

KEEI
2019 장기 에너지 전망
2019 LONG-TERM ENERGY OUTLOOK



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

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



에너지경제연구원

2019 장기 에너지 전망

KEEI

KEEI
2019 장기 에너지 전망

2019 LONG-TERM ENERGY OUTLOOK



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

KEEI 2019 장기 에너지 전망

2019 LONG-TERM ENERGY OUTLOOK



『KEEI 2019 장기 에너지 전망』은 에너지경제연구원의 에너지·온실가스 전망 시스템(KEEI-EGMS, Energy Greenhouse-gas Modelling System)을 이용한 국제 및 국내 에너지 수급 동향 분석과 2040년까지의 우리나라 에너지 전망을 수록한 보고서입니다. 2019년 장기 에너지 전망은 최근의 에너지 수급 변화를 심도 있게 분석하여 각종 에너지 수급 지표를 전망함으로써 국가 에너지 수급 정책 방향 설정 및 조정에 기여하고자 시행되었습니다.

『KEEI 2019 장기 에너지 전망』의 기준 시나리오는 우리나라 인구·경제·사회의 변화에 대한 기본 전제를 바탕으로, 현행 정책, 지침 및 규제가 유지되며 과거의 에너지 기술과 소비 행태의 변화 추세가 미래에도 지속된다는 가정 하에 에너지 수요를 전망합니다. 또한, 2019년 보고서에서는 처음으로 제3차 에너지기본계획의 목표안을 달성할 경우의 에너지 수급 경로를 모의실험한 결과를 제시하였습니다.

보고서 작성을 위해 사용된 에너지·온실가스 전망 시스템은 현실의 복잡한 에너지 수급 구조를 단순화한 전망 시스템으로, 전망 결과는 시스템이 사용하고 있는 자료, 방법론, 모형 구조, 전망 전제 등에 따라 민감하게 변할 수 있습니다. 에너지경제연구원은 보다 객관적이고 신뢰성 있는 전망 결과를 제공하고자 자료와 시스템을 지속적으로 보완·개선하고 다양한 시나리오를 분석하고 있으나, 전망 결과가 미래에 대한 완전한 정보를 제공하는 것은 아니므로 관련 정책 수립 및 의사결정을 위한 참고 자료로 한정할 필요가 있습니다.

이 보고서는 에너지경제연구원 에너지통계연구팀 및 다른 연구 부서와 협력하여 에너지수급연구팀에서 작성합니다. 김수일 선임연구위원과 강병욱 연구위원이 작성 책임을 맡고, 김성균 연구위원(산업, 온실가스), 김철현 연구위원(가정, 석탄), 김지효 연구위원(수송, 석유), 강병욱 연구위원(전환, 경제), 이성재 전문연구원(서비스, 가스)이 작성에 참여했으며, 남보라 전문원이 연구를 지원하였습니다. 또한, 박광수 선임연구위원이 보고서를 검토하였습니다.

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

제목 차례

요약 및 특징	9
제1장 주요 이슈 및 정책.....	11
1. 세계 에너지 효율 개선 현황 및 전망	13
2. 세계 주요 국가들의 2050 탄소중립 목표 설정 현황과 시사점	18
3. 제주도 신재생에너지 현황 및 보급 정책	22
4. E-Mobility 보급이 에너지 수급에 미치는 영향.....	27
제2장 2019~2040년 에너지 전망.....	33
1. 2019 장기 에너지 전망의 개요.....	35
2. 산업 부문	53
3. 수송 부문	59
4. 가정 부문	65
5. 서비스 부문.....	71
6. 발전 부문	77
7. 석탄	88
8. 석유	93
9. 가스	97
부록	103
1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과	105
2. 참고문헌	165

표 차례

표 1.1	주요 유럽 국가들의 탄소중립 목표 설정 현황.....	19
표 1.2	정책목표 관련 핵심 지표 및 정책 과제별 정책 수단.....	24
표 1.3	신재생에너지 보급 목표 및 단계별 도입 전략.....	25
표 1.4	정부의 친환경차 보급 확대 정책에 따른 내연기관차 대체분 분석 (단위: 만 대).....	29
표 2.1	시나리오별 총에너지 소비 (Mtoe).....	43
표 2.2	시나리오별 최종 소비 (Mtoe).....	45
표 2.3	기준 시나리오 및 목표 시나리오의 주요 지표 비교.....	49
표 2.4	부문별 전기 소비 추이 (TWh).....	80

그림 차례

그림 1.1	세계 경제성장률과 일차에너지 및 에너지 최종 소비 증가율	13
그림 1.2	중국을 비롯한 주요국 조강 생산량 추이	14
그림 1.3	에너지 소비 증감 요인 분배 결과	15
그림 1.4	우리나라와 세계 에너지원단위 개선 속도 비교.....	17
그림 1.5	제주도의 부문 및 에너지원별 최종 에너지 소비(2017년)	22
그림 1.6	제주도 신재생 에너지 설비용량 및 발전량	23
그림 1.7	전기차 및 충전기 도입 목표(누적).....	26
그림 1.8	정부 보급 목표에 따른 연도별 보급 대수	28
그림 1.9	장기 전망 목표 시나리오에서의 도로 수송 부문 에너지 수요 전망	30
그림 2.1	인구 구조 및 생산가능 인구 비율 변화	35
그림 2.2	GDP 성장률과 생산가능인구 성장률 추이	37
그림 2.3	주요 업종별 전망 기간 부가가치 증가율 및 비중 변화.....	39
그림 2.4	서비스업 부가가치 변화 및 업종별 비중	40
그림 2.5	원유 및 LNG 도입 가격 추이 및 전망	41
그림 2.6	시나리오별 총에너지 수요 및 온실가스 배출, 2000-2040.....	44
그림 2.7	기준 시나리오의 2018년 및 2040년 최종 소비 부문별 에너지 소비 비중	46
그림 2.8	전망 기간 발전 연료별 연간 발전량의 변화, 2018-2040.....	47
그림 2.9	신재생에너지 발전량의 비중 변화	50
그림 2.10	주요 부문별 최종 소비 감축.....	51
그림 2.11	제3차 에너지기본계획 정책 수단을 이용한 목표 달성이 경제에 미치는 영향.....	52
그림 2.12	산업 부문의 에너지 수요, 부가가치 및 에너지원단위, 1990-2040	54
그림 2.13.	원료용 납사를 제외한 산업 부문 에너지 수요 전망 비교	55
그림 2.14	주요 업종별 에너지 수요 비중 변화	56
그림 2.15	에너지 상품별 2040년 산업 부문 에너지 수요 비중	58
그림 2.16	수송 부문 에너지 소비 및 증가율 추이	59
그림 2.17	유가, 수송 부문 에너지 소비 증가율, 자동차 대수 증가율	60
그림 2.18	기술에 따른 자동차 보급과 증가율 추이	61
그림 2.19	수송 부문별 사업용 여객 및 화물 수송 수요.....	62
그림 2.20	전망 기간 수송 수단별 에너지 수요 변화	63
그림 2.21	수송 연료별 비중 및 수요.....	64
그림 2.22	가정 부문 에너지 수요, 1인당 소득, 인구 수 및 가구 수 증가율 (%)	65

그림 2.23	가정 부문 에너지 수요, 가구당 에너지 수요 및 1인당 에너지 수요	66
그림 2.24	형태별 주택 수 및 호당 난방/온수/취사용 에너지 수요	66
그림 2.25	가정 부문 에너지원별 수요 추이 및 전망	67
그림 2.26	가정 부문 에너지원 수요의 기간별 변화	68
그림 2.27	가정 부문 에너지원별 수요 비중	69
그림 2.28	전망 기간(2018~2045년) 가정 부문 용도별 에너지 수요 변화	70
그림 2.29	서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 추이	72
그림 2.30	2018~2040년 업종별 산출액과 에너지 수요의 연평균 증가율	74
그림 2.31	2018년과 2040년 서비스 부문 용도별 에너지 수요	74
그림 2.32	서비스 부문 에너지 상품별 수요 추이 및 전망	76
그림 2.33	최종 소비 부문별 전기 소비 및 증가율 추이	77
그림 2.34	냉·난방도일 변화와 건물 부문 전기 소비 증가율 변화	78
그림 2.35	최종 소비 부문별 전기 소비 비중 변화	79
그림 2.36	부문별 전기 수요 변화	80
그림 2.37	2000년과 2018년의 발전원별 설비 용량 비중 비교	81
그림 2.38	에너지원별 발전 설비 용량(GW) 변화	83
그림 2.39	전망 기간 발전원별 설비 용량 비중 변화	84
그림 2.40	'재생에너지 3020 이행계획(안)의 신재생 발전 설비 계획	85
그림 2.41	전기 생산 및 유통 구조	86
그림 2.42	에너지원별 발전량 및 비중 변화	87
그림 2.43	발전량(좌) 및 연료 소비(우) 추이	87
그림 2.44	석탄 수요 추이 및 전망 (2000~2040)	89
그림 2.45	기간별 용도별 석탄 수요 변화	90
그림 2.46	주요 용도별 석탄 수요 비중	92
그림 2.47	석유제품 수요 및 증가율 추이	94
그림 2.48	기간별 부문별 석유제품 수요 변화	95
그림 2.49	기간별 석유제품별 수요 변화	96
그림 2.50	2018년 천연가스 수급 흐름 (천 톤)	97
그림 2.51	용도별 가스 소비 추이 및 전망	99
그림 2.52	주요 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망	100
그림 2.53	최종소비 부문 부문별 도시가스 소비 추이 및 전망	101

글상자 차례

글상자 2.1 제3차 에너지기본계획 목표 달성으로 인한 사회 경제의 변화	52
글상자 2.2 석탄 발전 설비의 건설 및 가동 관련 정부 미세먼지 저감 정책	91

요약 및 특징

- 2019 장기 에너지 전망은 ‘제3차 에너지기본계획’ 수립 이후 첫 전망으로 기본계획의 기준 전망과 유사
 - ‘2019 장기 에너지 전망’은 2019년 상반기 ‘제3차 에너지기본계획’이 발표된 이후 시행된 첫 장기 에너지 수급 전망으로, 본 보고서에서 설명하고 있는 “기준 시나리오”는 경제 및 인구에 대한 예측과 함께 현재에 알려진 기술이 추세적 발전을 지속하고, 전망 시점을 기준으로 시행되고 있는 에너지 관련 정책 및 수단들이 일몰 시점을 포함하여 전망 기간에도 지속된다는 가정 하에 예상되는 미래의 에너지 수급 구조임. 즉, ‘제3차 에너지기본계획’이 제시하고 있는 최종 소비 목표는 목표를 달성하기 위해 제안한 정책 수단들이 구체적으로 입법화되거나 정부 정책으로 추진되기 이전이기 때문에 기준 시나리오에 반영하지 않으며, 대신 목표 시나리오를 도입하여 ‘제3차 에너지기본계획’의 목표를 달성할 경우 예상되는 에너지 수급 경로를 별도로 제시함
 - 에너지 최종 소비는 기준 시나리오에서 2018년 236.7백만 toe 대비 연평균 0.8% 증가하여 2040년에는 약 281백만 toe에 도달할 것으로 전망되며, 최종 소비 증가의 약 85%는 산업 부문에서 발생할 것으로 분석됨. 한편 연료용 석유 소비를 가스와 전기가 대체하면서 가스, 전기 및 열에너지, 신재생에너지가 최종 소비에서 차지하는 비중은 2018년 36.9%에서 2040년에는 41%를 넘어설 것으로 예상됨
 - 2040년 총에너지 수요는 경제 성장 및 산업 구조 전망의 변화와 최근 통계 자료의 반영으로 ‘제3차 에너지기본계획’ 기준 전망 대비 약 1% 증가한 352백만 toe 수준에 그칠 것으로 예상되지만, 2030년대 중반 약 357백만 toe 수준의 정점에 도달한 후 감소할 것으로 전망됨. 2030년대 중반 이후 총에너지 수요의 감소는 전기 수요 증가율 하락과 노후 석탄화력 발전소 및 원자력 발전소의 폐지와 연료 전환이 큰 영향을 미치는 것으로 나타남. 석탄화력과 원자력의 발전량이 총발전량에서 차지하는 비중은 각각 25%와 17% 수준으로 하락하는 반면 가스복합화력과 신재생에너지 발전량은 2040년 각각 39%와 18% 수준으로 증가하면서 발전 부문의 연료 비중 순위가 변동할 전망이다
 - 한편, 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출은 2018년 640.1백만 톤(tCO₂eq)에서 2030년대 초반 701백만 톤까지 증가한 이후 점차 감소하며, 온실가스 배출의 증가 속도는 약 연평균 0.2% 수준으로 같은 기간 연평균 0.6% 증가하는 총에너지나 1.8% 증가하는 국내총생산에 비해 많이 낮을 것으로 예상됨. 2030년대 초반 온실가스 배출 정점이 발생하는 것은 전기 수요 증가의 둔화와 에너지 전환 정책으로 인한 노후 석탄화력 폐지 및 신재생에너지 발전 증가가 주요 원인임
 - 2019 장기 전망의 기준 시나리오 결과는 이전 전망과 마찬가지로 에너지 효율 개선과 더불어 생산 활동 둔화로 인해 에너지 수요 증가의 정체가 나타나며, 에너지 전환 정책으로 인해 온실가스 배출의 정점과 에너지 수요 정점의 발생 시기가 나타나고 있음을 보여줌. 온실가스 감축 수단 역할을 담당하던 원자력의 점진적 축소와 노후 석탄화력 발전소의 폐지는 신재생에너지 보급 및 가스 발전 확대의 상호 작용으로 온실가스 배출 정점의 시기를 결정하는 중요한 역할을 할 것으로 예상됨

- **에너지 저감 목표 달성으로 총에너지 수요는 2018년 306.1백만 toe에서 2040년 312백만 toe로 증가 정체**
 - 부문별 수요관리 강화를 핵심 수단으로 이용하여 최종 에너지를 기준 시나리오 대비 약 19% 가량 감축할 경우, 총에너지 소비는 2018년 306.1백만 toe에서 2040년 312백만 toe로 기준 시나리오 대비 11% 감소할 것으로 분석됨. 수력을 포함한 신재생에너지가 총에너지에서 차지하는 비중은 2040년 약 18% 수준에 근접하고 발전량에서 차지하는 비중은 2030년에 20.6%, 2040년에는 35%까지 증가함. 반면, 원자력과 석탄이 차지하는 비중은 2040년 각각 19%와 26%로 2018년 23.4%와 40.6%에서 크게 축소될 전망이다
 - 원료를 제외한 최종 에너지 소비는 2018년에 181.4백만 toe에서 2026년에 약 187백만 toe 수준으로 정점을 기록한 후 감소하여 2040년에는 2018년 대비 약 4% 적은 174백만 toe 수준이 될 것으로 전망됨. 최종 에너지 소비는 산업 부문과 수송 부문에서 크게 감소할 것으로 보이는데, 산업 부문의 에너지 감소는 주로 가열용과 동력용 에너지 소비에서 발생하며, 수송 부문은 연비 향상과 친환경 자동차 보급으로 도로 부문에서 대부분 발생함
 - 에너지기본계획의 목표 달성은 기기 및 설비의 효율 향상과 더불어 기존 기기 및 설비의 교체 속도가 관건인 것으로 분석되며, 수송 부문의 사례를 보더라도 내연 기관의 연비 향상 속도와 함께, 고효율 내연 기관 자동차로의 빠른 교체, 친환경 자동차의 보급 속도 증가가 자동차 연료 소비에 큰 영향을 미침. 따라서 에너지 소비 목표 달성을 위한 기술 개발 투자와 함께 기기 및 설비 보급을 위한 지원이 병행되어야 함

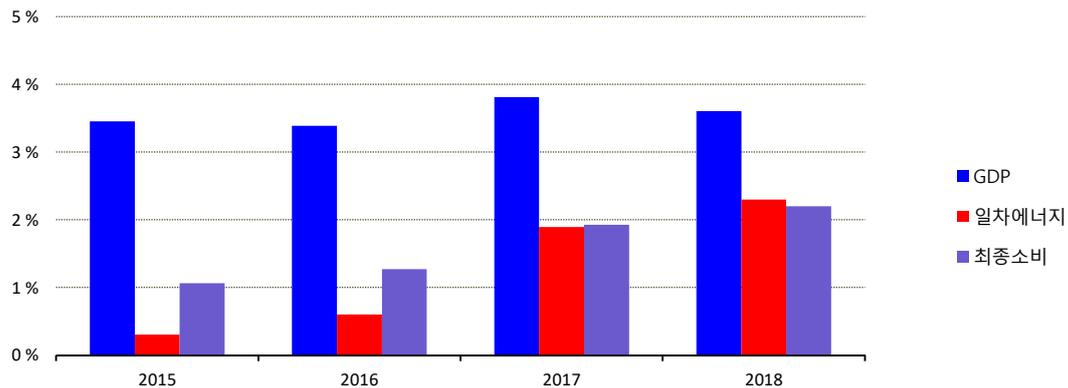
제1장 주요 이슈 및 정책

1. 세계 에너지 효율 개선 현황 및 전망¹

□ 2018년 세계 에너지 원단위 개선율은 전년 대비 0.5%포인트 하락한 1.2% 수준으로 둔화

- 세계 경제성장률이 일정한 수준으로 유지되는 가운데, 최근 에너지 소비 증가세가 빨라지면서 2017년과 2018년 2년 연속 에너지원단위 개선 속도가 대폭 하락함
 - 2000년대 세계 경제성장률이 2007년 5.6%에서 글로벌 금융위기를 겪은 2009년 -0.0%까지 큰 폭으로 등락을 반복했으나, 이후 2010년대에 들어서며 3% 중반 수준으로 안정적인 수준을 유지함
 - 이러한 가운데, 중국과 미국의 에너지다소비 산업 비중 증가, 폭염 및 한파 등 전 세계적 이상 기후 현상, 수송 부문의 자동차 대형화 및 대수 증가 등으로 최근 에너지 소비는 증가 속도가 빨라지면서, 2011~2016년 연평균 2.2%에 달하던 일차 에너지 기준 원단위 개선율이 2017년에는 1.7%, 2018년에는 1.2%까지 하락함

그림 1.1 세계 경제성장률과 일차에너지 및 에너지 최종 소비 증가율



자료: IMF, World Economic Outlook database; IEA, World Energy Balances; 2018년 일차에너지 및 에너지 최종 소비 증가율은 IEA의 'Energy Efficiency 2019' 수치를 이용

- 2018년 세계 일차 에너지 소비 현황을 살펴보면 국가별로는 미국, 중국, 인도가 전체 증가분의 70%를 차지하며, 에너지원별로는 가스가 40% 이상을 차지함
 - 미국의 일차 에너지 소비는 2014년 이후 지속적으로 감소해왔으나 2018년에는 전년 대비 3.5% 이상 증가했으며, 미국의 증가분이 전 세계 일차 에너지 소비 증가분의 25%를 차지함
 - 2018년 전 세계 천연가스 소비는 2010년 이후 가장 빠르게 증가하여 전년 대비 4.6% 늘었고, 특히 미국의 가스 소비는 10.5% 증가하여 세계 일차 에너지 소비 증가를 주도함

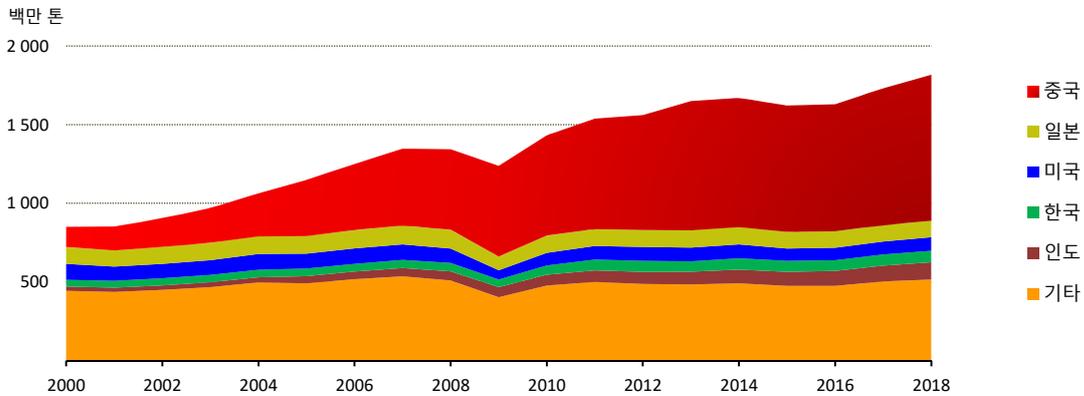
¹ 본 절의 내용은 IEA의 'Energy Efficiency 2019' 보고서와 'World Energy Outlook 2019' 보고서를 기반으로 작성하였음

주요 이슈 및 정책

□ 에너지원단위 개선 속도 둔화는 주요국 산업구조의 변화, 이상 기후, 수송 부문 등이 주 원인

- 세계에서 규모가 가장 큰 미국과 중국 경제에서 석유화학과 철강 등 에너지다소비 산업의 비중이 확대되어 전 세계적 에너지원단위 개선 속도가 둔화됨
 - 2018년에는 미국 경제가 2010년대 들어 가장 빠르게 성장하여 2.9%의 성장률을 기록한 가운데, 전기 등 에너지소비 집약도가 높은 조립금속업의 부가가치²가 5.8% 증가하며 경제성장을 견인하였음
 - 중국의 경우, 2010년대 중반까지 대표적 에너지다소비 업종인 철강 산업의 성장세가 주춤했으나 2017년과 2018년 철강 생산 증가 속도가 다시 가팔라지며 각각 8%, 6% 증가하였음

그림 1.2 중국을 비롯한 주요국 조강 생산량 추이



자료: World Steel Association

- 또한, 2018년에는 미국, 유럽, 아시아 등 전 세계적으로 폭염, 한파 등 이상 기후 현상이 발생하여 냉난방 에너지 수요가 급증하고 에너지원단위 개선이 정체됨
 - 미국에서는 연초 북동부를 중심으로 최저기온이 영하 38°C까지, 체감온도는 영하 69°C까지 떨어지는 기록적인 한파가 발생해 17명이 사망했고, 여름에는 최고기온이 45.5°C에 다다르며 93년만의 최고 기온을 기록하는 폭염이 발생하기도 했음 (기상청, 2019)
 - 프랑스, 독일 등 유럽에서도 연초 겨울에는 한파로 수십 명의 사망자가 발생했고, 여름에는 이상 폭염이 발생했는데 예를 들어 독일에서는 최고기온 39.5°C까지 상승했음 (기상청, 2019)
- 수송 부문에서는 기술 발전과 전기차 보급 증가 등으로 꾸준히 연비가 향상되었음에도 불구하고, 선진국을 중심으로 대형차에 대한 선호가 높아지고, 신흥국에서는 자동차 보유 대수 증가로 자동차 당 평균 승객수가 낮아지며 에너지 효율 향상을 저해하는 요인으로 작용함

² BEA(Bureau of Economic Analysis)의 업종별 실질 부가가치 자료에서 조립금속, 기계, 컴퓨터 및 전기제품, 전자기기, 자동차, 기타수송장비 제조업의 부가가치를 더하여 계산하였음

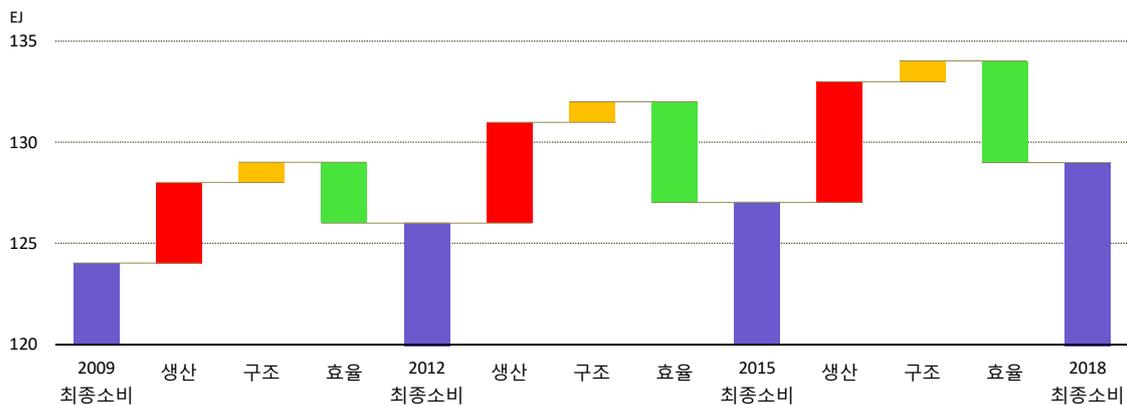
1. 세계 에너지 효율 개선 현황 및 전망

- SUV와 픽업트럭 등 대형 자동차의 시장 점유율은 국제 유가가 하락하기 시작한 2014년부터 빠르게 상승하고 있는데, 2018년 미국의 SUV 및 픽업트럭의 시장 점유율은 68%에 달했고, 유럽에서는 SUV의 시장 점유율이 처음으로 1/3을 넘어섬
- 신흥 자동차 시장에서는 신차 판매 대수가 빠르게 증가하고 이로 인해 인구당 자동차 보유 비율이 상승하고 있는데, 이러한 변화로 자동차 당 평균 승객수가 감소하며 수송 부문 에너지원단위 악화 요인으로 작용함
- 또한, 폭스바겐 사태 등으로 인한 경유 자동차 규제 정책으로 연비가 높은 경유 자동차가 가솔린 자동차로 대체되고 있는 현상도 수송 부문의 에너지 효율을 저하시킴

□ 기술적 에너지 효율은 각국 정부의 에너지 효율 규제와 지원 정책 등의 효과로 꾸준히 개선

- 2015~2018년 기간 꾸준히 향상된 기술적 효율은 효율 향상이 없었을 경우 대비 4% 정도의 에너지 소비를 절감하였고 에너지원단위 개선 속도는 두 배 이상 빨라진 것으로 추정됨
 - 이러한 기술 효율 향상은 에너지 소비 절감 뿐 아니라 국가 예산 절감과 온실가스 저감에도 기여했는데, 2015년 이후의 효율 향상으로 IEA 회원국의 국가 예산이 1천억 달러 정도 절감되었고, 온실가스 배출량은 35억 톤 가량 저감된 것으로 추정됨
 - 2009~2018년 기간의 에너지 소비 증감 요인을 생산, 구조, 효율 효과로 나누어 보면, 에너지 서비스 수요 변화로 인한 에너지 증감 요인인 생산 효과는 증가 요인으로서의 영향력이 확대되고 있고 구조 효과도 꾸준한 증가 요인으로 작용하는 반면, 효율 효과는 지속적 감소 요인으로 작용하고 있음

그림 1.3 에너지 소비 증감 요인 분배 결과



자료: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/decomposition-of-iea-member-countries-energy-use-2009-2018>

주: 2009~2012년, 2012~2015년, 2015~2018년 기간의 에너지 최종 소비 증감 요인을 생산 효과, 구조 효과, 효율 효과로 분해한 결과임

- 2018년 전 세계적으로 에너지 효율에 관한 규제가 강화되었는데, 이러한 정책적 추세는 기술적 에너지 효율 향상에 중요한 역할을 하는 것으로 판단됨

주요 이슈 및 정책

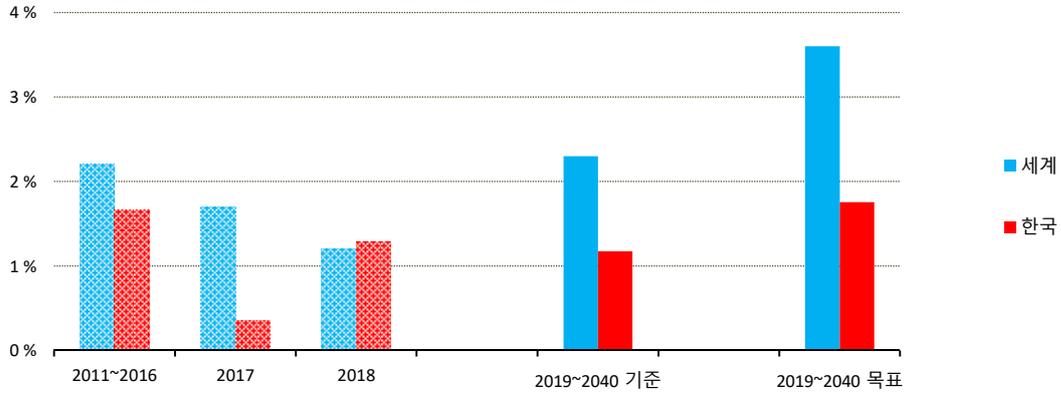
- 에너지 효율에 관한 규제 정책의 주요 내용은 가전기기 최저 에너지성능기준 강화, 건물 에너지 효율 개선을 위한 건축 요건 규제, 자동차 연비 기준 및 산업체 에너지 효율 목표관리 강화 등을 포함함
- 에너지 최종 소비 중 규제 적용 대상이 되는 에너지 소비 비중은 2017년 34%에서 2018년에는 1.4%포인트 상승한 35%를 기록했는데, 적용 대상이 확대된 부분 중 98%는 기존 정책 내에서 적용 대상이 확대된 부분이었으며, 나머지 2%는 새로운 정책 적용으로 인한 부분임
- 각국 정부는 에너지 효율 규제를 강제하는 동시에 에너지 효율 개선을 위한 보조금 지급, 조세감면, 지분투자, 자금융자, 보증지원 등 재정적 지원을 제공함
 - 2018년 IEA에 자료를 제공한 17개국³ 정부가 에너지 효율 개선을 위해 투입한 재정 규모는 120억 달러 수준이며, 지출형태별로 보면 보조금이 40%로 가장 높은 비중을 차지했고 그 다음 용자가 20%를 차지함
 - 특히, 전기자동차에 대한 정부의 재정적 지원은 전년 대비 72% 증가한 150억 달러 수준으로 전 세계 전기자동차 판매량 증가율인 68%와 비슷한 수준임

□ IEA의 기준 전망에 따르면 2040년까지 에너지원단위는 연평균 2.3% 개선

- IEA의 2019년 세계 에너지 전망 결과 중 명시된 정책 시나리오(Stated Policy Scenario, STEPS)에 따르면, 2018~2040년 기간 일차 에너지 수요는 연평균 1.1% 증가하여 12,700백만 toe에 도달하고, 에너지원단위는 연평균 2.3%로 꾸준히 개선될 것으로 전망됨 (IEA, 2019)
 - 이러한 에너지원단위 개선을 위해 에너지 효율 투자를 위한 재정 규모가 2018년 2천 4백억 달러 수준에서 2030년 4천 5백억 달러, 이후로는 연간 6천 4백억 달러까지 증가할 것으로 예상됨
- STEPS의 전망 기간 에너지원단위 개선 속도는 최근의 추세에 비하면 빠른 것이나, 지속 가능한 개발 목표(Sustainable Development Goals)를 위해서는 여전히 부족한 수준으로 판단됨
 - 2011~2016년 연평균 2.2%로 개선된 세계 일차 에너지 원단위는 최근 2년간 개선 추세가 대폭 둔화되어 2017년에 1.7%로 떨어지고 2018년에는 1.2%까지 떨어졌으나, 최근의 에너지원단위 개선세 둔화에는 이상 기후로 인한 냉난방 수요 급증 등 일시적 요인이 다소 큰 폭으로 작용한 것으로 판단됨
 - IEA는 지속 가능한 개발 시나리오(Sustainable Development Scenario, SDS)에서는 에너지원단위가 이보다 훨씬 빠른 연평균 3.6%로 개선되어야 할 것으로 보고 있으며, 이를 위해 연간 투자 규모가 2030년 6천 3백억 달러, 이후로는 연간 9천 2백억 달러까지 증가할 것으로 전망함

³ 매년 자료를 제공하는 국가가 달라지며 2018년 자료를 제공한 국가는 호주, 오스트리아, 캐나다, 체코, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 일본, 뉴질랜드, 노르웨이, 포르투갈, 슬로바키아, 스페인, 스위스, 터키, 영국, 미국임

그림 1.4 우리나라와 세계 에너지원단위 개선 속도 비교



주: 그래프의 각 수치는 해당 에너지원단위의 연평균 감소율을 나타냄. 세계 에너지 기준 전망은 IEA의 STEPS, 목표 전망은 SDS임

- 중국과 인도 등 에너지 소비 규모가 크고 에너지 효율 개선의 여지가 큰 신흥국을 중심으로 에너지원단위 개선이 이루어지는 까닭에, 향후 세계 에너지원단위 개선 속도는 우리나라의 원단위 개선 속도보다 훨씬 빠를 것으로 판단됨
 - IEA의 STEPS에 따르면 전망 기간 선진국인 미국, 유럽, 일본의 일차 에너지 수요는 감소하는 반면, 중국과 인도가 전 세계 에너지 수요 증가의 50%를 차지할 것으로 전망됨
 - 또한, 미국, 유럽, 일본의 에너지원단위는 2018년 각각 0.11, 0.08, 0.08(toe/\$1,000 PPP)에서 2040년 각각 0.07, 0.05, 0.05로 하락하는 반면, 전망 기간 에너지 수요 증가를 주도할 중국과 인도의 원단위는 같은 기간 각각 0.12, 0.09에서 0.06, 0.05로 비교적 큰 폭으로 하락할 전망이다 (IEA, 2019)

2. 세계 주요 국가들의 2050 탄소중립 목표 설정 현황과 시사점

- **파리협정(Paris Agreement)**은 개별 당사국들이 2050년까지 장기 저탄소 발전 전략을 수립할 것을 요청
 - 2015년 UN 기후변화회의에서 채택된 파리협정은 당사국들에게 국가 온실가스 감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC) 수립과 더불어 2020년까지 2050년 장기 저탄소 발전 전략(Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategies, LEDES) 수립을 요청함
 - NDC가 국가 온실가스 감축 목표의 이행 여부를 판단하기 위한 자료라면, LEDES는 장기적으로 온실가스 감축 목표를 달성하기 위한 정책 의지와 감축 경로의 도출을 위한 자료임
 - 2019년 12월까지 14개 당사국이 LEDES를 UNFCCC에 공식 제출하였고, 현재 우리나라도 2020년 중 제출을 위해 LEDES 초안을 준비 중임
 - 파리협정은 기후 안정화를 목표로 지구 평균 온도의 상승폭을 산업화 이전 대비 2°C 이하로 억제하는 것을 제시하면서 더 나아가 상승폭의 1.5°C 이하 억제를 위해 노력할 것을 촉구하였음
 - ※ (파리협정 2조1항) Holding the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and pursuing efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change;

- **2018년 IPCC는 1.5°C 이하 기후안정화를 이루기 위해서는 2050년까지 탄소 중립(carbon neutral)을 달성할 것을 권고(IPCC 1.5°C 특별보고서 “Global Warming of 1.5 °C”)**
 - IPCC는 지구 평균 온도의 상승폭을 1.5°C 이하로 억제하기 위해서는 2030년까지 2010년 대비 45%의 이산화탄소를 감축하고, 2050년에는 탄소 중립을 달성할 것을 권고함
 - 탄소 중립 목표 달성을 위해서 에너지 부문 뿐만 아니라 산업, 도시와 기반 인프라, 토지 등 전 부문에 걸쳐 빠르고 광범위한 전환이 일어나야 함을 지적하였음
 - 에너지 수요를 효율적으로 관리하고, 에너지를 포함한 모든 자원 소비의 최소화, 온실가스 집약도가 낮은 식량의 생산과 소비의 증진하는 데에 국제적 역량을 집중할 것을 제안함
 - 한편, 2019년 UNEP의 Emissions Gap Report는 당사국들의 NDC 취합 결과, 파리협정의 기후 안정화 목표인 2°C 이하 안정화의 달성도 어려울 것으로 전망함 (UNEP, 2019)
 - ※ 탄소 중립(carbon neutral), 순배출 제로(carbon net-zero) 또는 기후 중립(climate neutral)은 한 국가 또는 지역에서 온실가스를 감축하고, 온실가스를 배출하는 경우 배출량만큼 흡수(조림 또는 탄소배출권 구매 후 소각) 함으로써 실질 배출량을 0으로 만드는 것을 의미함
 - 현재까지 당사국들이 제출한 NDC에 따르면 1.5°C는 물론 2°C 목표 달성도 어렵다는 위기 인식 속에 유럽 국가들을 중심으로 파리협정에 따른 LEDES와 별도로 2050년 탄소 중립 목표를 속속 발표하고 있음

- 총 9개 EU 회원국과 노르웨이, 스위스가 탄소중립 목표를 수립하였고 법제화를 고려 중이거나 완료
 - 영국과 프랑스를 포함한 몇 개국은 이미 2050년 탄소 중립 목표 법제화를 완료하였고, 그 외 국가들은 탄소 중립을 정책으로 설정하고 법제화를 검토하고 있음
 - 2019년 EU는 2050년까지 탄소 중립 달성을 EU 차원의 기후 정책 목표로 설정하였고, 개별 회원국들에게 탄소중립 목표 설정을 권고함

표 1.1 주요 유럽 국가들의 탄소중립 목표 설정 현황

국가명	목표년도	진행단계	주요 정책 수단
노르웨이	2030	법제화	- 2016년 6월에 이미 2030년까지 탄소중립 달성 목표를 법제화 하였음 - 주로 해외에서 탄소배출권을 구입하여 상쇄하는 방식을 고려
덴마크	2050	정책 단계	- 2018년 2050년까지 기후중립사회 달성을 목표로 설정 - 내연기관차 판매 중단, 친환경 시내버스 운행, 내연기관 택시 퇴출 등을 고려
독일	2050	법안 제출	- 건물과 수송 부문에 독자적인 배출권 거래제 도입, 항공원 부가세 인상, 건물 부문 에너지효율 규제 강화, 재생에너지 보급 확대 등
스웨덴	2045	법제화	- 국내 온실가스 배출량의 85%는 직접 감축하고 나머지 15%는 해외 탄소배출권 구입으로 상쇄
스위스	2050	정책 단계	- 2019년 9월 기존의 온실가스 감축 목표를 강화한 2050년 탄소중립 목표를 발표 - 탄소세와 배출권거래제 확대, 건물과 수송 부문 배출량 규제 등
아이슬란드	2040	정책 단계	- 2018년 9월 2040년까지 탄소중립 사회 달성을 목표로 하는 기후전략을 발표 - 수송부문 화석연료 퇴출, 습지대 조림을 통한 이산화탄소 저장능력 확대
아일랜드	2050	정책 단계	- 2019년 6월 2050년까지 탄소 중립 달성을 목표로 하는 국가기후계획을 공개 - 2030년까지 내연기관차 판매 금지, 건물부문 온실가스 배출 규제 강화
영국	2050	법제화	- 2035년 내연기관차 완전 퇴출, 재생에너지 발전 확대, 가스난방의 축소, 신규 조림지역 확대 등
포르투갈	2050	정책 단계	- 2018년 12월 "2050년 탄소중립 달성 로드맵"을 발표 - 바이오연료와 전기차 도입을 통한 수송 부문의 탈탄소화, 농림어업과 폐기물 부문에서의 추가적인 감축을 고려
프랑스	2050	법제화	- 주로 발전 부문에서 탈탄소화 정책을 고려: 2022년까지 프랑스 내 모든 광역시에서 석탄발전의 중지, 5년 주기 저탄소전략의 수립과 점검, 2030년까지 발전믹스 가운데 저탄소 발전원의 비중을 40%까지 확대 등
핀란드	2035	정책 단계	- 풍력과 태양광 발전 확대, 난방과 수송 부문의 전력화(electrification), 현재 대비 바이오에너지의 10% 증가 등

출처: 에너지경제연구원의 해외 에너지시장 인사이트와 복수의 외신 자료를 참조하여 저자가 작성함

- 유럽 국가 외에 뉴질랜드가 2019년에 2050년까지 탄소 중립 목표를 법제화 하였고, 미국에서는 2019년 7월 민주당이 탄소중립 목표를 2050년으로 정하는 법안을 발의 하였으나 의회 통과가 불확실함
 - 농업에서 발생하는 온실가스 배출량이 상당한 뉴질랜드는 2050년까지 농업 부문에서 발생하는 메탄을 제외하고 탄소 중립을 달성하는 목표를 설정하였는데, 주로 재생에너지의 확대와 탄소배출권 거래제의 개정을 통해 온실가스를 감축하고, 조림을 통해 이산화탄소를 흡수할 계획임 (Ministry for the Environment, New Zealand, 2019)

주요 이슈 및 정책

- 미국 민주당은 2019년 2월 Green New Deal을 발표하여 2030년까지 탄소중립 목표를 제안하였으나 비현실적이라는 비판이 이어지자 같은 해 7월에 2050년까지 목표 달성 연도를 늦춘 수정안을 내놓은 바 있으며, Green New Deal의 정책 수단으로 수송 부문 인프라의 현대화, 산업과 농업 부문의 탈탄소화, 건물 부문의 에너지 효율 개선 등을 고려하고 있음 (New York Times, 2019)
- 미국 연방 차원에서의 탄소중립 목표 설정과는 별도로 2019년 7월 뉴욕주는 2050년까지 사실상 탄소중립을 달성하는 목표를 법제화하고, 뉴욕주 내에서 발생하는 온실가스의 85%를 직접 감축하고 나머지 15%는 이산화탄소 포집을 통해 달성하는 방안을 제시함 (Bloomberg News, 2019)

□ 탄소 중립 달성을 위한 감축 정책은 주로 재생에너지 확대, 수송과 건물 부문의 감축 그리고 CO₂ 포집에 초점

- 지금까지의 온실가스 감축 정책은 주로 발전 부문에 집중해 왔는데 석탄화력을 퇴출시키고 천연가스와 재생에너지 발전을 확대하면서 온실가스 감축에 상당 부분 기여해 왔음
 - 발전 부문은 특히 배출권거래제의 주 규제대상이 되어 온실가스 감축을 위해 오래된 석탄화력 발전소를 폐지하거나 가스나 바이오매스를 사용하도록 설비 변경 등이 진행되었으며, 프랑스의 경우 2022년까지 모든 광역 도시에서 석탄발전을 전면 중지하는 방안을 추진 중임 (Government France, 2019)
 - 전기차의 보급과 난방의 전력화로 인해 전력 수요는 지속적으로 상승할 것으로 전망되며, 이러한 수요를 재생에너지 발전으로 충족하기 영국에서는 시설 운영비용이 하락이 예상되는 육상 풍력과 대규모 태양광 설비 확충을 검토하고 있으며 (Science and Technology Committee, 2019), 독일도 육상 풍력과 태양광을 중점 보급하여 2030년까지 에너지믹스의 비중을 현재 40%에서 65%까지 확대할 계획임 (Bloomberg News, 2019). 뉴질랜드는 2035년까지 모든 전력을 수력을 포함한 재생에너지로 생산하는 목표를 설정함 (Ministry for the Environment, New Zealand, 2019)
- 세계 여러 지역에서 수송과 건물 부문은 배출권거래제의 규제 대상에서 누락되어 왔기 때문에 탄소중립을 위해서는 반드시 수송과 건물 부문에서의 감축이 필요함
 - 영국은 내연기관 자동차를 완전 퇴출시키고 전기차와 수소차 보급을 확대하는 방안을 검토 중이며 해운과 항공 부문의 온실가스 배출도 규제하기로 정했는데, 항공권에 탄소세를 부과하고 전기비행기를 연구·개발하는 방안을 논의 중임 (Science and Technology Committee, 2019). 건물 부문에서는 가스 난방을 줄이기 위해 히트펌프, 수소 난방 등의 신기술을 가정과 상업용 건물에 보급하고, 개별 주택의 에너지 효율 개선을 장려하기 위한 세제 혜택 방안을 고려 중임 (Science and Technology Committee, 2019)
 - 독일은 2021년까지 수송과 건물 부문에만 적용되는 자국의 배출권거래제를 도입하기로 결정했는데, 해당 배출권은 화석연료와 내연기관 자동차 판매자에게 할당되어 거래되고, 이를 통해 연료와 내연기관 자동차의 가격이 상승하면 전기차 또는 수소차의 보급이 활성화 될 것으로 기대함. 항공권의 부가세를 인상하여 항공 수요의 감소를 유도하고 배출을 줄이는 방안, 건물 부문에서는

2026년까지 에너지효율 개선 투자에 세제혜택 제공, 2026년부터 석유난방을 금지하는 방안 등을 고려 중임 (Clean Energy Wire, 2019)

- 이산화탄소의 포집 확대를 위해서 조립의 활성화와 함께 CCS의 도입도 활발히 검토 되고 있음
 - 영국은 2050년까지 국토의 15%에 삼림을 조성하여 탄소를 저장하는 방안을 검토 중이고 이와 함께 탄소 포집저장기술(CCS)의 상용화도 고려하고 있음 (Committee on Climate Change, 2019)
 - 뉴질랜드는 2028년까지 10억 그루 이상의 나무를 심음으로써 탄소 포집 역량을 확대할 계획임 (Ministry for the Environment, New Zealand, 2019)

□ 2020년에 우리나라도 2050년 장기 저탄소 발전전략(LEDs)을 제출할 예정

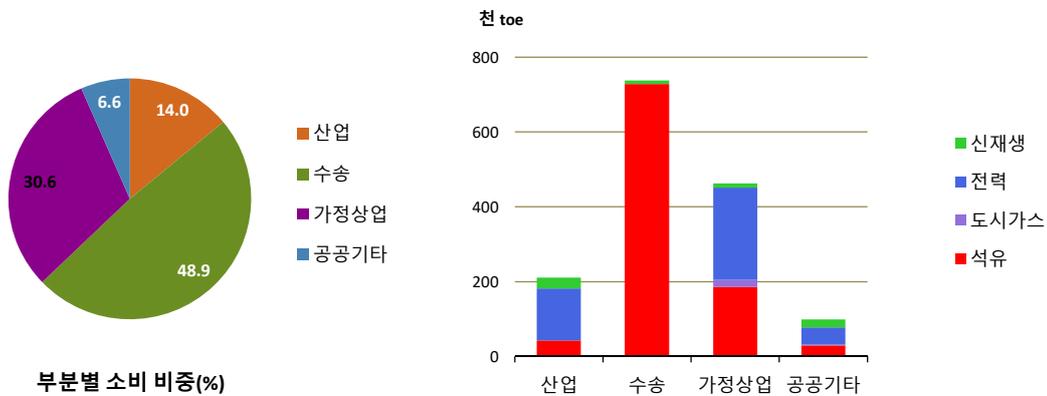
- 현시점에서 우리나라의 제반 여건을 고려할 때 탄소 중립 목표를 채택하기는 어려워 보이지만⁴, 2050년까지 의욕적인 온실가스 감축을 위하여 탄소중립 목표를 설정한 국가들의 감축 수단을 참고할 필요가 있음
- 탄소 중립을 달성하기 위해서는 전체 에너지 시스템의 전환과 더불어 CCS 확대가 불가피하며, 발전 부문에서는 기존 석탄화력 폐지와 재생에너지 발전 확대 그리고 지금까지 온실가스 감축 정책에서 소외되어 왔던 수송과 건물 부문으로 대상을 확대하는 것이 필요함
 - 재생에너지의 경쟁력이 강해지면서 도입 속도 또한 빨라지는 경향을 보이고 있기 때문에, 탄소 중립 달성을 위해서 3020 재생에너지 목표 이후의 강화된 목표의 설정이 필요함
 - 수송 부문에서는 궁극적으로 내연기관 자동차의 퇴출과 전기차와 수소차 같은 친환경 자동차의 보급 확대, 해운과 항공 부문에 국제 추세를 고려한 탄소세 부과 또는 배출권거래제 도입을 고려할 필요가 있음
 - 건물 부문에서는 재생에너지 이용 확대와 병행된 난방 전력화와 에너지 효율 개선이 핵심 방안이며, 독일 사례와 같은 건물 부문 배출권거래제나 난방용 연료에 대한 탄소세 부과와 같은 방법이 추가적인 고려 사항임
 - 철강의 코크스 제조 및 이용이나 석유화학의 원료용 소비에서 발생하는 온실가스의 경우 이산화탄소 포집 및 저장이 탄소 중립의 대안으로 제시되고 있으나, 탄소 포집과 이용, 저장(CCUS)은 현재 실증 단계로 본격 상용화까지는 시간이 소요될 전망이다

⁴ 우리나라의 2050 장기 저탄소 발전전략을 검토하고 제안하는 2050 저탄소 사회 비전 포럼은 2050년까지 BAU 대비 최대 76% 감축부터 최소 45% 감축 안을 검토중인 것으로 현재까지 알려짐

3. 제주도 신재생에너지 현황 및 보급 정책⁵

- 제주도의 에너지 소비는 전력의 비중이 높으며, 신재생에너지 설비와 발전량은 전국 평균 대비 빠르게 증가
 - 관광 및 서비스업 중심의 산업 구조 때문에 에너지 소비에서 석유와 전력이 차지하는 비중이 높음
 - 2017년 기준 서비스업의 비중은 70%에 육박하고 다음으로 농림어업과 건설업의 비중이 각각 10%대 초반을 차지하고 있으며 제조업의 비중은 3.4%에 불과함
 - 제주도의 에너지 소비는 수송 부문이 전체 최종 에너지 소비의 50% 가량을 차지하며 가정과 상업의 비중(30.6%)이 산업(14.0%) 보다 높은 수준인데, 수송 부문과 가정 상업 부문의 최종 에너지 소비는 지속적으로 증가하는 추세이나 산업 부문은 2011년 이후 지속적으로 감소하는 추세임
 - 원별 최종 에너지 소비는 관광 및 서비스 산업 중심으로 석유와 전력이 전체 최종 에너지 소비의 93.8%를 차지하며 석탄과 열에너지 소비는 전무한 상황이고, 석유의 대부분(73.8%)은 수송 부문에서 소비되고, 전력 소비의 과반수(57.1%)는 가정상업 부문에서 이뤄짐
 - 제주 지역의 전력 소비는 최근 3년(2015~2017년)간 연평균 6.4% 증가하며 국가 전체의 전력 소비(연평균 2.5%) 대비 빠르게 증가함

그림 1.5 제주도의 부문 및 에너지원별 최종 에너지 소비(2017년)



자료: 에너지자립도 실행을 위한 신재생에너지 통합보완-CFI 2030계획 수정 보완 용역(제주특별자치도 2019)

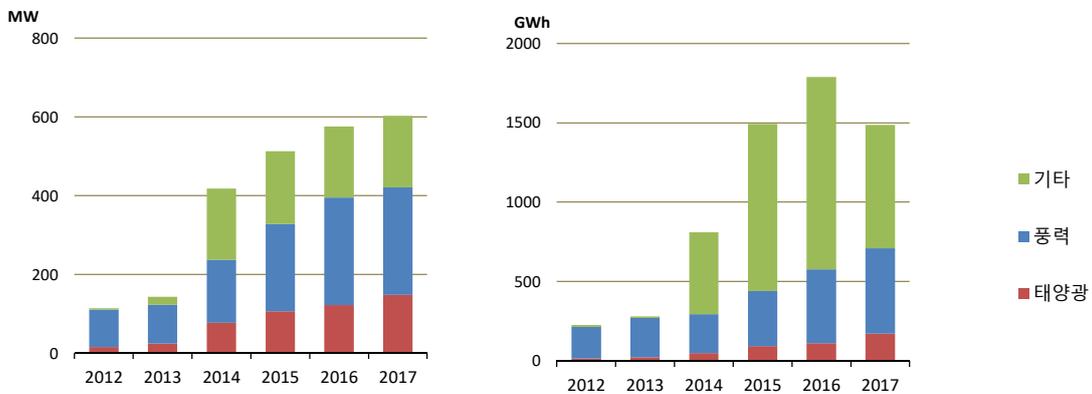
- 제주 지역의 신재생에너지 발전량은 설비용량 증가와 함께 2012~2017년 연평균 45.9%의 빠른 속도로 증가함

