

# KEEI 2018 장기 에너지 전망

2018 LONG-TERM ENERGY OUTLOOK



에너지경제연구원  
Korea Energy Economics Institute

# KEEI 2018 장기 에너지 전망

2018 LONG-TERM ENERGY OUTLOOK



『KEEI 2018 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. 2018년 장기 에너지 전망은 최근의 에너지 수급 변화를 심도 있게 분석하여 각종 에너지 수급 지표를 전망함으로써 국가 에너지 수급 정책 방향 설정 및 조정에 기여하고자 시행되었으며, ‘제3차 에너지기본계획’ 민간 워킹 그룹이 에너지기본계획 권고안을 작성하는데 사용되었습니다.

『KEEI 2018 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.

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 부연구위원이 작성 책임을 맡고, 김성균 연구위원(산업, 온실가스), 김철현 연구위원(가정, 석탄), 이승문 연구위원(수송, 석유), 강병욱 부연구위원(전환, 경제), 이성재 전문연구원(서비스, 가스)이 작성에 참여했으며, 남보라 전문원이 연구를 지원하였습니다. 또한, 박광수 선임연구위원, 강윤영 교수(서울대)가 보고서를 검토하였습니다.

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



# 제 목 차 례

요약 및 특징 .....	9
<b>제1장      에너지 전망 개요 .....</b>	<b>13</b>
1.   에너지 전망의 배경 .....	15
2.   기준 시나리오의 주요 전제 .....	22
3.   기준 시나리오의 주요 결과 .....	30
<b>제2장      부문별, 에너지원별 상세 결과 .....</b>	<b>41</b>
1.   산업 부문 .....	43
2.   수송 부문 .....	48
3.   가정 부문 .....	54
4.   서비스 부문 .....	59
5.   발전 부문 .....	64
6.   석탄 .....	76
7.   석유 .....	79
8.   가스 .....	83
<b>부 록      .....</b>	<b>89</b>
1.   주요 지표 및 에너지 전망 결과 .....	91
2.   참고문헌 .....	106



# 표 차례

표 1.1	경제, 에너지, 온실가스 주요 지표.....	31
표 1.2	제3차 에너지기본계획 기준 시나리오의 총에너지 및 최종 소비.....	31
표 2.1	부문별 전기 수요 추이 (TWh) .....	66
표 2.2	제8차 전력수급기본계획의 석탄 및 원자력 발전 설비 건설과 폐지 계획 .....	71

# 그림 차례

그림 1.1	인구 구조 및 생산가능인구 비율 변화 .....	22
그림 1.2	출생아 수와 합계출산율 최근 추이 .....	23
그림 1.3	GDP 성장률과 생산가능인구 성장률 추이.....	24
그림 1.4	주요 업종별 전망 기간 부가가치 증가율 및 비중 변화 .....	26
그림 1.5	2017년 서비스업 업종별 부가가치 및 2017~2040년 부가가치 연평균 증가율 .....	27
그림 1.6	원유 및 천연가스 도입 가격 추이.....	28
그림 1.7	2차 및 3차 에너지기본계획의 인구, 가구, 경제성장률 비교 (2017~2035).....	29
그림 1.8	2차 및 3차 에너지기본계획의 국제 유가 비교 (2017~2035).....	29
그림 1.9	2017~2040년 최종 소비 부문별 에너지 상품 수요 변화.....	34
그림 1.10	총에너지에서 에너지 상품별 비중 변화.....	36
그림 1.11	총에너지에서 원료용 소비를 제외한 에너지 상품의 비중 변화 .....	36
그림 1.12	전망 기간 주요 부문의 석유 수요 변화 기여 .....	37
그림 1.13	발전용 연료의 기간별 수요 변화.....	38
그림 1.14	에너지원별 최종 소비와 주요 업종별 부가가치 비중 .....	39
그림 1.15	총에너지 및 에너지원단위 비교 .....	39
그림 1.16	온실가스 배출 집약도와 화석 연료별 온실가스 배출 .....	40
그림 2.1	산업 부문의 에너지 수요, 부가가치 및 에너지원단위, 1990-2040 .....	44
그림 2.2	주요 업종별 에너지 수요 비중 변화 .....	45
그림 2.3	에너지 상품별 2040년 산업 부문 에너지 수요 비중.....	47
그림 2.4	수송 부문 에너지 소비 및 증가율 추이.....	48
그림 2.5	기술에 따른 자동차 보급과 증가율 추이.....	49
그림 2.6	자동차 보급대수 및 대당 인구수 추이 .....	50
그림 2.7	수송 수단별 사업용 여객 및 화물 수송 수요 .....	51
그림 2.8	2017~2040년 수송 부문 에너지 수요 변화 .....	52
그림 2.9	수송 연료별 비중 및 수요 (백만 toe).....	53
그림 2.10	기간별 연평균 가정 부문 에너지 소비 및 주요 변수 증가율 (%).....	54
그림 2.11	가정 부문 에너지 수요 및 가구당 에너지 수요.....	55
그림 2.12	형태별 주택 수 및 호당 난방/온수/취사용 에너지 수요 .....	56
그림 2.13	전망 기간(2017~2040년) 가정 부문 용도별 에너지 수요 변화 .....	57
그림 2.14	가정 부문 에너지 상품별 소비 및 전기 비중 .....	58

그림 2.15	서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 추이 .....	59
그림 2.16	2017년과 2040년 서비스업 업종별 에너지 수요 .....	61
그림 2.17	2017년과 2040년 서비스 부문 용도별 에너지 수요 .....	62
그림 2.18	서비스 부문 에너지원별 수요 추이 및 전망 .....	63
그림 2.19	GDP 및 전기 소비 증가율과 부문별 전력화 비율 .....	64
그림 2.20	GDP 및 전기 수요 추이 .....	65
그림 2.21	냉난방도일과 여름철 및 겨울철의 전기 소비 .....	67
그림 2.22	전기 수요 전망 비교 .....	68
그림 2.23	에너지원별 발전 설비 용량(GW) 변화 .....	69
그림 2.24	설비 예비율 추이 및 전망 .....	72
그림 2.25	에너지원별 발전량 변화 .....	74
그림 2.26	발전량 및 연료 소비 추이 .....	74
그림 2.27	발전 부문 온실가스 배출 전망 .....	75
그림 2.28	석탄 수요 추이 및 전망 .....	77
그림 2.29	기간별 주요 용도의 석탄 수요 변화 .....	78
그림 2.30	2017년 국내 석유 수급 현황 (백만 bbl) .....	79
그림 2.31	석유제품 수요 및 증가율 추이 .....	80
그림 2.32	석유화학의 석유 소비 및 총 석유 소비에서 석유화학이 차지하는 비중 추이 .....	81
그림 2.33	석유제품의 비중 변화 추이 .....	82
그림 2.34	2017년 천연가스 수급 흐름 (천 톤) .....	83
그림 2.35	산업 부문 업종별 도시가스 소비 추이 .....	85
그림 2.36	용도별 가스 소비 추이 및 전망 .....	86
그림 2.37	주요 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망 .....	87
그림 2.38	부문별 도시가스 소비 추이 및 전망 .....	88



# 글상자 차례

글상자 1.1	실제 합계출산률이 예상보다 낮아지며 인구 감소 도래 시기가 빨라질 가능성이 상승 .....	23
글상자 1.2	제2차 에너지기본계획 주요 전제와의 비교 (2017~2035년) .....	28
글상자 1.3	제2차 에너지기본계획과의 비교 .....	39
글상자 2.1	최근의 이상 기후와 전기 소비 변동성 확대 .....	67
글상자 2.2	제8차 전력수급기본계획(2017~2031) 기준 수요와의 비교 .....	68
글상자 2.3	도시가스 원료비 연동제 유예와 미수금 회수의 영향 .....	85



## 요약 및 특징

### □ '제3차 에너지기본계획' 수립을 위한 장기 에너지 전망 기준 시나리오

- 정부는 <녹색성장기본법>과 <에너지법>에 근거하여 2019년 상반기까지 '제3차 에너지기본계획'을 수립하기 위해 작업 중이며, 이러한 과정의 하나로 총괄 분과, 수요 분과, 공급 분과, 산업 일자리 분과, 갈등 관리 소통 분과 등으로 구성된 민간 워킹 그룹을 구성하고 시민단체를 포함한 에너지 전문가들의 의견을 모아 권고안을 작성함. 본 보고서는 '제3차 에너지기본계획' 수립을 위한 연구의 일부로 진행된 에너지 수급 추이 및 전망 결과를 상세히 설명하기 위해 작성됨
- 본 보고서에서 설명하고 있는 장기 에너지 전망 “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 구조로 정의함. 이는 미래의 에너지 수급을 예측(Forecast)하기 위한 것이 아니라, 경제, 사회, 소비 행태를 비롯하여 에너지 관련 정책의 변화가 미래에 어떤 변화를 가져올지 전망(Outlook)하고 에너지 시스템에 영향을 미칠 중요 요인들과 불확실성에 대한 정보를 제공하기 위한 것이며, '제3차 에너지기본계획'에서도 정부의 목표를 분석하고 평가하기 위한 기준으로 사용됨
- 정부는 환경, 안전, 경제를 축으로 에너지 정책의 전환을 추구하고 있으며 이러한 정책 전환의 핵심은 이미 '국정운영 5개년 계획', '재생에너지 3020 이행계획', '제8차 전력수급기본계획' 등에 부분적으로 담겨있으며, '제3차 에너지기본계획'은 이러한 변화를 종합한 에너지 정책의 철학과 방향을 제시할 것으로 기대됨. 하지만, 에너지 전환이라는 패러다임은 이미 일부 정책에 반영되어 시행되고 있으며, 이는 기준 시나리오에서도 과거와 구별되는 에너지 수급 구조나 온실가스 배출 추이를 만들 것으로 분석됨
- 예를 들어, '제8차 전력수급기본계획'의 설비 계획에 따라 이미 건설이 진행 중인 신규 석탄화력 발전소 총 13기, 12.4 GW가 예정대로 가동되지만, 정부의 석탄화력 발전에 대한 정책이 그 이후에도 유지된다면 2030년 이전에 총 14기, 5.5 GW의 석탄화력 발전소가 폐지되고, 2030년 이후 19기, 8.9 GW의 석탄화력 설비가 추가로 폐지됨. 또한 원자력 발전소도 신고리 6호기를 마지막으로 신규 건설이 중단되며, 2020년대 11기, 9.1 GW, 2030년대 4기, 4 GW 규모의 설비가 가동 중지될 것으로 예정임. 석탄과 원자력 발전 설비의 폐지는 가스복합화력 설비와 신재생에너지 설비의 확대를 통해 대응할 계획임
- 이러한 변화로 2040년 석탄화력과 원자력의 발전량이 총발전량에서 차지하는 비중은 각각 26%와 15% 수준으로 하락하는 반면 가스복합화력과 신재생에너지 발전량은 2040년 각각 41%와 18% 수준으로 증가할 전망이다. 석탄과 원자력 발전의 감소를 가스 및 신재생에너지 발전이 대체하면서 전망 기간 발전 부문의 연료 수요는 연평균 0.7% 증가하고 온실가스 배출은 연평균 0.1% 증가에 그칠 뿐만 아니라, 발전 연료 수요와 온실가스 배출의 경로는 2030년대 초반이나 중반에 정점에 도달할 것으로 전망됨



## □ 인구 정체와 경제의 장기 잠재 성장을 하락으로 에너지 수요 증가는 둔화

- 최근 저유가 지속과 세계 경제의 회복 등 외부적인 요인과 소득 주도 성장의 효과로 수출이 큰 폭으로 증가하고 단기적으로 경제 상황이 호전되고 있지만, 가계 부채의 증가와 철강, 자동차, 조선 등 주요 업종의 대내외 상황 악화뿐만 아니라 생산가능인구의 감소, 자본 축적 속도 둔화 등으로 장기 잠재 경제성장률이 전망 기간 연평균 2.0% 증가하여 과거보다는 낮아질 것으로 예상됨. 한편, 탈공업화의 진전으로 서비스업이 경제 성장을 주도하면서 제조업 비중은 2017년 29.1%에서 2040년에는 26.9%로 소폭 축소되지만, 제조업 내에서는 디지털 경제의 확산에 따라 기계류 업종이 연평균 2.1%로 빠르게 성장하고, 국제 유가의 완만한 상승과 설비 증설 및 고도화, 배터리 등을 중심으로 한 석유화학 제품 수요의 꾸준한 증가로 석유화학 업종이 연평균 1.5% 성장할 것으로 전망됨
- 인구 정체, 경제 성장 둔화 및 에너지 저소비형 경제 구조, 에너지 효율 개선으로 에너지의 최종 소비는 전망 기간 연평균 0.8%, 약 46백만 toe 증가하여, 과거 대비 증가 속도가 대폭 하락할 전망이다. 석유화학 업종의 원료용 석유제품 수요 증가로 산업 부문이 최종 소비 부문 에너지 수요 증가의 대부분을 차지하며, 인구 증가 정체와 자동차 연비 개선, 그리고 난방 및 단열 효율의 지속적 상승으로 수송 부문과 건물 부문의 에너지 수요 증가는 크게 둔화됨. 특히, 수송 부문의 경우 내연기관 자동차 연비 향상 및 전기 자동차 보급 확대가 영향을 미쳐 2030년 무렵 에너지 소비가 정점에 도달할 것으로 전망됨. 원료용을 포함한 최종 소비 전체를 보면 2040년에도 석유가 전체 소비의 45%가량을 차지하여 여전히 최대 에너지 상품 공급원의 역할을 수행하지만, 원료용을 제외할 경우 2030년대 후반에는 전기가 최종 소비 부문의 연료용 에너지 상품에서 석유를 추월하여 최대 에너지 공급원으로 부상함
- 최종 소비 부문의 에너지 수요 증가율 하락과 발전 부문의 석탄화력 발전소 최대 출력 제한 및 효율 향상, 노후 석탄화력 및 원자력 발전소 폐지 등으로 총에너지 수요는 최종 소비 증가 속도보다는 낮은 연평균 0.6% 증가하여 2017년 300.3백만 toe에서 2040년 347백만 toe에 도달할 것으로 전망됨. 한편, 2030년까지 재생에너지 발전 비중을 20%까지 확대하는 등 정부가 신재생에너지 보급 확대에 집중하고, 원자력 발전 설비는 2030년까지 약 9 GW 규모가 폐지되면서, 원자력의 감소와 신재생에너지의 증가가 2030년 이전에 30백만 toe 수준에서 교차하여 2030년대에는 신재생에너지가 총에너지에서 차지하는 비중이 원자력을 추월할 것으로 예상됨

## □ 원자력 발전 설비의 폐지에도 불구하고 총에너지 수요와 온실가스 배출의 정점 발생

- 총에너지 수요는 2030년대 중반 약 352백만 toe 수준의 정점에 도달한 후 감소할 것으로 전망되는데, 경제성장률이나 최종 소비 증가율에 비해 총에너지 수요 증가율이 낮은 것은 과거 대비 큰 폭으로 하락한 전기 수요 증가율, 노후 석탄화력 발전소 및 원자력 발전소의 폐지와 연료 전환, 석탄화력 발전소 최대 출력 제한 및 봄철 노후 석탄 설비 한시적 가동 중지 및 효율 향상이 큰 영향을 미치는 것으로 나타남. 석탄화력 및 원자력의 축소를 가스복합화력이 상당 부분 대체하면서 평균 발전효율이 상승하는 것이 2040년 기준 총에너지 수요의 약 8%가량을 절약하는 것으로 분석됨

- 한편, 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출은 2017년 623.5백만 톤(tCO<sub>2</sub>eq)에서 2030년대 초반 693백만 톤까지 증가한 이후 점차 감소할 것으로 분석됨. 연평균으로 환산하면 온실가스 배출의 증가 속도는 약 0.3% 수준으로 같은 기간 연평균 0.6% 증가하는 총에너지나 2.1% 증가하는 국내총생산에 비해 온실가스 배출의 증가 속도는 많이 낮아질 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. 즉, 온실가스 감축 수단 역할을 담당하던 원자력이 2020년대 중반 이후 축소되지만, 원자력의 감소로 인한 온실가스 배출 증가 요인은 신재생에너지 보급 확대에 대응하고 석탄화력 발전을 가스복합화력으로 대체하면서 전반적인 온실가스 배출은 감소하는 것으로 나타남. 원자력 및 노후 석탄화력 발전소의 폐지, 온실가스 감축을 위한 신재생에너지 보급 및 가스 발전의 확대의 상호 작용은 온실가스 배출 정점의 시기를 결정하는 중요한 역할을 할 것으로 예상됨
- 기준 시나리오의 결과는 에너지 효율 개선과 더불어 생산 활동 둔화로 인해 에너지 수요 증가의 정체가 뚜렷하게 나타나며, 온실가스 배출의 정점 발생 시기뿐만 아니라 에너지 수요 정점의 발생도 에너지 전환 정책의 유지 여부에 따라 달라질 수 있음을 동시에 알려주고 있음. 또한, 석탄화력과 원자력 발전의 축소 그리고 신재생에너지 발전의 확대가 '제3차 에너지기본계획' 정책 목표에서 강화될 경우, 계통 주파수 유지를 중심으로 한 전력 시스템의 안정적 운영, 불확실성에 대한 대응 능력, 발전용 에너지의 세제 형평성, 시스템 비용과 환경 비용을 아우르는 발전 비용, 전기 요금 인상을 중심으로 한 에너지 가격 등 광범위한 문제에 대한 사회적 논의와 해결 방안에 대한 공감대가 더욱 필요함





## 제1장 에너지 전망 개요



## 1. 에너지 전망의 배경

### 제3차 에너지기본계획의 수립

#### □ 에너지기본계획은 에너지 부문 기본 철학과 목표를 제시하는 최상위 계획

- 에너지기본계획은 <저탄소녹색성장기본법>에 근거 매 5년마다 수립하는 에너지 부문의 최상위 계획으로 에너지와 관련된 우리나라의 기본 철학과 목표를 제시하는 국가 계획임
  - 과거 <에너지이용합리화법>에 의거 수립되던 중기 계획에서 시작하여, 2006년 제정된 <에너지기본법>이 에너지 관련 기본 철학과 전체 목표를 제시해 주는 종합 계획을 매 5년마다 수립할 것을 의무화함에 따라 2008년 '제1차 국가에너지기본계획(2008~2030)'부터 20년 이상의 장기 에너지 계획을 수립하게 됨<sup>1</sup>
  - <에너지기본법>은 이후 <저탄소녹색성장기본법>이 제정되면서 <에너지법>으로 변경되었고 국가에너지기본계획 수립에 관한 규정도 <저탄소녹색성장기본법>으로 이전되었는데, 이를 근거로 2013년 '제2차 에너지기본계획(2013~2035)'이 수립되었음
  - 법적 근거에 따라 2018년은 '제3차 에너지기본계획'을 수립할 시기이며, 정부에서는 2019년 초 확정을 목표로 에너지기본계획 수립을 진행하고 있음
- 기존 에너지기본계획 수립 당시에는 세계 에너지 시장의 완만한 에너지 소비 증가, 청정에너지 비중 확대, 신 고유가, 포스트 교토 체제를 위한 기후변화 협상 진행 등이 유사한 대내외 환경이었음
  - 하지만, '1차 국가에너지기본계획' 수립 당시에는 석유 정점 논란 등 석유 수급에 대한 불확실성이 증대되고 자원민족주의 확산으로 인한 에너지자원 국유화 경향이 강했던 반면, '2차 에너지기본계획' 수립 당시에는 비전통 에너지원 개발이 확대되는 한편, 후쿠시마 사고 이후 전 세계적인 원전 정책 변화와 신재생에너지 산업의 구조조정 등이 주요 이슈로 등장함
  - 국내 에너지 시장에서는 자주 공급 역량 약화, 에너지 안보에 대한 관심 증대, 에너지산업의 구조 변화(1차 국가에너지기본계획), 전력 수급 및 송전 여건 악화, 원전 안전에 대한 요구 강화, 다양한 갈등 과제의 등장 등(2차 에너지기본계획)이 주요 고려 사항으로 등장함
- 최근 몇 년 사이 미세먼지 및 지진 등과 같은 문제로 인해 환경과 안전에 대한 관심이 높아지는 가운데 정부에서 발표한 '국정운영 5개년 계획'과 '재생에너지 3020 이행계획', '제8차 전력수급기본계획' 등에는 에너지 정책 기조의 큰 변화가 일어났으며, 새로 수립될 '제3차 에너지기본계획'은 이러한 변화를 담은 에너지 정책의 철학과 방향을 제시할 것으로 예상됨

<sup>1</sup> '국가에너지기본계획'은 1997년 처음으로 <에너지이용합리화법> 제4조 규정에 의해 산업자원부(현 산업통상자원부) 장관이 10년 이상 기간으로 5년마다 수립하도록 하였으며, 이를 토대로 '제1차 계획(1997~2006)'과 '제2차 계획(2002~2011)'이 수립된 바 있음



- 노후 화력발전소 폐쇄 및 봄철 일시 가동 중단, 단계적인 원자력 발전소의 퇴출, 에너지 가격 체제의 합리적 개편, 분산형 전원 보급 확대, 태양광과 풍력을 중심으로 한 재생에너지 발전량 비중 확대가 정부의 에너지 정책 주요 목표임
- ‘재생에너지 3020 이행계획’과 ‘제8차 전력수급기본계획’에서는 구체적으로 2018~2030년 사이 풍력 16.5 GW, 태양광 30.8 GW의 설비 증설 계획과 원전 및 석탄화력 발전소를 단계적으로 감축하고 재생에너지와 천연가스 발전을 확대하는 에너지 전환 추진 계획을 수립함

#### □ 정부 주도 국가 계획에서 계획 수립 절차에 민간 참여 확대

- ‘1차 국가에너지기본계획’은 국가에너지위원회 및 전문위원회를 구성하여 계획 수립이 착수되었으며, 공청회 및 공개토론회 등의 대국민 의견 수렴을 거치긴 했으나 계획 내용 및 수립이 정부 주도로 진행됨
  - 국가에너지기본계획 수립을 위한 준비 작업의 일환으로써 “국가에너지기본계획작성을 위한 연구” 용역사업을 발주하여 에너지경제연구원이 국가에너지기본계획 초안을 작성하였으며, 2007년 4월~2008년 8월 사이 쟁점 분야별 T/F의 계획안 검토, 공청회, 공개토론회, 워크숍 및 정책간담회 등을 통한 의견 수렴을 거쳐 국가에너지기본계획(안)이 마련됨
  - 2008년 8월에는 에너지 관련부처와 당정협의를 거쳐 국가에너지위원회에서 ‘제1차 국가에너지 기본계획’을 심의·확정하여 발표함
- ‘제2차 에너지기본계획’은 계획 단계부터 5개의 분야별 워킹 그룹에 시민단체 및 전문가가 참여하는 민관 거버넌스를 구축하여 작성되었고, 최종 단계에서도 민관 공동의 산업통상자원부 에너지위원회와 녹색성장위원회의 심의를 거쳐 국무회의에서 심의 확정됨
  - 당시에는 원전 정책, 사후 핵연료, 송전선로 건설 등 에너지 정책을 둘러싼 다양한 갈등 과제들이 등장하였고 정책이 점점 복잡해지고 이해관계자간 갈등도 첨예한 상황이었음
  - 2013년 5월~2013년 10월 수요 분과, 전력 분과, 원전 분과, 신재생 분과, 총괄 분과 등 5개 민관 워킹 그룹(WG)을 통해 에너지 믹스를 포함한 핵심적인 정책과제를 논의하고 수집된 의견을 바탕으로 작성된 권고안을 정부에 공식적으로 제출하였음
  - 2013년 11월~2013년 12월에는 에너지 공공기관, 업계, 경제연구소 등이 참여하는 간담회, 국회 산업위 주최 공청회, 시민단체 토론회, 산업통상자원부 주최 대국민 공청회 등을 개최하여 의견을 수렴하고, 2014년 1월 에너지위원회, 녹색성장위원회, 차관회의를 거쳐 국무회의(2014.1.14)에서 2035년까지의 에너지정책 비전을 담고 있는 ‘제2차 에너지기본계획’을 심의·확정하였음
  - ‘제1차 국가에너지기본계획’은 공론화 과정에서 갈등이 심하게 노출되었고 갈등 조정 및 의견 수렴에 어려움을 겪었던 반면, ‘제2차 에너지기본계획’은 계획 초안 작성 기간 및 정부안 의견 수렴 기간이 상대적으로 짧아졌으나 계획 단계부터 민관 거버넌스를 구축하고 의견 수렴을 진행하여 공론화 과정에서는 갈등이 완화된 측면이 있음

- ‘제3차 에너지기본계획’은 민간 참여를 더욱 확대하여 계획 수립 초기 단계에서 시민단체를 포함한 에너지 공급 및 정책 전문가 워킹 그룹을 구성하고, 그 산하에 수요 분과, 공급 분과, 산업 일자리 분과, 갈등 관리 소통 분과 및 총괄 분과를 운영하였으며, 본 보고서 작성 시점 현재 워킹 그룹은 “제3차 에너지기본계획(권고안)”을 정부에 제출한 상태임

#### □ 에너지기본계획 기본 방향의 변화

- ‘제1차 국가에너지기본계획’은 기존의 공급 중심 에너지 정책에서 탈피하여 “에너지 안보”, “에너지 효율”, “친환경”을 에너지 정책의 3대 정책 목표로 삼고, 석유, 석탄 등 화석에너지의 의존도를 낮추는 대신 원자력 발전과 신재생에너지 비중을 대폭 확대하고자 함
  - ‘제1차 국가에너지기본계획’은 장기 에너지 정책 비전으로, 에너지 안보를 제고하고 에너지 자립 사회로 도약, 고유가 및 기후변화에 대응하여 지속 가능한 성장이 가능하도록 에너지 저소비·저탄소형 경제 및 사회구조로 전환, 에너지 공급 구조를 개선하여 2030년까지 탈 석유 사회로 전환, 에너지 복지 강화를 통해 더불어 사는 에너지 복지사회를 구현, 녹색기술 및 그린에너지에 대한 연구개발 투자를 확대하여 미래 성장동력 육성과 일자리 창출 등 “녹색 성장” 5대 비전을 제시함
  - 또한, 2030년까지 달성해야 할 정량적 정책 목표로 석유·가스 자주 개발률 40%, 신재생에너지 보급률 11%, 석유의존도 33%, 에너지빈곤층 0% 등을 포함함
- ‘제2차 에너지기본계획’은 에너지 정책의 기본 방향으로 수요관리 중심으로의 에너지 정책 전환, 분산형 발전 시스템 구축, 환경과 안전의 조화, 신재생에너지 확대·해외자원개발 역량 강화를 통한 에너지 안보의 강화와 안정적 공급, 전통 에너지의 안정적 공급체계 구축, 에너지 복지 및 갈등 관리 등 국민과 함께하는 에너지 정책 추진을 6대 중점 과제로 설정함
  - 정량적인 목표로는 2035년 전력 수요 15%를 포함하여 에너지 수요의 13% 절감, 집단에너지, 신재생에너지, 자가용 발전기 등의 발전량 비중을 15% 이상 확대, 신재생에너지를 총에너지의 11%로 확대하는 것 등을 제시함
  - ‘제2차 에너지기본계획’은 국내의 송전 여건 악화, 일본 후쿠시마 사고 이후 원자력 발전소 건설 및 방사성폐기물 처리에 대한 국민 수용성 문제 등 새롭게 발생한 에너지 갈등에 대한 원활한 해결을 위해 분산형 발전시스템의 구축과 에너지 갈등 관리의 선제적 대응이 강조됨

## 시나리오의 정의

#### □ ‘저탄소녹색성장기본법’의 규정에 따라 에너지기본계획 수립을 위한 에너지 전망을 수행

- <저탄소녹색성장기본법> 제41조제3항은 “국내외 에너지 수요와 공급의 추이 및 전망에 관한 사항”을 에너지기본계획이 담아야 할 기본적인 내용으로 규정하고 있음

- 제3항은 이 외에 에너지기본계획이 에너지의 안정적 확보, 도입·공급 및 관리를 위한 대책, 에너지 수요 목표, 에너지원 구성, 에너지 절약 및 에너지 이용효율 향상, 신재생에너지 등 환경친화적 에너지의 공급 및 사용을 위한 대책, 에너지 안전관리를 위한 대책, 에너지 관련 기술개발 및 보급, 전문인력 양성, 국제협력, 부존 에너지자원 개발 및 이용, 에너지 복지 등을 포함해야 한다고 규정함
- 에너지경제연구원은 “중장기 에너지정책 방향 수립 및 주요 정책과제 개발 연구” 용역 사업을 통해 ‘제3차 에너지기본계획’ 수립을 위한 연구를 진행했으며, 본 보고서는 그 일부인 에너지 수급 추이 및 전망의 상세 결과를 소개함

□ 에너지 전망은 주어진 전제가 만족할 경우 예상되는 에너지 수급의 장기 경로를 제시

- 장기 에너지 수급 전망은 인구, 경제, 정책에 대한 전제가 실현될 경우 미래의 에너지 수급 구조는 어떻게 바뀔 것인지를 설명함으로써 미래를 바꾸기 위한 논의를 위해 정보를 제공하는 것이 목적임
  - 장기 전망의 목적은 미래의 에너지 시스템에 어떤 일이 발생할 것인가를 예측하기 위한 것이 아니라 경제, 사회, 소비 행태를 비롯하여 에너지 관련 정책의 변화가 미래에 어떤 변화를 가져올지 전망하고 에너지 시스템에 영향을 미칠 주요 요인들과 불확실성에 대해 논의하는 것임
  - 에너지 시스템의 미래가 확정된 단일 시나리오를 따라가는 것이 아니기 때문에 전망은 핵심적인 전제와 선택에 대해서 다양한 시나리오의 형태로 묘사되며, 핵심 변수들 중에서도 에너지 정책이 에너지 시스템에 가장 큰 영향을 미치는 요인 중의 하나이기 때문에 다양한 정책 시나리오를 분석하는 것이 일반적임
  - 한편, 에너지경제연구원에서는 미래의 에너지 수급에 대한 ‘예측’을 위해 단기 에너지 전망 보고서를 제공하고 있음
- 전망 시나리오는 일반적으로 분석의 기준이 되는 기준 시나리오(reference scenario)와 기준 시나리오 대비 비교 분석이 가능한 다양한 비교 시나리오들(alternative scenarios)로 구성됨
  - 기준 시나리오는 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 것을 가정하고 있음
  - 비교 시나리오는 가정의 변화, 특히 정책이나 시장 환경 또는 경제 전제에서 두드러진 변화가 발생했을 경우 기준 시나리오 대비 어떤 변화가 발생하는지를 비교 분석하는 시나리오이기 때문에 기준 시나리오의 정의와 기준 시나리오 대비 전제의 변화를 명확히 제시하는 것이 중요함
  - 한편, 정책이나 경제 등 특정 전제에서 출발하여 에너지 전망을 도출하는 것이 아니라 미래의 바람직한 목표를 달성하기 위한 최적 경로 또는 필수 경로를 제시하는 경우도 있는데 IEA의 지속가능발전 시나리오(Sustainable Development Scenario)가 대표적인 사례임

- 하지만, 시나리오 간 구분이 불분명한 부분이 존재하기도 하는데, 이는 정책 변화로 인한 미래의 에너지 정책, 기술, 소비 행태 변화가 과거의 변화 추세와 구분 가능하지 않은 부분이 존재하기 때문에 발생함
  - 예를 들어, 기준 시나리오가 특정 시점을 기준으로 정책이나 시행 수단이 고정된다고 가정하지만 에너지 소비 실적 자료를 이용한 계량 분석의 결과는 과거 지속적으로 강화된 에너지 정책의 효과가 반영되어 있기 때문에 명시적인 정책 변화는 없더라도 전망 결과에는 내재적인 정책 변화가 포함될 가능성이 있음
  - 이러한 시나리오 구분의 불명확성은 항상 발생할 수 있는 문제이기 때문에 객관적인 자료의 분석과 전문가의 판단을 통해 불명확성의 크기를 줄이는 노력이 필요하며, 의사 결정 주체들은 전망 결과를 사용할 때 시나리오 비교 분석의 한계를 인식하고 유의해서 사용해야 함
  - 에너지기본계획에서는 정부의 에너지 철학과 목표를 반영한 새로운 에너지 정책 및 수단들이 적용될 경우의 에너지 수급을 목표 시나리오로 설정하고 이를 기준 시나리오와 비교함으로써 에너지 관련 의사결정자들과 국민에게 정부의 정책 목표와 수단을 포함하여 발생 가능한 미래에 대한 분명한 정보를 제공함
  - 미래의 에너지 수급 구조는 실제의 경제 성장과 기술 발전 등이 전망에 사용된 전제와 다를 수 있기 때문에 기준 전망과 달라지지만, 무엇보다 미래를 바꾸기 위해 정책을 도입하고 투자를 하기 때문에 기준 시나리오에서 그리는 미래의 모습과 실현된 미래는 차이가 발생함
- **에너지기본계획의 기준 시나리오는 사회·경제에 대한 전제를 바탕으로 정책 및 규제, 기술 및 소비 행태의 변화 추세가 전망 기간에도 지속되는 것을 가정**
- ‘제3차 에너지기본계획’은 경제의 장기 잠재 성장률과 인구 및 가구의 중위 전망을 바탕으로 현재의 법률과 규제, 정책 등이 전망 기간 변함없이 유지되고 현재까지 알려진 기술의 발전 추세가 미래에도 지속된다는 가정 하에, 에너지경제연구원의 에너지 모형 시스템인 에너지 및 온실가스 전망 시스템 (KEEI-EGMS, Energy Greenhouse-gas Modelling System)을 이용하여 2040년까지 우리나라의 에너지 수급 구조 변화를 전망한 BAU 시나리오를 기준 시나리오로 정의함
  - 현재 시행되고 있는 에너지 관련 법률과 규제, 정책 수단 등은 일몰 시점을 포함하여 전망 기간 동안 정책이 유효하지만, 정부가 발표한 선언적 계획이나 목표의 반영 여부와 수준은 사안별로 결정함
  - 예를 들어, ‘제8차 전력수급기본계획’의 설비 계획은 계획대로 진행되는 것을 가정하지만, ‘재생에너지 3020 시행계획’에서 설정한 2030년 발전 부문 재생에너지 발전 비중 20%나 2022년 전기 자동차 35만 대 보급 같은 정부 목표는 정부의 의지를 뒷받침할 구체적인 재정 및 제도적 지원 수단과 기술 및 경제적 상황을 고려하여 달성 수준을 분석함
  - 한편, 전망 기간 내의 일정 시점을 목표로 발표된 정부의 계획은 그 이후에도 정책 기조가 지속될 것으로 가정함. 예를 들어, 정부의 에너지 전환 정책 기조는 문재인 정부 이후에도 지속된다고

가정함에 따라 원자력 및 석탄화력 발전소는 '제8차 전력수급기본계획'에 반영된 설비 이외에는 신규 건설이 없으며, 노후 원자력 발전소나 석탄화력 발전소는 기존 운영 허가 기간이 종료되면 운영 연장이 불허되는데, 이러한 정책 기조는 2030년 이후에도 지속됨

- 에너지 관련 기술은 에너지 시장과 정책의 변화에 반응하여 발전하거나 시장 및 정책의 변화를 선도하기도 하는데, 기존 시나리오에서는 과거의 기술 발전 추세가 전망 기간에도 지속된다고 전제함
  - 기술 발전 추세가 지속된다는 가정은 기술 발전을 지원했던 정책의 변화도 지속된다는 것을 암묵적으로 가정하는 것이며, 이는 시나리오 결과가 명시적으로 고려하지 못하는 정책 변화의 효과를 일부 포함할 수 있다는 것을 의미함

## 전망 방법

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

- KEEI-EGMS (Energy Greenhouse gas Modelling System)은 20년 이상의 장기에 걸친 국가 에너지 수급 및 에너지 부문 온실가스 배출을 전망하는 모형 시스템으로, 국가 단위의 최종 소비 및 총에너지 수요와 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출뿐만 아니라 에너지 관련 국가 정책 수단, 기술, 경제 상황, 소비 행태의 변화 등이 에너지 수요 및 온실가스 배출에 미치는 영향을 분석함
  - KEEI-EGMS는 에너지 서비스의 동질성, 대체 가능성, 기술 및 정책적 유의미성 등에 따라 수송, 산업, 가정, 서비스 부문 등 네 개의 최종 소비 부문 모듈과 전환 부문 모듈로 구성되어 있으며, 외부에서 작성된 경제성장률, 업종별 산출액, 인구 및 가구, 냉·난방도일 등 전제를 사용하여 전망함
  - 수송 부문은 사업용 및 비사업용으로 등록된 모든 수송 수단의 에너지 수요를 전망하며, 군용 차량 및 항공기, 선박 등은 제외함
  - 산업 부문은 광업, 제조업, 건설업에서 제품 생산 활동을 위해 사용되는 에너지 수요를 전망하며, 기업 보유 업무용 빌딩의 에너지 수요는 에너지 통계 분류상 상업 부문에 포함됨
  - 가정 부문은 단독 및 공동 주거 형태의 주택에서 생활을 유지하기 위해 소비하는 에너지를 전망함
  - 서비스 부문은 서비스업에 해당하는 업종 및 대형 건물 등에서 사용하는 에너지 수요와 공공 서비스를 제공하는 부문 그리고 농림업과 어업의 에너지 수요 전망을 담당함
  - 전환 부문은 전기 및 열 생산을 위한 투입 연료와 다른 에너지의 전환 흐름을 추적하고 이와 관련된 연료 사용을 전망함
- 에너지 전망은 에너지의 공급 및 소비 흐름의 역순을 따라 전망함

- 최종 소비 부문은 최종 소비자들의 수단별, 용도별, 에너지원별 최종 수요를 결정하며, 전환 부문은 최종 소비 부문에서 전망된 석유제품, 석탄제품, 전기, 열에너지, 도시가스를 생산하는데 투입되는 연료 및 원료를 계산함
- 일차에너지 공급, 즉 에너지의 국내 생산과 수출입은 공급 제약이 없는 것으로 가정하고 총에너지 수요는 최종 소비와 전환 순 투입, 자가소비, 유통 손실의 합계로 계산함

□ **최종 소비는 에너지서비스의 수요와 에너지 효율로 전망하며, 전환 부문은 총 생산량, 설비 비중, 생산 효율에 따라 에너지원별 투입량을 결정**

