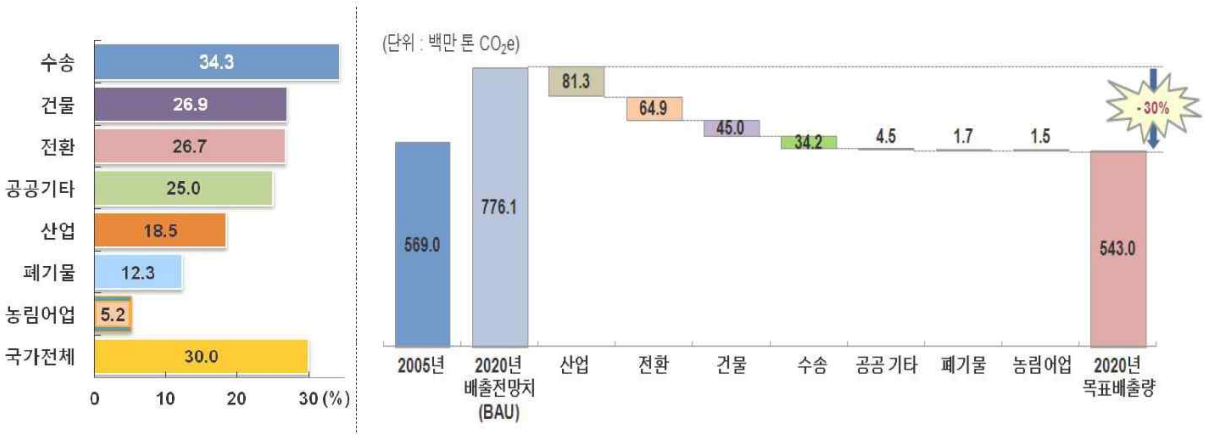
[그림 2-108] 2020년 부문별 온실가스 배출전망치(BAU)

○ 국가 및 부문별 온실가스 감축목표는 2020년 국가 온실가스 배출전망치(776.1백만 $tCO_2eq.$) 대비 30% 감축으로, 감축 후 목표배출량은 543.0백만 tCO_2e로서, 2005년 배출량(569백만 $tCO_2eq.$) 대비 약 4% 적은 수준임

○ 2020년 국가 온실가스 감축목표는 배출전망치(BAU) 776백만 $tCO_2eq.$ 대비 30%(총 감축량 233백만 $tCO_2eq.$)이며, 건물·수송 등 비산업부문 감축률이 상대적으로 높게 나타나지만 총 감축량 대비 비중은 산업·전환부문이 50% 이상 차지

[그림 2-109] 국가 배출전망치(BAU) 및 감축목표 달성 시나리오

- 부문별 감축률(%) : 수송(34.3) > 건물(26.9) > 전환(26.7) > 공공기타(25.0) > 산업(18.5) > 폐기물(12.3) > 농림어업(5.2) 순
- 감축비중(%) : 산업(34.9) > 전환(27.9) > 건물(19.3) > 수송(14.7) > 공공기타(1.9) > 폐기물(0.7) > 농림어업(0.6) 순



[그림 2-110] 부문별 온실가스 감축률 및 감축량

□ 제2차 녹색성장 5개년계획(2014.6)

○ 녹색성장 국가전략을 효율적·체계적으로 이행하기 위한 실행계획으로서 3대 정책목표와 달성하기 위한 5대 정책방향별 중점 추진과제 제시

- 정책목표 : 저탄소 경제·사회구조의 정착, 녹색기술과 ICT의 융합을 통한 창조경제 구현, 기후변화에 안전하고 쾌적한 생활기반 구축

<표 2-18> 제2차 녹색성장 5개년계획 개요

구 분	내 용
수립근거	○ 저탄소 녹색성장 기본법 시행령 제4조
주관부처	○ 관계부처 합동
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2014. 6 ○ (계획기간) 2014~2018년 ○ (수립주기) 5년 주기로 수립

○ 효과적 온실가스 감축을 위하여 감축로드맵을 체계적으로 이행하고 배출권 거래제 정착 및 탄소시장을 활성화하며, 장기 국가 감축목표 수립 및 탄소 흡수원을 확충함

- 산업부문 : 업종별 감축목표의 효과적 달성 및 산업부문 온실가스·에너지 목표관리제 운영 개선
- 수송부문 : 교통수요 관리 강화 및 교통운영 효율화, 생활 밀착형 보행 및 자전거 활성화, 대중교통 인프라 확충 및 서비스 개선, 저탄소 녹색물류체계 구축, 고연비·저탄소차 생산·소비 선순환체계 구축
- 건물부문 : 건물부문 에너지효율 개선 및 정보 공개, 건축물 내 각종 기기의 에너지 효율 개선, 건축물 Non-CO_2 온실가스(냉매 등)사용 저감 및 관리 강화
- 공공·농림어업·폐기물부문 : 공공부문 온실가스 목표관리제 내실화, 농어업 분야 에너지 이용 효율화 및 저탄소기술 보급 확대, 폐기물 발생량 억제

○ 지속가능한 에너지 체계 구축을 위하여 에너지 수요관리를 강화하고 신재생 에너지 보급을 확대하며, 분산형 발전시스템 구축 및 에너지 시설의 안정성을 확보함

- 에너지 세율 조정, 원가 변동요인을 전기요금에 탄력적으로 반영하여 전기요금 현실화, 전기요금 체계 개편
- 선진형 수요반응시장 조성, 에너지공급자의 효율향상 투자 강화
- 분산형 전원 확대(자가발전 설치 유도, 집단에너지 확대, 분산형 신재생 에너지 보급)

○ 녹색창조산업 생태계 조성을 위하여 첨단융합 녹색기술을 개발하고 녹색

창조 산업을 육성하며, 자원순환 경제구조 정착을 통해 규제 합리화 및 녹색인재를 양성함

- 기후변화대응 핵심기술 개발·상용화 및 혁신적 온실가스 감축 및 에너지 원천기술 개발
- 폐자원 에너지화 촉진, 자원순환사회 전환 및 선진적 재활용체계 구축을 통한 자원순환형 산업발전 기반 조성
- 녹색창조산업 활성화를 위한 제도 개선 및 녹색경영·기업·우수그린비즈 인증제도 활성화

○ 지속가능한 녹색사회 구현을 위하여 기후변화 적응역량을 강화하고 친환경 생활기반을 확대하며, 녹색 국토공간을 조성함으로써 녹색 복지 및 거버넌스 기반을 확충함

- 기후변화 감시·예측·분석 인프라 확충 및 부문별 적응 역량 제고
- 생활밀착형 저탄소생활 확산(실천 네트워크, 교육·홍보, 친환경운전 확대)
- 친환경 국토관리체제 구축, 생태휴식공간 확충, 한국형 스마트 녹색도시 모델 개발지원
- 에너지 복지제도 개편, 취약계층 보호대책 강화

○ 글로벌 녹색협력 강화를 통해 기후협상에 효과적으로 대응하고 녹색성장 지역협력를 확대하며 국제적으로 확산함

- Post-2020 신기후체제 협상전략 수립 및 대응
- GGGI를 통한 대개도국 녹색성장 지원 강화, GCF-GTC-GGGI간 협력 네트워크 구축

□ 제4차 신재생에너지 기본계획(2014.9)

○ 신재생에너지 보급 목표와 에너지원별 기술개발 및 이용・보급에 관한 계획을 포함하고 있으며, 6가지 세부 추진과제 제시

- 수요자 맞춤형 보급・확산정책 추진, 시장친화적 제도운영, 신재생에너지 해외시장 진출확대, 새로운 신재생에너지 시장창출, 신재생에너지 R&D 역량 강화, 제도적 지원기반 확충

<표 2-19> 제4차 신재생에너지 기본계획 개요

구 분	내 용
수립근거	○ 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제5조
주관부처	○ 산업통상자원부
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2014.9 ○ (계획기간) 2014~2035년(법상 10년 이상) ○ (수립주기) 5년 주기로 수립

○ 2035년까지 1차 에너지의 11%를 신재생에너지로 공급하며, 2014년~2035년 기간 중 신재생에너지 연평균 증가율은 6.2%

○ 폐기물 비중을 축소하고, 태양광과 풍력을 핵심 에너지원으로 육성

- 원별 비중(%, 2012→2035) : 폐기물(68.4→29.2), 풍력(2.2→18.2), 태양광(2.7→14.1)

○ 2035년 전체 전력량 중 13.4%를 신재생에너지로 공급

<표 2-20> 1차 에너지 기준 에너지원별 비중 목표(단위 : %)

구 분	2012	2014	2025	2035	연평균증가율
태양열	0.3	0.5	3.7	7.9	21.2
태양광	2.7	4.9	12.9	14.1	11.7
풍력	2.2	2.6	15.6	18.2	16.5
바이오	15.2	13.3	19.0	18.0	7.7
수력	9.3	9.7	4.1	2.9	0.3
지열	0.7	0.9	4.4	8.5	18.0
해양	1.1	1.1	1.6	1.3	6.7
폐기물	68.4	67.0	38.8	29.2	2.0

○ 수요자 맞춤형 보급·확산정책 추진

- 주민이 참여하여 성과를 공유하고, 신재생에너지 보급에 기여하는 '소비자 중심'의 신재생 정책 추진

- 도서지역, 농업기반시설·환경기초시설 유휴부지, 교육시설 등 수요자 니즈가 높은 지역의 신규투자 모색

○ 시장친화적 제도운영

- 의무이행 여건을 고려하여 RPS 의무공급량을 재조정하고, 의무이행을 위한 수단을 다양화하여 이행여건을 개선
- 시장 및 기술여건 변화에 맞추어 신재생에너지 보급·융자 사업의 효과성을 개선

○ 신재생에너지 해외시장 진출확대

- 국내보급 활성화와 병행하여 지역별·원별 특화된 전략으로 “해외진출”과 “국내보급”의 선순환 창출
- 범정부적 지원체계를 구축하고, 국제기구 등과의 협력을 통한 공동 해외진출 등 다양한 비즈니스 모델 마련

○ 새로운 신재생에너지 시장창출

- 버려지던 발전소 온배수 등 국내 활용 가능한 새로운 신재생 에너지원을 적극 발굴 및 활용방안 모색
- 전기 에너지 중심에서 수송·열에너지로 시장을 확대하고, 공공부문을 중심으로하는 대규모 선도투자 진행

○ 신재생 R&D 역량 강화

- 상용기술 중심의 단기과제와 미래원천기술 확보를 위한 중장기 과제로 전략적으로 구분하여 추진
- 전문인력 양성과 신재생 고용창출 연계

○ 제도적 지원기반 확충

- 우리기업의 글로벌 기술경쟁력 제고를 위해 국제 표준, 국내외 인증기반 강화
- 신재생 관련 규제·제도를 시장친화적으로 재설계 하여 민간의 적극적 투자를 유도

□ 제5차 에너지이용합리화 기본계획(2014.11)

○ 국가에너지기본계획에서 제시된 목표에 맞춰 최종에너지 소비를 절감하기 위한 에너지소비부문별 이용에 관한 계획

- 산업·수송·건물·공공 등 소비주체별 에너지수요관리방안, 에너지가격 및 시장제도 개선, 에너지정보체계 개편, 에너지효율향상 프로그램 제시

<표 2-21> 제5차 에너지이용합리화 기본계획

구 분	내 용
수립근거	○ 에너지이용합리화법 제4조에 따라 5년마다 수립·시행하는 에너지기본계획의 수요부문 하위계획
주관부처	○ 관계부처 합동
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2014. 11 ○ (계획기간) 2013~2017년(법상 10년 이상) ○ (수립주기) 5년 주기로 수립

○ 제2차 에너지기본계획은 기준전망(BAU) 대비 최종에너지 소비를 2035년까지 13.3% 감축, 전력수요는 15% 이상을 감축

○ 제5차 에너지이용합리화 기본계획은 에너지기본계획에서 제시된 목표에 맞춰 최종에너지 소비를 2017년 BAU 대비 4.1% 감축

- 에너지 원단위(toe/백만원)는 2012년 0.252에서 2017년 0.230으로 개선(독일의 1990년대 수준)

<표 2-22> 최종에너지 2017년 전망 대비 감축목표(단위 : 백만 toe)

2017년	부 문				에너지원					계
	산업	수송	건물	공공	석유	전력	석탄	가스	기타	
전망	141.0	40.1	41.7	4.6	108.6	47.6	34.5	28.0	8.8	227.5
목표	135.7	37.6	40.5	4.3	103.7	44.9	33.3	27.5	8.8	218.2
감소	5.3	2.5	1.2	0.3	4.9	2.7	1.2	0.5	-	9.3
절감율	3.8%	6.3%	2.8%	5.6%	4.5%	5.6%	3.4%	1.7%	-	4.1%

○ 산업·수송·건물·공공부문의 소비주체별 에너지 수요관리

- 산업부문 : 전력다소비사업장 대상 자가발전 확산을 위한 자발적 협약 체결, 규제개선, 융자, 세액공제 등을 지원하고 산업단지 미활용 에너지자원의 외부수요처와 연결하는 에너지 네트워크 구축

- 수송부문 : 2020년 평균연비를 선진국 수준으로 상향하고 대중교통 대상 전기차 배터리리스 서비스 시범사업 도입, 공공기관 전기차 구입 의무화 등 전기차 보급 확산

- 건물부문 : BEMS 설치 보조금 지원 시범사업을 추진하고 노후건축물

단열성능 공사 시 그린리모델링 사업을 확대·추진하며, 2025년 제로에너지 건축물 신축 의무화, 에너지효율등급 인증을 단계적으로 의무화

- 공공부문 : 노후 가로등의 LED교체, 융복합중심의 지역에너지사업 지원

○ 석탄 화력의 고효율화 및 발전소 온배수열 활용

- 500MW 발전소 최적 출력향상(retrofit) 표준 모델과 국내 독자 개발한 한국형 1,000MW 초초임계압(USC) 발전플랜트 모델의 상용화 추진

- 발전소 온배수를 활용, 열에너지 공급자가 발전소 인근 영농단지대상으로 열에너지를 공급하는 사업 확대

○ 수요관리 요금제 개선 및 네가와트 개설을 통한 에너지가격과 시장제도 개선

- 전기의 생산・수송・공급 과정에서 발생하는 다양한 환경・사회적 비용을 현실화하여 반영

- 지능형전력망 사업자의 요건을 네거티브(negative) 방식으로 전환하여 허가・등록 없이도 자격을 갖추도록 요건 완화

○ 쉽게 이해할 수 있는 '공감' 에너지정보를 개발하고 에너지절약형 아파트 고지서 등 전기절약 홍보

- toe로 표현되던 에너지 사용량을 국민들이 쉽게 이해·판단할 수 있도록 국민 체감도가 높은 에너지지수 개발・도입

○ 수오관리 R&D 추진, 융자 및 ESCO 제도 개선, 3대 에너지효율관리제도 재점검 및 정비, 열사용가지재 안전 강화

- 효율관리기자제 지정제도, 대기전력저감제도, 고효율기자재 인증제도

□ 제3차 에너지기술개발계획(2014.12)

○ 에너지기술개발계획은 국가에너지기본계획과 관련한 에너지의 효율적 사용과 온실가스 감축 등을 위해 추진하는 최상위 기술개발계획

- 에너지 공급-수요-혁신의 17개 기술개발프로그램 제시

○ 주요목표로 4가지 방향 제시

- 에너지산업 경쟁력을 강화하여 주요 분야 세계시장 10% 이상 확보

- 기술혁신 기반의 기후변화 대응으로 국가 온실가스 감축 계획에 주도적인 기여

- 에너지기술개발 생산성 향상을 통해 기술사업화율 10% 제고
- 에너지기술 혁신 프로그램(Energy Innovation Architecture 2025) 추진

<표 2-23> 제3차 에너지기술개발계획 개요

구 분	내 용
수립근거	○ 에너지법 제11조
주관부처	○ 관계부처 합동
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2014.12 ○ (계획기간) 2014~2023년 ○ (수립주기) 5년 주기로 수립

○ 시장-미래-세계를 지향하는 기술개발과 공급-수요관리-혁신 R&D 체계, 사업화 지향 기획평가 프로세스 구축을 통하여 새로운 R&D 체계 구축

- 정부R&D의 패러다임을 전환하여 사업화 직전단계의 비즈니스형 R&D를 확대하고, 시장경쟁력을 최대화
- 에너지 공급-수요-혁신기술의 새로운 체계로 재편하여 미래 에너지기술 선도를 위한 기반 마련

○ 실증 R&D와 사업화 진흥기능을 강화하고 보급·타분야 연계로 새로운 시장을 창출하며 신산업분야 기반 R&D 지원 강화

- 개발 완료된 원천기술의 사업화 촉진을 위해 실증R&D 지원 확대
- 첨단기술을 적용한 제품개발형 R&D 결과물이 즉시 보급될 수 있도록 기술개발-보급 연계로드맵 수립
- 다양한 에너지 기기에 공통으로 들어가는 기술에 대해 출연(연), 대학 주관으로 개발하여 지원하는 '공통기술 활용 플랫폼' 구축

○ 공공 R&D 협력 거버넌스를 고도화하고 에너지산업 생태계의 지역 확산을 촉진하며, 대·중소기업 동반성장 생태계 조성

- 산업부-지자체-공공기관-출연연이 참여하여 기술혁신·이전 및 사업화, 지역실증 등에 협력하는 'R&D 협의체'를 구축
- 지역 중심으로 추진되는 기술개발 프로젝트에 대해 정부-공기업-지자체가 공동으로 투자할 수 있는 환경 조성
- 시스템 개발의 경우 중소·중견기업은 핵심 부품·소재를 개발하고, 대기업은

통합·조정을 담당하는 기술개발모델 확산

[그림 2-111] 공공R&D 협력 거버넌스

○ 신산업을 선도하는 창의적 인력을 양성하고 글로벌 생태계를 감안한 국제협력 인프라 구축

- 에너지신산업 부상과 인력수요전망을 고려하여 창의융합형 에너지 기술인력 양성 확대
- 선진국과는 클린에너지 핵심기술역량 강화와 글로벌 경쟁력 확보를 위해 긴밀한 실무협의*를 지속 추진하고 공동연구 발굴·지원
- 에너지 인적네트워크 구축 및 정보교류 활성화를 위해 IEA, IRENA, CSLF 등 국제기구 및 다자간 협의체 활동을 활성화

□ 국가 온실가스 감축 자발적 기여방안(INDC, 2015. 6)

○ 바르샤바 당사국총회 결정문 1/CP.19 및 리마 당사국총회 결정문 1/CP.20에 의거, 기후변화협약 제2조에 명시된 협약의 목적 달성을 위하여 INDC를 제출

<표 2-24> 국가 온실가스 감축 자발적 기여방안(INDC)

구 분	내 용
수립근거	○ 기후변화협약 제19차 당사국 총회 결정문 및 제20차 당사국총회 결정문
주관부처	○ 관계부처 합동
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2015. 6

○ 전 경제 분야에서 2030년까지 온실가스 배출전망치(850.6백만 tCO_2e) 대비 37% 감축하는 계획 수립

- 정부 제3안 25.7%를 채택하되, 우리의 국제사회의 위상과 선도적 역할을 감안하여 국제시장을 활용한 온실가스 감축을 11.3%를 추가하여 37%로 결정
- 인구, GDP, 산업구조, 유가 등 주요 경제변수 전망을 토대로 배출전망치 도출 (782.5백만 $tCO_2eq.$(2020) → 809.7백만 $tCO_2eq.$(2025) → 850.6백만 $tCO_2eq.$(2030))

○ 산업계의 직접적 부담 최소화를 위해 다양한 감축수단을 활용

- 산업부문 감축률(산업공정 포함)은 부문 BAU의 12% 수준(공론화 시나리오 2)을 초과하지 않도록 하고, 온실가스 배출권 거래제법 등의 법과 제도를 개선
- 탄소배출은 줄이면서 새로운 일자리를 창출하는 에너지 新산업을 집중 육성하여 매년 4%대 성장을 통해 2017년에는 4.6조 달러로 예상되는 세계 에너지 新산업 시장을 선점하도록 노력
- 기업 직접규제보다 시장·기술을 통해 산업계가 자발적 감축을 할 수 있도록 지원제도를 개선하고, 과도한 규제는 과감히 정비
- 기제출한 스위스, 캐나다, 멕시코 등과 같이 국제탄소시장 매커니즘(IMM)을 활용한 해외감축을 새로운 감축수단으로 활용하여 추가 감축잠재량 확보

□ 제7차 전력수급 기본계획(2015.7)

○ 전력수급 안정을 위하여 전력수급의 기본방향, 전력수급의 장기전망, 발전설비 및 주요 송변전 설비 계획에 관한 사항, 전력수요의 관리에 관한 사항을 주요 내용으로 하는 계획

<표 2-25> 제7차 전력수급 기본계획

구 분	내 용
수립근거	○ 전기사업법 제25조, 전기사업법시행령 제15조
주관부처	○ 산업통상자원부
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2015. 7 ○ (계획기간) 2015~2029년 ○ (수립주기) 2년 주기로 수립

○ 발전설비계획

- 설비예비율 : 발전기 고장 등에 대비한 최소예비율 15% 이상을 목표로, 수요·공급 불확실성(7%)을 감안하여 2029년 22%의 예비율 목표 설정
- 신재생에너지 : 2029년 기준 발전량 비중 11.7%, 발전설비 비중 20.1%
- 집단에너지 : 사업허가를 취득한 설비계획을 기준으로 반영

* 열공급을 위한 설비로 전기를 부수적으로 생산하므로 실효용량 기준 신규 3,739MW 추가 반영

- 원전 : 제2차 에너지기본계획 원전비중 정책목표 29%(2035년) 감안
- 신규 : 적정설비규모 136,553MW에서 확정설비 133,097MW를 제외하면 추가적으로 필요한 신규소요는 3,456MW

○ 전원구성 전망

- 정격용량 기준 : 최종년도(2029년) 정격용량 기준으로 유연탄(26.4%), 원전(23.4%), LNG(20.6%), 신재생(20.1%) 순
- 피크기여도 기준 : 최종년도(2029년) 피크기여도 반영 기준으로 유연탄(31.8%), 원전(28.2%), LNG(24.8%) 순

□ 기본 방향 및 주요 과제

○ 안정적인 전력수급을 최우선 과제로 추진

- 기온 변동성 확대, 설비건설 차질 등 만일의 수급불안 가능성에 대비하여 안정적 전력수급에 가장 중점을 두고 설비 확충 추진
- 특히, 최대전력 수요는 평균기온이 아니라, 최고·최저기온에 따라 결정되므로 한파·폭염 등 이상기후 발생 가능성 고려(적정예비율 22% 유지)

○ 수요전망의 정밀성과 객관성 확보

- 전력수요 전망 시 경제성장률과 전기요금 등 최신의 예측전제를 활용하여 예측의 정밀성 제고
- 주관적 판단은 최대한 배제하고 과학적 모형을 통한 예측과 전문가 중심의 수요소위 결정에 따른 객관적인 수요전망 실시

○ 에너지 신산업을 적극 활용한 전력 수요관리

- 수요자원 거래시장(네가와트)을 활용한 시장형 수요관리의 확대
- 수요관리에 있어 ESS, EMS 등 ICT 기반의 에너지 신산업을 적극 활용하고,

이를 통해 에너지신산업 비즈니스 모델 창출지원

○ Post 2020 온실가스 감축을 위한 저탄소 전원믹스 강화

- 석탄화력 비중축소 : 기존에 계획된 석탄화력 중 연료, 송전설비 문제로 허가받지 못한 설비 4기 철회

- 신규원전 반영 : 6차 계획의 유보물량(4기, 6,000MW) 및 제2차 에너지기본계획의 원전비중 목표(2035년까지 29%)를 고려한 원전반영

- 신재생에너지 : 2차 에너지기본계획, 4차 신재생에너지기본계획의 신재생 설비용량, 발전량 목표를 준수하여 믹스를 구성

○ 분산형 전원 확산 기반 구축

- 기술개발, 규제완화, 렌탈 등 에너지 신비즈니스 모델 활성화를 통한 신재생에너지 보급을 확대(2029년 신재생 발전량 11.7% 목표)

- 분산형 전원 활성화를 위한 시장 인센티브 마련, 수도권 자가설비 확대 등으로 신규 송전선로 및 대규모 발전단지 건설 최소화(2029년 분산형 전원 발전량 비중 12.5% 목표)

□ 2030 에너지 신산업 확산전략(2015.11)

○ 신기후체제에 대응하기 위한 에너지 신산업의 중장기 계획으로서 전력, 수송, 산업 등 사회 전 분야에 대한 에너지 신산업 과제를 도출하고 추진 계획 제시

<표 2-26> 2030 에너지 신산업 확산전략 개요

구 분	내 용
수립근거	○ 신기후체제 대응과 경제성장동력 육성
주관부처	○ 관계부처 합동
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2015. 11 ○ (계획기간) ~ 2030년

○ E-프로슈머 기반의 전력거래 시장제도를 신설하고, 대사별 맞춤형 사업 발굴 및 확대를 통해 총 발전량 12.8% 확대(2030)

- 소규모 전력을 팔 수 있는 'E-프로슈머 전력거래 시장' 신설을 통해 마이크로그리드 활성화 기반 마련

- 다양한 유형의 시범사업을 확대하고 지원기반을 확충하여 친환경에너지

타운의 전국 확산 유도

- 제로에너지 빌딩 확산을 위하여 신규 건축물 대상으로 2025년까지 제로에너지빌딩 의무화 추진
- 아파트·상가 등 일반 국민 참여를 통한 수요자원 시장을 확대하는 새로운 비즈니스 모델 개발

○ 전력 분야에서 저탄소 발전을 확대하기 위하여 신재생에너지 보급을 위한 생태계를 조성하고 기존 전력 생산시스템의 효율을 향상시키는 기술 적용

- 신재생에너지 활성화를 위한 보급 확대 및 제도 개선을 추진하고 신재생에너지 확산에 대응한 국내 전력망 시스템 확충
- 국내 석탄화력 발전소 대상으로 고효율 발전시스템을 확대 적용하고, 고효율 LNG 발전 가스터빈 기술의 실증을 통해 해외 시장 진출
- CCS를 통한 온실가스 배출을 직접 감축시키기 위한 대용량 CCS 플래그쉽 프로젝트를 추진하고 국내 산업 생태계를 고려한 CCS 중장기 기술 전략 마련
- 국내 전력 산업 전반으로 ESS를 적용·확대하여 대규모 신시장 창출을 유도하고 글로벌 ESS 경쟁력 확보를 위한 'Two-track R&D' 추진
- 전력손실 최소화를 위하여 대규모 차세대 송전망 실증 사업을 단계별로 추진하고 송전망 산업 활성화를 위한 생태계 조성

○ 국민이 체감하는 전기차 보급을 확대하고 전기차 관련 생태계를 활성화하는 기반 조성

- 지리적 여건이 우수한 '제주도를 중심'으로 성공 사례를 도출하고, 전기차 이용 편의성 제고를 통해 전국적으로 확산(2030년 순수 전기차 100만대 보급)
- 전기차 생태계에 따라 파생되는 다양한 신산업을 발굴·육성하고, 보험, 중고시장, 전력 계통 등을 고려한 생태계 기반 강화

○ 전기차 연관 생태계 활성화 기반 조성

- 전기 이륜차, 배터리 재활용 등 다양한 신산업 창출 및 육성
- 보험, 중고시장, 전문 인력 등 전기차 연관 생태계 기반 강화

○ 친환경 공정 신산업 창출을 위하여 스마트 공장, 신기술 공정, 미활용열 사용 등 다양한 감축 수단에 대한 제도 및 기술 등 전 방위 지원 강화

- 중소기업 대상으로 단기 보급·확산, 고도화 기술 개발을 병행하여 생산

효율 향상과 에너지 사용 절감 달성

- 온실가스 배출이 높은 업종(철강, 자동차 등)을 중심으로 온실가스 감축 신기술을 발굴하여 지원
- 국가 열지도, 열거래 시장 등 신산업 창출 기반을 마련하고, 다양한 사업 모델을 개발하여 민간 참여 활성화

○ 혁신 기반 조성

- 에너지 신산업 확산을 위해 관련 법제도 정비와 함께, 전기요금 체계 개선, 스마트그리드 기기 보급 등 핵심 인프라 강화
- 기후변화 대응을 위해 온실가스 감축, 온실가스 활용, 개방형 기술혁신 등 3가지 방향의 기술개발 전략 수립·이행
- 에너지 신산업에 대한 민간 투자 활성화를 위해, 펀드, 융자 등 민관 재원을 마련하고, 투자 효율화를 위한 인프라 조성

□ 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획(2015.12)

○ 2014년 전기차 활성화 방안을 마련한 이후 다양한 정부 정책들이 발굴되었으나, 친환경차 전반에 대한 종합적인 방향제시 부족

○ 정부 차원의 친환경차 보급 확대, 기술개발, 인프라 구축과 더불어 민간 투자를 촉진하기 위한 종합 로드맵의 필요에 의해 기본계획이 수립됨

<표 2-27> 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획 개요

구 분	내 용
수립근거	○ 환경친화적 자동차의 개발 및 보급촉진에 관한 법률 제3조
주관부처	○ 관계부처 합동
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2015. 12 ○ (계획기간) 2016~2020년 ○ (수립주기) 5년 주기로 수립

○ 2020년 친환경차 생산 90만대, 수출 60만대 돌파

- 생산(만대) : 8(2015) → 92(2020) → 150(2025)
- 수출(만대) : 5(2015) → 64(2020) → 105(2025)

○ 2020년 친환경차 보급 100만대 돌파, 시장 점유율 20% 달성

- 친환경차 보급대수(누적, 만대) : 18(2015) → 108(2020) → 325(2025)
- 친환경차 점유율(%) : 2(2015) → 20(2020) → 30(2025)

○ 전기차의 짧은 주행거리, 수소차·하이브리드차의 비싼 가격 등 기존 친환경차의 한계를 극복하고 자체 경쟁력을 확보하기 위해 핵심부품 성능향상 연구개발에 앞으로 5년간 1,500억 원 규모 투자

- 전기차는 배터리 성능, 전기구동·냉난방 시스템 등 핵심부품 효율을 개선하여 차량 성능을 2.5배 향상시켜 주행거리를 대폭 확대
- 수소차는 스택, 수소공급부품, 신소재 활용 고압용기 개발을 통해 2020년 기준 차량 가격을 현재 대비 40% 절감(8,500만 원→5,000만 원대)

○ 친환경차 이용자들이 손쉽게 충전 인프라에 접근할 수 있도록 2020년까지 중점 보급도시 중심으로 전기차 공공급속충전소 1,400기, 수소차 충전소 80기 구축

<표 2-28> 친환경차 보급·인프라 구축목표(누적, 단위 : 천대, 기)

		2016	2017	2018	2019	2020
전기자동차	차 량	16	46	86	136	200
	공공급속충전소	487	637	830	1,000	1,400
수소자동차	차 량	0.2	0.5	2.5	5.1	9
	충전소	13	20	30	50	80

- 전기차 이용 확대에 따른 전력망 과부하 우려를 검증하기 위해 전기차 충전타워 건설, 전기차 충전 계통부하 실증연구 추진
- 수소차는 중점 보급도시를 선정하여 부생수소·도시가스 개질·신재생에너지 등 지역별로 특성화된 수소충전소 건설
- 한편 비싼 수소충전소 건설비용(30~40억원) 절감 방안으로 주유소·CNG 충전소와 수소충전소를 함께 건설하는 '융합형 충전소'와 각종 충전소 부품을 모듈화된 형태로 압축 제작하여 설치공간을 축소한 '모듈형 충전소' 건설 실증사업을 2016년부터 본격 추진

○ 소비자가 부담 없이 친환경차를 구매할 수 있도록 2020년까지 친환경차 구매 보조금과 충전소 설치·운영 보조금 지원

- 현재 무료로 제공되는 전기차 공공 충전요금을 합리적으로 설계하여 안정적인

이용기반을 확립하고, 수소 대량구매를 통해 수소 공급가격 인하 유도

- 신규 공동주택에 전기차 전용 주차구역 설치를 의무화하여 충전시설 설치 애로를 해소하고, 전기차 전용 번호판을 도입하여 전기차 맞춤형 혜택 제공

○ 신산업 육성을 촉진하기 위해 기존 법체계의 재정비 추진

- 초소형 전기차 시범운행을 위한 분류기준이 자동차관리법에 마련되어 2016년부터 일반 도로에서 운행될 예정이며, 고압가스안전관리법에 특례를 신설하여 융합형·모듈형 수소충전소 실증사업을 위한 근거가 갖추어질 계획

- 친환경차 상용화 시대를 위한 분야별 대책을 차질 없이 추진하여 2020년 친환경차 생산 92만대, 수출 64만대를 달성하고 18조원 규모의 새로운 수출시장 창출

□ 기후변화 대응과 신산업 창출을 위한 청정에너지기술 발전전략(2016.6)

○ 청정에너지기술 중점 투자분야, 투자규모 및 분야별 기술개발 전략 등의 혁신미션 이행계획과 주요 정책과제 제시

<표 2-29> 기후변화 대응과 신산업 창출을 위한 청정에너지기술 발전전략 개요

구 분	내 용
수립근거	○ UN 파리협정 時 우리나라를 비롯한 주요 선진국들은 '혁신미션 (Mission Innovation) 선언'(2015.11.30)을 통해 청정에너지 공공부문 R&D 투자를 5년간 2배 확대 노력키로 약속하고 이를 계기로 수립
주관부처	○ 관계부처 합동
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2016. 6

○ 에너지 R&D 투자를 청정에너지 중심으로 재편하여 저탄소 발전·수요관리 정책 지원을 위해 2025년까지 상용화 가능 분야에 투자 집중

○ 온실가스 감축효과, 시장성, 기술 경쟁력, 정부 정책 등을 고려하여 6대 분야 하위 13개 세부기술 영역 선별

- ①신재생(태양광, 풍력, 바이오, 수소·연료전지), ②효율향상(산업, 수송, 건물), ③수요관리(ESS, e-프로슈머), ④CCUS, ⑤원자력(해체), ⑥화력·송배전(스마트 그리드, 청정화력)

○ 중점투자분야에 해당하는 정부·공기업 사업을 선별하여 2016년 기준금액(약 5,600억 원)을 산정 → 2021년 목표금액(약 1.12조 원)으로 확대

- 정부는 효율향상, 수요관리, 신재생, CCUS 중심으로 투자, 공기업은 화력·송배전, 원자력 분야 투자를 확대하여 공공부문 투자효과성 제고

<표 2-30> 정부 투자확대 가이드(향후 재정여건에 따라 변동 가능)

확대 폭	기술 분야
大(2.0배 내외)	효율향상, 수요관리
中(1.5배 내외)	신재생, CCUS
소(1.0배 내외)	화력・송배전, 원자력

○ '미션이노베이션 기술 로드맵'을 수립하여 중점 투자분야별 기술개발 전략 제시

- 시장경쟁력 확보 : 화석연료 대체를 위한 신재생에너지의 고효율· 저가화 및 대규모 실증연구를 통해 국내외 시장진출 지원
- 융합 확대 : ICT 기반의 에너지 전달, 효율화 기술개발로 프로슈머 시장 확산 지원 및 산업·수송·건물 분야 에너지 소비절감
- 국산화 : 원자력 해체, CCUS 등 시장이 형성되지 않은 분야의 핵심기술 先 확보 및 대형설비의 부품 국산화

○ 공공부문 역할분담 및 협력으로 투자효과성 제고

- 정부와 공기업의 R&D 역할을 구분 및 주기적 정보교류를 통해 중복투자 방지
- 다부처 공동으로 융합 및 기초-상용화 연계 R&D를 확대하고, 지자체 협업으로 규제프리존 전략산업과 연계한 R&D 수행

[그림 2-112] 청정에너지기술 관련 규제프리존 전략산업

○ R&D-실증-보급 연계 강화를 통해 성과지향형 R&D 추진

- 수요자 중심의 과제기획, 경쟁형 R&D를 추진하여 기술공급자의 창의적인 연구방법론 제안을 유도
- 온실가스 감축기여도를 주요 성과지표로 관리
- 실증 R&D 운영지침 마련 및 점진적 투자확대(2015년 13% → 2020년 20%), 수용성 진단연구 병행* 및 인증-실증의 동시수행으로 조기 상업화 지원

○ 新기후체제 대응 기업 수요 맞춤형 인력양성 및 국제협력 전략적 추진

- R&D 사업과 인력양성사업의 연계를 통해 산·학 협력 강화

□ 기후변화대응기술 확보 로드맵(CTR, 2016. 6)

○ 다양한 연구 주체들의 활동을 '과제 레벨(목표, 투자규모, 예상 일정, 성과 용)'까지 파악·제공하여 기후기술의 체계적인 확보 및 활용

○ 세부기술군별로 과제 현황, 과제 간 중복·연계, 정부 정책과의 부합성 등을 종합적으로 분석·제공함으로써 R&D 의사결정을 체계적으로 지원

<표 2-31> 기후변화대응기술 확보 로드맵(CTR) 개요

구 분	내 용
수립근거	○ 과학기술기본법 제9조, 녹색성장기본법 제26조, 정부조직법 제29조
주관부처	○ 관계부처 합동
수립시기 및 주기	○ (수립시기) 2016. 6

○ 태양전지

- 태양전지 분야 R&D 성과를 'E-프로슈머 사업(소규모 태양광 보급사업)', 진천 친환경 에너지타운(태양광 1만㎡) 등 관련 실증·보급사업 시 활용
- 가정/상업/산업 건물용, 분산전원용, 수송용 실리콘 및 차세대 태양전지 사업화 모델과 연계 가능한 핵심원천 및 응용 R&D 추진

○ 연료전지

- 연료전지 분야 R&D 성과를 연료전지 자동차(핵심 부품 및 스택 국산화) 및 수소 스테이션 보급(수소 제조·공급 및 저장용기 개발) 확대에 활용

- 차세대 연료전지 및 수소 인프라 기술 개발을 통해 융합발전 시스템(소형 가스터빈 및 열전발전 등)보급 확대 및 주택용 연료전지 리스사업 추진
- 상용화된 기술의 부품·소재 대량생산 공정 개발, 기술 수준 분석 및 표준화 체계 설정, 시스템-부품소재 Supply-Chain 구축 지원

○ 바이오연료

- 바이오연료 분야 R&D 성과를 친환경 에너지타운(바이오가스 발전), 창조경제 혁신센터 연계 지역에너지 신산업 육성(바이오연료 생산 플랜트 실증) 등 관련 실증·보급사업 시 활용
- 기존 인프라를 활용한 바이오매스-원유 복합 리파이너리, 신재생에너지를 활용한 독립형 바이오유전 등 바이오연료 사업화 모델과 연계 가능한 응용기술 개발 및 실증연구 추진
- 신규 바이오매스(미세조류 등) 확보·전처리·전환 등 아직 시장이 형성되지 않은 기술의 원천연구 추진

○ 이차전지

- 이차전지 분야 R&D 성과를 '에너지신산업(ESS 통합서비스, V2G 사업)' 및 ESS+신재생에너지 융합모델(진천 친환경 에너지타운, 친환경 에너지 자립섬) 등 관련 실증·보급사업 시 활용
- 원천기술 중심으로 기술개발 중인 차세대 이차전지 분야는 조기상용화를 위해 기술실증 및 양산공정 개발 연계 지원 검토

○ 전력IT

- 전력IT 분야 R&D 성과를 'ESCO 사업', '에너지신산업(ESS 통합서비스, V2G 사업)' 및 진천 친환경 에너지타운, 친환경 에너지 자립섬 등 실증·보급사업 시에 적극 활용
- 신재생에너지 연계 ESS 실증 R&D의 경우 기술개발과 함께 현지 실증 사이트 구축, 해외 수출을 위한 인증 획득을 병행함으로써 향후 기술 상용화 및 확산을 위한 기반 마련

○ CCS (Carbon Capture & Storage, 이산화탄소 포집·저장)

- 최근 도출되기 시작하는 CCS 분야 R&D 성과를 석탄화력발전소 및 철강, 시멘트 등 에너지 다소비 산업 분야에 적용 검토
- CCS 시장 선점을 위한 포집 및 저장기술에 대한 대규모 범부처 통합 실증사업 추진 및 Track Record 확보

나. 에너지 정책 이행수단 현황

1) 온실가스 배출 저감 이행수단

□ 온실가스·에너지 목표관리제

○ 국가 온실가스 배출량의 약 60%를 차지하는 대규모 사업장을 관리업체로 지정하여 온실가스 배출량, 에너지 절약목표, 에너지 이용 효율 목표를 설정하고 관리하기 위한 제도

- 온실가스·에너지 목표관리대상은 총 1,107개 업체 및 사업장이며 관장기관별로 국토교통부 74개, 농림축산식품부 24개, 산업통상자원부 189개 환경부 15개, 공공기관 805개(2015 12. 18.)

- 설정 프로세스는 먼저 국가의 감축 목표가 설정되면 그에 기반하여 부문별, 업종별 목표를 설정(Top-down)하고, 관장기관은 관리업체의 신·증설 계획, 감축잠재량 등을 고려하여 관리업체의 연간 단위 감축 목표를 설정

[그림 2-113] 목표관리제 시행 프로세스

□ 청정개발체제(Clean Development Mechanism, CDM) 개발

○ 교토의정서(Kyoto protocol) 제12조에 규정된 온실가스 감축사업체제로 온실가스 감축의무가 있는 선진국이 개발도상국에 투자하여 시행한 사업을 통하여 발생한 감축분을 선진국의 감축실적으로 인정하는 제도

- 온실가스 감축의무가 있는 선진국에게는 비용효과적인 온실가스 감축을 개발도상국에게는 환경적, 기술적, 경제적 지원을 동시에 제공할 수 있는 사업체계

- 교토의정서에서 규정하고 있는 CDM, JI(Joint Implementation)는 대표적인

상쇄(Offset)제도로 분류되며, 유럽 배출권 거래제(EU-ETS)에서의 CDM, 일본 자발적 배출권 거래제(Japan Voluntary Emissions Trading scheme, J-VET)에서의 CDM, J-VER(Japan Voluntary Emissions Reduction) 및 미국 RGGI(Regional Greenhouse Gas Initiative)의 상쇄 프로그램 등도 유사한 성격으로 포함

□ 배출권 거래제

○ 정부가 온실가스를 배출하는 사업장을 대상으로 연단위로 배출권을 할당하여 할당범위 내에서 배출행위를 할 수 있도록 하고, 할당된 사업장의 실질적 온실가스 배출량을 평가하여 여분 또는 부족분의 배출권에 대하여는 사업장 간 거래를 허용하는 제도

- 우리나라의 배출권 거래제도는 2015년 시행 되었으며, 1차 계획기간(2015~2017년)의 배출허용총량은 약 16억 4천만 톤 수준

- 필요한 수량을 구매하지 못하면 톤당 평균거래가의 세 배를 과징금으로 납부(2016년 11월 30일 기준 배출권 가격은 톤당 18,600원)

○ 업체별 배출권 할당량을 산정하는 방식은 1차 계획기간에는 대부분의 업종에 대해 과거 배출량 기반(GF)[22] 할당방식을 적용하고 시멘트, 정유, 항공 업종에 대해서만 과거 생산량 기반(BM)[23] 할당방식을 적용하지만, 2차 계획기간(2018년~)부터 점차 BM 할당 방식의 업종이 확대될 예정

□ 자동차 평균 온실가스·연비 기준

○ 자동차 제작사는 온실가스 또는 연비 기준 중 하나를 선택하여 준수해야 하며 기준을 달성하지 못하는 경우 과징금이 부과

○ 2012년부터 시행되었으며 2016년부터 2020년까지 온실가스 97g/km, 연비 24.3km/ℓ 기준 마련

- 자동차 제작사가 1년간 총 판매한 차량의 평균 온실가스 배출량을 이듬해에 산정한 후, 온실가스 기준을 초과하면 초과량 및 판매대수에 비례하여 과징금이 부과됨

22) 과거 배출량 기반 할당(GF, grandfathering) : 온실가스 과거 배출실적을 바탕으로 그 수준에 상응 또는 그 이하 수준으로 배출권을 할당

23) 과거 생산량 기반 할당(BM, benchmarking) : 제품 생산량 등 업체별 과거 활동자료를 기반으로 설비의 효율성을 고려하여 배출권을 할당

- 과징금은 현행 1만원에서 2020년 이후 5만원으로 단계적으로 상승예정

2) 신재생에너지 확대 이행수단

○ 국내에서 시행되고 있는 주요 신재생에너지 보급 프로그램은 정책수단의 성격을 기준으로 보조·융자제도, 의무화제도, 시장기능 비즈니스 모델로 구분 가능

<표 2-32> 신재생에너지 확대 이행수단

정책 수단	보조·융자	의무화	시장기능 비즈니스 모델
주요 사업	· 보조금 - 주택, 건물, 지역, 융복합 · 금융지원(장기저리융자) - 시설자금, 생산자금, 운전자금, 해외진출	· 설치의무화(공공건물) · RPS 제도(50만 kW이상 발전사업자) · RFS 제도(석유정제업자+수출입업자)	· 태양광 대여사업 · 친환경에너지타운 · 주민참여형 발전사업

□ 주택지원사업

○ 주택에 태양광, 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등의 신재생 에너지원을 설치할 경우 설치비의 일부를 정부가 지원하는 사업

○ 지원 대상 : 단독주택, 공동주택, 마을단위지원

○ 지원 단가 : 940천 원/kW (3kW 이하/호)

□ 건물지원사업

○ 일반건물의 신재생에너지 보급 확대 및 신규개발 기술의 보급기반 조성을 위해 설치비의 일부를 정액 보조

○ 지원 대상 : 주택을 제외한 모든 건물(국가 및 지자체 소유 건물 제외)

○ 지원 단가 : 1,290천 원/kW (75kW 이하/개소)

□ 금융지원

○ 신·재생에너지를 설치하려는 자 및 생산업체를 대상으로 정기저리의 융자 지원

○ 지원조건 : 주택용 3년 거치 5년 분할상환, 시설자금 5년 거치 10년 분할상환 (2015년 3/4분기 기준 이자율 1.75%)

□ 융·복합 지원사업

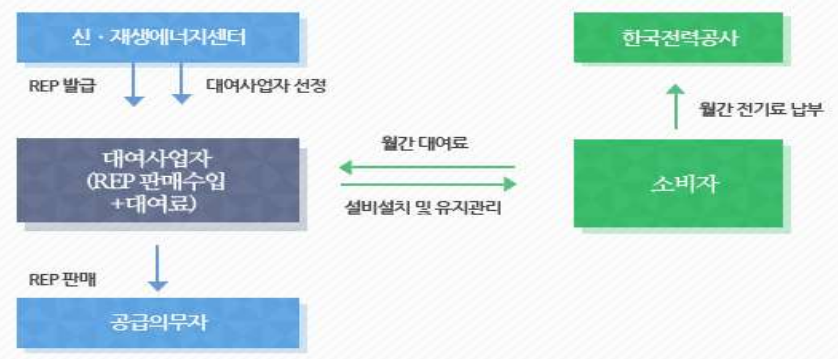
○ 특정지역의 주택・상업・공공건물에 2종 이상의 신재생에너지원 설치 시 설치비의 일부를 지원하는 사업

□ 태양광 렌탈사업

○ 태양광 대여사업은 대여사업자가 가정주택에 태양광설비를 설치하고 유지보수까지 책임지는 민간 중심의 태양광설비 보급모델

- 대여사업자가 가정에 태양광 발전설비를 직접 설치하고 가정이 납부하는 대여료와 신재생에너지 생산인증서(Renewable Energy Point ,REP) 판매 수입으로 투자금을 회수하는 구조의 사업으로 소비자는 초기 투자비 및 유지보수 부담 없이, 전기요금 절약 가능

- 2016년 대여 사업자 : ㈜기선, 에스파워㈜, 에스피브이㈜, ㈜이든스토리(해줌), 한빛이디에스㈜, 한화큐셀코리아㈜, ㈜해양도시가스, ㈜한라이앤씨



[그림 2-114] 태양광 대여사업 개념도

출처 : 한국에너지공단(http://www.energy.or.kr)

□ 신재생에너지 공급의무할당제(RPS, Renewable Portfolio Standard)

○ 발전사업자에게 총발전량의 일정비율을 신재생에너지로 공급토록 의무화하는 제도

- 공급의무자 : 일정규모(500MW) 이상의 발전설비를 보유한 발전사업자(2016년 기준 한국수력원자력, 남동발전, 중부발전 등 총 18개사)

- 의무공급량 미이행 분에 대해서는 공급인증서 평균거래가격의 150% 이내에서 불이행사유, 불이행 횟수 등을 고려 과징금 부과

○ 공급의무자는 의무공급량을 직접 신·재생에너지를 발전하거나 공급인증서(REC)를 구매하여 충당

- 의무공급량 : 12년 2.0% → 15년 3.0% →24년 이후 10%

○ 신재생에너지공급인증서(REC : Renewable Energy Certificate)란 신재생에너지 설비를 이용하여 전기를 생산·공급하였음을 증명하는 인증서

- 공급인증서 발급대상 설비에서 공급된 신·재생에너지 전력량에 대해 가중치를 곱하여 부여하고, 기술개발 및 산업 활성화에 미치는 영향, 발전원가, 부존잠재량, 온실가스 배출 저감 효과 등을 고려하여 3년마다 재검토

○ 2016년 9월 신산업 확대를 위해 태양광+ESS 연계 시 공급인증서를 부여였으며, 자가용태양광 발전 남는 전기의 무제한 판매를 허용하여 가중치 1.0을 부여

○ 시행초기 시행되었던 태양광 의무공급량은 2015년 12월 31일까지 적용하고, 2016년 이후부터 태양광 및 비태양광 통합운영(의무량 부과, 의무이행, 현물거래 등 단일화)

- REC거래 및 가격도 태양광과 비태양광 REC가 각각 별도가격으로 거래됐으나, 올해부터 원별 구분 없이 단일가격으로 거래

○ RPS제도 시행 4년 만에 FIT로 10년간 건설된 설비용량의 약 6.2배의 발전설비 증설

<표 2-33> 한국의 RPS 시행 실적

RPS(2012~2015)	FIT(2002~2011)	증감률
6,042MW (발전소수 16,255개)	980MW (발전소수 2,067개)	616.5% ↑(발전소수 786.4% ↑)

출처 : 대한민국에너지편람(한국에너지공단, 2016)

3) 에너지 효율 개선 이행수단[24)]

○ 한국에서는 50개 이상의 에너지 효율정책이 산업부문, 건물부문, 수송부문, 기기부문으로 구분되어 수행 중

24) 대한민국에너지백서(한국에너지공단, 2016)의 내용에 기반하여 정리

<표 2-34> 한국의 주요 에너지 효율 개선 이행수단

구분	주요 이행 정책
산업	에너지절약시설 투자 자금지원 및 세제지원 제도 에너지절약전문기업(ESCO) 사업 에너지공급자 수요관리 투자/ 출현사업 에너지진단의무화제도 에너지경영시스템(EnMS) 집단에너지사업 열사용기자재검사
건축	건축물 온실가스·에너지 목표관리제도 건축물 에너지효율등급 인증제도 건축물 에너지절약계획서 검토 건물에너지관리시스템(BEMS) 보급 제로에너지빌딩 시범사업 공공기관 에너지이용합리화
수송	자동차 에너지소비효율·등급 표시제도 자동차 평균에너지소비효율제도 타이어 에너지소비효율·등급제도 전기자동차 배터리 리스 사업
기기	에너지소비 효율등급 표시제 고효율에너지기자재 인증제도 대기전력저감 프로그램 전력효율향상사업 에너지효율(EE) 시장 시범사업

출처 : 대한민국에너지편람(한국에너지공단, 2016)

□ 에너지절약전문기업(Energy Sercive Company, ESCO) 사업

○ 1991년 에너지이용합리화법 개정 시 에너지절약전문기업 제도의 근거를 마련하고, 1992년 4개 업체가 등록 요건을 갖추고 활동을 시작

- 에너지 저소비형 경제・사회 구조로의 전환을 위한 정책의 하나로 도입을 결정

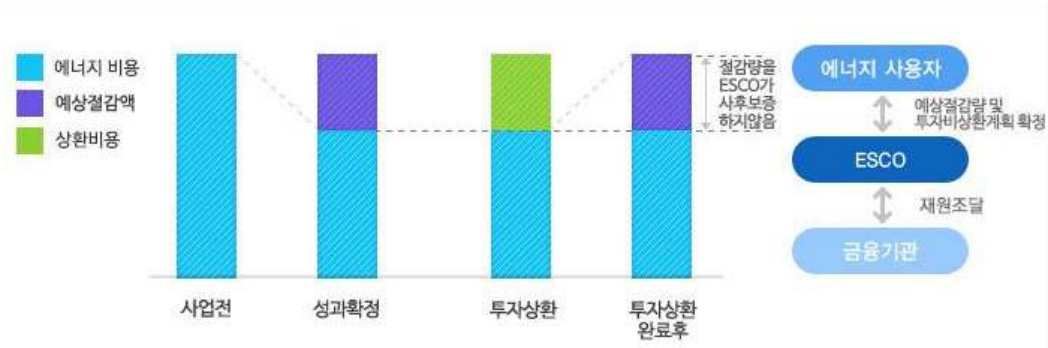
- 2015년 기준으로 누적 ESCO 지원건수는 4,191개, 건당 지원액은 6.5억/건, 유효한 ESCO 등록 업체 수는 323개

○ 기술과 자금조달 능력이 부족한 에너지사용자를 대신하여 에너지 효율 개선 시설을 설치하고, 여기서 발생하는 에너지절약 효과를 보증하는 사업에 대하여 자금 융자지원 및 해당 업체(ESCO) 등록 및 운영・관리

○ ESCO가 에너지절약시설의 설치에 따른 투자비용을 조달하여 시설 설치와 에너지절감 효과를 보증하고 추후에 발생하는 절감액으로 투자자금을 상환

○ ESCO 주요 사업 : 고효율 조명 개체사업, 노후 보일러 개체사업, 산업체 공정개선 사업, 폐열에너지 회수설비 설치사업, 산업체・건물 열병합 발전

및 단열 개·보수사업, 냉난방·동력설비 설치사업, ICT활용 에너지절약사업



[그림 2-115] ESCO 사업에 따른 소득 관계

출처 : 대한민국에너지편람(한국에너지공단, 2016)

□ 에너지진단의무화제도

○ 에너지를 많이 사용하는 에너지다소비업자에게 3년 이상의 주기로 의무적으로 진단을 받도록 하여 사업장의 에너지 이용 합리화를 도모

- 대상자 : 연간 에너지사용량이 2천 toe이상인 에너지다소비사업자

○ 2004년 국가에너지절약 위원회에서 진단의무화를 결정한 후 2007년 처음으로 383개의 사업장이 진단을 받고 4.6%의 에너지를 절감

- 2015년까지 4,935개 사업장이 진단을 실시하여 에너지 절감잠재량 4,463천 toe, 온실가스감축잠재량 10,841천 $tCO_2eq.$ 도출[25)]

□ 건축물 에너지효율등급 인증제도

○ 건축물의 설계도서를 바탕으로 난방, 냉방, 급탕 등 건축물 운영을 위해 필요한 에너지 소요량을 평가하여 에너지성능에 따라 10개 등급(1+++~7등급)을 부여

○ 우수한 에너지절약 기술 및 설비를 채택한 고효율 건축물을 인증함으로써 에너지성능이 우수한 건축물의 보급 확대를 유도하고, 건물부문 에너지 이용효율 향상 도모하고자 하는 목적으로 도입

- 사업대상 : 주거용 및 주거용 이외의 28개 용도의 신축 및 기존 건축물

○ 2001년 주거용 에너지효율등급 인증이 도입되었고, 2010년 업무용 및 공공기관 업무용 에너지효율 등급 인증 취득 의무화로 확대 적용

25) 대한민국에너지편람(한국에너지공단, 2016)

□ 건축물 에너지절약계획서 검토

○ 연면적의 합계가 500㎡ 이상인 건축물의 건축허가 신청 시 녹색건축물 조성 지원법에 의거 에너지절약계획서를 제출해야 함

○ 에너지절약계획서의 주요내용

- 건축부문 : 평균열관류율, 기밀성 창호, 옥상 조경 등 에너지절약적 설계
- 기계, 전기부문 : 고효율 인증제품 및 에너지절약적 제어기법 채택
- 신재생부문 : 냉난방, 급탕 부하 및 전기용량을 신재생에너지로 담당

○ 2003년 지자체 조례를 근거로 한국에너지공단에서 819건의 에너지절약계획서를 검토 이후 연간 4000건 이상의 계획서 검토 중

○ 향후 에너지소비총량 기준을 확대하는 방향으로 전환하여 연면적 3,000㎡ 이상 업무시설 등 대형 건축물에 대해 건축물 에너지소비총량 기준을 우선 시행하고, 2020년까지 모든 건축물로 대상을 확대 예정

□ 에너지소비 효율등급 표시제

○ 대상제품의 에너지소비효율(사용량)에 따라 효율등급라벨(1~5등급)을 표시하고, 최저소비효율기준 미달제품에 대해서 생산・판매 금지

- 1992년에 3개 품목으로 시작해서 지속적으로 대상품목을 확대하였으며 2015년 27개 품목의 40,780개의 모델에 적용 중
- 에너지소비효율라벨에 CO_2 배출량(2009년 7월) 및 연간에너지비용 표시(2010년 7월) 시행

□ 고효율에너지기자재 인증제도

○ 고효율제품 기술개발 촉진과 보급 확대를 위해 일정기준 이상의 성능(효율)을 만족하는 제품을 정부에서 인증하는 제도

○ 에너지절약효과가 큰 설비・기기를 고효율기자재로 인증하여 초기시장 형성 및 보급을 촉진하고 중소기업 기술기준 상향을 통해 국가 에너지 절감효과를 극대화 할 것으로 기대

- 인증제품에 대해서는 인증서교부 및 고효율에너지기자재 마크 표시

- 대상제품 : 조명설비(LED 램프 등 22개 품목), 전력설비(인버터 등 11개 품목), 보일러 및 냉난방설비(기름연소 온수보일러 등 12개 품목), 단열설비(냉방용 창유리필름 등 2개 품목)

□ 에너지효율(EE) 시장 시범사업

○ 고효율기기(에너지효율 자원) 설치에 따른 감축량을 거래할 수 있는 에너지효율 자원 시장 개설을 위한 전 단계를 구축

- 장기적으로는 민간 투자를 확대하고 시장 메커니즘에 따른 보상이 이루어질 수 있는 환경이 갖추어진 거래 시장을 정착하는 것을 목적으로 함

○ 기존 설비를 고효율설비로 교체한 후 피크기간 동안 정상 가동하여 사전에 계약한 수요감축량(kW)을 달성한 성과에 대해 보상

○ 수요감축량 성과 검증 방법은 설비개체 전에 계량(전년 동기간 or 간이(1~2주)) 하여 베이스라인을 설정하고, 개체 후 계량해 베이스라인 대비 감축량을 확인

- 대상 품목 : LED, 인버터, 전동기

<표 2-35> 에너지효율 시장 시범사업 지원 상한액

품목	기본금	성과금 상한	지원한도(억 원)	
			사업장	사업자
LED	160천원/kW	160천원/kW	1.5	7.5
인버터	150천원/kW	150천원/kW	1.5	7.5

출처 : 대한민국에너지편람(한국에너지공단, 2016)

3. 시사점

[에너지 및 온실가스 통계 관점]

□ 1차에너지 공급 및 최종에너지소비는 1981년 이후 지속적으로 증가하다가 1998년 외환위기로 잠시 감소하였다가 이후 계속 증가하는 경향

○ 1981년~2014년 기간 동안 1차에너지 공급 비중은 석유비중은 감소하였지만 여전히 큰 비중을 차지하고, 석탄비중은 약간 감소하고 천연가스 및 원자력의 비중은 증가하였으며, 최종에너지 소비 비중은 석탄이 감소하고 도시가스와

전기는 증가

○ 2035년까지 1차에너지 공급에서 원별 비중은 석탄과 석유의 비중은 감소하고 원자력과 재생에너지 비중은 중가하며, 최종에너지 소비에서 원별 비중은 공급에서와 같이 석탄과 석유의 비중은 감소하고 도시가스, 전력, 열에너지 등의 비중은 증가할 것으로 예측

□ 발전설비용량은 1981~2014년 기간 동안 지속적으로 증가하였으며, 특히 석유와 원자력의 비중이 감소하는 대신에 석탄, 가스의 비중은 증가하였으며, 2029년까지 신재생에너지 비중은 증가할 전망

○ 발전설비용량 기준으로 원자력의 비중은 현 수준을 유지하고(1990년 36% → 2014년 22%→2029년 23%), 재생에너지의 비중은 증가될 계획(1990년 0% → 2014년 5% → 2029년 20%)

□ 온실가스 배출은 지속적인 증가 추세를 유지하고 있으며, 2009년에는 2020년까지 총배출량 전망치 대비 30% 감축 목표를 발표하였고, 2015년에는 2030년까지 총배출량 전망치 대비 37% 감축 목표를 발표

○ 온실가스 순배출량은 2013년에 1990년 대비 153%, 2005년 대비 30% 증가

○ 연료연소로 인한 CO_2 배출량은 2014년에 1990년 대비 145%, 2005년 대비 24% 증가

- 에너지 원단위와 CO_2 원단위의 개선 속도에 비해 인구와 1인당 GDP가 빠르게 증가함으로써 CO_2 배출량은 증가, 즉 경제규모의 증가로 인해 배출량은 증가하는 경향

○ 2030년에 국가 BAU 대비 감축은 전환부문 7.6%, 산업부문(에너지 신산업) 9.9%, 수송부문 3.0%, 공공·폐기물·농축산부문 0.9%, 나머지 감축량은 건물부문 4.2%에서 담당하는 것으로 발표(1차 기후변화대응 기본계획, 2016.12)

[에너지 정책 및 계획 관점]

□ 에너지·온실가스 감축과 신재생에너지 분야 등에서 파급효과가 큰 에너지정책을 수립하여 기후변화에 대응하는 정책으로 시행

○ 국제사회의 위상과 선도적인 역할을 감안하여 국제시장을 활용한 온실가스 감축을 포함하여 37%의 도전적인 온실가스 감축목표를 제시

○ 탄소배출을 줄이면서 일자리를 창출하는 에너지신산업을 집중 육성하고 기업 규제 보다는 산업계가 자발적으로 감축할 수 있는 지원제도를 개선하고, 과도한 규제는 과감히 정비하여 지속가능한 친환경 산업사회 구축에 기여

○ 신기후체제에 대응하기 위한 에너지 신산업의 중장기 계획으로 '2030 에너지 신산업 확산전략'이라는 추진계획을 제시하여 신재생에너지 보급을 위한 생태계를 조성하고 전력생산시스템의 효율 향상과 국내 전력망시스템 확충에 노력

□ 에너지 정책과 온실가스 감축 정책을 각 정책별로 적절하게 주요 핵심과제를 구성하여 추진

○ 에너지 정책의 주요 핵심과제를 적극적으로 수행하기 위하여 수요관리 에너지 정책을 강화하고, 재생에너지 보급을 확대하며 분산형 발전시스템 구축 및 에너지시설의 안정성 확보에 노력

○ 효과적인 온실가스 감축을 위하여 온실가스 감축 로드맵을 체계적으로 이행하고 배출권 거래제 정착 및 탄소시장을 활성화하며, 장기 국가 감축 목표 수립 및 탄소흡수원을 확충

○ 에너지 효율적 사용과 온실가스 감축을 위한 기술개발계획으로는 시장-미래-세계를 지향하는 기술개발과 공급-수요관리-혁신 R&D 체계, 사업화 지향 기획평가 프로세스 구축을 통하여 새로운 R&D 체계 구축

[에너지 정책 이행수단 관점]

□ 대규모 사업장을 관리업체로 지정하여 온실가스 배출량, 에너지 절약 목표, 에너지 이용 효율 목표를 설정하고 관리하는 온실가스 목표관리제와 배출권 거래제 실시

○ 국가의 감축 목표가 설정되면 그에 기반한 부문별 업종별 목표를 설정하고 관리업체의 신·증설계획, 감축잠재량 등을 고려하여 관리업체의 연간 단위 감축 목표를 설정하여 시행하는 온실가스·에너지 목표관리제 실시

○ 온실가스를 배출하는 사업장을 대상으로 연단위로 배출권을 할당하여 할당 범위 내에서 배출행위를 할 수 있도록 하고, 할당된 사업장의 실질적 온실가스 배출량을 평가하여 여분 또는 부족분의 배출권에 대하여 사업장간 거래를 허용하는 배출권 거래제도 실시

□ 정책수단의 성격을 기준으로 보조·융자제도, 의무화제도, 시장기능 비즈니스 모델 등으로 구분 신재생에너지 보급 프로그램

○ 주택이나 건물의 신재생에너지원을 설치비의 일부를 지원하거나 장기저리의 융자지원하는 제도와 RPS제도, RFS제도 등을 실시하며, RPS제도는 신재생에너지 공급의무할당제로서 일정규모(500MW) 이상의 발전설비를 보유한 발전사업자에게 의무공급량을 설정하여 추진하는 프로그램

○ 태양광 대여사업, 친환경에너지타운, 주민참여형 발전사업 등이 시장기능 비즈니스모델이며, 태양광 대여사업은 대여사업자가 가정주택에 태양광 설비를 설치하고 유지보수까지 책임지는 민간 중심의 태양광설비 보급 모델

□ 산업, 건물, 수송, 기기부문으로 구분되어 수행중인 에너지 효율정책

○ 국내 50개 이상의 효율개선 이행정책을 실시하고 있으며, 산업부문의 대표적인 이행수단인 에너지절약전문기업(ESCO)사업은 1991년에 도입된 제도로서 기술과 자금조달 능력이 부족한 에너지사용자를 대신하여 에너지 효율 개선 시설을 설치하고, 여기서 발생하는 에너지절약 효과를 보증하는 사업

○ 건물부문의 대표적인 이행제도로는 건축물 효율등급 인증제도로서 이는 건축물의 설계도서를 바탕으로 난방, 냉방, 급탕 등 건축물 운영을 위해 필요한 에너지 소요량을 평가하여 에너지성능에 따라 10개 등급을 부여하는 제도

제 3 장 주요국의 통계 및 정책 비교 분석

제 1 절 주요국 에너지 및 온실가스 통계 비교 분석

□ 본 연구의 분석 대상 국가들인 미국, 독일, 영국, 일본, 중국, 한국의 에너지 및 CO_2 지표가 세계에서 차지하는 비중은 약 40~50%대를 차지하고 있어, 기후변화대응을 위한 주요 6개국의 기후변화 정책과 에너지 정책에 대한 검토가 중요

○ 주요 6개국의 GDP 합계가 전세계 GDP에서 차지하는 비중은 1990년 41%에서 2014년 44%로 증가

○ 주요 6개국의 1차에너지 합계가 전세계 1차에너지에서 차지하는 비중은 1990년 44%에서 2014년 47%로 증가

○ 주요 6개국의 연료연소 CO_2 합계가 전세계 연료연소 CO_2에서 차지하는 비중은 1990년 47%에서 2014년 53%로 증가

○ 2014년 주요 6개국의 합계가 전세계에서 차지하는 비중은 GDP의 경우 44%, 1차에너지 47%, 연료연소 CO2 53%로 약 절반을 전후하고 있음

□ 1990년 이후 주요 6개국의 지표 순위 변화를 보면, 미국, 일본, 독일, 영국 등은 감소하는 추세인 반면, 중국과 한국은 순위가 올라가고 있음. GDP 순위의 상승은 긍정적으로 해석될 수 있으나, 1차에너지 공급과 연료연소 CO_2 배출량의 순위 상승은 기후변화 대응 측면에서 부정적으로 해석됨

○ 1990년 미국은 GDP(구매력지수 고려), 1차에너지 공급, 연료연소부문 CO_2 배출량에 있어서 세계 1위에 위치하였으나, 2014년 현재, 중국에 세계 1위 자리를 내어줌

○ 미국, 일본, 독일, 영국은 1990~2014년 기간 GDP, 1차에너지 공급, 연료연소부문 CO_2 배출량에 있어서 세계 순위가 떨어진 반면, 중국과 한국은 GDP, 1차에너지 공급, 연료연소부문 CO_2 배출량의 세계 순위가 올라감

□ 주요 6개국의 2014년 지표별 순위

○ 한국은 인구 기준 세계 27위, GDP 기준 세계 13위, 1차에너지 공급 기준 세계 9위, 연료연소 CO_2 배출량 기준 세계 7위로서, 인구나 GDP 순위에 비해, 1차에너지와 연료연소 CO_2 배출이 더 높은 순위를 차지

○ 중국은 인구, GDP, 1차에너지 공급, 연료연소 CO_2 배출량 모두 세계 1위

○ 미국은 인구 3위, GDP, 1차에너지 공급, 연료연소 CO_2 배출량은 2위

○ 일본은 인구 10위, GDP 4위, 1차에너지 공급과 연료연소 CO_2 배출량 4위

○ 독일은 인구 16위, GDP 5위, 1차에너지 공급과 연료연소 CO_2 배출량 6위

○ 영국은 인구 22위, GDP 9위, 1차에너지 공급과 연료연소 CO_2 배출량 15위

□ 주요국들은 신기후체제 대응 차원에서 GDP 성장과 1차에너지 공급 및 연료연소부문 CO_2 배출량 증가를 탈동조화하는 전략을 추진하고 있음. 따라서 우리나라 또한 GDP 성장하되, 1차에너지 공급과 연료연소부문 CO_2 배출량을 감소하기 위한 정책을 지속적으로 추진할 필요 있음

<표 3-1> 주요국 배출량 등 사회경제지표 순위 변화

	CO_2 (백만톤)				TPES (백만 toe)				GDP-PPP (십억$, 2005)				인구 (백만명)			
	1990		2014		1990		2014		1990		2014		1990		2014	
	세계	20,503	세계	32,381	세계	8,772	세계	13,699	세계	45,736	세계	101,463	세계	5,278	세계	7,249
1	미국	4,802	중국	9,087	미국	1,915	중국	3,052	미국	9,064	중국	16,841	중국	1,135	중국	1,364
2	러시아	2,163	미국	5,176	러시아	879	미국	2,216	일본	3,580	미국	16,157	인도	871	인도	1,295
3	중국	2,076	인도	2,020	중국	871	인도	825	러시아	2,715	인도	6,902	미국	250	미국	319
4	일본	1,041	러시아	1,468	일본	439	러시아	711	독일	2,437	일본	4,437	인도네시아	181	인도네시아	254
5	독일	940	일본	1,189	독일	351	일본	442	이태리	1,694	독일	3,438	브라질	150	브라질	206
6	우크라이나	688	독일	723	인도	306	독일	306	중국	1,686	러시아	3,220	러시아	148	파키스탄	185
7	영국	548	한국	568	우크라이나	252	브라질	303	프랑스	1,682	브라질	3,061	일본	124	나이지리아	177
8	인도	530	이란	556	프랑스	224	캐나다	280	인도	1,512	인도네시아	2,501	파키스탄	108	방글라데시	159
9	캐나다	420	캐나다	555	캐나다	211	한국	268	영국	1,512	영국	2,441	방글라데시	106	이란	144
10	이태리	389	사우디아라비아	507	영국	206	프랑스	243	브라질	1,510	프랑스	2,407	나이지리아	96	일본	127
11	프랑스	345	브라질	476	이태리	147	이란	237	멕시코	1,018	이태리	1,969	멕시코	87	멕시코	120
12	폴란드	345	남아공	437	브라질	140	인도네시아	226	스페인	920	멕시코	1,939	독일	79	필리핀	99
13	호주	260	인도네시아	437	멕시코	124	사우디아라비아	214	캐나다	856	한국	1,697	베트남	66	에티오피아	97
14	멕시코	257	멕시코	431	폴란드	103	멕시코	188	인도네시아	796	사우디아라비아	1,502	필리핀	62	베트남	91
15	남아공	244	영국	408	인도네시아	99	영국	179	사우디아라비아	567	캐나다	1,498	프랑스	58	이집트	90
16	카자흐스탄	237	호주	374	한국	93	남아공	147	이란	560	스페인	1,449	영국	57	독일	81
17	한국	232	이태리	320	남아공	91	이태리	147	터키	558	터키	1,392	이태리	57	이란	78
18	스페인	203	터키	307	스페인	90	태국	135	우크라이나	533	이란	1,264	태국	57	프랑스 (21위)	66
19	브라질	184	프랑스	286	호주	86	나이지리아	135	한국	499	호주	1,044	이란 (20위)	56	영국 (22위)	65
20	이란	171	폴란드	279	카자흐스탄	73	호주	125	호주	488	태국	996	한국 (24위)	43	한국 (27위)	50

자료 출처 : IEA, 2016a CO_2 Emissions from fuel combustion (2016 Edition), OECD/IEA, Paris.

