

KEEI

2015 장기 에너지 전망



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

KEEI

2015 장기 에너지 전망



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

『KEEI 2015 장기 에너지 전망』은 에너지경제연구원의 에너지 온실가스 전망 시스템(KEEI-EGMS)을 이용한 국제 및 국내 에너지 수급 동향 분석과 2040년까지의 장기 에너지 전망을 수록한 보고서입니다. 이 보고서는 최근의 에너지 수급 변화를 심도 있게 분석하여 각종 에너지 수급 지표 전망과 정책적 시사점을 제공함으로써 국가의 에너지 수급 정책 방향 설정 및 조정에 기여하고자 작성되었습니다. 에너지경제연구원은 보다 객관적이고 신뢰성 있는 전망 결과를 제공하고자 자료와 시스템을 지속적으로 보완·개선하고 다양한 시나리오 분석을 수행하고 있으나 전망 결과가 미래에 대한 완전한 정보를 제공하는 것은 아니므로 보고서의 활용은 관련 정책 수립을 위한 참고 자료로 한정할 필요가 있습니다.

에너지·온실가스 전망 시스템은 현실의 복잡한 에너지 수급 구조를 단순화하여 전망 작업을 수행합니다. 전망 결과는 시스템이 사용하고 있는 자료, 방법론, 모형 구조, 전망 전제 등에 따라 민감하게 변화할 수 있습니다. 시스템의 불완전성과 미래 예측의 불확실성을 보완하기 위해 다양한 경제 성장 시나리오를 이용하여 에너지 수요 및 온실가스 배출 전망을 수행합니다.

기준 시나리오는 우리나라 경제·사회의 환경 변화에 대한 기본 가정 하에 에너지 기술과 소비 행태의 변화 추이를 분석합니다. 기준 시나리오는 현행 정책 및 규제가 향후에도 유지되며 과거의 변화 추세가 미래에도 지속되는 것을 전제하기 때문에 미래의 특정 정책에 대한 의지를 반영하지 않은 정책 중립적인 전망입니다.

이 보고서는 에너지경제연구원 에너지통계연구실 및 기타 관련 연구 부서와 협력하여 에너지수급연구실에서 작성합니다. 김수일 선임연구위원이 작성 책임을 맡고, 김성균 연구위원(산업, 온실가스), 김철현 연구위원(가정, 석탄), 이승문 부연구위원(수송, 석유), 이상열 부연구위원(서비스, 가스), 강병욱 부연구위원(경제, 서비스)이 작성에 참여했으며, 임덕오 전문연구원, 남보라 위촉연구원, 김성은 위촉연구원이 연구를 지원하였습니다. 또한, 박광수 선임연구위원, 도현재 선임연구위원, 강윤영 위촉연구위원이 보고서를 검토하였습니다.

이 보고서에 대한 의견과 질문은 EnergyOutlook@keei.re.kr(으)로 보내주시기 바랍니다.

제 목 차 례

요약 및 특징	9
제1장 에너지·환경 관련 주요 정책 및 이슈	13
1. 세계 경제 동향	15
2. 국제 유가 및 국내 석유제품 가격 동향	21
3. 파리협정 합의로 인한 신기후체제의 도래	25
4. 제7차 전력수급기본계획 및 제12차 장기천연가스수급계획	28
5. 전기자동차현황 및 보급 확대 정책	33
제2장 2015~2040 에너지 전망	37
1. 경제 및 산업 전망	39
2. 에너지 전망 개요	43
3. 산업 부문	56
4. 수송 부문	61
5. 가정 부문	67
6. 서비스 부문	73
7. 발전 부문	77
8. 석탄	87
9. 석유	92
10. 가스	97
11. 에너지 부문 온실가스 배출	104
부 록 	107
1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과	109
2. 에너지·온실가스 전망 방법론	151
3. 참고문헌	153

표 차례

표 1.1	세계 경제 성장률 추이 및 전망	20
표 1.2	기후변화 관련 주요 협약.....	25
표 1.3	에너지관련 주요 기본계획	29
표 1.4	제12차 장기 천연가스수급계획의 천연가스 수요 전망	32
표 1.5	국내 전기자동차 구매 보조금 및 세제 혜택 (단위: 만원).....	33
표 1.6	주요 국가의 전기자동차 지원 제도	34
표 2.1	일차에너지 소비 추이 및 전망 (백만 toe).....	44
표 2.2	에너지밸런스별 에너지 소비 전망 (백만 toe).....	54
표 2.3	부문별 전력 소비 추이 (TWh)	79
표 2.4	석탄화력 최대 출력 조정에 따른 발전량 변화 (2015년 기준)	91
표 2.5	국내 천연가스 생산기지 현황 (2015년 12월 기준)	99
표 2.6	부문별 도시가스 소비 추이 및 전망 (백만 toe).....	103

그림 차례

그림 1.1	국가별 GDP 비교	15
그림 1.2	2008년 금융위기 이후 선진국 GDP 회복 수준	16
그림 1.3	2014년 국가별 GDP 대비 투자 및 소비 비중	17
그림 1.4	중국 GDP 대비 부채 비율	18
그림 1.5	오일 쇼크 이후 국제 유가 추이	21
그림 1.6	최근 유종별 국제 유가 주간 평균 가격 추이	22
그림 1.7	세계 원유 수급 및 국제 유가 추이	23
그림 1.8	최근 국내 주요 석유제품 가격 추이	24
그림 1.9	우리나라 온실가스 배출량과 INDC 감축 목표	27
그림 1.10	제7차 전력수급기본계획의 전력 수요 증가율 추이	30
그림 1.11	발전 설비 구성비 전망 (피크기여도 기준)	31
그림 1.12	연료전지차(FCEV) 및 전기자동차 보급 계획	36
그림 2.1	인구, 가구 및 GDP 연평균 증가율	39
그림 2.2	GDP 성장률과 생산가능인구 성장률 추세	40
그림 2.3	시나리오별 GDP 추이	41
그림 2.4	주요 업종별 2014년 부가가치 및 전망 기간 부가가치 증가율	42
그림 2.5	2014년과 2040년 업종별 부가가치 비중	42
그림 2.6	총에너지 수요와 에너지원단위 그리고 GDP의 변화, 1990~2040	43
그림 2.7	2014년과 2040년 일차에너지 수요의 에너지원별 구성 (%)	44
그림 2.8	2014년에서 2040년 사이 최종소비 부문의 에너지별 수요 변화	45
그림 2.9	에너지별 에너지 수요 변화	47
그림 2.10	발전용 가스 및 석탄의 기간별 수요 변화	48
그림 2.11	온실가스 배출 집약도와 화석 연료별 온실가스 배출	50
그림 2.12	시나리오별 총에너지 수요 및 에너지원단위 (toe/백만원)	51
그림 2.13	시나리오별 국제 유가(두바이유 기준) 전망	52
그림 2.14	기준 시나리오 대비 저유가 시나리오의 에너지원별 수요 전망 차이	52
그림 2.15	2013년 에너지 수요에 대한 (현행)에너지밸런스와 수정에너지밸런스의 비교	55
그림 2.16	산업 부문의 에너지 수요, 부가가치 및 에너지원단위, 1990-2040	56
그림 2.17	주요 업종별 에너지 수요 비중 변화	57
그림 2.18	2014~2040년 업종별 에너지 수요 및 산출액의 연평균 증가율 비교	58

그림 2.19	에너지다소비 업종의 주요 제품 생산량 전망 (백만 톤).....	59
그림 2.20	에너지원별 산업용 에너지 수요 비중.....	60
그림 2.21	수송 부문 에너지 수요 및 증가율 추이.....	61
그림 2.22	자동차 보급대수 및 대당 인구수 추이.....	62
그림 2.23	수송 수단별 사업용 여객 및 화물 수송 수요.....	63
그림 2.24	2014~2040년 수송 부문 에너지 수요 변화.....	64
그림 2.25	수송 수단별 에너지 수요 비중 변화.....	65
그림 2.26	수송 연료별 비중 변화.....	66
그림 2.27	가정 부문 에너지 소비 및 가구당 에너지 소비 증가율 추이.....	67
그림 2.28	가정 부문 에너지 소비 및 가구당 에너지 소비 증가율 추이.....	68
그림 2.29	가정 부문 에너지원별 수요 비중.....	70
그림 2.30	연령 구조 변화를 고려한 가정용 전력 소비 지수 추이.....	71
그림 2.31	가정용 심야전력 소비 및 가정용 전력 소비에서 심야전력의 비중.....	71
그림 2.32	2014~2040년 용도별 에너지 수요 변화.....	72
그림 2.33	서비스 부문 에너지 소비 추이.....	73
그림 2.34	서비스 부문 에너지 수요 및 부가가치 추이.....	74
그림 2.35	서비스 부문 에너지원별 비중.....	75
그림 2.36	2013년과 2040년 서비스 부문 용도별 에너지 수요 비중.....	76
그림 2.37	GDP 및 전력 수요 추이, 1990~2040.....	77
그림 2.38	부문별 최종에너지 소비에서 전력이 차지하는 비중 추이.....	78
그림 2.39	총 전력 수요에서 주요 부문별 전력 수요의 비중 비교.....	79
그림 2.40	제7차 전력수급계획의 기준 수요 및 목표 수요.....	80
그림 2.41	발전 연료별 발전 설비 규모의 변화 (GW).....	81
그림 2.42	기존 원자력 발전 설비의 수명과 운영 허가 기간.....	82
그림 2.43	설비 예비율 추이 및 전망.....	83
그림 2.44	전력 수요 증가율, 기저 설비 비중의 변화, 총에너지 및 최종에너지 증가율 추이.....	84
그림 2.45	에너지원별 발전량 추이 및 전망 (TWh).....	85
그림 2.46	2014년 발전 비중 대비 발전 설비 구성 변화에 따른 온실가스 배출의 차이 (백만 톤).....	86
그림 2.47	2014년 석탄 공급 현황 (백만 톤).....	87
그림 2.48	2014~2040년 석탄 수요 추이 (백만 toe).....	88
그림 2.49	용도별 석탄 비중 전망.....	90
그림 2.50	석유제품 수요 및 증가율 추이.....	92
그림 2.51	원유 수입, 석유제품 생산, 정제 용량 추이.....	93
그림 2.52	1990년과 2014년 국내 석유 공급 현황 (백만 bbl).....	94

그림 2.53	기간별 부문별 석유제품 수요 변화.....	95
그림 2.54	석유제품별 수요 비중	96
그림 2.55	용도별 가스 소비 추이 및 전망	97
그림 2.56	용도별 가스 소비 비중 및 전망	98
그림 2.57	2014년 천연가스 수입 및 공급 흐름 (천 톤).....	99
그림 2.58	가스 발전 설비 용량 및 설비 비중 전망.....	100
그림 2.59	용도별 도시가스 수요 전망	101
그림 2.60	산업 연료용 석유 및 가스의 비중과 상대가격 추이.....	102
그림 2.61	부문 및 에너지원별 온실가스 배출 (백만 tCO ₂ e).....	106

글상자 차례

글상자 1.1	2016-2017년 세계 경제 전망.....	20
글상자 1.2	환경친화적 자동차 보급 정책.....	36
글상자 2.1	저유가 시나리오 전망과 시사점	52
글상자 2.2	(현행)에너지밸런스와 수정에너지밸런스 작성 기준의 차이	54
글상자 2.3	가정 부문 전력 수요 증가세 둔화의 잠재적 요인	70
글상자 2.4	제7차 전력수급기본계획 전력 수요와의 비교	80
글상자 2.5	전력 수요와 기저 발전 설비 비중이 총에너지 및 최종에너지 수요 증가율에 미치는 영향.....	83
글상자 2.6	발전용 석탄 수요의 변동 요인	91
글상자 2.7	고도화 정제시설 현황	94
글상자 2.8	최근 가스 소비 변동 요인.....	102

요약 및 특징

□ 최근 경제 성장 둔화의 지속과 2014년 이후 저유가 지속이 ‘2015 장기 에너지 전망’에 영향

- 2014년 말 이후 국제 유가를 중심으로 한 국제 에너지 가격의 급격한 하락과 세계 경제 성장 둔화라는 수요 측면의 하락 요인이 2015년 국내 에너지 수급에 커다란 영향을 미쳤으며, 이는 향후 장기적인 에너지 수급의 변화에도 지속적인 파급 효과를 발생시킬 것으로 보임
- 국제 유가 하락은 국내 석유 가격의 높은 조세 체제에도 불구하고 직접적인 수혜를 받는 수송 부문 에너지 소비의 급증을 불러왔고 납사-에틸렌 가격의 스프레드 상승으로 석유화학 원료 수요도 증가하였으며, 2015년 이후의 저유가는 에너지 수급에 일정 기간 유사한 파급 효과를 지속할 것으로 전망됨
- 국내총생산(GDP) 한 단위를 생산하는데 필요한 에너지는 과거 20여 년 간 약 20%가 감소했으며, 저탄소 경제로의 체질 개선과 지속적인 에너지 효율 향상 등으로 향후 25년 사이에는 30% 가량이 더 감소할 것으로 분석됨. 이로 인해 전망 기간 중 GDP는 연평균 2.5%의 속도로 성장할 것으로 예상되지만 총에너지 수요는 2014년 282.9백만 toe에서 2040년 376백만 toe로 증가하여 연평균 1.1% 증가할 것으로 전망됨
- 하지만 이미 여러 전문 기관에서 우려를 표시한 노동 공급 정체 및 투자 부진으로 인한 장기 잠재성장을 하락이 현실화될 가능성이 높아지면서 에너지 효율 개선과 절약을 통한 에너지 수요 절감이 아니라 성장을 하락으로 인한 에너지 수요 증가의 둔화가 발생할 수 있음. 경제 성장 둔화는 에너지 효율에 대한 정책 강화 및 투자 촉진의 추진력 약화로 이어지고, 이는 에너지 수급 측면에서 국가 온실가스 감축 목표 달성이 에너지 수요 저감이라는 실제적 목표 성취가 아니라 에너지 수요 증가 둔화라는 현상적인 결과로 나타날 가능성도 있다는 것을 의미함
- 한편, 현재의 저유가가 더욱 심화되고 또 그 수준이 오래 지속될 경우에 대한 시나리오 분석 결과, 저유가 자체가 수급에 미치는 영향보다는 수요 측면에서의 저유가 원인인 세계 경제 성장의 둔화가 국내 에너지 수급에 미치는 영향이 더욱 큰 것으로 나타남. 즉, 저유가가 유발하는 상대가격 변화로 인해 에너지 구성의 변화가 부분적으로 발생하겠지만 저유가로 인한 에너지 수요 증가가 국내 경제 성장 둔화로 인한 에너지 수요 감소로 상쇄되어 저유가 시나리오에서 총에너지 수요는 기준 시나리오보다 약간 낮은 수준이 될 것으로 분석됨
- 전 세계적으로 나타나고 있는 경제 성장과 에너지 소비 또는 온실가스 배출 간의 탈동조화 현상이 우리나라에서도 관찰되고 있으며, 경제 성장 대비 에너지 소비 또는 온실가스 배출 증가율의 격차가 벌어지는 현상이 향후에도 지속되어 에너지원단위나 배출집약도가 꾸준히 하락할 것으로 전망됨. 하지만 이러한 탈동조화는 최근에 나타나고 있는 현상으로 에너지 소비 행태의 변화나 에너지 효율 개선 노력이 정착되었는지에 대한 면밀한 분석을 수행할 필요가 있음

□ 발전 부문의 설비 계획이 미래 에너지 구조와 온실가스 배출의 변화를 주도

- 정부의 에너지관련 주요 계획들이 에너지 공급 및 소비 구조의 변화에 영향을 미치지만, 특히 전력수급 기본계획에서 수립하는 설비 계획과 설비 이용은 발전 부문이 총에너지 소비에서 차지하는 비중이나 에너지원 중에서 빠르게 증가할 것으로 예상되는 전력 수요를 고려할 때 향후 우리나라의 에너지 구조나 온실가스 배출 추이를 결정하는 중요한 역할을 담당함
- ‘제7차 전력수급기본계획’을 반영한 전망 결과, 원자력과 석탄화력의 설비 비중이 각각 2014년 22.2%와 28.2%에서 2040년에는 26%와 29% 수준으로 확대될 것으로 예상되며, 특히 석탄화력 발전 설비는 가스 복합화력 설비를 추월하여 규모 면에서 가장 큰 발전 설비의 지위를 차지하게 됨. 설비 확대에 힘입어 원자력과 석탄이 2040년 일차에너지 수요에서 차지하는 비중이 각각 16%와 29%로, 석탄은 발전 설비의 가동률 하락으로 2014년의 비중과 비슷한 반면 원자력은 천연가스를 추월하고 석유와 석탄에 이어 세 번째의 에너지 공급원이 될 것으로 전망됨
- 단기적으로는 석탄화력 발전의 비중이 증가하면서 석탄의 온실가스 배출이 상대적으로 빠르게 증가하겠지만, 발전 부문의 총 배출량은 원자력의 역할 확대로 인해 2014년 발전 비중이 고정된 경우 대비 감소하는 것으로 분석됨

□ 원자력 발전 설비의 계속 운전 여부에 따라 정부의 계획 기간 이전 또는 이후에 대규모 설비 투자 발생

- 2014년 현재 가동 중인 원자력 발전 설비 중에서 2030년 이전 계속 운전 여부를 결정해야 하는 대상 설비가 총 10기, 8.5 GW 수준에 이르며, 대상 설비가 모두 한 차례에 한해 10년간의 계속 운전 허가를 받더라도 2030년에서 2040년 사이 가동 중지 시점이 도래하게 됨
- 40년 이상 된 노후 화력 설비에 대한 제한적 대체 건설 등을 감안하면 2020년 또는 2030년 이후 발전 부문의 설비 투자는 기존 ‘제7차 전력수급기본계획’의 설비 투자 추정액 60조 원을 훨씬 넘어설 가능성이 있음
- 고리 1호기 및 월성 1호기의 가동 중지 또는 계속 운전 결정 과정에서 발생했던 사회적 갈등과 비용을 고려할 때 2020년 또는 2030년대에 대규모로 발생할 원자력 설비의 계속 운전 여부 문제를 합리적으로 결정하기 위한 제도적 준비와 사회적 합의를 미리 강화해야 할 필요성이 있음

□ 천연가스는 상당 기간 어려움을 겪겠지만 장기적으로는 현 수준으로 회복

- 저유가 지속으로 인한 가격 경쟁력 상실로 최종소비 부문의 수요 증가가 현저하게 약화되고 석탄과 원자력 등 기저 발전 설비의 대규모 확충으로 발전 부문의 가스 수요도 중단기에 걸쳐 급격하게 하락하면서 천연가스 수요는 전망 기간 연평균 0.6%의 증가에 그칠 것으로 전망됨. 1990년에서 2013년 사이 연평균 13.2%의 높은 소비 증가 속도를 고려할 때 전망 기간의 천연가스 수요는 매우 극적인 변화이며, 이미 2014년 천연가스 소비는 대폭적인 감소를 기록하였음

- 기간별 수요의 변화 경로를 보면 천연가스의 수요는 더욱 극적인 차이를 나타내는데, 2020년대 초반까지 2014년 소비 수준의 12% 가량이 감소한 후 석탄화력 발전 설비의 신규 증설이 사라지면서 가스 수요가 다시 빠르게 증가하는 모습을 보일 것으로 예상됨
- 정부는 ‘제12차 장기천연가스수급계획’을 통해 새로운 수요처를 발굴하고 계약 방법의 유연화 등 공급 측면의 탄력성을 높이는 대응책을 제시하고 있지만, 전력계획과의 밀접한 연관성, 전력 수요 예측의 불확실성, 저유가로 인한 경쟁력 악화, 신규 가스 수요 발굴의 한계 등으로 인해 정책 당국 및 가스 업계의 어려움은 한동안 지속될 것으로 보임. 또한 극적인 변화가 예상되는 수요를 고려할 때 장기적인 안목을 바탕으로 저장 설비 및 가스관 등 공급 설비에 대한 탄력적인 투자와 운영이 필요함

□ 저탄소 경제로의 이행은 꾸준히 진행되지만 그 정도와 방법에 대해서는 논란의 여지 존재

- ‘2015 장기 에너지 전망’의 에너지 수요 전망 결과를 이용한 에너지 부문 온실가스 배출은 2014년 603백만 톤에서 23% 증가하여 2040년 740백만 톤에 도달하는 것으로 전망됨. 이는 연평균 0.8%의 속도로 같은 기간 연평균 2.5%인 GDP나 1.1%인 총에너지에 비해 증가 속도가 많이 낮은 편임
- ‘2015 장기 에너지 전망’의 온실가스 배출 전망은 2014년까지의 에너지 수급 변동과 2015년의 변화 요인 그리고 “제7차 전력수급기본계획” 등과 같은 최근의 정부 정책을 반영했기 때문에 기존 ‘제2차 에너지기본계획’의 전망 수치보다 2035년 기준 약 18% 가량 낮은 것으로 분석됨
- 에너지 부문의 온실가스 배출 증가 속도 하락은 원자력과 신재생 보급 확대가 주요 원인이지만, 국제 기구의 세계 에너지 전망과 달리 화석연료에서의 천연가스 사용 확대는 저조하고 신재생 보급 확대보다는 원자력 보급 확대에 더 의존하는 측면이 있기 때문에 온실가스 배출 감축 수단에 대한 사회적 논란의 여지가 존재함

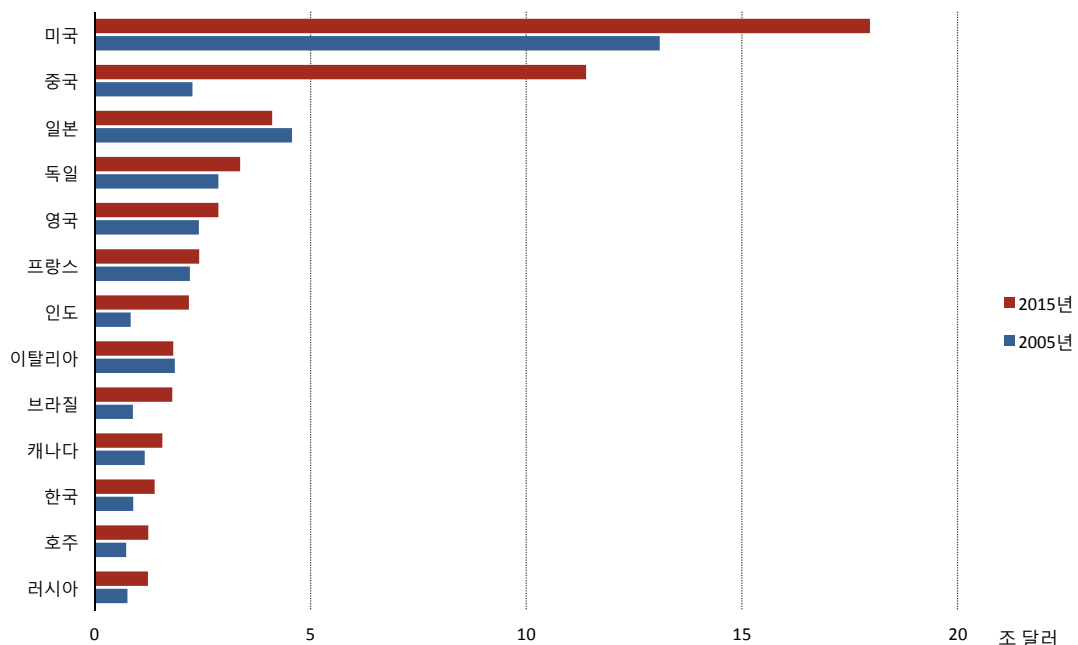
제1장 에너지·환경 관련 주요 정책 및 이슈

1. 세계 경제 동향

□ 2015년 세계 경제는 미국을 비롯한 선진국의 경제 성장세는 완만하게 회복되는 반면 중국 등 신흥국의 성장세가 둔화되어 3.1%의 낮은 성장률을 기록

- 선진국의 경우 미국과 영국이 2%대의 양호한 성장세를 이어가고 유로존도 완만한 회복세를 시현한 반면 일본은 1% 미만의 낮은 성장률을 보임
 - 미국은 달러화 강세와 세계 경기 둔화에 따른 수출 부진에도 불구하고, 실업률이 감소하고 개인소득이 증가함에 따라 민간소비가 견조하게 증가하는 등 내수 부문의 회복을 바탕으로 양호한 성장세를 보임
 - 유로존은 그리스와 포르투갈 등 일부 국가들이 부진한 모습에도 불구하고 전반적으로 완화된 통화정책과 저유가 등의 영향으로 내수가 회복되고 유로화 약세로 수출 여건이 개선되면서 완만한 회복세를 보임
 - 일본은 엔화 약세로 호조를 보이던 수출이 중국을 비롯한 신흥국의 경기 둔화로 증가세가 약화되고 생산과 출하 등 주요 경기 지표가 감소세를 지속하면서 낮은 성장률을 기록함
 - 영국은 민간소비의 회복세가 유지되고 경제 전반의 수요가 개선되면서 투자가 활성화되어 경기 회복세를 지속함

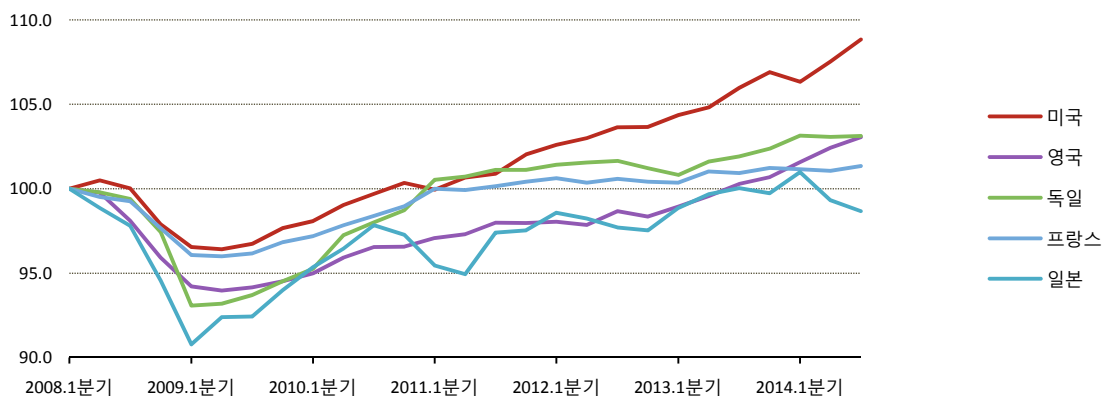
그림 1.1 국가별 GDP 비교



자료: IMF, 세계경제전망 (World Economic Outlook), 2015.10월

- 신흥국의 경우 중국이 성장세가 둔화되어 1990년 이후 처음으로 7% 미만의 성장률을 기록하였고 러시아와 브라질은 저유가 및 정치적 불안 요인 등으로 큰 폭의 마이너스 성장을 기록한 반면 인도는 정부 경제정책의 긍정적 성과로 견조한 성장세를 이어감
 - 중국은 1978년 개혁·개방 이후 연평균 9.9%의 고속 성장을 이어왔으나 최근 성장의 구조 및 동력이 변화하는 뉴노멀(new normal) 시대에 진입하면서 소비 및 투자 증가세 둔화와 수출 감소로 성장률이 하락함
 - 2011년 구매력평가(Purchasing power parity) 기준으로 일본을 제치고 세계 3위의 경제 대국으로 부상한 인도는 나렌드라 모디(Narendra Modi) 정부의 인프라 개발 확대, 제조업 육성, 외국인 직접투자 확대 등 친시장적 경제 정책이 긍정적 성과를 거두면서 7%대의 높은 성장률을 기록함
 - 에너지 부문에 대한 의존도가 높은 러시아는 원유 가격 급락과 우크라이나 사태로 인한 미국 및 유럽의 경제 제재 등으로 경기 침체가 계속 되어 GDP가 큰 폭으로 수축됨
- ※ 러시아는 석유, 가스 등 에너지 자원 부문이 GDP의 약 24%, 총수출의 약 71%를 차지함
- 브라질은 저유가를 비롯한 원자재 가격의 급락, 대통령 탄핵 정국 등의 정치 불안, 국영 석유기업인 페트로브라스(Petrobras)를 둘러싼 부정부패 등의 원인으로 1990년 이후 최저의 성장률을 기록함
- 멕시코는 미국의 경기 회복과 환율 상승에 따라 수출 제조업이 활성화되고 서비스 부문이 3%대의 견고한 성장세를 유지하면서 2% 중반의 양호한 성장세를 보임
- 최대 산유국인 사우디아라비아는 유가가 급락함에 따라 수출 및 정부 재정수입 감소 등으로 성장세가 둔화됨

그림 1.2 2008년 금융위기 이후 선진국 GDP 회복 수준



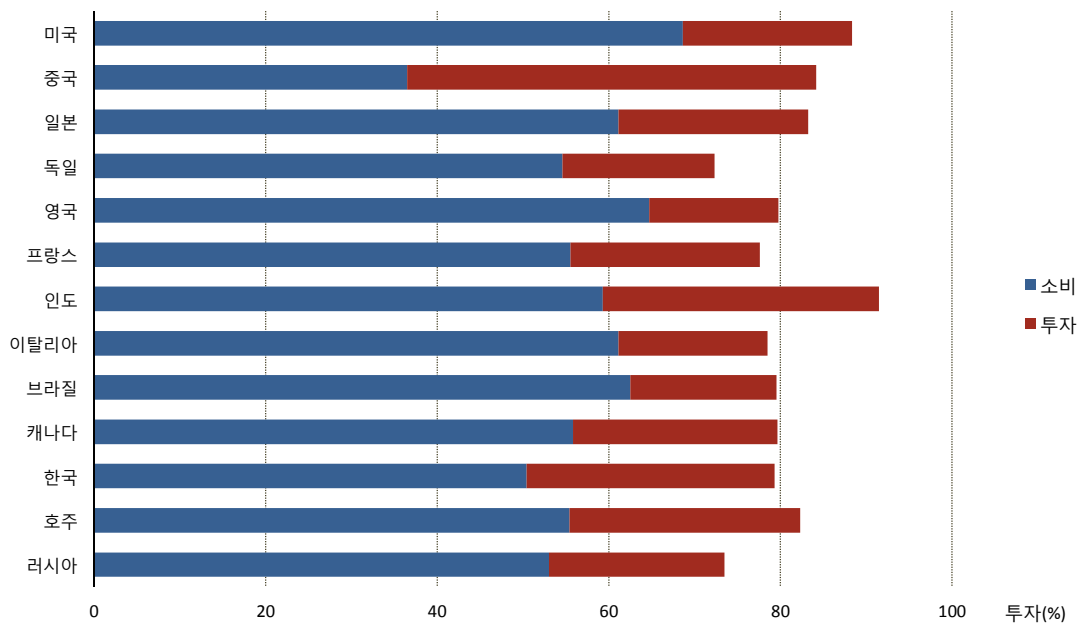
주: 분기별, 계절조정, 2008.1분기=100

자료: Federal reserve bank of St. Louis

□ 세계 경제의 위험 요인인 중국의 경제성장 둔화 및 경제 불안, 미국의 금리 인상, 저유가를 비롯한 국제 원자재 가격 하락 등이 제대로 통제되지 못할 경우 현재보다 더 심각한 경기 침체도 발생 가능

- 최근 중국은 내수가 부진하고 수출도 하락세를 지속하는 등 실물경기 전반이 둔화된 모습을 보임
 - 중국은 경기부양을 위해 투자 규모를 지속적으로 확대하면서 GDP 대비 투자 비중이 50% 수준까지 상승하는 등 경제 전반의 변동성이 상당히 커진 상태임¹
 - 지속적인 과잉 투자로 공급 물량은 증가한 반면 중국의 내수는 2014년 GDP 대비 소비 비중이 36.5%에 불과하여 경제 규모에 비해 취약한 상태이고, 최근 세계 경기가 둔화되면서 수출도 하락세를 지속하고 있음
 - 글로벌 금융위기 직전 88%를 상회하던 중국 제조업 가동률은 2015년 75% 정도로 낮아지고 이에 따라 석유화학, 금속, 건설 및 기계 등 주요 산업의 수익성 저하가 심화되었음²

그림 1.3 2014년 국가별 GDP 대비 투자 및 소비 비중



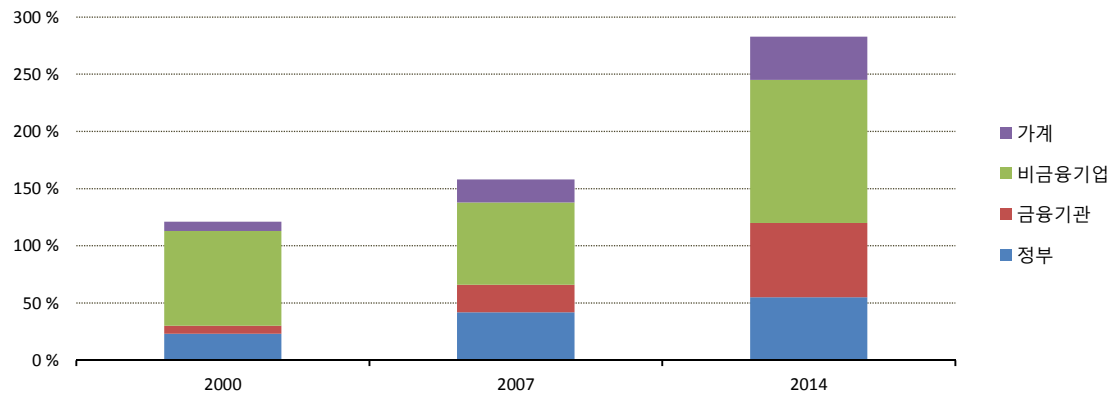
자료: IMF, 세계은행 (World Bank)

¹ 일반적으로 투자는 소비에 비해 변동성이 크기 때문에 (Blanchard 2002) 경제가 안정적인 선진국은 대부분 GDP 대비 50%이상의 소비와 20% 내외의 투자 비중을 유지함

² 중국의 제조업 가동률은 공식적으로 발표되고 있지 않아 아시아개발은행(ADB)에서 최근 자료를 바탕으로 중국 제조업 가동률을 추정한 것임

- 중국 정부가 경기 둔화 속도를 늦추기 위한 정책 대응 과정에서 경제 불안 요인인 과잉 투자, 부동산 가격 거품, 과도한 기업 부채 등을 성공적으로 통제하지 못할 경우 중국 경제가 경착륙할 가능성이 커짐
 - 금융위기를 타개하는 과정에서 누적된 과잉 투자로 기업 부채가 급팽창하여 현재 중국의 공식 총기업(비금융기업) 부채 규모는 GDP 대비 125% 정도임³
 - 베이징, 상하이와 같은 중국 대도시의 부동산 가격은 2000년 대비 네 배 정도 폭등했는데 과도한 민간 부채의 상당 부분이 이러한 부동산 시장 과열과 연계된 것으로 평가되어 중국 경제의 불안정성이 더욱 커진 상황임
 - 중국 정부가 경제를 부양하기 위해 정부지출을 확대하고 실물경기를 뒷받침하기 위한 완화적 통화정책을 시행하는 과정에서 과잉 투자 및 기업 부채 축소를 위한 구조조정과 경기부양이라는 두 가지 문제를 균형 있게 해결하는 것이 관건임
- 중국의 경제성장 둔화 및 경제 불안이 우리나라를 비롯한 대부분의 아시아 국가, 러시아, 중남미 국가 등 대중국 교역 비중이 큰 국가들로 확산될 가능성이 큼
 - 우리나라의 경우 수출이 GDP에서 차지하는 비중이 2014년 기준 40.1%로 수출의존도가 높고, 이 중 대중국 수출 비중이 25%정도로 중국에 대한 의존도가 높아 중국의 부진이 우리 경제에 큰 타격이 될 수 있음

그림 1.4 중국 GDP 대비 부채 비율



자료: MGI 국가별 부채 데이터베이스, MGI (McKinsey Global Institute) 분석

³ 중국의 그림자 금융은 GDP 대비 40% 정도(인민은행, 2015년 기준)로 추정되는데 그림자 금융의 기업대출 규모는 포함되지 않은 수치임

- 미국의 금리 인상이 유로존이나 일본 등 유동성이 풍부한 선진국에 미치는 영향은 제한적일 수 있으나 단기 외채의 비중이 큰 일부 신흥국의 경우 유입되었던 국제투자자금 이탈이 가속화되면서 금융위기로 이어질 수 있음
 - 금융위기 이후 제로금리(0.00~0.25%)를 유지해 오던 미국이 최근 고용지표 개선 및 안정적 경제성장을 바탕으로 2015년 12월 0.25%p 금리 인상을 결정하였으며, 통화정책 정상화를 위해 단계적으로 금리를 인상할 예정임
 - 미국의 금리 인상은 오래 전부터 예상되었고 예측 가능한 방식으로 진행되고 있는 투명하고 예견된 충격이라는 점에서 중국발 리스크와는 차별성이 있으나, 가계 및 정부 부채 비중이 큰 일부 신흥국에게는 미국 금리 인상으로 인한 채무 압박이 큰 부담으로 작용할 수 있음
 - 또한 미국과는 대조적으로 유로존과 일본의 경우 추가적인 완화적 통화정책을 시사하고 있어 미국의 금리 인상이 통화정책의 탈동조화를 일으켜 국제금융시장의 변동성 및 불확실성을 확대시킬 수 있음
 - 우리나라의 경우 2015년 말 기준 외환보유액 대비 단기외채 비중은 2004년 이후 가장 낮은 수준인 29.6%로 외환건전성이 양호한 상태이고 기초 경제여건 또한 여타 신흥국 수준을 상회하고 있어 미국 금리 인상으로 인한 금융위기 가능성은 크지 않을 것으로 기대됨
- 2014년 하반기 이후 지속되고 있는 저유가가 세계 경제에 미치는 영향은 원유 수입국에 대한 긍정적인 부분과 원유 수출국에 대한 부정적인 부분이 혼재되어 나타나겠지만 전반적으로 부정적 효과가 더 크게 부각될 것으로 예상됨
 - 2014년 상반기 배럴당 100달러를 상회하던 국제유가는 세계 경기 둔화로 인한 수요 감소에도 불구하고 산유국간 시장점유율 경쟁으로 공급이 증가하면서 2015년 하반기에는 배럴당 30달러 대로 하락함
 - 최근 OPEC의 감산 합의가 실패(2015년 12월 4일)하는 등 공급 과잉이 단기간에 해소되기 힘들 것으로 예상됨에 따라 저유가 상황이 당분간 지속될 것으로 전망됨
 - 저유가로 우리나라와 같은 원유 수입국에서는 가계의 실질소득이 증가하고 기업의 수익성이 개선되는 등 긍정적 효과가 발생하나 세계 경제의 성장세 둔화와 불확실성 증대로 소비와 투자로 이어지는 효과는 제약적일 것으로 판단됨
 - 대다수의 원유 수출국의 경우 실물경기 둔화와 경상수지 및 재정수지 악화로 국가 신용위험이 높아지고 국제자본이 유출되고 있어 해당 국가들의 금융위기 가능성이 높아진 상황이며, 이는 국제금융시장의 변동성 확대 요인으로 작용함

글상자 1.1 2016-2017년 세계 경제 전망

- IMF는 최근 세계경제전망 보고서를 통하여 여전히 중국의 부진이 예상되지만 선진국의 꾸준한 성장과 러시아, 브라질 등의 경제 회복에 힘입어 세계 경제가 2016년과 2017년 각각 3.4%, 3.6% 성장할 것으로 전망함
- 선진국의 경우 미국과 유로존은 2015년과 비슷하거나 약간 높은 성장률을 이어가지만 일본은 미약한 경제 상태가 유지될 것으로 전망함. 미국은 고용시장 및 주택시장의 개선을 바탕으로 한 민간소비 및 민간투자의 확대가 경제 성장을 견인할 것이지만 예정된 금리 인상이 민간소비, 투자, 수출 등에 영향을 미치며 성장세의 둔화 요인으로 작용함
- 유로존은 전반적인 세계 경기 둔화에 따른 수출 경기 악화가 경제성장에 부정적 요인으로 작용할 수 있으나 유로화 약세, 완화적 통화정책, 저유가 등이 긍정적 요인으로 작용하여 현재의 회복세를 이어갈 것으로 예상한 반면, 일본은 엔화 약세 기조의 지속으로 기업 실적이 개선되나 임금 상승이 기대보다 저조하고 임금 상승의 수혜를 받지 못하는 고령층 증가로 민간소비 부진이 이어지면서 더딘 회복세를 보일 것으로 전망함
- 신흥국의 경우 중국은 성장률이 지속적으로 둔화되고 러시아와 브라질은 더딘 속도로 경기가 회복될 것으로 예상되는 반면 인도는 7% 중반의 성장률을 이어갈 것으로 전망함. 중국은 투자 증가세가 둔화되고 수출이 감소하는 등 부진이 예상되나 인프라 투자를 중심으로 하는 재정지출 확대와 실물경기를 뒷받침하기 위한 완화적 통화정책 등 정부의 경기부양정책이 성공적으로 시행되어 경제가 연착륙할 경우 6% 초반의 성장률을 기록할 전망임
- 인도는 최근의 물가 안정을 바탕으로 한 금리 인하와 노동법 및 토지법 개혁, GST (goods and services tax) 도입 등 3대 개혁안 추진에 따른 투자 환경 개선, 정부의 적극적인 제조업 육성 정책 등으로 7% 중반의 안정적 성장을 이어나갈 것으로 예상함
- 러시아는 서방의 경제 제재가 당분간 지속됨에 따라 교역 조건이 악화되어 무역흑자 규모가 감소하고 국제유가 하방 안정화로 에너지 기업을 중심으로 투자심리가 악화되면서 더딘 회복 속도를 보일 전망이며, 브라질은 원자재 가격 급락, 페트로브라스 스캔들(Petrobras scandal) 등으로 인한 경기 침체가 예상했던 것보다 오래 지속되면서 2016년에도 큰 폭의 마이너스 성장을 기록한 후 서서히 회복할 전망임

표 1.1 세계 경제 성장률 추이 및 전망

	2013	2014	2015	2016	2017
세계	3.3	3.4	3.1	3.4	3.6
선진국	1.1	1.8	1.9	2.1	2.1
미국	1.5	2.4	2.5	2.6	2.6
유로존	- 0.3	0.9	1.5	1.7	1.7
일본	1.6	0.0	0.6	1.0	0.3
신흥국	5.0	4.6	4.0	4.3	4.7
중국	7.7	7.3	6.9	6.3	6.0
인도	6.9	7.3	7.3	7.5	7.5
러시아	1.3	0.6	- 3.7	- 1.0	1.0

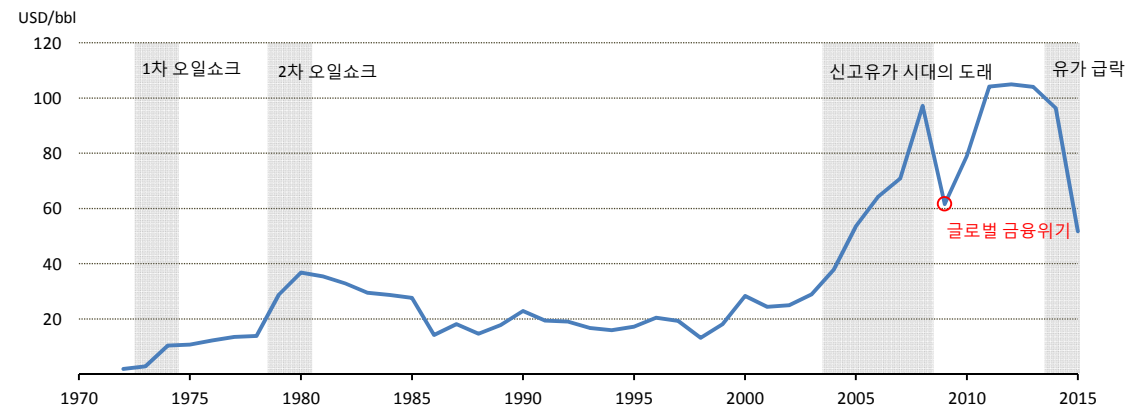
자료: IMF, 세계경제전망, 2016. 1월

2. 국제 유가 및 국내 석유제품 가격 동향

□ 두 차례의 오일 쇼크 이후 비교적 안정되었던 국제 유가는 2000년대 들어 신(新)고유가 시대를 개막

- 1970~1980년대 중동 산유국들의 정세 불안과 석유 무기화 정책으로 인해 세계 경제는 1·2차 오일 쇼크와 이로 인한 경기 침체 및 인플레이션을 겪게 됨
 - 제1차 오일 쇼크는 1973년 10월 제4차 중동전쟁으로 촉발되었으며, 원유 가격 결정권을 가진 OPEC이 원유 고시 가격 인상과 함께 정치적 목적이 달성되지 않을 시 생산량을 감산하는 계획을 발표하면서 국제 원유 가격은 1973년 배럴당 2.8달러에서 1974년 10.4달러로 4배 이상 급등하였음
 - 이후 1978~1980년 이란에서 발생한 쿠데타로 생산량이 급감하면서 촉발된 제2차 오일 쇼크로 국제 유가는 또다시 2.5배 이상 급등함
 - 당시 석유는 세계 에너지 수요의 47%를 넘는 수준이었기 때문에 원유 가격의 급등과 수급 불안정은 세계 경제에 큰 영향을 미치며 경기 침체와 인플레이션을 촉발하였음
- 두 차례에 걸친 오일 쇼크 이후 각국의 에너지 자주개발을 제고, 대체에너지 개발 등으로 국제 유가는 비교적 오랫동안 안정되었으나 2002년 이후 다시 빠르게 상승하며 신고유가 시대가 시작되었음
 - 국제 원유 가격은 2002년 배럴당 26.2 달러에서 2008년 7월 130달러 이상까지 상승하며 초 고유가 시대가 시작됨
 - 2000년대에 지속된 신고유가 현상은 세계 경제 호황과 OPEC의 수급 조절, 오일 피크 논란과 투기 수요의 확대 등이 복합적으로 영향을 미친 것으로 분석됨
 - 2008년 말 미국에서 시작된 글로벌 금융위기로 인해 국제 유가는 잠시 배럴당 40달러대로 급락하였으나 2010년 이후 세계 경제가 회복세로 돌아서며 다시 배럴당 100달러 이상의 고유가 시대가 지속됨

그림 1.5 오일 쇼크 이후 국제 유가 추이

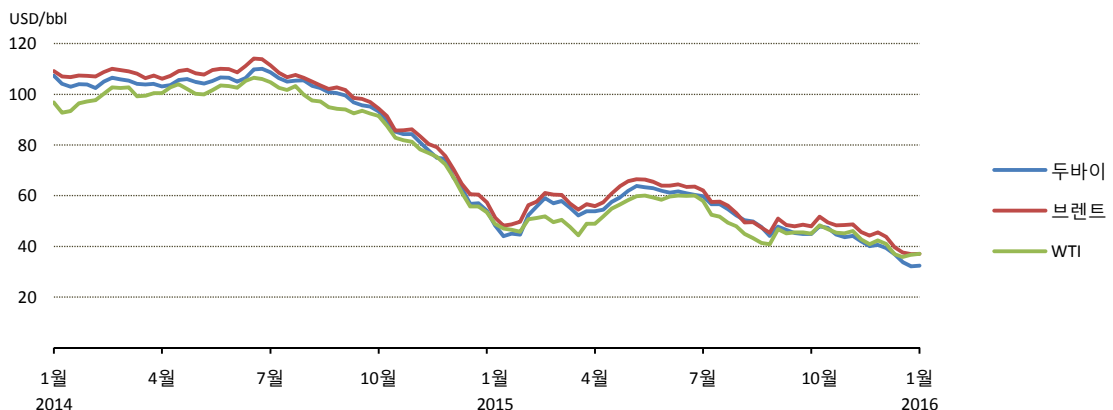


주: 두바이, WTI, 브렌트 3개 유종의 산술평균 가격

□ 2014년 하반기부터 하락하기 시작한 국제 유가는 2016년 1월에 배럴당 20달러 선까지 급락

- 국제 유가는 2011년 이후 배럴당 100달러 이상에서 횡보하였으나 2014년 6월 107.9달러를 고점으로 기록한 이후 급락세를 보이기 시작함
 - 2014년 두바이유의 상반기 평균 가격은 배럴당 105.3 달러였으나 12월에는 배럴당 59.6달러까지 하락하였음
 - 국제 유가가 6개월 만에 절반 가까이 낮은 수준으로 폭락하였으며 이는 과거 오일 쇼크와 금융위기를 제외하고는 단시간에 발생한 가장 큰 가격 변동임
- 2015년 상반기 국제 유가는 저유가로 인한 수요 회복 기대와 공급 둔화 우려로 소폭 반등하며 회복세를 보이는 듯 하였으나 하반기 들어 다시 하락 추이를 지속하였음
 - 국제 유가(두바이유 기준)는 2015년 1월에 평균 44.6달러까지 떨어진 이후 증가세로 반등하여 6월에는 60달러 수준을 회복함
 - 그러나 하반기 들어 다시 하락세를 보이며 2016년 1월에는 배럴당 26.9달러까지 떨어졌는데, 이는 고점을 기록하였던 2014년 6월의 24.9% 수준에 불과하며 2000년 평균 가격인 26.3달러와 비슷한 수준임
- 유가 하락이 지속됨에도 불구하고 저유가로 인한 세계 경제의 경기 부양적 효과는 제한적으로 나타나고 있음
 - 저유가의 지속은 오히려 산유국들의 재정 상태 악화로 인한 구매력 감소로 이어져 세계 경제의 불안 요소로 평가되고 있음
 - 2013년 기준 세계 에너지 수요에서 석유가 차지하는 비중은 약 31% 수준에 그쳐 과거 오일 쇼크 당시보다 석유의 역할이 감소한 것도 저유가의 경기 부양적 효과를 약화시키는 요인이 됨
- 전반적으로, 국제 유가는 2014년 이후 최근까지 변동성이 커지며 시장 불확실성이 증대되고 있는 양상임

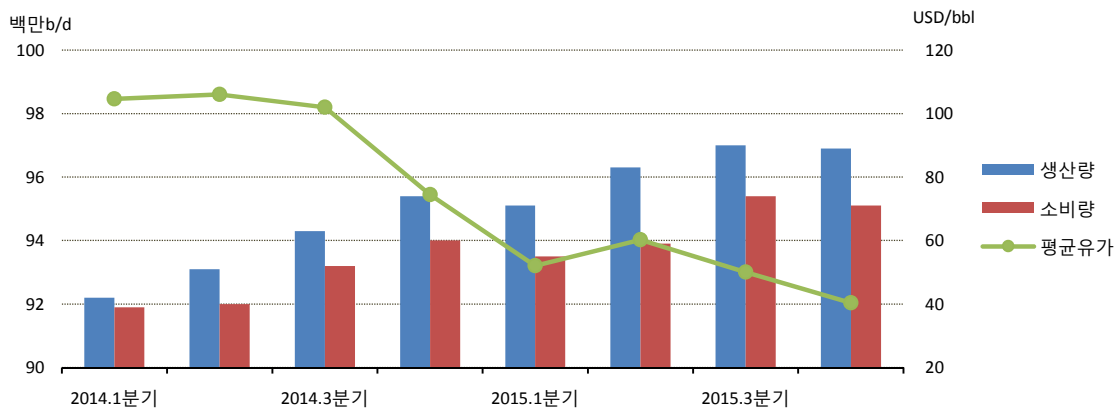
그림 1.6 최근 유종별 국제 유가 주간 평균 가격 추이



□ 최근 저유가 지속의 주요 원인은 시장 주도권 확보를 위한 주요 산유국들의 의도적 공급 과잉 전략에 기인

- 유가가 6개월 만에 절반 수준으로 하락하고 저유가 상황이 2년 가까이 지속되고 있는 것은 세계 경기 둔화에 따른 수요 감소에도 불구하고 산유국들이 지속적으로 공급량을 늘리고 있는데 기인함
 - 2012년 이후 소위 셰일 혁명으로 불리는 비전통 자원 개발이 빠르게 확대되자 사우디아라비아를 중심으로 한 OPEC 국가들이 생산량을 공격적으로 늘리기 시작함
 - OPEC 국가들은 국제 유가 하락을 통해 상대적으로 생산비가 높은 셰일 오일 개발업체들의 경쟁력을 떨어뜨림으로써 세계 원유 시장에서의 점유율을 확보하기 위한 치킨게임을 시작하게 됨
- 2014년 이후 세계 원유 수요와 생산량 추이를 보면 원유 수요보다 생산이 더욱 빠르게 증가하였음
 - 비OECD 지역 국가들의 경제 성장세가 둔화되며 2014년과 2015년의 세계 원유 수요는 2013년 대비 각각 0.9백만 b/d와 1.7백만 b/d 증가하는데 그쳤으나, 세계 원유 생산은 OPEC 및 비OPEC 지역 국가 모두에서 빠르게 증가하며 같은 기간 2.3백만 b/d와 3.0백만 b/d가 증가하였음
 - 이로 인해 2013년까지 초과 수요 상황이던 세계 석유 시장은 초과 공급 상황으로 전환되었으며, 또한 그 수준이 계속 확대되면서 국제 유가의 하락세가 지속되고 있음