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



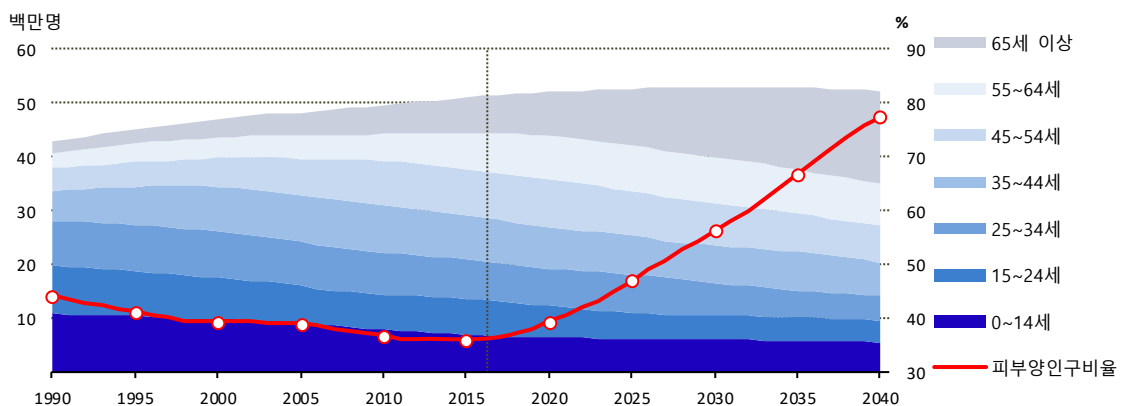
## 2. 기준 시나리오의 주요 전제

### 인구 및 가구

#### □ 전망 기간 총인구는 2017년 수준에서 정체되는 반면 급속한 고령화로 인구 구조는 대폭 변화

- 총인구는 2017~2040년 연평균 0.1% 증가하지만, 2000년대 이후 급격히 낮아진 출산율로 생산가능인구는 감소하는 반면 기대수명 상승 등으로 고령인구는 빠른 속도로 증가할 전망이다 (통계청, 2016)
  - 통계청 장래인구추계의 중위 전망에 따르면, 1990년대 1.4~1.7명을 유지하던 합계출산율<sup>2</sup>은 2002년 1.2명 이하로 떨어진 이후 2017년까지 1.0~1.3명 사이를 유지하다가 전망 기간 소폭 회복하여 2040년에는 1.38명 수준에 도달할 전망이다
  - 기대 수명이 2017년 82.6세에서 2040년 86.9세까지 지속적으로 상승하고, 2017년 현재 13.8%인 고령인구 비율은 2018년에는 14%를 넘어서며 고령사회로 진입했고 2026년에 20%를 상회하여 초고령사회가 될 것으로 전망됨
  - 2016년에 이미 정점에 도달한 생산가능인구는 2017년부터 감소로 전환되어 전망 기간 연평균 1.1% 감소할 것으로 예상되는데, 낮은 출산율에 빠른 속도로 진행되는 고령화 효과가 더해져 생산가능인구의 비율은 2017년 73.1%에서 2040년 56.4%까지 떨어질 것으로 전망됨
  - 이에 따라 생산가능인구 한 명이 추가로 부양해야 하는 인구수를 나타내는 피부양인구비율은 2017년 0.37에서 2040년에는 0.77까지 두 배 이상 상승할 것으로 예상됨

그림 1.1 인구 구조 및 생산가능인구 비율 변화

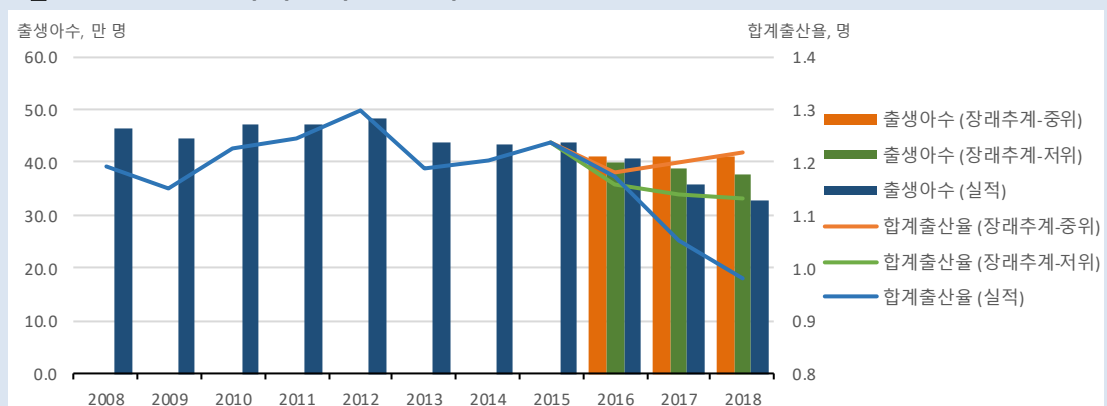


\*피부양인구비율=100·(유소년인구+고령인구)/생산가능인구, 유소년인구는 0~14세, 생산가능인구는 15~64세, 고령인구는 65세 이상의 인구

<sup>2</sup> 출산력 수준 비교를 위해 사용되는 대표적 지표로서 한 여자가 평생 몇 명의 자녀를 출산하는 가를 나타냄

**글상자 1.1 실제 합계출산율이 예상보다 낮아지며 인구 감소 도래 시기가 빨라질 가능성이 상승**

- 2016년까지의 출생아 수와 합계출산율은 장래추계인구의 중위 수준보다 많았으나, 2017년에는 출생아 수 35.8만 명, 합계출산율은 1.05명으로 장래인구추계의 저위 추계 기준 출생아 수 38.7만 명과 합계출산율 1.14명 보다 낮아졌음
- 2018년은 출생아 수는 32.7만 명, 합계출산율 0.98명으로 출생통계 작성 이래 최저치를 달성하며 장래인구추계의 저위 추계 기준 출생아 수 37.6만 명이나 합계출산율 1.13명보다 그 격차가 더욱 벌어졌고, 인구 유지를 위해 필요한 합계출산율 2.1명의 절반에도 미치지 못함
- 기존 통계청의 분석은 인구의 정점 시점을 중위 기준 2031년, 저위 기준 2027년이 될 것으로 전망했으나, 최근 출산율이 장래추계인구의 저위 추계 기준보다 낮아지면서 총인구가 정점에 도달하는 시점이 2027년보다 앞당겨질 수 있을 것으로 예상됨
- 통계청은 장래인구추계의 저위 전망에서 합계출산율은 2040년까지 1.1명 전후 수준에 머물고 총인구는 2017~2040년 연평균 0.2% 감소할 것으로 전망됨
- 출산율 감소세가 지금과 같은 추세로 이어진다면 전망 기간 생산가능인구 수도 기존 추계 대비 빠르게 감소하고 초고령화사회 진입 시기도 2026년 이전으로 더욱 빨라질 전망이다

**그림 1.2 출생아 수와 합계출산율 최근 추이**

주: 2018년 출생아 수 및 합계출산율 실적은 잠정치임

자료: 통계청

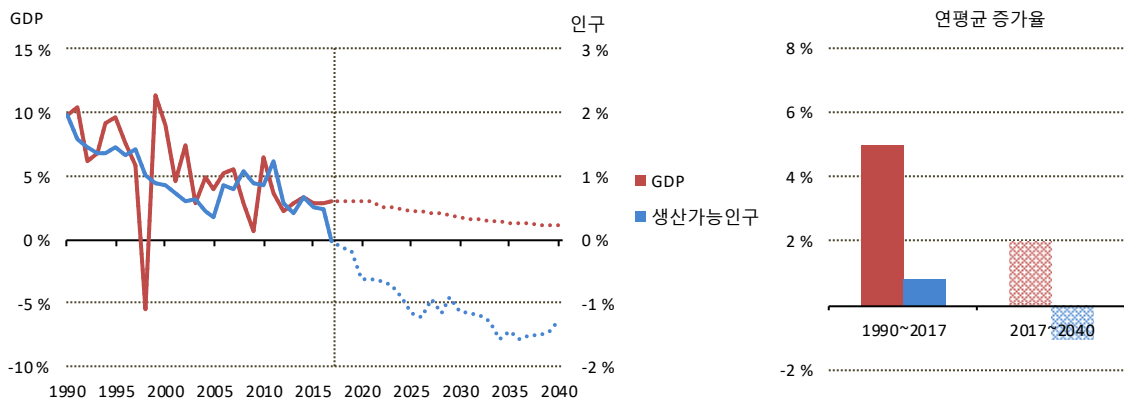
- 가구수는 전망 기간 1인가구의 빠른 증가에 힘입어 연평균 0.6%로 비교적 빠르게 증가할 전망이다
  - 최근 혼인건수는 감소하는 반면 이혼건수는 증가하는 추세가 전망 기간에도 이어지고 고령화도 빠르게 진행되어 일인가구수는 연평균 1.6%의 속도로 증가할 것으로 전망됨 (통계청, 2017)
  - 특히, 65세 이상 고령인구의 1인가구는 전망 기간 연평균 4.2%로 급속히 증가할 전망이다

**경제 및 산업 구조**

- 고도 성장기를 지난 우리 경제는 전망 기간 성장 속도가 대폭 둔화될 전망

- 1990~2017년 국내총생산(GDP)은 1998년 외환위기와 2009년 국제 금융위기 등 두 차례 경제위기에도 불구하고, 높은 자본스톡 증가율과 견조한 노동 공급 증가에 힘입어 연평균 5.0%로 빠르게 성장함
  - 우리 경제는 과거 1998년 외환위기로 GDP가 5.5% 감소하고, 2009년에는 글로벌 금융위기로 경제 성장률이 0.7%까지 떨어지며 마이너스 성장을 기록한 적도 있음
  - 그럼에도 불구하고 자본스톡이 1990년대와 2000년대에 각각 연평균 5.6%, 3.4%로 빠르게 증가하고 생산가능인구 역시 각각 연평균 1.3%, 0.7%로 꾸준히 증가함에 따라 1990년대와 2000년대에 각각 6.9%와 4.4%의 높은 연평균 성장률을 기록함
  - 2010~2017년은 금융위기 이후 완만한 경제 회복 속도를 보이며 연평균 3.0%의 성장률을 기록함

**그림 1.3 GDP 성장률과 생산가능인구 성장률 추이**



- 2017~2040년 GDP는 생산가능인구 감소 및 빠른 고령화로 인한 피부양인구 비율 상승과 자본스톡 증가율의 둔화로 성장세가 점차 둔화되어 연평균 2.0% 성장에 그칠 것으로 전망됨<sup>3</sup>
  - 생산가능인구가 빠르게 감소하고 고령인구는 급격히 증가하면서 전체 경제활동참가율은 점차 하락할 것으로 예상되는데, 취업자 수는 2024년을 기점으로 감소할 것으로 예상됨 (신석하, 2015)
  - 또한, 전망 기간 피부양인구 비율이 급격히 상승함에 따라 2017년까지 30% 중반을 유지하던 저축률이 2040년에는 20% 초반까지 하락하고, 장기적으로 저축률과 투자율이 같아진다는 가정 하에 자본스톡 증가율도 지속적으로 낮아져 경제 성장이 둔화될 것으로 전망됨 (신석하, 2015)

<sup>3</sup> 2021년까지의 경제성장률은 정부의 '2017~2021년 국가재정운용계획'의 수치를 이용하였고, 그 이후 2040년까지는 KDI의 GDP 전망치를 이용함. GDP 전망은 콥-더글러스 생산함수를 바탕으로 GDP 증가율을 노동·자본·총요소생산성 등 생산요소의 기여분으로 분해하고, 각 요인에 대한 전망치를 합산하여 경제성장률을 전망함 (신석하, 2015)

- 현재 우리나라 총요소생산성의 증가율은 선진국에 비해 다소 높지만 장기적으로 선진국 수준으로 낮아질 것으로 예상되는데 이 또한 경제성장률 둔화 요인으로 작용함<sup>4</sup>
  - 총요소생산성의 증가율은 2011~2020년 1.6% 수준에서 꾸준히 하락하여 장기적으로는 선진국의 증가율 수준인 1.3% 정도로 수렴할 것으로 예상됨 (신석하, 2015)
  - GDP 성장률에 대한 총요소생산성의 기여도는 미국, 일본, 영국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 네덜란드 등 OECD 주요 국가들의 경우 1991~2007년 0.4% 포인트인 반면, 우리나라의 경우 2001~2005년 기준 1.3% 포인트로 선진국에 비해 여전히 높은 편임 (신석하, 황수경, 이준상, 김성태, 2013)
- 고도 성장기를 지난 우리 경제의 성장률 하락은 자연스러운 현상이지만, '제3차 에너지기본계획' 기준 시나리오에서 가정한 경제성장률 2.0%는 '2017 장기 에너지 전망' 보고서 (에너지경제연구원, 2017a)에서 가정한 성장률 2.1% 보다 낮은 것으로, 이는 최근의 경기 회복에도 불구하고 장기적으로는 저성장 구조가 고착화된다는 것을 의미함
  - 경제활동 참가율이 현재 수준인 60%대 초반에서 정체되며 노동 공급이 감소하고, 투자 부진, 총요소생산성 하락이 심화되면 국내 잠재 성장률은 2020년대 후반부터 1%대의 초저성장 국면에 진입할 가능성도 있음 (현대경제연구원, 2016)
  - 반면, 노동 공급은 생산가능인구, 경제활동참가율, 연간근로시간, 실업률에 의해 결정되는데, 우리나라의 경제활동참가율은 선진국과 비교할 때 상당히 낮은 수준으로, 특히 여성의 경제활동 참가율(2010년 기준 54.5%)은 미국, 영국, 호주, 독일, 스웨덴 등 선진국에 비해 13.9~22.2% 포인트 낮은 수준이어서 향후 상승할 여력이 있는 것으로 분석됨 (신석하, 황수경, 이준상, 김성태, 2013)
  - 여성의 경제 활동 참여 확대 등을 통한 노동 투입 증가와 이에 따른 저축률 제고로 자본 투입도 늘어나고 4차 산업혁명 등으로 생산성 혁신이 일어나 잠재성장률 하락 속도가 완화되는 경우 2020년대 초반까지도 3%에 가까운 성장률을 유지할 것으로 전망됨 (현대경제연구원, 2016)
  - 최근 고용의 질 개선, 민간 소비의 증가율 상승 및 GDP 성장 기여도 증가, 수출 확대 등 정부의 소득 주도 성장이 가시적 효과를 보이고 있다는 평가도 있지만, 경제 규모나 발전 정도로 볼 때 저성장이 일시적인 현상이 아닌 구조적 문제이며, 아직은 소득 주도 성장으로 인한 경제성장률 상승이 장기 에너지 전망 추세의 차이를 발생시킬 수준은 아닐 것으로 판단됨

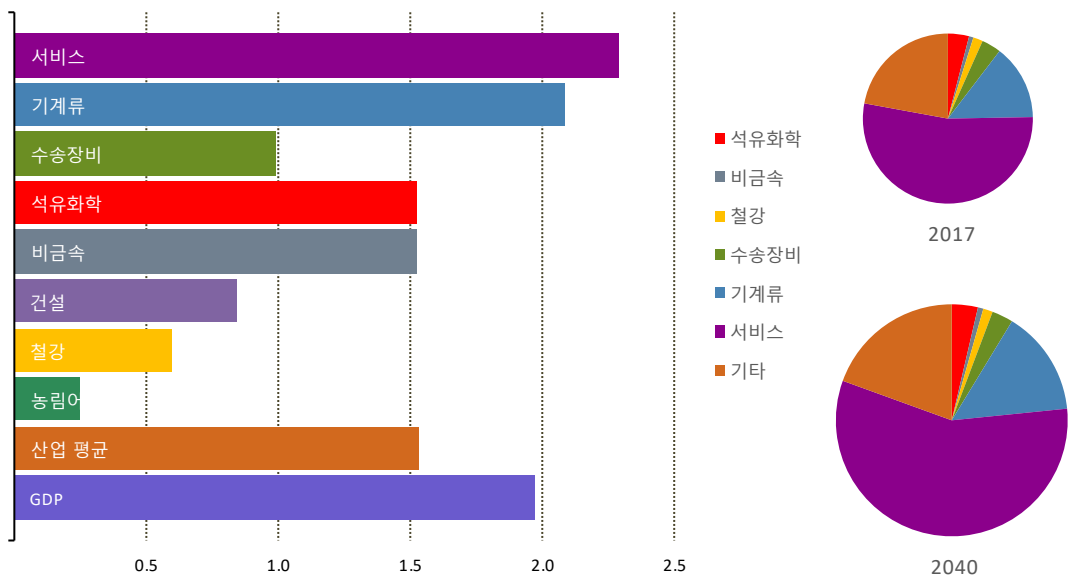
#### □ 서비스업과 기계류가 경제 성장을 주도하는 반면 철강 등 에너지다소비 업종은 성장세가 둔화

- 탈공업화의 진전으로 제조업보다 서비스업이 경제 성장을 주도하면서 제조업 비중은 2017년 29.1%에서 2040년에는 26.9%로 소폭 축소될 것으로 예상됨

<sup>4</sup> 총요소생산성은 노동과 자본으로 설명되지 않는 산출물을 말하는데, 직접 관측되지 않고 성장회계의 잔차(Solow residual)를 이용하여 추정함. 새로운 기술 개발보다 모방을 통한 기술 습득 속도가 더 빠르기 때문에 일반적으로 선진국보다 후발국이 총요소생산성 증가율이 높음

- 제조업 내에서는 디지털 경제 확산에 따라 반도체, 디스플레이, 스마트폰 등 관련 제품을 중심으로 한 생산이 지속적으로 증가하면서 기계류 업종이 연평균 2.1%로 빠르게 성장하지만, 수송장비 제조업은 최근 조선과 자동차 생산의 부진 등으로 성장률이 연평균 1.0%로 둔화될 전망이다
- 석유화학의 경우 국제 유가의 완만한 상승과 설비 증설 및 고도화, 배터리 등을 중심으로 한 석유화학 제품 수요의 꾸준한 증가로 연평균 1.5% 증가하며, 정제업은 석유제품 수출이 꾸준히 유지되겠지만 전반적인 석유제품 수요 증가 둔화로 부가가치가 연평균 0.2% 증가에 그칠 전망이다
- 비금속은 시멘트 업종보다는 유리, 도기 등의 업종들의 생산이 꾸준히 증가하면서 전망 기간 연평균 1.5%의 성장률을 기록할 것으로 예상됨. 시멘트 업종은 전망 기간 인구 및 가구수 증가 정체로 건설 수요가 둔화되면서 건설업의 성장이 연평균 0.8% 수준으로 둔화되는 영향이 크게 작용함
- 철강은 중국을 비롯한 후발주자와의 경쟁 심화로 고부가가치 철강재 개발 등 새로운 성장 동력을 모색하지만 선진국을 중심으로 한 철강재 수입 규제 강화로 수출이 정체되고 국내 철강재 수요산업의 부진으로 내수도 난항을 지속하면서 전망 기간 연평균 0.6% 성장에 그칠 것으로 예상됨

그림 1.4 주요 업종별 전망 기간 부가가치 증가율 및 비중 변화

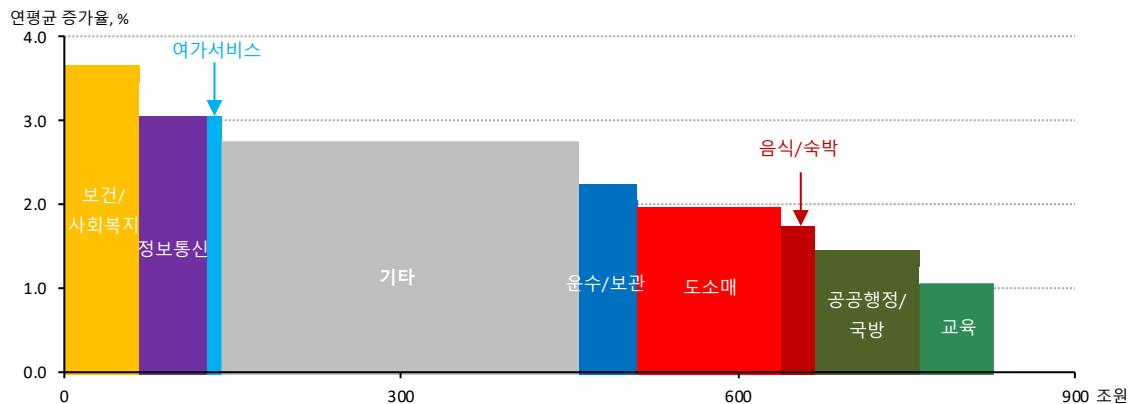


\*건설업의 부가가치는 soc를 포함

- 서비스업은 전망 기간 서비스 수요의 고급화 및 다양화, 고령화로 인한 의료 수요 증가, 디지털 경제의 확산, 여가 활동의 증대 등으로 제조업보다 빠른 연평균 2.3%로 성장하여 GDP에서 서비스업의 비중이 2017년 53.2%에서 2040년 57.1%까지 확대될 것으로 예상됨

- 전망 기간 중 인구의 구조적 변화 중 가장 두드러지는 특징인 고령화는 서비스업의 높은 성장에도 영향을 미치는데, 고령화와 함께 의료 수요가 급격히 증가하여 보건/사회복지 서비스업의 성장률은 서비스업 중에서도 가장 높은 연평균 3.6%를 기록할 것으로 전망됨
- 정보통신업은 디지털 경제의 가파른 성장, 사회전반의 지식정보화 추진, 정보통신기기 보급 확대 등으로 연평균 3.0%의 높은 성장률을 보이고, 예술/스포츠/여가 서비스업도 소득 증대, 생활 수준 향상 등으로 여가 활동에 대한 수요가 늘어나며 연평균 3.0%로 빠르게 성장할 전망이다
- 반면, 서비스업 중 에너지 소비 비중이 높은 도소매업과 음식/숙박업은 전망 기간 각각 연평균 1.8%, 1.6% 성장하여 서비스업 내에서의 비중이 축소될 것으로 전망됨
- 교육서비스는 2000년대 들어서며 낮아진 합계출산율로 인해 전망 기간 학령인구가 지속적으로 감소하는 등의 영향으로 부가가치가 연평균 0.9%의 성장에 그쳐, 서비스업 내에서의 비중이 축소될 전망이다

그림 1.5 2017년 서비스업 업종별 부가가치 및 2017~2040년 부가가치 연평균 증가율



주: 가로축은 2017년 기준 업종별 부가가치, 세로축은 2017~2040년 연평균 부가가치 증가율을 의미

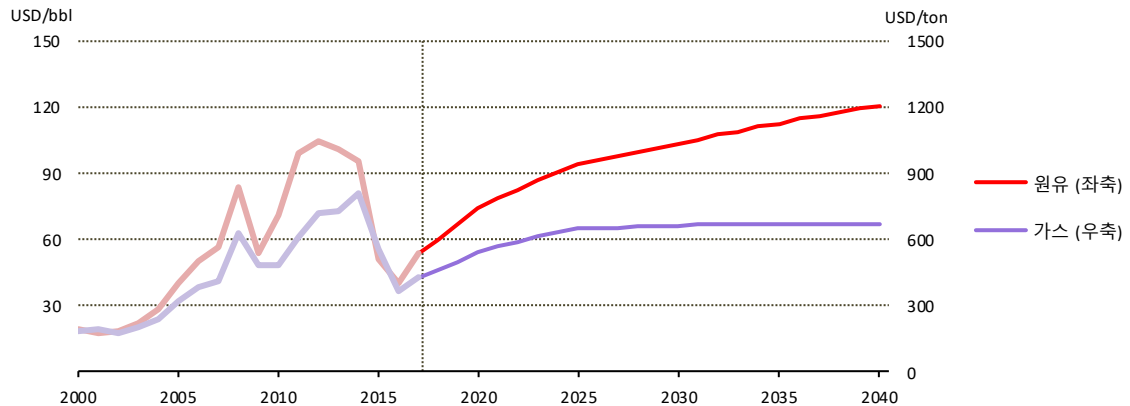
## 국제 에너지 가격

### □ 원유 도입 가격은 꾸준히 상승하지만 천연가스 도입 가격은 2025년 이후 정체될 전망

- 2016년 배럴당 41달러의 저점을 기록한 원유 도입 가격은 OPEC 및 비OPEC 산유국의 감산 노력으로 반등한 후 석유 시장의 수급 여건이 점차 개선되며 2040년 120달러 수준까지 꾸준히 상승할 것으로 전망됨
- 하지만, 미국 셰일 오일 생산의 손익 균형점이 기술 발전 및 효율적 생산관리 등으로 배럴당 50달러 이하로 낮아져 향후 미국 셰일 오일 공급이 대폭 늘어날 것으로 예상되며 (IEA, 2017a), 원유의 공급 과잉 속에서 미국의 상업용 원유 재고는 높은 수준을 유지하고 있고, OECD의 상업용 원유 재고도 2017년 상반기 평균 12억 배럴로 전년 평균에 비해 1.9% 증가함 (이달석, 조철근, 박동욱, 2017)

- 중국 경제가 2017~2018년 6% 중후반의 성장으로 성장세가 둔화되고, 선진국들도 2018년까지 2% 전후의 미약한 경제 회복 속도를 보이며 (IMF, 2017) 석유 수요 증가가 둔화될 것으로 예상됨
- 이러한 비전통 석유 공급 증가, 높은 수준의 석유 재고, 중국을 비롯한 세계 경제의 성장 둔화 등이 국제 석유 가격의 급격한 상승을 억제할 것으로 전망됨

그림 1.6 원유 및 천연가스 도입 가격 추이



- 국내 천연가스 도입 가격은 국제 유가에 연동되어 있어 전망 초기 유가와 함께 상승세를 보이겠으나, 2020년 중반 이후 LNG 계약 구조가 더욱 유연하고 다변화됨에 따라 아시아 프리미엄이 점차 소멸되어 톤당 600 달러 중반에서 횡보할 전망이다
- 추종 대상(indexation)이 가스 시장의 수급 상황을 더욱 잘 반영하는 Henry Hub 가격 등으로 다변화되고 있고 이러한 추세는 더욱 가속화될 것으로 예상되는 가운데 (IEA, 2017a), 대부분 유가 연동(oil-indexation)으로 결정되는 우리나라의 LNG 장기 계약 물량의 상당수가 계약 종료 시점을 앞두고 있어 천연가스 도입 가격이 유가 변동과 다른 모습을 보일 것으로 분석됨
- 또한, 미국 셰일 가스를 중심으로 한 천연가스 공급 확대는 세계 가스 시장에서 수요자의 시장 지배력을 더욱 강화하여 도착지 제한 규정같은 경직적 계약 방식이 약화되고 시장 구조가 더욱 유연해질 것으로 예상됨

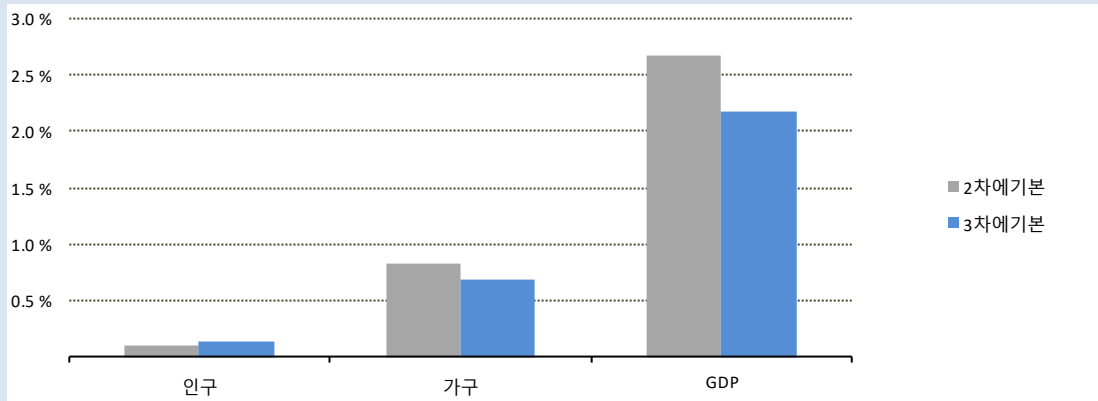
## 글상자 1.2 제2차 에너지기본계획 주요 전제와의 비교 (2017~2035년)

- 인구 및 가구 전제는 통계청의 장래인구추계 자료를 이용한 것으로 2035년 기준 인구는 2차 에기본 대비 증가하는 반면, 가구수는 감소하는 것으로 전제됨. 최근 추계에서 출산율이 과거 추계에 비해 낮아졌음에도 불구하고 인구가 상향 조정된 것은 기대수명이 상향 조정되었고 국제순이동이 더 늘어나는 것으로 추계되었기 때문임 (통계청, 2016)
- 최근의 경제성장 둔화가 반영된 3차 에기본의 경제성장률은 2017~2035년 연평균 2.2%로 동기간 2차 에기본의 2.7%에 비해 0.5% 포인트 하락하여 2035년 기준 GDP는 2차 에기본 대비 10% 낮은 수준임



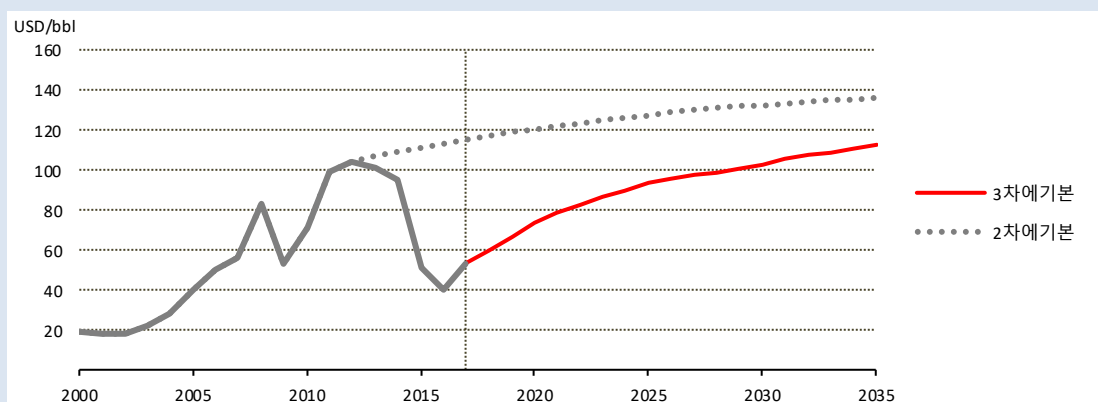
- 2차 에기본 대비 GDP가 하향 조정됨에 따라 업종별 부가가치 증가율도 전반적으로 하락하였는데 특히, 최근의 조선업과 자동차제조업의 불황이 반영된 수송장비의 부가가치 증가율이 연평균 2.4%에서 0.9%로 1.5% 포인트 낮아졌고, 기계류의 증가율도 1.9% 포인트 하향 조정됨
- 반면, 석유화학의 부가가치 증가율은 오히려 0.6% 포인트 높아졌는데, 이는 2차 에기본 수립 당시에는 중동 및 미국 에탄 기반 석유화학 설비와의 경쟁 심화로 국내 석유화학이 향후 심한 부진을 겪을 것으로 전망하였으나, 이후 국제 유가 급락으로 인한 NCC 경쟁력 강화, 에탄의 원료용 석유 대체 한계성, 국내 석유화학업계의 설비 투자를 통한 경쟁력 강화 등이 반영되어 3차 에기본에서는 GDP 하향 조정에도 불구하고 석유화학의 부가가치는 오히려 상향 조정됨

**그림 1.7 2차 및 3차 에너지기본계획의 인구, 가구, 경제성장률 비교 (2017~2035)**



- 국제 유가는 2차 에기본 수립 당시 지속적으로 상승하여 2035년에는 배럴당 140 달러 가까이 도달할 것으로 전제되었으나, 이후 2014년 하반기부터 미국의 셰일 오일 생산 증가와 서방 국가들의 이란 경제 제재 해제로 인한 이란산 원유 수출 재개 등으로 급락하여 2016년 1월에는 배럴당 20 달러대까지 떨어짐. 이러한 변화가 반영되어 3차 에기본에서는 국제 유가가 2035년 기준 배럴당 110 달러 수준에 머무를 것으로 전제됨

**그림 1.8 2차 및 3차 에너지기본계획의 국제 유가 비교 (2017~2035)**



### 3. 기준 시나리오의 주요 결과

#### □ 낮은 경제 성장과 에너지 효율 개선으로 에너지 수요 증가가 둔화되는 가운데 전기 및 신재생에너지가 최종 소비 증가를 주도

- 인구 증가가 정체되고 경제가 2017~2040년 연평균 2.0% 성장하면서 최종 소비 부문의 에너지 소비는 전망 기간 연평균 0.8%로, 과거 2000~2017년 연평균 2.6% 대비 증가 속도가 대폭 하락할 전망이다
  - 최종 소비의 증가는 약 46백만 toe로 전망되어 2000~2017년 사이 증가 82.2백만 toe의 56% 수준에 그칠 것으로 예상되는데, 낮은 경제성장과 함께 인구 증가의 정체, 에너지 저소비형으로의 경제 구조 변화, 에너지 효율 개선 등이 모든 부문의 에너지 소비 증가 둔화에 영향을 미치는 것으로 분석됨
- 최종 소비 부문의 에너지 수요 증가는 산업 부문이 대부분을 차지하는 가운데, 에너지 상품별로는 전기와 신재생에너지가 빠르게 증가하는 것이 특징임
  - 산업 부문의 경우, 경제 성장 둔화, 에너지 저소비형으로의 산업 구조 변화, 기존 기술의 효율 향상 및 신기술 도입으로 연료용 에너지 소비 증가가 계속 낮아지지만, 석유화학의 꾸준한 성장으로 원료용 석유 제품 소비 증가가 산업 부문 최종 소비 증가를 이끌 것으로 예상됨
  - 그동안 꾸준히 언급한 것처럼, 인구 증가 정체와 자동차 연비 개선, 그리고 난방 및 단열 효율의 지속적 상승은 수송 부문과 건물 부문의 에너지 수요 증가를 크게 둔화시키는 요인으로 작용함
  - 수송 부문의 경우 인구 증가 정체 및 고령화로 인한 자동차 보급 및 운행거리 증가의 둔화, 자동차 연비 상승, 전기 자동차 보급 확대가 영향을 미쳐 기준 시나리오에서는 처음으로 2030년 경 에너지 소비가 정점에 도달할 것으로 전망됨
  - 가정 부문은 에너지 소비가 이미 2003년 정점을 기록한 후 정체 추세에 진입한 것으로 분석되고 있는데, 가전기기 보급 확대에 따른 전기 소비 증가와 보일러 및 단열 효율 개선으로 인한 난방 연료 소비 절감 효과가 서로 상쇄되는 현상이 전망 기간 지속될 것으로 예상됨
  - 한편, 최종 소비 부문의 에너지 사용량 증가는 둔화되지만, 전기 자동차 및 신재생에너지 보급 확대, 미세먼지 대응에 따른 화석 연료 사용 제한, 설비 자동화 및 고급화 등이 진행되면서 전기 및 신재생에너지 소비는 빠르게 증가할 것으로 예상됨

#### □ 전환 효율 상승으로 인해 총에너지 수요 증가율은 연평균 0.6%로 최종 소비보다 느리게 증가

- 전망 기간 총에너지 수요 증가는 약 47백만 toe로, 2000~2017년 사이 총에너지 소비 증가의 44% 수준에 그칠 것으로 예상됨
  - 원자력은 운영허가 기간이 종료되는 설비가 폐지되면서 전망 기간 약 8백만 toe가 감소하며, 석탄의 경우 이미 건설 중인 신규 발전 설비가 예정대로 가동되면서 2030년대 초반까지는 수요가 증가하지만 그 이후 다수의 노후 설비가 폐지되며 빠르게 감소할 것으로 전망됨

표 1.1 경제, 에너지, 온실가스 주요 지표

							연평균 증가율	
	2000	2017	2020	2030	2040	00~17	17~40	
주요 경제사회 지표								
GDP (조원)	820.8	1 556.0	1 700.3	2 130.1	2 438.2	3.8%	2.0%	
인구 (백만명)	47.0	51.4	52.0	52.9	52.2	0.5%	0.1%	
주요 에너지 지표								
총에너지 (백만 toe)	193.2	300.3	318.4	347.6	347.1	2.6%	0.6%	
에너지원단위 (toe/백만원)	0.24	0.19	0.19	0.16	0.14	-1.2%	-1.3%	
일인당 에너지소비 (toe/인)	4.11	5.84	6.13	6.57	6.65	2.1%	0.6%	
신재생 보급 비중* (%)	1.6	5.2	5.8	9.4	11.6	7.1%	3.6%	
수입의존도 (%)	97.2	94.2	93.6	90.2	87.9	-0.2%	-0.3%	
최종 소비 (백만 toe)	150.0	232.2	245.3	271.4	278.2	2.6%	0.8%	
전기 소비 (TWh)	239.5	507.7	549.4	651.8	718.5	4.5%	1.5%	
전기 소비 비중 (%)	13.7	18.8	19.3	20.7	22.2	1.9%	0.7%	
주요 온실가스 지표								
온실가스 배출 (백만톤)	415.0	623.5	636.1	690.9	661.8	2.4%	0.3%	
온실가스 배출원단위 (톤/백만원)	0.51	0.40	0.37	0.32	0.27	-1.4%	-1.7%	
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.12	12.24	13.05	12.68	1.9%	0.2%	

\* 신재생 및 수력의 합계

표 1.2 제3차 에너지기본계획 기준 시나리오의 총에너지 및 최종 소비

	연평균 증가율						
	2000	2017	2020	2030	2040	00~17	17~40
총에너지	193.2	300.3	318.4	347.6	347.1	2.6%	0.6%
석탄	42.9	86.0	88.0	97.1	85.3	4.2%	-0.0%
석유	100.6	119.1	124.1	128.3	125.1	1.0%	0.2%
천연가스	18.9	47.2	48.2	58.7	71.2	5.5%	1.8%
수력	1.4	1.5	1.5	1.8	2.1	0.4%	1.4%
원자력	27.2	31.6	38.7	29.8	24.0	0.9%	-1.2%
신재생 · 기타	2.1	15.0	18.0	31.8	39.4	12.2%	4.3%
최종 소비	150.0	232.2	245.3	271.4	278.2	2.6%	0.8%
석탄	19.7	33.2	35.4	39.7	39.0	3.1%	0.7%
석유	93.8	117.6	121.9	127.4	124.4	1.3%	0.2%
도시가스	12.6	23.7	25.2	28.8	30.5	3.8%	1.1%
전기	20.6	43.7	47.3	56.1	61.8	4.5%	1.5%
열에너지	1.2	2.3	2.4	2.5	2.6	4.0%	0.6%
신재생 · 기타	2.1	11.8	13.2	16.9	19.9	10.6%	2.3%
산업	84.2	143.5	154.0	173.6	180.6	3.2%	1.0%
수송	30.9	42.5	43.9	46.2	43.8	1.9%	0.1%
가정	21.2	22.2	21.8	21.9	21.9	0.3%	-0.1%
서비스	13.6	23.9	25.5	29.7	31.9	3.4%	1.3%