주. 2000년과 2014년의 주요국 산업부문 부가가치 비중 추이는 다음과 같다(http://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.ZS).

미국 23%('00)→, 20%('14), 영국 27%('00)→ 21%('14), 독일 31%('00)→ 30%('14), 일본 31%('00)→ 27%('14), 중국 45%('00)→ 43%('14), 한국 38%('00)→ 38%('14).

□ 주요 6개국의 에너지 및 배출량 변화의 과거와 미래를 비교하여 <표 3-1>에 제시

□ 1990~2014년 기간 1차에너지 공급의 변화를 보면, 미국(16% 증가)과 일본(1% 증가)은 소폭 증가하였으나, 독일과 영국은 각각 13% 감소. 반면에 중국(250% 증가)과 한국(204% 증가)은 큰 폭으로 증가. 이는 경제발전 단계의 차이에 기인

□ 2030년까지 1차에너지 공급은 현재 대비 선진국들은 감소할 것으로 전망한 반면, 중국과 한국은 증가가 불가피한 것으로 전망 (단 기후변화대응 노력이 강화될수록 증가율은 감소)

□ 1990~2013년 기간 온실가스 순배출량은 1차에너지의 변화와 마찬가지 경향을 보임. 즉 미국 5% 증가, 일본 11% 증가, 독일 23% 감소, 영국 30% 감소하여 영국에서 배출량 감축이 가장 두드러짐. 반면에 중국은 232% 증가(2012년 기준), 한국은 153% 증가

□ 2020년 이후의 INDC 감축목표 설정방식이 상이한데, 이는 자국의 배출량 특성과 달성가능성 등을 고려하여 자국에서 설정하였기 때문으로 보임

○ 미국과 일본은 기준년도를 1990년이 아닌 다른 기준년도를 제시하고 감축목표를 발표한 반면, 영국과 독일은 1990년을 기준년도로 유지하고 감축목표를 교토 목표에 비해 강화함. 중국은 배출량 원단위 목표와 배출량 정점 시점을 목표로 제시하였으며, 한국은 전망치 대비 감축목표를 제시

□ 재생에너지가 1차에너지에서 차지하는 비중은 1990~2014년 기간 중국에서만 감소(석탄 급증)한 반면, 모든 주요국들에서 증가

○ 특히 독일에서 가장 두드러지게 증가한 것은 1차에너지의 감소와 적극적인 재생에너지 보급 정책에 기인

○ 2030년까지 재생에너지 비중은 더욱 증가할 전망이며, 독일은 재생에너지 보급 목표를 가장 적극적으로 설정하고 있음

□ 재생에너지가 발전량에서 차지하는 비중은 1990~2014년 한국을 제외하고 (총발전량이 재생에너지 발전량보다 빠르게 증가) 모든 주요국들에서 증가

○ 독일과 영국의 재생에너지 발전량 비율은 1990~2014년 기간 각각 22%, 17% 증가하여 크게 증가

○ 2030년에 주요국들의 재생에너지 발전량 비율은 20%를 상회하며, 특히 독일은 발전량의 59%를 재생에너지로 보급하는 목표를 설정

<표 3-2> 주요국 에너지 및 배출량 지표 비교

	기간	미국	일본	독일	영국	중국	한국
1차에너지 증감	1990~2014	16% 증가	1% 증가	13% 감소	13% 감소	250% 증가	204% 증가
	2014~2030	14% 감소~8% 증가	5~17% 감소	16% 감소	12% 감소~2% 증가	11~37% 증가	31% 증가
온실가스 배출량 증감	1990~2013 (순배출량)	5% 증가	11% 증가	23% 감소	30% 감소	232% 증가 (2012년)	153% 증가
	INDC 감축목표	2025년 26~28% 감축 (2005년 대비)	2030년 26% 감축 (2013년 대비)	2030년 최소 55% 감축 (1990년 대비)	2030년 57% 감축 (1990년 대비)	2030년 CO2/GDP 60~65% 감축 (2005년 대비), 2030년경 배출량 정점	2030년 37% 감축 (전망치 대비)
재생에너지의 1차에너지 비중	1990	5%	3%	2%	1%	24%	1%
	2014	7%	5%	12%	7%	11%	4%
	2030	10~21%	10~14%	26.5%	9~15%	10~17%	9.7%
재생에너지의 발전량 비중	1990	12%	11%	4%	2%	21%	6%
	2014	13%	14%	26%	19%	24%	4%
	2030	18~37%	22~33%	59%	28~44%	25~40%	13.4% (2035년)

자료 출처 : IEA, 2015; IEA, 2016c; IEA, 2016d; IEA, 2016e; KEEI 국가에너지통계종합정보시스템

주1. 미국, 일본, 중국의 전망은 IEA의 World Energy Outlook과 Energy Technology Perspectives 보고서 자료를 참고하였으며, 영국과 독일, 한국은 자국의 보고서 전망을 참고함

주2. 미국, 일본, 영국, 독일, 중국의 통계치는 IEA 자료를 이용하였으나, 한국의 통계치는 전망 목표와의 일관성 차원에서 KEEI 통계를 이용하였음

제 2 절 주요국 INDC 비교 분석

1. 국가별 INDC 분석

□ Bloomberg New Energy Finance(BNEF) 는 1981년 전 뉴욕 시장인 마이클 블룸버그에 의해 창립된 블룸버그 미디어 그룹 중 청정에너지와 탄소시장 분야에 관한 독립적 분석, 데이터, 뉴스를 제공하는 서비스

□ 국가별 INDC 분석 파트는 BNEF가 2015년 10월 발표한 <How ambitious are the post-2020 targets?>를 바탕으로 새로이 편집 및 구성하였음

1) 미국

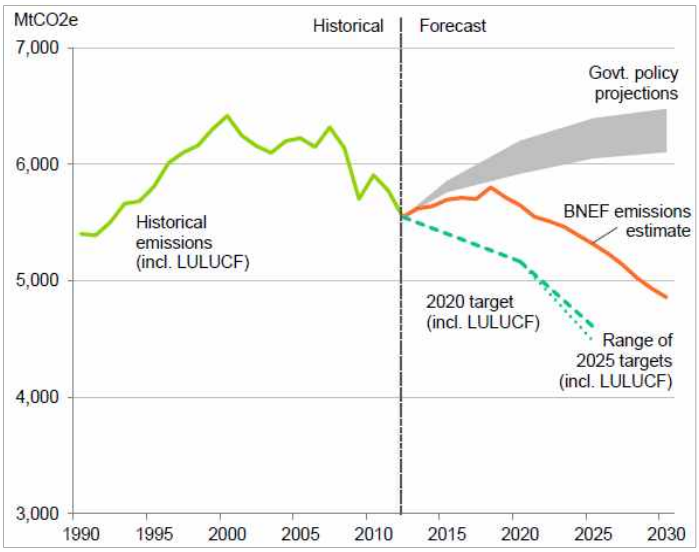
□ 오바마 대통령은 그동안 기후변화에 대응하기 위한 강력한 의지를 보이며 정책을 수립하였고 2020년 목표는 별도의 정책적 조치 없이도 달성 가능할 것으로 예상

○ 발전 부분의 가스화를 통해 화석연료에서 천연가스로의 꾸준한 전환

○ 절대배출량, 배출집약도, 기준전망 측면에서 모범적인 정책 제시

□ 환경보호청(EPA)의 청정전력계획(Clean Power Plan)을 에너지 및 기후변화 규제에 핵심 정책으로 판단

○ 2030년까지 2005년 대비 32% 온실가스 감축 목표를 달성하기 위하여 주 단위별로 배출 기준 설정을 요구



[그림 3-1] BNEF의 미국 온실가스 배출량 전망

출처 : BNEF, how ambitious are the post-2020 targets?

□ 하지만 트럼프 대통령 당선으로 인한 기존 정책 방향 변경 불가피할 것으로 예상

○ 트럼프는 화석연료에 의한 기후변화는 사기라고 말하며 오바마 행정부의 주요 업적 중 하나인 파리기후변화협약 탈퇴 주장

2) 일본

□ 2020년 목표인 2005년 배출량 대비 3.8% 감축은 달성할 것으로 보이나 2030년 목표 달성을 위해서는 추가로 정책적 개입이 필요할 것으로 보임

○ 다른 나라에 비해 절대량 감소 목표는 우수한 것으로 평가

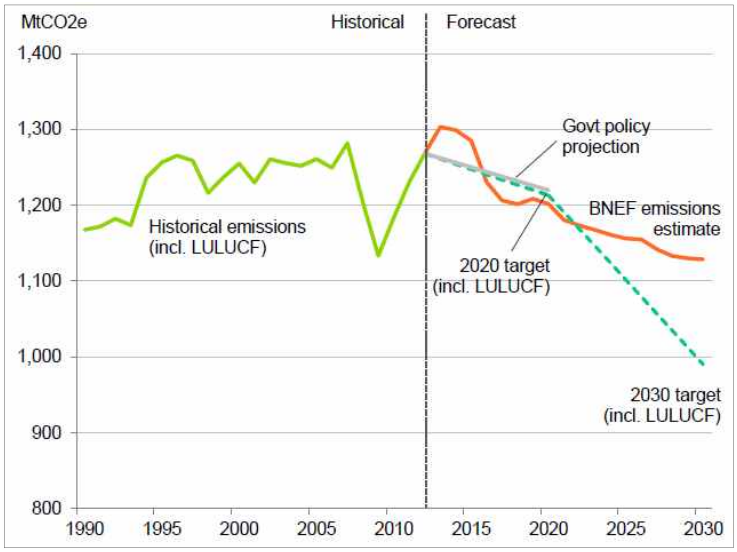
□ 일본은 기후변화 대응에 모범적인 국가로 인정받기를 바라며 국제적 명성에 민감한 것으로 보임

○ 에너지의존도를 낮추고 온실가스 저감을 위한 에너지 믹스의 변화를 위하여 정부는 큰 의지를 보이고 있음

○ 현재 수입 화석연료에 의존하는 상황과 이에 우호적인 정책들의 변화 필요

□ 후쿠시마 사태 후 일본의 에너지 정책에 총체적 변화가 있었고 앞으로 에너지 믹스에도 변화가 있을 것으로 예상

○ 원자력 발전에 대한 국민들의 반발과 안전문제는 일본이 앞으로 해결해야 할 문제



[그림 3-2] BNEF의 일본 온실가스 배출량 전망

출처 : BNEF, how ambitious are the post-2020 targets?

3) EU

□ 2020년과 2030년 목표는 쉽게 달성할 것으로 보이나 2030년 목표는 충분히 적극적이지 않다고 평가

○ 2020년 목표에는 포함하지 않았던 LULUCF를 2030년 목표에 포함시킴으로써 목표달성을 용이하게 함

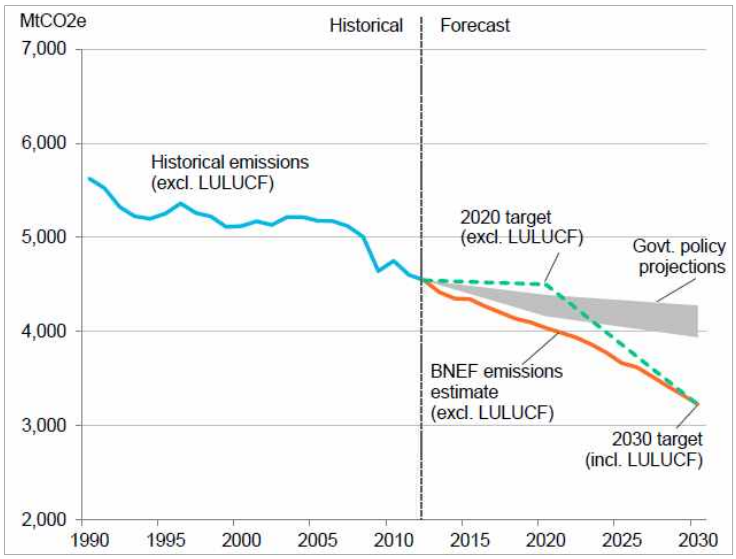
□ 국제탄소배출시장을 이용해서 목표를 달성하지는 않을 것이라 선언

○ 미국과 마찬가지로 국내 감축만으로 목표를 달성할 것이라 하였으며 EU의 배출 감소는 주로 발전 부분의 재생에너지 사용을 통해 이루어질 것

□ 2030 Climate & Energy Framework에서 제시한 목표들을 시행함으로써 EU의 온실가스 감축은 추진력을 얻게 될 것임

○ 1990년 대비 온실가스 배출 40% 감축, 27% 신재생에너지 비중 달성, 27% 에너지 효율 달성과 같은 구체적인 목표를 제시하였고 2050년 저탄소경제를 향한 로드맵 제시

○ 온실가스 감축을 위한 주요 도구는 EU 배출권 거래제도일 것으로 예상



[그림 3-3] BNEF의 EU 온실가스 배출량 전망

출처 : BNEF, how ambitious are the post-2020 targets?

4) 한국

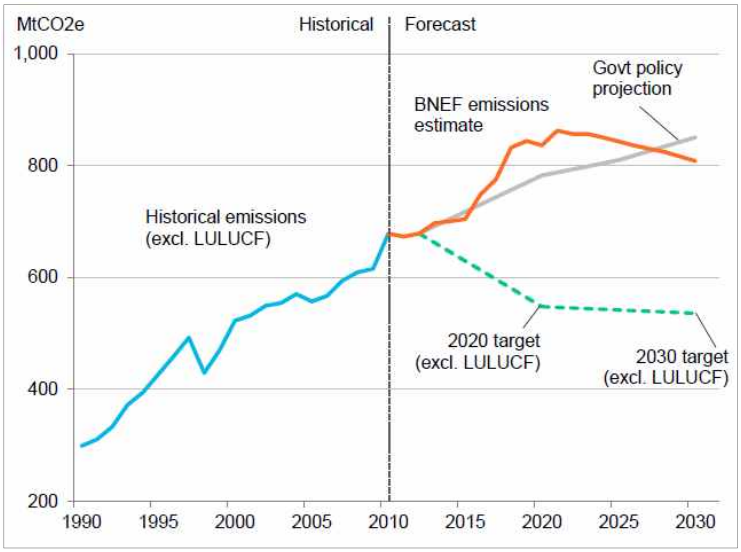
□ 2030년 목표 달성을 위해서는 해외 탄소배출권시장을 통하여 많은 부분을 감축해야 할 것으로 예상

□ 국제적 책임과 녹색기후기금(GCF) 사무국 유치 등 기후변화 대응 리더쉽 등을 고려하여 정부적 차원의 노력이 필요할 것

□ 정부의 에너지 관련 계획 및 정책은 신기후체제 대응을 위한 적극적인 대응 필요

○ 석탄화력발전 중심의 전력체계를 유지할 것으로 보이며 이는 한국의 감축 목표 달성에 장애물이 될 것으로 예상

○ 한국 산업계는 규제를 통한 기업들의 경쟁력 약화를 크게 우려하고 있음



[그림 3-4] BNEF의 한국 온실가스 배출량 전망

출처 : BNEF, how ambitious are the post-2020 targets?

2. 국가별 INDC 평가

□ 과학전문기관인 Climate Analytics, Ecofys, NewClimate Institute, Potsdam Institute for Climate Impact Research가 모여 만든 국제 기후분석 사이트인 Climate Action Tracker(CAT)는 기후변화를 방지하기 위한 전지구적 노력을 나라별로 평가

○ CAT는 부적절, 보통, 충분, 모범적의 네 가지 수준으로 국가별 INDC 평가

○ 국가별 INDC 평가 파트는 CAT가 홈페이지에 국가별 INDC를 분석해 놓은 자료를 바탕으로 새로이 편집 및 구성하였음

<표 3-3> 미국, 일본, EU, 한국의 INDC 목표 및 설정 기준 비교/평가

구 분	목표 기준		목표 년도	목표 감축량		LULUCF**		기타	평가
	기준년도	BAU		국내	국외	포함 여부	계산법		
미국	2005	-	2025	26-28%	-	포함	명확 (net-net approach)	Clean Power Plan, Climate Action Plan 등 제도적 뒷받침	보통
일본	2013	-	2030	26% (JCM* 포함)		기준년도에만 포함	불명확	2015 장기 에너지수급전망 원자력, 화석연료 비중 큼	부적절
EU	1990	-	2030	40%	-	포함	불명확	항공부문 온실가스 배출 저감 노력	보통
한국	-	O	2030	25.7%	11.3%	미포함	-	2020년 목표보다 후퇴	부적절

- Joint Credit Mechanism*: 선진국이 개발도상국에 자국의 기술력과 자금을 제공, 온실가스 감축을 지원해주고 그만큼을 자국의 감축분으로 처리할 수 있게 하는 제도

- LULUCF**(Land Use, Land-Use Change, and Forestry): 토지 이용, 토지용도의 변경, 임업을 뜻하며 식목이나 산림관리처럼 대기 중의 온실가스를 흡수함으로써 온실가스를 제거하거나 혹은 산림전용 방지 등을 통해 온실가스 배출량을 감소시키는 방법(에너지경제연구원, 에너지 포커스, 2005)

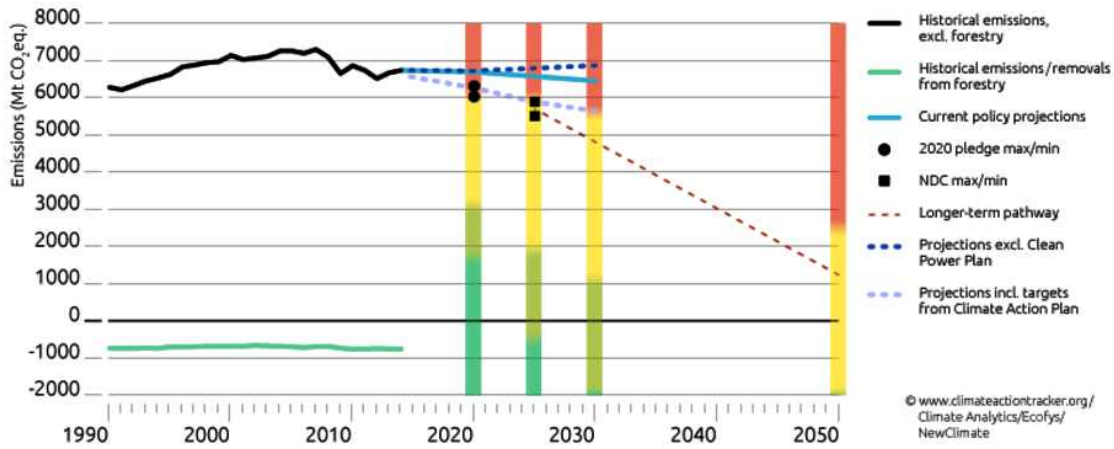
1) 미국

□ 2016년 9월 3일 파리 협정에 관한 NDC를 기존 INDC와 변경 사항 없이 발효

○ 2025년까지 2005년 배출량 대비 26~28% 감축 목표(LULUCF 포함)

○ 이 목표는 LULUCF를 제외하면 2005년 배출량 대비 19~24% 감축 수준

○ LULUCF를 NDC에 포함시킴으로써 감축 목표 달성을 용이하게 함



[그림 3-5] CAT의 미국 온실가스 배출량 전망

출처 : http://climateactiontracker.org/countries/usa.html

□ 오바마 행정부의 대표적인 기후변화 정책인 Clean Power Plan(청정전력계획, CPP)는 2030년까지 발전부문에서 2005년 대비 32% 감축 목표

○ 2016년 2월 대법원은 CPP에 대한 효력을 정지시켰고 20016년 12월 현재 항소 법원에서 심리 중

□ 트럼프는 지구 온난화는 헛소리라며 파리협정과 오바마 행정부의 기후변화 정책을 철회하겠다고 함

□ Climate Action Plan을 통해 재생에너지 기술의 이용을 용이하게 하며 재생에너지 프로젝트 경매 제도를 통해 시장 중심으로 구조 개편 노력

2) 일본

□ LULUCF를 기준 연도에는 제외시키고, 목표 연도에는 포함시키는 계산법을 통해 목표 달성을 용이하게 함

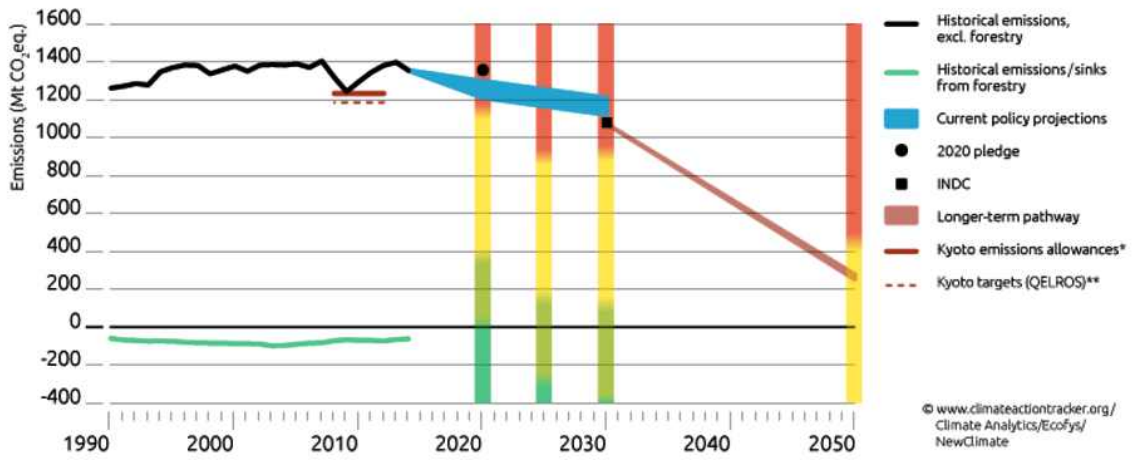
○ 2030년까지 2013년 배출량 대비 26% 감축 목표는 실제 23%만 감축해도 됨

□ 2011년 후쿠시마 사태 이후 재생에너지를 이용한 발전을 장려하기 위해 정부는 관대한 발전차액지원제도 도입

○ 태양광 발전에 유리한 정책을 도입해 태양광 발전시설의 양은 크게 증가하였으나 다른 재생에너지 발전시설은 증가하지 않았고 태양광 버블을 발생시킴

○ 후쿠시마 사태 후 일본의 모든 원전은 강화된 안정성 기준을 충족시키기 위해 중단되었음

○ 2014년 에너지기본계획에 원자력 발전의 재도입을 요구하였고 이는 INDC 설정에 반영됨



[그림 3-6] CAT의 일본 온실가스 배출량 전망

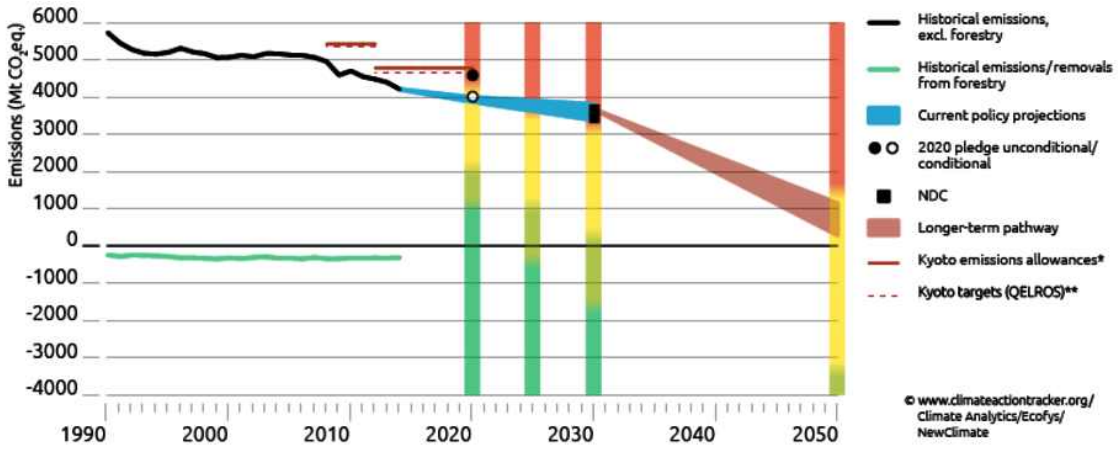
출처 : http://climateactiontracker.org/countries/japan.html

3) EU

□ INDC에서 제시한 2030년까지 1990년 배출량 대비 40% 목표를 유지한 채 NDC 제출

○ 40% 목표는 공격적인 목표 같지만 EU는 1990년과 2014년 사이 이미 배출량 27% 감소

○ 이미 감소된 배출량 고려하면 2030년까지 배출량 목표치를 달성하려면 연 1.3%의 배출량을 감소하면 됨, 따라서 이 목표치가 후퇴한 것으로 평가



[그림 3-7] CAT의 EU 온실가스 배출량 전망

출처 : http://climateactiontracker.org/eu.html

□ NDC는 LULUCF을 포함하나 계산법이 불명확하며 충분한 디테일이 제공되지 않았음

○ 이는 기준 연도인 1990년 및 목표 연도인 2030년에 도달할 때 까지 정확한 값을 계산하지 못할 것으로 예상

○ 계산법에 따라 1-4% 정도의 배출량 변화가 있을 것으로 보임

□ 그동안 간과되었던 항송산업의 온실가스배출을 포함하였고 이는 항공산업 분야의 배출을 규제하기 위한 국제적 첫 노력

4) 한국

□ 2030년까지 배출전망치(BAU)대비 37% 감축 목표

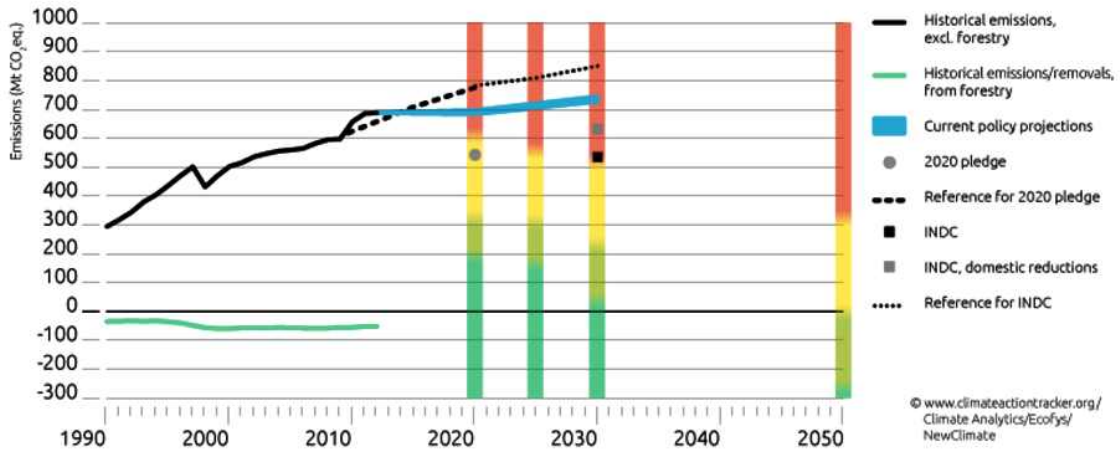
○ 25.7%는 국내 감축분이고 11.3%는 국제탄소시장을 통해 구매한 배출권으로 충당

□ 한국은 OECD에서 1인당 배출량이 빠르게 증가하는 국가 중 하나이며, 이는 제조업 중심의 산업구조 때문에 이 추세는 증가할 것으로 예상

○ 경제구조가 서비스부문으로 옮겨가고 에너지 효율 향상을 위해 노력하는 여러 나라들과 다름

□ 2025년까지 10개의 노후 석탄화력발전소를 폐기하기로 결정했고 기존 발전소에 배출량 저감 기술을 확산시킬 예정

○ 2022년까지 신규 석탄화력발전소가 건설될 예정이며 현재 규모보다 더 큰 발전규모를 가지게 됨



[그림 3-8] CAT의 한국 온실가스 배출량 전망

출처 : http://climateactiontracker.org/countries/southkorea.html

□ 2012년 기존의 발전차액지원제도(FIT)를 신재생에너지공급의무화제도(RPS)로 대체하였으며 발전사업자에게 연도별로 의무공급량을 제시하였고 2024년까지 발전량의 10%까지 신재생에너지 공급을 목표

제 3절 주요국 에너지 이슈별 정책 비교 분석

1. 신재생에너지 보급

1) 미국

□ 현재 연방차원의 신재생에너지 보급목표는 없으나, 43개 지역에서 각 지역별로 공급목표제도(RPG) 혹은 공급의무화제도(RPS)를 통해 목표 수립

○ 청정전력계획(CPP)를 통해 2030년까지 총 발전량의 30%를 재생에너지로 공급하려는 목표를 수립하였으나, 반대에 부딪혀 현재 행정집행령이 중지됨

□ 재생에너지 공급의무화제도(DC포함 33개 지역)

○ 소매전력공급자(LSEs, Load-serving entities)에게 총 발전량 또는 총 전력판매량의 일정비율 이상을 재생에너지로 조달토록 의무화

○ 33개 이외의 10개 지역에는 법적 구속력은 없으나 권고사항으로 자율 공급목표 설정

<표 3-4> 주별 RPS 의무비율 및 목표연도

주	하와이	캘리포니아	콜로라도	코네티겟	미네소타	일리노이	DC
RPS 의무비율	100%	50%	30%	27%	25%	25%	20%
목표연도	2045	2020	2020	2020	2025	2026	2020

2) 일본

<표 3-5> 신재생에너지 중장기 보급 목표

구분	2014년 보급현황(GW)	2020년 보급목표(GW)	2030년 보급목표(GW)
태양광	20.16	28.00	53.00
풍력	2.82	5.00	10.00
지열	0.51	0.53	1.65
수력	9.63	49.25	55.60
바이오・폐기물	2.42	-	-
합계	35.54	82.78	120.25

※ 바이오・폐기물은 보급현황 및 예측성 판단이 곤란하여 제외됨

□ 제4차 에너지기본계획을 통해 재생에너지의 전력 비중을 현재 10% 정도에서

2020년 13.5%(1,414억 kWh), 2030년 20%(2,140억 kWh)를 상회하는 목표 설정

□ 2014년 신재생에너지 보급현황을 검토하여 에너지기본계획의 중장기 목표를 재설정하였고 2020년까지 83GW, 2030년까지 120GW를 신재생에너지 보급목표로 설정

3) 독일

□ 에너지 전환 정책을 근거로 신재생에너지법 개정하여 신재생에너지 보급 목표 설정

○ 2014년 현재 27.4%(2015년 잠정 32.5%)인 전력소비량의 신재생에너지 비율을 2020년 최소 35%, 2030년 최소 50%, 2040년 최소 65%, 2050년 최소 80%로 제고

○ 2014년 현재 12.5%인 신재생에너지 열원 비중을 2020년까지 14%로 상향

○ 2014년 현재 수송부문의 신재생에너지 연료 사용비율은 5.6%이며, 추가 목표는 미설정

□ 2016년 6월 연방내각은 재생에너지법 개정을 승인하였으며, 현재 일반적인 입법 절차를 진행 중임(2017년 1월 1일 발효 예정)

○ 2014년 신재생에너지 정책에 대한 개혁 이후 추가적인 개혁 단행

○ 2025년 40～45%, 2035년 55～60% 향상을 목표로 함

4) 영국

□ 1990년 '비화석연료사용의무화제도(Non-fossil Fuel Obligation, NFFO)를 발효한 이래, 적극적인 재생에너지 보급을 정책 수립

□ 2020년까지 최종에너지 소비량의 15%를 재생에너지로 충당한다는 내용의 국가재생에너지실행계획(National Renewable Energy Action Plan, NREAP) 발표

○ 열소비량의 12%, 전력 주요의 31%, 수송용 에너지의 10%를 재생에너지로 충당

5) 중국

□ 제13차 5개년 계획(2016～2020)을 통해 풍력 250GW, 태양광 150GW, 수력 380GW로 보급 목표 상향 조정

○ 2015년까지 정부가 밝힌 보급 목표는 풍력 200GW, 태양광 100GW, 수력 350GW

□ 베이징, 텐진, 허베이는 2020년까지 전력소비 중 비수력 재생에너지 비중을 10%,

내몽골, 신장, 간쑤는 2020년까지 비수력 재생에너지 비중을 13%로 목표 설정

6) 한국

□ 2035년까지 1차 에너지의 11%를 신재생에너지로 공급하며, 2014년~2035년 기간 중 신재생에너지 연평균 증가율은 6.2%

□ 폐기물 비중을 축소하고, 태양광과 풍력을 핵심 에너지원으로 육성

○ 원별 비중(%, 2012→2035) : 폐기물(68.4→29.2), 풍력(2.2→18.2), 태양광(2.7→14.1)

□ 2035년 전체 전력량 중 13.4%를 신재생에너지로 공급

2. 온실가스 감축

1) 미국

□ 2025년까지 2005년 대비 26～28% 온실가스 감축목표를 설정하였으며, 청정전력계획을 통해 발전부문에 대한 강력한 기후변화 대응 정책 수립

○ 미국 내 기존 석탄화력발전소는 2030년까지 2015년 대비 32% 온실가스 감축 목표 제시

2) 일본

□ 지구온난화대책 계획은 '지구온난화대책추진법'에 따라 추진되어 파리협정 채택 이후 일본 온실가스 대책의 지침으로 적용

○ 단기 목표 : 2020년까지 2005년 대비 3.8% 감축

○ 중기 목표 : 2030년까지 2013년 대비 26% 감축(INDC)

○ 장기 목표 : 2050년까지 80% 감축 지향

3) 독일

□ 2014년까지 1990년 대비 27.7%(2015년 잠정 -27.2%) 감축된 온실가스 배출량을 2020년 최소 40%, 2030년 최소 55%, 2040년 최소 70%, 2050년 80~95% 감축

4) 영국

□ 기후변화법에 따라 5년마다 영국 내 온실가스 배출 상한선을 정하고 이를 달성해 나가는 것으로, 우선 1기(2008~2012년), 2기(2013~2017년), 3기(2018~2022년)로

나눠 탄소예산(Carbon Budgets)을 책정하여 추진

<표 3-6> 기후변화법에 따른 탄소예산 기간 구분

구분	기간	내용
제1기	2008~2012년	온실가스 배출량을 1990년 대비 22% 감축
제2기	2013~2017년	온실가스 배출량을 1990년 대비 28% 감축
제3기	2018~2022년	온실가스 배출량을 1990년 대비 34% 감축

5) 중국

□ 2009년에 중국정부는 2020년까지 GDP 단위당 온실가스 배출량을 2005년 대비 40~45% 감축하는 목표를 제시하였으며, 2014년 기준으로 실제로 2005년보다 34% 줄임

□ 2030년까지 GDP 단위당 온실가스 배출량을 2005년 대비 60% 이상 줄이는 목표 제시

6) 한국

□ 2030년까지 BAU 대비 37% 온실가스를 감축하는 목표 제시

○ 이중에서 25.7%는 국내감축으로, 나머지 11.3%는 해외감축분으로 충당

3. 에너지 효율

□ (미국) 오바마 정부는 2030년까지 에너지효율 2배 향상 목표 수립(2013)

□ (일본) 2030년까지 2003년 대비 에너지효율 30% 향상

□ (독일) 매년 2%씩 에너지효율 향상 목표

○ 1차에너지 소비량 : 2014년 현재 2008년 대비 8.7%(2015년 잠정 -7.3%) 감소되었으며 2020년 20%, 2050년 50% 감축

○ 총에너지 소비량 : 2014년 현재 2008년 대비 4.2%(2015년 잠정 -3.4%) 감소되었으며 2020년 10%, 2050년 25% 감축

□ (영국) 2020년까지 2007년 대비 20% 에너지 절감하며, 2007년 최종에너지 대비 18% 감축(120.2백만 toe)

□ (중국) 에너지효율 제품, 녹색건물, 연비가 높은 차량 및 전기차, ESCO를 통해 에너지효율을 두 배로 높이겠다는 목표 설정

□ (한국) 기준전망 대비(BAU) 최종에너지 소비를 2035년까지 13%, 전력수요는 15% 절감하는 수요관리 중심의 에너지 정책으로 전환

제 4 절 주요국 에너지 이슈별 감축 수단 비교 분석

□ 에너지 이슈별 감축 수단 비교에서는 각 주제별로 중요한 역할을 하는 이행 수단을 중심으로 분석 대상 6개 국가별 시행 현황 및 정책의 상세 내용을 비교 분석하여 국내 정책의 시사점을 도출

<표 3-7> 분석 대상 정책

분 야	분석 대상 정책
온실가스 감축 수단	온실가스 배출권 거래제 탄소세
신재생에너지 확산	RPS FIT

1. 온실가스 감축 이행 수단

□ 탄소세와 배출권 거래제도는 시장의 유연성 기제(mechanism)를 이용한 대표적인 온실가스 감축 수단

○ 이론적으로 완전 경쟁 시장에서는 동일한 환경적 효과와 경제적 효율성을 거둘 수 있으나, 불완전한 정보를 갖는 현실에서는 차이가 있을 수 있음

○ 현실에서는 오염자의 저감비용 정보의 불확실성, 기업의 경제적 부담과 경쟁력 등의 문제를 감안하여 두 개의 제도 중 어느 하나에 보다 많은 비중을 두어 정책을 운용

○ 배출권 거래제도는 탄소세제에 비해 기후변화 대응정책 목표 달성에 확실성을 제공하고 기후변화라는 장기 과제에 대응을 위한 제도의 신뢰성, 그리고 오염 저감자와 지불자와의 탈동조화를 통한 비용 최소화 유도 등의 측면에서 탄소세보다 선호

□ 배출권 거래제 또는 탄소세 시행국가(World Bank, 2016)

○ 2015년 기준 40개 국가, 23개 지역에서 배출권 거래제/탄소세를 시행 또는 시행예정

○ 세계 배출권 배출의 16% 이상을 포함

○ 탄소 1톤당 가격은 US$1(멕시코)~US$130(스웨덴)

□ 온실가스 배출권 거래제

○ 온실가스 배출권 거래제는 현재 분석대상 6개 국가 모두에서 시행중이지만 그 적용 범위에 차이가 있음

- 미국, 일본, 중국은 지역차원에서 배출권 거래제를 도입하였고, 우리나라는 전국차원의 온실가스 거래제를, 영국은 과거 지역수준의 거래제를 도입하였으나 현재는 독일과 마찬가지로 EU 배출권 거래제를 시행
- 전국 단위에서 배출권 거래제를 시행하는 국가가 많지는 않음

○ 배출권 가격은 거래 대상 및 상황에 따라 차이를 보임

- 일본의 도쿄 배출권 시장이 $31/tCO2로 가장 높고 국내 배출권 거래제가 그 다음인 $16/tCO2 수준,그 외의 EU-ETS, 일본, 중국의 탄소가격은 $6/tCO2 수준
- EU-ETS 가격은 여러 변수에 따라 등락을 거듭하여 1단계 초기 약 30유로에 이르렀던 배출권 가격은 2005년 초과할당 사실이 밝혀지면서 8.5유로로 급락하였고, 2008년도 28.7유로까지 치솟았다가 2008년 말 금융위기 영향으로 7.9유로로 하락하였다가 현재 6유로 대에서 안정세
- 우리나라의 경우 1차년도 2015년 1월～2016년 6월 말 1,227만 톤 거래되었던 배출권이 2016년 1월～10월에 98만6874톤을 돌파할 만큼 거래가 폭증하면서 배출권 가격도 1만원에서 1만8500원까지 상승

○ 규제대상 온실가스는 6개 가스[26]이지만 현실적으로 행정비용과 거래비용 등을 고려하여 우선적으로 적용되는 대상 가스는 국가 별로 다양

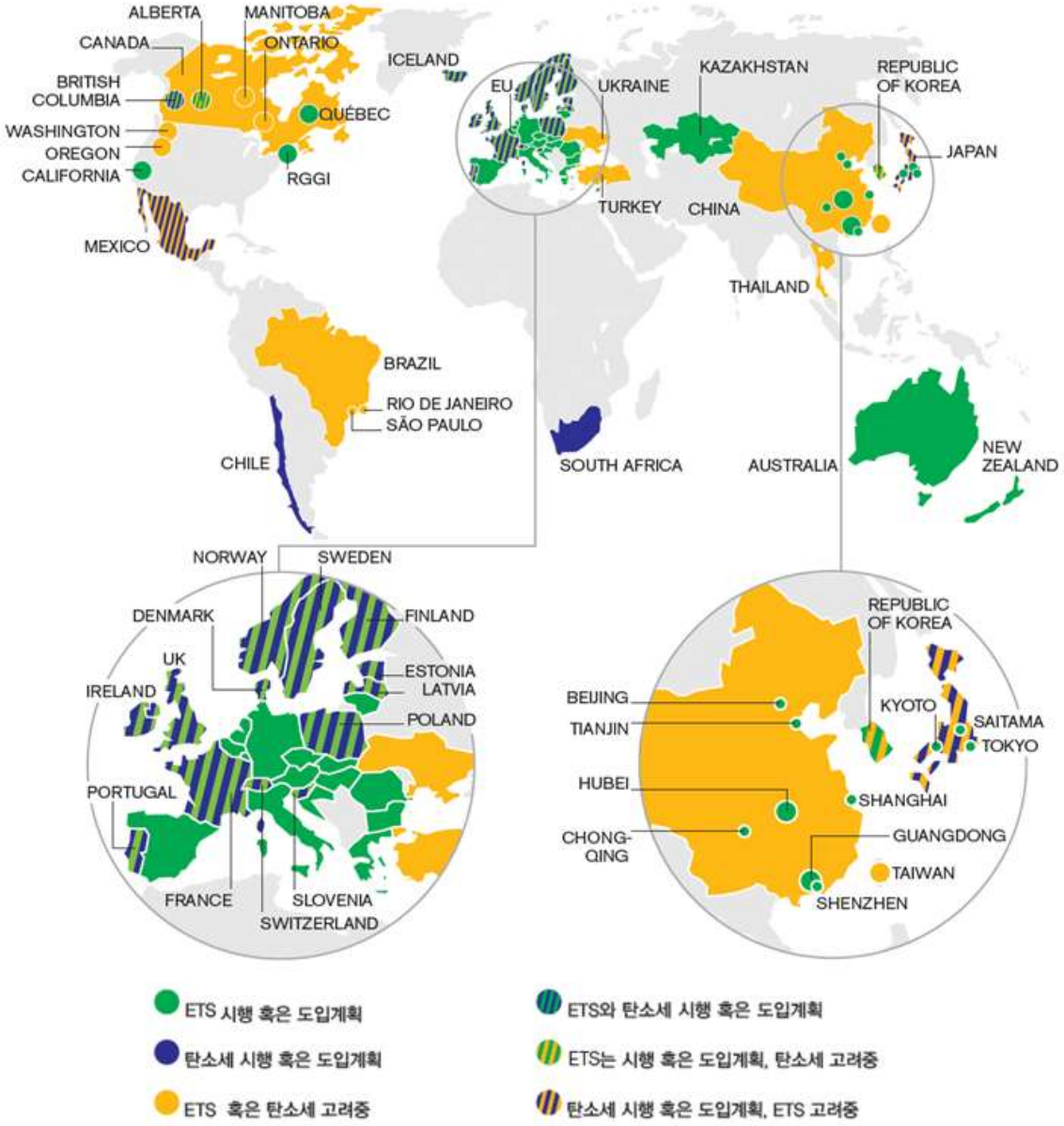
- 분석 대상국 중에는 한국만 6개 종류의 가스를 모두 대상으로 하고 있고 다른 국가들은 CO2를 거래함

○ 주요국들의 배출권 거래제는 할당방법에서도 차이를 보임

- 미국과 중국의 광둥성 시범지역은 유상할당 제도를, 그 외의 지역에서는 무상할당을 시행 중
- 초기 도입 시에는 높은 무상할당 비중을 두지만, 점차 유상할당 비중을 증대시키는 게 일반적인 현상이고, 이론적으로 경매를 통한 유상할당이 시장 왜곡의 가능성이 가장 낮은 것으로 평가

---

26)이산화탄소(CO_2),메탄(CH4),아산화질소 (N2O),수소불화탄소(HFCs)와 과불화탄소(PFCs),육불화황(SF6)



[그림 3-9] 배출권 거래제 혹은 탄소세 시행 현황

출처 : World Bank 2016, Carbon Pricing Watch 2016

- 우리나라도 2015년 초기에는 무상할당을 하였으나 2단계부터는 경매를 이용하여 할당하는 방향으로 진행 중
- EU-ETS도 1차 기간(2005년-2007년) 기간에는 100% 무상할당 하였으나, 현재 3차 기간(2013-2020)에는 전체의 40%를 유상할당

<표 3-8> 국가별 배출권 거래제도 비교

	미국	영국[1]	EU	일본	중국	한국
거래제 이름	RGGI	UK-ETS	EU-ETS	도쿄	Beiging	배출권거래제
범위	지역	지역	지역	지역	지역	전국
시행연도	2009	2002 ~2006	2005	2010	2013	2014
배출 포함량 (비율)	89.1MtCO_2 (20%)	-	2,007MtCO_2 (45%)	10.8MtCO_2 (20%)	50MtCO_2 (40%)	573MtCO_2 (67.7%)
대상기업	168	-	111,000	1,325	551	525
거래가격[2]	\$6/tCO_2	-	\$6/tCO_2	\$31/tCO_2	\$4/tCO_2 ~\$6/tCO_2	\$16/tCO_2
의무여부	의무	자발적	의무	자발적	의무	의무
거래대상 가스	CO_2	CO_2, N2O, PFCs	CO_2	CO_2	CO_2	CO_2, CH_4, N_2O, PFCs, HFCs, SF_6
감축목표	2020년까지연 2.5% 감축, 7800MtCO_2 배출	2010년까지 CO_2배출량을 1990년 수준에 비해 20%,2050년까지 60%감축	2020년 까지 2005년 대비 20% 감축	기준년도 배출량 대비 사무실 17%, 공장 6% 감축	2015년까지 GDP당 CO_2 배출량 118% 감축	약 16억 4천만톤
해당 산업	25MW이상의 화석연료 발전설비에 대해 상한설정	- 에너지활동, 철금속의 생산 및 가공, 광물산업, 펄프 및 제지 산업 등 - 2단계에서 해상시설의 화염, 석유화학업체의 크래커, 카본블랙의 생산	전력 및 열생산산업, 에너지 다소비 산업, 항공부문 산업,화학, 알루미늄산업	에너지 사용량 1,500㎘ 이상 건물, 산업	산업, 발전, 열부문, 시멘트, 석유화학, 서비스부문, 교통, 건물	최근 3년 배출량 평균 125,000 tCO_2 이상 업체 또는 25,000 tCO2 이상인 사업장, 항공, 교통, 건물, 발전
할당 방법	유상 (연 4회)	무상할당	2기 기간의 평균에서 매년 1.74% 감축하여 할당 유상할당비율 단계적 확대	무상할당	무상할당 (무상)상하이, 선전, 텐진, 후베이 (유상) 광둥성 3% 유상	무상할당

1) 영국의 배출권 거래제는 2002-2006년 시행된 후 EU-ETS에 통합되어 가격 등 상세자료를 시하지 않음
2) 동일한 수준에서의 비교를 위해 world bank group, Carbon pricing watch 2016에 제시되어 있는 달러 환산 수치를 제시

○ 국내 온실가스 매출권 거래제 안정을 위한 주요 이슈[27)]

(1) 거래시장 안정화를 위한 정부의 개입

- 국내 온실가스 배출시장은 예외 조항으로 직전 2개년도 평균 가격 또는 거래량대비 최근 1개월의 평균 가격 또는 거래량이 특정 수준 이상 높거나 낮은 경우, 할당위원회의 심의를 거쳐 다음의 방안을 통해 여러 가지 시장 안정화 조치를 수행 가능

- 거래 당사자의 심리적 불안감 등을 줄이기 위해 시장안정화조치는 필요할 수 있지만, 정부가 제시한 시장안정화조치 기준 가격보다 거래가격이 높은 상황에서는 안정화 조치를 취한다고 해도 거래가 활발하게 일어나기는 어려울 수 있음

(2) 국가간 ETS 연계가 가능성

- 신기후체제에 따라 타 국가의 탄소시장과 연계가능성이 높아 지고 있음

- 거래 활성화와 효율성 증대를 위해 국가간 ETS 연계가 강조되고 있으며 일본에서는 국제배출권 국내 거래를 허용

- 단순하게 국가간 ETS를 연계할 경우, 국가별 할당량에 따라 국부가 이전되는 문제 발생하고, 할당량이 적은 국가일수록 할당량이 많은 국가로부터 배출권을 구매하게 되어 국부유출에 대한 논란 발생 가능

(3) 온실가스 배출량에 간접배출량을 포함여부

- 온실가스 배출이란 직접배출뿐만 아니라 간접배출도 포함하는 개념으로 전력부문 역시 배출권거래제 할당 대상 업체에 포함되어 있기 때문에, 전력을 사용하는 기업의 경우 이중부담 가능성 존재

- 한국의 경우 전력요금이 원가를 기반으로 산정되도록 되어 있으나, 현실적으로 탄소비용을 요금에 탄력적으로 전가하기 어려운 구조임

- 간접배출을 인정하지 않는 경우 기업의 전력 의존도가 더 높아질 가능성이 존재하고 여러 국가들에서도 온실가스 배출량에 간접배출을 포함하는 추세

27) 구윤모(2015), 배출권거래제 현황 및 이슈,KIE 포커스 Vol3, No.2

□ 탄소세

○ 석유, 석탄 등 각종 화석에너지에 함유된 탄소량에 비례하여 부과하는 세금으로 이산화탄소 배출로 인한 사회적 비용을 내재화하여 온실가스 배출량을 감축함과 동시에 경제적 효율을 증진하기 위한 방안으로 평가

○ 탄소세는 화석연료의 소비억제 내지는 효율적 사용을 유도하고, 청정기술에 대한 R&D 인센티브를 제공함으로써 탄소절약적인 산업이나 공정채택을 유도하고 탄소저감 기술개발을 촉진하여 CO2 배출저감 효과를 유도

○ 적용대상이 광범위하여 형평성의 문제를 초래하지 않으며 정책의 투명성과 예측가능성이 높다는 장점

- 배출량이 에너지수요 및 연료가격에 민감하기 때문에 최종배출량에 대한 불확실성이 존재하며, 이와 더불어 조세저항이 있고 역진적인 소득분배를 초래하기 때문에 정치적 부담을 작용할 수 있다는 단점도 갖고 있음

○ 1990년 핀란드를 시작으로 1991년 스웨덴, 노르웨이, 1992년 덴마크가 도입한 이래 현재 독일, 스위스, 아일랜드, 이탈리아, 영국 등 12개국 이상이 탄소세를 도입하여 시행 중[28)]

○ 분석대상 국가의 중에서 탄소세를 시행하고 있는 나라는 영국, 독일, 일본이고 미국은 일부 주에서만 탄소세 시행

- 1990년대 북유럽 국가들이 탄소세를 도입한 반면, 분석 대상국가들은 2000년대에 탄소세를 도입

- 중국은 2010~2015년 도입을 목표로 세부적인 계획을 수립하였으나, 산업계의 부담과 배출권 거래제의 시행을 고려하여 도입하지 않음

- 한국은 2016년 1월 1일 도입을 목표로 관련 법안을 2013년 검토하였으나 중국과 마찬가지로 산업계의 부담과 배출권 거래제 시행에 따른 이중 부담의 원칙에 의해 미시행

○ 탄소세는 기존 에너지세를 고려하여 적용이 되기 때문에 가격의 절대수준에도 큰 차이를 보임

- 국내에서는 휘발유 리터당 6.7원의 세금의 도입이 검토 되었었으나, 독일은 리터당 197원의 탄소세가 도입

- 탄소 톤당 세금을 부과하는 일본은 약 3,000원의 세금이 부과되었으나,

28) 에너지경제연구원 world energy market insight 최근 주요국의 탄소세 관련 환황 및 시사점

중국은 1,000원 ~ 3,000원 세금 부과를 고려

○ 탄소세 도입에 따른 세수의 사용 용도를 보면 특정 분야 및 산업에 대한 과중한 조세부담을 피하면서도 과세의 공평성을 확보 하는 목적으로 활용

- 독일은 세수의 일부가 재생에너지 투자에 대한 보조금으로 활용되지만 주로 국민연금보험 징수액의 경감을 위해 사용
- 영국은 대부분의 세수는 고용자에 의한 실험보험 지출의 삭감을 통해 비즈니스 부분에 환원
- 일본 세수입으로 정부예산 일반회계 편입, 에너지 효율기준 이상 건물, 연비개선 차량, 산림 흡수원 증대사업 등에 대한 탄소세 감면 및 보조금 지급

○ 또한 도입 방법에서도 차이를 보이는데 일본 화석연료를 세원으로 하는 현행 석유·석탄세에 CO2 배출량에 따른 세율을 추가하였고, 독일은 기존의 에너지세인 광물 및 석유세(Mineral Oil Tax)에 세율을 추가하는 방식으로 도입

○ 국내 탄소세 도입 가능성 검토시 주요 고려사항

(1) 탄출권 거래제와 탄소세의 동시 적용

- EU-ETS에 참여하고 있는 국가 중에 현재 탄소세를 병행 실시하고 있는 나라는 북유럽 4개국(핀란드, 스웨덴, 덴마크, 노르웨이)과 영국, 독일, 아일랜드 등 7 개국
- 2010년 프랑스 정부가 탄소세 도입을 시도한 바 있었지만, ETS 시행 이후 유럽에서 탄소세를 도입한 회원국은 없음
- 우리나라의 경우 2015년부터 시행된 배출권 거래제와 더불어 산업계의 이중부담 문제 고려 필요

(2) 기존 에너지 세금과의 구조 고려

- 이미 우리나라는 유류제품에 대하여 교통에너지환경제 및 개별소비세를 포함하여 교육세, 지방주행세, 부가가치세 및 관세 그리고 조세 이외에 수입판매부과금, 안전관리부담금, 품질검사 수수료를 부과
- 에너지 관련 가격구조 및 조세체계는 본연의 조세 정책적 목표로서 에너지 효율성 촉진과 환경적 외부성의 내부화 기능이 미흡

- 탄소세의 부과는 전반적인 환경질을 개선시키는 환경적 효과와 더불어 상품가격의 상승을 야기하고, 소비자의 여가와 소비간의 선택을 교란시키는 부정적인 효과를 수반할 수 있음을 고려할 필요

<표 3-9> 주요국의 탄소세 시행 현황

	미국 (캘리포니아)	일본	독일	영국	중국	한국
시행연도	2008	2010	1999	2003	계획 후 시행 안함	계획 후 시행 안함
탄소세 수준	$0.045/tCO$_2$	289엔/tCO$_2$	휘발유 0.1535€/l 경유 0.0205€/l 천연가스 0.0164€/kWh	전기 £0.0056/kWh 천연가스 £0.0019/kWh LPG 0.0121/kg 그 외 0.01526/kg	10위엔/tCO$_2$ 2020년까지 40위엔/tCO$_2$	휘발유 6.7원/l, 경유 8.2원/l, 등유 7.8원/l 전기 1.4원/kWh
원화기준[1]	45원/tCO$_2$	2,948원/tCO$_2$	197원€/l 31원€/l 20원€/kWh	8.2원/kg 2.7원/kg 17.7원/kWh 22.3원KWh	1,684원 3,369원	-
특징	-	화석연료의 모든 소비자 농업, 교통과 일부 산업에 세금 감면	과세표준은 탄소함유량에 근거하지 않음	가정 및 수송부문에는 적용되지 않으며,수송용 석유제품에도 적용되지 않음 신재생에너지로부터 생산되는 전기 및 열병합발전에 사용되는 연료에 대해서도 부과금이 면제	중국 국가발전개혁위원회는 12차 5개년 계획 기간 중 시행을 목표로 계획하였으나 시행하지 않음 징수대상: 생산 및 경영활동 과정에서 화석연료를 소모해 자연환경에 배출하는 이산화탄소	탄소세법의 도입을 통해 신재생에너지 기술 개발, 친환경 산업 육성, 기후변화 적응 등 기후변화대책 마련, 에너지 취약계층 지원 사업과 대기보전 등에 필요한 재원을 확보할 계획

1) 국가별 탄소세 비교를 위하여 최근 고시환율을 적용하여 일괄 계산(2016.12.07. 외환은행 기준 환율적용)

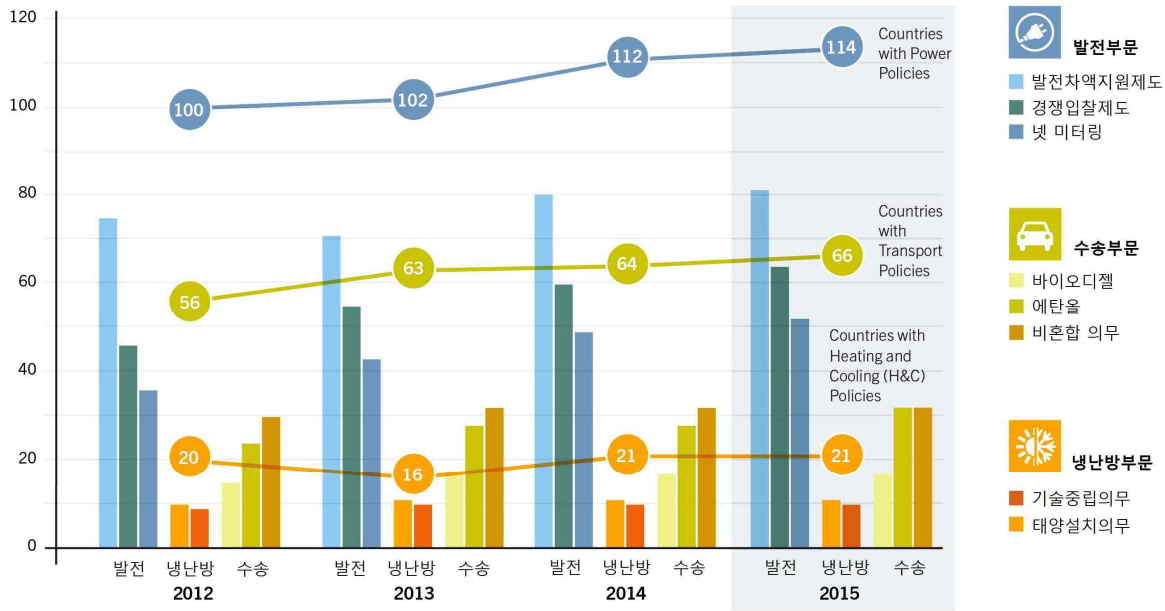
2. 신재생에너지 확산 이행수단

○ 오늘날 세계 거의 모든 국가들(146개국)은 재생에너지 지원정책을 시행중

- 기존 에너지 인프라 구조에서 재생에너지가 확대 될 수 있는 진입장벽 제거, 투자유치, 보급촉구, 혁신도모, 유연성 증대 등의 신규 정책안을 지속적으로 개발