⁵ “에너지자립도 실행을 위한 신재생에너지 통합보완-CFI 2030계획 수정 보완 용역” (제주특별자치도 2019)의 일부 내용을 발췌 및 요약함

3. 제주도 신재생에너지 현황 및 보급 정책

- 에너지원별 발전 설비 비중은 2017년 기준 기력이 31.9%, 재생에너지(풍력+태양광+기타)가 36.2%이며, 신재생 에너지 설비용량은 태양광과 풍력을 중심으로 2012~2017년 기간 연평균 39.6%로 빠르게 증가하며 2017년 603MW에 도달함
- 특히 태양광 설비용량은 2012~2017년 연평균 59.0% 증가하고, 풍력은 동기간 연평균 23.3%로 빠르게 증가하면서, 태양광과 풍력이 전체 신재생 설비에서 차지하는 비중은 2017년 기준 각각 24.5%와 45.3% 수준에 도달함
- 신재생에너지 발전량은 설비용량 증가에 따라 2012~2017년 연평균 45.9%로 빠르게 증가함

그림 1.6 제주도 신재생 에너지 설비용량 및 발전량



자료: 에너지자립도 실행을 위한 신재생에너지 통합보완-CFI 2030계획 수정 보완 용역 (제주특별자치도, 2019)

□ 기존 2012년의 CFI2030 계획을 수정하여 2019년에 4대 정책 목표와 5대 정책 과제를 발표

- 제주도는 탄소 없는 섬 비전 달성을 위해 기존 2012년의 CFI 2030(Carbon Free Island Jeju by 2030) 계획을 2019년에 수정 및 보완함
- CFI 2030 수정본에서는 4대 정책 목표를 수립하고 목표별로 3대 핵심 지표를 선정, 5대 정책 과제별로는 2개의 정책수단을 제시함
 - 정책 목표는 첫째 도내 전력 수요 100%에 대응하는 신재생에너지 설비 도입, 둘째 37.7만 대의 친환경 전기차 도입, 셋째 최종에너지 원단위 0.071 TOE/백만 원 실현, 넷째 에너지 융복합 신산업 선도임
 - 정책 과제는 첫째, 신재생에너지에 기반한 청정하고 안정적인 에너지시스템 실현, 둘째, 전기차와 충전기 확대로 청정 수송 시스템 달성, 셋째, 에너지 수요관리 고도화로 고효율 저소비 사회 구현, 넷째 4차 산업혁명과 연계한 에너지신산업 혁신성장 동력 확보, 다섯째 도민 참여 에너지 거버넌스 구축임

표 1.2 정책목표 관련 핵심 지표 및 정책 과제별 정책 수단

			2017	2030
4 대 정책목표 관련 핵심 지표	신재생 에너지 설비 도입	설비용량(MW)	605	4 085
		발전량(GWh)	1 488	9 268
		전력수요 대비 발전비중(%)	30	106
	전기차 보급	전기차 대수(대)	9 206	377 217
		전기차 비중(%)	3	75
		충전기 기수(기)	8 284	75 513
	최종에너지 원단위	최종에너지 소비(천 TOE)	1 510	1 581
		전력수요(GWh)	5 014	8 723
		에너지원단위(TOE/백만 원)	-	-
	융·복합 신산업 선도	생산유발(억 원)	-	10 341
		취업유발(명)	-	8 951
		도민 수익 사업모델(개)	8	21
정책과제		정책수단		
정책 과제별 정책수단	1. 신재생에너지 기반 청정하고 안정적인 에너지시스템 실현	1-1. 신재생에너지 공급확대 1-2. 신재생에너지 한계용량 및 유연성 증대		
	2. 전기차와 충전기 확대에 청정 수송 시스템 달성	2-1. 인센티브 확대 및 인프라 구축 2-2. 내연기관 운행 및 도입 제한		
	3. 에너지수요관리 고도화로 고효율 저소비 사회 구현	3-1. 고효율 에너지사용 기기 및 스마트에너지 시스템 도입 3-2. 건물부문 에너지관리 프로그램 운영		
	4. 4차 산업혁명과 연계한 에너지신산업 혁신성장 동력 확보	4-1. 다운스트림 산업 육성 4-2. 융·복합-상생 성장 기반 구축		
	5. 도민참여 에너지 거버넌스 구축	5-1. 도민참여 에너지거버넌스 구축 5-2. 도민참여 확대를 위한 사업모델 확대 및 기반 구축		

자료: 에너지자립도 실행을 위한 신재생에너지 통합보완-CFI 2030계획 수정 보완 용역 (제주특별자치도, 2019), <표2-1> 및 <표-2-2>

□ 신재생 에너지 보급은 기존 계획에서 소폭 수정하여 2030년 4.1 GW를 목표로 함

- 신재생에너지 보급 목표는 제주도의 신재생에너지 시장 잠재량 및 외부 여건을 고려하여 수정됨
 - 태양광은 유휴부지 확보 및 적극적인 도민참여형/수익형 사업모델을 발굴하여 기존 목표와 동일한 2030년 1.4GW을 유지함
 - 해상풍력은 기존 목표를 최대한 유지하고 다만 고정식 해상풍력 잠재량을 고려하여 장기적으로 부유식 해상풍력으로 전환하기로 함
 - 연료전지는 전력계통 안정성을 고려하여 도입을 일부 연기하고 2030년 이후 본격적인 보급 확대 전략을 추진하기로 함
 - 지열 발전은 주민수용성, 기술성숙도, 안전성 등을 고려하여 도입을 보류함

- 바이오/폐기물은 도내 바이오매스 및 폐기물 자원의 적극적인 활용 추진을 통해 목표를 상향함
- 기존 도내 중앙발전기에서 활용하던 바이오중유를 신재생에너지로 포함하여 신규 도입함

표 1.3 신재생에너지 보급 목표 및 단계별 도입 전략

구분(MW)	CFI 수정안 (2019)	~2025	2026~
태양광	1 411	-RPS 기반 도민참여형 사업 발굴, 유휴부지 확보 -보조 기반 자가소비용 보급 사업 추진	-도민참여형 사업 확대 -에너지 P2P, VPP 등 수익형 신규 사업모델 활용 보급 추진
육상풍력	450	-경관/환경성을 고려한 공공주도 사업 추진	-Repowering 등 신규/대체 사업 추가 발굴
해상풍력	1 895 (고정식) 1,195 (부유식) 700	-고정식 해상풍력 중심 보급	-부유식 해상풍력으로 전환
연료전지	104	-보조 기반건물용 연료전지 보급	-부하대응, P2G 기술 성숙과 연계한 발전용 연료전지 보급사업 추진 -건물용 연료전지 지속 보급
지열	-	도입 보류	
해양에너지	10	-기술상용화 및 실증 -수용성 확보 및 입지 탐색	-경제성 확보와 연계한 파력 발전 보급 추진 -신규 해양에너지 발전기술 실증
바이오에너지/ 폐기물에너지	40	-수용성 확보 및 입지 탐색	-도내자원 최대 활용, 신규 도입
바이오중유	175	-기존 설비 활용	-계통안정성 고려 확대
유연성 지원		-HVDC 용량 및 역량 증대 -ESS/DR 도입 및 확대	-Power to Gas(P2G) 확대
합계	4 085		

자료: 에너지자립도 실행을 위한 신재생에너지 통합보완-CFI 2030계획 수정 보완 용역 (제주특별자치도, 2019), <표3-26> 및 <표3-27>

- 전력계통 유연성 제고를 위해서는 수요자원 보조서비스 도입, 재생에너지 예측 및 제어시스템 도입, 신재생에너지 ESS 의무화 및 증감발 제약 부여 등이 고려됨
 - 수요자원을 활용하여 태양광과 풍력발전의 변동성 유발 문제를 보완, 풍력발전의 단기 변동성 대응을 위해서 ESS 설치 의무화를 고려, 태양광 발전 증가에 따른 Duck Curve⁶ 완화를 위한 출력제어 대응기기 설치 의무화 고려 등이 포함됨

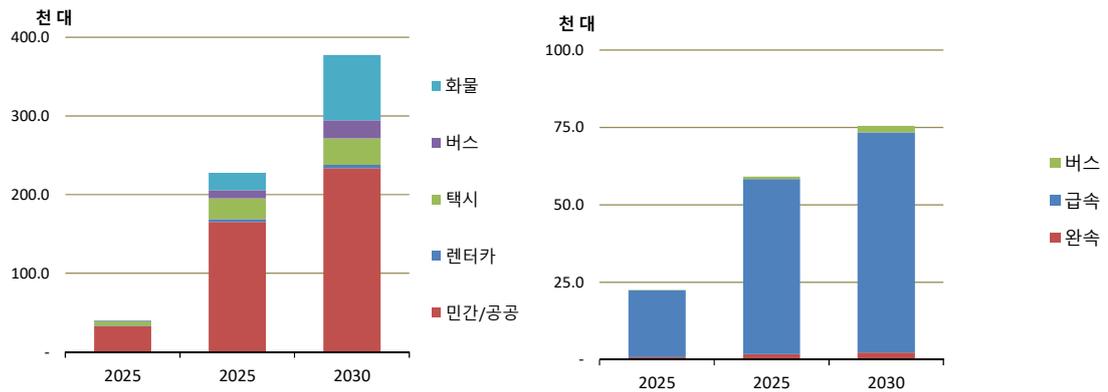
⁶ 태양광 발전의 증가로 일출시간대는 순수요(수요-태양광발전량)가 감소하고 일몰시간대는 순수요가 증가하여 오리 모양을 띠는 현상

주요 이슈 및 정책

□ 전기차는 2022년 이후 본격적으로 보급을 확대하여 2030년 37.7 만대 보급을 목표

- 전기차 및 충전기 도입 목표는 시장구조 및 가격경쟁력, 기술특성 등을 고려하여 수정되었으며, 2022년까지는 인프라 구축단계, 이후부터 본격 보급 확대 단계로 설정함
 - 2022년 이전까지는 전기차의 가격경쟁력 부족으로 보조금에 의존하는 시장 구조가 지속되고 2023년 이후 가격경쟁력이 확보되며 본격적으로 전기차 시장이 확산될 전망이며, 정부는 수소경제 실현을 위해 수소연료전지차 보급 확대에 집중할 것으로 예상됨
 - 이에 따라 수정안에서의 2030년 제주도 전기차 도입 목표는 기존 계획과 동일하게 37.7만 대로 유지(도내 차량 등록대수의 75%를 전기차로 전환)하지만, 전기차의 가격경쟁력이 확보되고 인프라가 구축되는 2023년 이후부터 전기차 도입이 본격화될 것으로 전망함
 - 전기차 도입 목표에 대응하여 2030년까지 총 7.5만기의 충전기를 도입하는 것을 목표로 2022년까지 충전 인프라 구축을 위한 정책역량을 집중함

그림 1.7 전기차 및 충전기 도입 목표(누적)



자료: 에너지자립도 실행을 위한 신재생에너지 통합보완-CFI 2030계획 수정 보완 용역 (제주특별자치도, 2019)

4. E-Mobility 보급이 에너지 수급에 미치는 영향⁷

□ E-Mobility는 다양하게 정의할 수 있으나, 본 보고서에서는 BEV, PHEV, FCEV를 바탕으로 분석

- E-Mobility(Electric Mobility)는 어떻게 정의하느냐에 따라 수송 부문의 범위나 차종의 포함 여부가 달라질 수 있으나 정부의 정책 방향에 맞춰 BEV, PHEV, FCEV를 중점적으로 살펴보고자 함
 - 기존 화석에너지를 사용하던 수송수단이 전기로 에너지원을 바꿔 운행하는 모든 경우를 E-Mobility라고 정의한다면, 도로, 해운, 항공을 포함한 포괄적 개념으로 생각할 수 있으며, 도로 수송 부문 내에서 E-Mobility를 전기 모터가 사용된 수송수단으로 정의한다면, 소형 배터리와 전기 모터가 들어가는 하이브리드(Hybrid) 자동차도 E-Mobility에 속함
 - 그러나 전세계적으로 전기차는 BEV와 PHEV로 한정하고 있고, 우리나라 정부의 전기차 보급 목표 및 실적 반영도 BEV와 PHEV에 한정되어 있으며 보급 지원은 주로 BEV에 집중되어 있음
 - 최근 수소경제 활성화 로드맵(2019.1.17) 발표를 통해 FCEV 보급 확대를 위한 지원 정책이 강화되고 있어 수송 부문 에너지 수급에 영향을 미칠 주요한 E-Mobility는 BEV, PHEV, FCEV임
 - BEV와 PHEV는 전력 충방전으로 인해 전력시스템과 직접적으로 영향을 주고받으며, FCEV는 잉여 전력을 활용한 수소 생산으로 인해 스마트 에너지시스템 안에서 영향을 주고 받음

□ E-Mobility 보급은 빠르게 증가하였고, 정부의 다양한 계획과 지원 정책을 바탕으로 꾸준히 성장할 예정

- 정부는 제3차 에너지기본계획 등 다양한 계획 발표를 통해 2040년까지 전기차 830만 대와 수소차 290만 대 보급 목표를 제시하고 목표 달성을 위해 다양한 지원 정책을 이행 중에 있음
 - 국토교통부 통계누리 자료에 따르면 2019년 전기차 보급은 약 9만 대를 보급하였고, 수소차는 약 5천 대를 보급하였고, 전기차는 2018년 대비 약 60% 이상, 수소차는 5배 가까이 증가함
 - 2020년 전기차 구매 보조금은 최대 820만 원으로 전년 대비 80만 원 축소한 반면, 보조금을 지급하는 전기·수소차 규모는 9만 4천 대로 전년(6만 대) 대비 57% 가량 증가함
 - 전기·수소차 보급 확산을 위한 정책방향 (관계부처합동, 2018.6)에서 2022년까지 전기차 35만 대, 수소차 1.5만 대 보급을 목표로 하였던 것을 자동차 부품산업 활력 제고 방안 (산업통상자원부, 2018.12)에서 2022년까지 각각 43만 대, 6.5만 대로 상향 조정함
 - 2030 온실가스 감축 로드맵 수정안 (산업통상자원부, 2018.7)에서는 2030년까지 전기차(EV, PHEV) 300만 대 보급 목표를 제시하였고, 미래자동차 산업 발전 전략 (산업통상자원부, 2019.10)에서는

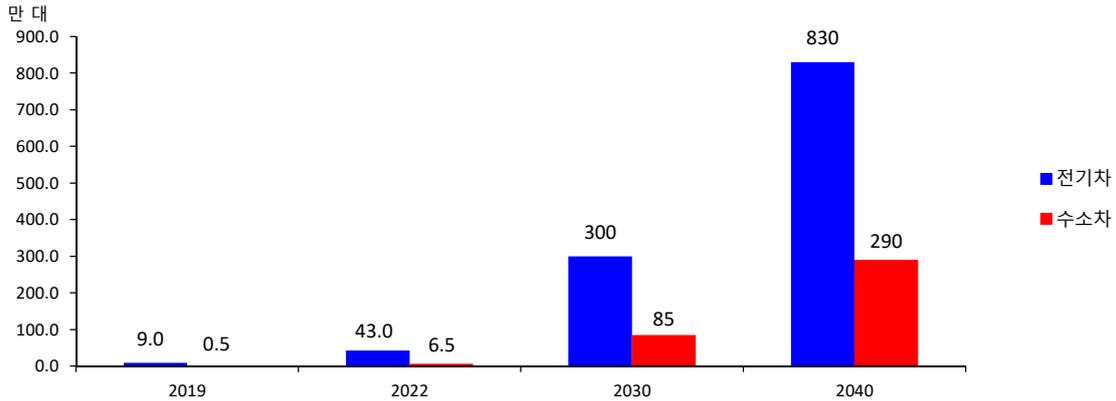
⁷ 에너지경제연구원 E-Mobility 관련 일반연구과제 보고서(김재경, 2019; 박명덕, 2019; 조상민 & 이승문, 2019)의 내용을 바탕으로 제작됨

주요 이슈 및 정책

2030년까지 전기, 수소차의 연간 신차 판매 비중은 33%까지 끌어올리고 2030년까지 수소차 85만 대 보급 목표를 제시함

- 제3차 에너지기본계획 (산업통상자원부, 2019)에서는 2040년까지 전기차(EV, PHEV) 830만 대와 수소차(FCEV) 290만 대 보급 목표를 제시함

그림 1.8 정부 보급 목표에 따른 연도별 보급 대수



자료: 자동차 부품산업 활력제고 방안 (산업통상자원부, 2018.12), 2030 온실가스 감축 로드맵 수정안 (산업통상자원부, 2018.7), 미래자동차 산업 발전 전략 (산업통상자원부, 2019.10), 제3차 에너지기본계획 (산업통상자원부, 2019)

□ 전기차의 보급 확대가 전력 수급에 미칠 영향은 미미할 것으로 전망

- 2030년 3백만 대 보급과 8차 전력수급기본계획의 최대부하를 기준으로 계산한 결과에 따르면 시나리오별로 약간의 차이는 있으나 2030년 기준 전기차 충전 전력이 최대 부하에 미치는 영향은 0.5% 수준에 불과한 것으로 나타남 (박명덕, 2019)
 - 완속 충전의 경우 오랜 시간 충전을 하기 때문에 주로 주택 내 있는 충전기로 야간 시간에 충전하는 경우가 많고, 또한 완속 충전의 경우 계시별 요금제이기 때문에 조금 더 저렴한 경부하 시간대에 사용할 유인이 있기 때문에 주로 경부하 시간대에 충전이 집중됨
 - 그에 반해, 급속 충전 방식은 단일 요금이면서 짧은 시간에 많은 양을 충전해야 할 경우에 사용되므로 주로 낮에 외부 충전소에서 충전하는 경우가 많기 때문에 주로 최대부하 시간대에 밀집할 것으로 예상함
 - 급속과 완속 충전 비율에 따른 세 가지 시나리오를 구성하여 최대 부하에 미칠 영향을 분석하면, 8차 전력수급기본계획에서의 2030년 전력 최대부하가 100.7 GW인 것을 고려할 때 2030년 전기차 300만 대의 충전에 따른 최대부하의 영향은 0.5 GW 수준으로 최대 부하의 0.5% 수준인 것으로 추정됨
- 2030년 전기차 3백만 대 보급으로 인한 추가적인 전력 소비량은 연간 약 6 TWh 수준으로 8차 전력수급기본계획에 수립된 2030년 목표수요(579.5 TWh)의 약 1% 수준으로 낮은 편임 (박명덕, 2019)

- 장기 에너지수요 전망의 목표 시나리오에서는 2030년에 261.5만 대의 전기차 보급(상용 및 버스 포함)이 이루어지고 전력 소비량은 11.6 TWh로 전체 전력 소비량(582.6 TWh) 대비 약 2% 수준으로 나타남

□ 반면 전기차의 보급 확대가 석유 수급에 미칠 영향은 상대적으로 전력 대비 클 것으로 판단

- 김재경 (2019)에 따르면 전기차와 수소차 보급 목표를 달성할 경우, 이에 따른 내연기관자동차의 퇴출 규모는 2030년에 314만 대, 2040년에는 1,033만 대에 이를 것으로 분석함
 - 2018년 기준 내연기관차의 등록대수는 1,862만 대이고, 2018년 에너지 밸런스 기준 원료용으로 쓰이는 납사 소비를 제외한 최종 소비 부문의 석유 소비는 468.9백만 배럴이며, 이 중 육상 운수 중 화물 등을 제외한 여객 수송에 쓰인 휘발유, 경유, LPG 소비는 총 154.6백만 배럴로 약 33.0%의 비중을 차지하고 있음
 - 만일 2030년에 314.3만 대가 전기차와 수소차로 대체된다면 2018년 기준으로 볼 때 약 26.1백만 배럴의 휘발유, 경유, LPG 소비가 줄어들 것이고, 이는 기존 육상 여객 운수 석유 소비의 약 16.9% 최종 소비 부문 석유 소비의 약 5.6%가 줄어드는 것임
 - 마찬가지로 2040년에 1033.5만 대가 대체된다면 2018년 기준으로 육상 여객 운수와 최종 소비 부문에서 각각 55.5%, 18.3% 비중의 소비가 줄어들게 됨
- 정유 산업에서 나오는 휘발유와 경유 등의 석유제품은 모두 연산품⁸이라는 특수성으로 인해 특정 석유 제품의 소비가 급격히 줄어들었다고 해서 해당 품목만 생산을 줄일 수 없으므로 전체 석유제품 생산이 함께 조정됨
 - 정제시설 가동률 하락과 국제 경쟁력 하락 등 정유산업 전반에 타격이 불가피할 것으로 예상됨

표 1.4 정부의 친환경차 보급 확대 정책에 따른 내연기관차 대체분 분석 (단위: 만 대)

		2019	2022	2030	2040
BAU	승용차 (BAU)	1 917.8	1 961.2	2 104.8	2 202.4
	내연기관차	1 908.3	1 918.8	2 034.1	2 115.9
	전기차+수소차(자연 증가분)	9.5	42.4	70.7	86.5
정부 목표 달성	승용차 (BAU)	1 917.8	1,961.2	2,104.8	2,202.4
	내연기관차	1 908.3	1,911.7	1,719.8	1,082.4
	전기차+수소차(목표 달성)	9.5	49.5	385.0	1 120.0
목표 달성에 따른 내연기관차 대체분		-	7.1	314.3	1 033.5

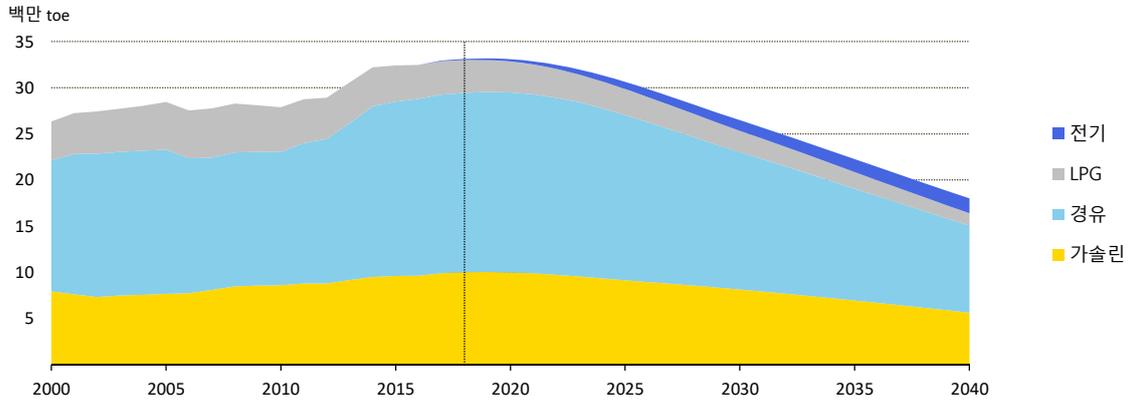
주: 내연기관차 대체분은 BAU 시나리오에서의 내연기관차 대수에서 정부의 목표 달성 시나리오에서의 내연기관차 대수를 뺀 값임

⁸ 동일한 원료를 동일한 공정으로 가공하였을 때, 주종관계가 없으면서 종류가 다른 2가지 이상의 생산품을 의미함

주요 이슈 및 정책

- 장기 에너지수요 전망 목표 수요에서는 전기차 보급 확대에 의해 2030년과 2040년에 수송 부문 휘발유, 경유, LPG 전체 소비량이 2018년 대비 각각 16.7%, 44.3% 줄어들 것으로 전망함

그림 1.9 장기 전망 목표 시나리오에서의 도로 수송 부문 에너지 수요 전망



□ 친환경차 보급이 환경에 미치는 영향의 정도는 연료 생산에서의 친환경성 정도에 달려 있음

- 친환경차 보급이 온실가스나 미세먼지 등 환경에 미치는 영향의 정도에 대해서는 다양한 의견이 있으나 내연기관차 대비로는 모두 낮게 나타남
 - 박명덕 (2019)에 따르면 2030년 기준 자동차의 연료별 단위운행거리당 환경피해비용은 휘발유가 19.5원/km, 경유가 35.6원/km, 전기자동차가 4.6원/km로 나타났으며, 이는 전기차의 환경피해 비용이 휘발유의 약 24%, 경유의 약 13% 수준인 것으로 나타남
 - 전호철 (2017)에 따르면 소형차 기준 휘발유와 경유차의 환경피해비용은 각각 9.35원/km, 12.7원/km, 전기차는 5.74~7.83원/km로 나타남⁹
 - 김재경 (2019)에 따르면, 수송에너지의 온실가스 배출량 전과정 평가에서 전기차의 배출량은 주로 발전 부문에서 생성되는데, 휘발유 대비 53.3% 수준으로 나타났으며, 미세먼지 배출량은 휘발유 대비 92.7%로 나타남¹⁰
- 내연기관차 대비 환경오염물질 배출이 적게 나타나지만, 궁극적인 친환경 차량으로의 전환을 위해서는 발전 믹스 전환 및 수소 생산 방식에서의 개선이 필요함

⁹ 이는 연료소비와 타이어 및 브레이크 패드 마모에 따른 배출도 포함한 값임. 박명덕(2019) 대비 내연기관차와 전기차간의 차이가 크지 않은 것으로 나타나는데, 이는 소형차를 기준으로 비교한 것과 비교 시점이 다르기 때문으로 판단됨

¹⁰ 해당 연구 결과에서는 브레이크 패드와 타이어 마모에 대한 미세먼지 배출량을 모든 차종에서 동일하게 적용함. 그러나 실제로는 운전자의 운전 습관에 따라 달라질 수 있으며, 전기차의 경우는 회생제동으로 인해 브레이크 패드에 의한 미세먼지 배출량이 내연기관차 대비 현저하게 적을 것으로 판단됨

- 전기차는 충전에 쓰인 전기의 전원믹스에 따라서 온실가스 및 미세먼지 배출량이 다르게 나타나므로 전기차 보급 확대를 통한 온실가스 및 미세먼지 감축 효과를 극대화하기 위해서는 연소 기반이 아닌 재생에너지 비중의 확대가 함께 이루어져야 함
- 수소차의 연료인 수소는 자연상태에서 단독으로 존재하지 않아 수소를 분리해내는 과정이 필요함. 보통 천연가스나 LPG 등 화석연료를 개질하여 수소 화합물에서 수소를 추출하는데 이때 다량의 온실가스가 배출되기 때문에 완벽한 친환경이라고 논하기는 어려움
- 이를 해결하기 위해서는 화석연료를 이용하지 않으면서 높은 효율을 내는 수소 분해 방법에 대한 개발이 필요한 실정임

□ E-Mobility의 보급 확대는 신재생에너지 보급 확대에 인한 계통 불안정성 해결에 일부 기여할 것으로 기대

- 태양광이나 풍력과 같은 변동적 신재생에너지 보급 확대는 불확실성과 변동성 등의 문제로 전력계통의 안정성과 전력 품질에 악영향을 미칠 수 있는데, 이러한 문제 해결에 전기차 충전과 수소 생산이 일부 유연성 자원으로 활용될 수 있을 것으로 기대함
 - 전기차의 경우 단기적으로 현재 단일 요금 형태인 급속 충전 요금을 완속 충전 요금과 같이 계시별 요금제로 전환하여 피크 수요에서 높은 요금으로 충전 수요를 줄이고 전력 발전량이 수요 대비 높은 시기에 낮은 요금으로 충전을 유도하여 출력제약(Curtailment) 양을 줄이는데 일부 기여할 수 있음
 - V2G(Vehicle to Grid)는 전기차에 저장된 전기를 전력망에 보내는 기술로 아직 실증단계에 있으나 만일 상용화 된다면 전기차가 에너지저장장치(ESS)의 역할을 감당함으로써 피크저감에 기여할 수 있을 것으로 기대됨
 - P2G(Power to Gas)는 잉여전력이 발생하였을 경우에 수전해를 통해 수소나 메탄의 형태로 저장하고 이를 수소차나 발전용 연료로 활용하는 기술을 의미하는데, 이를 활용하면 신재생에너지 보급 확대에 따른 계통 불확실성 개선에 기여하고 친환경적인 방법으로 수소 생산이 가능함

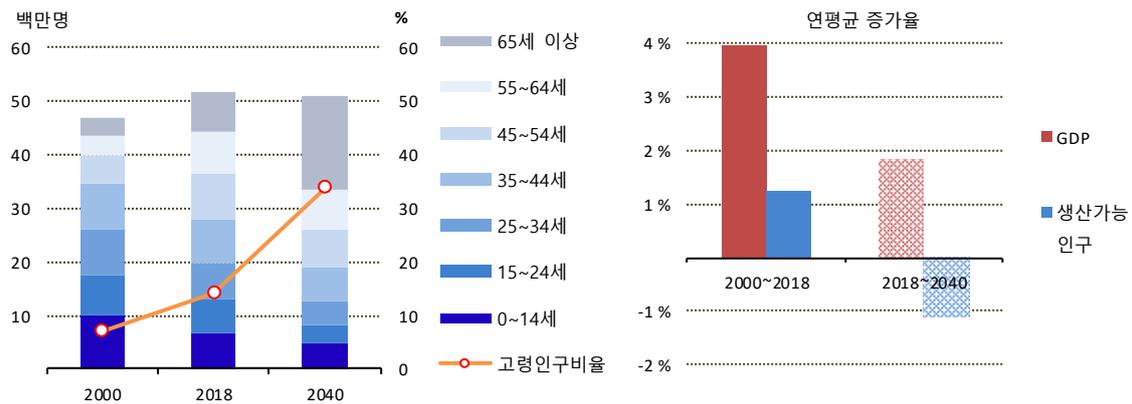
제2장 2019~2040년 에너지 전망

1. 2019 장기 에너지 전망의 개요

인구, 경제, 산업 및 가격

- 2040년 총인구는 현재와 비슷한 수준을 유지하나 인구 구조는 빠른 고령화와 저출산으로 대폭 변화
 - 총인구는 2020년대 후반까지 완만한 속도로 증가하지만 이후 지속적으로 감소하여, 2040년에는 2018년 대비 1.5% 감소한 5천 86만명 수준에 도달할 것으로 예상됨 (통계청, 2019)¹¹
 - 전망 기간 인구 감소의 주요 원인은 낮은 출산율로, 합계출산율¹²은 2000년대에 들어서며 1명 초반으로 떨어졌고 2018년에는 1명 미만인 0.98명까지 낮아짐
 - 통계청 장래인구특별추계의 중위 전망에 따르면 합계출산율은 2024년까지 0.86~0.97 명 수준에 머물지만 이후 꾸준히 상승하여 2040년에는 1.27명 수준에 도달할 전망이다¹³

그림 2.1 인구 구조 및 생산가능 인구 비율 변화



- 낮아진 출산율로 생산가능인구는 감소하는 반면, 생활 수준 향상 및 의료기술 발전 등으로 기대수명이 늘어나면서 고령인구가 빠르게 증가하여 인구 구조는 대폭 바뀔 것으로 예상됨

¹¹ 통계청에서는 5년마다 실시하는 인구주택 총조사를 바탕으로 장래인구추계를 작성함. 가장 최근의 인구주택총조사는 2015년이며 이를 바탕으로 2016년 말에 장래인구추계 결과를 발표하였음. 그러나 이후 예상과 달리 합계출산율이 급격히 떨어져 이러한 변화를 반영한 장래인구특별추계를 2019년 3월에 발표하였고, 본 전망에서는 이를 사용함

¹² 합계출산율이란 출산력 수준 비교를 위해 사용되는 대표적 지표로서 한 여성이 평생 몇 명의 자녀를 출산하는가를 나타냄

¹³ 이는 다소 낙관적인 상황을 가정한 것으로 저위 전망에서는 2030년대 초반까지 출산율이 1명 미만을 유지하다가 이후 소폭 상승하여 2040에는 1.09명에 도달할 것으로 전망하였음

2019~2040년 에너지 전망

- 기대 수명이 2018년 82.7세에서 2040년 86.8세까지 지속적으로 상승하여, 2018년 현재 14.3%인 65세 이상 고령인구 비율이 2025년에는 20%를 넘어서며 우리 사회가 초고령화 사회로 진입하고, 2040년에는 33.9%까지 급등할 전망이다
- 2016년에 이미 정점에 도달한 생산가능인구는 전망 기간 연평균 1.2% 감소할 것으로 예상되는데, 낮은 출산율과 빠른 속도로 진행되는 고령화로 생산가능인구의 비율은 2018년 72.9%에서 2040년 56.3%까지 떨어질 것으로 전망됨
- 이에 따라 생산가능인구 한 명이 추가로 부양해야 하는 인구수를 나타내는 피부양인구비율은 2018년 0.37에서 2040년에는 0.78까지 두 배 이상 상승할 것으로 예상됨
- 가구수는 전망 기간 인구 성장 정체에도 불구하고, 1인가구의 빠른 증가에 힘입어 연평균 0.6%로 비교적 양호하게 증가할 전망이다 (통계청, 2017)¹⁴
 - 최근 혼인건수는 감소하는 반면 이혼건수는 증가하는 추세가 전망 기간에도 이어지고 고령자 1인가구 수도 급증하며 1인가구 수는 연평균 1.6%의 빠른 속도로 증가할 것으로 전망됨

□ 경제 성장 속도는 전망 초기 소폭 회복되지만 이후 지속적으로 둔화¹⁵

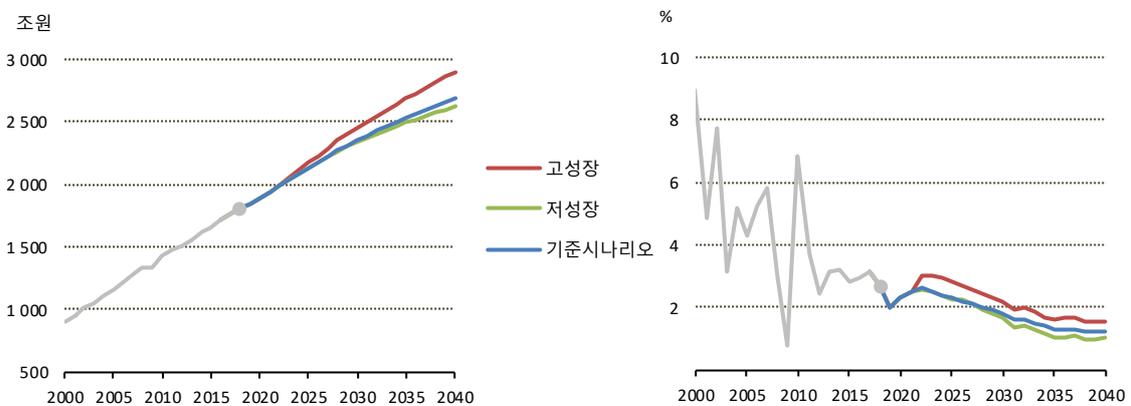
- 2000~2018년 우리 경제는 2009년의 글로벌 금융위기 등으로 일시적 정체를 겪기도 했으나, 자본스톡과 노동 공급의 꾸준한 증가에 힘입어 국내총생산(GDP)이 연평균 3.9%로 빠르게 성장하였음
 - 2009년에는 글로벌 금융위기로 경제 성장률이 0.8%까지 떨어진 경우도 있으나, 2000년대에 자본스톡이 연평균 3.4%로 빠르게 증가하고 생산가능인구 역시 연평균 0.7%로 꾸준히 증가함에 따라 GDP는 4.7%의 높은 연평균 성장률을 기록하였고, 2010~2018년도 글로벌 금융위기 이후 완만한 경제 회복 속도를 보이며 연평균 3.0%의 성장률을 기록함
- 2019년에는 미·중 무역분쟁이나 일본과의 통상 마찰 등 대외적 요인과 내수침체 등 대내적 요인이 겹치며 경제 성장률이 2% 내외로 떨어지겠으나, 2020년대 초반에는 이러한 상황이 개선되며 경제가 소폭 회복세를 보일 것으로 예상됨
- 그러나 이후 2040년까지 GDP는 생산가능인구 감소와 피부양인구 비율 상승으로 인한 자본스톡 증가율의 둔화로 노동과 자본이 감소 혹은 정체되며 연평균 1.8% 성장에 그칠 전망이다

¹⁴ 전망 작업 시점에 장래가구추계가 진행되지 않아 2015년 인구주택총조사 기반 자료를 사용함

¹⁵ 경제 성장률은 제3차 에너지기본계획에 사용된 전제를 사용하였고, 2019~2021년의 경우 최근에 발표된 KDI 및 한국은행의 자료를 이용하여 갱신하였음. GDP 전망은 콥-더글러스 생산함수를 바탕으로 GDP 증가율을 노동·자본·총요소생산성 등 생산요소의 기여분으로 분해하고, 각 요인에 대한 전망치를 합산하여 경제성장률을 전망함 (신석하 2015)

- 생산가능인구의 빠른 감소와 고령인구의 증가, 경제활동참가율 하락 속에 취업자 수는 2020년대 중반을 기점으로 감소, 고령인구 부양 증가로 저축률과 자본스톡 증가율도 지속적인 하락 등 경제 성장 둔화 요인 (신석하, 2015)은 여전히 유효한 것으로 보임
- 현재 우리나라 총요소생산성의 증가율은 선진국에 비해 다소 높지만 장기적으로 선진국 수준으로 낮아질 것으로 예상되는데 이 또한 경제성장률 둔화 요인으로 작용함¹⁶
- 총요소생산성의 증가율은 2011~2020년 1.6% 수준에서 꾸준히 하락하여 장기적으로는 선진국의 증가율 수준인 1.3% 정도로 수렴할 것으로 예상됨 (신석하, 2015)

그림 2.2 GDP 성장률과 생산가능인구 성장률 추이



- 고성장 시나리오에서는 대내외 경제 여건이 개선되며 GDP가 전망 기간 연평균 2.2%로 성장하고, 저성장 시나리오에서는 반대의 상황을 가정하여 GDP가 연평균 1.7% 증가에 그칠 것으로 전제함
 - 고성장 시나리오는 단기적으로 국제 무역 분쟁이 원만히 해결되고 반도체와 자동차 등 국내 주력 산업이 양호한 성장세를 이어가는 상황을 가정했으며, 장기적으로는 저출산 대책 등으로 노동과 자본 투입의 증가와 생산성 혁신을 통해 잠재성장률 하락을 지연시키는 경우를 가정함
 - 저성장 시나리오는 단기적으로 보호무역주의 확산으로 인한 국제 무역 분쟁 심화, 가계부채 누적으로 인한 내수 침체 등 경기 하락 요인이 가중되고, 장기적으로는 저출산 가속화 등으로 노동 공급 정체, 투자 부진, 총요소생산성 하락이 심화되는 상황을 가정함

□ 서비스업이 전망 기간 경제 성장을 주도하면서 제조업의 비중은 축소¹⁷

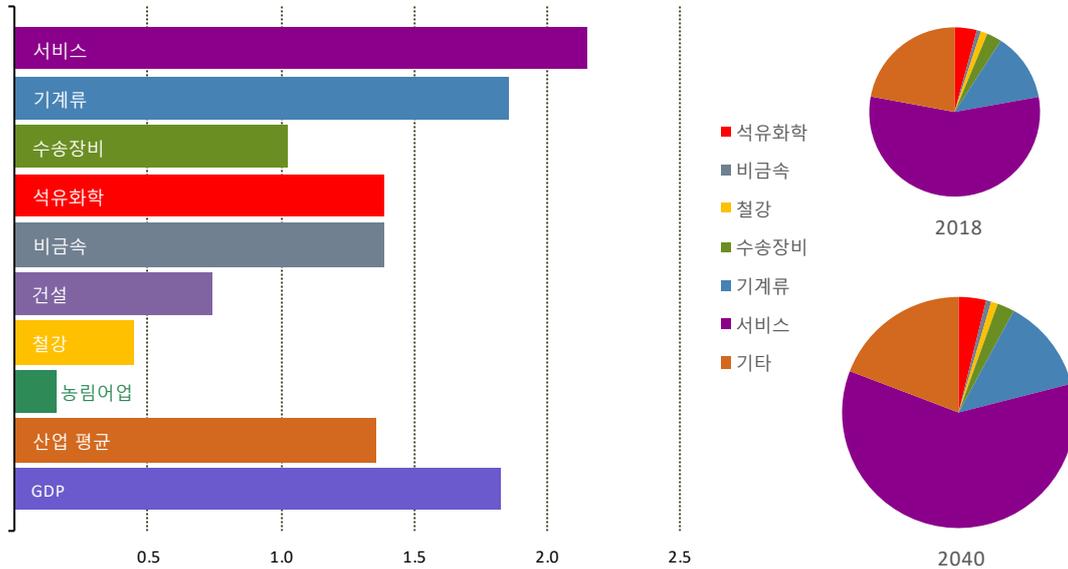
¹⁶ 총요소생산성은 산출물 중 생산요소인 노동과 자본 등으로 설명되지 않는 부분을 말하는데 직접적으로 관측되지 않기 때문에 성장회계의 잔차(Solow residual)를 이용하여 추정함. 선진국이 새로운 기술을 개발하는 것보다 후발국이 선진국을 모방함으로써 기술을 습득하는 속도가 더 빠르기 때문에 일반적으로 후발국이 총요소생산성 증가율이 높음

¹⁷ 산업구조 전망은 산업연구원에서 작성한 제3차 에너지기본계획에 사용된 전제를 활용하였음

2019~2040년 에너지 전망

- 전체 부가가치 중 절반 이상을 차지하는 서비스업이 제조업 대비 빠르게 성장하면서 GDP 증가를 주도할 것으로 예상되며, 이에 따라 전체 GDP에서 제조업이 차지하는 비중은 2018년 26.7%에서 2040년에는 24.6%로 소폭 축소될 것으로 예상됨
- 제조업 내에서는 정보통신 기술 발전을 기반으로 기계류가 빠르게 성장할 것으로 보이며, 에너지 집약도가 높고 온실가스 배출이 많은 철강이나 시멘트 등의 업종은 성장세가 둔화될 전망이다
 - 4차 산업혁명, AI 보급 확대, 디지털 경제 확산 등에 따라 반도체, 디스플레이, 스마트폰 등 관련 제품을 중심으로 한 생산이 지속적으로 증가하면서 기계류 업종이 연평균 1.9%로 제조업 중 가장 빠르게 성장할 것으로 예상됨
 - 반면, 수송장비 제조업은 최근 조선과 자동차 생산의 부진이 전망 기간에도 일부 지속되면서 부가가치 증가율이 연평균 1.0%로 둔화될 전망이다
 - 석유화학의 경우 국제 유가의 완만한 상승과 설비 증설 및 고도화, 배터리 산업 확장 등으로 연평균 1.4% 증가할 것으로 예상되나, 석유정제업은 석유제품 수출이 꾸준히 유지됨에도 불구하고 전반적인 석유제품 수요 증가 둔화로 부가가치가 현재 수준에 머무를 전망이다
 - 대표적 에너지 다소비 업종인 철강은 고급 냉연강판 등 고부가가치 철강재의 해외 판로 확대 등을 통해 새로운 성장 동력을 모색하지만 선진국을 중심으로 한 철강재 수입 규제 강화와 중국을 비롯한 후발주자와의 경쟁 심화로 수출이 정체되고 국내 철강재 수요산업의 부진으로 내수도 난항을 지속하면서 전망 기간 연평균 0.4% 성장에 그칠 것으로 예상됨
 - 비금속은 에너지 집약도가 높은 시멘트 업종보다는 유리, 도기 등의 업종 생산이 꾸준히 증가하면서 전망 기간 연평균 1.4%의 성장률을 기록할 것으로 예상됨. 시멘트 업종은 전망 기간 인구 감소 및 가구수 정체로 건설 수요가 둔화되면서 건설업의 성장이 연평균 0.7% 수준으로 둔화되고 건설 자재의 고급화가 꾸준히 진행되는 등의 영향으로 부가가치 증가가 정체될 것으로 예상됨

그림 2.3 주요 업종별 전망 기간 부가가치 증가율 및 비중 변화



*건설업의 부가가치는 soc를 포함

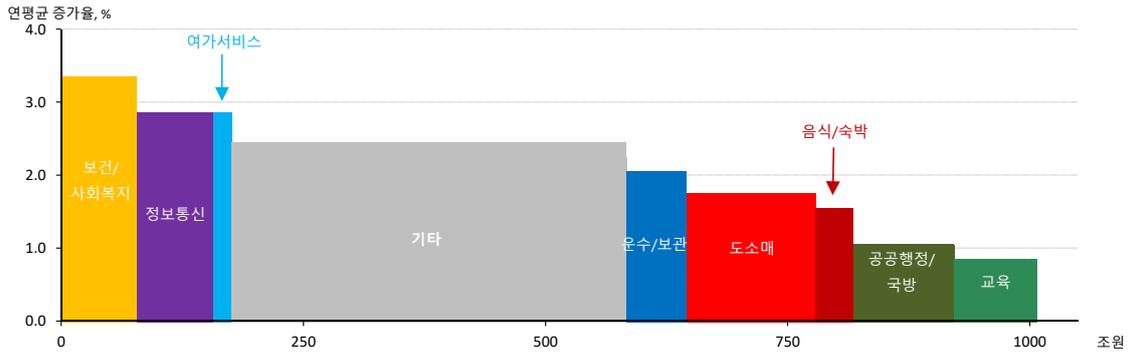
- 건설업은 꾸준히 진행되는 고부가가치화에도 불구하고 전망 기간 인구가 감소하고 가구수 증가가 둔화되는 등의 영향으로 주택 수요가 정체되어 부가가치가 연평균 0.7% 증가에 그칠 전망이다
- o 서비스업은 전망 기간 연평균 2.2%로 비교적 빠르게 성장할 것으로 예상되는데, 도소매업과 음식/숙박업 등 에너지 소비가 많은 업종은 상대적으로 성장세가 느리고 보건/사회복지 서비스업, 정보통신업, 예술/스포츠/여가 서비스업 등이 빠르게 성장할 것으로 예상됨
 - 보건/사회복지 서비스업은 빠르게 진행되는 고령화와 그로 인한 의료 수요 증가, 선진 사회로의 이행으로 인한 복지 확대 등으로 전망 기간 연평균 3.3% 성장하여 서비스업 중에서도 부가가치가 가장 빠르게 증가할 것으로 예상됨
 - 정보통신업은 디지털 경제의 가파른 성장, 사회전반의 지식정보화 추진, 정보통신기기 보급 확대 등으로 연평균 2.8%의 높은 성장률을 보일 것으로 전망됨
 - 예술/스포츠/여가 서비스업도 소득 증대로 인한 생활수준 향상, 주52시간 근무제¹⁸로 인한 여가 시간 확대 등으로 여가 활동에 대한 수요가 늘어나며 연평균 2.8%로 빠르게 성장할 전망이다
 - 반면, 서비스업 중 에너지 소비 비중이 높은 도소매업과 음식/숙박업은 전망 기간 각각 연평균 1.7%, 1.5% 성장하여 서비스업 내에서의 비중이 축소될 것으로 전망됨

¹⁸ 법정 근로시간을 기존 주당 68시간에서 52시간(법정근로 40시간+연장근로 12시간)으로 단축한 제도로, 관련 법안이 국회에서 2018년 2월 28일 통과되었고 그 해 7월 1일부터 종업원 300명 이상인 사업장을 대상으로 시행되었음. 이후 제도의 적용 범위는 점차 확대될 계획으로 50~299인 사업장과 5~49인 사업장의 경우 각각 2020년 1월 1일, 2021년 7월 1일부터 시행할 예정임

2019~2040년 에너지 전망

- 교육서비스는 2000년대 들어서며 낮아진 합계출산율로 인해 전망 기간 학령인구가 지속적으로 감소하는 등의 영향으로 부가가치가 연평균 0.8%의 증가에 그쳐, 서비스업 중 가장 느리게 성장할 전망이다

그림 2.4 서비스업 부가가치 변화 및 업종별 비중

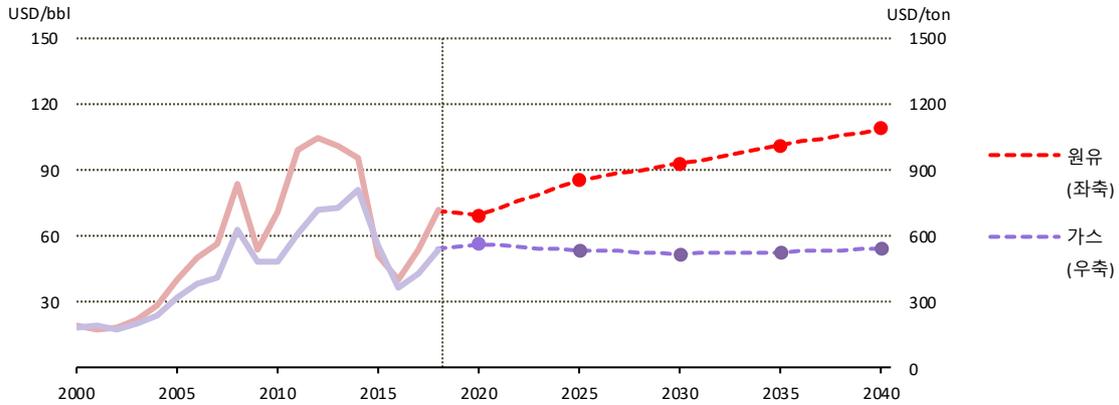


□ 원유 도입 가격은 꾸준히 상승하지만 천연가스 도입 가격은 현재 수준에서 정체될 전망이다¹⁹

- 원유 도입 가격은 전망 기간 세계 석유 수요 증가세 둔화, 미국을 중심으로 한 비전통 석유 생산 급증 등으로 완만한 증가세를 보일 것으로 예상됨
 - 특히, 전망 초기에는 미·중 무역 분쟁으로 인한 세계 경기 침체와 이로 인한 미래 석유 수요 둔화 우려가 부각되며 원유 도입 가격이 소폭 하락할 것으로 전망됨 (이달석, 조철근, 오은주, 2019)
 - 미국 셰일 오일 생산의 손익 균형점이 기술 발전 및 효율적 생산관리 등으로 배럴당 30~50달러 수준까지 낮아져 향후 미국 셰일 오일 공급이 대폭 늘어날 것으로 예상되고, 중국의 경제 성장세 둔화와 선진국들의 미약한 경제 회복세 등으로 석유 수요는 둔화될 것으로 보임 (IEA, 2019)

¹⁹ 에너지 도입 가격은 IEA의 World Energy Outlook 2019의 OECD 국가 에너지 도입 가격을 기반으로 전제를 작성하였음

그림 2.5 원유 및 LNG 도입 가격 추이 및 전망



- 최근 중동산 천연가스에 비해 가격경쟁력이 높은 미국산 셰일가스 도입 비중이 점차 확대되고 있는데, 이러한 추세는 전망 기간 천연가스 도입 가격 상승을 억제할 것으로 예상됨
 - 미국 셰일 가스를 중심으로 한 천연가스 공급 확대는 세계 가스 시장에서 수요자의 시장 지배력을 더욱 강화하여 도착지 제한 규정같은 경직적 계약 방식이 소멸되고 시장 구조가 더욱 유연해질 것으로 예상됨
 - 이러한 천연가스 시장의 유연성 확대로 국내 도입 가격에서의 아시아 프리미엄이 점차 소멸되는 가운데, 기존의 LNG 도입 장기 계약의 기간이 만료되고 새로운 계약을 체결해야 하는 물량이 늘어나면서 천연가스의 국제 거래 가격 상승에도 불구하고 LNG 국내 도입 가격은 현재와 비슷한 수준을 유지할 것으로 전망됨