\* 산업 및 공공의 합계

- 신재생에너지는 정부의 강력한 확대 의지에 힘입어 과거 전망보다 크게 증가하겠지만, 구체적인 재정 및 제도적 지원 정책과 지원 일정에 따라 정부 보급 목표의 달성 수준이 크게 차이 날 것으로 예상됨. 신재생에너지는 2040년까지 약 39백만 toe, 총에너지의 11% 수준에 도달할 것으로 전망함
- 석유는 수송 부문 수요 감소에도 불구하고 석유화학 업종의 성장세가 유지되면서 수요가 꾸준히 증가하고, 천연가스는 석탄화력 및 원자력 등 기저 발전 설비의 감소와 미세먼지 대책의 추진으로 과거 예상보다 단기적인 수요 하락폭도 감소하고 장기적인 수요 회복도 빠르게 발생할 것으로 예상됨
- 경제성장률이나 최종 소비 증가율에 비해 총에너지 수요 증가율이 낮은 것은 노후 석탄화력 발전소 및 원자력 발전소의 폐지와 연료 전환, 석탄화력 발전소 최대 출력 제한 및 효율 향상이 큰 영향을 미치는 것으로 나타남
  - 최종 소비 전 부문에서 다른 에너지 상품에 비해 전기가 빠르게 증가하지만, 석탄화력 및 원자력의 축소를 가스복합화력이 상당 부분 대체하면서 평균 발전효율이 상승하여 발전 투입 연료의 증가가 전기 수요 증가보다 낮아짐
  - 2030년 이전 14기의 석탄화력 발전소가 폐지될 계획이고 2030년 이후에는 19기, 8.9 GW 규모의 석탄화력 발전소가 수명 40년에 도달하며, 원자력 발전소도 2030년 이전 11기, 9.1 GW가 폐지되고 2030년 이후에는 4기, 4 GW가 폐지될 예정임
  - 노후 석탄화력 발전소 및 원자력 발전소를 대신하여 가스복합화력 및 신재생에너지 발전 설비가 대거 진입할 것으로 예상되며, 신규 고효율 설비의 도입으로 인한 발전 연료 전환 및 발전 효율 상승이 2040년 기준 발전 연료 약 27백만 toe, 총에너지 수요의 약 8%가량이 감소하는 것으로 분석됨
  - 석탄화력 발전소의 최대 출력 제한이나 봄철 노후 석탄 발전 설비의 한시적 가동 중지의 경우도 석탄화력 발전용량 감소와 (김철현, 2016) 석탄화력 발전소의 가동률 하락, 그리고 가스복합화력 증가로 이어져 총에너지 수요 증가 둔화의 원인으로 작용함

## □ 에너지상품 구성의 변화

- 전기 자동차 및 전기기기의 보급과 설비 자동화 등 모든 최종 소비 부문에서 꾸준히 전력화가 진행되는 가운데, 신재생에너지의 빠른 보급과 기존 기술의 효율 향상으로 2030년대 후반에는 전기가 최종 소비 부문의 연료용 에너지 상품에서 가장 큰 비중을 차지할 것으로 예상됨
  - 원료용을 포함한 에너지 상품의 최종 소비 전체를 보면 2040년에도 석유가 전체 소비의 45%가량을 차지하여 2017년에 비해 역할이 줄어들긴 하지만 여전히 최대 에너지 상품 공급원의 역할을 수행함
  - 하지만, 원료용을 제외할 경우 2040년 최종 소비는 약 211백만 toe 수준이며, 이 중 전기가 62백만 toe를 차지하여 57백만 toe 수준으로 감소하는 석유를 추월하여 최대 에너지 공급원으로 부상함

- 앞서 언급한 것처럼 석유화학업종의 원료용 석유 제품 소비가 꾸준히 증가하는 것이 석유 제품의 지위를 유지시키는 원인으로 작용하는 반면, 연료용으로 사용되는 석유 제품의 감소에는 전기 자동차의 보급 확대와 기존 내연기관 자동차의 효율 향상이 가장 큰 영향을 미침
- 본 전망에서 나타나는 또 다른 특징으로는 단계적 원자력 발전소 폐지와 적극적 신재생에너지 보급 확대에 의해 2030년대에는 신재생에너지가 총에너지에서 차지하는 비중이 원자력을 추월하는 것을 지적할 수 있음
  - 2030년까지 전체 발전량 기준 재생에너지 발전 비중을 20%까지 확대하는 등 (산업통상자원부, 2017a) 정부의 신재생에너지 보급 확대 계획은 주로 태양광 및 풍력 등 발전용 재생에너지에 집중되어 있고, 원자력 발전 설비는 2030년까지 약 9 GW 규모가 폐지되면서, 원자력의 감소와 신재생에너지의 증가가 2030년 이전에 30백만 toe 수준에서 교차할 것으로 예상됨

#### □ 경제 성장 둔화와 에너지 전환 정책으로 인해 총에너지 수요 및 온실가스 배출 정점이 2030년대 초반 발생

- 총에너지 수요는 2030년대 중반 약 352백만 toe 수준에서 정점을 기록한 후 점차 감소하며, 에너지 연소로 인한 온실가스 배출은 총에너지 수요 감소보다 이른 시점에 감소 추세로 전환될 것으로 예상됨
  - 에너지 연소로 인한 온실가스 배출은 2030년대 초반 약 693백만 톤(tCO<sub>2</sub>eq) 수준을 정점으로 감소할 것으로 예상됨
- 에너지 수요 및 에너지 연소로 인한 온실가스 배출의 정점은 미세먼지 문제에 대한 대응 조치 및 에너지 전환 정책이 반영된 결과임
  - 봄철 미세먼지가 사회적 문제로 급격히 대두되면서 ‘미세먼지 관리 특별 대책 (대한민국정부, 2016)’에 이어 봄철 노후 석탄화력 발전소의 일시 중단, 노후 석탄 발전소 및 신규 석탄 발전소 건설 계획 폐지 및 연료 전환 등이 시행되거나 계획에 반영되어 발전 부문의 석탄 사용량이 2030년대 감소할 것으로 예상됨<sup>5</sup>
  - 온실가스 감축 수단 역할을 담당하던 원자력이 2020년대 중반 이후 축소되지만 원자력 축소가 온실가스 감축에 미치는 역효과는 크지 않을 것으로 예상되는데, 이는 전기 수요 증가가 둔화되는 가운데 2030년 이후 온실가스 비배출원인 원자력의 감소를 신재생에너지 발전이 상당 부분 채우고 배출량이 많은 석탄 발전을 저배출원인 가스가 대체하기 때문임
  - 하지만, 에너지 전환 정책에도 불구하고 중단기적으로는 석탄화력 및 원자력의 신규 설비 진입 효과가 크게 작용하면서 총에너지 소비 구조나 온실가스 배출 증가 추세가 크게 변하지 않을 것으로 분석됨 (에너지경제연구원, 2017b)

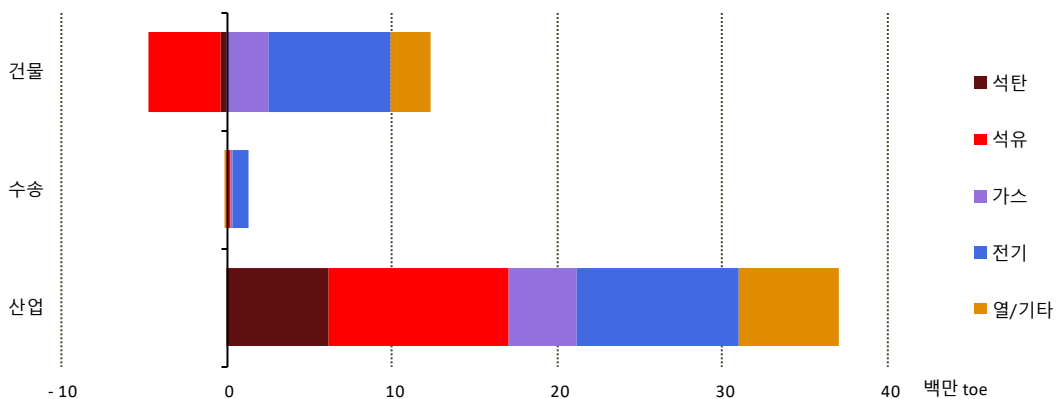
<sup>5</sup> 2031년 이후 발전 설비 폐지나 신규 설비 건설에 대한 정책적 불확실성과 발전 설비 운영에 대한 경제적 불확실성이 존재하지만, 본 전망에서는 현재의 정책 기조가 향후에도 유지된다고 가정하였음

## 에너지 사용 부문별 전망

## □ 산업 부문이 에너지 최종 소비 증가의 85% 수준을 차지하며 에너지 소비 증가를 주도

- 에너지 상품의 최종 소비는 2017년 232.2백만 toe에서 2040년 278백만 toe로 약 46백만 toe가 증가하는데, 그 중 80% 가량인 37백만 toe가 산업 부문에서 증가할 것으로 예상됨
  - 경제의 저성장과 서비스 중심의 산업 구조 변화에도 불구하고 과거 저유가 상황에서 석유화학업계의 시설 투자가 증가하였으며 향후에도 시설 고도화를 통해 경쟁력을 유지함에 따라 석유정제 및 석유화학의 생산이 지속적으로 성장하면서 석유화학 원료인 납사의 수요가 전망 기간 약 11백만 toe 증가할 것으로 예상됨
  - 또한 반도체와 통신기기를 중심으로 조립금속이 꾸준히 성장하면서 납사 외에도 전기가 10백만 toe, 신재생에너지가 6백만 toe 증가하는 등 모든 에너지가 고루 증가하는 모습을 보임
  - 산업 부문이 최종 소비 부문의 에너지 수요 증가를 주도하면서 최종 소비 부문에서 산업 부문이 차지하는 비중은 2017년 61.8%에서 2040년 65%까지 확대될 것으로 분석됨
- 수송 부문은 자동차 보급대수 증가에도 불구하고 전기 자동차의 보급 확대와 내연기관 효율 상승으로 에너지 수요가 전망 기간 연평균 0.1% 증가에 그쳐 현재와 거의 비슷한 수준을 유지할 것으로 전망됨
  - 저유가 지속으로 인해 2014~2016년 에너지 소비가 14%나 급증했던 수송 부문은 국제 유가가 꾸준히 상승하고 전기 자동차 보급 외에도 내연기관 자동차에 대한 연비 기준 강화, 인구 정체 및 도로화물 물동량 증가 둔화로 도로 부문의 에너지 수요 증가 속도는 낮을 것으로 예상되어 2040년에도 현재와 거의 비슷한 규모의 에너지를 소비할 것으로 분석됨
  - 2040년에도 석유가 수송 부문 에너지 소비의 93%를 차지하면서 여전히 주요 에너지원 역할을 수행하겠지만, 클린 디젤에 대한 인식이 바뀌면서 경유 수요가 감소하는 것과 자동차용 전기 소비가 빠르게 증가하면서 2020년대 후반 수송 연료 수요가 정점에 도달할 것으로 예상된다는 점이 특징임

그림 1.9 2017~2040년 최종 소비 부문별 에너지 상품 수요 변화



- 자동차 보급은 전망 기간 약 24%가량 증가하는 가운데 전기 자동차 보급이 2017년 2만 대에서 2040년 약 290만 대로 폭발적으로 증가하고 자동차 연비 규제 강화도 지속되면서 도로 부문의 석유제품 수요가 하락하는 것이 수송 연료 수요 정점의 원인이지만, 최근 저유가 국면에서 소비가 급증했던 것처럼 국제 유가의 변화에 따라 수송 부문의 에너지 수요가 크게 변동할 가능성이 있음
- 건물 부문에서는 서비스업의 활동 증가로 상업용 건물의 에너지 수요가 빠르게 증가하지만 주거용 건물은 인구 증가 둔화와 냉난방 효율 증가로 에너지 수요가 정체할 것으로 예상됨
  - 건물 부문의 에너지 수요는 2017년 46.1백만 toe에서 약 17% 증가하여 2040년 54백만 toe 수준에 도달할 것으로 전망되는데, 상업 및 공공용 건물에서 에너지 수요 증가가 발생하며 주거용 건물의 경우 22백만 toe 수준에서 정체할 것으로 예상됨
  - 주거용 건물, 즉 가정용 에너지 수요는 2003년 22.5백만 toe를 정점으로 장기적인 감소 추세를 따를 것으로 예상되는데, 이는 가전기기 보급 확대에 의한 전기 수요 증가를 에너지 자립 건물의 보급 확대, 단열 및 보일러 기술의 발전, 인구 증가 정체 등으로 인한 난방 연료 감소가 상쇄하기 때문임. 하지만 에너지 가격이나 이상 기온 등으로 인해 단기적인 변동이 발생할 수 있음

#### □ 전환 부문(전기 및 열 생산)이 총에너지 수요에서 차지하는 역할은 유지

- 전망 기간 총에너지 수요는 약 47백만 toe가 증가하는데 발전 및 열 생산을 위한 연료 수요 증가가 19백만 toe로 전체 증가의 40% 수준을 차지하며, 발전 및 열 생산 부문이 총에너지 수요에서 차지하는 비중은 2017년 37.9%에서 2040년 38.3% 수준으로 미세하게 증가함
  - 최종 소비 부문에서 전기 수요가 2017년에서 2040년 사이 약 18백만 toe가 증가하면서 전기 및 열 생산에 투입되는 연료도 2017년 113.9백만 toe에서 2040년 133백만 toe로 19백만 toe가 증가함
  - 전기 및 열 수요 증가에 비해 생산에 투입되는 연료의 증가가 낮은 것은 발전 연료의 구성에서 석탄의 감소를 발전효율이 높은 가스가 상쇄하기 때문인데, 에너지밸런스 기준 전기 및 열 생산의 생산 효율은 2017년 약 40%에서 2040년 48% 수준으로 개선됨

## 에너지 상품별 전망

#### □ 에너지 상품 비중이 크게 변화하면서 화석 에너지의 비중은 현재보다 감소

- 총에너지 수요 증가 47백만 toe 중에서 가스가 24백만 toe 정도 증가하고 석유제품도 6백만 toe 증가하지만, 원자력의 감소에도 불구하고 신재생에너지 수요가 크게 늘어나면서 총에너지에서 화석 에너지가 차지하는 비중은 2017년 84%에서 2040년 81%로 하락함
  - 신재생에너지는 정부의 보급 확대 정책과 기술 발전으로 인해 전망 기간 24백만 toe가 늘어나 총에너지 증가의 50%를 차지하고, 양수 제외 수력을 포함한 신재생에너지가 2040년 총에너지 수요에서 차지하는 비중도 12%까지 확대될 전망이다



- 정부는 2030년까지 재생에너지 발전 비중을 총 발전량의 20% 수준까지 끌어올리겠다는 목표를 설정하는 등 태양광과 풍력 중심의 재생에너지 보급 확대를 추진하면서 (산업통상자원부, 2017a) 부생가스, 시멘트킬른 보조연료, 산업폐기물 등 기존 신재생에너지 공급의 대부분을 차지하던 산업 부문이 전망 기간 신재생에너지 증가에서 차지하는 비중은 25% 수준에 그치고 발전 부문이 신재생에너지 증가의 65% 이상을 차지할 전망이다
- 신고리 5,6호기 공론화 위원회의 결정 이후 수립된 '제8차 전력수급기본계획'에 따르면 향후 노후 원자력 설비의 가동 연장 및 추가 신규 건설이 폐지됨에 따라 현재 건설 중인 원자력 발전소가 가동되더라도 2040년까지 원자력의 설비 용량이 약 6.1 GW 감소하면서 원자력이 총에너지에서 차지하는 비중은 7% 수준으로 감소할 전망이다
- 석탄의 경우 전망 초기 석탄화력 발전소의 신규 진입으로 일시적인 역할 증가가 발생하지만 노후 석탄화력 발전소의 단계적 폐지와 철강업종의 석탄 수요 증가 둔화로 2040년 석탄 소비는 2017년에 비해 약간 감소할 것으로 분석됨

그림 1.10 총에너지에서 에너지 상품별 비중 변화

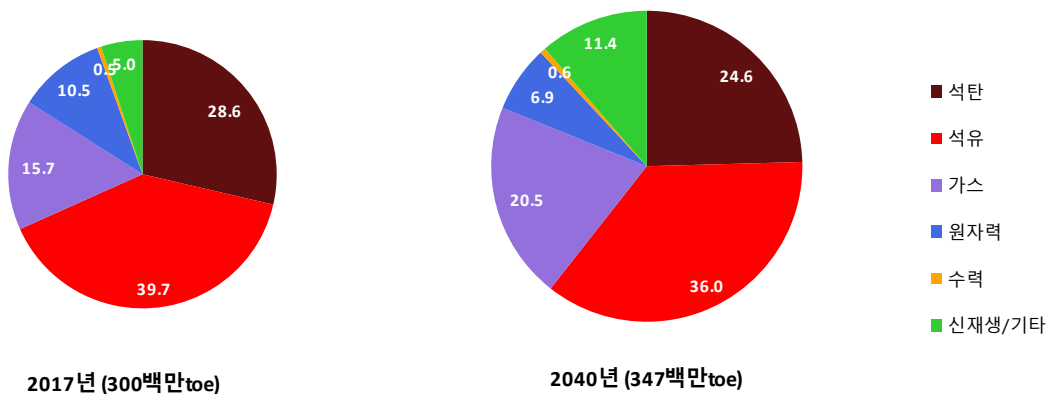
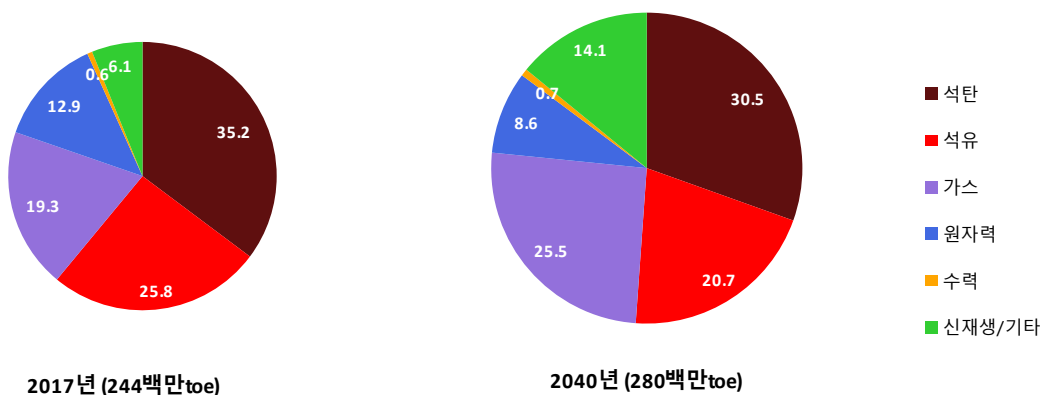


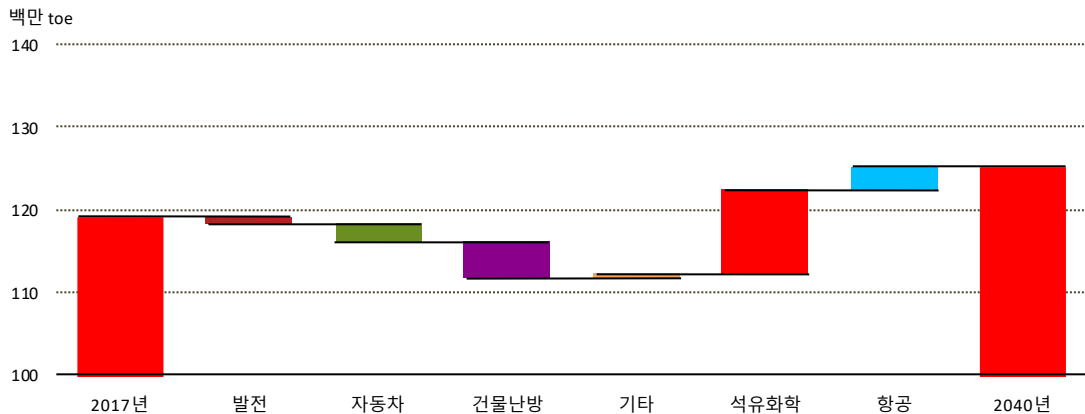
그림 1.11 총에너지에서 원료용 소비를 제외한 에너지 상품의 비중 변화





- 석유제품 수요 전체는 전망 기간 증가할 것으로 예상되는데 이는 대체가 어려운 석유화학의 원료용 수요가 11백만 toe 증가하고 항공용 석유 수요도 약 3백만 toe가 증가하기 때문임
  - 석유제품은 2017년에서 2040년 사이 약 6백만 toe 증가하여 2040년에도 가장 큰 에너지 공급원의 역할을 수행하지만 그 역할은 점차 축소될 전망이다(그림 1.10)
  - 에너지로 사용되는 석유제품, 즉 석유화학의 원료용 수요를 제외한 석유제품 수요는 2017년 61.4백만 toe이며 2040년에는 57백만 toe 수준으로 감소할 것으로 예상되는데, 이를 고려하면 석유제품 소비는 2017년 에너지 소비에서 석탄에 이어 두 번째의 지위를 차지하는 것에서 2040년에는 가스보다 역할이 줄어드는 것으로 분석됨(그림 1.11)
  - 대체가 어려운 석유화학의 원료용 수요나 항공용 석유 수요 이외에 거의 대부분의 용도에서 석유제품 수요가 전망 기간 줄어들 것으로 예상되며, 특히 서비스 및 주거 건물에서 난방용으로 사용되는 석유제품이 설비 대체와 효율 증가로 가장 크게 감소하고 전기 자동차의 보급 확대와 연비 상승으로 자동차용 석유제품 수요도 비교적 크게 감소할 전망이다(그림 1.12)

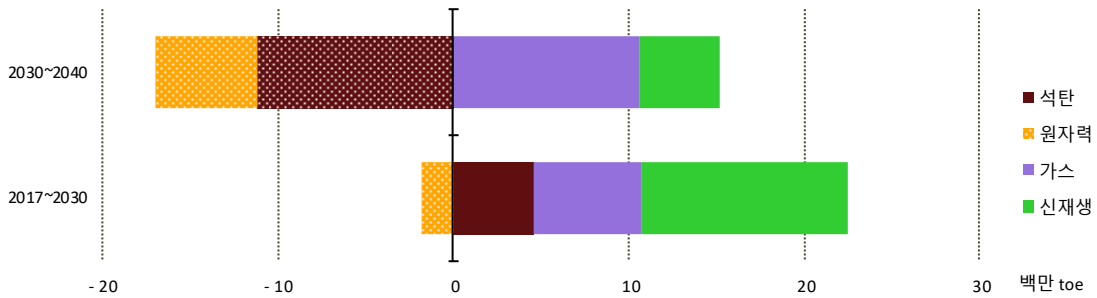
**그림 1.12**    **전망 기간 주요 부문의 석유 수요 변화 기여**



#### □ 에너지 전환 정책으로 이전과 다른 에너지 미래 경로

- 원자력 수요는 2020년대 초반 신고리 5호기와 6호기가 계통에 진입한 이후 지속적으로 감소하며, 석탄 수요는 2030년대 초반까지 증가하다 이후 급격히 감소로 전환될 전망이다
  - 이미 건설 중인 설비에 대해서는 매몰 비용 및 여러 요인을 고려하여 건설을 진행하기로 함에 따라 원자력 발전소 5기와 석탄화력 발전소 13기가 2018~2020년대 초반까지 전력계통에 진입할 예정임
  - 따라서 정부의 에너지 전환 정책은 2030년까지 11기의 원자력 발전소가 순차적으로 운전 기한에 도달하고 2030년 이후 총 23기의 석탄화력 발전소가 폐지되면서 실질적인 영향을 나타내기 시작함

그림 1.13 발전용 연료의 기간별 수요 변화

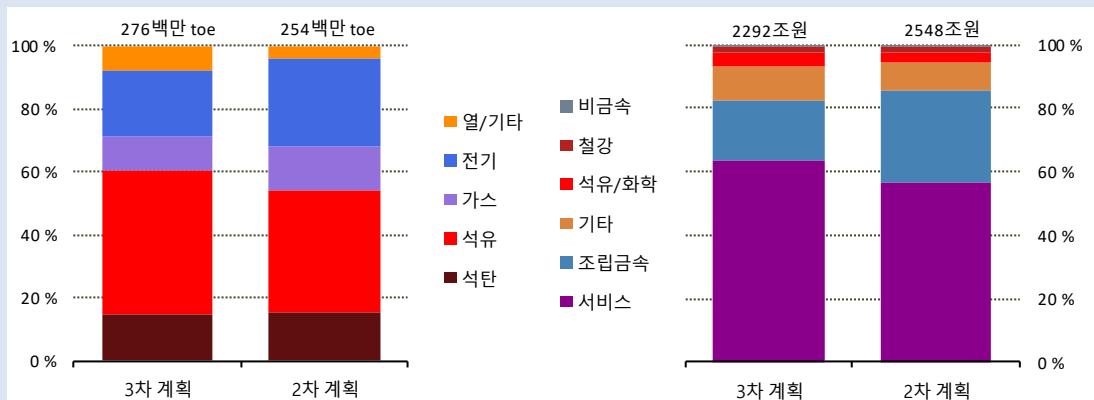


- 전기 수요 증가가 정제되고 총 발전 설비의 여유가 발생하면서 발전용 석탄과 가스 수요는 2030년대 이후 동조성에서 벗어나 서로 상반되게 움직일 것으로 예상됨
  - 발전용 가스 수요는 2020년대 초반까지 다소 감소하지만 그 이후 석탄화력 및 원자력 발전 설비의 폐지에 따른 대체 설비와 신재생에너지 보급 확대에 따른 백업 설비의 역할이 중요해지면서 급증 양상을 보일 것으로 예상되는데, 2040년에는 약 37백만 toe까지 증가하여 과거 최고점이었던 2013년 대비 약 57%, 2020년 초반 저점 대비로는 약 두 배 가까이 증가할 전망이다
  - 발전용 가스 수요의 변동성과 불확실성은 원자력과 석탄화력 발전 설비의 건설 및 운영 계획의 변화에 의존하는데, ‘제8차 전력수급기본계획’에서 원자력 및 석탄화력 발전 설비 계획이 확정됨에 따라 발전용 가스 수요가 2020년대 중반 이후 과거 예상했던 것보다 더 빠르게 증가할 것으로 예상됨
- 신재생에너지 발전 목표가 과거보다 큰 폭으로 상향 설정됨에 따라 재생에너지 보급 및 생산 불확실성이 발전용 가스 수요에 크게 영향을 미칠 것으로 예상됨
  - 재생에너지 중에서도 태양광이나 풍력 같은 변동성 재생에너지(variable renewable energy)가 발전에서 차지하는 비중이 커질수록 변동성 재생에너지 발전의 통제 어려움과 저장 설비의 필요성, 전통적 발전 설비에 대한 비용 전가와 송전망 비용 증가, 예비 설비의 증가 그리고 궁극적으로 발전 시스템의 불안정성 증가 등이 문제로 제기됨
  - 국제에너지기구(IEA)에서는 구분하는 변동성 재생에너지 통합 단계에 따르면 (IEA, 2017b; IEA, 2017c) 현재 우리나라는 변동성 재생에너지 발전이 시스템에 전혀 영향을 미치지 않는 1단계에 속하고 정부의 목표가 달성되더라도 변동성 재생에너지 발전이 시스템에 영향을 주기 시작하는 2단계 수준 불과하지만, 2단계에서도 변동성 재생에너지의 기술적 조합이나 지리적 분포, 송배전망의 확보, 정확한 변동성 재생에너지 발전의 전망과 이에 따른 계통망 운영의 중요성이 증가함

### 글상자 1.3 제2차 에너지기본계획과의 비교

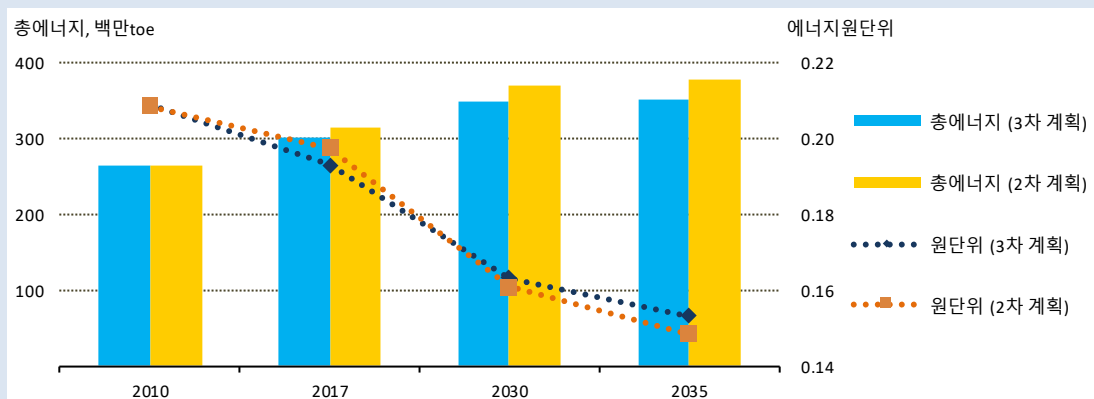
- 매 5년마다 에너지기본계획 수립을 규정한 저탄소녹색성장기본법에 의거 2014년 ‘제2차 에너지기본계획’이 수립되었음. 제2차 에너지기본계획에서는 자동차, 통신기기, 반도체 등 조립금속업이 경제성장을 주도하면서 국내 경제가 2011~2035년 사이 연평균 2.8% 성장하리라는 전제하에, 추가적인 정책 노력이 없을 경우 총에너지는 연평균 1.3%, 최종 소비는 연평균 0.9% 증가할 것으로 전망함. 정부는 수요관리 정책 강화와 에너지 가격 및 세제 조정, 투자 확산 등으로 2035년까지 최종 소비의 13%를 감축하는 것을 목표로 설정함
- 제2차 에너지기본계획 수립 이후 국제 에너지 시장과 국내 경제 및 사회의 급격한 변화로 인해 ‘제3차 에너지기본계획’의 기준 시나리오는 ‘제2차 에너지기본계획’과 큰 차이를 보임. 경제 저성장의 고착화와 서비스 업종의 성장 주도로 제조업의 성장 동력이 과거 전망보다 많이 낮아지지만 석유화학을 중심으로 에너지다소비 업종이 꾸준히 성장하는 것이 ‘제2차 에너지기본계획’ 대비 ‘제3차 에너지기본계획’의 에너지 최종 소비에 큰 영향을 미쳤으며, 최근 전기 소비의 증가세 둔화도 3차 계획 기준 시나리오의 전기 수요가 과거 전망 대비 둔화되는 방향으로 영향을 줌

그림 1.14 에너지원별 최종 소비와 주요 업종별 부가가치 비중



주: 제2차 에너지기본계획의 업종별 부가가치는 2010년 불변가격 기준으로 환산

그림 1.15 총에너지 및 에너지원단위 비교



주: 제2차 에너지기본계획의 원단위는 국내총생산을 2010년 불변가격 기준으로 환산한 후 재계산

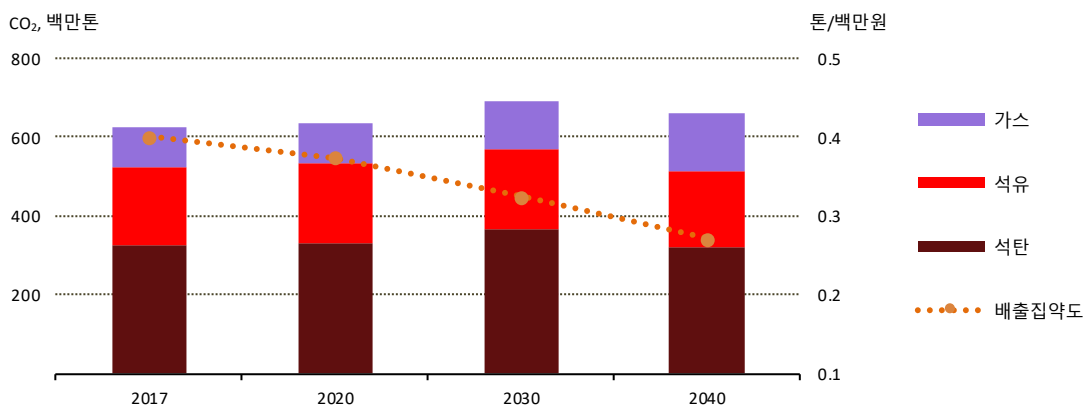
- 결과적으로, 최종 소비 전체로는 2035년 기준 '제3차 에너지기본계획'의 기준 시나리오가 '제2차 에너지기본계획'의 기준 시나리오 대비 9% 증가하며 최종 소비에서 석유 소비의 비중 증가와 전기 소비의 비중 감소로 나타남. 반면 총에너지 기준으로는 '제2차 에너지기본계획'이 '제3차 에너지기본계획' 대비 7% 많은 378백만 toe로 전망되었는데, 이는 '제2차 에너지기본계획'의 전기 소비가 16%가량 크게 전망되어 총에너지 수요가 더 빠르게 증가하기 때문임
- 하지만 '제3차 에너지기본계획'과 '제2차 에너지기본계획'의 총에너지 기준 에너지원단위는 거의 동일한 것으로 분석되는데, 이는 '제2차 에너지기본계획'의 2020년대 빠른 에너지원단위 개선과 '제3차 에너지기본계획'의 에너지 전환 정책에 따른 전환 효율의 상승이 우연히 유사한 에너지원단위를 초래한 것임

## 에너지 부문 온실가스 배출

### □ 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출은 2030년대 초반 약 690백만 톤(tCO<sub>2</sub>eq) 수준의 정점에 도달<sup>6</sup>

- 1990년에서 2017년 사이 에너지 연소 부문의 온실가스 배출은 연평균 3.7% 증가하였으나 2030년까지는 연평균 0.8%로 증가 속도가 점차 하락하다가 2030년 이후에는 연평균 0.4% 감소할 것으로 예상됨
  - 2030년 이후는 설계 수명에 도달하는 대형 석탄화력 발전 설비들의 가동이 중지되지만 가스 복합화력 발전소가 이를 대체하고, 원자력 발전의 감소를 신재생에너지가 대체하면서 에너지 연소로 인한 온실가스 배출은 감소하는 것으로 나타남
  - 정부의 에너지 전환 정책에 따라 노후 석탄화력 발전 설비가 폐지될 경우 우리나라의 에너지 연소로 인한 온실가스 배출은 2030년대 초반 정점에 도달할 것으로 분석되며, 온실가스 배출 정점의 배출량도 690백만 톤 수준이 될 것으로 예상됨

그림 1.16 온실가스 배출 집약도와 화석 연료별 온실가스 배출



<sup>6</sup> 본 시나리오의 온실가스 배출은 에너지원별 국가 배출계수를 이용하여 추정된 것이기 때문에 국가 인벤토리와는 차이가 발생할 수 있음

## 제2장 부문별, 에너지원별 상세 결과



## 1. 산업 부문

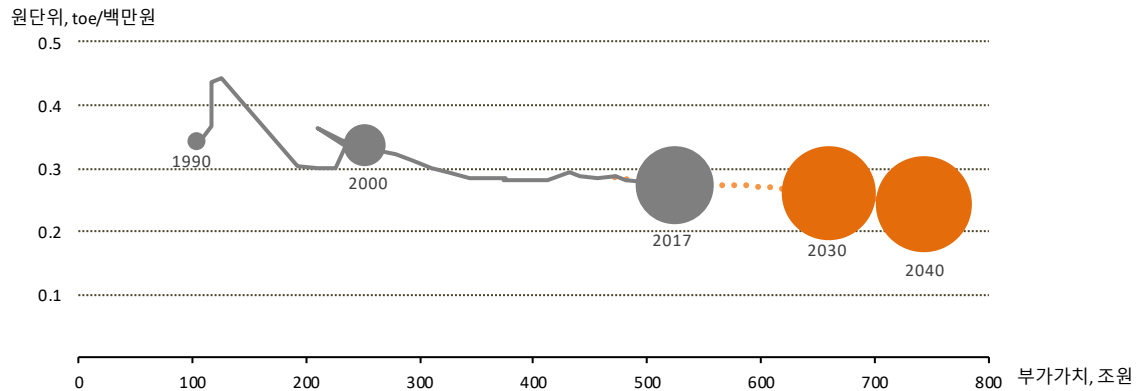
### 산업 부문 에너지 소비 추이 및 업종별 전망

#### □ 에너지다소비 산업의 성장으로 산업 부문 에너지 소비는 1990~2017년 연평균 5.3%로 빠르게 증가

- 1990년대는 주로 석유화학, 비금속, 수송장비 업종의 생산이 빠르게 늘고, 2000년대는 철강업이 꾸준히 성장하면서 산업 부문 에너지 소비는 1990년 36.2백만 toe에서 2017년 143.5백만 toe로 증가함
  - 성장을 주도한 업종에 따라 특정 기간 산업 부문의 에너지 상품별 소비 추이도 상당히 다른 모습을 보였는데, 1990년대는 석유화학 원료용 석유제품이 에너지 소비 증가를 이끌었으며, 2000년대는 제철용 석탄 소비의 증가가 두드러졌음
  - 2010년대 중반 석유화학 업종의 과감한 설비 투자로 석유화학의 에너지 소비가 높은 증가율을 보이기도 했지만, 제조업 전반의 성장 둔화와 함께 에너지 효율 향상이 지속되면서 산업 부문의 에너지 소비 증가는 2011년 이후 연평균 2.1%로 낮아졌음
- 석유화학에서 사용한 원료용 납사를 제외할 경우<sup>7</sup> 산업 부문의 실제 에너지 소비는 1990년 29.9백만 toe에서 2017년 87.3백만 toe로 연평균 4.1% 증가한 것으로 나타남
  - 에너지 용도의 석유제품 소비는 같은 기간 오히려 0.3백만 toe 감소하였으며, 석탄과 전기 소비가 각각 21.9백만 toe, 18.7백만 toe 증가하여 산업 부문 에너지 소비 증가의 70.6%를 차지하였음
  - 특히, 반도체, 통신장비, 조선, 자동차 등 조립금속 업종의 빠른 성장, 석유화학이나 철강 업종의 제품 생산 다양화, 제조업의 공정 자동화 등으로 동력 에너지원인 전기 소비가 전 업종에 걸쳐 빠르게 증가한 것이 특징임
- 산업 부문 에너지 소비가 1990~2017년 연평균 5.3% 증가한데 반해, 같은 기간 산업 부문의 부가가치는 에너지 소비 증가율보다 빠른 연평균 6.1% 증가하여 산업 부문의 에너지원단위가 연평균 0.8% 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, 2000년대 이후에는 꾸준한 개선 추세를 보임