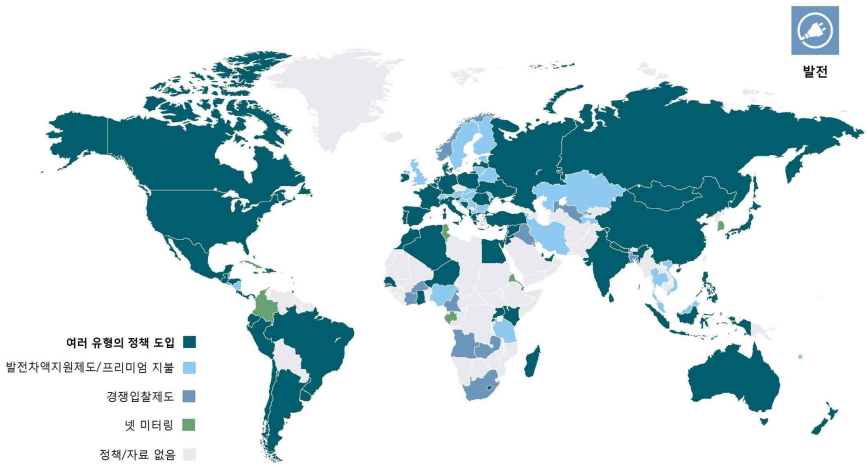
○ 신재생에너지의 적용 부문에 따라 발전부문, 수송부문, 냉난방부문으로 구분 가능

- 발전부문의 정책으로는 발전차액제도, 재생에너지의무할당제, 경쟁입찰제도, 넷미터링 등이 있으며 114개국에서 정책을 시행
- 수송부문의 정책으로는 바이오디젤, 에탄올 의무화 정책이 있으며 66개국에서 정책을 시행
- 냉난방부문 정책으로는 기술중립의무기술과 태양열설치의무 기술이 있으며 21개국에서 정책을 시행



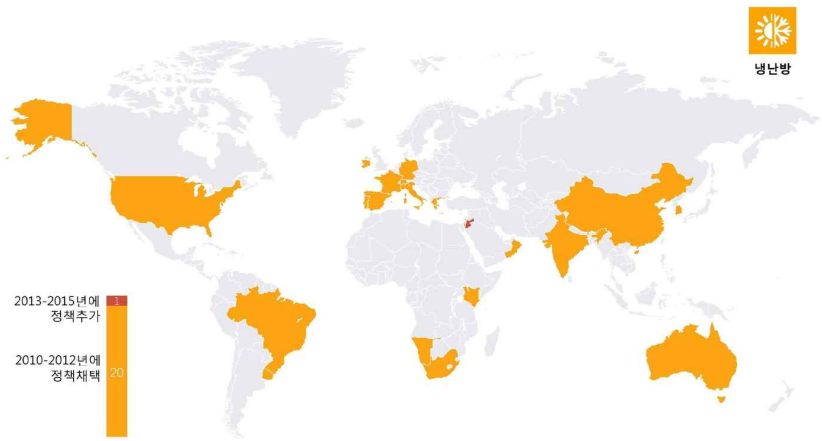
[그림 3-10] 부문별 신재생에너지 도입 국가 수

출처 : REN21, 2016



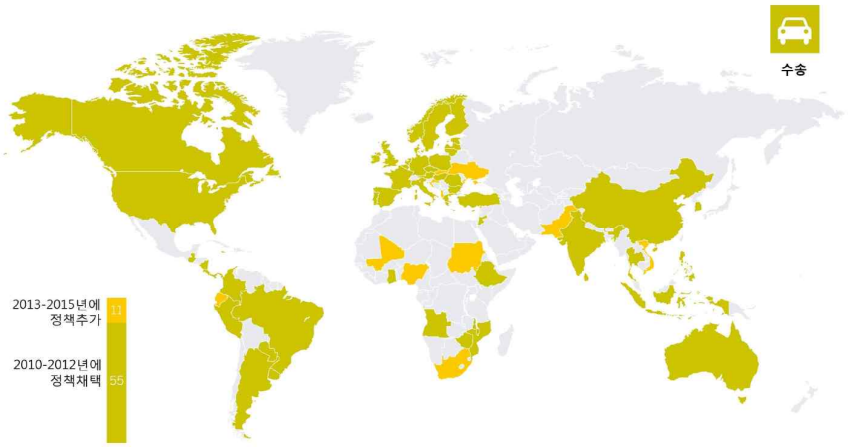
[그림 3-11] 발전부문 재생에너지 정책 시행 국가

출처 : REN21, 2016



[그림 3-12] 냉난방부문 재생에너지 정책 시행 국가

출처 : REN21, 2016



[그림 3-13] 수송부문 재생에너지 의무 정책 시행 국가

출처 : REN21, 2016

○ 발전차액 제도와 재생에너지의무할당제는 재생에너지 보급 확대를 위한 대표적인 정책임

- 재생에너지의무할당제(RPS)는 정부가 산출량을 산정하여 직접 규제하는 방식으로 2015년 말 기준 26개 국가에서 시행
- 기준가격구매정책(FIT 및 프리미엄지원제도)는 신재생에너지 발전 전력을 일정가격으로 구입해주는 가장 보편적으로 채택되고 있는 재생에너지 지원 형태로 2015년 말 기준 75개국에서 시행

□ 재생에너지 공급의무화제도(Renewable Portfolio Standard, RPS)

○ 분석대상국가 중에서는 독일과 중국을 제외한 미국, 영국, 일본, 한국에서 RPS 제도를 시행 중

○ 미국은 2016년 버몬트와 버진아일랜즈가 RPS 제도를 도입하는 등 각 주별로 도입이 확대되는 추세

- 일본은 2003-2012년 한시적으로 시행 후 발전차액지원제도(FIT)로 전환
- 영국은 2002년부터 운영해온 RO 제도를 2017년 차액정산계약 제도로 대체할 예정이며, 2016년 4월부터는 태양광 발전소에 RO 지원이 종료
- 우리나라는 국가 차원에서는 가장 최근인 2012년에 RPS를 도입

○ 가장 높은 RPS 보급목표를 세운 곳은 미국의 하와이로 2045년까지 전력의 100%를 신재생에너지로 공급하고자 함

- 캘리포니아는 당초 계획했던 2020년까지 RPS를 33%에서 2030년 50%까지 상향 조정
- 한국은 2024년까지 10%, 영국은 2016년까지 29% 보급 목표 설정

○ 우리나라는 6개 발전사업자가 할당의무를 가지지만, 미국 캘리포니아주, 영국, 일본은 소매사업자가 의무를 지님

- 일본은 전기 소매판매 사업자 39사가 할당의무를 가지며 여기에는 동경전력 등 10개의 일반전기사업자와 특정전기사업자, 특정규모 전기사업자로 구성
- 의무주체가 판매사업인 경우 신재생에너지 전력 구매에 따른 추가비용을 소비자에게 직접적으로 전가할 수 있지만, 우리나라와 같이 발전사업사업자인 경우 그 비용의 직접적인 전가가 곤란

○ 일본은 RPS 목표를 너무 낮게 설정하여 그 정책의 실효성에 한계에 봉착하여 FIT로 전환을 하였고,

- 영국은 소규모 재생에너지 발전을 촉진시키기 위하여 5000kWh이하의 사업자를 대상으로 FIT를 도입
- 국가별 여건과 기술성숙도에 따라 정책들을 유연하게 적용

<표 3-10> 주요국의 RPS 시행 현황

	미국 (캘리포니아)	영국	독일	일본	중국	한국
시행연도	2002년	2002년	도입하지 않음	2003년 -2012 FIT로 변경	도입하지 않음	2012
목표 연도	2030	2016	-	2010년	-	2024
목표 수준	50%	29%	-	122억kWh	-	10%
전원구분	태양광별도 목표		-	동등가치	-	태양광별도목표 2015폐지
의무주체	판매사업자	판매사업자	-	판매사업자	-	발전사업자
비용회수방법	요금+기금	요금전가	-	전기요금 전가	-	없음
인증서가격	40~50달러	2016년44파운드	-	5000엔	-	17만원/REC
패널티	50달러(연간 25000만달러 이내)	2005년 32.3파운드	-	-	-	공급인증서 평균거래가격의 150% 이내 과징금

○ 국내 RPS 시행 시 주요 고려사항

(1) 의무 주체에 대한 고찰

- 우리나라를 제외한 다른 나라들은 RPS 의무대상이 발전사업자가 아닌 판매사업자에 있음
- 판매사업자에게 의무부과를 하게 될 경우 비용의 요금전가가 유리
- 하지만 우리나라는 소매부분의 자유화가 이루어지지 않아 의무대상이 한국전력공사에 국한하게 되는데, 단일 의무대상자일 경우 이행효과가 제한적이라는 한계

(2) REC 시장의 불안정성

○ RPS는 신재생에너지 사업자에게 시장에서 결정되는 SMP, REC 시장 가격 불안정성의 리스크가 전가 됨

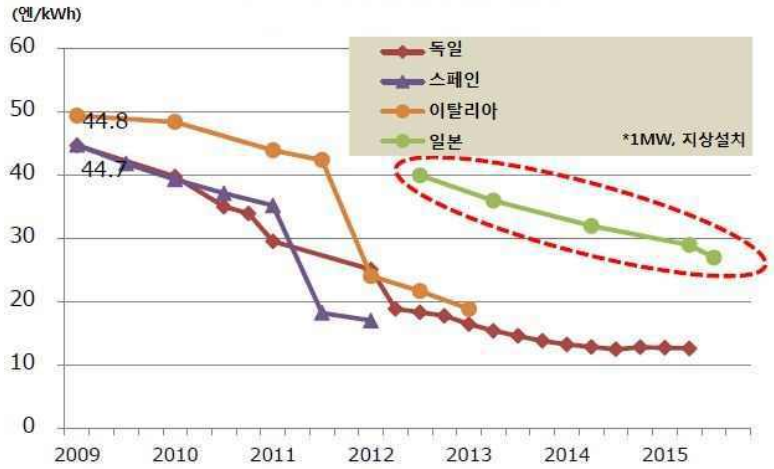
- REC 가격에 대한 불안정성은 궁극적으로 신규투자를 저해하므로 외생가격에 둔감한 정책에서 경제성/정책성/환경성에서 우선순위를 부여할 필요
- 공급의무자의 노력 정도에 따라 제도의 성패가 좌우 되고 REC 수급 불균형 심화는 제도의 건전성/ 지속성에 영향 줄 수 있으므로 이행관리 계획 필요
- 또한 공급비중이 낮은 현물시장가격이 전체 가격을 지배하는 구조 개선이 필요하며 신재생에너지 공급비용의 투명성 확보 노력 요구

□ 발전차액지원제도(FIT)

○ 세계적으로 FIT 정책은 전환기의 중심 있으며, 기술적 혁신, 보급 확대, 가격하락, 여론변화 등에 따른 시장상황의 변화에 대응하며 지원금 비율과 설계에 상당한 변화를 줌

- 재생에너지 시장이 성숙기에 접어든 일부 국가에서는 자국의 FIT 목표를 특정기술(예: 소규모 발전기 혹은 태양광발전)에 맞추는 반면, 대규모 프로젝트를 지원하기 위한 경쟁입찰을 단계적으로 도입(GSR 2016)
- 비교적 성숙도가 낮은 재생에너지 시장의 경우 프로젝트 개발 독려차원에서 FIT 정책의 활용을 시도

○ 분석대상국 중에서는 영국, 독일, 일본 및 미국의 일부주에서 FIT 제도를 시행하고 있고, 한국은 2002년 FIT를 도입했으나 2012년 RPS 제도로 전환



[그림 3-14] 1MW 지상설치시 FIT 지원금

출처 : 한전경제경영연구원(2016), 전력경제 리뷰, 제21호

○ FIT 지원가격은 100kW급 태양광 기준으로 영국이 243원/kWh로 가장 높고, 미국 캘리포니아(187원/kWh), 일본(170원/kWh), 중국(165원/kWh) 순

- 2012년 지원이 종료된 한국은 562원/kWh로 타 국가에 비해 월등히 높은 수준임
- 대용량 1MW 대형 태양광발전 전력의 구매 가격은 일본이 독일, 스페인 등 유럽의 주요국가들과 비교하여 2배 이상 높게 책정

○ 현재 FIT 제도를 시행중인 국가들은 비용회수를 위하여 소비자 전력요금에 관련 비용을 전가하는 방법을 채택하고 있어 소비자의 부담금이 증가

- 중국은 재생에너지 발전용량은 연평균 30%씩 성장하는 반면에 전력 소비량은 10% 성장 수준으로 비용의 충당이 곤란
- 일본의 부과금 수준은 매년 크게 상승하여 2016년에는 2.25엔/kWh까지 상승, FIT 시행 초기의 10배 수준
- 독일도 전기요금 중 신재생에너지 부과금 비중이 2011년 13%에서 2015년 22%까지 상승 2006년 0.78ct€/kWh

○ 분석 대상국의 최근 동향은 기술의 경제성 확보에 따라 지원금 비율을 낮추고 지원 용량을 제한하는 경향

- 독일은 EC권고안과 여론에 대응해 0.5-10 MW 규모의 태양광발전 프로젝트에 대해 FIT 대신 신규입찰제도로 선회하고, FIT 가격저감 스케쥴을 공표하여 시장의 예측가능성을 보장하면서 원가절감을 유도
- 또한, 용량목표의 제한을 통해 신재생에너지원별 보급 속도를 조절하고, 17ct€/kWh 수준이었던 기준가격을 12ct€/kWh로 낮춤
- 중국은 태양광발전과/풍력발전 FIT 비용을 가감하여 조정하였으며 특히 태양광 발전의 경유 지원 요율을 2~11/1% 삭감
- 영국은 경제성이 확보된 에너지원의 지원금 비율을 삭감하고 50kW 이상의 태양광과 풍력, 수력, 혐기성 소화 설비에 대해 사전승인제도를 도입
- 일본은 태양광 집중 현상을 막고 원별 균형발전을 위해 구매가격 결정방식을 개선

○ 국내 FIT 적용 고려사항

(1) 소규모 발전사업자를 위한 고려 필요

- RPS제도의 단점중의 하나는 규모의 경제에 의해 발전단가가 낮은 대규모 사업자에게 쏠림현상이 나타나 재생에너지 도입의 긍정적인 효과인 소규

모 분산전원의 확대 측면에서 충분히 효과를 기대하기 어렵다는 것

- 영국의 경우 이를 방지하기 위하여 발전용량이 5MW이하의 사업자를 대상으로 FIT를 도입하고 이를 해소하기 충분하다는 평가를 받고 있음
- 또한 각 제도 안에서도 차별화를 도모하여 각 기술·에너지 분야 마다 지원 규모를 단계별로 지정하여 균형 잡힌 성장을 도모

<표 3-11> 주요국의 FIT 제도 시행 현황

	미국 (캘리포니아)	영국	독일	일본	중국	한국
시행연도		2010	1990	2012년		2002년-2012년 RPS 로대체
지원 수준 100kW급[1)]	0.17달러	10페니	0.13유로	27엔	0.15달러	-
원화기준 지원 수준	187원/kWh	243원/kWh	156원/kWh	170원/kWh	165원/kWh	562원/kWh
비용회수	-	-	신재생에너지 부과금(EEG levy 또는 EEG Surcharge)을 주로 가정용 소매요금에 부과	소비자에게 부과금의 명목으로 전가	전력 소비에 재생에너지 개발 보조금 부과	전력기반기금에서 지원
최근 추이	-	요율 삭감, 보급 상한제 시행, 50kW 이상의 태양광과 풍력, 수력, 혐기성 소화설비에 대한 사전승인제도의 재도입	전기요금 중 신재생에너지 부과금 비중은 2011년 13%에서 2015년 22%까지 상승 2006년 0.78ct/kWh	부과금 수준은 FiT 도입 이후 매년 크게 증가 2016년에는 2.25 엔/kWh까지 상승, FiT 시행 초기의 10배 수준	NRDC는 2016년 태양광 FIT 태양광 발전 단가를 2-11.1% 인하	지원중지
가격출처	미국에너지청 유관기관(DESIRE)	경제산업성(METI)	유럽연합 재생에너지 정보 제공 사이트 (RES-LEGAL)	유럽연합 재생에너지 정보 제공 사이트 (RES-LEGAL)	재생에너지 프로젝트 보고서 (IRENA(2014.11월))	한국에너지공단

1) 출처 : 한국에너지공단(2015) RPS 제도 현황 및 향후 전망, 발표자료

(2) 책임성과 투명성을 보장할 수 있는 안정적 제도적 기반

- 과거 발전차액지원제도 시행 시 대두되었던 문제 중 하나는 정부의 잦은 계획 변경에 따른 불안정성의 대두
- 정부는 지원 수요예측에 실패하여 발전지원 예산이 조기에 소진
- 해가 거듭될수록 줄어드는 정부의 발전차액지원금은 사업자들로 하여금 체계적인 발전계획을 세울 수 없게 함
- 정부는 2008년 1월 초 기존 100MW인 태양광 발전차액지원 한계용량을 없애는 대신 지원 기준가격은 인하할 계획이라고 발표했지만, 얼마 지나지 않아 대폭 변경한 제도를 내놓아 시장에 혼란을 가중[29)]

29) 구민교(2012) 우리나라의 발전차액지원제도 사례 분석, 한국행정연구 제 22권 제 1 호 2013

제 4 장 장기 온실가스 감축정책 사례 연구

1. 2050년 장기 국가별 정책 방향

□ 주요 선진국들은(미국, 일본, 독일, 영국)은 2050년의 국가 온실가스 감축목표를 수립하여 장기적인 관점에서의 국가 정책방향을 제시하고 있음

○ 미국, 일본, 영국은 국가차원에서의 2050년 신재생에너지 보급 목표를 수립하지 않았으나, 독일은 에너지전환을 통해 장기목표를 수립함

- 독일은 2050년 전력소비량의 80%, 최종에너지소비의 60%를 신재생에너지로 충당

<표 4-1> 2050년 장기 국가별 신재생 및 온실가스 감축 정책방향

구분		미국	일본	독일	영국
국가 장기 목표 ('50년)	온실가스 감축	**[Waxman-Markey 법안]** 2005년 대비 83% 1990년 대비 80% (LULUCF 포함)	**[지구온난화대책 계획]** 80%(기준년도 없음)	**[에너지컨셉 2050]** 1990년 대비 80~95%	**[기후변화법]** 1990년 대비 80%
	신재생 에너지 보급	*No national target*	*No national target*	**[에너지컨셉 2050]** 전력소비량의 80% 최종에너지소비의 60%	*No national target*
주요 온실가스 감축 전략		- 온실가스 배출권 거래제 도입 - 신축/기존 건물에 전기냉난방식 HVAC와 온수난방시설 장착 - 폐열 포집 및 재사용율 개선 - 배터리 및 연료전지 차량의 전기구동계 개선 - 전력공급 탈탄소화 (재생에너지, 원자력, CCS) - 전기차 충전 및 난방에 대한 탄력적인 수요 가정 - 파이프라인 가스 공	- 2030년까지 모든 조명의 고효율화(LED 전환) - 제로에너지빌딩 보급 확대 - 2020년까지 50% 이상 신축 주택에 제로에너지주택 보급 확대 - 재생가능한 에너지 도입 최대한 확대 - 전력업계의 자율적인 감축노력 시행 - 2030년까지 판매되는 신차 중 차세대 자동차 비율 50~70% 확대 - 하이브리드 자동차의 보급률은 2012년 3%에	- 2030년부터 전력생산을 위한 에너지믹스의 현저한 변화 시작 - 태양광과 풍력의 역할 증대 - 전기차, 열펌프 등 새로운 소비형태로 2050년까지 전력수요는 현저히 증가하여 모든 부분의 효율성 개선이 우선됨 - 바이오매스의 잠재성이 제한적이므로 2030년부터는 교통, 산업 등 친환경 대체가능성이 없는 부문에만 투입 - 세금감면과 같은 인센티브에 대한 전략	- 교통부문 연료의 탄소함량 절감 - 자동차 세제개편을 통한 차량의 효율성 증진 - 바이오연료 공급 의무와 저탄소 차량 R&D 지원 - 재생가능 에너지원 사용 확대 - 기후변화세 도입 및 제로카본 빌딩 건설 - 온실가스 배출량 거래제 운영 - 기업과 공공부문은 자발적 협약 유도

	급 탈탄소화 - 탄소포집저장화로 개선된 천연가스를 통한 압축수소 생산 - 경량차량의 수소 및 전기 사용 - 중량차량의 LNG, CNG 혹은 수소 사용	서 2030년 29%로 대폭 확대 - 전기차 주행거리 연장을 위한 전지 개발 - 온실가스 자율 감축 계획 설정 및 점검 - 국가차원의 총량제한 방식의 배출권 거래제 - 지구온난화대책세 도입	연구 필요 - 구속력있는 목표와 규정으로 위험요소와 불안요소를 최소화하여 정책대상들의 장기 투자 유인 - 기업과 소비자를 대상으로 장기적 일관된 정책 방향 제시하여 정책대상자의 행동변화 유도	- 농립 및 산림부분은 유럽공동 농업정책 추진 - 지속가능한 삼림정책 수립 및 추진 - 5년간 회계년 기준으로 이산화탄소 배출 평가 - 3차 5개년 탄소예산 입법

○ 미국은 2009년에 국가 차원에서 배출권 거래제 도입을 규정한 Waxman-Markey 법안(American Clean Energy and Security Act)을 통해 83%의 온실가스를 2050년까지 감축하는 목표를 제시함

- 하지만 자국 내 입법과정에서 의회와 재계의 반대에 부딪혀 좌초되었으나, 미국의 장기 온실가스 감축목표였다는 점에서 의미가 있음

○ 일본은 2016년 온실가스 대책의 기본방침인 지구온난화대책 계획에서 2050년까지 80%의 온실가스를 감축하겠다는 국가의 장기 목표를 발표함

- COP21 이후 일본은 에너지・환경분야의 혁신적 기술개발을 통해 온실가스 감축목표를 달성하는 내용의 에너지・환경 이노베이션 전략(NESTI 2050)을 수립함

○ 독일은 에너지컨셉 2050을 통해 2050년까지 1990년 대비 80～95%의 장기 온실가스 감축목표를 설정하였으며, 신재생에너지 보급도 2050년까지 전력소비량의 80%, 최종에너지 소비의 60% 충당하는 목표를 제시함

- 현재 에너지컨셉 2050보다 더욱 진전된 온실가스 중립 달성을 목표로 기후행동계획 2050을 수립 중에 있음

○ 영국은 2008년 세계 최초로 온실가스 감축목표에 법적 구속력을 부여한 기후변화법을 통해 2050년 감축목표 및 배출총량예산 산정, 기후변화위원회 설립, 탄소거래제도, 기후변화 영향과 적응 등의 계획을 수립함

- 기후변화법에 따라 5년마다 영국 내 온실가스 배출 상한선을 정하고, 이를 달성해 나가는 탄소예산을 책정하여 추진함

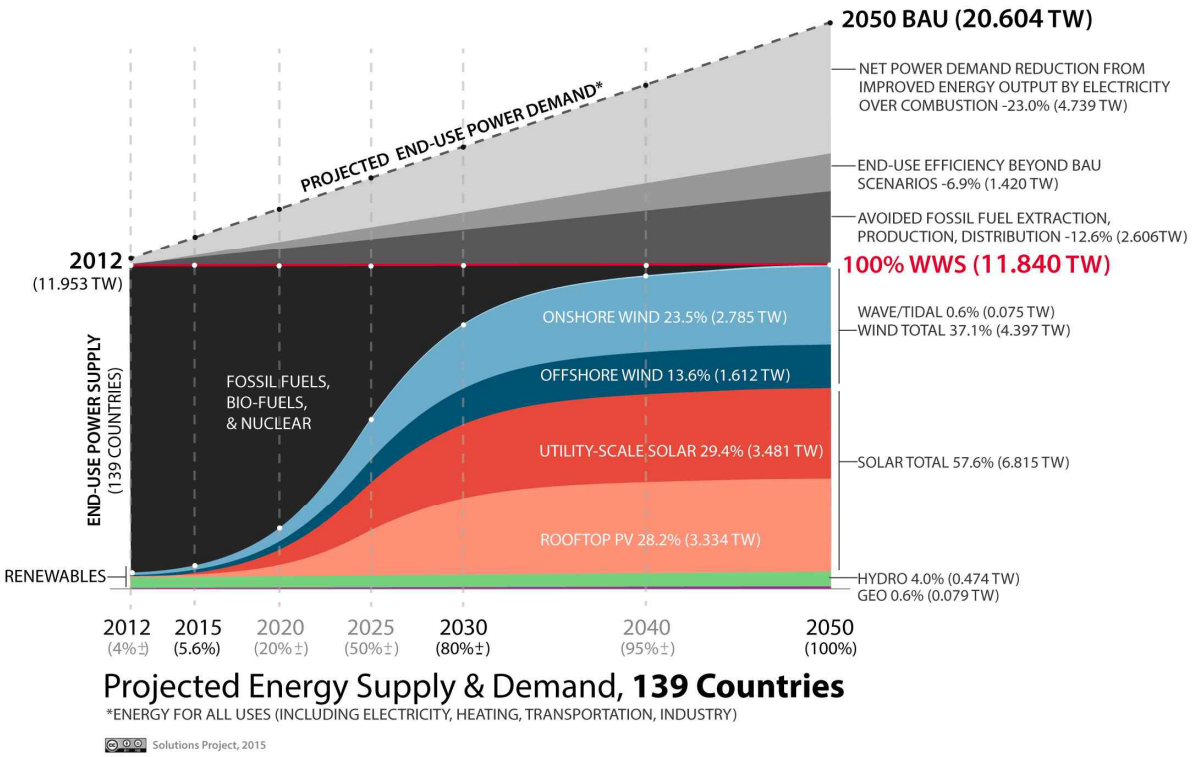
2. 장기 저탄소 시나리오 연구

가. 한국과 주요국의 100% 신재생에너지 공급 계획

□ 스탠포드 대학은 2050년까지 전세계의 에너지를 100% 신재생에너지로 공급하는 계획을 현실화시키기 위한 'The Solutions Project' 발표함

○ 2012년 기준으로 전세계 139개국의 전력수요는 11.953TW로서, 이중에서 신재생에너지 발전의 비중은 4%에 불과하나, 2015년에 5.6%, 2020년에 20%까지 증가할 것으로 전망함

- 특히 2030년에는 전력수요의 80%를 신재생에너지 발전이 차지할 것으로 전망하며, 궁극적으로 2050년에는 100% 보급이 가능할 것으로 전망함



[그림 4-1] 2050년까지 139개국의 에너지 수급 전망

○ 2050년 전력수요 전망(BAU)은 20.604TW로 추정되나, 발전효율 향상에 따른 수요감소량이 4.739TW(-23%), 최종에너지 효율향상으로 1.420TW(-6.9%), 화석연료 사용회피로 2.606TW(-12.6%) 가능

- 최종 전력수요는 11.840TW로 전망함

○ 2050년 100% 신재생에너지 발전믹스는 풍력이 37.1%, 태양광 57.6%, 수력 4.0%, 지열과 조력이 각각 0.6% 차지

- 풍력 : 육상풍력 23.5%(2.785TW), 해상풍력 13.6%(1.612TW)
- 태양광 : 상업용 태양광 29.4%(3.481TW), 지붕형 태양광 28.2%(3.334TW)

□ The Solutions Project에서 제시하는 주요국의 100% 신재생 믹스 비교

○ 한국은 같은 아시아권 국가인 일본과 중국의 에너지믹스와 유사하며, 특히 태양광으로만 약 82%를 전력공급이 가능한 것으로 분석됨

- 태양광 플랜트 75%, 지붕형 태양광 7.1%

<표 4-2> 2050년 100% 신재생 믹스 국가별 비교

에너지원	미국	일본	독일	영국	중국	한국
Residential rooftop solar (주거용 지붕형 태양광)	8%	7.4%	5.7%	1.1%	3.6%	2.1%
Solar plant (태양광 플랜트)	25%	62.2%	35.5%	7.2%	49.4%	75%
Concentrated solar plant (집광형 태양열 플랜트)	7.3%	2%	0%	0%	9%	1.3%
Onshore wind (육상풍력)	30.9%	4.5%	35%	20%	16%	3.5%
Offshore wind (해상풍력)	17.5%	6%	17%	65%	12.9%	12%
Commercial/govt rooftop solar (상업/공공용 지붕형 태양광)	7.4%	11.4%	5.5%	3%	4.5%	5%
Wave energy (파력)	0.4%	1%	0.4%	0.8%	0.2%	0.6%
Geothermal energy (지열)	0.5%	0.6%	0%	0%	0.1%	0%
Hydroelectric (수력)	3%	4.7%	0.9%	0.7%	4.3%	0.4%
Tidal turbine (조력)	0%	0.2%	0%	2.2%	0%	0.1%

자료출처 : The Solutions Project(2016)

□ 2016년 기준으로 신재생에너지원별 국내 자원잠재량을 분석한 결과, 이론적[30] · 지리적[31] · 기술적[32] 잠재량 모두 태양광이 월등히 많은 것으로 산정됨

○ 태양 > 천부지열 > 육상풍력 > 조류 > 해상풍력 > 심부지열 > 수력 > 폐기물 > 바이오 > 조력 > 파력 순

<표 4-3> 2050년 100% 신재생 믹스 국가별 비교

에너지원		설비용량(GW)			연간발전량(TWh/year)		
	세부	이론적	지리적	기술적	이론적	지리적	기술적
태양	-	97,459	24,178	7,451	132,362	32,839	10,123
풍력	육상	487.4	118.0	63.5	726	207	97
	해상	423.0	215.9	33.2	1,243	668	97
수력	-	36	19	15	313	164	53
바이오	-	237	11	9	1,705	80	64
지열	심부	9,308	연산중	30	81,534	연산중	221
	천부	29,078	13,913	1,298	20,736	9,921	925
폐기물	-	19	18	14	163	155	122
해양	조류	439	278	43	3,844	2,453	390
	조력	12	10	6	100	82	51
	파력	연산중			연산중		
	해수온도차 발전	451	339	3	3,976	2,994	24
합계		137,949.4	39,099.9	8,965.7	246,702	49,563	12,167

자료출처 : 신재생에너지 백서(2016)

30) 이론적 잠재량(Theoretical potential) : 우리나라 전체에 부존하는 에너지 총량(예: 태양에너지의 경우 1년간 국토 총 면적에 도달하는 일사량)

31) 지리적 잠재량(Geographical potential) : 에너지 활용을 위한 설비가 입지할 수 있는 지리적 여건을 고려한 잠재량(예: 지리적으로 활용할 수 없는 산지, 철도, 도로, 기타 설비제한구역 등을 제외한 지역에서의 잠재량)

32) 기술적 잠재량(Technical potential) : 현재의 기술수준(에너지효율계수, 가동율, 에너지 손실요인)으로 산출될 수 있는 에너지생산량(예: 태양광 효율 16%, 태양열 효율 37.45%)

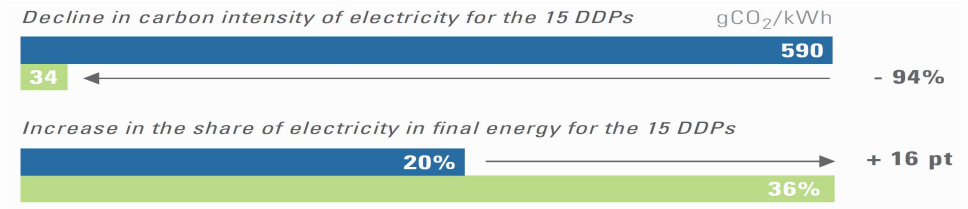
나. 한국과 주요국의 신재생에너지 중심 2℃ 시나리오 연구

□ 2013년 UN 지속가능발전해법네트워크(SDSN)와 프랑스의 지속가능발전연구원(IDDRI)이 심층저탄소화경로를 추구하면서 경제성장을 희생시키지 않는 2050년의 심층저탄소화 경로(DDP, Deep Decarbonization Pathway)를 분석함(IEA 2℃ 시나리오 달성)

□ 전력화(Electrification)와 전력의 탈탄소화(Decarbonization of electricity)는 심층저탄소화경로 설정에 핵심적인 역할을 차지함

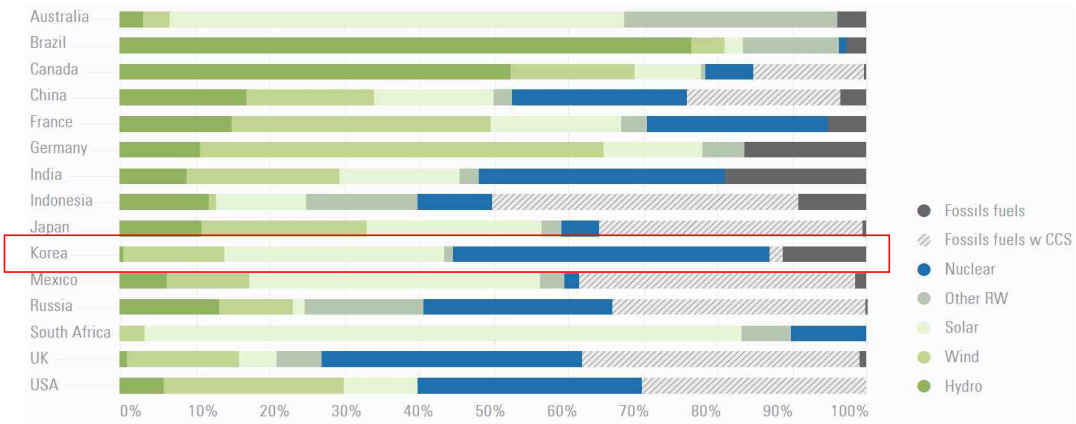
○ 2014년 심층저탄소화 연구가 수행된 15개국의 전력생산에 따른 탄소집약도(CO_2 intensity)는 2010년 590gCO_2/kWh에서 2050년 34gCO_2/kWh로 94% 감소할 것으로 전망

○ 같은 기간 최종에너지 소비에서 전력이 차지하는 비중은 20%에서 36%로 증가할 것으로 전망



[그림 4-2] 전력부문 탄소집약도 및 최종에너지 소비에서의 전력 비중 변화

○ 전력의 탈탄소화를 가능하게 하는 전력믹스는 국가별로 차이를 보이며, 15개국에서 CCS를 배제한 화석연료의 이용은 0~17%로 감소할 것으로 전망



[그림 4-3] 2050년 국가별 전력믹스 비교

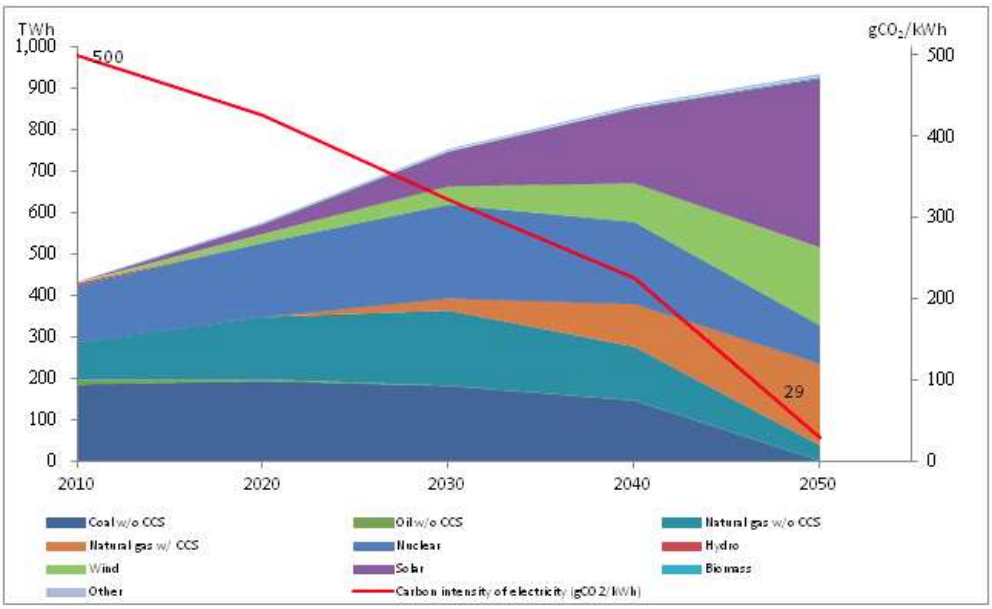
□ 한국의 심층저탄소화경로는 CCS 최대화/신재생 극대화/원자력 최대화를 가정하는 세 가지 시나리오로 분석함

○ 2050년 신재생에너지는 전체 발전의 65%를 차지하며, 이 중에서 태양광발전과 풍력발전이 각각 37%, 19%를 차지함

○ 그 외 수력 및 바이오매스 등 기타 신재생발전은 약 0.4% 차지

○ 원자력발전은 2010년 17GW에서 2025년 24GW로 증가하다가 궁극적으로 2050년에는 12GW로 감소하여 2050년에 원자력발전이 차지하는 전력 비중은 약 10%로 감소함

○ 발전부문의 온실가스 배출량은 2010년 238.4백만 tCO_2에서 2025년까지 점진적으로 증가하다가 2050년 29백만 tCO_2으로 급감함



[그림 4-4] 신재생 극대화 시나리오 하에서의 원별 발전량 및 탄소집약도 추이

○ 이에 따라 발전부문의 탄소집약도 역시 2010년 500gCO_2/kWh에서 2050년 29gCO_2/kWh로 급감함

□ 심층저탄소화경로를 달성하기 위한 주요 이행수단은 다음과 같음

○ 에너지 고효율 기기의 대규모 보급을 통해 2050년까지 에너지 소비량을 2010년 대비 약 42% 저감해야 함

- 과거 우리나라 산업부문의 에너지 소비량은 1990~2010년 기간에 223% 증가

하였고 2000~2010년 기간에는 39% 증가하였으나, 최근에는 증가율이 둔화됨

- 하지만 심층저탄소경로를 이행하기 위해서는 증가율이 음의 값으로 전환되어야 하며, 에너지 고효율 기술의 대규모 보급, 에너지 절감을 위한 산업공정의 혁신, 폐에너지의 재활용 등이 중요함

○ 산업부문 에너지 소비 중에서 석탄과 석유의 비중을 상당히 줄이고, 저탄소 전력의 비중을 크게 확대할 필요가 있음

- 석탄과 석유의 비중은 2010년 73%에서 2050년 19%로 줄이고, 저탄소 전기의 비중을 2010년 17%에서 2050년 72%로 크게 확대 필요

- 이를 위하여 전기로와 같이 전기를 사용하는 설비를 확대하고, 스마트그리드 등 전력계통의 스마트화가 진행되어야 함

○ 가정부문에서는 2050년까지 기존의 모든 백열등 및 형광등을 LED 조명으로 교체하고, 혁신적인 고효율 냉난방 기술을 보급하여 면적당 에너지 소비량을 감소시켜야 함

- 가정에서 사용하는 화석연료의 13%는 바이오매스를 중심으로 한 폐기물 에너지로 대체하고 나머지 화석연료의 34%는 태양열 또는 지열과 같은 신재생에너지로 대체해야 함

○ 상업부문은 가정부문보다 높은 면적당 에너지 소비량의 감소와 화석에너지의 소비비중 감소를 전제해야 함

- 이를 위하여 혁신적인 고효율 냉난방 기술의 보급이 필요하며, 상업부문에서 사용되는 화석연료의 20%를 폐열 또는 바이오매스를 사용하는 열병합발전으로 대체해야 함

- 또한 남은 화석연료는 모두 태양열 또는 지열과 같은 신재생에너지로 대체해야 함

○ 건물부문에서 저탄소화를 달성하기 위해서는 획기적인 에너지효율 향상, 수요관리 기술 보급 및 프로그램 운영, 신재생에너지 확대, 그리고 전력중심의 에너지 믹스 변환이 필수임

○ 수송부문에서는 상당한 수준의 연비 개선, 바이오연료 보급(2050년 디젤의 20%까지 바이오연료 보급), 차량의 전기화(차량의 80%까지), 2010년 여객차량의 70%를 버스, 철도 등 대중교통으로 대체, 2010년 도로화물의 15%를 철도화물로 전환 필요

다. 2050년 에너지기술전망

□ 에너지기술전망(ETP, Energy Technology Perspectives))은 IEA(International Energy Agency)에서 10년 동안 발간하고 있는 청정에너지 및 에너지효율 기술의 장기전망 분석 보고서임

○ ETP 2016에서는 파리 기후변화협약 당사국총회(COP21)에서 합의된 2℃ 이하 지구기온 상승 억제를 위한 장기적인 기술 경로를 제시함

□ ETP 2016은 2050년까지 6℃ 시나리오(6DS), 4℃ 시나리오(4DS), 2℃ 시나리오(2DS)의 세 가지 에너지 미래 시나리오 제시

○ 2DS : 세계 평균 온도 상승을 2℃ 이하로 억제하기 위한 목표에 부합하는 지속가능 에너지 시스템의 개발 및 탄소배출 경로

- 2050년 이산화탄소 배출 목표는 2013년 대비 60% 감축이며, 2013~2050년 누적 배출 전망은 1,000GtCO_2

○ 4DS : 국가별로 발표된 배출량 감축과 에너지효율 개선을 위한 공약들을 반영하여 장기적으로 온도상승을 4℃ 이하로 제한하는 시나리오

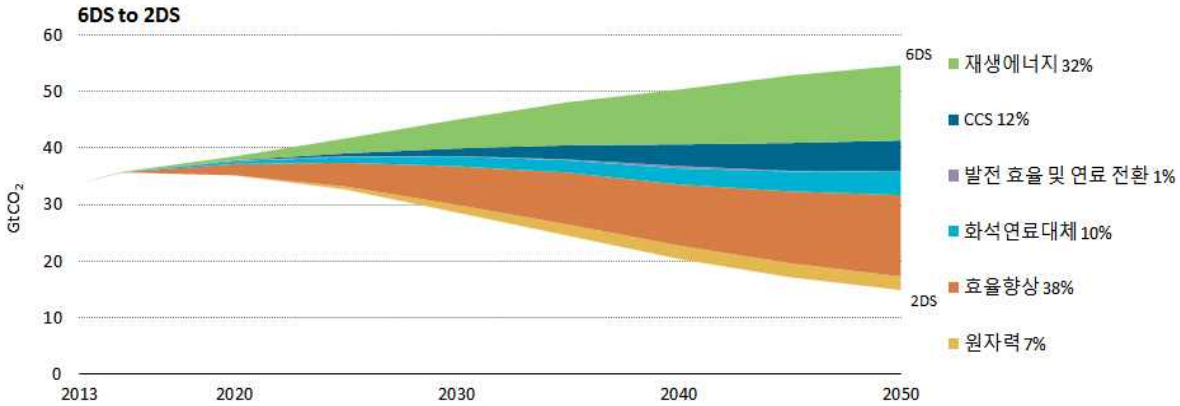
- 2050년 이후 상당한 추가삭감을 달성하더라도, 2100년에 세계 평균 온도가 거의 3℃까지 상승함에 따라 심각한 기후영향을 일으킬 가능성이 있음

○ 6DS : 현재 추세의 확장으로 1차에너지 수요와 이산화탄소 배출은 60% 증가하여 2013~2050년 누적 배출량은 1,700GtCO_2에 이를 것

- 대기 중 온실가스를 안정화하기 위한 노력의 부재 하에서 세계 평균 온도는 산업화 이전에 비해 장기적으로 5.5℃ 상승할 수 있으며 금세기말에 4℃에 도달 가능

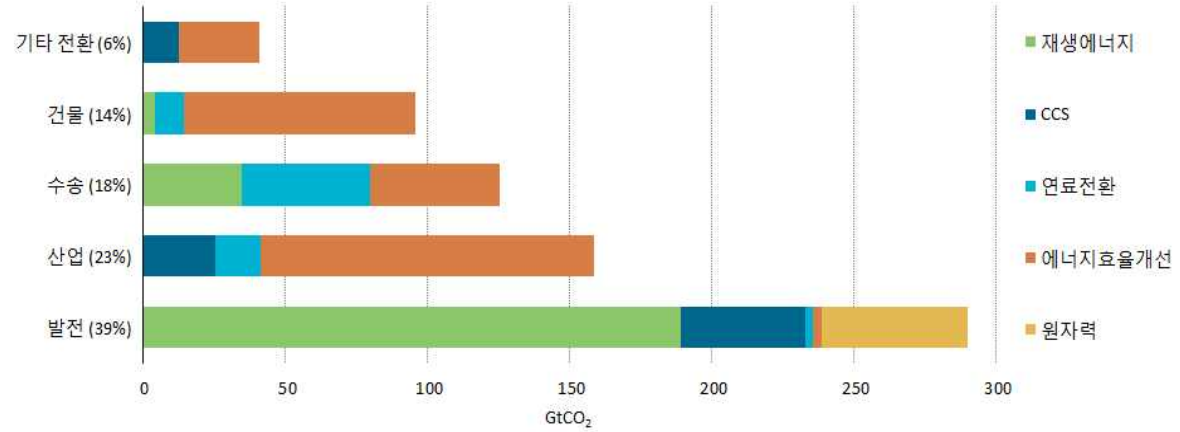
□ 2DS에서 2050년 이산화탄소 배출은 13GtCO_2로 2013년 배출의 50% 수준으로 감소된 양이며, 6DS의 30% 수준

○ 2013~2050년까지 기간 동안 2DS에서의 누적 배출 감축에 기술별 기여는 에너지효율 38%, 재생에너지 32%, 탄소 포집 및 저장 기술(CCS) 12%, 원자력 7% 순



[그림 4-5] 6DS 대비 2DS에서 기술별 이산화탄소 감축 저감 비중

- 에너지 소비 부문별 기여는 발전부문 39%, 산업부문 23%, 건물부문 14%, 수송부문 18%, 기타전환부문 6% 순



[그림 4-6] 2DS 달성을 위한 최종소비 부문별 에너지원별 감축 잠재 비중

□ 발전부문은 재생에너지 확대와 CCS, 원자력의 기여로 2050년까지 거의 완벽하게 탈탄소화 되며, 2050년 배출 원단위는 40gCO_2/kWh로 감소

○ 수송부문은 다음 10년 동안 정점을 찍고 하락하기 시작해야 하며, 지속 가능 교통 시스템, 저탄소 연료 사용 확대를 위한 탄소세 등 적극적인 정책 도입 필요

○ 산업부문 배출량은 2DS에서 2020년 정점을 찍고, 2050년에는 6DS 대비 50% 수준으로 하락

○ 건물부문에 에너지 수요는 2DS에서 6DS대비 약 57 EJ[33])가 감소되며, 특히, 주거 난방 및 냉각부문에서 45%가 감소

33) 2013년 아프리카, 중동 및 비OECD 아메리 에너지 수요의 총합에 해당

제 5 장 결론

□ 본 연구에서는 주요국(미국, 일본, 독일, 영국, 중국, 한국)의 에너지소비 관련 통계 및 정책 분석을 통해 온실가스 감축을 위한 국내 에너지 정책에 대한 장기적인 시사점 제시

□ 주요국들은 각 국가의 상황에 맞추어 정부 차원에서 온실가스 감축을 위한 에너지 정책과 이행계획을 수립 중임

○ 미국은 2010년을 전후로 적극적인 온실가스 감축정책을 수립하고 지원하기 시작하였으며, 기후행동계획(Climate Action Plan), 청정에너지(Clean energy)를 중심으로 석유, 가스, 원자력, 청정석탄 등 모든 자원을 활용하는 '포괄적 접근(all of the above)' 전략을 구사

○ 전통적으로 제조업 강국인 일본은 안정적인 에너지 확보를 목적으로 1970년대부터 에너지 분야 기술개발 및 보급정책 수립에 착수

○ 독일은 기후변화 등 환경쟁점을 에너지정책과 통합하면서 장기적이고 일관된 기후변화 대응 정책을 수립하여 시행하고 있는 대표적인 국가로, '에너지 컨셉 2050' 과 '에너지 전환(Energiewende)'을 발표하고, 국가 경쟁력을 계속 유지하면서 생태적으로 지속가능한 사회를 구축하고자 세계적으로 가장 도전적인 온실가스 감축목표를 제시

○ 영국은 2008년 세계 최초로 기후변화에 대비하는 법제를 정하고 행정체계를 구축한 국가로 기후변화법을 입법하고, 기후변화에너지부를 창설하여 에너지 정책 전반을 관장하게 함

○ 중국은 2009년과 2015년 기후변화협약 당사국총회를 앞두고, 중국은 온실가스 감축목표와 비화석연료 목표를 제시함으로써 국제 사회의 온실가스 감축 압력에 대응하는 한편, 중국의 5개년계획에 반영하여 경제 체질 개선 도모하는 등 적극적인 대응 방안 마련

□ 1990~2014년 기간동안 재생에너지가 1차에너지에서 차지하는 비중은 분석 대상 국중 중국에서만 감소(석탄 급증)한 반면, 모든 주요국들에서 증가

○ 특히 독일에서 가장 두드러지게 증가한 것은 1차에너지의 감소와 적극적인 재생에너지 보급 정책에 기인

○ 2030년까지 재생에너지 비중은 더욱 증가할 전망이며, 독일은 재생에너지 보급 목표를 가장 적극적으로 설정하고 있음

○ 2030년에 주요국들의 재생에너지 발전량 비율은 20%를 상회하며, 특히 독일은 발전량의 59%를 재생에너지로 보급하는 목표를 설정

□ 국가별로 신기후체제 대응을 위해서 다양한 이행 수단들을 수행하고 있으며, 각 제도 안에서도 차별화를 도모하여 균형 잡힌 성장을 도모

○ 온실가스 배출권 거래제는 현재 분석대상 6개 국가 모두에서 시행중이지만 그 적용 범위에 차이가 있음

- 미국, 일본, 중국은 지역차원에서 배출권 거래제를 도입하였고, 우리나라는 전국차원의 온실가스 거래제를, 영국은 과거 지역수준의 거래제를 도입하였으나 현재는 독일과 마찬가지로 EU 배출권 거래제를 시행

○ 탄소세를 시행하고 있는 나라는 영국, 독일, 일본이고 미국은 일부 주에서만 탄소세 시행

○ 독일과 중국을 제외한 미국, 영국, 일본, 한국에서 RPS 제도를 시행 중

○ 영국, 독일, 일본 및 미국의 일부주에서 FIT 제도를 시행하고 있고, 한국은 2002년 FIT를 도입했으나 2012년 RPS 제도로 전환

□ 주요 선진국들은(미국, 일본, 독일, 영국)은 2050년의 국가 온실가스 감축목표를 수립하여 장기적인 관점에서의 국가 정책방향을 제시하고 있음

○ 미국, 일본, 영국은 국가차원에서의 2050년 신재생에너지 보급 목표를 수립하지 않았으나, 독일은 에너지전환을 통해 장기목표를 수립함

○ 독일은 2050년 전력소비량의 80%, 최종에너지소비의 60%를 신재생에너지로 충당하는 목표 설정

○ 우리나라도 장기적인 관점에서 국가 정책 방향 설정 및 일관된 기후변화 대응 정책 수립 필요

참고문헌

관계부처합동, 2015, Post-2020 온실가스 감축목표 설정 추진계획.

산업통상자원부, 2014, 제2차 에너지기본계획.

산업통상자원부, 2015, 제7차 전력수급기본계획.

안영진, 2013, '독일의 기후변화에 대응한 에너지정책에 관한 고찰(I)", 한국경제지리학회지

에너지경제연구원, 2013, 세계 에너지시장 인사이트(13-22호)

에너지경제연구원 국가에너지통계종합정보시스템 (http://www.kesis.net/)

윤순진, 영국과 독일의 기후변화정책, ECO제11권 1호, 2007

윤영주, 2016년 EU 및 주요 회원국의 에너지정책전망, 세계에너지시장 인사이트 제16-3, 2016

전기신문, 2016.11.1., 온실가스 2030년까지 발전 7.6%, 수송 14.6%, 폐기물 23% 줄인다, http://www.etnews.com/20161101000337

전력거래소 전력통계정보시스템 (http://epsis.kpx.or.kr)

한정애, 기후변화 정책 및 법제 개선방안, 국회 환경노동위원회, 2013

환경부 국제협력관실, 2016, "국제환경동향 및 협력활동 보고"

IEA, 2016, Energy Balances of OECD Countries

AG, 2016, Energiebilanzen

BMUB, 2013, Sixth National Communication of Germany

IEA, 2016, CO_2 Emissions from Fuel Combustion

EWI/GWS/Prognos, 2014, Development of Energy Markets – Energy Reference Forecast

BMUB, 2016, Climate Action in Figures

CLEW Factsheet, 2016, "Germany' trimmed-down climate action plan"

BMWi, 2014, The Energy of the Future

CLEW Factsheet, 2014, "Details of new Climate Action Programme"

"Over half of Germany'w Renewable Energy Owned by Citizens & Farmers,

Not Utility Companies", http://www.treehugger.com/renewable-energy/over-half-germany-renewable-energy-owned-citizens-not-utility-companies.html

DOCC, Digest of United Kingdom Energy Statistics 2015, DUKES, 2016,

IEA, Energy Policies of IEA Countries: The United Kingdom, 2012

HM Government, The UK's Sixth National Communication and First Biennial Report under the UNFCCC, 2013Antonu Froggatt, Thomas Raines and Shane Tomlinson, UK Unplugged? The Impacts of Brexit on Energy and climate Policy, Chatham house, 2016

UK, Climate Change Act 2008

White paper, Energy Policy of the United Kingdom, Meeting the Energy Change, 2007

BMU, 2016, Climate Action Plan 2050 Principles and goals of the German government's climate polilcy.

CAIT Climate Data Explorer. 2015. Washington, DC: World Resources Institute. (http://cait.wri.org)

China, 2015, Enhanced Actions on Climate Change: China's Intended Nationally Determined Contributions.

DECC, 2015a, Updated energy and emissions projections 2015.

DECC, 2015b, UK's Second Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

EEA, 2015, Projektionsbericht 2015 gemäß Verordnung 525/2013/EU

IEA, 2015, World Energy Outlook.

IEA, 2016a, CO_2 Emissions from fuel combustion (2016 edition).

IEA, 2016b, Electricity Information (2016 edition).

IEA, 2016c, Energy Technology Perspectives (2016 edition).

IEA, 2016d, World Energy Balances (2016 edition).

IEA, 2016e, World Energy Balances CD-ROM (2016 edition).

IEA, 2016f, World Energy Outlook.

IRENA, Renewable Electricity Capacity and Generation Statistics Dashboard.

Japan, 2015, Submission of Japan's Intended Nationally Determined Contribution (INDC).

REN21, 2016, Renewables 2016 Global Status Report.

The Government of Germany, 2015, Germany's Second Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

The Government of Japan, 2015, Japan's Second Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

The Shift Project Data Portal, http://www.tsp-data-portal.org/Historical-Electricity-Generation-Statistics#tspQvChart

U.S. Department of State, 2016, Second Biennial Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

U.S. EIA, 2016, International Energy Outlook.

UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data (http://unfccc.int/di/DetailedByParty.do)

USA, 2015, U.S. Cover note, INDC and Accompanying Information.

부 록

신기후체제 대응을 위한
에너지 정책 포럼 발표자료

가. 제1차 포럼회의

주 제	신기후체계 대응을 위한 주요국의 신재생에너지 정책 및 시사점
일 시	2016년 11월 4일(금) 10:00 ~ 12:00
장 소	세종 국책연구단지 연구지원동(A동) 2층 국가과학기술연구회 대회의실 2번
발표자	곽대종 연구의원(산업연구원), 김지석 선임기후변화에너지담당관(주한영국대사관), 김성복 팀장(한국에너지공단 신재생에너지정책실)
주제발표 내용	□ 국내·외 에너지 정책 및 수단 발제 3건 ○ 주요국 신재생에너지 정책 및 시사점 곽대종 연구의원(산업연구원) - 파리 COP21 이후 신기후체제에 대응한 각국 에너지 정책 - 주요국 신재생에너지 정책추이 요약 및 시사점 ○ 영국의 신재생에너지 정책 김지석 선임기후변화에너지담당관(주한영국대사관) - 영국 신재생에너지 정책 배경 - 기후변화법 및 탄소예산 ○ 한국의 신재생에너지 정책 수단 김성복 팀장(한국에너지공단 신재생에너지정책실) - 국제 및 국내 신재생에너지 정책 동향 - 정부 정책방향 및 주요 추진정책 □ 신기후체제 대응을 위한 국내 에너지정책 시사점 토론

발표자료

주요국 신재생에너지 정책 및 시사점
- 곽대종 연구의원(산업연구원)

주요국 신재생에너지정책 및 시사점

1. Paris COP21 이후 신기후체제에 대응한 각국 에너지 정책

○ 2015년 11. 30 ~ 12. 12에 걸쳐 프랑스 파리에서는 기후변화협약 제21차 당사국총회(COP21)가 개최되어 우리나라도 참여하여 이른바 성과: “파리협정(Paris Agreement)”을 도출해 냄.

- 동 협정은 1995년 이후 교토의정서가 미국과 러시아 등의 탈퇴로 적용이 지지부진했으며 시한 종료에 따른 후속 프로그램이 시급했던 상황에서 한편 야심적이고 균형잡힌 계획으로서 기후변화를 늦추는 역사적인 이정표로 기대됨.

○ 특히 미국과 중국의 주도로 온실가스(GHG) 배출량의 55%를 차지하는 55개국의 비준을 통해 발효되었으며 국가별 자발적 감축선언(Nationally Determined Contribution: NDC)을 통해 2100년까지 지구평균온도를 2℃ 이하로 낮추는 GHG배출량 저감 실현이 기대됨.

- 동 협정의 주요 내용으로서는 기후변화적응, 기술이전, 재정지원, 능력배양, 투명성 등이 포함됨.

○ 동 협정은 각국이 처한 다른 정치·경제·사회 환경을 고려하여 이른바 Common But Differentiated Responsibilities(CBDR)를 통해 국별로 차별화된 온실가스 감축 수단을 마련한 데 의의가 있음.

○ 동 협정의 중요한 시사점으로서는 먼저 모든 참여국이 책임감을 가지고 GHG 배출량 저감에 적극적으로 참여하는 전지구적 시스템을 마련했다는 것임.

○ 그러나 한편으로 실효성과 구속력이 없는 협정이라는 회의적 시각도 존재하지만 정치적 구속력(Politically Binding)과 간접적 강제의무(WTO제재 혹은 쌍무협정)가 기대되기도 함.

○ 선진국들은 파리 COP21을 전후하여 신기후체제에 대비한 이전보다 강화된 에너지정책을 추진하고 있으며 그 일환으로 RE보급 촉진을 추진 중임.

< 파리 COP21이후 신기후체제에 대응한 각국 에너지 정책 >

	정책 프로그램 및 주요 내용
미국	ㅇ Clean Power Plan (2015) - 기존 석탄화력의 에너지효율향상을 통한 탄소원단위 저감 - 기존 석탄화력에서 가스화력으로 전환 - 추가 발전원을 재생에너지원으로 대체
프랑스	ㅇ 새로운 에너지법안(2015) - 기후변화 및 RE 목표(2030년) • GHG 배출량 40% , 에너지소비량 30% • 최종에너지의 32%, 냉난방E의 38%, 전력의 40%, 수송연료의 15%를 RE로 대체 - 원자력발전비중: 75% (2014) ' 50% (2025)
일본	ㅇ 장기에너지수급전망(2015)/전략적 에너지계획 - 재생에너지역할 강조: 에너지안보, 경제효율, 환경보호 - 목표: 2030년까지 총 전력공급의 22~24%를 재생에너지 담당
중국	ㅇ 제13차5개년계획(에너지부문) - 비화석에너지 비중 15%로 확대 (2020) - 친환경에너지(재생에너지) • 수력발전: 350GW (2020) • WP발전: 9개의 WP기지 건설- 200GW (2020) • PV발전: 계통연계/분산전원(시범사업)-100GW (2020) - 200 스마트시티(2015)/1,000 태양에너지시범가구 추진 등

2. 미국

□ 재생에너지 정책

ㅇ 미국은 1974년 ‘Solar Heating and Cooling Demonstration Act’을 시작으로 다양한 재생에너지 개발 및 보급 정책을 추진하고 있음.

- 1992년에 ‘Federal Business Investment Tax Credit(ITC)’(2009년에 개정),‘Energy Policy Act’(2005년 개정), ‘Federal Renewable Electricity Production Tax Credit(PTC)’(2013년 개정) 도입

- 1994년에 미네소타州에서 ‘Renewable Portfolio Standards(RPS)’(2013년 현재 29개 州와 워싱턴 DC에서 실행) 도입

- 2002년에 ‘Farm Security and Rural Investment Act’ 제정

- 2006년에 ‘Residential Renewable Energy Tax Credit’(2008년, 2009년 개정), ‘Solar America Initiative(SAI)’ 도입

• SAI에서는 태양광을 2015년까지 다른 에너지원과 경쟁할 수 있고, 정부 보조금 없이 성장할 수 있도록 하는 것을 목표로 설정함.

• 2011년에 SAI의 후속 프로그램으로 ‘Sunshot Initiative Project’ 발표했고, 이를 집행하기 위해 2020년까지 연간 2억 달러 투자하며, 이를 통해 R&D, 금융 부문에 태양광 산업의 경쟁력을 향상시키기 위한 세부 프로젝트를 추진함.
• Sunshot Initiative Project의 최종 목표는 2017년까지 태양광 발전 시스템 설치 단가를 1달러/Wp로 낮추고, 2020년까지 1달러/WP 이하로 낮추는 것임.

- 2007년에 에너지부에서 ‘Loan Guarantee Programme’, ‘Renewable Fuel Standard(RFS)’ 도입, ‘Energy Independence and Security Act(EISA)’ 제정

• 연방정부는 ‘에너지자립 및 안보법(EISA)에 따라 2020년까지 총 발전량에서 차지하는 재생에너지 의무 비중을 15%로 설정했고, 재생에너지 연료 혼합의무제(Renewable Fuel Standard, RFS) 도입도 규정했음.

- 2008년에 ‘Food, Conservation, and Energy Act’ 제정

- 2008/2009년에 ‘Grants for Production of Advanced Biofuels’, ‘Cellulosic Biofuel Producer Tax Credit’ 도입

- 2009년에 ‘American Recovery and Reinvestment Act(ARRA)’ 제정

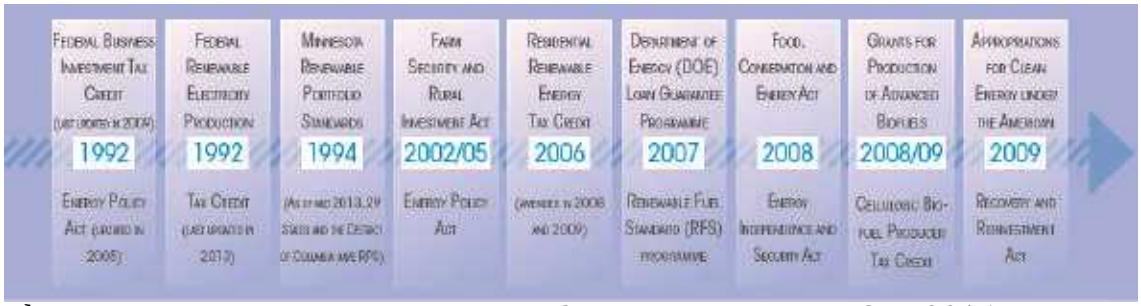
• ARRA에 의하면, 2019년까지 에너지 효율 향상과 재생에너지 R&D 및 보급 분야에 총 272억 달러, 이중 재생에너지 R&D 및 보급 관련 5개 투자프로그

램에 총 89억 달러가 투자될 것임.

• 재생에너지 산업 육성을 위해 총 209억 달러(직접 보조금 60억 달러, 감세(10년 동안) 149억 달러)가 투입될 것임.

- 2013년에 'Climate Action Plan' 발표

< 미국의 RE관련 정책 추이 >



자료: IRENA, *Renewable Energy Country Profile: USA*, 2014

ㅇ 2009년에 오바마 대통령은 첫 번째 임기 시작과 함께 풍력, 태양에너지, 지열 등에서 전력 생산을 2008년 수준보다 2배 늘리겠다고 발표했음. 이 목표는 2013년에 달성했으며, 연방정부는 다시 2020년까지 2012년 기준으로 생산을 2배 늘리겠다고 발표함.

- 오바마 대통령은 2013년 6월 '기후변화 대응 계획(Climate Action Plan, CAP)'를 마련하여 기후변화에 적극적으로 대응하려고 했음.

