

KEEI 2020 장기 에너지 전망

2020 Long-Term Energy Outlook



KEEI 2020 장기 에너지 전망

2020 Long-Term Energy Outlook

www.keei.re.kr

KEEI 2020

장기 에너지 전망

2020 Long-Term Energy Outlook



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

『KEEI 2020 장기 에너지 전망』은 에너지경제연구원의 에너지·온실가스 전망 시스템(KEEI-EGMS, Energy Greenhouse-gas Modelling System)을 이용하여 국내 및 국제 에너지 수급 동향을 분석하고 2045년까지의 우리나라 에너지 수급을 전망한 보고서입니다. 2020년 장기 에너지 전망은 최근의 에너지 수급 변화를 심도 있게 분석하여 각종 에너지 수급 지표를 전망함으로써 국가 에너지 수급 정책 방향 설정 및 조정에 기여하고자 진행되었습니다. 특히, 2020년은 코로나19 팬데믹으로 국내외 경제, 사회 및 에너지 수급이 크게 영향을 받았고, 이러한 위기의 장단기 영향에 대해 분석의 노력이 집중되었습니다.

『KEEI 2020 장기 에너지 전망』의 기준 시나리오는 우리나라 인구·경제·사회의 변화에 대한 기본 전제를 바탕으로, 현행 정책, 지침 및 규제가 유지되며 에너지 기술과 소비 행태의 변화 추세가 미래에도 지속된다는 가정 하에 에너지 수급 경로를 도출합니다. 2020년 보고서에서는 처음으로 전망 시계를 2045년까지 연장함으로써 2050년 에너지 수급 및 온실가스 배출 국가 전략 목표와의 비교가 조금 더 용이해졌으며, 최근 활발하게 논의가 진행중인 탄소 중립을 지향하기 위해 '제3차 에너지기본계획'의 목표를 더욱 강화하는 경우의 에너지 수급 경로를 모의실험한 결과를 제시하였습니다.

보고서 작성을 위해 사용된 에너지·온실가스 전망 시스템은 현실의 복잡한 에너지 수급 구조를 단순화한 전망 시스템으로, 전망 결과는 시스템에 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 보고서가 제공하는 수치 및 내용은 관련 정책 수립 및 의사결정을 위한 참고 자료로 한정해서 사용할 필요가 있습니다.

본 보고서는 에너지경제연구원 에너지통계연구팀 및 다른 연구 부서와 협력하여 에너지수급연구팀에서 작성합니다. 김수일 선임연구위원(발전, 전기)이 작성 총괄을 담당하고, 강병욱 연구위원(산업, 석유), 김성균 연구위원(수송, 온실가스), 김지호 연구위원(가정, 석탄), 이성재 부연구위원(서비스, 가스)이 작성에 참여했으며, 이명은 위촉연구원과 변정현 전문원이 연구를 지원하였습니다.

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

제 목 차 례

요약 및 특징	1
제1장 주요 이슈 및 정책	3
1. 코로나19 상황과 세계 경제 및 에너지에 미친 영향	5
2. 탄소 중립 사회를 위한 국내외 그린 뉴딜 동향	10
3. 전기 소비 변동성 변화와 시사점	14
제2장 2020~2045년 에너지 전망	19
1. 2020 장기 에너지 전망의 주요 전제	21
2. 시나리오의 정의	27
3. 에너지 전망 주요 결과	29
4. 산업 부문	45
5. 수송 부문	52
6. 가정 부문	57
7. 서비스 부문	62
8. 발전 부문	68
9. 석탄	80
10. 석유	84
11. 가스	89
12. 에너지 부문 온실가스 배출	95
부 록	99
1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과	101
2. 참고문헌	146

표 차례

표 1.1	국내 코로나19 연령별 확진자 및 사망자 현황	6
표 2.1	기준 시나리오의 주요 지표 전망 결과	30
표 2.2	시나리오별 총에너지 수요 (Mtoe)	34
표 2.3	‘제8차 전력수급기본계획’과 ‘제9차 전력수급기본계획’의 유연탄 발전 설비 건설 계획 비교, 2020~2021	77

그림 차례

그림 1.1	주요 국가 및 지역별 경제성장률 전망 (%).....	7
그림 1.2	제9차 전력수급기본계획의 신재생에너지 발전량 전망.....	14
그림 1.3	일일 전기 부하의 변동성과 실현변동성 지수(1970.1.1~2020.3.30)	15
그림 1.4	전기요금제 개편 시나리오 분석 결과.....	17
그림 2.1	인구 구조 및 생산가능 인구 비율 변화.....	21
그림 2.2	가구 구조 및 1인 가구 비율 변화.....	22
그림 2.3	주요 업종별 전망 기간 부가가치 증가율 및 비중 변화.....	25
그림 2.4	원유 및 천연가스 도입 가격 추이 및 전망.....	26
그림 2.5	시나리오별 국내총생산(GDP)	28
그림 2.6	2020년 코로나19 일일 확진자 추이	29
그림 2.7	2040년 발전 부문 투입 에너지 전망 비교 (%)	31
그림 2.8	시나리오별 총에너지 수요 및 온실가스 배출, 2000~2045.....	31
그림 2.9	총에너지 소비 및 에너지 부문 온실가스 배출 추이(2010=100)	32
그림 2.10	에너지 상품별 총에너지 소비 및 에너지 부문 온실가스 배출 변화	33
그림 2.11	최종 에너지 소비 변화 추이와 전망	35
그림 2.12	최종 소비 부문의 2020년 석유 소비 변화 전망.....	36
그림 2.13	전망 기간 발전 연료별 발전 설비의 변화, 2019~2045	38
그림 2.14	발전 부문 온실가스 배출 변화 비교, 2018~2040.....	39
그림 2.15	부문별 온실가스 감축 시나리오 비교, 2000~2040	41
그림 2.16	부문별 에너지 소비 추가 감축, 2040	43
그림 2.17	2000~2019년 산업 부문 업종별 에너지 소비	45
그림 2.18	2000~2019년 산업 부문 에너지원별 소비 비중 변화.....	46
그림 2.19	전망 기간 에너지원단위, 부가가치, 에너지 수요 변화	47
그림 2.20	2019~2045년5 업종별 부가가치 및 에너지 수요 연평균 증가율	48
그림 2.21	전로강 및 전기로강 생산량 추이 및 전망.....	49
그림 2.22	2019~2045년 용도별, 업종별 에너지 수요 변화	50
그림 2.23	2000~2045년 산업 부문 에너지원별 수요 추이 및 전망	51
그림 2.24	수송 부문 에너지 소비 및 증가율 추이.....	52
그림 2.25	수송 부문 에너지 소비 및 자동차 대수 증가율과 국제유가.....	53
그림 2.26	기술별 자동차 보급과 증가율 추이	54
그림 2.27	전망 기간 수송 수단별 에너지 수요 변화	55

그림 2.28	수송 연료별 비중 및 수요.....	56
그림 2.29	냉난방도일과 가정 부문 가스 및 전기 소비 전년대비 변화율 (%).....	57
그림 2.30	가정 부문 에너지 수요, 일인당 소득, 가구수 및 인구수 증가율 (%).....	58
그림 2.31	가정 부문 에너지원별 수요 추이 및 전망.....	59
그림 2.32	가정 부문 에너지원별 수요 비중.....	60
그림 2.33	가정 부문 용도별 에너지 수요 비중	61
그림 2.34	서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 추이.....	62
그림 2.35	2019~2045년 업종별 산출액과 에너지 수요의 연평균 증가율.....	65
그림 2.36	서비스 부문 에너지 상품별 수요 추이 및 전망.....	66
그림 2.37	냉난방도일 변화와 건물 부문 전기 소비 증가율 변화	69
그림 2.38	최종 소비 부문별 전기 소비 변화(2010=100)	69
그림 2.39	2020년 주요 거점의 이동성 지표 변화.....	71
그림 2.40	주택용 전기 소비 패턴 변화, 2016~2020.....	72
그림 2.41	전기 자동차 충전 패턴 시나리오.....	73
그림 2.42	2019년과 2045년의 발전원별 설비 용량	75
그림 2.43	발전원별 발전량 전망 추이 및 코로나19 이전 전망과의 비교 (TWh).....	78
그림 2.44	발전원별 발전설비 및 발전량 전망	79
그림 2.45	2000~2019년 제품별 석탄 공급.....	80
그림 2.46	용도별 석탄 수요 추이 및 전망(2000~2045년).....	82
그림 2.47	최종 소비 부문 용도별 석탄 수요의 기간별 변화	82
그림 2.48	주요 용도별 석탄 수요 비중	83
그림 2.49	석유정제 설비 용량, 원유 수입, 석유제품 수출 추이.....	84
그림 2.50	석유제품 수요 및 증가율 추이.....	85
그림 2.51	기간별 부문별 석유제품 수요 변화	86
그림 2.52	석유제품별 소비비중 변화	87
그림 2.53	2019년 가스 공급 흐름 (천 톤).....	89
그림 2.54	천연가스 직수입 물량 및 비중 추이	91
그림 2.55	용도별 가스 소비 추이 및 전망	92
그림 2.56	주요 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망.....	93
그림 2.57	산업 부문 주요 업종의 가스 소비 추이.....	94
그림 2.58	최종 소비 부문 부문별 가스 소비 추이 및 전망.....	94
그림 2.59	에너지 부문 온실가스 배출 추이 (백만 tCO ₂ eq).....	95
그림 2.60	부문 및 에너지원별 온실가스 배출 (백만 tCO ₂ eq).....	96

글상자 차례

글상자 1.1	미 의회 그린 뉴딜 결의안과 EU 그린 딜의 개요.....	11
글상자 2.1	코로나19 확산으로 인한 시간별 전기 소비의 변화.....	71
글상자 2.2	전기 자동차 보급과 충전 시나리오에 따른 최대 부하의 변화.....	73
글상자 2.3	‘제9차 전력수급기본계획’에서의 발전 설비 변화.....	76
글상자 2.4	가스 직수입 물량 증가와 개별요금제 도입에 따른 가스의 가격 경쟁력.....	91

요약 및 특징

□ 코로나19 팬데믹 위기의 성공적 극복으로 위기 이전의 상태를 빠르게 회복하지만, 에너지 수요는 위기 이전 전망보다 감소

- 2020년은 전 세계를 휩쓴 코로나19의 영향으로 세계 경제가 크게 타격을 받았으며 우리나라도 그 영향을 피해갈 수 없어서 2020년 말에도 여전히 신규 확진자가 매일 3백명대 이상이 발생하고 방역단계가 수도권 2.5, 전국 2단계가 지속되는 등 그 피해가 지속되고 있으며, 이로 인해 2020년 경제는 전년 대비 1.6%의 하락이 예상되고 에너지 소비도 2.5% 감소할 전망이다
- 우리나라는 정부의 적극적인 방역 노력과 국민의 희생적인 협조가 어우러져 유럽이나 미국, 일본 등 주요 국가들에 비해 피해가 극히 미미한 수준으로 억제되었으며 코로나19의 위기에서도 가장 빠르게 벗어날 것으로 기대되고 있는데, 경제 수준이나 에너지 소비 수준이 2021년에 이미 코로나19 위기 이전의 수준을 회복하고 이후에도 지속적으로 성장하면서 2045년에는 총에너지 수요가 340백만 toe로 2019년 대비 12.4%가 증가할 것으로 예상됨
- 최종 소비 부문에서 에너지 수요의 증가를 주도하는 것은 여전히 산업 부문이 될 것으로 예상되며 서비스 부문도 빠르게 에너지 수요가 증가하지만, 가정 부문은 이전 전망에서 진단한 포화 수준 도달이 여전히 유지되면서 전망 기간 에너지 수요가 감소함. 수송 부문의 경우 이전에 비해 전기 자동차 및 수소 자동차의 보급 속도가 훨씬 빨라지면서 코로나19 위기 회복 이후 에너지 수요가 감소할 것으로 전망됨
- 하지만 코로나19 위기 이전 2019~2040년 경제가 연평균 1.8% 성장하고 총에너지 수요는 2040년 352백만 toe 수준이 될 것으로 전망된데 비해, 2020 장기 전망에서는 코로나19 충격으로 2020년 경제 및 총에너지 수요가 감소하면서 2019~2040년 경제 성장은 연평균 1.6% 수준으로 하락하고 2040년 총에너지 수요는 342백만 toe 수준으로 감소함
- 만약 코로나19의 위기에서 바로 벗어나지 못하고 경제의 성장 잠재력을 잃어버리게 되는 경우(저성장 시나리오) 경제 성장률은 2019~2045년 연평균 1.0%로 떨어지고 2045년 총에너지 수요는 311백만 toe, 에너지 부문 온실가스 배출은 532백만 톤으로 전망되는데, 이는 '제3차 에너지기본계획' 2040년 에너지 수요 저감 목표에 따른 온실가스 배출 시뮬레이션 결과인 534백만 톤과 비슷한 수준임

□ '제9차 전력수급기본계획'을 통해 온실가스 감축을 위한 발전 부문의 노력이 구체화되면서 에너지 수요와 온실가스 배출 사이의 탈동조화 진행

- 2045년에는 석탄, 석유, 가스 등 화석 에너지가 258백만 toe로 총에너지 수요의 75.7%를 차지할 것으로 전망됨. 화석 에너지의 비중은 코로나19 위기 이전의 전망에서 2040년에 79.9% 수준으로 전망된 것에 비해 크게 감소한 것으로, 코로나19 위기 이전의 전망에서는 2040년 석탄과 석유의 비중이 59.7%이고 가스의 비중이 20.2%였는데 반해 2020 전망에서는 2040년 석탄과 석유의 비중이 54.5%로 감소하고

가스의 비중이 21.4%로 늘어남. 한편 2040년 원자력의 비중은 7.5%로 코로나19 위기 이전의 전망과 비슷하지만, 신재생에너지는 16.3%로 코로나19 위기 이전 전망에 비해 비중이 크게 증가함

- 이러한 에너지 믹스의 변화는 전기 자동차의 보급이 이전 전망보다 크게 늘어나고 석유 수요가 감소하는 등 최종 소비 부문의 전망 변화도 영향을 미쳤지만, 2020년 12월 발표된 '제9차 전력수급기본계획'의 발전 설비 계획에서 2025년 이후 20기 10.6 GW 규모의 석탄 화력 발전 설비가 추가로 연료를 천연가스로 전환하고 신재생에너지 발전 설비가 더 빠르게 확대되는 등 이전 계획에 비해 온실가스 감축 수단이 크게 강화되었기 때문임
- 총에너지 수요가 코로나19 위기 이전의 전망보다 감소하는 가운데 석탄의 비중이 크게 감소하고 가스와 신재생에너지 비중이 증가하면서 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출은 2025년 644백만 톤(tCO₂eq)에서 정점을 기록한 후 2045년 589백만 톤으로 감소할 것으로 예상되어 배출 정점의 시기도 빨리 도래하고 배출 규모도 작아질 것으로 분석됨
- 총에너지 수요 및 온실가스 배출의 감소는 코로나19로 인한 피해로 경제 규모가 감소한 것이 이후에도 지속적인 영향을 미쳐 2040년 경제 규모가 이전 전망에 비해 작아진 탓도 있지만, 그 동안 미세먼지 및 온실가스 배출 감축을 위한 정책적 노력의 성과가 나타나면서 총에너지 수요 및 온실가스 배출 전망에 영향을 미쳤기 때문임. 기준 시나리오의 온실가스 배출이 아직 국가 온실가스 감축 목표나 탄소 제로 수준에는 미치지 못하지만, 노력의 결과는 에너지 수요와 온실가스 배출의 뚜렷한 탈동조화로 나타남

□ 온실가스 배출 추가 감축을 위한 정책 강화와 탄소 제로를 위한 시사점

- 장기 전망에서 나타나기 시작한 에너지 수요 및 온실가스 배출의 감소를 더욱 강화하고 세계적으로 확산되고 있는 탄소 제로를 추구하기 위해서는 에너지 효율 향상을 통한 에너지 소비 감소, 최종 소비 부문의 전기화 가속과 발전 부문의 탈 탄소화, 그리고 탄소 중심의 에너지를 수소 중심의 수소 경제로 전환하는 노력이 필요하며, 그 과정에는 기술적, 경제적, 사회적 도전이 필요한 많은 어려움이 예상됨
- '제3차 에너지기본계획'의 목표와 비교할 때 2050 탄소 제로를 위해서는 2040년 기준 온실가스 배출 534백만 톤에서 80%인 421백만 톤을 추가로 줄여야 하며, 이를 위해서는 발전 부문에서 약 191백만 톤, 산업 부문에서 165백만 톤을 감축하고 수송 부문에서는 '제3차 에너지기본계획'의 목표보다 56% 이상을 추가 감축해야 하는 것으로 분석됨. 온실가스 배출 감축의 상당 부분은 수소 경제로의 전환과 온실가스 포집을 통해서 달성되기 때문에 온실가스 배출의 급격한 감소에도 불구하고 총에너지 수요는 2040년 290백만 toe로 '제3차 에너지기본계획'의 목표 수준 312백만 toe보다 7.2% 감소에 그침
- 온실가스 감축은 수소 관련 기술 및 탄소 포집 기술의 개발과 더불어 기존 기기 및 설비의 교체 속도가 관건인 것으로 분석되며, 수송 부문의 사례를 보더라도 전기 및 수소 자동차의 보급 속도 증가가 자동차 연료 소비 및 수송 부문 온실가스 배출에 큰 영향을 미침. 탄소 제로를 향한 길은 기존에 예상되었던 문제점들을 의외의 방법으로 해결할 수도 있으나 동시에 기존에 고려하지 못했던 새로운 문제들이 발생하고, 이는 우리에게 끊임없는 도전 과제들을 던져줄 것임

제1장 주요 이슈 및 정책

1. 코로나19 상황과 세계 경제 및 에너지에 미친 영향

□ 2019년 12월 중국 우한에서 최초 보고된 신종 코로나바이러스 감염증(COVID-19, 이하 코로나19)¹ 2020년 전세계적 팬데믹으로 발전

- 코로나19는 2019년 12월 중국 후베이성 우한시에서 공식적으로 처음 확인되었고, 이후 급속하게 전세계로 확산됨
 - 2019년 12월 초부터 중국 우한 지역에서 원인 미상의 폐렴 환자가 발생하기 시작하여 12월 31일 중국 정부가 이를 세계보건기구(WHO)에 보고하였고, 그 이후 중국 외 지역에서도 발병 사례가 폭증하기 시작해서 3월에는 전세계에서 확진 사례가 12만 명 가까이 발생하자 3월 11일 세계보건기구는 코로나19 대유행(팬데믹)을 선언함
 - 우리나라에서는 2020년 1월 20일 중국 국적 30대 여성이 최초로 확진된 후, 2월 18일 대구를 중심으로 감염이 확산되어 1차 유행 시작, 광복절 대형 집회를 계기로 8월에 2차 유행, 동절기인 11월 들어 3차 유행이 다시 진행되는 등 안정과 확산을 반복하고 있으며, 1월 20일 현재 7만 3천명 이상의 누적 확진, 1천 3백 명 사망으로 약 1.8%의 사례 치명률을 기록하고 있음 (질병관리청, 2021)
 - 2021년 1월 19일 현재 전세계적으로는 9천 5백만 명 가량의 누적 확진 사례가 발생하였고 이 가운데 2백만 명 이상이 사망하여 약 2.2% 수준의 사례 치명률(case fatality rate, CFR)을 보임 (WHO, 2021)
- 그동안 코로나19 확산을 차단하기 위한 적극적 조치로 유럽에서는 전면적인 봉쇄(lock-down), 우리나라는 사회적 거리두기(social distancing) 등을 시행하였으며, 2021년 1월 현재는 코로나19 백신 및 치료제 개발과 접종이 시작되어 코로나19 확산을 통제할 수 있다는 기대감이 높아지고 있음
 - 영국, 스웨덴과 같은 국가는 집단 면역 조기 형성을 이유로 초기에는 적극적인 방역 조치를 취하지 않았으나 확진자와 사망자가 폭증하고 그로 인해 의료 시스템이 붕괴할 가능성까지 제기되자 전면 봉쇄 조치를 포함한 적극적 방역 정책으로 수정하였음
 - 우리나라에서는 코로나19 발생 초기부터 PCR검사와 확진자 동선 추적, 그리고 사회적 거리두기를 주요 방역 대책으로 시행하고 대다수 국민들이 적극적으로 참여하면서 상당한 성과를 거두었음
 - 2020년 말 들어 임상 실험 결과 90% 이상의 예방 효과를 보인 코로나19 백신들의 개발이 발표되기 시작했고 (Pfizer, 2020; Moderna, 2020; AstraZeneca, 2020), 백신 개발과 함께 치료제 개발도 성과를 거두고 있으며, 미국에서는 2020년 12월 최초 백신 접종이 이루어졌고 우리나라는 2021년 2월부터 단계적으로 백신의 접종을 시작할 예정임

¹ 코로나바이러스감염증-19는 SARS-CoV-2 바이러스 감염에 의한 호흡기 증후군으로 제1급 법정감염병으로 지정됨 (질병관리청, 2020). 코로나19는 2003년 중증급성호흡기 증후군(SARS), 2015년 중증호흡기증후군(MERS)과 유사한 코로나바이러스의 감염으로 발생하는 질병으로, 주로 사람과 사람 사이의 비말(침방울) 및 접촉을 통해 전염되고 감염자에 따라 무증상에서 기침, 발열, 호흡곤란, 설사, 후각상실, 미각상실, 폐렴 등과 같은 다양한 증상을 보임

주요 이슈 및 정책

□ 코로나19로 인한 세계적인 초과 사망 발생과 출산율 변동이 인구 구조와 경제 성장에도 영향을 미칠 전망

- 전세계 대부분 국가에서 2020년 3월 이후 공식적인 코로나19 사망 통계보다 많은 초과 사망이 발생하였는데², 고령층 인구가 코로나19에 가장 심각하게 영향을 받은 것으로 나타남
 - 유럽에서는 3월 이후 17만 명이 넘는 초과 사망이 발생하여 최근 심각했던 독감 시즌의 초과 사망을 넘어섰는데, 대부분의 사망자는 65세 이상이었으며, 코로나19가 확산하기 시작했던 4월 초에 45~64세 연령의 초과 사망이 평균적인 수준보다 40% 이상 발생하기도 하였음 (The Economist, 2021)
- 코로나19에 가장 큰 영향을 받은 미국의 경우 2020년 1월 26일부터 10월 3일까지 299,028명의 초과 사망자가 발생하였고 이 가운데 3명 중 2명(66.2%, 198,081명)의 공식적인 직접 사인이 코로나19인 것으로 추정됨 (Rossen, Branum, Ahmad, Sutton, & Anderson, 2020)
 - 연령대 별로 살펴 보면 25~44세의 초과 사망이 통상적인 수준보다 26.5% 높게 나타나서 생산 가능 인구의 초과 사망이 증가했는데, 코로나19가 직접 원인인 사망자 비율을 살펴 보면 39세 이하는 2% 미만이고, 40~49세 사망자는 2.8%인데 반해 65세 이상은 20%를 넘어서고 있어 (CDC, 2021), 미국에서도 주로 고령층 인구가 코로나19에 가장 심각하게 영향을 받은 것으로 보고됨
- 우리나라의 경우 코로나19로 인한 초과 사망은 관찰되지 않으나 연령대별 사례 치명률 분포에서 확인할 수 있듯이 대부분의 사망자는 60대 이상의 고령자에서 발생함³
 - 우리나라는 코로나19로 인한 지속적인 초과 사망이 관찰되지 않지만 일부 기간에서 5% 이상 초과 사망이 발생한 경우도 있으며, 연령대는 65세 이상에서 주로 발생하였음 (통계청, 2021)

표 1.1 국내 코로나19 연령별 확진자 및 사망자 현황

연령	확진자(%)		사망자(%)		치명률(%)
80 이상	3,647	(4.99)	725	(56.51)	19.88
70-79	5,684	(7.77)	352	(27.44)	6.19
60-69	11,519	(15.75)	151	(11.77)	1.31
50-59	13,750	(18.81)	40	(3.12)	0.29
40-49	10,483	(14.34)	9	(0.70)	0.09
30-39	9,361	(12.80)	6	(0.47)	0.06
20-29	11,295	(15.45)	0	(0.00)	-
10-19	4,661	(6.37)	0	(0.00)	-
0-9	2,715	(3.71)	0	(0.00)	-
합계(누적)	73,115		1,283		-

출처: 질병관리청(2021.1.19기준)

주: 사례 치명률은 확진자 가운데 일정 기간 동안 사망한 환자의 수를 전체 확진자 수로 나눈 지표

² 초과 사망(excess death)은 일정 기간 동안 평균적인 수준을 초과하여 발생한 사망 건수로 정의함

³ 전세계 34개 지역 감염과 사망 사례를 이용한 최근의 연구에 따르면 전체 감염자 수를 추정하여 사망자 수와 비교한 감염 치명률(IFR)이 연령별로 차이가 크게 나타났는데, 지역별 감염 치명률 차이의 90% 가량은 지역별 인구의 연령 구조로 설명이 가능한 것으로 밝혀짐 (Levin, Hanage, Owusu-Boaitey, Cochran, & Walsh, 2020).