그림 1.7 세계 원유 수급 및 국제 유가 추이



- 저유가 현상이 18개월 이상 지속되고 있음에도 불구하고 세계 원유 시장에서의 전통 자원과 비전통 자원 간의 패권 싸움은 더욱 심화되고 있는 양상임
 - OPEC의 저유가 전략으로 기술 및 자금 경쟁력이 낮은 셰일 개발업체들이 시장에서 퇴출됨에 따라 셰일 오일 생산량 증가 속도는 저유가 이전보다 크게 둔화되었음
 - 그러나 생산성이 좋은 셰일 오일 개발기업은 M&A등으로 오히려 경쟁력을 개선하고 있으며 저유가의 장기화로 OPEC 국가들의 재정 상태가 악화되면서 세계 원유 시장의 주도권 싸움의 향방은 더욱 모호한 상황으로 진행되고 있음

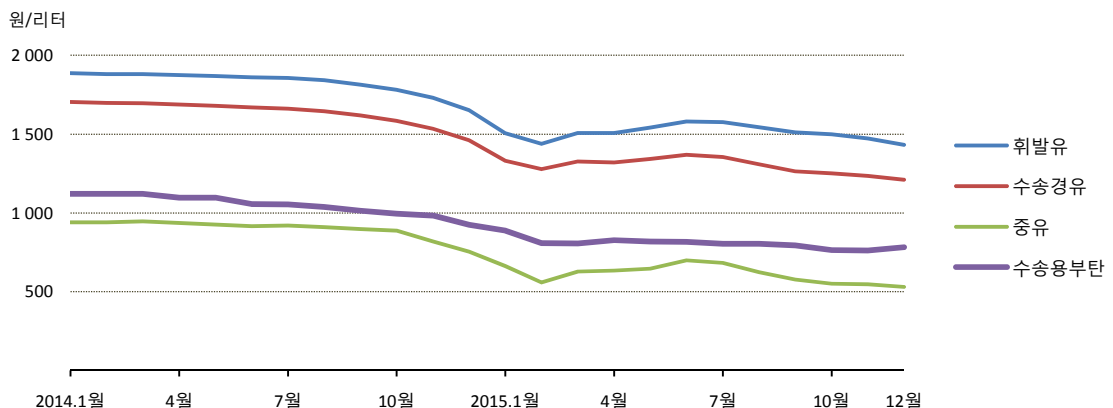
□ 저유가 현상은 최근의 국제 경제 및 정치적 환경이 변하지 않는 한 당분간 지속될 전망

- 중국을 비롯한 비 OECD 국가들의 경제성장률이 둔화 국면에 들어가며 세계 경기 부진이 당분간 지속될 것으로 예상되는 가운데, 신규 투자 감소 등에 의한 원유 공급 시장의 재편이 마무리 될 때까지 현재의 저유가 상황은 지속될 전망이다
- 국제에너지기구(IEA)는 공급 과잉으로 당분간 저유가 현상이 지속된 이후 2020년 경에 이르러서야 배럴당 80달러 수준을 회복할 것으로 전망하고 있음 (IEA 2016)
 - IEA는 2017년이 되어야 세계 원유 시장에서의 수요와 공급이 다소 균형을 이룰 것으로 예측하고 있으나, 수급이 균형에 이르더라도 누적된 원유 재고량으로 인해 유가 회복은 더디게 나타나 2020년 경에 이르러서야 배럴당 80달러 수준을 회복할 것으로 전망함

□ 국제 유가 급락에 따라 국내 주요 석유제품 가격도 하락세를 지속하며 국내 석유제품 소비 증가를 견인

- 국내 주요 석유제품 가격은 국제 유가 하락의 영향으로 2014년 하반기 이후 지속적으로 하락하여 2015년 12월에는 2014년 상반기 평균 가격 대비 31.0% 수준에 도달하였음
 - 국내 휘발유 가격은 2014년 6월 리터당 1,861.3원 수준이었으나 2015년 12월 리터당 1,432.9원으로 하락하였으며, 경유가격은 같은 기간 리터당 1,670.2원에서 1,211.0원으로 떨어졌음
 - 휘발유, 경유, 수송용 LPG 가격의 하락폭은 2015년 12월 기준으로 2014년 상반기 평균 가격 대비 각각 23.6%, 28.3%, 29.1%이며, 특히 중유 가격은 동기간 43.2% 하락하며 석유제품 중 가장 큰 낙폭을 기록하였음
 - 하지만 국내 석유제품의 최종 소비자가격은 종량세로 부과되는 유류세로 인하여 국제 유가의 변화폭보다 작게 변동함

그림 1.8 최근 국내 주요 석유제품 가격 추이



3. 파리협정 합의로 인한 신기후체제의 도래

- **2015년 12월 프랑스 파리에서 열린 제21차 기후변화 당사국총회에서 ‘파리협정(Paris Agreement)’을 채택**
- 파리협정은 교토의정서의 공약 기간이 종료되는 2020년 이후부터 기존 교토의정서 체제를 대체할 신기후체제를 규정함
 - 2011년 제17차 당사국총회(COP17)인 더반총회에서 신기후체제 협상을 개시하기로 결정한 이후 그 동안 매년 3~4회의 정부간 협상을 진행하였음
 - 2015년 11월 30일부터 12월 13일까지 프랑스 파리에서 개최된 제21차 당사국총회에는 196개의 당사국 및 국제기구, NGO, 언론 등이 참여하였으며, 회의 종료 공식 시한을 하루 넘긴 상황에서 신기후체제에 대한 파리협정과 세부 규칙 및 이행 지침 등을 담은 당사국총회 결정문(1/CP, 21)에 최종적으로 합의함
 - 파리협정은 각국의 비준 절차가 완료되는 대로 발효되고, 2020년부터 시행될 예정임
 - 파리협정의 가장 큰 특징은 그동안 유지되었던 선진국과 개도국의 구분을 없애고 모든 국가가 기후변화 대응에 동참하기로 합의한 것이며, 주요 내용은 온실가스 감축, 기후변화 적응, 기후 자원, 기술 개발 및 이전, 역량 강화, 투명성 등 6개 부문에 대한 이행 의무와 원칙을 담고 있음

표 1.2 기후변화 관련 주요 협약

협약	시기	주요 특징
UN 기후변화 협약	1992	■ 기후변화 대응을 위한 사상 최초의 범세계적인 협약 ■ 기후변화협약 부속서(Annex)는 감축의무국(부속서 I 당사국)과 개도국 지원 의무국(부속서 II 당사국)을 지정하였고, 이는 기후변화협상에서 선진국과 개도국을 구분하는 근거로 사용 ■ 우리나라는 비부속서 I 당사국으로 분류되어 기후변화협약 하에서 감축의무가 없음
교토의정서	1997	■ 기후변화협약의 실행지침으로써 온실가스 감축의 주체, 감축량, 감축방법에 대한 구체적 방안 ■ 부속서 I 당사국(선진국)의 온실가스 배출량을 2008~2012 년(1 차 공약기간)의 5 년 동안 1990 년 대비 평균 5.2% 줄이는 수준으로 목표를 설정 ■ 배출권거래제, 청정개발체제, 공동이행제도로 이루어진 교토메커니즘을 도입 ■ 미국은 교토의정서 비준을 거부하고 1 차 공약기간에서 탈퇴. 일본, 캐나다, 뉴질랜드, 러시아도 2 차 공약기간(2012~2020) 감축 의무를 포기
파리협정	2015	■ 기후변화협약 부속서 체제에 근거한 선진국·개도국의 이분법적 구분에서 탈피하여 모든 국가의 기후변화 대응 참여를 규정 ■ 감축을 비롯하여 적응, 재정지원, 기술이전, 역량강화, 투명성 등을 포함한 포괄적 대응

□ **파리협정을 통하여 전 지구적 기후변화 대응을 위한 효과적 기반 마련**

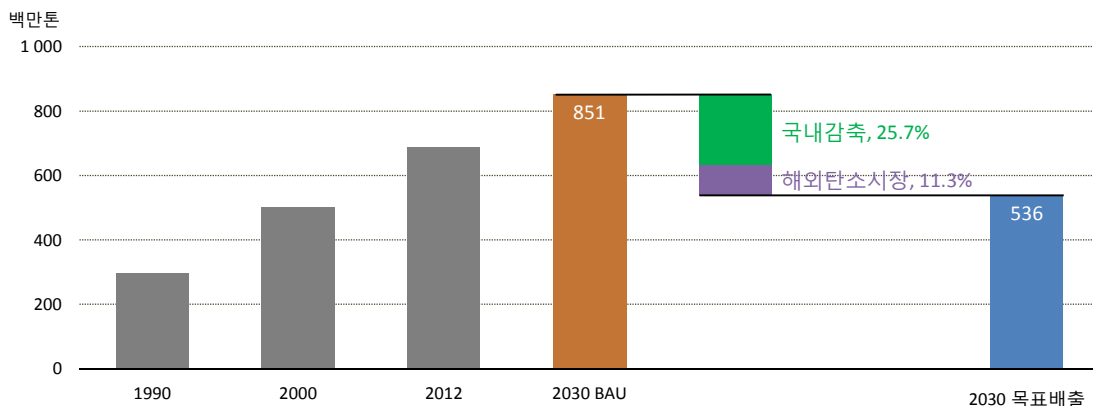
- 감축 목표의 설정 방식과 이행 과정에서는 선·개도국 구분에 따른 차이가 남아 있지만 원칙적으로 모든 국가가 기후변화 대응 노력에 동참하게 되었다는 것이 가장 큰 의의이며, 정부를 포함하여 모든 시장 참여자들에게 저탄소 경제(low-carbon economy)로의 이행을 위한 장기 시그널을 제시한 것으로 평가됨

- 파리협정은 온실가스 감축과 관련하여 조속한 기간에 범지구적 배출 정점 도달과 금세기 내에 온실가스 배출과 흡수의 균형 달성을 지향점으로 제시함
 - 지구 평균 기온의 상승 허용 수준을 기존의 2°C보다 상당히 낮은 수준으로 유지하고, 온도 상승을 1.5°C 이하로 제한하기 위해 노력하는 것을 장기 목표로 규정함
 - 이는 1992년 지구 기후시스템에 대해 위험한 인위적 간섭을 방지하는 수준으로 온실가스 농도를 안정화해야 한다는 정성적 목표 합의 이후 IPCC 등의 과학적 기여를 바탕으로 20여 년 만에 합의된 첫 정량적 목표로, 향후 범지구적 대응의 기준으로 작용할 것으로 예상됨
- 파리협정은 개별 국가의 주기적 감축 목표 설정 및 검토 시스템을 마련함
 - 국가별 감축 목표를 담은 국가기여(Intended Nationally Determined Contribution, INDC)는 현행과 같이 각국이 스스로 정하되 매 5년마다 상향된 목표를 제출토록 요구하고 있으며, 선진국은 교토의정서와 같은 절대량 목표 설정 방식을 유지하고 개도국은 경제 성장을 반영할 수 있는 감축 목표 설정 방식을 허용함
 - 또한 2023년부터 매 5년마다 파리협정 이행 전반에 대한 국제 사회 차원의 종합이행점검(global stocktaking)을 실시할 것을 규정하였는데, 종합이행점검은 온실가스 감축 목표 달성 여부에 대한 점검 외에 전지구적 수준의 온실가스 배출량 감축, 기후변화 적응, 재정 및 기술 지원 현황 등을 망라할 예정임
 - 파리협정은 결정문을 통하여 모든 국가들이 장기 저탄소 개발 전략(long-term low greenhouse gas emission development)을 수립하고 이를 2020년까지 제출하도록 요청하고 있음
 - 한편, 각국의 감축 행동과 선진국의 개도국 지원에 대한 모니터링을 동시에 강화하는 투명성 체제를 포함하였음
- 감축 메커니즘에 대한 당사국간의 이해가 첨예하게 대립되었지만, 협력적 접근법, 시장 메커니즘, 비시장 메커니즘 등 다양한 사항을 규정함
 - 온실가스 감축 목표의 효과적 달성을 위해 기후변화협약 중심의 시장 이외에도 다양한 형태의 국제 탄소 시장 설립에 합의함
 - 국제 탄소 시장 설립에 관한 구체적인 운영 원칙, 시장 참여자 등에 관한 기술적 논의는 2016년 신설 예정인 '파리협정 특별 작업반(Ad Hoc Working Group on the Paris agreement)'에서 진행될 예정임
 - 이외에도 특별 작업반은 신기후체제 이행을 위해 협정문에 포함된 주요 요소인 감축, 적응, 투명성, 재원, 기술 이전, 역량 강화 등의 실행지침 수립과 관련한 기술적 논의와 투명성 제고 차원에서 중요하게 부각된 측정·보고·검증 체제(Measuring, Reporting and Verification, MRV) 강화에 관한 논의도 진행할 예정임

□ 국내적으로 장기 저탄소 발전 전략의 수립 방안의 검토와 체계적이고 주기적인 목표 설정 시스템의 구축이 필요

- 2015년 6월 우리나라는 2030년까지 온실가스 배출을 BAU 대비 37% 감축하는 국가기여(INDC)를 UN기후변화협약에 제출하였음
 - 우리나라의 국가기여는 국내 감축 25.7%와 국제 탄소 시장 메커니즘을 통한 11.3% 감축으로 구성되어 있으며, 에너지 연소와 산업공정 배출을 포함한 산업 부문의 감축률이 BAU 대비 12% 수준을 넘지 않도록 설정되었음
 - 배출량 감소 수단으로 고려되고 있는 탄소 포집·저장(carbon capture and storage, CCS)은 적당한 저장 부지가 없는 우리나라의 여건상 활성화 어려움이 있기 때문에 모든 부문에서의 에너지 효율 개선, 신재생에너지 보급 확대, 다배출 에너지원 대체를 통한 온실가스 감축 노력이 필요함
- 우리나라의 국가기여에 대해 블룸버그 등은 야심 찬 목표로 평가했지만 전 세계의 목표 달성에는 부족하다는 평가도 존재함
 - 블룸버그는 자체 모형을 사용해서 분석한 결과 한국의 누적 감축률이 2012년부터 2030년까지의 누적 배출량 대비 28%로, 21%의 멕시코나 8%의 미국에 비해 상대적으로 높은 것으로 평가함 (Chatterton 2015.9.15)
 - 반면 환경단체인 기후변화 액션 트랙커(Climate Action Tracker)는 우리나라의 감축 목표와 설정 방식을 다른 나라도 모두 채택한다고 가정했을 때 지구 기온이 3~4°C 상승할 수 있다며 우리나라의 감축 목표가 지구 기온의 2°C 이하 수준 유지라는 목표를 달성하기에 매우 부족하다고 평가함 (Climate Action Tracker 2015)
- 향후 파리협정 및 결정문에 따라 5년 단위로 감축 목표를 제출해야 하기 때문에 우리나라의 감축 목표를 체계적이고 주기적으로 설정하는 국가 시스템 구축이 필요함

그림 1.9 우리나라 온실가스 배출량과 INDC 감축 목표



4. 제7차 전력수급기본계획 및 제12차 장기천연가스수급계획

□ 정부는 2015년 7월과 12월 ‘제7차 전력수급기본계획’과 ‘제12차 장기천연가스수급계획’을 확정 공고

- 정부는 석탄의 비중을 줄이고 원자력과 신재생에너지의 비중을 높이는 것으로 골자로 하는 ‘제7차 전력수급기본계획’을 지난 7월 확정 공고하였음
 - ‘제7차 전력수급기본계획’은 전기사업법에 따라 매 2년마다 수립하도록 되어 있으나 전력 수요 전망의 신뢰성, 송배전 설비 및 원자력 발전소 건설 문제와 관련된 이해당사자들의 갈등 속에 계획보다 다소 지연된 2015년 7월에 확정됨
 - 금번 계획은 안정적 전력 수급을 최우선 과제로 설정하고 온실가스 감축에 대응하기 위해 분산형 전원 보급과 원자력 발전 확대를 주요 내용으로 하고 있음
- 한편, 정부는 2015년 말에 향후 15년간의 장기 천연가스 수요 전망과, 천연가스 도입 및 설비 계획, 수급 관리 계획 등을 담고 있는 ‘제12차 장기천연가스수급계획’을 확정 공고하였음
 - ‘제12차 장기천연가스수급계획’은 전력수급기본계획으로 인한 발전용 천연가스 수요 감소 등 대내외 여건이 어려운 상황에서, 최근 성장 둔화 현상이 뚜렷하게 나타나고 있는 천연가스 수요에 대응한 신규 수요 개발, 저장 설비 확충 계획 등을 주요 내용을 포함함

□ 전력 및 천연가스 계획은 개별 법적 근거를 바탕으로 수립되는 에너지기본계획의 하위 실행계획

- 에너지기본계획은 20년 이상의 장기 에너지 정책 방향과 비전을 제시하는 에너지 관련 최상위 계획으로, 저탄소녹색성장기본법 제41조와 에너지법 제10조제1항은 매 5년마다 에너지기본계획을 수립하도록 규정하고 있음
 - 이에 따라 지난 2014년 1월 ‘제2차 에너지기본계획’이 확정 발표되었는데, 제2차 기본계획은 ‘제6차 전력수급기본계획’에서 결정을 유보한 원자력 발전 비중 목표를 비롯하여 신재생에너지 비중 목표 등 에너지 장기 비전과 목표를 포함하고 있음
 - ‘제2차 에너지기본계획’은 민관 워킹그룹 권고안에 따라 2035년 원전 비중을 29% 수준으로 결정하였으며, 전체 에너지의 11%를 신재생에너지로 공급하는 것으로 목표로 설정하였음
- 에너지기본계획에서 설정한 장기 비전과 목표는 각각의 법적 근거를 갖고 수립되는 하위 기본계획을 통해 구현됨
 - 에너지기본계획과 관련된 공급 계획으로는 전력, 가스, 신재생에너지, 집단에너지 기본계획이 있으며, 수요 측면으로는 에너지이용합리화, 에너지기술개발, 기후변화 대응 등이 포함됨
 - 특히, 전력수급기본계획은 발전 설비 계획이 미래의 국가 에너지 수급 구조와 직결된다는 점에서 관련 하위 계획 중에서 핵심적인 역할을 담당하고 있는데, 금번 ‘제7차 전력수급기본계획’은 ‘제2차 에너지기본계획’의 목표에 따라 원자력 발전 확대를 주요 내용으로 담고 있음

표 1.3 에너지관련 주요 기본계획

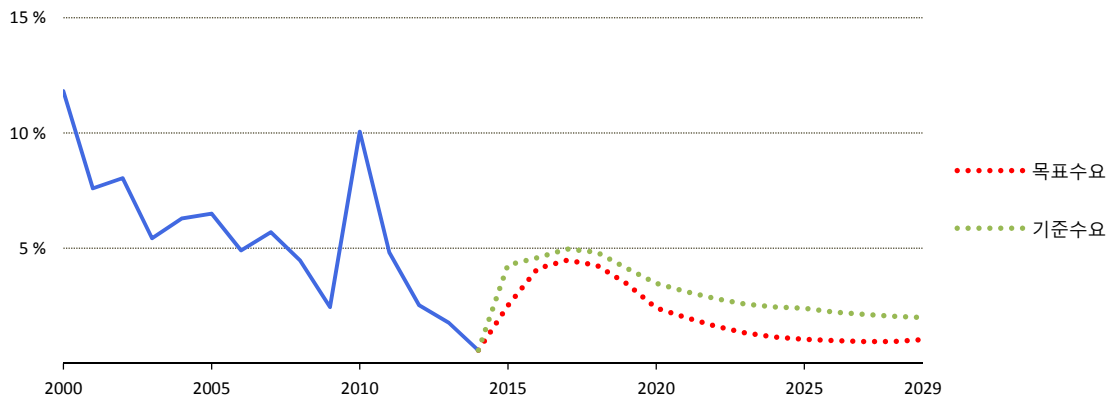
계획	주요 내용
에너지기본계획	■ 법적 근거: 저탄소녹색성장기본법, 에너지법 ■ 계획기간 및 주기: 20 년을 기간으로 매 5 년마다 수립 ■ 주요 내용: 국내외 에너지 수요와 공급 추이 및 전망, 에너지의 안정적 확보, 도입, 공급 및 관리를 위한 대책, 에너지 수요 목표, 에너지원 구성, 절약 및 에너지 이용 효율 향상, 신재생에너지 등 환경친화적 에너지의 공급 및 사용을 위한 대책, 에너지 안전관리를 위한 대책, 기술개발, 전문인력 양성, 국제협력, 자원개발, 에너지 복지 등
에너지이용합리화기본계획	■ 법적 근거: 에너지이용합리화법 ■ 계획기간 및 주기: 5 년을 기간으로 매 5 년마다 수립 ■ 주요 내용: 에너지 감축목표 및 추진전략
신재생에너지기본계획	■ 법적 근거: 신에너지 및 재생에너지 개발, 이용, 보급 촉진법 ■ 계획기간 및 주기: 10 년 이상을 대상으로 매 5 년마다 수립 ■ 주요 내용: 신재생에너지원별 기술개발 및 이용, 보급의 목표, 신재생에너지 발전 목표 비율, 온실가스 배출 감축 목표, 신재생에너지 기술수준 평가, 보급전망, 지원 방안, 전문인력 양성 계획
전력수급기본계획	■ 법적 근거: 전기사업법 ■ 계획기간 및 주기: 15 년을 기간으로 매 2 년마다 수립 ■ 주요 내용: 전력수급 기본방향, 전력수급 장기전망, 발전설비 및 송변전 설비 계획, 전력수요 관리, 직전 기본계획 평가 등
장기천연가스수급계획	■ 법적 근거: 도시가스사업법 ■ 계획기간: 15 년 ■ 주요 내용: 장기 천연가스 수요 전망, 천연가스 도입계획, 공급설비 확충계획 수급관리계획 등
지역에너지계획	■ 법적 근거: 에너지법 ■ 계획기간: 5 년 이상 ■ 주요 내용: 에너지수급 추이 및 전망 에너지 안정적 공급, 신재생에너지, 이용합리화 및 온실가스 배출감소, 집단에너지, 미활용 에너지원 개발 사용 대책 등
석유비축계획	■ 법적 근거: 석유 및 석유대체연료 사업법 ■ 계획 주기: 매년 ■ 주요 내용: 석유 비축 목표 및 비축 계획
해외자원개발기본계획	■ 법적 근거: 해외자원개발사업법 ■ 계획기간 및 주기: 10 년을 단위로 매 3 년마다 수립 ■ 주요 내용: 해외자원개발 목표 및 추진 전략
에너지기술개발계획	■ 법적 근거: 에너지법 ■ 계획 기간 및 주기: 10 년 이상을 계획기간으로 매 5 년마다 수립 ■ 주요 내용: 에너지 R&D 목표, 추진전략 및 실천계획
석탄산업장기계획	■ 법적 근거: 석탄산업법 ■ 계획기간: 5 년 ■ 주요 내용: 석탄산업 장기비전과 발전전략, 석탄산업 장기정책 방향

주: 표에 정리된 기본계획은 에너지 관련 모든 기본계획을 포함하고 있지 않으며 주요 계획을 선별 정리한 것임

□ 전력 수요 연평균 2.1% 증가, 적정 설비예비율 22%, 신규 설비 규모 3.5 GW

- ‘제7차 전력수급기본계획’은 경제 성장, 전기 요금, 인구 증가, 기상 전망 등을 반영한 전력 수요가 수요관리를 통하여 2015년에서 2029년 사이 연평균 2.1% 증가한 656.9 TWh가 될 것으로 예측함
 - 2011년 순환 단전 이후 최근의 전력 소비 증가율 감소를 강도 높은 수요관리, 요금 적정화, 기온 효과의 영향으로 판단하고 전력 수요 증가를 ‘제6차 전력수급기본계획’의 연평균 증가율 2.2%보다 약간 하향 조정한 것이며, ‘제2차 에너지기본계획’의 2029년 전력 수요 기준 전망 656.8 TWh와 유사함
 - ‘제7차 전력수급기본계획’의 전력 수요 및 최대 전력 전망은 ICT 기반 에너지 신산업 연계 수요관리 시스템 등을 통해 최대 전력 12%, 전력 수요 14%를 저감하는 계획을 반영한 결과임
 - 한편, 최대 전력은 2029년 111.9 GW 수준으로 예상하여 제6차 계획 대비 1.4% 하향 조정하였으나, 이는 전력 수요에 비해서 조정폭이 상대적으로 작은 편이며, 최대 전력 예측에 대한 신뢰도를 높게 평가하고 있음

그림 1.10 제7차 전력수급기본계획의 전력 수요 증가율 추이

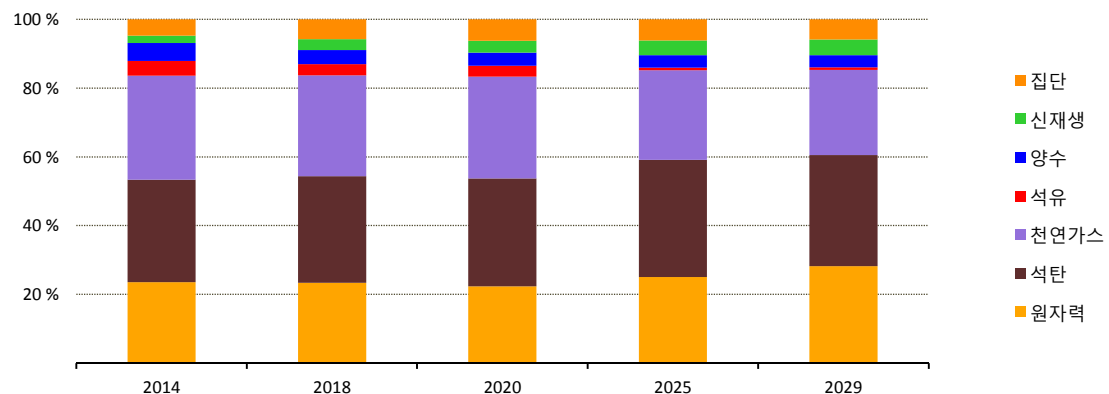


- ‘제7차 전력수급기본계획’은 전력 수급의 안정성을 최우선 과제로 설정하고 수급 불안 가능성에 대비한 설비 확충을 추진함
 - 2011년의 순환 정전이 ‘제3차 전력수급기본계획’의 수요 과소 예측에서 비롯되었다고 판단하고, 기온 변동성 확대, 설비 건설 차질 등 수급 불안 가능성을 고려하여 설비 계획을 수립함
 - 발전기 고장 정지, 예방 정비 기간 등에 대비한 최소 설비예비율 15%와 수요·공급 불확실성에 따른 추가 예비율 7%를 고려하여 2029년 설비예비율 목표를 22%로 설정하고 총 3.5 GW 규모의 신규 설비 물량을 도출함
 - ‘제7차 전력수급기본계획’은 전력 수급 안정 이외에도 온실가스 감축 목표 대응, 분산형 전원 확대, 경제·환경·수용성의 고려를 발전 설비 계획의 기본 방향으로 설정함

□ '제7차 전력수급기본계획'은 석탄화력 발전소 계획의 일부 취소와 원자로 2기 추가가 설비 계획의 골자

- 2029년 전력 수요 전망과 목표 설비에비율을 고려할 때 필요한 총 발전 설비는 약 136.6 GW 수준이며, 기설 및 확정 설비 133.1 GW를 제외한 추가 신규 설비 소요는 3.5 GW로 추정함
 - 기설 설비는 2014년 12월 기준 88.2 GW 수준이며, 확정 설비는 발전허가 취득 일반 발전기, 폐지 계획 설비, 정책성 전원 등으로 구성됨
 - '제6차 전력수급기본계획' 반영 설비 중에서 연료 및 송전 설비 문제로 허가 받지 못한 석탄화력 4기, 총 3.7 GW를 제외하였으며,⁴ 제6차 계획에서 폐지 계획된 설비 6.2 GW와 영구 정지가 결정된 고리 1호기를 포함하여 약 6.8 GW 규모가 폐지될 예정임
- 제7차 계획에서는 연료 비용, 환경 비용, 송전 비용 및 정책 비용, 건설 공기 등을 고려한 전원 구성 분석 결과 2028년과 29년에 1.5 GW 규모의 원자로가 각각 1기씩 필요한 것으로 밝힘
 - 원자력의 추가는 '제6차 전력수급기본계획'의 유보 물량과 '제2차 에너지기본계획'의 원전 비중 목표를 고려하여 계산하였음
 - 한편, 신재생에너지 목표는 '제2차 에너지기본계획' 및 '제4차 신재생에너지기본계획'의 신재생 설비 용량 및 발전량 목표를 반영하여 11.7%로 결정함
- 기설 및 확정 설비, 신규 원전 추가 및 신재생에너지 목표를 반영한 결과 2029년 설비 구성은 피크기여도 기준으로 유연탄 31.8%, 원자력 28.2%, 천연가스 24.8%, 집단에너지 5.8% 순인 것으로 나타남
 - 이는 제6차 전력수급기본계획 대비 원자력의 비중은 0.8%p 증가한 반면, 석탄의 비중은 2.4%p 감소한 것임
 - 정격용량 기준으로는 유연탄 26.4%, 원자력 23.4%, 천연가스 20.6%, 신재생 20.1% 순임

그림 1.11 발전 설비 구성비 전망 (피크기여도 기준)



⁴ '제6차 전력수급기본계획'의 조건부 설비인 동부하슬라 1·2호기 및 영흥 8호기와 대기환경보전법의 고체연료사용 협의가 미완료된 영흥 7호기

□ 천연가스 수요는 발전용 수요의 하락으로 연평균 0.3% 감소하여 2029년 3.5백만 톤을 기록할 것으로 예상

- 한편, 2015년 12월 발표된 ‘제12차 장기천연가스수급계획’은 발전용 천연가스 수요가 신규 기저 발전 설비의 대거 진입으로 감소세가 확대되어 2015년부터 2029년까지 연평균 4.2% 감소할 것으로 전망함
 - 발전용 천연가스 수요는 ‘제7차 전력수급기본계획’의 전력 수요 전망과 천연가스 발전 설비 계획에 의한 결과임
- 도시가스용 천연가스 수요는 미수급 회수 완료로 인한 가격경쟁력 제고와 가스냉난방 및 연료전지 보급에 힘입어 일반용과 산업용을 중심으로 연평균 2.1% 증가할 것으로 기대함
 - 정부는 도시가스 신규 수요를 발굴하기 위해 공급인프라에 대한 투자를 통한 도시가스 추가 보급 확대와 LPG 저장탱크 및 배관망을 이용한 가스 공급 체계 추진을 제시하는 한편, 직수입 활성화 및 요금체계 개편 등 구조적 개선을 통한 시장 효율화를 담은 천연가스 산업 발전 전략도 함께 발표함
 - 하지만, 가격경쟁력 제고 기대에도 불구하고 최근 저유가가 지속되면서 도시가스 가격경쟁력 회복이 당분간 어려운 상황이고 산업용 연료에서 가스가 차지하는 비중도 여전히 감소하고 있음 (에너지경제연구원 2015, 에너지경제연구원 2015)

표 1.4 제12차 장기 천연가스수급계획의 천연가스 수요 전망

	2014	2015	2022	2029	연평균증가율
도시가스	18 533	17 623	22 842	25 171	2.1%
가정용	7 174	7 125	8 269	8 686	1.3%
일반용	2 947	2 907	3 978	4 575	3.0%
산업용	8 412	7 591	10 596	11 911	2.3%
발전	17 960	16 074	11 120	9 480	-4.2%
합계	36 493	33 697	33 962	34 651	-0.3%

- ‘제12차 장기천연가스수급계획’은 그 동안 논란이 있었던 장기 계약에 따른 고정 물량 형태의 도입 방식에 유연성을 제공하기 위한 공급 대책을 제시함
 - 천연가스 도입 전략으로 셰일가스 개발 확대에 따라 도입국을 2014년 7개국에서 2029년 11개국으로 확대하고 도입가격 결정 방식도 기존 유가 연동 방식에서 가스허브 지수 및 하이브리드 가격 방식을 활용하는 방안을 제시하였으며, 도착지 제한조건 완화 등 도입 유연성을 제고하는 방안을 마련함
 - 한편, 안정적 공급을 위한 공급 인프라 확대를 위해 향후 15년간 약 7.1조 원을 투자할 계획인데, 국내 천연가스 저장 비율을 유럽 수준인 20%로 확대하기 위해 20만 k급 저장탱크 10기로 구성된 제5기 지 신규 건설과 신규 도시가스 및 발전용 공급을 위한 신규 배관망 건설 등이 투자 대상에 포함됨
 - 신규 저장기지 증설의 근거로는 온실가스 감축 정책에 따른 가스 수요 증가 가능성, 전략적 비축, 동북아 LNG 거래 활성화 가능성, 시장 상황에 따른 시설용량 확보 필요성 및 선진국 수준의 공급 안정성을 제시함

5. 전기자동차현황 및 보급 확대 정책

□ 국내 전기자동차 보급은 높은 성장률에도 불구하고 보급 규모는 아직 미미

- 2015년 말 현재 국내의 자동차 보급대수에서 전기자동차가 차지하는 비중은 0.03%에 불과함
 - 정부는 2011년 9월 ‘전기자동차 개발 및 보급 계획’에서 2020년까지 전기자동차 100만 대 보급을 목표로 설정하였으나, 이후 현실적인 보급 여건을 고려하여 2014년 ‘전기차 상용화 종합대책’에서 2020년 보급 수준을 20만 대로 하향 조정함⁵
 - 정부는 전기자동차 보급 활성화를 위해 한시적으로 대당 5백만원에서 1억원에 이르는 구매 보조금과 개별소비세, 교육세 및 취득세 감면 혜택을 지원하고 있음
 - 정부의 보급 확대 지원에도 불구하고 국내 전기자동차의 보급은 2010년 66대에서 2015년 5,712대로 증가하여 보급 초기 단계의 특성상 연평균 144%의 높은 증가 속도를 기록하였으나 2015년 자동차 보급대수 21.0백만 대의 0.03%에 불과한 수준임

표 1.5 국내 전기자동차 구매 보조금 및 세제 혜택 (단위: 만원)

	BEV		PHEV	
구매보조금	2015년	1 500	2016년	500
	2016~17년	1 200		
	2018년	1 000		
세제혜택	합계	400	합계	270
	개별소비세	200	개별소비세	100
	교육세	60	교육세	30
	취득세	140	취득세	140

주: BEV의 개별소비세, 교육세 감경 일을 기한은 2017년, 취득세 감경 일을 기한은 2018년; PHEV의 세금 감경 일을 기한은 2018년

□ 세계 주요 국가들은 환경과 경제 두 가지의 목적을 위해 전기자동차 보급 지원을 확대

- 미국, EU, 일본, 중국 등 세계 주요 국가들은 에너지 소비 감소 및 대기 환경 개선을 위해 다양한 전기자동차 보급 확대 정책을 시행 중임
 - 전기자동차 보급 지원은 구매 보조금 및 세제 혜택이라는 금전적인 인센티브와 무료 주차, 무료 충전, 버스 전용차로 이용 같은 운행 단계의 인센티브 등 다양한 형태로 제공됨
 - 또한 새로운 시장 창출이라는 관점에서 정책적으로 접근하기도 하는데, 중국은 미래 전기자동차 산업의 주도권 확보를 위해 전기자동차 보급을 통한 기술력 확보에 자원을 중점 투자하고 있음

⁵ 전기자동차는 PHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle), BEV(battery Electric Vehicle), EREV(Extended-range Electric Vehicle) 등으로 구분되며, 국내 전기자동차 지원대상 차종은 ‘전기자동차 보급대상 평가에 관한 규정(환경부고시 제2013-165호, 2013.12.16)’에 따라 2014년 7개 차종에서 2015년 승용차 8개, 화물차 1개, 버스 3개 등 12개 차종으로 확대됨

표 1.6 주요 국가의 전기자동차 지원 제도

국가	주요 지원 제도
독일	■ 전기자동차는 등록일로부터 10 년간 도로세(circulation tax) 면제 ■ 무료 충전과 주차 지원, 2015 년 이후 버스 전용차선 진입 허용 예정
프랑스	■ Bonus-malus 계획, 20g/km 이하로 CO₂ 를 배출하는 전기자동차에 €6,300 보조금(premium) 지원 ■ 디젤차를 전기자동차로 교체 시 €10,000 추가 지원 ■ 법인자동차세(company car tax) 면제, 무료 주차, 등록비 75% 감면
영국	■ 75g/km 이하로 CO₂ 를 배출하는 전기자동차에 최대 £ 5,000 의 보조금(grant) 지원 ■ 연간 도로세와 등록비 면제, 무료 충전과 주차 지원 ■ 구입 인센티브는 2015 년부터 감소, 2016 년 만료 예정
네덜란드	■ CO₂ 배출량이 50g/km 이하인 전기자동차는 도로세 면제 ■ 등록세, 부가가치세, 자동차세 100% 면제, 무료 충전과 주차 지원 ■ 2016 이후 부가가치세 감면 등의 일부 혜택 종료 예정
노르웨이	■ 등록세 100%, 부가가치세 25% 감면, 무료 충전과 주차 지원 ■ 일부 인센티브 2018 년 종료 예정
덴마크	■ 2015 년까지 PHEV 를 제외한 전기자동차는 등록세 100% 면제, 무료 충전과 주차 지원
이탈리아	■ 5 년간 도로세 면제, 5 년 후에는 내연기관 차량 대비 75% 감면
스웨덴	■ 37kWh/100km 이하인 전기자동차는 5 년간 도로세 면제 ■ 법인자동차세(company car taxation) 최대 연간 SEK 16,000 감면 ■ Super green car premium: 최대 CO₂ 배출량이 50g/km 이하인 차량 구매에 대해 SEK 40,000 의 프리미엄 지원
중국	■ 승용차는 순수 전기로 구동되는 구간에 따라 25,000~55,000 위안 지급, 2016 년 기준으로 매 2 년마다 20% 축소 ■ 상용차는 순수 전기로 구동되는 구간에 따라 12 만~50 만 위안의 보조금을 지급 ■ 전기자동차 구입 시 세금 감면, 도시 별 자동차 번호판 구매 시 전기자동차는 무료 ■ 기준 평균 연비를 달성한 전기자동차 생산 시 생산량을 두 배로 인정하여 연비나 배기가스 감축을 위한 인센티브 제공
미국	■ 연방정부 차원에서 PHEV 를 포함한 전기차에 대해 배터리의 사이즈 별로 2,500~7,500 달러의 세금 혜택 ■ 개별 주에 따라 다양한 지원 제도 시행 ■ 애리조나 주는 자동차세 감면, 카폴 차선 통행 허용 ■ 캘리포니아 주는 CVRP(Clean Vehicle Rebate Project)의 일환으로 BEV 는 2,500 달러, PHEV 는 1,500 달러의 현금 인센티브를 제공, 카폴 차선 통행 허용
일본	■ 전기자동차 구매 보조금 최대 139 만엔 지원 ■ 자동차세 50% 감면, 취득세, 중량세, 도로세 면제

자료: ACEA, 'Overview of purchase and tax incentives for electric vehicles in the EU in 2015'; KISTI, Market Report; 박경린(2016), '전기차 산업 동향 및 향후 진행 방향'; 김대기(2015), '중국 전기차 산업의 동향'

- 주요 국가들의 보급 확산 지원 정책에 힘입어 전 세계의 전기자동차 보급대수는 2011년 약 5.5만대에서 2014년 약 77만 대로 증가하였음
 - 플러그인하이브리드(PHEV)는 2011년 1.3만대에서 2014년 31만 대로 증가, 전기차(BEV)는 같은 기간 4만대에서 43만 대로 증가하여, 두 가지 형태의 전기자동차가 2014년 전체 전기자동차의 95%를 차지함

- 국가별로 살펴보면, 2014년 미국이 약 28만 대의 전기자동차를 보급하여 전 세계 전기자동차 보급의 약 39%를 차지하였고 그 뒤를 약 11만 대인 일본과 8만 대인 중국이 차지하였으나 (IEA 2015), 2015년에는 전기자동차 판매량에서 중국이 미국을 추월하여 세계 전기자동차 시장을 주도하고 있는 것으로 분석됨 (유신재 2015)
- 전 세계 전기자동차 판매 목표량은 2020년 약 5.9백만 대, 누적 보급대수로는 약 2천만 대 수준이 될 것으로 전망됨 (IEA 2013)
 - SNE리서치는 2020년 전기자동차 총 보급대수가 약 19백만 대이며 BEV가 11.3백만 대로 전체 보급대수의 60%를 차지하고, PHEV는 31%, e-Bus가 약 9%의 비중을 차지할 것으로 전망함
 - EVI(Electric Vehicle Initiative) 회원국 중에는 9개 국가가 2013년 현재 공식적인 보급 목표를 발표하였는데, 미국은 1백만 대(2015년), 일본 50만 대(2020년), 영국 150만 대, 독일 1,00만 대(2020년), 프랑스 200만 대(2020년), 중국 500만 대(2020년) 수준임 (한국자동차환경협회 2015)
- 전기자동차 보급 확대는 신기후체제 대응을 위한 주요 수단이지만, 보급 확대와 더불어 안정적인 장기 전력 수급 방안 마련이 필요
 - 정부는 수송 부문 온실가스 감축을 위한 주요 수단이자 신기후체제 대응을 위한 에너지 신산업의 일환으로 전기자동차 보급 정책을 시행하고 있음
 - 전 세계적인 환경 규제 강화는 수송 부문에서 자동차의 연비 개선과 온실가스 배출 기준 강화를 유도하고 있으며, 폭스바겐 디젤 스캔들 이후 수송 부문의 연료 소비 절감과 온실가스 배출 감소 수단으로 친환경차에 대한 관심이 증가하고 있음
 - 연료 공급 단계에서부터 자동차 운전 단계까지 온실가스 배출량의 전과정 평가 결과 온실가스 배출량은 휘발유차 192g/km, 경유차 189g/km, 하이브리드차 141g/km, 전기차 94g/km인 것으로 분석되었으며⁶, 정부에서는 ‘제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획’을 통해 자동차 연비와 온실가스 배출 기준을 2020년까지 각각 17.0km/l와 140g/km, 2024년까지 24.3km/l, 97g/km로 강화하기로 결정함
 - 전기자동차 상용화 기반을 조성하기 위해 고효율 모터 기술 등 5대 핵심 기술 개발, 보조금 및 세제 지원 그리고 구매 의무화 등을 포함한 차량 보급 확대, 충전 시설 확충, 민간 참여 촉진 등 핵심 추진 과제를 설정함
 - 전기자동차 보급은 에너지 수요 절감과 온실가스 감축에 기여할 수 있지만, 동시에 전기자동차 보급 확대에 따른 전력 수급 안정에 대한 방안 마련이 필요함 (최도영, 박찬국, 김수일 2012)

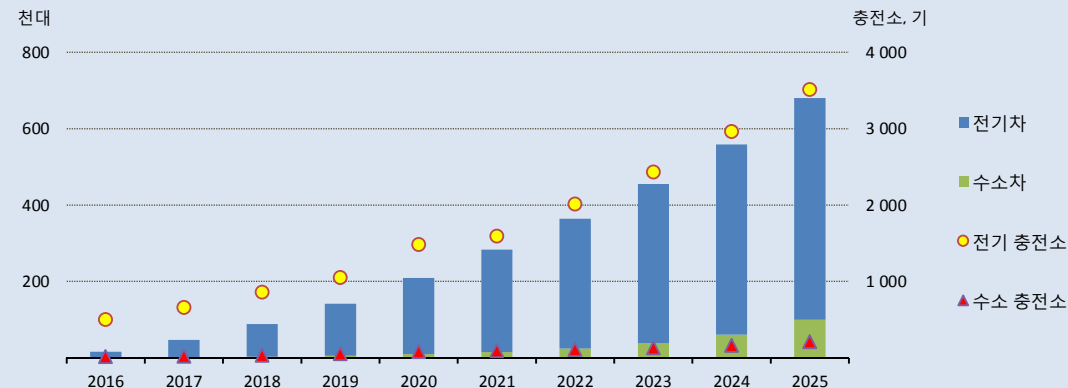
⁶ 환경부 보도자료(2015. 6. 26)

- 전기자동차 충전이 최대 부하 시간대에 집중되지 않도록 스마트그리드를 통한 전력 부하 관리, ESS(Energy Storage System)의 적극 활용, 신재생에너지 보급 확대 등이 병행될 필요가 있음

글상자 1.2 환경친화적 자동차 보급 정책

- 정부는 최근 기후변화 대응의 핵심 수단이자 자동차 산업의 새로운 성장 동력으로 친환경차를 선정하고 2015년 12월 ‘제3차 환경친화적 자동차 개발 및 보급 기본계획’을 확정 발표하였음. 친환경차는 전기자동차로 분류되는 전기차(EV)와 플러그인하이브리드차(PHEV)를 비롯하여 하이브리드차(HEV), 연료전지차(FCEV)가 포함된 것으로 제3차 기본계획은 기존 ‘전기차 상용화 종합대책’을 확대한 종합 계획이라 할 수 있음
- 친환경차의 보급 현황을 보면, 2015년 말 현재 등록 차량이 약 18만 대 수준으로 그 중 HEV가 전체 친환경차의 96.8%를 차지하고 EV와 PHEV 등 전기자동차 보급은 0.6만 대 수준에 불과함
- 정부 목표는 2020년까지 HEV 82만 대, PHEV 5만 대, EV 20만 대, FCEV 0.9만 대 등 총 108만 대를 보급하는 것으로, 기존의 전기자동차 100만 대 보급 목표가 친환경 자동차 보급으로 변경된 것이지만 시장 환경과 기술 변화를 고려한 수정으로 해석할 수 있음
- 보급 목표를 달성하기 위해 친환경차 개발에서 인프라 구축, 활용을 위한 사회기반 조성까지 부문별 전략을 세웠는데, 특히 전기차 및 수소차 보급을 위한 인프라로서 공공 급속 충전소를 2020년 1,400기, 2025년 3,300기 보급하며 수소 충전소는 2020년 80기, 2025년 210기를 보급하는 구체적인 목표를 제시하였음

그림 1.12 연료전지차(FCEV) 및 전기자동차 보급 계획



제2장 2015~2040 에너지 전망

1. 경제 및 산업 전망

□ **2014~2040년 국내총생산(GDP)은 인구 감소 및 자본 축적 속도 둔화 등으로 성장추세가 점차 둔화되어 연평균 2.5% 성장할 것으로 전망⁷**

- 1990~2014년 GDP는 1998년 외환위기와 2009년 국제 금융위기 등 두 차례 경제위기에도 불구하고 연평균 5.2%의 높은 성장률을 기록함
 - 1998년 외환위기로 경제 규모가 5.5% 감소했음에도 불구하고 1990~2000년은 GDP가 연평균 6.9%의 성장률을 기록하였고 2009년의 국제 금융위기는 0.7%의 낮은 성장률로 경제 성장을 정체 시켰지만 2000~2010년은 연평균 4.4%의 성장률을 기록함
 - 2010~2014년은 금융위기 이후 완전한 경제회복 속도를 시현하며 연평균 3.0%의 성장률을 보임

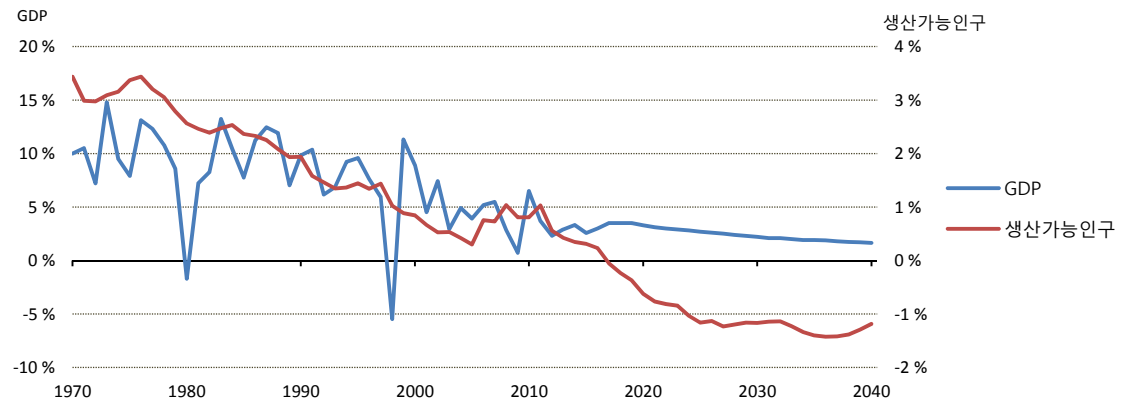
그림 2.1 인구, 가구 및 GDP 연평균 증가율



- 고도 성장기를 지난 우리 경제는 총인구의 증가세 둔화와 생산가능인구 감소, 고령화로 인한 피부양인구비율 증가 등 인구의 구조적 변화로 인하여 성장세가 점차 둔화됨
 - 1990~2014년 총인구와 생산가능인구는 각각 연평균 0.7%와 0.9% 증가한 반면, 2014~2040년 총인구는 연평균 0.1%로 증가율이 낮아지고 생산가능인구는 연평균 0.9% 감소할 전망이다 (통계청 2011), 특히 생산가능인구는 2016년에 정점 이후 지속적인 감소세를 보일 전망이다
 - 반면, 1990~2014년 연평균 4.6% 늘어난 고령인구는 전망 기간에도 연평균 3.7%의 높은 증가율을 유지하여 2018년 고령사회, 2026년 초고령사회로⁸ 진입하고, 피부양인구비율이 1990년 44.3%에서 2040년 77.0%까지 상승할 것으로 전망됨

⁷ 경제 성장 및 산업 구조는 KDI의 장기 잠재성장률과 산업연구원의 산업 구조 전망을 이용하여 설정한 전제임

⁸ 65세 이상 인구의 비율이 14%를 넘어서는 경우 고령사회, 65세 이상 인구가 20% 이상인 경우 초고령사회로 정의됨

그림 2.2 GDP 성장률과 생산가능인구 성장률 추세

- 90년대 경제 성장의 주요한 동력이었던 높은 저축률과 이로 인한 자본스톡의 높은 증가율은 피부양인구비율 증가로 점차 낮아져서 경제성장률 둔화 요인으로 작용함
 - 피부양인구비율이 2014년 36.9%에서 2040년 77.0%까지 가파르게 증가함에 따라 저축률은 2014년 34.7%에서 2040년 20% 초반까지 하락할 것으로 전망됨 (신석하, 외. 2013)
 - 장기적으로 저축률과 투자율이 같아진다는 가정 하에 자본스톡 증가율이 지속적으로 낮아지고 이에 따라 경제성장률이 둔화될 것으로 예상됨
- 현재 우리나라의 총요소생산성은 선진국에 비해 다소 높지만 장기적으로 선진국 수준으로 낮아질 것으로 예상되는데 이 또한 경제성장률 둔화 요인으로 작용함⁹
 - 1991~2007년 OECD 주요 국가들의¹⁰ 평균 GDP 성장률에 대한 총요소생산성의 기여도는 0.4%p인 반면 우리나라의 경우(2001~2005년 기준)는 1.3%p로 선진국에 비해 여전히 높은 편임 (신석하, 외. 2013)

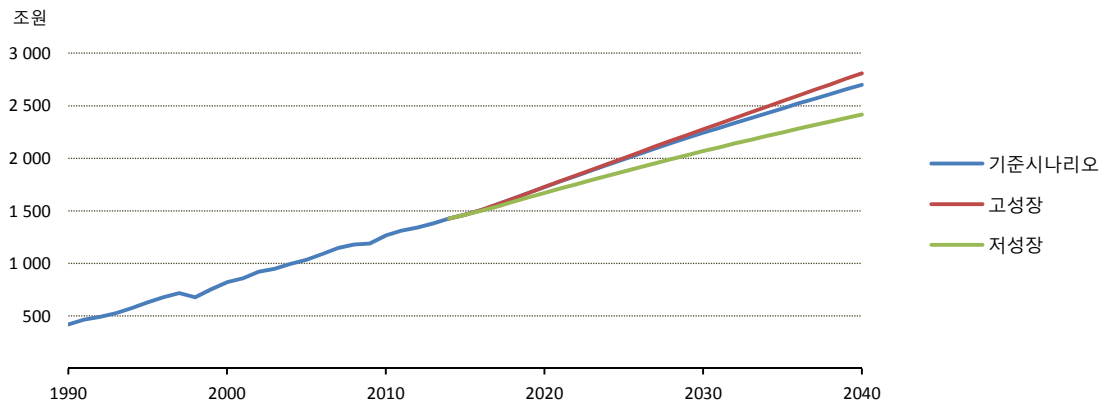
□ 고성장 시나리오에서는 전망 기간 GDP가 연평균 2.6% 증가하고 저성장 시나리오에서는 연평균 2.0% 증가할 것으로 전제