※ 오바마 정부 2기의 에너지 정책은 청정에너지(clean energy)를 중심으로 석유, 가스, 원자력, 청정석탄 등 모든 자원을 활용하는 '포괄적 접근(all of the above)' 전략으로 요약할 수 있으며, 이를 통해 기후변화 대응 계획을 달성하고자 함.

□ 기후변화 대응을 위한 재생에너지 개발·보급 정책

ㅇ 오바마 정부는 '기후변화 대응계획(CAP)'에 따라 2012~2020년에 수력, 풍력, 태양, 지열 등의 재생에너지 발전량을 2배 이상 증가시켜서 에너지 수요를 충족시키고 친환경적으로 전력을 생산하도록 하는 목표를 세웠음.

- 에너지부는 재생에너지 기술 개발과 상용화를 통해 경제적으로 전력을 생산하고 안정적으로 전력을 공급하려고 함.

• 재생에너지 발전시설의 설치, 검사, 유지, 발전 과정에서 발생하는 비용을 절감하기 위한 기술을 개발 중임.

- 에너지부는 차세대 이산화탄소 포집 및 저장기술(CCS)을 비롯한 CO2 감축 기술이 2020년 중반에 상용화될 수 있도록 하고, 회계연도 FY2015 말까지 통합 CCS 3대와 6개의 대규모 저장시설을 운영할 계획임.

• 또한, FY2015 말까지 태양광시스템의 설치비용이 공공부문 $1.85/W, 상업용 $2.37/W, 주거용 $3.10/W가 될 수 있도록 할 계획임.

• 2020년까지 지열 분석시스템을 구축하고 5MW 선진 지열 시스템(Enhanced Geothermal Systems)을 개발함.

□ 재생에너지 기술 개발의 금융지원 프로그램 운영

○ 에너지부는 재생에너지의 기술 개발과 투자 촉진을 위해 금융지원 프로그램을 운영하고 있으며, 재생에너지 기술을 상용화하기 위해 개발보증을 서고 있음. FY2017 말까지 80억 달러의 금융지원 프로그램을 운영할 계획임.

- 에너지부는 2012년에 금융지원 프로그램의 확대 실시와 재생에너지 프로그램의 정부자금 증가를 연방정부에 요청하였는데, 에너지부 내에 에너지효율 및 재생에너지실(Office of Energy Efficiency and Renewable Energy)에 기존 20억 달러의 예산외에 170억 달러의 에너지 효율 기후변화 대응 예산이 책정되는 등 본 프로그램에 대한 연방정부의 지원이 증가하였음.

□ 생산세액공제

○ '연방 재생에너지 생산세액공제(PTC)'는 발전량 당 일정 금액의 법인세를 공제해주는 제도임.

- PTC는 1992년 에너지 정책법(Energy Policy Act)에 의해 도입되었고, 이후에 계속 개정되어 가장 최근에는 2009년 경기부양법(ARRA)과 2012년 미국 납세

자의 세금감면법(American Taxpayer Relief Act)에 의거해서 개정됨.

- 해당 프로젝트는 발전량 당 투자비의 일정 금액을 10년간 환급받게 됨.

- PTC 적용 사례는 에너지원 및 설비 유형에 따라 다름. 아래 표는 설비별 건설 기한과 세금감면금액을 나타내고 있음.

- IRENA(2015)의 'Renewable Power Generation Costs Report'에 따르면, 미국 내 일부 지역의 풍력 발전단가는 정부 보조금 없이 kWh당 0.04달러로 가격 경쟁력을 갖추고 있으나, 다른 지역의 경우는 PTC를 제외하면 가격 경쟁력을 갖기 어려움.

< 미국 재생에너지 생산세액공제(PTC) >

재생에너지원	건설시작시한	세액공제금액
Wind	2013. 12. 31	USD 0.023/kWh
Closed-loop biomass	2013. 12. 31	USD 0.023/kWh
Open-loop biomass	2013. 12. 31	USD 0.011/kWh
Geothermal energy	2013. 12. 31	USD 0.023/kWh
Landfill gas	2013. 12. 31	USD 0.011/kWh
Municipal Solid waste	2013. 12. 31	USD 0.011/kWh
Qualified hydroelectric	2013. 12. 31	USD 0.011/kWh
Marine and hydrokinetic (150kW 또는이상)	2013. 12. 31	USD 0.011/kWh

자료 : IEA(2014), State Incentives for Renewable Energy(DSIRE)

□ 투자세액공제

o 재생에너지 발전설비 투자세액공제(ITC)는 PTC 지원 대상 시설, 태양에너지. 지열. 소형 풍력 시설에 대해 30% 세금을 공제함.

- 투자자들은 PTC나 ITC 중 하나를 선택해서 혜택을 받을 수 있음. 단, ITC를

받기 위해서는 해당 시설이 2005년 12월 31일부터 2016년 12월 31일 사이에 가동되어야 함.

- 주택용 재생에너지 세액공제(Residential Renewable Energy Tax Credit, RTC)는 개인에 대한 세금 면제로 주거용 에너지 시설, 태양에너지 발전 시스템, 소규모 풍력시설, 지열 펌프 등이 대상이 됨.

• RTC는 2016년 12월 31일 이전에 설치한 운영 중인 시스템의 경비 중 30%에 해당하는 세금 감면 혜택을 줌.

□ 재생에너지 공급 의무화

○ 현재 미국 내 29개 州와 워싱턴 DC가 재생에너지 공급 의무화(Renewable Portfolio Standards, RPS) 제도 또는 유사한 제도를 시행 중임.

< 州별 재생에너지 공급 의무화 제도 >

州	재생에너지발전량비중(%)	목표연도
하와이	40%	2030
캘리포니아	33%	2020
콜로라도	30%	2020
코네티컷	27%	2020
미네소타	25%	2025
일리노이	25%	2025

자료 : DSIRE(2013)

- 오바마 대통령은 2012년까지 발전량의 10%, 2025년까지 25%를 재생에너지로 공급하겠다고 발표했음.

- 캘리포니아州는 모든 전력 소매업자들이 2016년까지 재생에너지 비중을 20%, 2020년에 33%로 의무화하는 것을 목표로 설정했음.

- 이러한 연방정부 및 州 차원의 RPS 제도 도입으로 수력을 제외한 재생에너지 설비용량은 1998~2012년까지 67% 증가하였음.

ㅇ 재생에너지 연료 혼합의무화(Renewable Fuel Standard, RFS) 제도는 2007년에 도입되었으며, 정유기업들과 휘발유, 경유 수입업체들은 수송용 연료에 바이오연료를 혼합하여 공급하는 것을 의무화함.

- RFS 제도는 주로 옥수수에서 정제되는 에탄올이 혼합연료의 재료로 가장 많이 사용되지만, 목질계 바이오연료(cellulosic ethanol)과 같은 차세대 바이오연료의 사용도 의무화하고 있음(인사이트 제15-10호(3.20일자) p.43 참조).

- 2008년 90억 갤런에서 2022년까지 총 360억 갤런을 사용하는 것을 목표로 함.

3. EU

□ EU 중장기 재생에너지 목표

ㅇ EU는 '2020 기후.에너지 패키지(2020 Climate and Energy Package)'를 채택함으로써(2008.12월), 2020년까지 온실가스 배출량 감축, 재생에너지 비중 확대, 에너지효율 개선 등 3개 주축의 '20-20-20 목표'를 설정함.

- EU는 역내 에너지동맹(Energy Union)1) 구축을 위해 기후.에너지정책의 장기적 목표와 방향을 제시해왔으며, 재생에너지 역할 확대는 목표 실현에 있어 핵심 정책 분야 중 하나로 고려되어 왔음.

- EU의 '20-20-20 목표' 가운데 재생에너지 목표는 재생에너지 지침(Renewable Energy Directive, RED)에 적용되어, 각 회원국의 실정에 기초한 법적구속력을 지닌 국가별 재생에너지 실행계획(NREAP) 수립의 기반이 되었음.2)

< 2020 기후.에너지 패키지 >

	2020년 목표 내용	추진 방안
재생에너지	최종에너지 소비 중 재생에너지 지중 20%로 확대	EU 전체 목표 20% 설정 하에 회원국별 국가 목표 차등 추진
	수송부문 재생에너지 비중 10%로 확대	수송부문 에너지 10%를 바이오연료 등 재생에너지로 충당
온실가스	1990년 대비 온실가스 배출량	2020년 온실가스 배출 4,501

	20% 감축	백만tCO2e 미만으로 감축
에너지효율	2020년까지 EU의 1차에너지소비 20% 절감	최종에너지 소비 1,078백만 toe 미만으로 절감

자료 : Eurostat; European Commission

ㅇ 또한, EU는 '2030 기후.에너지정책 프레임워크(2030 Climate and Energy Policy Framework)'를 채택(2014.10월)하여, 향후 2030년 정책 방향을 제시함.

- 동 프레임워크는 2020 기후.에너지 패키지의 연장선상에서 재생에너지부문에 대한 2030년 목표치를 설정하였으나, 2020년의 목표와는 달리 각 회원국에게 법적 구속력 없이 유연하게 적용되고 있음.

< 2030 기후.에너지정책 프레임워크 >

	주요 내용	법적 구속력 유무
재생에너지	최종 에너지소비 중 재생에너지 비중 최소 27%로 확대	유
	EU 회원국별 재생에너지 비중 확대 목표 및 실행계획 설정	무
온실가스	온실가스 배출 1990년 대비 최소 40% 감축	유
	EU 회원국별 온실가스 배출 감축 목표 설정	유
에너지효율	지시적 목표(indicative target)로 최소 27%의 에너지 효율 개선	무
	EU 회원국별 에너지효율 목표 및 실행계혹 설정	무

자료 : Eurostat; European Commission

□ EU의 재생에너지 정책 변화

ㅇ EU 집행위원회는 2008년부터 각 회원국의 정부지원 계획에 '환경부문 정부지원 가이드라인(Environmental Aid Guidelines, EAG)'3)을 적용하였음.

- EU 회원국이 자국의 재생에너지 목표 이행을 위해 정부지원책을 적극적으로 시행한 결과, 재생에너지 개발 사업은 최근 몇 년 사이 크게 확대됨.

• EAG의 적용기간(2008~2014년) 동안, 재생에너지 분야는 EAG의 범주 내에서

정부지원을 가장 많이 받은 부문이었으며, 재생에너지원(바이오연료 제외)에 할당된 정부지원 누적 규모는 2008~2012년 동안 약 100억 유로에 달함.

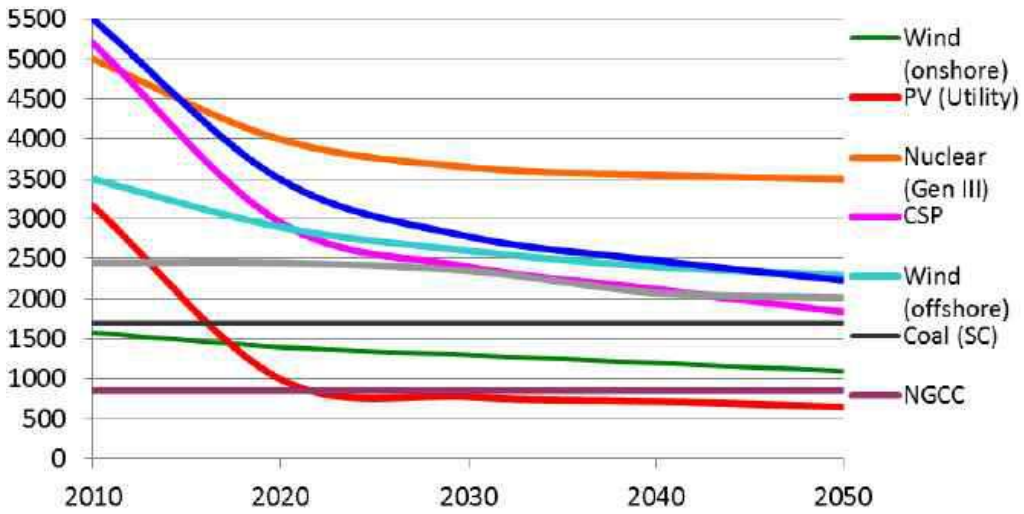
- 재생에너지 정부지원액의 약 80%가 발전차액지원제도(FIT), 녹색인증제도(green certificate, GC) 등 운영보조금(operating aid)의 형태로 지급되었음.

- 또한, EAG의 적용기간 동안 EU 역내 재생에너지에 대한 정부지원 규모 확대로 재생에너지 자본비용(capital cost)은 빠르게 감소하여 왔음.

- 그러나 EU 회원국의 과도한 재생에너지 지원정책으로 재정지출 확대, 소비자 부담 비용 증가, 시장 왜곡 등에 대한 우려가 커지면서 이미 성숙 단계에 접어든 일부 재생에너지발전을 역내 전력시장에 편입할 필요성에 봉착

< 유럽의 전원별 자본비용 변화 전망(2010~2050년) >

단위 : 유로/kW



자료 : JRC/SETIS, 'SWD(2013)158 final'

○ 이에 EU 집행위원회는 기존의 정부지원 가이드라인을 대체하는 '환경보호 및 에너지부문에 관한 정부지원 가이드라인(EEAG)'을 새롭게 채택하여(2014.4월), 2014년 7월 1일부터 2020년 12월 31일까지 적용할 계획임.

- 동 가이드라인은 재생에너지 정부지원으로 인해 발생할 수 있는 다양한 문제에 대한 해결책을 제시하고자 하였음.

- EU 집행위원회는 EEAG 채택을 통해 회원국 정부가 전력시장 현실을 반영하여 보다 효율적인 정부지원제도를 시행하고 재생에너지원을 전력시장체제에 편입할 수 있는 기반을 마련하게 될 것으로 기대

• EU 집행위원회는 재생에너지 정책에서 FIT제도를 폐지하고 경매 입찰제도 등 시장 기반 지원체제로의 점진적인 전환을 각 회원국에 권고함.

- 이러한 상황에서 최근 영국을 비롯하여 EU 회원국 가운데 재생에너지에 대한 정부지원을 축소.폐지하는 국가가 늘어나고 있는 추세임.

4. 일본

< 일본의 RE관련 정책 추이 >

자료: IRENA, *Renewable Energy Country Profile: JAPAN*, 2014

□ 일본 신재생E발전 보급 정책 및 특징

○ 신재생E발전 보급 현황 및 정책

- '11년 후쿠시마 원전사고 이후, 신재생에 대한 국민인식 향상과 FIT 시행으로 신재생E발전 확대

• '11년 후쿠시마 원전사고 이전까지 총 발전량의 30%를 차자하던 원자력발전의 가동 중단으로 LNG, 석탄, 석유 발전량은 '10년 60%에서 '12년 89% 까지 급증

* 한국산업기술대, 신재생 선도국의 제반여건 분석 및 정책적 시사점 도출 ('15)

- 신재생발전 확대에 대한 국민인식 향상과 FIT 제도 시행으로 '15년 신재생발전량은 129TWh, 총 발전량(923TWh)의 14% 차지

- ’15년 신재생 설비용량 기준, 세계 6위(90.1GW)의 신재생 선도국가로 성장

< 일본 2015년 주요국 신재생발전 설비용량 >

	중국	미국	브라질	독일	캐나다	일본
용 량 (GW)	519.7	219.3	114.2	105.0	93.4	90.1

* IRENA, Renewable Capacity Statistics 2016

○ ’12년 FIT 시행 및 신재생발전 비용을 소비자가 분담하는 내용을 담은 재생에너지법 발효

- ’02년 에너지기본법을 제정하고 ’03년 RPS 제도를 시행하면서 ’94년부터 지원해 온 주택용 태양광발전 설치에 대한 보조금을 폐지(‘05)

※ RPS(Renewable Portfolio Standard, 신재생에너지공급의무화제도), FIT(Feed In Tariff, 발전차액지원제도)

- ‘09년 신재생 보급 정체 및 기술경쟁력 악화를 이유로 태양광 잉여전력매입제도※를 도입

※ 주택용 태양광을 대상으로 발전량이 자가 사용량을 초과하는 경우, 초과한 발전량을 고정가격으로 10년간 전력회사에 판매하는 부분적 FIT 제도

- ‘11년 신재생 보급확대 및 기술경쟁력 강화를 위해 신재생전력을 고정가격으로 매입하고 신재생발전 비용을 최종 소비자가 분담하는 내용을 담은 재생에너지법※ 발효(’12년 7월부터 FIT 시행)

※ 전기사업자에 의한 신재생에너지 전기 조달에 관한 특별조치법(재생에너지법 또는 FIT법)

< 일본 2015년 에너지원별 및 신재생발전원별 발전량 >

에너지원	발전량(비중)	신재생에너지원	발전량(비중)
LNG	412 (45.0)	수력	86 (67.0)
석탄	291 (31.0)	태양광	29 (22.0)
신재생E(수력 포함)	129 (14.0)	바이오	7 (5.0)
석유	86 (9.0)	풍력	5 (4.0)
원자력	5 (1.0)	지열	2 (2.0)
소계(TWh)	923 (100.0)	소계(TWh)	129 (100.0)

* Japan Renewable Energy Institute, 2015 Annual Statistics in Japan

□ 재생에너지법 내용 및 운영 방식

ㅇ 태양광, 풍력, 지열, 중소수력, 바이오매스에서 발전한 전력에 대해 발전차액 지원을 보장

- 재생에너지법은 7장 48조로 구성, 신재생발전 매입단가 및 매입기간, 전기사업자간 비용부담 조정기관 및 조달가격 산정위원회 설치 등의 내용이 포함

- 전기사업자는 정당한 사유※가 없는 한 신재생 발전사업자가 생산한 전력 모두를 고시된 매입단가로 정해진 기간 동안 구매해야 하는 의무를 가지며, 전력소비자는 '신재생발전 촉진부과금'을 전기요금의 일부로 부담

※ 계약 내용이 전기사업자의 이익을 부당히 침해할 우려가 있는 경우, 기타 경제산업성에서 정하는 정당한 이유가 있는 경우

< 일본 재생에너지법 내용과 운영방식('12년 기준) >

* METI(일본 경제산업성), 전기사업자에 의한 신재생에너지 전기 조달에 관한 특별조치법 ('12)
* 한전경제경영연구원, 전력경제 Review-일본 신재생에너지 부과금 파급효과 ('15)

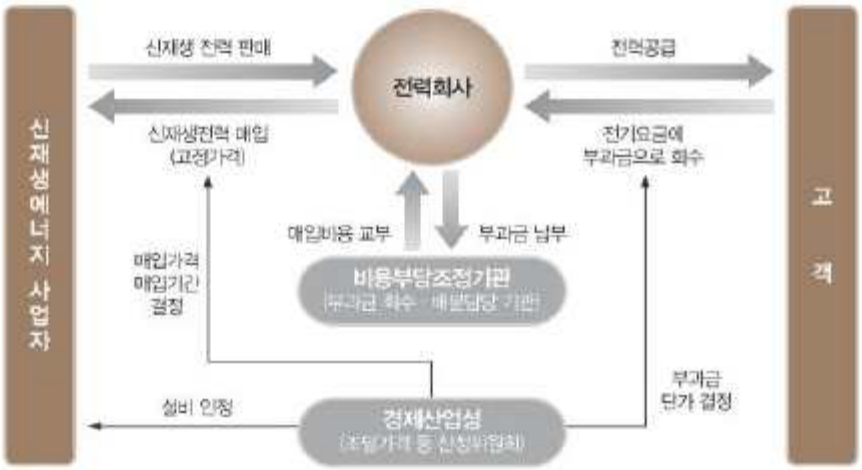
5. 중국

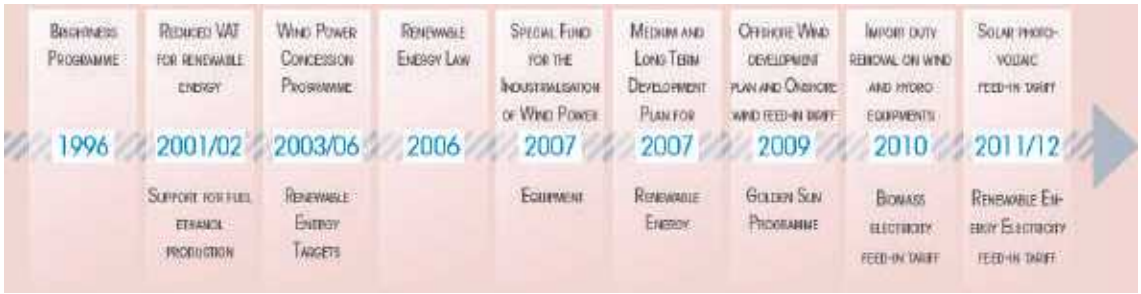
ㅇ 중국은 1996년 .Biomass Programme.을 발표한 이래 다양한 정책 수단을 동원하여 적극적으로 재생에너지 보급을 추진해왔음.

- 구체적으로 2010년 중국은 WP 및 수력발전에 사용되는 부품 수입에 대한 관세를 폐지하였는데 이 조치는 해외의 WP 및 수력발전 부품 사업자들의 중국 시장 진출의 활성화 및 국내 WP 및 수력의 보급 확산에 기여하고 있는 것으로 평가됨.

- 또한 2011년에는 PV 전력의 보급 확대 및 PV 산업 육성을 위해 PV 전력에대해 FIT를 적용하기 시작하였는데 FIT 단가는 kWh 당 0.15 달러 수준으로 책정되었음.

< 중국의 RE 관련 정책 추이 >\

<table>
<tr><th>구 분</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td>시행일</td><td>• '12년 7월 1일</td></tr>
<tr><td>해당 발전원</td><td>• 태양광, 풍력, 지열, 중소수력, 바이오매스 발전 (5개)</td></tr>
<tr><td>매입 단가
(¥/kWh)
및
매입 기간</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">구분</th><th colspan="2">태양광</th><th colspan="2">풍 력</th><th colspan="2">지 열</th><th colspan="3">중소수력</th><th rowspan="2">바이오
매스</th></tr>
<tr><th>10kW
이상</th><th>10kW
미만</th><th>20kW
이상</th><th>20kW
미만</th><th>15,000
kW이상</th><th>15,000
kW미만</th><th>1,000 ~
30,000kW</th><th>200 ~
1,000kW</th><th>200kW
미만</th></tr>
<tr><td>단가</td><td>40</td><td>42</td><td>22</td><td>55</td><td>26</td><td>40</td><td>24</td><td>29</td><td>34</td><td>13~32</td></tr>
<tr><td>기간</td><td>20년</td><td>10년</td><td colspan="2">20년</td><td colspan="2">15년</td><td colspan="3">20년</td><td>20년</td></tr>
</table>
• '14년부터 별도로 해상풍력 매입단가 책정(36¥/kWh)
</td></tr>
<tr><td>매입단가
검토</td><td>• 에너지원별 발전기술 및 비용 변동분 반영을 위해 매입단가와 기간을 매년 조정
• 에너지원의 종류·규모에 따라 조달가격 산정위원회가 심의를 통해 조정</td></tr>
<tr><td>고정가격
매입제도
메커니즘</td><td> 
</td></tr>
</table>



자료: IRENA, *Renewable Energy Country Profile: CHINA*, 2014

○ 한편 중국은 2013년과 2014년에 약 23건의 재생에너지 관련 정책을 발표하였는데 이 중 PV관련 정책은 12건, WP 관련 정책은 3건, 지열 관련 정책은 1건, 수력 관련 정책은 1건이며, 나머지 정책들은 전체 재생에너지원을 대상으로 하고 있음.

○ 이러한 정책추진은 중국정부가 PV 육성에 많은 노력을 기울이는 것을 의미

하며 PV 관련 정책은 세제 혜택, 기술 및 시스템의 표준개발, 보급 목표 제시, 관세 조정 등의 내용들을 포함하고 있음.

o 재생에너지법 제정 이전까지 신재생에너지 개발에 소극적이었던 중국 정부의 태도가 변화한 데에는 대내외적인 환경의 변화가 커다란 영향을 미쳤는 바,

- 첫째 내적 환경 변화로는 중국의 성장위주 정책으로 인해 환경오염과 에너지 수급 불균형 문제가 야기되었기 때문이며

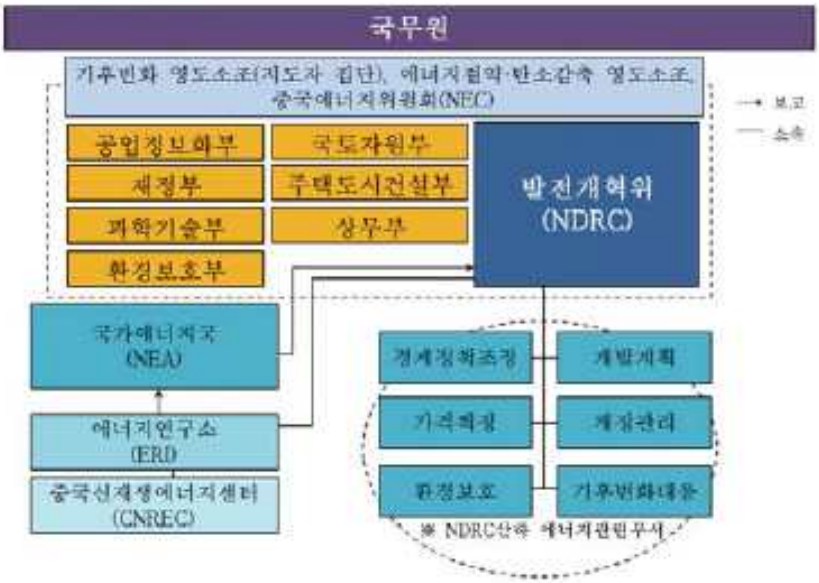
- 둘째 대외적으로는 급변하는 에너지 시장 상황 때문에 안정적인 에너지 공급에 대한 불안함이 커졌으며, 신기후체제를 맞이하여 세계 경제대국으로서 온실가스 감축에 대한 압박이 높아진 데 주로 기인

< 중국의 RE관련 최근 주요 정책 및 내용 >

정책	발표 시기	정책 유형	에너지원
Notice of the State Development and Reform Commission on offshore wind power electricity price policy	2014. 6	FIT	육상WP
Notice on issues concerning State Grid Corporation of China to buy distributed PV power generation projects' electricity products invoice etc.	2014. 6	세제혜택	PV
National certification and Implementation Supervision Commission, Energy Bureau on strengthening the PV products testing and certification work	2014. 2	인증	PV
Interim Measures for the new power access network supervision	2014. 2	표준화	신재생 일반
Notice of VAT policy of large-scale hydropower enterprise	2014. 2	세제혜택	수력
Distributed PV power generation service guide of China Southern Power Grid Company Limited(Interim)	2013. 11	표준화	PV
Renewable electricity generation bonus	2013. 9	인센티브	신. 재생 일반

○ 중국은 ‘재생에너지법(2005년)’과 ‘제11차 5개년 계획(2006~2010)’의 발표 이후 국가개혁발전위원회(NDRC)와 국가에너지국(NEA)을 중심으로 한 중국 국무원(.. 院) 산하의 여러 기관에서 관련 정책이 시행 중

< 중국 신재생에너지 관련 주요 기구 >



자료: CNREC(2014), RED Program and CNREC-Final Technical Review, 박용덕 외(2015),「신기후체제에 따른 중국의 신재생에너지정책 및 산업동향과 한·중 협력방안」, 86쪽에서 재인용

< 중국 신재생에너지 원별 주요 개발 방향 >

분야	주요내용
풍력	• 분산형발전추진 • 해상풍력발전개발촉진
태양에너지	• 태양에너지이용의다원화 • 태양광분산형발전규모확장 • 건물일체형태양광발전시스템(BIPV)개발
바이오매스	• 바이오액체연료개발(非식량계에탄올및바이오디젤연료) • 생활쓰레기및대형폐기물이용한메탄가스제조및발전추진

자료: 박용덕 외(2015)

6. 주요국 신재생에너지 정책추이 요약 및 시사점

□ 신재생전력 정책 변화

○ 신재생전력 보급 확대를 위해 규제, 재정적 유인, 공적지원(FIT, FIP), 의무할당, 전력요금상계제도, 세금감면, 보조금, 우대융자, 경쟁입찰 등 다양한 정책수단이 적용됨. 최근 FIT, 전력요금상계제도, 경쟁입찰 등에서 변화를 보임.

○ FIT 지원을 축소하거나 폐지하는 경우는 대체로 예산부담 경감, 계통제약으로 인한 대규모 태양광발전 억제 등에 목적을 두고 있으며, 이에 해당하는 국가는 독일, 이탈리아, 포르투갈, 스페인, 중국, 일본 등임.

○ FIT 지원을 확대, 강화하는 경우는 대체로 소규모 태양광발전 보급 촉진, 풍력발전 보급 촉진, 국내(역내) 부품 보급 촉진 등에 목적을 두고 있으며, 이에 해당하는 국가는 덴마크, 프랑스, 아일랜드, 영국, 중국, 인도네시아, 일본, 태국 등임.

○ 전력요금상계제도(Net Metering)를 도입한 국가는 43개국에 이르며, 2013년에 5개국이 늘어났음(그리스, 라트비아, 우크라이나, 온두라스, 필리핀).

- 덴마크와 네덜란드는 2013년에 전력요금상계제도를 개정하여, 각각 자가용 태양광발전 지원요건을 강화하거나 수혜대상을 확대하였음.

- 미국(캘리포니아 주)은 전력요금상계제도 적용을 연장하고 무제한 전력요금 상계제도 적용기반을 확충하였음.

○ 경쟁입찰 적용 국가는 2009년 9개국에 불과하였으나 2014년에 55개국으로 증가함.

- 특히 중남미국가들은 신재생에너지 사업 확정에 경쟁입찰을 적극 활용함.

- 프랑스, 이탈리아, 노르웨이, 영국, 미국 등은 풍력발전사업에 경쟁입찰을 적용하고 이집트, 남아공, 쿠웨이트, 인도 등은 태양광발전 사업에 경쟁입찰을 적용하고 있음.

□ 신재생열에너지 정책

ㅇ 냉난방부문은 화석에너지 소비감축 또는 온실가스 배출저감의 잠재력이 매우 큰 부문으로 평가되고, 신재생열에너지 보급 확대는 냉난방부문의 탈화석화에 중요한 과제로 인식됨.

- EU 28개 회원국은 냉난방부문의 신재생열에너지 점유율 목표를 도입하였고, 세계적으로 신재생냉난방 목표를 설정한 국가가 41개국, 국가 또는 지자체 차원의 신재생열에너지이용의무화를 실시하는 국가는 19개국 이상임.

ㅇ 또한 유럽 대부분의 국가는 신재생냉난방기술 투자를 촉진하기 위해, 투자보조와 같은 재정적 유인을 조성하고 있음.

- 네덜란드는 바이오가스, 고체바이오매스, 심부지열, 태양열 등의 열생산을 지원하는 기술별 FIP 지원제도를 도입하였음.

- 독일은 다양한 신재생에너지와 효율적 냉난방기술(태양열냉방, 산업폐기물열, 병합발전, 지역난방 등)에 인센티브를 확대하고 투자비용을 일부 지원함.

□ 신재생수송연료 정책

ㅇ 신재생수송연료 정책은 대체로 바이오연료의 생산·홍보·사용에 초점을 두어 왔으나, 최근에는 재정적 유인과 규제를 복합 적용하는 새로운 흐름을 보이고 있음. 관련 정책수단으로 바이오연료 생산보조금, 바이오연료 혼합의무, 세금감면 등이 있음.

ㅇ 혼합의무를 시행하는 국가는 2014년 초 현재 33개국에 이르며, 2013년에 도입한 나라는 우크라이나, 에콰도르 파나마 등임. 남미에서는 아르헨티나가 혼합의무 기준을 B7에서 B10으로 상향 조정하였음. 브라질은 전국적으로 에탄올 혼합기준을 E20에서 E25로 강화하고, 바이오연료 혼합기준 강화(B5→B7)를 검토하고 있음.

ㅇ 미국에서는 재생에너지연료기준이 처음으로 축소되었음. 플로리다 주는 E10 혼합의무를 폐지하였고, 메인 주는 에탄올 혼합 금지법안을 채택하였으며, 유럽에서도 유사한 혼합반대 논의가 진행되고 있음.

□ 시사점

○ 최근 국제 신재생에너지 동향의 특징적 국면은 태양광발전 보급 촉진 유인 감소, 경쟁입찰시장 참여기회 확대, 소규모 태양광발전 시장 확대, 신재생열에너지 정책 확산, 바이오연료시장 확대, 전력요금상계제도 확산 등임.

○ 태양광발전 보급 촉진 유인 감소

- 유럽의 자가용 태양광발전 과세, 미국의 투자세액공제(ITC) 삭감(2016년 이후), 태양광발전 FIT 지원의 축소·폐지(독일, 이탈리아, 포르투갈, 스페인, 중국, 일본 등) 등 태양광발전 보급 촉진 유인이 축소되는 추세임. 2020년 이후 태양광발전 보조금은 폐지가 유력함.

- 향후 국제 태양광발전 시장은 태양광발전 보급률의 둔화, 태양광발전 산업·기술 간 비용효율 경쟁 심화 등의 국면을 맞게 될 전망임. 따라서 태양광발전 비용효율 제고에 초점을 둔 기술·산업 정책이 필요함.

○ 경쟁입찰시장 참여기회 확대

- 신재생전력 시장의 중심이 유럽에서 중동·아프리카·남미로 이동하는 가운데, 경쟁입찰을 통한 시장참여 기회가 증가하는 추세임. 따라서 경쟁입찰은 향후 신재생에너지산업의 해외시장 진출창구로 보편화될 전망임.

- 신재생전력 경쟁입찰 시장의 확대는 국내 산업의 시장참여 기회 증가를 뜻하는 반면, 지역별 차이(적정 사업모형, 재원조달, 계통연계 등)는 시장의 불확실성 증가를 의미함. 신재생전력 경쟁입찰시장 활용을 극대화하기 위해서는 각 지역 특성에 맞는 사업모형 및 진출전략의 개발이 필요함.

○ 소규모 태양광발전 시장 확대

- 2030년 세계 소규모 태양광발전은 대규모 태양광발전의 1.6배 규모로 성장하고, 태양광발전 설비투자액의 2/3(약 1.3조 달러)를 점할 전망임. 소규모 태양광발전은 선·후진국 모두 태양광발전 시장의 중심축이 될 것으로 예상됨.

- 소규모 태양광발전이 분산형 전원으로서 입지가 강화되고, 지역별 특화 솔루션에 대한 수요가 늘어날 전망임. 따라서 국내 산업·기술의 우위 역량을 활용한 솔루션의 개발을 촉진하고 경쟁력을 극대화하는 산업·기술 전략이 필요함.

ㅇ 신재생열에너지정책 강화

- 신재생열에너지정책이 유럽을 중심으로 확산되는 추세임. EU는 2009년 신재생에너지지침(2009/28/EC)을 통해 신재생열에너지정책 법규를 수립하였음. 세계적으로 신재생냉난방 목표를 설정한 국가는 41개국, 국가 또는 지자체 차원에서 신재생열에너지이용의무화를 실시하는 국가는 19개국 이상임.

- 신재생열에너지정책 강화에 따라 신재생열에너지기술 시장이 확대될 전망임. 신재생열에너지이용의무화 도입은 외국기술의 국내시장 잠식 위험을 증대시킬 수 있음. 향후 국내 산업의 해외진출과 국내 시장 보호를 위해 국내 기술역량 제고, 공급사슬 정비, 기술기준 확립 등 관련 대책이 필요함.

ㅇ 바이오연료시장 확대

- 바이오연료 혼합의무를 시행하는 국가는 현재 33개국이며, 남미를 중심으로 바이오연료 시장의 확대가 진행되는 추세임. 아르헨티나는 혼합의무 기준을 B7에서 B10으로 상향 조정하였고, 브라질은 에탄올 혼합기준을 E20에서 E25로 강화하고 바이오연료 혼합기준 강화(B5→B7)를 검토 중임.

- 우리나라는 2015년 신·재생연료혼합의무화(RFS)를 도입할 예정이며, 이를 위해 인프라 구축과 제도정비 등이 진행 중임. 국내 산업의 경쟁력 강화와 해외시장 진출여건 확보를 도모할 수 있는 효과적인 대책을 검토할 필요가 있음.

ㅇ 전력요금상계제도 확산

- 전력요금상계제도(Net Metering)는 현재 세계 43개국에서 도입, 적용 중임. 덴마크와 네덜란드는 2013년 전력요금상계제도 개정을 통해, 자가용 태양광발전 지원요건 강화하고 수혜대상 확대를 추진 중임. 미국(캘리포니아주)은 전력요금상계제도 적용을 연장하고 무제한 전력요금상계제도 적용기반을 확충함.

- 우리나라는 전력요금상계제도를 ‘소규모 신·재생에너지 발전전력의 거래에 관한

지침'에 근거하여 시행 중임. 향후 분산형발전의 보급 확대로 전력요금상계제도의 적용이 확산될 전망임. 선진국의 정책경험을 고려할 때 효율성과 형평성이 전력요금상계제도의 정립에 중요한 요소라고 판단됨.

< 참고자료 >

박용덕 외(2015),「신기후체제에 따른 중국의 신재생에너지정책 및 산업동향과 한·중 협력 방안」, KIEP & KEEI, 2015. 12. 31

박정순(2015), "국제 신재생에너지 정책변화 및 시장분석", 에너지경제연구원 세계 에너지시장 인사이트 제15-6호, 2015. 2. 13

박진희(2015), "미국 재생에너지 현황 및 정책", 에너지경제연구원 세계 에너지시장 인사이트 제15-27호, 2015. 7. 17

윤영주(2016), "EU 재생에너지 정책 방향 및 향후과제", 에너지경제연구원 세계 에너지시장 인사이트 제16-21호, 2016. 6. 10

정지홍(2016), "일본 신재생에너지 정책 영향과 개선 현황", 한전경제경영연구원,「KEMRI 전력경제 Review」, 2016년 제21호, 2016. 8. 22

정혜영(2015), "미국의 에너지 정책 방향과 오바마 정부의 기후변화 정책", 에너지경제연구원 세계 에너지시장 인사이트 제15-22호, 2015. 6. 12

한국에너지공단(2015),「신재생에너지백서」, 2014. 12

IRENA(2014), *Renewable Energy Country Profile: USA*, 2014

IRENA(2014), *Renewable Energy Country Profile: JAPAN*, 2014

IRENA(2014), *Renewable Energy Country Profile: CHINA*, 2014

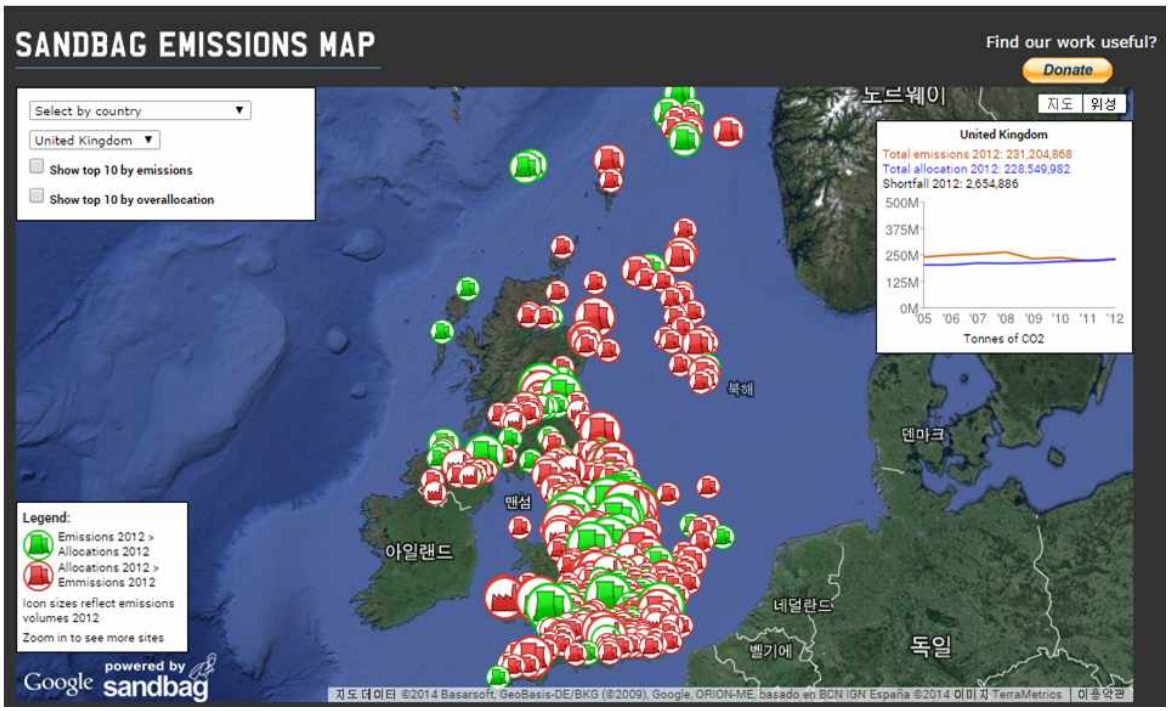
발표자료

영국의 신재생에너지 정책

- 김지석
선임기후변화에너지담당관(주한영국대사관)

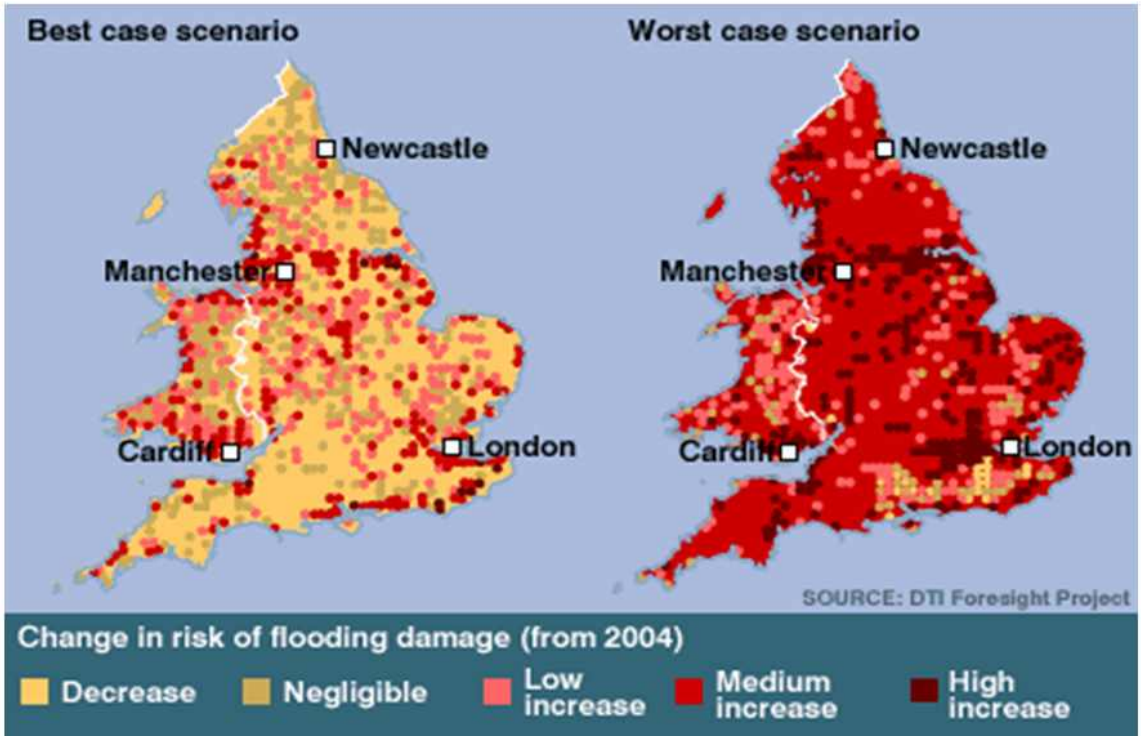
1. 배경

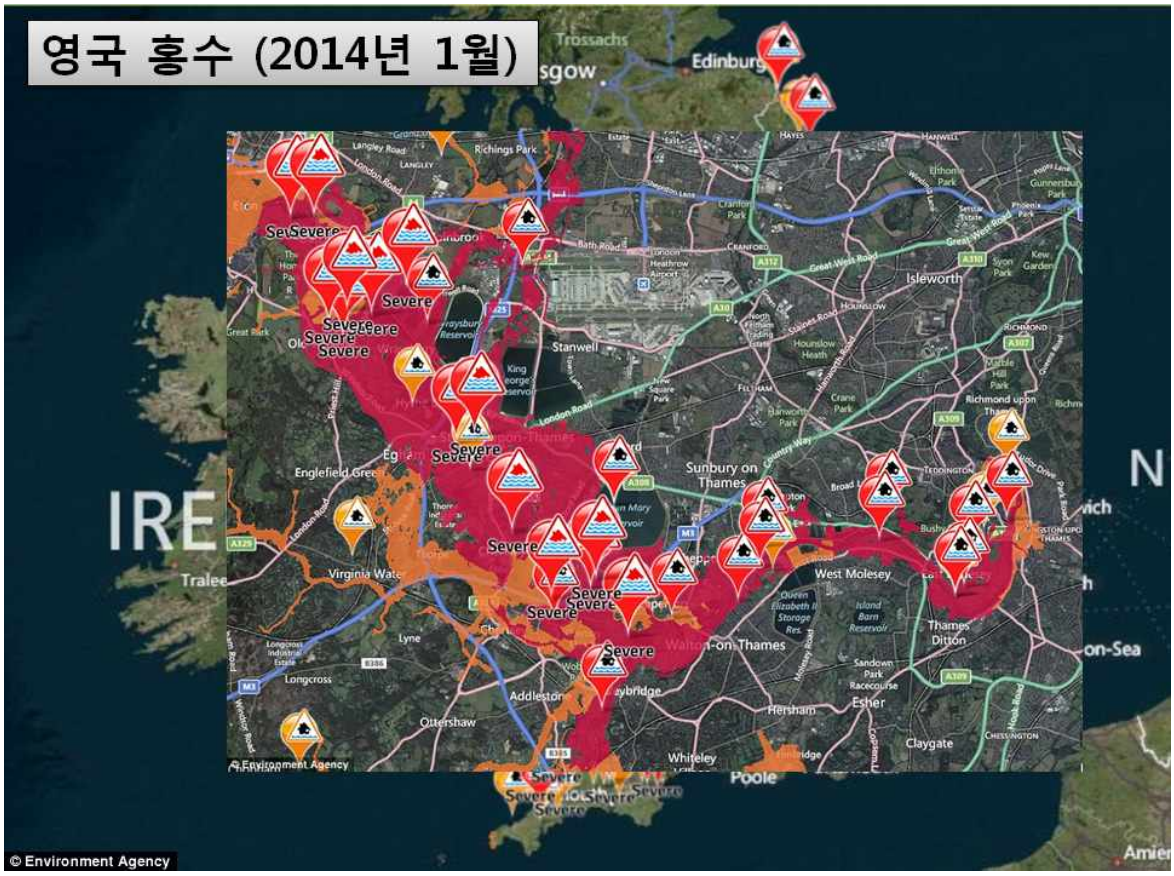
EU ETS: 해당 시설 약 1,000개 (전체의 약 10%)



영국 산업 예: 자동차 150만대, 엔진 250만개

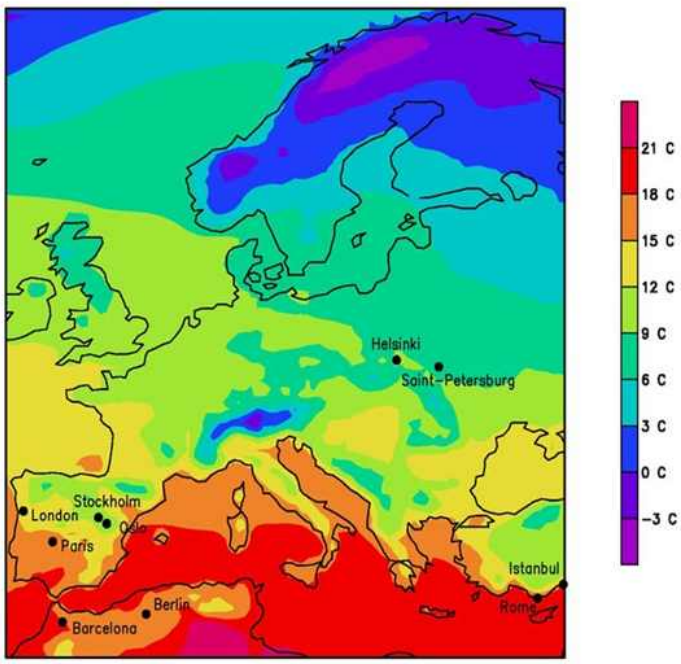
기후변화 못 막을 경우 극심한 홍수 피해 예상





영국 홍수 (2014년 1월)

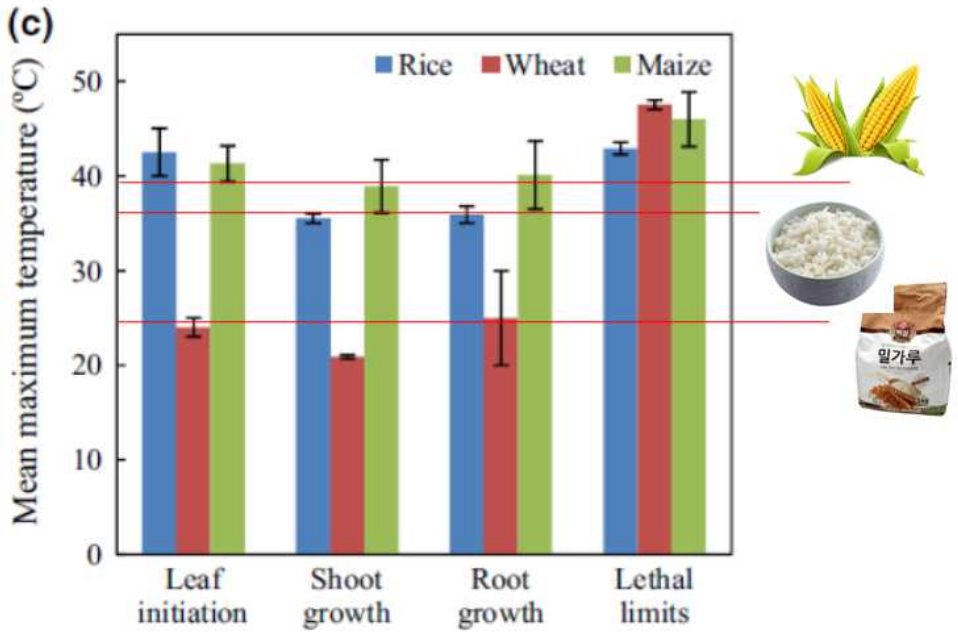
BAU 개로 가면 영국 여름기온 6-12도 상승
남유럽 최대 여름기온 21도 상승 (사막화 불가피)



8

적정 온도 넘으면 주요 식량작물 고사 – 위기

Acute effect: lethal max T



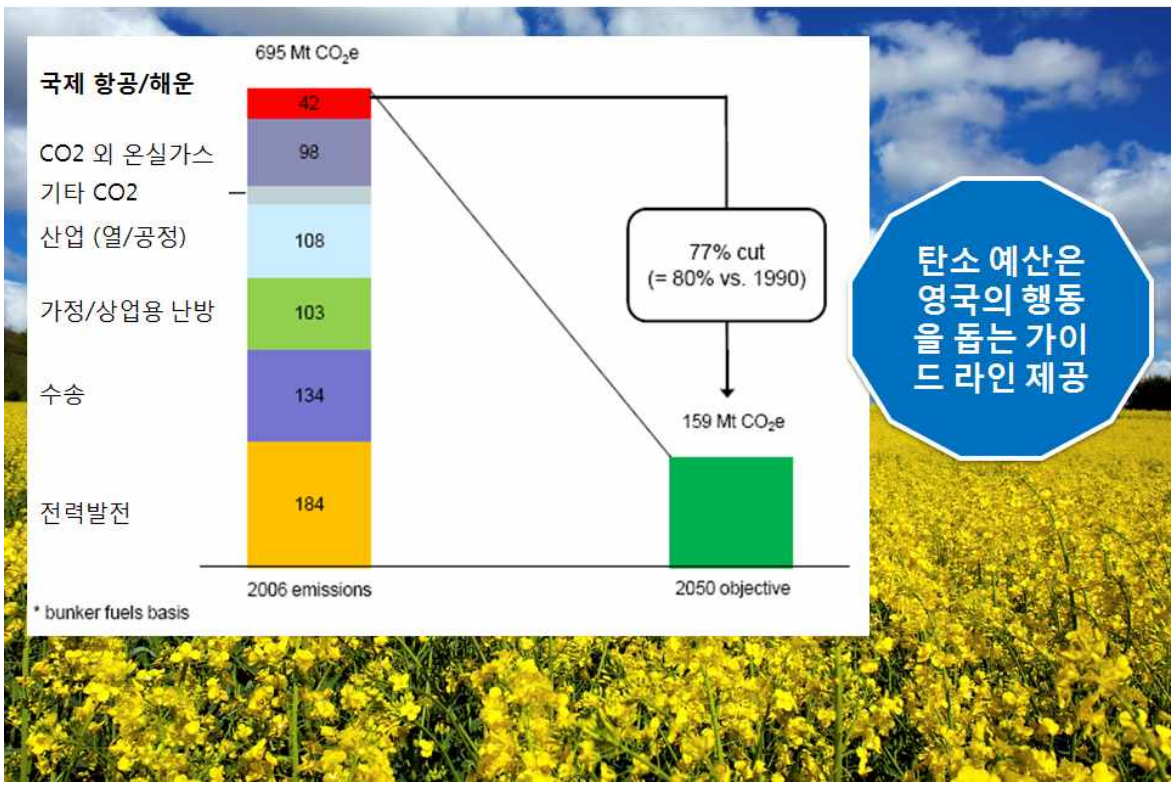
Slide 10

Sanchez et al., 2014

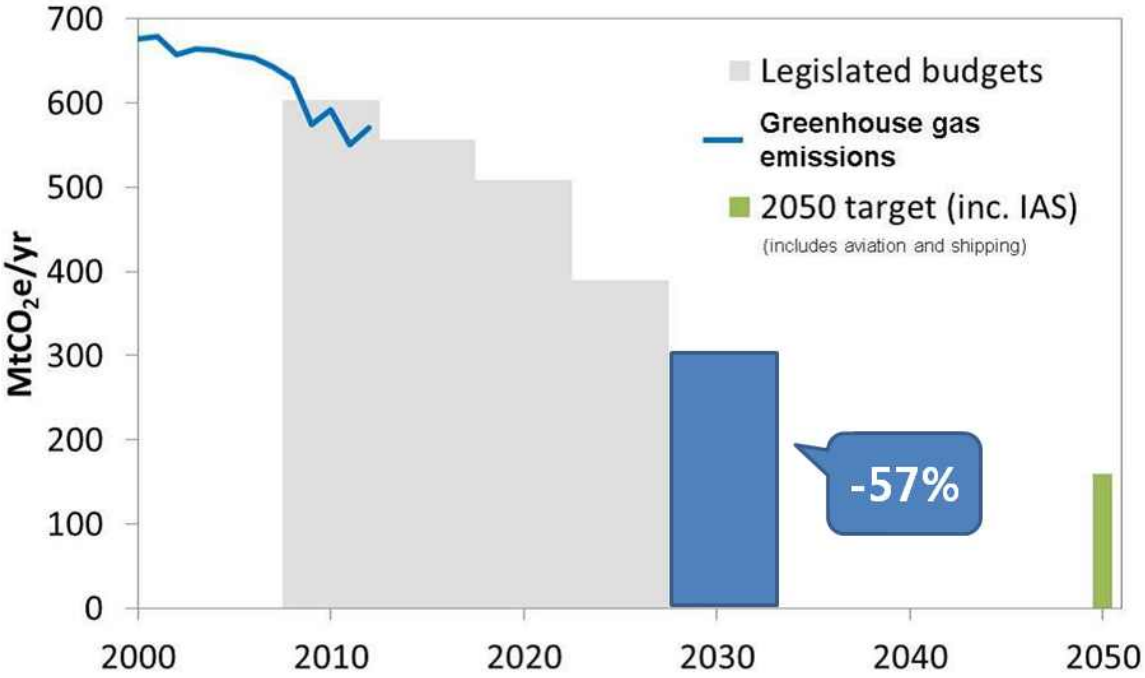
기후변화 대응이 경제성장의 필수조건으로 인식

2. 기후변화법 및 탄소예산

2008년 80% 감축을 국가 의무로 법문화



영국 기후변화에너지법 **- 5**년 단위 감축 목표



3. 전력 부문 정책 및 실적

영국 전력원 변화

발전원	1990	2014	증감
천연가스	0.05	30.2	+30.15%
석탄화력	67	29.1	-37.9%
원자력	19	19	0%
풍력	0	9.4	+9.4%
바이오 에너지	0	6.8	+6.8%
수력	2.6	1.8	-0.8%
태양광	0	1.2	+1.2%
석유 및 기타	12	2.5	-9.5%

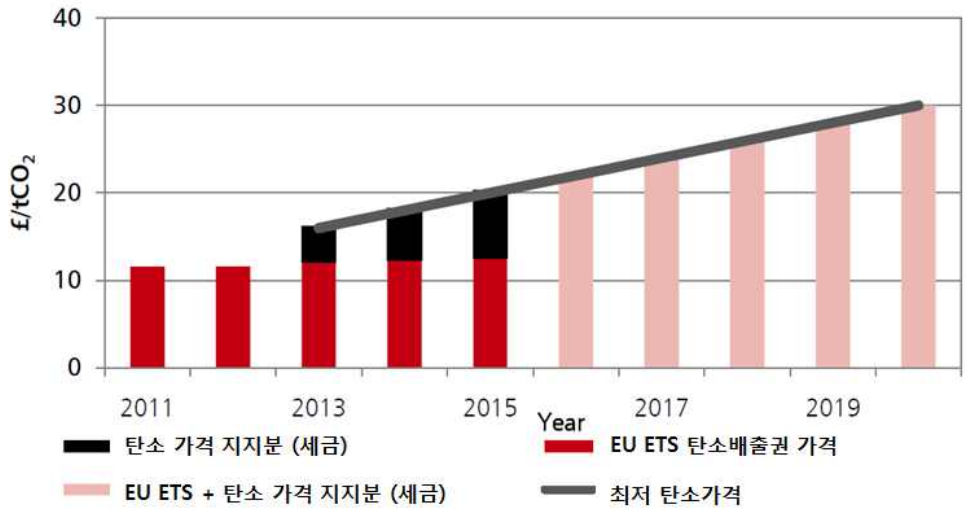
영국 RO 의무비중 및 ROC 가격

의무 연도 Obligation period	ROC 의무비중 % of Supply	기준가격 Buy Out Price (£/MWh)	단위 전력당 실질가격 Effective Price per Unit (p/kWh)
1 April 2002 to 31 March 2003	3.0	£30.00	0.09
1 April 2003 to 31 March 2004	4.3	£30.51	0.13
1 April 2004 to 31 March 2005	4.9	£31.39	0.15
1 April 2005 to 31 March 2006	5.5	£32.33	0.18
1 April 2006 to 31 March 2007	6.7	£33.24	0.22
1 April 2007 to 31 March 2008	7.9	£34.30	0.29
1 April 2008 to 31 March 2009	9.1	£35.76	0.33
1 April 2009 to 31 March 2010	9.7	£37.19	0.36
1 April 2010 to 31 March 2011	11.1	£36.99	0.41
1 April 2011 to 31 March 2012	12.4	£38.69	0.48
1 April 2012 to 31 March 2013	15.8	£40.71	0.64
1 April 2013 to 31 March 2014	20.6	£42.02	0.87
1 April 2014 to 31 March 2015	24.4	£43.30	1.06
1 April 2015 to 31 March 2016	29.0	£44.33	1.29

EU 배출권 거래제로 다배출 산업 페널티

최저탄소가격제
EU 배출권 가격 상향 조정 효과 → 효과 증대

최저탄소가격제 예시 (2009년 화폐 가치 기준)



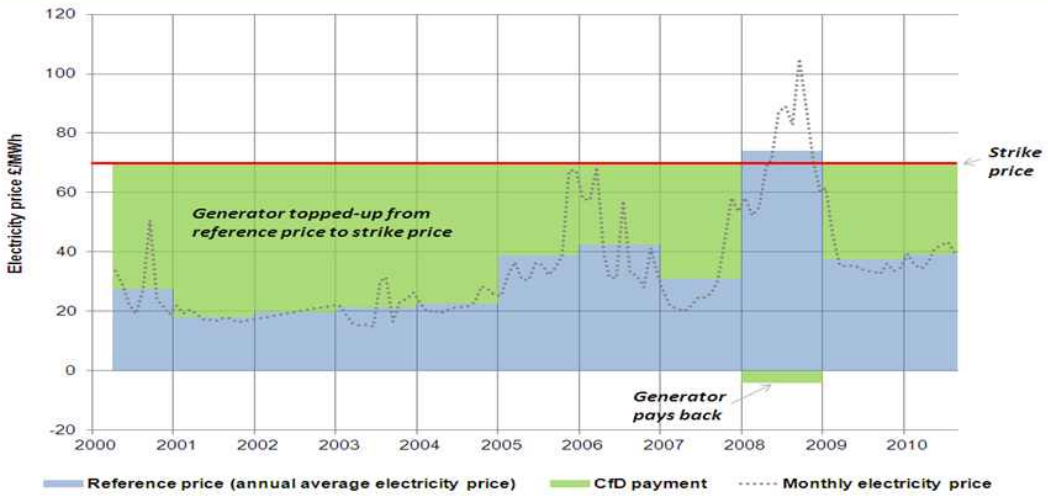
Source: 영국 재무부 2011

중소형 재생에너지 발전소 지원 FIT 도입

Proposed Generation Tariffs for Jan 2016 (p/kWh, Nominal prices)		Ofgem Tariffs for installations with an eligibility date on or after 1 October 2015 (p/kWh, 2015/16 values)	
Solar PV			
0 -10kW	1.63	<4kW	12.47
		4-50kW	11.30
10 - 50kW	3.69		
50 - 250kW	2.64	50-150kW	9.63
		150-250kW	9.21
250-1000kW	2.28	250-5000kW	5.94
> 1000kW	1.03		
Stand alone	1.03	Stand alone	4.28
Wind			
<50kW	8.61	0-100kW	13.73
50–1500kW	4.52	100–500kW	10.85
		500–1,500kW	5.89
>1500kW	0.00	>1500kW	2.49
Hydro			
<100kW	10.66	<15kW	15.45
		15-100kW	14.43
100-500 kW	9.78	100-500kW	11.40
500-2000kW	6.56	500-2000kW	8.91
>2000kW	2.18	>2000kW	2.43

저탄소 인센티브 – 최소가격보장제 (**Contracts for Difference**)
대형 저탄소 발전시설 (원전 포함)의 수익 안정화에 기여

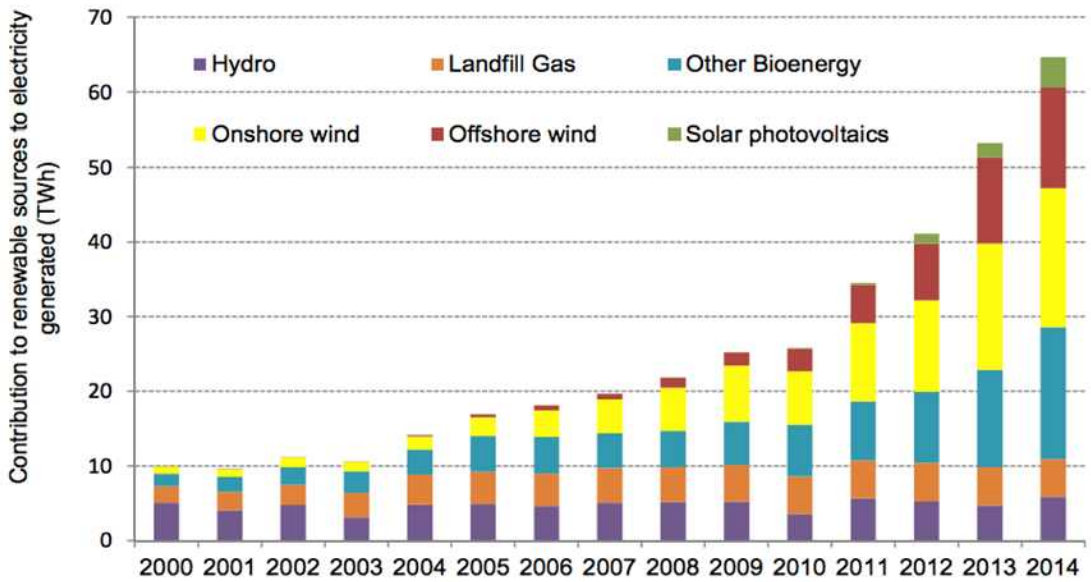
발전사는 시장가에 전력을 판매하고 미리 정한 계약 단가 (Strike price)의 차액을 정부로부터 보조 받음
발전사가 계약 단가 이상으로 전력을 판매한 경우 정부에 그 차액을 지급