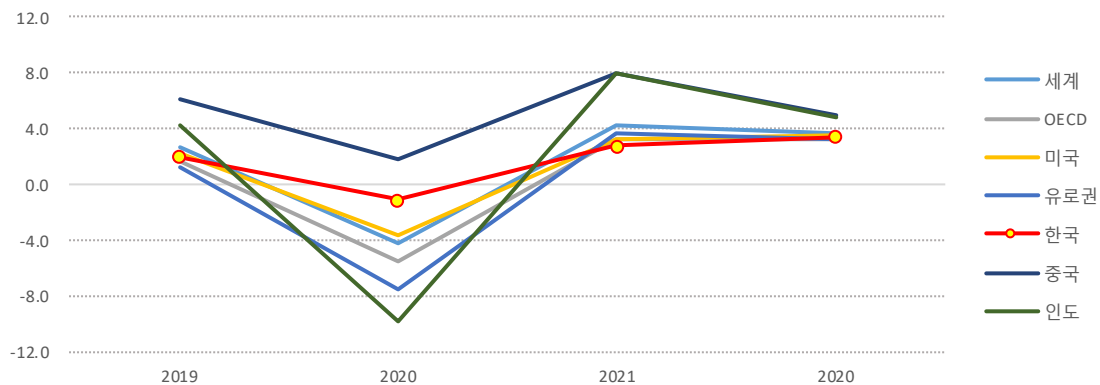
1. 코로나19 상황과 세계 경제 및 에너지에 미친 영향

- 코로나19로 인한 사망률의 증가뿐만 아니라 출산율의 감소도 장래 인구에 영향을 미칠 수 있음
 - 코로나19로 인한 출산율 변화에 대해서는 아직 통계적인 수치가 발표되지 않았으나, 코로나19는 주로 고령층의 사망률을 증가시켰고 생산가능인구 및 유아 청소년 인구에 미치는 영향은 작았음 (Aassve, Cavalli, Plach, & Bacci, 2020)
 - 하지만 코로나19로 인해 생활 패턴이 바뀌고 실업이나 폐업에 따른 경제적 손실과 불확실성이 커지면서 국가별 결혼과 출산에 대해 미치는 영향이 달라질 것으로 예상되고 (Aassve, Cavalli, Plach, & Bacci, 2020), 이로 인해 2021년 이후 몇 년간 국가 및 지역별로 출생자 수의 가시적 변화가 예상됨⁴

□ 코로나19 대유행으로 세계 경제의 불확실성이 극대화되었고 장기적인 침체도 가능

- 코로나19 방역을 위한 봉쇄와 사회적 거리두기로 인해 생산 감소, 투자 부진, 민간 소비 위축 등이 발생하였고 국제 이동이 제한되면서 무역 규모도 크게 축소되면서 2020년 세계 경제는 크게 위축되었음
 - 코로나19 팬데믹으로 인해 중국을 제외한 2020년 대부분 국가들이 마이너스 경제 성장을 기록할 것으로 예상되는데, 2020년 세계 경제는 전년 대비 4.2% 위축되고 OECD 경제도 평균 5.5% 감소하며, 국가 별로는 의료 시스템 붕괴 수준의 피해를 입은 이태리는 경제가 9.9% 하락, 일본은 5.3% 하락할 전망이다 (OECD, 2020)
 - 우리나라는 경제가 1.1% 감소하여 OECD의 경제 전망 대상 국가 가운데 가장 하락폭이 작지만, 2020년 민간 소비는 전년 대비 4.1% 감소하고 재화와 서비스의 수출과 무역은 각각 전년 대비 3.9%와 4.2% 감소할 것으로 전망됨 (OECD, 2020)

그림 1.1 주요 국가 및 지역별 경제성장률 전망 (%)



주: 2019년은 실적

출처: OECD (2020)

⁴ 봉쇄와 격리로 인한 출산 증가가 발생할 수도 있으나 1918~1919 스페인 독감 유행 당시처럼 출산율이 약 13% 하락한 경우도 있음 (Aassve, Cavalli, Plach, & Bacci, 2020)

주요 이슈 및 정책

- 백신 접종의 확대와 치료제 개발로 코로나19 사태가 진정되며 경제도 점차 회복하겠지만 최소 1~2년 동안은 국가별로 산발적인 유행이 반복되면서 세계 전체 경기 회복 속도는 완만할 전망이다
 - 백신과 치료제 개발로 향후 1~2년에 걸쳐 국내와 국제 이동이 재개되면 소비와 무역이 되살아나며 세계 경기도 점차 회복될 것으로 보이나, 백신과 치료제의 상용화와 대량 보급 과정의 문제점을 고려하면 전세계 각국에서 코로나19의 완전 종식까지는 상당한 시간이 걸린 것으로 전망함 (World Bank, 2021)
 - 코로나19 팬데믹에 따른 투자 자본과 인적 자본의 피해로 신흥 개도국들의 장기 경제 성장 가능성이 크게 영향을 받고, 만성적인 문제인 각국의 재정과 민간 부채 문제가 더욱 심화되면서 자본 시장 위기 유발 우려도 나오고 있는 상황이지만 (World Bank, 2021), 코로나19 방역을 위해 각국 정부의 재정 지출이 늘어나고 있고 경제 회복을 위해서도 완화적 재정과 금리 정책을 유지할 수밖에 없는 상황임
 - 우리나라에서도 이로 인해 부동산과 주식 시장이 실물 경제와 괴리되고 이상 과열되는 현상을 보이고 있는데, 이런 경제를 안정화시키기 위해서 장기간에 걸쳐 조심스러운 재정과 금리 정책이 필요할 전망이다
 - 지역별로 코로나19 확산 정도, 방역 정책의 성과 등에 따라 경제 회복 속도의 차이가 발생할 것으로 예상되는데, 미국은 2021년부터 경제회복을 시작하지만 부채 규모가 코로나19로 더욱 증가하여 중장기적 성장을 방해하는 위험 요인이 될 수 있으며, 유럽은 재정정책 여력이 부족하여 금융과 실물 경제의 위기에 적절한 대응 여부가 향후 유럽지역 경제의 회복 속도에 크게 영향을 미칠 것으로 보임
 - 반면, 일본은 소극적인 방역 정책, 소비세율 인상, 올림픽 개최 연기, 코로나19 대응 과정에서 드러난 정치권의 무능 등의 변수가 작용하여 경기 회복이 더딜 것으로 전망되고, 중국은 공산주의식 전면 봉쇄와 강력한 방역 조치로 빠른 회복을 보이며 2020년 유일하게 경제가 성장함 (OECD, 2020; World Bank, 2021)
 - 코로나19로 인한 경제적 불확실성의 증가로 인해 2020년 자본 투자가 줄어 들었는데, 우리나라에서는 2020년 설비 투자 집행액이 2019년 실적 대비 1.1% 감소하였고, 2021년에는 소폭 증가할 전망이지만 (KDB산업은행 미래전략연구소, 2020) 코로나19로 인한 불확실성이 계속된다면 민간 부문의 자본 투자가 활성화되기는 어려워서 장기 경제 성장에 영향을 미칠 수 있음

□ 코로나19의 위기와 위기 극복 과정에서 에너지 공급과 수요의 변화가 발생할 것으로 예상

- 코로나19로 인해 부문별로 이전과 다른 에너지 소비 패턴의 변화가 관찰되고 있으며, 이는 미래 에너지 소비 증가와 구조에 영향을 미칠 것으로 판단됨
 - 수송 부문에서는 '대중교통 회피-자가용 선호', '택배 서비스 선호' 경향이 당분간 강화될 것으로 보이며, 코로나19 백신 접종이 확대되더라도 해외로의 이동은 상당기간 제한을 받을 것으로 보여 에너지 수요는 정체될 전망이다

1. 코로나19 상황과 세계 경제 및 에너지에 미친 영향

- 사회적 거리두기 시행으로 '온라인 재택 근무'가 증가하였고 이로 인한 재택 시간 증가로 건물 부문 가운데 특히 가정 부문의 에너지 수요가 증가하는 반면 서비스 부문의 수요는 감소할 것으로 보이고, 산업 부문은 전 세계의 코로나19 극복과 경제 회복 상황에 영향을 많이 받을 전망이다, 에너지 수요 패턴의 변화보다는 업종별 변화가 클 것으로 예상됨
- 코로나19는 특정 세대의 경제적 선호와 행태에 영향을 미칠 수 있는데, 코로나19로 인한 반복된 봉쇄와 격리로 사회적 교류의 단절을 경험한 인구가 다양한 심리적 어려움을 겪으면서 (Orgilés, Morales, Delvecchio, Mazzeschi, & Espada, 2020) 국제 이동의 감소, 비대면 사회 서비스 증가 등 소비 구조 변화로 이어질 가능성도 있음
- 한편, 2020년 세계 에너지 수요가 전년보다 5% 이상 감소하고 에너지 연소에서 발생하는 온실가스 배출량도 약 7% 가량 감소할 것으로 추정함 (IEA, 2021)
 - 하지만, 이는 에너지 효율 개선이나 온실가스 감축 노력의 결과가 아닌 코로나19 팬데믹 상황으로 인하여 에너지 수요와 온실가스가 감소한 것으로, 백신 접종이 확대되고 코로나19 사태가 진정된다면 에너지 수요는 빠르게 이전 수준을 회복할 것으로 예상됨 (IEA, 2021)
 - 2020년 화석 에너지 소비와 신규 투자가 줄었으나 신규 재생에너지 설비 용량은 전년 대비 약4% 증가하고 재생에너지 발전량은 7% 증가할 것으로 추정됨 (IEA, 2020)
 - 유럽의 그린 딜(Green Deal)을 비롯하여 코로나19 위기를 극복하기 위한 수단으로 세계 여러 나라가 재생에너지 확대와 에너지 효율 개선 투자를 추진하는 그린 뉴딜에 주목하고 있어 앞으로 에너지 공급 부문에서 큰 변화가 예상됨

2. 탄소 중립 사회를 위한 국내외 그린 뉴딜 동향

□ 기후 위기와 코로나19를 동시에 극복하기 위한 대안으로써 그린 뉴딜(Green New Deal) 부상

- 그린 뉴딜은 경제 전반의 녹색화를 통해 경기를 부양하고 일자리를 창출하여 기후 변화, 환경 파괴, 빈곤 문제에 대응하는 재정정책 패키지임 (UNEP, 2009)
 - 그린 뉴딜은 2008년 글로벌 금융 위기를 극복하기 위한 대안으로 제안된 개념으로, 당시에는 기후 변화, 국제 유가 상승, 글로벌 금융 위기가 중첩되면서 경제 사회 발전 패러다임을 전환하기 위한 수단으로 그린 뉴딜에 대한 관심이 커짐 (녹색성장위원회, 2009)
 - 2019년 2월 미국 의회의 그린 뉴딜 결의안(그린 뉴딜 정책 수립을 위한 연방정부의 의무 인식, Recognizing the duty of the Federal Government to create a Green New Deal) 상정, 2019년 12월 유럽 그린 딜(European Green Deal) 발표와 더불어 전 세계적으로 그린 뉴딜이 더 큰 주목을 받게 됨
 - 미국 의회의 그린 뉴딜 결의안은 사회 구조의 대전환을 통해 기후 위기와 불공정 문제를 함께 해결하는 광의의 정책 대안 성격을 가지며, 유럽 그린 딜은 자원 순환이라는 생태적 관점을 강조하며 미래의 탄소 중립 사회를 선도할 수 있는 신산업 전략을 포함하고 있다는 특징을 가짐
- 전 세계적으로 코로나19가 급격히 확산되면서 사회·경제적 침체가 심화되자 이를 극복하기 위한 대안으로 그린 뉴딜의 중요성 커짐
 - IEA는 IMF와 함께 에너지 부문 지속가능성 향상과 경제 성장 및 일자리 창출을 도모하기 위한 일종의 그린 뉴딜 성격의 포스트 코로나 회복 계획을 제안하였는데 (IEA & IMF, 2020), IEA·IMF는 2021~2023년 동안 매년 1조 달러 규모를 전력, 수송, 건물, 산업, 연료, 기술 혁신 부문에 투자하여 총 2,700만 개의 직접 고용을 창출하고 세계 실질 GDP의 3.5% 증가를 달성할 수 있다고 제안함
 - EU 집행위원회는 2020년 7월 코로나19 극복을 위한 ‘유럽 회복 계획(Recovery Plan for Europe)’을 발표하였는데 (EU, 2020), ‘유럽 회복 계획’은 녹색 전환과 디지털 전환을 양 축으로 일자리 창출, 경제 성장, 유럽 사회의 복원력 및 환경·건강 증진을 위해 총 1조8,500억 유로 규모의 재정을 투입하는 계획이며, 유럽 그린 딜을 주요 동력으로 제시함
- 우리나라에서는 2020년 7월 코로나19 위기를 극복하고 포스트 코로나 시대를 대비하기 위한 ‘한국판 뉴딜 종합계획’을 발표하였으며 (관계부처합동, 2020), 한국판 뉴딜은 디지털 뉴딜과 그린 뉴딜을 양 축으로 하며 안전망 강화로 이를 뒷받침하는 구조를 갖고 있음
 - 미국과 유럽의 그린 뉴딜 담론 부상에 대응하여 국내에서도 2019년 중반 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜, 휴먼 뉴딜로 구성된 ‘전환적 뉴딜’ 담론이 제기됨 (경제인문사회연구회, 2019)
 - 제21대 국회의원 선거(2020년 4월)에서는 그린 뉴딜이 각 정당의 주요 의제로 부상하였고, 이후 코로나19 위기 극복을 위해 그린 뉴딜을 포함한 한국판 뉴딜이 필요하다는 여론이 형성됨

2. 탄소 중립 사회를 위한 국내외 그린 뉴딜 동향

- 이러한 논의를 종합하여 2020년 7월 발표된 한국판 그린 뉴딜은 경기 부양 및 장기적 구조 전환을 목표로 구체적인 사업 과제 중심의 중기 이행 계획 성격을 갖는 계획임 (에너지경제연구원, 2020)
- 한국판 그린 뉴딜의 목표는 생활 인프라와 에너지를 녹색 전환하고 녹색 산업의 혁신을 추진하여 탄소 중립 사회를 지향하는 것임
 - 한국판 그린 뉴딜은 저탄소·친환경 녹색 경제로 전환하기 위한 중기 재정 계획으로, ‘도시·공간·생활 인프라 녹색 전환’, ‘저탄소·분산형 에너지 확산’, ‘녹색산업혁신 생태계 구축’의 3개 분야에 대해 2025년까지 각각 30조1천억 원, 35조8천억 원, 7조6천억 원 등 총 73조4천억 원(국비 42조7천억 원)을 투자하여 일자리 65만9천 개를 창출하는 것을 목표로 설정함
 - 이를 위해 그린 스마트 스쿨, 스마트 그린 산업단지, 그린 리모델링, 그린 에너지, 친환경 미래 모빌리티 등 5개 과제를 한국판 뉴딜 종합계획의 10대 대표 과제로 선정함
 - 한국판 그린 뉴딜은 기후변화 대응 강화, 친환경 경제 구현을 위한 녹색 인프라, 신재생에너지, 녹색산업 육성에 집중 투자할 계획으로, 2025년 재생에너지 발전설비 42.7 GW 보급, 노후 임대주택 22.5만 호 개선, 전기 자동차 113만 대 보급, 수소차 20만 대 보급, 아파트 5백만 호 대상 AMI 보급 등을 구체적 목표로 제시함

글상자 1.1 미 의회 그린 뉴딜 결의안과 EU 그린 딜의 개요

- 2019년 2월 기후 위기와 사회 경제적 불공정 문제의 동시 극복을 꾀하는 그린 뉴딜 결의안이 미국 상·하원 의회에 제출되었는데(상원 결의안 S.Res.109, 하원 결의안 H.Res.59), 그린 뉴딜 결의안은 양질의 일자리, 사회 번영과 경제적 안정망 제공, 구조적 불공정 해소를 위한 전례 없는 규모의 국가적 자원 및 역량 동원을 촉구하였으며, 청정 에너지, 청정 제조업, 지속 가능한 보건 의료·식량·물·교통 등에 대한 대규모 정부 주도 투자를 통해 복원력 높은 사회로 전환하는 것이 핵심임
- “모든 공동체와 근로자의 공정하고 정의로운 전환을 통한 탄소 중립 달성”을 포함한 5대 그린 뉴딜 목표(Green New Deal Goals)와 이를 달성하기 위해 향후 10년 동안 중점적으로 추진되어야 하는 14대 프로젝트 제시하였으며, 14대 프로젝트에는 향후 10년 내 청정에너지원으로 전력 수요 100% 충당, 건물 에너지효율 개선, 청정 생산공정 확산, 지속 가능한 식량·물·교통·보건·폐기물 관리 시스템 구축, 생태계 복원 등의 프로젝트가 포함됨
- 미국 그린 뉴딜의 결의안은 비록 정치적 문제로 미 상원에서 부결되었으나, 전 세계에 기후 위기와 사회적 문제를 해결하기 위한 구조적 전환 필요성을 제기하였다는 의의를 가짐
- 2019년 12월 EU 집행위원회는 2050년 탄소 중립 목표 달성을 위한 정책 이니셔티브로 유럽 그린 딜(European Green Deal)을 발표하고, 온실가스 감축을 위해 에너지, 산업, 건물, 수송 분야에 대한 주요 정책 방안을 제시함
- 유럽 그린 딜은 다음과 같은 분야별 주요 목표를 포함하고 있음: (에너지) EU 전체 온실가스 배출의 75%를 차지하는 에너지 분야의 탄소 중립을 위해 재생에너지 사용 비중 확대 및 에너지 효율 개선을 중점적으로 추진, (산업) 순환 경제 및 저탄소 경제로의 전환을 지원, 장려하는 산업 전략 추진, (건물) 건물 부문 온실가스 감축을 위해 건물 에너지 성능 관련 법안 제언, (수송) 수송 분야의 친환경성 제고를 위해 2050년까지 배출량의 90% 감축

주요 이슈 및 정책

- 유럽에서는 그린 딜 추진을 위해 향후 10년 간 약 1조 유로 규모의 재원을 조성하는 ‘유럽 그린 딜 투자 계획(EGDIP: European Green Deal Investment Plan)’과 녹색 경제로의 전환 과정에서 영향을 받는 지역의 노동자 및 주민을 지원하는 ‘공정 전환 메커니즘(JTM: Just Transition Mechanism)’ 발표함(2020년 1월)

□ 한편, 기후 위기에 대한 국제 사회의 인식이 높아지면서 전 세계적으로 탄소 중립 참여 선언이 확산

- 2015년 유엔 기후 변화 회의 파리 협정(Paris Agreement)은 2050년 탄소 중립 사회를 글로벌 의제로 설정하고 산업화 이전 대비 지구 평균 온도 상승을 2℃ 보다 훨씬 아래로 유지하고 나아가 1.5℃로 억제하기 위해 노력해야 한다는 목표를 제시함
 - 2100년까지 지구 평균 온도 상승을 1.5℃ 이내로 제한하기 위해서는 2050년경 탄소 중립을 달성 필요한 것으로 분석됨 (IPCC, 2018)⁵
 - 한편, 파리 협정에 따라 2020년 12월 장기저탄소전략(LEDs: Long-term Low Emission Development Strategy)의 UN 제출 시한이 도래함에 따라 국가별 탄소 중립 선언 여부에 대한 국제적 관심이 커짐
- 2019년 9월 기후정상회의에서 세계 65개국이 탄소 중립 목표를 선언하였으며, 현재까지 한·중·일을 포함한 70개국이 탄소 중립 선언에 참여함
 - 2020년 말 현재, 미국을 제외한 G7(영국, 프랑스, 독일, 캐나다, 이탈리아, 일본) 국가가 2050 탄소 중립을 선언한 상황으로, 미국도 바이든 행정부 출범 이후 탄소 중립을 공식 선언할 것으로 유력시되고 있음
- ※ 美 바이든 대통령은 후보시절 2050년까지 탄소중립 달성, 청정에너지 중심 2조 달러 투자를 골자로 하는 대선 공약을 발표하였으며, 취임과 동시에 파리 협정 복귀를 지시하는 행정 명령에 서명
- 중국은 2020년 9월 22일 미국에서 열린 제75차 유엔총회 화상연설에서 시진핑 국가주석이 2030년을 정점으로 탄소배출량을 감축하고 2060년까지 탄소 중립을 달성하겠다고 밝혔으며, 일본은 2020년 10월 26일 임시국회 개막 계기 총리의 국회 연설에서 2050년까지 탄소 중립을 달성하겠다고 발표함
- 한국은 문재인 대통령이 2020년 10월 28일 국회 연설에서 2050년 탄소 중립 달성 목표를 발표하였으며, 12월 ‘2050 탄소중립 추진전략’을 통해 탄소 중립 사회로의 전환과 지속 가능한 경제 성장 및 삶의 질 향상이 가능한 새로운 경제·사회 구조 시스템을 구축하겠다는 비전을 제시하고 이 비전을 LEDs에 담아 UN에 제출함
- EU를 비롯하여 세계 주요 국가들이 포스트 코로나 시대의 경기 회복 수단으로 탄소 중립 의제를 활용하면서 ‘2050 탄소 중립’은 향후 세계 경제 질서를 변화시킬 것으로 예상됨

⁵ 탄소 중립(net zero)은 온실가스 제거·흡수량이 인위적인 온실가스 배출량을 상쇄하여 순 배출량이 영(0)이 되는 상태를 의미함 (문화체육관광부, 2021)

2. 탄소 중립 사회를 위한 국내외 그린 뉴딜 동향

- EU와 미국을 중심으로 탄소국경세 도입 논의가 본격화되고 글로벌 기업·금융사의 RE100 참여 및 ESG(Environment, Social and Governance, 환경·사회·지배구조) 투자가 확대되는 등 글로벌 경제 활동에서 온실가스 감축의 중요성은 더욱 커질 것으로 예상됨
- ※ 탄소국경세는 온실가스 배출 규제가 약한 국가의 상품을 규제가 강한 국가로 수출 시 세금을 부과하는 제도로, EU는 일부 업종을 필두로 2023년부터 탄소국경세 도입을 계획 중이며 미국은 바이든 대통령이 2025년까지 탄소국경세를 도입하겠다고 공약
- ※ RE100은 2050년 기업이 필요한 전력량의 100%를 태양광, 풍력 등 재생에너지를 통해 발전된 전력으로 사용하겠다는 자발적 글로벌 캠페인으로, 글로벌 기업은 RE100 선언을 시장신뢰 기준이자 비즈니스 기회로 활용하는 추세
- ※ ESG 투자는 투자 결정 시 기업의 재무적 요소뿐만 아니라 환경 보호, 사회적 책임, 적절한 지배구조 등 비재무적 요소를 고려하는 투자로, 전 세계 ESG 투자 규모는 2012년 13.3조 달러에서 2018년 30.7조 달러까지 빠르게 확대 (금융투자협회, 2020)

□ 그린 뉴딜과 탄소 중립 선언은 탈탄소를 지향하는 방향으로 에너지 시스템의 전환을 가속화

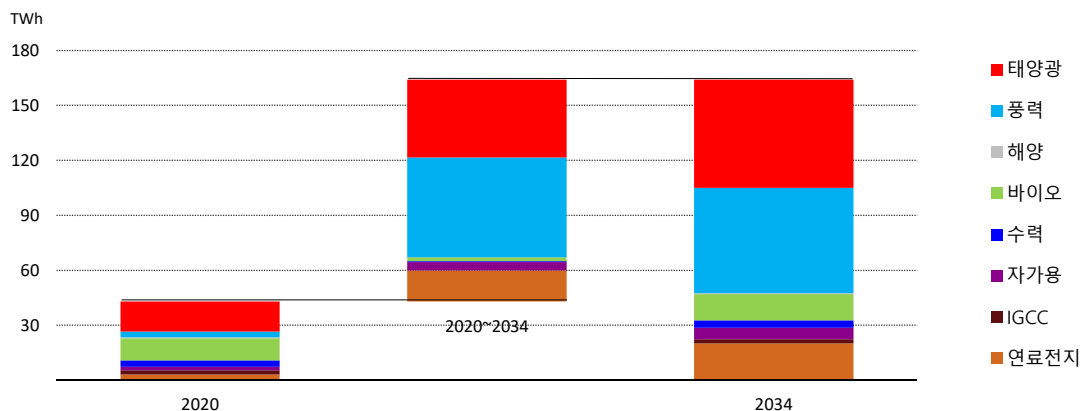
- 기후 위기와 전 세계적 코로나19 유행이 겹치면서, 주요 국가들은 사회 경제적 위기를 극복하고 탈탄소 시장을 선점하기 위해 그린 뉴딜과 탄소 중립 선언을 발표함
- 탄소 중립을 위해서 에너지 소비의 효율화 및 전력화를 극대화하고, 청정한 방식으로 전기를 공급하며, 전력화가 어려운 영역은 수소 및 바이오 에너지를 활용하는 방향으로 에너지 시스템을 전환하는 방법에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있음
- 또한, 재생에너지 전력을 기반으로 에너지원(가스, 열, 수송 연료 등) 간 통합이 구현되고 이를 통해 공급과 소비 부문이 상호 연계되는 ‘그린 에너지 통합 시스템(sector coupling)’을 구현하는 것이 필요함 (에너지경제연구원, 2020)
- ‘그린 에너지 통합 시스템’에서는 효율화, 전력화, 수소, 바이오 에너지, CCUS(탄소 포집·활용·저장)가 중요한 역할을 차지할 것으로 예상되는데, IEA (2020)는 탄소 중립 핵심 기술로 전력화 및 배터리, CCUS, 수소 및 수소 기반 연료, 바이오 에너지를 제안함

3. 전기 소비 변동성 변화와 시사점⁶

□ 재생에너지 발전이 빠르게 확대됨에 따라 전기 소비 변동성 분석에 대한 필요성이 증대

- 태양광이나 풍력 등 변동성 재생에너지의 확대는 안전하고 친환경적이라는 평가를 받지만 제어하기 힘든 변동성이 확대되면서 전력 계통을 안정적으로 운영하는 것이 난관으로 대두되고 있음
 - ‘제9차 전력수급기본계획’에서 전체 발전량에서 신재생에너지 발전이 차지하는 비중을 2020년 7.4%에서 2034년에는 25.8%까지 확대할 계획을 세우면서 신재생에너지 발전량이 43.0 TWh에서 164.0 TWh까지 증가할 전망인데, 신재생에너지 발전 증가의 80% 이상은 태양광과 풍력이 담당할 것으로 예상됨 (산업통상자원부, 2020)
 - 이처럼 재생에너지 발전이 빠르게 확대되면 전력 계통의 안정적 운용 문제가 부각되고 있는데, 이는 태양광과 풍력 등 비동기적(non-synchronous) 발전이 확대되면 전력 계통의 관성(system inertia)이 약해지고 전력 계통이 자체적으로 주파수 변동에 대응하는 능력이 저하되는데, 전력 수급 불균형이 발생해서 주파수가 기준값을 벗어나게 될 경우 전력 계통의 대응 능력 저하는 전력의 품질 저하, 순환 단전(정전), 최악의 경우 계통 붕괴(system collapse)로 이어질 수 있기 때문임
 - 또한, 변동성 재생에너지 발전이 기상 등 외부 환경 변화에 따라 출력이 급등락하면서 공급 측면의 변동성을 증가시키고, 재생에너지 발전의 변동성은 수요 측면에서 오는 변동성과 결합하여 전력 계통이 대응해야 하는 변동성을 확대시키기 때문임
 - 따라서 전력 계통을 안정적으로 운영하기 위해 공급 측면의 변동성 이전에 벌어지는 전기 수요 측면에서의 예측 불확실성이나 변동성의 현상을 살펴보고 수요 변동성에 대응하는 것이 필요함