시나리오의 정의

□ 시나리오는 경제 성장 또는 정부의 정책에 대한 가정 하에 예상되는 미래의 에너지 소비 및 생산

- 기준 시나리오는 우리나라의 인구, 경제 성장, 산업 구조, 에너지 가격, 기온에 대한 기본 전제를 바탕으로 현재의 정책이나 지침 또는 규제 등이 미래에도 유지되며 에너지 기술이 앞으로도 지속적으로 발전한다는 가정 하에 에너지 소비 행태의 변화와 그에 따른 에너지 소비 및 생산 구조의 모습을 전망한 시나리오임 (주요 전제에 대한 자세한 설명은 이전 ‘인구, 경제, 산업 및 가격’을 참조)
 - 기준 시나리오의 전제로 사용되는 인구 전망은 통계청에서 발표하는 인구 중위 전망을 사용하며, 기온은 과거 10년의 일일 평균 기온을 이용하여 연간 냉방도일과 난방도일을 계산함
 - 경제 성장은 인구 중위 전망을 기초로 한국개발연구원에서 작성한 장기 잠재 성장률을 이용하는데, 최근의 성장률 변화와 단기 경제 성장 전망을 추가하여 장기 잠재 성장률을 조정함
 - 산업 구조는 ‘제3차 에너지기본계획’에 사용된 산업연구원의 장기 산업구조 전망을 적용하며, 장기 잠재 성장률의 변화가 전 산업에 동일한 효과를 미친다는 가정하에 잠재 성장률의 변화만큼 산업 구조를 조정함
 - 에너지 가격은 IEA의 국제 에너지 가격 전망 중에서 OECD 원유 평균 수입 단가와 일본의 LNG 수입 단가 추세를 이용하여 석유와 천연가스의 수입 단가를 계산함. 국내 제품 가격의 경우 관세를 비롯하여 국내 조세 체계를 적용하여 판매 가격을 전망함
- 성장 시나리오는 고위 및 저위 인구 전망을 기초로 노동 투입, 저축률, 투자, 총요소생산성에 대한 상반된 상황을 가정하여 작성된 시나리오로 우리나라 경제가 고성장 또는 저성장의 경로를 거칠 경우 예상되는 에너지 수급 경로를 설명함 (에너지경제연구원, 2017; 에너지경제연구원, 2016)
- ‘2019 장기 에너지 전망’에 처음 추가된 목표 시나리오는 ‘제3차 에너지기본계획’의 정책 수단들을 사용하여 정책 목표를 달성할 경우 에너지 수급 구조가 따라갈 것으로 예상되는 경로를 전망한 시나리오임
 - 기준 시나리오는 2019년 10월 현재 시행 중이거나 확정된 정책들이 일몰 시기를 포함하여 미래에도 유지된다고 가정하고 있으며 선언된 국가 목표는 반영하지 않기 때문에 ‘제3차 에너지기본계획’의 에너지 수요 감축 목표에 도달하지 않을 수 있음
 - 목표 시나리오가 기준 시나리오와 다른 점은 정책적인 측면에서 ‘제3차 에너지기본계획’의 새로운 정책 수단들이 시행되거나 기존 정책 수단들이 강화된다는 점이며, 방법론적으로는 기본계획의 목표를 달성하기 위해 필요한 만큼 정책이 강화되거나 추가되기 때문에 ‘제3차 에너지기본계획’에서 밝힌 정책의 강도와는 다를 수 있음

총에너지 소비

□ 인구 감소, 경제 성장 둔화 및 에너지 효율 개선으로 총에너지 소비 증가율 하락 전망

- 총에너지 소비는 2010년 이후 증가세가 크게 둔화되어 2018년까지 연평균 1.9% 증가에 그쳤으며, 그 원인으로서는 열량환산기준의 변경, 경제성장률의 하락, 서비스 및 조립금속을 중심으로 한 경제 구조의 변화 등으로 분석됨 (에너지경제연구원, 2019)
 - IEA는 중국, 미국, 인도의 에너지 소비 증가로 인해 2018년 전세계 에너지 소비가 2.3% 증가하여 2010년 이후 가장 높은 연평균 증가율을 기록한 것으로 보고하였는데 (IEA, 2019), 우리나라의 경우 2012년 이후 차츰 상승하던 에너지 소비 증가율이 2018년에는 전년 대비 절반 이하 수준인 1.3%로 하락함
 - 신재생에너지 소비의 빠른 증가에도 불구하고 최근 화석 연료 비중은 다시 상승하여 2018년 84.5%를 기록하였으며, 이는 2000년에 비해 다소 증가한 수준임
 - 2019년 상반기에는 경기 둔화로 산업 및 서비스업의 생산이 정체된 가운데, 석유화학 업종의 설비 유지 보수가 증가하고 기온이 전년 대비 온화하여 총에너지 소비가 전년 동기 대비 1.3% 감소를 기록함 (에너지경제연구원, 2019a)

표 2.1 시나리오별 총에너지 소비 (Mtoe)

			저성장 시나리오		기준 시나리오		고성장 시나리오	
	2000	2018	2030	2040	2030	2040	2030	2040
총에너지	193.2	306.1	350.2	345.1	351.4	352.0	361.7	372.2
석탄	42.9	86.7	95.6	83.0	95.8	84.4	98.0	88.5
석유	100.6	118.5	127.0	123.2	127.5	125.8	131.5	133.4
천연가스	18.9	53.5	60.9	69.1	61.3	71.1	64.6	77.5
원자력	27.2	28.4	30.9	26.5	30.9	26.5	30.9	26.5
수력	1.4	1.5	1.8	2.0	1.8	2.0	1.8	2.0
신재생·기타	2.1	17.5	34.0	41.3	34.1	42.1	34.9	44.3
(변동성재생에너지)	-	2.4	16.6	22.5	16.6	22.8	16.6	23.3
화석연료 비중	84.1%	84.5%	80.9%	79.8%	81.0%	79.9%	81.3%	80.4%

주: 변동성재생에너지는 풍력, 태양광, 해양에너지의 합계

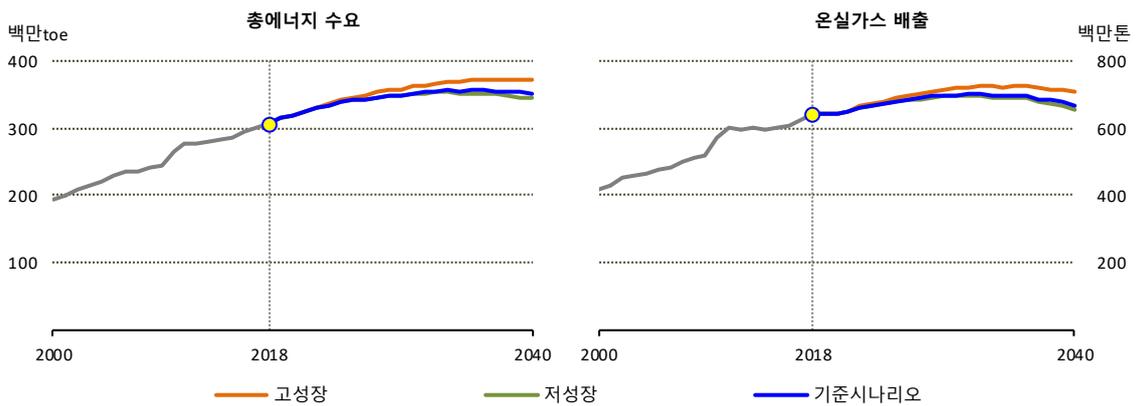
- 기준 시나리오에서 국내 총에너지 소비는 2018~2040년 사이 연평균 0.6% 증가하여 2040년 약 352백만 toe 수준에 도달할 것으로 전망됨
 - 석탄과 석유 소비를 천연가스가 상당 부분 대체함으로써 온실가스를 많이 배출하는 에너지의 비중은 감소하지만 화석연료 비중은 2018년 84.5%에서 2040년 79.9% 수준의 하락에 그침
 - 정부의 온실가스 감축, 미세먼지 대응 노력이 지속되면서 수력(양수 제외)을 포함한 신재생에너지가 총에너지에서 차지하는 비중이 2018년 6.0%에서 2040년에는 12.2%로 두 배 이상 확대될 것으로

2019~2040년 에너지 전망

예상되는데, 특히 풍력, 태양광, 해양 에너지 등 자연 에너지를 이용한 재생에너지 발전이 약 21백만 toe 증가하여 신재생에너지 증가의 83% 가량을 차지할 것으로 전망됨

- 2019년 에너지 전망의 기준 시나리오 결과는 '제3차 에너지기본계획'의 기준 시나리오와 거의 유사한 상황이지만 경제 성장 및 산업 구조 전망의 변화와 에너지 시장에 대한 최근 통계 자료가 반영으로 에너지 기본계획의 2040년 기준 전망인 347백만 toe에 비해서는 약 1% 증가한 결과임
- 기준 시나리오의 잠재 경제성장률이 저성장에 근접하기 때문에 성장률 하락으로 인한 총에너지 수요는 2.0% 감소한 345백만 toe로 예상되는데 반해, 성장률이 높아질 경우 5.8% 증가한 372백만 toe에 도달할 것으로 전망됨
 - 기준 시나리오나 저성장 시나리오의 경우 2035년 전후 총에너지 소비의 정점을 보이지만 고성장 시나리오의 경우 전망 기간 말까지 에너지 소비의 정점은 발생하지 않을 것으로 분석됨
 - 성장률 차이에 따른 시나리오이기 때문에 총에너지 수요 전망의 차이는 대부분 산업 부문의 차이에서 발생하는 것이며, 에너지 상품별 수요의 차이도 산업용으로 사용되는 석탄, 석유, 천연가스에서 발생함
- 반면, 장기적인 석탄화력 발전의 축소 과정을 거치면서 온실가스 배출은 모든 시나리오에서 정점이 발생하며, 그 시기도 저성장 시나리오, 기준 시나리오, 고성장 시나리오 순으로 빠르게 나타남
 - 전기 수요에 따라 석탄화력 발전의 가동은 물론 가스복합화력 발전의 생산량 차이로 정점의 수준이 다소 차이가 있지만(707~656백만 톤[tCO₂eq]), 모든 시나리오에서 석탄화력 발전소는 설계 수명 이후 폐지 또는 연료 대체를 하는 것으로 가정하고 있기 때문에 온실가스 배출 정점이 발생하는 것으로 분석됨

그림 2.6 시나리오별 총에너지 수요 및 온실가스 배출, 2000-2040



주: 온실가스 배출은 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출이며, 국가 배출량 계수를 적용하여 계산함

최종 소비

□ 산업 부문이 최종 소비의 증가를 주도

- 기준 시나리오의 에너지 최종 소비는 2018년 236.7백만 toe에서 연평균 0.8% 증가하여 2040년 약 281백만 toe에 도달할 것으로 전망됨
 - 이미 포화 수준에 도달한 것으로 판단되는 가정 부문을 제외하고 나머지 전 부문에서 에너지 소비가 증가하는데, 최종 소비 증가량 43.9백만 toe의 약 85%는 산업 부문에서 발생할 것으로 예상됨
 - 원료용으로 사용되는 납사를 제외할 경우 산업 부문의 2040년 에너지 소비 구조는 석탄 비중의 감소와 신재생에너지 비중의 증가가 상쇄될 뿐 나머지 연료의 비중은 2018년 에너지 소비 구조를 그대로 유지할 것으로 분석되는데, 이는 에너지 구조의 다양성을 나타내는 HHI(Herfindahl-Hirshmann Index)가 2018년 0.25에서 2040년 0.24로 거의 변화가 없는 것에서도 나타남
 - 가정 부문의 경우 난방 설비의 효율 상승으로 인한 연료 소비 감소와 가전기기 보급 확대 및 사용 증가로 인한 전기 소비 증가가 서로 상쇄되면서 최근의 소비 수준을 유지할 것으로 전망되는데, 2018년 이상 폭염으로 인한 에너지 소비 증가로 전망 기간 에너지 수요가 감소하는 것으로 나타남
- 시나리오에 따른 전망의 차이는 대부분 산업 부문의 에너지 소비에서 나타나는데, 이는 시나리오의 정의가 경제 성장의 차이로 정의되었기 때문에 나타나는 자연스러운 현상임
 - 경제 성장률의 차이에 비례해서 업종별 생산의 차이가 발생하기 때문에 철강 업종과 석유화학 업종의 소비가 증가하는 반면, 수송이나 건물 부문의 에너지 소비 증가는 상대적으로 작기 때문에 고성장 시나리오일수록 최종 소비의 증가에서 석탄과 석유의 증가가 차지하는 비중이 늘어남

표 2.2 시나리오별 최종 소비 (Mtoe)

			저성장 시나리오		기준 시나리오		고성장 시나리오	
	2000	2018	2030	2040	2030	2040	2030	2040
최종 소비	150.0	236.7	271.3	274.3	272.3	280.6	281.7	298.9
산업	84.2	145.0	173.1	177.2	174.1	182.3	181.8	197.3
(원료용)	29.1	55.3	62.6	62.2	63.0	63.9	65.6	68.9
수송	30.9	43.0	46.4	44.1	46.4	44.6	47.0	45.8
가정	21.2	23.2	21.9	21.6	21.9	21.7	21.9	21.9
서비스	13.6	25.5	29.9	31.4	30.0	32.0	31.0	34.0
석탄	19.7	32.4	39.5	37.7	39.7	39.0	41.8	43.0
석유	93.8	116.8	126.2	122.4	126.7	125.0	130.6	132.5
도시가스	12.6	25.9	30.0	31.3	30.1	31.8	30.8	33.2
전기	20.6	45.2	54.5	59.1	54.7	60.2	56.4	63.7
열에너지	1.2	2.6	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8
신재생·기타	2.1	13.7	18.4	21.1	18.5	21.7	19.3	23.6

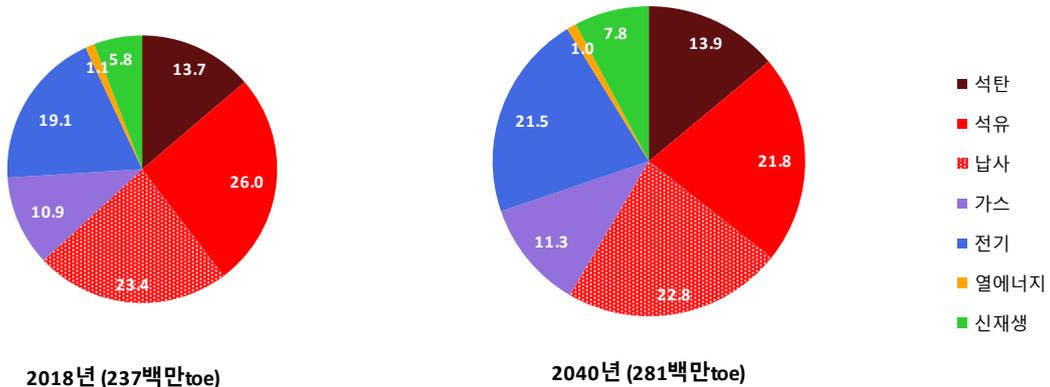
주 1: 최종 소비는 최종 소비 부문의 에너지 소비를 의미하며 원료를 포함, 원료를 제외한 경우 최종 에너지 소비

주 2: 원료용은 석유화학 업종의 원료용 석유 소비를 의미하며, 철강 업종의 원료탄은 에너지원으로도 사용되기 때문에 연료 소비에 포함

□ 친환경 자동차의 증가와 난방 연료 대체로 최종 에너지 소비에서 석유의 비중이 감소

- 석유 소비는 2018년 최종 소비 부문 에너지 소비의 절반에 가까운 49.4%를 차지하였으나 전망 기간 말에는 그 비중이 44.5%로 축소될 전망이다
 - 석유 소비 증가를 주도하는 것은 석유화학 원료용 납사 소비이며, 연료용 석유 소비의 경우 전망 기간 61.5백만 toe에서 61.1백만 toe로 감소하면서 최종 소비 부문에서 유일하게 감소하는 연료가 될 것으로 예상됨
 - 연료용 석유 소비의 감소는 대부분 건물 난방용 소비와 도로 자동차용 소비에서 감소하는데, 건물에서는 가스와 신재생에너지가 석유의 역할을 대체하며 자동차의 경우 친환경 자동차 보급과 연료 효율 개선이 석유의 역할을 축소시킬 것으로 보임
 - 친환경 자동차는²⁰ 2018년 46만대에서 연평균 11%가 넘는 속도로 증가하여 2040년에는 500만 대를 넘어서면서 2040년 전체 자동차 보급 대수의 18.6%를 차지할 것으로 전망되는데, 이로 인해 자동차 연료로 사용되는 석유는 2018년 32.5백만 toe에서 2020년대 후반 정점에 도달한 후 감소하여 2040년에는 31백만 toe 수준으로 하락할 전망이다

그림 2.7 기준 시나리오의 2018년 및 2040년 최종 소비 부문별 에너지 소비 비중



- 연료용 석유 소비를 가스와 전기가 대체하면서 최종 소비에서 가스, 전기 및 열에너지, 신재생에너지가 차지하는 비중은 2018년 36.9%에서 2040년에는 41%를 넘어설 것으로 분석됨
 - 전기 자동차의 보급 확대, 산업 공정의 동력화 및 자동화, 가전기기 보급 확대, 냉·난방 기기의 확산 등으로 전기가 차지하는 비중이 늘어날 것으로 보이며, 신재생에너지도 산업 부문을 중심으로 확대될 것으로 예상됨²¹

²⁰ 친환경 자동차는 플러그인 하이브리드, 전기차, 수소차로 정의되지만, 여기서는 일반 하이브리드를 포함한 수치임

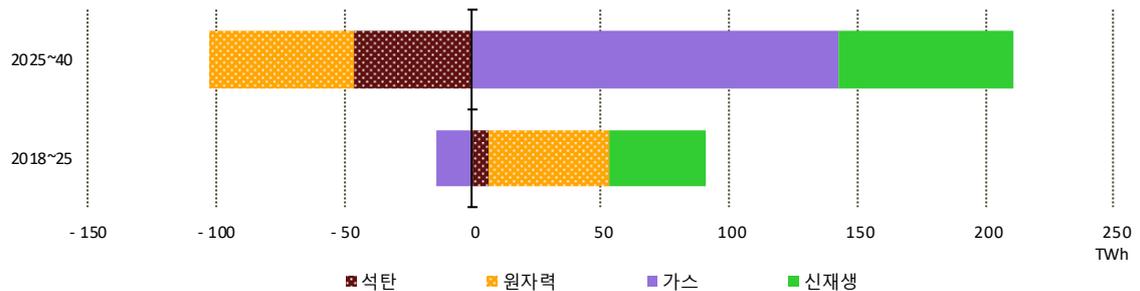
²¹ 2019년 10월 '신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법'이 개정되기 이전의 신재생에너지를 의미함

발전 및 신재생

□ **총 발전량은 2018년 570.6 TWh에서 31% 증가하여 2040년 753 TWh 수준에 도달**

- 전망 기간 총 발전량은 연평균 1.3%의 속도로 증가하여 2040년 753 TWh 수준에 도달할 것으로 예상되는데, 발전 설비가 감소하는 원자력과 석탄을 대신하여 가스와 신재생에너지가 발전량 증가를 주도함
 - 원자력과 석탄의 발전량은 전망 기간 각각 9 TWh와 41 TWh가 감소할 것으로 보이는데, 전망 기간 초기인 2025년까지는 설비 증가가 예정대로 진행되면서 발전량이 증가하지만 2025년 이후 설계 수명이 종료되는 설비들이 폐지 또는 연료 대체를 진행하면서 같은 기간 원자력과 석탄의 발전량은 각각 56 TWh와 46 TWh가 감소할 것으로 분석됨
 - 전기 소비의 증가 그리고 원자력 및 석탄의 발전량 감소는 가스와 신재생에너지가 대체하는데, 기준 시나리오에서 신재생에너지의 발전량 증가와 가스 발전량 증가는 각각 106 TWh와 128 TWh로 크게 차이 나지 않을 것으로 예상됨
 - 하지만, 가스의 경우 전망 기간 초기 원자력 발전 설비의 진입으로 인한 발전량 감소가 있기 때문에 2025년 이후 발전량 변화를 보면 약 142 TWh가 증가하여 68 TWh가 증가할 것으로 예상되는 신재생에너지 발전량의 두 배에 이를 것으로 분석됨
 - 신재생에너지 발전은 정부의 보급 확대 정책이 지속되면서 태양광, 풍력 등을 중심으로 변동성 신재생에너지 발전이 전망 기간 97 TWh 증가하여 신재생에너지 발전량의 대부분을 차지할 것으로 예상됨

그림 2.8 **전망 기간 발전 연료별 연간 발전량의 변화, 2018-2040**



- 장기 에너지 전망에서 다루는 발전 설비와 발전량은 한전 구입 자가 생산 전기를 제외하고 대부분 한전 및 발전 자회사가 생산한 전기이며, 발전 설비는 '제8차 전력수급기본계획'의 발전 설비 계획 및 정부 정책 방향에 따라 전망하였기 때문에 발전량 전망은 경제 성장 시나리오에 따른 차이가 크지 않음
 - 경제 성장 차이로 인한 전기 수요 차이와 그에 따른 발전량 차이는 가스 발전량의 차이로 발생함

목표 시나리오

- 목표 시나리오는 ‘제3차 에너지기본계획’이 제시하는 에너지 수요 저감 목표에 도달하는 과정을 전망한 시나리오이며, 기준 시나리오 상황에서 최종 에너지 소비의 목표 수준을 달성하기 위해 에너지기본계획에서 제시하는 기본 방향과 주요 정책 수단들을 반영할 경우의 결과를 보여줌
 - ‘제3차 에너지기본계획’은 “에너지 전환을 통한 지속가능한 성장과 국민 삶의 질 제고”를 지향하면서 이를 위한 중점 과제들을 제시하고 있는데, 부문별 수요관리 강화를 통한 소비 18.6% 감축, 원전의 점진적 감축과 석탄의 과감한 감축, 재생에너지 발전 비중 30~35% 확대 등이 에너지 수급 전망을 위한 주요 중심축이라 할 수 있음²²
 - 목표 시나리오는 세부 정책 수단들의 내용을 반영하고 있지만, 목표 달성을 위해 정책 강도가 ‘제3차 에너지기본계획’이나 ‘제3차 에너지기본계획 워킹그룹 권고안’에서 제시하는 수준과 달리 결정될 수 있으며, 정책 우선 순위와 가장 최근의 기술 발전 등을 반영하여 작성된 시나리오임
 - 하지만, ‘제3차 에너지기본계획’이 자세한 연도별 정책 일정과 목표를 제시하지 않고 있기 때문에 2040년 최종 에너지 수요 목표 달성을 우선 순위에 두고 부문별 목표와 에너지 상품별 목표 그리고 2030년 목표 수준에 최대한 근접하게 도달할 수 있는 에너지 수요 경로를 도출하였음
- 목표 시나리오의 정책 목표는 ‘제3차 에너지기본계획’의 수요 저감 목표를 최우선으로 고려하였기 때문에 온실가스 저감 목표나 미세먼지 감축 목표와 같은 다른 정책 목표를 달성하는 에너지 수급 수준과는 일치하지 않을 수 있음
 - 정책 수단들은 상호 보완적이기도 하지만 상반된 결과를 가져오기도 하기 때문에 국가 목표로 설정된 다른 지표들과 비교 검토와 하위 정책 수단들의 정책 목표 일관성에 대한 추가 분석이 필요함

□ 2040년 목표 시나리오의 총에너지는 기준 시나리오 대비 11% 감소한 312백만 toe

- 목표 시나리오에서 최종 소비는 2018년 236.7백만 toe에서 연평균 0.02% 증가하여 2040년 238백만 toe 수준이 되며, 천연가스와 신재생에너지의 역할이 증대하는 가운데 총에너지 소비는 같은 기간 306.1백만 toe에서 312백만 toe로 증가하여 연평균 약 0.09%의 증가율을 보일 것으로 분석됨
 - 원료를 제외한 최종 에너지 소비는 2018년 181.4백만 toe에서 2026년 약 187백만 toe를 정점으로 2027년부터 감소하는 경로를 그릴 것으로 예상되는데, 2040년에는 2018년 대비 약 4% 감소한 174백만 toe로 하락하여 기준 시나리오 대비 약 19.5%가 감축될 것으로 분석됨

²² 비전력 에너지 활용 확대, 분산형 에너지 공급 시스템 확충, 에너지복지 지원체계 개선, 효율 연계산업 육성 등의 정책들은 수요관리를 통한 소비 감축이나 에너지 믹스 목표를 통해 반영하였으며, 에너지 가격 체계의 합리화는 정책 목표나 수준이 명확하지 않기 때문에 명시적으로 반영되지 않았음. 특히, 수소경제 구현의 경우 최종 소비 부문의 수소 경제 확대는 반영되지만 현행 에너지 통계 구조상 수소 제조 및 공급은 반영되지 못함

- '제3차 에너지기본계획'에서 제시한 최종 에너지 수요의 감축 목표가 2018년 기준 시나리오의 2040년 최종 에너지 수요 211백만 toe (산업통상자원부, 2019; 에너지경제연구원, 2018) 대비 18.6% 감축한 171백만 toe임을 고려할 때, 목표 시나리오의 2040년 전망 결과는 '제3차 에너지기본계획' 목표 수요에 비해 약 1.5% 높지만 감축률은 0.9%포인트 큰 수준임

표 2.3 기준 시나리오 및 목표 시나리오의 주요 지표 비교

	2000	2018	기준 시나리오		목표 시나리오	
			2030	2040	2030	2040
주요 경제사회 지표						
GDP (조원)	903.6	1 807.7	2 351.7	2 691.8	2 351.7	2 691.8
인구 (백만명)	47.0	51.6	51.9	50.9	51.9	50.9
주요 에너지 지표						
총에너지 (백만 toe)	193.2	306.1	351.4	352.0	327.7	312.3
에너지원단위 (toe/백만원)	0.21	0.17	0.15	0.13	0.14	0.12
일인당 에너지소비 (toe/인)	4.11	5.93	6.77	6.92	6.31	6.14
신재생 보급 비중* (%)	1.6	6.0	9.9	12.2	12.3	17.8
수입의존도 (%)	97.2	93.5	89.6	87.3	87.2	81.6
총발전량** (TWh)	266.4	570.6	686.7	752.6	629.7	642.7
신재생 발전 비중 (%)	1.5	5.4	15.7	18.2	24.5	38.7
최종 소비 (백만 toe)	150.0	236.7	272.3	280.6	247.9	237.7
전기 소비 비중 (%)	13.7	19.1	20.1	21.5	20.2	21.6
신재생 소비 비중 (%)	1.4	5.8	6.8	7.8	6.6	6.9
주요 온실가스 지표						
온실가스 배출 (백만톤)	415.0	640.1	698.6	669.2	621.8	534.4
온실가스 배출원단위 (톤/백만원)	0.46	0.35	0.30	0.25	0.26	0.20
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.40	13.45	13.16	11.98	10.51

- 에너지 소비가 최종 소비 목표에 근접하고 재생에너지 목표를 비롯한 석탄 및 원자력 발전 설비에 대한 정책 방향을 고려할 경우 총에너지 소비는 2040년 기준 시나리오 대비 11%인 40백만 toe가 줄어들어 약 312백만 toe가 될 것으로 예상됨
 - 수력을 포함한 신재생에너지가 총에너지에서 차지하는 비중은 2040년 약 18% 수준에 근접하는 것으로 나타났으며, 수력과 태양광, 풍력 등 재생에너지가 발전에서 차지하는 비중은 2030년 20.6%, 2040년 약 35%까지 증가함²³
 - 원자력 발전 설비의 점진적 폐지와 석탄 발전 설비의 과감한 폐지로 발전량에서 원자력과 석탄이 차지하는 비중은 2018년 23.4%와 40.6%에서 2040년에는 각각 19%와 26%로 감소하고, 총에너지에서

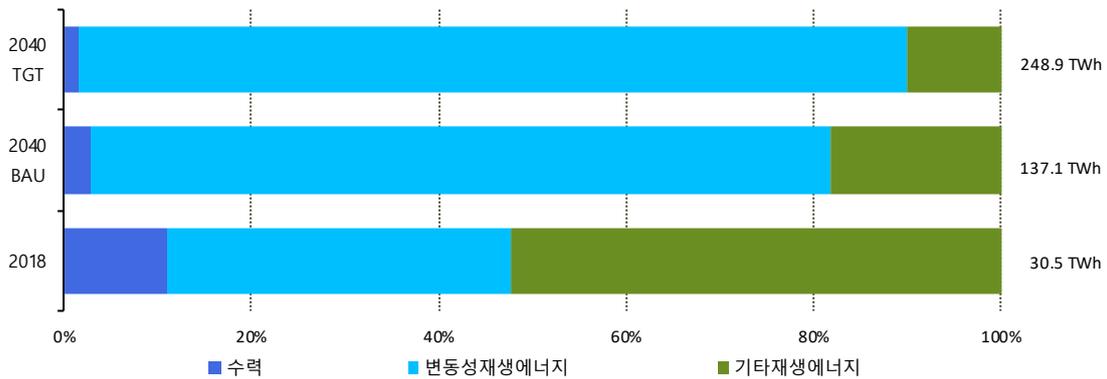
²³ '제3차 에너지기본계획'은 2040년 재생에너지 발전 비중을 30~35%의 범위로 제시하였음

2019~2040년 에너지 전망

차지하는 비중도 원자력이 2018년 9.3%에서 2040년 8.5%, 석탄은 2018년 28.3%에서 2040년 24.4%로 축소됨

- 신재생에너지 발전량은 2018년 30.5 TWh 수준이며, 기준 시나리오에서는 2040년 약 137 TWh까지 증가하지만 목표 시나리오에서는 두 배에 가까운 249 TWh까지 대폭 증가하며, 증가의 대부분은 태양광을 필두로 변동성 재생에너지 발전이 대부분을 차지할 것으로 예상됨

그림 2.9 신재생에너지 발전량의 비중 변화



주 1: 수력은 양수를 제외한 일반 및 소수력의 발전량; 변동성 재생에너지는 태양광, 풍력, 해양에너지 발전량; 기타 재생에너지는 바이오 및 폐기물과 신에너지 발전량을 포함

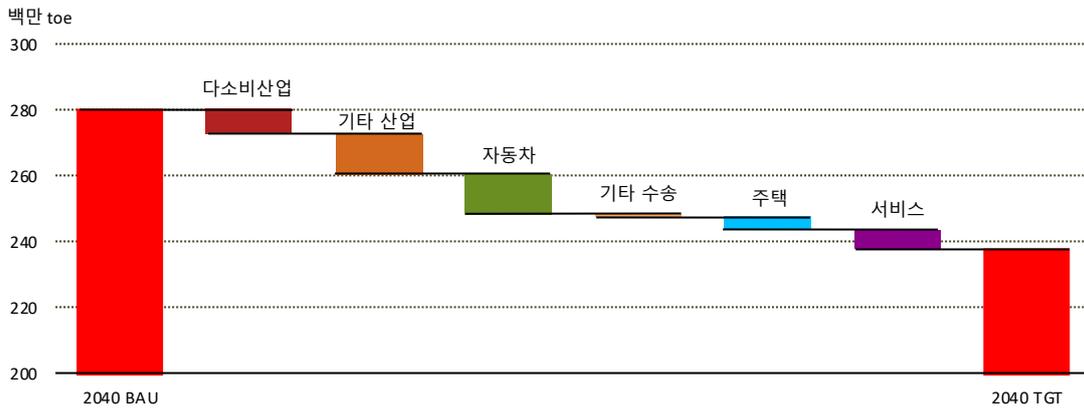
주 2: BAU = 기준 시나리오; TGT = 목표 시나리오

□ 에너지 소비 목표 달성은 효율 개선을 위한 기술 개발과 기기 및 설비의 보급을 위한 투자가 관건

- ‘제3차 에너지기본계획’이 현재 에너지 소비 구조의 문제로 지적한 것처럼 배출권거래제만으로는 산업 부문의 에너지 효율 관리에 한계가 있고, 투자 회수 불확실성이나 낮은 선호도로 인한 투자 기피로 산업, 건물, 수송 부문에서 고효율 기기 및 설비의 교체가 더디게 진행되는 상황임 (산업통상자원부, 2019)
- 에너지 사용 기기 및 설비의 효율이 향상과 더불어 기존 기기 및 설비를 얼마나 빨리 대체할 것인가가 에너지기본계획 목표 달성의 관건임
 - 예를 들어, 산업 부문의 경우 고효율 전동기 교체나 응용기기 최저효율기준 적용 등 기기의 기술적 에너지 효율을 높이는 것도 중요하지만 적기 투자를 통해 기존 설비 및 기기를 빠르게 대체하는 것이 에너지 절감 효과가 더 큰 것으로 분석됨
 - 기계류 업종에 대한 사례를 볼 때, 용도별 에너지 효율에 영향을 미치는 요소는 선도 기술의 발전 속도, 선도 기술과 현재 기술의 시장 점유 비중, 선도 기술 또는 현재 기술이 적용되는 신규 생산 설비 규모 그리고 새로운 기술로 대체되는 기존 생산 설비의 규모 등이 기계류 업종의 에너지 소비에 영향을 미치며, 목표 시나리오에서 동력 기기의 2040년 선도 기술 효율 수준은 2018년 대비 60% 가량 향상되지만 전체 설비의 에너지 효율은 35% 개선되는 것으로 나타남

- 이는 수송 부문이나 건물 부문에서도 동일하게 나타나는 현상으로, 수송 부문의 경우 내연 기관의 연비를 향상시키는 것과 함께 고효율 내연 기관 자동차로의 빠른 교체, 친환경 자동차의 보급 확대가 자동차 연료 소비에 큰 영향을 미침

그림 2.10 주요 부문별 최종 소비 감축

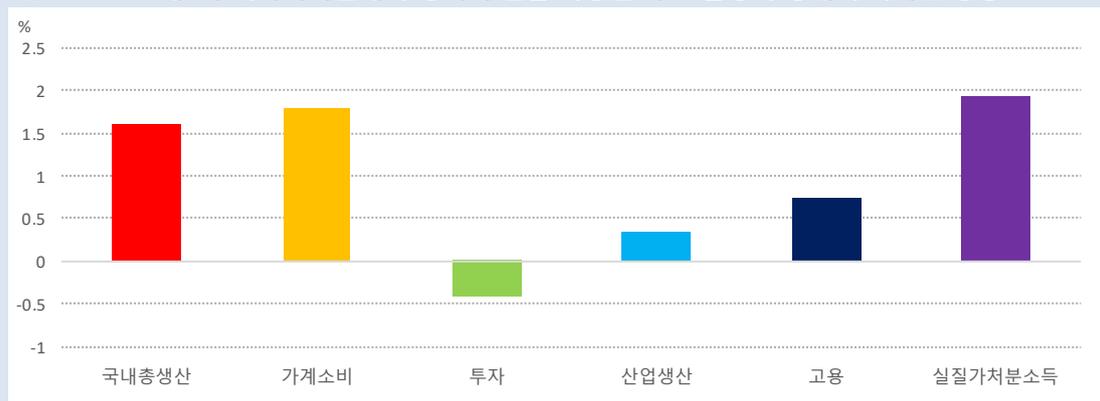


- ‘제3차 에너지기본계획’의 부문별 세부 주요 과제의 적용 결과 최종 에너지 소비는 산업 부문과 자동차 부문의 에너지 감축 효과가 큰 것으로 분석됨
 - 2040년 기준 에너지 다소비 업종은 약 8백만 toe, 그 외 산업에서는 약 12백만 toe가 감축되는데, 에너지 감축은 주로 가열용과 동력용 에너지 소비에서 발생할 것으로 예상됨
 - 수송 부문의 2040년 에너지 소비 감축은 총 13.2백만 toe 규모가 될 것으로 예상되며 그 중에서 대부분은 도로용 자동차에서 발생하는데, 자동차 에너지 소비의 감축은 연비 향상뿐만 아니라 친환경 자동차의 보급 확대, 지능형 교통 시스템 도입 등이 복합적으로 영향을 미침
 - 가정 부문과 서비스 건물 부문은 난방용 보일러의 기술 향상, 단열 기술 발전, 기존 건물의 개보수로 에너지 소비를 감축하며, 가정 부문은 2040년 기준 3.8백만 toe, 서비스 부문은 6백만 toe 정도가 줄어들 것으로 예상됨
 - 산업 부문이나 서비스 부문의 에너지 소비 감축은 업종마다 차이를 보이고 있는데 이는 생산 비용의 변화를 초래하고 이는 업종들의 산업 경쟁력에 영향을 미칠 수 있으며, 자동차 보급이나 가정에서의 에너지 소비 변화는 가구 실질 가처분 소득의 지출 형태를 바꾸기 때문에 산업 생산에 다시 영향을 미쳐 미래의 산업 구조나 경제 성장을 변화시킬 수 있음(글상자 2.1 참조)

붙임 2.1 제3차 에너지기본계획 목표 달성에 따른 사회 경제의 변화

- ‘제3차 에너지기본계획’의 목표인 기준 수요 전망 대비 최종 에너지 소비를 18.6% 절감하고 원자력과 석탄 발전을 단계적 또는 과감한 감축을 진행하며 재생에너지 발전 비중을 30% 이상으로 확대하는 것은 에너지 소비의 변화뿐만 아니라 사회 경제에 다시 영향을 미치게 됨
- 에너지 소비 감축 목표 달성이 사회 경제에 미치는 영향이 사회 경제에 미치는 영향을 거시계량 모형 기반인 E3ME모형을 활용하여, 에너지기본계획에서 제시하는 정책 수단들을 사용할 때, 에너지 효율 개선 투자만을 통해 목표를 달성할 때, 에너지세만 부과하여 목표를 달성할 때 등 다양한 시나리오 상황에서 분석한 최근 연구는 ‘제3차 에너지기본계획’의 목표 달성이 여러 시나리오 상황에서 경제에 긍정적인 영향을 미쳐 2040년 기준 국내총생산을 1.6%에서 4.5%까지 증가시킬 수 있다고 제시함 (김수일, 2019)
- 기본계획의 정책 수단들을 사용할 경우, 유희 생산 능력과 추가 고용으로 산업 생산은 기준 전망 대비 2040년에 산업 생산은 0.3% 증가하고, 고용 및 실질 가처분 소득 증가를 통해 가계 소비가 1.8% 증가하며, 최종적으로 국내총생산이 1.6% 증가할 것으로 예상함(그림 2.11)
- 또한, 목표 달성 수단과 세수 활용 방법에 따라 파급 효과의 크기가 달라지는데, 정부의 규제를 통한 효율 개선 보다는 세금을 부과하는 방안이, 그리고 세수를 정부가 직접 효율에 투자하기 보다는 생산자나 소비자의 비용을 낮추는데 사용하는 것이 효과가 큰 것으로 나타났으며, 이는 에너지세 부과가 생산 감소에 미치는 직접적인 영향보다 에너지 소비나 생산 비용 감소를 통해 생산과 고용 그리고 가계 소비를 증가시키는 영향이 더 크기 때문임
- 정책 목표 추진으로 인한 사회 경제의 긍정적인 효과가 업종이나 상품에 고르게 나타나는 것이 아니라 업종에 따라 부정적인 효과가 크게 나타나기도 하는데, 특히 에너지 생산 및 공급 업종의 경우 소비 감소로 산출액, 고용, 투자 등 모든 면에서 크게 위축되는 결과를 보이고 있음
- 보고서는 E3ME를 이용한 정책의 사회 경제적 영향 평가 결과 수치에 대해 여러 가지 한계를 같이 제시하고 있으나, 산업 경쟁력 변화는 노동력 이동을 발생시키기 때문에 이를 원활하게 만들기 위한 사전 기술 인력 투자가 중요하며, 에너지 소비 감축 효과를 촉진시키기 위해 소득 분배나 저소득층 에너지 지원 사업 확대 등에 대한 정책적 관심이 필요하다는 것을 강조함

그림 2.11 제3차 에너지기본계획 정책 수단을 이용한 목표 달성이 경제에 미치는 영향



주: 기준 시나리오와의 퍼센트 차이를 의미

자료: ‘E3ME를 활용한 제3차 에너지기본계획 주요 정책의 사회 경제적 파급효과 분석’ pp 80 (김수일, 2019)

2. 산업 부문

산업 부문 에너지 소비 추이

□ 산업 부문 에너지 수요는 2018년 145.0백만 toe에서 2040년 182백만 toe로 연평균 1.0% 증가할 전망

- 1990년대는 주로 석유화학, 비금속, 수송장비 업종이, 2000년대는 철강업 등 에너지 다소비 업종이 성장하면서 산업 부문 에너지 소비는 1990년 35.9백만 toe에서 2018년 145.0백만 toe로 증가함
 - 1990년대에 석유화학 산업이 성장하면서 산업 부문 에너지 소비 석유화학 원료용 석유제품의 비중이 크게 증가하였고, 2000년대는 철강업이 성장하면서 제철용 석탄 소비의 비중이 크게 증가함
 - 2010년대 중반 저유가 국면에서 석유화학 업종의 설비 투자가 활발해지며 석유화학 중심으로 산업 부문 에너지 소비가 잠시 높은 증가율을 보이기도 했지만, 제조업의 성장이 전반적으로 둔화하고 전 업종에서 에너지 효율이 개선되면서 산업 부문의 에너지 소비 증가율은 1990~2011년 연평균 6.2%에서 2011년 이후 연평균 2.0%로 낮아졌음
- 석유화학에서 사용한 원료용 납사를 산업 부문 에너지 소비에서 제외하면 산업 부문 에너지 용도 소비 가운데 석탄²⁴과 전기 소비의 비중이 크게 증가한 것으로 나타남
 - 1990년부터 2018년까지 석탄과 전기 소비는 각각 21.2백만 toe, 19.3백만 toe 증가하여 산업 부문 에너지 소비 증가의 67.7%를 차지하였음. 에너지 용도의 석유제품 소비는 같은 기간 오히려 감소함
 - 특히, 우리나라의 수출 주력 업종인 반도체, 통신장비, 조선, 자동차 등 조립금속 업종이 빠르게 성장하고, 석유화학이나 철강 업종의 제품이 다양화되며, 제조업의 전반에서 공정이 자동화 되어 동력 에너지원인 전기 소비가 전 업종에 걸쳐 빠르게 증가하였음
- 산업 부문 에너지 소비가 1990~2018년 연평균 5.1% 증가한데 반해, 같은 기간 산업 부문의 부가가치는 에너지 소비 증가율보다 빠른 연평균 5.5% 증가하여 산업 부문의 에너지원단위가 연평균 0.4% 개선되었음
 - 석유화학이나 철강 같은 중화학 공업이 제조업의 성장을 주도한 2000년대 중반까지는 산업 부문의 부가가치보다 에너지 소비가 더 빠르게 증가했지만, 이후 반도체 및 통신장비 등 첨단 조립 산업이 성장을 이끌면서 에너지 소비 증가율이 부가가치 증가율보다 낮아짐
 - 석유화학 설비가 급증한 1990년 초반이나 현대제철 당진 일관제철소 가동 및 포스코 설비 용량 확대가 진행된 2010년대 초반은 에너지원단위가 악화되었으나, 2010년대 중반 이후에는 꾸준한 개선 추세를 보임

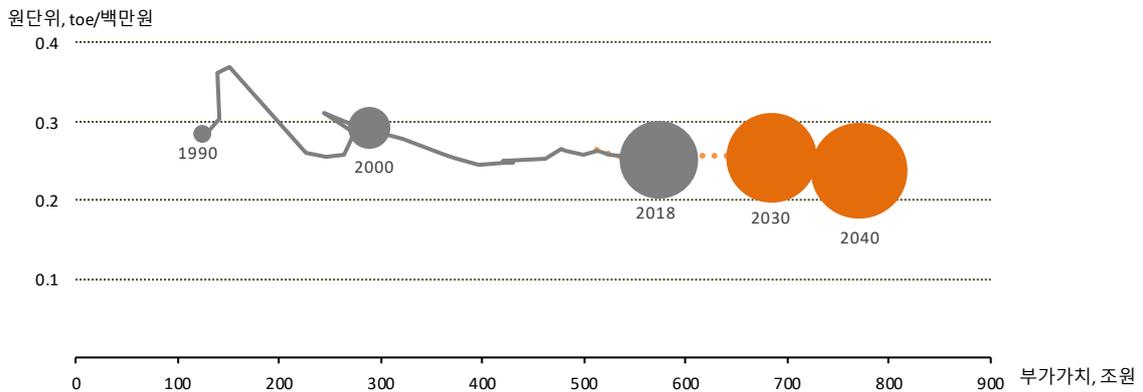
²⁴ 철강의 원료용 유연탄의 경우 코크스 제조에 사용되지만, 코크스 제조 및 사용 과정에서 발생하는 부생가스를 회수하여 연료로 사용하고 또한 자체가 일부 열원으로 사용되기 때문에 에너지 사용으로 포함함

산업 부문 업종별 전망

□ 전망 기간 동안 제조업의 성장 속도 둔화로 산업 부문의 에너지 수요 증가 추세가 꾸준히 둔화할 전망

- 경제의 저성장 기조 속에 제조업 생산 활동 증가 속도가 과거에 비해 크게 둔화되면서 산업 부문의 에너지 수요 증가율이 연평균 1.0%에 그치며 2040년 182백만 toe에 도달할 것으로 예상됨
 - 산업의 부가가치는 2018년 574조 원에서 2040년 772조 원으로 연평균 1.4% 성장하는데, 공정 부문의 에너지 효율 개선과 에너지저소비형 업종 중심이로 산업 구조 변화, 그리고 온실가스 감축 정책으로 인해 같은 기간 산업 부문 에너지 수요 증가율은 부가가치 연평균 증가율 보다 낮음
 - 생산이 증가하면 에너지 소비도 증가하는 것이 일반적이지만 섬유/가죽 업종의 경우는 생산과 에너지 소비의 상관관계가 반대로 나타나는데, 그 원인은 섬유/가죽 업종의 경우 기존 원자재 생산 중심에서 패션 의류 생산으로 그 축이 이동하고, 업종 내 에너지 소비가 많은 염색업이 해외의 저렴한 인건비, 국내의 엄격한 환경 규제 등으로 인해 해외로 공장 이전을 많이 하면서 산출액 증가에도 불구하고 에너지 소비는 감소한 것으로 분석됨. 이러한 경향이 전망 기간 지속되면서 해당 업종의 에너지 수요는 향후에도 감소할 전망이다
 - 전망 기간에도 산업 부문의 에너지 효율이 지속적으로 개선되지만 에너지원단위 개선 속도는 과거보다 낮아지는데, 이는 석유화학 업종의 꾸준히 성장하면서 원료용 에너지 수요가 전체 에너지 수요 증가를 주도하고, 에너지 효율 개선이 과거에 비해 느려지기 때문임
- ※ 최근 들어 전세계적으로 에너지 효율의 개선 속도가 둔화되는 현상이 관찰되고 있음. WEO2019에 따르면 2018년의 에너지 효율 개선율은 1.2%로 2010년 이후 평균치의 절반 수준에 불과한데, 이는 새로운 에너지 효율 정책의 개발과 기존 정책의 강화 노력이 상대적으로 부족함을 시사함 (IEA, 2019). 전망기간 동안 국내에서 신규 에너지 효율 정책의 도입과 기존 정책의 강화가 없다면 에너지 효율의 개선 속도는 더욱 둔화할 것으로 예상함

그림 2.12 산업 부문의 에너지 수요, 부가가치 및 에너지원단위, 1990-2040



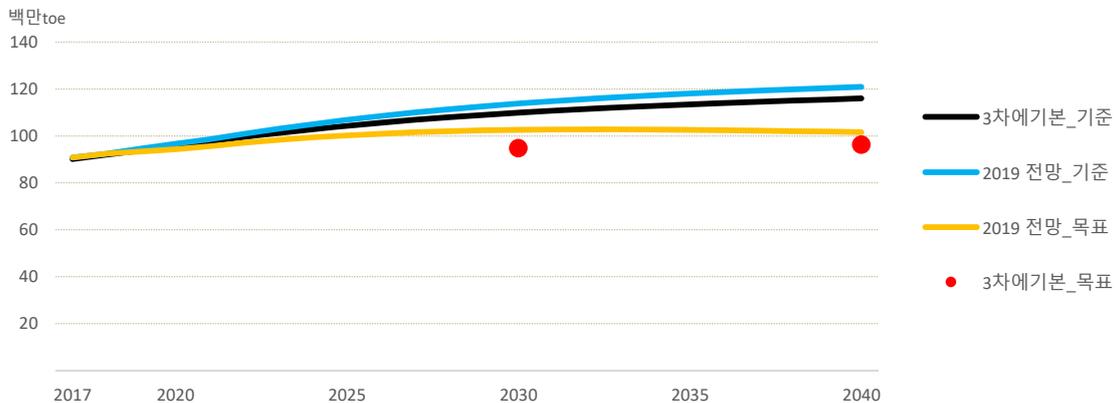
주: 원의 지름은 에너지 수요의 크기를 의미

- 산업 부문 에너지 소비의 약 40% 비중을 차지하는 석유화학의 원료를 제외할 경우, 산업 부문의 에너지 수요는 2018년 89.7백만 toe에서 2040년 118백만 toe로 연평균 1.3% 증가함
 - 조립금속 및 석유화학의 빠른 성장, 스마트 공장이나 FEMS의 확산 등으로 전기와 신재생에너지가 원료를 제외한 에너지 수요 증가의 50% 이상을 차지할 것으로 보임
 - 원료를 제외한 산업 부문 에너지원단위가 지속적으로 개선되지만 에너지원단위의 개선 속도가 과거에 비해 둔화되는 것은, 세계 경쟁 속에서 살아남기 위한 제품 고부가가치화가 공정 측면에서는 에너지 사용을 늘리는 작용을 하고, 석유화학이나 철강 등 에너지다소비 업종의 기존 설비도 이미 상당한 수준의 에너지 효율화가 진행되었기 때문임

□ 목표 시나리오에서의 2040년 산업 부문 에너지 수요는 기준 시나리오 대비 11% 낮음

- ‘제3차 에너지기본계획’이 설정한 에너지 수요 저감 목표를 달성하는 경로를 보여주는 목표 시나리오에서 산업부문 에너지 수요는 2018년 145.0백만 toe에서 연평균 0.5% 증가하여 2040년 162백만 toe 수준에 도달하는데 이는 기준 시나리오보다 11% 낮음
 - 석유화학 업종의 원료용 납사를 제외한 2040년 산업부문의 에너지 수요는 99백만 toe로 기준 시나리오의 116백만 toe보다 15% 낮음
 - 원료용 납사를 제외한 산업부문 에너지 수요는 2030년대 초반에 100백만 toe 수준에서 정점을 기록하고 점차 하락하는 경로를 보일 것으로 예상함