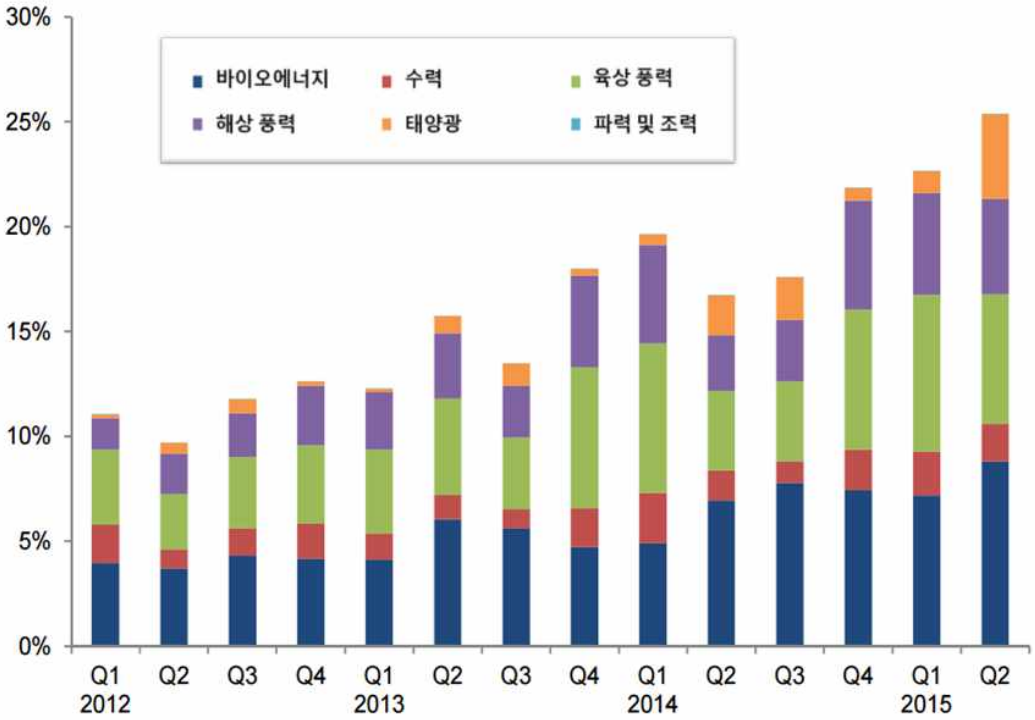
발전용량당 배출 기준 (Emission Performance Standard) 450g/kWh 적용으로 사실상 신규석탄화력발전소 배제

영국: 재생에너지 생산 전력량 2000-2014 기간에 6배 증가

Chart 3: Electricity generation by main renewable source since 2000

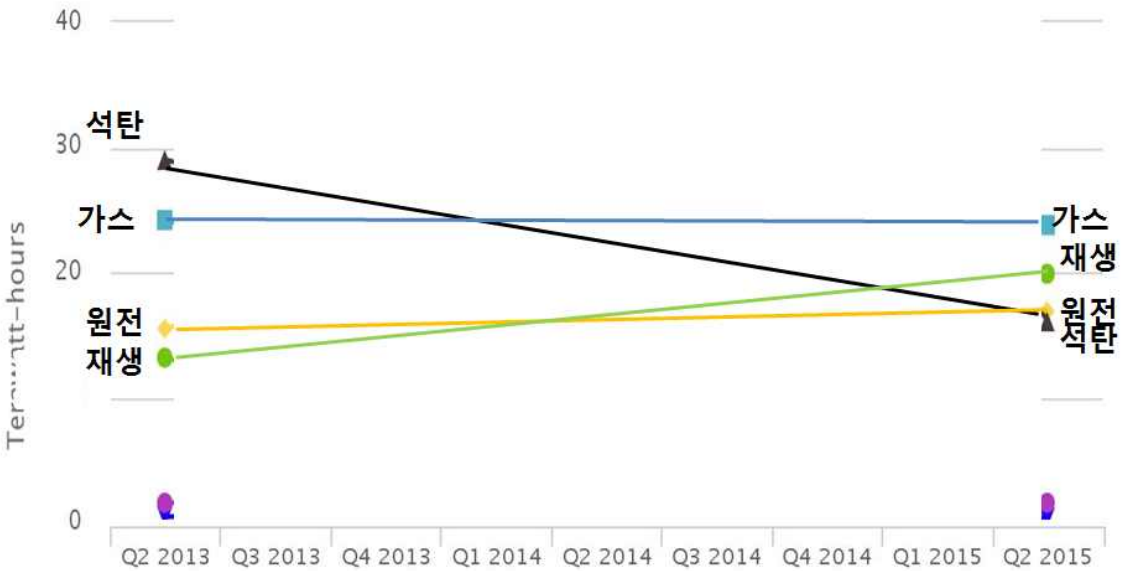


영국: 재생에너지 생산 전력량 급증 (2012: 10% → 2015: 20%)



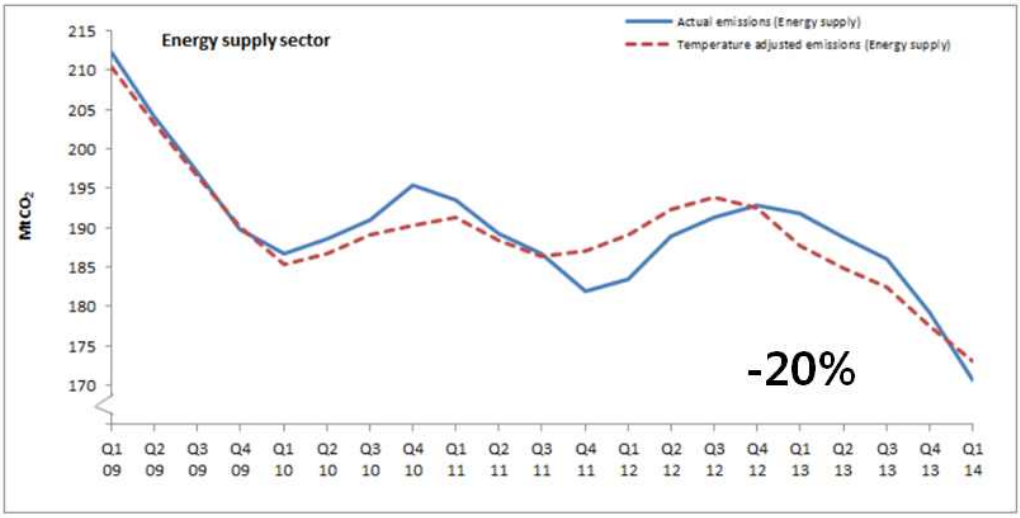
출처: 영국 기후변화 에너지부 재생에너지 통계 (2015.12.10)

영국: 재생전력이 석탄화력 제쳐

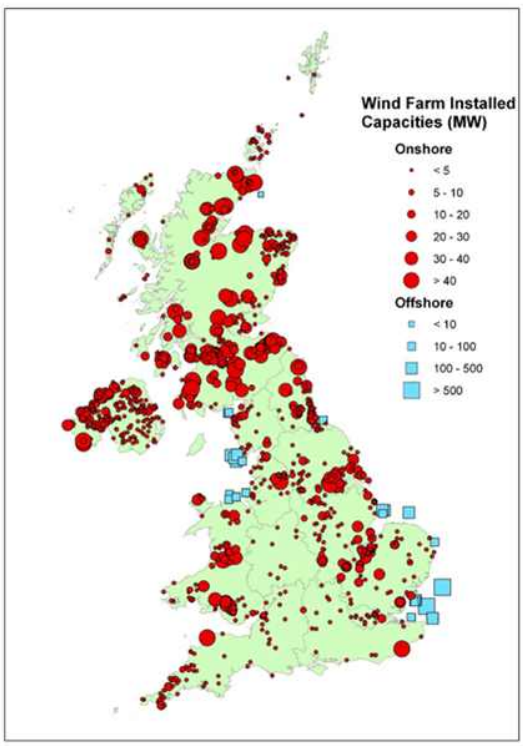


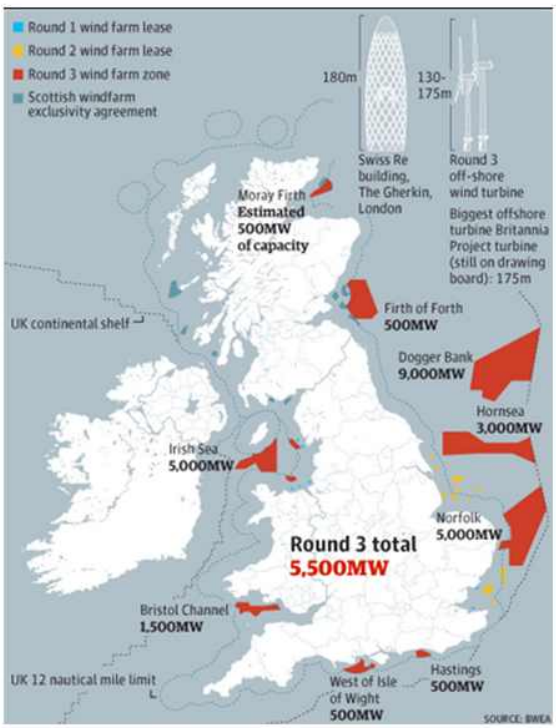
에너지 공급 부문 온실가스 배출량 지속 감소

Figure 3: Energy supply and residential emissions – actual and temperature adjusted data, expressed as Moving Annual Total; Q1 2009 – Q1 2014 ($MtCO_2$)

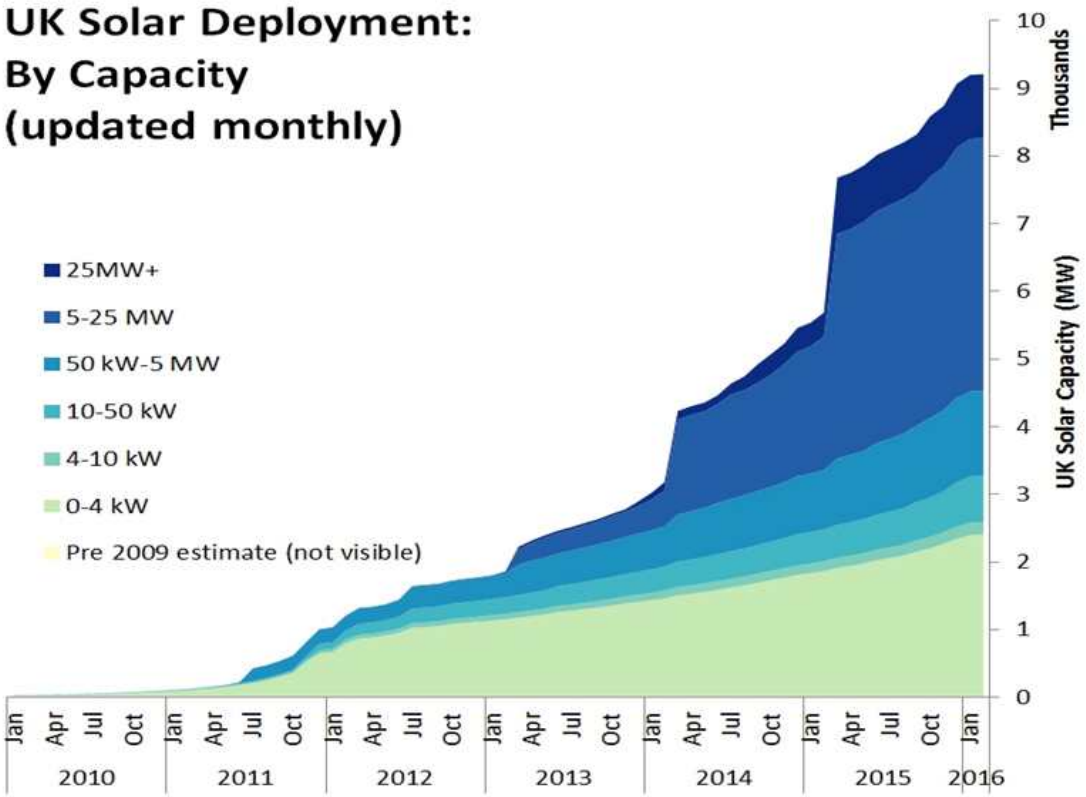


내륙 풍력 발전에서 해상 풍력으로 확대

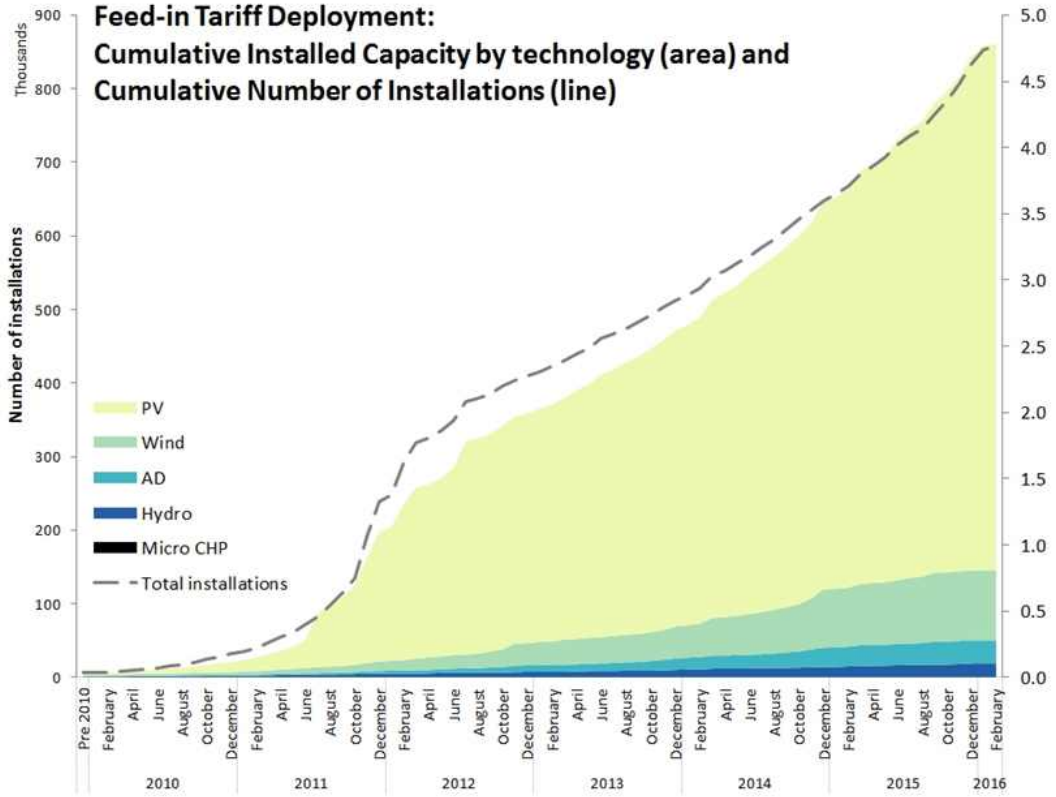




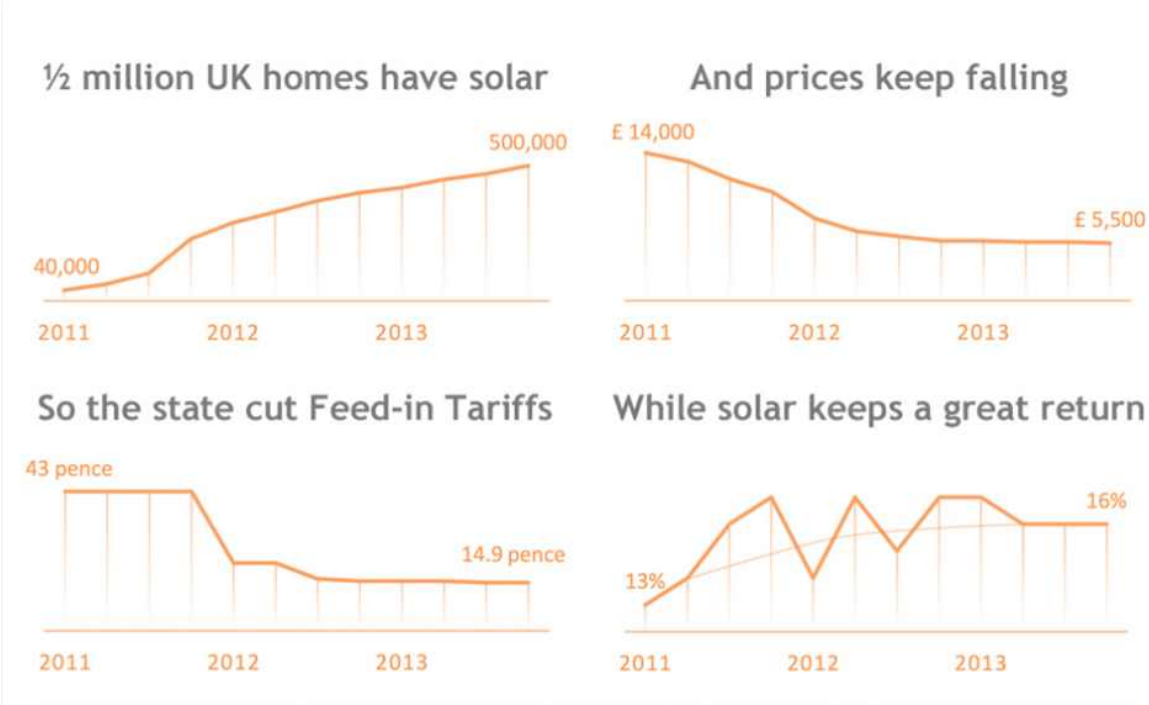
영국: 태양광 누적용량



FIT 및 설치 용량 – 주로 태양광 보급에 기여



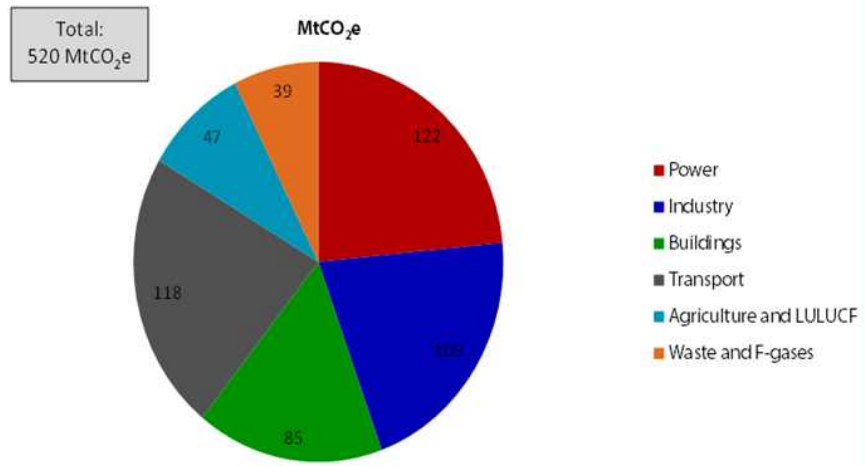
영국 태양광 2011: 4만가구 → 2014: 50만가구



4. 기타 및 미래 전망

2014년 배출량 현황

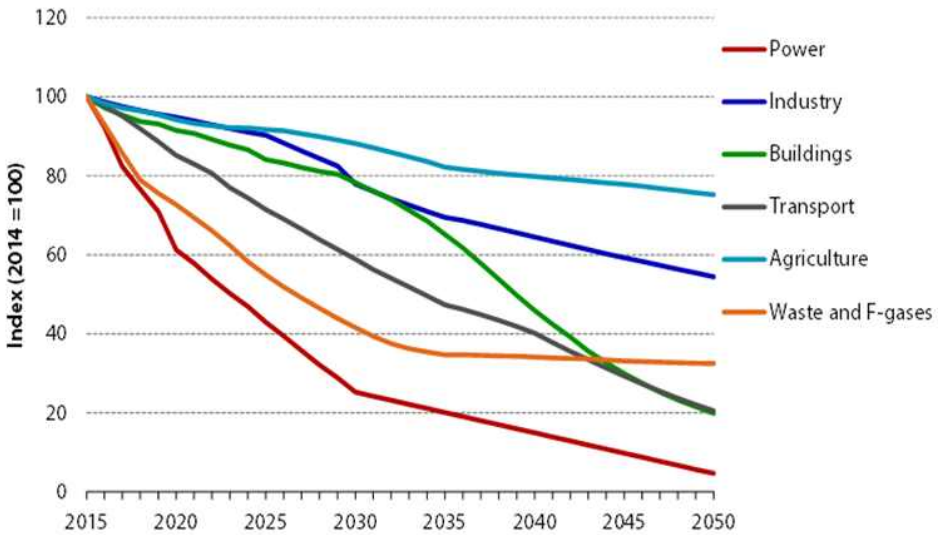
Figure 1.1: Current UK emissions of greenhouse gases (2014)



Source: DECC (2015) *Provisional UK greenhouse gas emissions national statistics;* CCC analysis

전력 **95%** 이상 감축, 수송, 건물 **80%** 감축 필요

Figure 1.14: Central scenario emissions paths to 2050



Source: CCC analysis

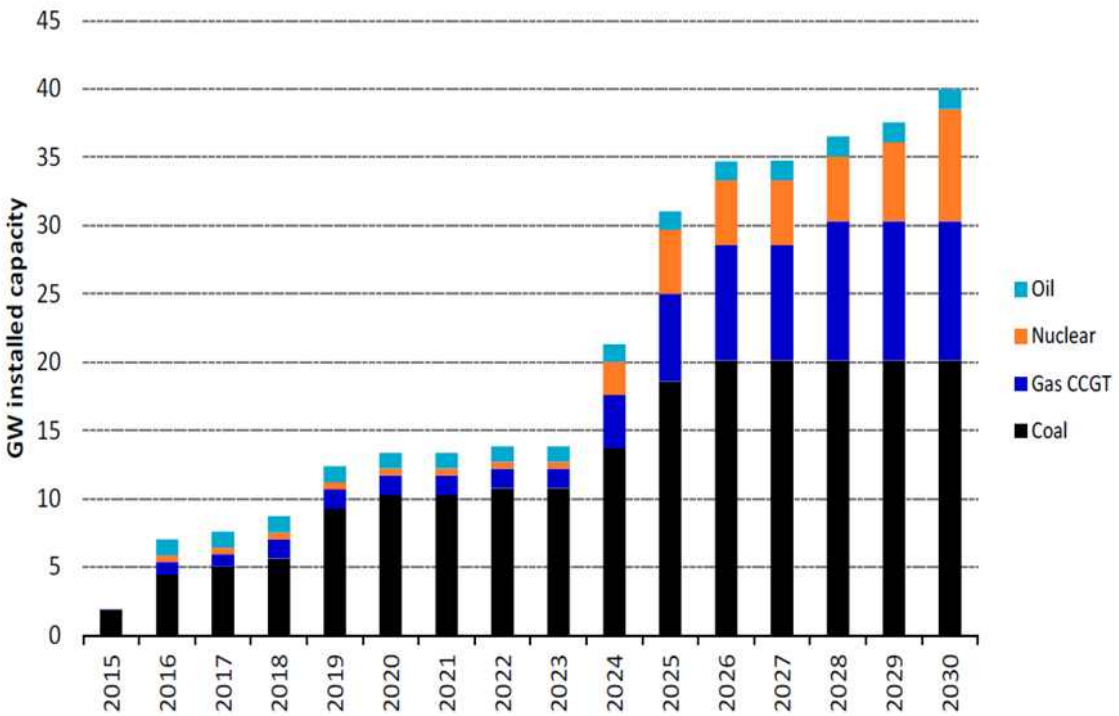
2014년 전력 현황 및 에너지원별 배출량

Table B2: Estimated lifecycle emissions of selected generation technologies

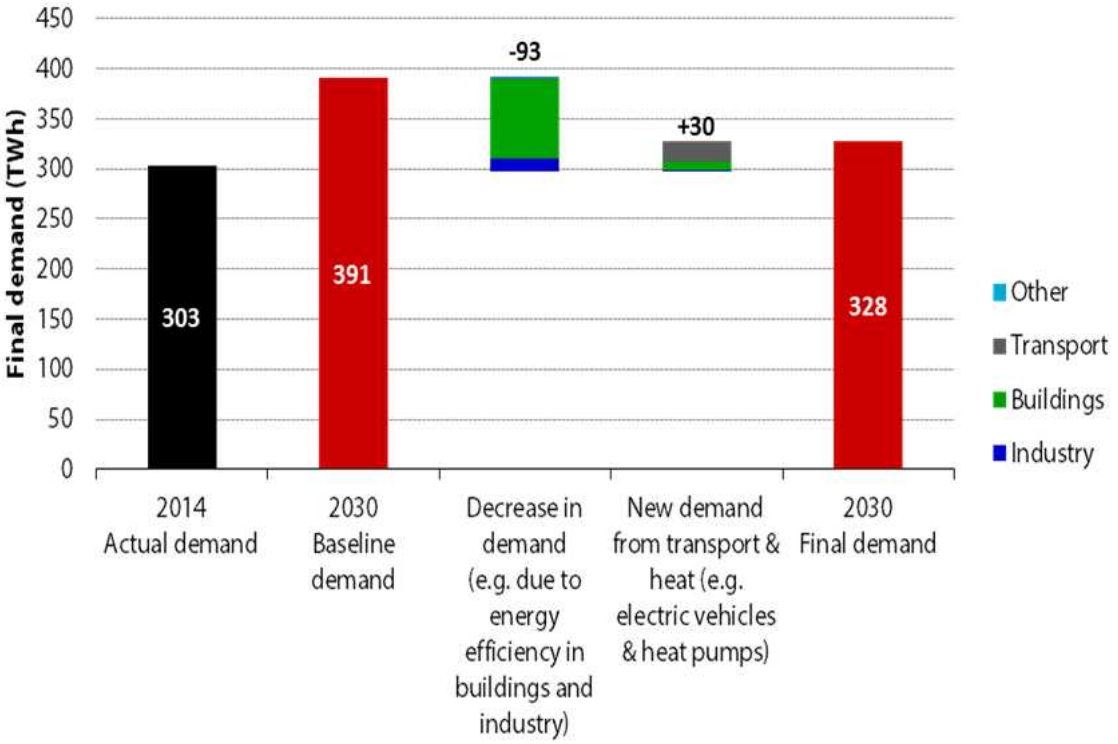
Power Sector Technology	Capacity in 2014 (GW)	Generation in 2014 (TWh)	Emissions in 2014 ($MtCO_2$)	Emissions Intensity of generation in 2014 (gCO_2/kWh)	Lifecycle emissions (gCO_2/kWh)
Coal	19.9	95	86	900	785 - 990
Gas	39.1	87	32	365	380 - 500
Other fossil	2.6	5	3	660	-
Nuclear	9.9	58	-	-	5 - 55
Onshore wind	8.5	18	-	-	7 - 20
Offshore wind	4.5	13	-	-	5 - 24
Biomass	4.5	20	-	-	-20 to +800
Solar PV	5.5	4	-	-	40 - 85
Hydro	1.7	6	-	-	2 - 13
TOTAL	**95.0**	**298**	**121**	**442**	-
Pumped storage	*2.7*	*-1.0*	-	-	-
Interconnection	*4.0*	*20.5*	-	-	-

Source: DECC (2015) *Digest of UK Energy Statistics*. Available at: www.gov.uk

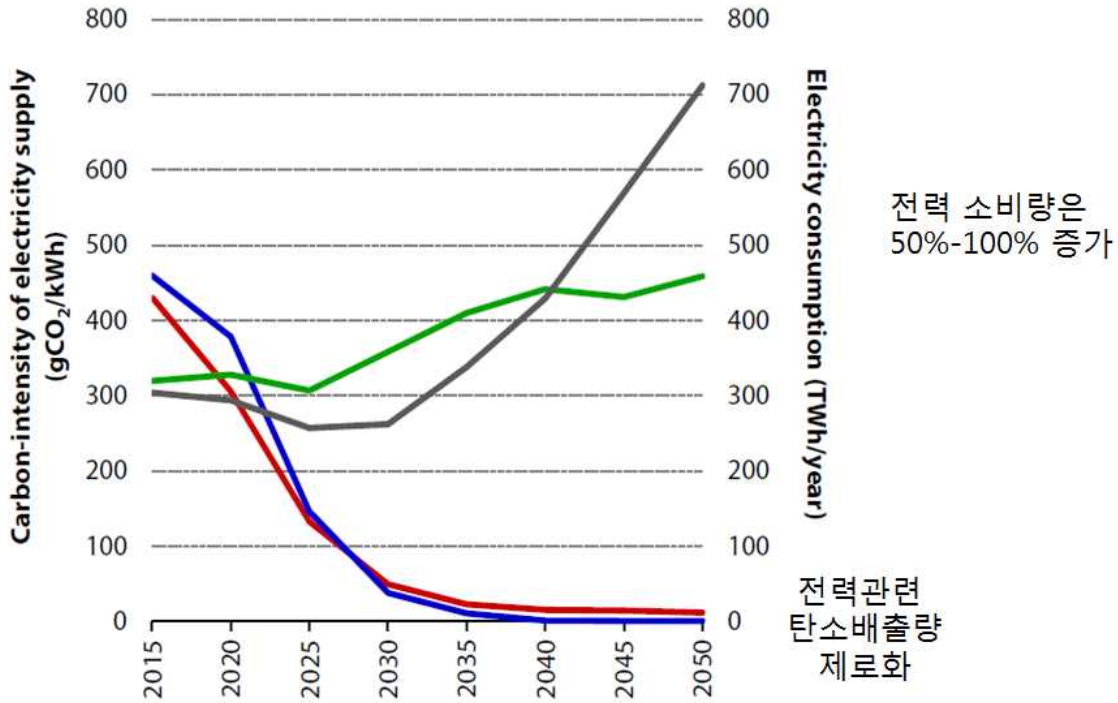
전력발전시설 폐기 예정표



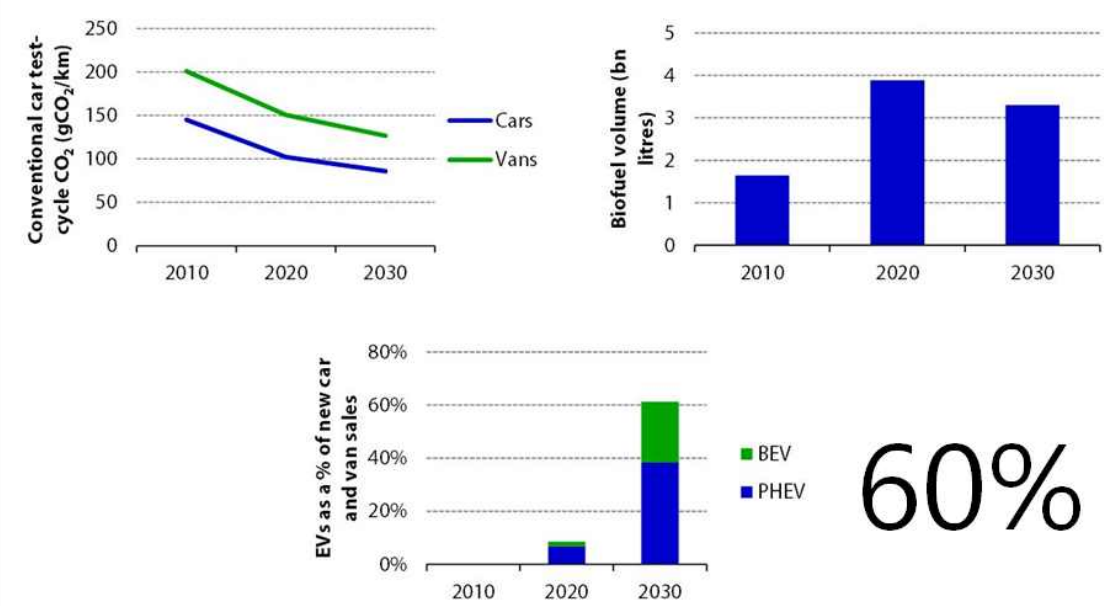
2030년 전력 사용 증감 요인 및 최종발전용량



저탄소-무탄소 전력원으로 전력 보급 확대 필요

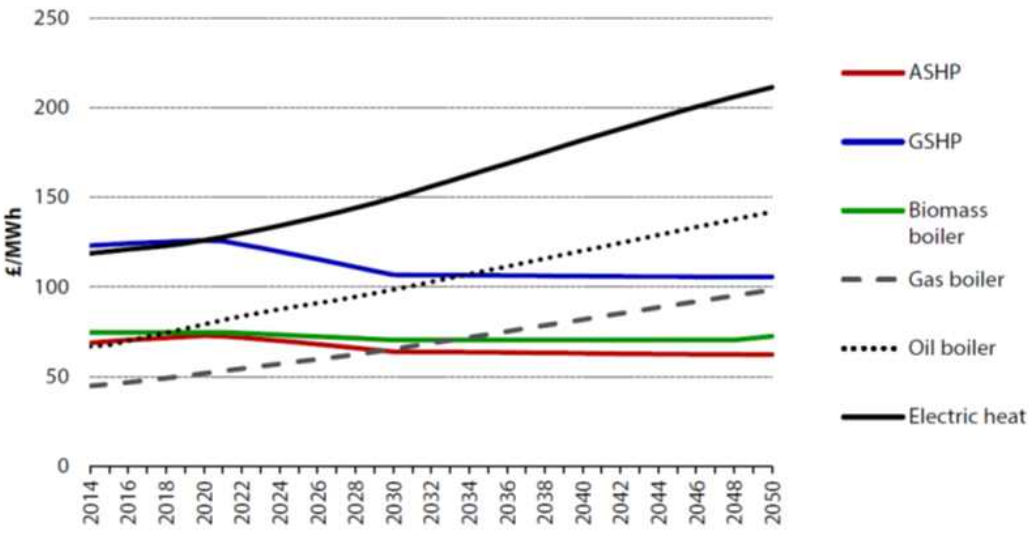


연비개선/바이오연료 한계 – 전기차 보급 확대 필수



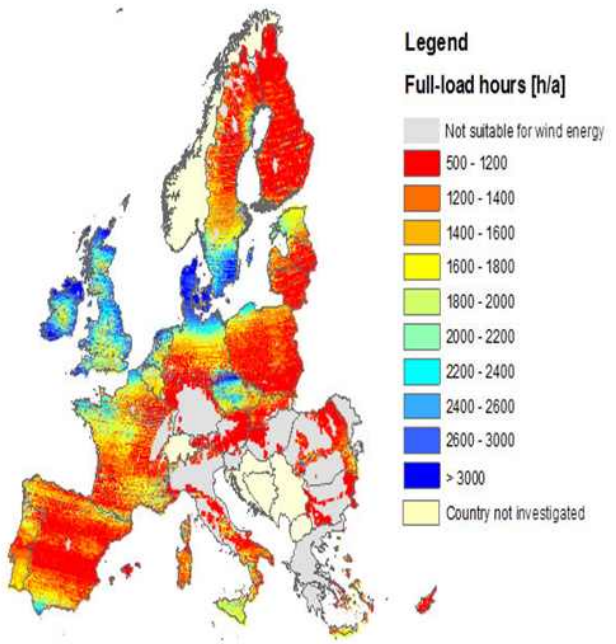
향후 난방 전기화 필요

Figure B3.2: Levelised costs of heating technologies in commercial buildings including a cost of carbon, 2014 to 2050

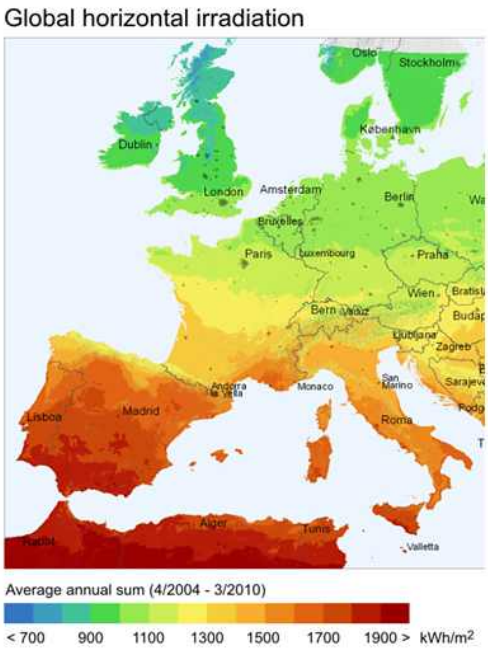


Source: CCC analysis.
Notes: 2014 prices. Levelised costs include the cost of carbon. Lower cost of capital assumptions have a more significant impact on the more capital-intense technologies (e.g. GSHPs).

영국은 풍력자원 우수, 태양광 자원 상대적으로 적어

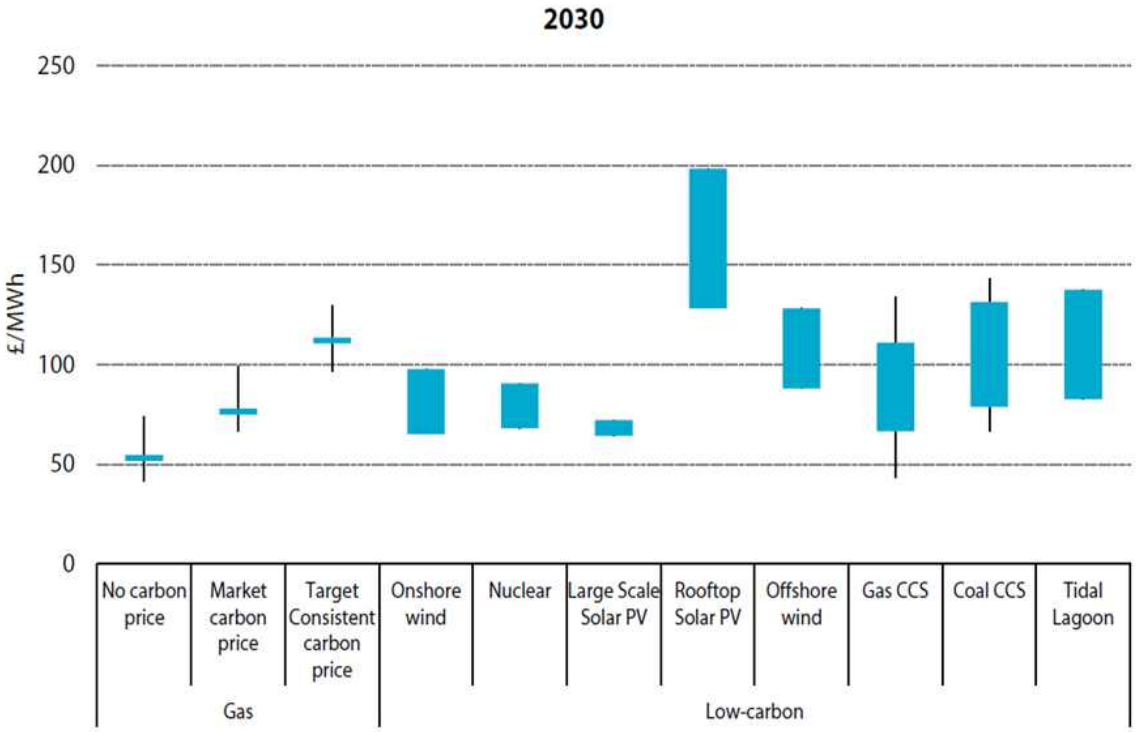


풍력자원



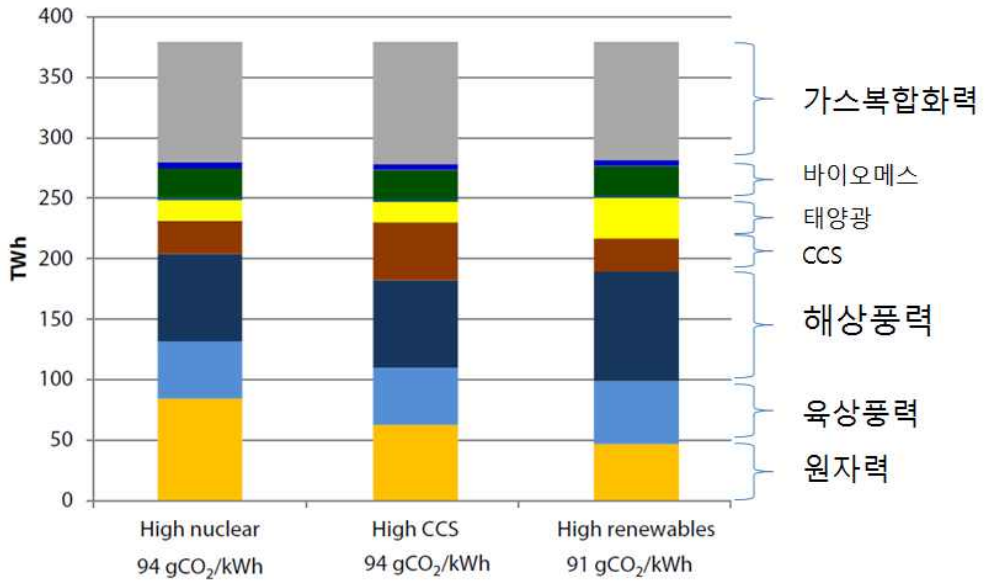
태양광 자원

탄소가격 감안 발전원별 전력가격: 2030



영국 2030 전력 믹스 시나리오

Figure 3: Power sector scenarios for 2030



Source: CCC modelling.

해상 풍력 지원 사업 육성 노력

5. 저탄소 에너지 전환과 금융영향

영국 중앙은행 마크 카니 총재
화석에너지 자원 대부분 사용 불가 → 주가 폭락 대비

Mark Carney: most fossil fuel reserves can't be burned

Bank of England governor lends his support to 'carbon bubble' theory that coal, gas and oil assets are at risk, reports BusinessGreen

Bank of England governor Mark Carney: 'vast majority of reserves are unburnable' Photograph: Lynne Cameron/PA

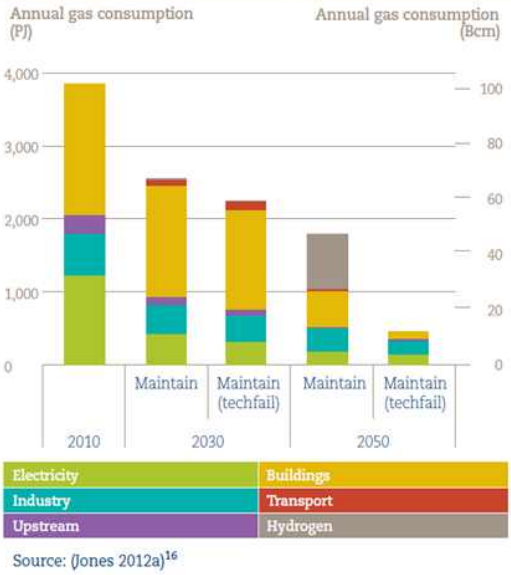
블룸버그 - 전세계 기업 온실가스 감축 성적 공개 추진

Mark Carney unveils climate change taskforce

Taskforce will provide 'one-stop shop' of information to provide markets with knowledge they need to make long-term investment decisions

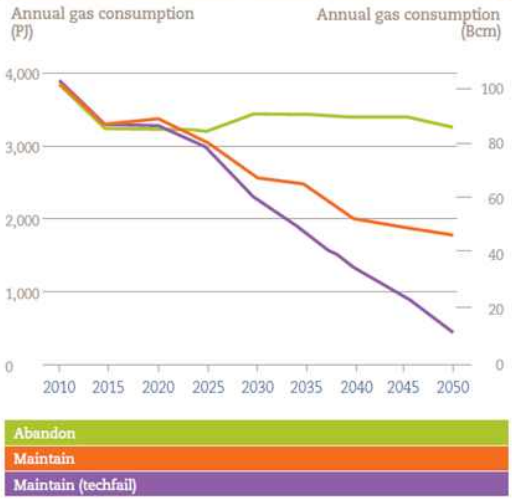
80% 온실가스 감축시 2050 천연가스 사용량 90% 감소 가능

Figure E1: Sector gas use in UKTM scenarios that meet the UK's 2050 carbon targets

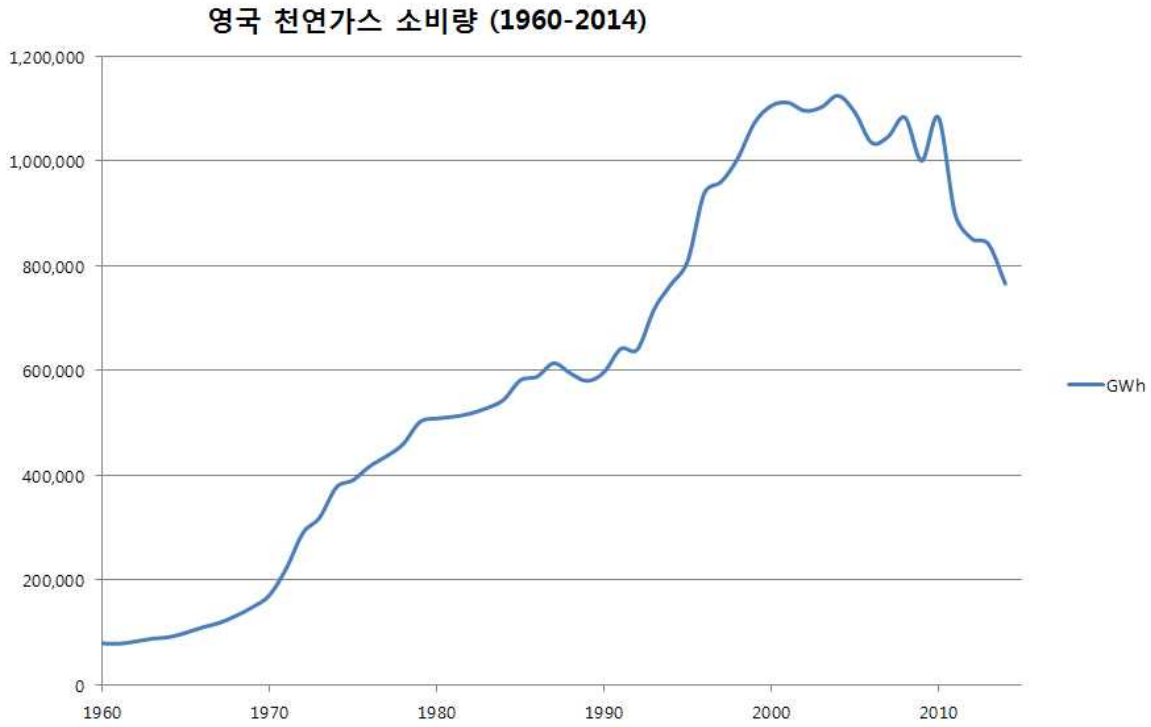


Source: (Jones 2012a)[16]

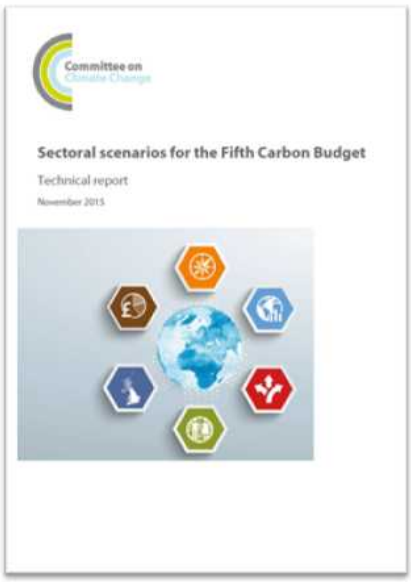
Figure E2: Gas consumption over time in Abandon, Maintain, and Maintain (techfail)



재생에너지 보급 늘어나 가스 사용량은 이미 감소세



참고문헌 및 연락처



영국 기후변화 위원회
5차 탄소 예산
섹터별 세부 보고서

- 다양한 최신자료와 분석이 담겨 있음
- 다만 한국은 풍력자원보다 태양광 자원이 풍부하다는 감안해서 참고해야 함

02-3210-5645
Jiseok.kim@fco.gov.uk
김지석 (에너지혁신담당관, 주한영국대사관)

발표자료

한국의 신재생에너지 정책 동향

- 김성복 팀장

(한국에너지공단 신재생에너지정책실)

목차 Contents

Ⅰ 글로벌 동향
Ⅱ 국내 신재생에너지 동향
Ⅲ 정부 정책방향
Ⅳ 주요 추진정책

Ⅰ 글로벌 동향

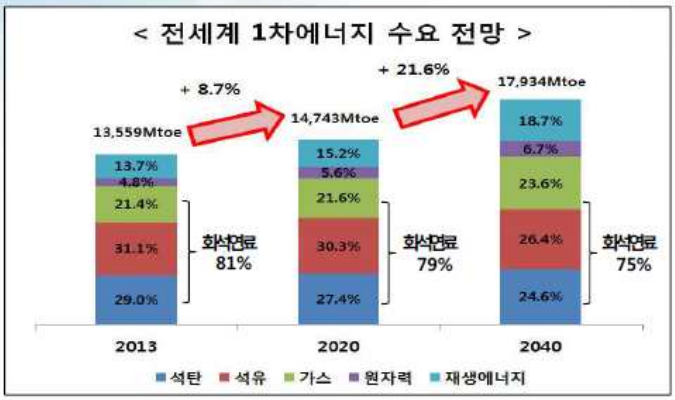
1

세계 에너지·온실가스 현황 및 전망(IEA)

- 전세계 1차 에너지 수요는 '40년까지 연평균 1%씩 증가하여 총 32% 증가될 전망
  - 화석연료는 2040년 75%로 여전히 절대적 비중을 차지할 전망 ('13년 81% → '40년 75%)

※ 非OECD국가가 세계 에너지 수요의 약 70%를 차지할 전망 ('13년 60% → '40년 70%)

< 전세계 1차에너지 수요 전망 >



(단위 : Mtoe, %)

구 분	2013	2020	2040	'13 → '40 증가율
재생에너지	1,864	2,240	3,345	179.5
원 자 력	646	831	1,201	185.9
가 스	2,901	3,178	4,239	146.1
석 유	4,219	4,461	4,735	112.2
석 탄	3,929	4,033	4,414	112.3
총 계	13,559	14,743	17,934	132.3

- 에너지연소에 의한 CO_2 배출량은 '40년까지 약 16% 증가될 전망

* 에너지 관련 CO_2 배출량 : ('13) 31.6Gt → ('20) 33.1Gt → ('40) 36.7Gt

2

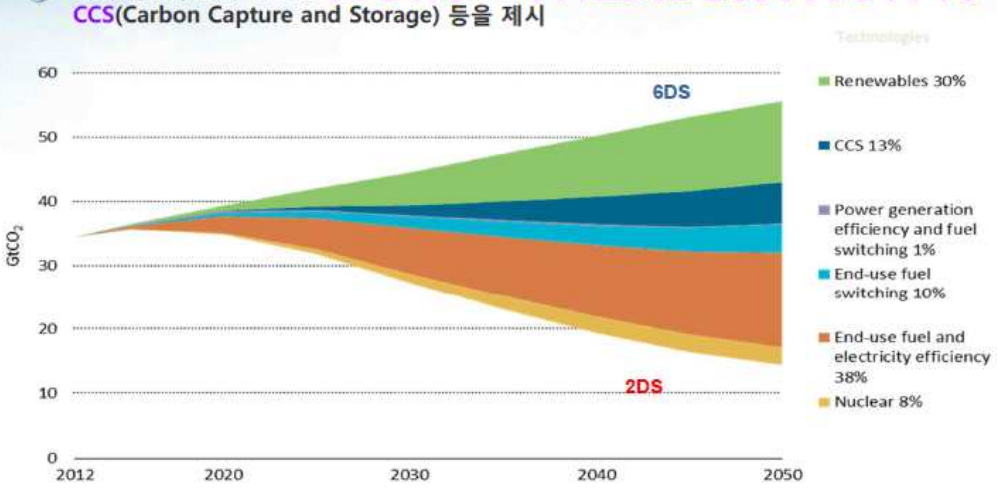
글로벌 온실가스 감축 시나리오 및 감축수단

- **전 세계 대기중 CO2농도는 금세기말까지 1,000ppM으로 상승할 전망** (평균온도 6℃상승)

  * CO2농도(현재 추세 유지시) : (산업혁명 이전) 280ppM → (현재) 380ppM → (2100년) 1,000ppM

- **CO2농도를 450ppM(평균온도 2℃상승)에서 안정화하기 위한 정책 시나리오 발표**('09, IEA)

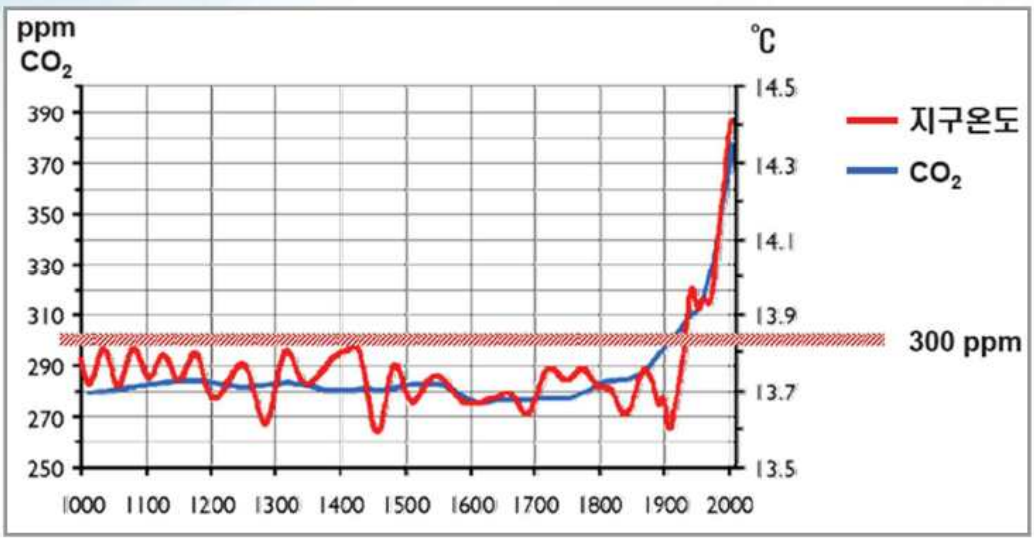
  - 시나리오 추진시 필요한 주요 감축수단으로 에너지 효율개선, 신재생에너지, 원자력 확대, CCS(Carbon Capture and Storage) 등을 제시



에너지 기후변화 시대의 도래 (1)

지구 온도의 상승 : 화석연료에서 배출된 CO_2가 주범

- 지난 100년간 화석연료의 사용으로 인해 지구 평균기온 0.74℃ 상승
- 현재 상황이 지속되면 금세기 말에 최대 6.4℃ 상승, 해수면 59㎝ 상승

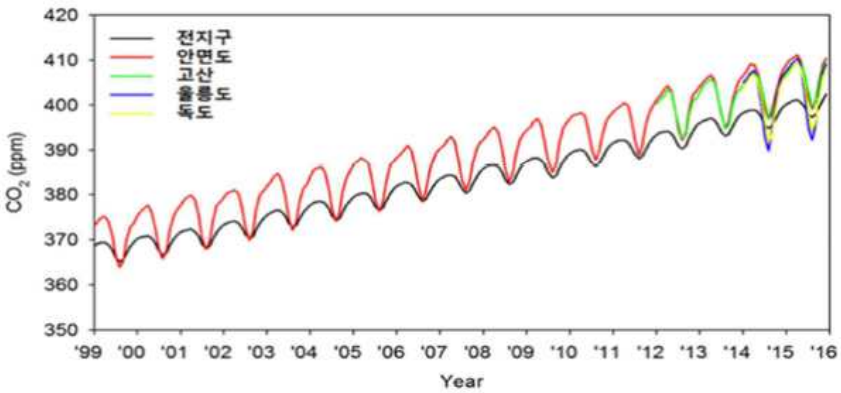


에너지 기후변화 시대의 도래 (1-참고)

한국 CO2 농도, 세계 평균보다 빠르게 증가

- 최근 10년간 CO_2 농도 연평균 증가량 : 세계 2.1ppm/yr, **한국 2.3ppm/yr**
- CO_2 연평균 농도 : 세계 400.0ppm('15 : WMO), **한국 400.2ppm('12)**

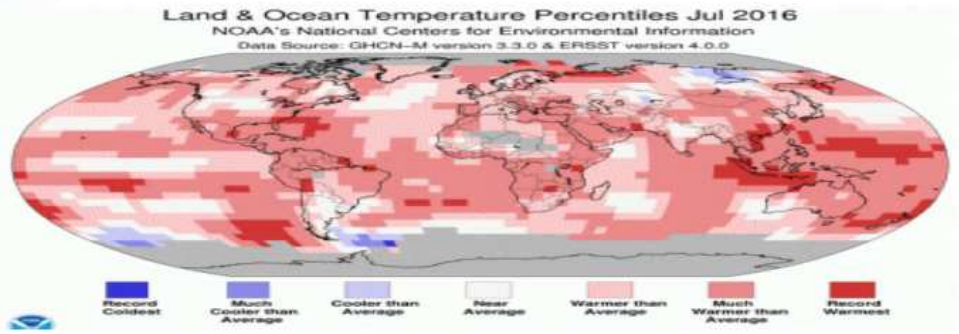
이산화탄소 농도 변화 경향



에너지 기후변화 시대의 도래 (2)

137년만에 가장 더운 6월

20세기 6월 평균기온인 15.5도보다 0.9도 높은 16.4도로 이는 NOAA가 세계 평균기온을 관측하기 시작한 1880년 이후 137년 동안의 6월 기온 중 가장 높으며, 월별 기온은 14개월 연속 최고 기온을 돌파



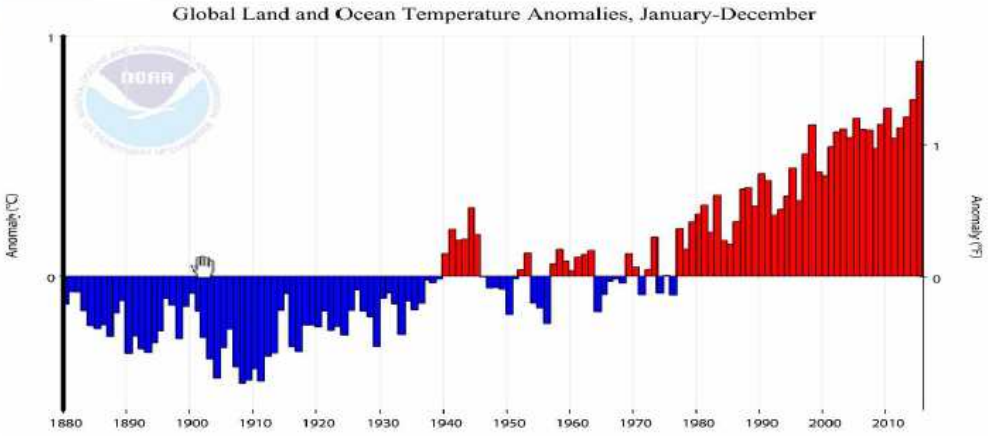
< 2016년 6월 세계 기온 지도 , NOAA>

20세기 평균보다 온도가 붉은색이 진해질수록 높은 곳이며, 파란색이 진해질수록 낮은 곳

에너지 기후변화 시대의 도래 (3)

지구 연평균 지표 및 해수 온도 변화

지구의 연평균 지표 및 해수 온도는 '15년 평균 0.9도(섭씨)를 기록하였으며,
지구온난화 등으로 인해 매년 연평균 온도를 지속적으로 갱신하고 있는 추세

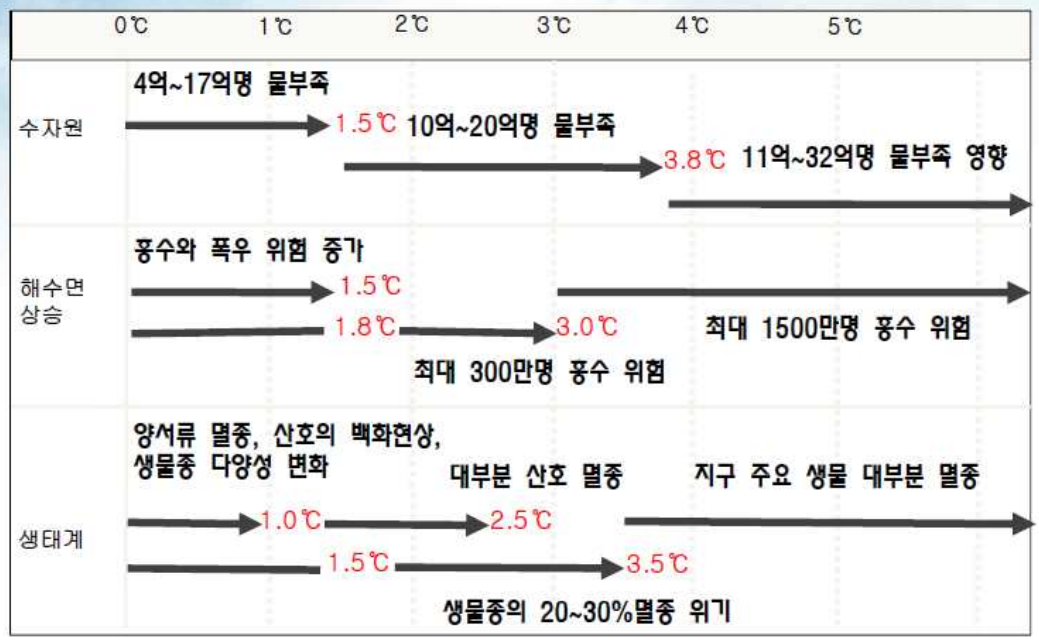


< 미국해양대기청(NOAA) >

6

에너지 기후변화 시대의 도래 (4)

2020년대 1 ℃ 상승, 2050년대 2~3 ℃ 상승, 2080년대 3 ℃ 이상 상승



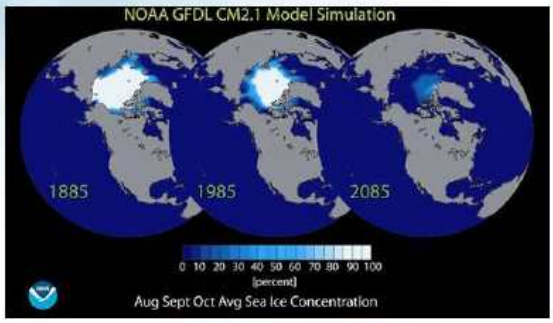
<자료 : IPCC>

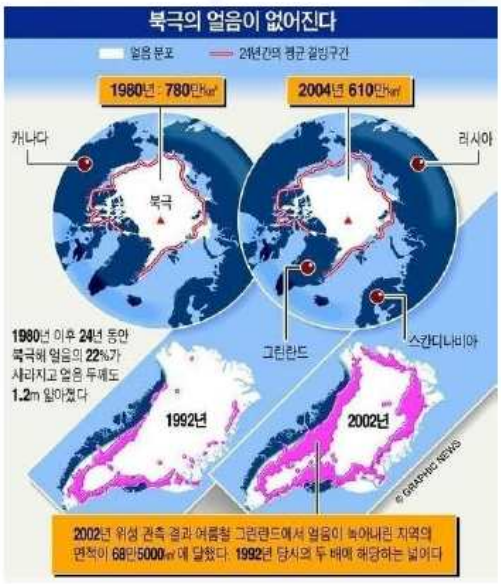
7

에너지 기후변화 시대의 도래 (5)

지구 온난화로 인한 변화

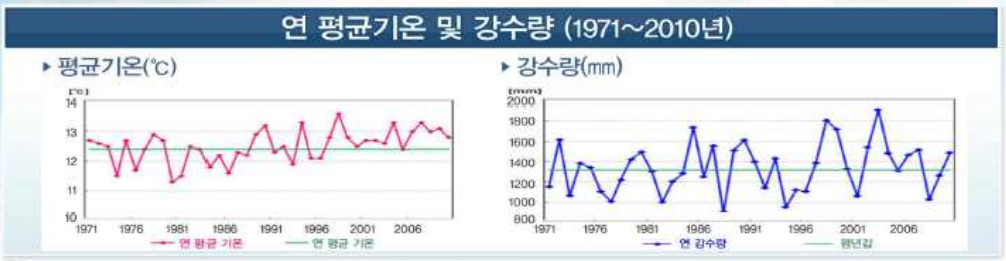
사라지고 있는 북극 빙하





에너지 기후변화 시대의 도래 (6)

한반도 기후변화 현황 및 전망



에너지 기후변화 시대의 도래 (7)

기후변화로 인한 자연재해

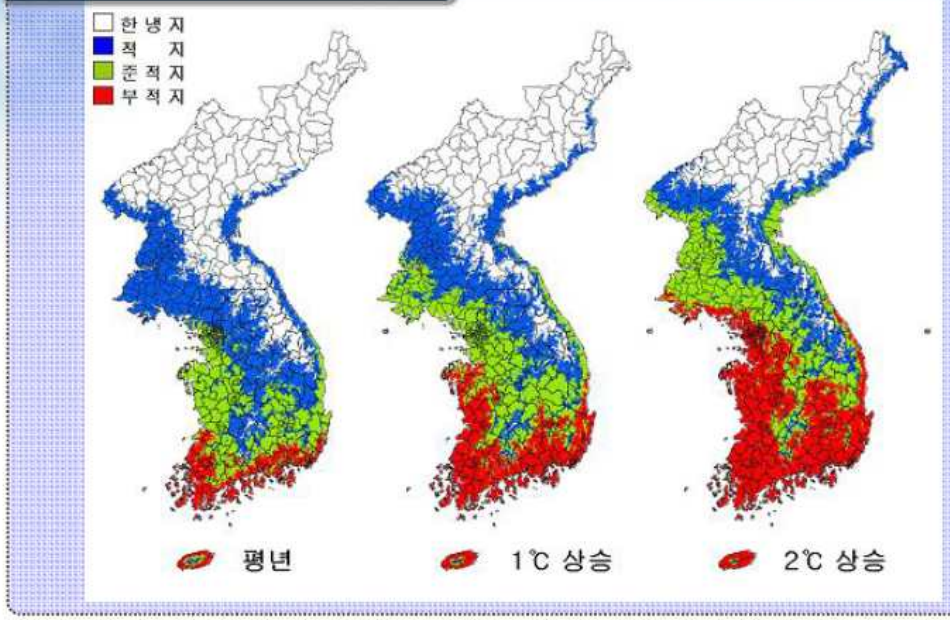
우면산 산사태

광화문 물난리

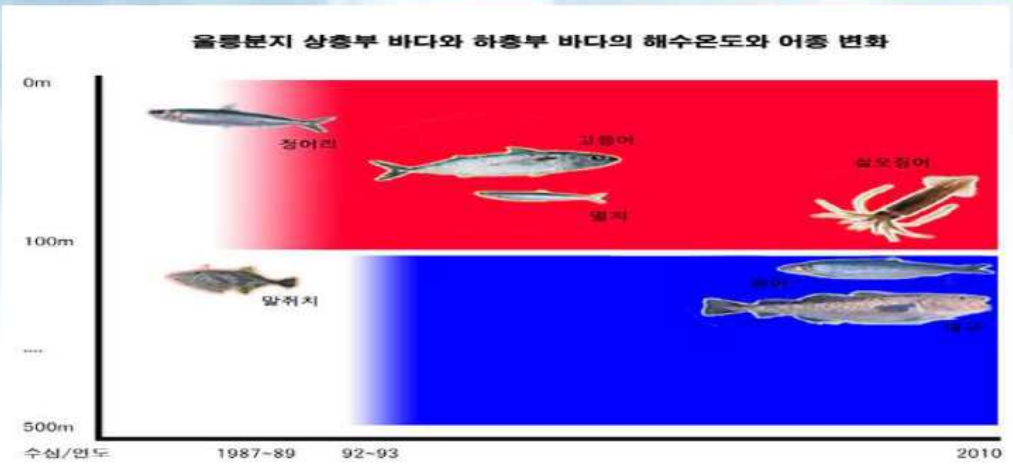
영동지방 잦은 폭설

에너지 기후변화 시대의 도래 (8)

사과 재배 지역의 북상



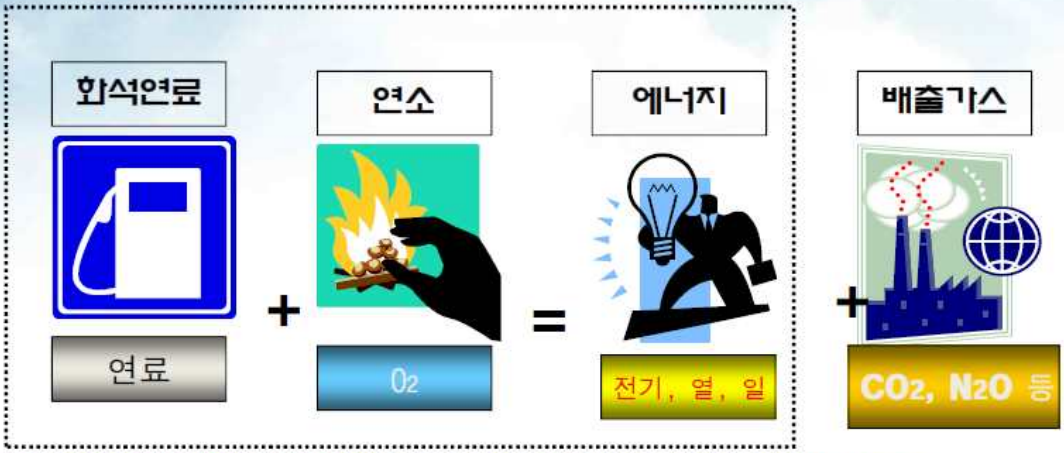
에너지 기후변화 시대의 도래 (9)



- **상층부 온도**는 1987~1989년 수심 75m 기준으로 **13~15℃에서 17~18℃까지 상승**. 그 결과 동해안의 대표적 어종이던 정어리는 멸종에 가까울 정도. **16~22℃ 분포에서 살아가는 멸치와 고등어, 살오징어가 많아졌음**. 살오징어는 전체 어획량의 40~60% 차지.
- 북쪽으로부터 차가운 물이 유입되는 **하층부 온도**는 상층부보다 3~5년 늦은 1992~1993년 수심 200m 기준 **5℃에서 1~2℃ 수준까지 하락**하였고 밀도도 0.02% 가량 증가. 그 결과 우점종이 12℃ 안팎에서 서식하는 말쥐치에서 2~10℃에서 사는 **청어와 대구** 로 바뀜.