<sup>7</sup> 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

그림 2.1 산업 부문의 에너지 수요, 부가가치 및 에너지원단위, 1990-2040



주: 원의 지름은 에너지 수요의 크기를 의미

#### □ 전망 기간 산업 부문의 에너지 수요 증가는 연평균 1.0%로 꾸준히 증가하지만 원단위 개선은 둔화

- 경제의 저성장 기조 속에 제조업 생산 활동 증가 속도가 과거에 비해 크게 둔화되면서 산업 부문의 에너지 수요도 2017년 143.5백만 toe에서 연평균 1.0% 증가하여 2040년 180백만 toe에 도달할 것으로 예상됨
  - 산업의 부가가치는 2017년 525조 원에서 2040년 744조 원으로 연평균 1.5% 성장하는데, 공정 부문의 에너지 효율 개선과 에너지저소비형 업종 중심으로의 산업 구조 변화, 그리고 온실가스 감축 정책으로 인해 같은 기간 산업 부문 에너지 수요는 연평균 1.0% 증가에 그침
  - 생산이 증가하면 에너지 소비도 증가하는 것이 일반적이지만 섬유/가죽, 펄프/제지 등 일부 업종의 경우는 생산과 에너지 소비의 상관관계가 반대로 나타나는데, 그 원인은 예를 들어 섬유/가죽 업종의 경우 기존 원자재 생산 중심에서 패션 의류 생산으로 그 축이 이동하고, 업종 내 에너지 소비가 많은 염색 업종이 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 꾸준한 성장으로 원료용 에너지 상품이 에너지 수요 증가를 주도하는 것과, 아래 설명처럼 연료 및 전기의 효율 개선이 과거에 비해 느려지기 때문임
- 에너지 수요 증가의 30%를 차지하는 석유화학의 원료를 제외할 경우, 산업 부문의 에너지 수요는 2017년 87.3백만 toe에서 2040년 113백만 toe로 연평균 1.1% 증가함
  - 조립금속 및 석유화학의 빠른 성장, 스마트 공장이나 FEMS의 확산 등으로 전기와 신재생에너지가 에너지 수요 증가의 60% 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

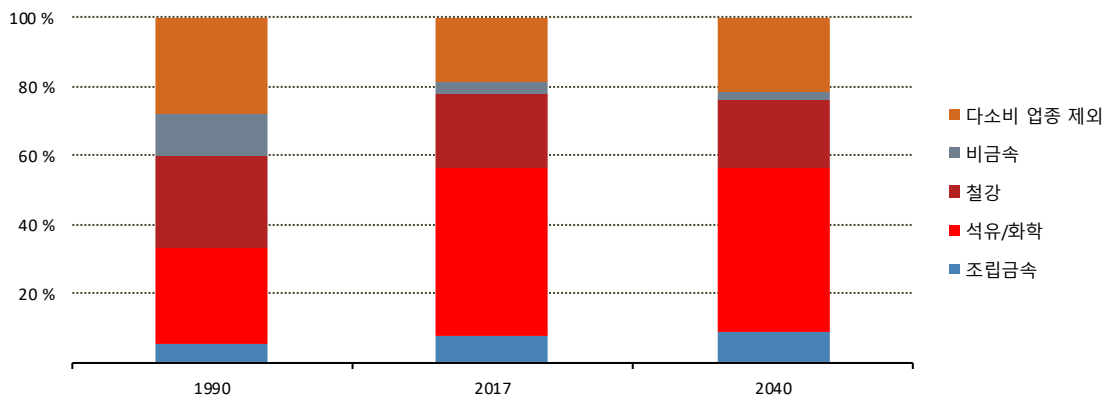


에너지 사용을 늘리는 작용을 하고, 석유화학이나 철강 등 에너지다소비 업종의 기존 설비도 이미 상당한 수준의 에너지 효율화가 진행되었기 때문임

#### □ 전망 기간 조립금속 업종이 산업 부문의 에너지 수요 증가를 주도하며 연평균 1.0% 증가

- 미래 제조업 구조 변화의 영향으로 조립금속 업종이 에너지 수요 증가에 미치는 기여도는 더욱 커지며 철강을 비롯한 주요 에너지다소비 업종의 기여도는 갈수록 줄어들 전망임
  - 석유화학, 철강, 비금속 등 2017년 산업 부문 에너지 소비의 73.4%를 차지하는 3대 에너지다소비 업종의 에너지 수요 증가가 전망 기간 산업 부문 전체 에너지 수요 증가의 절반가량에 그치면서 전통적 에너지다소비 업종이 2040년 산업 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 70% 미만으로 줄어들<sup>8</sup>
  - 한편, 스마트 공장을 중심으로 한 공장 자동화, 인공지능을 적용한 자율주행 자동차, 사물인터넷, 음성인식 서비스 등 생산 및 생활의 변화로 정밀기기, 전기전자, 통신기기 등을 생산하는 조립금속의 에너지 수요가 지속적으로 증가하면서, 산업 부문 에너지 수요 증가에 대한 기여는 1990~2017년 8.4%에서 2017~2040년 15%로 크게 확대됨

그림 2.2 주요 업종별 에너지 수요 비중 변화



- 저유가 상황에서 시설 투자를 크게 늘려온 석유화학 업종은 후방산업의 석유화학 제품에 대한 수요가 탄탄히 유지되며 에너지 수요가 늘어나지만 과거에 비해서는 에너지 수요 증가 기여도가 크게 하락함

<sup>8</sup> 에너지다소비 업종의 에너지 수요 증가 기여도 하락은 통계적 문제도 존재함. 현행 에너지밸런스에서는 산업 부문 신재생에너지 소비의 업종 구분이 되지 않기 때문에 전량 기타 제조업의 소비로 취급하고 있음. 따라서, 업종별 에너지 수요 증가는 석탄 부생가스, 시멘트 킬른 보조연료 등 산업 부문 신재생에너지의 대부분을 차지하는 폐기물 에너지의 증가를 해당 업종의 소비로 반영하지 못하는 한계가 존재함. 현행 에너지밸런스를 기반으로 한 에너지 수요 전망에서 산업 부문 신재생에너지 수요를 포함하는 기타 제조업은 전망 기간 에너지 수요 증가의 30%를 차지하는 것으로 분석됨

- 석유화학 업종에서는 2016년에만 100만 톤의 혼합자일렌 설비(현대 케미칼), 11만 톤의 파라자일렌 설비(S-Oil, 한화토탈), 그리고 50만 톤의 프로필렌 설비(SK 어드밴스드) 신증설이 진행되었고, 조립금속 업종 같은 후방 산업의 성장으로 기초유분 생산량이 전망 기간 연평균 1%대의 꾸준한 증가세를 유지할 전망이다
- 석유화학 업종의 생산 증가로 원료인 납사에 대한 수요가 전망 기간 20% 증가하고 석유화학 업종이 산업 부문 에너지 수요 증가에서 차지하는 비중도 40%가량을 차지하지만, 1990~2017년 에너지 소비 증가의 55% 이상을 차지하던 것에 비해서는 에너지 수요 증가의 기여도는 크게 하락하는 것으로 분석됨
- 전 세계적인 철강재 공급 과잉과 대내적으로 건설, 자동차, 조선 등의 수요 산업 부진에 따른 철강 수요의 둔화로 철강 생산량의 증가율이 장기적으로 정체하면서, 철강 업종의 에너지 수요는 연평균 0.7% 증가에 그칠 것으로 예상됨
  - 중국 경제 성장의 둔화로 전 세계적인 철강재 공급 과잉 현상이 지속되고 있고, 향후 전 세계 경제 성장 전망도 지속적으로 하향 조정되고 있어 철강재에 대한 수요 둔화 및 공급 과잉 현상이 이어질 것으로 예상되는 가운데, 국내 철강 업계의 제품의 고급화를 통한 경쟁력 강화 노력으로 고품질 전로강 생산이 증가할 것으로 예상됨에 따라 전로강 생산량은 연평균 0.8% 증가할 전망이다
  - 반면, 국내 건설 경기의 장기적인 둔화로 건설용 철근 수요가 정체될 것으로 예상됨에 따라 전기로강 생산량은 현재 수준에서 연평균 0.4% 감소할 것으로 예상됨
- 비금속 업종은 시멘트의 생산은 감소하지만 유리 및 요업 등의 생산이 증가하면서 에너지 수요가 현재 수준과 비슷할 것으로 예상됨
  - 건설 경기 하강으로 시멘트 생산량은 2016년에서 2040년 사이 연평균 0.7% 감소하는 반면 유리 및 요업의 산출액이 늘어나면서 비금속 업종의 에너지 수요는 2017년 4.6백만 toe에서 2040년 5백만 toe로 연평균 0.3% 증가할 전망이다

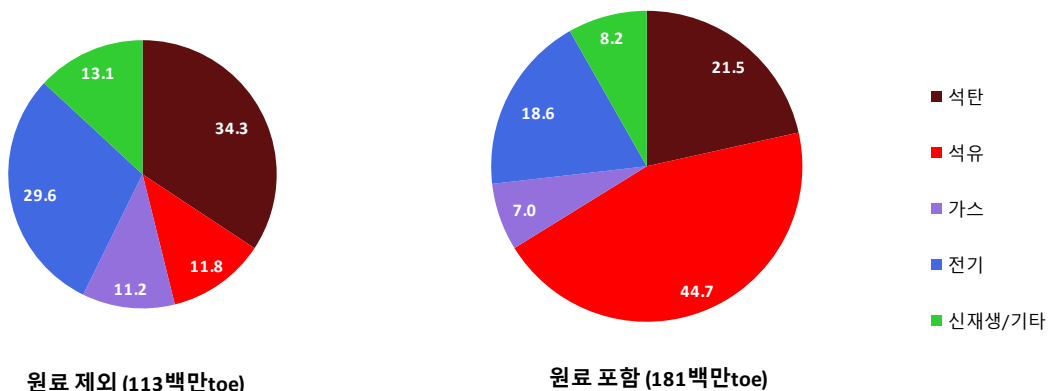
## 에너지 상품별 전망

### □ 전기와 가스가 산업 부문 에너지수요 증가를 주도

- 조립금속 업종이 산업 부문 생산 증가를 주도하는 가운데, 석유화학이나 철강, 비철금속 등 전기 소비가 많은 업종의 고부가가치화 전략으로 전기 수요가 전망 기간 연평균 1.5% 증가할 전망이다
  - 산업 부문 전체로는 직접 및 간접 가열용 에너지가 전체 에너지 사용의 65% 이상을 차지하지만, 조립금속은 공정 특성 상 동력 및 전기화학용으로 사용되는 전기가 전체 에너지 사용의 43%가량을 차지하기 때문에, 조립금속의 생산 주도는 전기 수요를 빠르게 증가시키게 됨

- 또한, 철강이나 비철금속 등의 제품 고부가가치화는 후판, 열연, 냉연, 합금, 가공 등의 공정이 복잡해지고 에너지 투입이 많아진다는 것을 의미하며, 이러한 공정은 주로 전기를 많이 사용하기 때문에 산업 부문의 전기 수요는 2017년 23.8백만 toe에서 2040년 34백만 toe로 41% 증가하여 원료를 포함한 산업 부문 에너지 수요 증가의 1/4 이상을 차지할 전망이다
- 한편, 신재생에너지는 정책적 관심과 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, 이는 통계상 전기 수요의 증가를 둔화시키는 요인으로 작용함
- 도시가스의 경우, 미수급 회수 완료로 인한 가격 경쟁력 회복으로(글상자 2.3 참조) 산업 부문 열 공급원으로서의 역할을 확대할 전망이다
  - 가스 수요는 2017년에서 2040년 사이 연평균 1.8% 증가하여 과거 대비 증가율이 크게 둔화하지만 오염물질 저배출 연료라는 장점과 가격 경쟁력 확보로, 특히 석유화학을 중심으로 석유를 대체하며 빠르게 증가할 것으로 예상됨
- 석탄과 석유의 비중은 2017년 71.4%에서 2040년 66% 수준으로 하락하고 대신 전기와 가스, 신재생에너지 등 온실가스와 오염물질 저배출 에너지원이 그 역할을 대체함
  - 건설 경기 하락으로 인한 시멘트 제조용 석탄 수요 감소와 세계 철강 시장의 경쟁 심화로 철강 제품 생산 증가세가 둔화로 산업 부문 석탄 수요 증가는 억제되지만, 철강 업종이 전로강 중심으로 제품 생산을 전환하면서 제철용 유연탄 수요는 증가할 것으로 전망됨
  - 석유는 석유화학의 꾸준한 성장으로 납사 수요가 전망 기간 연평균 0.8% 증가하며 2040년에도 산업 부문 에너지 수요의 45% 가까이 차지하지만 그 비중은 4% 포인트 하락하며, 원료를 제외할 경우 에너지원으로써의 역할은 더욱 축소될 전망이다

그림 2.3 에너지 상품별 2040년 산업 부문 에너지 수요 비중

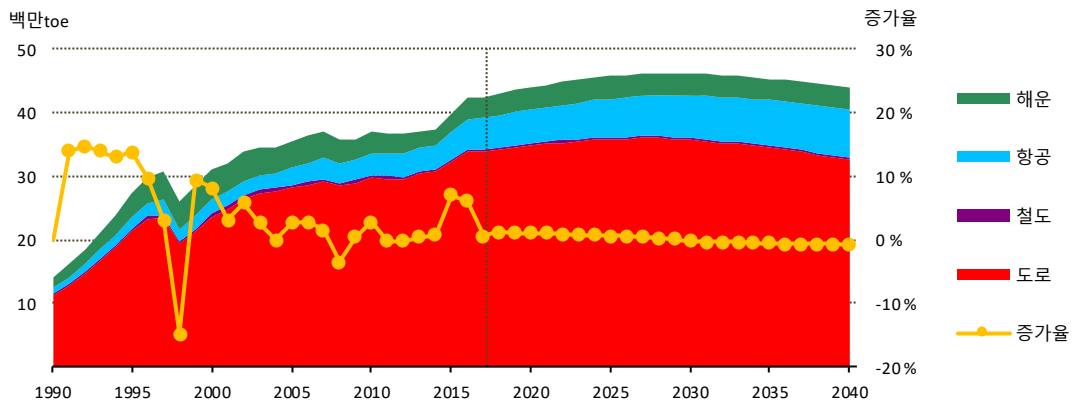


## 2. 수송 부문

### □ 최근 수송 부문 에너지 소비는 국제 유가의 변동에 따라 증가율이 크게 변동

- 수송 부문 에너지 소비는 1990년 14.2백만 toe에서 연평균 4.2% 증가하여 2017년 42.5백만 toe에 도달하였으나, 소비 증가 추세는 1997년 외환위기와 2008년 국제 금융위기를 기점으로 크게 둔화됨
  - 수송 부문 에너지 소비 증가세는 1990~1997년 빠른 경제 성장에 따른 물동량 증가, 교통 인프라 공급 확대, 대중교통 발달, 자동차 증가 등으로 연평균 11.7%로 높은 수준을 유지하였지만, 1997년 외환위기 여파로 경제 증가세가 둔화되면서 2000~2007년에는 2.6%로 대폭 하락함
  - 2008년 국제 금융위기로 다시 한번 감소하였던 에너지 소비는 세계 경기 침체 지속에 따른 수출 및 경제 성장 둔화와 고유가 등으로 인해 2008~2014년 연평균 0.7% 증가에 그침
- 2014년 하반기 국제 유가의 급락 이후 교통량이 크게 증가하면서 수송용 연료 소비도 2015년과 2016년 각각 전년 대비 7.0%, 6.1% 증가하였지만, 2017년 유가가 상승하면서 에너지 소비 증가세는 크게 둔화됨
  - 평균 국제 유가는 2014년 6월 배럴당 108.4달러까지 상승하였으나, 2014년 9월 배럴당 100달러 밑으로 떨어졌고 2016년 1월 배럴당 30.2달러까지 하락한 후 저유가를 유지함
  - 유가의 급락으로 일일 평균 교통량은 2015년 13.9천 대/일, 2016년 14.5천 대/일로 2015년과 2016년에 전년 대비 4.2%씩 증가하면서 2010~2014년 연평균 증가율 1.2%를 크게 상회하였으며, 자동차의 총 주행거리 역시 2015년 435.9백만 대·km, 2016년 455.8백만 대·km로 전년 대비 4.1%, 4.6% 증가하여 2010~2014년 연평균 증가율 1.6%를 크게 상회함 (국토교통부, 2017)

그림 2.4 수송 부문 에너지 소비 및 증가율 추이



### □ 전기 자동차 보급의 빠른 증가와 내연기관 자동차 보급 정체로 수송용 에너지 수요는 2030년 경 정점에 도달

- 수송 부문 에너지 수요는 2017년 42.5백만 toe에서 연평균 0.1% 증가하면서 2040년에 44백만 toe에 도달할 전망이다

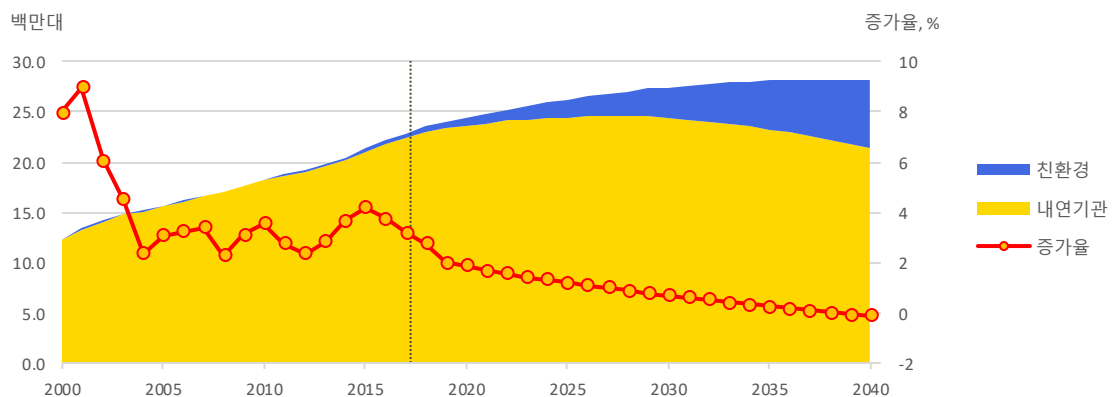
- 환경문제 해결을 위한 정부의 적극적인 친환경(전기 및 하이브리드) 자동차 보급 정책으로 전망 기간 친환경 자동차 보급이 확대되면서 내연기관 자동차 보급은 2030년 경에 정점에 도달하고 이로 인해 수송 부문 에너지 수요는 2030년 경에 약 46백만 toe 수준의 정점에 도달할 전망이다
- 2030년 이후 에너지 수요 증가율은 연료 효율이 좋은 전기 자동차 보급 확대, 경유 승용차를 중심으로 한 내연 기관 자동차의 보급 감소, 자동차 엔진 효율의 향상, 인구 증가 정체 및 감소, 여객 및 화물 수요 증가 속도 둔화 등으로 2040년까지 연평균 0.5% 감소할 것으로 전망됨

## 수송 수요

### □ 자동차 보급이 20% 이상 증가하는 가운데 내연기관 자동차에서 친환경 자동차로 빠르게 전환

- 자동차 보급은 인구 감소에도 불구하고 가구 소득 증가, 가구당 자동차 보유 대수 증가, 물동량 증가 등으로 2017년 22.9백만 대에서 2040년 28백만 대로 증가하지만, 정부의 친환경 자동차 보급 정책 등으로 내연기관 자동차는 2030년 경 이후 감소 추세로 전환될 것으로 전망됨
- 1997년 외환위기 이후 민간 소비의 둔화로 정체를 보였던 자동차 보급은, 2010~2017년 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 3.8% 증가함
- 정부의 적극적인 친환경 자동차 보급 확대 지원 정책으로 친환경 자동차가 2017년 44만 대에서 연평균 12.7% 증가하여 2040년에 7백만 대에 도달할 것으로 예상되는데, 전기 자동차(BEV)는 2017년 2.5만 대에서 연평균 23.4% 증가하여 2040년에는 3백만 대 이상이 보급될 전망이다
- 일반 내연기관 자동차는 미세먼지 악화 시 저등급 자동차 운행이 금지되는 등 사용 규제가 강화되고 자동차 평균에너지소비효율제도 등 생산 규제에 의해 전기 자동차 및 하이브리드 자동차에게 시장 주도권을 상실하면서, 2030년 경에 보급 수준이 정점에 도달한 이후 꾸준히 감소할 전망이다

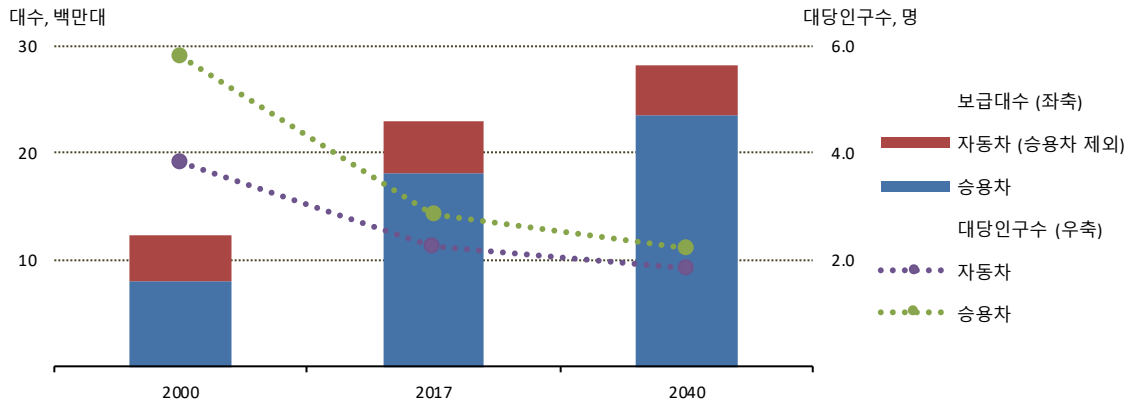
그림 2.5 기술에 따른 자동차 보급과 증가율 추이



주: 친환경 자동차는 전기 및 하이브리드 자동차를 의미

- 자동차 1대당 인구수는 지속적으로 하락하겠지만, 주요 선진국 수준에는 미치지 못할 것으로 보임
  - 자동차 1대당 인구수는 자동차 보급이 급속히 증가하면서 2000년 3.8명에서 2017년 2.3명으로 하락하였으며, 전망 기간에도 인구 감소와 자동차 보급의 꾸준한 증가로 2040년에 2명 아래로 떨어지고, 승용차 1대당 인구수도 2000년 5.8명에서 2017년 2.9명, 2040년에는 2.2명까지 하락할 것으로 전망됨
  - 우리나라의 자동차 1대당 인구수는 국내 자동차 산업의 성장, 자동차의 대중화, 빠른 경제 성장 등으로 2000~2017년 연평균 -3.1%로 빠르게 하락하였지만, 다른 주요 국가들이 비슷한 일인당 GDP 수준에서 기록한 1대당 인구수에 비해 높은 수준으로 분석됨
  - 독일, 이탈리아, 프랑스, 영국, 일본 등 주요 국가들이 일인당 GDP가 4만 달러가 넘는 2013년에 자동차 1대당 인구수가 약 1.7~1.8명 수준이었던데 비해, 2040년 우리나라의 일인당 GDP는 4만 5천 달러를 초과할 것으로 기대되지만 자동차 1대당 인구수는 약 1.9명 수준으로 높을 것으로 예상됨
- ※ 미국은 넓은 국토와 도로 인프라의 발달로 자동차 보급 및 사용이 높은 국가이며, 자동차 1대당 인구수가 가장 낮은 수준의 국가 중에 하나임. 미국의 경우 일인당 GDP는 1990년 약 2만 4천 달러에서 2013년 5만 3천 달러로 증가하였지만, 자동차 1대당 인구수는 1.4명에서 1.3명으로 소폭 하락함

그림 2.6 자동차 보급대수 및 대당 인구수 추이



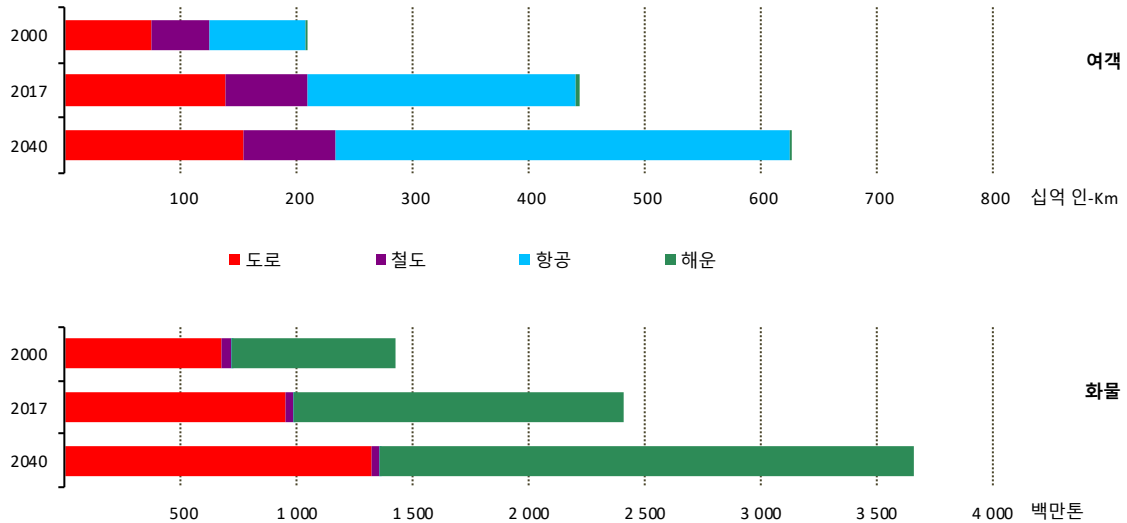
주: 승용차는 비사업용과 사업용 모두 포함

□ 교역 및 교통 인프라 확대에 힘입어 수송 수요는 증가하지만, 경제 성장을 하락으로 증가세는 둔화

- 사업용 여객은 여행 수요 증가, 대중 교통 체계의 발달, 교통 인프라의 확대 등으로 2017년 443.3십억 PgKm(Passenger-km)에서 연평균 1.5% 증가하여 2040년 628십억 PgKm에 이를 전망임
  - 2000~2017년 사업용 여객 수요는 저비용 항공사 등장 및 급성장, KTX 개통, 지하철 노선 확대, 고속도로 확장 등으로 연평균 4.5%로 증가하였음

- 해외 방문객 증가, 국내외 여행 수요 증가, 전망 기간 신규 취항 노선 증가 및 공항 증설 등으로 항공 여객이 연평균 2.3% 증가하여 사업용 여객 수요 증가를 주도함
- 2000~2017년 연평균 3.7%로 빠른 속도로 증가하였던 도로 여객은 전망 기간에 인구 정체 및 감소, 장거리 여행의 철도 및 항공으로의 전환 등으로 연평균 0.5% 증가에 그칠 것으로 예상됨

그림 2.7 수송 수단별 사업용 여객 및 화물 수송 수요



- 사업용 화물은 수출 중심의 경제 성장과 석유 관련 업종의 교역량 확대로 국제 해운 화물이 크게 증가하면서 2017년 2.4십억 톤에서 연평균 1.8% 증가하여 2040년 3.7십억 톤에 도달하겠지만 증가율은 점차 둔화될 전망이다
- 2000~2017년 사업용 화물 수요는 지역 간 간선도로망의 확충, 항만 하역 능력의 증대 등 교통 인프라의 확대 및 개선으로 연평균 3.2% 증가하였음
- 도로 화물 수요는 경제 성장에 따른 물동량 증가, 인터넷 쇼핑 성장에 따른 택배 물량 증가로 연평균 1.4% 증가하지만, 도로 화물과 경쟁 관계이면서도 주로 시멘트, 광물, 농산물 등을 운송하는 철도 화물은 경쟁력 약화로 감소할 전망이다

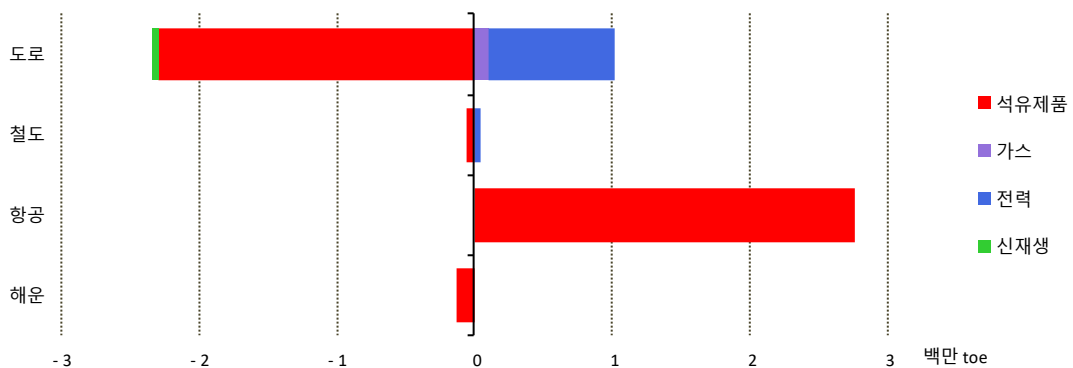
### 수송 수단별 에너지 수요

□ 수송 부문 에너지 수요는 전망 기간 항공 부문을 제외한 모든 부문에서 소비가 감소할 것으로 전망

- 도로 부문은 수송 부문 에너지 소비에서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 2030년까지는 2백만 toe 증가하겠지만 2030년 이후에는 3백만 toe 감소하면서 전망 기간에 1백만 toe 감소할 것으로 전망됨

- 1990~2017년 도로 부문 에너지 수요는 소득 증가에 따른 자동차 보급과 여행 수요 증가, 도로 확장과 대중교통 시스템 개선에 따른 도로 여객 수요 증가, 경제 성장 및 물류 시스템 개선 등에 따른 화물 수송 수요 증가 등으로 22.8백만 toe 증가함
- 전망 기간에는 고효율 친환경 자동차 보급 확대와 2030년대 내연기관 자동차의 감소, 내연기관의 연비 향상 등으로 도로 부문 에너지 수요가 2017~2040년에 연평균 0.2% 감소할 것으로 전망되는데, 전기 자동차를 중심으로 한 친환경 자동차가 기존의 석유 기반 내연기관 자동차를 대체하면서 석유 수요는 2백만 toe 정도 감소하는 반면 전기 수요는 1백만 toe 증가함
- 항공 부문은 전망 기간 국내외 여행 수요가 지속적으로 증가하지만 석유 이외에 항공 연료를 대체할만한 기술이 없기 때문에 수송 운송 수단 중에서 유일하게 에너지 수요가 연평균 2.0%로 증가할 것으로 전망됨
  - 항공 부문의 에너지 소비는 여행 자유화, 아시아나 및 저가 항공사 취항 등으로 1990년 0.9백만 toe에서 2017년에 4.8백만 toe로 연평균 6.4%의 빠른 증가를 기록함
  - 앞으로도 항공 부문은 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% 증가하여 2040년 8백만 toe에 도달할 전망이다
- 철도와 해운 부문의 에너지 수요는 전망 기간 동일하게 연평균 0.2%씩 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 감소하고, 해운 부문의 에너지 소비는 선박 운행 효율 개선, 기술적 연비 향상, 선박의 대형화 등으로 전망 기간에도 국적 선박의 에너지 수요 감소는 지속될 전망이다<sup>9</sup>

그림 2.8 2017~2040년 수송 부문 에너지 수요 변화



<sup>9</sup> 최근에 진행되고 있는 해운업의 구조 조정도 그 자체가 수출 물량에 영향을 미치지 않지만 기존 국내 업체의 화물 수송을 해외 업체가 대체하면서 국내 에너지 소비에 영향을 미칠 수 있음. 이는 현행 에너지밸런스가 자국적 선박 및 항공기의 연료 소비를 최종 에너지 소비로 취급하기 때문임

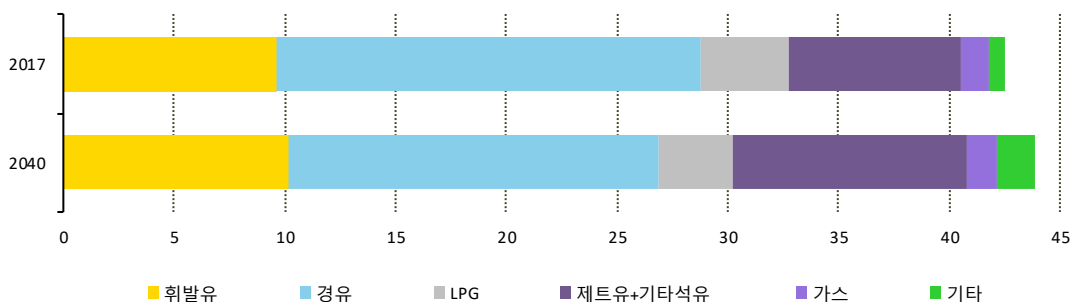


## 수송 연료별 에너지 수요

## □ 향후에도 석유가 수송 부문 에너지 소비의 대부분을 차지하지만, 비중은 지속적으로 감소할 전망

- 수송 부문 석유제품 소비는 1990~2017년 연평균 4.0% 증가하면서 수송 부문 에너지 소비 증가 28.4백만 toe의 93.3%를 차지하였지만, 전망 기간에는 정체될 것으로 전망됨
  - 수송 부문 석유제품은 항공 여객 및 화물 수요의 증가로 항공유 소비가 증가하지만, 2030년 이후 내연기관 자동차 보급이 감소하면서 경유와 LPG 수요가 크게 하락하여 정체될 전망이다
  - 경유는 1990~2017년에 연평균 3.4% 증가하면서 수송용 연료 중에서 가장 많이 증가했지만, 경유 자동차의 친환경성에 대한 문제 제기로 SUV와 화물 자동차를 제외한 경유 자동차의 판매가 둔화 또는 줄어들면서, 전망 기간 수요가 약 2.5백만 toe 꺾여 수송 연료 중 가장 많이 감소할 것으로 예상됨
  - 항공유는 신규 취항 노선 확대, 항공 인프라 증가 등으로 항공 이용이 증가하면서 전망 기간 연평균 2.0% 증가하면서 수송 부문 연료 중 가장 많이 증가하는 연료가 될 전망이다
  - 항공 부문의 석유 수요 증가가 도로 부문의 석유 수요 감소를 상쇄하겠지만 수송용 에너지 수요에서 석유가 차지하는 비중은 2017년 79.9%에서 2040년 약 74%로 하락할 것으로 보임
- 전기 수요는 철도 부문에서의 감소에도 불구하고 전기 자동차 보급이 지속적으로 확대되면서 전망 기간 연평균 7.1% 증가할 것으로 예상됨
  - 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 2.9 수송 연료별 비중 및 수요 (백만 toe)

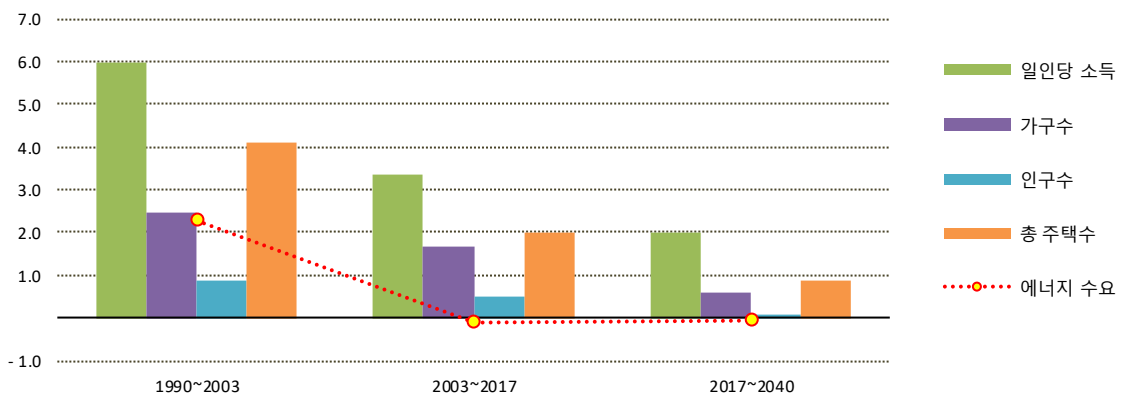


### 3. 가정 부문

#### □ 가정 부문의 에너지 소비는 2003년 이후 감소 추세를 보이며 2017년에는 22.2백만 toe를 기록

- 가정 부문의 에너지 소비는 2000년대 초까지는 가구와 주택 보급의 꾸준한 증가와 함께 연평균 2.3%의 증가 속도를 기록하였으나, 총인구, 가구수, 주택 수, 가구 소득 증가율이 모두 둔화하는 가운데 에너지 대체 및 효율 개선이 지속되면서 2003년을 기점으로 가정 부문의 에너지 소비가 감소 추세로 전환됨
  - 인구의 연평균 증가율은 1990~2003년 연평균 0.9%에서 2003~2017년에는 연평균 0.5%로, 가구수 증가율은 같은 기간 2.5%에서 1.7%로, 주택 수 증가율은 4.1%에서 2.0%로, 일인당 생산은 5.6%에서 3.0%로 하락함
  - 가정 부문 에너지 소비에 영향을 미치는 주요 변수들의 증가율 하락으로 가정 부문 에너지 소비 증가율도 1990~2003년 2.3%에서 2003~2017년 -0.1%로 하락하였으며, 2003년 이후 에너지 소비 감소는 고유가로 인한 석유의 경쟁력 상실과 고효율의 도시가스 보급 확산 그리고 2011년 순환 정전 사태 이후 전기 소비 증가의 둔화가 주요 원인으로 작용함
  - 가구당 에너지 소비는 2003~2017 연평균 1.8% 감소하며 가정 부문 전체 에너지 소비보다 더 빠르게 감소하는 모습을 보였는데, 이는 기기 및 설비의 효율 향상과 함께 가구 구성원 수가 지속적으로 감소한 것이 영향을 미친 것으로 분석됨
  - 인구의 증가 속도는 지속해서 하락하였지만 일인 가구의 증가로 가구수의 증가 속도는 비교적 높은 수준을 유지했으며, 가구 특성의 변화와 함께 아파트 중심으로 주거 형태가 바뀐 것이 가정 부문의 에너지 소비와 에너지 구성의 변화를 견인함
  - 최근 들어 가정 부문 에너지 소비가 증가와 감소를 반복하는 변동성을 보이고 있는데, 이는 에너지 가격의 변화 등의 영향도 있지만 기온 변화의 영향이 점점 더 크게 나타나고 있는 것으로 분석됨