그림 2.13. 원료용 납사를 제외한 산업 부문 에너지 수요 전망 비교



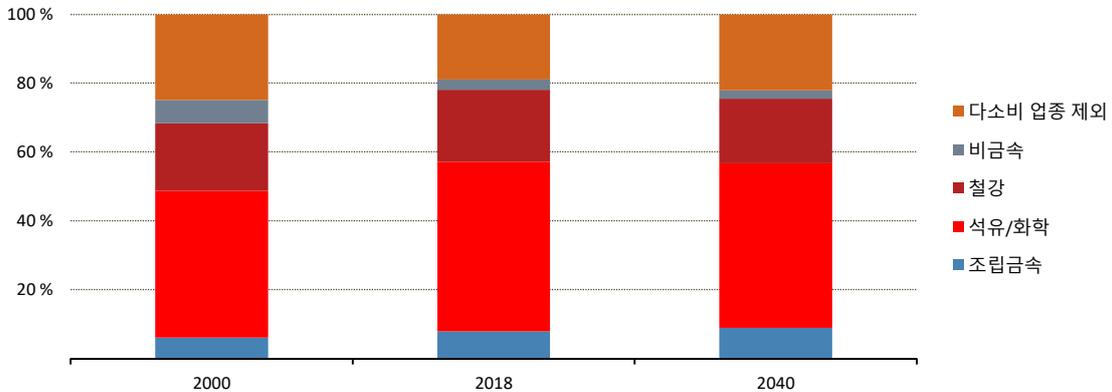
- 목표 시나리오에 도달하기 위해서는 기존 에너지 설비의 효율 개선 뿐만 아니라 기존 설비의 고효율 설비로의 적극적인 대체가 필요함
 - 기준 시나리오에서 이미 상당한 수준의 에너지 효율의 개선을 가정하였는데, 에너지 수요 저감 목표를 달성하기 위해서는 여기서 더 나아가 신규 고효율 설비의 도입이 필요함

- 에너지 고효율 설비에 대한 신규 투자 확대를 위해서는 화석 연료의 사회적 비용을 반영한 에너지 가격 체계의 도입과 배출권거래제, 목표관리제 등을 통하여 온실가스 배출의 비용을 증가시킬 필요가 있으며, 화석 연료의 소비나 온실가스의 배출에 따른 비용 보다 신규 설비의 도입 비용이 낮을 때 투자가 증가할 수 있음

□ 조립금속 업종이 산업 부문의 에너지 수요 증가를 주도하며 연평균 1.6% 증가

- 앞으로도 우리나라의 전기, 전자, 반도체 중심의 수출 전략이 강화되면서 조립금속 업종이 산업 부문 에너지 수요 증가에 미치는 기여도는 더욱 커질 것으로 보이며, 반면에 과거 산업 부문 에너지 수요 증가를 견인해 왔던 철강, 비금속 등 주요 에너지다소비 업종의 기여도는 갈수록 줄어들 전망임
 - 석유화학, 철강, 비금속 등 2018년 산업 부문 에너지 소비의 73.2%를 차지하는 3대 에너지다소비 업종의 에너지 수요 증가가 전망 기간 전체 에너지 수요 증가의 절반가량에 그치면서 전통적 에너지다소비 업종이 2040년 산업 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 70% 미만으로 하락함²⁵
 - 한편, 인공지능을 활용한 생산 공정의 자동화, 자율주행 자동차, 사물인터넷, 음성인식 서비스 등 생산과 생활에서 새로운 전자 기기의 수요가 커지면서 전기전자, 통신기기 등을 생산하는 조립금속의 에너지 수요가 지속적으로 증가하고 산업 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 2018년 7.9%에서 2040년 8.9%로 증가함

그림 2.14 주요 업종별 에너지 수요 비중 변화



²⁵ 에너지다소비 업종의 에너지 수요 증가 기여도 하락에는 통계적 문제도 있음. 현행 에너지밸런스에서는 산업 부문 신재생에너지 소비의 업종 구분이 되지 않기 때문에 전량 기타 제조업의 소비로 취급하고 있음. 따라서, 부생가스, 시멘트 킬른 보조연료 등 산업 부문 신재생에너지의 대부분을 차지하는 폐기물 에너지가 증가하더라도, 해당 업종의 소비로 반영되지 못하는 한계가 존재함. 현행 에너지밸런스를 기반으로 한 에너지 수요 전망에서 산업 부문 신재생에너지 수요를 포함하는 기타 제조업은 전망 기간 에너지 수요 증가의 약 30%를 차지하는 것으로 분석됨

- 저유가 상황에서 시설 투자를 크게 늘려온 석유화학 업종은 후방산업의 석유화학 제품에 대한 수요가 탄탄히 유지되며 원료용 수요가 증가하지만 과거에 비해서는 에너지 수요 증가 기여도가 크게 하락함
 - 석유화학 업종에서는 2010년대 중반에 혼합자일렌, 파라자일렌, 프로필렌 설비 등 상당한 규모의 신증설이 이루어졌고, 조립금속 업종 같은 후방 산업의 성장으로 석유화학 제품의 수요가 늘어나면서 기초유분 생산량은 전망 기간 꾸준히 증가할 전망이다
 - 석유화학 업종의 생산 증가로 원료인 납사에 대한 수요가 전망 기간 16% 증가하고 석유화학 업종이 산업 부문 에너지 수요 증가에서 차지하는 비중도 42%가량을 차지하지만, 1990~2018년 에너지 소비 증가의 56% 이상을 차지하던 것에 비해서는 에너지 수요 증가의 기여도는 크게 하락함
- 전 세계적으로 철강재가 과잉 공급되고 있고, 대내적으로 건설, 자동차, 조선 등 주요 철강 수요 업종이 장기전으로 부진해지면서 철강 수요가 둔화하고 철강 제품의 생산 증가율도 장기적으로 정체하면서, 철강 업종의 에너지 수요는 연평균 0.6% 증가에 그칠 것으로 전망됨
 - 중국산 철강재의 대량 공급과 중국 경제 성장의 둔화로 인해 전 세계적으로 철강재 공급이 과잉 상태에 있고, 향후 전 세계 경제 성장 전망도 지속적으로 하향 조정되고 있어 철강재 수요 둔화와 공급 과잉 현상이 이어질 전망이다. 국내 철강 업계에서는 경쟁력 강화를 위해 제품의 고급화 전력을 채택하여 앞으로 고품질 전로강 생산이 증가하면서 전로강 생산량은 연평균 0.6% 증가할 전망이다
 - 반면, 국내 건설 경기의 장기적인 둔화로 건설용 철근 수요가 정체될 것으로 예상됨에 따라 전기로강 생산량은 현재 수준에서 연평균 0.6% 감소할 것으로 예상됨
- 비금속 업종에서는 에너지를 다소비하는 하위 업종인 시멘트의 생산은 감소하지만 유리 및 요업 등의 생산이 증가하면서 에너지 수요가 현재 수준과 비슷하게 유지됨
 - 건설 수요의 장기 정체로 시멘트 생산량은 2018년에서 2040년 사이 연평균 0.7% 감소하는 반면 유리 및 요업의 산출액이 늘어나면서 비금속 업종의 에너지 수요는 2018년 4.3백만 toe에서 2040년 4.4백만 toe로 연평균 0.1% 증가할 전망이다

에너지 상품별 전망

□ 전기와 가스가 산업 부문 에너지 수요 증가를 주도

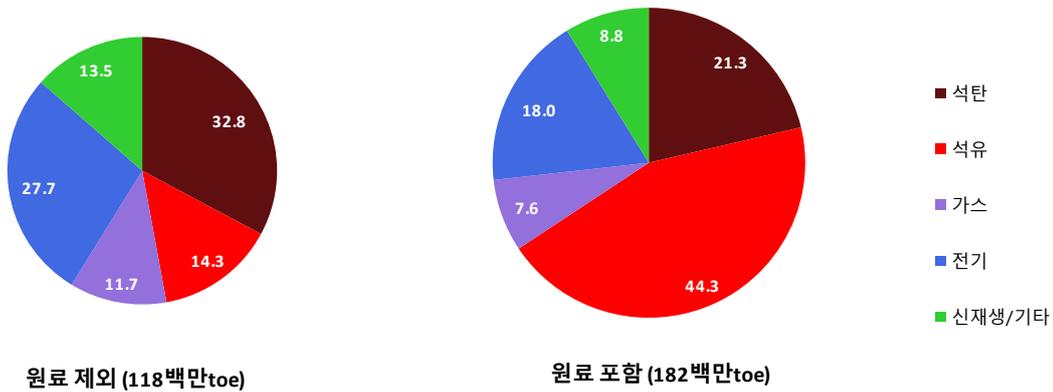
- 조립금속 업종이 산업 부문 생산 증가를 주도하면서 전기 수요가 전망 기간 연평균 1.4% 증가할 전망이다
 - 산업 부문 전체로는 직접 및 간접 가열용 에너지가 전체 에너지 사용의 66% 이상을 차지하지만, 조립금속은 공정 특성 상 동력 및 전기화학용으로 사용되는 전기가 전체 에너지 사용의 42%가량을 차지하기 때문에, 조립금속의 생산 주도는 전기 수요를 빠르게 증가시키게 됨
 - 또한, 철강이나 비철금속 업종 등에서 제품의 부가가치를 올리기 위한 노력으로 생산 공정이 복잡하게 만들면서 에너지 투입을 늘리게 되는데, 주로 전기의 수요가 크게 증가함. 산업 부문의 전기

2019~2040년 에너지 전망

수요는 2018년 24.4백만 toe에서 2040년 33백만 toe로 34% 증가하여 원료를 포함한 산업 부문 에너지 수요 증가의 1/4 가량을 차지할 전망이다

- 한편, 신재생에너지는 정책적 지원에 힘입어 산업용 에너지 중에서 가장 빠르게 증가할 전망인데, 폐기물 등 열원으로 주로 사용하는 신재생에너지뿐만 아니라 석탄 부생가스 등 상용자가 발전의 신재생에너지 발전이 빠르게 증가하며, 이러한 상용자가발전의 증가는 통계상 전기 수요의 증가를 둔화시키는 요인으로 작용함²⁶
- 도시가스의 경우 전망 기간 미국의 셰일혁명으로 인한 국제 천연가스 가격의 하락과 미세먼지 대응을 위한 천연가스 도입의 정책적 지원에 따라 산업 부문 열 공급원으로서의 역할을 확대할 전망이다
 - 가스 수요는 2018년에서 2040년 사이 연평균 1.5% 증가하여 과거 대비 증가율이 크게 둔화하지만 오염물질 저배출 연료라는 장점과 가격 경쟁력 확보에 힘입어 빠르게 증가할 것으로 예상됨
- 석탄과 석유의 비중은 2018년 69.8%에서 2040년 66% 수준으로 하락하고 대신 전기와 가스, 신재생에너지 등 온실가스와 오염물질 저배출 에너지원이 그 역할을 대체함
 - 건설 수요 장기 정체로 인한 시멘트 제조용 석탄 수요 감소와 세계 철강 시장의 과잉 공급으로 철강 제품 생산 증가세가 둔화하면서 산업 부문 석탄 수요 증가는 정체할 것으로 전망됨
 - 석유는 석유화학의 꾸준한 성장으로 납사 수요가 전망 기간 연평균 0.7% 증가하며 2040년에도 산업 부문 에너지 수요의 44% 가까이 차지하지만 그 비중은 약 4%포인트 하락하며, 원료를 제외한 경우 에너지원으로써의 역할은 더욱 축소될 전망이다

그림 2.15 에너지 상품별 2040년 산업 부문 에너지 수요 비중

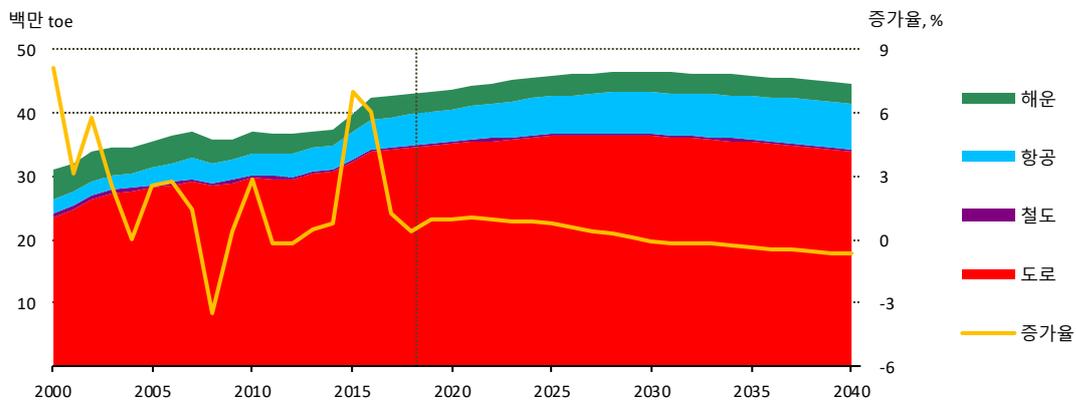


²⁶ 상용자가발전의 생산 및 소비량은 국가 에너지 통계 전기 항목에서 투입 원료를 소비한 것으로 집계함. 또한 2019년 10월 개정된 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법이 시행됨에 따라 석탄 및 석유 부생가스를 이용한 발전은 신재생에너지에서 제외됨 (산업통상자원부, 2019)

3. 수송 부문

- 수송 부문 에너지 소비 증가세는 꾸준히 둔화되었으나 2015~2016년 기간에는 유가 급락으로 급증함
 - 수송 부문 에너지 소비는 2000년 30.9백만 toe에서 연평균 1.8% 증가하여 2018년 43.0백만 toe에 도달하였으며 소비 증가 추세는 2008년 금융위기 시기까지 지속 하락함
 - 수송 부문 에너지 소비는 1990년대에는 빠른 경제 성장에 따른 물동량 증가, 교통 인프라 공급 확대, 대중교통 발달, 자동차 증가 등으로 연평균 10% 이상 빠르게 증가했으나 2000년대에 들어서는 유가가 지속 상승하며 증가세가 둔화되어 옴
 - 수송 부문 에너지 소비는 유가에 큰 영향을 받는데, 특히 2008년 국제 금융위기 시기에는 유가 변화와 경기둔화 효과가 겹치며 급감함
 - 금융 위기 이후 0% 대 증가로 완만하게 증가해온 수송용 에너지 소비는 2014년 하반기 국제 유가의 급락 및 저유가 유지로 2015~2016년 기간에는 급증했으나, 이후 유가가 상승하며 증가세가 다시 둔화함
 - 2008년 이후 수송용 에너지 소비는 세계 경기 침체 지속에 따른 수출 및 경제 성장 둔화와 고유가 등으로 정체하며, 2009~2014년 연평균 증가율이 0.7%에 그침
 - 평균 국제 유가는 2014년 6월 배럴당 108.4달러까지 상승하였으나, 9월 이후 급격히 하락하며 2016년 1월 배럴당 30.2달러까지 하락함
 - 유가의 급락으로 일일 평균 교통량의 증가세는 2010~2014년 연평균 1.2% 증가에서 2015~2016년에는 4.2% 증가로 급증했으며, 자동차의 총 주행거리 역시 동기간 연평균 1.6% 증가에서 4.3% 증가로 급증함 (국토교통부, 2017)
 - 국제 유가가 2017년에는 다시 증가세로 전환하며 수송용 에너지 소비의 증가세도 2017년 1.2% 증가, 2018년 0.4% 증가로 둔화함

그림 2.16 수송 부문 에너지 소비 및 증가율 추이

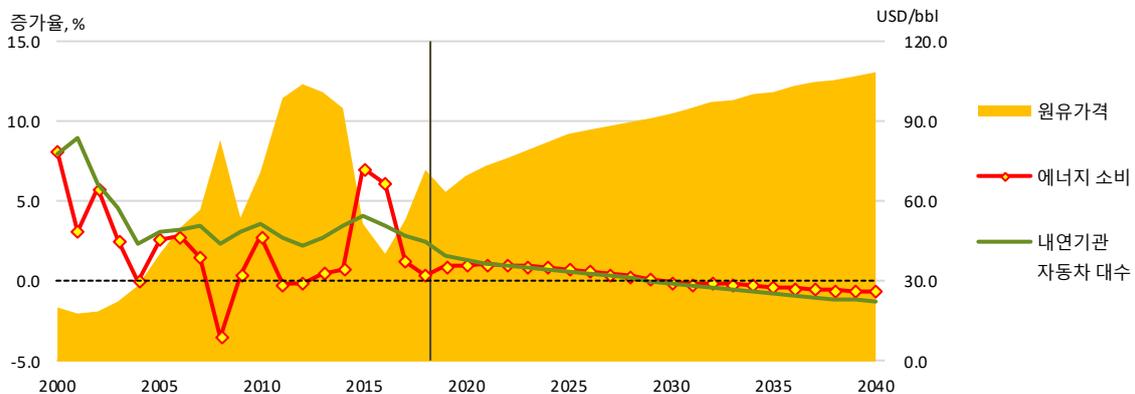


2019~2040년 에너지 전망

□ 전망 기간 수송용 에너지 수요는 연평균 0.2% 증가에 그쳐, 2040년에도 2018년과 비슷한 수준을 유지

- 수송 부문 에너지 수요는 2018년 43.0백만 toe에서 완만하게 증가하며 2030년경에 정점에 도달, 이후 완만하게 하락하며 2040년 44.6백만 toe 수준을 기록할 것으로 보임
 - 수송용 에너지는 2018~2030년에는 연평균 0.6%로 완만하게 증가하지만, 2030~2040년에는 연평균 0.4% 감소할 것으로 전망됨
 - 환경문제 해결을 위한 정부의 적극적인 친환경(수소, 전기 및 하이브리드) 자동차 보급 정책으로 전망 기간 친환경 자동차가 내연기관 자동차를 꾸준히 대체할 것으로 전망되나, 2030년경까지는 SUV, 화물 자동차, 상용차에서 내연기관 자동차가 경쟁력을 유지하면서 보급이 증가할 것으로 보임
 - 2030년경 이후로는 환경 규제 강화, 충전 인프라 확대, 배터리 가격 하락 등으로 전기자동차에 대한 제도적, 기술적 발전이 진행되며 전기 자동차가 내연기관 자동차를 본격적으로 대체하기 시작할 것으로 예상됨
 - 내연기관 자동차 보급이 2030년경 이후 감소로 전환할 것으로 예상됨에 따라 수송 부문 에너지 수요도 2030년경 약 46백만 toe 수준에서 정점을 기록한 후 감소할 전망임
 - 2030~2040년 기간에는 내연기관 자동차 대비 연료 효율이 높은 전기 자동차의 보급 확대, 경유 승용차를 중심으로 한 내연 기관 자동차의 보급 감소, 자동차 엔진 효율의 향상, 인구 증가 정체 및 감소, 여객 및 화물 수요 증가 속도 둔화 등으로 수송용 에너지 수요가 완만하게 감소할 것으로 전망됨

그림 2.17 유가, 수송 부문 에너지 소비 증가율, 자동차 대수 증가율



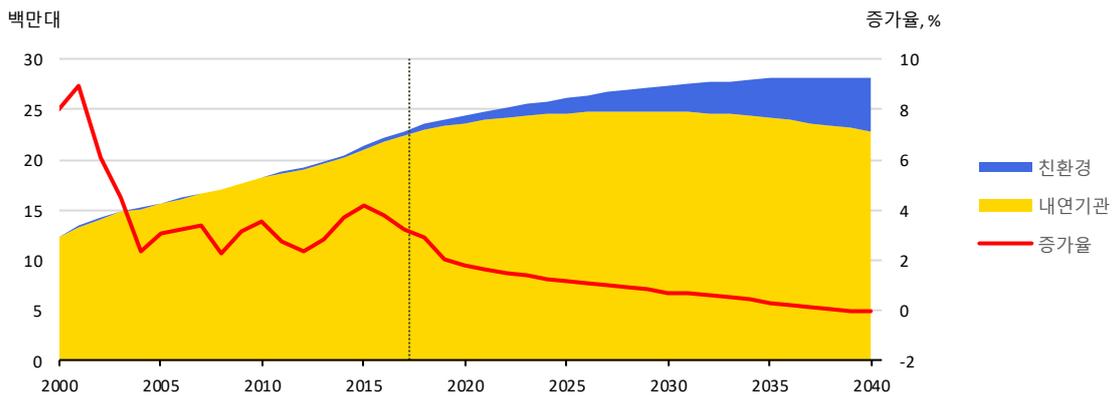
자동차 보급

□ 내연기관 자동차 보급은 2030년경을 기점으로 친환경 자동차로의 대체 등으로 감소 전환할 것으로 전망

- 전체 자동차 보급은 전망 기간 꾸준히 증가하겠지만, 정부의 친환경 자동차 보급 정책 등으로 내연기관 자동차가 친환경 자동차로 2030년 이후 빠르게 대체될 것으로 전망됨

- 2010~2018년 기간 자동차 보급은 경유 자동차를 중심으로 한 수입 자동차의 판매 증가, 자동차 제조사의 다양한 신차 출시, 소득 및 생활 행태 변화에 따른 가구당 보유 대수 증가 등으로 연평균 3.2% 증가함
- 전망 기간(2018~2040년) 자동차 보급은 인구 감소에도 불구하고 가구 소득 증가, 가구당 자동차 보유 대수 증가, 물동량 증가 등으로 연평균 0.8% 증가하면서, 증가세는 완만하게 둔화할 것으로 보임
- 일반 내연기관 자동차는 미세먼지 악화 시 저등급 자동차 운행이 금지 등 사용 규제가 강화되고, 자동차 평균에너지소비효율제도 등 생산 규제로 인해 전기 자동차 및 하이브리드 자동차에게 시장 주도권을 상실하면서 2030년경에 보급 수준이 정점에 도달한 이후 꾸준히 감소할 전망이다
- 반면, 친환경 자동차는 정부의 적극적인 친환경 자동차 보급 확대 지원 정책으로 2018년 57만 대에서 전망 기간 연평균 10% 이상 증가, 특히 전기차(BEV)는 2018년 5.6만 대에서 연평균 20% 이상 빠르게 증가하며 내연기관 자동차를 대체할 것으로 전망됨

그림 2.18 기술에 따른 자동차 보급과 증가율 추이



주: 친환경 자동차는 수소, 전기 및 하이브리드 자동차를 의미

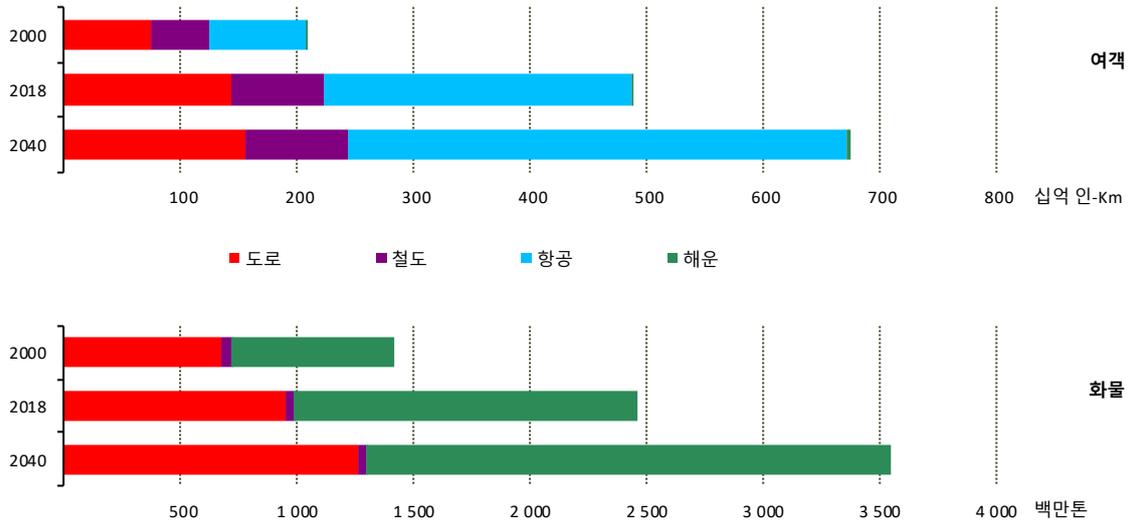
수송 수요

- 수송 수요는 교역 및 교통 인프라 확대에 힘입어 증가하지만, 경제 성장률 하락 등으로 증가세는 둔화
 - 여객 수요는 여행 수요 증가, 대중 교통 체계의 발달, 교통 인프라의 확대 등으로 2018년 489.3십억 PgKm(Passenger-km)에서 연평균 1.5% 증가하여 2040년 675십억 PgKm에 이를 전망이다
 - 2000~2018년 여객 수요는 저비용 항공사 등장 및 급성장, KTX 개통, 지하철 노선 확대, 고속도로 확장, 유가 급락(2015~2016년) 등으로 연평균 4.8%로 빠르게 증가하였음
 - 특히, 항공 여객이 해외방문객 증가, 국내외 여행 수요 증가, 전망 기간 신규 취항 노선 증가 및 공항 증설 등으로 2000~2018년 연평균 6.6% 증가하여 여객 수요 증가를 주도했는데, 전망 기간(2018~2040년)에도 연평균 2% 이상 증가하며 전체 여객 수요를 견인할 것으로 보임

2019~2040년 에너지 전망

- 도로 여객은 2000~2018년 연평균 3.7%로 빠른 속도로 증가했으나, 전망 기간에는 인구 정체 및 감소, 장거리 여행의 철도 및 항공으로의 전환 등으로 증가세가 0%대로 크게 둔화할 것으로 예상됨

그림 2.19 수송 부문별 사업용 여객 및 화물 수송 수요



- 화물 수요는 수출 중심의 경제 성장 지속 등으로 2018년 2.5십억 톤에서 연평균 1.7% 증가하여 2040년 3.5십억 톤에 도달할 전망이다
 - 2000~2018년 사업용 화물 수요는 지역 간 간선도로망의 확충, 항만 하역 능력의 증대 등 교통 인프라의 확대 및 개선으로 연평균 3.1% 증가하였음
 - 수단별로는 해운 화물 수요가 석유 관련 업종의 교역량 확대 등으로 전망 기간 가장 빠르게 증가하며 전체 화물 수요를 견인할 것으로 보이며, 도로 화물 수요도 물동량 증가와 인터넷 쇼핑 성장에 따른 택배 물량 증가 등으로 증가하겠으나, 철도 화물은 경쟁력 약화로 감소할 전망이다

수송 수단별 에너지 수요

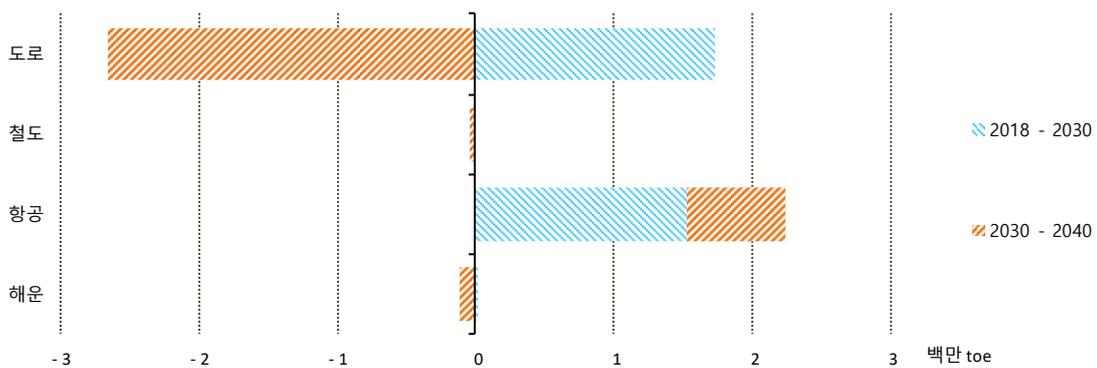
□ 수송 수단별로는 전망 기간 항공 부문을 제외한 모든 부문에서 소비가 감소할 것으로 전망

- 도로 부문은 2030년까지는 연평균 0% 대 증반으로 완만하게 증가하겠지만, 2030년 이후에는 감소로 돌아서면서 전망 기간 전체로는 1백만 toe 가량 감소할 것으로 전망됨
 - 2000~2018년 도로 부문 에너지 수요는 자동차 보급과 여행 수요 증가, 도로 여객 및 화물 수송 수요 증가, 유가 급락 및 저유가 유지(2015~2016년), 유류세 한시 인하(2019년) 등으로 연평균 2.1% 증가함

3. 수송 부문

- 전망 기간에는 2030년경 이후 내연기관 자동차의 감소, 내연기관의 연비 향상, 내연기관 자동차 대비 고효율의 친환경 자동차 보급 확대 등으로 도로 부문 에너지 수요가 2018~2040년에 연평균 0.1% 감소할 것으로 전망됨
- 전기 자동차를 중심으로 한 친환경 자동차가 기존의 석유 기반 내연기관 자동차를 대체하면서 석유 수요가 1백만 toe 이상 감소할 것으로 예상됨
- 항공 부문은 전망 기간 국내외 여행 수요가 지속적으로 증가하며 수송 운송 수단 중에서 유일하게 에너지 수요가 증가할 것으로 전망됨
 - 항공 부문의 에너지 소비는 여행 수요 증가 및 저가 항공사 취항 등으로 2000년 2.2백만 toe에서 2018년에 5.0백만 toe로 연평균 4.8%의 빠른 속도로 증가해 옴
 - 전망 기간에도 항공 부문의 에너지 수요는 영남권 신공항 건설, 제주 공항 인프라 확대 등의 물적 인프라 확장과 신규 취항 노선의 확대, 국내외 여행객 및 방문객 증가 등 항공 수요가 꾸준히 증가하면서, 에너지 수요가 연평균 2.0% 가까이 증가하여 2040년 7백만 toe에 도달할 것으로 보임
- 철도와 해운 부문의 에너지 수요는 전망 기간 감소하여 에너지 수요에서 차지하는 역할이 지속적으로 줄어들 전망임
 - 철도 부문 에너지 소비는 신규 고속철도 노선 확대 등에도 불구하고 인구 감소에 따른 여객 수요 감소와 전기 동차의 효율 개선 등으로 감소, 해운 부문의 에너지 소비는 선박 운행 효율 개선, 기술적 연비 향상, 선박의 대형화 등으로 감소를 지속할 것으로 예상됨

그림 2.20 전망 기간 수송 수단별 에너지 수요 변화



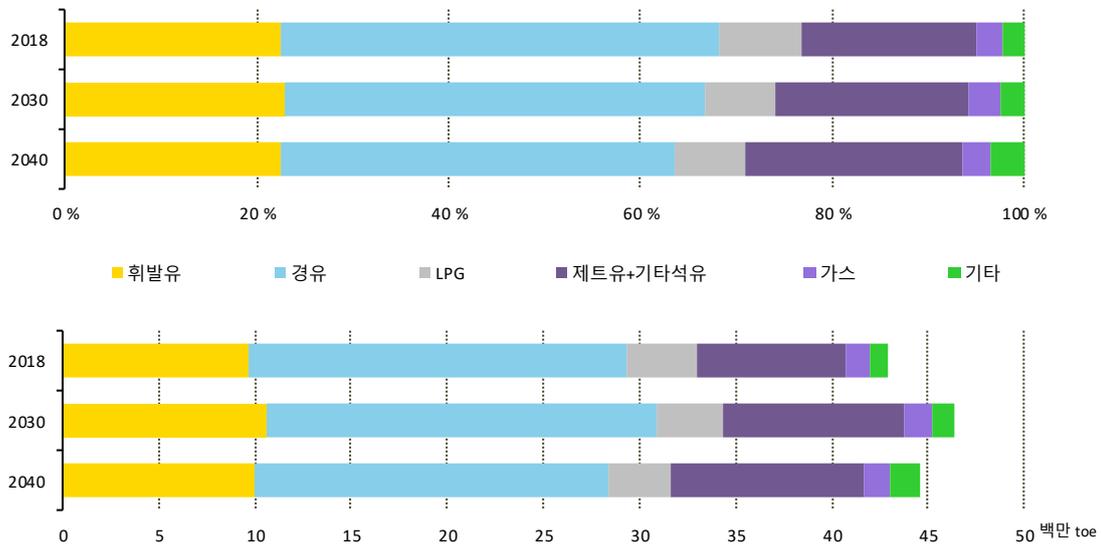
수송 연료별 에너지 수요

- 석유가 수송 부문 에너지 소비에서 차지하는 비중은 친환경차로의 대체 등으로 지속적으로 감소할 전망

2019~2040년 에너지 전망

- 수송 부문 석유제품 소비는 2000~2018년 연평균 1.6% 증가했지만, 전망 기간에는 자동차 엔진 효율 향상, 2030년 이후 내연기관 자동차 보급 감소, 친환경 자동차의 증가 등으로 정체될 것으로 예상됨
 - 수송 연료에서 가장 큰 비중을 차지하는 경유는 2000~2018년 연평균 2.2% 증가하면서 가장 빠르게 증가했지만, 전망 기간에는 경유 자동차의 친환경성에 대한 문제 제기로 SUV와 화물 자동차를 제외한 경유 자동차의 판매가 둔화 또는 줄어들면서 감소할 것으로 예상됨
 - 휘발유는 2000~2018년 연평균 1.1% 증가했으며, 전망 기간에도 2030년까지는 연평균 1% 가까이 완만하게 증가하겠으나, 이후 내연기관 자동차 보급 감소로 감소 전환하며 전망 기간 전체로는 정체 수준에 그칠 것으로 보임
 - 항공유는 신규 취항 노선 확대, 항공 인프라 증가 등에 따른 항공 이용 증가로 전망 기간 연평균 1.7% 가까이 꾸준히 증가하며 수송 부문 연료 수요를 견인할 것으로 보임
 - 전기 수요는 철도 부문에서의 감소에도 불구하고 전기 자동차 보급의 지속적인 확대로 전망 기간 연평균 6.5% 가량 빠르게 증가할 것으로 보임²⁷
 - 전기 자동차는 구매 보조금 지급, 충전 인프라 확대, 충전 시스템 개선 등으로 보급 대수가 급속히 증가하겠지만, 전기 수요 증가율은 전기 자동차의 높은 연비로 인하여 전기 자동차 보급 속도에 비해 상당히 낮을 것으로 보임

그림 2.21 수송 연료별 비중 및 수요



²⁷ 전기 수요는 전기차(BEV) 기준 수요임

4. 가정 부문

- 가정 부문 에너지 소비는 2014년까지 완만하게 감소하였으나 이후 증가하여 2018년에는 23.2백만 toe 기록
- 2000년대 초 중반 이후 총인구, 가구수, 주택수, 소득 증가율이 과거 대비 둔화되고, 에너지 대체 및 효율 개선은 지속하면서 가정 부문의 에너지 소비는 2000~2014년 연평균 0.6% 감소함
 - 인구의 연평균 증가율은 1990~2000년 0.9%에서 2000~2014년에는 0.5%로, 가구수 증가율은 동기간 2.6%에서 1.8%로, 주택수 증가율은 4.3%에서 2.2%로, 일인당 소득은 6.0%에서 3.7%로 하락함
 - 가구당 에너지 소비는 1990~2000년에는 연평균 0.2% 감소하였으나, 2000~2014년에는 에너지 대체 및 효율 개선으로 인해 연평균 2.4% 감소하는 등 감소 추세가 강화됨
 - 하지만, 총인구, 가구수, 주택수, 소득 증가율 둔화 추세 심화에도 불구하고, 냉·난방도일 증가의 영향으로 가정 부문 에너지 소비는 증가 추세로 전환되어 2014~2018년에는 연평균 4.6% 증가함
 - 2014~2018년 인구의 연평균 증가율은 0.4%, 가구수 증가율은 1.4%, 주택수 증가율은 2.0%, 일인당 소득 증가율은 2.5%로 2000~2014년 대비 증가율 둔화 추세가 심화됨
 - 2000~2014년 난방도일은 연평균 0.7%, 냉방도일은 4.0% 감소하였으나, 2014~2018년 난방도일은 연평균 1.8%, 냉방도일은 37.7% 증가하면서 에너지 소비를 증가시킴
 - 냉·난방도일 증가에 불구, 가정 부문 에너지 소비를 결정하는 다른 지표들의 증가율 둔화가 지속될 전망이다므로 2014~2018년의 에너지소비 증가는 일시적 현상으로 판단됨
 - 이상 기후가 초래한 2016~2018년 하절기 폭염 및 2017~2018년 동절기 한파로 인한 냉·난방 수요가 증가하면서 가정 부문 에너지 소비가 증가함
 - 총인구, 가구수, GDP 등 가정 부문 에너지 소비 결정 요인 추세를 고려할 때 최근 에너지 소비 증가는 일시적 현상이자 이상 기후로 인한 냉·난방 수요 변동성 확대의 결과로 볼 수 있음

그림 2.22 가정 부문 에너지 수요, 1인당 소득, 인구 수 및 가구 수 증가율 (%)

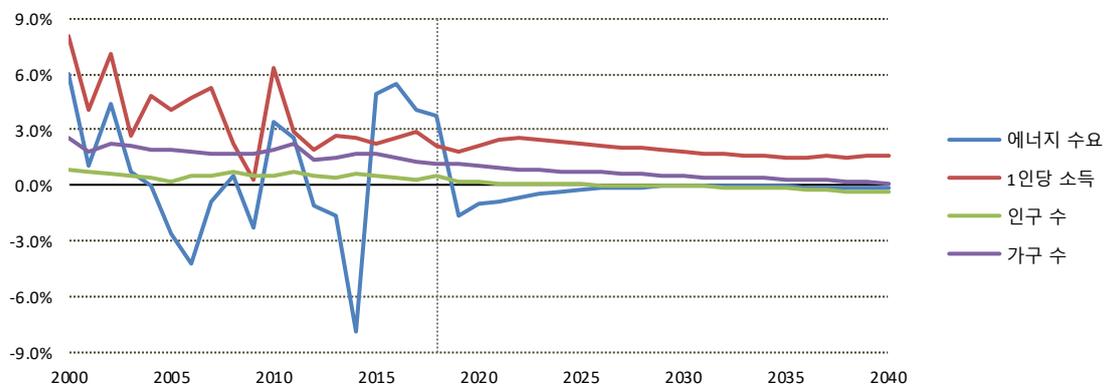
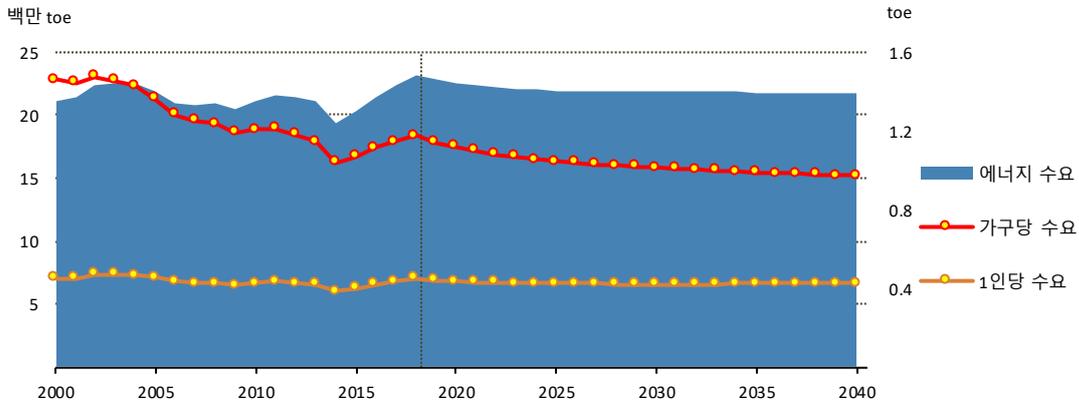


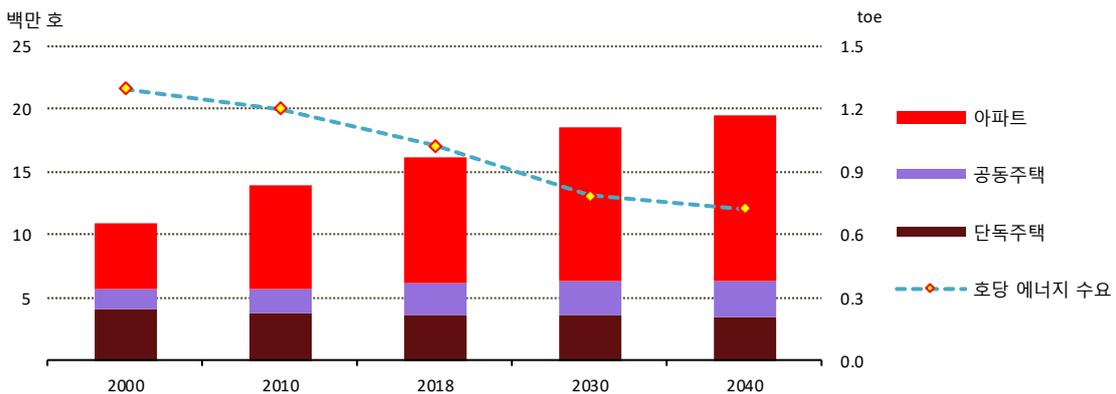
그림 2.23 가정 부문 에너지 수요, 가구당 에너지 수요 및 1인당 에너지 수요



□ 전망 기간 가정 부문의 에너지 수요는 점진적으로 하락하여 2040년에는 현재보다 다소 감소할 것으로 예상

- 전망 기간(2018~2040년) 인구는 감소세로 전환되고 가구수, 주택수, 경제 성장률의 증가세 둔화는 심화되는 반면, 에너지 효율은 지속적으로 개선되면서 에너지 수요는 연평균 0.3% 감소할 것으로 전망됨
 - 전망 기간 인구는 연평균 0.1% 감소하며, 가구수는 0.5%, 주택수는 0.7%, 일인당 소득은 1.8% 증가하는 데 그쳐 에너지 수요 감소를 견인할 것으로 전망됨
 - 총인구는 2020년 정점 도달 후 감소하나 1인가구 증가로 가구 수는 전망 기간 동안 낮은 수준의 증가세를 유지할 것으로 예상, 이는 향후 주택 면적 감소와 가구당 에너지 소비 하락을 초래할 것임
 - 전망 기간 가정 부문 에너지 수요 감소는 최근 이상 기후로 인해 일시적으로 에너지 소비가 급증했기 때문에 나타난 결과이며, 가정 부문 에너지 수요는 일정 수준을 유지하는 것으로 전망되고 있음

그림 2.24 형태별 주택 수 및 호당 난방/온수/취사용 에너지 수요



- 가구 특성 변화, 인구 감소, 아파트 비중 상승으로 인해 전망 기간 1인당 에너지 수요는 연평균 0.1% 감소에 그치는 반면, 가구당, 호당 및 GDP당 에너지 수요는 각각 0.7%, 1.0%, 1.9% 감소함

- 가구당 및 GDP당 에너지 수요는 정부의 에너지 효율 개선 정책 및 시장의 에너지 효율 경쟁으로 건물 에너지 성능 및 난방 기기를 비롯한 주요 가전기기의 에너지 효율이 향상되면서 지속 하락할 것임
- 건물 에너지 성능이 상대적으로 낮은 단독주택 비중이 감소하고 성능이 우수한 아파트 비중이 확대되면서 호당 에너지 수요도 지속 하락할 것으로 전망됨
- 반면, 1인당 에너지 수요는 1인가구 중심의 소형 주택 보급 증가에 따른 총 주거면적 및 주택 수 증가, 가구 소득 증가, 인구 고령화 및 가구 소득 증가에 따른 가전기기 다양화 및 보급 증가로 가구당 및 GDP당 에너지 수요에 비해 하락세가 크지 않음

에너지원별 수요

- **전망 기간 석탄 및 석유 수요는 감소, 전력 및 신재생 수요는 증가, 도시가스 및 지역난방 수요는 보합세**
 - 난방/온수 및 취사용으로 사용되는 석탄과 석유가 대부분 도시가스 및 지역난방(열)로 대체되나, 해당 용도의 에너지 수요 자체가 감소하면서 도시가스 및 지역난방 수요는 보합세를 보임
 - 아파트 비중 상승 및 에너지 사용의 편리성에 대한 요구가 증가하면서 가정 부문 석탄과 석유 소비는 2000~2018년에 각각 연평균 2.9%, 5.2% 감소한 반면 동 기간 도시가스와 지역난방 소비는 각각 연평균 2.2%, 4.1% 증가함
 - 이러한 난방/온수 및 취사용 에너지원 간 대체 추세는 도시가스와 지역난방의 신규 주택 설치와 기존 주택의 노후 보일러 교체 수요 등으로 전망 기간에도 유지될 것으로 보임
 - 주택 수 증가율 둔화, 건물 에너지 성능 개선 등으로 난방/온수 및 취사용 에너지 수요 자체가 감소하여, 도시가스 수요는 과거 대비 도리어 감소하고 지역난방 수요의 증가세는 둔화됨
 - 이에 따라 2018~2040년 석탄과 석유 수요는 각각 연평균 8.9%, 5.2% 감소하고, 도시가스 수요는 0.2% 감소, 지역난방 수요는 0.1% 증가할 것으로 전망됨

그림 2.25 가정 부문 에너지원별 수요 추이 및 전망

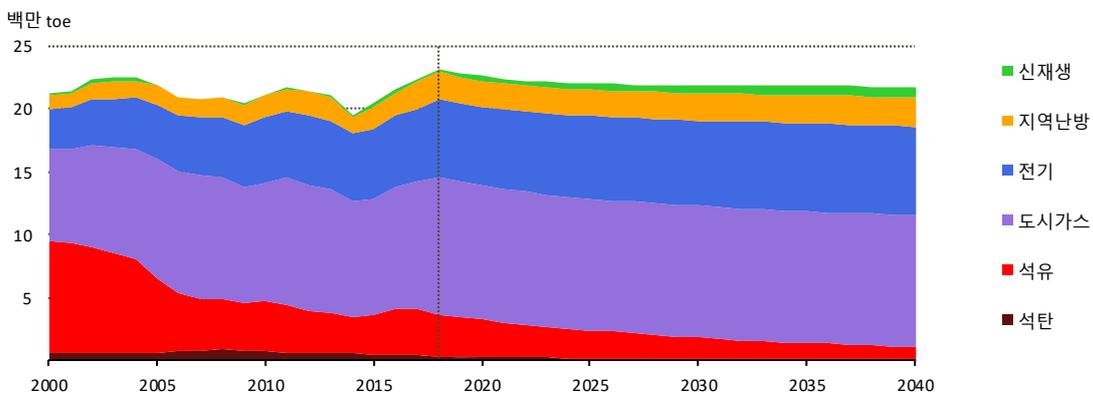
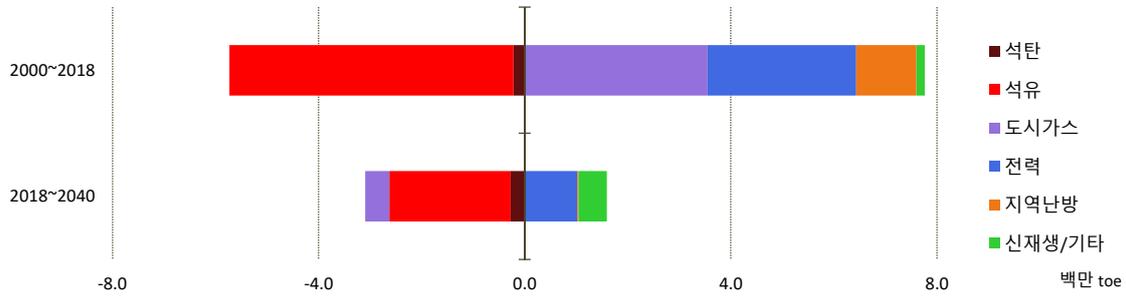


그림 2.26 가정 부문 에너지원 수요의 기간별 변화



- 냉방 수요 및 기타 가전기기 보급의 확대로 전력 수요는 증가할 것으로 보이나 증가세는 연평균 0.6% 수준으로 2000~2018년 연평균 3.6% 대비 큰 폭으로 둔화할 것으로 전망됨
 - 가정용 전력 수요는 냉방 기기를 비롯한 가전 기기의 보급 확대, 전기레인지, 공기청정기, 건조기 등 가전기기 다양화로 인해 증가를 지속할 것으로 전망됨
 - 심야전력 보일러 보급 중단, 주택용 태양광 보급 확대에 따른 한전 전력 판매량 둔화²⁸, 1인가구 증가에 따른 조명용 수요 증가세 둔화, 가전기기 효율 향상 등으로 인해 증가세는 과거 대비 둔화될 것임
 - 단, 폭염, 한파 등 이상 기후가 발생할 경우에는 냉방 수요 및 보조 난방기기 사용이 급증하여 가정용 전력 수요는 급증할 가능성이 있으나, 그 영향은 단기적일 것임
- 가정 부문 신재생에너지 수요는 정부 정책에 힘입어 태양광, 지열, 연료전지를 중심으로 전망 기간 연평균 4.4% 증가할 것으로 전망됨
 - 신재생에너지 주택지원 사업²⁹, 태양광 대여 사업³⁰ 등 가정 부문 신재생에너지 보급을 확대하는 정부 정책의 영향으로 신재생에너지 보급이 빠르게 증가할 것으로 예상됨
 - 신재생에너지 보급은 설비 특성 및 잠재량을 고려하면 태양광, 지열, 연료전지를 중심으로 확대가 예상되며 열보다는 주로 전력 수요를 대체할 것이라 판단됨

□ 전망 기간 석탄, 석유 수요 비중은 지속 축소되는 반면, 도시가스, 지역난방, 전력 및 신재생 비중은 확대

- 2020년대 후반 지역난방 수요가 석유 수요를 앞지르면서 에너지원별 비중은 도시가스-전력-석유 순에서 도시가스-전력-지역난방 순으로 변경될 것으로 보임

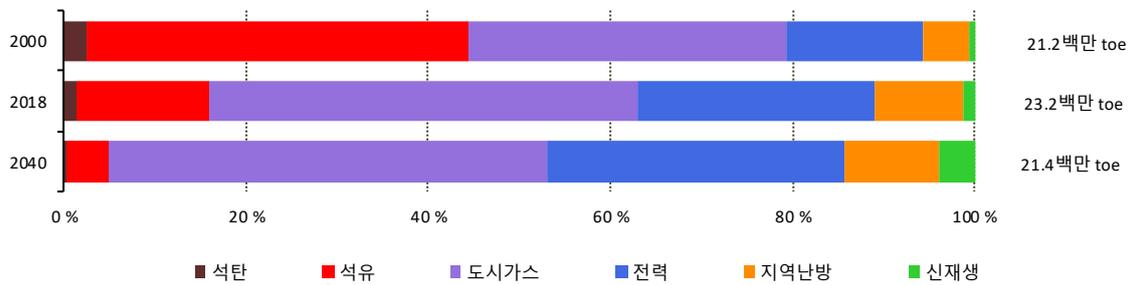
²⁸ 본 보고서에서 가정용 전력 수요는 한전 전력 판매량을 의미하므로 가정용 태양광 확대는 전력 수요 둔화 요인으로 작용함

²⁹ 태양광, 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등의 신재생에너지원을 주택에 설치할 경우 설치비의 일부를 정부가 보조해주는 제도