12

화석연료와 온실가스 (참고-1)

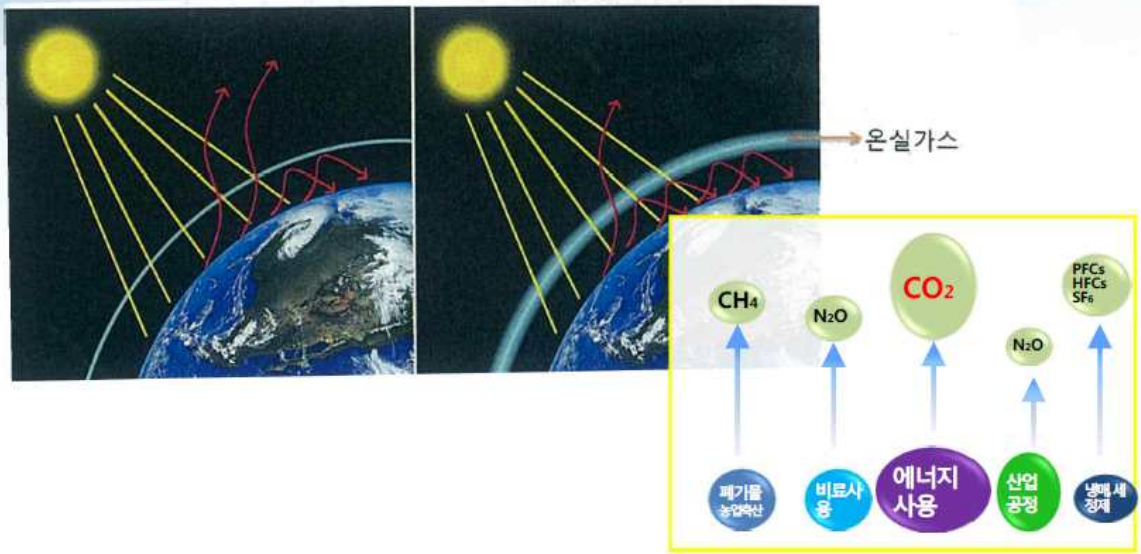


〈온실가스〉 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF_6)

13

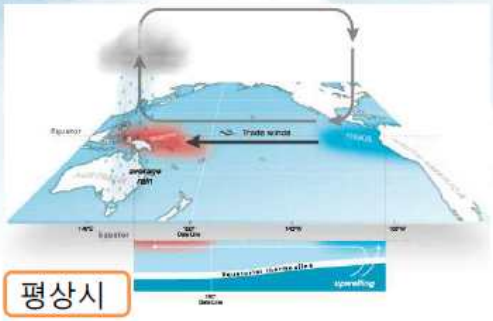
온실효과의 메커니즘 (참고-2)

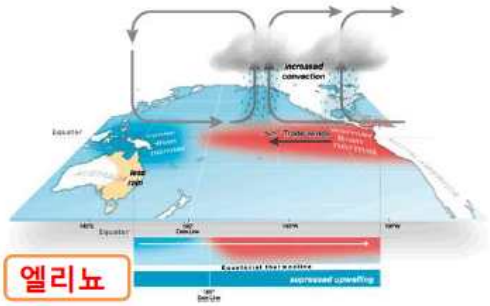
태양의 열이 지구로 들어와서 나가지 못하고 순환되는 현상이며, 대기권을 구성하는 기체들이 적외선 영역의 복사에너지를 흡수/반사함. 대표적인 온실가스는 CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs, SF_6, 수증기, 오존 등

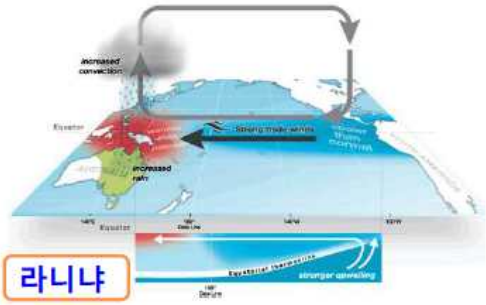


14

엘리뇨와 라니냐(El Nino & La Nina) (참고-3)



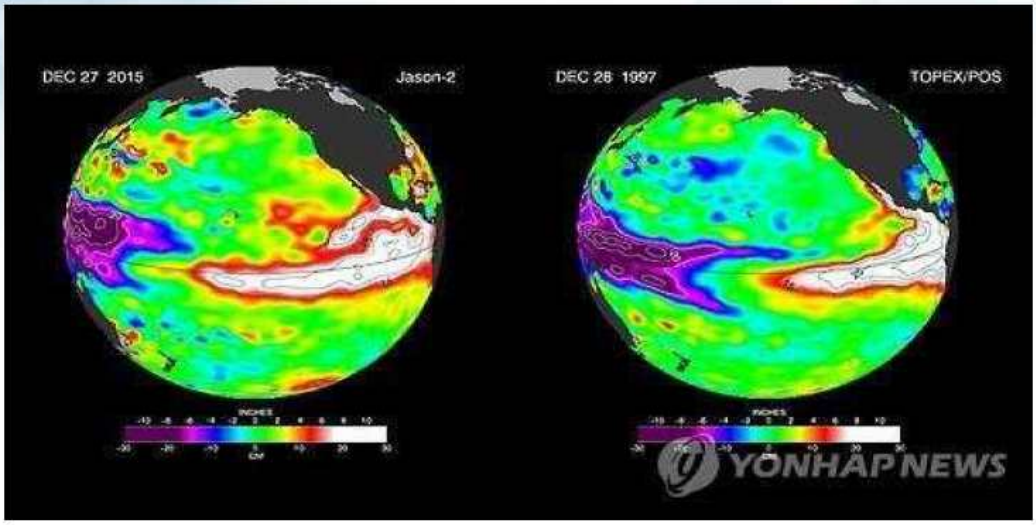




15

슈퍼 엘리뇨 (참고-4)

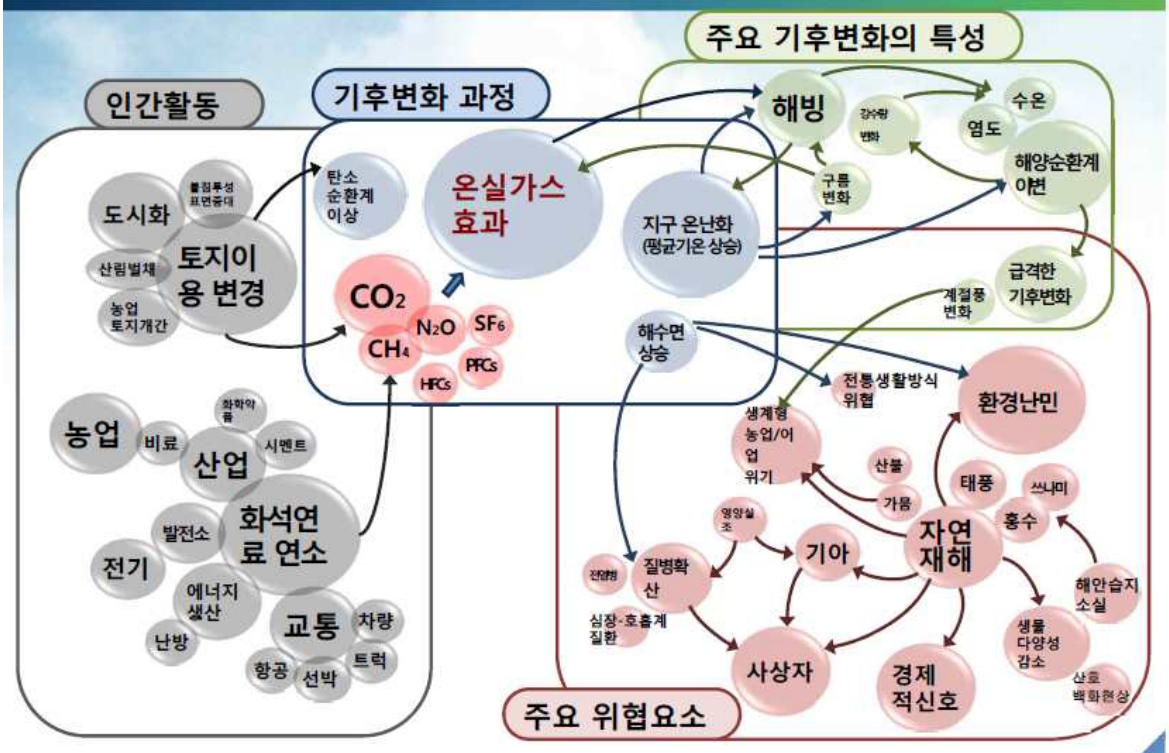
적도 부근 동태평양의 해수면 온도 상승(0.5℃) 현상 : 2.5℃이상 높아지면 슈퍼 엘니뇨



< 1997년 엘니뇨로 인한 북아메리카 폭우 발생 당시와 2015년 12월의 모습(NASA) >

16

기후변화와 지구온난화 현상 (참고-5)

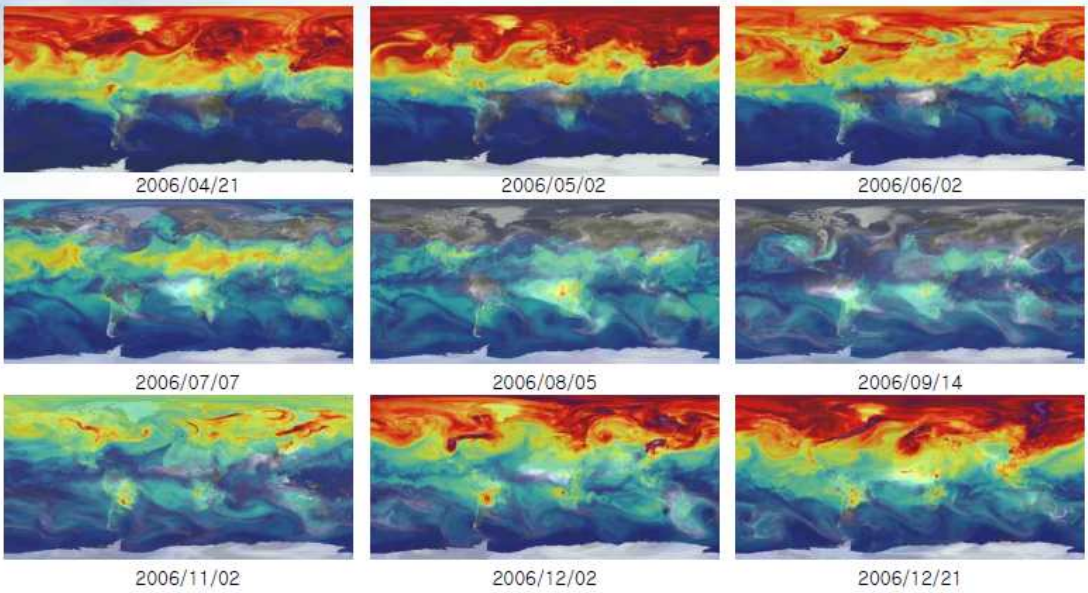


17

CO_2 배출 (참고-6)

- 겨울에는 **북반구 대륙 전체가 CO_2에 가려져** 있지만 **봄이 되면 광합성을 하는 식물에 흡수되면서 농도가 줄어듦**
- 남반구 역시 주기적으로 농도가 변하게 됨

NASA 에서 CO_2 농도를 슈퍼컴퓨터 GEOS-5로 분석한 자료

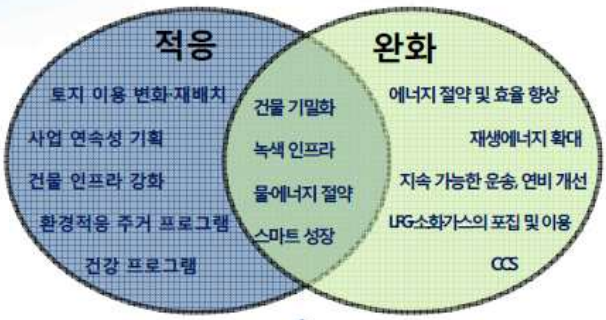


기후변화 대응 방법 (참고-7)

-2013년 **IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)**의 제5차 평가보고서 정책결정자를 위한 요약보고서-
"기후시스템의 온난화는 명백하며, 1950년 이후 관측된 많은 변화들은 지난 수십년에서 수천 년간 전례가 없었다. **대기와 해양은 따뜻해지고 눈과 빙하의 양은 줄어들고 해수면은 상승하였으며 온실가스의 농도는 증가**하였다."

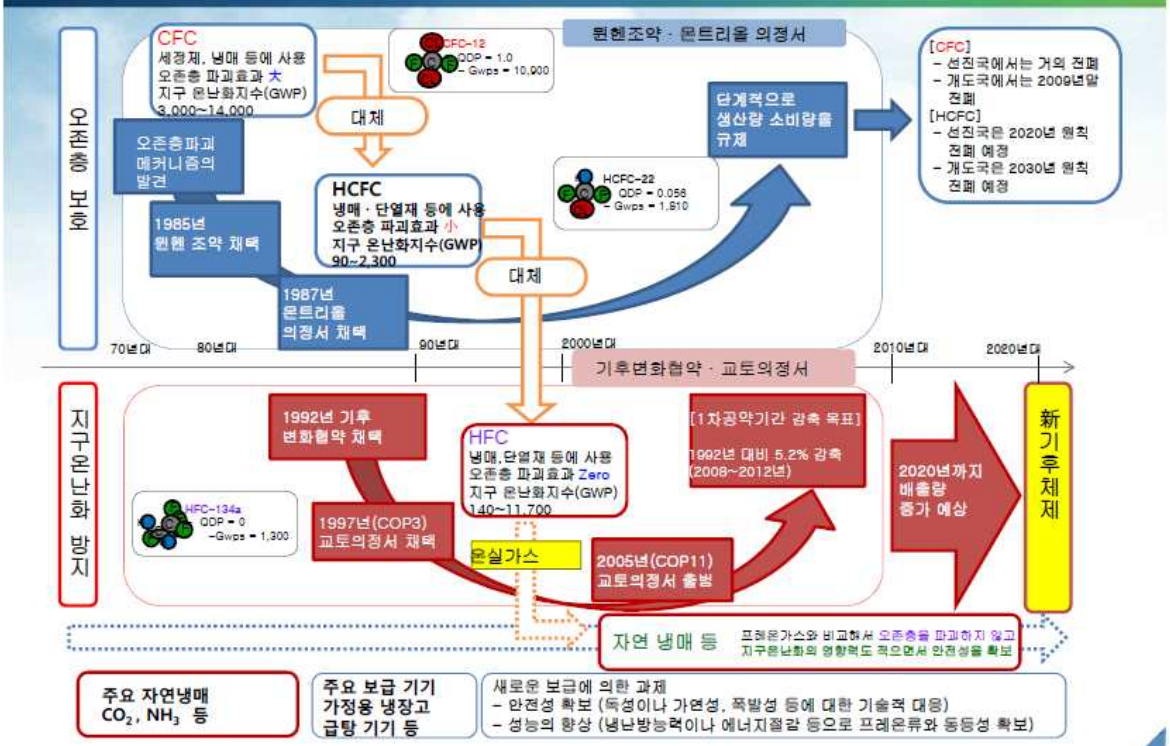
CCA – Climate Change Adaptation
자연적인위적으로 시스템을 조정해서 실제 예상되는 기후변화에 따른 **위험을 경감**시키거나 기후변화를 **기회로 이용**하는 것
예 : 방재시설, 아열대 작물 재배를 통한 신산업 창출 등

CCM – Climate Change Mitigation
온실가스의 감축을 통한 **기후변화를 야기하는 원인을 제거**
예 : 배출가스 감소 저탄소 정책 등

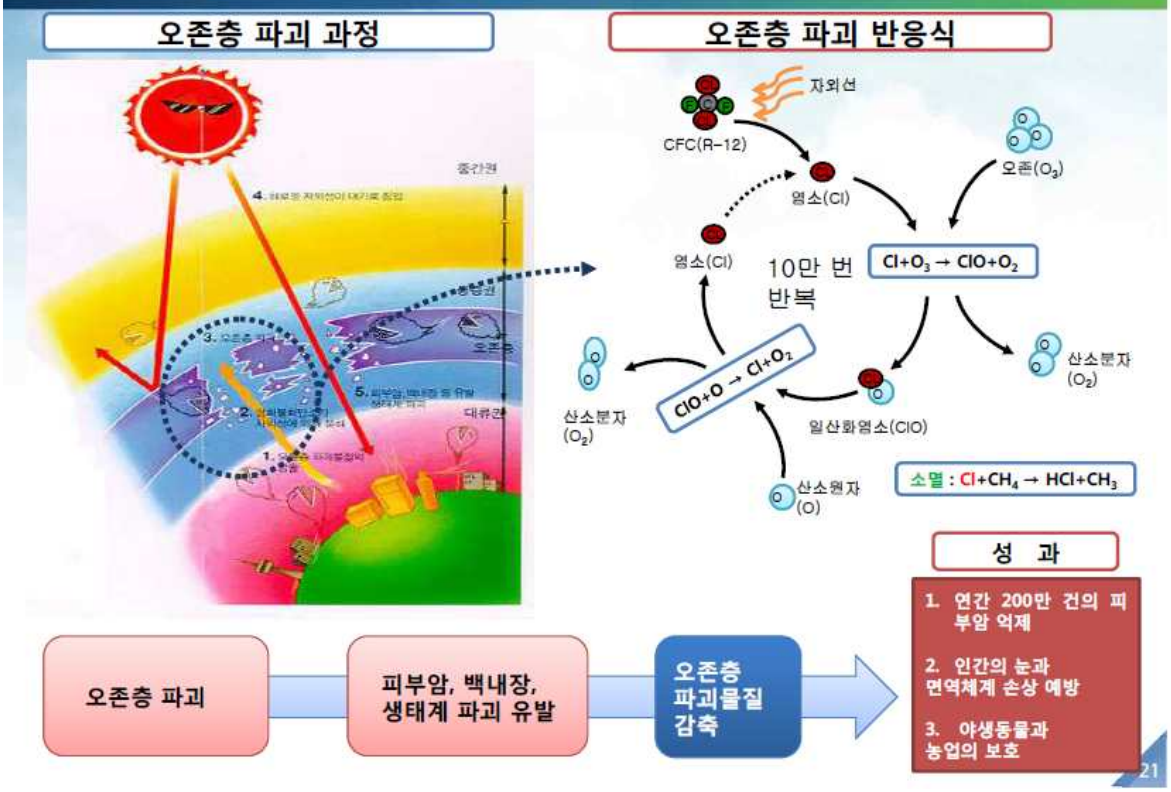


기후변화와 지속가능한 발전
- 미래세대의 필요를 충족시킬 수 있는 능력을 훼손하지 않는 범위에서 현재세대의 필요를 충족시키는 개발을 의미
- 자연자원과 생태계의 **자정능력의 한계를 인정**하면서 그 한계 안에서 인류의 기본적인 필요를 충족시키는 발전
- 환경파괴와 사회갈등을 일으키는 경제발전이 아니라 경제발전과 사회통합, 환경보전을 함께 이루어가는 미래지향적 발전

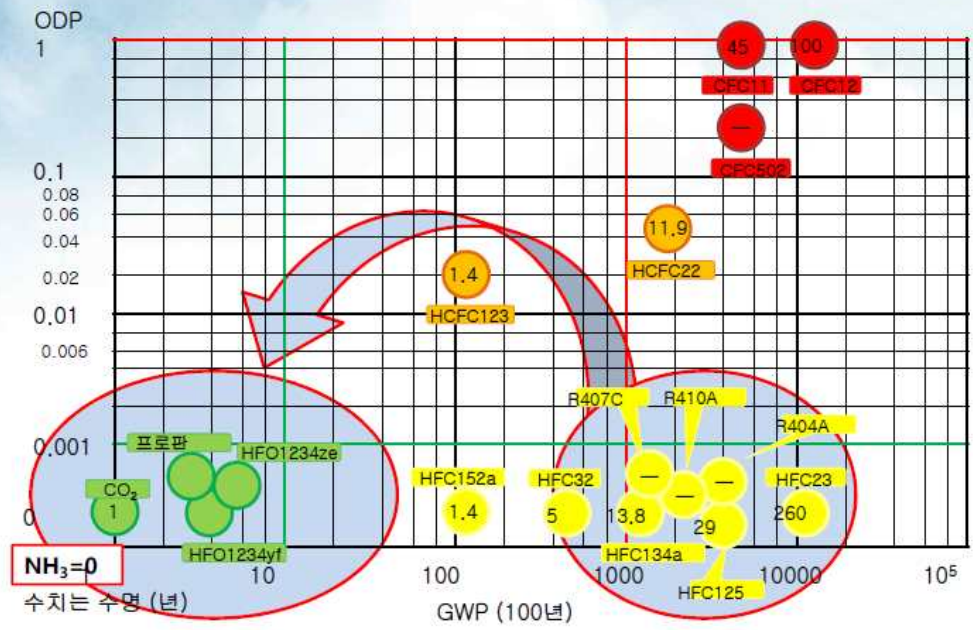
자연냉매로의 전환 정책 (참고-8)



차세대 냉매의 ODP와 GWP (참고-9)



차세대 냉매의 ODP와 GWP (참고-10)



* ODP : Ozone Depletion Potential, GWP : Global Warming Potential

오존층 회복의 불편한 진실 (참고-11)

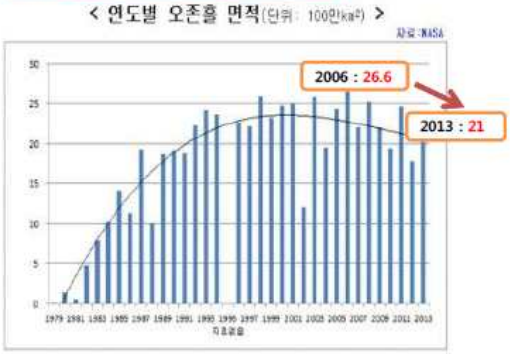
2050년에 1980년 수준의 오존층으로 회복 기대감(?)

지구의 오존층 변화

1979년 1989년 2006년 2010년

오존층 면적과 오존 최소량

< 연도별 오존홀 면적(단위: 100만km²) >

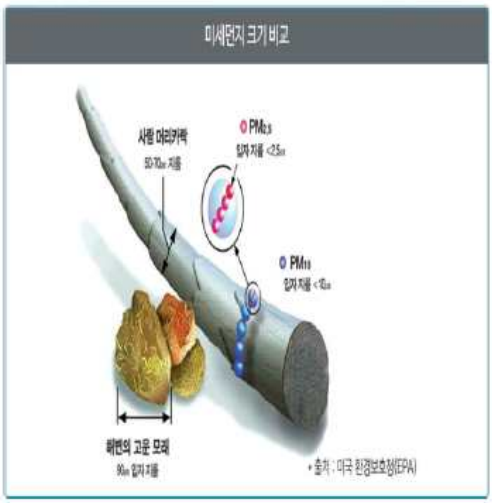


< 연도별 오존 최소량(단위: 돕슨) >

- 돕슨 : 0℃, 1기압의 표준 대기상태에서 특정지역의 대기 중에 있는 오존을 모두 지표상으로 모았을 때 1mm의 두께로 쌓이는 오존량을 100돕슨(DU)으로 정의

미세먼지 (참고-12)

- 자연적(흙먼지, 식물의 꽃가루 등)과 인위적 발생원(보일러나 발전시설 등에서 석탄 · 석유 등 화석연료를 태울 때 생기는 매연, 자동차 배기가스, 건설현장 날림먼지, 소각장 연기 등)
  - 제조업의 **연소공정에서 가장 많이** 배출되며, **그 다음으로 자동차** 등 이동오염원에서 많이 배출
- 굴뚝 등 발생원에서 나오는 고체 상태의 미세먼지(1차적 발생)와 발생원에서 가스상태인 물질이 공기 중의 다른 물질과 화학반응을 일으켜 생긴 미세먼지(2차적 발생 : **수도권 미세먼지의 2/3 비중**)
- 지름이 10㎛보다 작은 미세먼지(PM_{10})이 사람의 머리카락 지름(50~70㎛)보다 약 1/5~1/7정도, 지름이 2.5㎛보다 작은 미세먼지($PM_{2.5}$) 는 머리카락 지름의 약 1/20~1/30에 불과



新기후변화체제 등장 (1)

배 경

❖ 2015년은 1850~1900년 평균온도보다 1.02℃ 상승해 지구온난화에 따른 *재앙의 관문* 인 '지구기온 2℃ 상승'의 절반에 이르러 대책이 시급한 상황

- 기온의 폭발적 상승을 막을 수 없는 티핑포인트는 **산업화 이전 대비 약 2℃ 상승**
- 현 추세라면 **세기 말까지 약 3.7℃ 더 상승** 예상됨. 전세계 온실가스 배출량을 **'50년까지 '10년 배출량 대비 40~70% 감축**, '30년까지 온실가스 배출량은 약 30~50$GtCO_2$-eq/년 수준에서 유지 필요

◆ *인류는 지구 평균기온이 지금(14.5℃)보다 2℃ 이상 높은 16.5℃를 넘어설 때 살아본 적이 없다!!*

新기후변화체제 합의**(15. 12,** 파리**)**

- 기존 목표였던 지구 평균 기온상승을 산업화 이전 대비 2℃에서 **1.5℃ 이하로 제한하기 위해 노력**
- 195개 당사국은 자발적 온실가스 감축안(INDC : Intended Nationally Determined Contributions)을 **5년 마다 제출** 및 **차기 목표치는 이전 수준보다 진전**되어야 함

한국은 '30년 배출전망치(BAU) 대비 37% INDC 감축목표 : **25.7%는 국내, 11.3%는 IMM**(Int'l Market Mechanism : 국제탄소메커니즘)

新기후변화체제 등장 (참고-1)

파리합의문 주요 내용

목 표	산업화 이전 대비 지구 평균 기온상승을 2℃보다 훨씬 낮은 수준으로 유지하는 것으로 하고 온도 상승을 1.5℃ 이하로 제한 하기 위한 노력 추구
감 축	국가별 기여방안(INDC)은 스스로 정하는 방식을 채택해 5년마다 상향된 목표를 제출하되 공통의 차별화된 책임과 국가별 여건(CBDR & RC) 감안
탄소시장	온실가스 감축목표의 효과적 달성을 위해 기후변화협약 중심 시장 이외에도 당사국 간의 자발적 협력도 인정하는 등 다양한 형태 국제 탄소시장 메커니즘(IMM) 설립 합의
이행점검	5년 단위로 파리협정 이행 전반에 대한 국제사회 공동 차원의 종합적인 이행점검을 도입해 2023년에 처음 실시
적 응	온실가스 감축뿐만 아니라 기후변화에 대한 적응의 중요성에 주목하고 기후변화의 역효과로 인한 손실과 피해(loss and damage)* 문제를 별도 조항으로 규정 * 기후변화의 부정적 영향으로 인해 발생하는 자연재해와 같은 극한 기후현상 및 해수면 상승 등의 서서히 발생하는 피해(slow-onset event)
재 원	- 개도국 이행지원을 위한 기후재원과 관련한 선진국의 재원공급 의무를 규정하고 선진국 이외 국가의 자발적 기여를 장려(GCF에서 집행) - 선진국의 선도적인 노력을 강조하고 이전보다 진전된 재원 조성 노력이 필요하다고 규정
기 술	개도국이 감축 의무에 동참하는 것은 이에 필요한 기후기술 지원을 전제하고 있는 바, 기술개발과 이전에 관한 국가 간 협력이 확대·강화되도록 규정

新기후변화체제 등장 (참고-2)

교토의정서 vs 파리협정 비교

구 분	교토의정서 - COP3 (Kyoto Protocol, 1997년)	파리기후변화협정 - COP21 (Paris Agreement, 2015년)
대 상 국 가	주요 선진국 37개국	195개 협약 당사국
적 용 시 기	1차 공약기간 : 2008년~2012년 2차 공약기간 : 2013년~2020년	2020년 이후
범 위	온실가스 감축(5.2%)에 초점	감축을 포함한 적응, 재정지원, 기술이전, 역량강화 및 투명성
목 표 설 정	하향식(Top-down) : 강제(할당)	상향식(Bottom-up) : 자발(INDC)
유연성체제	JI, CDM 및 ET	IMM(검토중)
관 리 규 모	전세계 배출량의 14%	전세계 배출량의 90% 수준

新기후변화체제 등장 (2)

주요국 온실가스 배출량('13년 기준)

- 전세계 온실가스 배출량은 약 370억톤이며, 국가별로는 중국 약 100억톤, 미국 52억톤, EU 34억톤으로 상위 3개국이 전체 배출량의 절반 정도를 차지
- 한국 배출량은 6.2억 톤(세계 7위), 1인당 배출량은 12.5톤(세계 5위)

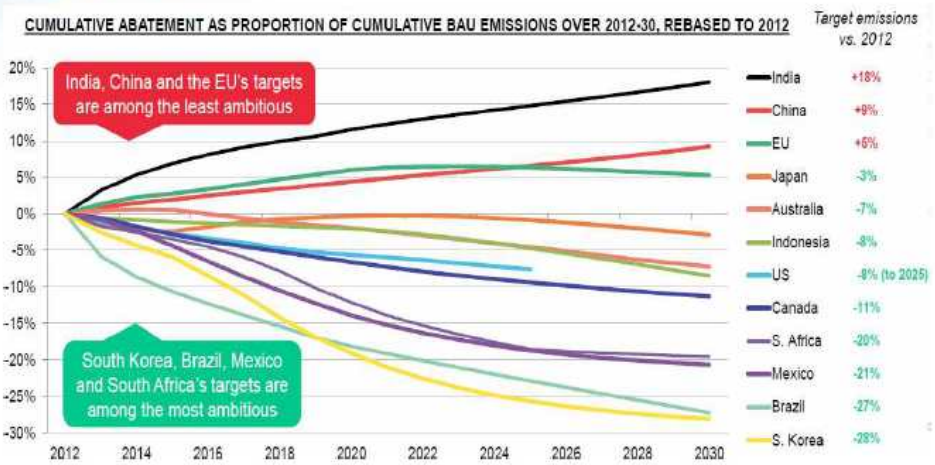
	배출량(억톤)	1인당 배출량(톤)	국가	배출량(억톤)	1인당 배출량(톤)
1. 중국	99.8	7.2	6. 일본	12.5	9.8
2. 미국	52.3	16.4	7. 한국	6.2	12.5
3. 유럽연합	34.8	6.8	8. 이란	6.1	7.9
4. 인도	24.1	1.9	9. 사우디	5.2	18.0
5. 러시아	18.1	12.7	10. 캐나다	5.0	14.3

자료 : Global Carbon Budget 2014

新기후변화체제 등장 (3)

주요국 온실가스 감축 목표

- 각 국의 '12년 대비 '30년 감축량(중국 9% ↑, 유럽 5% ↑, 미국 8% ↓)
- 한국 '12년 대비 **28% ↓** 예정 : OECD 국가 중 **한국 목표치가 가장 높음**
  - 제조업 기반의 산업 구조와 높은 에너지 효율로 인해 **감축 방안에 대한 우려**와 **녹색산업 및 청정기술개발 등 새로운 기술과 사업, 시장 및 일자리 창출**과 같은 경제성장의 동력 공존



新기후변화체제 등장 (4)

석탄 등 화석에너지 중심 에너지 패러다임 변화 시작

- 세계 온실가스 배출량의 약 **40%가 발전분야**에서 발생하고 있으며, **이 중 80% 석탄 발전에서 발생** : 전체의 약 30% 석탄발전에서 발생
- 온실가스 감축을 위해서 석탄발전 비중 축소가 불가피하며, 선진국을 중심으로 석탄 발전 중심의 **발전믹스가 빠르게 지속가능한 청정에너지로 전환**되고 있음.
  - (OECD) '40년까지 약 260GW 화석발전소를 건설할 예정으로 이 중 석탄발전 비중은 극히 낮으며, 2020년 이후에는 석탄 발전소 건설이 전무할 전망
  - (미국) Clean Power Plan 정책으로 신규 석탄 발전소 건설 불허 및 기존 발전소 수명 연장 금지 조치를 시행하고 있어, 2015년 이후 신규 건설은 없고 연 20GW의 석탄 발전소가 폐쇄될 예정
  - (유럽) 금융기관을 통해 CO_2를 550g/kWh 이상 배출하는 화력발전 프로젝트에 대한 지원 중단을 통해 석탄발전 건설을 억제

新**기후변화체제**는 화석에너지 중심의 에너지 패러다임을 지속가능한 청정에너지 중심으로 전환시키는 계기가 될 전망

- 또한, **화석발전 인프라에 대한 교체수요 발생**

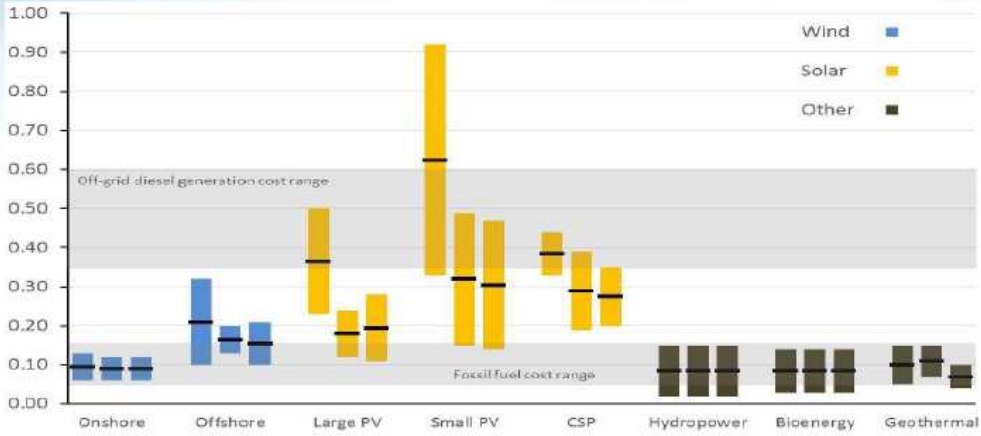
新기후변화체제 등장 (5)

新기후변화체제의 최대 수혜산업 : 신재생에너지 산업(분산전원)

- '12년 기준 세계 발전용량은 5,584GW이며, 이 중 석탄과 가스를 포함한 화석발전 용량은 3,630GW로 전체 발전원 중 65%를 차지
  - 태양광 및 풍력 등 신재생에너지 용량은 390GW로 **전체 발전용량의 7%**에 불과
- '40년 세계 발전원(14,210GW) 구성은 **화석발전 36%, 신재생에너지 40%**로 신재생에너지 비중이 석탄 및 가스 등 화석발전을 넘어설 전망
  - 신재생에너지 용량은 **'40년까지 연평균 10%씩 증가**하여 5,600GW에 달해 **최대 발전원으로 발돋움**할 전망

新기후변화체제 등장 (6)

- 지속적인 기술개선, 대규모 투자, 기타 재정적 리스크 완화 조치 등의 시행으로 신재생에너지 발전단가(LCOE*)는 하락 추세 유지 중
- 재생에너지원의 가격경쟁력 확보로 최근 재생에너지 신규 설치 급증
  * `13년~`20년 기간 중, 개도국 수요증가로 설치규모 45% 증가 전망



* `10년, `13년, `14년 재생에너지원별 발전단가(LCOE)임

* **LCOE**(균등화발전단가, Levelized Cost of Electricity) 발전소의 설계, 건설, 운영, 폐기에 이르기까지 총비용을 총발전량으로 나눈 발전원가(US$/kWh)

32

新기후변화체제 등장 (7)

[태양광] 투자금액 및 보급용량

태양광 LCOE($/kWh) : ('10) 0.351 ➡ ('15) 0.121 ➡ ('20) 0.087

중동 등 일사량 우수 일부지역 그리드패리티 도달

[풍력] 투자금액 및 보급용량

육상풍력 LCOE ($/kWh) : ('10) 0.108 ➡ ('15) 0.076 ➡ ('20) 0.067

육상풍력은 많은 지역에서 그리드패리티 도달

33

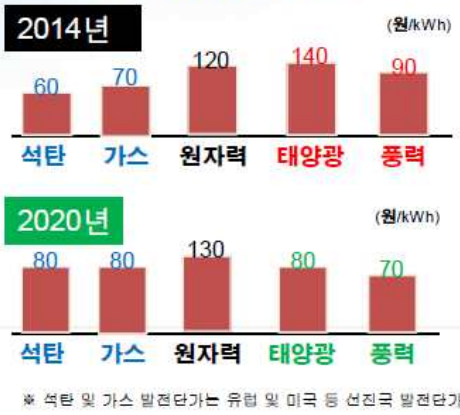
新기후변화체제 등장 (8)

시스템 가격이 빠르게 하락하고 있어 태양광 발전단가는 '20년까지 석탄, 가스 발전단가와 대등(Grid Parity)한 수준으로 하락할 전망

新기후변화체제 등장 등 우호적인 정책환경과 신재생에너지의 가격경쟁력

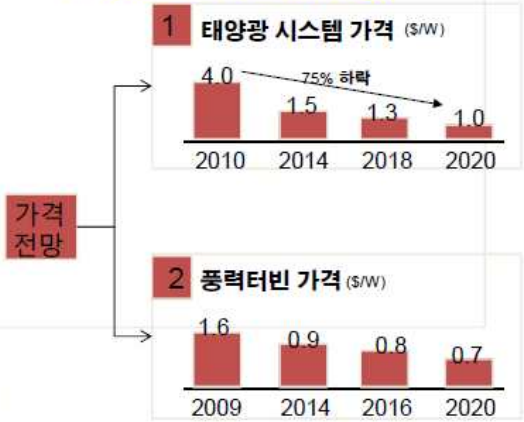
"써야만 하는 에너지원" 에서 "쓸 수밖에 없는 에너지원" 으로!!

주요 원별 발전단가 비교



※ 석탄 및 가스 발전단가는 유럽 및 미국 등 선진국 발전단가 평균

태양광 및 풍력 시스템가격 전망



新기후변화체제 등장 (9)

교토의정서 '97년채택 '05~'20년

- 191개국과 유럽연합 비준(우리나라는 '02.11월 비준)
- 온실가스 '90년 대비 평균 5.2% 감축
- 일부 선진국만 의무부담(미국, 중국, 개도국 제외), 전세계 온실가스배출의 14% 불과

파리 협정 '16.11.4(발효) '21~

- 195개국 참여, 전세계 배출량의 90% 이상 차지
- 지구 평균기온 상승 2℃ 이하 유지(1.5℃까지 제한 노력)
- 55개국 이상 & 배출총합비중 55% 이상 국가 비준시 발효

* 195개국 서명, 72개국 비준 완료 (10.5 기준)

한국(BAU)

목표

'30년 BAU 대비 37% 감축

'25년까지 '05년 대비 26~28% 감축

신재생 정책

- 공급의무(RPS) 또는 공급목표(RPG)제도
- 생산세액공제(PTC), 투자세액공제(ITC) 시행
- 현재 연방차원의 재생에너지 보급 목표는 없음 (캘리포니아는 '20년 발전비중 33% 목표)

(EU) '30년까지 '90년 대비 40% 감축

신재생 정책

- EEG 2.0 개정을 통한 재생에너지 발전 비중 목표 상향 조정('25년 45%, '35년 60%)
- 1차에너지 비중 : ('14) 11.1% → ('20)19.6%
- 발전비중 : ('14) 26.2% → ('35) 60%

'30년까지 '13년 대비 26% 감축

신재생 정책

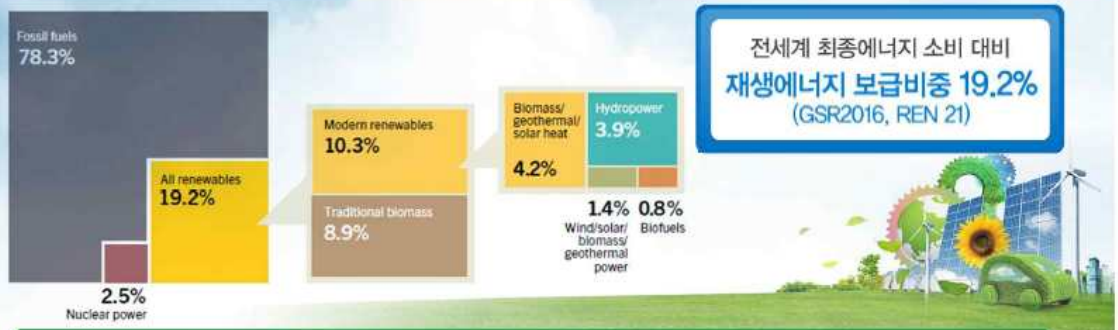
- '20년까지 83GW, '30년까지 120GW 보급 목표
- '12.7월부터 FIT제도 재도입 시행 중
- 1차에너지비중 : ('14) 4.9% → ('30) 13~14%
- 발전비중 : ('14) 14.6% → ('30) 22~24%

'30년까지 '05년 대비 60~65% 감축(원단위)

신재생 정책

- '20년까지 태양광 150GW, 풍력 250GW 설치 목표
- 비화석에너지(원자력+재생) 소비 비중 목표 : ('13) 10.7% → ('20) 15% → ('30) 20%

재생에너지 보급현황('14년 기준)



다양한 신재생에너지 가운데 가파른 성장세를 보여온 태양광, 풍력이 핵심 에너지원으로 자리매김

세계 재생에너지원별 발전용량 연평균(1990~2013년) 성장률(단위 : %)

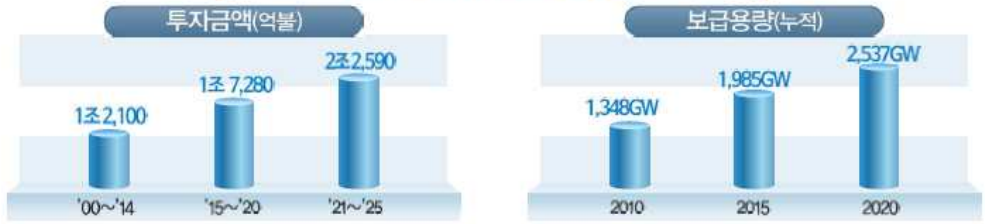
태양광	풍력	바이오가스	태양열	지열	수력	바이오매스	재생에너지 합계
46.6	24.8	13.9	12.3	2.9	2.5	1.4	2.2

* 자료 : IEA, Medium-Term Renewable Energy Report 2015

- '15년 재생에너지 신규 설치량은 **총 발전설비 신규 설치량**(석탄, LNG 등 포함)의 53.6%
- '15년 전세계 재생에너지 신규 설치량(134GW) 중 **풍력**(62GW)과 **태양광**(56GW)이 88.1% 차지

OECD vs 非 OECD

투자금액 및 보급용량



OECD vs 非OECD 보급용량

재생에너지 시장에서 非OECD의 영향력 강화

주요 기업 동향

TESLA

- 태양광 등을 통해 생산된 전력을 저장하고 사용하는 가정용 배터리 '파워월'을 출시하는 등 신재생에너지 사업에 본격 착수
- 미국 네바다주에 배터리 생산 공장인 '기가팩토리'를 건설중으로 2020년에는 연간 35GWh 배터리 생산 가능

Google

- '10년부터 재생에너지 프로젝트 개발에 18억 달러 투자
- 태양광 설치 희망자에게 맞춤형 정보를 제공하는 '프로젝트 선루프' 시행('15.8)
  - 태양광 이용 가능 시간 및 면적과 예상 절감액 분석, 구매·대여 업체 알선

- 미국 내 전 사업장에서 100% 재생에너지 사용 목표 달성('15년)
- 미국 외 해외 사업장의 재생에너지 사용 비율도 꾸준히 증가

facebook

- 미국 아이오와주에 풍력발전으로 에너지를 조달하는 데이터센터 건립
- 텍사스주에 200MW급 풍력설비를 갖춘 데이터센터 추가 건립계획 발표('15.7)
  - '16년부터 100% 재생에너지 공급 목표

Ⅱ 국내 신재생에너지 동향

신재생에너지 종류 및 보급현황

우리나라 신재생에너지 종류

- 신에너지(3개 분야) : 연료전지, IGCC, 수소에너지
- 재생에너지(9개 분야) : 태양열, 태양광, 풍력, 수력, 해양, 지열, 바이오, 폐기물, 수열

	에너지원	국내	IEA	비고
신에너지	수소에너지, 연료전지, IGCC	○	×	
재생에너지	태양에너지, 바이오에너지, 풍력, 수력, 지열, 해양	○	○	
	폐기물에너지	○	△	* 생분해가능 부분만 인정
	수열에너지	○	×	* EU는 수열에너지 인정

신재생에너지 보급현황

보급현황(누적 설비용량)

* '20년 및 '35년은 제4차 신재생 기본계획 상 전망치

* IEA 통계(재생에너지) 기준, 국내 신재생에너지 보급비중은 ('10) 0.7%, ('14) 1.1% 수준

신재생에너지 정책과 보급률 추이

주요 원별 보급동향

태양광	2010	2011	2012	2013	2014	2015(잠정)	2020(추정)
신규 투자금액(억원)	4,317	2,391	7,969	13,268	18,525	18,704	18,424
신규 보급용량(MW)	127	79	295	531	926	1,011	1,316
발전단가(원/kWh)*	434	342	283	254	203	182	143

풍력	2010	2011	2012	2013	2014	2015(잠정)	2020(추정)
신규 투자금액(억원)	773	666	1,364	2,241	1,466	5,550	15,825
신규 보급용량(MW)	31	27	55	90	59	222	633
발전단가(원/kWh)*	173	170	166	163	161	152	142

* 발전단가 : 삼정KPMG, 에너지경제연구원 자료 참조

태양광 산업 밸류체인

Value Chain	폴리실리콘	잉곳/웨이퍼	셀	모듈
기술특징	∘ (폴리실리콘, 잉곳/웨이퍼) 기술집약형 장치산업, 시장진입장벽이 높은 편 ∘ (셀 제조, 모듈 조립) 시장진입장벽이 낮아 참여업체가 많음			
국가별 시장점유율 ('14년기준)	① 중국(34%) ② 미국(23%) ③ 독일(20%) ④ 한국(15%) ⑤ 일본(7%)	① 중국(75%) ② 대만(9%) ③ 일본(6%) ④ 한국(5%) ⑤ 독일(1%)	① 중국(64%) ② 대만(19%) ③ 일본(5%) ④ 독일(2%) ⑤ 한국(2%)	① 중국(67%) ② 일본(6%) ③ 한국(3%) ④ 대만(3%) ⑤ 미국(3%)
기술경쟁력 (선진국=100)	98~100	91	92~93	92~93
주요기업 (한국)	OCI, 한국실리콘, 한화케미칼, SMP 등	웅진에너지, 넥솔론, SKC솔믹스 등	한화큐셀, 현대중공업, 신성솔라에너지, LG전자 등	한화큐셀, LG전자, 에스에너지, 현대중공업 등
수출비중	86.9%	90.3%	75.4%	47.4%

* 수출비중 : 2014년 기준으로, 총 매출액 대비 수출액 비중임(해외공장 제외)

풍력 산업 밸류체인

Value Chain	타워	블레이드	증속기	발전기	시스템
기술특징	∘ 기술집약형 산업 ∘ 운송, 설치, 운전 등의 과정으로 인해 고용창출 효과 大 ∘ Track Record(운전이력)가 없으면 시장진입이 어려워 진입장벽 높음				
국내기업 시장 점유율 – 국외	7,600MW (12%)	0MW (0%)	0MW (0%)	9MW (0.1%)	9MW (0.1%)
국내기업 시장 점유율 – 국내	224MW (100%)	3MW (1.3%)	0MW (0%)	58MW (25.9%)	105MW (46.9%)
기술경쟁력 (선진국=100)	100	70	65	90	70
주요기업	CS윈드, 동국 S&C, Win&p	KM, 휴먼컴퍼짓	(우림기계)	현대중공업, 유니슨, 효성중공업	현대중공업, 유니슨, 두산중공업, 한진산업
수출비중	97.1%	0%	0%	13.4%	7.9%

신재생 해외진출성과

태양광

Hanwha Q-CELLS
- '16.02 인도 아다니社와 50MW 태양광모듈 공급계약 체결
- '15.04, 미국 넥스트에라사와 1.5GW 모듈공급 계약

shinsung SOLAR ENERGY
- '15.07 미국 선에디슨社 1,223MW 규모 태양전지 공급계약 체결
- '14.03 중국 르네솔라社 116MW 규모 태양전지 공급계약 체결

OCI
- '15.10, 美 텍사스에 50MW 태양광발전 전력공급계약 체결
- '14.09, 美 텍사스에 100MW규모 셀·모듈 공장 준공

S-Energy
- '16.03, 일본 오이타현 3개 태양광발전소 1,634억원 규모의 EPC 계약
- '15.08, 일본 히로시마 도조 S-Blossom 태양광발전소(33MW) 완공

풍력

SAMSUNG 삼성물산
- 美 최대 신재생에너지 복합 발전단지(1,369MW) 건설
  - '14년 1단계 풍력/태양광(519MW) 준공, '15년 2단계 풍력/태양광(550MW) 준공
  - '16년 3단계 풍력/태양광(300MW) 착공

CS WIND CORP
- Siemens, Vestas 등의 세계적인 풍력시스템제조업체에 타워 공급
  - '15년 수주금액 275백만USD, 타워분야 세계시장점유율 약 7%로 점유율 세계 1위

국내 제도개선 및 성과

- RPS 시행 이후 현재('16.5월말)까지 FIT에 의해 10년간 건설된 발전설비 용량의 **약 6.6배 수준의 발전설비를 증설**

<FIT 및 RPS 신규설비 보급 비교('16.5월말 기준) >

구 분	FIT('01~'11)	RPS('12~'16.5월말)	증감율(%)
발전소수(개)	2,067	17,803	861.3
발전소용량(MW)	980	6,445	657.7

- RPS 태양광-비태양광 시장통합('16.3월)
  - **REC 거래시장 안정화 및 태양광 시장 확대 기대**

- 수송분야 신재생 보급 및 친환경 연료사용 증대를 위해 **신재생 연료혼합의무화(RFS) 시행('15.7월)**

- 공공기관 **신재생에너지 설치 의무비율 상향('20년 20% → 30%)**

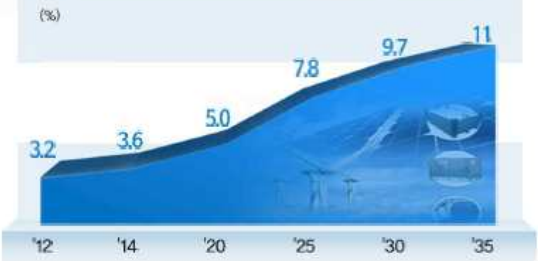
Ⅲ 정부 정책방향

신재생에너지 보급 목표

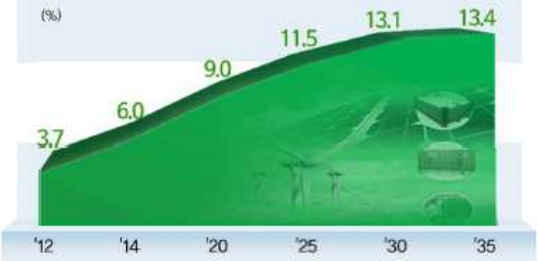
1차에너지
'35년 11.0% 달성 목표
'14년~'35년 신재생에너지 연평균 증가율 6.3% > 1차 에너지 수요 연평균 증가율 0.7%

전 력
'35년 13.4% 달성 목표
'14년~'35년 신재생에너지 연평균 증가율 5.8% > 전력 수요 연평균 증가율 1.8%

1차에너지 기준 신재생 비중 목표



발전량 기준 신재생 비중 목표



원별로는 **폐기물의 비중이 크게 감소**, 동 감소분을 **태양광과 풍력이 대체** 전망

* 원별비중(%, '12 → '35) : 폐기물(68.4 → 29.2), 풍력(2.2 → 18.2), 태양광(2.7 → 14.1)

세부 추진 방향

규제완화 등 제도개선

- 입지·환경 등 규제완화
  - 하천부지, 수상 등 태양광 입지확대
  - 풍력 입지·환경 규제개선
  - 1MW 이하 신재생에너지 무제한 계통접속 허용
- RPS 의무비율상향 및 제도개선
  - '18년부터 0.5~1.0%p 상향
    * 의무비율 10% 도달시기 1년 단축('24→'23)
  - 해상풍력 등 적정REC 가중치 조정
- 에너지프로슈머 활성화
  - 자가용 태양광 남는 전기 무제한 판매
  - 상계거래 용량 확대 (50kW→1MW)

투자 활성화

- 공기업 선도 투자
  - 신재생 8대 프로젝트 추진
    * 5대 해상풍력, 3대 태양광 등 총 2.3GW
- 금융·세제 지원 확대
  - 신재생 설비투자 및 R&D 세액공제 확대 추진
- 신시장 창출
  - 태양광 대여사업 확대 및 신 비즈모델 발굴
  - 태양광+ESS 연계시 REC 가중치 부여

해외진출 확대

- 대(공)-중소·중견 동반 해외진출 확대
  - 팀코리아 진출
  - 권역별 맞춤형 해외진출 전략 수립·지원
- 중소·중견기업의 수출기업화 지원
  - 해외전시회·상담회 지원, 컨설팅 및 정보제공
- ODA, GCF 등 자금 활용
  - 해외 에너지자립섬, 친환경에너지타운 추진

기술경쟁력 강화

- 신재생 R&D 대폭 확대
  - Mission Innovation 선언에 따라 청정에너지 R&D투자 2배 확대
    * 신재생 R&D 예산(억원) : ('16) 1,863 → ('20) 2,581
- 실증·클러스터 조성
  - 실증단지 구축을 통해 Track Record 축적
- R&D-보급 연계강화
  - 융복합사업 등을 통해 R&D성과를 보급과 연계

수용성 제고

- 친환경에너지타운 등 주민참여형 모델 확산
  - 지역, 주민 참여사업 인센티브 부여
- 홍보 및 교육강화
  - 자유학기제 활용, 체험학습 프로그램 개발
  - 신재생 홍보책자 발간, 배포

에너지신산업 확산 추진 계획

목표 **에너지신산업을 차세대 수출산업으로 육성**

산 업

태양광	전기차 및 충전기	ESS	프로슈머	스마트그리드
대(공)-중소·중견 동반 해외진출 활성화	전기차 수출 확대, 충전기 해외진출	신재생 연계, FR용 ESS 등의 해외실증 지원	소형프로슈머 ⇒ 대형프로슈머 이웃간 거래추진	지역별 맞춤형 해외진출 추진

모 델

친환경 에너지타운	에너지자립섬	제로에너지빌딩
국내 성공사례 구축 피지, 폴란드 진출	旣추진중인 다양한 에너지자립섬모델 수출사업화	'25년 제로에너지빌딩 의무화

[에너지신산업 모델] 친환경에너지타운

국내현황

▣ 하동('16.6~'17.6), 순천('16.6~'17.12), 남해('16.10~'17.12), 순천('16.12~'17.12)에 태양광, 지열, 폐기물가스화 등을 설치하는 친환경에너지타운 조성중

〈 예시 : 하동 친환경에너지타운 〉

현재모습

친환경에너지타운 조성 후

해외현황

폴란드

- 산업부 2차관 방문시(4.20) '친환경에너지타운' 폴란드 진출 협력을 합의(폴 에너지부차관)하고, 공동추진을 위한 MOU를 체결
- MOU(韓)신재생에너지센터 - (폴)국가에너지절약청)를 통해 사업 후보지 선정, 타당성조사, 시범사업추진 등 친환경에너지타운 사업 공동추진 협력확인

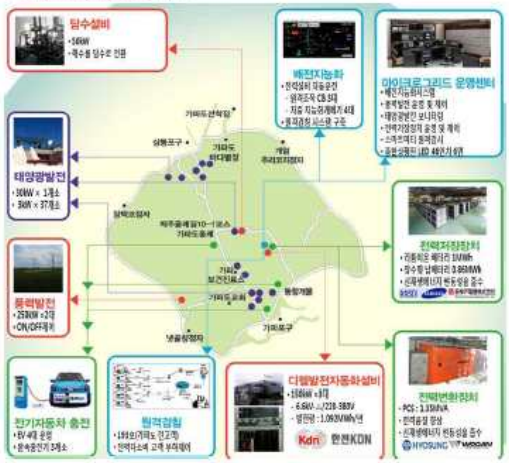
에티오피아

- VIP 에티오피아 방문시 친환경에너지타운 시범사업 추진협력 MOU 체결 (5.29)
- MOU 후속조치로 부지조사, 추진일정협의 등을 위한 실무조사단 파견 (6.19~25)

[에너지신산업 모델] 에너지자립섬

국내현황

- 한전, 마이크로그리드 시범사업 일환으로 추진
  - 전남 가사도 ('14.10월 준공)
  - 제주도 가파도 ('11.11~'14.12)
- 대표사례 : 가파도



해외진출

추진방향

1. 既 추진중인 다양한 도서마이크로그리드 모델을 활용한 수출사업화 방안 모색
2. 도서전력사업 경험을 바탕으로 한전이 플랫폼을 제공하고, 시스템 및 기자재 기업 등과 연계하여 수출상품으로 패키지화

해외진출사례

1. 필리핀 코브라도섬 태양광발전소 구축('16.3월)
   * 디젤(15kW)→태양광(30kW)+ESS(175kW)
2. 말레이시아 랑카위 저탄소 녹색섬
   * 한·말 녹색기술협력 MOA, 신재생에너지 F/S 선정 완료('16.3월)

[에너지신산업 모델] 제로에너지빌딩

- '25년 제로에너지빌딩 의무화를 목표로 관련 정책을 단계적으로 추진
- 패시브 의무화('17) ➡ 공공건축물 신축시 의무화('20) ➡ 민간건축물 의무화('25)

국내확산

- 혁신도시 이전 공공기관(10곳) 중 7개소의 초에너지 절약청사 (일반공공시설대비 에너지소비 50%이하) 준공 및 에너지효율등급 인증완료
- 제로에너지 시범사업(저층형, 고층형)을 지정 ·건설 추진

저층형 '14년5개소지정	KCC 서초사옥, 천호동, 가로주택정비사업, 진천군 단독주택단지, 행복도시 단독주택단지, 아산 중앙도서관
고층형 '15년2개소지정	송도 공동주택 및 장위 4구역 주택재개발 사업

- 서울 노원구 임대주택(121세대)에 제로에너지 실증단지 건설 중 ('15.11월 공사착수, 국가 R&D로 최고 수준의 에너지 1+++등급 달성 계획)

해외진출

- 쿠웨이트: 쿠웨이트 신도시 개발사업(LH컨소시엄) 공모에 제로에너지 빌딩, BEMS 등 국내 녹색건축 기술포함('16.2 최종제출)
- UAE: 두바이 정부연구소인 MBRSC의 제로에너지하우스 건립사업의 기반기술 (설계,자재 시험·인증 등) ·인력교육 등 사업협력지원('16.2, 건기연)

Ⅳ 주요 추진정책

54

주택지원사업(그린홈 100만호)

개 요

신재생에너지주택 보급 확대를 위해 주택에 신재생에너지 설비 설치 시 설치비의 일부를 지원하는 사업

※ 신재생에너지원 : 태양광, 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등

실 적

실적 : '15년 기준 223천호에 7,297억원 지원

구 분	'04~ 2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	합 계
지원건수(호)	43,862	29,822	35,602	52,356	31,658	14,342	15,817	223,459
지원액(백만원)	276,002	94,969	88,220	97,499	64,984	56,521	51,525	729,720

추진사례

덕산써니밸리아파트 ('14년)

- 공동주택(265가구)에 태양광을 설치하여 친환경 아파트 이미지 부각
  - 태양광 60kW 설치로 연간 전기요금이 20% 이상 절감

55

건물지원사업(일반보급)

개 요

사무실이나 상가 등 일반건물에 설치되는 신재생에너지 설비에 대해 설치비의 일부를 지원하는 사업

※ 신재생에너지원 : 태양광, 태양열, 지열, 연료전지 등

실 적

실적 : '15년 기준 3,447건에 2,659억원 지원

구 분	~2010	2011	2012	2013	2014	2015	합 계
지원건수	1,369	229	335	412	637	465	3,447
지원액(백만원)	155,872	19,804	19,387	20,410	26,971	23,421	265,865

추진사례

여주세민병원 ('13년)

- 온수 사용량이 많은 병원의 특성을 고려하여 태양열 306㎡를 설치
  - 연간 도시가스 비용 2,400만원을 절감

지역지원사업(지방보급사업)

개 요

지역특성에 맞는 신재생에너지 보급을 통해 에너지 수급여건을 개선하고 지역경제 발전을 도모하고자 지방자치단체에서 추진하는 사업을 지원

실 적

'15년까지 총 17개 시•도에 3,010개 사업, 7,716억원 지원

구 분	~2010	2011	2012	2013	2014	2015	합 계
사업수	1,502	336	367	280	267	258	3,010
지원액(백만원)	546,625	69,000	69,000	37,000	26,000	24,000	771,625