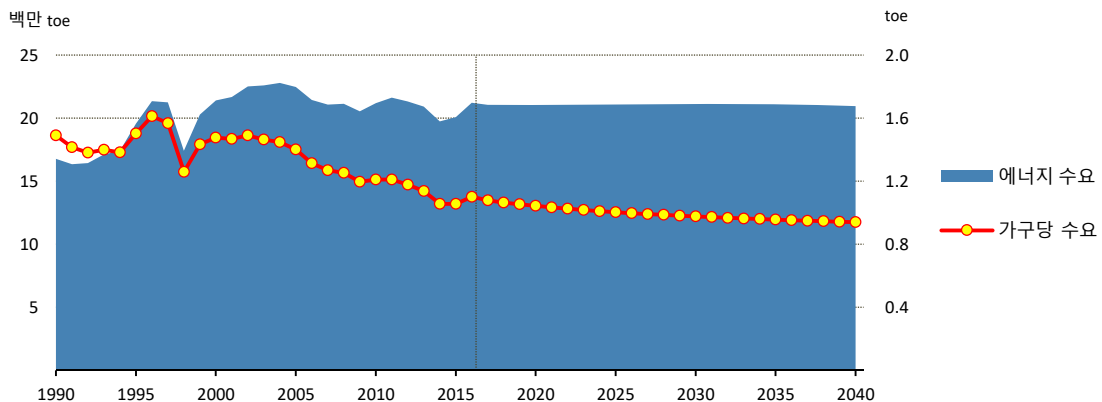
그림 2.10 기간별 연평균 가정 부문 에너지 소비 및 주요 변수 증가율 (%)



### □ 가정 부문의 에너지 수요는 안정기에 진입하여 2040년에도 현재와 비슷한 수준을 유지

- 인구 및 가구수, 주택 보급 증가가 정체되고 경제 성장률도 낮은 수준을 유지하는 반면 기기 및 설비의 에너지 효율은 지속적으로 향상되면서 가정 부문의 에너지 수요가 전망 기간 정체를 것으로 보임
  - 인구, 가구 및 주택의 증가 둔화 추세가 과거보다 더 하락하는 가운데, 일인당 소득도 전망 기간 연평균 1.9% 증가에 그칠 것으로 예상됨
  - 가구수는 일인 가구 증가로 전망 기간 낮은 수준이나 증가세를 유지하겠지만, 이러한 가구 특성의 변화는 향후 평균 주택 면적의 감소와 가구당 에너지 소비의 하락을 초래할 것으로 보임
  - 반면, 에너지 사용 기기 및 설비에 대한 정부의 에너지 효율 정책 강화와 시장 경쟁으로 주택 단열 기술이나 보일러 등 주요 설비 및 기기들의 에너지 효율이 꾸준히 향상되면서 에너지 절감 효과가 나타나고, AMI(Advanced Metering Infrastructure)와 같은 양방향 에너지관리시스템의 보급도 효율적 에너지 소비에 기여할 것으로 보임

그림 2.11 가정 부문 에너지 수요 및 가구당 에너지 수요



- 가구당 에너지 수요나 GDP당 에너지 수요 등 가정 부문 에너지 수요를 나타내는 주요 지표들은 하락세를 지속하겠지만 일인당 에너지 소비는 향후에도 현재의 수준을 유지할 것으로 분석됨
  - 소득 증가와 생활 편의 추구, 인구 특성 변화로 단독주택에서 아파트와 공동주택으로 주거 형태가 바뀌면서, 주택당 에너지 수요도 전망 기간 지속 하락할 것으로 전망됨<sup>10</sup>
  - 일인당 에너지 수요는, 효율 향상으로 인한 기기당 에너지 소비 절감이 일인 가구 중심의 소형 주택 보급이나 다양한 소형 가전기기의 보급 증가로 인한 에너지 소비 증가를 상쇄하여 전망 기간 비슷한 수준을 유지할 것으로 예상됨

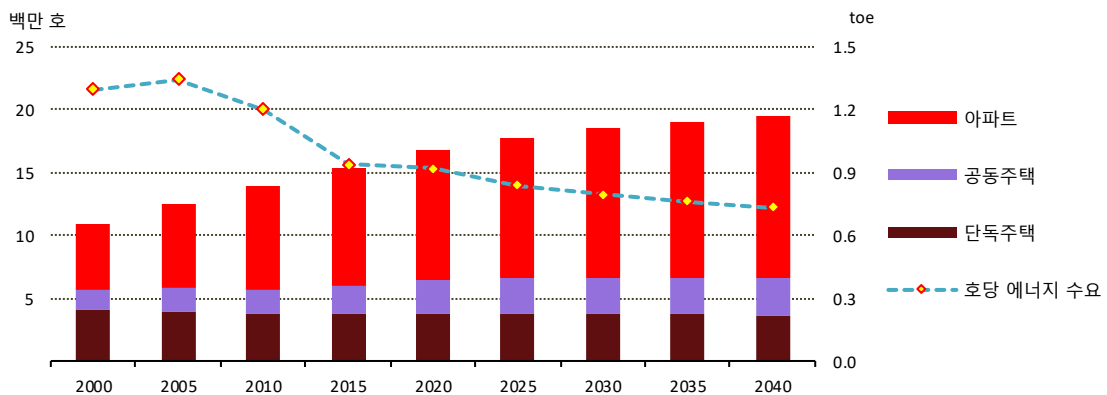
<sup>10</sup> 아파트와 공동주택의 호당 에너지(난방/온수/취사용) 수요는, 아파트의 단열 기술이 단독주택에 비해 높은 수준이고 최신 기술 적용도 빠른 편이기 때문에, 단독주택의 절반 이하 수준인 것으로 추정됨

## 용도별 에너지 수요

### □ 난방/온수/취사용 연료 수요는 감소하는 반면 가전기기의 전기 수요는 증가

- 가정 부문 에너지 수요에서 가장 큰 비중을 차지하는 난방/온수/취사용 에너지는 주거 형태의 변화와 주택의 단열 및 난방 기술 발전으로 인해 전망 기간 감소 추세를 지속할 것으로 예상됨
  - 난방/온수/취사용 에너지는 2000년 가정 부문 에너지 소비의 84% 정도를 차지하였으나 2017년에는 77% 수준으로 비중이 축소되었으며, 2040년에는 70% 이하로 떨어질 것으로 전망됨
  - 난방 및 온수는, 주거 형태가 단독주택에서 아파트 및 공동주택으로 바뀌면서 효율이 상대적으로 낮은 연탄 및 석유 보일러가 효율이 상대적으로 높은 도시가스 보일러 및 지역난방으로 대체되는 것이 에너지 수요 감소의 주요 원인이며, 인구 정체 및 일인 가구 증가에 따른 주택 내 취사 수요가 낮아지는 것이 취사용 에너지 수요 감소의 원인임
  - 특히, 난방의 경우 일반 심야전기 보일러 보급 사업이 중단됨에 따라 보일러용 전기 소비가 도시가스와 지역난방으로 빠르게 대체되는데, 이는 가정 부문 전체 전기 소비 증가를 둔화시키는 요인으로 작용함

그림 2.12 형태별 주택 수 및 호당 난방/온수/취사용 에너지 수요

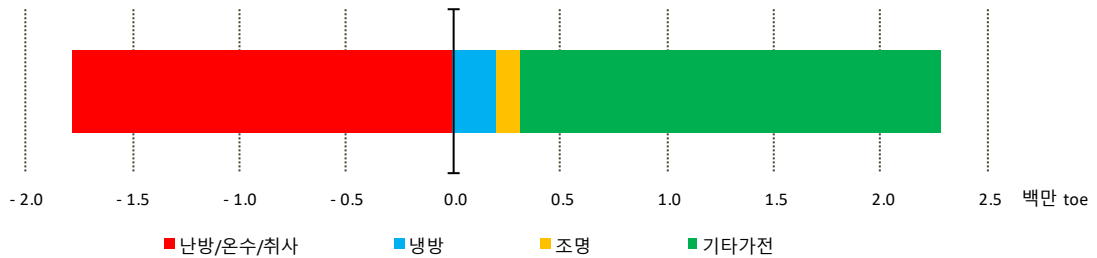


주: 호당 에너지 수요는 난방/온수/취사용 만을 고려

- 조명, 냉방 및 가전기기는 전기가 유일한 에너지 공급원인 것으로 취급하는데, 심야전기 보일러를 제외한 가정용 전기 수요가 전망 기간의 에너지 수요를 전인할 것으로 예상됨
  - 최근 들어 잦아진 이상 폭염과 일인 가구 증가로 인해 냉방 기기의 보급과 사용이 모두 빠르게 증가하여 냉방 전기 수요가 전망 기간 내내 증가할 것으로 전망됨
  - 조명 전기 수요는, 조명 기기의 보급은 증가하지만 기존 백열전구와 형광등이 CFL 및 LED 등의 고효율 전구로 꾸준히 대체되면서 완만하게 증가할 것으로 보임

- 냉방과 조명을 제외한 기타 가전기기의 경우는 용도에 따라 전기 수요에 미치는 영향이 다른데, 냉장고, TV, 세탁기 등 전통적인 가전기기의 전기 수요는 정체되지만, 미세먼지 문제로 인해 공기청정기의 보급과 사용이 빠르게 증가하는 등 가전기기의 다양화 및 보급 확대가 진행되면서 가전기기의 전기 수요가 전망 기간 가장 빠르게 증가할 것으로 예상됨

그림 2.13      **전망 기간(2017~2040년) 가정 부문 용도별 에너지 수요 변화**



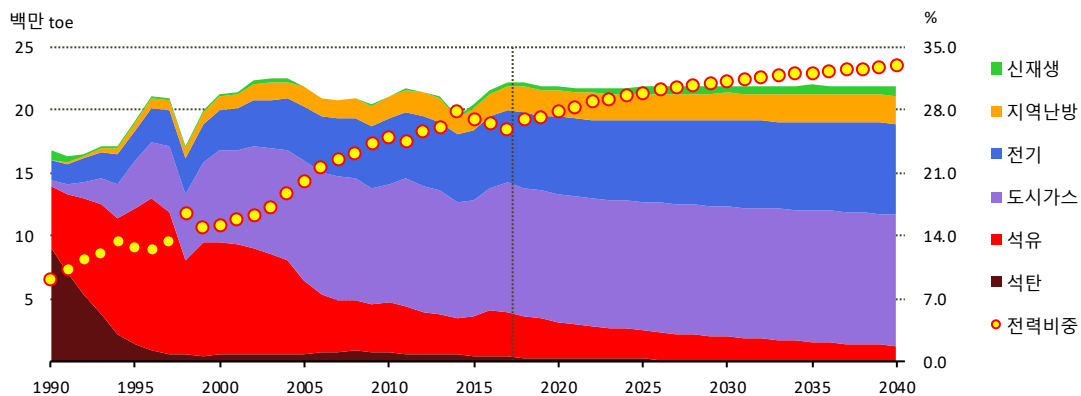
## 에너지 상품별 수요

### □ 향후 가정 부문의 석탄과 석유 소비는 감소하고 전기와 신재생 사용이 증가

- 가정 부문 에너지 소비의 대부분을 차지하고 에너지 구성을 결정하는 난방/온수용 연료가 대부분 도시가스 및 지역난방으로 대체되며 석탄과 석유는 감소하고 도시가스와 지역난방은 증가할 것으로 전망됨
  - 1990년대와 2000년대 신도시 건설로 아파트 보급이 급속히 증가하면서 가정 부문의 석탄 및 석유 소비는 1990~2017년 각각 연평균 11.1%와 연평균 1.2% 감소한 반면, 도시가스와 지역난방 소비는 같은 기간 각각 연평균 12.2%와 연평균 13.3% 증가하였음
  - 이러한 가정 부문 에너지원별 소비 추세는 신규 주택 건설과 기존 주택의 노후 보일러 교체 수요 등으로 전망 기간에도 이어지면서 2017~2040년 석탄과 석유 수요는 각각 연평균 8%와 5% 수준 감소할 것으로 보이지만, 주택 수 증가율 하락, 신도시 건설 등의 대규모 SOC의 축소 등과 함께 난방 효율의 상승으로 도시가스와 지역난방 수요 증가세는 연평균 0%대에 그칠 것으로 전망됨
- 전망 기간 가정 부문 에너지 소비는 전기가 견인하겠지만, 가정용 심야전기 보일러 폐지와 가전기기 에너지 효율의 지속적 향상 등으로 전기 수요 증가세는 과거 대비 둔화할 것으로 보임
  - 냉방 기기를 비롯한 기존 가전기기의 보급 증가, 공기청정기, 건조기 등 다양한 신규 가전기기의 보급 확대 등 전기 사용 기기의 보급이 꾸준히 증가하고, 최근에는 주택용 전기 요금도 누진 구간과 요금 격차 축소로 인하여되면서 전기 수요가 증가할 전망이다

- 하지만, 심야전기 보일러 보급 증지에 따른 주거용 심야전기 수요 감소와 주택용 태양광 보급 확대가<sup>11</sup> 가정용 전기 수요 증가세를 크게 둔화시켜 (김철현 & 박광수, 2015) 전기 수요 증가는 전망 기간 연평균 1% 내외에 그칠 것으로 예상됨
- 주택용 누진 요금제 완화도 가정의 전기 요금 부담을 가구당 연평균 11.6% 낮추는 효과는 있지만 (산업통상자원부, 2016), 요금 인하에 따른 가정용 전기 수요의 증가는 단기적으로 2% 내외에 불과할 것으로 분석됨<sup>12</sup>
- 에너지 상품별 소비 추세가 극명한 차이를 보이면서, 2040년에 이르면 석탄과 석유는 합쳐도 가정 부문 에너지 수요의 5%에 미치지 못하는 반면, 전기, 지역난방, 신재생에너지의 비중은 45% 이상으로 확대될 전망이다
- 석탄과 석유 소비는 1990년 가정 부문 에너지 소비의 83.4%를 차지하고 있었으나, 도시가스과 전기로 대체되며 비중이 지속해서 축소되어 2017년에는 17.8%를 기록하였으며, 전망 기간에도 난방/온수/취사에서 도시가스와 지역난방의 역할이 확대되면서 석탄과 석유의 비중은 크게 축소됨
- 반면, 2003년 가정 부문 에너지 소비 정점 이후로 가정 부문 에너지 소비에서 가장 큰 비중을 차지하는 도시가스는 2017년 46.2%에서 2040년에는 48%로 확대될 것으로 보이며, 지역난방은 2017년 9.0%에서 2040년 10%로 현재의 역할을 유지할 것으로 전망됨
- 전기는 2017년 현재 가정 부문 에너지 소비의 25.8%를 차지하며 도시가스에 이어 두 번째로 큰 비중을 차지하고 있는데, 향후 가정 부문 에너지 수요 증가의 대부분을 차지하면서 2040년에는 그 비중이 33%까지 확대될 것으로 보임

그림 2.14 가정 부문 에너지 상품별 소비 및 전기 비중



<sup>11</sup> 국가 에너지 통계의 최종 소비 부문 전기 소비는 한전의 전기 판매량을 의미하기 때문에, 가정용 태양광 확대는 실제 전기 소비가 증가하더라도 통계상 전기 소비는 하락하는 요인으로 작용함

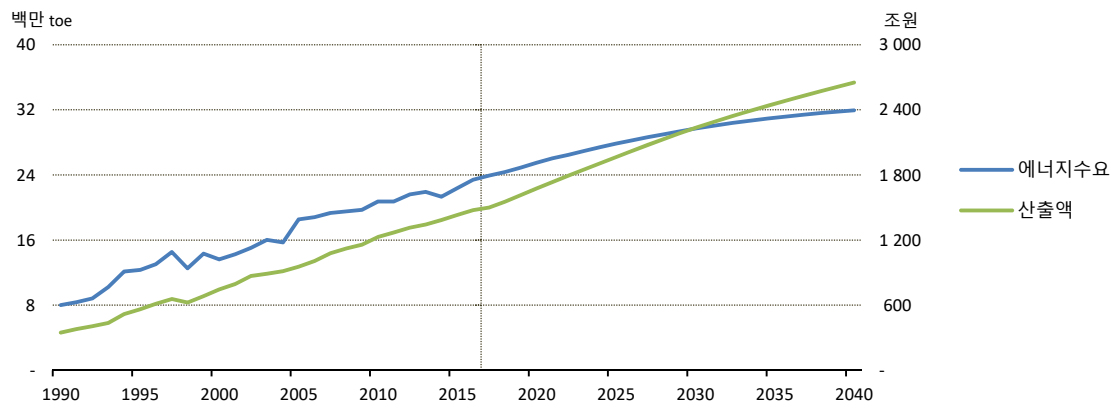
<sup>12</sup> 국내 전기요금 탄력도를 0.2로 가정했을 경우의 수치임. 주택용 전기 요금의 단기 탄력도는 미국의 경우 0.1~0.2, 미국 이외 대부분의 국가에서도 0.1~0.3 수준임 (에너지경제연구원, 2016)

## 4. 서비스 부문<sup>13</sup>

### □ 서비스 부문의 에너지 소비는 서비스 산업 성장으로 빠르게 증가해오다 2010년 이후 증가세 둔화

- 서비스 부문 에너지 소비는 1990~2010년에 서비스 업종의 양호한 성장에 힘입어 연평균 4.9%로 빠르게 증가해왔으나, 2010~2017년에는 산출액 증가세 둔화와 정부의 강력한 수요 관리 정책 등의 영향으로 연평균 2.1%로 증가율이 하락함
  - 서비스업의 부가가치는 1990~2010년에 연평균 5.4%로 빠르게 증가하였지만, 2010~2017년에는 연평균 2.9%로 증가세가 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
- 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
  - 2005년에 에너지 소비가 전년 대비 18.1% 증가한 것은 난방도일이 17.1% 증가한 것이 주된 요인이며, 2010년 에너지 소비의 5.3% 증가나 2016년 4.6% 증가도 냉방도일 급증(2010년 66.9%, 2016년 56.9% 증가)에 따른 냉방 수요 증가가 주된 요인이었음
  - 반면에 2014년에는 냉·난방도일이 각각 35.6%, 13.5% 감소하면서 산출액 증가에도 불구하고 에너지 소비는 2.8% 감소하였으며, 2017년에는 기저효과로 인해 냉방도일 21%나 감소하고 산출액도 1998년 이후로 가장 낮은 증가율을 보이면서 에너지 소비 증가율도 2.2% 수준으로 둔화됨

그림 2.15 서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 추이



<sup>13</sup> 서비스 부문은 민간서비스와 공공서비스를 모두 포함하며, 에너지밸런스의 상업 부문과 공공 부문을 의미

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

- 서비스 부문 에너지 수요는 2017년 23.9백만 toe에서 2040년 약 32백만 toe로 33% 이상 증가하면서 전망 기간 최종 소비 증가의 약 17%를 차지할 전망이다, 이로 인해 최종 소비에서 차지하는 비중이 2017년 10.3%에서 2040년 12%로 소폭 상승함
- 전망 기간 서비스업의 부가가치는 연평균 2.3% 성장하지만 에너지 수요는 연평균 1.3% 증가에 그쳐 서비스 부문의 에너지원단위가 연평균 1.0% 개선되는 것으로 나타나는데, 에너지원단위가 크지 않은 보건/사회복지업이나 정보통신업 등이 빠르게 성장하면서 (가구수는 전망 기간 1인가구의 빠른 증가에 힘입어 연평균 0.6%로 비교적 빠르게 증가할 전망이다
  - 최근 혼인전수는 감소하는 반면 이혼전수는 증가하는 추세는 전망 기간에도 이어지고 고령화도 빠르게 진행되어 일인가구수는 연평균 1.6%의 속도로 증가할 것으로 전망됨
  - 특히, 65세 이상 고령인구의 1인가구는 전망 기간 연평균 4.2%로 급속히 증가할 전망이다
  - 경제 및 산업 구조 참조) 부가가치 증가율과 에너지 수요 증가율 간의 차이는 더욱 벌어질 것으로 예상됨
  - 에너지 설비 및 기기의 효율 및 단열 성능 향상 등의 기술 발전과 함께 에너지 절약을 위한 다양한 인증제도, 그린 리모델링 활성화 사업<sup>14</sup>, 공공 부문 에너지 효율 관리 같은 정책 노력이 지속되면서 서비스 부문의 에너지 절약과 효율 개선이 빠르게 진행될 것으로 보임
  - BEMS 설치 의무화와<sup>15</sup> 제로에너지빌딩 제도 의무화<sup>16</sup> 등 에너지 효율 증대 및 신재생에너지를 활용한 에너지 자가소비 비율을 높이는 의무 제도로 에너지 소비 증가세 둔화에 기여할 전망이다

## 업종 및 용도별 에너지 수요

□ 도소매업과 보건/사회복지 서비스업 등이 서비스 부문 에너지 수요 증가를 주도

- 서비스 부문은 다양한 업종 구성과 업종별 상이한 성격으로 인하여 업종별로 에너지 수요 증가의 패턴이 큰 차이를 보일 것으로 전망됨

<sup>14</sup> 그린리모델링 활성화 사업은 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하기 위해 에너지 효율을 높이고, 온실가스 배출을 낮추어 기존 노후 건축물의 가치를 향상시키기 위한 정책 사업

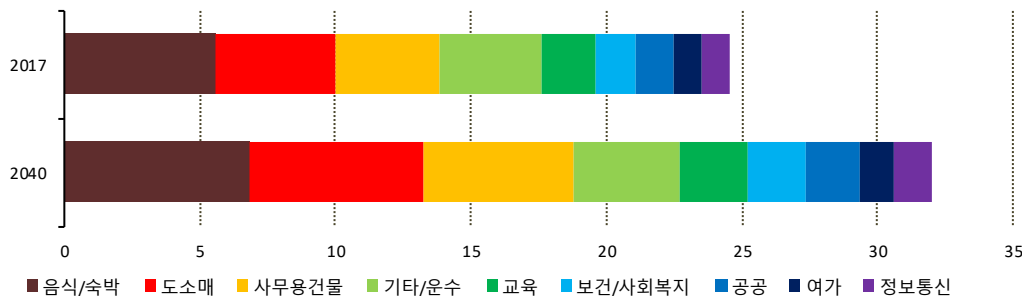
<sup>15</sup> BEMS(Building Energy Management System)는 건설, ICT, 에너지 기술을 융합 활용하여 건물에 대한 각종 정보를 수집, 분석하여 에너지를 효율적으로 관리하여 주는 시스템으로, 2017년부터 건축허가를 신청하는 연면적 1만 m<sup>2</sup> 이상의 공공기관 건축물은 BEMS를 의무적으로 설치해야 함

<sup>16</sup> 제로에너지빌딩은 단열재, 이중창 등 단열성능 극대화외 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 건축물로 정의하며, 2017년에 인증제를 도입하였고 2020년에 연면적 3천 m<sup>2</sup> 미만 중·소규모 공공건축물에 인증을 의무화하고 2025년부터는 연면적 5천 m<sup>2</sup> 미만의 민간·공공건축물까지 대상을 확대할 계획임



- 고령화에 따른 의료 및 복지 수요 급증으로 보건/사회복지업 부가가치가 연평균 3.6% 증가하고, 뒤를 이어 정보통신업이 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등의 발달로 연평균 3.0% 성장하면서, 보건/사회복지업과 정보통신업의 에너지 수요가 각각 연평균 1.7%와 1.2% 증가할 전망이다
- 도·소매업은 전자상거래를 활용한 소매업이 활성화되는 것은 에너지 소비 둔화의 일부 요인으로 작용하겠으나, 기존 재래시장이나 소규모 상점들이 대형 마트, 아울렛 등으로 바뀌는 현대화 및 대형화가 진행되고 전자기기를 활용한 점포 무인화가 도입되면서 에너지 수요는 증가하고, 운수·보관업은 인공지능을 이용한 자동화 시스템 도입으로 에너지 수요가 증가하여 도·소매와 운수·보관업에서 각각 연평균 1.6%, 2.4% 증가할 것으로 전망됨
- 교육서비스는 학령인구(6~21세)수가 지난 1980년 1,440만 명을 정점으로 꾸준히 감소하여 2017년에는 824만 명이 되었고, 2040년에는 640만 명으로 줄어들 전망(통계청, 2011)이어서 에너지 수요의 증가세도 가장 낮은 증가율을 보일 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 2.16 2017년과 2040년 서비스업 업종별 에너지 수요

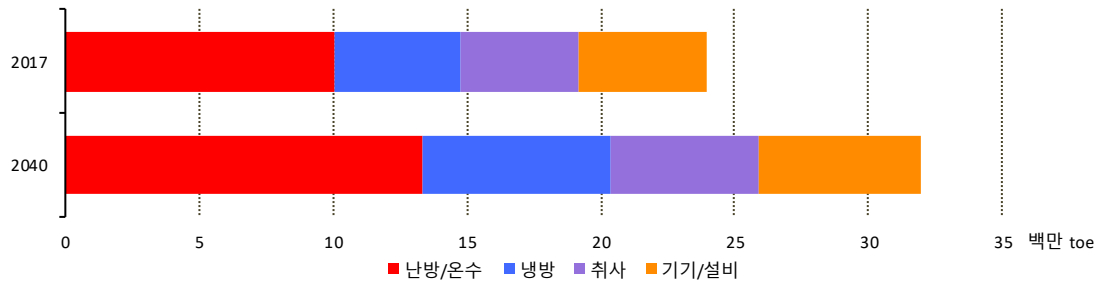


#### □ 난방/온수용 에너지 수요가 서비스 부문 에너지 수요 증가의 40% 이상을 차지하는 가운데 냉방용 에너지 수요가 빠르게 증가

- 2017년 현재 서비스 부문 에너지 소비의 42%를 차지하고 있는 난방/온수용 에너지 소비는 전망 기간 약 3백만 toe가 증가하여 서비스 부문 에너지 수요 증가의 40% 이상을 기여하며, 냉방용 에너지 소비는 연평균 1.6%의 속도로 가장 빠르게 증가할 전망이다
- 건축물 개보수 증가, 건물 단열 성능 향상 및 보일러 설비 효율 개선, BEMS의 보급 확대 등이 서비스 부문의 생산 활동 증가에도 불구하고 에너지 수요 증가를 둔화시키는 요인으로 작용하면서 난방/온수용 소비가 에너지 효율 기술발전의 영향을 가장 크게 받을 것으로 예상되는데, 난방/온수용 소비에서는 2017년까지 비중이 가장 높았던 석유의 소비가 감소하고 도시가스 및 전기가 그 자리를 차지할 것으로 분석됨

- 냉방용 에너지 수요도 건물 및 기기의 에너지 효율 기술 발전의 효과가 바로 나타나는 부분이지만, 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, 자동화 및 대형화 등으로 인해 새로운 전기기기 보급이 확대되면서 빠르게 증가하겠지만, 기기의 에너지 효율 향상으로 증가세는 낮을 전망이다

그림 2.17 2017년과 2040년 서비스 부문 용도별 에너지 수요



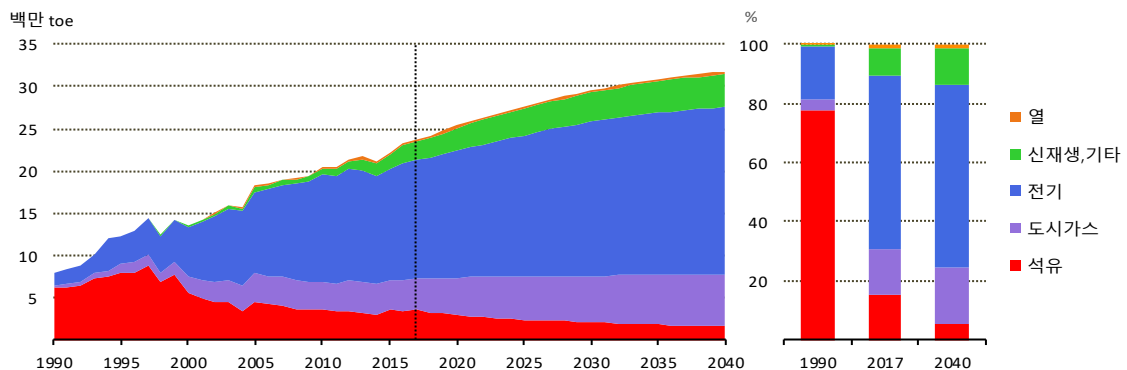
## 에너지 상품별 수요

### □ 전기가 가장 큰 폭으로 증가하여 서비스 부문 에너지 수요 증가를 주도, 신재생에너지가 가장 빠르게 증가

- 전기 수요는 전망 기간 약 6백만 toe 증가하여 서비스 부문 에너지 수요 증가의 74% 정도를 차지하고 서비스 부문 에너지 수요에서의 비중도 2017년 58.1%에서 2040년 62%로 4% 포인트 높아질 전망이다
  - 1990년 1.4백만 toe로 서비스 부문 에너지 소비의 17.6%에 불과하던 전기 소비는 이후 2010년까지 연평균 12.7% 증가하여 2000년부터 석유를 제치고 서비스 부문 최대 에너지원으로 부상하고 2011년에는 서비스 부문에서의 소비 비중이 61.8%를 기록하였으나, 2010~2017년 증가율이 연평균 1.3%로 대폭 둔화되고 신재생에너지 보급이 급속히 확대되면서 2017년에는 58.1%까지 하락함
  - 서비스 업종 전반의 건물 첨단화 및 자동화와 다양한 전기기기 보급이 빠르게 진행되는 가운데, 정보통신, 빅데이터, 인공지능 기술 발달로 서비스 부문의 전기 수요가 빠르게 증가할 전망이지만, LED를 포함한 기기/설비의 효율 증대, BEMS의 보급 확대 등으로 에너지 효율 향상이 동시에 실현되어 소비 증가세는 지속 둔화될 전망이다
- 가스는 2017년 현재 15.8%로 서비스 부문의 에너지 소비 중 두 번째로 높은 비중을 차지하고 있으며, 가스를 이용한 대형건물 냉난방 수요 증가와 에너지 대체 지속으로 전망 기간 연평균 2.1% 증가할 전망이다
  - 가스는 도시가스 배관망의 전국적인 확대와 함께 빠르게 성장하면서 2005년까지 연평균 10% 이상 빠르게 증가하였으나 그 이후 새로운 소비처를 발굴하지 못하고 2014년 하반기부터는 유가 급락과 미수금 회수 문제로 가격 경쟁력 약화가 겹치면서 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 차지함

- 전망 기간 초기에는 유가 상승과 도시가스 미수금 회수 완료로 인한 도시가스의 가격 경쟁력 회복으로 석유의 감소분을 지속적으로 흡수하고 대형건물 등에서의 가스를 이용한 냉난방 수요가 증가하면서, 서비스 부문 에너지 수요에서 가스가 차지하는 비중은 2017년 15.7%에서 2040년 19%까지 확대될 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 제도의<sup>17</sup> 의무 대상과 공급 의무 비율 등이 확대됨에<sup>18</sup> 따라 2010년대부터 공공 건물을 중심으로 보급량이 빠르게 확산되어, 2017년에는 서비스 부문에서 차지하는 비중이 9.4%까지 증가함
  - 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 1990년 서비스 부문 에너지 소비의 77.2%를 차지하였으나, 가스, 전기, 지역난방 같은 네트워크 에너지의 빠른 보급과 에너지 효율 개선사업으로 빠르게 감소하여 2017년에는 비중이 15.1% 수준으로 하락하였고, 최근의 저유가 현상이 지속되면서 단기적으로 소비가 소폭 증가하는 현상이 나타났지만 장기적인 감소 추세가 지속되면서 2040년 비중이 5%대 수준으로 낮아질 전망이다
  - 전망 기간 동안 지속적인 유가 상승이 이루어질 것으로 보이며, 이는 석유 수요 감소를 촉진할 것으로 판단됨

그림 2.18 서비스 부문 에너지 상품별 수요 추이 및 전망



<sup>17</sup> 공공기관이 신축·증축 또는 개축하는 연면적 1,000 m<sup>2</sup> 이상의 건축물에 대하여 예상 에너지 사용량의 공급 의무비율 이상 (2017년에 21%, 이후 2020년까지 매년 3% 포인트 상승)을 신재생에너지로 공급하도록 의무화하는 제도

<sup>18</sup> 의무대상확대: 학교(2008.9), 중·개축 포함(2009.3), 건축연면적 3,000 m<sup>2</sup> 이상 → 1,000 m<sup>2</sup> 이상(2012.1)  
공급의무비율 확대: 2020년 기준 20% → 30%(2014.4)

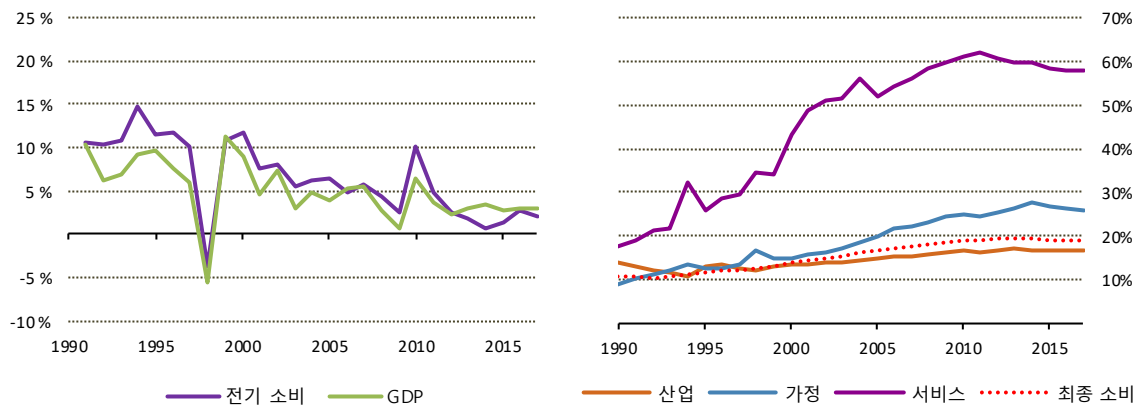
## 5. 발전 부문

### 전기 수요

#### □ 전기 소비는 빠른 경제 성장 및 전력화로 급속히 증가했으나 최근에는 증가세가 둔화

- 1990년에서 2010년 사이 국내총생산은 연평균 5.7%로 급격히 성장하고 생산 및 생활에 사용되는 연료가 전기로 빠르게 대체되며, 전기 소비는 경제 성장률보다 훨씬 높은 연평균 7.9% 증가함
  - 1990년 에너지 최종 소비에서 전기가 차지하는 비중이 10.8%에 불과했으나 이후 산업과 건물 부문에서 석탄과 석유 등의 연료가 전기로 빠르게 대체되며 2010년에는 전기의 비중이 두 배에 가까운 19.2%까지 상승함
  - 최종 소비에서 전기가 차지하는 비중을 의미하는 전력화 비율은 1990년 산업, 가정, 서비스 부문이 각각 14.2%, 9.1%, 17.6%였으나, 2010년에는 각각 16.5%, 24.9%, 61.2%로 상승하여 서비스 부문의 전력화가 가장 빠르게 진행되었음을 알 수 있음

그림 2.19 GDP 및 전기 소비 증가율과 부문별 전력화 비율

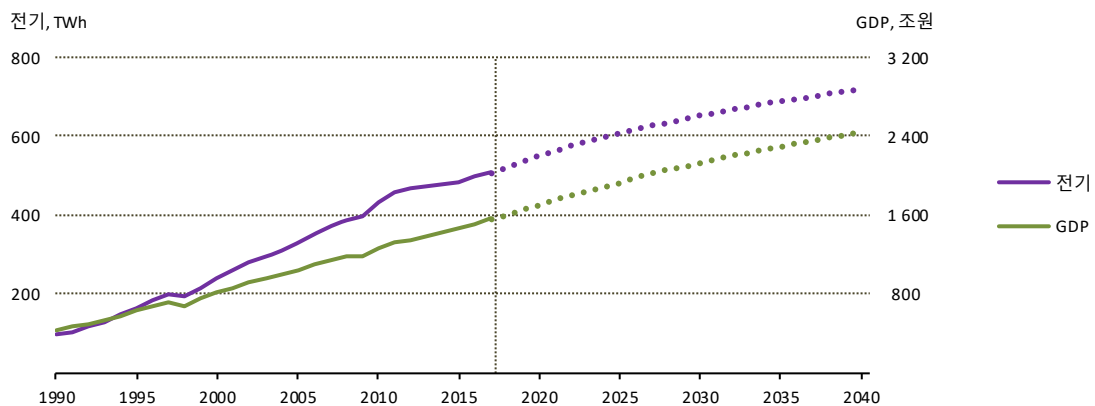


- 그러나 2010년대 들어서며 경제 성장과 전력화 속도는 둔화되고, 2011년의 지역별 순환 정전을 계기로 강력한 전기 수요관리 정책이 시행되며 전기 소비 증가율이 대폭 하락함
  - 2010~2017년 국내총생산 증가율은 연평균 3.0% 수준으로 하락한데 반해, 같은 기간 전기 소비 증가율은 이전 20년 동안 평균 증가 속도의 1/3 이하인 2.3%로 떨어져 최근 전기 소비 증가율의 하락이 두드러졌는데, 이는 최종 소비 부문의 전력화가 이미 높은 수준에 도달하였고 2011년 9월 15일 지역별 순환 정전 이후 정부 주도의 강력한 전기 수요관리 정책이 시행되었기 때문으로 분석됨
  - 2017년 전기 소비는 507.7 TWh로 에너지 최종 소비의 18.8%를 차지하고 있으며, 산업 부문이 전체 전기의 절반 이상인 54.5%, 서비스 부문과 가정 부문이 각각 31.8%, 13.1%를 차지하고 있음