그림 1.2 제9차 전력수급기본계획의 신재생에너지 발전량 전망



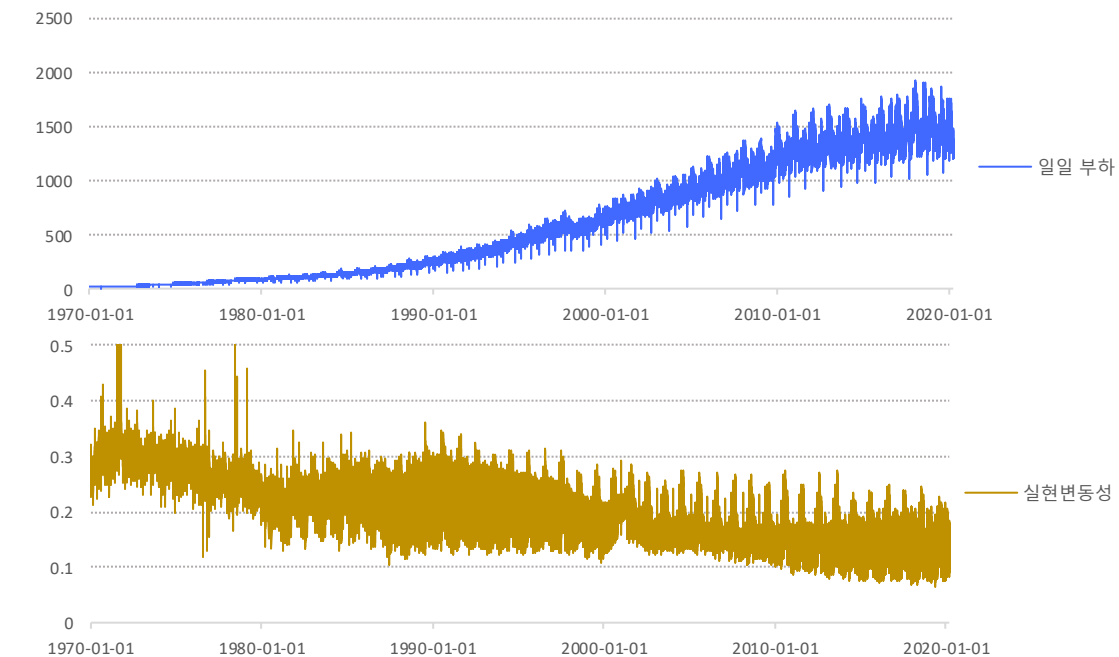
자료: 제9차 전력수급기본계획

⁶ 본 내용은 ‘고빈도 자료를 활용한 전력소비 변동성 결정요인 분석 (강병욱 2020)’ 보고서의 일부 내용을 요약 및 정리함

□ 우리나라 전기 소비 변동성의 크기는 커지지만 변동성 지수는 전반적으로 감소하는 추세

- 1970년 이후 시간별 총 발전량 자료를 이용하여 구한 우리나라의 일일 전력 부하 및 전기 소비의 일간 변동성에서 나타나는 특징은 다음과 같이 정리할 수 있음⁷
 - 일반적으로 알고 있듯이 일일 전력 부하는 전기 소비가 증가하면서 최대와 최소가 같이 증가하고 또한 최대와 최소의 차이도 전기 소비량 크기의 증가와 함께 확대됨
 - 하지만, 실현변동성으로 측정한 전기의 변동성은⁸ 전 기간에 걸쳐 서서히 감소하고 있는데, 좀더 자세하게 나누어 보면, 70년대에는 전기 소비의 변동성이 비교적 빠르게 감소하다가 80년대부터 90년대 초반까지는 변동성이 다시 증가하는 모습을 보인 후 다시 감소함
 - 2000년대 전후를 기점으로 에어컨 등 냉방기기 보급이 확대되면서 전기 소비 변동성의 계절성이 강해지는데, 변동성의 최대는 여름에 발생하며 변동성 추세는 6월부터 상승하기 시작해서 8월에 정점에 도달하고 이후 9월까지 지속 하락함
 - 월간으로 살펴보면 변동성은 일주일 단위로 주기성이 뚜렷하게 나타나는데, 이는 전기 소비 변동성을 결정하는데 있어서 요일 효과가 큰 영향을 미치는 것을 의미함

그림 1.3 일일 전기 부하의 변동성과 실현변동성 지수(1970.1.1~2020.3.30)



자료: 강병욱 (2020)

⁷ 소비와 발전의 차이는 송배전 손실, 소내소비, 양수 투입이기 때문에 총발전과 소비가 동일하게 움직이는 것으로 가정함

⁸ 실현변동성을 비롯한 다양한 변동성 추정 방법에 대해서는 강병욱 (2020) 참조

□ 기상 변수, 요일 변수와 더불어 전기요금제 변화가 전기 소비 변동성에 큰 영향을 미치는 것으로 분석

- 기상, 요일 전기요금제 변화를 고려하여 전기 소비 변동성을 분석한 결과 기상 요인이 전기 소비 변동성에 영향을 가장 크게 미치지만 전기요금제의 변화도 과거 전기 소비 변동성의 변화에 기여한 것으로 나타남
 - 기상 변수로는 냉방도일, 난방도일, 습도, 강수량, 일조시간, 운량, 풍속 등을 고려하였는데, 기상 변수 중 전기 소비 변동성에 가장 큰 영향을 미치는 변수는 냉방도일과 난방도일로 나타났으며, 영향은 서로 다른 특징을 나타냄.
 - 냉방도일은 전기 소비가 높은 시간대에 소비량을 더 커지게 만들어 변동성을 높이는 효과가 있는 반면, 난방도일은 전기 소비가 낮은 시간대의 소비량이 높게 만들어 변동성이 낮아지는 효과가 있음
 - 요일에 따른 변동성 변화를 살펴보면, 근무일 중 화요일부터 금요일까지는 전기 소비 변동성이 비슷한 것으로 추정된 반면 월요일은 다른 근무일보다 변동성이 높게 나타나고, 토요일은 일반 근무일과 휴일의 성격이 겹쳐있어 변동성에 미치는 효과도 일요일과 일반 근무일의 중간 정도 수준으로 추정되었으며, 공휴일과 명절에는 일요일보다 전기 소비 변동성이 더 낮아짐
- 전기요금제는 전반적으로 시간이 갈수록 전기 소비의 변동성을 서서히 감소시키는 역할을 했는데, 이는 주택용 누진제와 산업 및 일반용의 계시별요금제의 누진율 또는 차등률이 모두 일별 전기 소비 변동성을 낮추는데 기여한 것으로 분석됨
 - 전기요금제는 요금제 변화 시점을 기준으로 전기요금제 구간(regime)을 설정하고 각 구간을 더미변수로 처리하여 구분하였으며, 주택용 누진제의 누진율과 산업용 및 상업용의 계시별요금제의 차등률을 변수화하여 포함하였음
 - 전기요금제는 70년대에 전기 소비 변동성을 점점 낮추다가 1980년 전후를 기점으로 큰 영향을 미치는 않았으며, 이후 90년대에 들어서며 다시 빠르게 변동성을 감소시킨 후 2003년을 전후로 급격히 완화된
 - 전기요금제의 누진율과 계시별차등률 추이가 전기요금제 더미 변수의 계수 추정치 추세와 강한 음의 상관관계를 갖는 것으로 나타나 누진요금제의 누진율과 계시별요금제의 차등률이 전기 소비 변동성을 낮춘 것으로 분석됨

□ 전기요금제 개편 시나리오 분석 결과 누진제보다는 계시별요금제 변화가 전기 소비 변동성에 큰 영향

- 주택용 누진제는 2017년 대폭 완화에도 불구하고 추가적 완화 혹은 폐지에 대한 요구가 있어왔고, 산업용 계시별요금제는 지나치게 낮은 경부하 시간대의 요금으로 인한 '교차보조' 등의 문제로 최대부하 시간대와 경부하 시간대의 차등률을 낮춰야 한다는 지적이 있음
 - 2017년 이후에도 누진제 완화 혹은 폐지에 대한 요구가 지속됨에 따라 2018년 12월부터 산업통상자원부와 한국전력공사가 민관 합동 누진제 태스크포스(TF)를 구성하여 누진제 개편을

논의하였고 그 결과, 세 가지 개편안이 제안되었으며 그 중 완화 정도가 가장 낮은 '여름철에 누진 구간을 확대하는 안'이 채택되어 2019년 7월 1일부터 시행되었음

- 산업용 계시별요금제에서는 경부하 시간대 요금이 지나치게 낮아 전력 생산 원가를 밑도는 실정이어서 전기 소비 시간대 조정이 가능한 대규모 업체들의 전기 소비가 경부하 시간대로 집중되는 현상이 발생함
- 경부하 시간대에 전기 소비 증가는 발전 단가가 높은 가스 발전 이용율 상승과 경부하 시간대의 전력 생산 단가는 상승으로 이어지고, 이로 인해 경부하 시간대에 발생하는 손실을 최대부하 시간대 전기 소비가 많은 소비자 그룹이 메우는 교차보조가 발생함 (정연제 & 박광수, 2018)
- 이러한 상황을 고려하여 누진율이 점차 축소되거나 폐지되는 세 가지 누진제 개편 시나리오와 경부하 시간대 요금을 인상하고 최대부하 시간대 요금은 인하하는 세 가지 산업용 계시별요금제 개편 시나리오를 설정하여 분석한 결과, 누진제 축소는 전기 소비 변동성에 대해 미미한 상승 효과를 발생시키는 반면, 산업용 계시별요금제 축소는 전기 소비 변동성을 7% 정도 상승시키는 것으로 나타남
 - 누진제 시나리오는 현행 2.75인 누진율이 2.00에서(시나리오1) 폐지(시나리오3)되는 경우까지, 산업용 계시별요금제 시나리오는 경부하와 최대부하 시간대 요금을 각각 10% 인상 및 인하(시나리오4)에서 각각 50% 인상 및 인하(시나리오6)하는 방안까지 설계함
 - 분석 결과 누진제가 완전히 폐지되더라도 전체 전기 소비 변동성은 1% 미만으로 증가하지만 산업용 계시별요금제가 축소될 경우 전기 소비 변동성이 7% 정도까지 상승하는 것으로 나타남
 - 주택용 전기 소비 비중이 13% 수준으로 작기 때문에 누진제 변화가 전기 소비 변동성에 미치는 영향이 낮게 나오며, 산업용 계시별요금제는 기업의 전기 소비 시간대 조정이 상대적으로 탄력적이라는 것을 의미하는 것으로 전기 소비 변동성의 관점에서는 주택용 누진제보다 산업용 계시별요금제를 개편할 때 더 세심한 주의가 필요하다고 할 수 있음

그림 1.4 전기요금제 개편 시나리오 분석 결과

용도	시나리오	누진율/계시별차등율			탄력도 (여름기준)	변동성 변화율(%)
		현행	시나리오	변화율(%)		
주택용	시나리오1	2.75	2.00	- 27.4	-0.0124	0.34%
	시나리오2	2.75	1.50	- 45.5	-0.0124	0.57%
	시나리오3	2.75	1.00	- 63.7	-0.0124	0.79%
산업용	시나리오4	2.75	2.86	- 18.2	-0.0992	1.80%
	시나리오5	2.75	1.88	- 46.2	-0.0992	4.58%
	시나리오6	2.75	1.16	- 66.7	-0.0992	6.61%

자료: 강병욱 (2020)의 <표 4-3>

제2장 2020~2045년 에너지 전망

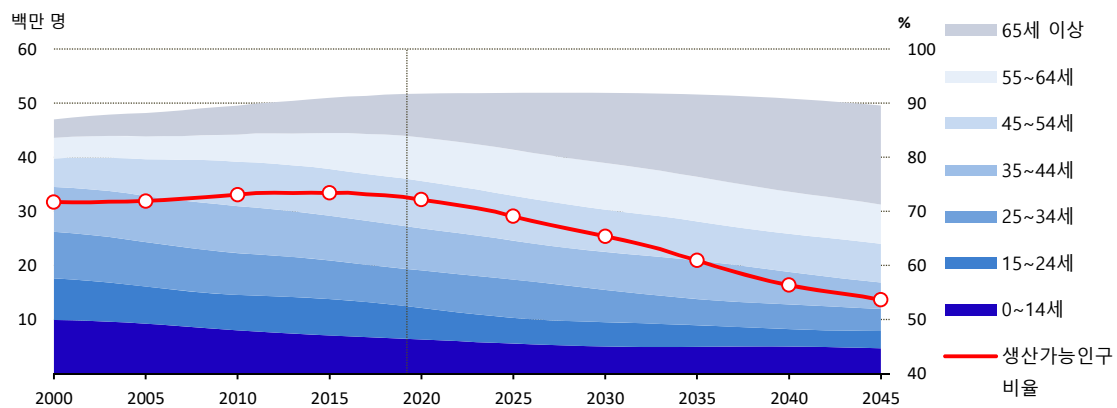
1. 2020 장기 에너지 전망의 주요 전제

인구 및 가구 전제

□ 2045년 총인구는 현재 대비 감소하며 생산가능인구는 현 시점 이후 지속적으로 감소할 전망

- 총인구는 2020년대 후반까지 완만한 속도로 증가하지만 이후 지속적으로 감소하여, 2045년에는 2019년 대비 약 4% 낮은 4천957만명 수준에 이를 것으로 예상됨 (통계청, 2019a)⁹
 - 전망 기간 인구 감소의 주요 원인은 낮은 출산율로, 합계출산율¹⁰은 2000년대에 들어서며 1명 초반으로 떨어졌고 2019년에는 0.92명까지 낮아짐
 - 행정안전부의 주민등록인구통계에 따르면 2020년 출생자 수는 27만 명 수준으로 역대 최저치를 기록했고 (행정안전부, 2021) 여기에 코로나19의 영향으로 사망자 수가 30만 명 수준으로 증가하면서 사망자 수가 출생자 수보다 많아지는 데드크로스(dead cross)가 발생하며 총인구가 사상 처음으로 감소함
 - 이는 본 전망의 전제로 사용하고 있는 장래인구추계 (통계청, 2019a) 대비 인구 감소가 약 9년 정도 앞당겨진 것으로 이러한 추세로 간다면 실제 미래의 인구는 통계청 장래인구추계의 중위와 하위 기준 사이로 이동할 가능성이 높아 보임

그림 2.1 인구 구조 및 생산가능 인구 비율 변화



자료: 통계청 장래인구특별추계 (2019a)

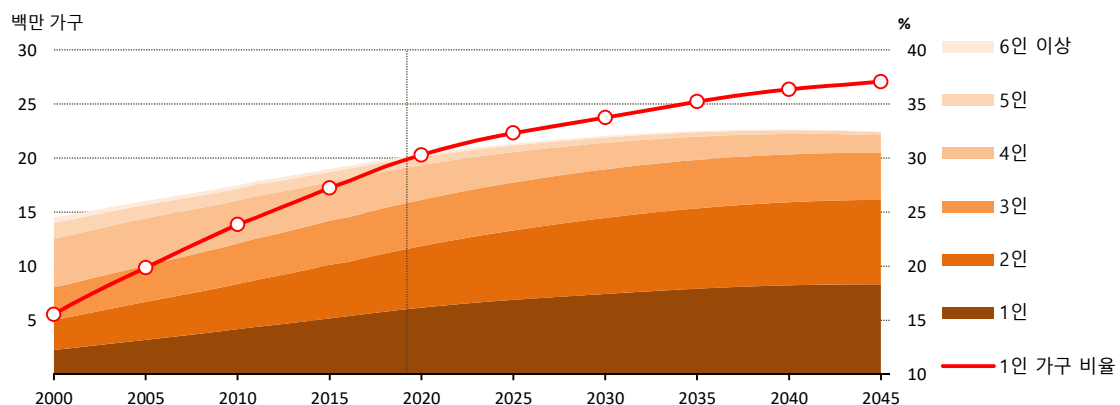
⁹ 통계청에서는 5년마다 장래인구추계를 작성하고 있으며, 2015년 기준을 바탕으로 2016년 말에 장래인구추계 결과를 발표하였음. 그러나 최근 합계출산율이 급격히 떨어지는 변화를 반영하여 장래인구특별추계를 2019년 3월에 발표하였음

¹⁰ 합계출산율이란 출산력 수준 비교를 위해 사용되는 대표적 지표로서 한 여자가 평생 몇 명의 자녀를 출산하는가를 나타냄

2020~2045년 에너지 전망

- 낮은 출산율로 생산가능인구는 빠르게 감소하는 반면, 생활 수준 향상 및 의료기술 발전 등으로 기대수명이 높아지며 고령인구는 빠르게 증가하여 인구 구조는 대폭 바뀔 것으로 예상됨
 - 기대 수명이 2018년 85.9세에서 2045년 87.5세까지 지속적으로 상승하여, 2019년 현재 14.9%인 65세 이상 고령인구 비율이 2025년에는 20%를 넘어서며 우리 사회가 초고령화 사회로 진입하고, 2040년에는 37%까지 급등할 전망이다
 - 2016년 정점에 도달한 생산가능인구는 전망 기간 연평균 1.3% 감소할 것으로 예상되는데, 낮은 출산율과 빠른 속도로 진행되는 고령화로 생산가능인구의 비율은 2019년 72.7%에서 2045년 53.6%까지 떨어질 것으로 전망됨
- 가구수는 전망 기간 인구 성장 정체 대비 1인가구의 빠른 증가로 인해 연평균 0.4%로 증가하나 2040년을 정점으로 인구 감소의 영향으로 가구수도 감소할 전망이다 (통계청, 2019b)
 - 최근 혼인건수는 감소하는 반면 이혼건수는 증가하는 추세가 전망 기간에도 이어지고 고령자 1인가구수도 급증하며 1인가구수는 연평균 1.2%로 증가하는 반면, 4인 이상 가구 수는 연평균 3.0%의 빠른 속도로 감소할 전망이다
 - 1인 가구의 증가와 4인 이상 가구의 빠른 감소로 1인 가구의 비중은 2019년 29.8%에서 37.0%로 7% 이상 상승할 전망이며, 1인 가구 중 65세 이상 고령층의 비중이 2019년에 25.1%에서 2045년 47.3%로 2배 가까이 증가하는 등 독거노인 비중이 크게 증가할 전망이다
 - 보통 가구원 수가 적을수록 1인당 에너지 소비가 많은 것으로 나타나기 때문에 인구 정체 및 감소에도 불구하고 1인 가구의 증가는 1인당 에너지 소비량을 증가시키는 요인으로 작용할 수 있으며, 또한 노령층의 경우 집에 머무는 시간이 상대적으로 많기 때문에 이 또한 가정 부문 에너지 소비 행태에 변화를 야기할 수 있음

그림 2.2 가구 구조 및 1인 가구 비율 변화



자료: 통계청 장래가구특별추계 (2019b)

경제 전제¹¹

□ 경제는 코로나19의 영향으로 일시적 감소 후 회복되지만 이후 성장률은 지속적으로 둔화될 전망

- 2000~2019년 우리 경제는 IMF 외환위기를 극복한 후로 1990년대의 성장률에는 미치지 못했으나 IT 등 첨단 산업의 발달과 함께 양호한 성장세를 지속하며 국내총생산(GDP)이 연평균 3.8% 증가함
 - 2000년대는 2009년에 글로벌 금융위기로 경제 성장률이 0.8%로 정체되고 IT 버블 뒤의 설비투자가 부진한 가운데 GDP는 연평균 4.7%의 성장률을 보였으며, 2010~2019년은 금융위기 이후 완만하게 경제가 회복하였으나 총요소생산성과 자본스톡의 둔화로 연평균 2.9%의 성장에 그침 (석병훈 & 이남강, 2021)
 - 2019년에는 미·중 무역분쟁과 일본과의 통상 마찰 등 대외적 요인과 투자 감소의 영향으로 성장률이 2% 수준으로 하락하고, 2020년에는 코로나19의 영향으로 IMF 이후 처음으로 경제가 역성장함
- 이후 2019~2045년의 GDP는 생산가능인구 감소와 피부양인구 비율 상승으로 인한 노동생산성 증가율의 둔화 등으로 연평균 1.5% 성장에 그칠 전망이다
 - 생산가능인구가 빠르게 감소하는 반면 고령인구는 급격히 증가하면서 전체 경제활동참가율은 점차 하락하고 취업자 수는 2024년을 기점으로 감소할 것으로 예상됨 (신석하, 2015)
 - 또한, 전망 기간 고령인구 부양 부담 증가로 저축률이 빠르게 하락함에 따라, 자본스톡 증가율도 지속적으로 낮아져 경제 성장이 둔화될 것으로 전망됨 (신석하, 2015)
 - 현재 우리나라 총요소생산성의 증가율은 선진국에 비해 다소 높지만 장기적으로 선진국 수준으로 낮아지면서 경제성장률 둔화 요인으로 작용하는데, 총요소생산성의 증가율은 2011~2020년 1.6% 수준에서 꾸준히 하락하여 장기적으로는 선진국의 증가율 수준인 1.3% 정도로 수렴할 것으로 예상됨 (신석하, 2015)
- 고성장 시나리오에서는 코로나19로부터의 빠른 회복과 대내외 경제 여건이 개선되며 GDP가 전망 기간 연평균 1.8%로 성장하고, 저성장 시나리오에서는 반대의 상황을 가정하여 GDP가 연평균 1.0% 증가에 그칠 것으로 전제함
 - 고성장 시나리오는 백신 보급이 전 세계적으로 빠르게 확대되며 코로나19의 확산이 빠르게 감소하고 세계 경제가 빠르게 회복하는 것을 가정하였으며, 이와 함께 코로나19 위기 기간 상대적 우위를 차지한 반도체와 자동차 등 국내 주력 산업이 양호한 성장세를 이어가고, 장기적으로는 저출산 대책 등으로 노동과 자본 투입의 증가와 생산성 혁신을 통해 잠재성장률 하락을 지연시켜 성장률이 높은 수준을 유지함

¹¹ 경제성장률 전제는 기본적으로 '제3차 에너지기본계획'에 사용된 전제를 사용하고, 2020~2024년의 경우는 국회예산정책처 '2021년 및 중기 경제전망(2020)' 자료를 사용함

- 저성장 시나리오는 코로나19로부터의 회복 지연과 코로나19로 인한 내수 침체 등 경기 하락 요인이 가중되고, 장기적으로는 저출산 가속화 등으로 노동 공급 정체, 투자 부진, 총요소생산성 하락이 심화되어 성장률이 지속적으로 낮은 수준을 유지함

□ 서비스업이 전망 기간 경제 성장을 주도하면서 제조업의 비중은 축소될 전망¹²

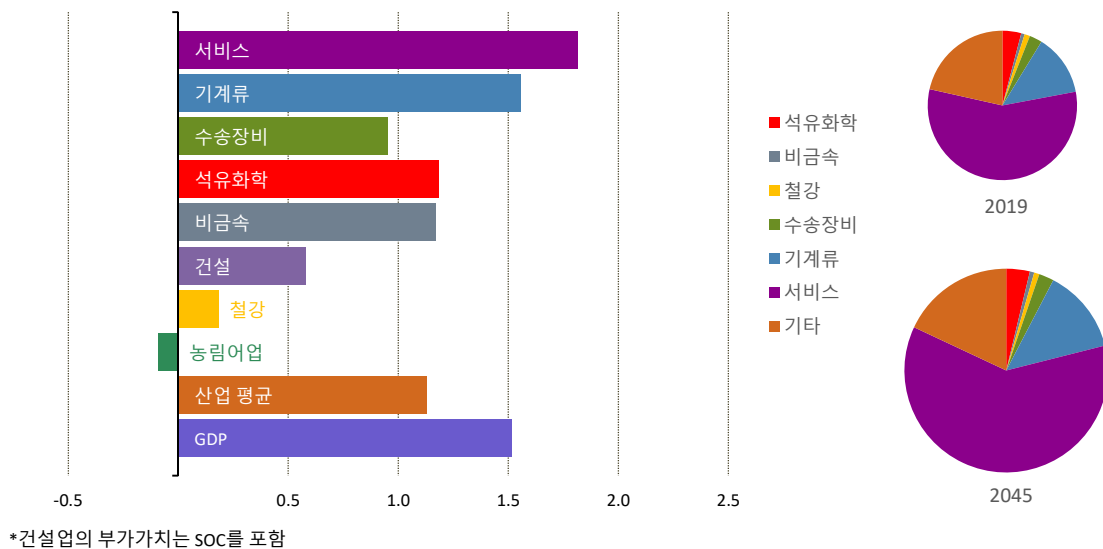
- 업종별 부가가치는 코로나19의 영향으로 2020년 경제가 역성장한 것이 반영되어 2019년 전망 당시의 전제보다는 모든 업종에서 성장률이 하락하는 모습을 보임
- 전체 부가가치 중 절반 이상을 차지하는 서비스업은 전망 기간 연평균 1.8%로 상대적으로 빠르게 성장할 것으로 예상되는데, 기존에 에너지 소비가 많은 도·소매와 음식·숙박에서는 성장세가 둔화되고 보건·사회복지, 정보·통신 등에서의 부가가치가 빠르게 성장할 전망이다
 - 보건·사회복지서비스업은 고령화로 인한 의료 수요 증가 및 사회복지 확대로 기존에도 빠르게 성장할 것으로 예상되었지만, 코로나19를 거치면서 미래에는 의료에 대한 수요가 이전보다 더 많이 증가할 것으로 예상되어 연평균 2.8%로 서비스업 중에서도 가장 빠르게 성장할 것으로 예상됨
 - 정보통신업은 디지털 경제의 가파른 성장, 4차 산업혁명 시대의 도래로 인한 인공지능과 빅데이터 등의 발달, 정보통신기기 보급 확대 등으로 연평균 2.4%의 높은 성장률을 보일 것으로 전망됨
 - 반면, 에너지 소비 비중이 높은 도·소매업과 음식·숙박업은 온라인 유통업의 보편화로 인한 오프라인 유통업 축소, 코로나19 이후 HMR 등 간편식 발달과 외식 소비 감소 등으로 성장세가 둔화되며, 교육서비스는 합계출산율 하락으로 인해 전망 기간 학령인구가 지속적으로 감소하면서 부가가치가 연평균 0.5% 증가에 그쳐 서비스업 중 가장 느리게 성장할 전망이다
- 제조업 내에서는 정보통신 기술 발전과 수요 증가에 힘입어 기계류가 빠르게 성장할 것으로 보이며, 에너지 집약도가 높고 온실가스 배출이 많은 철강이나 시멘트 등의 업종은 성장세가 둔화될 전망이다
 - 기계류 업종은 4차 산업혁명, AI 보급 확대, 디지털 경제 확산 등에 따라 반도체, 디스플레이, 스마트폰 등 관련 제품 생산이 지속적으로 증가하면서 연평균 1.6%로 제조업 중 가장 빠르게 성장할 전망이다
 - 수송장비 제조업은 최근 온실가스 배출 저감 수단으로 기존 내연 자동차에서 전기 자동차로 생산이 이동하고 있으며 수소 자동차 생산에 있어서는 세계적 비교 우위를 유지할 것으로 보이며, 조선업도 천연가스 운반 및 연료 사용에 대한 기술 우위로 수주 경쟁력을 유지하여 양호한 성장세를 보일 전망이다
 - 석유화학은 코로나19 이후 국제 유가의 회복 및 상승과 설비 증설 및 고도화, 배터리 산업 확장 등으로 연평균 1.2% 증가할 것으로 예상되나, 석유정제업은 석유제품 수출이 꾸준히 유지됨에도 불구하고 전반적인 석유제품 수요 증가 둔화로 부가가치가 현재 수준에 머무를 전망이다