- 고성장 시나리오는 세계 경제 성장의 둔화에도 불구하고 노동과 자본 투입의 증가와 생산성 혁신을 통해 잠재성장률 하락을 지연시키는 경우를 가정함
 - 고성장 시나리오에서는 전망 기간 초반 기준 시나리오와 성장률이 동일하지만 이후 잠재성장률 감소가 느리게 진행되면서 2014년에서 2040년 사이 잠재성장률이 연평균 2.6% 수준이 될 전망이다

⁹ 총요소생산성은 산출물 중 생산요소인 노동과 자본 등으로 설명되지 않는 부분을 말하는데 직접적으로 관측되지 않기 때문에 성장회계의 잔차(Solow residual)를 이용하여 추정함. 선진국이 새로운 기술을 개발하는 것보다 후발국이 선진국을 모방함으로써 기술을 습득하는 속도가 더 빠르기 때문에 일반적으로 후발국이 총요소생산성 증가율이 높음

¹⁰ 미국, 일본, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 네덜란드

그림 2.3 시나리오별 GDP 추이

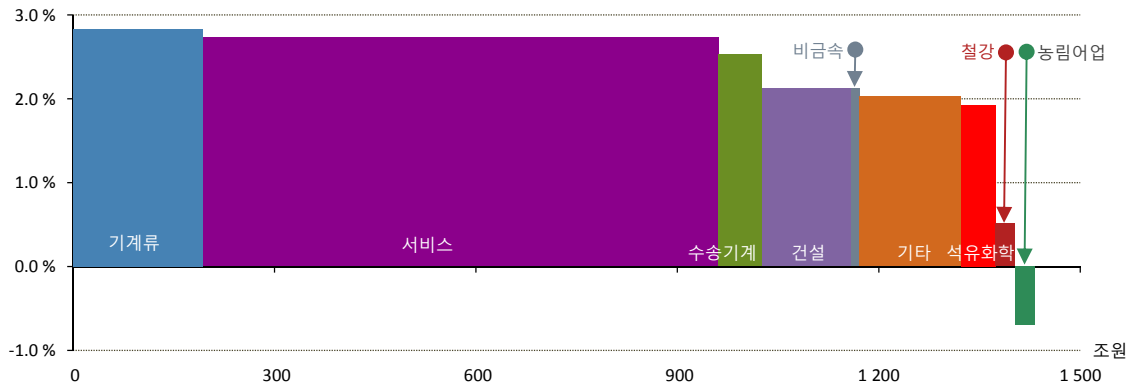


- 저성장 시나리오는 기준 시나리오에 비해 노동 공급 정체, 투자 부진, 총요소생산성 하락이 심화되는 상황을 가정하며 국내 잠재성장률은 2020년대 후반 1%대로 낮아짐 (현대경제연구원 2016)
 - 노동 공급은 생산가능인구, 경제활동참가율, 연간근로시간, 실업률로 산출되는데 저성장 시나리오에서는 경제활동참가율이 앞으로도 현재 수준인 60%대 초반에서 정체된다고 가정함
 - 자본스톡의 경우 기업의 투자 부진으로 총고정자본형성의 연평균 성장률이 2000~2015년 평균 성장률보다 10%만큼 낮아지며, 총요소생산성 역시 기술 혁신이 제대로 이루어지지 않아 기준 시나리오보다 낮아질 것으로 예상됨
 - 이에 따라 우리나라 경제성장률은 2020년대에는 2%대 수준을 유지하다가 2030년대에는 1%대의 초저성장 국면에 진입할 것으로 전망됨

□ 조립금속업과 서비스업이 경제 성장을 주도하는 반면 석유화학, 철강 등 에너지다소비 업종은 성장세가 둔화

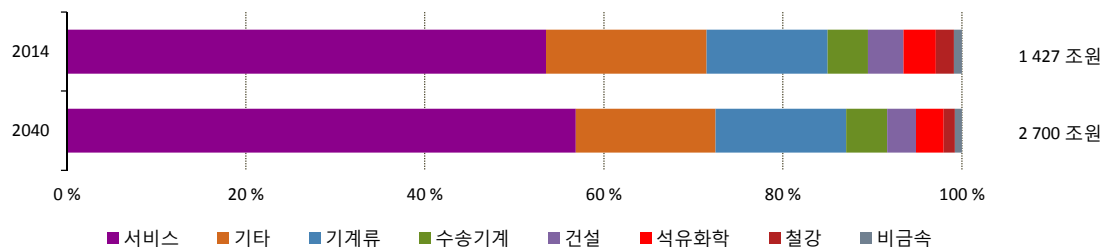
- 전망 기간 탈공업화가 진전되면서 제조업이 경제성장률보다 낮은 연평균 2.3%로 증가하여 제조업 비중은 2014년 29.0%에서 2040년에는 27.9%로 소폭 축소될 것으로 예상됨
 - 제조업 중 가장 큰 비중을 차지하는 기계류와 수송기계가 각각 연평균 2.8%, 2.5%로 성장하면서 전망 기간 제조업의 성장을 주도하고, 이로 인해 제조업 내 조립금속의 비중은 68.5%로 확대됨
 - 철강은 중국을 비롯한 후발주자와의 경쟁 심화로 고부가가치 철강재 개발 등 새로운 성장 동력을 모색하지만 세계 경제 성장 둔화의 여파로 최근의 부진을 지속하면서 전망 기간 연평균 0.5%의 성장을 기록하는데 그칠 것으로 예상됨
 - 석유화학은 저유가 지속에도 불구하고 기초화학에서는 납사-에틸렌 스프레드 유지, 정제에서는 석유제품 수출 증가로 부가가치가 연평균 1.9% 증가할 전망이다
 - 비금속은 시멘트 업종의 부가가치 정체에도 불구하고 유리, 도기 등의 부가가치 증가로 전망 기간 연평균 2.1%의 성장률을 기록할 것으로 예상됨

그림 2.4 주요 업종별 2014년 부가가치 및 전망 기간 부가가치 증가율



- 서비스업은 서비스 수요의 고급화 및 다양화, 금융 거래의 발전, 여가 활동의 증대 등으로 전망 기간 연평균 2.7% 성장할 것으로 전망됨
 - 세부적으로는 운수/보관업과 기타서비스업이 각각 연평균 3.0%와 3.1%의 높은 성장률을 보이고, 음식/숙박업도 연평균 2.6% 증가하여 경제성장률을 상회할 것으로 예상됨
 - 반면, 도소매, 공공행정/국방, 교육서비스는 연평균 2% 내외의 다소 낮은 성장률이 예상되어, 서비스업 내에서의 비중이 축소될 전망이다
 - 서비스업의 높은 성장에는 빠른 속도로 진행되고 있는 고령화도 영향을 미치는데, 고령친화 서비스업이 2010년대와 2020년대 각각 3.5%와 3.0% 증가할 것으로 분석됨 (이진면, 외. 2012)
- 농림어업 부가가치는 2020년 이후 지속적으로 감소하여 전망 기간 연평균 0.7%의 마이너스 성장률을 기록하고, 총부가가치에서 차지하는 비중은 0.9%로 축소될 전망이다

그림 2.5 2014년과 2040년 업종별 부가가치 비중



2. 에너지 전망 개요

□ 기준 시나리오의 총에너지는 2014년 282.9백만 toe에서 연평균 1.1% 증가하여 2040년 376백만 toe를 기록할 전망

- 1990년에서 2014년 사이 총에너지 소비는 93.2백만 toe에서 연평균 4.7% 증가하여 2014년 282.9백만 toe를 기록하였음
 - 고도 성장을 이루었던 1990년대 총에너지 소비 증가율은 경제성장률(연평균 6.9%)보다 높은 연평균 7.5%를 기록하였으나 2000년대 들어 경제성장률은 연평균 4.0%로 낮아진 반면 총에너지 소비 증가율은 경제성장률보다 낮은 2.8% 수준으로 하락함
 - 1990년대에는 석유화학 업종과 비금속의 성장률이(산출액 기준) 각각 연평균 8.8%와 12.2%로 높았던 반면 2000년대에는 철강업이 꾸준히 증가하는 가운데 조립금속업이 연평균 8.2%로 경제 성장을 주도하였음
- 전망 기간 경제는 연평균 2.5% 성장하는데 반해 총에너지 수요는 연평균 1.1% 증가하여 경제성장률과 총에너지 수요 증가율 간의 차이가 과거보다 상대적으로 더 벌어짐
 - 총에너지 수요는 2014년에서 2030년 사이 연평균 1.3%, 2030년 이후 2040년까지는 연평균 0.7%로 증가세가 점차 둔화됨
 - 총에너지 수요 증가율의 하락은 인구 증가 정체, 경제 성장 둔화, 에너지저소비형 중심으로의 경제 구조 변화, 에너지 효율 개선 등이 주요 원인으로, 국내총생산의 경우 전망 기간 연평균 2.5% 증가하여 과거보다 성장 속도가 대폭 낮아지는데다 조립금속업과 서비스업이 경제 성장을 주도함
 - 또한 전 부문에서 고효율 에너지 기기의 보급이 확산됨에 따라 에너지 효율도 꾸준히 향상됨
 - 전망 기간 내내 총에너지 수요 증가율이 경제성장률보다 낮은 수준을 유지하면서 국가 전체의 에너지원단위(총에너지수요/국내총생산)도 꾸준히 개선되는 추세를 보임

그림 2.6 총에너지 수요와 에너지원단위 그리고 GDP의 변화, 1990~2040

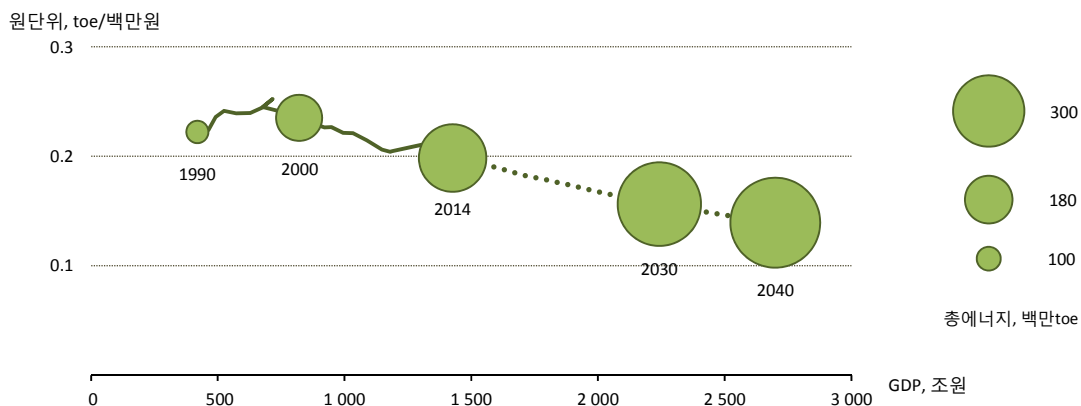
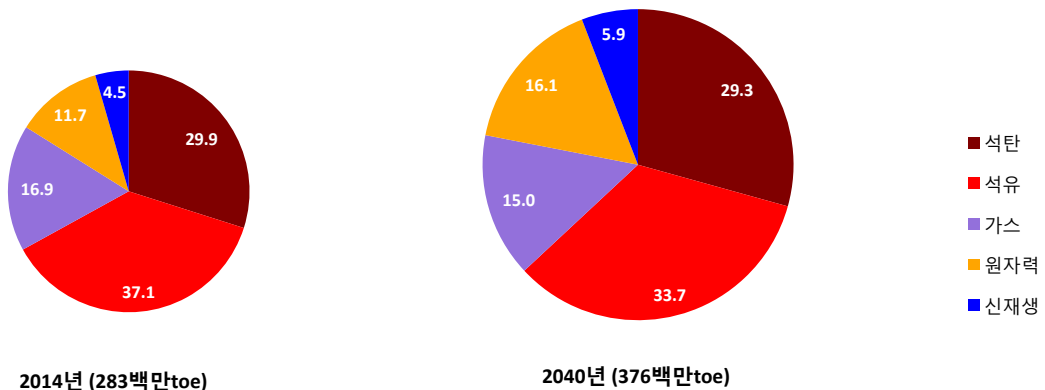


표 2.1 일차에너지 소비 추이 및 전망 (백만 toe)

	1990	2014	2020	2030	2040	1990 2014	2014 2040
석탄	24.4	84.6	97.4	103.1	110.2	5.3%	1.0%
석유	50.2	104.9	116.0	122.5	126.9	3.1%	0.7%
천연가스	3.0	47.8	43.3	49.1	56.4	12.2%	0.6%
수력	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.2%	-0.0%
원자력	13.2	33.0	41.1	56.6	60.5	3.9%	2.4%
신재생·기타	0.8	11.0	13.6	17.5	20.4	11.5%	2.4%
일차에너지	93.2	282.9	313.0	350.4	376.0	4.7%	1.1%

- 에너지원별로는 수력을 제외한 모든 에너지원의 수요가 2014년에서 2040년 사이 증가하지만, 증가 속도는 원자력과 신재생에너지가 가장 빠르고 석유와 가스는 정체될 것으로 예상됨
 - 대규모 설비 증설과 정부의 보급 계획에 힘입어 원자력과 신재생이 전망 기간 2% 중반의 속도로 증가하는 반면 석유와 가스는 경제성장률 둔화 및 가격 경쟁력 약화로 연평균 1% 미만의 낮은 증가 속도를 보일 것으로 전망됨
 - 석탄의 경우 발전 부문의 대규모 설비 증설에도 불구하고 발전 설비 가동률이 하락하고 철강업 성장 둔화로 원료탄 수요 증가율이 떨어지면서 전망 기간 연평균 1.0% 증가할 것으로 예상됨
- 에너지원 간의 수요 증가 속도 차이로 인해 저탄소 에너지원인 원자력과 신재생의 비중이 2014년 16.1%에서 2040년 22%로 확대되고 화석 연료의 비중은 83.9%에서 78%로 감소함
 - 국제에너지기구(IEA)의 전망에 따르면 전 세계 총에너지 수요에서 원자력과 신재생(수력 포함)이 차지하는 비중은 2013년 18.5%에서 2040년 25% 이상으로 증가함 (IEA 2015)
 - 전 세계의 저탄소 에너지원 증가는 주로 신재생이 주도하는 반면, 본 전망의 경우 한국은 원자력의 증가가 두드러질 것으로 예상됨

그림 2.7 2014년과 2040년 일차에너지 수요의 에너지원별 구성 (%)



부문별 전망

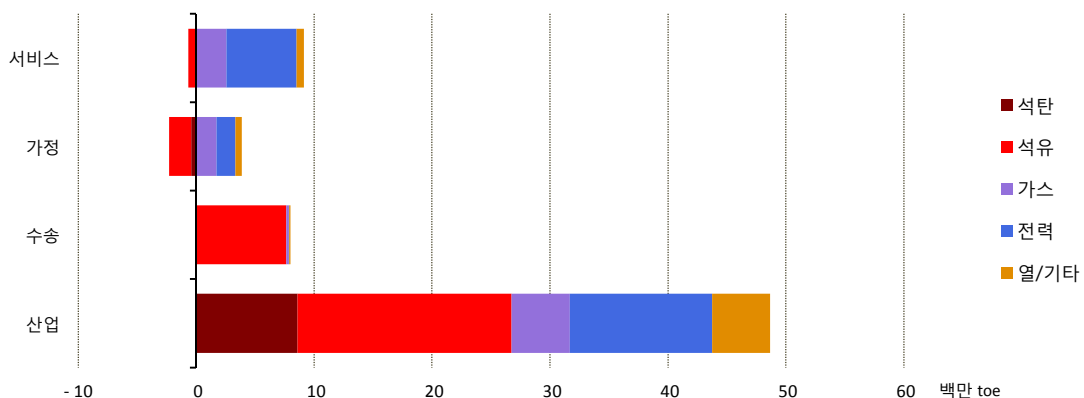
□ 전망 기간 총에너지 수요 증가의 절반은 발전 부문(열 생산 포함)이 차지

- 전력 수요와 열 수요가 2014년에서 2040년 사이 연평균 1.5%와 1.3%의 상대적으로 높은 증가율을 보이면서 발전 및 열 생산 부문의 연료 소비가 빠르게 증가함
 - 전망 기간 총에너지 수요는 약 93백만 toe가 증가하는데 발전과 열 생산 부문의 연료 수요 증가가 47백만 toe로 전체 증가의 50%를 차지함¹¹
 - 이로 인해 발전 및 열 생산 부문이 총에너지 수요에서 차지하는 비중은 2014년 39.4%에서 2040년 42%로 증가함
- 석탄과 원자력이 발전 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 2014년 76.1%에서 2040년 83%에 근접함
 - 발전 부문의 에너지 수요는 총 45.2백만 toe가 증가할 것으로 예상되는데, 이 중 99%를 넘어서는 44.9백만 toe가 석탄과 원자력으로 구성됨

□ 최종소비 부문 중에서는 산업 부문이 에너지 수요 증가의 70% 이상을 차지

- 산업 부문은 2014년에서 2040년까지 에너지 수요가 48백만 toe 이상 증가하여 최종에너지 수요 증가 67백만 toe의 약 73%를 차지할 것으로 전망됨
 - 2014년 최종에너지 소비에서 산업 부문이 63.6%로 절반 이상을 차지하고 있는데다, 산업 부문의 에너지 수요 증가는 연평균 1.2%로 서비스 부문에 이어 두 번째로 빠르게 증가할 것으로 예상되기 때문에 산업 부문의 에너지 수요 증가 기여도가 높음

그림 2.8 2014년에서 2040년 사이 최종소비 부문의 에너지별 수요 변화



¹¹ 최종소비 부문은 전력 및 열 수요 증가를 제외하고 계산

□ **자동차 보급대수 증가에도 불구하고 꾸준한 연비 개선으로 도로 부문의 에너지 수요 증가율은 전망 기간 연평균 0.7%에 그칠 것으로 전망**

- 자동차 보급이 전망 기간 35% 가량 증가하겠지만 연비 기준 강화와 인구 정체, 화물 물동량 증가 둔화로 도로 부문의 에너지 수요 증가 속도는 낮을 것으로 예상됨
- 국내 해운은 해운 화물의 감소 영향으로 연료 수요가 감소하겠지만, 항공은 국제 항공의 연료 수요가 빠르게 증가하면서 전망 기간 2.1%의 높은 증가율을 보일 전망이다
- 바이오디젤이나 전기자동차의 전력 등 대체 연료의 수요가 빠르게 증가하겠지만 석유가 여전히 수송 부문의 주요 에너지원이 될 것임
 - 수송 부문 연료 중에서는 경유가 전체 연료 증가의 55% 이상을 차지하며 가장 많이 증가하고, 그 뒤를 이어 항공유가 두 번째로 많이 증가할 전망이다
 - 증가율로는 항공유가 연평균 2.1%로 다른 연료를 압도하고 다음으로 신재생이 연평균 1.0%의 속도로 증가할 것으로 예상됨

□ **건물 부문에서는 서비스 중심의 경제 성장으로 서비스 부문의 에너지 수요가 빠르게 증가하지만 가정 부문은 인구 증가 둔화와 효율 증가로 에너지 수요가 정체**

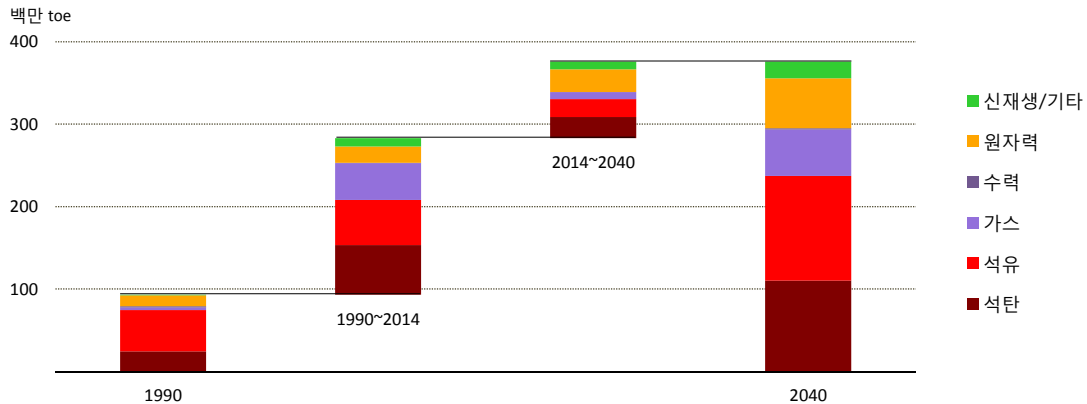
- 건물 부문의 에너지 수요는 2014년 40.2백만 toe에서 연평균 0.9% 증가하여 2040년 50백만 toe를 넘어설 것으로 전망됨
 - 서비스 업종의 산출액이 전망 기간 연평균 2.9% 증가하면서 서비스 부문의 에너지 수요도 같은 기간 연평균 1.3%의 증가율을 기록할 전망이다
 - 하지만 가정 부문은 인구가 2030년을 정점으로 감소하고 단열 및 보일러 기술 등 주택 관련 효율이 개선되면서 에너지 수요가 전망 기간 연평균 0.3% 증가에 그칠 것으로 예상됨

에너지원별 전망

□ **수력을 제외한 모든 에너지원의 수요가 전망 기간 증가하지만 에너지원별로는 상당한 차이**

- 2014년에서 2040년 사이 일차에너지 수요는 약 93백만 toe가 증가하는데, 원자력, 석탄 그리고 석유가 각각 30%, 28%, 24%로 전체 증가의 80% 이상을 차지할 전망이다
 - 수력은 2014년보다 약간 낮은 수준에서 정체되고 신재생과 천연가스는 각각 일차에너지 수요 증가의 10%와 9%를 차지하는 수준에 그칠 것으로 예상됨
 - 석탄과 천연가스 수요는 연평균 증가율이 각각 1.0%와 0.6%의 안정적인 모습을 보이지만 발전 부문의 설비 계획으로 인해 전망 기간 급증 및 급락의 모습을 상반되게 보임

그림 2.9 에너지별 에너지 수요 변화



□ 석유가 전망 기간 총에너지 수요 증가의 24%를 차지하여 2040년에도 가장 큰 에너지 공급원의 역할을 수행

- 석유 수요는 2014년에서 2040년 사이 21% 증가하여 127백만 toe에 도달할 것으로 전망됨
 - 하지만, 석유보다 석탄이나 원자력이 더 많이 증가할 것으로 예상되어 석유가 총에너지 수요에서 차지하는 비중은 2014년 37.1%에서 2040년 34% 이하로 떨어짐
 - 2040년 총에너지 수요에서 차지하는 비중은 석유에 이어 석탄, 원자력, 가스 순이 될 것으로 예상됨
- 석유는 2020년까지는 수송 부문이, 2020년 이후는 산업 부문이 수요 증가를 주도함
 - 2020년 이전에는 저유가의 영향으로 수송 부문이 연평균 2.0%로 가장 빠르게 증가하지만, 2020년 이후는 석유화학 산업의 꾸준한 성장, 유가 반등 등의 영향으로 산업 부문이 연평균 0.8%로 가장 높은 증가율을 보일 것으로 예상됨

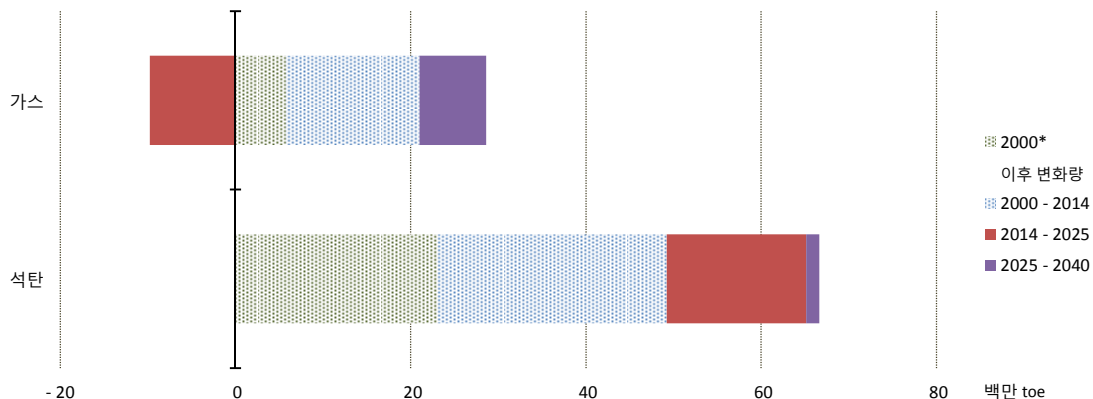
□ 석탄 수요는 발전 설비 규모가 급증하는 2020년까지 빠른 증가를 보이지만 그 이후는 증가세가 크게 둔화

- 석탄 수요는 전망 기간 30% 증가하여 2040년에는 110백만 toe에 도달할 것으로 전망됨
 - 제7차 전력수급기본계획 상 석탄화력 발전 신규 설비 도입이 예정되어 있는 2022년까지는 연평균 2.4%의 높은 수요 증가율을 보이지만 그 이후는 연평균 0.6%로 증가율이 급격히 하락함
- 산업용 석탄은 철강업이 과거보다는 성장 속도가 둔화되지만 꾸준히 성장하는 탓에 연평균 0.9%의 안정적인 수요 증가를 보이는 반면, 발전용 석탄은 설비 계획에 따라 수요 증가가 급격한 변화를 보일 것으로 예상됨
 - 산업용 석탄의 연평균 수요 증가는 0.3백만 toe로, 전망 기간 초반 0.6백만 toe 증가에서 전망 기간 말 0.2백만 toe 수준까지 증가량이 점차 축소됨
 - 발전용 석탄 수요는 연평균 0.7백만 toe 증가하지만, 석탄화력 발전 설비가 대규모로 도입되는 시기에는 10백만 toe 이상 증가를 하는 반면 설비 도입이 없는 시기는 1백만 toe 이상 감소하는 등 기간에 따라 수요가 크게 변동하는 모습을 보임

□ 천연가스는 도시가스 수요의 증가세 둔화와 기저 발전 설비 확대로 인해 전망 기간 연평균 0.6% 수준으로 증가 속도가 대폭 하락

- 천연가스 소비는 1990~2014년 사이 연평균 12.2%로 11.5%를 기록한 신재생에너지를 제치고 가장 높은 증가율을 기록하였음
 - 천연가스는 타 화석연료에 비해 보급 초기 단계인데다 정부의 도시가스 보급 확대 추진에 힘입어 1990~2014년 사이 빠르게 증가함
 - 같은 기간 원자력은 19.8백만 toe 증가한 데 반해 천연가스는 44.8백만 toe 증가하여 천연가스가 원자력을 제치고 세 번째의 에너지 공급원으로 성장함
- 전망 기간 천연가스 수요는 기간에 따라 급격한 등락의 움직임을 보일 것으로 예상되는데, 이는 발전용 수요의 극적인 변화에 기인한 것으로 발전용 천연가스 수요는 발전용 석탄 수요의 변화와 상반되게 움직임
 - 최종소비 부문의 가스 수요는(산업용 천연가스 포함) 2014~2040년 사이 연평균 1.3% 가량 꾸준히 증가하여 2040년 약 33백만 toe에 도달할 것으로 예측됨
 - 하지만, 발전용 가스 수요는(발전용 도시가스 포함) 석탄 및 원자력 등 기저 발전 설비의 대폭적인 확대와 신재생 발전 증가로 인해 2014~2020년 사이 연평균 8% 이상 감소한 후 다시 반등하는 모습을 보일 것으로 전망됨
 - 전 세계적으로는 천연가스 수요가 2040년까지 47%가 증가하며 발전 부문이 가장 큰 천연가스 소비처가 될 전망이지만 (IEA 2015), 국내의 경우는 기저 발전 설비의 확대로 인해 발전 부문 천연가스 수요가 오히려 감소하는 것으로 나타남

그림 2.10 발전용 가스 및 석탄의 기간별 수요 변화



주: 발전용 가스는 천연가스가 주를 이루며 도시가스가 극히 일부분을 담당
2000년은 당해년도 소비량

□ 원자력은 전망 기간 총 수요 증가의 30%를 차지하며 모든 에너지원 중에서 가장 많이 증가할 전망

- 전력 수요가 과거보다는 증가율이 많이 낮아지지만 타 에너지원에 비해 여전히 빠르게 증가하는데다 원자력 발전 설비가 크게 확대되면서 2040년에는 원자력이 다시 천연가스를 추월하여 석유, 석탄에 이어 세 번째의 에너지 공급원 역할을 담당함
 - 전력 수요는 2014~2040년 사이 연평균 1.5% 증가할 전망이다, 이는 신재생 다음으로 빠른 증가 속도임
 - ‘제7차 전력수급기본계획’에 따르면 기저 발전원인 원자력과 석탄의 설비 용량이 각각 약 18 GW가 증가할 예정임 (산업통상자원부 2015)
 - 이로 인해 원자력 발전은 전망 기간 27백만 toe 정도가 증가하여 2020년경 천연가스 수요를 앞지르고 2040년에는 총에너지 수요의 16%를 차지할 전망이다

□ 수력(양수 제외)을 포함한 신재생에너지는 2014~2040년 사이 84%가 증가하여 2040년 약 21백만 toe에 도달할 것으로 예상

- 수력(양수 제외)을 포함한 신재생에너지는 정부의 보급 확산 정책과 기술 발전으로 인한 경쟁력 개선에 힘입어 전망 기간 총에너지 증가의 10%를 차지함
 - 이로 인해 신재생에너지는 2040년 총에너지 수요의 5.4%를 차지하여 원자력과 함께 공급 비중이 증가하는 에너지원에 포함됨
- 부생가스, 정제폐유, 시멘트킬른 보조연료, 비재생 산업폐기물 등을 포함하고 있는 국내 신재생에너지 통계 기준으로 인해¹² 산업 부문이 전체 신재생에너지 증가의 절반 이상을 차지하며 나머지의 대부분은 발전용 신재생에너지가 담당함
 - 신재생에너지 발전이 전체 발전에서 차지하는 비중은 2014년 3.2%에서 2040년에는 두 배 이상 증가하여 약 7%로 확대되겠지만 이는 세계 평균에 비해서는 많이 낮은 수준임

에너지 부문 온실가스 배출

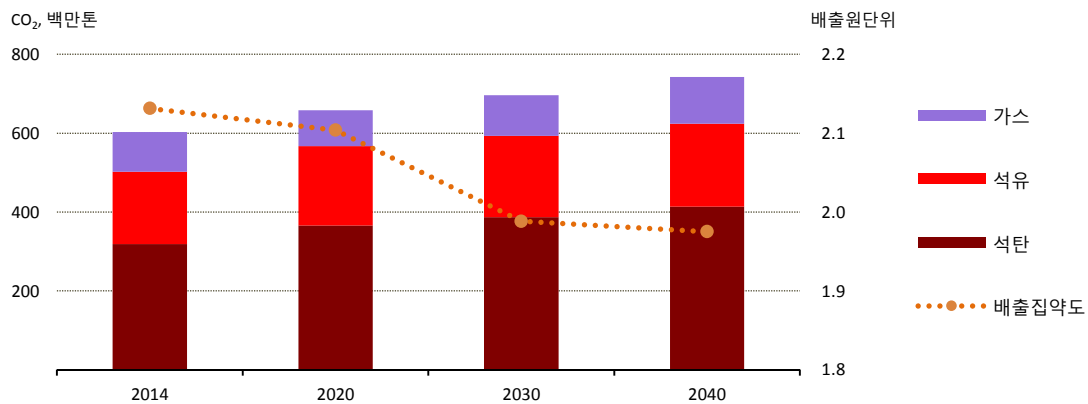
□ 기준 시나리오의 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출은 2014년 약 603백만 톤(tCO₂eq)에서 23% 증가하여 2040년에는 740백만 톤을 넘어설 것으로 전망¹³

¹² ‘신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 (대한민국 국회 2013)’에 의하면 신재생에너지는 4개의 신에너지와 8개의 재생에너지를 포함하는데, 석탄을 액화가스화한 에너지 및 중질잔사유를 가스화한 에너지, 폐기물 에너지 등이 이에 포함됨

¹³ 본 전망의 온실가스 배출은 에너지원별 국가 배출계수를 이용하여 추정된 것이기 때문에 국가 인벤토리와는 차이가 발생할 수 있음

- 1990년에서 2014년 사이 온실가스 배출은 연평균 4.0% 증가하였으나 2020년까지는 연평균 1.5% 2020년에서 2040년까지는 연평균 0.6%로 증가 속도가 하락할 것으로 예상됨
 - 2020년까지는 석탄화력 발전 설비의 급증으로 높은 증가율을 보이지만 2020년대에는 전력 수요 증가율이 점진적으로 둔화되고 석탄 발전 가동률이 낮은 수준을 유지하면서 온실가스 배출 증가 속도가 급격히 하락함
 - 2030년 이후는 석탄화력 발전 설비의 증가는 없지만 전력 수요의 증가에 상응하여 석탄화력 발전의 가동률이 점차 상승하면서 온실가스 배출 증가 속도가 2020년대보다 높아질 것으로 전망됨

그림 2.11 온실가스 배출 집약도와 화석 연료별 온실가스 배출



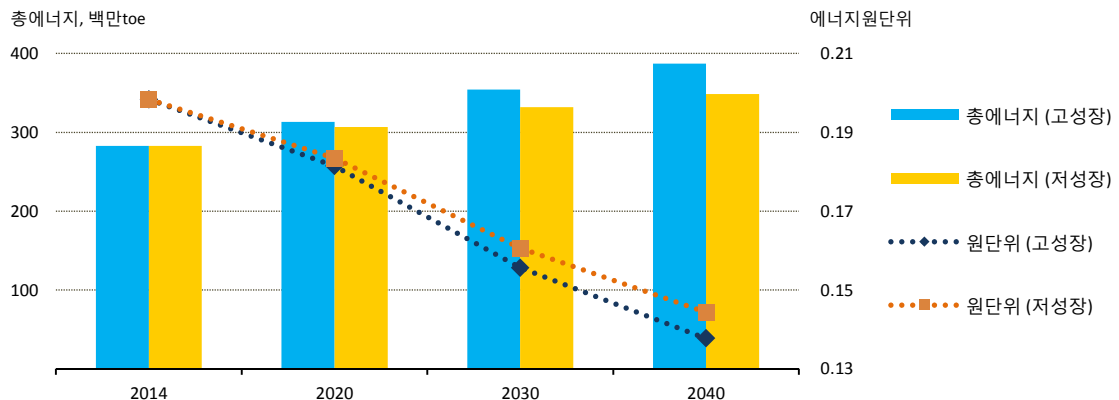
- **석탄의 배출은 향후에도 가장 빠르게 증가하여 석탄이 2040년에도 가장 큰 온실가스 배출원의 위치를 유지**
 - 석탄의 온실가스 배출은 전망 기간 약 95백만 톤이 증가하여 총 배출 증가의 68%를 차지하는데, 발전 부문과 최종소비 부문 모두 석탄 사용이 빠르게 증가하기 때문임
 - 특히 유연탄 발전 설비가 전망 기간 18 GW, 70% 이상 확대됨에 따라 석탄화력 발전 설비의 가동률 하락에도 불구하고 발전 부문의 석탄 사용에서 발생하는 온실가스는 일시적으로 전체 온실가스 배출의 35%를 넘어섰다가 전망 기간 말 33% 수준을 유지함
 - 석유의 온실가스 배출은 전망 기간 총 배출 증가의 19% 수준인 약 27백만 톤이 증가하며 가스 사용으로 인한 온실가스 배출은 13% 수준인 18백만 톤이 증가할 전망이다

시나리오별 전망

- **총에너지 수요는 모든 시나리오에서 증가하지만 경제성장의 차이가 총에너지 수요 증가 속도의 차이를 결정**
 - '2015 장기 에너지 전망'의 비교 시나리오는 고성장 시나리오와 저성장 시나리오로 구성되어 있는데, 각각은 잠재성장률에 대한 가정에 차이가 있으며 산업 구조는 기본적으로 동일한 것으로 가정함

- 고성장 시나리오는 세계 경제 성장의 둔화에도 불구하고 노동과 자본 투입의 증가와 생산성 혁신을 통해 잠재성장률 하락 속도를 늦추는 경우로, 2014년에서 2040년 사이 잠재성장률이 연평균 2.6%로 기준 시나리오 대비 약 0.2%p 빠르게 성장할 전망이다
- 저성장 시나리오는 생산성이 선진국보다 낮은 수준을 유지하고 노동 공급 정체와 투자 부진이 이어지면서 잠재성장률이 전망 기간 연평균 2.0% 수준으로 하락하는 상황임 (현대경제연구원 2016)
- 따라서 2040년 국내 경제 규모는 고성장 시나리오의 경우 2014년 대비 97%가 증가하여 두 배 가까이 성장하는데 반해 저성장 시나리오는 2014년 대비 35% 증가에 그침
- 총에너지 수요는 1990년에서 2014년 사이 두 배 이상 증가하여 282.9백만 toe에 도달하였는데, 2040년까지는 고성장 시나리오의 경우 37% 증가한 387백만 toe인 반면 저성장 시나리오는 23% 증가한 349백만 toe 수준이 될 것으로 전망됨
 - 기준 시나리오의 경우 2014년에서 2040년 사이 33% 증가한 376백만 toe로 예상됨
 - 경제성장률의 둔화는 에너지 효율에 대한 투자 감소와 전력 수요 증가 둔화를 가져오며, 전력 수요 증가 둔화는 동일한 발전 설비 계획 하에서 기저 발전 설비 발전 비중 상승으로 인한 평균 발전 효율 하락을 초래하여 결국 국가 에너지원단위의 개선 둔화로 이어짐

그림 2.12 시나리오별 총에너지 수요 및 에너지원단위 (toe/백만원)



- 본 시나리오 비교에서 경제성장률의 차이가 산업 구조의 변화를 초래하지 않으며 에너지 가격이 동일하기 때문에 시나리오 간 총에너지의 에너지원 구성 차이가 크지 않음
 - 경제성장률의 변화가 산업 구조 변화에서 비롯된다면 총에너지 구성에도 변화를 미치겠지만, 시나리오 분석의 한계 상 산업 구조 변화는 없는 것으로 가정함
 - 하지만, 발전 설비 건설 계획이 모든 시나리오에 걸쳐 동일하게 적용되기 때문에 저성장 시나리오의 석탄 및 원자력 비중이 각각 30%와 17%로 고성장 시나리오 및 기준 시나리오에 비해 약간 높아지는 것으로 나타남

글상자 2.1 저유가 시나리오 전망과 시사점

- 2014년 하반기부터 급격하게 하락한 국제 원유 가격은 2015년 말 현재 배럴당 35달러 이하(두바이유 기준, 12월 평균)까지 낮아짐
- 국제 유가의 급격한 하락은 세계 경제의 성장 둔화로 인한 석유 수요 증가세 하락과 미국을 중심으로 한 비전통 석유 생산 증가 그리고 OPEC의 생산 경쟁 등으로 인한 공급 증가가 겹치면서 초과 공급이 발생한 것이 원인으로 분석됨
- 본 저유가 시나리오에서는 국제 유가가 2016년 배럴당 29달러 수준까지 하락한 후 점차 상승하다 2020년대 중반 이후 빠르게 높아질 것으로 전망함. 즉, 원유의 초과 공급 상황이 중단기적으로 유지될 것으로 보이며, 20년대 중반부터 세계 경제가 회복되면서 유가도 빠르게 상승할 것으로 예상함. 하지만 국제 유가는 2040년이 되어서야 100달러에 근접하여 기준 시나리오에 비해 낮은 수준을 유지할 것으로 전망됨

그림 2.13 시나리오별 국제 유가(두바이유 기준) 전망

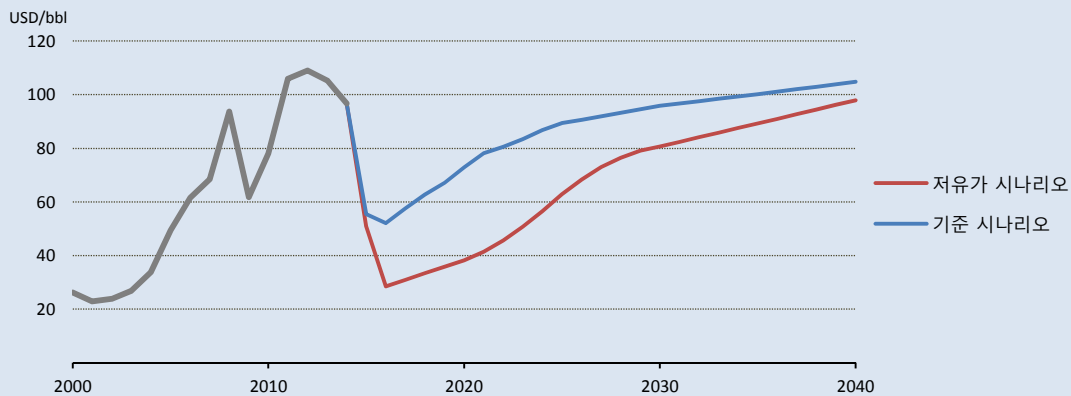
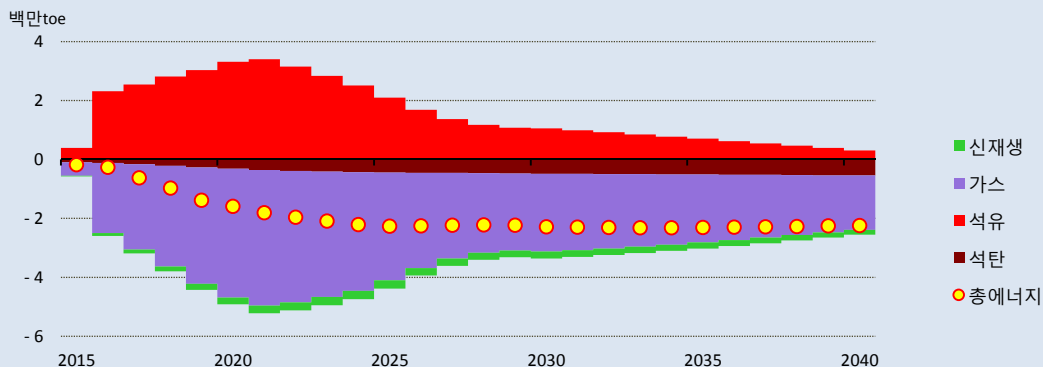


그림 2.14 기준 시나리오 대비 저유가 시나리오의 에너지원별 수요 전망 차이



- 저유가의 지속과 단기 경제성장률의 하락에도 불구하고 저유가 시나리오의 에너지 수요는 기준 시나리오 에너지 수요와 큰 차이가 발생하지 않는 것으로 분석됨. 저유가 시나리오에서 총에너지 수요는 현재 수준의 32% 정도가 증가하여 2040년 360백만 toe에 도달할 것으로 전망되어 기준 시나리오와는 2백만 toe의 낮은 수준으로 미미한 차이에 그침. 이는 저유가로 인한 에너지 수요 상승과 성장률 하락으로 인한 에너지 수요 감소가 서로 상쇄되기 때문임

- 기준 시나리오와 비교할 때 저유가 지속으로 인한 석유의 가격 경쟁력 유지와 경제 성장 둔화로 인한 전력 수요 하락이라는 근본적인 차이가 있으며, 석유는 수송 부문에 수요 증가에 힘입어 기준 시나리오 대비 약 0.3백만 toe 증가하는 반면 천연가스는 발전용 수요 감소로 약 2백만 toe가 감소함
- 수송 부문은 대표적인 저유가의 수혜 부문이지만, 저유가로 인한 석유 수요 증가는 유가 상승이 낮은 20년대 중반까지만 나타나고 그 이후는 유가의 상승 속도가 상대적으로 더 빠르기 때문에 수요 증가가 오히려 더 둔화됨
- 산업 부문의 경우 저유가로 인한 에너지 수요 증가 또는 에너지 구조의 변화보다는 성장 둔화로 인한 에너지 수요 감소의 효과가 크게 나타남. 하지만 저유가의 지속이 산업별로 미치는 영향이 다르기 때문에 업종별 수요 변화는 다르게 나타날 것임

에너지밸런스 작성 기준 변경의 영향

- 에너지밸런스를 국제(IEA) 기준에 따라 재작성할 경우 총에너지 수요는 2013년에서 2040년 사이 약 34%가 증가하여 360백만 toe에 도달할 것으로 예상
 - 기간별로 살펴보면 총에너지 수요의 증가율은 점차 낮아지는 것으로 나타나는데, 2013년에서 2030년 사이 연평균 1.3%, 2030년 이후 2040년까지는 연평균 0.6% 수준이 될 것으로 예상됨
 - 원자력과 석탄이 총에너지 수요 증가의 2/3를 차지하여 총에너지 수요 증가를 주도하는 가운데 신재생도 연평균 4% 대의 빠른 성장을 보일 것으로 예상됨
 - 원자력이 2013년의 두 배 규모인 60백만 toe로 증가하여, 55백만 toe 정도에 그칠 것으로 예상되는 천연가스를 추월하고 석유, 석탄에 이어 세 번째의 에너지 공급원으로 다시 부상함
 - 석탄은 현재보다 약 36%가 늘어난 110백만 toe 수준이 될 것으로 보여 가장 큰 에너지원인 석유와의 격차가 크게 줄어드는 것으로 나타남
 - 신재생은 가장 빠르게 증가하는 에너지원이지만 수력을 포함하더라도 총에너지 수요의 5% 미만에 그칠 것으로 예상됨
 - 부문별로 살펴보면 발전 부문에서 전망 기간 총에너지 수요 증가의 59%인 54백만 toe가 증가하여, 전력 수요 증가로 인한 발전 연료 소비 증가가 전망 기간 총에너지 수요 증가의 가장 큰 요인으로 예상됨
 - 전력 수요는 2013년 487.1 TWh에서 48%가 증가하여 2040년 720 TWh로 증가할 전망이다¹⁴
 - 전력과 열을 제외할 경우 산업 부문이 총에너지 수요 증가의 40%를 차지하는 반면, 가정 부문은 전망 기간 오히려 감소하는 것으로 분석됨

¹⁴ 수정에너지밸런스의 전력 수요는 상용자가 발전의 총 발전량을 포함하고 있어 상용자가 발전에서 구입 전력만 포함하는 (현행)에너지밸런스의 전력과는 수치 차이가 있음

표 2.2 에너지밸런스별 에너지 소비 전망 (백만 toe)

	(현행)밸런스		수정밸런스		증가율	
	2013	2040	2013	2040	(현행)밸런스	수정밸런스
석탄	81.9	110.2	80.8	110.2	1.1%	1.2%
석유	105.8	126.9	99.3	116.9	0.7%	0.6%
천연가스	52.5	56.4	53.1	55.4	0.3%	0.2%
수력	1.8	1.6	0.9	0.8	-0.3%	-0.6%
원자력	29.3	60.5	29.3	60.5	2.7%	2.7%
신재생 · 기타	9.0	20.4	5.3	16.0	3.1%	4.2%
일차에너지	280.3	376.0	268.7	359.8	1.1%	1.1%
발전	112.3	157.9	118.9	173.1	1.3%	1.4%
산업	130.9	184.7	123.9	173.1	1.3%	1.2%
수송	37.3	45.6	32.1	37.9	0.7%	0.6%
가정	20.9	21.3	20.4	21.4	0.1%	0.2%
서비스	21.1	28.9	22.4	29.7	1.2%	1.0%

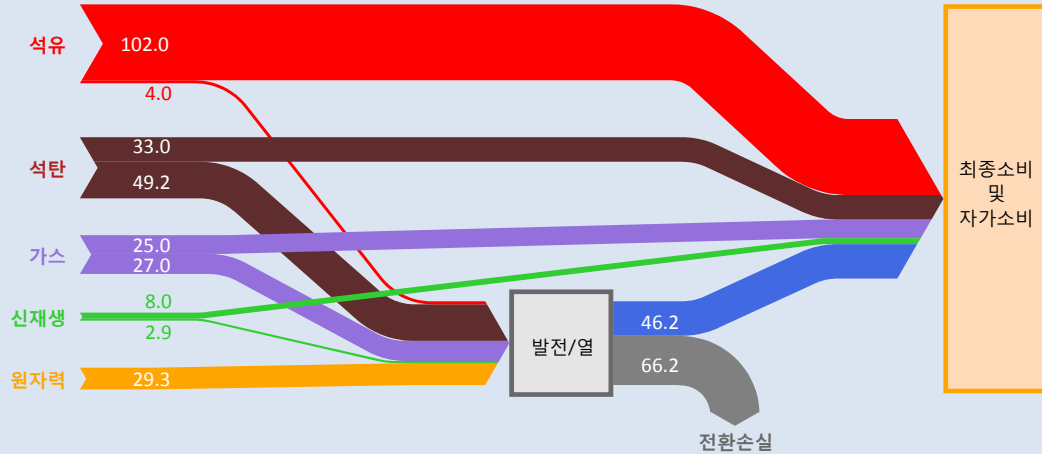
주: 최종소비 부문은 전력 및 열 소비 포함하고 있으며, 수정에너지밸런스의 경우 기타 전환 투입이 산업 부문에 포함됨

글상자 2.2 (현행)에너지밸런스와 수정에너지밸런스 작성 기준의 차이

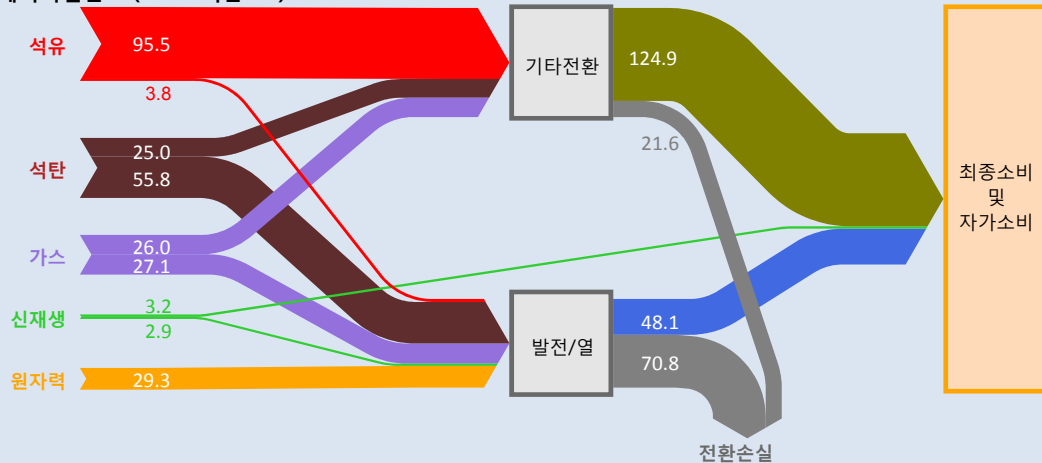
- (현행)에너지밸런스는 국가 에너지밸런스 작성 방법에 따른 에너지밸런스로 현재 국가 공인 통계로 사용되고 있으며, 수정에너지밸런스는 IEA의 에너지밸런스 작성 기준에 따른 에너지밸런스로 보다 정확한 에너지의 흐름에 대한 이해 및 (현행)에너지밸런스의 개선을 위한 연구 목적으로 에너지경제연구원에서 작성하고 있음
- (현행)에너지밸런스는 작성 방법이 설정된 지 오래된 탓에 현재의 복잡한 에너지 시스템을 제대로 반영하지 못하고 있으며 석유정제 자가소비의 일부 누락, 국제병커링 기준의 차이, 석유(납사) 및 석탄(무연탄) 소비 일부의 중복 계산 등의 문제가 있음
- 한편, 수정에너지밸런스는 (현행)에너지밸런스에 비해 에너지 흐름(Energy flows)과 에너지 제품(products)이 더욱 세분화되어 있는데, 에너지 흐름에서는 전환 부문의 세분화, 에너지 제품에서는 석탄 및 재생에너지 상세화 그리고 원유 제품 추가가 가장 큰 차이점 임
- 수정에너지밸런스의 에너지 전환 부문은 발전 및 열생산과 관련해서 사업자 및 상용자간의 발전 전용, 열병합, 열전용을 구분하고 있으며, 석유정제와 석유화학의 에너지 전환 그리고 기타 상세한 에너지 전환 과정을 대부분 구별하고 있는 것이 특징임. 따라서 수정에너지밸런스는 산업 부문에서 발생하는 에너지 전환(예, 코크스 제조 및 고로/전로 공정 등) 및 전환을 위한 에너지 소비(예, 석유정제 자가소비)를 에너지 전환 부문에서 집계함. 반면 (현행)에너지밸런스는 발전, 지역난방, 도시가스제조 만을 에너지 전환 부문에 포함하고 있으며, 산업 부문의 에너지 전환은 투입 에너지를 산업 부문의 에너지 소비로 집계함
- 이로 인해 (현행)에너지밸런스와 수정에너지밸런스는 부문별, 특히 전환 부문과 산업 부문의 에너지 소비에서 크게 차이가 나지만, 이론적으로 국가 총에너지 수요는 차이가 없음. 단, 국가 에너지 총 규모에 대해 수정에너지밸런스는 총에너지 공급으로 정의하는 반면 (현행)에너지밸런스는 총에너지 수요로 정의함. 즉, 국가 총에너지 수요를 비교하기 위해서는 수정에너지밸런스의 경우 최종소비와 전환 투입의 합을 계산할 필요가 있음
- 2013년 총에너지 수요는 (현행)에너지밸런스에서 280.3백만 toe로 집계된 반면 수정에너지밸런스에서는 269백만 toe로 추정되어 작성 기준에 따라 약 4.1%의 차이가 발생함. 에너지 총공급과 비교할 경우 수정에너지밸런스는 272백만 toe로 (현행)에너지밸런스의 에너지 총수요 대비 3.1%의 차이가 있음