## □ 전기 수요는 전망 기간 연평균 1.5% 증가하여 2040년에는 720 TWh 가까이 도달할 전망

- 전기 수요는 정부의 꾸준한 전기 수요관리 정책, 기술 발전에 따른 전기 사용 기기의 효율 향상, 경제 성장 및 전력화 속도의 지속적인 둔화 등으로 증가율이 대폭 하락할 것으로 예상됨
  - 산업 부문의 동력 에너지, 수송 부문의 전기 자동차, 건물 부문의 냉방 및 설비, 기기 등의 전기 수요가 빠르게 늘어나면서, 정부의 강력한 보급 정책에 힘입어 연평균 2.3%의 속도로 증가하는 신재생에너지에 이어 최종 소비 중에서는 두 번째로 빠르게 증가함
  - 하지만, 전기 수요 증가율은 1990~2017년 연평균 6.4%에서 전망 기간 대폭 하락하여 연평균 1.5% 수준이 될 것으로 예상되는데, 같은 기간 국내총생산 연평균 성장률이 5.0%에서 2.0%로 떨어지는 것과 비교할 때 전기 수요 증가율 하락은 훨씬 두드러짐
- 에너지 소비의 전력화는 그 동안 서비스 부문을 중심으로 빠르게 진행되어 2017년 18.8%까지 상승하였지만, 전망 기간 소폭 상승하는데 그쳐 2040년에는 22% 수준에 머물 전망임
  - OECD 국가들의 경우 최종 소비에서 전기가 차지하는 비중은 2017년 기준 평균 22.3% 수준이며, 주요 국가들을 살펴보면 미국과 EU 21.1%, 일본 28.9% 등의 전력화 비율을 보이고 있어 우리나라의 전기 소비 비중이 주요 국가에 비해 다소 낮은 수준이지만, 산업용 에너지의 비중이나 에너지밸런스 작성 기준 차이를 고려할 때<sup>19</sup> 우리나라의 에너지 소비 전력화는 상당한 수준에 도달한 것으로 분석됨
  - 2040년 OECD 평균 26.6% 정도를 전기가 최종 소비에서 차지할 것으로 전망되는 것과 비교할 때 (IEA, 2018) 우리나라의 전력화 수준은 다소 낮은 것으로 예상되지만, 석유화학의 원료용 에너지 전망이나 철강의 석탄 소비 통제 문제를 반영하면 우리나라의 전력화는 꾸준히 진행되는 것으로 판단됨

그림 2.20 GDP 및 전기 수요 추이



<sup>19</sup> 에너지밸런스는 한전의 판매 전기만 집계하고 있으며, 최종 소비 부문의 자가 발전 및 신재생에너지는 투입된 에너지를 소비한 것으로 취급함. 또한, 철강업의 석탄 전환 등이 최종 소비 부문에 포함되기 때문에 최종 소비 부문의 전력 소비 비중이 IEA 통계에 비해서 과소평가됨

□ 산업 부문의 전기 수요가 양호하게 증가하며 전기 수요 증가를 주도

- 산업 부문의 전기 소비는 2017년 276.7 TWh로 전체 전기 소비의 54.5%를 차지하고 있으며, 전망 기간에도 연평균 1.5% 증가하여 전기 수요 증가의 50% 이상을 차지하고 2040년에는 390 TWh에 도달할 것으로 예상됨
  - 대표적 전기 다소비 업종 중에서 반도체, 통신기기, 석유화학 등이 빠른 성장에 힘입어 전기 수요가 연평균 2% 이상의 속도로 증가하며 산업 부문 전기 수요 증가를 견인하며, 이 외에 산업 부문 전반에 걸쳐 스마트 공장이나 FEMS의 확산, 자동화에 따른 동력 에너지 수요 증가로 인해 산업용 전기 수요가 늘어날 것으로 예상됨
  - 반면, 철강은 글로벌 공급 과잉 및 대내외 수요 부진이 장기화되는 가운데 철강 업종이 고부가가치 제품 및 제품 다변화 전략으로 전기로 생산이 감소하면서 2040년까지 전기 수요가 연평균 0.9% 감소할 것으로 전망됨
  - 산업 부문 전기 수요 증가율은 최종 전기 수요 증가율과 비슷한 수준이어서 산업 부문이 2040년 전기 수요에서 차지하는 비중은 현재와 유사한 50% 중반 수준이 될 것으로 전망됨
- 건물 부문에서는 서비스 부문의 전기 수요는 연평균 1.6% 증가하여 빠르게 증가하는데 반해 가정 부문은 연평균 1.0% 증가에 그칠 것으로 전망됨
  - 서비스 부문의 전기 수요는 2017년 161.7 TWh에서 약 43% 증가하여 2040년 231 TWh 수준에 도달할 것으로 예상되며, 이는 총 전기 수요 증가율보다 약간 높은 수준이어서 서비스 부문이 2040년 전기 수요에서 차지하는 비중은 소폭 상승할 것으로 전망됨
  - 가정 부문은 전망 기간에도 가전기기 보급이 지속적으로 확대되며 꾸준히 전력화가 진행됨에도 불구하고, 인구 증가의 정체, 소득 증가의 둔화, 가전기기의 효율 상승 및 신규 심야전기 보일러 중단 등으로 인해 전기 수요 증가가 2017년 66.5 TWh 대비 26% 증가한 83 TWh 수준에 그칠 전망임

표 2.1 부문별 전기 수요 추이 (TWh)

	1990	2017	2020	2030	2040	연평균증가율	
						90~17	17~40
총 전기 수요	94.3	507.7	549.4	651.8	718.5	6.4%	1.5%
산업	59.2	276.7	301.7	354.2	390.2	5.9%	1.5%
수송	1.0	2.9	3.2	6.4	14.0	4.0%	7.1%
가정	17.7	66.5	70.6	79.3	83.5	5.0%	1.0%
서비스	16.4	161.7	174.0	211.9	230.8	8.8%	1.6%

\* 서비스는 상업 및 공공의 합계

- 수송 부문 전기 수요는 정부의 전기 자동차 보급 확대 정책에 힘입어 전망 기간 연평균 7.1%의 가장 빠른 속도로 증가하지만, 2040년에도 비중은 2%에 불과할 것으로 전망됨

- 전기 자동차 보급이 2017년 2만 5천 대에서 2040년 3백만 대까지 폭발적으로 증가하면서 도로용 전기 수요도 연평균 25% 증가하지만, 철도용 전기 수요가 현재와 비슷한 수준을 유지하면서 수송 부문 전체의 전기 수요 증가율은 연평균 7%대를 기록할 전망이다

## 글상자 2.1 최근의 이상 기후와 전기 소비 변동성 확대

- 경제성장 및 전력화가 둔화되며 전기 소비 증가율은 장기적으로 하향 안정화되고 있으나, 폭염이나 한파와 같은 이상 기후의 영향으로 단기적 변동성이 확대되고 있음
- 2016년 여름에는 이상 폭염으로 냉방도일이 전년 대비 56.9% 급증하면서 최대 전력이 8.1%나 증가(8,518만 kW)하였고, 폭염이 집중된 8월에는 전체 전기 소비가 5.9%, 건물 부문 전기 소비는 9.6% 증가했음. 이러한 폭염을 계기로 2005년 이후 10년 이상 지속되어 온 주택용 누진요금제가 개편되어, 누진 단계가 기존 6단계에서 3단계로 축소되고 최저 단계와 최고 단계의 요금 격차도 기존 11.7배에서 3배로 줄어듦
- 2018년 다시 찾아온 폭염은 더욱 심각했는데, 냉방도일은 2016년의 폭염보다 20.2% 증가했고 최대 전력도 8.6%나 증가한 9,248만 kW를 기록하며 최대치를 갱신함. 또한, 2018년 8월의 전기 수요는 전년 동월 대비 9.2% 증가하였는데, 기온 효과가 크게 나타나는 건물 부문의 전기 수요가 14.3% 급증하였음. 2018년 여름의 전기 소비 급증에는 2016년 개편된 누진제로 인한 가격 효과도 영향을 미친 것으로 판단됨
- 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 동절기 전체 전기 소비는 5.8%, 건물 부문 전기 소비는 8.4% 증가하였음

그림 2.21 냉난방도일과 여름철 및 겨울철의 전기 소비



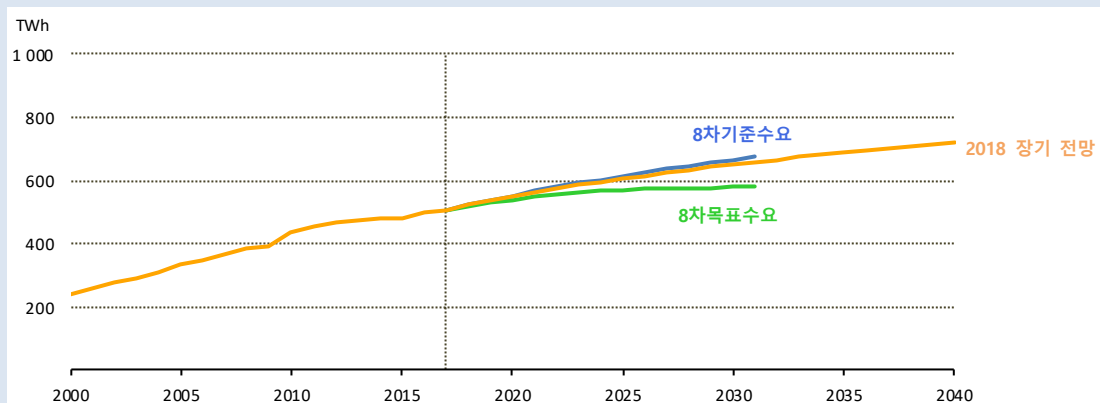
- 이러한 이상 기후가 단기적 현상으로 그칠 경우, 장기 에너지 전망에 미치는 영향은 미미하지만, 최근의 이상 기후가 한반도 기후의 장기적 추세 변화로 해석되거나 2016년의 경우와 같이 전기 요금을 포함한 정책적 변화를 수반하게 되면, 전망 결과에 유의미한 변화를 줄 수 있음. 그러나 이러한 판단을 위해서는 추가적 자료의 축적과 향후 기후 변화에 관한 엄밀한 분석이 선행되어야 함



## 글상자 2.2 제8차 전력수급기본계획(2017~2031) 기준 수요와의 비교

- ‘제3차 에너지기본계획’ 기준 시나리오의 2031년 전기 수요는 660 TWh로 ‘제8차 전력수급기본계획’(이하 8차 계획) 상의 2031년 기준 전기 수요인 675 TWh 보다 2.4% 낮은 수준임. 본 전망의 전기 수요가 ‘8차 계획’의 수치보다 소폭 낮게 전망된 것은 전망 모형 및 방법의 차이, 산업 구조 변화 반영, 최근 소비 실적 및 경제 상황 변화 반영 등이 주요 원인인 것으로 분석됨
- ‘8차 계획’에서 전기 수요 전망을 위해 사용된 모형은 시변 계수(Time-varying parameter) 전력 수요 패널 모형으로, GDP를 독립변수로 총 전기 수요만을 전망함. 반면, 본 전망에 사용된 KEEI-EGMS 모형은 인구 및 경제·사회적 변화를 통합적으로 고려하여 국가 전체의 에너지 수요를 부문별·에너지원별로 전망하기 때문에 직접적 비교는 불가능함
- ‘8차 계획’에 사용된 전력 수요 패널 모형은 전망 기간 산업 구조 변화로 인한 전기 수요 변화를 반영할 수 없으나, 본 전망에서는 향후 서비스업 비중이 확대되고 에너지 집약도가 높은 제조업, 특히 전기 소비가 큰 업종의 비중 축소로 인한 전기 수요 증가의 둔화가 반영됨
- ‘8차 계획’과 본 전망의 작업 시점 차이도 전망 수치 차이의 원인으로 작용했는데, ‘8차 계획’과 본 전망 사이에 1년 정도의 시차가 있어 본 전망에서는 2017년의 실적 자료를 추가로 사용함. 예를 들어, 8차 계획에서는 2017년 경제성장률과 전기 소비를 각각 3.0%와 509.0 TWh로 예측하였으나, 실제 성장률과 소비는 각각 3.1%, 507.7 TWh였음. 이러한 차이는 일차적으로 2017년 전기 소비의 하락으로 인한 전망치 하락을 야기함. 이차적으로 GDP 실적은 높아지고 전기 소비 실적은 낮아짐에 따라 전기 원단위가 하락하여 향후 전기 수요 증가 추세가 둔화되는 결과를 초래함

그림 2.22 전기 수요 전망 비교



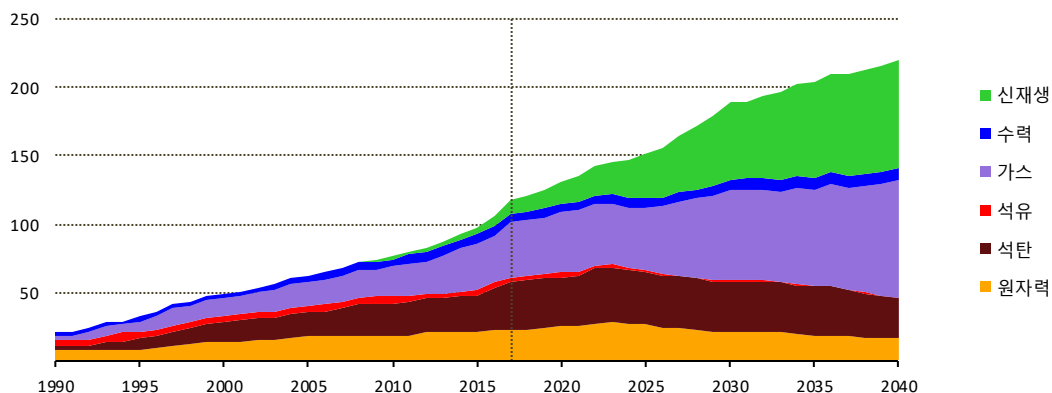
- 최근 이상 기후 현상과 전기 요금 체계의 변화 등으로 전기 소비가 다시 빠르게 증가하는 현상이 관찰되기도 하나, 이는 단기적 변동성에 의한 것으로 보는 것이 타당함. 장기적 관점에서 전기 소비 증가율은 빠르게 하락하고 있는데, 2000년대 연평균 6.1%에 달하던 전기 소비 증가율이 2010~2017년 연평균 2.3%로 급격히 낮아졌음. 2016년 전기 소비가 폭염의 영향으로 2.8% 증가했고 2018년에도 폭염과 완화된 누진요금제 등의 효과로 여름철 전기 소비가 빠르게 증가했지만, 이를 추세적 변화로 판단하기는 아직 무리가 있음. 전기 소비 증가보다는 최대 전력의 증가 추세가 예상보다 빠르게 진행되고 있으며, 미래에 기온 불확실성이 커질 경우 최대 전력 관리가 더욱 중요한 이슈가 될 것으로 예상됨



## 발전 설비

## □ 2017년 말에 발표된 ‘제8차 전력수급기본계획’은 에너지 전환 이슈를 반영하여 설비 계획을 대폭 수정

- 우리나라의 고도 경제 성장 시기에 낮은 전기 가격으로 경제 발전을 뒷받침하기 위해 상대적으로 발전 단가가 낮은 원자력과 석탄 발전 설비를 중심으로 설비가 확대되었음
  - 그동안 정부의 전력수급기본계획은 ‘안정적인 전력 수급’이 최우선 과제였던 만큼 빠르게 증가하는 전기 소비에 대응하여 설비 공급을 확대하였는데, 이에 따라 발전 설비는 1990년 21.0 GW에서 2017년 116.9 GW 규모로 여섯 배 가까이 증가하였고, 그중 기저 발전인 원자력과 석탄 발전 설비는 각각 14.9 GW, 31.6 GW 증가하여 발전 설비 증가의 절반가량을 차지하였음
  - 하지만, 2011년 순환 단전을 겪으면서 전력 수급의 안정성이 더욱 강조되었고, 정부가 기온 변동성, 설비 건설 지연 등을 고려하여 설비 예비율을 22% 수준까지 상향 조정하면서(산업통상자원부, 2015) 단기간에 대응할 수 있는 가스 발전 설비에 대한 민간 사업자 및 발전 사업자의 대규모 투자로 1990년 이후 가스 발전 설비 증가 29.0 GW의 1/3 이상이 2012년 이후 집중되었음
- 2016년 경주 지역 지진으로 원전 사고에 대한 불안감이 증폭되고, 미세먼지로 인한 극심한 대기 오염이 주요한 사회 이슈로 대두되면서 발전 부문에 대한 정부의 정책 전환이 발생함
  - 2016년 9월 12일 월성1~4호기와 신월성1~2호기 등 원자력 발전소 밀집 지역인 경상북도 경주에서 국내 지진 관측 사상 최대 규모인 5.8의 지진이 발생함에 따라 원전 사고에 대한 불안감이 급속히 확산되었고, 정부는 원전 설계수명 연장 금지, 건설 계획 중인 신규 원전 폐지 등을 발표함

그림 2.23 에너지원별 발전 설비 용량(GW) 변화<sup>20</sup>

\* 가스 설비는 가스복합화력과 집단 설비의 합계, 석유 설비는 석유 기력과 내연력의 합계

<sup>20</sup> 2031년까지의 설비는 ‘제8차 전력수급기본계획’의 설비 계획을 반영함. 하지만 모형 특성상 ‘제3차 에너지기본계획’ 기준 시나리오의 에너지원별 설비 용량과 ‘제8차 전력수급기본계획’의 에너지원별 설비 용량은 일부 상이할 수 있음

- 또한, 정부는 2016~2017년 미세먼지 관리 대책으로 발전 부문에서 30년 이상 된 노후 석탄화력 발전 설비의 붐철 가동 중지 및 10기 3.3 GW의 순차적 폐지, 석탄화력 발전소의 효율 향상, 건설 계획 중인 일부 석탄 발전소의 연료 전환 계획 등을 발표함 (산업통상자원부, 2016; 환경부, 2017)
- 원자력과 석탄화력 발전 설비 축소에 대한 대안으로는, 2017년 12월 발표된 '재생에너지 3020 이행계획(안)'과 '제8차 전력수급기본계획'에서 밝히듯이 재생에너지 발전 비중을 2030년 20% 수준까지 끌어올리는 것임 (산업통상자원부, 2017b; 산업통상자원부, 2017a)
- 정부의 정책 방향 전환에도 불구하고 최근 석탄화력 발전소의 설비 비중이 확대되어 2017년 기준으로는 석탄이 30.2%, 원자력 19.3%, 가스 및 석유 37.1%, 신재생 및 수력 13.4%의 비중을 기록하였는데, 이는 에너지 전환 정책 이전 건설이 시작된 설비들이 최근 가동을 시작하였기 때문임

#### □ 총 발전 설비 규모는 2017년 116.9 GW에서 100 GW 이상 증가하여 2040년 220 GW 수준이 될 전망

- 정부의 에너지 전환 정책에 따라 전망 기간 원자력과 석탄화력 발전 설비는 축소되고 신재생에너지와 가스 발전 설비가 급격하게 늘어날 전망이다
  - 2031년까지는 '제8차 전력수급기본계획'의 설비 건설 계획을 반영하고, 이후 2040년까지는 원자력 및 석탄화력 발전의 신규 진입 및 계속 운전을 금지하는 현재의 정책 기조가 유지된다고 가정함에 따라, 전망 기간 원자력과 석탄화력 발전 설비 용량은 대폭 감소할 것으로 전망됨
  - 또한, 정부의 신재생에너지 발전 확대 계획에 따라 전망 기간 신재생에너지 발전 설비가 급격히 증가하고, 기저 발전 축소와 신재생에너지 발전 확대에 의한 계통 안정성 문제 해결과 부족한 발전 설비를 채우기 위해 가스 발전 설비도 2020년대 후반부터 빠르게 확대될 것으로 예상됨
- 피크기여도가 낮은 신재생에너지 발전이 급격히 확대되면서 발전 설비 용량은 전기 수요 증가 속도보다 훨씬 빠른 속도로 증가할 것으로 예상됨
  - 전기 수요는 전망 기간 연평균 1.5% 증가하여 2040년까지 1.4배 정도로 증가하는 반면, 발전 설비 규모는 연평균 2.8%의 빠른 속도로 증가하여 2017년에 비해 두 배 정도로 늘어날 것으로 예상됨
  - 전망 기간 정격 용량 기준 총 발전 설비의 순증가는 약 103 GW 규모이나, 신재생에너지 발전 설비의 피크기여도를 고려한 용량은 전망 기간 약 40 GW 정도 증가에 그칠 것으로 예상됨

#### □ 원자력과 석탄화력 발전 설비 용량은 2020년대 초반까지 증가하나 이후 지속적으로 축소

- 원자력 발전은 전망 초기 신고리 4~6호기와 신한울 1·2호기 등 5 기의 1.4 GW 급 발전기가 신규 가동되며 2023년까지 설비 용량이 증가하지만, 이후 다수의 노후 원전이 폐지됨에 따라 전망 기간 설비 용량은 6.1 GW 감소할 것으로 전망됨
  - 원자력은 발전량이나 에너지 수요 그리고 발전 설비 규모 측면에서 1990년대 최대 발전원의 역할을 수행하였으나, 석탄화력 발전이 급증하면서 2000년대 들어 석탄화력 설비에 최대 설비의 지위를

넘겨주었고, 전망 기간에는 설비 계획상 마지막 신규 원전인 신고리 6호기가 진입하는 2023년 이후 지속적으로 감소할 전망이다

- 특히, '제8차 전력수급기본계획'에 따르면 2030년까지 고리 2~4호기, 월성 1~4호기, 한빛 1·2호기, 한울 1·2호기 등 총 11 기 9.1 GW 규모의 원자력 발전 설비가 폐지되고 (산업통상자원부, 2017b), 이후에도 원자력 발전소의 설계 수명 만료 이후 계속 운전을 금지하는 현 정책 기조가 유지된다면 2040년까지 4 기, 4.0 GW 규모의 원자력 설비가 추가로 폐지될 전망이다
- 석탄화력 발전은 다수의 대용량 발전기가 2022년까지 신규 가동되며 전망 초기에 설비 규모가 대폭 증가하지만, 2030년 이후 설계 수명이 만료되는 석탄 발전소가 대거 폐지되면서 설비 용량이 6.4 GW 감소할 것으로 예상됨
- '제8차 전력수급기본계획'에 따르면 2020~2022년 기간 신서천, 고성하이 1·2호기, 삼척화력 1·2호기, 강릉안인 1·2호기 등 7 기, 7.3 GW의 설비 증설이 예정되어 있어, 석탄 발전의 설비 용량은 2022년에 정점을 기록하지만 (산업통상자원부, 2017b), 2030년대 들어 노후 설비가 본격적으로 폐지되면서 설비 규모가 대폭 축소됨

**표 2.2 제8차 전력수급기본계획의 석탄 및 원자력 발전 설비 건설과 폐지 계획**

	건설		폐지	
	석탄	원자력	석탄	원자력
2017~2020	삼척그린#2 (1,022) 태안#10 (1,050) 신보령#1 (926) 신보령#2 (926) 북평#1 (595) 북평#2 (595) 신서천#1 (1,000)	신고리#4 (1,400) 신한울#1 (1,400) 신한울#2 (1,400)	서천#1 (200) 서천#2 (200) 영동#1 (125) 영동#2 (200) 삼천포#1 (560) 삼천포#2 (560)	고리#1 (587) 월성#1 (679)
2021~2025	고성하이#1 (1,040) 고성하이#2 (1,040) 강릉안인#1 (1,040) 강릉안인#2 (1,040) 삼척화력#1 (1,050) 삼척화력#2 (1,050)	신고리#5 (1,400) 신고리#6 (1,400)	호남#1 (250) 호남#2 (250) 보령#1 (500) 보령#2 (500) 삼천포#3 (560) 삼천포#4 (560) 태안#1 (500) 태안#2 (500)	고리#2 (650) 고리#3 (950) 고리#4 (950) 한빛#1 (950)
2026~2031				월성#2 (700) 월성#3 (700) 월성#4 (700) 한빛#2 (950) 한울#1 (950) 한울#2 (950)

\* 괄호 안은 설비 용량(MW)

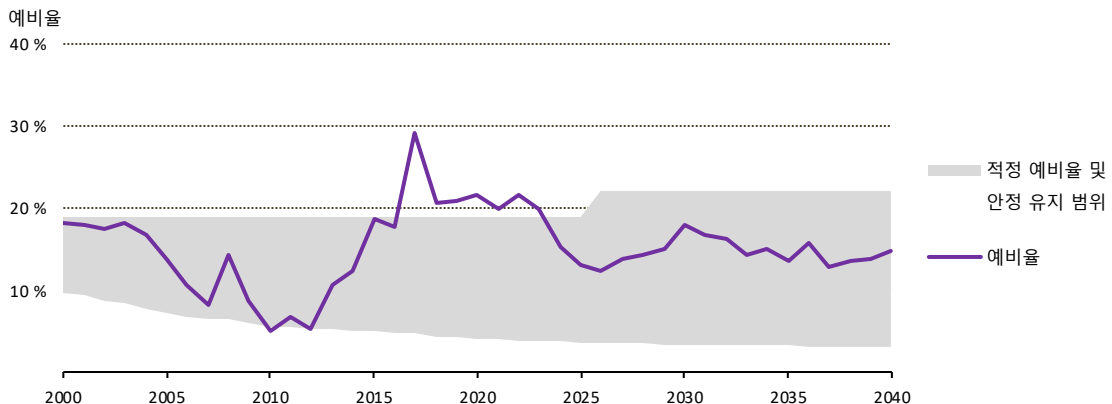
## □ 신재생에너지 발전 설비의 급증과 가스 발전의 에너지 전환을 위한 가교 역할 부각

- 2030년까지 재생에너지 발전 비중을 20%까지 확대한다는 정부의 목표에 맞추어 신재생에너지 발전 설비는 태양광과 풍력을 중심으로 급속히 확대될 것으로 예상되는데, 설비 용량이 전망 기간 연평균 10% 가까이 증가하며 2030년에는 56 GW, 2040년에는 약 80 GW까지 확대될 전망이다
- 2040년 신재생에너지 발전 설비가 전체 발전 설비에서 차지하는 비중은 정격 용량 기준 36%에 달할 것으로 예상되지만, 간헐성 전원인 태양광과 풍력의 특성상 피크기여도가 낮아 원자력과 석탄화력 발전 설비의 감소를 메꾸기에는 부족할 것으로 분석됨
- 따라서, 원자력과 석탄화력 발전 설비를 줄이고 신재생에너지 발전 설비를 확대하는 에너지 전환 과정에서 가스 발전 설비가 전망 기간 46 GW 정도 증가하여, 2040년에는 86 GW 정도의 설비 용량을 확보하면서 에너지 전환의 가교(bridge) 역할을 수행할 것으로 전망됨

## □ 전망 기간 설비예비율은 적정 예비율과 최소 예비율 사이에서 등락

- ‘제8차 전력수급기본계획’은 미래 특정 시점의 최대 전력 수요 대비 필요한 예비 전력 설비의 비율인 적정 설비 예비율을 최소 예비율 13%와 불확실성 대응 예비율 6~9%의 합인 19~22%로 정하고 있음 (산업통상자원부, 2017b)
- 기존 ‘제7차 전력수급기본계획’에서는 최소 예비율이 15%와 불확실성 대응 예비율 7%로, 22%의 적정 설비 예비율을 제시하였음
- ‘제8차 전력수급기본계획’에서는 단위 기 용량, 예방 정비 일수 및 고장 정지율이 큰 원자력 발전 설비가 줄어들면서 최소 예비율을 소폭 낮추었고, 그동안 일률적으로 적용하던 불확실성 대응 예비율을 2018~2025년 기간은 6%, 2026~2031년 9%로 불확실성이 미래로 갈수록 커지는 구조로 설정함

그림 2.24 설비 예비율 추이 및 전망



주 1: 안정 유지는 예비력 4백만 kw 수준일 경우의 예비율을 의미

주 2: 설비예비율 = (총 설비 용량 - 최대전력) / 최대전력 × 100, 설비 용량은 피크기여도를 기준으로 계산

- 전망 기간 피크기여도 기준 설비 예비율은 2020년 초반까지 적정 예비율을 상회하지만, 이후 점차 하락하여 최소 예비율과 적정 예비율 사이에서 등락할 것으로 분석됨
  - 2011년 9월 15일 가을철 이상 폭염으로 인한 전기 소비 급증으로 전력 예비력이 안정 유지 수준인 4백만 kW 아래로 떨어지며 일시적으로 지역별 순환 단전까지 시행한 바가 있으나, 이후 강력한 수요 관리 및 설비 확보에 집중하면서 2011년 4.9%에 불과했던 예비율이 가파르게 상승하여 2017년에는 30%에 근접하는 수준까지 도달함
  - ‘제8차 전력수급기본계획’의 대상 기간 이후인 2030년대의 경우 어떠한 정책 기조를 유지하느냐에 따라 설비 규모를 비롯하여 예비율 등 주요 지표들이 크게 달라질 수 있지만, ‘2018 장기 에너지 전망’에서는 설비 예비율이 일정 수준 이상일 경우 추가 설비가 도입되지 않는다는 가정 하에 분석함

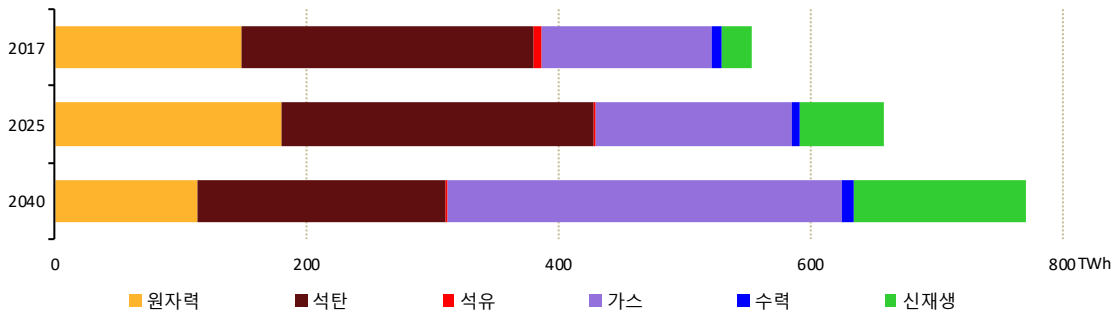
## 발전 및 발전 연료

### □ 총 발전량은 2017년 553.5 TWh에서 연평균 1.5% 증가하여 2040년 772 TWh 수준이 될 것으로 예상

- 전기 수요가 2017년 507.7 TWh에서 2040년 719 TWh로 약 42%가량 증가함에 따라 총 발전량도 같은 기간 39% 증가한 772 TWh 수준에 도달할 것으로 전망되며, 기저 발전인 원자력과 석탄의 비중이 대폭 축소되는 대신 가스와 신재생의 비중이 큰 폭으로 늘어나는 것이 특징임
  - 원자력 발전은 신고리 6호기 이후 신규 원전 건설 계획 취소, 원자력 발전소의 설계수명 만료 후 계속 운전 금지, 예방 정비 후 인허가 규제 강화 등으로 2017년 148.4 TWh에서 전망 기간 36 TWh 감소하여 2040년에는 113 TWh까지 떨어질 것으로 전망됨
  - 석탄화력 발전은 신규 설비 증설이 대부분 2020년대 초반에 완료되면서 2017년 231.9 TWh에서 2022년 255 TWh까지 증가하지만, 연간 발전 총량 제한 및 가동률 제한<sup>21</sup>, 2030년대에 본격화되는 노후 석탄화력 발전소의 폐지, 신규 석탄화력 발전소 추가 진입 금지 등으로 인해 발전량이 빠르게 감소하여 2040년에는 198 TWh로 2010년 수준으로 회귀하는 것으로 분석됨
  - 가스 발전은 기저 발전 설비의 확대에 130~140 TWh 수준에서 횡보하다가, 마지막 원자력 설비가 진입하는 2023년 이후 기저 발전의 감소를 대체하며 2023~2040년까지 연평균 5.4%로 빠르게 증가하여 2040년에는 전체 발전량의 41%를 차지하는 최대 발전원으로 등극할 전망이다
  - 신재생에너지 발전은 정부의 강력한 보급 확대 정책에 힘입어 2017~2040년 연평균 7.8%의 빠른 속도로 증가하여 2030년대 중반 이후에는 원자력 발전량을 추월하고, 2040년에는 137 TWh에 도달하여 가스와 석탄에 이어 제3의 발전원으로 자리매김할 것으로 예상됨

<sup>21</sup> 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

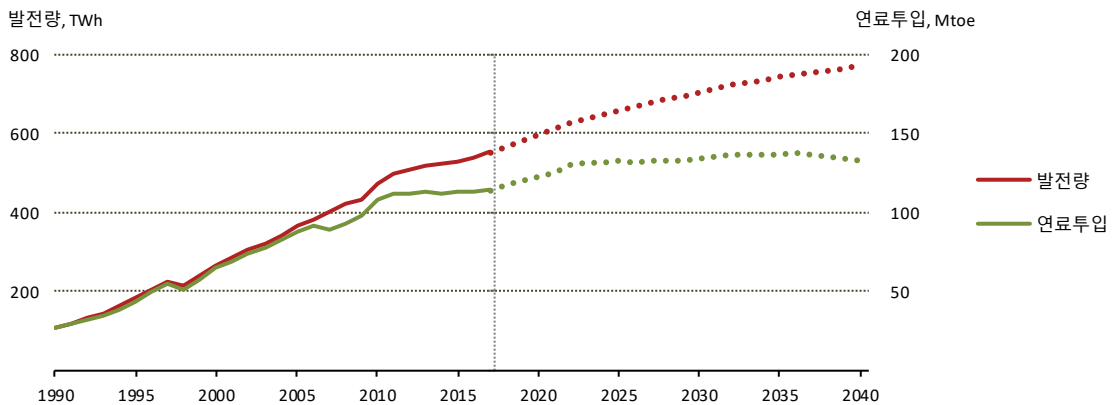
그림 2.25 에너지원별 발전량 변화



주: 상용화자의 한전 구입 전력은 제외

- 총 발전량이 전망 기간 연평균 1.5% 증가함에도 불구하고, 발전 투입 에너지는 같은 기간 연평균 0.7% 증가에 그칠 것으로 예상되는데, 이는 발전 효율이 낮은 석탄과 원자력의 비중이 축소되고 효율이 높은 가스 발전의 비중이 급격히 확대된 것에 기인함
- 2017년 기준 석탄화력 발전소의 열효율은 발전단 기준 무연탄과 유연탄이 각각 35.3%, 38.8%이고 화력발전의 평균 효율을 적용하는 원자력의 열효율은 39.8%인 반면, 가스복합화력 발전소의 열효율은 46.2%로 석탄화력이나 원자력보다 약 6~11% 정도 높음 (한국전력공사, 2018)

그림 2.26 발전량 및 연료 소비 추이



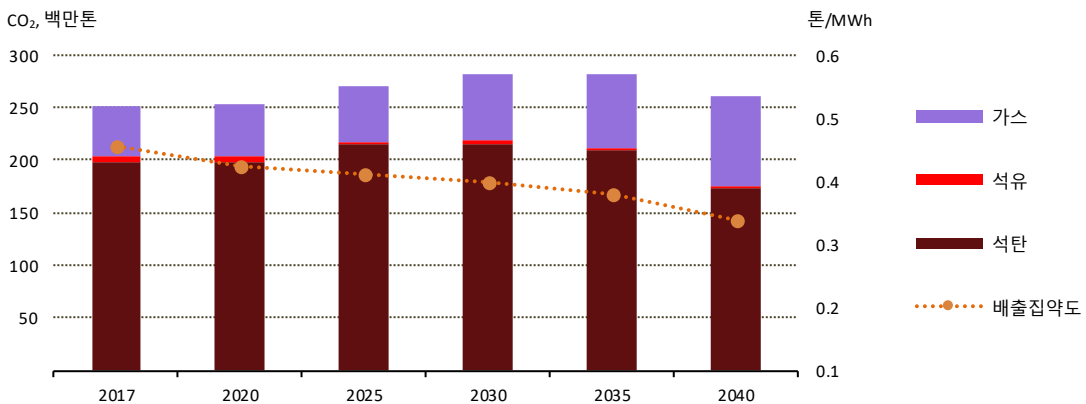
#### □ 신재생에너지 및 가스 발전의 증가로 전망 기간 발전 부문의 온실가스 배출은 소폭 증가

- 총 발전량은 2017년에서 2040년 사이 39% 증가하지만 온실가스 배출이 가장 많은 석탄 발전이 2030년대를 중심으로 급감하고 그 자리를 신재생에너지와 가스 발전이 대신하면서 온실가스 배출량은 전망 기간 4% 증가에 그칠 것으로 예상됨
- 원자력 발전의 감소로 인한 온실가스 배출 증가 요인을 신재생에너지 발전이 빠른 속도로 늘면서 상쇄하고, 온실가스 배출이 많은 석탄 발전의 비중은 2017년 62.1%에서 2040년 40% 미만으로

축소되는 반면 가스 발전의 비중이 36.4%에서 60% 이상으로 확대되면서 전망 기간 발전 부문의 연간 온실가스 배출량 증가는 9백만 톤에 불과할 것으로 예상됨

- 이러한 발전량 에너지 구성의 변화로 인해 MWh 당 배출량, 즉 발전의 배출 집약도는 2017년 약 0.44 톤에서 2040년에는 0.33 톤 수준까지 하락할 것으로 분석됨
- 발전 부문 온실가스 배출량의 GDP 또는 전기 소비 당 배출원단위도 2017년 각각 0.16과 0.48에서 2040년 0.10과 0.35로 꾸준히 개선되는 모습을 보임

**그림 2.27 발전 부문 온실가스 배출 전망**



- ‘제3차 에너지기본계획’ 기준 시나리오의 발전 부문 온실가스 배출은 2017년의 에너지원별 발전 비중이 2040년까지 유지되는 경우에 비해 전망 기간 전반에 걸쳐 감소하는데, 특히 석탄 발전량이 감소하는 2030년대에 그 차이가 큰 폭으로 확대되는 것으로 분석됨
- 2017년의 발전 비중은 석탄 41.9%, 원자력 26.8%, 가스 24.6%이며, 2017년의 발전 비중이 계속 유지될 경우 2040년에는 발전 부문의 온실가스 배출은 약 329백만 톤으로 기준 시나리오의 발전 부문 온실가스 배출량에 비해 30% 정도 많을 것으로 계산됨
- 2030년까지는 원자력 발전의 감소가 신재생에너지 발전 확대에 의한 온실가스 감축 효과를 상쇄하여 온실가스 배출 감소가 정체되나, 이후 석탄 발전이 대폭 감소하고 가스 발전이 이를 대체하면서 온실가스 배출량 차이가 빠르게 확대됨
- 즉, ‘제8차 전력수급기본계획’에 반영된 현 정부의 에너지 부문 정책 기조인 노후 석탄화력 발전소의 폐지, 신재생에너지 및 가스 발전의 확대는 발전 부문의 온실가스를 대폭 감축시킬 것으로 예상되며, 이는 전기 수요 증가세의 둔화와 더불어 발전 부문 온실가스 감축 목표 달성을 용이하게 할 것임