¹² 산업구조 전망은 산업연구원에서 작성한 '제3차 에너지기본계획'에 사용된 전제를 활용하되 2024년까지의 중기 전망 전제를 활용하여 일부 조정함

1. 2020 장기 에너지 전망의 주요 전제

- 철강은 고급 냉연강판 등 고부가가치 철강재의 해외 판로 확대 등을 통해 새로운 성장 동력을 모색하지만 선진국을 중심으로 한 철강재 수입 규제 강화와 중국을 비롯한 후발주자와의 경쟁 심화로 전망 기간 연평균 0.2% 성장에 그칠 것으로 예상됨
- 비금속은 에너지 집약도가 높은 시멘트 업종보다는 유리, 도기 등의 업종 생산이 꾸준히 증가하면서 전망 기간 연평균 1.2%의 성장률을 기록할 것으로 예상되는데, 전망 기간 인구 감소 및 가구수 정체로 주택 건설 수요가 둔화되면서 건설업의 성장세가 연평균 0.7%로 정체하는 것의 영향을 받아 시멘트 업종의 부가가치 증가도 동반 정체할 것으로 예상됨

그림 2.3 주요 업종별 전망 기간 부가가치 증가율 및 비중 변화



에너지 가격 전제¹³

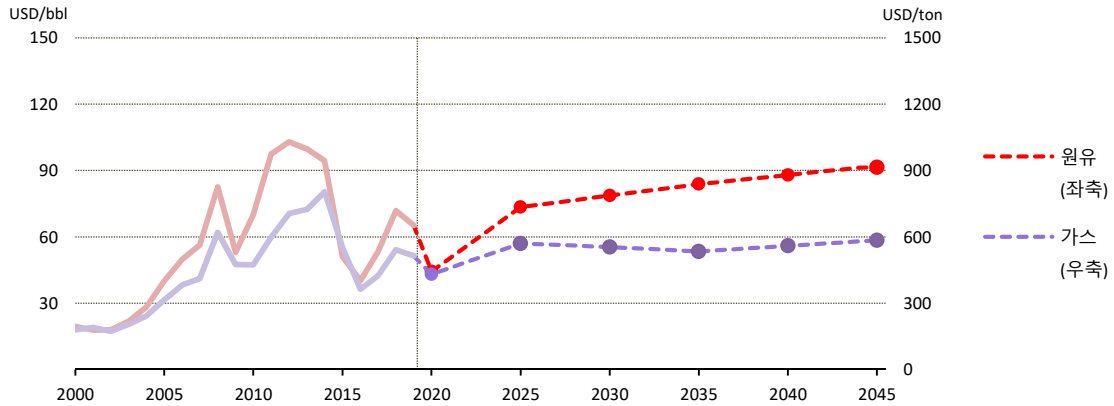
□ 원유 도입 가격은 꾸준히 상승하지만 천연가스 도입 가격은 현재 수준에서 정체될 전망

- 원유 도입 가격은 2020년에 코로나19의 여파로 급락하였으나 이후 국제유가가 빠르게 회복되면서 코로나19 이전 수준으로 회복될 전망이며, 장기적으로는 온실가스 저감 노력과 전기차 보급 확산의 영향으로 세계 석유 수요 증가세가 둔화되고 미국을 중심으로 한 비전통 석유 생산이 지속적으로 증가하면서 증가세가 완만해질 것으로 보임
- 코로나19로 인한 수요 충격의 영향으로 전망 기간 유가 전제가 지난 전망 대비 하향 조정됨
- 미국의 셰일오일 생산은 기술 발전 및 효율적 생산관리 등으로 손익 분기점이 배럴당 30~50 달러 수준까지 낮아져 향후 셰일오일 공급이 2023년부터 코로나19 이전 수준으로 회복된 후 꾸준히

¹³ 에너지 도입 가격은 IEA의 'World Energy Outlook 2020 (2020)'의 국제가격 자료를 기반으로 작성되었음

증가하지만, 장기적으로 중국의 경제 성장세 둔화와 에너지 전환에 따른 화석 연료 수요 감소로 전망 하반기에 들어서 증가세가 둔화될 전망이다 (EIA, 2021)

그림 2.4 원유 및 천연가스 도입 가격 추이 및 전망



- 천연가스 도입 가격은 미국 셰일가스 등의 공급 확대로 천연가스 시장에서 유연성이 확대되며 안정세를 보이다가 가스 수요가 지속적으로 증가하면서 하반기에 상승세로 전환될 전망이다
 - 우리나라가 수입하는 천연가스는 가격경쟁력이 상대적으로 높은 미국산 셰일가스 도입 비중이 확대되는 추세가 지속될 것으로 예상됨
 - 최근 코로나19로 인해 최종투자결정(FID)이 연기되긴 했지만, 2019년에 대규모로 이루어진 FID로 인해 향후 10년 정도는 가스 공급이 수요를 넘어서며 가스 가격이 안정세를 보이고 이후 가스 수요가 지속적으로 증가하면서 장기적으로는 천연가스 가격이 상승할 전망이다

2. 시나리오의 정의

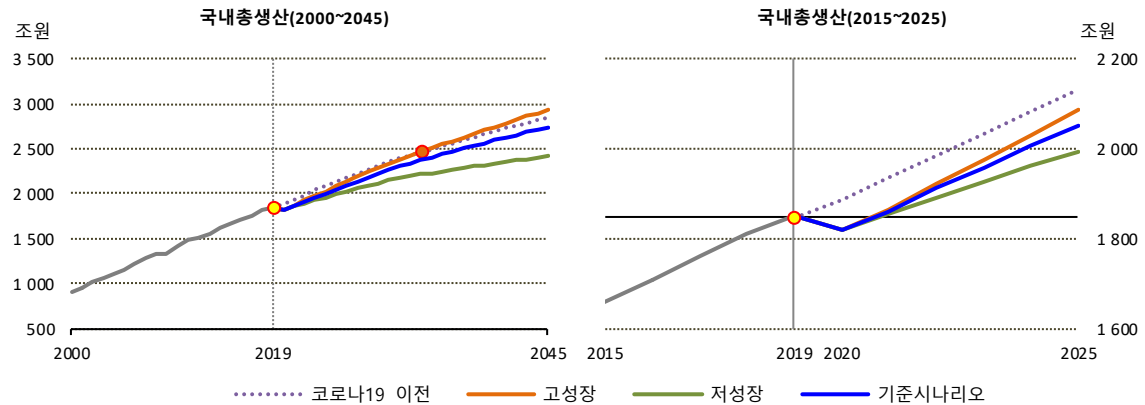
기준 시나리오(RES), 성장 시나리오(HEG, LEG), 정책 강화 시나리오(APS)

□ 시나리오는 경제 성장 또는 정부의 정책에 대한 가정 하에 예상되는 미래의 에너지 소비 및 공급 구조를 설명

- 기준 시나리오는 우리나라의 인구, 경제 성장, 산업 구조, 에너지 가격, 기온에 대한 기본 전제를 바탕으로 에너지 기술이 과거와 비슷하게 앞으로도 꾸준히 발전하고 현재 시행하고 있는 정책이나 규제 등이 미래에도 유지될 경우 예상되는 에너지 소비 및 공급의 장기적인 변화 경로를 전망함
 - 앞서 자세히 설명한 것처럼, 기온은 과거 10년 평균 기온, 경제 성장은 인구 중위 전망을 기초로 한국개발연구원에서 작성한 장기 잠재 성장률, 산업 구조는 '제3차 에너지기본계획'에 사용된 산업연구원의 장기 산업구조 전망, 국제 에너지 가격은 IEA의 국제 에너지 가격 전망 (IEA, 2020), 국내 제품 가격은 국내 조세 체계를 반영한 물가지수를 작성하여 전망에 사용함
 - 기준 시나리오는 2020년 말 현재 시행되고 있는 정책들이 정책의 일몰을 포함하여 향후에도 지속된다는 것을 가정하고 있으며, 특히 2020년 12월 발표된 '제9차 전력수급기본계획'의 설비 건설 및 폐지 일정을 반영하여 2034년까지 발전 설비의 종류와 규모를 계산하고, 2034년 이후는 '제9차 전력수급기본계획'의 기초를 연장하여 발전 설비를 전망함
 - 하지만 '제3차 에너지기본계획'에서 밝힌 에너지 수요 감축 목표, 2015년 기후협약 내 파리협정에 따라 제출하는 '장기 저탄소 발전 전략(Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategies)', 최근 우리나라에서도 논의가 뜨거운 '탄소 제로(Net Zero Emission)'와 같은 장기적 전략 목표는 기준 시나리오에 반영하지 않음
- 성장 시나리오는 고위 및 저위 인구 전망을 기초로 단기적으로는 코로나19(COVID-19)로 인한 경기 침체에서의 회복 속도 여부와 장기적으로는 성장 잠재력의 회복 여부에 대한 상반된 상황을 가정하여 작성된 시나리오로, 우리나라 경제가 고성장 또는 저성장의 경로를 거칠 경우 예상되는 에너지 수급 경로를 설명함
 - 기준 시나리오에서 우리나라는 2045년까지 연평균 1.5%의 경제 성장을 이룰 것으로 예상하고 있는데, 이는 2020년 전 세계를 덮친 코로나19의 영향에서 단기간에 벗어나고 앞으로도 꾸준히 성장하는 것이지만, 기준 시나리오에서도 코로나19의 단기적 충격이 내재되면서 2040년 기준 경제 규모는 '2019 장기 에너지 전망'에서 가정한 경제 규모에 비해 3.7% 낮은 수준임
 - 고성장 시나리오(HEG, High Economic Growth)에서는 전망 기간 경제가 연평균 1.8% 증가할 것으로 예상하는데, 고성장 시나리오에서는 2033년에 이르러서야 코로나19 위기 이전에 전망한 경제 수준에 도달할 것으로 보임

- 저성장 시나리오(LEG, Low Economic Growth)에서는 전망 기간 연평균 경제 성장률을 1.0%로 가정하고 있으며, 기준 시나리오와 비슷하게 2021년에 2019년의 경제 수준을 회복하지만 전 세계의 코로나19 영향 장기화와 국내 노동 투입 감소 및 생산성 하락으로 2045년 경제 규모는 기준 시나리오보다 11.6% 작은 수준이 될 것으로 예상함

그림 2.5 시나리오별 국내총생산(GDP)



□ 2045년까지의 전망 기간 연장과 정책 강화 효과 추정

- '2020 장기 에너지 전망'에서는 처음으로 에너지 수요 및 에너지 부문 온실가스 배출 전망을 2045년까지 연장함
 - 이전의 전망 보고서에서 유지하던 2040년까지의 전망 시계를 2045년까지 연장함으로써 '제3차 에너지기본계획'에서 목표 시점으로 삼고 있는 2040년 이후와 탄소 제로의 목표 시점으로 거론되고 있는 2050년 사이의 에너지 수급 상황을 살펴보고 정책 수립 및 시장 대응을 위한 기초 정보를 제공함
- '2020 장기 에너지 전망'에서는 부문별로 정책 강화 시나리오(APS, Aggressive Policy Scenario)를 통해 '제3차 에너지기본계획'의 목표 수준을 넘어서고 'LEDs' 또는 탄소 제로로 가기 위해 어떤 정책 수단을 얼마나 강화해야 하는지를 살펴봄
 - 정책 강화 시나리오는 탄소 제로를 지향하고 있으나 탄소 제로를 목표로 백캐스팅(backcasting)을 통해 바람직한 경로를 만드는 것이 아니라 현재 시점에서 출발하여 정책과 기술을 '제3차 에너지기본계획'보다 추가적으로 강화할 때 도달할 수 있는 가상의 미래 지점을 도출하는 방법을 사용함
 - 정책 강화 시나리오는 정책적인 측면에서 새로운 정책 수단들이 도입되거나 기존 정책 수단들이 강화된다는 점, 기술적인 측면에서 혁신적인 기술 개발이 달성된다는 점, 이를 위한 정책 및 사회적 비용은 고려하지 않는 점이 기준 시나리오와 다른 부분임

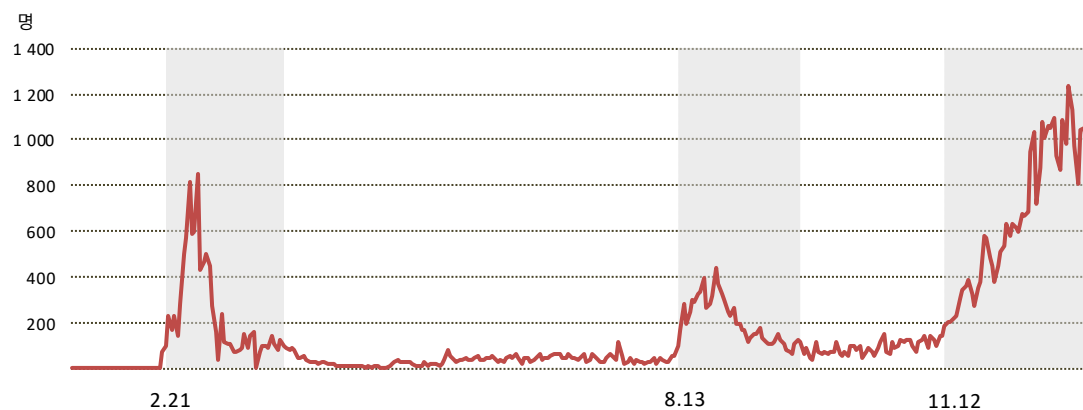
3. 에너지 전망 주요 결과

총에너지 수요와 온실가스 배출

□ 코로나19의 충격으로 인한 경제 활동 및 에너지 소비 감소에서의 빠른 회복

- 2020년 전 세계를 휩쓴 코로나19로 인해 2020년 우리나라 총에너지 소비는 2019년 대비 4.6% 감소할 전망되는데, 이는 2019년 1.2% 감소에 이어 에너지 통계 작성 이후 처음으로 두 해 연속의 감소를 기록하는 것임
 - IEA는 코로나19의 영향으로 2020년 전 세계 에너지 수요가 대공황과 세계 대전 이후 최대인 -5% 수준의 하락을 예상하고 있으며, 코로나19로 인한 수요 감소가 주로 화석 연료에서 발생하기 때문에 에너지 부문 온실가스 배출도 2020년에는 전년 대비 7% 줄어든 것으로 전망함 (IEA, 2020)
 - 우리나라도 전세계적으로는 코로나19의 발생이 초기에 시작한 국가이며 2020년 전체에 걸쳐 세 번의 재확산 시기가 있었지만, 정부의 신속하고 적극적인 방역 대책과 대다수 국민의 호응으로 세계 주요 국가들 중에서는 감염 피해가 가장 적은 그룹에 포함되며 경제 충격도 가장 작게 입은 것으로 평가됨
 - 하지만 세계 경제의 침체와 코로나19로 인한 활동 제약으로 2020년 우리나라 총에너지 소비도 감소하여 IEA에서 전망하는 주요 국가들의 경향과 비슷할 것으로 예상되며, 특히 단기 전망에서는 총에너지 수요가 전년 대비 4.6% 감소하고 부문별로는 수송 부문이 -10.3%로 감소율이 가장 크며 에너지 상품으로는 석탄과 천연가스가 각각 -9.7%와 -5.7%로 감소율이 높을 것을 분석되기도 함 (에너지경제연구원, 2020)

그림 2.6 2020년 코로나19 일일 확진자 추이



자료: JHU CSSE COVID-19 Data (<https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19>)

2020~2045년 에너지 전망

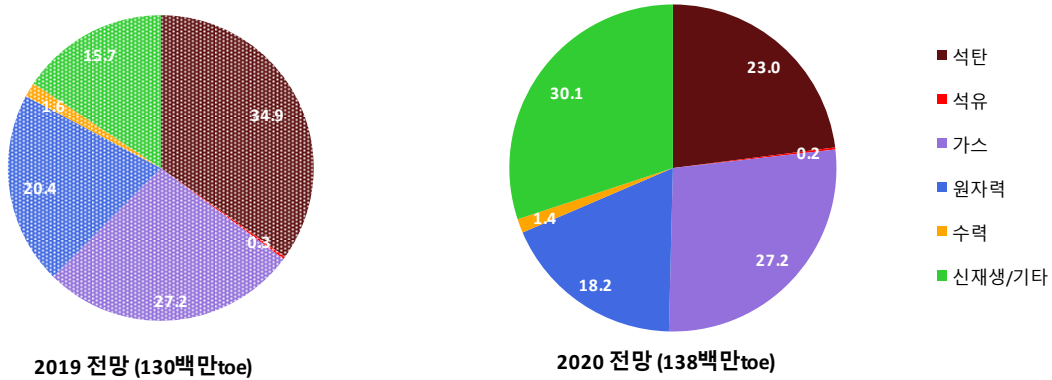
- 정부의 효과적인 방역 노력과 국민의 적극적인 동참으로 코로나19 확산을 비교적 성공적으로 억제하면서 우리나라 경제와 에너지 수요는 2021년에 2019년 수준을 회복하며, 이후 경제가 꾸준히 성장하면서 총에너지 수요도 2019~2045년 연평균 0.5% 증가할 전망이다
 - IEA는 백신과 효과적인 치료제 개발로 세계 경제는 2021년, 총에너지 수요는 2023년에 2019년 수준을 회복할 것으로 전망하고 있지만, 코로나19에서의 회복이 늦어질 경우 세계 경제는 2023년, 총에너지 수요는 2025년쯤 2019년 수준에 다시 도달하는 것으로 전망함 (IEA, 2020)
 - 코로나19 위기에서 벗어난 2021년부터 2040년까지 우리나라 총에너지 수요 증가율은 연평균 0.6%로 전망되는데, 이는 코로나19 이전의 전망치인 연평균 0.4%에 비하면 다소 높아진 수치임
 - 총에너지 수요 증가율의 상승은 경제 회복으로 인해 전기를 중심으로 에너지 소비가 빠르게 증가하는 것도 영향을 미치지만 코로나19 확산 이전에 시작된 온실가스 및 미세먼지 저감 노력이 이후에도 지속되면서 발전 부분을 중심으로 화석 연료가 신재생에너지로 대체되기 때문임
 - 즉, 발전 부문에서 신재생에너지의 전기 생산이 이전 전망보다 크게 확대되면서 그 투입 에너지를 열량으로 환산한 발전 부문 에너지 수요가 이전 전망보다 빠르게 증가하기 때문임
 - 2021~2040년 최종 소비가 연평균 0.6% 증가하고 온실가스 배출은 같은 기간 0.2% 감소하는 것으로 전망되어 최종 에너지 소비 증가 추세는 코로나19 이전의 전망과 유사하지만 온실가스 배출은 0.2% 증가에서 0.2% 감소로 바뀐 점도 이를 뒷받침함

표 2.1 기준 시나리오의 주요 지표 전망 결과

	2000	2019	2030	2040	2045	연평균 증가율	
						00~19	19~45
주요 경제사회 지표							
GDP (조 원)	903.6	1 849.0	2 263.8	2 591.2	2 735.3	3.8%	1.5%
인구 (백만 명)	47.0	51.7	51.9	50.9	49.6	0.5%	-0.2%
주요 에너지 지표							
총에너지 (백만 toe)	193.2	303.1	333.2	341.9	340.8	2.4%	0.5%
에너지원단위 (toe/백만 원)	0.21	0.16	0.15	0.13	0.12	-1.4%	-1.0%
일인당 에너지소비 (toe/인)	4.11	5.86	6.42	6.72	6.87	1.9%	0.6%
신재생 보급 비중* (%)	1.6	6.0	11.3	16.5	18.2	7.2%	4.3%
수입의존도 (%)	97.2	93.4	88.3	83.1	81.4	-0.2%	-0.5%
최종 소비 (백만 toe)	150.0	231.3	253.2	261.6	263.1	2.3%	0.5%
전기 소비 (TWh)	239.5	520.3	620.3	676.0	695.4	4.2%	1.1%
전기 소비 비중 (%)	13.7	19.3	21.1	22.2	22.7	1.8%	0.6%
주요 온실가스 지표							
온실가스 배출 (백만 톤)	415.0	623.2	640.1	600.1	589.0	2.2%	-0.2%
온실가스 배출원단위 (톤/백만 원)	0.46	0.34	0.28	0.23	0.22	-1.6%	-1.7%
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.05	12.33	11.80	11.88	1.7%	-0.1%

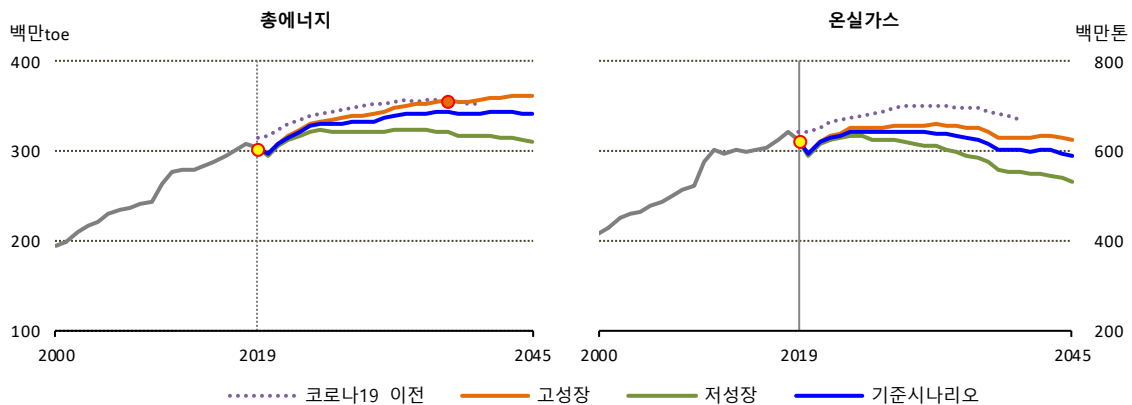
주: 온실가스 배출은 국가 온실가스 배출 계수를 이용하여 계산한 수치이며, 국가 온실가스 통계와는 다를 수 있음

그림 2.7 2040년 발전 부문 투입 에너지 전망 비교 (%)



- 코로나19의 영향에서 빠르게 벗어나 2021년에 총에너지 수요가 코로나19가 발생하기 이전 2019년 수준을 회복하지만, 코로나19의 충격으로 낮아진 총에너지 수요는 전망 기간 내내 코로나19 이전의 전망 수준에 도달하지는 않을 것으로 예상됨
 - 2021~2040년 사이 총에너지 수요 증가는 약 34.9백만 toe로 코로나19 이전 전망 27.7백만 toe보다 25% 이상 더 증가하겠지만, 2040년 총에너지 수요는 342백만 toe로 예상됨에 따라 코로나19 이전 전망보다 약 10백만 toe이 낮은 수준임
 - 코로나19에 대한 성공적인 방역과 경제 및 사회의 안전성이 경제 성장으로 이어질 경우에는 총에너지 수요가 더 빠르게 증가하면서 2037년 코로나19 이전의 전망 수준에 도달할 것으로 보임
 - 총에너지 수요의 경우는 시나리오에 따라 코로나19 이전 전망 수준에 도달할 수도 있으나 온실가스 배출의 경우에는 어느 시나리오에서도 코로나19 이전 전망 수준보다 낮은 수준을 보일 것으로 예상되며, 특히 코로나19의 영향이 전 세계적으로 장기화되고 경제 성장이 둔화되면 온실가스 배출이 크게 줄어들어 2010년 수준으로 감소할 것으로 분석됨

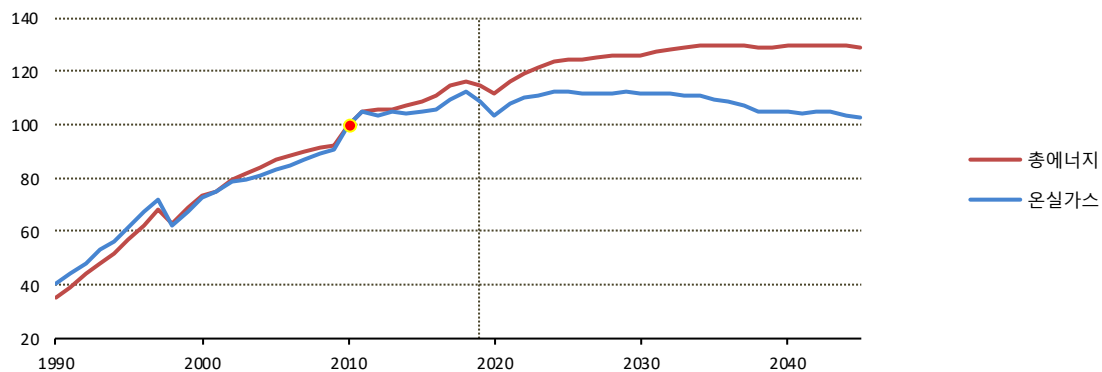
그림 2.8 시나리오별 총에너지 수요 및 온실가스 배출, 2000~2045



□ 온실가스 및 미세먼지 저감 대응으로 총에너지 수요와 온실가스 배출의 탈동조화(decoupling) 진행

- 총에너지 수요는 2019~2045년 사이 연평균 0.5% 증가하여 2045년에는 약 341백만 toe 수준에 도달할 것으로 전망되는 반면, 에너지 부문 온실가스 배출은 2019년 623.2백만 톤에서 연평균 0.2% 감소하여 2045년에는 589 백만 톤 수준이 될 것으로 전망됨
 - 코로나19 이전의 전망에서는 2030년대 중반 총에너지 수요가 357백만 toe 수준에서 정점에 도달하고 온실가스 배출은 이보다 빠른 2030년대 초반 701백만 톤 수준의 정점을 기록할 것으로 예상했으나 (에너지경제연구원, 2019), 코로나19 이후 전망에서는 총에너지 수요가 2040년 이후까지도 증가하는 반면 온실가스 배출의 정점은 2025년으로 빨라지는 것으로 나타남
 - 이는 과거 관찰되었던 GDP와 온실가스 배출 또는 GDP와 총에너지 소비의 탈동조화 현상에서 (에너지경제연구원, 2016) 한발 더 나아가 총에너지 수요와 에너지 부문 온실가스 배출 사이에도 탈동조화 현상이 나타난다는 것을 의미하며, 이러한 에너지 소비와 온실가스 배출의 탈동조화 현상은 재생에너지 보급이 강조되던 2010년대 중반부터 징후가 나타나기 시작하여 저탄소 에너지 전환을 본격적으로 추진하기 시작한 2010년대 후반부터 명확하게 나타남

그림 2.9 총에너지 소비 및 에너지 부문 온실가스 배출 추이(2010=100)