그림 2.15 2013년 에너지 수요에 대한 (현행)에너지밸런스와 수정에너지밸런스의 비교

현행에너지밸런스 (280.3 백만toe)



수정에너지밸런스 (268.7 백만toe)



- (현행)에너지밸런스의 부문 분류 기준에 따른 비교를 하면 산업 부문의 에너지 소비는 약 5.3%, 수송 부문은 1.9%, 가정 부문은 2.3%로 (현행)에너지밸런스의 에너지 소비가 큰 것으로 나타나며, 서비스 부문과 발전(열 포함) 부문은 각각 6.3%와 5.9%로 수정에너지밸런스의 에너지 소비가 큰 것으로 분석됨.
- 이는 수정에너지밸런스는 상용자가 발전 투입을 발전 부문으로, 생산된 전력의 소비는 최종소비 부문으로 집계하며, (현행)에너지밸런스에서는 석유(납사) 소비 일부가 중복 계산되었기 때문인 것으로 파악됨. 즉, 전력 소비는 (현행)에너지밸런스가 2.6% 작은 반면, 석유 소비는 (현행)에너지밸런스가 6.2% 많은 것으로 나타나고 있음. 이외에도 석탄 소비는 (현행)에너지밸런스가 약 1.4% 많은 것으로 분석됨
- 따라서 수정에너지밸런스를 적용할 경우 총에너지 수요는 약 4% 내외가 축소되며, 온실가스 배출도 약간 감소할 것으로 예상됨

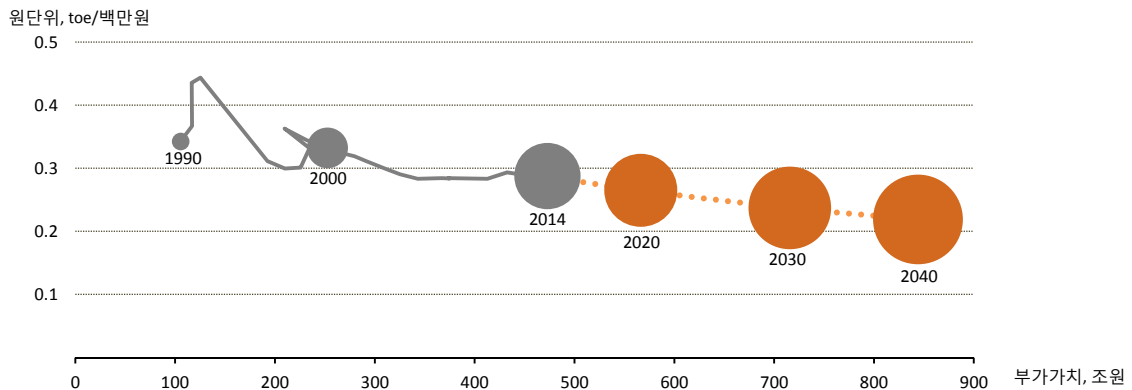
3. 산업 부문

산업 부문 개요

□ 산업 부문의 에너지 수요는 2014년 136.1 백만 toe에서 2040년 184.7 백만 toe로 연평균 1.2% 증가할 전망

- 1990년부터 2014년까지 산업 부문 에너지 소비는 36.2 백만 toe에서 연평균 5.7% 증가하여 136.1 백만 toe에 도달하였음
 - 같은 기간 산업 부문의 부가가치는 연평균 6.4% 증가하여 산업 부문의 에너지원단위는 연평균 0.7% 개선되었음
 - 1990년대 고도 성장기에는 에너지다소비 업종의 활발한 신증설로 인해 산업 부문의 에너지원단위가 악화와 개선을 반복하였으나 2000년대 이후에는 경제가 안정되며 꾸준한 개선의 추세를 보임
- 산업의 부가가치는 2014년 473.0조 원에서 2040년 844조 원으로 약 80% 가량 성장하지만 산업 부문의 에너지 수요는 같은 기간 약 36% 증가에 그칠 것으로 예상됨
 - 산업 부문의 에너지 수요 증가율과 부가가치 증가율 사이의 격차가 과거보다 벌어지는 것은 에너지 효율 개선과 에너지저소비형 업종 중심으로의 산업 구조 변화로 인해 과거보다 단위 부가가치 생산에 필요한 에너지 수요가 줄어들기 때문임
 - 즉, 2040년까지 철강 및 석유화학 같은 에너지다소비 업종의 성장이 과거보다 둔화되는 반면 조립금속업이 산업 부문의 경제 성장을 주도하면서 원료용 에너지 수요 증가가 둔화되고 전력이 상대적으로 빠르게 증가하고, 이러한 추세가 에너지 효율 개선과 맞물려 에너지원단위의 빠른 개선으로 이어짐
 - 2014년에서 2040년 사이 산업 부문의 에너지원단위는 연평균 1.0% 개선될 것으로 전망됨

그림 2.16 산업 부문의 에너지 수요, 부가가치 및 에너지원단위, 1990-2040



주: 원의 지름은 에너지 수요의 크기를 의미

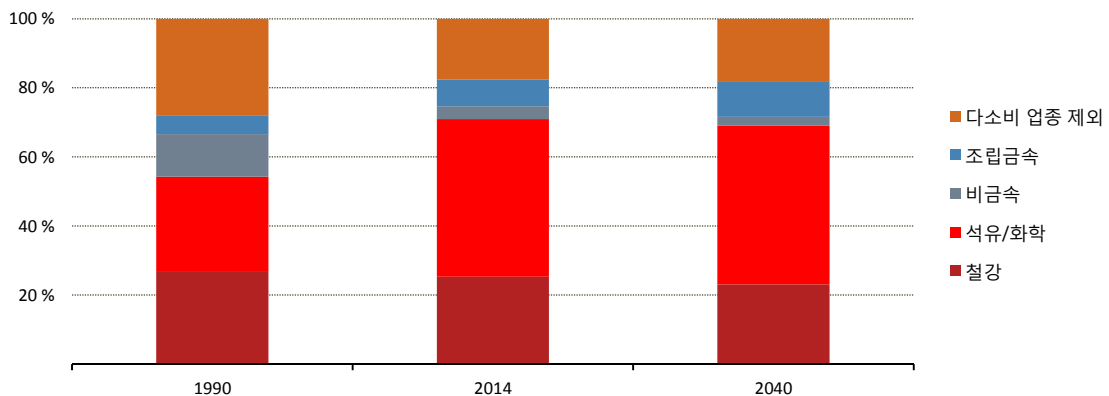
- 한편, 경제 성장 차이에 대한 시나리오 분석 결과 고성장, 저성장 시나리오 모두 산업 부문의 에너지 수요는 2040년까지 증가하지만 증가 속도에서 차이가 발생함
 - 2014년에서 2040년 사이 산업 부문 부가가치의 연평균 증가율은 고성장, 저성장 시나리오 각각 2.4%와 1.8%이며, 에너지 수요는 각 시나리오에서 연평균 1.3%와 0.7% 증가하여 고성장 시나리오의 경우 2040년 192.6백만 toe, 저성장 시나리오에는 164.1백만 toe 수준이 될 것으로 전망됨
 - 하지만, 산업 구조 변화가 없는 단순 성장률 차이는 에너지 효율이나 구성에 미치는 효과가 미미한 것으로 분석되어 시나리오 간 부가가치 증가율의 차이와 에너지 수요 증가율의 차이가 유사한 것으로 나타남

업종별 전망

□ 조립금속업이 산업 부문의 에너지 수요 증가를 주도

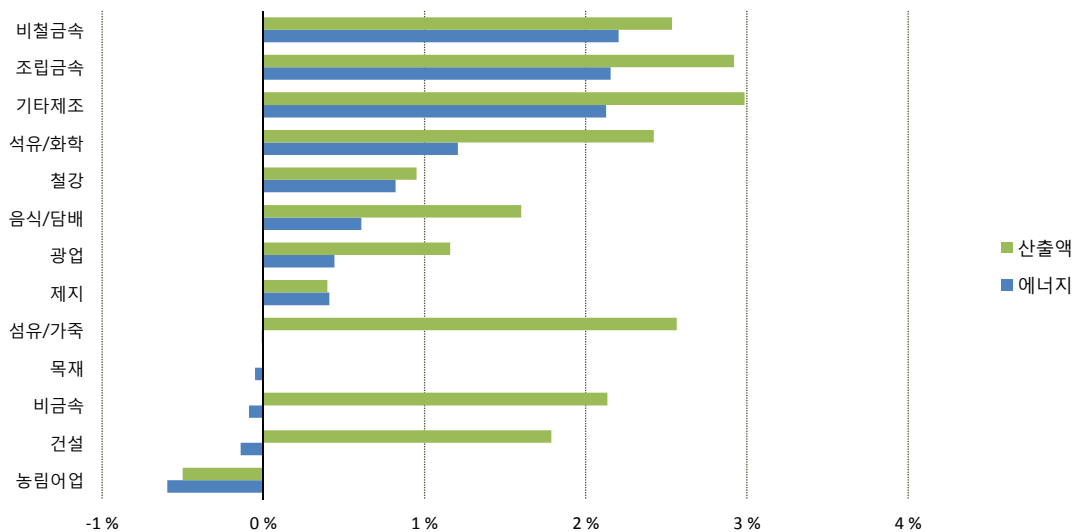
- 조립금속업의 에너지 수요는 2014년 10.7백만 toe에서 2040년 약 19백만 toe로 연평균 2.2% 증가하여 산업 업종 가운데 가장 빨리 증가할 전망이다
 - 자동차, 전자, 반도체, 조선 등을 포함하는 조립금속업은 그 동안 수출 주력 산업이었으며 앞으로도 조립금속업 중심의 경제 구조가 견조하게 유지될 것으로 예상되어 조립금속업의 에너지 수요가 빠르게 증가할 전망이다
 - 전기전자, 정밀기계, 수송기계 등 전력을 주로 소비하는 업종이 많아 조립금속업의 에너지 수요 증가는 빠른 전력 수요 증가를 의미함
 - 타 업종 대비 조립금속업의 빠른 에너지 수요 증가로 조립금속업이 산업 부문 전체의 에너지 수요에서 차지하는 비중은 2014년 7.8%에서 2040년 10% 이상으로 증가함

그림 2.17 주요 업종별 에너지 수요 비중 변화



- 철강, 석유화학, 비금속 등 주요 에너지다소비 업종이 산업 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 감소하지만 2040년에도 여전히 3/4 가량을 차지할 전망이다
 - 2014년과 비교하여 2040년 철강과 비금속의 비중은 각각 25.3%에서 23%, 3.7%에서 3% 미만으로 감소하는 반면 석유화학은 45.6%에서 46%로 소폭 증가함
 - 비금속 업종의 경우 에너지를 많이 소비하는 시멘트 업종과 유리, 요업이 함께 속해 있는데, 장기적으로 건설 수주가 줄어들면서 시멘트 업종의 산출액이 줄어드는 반면 유리와 요업의 산출액을 늘여날 것으로 예상됨에 따라 비금속 업종 전체의 산출액은 연평균 2.1% 증가하나 에너지 수요는 0.1% 감소할 전망이다
- 일반적으로 업종별 생산이 증가하면서 에너지 수요도 증가하지만 비금속과 건설, 섬유/가죽 등 일부 업종의 경우는 생산과 에너지 수요의 관계가 반대 방향을 보임
 - 건설 업종은 건설 수요가 줄어들지만 고부가가치화로 인하여 산출액은 증가하고 건설에 필요한 에너지 수요는 감소할 것임
 - 섬유/가죽 업종은 기존 원자재 생산 중심에서 패션 등 고부가가치 생산으로 그 축이 이동하면서 산출액 증가에도 불구하고 에너지 수요는 약간 감소하며, 목재업은 생산 수준이 2014년 수준에서 정체함에 따라 에너지 효율의 자연 개선으로 에너지 수요가 감소할 전망이다

그림 2.18 2014~2040년 업종별 에너지 수요 및 산출액의 연평균 증가율 비교

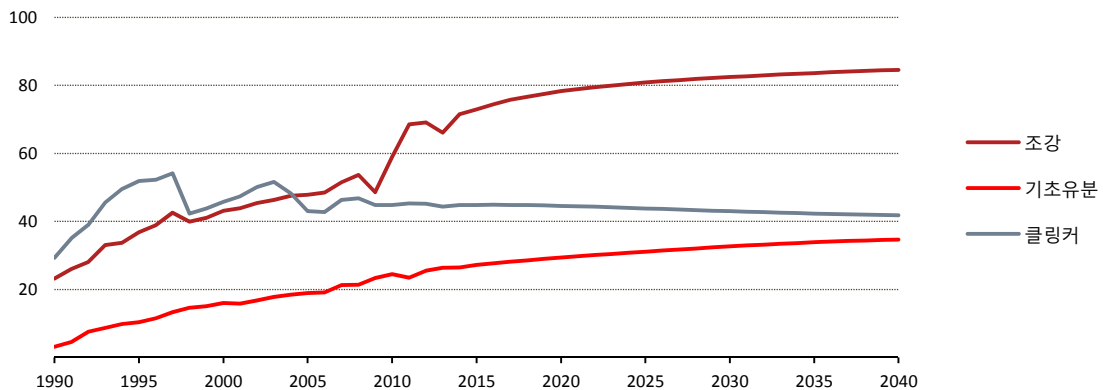


□ **철강과 비금속은 세계 경제 둔화 및 경쟁 심화와 전방산업 성장 둔화로 에너지 수요 증가율이 정체**

- 전 세계적인 철강재 공급 과잉과 철강을 대체하는 고강도 신소재 보급으로 철강업의 대외 경쟁이 갈수록 심화되면서 철강 생산량의 증가율이 둔화될 전망이다

- 2000년대 들어 중국의 철강 생산 능력이 대폭 확대되었지만 2010년대 중국 경제의 하향 국면 진입으로 전 세계적인 철강재 공급 과잉 현상이 발생하고 있으며, 2040년까지 장기적으로 철강보다 고강도 경량인 신소재가 점차 철강재를 대체할 것으로 전망됨 (박영숙 2013)
- 동국제강의 후판 공장이 지난 2015년 6월 가동을 중단했고 2014년 말 동부제철이 연산 3백만 톤 규모의 전기로 가동을 중단하는 등 세계적인 공급 과잉과 철스크랩 수급 문제의 영향으로 기존 설비의 가동률이 대폭 하락하였고, 국내 건설 수주의 침체로 건설용 철근 수요가 정체될 것으로 예상됨에 따라 전망 기간 전기로의 추가 증설도 어려울 것으로 예상됨
- 제강 업계의 제품 고급화를 통한 경쟁력 강화로 전로강 생산량이 2014년부터 2040년 사이 연평균 1.0%로 과거보다는 낮지만 꾸준한 성장을 보이겠으나, 전기로강 생산량은 같은 기간 연평균 0.2% 증가로 성장이 정체될 전망이다
- 조강 생산량 성장이 정체하면서 철강업의 원료탄과 전력 수요도 1% 미만의 낮은 증가율을 보일 것으로 예상됨
- 석유화학은 연계 업종인 조립금속업의 성장으로 석유화학 제품의 수요가 꾸준히 증가하면서 전망 기간 에너지 수요가 연평균 1.2% 증가할 전망이다
 - 조립금속업의 성장으로 플라스틱 및 고무와 같은 화학 재료 소비가 증가하면서 석유화학업의 기초유분 생산량이 전망 기간 연평균 1%대의 꾸준한 증가세를 유지하겠지만 과거 고도 성장기 보다는 증가율이 크게 하락할 전망이다
- 비금속 업종은 국내 건설 수주 증가의 정체로 시멘트 생산량이 점차 감소하면서 에너지 수요가 현재보다 하락할 전망이다
 - 시멘트 생산량은 2014년에서 2040년 사이 연평균 0.3% 감소하면서 킬른 가열용 유연탄 수요가 줄어들어 비금속 업종 전체로는 에너지 수요가 전망 기간 연평균 0.1% 감소할 것으로 예상됨

그림 2.19 에너지다소비 업종의 주요 제품 생산량 전망 (백만 톤)

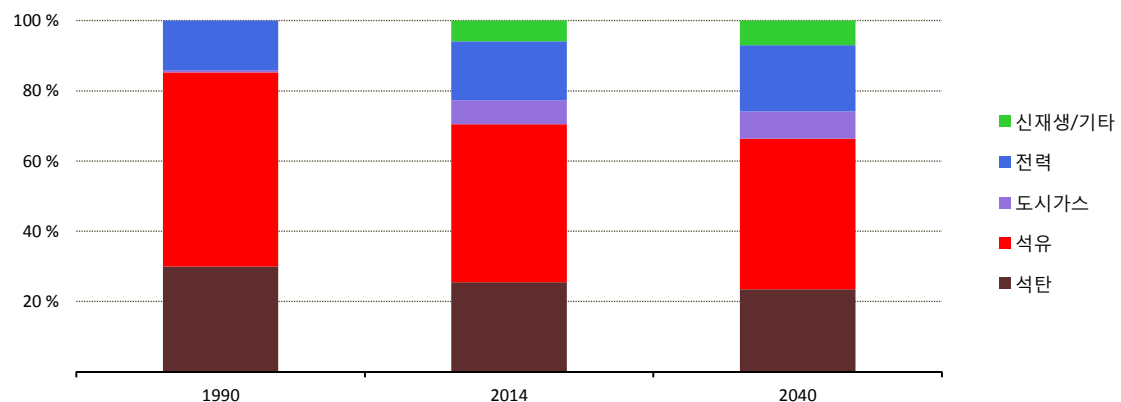


에너지원별 전망

□ 전력과 가스의 비중이 증가하는 반면 석탄과 석유의 비중은 점차 하락

- 석탄은 철강업의 원료용 유연탄을 중심으로 수요가 꾸준히 증가하지만 산업 부문 전체 에너지 수요에서 차지하는 비중은 점차 감소할 전망이다
 - 산업 부문의 석탄 수요는 2014년 34.7백만 toe에서 2040년 43백만 toe로 약 25% 증가하지만 산업 부문에서 차지하는 비중은 2014년 25.5%에서 2040년 23% 수준으로 하락할 전망이다
- 석유는 2040년에도 산업 부문 에너지 수요의 40% 이상을 차지하여 가장 큰 비중을 차지할 전망이다
 - 석유 수요는 2014년 61.2백만 toe에서 2040년 약 79백만 toe로 30% 가량 증가할 전망인데, 납사 수요가 석유화학업의 꾸준한 성장으로 전망 기간 15백만 toe 이상 증가하면서 산업 부문 석유 증가의 85% 이상을 차지할 것으로 예상됨
- 석탄과 석유 등 화석 에너지의 비중이 2014년 77.3%에서 2040년 74% 내외로 하락하고 대신 전력과 신재생을 중심으로 한 온실가스 저배출 에너지가 그 역할을 대체함
 - 그 동안 가파른 상승을 기록하였던 가스 수요는 2014년에서 2040년 사이 연평균 1.6%로 증가율이 크게 하락하지만 석탄이나 석유에 비해 상대적으로 빠르게 증가하기 때문에 가스의 비중은 2014년 6.9%에서 2040년 8%에 근접할 전망이다
 - 전력을 주로 사용하는 조립금속업의 빠른 성장으로 산업 부문의 전력 수요는 2014년 22.8백만 toe에서 2040년 약 35백만 toe로 50% 이상 증가하며 산업용 에너지에서 차지하는 역할이 확대될 전망이다
- 신재생에너지는 정책적인 지원에 힘입어 산업용 에너지 중에서 가장 빠르게 증가할 전망인데, 이는 산업용 신재생에서 차지하는 비중이 큰 폐기물 에너지 수요가 시멘트, 제지, 목재 업종에서 향후에도 꾸준히 증가하고 상용자가 발전의 신재생 전력 생산이 빠르게 확대되는 것이 주요 원인임

그림 2.20 에너지원별 산업용 에너지 수요 비중

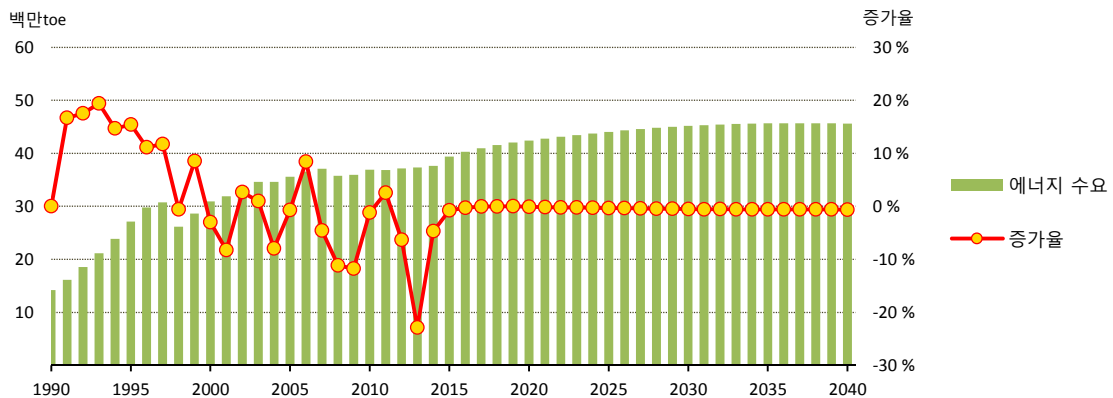


4. 수송 부문

□ 2040년 수송 부문 에너지 수요는 2014년 37.6백만 toe에서 연평균 0.7% 증가한 46백만 toe에 도달할 전망

- 수송 부문의 에너지 소비는 1990년 14.2백만 toe에서 연평균 4.2% 증가하여 2014년 37.6백만 toe를 기록하였으나 소비 증가율은 전반적으로 하향 추세를 보임
 - 수송 부문은 외환위기 이전인 1997년까지 빠른 경제 성장 및 소득 증가로 화물과 여객 수요가 모두 급속하게 증가하면서 연평균 11.7%의 높은 에너지 소비 증가율을 기록함
 - 1998년 크게 감소하였던 수송 부문 에너지 소비는 2000년에 외환위기 이전의 수준을 회복하였지만, 2000년부터 금융위기 이전인 2007년까지 경제 성장 및 내수 출하 둔화로 에너지 소비 증가율이 연평균 2.6%로 대폭 하락함
 - 2008년 국제 금융위기로 다시 한번 감소하였던 에너지 소비는 소폭 회복하였으나, 에너지 소비 증가율은 2008년부터 2014년까지 연평균 0.8%로 1% 미만의 증가율을 기록함

그림 2.21 수송 부문 에너지 수요 및 증가율 추이



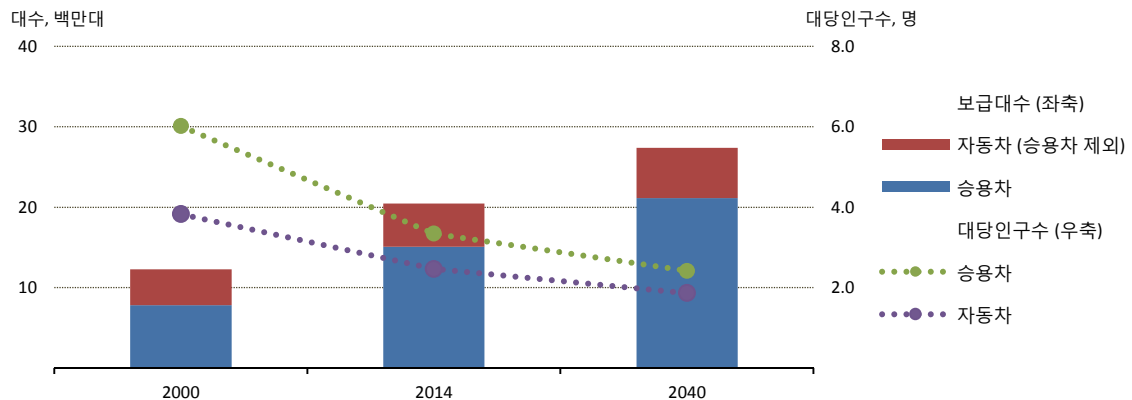
- 수송 부문은 장기적으로 인구 증가 정체 및 감소와 경제 성장 둔화로 수송 수요가 낮은 증가율을 보이면서 에너지 수요 증가세가 지속적으로 둔화될 전망이다
 - 2014년 하반기 국제 유가 급락 이후 당분간 저유가 기조가 유지되면서 연료 비용 부담이 완화된에 따라 자동차 이용 증가로 수송 부문의 에너지 수요는 2020년 이전까지 연평균 2.0%의 높은 증가율을 보일 전망이다
 - 하지만 국제 유가의 재상승, 화물 물동량 증가 속도 둔화, 엔진 효율을 중심으로 한 자동차 효율의 향상, 인구 증가 정체로 인하여 에너지 수요 증가율은 2020~2030년 연평균 0.6%, 2030~2040년 연평균 0.1%로 하락할 것으로 보이는데, 특히 인구 감소와 효율 개선이 결합되면서 2030년대 중반 이후 에너지 수요가 감소세로 전환될 전망이다

수송 수요

□ 자동차 보급은 꾸준히 증가하지만 인구 정체 및 감소로 인해 증가율은 하락

- 비사업용 승용차 보급대수는 2014년 15.1백만 대에서 연평균 1.3% 증가하면서 2040년에 약 21백만 대까지 증가할 전망이다
 - 승용차 보급대수는 국내 자동차 산업 성장과 소득 증가, 도로 확장 등 인프라 확충에 힘입어 2000년에서 2014년 사이 연평균 4.8% 증가하였으며, 전체 자동차 보급대수는 승용차 보급 확대와 더불어 화물 물동량 증가 및 대중교통 수요 증가로 같은 기간 연평균 3.7% 증가하였음
 - 전망 기간 인구 정체 및 감소에도 불구하고 1인가구와 가구당 자동차 보급대수 증가로 승용차 보급 증가율이 인구 증가율보다 높은 수준을 유지할 것으로 전망되어 자동차 총 보급대수는 2040년 약 27백만 대까지 증가하지만, 증가 속도는 연평균 1.1%에 그쳐 과거보다 많이 낮아질 것으로 예상됨
 - 우리나라의 자동차 보급 수준은 2000년 대당 3.8명에서 2014년 대당 2.5명으로 하락하였으며 2040년 대당 1.9명 수준으로 추가 하락할 전망이다

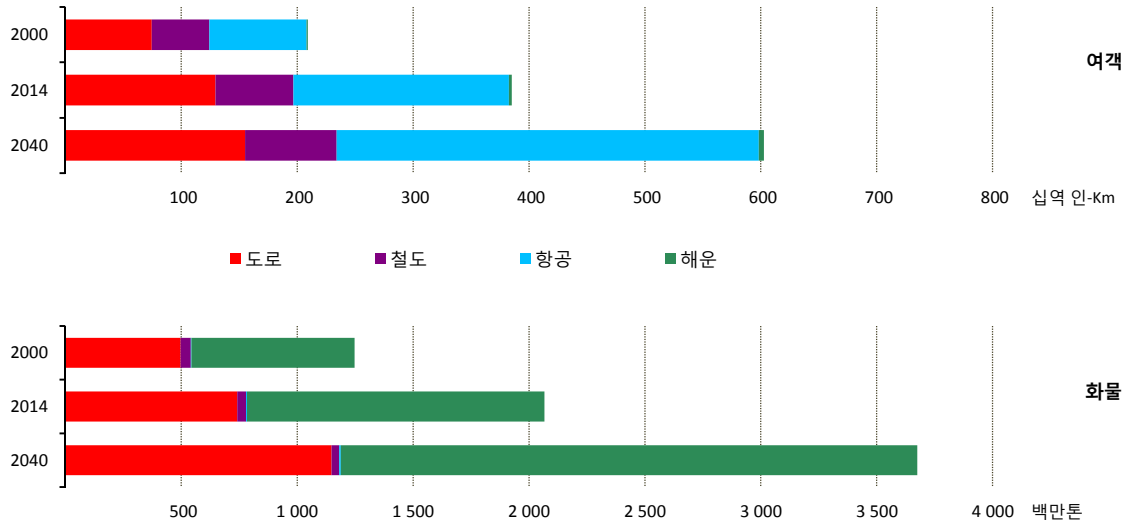
그림 2.22 자동차 보급대수 및 대당 인구수 추이



□ 소득 증가에 따른 생활 패턴 변화와 수출 물량 증가로 항공 여객과 해운 화물이 수송 수요 증가를 주도

- 사업용 여객은 2014년 385.1십억 PgKm에서 2040년 600십억 PgKm를 넘어설 전망이며, 국제 항공 여객이 사업용 여객 증가를 주도할 것으로 분석됨
 - 1990년대 해외 여행 자유화, 2000년대 한류로 인한 중국 중심의 해외 방문객 증가 및 KTX 보급 등으로 사업용 여객 수요는 2000년에서 2014년 사이 연평균 4.5%로 증가하였음
 - 소득 증가로 인한 여가 중심의 생활 패턴 보편화와 취항 노선의 꾸준한 증가로 항공 여객은 전망 기간 연평균 2.6% 증가하여 여객 수요 증가를 주도할 전망이지만, 도로 및 철도 여객은 인구 정체 및 감소로 인하여 전망 기간 각각 연평균 0.7%와 0.6% 증가에 그칠 것으로 예상됨

그림 2.23 수송 수단별 사업용 여객 및 화물 수송 수요

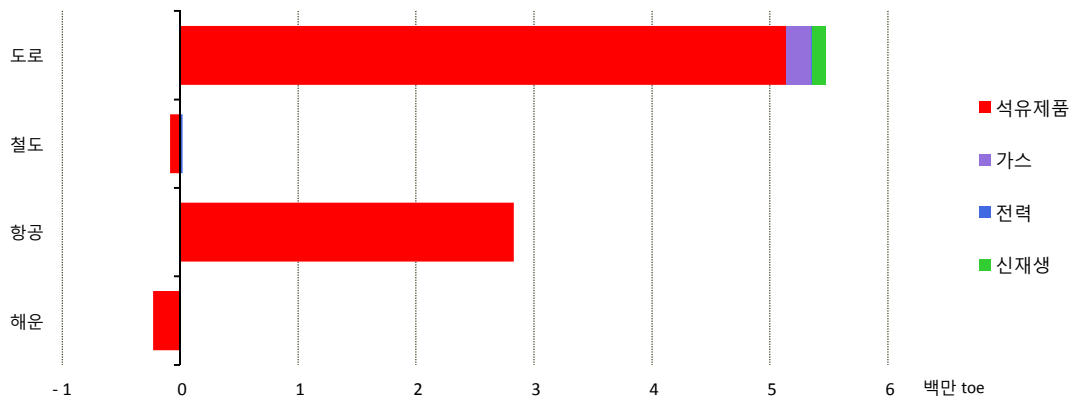


- 사업용 화물은 수출 증가로 해운 화물이 꾸준히 증가하는 가운데 화물 경량화 및 급송 수요 증가로 인해 항공 화물 수요도 전망 기간 연평균 2.2%의 높은 증가율을 보일 것으로 예상됨
 - 사업용 화물은 2014년 2.1십억 톤에서 연평균 2.2% 증가하여 2040년 3.7십억 톤에 도달할 것으로 전망되는데, 해운 화물이 수출 증가에 힘입어 연평균 2.6% 증가하면서 화물 수요 증가를 주도할 것으로 예상됨
 - 도로 화물 수요는 경제 성장에 따른 물동량 증가로 전망 기간 연평균 1.7% 증가하지만 도로 화물과 경쟁 관계에 있는 철도 화물은 경쟁력 약화로 감소할 전망이다
 - 항공 화물은 화물 경량화와 급송 수요 증가로 전망 기간 연평균 2.2% 증가할 전망이다

수송 수단별 에너지 수요

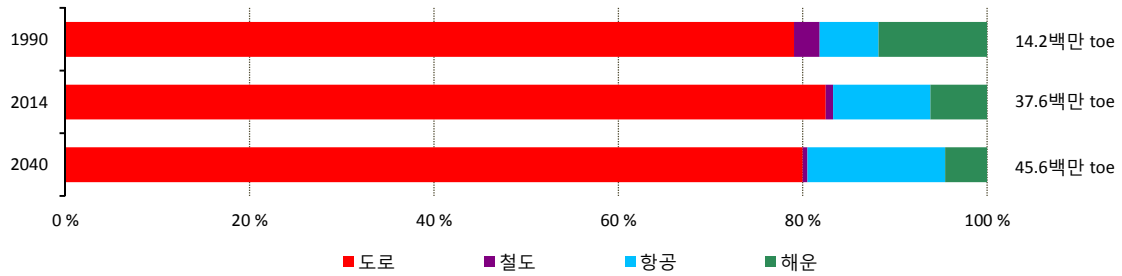
- 2014년에서 2040년 사이 수송 부문 에너지 수요는 약 8백만 toe 증가할 전망이며 도로와 항공 부문이 수요 증가를 견인
 - 항공 부문이 연평균 2.1%의 가장 높은 증가율이 예상되고 도로 부문은 0.6%의 완만한 증가율을 기록할 전망이다
 - 도로 부문은 소득 증가로 인한 자동차 보급과 경제 성장으로 인한 물동량 증가가 꾸준히 이어지면서 전망 기간 약 5백만 toe가 증가하여 수송 부문 에너지 수요 증가의 68%를 차지할 전망이고, 항공 부문은 해외 여행과 방문이 현재의 증가 추세로 늘어날 경우 전망 기간 에너지 수요 증가는 약 3백만 toe로 수송 부문 에너지 수요 증가의 35%를 차지할 전망이다

그림 2.24 2014~2040년 수송 부문 에너지 수요 변화



- 도로 부문은 비사업용 승용차와 사업용 화물 수송의 꾸준한 성장으로 2014년 31.0백만 toe에서 2040년 37백만 toe로 5백만 toe 이상 증가하지만 자동차의 기술적 연비와 운행 효율이 개선되면서 자동차 보급 증가 속도보다 낮은 연평균 0.6% 증가율을 보일 것으로 예상됨
 - 도로 부문은 1990년에서 2014년 사이 자동차의 급속한 보급 확대로 에너지 소비가 19.8백만 toe가 증가하여 수송 부문 에너지 소비 증가의 85%를 차지하였음
 - 전망 기간 도로 부문은 자동차 보급의 꾸준한 확대와 자동차 이용의 증가로 에너지 수요가 연평균 0.6% 증가할 전망이지만 에너지 수요 증가 속도는 시간이 흐를수록 하락하는 모습을 보일 것으로 예상됨
 - 2014년 하반기 급락을 시작한 국제 유가가 2020년에야 배럴당 73달러에 근접하는 저유가가 지속되면서 2020년까지는 에너지 수요가 연평균 2.1%의 높은 증가율을 기록하지만, 2030년대 중반 이후 인구 정체 및 감소로 인해 에너지 수요는 감소세로 전환될 전망이다
 - 도로 부문의 전망 기간 에너지 수요 증가율은 수송 부문 전체의 에너지 수요 증가율에 미치지 못하지만 도로 부문이 수송 부문에서 차지하는 비중의 절대적 우위로 인하여 수송 부문 에너지 수요 증가에 대한 기여가 68%로 절반을 넘어섬
- 항공 부문은 소득 증가와 함께 해외 여행이 증가하고 한류 지속으로 인해 해외 방문객도 꾸준히 늘면서 전망 기간 에너지 수요가 연평균 2.1%로 가장 빠르게 증가할 전망이다
 - 항공 부문의 에너지 소비는 1990년 0.9백만 toe에서 2014년에 4.0백만 toe로 연평균 6.3%의 급속한 증가를 기록하였고, 이와 함께 수송 부문에서 차지하는 비중도 1990년 6.4%에서 2014년 10.6%로 확대됨
 - 전망 기간에도 항공 부문은 연평균 2.1%로 수송 부문 중에서 가장 빠르게 증가하여 수송 수단 중에서는 유일하게 에너지 수요 비중이 증가할 것으로 전망됨

그림 2.25 수송 수단별 에너지 수요 비중 변화



□ 철도와 해운은 경쟁력 약화 및 효율 증가로 연료 수요 감소를 지속

- 철도와 해운 부문의 에너지 수요는 전망 기간 각각 연평균 0.9%와 0.4% 감소하여 에너지 수요에서 차지하는 역할이 감소할 전망이다
 - 철도 부문은 KTX 및 지하철 여객 수요 증가에도 불구하고 철도 화물의 감소 및 전기동차로의 대체 사업이 진행되면서 1990년에서 2014년 사이 에너지 소비가 연평균 1.1% 감소하였으며, 전망 기간에도 전기동차 효율 개선 등으로 기존의 감소 추세가 지속되어 에너지 수요가 2040년 0.2백만 toe 수준까지 하락할 것으로 예상됨
 - 해운 부문은 외환위기 이전 연평균 10%대의 높은 에너지 소비 증가율을 기록하였으나, 2000년대 들어 수출 물량 증가에도 불구하고 고유가에 따른 선박 운행 효율 개선, 기술적 연비 향상, 해외 중간 급유 증가로 인해 에너지 소비가 연평균 4.9% 감소하였으며, 전망 기간 해운 부문의 에너지 수요 감소는 지속될 것으로 예상됨
- 철도와 해운 부문의 에너지 수요가 감소하면서 수송 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중도 2014년에서 2040년 사이 각각 30% 내외 축소될 것으로 분석됨

연료별 에너지 수요

□ 석유가 전망 기간 에너지 수요 증가를 주도하지만 세부 제품별 수요 변화는 상당한 차이

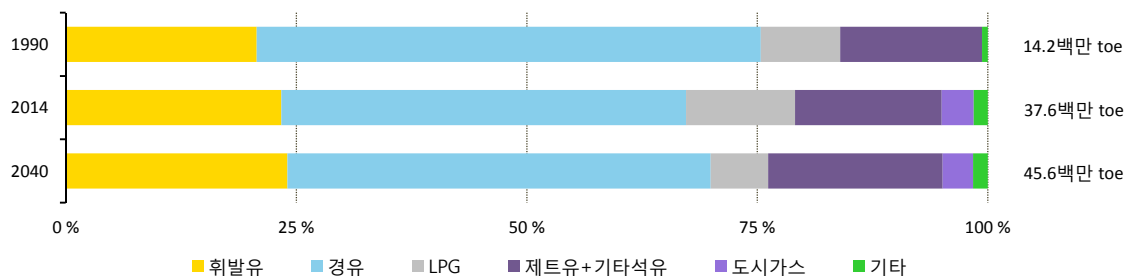
- 석유제품은 1990년부터 2014년 사이 수송 부문 연료 소비의 92.4%를 차지하였으며, 전망 기간에도 수송용 연료 수요 증가의 95% 이상을 석유제품이 담당할 것으로 전망됨
 - CNG, 전력, 태양광 등 대체 연료 동력 기술 개발에도 불구하고 석유 기반 내연기관 중심의 수송 기술로 인하여 석유제품이 수송 부문 에너지 소비에서 차지하는 비중이 2014년 현재 95%에 달하고 있으며 이러한 상황은 전망 기간 변하지 않을 것으로 예상됨
 - 하지만 석유 기반 내연기관 간의 기술 경쟁 및 수송 수단별 주요 사용 연료의 차이로 인하여 석유제품 간에는 수요 변화의 모습이 전혀 다르게 나타날 것으로 분석됨

- 수송용 석유제품의 수요는 2014년 35.7백만 toe에서 연평균 0.7% 증가하여 2040년에 43백만 toe에 도달할 전망이며, 자동차용 휘발유 및 경유 그리고 항공기용 항공유가 수요 증가를 주도할 것으로 예상됨
 - 수송용 석유제품은 1990년에서 2014년 사이 휘발유, 경유, LPG, 항공유의 소비 증가로 연평균 4.0% 증가하였으며, 휘발유, 경유, 항공유는 전망 기간에도 증가 추세를 지속할 것으로 전망됨
 - 하지만, LPG는 2000년대 초반 대규모로 판매된 차량의 교체 시기 도래와 연비 및 연료비 열세로 인한 경쟁력 약화로 2010년대 들어 연료 소비가 감소를 보였으며 전망 기간에도 이러한 추세가 지속되어 약 2백만 toe가 감소될 것으로 예상됨
 - 최근 LPG 수급 촉진 및 기후변화 대응을 위해 택시, 렌터카, 장애인으로 사용이 제한되어 있는 중고 LPG 승용차에 대한 일반 판매 허용, 경유 자동차에 대한 가스 배출량 오차 규제 강화 등이 소비자의 자동차 연료 선택에 얼마나 영향을 미칠 것인가에 따라 LPG 감소 추세의 정도가 변하겠지만, 전기자동차를 비롯한 대체 연료 차량에 대해 지원이 집중되고 인구 정체 및 연비 개선으로 석유 수요 증가가 전반적으로 둔화되기 때문에 증가 추세로 반전되기는 어려울 것으로 분석됨

□ 석유를 제외한 수송 연료는 전망 기간 수요 증가가 둔화

- 석유제품을 제외한 연료는 보급 포화 상태 또는 보급 조건 미성숙 등의 원인으로 전망 기간 수요 증가가 크지 않을 것으로 예상됨
 - 신재생에너지는 신재생에너지 연료 혼합 의무화 제도(Renewable Fuel Standard)의 시행에도 불구하고 전망 기간 연평균 1.0% 증가에 그칠 것으로 예상되는데, 대상 연료가 경유에 혼합되는 바이오 디젤에 한정된 탓에 도로용 경유 수요에 연동되기 때문이며, 연료 혼용율 기준 상향 조정이나 바이오 에탄올 도입 같은 정책 변화가 없는 한 신재생에너지의 급격한 상승은 기대하기 어려울 것으로 분석됨
 - 가스의 수요는 2000년부터 시작된 경유 버스의 CNG 버스 대체 사업으로 2014년까지 연평균 48.9%로 급속히 증가하였지만, CNG 버스 대체 사업의 완료와 경유 버스의 경쟁력 상승, 연비 향상, 인구 정체 등으로 전망 기간 연평균 0.6% 증가에 그칠 것으로 전망됨
 - 전력은 정부 지원에 힘입어 전기자동차 보급이 빠른 속도로 확대되지만 보급 초기 단계인데다 철도 화물의 감소와 전동차 연비 개선, 철도 여객 증가 둔화로 전망 기간 연평균 0.7% 증가에 그칠 전망이다

그림 2.26 수송 연료별 비중 변화

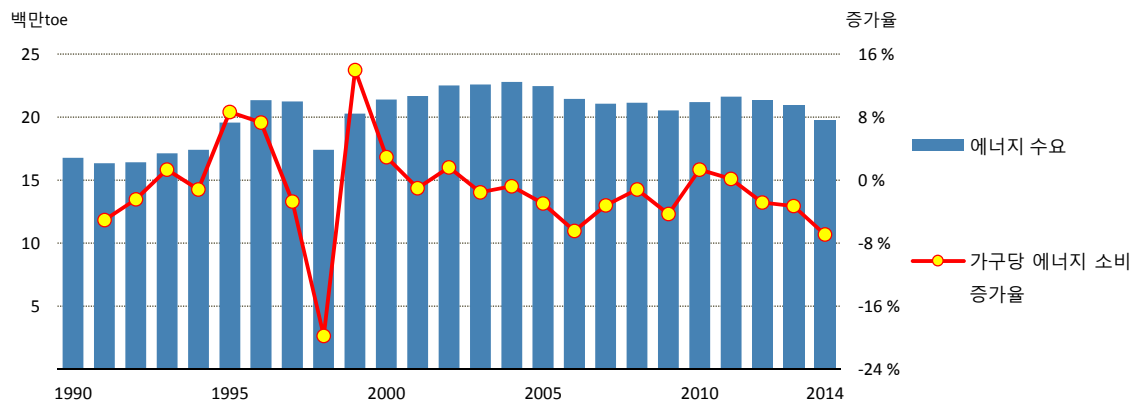


5. 가정 부문

□ 가정 부문의 에너지 소비는 2004년까지 완만하게 증가해왔으나 이후 20백만 toe 수준에서 정체

- 가정 부문의 에너지 소비는 외환위기 시기를 제외하고는 2000년대 초반까지 꾸준히 증가하였으나, 2004년 22.8백만 toe로 정점을 기록한 후 전반적인 감소 추세를 보였음
 - 1990~2014년 총인구는 연평균 0.7% 증가했으나 1인가구의 증가로 가구수는 연평균 2.1% 증가하였으며 주택 보급은 아파트를 중심으로 연평균 7.4% 증가하면서 가정 부문의 에너지 소비는 1990~2014년 사이 연평균 0.7% 증가하였음
 - 하지만, 기간별로 살펴 보면 외환위기에도 불구하고 1990~2004년 사이는 연평균 2.2%로 빠르게 증가하여 2004년 22.8백만 toe로 정점을 기록하였으나, 이후 감소 추세로 반전되어 2004~2014년 연평균 1.4% 감소하였음
 - 2005년 이후의 가정 부문 에너지 소비 감소는, 기온 영향으로 인한 변동 요인이 있지만, 주로 고유가 시기에 진입하면서 가격 및 에너지 효율 측면에서 경쟁력을 상실한 석유에서 다른 에너지로 소비가 대체된 영향이 컸으며, 2011년 이후는 순환 정전 이후 에너지 절약이 보편화되고 소득 증가가 정체되면서 에너지 소비 자체가 감소한 것으로 분석됨
 - 가정 부문 에너지 소비 감소에도 불구하고 가구수는 꾸준히 증가하면서 가구당 에너지 소비도 2000년대 들어 지속적으로 감소 추세를 보이고 있음

그림 2.27 가정 부문 에너지 소비 및 가구당 에너지 소비 증가율 추이



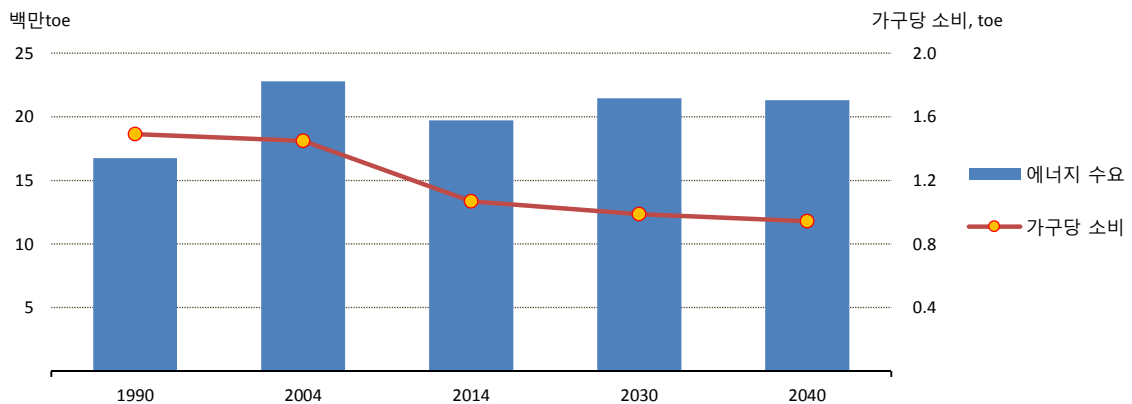
- 가정용 에너지 소비에서 가장 큰 비중을 차지하는 난방/온수용 에너지 소비는 2002년부터 감소함
 - 전력을 제외한 가정용 에너지는 일부 취사용 소비를 제외하고는 전량 난방/온수용으로 소비되기 때문에 가정 부문 에너지 소비 감소는 난방/온수용 소비가 감소한 것을 의미하며, 가정용 심야 전기를 포함하더라도 2002년 이후 난방/온수 및 취사용 에너지 소비는 연평균 2.1% 감소한 것으로 분석됨

- 난방/온수 및 취사용 에너지 소비의 감소는 기온 효과를 비롯하여 고유가, 에너지 소비 절약 등이 원인이지만, 단열 및 난방 기기의 기술적 효율 상승도 영향을 미친 것으로 파악됨
- 반면, 냉방, 조명 등을 포함한 가전기기용 전력 소비는 소득 증가, 가전기기 대형화 및 다양화 등으로 인해 1990~2014년 연평균 4.5%의 빠른 증가 속도를 보였으며, 2010년대에 들어서도 소비가 연평균 3.0%로 증가하여 증가 속도의 둔화가 비교적 적은 편임

□ 가정 부문의 에너지 수요는 2014~2040년 연평균 0.3% 증가하여 2040년에도 현재와 비슷한 수준 유지

- 인구 증가가 정체되고 전력기기 효율이 개선되면서 가정 부문의 에너지 수요 2010년대 초반 수준과 비슷한 수준을 유지할 전망이다
 - 총인구의 증가는 점차 둔화되다 2030년 정점에 도달한 후 감소할 것으로 예상되며, 총인구의 정체 및 감소에도 1인가구의 증가로 가구수는 전망 기간 동안 낮은 수준이지만 증가세를 유지할 전망이다
 - GDP도 전망 기간 성장 추세가 꾸준히 하락하지만, 인구 증가의 정체로 1인당 소득은 연평균 2% 중반의 성장 속도를 보일 것으로 예상됨
 - 이로 인해 가정 부문의 에너지 수요는 2014년에서 2040년 사이 연평균 0.3% 증가하여 2040년 약 21백만 toe 수준이 될 것으로 예상되는데, 특히 인구 감소가 시작되는 2030년 이후 기기의 에너지 효율 개선 효과가 겹치면서 가정 부문 에너지 수요는 감소할 것으로 예상됨

그림 2.28 가정 부문 에너지 소비 및 가구당 에너지 소비 증가율 추이



- 가구수 증가에 따른 주택 보급 증가와 소득 증가에 따른 에너지 서비스 수요 증가가 에너지 수요의 증가 요인으로 작용하지만 보일러를 비롯한 가정용 기기의 에너지 효율 개선으로 에너지 수요 증가는 제한적일 것으로 전망됨

- 1인가구 증가로 인해 소형 주택의 보급이 늘어나면서 가구당 평균 주거 면적은 감소하지만 총 주거 면적 및 주택수는 늘어나고, 가구당 소득의 증가로 난방, 조명, 냉방 등 에너지 서비스에 대한 수요 증가와 함께 가전기기의 대형화 및 다양화가 진행되면서 에너지 수요 증가 요인으로 작용함
- 하지만, 시장에서의 에너지 효율 경쟁과 정부의 에너지 효율 개선 정책으로 주택 단열 수준이 높아지고 난방 기기를 비롯한 주요 가전기기들의 에너지 효율이 향상되면서 가정 부문의 가구당 에너지 수요는 연평균 0.4% 감소할 것으로 예상됨

□ 단독주택에서 아파트로 주거 형태가 꾸준히 바뀌면서 가정 부문 에너지 소비 구조의 변화가 지속

- 난방/온수 및 취사용 에너지가 가정 부문 에너지 수요의 대부분을 차지하기 때문에 주거 형태의 변화와 주거 형태에 따른 난방 설비의 변화가 가정 부문 에너지 수요의 구조와 수요 증가 규모에 결정적인 역할을 함
- 그 동안 소득 증가와 생활 편의 추구로 단독주택에서 아파트 및 공동주택으로 주거 형태가 바뀌면서 (김정수, 이주형 2004) 도시가스 및 지역난방 보급이 확대되었으며, 전망 기간 아파트 중심의 주거 형태 변화가 꾸준히 지속되면서 가정 부문 에너지 수요 구조의 변화도 지속될 것으로 예상됨
- 연탄, 석유, 전기 보일러는 단독주택의 개별 난방 설비 위주로 보급되기 때문에 아파트 중심의 주거 형태 변화는 연탄, 석유, 전기 보일러에서 도시가스 보일러 및 지역난방으로의 대체가 지속된다는 것을 의미하며, 아파트의 단열 기술이 단독주택에 비해 높은 수준이고 최신 기술 적용도 빠른 편이기 때문에 주택 호당 난방/온수용 에너지 수요도 점차 감소할 것으로 예상됨
- 아파트 및 기타 공동주택은 주택 호당 에너지 수요의 감소보다 주택 수 증가가 빠르기 때문에 아파트 및 기타 공동주택의 에너지 사용량은 증가하는 반면, 단독주택은 주택 수 감소와 주택 당 에너지 사용량 감소가 겹치면서 에너지 수요가 감소할 것으로 예상됨