에너지원별 보급 사례

태양광	청사 등 공공건물 등에 태양광 발전시스템 보급	소수력	정수장 및 농업용 저수지 등에 소수력발전시설 보급
지 열	청사, 사회복지시설 등 냉난방보급	바이오	바이오디젤 시범보급, 하수처리장 바이오가스 연료화사업
풍 력	제주, 전북, 강원, 경북지역 등 설치	태양열	사회복지시설 등에 태양열 급탕시스템 보급

창원 컨벤션센터 (10억 5천7백만원 지원) ('12년)

- 전시장 지붕 전체면적 10,220㎡ 중 6,000㎡ 에 태양광 모듈을 이용한 홍보
- 구조물 미관 유지 및 신재생에너지 활용이라는 두 가지 장점을 모두 확보
- 태양광 설비 설치 후 전체 전력사용량의 23%를 절감

금융지원사업

개 요

초기투자비를 경감하고 관련산업을 육성하기 위해
신재생에너지 이용, 생산시설에 장기저리의 융자를 지원하는 사업

실 적

'15년까지 총 54,986건 사업에 1조 6,902억원 지원

구 분	~2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	합 계
건 수	54,303	51	43	40	52	245	252	54,986
지원액(백만원)	1,051,355	91,340	111,800	89,340	84,206	127,166	135,000	1,690,207

추진사례

GS영양풍력 ESS프로젝트사업 (100억원 융자지원) ('16년)

- 세계최대급풍력연계형 ESS설비

※ 출력(PCS) : 16.8MW, 충전량(Battery) : 50.4MWh

융·복합 지원사업

개 요

특정지역의 주택·상업·공공건물에 2종 이상의
신재생에너지원 설치시 설치비의 일부를 지원하는 사업

실 적

'15년까지 총 51건 사업에 410억원 지원

구 분	2013	2014	2015	합 계
건 수	9	23	19	51
지원액(백만원)	8,026	16,016	17,000	41,042

추진사례

인천 백아도 에너지자립섬 ('13년)

- 태양광 250kW, 풍력 40kW, ESS(1,125kW)
- 태양광 및 풍력 발전을 통해 얻은 전력을 주간에는 직접 가정에 공급
  남는 전력은 ESS에 저장해 야간과 주간 일조량이 부족할 때 공급

태양광대여사업

개 요

대여사업자가 가정에 태양광 발전설비를 직접 설치하고 가정이 납부하는 대여료와 REP* 판매수입으로 투자금을 회수하는 구조의 사업으로 소비자는 초기 투자비 및 유지보수 부담없이, 전기요금 절약 가능 (전기요금 절감분의 20% 수준)

* REP : Renewable Energy Point (신재생에너지 생산인증서)

추진 내용

추진대상 : 단독주택(월평균 전기사용량 350kWh 이상) 및 공동주택

2016년 대여료 상한금액

구분	사 업 기 간	단 독 주 택		공 동 주 택	
		생산인증서 (REP), (VAT 불포함)	대여료 상한액 (VAT 포함)	생산인증서 (REP), (VAT 불포함)	대여료 상한액 (VAT 포함)
기본	7년(최초 REP발급 후)	192원/kWh	70,000원	252원/kWh	21,375원
연장	최대 8년(기본약정 종료 후)	없음	35,000원	없음	11,316원

'16년 대여사업자

- ㈜기선, 에스파워㈜, 에스피브이㈜, ㈜이든스토리(해줌), 한빛이디에스㈜, 한화큐셀코리아㈜, ㈜해양도시가스, ㈜한라이앤씨

공공기관 설치의무화

개 요

공공기관이 신축 및 증·개축하는 연면적 1,000m² 이상 건물에 대해 예상 에너지사용량의 18% 이상을 신재생에너지 설비로 공급토록 의무화

실적 및 목표

'20년까지 공급의무비율 30% 이상 신재생에너지 설비에 투자

- 4,174개소 보급, 210,757toe 보급(계획) ('15년 기준)

연도별 공급의무비율 (신재생법 시행령 '14.4.24 개정 공포)

연 도	2011~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020~
비 율	10%	11%	12%	15%	18%	21%	24%	27%	30%

추진사례

판교테크노밸리산학연R&D센터 ('16년)

- 태양광 250kW, 태양열 119㎡, 지열 800RT 등
- 건축물 예상에너지사용량의 21.24%를 신재생에너지로 공급

신재생에너지 설비 인증

개 요

신재생에너지 우수 설비의 국내 보급촉진을 위하여 일정성능기준 이상의 신재생에너지 설비에 대하여 임의 인증

추진절차

제조업체의 생산, 품질, 사후관리 등 품질관리 능력을 확인하고 효율, 성능, 내구성 등 제품에 대한 성능 검사 후 인증서 발급

인증신청	⇒	일반심사(공장확인)	⇒	설비심사(성능검사)	⇒	인증서 발급
(제조, 수입자)		(인증기관:센터)		(성능검사기관)		(인증기관:센터)

추진실적

태양광, 풍력 등 7개 분야, 1,398개 모델 인증('15년)

분야	태양열	태양광	풍력	지열	연료전지	바이오	축전지	합계
인증모델(업체수)	47	1,206	31	100	10	6	2	1,398

62

신재생에너지 설비 표준화

개 요

신재생에너지설비에 대한 국내 기술표준의 국제표준 부합화를 위한 국가표준(KS) 제·재정안 마련 추진(표준개발협력기관*수행)

- 표준개발협력기관(COSD) : 산업표준화법 제5조에 따라 국가기술표준원이 산업표준 개발을 위하여 지정한 협력기관이며, 공단은 태양광, 태양열, 풍력, 연료전지 분야 COSD로 지정

< 신·재생에너지 분야 표준개발협력기관(COSD) 지정현황 및 관리표준 >

지정 분야(관련 국제기구TC)	관리표준 종(수)	표준개발협력기관 지정기간
태양광 (IEC/TC 82)	69	2015. 3. 11 ~ 2020. 3. 10
태양열 (ISO/TC 180)	21	
연료전지 (IEC/TC 105)	9	
풍력 (IEC/TC 88)	16	
합 계	115	

추진절차 및 실적

산업표준 초안작성	⇒	표준안 심의	⇒	공청회 또는 설명회 개최	⇒	최종(안)작성 및 기술표준원 보고
(분과위원회)		(기술위원회)		(신재생센터)		(신재생센터)

63

신재생에너지 국제협력

개 요

- [다자간 협력활동] 국제기구 활동을 통해 신재생분야 정책, 기술, 산업 촉진을 위한 국제 공조에 기여하고, 글로벌 리더십 확보
- [양자간 협력활동] 정부간 경제협력위, 공동세미나, 컨퍼런스, 기업상담회 등을 통한 한국 기업의 해외 진출 지원 및 수출 산업화 촉진

추진내용

- (다자간) IRENA, IEA, APEC, IPHE 등 정부 대표활동 수행 및 지원
- (양자간) 선.개도국을 포괄한 협력거점 지속 확대 및 사업 발굴
- 양자 및 다자 협력활동을 통한 G to G 기반 정책제도 구축사업 발굴
  - ADB, WB, GCF와의 협력 가능성 모색 및 네트워킹 강화를 통해 국제기구를 통한 G to G 기반 정책제도 사업 가능성 조사
- 해외 신재생에너지 지식관리 기능 강화
  - 국제협력 활동보고서, 주요국 정책 및 산업현황 등 신재생에너지코리아 홈페이지와 연계한 지식정보제공 서비스 시행

신재생에너지 해외진출지원

개 요

- 세계 신재생에너지 시장 선점을 위해 시장 개척, 해외 설비인증 획득, 해외 프로젝트 타당성 조사 등 국내 신재생에너지 기업의 해외진출 기반 조성 및 경쟁력 제고 지원

추진 내용 및 실적

세부 사업명		2013년	2014년	2015년
해외시장개척지원	단체참가 전시회	4회	4회	4회
	개별참가 전시회 지원	-	6회	2회
	시장개척단 개최	4회	4회	4회
신재생에너지 국제전시회 개최		1회	1회	1회
해외 신재생에너지 설비인증 획득지원		14건	10건	9건
신재생에너지 해외 타당성조사 지원		20과제	18과제	19과제
신재생 해외진출지원센터 운영 (수출자문 기업지원)		18개사	18개사	100건
신재생에너지 해외상용화 지원사업		-	-	1건

신재생에너지 발전차액지원제도(FIT)

개 요

- 신재생에너지 원별 기준가격을 정부가 고시하고, 전력시장가격(SMP)과의 차액을 일정기간(15년 또는 20년) 지원

실 적

- '02년 부터 '11년까지 10년간 1,042MW (2,108개소)의 설비를 보급하여 초기 보급기반 구축

구 분	태양광	수력	LFG	풍력	연료전지	바이오가스	바이오매스	폐기물	합 계
설비용량(MW)	497	89	75	320	51	3	6	2	1,042

- 연도별 발전량 및 차액지원 실적

구 분	~ 2010	2011	2012	2013	2014	2015	합 계
발전량(GWh)	7,609	2,521	2,459	2,321	1,927	1,872	18,709
지원액(백만원)	772,038	368,941	330,373	337,967	320,214	354,838	2,484,371

추진사례

- 수도권 LFG 발전소(설비용량 50MW, 인천시 서구 소재) ('01년)
  - 매립가스를 자원화함으로써 전력생산과 함께 온실가스 배출저감에 기여
  - 연간 345GWh를 발전('12년)하여 월 300kWh 사용 가구기준 9만6천 세대에 전력공급 가능

신재생에너지 공급의무화(RPS)제도

개 요

- 일정규모 이상의 발전사업자에게 총 발전량의 일정비율 이상을 신재생에너지로 공급하도록 의무화하는 제도로 '12년부터 시행

※ 설비용량 500MW 이상 18개 발전사 대상('16년 기준)

목표 및 실적

- 목표 : ('15)3.0% → ('19)5.0% → ('21)7.0% → ('22)8.0% → ('24~)10.0%
- 실적 : RPS제도 시행 4년만에 FIT로 10년간 건설된 설비용량의 약 6.2배의 발전설비 증설

RPS('12~'15)	FIT('02~'11)	증 감 률
6,042MW (발전소수 16,255개)	980MW (발전소수 2,067개)	616.5% ↑ (발전소수 786.4% ↑)

※ FIT의 발전소수 및 발전소용량은 '15년도말 기준임

추진사례

- 영월태양광발전소 ('14년)
  - 설비용량 38.9MW, 연간발전량 : 약 51GWh, 사업비 : 1,400억원
  - 전력발전과 농사가 가능한 세계최초의 태양광발전소

전력정보화 및 정책지원, 전력표준화 및 인증지원 (신재생)

전력정보화 및 정책지원 (신재생)

- 신재생에너지 기술개발 보급확대 산업육성을 위한 정책지원 사업으로 중장기 로드맵 수립, 국내·외 산업현황 조사 분석 및 신규제도 도입 검토 등을 통한 향후 정책기반 조성
  - 예산('16년) : 1,520백만원
- 추진현황 : '15년 기획·공고·선정 및 협약체결을 통해 20개 과제(지정공모)에 총 19억원 지원하였으며, '16년 16개 신규과제를 발굴(15.2억원)

전력표준화 및 인증지원 (신재생)

- 신재생에너지설비 인증 기술기준 제정 및 시험설비 구축을 지원하여 인증기반을 마련하고, 신재생에너지 인증설비에 대한 소비자 신뢰도 제고를 통해 인증설비 보급 확대 및 국제표준 선점을 위한 국제 표준화 사업 지원
  - 예산('16년) : 2,568백만원
- 추진현황 : '15년 기획·공고·선정 및 협약체결을 통해 18개 과제(지정공모)에 총 32억원 지원하였으며, '16년 5개 신규과제를 발굴(14.8억원)

나. 제 2차 포럼회의

주 제	신기후체계 대응을 위한 지속가능한 에너지 이용 방향
일 시	2016년 12월 2일(금) 10:00 ~ 12:00
장 소	한국에너지기술연구원 에코동 중회의실 1
발표자	안병옥 소장(기후변화행동연구소), 유학식 부연구위원(에너지경제연구원), 김도영 대표이사(아이컨테크)
주제발표 내용	□ 국내·외 에너지 정책 현황 발제 3건 ○ 100% 재생에너지 사회의 가능성과 조건 안병옥 (기후변화행동연구소) - 신(新)기후체제와 에너지 - 100% 재생에너지 사회의 가능성과 조건 ○ 트럼프 美 차기 행정부의 에너지정책 전망 및 영향 유학식 (에너지경제연구원) - 트럼프 당선자 및 공화당의 에너지 정책 - 미국 차기 행정부의 에너지 정책 및 산업 변화 전망 - 우리나라에의 영향 및 시사점 ○ 신기후체제 대응을 위한 중국의 에너지 정책 김도영 (아이컨테크) - 기후변화협약과 중국의 변화 - 중국 5개년 규획과 에너지/환경 정책 - 중국의 에너지 정책과 산업 영향력 - 시사점 □ 신기후체제 대응을 위한 국내 에너지정책 시사점 토론

발표자료

100% 재생에너지 사회의 가능성과 조건
- 안병옥 소장(기후변화행동연구소)

100% 재생에너지 사회의 가능성과 조건

신기후체제 대응을 위한 에너지 정책 포럼
에너지기술연구원 2016.12.02

기후변화행동연구소
Institute for Climate Change Action

소장 안 병 옥

차 례

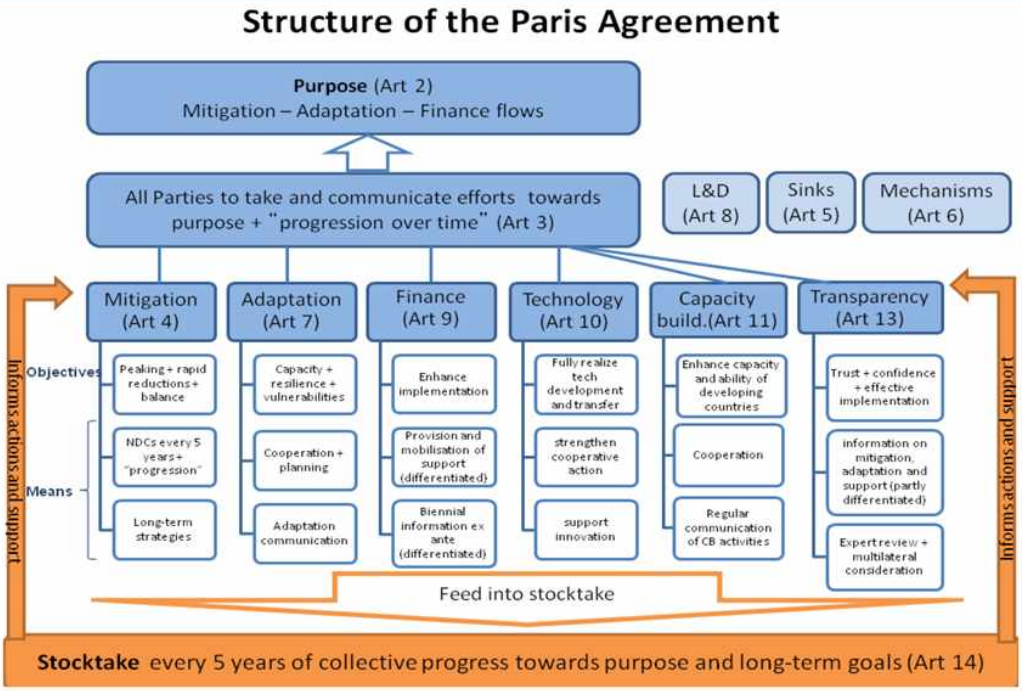
1. 신(新)기후체제와 에너지

2. 100% 재생에너지 사회의 가능성

3. 100% 재생에너지 사회의 조건

1. 신(新)기후체제와 에너지

파리협정의 구조와 주요 이슈



Source : Bodle, et al (2016)

파리협정의 의의 및 주요 일정

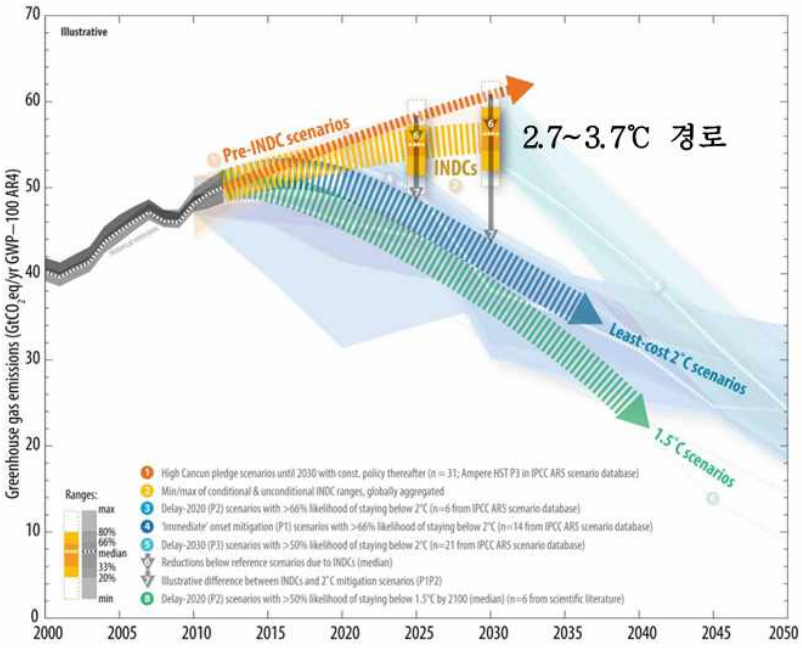
파리협정의 의의

- 2016년 11월 4일 발효
- 최초의 universal' & 'legally binding'한 조약
- 화석연료 시대에서 재생에너지 시대로의 이행을 알리는 신호탄
- 지방정부, 시민사회, 기업 등 비국가행위자(Non-State Actors) 역할 증대
- <끝>이 아니라 새로운 <시작> : INDCs를 종합한 결과 국제사회의 시나리오인 1.5~2℃ 시나리오의 경로에서 벗어남(2.7~3.7℃ 트랙)

주요 일정

- 2016년 : 11월 7~18일 COP22 (모로코 마라케시)
- 2018년 : 촉진적 대화(facilitative dialogue)
  IPCC 1.5℃ 배출 경로에 관한 특별보고서 제출
- 2020년 : 주요국에게 <장기온실가스저배출발전전략(mid-century long-term Low GHG Emissions Development Strategies; LEDS) >제출 권고

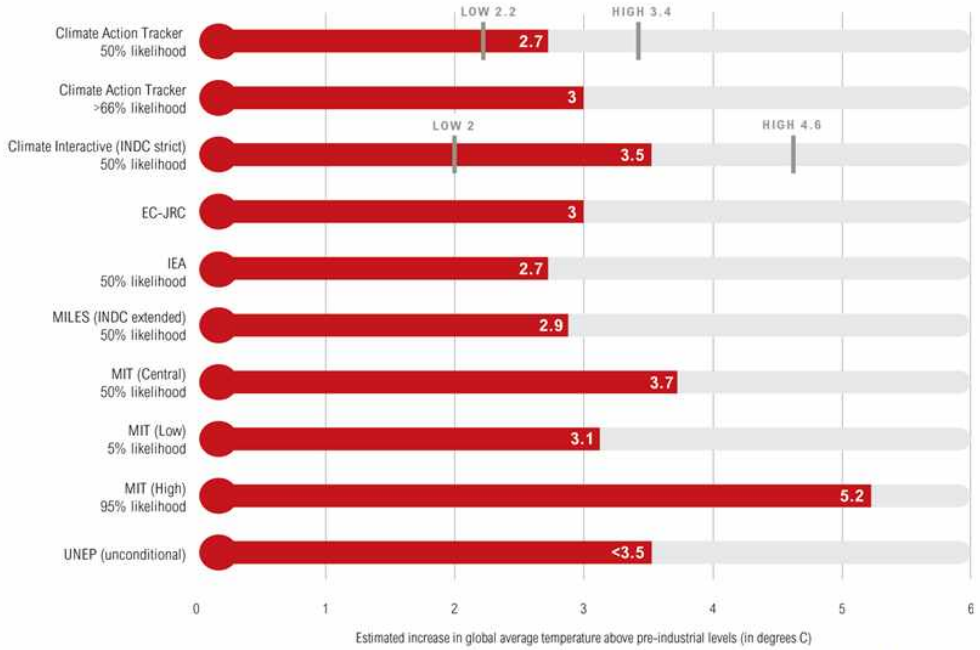
INDCs 및 감축 시나리오별 배출 경로 비교



- 분석기관에 따라 상당한 편차 : 지구 평균기온은 산업화 이전 대비 2.7~3.7℃ 상승할 것으로 예측
- 분석기관마다 예측치 편차가 큰 원인 : 분석에 사용한 전제조건, 기준연도, 조건부 감축 목표 처리방식에 차이 존재

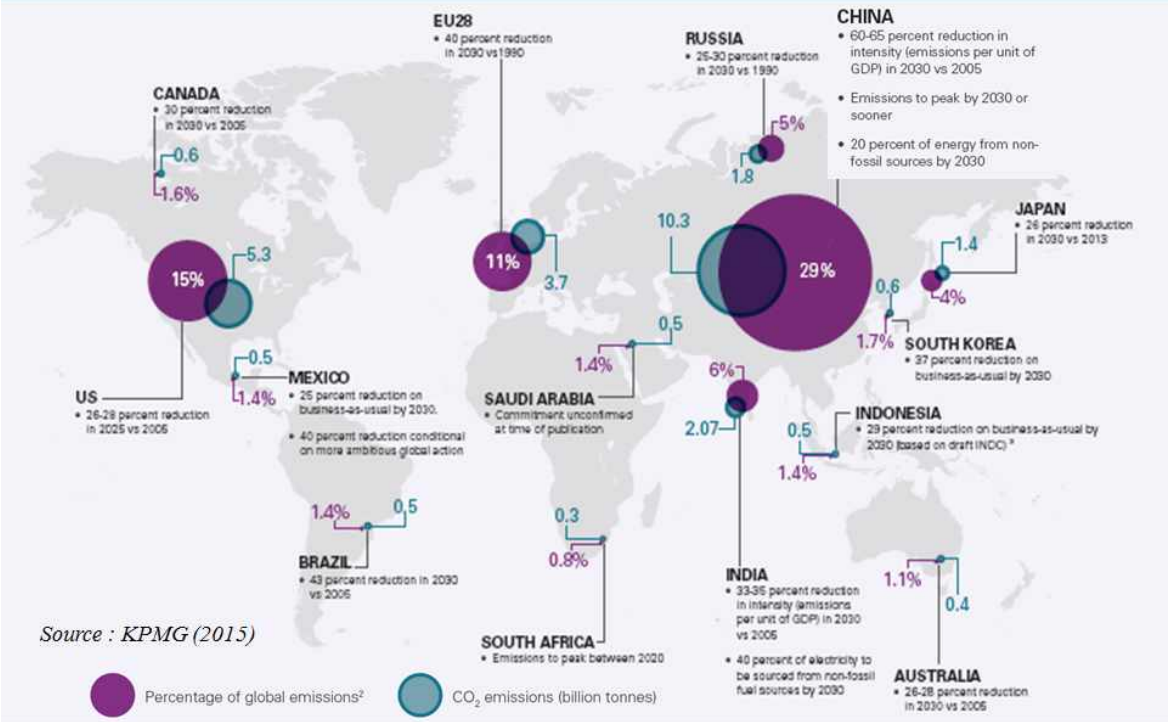
Source UNFCCC(2016)

INDCs 분석기관들의 지구 평균기온 상승폭 예측



Source : Levin and Fransen (2016)

NDC 싸이클



Source : KPMG (2015)

주요 국가 및 지방정부의 장기감축목표

국가(지역) 및 지방정부		장기 감축목표
국가 및 지역		
영국		80% below 1990 by 2050
독일		95% below 1990 by 2050
유럽연합(EU)		80% below 1990 by 2050
지방정부		
호주	Victoria	net-zero emission by 2050
미국	Arizona	50% below 2000 by 2040
	California	80% below 1990 by 2050
	Connecticut	75-85% below 2001 levels in the long term
	Florida	80% below 1990 levels by 2050
	Illinoi	60% below 1990 levels by 2050
	Maine	75-80% below 2003 long-term
	Massachusetts	75-85% below 1990 long-term
	Minnesota	80% below 2005 levels by 2050
	New Hampshire	75-85% below 2001 long-term
	New Jersey	80% below 2006 levels by 2050
	New Mexico	75% below 2000 by 2050
	Oregon	75% below 1990 by 2050
	Vermont	75-85% below 2001 long-term
	Washington	50% below 1990 levels by 2050

출처 : 영국 기후변화부(UK DECC), 독일 연방환경건설부(BMUB), 호주 빅토리아주 정부(Victoria State Government), Center for Climate and Energy Solutions(2016) 등을 종합.

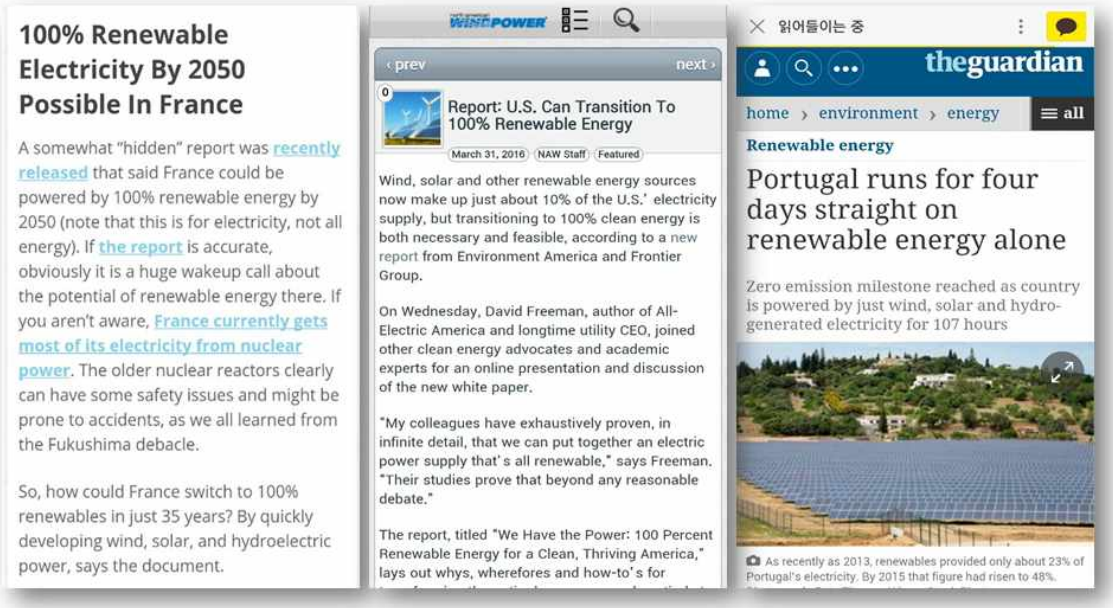
2. 100% 재생에너지 사회의 가능성

파리총회 이후 에너지정책의 흐름 – 100% 재생에너지

'100% 재생에너지 사회'의 정의

전력, 냉·난방, 수송 등을 포함하여
일상생활 및 경제의 운영에 필요한
모든 에너지를 재생에너지로 이용하는
국가, 지역, 도시, 마을, 기업, 시설

국가 : 100% 재생에너지의 가능성



100% Renewable Electricity By 2050 Possible In France

A somewhat "hidden" report was recently released that said France could be powered by 100% renewable energy by 2050 (note that this is for electricity, not all energy). If the report is accurate, obviously it is a huge wakeup call about the potential of renewable energy there. If you aren't aware, France currently gets most of its electricity from nuclear power. The older nuclear reactors clearly can have some safety issues and might be prone to accidents, as we all learned from the Fukushima debacle.

So, how could France switch to 100% renewables in just 35 years? By quickly developing wind, solar, and hydroelectric power, says the document.

WINDPOWER

‹ prev next ›

Report: U.S. Can Transition To 100% Renewable Energy

March 31, 2016 NAW Staff Featured

Wind, solar and other renewable energy sources now make up just about 10% of the U.S.' electricity supply, but transitioning to 100% clean energy is both necessary and feasible, according to a new report from Environment America and Frontier Group.

On Wednesday, David Freeman, author of All-Electric America and longtime utility CEO, joined other clean energy advocates and academic experts for an online presentation and discussion of the new white paper.

"My colleagues have exhaustively proven, in infinite detail, that we can put together an electric power supply that' s all renewable," says Freeman. "Their studies prove that beyond any reasonable debate."

The report, titled "We Have the Power: 100 Percent Renewable Energy for a Clean, Thriving America," lays out whys, wherefores and how-to' s for

읽어들이는 중

theguardian

home › environment › energy ≡ all

Renewable energy

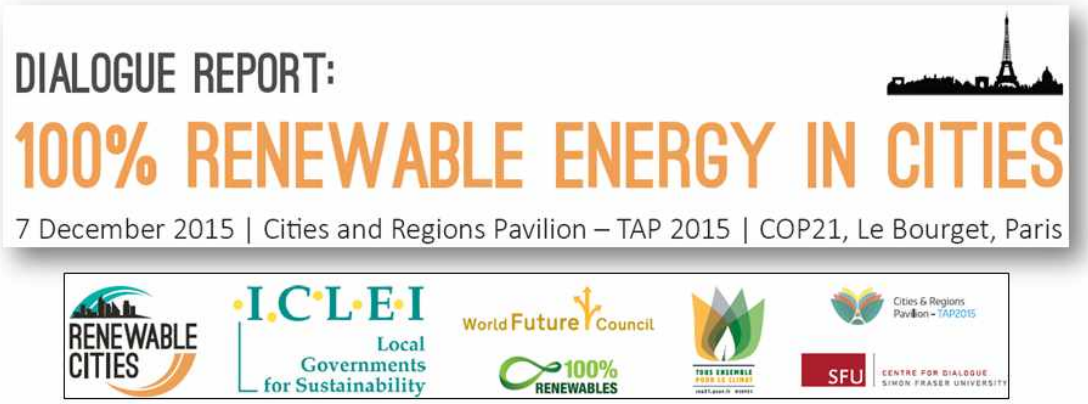
Portugal runs for four days straight on renewable energy alone

Zero emission milestone reached as country is powered by just wind, solar and hydro-generated electricity for 107 hours

As recently as 2013, renewables provided only about 23% of Portugal's electricity. By 2015 that figure had risen to 48%.

■ 100% 재생에너지 달성 국가 : 코스타리카, 아이슬란드, 우루과이 등

지방정부와 도시 : 100% 재생에너지의 가능성



DIALOGUE REPORT:

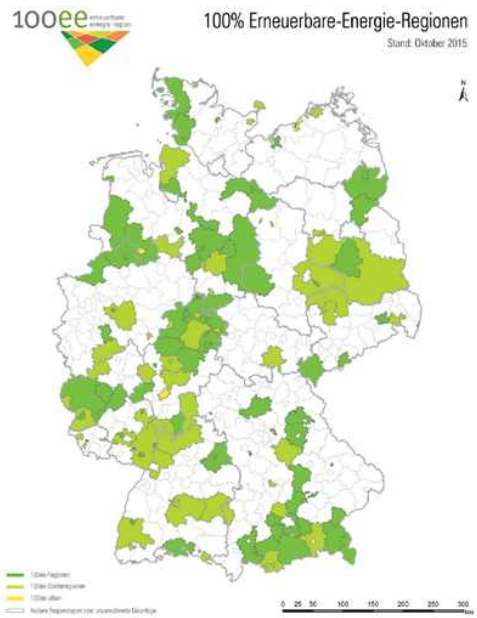
100% RENEWABLE ENERGY IN CITIES

7 December 2015 | Cities and Regions Pavilion – TAP 2015 | COP21, Le Bourget, Paris

RENEWABLE CITIES · ICLEI Local Governments for Sustainability · World Future Council · 100% RENEWABLES · Cities & Regions Pavilion – TAP2015 · SFU CENTRE FOR DIALOGUE SIMON FRASER UNIVERSITY

- Aspen, United States of America
- Byron Shire, Australia
- Curitiba, Brazil
- Kaohsiung, Chinese Taipei
- Medellín, Colombia
- Tshwane, South Africa
- Australian Capital Territory, Australia
- Cape Town, South Africa
- Jeju Province, Korea
- Malmö, Sweden
- Paris, France
- Vancouver, Canada

지방정부와 도시 : 100% 재생에너지의 가능성

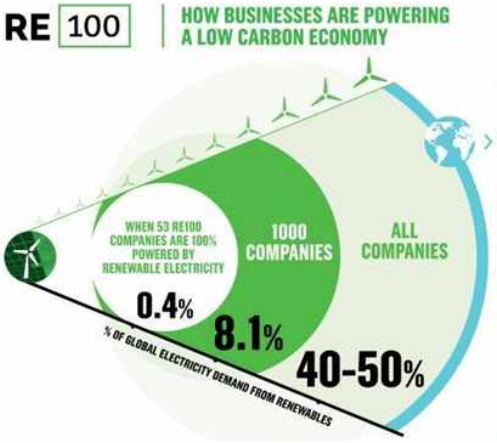


GO 100% RENEWABLE ENERGY
www.go100percent.org

100% renewable energy is not a fantasy for someday, but a reality today.

지방정부와 도시 : 100% 재생에너지의 가능성

기업 : 100% 재생에너지의 가능성

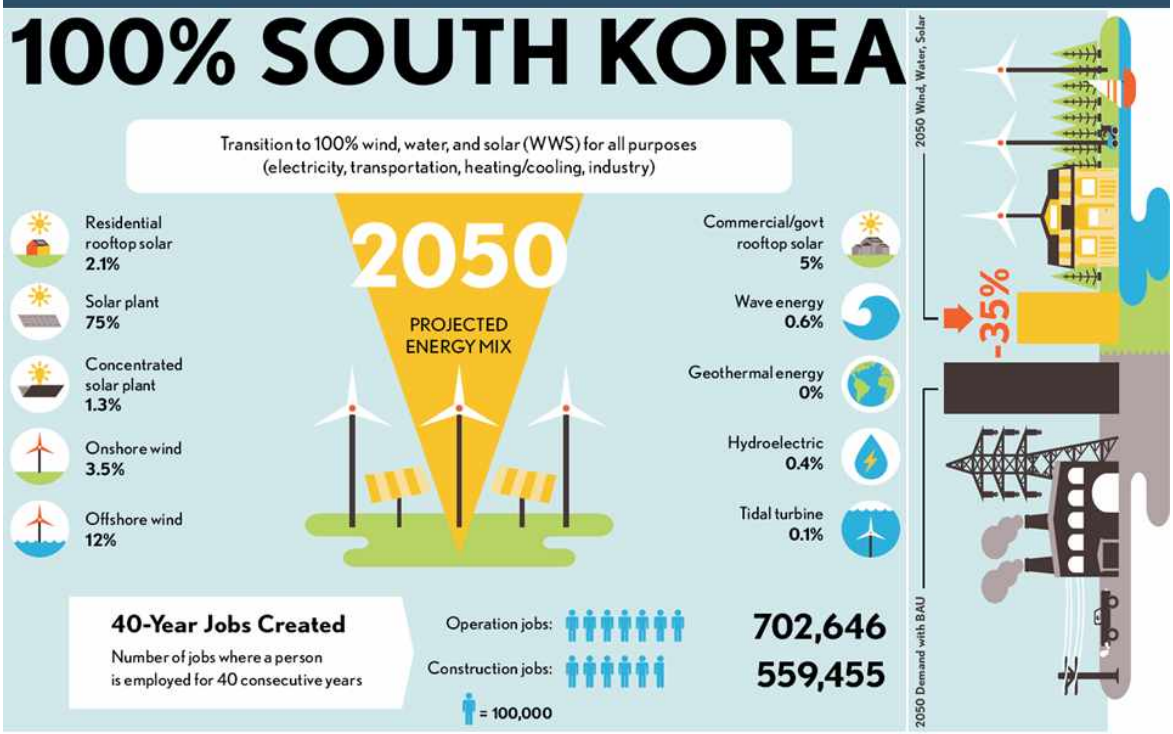


■ 2016년 11월 말 현재 100% 재생에너지 선언 글로벌 기업 수는 83개

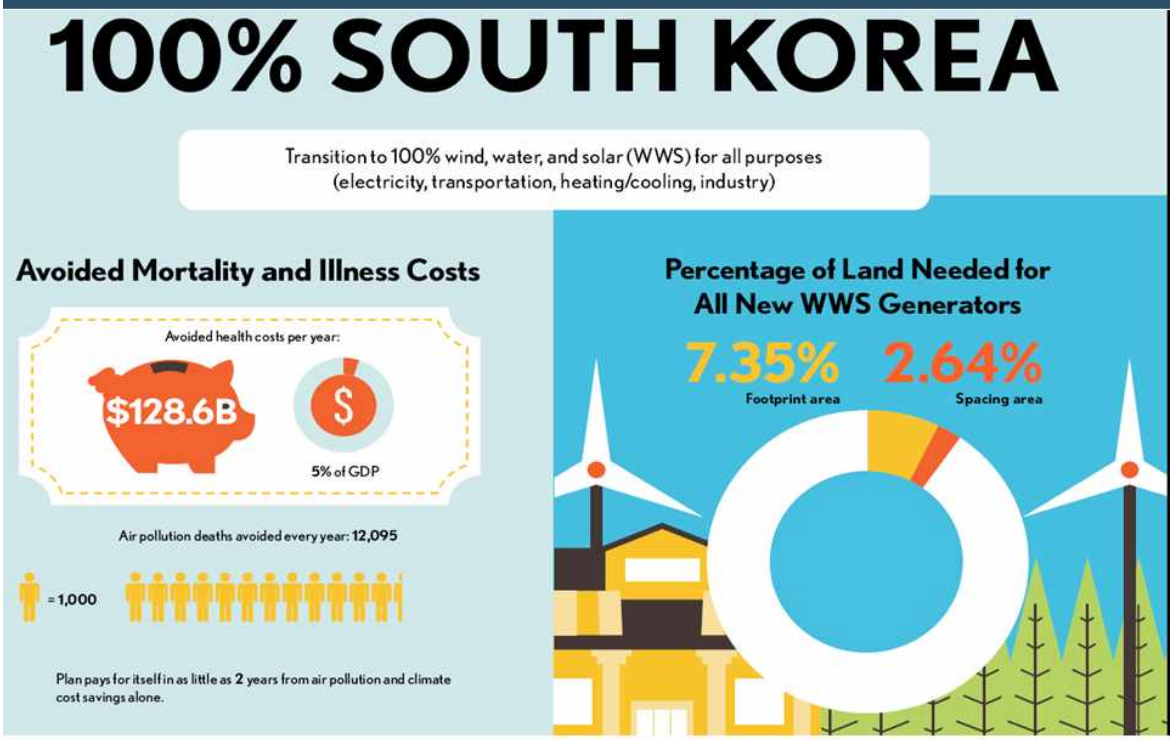
■ 모든 기업이 100% 재생에너지를 이용할 경우 세계 소비 전력의 40~50% 절약, 세계 CO_2 배출량의 10~15% 저감

Adobe, Alstria, Autodesk, Aviva, Biogen, Bloomberg L.P., BMW Group, BROAD Group, BT Group, Coca-Cola Enterprises, Commerzbank, Crédit Agricole Group, DSM, Elion Resources Group, Elopak, Formula E, Givaudan, Goldman Sachs, Google, H&M, HP inc., IKEA Group, Infosys, ING, International Flavors & Fragrances Inc.(IFF), J. Safra Sarasin, Johnson & Johnson, Kingspan, KPN, La Poste, Land Securities, Marks & Spencer, Mars Incorporated, Microsoft, Nestlé, Nike, Inc., Nordea Bank AB, Novo Nordisk, Pearson PLC, Philips, Procter & Gamble, Proximus, RELX Group, Salesforce, SAP, SGS, Sky pcl, Starbucks, Steelcase, Swiss Post, Swiss Re, Tata Motors, UBS, Unilever, Vaisala, Voya Financial, Walmart and YOOX Group.

100% 재생에너지 한국 ?



100% 재생에너지 한국?



'100% 재생에너지 사회' – 5개의 질문

- '100% 재생에너지 사회'의 도래는 왜 필연적인가?
- '100% 재생에너지 사회'는 새로운 이슈인가?
- '100% 재생에너지 사회'는 과학적인 근거를 결여한 주장인가?
- '100% 재생에너지 사회'가 매력적인 이유는?
- '100% 재생에너지 사회'의 전제 조건은 무엇인가?

Q1. 왜 필연적인가?

에너지의 효율적인 이용

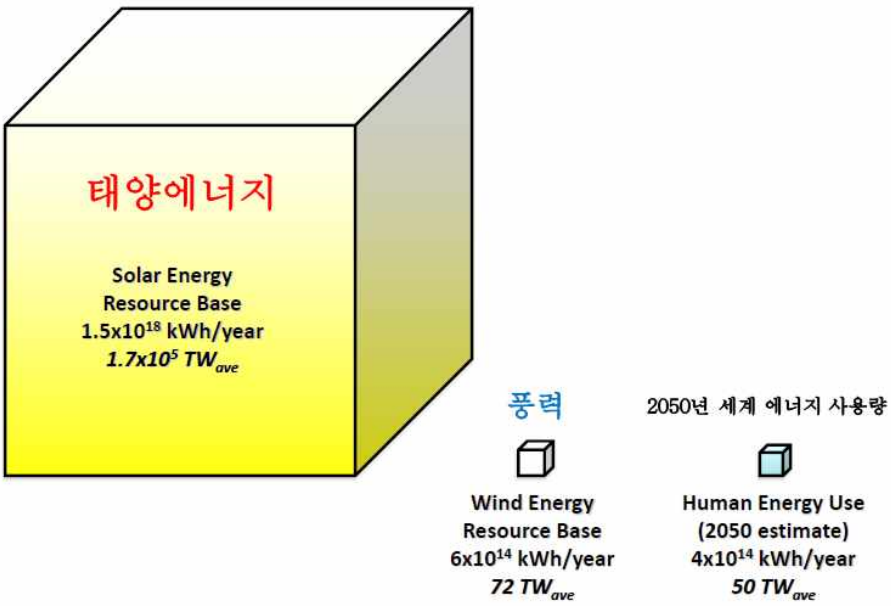
저탄소/무탄소 에너지 이용 확대
- 저탄소/무탄소 에너지 기술은 이미 존재

탄소 흡수원 확충
- 산림파괴 억제, 산림 관리 및 신규 조림의 향상
- 탄소포집저장과 연계한 바이오에너지의 활용

생활양식과 행동의 변화

Source : IPCC AR5 (2013)

Q1. 왜 필연적인가?

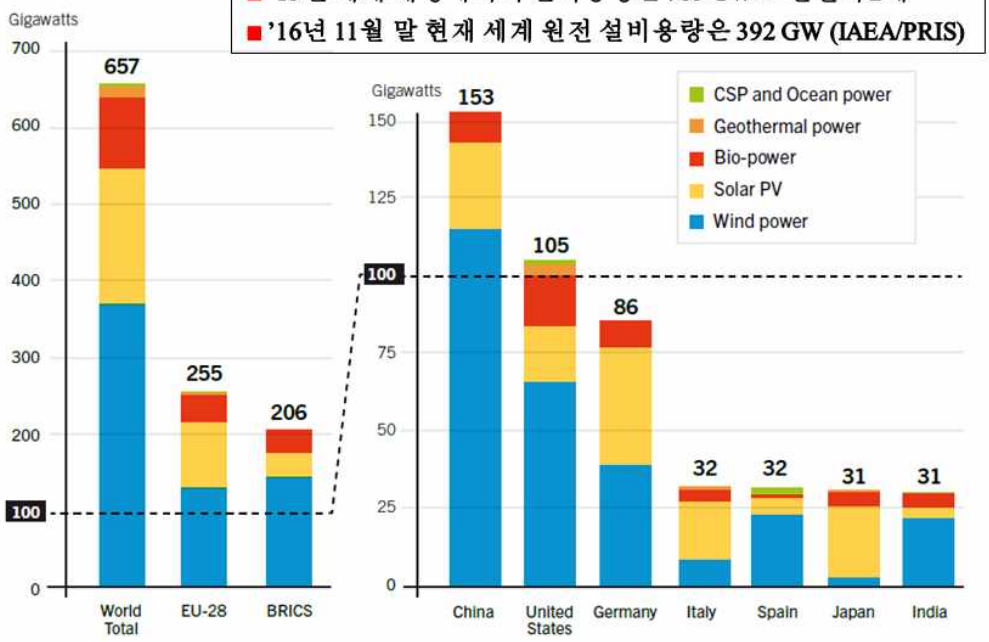


Q1. 왜 필연적인가?

- 지구 표면적 : 510,000,000 km²
- 육지 표면적 : 149,000,000 km²
- '30년 세계 전력 공급에 필요한 태양광 설치 면적 : 500,000 km²

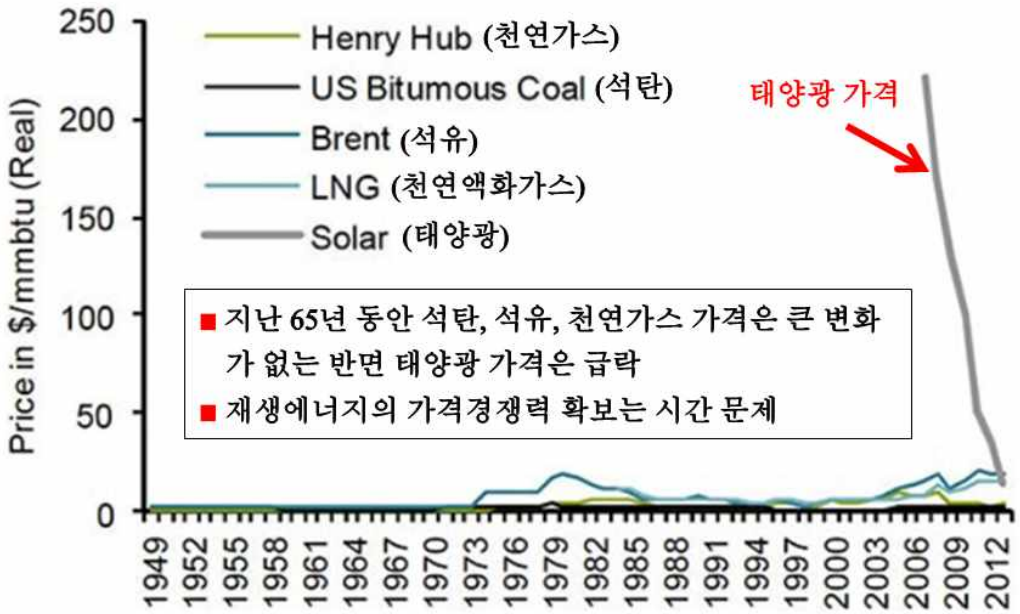
Q1. 왜 필연적인가?

- '15년 세계 재생에너지 설비용량은 785 GW로 원전의 2배
- '16년 11월 말 현재 세계 원전 설비용량은 392 GW (IAEA/PRIS)



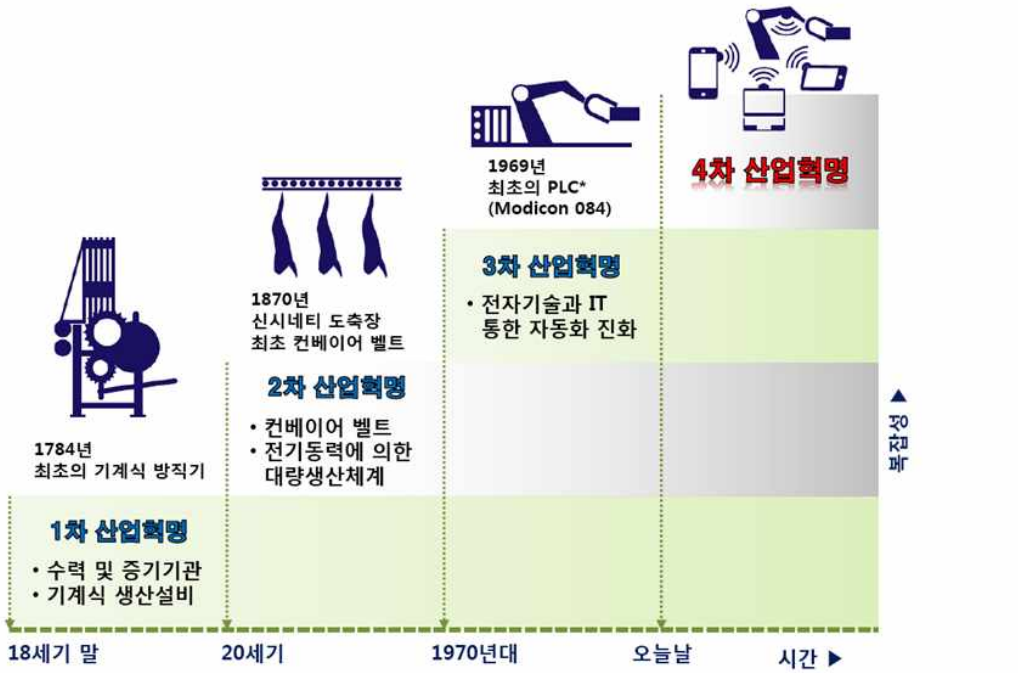
Source : REN21, Renewables 2015 Global Status Report (GSR)

Q1. 왜 필연적인가?



출처 : Bernstein Research. 자료: EIA, CIA, World Bank, Bernstein analysis

Q1. 왜 필연적인가?



Source : DFKI (2011)

Q2. 새로운 이슈인가?

- 1975년 덴마크 물리학자 Bent Sørensen이 사이언스지에 발표한 논문이 '100% 재생에너지' 논의의 효시
- 2010년 Carl-A. Fechner 감독의 다큐 필름 The Fourth Revolution: Energy - 무하마드 유누스, 헤르만 쉐어
- 애모리 로빈스, WWF, 그린피스.....
- 100% 재생에너지 국제네트워크

100% RENEWABLES

THESOLUTIONSPROJECT

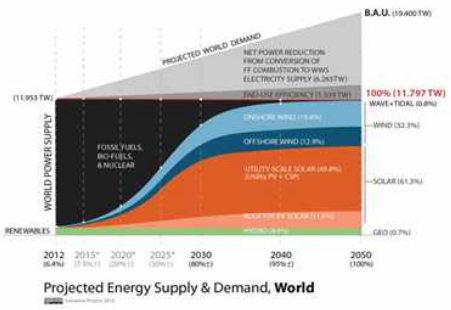
GO 100% RENEWABLE ENERGY

100% RES COMMUNITIES

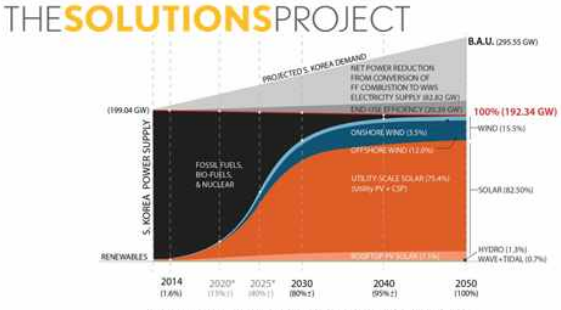
Q3. 과학적인 근거는 있는가?

- Mark A. Delucchi & Mark Z. Jacobson (2011). "Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part II: Reliability, system and transmission costs, and policies" (PDF). Energy Policy. Elsevier Ltd. pp. 1170–1190. doi:10.1016/j.enpol. 2010.11.045.

- Olav H. Hohmeyer & Sönke Bohm (24 June 2014). "Trends toward 100% renewable electricity supply in Germany and Europe: a paradigm shift in energy policies". Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment. doi:10.1002/wene.128.



Projected Energy Supply & Demand, **World**



Projected Energy Supply & Demand, **South Korea**

Q4. 왜 매력적인가?

'100% 재생에너지'에 관한 10가지 사실

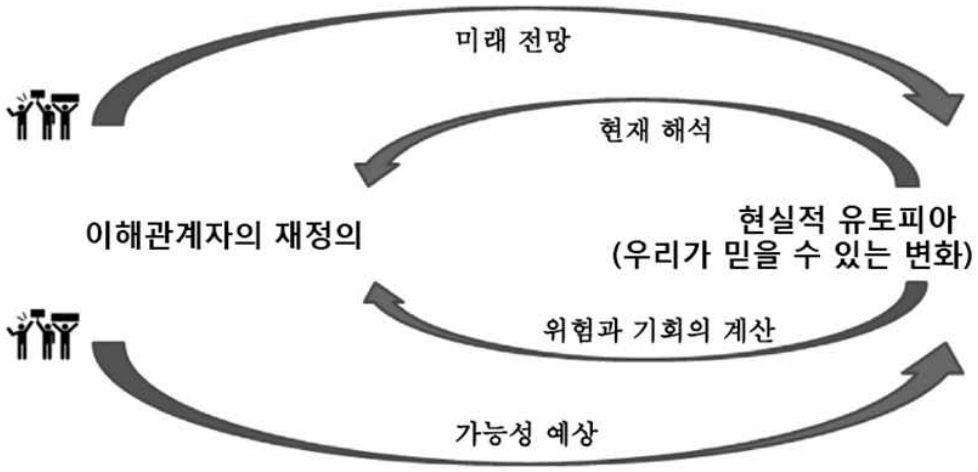
- 100% 재생에너지는 이미 현실이다.
- 100% 재생에너지는 기후변화에 맞설 수 있는 유력한 대안이다.
- 100% 재생에너지는 엄청난 비용(환경·건강비용)을 절약한다.
- 100% 재생에너지는 인권을 개선하고 정의를 실현한다.
- 100% 재생에너지는 부자 나라에만 해당되는 목표가 아니다.
- 100% 재생에너지는 이용자 친화적이다.
- 100% 재생에너지는 일자리를 만들고 삶의 질을 높인다.
- 100% 재생에너지는 인간과 생태계의 건강을 보호한다.
- 100% 재생에너지는 에너지 민주주의에 기여한다.
- 100% 재생에너지는 국가와 공동체의 위험을 줄이고 지구촌 평화에 기여한다.

Source : 100% RENEWABLES

3. 100% 재생에너지 사회의 조건

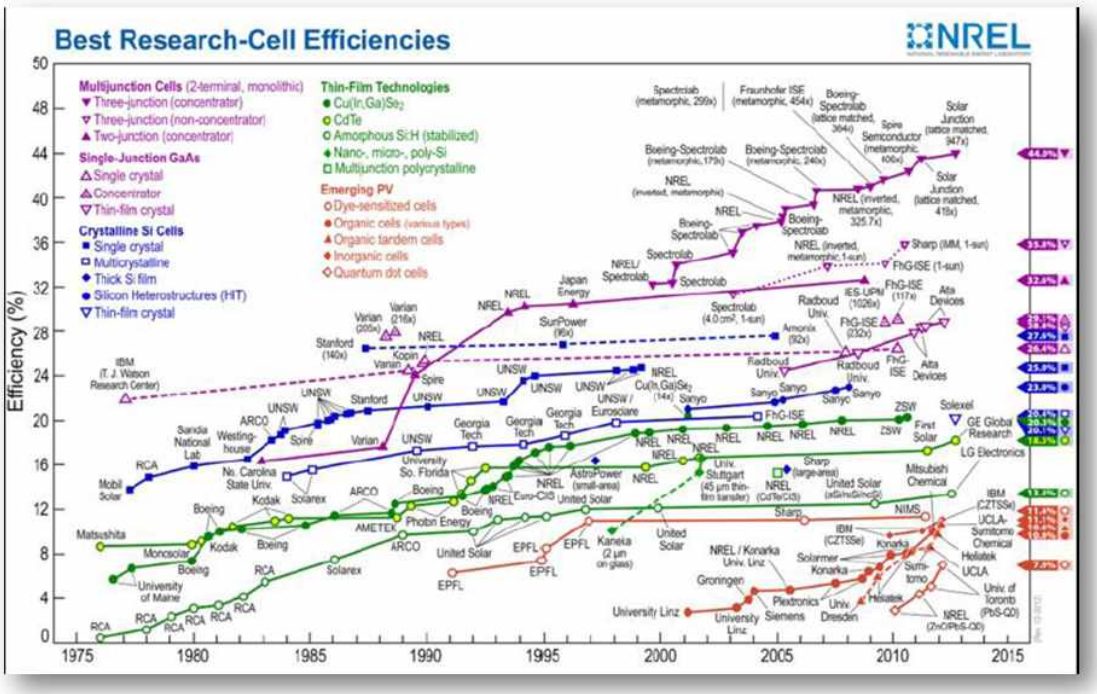
1. 담대한 비전과 목표

① 현실적 유토피아 (담대한 비전)　② 새로운 발전 패러다임
③ 이해관계자의 재정의 (협력 동맹 형성)

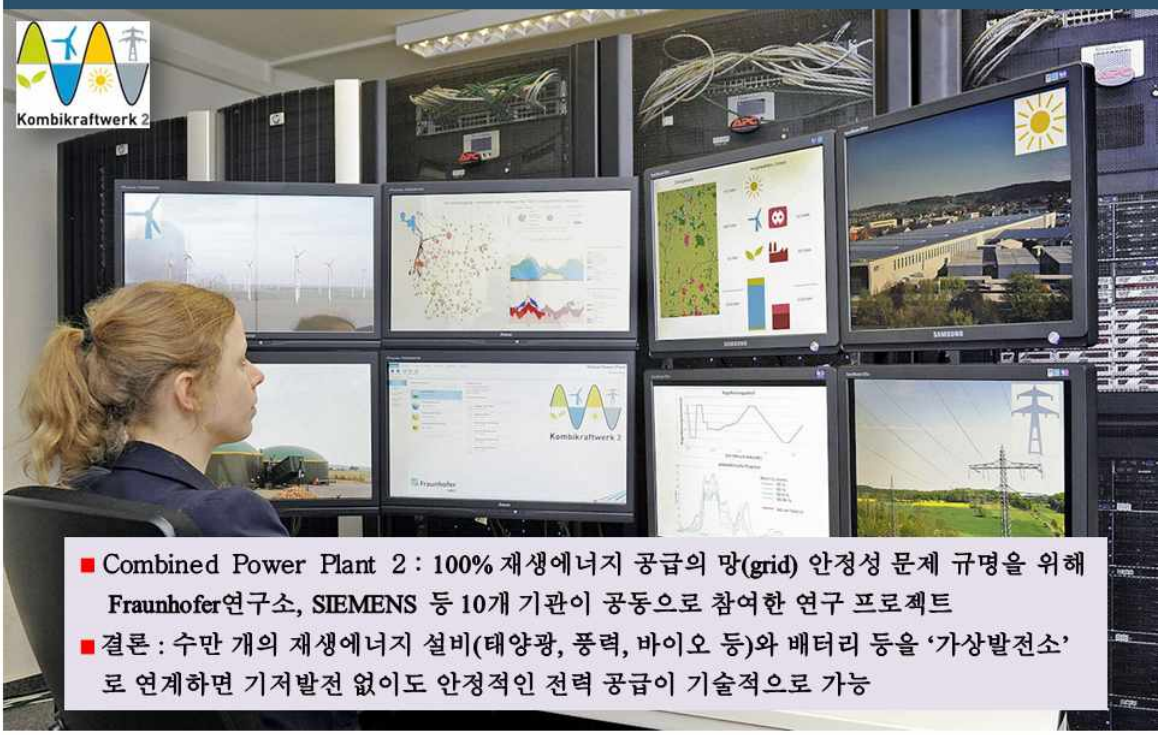


Source : Marc Saxer(2016)

2. 효율 혁명



3. 연계 및 저장기술의 발전



- Combined Power Plant 2 : 100% 재생에너지 공급의 망(grid) 안정성 문제 규명을 위해 Fraunhofer연구소, SIEMENS 등 10개 기관이 공동으로 참여한 연구 프로젝트
- 결론 : 수만 개의 재생에너지 설비(태양광, 풍력, 바이오 등)와 배터리 등을 '가상발전소'로 연계하면 기저발전 없이도 안정적인 전력 공급이 기술적으로 가능

4. 인식의 전환 – 수용성 증대

감사합니다
기후변화행동연구소
Institute for Climate Change Action

발표자료

트럼프 美 차기 행정부의 에너지정책 전망 및 영향
- 유학식 부연구의원(에너지경제연구원)

트럼프 美 차기 행정부의 에너지정책 전망 및 영향

2016.12.2
에너지경제연구원 유학식

KEEi
에너지경제연구원

KEEi
에너지경제연구원

CONTENTS

Ⅰ 트럼프 당선자 및 공화당의 에너지 정책

Ⅱ 미국 차기 행정부의 에너지 정책 및 산업 변화 전망

Ⅲ 우리나라에의 영향 및 시사점

KEEi
에너지경제연구원

Ⅰ 트럼프 당선자 및 공화당의 에너지 정책

1. 트럼프 당선자와 공화당의 에너지·기후 정책 기조

- 트럼프 당선자와 공화당의 에너지 및 기후정책은 ① 미국 내 화석에너지 자원의 생산 및 수출 확대, ② 기후변화 대응 노력에의 반대로 요약
  - ✓ **트럼프 당선자는 일관되게 미국의 국익을 최우선으로 한다는 입장에서 국내의 석유, 가스, 석탄 자원의 개발과 생산을 확대하고 수출함으로써 국내 고용과 에너지독립을 추구**
  - ✓ **동시에, '온실가스 배출로 인한 지구온난화' 의 사실여부 자체를 부정하며, 기후변화 대응노력에도 반대 입장을 분명히 했음.**

〈 2016 공화당 정강 〉

AN AMERICA FIRST ENERGY PLAN

DONALD J. TRUMP'S VISION

- Make America energy independent, create millions of new jobs, and protect clean air and clean water. We will conserve our natural habitats, reserves and resources. We will unleash an energy revolution that will bring vast new wealth to our country.
- Declare American energy dominance a strategic economic and foreign policy goal of the United States.
- Unleash America's $50 trillion in untapped shale, oil, and natural gas reserves, plus hundreds of years in clean coal reserves.
- Become, and stay, totally independent of any need to import energy from the OPEC cartel or any nations hostile to our interests.
- Open onshore and offshore leasing on federal lands, eliminate moratorium on coal leasing, and open shale energy deposits.
- Encourage the use of natural gas and other American energy resources that will both reduce emissions but also reduce the price of energy and increase our economic output.
- Rescind all job-destroying Obama executive actions. Mr. Trump will reduce and eliminate all barriers to responsible energy production, creating at least a half million jobs a year, $30 billion in higher wages, and cheaper energy.