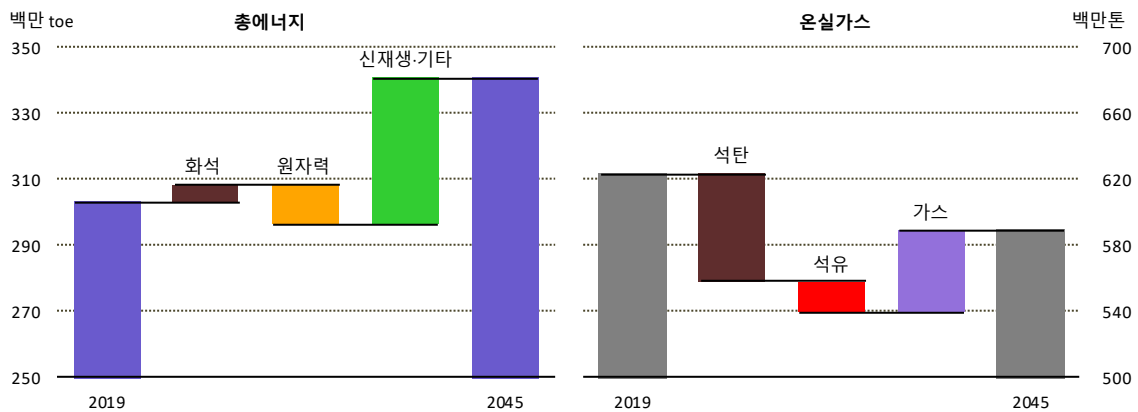


- 지속 가능한 에너지 전환의 또 다른 주요 수단인 효율 개선을 통한 에너지 소비 감소가 지속적으로 이루어지지만 총에너지 수요의 정점 발생은 지연될 것으로 예상됨
 - 총에너지 수요의 정점 발생 시기의 지연은 에너지 소비 증가가 더 오랜 시간 지속된다는 것을 의미하지만 정점 수준은 343백만 toe로 코로나19 이전에 전망된 357백만 toe보다 약 3.8% 낮은 수준이 될 것으로 전망됨
 - 총에너지 수요의 정점 발생 지연은 에너지 효율 개선의 노력이 지속되면서 최종 소비 부문에서 에너지 수요가 감소하겠지만, 발전 및 열생산 부문에서는 저탄소 정책 유지로 신재생에너지 발전이 크게 증가하기 때문임

3. 에너지 전망 주요 결과

- 즉, 기준 시나리오에 적용된 정책은 '제9차 전력수급기본계획'을 포함하고 있으며, 이 계획에 따라 석탄 화력 발전소가 가동 기간 30년을 기준으로 연료 전환을 하거나 폐지되면서 온실가스 배출이 대폭 감소하고 가스 복합 화력을 비롯하여 신재생에너지 발전이 대거 진입할 전망이다
- 에너지 수요와 온실가스 배출의 탈동조화는 이전에 진행되던 국내총생산과 에너지 수요 또는 국내총생산과 온실가스 배출의 탈동조화와 결합하여 경제 성장과 탄소 배출 감축의 두 가지 목표가 달성 가능한 방향으로 나아가고 있다는 것을 의미함
 - 에너지 수요와 온실가스 배출 사이의 탈동조화는 발전 및 열생산 부분이나 최종 소비 부문에서 재생 에너지의 보급이 확대되는 한편 온실가스 발생의 주 원인인 석탄 화력이 빠르게 감소하고 효율이 높고 온실가스 배출이 적은 가스 복합 발전이 증가하면서 발생하는 현상임
 - 2045년 발전 부문 투입 에너지에서 신재생에너지는 33.7%로 가장 큰 비중을 차지할 것으로 전망되며 2019년 현재 43.2%로 가장 큰 비중을 차지하던 석탄은 2045년에는 20.5%로 절반 이하 수준으로 감소됨
 - 총에너지 수요의 증가는 발전용 가스 수요의 증가로 인해 화석 연료가 증가하는 부분도 있지만 대부분 신재생에너지의 증가로 인한 것으로, 석탄이 17.5백만 toe, 원자력이 11.6백만 toe 줄어드는 반면 신재생에너지는 43.7백만 toe가 증가하여 신재생에너지가 석탄과 원자력 감소보다 더 크게 증가할 것으로 전망됨
 - 온실가스 배출은 가스 소비 증가로 인해 약 49.8백만 톤이 증가하지만 석탄 소비 감소로 인해 약 65.5백만 톤, 석유 소비 감소로 약 18.8백만 톤이 감소하면서 34.2백만 톤의 순 감소가 발생함
 - 에너지 효율 개선을 통해 에너지 사용을 줄이는 것은 자원 고갈과 기후 변화에 대응하기 위한 기본적인 수단이지만 온실가스 배출 감축은 에너지 사용을 줄이는 것만이 아니라 어떤 에너지를 사용하는가를 통해서도 달성되기 때문에 에너지 전환의 역할이 미래로 갈수록 더 커진다는 것을 의미함

그림 2.10 에너지 상품별 총에너지 소비 및 에너지 부문 온실가스 배출 변화



□ 온실가스 감축 경로의 의미

- 저성장 시나리오에서 총에너지 수요는 2045년 약 310.6백만 toe 수준이 되고 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출은 코로나19 위기 이후 잠시 반등하여 2024년 634.5백만 톤에 도달하였다가 이후 꾸준히 감소하여 2045년에는 532백만 톤까지 떨어짐
 - ‘제3차 에너지기본계획’에서 에너지 소비 감축 목표가 2040년 211백만 toe이며, 이 목표에 도달하기 위한 에너지 경로를 시뮬레이션 한 결과에 따르면 2040년 총에너지 수요가 약 312백만 toe, 온실가스 배출은 약 534백만 톤에 해당하는 것으로 나타남 (에너지경제연구원, 2019)
 - 즉, 코로나19의 확산에 제대로 대응하지 못하고 세계 경제의 회복이 늦어지면서 우리나라도 저성장의 늪에 빠질 경우, 우리나라의 에너지 수요 및 온실가스 배출 경로 전망은 ‘제3차 에너지기본계획’의 에너지 수요 및 온실가스 배출 감축 목표에 유사한 수준에 도달하는데, 이는 에너지 절약의 결과가 아니라 에너지 전환 및 절약 기회의 상실이라고 할 수 있음
 - 코로나19에서의 회복이 늦어질 경우 전 세계의 에너지 부문과 산업 공정에서 배출되는 온실가스가 2030년이 되어도 2019년 배출 수준으로 증가하지 못할 것으로 전망되고 있는데 (IEA, 2020), 이는 IEA에서도 지적하는 것처럼 봉쇄조치 지속으로 인한 이동과 활동의 제약 그리고 생산의 감소로 인해 얻게 되는 결과일 뿐이고 온실가스 배출 감소를 위한 노력의 성과는 아님

표 2.2 시나리오별 총에너지 수요 (Mtoe)

	저성장 시나리오				기준 시나리오		고성장 시나리오	
	2000	2019	2030	2045	2030	2045	2030	2045
총에너지	193.2	303.1	320.8	310.6	333.2	340.8	341.1	360.7
석탄	42.9	82.1	79.5	59.0	81.9	64.6	83.4	68.2
석유	100.6	117.3	114.4	105.3	119.1	116.3	122.0	123.2
천연가스	18.9	53.5	60.3	66.8	64.8	77.2	67.7	84.0
원자력	27.2	31.1	29.0	19.5	29.0	19.5	29.0	19.5
수력	1.4	1.3	1.5	1.9	1.5	1.9	1.5	1.9
신재생·기타	2.1	17.7	36.1	58.0	36.9	61.4	37.4	63.9
변동성재생에너지	-	3.2	14.7	28.3	14.7	29.1	14.7	29.7
화석연료 비중	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
온실가스 배출 (Mton)	415.0	623.2	615.3	531.7	640.1	589.0	655.8	625.9

주: 변동성재생에너지는 풍력, 태양광, 해양에너지의 합계

주: 최종 소비 또는 전환 투입되는 수소는 전량 부생수소로 공급되는 것을 가정함

- 고성장 시나리오에서 총에너지 수요는 2045년 360.7백만 toe, 온실가스 배출은 약 626백만 톤으로 전망되어 다른 시나리오와 마찬가지로 총에너지 소비와 온실가스 배출 사이의 탈동조화 현상이 나타나지만 에너지 소비와 온실가스 배출은 여전히 2019년 현재 수준을 넘어설 것으로 예상됨
 - 고성장 시나리오의 경제의 규모가 다른 시나리오보다 더 커지기 때문에 에너지 소비량과 온실가스 배출량이 커지며, 발전 부분의 신재생에너지 발전량도 늘어나지만 산업 부문의 에너지 수요 증가

3. 에너지 전망 주요 결과

기여도가 크기 때문에 화석연료 비중은 2045년에도 76.4%로 다른 시나리오에 비해 여전히 높은 수준을 유지함

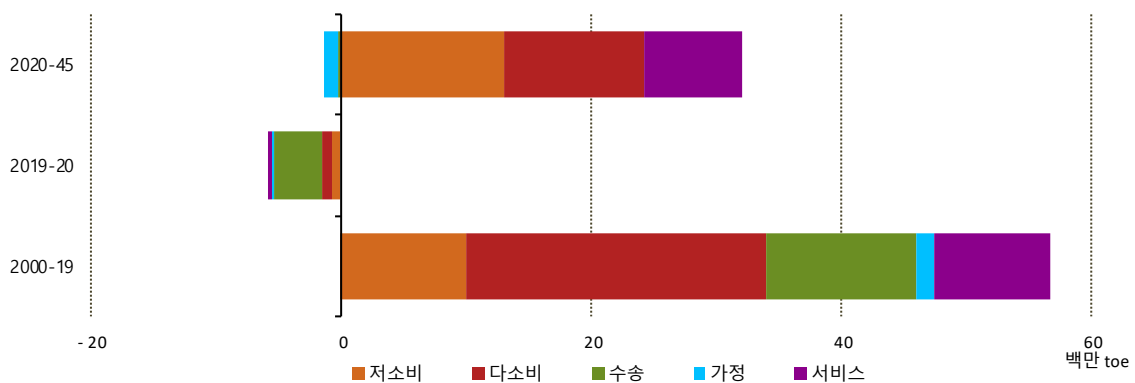
- 이는 경제 성장과 더불어 에너지 효율 개선과 온실가스 감축을 위한 추가적인 투자와 에너지 시장 개편 그리고 에너지 전환이 이루어지지 않으면 경제 성장과 온실가스 배출 감축이라는 두 가지 목표를 달성하기 어렵다는 것을 의미함

코로나 19 가 에너지 소비에 미친 영향

□ 코로나19로 인한 에너지 소비의 변화 발생

- 2020년은 코로나19의 확산에 대응한 방역 조치로 일상적인 사회적 거리두기가 강화되었고 감염이 발생했을 경우 격리 및 소독을 위한 사업장 잠정 폐쇄 등 생산 및 생활 활동이 제약됨에 따라 모든 최종 소비 부문에서 에너지 소비가 감소할 전망이다
- 2020년 에너지 소비 감소가 가장 크게 발생하는 부분은 수송 부문으로 전체 최종 소비 감소의 절반 이상을 차지할 것으로 보이는데, 이는 방역 조치의 핵심이 결국 이동의 제한이기 때문임
- 잠정 집계된 2020년 상반기 에너지 소비 통계에서도 최종 소비는 전년 동기 대비 3.4% 감소하였는데, 수송 부문이 전년 동기 대비 11.2% 감소하면서 에너지 소비 감소를 주도한 것으로 나타남 (에너지경제연구원, 2020)
- 건물 부문에서는 2020년 상반기 서비스 부문이 도소매, 음식숙박, 공연예술스포츠 등을 중심으로 에너지 소비가 크게 감소한 반면, 가정 부문은 재택 근무의 증가 및 외부 활동 감소로 인하여 오히려 에너지 소비가 증가한 모습을 보임 (에너지경제연구원, 2020)

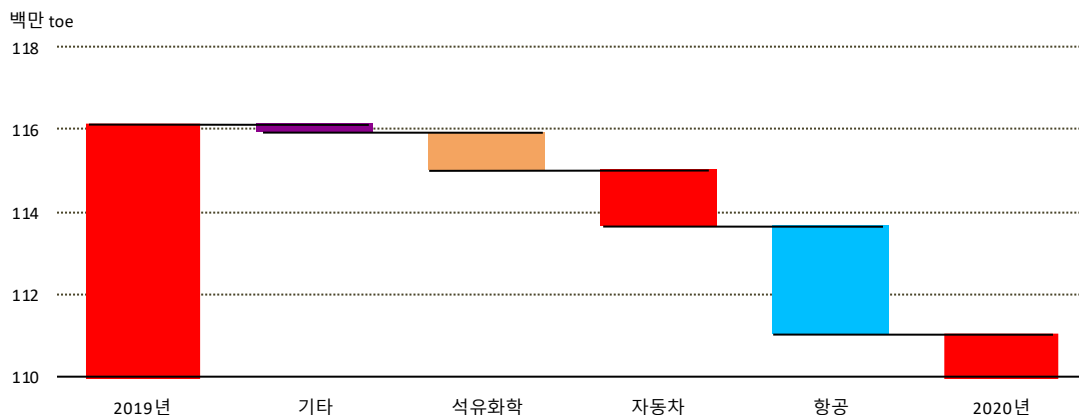
그림 2.11 최종 에너지 소비 변화 추이와 전망



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

- 수송 부문의 타격이 크다는 것은 석유 소비가 영향을 가장 크게 받았다는 것을 의미하며, 부문별 석유 소비 감소를 살펴 보면 건물과 산업용 석유 소비 감소가 최종 소비 부문 석유 소비 감소의 26.6%를 차지하고 수송 부문이 73.4%를 차지할 것으로 분석됨
 - 건물과 산업용 석유 소비도 전방 산업 및 최종 부문의 석유 소비 감소로 인해 석유 정제 및 화학업종의 석유 소비가 대부분을 차지하고 있으며, 수송 부문에서는 항공 부문의 석유 수요 감소가 전체 석유 소비 감소의 절반 이상을 차지할 정도로 타격이 심한 것으로 나타남
 - 건물이나 산업용 소비는 유지 관리를 위한 기초 소비에 해당하는 부분이 있어 생산 활동이 감소하더라도 석유 소비가 감소하는 폭이 비례하지 않지만, 수송 부문은 운행거리 감소에 비례해서 에너지 소비가 줄어들기 때문에 감소가 크게 발생하며, 특히 항공 부문은 코로나19로 인해 국내 이동보다 국가간 이동이 더 크게 줄어들면서 석유 소비 감소가 크게 발생함
 - 여행을 비롯한 해외 이동이 코로나19 이전보다는 제약이 심해지고, 전기 자동차의 보급 확대, 산업공정의 동력화 및 자동화, 저탄소 난방 연료의 확대 등이 향후에도 꾸준히 진행되면서 에너지로써 석유 수요는 지속적으로 감소하여, 전망 기간 최종 소비 부문의 석유 수요는 현재 수준을 유지할 것으로 분석됨

그림 2.12 최종 소비 부문의 2020년 석유 소비 변화 전망



- 코로나19의 위기에서 벗어나 경제가 다시 회복하면서 최종 소비는 2020년 이후 2045년까지 38.5백만 toe가 증가할 전망인데, 에너지 소비의 증가는 대부분 산업에서 발생하며 서비스 부문도 에너지 소비가 증가하지만 건물 부문은 감소할 전망이다
 - 가정 부문의 에너지 소비는 코로나19의 영향을 가장 적게 받아 2020년 에너지 소비 감소도 적지만, 기존의 에너지 전망과 마찬가지로 에너지 소비가 이미 포화 수준에 도달한 상황이기 때문에 2021년 단기적 회복 이후 꾸준히 감소할 것으로 전망됨

- 가정 부문의 에너지 소비를 증가시킬 요인은 이상 기온에 의한 냉난방 수요의 일시적 증가 정도일 것으로 예상되지만, 코로나19의 영향으로 에너지 소비 패턴이나 에너지 소비 구성이 달라진 점이 있으며, 이는 향후 가정 부문의 에너지 소비 구성과 에너지 수요 총량에 영향을 미치는 요인이 됨
- 수송 부문의 에너지 소비도 코로나19에서의 회복으로 단기적인 에너지 수요 급등이 발생하겠지만 이후 지속적으로 감소하여 2045년에는 38.9백만 toe 수준으로 하락할 것으로 전망되는데, 이는 인구의 정체로 인해 자동차 대수 증가가 제한적이면서 전기차를 비롯한 친환경 자동차가 빠르게 보급되면서 연료 효율이 개선되는 것이 원인으로 작용함
- 친환경 자동차는¹⁴ 2019년 약 9만 대에서 연평균 16.8%가 넘는 속도로 증가하여 2045년에는 514만 대 수준까지 보급될 것으로 보이는데, 승용차를 중심으로 보급되는 전기차가 약 350만 대로 친환경 자동차의 68%를 차지하고 화물차와 버스를 중심으로 보급되는 수소차가 약 164만 대 정도를 차지할 것으로 예상됨
- 코로나19를 거치면서 경험한 사회적 거리두기가 이후에도 어떠한 형태로든 생활 속에 남아있을 것으로 예상되는데, 이는 여객 부문에서 코로나19 이전 전망보다 대중 교통 이용의 감소로 나타나는 반면 온라인 상거래의 활성화와 배달 서비스의 증가로 인해 여객과는 달리 화물의 수송 수요는 늘어날 가능성이 큰 것으로 판단됨

‘제9차 전력수급기본계획’으로 인한 발전 믹스와 온실가스 배출의 변화

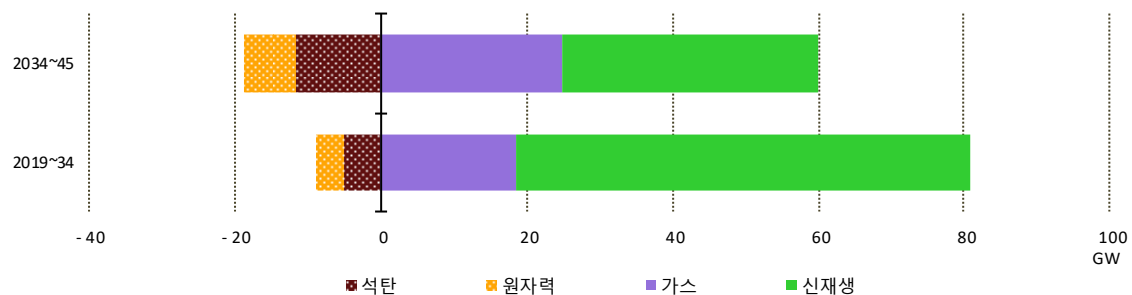
□ 미세먼지 및 온실가스 배출 저감 정책의 강화로 석탄 화력 발전이 빠르게 감소

- 정부는 2020년 말 ‘제9차 전력수급기본계획’을 통해 2034년까지의 전력 시장에 대한 계획을 발표하였는데, 이에 의하면 2020년에서 2034년까지 총 30기 15.3 GW의 유연탄 발전 설비가 폐지되거나 연료를 전환하고 원자력도 11기 9.5 GW의 설비가 전기 공급에서 제외될 것으로 나타남
- 한편 계통에 신규 진입하는 유연탄 기력 설비는 증설되는 보령3호기를 포함하여 8기 7.3 GW 규모이고 유연탄 설비는 삼척화력2호기가 2024년 4월에 마지막으로 진입한 이후 신규 설비는 없으며, 원자력의 경우 각 1.4 GW 규모의 신한울1·2호기, 신고리5·6호기가 2021년부터 연이어 진입하며 2024년 6월 신규 진입이 마무리되는 것으로 나타남 (산업통상자원부, 2020)
- ‘제9차 전력수급기본계획’의 설비에 대한 기초가 이후에도 유지될 경우 유연탄 기력과 원자력 발전 설비는 2034년 이후에도 지속적으로 공급 물량에서 제외되는데, 유연탄 기력의 경우 17기 10.5 GW의 설비가 2045년까지 폐지 또는 연료 전환되며, 원자력 설비는 7기 7 GW의 설비가 폐지될 것으로 예상됨

¹⁴ 친환경 자동차는 플러그인 하이브리드, 전기차, 수소차로 정의되지만, 여기서는 하이브리드를 제외한 수치임

- 공급 설비 계획이 예정대로 진행될 경우 2045년 설비 구성은 석탄 20.1 GW, 석유 0.4 GW, 가스 83.7 GW로 화력 발전 설비가 전체 발전 설비 237.6 GW의 43.8%를 차지하고, 원자력은 12.4 GW로 5.2% 수준을 차지하는데 반해, 신재생에너지 발전 설비는 112.5 GW로 전체 화석 연료 발전 설비보다 규모가 커질 것으로 전망됨
- 이러한 설비 구성 변화로 인하여 가스 복합 화력은 발전량이 증가뿐만 아니라 전력 계통에서의 역할이 상당히 커질 수밖에 없는데, 재생에너지 발전이 증가하면서 불확실성을 대비한 백업 기능과 계통 안정을 위한 보조 서비스 제공이 늘어나고 과거와 달리 미래에는 기저 부하의 역할을 어느 정도 담당해야 하는 것으로 분석됨

그림 2.13 전망 기간 발전 연료별 발전 설비의 변화, 2019~2045

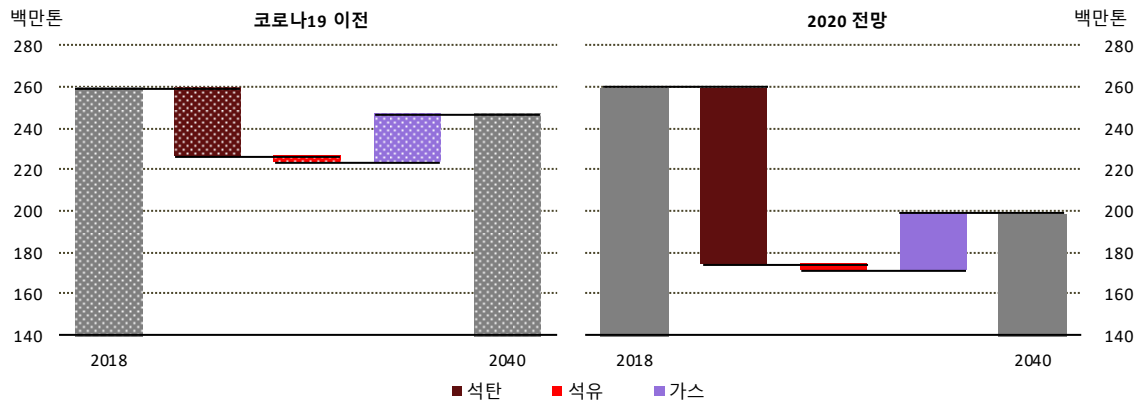


- 발전 설비 구성의 변화는 전망 기간 발전원별 발전량 구성과 발전 부분 온실가스 배출의 변화에 큰 영향을 미치게 되는데, 신재생에너지 발전량이 167 TWh로 증가하여 2045년에는 전체 발전량의 22%를 차지하여 석탄 발전량이나 원자력 발전량보다 많은 전기를 생산함
 - 신재생에너지 발전량은 전망 기간 31.9 TWh에서 167 TWh로 증가하는데, 태양광, 풍력, 해양 에너지 등 변동성 재생에너지 발전량이 123 TWh 증가하여 재생에너지 발전량의 대부분을 차지할 것으로 전망됨
 - 정부의 재생에너지 발전 비중 목표가 2030년 20%, 2040년은 30% 이상인 것을 고려하면 (산업통상자원부, 2017; 산업통상자원부, 2019), 기준 시나리오의 재생에너지 발전량 전망은 여전히 정부 목표보다는 낮은 수준임
 - 가스 발전량의 경우 '제9차 전력수급기본계획'의 계획 기간 중에도 많은 유연탄 기력 발전소가 가스로 연료 대체를 계획하고 있으며 계획 기간 이후에는 전기 소비 증가에서 신재생에너지 발전량 증가에도 불구하고 부족한 부분을 메꾸기 때문에 전망 기간 전체에 걸쳐 약 194 TWh 정도의 발전량이 증가할 것으로 예상되며, 2045년에는 약 340 TWh를 생산함으로써 가장 큰 발전원의 역할을 할 것으로 전망됨

□ 온실가스 감축 정책의 강화로 발전 부문 온실가스 배출이 급격하게 감소

- 석탄 화력 발전의 감소로 발전 부문 온실가스 배출은 2019년 241백만 톤에서 2045년 193백만 톤으로 연간 배출이 약 48백만 톤 감소함
 - 발전 부문의 온실가스 배출은 대부분 유연탄 기력 발전 설비의 폐지나 연료 전환으로 발생하는데, 유연탄 설비의 폐지에도 불구하고 신규 설비의 진입으로 총 유연탄 발전 설비가 늘어나는 2024년까지는 발전 부문 온실가스 배출이 11백만 톤이 증가하지만, 그 이후 2034년까지는 22백만 톤이 줄어들고 '제9차 전력수급기본계획'의 계획 기간 이후에는 37백만 톤의 배출이 추가로 감소함
 - 이는 '제9차 전력수급기본계획'에 반영된 발전 설비 건설 계획의 결과로, '제8차 전력수급기본계획'의 건설 계획이 반영된 코로나19 이전의 전망과 비교할 때 2040년 석탄 화력 발전의 온실가스 배출이 추가로 52백만 톤 감소하는 것임

그림 2.14 발전 부문 온실가스 배출 변화 비교, 2018~2040



탄소 중립으로 가기 위해 필요한 준비

□ 정책 강화 시나리오의 의미

- 탄소 제로는 순 배출 제로(Net Zero Emission)를 목표로 최종 소비 부문과 발전 부문의 에너지 효율 강화, 수소 경제를 중심으로 하는 탈탄소 에너지로의 전환 그리고 배출되는 탄소의 포집 및 이용을 통해 에너지 사용으로 인한 탄소 배출을 극적으로 줄이는 것을 목적으로 함
 - 유럽을 비롯한 전 세계 70여개 국가에서 이미 탄소 제로를 선언하였으며, 스웨덴, 영국, 프랑스, 덴마크, 뉴질랜드, 헝가리 등은 이미 탄소 중립을 법제화하였고, 미국의 조 바이든 대통령 당선자도 파리협정 재가입과 2050년 탄소 중립을 언급함 (문화체육관광부, 2020)
 - 우리나라도 2020년 10월 28일 문재인 대통령의 국회 시정 연설을 통해 2050 탄소 중립을 선언하고 정부와 전문가를 중심으로 탄소 제로를 달성하기 위한 구체적 이행 계획을 수립하기 위해 대통령 직속 민관합동 '2050 탄소중립위원회'를 설치하고 산업통상자원부 에너지 전담 차관 신설을 계획함