에너지원별 수요

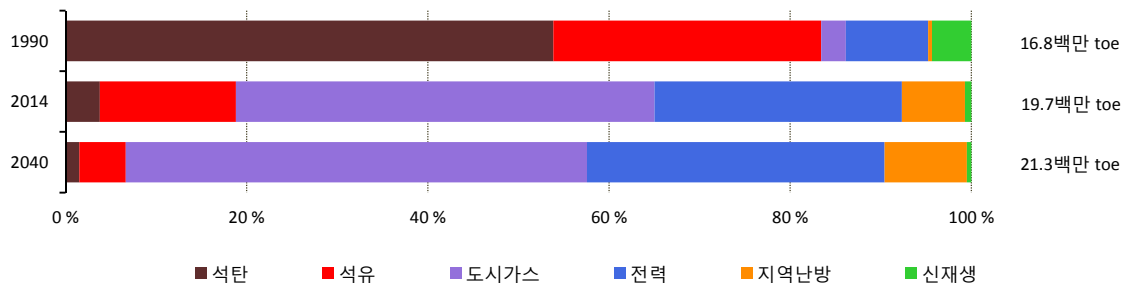
□ 도시가스, 지역난방, 전력이 가정 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 증가 석탄 및 석유의 비중은 감소

- 난방/온수 및 취사용으로 사용되는 석탄과 석유가 대부분 도시가스 및 지역난방으로 대체되면서 도시가스와 지역난방이 2040년 가정 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 약 60% 수준으로 증가함
- 가정 부문의 석탄 및 석유 소비는 1990년 가정 부문 에너지 소비의 83.4%를 차지하고 있었으나 1990년대와 2000년대 신도시 건설을 중심으로 아파트 보급이 급속히 증가하고 사용이 편리한 에너지에 대한 선호가 증가하면서 2014년 18.8%로 비중이 급속히 축소되었음
- 전망 기간 아파트 뿐만 아니라 단독주택의 경우에도 신규 건설되는 주택의 신규 난방 설비는 도시가스 보일러와 지역난방이 대부분을 차지하고 기존 주택의 노후 보일러도 도시가스와

지역난방으로 대체될 전망이기 때문에, 2014~2040년 도시가스과 지역난방의 수요는 연평균 1% 내외 증가하는 반면 석탄과 석유 수요는 연평균 3% 이상 감소할 것으로 예상됨

- 이로 인해 도시가스는 2040년 2백만 toe 가까이 증가한 11백만 toe에 도달하여 가정 부문 에너지 수요의 절반 이상을 차지할 전망이고, 지역난방은 전망 기간 0.6백만 toe 증가하여 2백만 toe 수준에 도달함으로써 비중 측면에서 석유를 추월할 것으로 예상됨
- 전력 수요는 전망 기간 연평균 1.0% 증가하여 2040년 7백만 toe에 도달함으로써 핵심 에너지 공급원의 역할을 지속할 것으로 예상됨
 - 가정용 전력은 소득 증가와 함께 소비가 빠르게 증가하여 1990년 1.5백만 toe에서 2014년 5.4백만 toe에 도달하였으며, 석탄과 석유를 추월하여 도시가스에 이어 두 번째로 가장 많이 사용하는 에너지원이 되었음
 - 전망 기간 냉방 기기를 비롯하여 가전기기의 보급이 지속적으로 확대되고, 가전기기의 대형화와 새로운 가전기기 등장으로 가정 부문 전력 수요는 다른 에너지에 비해 빠르게 증가할 전망이며, 가정 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중도 2014년 27.3%에서 2040년 30% 이상으로 크게 확대될 것으로 예상됨
 - 하지만, 인구 구조의 고령화, 백열등 퇴출 및 LED 보급 확대, 심야전기 보일러 보급 중지, 가전기기 에너지 효율 향상 등으로 인해 전력 수요 증가 속도는 과거보다 크게 둔화될 것임 (글상자 2.3 참조)

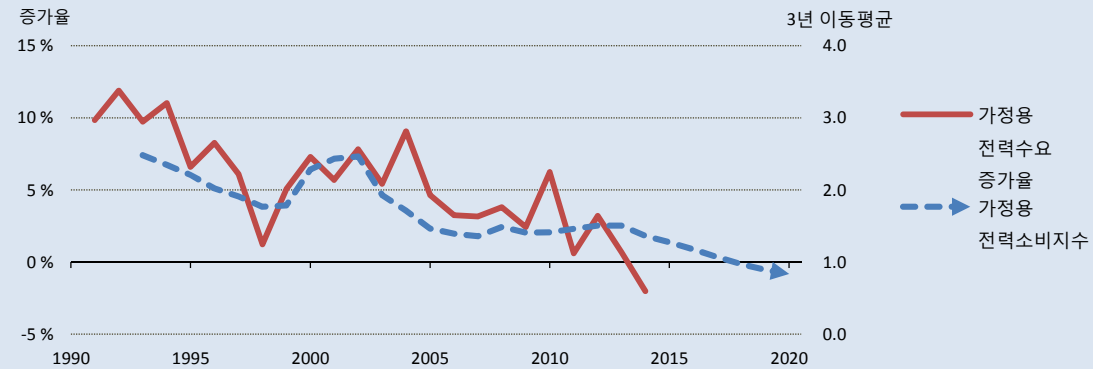
그림 2.29 가정 부문 에너지원별 수요 비중



글상자 2.3 가정 부문 전력 수요 증가세 둔화의 잠재적 요인

- 가정용 전력 수요는 2000년대 들어 증가세가 꾸준히 둔화하고 있는데, 인구 고령화, LED 조명 보급, 심야전기 보일러 보급 중지 등이 가정용 전력 수요 증가의 둔화 요인으로 거론되고 있음 (김철현, 박광수 2015). 이러한 요인들은 전망 기간에도 여전히 가정용 전력 수요 증가를 둔화시키는 요인으로 작용할 것으로 예상됨
- 총인구에서 생산가능인구가 차지하는 비중은 2010년대 후반부터 감소하며 고령사회로 진입할 것으로 전망되는데, 60대 이상의 피부양인구의 평균 전력 소비가 생산가능인구의 평균 전력 소비보다 적을 것으로 예상되기 때문에 인구 고령화는 전망 기간 가정용 전력 수요 증가율의 둔화 요인으로 작용함. 이는 연령 구조 변화를 고려한 전력 소비 지수의 변화가 가정용 전력 소비의 변화와 상당히 유사한 패턴을 보인 것에서 확인할 수 있음

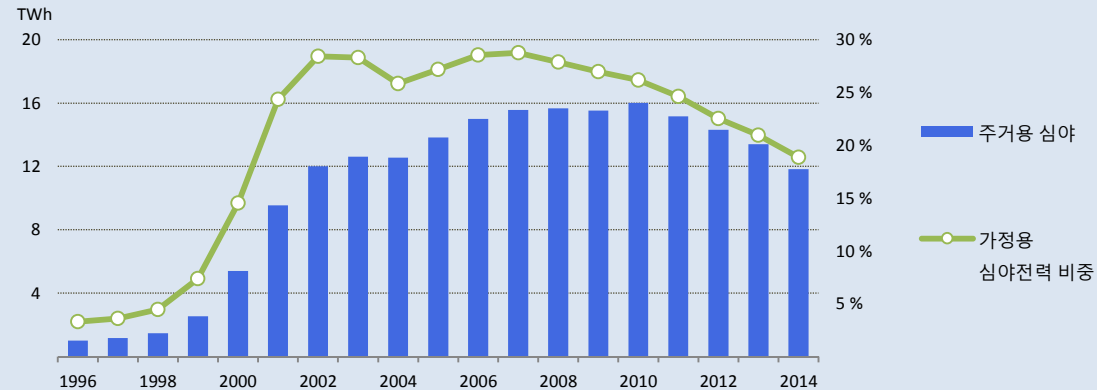
그림 2.30 연령 구조 변화를 고려한 가정용 전력 소비 지수 추이



자료: 김철현, 박광수 (2015)

- 정부는 2008년 백열전구 시장 퇴출을 결정하고 2014년 이후 백열전구 생산 및 수입을 금지함으로써 2010년대 들어 백열등이 CFL과 LED로 대체되기 시작함. 특히, 가격 경쟁력을 확보하지 못했던 LED가 2013년 이후 가격이 크게 하락하면서 보급이 빠르게 증가할 것으로 기대됨. CFL은 기존 백열전구 대비 5배 이상 효율이 높고 LED는 8배 높기 때문에 백열전구의 퇴출과 고효율 조명기기로의 이동은 조명용 전력 수요에 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨
- 부하구조 개선과 남아도는 심야전기를 활용하기 위해 1998년부터 농어촌을 중심으로 시작된 심야전기 보일러 보급 사업으로 가정용 전력 소비가 빠르게 증가하였는데, 첨두부하용 발전기를 가동해야 할 정도로 심야전기 보일러 보급이 과도해지자 2010년부터 사회복지시설을 제외한 일반의 신규 심야전기 보일러 보급을 중단했음. 또한 2014년부터 기존의 노후 심야전기 보일러를 에너지 효율이 30~60% 가량 높은 축열식 히트펌프 보일러로 교체하는 사업을 시작하였음. 이로 인해 가정용 전력 소비 대비 주거용 심야전력의 비중은 2007년 28.8%를 정점으로 빠르게 감소하여 2014년에는 18.9%까지 하락하였음. 2010년 현재 심야전기 보일러는 약 687천 가구가 사용하고 있는 것으로 파악되고 있기 때문에 (통계청 2011) 심야전기 보일러 보급 중단 및 교체 사업으로 전망 기간 가정용 전력의 난방 부하가 지속적으로 감소할 것으로 예상됨

그림 2.31 가정용 심야전력 소비 및 가정용 전력 소비에서 심야전력의 비중

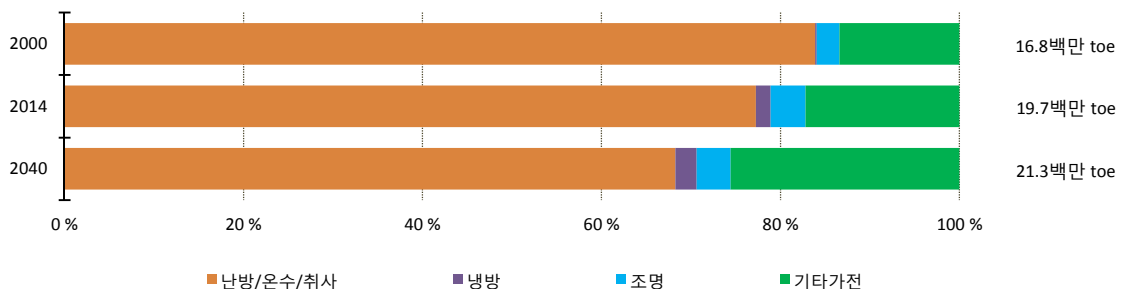


용도별 에너지 수요

□ 가정 부문 에너지 수요는 2040년에도 현재 수준과 비슷하지만 난방용 에너지는 감소하고 냉방을 비롯한 가전기기용 전력 수요는 빠르게 증가

- 가정 부문 에너지 수요에서 가장 큰 비중을 차지하는 난방/온수 및 취사용 에너지는 주거 형태의 변화와 주택 단열 및 난방 기술의 발전으로 인해 2000년대 초반부터 소비가 점차 감소하였으며, 전망 기간에도 감소 추세는 지속될 것으로 예상됨
 - 난방/온수 및 취사용 에너지는 2000년 가정 부문 에너지 소비의 83.9%를 차지하였으나 2014년에는 77.3%로 비중이 축소된 것으로 분석됨
 - 가구수 및 소득 증가로 인해 난방/온수 및 취사용 에너지 서비스 수요가 증가하지만 기기 효율 및 단열 수준 상승, 주택 형태 구성의 변화, 그로 인한 에너지 구성의 변화가 서비스 수요 증가를 상쇄한 것이 난방/온수 및 취사용 에너지 소비의 감소 원인이었으며, 이러한 감소 요인은 전망 기간에도 유효하게 작용하여 2040년 난방/온수 및 취사용 에너지 수요의 비중은 70% 이하로 하락할 전망이다
- 반면, 냉방 및 기타 가전기기용 전력 수요는 빠르게 증가하며 전망 기간 가정 부문 에너지 수요 증가의 대부분을 차지할 것으로 예상됨
 - 냉방용 에너지 소비는 2000~2014년 연평균 18% 이상 증가하여 가정 부문 전력 소비 중에서 가장 빠르게 증가한 것으로 분석되는데, 전망 기간 증가 추세는 크게 둔화되겠지만 여전히 높은 증가 속도를 보일 것으로 전망됨
 - 냉방 및 조명을 제외한 가전기기의 에너지 수요는 기존 기기의 보급 확대 및 대형화, 신규 가전 기기 도입 등의 다양화 추세가 지속될 것으로 예상되어 전망 기간에도 빠르게 증가할 전망이다
 - 한편, 조명용 에너지 수요는 조명 기기 보급 증가에도 불구하고 CFL 및 LED 등 고효율 전구로의 대체로 (글상자 2.3 참조) 증가율이 점차 둔화되다 2020년 중반 이후에는 감소세로 전환될 것으로 분석됨
 - 이에 따라 가정 부문 에너지 수요에서 냉방 및 조명을 포함한 가전기기용 전력 수요가 차지하는 비중은 2014년 22.7%에서 2040년 30% 이상으로 상승할 전망이다

그림 2.32 2014~2040년 용도별 에너지 수요 변화

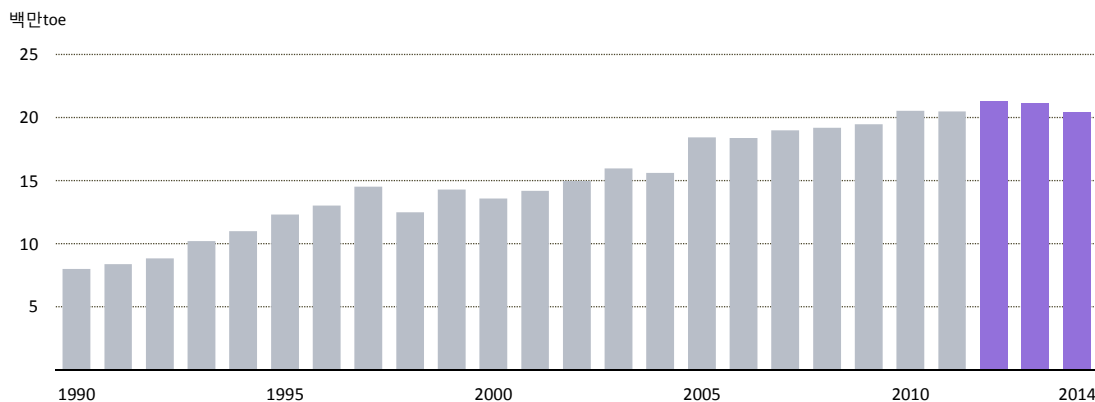


6. 서비스 부문

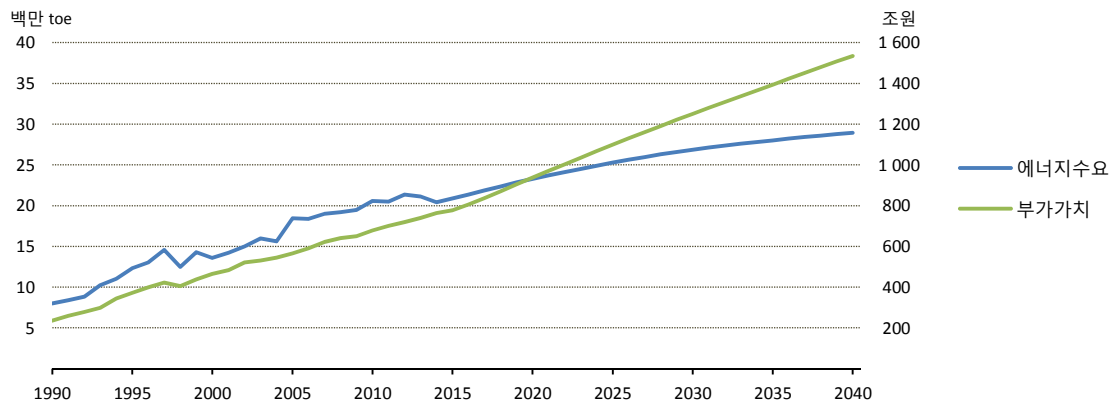
□ 서비스 산업의 발달과 함께 빠른 증가를 보였던 서비스 부문의 에너지 소비가 최근 정체

- 서비스 업종의 산출액은 1990~2014년 연평균 5.7%로 빠르게 증가했으며 서비스 부문의 에너지 소비도 같은 기간 연평균 4.0%의 높은 증가율을 기록하였으나, 최근 에너지 소비가 감소함
 - 2000년대 이후 서비스 부문의 에너지 소비는 연평균 2.9% 증가하여 연평균 2.6% 증가한 최종에너지 소비보다 빠르게 증가하였는데, 이는 2010년까지의 급속한 증가가 원인이며 2010년 이후는 오히려 연평균 0.2% 감소하였음

그림 2.33 서비스 부문 에너지 소비 추이



- 2010년 이후 에너지 소비 증가 둔화는 정부의 강력한 수요 관리 정책이 영향을 미친 것으로 분석됨
 - 2010년 이후의 냉난방도일은 2011년을 제외하고는 지난 15년 평균 대비 10% 이상 높았던 것으로 기록되어 냉난방 수요가 높았고 서비스 업종의 산출액도 그 이전 시기에 비해 둔화되기는 했으나 연평균 3.5%의 안정적 성장을 달성하여 에너지 수요 증가 요인으로 작용하였음
 - 하지만, 2011년 9월 15일 이상 기온으로 인한 최대 전력 수요 예측 오류로 지역별 순환 정전을 겪고 나서 정부는 전력 수요 관리를 강력히 추진하였는데, 서비스 부문에서는 개문(開門) 냉·난방과 냉·난방 적정 온도 위반 단속 등이 상시적으로 시행되었음
 - 특히 공공기관과 에너지다소비 건물에서의 에너지 사용에 대한 기존 지침을 강화하고 실질적 단속을 시행함으로써 정책 효과를 달성한 것으로 판단되며, 이러한 규제 및 단속이 추가적인 강화를 수반하지 않더라도 소비 행태의 변화를 유지할 지의 여부에 따라 전망 기간 전력 수요 증가 패턴은 상당한 변동이 발생할 수 있음
 - 전력 소비는 2014년 현재 서비스 부문 에너지 소비의 약 62.5%를 차지하고 있어 전력 수요 전망의 불확실성이 서비스 부문 에너지 수요 전망에 상당한 영향을 미침

그림 2.34 서비스 부문 에너지 수요 및 부가가치 추이

□ 서비스 부문 에너지 수요는 전망 기간 연평균 1.3% 증가하여 최종소비 부문 중에서 가장 빠르게 증가

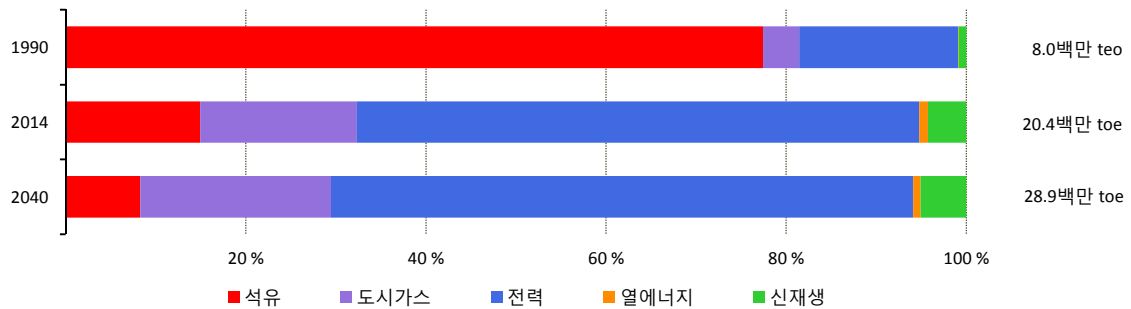
- 서비스 부문 에너지 수요는 2014년 20.4백만 toe에서 2040년 약 29백만 toe로 40% 이상 증가할 전망이다
 - 1990~2014년 에너지 소비는 산업 부문이 연평균 5.7%로 가장 높은 증가율을 기록하였으나 산업 구조 변화와 에너지 효율 향상으로 산업 부문은 전망 기간 에너지 수요 증가율이 연평균 1.2%로 대폭 하락하는 반면, 서비스 부문의 에너지 수요는 증가율 감소 추세는 유사하지만 산업 부문에 비해서는 상대적으로 감소폭이 작아 전망 기간 에너지 수요가 가장 빠르게 성장하는 부문으로 올라섬
 - 서비스 부문은 전망 기간 최종에너지 수요 증가의 약 13%를 차지하면서 최종에너지에서 차지하는 비중이 2014년 9.5%에서 2040년 10.4%로 소폭 상승함
- 전망 기간 서비스업의 부가가치는 연평균 2.7% 성장하지만 에너지 수요는 부가가치보다 느린 연평균 1.3% 증가하여 서비스 부문의 에너지원단위는 연평균 1.3%로 꾸준히 개선됨
 - 에너지 설비 및 기기의 효율 증대, 단열 기술 발전 등 시장의 변화와 함께 정부의 전력 수요 관리가 지속되면서 서비스 부문의 에너지 절약이 일반화 되고, 특히 공공 서비스 중심의 엄격한 에너지 효율 관리로 에너지원단위 개선이 빠르게 진행될 것으로 예상됨

에너지원별 수요

□ 전력 수요 증가가 전망 기간 서비스 부문 에너지 수요 증가의 대부분을 차지

- 전력 수요는 전망 기간 약 6백만 toe 증가하여 서비스 부문 에너지 수요 증가의 약 70%를 차지하고 서비스 부문 에너지 수요에서 담당하는 비중도 2014년 60.3%에서 2040년 63% 이상으로 높아질 전망이다
 - 정부의 강력한 전력 수요 관리에도 불구하고 정보통신, 오락서비스, 문화서비스 등을 중심으로 서비스 업종 전반의 건물 첨단화와 냉난방 설비 및 전기기기의 보급이 빠르게 진행되면서 서비스 부문 에너지 수요의 전력화는 더욱 가속화 될 것으로 예상됨

그림 2.35 서비스 부문 에너지원별 비중



- 가스는 서비스 부문이 사용하는 에너지 중에서 두 번째로 많은 비중을 차지하고 있으며 대형건물 냉난방 수요 증가와 가스 공급인프라의 지속적인 확대 등으로 전망 기간 연평균 2.1% 증가할 전망이다
 - 가스는 건물 냉난방을 비롯하여 취사용으로 주로 사용되기 때문에 음식/숙박업의 생산 활동이 빠르게 증가하면서 가스 수요도 비교적 높은 증가율을 보일 전망이고, 서비스 부문의 에너지 수요에서 가스가 차지하는 비중은 2014년 20.7%에서 2040년 21% 이상으로 소폭 상승할 것으로 예상됨
- 과거 주요 난방 에너지로 사용되며 서비스 부문 에너지 소비의 대부분을 차지하였던 석유는 그 동안 타에너지로 빠르게 대체되었으며 전망 기간에도 연평균 0.9%의 지속적인 감소를 보일 것으로 전망됨
 - 석유는 1990년 서비스 부문 에너지 소비의 75.2%를 차지하였으나, 가스, 전력, 지역난방 같은 네트워크 에너지의 빠른 보급과 에너지 효율 개선사업 지속으로 빠르게 감소하여 2014년에는 비중이 11.0% 수준으로 하락하였음
 - 최근의 저유가 현상이 지속되면서 석유 수요 감소세가 당분간 둔화되거나 혹은 소폭 증가 현상이 나타날 수도 있지만, 장기적인 감소 추세가 바뀌지는 않을 전망이며 석유의 비중은 2040년 5%대까지 하락할 것으로 예상됨
- 신재생에너지는 공공 서비스를 중심으로 빠르게 보급되며 2040년까지 2014년 수준의 70% 가까이 증가할 전망이지만 서비스 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 여전히 미미한 수준임
 - 공공 건물은 신축 건물에 대한 신재생에너지 설치 의무화, 공공 인프라에 대한 신재생에너지 보급 확대 등 정부의 신재생에너지 보급 정책에 따라 신재생에너지가 빠르게 도입될 것으로 예상되지만, 일반 서비스 부문은 신재생에너지의 가격 경쟁력과 기술 안정성, 내구성 등이 확보될 때까지 공공 서비스에 비해 증가 속도가 낮을 것으로 전망됨
 - 서비스 부문 신재생에너지는 전망 기간 연평균 2.0%로 비교적 빠르게 증가하지만 서비스 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 2014년 0.9%에서 2040년 1.5%로 여전히 미미할 것으로 예상됨

업종 및 용도별 에너지 수요

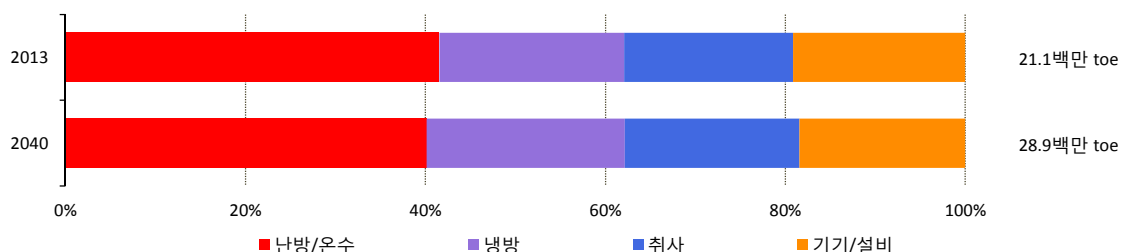
□ 업종 간 상이한 에너지 수요의 변화 경로를 보이지만 기타서비스업이 서비스 부문 에너지 수요 증가를 주도

- 서비스 부문의 2013년 기준 에너지 소비 비중은 기타서비스, 음식/숙박, 업무용 건물, 도소매 순으로 이들 업종이 사용한 에너지가 전체 서비스 부문 에너지 소비의 약 90%에 이르는 것으로 조사됨 (에너지경제연구원 2015)
 - 서비스 부문은 다양한 업종 구성과 업종별 상이한 성격으로 인하여 에너지 수요 증가가 업종별로 큰 차이를 보일 것으로 분석되는데, 보험, 금융, 통신서비스 등은 생산 활동이 공간적 제약을 크게 받지 않기 때문에 산출액의 빠른 성장에도 불구하고 에너지 수요는 비교적 느리게 증가하는 반면, 기존 재래 시장이나 소규모 상점에서 대형 마트, 아울렛 등 현대화 및 대형화가 진행되고 있는 도소매는 에너지 수요가 빠르게 증가할 것으로 예상됨
 - 교육서비스는 학령인구(6~21세)의 수가 지난 1980년 1.4천만 명을 정점으로 꾸준히 감소하여 2014년에는 1천만 명, 2040년에 6백만 명 수준으로 하락하면서 (통계청 2011) 에너지 수요도 비교적 완만하게 증가할 것으로 예상되며, 공공 서비스의 경우 서비스 확대와 함께 에너지 수요도 꾸준히 증가할 것으로 예상됨

□ 난방/온수용 에너지 수요가 가장 많이 증가하지만 냉방용 에너지 수요가 가장 빠르게 증가

- 서비스 부문 에너지 수요에서 40% 이상을 차지하고 있는 난방/온수는 (에너지경제연구원 2015) 완만한 증가에도 불구하고 에너지 수요 증가에 대한 기여가 가장 크며, 냉방용 에너지가 에너지 용도 중에서는 가장 빠르게 증가할 전망이다
 - 단열 성능의 향상, 신규 건축물 증가, 기기/설비 효율 개선은 난방/온수, 냉방, 기기/설비용 에너지 서비스 수요의 증가에도 불구하고 에너지 수요 증가를 완화시키는 작용을 할 것으로 예상됨
 - 난방/온수는 설비/기기 및 건축물 성능 개선의 영향도 있지만 에너지 수요에서 차지하는 비중이 크기 때문에 증가 속도는 낮은 것으로 나타나며, 냉방용 에너지 수요는 아직 냉방 설비의 보급이 꾸준히 확대되고 있고 다른 용도보다 경제 성장에 더욱 탄력적으로 반응하기 때문에 용도별 에너지 수요 중에서는 가장 빠르게 증가할 전망이다

그림 2.36 2013년과 2040년 서비스 부문 용도별 에너지 수요 비중



7. 발전 부문

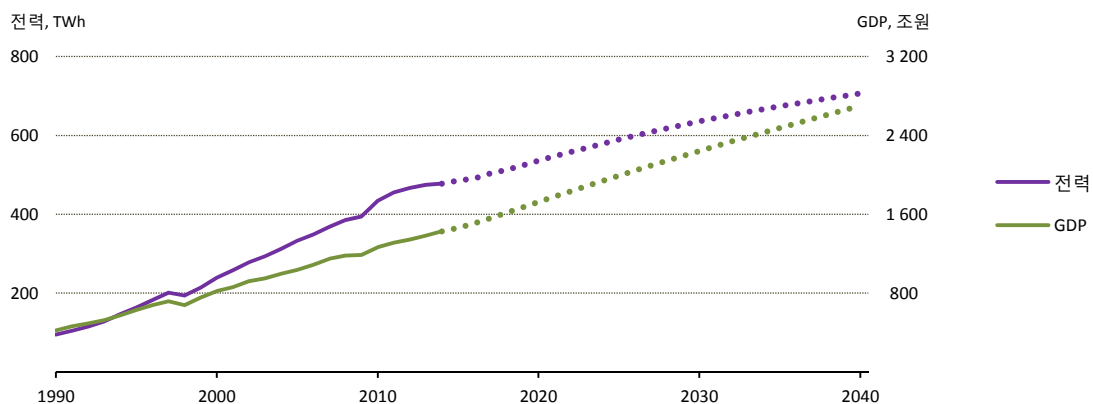
□ 전력 소비는 빠른 경제 성장과 더불어 1990년 이래 다섯 배의 크기로 성장

- 전력 소비는 그 동안 경제보다 훨씬 빠른 성장을 보였는데, 1990년에서 2010년 사이 GDP는 연평균 5.7%의 성장을 보인 반면 전력 소비는 같은 기간 연평균 7.9% 증가하였음
 - 전력은 경제 고도화 시기 산업화를 이끄는 연료의 역할을 담당하였으며, 소득 증가와 함께 전력 기기의 보급 및 사용이 늘어나기 때문에 대표적인 성장 지표로 볼 수 있음
- 하지만 2010년대 들어 전력 소비 증가율은 급격한 하락 추세를 보이며 이전 20년 동안 평균 증가 속도의 1/3 수준인 2.4%로 떨어짐
 - 같은 기간 GDP 증가율은 연평균 3.0% 수준으로 하락하는데 그쳐 전력 소비 증가율의 하락이 두드러진 것으로 나타남
 - 그 이전 전력 소비 증가율이 GDP 증가율과 비슷하거나 그 아래로 떨어진 경우는 외환위기 및 국제 금융위기 기간이었으나, 2011년 9월 15일 이상 기후로 인한 전력 소비 급증이 발생하여 지역별 순환 정전을 경험한 이후 강력한 소비 절약 수단이 시행되면서 전력 소비 증가율이 급격히 떨어짐
- 2014년 현재 전력 소비는 477.6 TWh로 최종에너지 소비의 19.2%를 차지하고 있으며, 산업 부문이 전체 전력의 약 55.4%, 서비스 부문이 31.1%, 가정 부문이 13.1%를 소비하였음

□ 전력 소비의 빠른 증가에 따라 발전 설비 규모도 1990년에서 2014년 사이 네 배 이상으로 증가

- 1990년 총 발전 설비는 21 GW 수준이었으나 그 이후 연평균 6.4% 증가하여 2014년 현재 93.2 GW 규모로 성장함
 - 지난 25년 간 기저 발전 설비의 대규모 확충으로 석탄과 원자력 발전 설비가 2014년 현재 전체 발전 설비의 절반 수준인 50.4%를 차지하고 있음

그림 2.37 GDP 및 전력 수요 추이, 1990~2040

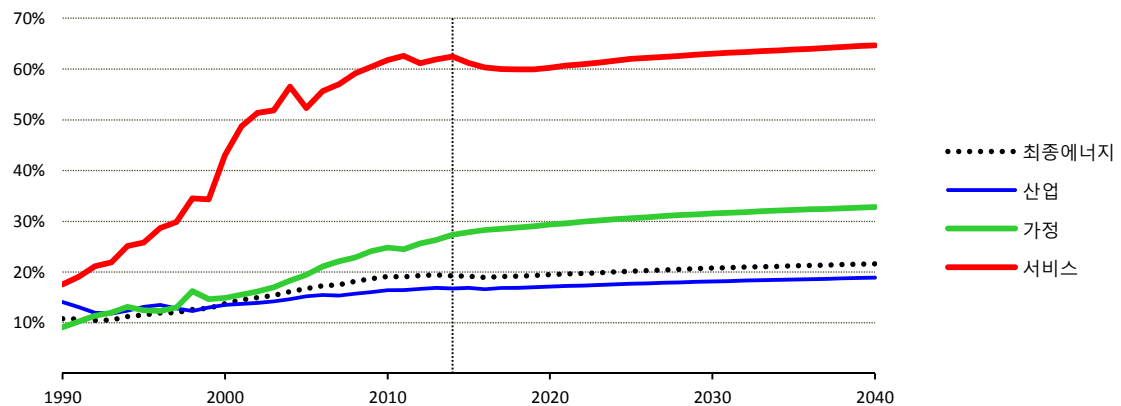


전력 수요

□ 기준 시나리오의 전력 수요는 2014년 477.6 TWh에서 48% 증가하여 2040년 700 TWh를 넘어설 전망

- 최근 수 년 간의 에너지 사용 행태 변화와 기술 발전에 따른 전력 사용 기기의 효율 증가 및 경제성장률의 꾸준한 둔화 등으로 인해 전망 기간의 전력 수요 증가율은 과거보다 많이 낮아진 연평균 1.5% 수준이 될 것으로 예상됨
 - 전망 기간 전력 수요 증가율이 과거보다는 많이 낮아지지만 최종에너지원별로 살펴보면 연평균 1.8%의 속도로 증가하는 신재생에 이어 두 번째로 빠르게 증가하는 에너지원임
- 최종에너지의 전력화는 그 동안 서비스 부문을 중심으로 빠르게 진행되었지만, 전망 기간에는 2014년 19.2%에서 2040년 22%로 소폭 증가하는데 그침
 - 최종에너지에서 전력이 차지하는 비중은 1990년 10.8%에서 두 배 가까이 증가하여 2014년 19.2%에 도달함
 - 주요 선진국의 경우 최종에너지에서 전력이 차지하는 비중은 2013년 현재 20~25% 수준으로 분석되고 있으며, 2040년 35% 수준에 근접하는 일본을 필두로 미국과 EU가 25% 수준에 도달할 것으로 전망되고 있음 (IEA 2015)
 - 우리나라의 경우 선진국에 비해서는 전력화율이 다소 낮은 수치이지만, 산업 원료용 에너지가 차지하는 비중이 비교적 높고 에너지밸런스 작성 기준의 차이¹⁵ 고려할 때 우리나라의 전력화율은 이미 높은 수준에 도달한 것으로 판단됨

그림 2.38 부문별 최종에너지 소비에서 전력이 차지하는 비중 추이



¹⁵ (현행)에너지밸런스의 전력은 한전의 판매 전력만을 집계하고 있으며 최종소비 부문의 자가 생산은 투입 에너지를 소비한 것으로 취급함. 또한 석탄 전환 등이 최종소비 부문에 포함되기 때문에 최종소비 부문의 화석 연료 소비 비중이 IEA 통계에 비해서 높아짐(글상자 2.2 참조)

표 2.3 부문별 전력 소비 추이 (TWh)

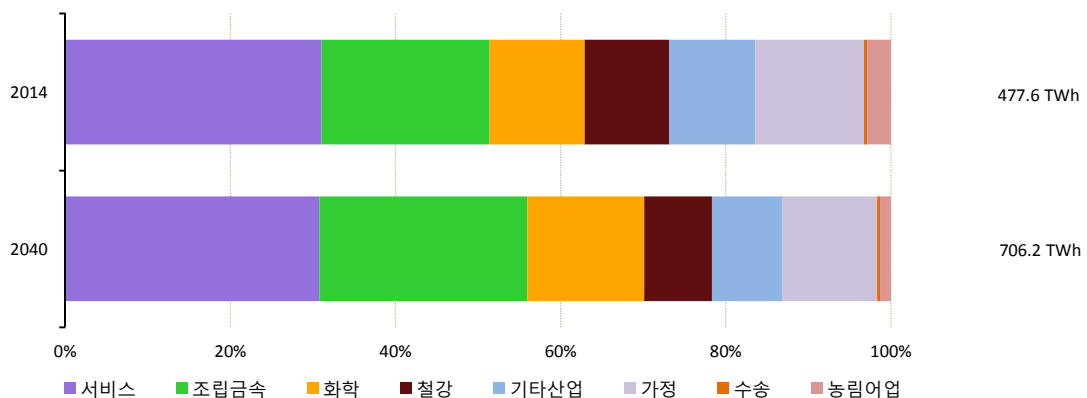
	1990	2014	2020	2030	2040	1990 2014	2014 2040
총 전력 수요	94.4	477.6	535.8	635.7	706.2	7.0%	1.5%
산업	59.2	264.6	298.9	357.7	405.0	6.4%	1.7%
수송	1.0	2.0	2.2	2.3	2.4	2.9%	0.7%
가정	17.7	62.7	71.6	78.7	81.3	5.4%	1.0%
서비스*	16.4	148.3	163.2	196.9	217.5	9.6%	1.5%

* 서비스는 상업 및 공공의 합계

□ 산업 부문의 전력 수요가 연평균 1.7%로 가장 빠르게 증가하여 총 전력 수요의 증가를 주도

- 산업 부문은 2014년 현재 총 전력 수요의 55.4%를 차지하고 있으며, 전망 기간 중에도 연평균 1.7%로 다른 부문보다 전력 수요가 빠르게 증가할 것으로 예상됨
 - 산업 업종 중에서 전력 소비 비중이 큰 조립금속업과 석유화학의 산출액이 비교적 빠르게 성장할 것으로 예상되기 때문에 산업 부문의 전력 수요가 총 전력 수요의 증가를 주도함
 - 산업 부문은 2014년 264.6 TWh에서 50% 이상인 140 TWh가 증가하여 2040년 400 TWh를 넘어설 것으로 예상됨
- 서비스 부문의 전력 수요는 연평균 1.5%의 속도로 증가하여 산업 부문에 이어 두 번째로 빠르게 증가하는데, 이는 총 전력 수요 증가율과 비슷한 수준이어서 서비스 부문이 2040년 총 전력 수요에서 차지하는 비중은 현재와 유사할 것으로 전망됨
 - 서비스 부문의 전력 수요는 2014년 148.3 TWh에서 약 47%가 증가하여 2040년 217 TWh 수준에 도달할 것으로 예상됨
- 가정 부문도 전력 수요가 연평균 1.0%의 속도로 꾸준하게 증가하며 가정 부문 에너지 소비에서 전력이 차지하는 비중이 2014년 21.3%에서 2040년 33% 수준까지 확대됨

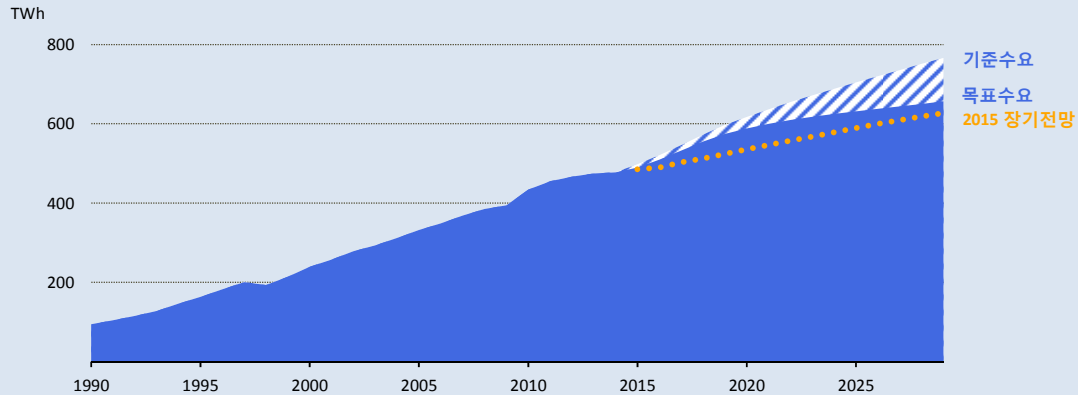
그림 2.39 총 전력 수요에서 주요 부문별 전력 수요의 비중 비교



글상자 2.4 제7차 전력수급기본계획 전력 수요와의 비교

- 정부는 2015년 7월 발표한 ‘제7차 전력수급기본계획’에서 우리나라의 전력 수요가 연평균 3.2% 증가하여 2029년 766 TWh가 될 것으로 전망하고 있으며, 에너지 효율 향상 등을 통해 전력 소비량을 14% 가량 저감하여 2029년 657 TWh 수준으로 낮추는 것을 목표로 설정함

그림 2.40 제7차 전력수급계획의 기준 수요 및 목표 수요



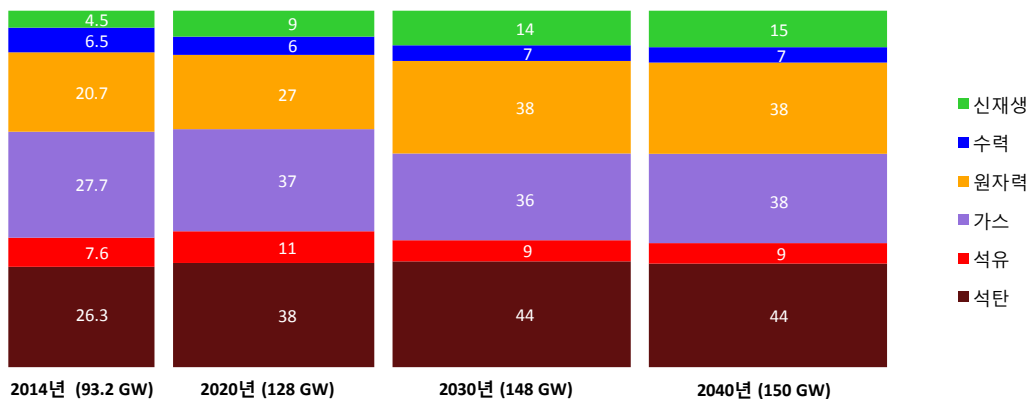
- 최대 전력의 경우 기준 전망에서는 2029년 127 GW로 예상하고 수요자원시장 등 에너지 신산업 연계 부하관리를 통하여 112 GW로 제한하는 것을 목표로 설정하였음
- 기존 및 경제 성장 등의 불확실성과 설비 건설 차질 등 수급 불안 가능성에 대비해서 적정 예비율을 22% 수준으로 유지한다는 목표 하에 목표 전력 수요를 공급하기 위한 필요 설비는 137 GW 수준인 것으로 분석하였으며, 기설 설비 및 확정 설비(133 GW)를 제외한 신규 설비 규모는 약 3 GW 수준인 것으로 계산함
- 연료비, 환경 비용, 송전 비용 및 정책 비용, 건설 공기 등을 고려하여 2028년과 29년에 1.5 GW 규모의 원자력 발전소 2기를 추가 건설하기로 결정하였으며, 신규 설비 및 건설 확정 설비를 포함하여 총 46.5 GW 규모의 설비가 건설 중이거나 건설 예정이며 이에 따른 비용은 총 60 조원이 필요한 것으로 예상함
- ‘2015 장기 에너지 전망’의 전력 수요와 비교할 때, ‘제7차 전력수급기본계획’의 목표 전력 수요는 2029년 기준 약 4.7% 높은 수준이며, 최대 부하도 약 4.5% 높은 것으로 분석됨. 기준 전력 수요와 비교할 경우에는 그 차이가 더 벌어져 전력 수요는 약 22%, 최대 수요는 약 19% 차이가 발생하는 것으로 계산됨
- 이는 전망 작업 시점과 전망에 사용된 모형의 차이에 의한 것도 무시할 수 없지만, 산업 구조를 비롯한 경제 성장 전제를 비롯하여 전력 기기의 효율 발전 수준, 에너지 절약 정책 및 에너지 사용 행태 변화 등에 대한 분석의 차이에 의해서 발생한 것으로 파악됨
- 경제 성장의 경우 ‘제7차 전력수급기본계획’은 2014년에서 2029년 사이 연평균 3.1% 증가할 것으로 전제하였으나 ‘2015 장기 에너지 전망’에서는 같은 기간 우리나라 GDP가 연평균 2.9% 성장하는 것으로 전망함
- 또한, ‘2015 장기 에너지 전망’의 기준 시나리오는 보조율 확대를 통한 고효율 절전 제품의 보급 촉진, 신규 건축물 등의 에너지 효율 관리 강화, ICT를 활용한 수요 관리, 에너지 절약 홍보 등의 효과가 일부 반영되었으며, 전 세계 온실가스 감축 노력에 부응하는 정책 강화 추세를 고려한 전망 결과임

발전 설비

□ 총 발전 설비 규모는 2014년 93.2 GW에서 60% 이상 증가하여 2040년 150 GW 수준이 될 것으로 전망

- 전망 기간 발전 설비는 2020년대 이전 석탄화력 발전 설비의 대규모 확충과 2030년 이전까지 원자력 발전 설비의 꾸준한 증가가 특징임
 - ‘제7차 전력수급기본계획’의 설비 건설 계획에 따라 추가 설비의 대부분은 2030년 이전에 도입되며, 그 이후는 추가 건설이 거의 발생하지 않고 주로 가동 기한을 넘기는 노후 설비의 대체 건설이 이루어질 것으로 분석됨
 - 총 발전 설비의 순증가는 약 57 GW 규모이며, 이는 지난 25년 간 증가한 설비 규모의 약 4/5 수준임

그림 2.41 발전 연료별 발전 설비 규모의 변화 (GW)

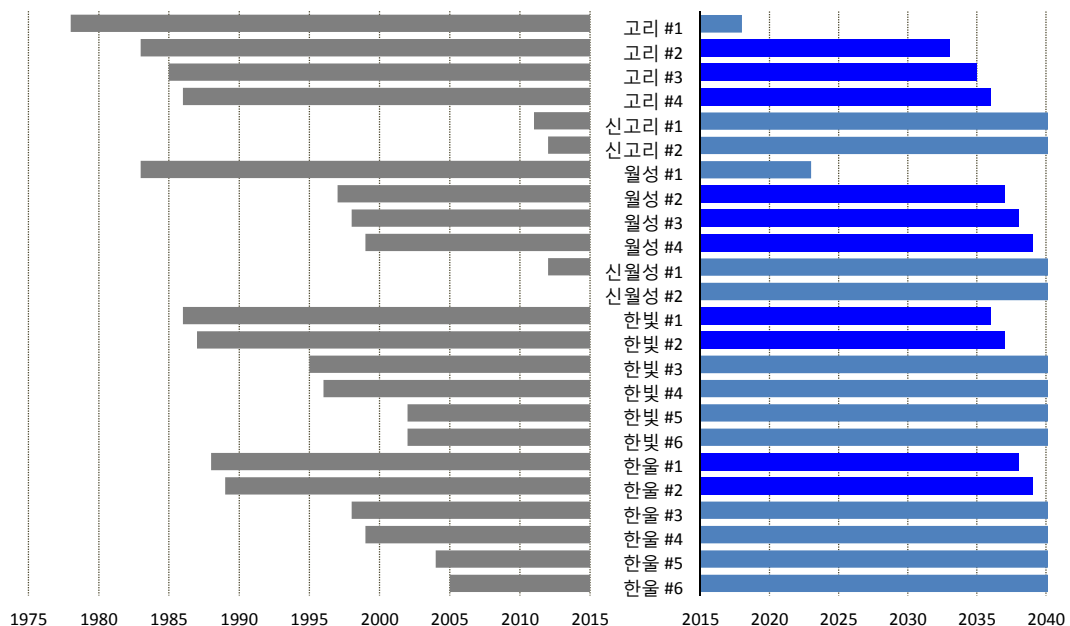


□ 석탄과 원자력이 발전 설비 증가를 주도하는 가운데 신재생에너지 설비도 빠르게 증가

- 전망 기간 석탄과 원자력이 각각 발전 설비 증가의 약 1/3을 차지하여 기저 발전 설비 증가가 전체 발전 설비 증가를 주도함
 - 석탄화력 발전의 경우 2014년 26.3 GW에서 2/3 수준인 17 GW 이상이 증가하여 2040년 44 GW 수준에 근접할 것으로 보이는데, 설비의 대규모 증설이 시작되는 2016년부터 가스를 추월하여 가장 큰 전력 설비가 될 것으로 예상됨
 - 원자력은 전망 기간 총 13기가 추가되고 1기가 폐쇄되면서 2030년에 이미 38 GW를 넘어서게 되고, 석탄에 이어 두 번째의 전력 설비가 될 것으로 전망됨
 - 신재생은 2014년 설비 규모의 두 배가 넘는 11 GW 정도의 설비가 추가되어 2040년 전체 설비의 10% 정도를 차지할 것으로 예상됨
 - 가스 발전의 설비 용량은 설비이용률 하락에도 불구하고 전망 기간 거의 10 GW가 증가하지만 전체 설비 용량에서 차지하는 비중은 2014년 29.7%에서 2040년 25% 수준으로 하락함

- 2014년에서 2030년 사이 폐지가 예상되는 설비는 고리1호기를 포함하여 총 23기, 약 6.8 GW 규모 수준이며, 이후 2040년까지 대체가 예상되는 설비 규모는 기하급수적으로 증가함
 - ‘제7차 전력수급기본계획’에 반영된 폐지 설비는 고리1호기(0.6 GW)를 포함하여 무연탄 2기(0.4 GW), 천연가스 12기(3.1 GW), 석유 8기(2.7 GW) 등이며, 준공 후 40년이 넘는 장기 가동 화력 설비도 환경성과 설비 용량 등을 감안하여 제한적으로 대체 건설을 허용할 계획임(산업통상자원부 2015)
 - ‘2015 장기 에너지 전망’에서는 2029년까지 ‘제7차 전력수급기본계획’에 따라 설비가 폐지되며, 그 이후에는 신재생을 제외하면 변경허가로 인한 설비 대체만 발생하는 것으로 전망됨
 - 원자력 발전 설비만 고려하더라도 2030년 이전에 계속 운전 심사 대상인 설비가 총 10기, 8.5 GW 규모로 2014년에서 2030년 사이 예상되는 총 폐지 규모의 125% 이상인 수준이며, 대상 원자력 설비들이 1차의 계속 운전(10년) 승인을 받더라도 2040년 이전에 모두 가동 중지해 들어가게 됨
 - 따라서 본 전망처럼 2030년 이후 발전 설비 구성이 유지된다면 원자력 설비 건설에만 약 20조 원의 비용이 발생할 것으로 추정되며, 별도 물량 반영 없이 변경허가로 처리되는 대체 설비를 포함하면 실제 설비 폐지와 신규 물량 규모 그리고 투자 비용을 정확히 파악하기 어려움