³⁰ 가정에 태양광 설비를 설치 대여해주고 줄어드는 전기요금의 일부를 대여료로 납부하는 제도

- 석탄과 석유 소비의 비중은 2000년 가정 부문 에너지 소비의 44.5%를 차지하였으나, 난방/온수 및 취사에서 도시가스와 지역난방의 역할이 지속적으로 확대되면서 2018년에는 15.9%까지 하락, 이 경향은 지속되어 석탄과 석유 수요의 비중은 2040년 5% 미만까지 감소할 것으로 전망됨
- 도시가스는 전망 기간 내내 가정 부문 에너지 수요에서 가장 큰 비중을 차지하며, 그 비중은 2018년 47%에서 2040년 48% 이상까지 소폭 상승할 것으로 전망됨
- 지역난방의 비중은 2018년 9.7%에서 2040년 10% 이상까지 증가하며, 2020년대 후반에는 석유 수요의 비중을 추월할 것으로 보임

그림 2.27 가정 부문 에너지원별 수요 비중



- 전력은 가장 빠르게 비중이 확대되는 에너지원으로, 전력 수요의 비중은 2018년 26.2%에서 2040년에 32% 이상으로 확대될 것으로 예상됨
 - 가정 부문 전력 소비는 2000년 3.2백만 toe에서 빠르게 증가하여 2018년 6.1백만 toe에 도달하여, 전력은 도시가스에 이어 가정 부문에서 두 번째로 가장 많이 사용하는 에너지원이 되었음
 - 전망 기간 전력화 현상이 지속됨에 가정 부문 에너지 수요의 감소에도 불구하고 전력 수요는 2040년 7백만 toe 이상까지 증가하여, 그 비중이 크게 확대될 것으로 예상됨
- 신재생에너지 수요는 2020년대 초반에는 석탄 수요를 추월하고, 2040년대에는 석유 수요까지 추격하면서, 그 비중이 2018년 1.2%에서 2040년 4%까지 확대될 것으로 전망됨

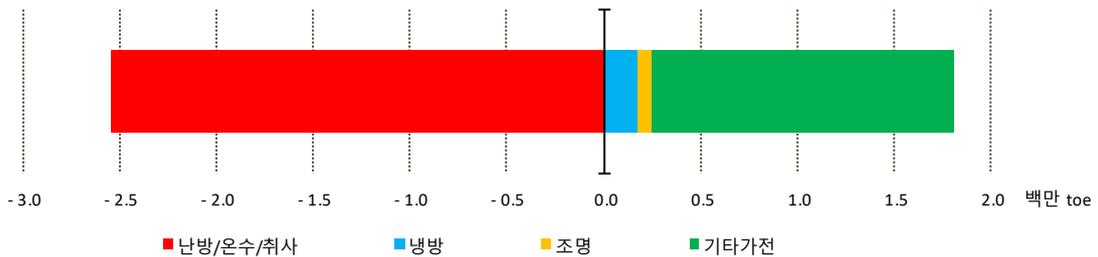
용도별 에너지 수요

- 냉방 및 기타 가전기기용 전력 수요는 증가하지만 난방/온수 및 취사용 에너지 수요는 감소
 - 냉방 및 기타 가전기기용 에너지 수요는 2000년 가정 부문 에너지 소비의 약 14%를 차지하는 데 불과하였으나, 2018년에는 약 20%까지 비중이 확대되었으며, 2040년에는 30%까지 도달할 것으로 전망됨
 - 냉방용 전력 수요는 잦은 이상 폭염 발생, 1인가구 증가에 따른 냉방기기 보급 증가, 쾌적함에 대한 욕구 증가로 전망 기간 지속 증가할 것으로 전망됨

2019~2040년 에너지 전망

- 기타 가전기기용 에너지 수요는 2018년 가정 부문 에너지 소비의 약 18%를 차지하는 것으로 추정되는데, 가전기기 보급 확대 및 다양화로 2040년에는 가정 부문 에너지 수요의 25% 이상 수준까지 증가됨
- 가정 부문 에너지 수요에서 가장 큰 비중을 차지하는 난방/온수용 및 취사용 에너지는 주거 형태의 변화와 주택 단열 및 난방 기술의 발전으로 전망 기간 감소 추세를 지속할 것으로 예상됨
 - 난방/온수용 에너지는 2000년 가정 부문 에너지 소비의 77% 정도를 차지하였으나 2018년에는 60% 후반으로 비중이 축소되었으며 2040년에는 60% 이하까지 떨어질 것으로 전망됨
 - 2018년 가정 부문 에너지 소비의 약 8%를 차지하고 있는 것으로 추정되는 취사용 에너지는 2020년 이후의 인구 감소, 가구 수 증가세 정체, 1인인가구 증가에 따른 취사 형태 변화 등으로 전망 기간 보합 수준을 보일 것으로 예상됨
- 조명용 전력 수요는 전망 기간 완만하게 증가하나 1인가구 증가, CFL 및 LED 등 고효율 전구로의 대체로 증가세는 둔화될 것으로 보임
 - 2000~2018년 조명용 전력 수요는 연평균 3.5% 증가한 것으로 추정되나, 전망 기간 0.5% 미만 증가에 그칠 것으로 예상됨

그림 2.28 전망 기간(2018~2045년) 가정 부문 용도별 에너지 수요 변화



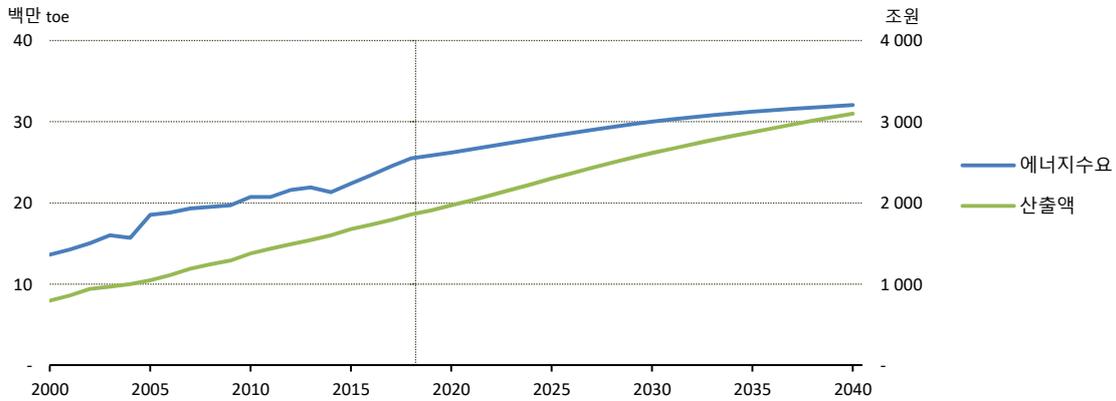
5. 서비스 부문³¹

□ 서비스 부문의 에너지 소비는 빠르게 증가해오다 2010년 이후 서비스업 트렌드 변화로 증가세 둔화

- 서비스 부문 에너지 소비는 2000년대에 도·소매와 음식·숙박을 중심으로 한 서비스 업종의 양호한 성장에 힘입어 연평균 4.3%로 빠르게 증가해왔으나, 2010~2018년에는 산출액 증가세 둔화와 정부의 강력한 수요 관리 정책, 소비 트렌드 변화 등의 영향으로 연평균 2.6%로 증가율이 하락함
 - 2004년부터 시행된 주 5일제 근무로 인해 주말 여가활동 지출 증가로 음식·숙박에서의 에너지 소비가 점차 증가하였고, 2000년대 대형마트를 중심으로 한 오프라인 유통의 활성화로 도·소매에서의 소비도 빠르게 증가하면서 2000년대의 서비스 부문 산출액은 연평균 5.6% 증가함
 - 2010년 이후로는 1인가구 증가에 따른 ‘혼밥’, ‘간편식’에 대한 수요가 증가하고 직장 내 회식 문화 변화로 외식에 대한 수요가 줄고 대형마트 중심의 오프라인 유통은 편의점 등 소규모 유통구조로 이동하였으며, 온라인 유통이 활성화되면서 2010~2018년 산출액이 연평균 3.8%로 둔화됨과 동시에 에너지 소비 증가세도 빠르게 둔화됨
 - 2011년 9월 15일, 최고 기온이 30도가 넘는 이상 고온 현상으로 최대 전력 수요 예측과 실제 소비가 어긋나면서 지역별 순환 정전을 겪게 되었는데, 이후 정부가 상업 시설의 개문(開門) 냉·난방 및 적정 냉·난방 온도 위반에 대한 단속과 공공기관 및 에너지다소비 건물에서의 에너지 사용에 대한 지침을 강화하는 등 강력한 수요 관리 정책을 시행한 것도 에너지 소비 증가세 둔화에 영향을 미침
 - 최근에는 도·소매와 음식·숙박보다 노령인구 증가에 따른 보건·사회복지와 인공지능, ICT 분야의 성장에 따른 정보통신 부문에서의 에너지 소비가 더 빠르게 증가하고 있음
- 한편, 서비스 부문의 성장세가 둔화되면서 산출액 변화가 에너지 소비 변화에 미치는 기여도는 낮아진 반면, 급격한 기온 변화가 에너지 소비 변화에 미치는 영향력은 높아지는 경향을 보임
 - 2000년대 초반에는 난방도일 감소에도 불구하고 산출액 증가에 힘입어 에너지 소비 증가세가 이어져 왔으며, 2006년 난방도일 급감(-11.3%)에도 에너지 소비는 0.2% 감소에 그치는 등 2000년대는 기온 변화에도 불구하고 견조한 산출액 증가의 영향으로 높은 성장세를 보임
 - 그러나 2010년대부터 산출액 증가세가 둔화되면서 기온 변화가 에너지 소비에 미치는 영향력이 높아졌는데, 2010년 에너지 소비의 5.3% 증가는 냉·난방도일 증가(각각 242.6%, 12.1%)가 주된 요인이었으며, 2014년에는 냉·난방도일이 각각 66.7%, 9.4% 감소하면서 산출액 증가에도 불구하고 에너지 소비는 2.8% 감소함
 - 2017~2018년 에너지 소비는 추운 겨울철 날씨로 인한 난방도일 증가 및 2018년 기록적인 폭염의 영향으로 산출액 증가보다 높은 증가율을 보임

³¹ 서비스 부문은 민간서비스와 공공서비스를 모두 포함하며, 에너지밸런스의 상업 부문과 공공 부문을 의미함

그림 2.29 서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 추이



□ 서비스 부문 에너지 수요는 전망 기간 수요 둔화세가 지속되며 2018~2040년에 연평균 1.0% 증가

- 서비스 부문 에너지 수요는 2018년 25.5백만 toe에서 2040년 약 32백만 toe로 25% 이상 증가하면서 전망 기간 최종 소비 증가의 약 15%를 차지할 전망인데, 이로 인해 최종 소비에서 차지하는 비중이 2018년 10.8%에서 2040년 11.4%로 소폭 상승함
- 전망 기간 서비스업의 산출액은 연평균 2.2% 성장하지만 에너지 수요는 연평균 1.0% 증가에 그쳐 서비스 부문의 에너지원단위가 연평균 1.1% 개선되는 것으로 나타남
 - 에너지원단위가 크지 않은 보건·사회복지 서비스업과 정보통신업 등이 빠르게 성장하면서 부가가치 증가율과 에너지 수요 증가율 간의 차이는 더욱 벌어질 것으로 예상됨
 - 에너지 설비 및 기기의 효율 및 단열 성능 향상 등의 기술 발전과 에너지 절약을 위한 다양한 인증제도³², 그린 리모델링 지원사업³³, 공공기관 에너지이용합리화 정책 등이 지속되면서 서비스 부문의 에너지 절약과 효율 개선이 빠르게 진행될 것으로 보임
 - BEMS 설치 의무화와³⁴ 제로에너지빌딩 제도 의무화³⁵ 등 에너지 효율 증대 및 신재생에너지를 활용한 에너지 자가소비 비율을 높이는 의무 제도도 에너지 소비 증가세 둔화에 기여할 전망이다

³² 대표적으로 건축물에너지효율등급인증, 제로에너지건축물인증이 있음

³³ 그린 리모델링 지원사업은 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하기 위해 에너지 효율을 높이고, 온실가스 배출을 낮추어 기존 노후 건축물의 가치를 향상시키기 위한 정책 사업임

³⁴ BEMS(Building Energy Management System)는 건설, ICT, 에너지 기술을 융합 활용하여 건물에 대한 각종 정보를 수집, 분석하여 에너지를 효율적으로 관리하여 주는 시스템으로, 2017년부터 건축허가를 신청하는 연면적 1만 m² 이상의 공공기관 건축물은 BEMS를 의무적으로 설치해야 함

³⁵ 제로에너지빌딩은 단열재, 이중창 등 단열성능 극대화로 외부로 손실되는 에너지를 최소화(Passive)하고 태양광, 지열과 같은 신재생에너지를 활용하여 냉·난방 등에 사용되는 에너지를 건물에서 직접 생산(Active)함으로써 필요한 에너지 소요량을 최소화하는 건축물을 의미하며, 2017년에 인증제를 도입하였고 2020년에 연면적 3천 m² 미만 중·소규모 공공건축물에 인증을 의무화하고 2025년부터는 연면적 5천 m² 미만의 민간·공공건축물까지 대상을 확대할 계획임

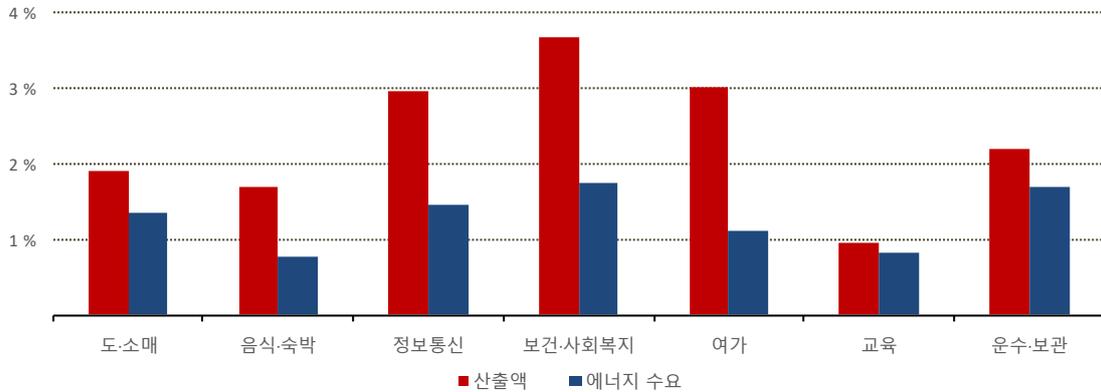
- 또한, 1인 가구 증가와 결혼 및 출산 감소에 따른 인구 감소 및 이에 따른 학령인구 감소 등으로 인한 소비 트렌드 변화는 에너지 소비 행태에도 많은 변화를 초래할 것으로 예상됨
 - 전망 기간 1인가구의 증가를 중심으로 가구수는 증가하나 증가세는 둔화되고 인구는 2028년을 정점으로 감소로 전환될 전망이다 (통계청, 2019; 통계청, 2017)
 - 1인가구의 증가는 편의점, 간편식, 배달음식 등에 대한 수요를 증가시키는 반면, 대형마트, 외식 등의 수요는 감소시키는 요인이 될 것으로 판단되며, 결혼 및 출산 감소로 인한 학령인구 감소는 교육 부문 에너지 수요 증가세 둔화를 견인할 전망이다

업종 및 용도별 에너지 수요

□ 도·소매업과 보건·사회복지 서비스업 등이 서비스 부문 에너지 수요 증가를 주도

- 서비스 부문은 다양한 업종 구성 및 업종별 상이한 에너지 소비 특성, 인구 및 가구 변화에 따른 소비 트렌드 변화, 무인화 및 자동화 등으로 인하여 업종별로 에너지 수요 증가 패턴에서 차이를 보일 전망이다
 - 도·소매업은 전자상거래 시장의 확대 및 대형마트 등 오프라인 유통업의 축소가 에너지 소비 둔화의 일부 요인으로 작용하지만, 키오스크 등 전자기기를 활용한 점포 무인화와 인공지능의 도입 등은 에너지 수요 증가를 견인할 전망이며, 운수·보관업에서도 물류 시스템의 무인화 및 자동화로 인한 인력 대체로 에너지 수요가 빠르게 증가할 전망이다
 - 음식·숙박업은 회식 문화 변화, 1인가구 증가 등에 따른 포장 및 배달이 가능한 간편식에 대한 수요 증가 등으로 식당 규모가 축소되고 인공지능 로봇을 활용한 무인화 도입되는 등의 영향으로 에너지 수요 패턴이 빠르게 변화할 전망이다
 - 정보통신업은 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등의 발달과 함께 다양한 동영상 플랫폼의 발달 및 1인 미디어 시대의 도래로 연평균 3.0% 성장하면서 에너지 수요는 연평균 1.5% 증가할 전망이다
 - 보건·사회복지업은 인구 고령화에 따른 의료 및 복지 수요 급증 및 일자리 증가로 부가가치가 연평균 3.7% 증가함에 따라 에너지 소비 증가세도 타 업종 대비 높지만, 에너지원단위가 높지 않은 업종의 특성 상 부가가치 증가에 비해서는 에너지 수요 증가세가 높지 않을 것으로 전망됨
 - 교육서비스는 학령인구(6~21세)수가 지난 1980년 1,440만 명을 정점으로 꾸준히 감소하여 2017년에는 846만 명이 되었고, 2040년에는 520만 명으로 줄어들 전망이어서 (통계청, 2019) 에너지 수요의 증가세도 둔화될 전망이다
 - 공공 부문과 사무용 건물에서는 가로등 LED 교체, 공공기관 에너지 수요 관리 정책 등에도 불구하고 공공 부문의 고용 증가 등으로 인한 에너지 소비 증가가 예상되며, 신재생에너지 보급 확대 정책으로 인한 신재생에너지 설비 확대가 예상됨

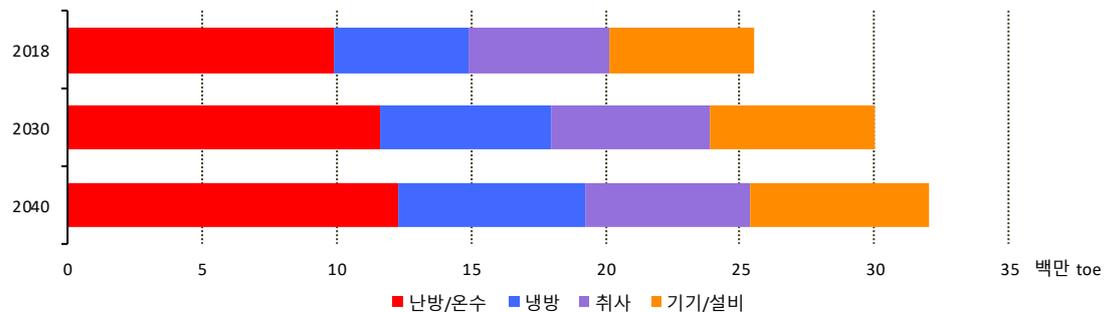
그림 2.30 2018~2040년 업종별 산출액과 에너지 수요의 연평균 증가율



□ 난방·온수용 에너지 수요가 높은 비중에 의해 가장 많이 증가하고 냉방용 에너지 수요가 빠르게 증가

- 난방·온수용 에너지 수요는 완만한 증가에도 불구하고 높은 소비 비중의 영향으로 에너지 수요 증가를 견인하고 냉방용 에너지 수요는 연평균 1.5%의 속도로 가장 빠르게 증가할 전망이다
 - 난방·온수용 에너지 수요는 석유의 감소와 함께 도시가스 및 전기로의 대체가 지속될 전망이며, 단열 성능 향상 및 건축물 개보수 증가에 따른 난방용 에너지 효율 개선 등으로 인해 전망 기간 동안 증가세가 점차 둔화될 전망이다
 - 냉방용 에너지 수요도 건물 및 기기의 에너지 효율 기술 발전의 영향을 받겠지만 최근 빈번하게 발생하는 폭염의 영향으로 냉방 설비의 보급이 가파르게 확대되고 있어 용도별 에너지 수요 중에서는 가장 빠르게 증가할 전망이다
 - 설비·기기의 에너지 수요는 건물의 첨단화, 서비스 업종 전반의 무인화 및 자동화를 위한 새로운 전기기기 보급이 급속도로 확대되면서 견조한 증가세를 지속할 전망이다
 - 반면, 취사는 음식·숙박업의 산출액 증가세 둔화 및 로봇 등 전자기기의 인력 대체에 따른 각 업종 내 취사 수요 정체로 증가세가 낮을 전망이다

그림 2.31 2018년과 2040년 서비스 부문 용도별 에너지 수요



에너지 상품별 수요

□ 전기가 가장 많이 증가하여 서비스 부문 에너지 수요 증가를 주도하고 신재생에너지가 가장 빠르게 증가

- 전기 수요는 전망 기간 약 4.8백만 toe 증가하여 서비스 부문 에너지 수요 증가의 73% 정도를 차지하고 서비스 부문 에너지 수요에서의 비중도 2018년 56.9%에서 2040년 60%로 3%포인트 높아질 전망이다
 - 전력은 2000년대에 들어 석유를 제치고 서비스 부문 최대 에너지원으로 부상한 후에도 2000~2010년에 연평균 8.0%로 빠르게 증가하고 2010년대 초반 고유가로 인한 상대가격 경쟁력 강화로 2011년에 소비 비중이 62.5%를 기록하였으나, 2014년 이후의 유가 하락 및 저유가 기조로 인한 석유 및 도시가스 소비 증가와 신재생에너지 보급 확대로 2018년에 56.9%까지 하락함
 - 서비스 업종 전반의 건물 첨단화, 무인화 및 자동화에 따른 다양한 전기기기 보급이 확대되는 가운데, 정보통신, 인공지능 기술 발달로 서비스 부문의 전기 수요가 빠르게 증가할 전망이지만, 기기/설비의 효율 증대, BEMS의 보급 확대 등으로 에너지 효율 향상이 동시에 실현되고 신재생에너지 보급 확대에 의한 전기 소비 대체로 소비 증가세는 지속 둔화될 전망이다
- 가스 수요는 전망 기간 가격 경쟁력 향상과 가스를 이용한 대형건물 냉·난방 수요 증가를 기반으로 에너지원 대체가 지속되면서 연평균 2.2%의 빠른 증가세를 보일 전망이다
 - 2000년대 초반 가스는 도시가스 배관망의 전국단위 확대에 빠르게 성장하면서 2005년까지 연평균 10% 이상 증가하였으나 그 이후 새로운 소비처를 발굴하지 못하고 2014년 하반기부터는 유가 급락과 미수금 회수 문제로 인한 가격 경쟁력 약화로 2005~2017년 연평균 1.1% 증가에 그침
 - 하지만 석유 소비가 더 빠른 속도로 감소하고 2012년 신규 수요가수가 급증함에 따라 2012년에는 석유를 제치고 전기에 이어 서비스 부문에서 두 번째로 큰 비중을 차지하였고, 2017년 11월 미수금 회수 완료로 인한 대대적인 도시가스 요금 인하 등으로 최근 도시가스 수요가 증가하고 있음
 - 전망 기간에는 유가 상승 대비 셰일가스 도입 확대 등을 통한 도시가스의 가격 경쟁력 상승으로 석유의 감소분을 지속적으로 흡수하고 대형건물을 중심으로 가스를 이용한 GHP나 흡수식 냉온수기 등의 냉·난방 수요가 증가하면서, 서비스 부문 에너지 수요에서 가스가 차지하는 비중은 2018년 15%에서 2040년 19.5%로 상승할 전망이다
- 신재생에너지는 정부의 신재생에너지 보급 확대 정책에 힘입어 빠르게 증가해서 2040년에는 서비스 부문 에너지 수요의 12% 이상을 차지할 전망이다
 - 2000년까지 비중이 1% 미만에 불과하던 신재생에너지는, 신재생에너지 건물 지원 사업, 지역 지원 사업이 추진되고 2004년 시행된 공공기관 신재생에너지 설치 의무화 제도의³⁶ 의무 대상과 공급

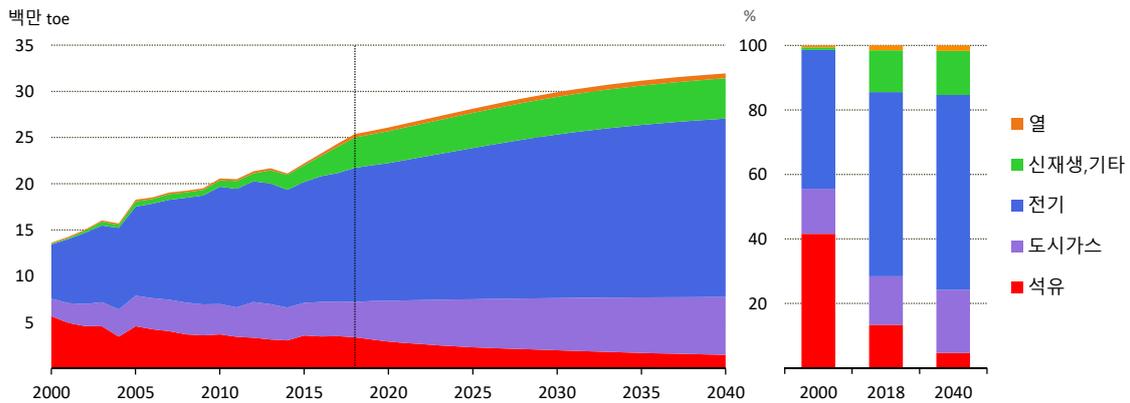
³⁶ 공공기관이 신축·증축 또는 개축하는 연면적 1,000 m² 이상의 건축물에 대하여 예상 에너지 사용량의 공급 의무비율 이상 (2017년에 21%, 이후 2020년까지 매년 3%포인트 상승)을 신재생에너지로 공급하도록 의무화하는 제도

2019~2040년 에너지 전망

의무 비율 등이 확대됨에³⁷ 따라 2010년대부터 공공 건물을 중심으로 보급량이 빠르게 확산되어 2018년에 10% 이상의 비중을 차지함

- 전망 기간에도 서비스 부문 신재생에너지 수요가 가장 빠르게 증가할 전망인데, 이는 공공 부문이 정부의 신재생에너지 보급 정책을 적용하기 수월한 데다, 정책의 적용 범위가 공공 부문에서 민간 부문까지 확대될 예정이기 때문임
- 과거 주요 난방 에너지로 사용되던 석유는 가스나 전기로 빠르게 대체되었으며, 전망 기간에도 연평균 3.4%의 지속적인 감소를 보일 것으로 전망됨
 - 석유는 1990년대 서비스 부문의 주요 에너지로 사용되었으나 가스, 전력, 지역난방 같은 네트워크 에너지의 보급 확대에 따른 에너지 대체로 에너지 소비 비중이 2000년부터 전력보다 낮아졌고, 2012년에는 가스보다도 낮아지게 됨
 - 2014년 말 유가 급락으로 인해 2015년에 소비량이 급증하기는 했으나 최근에 다시 감소 기조로 전환되어 2018년에는 비중이 13% 수준으로 하락하였으며, 전망 기간에도 유가 상승 등의 영향으로 석유 수요의 감소 추세가 지속되면서 2040년에는 5% 이하로 낮아질 전망임

그림 2.32 서비스 부문 에너지 상품별 수요 추이 및 전망



³⁷ 의무대상확대: 학교(2008.9), 중·개축 포함(2009.3), 건축연면적 3,000 m² 이상 → 1,000 m² 이상(2012.1)
공급의무비율 확대: 2020년 기준 20% → 30%(2014.4)

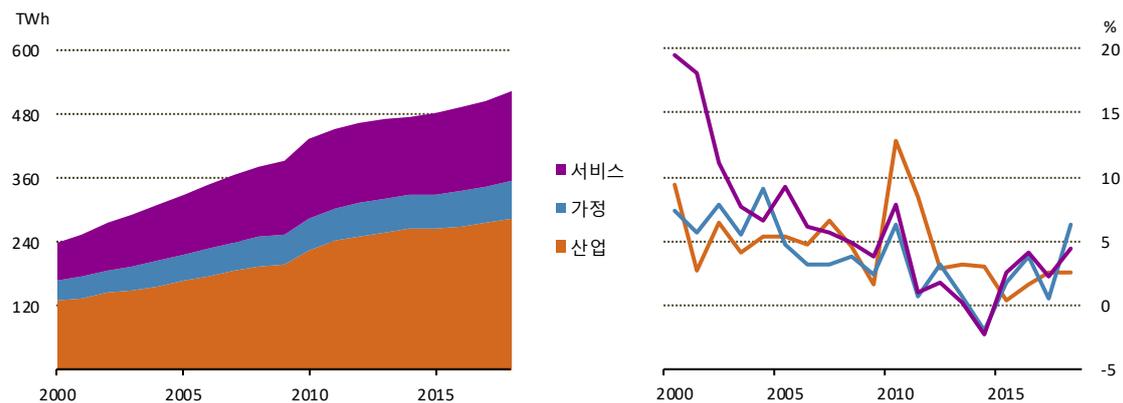
6. 발전 부문

전기 수요

□ 과거 빠르게 증가해온 전기 소비는 2010년 전후를 기점으로 증가세가 대폭 둔화

- GDP가 양호한 증가세를 유지한 2000년부터 2010년까지 전기 소비는 경제 성장 효과에 따른 전력화 효과가 겹치며 경제 성장률보다 높은 연평균 6.1% 증가함
 - 과거 우리 경제는 자본스톡과 노동 공급의 꾸준한 증가에 힘입어 빠르게 성장해왔는데, 2000~2010년 기간에도 이러한 증가세가 이어져 GDP가 연평균 4.7% 증가함
 - 2000년 에너지 최종 소비에서 전기가 차지하는 비중은 13.7%에 불과했으나 이후 산업 부문과 건물 부문에서 석탄과 석유 등의 연료가 전기로 대체되며 2010년에는 전기의 비중이 19.2%까지 상승함

그림 2.33 최종 소비 부문별 전기 소비 및 증가율 추이

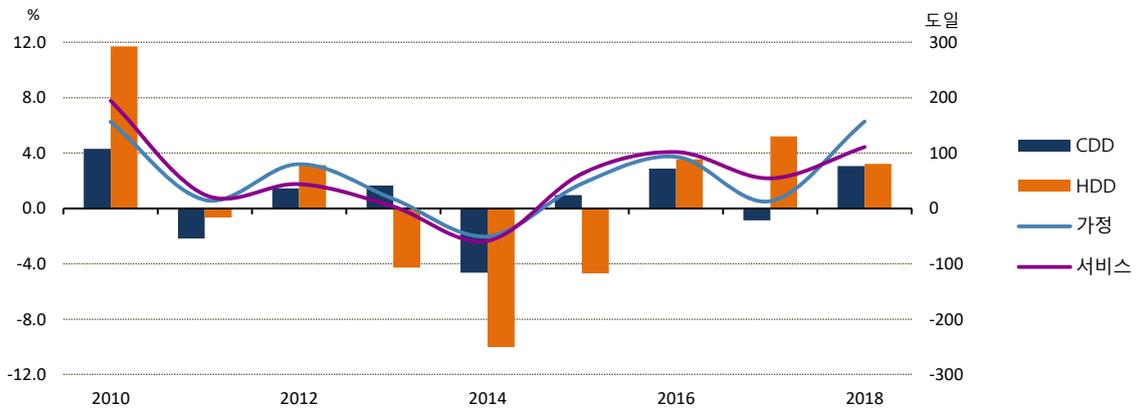


- 그러나 2010년대 들어서며 경제 성장과 전력화 속도는 둔화되고 2011년의 지역별 순환 정전을 계기로 강력한 수요관리 정책이 시행되며 건물 부문을 중심으로 전기 소비 증가율이 2015년까지 대폭 하락함
 - GDP 증가율은 2000년대 연평균 4.7%에서 2010~2015년 3.1%로 1.6%포인트 하락한데 비해, 전기 소비 증가율은 6.1%에서 2.2%로 3.9%포인트 떨어져 전기 소비 증가율의 하락폭이 훨씬 두드러짐
 - 이는 에너지 최종 소비에서 전기가 차지하는 비중이 이미 높은 수준에 도달하여 전력화 속도가 둔화되었고 2011년 9월 15일 지역별 순환 정전 이후 정부 주도의 강력한 전기 수요관리 정책이 시행되었기 때문으로 분석됨
 - 특히, 정부의 수요관리 정책은 산업 부문보다는 서비스 부문을 중심으로 한 건물 부문에 집중되었는데, 이에 따라 전기 소비 증가율이 산업 부문에서는 2000년대 연평균 5.4%에서 2010~2015년 3.5%로 소폭 둔화된데 반해, 서비스 부문에서는 8.0%에서 0.6%로 13배 이상 낮아짐

2019~2040년 에너지 전망

- 이후 2018년까지는 여름철 폭염과 겨울철 한파 등 기온 요인으로 전기 소비가 건물 부문을 중심으로 다시 가파르게 증가했으나, 이는 추세적 변화라기보다는 일시적 현상으로 보는 것이 타당할 것임
 - 2016년과 2018년 여름에는 이상 폭염으로 냉방도일이 전년 대비 각각 87.2%, 57.5% 증가하여 전기 소비가 각각 2.8%, 3.6% 증가하였고, 특히 기온 변화의 영향을 많이 받는 건물 부문 전기 소비는 각각 4.0%, 5.0% 증가하여 전체 전기 소비 증가율 상승을 견인함
 - 2016년의 폭염을 계기로 2005년 이후 지속되어 온 주택용 누진요금제가 개편되어, 누진 단계가 기존 6단계에서 3단계로 축소되고 최저 단계와 최고 단계의 요금 격차도 기존 11.7배에서 3배로 줄어들
 - 이상 기온과 그로 인한 전기 소비 급증은 여름철에만 국한된 것이 아니었는데, 2017~2018년 겨울에는 극심한 한파로 난방용 전기 소비가 대폭 증가하였음. 한파가 집중된 2017년 12월부터 2018년 2월까지 난방도일이 전년 동기 대비 12.4% 증가하여 전체 전기 소비는 5.8%, 건물 부문 전기 소비는 8.4% 증가하였음
 - 이러한 이상 기후가 단기적 현상으로 그칠 경우 장기 에너지 전망에 미치는 영향은 미미하지만, 최근의 이상 기후가 한반도 기후의 장기적 추세 변화로 해석되거나 2016년과 같이 전기 요금을 포함한 정책적 변화를 동반하게 되면, 전망 결과에 유의미한 변화를 줄 수 있음

그림 2.34 냉·난방도일 변화와 건물 부문 전기 소비 증가율 변화

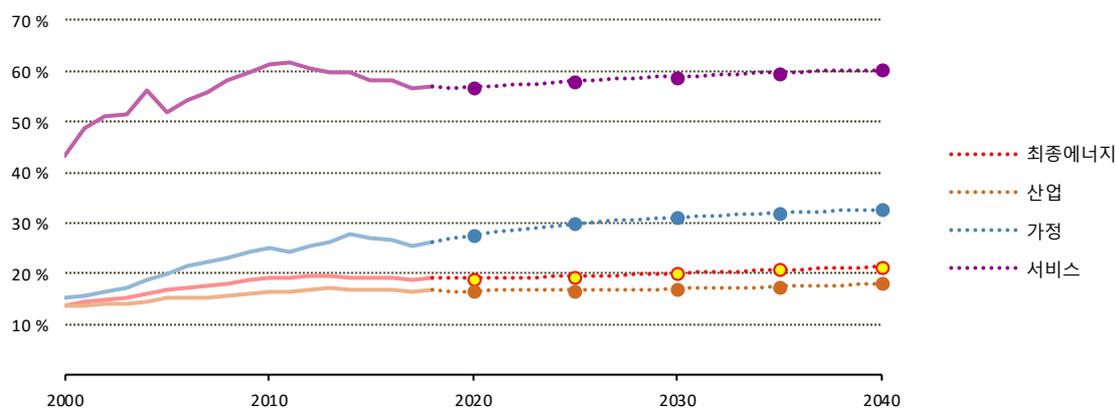


□ 전기 수요는 전망 기간 연평균 1.3% 증가하여 2040년에 700 TWh에 도달할 전망

- 전기 수요는 정부의 꾸준한 전기 수요관리 정책, 기술 발전에 따른 전기 사용 기기의 효율 증가, 경제 성장 및 전력화 속도의 지속적인 둔화 등으로 전망 기간에도 증가율의 하락세가 지속될 것으로 예상됨
 - 그럼에도 불구하고 전기는 최종에너지원 중 정부의 강력한 보급 정책에 힘입어 연평균 2.1%의 속도로 증가하는 신재생에너지에 이어 두 번째로 빠르게 증가하는 에너지원임
- 1990년대와 2000년대 에너지 소비의 전력화가 빠르게 진행됨에 따라 에너지 최종 소비에서 전기가 차지하는 비중이 2018년 현재 19.1%에 달하지만, 전망 기간에는 전력화 속도가 둔화될 전망임

- IEA에 따르면 미국, EU, 일본 등 주요 선진국의 경우, 에너지 최종 소비에서 전기가 차지하는 비중은 2018년 기준 각각 21%, 21%, 29% 수준이며 2040년에는 일본이 35%를 넘어서고 미국과 EU가 각각 24%, 29% 수준에 도달할 것으로 전망되고 있음 (IEA, 2019)
- 우리나라의 경우, 산업용 에너지가 차지하는 비중이 주요 선진국에 비해 높고 에너지밸런스 작성 기준의 차이로 인해 전기 소비 및 비중이 과소 평가³⁸된다는 점을 고려할 때 우리나라의 에너지 소비 전력화는 이미 높은 수준에 도달한 것으로 분석됨

그림 2.35 최종 소비 부문별 전기 소비 비중 변화

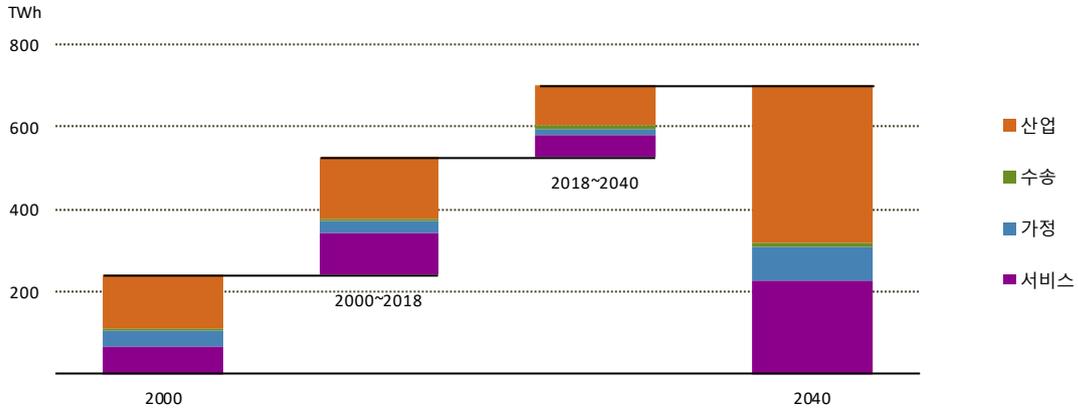


□ 산업 부문의 전기 수요가 비교적 빠르게 증가하며 전체 전기 수요 증가를 견인할 전망

- 산업 부문의 전기 수요는 2018년 283.7 TWh로 총 전기 수요의 절반 이상인 53.9%를 차지하고 있으며, 전망 기간 연평균 1.4% 증가하여 2040년에는 381 TWh에 도달할 것으로 예상됨
 - 전망 기간 대표적 전기 다소비업종 중 조립금속과 석유화학의 전기 수요가 각각 연평균 1.7%, 2.2%의 빠른 속도로 증가하며 산업 부문 전기 수요 증가를 주도하겠으나, 철강은 대내외 시장 상황이 악화되며 2040년까지 전기 수요가 연평균 0.8% 감소할 것으로 전망됨
 - 전망 기간 산업 부문 전기 수요 증가율이 전체 전기 수요 증가율을 초과하면서 산업 부문이 2040년 전기 수요에서 차지하는 비중은 소폭 상승할 것으로 전망됨

³⁸ 현행 국가 에너지밸런스는 한전의 판매 전기만을 집계하고 있으며 최종 소비 부문의 자가 생산은 투입 에너지를 소비한 것으로 취급함. 또한, 철강업의 석탄 전환 등이 최종 소비 부문에 포함되기 때문에 최종 소비 부문의 화석 연료 소비 비중이 IEA 통계에 비해서 과대평가됨. 실제 국제 기준 에너지밸런스를 이용할 경우, 우리나라 에너지 최종 소비 중 전기가 차지하는 비중은 2018년 기준 25% 수준으로 계산됨 (IEA 2019)

그림 2.36 부문별 전기 수요 변화



- 서비스 부문의 전기 수요는 서비스업을 중심으로 한 경제 성장과 정보통신업 등의 빠른 성장에 힘입어 전망 기간 연평균 1.3% 증가할 것으로 전망됨
 - 서비스 부문의 전기 수요는 2018년 168.8 TWh에서 약 33% 증가하여 2040년 225 TWh에 도달할 것으로 예상되며, 이는 총 전기 수요 증가율과 비슷한 수준이어서 2040년 서비스 부문이 총 전기 수요에서 차지하는 비중도 2018년과 비슷할 것으로 전망됨
- 가정 부문은 전망 기간에도 전기 기기 보급이 지속적으로 확대되며 꾸준히 전력화가 진행됨에도 불구하고, 인구 및 가구수 정체, 전기 기기의 효율 상승, 소득 증가의 둔화 등으로 인해 전기 수요가 2018년 70.7 TWh에서 17% 증가한 83 TWh 수준에 그칠 전망이다
- 수송 부문의 전기 수요는 정부의 친환경 자동차 보급 확대 정책에 힘입어 전망 기간 연평균 6.5%로 가장 빠르게 증가하겠으나, 2040년에도 총 전기 수요에서 차지하는 비중은 1% 수준에 불과할 것으로 전망됨

표 2.4 부문별 전기 소비 추이 (TWh)

						연평균증가율	
	2000	2018	2020	2030	2040	00~18	18~40
총 전기 수요	239.5	526.1	542.2	635.9	700.4	4.5%	1.3%
산업	132.3	283.7	293.2	344.9	381.4	4.3%	1.4%
조립금속	33.0	106.7	111.2	136.3	155.5	6.7%	1.7%
석유화학	26.9	62.3	66.7	85.4	99.7	4.8%	2.2%
철강	20.0	34.9	32.0	29.6	29.0	3.1%	-0.8%
수송	2.0	3.0	3.3	6.1	11.8	2.1%	6.5%
가정	37.1	70.7	72.4	79.2	82.5	3.6%	0.7%
서비스	68.1	168.8	173.3	205.7	224.6	5.2%	1.3%

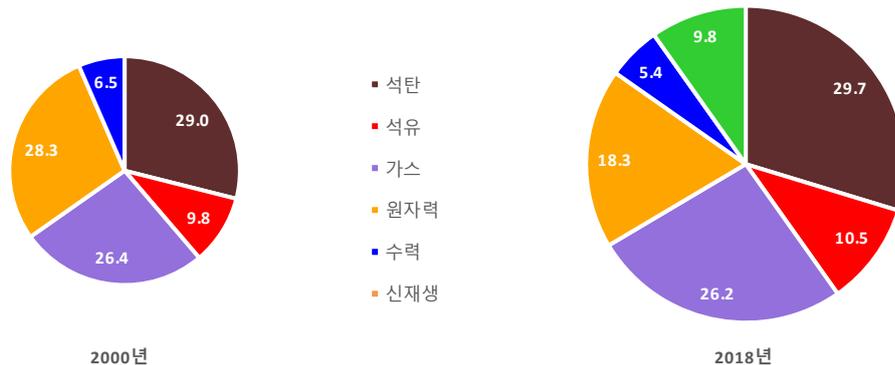
* 서비스는 상업 및 공공의 합계

발전 설비

□ 2000~2018년 기간 전기 소비가 연평균 4.5% 증가함에 따라 발전 설비 용량도 연평균 5.1% 증가

- 전기에 대한 수요가 빠르게 증가함에 따라 발전 설비 용량도 2000년의 48.5 GW 수준에서 2018년에는 119.1 GW 규모로 2.5 배 정도 증가함
 - 2000~2018년 사이 기저 발전인 원자력과 석탄 설비는 각각 8.1 GW, 21.4 GW 증가하였고, 첨두 부하를 담당하는 가스 발전 설비도 전기 소비의 빠른 증가와 함께 민간 사업자를 비롯한 발전 사업자의 대규모 투자로 18.4 GW가 증가하였음
 - 동기간 각 발전원별 설비 비중 변화를 살펴보면, 석탄, 가스, 석유, 수력의 비중은 비슷한 수준을 유지한 반면, 원자력의 비중이 축소되었고 그만큼 신재생 발전 설비의 비중이 확대되었음
 - 2018년 기준으로는 석탄 발전 설비 비중이 29.7%로 가장 높고, 가스 26.2%, 원자력 18.3%, 석유 10.5%, 신재생 9.8%, 수력 5.4% 순임

그림 2.37 2000년과 2018년의 발전원별 설비 용량 비중 비교



- 이 시기 전반적인 정부 전력수급계획의 방향은 ‘안정적인 전기 공급’을 최우선 과제로 설정하고 빠르게 증가하는 전기 수요에 대비하여 공급 설비를 확대하는 것이었음
 - 2011년 순환 단전을 경험한 이후 전기 수급의 안정성이 더욱 강조되었고, 특히 기온 변동성, 설비 건설 지연 등을 고려하여 설비 예비율을 22% 수준까지 끌어올리는 것을 목표로 설정하였음 (산업통상자원부, 2015)
- 또한, 정부가 고도 경제 성장 시기의 급증하는 전기 수요에 맞추어 낮은 전기 요금으로 경제 발전을 뒷받침하기 위해 발전 단가가 낮은 원자력과 석탄 발전의 비중을 확대함에 따라, 1990년대 후반에서 2000년대까지 기저 발전량의 비중은 80%에 근접하는 수준으로 유지되어 왔음

□ 최근에는 안전하고 깨끗한 에너지로의 전환이 사회적 이슈로 부상하며 설비 계획이 대폭 수정

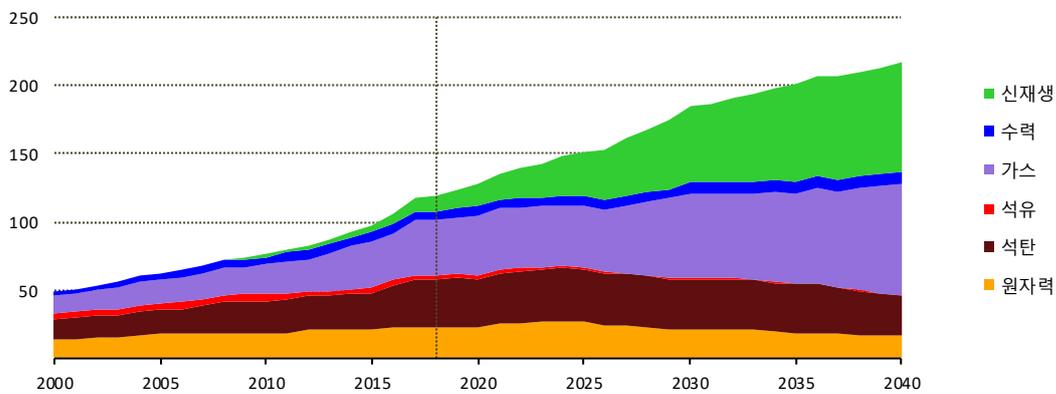
- 2016~2017년 경주·포항 지진으로 인한 원전 안전성 문제와 미세먼지로 인한 대기 오염이 주요한 사회 이슈로 대두되면서 발전 부문 정부 정책이 대폭 수정되었음
 - 2016년 9월 12일 경주에서 규모 5.8의 지진이, 이듬해인 2017년 11월 15일 포항에서는 규모 5.4의 지진이 발생함에 따라 지진에 대한 경각심이 고조되었는데, 이들 지역은 월성1~4호기와 신월성1~2호기 등 원자력 발전소와 가까운 거리에 있어 원전 사고에 대한 불안감이 급속히 확산되었음
 - 또한, 정부는 2016~2017년 연이은 미세먼지 관리 대책을 발표하며 발전 부문에서 30년 이상 된 노후 석탄 발전소 10기 3.3 GW 설비의 봄철 가동 중지 및 순차적 폐지, 석탄화력 발전소의 효율 향상, 건설 계획 중인 일부 석탄 발전소의 연료 전환 계획 등을 발표함 (산업통상자원부, (보도자료) 30년 이상 노후 석탄발전 10기 폐지, 2016; 환경부, 2017)
 - 정부는 원자력과 석탄 발전 축소에 대한 대안으로 재생에너지 발전 비중을 2030년 20% 수준까지 끌어올리는 것을 목표로 설정하였고, 2017년 12월에 구체적 실행 방안을 ‘재생에너지 3020 이행 계획(안)’과 ‘제8차 전력수급기본계획’을 통해 발표하였음 (산업통상자원부, 2017a; 산업통상자원부, 2017b)
- 또한, 2019년 6월에는 2040년까지 중·장기 에너지 정책의 철학과 비전, 목표를 제시하는 제3차 에너지기본계획이 발표되었는데, 여기서는 “깨끗하고 안전한 에너지믹스로 전환”을 5대 중점과제 중 하나로 설정하고 2040년의 재생에너지 발전 비중 목표를 30~35%로 확대함 (산업통상자원부, 2019)
 - 에너지기본계획은 <저탄소녹색성장기본법>에 근거하여 매 5년 마다 수립하는 에너지 부문의 최상위 계획으로 에너지와 관련된 우리나라의 기본 철학과 목표를 제시하는 국가 계획임
 - 2040년 기준 재생에너지 발전 비중은 OECD 재생에너지 전망 등 해외 동향과 앞서 발표된 ‘재생에너지 3020 이행계획(안)’ 등의 목표 수치를 고려하여 30% 이상으로 설정하였고, 재생에너지 변동성 증가에 따른 계통 부담을 고려하여 35%를 상한으로 설정함

□ 전망 기간 발전 설비 용량은 100 GW 가까이 증가하여 2040년에는 217 GW 수준이 될 전망

- 피크기여도가 낮은 태양광과 풍력 등 재생에너지 발전이 급격히 확대되면서 발전 설비 용량은 전기 수요 증가 속도보다 훨씬 빠른 속도로 증가할 것으로 예상됨
 - 전망 기간 재생에너지 발전 설비는 태양광과 풍력을 중심으로 증가할 것으로 예상되는데, ‘제8차 전력수급기본계획’에 따르면 태양광과 풍력의 피크기여도는 각각 15.6%, 1.9% 수준임
 - 이에 따라 전기 수요는 전망 기간 1.3배 정도 증가에 그치는 반면, 발전 설비 규모는 훨씬 빠른 속도로 증가하여 두 배 가까이 늘어날 것으로 예상됨
 - 전망 기간 총 발전 설비 정격 용량의 순증가는 98 GW 규모이나, 신재생 발전 설비의 피크기여도를 고려한 용량은 36 GW 정도 증가에 그칠 것으로 예상됨