- 탄소 제로를 위한 전략을 수립하기 위해서는 이미 발표된 ‘제3차 에너지기본계획’의 목표와 수단을 점검하고 부족한 부분을 채우기 위한 정책 강화를 시도하거나 아니면 새로운 정책 패러다임을 도입해야 하기 때문에 정책 강화 시나리오(APS, Aggressive Policy Scenario)는 2040년까지 에너지 수요 감축 목표를 제시한 ‘제3차 에너지기본계획’과의 비교를 통해 탄소 제로를 지향하기 위해 필요한 정책적 시사점을 제공하는 것을 목적으로 설계되었음
 - ‘제3차 에너지기본계획’은 ‘에너지 전환을 통한 지속가능한 성장과 국민 삶의 질 제고’를 지향하면서 이를 위한 중점 과제들을 제시하고 있는데, 부문별 수요관리 강화를 통한 소비 18.6% 감축, 원전의 점진적 감축과 석탄의 과감한 감축, 재생에너지 발전 비중 30~35% 확대 등이 핵심 목표임
 - ‘제3차 에너지기본계획’의 목표의 자세한 에너지 수급 경로가 발표되지 않았기 때문에 에너지 기본계획의 목표와의 비교를 위해서는 ‘2019 장기 에너지 전망’에서 도출한 목표 시나리오를 사용함¹⁵
 - 탄소 제로로 가기 위한 경로는 무수히 많이 존재할 수 있고 정책 강화 시나리오는 2050년 탄소 제로를 지향할 수 있는 하나의 경로에 불과하며, 탄소 제로의 방향으로 가기 위해서 필요한 각 부문별 에너지 저감과 탈탄소화 그리고 탄소 포집의 양을 나타낸 것으로 실현 가능성과 경제성을 고려한 것은 아님¹⁶
- 온실가스 감축을 위한 정책 강화 수단은 에너지 사용 기술의 효율 향상을 통한 에너지 소비 감소, 부문별 전기화의 가속과 발전 부문의 탈 탄소화를 통한 온실가스 감축, 수소 경제 활성화를 통한 탄소 제로 에너지 보급 등으로 구분할 수 있음
 - 각 수단들이 적용되는 수준과 방법은 부문별로 다르고 수단들의 상호작용으로 효과가 강화되거나 약화될 수 있는데, 예를 들어 에너지 사용 기술의 효율 향상은 화석 연료의 사용만 줄이는 것이 아니라 전기와 수소 수요도 감소시키며, 발전 부문의 탈탄소화는 재생에너지 발전의 증가로 투입 에너지 기준 에너지 수요를 증가시키는 요인으로 작용함
 - 수소 경제의 활성화는 최종 소비 부문의 전기 수요를 감소시키는 요인으로 작용하는 한편 수소 생산 부문의 전기 수요를 증가시키는 요인으로 작용하는데, 정책 강화 시나리오에서는 수소 경제 로드맵의 공급 방식 비중을 적용하여 2040년 추출 수소 비중을 30% 수준(관계부처 합동, 2019), 수소 수입을 30% 수준으로 가정함
 - 한편, 수소 및 재생에너지 그리고 에너지 효율의 기술 발전이 가능하다고 하더라도 각 수단은 상호보완적일 뿐만 아니라 상호경쟁적이기도 하기 때문에 미래 시점에 실제 도입되는 것은 가격을

¹⁵ ‘제3차 에너지기본계획’에는 연도별 정책과 목표 자세한 일정이 없기 때문에 2030년 및 2040년 최종 에너지 수요 목표 달성을 우선 순위로 두고 부문별 목표와 에너지 상품별 목표 수준에 최대한 근접하게 도달할 수 있는 에너지 수요 경로를 도출한 시나리오이기 때문에 ‘제3차 에너지기본계획’에서 제시하는 목표 수준과는 차이가 날 수 있음

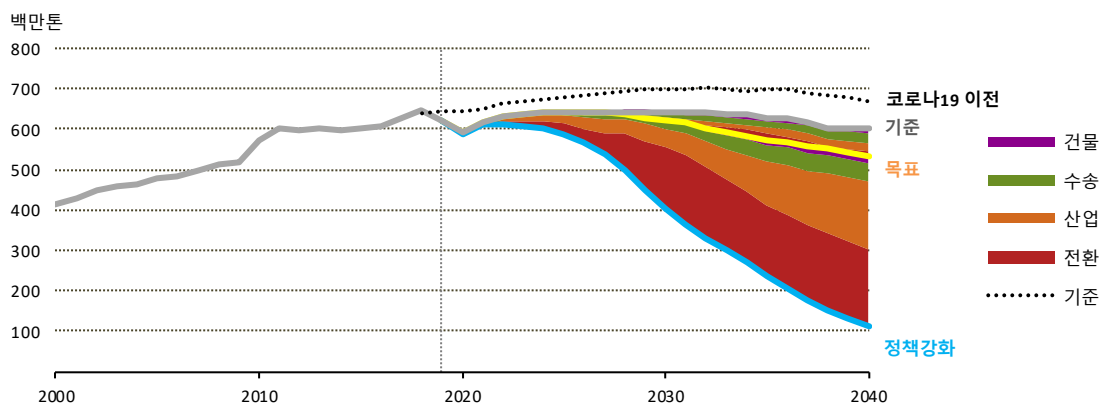
¹⁶ 국가 전체의 탄소 제로를 목표로 하기 위해서는 산업 공정, 농축산 등 다양한 온실가스 배출과 산림 같은 온실가스 흡수를 함께 고려해야 하지만, 본 정책 강화 시나리오에서는 탄소 포집을 반영한 에너지 사용 부문의 온실가스 순 배출량을 줄이는 경로를 분석함

비롯한 경제성과 정책 상황에 따라 달라질 수 있으며, ‘정책 강화 시나리오’에서 수소 경제의 보급이나 탄소 포집의 적용은 기술적 발전과 경제적 확산의 가능성이 아니라 설비나 기기의 과감한 교체를 통해 보급을 확산하더라도 2050 탄소 제로로 가기 위해 어느 시점까지는 기술 개발과 시장 보급이 이루어져야 하는지를 나타냄

□ 정책 강화 시나리오의 결과

- ‘제3차 에너지기본계획’은 2040년까지 우리나라 최종 에너지 소비를 2018년 전망 대비 18.6% 감축한 171.8백만 toe까지 줄이는 것을 목표로 하고 있으며, 이러한 에너지 소비 수준에서 ‘제8차 전력수급기본계획’의 설비 건설 계획을 반영하면 2040년 총에너지 소비는 약 312백만 toe, 온실가스 배출은 약 534백만 톤 수준으로 예상됨 (에너지경제연구원, 2019)
 - 에너지기본계획에 대한 시뮬레이션 결과에 따르면, 원료를 제외한 최종 에너지 소비는, 2026년 약 187백만 toe를 정점으로 2027년부터 감소하는 경로를 따라가며, 석탄 및 원자력 발전 설비에 대한 정책 방향과 신재생에너지 발전 목표를 고려할 경우 수력을 포함한 신재생에너지가 총에너지에서 차지하는 비중은 2040년 약 18% 수준에 근접하고, 수력과 태양광 풍력 등 재생에너지가 발전에서 차지하는 비중은 2030년 20.6%, 2040년 약 35%까지 증가함¹⁷
 - 원자력 발전 설비의 점진적 폐지와 석탄 발전 설비의 과감한 폐지로 발전량에서 원자력과 석탄이 차지하는 비중은 2018년 23.4%와 40.6%에서 2040년에는 각각 19%와 26%로 감소하고, 총에너지에서 차지하는 비중도 원자력이 2018년 9.3%에서 2040년 8.5%, 석탄은 2018년 28.3%에서 2040년 24.4%로 축소되는 것으로 나타남

그림 2.15 부문별 온실가스 감축 시나리오 비교, 2000~2040



¹⁷ ‘재생에너지 3020 이행 계획 (2017)’에서는 2030년까지 재생에너지 발전 비중을 20%, ‘제3차 에너지기본계획 (2019)’은 2040년 재생에너지 발전 비중을 30~35%의 범위로 제시하였음

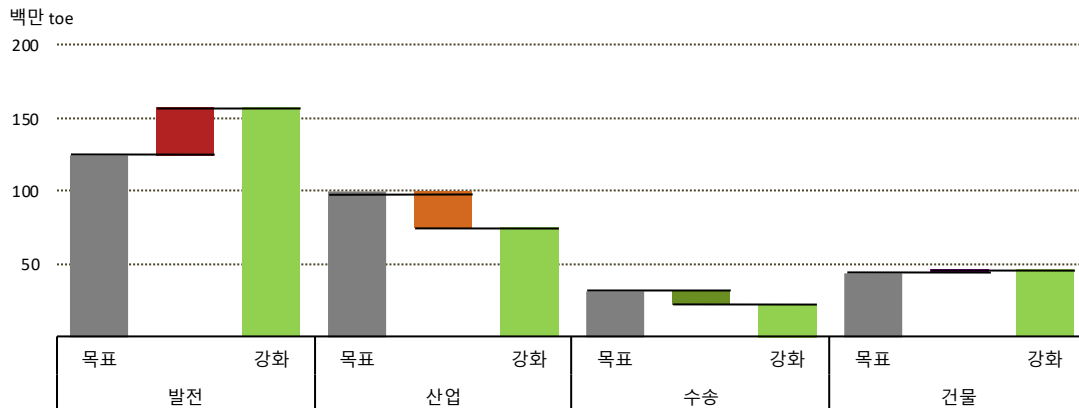
- 정책 강화 시나리오에서는 2040년 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출을 목표의 약 80%인 421백만 톤을 줄여 약 113백만 톤 수준까지 감축해야 2050 탄소 제로 수준에 근접할 것으로 분석됨
 - 코로나19로 인한 경제 규모의 감소, 에너지 효율의 강화 그리고 발전 부문의 온실가스 및 미세먼지 대응 정책 강화로 인하여 기준 시나리오에서 2040년 온실가스 배출은 600백만 톤 수준에 머물 것으로 예상되는데, 이는 코로나19 이전의 2040년 전망인 669백만 톤에서 약 10%가 줄어든 수준임
 - 기준 시나리오의 온실가스 배출은 2020년대 중반부터 감소하기 시작하여 2040년에는 '제3차 에너지기본계획' 목표 수준과 약 66백만 톤 차이가 나는 것으로 분석됨
 - 하지만 탄소 제로 수준에 근접하기 위해서는 2040년까지 목표 수준에서 추가로 421백만 톤을 감축해야 하는데, 이를 위해서는 전환 부문에서 절반에 가까운 191백만 톤, 산업 부문에서 40% 수준인 165백만 톤을 감축해야 하는 것으로 분석됨
 - 발전이나 산업 부문에 비해 양은 작지만 가정 및 서비스 등 건물 부문과 수송 부문에서도 탈 탄소를 위한 노력이 필요한데, 수송 부문의 경우 2040년에 '에너지기본계획'의 목표보다 56%를 넘는 탄소 배출을 줄여야 하며 건물 부문은 약 53%의 배출을 감축해야 하는 것으로 분석됨
- 탄소 배출 감축 수단의 첫 번째 수단이 에너지 사용 기술의 효율 발전을 통한 에너지 수요 감축이지만 수소화와 탄소 포집이 병행되기 때문에 온실가스 배출이 급격하게 감소하더라도 에너지 수요는 상대적으로 느리게 감소하거나 에너지 상품에 따라서는 증가하는 경우도 발생함
 - 즉, 정책 강화 시나리오에서 온실가스 배출은 2019년 623백만 톤에서 2040년 113백만 톤으로 80% 이상이 줄어들지만, 총에너지 수요는 2019년 303백만 toe에서 2040년 301백만 toe로 약 0.8% 감소에 그침
 - 최종 소비 부문은 '제3차 에너지기본계획' 대비 에너지 사용 기술에 대한 추가적인 효율 향상으로 에너지 수요가 감소하는데 에너지 수요는 산업 부문이 24백만 toe로 가장 크게 줄어들지만¹⁸ 수송 부문이 29.4%로 감소율은 가장 높은 것으로 분석됨¹⁹
 - 정책 강화에도 불구하고 발전 부문은 '제3차 에너지기본계획'의 목표에 비해 에너지 수요가 증가하는데, 이는 최종 소비 부문의 전기 수요가 효율 향상에도 불구하고 전기화로 인해 50 TWh 증가하며 수소 생산을 위한 전기 수요도 91 TWh 증가하면서 2040년 전기 수요가 목표 수요 598 TWh에서 739 TWh로 증가하기 때문임

¹⁸ 석유화학의 원료용 수요는 제외한 수치임

¹⁹ 건물 부문의 경우 '제3차 에너지기본계획'에 비해 에너지 수요가 미세하게 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 계획 수립 이후 밸런스 통계의 변경과 계획 대비 에너지 효율 향상보다는 전기화 및 수소 보급을 통한 온실가스 감축으로 정책 수단의 변화가 발생하였기 때문임

- 주요 전망 결과에서 설명한 것처럼 코로나19 이후 전망은 GDP-온실가스의 탈 동조화를 넘어서 에너지-온실가스의 탈 동조화가 진행되고 있으며, 정책 강화 시나리오에서는 이러한 현상이 극단적으로 나타날 것임

그림 2.16 부문별 에너지 소비 추가 감축, 2040



주1: '목표'는 '제3차 에너지기본계획' 목표를 시뮬레이션 한 결과, '강화'는 '정책 강화 시나리오' 결과

주2: 산업 부문은 비에너지용 소비를 제외

□ 시나리오 비교의 시사점

- 앞서 시나리오 정의에서 설명한 것처럼 온실가스 감축 수단은 크게 에너지 사용 기술의 효율 발전을 통한 에너지 수요 감축과 수소 경제로의 전환 그리고 발전 부문의 탈 탄소화로 분류할 수 있으며, 각 수단의 감축 비중은 시나리오 설정에 따라 무수히 많은 조합이 도출됨
 - 정책 강화 시나리오는 실현 가능성을 전제로 작성된 것이 아니라 모든 수단들이 적정 시점에 기술적으로 그리고 경제적으로 사용 가능하다는 가정 하에 정해진 수준에 도달하기 위해 택할 수 있는 여러 경로 중에 하나를 설명하는 것임
 - 기술적 에너지 효율 향상과 새로운 에너지 기술을 개발하는 것도 중요하지만 적기 투자를 통해 기존 설비 및 기기를 빠르게 대체하는 것이 에너지 절감 및 온실가스 감축에 더 큰 효과를 미치기 때문에 (에너지경제연구원, 2019), 이러한 경로는 에너지 사용 기기의 효율이 어느 정도 향상되어야 하는지와 함께 어느 시점에 설비 투자를 통해 기존 기기 및 설비를 대체해야 되는 지를 보여줌
- 각 부문별로 정책 강화 시나리오의 경로에서 어려움과 도전이 발생하는데, 발전 부문은 재생에너지 발전 비중의 확대와 함께 전력 계통의 안정성 확보가 과제로 남을 것임
 - 재생에너지 발전의 변동성으로 인한 전력 계통 안정성 문제는 이미 오래된 주제이긴 하지만, 정책 강화와 함께 태양광, 풍력 등의 변동성 재생에너지 발전의 비중이 급격하게 증가하기 때문에 변동성 재생에너지 발전의 불확실성, 교류 전원 체계의 관성 유지 및 주파수 품질 관리 등의 문제를 더욱 빠르게 대응해야 함

- 또한, 기존의 화력 중심 전력 생산에서 탄소 제로 전력 생산으로 전환하는 단계에서 중간 다리 역할을 하는 가스 발전은 전기의 안정적 공급과 시스템 유지를 위해 역할이 더욱 커지지만 여전히 탄소 배출의 원천이기 때문에 발전 부문에서 탄소 포집이 시의적절하게 진행되어야 하는 것으로 분석됨
- 건물 부문에서 발생하는 어려움으로는 난방 연료의 대체인데, 특히 가정 부문에서 사용하는 우리나라 고유의 바닥 난방 시스템을 탈 탄소 기술로 대체하기 위해서는 새로운 기술 개발이 이루어져야 함
- 건물 부문의 수소 경제는 2040년까지 94만 가구에 2.1 GW의 가정·건물용 연료전지를 보급하는 것에 그치고 있어 (관계부처 합동, 2019) 난방 부문의 온실가스 배출을 감축하기 어려운 수준이며, 향후 전기 난방 보일러의 허용 여부를 비롯하여 건물 난방 부문에서 수소 경제 활성화에 대한 기술 개발이 진행되어야 함
- 탄소 포집, 수소 경제 그리고 재생에너지 발전은 상호 유기적인 영향을 미치기 때문에 각 부문에서 정책 수단들의 역할과 비중에 대한 정책적 판단이 중요함
- 산업 부문은 철강과 비금속 업종의 원료탄이나 시멘트 제조용 유연탄 그리고 화학 업종의 원료용 석유소비 등을 대체하는 데는 기술적 한계가 존재하기 때문에 온실가스 배출 감축을 위해 특히 탄소 포집의 역할이 클 것으로 예상됨

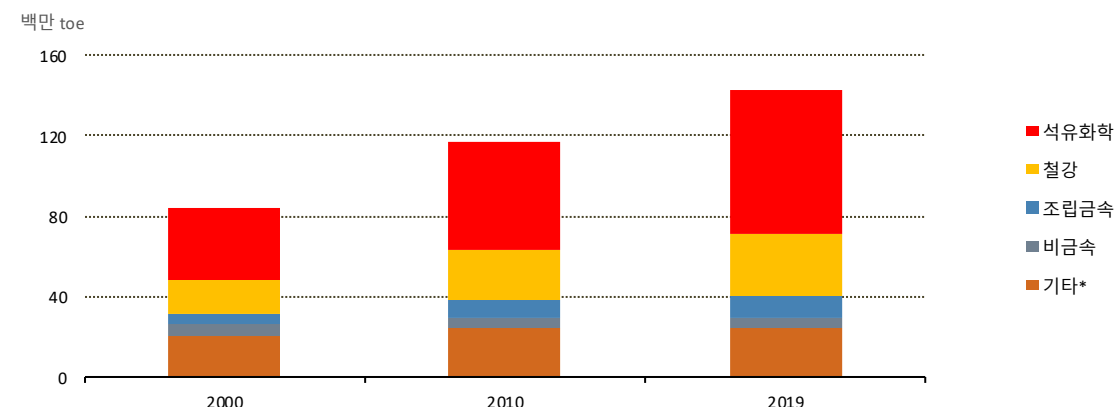
4. 산업 부문

에너지 소비 추이 및 현황

□ 산업 부문 에너지 수요는 2000~2019년 기간 연평균 2.8% 성장하여 143.0백만 toe에 도달

- 2000~2019년 우리나라 경제는 과거에 비해 성장 속도가 둔화되기는 했으나 연평균 4% 정도의 성장세를 기록하였고, 제조업 생산활동도 비슷한 속도로 성장하여 산업 부문 에너지 소비 증가의 원동력이 됨
 - 1990년대 연평균 7.1% 증가했던 국내총생산(GDP)은 이후 증가세가 점차 둔화되어 2000~2019년 기간에는 연평균 증가율이 3.8% 수준에 머물렀으나, 이는 선진국 기준으로 볼 때 여전히 높은 성장률이라 할 수 있음
 - 2000~2019년 기간 제조업의 부가가치는 GDP 성장 속도보다는 조금 느린 연평균 3.7%로 성장하여 서비스업 대비 제조업의 비중이 소폭 축소되기는 했으나 여전히 양호한 성장세를 보임
- 업종별로 에너지 소비를 살펴보면 소비 비중이 높은 석유화학과 철강의 에너지 소비가 2000~2019년 각각 연평균 3.7%, 3.2% 증가하며 산업 부문 에너지 소비 증가를 주도하였고, 반도체 등의 첨단 업종이 포함된 조립금속의 에너지 소비도 연평균 4.3%로 빠르게 증가함
 - 철강업에서는 전기로 업체였던 현대제철이 2010년부터 2013년에 걸쳐 연산 400만 톤 규모의 고로3기를 신규 가동하면서 2010년과 2011년, 2014년의 원료탄 소비가 각각 31.2%, 16.7%, 17.3% 증가하는 등 에너지 소비가 급격히 증가함
 - 시간이 흐르면서 대부분 산업의 성장 속도가 점차 둔화되고 이에 따라 에너지 소비 증가율도 둔화되었으나, 석유화학의 경우 2014년부터 시작된 국제 유가 급락으로 설비 투자가 활발해지며 에너지 소비 증가세가 더욱 빨라짐

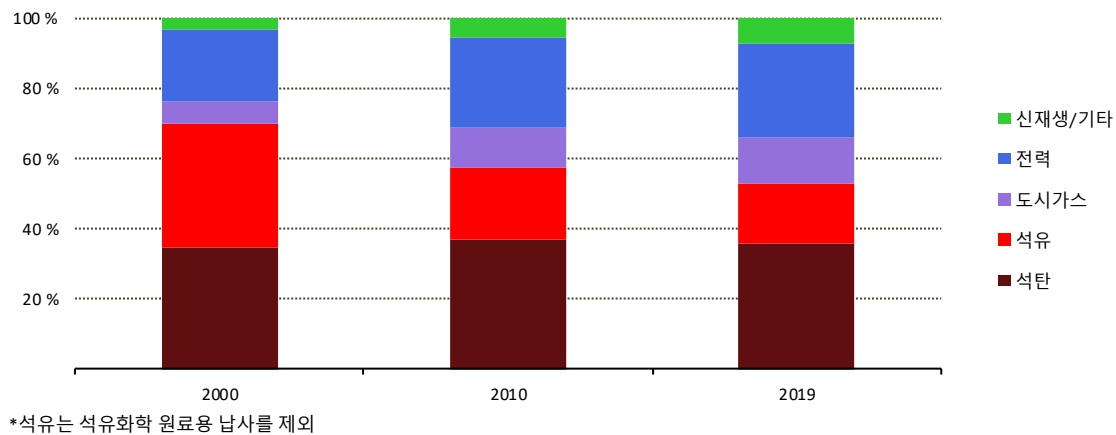
그림 2.17 2000~2019년 산업 부문 업종별 에너지 소비



2020~2045년 에너지 전망

- 산업 부문 에너지 소비 중 석유화학의 원료용 납사를 제외하면²⁰ 2000~2019년 기간 전기, 가스, 신재생에너지의 소비 비중은 확대되고 석탄은 정제, 석유 소비 비중은 절반 수준으로 축소됨
 - 2000년 기준 산업 부문 에너지 소비에서 석탄과 석유는 각각 34.7%, 35.2%, 가스, 전기, 신재생에너지는 각각 6.0%, 20.6%, 3.5%였으나, 2019년에는 소비 비중이 석탄과 석유는 35.7%와 17.3%, 가스, 전기, 신재생에너지는 12.8%, 27.0%, 7.2%를 기록함
 - 산업 전반적으로 꾸준히 전력화가 진행되는 가운데, 우리나라의 수출 주력 업종인 반도체, 통신장비, 조선, 자동차 등 조립금속 업종이 빠르게 성장하며 전기 소비 비중이 높아졌고, 대기오염물질 저감정책 등으로 B-C유 등 석유제품을 가스가 대체하며 가스 소비가 확대되었으며, 신재생에너지 비중도 정부의 보급정책에 힘입어 상승함
 - 석탄의 경우, 연료용 소비는 꾸준히 가스 등 다른 에너지원으로 대체되고 있으나 소비 비중이 높고 대체가 어려운 철강업의 원료탄 소비가 늘어 산업 부문 내의 석탄 소비 비중은 2000년 수준을 유지함

그림 2.18 2000~2019년 산업 부문 에너지원별 소비 비중 변화



- 2000~2019년 산업 부문 부가가치가 연평균 3.7% 증가한데 반해, 같은 기간 에너지 소비는 연평균 2.8% 증가에 그치면서 에너지원단위가 연평균 0.8% 개선되었음
 - 현대제철 당진 일관제철소 가동 및 포스코 설비 용량 확대가 진행된 2010년대 초반은 에너지원단위가 악화되기도 했으나, 이후 반도체 및 통신장비 등 첨단 조립 산업이 성장을 이끌면서 에너지 소비 증가율이 부가가치 증가율보다 낮아졌으며, 석유화학에서 원료용으로 사용되는 납사를 제외하면 2000~2019년 기간 에너지원단위는 연평균 1.1%로 훨씬 빠르게 개선된 것으로 나타남

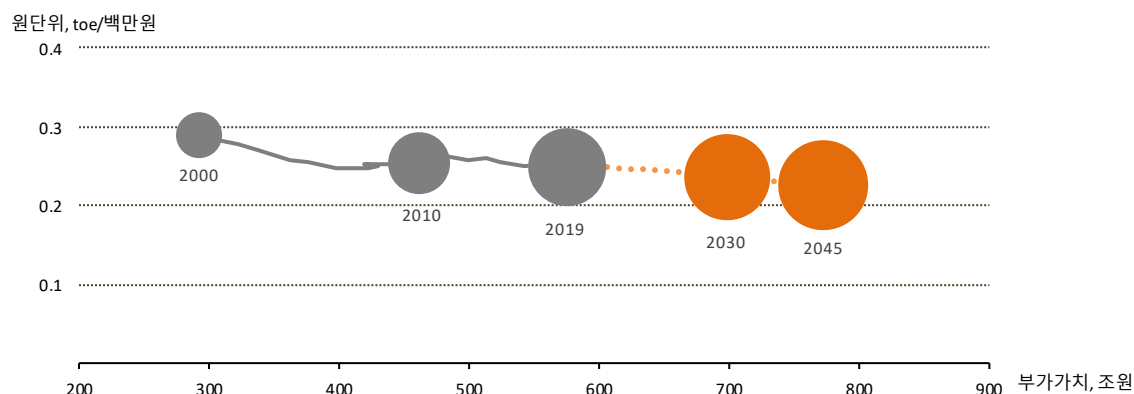
²⁰ 철강의 원료용 유연탄의 경우 코크스 제조에 사용되지만, 코크스 제조 및 사용 과정에서 발생하는 부생가스를 회수하여 연료로 사용하고 또한 자체가 일부 열원으로 이용되기 때문에 에너지 사용으로 포함함

에너지 수요 전망

□ 산업 부문 에너지 수요는 전망 기간 연평균 0.7% 증가하여 2045년에는 172.4백만 toe에 도달

- 경제 성장 속도가 꾸준히 둔화되고 산업 구조에 있어서도 제조업보다 서비스업의 비중이 지속적으로 확대되어 산업 부문의 에너지 수요는 증가세가 대폭 둔화될 것으로 예상됨
- 제조업의 부가가치는 2019년 578.3조 원에서 2045년 775조 원으로 연평균 1.1% 성장하겠으나, 공정 부문의 에너지 효율 개선과 에너지저소비 업종 중심으로의 산업 구조 전환, 각 산업 내에서 꾸준히 진행되고 있는 고부가가치화로 인해 에너지 수요 증가율은 부가가치 증가율보다 낮을 것으로 예상됨