그림 2.42 기존 원자력 발전 설비의 수명과 운영 허가 기간



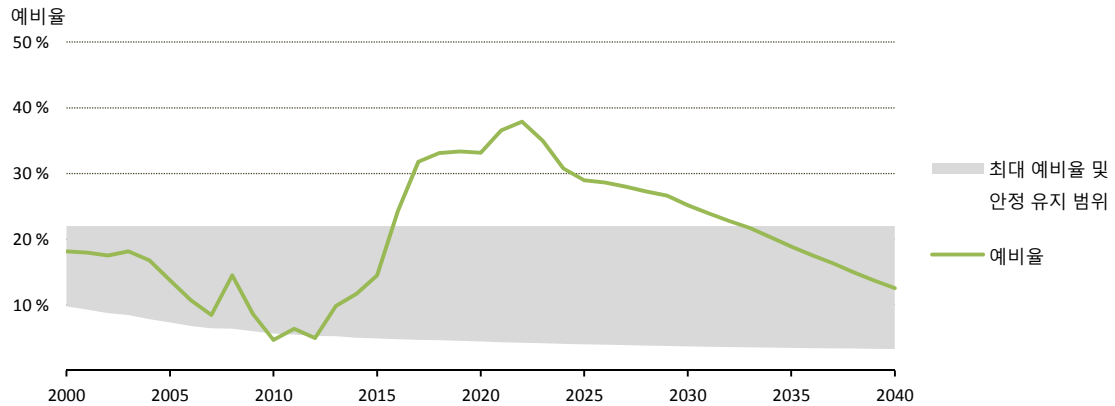
주: 영구 가동 정지가 결정된 고리1호기와 계속 운전 승인을 받은 월성1호기를 제외하고 모든 설비가 계속 운전에 대한 1차 허가를 받아 10년간 운영이 연장된다는 가정 하에 계산

- 신규 설비의 위치, 설비 도입으로 인한 송배전 설비 문제는 신규 설비의 실현에 중요한 문제이나 본 연구에서는 제약 조건으로 고려하지 않음

□ 전력 수요 및 피크 수요 증가의 둔화로 예비율은 여유를 유지하지만 2020년대 초반부터 꾸준히 하락

- 2011년 9월 15일 이상기후로 인한 전력 수요 급증으로 전력 예비력이 안정 유지 수준인 4백만 kw 아래로 떨어지며 일시적으로 지역별 순환 단전까지 시행한 바가 있으나, 이후 강력한 수요 관리 및 설비 확보를 통해 2014년 전력 예비율은 약 17% 수준까지 회복되었음
- 당분간 전력 수요 및 피크 수요 증가 속도를 추월하는 발전 설비 확충으로 설비 예비율은 2020년대 한때 40%까지 근접할 것으로 예상되지만, 이후 꾸준히 하락하여 '제7차전력수급기본계획'의 최대 예비율 목표와 예비력 안정 유지 수준 사이의 범위에 머물 것으로 분석됨
 - '제7차 전력수급기본계획'의 대상 기간 이후인 2030년대의 경우 어떠한 정책 기조를 유지하느냐에 따라 설비 규모를 비롯하여 예비율 등 주요 지표들이 크게 달라질 수 있지만 '2015 장기 에너지 전망'에서는 전력 예비율이 일정 수준 이상일 경우 추가 설비가 도입되지 않는다는 가정 하에 분석함

그림 2.43 설비 예비율 추이 및 전망



주: 최대 예비율은 제7차전력수급계획의 예비율 목표 22%이며 안정 유지는 예비력 4백만 kw 수준일 경우의 예비율을 의미

자료: 한국전력공사 자료를 이용하여 에너지경제연구원 분석

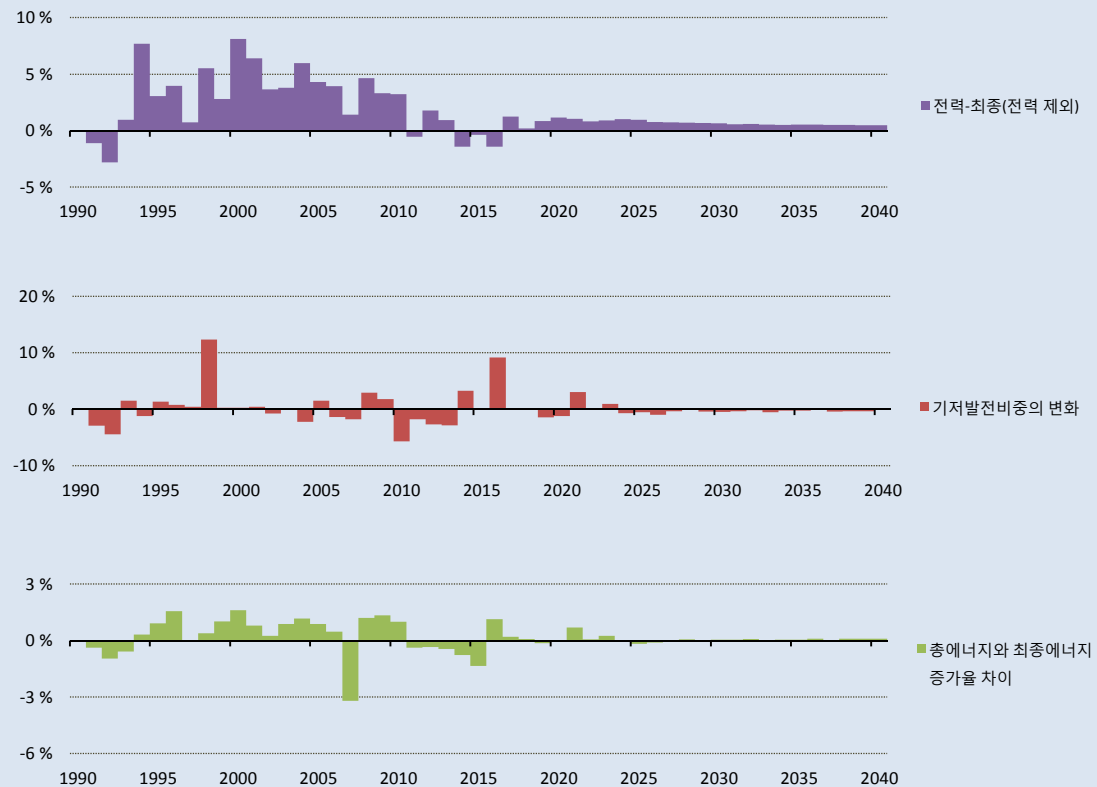
글상자 2.5 전력 수요와 기저 발전 설비 비중이 총에너지 및 최종에너지 수요 증가율에 미치는 영향

- 총에너지 소비 증가율은 빠른 전력 소비 증가와 전환 손실로 인해 최종에너지 소비 증가율보다 높은 것이 일반적인 과거 추세였으나 2011년에서 2015년 사이 총에너지 소비 증가율은 연평균 0.8%였던 반면 최종에너지 소비 증가율은 연평균 1.3%를 기록하는 특이한 현상이 발생함
- 이러한 특이 현상 발생에는 최종소비에 포함되지 않는 자가 소비 및 손실의 이상 현상, 통계 오차 그리고 열량 기준 변화도 영향을 미치지만, 근본적으로는 최종에너지 소비 대비 전력 소비 증가율의 차이, 발전 효율 차이가 큰 설비의 발전 비중 변화 등이 복합적인 원인으로 작용함. 즉, 전력 소비의 증가가 전력을 제외한 최종에너지 소비보다 느리게 증가하면서 동시에 발전 효율이 낮은 기저 발전 설비의 발전 비중이 전년보다 감소하는 경우에 최종에너지 소비 증가율이 총에너지 소비 증가율을 추월함
- 1990년대 초반, 2007년, 2011년에서 2015년 사이에는 전력 소비 증가율이 최종에너지 소비 증가율보다 낮거나 혹은 차이가 많이 나지 않는 시기였으며, 동시에 기저 발전의 발전 비중이 전년에 비해 감소하였음. 그 이외의

시기는 전력 소비 증가가 상대적으로 빠르거나 기저 발전의 비중이 증가하는 경우로 총에너지 소비가 최종에너지 소비보다 빠르게 증가하였음

- 전망 기간에는 전력 수요가 낮지만 최종에너지보다는 안정적으로 빠르게 증가하고 기저 발전의 발전량 비중이 크게 낮아지지 않기 때문에 총에너지 수요와 최종에너지 수요 증가율 간의 역전 현상이 발생하지 않겠지만, 2020년대 중반 가스 발전이 증가로 추세가 변하는 시기에 역전 현상이 일시적으로 발생할 수는 있을 것으로 분석됨

그림 2.44 전력 수요 증가율, 기저 설비 비중의 변화, 총에너지 및 최종에너지 증가율 추이



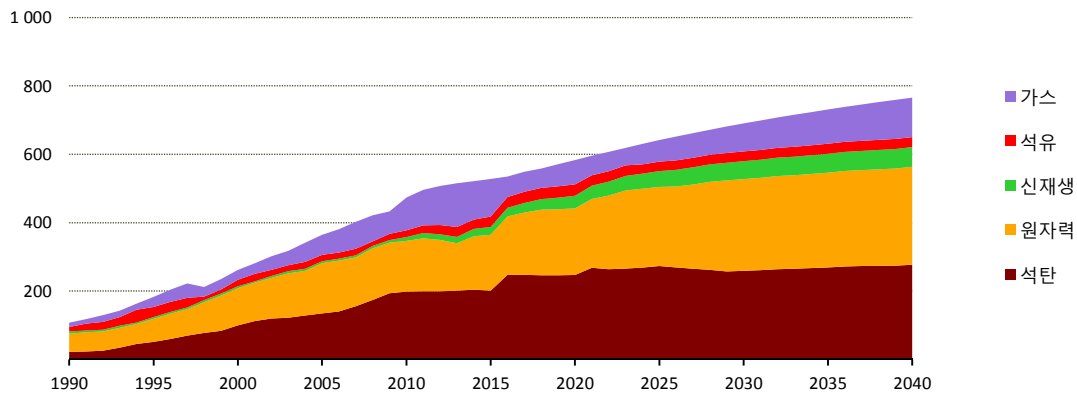
전력 생산

□ 총 발전량은 2014년 522 TWh에서 47% 증가하여 2040년 767 TWh 수준이 될 것으로 예상

- 발전 연료별 발전 구성은 앞서 논의한 바와 마찬가지로 기전 발전원인 석탄과 원자력의 비중이 크게 상승하고 첨두 부하를 담당하는 가스의 비중이 감소하는 것이 특징임
 - 2014년에서 2040년 사이 석탄 발전은 73 TWh, 원자력은 130 TWh가 증가하여 전망 기간의 총 발전 증가 245 TWh에서 두 에너지원이 4/5를 이상을 차지함에 따라 2040년 석탄과 원자력이 총 발전의 74% 가량을 공급할 전망이다

- 2030년경에는 원자력이 석탄을 추월하여 가장 큰 발전원의 역할을 수행할 것으로 예상됨
 - 원자력은 설비 규모나 발전량 측면에서 전망 기간 가장 크게 성장하는 발전원으로 원자력의 발전량은 2014년 156.4 TWh에서 2030년 268 TWh, 2040년 287 TWh로 약 83%가 증가할 전망이다
 - 석탄은 설비 증가가 원자력과 비슷한 수준이지만, 설비 증설이 대부분 2022년 이전에 완료되는데다 연간 발전 총량 제한 등 부하 구조 및 온실가스 감축 대응에 따른 가동률 제한으로¹⁶ 발전량 증가는 2014년 대비 35% 수준에 그칠 것으로 보임
 - 발전량에서 화석 연료가 차지하는 비중은 2014년 65.8%에서 2040년 55% 수준으로 하락할 전망이다
 - 신재생 발전은 2014년 13.8 TWh에서 2.5배 이상 증가하여 2040년 50 TWh 수준에 도달할 것으로 예상되어 연평균 5.1%의 속도로 전체 발전원 중에서는 가장 빠르게 증가할 전망이다

그림 2.45 에너지원별 발전량 추이 및 전망 (TWh)



주: 상용화자의 한전 구입 전력은 제외

□ 원자력 및 신재생 발전의 증가로 발전 부문(열 생산 포함)의 온실가스 배출은 전망 기간 약 24% 증가로 억제

- 총 발전량은 2014년에서 2040년 사이 연평균 1.5%의 속도로 증가하지만 원자력과 신재생이 빠르게 증가하는 탓에 온실가스 배출량은 같은 기간 연평균 0.8% 증가에 그침
 - 발전 MWh 당 배출량, 즉 배출 집약도는 2014년 약 0.46 톤으로 추정되며 연평균 0.6%의 속도로 하락하여 2040년에는 0.4 톤 이하로 떨어질 것으로 분석됨
 - 발전 부문의 온실가스 배출량 증가는 GDP는 물론 전력 수요 증가 속도보다 낮은 수준으로, 이로 인해 GDP 또는 에너지소비 당 배출원단위도 꾸준히 개선되는 모습을 보임

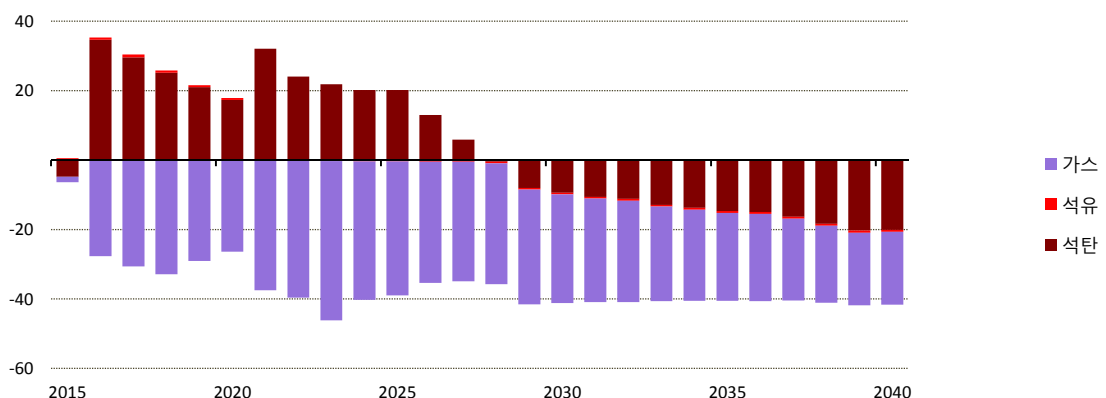
¹⁶ 2016년부터 석탄화력 발전을 대상으로 최대 발전 용량 하향 조정을 실시할 예정이며, 발전 부문의 실효적 온실가스 감축을 위해 연간 발전 총량 제한이나 전원별 장기 경매 시장 등의 정책이 검토되고 있음. 이러한 정책 변화를 포함하여 본 전망에서는 전력 소비의 선진국형화로 인한 부하 구조 변화를 고려하여 석탄화력 발전의 가동율이 실질적으로 제한될 수 있다는 분석을 바탕으로 석탄화력의 발전량을 전망함

- 발전 부문(열 생산 포함)의 총 배출량은 낮은 속도로 꾸준한 증가 추세를 보이지만, 연간 배출량의 변화는 증가 또는 감소의 형태를 반복하고 에너지원별로도 차이가 크게 발생함
 - 전망 기간 석탄화력, 원자력, 신재생 설비 구조의 역동적 변화로 인해 온실가스 배출도 큰 변화를 보이는데, 특히 원자력 설비가 들어오는 시기를 중심으로 일시적인 온실가스 배출 감소의 현상도 발생할 것으로 예상됨

□ 발전 설비 구조의 변화가 발전 부문의 온실가스 배출량을 2040년 기준 40백만 톤 이상 감소시킬 것으로 예상

- 2014년의 에너지원별 발전 비중이 유지되었을 경우와 비교하면 발전 부문의 온실가스 배출량은 전망 기간 초반 일시적으로 상승한 이후 꾸준히 하락하여 2030년부터는 약 40백만 톤 이상 낮은 수준을 유지할 것으로 분석됨
 - 2014년 발전 비중은 석탄이 39%로 가장 높고 이어서 원자력 30%, 가스 21.5%이며 신재생은 2.6% 수준인 반면, 2040년에는 원자력이 37%로 가장 큰 발전원의 역할을 하며 석탄이 이보다 약간 낮은 36%를 차지하고 신재생은 6%로 증가함
 - 따라서 기준 시나리오에 비해 2014년 발전 비중이 고정된 경우는 석탄과 천연가스의 발전량이 훨씬 더 많을 것으로 예상되며, 이는 발전 설비 구성의 변화로 인해 온실가스 배출 총량이 감소한다는 것을 의미함
 - 특히, 석탄화력 발전의 온실가스 배출은 양적인 측면에서 증가하지만 2020년대 후반부터 발전 비중의 감소로 배출량은 상대적 감소를 보이며, 가스는 전망 기간 내내 온실가스 배출의 상대적 감소가 유지될 것으로 분석됨

그림 2.46 2014년 발전 비중 대비 발전 설비 구성 변화에 따른 온실가스 배출의 차이 (백만 톤)

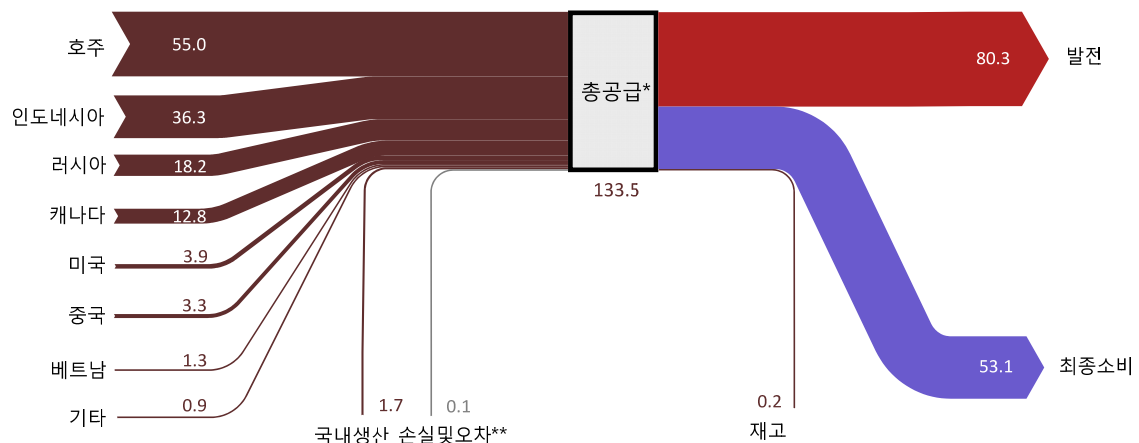


8. 석탄

□ 석탄 공급은 유연탄을 중심으로 대부분 수입에 의존하고 있으며 국내 생산은 급격히 하락

- 우리나라의 석탄 수입은 1990년 24.1백만 톤에서 2014년 131.6백만 톤으로 연평균 7.3% 증가하였으나, 2011년 이후 수입 물량은 130 백만 톤 수준에서 정체되고 있음
 - 2014년 현재 석탄 수입은 약 131.6백만 톤으로 발전과 제철에 주로 사용되는 유연탄이 석탄 수입의 90% 가량을 차지했으며 무연탄과 갈탄, 토탄 그리고 기타 석탄이 나머지를 구성하고 있는데, 호주를 중심으로 인도네시아, 러시아, 캐나다 등이 우리나라 석탄 수입의 92.9%를 공급하고 있으며, 과거 상당 부분을 차지했던 미국과 중국의 수입 비중은 급격히 감소하였음
 - 유연탄 수입은 1990년대 발전용 소비 증가에 힘입어 빠르게 증가하였지만 2011년 이후 제철용 원료탄 소비 증가에도 불구하고 발전용 소비가 둔화되며 130백만 톤 수준에서 정체되었음
 - 무연탄의 경우 전체 석탄 수입 물량의 약 6%를 차지하는데, 무연탄 수입은 발전용과 건물용 소비의 감소가 산업용 소비 증가로 상쇄되며 2000년대 중반 이후 10백만 톤 수준에서 정체됨¹⁷
- 국내 석탄 생산은 자원 고갈 및 석탄 합리화 정책에 따라 1990년대 중반까지 빠르게 감소하였으며 이후에도 완만한 감소세를 꾸준히 유지하여 현재는 2백만 톤 아래로 떨어졌고 수입 무연탄이 1990년대 중반 이후 국내탄을 대체하며 완만하게 상승하였음
- 전망 기간 연탄 수요의 정체, 철강 업종 경기 둔화 등이 예상되지만 석탄화력 발전의 빠른 증가로 인해 석탄 수입이 다시 증가세를 회복할 것으로 전망됨

그림 2.47 2014년 석탄 공급 현황 (백만 톤)



주: 총공급은 손실및오차를 포함. 공급 측면의 손실및오차는 양의 오차를 의미

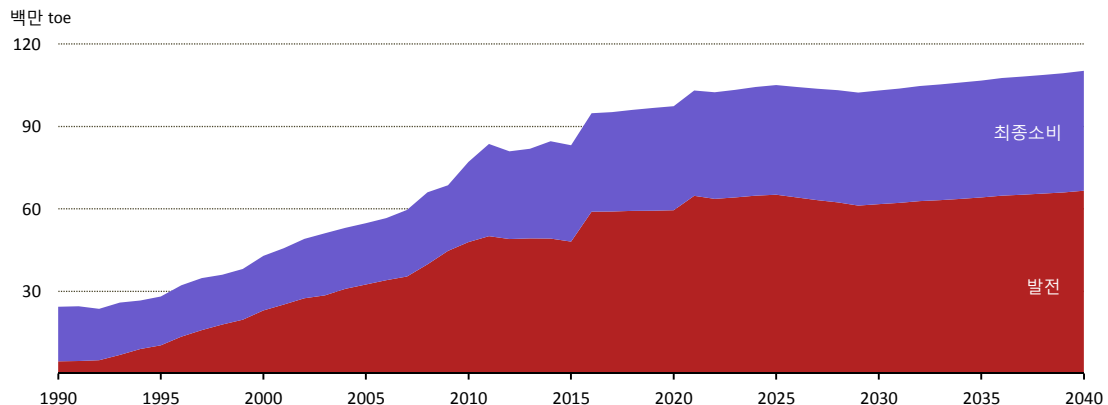
자료: 대한무역협회

¹⁷ 석탄 제품 분류 기준의 불일치로 무연탄의 일부 물량은 제철용 유연탄으로 사용되는 것으로 파악됨

□ 석탄 소비는 발전용 소비 급증으로 빠르게 증가하다 2011년 이후 정체

- 1990년에서 2014년 사이 석탄 소비는 발전 부문을 중심으로 연평균 5.3%로 빠르게 증가하여 84.6백만 toe까지 도달하였는데, 2011년 이전까지 연평균 6.0%를 기록한 반면, 2011년 이후는 연평균 0.4%로 증가가 정체됨
 - 석탄 소비 구성은 1990년 발전용이 18.6%, 최종소비가 81.4%를 차지하였으나 전력 소비 급증과 석탄화력 발전 설비의 확충으로 발전용 석탄 소비가 연평균 10.4% 증가하면서 2014년 현재 석탄 소비의 58.1%로 절반을 넘어선 반면, 최종소비는 절반 이하로 하락함
 - 석탄화력 발전 설비는 1990년 3.7 GW 수준으로 석유 발전 설비보다 적었으나 2014년 26.3 GW, 총 발전 설비의 28%까지 설비 규모가 확대되면서 발전 부문의 석탄 소비도 연평균 10.4% 급증하였음
 - 최종소비는 1990년 연탄이 최종소비의 절반 가까이 차지하고 있었으나 연탄 보일러가 가스 보일러 및 지역난방으로 대체되면서 연탄 소비가 연평균 9.9% 감소하여 2014년 최종소비의 2.1% 수준으로 하락한 반면, 산업용은 철강을 중심으로 연평균 5.0% 증가하여 현재는 최종소비의 대부분을 제철 및 시멘트 제조 등 산업용이 차지하고 있음
- 2011년 이후 석탄 소비는 발전용 소비 정체로 인해 증가세가 연평균 0.4%로 둔화됨
 - 석탄 소비를 견인했던 발전 부문은 석탄화력 발전 설비의 잦은 사고, 노후 석탄화력 발전 설비의 예방 정비 증가 등으로 가동률이 2011년 97%에서 2014년 90% 수준으로 낮아지면서 석탄 소비가 연평균 0.6% 감소하였음
 - 반면, 산업용 석탄 소비는 글로벌 금융위기를 제외하고는 현대제철의 일관제철소 가동, 포스코의 설비 합리화를 통한 용량 확대 등으로 2000년대 중반 이후 빠른 증가를 보였지만, 최근 세계 철강 경기의 둔화, 중국 저가 철강과의 경쟁 심화, 국내 경기 둔화 등으로 철강 생산에 어려움을 겪으며 석탄 소비도 등락을 거듭하고 있음

그림 2.48 2014~2040년 석탄 수요 추이 (백만 toe)



□ 석탄 수요는 2014~2040년 사이 연평균 1.0% 증가하여 110백만 toe 수준에 도달할 전망

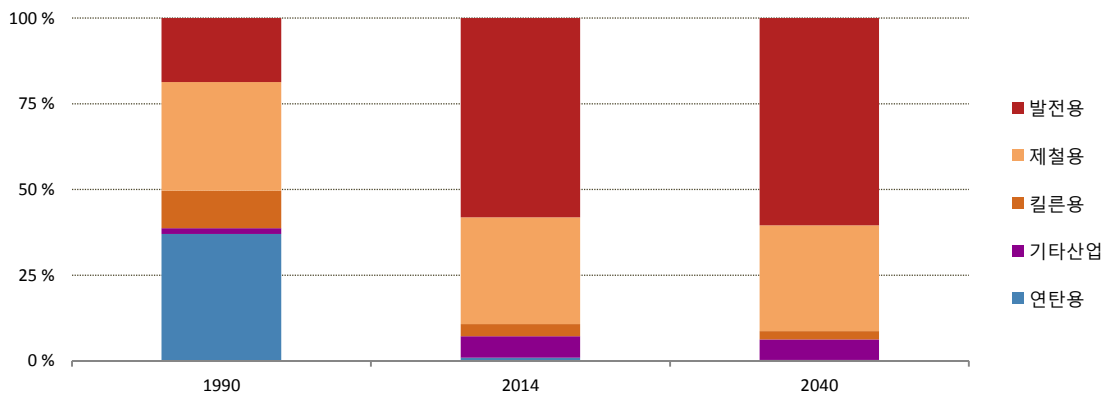
- 발전용 석탄 수요가 전망 기간 여전히 석탄 수요를 견인할 것으로 예상되지만 2020년대 초반부터 증가세는 크게 둔화할 것으로 예상됨
 - 발전용 석탄 수요는 신규 석탄화력 발전소 증설 계획이 2016년 7.7 GW (당진 10호기, 북평 1·2호기, 신보령 1호기, 삼척그린 1·2호기, 여수 1호기, 태안 9·10호기), 2021년 5.8 GW (강릉안인 1·2호기, 삼척화력 1·2호기, 당진에코파워 1호기, 고성하이화력 2호기) 등 특정 시기에 집중되어 2020년대 초반까지는 급증하지만 이후에는 신규 발전 설비 건설 계획이 없고 석탄화력 발전의 발전 제약으로 발전용 석탄 수요가 정체할 것으로 예상됨
 - 발전 부문 온실가스 감축을 위한 석탄화력 발전 총량규제, 송전선로 건설 지연에 따른 송전 제약, 석탄화력 발전기 최대 발전 용량 하향 조정, 주파수 조정용 에너지저장장치(ESS) 설치 등 석탄 발전에 영향을 미치는 요인들이 있어 발전용 석탄 수요 전망의 불확실성이 확대되고 있음 (글상자 2.6 참조)
- 최종소비 부문의 석탄 수요는 제철용 수요 증가의 둔화로 2014~2040년 사이 특별한 굴곡없이 연평균 0.8% 증가할 것으로 예상됨
 - 제철용 석탄 수요는 2014년 현재 석탄 최종소비 80% 이상의 압도적인 양을 차지하고 있는데다, 전망 기간 세계 철강 시장 경쟁 심화와 철강 경기 둔화로 인해 철강 생산 증가가 정체되면서 석탄의 최종소비 둔화에 결정적인 영향을 미침
 - 건물 부문의 석탄 수요는 가정 난방용 연탄과 서비스 부문에서 일부 사용되었던 연료가 꾸준히 대체되며 2014~2040년 연평균 3.2% 감소할 것으로 예상됨

□ 전망 기간 석탄 수요 증가의 대부분은 발전용과 제철용이 차지

- 2014년 현재 석탄 수요의 58% 이상은 발전 부문이 차지하고 있고 제철용은 31.1%로 두 용도가 석탄 수요의 90% 가량을 차지하였음
 - 1990~2014년 사이 '석탄산업합리화계획'에 따른 무연탄 감산 정책과 가정 부문 도시가스 보급으로 인한 난방 시스템의 발전으로 연탄제조용 소비가 감소하였으며 석탄 소비에서 차지하는 비중도 1990년 37.0%에서 2014년 1.0% 미만으로 떨어짐
 - 반면, 1990년 석탄 소비의 18.6%에 불과했던 발전용 석탄 소비는 전력 수요의 증가와 석탄화력 발전 설비 증설로 2014년 58.1%까지 급속히 확대되며 석탄 소비에서 가장 큰 비중을 차지함
 - 제철용으로 사용되는 석탄은 1990년 31.8%에서 2014년 31.1%로 비슷한 수준을 유지하고 있으나 2000년대 중반 이후 빠른 소비 증가가 원인이며, 길른 가열용 석탄은 1990년 2.7백만 toe에서 2014년 2.6백만 toe로 소비 수준이 비슷하게 유지되면서 석탄 소비 비중은 감소함

- 2014~2040년 석탄 수요는 약 26백만 toe가 증가하는데, 이 중 발전용이 68%, 제철용이 27%를 차지할 것으로 예상됨
 - 발전용은 앞서 설명한 것처럼 시기별 석탄 수요의 변동이 크게 나타나지만 전망 기간 전체에 걸쳐서는 약 17백만 toe가 증가하여 석탄 수요 증가 전체의 약 68%를 차지할 전망이다
 - 조강 생산이 세계 철강 시장의 공급 과잉, 신소재 대체 등으로 과거에 비해 증가세가 둔화되지만 꾸준히 증가하면서 전망 기간 제철용 석탄 수요도 연평균 0.8%의 더딘 증가를 보일 것으로 전망됨
 - 킬른 가열용 석탄 소비는 1995년 4.7백만 toe를 고점으로 기록한 후 지속적으로 감소하였으며, 전망 기간 신도시 건설 같은 대형 건축 또는 토목 공사를 기대하기 어렵고 킬른의 순환 자원 활용이 늘어나면서¹⁸ 석탄 수요가 꾸준히 감소할 것으로 전망됨
 - 한국시멘트협회에 따르면 2013년 기준 국내 시멘트 생산 톤당 순환 자원 사용량은 365 kg/ton으로 2005~20013년 연평균 4.5% 증가했는데, 독일의 경우 시멘트 소성로에서 사용되는 전체 연료의 63%에 이르는 양을 순환 자원으로 재활용하고 있는 상황임
 - 2014년 석탄 수요의 용도별 비중은 발전용이 58.1%, 제철용이 31.1%, 킬른 가열 및 기타 산업용이 9.9%를 차지하고 있어, 발전과 제철용 석탄의 수요 증가 기여도를 고려하면 2040년 석탄 수요의 용도별 비중은 2014년과 비슷한 수준을 유지할 것으로 예상됨

그림 2.49 용도별 석탄 비중 전망



¹⁸ 1990년대 후반부터 정부의 페타이어 해결 방안으로 시멘트 소성로에 페타이어를 보조 연료용으로 활용하기 시작하였는데 페타이어의 열량 효과는 9,000kcal/kg으로 6,000kcal/kg인 유연탄보다 높은 반면, 고온의 소성로에서 완전 연소되기 때문에 2차 오염물질이 거의 발생하지 않아 온실가스 감축에도 도움이 되는 것으로 평가됨. 최근 페타이어뿐만 아니라 폐합성수지, 재생유 등도 순환 자원으로 활용되고 있음

글상자 2.6 발전용 석탄 수요의 변동 요인

- 발전용 석탄 수요 전망에 영향을 미칠 요인으로 석탄화력 총량 한도, 송전 제약, 석탄화력 발전기 최대 발전 용량 조정, 주파수조정용 에너지저장장치 등을 들 수 있으며, 앞의 세 가지 요인은 석탄 수요 감소 요인으로 작용하는 반면 에너지저장장치는 증가 요인으로 작용함
- 첫 번째는 석탄화력 총량 한도 부여 및 전원별 장기 경매 시장 개설인데, 이는 국제 사회에 공언한 온실가스 감축 목표 달성을 위해 국내 석탄화력 발전의 감발이 불가피하다는 목소리가 높아지고 있는 상황에서 기존의 설비 용량 중심 계획을 발전량 중심으로 전환해 온실가스 감축에 부합하는 전원 구성을 도출하고 이를 기준으로 석탄화력 발전기별 연간 발전 한도를 부여하는 것을 의미함. 이에 따르면 발전사는 각 발전기에 할당된 연간 총량을 초과하는 발전량에 대해 패널티를 받게 됨. 지금까지의 CBP 시장 하에서는 석탄화력의 발전 단가가 천연가스나 석유보다 낮기만 하면 100% 가동이 보장되었지만, 석탄화력 발전 총량 규제가 시행되면 석탄화력 발전기 사이에 효율 경쟁이 발생하기 때문에 전체 석탄화력 발전량과 석탄 수요가 감소하게 됨
- 두 번째, 송전선로 건설이 지연되면서 발전소와 송전선로 준공에 시차가 발생하면 송전 제약으로 석탄화력 발전 및 발전용 석탄 수요가 감소하게 됨. 송전 제약으로 당진 9, 10호기의 정상 가동에 차질이 발생할 가능성이 커지고 있으며, 북당진~고덕 HVDC 송전 선로와 고덕~서안성 345kV의 건설이 지연되자 민자 발전 사업인 당진에코파워 1,2호기에 대한 발전사업 허가를 3년 정도 늦추기로 했으며, 현재 건설 중인 서부발전의 태안화력 9,10호기와 신보령화력 1,2호기 등도 수도권으로 이어지는 송전선로 부족으로 발전 제약의 가능성이 커지고 있음. 또한 동해안 지역도 남부발전의 삼척 1,2호기를 시작으로 전력수급계획에 반영된 상당수 발전소들이 준공되어도 송전 제약에 따른 발전 제약이 발생할 가능성이 있음
- 세 번째는 석탄화력 발전기의 최대 출력 하향 조정으로, 지난 2015. 9월 국정감사에서 발전기 고장 예방 대책 수립을 요구함에 따라 전력거래소는 석탄화력 발전기 최대 출력을 하향 조정하기로 결정함. 이는 전력시장 운영발전계획에 참여하는 석탄 발전기의 용량을 하락시켜 유연탄 발전량을 감소시키는 효과가 있는데, 석탄화력 발전의 최대 출력 하향 조정으로 인한 발전량 변화를 모의 실험한 결과 2015년 유연탄 발전량은 변경 전 대비 약 3.9% 감소하는 것으로 추정됨

표 2.4 석탄화력 최대 출력 조정에 따른 발전량 변화 (2015년 기준)

	유연탄	천연가스
석탄 최대출력 조정 전 발전량 (GWh)	193 365	123 107
석탄 최대출력 하향 조정 후 발전량 (GWh)	185 899	130 445
증감률	-3.9 %	6.0 %

자료: 에너지경제연구원 분석

- 네 번째, 주파수조정용 에너지저장장치의 부상임. 전력 품질 유지를 위해서는 실시간 전력 생산과 수요에 의해 결정되는 주파수를 일정하게 유지해야 하는데, 지금까지는 전력 수급의 갑작스런 변동에 대비한 양수 및 석탄화력 발전의 감발 출력을 활용하였으나 최근 에너지저장장치(ESS)가 이를 해결하는 방안으로 떠오름. 한전은 2017년까지 50만kW 규모의 주파수조정용 ESS를 전국의 변전소에 설치하는 프로젝트를 2014년부터 시작했는데, 이는 석탄 발전의 출력을 과거 95% 수준에서 100% 수준으로 상승시키는 효과가 있음

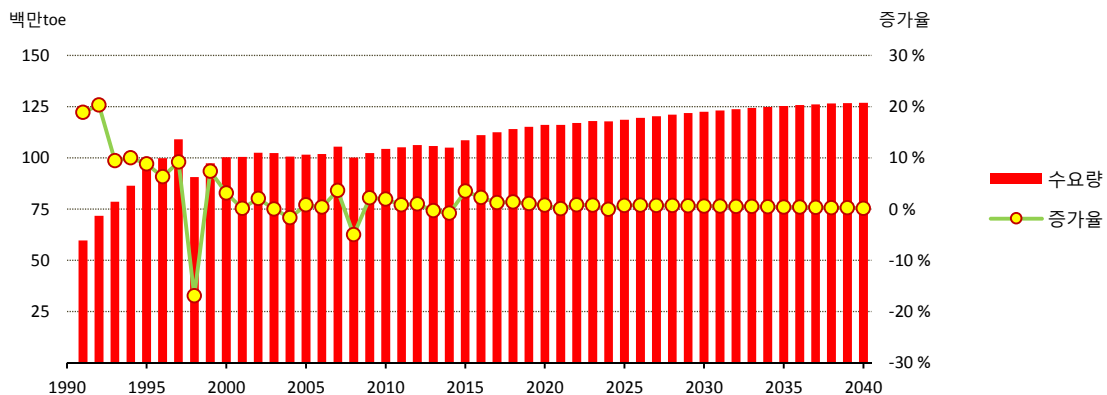
9. 석유

석유 개요

□ 석유제품 수요는 2014년 104.9백만 toe에서 연평균 0.7% 증가하여 2040년 127백만 toe에 이를 것으로 전망

- 1990년에서 2014년 사이 석유제품 소비는 50.2백만 toe에서 연평균 3.1% 증가하여 2014년에 104.9백만 toe를 기록하였음
 - 하지만 시기별로 살펴 보면, 외환위기 이전인 1990년부터 1997년까지 석유정제 및 화학업종 설비 확장과 자동차 보급 증가 등으로 석유제품 소비가 11.7%의 빠른 속도로 증가하여 1997년 109.1백만 toe로 역대 가장 높은 소비를 기록하였음
 - 하지만, 2000년대 들어 고유가로 인한 가격 경쟁력 하락으로 전환과 건물 부문에서 소비가 감소하고 산업과 수송 부문에서는 소비 증가율이 둔화되면서 연평균 0.3% 증가로 정체됨

그림 2.50 석유제품 수요 및 증가율 추이



- 전망 기간 석유제품 수요는 저유가의 지속으로 2000년대보다 약간 빠른 증가를 보이겠지만 여전히 낮은 증가율을 기록할 것으로 전망됨
 - 2014년 하반기부터 급락한 국제 유가가 2020년 배럴당 73달러 이하에 머물고 2030년에 이르러서야 2014년 수준으로 회복하면서 석유제품 수요는 산업과 수송 부문을 중심으로 2000년대보다는 빠른 연평균 0.7%의 증가 속도를 보일 것으로 예상됨

석유 공급 및 생산 현황

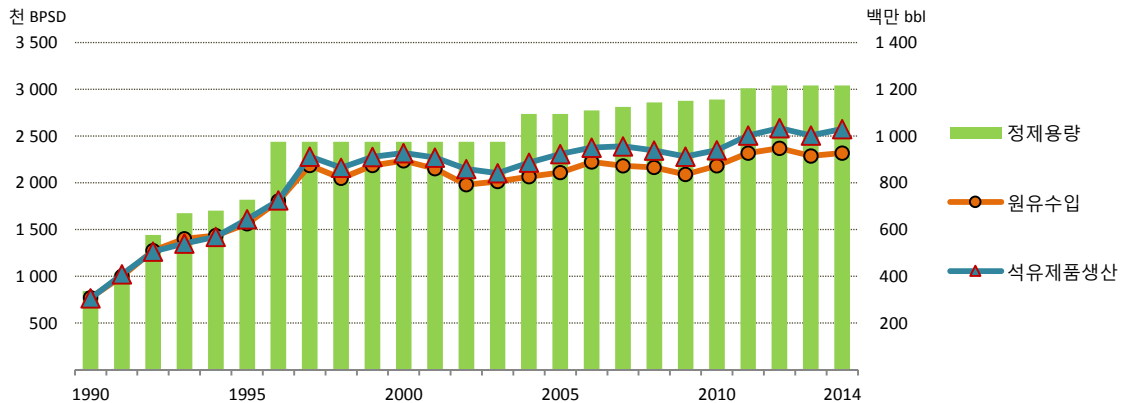
□ 1997년 금융위기 이후 원유 수입, 석유제품 생산, 정제 용량 증가 속도가 크게 둔화

- 1990~1997년 사이 석유제품 소비 증가와 수출 증가로 원유 수입과 석유제품 생산은 각각 연평균

16.0%, 17.0%로 증가하였으나 1997년 외환위기 이후 2014년까지 원유 수입과 석유제품 생산의 증가율은 각각 연평균 0.4%와 0.7%로 크게 둔화됨

- 1964년 35천 BPSD (barrel per stream day)에서 시작한 국내 석유 정제시설 용량은 1990년 0.8백만 BPSD, 1997년 2.4백만 BPSD로 급격히 확대되었으나, 외환위기 이후 시설 투자 어려움을 겪으면서 용량 확대가 정체되었지만 2000년대 중반과 2010년대 초반에 설비 증설이 이루어지면서 2014년 현재 3.0백만 BPSD 수준에 도달하였음
- 고유가 시대와 중국 및 중동의 정제 설비 신증설로 인해 세계 석유 시장에서의 경쟁이 심화되자 정유사들이 고부가가치 제품 생산을 통한 경쟁력 확보를 위해 2000년 이후 고도화 설비를 중심으로 설비를 증설하면서 2000년 이후 설비 고도화율이 상승함 (글상자 2.7 참조)

그림 2.51 원유 수입, 석유제품 생산, 정제 용량 추이



□ 원유 수입은 대부분 중동에 의존하고 있으며, 정제 생산량의 30% 이상을 수출

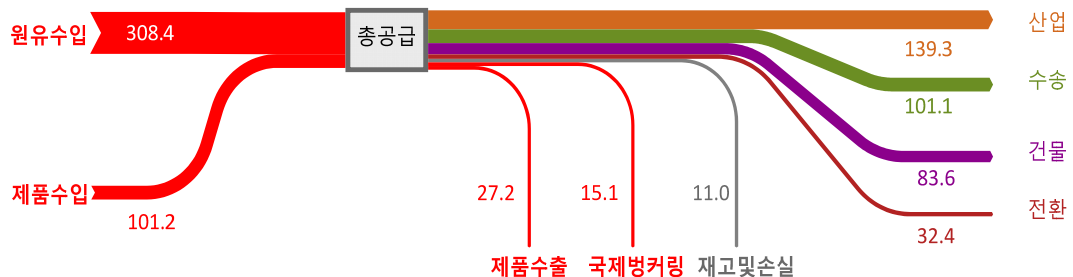
- 원유 수입의 중동 의존도는 중동 지역의 정세 불안에도 불구하고 1990년 74.3%에서 2014년 84.0%로 상승함
 - 1990년 국가별 원유 수입 비중은 오만이 20.7%, 아랍에미리트가 16.1%로 가장 높았지만, 2014년 현재는 사우디아라비아와 쿠웨이트가 각각 31.5%와 14.7%로 가장 큰 비중을 차지하였음
 - 안정적 물량 확보와 가격 경쟁력 측면에서 중동산 원유가 우위를 차지하고 있고, 이로 인해 국내 정유사의 정제 시설이 중동산 원유에 최적화되면서 우리나라 원유 수입의 중동 의존도는 상승함
 - 1990년경에는 인도네시아와 말레이시아를 비롯한 아시아 국가들로부터의 원유 수입이 전체 수입량의 20%에 달했지만, 이들 지역으로부터의 안정적인 물량 확보 어려움으로 수입 비중이 지속적으로 감소하여 2014년에는 9.6%까지 하락함

붙임자료 2.7 고도화 정제시설 현황

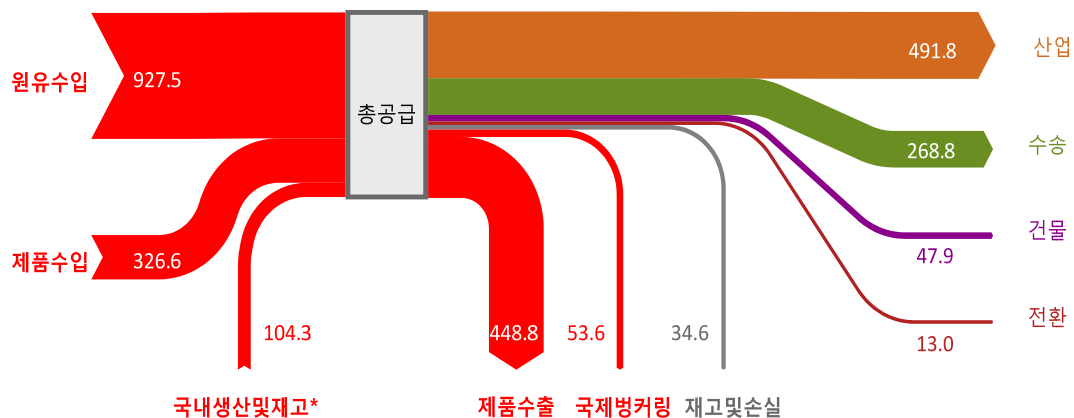
- 석유정제 공정은 단순 정제 공정과 고도화 정제 공정으로 구분되며, 단순 정제 공정은 원유를 가열해 석유제품을 분리 생산하는 공정으로 상압증류시설이 대표적이고 고도화 정제 공정은 다시 중질유 분해공정과 중질유 탈황공정으로 구분됨. 단순 정제 과정에서 생산된 제품은 고유황 벙커C유가 40~50% 가량 차지하는데, 고유황 벙커C유는 유황 성분이 많고 효율이 낮아 경제성이 떨어지기 때문에 고도화 정제 공정을 통해 휘발유, 등유, 경유, 저유황 벙커C유로 재생산 됨
- 중질유 분해공정은 수소를 첨가하여 중질유를 분해하는 수첨분해(HOU, Heavy Oil Upgrading)와 촉매와 중질유를 접촉시켜 제품을 생산하는 잔사유접촉개질시설(RFCC, Residue Fluidized Catalytic Cracking)로 구분되는데, 일반적으로 중질유 분해공정이 고도화 설비를 의미함
- 우리나라 정유 4사의 수첨분해시설은 2000년 247천 BPSD에서 2014년 737천 BPSD로 증가하였으며, 접촉개질시설은 2000년 181천 BPSD에서 2014년 245천 BPSD로 확대되었음
- 이로 인해 우리나라의 고도화 비율(=(중질유분해시설+개질시설)/상압증류시설)은 2000년 17.6%에서 2014년 33.3%로 증가하였음
- 2014년 1월말 현재 주요 국가별 고도화 비율은 미국 55.6%, 이탈리아 31.6%, 독일 29.3%, 일본 27.5%, 인도 19.2%, 중국 13.1%, 러시아 10.0% 수준임 (산업통상자원부 2015, Oil & Gas Journal 2014)

그림 2.52 1990년과 2014년 국내 석유 공급 현황 (백만 bbl)

1990년 (총수요 356.3백만 bbl)



2014년 (총수요 821.5백만 bbl)



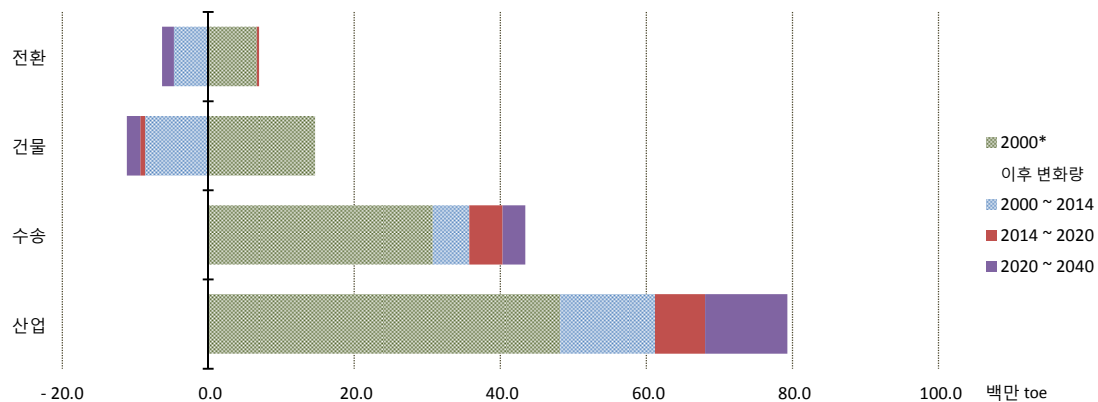
- 석유제품 수출은 1990년 27.2백만 bbl에서 연평균 12.4% 증가하여 2014년 448.8백만 bbl에 도달함
 - 1990년 수입된 원유와 석유제품 409.6백만 bbl에서 85.9%가 국내에 공급되고 6.6%가 수출되었지만, 석유제품 수출 비중이 늘어나면서 2014년에는 석유 공급 1,358.5백만 bbl에서 국내 소비는 60.5% 수준으로 하락하고 수출은 33.0%까지 증가함
 - 과거에는 중유가 수출의 44.5%를 넘을 정도로 저부가가치 제품의 수출이 많았지만, 정유사들의 시설 고도화 투자가 진행되면서 2014년에는 경유, 항공유, 휘발유가 각각 38.8%, 20.9%, 16.3%로 수출 물량의 대부분을 차지하고 있으며 중유는 2.9%로 수출 비중이 크게 하락하였음

부문 및 제품별 수요

□ 전망 기간 산업과 수송 부문의 석유제품 수요는 증가하지만, 건물과 전환 부문의 석유제품 수요는 감소

- 산업 부문 석유제품 수요는 2014년 61.2백만 toe에서 2040년 79백만 toe로 연평균 1.0% 증가하면서 최종소비 부문 중에서 가장 높은 증가율을 기록할 전망이다
 - 산업 부문 석유제품 수요는 석유화학 업종의 생산 증가로 인해 1990년 20.0백만 toe에서 세 배 이상 증가하여 2014년 61.2백만 toe 수준이 되었고, 전망 기간에는 18백만 toe 증가에 그치지만 석유제품 수요 증가의 80% 이상을 차지하면서 수요 증가를 견인할 것으로 전망됨
 - 석유화학 업종 원료로 사용되고 있는 산업 원료용 석유제품 수요는 석유화학 산업의 지속적인 성장으로 2014년 56.4백만 toe에서 2040년 71백만 toe로 증가하고, 2000년대 들어 감소 추세를 보인 산업 연료용 석유제품 수요는 저유가의 영향으로 2014년 4.8백만 toe에서 연평균 2.2% 증가하여 2040년 9백만 toe에 이를 것으로 전망됨
 - 석유제품 수요에서 산업 부문이 차지하는 비중은 2014년 58.3%에서 2040년 63%까지 증가할 것으로 예상됨

그림 2.53 기간별 부문별 석유제품 수요 변화



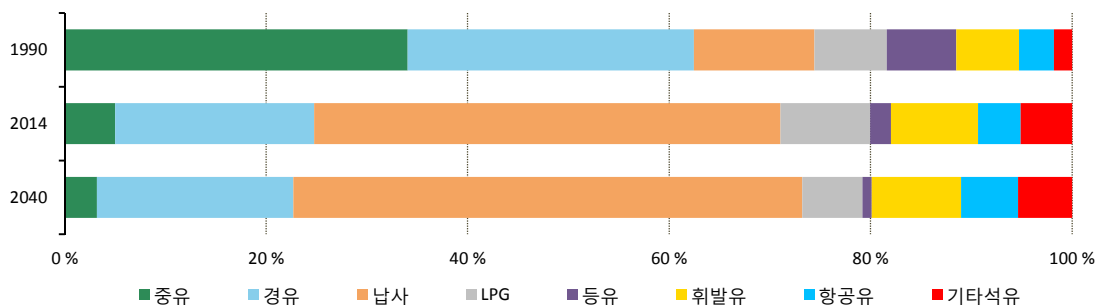
주: 2000년 부문별 소비량을 의미

- 수송 부문은 2014년 35.8백만 toe에서 연평균 0.7% 증가하여 2040년에 43백만 toe에 도달할 전망이다
 - 수송용 석유제품은 1990~1997년 사이 경제 성장에 따른 물동량 증가와 자동차 보급 확대로 연평균 11.7%로 증가하였지만, 외환위기 이후 2000~2014년에는 연평균 1.1%로 증가 속도가 하락하였음
 - 2014년 하반기 이후 저유가가 당분간 지속되면서 수송 부문 석유제품 수요 증가율은 2020년까지 연평균 2.0% 상승하지만, 이후 국제 유가의 지속적인 상승, 화물 물동량 증가 속도 둔화, 자동차 수요 증가 속도 둔화, 연비 개선 등으로 2020년부터 2040년 사이 연평균 석유제품 수요 증가율은 0.4%로 크게 둔화될 전망이다
- 건물 부문 수요는 2014년 6.0백만 toe에서 2040년 약 3백만 toe로 약 40% 이상 감소할 것으로 예상됨
 - 건물 부문은 1990~2014년 사이 고유가, 도시가스 및 지역난방 등 네트워크 에너지의 보급 확대 등으로 석유제품 소비가 연평균 2.5%로 감소하였으며, 전망 기간에도 타 에너지원으로서의 꾸준한 대체, 단열 및 보일러 효율 개선 등으로 감소할 것으로 전망됨