## 6. 석탄

### 석탄 수급 현황

#### □ 2017년 현재 전체 석탄 공급량의 99.2%를 수입에 의존

- 우리나라의 석탄 공급은 2011년까지 빠르게 증가하다 이후 발전용을 중심으로 한 소비 정제로 공급이 정제하고 있으며, 석탄 공급의 대부분은 유연탄으로 수입에 의존하고 있음
  - 국내 생산 석탄은 무연탄으로, 자원 고갈 및 석탄산업 합리화 정책에 따라 1990년대 중반까지 빠르게 감소한 이후 완만한 감소세를 꾸준히 유지하고 있으며, 2017년에는 1.5백만 톤까지 하락함
  - 무연탄 수입은 발전 및 난방용 소비 감소가 산업용 소비 증가로 상쇄되며 2000년대 중반 이후 8~9백만 톤 수준에서 정제되고 있으며, 석탄 수입의 대부분을 차지하는 유연탄은 1990년대 이후 석탄화력 발전소의 폭발적 증가와 2010년 현대제철의 고로 가동으로 빠르게 증가하였지만 2011년 이후로는 발전용 소비가 정제되면서 수입 증가세가 큰 폭으로 둔화함
  - 수입국별로는 호주에서의 수입이 32.5%로 가장 큰 비중을 차지하고, 뒤를 이어 인도네시아 27.7%, 러시아 17.9%를 기록하였는데, 과거 높은 수입 비중을 차지했던 캐나다, 미국, 중국의 수입 비중은 빠르게 감소한 반면 인도네시아와 러시아에서의 수입은 빠르게 증가했음

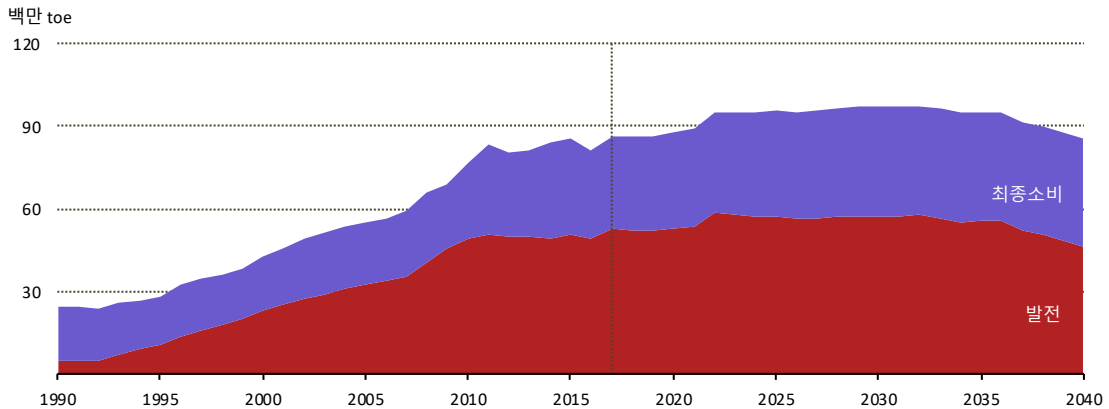
#### □ 석탄 소비는 2011년을 기점으로 증가세가 크게 둔화하였으며, 총 소비의 60% 이상을 발전용으로 사용

- 석탄 소비는 발전용이 2011년까지 연평균 12% 이상 급증하고, 산업용도 제철용 유연탄(원료탄)을 중심으로 빠르게 증가하며 1990~2011년 연평균 6.0% 증가했음
  - 1990년 3.7 GW 수준에 불과했던 석탄화력 발전 설비가 2011년 24.2 GW까지 확대됨에 따라 발전용 석탄 소비도 같은 기간 연평균 12.1% 증가함
  - 1990년 최종 소비의 절반 가까이를 차지했던 난방용 석탄 소비는 연탄 보일러가 가스 보일러 및 지역난방으로 대체되면서 1990~2011년 연평균 10.5% 감소한 반면, 산업용 석탄 소비는 현대제철의 일관제철소 가동, 포스코의 설비 용량 확대 등으로 1990~2011년 연평균 5.4% 증가함
- 하지만, 2011년 이후로는 발전용과 제철용 소비가 모두 크게 둔화되며 석탄 소비는 2011~2017년 연평균 0.5% 증가에 그침
  - 석탄 소비를 견인하던 발전용은 2016~2017년 신규 석탄화력 발전 설비의 가동이 집중되었음에도 불구하고, 석탄화력 발전 설비의 잦은 사고, 노후 석탄화력 발전 설비의 예방 정비 증가, 정부의 석탄화력 발전 제한 및 최대 출력 하향 조정 등으로 석탄화력 발전소 이용률이 크게 하락하면서 석탄 소비가 2011~2017년 연평균 0.6% 증가함



- 난방용 석탄 소비가 감소세를 지속하는 가운데, 세계 철강 공급 과잉에 따른 철강 경기 둔화, 중국 저가 철강과의 경쟁 심화, 자동차, 선박, 건설 등 국내 주요 철강 수요 산업 부진 등으로 산업용 석탄 소비 증가세도 크게 하락하여 석탄의 최종 소비 증가세는 2011~2017년 연평균 0.2%로 둔화됨
- 2017년 석탄 소비의 61.4%는 발전용이 차지하고, 나머지 38.6%를 최종 부문에서 소비함
- 1990년 석탄 최종 소비의 45.6%를 차지하던 난방용 석탄은 2017년 1.5% 수준으로 축소되고 대부분인 79.1%는 철강업에서 원료탄으로 소비하여, 발전과 철강에서 사용하는 석탄이 전체 석탄 소비의 91.5%를 차지하는 것으로 나타남

그림 2.28 석탄 수요 추이 및 전망



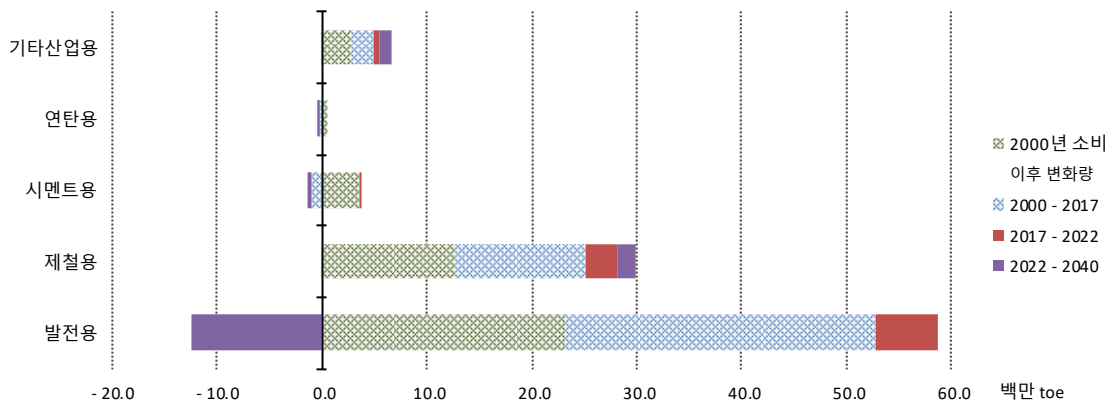
### 석탄 수요 전망

#### □ 석탄 수요는 2030년대 초반 정점 이후 감소세로 바뀌어 2040년 85백만 toe 수준으로 하락할 전망

- 발전용 석탄 수요가 정부의 에너지 전환 정책으로 2020년대 초반부터 감소하여 석탄 수요의 둔화를 이끌 것으로 예상됨
- 2020년대 초반 신규 발전소의 대거 진입으로(표 2.2 참조) 석탄화력 발전 설비가 40 GW 가까이 증가하면서 최근 정체 상태를 보이던 발전용 석탄 소비가 다시 한번 59백만 toe 수준까지 급증할 것으로 보이지만, 이후 노후 석탄화력 발전소의 폐지 및 신규 석탄화력 발전소 건설 제한으로 2030년대 중반까지 발전용 석탄 수요가 2020년대 초반 수준을 유지할 것으로 보임
- 하지만, 신규 석탄화력 발전소의 건설이 없는 상태에서 2030년대 중반부터 노후 석탄화력 발전 설비의 퇴출이 본격화되며 발전용 석탄 수요가 빠르게 감소할 것으로 전망됨
- 발전용 석탄 수요의 감소 폭은, 미세먼지 대책의 석탄화력 발전 제한에 따른 발전 설비 이용률 하락과 대규모 고효율 신규 유연탄 발전 비중 상승에 따른 석탄 발전 효율 상승으로 석탄화력 발전 설비 퇴출 폭보다 클 것으로 분석됨

- 최종 소비 부문의 석탄 수요는 전망 기간 꾸준히 증가하며 발전용 수요 감소로 인한 석탄 수요 감소를 둔화시킬 것으로 예상되지만, 최종 소비의 증가 속도는 연평균 0.7% 증가에 그칠 것으로 보임
  - 최종 소비 부문에서 석탄을 가장 많이 소비하는 철강업은 향후에도 세계 철강 시장의 경쟁 심화로 제품 생산 증가세가 둔화됨에도 불구하고, 전로강 중심의 생산 증가로 제철용 유연탄 수요가 연평균 0.8% 증가할 것으로 전망됨<sup>22</sup>
  - 시멘트 제조용 석탄 소비는 1995년 4.7백만 toe를 정점으로 지속적으로 감소하였으며, 앞으로도 신도시 건설이나 대규모 토목 공사가 과거에 비해 축소되고 건축 신소재 개발 등으로 시멘트 수요가 둔화되면서 석탄 수요는 꾸준히 감소할 것으로 전망됨
  - 건물 부문에서는 아직 남아있는 난방용 수요가 지속해서 다른 연료로 대체되어 극히 일부 서비스 업종에서 사용하는 연탄을 제외하고는 일반적인 연료로서의 역할을 상실할 것으로 예상됨
- 발전용 석탄 수요는 2040년에도 석탄 수요에서 가장 큰 비중을 차지할 것으로 보이나, 제철용 유연탄 수요가 꾸준히 증가하면서 제철용과의 비중 차이는 크게 줄어들 것으로 예상됨
  - 발전용 석탄의 비중은 빠르게 증가하는 전기 소비를 석탄화력 발전이 뒷받침하면서 1990년 18.6%에서 2017년 61.4%까지 확대되었으나, 석탄 발전을 줄이는 정부 정책이 지속되면서 2040년까지 7% 포인트 하락할 것으로 전망됨
  - 제철용 석탄의 비중은 2017년 30.0%에서 2040년 36%까지 상승하여 발전용 석탄의 비중과 격차를 꾸준히 줄이지만, 연탄용 석탄 수요의 비중은 2017년 0.6%에서 2040년 0.2%까지 감소할 것으로 예상됨

그림 2.29 기간별 주요 용도의 석탄 수요 변화



<sup>22</sup> 전로강은 철광석과 코크스를 고로에서 용융하여 생산하는 강으로 주로 고급 철강제품을 만드는데 사용되며, 전기로강은 고철을 전기로에서 용융하여 생산하는 강으로 저가용 철근 제조에 많이 사용됨. 철강 산업의 고부가가치 제품 전략은 전로강의 생산 비중 확대와 이를 위한 코크스 제조용 석탄 수요 증가를 의미하지만, 또한 압연 공정이나 특수강 제조 공정 등의 전기 수요도 크게 증가하게 됨

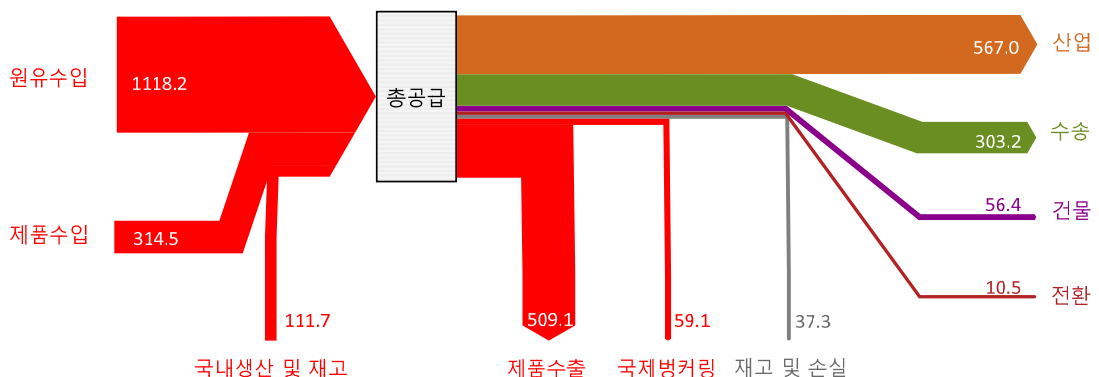
## 7. 석유

### 석유 공급

- **1997년 이후 정제 수준을 유지하던 원유 수입은 최근 유가 하락으로 상승하였으며 석유제품 생산은 고도화 설비 증설로 다양화**
  - 외환위기 이후 석유 소비 증가의 둔화로 원유 수입은 1997~2014년에 연평균 0.4% 증가에 그쳤지만, 2014년 하반기 유가 급락 이후 연평균 6.4% 급증함
    - 2014년 이후 원유 수입 증가는 국제 유가의 급락에 기인하는데, 유가 하락으로 수송 연료 가격이 낮아지면서 수송용 석유 소비가 급증하고 석유화학 설비 증설로 석유화학 원료용 소비도 빠르게 늘면서 석유제품 생산을 위한 원유 수입이 크게 증가함
    - 1997년 2.4백만 BPSD(barrel per stream day)까지 확대된 국내 정제 설비는 외환위기와 국제경쟁 심화로 설비 증가세가 둔화되었으나, 2013년 이후 다시 증가하기 시작하여 2017년 말 기준 최대 3백만 BPSD 이상의 원유를 처리할 수 있는 규모로 성장함
  - 석유제품은 2017년 1.2십억 bbl을 생산하여 1990년 이후 연평균 5.3%의 증가를 기록하였으며, 생산된 석유제품의 40% 이상인 509.1백만 bbl을 수출함
    - 1990년대에는 정제 설비의 낙후로 경유와 중유를 중심으로 생산하고 수출하였지만, 자동차 보급의 확대, 석유화학 산업의 성장, 항공 수요의 증가로 휘발유, 경유, 납사, 항공유 등의 소비가 늘면서 국내 정유사들도 설비 고도화에 대한 투자를 집중하였고, 현재는 항공유, 휘발유 등 고부가가치 제품 생산이 크게 늘어나고 수출 제품도 다변화하였음

그림 2.30 2017년 국내 석유 수급 현황 (백만 bbl)

2017년 (총수요 937.1백만 bbl)

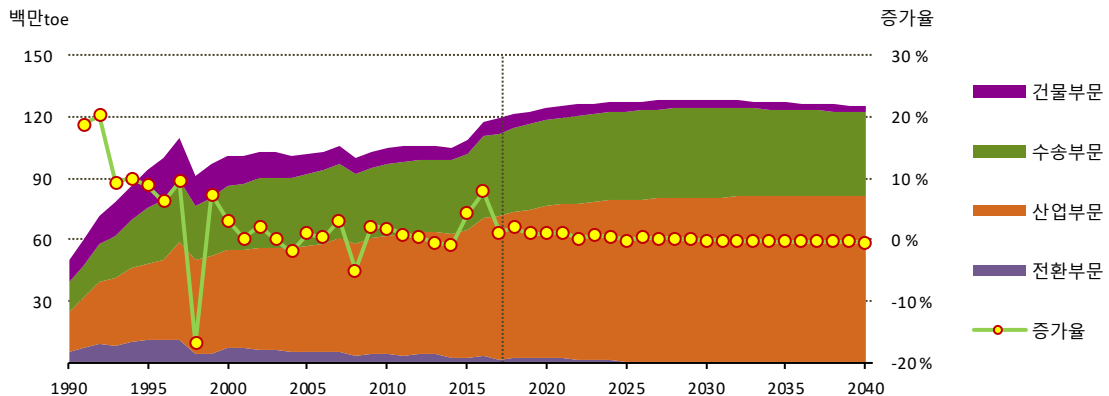


## 석유제품 수요

### □ 석유화학 산업 발전과 자동차 보급 증가가 석유제품 소비 증가를 이끌었지만 증가세는 점차 둔화

- 1990년대의 석유제품 소비 증가는 석유화학 산업의 빠른 성장과 자가용 대중화가 원인이었지만, 1997년 외환위기 이후 설비 투자 둔화와 내수 침체로 2014년까지 소비 증가율이 크게 둔화됨
  - 1990~1997년 석유제품 소비는 연평균 11.7%의 높은 증가율을 기록했지만, 1997년 말 외환위기, 2008년 국제 금융위기, 2000년대 중반 이후 고유가 시대 등이 이어지면서 2000~2014년에는 소비 증가율이 연평균 0.3%로 하락함
  - 상당 수준에 도달한 자동차 보급과 세계 경제의 성장 둔화로 석유제품 소비가 낮은 증가율을 보였지만, 석유화학 업종의 과감한 설비 투자와 2014년 이후 국제 유가의 급락이 겹치면서 석유제품 소비가 2015년과 2016년 4~8%에 이르는 높은 증가율을 기록하기도 함

그림 2.31 석유제품 수요 및 증가율 추이



### □ 석유제품 수요는 연평균 0.2% 증가하지만, 내연기관 자동차 감소로 2030년경 정점에 도달할 전망

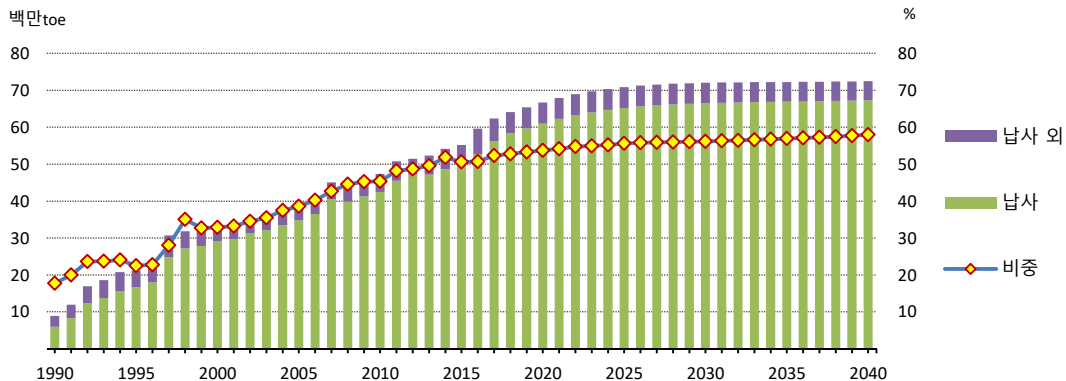
- 2020년까지는 낮은 국제 유가, 석유화학 설비 증대 등으로 석유제품 수요가 2000년대보다 높은 연평균 1%대의 증가율을 보일 전망이다
  - 국제 유가는 2020년대 초까지 배럴당 80달러 아래를 유지할 전망이며, 이러한 낮은 유가로 인해 당분간 수송용 석유 소비는 2017~2020년에는 연평균 1% 이상의 증가세를 유지할 것으로 전망됨
  - 납사의 가격 경쟁력 유지와 2017년 이후에도 지속되는 석유화학 설비 증설로 산업 원료용 수요가 2017~2020년에 연평균 2.0% 증가하면서 전망 초반의 석유제품 수요 증가를 주도할 것으로 보임
- 하지만, 전기 자동차의 빠른 보급 확대로 2030년 이후 내연기관 자동차 보급이 감소하면서 수송용 석유제품 소비가 감소하고, 석유화학의 원료용 수요도 증가세가 둔화되면서 석유제품 수요 증가는 2030~2040년 연평균 0.2% 감소할 것으로 보임

- 자동차 보급은 전망 기간에 지속적으로 증가하겠지만, 전기 자동차를 비롯한 친환경 자동차 보급이 확대되면서 내연기관 자동차 보급은 2030년경 이후 감소할 전망이다
- 석유화학업은 설비 증설과 고도화를 통해 생산량이 꾸준히 증가하지만, 납사의 가격 경쟁력 약화, 에틸렌 시장 경쟁 심화, 중국의 자급률 상승 등으로 증가세는 점차 둔화될 것으로 예상됨

#### □ 석유화학 산업이 향후 석유제품 수요 증가를 주도

- 석유화학업의 원료용 수요의 지속적인 증가로 산업 부문 석유제품 소비는 2017년 69.8백만 toe에서 2040년에 81백만 toe로 연평균 0.6% 증가하여 석유제품 수요 증가를 견인할 전망이다
- 석유화학 산업은 2017년 62.3백만 toe의 석유제품을 소비하였으며, 그중 56.2백만 toe를 원료로 사용되는 납사가 차지하였음
- 전망 기간 석유화학 업종의 석유제품 수요는 약 10백만 toe 증가할 전망인데, 원료용 납사 수요는 2017년 56.2백만 toe에서 2040년 67백만 toe로 증가하고, 프로판탈수소화 설비 증설 등으로 최근 크게 증가한 원료용 LPG 수요도 지속적으로 증가하면서, 원료용 석유제품 수요가 석유화학의 석유제품 수요 순증가를 모두 차지할 것으로 보임
- 반면, 산업 연료용 석유제품 수요가 감소하면서 석유화학 산업이 석유제품 전체 소비에서 차지하는 비중은 2017년 52.3%에서 2040년에는 60%에 가까이 상승할 것으로 분석됨

그림 2.32 석유화학의 석유 소비 및 총 석유 소비에서 석유화학이 차지하는 비중 추이



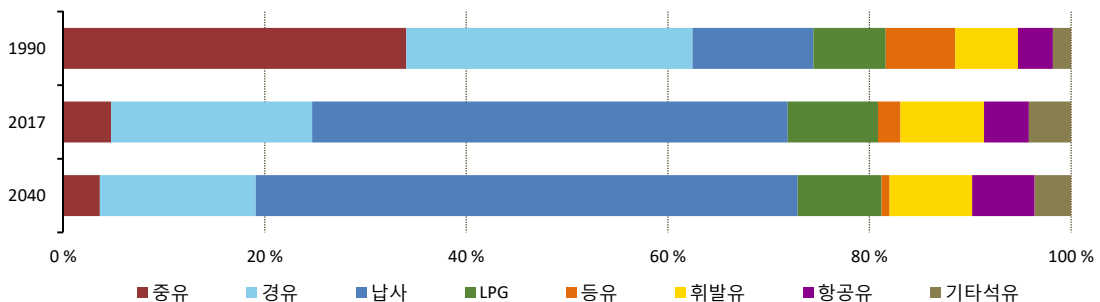
- 수송 부문 석유제품 수요는 자동차 보급 및 수송 수요 증가로 2030년까지 증가하겠지만, 2030년 이후 내연기관 자동차 보급 축소 및 인구 감소에 따른 교통 수요 증가세 둔화 등으로 연평균 0.6% 감소하면서 2040년 수송 부문 석유제품 수요는 2020년 수준과 비슷할 것으로 전망됨
- 최근의 저유가 상황에서 급증세를 보였던 수송용 석유제품 소비는, 전기 자동차 보급의 급증에도 불구하고 내연기관 자동차가 경쟁력을 유지하면서 2030년까지는 연평균 0.5% 증가할 전망이다

- 하지만, 환경 규제 강화, 충전 인프라 확대 및 배터리 가격 하락 등 전기 자동차에 대한 제도적, 기술적 발전이 진행되면서 2030년경 이후에는 내연기관 자동차 보급이 감소세로 전환될 것으로 보임
- 건물 부문 석유제품 수요는 도시가스 및 지역난방 등 네트워크 에너지 보급 확대로 감소하였으며, 전망 기간에도 꾸준한 에너지 대체, 단열, 기기 효율 개선 등으로 2017년 7.2백만 toe에서 연평균 4.0% 감소하여 2040년 3백만 toe로 감소할 전망이다

#### □ 납사가 석유제품 수요 증가를 주도하는 가운데 항공유도 빠르게 증가

- 경제 및 생활 전반에 걸쳐 석유화학 제품에 대한 수요가 증가하면서 기초 유분 생산을 위한 납사 수요가 2017년 56.2백만 toe에서 2040년 67백만 toe까지 증가할 전망이다
  - 기초유분의 국내 수요 및 대중국 수출 증가로 1990~2017년 연평균 8.6% 증가하였던 납사 수요는 전망 기간에도 약 11백만 toe 증가하면서 석유 수요 증가를 견인할 전망이지만, 석유화학 원료의 다변화, 중국의 기초유분 및 파라자일렌 자급률 상승 등으로 증가세는 둔화될 것으로 보임
- 항공유는 해외여행 및 방문객의 증가, 신규 취항 노선 확대, 공항 인프라 개선 등으로 전망 기간 연평균 1.7% 증가하면서 석유제품 중 가장 빠르게 증가할 전망이다
  - 현재 항공 인프라 시설이 포화 상태에 도달하면서 항공 수요 증가를 제한하고 있지만, 2020년대 중반 이후 영남권 공항과 제2제주 공항 개항으로 항공 수요는 다시 한번 도약 할 것으로 기대됨
- 온실가스 규제 강화 및 미세먼지 대응 정책으로 내연기관 자동차 보급이 감소되면서 자동차에 사용되는 석유제품 수요가 2020년대 중반 이후 감소할 전망이다
  - 경유와 휘발유의 경우 내연기관 자동차의 보급 감소와 더불어 자동차 연비 향상, 주행거리 감소 등으로 경유 수요는 2020년대 중반, 휘발유 수요는 2030년대 중반에 정점에 도달한 후 하락하는데, 특히 온실가스 대응에 대한 경유 자동차의 신뢰도가 하락하면서 경유의 감소폭이 클 것으로 보임
  - LPG 역시 석유화학 원료용 수요가 증가하지만, LPG 자동차 감소와 가격 상승 등으로 수송 및 건물용 수요가 감소하면서 연평균 0.1% 감소에 그칠 것으로 전망됨

그림 2.33 석유제품의 비중 변화 추이



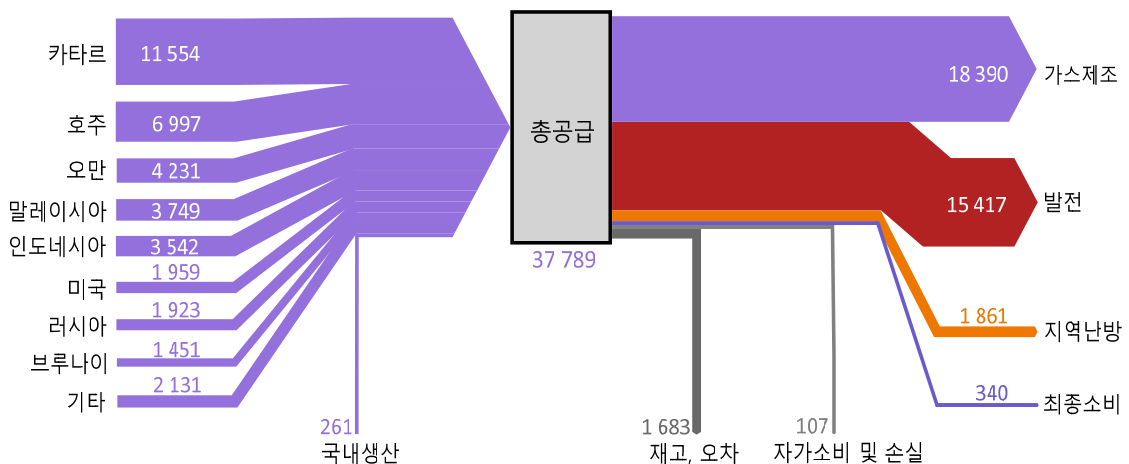
## 8. 가스

### 가스 수급 현황

#### □ 천연가스 수입은 2013년에 정점을 기록한 후 감소세를 이어오다 2016년 이후 반등

- 우리나라는 전량 액화천연가스(LNG, Liquefied Natural Gas) 형태로 천연가스를 수입하고 있으며, 1986년 10월 평택 인수기지를 통해 인도네시아의 초도 물량이 들어온 이래 빠르게 증가해서 2017년에는 약 37.5백만 톤을 수입함
  - 2017년 세계 LNG 교역량은 전년 대비 35.2백만 톤이 증가한 293.1백만 톤으로, 그중 일본이 84.5백만 톤을 수입하여 세계 소비의 28.8%를 차지하였고 2016년까지 3위이던 중국이 39.5백만 톤을 수입하여 13.5%로 2위로 올라섰고 우리나라가 13.2%로 3위를 차지함 (IGU, 2018)
  - 1990년대에는 인도네시아, 말레이시아, 브루나이가 우리나라의 주요 LNG 수입원이었으나, 물량 조달 및 공급 안정성 확보를 위해 수입국이 다변화되면서 2003년부터 카타르가 국내 천연가스 수입의 가장 큰 비중을 차지함
  - 2017년에는 미국산 셰일가스의 수입이 시작되었는데, 한국가스공사는 2012년 사빈 패스와 장기 LNG 매매 계약을 맺고 2017년부터 20년 동안 연간 약 2.8백만 톤의 셰일가스를 수입할 예정이며, SK E&S도 파주천연가스발전소 가동을 위해 6만6천 톤을 수입하였음
- 국내 천연가스 생산기지는 1986년 평택 기지 준공 이후 5곳이 추가 건설되어 2018년 말 기준 총 6곳, 1,260만 kl 저장 규모의 생산기지가 운영 중에 있으며, 한국가스공사가 현재 제주 애월읍에 LNG 생산기지를 건설 중에 있음

그림 2.34 2017년 천연가스 수급 흐름 (천 톤)



□ 천연가스 소비는 1990~2013년 연평균 13.2% 급증한 이후 2013~2017년 연평균 2.7% 감소

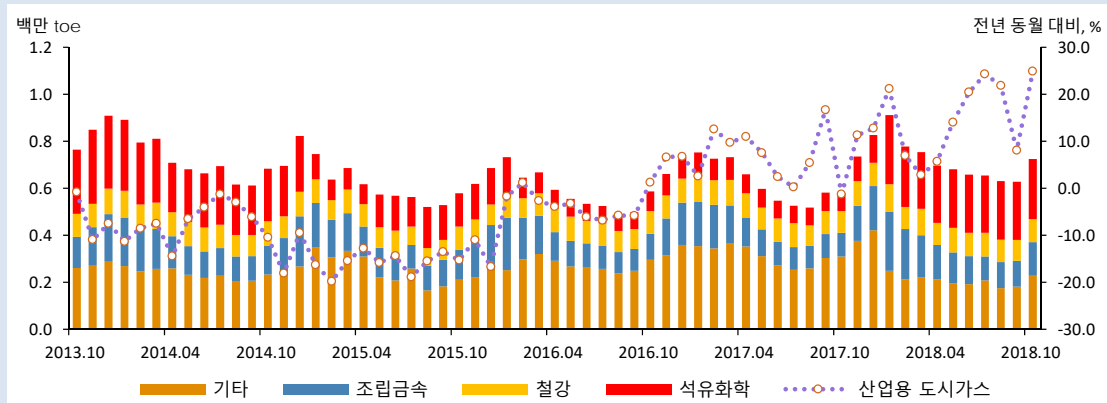
- 천연가스는 도시가스 인프라 확장, 가스 발전의 급속한 증가로 인해 2013년 총에너지 소비의 18.8%를 차지하는 주요 에너지원으로 성장하였으나, 이후 발전용과 최종 소비 부문의 도시가스 소비 부진으로 소비가 급락함
  - 천연가스 소비는 1990~2000년 연평균 20% 증가할 정도로 모든 에너지원 중에서 가장 빠른 성장세를 보이면서 2013년 40.3백만 톤의 역대 최고 소비량을 기록하였으나, 2014년 말 신규 석탄화력 발전소 유입 및 원자력 설비 재가동, 전기 소비 증가 둔화, 유가 급락으로 인한 도시가스 소비 감소, 난방도일 감소 등 여러 가지 요인이 겹치면서 2013~2015년 연평균 6.6% 감소함
  - 하지만, 2016년 여름철 이상 폭염에 따른 전기 소비 증가로 인한 발전용 천연가스 소비 증가, 2017년에는 산업용 소비 회복과 겨울철 난방용 도시가스 소비 증가로 최근 천연가스 소비가 다시 증가를 기록함
- 발전용 가스 소비는 가파르게 증가한 전기 소비와 함께 빠른 속도로 성장해왔으나 최근 들어 전기 소비 증가세 둔화, 기저 발전 설비 증설, 발전 효율 상승 등으로 급격히 감소함
  - 2014~2015년 전기 소비가 연평균 0.9% 증가에 그치고 기저 발전 설비 용량이 연평균 3.0% 증가하면서, 60%를 상회했던 LNG 복합화력 설비 가동률이 40%대 초반까지 떨어지고 발전용 가스 소비는 2013~2015년에 연평균 10.0% 감소함
  - 하지만, 2016년 여름철 폭염 일수와 열대야 일수가 평년 대비 2배 이상 증가(기상청, 2016)하는 등 이상 고온 현상으로 냉방도일이 대폭 증가하면서 전기 소비는 전년 대비 2.8% 증가하고, 경주 지진으로 인한 월성1~4호기의 안전검사(2016.9~12)로 원자력 발전이 감소하여 첨두 부하인 천연가스 발전량은 5.7% 증가함
- 1990년 최종 소비의 1.0% 수준에서 2013년 12.1%까지 가파르게 증가한 도시가스 소비가 2010년대 들어 소비 수준은 정체를 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, 국제 유가 급락과 도시가스 미수금 회수 등으로 타 연료 대비 가격 경쟁력이 낮아지면서 2014년과 2015년에는 전년 대비 8.3%와 15.0% 감소함
  - 1990년대 수도권 및 주요 대도시를 중심으로 도시가스 배관망이 활발히 보급되면서 난방 및 취사용 도시가스 소비가 빠르게 증가하였으나, 2000년대 도시가스 보급이 성숙기에 들어서며 건물용 수요의 급증세는 다소 둔화되었고, 최근에는 하계 및 동계 기온 변동에 따라 냉·난방용 수요가 크게 변동하는 현상을 보이고 있음



### 글상자 2.3 도시가스 원료비 연동제 유예와 미수금 회수의 영향

- 도시가스 요금은 원료비, 가스공사 도매 공급 비용, 도시가스사 소매 공급 비용으로 구성되어 있으며, 1998년 8월부터 시행된 원료비 연동제로 국제 유가 및 환율 변화를 반영한 산정원료비가 기준원료비의  $\pm 3\%$ 를 초과하여 변동하는 경우 2개월(홀수월)마다 원료비를 산정하는데, 2008년 유가가 급격히 상승해 배럴당 100달러를 초과하게 되자 정부는 물가 안정 차원에서 원료비 연동제를 유예(2008.3~2013.2)하였고, 이로 인해 한국가스공사는 LNG 도입 가격 상승에도 불구하고 이를 요금에 반영하지 못하면서 미수금이 발생함
- 한국가스공사는 2010년 9월부터 가격 인상을 통해 미수금을 점차 회수하기 시작하였는데, 국제 유가가 급락한 2014년 말 이전까지 약 6회에 걸친 가격 인상이 있었으며, 도시가스 요금에서 미수금 회수에 따른 요금 인상분이 주택용에서는 2011년에 3.0%에서 2015~2017년에 10.6~17.1%까지 증가하고, 산업용에서는 2011~2014년에 7.5~8.2% 수준에서 2015~2017년에 12.5~21.1% 정도에 달한 것으로 분석됨
- 이로 인해, 2012년 말 기준 5조 5,400억 원에 이르는 도매 요금 원료비 미수금이 2015년 2조 6,700억 원, 2016년에는 9,600억 원으로 감소하였고, 2017년 미수금 회수를 완료하면서 도시가스 요금을 2017년 11월에 약 9.3%(서울 기준) 인하함
- 하지만, 2014년 하반기부터 시작된 국제 유가 급락에도 불구하고 미수금 회수 비중이 높아지면서 유가 하락폭 만큼의 도시가스 요금 하락이 이루어지지 않아 도시가스의 가격 경쟁력이 약화되었고, 이로 인해 산업용 도시가스 소비는 2014년과 2015년에 각각 8.8%와 15.5% 감소, 2016년에는 감소폭이 단소 완화된 1.4% 감소를 기록함
- 특히, 석유화학업종에서는 도시가스 소비가 2014~2016년 연평균 39.4% 감소한 반면, 석유 소비는 연평균 5.4% 증가하였는데, 이는 수소처리과정(hydrotreating)에 쓰이는 수소를 제조하기 위해 납사와 도시가스가 모두 사용 가능하고 중유와 도시가스를 혼용할 수 있는 듀얼보일러(Dual-boiler)의 보급이 확대되었기 때문임 (박명덕 & 이상열, 2015)
- 유가가 상승세로 전환한 가운데 한국가스공사가 2017년 11월부터 도시가스 요금을 인하하면서 도시가스의 가격경쟁력이 다시 회복됨에 따라, 산업용 도시가스 소비는 2017년 전년 대비 7.7% 증가로 전환하고 2018년 1~10월 누계로는 전년 동기 대비 14.4% 증가하였는데, 석유화학업종에서도 2018년 1월부터 본격적으로 급격히 증가세를 보이면서 2018년 1~10월 누계로 전년 동기 대비 약 3배 이상 증가하여, 소비 급감 이전 수준으로 회복함

그림 2.35 산업 부문 업종별 도시가스 소비 추이



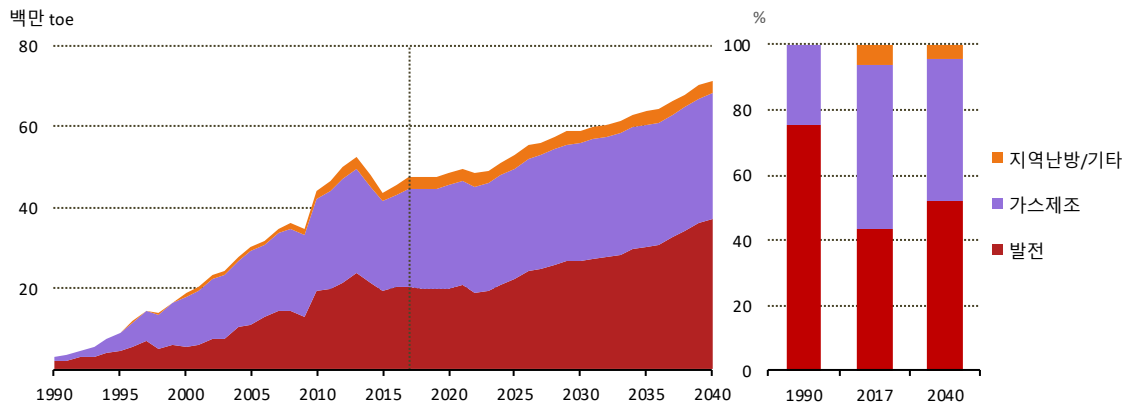
자료: 에너지통계월보

## 가스 수요 전망

### □ 천연가스 수요는 발전용 수요가 2020년대부터 빠르게 증가하며 전망 기간 연평균 1.8% 증가

- 발전용 수요는 석탄화력 및 원자력 발전 설비 증설로 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 2017년 43%에서 2020년대 초반에 40% 이하로 하락하다가, 그 이후 도시가스 소비 증가세 둔화 및 가스복합화력의 성장으로 빠르게 확대되어 2040년에는 천연가스 수요의 절반 이상을 차지할 것으로 예상됨
  - 도시가스제조용 천연가스 수요 비중은 주택용 도시가스 보급의 폭발적 성장으로 1990년 24.7%에서 2017년에는 50%를 넘어섰지만, 전망 기간에는 도시가스 수요 증가세 둔화로 2040년 43% 수준으로 하락할 전망이다