- 정부의 에너지 전환 정책과 그에 따라 최근 발표된 전력수급기본계획 등에 따르면, 전망 기간 원자력과 석탄 발전 설비 규모는 축소되고 신재생과 가스 발전 설비 용량이 급격하게 늘어날 전망이다
 - 2031년까지는 ‘제8차 전력수급기본계획’ 상의 설비 건설계획과 최근 발전설비 건설 진행 현황을 반영하였고, 이후 2040년까지는 원자력 및 석탄 발전의 신규 진입 및 계속운전을 금지하는 현재의 정책기조가 유지된다고 가정하였음
 - 이에 따라 원자력과 석탄 발전 설비는 2020년대 중반 이후 지속 감소하는 반면, 정부의 신재생 발전 확대 계획에 따라 신재생 발전 설비가 급격히 증가하고, 기저 발전 축소와 신재생 발전 확대 사이의 간극을 가스 발전이 메우며 가스 발전 설비도 2020년대 후반부터 빠르게 확대될 것으로 예상됨

그림 2.38 에너지원별 발전 설비 용량(GW) 변화³⁹



□ 원자력과 석탄 발전 설비 용량은 2020년대 중반까지 증가한 후 지속 감소 전망

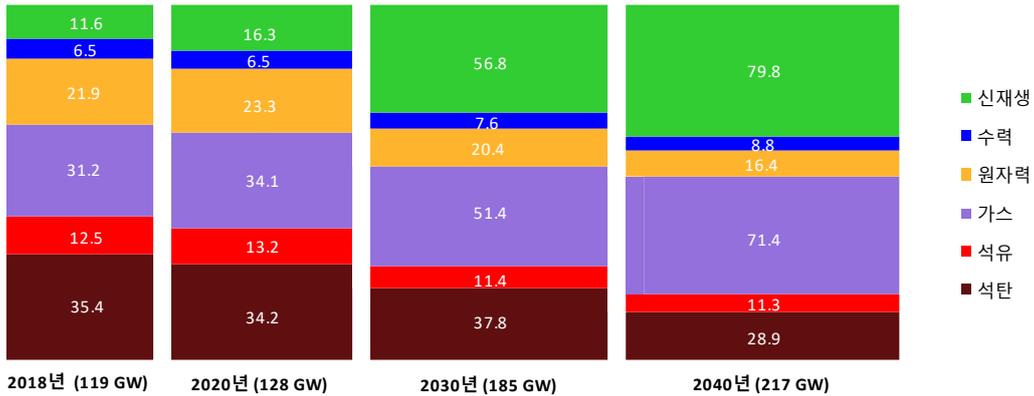
- 원자력 발전은 2020년대 중반까지 신고리4~6호기와 신한울1·2호기 등 5기의 1.4 GW급 발전기가 신규 가동되며 설비 용량이 증가하겠으나, 이후 신규 설비 진입 계획이 없는 가운데 10기 이상의 노후 원전이 폐지됨에 따라 전망 기간 설비 용량은 5.5 GW 감소할 것으로 전망됨
 - ‘제8차 전력수급기본계획’에 따르면 2019~2031년 기간 고리2~4호기, 월성2~4호기, 한빛1·2호기, 한울1·2호기 등 총 10기의 원자력 발전 설비가 폐지되고 (산업통상자원부, 2017b), 이후에도 원자력 발전소의 설계수명 만료 이후 계속운전을 금지하는 현 정책 기조가 유지된다고 가정함에 따라 2040년까지 4기의 원자력 발전기가 추가적으로 폐지될 전망이다

³⁹ 본 보고서에서는 ‘제8차 전력수급기본계획’과 분기별로 발표하는 ‘발전소 건설사업 추진현황’ 자료를 이용하여 이후 수정된 발전 설비 건설 계획을 2031년까지 반영하였음. 그러나 KEEI-EGMS 발전 부문 모듈에서는 발전원별 설비 용량을 입력자료로 이용하고 필요 시 이를 에너지원별 설비용량으로 환산하였기 때문에 2031년까지의 에너지원별 설비 용량이 발표된 에너지원별 설비용량과 일부 상이할 수 있음

2019~2040년 에너지 전망

- 이에 따라 한때 발전량이나 발전 설비 규모 측면에서 최대 발전원의 역할을 수행했던 원자력 발전은 '제8차 전력수급기본계획' 상 마지막 신규 원전인 신고리6호기가 진입하는 2024년 이후 지속적으로 쇠퇴할 전망이다
- 석탄 발전은 다수의 대용량 발전기가 2024년까지 신규 가동되며 전망 초기에 설비 규모가 대폭 증가하겠으나 2030년 이후 설계수명이 만료된 석탄 발전소가 대거 폐지되어 전망 기간 설비 용량이 6.5 GW 감소할 것으로 예상됨
 - '제8차 전력수급기본계획'과 이후 '발전소 건설사업 추진 현황' 자료 등의 수정된 발전 설비 건설 일정에 따르면 2020~2024년 기간 신서천, 고성하이1·2호기, 삼척화력1·2호기, 강릉안인1·2호기 등 7기 7.3 GW의 신규 설비가 진입할 예정임
 - 이에 따라 석탄 발전의 설비 용량은 2024년에 정점을 기록하겠으나, 원자력과 마찬가지로 이후 석탄 발전소의 신규 진입이 없는 가운데 노후 발전 설비가 본격적으로 퇴출되며 설비 규모가 대폭 축소될 것으로 예상됨

그림 2.39 전망 기간 발전원별 설비 용량 비중 변화

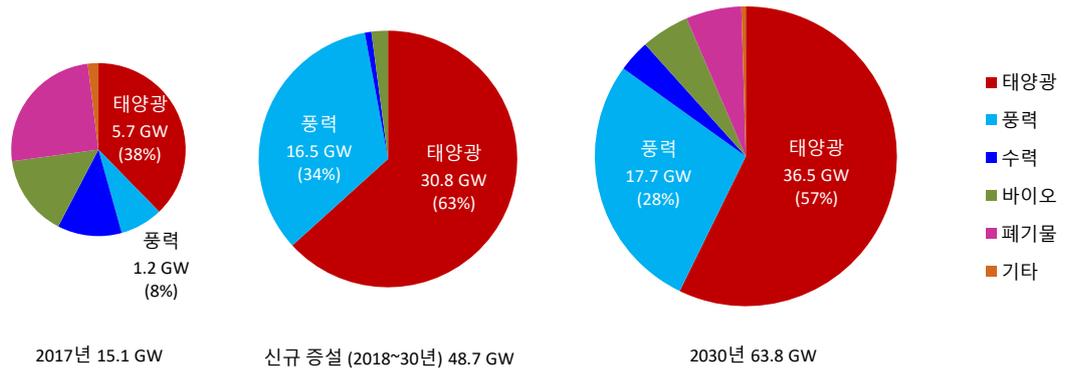


□ 정부의 정책적 지원으로 신재생 발전 설비는 급증하고 가스 발전은 에너지 전환을 위한 가교 역할 수행

- 최근 연이어 발표된 정부의 에너지 정책에 따라 신재생 발전 설비는 태양광과 풍력을 중심으로 급속히 확대될 것으로 예상되는데, 설비 용량이 전망 기간 연평균 10% 가까이 증가하며 2030년에는 57 GW, 2040년에는 약 80 GW까지 확대될 전망이다
 - '재생에너지 3020 이행계획(안)'과 '제8차 전력수급기본계획'에서는 2030년 재생에너지의 발전 비중을 20%로 설정하고 있고, '제3차 에너지기본계획'에서는 2040년 재생에너지 발전 비중을 30~35%로 제시하고 있음

- 2040년 신재생 발전 설비가 전체 발전 설비에서 차지하는 비중은 정격 용량 기준 37%에 달할 것으로 예상되나 간헐성 전원인 태양광과 풍력의 특성상 피크기여도가 낮아⁴⁰ 원자력과 석탄 발전의 감소를 홀로 대체하기에는 역부족일 것으로 예상됨

그림 2.40 '재생에너지 3020 이행계획(안)'의 신재생 발전 설비 계획



- 따라서 원자력과 석탄 발전을 줄이고 신재생 발전을 확대하는 에너지 대전환 과정에서 가스 발전이 가교(bridge) 역할을 할 것으로 기대되고, 이를 성공적으로 수행하기 위해서는 전망 기간 설비 규모가 42 GW 정도 증가하여 2040년에는 82 GW 정도의 설비 용량이 필요할 것으로 판단됨

전기 생산

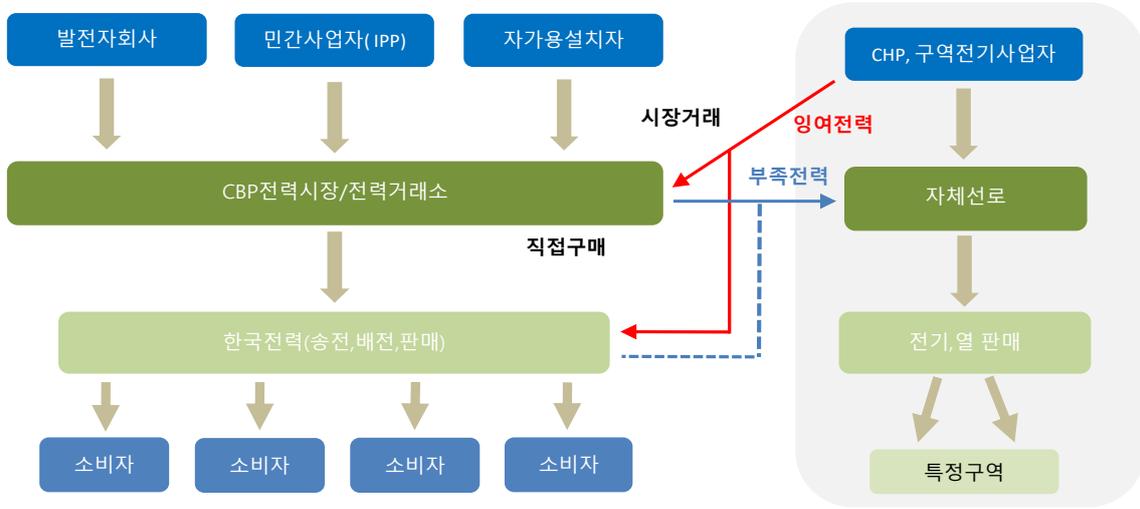
□ 총 발전량은 2018년 570.6 TWh에서 연평균 1.3% 증가하여 2040년 753 TWh 수준이 될 전망

- 전기 수요가 2018년 526.1 TWh에서 2040년 700 TWh로 약 33% 가량 증가함에 따라 총 발전량도 같은 기간 32% 증가한 753 TWh 수준에 도달할 것으로 전망됨
 - 발전소에서 생산된 전기의 총량이 총 발전량이며 이 전기가 소비자에게 도달할 때까지 부차적으로 소비(소내전력량, Auxiliary use)되거나 손실(송변전손실량, Transmission and substation losses; 배전손실량, distribution losses)이 발생하는데 이를 제외한 양이 전기 소비량으로 집계됨
 - '제3차 에너지기본계획'에서는 송전선로 건설 최소화를 위해 '분산형·참여형 에너지시스템 확대'를 5대 중점과제 중 하나로 설정하고 2040년 기준 분산형 전원 발전량 비중을 30%까지 확대⁴¹할 것을 계획하고 있는데, 이에 따라 전망 기간 송변전손실량은 지속적으로 감소할 것으로 기대됨

⁴⁰ '제8차 전력수급기본계획'에 따르면 태양광과 풍력의 피크기여도는 각각 15.6%, 1.9% 수준임

⁴¹ 2017년 기준 분산형 전원 발전량 비중은 12% 수준임 (산업통상자원부, 2019)

그림 2.41 전기 생산 및 유통 구조

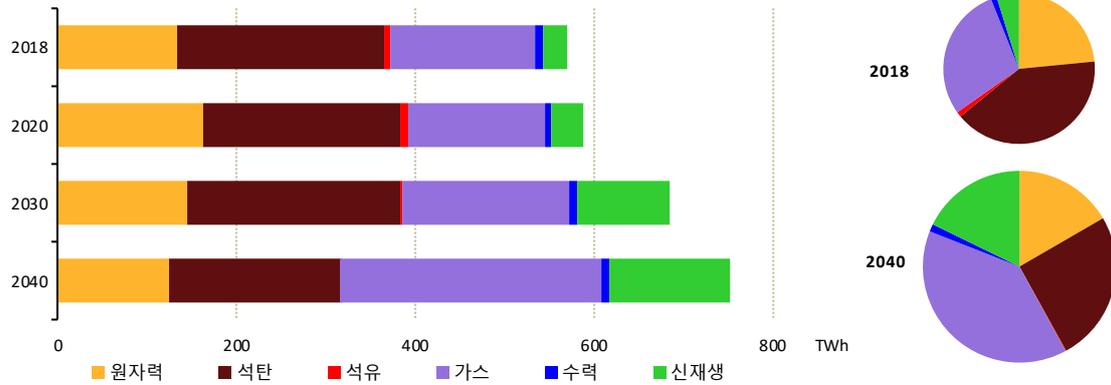


출처: '2017 장기 에너지 전망'의 부록2 '전력 시장의 주요 이슈'

- 정부의 에너지 전환 정책에 따라 전망 기간 원자력과 석탄 발전의 비중이 큰 폭으로 축소되고 신재생과 천연가스의 발전 비중이 빠르게 확대될 것으로 전망됨
 - 원자력 발전량은 2018년 133.5 TWh 수준이었으나 신고리6호기 이후 신규 원전 건설 계획 취소, 원자력 발전소의 설계수명 만료 후 계속운전 금지, 예방 정비 후 인허가 규제 강화 등으로 전망 기간 9 TWh 감소하여 2040년에는 125 TWh 수준까지 떨어질 전망이다
 - 석탄화력 발전량은 2018년 231.7 TWh에서 연간 발전 총량 제한 등 부하 구조 및 온실가스 감축 대응에 따른 가동률 제한⁴², 2030년대에 본격화되는 노후 석탄화력 발전소의 폐지, 신규 석탄화력 발전소 추가 진입 금지 등으로 2040년에는 191 TWh 수준으로 감소할 전망이다
 - 가스화력 발전량은 전망 초기 기저 발전 설비의 확대로 140~150 TWh 수준에서 등락을 반복하다가 원자력과 석탄 발전의 신규 진입이 마무리되는 2020년대 중반 이후 기저 발전의 감소를 대체하며 빠르게 증가하여 2040년에는 292TWh를 기록하고 전체 발전량의 39%를 차지하는 최대 발전원으로 등극할 전망이다
 - 신재생 발전은 전망 기간 정부의 강력한 보급 확대 정책에 힘입어 2018~2040년 기간 연평균 7.5%의 빠른 속도로 증가하여 2030년대 말에는 원자력을 누르고 2040년에는 133 TWh를 기록하며 가스와 석탄에 이어 제3의 발전원으로 자리매김할 것으로 예상됨
 - 이에 따라 2040년 발전원별 비중은 새로운 최대 발전원으로 부상한 가스가 39%, 그 다음은 석탄 25%, 신재생 18%, 원자력 17%의 순이 될 것으로 예상됨

⁴² 2016년부터 석탄화력 발전을 대상으로 최대 발전 용량을 하향 조정하였으며, 발전 부문의 실효적 온실가스 감축을 위해 연간 발전 총량 제한이나 전원별 장기 경매 시장 등의 정책이 검토되고 있음

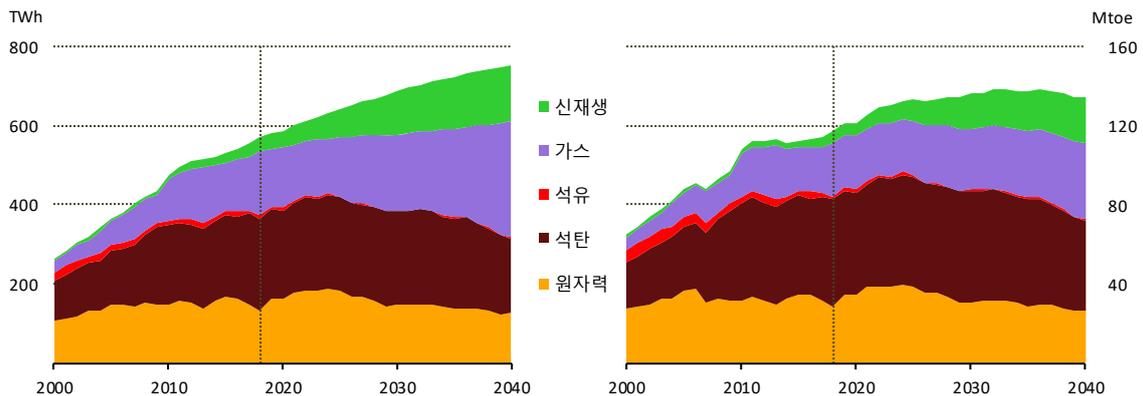
그림 2.42 에너지원별 발전량 및 비중 변화



주: 상용자가의 한전 구입 전기는 제외

- 총 발전량의 연평균 증가율이 1.3% 수준임에도 불구하고, 발전 투입 에너지의 연평균 증가율은 절반 수준인 0.6%에 그칠 것으로 예상되는데, 이는 발전 효율이 낮은 석탄과 원자력의 비중이 축소되고 상대적으로 효율이 높은 가스 발전의 비중이 급격히 확대된 것에 기인함
 - 2018년 기준 석탄화력 발전소의 열효율은 발전단 기준 무연탄과 유연탄이 각각 35.8%, 39.0%이고, 화력발전의 평균 효율을 적용하는 원자력은 40.8%인 반면, 가스 복합화력 발전소의 열효율은 47.7%로 석탄화력과 원자력보다 약 7~12% 정도 높음 (한국전력공사, 2019)
 - 발전원별 투입량은 신재생에너지가 연평균 7.9%로 가장 빠르게 증가하고 천연가스도 1.8%로 증가하는 반면, 석탄과 원자력은 각각 연평균 0.8%, 0.3%로 감소할 전망이다

그림 2.43 발전량(좌) 및 연료 소비(우) 추이



주: 발전량에서 상용자가의 한전 구입 전기는 제외

7. 석탄

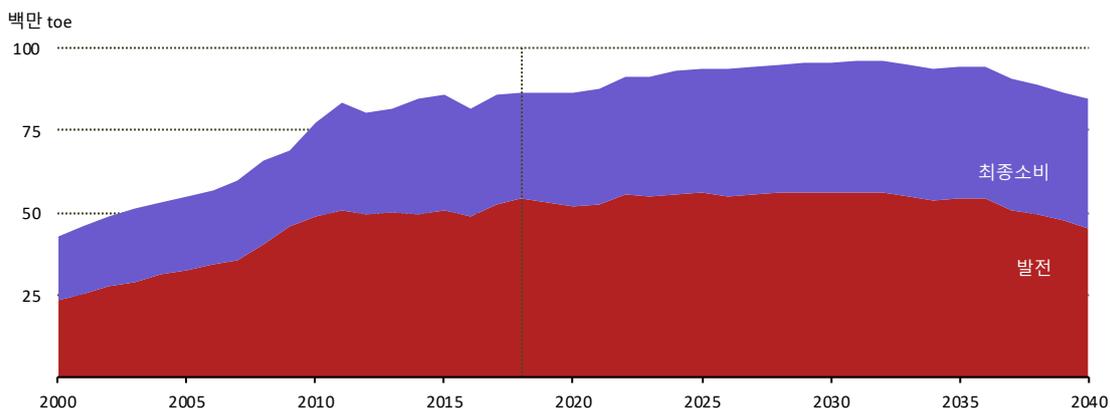
석탄 수급 현황

- **2018년 석탄 공급은 148.8백만 톤, 석탄 수입은 141.0백만 톤으로, 전체 공급량의 99% 이상을 수입에 의존**
 - 우리나라 전체 석탄 공급은 2011년까지 빠르게 증가해오다 이후 발전용을 중심으로 유연탄 소비가 정체되면서 공급의 증가세도 둔화됨
 - 총 석탄 공급의 증가율은 2000~2011년 연평균 6.3%에서 2011~2018년 연평균 1.1%로 대폭 둔화, 이는 전체 석탄 공급의 90% 이상을 차지하는 유연탄의 수요 정체에서 기인함
 - 유연탄 수입은 석탄 화력 발전소의 급증과 2010년 현대제철의 고로 가동으로 2000~2011년 연평균 6.3% 증가하였으나 이후 발전용 소비가 정체되면서 2011~2018년 연평균 증가율이 1.8%로 둔화됨
 - 무연탄 수입은 발전용과 연탄용 소비 감소가 산업용 소비 증가로 상쇄되며 2010년대 이후 8백만 톤 수준에서 정체됨
 - 국내 무연탄 생산은 자원 고갈 및 석탄산업 합리화 정책에 따라 완만한 감소세를 꾸준히 유지하며 2013년 이후로는 2백만 톤 아래로 떨어졌으며, 2018년에는 1.2백만톤까지 감소함
 - 호주에서의 수입이 가장 큰 비중(31.0%)을 차지, 그 뒤를 인도네시아(25.2%), 캐나다(8.7%)가 차지하며, 과거에 높은 비중을 차지했던 러시아의 수입 비중은 3.2% 수준으로 크게 감소함
 - 전망 기간 석탄 수입은 석탄 발전 비중 축소, 철강 및 시멘트 증가세 저조, 연탄용 소비 감소 등으로 수요가 완만하게 감소할 것으로 전망됨

- **석탄 소비는 2011년을 기점으로 증가세가 크게 둔화하며 2018년 86.7백만 toe를 기록**
 - 석탄 소비는 발전용 및 제철용을 중심으로 빠르게 증가하여 2000~2011년 연평균 6.3% 증가했음
 - 2000년 14.0 GW 수준에 불과했던 석탄화력 발전 설비가 2011년 24.2 GW(총 발전 설비의 30.5%)까지 확대됨에 따라 발전용 석탄 소비는 동 기간 연평균 7.4% 증가함
 - 제철용 유연탄 소비가 2000~2011년 연평균 5.3% 증가하면서, 최종 소비 부문의 석탄 소비는 동 기간 연평균 4.8% 증가함
 - 하지만 2011년 이후 발전용 및 제철용 석탄 소비 증가가 큰 폭으로 둔화되면서 석탄 소비는 2011~2018년 연평균 0.5% 증가에 그침
 - 석탄 발전 설비 증설은 대부분 2016~2017년에 집중되었는데 예방 정비 증가 및 정부의 미세먼지 저감 정책 등으로 설비 용량 증가 폭 대비 발전용 석탄 소비 증가폭이 작아, 발전용 석탄 소비는 2011~2018년 연평균 0.9% 증가함

- 2011~2018년 건물용 석탄 소비가 연평균 9.2% 감소하고, 글로벌 철강 공급 과잉에 따른 철강 경기 둔화, 중국 저가 철강과의 경쟁 심화 국내 주요 철강 수요 산업 둔화 등으로 원료탄을 중심으로 산업용 석탄 소비 증가세가 크게 둔화하면서 최종 소비는 동 기간 연평균 0.2% 감소함

그림 2.44 석탄 수요 추이 및 전망 (2000~2040)



- 석탄 소비는 2010년까지는 발전용 비중이 증가하는 반면 최종 소비 비중은 감소, 2010~2018년에는 발전용 비중은 감소하는 반면 최종 소비 비중이 증가하는 양상
 - 2000~2010년 총 석탄 소비에서 발전용이 차지하는 비중은 55% 미만에서 60% 이상까지 증가하였으나, 제철용 비중은 약 35%에서 25% 수준으로 감소함
 - 동 기간 제철용 석탄 소비는 증가하였으나 증가폭이 발전용 석탄 소비에 미치지 못해 총 석탄 소비 대비 비중이 감소함
 - 반면, 2018년에는 발전용이 차지하는 비중이 63% 미만까지 감소하였으며, 제철용 석탄 소비와 비중이 모두 확대되면서 최종 소비의 비중은 증가함
 - 2010년 대비 2018년 제철용 석탄 소비는 절대량과 비중이 모두 확대되었으나, 시멘트용 석탄 소비는 절대량과 비중 모두 감소하는 경향이 나타남

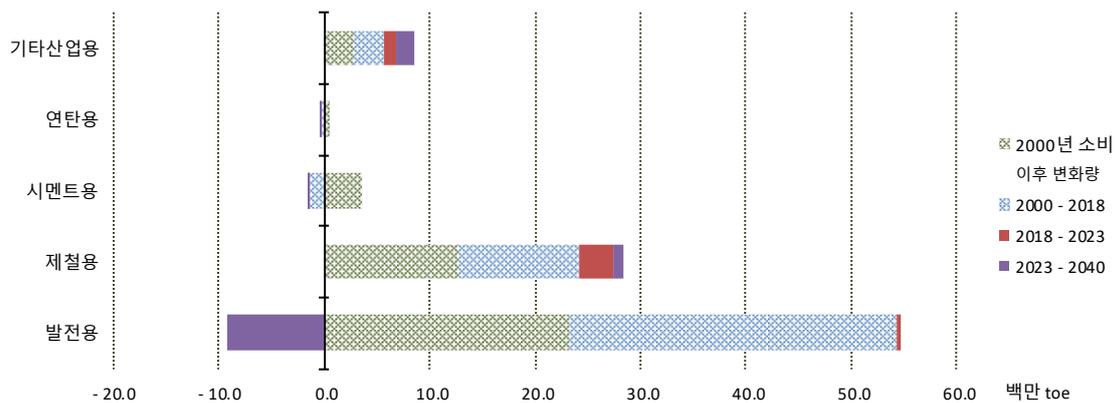
석탄 수요 전망

- 석탄 수요는 2032년을 정점으로 감소세로 돌아서며 2040년에는 84.4백만 toe 수준으로 하락할 전망
 - 총 석탄 수요는 2020년대 초반 이후 발전용 석탄 수요의 정체에도 불구하고 산업용 석탄 수요 증가에 힘입어 2032년 정점을 기록할 것으로 보임
 - 발전용은 2018~2032년 연평균 0.3% 증가에 그치지만, 산업용은 제철용을 중심으로 동기간 연평균 1.6% 증가하며 총 석탄 수요는 2032년 96.1백만 toe까지 증가할 것으로 전망됨

2019~2040년 에너지 전망

- 발전용 석탄 수요는 2022년까지 증가하다가 이후 에너지 전환 및 미세먼지 저감 정책 등으로 정체, 2032년을 기점으로 본격적인 감소세로 전환하여 전망 기간 연평균 0.8% 감소함
 - 석탄화력 발전 설비는 신규 발전소 증설 계획으로 2024년 38.8GW까지 증가, 이후 노후 석탄화력 폐지 및 신규 석탄화력 진입 금지 정책으로 감소하여 2040년에는 28.9GW로 떨어질 전망이다
 - 발전용 석탄 수요는 석탄화력 설비 증설 및 원자력 발전설비 감소의 대체 효과로 2022년 55.4백만 toe 까지 증가할 것임
 - 석탄화력 설비용량 감소와 미세먼지 저감을 위한 석탄화력 발전 제한 정책 등으로 인해 발전용 석탄 수요는 2022년부터 증감을 반복하며 정체하다가 2032년 이후에는 분명한 감소세로 접어들어 2040년에는 45.4백만 toe까지 감소할 것으로 보임
- 최종 소비 부문의 석탄 수요는 2033년까지 지속 증가하다가 이후 완만히 감소하며, 전망 기간 전체로는 연평균 0.8% 증가함
 - 석탄 최종 소비에서 가장 큰 비중을 차지하는 제철용 유연탄 수요는 세계 철강 시장 경쟁 심화와 철강 생산 증가세 둔화로 2031년 이후 감소하며, 전망 기간 연평균 0%대 증가로 정체할 것으로 예상됨
 - 시멘트(클링커 생산)용 석탄 소비는 건설 경기 둔화 및 건축 신소재 개발 등으로 1995년 이후 지속된 감소 추세를 전망 기간에도 유지하여 2018~2040년 연평균 0.6% 감소할 것으로 보임
 - 건물 부문의 석탄 수요는 가정 난방용 연탄과 서비스 부문에서 일부 사용되었던 연료가 꾸준히 대체되며 2018~2040년 연평균 8% 이상 감소할 것으로 예상됨

그림 2.45 기간별 용도별 석탄 수요 변화



글상자 2.2 석탄 발전 설비의 건설 및 가동 관련 정부 미세먼지 저감 정책

- 미세먼지 관리 특별대책 발표('16.6): 전력수급에 영향을 미치지 않는 범위에서 노후 석탄 발전 10기를 폐지, 대체 건설(석탄 발전→LNG 발전), 연료 전환(석탄→바이오 연료 등)하는 방안을 추진함
- 미세먼지 관리 종합대책 발표('17.9): 공정률이 낮은 석탄 화력(9기)의 건설을 재검토하고, 신규 석탄 발전소 건설의 원칙적 금지를 제8차 전력수급기본계획에 반영하며, 노후 석탄 발전소(7기)를 임기 내 폐지하는 등 석탄 발전 설비를 감축하며, 봄철(3~6월) 노후 석탄 화력 발전소의 가동을 일시적으로 중단하는 등 운영 중인 석탄 화력의 관리를 강화하는 방안을 추진함
- 화력 발전 상한계약 시행('18. 11): 대기환경보전법 및 전기사업법에 근거, 당일 초미세먼지 주의보가 발령되고 익일 초미세먼지 농도가 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과할 것으로 예상될 경우 화력 발전(충남 5기, 경기 4기, 인천 2기)의 발전 출력을 정격용량을 80%로 제한함
- 미세먼지 특별법 시행('19.2): 고농도 미세먼지 비상저감조치 시행에 대한 법적 근거를 마련하였으며, 하위 법규에서는 비상저감조치의 시행기준 및 시행대상을 구체화함
- 미세먼지 고농도 시기 대응 특별대책 발표('19.11): 안정적 전력수급을 전제로 석탄발전소의 가동을 중단하고, 기존 비상저감 조치 발령일에만 시행하던 상한계약을 고농도 계절 내 상시로 전환하여 추진함

□ 전망 기간 석탄 수요 증가의 대부분은 제철을 중심으로 한 산업용이 차지하며 총 석탄 수요에서의 산업용 비중이 9%포인트 이상 상승

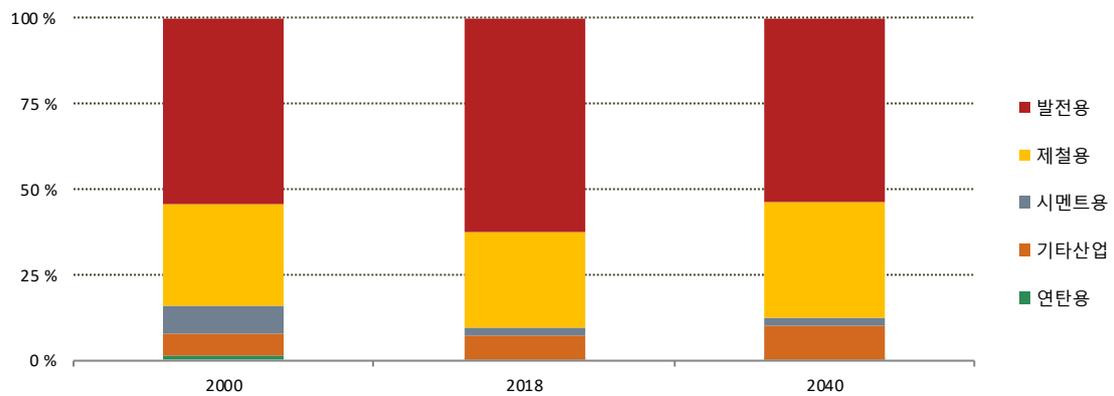
- 2040년 산업용 석탄 수요는 2018년 대비 7백만 toe 가까이 증가하겠으나, 발전용 및 건물용 수요가 모두 감소하며 2018년 대비 2040년 총 석탄 수요는 소폭(2.3백만 toe) 감소할 전망이다
 - 2040년 제철용 유연탄 수요는 2018년 대비 4백만 toe 이상 증가하여, 총 석탄 수요에서 제철용 비중이 5%포인트 이상 증가할 전망이다
 - 제철용 석탄 수요는 전망 기간 조강 생산이 세계 철강 시장의 공급 과잉, 신소재 대체 등으로 증가세가 과거 대비 크게 둔화할 것으로 예상되나, 조강(전로강+전기로강)에서의 전로강 비중 확대⁴³ 조강 생산량 대비 빠르게 증가할 것으로 전망됨
- 발전용 석탄 수요는 2040년에도 모든 용도 중 가장 큰 비중을 차지할 것으로 보이나, 산업용과의 비중 격차는 큰 폭으로 축소될 것으로 예상됨
 - 발전용 석탄 소비 비중은 2000년 54.2%에서 전력 수요 증가와 석탄화력 발전 설비 증설로 2018년 62.6%까지 확대되었으나, 전망 기간 석탄화력 발전 설비 감소 및 발전 제한 정책 등의 영향으로 8%포인트 이상 하락할 것으로 전망됨

⁴³ 전기로강은 고철(스크랩)을 전기로에서 용융하여 생산되는 강으로 주로 저가용 철근 등에 이용되며, 전로강은 철광석, 원료탄, 석회석을 고로에서 용융하여 생산되는 강으로 고급 철강제품을 만드는데 쓰임. 전망 기간 철강 산업의 고부가가치화 등으로 전로강의 비중은 크게 확대되는 반면, 전기로강의 비중은 하락할 것으로 예상됨

2019~2040년 에너지 전망

- 반면, 제철용 석탄 소비 비중은 전망 기간 수요가 완만히 증가하면서 2018년 29.5%에서 2040년 약 35% 수준까지 상승할 것으로 전망됨
- 시멘트용 석탄 소비 비중은 2018년 7.4%에서 2040년 10% 이상 수준까지 증가하나, 이는 총 석탄 수요 감소에서 비롯된 기저 효과의 영향으로 전망 기간 시멘트용 석탄 수요는 감소할 것으로 예상됨
- 연탄용 석탄 소비 비중은 2018년 0.4%에서 전망 기간 수요 감소로 2040년에는 0.2% 수준까지 축소될 것으로 예상됨

그림 2.46 주요 용도별 석탄 수요 비중



8. 석유

석유 공급

- 원유 및 제품 수입은 최근 유가 하락에 따른 석유 소비 증가 등으로 증가
 - 원유 수입은 2014년 하반기 유가 급락으로 수송용 소비가 급증하고, 석유화학 설비 증설로 석유화학 원료용 소비도 빠르게 늘면서 연평균 5% 가까이 빠르게 증가하여 2018년 11.2억 bbl 수준에 도달함
 - 한편, 1997년 2.4백만 BPSD(barrel per stream day)까지 확대된 국내 정제 설비는 외환위기와 국제경쟁 심화로 설비 증가세가 둔화되었으나, 2013년 이후 다시 증가하기 시작하여 2018년 말 기준 최대 3.2백만 BPSD 이상의 원유를 처리할 수 있는 규모로 성장함
 - 석유제품 생산은 2000~2018년 연평균 1.7% 증가하여 2018년 1.3십억 bbl을 기록하였으며, 생산된 석유제품의 42% 이상인 531.6백만 bbl을 수출함

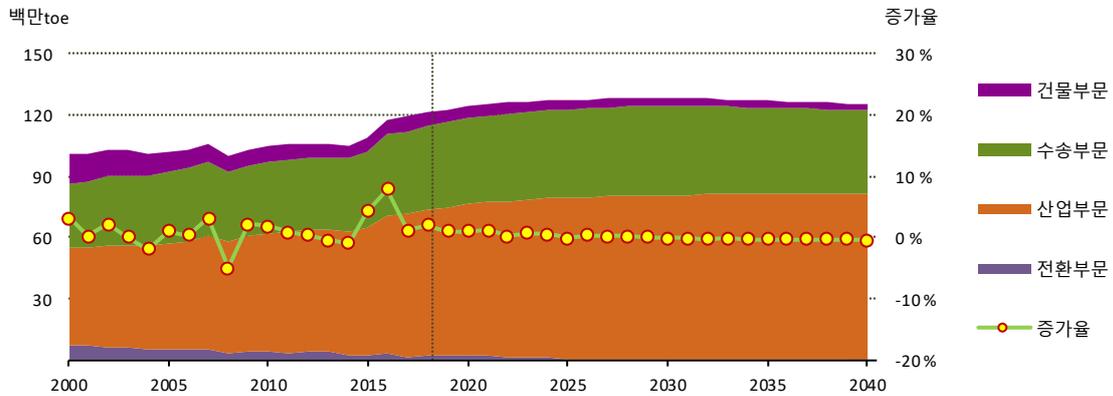
석유 수요

- 전망 기간 석유제품 수요는 2030년경 이후 수송 부문에서의 감소 등으로 연평균 0.3% 증가에 그칠 전망
 - 석유제품 소비는 1990년대 석유화학 산업의 설비 확장과 자동차 보급 확대에 힘입어 빠르게 증가했지만 1997년 외환위기 이후 2014년까지 소비 증가율이 크게 둔화됨
 - 석유 소비 증가율은 1990~1997년에는 연평균 12% 가까이 증가했는데, 외환위기 이후 경제 성장의 둔화, 2008년 금융위기, 2000년대 후반 고유가 시대의 도래로 2000~2014년에는 연평균 0.3%에 그침
 - 이후에는 석유화학 설비 증설과 국제 유가의 급락 등으로 산업과 수송용 소비가 단기적으로 급등하면서 석유제품 소비가 2014~2018년 연평균 3.2% 증가함
 - 석유화학 설비가 2014년부터 본격적으로 증설되기 시작하며 2014~2018년 산업용 석유 소비가 연평균 3.2% 증가함
 - 국제 유가가 2014년 6월 배럴당 108.4달러에서 2016년 1월 배럴당 30.2달러까지 급락하며 수송용 석유 소비가 2014~2016년에는 연평균 6.8% 급증함
 - 석유제품 수요는 전망 기간 초기에는 저유가, 내연기관 자동차 보급 증가, 석유화학 설비 증대 등으로 증가하며 2030년경에 127.5 백만 toe 수준에서 정점에 도달할 것으로 보임
 - 국제 유가가 2019년 배럴당 63.5달러에서 전망 기간 지속 상승하겠으나, 2020년대 초중반까지는 80달러대 아래를 유지하며 저유가 상황이 지속될 것으로 예상함
 - 내연기관 자동차 보급은 소득 증가 등으로 2030년경까지 꾸준히 증가할 것으로 예상됨

2019~2040년 에너지 전망

- 국제 유가의 하락 및 저유가로 납사의 가격 경쟁력이 개선되면서, 석유화학의 NCC(Naphtha Cracking Center) 설비가 대량으로 증설되는 등으로 기초유분 생산이 양호하게 증가하면서 산업용 석유 소비도 전망 기간 초기에 상대적으로 빠르게 증가할 것으로 예상됨
- 2030~2040년 기간 석유제품 수요는 2030년경 이후 내연기관 자동차 보급이 감소로 전환되고, 유가도 배럴당 90달러를 초과하는 등의 영향으로 연평균 0.1% 감소할 것으로 보임
- 자동차 보급은 전망 기간에 지속적으로 증가하겠지만, 전기자동차를 비롯한 친환경 자동차 보급 확대로 내연기관 자동차 보급은 2030년경 이후 감소할 것으로 보임
- 석유화학업의 기초유분 생산량은 생산 설비 증설에도 불구하고 유가 상승으로 인한 납사 가격 경쟁력 약화, 에틸렌 시장 경쟁 심화, 중국의 자급률 상승 등으로 증가세는 둔화될 것으로 전망됨

그림 2.47 석유제품 수요 및 증가율 추이

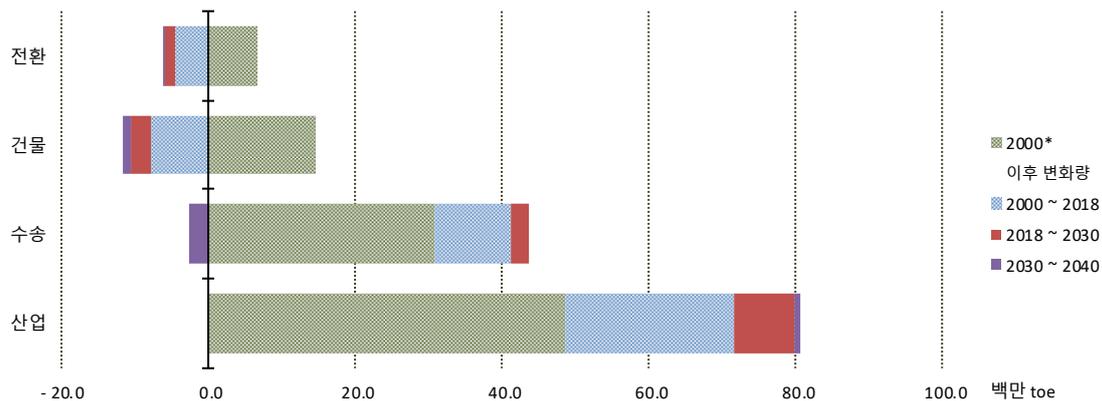


부문별 수요

- **전망 기간 산업 부문 수요는 지속 증가하겠으나, 수송 부문은 정체, 전환과 건물 부문은 감소 예상**
 - 산업 부문 석유제품 소비는 석유화학업의 원료용 소비의 지속적인 증가로 연평균 0.7% 증가하여 전체 석유 수요를 견인할 전망이다
 - 산업 부문의 석유 소비는 대부분 석유화학이 주도해왔는데, 석유화학에서의 소비가 전체 산업용 소비에서 차지하는 비중은 2000년 32.9%에서 2018년 52.6%로 상승했으며, 2040년에는 60% 가까이 상승할 것으로 보임
 - 석유화학 산업의 석유제품 소비는 2000년 33.1백만 toe에서 지속적인 석유화학 설비 증설로 2018년 62.3백만 toe로 급증하였으며, 전망 기간 초기에도 석유화학 업종의 설비 증설이 꾸준히 이뤄지며 석유제품 수요 증가를 견인할 것으로 보임

- 전망 기간 산업 부문 석유 수요는 약 12 백만 toe 증가할 전망이다, 이중 석유화학에서 원료용으로 사용하는 납사 수요가 약 75%를 차지하며 산업용 석유 수요 증가를 견인할 것으로 보임
- 단, 납사 수요의 증가세는 중국의 석유화학 자급률 상승, 에틸렌 시장 경쟁 심화 등으로 지속 둔화할 것으로 예상됨
- 한편, 산업 연료용 수요도 석유화학에서의 수요를 중심으로 증가할 것으로 예상되나 유가 상승 등으로 증가세는 원료용 대비 낮을 것으로 전망됨
- 수송 부문 석유제품 수요는 자동차 보급 및 교통 수요 증가 등으로 2030년경까지는 증가하겠지만, 이후로는 내연기관 자동차 보급 축소 등으로 감소하면서 전망 기간 전체로는 연평균 0.1% 증가로 정체할 것으로 전망됨
 - 최근 유가 급락과 저유가로 빠르게 증가했던 수송용 석유 수요는 2030년경까지는 내연기관 자동차 보급이 꾸준히 증가하며 연평균 0.6% 가량 완만하게 증가할 것으로 전망됨
 - 하지만, 이후로는 내연기관 승용차에서 전기차로의 대체가 본격적으로 이뤄지며 내연기관 자동차 보급이 감소세로 전환되고, 인구 감소 등으로 교통 수요 증가세도 둔화하며 수송용 석유 수요가 감소세로 전환될 것으로 보임
- 전환과 건물 부문 수요는 최근의 감소 추세가 전망 기간에도 지속할 것으로 전망됨
 - 건물 부문 석유제품 소비는 그 동안 도시가스 및 지역난방 등 네트워크 에너지의 보급 확대 등으로 감소하였으며, 전망 기간에도 유가 상승, 꾸준한 에너지 대체, 단열, 기기 효율 개선 등으로 수요가 연평균 4% 이상 감소할 전망이다

그림 2.48 기간별 부문별 석유제품 수요 변화

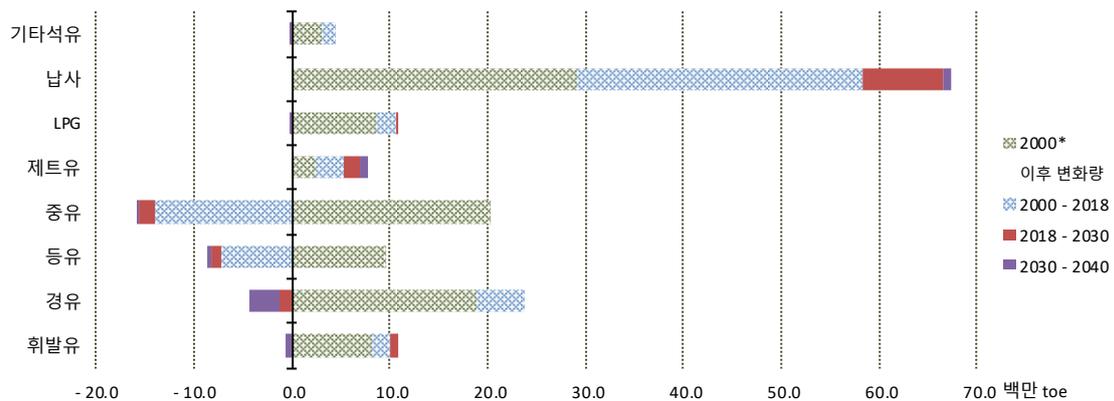


*: 2000년 소비량을 의미

유종별 수요

- **납사가 석유제품 수요 증가를 견인하고, 항공유가 석유제품 중 가장 높은 증가율을 보일 것으로 전망**
 - 납사 수요는 석유화학 제품 수요의 증가에 따른 기초유분의 생산 증가와 설비 증설 등으로 2018년 55.3백만 toe에서 연평균 0.7% 증가하면서 2040년에 64백만 toe에 이를 전망이다
 - 석유화학 설비 확장, 기초유분의 대중국 수출 증가로 2000~2018년 연평균 3.6% 증가하였던 납사는 전망 기간(2018~2040년)에 9백만 toe 증가하면서 석유 수요 증가를 견인할 것으로 보이나, 증가세는 석유화학에서의 원료 다변화 기초, 중국의 기초유분 및 파라자일렌 자급률 상승 등으로 지속적으로 둔화될 것으로 보임
 - 항공(제트)유는 해외 여행 및 방문객의 증가, 신규 취항 노선 확대, 공항 인프라 개선 등으로 전망 기간 연평균 1.4% 증가하면서 석유제품 중 가장 빠르게 증가할 전망이다
 - 전망 기간 초기에는 항공 인프라 시설이 거의 포화 상태에 도달하면서 항공 수요 증가가 제한될 것으로 보이지만, 2020년대 중반 이후 영남권 공항과 제2제주 공항이 개항되면 항공 수요는 다시 한번 도약 할 것으로 기대됨
 - 휘발유와 경유는 온실가스 규제 강화 및 미세먼지 정책 등으로 내연기관 자동차 보급이 2030년경 이후 감소로 전환하면서 각각 연평균 0.1% 증가, 0.6% 감소할 것으로 전망됨
 - 내연기관 자동차의 보급 감소와 더불어 자동차 연비 향상, 주행거리 감소 등으로 휘발유는 2030년경 초반, 경유는 2020년 초중반에 정점에 도달한 후 하락하는데, 특히 온실가스 대응에 대한 경유 자동차의 신뢰도가 하락하며 경유의 감소 폭이 더 클 것으로 보임
 - LPG 수요는 석유화학에서 납사를 대체하는 원료용 수요가 증가하지만, LPG 자동차 감소, 가격 상승 등으로 수송 및 건물용 수요가 감소하면서 연평균 0.1% 감소할 것으로 전망됨

그림 2.49 기간별 석유제품별 수요 변화



* 2000년 소비량

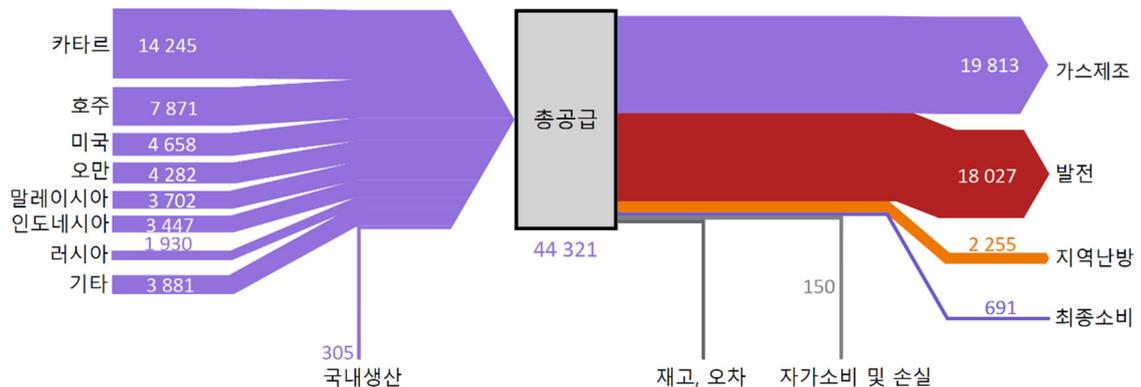
9. 가스

가스 수급 현황

□ 천연가스 수입은 2000년대 증가세를 이어오다 2010년대 이후로는 변동성이 확대됨

- 우리나라 천연가스 수입은 1986년 10월 평택 인수기지를 통해 인도네시아의 초도 물량이 들어온 이래로 빠르게 증가해오다 2014년부터 유가 급락 및 가스 발전 가동률 하락 등으로 감소로 전환된 뒤 2016년 이후로 다시 증가하여 2018년에는 역대 최고 물량인 44.0백만 톤을 수입함
 - 2018년 세계 LNG 교역량은 전년 대비 28.2백만 톤이 증가한 316.5백만 톤으로, 그 중 최대 수입국인 일본은 수입량이 전년 대비 감소한 반면, 수입 2위 및 3위 국가인 중국과 우리나라는 수입량이 전년 대비 각각 15.8백만 톤, 6.4백만 톤 증가하여 2018년 교역 증가에 기여함 (IGU, 2018)
 - 2000년대 초반까지는 인도네시아의 수입 비중이 가장 높았으나 2003년부터 카타르가 이를 제치고 2018년까지 국내 천연가스 최대 수출국을 유지하고 있음
 - 2016년 이후에는 미국산 셰일가스의 수입이 본격화되었는데, 한국가스공사는 2012년 사빈 패스와 장기 LNG 매매 계약을 맺고 2016년부터 20년 동안 연간 약 2.8백만 톤의 셰일가스를 수입하고, SK E&S도 파주천연가스발전소 가동을 위해 6만6천 톤을 수입하였음
 - 이러한 영향으로 미국의 2018년에 천연가스 수입 비중은 카타르와 호주를 이어 3위까지 올라섰고, 최근 한국가스공사가 미국 BP社와 2025년부터 15년 동안 연간 약 1.6백만 톤의 LNG 장기 공급계약을 맺어 앞으로 미국의 수입 비중은 더욱 높아질 전망이다
- 국내 천연가스 생산기지는 1986년 평택 기지 준공 이후 최근 준공된 제주 애월읍 생산기지(4.5만ki×2기, 2019.11)까지 2019년 말 기준 총 7곳, 1,269만 ki 저장 규모의 생산기지가 운영 중에 있음
 - 충남 당진에 200만 ki(20만ki×10기) 규모의 신규 생산기지를 2031년까지 건설할 계획임

그림 2.50 2018년 천연가스 수급 흐름 (천 톤)