□ 석유제품별 변화를 보면 항공유가 가장 빠르게 증가하지만 납사의 증가 기여도가 가장 높을 것으로 예상

- 납사는 석유화학 업종 산출액의 지속적인 증가로 2014년 48.6백만 toe에서 연평균 1.1% 증가하면서 2040년에 64백만 toe에 이를 전망이다
 - 석유화학 설비 확장, 국제 석유화학 시장의 호황, 2008년 이후 석유화학 제품의 대중국 수출 증가로 납사 수요는 1990~2014년 연평균 9.1% 증가하였으며, 전망 기간에도 16백만 toe 증가하면서 석유제품 수요 증가를 견인할 전망이다
- 항공유는 해외 여행 및 방문객의 증가, 신규 취항 노선 확대 등으로 전망 기간 연평균 1.9% 증가하면서 석유제품 중 가장 빠르게 증가할 것으로 전망됨
 - 수송용 연료로 주로 사용되는 휘발유와 경유는 자동차 연비 향상, 주행거리 감소, 자동차 보급 증가 둔화 등으로 2014년과 2040년 사이 증가율이 1% 미만에 머물 것으로 예상되며, LPG의 경우 석유화학업종 원료 사용은 증가하지만 수송 및 건물용 수요가 감소하면서 석유제품 중 수요 감소가 가장 클 것으로 전망됨

그림 2.54 석유제품별 수요 비중



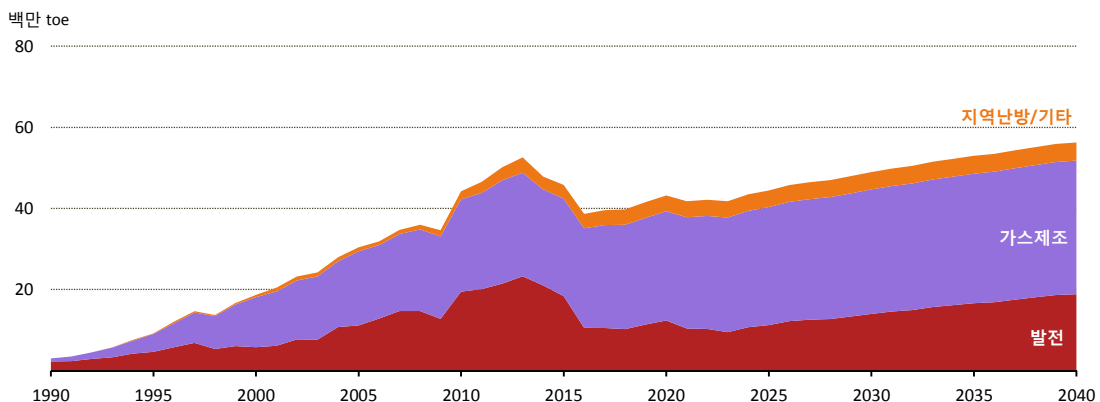
10. 가스

가스 개요

□ 천연가스 소비는 1990년에서 2013년까지 연평균 13.2%로 급증했으나 2014년에 큰 폭의 감소를 기록

- 천연가스는 1986년 우리나라에 최초로 도입된 이래 급속히 증가하여 2014년에는 총에너지 소비의 16.9%를 차지하는 주력 에너지원으로 성장함
 - 천연가스 소비는 1997년에 1천만 톤을 초과한 데 이어 불과 7년 후인 2004년에는 2천만 톤을 넘어섰으며 지난 2013년에는 4천만 톤을 돌파하였음
 - 특히 2000년대 들어 네트워크 에너지의 빠른 증가를 견인하며 경제 성장에 따른 에너지 수요의 급증세를 뒷받침 했음
 - 2000~2014년 기간 동안 석탄과 석유 소비 및 원자력 발전량이 연평균 5.0%, 0.7%, 1.4% 증가에 그친 데 반해 가스 소비는 동기간 연평균 6.8%로 빠르게 증가함
- 그러나 천연가스 소비는 2013년 40.3백만 톤으로 역대 최고의 소비량을 기록한 후 2014년에 9.0% 감소하였음
 - 2014년에는 석탄화력 발전 설비 확충 및 원자력 설비 재가동이 있었으며 전력 소비도 전년 대비 0.6% 증가에 그치면서 발전용 천연가스 소비가 전년 대비 9.7% 감소함
 - 최종소비 부문의 도시가스 소비도 유가 급락으로 산업 부문을 중심으로 석유제품이 경쟁을 확보하면서 에너지 대체가 활발하게 일어남에 따라 전년 대비 7.4% 감소하였음
 - 1998년의 외환위기와 2009년의 국제 금융위기 당시에도 천연가스 소비가 각각 전년 대비 6.5%, 3.7% 감소에 그쳐, 2014년 천연가스의 감소율은 국내 천연가스 도입 이후 가장 큰 감소율로 기록됨

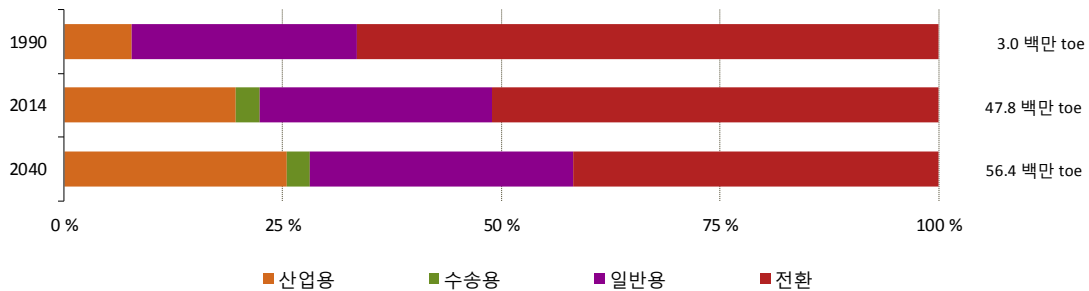
그림 2.55 용도별 가스 소비 추이 및 전망



□ **전망 기간 최종소비 부문의 가스 수요는 완만히 증가하지만 기저 설비 확대로 인해 발전용 수요는 감소**

- 천연가스 수요는 발전용 수요가 감소하고 최종소비 부문도 도시가스 보급이 포화 수준에 이르러 전망 기간 완만한 증가할 것으로 예상됨에 따라 2040년에는 2014년 대비 약 18% 증가에 그친 56백만 toe 수준이 될 것으로 전망됨

그림 2.56 용도별 가스 소비 비중 및 전망

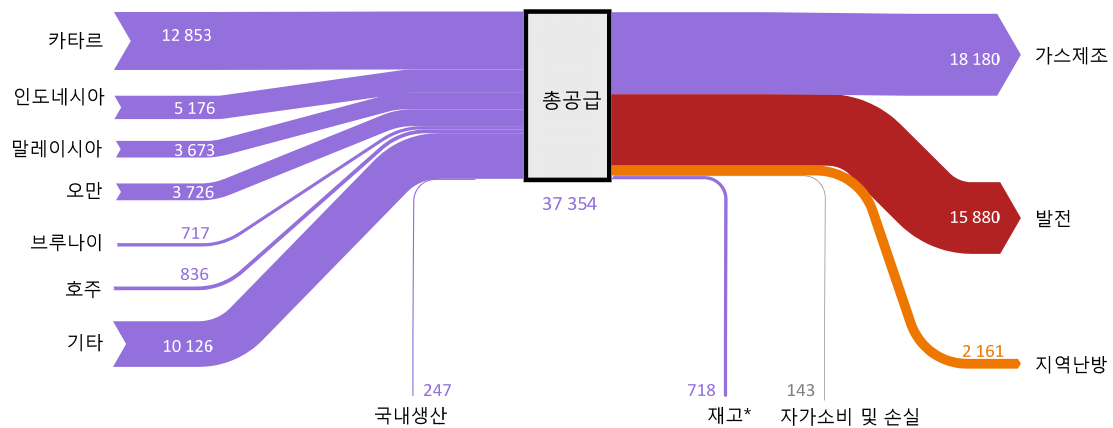


- 과거 가스 소비의 절반 이상을 발전 부문이 차지했으나 향후에는 도시가스 및 CNG 등 최종소비 부문의 비중이 발전 부문을 추월할 것으로 예상됨
 - 발전 부문은 1990년 전체 가스 소비의 66.5%를 차지했으나 도시가스 수요의 증가로 2014년에는 51.0% 수준까지 축소되었으며, 전망 기간에는 기저 발전 설비 확대에 따른 가스 발전량 감소로 더욱 하락하여 2040년 40% 수준에 근접할 것으로 예상됨
 - 반면 최종소비 부문의 가스 소비는 1990년 가스 소비의 33.5%에 불과했으나 2014년 49.0%까지 증가하였으며, 전망 기간에도 9백만 toe 이상 증가함에 따라 가스 수요에서의 비중이 2040년 60%에 가깝게 상승할 전망이다

가스 공급 현황

□ **국내 천연가스 수입은 매년 빠르게 증가하여 2014년 37.1백만 톤을 기록**

- 우리나라의 천연가스 수입은 1986년 10월 인도네시아로부터 평택인수기지를 통해 초도 물량이 들어온 이래 국내 가스 수요의 급증에 힘입어 빠르게 증가하였으며, 현재 LNG 수입 규모는 일본에 이어 세계에서 두 번째의 위치를 차지하고 있음
 - 2014년 세계 LNG 교역량은 239.2백만 톤이며, 세계 1위 수입국인 일본은 89.2백만 톤을 수입하여 세계 소비의 37.3%를 차지하였고 수입 2위국인 우리나라는 16.6%, 3위 중국은 7.9%를 차지함 (The Economist Intelligence Unit 2016)

그림 2.57 2014년 천연가스 수입 및 공급 흐름 (천 톤)

주: 기타 국가는 러시아, 예멘, 적도기니, 트리니다드, 나이지리아, 알제리, 아랍에미리트 등

- 가스 소비 급증에 따른 물량 조달 및 공급 안정성 확보를 위해 해외 도입선도 꾸준히 다원화되어 최근에는 14개국으로부터 LNG를 수입하고 있음
 - 1990년대에는 인도네시아, 말레이시아, 브루나이 등이 우리나라의 주요 LNG 수입원이었으나 2000년대 들어 국내 가스 소비의 빠른 증가 및 도입선 다변화로 수입국의 수도 빠르게 증가하였으며, 최근에는 카타르산 수입량이 빠르게 증가하여 국내 가스 공급의 가장 큰 비중을 차지하고 있음
- 우리나라의 가스 도입 계약은 주로 20년 이상의 장기 계약에 의존해 왔으나 최근 들어 5년 이하의 중단기 계약 및 현물 계약의 비중이 확대되고 있는 경향임
 - 장기계약 물량이 가스 도입에서 차지하는 비중은 2000년 89.3%에서 2014년 68.5%로 하락함
- 국내 천연가스 생산기지는 1986년 평택 기지 준공 이후 4곳이 추가 건설되어 2015년 기준으로 총 5곳, 1천만 kl 저장 규모의 생산기지가 운영 중에 있음
 - 우리나라가 수입하는 천연가스는 전량 LNG 형태로, 각 생산기지에서 하역되어 재기화 과정을 거친 후 전국 배관망을 통해 송출되고 있음

표 2.5 국내 천연가스 생산기지 현황 (2015년 12월 기준)

	평택	인천	통영	삼척	광양(민간)	계
운전개시	1986 년 11월	1996 년 10월	2002 년 9월	2014 년 7월	2005 년 7월	
부지면적	45.2 만평	44.8 만평	40 만평	28.4 만평	16.8 만평	
저장탱크	10 만 kl X 10기	10 만 kl X 10기	14 만 kl X 13기	20 만 kl X 7기	10 만 kl X 2기	1,079 만 kl
	14 만 kl X 4기	14 만 kl X 2기	20 만 kl X 4기		16.5 만 kl X 2기	(71 기)
	20 만 kl X 9기	20 만 kl X 8기				

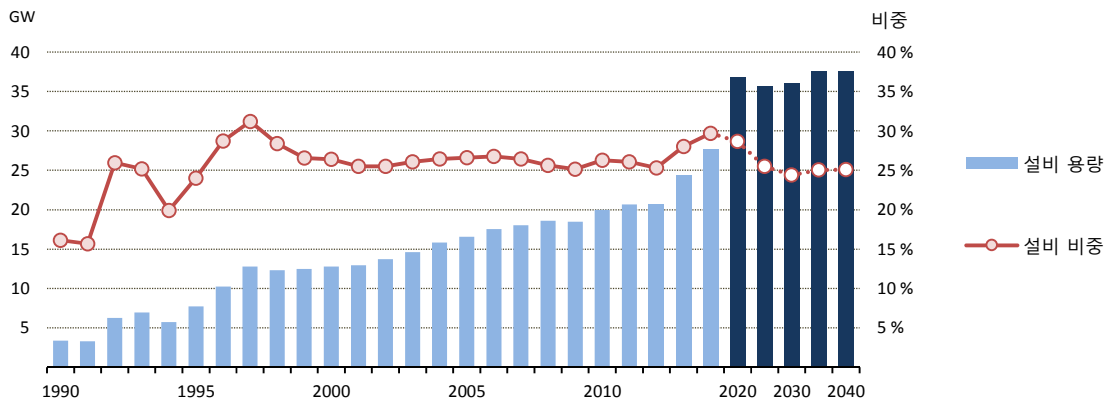
자료: 한국가스공사, 포스코

용도별 수요

□ 그 동안 국내 가스 소비 증가를 견인했던 발전용 수요는 기저 발전 설비의 확대와 전력 수요 증가의 둔화로 인해 감소세로 전환

- 1990년 3.4 GW에 불과했던 가스 복합화력 발전 설비가 빠르게 증가하는 전력 소비에 대응하여 2014년 27.7 GW 수준으로 약 7배 증가하면서 발전용 가스 수요도 급격히 증가하였음
 - 가스 복합화력 발전 설비가 총 발전 설비에서 차지하는 비중은 외환위기 이전 한때 30%를 넘어서기도 했으나 2000년대 이후 평균 25% 수준을 유지하고 있으며 대규모 설비 증설이 있었던 2014년 다시 29.7%까지 상승하였음
 - 하지만, 2014년에는 경기 침체에 따른 생산 활동 둔화와 냉난방 소비 감소로 전력 소비가 전년 대비 0.6% 증가에 그치고 영흥화력 5, 6호기를 포함하여 기저 발전 설비가 1.7 GW 증설됨에 따라 발전용 천연가스 소비는 전년 대비 9.7% 감소하였음

그림 2.58 가스 발전 설비 용량 및 설비 비중 전망



- 전망 기간 기저 발전 설비의 확충과 함께 전력 수요의 완만한 증가가 발전용 가스 수요 감소의 주요 원인으로 작용할 것으로 예상됨
 - 전망 기간 가스 발전 설비는 9.9 GW 증가하여 2040년 38 GW 수준에 이르지만, 기저 발전 설비는 35 GW가 증설되어 기저 발전 설비 비중이 2014년 50.4%에서 2040년 55% 수준에 근접할 것으로 예상됨
 - 전력 수요는 1990년~2014년 연평균 7.0% 증가 대비 전망 기간에는 연평균 1.5%로 증가 속도가 크게 둔화될 전망이다
- 이로 인해 발전용 천연가스 수요는 연평균 0.4% 감소하여 2040년 20백만 toe로 이하로 낮아질 전망이다
 - 기간별로 살펴보면, 석탄화력 발전 설비 도입이 집중된 2020년대 초반까지는 천연가스 수요가 2014년 대비 절반 이하로 감소하지만, 이후 전력 수요는 꾸준히 증가함에도 불구하고 원자력을 제외한

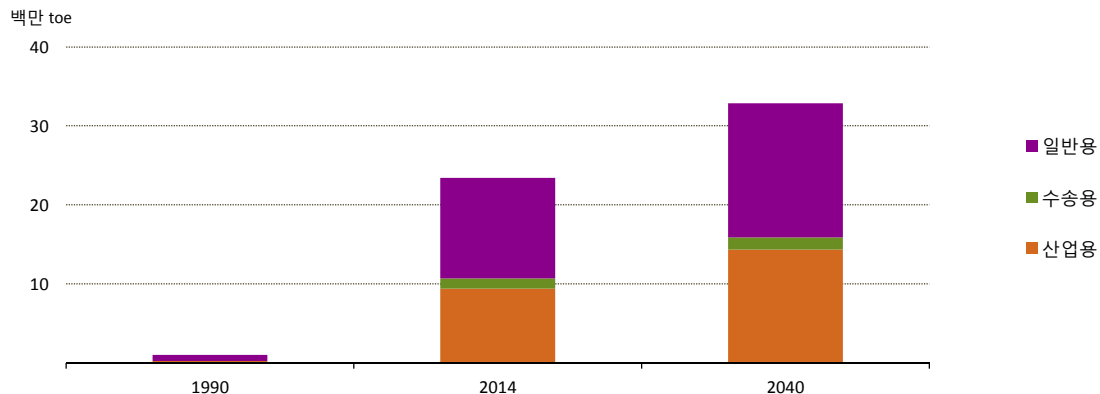
추가적인 대규모 발전 설비 도입이 없어 가스 복합화력 발전 설비의 가동률이 점차 상승하고 발전용 천연가스 수요가 다시 증가 추세로 전환될 전망이다

- 2040년 발전용 천연가스 수요는 최고 수준을 기록했던 2013년 대비 약 80% 수준으로 2000년과 비슷한 규모임

□ 도시가스 수요는 보급 포화 수준에 도달하면서 과거의 급증세가 크게 둔화되고 연평균 1.3%의 완만한 증가세를 유지할 전망

- 우리나라의 도시가스 소비는 1990년 당시 최종에너지 소비에서 차지하는 비중이 1.3%에 불과하였으나 2014년까지 연평균 14.0% 증가하여 2014년에는 최종에너지 소비의 10.9% 까지 증가하였음
 - 1990년대에는 수도권 및 주요 대도시를 중심으로 난방 및 취사용 도시가스가 활발히 보급되며 가정 부문 소비가 빠르게 증가했음
 - 2000년대 들어 주택용 도시가스 보급이 성숙기에 들어서며 가정용 수요의 급증세는 다소 둔화되었으나, 고유가 지속과 환경에 대한 관심 고조 등으로 가스에 대한 선호가 커지며 산업용과 일반용 수요가 빠르게 증가했음
 - 그러나 2014년에는 유례없는 국제 유가 폭락으로 산업 부문 가스 소비가 급감하였고 예년보다 온화한 기후까지 겹치며 최종에너지 기준 도시가스 소비는 전년 대비 7.7% 감소함
- 향후 최종소비 부문의 도시가스 수요는 이전의 급증세가 둔화되어 연평균 1.3%로 완만히 증가해 2040년에 33백만 toe 수준에 근접할 전망이다
 - 최근 저유가와 경기 둔화가 지속됨에 따라 도시가스 수요가 석유 수요로 다시 전환되는 역전환 현상이 나타나고 있으나(글상자 2.8 참조), 중장기적으로 국제 유가가 균형 수준을 회복하고 경제의 꾸준한 성장으로 에너지 수요 자체가 증가하면서 도시가스 수요도 완만히 증가할 전망이다

그림 2.59 용도별 도시가스 수요 전망

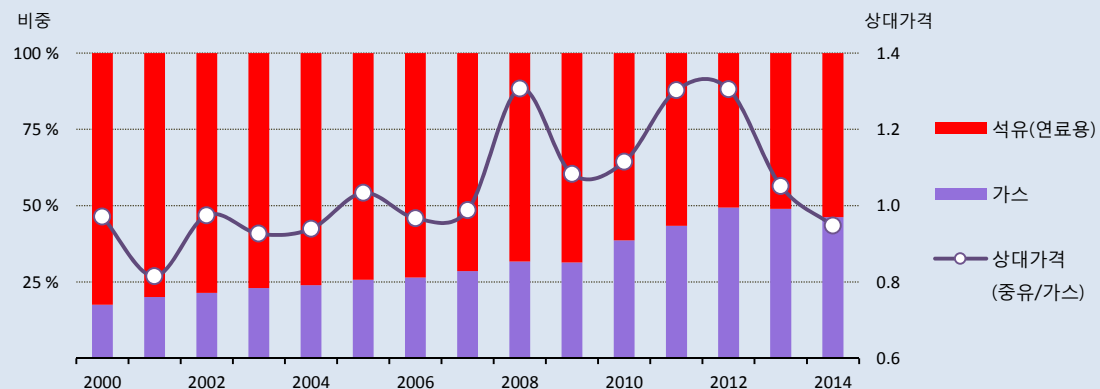


주: 전환 투입을 제외한 최종에너지 소비 기준

글상자 2.8 최근 가스 소비 변동 요인

- 2014년 후반부터 급락하기 시작한 국제 유가로 인해 가스 소비가 많은 영향을 받고 있는데, 도시가스의 경우 석유 제품 가격이 절반 가까이 하락하면서 가격 경쟁력을 상실하고 있고 발전용 천연가스의 경우도 중유 발전과 급전 순위를 다룰 정도로 유가 하락의 영향을 받고 있음
- 고유가가 지속되던 2000년대 산업체에서는 공정에 필요한 열원을 석유에서 가격 안정성이 높고 온실가스 배출량도 적은 도시가스로 꾸준히 대체해 왔음. 특히 2010년 이후 석유정제업을 중심으로 도시가스를 연료용뿐만 아니라 원료용으로도 사용하기 시작하며 2010년~2013년 사이 연평균 9.5%의 높은 증가세를 기록하였음. 그러나 2013년 하반기, 국내 물가 안정을 목적으로 유예되었던 가스의 원료비연동제가 재개되며 가스 가격이 상승하게 되자 산업 부문 열원에서의 가스 점유율 상승세가 정체되었으며, 유가가 하락한 이후에는 가스 대신 중유나 LPG 등 석유제품으로 소비가 회귀하는 경우가 발생하기 시작함
- 특히, 최근 경기 둔화와 평년보다 온화한 기온이 지속되면서 에너지 소비 자체가 정체되고 석유로의 연료 대체까지 발생하면서 산업용 도시가스 소비가 급감하고 있는 상황임. 그 동안 대형 산업체를 중심으로 에너지 가격의 불안정성에 대비한 듀얼보일러(Dual-boiler) 채택이 증가하면서 에너지 상대가격 변화에 따른 산업체의 에너지원 간 선택이 유연해졌기 때문임

그림 2.60 산업 연료용 석유 및 가스의 비중과 상대가격 추이



- 납사를 제외한 산업용 석유 소비와 산업용 가스 소비의 비중과 상대가격의 추이를 살펴 보면, 2000년 이후 가스 가격 대비 중유 가격이 점차 상승하는 동안 가스의 비중도 점차 높아졌음. 최근 들어 듀얼보일러 보급이 더욱 확산되면서 상대가격 변화에 대해 연료 비중이 더욱 민감하게 반응하는데, 2013년 이후 석유의 상대가격이 하락하면서 가스의 소비 비중은 정체 혹은 감소하기 시작함
- 저유가의 수준이 더 낮고 더 오래 유지되는 저유가 시나리오의 경우 에너지 가격 하향 안정화에 따른 에너지 수요 증가와 경제성장률 둔화에 따른 에너지 수요 감소 효과가 상쇄되며 에너지 수요가 기준 시나리오와 큰 차이가 나지 않지만, 에너지 상대가격의 차이에 따른 부문별, 에너지원별 구조 변화는 비교적 두드러지게 나타날 전망이다
- 기준 시나리오의 경우 국제 유가가 배럴당 100달러에 근접하게 되는 2030년경 산업 연료에서 가스가 차지하는 비중이 저유가 이전 수준인 50% 수준을 회복하지만, 저유가 시나리오에서는 2020년 이후 가스 비중이 빠르게 회복함에도 불구하고 저유가 이전의 가스 비중 수준은 2040년이 되어야 도달하는 것으로 분석됨

부문별 수요

□ 도시가스 수요는 산업 부문의 증가 기여도가 가장 크며 증가 속도는 서비스 부문에서 두드러질 전망

- 산업용 도시가스 수요는 전망 기간 동안 약 5백만 toe 증가하여 2040년에는 2014년보다 50% 이상 높은 수준이 될 전망이다
 - 2020년까지는 유가가 낮은 수준을 유지하면서 에너지 가격에 민감한 산업용 수요가 타 부문보다 비교적 완만히 증가할 것으로 예상되어 산업 부문이 최종에너지 기준 도시가스 수요에서 차지하는 비중이 2014년 40.2%에서 39% 수준으로 소폭 하락할 전망이지만, 유가 회복 수준이 높은 2020년대 중반 이후에는 다른 부문보다 산업 부문의 도시가스 수요가 빠르게 증가하여 2040년경 비중이 44% 가까이 상승할 것으로 예상됨
 - 전망 기간 전체로 볼 때 산업용 수요는 전체 도시가스 수요 증가의 50% 이상을 차지하며 도시가스 수요 증가를 견인할 것임
- 보급률이 포화 시점에 근접한 가정 부문은 전망 기간 도시가스 수요가 정체되지만 일반용은 서비스업 성장과 더불어 빠르게 증가할 전망이다
 - 가정용 도시가스 수요는 보급률이 포화 시점에 이르고 가구수 증가도 정체되면서 전망 기간 약 2백만 toe 증가하는 데 그칠 것으로 예상되며, 도시가스 수요에서 가정 부문이 차지하는 비중은 2014년 39.0%에서 2040년 33% 수준으로 하락할 전망이다
 - 그러나 일반용 수요는 서비스업의 산출액이 빠르게 증가하고 산업 구조가 서비스업을 중심으로 고도화 됨에 따라 연평균 2.1% 증가해 2040년까지 약 70% 가량 증가할 것으로 예상됨
 - 수송용 수요는 각 지자체의 CNG 버스 보급 사업이 완료 단계에 도달하였고 경유 차량과의 경쟁이 심해지면서 최근의 소비 수준을 유지할 것으로 전망됨

표 2.6 **부문별 도시가스 소비 추이 및 전망 (백만 toe)**

	1990	2014	2020	2030	2040	1990 2014	2014 2040
산업	0.2	9.4	10.4	12.5	14.4	16.6%	1.6%
가정	0.5	9.1	10.1	10.7	10.9	13.3%	0.7%
서비스	0.3	3.6	4.8	5.8	6.1	10.5%	2.1%
수송	-	1.3	1.5	1.6	1.5	-	0.6%
도시가스 계	1.0	23.4	26.8	30.5	32.8	14.0%	1.3%

주: 전환 투입을 제외한 최종에너지 소비 기준

11. 에너지 부문 온실가스 배출

□ 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출량은 석탄 수요의 꾸준한 증가로 인해 2014년부터 2040년까지 연평균 0.8% 증가

- 과거 경제의 고도 성장기에는 석탄을 중심으로 한 에너지 사용의 급증으로 온실가스 배출량이 폭발적으로 증가하였으나, 전망 기간 경제 구조가 에너지저소비형으로 전환되고 온실가스 감축을 위한 정책이 강화되면서 배출 증가 속도가 줄어든 것으로 예상됨
 - 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출량은 1990년 236.9백만 톤(tCO₂e)에서 2014년 603.1백만 톤으로 연평균 4.0% 증가한 것으로 추정됨¹⁹
 - IEA 계산에 따르면 1990년부터 2013년까지 우리나라의 에너지 부문 이산화탄소 배출량 증가는 147%로 OECD 회원국 가운데 2위를 차지하였음 (IEA 2015)
- 총에너지 수요는 2014년에서 2040년 사이 연평균 1.1% 증가하는데 반해 에너지 연소에서 발생하는 온실가스 배출은 2014년 603.1백만 톤에서 연평균 0.8% 증가하여 2040년 743백만 톤 수준에 그칠 것으로 전망됨
 - 2014년에서 2040년 사이 신재생과 원자력은 각각 연평균 2.4% 정도 증가하여 온실가스 배출이 에너지 수요 증가율보다 낮은 증가 속도를 보임
 - 하지만 2014~2020년까지는 석탄화력 발전 설비의 대규모 신증설이 예정되어 있어 온실가스 배출량이 연평균 1.5%로 빠르게 증가하고, 2020년대 이후에야 전력 수요 증가 속도의 둔화와 더불어 석탄화력 발전 설비의 신규 진입이 사라지면서 온실가스 배출 속도는 연평균 0.6% 수준으로 하락할 전망이다
 - 천연가스가 발전 부문 주요 저배출 에너지원으로서의 역할이 확대되어가는 세계적인 추세와 달리 우리나라에서는 전망 기간 전반기 천연가스의 역할이 오히려 축소되고, 2020년대 중반 이후에야 천연가스가 온실가스 감축 수단으로서의 역할을 담당할 것으로 보임

□ 국내총생산당 온실가스 배출은 에너지 효율 개선 노력과 에너지 구성의 변화로 2014년부터 2040년까지 연평균 1.6% 감소

- 국내총생산당 온실가스 배출량은 2014년 0.4 톤/백만원에서 연평균 1.6% 감소하여 2040년에는 0.3 톤/백만원 수준이 될 것으로 전망됨

¹⁹ 본 전망의 온실가스 배출량은 1996 IPCC 가이드라인의 기본 배출계수를 사용하여 추정하기 때문에 IPCC 기본 배출계수와 국가 고유 배출계수를 혼용하여 사용하는 국가 온실가스 인벤토리와 차이가 발생함. 이 외에도 몰입열, 산화열 등을 적용하는 방식에 약간의 차이가 있어서 온실가스 배출량이 국가 온실가스 인벤토리 통계와 일치하지 않음

- 서비스 중심의 경제 성장, 제조업 내에서 저배출 산업으로의 구조 변화, 고부가가치 제품 생산 등을 통하여 국내총생산당 온실가스 배출량은 꾸준히 개선될 것으로 예상됨
- 에너지당 온실가스 배출도 신기술 도입을 통한 에너지 효율 개선과 신재생 및 원자력 확대에 의해 연평균 0.3% 속도로 점차 감소하여 2014년 2.1 톤/toe에서 2040년 2.0 톤/toe 수준으로 하락함
- 하지만, 국내 거주 인구 1인당 온실가스 배출은 인구 정체 및 감소에 의해 2014년 12.0 톤에서 연평균 0.8% 증가하여 2040년에 14 톤 수준을 넘어설 것으로 전망됨
- 산업공정, 농업, 폐기물 등 모든 부문을 합한 총 배출량으로 계산하였을 때 1인당 배출량은 1990년 6.8 톤에서 2013년 13.8 톤으로 102.9% 증가하였음 (온실가스종합정보센터 2015)²⁰

부문별 배출

□ 전환 부문과 산업 부문이 전망 기간 온실가스 배출량 증가를 주도

- 2014년부터 2040년까지 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출량은 140백만 톤 가까이 증가하는데 전환 부문과 산업 부문이 각각 59백만 톤과 57백만 톤으로 83% 이상을 차지할 전망이다
- 산업 부문의 직접 배출량은 연평균 0.9% 증가하는데, 신재생, 전력 그리고 도시가스의 비중 확대에도 불구하고 철강 업종의 꾸준한 성장으로 인해 유연탄 수요가 증가하는 것이 온실가스 배출 증가의 원인으로 작용함
- 2020년 초반까지 석탄화력 발전 설비가 18 GW 이상 확대되는 것이 발전 부문의 온실가스 배출을 증가시키는 요인으로 작용하며, 산업 부문 전력 수요의 빠른 증가도 전환 부문의 온실가스 배출 증가에 기여함
- 수송 부문은 2014년 103.9백만 톤에서 2040년 약 127백만 톤으로 증가하여 전망 기간 배출 증가의 16% 가량을 차지하며, 서비스 부문의 배출량은 2014년 16.0백만 톤에서 2040년 약 20백만 톤 수준으로 증가할 전망이다
- 반면 가정 부문은 에너지 수요가 전망 기간 거의 정체하는데다 전력, 도시가스, 지역난방 등 네트워크 에너지의 비중 확대에 의해 2014년 31.2백만 톤에서 2040년 28백만 톤 이하로 유일하게 감소할 전망이다

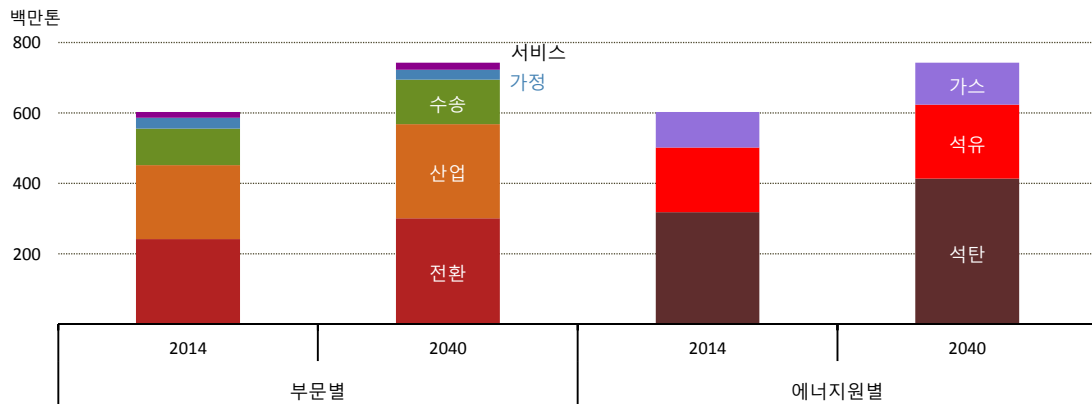
에너지원별 배출

□ 전망 기간 발전 부문의 석탄 수요가 온실가스 배출 증가를 주도

²⁰ IEA 밸런스를 적용할 경우 2013년 에너지 사용으로 인한 1인당 이산화탄소 배출량의 OECD 평균은 9.6톤, 세계 평균은 4.5톤인 반면 우리나라의 1인당 배출량은 11.4톤으로 OECD 국가 중 6위, 세계 17위를 기록하였음 (IEA 2015)

- 2014년부터 2040년까지 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출 증가 가운데 석탄이 약 68%로 가장 많은 비중을 차지하고, 석유가 약 19% 그리고 나머지 13% 정도를 가스가 차지할 전망이다
 - 석탄은 전망 기간 발전용과 제철용 수요가 모두 증가하면서 석탄의 온실가스 배출은 2014년 318.9백만 톤에서 2040년 414백만 톤으로 약 95백만 톤 증가할 것으로 예상됨
- 석유 수요는 전망 기간 연평균 0.7% 증가하지만 석유의 온실가스 배출은 2014년 183.6백만 톤에서 2040년 약 211백만 톤으로 연평균 0.5% 증가하여 에너지 사용보다는 느리게 증가함
 - 석유 수요 증가율과 석유의 온실가스 배출 증가율의 차이는 석유 수요 대부분을 차지하는 원료용 납사가 원인인데, 납사는 물입률 75%를 적용하여 25%만 배출하는 것으로 산정하기 때문에 (김성균 2014), 납사 수요가 석유 수요 증가를 주도하는 상황에서 석유의 온실가스 배출 증가는 석유 수요 증가보다 낮아지게 됨
- 전망 기간 가스 수요가 연평균 0.6% 증가함에 따라 가스 사용으로 인한 온실가스 배출도 2014년 100.6백만 톤에서 2040년 119백만 톤으로 연평균 0.6% 증가할 전망이다
 - 산업 부문 온실가스 배출에서 석유와 가스가 차지하는 비중은 석유의 경우 2014년 30.5%에서 2040년 28%, 가스의 경우 16.7%에서 16%로 감소하는 반면 석탄이 차지하는 비중은 2014년 52.9%에서 2040년 56%로 증가할 전망이다

그림 2.61 부문 및 에너지원별 온실가스 배출 (백만 tCO₂e)



부 록

1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 기준 시나리오

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
인구 (백만명)	47	50	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.1
가구 (백만가구)	15	18	20	21	22	22	23	-	-	1.7	0.8
국내총생산 (GDP, 조원)	821	1 427	1 726	1 991	2 242	2 475	2 700	-	-	4.0	2.5
주요 업종별 부가가치 (조원)											
농림어업, 광업	25	29	29	28	27	26	25	-	-	1.2	-0.7
제조업	253	473	566	642	716	783	844	-	-	4.6	2.3
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	59	93	105	113	122	130	139	-	-	3.4	1.5
- 조립금속	91	257	321	374	426	474	517	-	-	7.7	2.7
SOC	95	132	158	179	198	214	228	-	-	2.4	2.1
서비스업	464	764	938	1 099	1 251	1 394	1 535	-	-	3.6	2.7
국제유가 (Dubai, \$/bbl)	26	97	73	89	96	100	105	-	-	9.8	0.3
에너지 지표											
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	1	1	1	-	-	-3.5	-1.6
총에너지 수요 (백만 toe)	193	283	313	334	350	364	376	-	-	2.8	1.1
에너지원단위 (toe/백만원)	0.24	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	-	-	-1.2	-1.3
일인당에너지소비 (toe/인)	4.10	5.61	6.09	6.43	6.72	7.02	7.36	-	-	2.3	1.0
전력생산 (TWh)	266	522	584	642	691	732	767	-	-	4.9	1.5
일인당 전력생산 (MWh/인)	6	10	11	12	13	14	15	-	-	4.4	1.4
에너지부문 온실가스 지표											
총 온실가스 배출 (백만톤)	419	603	659	690	697	722	743	-	-	2.6	0.8
온실가스원단위 (톤/백만원)	0.51	0.42	0.38	0.35	0.31	0.29	0.28	-	-	-1.3	-1.6
일인당 배출 (톤/인)	8.91	11.96	12.80	13.27	13.36	13.91	14.54	-	-	2.1	0.8

주) 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

SOC 부가가치는 전기·수도·가스 및 건설업 부가가치의 합계

서비스업 부가가치는 하위 구성항목 부가가치의 합계

에너지 수요 종합 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
일차에너지	193	283	313	334	350	364	376	100	100	2.8	1.1
석탄	43	85	97	105	103	107	110	30	29	5.0	1.0
석유	100	105	116	119	122	125	127	37	34	0.3	0.7
가스	19	48	43	45	49	53	56	17	15	6.8	0.6
수력	1	2	2	2	2	2	2	1	0	1.2	0.0
원자력	27	33	41	49	57	58	60	12	16	1.4	2.4
신재생·기타	2	11	14	16	18	19	20	4	5	12.4	2.4
최종에너지	150	214	237	251	263	273	281	100	100	2.6	1.0
석탄	20	35	38	40	41	43	44	17	16	4.2	0.8
석유	94	103	114	118	122	125	126	48	45	0.7	0.8
도시가스	13	23	27	29	31	32	33	11	12	4.5	1.3
전력	21	41	46	51	55	58	61	19	22	5.1	1.5
열에너지	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2.4	1.3
신재생·기타	2	9	10	12	13	14	15	4	5	11.2	1.8
산업	84	136	150	160	170	178	185	64	66	3.5	1.2
수송	31	38	42	44	45	46	46	18	16	1.4	0.7
가정	21	20	21	21	21	21	21	9	8	-0.6	0.3
서비스	14	20	23	25	27	28	29	10	10	2.9	1.3

부문별·원별 최종에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
산업	84	136	150	160	170	178	185	100	100	3.5	1.2
석탄	19	35	37	39	41	42	43	25	23	4.3	0.9
석유	48	61	68	72	75	77	79	45	43	1.7	1.0
도시가스	3	9	10	11	12	13	14	7	8	7.7	1.6
전력	11	23	26	28	31	33	35	17	19	5.1	1.7
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	8	9	10	11	12	13	6	7	10.9	1.8
수송	31	38	42	44	45	46	46	100	100	1.4	0.7
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	36	40	42	43	43	43	95	95	1.1	0.7
도시가스	0	1	1	2	2	2	2	3	3	-	0.6
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	0.7
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	0	0	0	1	1	0	1	1	-	1.0
가정	21	20	21	21	21	21	21	100	100	-0.6	0.3
석탄	1	1	1	1	0	0	0	4	2	0.3	-3.2
석유	9	3	2	2	2	1	1	15	5	-7.6	-3.8
도시가스	7	9	10	10	11	11	11	46	51	1.6	0.7
전력	3	5	6	7	7	7	7	27	33	3.8	1.0
열에너지	1	1	2	2	2	2	2	7	9	2.1	1.3
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.2	-0.9
서비스 (상업, 공공, 기타)	14	20	23	25	27	28	29	100	100	2.9	1.3
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	6	3	3	3	3	3	2	15	8	-4.3	-0.9
도시가스	2	4	5	5	6	6	6	17	21	4.6	2.1
전력	6	13	14	16	17	18	19	62	65	5.7	1.5
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.7	0.7
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	1	4	5	16.2	2.0

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요 업종 산출액 (조원)											
석유/화학	142	238	287	325	365	405	444	-	-	3.8	2.4
비금속	21	39	44	50	56	61	68	-	-	4.7	2.1
1 차철강	70	126	139	146	152	157	161	-	-	4.2	1.0
금속, 기계, 전자, 정밀	228	732	928	1 102	1 276	1 438	1 590	-	-	8.7	3.0
운송장비	100	256	313	362	409	455	501	-	-	7.0	2.6
건설	149	182	211	237	257	273	288	-	-	1.4	1.8
주요 제품 생산량											
기초유분	16	26	29	31	33	34	35	-	-	3.6	1.0
조강	43	72	78	81	82	84	85	-	-	3.7	0.6
전로	25	47	54	57	59	60	61	-	-	4.8	1.0
전기로	18	24	25	24	24	23	23	-	-	2.0	-0.2
시멘트	51	47	47	46	45	45	44	-	-	-0.6	-0.3
클링커	46	45	45	44	43	42	42	-	-	-0.1	-0.3
에너지 수요	84	136	150	160	170	178	185	100	100	3.5	1.2
석탄	19	35	37	39	41	42	43	25	23	4.3	0.9
석유	48	61	68	72	75	77	79	45	43	1.7	1.0
도시가스	3	9	10	11	12	13	14	7	8	7.7	1.6
전력	11	23	26	28	31	33	35	17	19	5.1	1.7
열에너지	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신재생·기타	2	8	9	10	11	12	13	6	7	10.9	1.8
주요 업종 에너지 수요											
제조업	78	131	145	155	164	173	180	96	97	3.8	1.2
석유/화학	36	62	70	75	79	82	85	46	46	4.0	1.2
비금속	6	5	5	5	5	5	5	4	3	-0.8	-0.1
1 차철강	17	34	37	39	41	42	43	25	23	5.2	0.8
조립금속	7	13	15	16	19	21	23	10	13	5.1	2.1
주요 업종 에너지원단위											
석유/화학	0.25	0.26	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	-	-	0.3	-1.2
비금속	0.27	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	-	-	-5.2	-2.2
1 차철강	0.24	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	-	-	0.9	-0.1
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.9	-0.8

주) 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

비제조업 부가가치는 농림어업, 광업, 건설업 부가가치의 합계

기초유분 생산량은 에틸렌, 부타디엔, 프로필렌, 벤젠, 톨루엔, 크실렌의 합계

수송 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요지표											
비사업용 자동차 (백만대)	11	19	21	23	24	25	25	100	100	3.7	1.1
승용차	8	15	18	19	20	21	21	80	84	4.8	1.3
화물차	2	3	3	3	3	3	3	16	13	2.0	0.3
승합차	1	1	1	1	1	1	1	4	3	-3.5	-0.6
사업용 자동차 (백만대)	1	1	1	2	2	2	2	100	100	4.9	1.9
승용차	0	1	1	1	1	1	1	57	62	6.6	2.3
화물차	0	0	0	0	1	1	1	33	31	3.2	1.7
승합차	0	0	0	0	0	0	0	10	7	3.3	0.6
해운											
에너지 수요	31	38	42	44	45	46	46	100	100	1.4	0.7
휘발유	8	9	10	10	11	11	11	23	24	0.8	0.9
경유	13	17	20	21	21	21	21	44	46	1.6	0.9
중유	4	2	2	2	2	2	2	5	4	-4.7	-0.3
제트유	2	4	5	5	6	6	7	10	15	4.4	2.1
부탄	3	4	4	3	3	3	3	12	6	1.8	-1.7
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.3	0.2
도시가스	-	1	1	2	2	2	2	3	3	n.a	0.6
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	0.7
신재생·기타	-	0	0	0	1	1	0	1	1	n.a	1.0
수송 수단별 에너지수요											
도로	24	31	35	36	37	37	37	82	80	2.0	0.6
철도	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-3.7	-0.9
항공	2	4	5	5	6	6	7	11	15	4.4	2.1
해운	5	2	2	2	2	2	2	6	5	-4.9	-0.4

주) 비사업용 자동차는 자가용과 관용의 합계
 항공은 자국적 항공기의 국내 및 국제 수송의 합계

가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요지표											
인구 (백만명)	47	50	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.1
형태별 주택(백만호)	11	15	16	17	18	19	19	100	100	2.2	1.0
단독	4	4	4	4	4	4	3	25	18	-0.7	-0.2
아파트	5	9	10	11	12	12	12	61	65	3.9	1.3
공동주택	2	2	3	3	3	3	3	15	16	1.9	1.4
평균 주거 면적(m ²)	86	77	76	76	75	75	74	-	-	-0.7	-0.2
에너지 지표											
소득당 에너지수요(toe/천원)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-2.0	-0.5
면적당 에너지수요(toe/100m ²)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-2.0	-0.5
인구당 에너지수요(toe/명)	0.46	0.39	0.41	0.41	0.41	0.41	0.42	-	-	-1.1	0.2
인구당 전력수요(MWh/명)	0.79	1.24	1.39	1.46	1.51	1.55	1.59	-	-	3.3	1.0
에너지 수요	21	20	21	21	21	21	21	100	100	-0.6	0.3
석탄	1	1	1	1	0	0	0	4	2	0.3	-3.2
석유	9	3	2	2	2	1	1	15	5	-7.6	-3.8
도시가스	7	9	10	10	11	11	11	46	51	1.6	0.7
전력	3	5	6	7	7	7	7	27	33	3.8	1.0
지역난방	1	1	2	2	2	2	2	7	9	2.1	1.3
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.2	-0.9
용도별 에너지 수요											
난방/온수	18	13	14	13	13	13	13	68	59	-1.9	-0.3
취사	1	2	2	2	2	2	2	10	9	4.3	0.0
냉방	0	0	0	0	0	0	1	2	2	18.8	1.9
조명	0	1	1	1	1	1	1	4	4	4.0	0.3
기타 가전기기	2	3	4	5	5	5	5	17	26	2.7	2.0

주) 단독주택은 건물에 대한 소유권은 하나인 주택으로 다중주택이나 다가구주택은 여러 세대가 함께 거주하는 주택이지만 세대별로 소유권이 구분되지 않기 때문에 단독주택으로 분류. 공동주택은 집합 건물로써 세대별로 소유권 이전 등기가 가능한 주택.