〈 미국 최우선 에너지계획 〉

Donald Trump's Contract with the American Voter

Six measures to clean up the corruption and special interest collusion in Washington, DC:

Seven actions to protect American workers:

Five actions to restore security and the constitutional rule of law:

donaldjtrump.com/contract

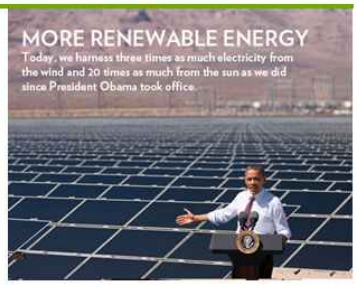
〈 취임 100일 과제 〉

1

(참고) 민주당 및 오바마 행정부의 에너지정책 기조

< 오바마 행정부의 에너지·기후 정책 >

① 청정에너지 확대와 화석연료 축소
② 에너지 독립 추구
③ 기후변화 적극 대응 및 국제리더십 발휘



✓ 청정에너지 기술개발 및 투자확대 → 고용창출과 경제성장 동력화

✓ 국내 원유·가스 생산을 증대하되 석유소비 감소, 청정에너지원 확대와 에너지효율 개선, 낭비제거를 통해서 에너지 수입의존도를 낮추는 에너지독립 추구

- 무분별한 원유·가스 개발에는 반대, 환경성 강조 → 규제 및 기준 강화

✓ 국내 온실가스 감축정책 및 국제기후변화 대응에 리더십 발휘

- 기후행동계획(CAP, '13.6), 청정전력계획(CPP, '15.8)
- 미·중 기후정상회담('14.11, '15.9), 파리협정 합의('15.12) 및 비준('16.9)

2

2. 미국 내 화석연료 자원의 생산확대와 수출활성화(1)

● 석유가스 개발 규제 완화, 생산 증대 및 수출 확대 추진

✓ 국내 원유·가스를 최대한 개발하고, 활용하여 미국이 중동원유에의 의존을 완전히 벗어나는 에너지독립을 추구

- OPEC과 외국 NOC를 석유시장을 조작한다며 비난
- 이에 대응하여 미국의 에너지시스템이 국제유가 변동에 취약하지 않도록 국내 원유생산 확대를 주장

✓ 국내 석유가스 개발 촉진을 위해 오바마 행정부가 도입했거나 도입을 추진하고 있는 각종 규제들의 철폐를 주장

※ 오바마 정부의 상류부문 규제 : 연방 공유지 수압파쇄법 정보공개 강화('15.3), 해상시추 장비규제('16.4), 석유·가스 부문 메탄누출 규제 ('16.5) 등 다수의 규제 도입 및 도입 추진

✓ 유전 및 가스전 개발 등 상류부문 인허가도 신속하게 처리하겠다 공약

3

2. 미국 내 화석연료 자원의 생산확대와 수출활성화(2)

- 파이프라인, 수출터미널 등 석유·가스 인프라 확대

  ✓ **오바마 대통령의 거부로 무산('15.11)되었던 키스톤 XL 파이프라인의 건설도 재추진 공약**

  - 키스톤 XL 프로젝트는 캐나다 알버타주와 미국 네브라스카 주까지 송유관을 신설하는 것으로, 미국 내 기존 파이프라인과 연결되면 텍사스까지 캐나다산 원유 수송이 가능(에너지안보, 고용 ↑)

  ✓ **공화당은 현 오바마 행정부가 에너지 사업 인허가를 지연하고 있다고 비판하며, 파이프라인, 수출인프라 등 인프라 건설 인허가도 완화를 추진**

  ✓ **미 에너지 · 인프라 법 제정 추진**

  - PPP(민관협력사업) 및 민간주도 인프라 투자를 촉진할 수 있도록 조세혜택 지원하는 내용의 입법 추진(취임 100일 과제)
  - 향후 10년간 인프라부문 1조 달러 투자 유인

4

3. 기후변화 대응 및 청정에너지 촉진 정책 폐기 (1)

- 국제 기후변화 대응 노력 및 파리협정의 부인

  ✓ **트럼프 당선자와 공화당은 기후변화 대응에 반대하며, 파리협정의 비준도 부인**

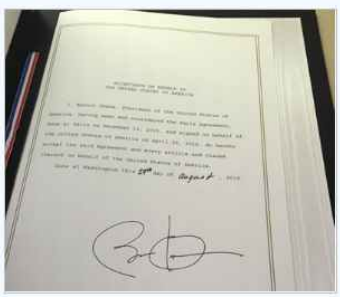
  - 오바마 대통령은 파리협정 비준서에 서명('16.8.29), 비준서 제출(9.3)
  - 파리협정은 발효기준(55개국 ↑, 배출량 55%↑) 달성으로 발효 (11.4)

  ✓ **공화당의 파리협정 거부 논리**

  - 파리협정의 비준권한이 오바마 대통령이 아니라 상원에 있으며, 상원의 비준을 거치지 않았으므로 무효라는 주장

  ※ 파리협정 탈퇴에 관한 조항

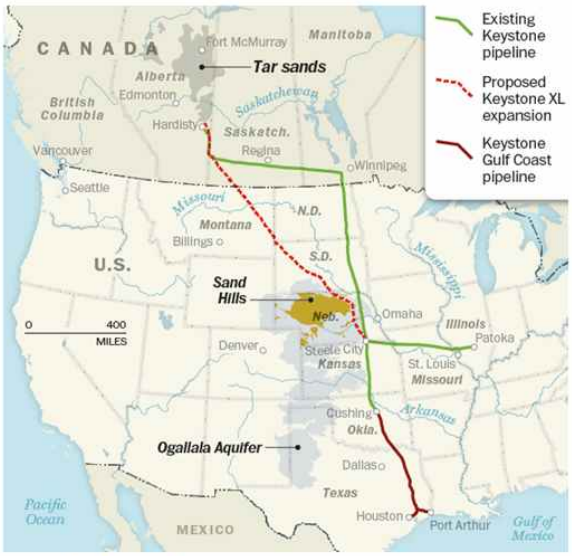
  [제28조] 협정 발효 후 3년 이후부터 가능, 탈퇴 신청 후 최소 1년 뒤에 최종 탈퇴



〈 오바마 대통령의 파리협정 비준서명〉

5

(참고) Keystone XL 파이프라인



자료: Washington Post

- 캐나다 알버타주 하디시티에서 시작하여 미국의 몬타나, 사우스다코다를 거쳐 네브라스카주 스틸시티까지 연결
- 기존 파이프라인과 연결되면 오클라호마 쿠싱 석유허브와 연결
- 텍사스주 휴스턴 및 네덜란드 정유지대까지 연결
- 36인치 구경, 83만 b/d 수송용량

3. 기후변화 대응 및 청정에너지 촉진 정책 폐기 (2)

● 신재생에너지 지원정책 폐지

✓ **신재생에너지 자체를 부정하지는 않으나, 연방정부의 지원정책은 폐지를 주장**

- 신재생 투자세액공제와 같은 연방정부의 지원정책을 신재생에너지원에 대한 편애라고 비판
- 이에 반해 석유·가스·석탄에 대해서는 규제를 받고 있다며 공정한 경쟁이 되지 않는다는 인식

※ 힐러리 후보는 이와 반대로 신재생에너지 지원정책은 지속하되, 석유·가스 부문 지원정책은 폐지를 주장

✓ **신재생에너지 생산세액공제(PTC)나 투자세액공제(ITC)와 같은 연방세액공제제도는 '15년 12월에 일몰연장된 것을 마지막으로 더 이상 유지는 힘들 것으로 전망됨.**

3. 기후변화 대응 및 청정에너지 촉진 정책 폐기 (2)

* 현행 신재생에너지 연방세액공제제도의 공제율 할인과 일몰시한

	풍력 생산세액공제 (PTC)	풍력 외 생산세액공제(PTC)	상업용 태양광 투자세액공제(ITC)	가정용 태양광 투자세액공제(ITC)
2016	100%	100%	30%	30%
2017	80%	-	30%	30%
2018	60%	-	30%	30%
2019	40%	-	30%	30%
2020	-	-	26%	26%
2021	-	-	22%	22%
2022	-	-	10%	-
2023년 이후	-	-	10%	-

자료: EIA

8

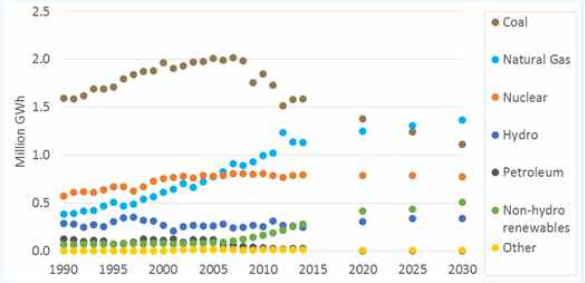
3. 기후변화 대응 및 청정에너지 촉진 정책 폐기 (3)

● 청정전력계획(Clean Power Plan) 폐지

✓ **석탄산업 말살전쟁이라 비난하면서 청정전력계획 완전 폐지를 주장**

- 청정전력계획은 발전부문 온실가스 감축('30년까지 '05년 대비 32% ↓)을 위해 도입한 기존화력발전기에 대한 이산화탄소 배출규제
- '15.8월에 EPA 법규명령(Regulation)으로 발표된 후, 주로 공화계열 24개 주에서 반대소송을 제기, 현재 합법성 심판 중으로 최종판결 시까지 청정전력계획의 시행은 중단 중

< CPP 도입에 따른 미국의 전원믹스 전망 >



석탄 ↓
가스 ↑
신재생 ↑

자료: EPA

9

II

미국 차기 행정부의 에너지 정책 및 산업 변화 전망

1. 미국 원유·가스 생산증가와 자원수출 진흥 정책

- 미국 원유·가스 생산 증가와 자원 수출 정책

  ✓ **향후 미국의 석유·가스 상류부문 개발규제 우려해소, 탈탄소정책 후퇴, 석유·가스 인프라 확대에 힘입어 원유·가스 생산이 증가할 것으로 전망**

  - 오바마행정부의 상류부문 안전성, 환경성 강화 정책 및 규제의 완화 및 폐지 전망, 민주당이 공약한 북극, 대서양 연안, 연방 공유지 등 개발제한 가능성도 제거
  - 키스톤 XL 파이프라인 재추진 등 인프라 확충

  ✓ **트럼프의 미국 원유와 셰일가스 개발 활성화 정책은 국제 석유시장 공급 증가 요인**

  - 미국 원유·가스 공급증가에 비해 미국의 국내 석유수요는 주로 수송용 소비로 그리 크게 증가할 여지가 많지는 않음.
  - 셰일가스 공급증가로 가스가격 안정세가 유지되면 가스화력 발전 비중은 지속확대 될 전망
  - 한편, 차기 행정부는 미국산 원유·가스 수출확대를 위해 수출관련 인허가를 완화하고, 자원수출 시장개척을 위한 다자·양자협상에 나설 것

11

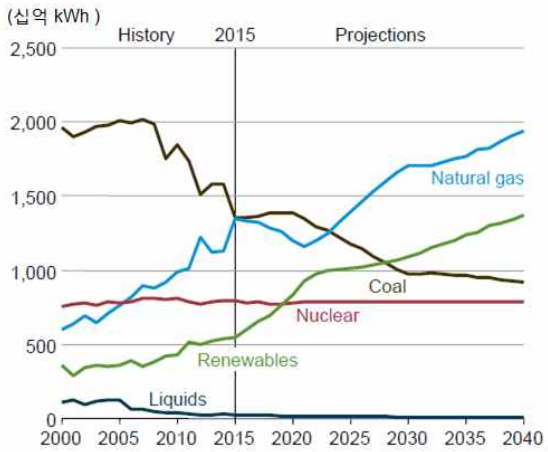
2. 국제 기후변화 대응 노력 및 감축정책 후퇴

- 국제 기후변화 대응노력 및 온실가스 감축 정책 후퇴
  - ✓ **파리협정 비준무효화를 주장하며 협정에서 탈퇴를 추진하거나, 탈퇴까지는 않더라도 감축공약 준수 노력은 기대하기 어려울 전망**
    - 비준서의 유효성에 대해서는 법적 판단을 묻는 소송이 제기될 가능성
    - 법원이 파리협정 비준의 유효성을 인정한다 하더라도 트럼프 행정부에 INDC 감축목표 달성을 위한 적극적 노력은 기대하기 어려울 전망
    - 또한, 파리협정 탈퇴 가능성도 배제할 수 없음.
      - 어떤 식으로든 오바마 행정부가 보여준 미국의 국제 기후변화대응 리더십은 상실될 것으로 전망되며, 신기후체제는 출범과 동시에 주요한 회원국인 미국의 실질적 이탈 또는 역할후퇴를 막지 못할 우려
    - 다만, 미국은 풍부한 천연가스를 활용한 감축 여력은 있음.
    - 또한, 국내 감축조치는 대통령의 권한으로 직접 취소할 수 있는 정책들부터 백지화할 것으로 예상
  - ✓ **에너지절약, 효율개선 등은 현 정부 대비 위축될 가능성**

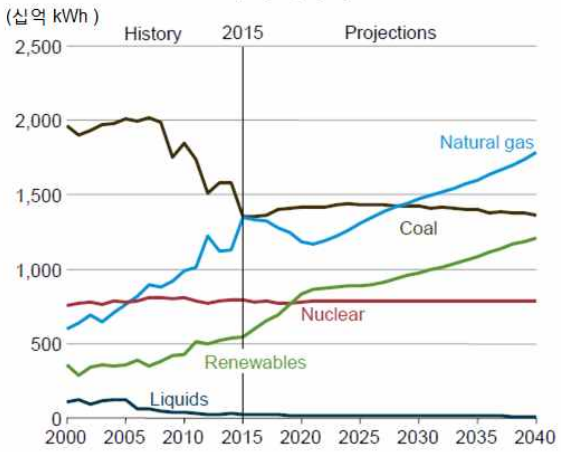
12

(참고) 청정전력계획 존속 여부에 따른 발전믹스 전망

〈 기준 시나리오 〉



〈 CPP 폐지 시나리오 〉

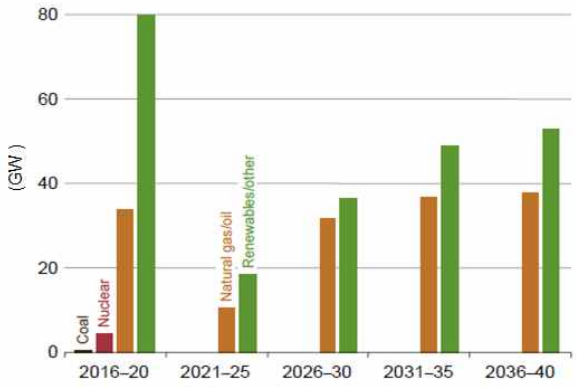


자료: EIA, Annual Energy Outlook('16.9)

16

(참고) CPP 폐지, 신재생 세액공제 일몰 시 설비 전망

< 청정전력계획 폐지 시나리오에서의 발전설비 추가 전망 >



석탄 : '20년 이후 추가설비 없음.
추가설비는 없으나, 노후화력 퇴출 속도는 감소

가스 : 일정수준 지속 증가

신재생 : 세액공제 일몰 후 대폭 감소,
이후 다시 회복 (PV가 주도)

자료: EIA, Annual Energy Outlook('16.9)

17

5. 관찰사항 – 취임 후 우선과제 강조점

Putting America First!

Creating Jobs and Wealth for American Workers!

Developing executive actions for Day 1

✓ On Energy,

- I will cancel job-killing restrictions on the production of American energy, including shale energy and clean coal, creating many millions of high-paying jobs.

18

5. 관찰사항 – 대통령의 권한으로 가능한 사항

Doesn't Need Congress	Might Need Congress	Needs Congress
• Suspend **immigration** from "terror-prone regions"	• Deport **undocumented immigrants** who have committed crimes	• Repeal and replace **Obamacare**
• End foreign **trade** abuses	• Renegotiate or withdraw from the **North American Free Trade Agreement**	• Build a **wall**
✓ • Choose **Supreme Court** nominee	• Impose **tariffs** on companies moving overseas	• End **Common Core**
• Leave the **Trans-Pacific Partnership**	• Stop funding **"sanctuary cities"**	• Pass a **security** bill
• Label **China** a currency manipulator		• Cut **taxes**
✓ • Limit federal **regulations**		✓ • Pass an **infrastructure** bill
✓ • Roll back **environmental** regulations		• Pass an **ethics** bill
• Rescind Obama's actions on **guns**		• Restrict **lobbying** by former members of Congress
✓ • Approve the **Keystone XL pipeline**		• Pass a **child care** bill
• Tighten **lobbying restrictions**		• Pass a **law enforcement** bill
• Freeze **federal hiring**		
• Overturn protections for certain **undocumented immigrants**		
✓ • Cancel payments to U.N. **climate** programs		
• Propose **term limits** on Congress		

자료:뉴욕타임즈('16.11.)

19

5. 관찰사항 – 대선 전후 논조 (신재생, 기후변화관련)

〈 미국 최우선 에너지계획 ('16.5) 〉

✓혁신을 방해하는 관료주의를 타파, 모든 종류의 에너지를 다 추구할 것임. 이에는 재생에너지와 미래 기술도 포함.

✓일년에 1백만 마리의 새를 죽이는 풍력프로젝트는 정부가 신속처리해주면서, 노스다코다주 석유기업이 새 28마리 죽였다고 법무부가 소송한 것은 잘못

〈 공화당 정강 ('16.7) 〉

✓정부가 에너지생산자 가운데 선호를 가져서는 안됨. 정부보조금을 받고서도 전기 한번 생산 못하고 망해버린 기업들을 국민들은 잊지 않을 것

✓요즘처럼 분쟁이 확산되는 시기에 오바마 행정부는 국방예산은 삭감하면서, 국방부에게 '25년까지 전력의 25%를 신재생 공급 요구. 기후변화는 안보와 동떨어진 주제로, 이는 상식을 무시한 환경극단주의적 조치임. 의회는 반드시 이런 조치들을 중단시켜야 함.

✓자유경제 하에서 석탄, 석유, 가스, 원자력, 수력 등 정부보조 없이도 시장성 있는 모든 종류의 에너지원 개발을 지지함. 또한 민간자본에 의한 비용효과적 재생에너지 개발을 촉구함.

〈 트럼프 인수위 ('16.11) 〉

✓우리의 에너지 정책은 전통자원에서 신재생에너지까지 국내 에너지원을 최대한 이용할 것임.

20

5. 관찰사항 – 대선 전후 논조 (신재생, 기후변화관련)

〈 미국 최우선 에너지계획 ('16.5) 〉

- ✓오바다 대통령이 상원 승인없이 일방적으로 파리협정에 가입. 파리협정은 외국의 관료주의자들에게 미국의 에너지소비 통제권을 주는 것
- ✓취임 백일 안에 일자리 파괴 정책인 기후행동계획을 철회할 것임. 또한 파리협정도 취소하고 미국이 UN 기후프로그램에 대한 재원공여도 중단할 것

〈 공화당 정강 ('16.7) 〉

- ✓EPA는 청정대기법의 진의를 왜곡. EPA를 초당파적인 독립위원회로 개편하고 정치화된 과학으로부터 보호해야 함
- ✓탄소세는 에너지 가격을 인상시켜 미국 가계에 고통을 줄 것이므로 반대함. CCS는 민간 중심으로 개발하는 것은 좋음
- ✓기후변화 정보는 감정이 아닌 냉정한 데이터에 기반해야 함. IPCC는 편견 없는 과학기구가 아닌 정치적 구조를 따름. IPCC는 기후반대론자에게는 관용을 보이지 않음.
- ✓교토의정서와 파리협정 아젠다를 거부함. 파리협정이 상원의 비준 없이는 개인의 약속에 불과하며 미국은 구속되지 않음. UNFCCC에의 재원공여도 당장 중단해야 함.

21

5. 관찰사항 – 대선 전후 논조 (신재생, 기후변화관련)

〈 트럼프 인수위 ('16.11) 〉

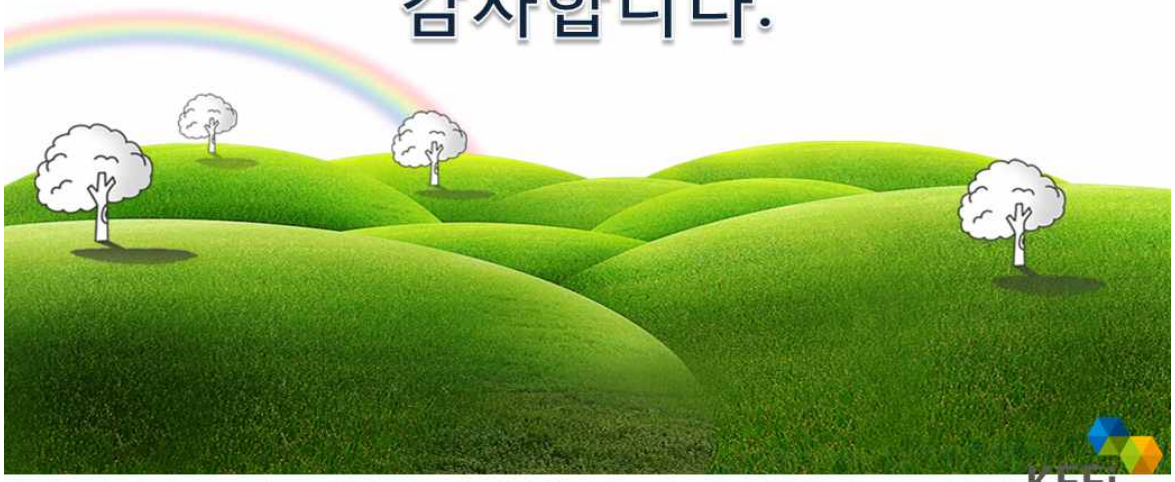
- ✓오바마 대통령의 일자리 파괴정책인 석탄과의 전쟁을 중단하고 석탄리스 중단을 다시 해제할 것임. 모든 반석탄 규제를 재검토할 것
- ✓지구기후에 어떤 측정가능한 기여도 못하면서 전기요금만 일방적으로 인상시킬 기후행동계획과 청정전력계획을 폐기할 것
- ✓EPA는 원래의 핵심 임무인 대기환경 및 수자원 보호에 집중해야 함.

〈 뉴욕타임즈 대담 ('16.11) 〉

- ✓기후변화에 대해 면밀히 검토 중이다. 열린 마음으로 보고 있다. 우리는 이 문제를 매우 신중하게 들여다볼 것이다. 기후변화 만큼이나 분열이 심한 주제는 없다. 듣기 싫겠지만, 기후변화에 대해 반대하는 쪽에서의 사람들도 많이 있다. 양쪽 견해 모두에 귀를 기울여야 한다. 정말 이 문제에 대해서 정확히 알고 있는 사람이 있느냐?
- ✓기후변화와 인간활동 사이에 얼마간 연관성이 있는 것 같다. 물론 얼마나 많은 연관이 있느냐와 그것이 우리 기업에 얼마나 비용으로 작용하느냐가 또한 중요하다. 우리 기업들이 지금 경쟁력이 매우 약하지 않느냐...

22

감사합니다.



KEEI
에너지경제연구원

발표자료

신기후체제 대응을 위한 중국의 에너지 정책
- 김도영 대표이사(아이컨테크)

신기후체제 대응을 위한
중국의 에너지 정책 분석 및 시사점 도출

icontech

2016.12

1

목차

1 기후변화협약과 중국의 변화

2 중국 5개년 규획과 에너지 / 환경 정책

3 중국의 에너지 정책과 산업 영향력

4 시사점

1 기후변화협약과 중국의 변화

COP21 파리 협약은 년 이후의 국제기후변화협약에 대한 논의가 이루어졌으며, 교토의정서에 비해 많은 국가들의 협의를 도출했다는 평가

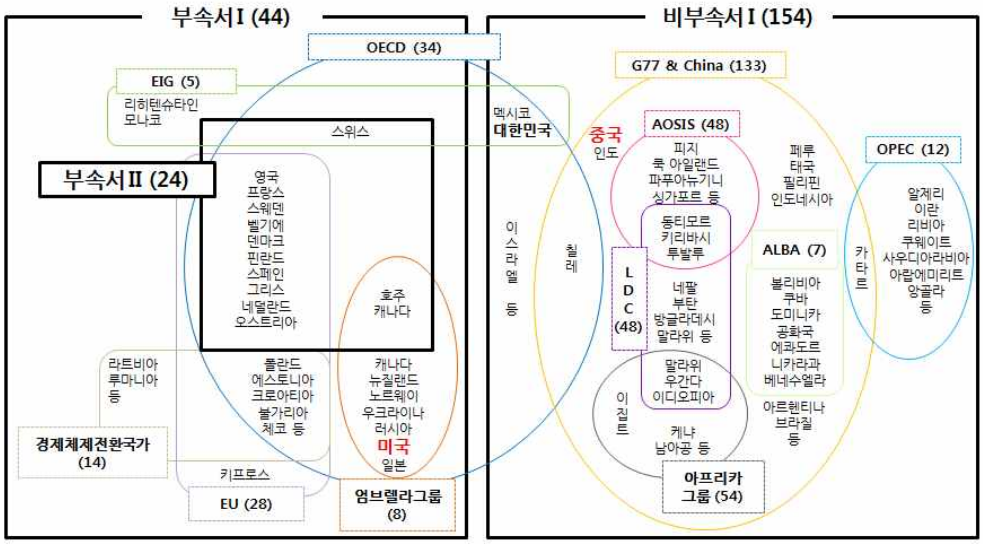
▶ 국제기후변화 및 중국의 변화 : COP 21 전 / 후 국제기후변화 협약 현황

분류	교토의정서	파리협약
개최국	• 제 3차 당사국 총회 (일본 교토)	• 제 21차 당사국 총회 (프랑스 파리)
채택	• 1997년 12월 채택, 2006년 발효	• 2015년 12월 채택
대상국가	• 주요 선진국 대상	• 195개 협약 당사국
적용시기	• 2020년 까지의 국제 기후변화 대응방식	• 2020년 이후의 '신 기후체제'
목표 및 주요내용	• 기후변화의 가장 큰 원인인 주요 온실가스 정의 • 온실가스 총 배출량을 1990년 수준 대비 5.2% 감축을 목표 • 온실가스 감축에 대한 국가별 차별적 목표치 부여 (선진국에만 의무적 감축목표 부여) • 미국의 비준거부, 캐나다의 탈퇴, 일본 및 러시아의 기간연장 불참 등 국제적으로 원활한 합의가 이루어 지지 않았음	• 지구 평균온도의 상승폭을 산업화 이전과 비교해 섭씨 2도 보다 작게 제한하며, 1.5도까지 제한하는데 노력 • 온실가스를 좀 더 오랜기간 배출해 온 선진국이 더 많은 책임을 지고 개도국의 기후변화 대처를 지원 • 선진국은 2020년 부터 개도국의 기후변화 대처 사업에 매년 최소 1천억 달러 지원 • 선진국과 개도국 모두 책임을 분담하여 전세계가 기후 재앙을 막는 데 동참 • 협정은 구속력이 있으며, 2023년 부터 5년 마다 당사국이 탄소 감축 약속을 지키는지 검토

4

미국은 선진국의 기득권을 대변하는 엄브렐라 그룹에, 중국은 개발도상국을 대변할 수 있는 G77 & China 그룹에 포함되어 있음

국제기후변화 및 중국의 변화 : 국제기후변화 체제에서 미-중 관계의 변화 (국제 기후변화 부속서 그룹 이해 참고)

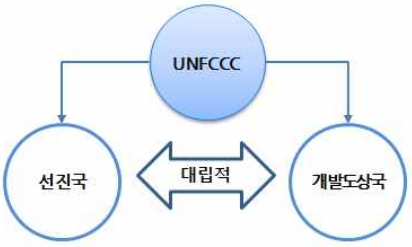


5

국제 기후변화협약 진행 과정에서 미국과중국은 대립적 관계를 유지하여 왔으나, COP21 이후 우호적 관계로전환

국제기후변화 및 중국의 변화 : 국제기후변화 체제에서 미-중 관계의 변화

COP21 이전의 미-중 간 기후변화 체제 내 이해관계



미국 (Umbrella Group)	중국 (Group of 77 and China)
• EU를 제외한 선진국 협상그룹 • 미국은 비유럽선진국의 입장과 이해관계를 대변	• 130여 개 개도국 협상그룹 • 개도국의 입장 및 이해관계를 대변 • 미국과 첨예한 입장 차이

COP21 미-중 간 기후변화관련 이해관계

미국이 30%의 탄소배출 감축 목표를 발표하자, 이튿날 중국도 이산화탄소 배출 감축 시사 발표

미-중 기후변화 정식 외교 현황

- 2014. 11. 미-중 기후변화 정상회담 및 공동선언문 발표
- 2015. 9. 기후변화 정상회담 및 공동선언문 발표

6

중국은 기후변화와 관련된 국제무대에서 급격하게 영향력이 커지고 있으며, 미국과 G2 체계를 구축함과 동시에 온실가스 감축의무에 동참하려는 적극적인 행동을 진행

▶ 국제기후변화 및 중국의 변화 : 주요 국제기후변화 회의 내용 및 중국의 동향

연도	회의명	장소	주요 내용
1992	유엔환경개발회의	리오	▪ 유엔기후변화협약(UNFCCC) 발족
1997	COP 3	도쿄	▪ 교토의정서 채택(미국의 비준 거부) ▪ 2008 ~ 2012 사이 1990년 대비 5% 온실가스 감축 목표 ▪ **당시 중국은 인도 등 신흥경제국가로 의무 대상에서 제외**
. . .	. . .	. . .	. . .
2009	COP 15	코펜하겐	▪ 2012년 이후 기후변화 체제에 대한 구속력 있는 합의 실패
2011	COP 17	남아공	▪ 2015년 까지 구속력 있는 합의를 도축하기로 약속함
. . .	. . .	. . .	. . .
2015	COP 21	파리	▪ 교토의정서를 대신할 파리 협정서 도출 ▪ 라마-파리 행동 아젠다(LPAA) 등 다양한 참여 독려 활동 ▪ **중국시진핑 주석은 최종합의문 도출을 위해 오바마 미국 대통령과 최종까지 의사결정을 함께하는 등 중국의 위상 변화**

시사점

- 중국은 온실가스 감축 의무를 회피하려는 모습에서 적극적인 동참의지로변화
- 2000년 전후까지 중국은 국제기후변화 무대에서 신흥 경제국 중 하나였으나, 2015년에는 미국과 함께 국제기후협약에 대한 성패를 좌우할 정도의 국가위상 도약
- 중국은 기후변화협약을 통해 중국의 위상과 국력을 세계에 선전하고자 하는 정치적 목적을 가지고있음
- 중국과 미국은 기존 선진국과 개발도상국의 입장을 대변하는 등 대립적 관계에서 협상을 통한 우호적 관계로 변모함

중국은 지속적인 경제 성장을 목표로 하지만, 국제사회에 온실가스에 대한 의무 감축을 표방하고 국제기후변화 대응에 대한 적극적 대응 실시

▶ 국제기후변화 및 중국의 변화 : 시사점

중국의 기후변화국제적 대응 활동 및 시사점

- 기후변화 대응을 위한 '미-중 경상회담' 개최
- 온실가스- 2005년 대비 2030년 GDP 대비 60~65% 감축 목표 설정 및 공표
- '남남협력 원조기금' 추진 (설립개발도상국 간 기후변화 합작기금)
- '공동의 그러나 차별적 책임(Common but Differentiated Responsibilities)' 강조 ['기후변화 대응을 위한 행동강화-중국의 자주공헌']

1. > 국제 에너지 시장 및 기후변화 환경 분야에서 중국의 위상이 강화되었으며, 미국과 함께 국제적 리더 역할을 하고자 함
2. > COP21 이후 온실가스 감축 목표 달성을 위해 가시적인 변화가 일어나고 있음
3. > 에너지 및 환경 문제를 해결함과 동시에 경제적 이익과 중국의 국제적 위상 강화를 함께 추진하고자 함

2 중국 5개년 규획과 중국의 에너지 정책

중국은 경제발전을 대변하는 '샤오캉 사회' 달성을 목표로 함과 동시에, 환경문제의 적극적인 해결이라는 상충된 목표를 동시에 이루고자 함

▶ 중국 5개년 규획: 경제발전 계획과 환경관련 정책

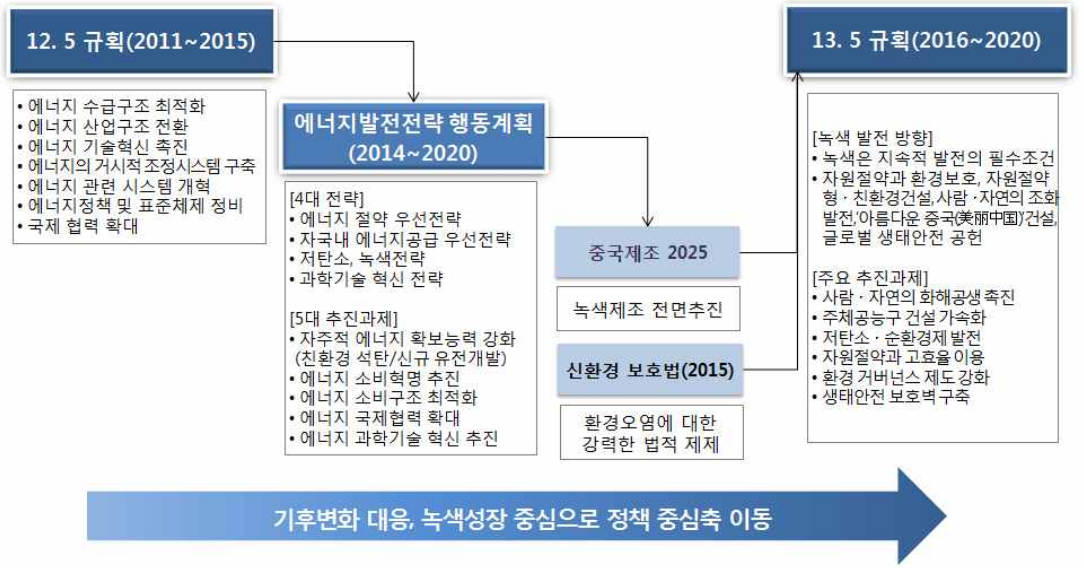
중국 규획 별 환경정책변화

시기	9·5계획	10·5계획	11·5규획	12·5규획	13·5규획
핵심개념	지속가능한 성장	녹색성장모델	녹색산업 발전	환경친화사회	녹색소강사회
정책 방향	환경보호 개념 제시	환경보호 초기 모델	에너지 개혁	감축목표 제시 기후변화 대응	강제적 감축 친환경 인프라
주요 환경정책	환경보호법(1979) 환경보호법 개정 (1989) 도시생활폐기물 규정 (1993) 수자원법(1995)	대기오염방지법 (2000) 환경영향평가법 (2002) 청정생산촉진법 (2003) 고체폐기물방지법 (2004)	재생가능에너지법 (2006) 에너지절약법 (2007) 수자원오염방지법 (2008) 순환경제촉진법 (2009)	중금속오염방지 (2001) 석탄법(2011) 환경장비 12·5규획 (2012) 대기오염 규선 규획 (2013)	개정 환경보호법 발효 (2015)

- 2002년 중국공산당 제16차 전국대표회의에서 2020년까지 중국의 국내총생산(GDP)을 2000년의 4배 수준으로 늘려 전면적인 소강(샤오캉)사회를 건설하겠다는 의지 표명
  ▼
- 하지만 중국의 공업화 및 도시 에너지 의존도 상황은 중국의 경제발전 목표 달성의 큰 걸림돌로 작용
  ▼
- 중국의 에너지 분야에 대한 관심은 2006년 발표된 '신재생에너지법'으로 시작되었으며, 이후로 풍력발전 분야는 지속적인 성장
  ▼
- 중국정부는 에너지의 안정적인 확보, 장기 에너지 수급 및 발전 전략을 위해 총리급 위원회인 국가에너지위원회(National Energy Committee, NEC)를 설립 - [2010. 1. 설립, 2013. 7. 개편]
  ▼
- 2014. 11.에는 NDRC에서 중국 최초의 기후변화대응 분야의 중장기 계획으로 '중국 기후변화대응계획(2014~2020)'을 발표
  [2020년까지 탄소원단위를 2005년 대비 40~45% 개선을 목표]

12. 5 규획의 에너지 및 환경분야의 강조사항이 에너지 발전전략 행동계획 및 중국제조 2025, 신환경보호법등을 거쳐,
13. 5 규획의 녹색발전 정책으로 연결되고 있으며, 이는 정책의 중심이 기후변화 및 녹색성장 중심으로 이동하고 있는 모습

▶ 중국 5개년 규획 : 최근 중국의 기후변화 및 녹색기술 관련 정책 맵



11

중국은 경제발전을 대변하는 '샤오캉 사회' 달성을 목표로 함과 동시에, 환경문제의 적극적인 해결이라는 상충된 목표를 동시에 이루고자 함

중국 13.5규획 내 녹색발전 추진 정책

소강사회 실현 과정 중 준수해야 할 이념
1. 혁신발전
2. 균형발전
3. 녹색발전
4. 개방 발전
5. 공동향유 발전

정책과제	주요 추진 정책
사람과 자연의 공생 촉진	· 녹색 · 저탄소 · 순환 발전 산업체계, 녹색금융, 녹색발전기금
주체공능구 건설 가속화	· 주체공능구 규획, 농업산품 주산구 및 중점 생태공능구 목록
저탄소· 순환경제 발전	· 현대 에너지 체계, Near-0탄 배출 시범 항목, 순환발전 선도계획
자원절약과 고효율 이용	· 절약 우선, 에너지 · 용수 · 오염배출 · 탄소배출권 분배제도 · 엄격한 수질 관리
환경 거버넌스 제도 강화	· 엄격한 환경보호, 대기 · 물 · 토양오염 방지 행동계획 실행 · 성 이하 환경보호기구 감독 · 감찰 · 집행 · 수집관리
생태안전 보호벽 추구	· 천연림 보호제도, 물 생태보호 강화, 사막화 관리, 블루해양

'샤오캉사회(小康社會)'는 의식주 문제가 이미 해결되어 삶의 질이 향상된 중산층사회를 말함

시사점

녹색 발전은 지속성장 및 지속가능 발전의 필수조건으로 인식하고 있으며, 자원절약과 환경보호, 자원절약형, 친환경 건설, 사람과 자연의 조화발전, '아름다운 중국' 건설, 글로벌 생태안전 공헌 등이 13.5 규획의 환경분야에서 강조하고 있는 사항

12

중국은 환경문제를 경제성이 있는 사업으로 발전시켜 환경문제 해결과 경제발전을 동시에 이룩하려는 전략을 국가 경제발전 계획에 반영함

중국 13.5 규획 내 녹색발전 추진 정책

- '샤오캉 사회' 실현과 녹색발전의 동시 실현
- 중국 지도부 및 공산당의 환경문제 해결 의지
- 신환경보호법을 통한 강력한 규제 활동
- 파리기후협약을 통한 중국의 환경 위상 강화

13. 5 규획의 환경 분야에 반영

3대 관점	4대 전략	5대 과제
▪ **에너지 소비총량 통제**를 통한 안정적인 에너지 공급 확보 ▪ **에너지 생산과 소비혁명 추진**을 통한 전체계획 수립 ▪ 에너지 혁명을 위한 **입법 체계 수립**	▪ 에너지 절약 우선 전략 ▪ 국내수급 확보 우선 전략 ▪ 저탄소 녹색 전략 ▪ 기술 혁신 전략	▪ 자주적 에너지 확보능력 확대 ▪ 에너지 소비혁명 추진 ▪ 에너지 소비구조 고도화 ▪ **에너지 국제협력 확대** ▪ 에너지 과학기술 혁신 추구

➢ **13.5규획 기간에는 12.5규획에서 선정되었던 에너지 절약형 친환경산업, 차세대 IT산업, 바이오산업, 첨단장비제조산업, 신에너지산업, 신소재산업, 신에너지 자동차 산업 등 7대 전략적 신흥 산업의 발전 명시**

시사점

13. 5 규획에서는 12. 5 규획에서 강조되었던 에너지 분야의 전반적인 굴기가 강조되고 '샤오캉 사회'의 실현을 위한 녹색발전을 위해 환경 및 기후변화에서도 경제적 발전을 실현하고자 하는 중국 정부의 의지가 반영 되었음

13

에너지발전전략 행동계획(2014~2020년)은 5년 단위 국가계획인 12.5규획, 13.5규획과 비슷한 성격의 중장기 국가 강령으로 중국의 에너지 발전 및 개선을 위한 4대 전략과 5대 임무를 비롯한 2020년까지 달성해야 할 다양한 목표가 제시

에너지 발전전략 행동계획(2014.11.)

자주적 에너지 확보능력 강화	➢ 안전·녹색·집약·고효율 원칙에 따라 **석탄의 친환경·고효율 이용기술을 개발** ➢ **9개의 천만톤급 대형유전을 건설**해 자국 내 석유 생산량을 확대 ➢ **석탄, 바이오매스, 수송연료 등을 대체할 에너지원을 적극 개발**하고, 2020년 까지 석유 대체능력을 4,000 만톤 이상 확보
에너지 소비 혁명 추진	➢ 지역별, 산업별 특징을 고려, **에너지 소비를 제**한하고 에너지 개발 및 이용방식의 전환을 추진 ➢ **에너지 절약을 최우선 과제로** 삼고 공업, 건축, 수송 부문을 중심으로 **에너지 절약형 생산 모델과 소비 모델**을 구축
에너지 소비구조 최적화	➢ 청정에너지의 공급을 확대하고 **석탄소비량을 제한**, 2020년까지 석탄 비중을 62% 이하로 억제 ➢ 집중형과 분산형 발전을 병행하여 재생에너지 발전을 가속화하여 2020년까지 非화석에너지 비중 15%를 달성
에너지 과학기술 혁신 추진	➢ 에너지의 **녹색·저탄소·스마트 발전이라는 전략적 방향을 견지**하고, 비전통 석유·가스 및 심해 석유·가스의 탐사·개발, 분산형 에너지, 스마트그리드, 차세대 원자력, 현대적 재생에너지, 에너지 및 수자원 절약, 에너지 비축, 新에너지 등 9개 주요 혁신 분야를 확립
에너지 국제협력 확대	➢ ①중국 및 해외 자원과 시장을 종합적으로 이용하고, ②투자와 거래를 병행하고, ③해상 통로와 내륙통로를 모두 중시하여 **해외 에너지 자원 이용을 위한 중장기 계획**을 수립함

14

중국은 신 환경보호법 시행을 통해 강력한 단속 및 처벌을 시행

중국 5개년 규획 및 에너지 정책 : 강력한 환경 규제 시행

COP 21 전후 중국의 기후변화 대응 및 환경정책 변화

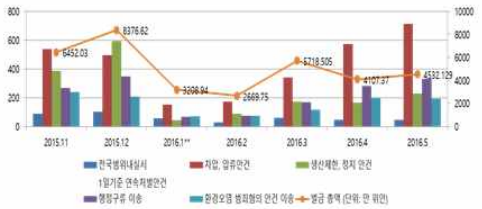
13. 5 규획 발표 및 '녹색소강사회' 표방

- 환경보호부를 통해 환경보호법 집행, 현황 개시
- 각 부처에서 13. 5 규획의 세부 정책 제안 활성

환경보호법 대대적 개정(2015. 1.)

- 환경관련 규제 심화
- 정책 집행과 사법기관 연계를 환경보호부로 일원화

신 환경보호법 시행 후 6개월간 단속 결과



중국 환경보호부, 홈페이지 게시물, 《环境保护法》配套办法执行情况(2015.11~2016.5)

처벌 유형	규모
공장 폐쇄	약 9,300건
생산 중단	15,839건
과징금	2억 4천만 위안(약 450억원)
기업 책임자 사법처리	740명
관련 공무원 징계	57명

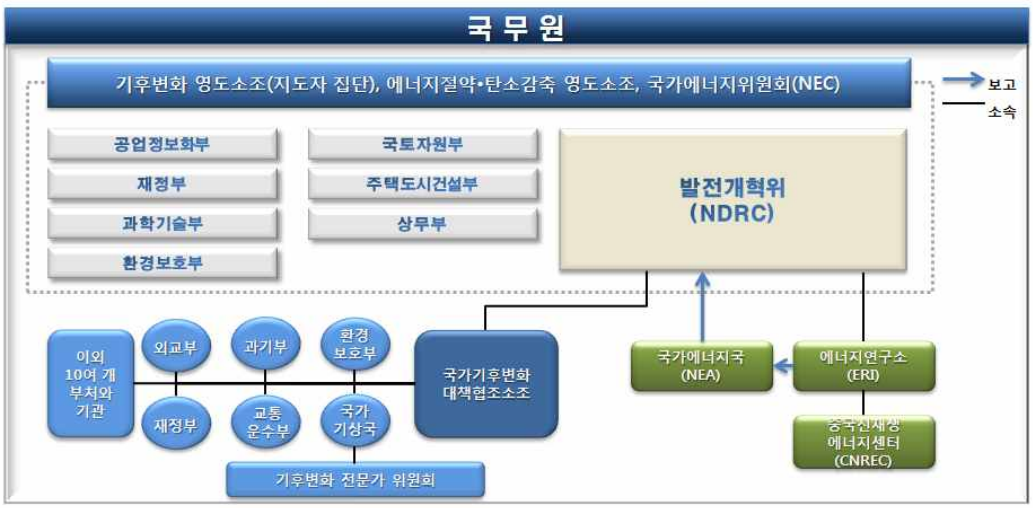
중국 매일경제신문 (2015.8.)

15

중국 에너지 거버넌스는 국무원 산하 다양한 기관으로 세분화 하여 전문적인 역할을 담당

중국의 에너지 거버넌스 및 역할

중국 에너지 거버넌스



16

중국 에너지 거버넌스는 국무원 산하 다양한 기관으로 세분화 하여 전문적인 역할을 담당

중국의 에너지 거버넌스 및 역할

중국 에너지 거버넌스 조직 별 역할

주요 기관	주요 역할
국가발전개혁위원회 (NDRC)	➢ 중국 경제개발 계획을 수립하는 기관으로 산하의 NFA와 더불어 신재생에너지 정책의 입안 및 집행을 담당함 (NDRC의 가격책정 부서는 계통 연계형 풍력발전, 바이오매스 발전, 태양광 발전 등에서 생산된 전력의 가격을 책정)
국가기후변화 대책 협조소조	➢ 과학기술부, 상무부, 재정부, 건설부, 중국과학원, 국가행양국 등의 직원으로 구성, 기후변화 대응관련 부서를 초월하여 해당 문제를 처리하는 협조기관으로, 기후변화 분야의 중요한 문제를 토론하고 정책을 결정함. 중대한 문제는 국무원에 보고하여 정책을 정하고 대외 협상을 지도하고 국내 업무를 시행함
에너지연구소(Energy Research Institute, ERI)	➢ 국가 연구기관으로 중국 내 각종 에너지 현안에 대한 연구를 담당하며, ERI 산하에는 각각 에너지경제 및 전략, 에너지효율, 신재생에너지, 에너지·환경 및 기후변화를 전담하는 4개의 연구센터가 있음
중국신재생에너지센터 (CNREC)	➢ 중국 국립 자연과학연구소로 산하에 84개 부속 연구기관이 있으며 화학연구소, 녹색스마트기술연구원, 석탄화학연구소 등 다수 연구소에서 녹색기술 관련 연구를 수행함

17

중국은 에너지 기술의 선진국들과 다양하게 교류하고 있음

중국의 에너지 기술관련 주요국 교류 현황

중국 외교부 홈페이지 참고 및 재작성

18

중국은 중국이 필요로 하는 에너지분야의 주요 선진국들과 장기 전략 차원의 교류를 실시하고 있음

▶ 중국의 에너지 관련 정부 관점

유형	정부 대응 방향성	특징	해결방안	비고
석탄 석유	• 효율성 증대 : 성분 조합 및 건조기술 등을 통한 석탄 효율성 증대 • 오염물질 감소 : 청정석탄 등 배출물질 감소	• 선진(해외)기술 협력을 통한 연구	환경기술 공동연구 및 기술 이전	• 미국, 일본 등
	• 물질 대체 : 바이오 매스(Crop)등을 통한 대체 연소 방안	• 대체 물질 개발 및 수입 방안 모색	바이오 매스 연료 대체 물질 수입 및 기술 이전	• 북유럽 국가 (스웨덴, 노르웨이)
	• 물량 확보 : 안정적인 공급을 위한 수입량 확보	• 수입국들과의 지속적인 관계 유지	산유국들과의 우호적 외교관계 유지	• 이집트, 이란, 사우디
신재생 에너지	• 중국의 지리적 특성과 생산량을 고려해 선택과 집중을 통한 신재생에너지 육성 진행 • 태양광, 풍력 에너지에 대한 집중적인 지원	• 투자 규모의 거대성 • 유럽 국가들의 기술 우위	정부정책을 통한 지원 및 선진국과의 기술협력	• 태양광 : 중국 • 풍력 : 덴마크 • 기타 관련 기술확보

시사점	• 중국은 향후 5 ~ 10년 간 가장 중요한 에너지원 및 대응에 초점을 맞추고 이에 필요한 기술 및 자원 보유국과의 지속적인 교류활동 진행

중국은 환경보호법 개정 및 기술교류를 통해 중국 내부의 환경문제를 해결하고 에너지 시장 및 산업의 장기적인 로드맵을 세우고 있음

▶ 현황 분석 : 시사점 종합

중국의 기후변화 국제적 대응 활동 및 시사점

'샤오캉사회', 중국 제조 2025 등 경제성장 중심의 정책 지속

환경보호법 개정을 통한 강력한 규제 실시

에너지 / 환경 문제의 심각성

중국 국영기업 및 환경기술 보유기업을 위한 다양한 사업 진행

1 > 중국은 경제성장과 환경문제 해결이라는 상반된 목표를 동시에 이루고자 함

2 > 에너지불균형 문제해결을 위한 에너지 믹스와 환경보호법 개정을 통한 강력한 환경규제 실시

3 > 해외기술 이전 및 에너지 국영기업 육성 등, 국가에너지 산업 및 중국 에너지 기업에 대한 장기적 육성 정책 시행

3 중국 에너지 정책과 산업 영향력

중국 정부는 신실크로드, 일대일로등 다양한 국가 인프라 사업을 진행하고 있으며, 이러한 사업에 에너지 관련 투자를 대규모로 진행

일대일로 사례

일대일로(一帶一路)의 에너지·환경 인프라 투자

2015년 중국 국가발전개혁위원회(NDRC)는 2016년 말까지 400개 프로젝트에 정부재정/기금과 민자를 이용, 교통인프라 등 7개 업종에 총 10조 위안을 투입할 예정이라고 발표했으며, 향후 5년간 20조 위안이상 투입될 전망

- NDRC가 제시한 400개 프로젝트 중 203개는 교통과 관련된 사업으로 가장 많으며, 지방 정부별로는 베이징과 서부지역 12개 성(2015년 운송 인프라 투자에만 6,000억 위안 이상 지출 계획 제출)에서 투자 확대 계획이 발표
- '15년 1월~9월 동안 중국 정부(NDRC)가 승인한 고정자산 프로젝트 규모는 총 218건, 1조8100억 위안이며, 이중 에너지 분야는 2,366억 위안(40조 2천억 이상) 규모임

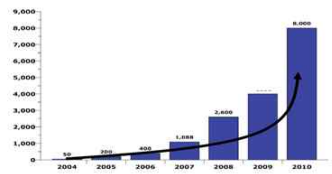
22

중국 정부의 적극적인 태양광 산업 지원정책으로 중국 태양광산업이 세계 1위로 성장

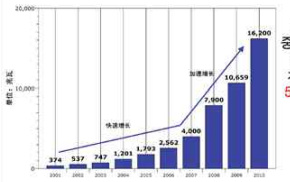
태양광 산업 정책 성공 사례

관련 정책	발표시기	주요 내용
재생에너지법	'06.1	· 전력망 회사가 의무적으로 재생에너지로 생산전력 구매 · 개인 및 단체가 태양광, 태양열 관련설비(태양열 온수 및 냉난방 시스템, 태양광 발전 등)설치시 지원
국가중장기과학 발전계획요강	'06.2	· 태양광설비 일체화 건축기술 중점연구 · 태양광전지 재료 및 관련기술 중점연구분야로 지정
11차 5개년계획	'06.3	· 풍력, 바이오매스, 태양광 발전 등을 중점지원 분야로 선정
기후변화에 대한 국가대응방안	'07.6	· 재생에너지법의 전면적 시행, 관련 법규와 정책 개발, 태양광 발전 지원, 낙후지역 태양광 발전 보급 및 소형 태양광 발전소 건설 등
신재생에너지 중장기 발전계획	'07.9	· 태양광 발전용량 '10년 30만kW, '20년 180만kW 확대
신재생에너지 11차 5개년 계획	'08.3	· 태양광발전 중점 지원 계획: 전력설비가 없는 지역에 보급, 도시지역 태양광 설비 보급 · '10년까지 태양열온수기 1.5억 제곱미터 건설, 태양열발전용량 30만kW확보, 조, 태양열온수기 의무 설치 등 · 기술개발 및 장비제조 지원, 산업체계 건설
Golden Sun 프로그램	'09.7	· 초기 자본 비용의 50~70% 지원 · $0.06/kWh로 전기 재구매,최소 300kW의 설비에 대해 지원 ('09년→'11년 사이에 중국 생산능력 4배 향상에 큰 기여)

중국의 연도별 태양광전지 생산량(단위: MW)



세계 태양광전지 생산량 증가추이(단위:MW)



2010년 중국 8GW, 전 세계 차지비중 50% 도달

중국정부의 강력한 시장, 기술 진흥정책에 힘입어 중국이 세계 최대 전기차 생산 및 수요국으로 성장했으며 전기차 기술수준도 글로벌 수준으로 성장하고 있음

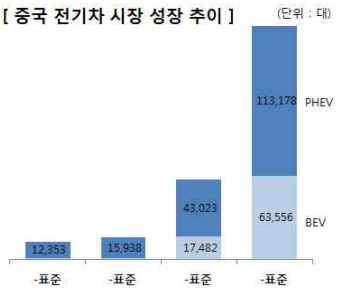
전기차 산업 정책 성공 사례

[중국 전기차 관련 주요 정책]

구분	주요 내용
9차 5개년 (1996~2000)	- 전기자동차 연구개발을 국가 중점 과학기술산업 프로젝트에 포함시킴
10차 5개년 (2000~2005)	- 과학기술부는 전기자동차를 『863』계획 12개 중점 연구 프로젝트에 포함시킴
11차 5개년 (2006~2010)	- 전기자동차와 대체연료자동차를 통합하여 863계획, 에너지 절감 및 新에너지 자동차 중점 프로젝트를 설립함
12차 5개년 (2011~2015)	- 2012년 에너지절약형 및 新에너지 자동차 발전계획(2012~ 2020) 발표 · 전기자동차 누적 판매량을 2015년까지 50만대, 2020년까지 500만대로 확대 - 2014년 전기차량 취득세 면제
13차 5개년 (2016~2020)	- 2020년까지 전기자동차 동력시스템의 과학기술체제와 산업 부가가치 사슬 관련 기술시스템 구축 - 각종 전기자동차의 산업화 실현

➢ 중국은 2010년 10차 5개년 계획부터 본격적으로 전기차 산업을 국가 주요 전략산업으로 정해 육성하기 시작하였는데, 10년간 약 20억 위안(3,400억원)의 자금을 투입해 전기자동차 관련 기술개발을 수행함

[중국 전기차 시장 성장 추이] (단위 : 대)

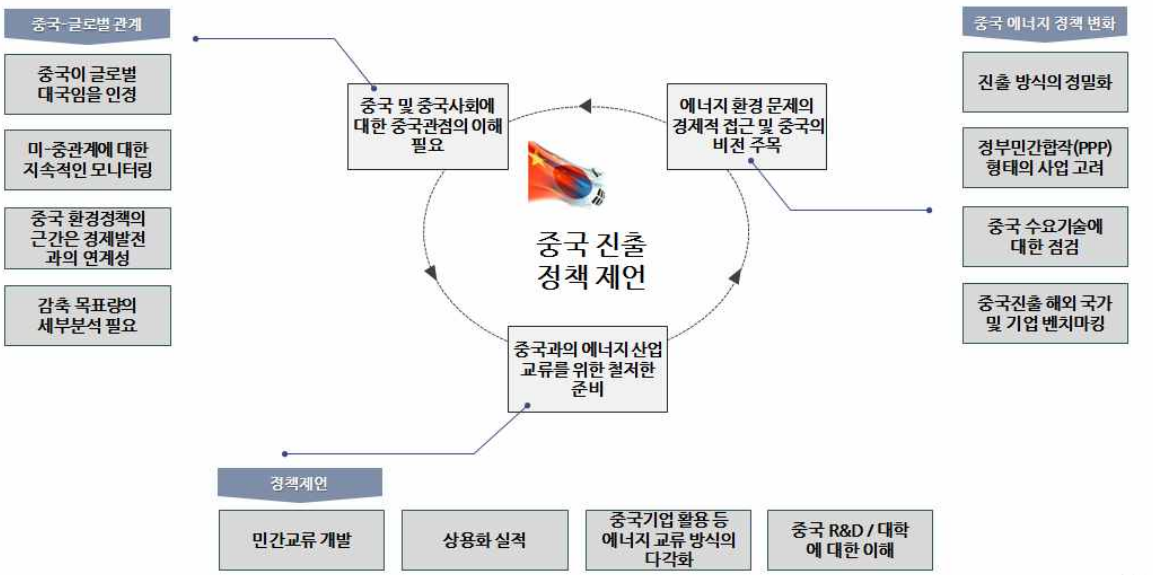


(출처 : CAAM, Research in China)

4 시사점

지금까지의 환경, 현황, 사례, 전문가 인터뷰 분석을 통해 중국 진출을 위한 제언을 도출

▶ 시사점 종합



26

지금까지의 환경, 현황, 사례, 전문가 인터뷰 분석을 통해 중국 진출을 위한 제언을 도출

시사점 종합

	주요 시사점
중국이 글로벌 대국임을 인정	➢ 중국은 파리기후변화협약을 시작으로 신기후변화 체계에서 주도적인 환경선진국으로서의 정치적 위상을 강조하고자 함
미-중관계에 대한 지속적인 모니터링	➢ 단순한 제언이 아닌 정부의 경제개발계획 및 조직개편, 법제 및 강령 등을 통해 중국의 기후변화 문제 및 환경문제에 대한 적극적인 의지를 확인할 수 있음
중국 환경정책의 근간은 경제발전 과의 연계성	➢ 중국은 경제개발을 통한 이익을 환경문제 해결을 위해 사용하려는 것이 아니며, 기후변화 대응 및 환경 산업이 독자적으로 경제성을 갖을 수 있도록 하여 경제발전과 환경문제를 동시에 추구하고자 함
감축 목표량의 세부분석 필요	➢ 중국은 에너지 사용에 대한 중국의 필요에 따라 선진국과의 기술교류나 자체적인 산업 육성들을 결정하며, 이는 가시적 이익이 아닌 미래적 가치를 반영한 장기적 전략을 추구하고 있음
진출 방식의 정밀화	➢ 기후변화 대응 및 환경 산업 역시 중국은 시장 확보를 바탕으로 사업교섭의 우위를 점하고 있으며, 이러한 시장상황에서 중국과의 교류를 위해서는 단계적이고 전략적인 접근이 필요함
정부민간합작(PPP) 형태의 사업 고려	
중국 수요기술에 대한 점검	
중국기업 활용방안	

27

지금까지의 환경, 현황, 사례, 전문가 인터뷰 분석을 통해 중국 진출을 위한 제언을 도출

정책 제언 도출

	정책 제언
정부 주도의 환경 R&D 자금 확보	➢ 중국과의 원활한 교류를 위해서는 정부가 중국과의 우호적인 외교관계를 유지하고, 환경분야 전용의 정부주도 R&D 자금을 확보하여 원활한 사업 진행을 지원해야 함 (중국은 상대국가의 적극적인 의지와 자금에 따라 사업의 적극성이 달라짐)
상용화 실적을 통한 기술 외 경쟁력 확보	➢ 중국과 진행중인 한중협력위원회 협의를 지속적으로 지원하고 한중포럼에서 더 많은 국내 연구기관 및 연구자들이 조인트 R&D 형식의 사업을 발굴할 수 있도록 지원해야 함
틈새시장 공략 후 단계적 사업 추진	➢ 중국에서 한국에 관심을 보이는 사업에 대한 프로세스 개발 -중국은 한국의 환경기술을 보유하고 있는 기업을 M&A 하고자 함
에너지 분야별 지속적인 연구개발 투자 및 지원	➢ 국가 경쟁력이 우수한 기술분야에 대한 집중투자와 경쟁력은 부족하지만 국가 에너지 기초분야 에 대한 꾸준한 연구 지원의 병행을 통한 환경 연구의 중장기적 지원제도 마련 필요
	➢ 중국 진출에 대한 다각화 전략 필요 - 중국과의 기술교류가 가능한 분야에 대한 전문적인 재선정, 및 정부 주도 이후의 민간, 기업 간 교류 활성화를 위한 다양한 제도 및 시스템 보완 필요

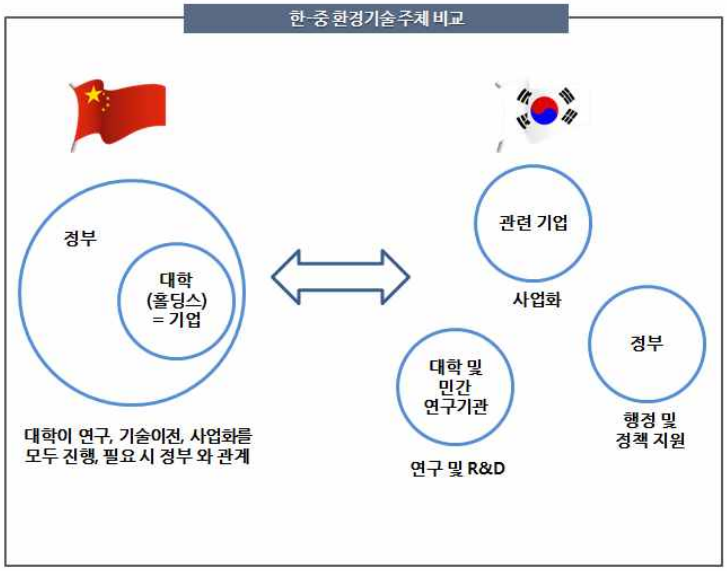
28

별첨 : 에너지 관련 중국 특징 및 기업 육성 사례

중국의 대학은 Teaching 보다는 Business의 성격이 강하며, 연구와 사업을 진행할 수 있는 복합적인 조직

▶ 중국의 에너지 거버넌스 및 역할

한-중 환경기술주체 비교



시사점

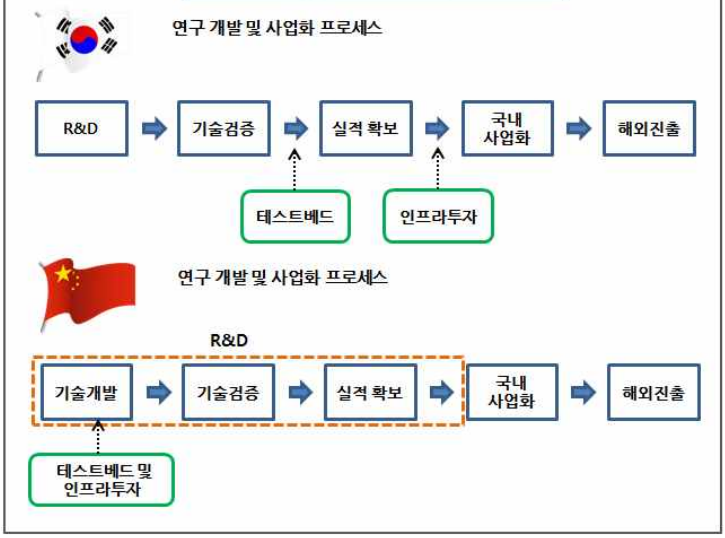
- 한국이 일반적으로 연구/사업/지원 에 대한 역할이 있다면 중국의 경우, 대학이 연구(학교역할)와 사업(기업역할)을 모두 진행
- 중국의 경우 대학은 교육 기관이라는 이미지 보다 사업체, 기업의 이미지라고 생각하고 접근해야 함
- 실제 환경 기술 관련 교류 시 중국은 대학(=홀딩스)에서 공동연구, 기술이전, 사업화 등을 모두 진행함
- 한국의 경우 연구기관이 사전에 기업과 함께 연구 및 기술개발을 준비하는 사전 과정이 필수

30

중국의 R&D는 연구개발 프로세스에서 상용화 실적이 확보된 사업 바로 이전 단계 까지를 의미하며, 기술개발과 동시에 투자가 이루어져 상대적으로 빠른 프로세스 진행이 이루어짐

▶ 한-중 연국개발 사업 프로세스 비교

한-중 R&D 프로세스 비교



시사점

- 한국은 R&D가 성공할 경우, 기술검증 과정을 진행, 기술검증 과정이 통과되면 테스트베드를 통해 실적을 확보하고 투자를 받아 사업화를 진행하는 것이 일반적
- 중국의 경우 기술개발에서 국내 사업화 단계 또는 직전까지의 과정을 R&D라고 인식하는 경향이 있음
- 또한 중국의 경우 기술개발과 동시에 정부지원을 통한 테스트베드 및 인프라 투자가 공동으로 진행되어 빠른 결과를 확보할 수 있음

31

특히 Envision의 사례는 중국 진출에 대한 다양한 시사점이 있는 선진사례

▶ 중국 에너지 기업 사례 조사 [중국 Envision]

민간 협력 성공사례

ENVISION

- **Envision(远景能源)은 스마트 에너지 솔루션 회사로 상하이에 본사를 두고 있는 중국 기업**
- 풍력 터빈, 에너지관리 소프트웨어, 에너지 기술서비스가 주요 사업
- **중국 2위, 전 세계 10위 권 내 풍력 터빈 기업으로, 중국 최대 규모의 스마트에너지 자산 관리 기업**
- 저속 풍력 발전과 해상 풍력 발전에 강점이 있으며, 중국 저속 풍력 사업에 참여하여 안후이성 중국 해상 풍력터빈의 최대 공급자
- 장 레이(张雷, Lei Zhang)이 2007년 장쑤성 지양인시(江阴市) 동부에서 사업 시작, 2009년 정식 출범

- ➢ 창립자 장 레이가 공격적으로 해외 인력 채용. 중국의 천인계획과 장인시 지방정부의 지원을 통해, 고품질의 제품과 고급 인력 확보
- ➢ **2010년 Invest in Denmark 프로젝트의 지원으로 글로벌 혁신센터 설립, 2011년 덴마크에서 해상풍력 터빈 시험**
- ➢ **덴마크 왕립학교와 지속적인 기술 및 인력 교류를 통해 대체에너지 혁신기술을 보유한 엔지니어들을 영입**
- ➢ **덴마크 공과대학에서 개발한 test stand 7개 중 1를 Envision에 서임대하는 등, 중-덴마크 교류를 활용한 지속적인 인프라 교류**
- ➢ 칠레, 멕시코, 미국 오클라호마, 뉴질랜드 등에 풍력 프로젝트, 풍력 터빈, 소프트웨어, 인프라 구축 등 해외에서 다양한 사업을 진행할 수 있는 글로벌 기업으로 성장

시사점

- **덴마크 입장에서는 기술 제휴를 통한 고용창출, 현지에 대한 적극적 투자 유치, 산업 허브로서의 고도화 모두 성공**
- **중국 입장에서는 기술 이양을 통한 고품질 제품 생산, 중국 기업의 국제적 위상 제고, 해외 진출을 위한 실적 완비**
- **국가적 차원이 아닌 중국기업과 덴마크 왕실학교간의 지속적인 민간교류를 통해 양국이 만족할 수 있는 환경기술 교류가 진행**

32

감사합니다.

서울특별시 강남구 테헤란로 423, 905호(삼성동, 현대타워)

iconstart.kr

주 의

본 보고서의 내용은 연구진의 의견으로
국무조정실의 공식적인 견해와 무관합니다.