그림 2.36 용도별 가스 소비 추이 및 전망

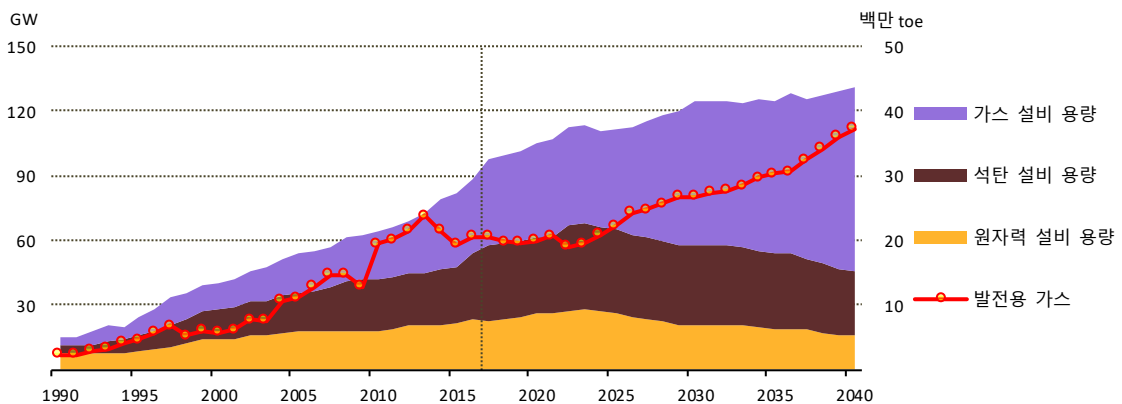


### □ 발전용 수요는 석탄화력 및 원자력 발전 설비의 변화에 따라 변동

- 전망 기간 초기 신규 석탄화력 발전소와 원자력 발전소가 대규모로 가동을 시작하면서(표 2.2 참조) 발전용 가스 수요는 2020년대 초반까지 정체된 양상을 보일 전망이다
  - 2022년까지 석탄화력 발전 설비 총 13 기, 원자력 발전 설비 총 5 기가 신규 진입할 예정인데 반해, 노후 발전소는 석탄화력 발전 설비 10기와 고리 1호기, 월성 1호기를 포함 약 4.6 GW가 폐지되면서 실질적으로 2017~2022년 사이에 15.0 GW 용량의 기저 발전 설비가 순증가할 것으로 예상됨
  - 전기 수요는 2020년대 초반까지 연평균 2%대의 증가율을 유지하는 가운데 신재생에너지 발전이 연평균 13% 이상 빠르게 증가하면서, 첨두 부하를 담당하는 가스복합화력 발전은 현재의 수준에서 정체하는 모습을 보일 전망이다

- 하지만, 원자력 발전소의 수명 연장 금지와 노후 석탄화력 발전 설비의 폐지 및 연료 대체로 인해 2020년대 초반 이후 기저 발전 설비의 용량이 급감하고, 그 자리의 상당 부분을 가스복합화력 발전이 대체하면서 가스 발전량이 빠르게 성장할 전망이다
  - 원자력 발전 설비는 2023년 이후 총 10 기가 폐지될 예정이며, 석탄화력 발전 설비는 2030년대 총 23 기가 순차적으로 폐지되면서 2040년 29 GW까지 감소할 것으로 예상됨
  - 원자력 및 석탄화력 발전 설비의 감소로 인해 2040년의 전기 생산에 필요한 적정 가스복합화력 설비 용량은 2040년 76.8 GW 수준으로 분석되며, 따라서 발전용 천연가스 수요는 전망 기간 초기의 감소에도 불구하고 전망 기간 연평균 2.6% 증가할 전망이다

그림 2.37 주요 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망

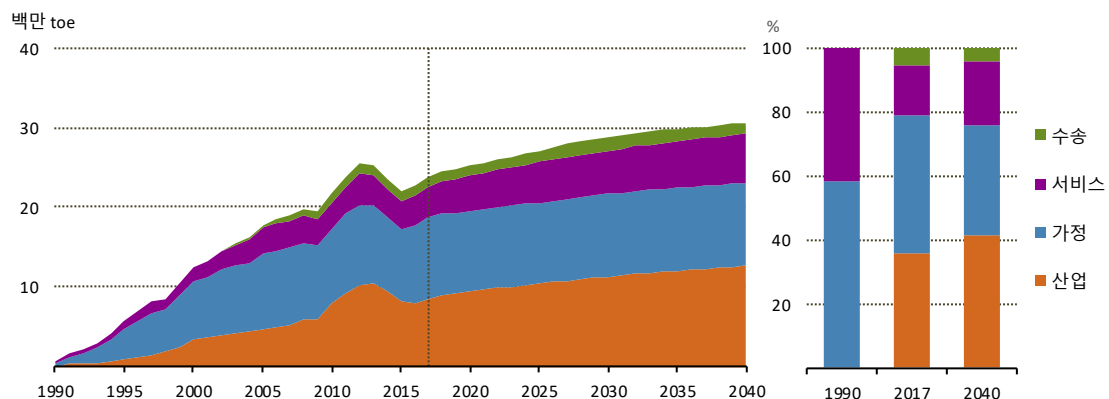


#### □ 도시가스 수요는 석유 수요를 일부 대체하며 전망 기간 연평균 1.1% 증가

- 최종 소비 부문에서는 국제 유가의 상승, 오염 물질 저배출 연료원 선호 등으로 도시가스 수요가 다시 증가로 돌아서지만, 증가율은 2013년 이전 대비 현저히 낮은 연평균 1.1% 증가에 그칠 것으로 전망됨
  - 2013년 이후 도시가스 소비 감소의 주요 원인이 저유가로 인한 가격 경쟁력 약화였는데, 도시가스 미수금 회수 완료와 전망 기간 국제 유가의 상승으로 도시가스가 가격 경쟁력을 회복함에 따라 도시가스 수요도 산업 부문을 중심으로 다시 증가할 것으로 전망됨
  - 또한 미세먼지와 온실가스 문제가 심각해짐에 따라 석탄과 석유 대비 상대적으로 친환경 에너지 자원으로 인식되는 가스에 대한 관심이 증가하면서 건물과 산업 부문에서 타 화석연료를 지속적으로 대체할 것으로 예상되지만, 건물 부문의 가스 배급망 보급 포화 등으로 수요가수가 정체되면서 2040년에 2012년 고점 대비 20% 증가에 그칠 것으로 보임
- 도시가스 수요 증가세가 과거에 비해 전반적으로 둔화하는 가운데, 산업 부문이 전망 기간 가장 많이 증가하여 2040년에는 최종 소비 부문에서 가정 부문을 제치고 가장 큰 소비 부문으로 성장하며, 서비스 부문도 서비스업 중심의 산업 구조 고도화로 도시가스 수요가 연평균 2%대로 빠르게 증가할 전망이다

- 국제 유가는 꾸준히 상승하는 반면, 천연가스의 도입 가격은 LNG 계약 구조의 유연화와 셰일 가스 공급 확대로 2025년 이후 정체되면서, 도시가스의 가격 경쟁력이 강화되고 석유와 가스의 대체 사용이 용이한 석유화학 업종 중심으로 산업 부문의 도시가스 수요가 견고하게 증가할 것으로 보임
- 이에 따라, 산업 부문이 전체 도시가스 수요 증가의 60% 이상을 차지하며 도시가스 수요 증가를 견인할 것으로 예상되며, 도시가스 소비 중 산업 부문이 차지하는 비중도 2017년 35.7%에서 2040년 41% 수준까지 상승할 것으로 분석됨
- 서비스 부문 수요 증가 속도는 다른 부문에 비해 상대적으로 빠른 편이어서 도시가스 소비에서 서비스 부문이 차지하는 비중이 2017년 15.8%에서 2040년에는 20%까지 상승할 전망이다
- o 과거 가장 큰 소비 비중을 차지하던 가정 부문은 도시가스 보급률 포화로 인해 도시가스 수요가 전망 기간 연평균 0.1% 증가에 그치며, 수송 부문은 미세먼지 대책으로 당분간 CNG 버스에 대한 수요가 존재하지만, 전기 버스가 시장 점유를 확대하면서 도시가스 수요가 더디게 증가할 전망이다
- 가정 부문 도시가스 수요가 수가 1990년대에 연평균 19.3% 이상 증가하여, 2017년에는 도시가스 보급률이 수도권 92.7%, 전국 83.1% 수준에 도달하는 등 거의 포화수준에 가까운 것으로 판단됨
- 한편, 전망 기간 가구수도 증가 속도가 둔화될 뿐만 아니라 일인 가구를 중심으로 증가할 것으로 예상되고 있어, 가정 부문 도시가스 수요는 전망 기간 약 0.2백만 toe 증가하는데 그칠 것으로 보임
- 이로 인해 2000년대 중반까지 도시가스 수요의 50% 이상을 차지하던 가정 부문은, 2017년 43.2% 2040년에는 34% 수준으로 하락하여 산업 부문보다 비중이 낮아질 전망이다
- 한편, 서울시는 2018년 수명이 다한 CNG 버스 30대를 시범적으로 전기 버스로 대체 운행하고 2025년까지는 CNG 버스 3천 대를 전기 버스로 교체할 계획이며, 최근 울산시에서 처음으로 시내 주행에 투입된 수소 전기 버스는 정부에서 2019년 30대, 2022년까지는 천 대까지 보급하는 것을 목표로 설정하는 등, 수송 부문에서 도시가스 수요를 억제할 요인이 확대되고 있음

그림 2.38 부문별 도시가스 소비 추이 및 전망



주: 발전 및 열생산 부문 도시가스 투입 제외

## 부 록



## 1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과

### 주요 경제 지표 및 활동 수준 - 기준 시나리오

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
인구 (백만명)	47	51	52	53	53	53	52	-	-	0.5	0.1
가구 (백만가구)	15	20	20	21	22	22	22	-	-	1.8	0.6
국내총생산 (GDP, 조원)	821	1 556	1 700	1 929	2 130	2 292	2 438	-	-	3.8	2.0
주요 업종별 부가가치 (조원)											
농림어업, 광업	27	31	31	33	33	33	32	-	-	0.7	0.3
제조업	200	452	490	542	586	622	657	-	-	4.9	1.6
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	59	104	112	121	128	134	140	-	-	3.5	1.3
- 조립금속	91	280	306	343	376	404	430	-	-	6.9	1.9
SOC	65	100	102	111	118	121	123	-	-	2.5	0.9
서비스업	464	827	917	1 061	1 192	1 298	1 393	-	-	3.5	2.3
수입단가											
원유 (\$/bbl)	20	53	74	94	103	112	120	-	-	6.1	3.6
천연가스 (\$/톤)	181	425	544	649	664	666	668	-	-	5.1	2.0
유연탄 (\$/톤)	24	106	114	120	122	124	126	-	-	9.1	0.7
에너지 지표											
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	1	0	0	-	-	-3.2	-4.2
총에너지 수요 (백만 toe)	193	300	318	340	348	351	347	-	-	2.6	0.6
에너지원단위 (toe/백만원)	0.24	0.19	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	-	-	-1.2	-1.3
일인당에너지소비 (toe/인)	4.11	5.84	6.13	6.46	6.57	6.64	6.65	-	-	2.1	0.6
최종 소비 (백만 toe)	150	232	245	262	271	276	278	-	-	2.6	0.8
전기생산 (TWh)	266	554	597	658	704	742	772	-	-	4.4	1.5
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	11	11	13	13	14	15	-	-	3.8	1.4
에너지부문 온실가스 지표											
온실가스 배출 (백만톤)	415	623	636	673	691	689	662	-	-	2.4	0.3
배출원단위 (톤/백만원)	0.51	0.40	0.37	0.35	0.32	0.30	0.27	-	-	-1.4	-1.7
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.12	12.24	12.80	13.05	13.05	12.68	-	-	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 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>총에너지</b>	<b>193</b>	<b>300</b>	<b>318</b>	<b>340</b>	<b>348</b>	<b>351</b>	<b>347</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.6</b>	<b>0.6</b>
석탄	43	86	88	96	97	95	85	29	25	4.2	0.0
석유	101	119	124	127	128	127	125	40	36	1.0	0.2
가스	19	47	48	53	59	64	71	16	21	5.5	1.8
수력	1	1	1	2	2	2	2	1	1	0.4	1.4
원자력	27	32	39	38	30	27	24	11	7	0.9	- 1.2
신재생·기타	2	15	18	24	32	36	39	5	11	12.2	4.3
<b>최종 소비</b>	<b>150</b>	<b>232</b>	<b>245</b>	<b>262</b>	<b>271</b>	<b>276</b>	<b>278</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.6</b>	<b>0.8</b>
석탄	20	33	35	38	40	40	39	14	14	3.1	0.7
석유	94	118	122	127	127	126	124	51	45	1.3	0.2
도시가스	13	24	25	27	29	30	31	10	11	3.8	1.1
전기	21	44	47	52	56	59	62	19	22	4.5	1.5
열에너지	1	2	2	2	3	3	3	1	1	4.0	0.6
신재생·기타	2	12	13	15	17	18	20	5	7	10.6	2.3
산업	84	144	154	167	174	178	181	62	65	3.2	1.0
수송	31	43	44	46	46	45	44	18	16	1.9	0.1
가정	21	22	22	22	22	22	22	10	8	0.3	- 0.1
서비스	14	24	25	28	30	31	32	10	11	3.4	1.3



## 최종 소비 부문별·원별 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>산업</b>	<b>84</b>	<b>144</b>	<b>154</b>	<b>167</b>	<b>174</b>	<b>178</b>	<b>181</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.2</b>	<b>1.0</b>
석탄	19	33	35	38	39	40	39	23	22	3.2	0.8
석유	49	70	74	78	80	80	81	49	45	2.2	0.6
도시가스	3	8	9	10	11	12	13	6	7	5.7	1.8
전기	11	24	26	29	30	32	34	17	19	4.4	1.5
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	10	11	12	14	15	6	8	9.4	2.3
<b>수송</b>	<b>31</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1.9</b>	<b>0.1</b>
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	41	42	43	44	42	41	95	93	1.6	0.0
도시가스	0	1	1	1	2	2	1	3	3	-	0.4
전기	0	0	0	0	1	1	1	1	3	2.1	7.1
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	0	1	1	0	0	0	1	1	-	-0.5
<b>가정</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0.3</b>	<b>-0.1</b>
석탄	1	0	0	0	0	0	0	2	0	-2.1	-8.1
석유	9	4	3	2	2	1	1	16	6	-5.2	-4.6
도시가스	7	10	10	10	10	10	10	46	48	2.0	0.1
전기	3	6	6	7	7	7	7	26	33	3.5	1.0
열에너지	1	2	2	2	2	2	2	9	10	3.6	0.5
신재생·기타	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5.0	4.5
<b>서비스 (상업, 공공, 기타)</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.4</b>	<b>1.3</b>
석탄	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	-0.8
석유	6	4	3	2	2	2	2	15	5	-2.6	-3.4
도시가스	2	4	4	5	5	6	6	16	19	4.1	2.1
전기	6	14	15	17	18	19	20	58	62	5.2	1.6
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7.8	0.9
신재생·기타	0	2	3	3	3	4	4	9	12	19.6	2.4

# 산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>주요 업종 산출액 (조원)</b>											
석유/화학	142	284	313	356	392	425	456	-	-	4.2	2.1
비금속	21	44	47	52	56	59	62	-	-	4.5	1.5
1 차철강	70	128	136	146	151	152	151	-	-	3.6	0.7
금속, 기계, 전자, 정밀	228	812	907	1 046	1 175	1 291	1 405	-	-	7.8	2.4
운송장비	100	229	234	251	266	283	304	-	-	5.0	1.2
건설	149	222	223	244	261	271	277	-	-	2.4	1.0
<b>주요 제품 생산량 (천톤)</b>											
기초유분	16	30	33	35	36	36	36	-	-	3.6	0.8
조강	43	71	75	79	81	81	79	-	-	3.0	0.5
전로	25	48	51	56	58	59	57	-	-	4.0	0.8
전기로	18	23	24	23	22	22	22	-	-	1.4	-0.4
시멘트	51	57	57	55	53	51	49	-	-	0.6	-0.7
클링커	46	49	49	48	46	45	43	-	-	0.4	-0.5
<b>에너지 수요 (백만 toe)</b>	<b>84</b>	<b>144</b>	<b>154</b>	<b>167</b>	<b>174</b>	<b>178</b>	<b>181</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.2</b>	<b>1.0</b>
석탄	19	33	35	38	39	40	39	23	22	3.2	0.8
석유	49	70	74	78	80	80	81	49	45	2.2	0.6
도시가스	3	8	9	10	11	12	13	6	7	5.7	1.8
전기	11	24	26	29	30	32	34	17	19	4.4	1.5
열에너지	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	9	10	11	12	14	15	6	8	9.4	2.3
<b>주요 업종 에너지원단위</b>											
석유/화학	0.25	0.25	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	-	-	-0.2	-1.2
비금속	0.28	0.11	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	-	-	-5.5	-1.2
1 차철강	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	-	-	0.1	-0.1
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.3	-0.4

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

								비중		증가율 (%)	
	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2017	2040	00-17	17-40
주요 업종별 에너지 수요											
석유/화학	36	70	75	81	83	84	85	100	100	4.0	0.8
석탄	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10.3	-2.0
석유	33	62	67	71	72	72	72	89	85	3.8	0.7
가스	0	1	1	2	2	3	3	2	3	7.4	4.2
전기	2	5	6	7	8	8	9	7	10	4.9	2.3
신재생	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
비금속											
석탄	4	2	3	3	3	2	2	54	48	-2.1	-0.2
석유	1	1	1	1	1	1	1	11	11	-4.6	0.2
가스	0	1	1	1	1	1	1	12	13	4.5	0.7
전기	1	1	1	1	1	1	1	24	29	2.0	1.2
신재생	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
철강											
석탄	17	31	33	35	37	36	36	100	100	3.7	0.7
석유	13	26	28	31	32	32	31	84	87	4.0	0.8
석유	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-12.6	-1.5
가스	1	2	2	2	2	2	2	5	6	5.8	0.9
전기	2	3	3	3	3	3	2	10	7	3.4	-0.9
신재생	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
조립금속											
석탄	5	11	12	13	14	15	16	100	100	4.6	1.8
석탄	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	2	0	0	0	0	0	0	4	2	-6.9	-1.2
가스	1	2	2	2	2	2	2	15	14	5.0	1.4
전기	3	9	10	11	12	13	14	81	84	6.9	2.0
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)

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>주요지표</b>											
자동차 형태별 (백만대)	12	22	24	26	27	28	28	100	100	3.7	0.9
승용차	8	18	20	21	23	23	23	80	85	4.8	1.2
화물차	3	4	4	4	4	4	4	16	13	2.0	-0.1
승합차	1	1	1	1	1	1	1	4	3	-2.9	-0.8
자동차 연료별 (백만대)											
휘발유	7	11	11	12	13	14	14	48	50	2.3	1.1
경유	4	9	10	11	11	10	8	42	31	5.9	-0.5
대체에너지	0	0	0	1	1	2	3	1	12	7.5	15.4
기타	1	2	2	2	2	2	2	10	8	3.5	-0.1
<b>에너지 수요</b>	<b>31</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1.9</b>	<b>0.1</b>
휘발유	8	10	10	10	11	11	10	23	23	1.2	0.2
경유	13	19	20	20	19	18	17	45	38	2.2	-0.6
중유	4	3	3	3	3	3	3	7	7	-1.6	0.0
제트유	2	5	5	6	7	7	8	11	17	4.8	2.0
부탄	3	4	4	4	4	4	3	9	8	0.8	-0.6
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2.7	0.4
도시가스	-	1	1	1	2	2	1	3	3	-	0.4
전기	0	0	0	0	1	1	1	1	3	2.1	7.1
신재생·기타	-	0	1	1	0	0	0	1	1	-	-0.5
<b>수송 수단별 에너지수요</b>											
도로	24	34	35	36	36	34	33	80	74	2.2	-0.2
철도	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-2.3	-0.2
항공	2	5	5	6	7	7	8	11	17	4.8	2.0
해운	5	3	3	3	3	3	3	8	8	-1.9	-0.2

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	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
주요지표											
인구 (백만명)	47.0	51.4	52.0	52.6	52.9	52.8	52.2	-	-	0.5	0.1
가구 (백만가구)	14.5	19.5	20.2	21.0	21.6	22.1	22.3	-	-	1.8	0.6
형태별 주택(백만호)	11.0	16.0	16.8	17.7	18.5	19.1	19.4	100	100	2.2	0.9
단독	4.1	3.7	3.7	3.8	3.8	3.7	3.6	23	19	-0.6	-0.1
아파트	5.2	9.7	10.3	11.1	11.9	12.5	12.8	61	66	3.7	1.2
공동주택	1.7	2.5	2.7	2.8	2.8	2.8	3.0	16	15	2.5	0.7
평균 주거 면적(m <sup>2</sup> )	85.5	75.1	74.8	74.9	75.0	74.8	74.1	-	-	-0.8	-0.1
에너지 지표											
주택당 에너지수요(toe/천원)	1.93	1.39	1.30	1.23	1.18	1.15	1.13	-	-	-1.9	-0.9
면적당 에너지수요(toe/100m <sup>2</sup> )	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-1.2	-0.9
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.46	1.14	1.08	1.04	1.01	0.99	0.98	-	-	-1.5	-0.6
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.29	1.36	1.44	1.50	1.55	1.60	-	-	2.9	0.9
에너지 수요											
	21	22	22	22	22	22	22	100	100	0.3	-0.1
석탄	1	0	0	0	0	0	0	2	0	-2.0	-8.1
석유	9	4	3	2	2	1	1	16	6	-5.2	-4.6
도시가스	7	10	10	10	10	10	10	46	48	2.0	0.1
전기	3	6	6	7	7	7	7	26	33	3.5	1.0
지역난방	1	2	2	2	2	2	2	9	10	3.6	0.5
신재생·기타	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5.0	4.5
용도별 에너지 수요											
난방/온수	17	15	15	14	13	13	13	70	59	-0.7	-0.8
취사	1	2	2	2	2	2	2	8	8	3.2	-0.2
냉방	0	1	1	1	1	1	1	2	3	18.6	1.5
조명	0	1	1	1	1	1	1	4	4	3.8	0.6
기타 가전기기	2	4	4	5	5	5	5	16	25	2.6	2.0

주) 단독주택은 건물에 대한 소유권이 하나인 주택으로 다중주택이나 다가구주택은 여러 세대가 함께 거주하는 주택이지만 세대별로 소유권이 구분되지 않기 때문에 단독주택으로 분류. 공동주택은 집합 건물로써 세대별로 소유권 이전 등기가 가능한 주택.  
 소득은 가구당 소득을 의미  
 용도별 에너지수요는 기본 설비와 보조 기기의 에너지수요

## 서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>주요 업종별 산출액 (조원)</b>											
도소매	131	237	255	287	318	346	376	-	-	3.5	2.0
숙박음식	53	85	92	103	113	121	130	-	-	2.8	1.9
운수보관	68	143	157	180	202	223	243	-	-	4.5	2.3
정보통신	57	131	150	183	214	242	265	-	-	5.0	3.1
공공행정및국방	73	135	148	167	179	185	186	-	-	3.7	1.4
교육서비스	58	93	99	108	115	118	120	-	-	2.8	1.1
의료복지	40	129	154	197	240	276	308	-	-	7.1	3.9
예술,스포츠,레저	11	27	31	38	44	50	55	-	-	5.2	3.2
기타서비스	253	519	589	703	809	895	969	-	-	4.3	2.8
<b>에너지 수요</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.4</b>	<b>1.3</b>
석유	6	4	3	2	2	2	2	15	5	-2.6	-3.4
도시가스	2	4	4	5	5	6	6	16	19	4.1	2.1
전기	6	14	15	17	18	19	20	58	62	5.2	1.6
지역난방	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7.8	0.9
신재생·기타	0	2	3	3	3	4	4	9	12	19.6	2.4
<b>부문별 에너지 수요</b>											
상업 서비스	11	18	19	21	22	23	24	73	75	2.8	1.4
공공 서비스	3	6	7	7	8	8	8	27	25	5.4	1.0

## 석유 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>원유 수요*</b>	130	162	183	200	206	208	208	-	-	1.3	1.1
국제 벙커링	7	9	10	11	11	12	12	-	-	1.4	1.3
<b>총공급</b>	<b>101</b>	<b>119</b>	<b>124</b>	<b>127</b>	<b>128</b>	<b>127</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1.0</b>	<b>0.2</b>
전환	7	1	2	1	1	1	1	1	1	-8.5	-3.0
최종소비	94	118	122	127	127	126	124	99	99	1.3	0.2
<b>제품별 석유 수요</b>											
휘발유	8	10	10	10	11	11	10	8	8	1.1	0.2
등유	10	3	2	2	1	1	1	2	1	-7.3	-4.3
경유	19	24	24	24	22	21	19	20	15	1.4	-0.9
중유	20	6	6	5	5	5	5	5	4	-7.3	-0.9
제트유	3	5	6	6	7	7	8	4	6	4.5	1.7
프로판	5	6	6	6	6	6	6	5	5	1.6	0.1
부탄	4	5	5	5	5	5	4	4	4	0.9	-0.4
납사	29	56	61	65	66	67	67	47	54	3.9	0.8
기타 비에너지유	3	5	4	4	5	5	5	4	4	2.8	-0.4
<b>용도별 석유 수요</b>											
산업	49	70	74	78	80	80	81	59	64	2.2	0.6
(연료)	16	9	9	9	9	9	9	7	7	-3.5	0.2
(원료)	32	61	65	69	71	71	71	51	57	3.8	0.7
수송	31	41	42	43	44	42	41	34	33	1.6	0.0
가정	9	4	3	2	2	1	1	3	1	-5.2	-4.6
서비스	6	4	3	2	2	2	2	3	1	-2.6	-3.4
전환	7	1	2	1	1	1	1	1	1	-8.5	-3.0

\* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

# 석탄 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>총공급</b>	<b>43</b>	<b>86</b>	<b>88</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>95</b>	<b>85</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.2</b>	<b>0.0</b>
전환부문	23	53	53	57	57	56	46	61	54	4.9	-0.6
최종소비부문	20	33	35	38	40	40	39	39	46	3.1	0.7
<b>제품별 석탄 수요</b>											
국내탄	2	1	0	0	0	0	0	1	0	-6.6	-5.6
수입무연탄	1	4	4	4	4	5	4	5	5	7.0	0.6
연료용 유연탄	27	56	57	61	62	60	51	66	60	4.4	-0.5
원료용 유연탄	13	25	27	30	31	31	30	29	35	4.1	0.7
<b>용도별 석탄 수요</b>											
발전용	23	53	53	57	57	56	46	61	54	4.9	-0.6
코크스 제조 및 고로용	13	25	27	30	31	31	30	29	35	4.1	0.7
킬른가열용	4	2	3	3	3	2	2	3	3	-2.0	-0.2
기타 산업용	3	5	5	6	6	6	7	6	8	3.5	1.3
연탄용	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-2.1	-8.1



## 가스 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>총공급</b>	<b>19</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>53</b>	<b>59</b>	<b>64</b>	<b>71</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>5.5</b>	<b>1.8</b>
전환 부문*	7	23	23	25	30	34	41	50	57	7.6	2.4
최종소비 부문	13	24	25	27	29	30	31	50	43	3.8	1.1
<b>제품별 소비</b>											
천연가스	6	23	22	25	29	33	40	48	56	8.6	2.5
도시가스	13	24	25	27	29	30	31	51	43	3.7	1.1
<b>용도별 소비</b>											
발전용	6	21	20	22	27	30	37	43	52	7.8	2.6
지역난방	1	3	3	3	3	3	3	6	5	10.1	0.6
산업	3	8	9	10	11	12	13	18	18	5.7	1.8
수송	-	1	1	1	2	2	1	3	2	-	0.4
가정	7	10	10	10	10	10	10	22	15	2.0	0.1
서비스	2	4	4	5	5	6	6	8	9	4.1	2.1

\* 자가소비 및 손실 포함

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

## 전기 공급 및 수요 - 기준 시나리오

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>발전설비 (GW)</b>	<b>48</b>	<b>117</b>	<b>131</b>	<b>151</b>	<b>189</b>	<b>205</b>	<b>220</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>5.3</b>	<b>2.8</b>
석탄	14	35	35	39	38	36	29	30	13	5.6	-0.9
석유	5	11	12	10	10	10	10	9	5	5.0	-0.4
가스	13	32	36	37	57	61	77	28	35	5.6	3.8
원자력	14	23	26	26	20	18	16	19	7	3.0	-1.4
수력	3	6	7	7	8	9	9	6	4	4.4	1.3
신재생	-	9	16	32	56	71	79	8	36	-	9.8
<b>총발전량(TWh)</b>	<b>266</b>	<b>554</b>	<b>597</b>	<b>658</b>	<b>704</b>	<b>742</b>	<b>772</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.4</b>	<b>1.5</b>
석탄	99	232	228	247	248	240	198	42	26	5.1	-0.7
석유	19	6	9	1	1	2	1	1	0	-6.9	-6.9
가스	28	136	135	155	199	239	313	25	41	9.6	3.7
원자력	109	148	182	181	140	126	113	27	15	1.8	-1.2
수력	6	7	7	7	9	10	10	1	1	1.3	1.4
대체	-	24	36	66	106	125	137	4	18	-	7.8
상용자가	5	0	0	0	0	0	0	0	0	-14.9	-0.4
<b>발전용 에너지 수요 (백만 toe)</b>	<b>64</b>	<b>111</b>	<b>119</b>	<b>129</b>	<b>131</b>	<b>133</b>	<b>130</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3.3</b>	<b>0.7</b>
석탄	23	53	53	57	57	56	46	48	36	4.9	-0.6
석유	6	1	2	1	1	1	0	1	0	-9.0	-4.6
가스	6	21	20	22	27	30	37	19	29	7.8	2.6
수력	1	1	1	2	2	2	2	1	2	0.4	1.4
원자력	27	32	39	38	30	27	24	29	19	0.9	-1.2
신재생·기타	-	3	5	9	15	18	20	3	15	-	8.2
<b>전기 수요(TWh)</b>	<b>240</b>	<b>508</b>	<b>549</b>	<b>607</b>	<b>652</b>	<b>688</b>	<b>719</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.5</b>	<b>1.5</b>
산업	132	277	302	332	354	372	390	54	54	4.4	1.5
수송	2	3	3	4	6	10	14	1	2	2.1	7.1
가정	37	67	71	76	79	82	83	13	12	3.5	1.0
서비스	68	162	174	195	212	223	231	32	32	5.2	1.6

\* 상용자는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

## 열에너지 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>열생산량</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.9</b>	<b>0.5</b>
발전폐열	1	2	2	2	2	2	2	70	71	4.8	0.6
지역난방	0	1	1	1	1	1	1	30	29	5.2	0.3
<b>지역난방용 에너지 수요</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>6.8</b>	<b>0.6</b>
석유	0	0	0	0	0	0	0	6	6	-4.9	0.6
가스	1	3	3	3	3	3	3	94	94	10.1	0.6
<b>지역난방 수요</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4.0</b>	<b>0.6</b>
가정	1	2	2	2	2	2	2	87	86	3.6	0.5
서비스	0	0	0	0	0	0	0	13	14	7.8	0.9

## 신재생/기타 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
부문별 신재생에너지 수요	2	15	18	24	32	36	39	100	100	12.2	4.3
발전	-	3	5	9	15	18	20	21	50	n.a	8.2
산업	2	9	10	11	12	14	15	59	38	9.4	2.3
수송	-	0	1	1	0	0	0	3	1	n.a	-0.5
가정	0	0	0	0	1	1	1	2	2	5.0	4.5
서비스	0	2	3	3	3	4	4	15	10	19.6	2.4

주) 수력 포함, 양수는 제외

## 에너지 부문 온실가스 배출 - 기준 시나리오

(단위: 백만 tCO<sub>2</sub>eq)

	2000	2017	2020	2025	2030	2035	2040	비중		증가율 (%)	
								2017	2040	00-17	17-40
<b>주요지표</b>											
에너지당 배출(톤/toe)	2.56	2.47	2.45	2.44	2.43	2.41	2.35	-	-	-0.2	-0.2
GDP 당 배출(톤/백만원)	0.51	0.40	0.37	0.35	0.32	0.30	0.27	-	-	-1.4	-1.7
인구당 배출(톤/인)	8.83	12.12	12.24	12.80	13.05	13.05	12.68	-	-	1.9	0.2
<b>온실가스 배출</b>	<b>415</b>	<b>623</b>	<b>636</b>	<b>673</b>	<b>691</b>	<b>689</b>	<b>662</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.4</b>	<b>0.3</b>
석탄	162	323	331	359	365	358	320	52	48	4.1	-0.1
석유	213	201	204	203	202	198	191	32	29	-0.3	-0.2
천연가스	40	99	102	111	124	134	150	16	23	5.5	1.8
<b>부문별 온실가스 직접 배출</b>											
산업	145	201	212	229	237	239	238	32	36	2.0	0.7
수송	87	118	122	126	127	124	119	19	18	1.8	0.0
가정	42	34	31	29	28	27	26	5	4	-1.3	-1.1
서비스	20	19	18	18	18	18	18	3	3	-0.5	-0.1
발전/열생산	121	252	252	271	281	282	261	40	39	4.4	0.2

주) 전원부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

## 2. 참고문헌

국토교통부. (2017). “도로교통량통계연보.” 국토교통부.

기상청. (2016). “2016년 8월 기상특성.”

김철현. (2016년 8월). 올해 석탄 발전은 감소, 신규 발전소 진입이 집중된 2017년 이후가 문제. “에너지수급브리프”.

김철현, & 강병욱. (2017). “국내 에너지 소비 변화의 요인 분해 분석.” 에너지경제연구원.

김철현, & 박광수. (2015). “국내 전력소비 패턴의 구조적 변화 및 변화요인 분석.” 에너지경제연구원.

대한민국 국회. (2013). 신에너지 및 재생에너지 개발,이용,보급 촉진법. 대한민국 국회.

대한민국정부. (2016년 6월). 미세먼지 관리 특별 대책.

박명덕, & 이상열. (2015). “산업용 도시가스 수요변화 요인분석.” 에너지경제연구원.

산업통상자원부. (2015년 12월). 제12차 장기천연가스수급계획.

—. (2015). 제7차 전력수급계획. 산업통상자원부.

—. (2016년 7월 6일). (보도자료) 30년 이상 노후 석탄발전 10기 폐지.

—. (2016년 12월 13일). (보도자료) 누진제 개편으로 주택용 동하계 전기요금 부담 15% 경감.

—. (2017a). 재생에너지 3020 이행계획.

—. (2017b). “제8차 전력수급기본계획.”

신석하. (2015). 한국의 장기 경제성장을 전망과 관련 정책의 현황 및 시사점. “한국경제포럼”, (페이지: 21~32).

신석하, 황수경, 이준상, 김성태. (2013). “한국의 장기 거시경제변수 전망.” 한국개발연구원.

에너지경제연구원. (2015). “2014년도 에너지총조사.” 에너지경제연구원.

—. (2016). “KEEI 에너지통계연보”.

—. (2017a). “2017 장기 에너지 전망.” 에너지경제연구원.

—. (2017b). “2017 중기 에너지수요 전망(2016~2021년).”

이달석, 조철근, & 박동욱. (2017년 7월). 2017년 하반기 국제 원유 시황과 유가 전망. 에너지경제연구원.

이진면, 민성환, 정윤선, 김바우, 김재진, 이용호, & 한정민. (2012). “고령화를 고려한 중장기 산업구조 전망.” 산업연구원.

통계청. (2016년 12월). “장래인구추계 : 2015~2065.” 통계청.

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

— . (날짜 정보 없음). “국가통계포털”. <http://kosis.kr/>에서 검색됨

한국석유공사. (날짜 정보 없음). “주간국제유가동향”, 페이지: <http://www.petronet.co.kr/main2.jsp>.

한국전력공사. (2018). “한국전력통계.” 한국전력공사.

현대경제연구원. (2016). 국내 잠재성장률 추이 및 전망. “새로운 경제시스템 창출을 위한 경제주평”, 16(03).  
현대경제연구원.

환경부. (2017년 9월 26일). 미세먼지 관리 종합대책.

IEA. (2017a). “World Energy Outlook 2017.” Paris: IEA Publications.

— . (2017b). “Getting Wind and Sun onto the Grid - A Manual for Policy Makers.” Paris: IEA Publications.

— . (2017c). “Perspectives for the Energy Transition - Investment Needs for a Low-Carbon Energy System.” Paris: IEA Publications.

— . (2018). “World Energy Outlook 2018.” Paris: IEA Publications.

IGU. (2018). “2018 World LNG Report.”

IMF. (2017년 10월). World Economic Outlook.





## KEEI 2018 장기 에너지전망

---

2018년 12월 일 인쇄

2018년 12월 일 발행

발행인 조 용 성

---

발행처 **에너지경제연구원**

44543 울산광역시 중구 종가로 405-11

전화: (052)714-2114(代)

팩시밀리: (052)714-2026

등 록 1992년 12월 7일 제7호

---

인 쇄 디자인 범신(052)245-8737

---

© 에너지경제연구원 2018

---

# KEEI

## 2018 LONG-TERM ENERGY OUTLOOK



에너지경제연구원

Korea Energy Economics Institute

(44543) 울산광역시 중구 종가로 405-11(성안동)

Tel. 052)714-2114 Fax. 052)714-2028

E-mail. EnergyOutlook@keei.re.kr

<http://www.keei.re.kr>



9 772234 712004 75  
ISSN 2234-7127