□ 가스 소비는 2013년 정점 도달 후 감소하다 2016년부터 다시 증가하여 2018년에 정점 탈환

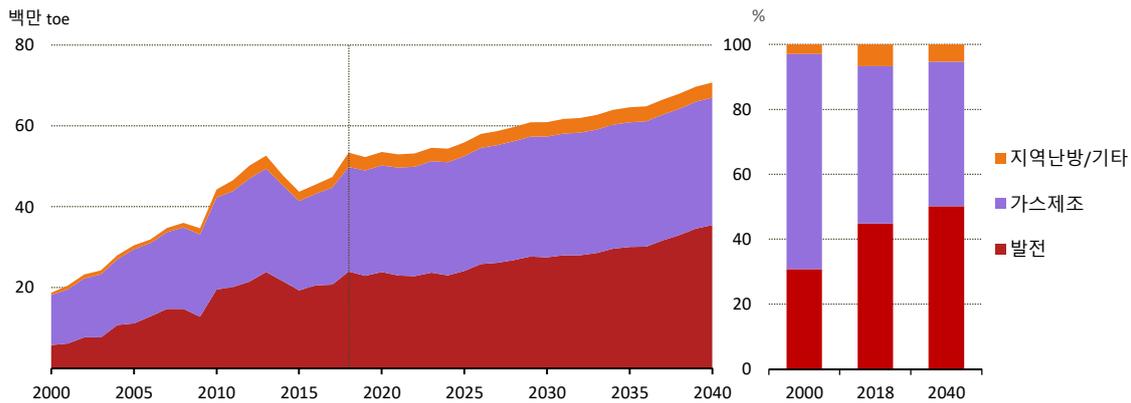
- 가스는 도시가스 인프라 확장, 가스 발전의 급속한 증가로 인해 2013년 총에너지 소비의 18.8%를 차지하는 주요 에너지원으로 성장하였으나, 이후 발전용과 최종 소비 부문의 도시가스 소비 부진으로 2014~2015년에 소비가 급감한 뒤, 2016년부터 다시 증가하여 2018년에는 2013년 소비 정점을 돌파함
 - 천연가스 소비는 2000년 14.6백만 톤에서 2000~2013년 연평균 8.1% 증가하여 모든 에너지원 중에서 가장 빠른 성장세를 보이면서 2013년 40.3백만 톤의 소비량을 기록하였으나, 2014년 말 신규 석탄화력 발전소 유입 및 원자력 설비 재가동, 전기 소비 증가 둔화, 유가 급락으로 인한 도시가스 소비 감소, 난방도일 감소 등 여러 가지 요인이 겹치면서 2013~2015년 연평균 8.9% 감소함
 - 하지만, 2016년 여름철 이상 폭염에 따른 전기 소비 증가로 인한 발전용 가스 소비가 증가하고, 2017년에는 산업용 소비 회복과 겨울철 난방용 도시가스 소비 증가를 중심으로 증가하고 2018년에는 2016년을 뛰어넘는 기록적인 폭염에 따른 전기 소비 증가와 원자력 발전량 급감 등으로 발전용에서 급증하고 도시가스제조용에서도 증가하면서 2016~2018년에 연평균 8.4% 증가함
- 발전용 가스 소비는 전기 소비 증가에 힘입어 빠르게 성장해오다 2014년부터 전기 소비 증가세 둔화, 기저 발전 설비 증설, 발전 효율 상승 등으로 급격히 감소한 뒤 최근 들어 기록적인 폭염에 따른 전기 소비 증가와 원자력을 중심으로 한 기저발전량 감소로 발전용 가스 소비가 증가세로 전환됨
 - 2013~2015년 전기 소비가 연평균 0.9% 증가에 그치고 기저 발전 설비 용량이 연평균 3.0% 증가 하면서, 60%를 상회했던 LNG 복합화력 설비 가동률이 40%대 초반까지 떨어지고 발전용 가스 소비는 2013~2015년에 연평균 10.0% 감소함
 - 하지만, 2016~2018년에는 기록적인 폭염으로 냉방도일이 대폭 증가하면서 전기 소비는 연평균 2.9% 증가한 반면, 원자력 발전량은 경주 지진으로 인한 월성1~4호기의 안전검사(2016.9~12)와 안전규제 강화에 따른 예방정비 기간 증가로 8.8% 감소하여 발전용 가스가 연평균 8.0% 증가함
- 도시가스 소비는 2000~2012년에 연평균 6.1%의 가파른 성장세를 이어오다 2012년 이후로 정체된 모습을 보이는 가운데 국제 유가와 기온 변화에 따라 증가와 감소를 반복함에 따라, 도시가스 제조에 투입되는 천연가스 소비도 변동을 거듭하고 있음
 - 산업용 도시가스는 2010년대 들어서 국제 유가의 고공행진, 석유화학 업종의 원료용 소비 개시, 원료비 연동제 유예 등에 힘입어 2013년까지 급격히 증가하며 도시가스 소비 증가에 기여했으나, 2013~2016년에는 국제 유가 급락과 도시가스 미수금 회수 등으로 타 연료 대비 가격 경쟁력이 낮아지면서 연평균 8.1% 감소하였고, 이후 2017년 11월 미수금 회수 완료에 따른 요금 하락 및 가격 경쟁력 상승으로 2017년부터 증가로 전환되어 2016~2018년에는 연평균 11.0% 증가함
 - 1990년대 도시가스 배관망 확대로 난방 및 취사용 도시가스 소비가 빠르게 증가하였으나, 2000년대 도시가스 보급이 성숙기에 들어서며 건물용 수요의 급증세는 다소 둔화되었고, 2012년 이후로 정체된 가운데 하계 및 동계 기온 변동에 따라 냉·난방용 수요가 크게 변동하는 현상을 보이고 있음

가스 수요 전망

□ 가스 수요는 발전용 수요가 2020년대부터 빠르게 증가하며 전망 기간 연평균 1.3% 증가

- 발전용 수요는 석탄화력 및 원자력 발전 설비의 신규 진입으로 전망 기간 초기에 정체하다 2020년대 중반 이후 노후 석탄화력 및 원자력 발전소가 차례로 폐지되면서 빠르게 증가하는 반면, 도시가스 수요는 과거 대비 증가 속도가 크게 하락하여 정체될 전망이다
 - 천연가스 수요에서 발전용이 차지하는 비중은 2018년 44.8%에서 2020년대 초반에 42%까지 하락하다가, 그 이후 도시가스 소비 증가세 둔화 및 가스복합화력의 성장으로 빠르게 확대되어 2040년에는 천연가스 수요의 절반 가까이 차지할 전망이다
 - 도시가스제조용 천연가스 비중은 1990년대 주택용 도시가스 보급의 폭발적 성장으로 2000년대 초 60% 이상을 차지했지만, 이후 도시가스 수요 증가세 둔화로 2018년에 50% 이하로 하락했고, 전망기간에도 인구 정체 등의 영향으로 둔화세가 지속되어 2040년에 44% 수준으로 하락할 전망이다

그림 2.51 용도별 가스 소비 추이 및 전망



□ 발전용 수요는 전망 초기 정체하나 이후 기저 설비 감소분을 일부 대체하면서 빠른 성장세를 보일 전망

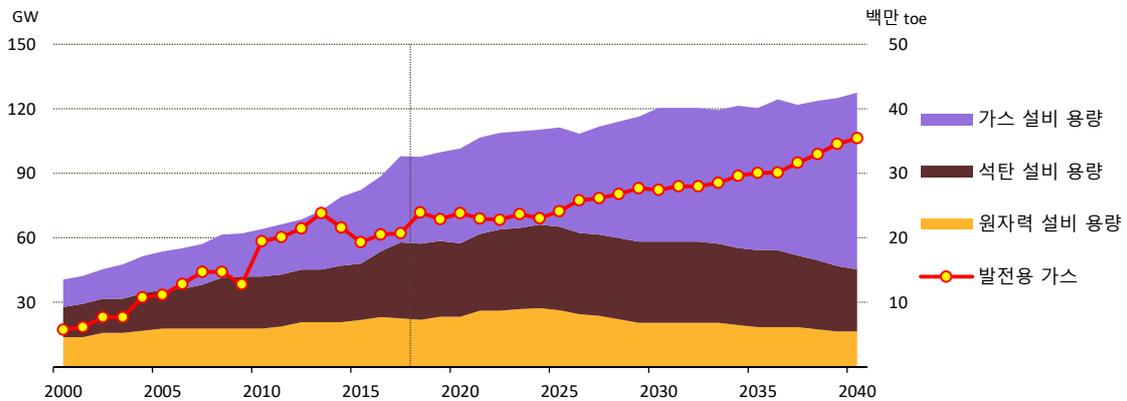
- 2020년대 초반 발전용 가스 수요는 일부 노후석탄발전소 조기 폐쇄에도 불구하고 2020년대 중반까지 대규모 신규 석탄화력 발전소와 원자력 발전소가 가동을 시작하면서 정체하거나 일부 감소하는 양상을 보일 전망이다
 - 노후 석탄발전소 6기는 폐쇄 일정 조정으로 2021년 1월까지 총 6기(2.6 GW)가 폐지될 예정임에 따라 2020년 가스 발전량은 소폭 증가하지만 이후 대규모 신규 발전소 진입으로 2020년대 중반까지 정체된 모습을 보일 전망이다⁴⁴

⁴⁴ '미세먼지 관리 종합계획(2020~2024)' (관계부처 합동, 2019.11)에 따르면 삼천포1·2호기(560 MW × 2)는 2020년 4월, 보령1·2호기(500 MW × 2)는 2020년 12월, 호남 1·2호기(250 MW × 2)는 2021년 1월에 폐지 예정임

2019~2040년 에너지 전망

- 2020년대 중반까지 석탄화력 발전 설비 총 7기(7.3 GW)와 1.4 GW급의 원자력 발전 설비 총 5기(7.0 GW)가 순차적으로 진입하여 총 14.3 GW용량의 설비 증설이 있을 예정임⁴⁵
- 전기 수요는 2020년대 초반까지 연평균 1%대 후반으로 증가하면서 신재생에너지 발전이 연평균 13% 수준으로 빠르게 증가하는 것도 침두 부하를 담당하는 가스발전 정체를 일부 견인할 것으로 판단됨
- 하지만, 2020년대 중반 이후 원자력 발전소의 수명 연장 금지와 노후 석탄화력 발전 설비의 폐지 및 가스로의 연료 대체 등으로 인해 기저 발전 설비의 용량이 급감하고, 그 자리의 상당 부분을 가스복합화력 발전이 대체하면서 가스 발전량이 빠르게 성장할 전망이다
- 원자력 발전 설비는 2031년까지 총 10 기가 폐지될 예정이며 2031년 이후에도 현재의 기조가 지속된다는 전제하에서는 2040년까지 추가적인 폐지가 예상됨
- 석탄화력 발전 설비 또한 2024년 이후 신규 진입 없이 노후 발전 설비가 순차적으로 폐지되면서 2018년 30% 수준의 비중에서 2040년 13% 수준까지 하락할 것으로 예상됨
- 원자력 및 석탄화력 발전 설비의 감소로 인해 2040년의 전기 생산에 필요한 적정 가스복합화력 설비 용량은 2040년 72 GW 수준으로 총 발전설비의 1/3을 담당할 것으로 판단되며, 이에 따라 발전용 천연가스 수요는 전망 기간 연평균 2%에 가까운 증가세를 보일 전망이다

그림 2.52 주요 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망



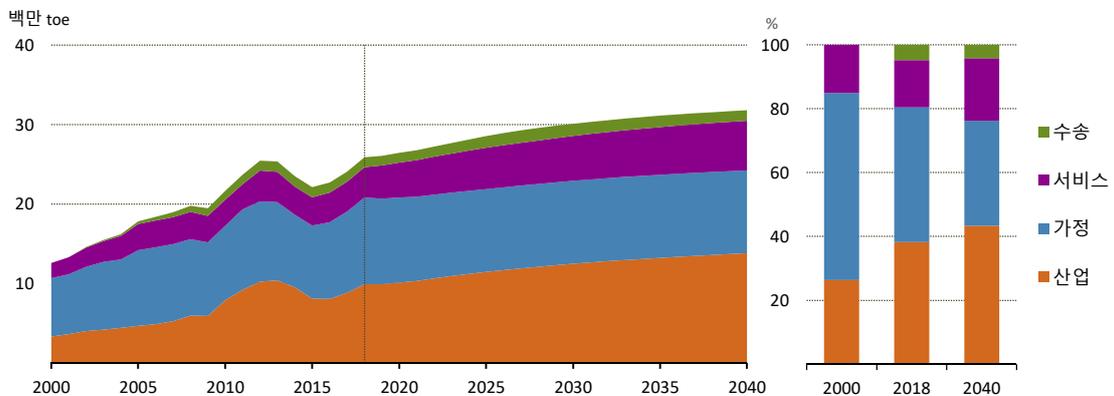
□ 도시가스 수요는 산업 및 서비스 부문을 중심으로 석유 수요를 일부 대체하며 전망 기간 연평균 0.9% 증가

- 최종 소비 부문에서는 석유 대비 안정적인 가스 도입 가격의 이점과 오염 물질 저배출 연료원 선호, 가스를 이용한 냉·난방 설비 보급 확대 등으로 산업과 서비스 부문을 중심으로 증가하나 가정 및 수송 부문에서 인구 감소 및 CNG 버스 보급 감소 등에 따른 수요 정체로 증가율은 과거 대비 낮아질 전망이다

⁴⁵ 2021년에는 신서천1호기(1,000 MW), 고성하이1·2호기(1,040 MW × 2), 2022년에는 강릉안인 1·2호기(1,040 MW × 2), 2023~2024년에는 삼척화력1·2호기(1,050 MW × 2)가 신규 진입할 예정이며, 신고리4호기는 2019년 8월에 상업운전에 돌입했고, 신한울1·2호기는 2021년, 신고리5·6호기는 2024년에 준공될 예정임 (전력거래소, 2019.10)

- 도시가스 미수급 회수 완료와 전망 기간 국제 유가의 지속적인 상승에도 불구하고 LNG 계약 구조의 유연화와 미국산 셰일가스 도입 확대에 따른 가스 도입가격 안정세로 가격 경쟁력이 확대될 전망이다
- 또한 미세먼지와 온실가스 문제가 심각해짐에 따라 석탄과 석유 대비 상대적으로 친환경 에너지 자원으로 인식되는 가스에 대한 관심이 증가하면서 산업과 건물 부문에서 타 화석연료를 지속적으로 대체할 것으로 예상되지만, 가정 부문의 수요가수가 정체되면서 건물 부문의 증가세는 더딜 전망이다
- 도시가스 수요 증가세가 과거에 비해 전반적으로 둔화하는 가운데, 산업 부문이 2040년에는 최종 소비 부문에서 가정 부문을 제치고 가장 큰 소비 부문으로 성장하며, 서비스 부문도 대형 건물을 중심으로 냉·난방 수요의 타에너지원 대체로 빠르게 증가할 전망이다
- 산업 부문 내 석유화학업종에서는 듀얼보일러 보급 확대로 연료 대체가 수월하고 수소제조용 원료에 있어서도 LPG나 납사 대신 도시가스 사용이 가능한데 석유 대비 도시가스 가격경쟁력 상승으로 석유 수요 대체가 확대될 것으로 전망되며, 철강업종에서는 연료용으로 유해물질 배출이 많은 B-C 대신 도시가스 소비가 늘고 있어 전망 기간에도 이러한 추세가 지속될 것으로 판단됨
- 이에 따라, 산업 부문이 전체 도시가스 수요 증가의 60% 이상을 차지하고 최종소비 부문 중 산업 부문이 차지하는 비중도 2018년 38%에서 2040년 43% 수준까지 상승할 것으로 분석됨
- 서비스 부문은 정부의 지원을 바탕으로 한 GHP 및 흡수식 냉온수기 설비 보급 확대로 대형건물을 중심으로 냉·난방용 수요가 확대되고 산업 부문과 마찬가지로 석유 수요 감소분을 지속적으로 흡수하면서 빠르게 증가할 전망이다
- 과거 가장 큰 소비 비중을 차지하던 가정 부문은 가구 구조 변화 및 인구 감소 등으로 소폭 감소할 전망이며, 수송 부문은 전기 버스가 시장 점유를 확대하면서 도시가스 수요가 정체될 전망이다
- 전망 기간 가구수는 증가하나 에너지 소비가 적은 1인 가구를 중심으로 증가하고 인구수가 감소하면서 가정 부문 가스 수요가 감소하여 비중이 약 10%포인트 하락할 전망이다
- 수송 부문은 노후화된 CNG 버스가 전기 및 수소전기 버스로 전환되면서 정체된 양상을 보일 전망이다

그림 2.53 최종소비 부문 부문별 도시가스 소비 추이 및 전망



부 록

1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 기준 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
인구 (백만명)	47	52	52	52	52	51	-	-	0.5	-0.1
가구 (백만가구)	15	20	21	22	22	22	-	-	1.7	0.6
국내총생산 (GDP, 조원)	904	1 808	2 130	2 352	2 531	2 692	-	-	3.9	1.8
주요 업종별 부가가치 (조원)										
농림어업, 광업	30	35	36	36	36	36	-	-	0.7	0.2
제조업	223	482	550	593	628	663	-	-	4.4	1.5
- 석유화학, 비금속, 1차철강	63	113	126	134	141	147	-	-	3.3	1.2
- 조립금속	98	287	334	365	392	418	-	-	6.2	1.7
SOC	88	132	141	150	154	156	-	-	2.2	0.8
서비스업	516	1 008	1 226	1 378	1 501	1 611	-	-	3.8	2.2
수입단가										
원유 (\$/bbl)	20	72	85	93	101	109	-	-	7.5	1.9
천연가스 (\$/톤)	181	541	535	519	524	546	-	-	6.3	0.0
유연탄 (\$/톤)	24	117	121	123	125	127	-	-	9.1	0.4
에너지 지표										
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	0	0	-	-	-4.0	-3.6
총에너지 수요 (백만 toe)	193	306	342	351	356	352	-	-	2.6	0.6
에너지원단위 (toe/백만원)	0.21	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	-	-	-1.3	-1.2
일인당에너지소비 (toe/인)	4.11	5.93	6.59	6.77	6.89	6.92	-	-	2.1	0.7
최종 소비 (백만 toe)	150	237	262	272	278	281	-	-	2.6	0.8
전기생산 (TWh)	266	571	643	687	724	753	-	-	4.3	1.3
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	11	12	13	14	15	-	-	3.8	1.3
에너지부문 온실가스 지표										
온실가스 배출 (백만톤)	415	640	679	699	697	669	-	-	2.4	0.2
배출원단위 (톤/백만원)	0.46	0.35	0.32	0.30	0.28	0.25	-	-	-1.4	-1.6
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.40	13.09	13.45	13.51	13.16	-	-	1.9	0.3

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	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총에너지	193	306	342	351	356	352	100	100	2.6	0.6
석탄	43	87	94	96	94	84	28	24	4.0	-0.1
석유	101	119	126	128	127	126	39	36	0.9	0.3
가스	19	53	56	61	65	71	17	20	5.9	1.3
수력	1	2	2	2	2	2	1	1	0.6	1.2
원자력	27	28	39	31	29	27	9	8	0.2	-0.3
신재생·기타	2	18	26	34	39	42	6	12	12.4	4.1
최종 소비	150	237	262	272	278	281	100	100	2.6	0.8
석탄	20	32	38	40	40	39	14	14	2.8	0.8
석유	94	117	125	127	126	125	49	45	1.2	0.3
도시가스	13	26	29	30	31	32	11	11	4.1	0.9
전기	21	45	51	55	58	60	19	21	4.5	1.3
열에너지	1	3	3	3	3	3	1	1	4.6	0.3
신재생·기타	2	14	17	19	20	22	6	8	10.9	2.1
산업	84	145	166	174	179	182	61	65	3.1	1.0
수송	31	43	46	46	46	45	18	16	1.8	0.2
가정	21	23	22	22	22	22	10	8	0.5	-0.3
서비스	14	25	28	30	31	32	11	11	3.6	1.0

최종 소비 부문별·원별 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
산업	84	145	166	174	179	182	100	100	3.1	1.0
석탄	19	32	38	39	40	39	22	21	2.9	0.9
석유	49	69	77	79	80	81	48	44	2.0	0.7
도시가스	3	10	11	12	13	14	7	8	6.3	1.5
전기	11	24	28	30	31	33	17	18	4.3	1.4
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	12	13	15	16	7	9	9.3	2.4
수송	31	43	46	46	46	45	100	100	1.8	0.2
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	41	43	44	43	42	95	94	1.6	0.1
도시가스	0	1	1	2	1	1	3	3	-	0.3
전기	0	0	0	1	1	1	1	2	2.1	6.5
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	2	1	-	-0.9
가정	21	23	22	22	22	22	100	100	0.5	-0.3
석탄	1	0	0	0	0	0	1	0	-2.9	-8.7
석유	9	3	2	2	1	1	15	5	-5.3	-5.3
도시가스	7	11	10	10	10	10	47	48	2.2	-0.2
전기	3	6	7	7	7	7	26	33	3.7	0.7
열에너지	1	2	2	2	2	2	10	11	4.1	0.1
신재생·기타	0	0	0	1	1	1	1	4	5.0	5.1
서비스 (상업, 공공, 기타)	14	25	28	30	31	32	100	100	3.6	1.0
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-1.1
석유	6	3	2	2	2	1	13	5	-2.8	-3.7
도시가스	2	4	5	6	6	6	15	20	4.0	2.3
전기	6	15	16	18	19	19	57	60	5.2	1.3
열에너지	0	0	0	1	1	1	2	2	8.9	1.5
신재생·기타	0	3	4	4	4	4	13	14	20.9	1.3

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종 산출액 (조원)										
석유/화학	126	265	314	346	375	403	-	-	4.2	1.9
비금속	19	46	52	56	59	62	-	-	4.9	1.4
1 차철강	60	104	114	118	119	118	-	-	3.1	0.6
금속, 기계, 전자, 정밀	173	714	857	960	1051	1140	-	-	8.2	2.2
운송장비	117	248	268	285	303	325	-	-	4.3	1.2
건설	167	254	271	290	301	308	-	-	2.4	0.9
주요 제품 생산량 (천톤)										
기초유분	16	31	34	35	35	36	-	-	3.6	0.6
조강	43	72	78	79	78	77	-	-	2.9	0.3
전로	25	48	54	57	57	55	-	-	3.8	0.6
전기로	18	24	24	23	22	21	-	-	1.5	-0.6
시멘트	51	52	51	49	47	45	-	-	0.1	-0.7
클링커	46	45	44	42	41	39	-	-	0.0	-0.7
에너지 수요 (백만 toe)										
석탄	19	32	38	39	40	39	22	21	2.9	0.9
석유	49	69	77	79	80	81	48	44	2.0	0.7
도시가스	3	10	11	12	13	14	7	8	6.3	1.5
전기	11	24	28	30	31	33	17	18	4.3	1.4
열에너지	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	12	13	15	16	7	9	9.3	2.4
주요 업종 에너지원단위										
석유/화학	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	-	-	-0.3	-1.0
비금속	0.29	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	-	-	-6.1	-1.3
1 차철강	0.28	0.29	0.30	0.30	0.29	0.29	-	-	0.3	0.0
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.2	-0.3

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

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 (2) - 기준 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종별 에너지 수요										
석유/화학	36	72	81	84	86	87	100	100	3.9	0.9
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.2	1.5
석유	33	62	70	72	72	73	87	84	3.6	0.7
가스	0	4	5	5	5	5	5	6	14.5	1.8
전기	2	5	7	7	8	9	7	10	4.8	2.2
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
비금속	6	4	5	4	4	4	100	100	-1.5	0.1
석탄	4	2	2	2	2	2	51	43	-2.6	-0.6
석유	1	1	1	1	1	1	12	12	-4.1	0.1
가스	0	1	1	1	1	1	13	16	4.4	1.1
전기	1	1	1	1	1	1	24	29	1.7	0.9
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
철강	17	30	34	35	35	34	100	100	3.4	0.6
석탄	13	26	30	31	31	30	84	87	3.7	0.7
석유	1	0	0	0	0	0	0	0	-13.5	-1.2
가스	1	2	2	2	2	2	5	6	5.4	0.9
전기	2	3	3	3	3	2	10	7	3.1	-0.8
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
조립금속	5	11	13	14	15	16	100	100	4.6	1.6
석탄	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	2	0	0	0	0	0	2	1	-9.0	-1.8
가스	1	2	2	2	3	3	17	17	5.7	1.5
전기	3	9	11	12	13	13	80	82	6.7	1.7
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-

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)

주요지표	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
자동차 형태별 (백만대)	12	23	26	27	28	28	100	100	3.7	0.8
승용차	8	19	21	23	23	24	81	85	4.8	1.1
화물차	3	4	4	4	3	3	16	12	2.0	-0.4
승합차	1	1	1	1	1	1	4	3	-2.9	-0.2
자동차 연료별 (백만대)										
휘발유	7	11	12	13	13	13	48	46	2.4	0.7
경유	4	10	11	11	10	9	43	34	5.8	-0.2
전기자동차	-	0	0	1	2	3	0	9	66.1	19.0
수소자동차	-	-	0	0	1	1	0	3	-	49.3
기타	1	2	2	2	2	2	10	8	3.2	-0.1
에너지 수요	31	43	46	46	46	45	100	100	1.8	0.2
휘발유	8	10	10	11	11	10	22	22	1.1	0.2
경유	13	20	21	20	19	18	46	41	2.2	-0.3
중유	4	3	3	3	3	3	7	6	-1.9	0.0
제트유	2	5	6	7	7	7	12	16	4.8	1.7
부탄	3	4	3	3	3	3	9	7	0.3	-0.6
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.7	0.1
도시가스	-	1	1	2	1	1	3	3	-	0.3
전기	0	0	0	1	1	1	1	2	2.1	6.5
신재생·기타	-	1	1	1	1	1	2	1	-	-0.9
수송 수단별 에너지수요										
도로	24	34	36	36	35	34	80	76	2.1	-0.1
철도	1	0	0	0	0	0	1	1	-2.0	-0.5
항공	2	5	6	7	7	7	12	16	4.8	1.7
해운	5	3	3	3	3	3	7	7	-2.1	-0.1

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	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
인구 (백만명)	47.0	51.6	51.9	51.9	51.6	50.9	-	-	0.5	-0.1
가구 (백만가구)	14.5	19.8	21.0	21.6	22.1	22.3	-	-	1.7	0.6
형태별 주택(백만호)	11.0	16.2	17.7	18.5	19.0	19.4	100	100	2.2	0.8
단독	4.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.4	22	18	-0.7	-0.2
아파트	5.2	10.0	11.4	12.2	12.8	13.2	62	68	3.7	1.2
공동주택	1.7	2.5	2.7	2.7	2.6	2.8	16	14	2.4	0.4
평균 주거 면적(m ²)	85.5	76.8	75.2	74.9	74.4	73.5	-	-	-0.6	-0.2
에너지 지표										
주택당 에너지수요(toe/천원)	1.93	1.43	1.24	1.18	1.15	1.12	-	-	-1.6	-1.1
면적당	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-1.1	-0.9
에너지수요(toe/100m ²)										
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.46	1.17	1.05	1.01	0.99	0.97	-	-	-1.2	-0.9
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.37	1.47	1.53	1.58	1.62	-	-	3.1	0.8
에너지 수요										
석탄	1	0	0	0	0	0	1	0	-2.9	-8.7
석유	9	3	2	2	1	1	15	5	-5.2	-5.3
도시가스	7	11	10	10	10	10	47	48	2.2	-0.2
전기	3	6	7	7	7	7	26	33	3.6	0.7
지역난방	1	2	2	2	2	2	10	11	4.1	0.1
신재생·기타	0	0	0	1	1	1	1	4	5.0	5.1
용도별 에너지 수요										
난방/온수	17	16	14	14	13	13	70	59	-0.4	-1.1
취사	1	2	2	2	2	2	7	8	2.4	0.1
냉방	0	1	1	1	1	1	3	4	18.5	1.2
조명	0	1	1	1	1	1	3	4	3.5	0.4
기타 가전기기	2	4	5	5	5	5	17	25	3.0	1.6

주) 단독주택은 건물에 대한 소유권이 하나인 주택으로 다중주택이나 다가구주택은 여러 세대가 함께 거주하는 주택이지만 세대별로 소유권이 구분되지 않기 때문에 단독주택으로 분류. 공동주택은 집합 건물로서 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	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종별 산출액 (조원)										
도소매	134	254	294	326	355	385	-	-	3.6	1.9
숙박음식	61	134	153	168	181	193	-	-	4.5	1.7
운수보관	69	152	181	204	225	245	-	-	4.5	2.2
정보통신	56	148	194	228	257	282	-	-	5.5	3.0
공공행정및국방	73	145	170	183	188	189	-	-	3.9	1.2
교육서비스	65	128	143	152	156	158	-	-	3.8	1.0
의료복지	41	148	210	255	293	327	-	-	7.4	3.7
예술,스포츠,레저	16	41	54	63	72	79	-	-	5.5	3.0
기타서비스	284	708	901	1036	1147	1243	-	-	5.2	2.6
에너지 수요	14	25	28	30	31	32	100	100	3.6	1.0
석유	6	3	2	2	2	1	13	5	-2.8	-3.7
도시가스	2	4	5	6	6	6	15	20	4.0	2.3
전기	6	15	16	18	19	19	57	60	5.2	1.3
지역난방	0	0	0	1	1	1	2	2	8.9	1.5
신재생·기타	0	3	4	4	4	4	13	14	20.9	1.3
부문별 에너지 수요										
상업 서비스	11	18	20	22	23	23	71	73	2.8	1.2
공공 서비스	3	7	8	8	9	9	29	27	5.9	0.8

석유 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
원유 수요*	130	164	193	199	200	198	-	-	1.3	0.9
국제 벙커링	7	9	10	11	11	11	-	-	1.2	1.1
총공급	101	119	126	128	127	126	100	100	0.9	0.3
전환	7	2	1	1	1	1	1	1	-7.4	-3.4
최종소비	94	117	125	127	126	125	99	99	1.2	0.3
제품별 석유 수요										
휘발유	8	10	10	11	11	10	8	8	1.0	0.1
등유	10	3	2	1	1	1	2	1	-7.0	-4.9
경유	19	24	24	23	22	21	20	17	1.2	-0.6
중유	20	5	5	5	5	5	4	4	-7.2	-0.7
제트유	3	6	6	7	7	7	5	6	4.5	1.4
프로판	5	6	6	6	6	6	5	5	1.7	0.1
부탄	4	5	5	5	5	5	4	4	1.1	-0.3
납사	29	55	61	63	64	64	47	51	3.6	0.7
기타 비에너지유	3	5	6	7	7	7	4	6	2.9	1.4
용도별 석유 수요										
산업	49	69	77	79	80	81	58	64	2.0	0.7
(연료)	16	9	10	10	10	10	8	8	-3.3	0.5
(원료)	32	60	67	69	70	71	51	56	3.6	0.7
수송	31	41	43	44	43	42	34	33	1.6	0.1
가정	9	3	2	2	1	1	3	1	-5.3	-5.3
서비스	6	3	2	2	2	1	3	1	-2.8	-3.7
전환	7	2	1	1	1	1	1	1	-7.4	-3.4

* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

석탄 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총공급	43	87	94	96	94	84	100	100	4.0	-0.1
전환부문	23	54	56	56	54	45	63	54	4.8	-0.8
최종소비부문	20	32	38	40	40	39	37	46	2.8	0.8
제품별 석탄 수요										
국내탄	2	1	0	0	0	0	1	0	-6.9	-6.2
수입무연탄	1	4	5	6	6	6	5	7	7.5	1.3
연료용 유연탄	27	58	60	60	58	50	66	59	4.3	-0.7
원료용 유연탄	13	24	28	30	29	28	28	34	3.6	0.8
용도별 석탄 수요										
발전용	23	54	56	56	54	45	63	54	4.8	-0.8
코크스 제조 및 고로용	13	24	28	30	29	28	28	34	3.6	0.8
킬른가열용	4	2	2	2	2	2	3	2	-2.6	-0.6
기타 산업용	3	6	7	8	8	9	7	10	4.0	1.9
연탄용	1	0	0	0	0	0	0	0	-2.9	-8.7

가스 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총공급	19	53	56	61	65	71	100	100	5.9	1.3
전환 부문*	7	28	28	31	34	39	52	55	8.1	1.6
최종소비 부문	13	26	29	30	31	32	48	45	4.1	0.9
제품별 소비										
천연가스	6	27	27	31	34	39	51	55	9.1	1.7
도시가스	13	26	29	30	31	32	49	45	3.9	0.9
용도별 소비										
발전용	6	24	24	27	30	35	45	50	8.2	1.8
지역난방	1	4	3	4	4	4	7	5	10.9	0.3
산업	3	10	11	12	13	14	19	19	6.3	1.5
수송	-	1	1	2	1	1	2	2	-	0.3
가정	7	11	10	10	10	10	20	15	2.2	-0.2
서비스	2	4	5	6	6	6	7	9	4.0	2.3

* 자가소비 및 손실 포함

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

전기 공급 및 수요 - 기준 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
발전설비 (GW)	48	119	152	185	201	217	100	100	5.1	2.8
석탄	14	35	39	38	36	29	30	13	5.3	-0.9
석유	5	12	11	11	11	11	10	5	5.5	-0.5
가스	13	31	35	51	55	71	26	33	5.1	3.8
원자력	14	22	26	20	18	16	18	8	2.6	-1.3
수력	3	6	7	8	9	9	5	4	4.1	1.4
신재생	-	12	33	57	71	80	10	37	-	9.2
총발전량(TWh)	266	571	643	687	724	753	100	100	4.3	1.3
석탄	99	232	238	238	231	191	41	25	4.8	-0.9
석유	19	6	1	1	1	1	1	0	-5.9	-8.0
가스	28	164	150	189	224	292	29	39	10.2	2.7
원자력	109	134	181	145	135	125	23	17	1.1	-0.3
수력	6	7	7	8	9	9	1	1	1.5	1.2
대체	-	27	65	104	122	133	5	18	-	7.5
상용자가	5	1	1	1	1	1	0	0	-9.4	0.0
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	64	113	130	132	134	130	100	100	3.3	0.6
석탄	23	54	56	56	54	45	48	35	4.8	-0.8
석유	6	1	0	0	0	0	1	0	-8.1	-5.7
가스	6	24	24	27	30	35	21	27	8.2	1.8
수력	1	2	2	2	2	2	1	2	0.6	1.2
원자력	27	28	39	31	29	27	25	20	0.2	-0.3
신재생·기타	-	4	9	16	19	20	3	16	-	7.9
전기 수요(TWh)	240	526	593	636	671	700	100	100	4.5	1.3
산업	132	284	323	345	363	381	54	54	4.3	1.4
수송	2	3	4	6	9	12	1	2	2.1	6.5
가정	37	71	76	79	81	83	13	12	3.7	0.7
서비스	68	169	190	206	217	225	32	32	5.2	1.3

* 상용자가는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

열에너지 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
열생산량	1	3	2	3	3	3	100	100	4.4	0.2
발전폐열	1	2	2	2	2	2	65	66	3.8	0.3
지역난방	0	1	1	1	1	1	35	34	5.7	0.0
지역난방용 에너지 수요	1	4	4	4	4	4	100	100	7.7	0.3
석유	0	0	0	0	0	0	5	5	-4.9	0.2
가스	1	4	3	4	4	4	95	95	10.9	0.3
지역난방 수요	1	3	3	3	3	3	100	100	4.6	0.3
가정	1	2	2	2	2	2	85	81	4.1	0.1
서비스	0	0	0	1	1	1	15	19	8.9	1.5

신재생/기타 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
부문별 신재생에너지 수요	2	18	26	34	39	42	100	100	12.4	4.1
발전	-	4	9	16	19	20	22	48	n.a	7.9
산업	2	9	12	13	15	16	54	38	9.3	2.4
수송	-	1	1	1	1	1	4	1	n.a	-0.9
가정	0	0	0	1	1	1	2	2	5.0	5.1
서비스	0	3	4	4	4	4	19	10	20.9	1.3

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 기준 시나리오

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
에너지당 배출(톤/toe)	2.56	2.48	2.46	2.46	2.44	2.38	-	-	-0.2	-0.2
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.46	0.35	0.32	0.30	0.28	0.25	-	-	-1.4	-1.6
인구당 배출(톤/인)	8.83	12.40	13.09	13.45	13.51	13.16	-	-	1.9	0.3
온실가스 배출	415	640	679	699	697	669	100	100	2.4	0.2
석탄	162	326	354	361	354	318	51	48	4.0	-0.1
석유	213	201	207	209	206	201	31	30	-0.3	0.0
천연가스	40	113	118	129	137	150	18	22	5.9	1.3
부문별 온실가스 직접 배출										
산업	145	202	235	246	250	249	32	37	1.9	1.0
수송	87	118	126	128	125	121	19	18	1.7	0.1
가정	42	35	30	28	27	26	5	4	-1.1	-1.3
서비스	20	18	18	18	18	18	3	3	-0.6	0.0
발전/열생산	121	267	270	278	277	255	42	38	4.5	-0.2

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 고성장 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
인구 (백만명)	47	52	52	52	52	51	-	-	0.5	-0.1
가구 (백만가구)	15	20	21	22	22	22	-	-	1.7	0.6
국내총생산 (GDP, 조원)	904	1 808	2 172	2 451	2 681	2 901	-	-	3.9	2.2
주요 업종별 부가가치 (조원)										
농림어업, 광업	30	35	36	38	38	39	-	-	0.7	0.5
제조업	223	482	561	618	666	715	-	-	4.4	1.8
- 석유화학, 비금속, 1차철강	63	113	129	140	149	159	-	-	3.3	1.6
- 조립금속	98	287	340	381	415	450	-	-	6.2	2.1
SOC	88	132	144	156	163	168	-	-	2.2	1.1
서비스업	516	1 008	1 250	1 436	1 590	1 736	-	-	3.8	2.5
수입단가										
원유 (\$/bbl)	20	72	85	93	101	109	-	-	7.5	1.9
천연가스 (\$/톤)	181	541	535	519	524	546	-	-	6.3	0.0
유연탄 (\$/톤)	24	117	121	123	125	127	-	-	9.1	0.4
에너지 지표										
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	1	0	-	-	-4.0	-3.3
총에너지 수요 (백만 toe)	193	306	346	362	371	372	-	-	2.6	0.9
에너지원단위 (toe/백만원)	0.21	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	-	-	-1.3	-1.3
일인당에너지소비 (toe/인)	4.11	5.93	6.67	6.97	7.19	7.32	-	-	2.1	1.0
최종 소비 (백만 toe)	150	237	266	282	292	299	-	-	2.6	1.1
전기생산 (TWh)	266	571	652	707	754	795	-	-	4.3	1.5
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	11	13	14	15	16	-	-	3.8	1.6
에너지부문 온실가스 지표										
온실가스 배출 (백만톤)	415	640	689	719	727	707	-	-	2.4	0.5
배출원단위 (톤/백만원)	0.46	0.35	0.32	0.29	0.27	0.24	-	-	-1.4	-1.7
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.40	13.27	13.84	14.07	13.91	-	-	1.9	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 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총에너지	193	306	346	362	371	372	100	100	2.6	0.9
석탄	43	87	95	98	97	88	28	24	4.0	0.1
석유	101	119	128	131	133	133	39	36	0.9	0.5
가스	19	53	58	65	70	77	17	21	5.9	1.7
수력	1	2	2	2	2	2	1	1	0.6	1.2
원자력	27	28	39	31	29	27	9	7	0.2	-0.3
신재생·기타	2	18	26	35	40	44	6	12	12.4	4.3
최종 소비	150	237	266	282	292	299	100	100	2.6	1.1
석탄	20	32	39	42	43	43	14	14	2.8	1.3
석유	94	117	127	131	132	133	49	44	1.2	0.6
도시가스	13	26	29	31	32	33	11	11	4.1	1.2
전기	21	45	52	56	60	64	19	21	4.5	1.6
열에너지	1	3	3	3	3	3	1	1	4.6	0.3
신재생·기타	2	14	17	19	21	24	6	8	10.9	2.5
산업	84	145	169	182	190	197	61	66	3.1	1.4
수송	31	43	46	47	47	46	18	15	1.8	0.3
가정	21	23	22	22	22	22	10	7	0.5	-0.3
서비스	14	25	29	31	33	34	11	11	3.6	1.3

최종 소비 부문별·원별 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
산업	84	145	169	182	190	197	100	100	3.1	1.4
석탄	19	32	39	42	43	43	22	22	2.9	1.3
석유	49	69	79	83	85	87	48	44	2.0	1.1
도시가스	3	10	12	13	14	15	7	8	6.3	1.9
전기	11	24	28	31	33	35	17	18	4.3	1.7
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	12	14	15	17	7	9	9.3	2.8
수송	31	43	46	47	47	46	100	100	1.8	0.3
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	41	44	44	44	43	95	94	1.6	0.2
도시가스	0	1	1	2	1	1	3	3	-	0.3
전기	0	0	0	1	1	1	1	2	2.1	6.5
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	2	1	-	-0.8
가정	21	23	22	22	22	22	100	100	0.5	-0.3
석탄	1	0	0	0	0	0	1	0	-2.9	-8.7
석유	9	3	2	2	1	1	15	4	-5.3	-5.7
도시가스	7	11	10	10	11	10	47	48	2.2	-0.2
전기	3	6	7	7	7	7	26	32	3.7	0.7
열에너지	1	2	2	2	2	2	10	10	4.1	0.0
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	5	5.0	6.4
서비스 (상업, 공공, 기타)	14	25	29	31	33	34	100	100	3.6	1.3
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-0.8
석유	6	3	2	2	2	2	13	5	-2.8	-3.4
도시가스	2	4	5	6	6	7	15	19	4.0	2.5
전기	6	15	17	18	19	20	57	60	5.2	1.6
열에너지	0	0	0	1	1	1	2	2	8.9	1.7
신재생·기타	0	3	4	4	4	5	13	14	20.9	1.6

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종 산출액 (조원)										
석유/화학	126	265	320	361	397	434	-	-	4.2	2.3
비금속	19	46	53	58	62	67	-	-	4.9	1.8
1 차철강	60	104	116	123	126	127	-	-	3.1	0.9
금속, 기계, 전자, 정밀	173	714	874	1 000	1 113	1 229	-	-	8.2	2.5
운송장비	117	248	273	297	321	351	-	-	4.3	1.6
건설	167	254	277	302	319	332	-	-	2.4	1.2
주요 제품 생산량 (천톤)										
기초유분	16	31	35	36	38	39	-	-	3.6	1.0
조강	43	72	79	82	83	83	-	-	2.9	0.6
전로	25	48	56	60	61	61	-	-	3.8	1.1
전기로	18	24	24	23	22	21	-	-	1.5	-0.6
시멘트	51	52	52	51	49	48	-	-	0.1	-0.4
클링커	46	45	45	44	43	42	-	-	0.0	-0.3
에너지 수요 (백만 toe)										
석탄	19	32	39	42	43	43	22	22	2.9	1.3
석유	49	69	79	83	85	87	48	44	2.0	1.1
도시가스	3	10	12	13	14	15	7	8	6.3	1.9
전기	11	24	28	31	33	35	17	18	4.3	1.7
열에너지	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	12	14	15	17	7	9	9.3	2.8
주요 업종 에너지원단위										
석유/화학	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	-	-	-0.3	-1.0
비금속	0.29	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	-	-	-6.1	-1.3
1 차철강	0.28	0.29	0.30	0.30	0.30	0.29	-	-	0.3	0.1
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.2	-0.3

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

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 (2) - 고성장 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종별 에너지 수요										
석유/화학	36	72	83	88	91	94	100	100	3.9	1.3
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.2	1.9
석유	33	62	71	75	77	79	87	84	3.6	1.1
가스	0	4	5	5	6	6	5	6	14.5	2.2
전기	2	5	7	8	8	9	7	10	4.8	2.5
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
비금속	6	4	5	5	5	5	100	100	-1.5	0.5
석탄	4	2	2	2	2	2	51	43	-2.6	-0.3
석유	1	1	1	1	1	1	12	12	-4.1	0.4
가스	0	1	1	1	1	1	13	16	4.4	1.4
전기	1	1	1	1	1	1	24	29	1.7	1.3
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
철강	17	30	35	37	38	37	100	100	3.4	1.0
석탄	13	26	30	33	33	33	84	88	3.7	1.1
석유	1	0	0	0	0	0	0	0	-13.5	-1.0
가스	1	2	2	2	2	2	5	6	5.4	1.0
전기	2	3	3	3	3	3	10	7	3.1	-0.8
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
조립금속	5	11	13	15	16	18	100	100	4.6	2.0
석탄	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	2	0	0	0	0	0	2	1	-9.0	-1.4
가스	1	2	2	2	3	3	17	17	5.7	1.9
전기	3	9	11	12	13	14	80	82	6.7	2.1
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-

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	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
자동차 형태별 (백만대)	12	23	26	27	28	28	100	100	3.7	0.8
승용차	8	19	21	23	23	24	81	85	4.8	1.1
화물차	3	4	4	4	3	3	16	12	2.0	-0.3
승합차	1	1	1	1	1	1	4	3	-2.9	-0.2
자동차 연료별 (백만대)										
휘발유	7	11	12	13	13	13	48	46	2.4	0.7
경유	4	10	11	11	10	9	43	34	5.8	-0.2
전기자동차	-	0	0	1	2	3	0	9	66.1	19.0
수소자동차	-	-	0	0	1	1	0	3	-	49.3
기타	1	2	2	2	2	2	10	8	3.2	-0.1
에너지 수요	31	43	46	47	47	46	100	100	1.8	0.3
휘발유	8	10	10	11	11	10	22	22	1.1	0.2
경유	13	20	21	20	20	19	46	41	2.2	-0.2
중유	4	3	3	3	3	3	7	6	-1.9	0.0
제트유	2	5	6	7	8	8	12	18	4.8	2.2
부탄	3	4	3	3	3	3	9	7	0.3	-0.6
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.7	0.2
도시가스	-	1	1	2	1	1	3	3	-	0.3
전기	0	0	0	1	1	1	1	2	2.1	6.5
신재생·기타	-	1	1	1	1	1	2	1	-	-0.8
수송 수단별 에너지수요										
도로	24	34	36	37	36	34	80	75	2.1	0.0
철도	1	0	0	0	0	0	1	1	-2.0	-0.5
항공	2	5	6	7	8	8	12	18	4.8	2.2
해운	5	3	3	3	3	3	7	7	-2.1	-0.1

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	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
인구 (백만명)	47.0	51.6	51.9	51.9	51.6	50.9	-	-	0.5	-0.1
가구 (백만가구)	14.5	19.8	21.0	21.6	22.1	22.3	-	-	1.7	0.6
형태별 주택(백만호)	11.0	16.2	17.7	18.5	19.0	19.4	100	100	2.2	0.8
단독	4.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.4	22	18	-0.7	-0.2
아파트	5.2	10.0	11.4	12.2	12.8	13.2	62	68	3.7	1.2
공동주택	1.7	2.5	2.7	2.7	2.6	2.8	16	14	2.4	0.4
평균 주거 면적(m ²)	85.5	76.8	75.6	75.7	75.5	74.9	-	-	-0.6	-0.1
에너지 지표										
주택당 에너지수요(toe/천원)	1.93	1.43	1.24	1.19	1.15	1.13	-	-	-1.6	-1.1
면적당	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-1.1	-1.0
에너지수요(toe/100m ²)										
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.46	1.17	1.05	1.01	0.99	0.98	-	-	-1.2	-0.8
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.37	1.47	1.52	1.57	1.61	-	-	3.1	0.8
에너지 수요										
석탄	1	0	0	0	0	0	1	0	-2.9	-8.7
석유	9	3	2	2	1	1	15	4	-5.2	-5.7
도시가스	7	11	10	10	11	10	47	48	2.2	-0.2
전기	3	6	7	7	7	7	26	32	3.6	0.7
지역난방	1	2	2	2	2	2	10	10	4.1	0.0
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	5	5.0	6.4
용도별 에너지 수요										
난방/온수	17	16	14	14	13	13	70	60	-0.4	-1.0
취사	1	2	2	2	2	2	7	8	2.4	0.1
냉방	0	1	1	1	1	1	3	4	18.5	1.2
조명	0	1	1	1	1	1	3	4	3.5	0.2
기타 가전기기	2	4	5	5	5	5	17	25	3.0	1.6

주) 단독주택은 건물에 대한 소유권이 하나인 주택으로 다중주택이나 다가구주택은 여러 세대가 함께 거주하는 주택이지만 세대별로 소유권이 구분되지 않기 때문에 단독주택으로 분류. 공동주택은 집합 건물로서 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	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종별 산출액 (조원)										
도소매	134	254	300	340	376	415	-	-	3.6	2.3
숙박음식	61	134	156	175	191	208	-	-	4.5	2.0
운수보관	69	152	185	213	238	264	-	-	4.5	2.5
정보통신	56	148	198	237	272	304	-	-	5.5	3.3
공공행정및국방	73	145	173	191	199	204	-	-	3.9	1.6
교육서비스	65	128	146	158	165	170	-	-	3.8	1.3
의료복지	41	148	214	265	310	352	-	-	7.4	4.0
예술,스포츠,레저	16	41	55	66	76	85	-	-	5.5	3.4
기타서비스	284	708	919	1 080	1 215	1 339	-	-	5.2	2.9
에너지 수요	14	25	29	31	33	34	100	100	3.6	1.3
석유	6	3	2	2	2	2	13	5	-2.8	-3.4
도시가스	2	4	5	6	6	7	15	19	4.0	2.5
전기	6	15	17	18	19	20	57	60	5.2	1.6
지역난방	0	0	0	1	1	1	2	2	8.9	1.7
신재생·기타	0	3	4	4	4	5	13	14	20.9	1.6
부문별 에너지 수요										
상업 서비스	11	18	21	22	24	25	71	72	2.8	1.4
공공 서비스	3	7	8	9	9	9	29	28	5.9	1.1

석유 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
원유 수요*	130	164	197	208	213	214	-	-	1.3	1.2
국제 병커링	7	9	10	11	12	12	-	-	1.2	1.4
총공급	101	119	128	131	133	133	100	100	0.9	0.5
전환	7	2	1	1	1	1	1	1	-7.4	-3.3
최종소비	94	117	127	131	132	133	99	99	1.2	0.6
제품별 석유 수요										
휘발유	8	10	10	11	11	10	8	8	1.0	0.1
등유	10	3	2	1	1	1	2	1	-7.0	-5.2
경유	19	24	24	23	22	21	20	16	1.2	-0.5
중유	20	5	5	5	5	5	4	4	-7.2	-0.6
제트유	3	6	6	7	8	8	5	6	4.5	1.9
프로판	5	6	6	7	7	7	5	5	1.7	0.4
부탄	4	5	5	5	5	5	4	4	1.1	-0.2
납사	29	55	63	66	67	69	47	52	3.6	1.0
기타 비에너지유	3	5	6	7	7	8	4	6	2.9	1.8
용도별 석유 수요										
산업	49	69	79	83	85	87	58	65	2.0	1.1
(연료)	16	9	10	10	11	11	8	8	-3.3	0.8
(원료)	32	60	69	72	75	76	51	57	3.6	1.1
수송	31	41	44	44	44	43	34	32	1.6	0.2
가정	9	3	2	2	1	1	3	1	-5.3	-5.7
서비스	6	3	2	2	2	2	3	1	-2.8	-3.4
전환	7	2	1	1	1	1	1	1	-7.4	-3.3

* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

석탄 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총공급	43	87	95	98	97	88	100	100	4.0	0.1
전환부문	23	54	56	56	54	46	63	51	4.8	-0.8
최종소비부문	20	32	39	42	43	43	37	49	2.8	1.3
제품별 석탄 수요										
국내탄	2	1	0	0	0	0	1	0	-6.9	-6.1
수입무연탄	1	4	6	6	6	6	5	7	7.5	1.7
연료용 유연탄	27	58	60	60	59	50	66	57	4.3	-0.6
원료용 유연탄	13	24	29	31	32	32	28	36	3.6	1.2
용도별 석탄 수요										
발전용	23	54	56	56	54	46	63	51	4.8	-0.8
코크스 제조 및 고로용	13	24	29	31	32	32	28	36	3.6	1.2
킬른가열용	4	2	2	2	2	2	3	2	-2.6	-0.3
기타 산업용	3	6	7	8	9	9	7	10	4.0	2.2
연탄용	1	0	0	0	0	0	0	0	-2.9	-8.7

가스 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총공급	19	53	58	65	70	77	100	100	5.9	1.7
전환 부문*	7	28	29	34	38	44	52	57	8.1	2.2
최종소비 부문	13	26	29	31	32	33	48	43	4.1	1.2
제품별 소비										
천연가스	6	27	28	33	37	44	51	57	9.1	2.2
도시가스	13	26	29	31	32	33	49	43	3.9	1.1
용도별 소비										
발전용	6	24	25	30	34	40	45	52	8.2	2.4
지역난방	1	4	3	4	4	4	7	5	10.9	0.3
산업	3	10	12	13	14	15	19	19	6.3	1.9
수송	-	1	1	2	1	1	2	2	-	0.3
가정	7	11	10	10	11	10	20	14	2.2	-0.2
서비스	2	4	5	6	6	7	7	9	4.0	2.5

* 자가소비 및 손실 포함

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

전기 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
발전설비 (GW)	48	119	152	189	210	226	100	100	5.1	3.0
석탄	14	35	39	38	36	29	30	13	5.3	-0.9
석유	5	12	11	11	11	11	10	5	5.5	-0.5
가스	13	31	35	55	63	79	26	35	5.1	4.3
원자력	14	22	26	20	18	16	18	7	2.6	-1.3
수력	3	6	7	8	9	9	5	4	4.1	1.4
신재생	-	12	33	57	72	82	10	36	-	9.3
총발전량(TWh)	266	571	652	707	754	795	100	100	4.3	1.5
석탄	99	232	238	238	231	191	41	24	4.8	-0.9
석유	19	6	1	1	1	1	1	0	-5.9	-8.0
가스	28	164	159	209	254	333	29	42	10.2	3.3
원자력	109	134	181	145	135	125	23	16	1.1	-0.3
수력	6	7	7	8	9	9	1	1	1.5	1.2
대체	-	27	65	104	123	135	5	17	-	7.6
상용자가	5	1	1	1	1	1	0	0	-9.4	0.4
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	64	113	131	135	138	135	100	100	3.3	0.8
석탄	23	54	56	56	54	46	48	34	4.8	-0.8
석유	6	1	0	0	0	0	1	0	-8.1	-5.6
가스	6	24	25	30	34	40	21	30	8.2	2.4
수력	1	2	2	2	2	2	1	1	0.6	1.2
원자력	27	28	39	31	29	27	25	20	0.2	-0.3
신재생·기타	-	4	9	16	19	21	3	15	-	8.0
전기 수요(TWh)	240	526	602	655	700	741	100	100	4.5	1.6
산업	132	284	329	358	383	409	54	55	4.3	1.7
수송	2	3	4	6	9	12	1	2	2.1	6.5
가정	37	71	76	79	81	82	13	11	3.7	0.7
서비스	68	169	193	212	227	238	32	32	5.2	1.6

* 상용자가는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

열에너지 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
열생산량	1	3	2	3	3	3	100	100	4.4	0.2
발전폐열	1	2	2	2	2	2	65	66	3.8	0.3
지역난방	0	1	1	1	1	1	35	34	5.7	0.0
지역난방용 에너지 수요	1	4	4	4	4	4	100	100	7.7	0.3
석유	0	0	0	0	0	0	5	5	-4.9	0.3
가스	1	4	3	4	4	4	95	95	10.9	0.3
지역난방 수요	1	3	3	3	3	3	100	100	4.6	0.3
가정	1	2	2	2	2	2	85	80	4.1	0.0
서비스	0	0	0	1	1	1	15	20	8.9	1.7

신재생/기타 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
부문별 신재생에너지 수요	2	18	26	35	40	44	100	100	12.4	4.3
발전	-	4	9	16	19	21	22	47	n.a	8.0
산업	2	9	12	14	15	17	54	39	9.3	2.8
수송	-	1	1	1	1	1	4	1	n.a	-0.8
가정	0	0	1	1	1	1	2	2	5.0	6.4
서비스	0	3	4	4	4	5	19	11	20.9	1.6

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
에너지당 배출(톤/toe)	2.56	2.48	2.46	2.44	2.42	2.36	-	-	-0.2	-0.2
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.46	0.35	0.32	0.29	0.27	0.24	-	-	-1.4	-1.7
인구당 배출(톤/인)	8.83	12.40	13.27	13.84	14.07	13.91	-	-	1.9	0.5
온실가스 배출	415	640	689	719	727	707	100	100	2.4	0.5
석탄	162	326	357	369	366	333	51	47	4.0	0.1
석유	213	201	210	213	213	210	31	30	-0.3	0.2
천연가스	40	113	122	136	147	164	18	23	5.9	1.7
부문별 온실가스 직접 배출										
산업	145	202	240	258	267	271	32	38	1.9	1.4
수송	87	118	127	129	128	125	19	18	1.7	0.2
가정	42	35	30	28	27	26	5	4	-1.1	-1.3
서비스	20	18	18	19	19	19	3	3	-0.6	0.3
발전/열생산	121	267	273	284	286	266	42	38	4.5	0.0

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 저성장 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
인구 (백만명)	47	52	52	52	52	51	-	-	0.5	-0.1
가구 (백만가구)	15	20	21	22	22	22	-	-	1.7	0.6
국내총생산 (GDP, 조원)	904	1 808	2 126	2 342	2 490	2 618	-	-	3.9	1.7
주요 업종별 부가가치 (조원)										
농림어업, 광업	30	35	36	36	36	35	-	-	0.7	0.0
제조업	223	482	549	590	618	645	-	-	4.4	1.3
- 석유화학, 비금속, 1차철강	63	113	126	134	138	143	-	-	3.3	1.1
- 조립금속	98	287	333	364	386	406	-	-	6.2	1.6
SOC	88	132	141	149	152	152	-	-	2.2	0.7
서비스업	516	1 008	1 224	1 372	1 477	1 567	-	-	3.8	2.0
수입단가										
원유 (\$/bbl)	20	72	85	93	101	109	-	-	7.5	1.9
천연가스 (\$/톤)	181	541	535	519	524	546	-	-	6.3	0.0
유연탄 (\$/톤)	24	117	121	123	125	127	-	-	9.1	0.4
에너지 지표										
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	0	0	-	-	-4.0	-3.7
총에너지 수요 (백만 toe)	193	306	341	350	352	345	-	-	2.6	0.6
에너지원단위 (toe/백만원)	0.21	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	-	-	-1.3	-1.1
일인당에너지소비 (toe/인)	4.11	5.93	6.58	6.74	6.81	6.79	-	-	2.1	0.6
최종 소비 (백만 toe)	150	237	261	271	274	274	-	-	2.6	0.7
전기생산 (TWh)	266	571	642	684	715	738	-	-	4.3	1.2
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	11	12	13	14	15	-	-	3.8	1.2
에너지부문 온실가스 지표										
온실가스 배출 (백만톤)	415	640	679	696	690	656	-	-	2.4	0.1
배출원단위 (톤/백만원)	0.46	0.35	0.32	0.30	0.28	0.25	-	-	-1.4	-1.6
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.40	13.08	13.41	13.36	12.91	-	-	1.9	0.2

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	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총에너지	193	306	341	350	352	345	100	100	2.6	0.6
석탄	43	87	94	96	93	83	28	24	4.0	-0.2
석유	101	119	126	127	126	123	39	36	0.9	0.2
가스	19	53	56	61	64	69	17	20	5.9	1.2
수력	1	2	2	2	2	2	1	1	0.6	1.2
원자력	27	28	39	31	29	27	9	8	0.2	-0.3
신재생·기타	2	18	26	34	38	41	6	12	12.4	4.0
최종 소비	150	237	261	271	274	274	100	100	2.6	0.7
석탄	20	32	38	39	39	38	14	14	2.8	0.7
석유	94	117	125	126	125	122	49	45	1.2	0.2
도시가스	13	26	29	30	31	31	11	11	4.1	0.9
전기	21	45	51	55	57	59	19	22	4.5	1.2
열에너지	1	3	3	3	3	3	1	1	4.6	0.3
신재생·기타	2	14	17	18	20	21	6	8	10.9	2.0
산업	84	145	165	173	176	177	61	65	3.1	0.9
수송	31	43	46	46	46	44	18	16	1.8	0.1
가정	21	23	22	22	22	22	10	8	0.5	-0.3
서비스	14	25	28	30	31	31	11	11	3.6	1.0

최종 소비 부문별·원별 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
산업	84	145	165	173	176	177	100	100	3.1	0.9
석탄	19	32	38	39	39	38	22	21	2.9	0.7
석유	49	69	77	79	79	79	48	44	2.0	0.6
도시가스	3	10	11	12	13	13	7	8	6.3	1.4
전기	11	24	28	30	31	32	17	18	4.3	1.2
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	12	13	14	16	7	9	9.3	2.3
수송	31	43	46	46	46	44	100	100	1.8	0.1
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	41	43	44	43	41	95	93	1.6	0.1
도시가스	0	1	1	2	1	1	3	3	-	0.3
전기	0	0	0	1	1	1	1	2	2.1	6.5
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	2	1	-	-0.9
가정	21	23	22	22	22	22	100	100	0.5	-0.3
석탄	1	0	0	0	0	0	1	0	-2.9	-8.7
석유	9	3	2	2	1	1	15	5	-5.3	-5.2
도시가스	7	11	10	10	10	10	47	48	2.2	-0.2
전기	3	6	7	7	7	7	26	33	3.7	0.7
열에너지	1	2	2	2	2	2	10	11	4.1	0.1
신재생·기타	0	0	0	1	1	1	1	4	5.0	4.7
서비스 (상업, 공공, 기타)	14	25	28	30	31	31	100	100	3.6	1.0
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-1.1
석유	6	3	2	2	2	1	13	5	-2.8	-3.7
도시가스	2	4	5	6	6	6	15	20	4.0	2.2
전기	6	15	16	18	18	19	57	60	5.2	1.2
열에너지	0	0	0	1	1	1	2	2	8.9	1.4
신재생·기타	0	3	4	4	4	4	13	14	20.9	1.2

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종 산출액 (조원)										
석유/화학	126	265	314	345	369	392	-	-	4.2	1.8
비금속	19	46	52	55	58	60	-	-	4.9	1.3
1차철강	60	104	114	118	117	115	-	-	3.1	0.5
금속, 기계, 전자, 정밀	173	714	856	955	1034	1109	-	-	8.2	2.0
운송장비	117	248	267	284	298	317	-	-	4.3	1.1
건설	167	254	271	289	296	299	-	-	2.4	0.7
주요 제품 생산량 (천톤)										
기초유분	16	31	34	35	35	35	-	-	3.6	0.5
조강	43	72	78	79	77	74	-	-	2.9	0.1
전로	25	48	54	56	55	53	-	-	3.8	0.5
전기로	18	24	24	23	22	21	-	-	1.5	-0.6
시멘트	51	52	51	48	46	44	-	-	0.1	-0.8
클링커	46	45	44	42	40	38	-	-	0.0	-0.8
에너지 수요 (백만 toe)										
석탄	19	32	38	39	39	38	22	21	2.9	0.7
석유	49	69	77	79	79	79	48	44	2.0	0.6
도시가스	3	10	11	12	13	13	7	8	6.3	1.4
전기	11	24	28	30	31	32	17	18	4.3	1.2
열에너지	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	12	13	14	16	7	9	9.3	2.3
주요 업종 에너지원단위										
석유/화학	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	-	-	-0.3	-1.0
비금속	0.29	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	-	-	-6.1	-1.3
1차철강	0.28	0.29	0.30	0.30	0.29	0.29	-	-	0.3	-0.1
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.2	-0.3

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

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 (2) - 저성장 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종별 에너지 수요										
석유/화학	36	72	81	84	85	85	100	100	3.9	0.8
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.2	1.4
석유	33	62	69	71	71	71	87	84	3.6	0.6
가스	0	4	5	5	5	5	5	6	14.5	1.7
전기	2	5	7	7	8	8	7	10	4.8	2.0
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
비금속	6	4	4	4	4	4	100	100	-1.5	0.0
석탄	4	2	2	2	2	2	51	43	-2.6	-0.7
석유	1	1	1	1	1	1	12	12	-4.1	0.0
가스	0	1	1	1	1	1	13	16	4.4	0.9
전기	1	1	1	1	1	1	24	29	1.7	0.8
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
철강	17	30	34	35	34	33	100	100	3.4	0.4
석탄	13	26	30	31	30	29	84	86	3.7	0.5
석유	1	0	0	0	0	0	0	0	-13.5	-1.3
가스	1	2	2	2	2	2	5	6	5.4	0.8
전기	2	3	3	3	3	2	10	8	3.1	-0.9
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
조립금속	5	11	13	14	15	16	100	100	4.6	1.5
석탄	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	2	0	0	0	0	0	2	1	-9.0	-1.9
가스	1	2	2	2	2	3	17	17	5.7	1.4
전기	3	9	11	12	12	13	80	82	6.7	1.6
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-

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)

주요지표	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
자동차 형태별 (백만대)	12	23	26	27	28	28	100	100	3.7	0.8
승용차	8	19	21	23	23	24	81	85	4.8	1.1
화물차	3	4	4	4	3	3	16	12	2.0	-0.4
승합차	1	1	1	1	1	1	4	3	-2.9	-0.2
자동차 연료별 (백만대)										
휘발유	7	11	12	13	13	13	48	46	2.4	0.7
경유	4	10	11	11	10	9	43	34	5.8	-0.2
전기자동차	-	0	0	1	2	3	0	9	66.1	19.0
수소자동차	-	-	0	0	1	1	0	3	-	49.3
기타	1	2	2	2	2	2	10	8	3.2	-0.1
에너지 수요	31	43	46	46	46	44	100	100	1.8	0.1
휘발유	8	10	10	11	11	10	22	23	1.1	0.2
경유	13	20	21	20	19	18	46	41	2.2	-0.4
중유	4	3	3	3	3	3	7	6	-1.9	0.0
제트유	2	5	6	7	7	7	12	16	4.8	1.5
부탄	3	4	3	3	3	3	9	7	0.3	-0.6
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.7	0.1
도시가스	-	1	1	2	1	1	3	3	-	0.3
전기	0	0	0	1	1	1	1	2	2.1	6.5
신재생·기타	-	1	1	1	1	1	2	1	-	-0.9
수송 수단별 에너지수요										
도로	24	34	36	36	35	34	80	76	2.1	-0.1
철도	1	0	0	0	0	0	1	1	-2.0	-0.5
항공	2	5	6	7	7	7	12	16	4.8	1.5
해운	5	3	3	3	3	3	7	7	-2.1	-0.2

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	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
인구 (백만명)	47.0	51.6	51.9	51.9	51.6	50.9	-	-	0.5	-0.1
가구 (백만가구)	14.5	19.8	21.0	21.6	22.1	22.3	-	-	1.7	0.6
형태별 주택(백만호)	11.0	16.2	17.7	18.5	19.0	19.4	100	100	2.2	0.8
단독	4.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.4	22	18	-0.7	-0.2
아파트	5.2	10.0	11.4	12.2	12.8	13.2	62	68	3.7	1.2
공동주택	1.7	2.5	2.7	2.7	2.6	2.8	16	14	2.4	0.4
평균 주거 면적(m ²)	85.5	76.8	75.2	74.8	74.1	73.0	-	-	-0.6	-0.2
에너지 지표										
주택당 에너지수요(toe/천원)	1.93	1.43	1.24	1.18	1.15	1.12	-	-	-1.6	-1.1
면적당	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-1.1	-0.9
에너지수요(toe/100m ²)										
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.46	1.17	1.05	1.01	0.99	0.97	-	-	-1.2	-0.9
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.37	1.47	1.53	1.58	1.63	-	-	3.1	0.8
에너지 수요										
석탄	1	0	0	0	0	0	1	0	-2.9	-8.7
석유	9	3	2	2	1	1	15	5	-5.2	-5.2
도시가스	7	11	10	10	10	10	47	48	2.2	-0.2
전기	3	6	7	7	7	7	26	33	3.6	0.7
지역난방	1	2	2	2	2	2	10	11	4.1	0.1
신재생·기타	0	0	0	1	1	1	1	4	5.0	4.7
용도별 에너지 수요										
난방/온수	17	16	14	14	13	13	70	59	-0.4	-1.1
취사	1	2	2	2	2	2	7	8	2.4	0.1
냉방	0	1	1	1	1	1	3	4	18.5	1.2
조명	0	1	1	1	1	1	3	4	3.5	0.5
기타 가전기기	2	4	5	5	5	5	17	25	3.0	1.6

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	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종별 산출액 (조원)										
도소매	134	254	294	324	349	375	-	-	3.6	1.8
숙박음식	61	134	153	167	178	188	-	-	4.5	1.6
운수보관	69	152	181	203	221	238	-	-	4.5	2.1
정보통신	56	148	194	227	253	274	-	-	5.5	2.8
공공행정및국방	73	145	170	182	185	184	-	-	3.9	1.1
교육서비스	65	128	143	151	153	153	-	-	3.8	0.8
의료복지	41	148	209	253	288	318	-	-	7.4	3.5
예술,스포츠,레저	16	41	54	63	70	76	-	-	5.5	2.9
기타서비스	284	708	900	1 032	1 128	1 209	-	-	5.2	2.5
에너지 수요	14	25	28	30	31	31	100	100	3.6	1.0
석유	6	3	2	2	2	1	13	5	-2.8	-3.7
도시가스	2	4	5	6	6	6	15	20	4.0	2.2
전기	6	15	16	18	18	19	57	60	5.2	1.2
지역난방	0	0	0	1	1	1	2	2	8.9	1.4
신재생·기타	0	3	4	4	4	4	13	14	20.9	1.2
부문별 에너지 수요										
상업 서비스	11	18	20	22	22	23	71	73	2.8	1.1
공공 서비스	3	7	8	8	8	9	29	27	5.9	0.6

석유 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
원유 수요*	130	164	193	198	197	193	-	-	1.3	0.8
국제 병커링	7	9	10	11	11	11	-	-	1.2	1.0
총공급	101	119	126	127	126	123	100	100	0.9	0.2
전환	7	2	1	1	1	1	1	1	-7.4	-3.5
최종소비	94	117	125	126	125	122	99	99	1.2	0.2
제품별 석유 수요										
휘발유	8	10	10	11	11	10	8	8	1.0	0.1
등유	10	3	2	1	1	1	2	1	-7.0	-4.9
경유	19	24	24	23	22	21	20	17	1.2	-0.6
중유	20	5	5	5	5	5	4	4	-7.2	-0.7
제트유	3	6	6	7	7	7	5	6	4.5	1.2
프로판	5	6	6	6	6	6	5	5	1.7	0.0
부탄	4	5	5	5	5	5	4	4	1.1	-0.3
납사	29	55	61	63	63	62	47	51	3.6	0.5
기타 비에너지유	3	5	6	6	7	7	4	6	2.9	1.3
용도별 석유 수요										
산업	49	69	77	79	79	79	58	64	2.0	0.6
(연료)	16	9	10	10	10	10	8	8	-3.3	0.4
(원료)	32	60	67	69	69	69	51	56	3.6	0.6
수송	31	41	43	44	43	41	34	33	1.6	0.1
가정	9	3	2	2	1	1	3	1	-5.3	-5.2
서비스	6	3	2	2	2	1	3	1	-2.8	-3.7
전환	7	2	1	1	1	1	1	1	-7.4	-3.5

* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

석탄 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총공급	43	87	94	96	93	83	100	100	4.0	-0.2
전환부문	23	54	56	56	54	45	63	55	4.8	-0.8
최종소비부문	20	32	38	39	39	38	37	45	2.8	0.7
제품별 석탄 수요										
국내탄	2	1	0	0	0	0	1	0	-6.9	-6.3
수입무연탄	1	4	5	6	6	6	5	7	7.5	1.2
연료용 유연탄	27	58	60	60	58	50	66	60	4.3	-0.7
원료용 유연탄	13	24	28	29	29	27	28	33	3.6	0.6
용도별 석탄 수요										
발전용	23	54	56	56	54	45	63	55	4.8	-0.8
코크스 제조 및 고로용	13	24	28	29	29	27	28	33	3.6	0.6
킬른가열용	4	2	2	2	2	2	3	2	-2.6	-0.7
기타 산업용	3	6	7	8	8	8	7	10	4.0	1.8
연탄용	1	0	0	0	0	0	0	0	-2.9	-8.7

가스 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총공급	19	53	56	61	64	69	100	100	5.9	1.2
전환 부문*	7	28	28	31	33	38	52	55	8.1	1.4
최종소비 부문	13	26	29	30	31	31	48	45	4.1	0.9
제품별 소비										
천연가스	6	27	27	31	33	38	51	54	9.1	1.5
도시가스	13	26	29	30	31	31	49	45	3.9	0.8
용도별 소비										
발전용	6	24	24	27	29	34	45	49	8.2	1.6
지역난방	1	4	3	4	4	4	7	5	10.9	0.2
산업	3	10	11	12	13	13	19	19	6.3	1.4
수송	-	1	1	2	1	1	2	2	-	0.3
가정	7	11	10	10	10	10	20	15	2.2	-0.2
서비스	2	4	5	6	6	6	7	9	4.0	2.2

* 자가소비 및 손실 포함

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

전기 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
발전설비 (GW)	48	119	152	185	201	212	100	100	5.1	2.7
석탄	14	35	39	38	36	29	30	14	5.3	-0.9
석유	5	12	11	11	11	11	10	5	5.5	-0.5
가스	13	31	35	51	55	67	26	32	5.1	3.6
원자력	14	22	26	20	18	16	18	8	2.6	-1.3
수력	3	6	7	8	9	9	5	4	4.1	1.4
신재생	-	12	33	57	71	79	10	37	-	9.1
총발전량(TWh)	266	571	642	684	715	738	100	100	4.3	1.2
석탄	99	232	238	238	231	191	41	26	4.8	-0.9
석유	19	6	1	1	1	1	1	0	-5.9	-8.1
가스	28	164	149	186	217	279	29	38	10.2	2.5
원자력	109	134	181	145	135	125	23	17	1.1	-0.3
수력	6	7	7	8	9	9	1	1	1.5	1.2
대체	-	27	65	104	121	132	5	18	-	7.4
상용자가	5	1	1	1	1	1	0	0	-9.4	-0.1
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	64	113	130	132	133	128	100	100	3.3	0.6
석탄	23	54	56	56	54	45	48	35	4.8	-0.8
석유	6	1	0	0	0	0	1	0	-8.1	-5.8
가스	6	24	24	27	29	34	21	26	8.2	1.6
수력	1	2	2	2	2	2	1	2	0.6	1.2
원자력	27	28	39	31	29	27	25	21	0.2	-0.3
신재생·기타	-	4	9	16	18	20	3	16	-	7.8
전기 수요(TWh)	240	526	593	634	663	687	100	100	4.5	1.2
산업	132	284	322	344	358	372	54	54	4.3	1.2
수송	2	3	4	6	9	12	1	2	2.1	6.5
가정	37	71	76	79	81	83	13	12	3.7	0.7
서비스	68	169	190	205	214	220	32	32	5.2	1.2

* 상용자가는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

열에너지 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
열생산량	1	3	2	3	3	3	100	100	4.4	0.1
발전폐열	1	2	2	2	2	2	65	66	3.8	0.2
지역난방	0	1	1	1	1	1	35	34	5.7	0.0
지역난방용 에너지 수요	1	4	4	4	4	4	100	100	7.7	0.2
석유	0	0	0	0	0	0	5	5	-4.9	0.2
가스	1	4	3	4	4	4	95	95	10.9	0.2
지역난방 수요	1	3	3	3	3	3	100	100	4.6	0.3
가정	1	2	2	2	2	2	85	81	4.1	0.1
서비스	0	0	0	1	1	1	15	19	8.9	1.4

신재생/기타 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
부문별 신재생에너지 수요	2	18	26	34	38	41	100	100	12.4	4.0
발전	-	4	9	16	18	20	22	49	n.a	7.8
산업	2	9	12	13	14	16	54	38	9.3	2.3
수송	-	1	1	1	1	1	4	1	n.a	-0.9
가정	0	0	0	1	1	1	2	2	5.0	4.7
서비스	0	3	4	4	4	4	19	10	20.9	1.2

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
에너지당 배출(톤/toe)	2.56	2.48	2.46	2.46	2.44	2.39	-	-	-0.2	-0.2
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.46	0.35	0.32	0.30	0.28	0.25	-	-	-1.4	-1.6
인구당 배출(톤/인)	8.83	12.40	13.08	13.41	13.36	12.91	-	-	1.9	0.2
온실가스 배출	415	640	679	696	690	656	100	100	2.4	0.1
석탄	162	326	353	360	351	313	51	48	4.0	-0.2
석유	213	201	207	208	204	198	31	30	-0.3	-0.1
천연가스	40	113	118	129	135	146	18	22	5.9	1.2
부문별 온실가스 직접 배출										
산업	145	202	234	245	245	241	32	37	1.9	0.8
수송	87	118	126	127	125	120	19	18	1.7	0.1
가정	42	35	30	28	27	26	5	4	-1.1	-1.3
서비스	20	18	18	18	18	18	3	3	-0.6	-0.1
발전/열생산	121	267	270	278	275	251	42	38	4.5	-0.3

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 목표 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
인구 (백만명)	47	52	52	52	52	51	-	-	0.5	-0.1
가구 (백만가구)	15	20	21	22	22	22	-	-	1.7	0.6
국내총생산 (GDP, 조원)	904	1 808	2 130	2 352	2 531	2 692	-	-	3.9	1.8
주요 업종별 부가가치 (조원)										
농림어업, 광업	30	35	36	36	36	36	-	-	0.7	0.2
제조업	223	482	550	593	628	663	-	-	4.4	1.5
- 석유화학, 비금속, 1차철강	63	113	126	134	141	147	-	-	3.3	1.2
- 조립금속	98	287	334	365	392	418	-	-	6.2	1.7
SOC	88	132	141	150	154	156	-	-	2.2	0.8
서비스업	516	1 008	1 226	1 378	1 501	1 611	-	-	3.8	2.2
수입단가										
원유 (\$/bbl)	20	72	67	65	63	62	-	-	7.5	-0.6
천연가스 (\$/톤)	181	541	520	471	468	466	-	-	6.3	-0.7
유연탄 (\$/톤)	24	117	115	115	114	113	-	-	9.1	-0.1
에너지 지표										
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	0	0	-	-	-4.0	-3.6
총에너지 수요 (백만 toe)	193	306	329	328	320	312	-	-	2.6	0.1
에너지원단위 (toe/백만원)	0.21	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	-	-	-1.3	-1.7
일인당에너지소비 (toe/인)	4.11	5.93	6.33	6.31	6.20	6.14	-	-	2.1	0.2
최종 소비 (백만 toe)	150	237	248	248	244	238	-	-	2.6	0.0
전기생산 (TWh)	266	571	609	630	639	643	-	-	4.3	0.5
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	11	12	12	12	13	-	-	3.8	0.6
에너지부문 온실가스 지표										
온실가스 배출 (백만톤)	415	640	645	622	574	534	-	-	2.4	-0.8
배출원단위 (톤/백만원)	0.46	0.35	0.30	0.26	0.23	0.20	-	-	-1.4	-2.6
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.40	12.43	11.98	11.11	10.51	-	-	1.9	-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 - 목표 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총에너지	193	306	329	328	320	312	100	100	2.6	0.1
석탄	43	87	92	90	82	76	28	24	4.0	-0.6
석유	101	119	120	117	113	108	39	35	0.9	-0.4
가스	19	53	50	48	47	44	17	14	5.9	-0.9
수력	1	2	2	2	2	2	1	1	0.6	1.2
원자력	27	28	39	31	29	27	9	8	0.2	-0.3
신재생·기타	2	18	26	40	48	55	6	18	12.4	5.3
최종 소비	150	237	248	248	244	238	100	100	2.6	0.0
석탄	20	32	36	37	37	36	14	15	2.8	0.5
석유	94	117	120	116	112	108	49	45	1.2	-0.4
도시가스	13	26	26	26	25	24	11	10	4.1	-0.4
전기	21	45	48	50	51	51	19	22	4.5	0.6
열에너지	1	3	3	3	2	2	1	1	4.6	-0.3
신재생·기타	2	14	16	16	16	16	6	7	10.9	0.9
산업	84	145	159	162	163	162	61	68	3.1	0.5
수송	31	43	43	40	36	31	18	13	1.8	-1.4
가정	21	23	20	19	18	18	10	8	0.5	-1.2
서비스	14	25	27	27	27	26	11	11	3.6	0.1

최종 소비 부문별·원별 수요 - 목표 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
산업	84	145	159	162	163	162	100	100	3.1	0.5
석탄	19	32	36	37	37	36	22	22	2.9	0.5
석유	49	69	75	77	77	77	48	48	2.0	0.5
도시가스	3	10	10	10	10	9	7	6	6.3	-0.4
전기	11	24	26	27	27	28	17	17	4.3	0.6
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	11	12	12	12	7	8	9.3	1.3
수송	31	43	43	40	36	31	100	100	1.8	-1.4
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	41	40	36	32	28	95	88	1.6	-1.8
도시가스	0	1	1	2	2	2	3	5	-	1.3
전기	0	0	1	1	2	2	1	6	2.1	9.3
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	1	1	1	0	0	2	1	-	-2.7
가정	21	23	20	19	18	18	100	100	0.5	-1.2
석탄	1	0	0	0	0	0	1	0	-2.9	-9.3
석유	9	3	1	1	0	0	15	1	-5.3	-11.6
도시가스	7	11	9	9	9	9	47	48	2.2	-1.1
전기	3	6	6	6	6	6	26	36	3.7	0.2
열에너지	1	2	2	2	2	2	10	11	4.1	-0.5
신재생·기타	0	0	0	1	1	1	1	4	5.0	3.8
서비스 (상업, 공공, 기타)	14	25	27	27	27	26	100	100	3.6	0.1
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-0.9
석유	6	3	3	2	2	2	13	9	-2.8	-1.8
도시가스	2	4	5	5	5	5	15	18	4.0	0.8
전기	6	15	15	16	16	16	57	60	5.2	0.3
열에너지	0	0	0	0	0	0	2	2	8.9	0.7
신재생·기타	0	3	3	3	3	3	13	11	20.9	-0.4

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 목표 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종 산출액 (조원)										
석유/화학	126	265	314	346	375	403	-	-	4.2	1.9
비금속	19	46	52	56	59	62	-	-	4.9	1.4
1차철강	60	104	114	118	119	118	-	-	3.1	0.6
금속, 기계, 전자, 정밀	173	714	857	960	1051	1140	-	-	8.2	2.2
운송장비	117	248	268	285	303	325	-	-	4.3	1.2
건설	167	254	271	290	301	308	-	-	2.4	0.9
주요 제품 생산량 (천톤)										
기초유분	16	31	34	35	35	36	-	-	3.6	0.6
조강	43	72	78	79	78	77	-	-	2.9	0.3
전로	25	48	54	57	57	55	-	-	3.8	0.6
전기로	18	24	24	23	22	21	-	-	1.5	-0.6
시멘트	51	52	51	49	47	45	-	-	0.1	-0.7
클링커	46	45	44	42	41	39	-	-	0.0	-0.7
에너지 수요 (백만 toe)										
석탄	19	32	36	37	37	36	22	22	2.9	0.5
석유	49	69	75	77	77	77	48	48	2.0	0.5
도시가스	3	10	10	10	10	9	7	6	6.3	-0.4
전기	11	24	26	27	27	28	17	17	4.3	0.6
열에너지	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	11	12	12	12	7	8	9.3	1.3
주요 업종 에너지원단위										
석유/화학	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	-	-	-0.3	-1.3
비금속	0.29	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	-	-	-6.1	-1.6
1차철강	0.28	0.29	0.29	0.29	0.28	0.27	-	-	0.3	-0.3
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.2	-1.2

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

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 (2) - 목표 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종별 에너지 수요										
석유/화학	36	72	79	81	81	81	100	100	3.9	0.6
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.2	-0.4
석유	33	62	69	70	71	71	87	87	3.6	0.6
가스	0	4	4	4	4	4	5	4	14.5	-0.1
전기	2	5	6	6	7	7	7	8	4.8	1.1
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
비금속	6	4	4	4	4	4	100	100	-1.5	-0.2
석탄	4	2	2	2	2	2	51	43	-2.6	-1.0
석유	1	1	1	1	1	1	12	12	-4.1	-0.2
가스	0	1	1	1	1	1	13	14	4.4	0.3
전기	1	1	1	1	1	1	24	31	1.7	0.9
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
철강	17	30	34	34	34	32	100	100	3.4	0.3
석탄	13	26	29	30	30	28	84	88	3.7	0.5
석유	1	0	0	0	0	0	0	0	-13.5	-0.8
가스	1	2	2	1	1	1	5	4	5.4	-1.3
전기	2	3	3	3	3	3	10	8	3.1	-0.5
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
조립금속	5	11	12	13	13	13	100	100	4.6	0.7
석탄	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	2	0	0	0	0	0	2	1	-9.0	-1.9
가스	1	2	2	2	2	2	17	16	5.7	0.4
전기	3	9	10	10	11	11	80	83	6.7	0.8
신재생	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-

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 - 목표 시나리오

(단위: 백만 toe)

주요지표	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
자동차 형태별 (백만대)	12	23	26	27	28	28	100	100	3.7	0.9
승용차	8	19	21	23	23	24	81	84	4.8	1.1
화물차	3	4	4	4	4	4	16	13	2.0	0.2
승합차	1	1	1	1	1	1	4	3	-2.9	-0.4
자동차 연료별 (백만대)										
휘발유	7	11	12	12	12	12	48	42	2.4	0.3
경유	4	10	11	10	9	8	43	28	5.8	-1.0
전기자동차	-	0	1	3	4	5	0	17	69.9	22.5
수소자동차	-	-	0	0	1	3	0	10	-100.0	-
기타	1	2	2	2	1	1	10	3	3.2	-3.9
에너지 수요	31	43	43	40	36	31	100	100	1.8	-1.4
휘발유	8	10	10	9	7	6	22	20	1.1	-2.0
경유	13	20	19	16	14	11	46	34	2.2	-2.7
중유	4	3	3	3	2	2	7	7	-1.9	-1.0
제트유	2	5	6	6	7	7	12	22	4.8	1.4
부탄	3	4	3	3	2	2	9	5	0.3	-4.0
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.7	-0.1
도시가스	-	1	1	2	2	2	3	5	-	1.3
전기	0	0	1	1	2	2	1	6	2.1	9.3
신재생·기타	-	1	1	1	0	0	2	1	-	-2.7
수송 수단별 에너지수요										
도로	24	34	34	30	26	22	80	69	2.1	-2.1
철도	1	0	0	0	0	0	1	1	-2.0	-0.9
항공	2	5	6	6	7	7	12	22	4.8	1.4
해운	5	3	3	3	3	3	7	8	-2.1	-1.0

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

가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 목표 시나리오

(단위: 백만 toe)

주요지표	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
인구 (백만명)	47.0	51.6	51.9	51.9	51.6	50.9	-	-	0.5	-0.1
가구 (백만가구)	14.5	19.8	21.0	21.6	22.1	22.3	-	-	1.7	0.6
형태별 주택(백만호)	11.0	16.2	17.7	18.5	19.0	19.4	100	100	2.2	0.8
단독	4.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.4	22	18	-0.7	-0.2
아파트	5.2	10.0	11.4	12.2	12.8	13.2	62	68	3.7	1.2
공동주택	1.7	2.5	2.7	2.7	2.6	2.8	16	14	2.4	0.4
평균 주거 면적(m ²)	85.5	76.8	75.2	74.9	74.4	73.5	-	-	-0.6	-0.2
에너지 지표										
주택당 에너지수요(toe/천원)	1.93	1.43	1.11	1.02	0.96	0.92	-	-	-1.6	-2.0
면적당	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	-	-	-1.1	-1.8
에너지수요(toe/100m ²)										
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.46	1.17	0.94	0.87	0.83	0.80	-	-	-1.2	-1.7
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.37	1.39	1.41	1.43	1.46	-	-	3.1	0.3
에너지 수요	21	23	20	19	18	18	100	100	0.5	-1.2
석탄	1	0	0	0	0	0	1	0	-2.9	-9.3
석유	9	3	1	1	0	0	15	1	-5.2	-11.6
도시가스	7	11	9	9	9	9	47	48	2.2	-1.1
전기	3	6	6	6	6	6	26	36	3.6	0.2
지역난방	1	2	2	2	2	2	10	11	4.1	-0.5
신재생·기타	0	0	0	1	1	1	1	4	5.0	3.8
용도별 에너지 수요										
난방/온수	17	16	12	11	10	10	70	54	-0.4	-2.3
취사	1	2	2	2	2	2	7	10	2.4	0.2
냉방	0	1	1	1	1	1	3	4	18.5	0.7
조명	0	1	1	1	1	1	3	5	3.5	0.2
기타 가전기기	2	4	4	5	5	5	17	27	3.0	1.1

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 - 목표 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요 업종별 산출액 (조원)										
도소매	134	254	294	326	355	385	-	-	3.6	1.9
숙박음식	61	134	153	168	181	193	-	-	4.5	1.7
운수보관	69	152	181	204	225	245	-	-	4.5	2.2
정보통신	56	148	194	228	257	282	-	-	5.5	3.0
공공행정및국방	73	145	170	183	188	189	-	-	3.9	1.2
교육서비스	65	128	143	152	156	158	-	-	3.8	1.0
의료복지	41	148	210	255	293	327	-	-	7.4	3.7
예술,스포츠,레저	16	41	54	63	72	79	-	-	5.5	3.0
기타서비스	284	708	901	1036	1147	1243	-	-	5.2	2.6
에너지 수요	14	25	27	27	27	26	100	100	3.6	0.1
석유	6	3	3	2	2	2	13	9	-2.8	-1.8
도시가스	2	4	5	5	5	5	15	18	4.0	0.8
전기	6	15	15	16	16	16	57	60	5.2	0.3
지역난방	0	0	0	0	0	0	2	2	8.9	0.7
신재생·기타	0	3	3	3	3	3	13	11	20.9	-0.4
부문별 에너지 수요										
상업 서비스	11	18	19	20	19	19	71	73	2.8	0.2
공공 서비스	3	7	7	7	7	7	29	27	5.9	-0.2

석유 공급 및 수요 - 목표 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
원유 수요*	130	164	193	199	201	199	-	-	1.3	0.9
국제 벙커링	7	9	10	10	10	10	-	-	1.2	0.7
총공급	101	119	120	117	113	108	100	100	0.9	-0.4
전환	7	2	1	1	1	1	1	1	-7.4	-4.0
최종소비	94	117	120	116	112	108	99	99	1.2	-0.4
제품별 석유 수요										
휘발유	8	10	10	9	8	6	8	6	1.0	-2.0
등유	10	3	1	1	1	1	2	0	-7.0	-7.2
경유	19	24	22	19	16	13	20	12	1.2	-2.7
중유	20	5	4	4	4	4	4	3	-7.2	-1.6
제트유	3	6	6	7	7	7	5	7	4.5	1.2
프로판	5	6	6	6	6	6	5	6	1.7	0.0
부탄	4	5	4	4	3	3	4	3	1.1	-2.3
납사	29	55	61	63	63	63	47	58	3.6	0.6
기타 비에너지유	3	5	5	5	5	5	4	5	2.9	0.0
용도별 석유 수요										
산업	49	69	75	77	77	77	58	72	2.0	0.5
(연료)	16	9	9	9	9	9	8	8	-3.3	0.1
(원료)	32	60	66	68	68	68	51	63	3.6	0.6
수송	31	41	40	36	32	28	34	25	1.6	-1.8
가정	9	3	1	1	0	0	3	0	-5.3	-11.6
서비스	6	3	3	2	2	2	3	2	-2.8	-1.8
전환	7	2	1	1	1	1	1	1	-7.4	-4.0

* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

석탄 공급 및 수요 - 목표 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총공급	43	87	92	90	82	76	100	100	4.0	-0.6
전환부문	23	54	56	53	45	40	63	53	4.8	-1.3
최종소비부문	20	32	36	37	37	36	37	47	2.8	0.5
제품별 석탄 수요										
국내탄	2	1	0	0	0	0	1	0	-6.9	-6.3
수입무연탄	1	4	4	4	4	5	5	6	7.5	0.0
연료용 유연탄	27	58	59	57	48	44	66	58	4.3	-1.2
원료용 유연탄	13	24	28	29	29	28	28	36	3.6	0.6
용도별 석탄 수요										
발전용	23	54	56	53	45	40	63	53	4.8	-1.3
코크스 제조 및 고로용	13	24	28	29	29	28	28	36	3.6	0.6
킬른가열용	4	2	2	2	2	2	3	2	-2.6	-1.0
기타 산업용	3	6	6	6	6	6	7	8	4.0	0.6
연탄용	1	0	0	0	0	0	0	0	-2.9	-9.3

가스 공급 및 수요 - 목표 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
총공급	19	53	50	48	47	44	100	100	5.9	-0.9
전환 부문*	7	28	24	23	23	20	52	46	8.1	-1.4
최종소비 부문	13	26	26	26	25	24	48	54	4.1	-0.4
제품별 소비										
천연가스	6	27	24	22	22	20	51	45	9.1	-1.4
도시가스	13	26	26	26	25	24	49	55	3.9	-0.3
용도별 소비										
발전용	6	24	21	19	19	17	45	38	8.2	-1.6
지역난방	1	4	3	3	3	3	7	7	10.9	-0.4
산업	3	10	10	10	10	9	19	21	6.3	-0.4
수송	-	1	1	2	2	2	2	4	-	1.3
가정	7	11	9	9	9	9	20	19	2.2	-1.1
서비스	2	4	5	5	5	5	7	10	4.0	0.8

* 자가소비 및 손실 포함

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

전기 공급 및 수요 - 목표 시나리오

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
발전설비 (GW)	48	119	155	206	237	269	100	100	5.1	3.8
석탄	14	35	39	36	29	25	30	9	5.3	-1.5
석유	5	12	11	11	11	11	10	4	5.5	-0.5
가스	13	31	35	39	39	43	26	16	5.1	1.5
원자력	14	22	26	20	18	16	18	6	2.6	-1.3
수력	3	6	7	8	9	9	5	3	4.1	1.4
신재생	-	12	36	92	130	164	10	61	-	12.8
총발전량(TWh)	266	571	609	630	639	643	100	100	4.3	0.5
석탄	99	232	238	226	188	170	41	26	4.8	-1.4
석유	19	6	1	1	1	1	1	0	-5.9	-8.2
가스	28	164	112	97	105	92	29	14	10.2	-2.6
원자력	109	134	181	145	135	125	23	19	1.1	-0.3
수력	6	7	7	8	9	9	1	1	1.5	1.2
대체	-	27	69	151	201	245	5	38	-	10.5
상용자가	5	1	1	1	1	1	0	0	-9.4	-0.2
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	64	113	127	129	126	125	100	100	3.3	0.4
석탄	23	54	56	53	45	40	48	32	4.8	-1.3
석유	6	1	0	0	0	0	1	0	-8.1	-6.0
가스	6	24	21	19	19	17	21	14	8.2	-1.6
수력	1	2	2	2	2	2	1	2	0.6	1.2
원자력	27	28	39	31	29	27	25	21	0.2	-0.3
신재생·기타	-	4	10	23	31	38	3	31	-	11.0
전기 수요(TWh)	240	526	562	583	593	598	100	100	4.5	0.6
산업	132	284	300	312	317	321	54	54	4.3	0.6
수송	2	3	9	15	18	21	1	3	2.1	9.3
가정	37	71	72	73	74	74	13	12	3.7	0.2
서비스	68	169	180	183	184	182	32	30	5.2	0.3

* 상용자가는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

열에너지 공급 및 수요 - 목표 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
열생산량	1	3	2	2	2	2	100	100	4.4	-0.5
발전폐열	1	2	2	2	2	2	65	66	3.8	-0.4
지역난방	0	1	1	1	1	1	35	34	5.7	-0.6
지역난방용 에너지 수요	1	4	4	4	3	3	100	100	7.7	-0.4
석유	0	0	0	0	0	0	5	5	-4.9	-0.4
가스	1	4	3	3	3	3	95	95	10.9	-0.4
지역난방 수요	1	3	3	3	2	2	100	100	4.6	-0.3
가정	1	2	2	2	2	2	85	82	4.1	-0.5
서비스	0	0	0	0	0	0	15	18	8.9	0.7

신재생/기타 공급 및 수요 - 목표 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
부문별 신재생에너지 수요	2	18	26	40	48	55	100	100	12.4	5.3
발전	-	4	10	23	31	38	22	70	n.a	11.0
산업	2	9	11	12	12	12	54	23	9.3	1.3
수송	-	1	1	1	0	0	4	1	n.a	-2.7
가정	0	0	0	1	1	1	2	1	5.0	3.8
서비스	0	3	3	3	3	3	19	5	20.9	-0.4

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 목표 시나리오

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2018	2025	2030	2035	2040	비중 (%)		증가율 (%)	
							2018	2040	00-18	18-40
주요지표										
에너지당 배출(톤/toe)	2.56	2.48	2.46	2.43	2.37	2.34	-	-	-0.2	-0.3
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.46	0.35	0.30	0.26	0.23	0.20	-	-	-1.4	-2.6
인구당 배출(톤/인)	8.83	12.40	12.43	11.98	11.11	10.51	-	-	1.9	-0.8
온실가스 배출	415	640	645	622	574	534	100	100	2.4	-0.8
석탄	162	326	346	339	306	287	51	54	4.0	-0.6
석유	213	201	194	181	168	154	31	29	-0.3	-1.2
천연가스	40	113	106	102	100	93	18	17	5.9	-0.9
부문별 온실가스 직접 배출										
산업	145	202	222	226	224	220	32	41	1.9	0.4
수송	87	118	118	107	95	82	19	15	1.7	-1.7
가정	42	35	25	22	21	20	5	4	-1.1	-2.6
서비스	20	18	18	18	17	17	3	3	-0.6	-0.4
발전/열생산	121	267	263	249	216	196	42	37	4.5	-1.4

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

2. 참고문헌

- 관계부처합동. (2018.6). “전기·수소차 보급 확산을 위한 정책방향.”
- 국토교통부. (2017). “도로교통량통계연보.” 국토교통부.
- 기상청. (2019). “2018년 이상기후 보고서.”
- 김수일. (2019). “E3ME 모형을 활용한 제3차 에너지기본계획 주요 정책의 사회 경제적 파급효과 분석.” 에너지경제연구원.
- 김재경. (2019). “E-mobility 성장에 따른 석유산업 대응 전략 연구.”
- 박명덕. (2019). “E-Mobility 성장에 따른 전력산업 대응 전략 연구.”
- 산업통상자원부. (2015). 제7차 전력수급계획. 산업통상자원부.
- 산업통상자원부. (2016년 7월 6일). (보도자료) 30년 이상 노후 석탄발전 10기 폐지.
- 산업통상자원부. (2017a). 재생에너지 3020 이행계획.
- 산업통상자원부. (2017b). “제8차 전력수급기본계획.”
- 산업통상자원부. (2018.12). “자동차 부품산업 활력제고 방안.”
- 산업통상자원부. (2018.7). “온실가스 감축 로드맵 수정안 및 2013~2020년 배출권 할당계획 확정.”
- 산업통상자원부. (2019). “제3차 에너지기본계획.”
- 산업통상자원부. (2019.10). “미래자동차 산업 발전 전략.”
- 신석하. (2015). 한국의 장기 경제성장률 전망과 관련 정책의 현황 및 시사점. “한국경제포럼”, (페이지: 21~32).
- 에너지경제연구원. (2016). “2016 장기 에너지 전망.” 에너지경제연구원.
- 에너지경제연구원. (2017). “2017 장기 에너지 전망.” 에너지경제연구원.
- 에너지경제연구원. (2018). “2018 장기 에너지 전망.” 에너지경제연구원.
- 에너지경제연구원. (2019). “2019 중기 에너지수요 전망(2018~2023).” 에너지경제연구원.
- 에너지경제연구원. (2019a). “에너지수요전망 2019/하반기.” 에너지경제연구원.
- 이달석, 조철근, 오은주. (2019). “2019 하반기 국제 원유 시황과 유가 전망.” 에너지경제연구원.

전호철. (2017). “전기자동차 보급에 따른 지역간 오염물질 및 온실가스 배출영향 분석.”

제주특별자치도. (2019). 에너지자립도 실행을 위한 신재생에너지 통합보완-CFI2030계획 수정 보완 용역.

조상민, 이승문. (2019). “E-Mobility 성장에 따른 신재생에너지 산업 대응 전략 연구.”

통계청. (2017). “장래가구추계 : 2015~2045.” 통계청.

통계청. (2019년 12월). “장래인구추계 : 2017~2067.” 통계청.

한국전력공사. (2019). “한국전력통계.”

환경부. (2017년 9월 26일). 미세먼지 관리 종합대책.

Bloomberg News. (2019년 8월 16일). Even Andrew Cuomo isn't sure of New York's near-impossible climate goals.

Bloomberg News. (2019년 9월 20일). Merkel coalition weighs big increase in onshore wind and solar.

Clean Energy Wire. (2019년 9월 20일). Germany bets on slow-starting CO2 price, slew of incentives to reach 2030 climate goals.

Committee on Climate Change. (2019). “Net Zero: the UK's contribution to stopping global warming.”

Government France. (2019년 5월 3일). France wants to be the first country in Europe to put the carbon neutrality goal on a statutory footing.

IEA. (2019). “World Energy Outlook 2019.” Paris: IEA Publications.

IGU. (2018). “2018 World LNG Report.”

Ministry for the Environment, New Zealand. (2019). Climate change response(zero carbon) amendment bill: summary.

New York Times. (2019년 7월 23일). House Democrats offer an alternative to the Green New Deal.

Science and Technology Committee. (2019). “Clean growth: technologies for meeting the UK's emissions reduction targets.” 22: 8.

UNEP. (2019). “Emissions gap report 2019.”

KEEI 2019 장기 에너지전망

2019년 12월 30일 인쇄

2019년 12월 31일 발행

발행인 조 용 성

발행처 **에너지경제연구원**

44543 울산광역시 중구 종가로 405-11

전화: (052)714-2114(代)

팩시밀리: (052)714-2026

등 록 제369-2016-000001호(2016년 1월 22일)

인 쇄 디자인 범신(052)245-8737

© 에너지경제연구원 2019