소득은 가구당 소득을 의미

용도별 에너지수요는 기본 설비와 보조 기기의 에너지수요

서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요 지표											
서비스 산출액 (조원)*	677	1 262	1 561	1 850	2 121	2 381	2 645	-	-	4.5	2.9
상업용 건물 총면적(km ²)	467	704	752	800	847	883	908	-	-	3.0	1.0
에너지 수요	14	20	23	25	27	28	29	100	100	2.9	1.3
석유	6	3	3	3	3	3	2	15	8	-4.3	-0.9
도시가스	2	4	5	5	6	6	6	17	21	4.6	2.1
전력	6	13	14	16	17	18	19	62	65	5.7	1.5
지역난방	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.7	0.7
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	1	4	5	16.2	2.0
부문별 에너지 수요											
상업 서비스	11	16	18	20	21	22	23	77	78	2.6	1.4
공공 서비스	3	5	5	6	6	6	6	23	22	4.2	1.1

주) * 도소매, 숙박음식, 운수보관, 교육서비스, 공공행정 및 국방, 기타서비스의 합계

석유 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
국제 벙커링	7	8	10	11	12	12	13	-	-	1.6	1.8
총공급	100	105	116	119	122	125	127	100	100	0.6	0.7
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	0	-8.3	-4.3
최종소비	94	103	114	118	122	125	126	98	100	0.7	0.8
제품별 석유 수요											
휘발유	8	9	10	11	11	11	11	9	9	0.7	0.8
등유	10	2	2	2	1	1	1	2	1	-10.1	-2.3
경유	19	21	24	25	25	25	25	20	20	0.7	0.7
중유	20	5	6	4	4	4	4	5	3	-9.2	-1.0
제트유	3	4	5	6	6	7	7	4	6	4.1	1.9
프로판	5	3	3	3	3	3	3	3	2	-1.9	-0.4
부탄	4	6	5	5	5	4	4	6	3	2.6	-1.1
납사	29	49	54	58	60	63	64	46	51	3.7	1.1
기타 비에너지유	3	5	6	6	6	6	7	5	5	4.8	0.9
용도별 석유 수요											
산업	48	61	68	72	75	77	79	58	63	1.7	1.0
(연료)	16	8	8	8	9	9	9	7	7	-5.4	0.7
(원료)	32	54	60	63	66	69	70	51	55	3.8	1.0
수송	31	36	40	42	43	43	43	34	34	1.1	0.7
가정	9	3	2	2	2	1	1	3	1	-7.6	-3.8
서비스	6	3	3	3	3	3	2	3	2	-4.3	-0.9
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	0	-8.3	-4.3

석탄 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
총공급	43	85	97	105	103	107	110	100	100	2.6	1.0
전환부문	23	49	60	65	62	64	67	58	60	5.6	1.2
최종소비부문	20	35	38	40	41	43	44	42	40	4.2	0.8
제품별 석탄 수요											
국내탄	2	1	1	1	0	0	0	1	0	-6.4	-3.6
수입무연탄	1	5	3	4	4	4	4	6	4	10.3	-0.4
연료용 유연탄	27	53	64	69	66	69	72	62	65	4.9	1.2
원료용 유연탄	13	26	30	32	33	33	34	31	31	5.3	1.0
용도별 석탄 수요											
발전용	23	49	60	65	62	64	67	58	60	5.6	1.2
코크스 제조 및 고로용	13	26	30	32	33	33	34	31	31	5.3	1.0
킬른가열용	4	3	3	3	3	3	3	4	2	-1.0	-0.5
기타 산업용	3	5	4	5	5	6	7	6	6	4.6	0.8
연탄용	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0.3	-3.2

가스 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
총공급	19	48	43	45	49	53	56	100	100	3.0	0.6
전환 부문*	7	24	16	16	18	21	23	51	42	9.6	-0.1
최종소비 부문	13	23	27	29	31	32	33	49	58	4.5	1.3
제품별 소비											
천연가스	6	24	16	15	18	21	23	50	41	10.8	-0.1
도시가스	13	24	27	29	31	32	33	51	59	4.5	1.3
용도별 소비											
발전용	6	21	12	11	14	17	19	44	33	9.7	-0.4
지역난방	1	3	4	4	4	4	4	7	8	13.2	1.3
산업	3	9	10	11	12	13	14	20	25	7.7	1.6
수송	-	1	1	2	2	2	2	3	3	n.a	0.6
가정	7	9	10	10	11	11	11	19	19	1.6	0.7
서비스	2	4	5	5	6	6	6	7	11	4.6	2.1

* 자가소비 및 손실 포함

주) 천연가스 손실과 도시가스 손실 차로 인해 합계가 불일치할 수 있음

전력 공급 및 수요 - 기준 시나리오

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
발전설비 (GW)	48	93	128	140	148	150	150	100	100	3.3	1.8
석탄	14	26	38	44	44	44	44	28	29	4.6	2.0
석유	5	8	11	9	9	9	9	8	6	3.4	0.5
가스	13	28	37	36	36	38	38	30	25	5.7	1.2
원자력	14	21	27	32	38	38	38	22	26	3.0	2.4
수력	3	6	6	7	7	7	7	7	4	5.3	0.0
대체	-	4	9	13	14	15	15	5	10	n.a	4.9
총발전량(TWh)	266	522	584	642	691	732	767	100	100	2.9	1.5
석탄	99	204	247	273	259	269	277	39	36	5.3	1.2
석유	19	27	34	27	28	29	29	5	4	2.6	0.2
가스	28	112	71	63	82	100	116	22	15	10.3	0.1
원자력	109	156	195	231	268	277	287	30	37	2.6	2.4
수력	6	8	7	8	8	8	8	1	1	2.4	0.0
대체	-	14	29	39	45	47	50	3	6	n.a	5.1
상용자가	5	1	1	1	1	1	1	0	0	-14.1	1.1
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	64	108	120	131	139	146	153	100	100	2.4	1.4
석탄	23	49	60	65	62	64	67	46	43	5.6	1.2
석유	6	2	2	0	0	0	0	2	0	-8.6	-6.9
가스	6	21	12	11	14	17	19	19	12	9.7	-0.4
수력	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1.2	0.0
원자력	27	33	41	49	57	58	60	31	39	1.4	2.4
신재생·기타	-	1	3	4	5	5	5	1	4	n.a	5.1
전력 수요(TWh)	240	478	536	590	636	674	706	100	100	3.0	1.5
산업	132	265	299	329	358	383	405	55	57	5.1	1.7
수송	2	2	2	2	2	2	2	0	0	-0.1	0.7
가정	37	63	72	76	79	81	81	13	12	3.8	1.0
서비스	68	148	163	182	197	208	217	31	31	5.7	1.5

열에너지 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
열생산량	1	2	2	2	2	2	2	100	100	1.8	1.3
발전폐열	1	1	1	1	1	1	1	66	66	1.7	1.3
지역난방	0	1	1	1	1	1	1	34	34	3.0	1.3
지역난방용 에너지 수요	1	3	4	4	5	5	5	100	100	4.9	1.3
석유	0	0	0	0	0	0	0	5	5	-4.4	1.3
가스	1	3	4	4	4	4	4	95	95	13.2	1.3
지역난방 수요	1	2	2	2	2	2	2	100	100	1.9	1.3
가정	1	1	2	2	2	2	2	88	89	2.1	1.3
서비스	0	0	0	0	0	0	0	12	11	5.7	0.7

신재생/기타 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
부문별 신재생에너지 수요	2	11	14	16	18	19	20	87	90	6.4	2.4
발전	-	1	3	4	5	5	5	14	26	n.a	5.1
산업	2	8	9	10	11	12	13	74	64	10.9	1.8
수송	-	0	0	0	1	1	0	4	2	n.a	1.0
가정	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.2	-0.9
서비스	0	1	1	1	1	1	1	8	7	16.2	2.0

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 기준 시나리오

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요지표											
에너지당 배출(톤/toe)	2.58	2.54	2.57	2.57	2.54	2.53	2.53	-	-	-0.06	-0.02
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.51	0.42	0.38	0.35	0.31	0.29	0.28	-	-	-1.58	-1.64
인구당 배출(톤/인)	8.91	11.96	12.80	13.27	13.36	13.91	14.54	-	-	1.28	0.75
온실가스 배출	419	603	659	690	697	722	743	100	100	1.57	0.80
석탄	162	319	366	394	387	400	414	53	56	2.61	1.01
석유	216	184	202	202	207	210	210	30	28	-0.09	0.53
천연가스	40	101	91	94	103	112	119	17	16	2.98	0.64
부문별 온실가스 직접 배출											
산업	148	210	226	239	250	259	267	35	36	1.61	0.93
수송	87	104	117	122	125	127	127	17	17	1.07	0.77
가정	43	31	31	30	29	29	28	5	4	-1.17	-0.45
서비스	20	16	19	19	20	20	20	3	3	-0.02	0.84
발전/열생산	120	242	265	279	272	288	301	40	41	2.54	0.84

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 고성장 시나리오

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
인구 (백만명)	47	50	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.1
가구 (백만가구)	15	18	20	21	22	22	23	-	-	1.7	0.8
국내총생산 (GDP, 조원)	821	1 427	1 727	2 003	2 276	2 543	2 810	-	-	4.0	2.6
주요 업종별 부가가치 (조원)											
농림어업, 광업	25	29	29	28	28	27	26	-	-	1.2	-0.5
제조업	253	473	567	646	727	805	878	-	-	4.6	2.4
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	59	93	105	114	124	134	144	-	-	3.4	1.7
- 조립금속	91	257	321	376	433	487	538	-	-	7.7	2.9
SOC	95	132	158	180	201	219	238	-	-	2.4	2.3
서비스업	464	764	938	1 105	1 270	1 432	1 598	-	-	3.6	2.9
국제유가 (Dubai, \$/bbl)	26	97	73	89	96	100	105	-	-	9.8	0.3
에너지 지표											
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	1	1	1	-	-	-3.5	-1.5
총에너지 수요 (백만 toe)	193	283	313	336	354	371	387	-	-	2.8	1.2
에너지원단위 (toe/백만원)	0.24	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	-	-	-1.2	-1.4
일인당에너지소비 (toe/인)	4.10	5.61	6.09	6.46	6.79	7.16	7.57	-	-	2.3	1.2
전력생산 (TWh)	266	522	584	645	699	746	788	-	-	4.9	1.6
일인당 전력생산 (MWh/인)	6	10	11	12	13	14	15	-	-	4.4	1.5
에너지부문 온실가스 지표											
총 온실가스 배출 (백만톤)	419	603	659	693	705	736	765	-	-	2.6	0.9
온실가스원단위 (톤/백만원)	0.51	0.42	0.38	0.35	0.31	0.29	0.27	-	-	-1.3	-1.7
일인당 배출 (톤/인)	8.91	11.96	12.81	13.33	13.51	14.19	14.97	-	-	2.1	0.9

주) 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

SOC 부가가치는 전기·수도·가스 및 건설업 부가가치의 합계

서비스업 부가가치는 하위 구성항목 부가가치의 합계

에너지 수요 종합 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
일차에너지	193	283	313	336	354	371	387	100	100	2.8	1.2
석탄	43	85	97	105	104	108	112	30	29	5.0	1.1
석유	100	105	116	119	124	128	131	37	34	0.3	0.9
가스	19	48	43	45	50	55	60	17	16	6.8	0.9
수력	1	2	2	2	2	2	2	1	0	1.2	0.0
원자력	27	33	41	49	57	58	60	12	16	1.4	2.4
신재생·기타	2	11	14	16	18	19	21	4	5	12.4	2.6
최종에너지	150	214	237	252	267	279	290	100	100	2.6	1.2
석탄	20	35	38	40	42	44	46	17	16	4.2	1.0
석유	94	103	114	119	123	127	131	48	45	0.7	0.9
도시가스	13	23	27	29	31	32	34	11	12	4.5	1.4
전력	21	41	46	51	55	59	62	19	22	5.1	1.6
열에너지	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2.4	1.3
신재생·기타	2	9	10	12	13	14	16	4	5	11.2	2.0
산업	84	136	150	161	172	183	193	64	66	3.5	1.3
수송	31	38	43	44	46	46	47	18	16	1.4	0.8
가정	21	20	21	21	21	21	21	9	7	-0.6	0.3
서비스	14	20	23	25	27	29	30	10	10	2.9	1.5

부문별·원별 최종에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
산업	84	136	150	161	172	183	193	100	100	3.5	1.3
석탄	19	35	37	40	42	44	45	25	24	4.3	1.1
석유	48	61	68	72	76	80	83	45	43	1.7	1.2
도시가스	3	9	10	12	13	14	15	7	8	7.7	1.8
전력	11	23	26	28	31	34	36	17	19	5.1	1.8
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	8	9	10	11	12	14	6	7	10.9	2.0
수송	31	38	43	44	46	46	47	100	100	1.4	0.8
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	36	40	42	43	44	44	95	95	1.1	0.8
도시가스	0	1	1	2	2	2	2	3	3	-	0.6
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	0.7
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-	1.0
가정	21	20	21	21	21	21	21	100	100	-0.6	0.3
석탄	1	1	1	1	0	0	0	4	1	0.3	-3.3
석유	9	3	2	2	2	1	1	15	5	-7.6	-3.9
도시가스	7	9	10	10	11	11	11	46	51	1.6	0.7
전력	3	5	6	7	7	7	7	27	33	3.8	1.0
열에너지	1	1	2	2	2	2	2	7	9	2.1	1.4
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.2	-0.9
서비스 (상업, 공공, 기타)	14	20	23	25	27	29	30	100	100	2.9	1.5
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-100.0	-
석유	6	3	3	3	3	3	2	15	8	-4.3	-0.8
도시가스	2	4	5	5	6	6	6	17	21	4.6	2.2
전력	6	13	14	16	17	18	19	62	65	5.7	1.6
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.7	0.8
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	2	4	5	16.2	2.2

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요 업종 산출액 (조원)											
석유/화학	142	238	287	327	371	416	462	-	-	3.8	2.6
비금속	21	39	45	50	56	63	70	-	-	4.7	2.3
1 차철강	70	126	139	147	154	161	168	-	-	4.2	1.1
금속, 기계, 전자, 정밀	228	732	928	1 108	1 295	1 478	1 655	-	-	8.7	3.2
운송장비	100	256	313	364	416	468	521	-	-	7.0	2.8
건설	149	182	212	238	261	281	300	-	-	1.4	1.9
주요 제품 생산량											
기초유분	16	26	29	31	33	35	36	-	-	3.6	1.2
조강	43	72	78	81	84	86	88	-	-	3.7	0.8
전로	25	47	54	57	60	62	65	-	-	4.8	1.2
전기로	18	24	25	24	24	23	23	-	-	2.0	-0.1
시멘트	51	47	47	47	46	46	46	-	-	-0.6	-0.1
클링커	46	45	45	44	44	43	44	-	-	-0.1	-0.1
에너지 수요											
석탄	19	35	37	40	42	44	45	25	24	4.3	1.1
석유	48	61	68	72	76	80	83	45	43	1.7	1.2
도시가스	3	9	10	12	13	14	15	7	8	7.7	1.8
전력	11	23	26	28	31	34	36	17	19	5.1	1.8
열에너지	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	8	9	10	11	12	14	6	7	10.9	2.0
주요 업종 에너지 수요											
제조업	78	131	145	156	167	178	188	96	97	3.8	1.4
석유/화학	36	62	70	75	80	84	88	46	46	4.0	1.4
비금속	6	5	5	5	5	5	5	4	3	-0.8	0.1
1 차철강	17	34	37	40	41	43	45	25	23	5.2	1.0
조립금속	7	13	15	17	19	22	24	10	13	5.1	2.3
주요 업종 에너지원단위											
석유/화학	0.25	0.26	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	-	-	0.3	-1.2
비금속	0.27	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	-	-	-5.2	-2.1
1 차철강	0.24	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	-	-	0.9	-0.1
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.9	-0.8

주) 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

비제조업 부가가치는 농림어업, 광업, 건설업 부가가치의 합계

기초유분 생산량은 에틸렌, 부타디엔, 프로필렌, 벤젠, 톨루엔, 크실렌의 합계

수송 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요지표											
비사업용 자동차 (백만대)	11	19	21	23	24	25	25	100	100	3.7	1.1
승용차	8	15	18	19	20	21	21	80	84	4.8	1.3
화물차	2	3	3	3	3	3	3	16	13	2.0	0.3
승합차	1	1	1	1	1	1	1	4	3	-3.5	-0.6
사업용 자동차 (백만대)	1	1	1	2	2	2	2	100	100	4.9	2.0
승용차	0	1	1	1	1	1	1	57	61	6.6	2.3
화물차	0	0	0	0	1	1	1	33	31	3.2	1.8
승합차	0	0	0	0	0	0	0	10	7	3.3	0.6
해운											
에너지 수요	31	38	43	44	46	46	47	100	100	1.4	0.8
휘발유	8	9	10	10	11	11	11	23	24	0.8	0.9
경유	13	17	20	21	21	21	21	44	46	1.6	1.0
중유	4	2	2	2	2	2	2	5	4	-4.7	-0.1
제트유	2	4	5	5	6	7	7	10	16	4.4	2.4
부탄	3	4	4	3	3	3	3	12	6	1.8	-1.7
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.3	0.3
도시가스	-	1	1	2	2	2	2	3	3	n.a	0.6
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	0.7
신재생·기타	-	0	0	0	1	1	1	1	1	n.a	1.0
수송 수단별 에너지수요											
도로	24	31	35	36	37	37	37	82	79	2.0	0.7
철도	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-3.7	-0.8
항공	2	4	5	5	6	7	7	11	16	4.4	2.4
해운	5	2	2	2	2	2	2	6	5	-4.9	-0.2

주) 비사업용 자동차는 자가용과 관용의 합계

항공은 자국적 항공기의 국내 및 국제 수송의 합계

가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요지표											
인구 (백만명)	47	50	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.1
형태별 주택(백만호)	11	15	16	17	18	19	19	100	100	2.2	1.0
단독	4	4	4	4	4	4	3	25	18	-0.7	-0.2
아파트	5	9	10	11	12	12	13	61	66	3.9	1.3
공동주택	2	2	3	3	3	3	3	15	16	1.9	1.4
평균 주거 면적(m ²)	86	77	76	76	75	75	74	-	-	-0.7	-0.2
에너지 지표											
소득당 에너지수요(toe/천원)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-2.0	-0.5
면적당 에너지수요(toe/100m ²)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-2.0	-0.5
인구당 에너지수요(toe/명)	0.46	0.39	0.41	0.41	0.41	0.41	0.42	-	-	-1.1	0.2
인구당 전력수요(MWh/명)	0.79	1.24	1.39	1.46	1.51	1.56	1.60	-	-	3.3	1.0
에너지 수요											
	21	20	21	21	21	21	21	100	100	-0.6	0.3
석탄	1	1	1	1	0	0	0	4	1	0.3	-3.3
석유	9	3	2	2	2	1	1	15	5	-7.6	-3.9
도시가스	7	9	10	10	11	11	11	46	51	1.6	0.7
전력	3	5	6	7	7	7	7	27	33	3.8	1.0
지역난방	1	1	2	2	2	2	2	7	9	2.1	1.4
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.2	-0.9
용도별 에너지 수요											
난방/온수	18	13	14	13	13	13	13	68	59	-1.9	-0.3
취사	1	2	2	2	2	2	2	10	9	4.3	0.0
냉방	0	0	0	0	0	0	1	2	2	18.8	1.9
조명	0	1	1	1	1	1	1	4	4	4.0	0.3
기타 가전기기	2	3	4	5	5	5	6	17	26	2.7	2.0

주) 단독주택은 건물에 대한 소유권은 하나인 주택으로 다중주택이나 다가구주택은 여러 세대가 함께 거주하는 주택이지만 세대별로 소유권이 구분되지 않기 때문에 단독주택으로 분류. 공동주택은 집합 건물로써 세대별로 소유권 이전 등기가 가능한 주택.

소득은 가구당 소득을 의미

용도별 에너지수요는 기본 설비와 보조 기기의 에너지수요

서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요 지표											
서비스 산출액 (조원)*	677	1 262	1 561	1 861	2 154	2 446	2 753	-	-	4.5	3.0
상업용 건물 총면적(km ²)	467	704	752	804	858	902	936	-	-	3.0	1.1
에너지 수요	14	20	23	25	27	29	30	100	100	2.9	1.5
석유	6	3	3	3	3	3	2	15	8	-4.3	-0.8
도시가스	2	4	5	5	6	6	6	17	21	4.6	2.2
전력	6	13	14	16	17	18	19	62	65	5.7	1.6
지역난방	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.7	0.8
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	2	4	5	16.2	2.2
부문별 에너지 수요											
상업 서비스	11	16	18	20	21	22	23	77	78	2.6	1.5
공공 서비스	3	5	5	6	6	6	6	23	22	4.2	1.3

주) * 도소매, 숙박음식, 운수보관, 교육서비스, 공공행정 및 국방, 기타서비스의 합계

석유 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
국제 벙커링	7	8	10	11	12	13	14	-	-	1.7	2.0
총공급	100	105	116	119	124	128	131	100	100	0.7	0.9
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	0	-8.3	-4.3
최종소비	94	103	114	119	123	127	131	98	100	0.7	0.9
제품별 석유 수요											
휘발유	8	9	10	11	11	11	11	9	9	0.7	0.8
등유	10	2	2	2	1	1	1	2	1	-10.1	-2.2
경유	19	21	24	25	25	25	25	20	19	0.7	0.7
중유	20	5	6	4	4	4	4	5	3	-9.2	-0.9
제트유	3	4	5	6	7	7	8	4	6	4.1	2.1
프로판	5	3	3	3	3	3	3	3	3	-1.9	-0.2
부탄	4	6	5	5	5	5	4	6	3	2.6	-1.0
납사	29	49	54	58	61	64	67	46	51	3.7	1.2
기타 비에너지유	3	5	6	6	6	7	7	5	5	4.8	1.1
용도별 석유 수요											
산업	48	61	68	72	76	80	83	58	63	1.7	1.2
(연료)	16	8	8	8	9	9	9	7	7	-5.4	0.9
(원료)	32	54	60	64	67	70	73	51	56	3.8	1.2
수송	31	36	40	42	43	44	44	34	34	1.1	0.8
가정	9	3	2	2	2	1	1	3	1	-7.6	-3.9
서비스	6	3	3	3	3	3	2	3	2	-4.3	-0.8
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	0	-8.3	-4.3

석탄 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
총공급	43	85	97	105	104	108	112	100	100	2.7	1.1
전환부문	23	49	60	65	62	64	67	58	59	5.6	1.2
최종소비부문	20	35	38	40	42	44	46	42	41	4.2	1.0
제품별 석탄 수요											
국내탄	2	1	1	1	0	0	0	1	0	-6.4	-3.7
수입무연탄	1	5	3	4	4	4	5	6	4	10.3	-0.3
연료용 유연탄	27	53	64	69	66	69	72	62	64	4.9	1.2
원료용 유연탄	13	26	30	32	33	35	36	31	32	5.3	1.2
용도별 석탄 수요											
발전용	23	49	60	65	62	64	67	58	59	5.6	1.2
코크스 제조 및 고로용	13	26	30	32	33	35	36	31	32	5.3	1.2
킬른가열용	4	3	3	3	3	3	3	4	2	-1.0	-0.4
기타 산업용	3	5	4	5	6	6	7	6	6	4.6	1.0
연탄용	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0.3	-3.3

가스 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
총공급	19	48	43	45	50	55	60	100	100	3.1	0.9
전환 부문*	7	24	16	16	20	23	26	51	44	9.6	0.3
최종소비 부문	13	23	27	29	31	32	34	49	56	4.5	1.4
제품별 소비											
천연가스	6	24	16	15	19	23	26	50	43	10.8	0.3
도시가스	13	24	27	30	31	33	34	51	57	4.5	1.3
용도별 소비											
발전용	6	21	12	12	15	19	22	44	36	9.7	0.1
지역난방	1	3	4	4	4	4	4	7	7	13.2	1.3
산업	3	9	10	12	13	14	15	20	25	7.7	1.8
수송	-	1	1	2	2	2	2	3	3	n.a	0.6
가정	7	9	10	10	11	11	11	19	18	1.6	0.7
서비스	2	4	5	5	6	6	6	7	10	4.6	2.2

* 자가소비 및 손실 포함

주) 천연가스 손실과 도시가스 손실 차로 인해 합계가 불일치할 수 있음

전력 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
발전설비 (GW)	48	93	128	140	148	152	154	100	100	3.3	2.0
석탄	14	26	38	44	44	44	44	28	28	4.6	2.0
석유	5	8	11	9	9	9	9	8	6	3.4	0.5
가스	13	28	37	36	36	39	41	30	27	5.7	1.5
원자력	14	21	27	32	38	38	38	22	25	3.0	2.4
수력	3	6	6	7	7	7	7	7	4	5.3	0.0
대체	-	4	9	13	15	15	16	5	10	n.a	5.0
총발전량(TWh)	266	522	584	645	699	746	788	100	100	3.0	1.6
석탄	99	204	247	273	259	269	277	39	35	5.3	1.2
석유	19	27	34	27	29	29	29	5	4	2.6	0.3
가스	28	112	71	66	89	113	135	22	17	10.3	0.7
원자력	109	156	195	231	268	277	287	30	36	2.6	2.4
수력	6	8	7	8	8	8	8	1	1	2.4	0.0
대체	-	14	29	39	45	48	51	3	7	n.a	5.2
상용자가	5	1	1	1	1	1	1	0	0	-14.1	1.4
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	64	108	120	132	140	148	156	100	100	2.5	1.4
석탄	23	49	60	65	62	64	67	46	43	5.6	1.2
석유	6	2	2	0	0	0	0	2	0	-8.6	-6.9
가스	6	21	12	12	15	19	22	19	14	9.7	0.1
수력	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1.2	0.0
원자력	27	33	41	49	57	58	60	31	39	1.4	2.4
신재생·기타	-	1	3	4	5	5	6	1	4	n.a	5.2
전력 수요(TWh)	240	478	536	593	643	687	726	100	100	3.1	1.6
산업	132	265	299	331	363	392	419	55	58	5.1	1.8
수송	2	2	2	2	2	2	2	0	0	-0.1	0.7
가정	37	63	72	76	79	81	82	13	11	3.8	1.0
서비스	68	148	163	183	199	212	224	31	31	5.7	1.6

열에너지 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
열생산량	1	2	2	2	2	2	2	100	100	1.8	1.3
발전폐열	1	1	1	1	1	1	1	66	66	1.7	1.3
지역난방	0	1	1	1	1	1	1	34	34	3.0	1.3
지역난방용 에너지 수요	1	3	4	4	5	5	5	100	100	4.9	1.3
석유	0	0	0	0	0	0	0	5	5	-4.4	1.3
가스	1	3	4	4	4	4	4	95	95	13.2	1.3
지역난방 수요	1	2	2	2	2	2	2	100	100	1.9	1.3
가정	1	1	2	2	2	2	2	88	89	2.1	1.4
서비스	0	0	0	0	0	0	0	12	11	5.7	0.8

신재생/기타 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
부문별 신재생에너지 수요	2	11	14	16	18	19	21	87	90	6.5	2.6
발전	-	1	3	4	5	5	6	14	26	n.a	5.2
산업	2	8	9	10	11	12	14	74	64	10.9	2.0
수송	-	0	0	0	1	1	1	4	2	n.a	1.0
가정	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.2	-0.9
서비스	0	1	1	1	1	1	2	8	7	16.2	2.2

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요지표											
에너지당 배출(톤/toe)	2.58	2.54	2.57	2.57	2.53	2.52	2.52	-	-	-0.07	-0.03
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.51	0.42	0.38	0.35	0.31	0.29	0.27	-	-	-1.60	-1.68
인구당 배출(톤/인)	8.91	11.96	12.81	13.33	13.51	14.19	14.97	-	-	1.34	0.87
온실가스 배출	419	603	659	693	705	736	765	100	100	1.63	0.92
석탄	162	319	366	395	390	406	422	53	55	2.65	1.08
석유	216	184	202	203	209	214	217	30	28	-0.03	0.64
천연가스	40	101	91	95	106	117	126	17	17	3.11	0.88
부문별 온실가스 직접 배출											
산업	148	210	227	241	254	267	280	35	37	1.70	1.12
수송	87	104	118	123	126	128	129	17	17	1.11	0.84
가정	43	31	31	30	29	29	28	5	4	-1.18	-0.47
서비스	20	16	19	19	20	20	20	3	3	0.04	0.95
발전/열생산	120	242	265	280	275	292	308	40	40	2.58	0.92

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 저성장 시나리오

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
인구 (백만명)	47	50	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.1
가구 (백만가구)	15	18	20	21	22	22	23	-	-	1.7	0.8
국내총생산 (GDP, 조원)	821	1 427	1 672	1 873	2 068	2 246	2 415	-	-	4.0	2.0
주요 업종별 부가가치 (조원)											
농림어업, 광업	25	29	28	27	25	24	22	-	-	1.2	-1.1
제조업	253	473	548	604	660	711	755	-	-	4.6	1.8
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	59	93	101	107	112	118	124	-	-	3.4	1.1
- 조립금속	91	257	310	352	393	430	462	-	-	7.7	2.3
SOC	95	132	153	168	182	194	204	-	-	2.4	1.7
서비스업	464	764	908	1 034	1 153	1 264	1 373	-	-	3.6	2.3
국제유가 (Dubai, \$/bbl)	26	97	73	89	96	100	105	-	-	9.8	0.3
에너지 지표											
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	1	1	1	-	-	-3.5	-2.0
총에너지 수요 (백만 toe)	193	283	307	321	332	341	349	-	-	2.8	0.8
에너지원단위 (toe/백만원)	0.24	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	-	-	-1.2	-1.2
일인당에너지소비 (toe/인)	4.10	5.61	5.96	6.19	6.37	6.57	6.82	-	-	2.3	0.8
전력생산 (TWh)	266	522	570	615	654	685	710	-	-	4.9	1.2
일인당 전력생산 (MWh/인)	6	10	11	12	13	13	14	-	-	4.4	1.1
에너지부문 온실가스 지표											
총 온실가스 배출 (백만톤)	419	603	646	664	661	676	688	-	-	2.6	0.5
온실가스원단위 (톤/백만원)	0.51	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.29	-	-	-1.3	-1.5
일인당 배출 (톤/인)	8.91	11.96	12.56	12.78	12.67	13.03	13.47	-	-	2.1	0.5

주) 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

SOC 부가가치는 전기·수도·가스 및 건설업 부가가치의 합계

서비스업 부가가치는 하위 구성항목 부가가치의 합계

에너지 수요 종합 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
일차에너지	193	283	307	321	332	341	349	100	100	2.8	0.8
석탄	43	85	96	102	99	102	104	30	30	5.0	0.8
석유	100	105	114	114	116	117	117	37	34	0.3	0.4
가스	19	48	41	40	43	45	47	17	13	6.8	-0.1
수력	1	2	2	2	2	2	2	1	0	1.2	0.0
원자력	27	33	41	49	57	58	60	12	17	1.4	2.4
신재생·기타	2	11	13	15	16	17	18	4	5	12.4	2.0
최종에너지	150	214	231	240	247	253	257	100	100	2.6	0.7
석탄	20	35	37	37	37	38	38	17	15	4.2	0.3
석유	94	103	111	113	115	116	116	48	45	0.7	0.5
도시가스	13	23	26	28	29	30	31	11	12	4.5	1.1
전력	21	41	45	49	52	54	56	19	22	5.1	1.2
열에너지	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2.4	1.1
신재생·기타	2	9	10	11	12	13	13	4	5	11.2	1.3
산업	84	136	145	151	156	160	164	64	64	3.5	0.7
수송	31	38	42	44	45	45	45	18	17	1.4	0.7
가정	21	20	21	21	22	22	21	9	8	-0.6	0.3
서비스	14	20	23	24	25	26	27	10	10	2.9	1.0

부문별·원별 최종에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
산업	84	136	145	151	156	160	164	100	100	3.5	0.7
석탄	19	35	36	37	37	37	37	25	23	4.3	0.3
석유	48	61	66	67	69	70	71	45	43	1.7	0.5
도시가스	3	9	10	11	12	12	13	7	8	7.7	1.2
전력	11	23	25	27	29	30	32	17	19	5.1	1.3
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	8	9	9	10	11	11	6	7	10.9	1.4
수송	31	38	42	44	45	45	45	100	100	1.4	0.7
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	36	40	41	42	43	42	95	95	1.1	0.7
도시가스	0	1	1	2	2	2	2	3	3	-	0.6
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	0.6
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-	0.9
가정	21	20	21	21	22	22	21	100	100	-0.6	0.3
석탄	1	1	1	1	1	0	0	4	2	0.3	-2.4
석유	9	3	2	2	2	1	1	15	6	-7.6	-3.3
도시가스	7	9	10	10	11	11	11	46	51	1.6	0.7
전력	3	5	6	7	7	7	7	27	32	3.8	1.0
열에너지	1	1	2	2	2	2	2	7	9	2.1	1.2
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.2	-0.8
서비스 (상업, 공공, 기타)	14	20	23	24	25	26	27	100	100	2.9	1.0
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-100.0	-
석유	6	3	3	3	2	2	2	15	8	-4.3	-1.3
도시가스	2	4	5	5	5	6	6	17	21	4.6	1.8
전력	6	13	14	15	16	17	17	62	65	5.7	1.2
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.7	0.3
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	1	4	5	16.2	1.6

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요 업종 산출액 (조원)											
석유/화학	142	238	278	306	337	368	397	-	-	3.8	2.0
비금속	21	39	43	47	51	56	61	-	-	4.7	1.7
1 차철강	70	126	134	137	140	142	144	-	-	4.2	0.5
금속, 기계, 전자, 정밀	228	732	899	1 036	1 177	1 305	1 422	-	-	8.7	2.6
운송장비	100	256	303	340	378	413	448	-	-	7.0	2.2
건설	149	182	205	223	237	248	258	-	-	1.4	1.4
주요 제품 생산량											
기초유분	16	26	28	29	30	31	31	-	-	3.6	0.6
조강	43	72	76	76	76	76	76	-	-	3.7	0.2
전로	25	47	52	53	53	53	53	-	-	4.8	0.4
전기로	18	24	24	24	23	23	23	-	-	2.0	-0.2
시멘트	51	47	46	44	42	41	40	-	-	-0.6	-0.7
클링커	46	45	43	41	40	38	37	-	-	-0.1	-0.7
에너지 수요											
석탄	19	35	36	37	37	37	37	25	23	4.3	0.3
석유	48	61	66	67	69	70	71	45	43	1.7	0.5
도시가스	3	9	10	11	12	12	13	7	8	7.7	1.2
전력	11	23	25	27	29	30	32	17	19	5.1	1.3
열에너지	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	8	9	9	10	11	11	6	7	10.9	1.4
주요 업종 에너지 수요											
제조업	78	131	140	146	151	156	160	96	97	3.8	0.8
석유/화학	36	62	68	70	73	74	76	46	46	4.0	0.8
비금속	6	5	5	5	4	4	4	4	3	-0.8	-0.6
1 차철강	17	34	36	37	37	37	37	25	23	5.2	0.3
조립금속	7	13	14	15	17	19	21	10	13	5.1	1.7
주요 업종 에너지원단위											
석유/화학	0.25	0.26	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	-	-	0.3	-1.2
비금속	0.27	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	-	-	-5.2	-2.2
1 차철강	0.24	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	-	-	0.9	-0.2
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.9	-0.8

주) 연쇄가중법에 의해 추계된 실질 부가가치는 비가법적 특성에 의해 총량(또는 상위부문)과 그 구성항목의 합이 일치하지 않을 수 있음.

비제조업 부가가치는 농림어업, 광업, 건설업 부가가치의 합계

기초유분 생산량은 에틸렌, 부타디엔, 프로필렌, 벤젠, 톨루엔, 크실렌의 합계

수송 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요지표											
비사업용 자동차 (백만대)	11	19	21	23	24	25	25	100	100	3.7	1.1
승용차	8	15	18	19	20	21	21	80	84	4.8	1.3
화물차	2	3	3	3	3	3	3	16	13	2.0	0.3
승합차	1	1	1	1	1	1	1	4	3	-3.5	-0.6
사업용 자동차 (백만대)	1	1	1	2	2	2	2	100	100	4.9	1.9
승용차	0	1	1	1	1	1	1	57	63	6.6	2.3
화물차	0	0	0	0	1	1	1	33	30	3.2	1.5
승합차	0	0	0	0	0	0	0	10	7	3.3	0.4
해운											
에너지 수요	31	38	42	44	45	45	45	100	100	1.4	0.7
휘발유	8	9	10	10	11	11	11	23	25	0.8	0.8
경유	13	17	20	21	21	21	21	44	46	1.6	0.9
중유	4	2	2	2	2	2	2	5	4	-4.7	-0.6
제트유	2	4	5	5	6	6	6	10	14	4.4	1.8
부탄	3	4	4	3	3	3	3	12	6	1.8	-1.7
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.3	0.2
도시가스	-	1	1	2	2	2	2	3	3	n.a	0.6
전력	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	0.6
신재생·기타	-	0	0	0	0	0	0	1	1	n.a	0.9
수송 수단별 에너지수요											
도로	24	31	35	36	37	37	36	82	81	2.0	0.6
철도	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-3.7	-1.0
항공	2	4	5	5	6	6	6	11	14	4.4	1.8
해운	5	2	2	2	2	2	2	6	4	-4.9	-0.6

주) 비사업용 자동차는 자가용과 관용의 합계

항공은 자국적 항공기의 국내 및 국제 수송의 합계

가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요지표											
인구 (백만명)	47	50	51	52	52	52	51	-	-	0.5	0.1
형태별 주택(백만호)	11	15	16	17	18	19	19	100	100	2.2	1.0
단독	4	4	4	4	4	4	4	25	20	-0.7	0.1
아파트	5	9	10	11	11	12	12	61	64	3.9	1.2
공동주택	2	2	3	3	3	3	3	15	17	1.9	1.5
평균 주거 면적(m ²)	86	77	76	76	75	75	74	-	-	-0.7	-0.2
에너지 지표											
소득당 에너지수요(toe/천원)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-2.0	-0.5
면적당 에너지수요(toe/100m ²)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-2.0	-0.5
인구당 에너지수요(toe/명)	0.46	0.39	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	-	-	-1.1	0.3
인구당 전력수요(MWh/명)	0.79	1.24	1.39	1.46	1.51	1.55	1.59	-	-	3.3	0.9
에너지 수요	21	20	21	21	22	22	21	100	100	-0.6	0.3
석탄	1	1	1	1	1	0	0	4	2	0.3	-2.4
석유	9	3	2	2	2	1	1	15	6	-7.6	-3.3
도시가스	7	9	10	10	11	11	11	46	51	1.6	0.7
전력	3	5	6	7	7	7	7	27	32	3.8	1.0
지역난방	1	1	2	2	2	2	2	7	9	2.1	1.2
신재생·기타	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.2	-0.8
용도별 에너지 수요											
난방/온수	18	13	14	13	13	13	13	68	59	-1.9	-0.2
취사	1	2	2	2	2	2	2	10	9	4.3	0.1
냉방	0	0	0	0	0	0	1	2	2	18.8	1.8
조명	0	1	1	1	1	1	1	4	4	4.0	0.3
기타 가전기기	2	3	4	5	5	5	5	17	25	2.7	1.9

주) 단독주택은 건물에 대한 소유권은 하나인 주택으로 다중주택이나 다가구주택은 여러 세대가 함께 거주하는 주택이지만 세대별로 소유권이 구분되지 않기 때문에 단독주택으로 분류. 공동주택은 집합 건물로써 세대별로 소유권 이전 등기가 가능한 주택.

소득은 가구당 소득을 의미

용도별 에너지수요는 기본 설비와 보조 기기의 에너지수요

서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요 지표											
서비스 산출액 (조원)*	677	1 262	1 512	1 740	1 957	2 161	2 366	-	-	4.5	2.4
상업용 건물 총면적(km ²)	467	704	733	764	797	821	835	-	-	3.0	0.7
에너지 수요	14	20	23	24	25	26	27	100	100	2.9	1.0
석유	6	3	3	3	2	2	2	15	8	-4.3	-1.3
도시가스	2	4	5	5	5	6	6	17	21	4.6	1.8
전력	6	13	14	15	16	17	17	62	65	5.7	1.2
지역난방	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5.7	0.3
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	1	4	5	16.2	1.6
부문별 에너지 수요											
상업 서비스	11	16	18	19	20	20	21	77	79	2.6	1.1
공공 서비스	3	5	5	5	6	6	6	23	21	4.2	0.8

주) * 도소매, 숙박음식, 운수보관, 교육서비스, 공공행정 및 국방, 기타서비스의 합계

석유 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
국제 벙커링	7	8	9	10	11	12	12	-	-	1.4	1.5
총공급	100	105	114	114	116	117	117	100	100	0.4	0.4
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	1	-8.3	-4.4
최종소비	94	103	111	113	115	116	116	98	99	0.7	0.5
제품별 석유 수요											
휘발유	8	9	10	11	11	11	11	9	10	0.7	0.8
등유	10	2	2	2	1	1	1	2	1	-10.1	-2.3
경유	19	21	24	25	25	25	24	20	21	0.7	0.6
중유	20	5	6	4	4	4	4	5	3	-9.2	-1.4
제트유	3	4	5	6	6	6	7	4	6	4.1	1.5
프로판	5	3	3	3	3	3	3	3	2	-1.9	-0.8
부탄	4	6	5	5	4	4	4	6	4	2.6	-1.3
납사	29	49	53	54	56	57	57	46	49	3.7	0.6
기타 비에너지유	3	5	5	5	6	6	6	5	5	4.8	0.4
용도별 석유 수요											
산업	48	61	66	67	69	70	71	58	60	1.7	0.5
(연료)	16	8	8	8	8	8	8	7	7	-5.4	0.1
(원료)	32	54	58	59	61	62	63	51	54	3.8	0.6
수송	31	36	40	41	42	43	42	34	36	1.1	0.7
가정	9	3	2	2	2	1	1	3	1	-7.6	-3.3
서비스	6	3	3	3	2	2	2	3	2	-4.3	-1.3
전환	7	2	2	1	1	1	1	2	1	-8.3	-4.4

석탄 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
총공급	43	85	96	102	99	102	104	100	100	2.5	0.8
전환부문	23	49	60	65	62	64	67	58	64	5.6	1.2
최종소비부문	20	35	37	37	37	38	38	42	36	4.2	0.3
제품별 석탄 수요											
국내탄	2	1	1	1	0	0	0	1	0	-6.4	-2.8
수입무연탄	1	5	3	3	4	4	4	6	4	10.3	-0.8
연료용 유연탄	27	53	63	69	66	68	71	62	68	4.9	1.2
원료용 유연탄	13	26	29	29	29	29	29	31	28	5.3	0.4
용도별 석탄 수요											
발전용	23	49	60	65	62	64	67	58	64	5.6	1.2
코크스 제조 및 고로용	13	26	29	29	29	29	29	31	28	5.3	0.4
킬른가열용	4	3	3	3	3	2	2	4	2	-1.0	-0.9
기타 산업용	3	5	4	5	5	5	6	6	6	4.6	0.4
연탄용	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0.3	-2.4

가스 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
총공급	19	48	41	40	43	45	47	100	100	2.5	-0.1
전환 부문*	7	24	15	12	13	15	16	51	33	9.6	-1.7
최종소비 부문	13	23	26	28	29	30	31	49	66	4.5	1.1
제품별 소비											
천연가스	6	24	14	11	13	14	15	50	32	10.8	-1.7
도시가스	13	24	27	29	30	31	32	51	68	4.5	1.0
용도별 소비											
발전용	6	21	10	8	9	10	11	44	24	9.7	-2.4
지역난방	1	3	4	4	4	4	4	7	9	13.2	1.2
산업	3	9	10	11	12	12	13	20	28	7.7	1.2
수송	-	1	1	2	2	2	2	3	3	n.a	0.6
가정	7	9	10	10	11	11	11	19	23	1.6	0.7
서비스	2	4	5	5	5	6	6	7	12	4.6	1.8

* 자가소비 및 손실 포함

주) 천연가스 손실과 도시가스 손실 차로 인해 합계가 불일치할 수 있음

전력 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
발전설비 (GW)	48	93	128	139	147	147	147	100	100	3.2	1.8
석탄	14	26	38	44	44	44	44	28	30	4.6	2.0
석유	5	8	11	9	9	9	9	8	6	3.4	0.5
가스	13	28	37	36	36	36	36	30	24	5.7	1.0
원자력	14	21	27	32	38	38	38	22	26	3.0	2.4
수력	3	6	6	7	7	7	7	7	4	5.3	0.0
대체	-	4	9	12	14	14	14	5	10	n.a	4.5
총발전량(TWh)	266	522	570	615	654	685	710	100	100	2.7	1.2
석탄	99	204	247	273	259	269	277	39	39	5.3	1.2
석유	19	27	33	27	28	28	28	5	4	2.6	0.1
가스	28	112	58	38	48	57	64	22	9	10.3	-2.1
원자력	109	156	195	231	268	277	287	30	40	2.6	2.4
수력	6	8	7	8	8	8	8	1	1	2.4	0.0
대체	-	14	28	37	42	44	46	3	6	n.a	4.7
상용자가	5	1	1	1	1	1	1	0	0	-14.1	0.1
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	64	108	118	127	134	140	145	100	100	2.3	1.1
석탄	23	49	60	65	62	64	67	46	46	5.6	1.2
석유	6	2	2	0	0	0	0	2	0	-8.6	-7.0
가스	6	21	10	8	9	10	11	19	8	9.7	-2.4
수력	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1.2	0.0
원자력	27	33	41	49	57	58	60	31	42	1.4	2.4
신재생·기타	-	1	3	4	5	5	5	1	3	n.a	4.7
전력 수요(TWh)	240	478	523	564	600	629	653	100	100	2.8	1.2
산업	132	265	290	311	333	352	369	55	57	5.1	1.3
수송	2	2	2	2	2	2	2	0	0	-0.1	0.6
가정	37	63	72	76	79	80	81	13	12	3.8	1.0
서비스	68	148	159	175	186	194	201	31	31	5.7	1.2

열에너지 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
열생산량	1	2	2	2	2	2	2	100	100	1.7	1.2
발전폐열	1	1	1	1	1	1	1	66	66	1.7	1.2
지역난방	0	1	1	1	1	1	1	34	34	3.0	1.2
지역난방용 에너지 수요	1	3	4	4	4	4	5	100	100	4.8	1.2
석유	0	0	0	0	0	0	0	5	5	-4.4	1.2
가스	1	3	4	4	4	4	4	95	95	13.2	1.2
지역난방 수요	1	2	2	2	2	2	2	100	100	1.8	1.1
가정	1	1	2	2	2	2	2	88	90	2.1	1.2
서비스	0	0	0	0	0	0	0	12	10	5.7	0.3

신재생/기타 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
부문별 신재생에너지 수요	2	11	13	15	16	17	18	100	100	6.2	2.0
발전	-	1	3	4	5	5	5	14	27	n.a	4.7
산업	2	8	9	9	10	11	11	74	63	10.9	1.4
수송	-	0	0	0	0	0	0	4	3	n.a	0.9
가정	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.2	-0.8
서비스	0	1	1	1	1	1	1	8	7	16.2	1.6

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2014	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2014	2040	00-14	14-40
주요지표											
에너지당 배출(톤/toe)	2.58	2.54	2.58	2.59	2.56	2.56	2.57	-	-	- 0.02	0.04
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.51	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.29	-	-	- 1.49	- 1.50
인구당 배출(톤/인)	8.91	11.96	12.56	12.78	12.67	13.03	13.47	-	-	1.09	0.46
온실가스 배출	419	603	646	664	661	676	688	100	100	1.38	0.51
석탄	162	319	361	384	372	382	392	53	57	2.48	0.80
석유	216	184	199	196	199	199	198	30	29	- 0.23	0.29
천연가스	40	101	86	84	90	95	98	17	14	2.49	- 0.09
부문별 온실가스 직접 배출											
산업	148	210	219	223	227	230	233	35	34	1.27	0.41
수송	87	104	117	121	124	124	124	17	18	1.02	0.68
가정	43	31	31	31	30	29	29	5	4	- 1.11	- 0.34
서비스	20	16	18	18	19	18	18	3	3	- 0.22	0.51
발전/열생산	120	242	261	271	261	274	284	40	41	2.39	0.62

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

2. 에너지·온실가스 전망 방법론

□ 장기 에너지 및 온실가스 전망 시스템(KEEI-EGMS)은 4개의 최종소비 부문과 1개의 전환 부문 모듈로 구성된 상향식 전망 시스템

- KEEI-EGMS (Energy Greenhouse gas Modelling System)은 20년 이상의 장기에 걸친 국가 에너지 수급 및 에너지 부문 온실가스 배출을 전망함
 - KEEI-EGMS는 장기간에 걸친 국가 단위의 최종에너지 및 일차에너지의 수요와 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출을 전망하며, 에너지 관련 국가 정책 및 수단의 변화, 기술 변화, 경제 상황의 변화, 소비 행태의 변화 등이 에너지 수요 및 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석함
- KEEI-EGMS는 에너지 서비스의 동질성, 대체 가능성, 기술 및 정책적 유의미성 등에 따라 수송, 산업, 가정, 서비스 부문 등 네 개의 최종소비 부문 모듈과 전환 부문 모듈로 구성됨
 - 각 부문 모듈은 부문 특성에 맞는 하부 모듈 또는 연산 루틴으로 짜여져 있으며, 외부에서 작성된 경제성장률, 업종별 산출액, 인구 및 가구, 냉난방도일 등 전제를 사용하여 전망함
 - 수송 부문 모듈은 사업용 및 비사업용으로 등록된 모든 수송 수단의 에너지 수요를 전망하며, 군용 차량 및 항공기, 선박 등은 제외함
 - 산업 부문 모듈은 광업, 제조업, 건설업에서 제품 생산 활동을 위해 사용되는 에너지 수요를 전망하며, 기업 보유 업무용 빌딩의 에너지 수요는 에너지통계 분류상 상업 부문에 포함됨
 - 가정 부문 모듈은 단독 및 공동 주거 형태의 주택에서 생활을 유지하기 위해 소비하는 에너지를 전망함
 - 서비스 부문 모듈은 서비스업에 해당하는 업종 및 대형 건물 등에서 사용하는 에너지 수요와 공공 서비스를 제공하는 부문 그리고 농림업과 어업의 에너지 수요 전망을 담당함
 - 전환 부문 모듈은 전력 및 열 생산을 위한 투입 연료와 다른 에너지의 전환 흐름을 추적하고 이와 관련된 연료 사용을 전망함
- 에너지 전망은 에너지의 공급 및 소비 흐름의 역순을 따라 전망함
 - 최종소비 부문은 최종소비자들의 수단별, 용도별, 에너지원별 최종에너지 수요를 결정하며, 전환 부문은 최종소비 부문에서 전망된 석유제품, 석탄제품, 전력, 열에너지, 도시가스를 생산하는데 투입되는 연료 및 원료를 계산함
 - 일차에너지 수요는 최종에너지와 전환 손 투입, 자가소비, 유통손실의 합계로 계산하며, 일차에너지 공급, 즉 에너지의 국내 생산과 수출입은 공급 제약이 없는 것으로 가정하고 과거 실적과 일차에너지 수요에 의해 결정됨

□ 최종에너지 수요는 에너지서비스의 수요와 에너지 효율에 의해 결정되며, 전환 부문은 총 생산량, 설비 비중, 생산 효율에 따라 에너지원별 투입량을 결정

- 에너지서비스 수요를 충족시키기 위해 필요한 연료, 열, 전기의 양이 에너지 수요가 되며, 에너지원 간 대체성 및 가격경쟁력 등을 고려한 에너지 상대지수에 의해 최종에너지 수요를 결정함
 - 최종에너지 수요 = 에너지서비스 × 에너지원단위 × 에너지상대지수
 - 에너지원단위는 단위 에너지서비스 당 에너지 소비로 정의되는데, 에너지원단위의 변화는 장기 추세인 에너지 효율의 변화와 에너지 효율의 수렴 속도에 의해 추정됨
 - 에너지 효율은 재고조정모형과 확률변경분석 등 다양한 분석 방법을 결합한 효율추정모형을 이용하여 전망함
- 전환 투입 에너지는 각 설비별 생산량과 설비의 생산 효율에 의해 결정됨
 - 투입 에너지 = 총 생산량 × 설비 비중 × 생산 효율
 - 설비별 생산량은 최종소비 부문에서 요구하는 에너지 수요량을 충족시키기 위한 총 생산량과 설비 계획 등에 따른 설비 비중으로 결정됨
 - 설비 비중은 정부의 설비 계획에 따라 사전적으로 정해지기도 하고 최종에너지 수요량 및 기타 조건 등에 의해 전망 과정 중에 결정되기도 하는데, 발전 설비의 경우 특히 정부의 전력수급기본계획에 나오는 설비 계획을 반영함
 - 생산 효율은 설비의 가동률과 전환 효율을 포함한 개념으로 에너지 수요, 연료 가격, 기술 수준 등에 따라 변동함

□ 장기 에너지 전망은 기준 시나리오와 특정 시나리오로 구분

- 기준 시나리오는 과거에서 현재까지의 정책 및 기술, 생활 방식의 변화 추세가 전망 기간 중 지속된다는 가정을 바탕으로 전망 결과를 도출함
 - 즉, 현재의 정책이나 기술 수준이 유지되는 것뿐만 아니라 시행 확정된 정책 및 예상 가능한 기술 발전을 포함하여 현재까지의 정책 강화나 기술 발전이 미래에도 지속된다는 의미를 포함함
 - 특정 시나리오는 정책, 기술, 경제 등 에너지 수요 외적인 요인들의 변화가 에너지 수요에 미치는 영향에 대해서 특별한 시나리오를 설정하여 분석한 결과로, 대표적인 시나리오는 고성장 시나리오와 저성장 시나리오가 있음

3. 참고문헌

- Blanchard, Olivier. Macroeconomics. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- Chatterton, R. How ambitious are the post-2020 targets? Bloomberg New Energy Finance, 2015.9.15.
- Climate Action Tracker. "South Korea." 2015년 7월 2일. <http://climateactiontracker.org/countries/southkorea.html>.
- EIU. "World Commodity Forecast." 2015년 9월.
- IEA. "2015 CO2 Emissions from Fuel Combustion." Paris: IEA Publications, 2015.
- . "Global EV Outlook 2015." Paris: IEA Publications, 2015.
- . "Global EV Outlook, Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020." Paris: IEA Publications, 2013.
- . "Oil Market Report." Paris: IEA Publications, 2015.
- . "Oil Medium-Term Market Report." Paris: IEA Publications, 2016.
- . "World Energy Outlook 2015." Paris: IEA Publications, 2015.
- IMF. "World Economic Outlook." 2015.
- Modigliani, Franco. "The life cycle hypothesis of saving, the demand for wealth and the supply of capital." Social Research, 1966: 160--217.
- Oil & Gas Journal. "Databook." 2014.
- The Economist Intelligence Unit. "World commodity forecast: Liquefied natural gas." The Economist Intelligence Unit, 2016.
- 국회에산정책처. "2016년 및 중기 경제전망." 2015.09.
- 김성균. "산업에너지 부문 온실가스 인벤토리 작성 및 품질 개선." 에너지경제연구원, 2014.
- 김정수, 이주형. "가구특성에 따른 주택선택형태에 관한 연구." "국토계획", 2004년 2월.
- 김철현, 박광수. "국내 전력소비 패턴의 구조적 변화 및 변화요인 분석." 에너지경제연구원, 2015.
- 대한민국 국회. "신에너지 및 재생에너지 개발,이용,보급 촉진법." 대한민국 국회, 2013.
- 박영숙. "유엔미래보고서 2040." 2013.
- 산업연구원. "산업동향 브리프", 2015년 8월.
- 산업통상자원부. "2013-2014 산업통상자원백서." 산업통상자원부 기획재정담당관, 2015.
- . "에너지신산업." 2016. <http://www.energynewbiz.or.kr/main> (엑세스: 2016년 3월 2일).
- . "제12차 장기천연가스수급계획." 2015년 12월.
- . "제7차 전력수급계획." 산업통상자원부, 2015.
- 신석하, 황수경, 이준상, 김성태. "한국의 장기 거시경제변수 전망." 한국개발연구원, 2013.
- 에너지경제연구원. "2014년도 에너지총조사." 2015.
- . "KEEI 에너지수급동향." 2015년 각월.

- . “KEEI 에너지수급브리프.” 2015년 각월.
- . “KEEI 에너지수요전망.” 제 17권 제4호. 2015.
- . “KEEI 에너지수요전망.” 제 17권 제3호. 2015.
- . “KEEI 에너지통계월보”, 2015년 각월.
- 온실가스종합정보센터. “2015 국가 온실가스 인벤토리 보고서.” 2015.
- 유신재. “글로벌 EV전기차 동향 및 배터리 SCM 분석.” 발표자료, SNE리서치, 2015.
- 이진면, 외. “고령화를 고려한 중장기 산업구조 전망.” 산업연구원, 2012.
- 최도영, 박찬국, 김수일. “전기자동차 보급의 에너지수급 영향 분석.” 에너지경제연구원, 2012.
- 통계청. “2010 인구주택총조사.” 2011.
- . “국가통계포털.” <http://kosis.kr/>.
- . “장래인구추계.” 통계청, 2011.
- 한국개발연구원. “KDI 경제전망 2015 상반기”, 2015년 5월.
- 한국석유공사. “주간국제유가동향”, <http://www.petronet.co.kr/main2.jsp>.
- 한국석유화학협회. “월간 석유화학 산업동향 보고서”, 2015년 7월.
- . “주요 석유화학제품 가격동향”, 2015년 3월 27일: 1.
- 한국은행. “인플레이션 보고서”, 2015년 7월.
- 한국자동차환경협회. “전기자동차 보급에 따른 신규 사업 확대를 위한 연구 보고서.” 2015.
- 한국전력공사. “발전설비용량(에너지원별).” “전력통계속보”, 2015년 8월.
- 현대경제연구원. “국내 잠재성장률 추이 및 전망.” “새로운 경제시스템 창출을 위한 경제주평.” 제 16권. 03호, 2016.

KEEI

2015 LONG-TERM ENERGY OUTLOOK



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

(44543) 울산광역시 중구 종가로 405-11(성안동)
Tel. 052)714-2114 Fax. 052)714-2028
E-mail. webmaster@keei.re.kr
<http://www.keei.re.kr>