그림 2.19 전망 기간 에너지원단위, 부가가치, 에너지 수요 변화



*연도별 원의 크기가 에너지 수요량을 나타냄

- 부가가치의 증가는 생산량의 증가를 수반하고 이에 따라 에너지 소비도 증가하지만 고부가가치화로 인한 부가가치 증가는 업종에 따라 에너지 수요 증가에 상반된 영향을 미칠 수 있음
- 철강업에서는 고부가가치화가 진행됨에 따라 전기로강 생산이 점차 줄어들고 전로강 생산이 확대되고,^{21,22} 철강제품도 고부가가치화를 위한 후공정 작업이 늘어나면서 에너지 원단위는 악화될 것으로 전망되기 때문에 철강업의 고부가가치화는 에너지원단위를 악화시킬 것으로 예상됨
- 반면, 섬유/가죽 업종의 경우 원자재 생산 중심에서 패션 의류 생산으로 그 축이 이동하고 에너지 소비가 많은 염색 업종이 인건비 및 엄격한 환경 규제 등으로 해외로 공장 이전을 많이 하면서 부가가치 증가에도 불구하고 에너지 소비는 감소하였으며, 이러한 추세는 향후에도 지속될 것으로 보임

²¹ 고철을 재활용하는 전기로강은 불순물 함량이 다소 높아 주로 철근, 각종 형강 등 건축자재와 같은 부가가치가 낮은 제품을 만드는데 사용되는 반면, 철광석과 원료탄을 이용하여 만드는 전로강은 상대적으로 불순물 함량이 낮아 자동차나 전자제품의 외장재 등으로 활용되는 냉연강판 같은 고부가가치 제품을 만드는데 사용됨

²² 같은 양의 조강 생산을 위한 에너지 소비량을 비교하면 전로강 대 전기로강의 비율이 100 대 38 정도로 전로강의 에너지 소비량이 압도적으로 높기 때문에 (이원식, 2004) 전로강 비중의 확대는 에너지원단위 악화의 원인으로 작용함

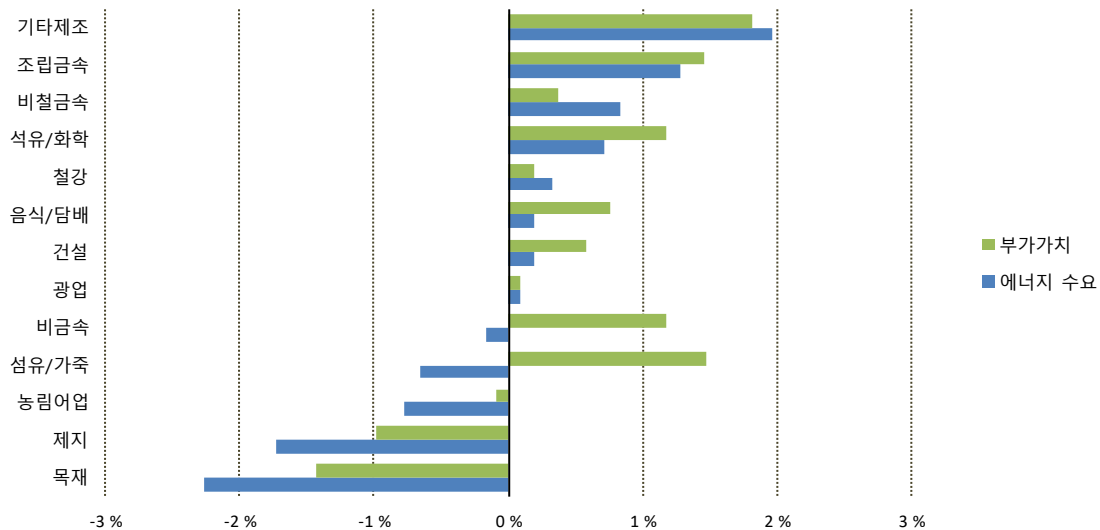
2020~2045년 에너지 전망

- 또한, 자동차제조업의 경우, 전기 자동차 및 수소 자동차 등 친환경 자동차를 중심으로 생산이 재편됨에 따라 부가가치는 크게 증가할 것으로 기대되는 반면, 엔진 및 변속기 제조 공정이 대폭 축소되어 에너지 수요 증가세는 부가가치 증가세보다 훨씬 낮을 것으로 예상됨
- 전망 기간에도 산업 부문의 에너지 효율이 지속적으로 개선되지만 에너지원단위 개선 속도는 과거보다 낮아지는데, 이는 전반적 에너지 효율 개선이 과거에 비해 느려질 수밖에 없고 에너지 소비 집약도가 높은 철강업의 원단위 개선이 정체되기 때문으로 분석됨

□ 조립금속 업종이 연평균 1.3% 증가하며 산업 부문 에너지 수요 증가를 주도

- 전세계적으로 4차 산업혁명이 가속화되며 반도체, 전기, 전자 등의 산업이 우리 경제에서 차지하는 비중이 더욱 확대되고 이에 따라 이러한 업종을 모두 포괄하는 조립금속 업종이 산업 부문 에너지 수요 증가에 미치는 기여도는 더욱 커질 것으로 보임
- 인공지능을 활용한 생산 공정의 자동화, 자율주행 자동차, 사물인터넷, 음성인식 서비스 등 생산과 생활에서 새로운 전자 기기의 수요가 커지면서 전기전자, 반도체, 통신기기 등을 생산하는 조립금속의 에너지 수요가 지속적으로 증가하고 산업 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중도 점차 확대될 것으로 예상됨

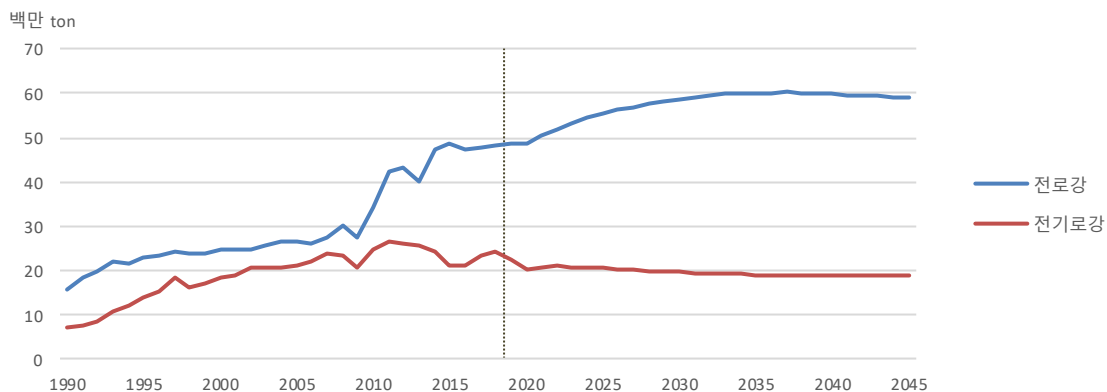
그림 2.20 2019~2045년 업종별 부가가치 및 에너지 수요 연평균 증가율



- 석유정제 및 화학업에서는 정제 과정에서 나오는 B-C유나 잔사유 등 저품질 석유제품을 부가가치가 높은 고품질 석유제품으로 전환하거나 석유화학의 원료로 사용하는 고도화 공정(upgrading process)이 활발하게 도입되면서 부가가치 증가율에 비해 에너지 소비 증가율은 낮은 수준에 머물 것으로 예상됨

- B-C유는 저렴한 가격과 높은 열량 때문에 산업 또는 선박 연료로 주로 사용되었으나, 최근 국내 대기오염저감 정책 강화와 IMO 2020²³ 등 국제적인 규제 조치로 수요가 급감하면서 정유사들이 증유를 경질 석유제품 또는 석유화학 원료로 전환하는 고도화 공정 투자를 증가시키고 있음
- 철강업은 세계적인 공급 과잉, 국내 철강 수요 산업의 부진, 각국의 철강 수입규제 강화 등으로 부가가치 증가율이 연평균 0.2%의 낮은 수준에 머물고 에너지 수요도 연평균 0.3% 증가에 그칠 것으로 전망됨
 - 중국산 철강재의 대량 공급과 중국 경제 성장의 둔화로 인해 전 세계적으로 철강재 공급이 과잉 상태에 있으며 전 세계 경제 성장 전망도 지속적으로 하향 조정되고 있어 전망 기간 철강재 수요 둔화와 공급 과잉 현상이 지속될 전망이다
 - 국내 철강 업계에서는 경쟁력 강화를 위해 제품의 고급화 전략으로 전로강 생산을 늘이는 반면 전기로강 생산은 줄이는 추세가 지속될 것으로 예상되는데, 전기로강보다 전로강의 에너지 집약도가 훨씬 높기 때문에 이런 생산 구조 변화는 철강업의 에너지 수요 증가요인으로 작용함

그림 2.21 전로강 및 전기로강 생산량 추이 및 전망



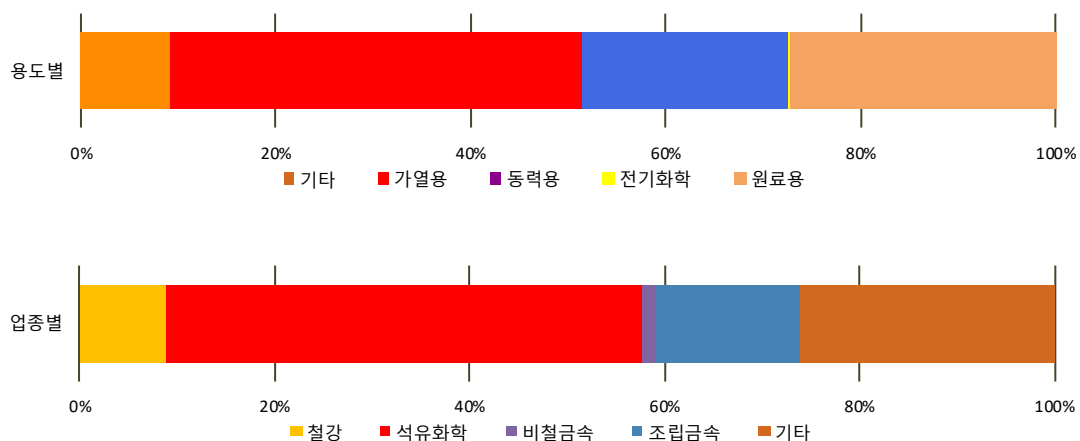
- 비금속 업종 내에서 에너지 소비량이 많으나 부가가치는 낮은 시멘트제조의 비중이 점차 하락하고 반대로 부가가치는 높고 상대적으로 에너지 소비가 적은 유리 및 요업 등의 생산은 증가하면서 업종 전체로는 부가가치는 증가하지만 에너지 수요는 감소할 것으로 전망됨
- 석유화학, 철강, 비금속의 에너지 수요 증가율이 낮아지고 조립금속의 에너지 수요가 빠르게 증가하면서 산업 부문에서 에너지다소비 업종의 비중은 지속적으로 낮아질 것으로 예상되지만, 압도적인 에너지 소비 비중으로 인해 산업 부문 에너지 수요 증가에 대한 기여도는 여전히 높을 것으로 전망됨

²³ 국제해사기구(International maritime organization, IMO)는 2020년 1월 1일부터 선박에 사용되는 연료의 황 함량 상한을 3.5%에서 0.5%로 대폭 강화함

2020~2045년 에너지 전망

- 석유화학, 철강, 비금속 등 3대 에너지다소비 업종이 산업 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 2019년에는 74.8%에 달하나 전망 기간 이들 업종 에너지 수요의 연평균 증가율이 1% 미만에 그치면서 2045년 산업 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 72% 수준으로 하락할 것으로 전망됨
- 하지만 2019~2045년 사이 예상되는 산업 부문 에너지 수요 증가 30백만 toe 중에서 석유화학과 철강이 차지하는 비중은 57.7%를 차지하여 여전히 산업 부문 에너지 수요 증가에 대한 기여도가 높을 것으로 분석됨
- 한편, 석유화학이나 철강 같은 업종의 에너지 수요 증가가 크다는 것은 화석 연료 사용 비중이 높은 가열용 에너지 수요가 많이 증가한다는 것을 의미하며, 주요 업종의 고부가가치화 전략이나 조립금속업의 빠른 성장은 동력용 전기 수요도 향후 산업 부문 에너지 수요 증가의 상당 부분을 차지한 것을 의미함

그림 2.22 2019~2045년 용도별, 업종별 에너지 수요 변화

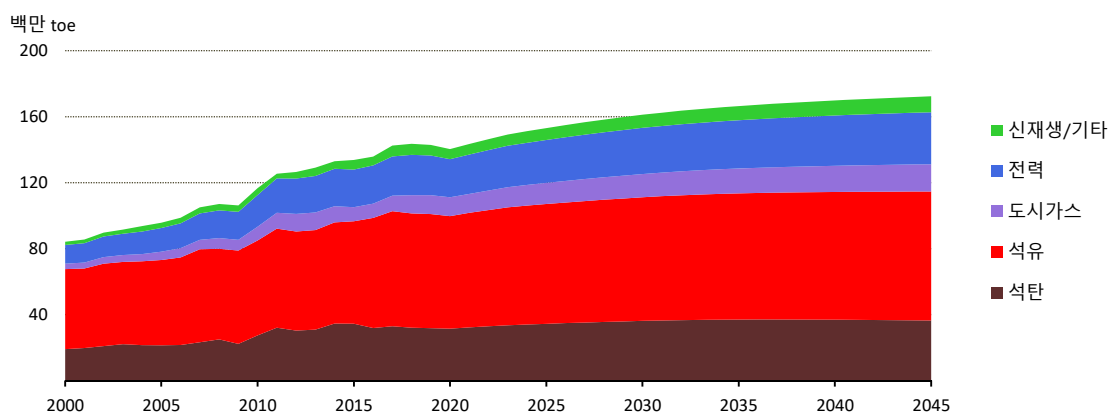


□ 에너지원별로는 전기와 가스가 산업 부문 에너지 수요 증가를 주도

- 전기 소비 비중이 높은 조립금속 업종이 산업 부문 생산 증가를 주도하면서 전기 수요가 전망 기간 연평균 1.1% 증가할 것으로 전망됨
- 2019년 기준 산업 부문 전체 에너지 소비 중 조립금속이 차지하는 비중은 8.0%에 불과하지만 조립금속 에너지 소비 중 전기의 비중은 80.4%에 달하며, 조립금속의 전기 소비는 산업 부문 전체 전기 소비의 38.1%를 차지함
- 따라서 조립금속이 향후 산업 부문 에너지 소비 증가를 주도하면서 전기 수요가 빠르게 증가할 것으로 예상됨

- 한편, 신재생에너지는 정책적 지원에 힘입어 산업 부문 에너지 중에서 가장 빠르게 증가할 전망이다, 폐기물 등 열원으로 주로 사용하는 재생에너지뿐만 아니라 상용자가발전 신재생에너지가 빠르게 증가할 것으로 전망됨
- 현행 통계는 한국전력의 판매 전력을 전기 소비로 집계하기 때문에 상용자가 발전의 증가는 산업 부문의 실제 전기 수요의 증가에도 불구하고 전망 결과로 나타나는 전기 수요의 증가를 둔화시키는 요인으로 작용함

그림 2.23 2000~2045년 산업 부문 에너지원별 수요 추이 및 전망



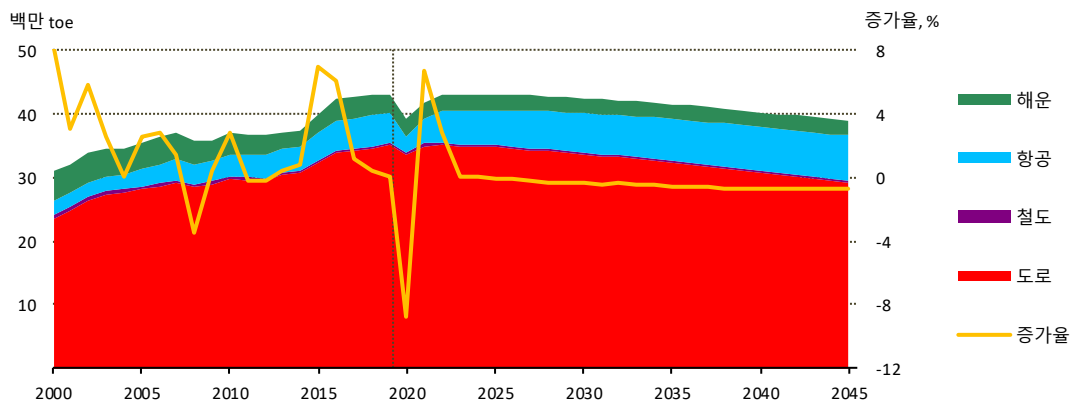
- 천연가스는 전망 기간 아시아 프리미엄이 점차 소멸되며 석유제품 대비 가격경쟁력이 제고되고 미세먼지 대응을 위한 정책적 지원에 힘입어 산업 부문 열 공급원의 역할이 확대될 전망이다
- 가스 수요는 2019년에서 2045년 사이 연평균 1.4% 증가하여 과거 대비 증가율이 크게 둔화하지만 오염물질 저배출 연료라는 장점과 가격 경쟁력 확보에 힘입어 다른 에너지원 대비 빠르게 증가할 것으로 예상됨
- 전기와 가스, 신재생에너지 등 온실가스와 오염물질 저배출 에너지원이 빠르게 확대됨에도 불구하고 대체가 어려운 철강업의 원료탄과 석유화학업의 원료용 석유 수요의 증가로 인해 석탄과 석유의 소비 비중이 2019년 70.7%에서 2045년에는 66.6%로 소폭 하락하는데 그칠 것으로 전망됨
- 탄소 중립 수단으로 고려되고 있는 철강업의 수소환원기술이나 석유화학공정의 이산화탄소 원료 대체 등이 기술적, 상업적 가능성을 확보하게 되면 석탄과 석유의 수요가 급격하게 줄어들 수도 있지만, 기준 시나리오에서는 이러한 미래기술을 반영하지 않았음

5. 수송 부문

□ 친환경 자동차 보급이 빠르게 증가하면서 수송 부문 에너지 수요는 지속적으로 감소

- 수송 부문 에너지 소비는 2000년 30.9백만 toe에서 2019년 43.0백만 toe까지 연평균 1.7% 증가함
 - 1990년대에는 빠른 경제 성장에 따른 물동량 증가, 도로와 교량 같은 교통 인프라의 확대, 대중교통 발달, 자가용 증가 등으로 연평균 8% 이상 빠르게 증가했으나, 2000년대에 들어서서 증가세가 크게 둔화되고 국제유가의 움직임에 따라 변동이 커지는 모습을 보임
 - 2008년 국제 금융위기 시기에는 국제유가 상승과 경기 둔화가 겹치며 에너지 소비가 급감하였고 2014년 하반기 국제 유가의 급락 및 저유가 유지로, 2017년 이후 국제유가 증가세 전환 등에 따라 수송 부문 에너지 소비도 감소와 증가를 반복함

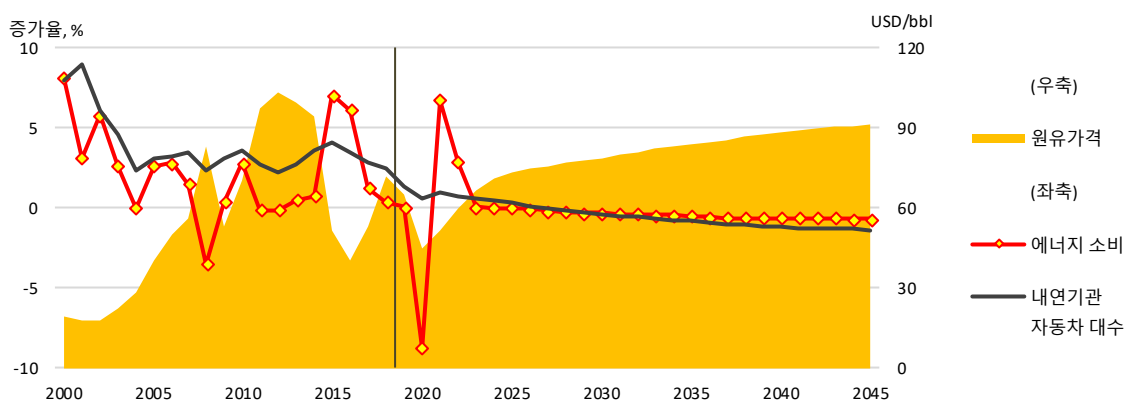
그림 2.24 수송 부문 에너지 소비 및 증가율 추이



- 친환경 자동차 보급 확대와 함께 경유 승용차를 중심으로 한 내연기관 자동차의 감소, 자동차 엔진 효율의 향상, 인구의 정체 및 감소, 여객 및 화물 수요 증가 속도 둔화 등으로 인해 수송 부문 에너지 수요는 완만하게 감소할 것으로 전망됨
 - 코로나19 확산에 대한 방역 조치로 국내에서는 사회적 거리두기를 시행하고 세계적으로는 국가 봉쇄까지 진행되면서 이동 수요가 크게 억제되어 2020년 수송 부문 에너지 소비가 2019년 43.0백만 toe에서 9% 가까이 감소할 것으로 보임
 - 이후 전세계적으로 코로나19 백신 접종이 확대되고 경제 활동이 재개되면서 이동 수요가 회복되어 2022년까지는 2019년 에너지 소비 수준을 회복하지만, 더 이상 증가하지는 못하고 꾸준히 감소하여 2045년 39백만 toe 수준으로 하락할 전망이다
 - 2030년경까지는 SUV, 화물 자동차, 상용차에서 내연기관 자동차가 경쟁력을 유지하면서 보급이 증가하지만, 정부가 적극적인 친환경 자동차 보급 정책을 추진하면서 친환경 자동차가 내연기관

- 자동차를 대체하는 속도가 점차 빨라질 것으로 보이며, 전기 자동차는 내연기관 자동차 대비 연료 효율이 상대적으로 높기 때문에 전기차의 보급 확대는 수송용 에너지 수요의 감소 요인으로 작용함
- 또한, 상당 기간 동안 국제 이동 수요는 정체할 것으로 보여 항공 부문의 에너지 수요는 과거처럼 빠르게 증가하지 않는 것도 수송 부문 에너지 수요 감소에 영향을 미침
 - 한편, 수송 부문 에너지 수요 변화에 큰 영향을 미치는 국제유가는 2020년 코로나19 대유행 기간 동안 크게 하락하였으나 2022년에 배럴당 60불 수준을 회복하고 이후 점차 상승할 것으로 예상됨

그림 2.25 수송 부문 에너지 소비 및 자동차 대수 증가율과 국제유가

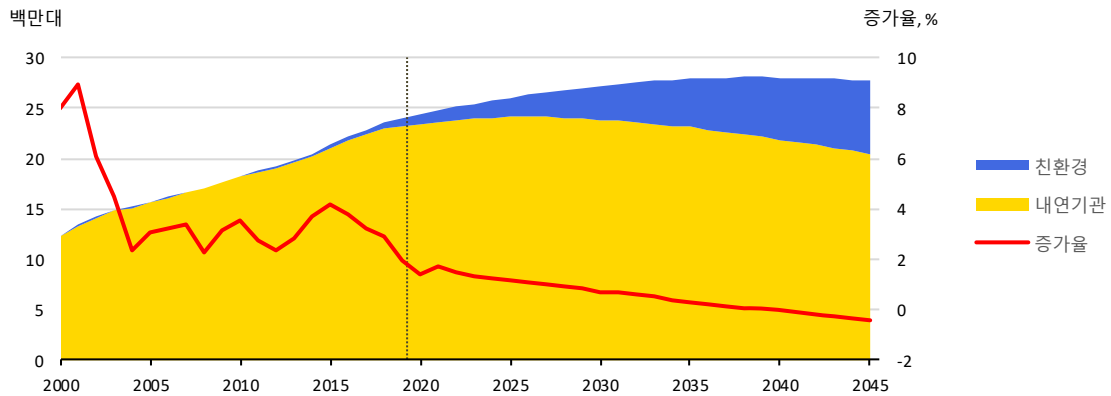


수송 수요 전망

□ 내연기관 자동차 보급은 2025년경에 정점을 기록하고 완만하게 감소

- 경제가 꾸준히 성장하면서 전체 자동차 보급 대수는 전망 기간 꾸준히 증가하겠지만, 정부의 친환경 자동차 보급 정책 등으로 내연기관 자동차가 친환경 자동차로 점차 빠르게 대체될 전망이다
- 2010년대 “클린 디젤”을 내세운 경유 자동차 중심의 수입 자동차 판매 증가, 자동차 제조사의 다양한 신차 출시, 소득 및 생활 행태 변화에 따른 가구당 보유 대수 증가 등으로 자동차 보급이 연평균 3.1% 증가하였으나, 전망 기간에는 포화 보급 수준 근접 및 인구 감소의 영향으로 자동차 보급이 연평균 0.6% 증가에 그칠 것으로 예상됨
- 내연기관 자동차는 미세먼지 저감을 위한 저등급 경유 자동차 운행 규제 및 퇴출 유도 정책 강화, 평균에너지소비효율제도 등에 따른 생산 제약 등으로 전기 자동차 및 수소 자동차에게 시장을 내주면서 2025년경 정점에 도달 이후 보급 대수가 꾸준히 감소할 전망이다
- 친환경 자동차는 자동차 제조사들이 경쟁적으로 새로운 모델을 출시하고, 적극적인 친환경 자동차 보급 확대 지원 정책에 힘입어 전망 기간 연평균 30% 이상 증가하는데, 특히 배터리 전기차(BEV)는 2019년 9.1만 대에서 연평균 40% 정도로 빠르게 증가하며 내연기관 자동차를 대체할 것으로 전망됨

그림 2.26 기술별 자동차 보급과 증가율 추이



주: 친환경 자동차는 전기, 수소 및 하이브리드 자동차를 의미

□ 여객 및 화물 수송 수요는 물동량 증가와 교통 인프라 확대에 힘입어 꾸준히 증가하지만 증가세는 둔화

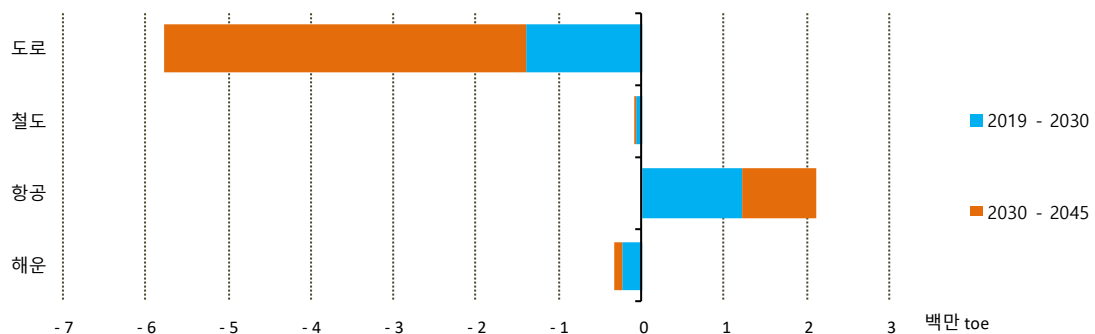
- 사업용 여객 수요는 대중 교통 수단의 확충, 교통 인프라의 확장 등으로 꾸준히 증가하지만 과거에 비해 증가 속도는 크게 둔화될 전망이다
 - 2000~2019년은 저비용 항공사의 등장과 급성장, 고속철도의 개통과 확장, 지하철 노선 확대, 고속도로 연장, 유가 급락 등으로 여객 수요가 연평균 4.9%로 빠르게 증가하였는데, 특히 해외 방문객 증가, 국내외 여행 수요 증가, 신규 취항 노선 증가 및 공항 증설 등으로 항공 여객이 연평균 6.6% 증가하여 수송 부문 여객 수요 증가를 주도함
 - 하지만, 전망 기간 인구 감소와 장거리 여행이 철도와 항공으로 대체되면서 도로 여객이 정체되고, 항공 여객도 연평균 1.6%의 증가로 다른 여객 수단에 비해서는 빠르게 늘지만 코로나19 팬데믹의 후유증으로 해외 여행 수요가 당분간 정체할 것으로 보여 여객 수요는 2019년 516.3십억 인킬로미터 (Passenger-km, PgKm)에서 2045년 662십억 인킬로미터로 연평균 1.0% 증가에 그칠 것으로 전망됨
- 화물 수송 수요는 우리나라 경제가 수출 중심의 성장을 지속하면서 2019년 2.6십억 톤에서 연평균 1.8% 증가하여 2045년 3.8십억 톤에 도달할 전망이다
 - 2000~2019년 사업용 화물 수요는 지역간 간선도로망의 확충, 항만 하역 능력의 증대 등 수송 인프라의 확대와 개선과 택배 서비스 등 새로운 수요의 증가로 연평균 3.2% 증가하였음
 - 전망 기간에는 코로나19 위기 속에서 항공 화물 수송을 통해 경쟁력을 확보한 국내 항공사의 화물 수송이 꾸준히 늘어나고, 수출 중심의 경제 성장과 국내 해운사 지원 등을 통해 해운 화물 수요도 빠르게 증가할 것으로 예상되고, 도로 화물 수요도 물동량 증가와 비대면 배달 서비스 성장에 따른 택배 물량 증가 등으로 증가하겠으나, 철도 화물은 경쟁력이 약화되며 감소할 전망이다

수송 수단 및 연료별 에너지 수요

□ 수송 수단별로는 전망 기간 항공 부문을 제외한 모든 부문에서 에너지 수요가 감소할 전망

- 도로 부문은 내연기관과 비교하여 에너지 효율이 높은 친환경 자동차의 도입이 빨라지면서 2019년부터 2045년까지는 연평균 0.7%, 약 6백만 toe 가량 감소할 것으로 전망됨
 - 2000~2019년 도로 부문 에너지 소비는 자동차 보급과 여행 수요 증가, 도로 여객과 화물 수송 수요 증가 등의 요인과 함께 2015~2016년 저유가, 2018~2019년 유류세 한시 인하 등 가격 효과로 인해 연평균 2.1% 증가함
 - 전망 기간에는 내연기관 자동차 대비 고효율 친환경 자동차 보급 확대, 내연기관의 연비 향상, 환경 규제에 따른 내연기관 자동차의 감소 등으로 도로 부문 에너지 수요가 지속적으로 감소할 전망임
 - 전기 자동차, 수소 자동차 등의 친환경 자동차가 기존의 내연기관 자동차를 빠르게 대체하면서 도로 부문의 석유 수요가 7백만 toe 이상 감소하는 반면, 고효율의 친환경 자동차 확대에 의한 전기 수요는 1백만 toe 정도 증가에 그쳐 전체 에너지 수요는 감소함

그림 2.27 전망 기간 수송 수단별 에너지 수요 변화



- 항공 부문은 전망 기간 동안 국내외 여행과 수송 수요가 지속적으로 증가하고, 전기나 수소와 같은 대체 에너지원 사용이 어렵기 때문에 수송 수단 중에서 유일하게 에너지 수요가 증가할 것으로 전망됨
 - 항공 부문의 에너지 소비는 해외 여행 수요가 증가하고 다수의 저가 항공사가 취항하면서 2000년 2.2백만 toe에서 2019년 4.9백만 toe로 연평균 4.4%씩 빠르게 증가함
 - 하지만, 2020년 항공 운항 편수가 전년도의 절반 정도까지 줄어 들었을 정도로 코로나19의 영향을 가장 크게 받았으며, 2022년까지 항공 이동 수요가 회복되었지만 상당 기간 동안 해외 여행 수요는 예전의 높은 증가세를 회복하기 어려울 것으로 전망됨
 - 그럼에도 불구하고 가덕도 신공항 건설, 제주의 공항 확대 등 인프라 확장과 신규 취항 노선의 증가, 국내외 여행객 및 방문객 증가 등으로 항공 수송 수요가 꾸준히 증가하면서, 에너지 수요가 연평균 1.4% 증가하여 2045년 7백만 toe에 도달할 것으로 보임

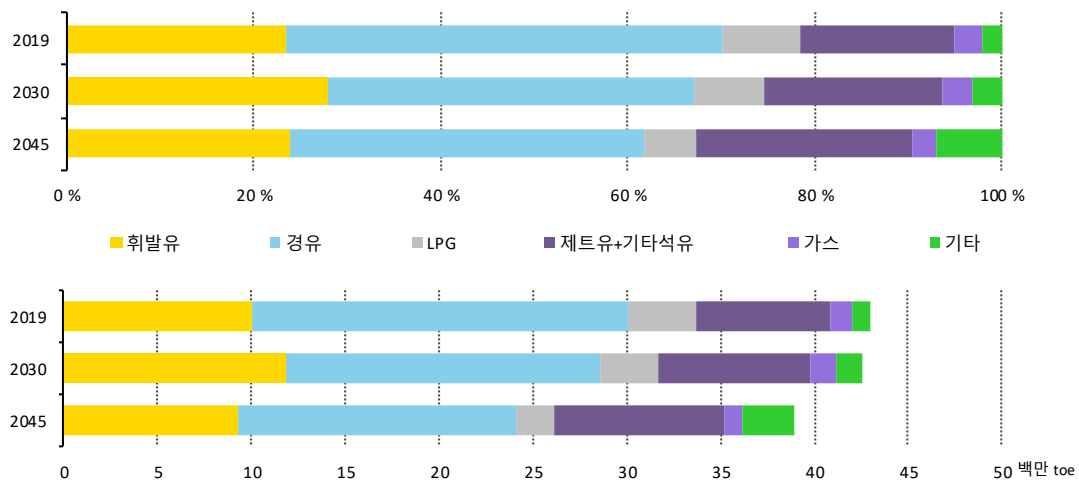
2020~2045년 에너지 전망

- 철도와 해운의 에너지 수요는 전망 기간 동안 지속적으로 감소하여 수송 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중이 줄어들 전망임
 - 철도 부문은 신규 고속철도 노선 확대 등에도 인구 감소 및 화물의 경쟁력 약화, 전동차의 효율 개선 등으로 에너지 수요가 감소함
 - 해운 부문의 에너지 수요는 IMO의 고유황중유 사용 규제에 따른 LNG 선박의 도입 증가, 선박 운행 효율 개선, 기술적 연비 향상, 선박의 대형화 등으로 감소를 지속할 것으로 예상됨

□ 석유가 수송 부문 에너지 소비에서 차지하는 비중은 지속적으로 감소

- 수송 부문 석유제품 소비는 2000~2019년 연평균 1.5% 증가했지만, 전망 기간에는 친환경 자동차의 증가, 자동차 연비 개선, 내연기관 자동차 보급 감소 등으로 인해 꾸준히 감소할 전망임
 - 수송 연료 가운데 가장 큰 비중을 차지하는 경유는 2000~2019년 연평균 2.2%씩 빠르게 증가했지만, 전망 기간에는 미세먼지와 환경 오염물질 저감을 위해 SUV와 화물 자동차를 제외한 경유 자동차의 판매가 둔화 또는 줄어들면서 수요가 연평균 1% 이상 감소할 전망임
 - 휘발유는 2000~2019년 연평균 1.3% 증가했으나, 전망 기간에는 친환경차가 휘발유 사용 내연기관 자동차를 대체해가면서 2030년경에 정점을 기록하고 연평균 0.3% 감소할 전망임
 - 항공유는 2020년 코로나19의 여파에도 신규 취항 노선 확대, 항공 인프라 증가 등에 따른 항공 이용 증가로 전망 기간 연평균 1.4% 가까이 꾸준히 수요가 증가할 전망임
 - 다양한 전기 자동차의 출시, 구매 보조금 지급, 충전 인프라 확대, 충전 기술의 발전 등으로 전기 자동차 보급 대수가 급속히 증가하면서 전기 수요가 연평균 6% 이상 빠르게 증가하지만, 석유 수요가 빠르게 감소하는 것과 비교하여 증가 속도가 상당히 낮을 것으로 보임

그림 2.28 수송 연료별 비중 및 수요

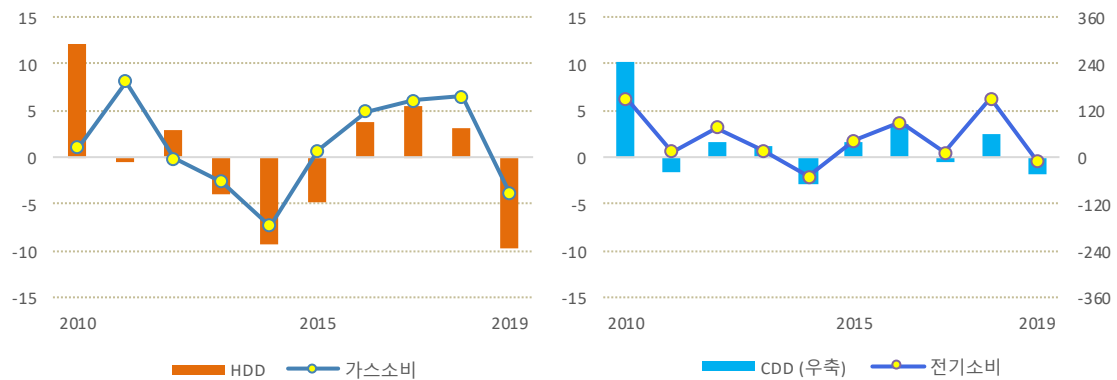


6. 가정 부문

□ 가정 부문 에너지 소비는 2018년 23.3백만 toe로 역대 최고를 기록한 후 다시 감소

- 2002년 22.3백만 toe로 에너지 소비 정점을 기록한 후 감소 추세를 보이던 가정 부문 에너지 소비는 2014년 이후 빠르게 증가하여 2018년 23.3백만 toe로 이전 정점을 다시 추월함
 - 가정 부문 에너지 소비는 2011년 이상 기온으로 인해 냉난방도일이 급격히 늘어나면서 에너지 소비가 전년 대비 3.7% 늘어나기도 했지만 인구 증가 정체, 주택 및 소득 증가율의 둔화, 심야전기 보일러 보급 증진 및 전통 가전기기 보급의 포화 수준 접근 등으로 2002년 이후 2014년까지 연평균 1.1% 감소함
 - 하지만, 2014년 이후 2018년까지 가스 및 지역난방을 중심으로 가정 부문 에너지 소비가 연평균 4.5%로 빠르게 증가하였는데, 이는 에너지 소비 추세의 반전이기 보다는 냉난방도일의 변화로 인한 일시적 상승으로 분석됨 (에너지경제연구원, 2019; 에너지경제연구원, 2020)
 - 가정 부문 에너지 소비에 영향을 미치는 인구수, 주택수, 일인당 소득 등의 증가율은 2014년 이후에도 꾸준히 감소하였고, 가스 난방이나 지역난방 계약 가구의 증가 속도도 2014년 이후 특별한 반전없이 이전 증가 추세를 유지했음

그림 2.29 냉난방도일과 가정 부문 가스 및 전기 소비 전년대비 변화율 (%)



- 2018년 정점에 도달한 가정 부문 에너지 소비는 2019년 온화한 날씨가 찾아오며 에너지 소비가 감소하였으나, 2020년 전세계를 덮친 코로나19로 인해 다시 증가를 기록할 것으로 보임
 - 2019년은 전년대비 난방도일이 9.8% 감소하고 냉방도일은 42.4% 감소하면서 에너지 소비가 감소함
 - 한편, 코로나19는 생산 및 이동을 제약하면서 모든 부문의 에너지 소비를 감소시키는 충격으로 작용했으나 가정 부문의 경우 역으로 재택근무 확산 및 사회적 거리두기 조치로 인해 거주 시간이 늘어나면서 에너지 소비가 증가할 것으로 분석됨

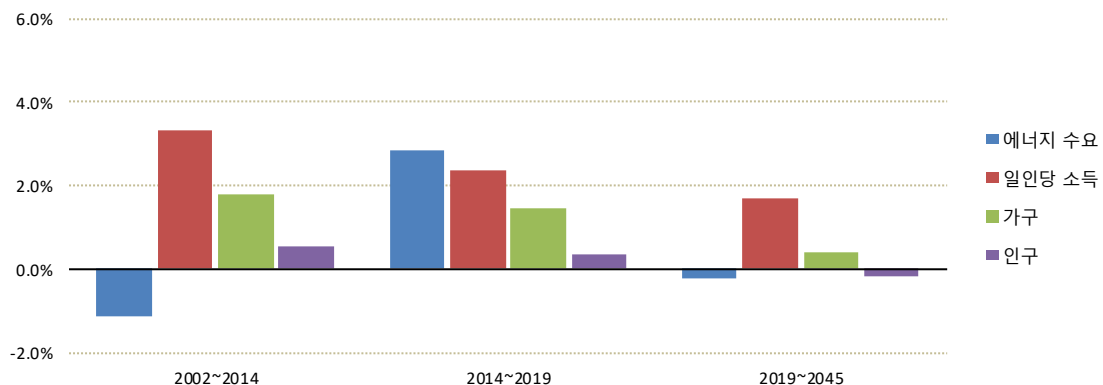
2020~2045년 에너지 전망

- 반면, 한파가 닥친 2011년 가스 소비 폭등으로 지속적으로 감소하던 가정 부문 에너지 소비가 증가하였으며, 폭염 또는 한파가 이어지던 2015~2018년은 가스, 지역난방, 전기 소비가 모두 증가하면서 에너지 소비도 이 기간 증가하는 모습을 보였는데, 일반적으로 폭염보다는 한파가 가정 부문 에너지 소비 변동에 더 큰 영향을 미침
- 2019년 현재 가정 부문 에너지 소비에서 도시가스는 46.6%로 가장 큰 비중을 차지하고, 전기가 26.9%, 석유가 13.6%, 지역난방 10.1%로 그 뒤를 따름
 - 석탄의 비중은 0.8%로 신재생에너지 비중 2.0%보다 낮은 상황이며, 석탄과 석유는 2000년 가정 부문 에너지 소비의 44.5%를 차지하였으나 도시가스 및 지역난방으로 난방/온수 및 취사 에너지원이 대체되면서 2019년에는 그 비중이 14.4%까지 하락함
 - 전기 소비는 2000~2019년 연평균 3.4% 증가하여 2019년 6.1백만 toe에 도달하여, 전력은 도시가스에 이어 가정 부문에서 두 번째로 가장 많이 사용하는 에너지원이 되었음

가정 부문의 에너지 수요는 점진적으로 하락하여 2045년에는 현재보다 다소 감소할 것으로 예상

- 전망 기간(2019~2045년) 인구는 감소세로 전환되고 가구수, 주택수, 소득의 증가세는 둔화되는 반면, 에너지 효율은 지속적으로 개선되면서 에너지 수요는 연평균 0.2% 감소할 것으로 전망됨
 - 인구는 연평균 0.2% 감소하며 가구수는 0.4%, 주택수는 0.7%, 일인당 소득은 1.7% 증가하는데 그칠 것으로 예상되는 반면, 정부의 에너지 효율 개선 정책 및 시장의 에너지 효율 경쟁으로 건물 에너지 성능 및 냉 난방 기기를 비롯한 주요 가전기기의 에너지 효율이 향상되면서 GDP 당 에너지 수요는 연평균 1.7% 하락할 것으로 분석됨

그림 2.30 가정 부문 에너지 수요, 일인당 소득, 가구수 및 인구수 증가율 (%)



- 가구당 에너지 수요나 주택 호당 에너지 수요는 빠르게 하락하지만, 인구 감소, 아파트 비중 상승 등으로 인해 일인당 에너지 수요는 연평균 0.1% 감소에 그칠 것으로 보임

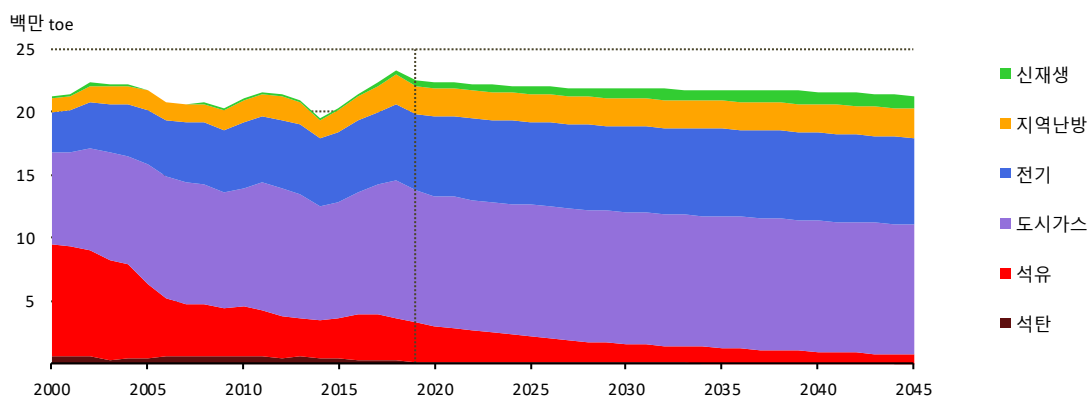
- 총인구의 감소에도 불구하고 1인가구 증가로 가구 수는 전망 기간 동안 증가세를 유지하면서 가구당 에너지 수요는 연평균 0.6% 하락하고, 건물 에너지 성능이 상대적으로 열악한 단독주택 비중이 축소되고 성능이 우수한 아파트 비중이 확대되면서 호당 에너지 수요는 연평균 0.9% 하락함
- 하지만, 가구 소득 증가 및 인구 고령화에 따른 일인당 주택 면적 증가와 가전기기 다양화 및 보급 증가로 인해 일인당 에너지 수요는 가구당 및 GDP당 에너지 수요에 비해 하락세가 작을 것으로 보임

에너지원별 수요

□ 석탄과 석유 수요는 감소, 전기 및 신재생에너지 수요는 증가, 도시가스 및 지역난방 수요는 전년 동월 수준 유지

- 난방/온수 및 취사용으로 사용되는 석탄과 석유가 대부분 도시가스 및 지역난방으로 대체되나, 해당 용도의 에너지 수요 자체가 감소하면서 도시가스와 지역난방 수요는 전년 동월 수준을 유지함
 - 아파트 비중 상승 및 편리성에 대한 요구가 증가하면서 가정 부문 석탄과 석유 소비는 2000~2019년 각각 연평균 5.4%, 5.5% 감소한 반면 도시가스와 지역난방 소비는 각각 연평균 1.9%, 2.3% 증가하였음
 - 전망 기간에는 총인구 감소, 건물 에너지 성능 개선 등으로 난방/온수 및 취사용 에너지 수요 자체가 연평균 0.7% 감소하나, 신규 주택 건설 및 기존 주택의 노후 보일러 교체 수요 등으로 인해 난방/온수 및 취사용 에너지의 에너지원 간 대체 추세는 유지될 것으로 예상됨
 - 그 결과, 전망 기간 석탄과 석유 수요는 각각 연평균 10.1%와 5.5%로 빠르게 감소하지만, 도시가스는 0.1% 감소, 지역난방은 0.01% 증가로 현재와 비슷한 수준을 유지할 것으로 전망됨

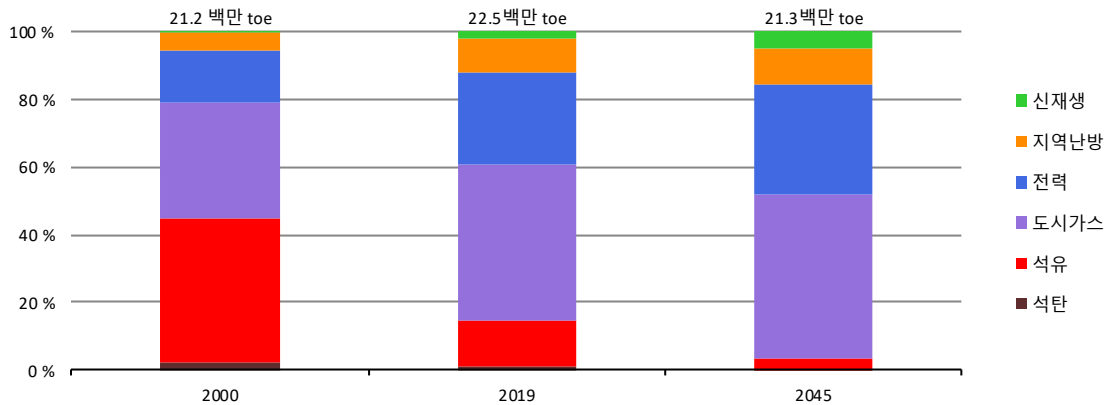
그림 2.31 가정 부문 에너지원별 수요 추이 및 전망



2020~2045년 에너지 전망

- 냉방 수요 및 다양한 가전기기의 보급 확대로 전기 수요는 증가할 것으로 예상되나 증가율은 2000~2019년 연평균 3.4%에서 2019~2045년 연평균 0.5%로 둔화됨
 - 가정용 전기 수요는 냉방 기기를 비롯한 가전 기기의 보급 확대, 전기레인지, 공기청정기, 건조기 등 가전기기 다양화로 인해 증가를 지속하나, 가전기기 효율 향상, 심야전력 보일러 보급 중단, 주택용 태양광 보급 확대²⁴ 등으로 인해 증가세는 과거 대비 둔화할 것으로 예상됨
- 신재생에너지는 경제성이 꾸준히 개선되고 신재생에너지 보급 확대의 정책 기조가 유지되어 전망 기간 연평균 3.3% 증가할 것으로 예상됨
 - 신재생에너지 보급은 설치 여건, 설비 특성 및 잠재량을 종합적으로 고려할 때 태양광 및 연료전지를 중심으로 확대되어 열보다는 주로 전력 수요를 대체할 것으로 판단됨

그림 2.32 가정 부문 에너지원별 수요 비중



- 전망 기간 가정 부문 에너지 수요는 감소하는 가운데 전기 및 신재생에너지 수요는 증가하고 도시가스 및 지역난방 수요는 보합세를 유지함에 따라 도시가스, 전기, 지역난방, 신재생에너지의 비중이 확대됨
 - 석탄과 석유의 대체 현상이 지속되면서 2045년 석탄과 석유 소비의 비중은 5% 미만까지 감소하고 지역난방은 2020년대 중반 석유 수요를 앞지르면서 그 비중이 2045년 10.7%까지 증가할 것으로 예상됨
 - 도시가스는 전망 기간 내내 가정 부문 에너지 수요에서 가장 큰 비중을 차지하나, 비중의 증가세는 2000~2019년에 비해 둔화되어 2045년 48.4%에 그침
 - 전망 기간 전력화 현상이 지속으로 전기 수요는 2045년 6.9백만 toe까지 증가하여, 가정 부문 에너지 소비에서 차지하는 비중이 32.7%까지 크게 확대될 것으로 전망됨

²⁴ 에너지 통계 상 가정용 전기 수요는 한전 전력 판매량을 의미하므로 가정용 태양광 확대는 전기 수요 둔화 요인으로 작용함

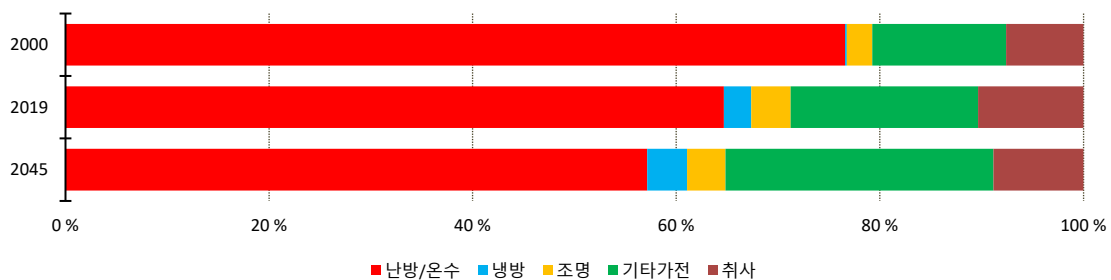
- 신재생에너지 수요의 증가속도는 기저효과로 인해 수요의 증가 속도는 과거보다 낮은 연평균 3.3% 수준이 되겠지만, 2030년대 후반 석유 수요를 앞지르면서 그 비중이 2045년 4.9%까지 증가할 전망이다

용도별 에너지 수요

□ 냉방 및 기타 가전기기용 전기 수요는 증가하지만 난방/온수 및 취사용 에너지 수요는 감소

- 가정 부문 에너지 수요에서 가장 큰 비중을 차지하는 난방/온수용 및 취사용 에너지는 주거 형태의 변화와 주택 단열 및 난방 기술의 발전으로 전망 기간 연평균 0.7% 감소할 것으로 예상됨
 - 난방/온수용 에너지는 2000년 가정 부문 에너지 소비의 77% 정도를 차지하였으나 2019년에는 65% 미만으로 비중이 축소되었으며 2045년에는 60% 미만 수준까지 하락할 것으로 분석되며, 취사용 에너지는 인구 감소 및 소형 가구 증가에 따른 취사 형태 변화 등으로 전망 기간 감소할 전망이다
- 냉방 및 기타 가전기기용 에너지 수요는 2000년 가정 부문 에너지 소비의 13.3%를 차지하는 데 불과하였으나, 2019년에는 21.1%까지 비중이 확대되었으며 2045년에는 30%를 상회할 것으로 전망됨
- 냉방용 전력 수요는 잦은 이상 폭염 발생, 가구 소형화에 따른 소형 냉방기기 보급 증가, 쾌적한 주거 환경에 대한 추구 등으로 전망 기간 연평균 1.3% 증가할 것으로 전망되며, 다양한 가전기기의 보급 확대 및 전력화 현상에 힘입어 기타 가전기기용 전기 수요도 2045년에는 그 비중이 약 34%까지 증가할 전망이다

그림 2.33 가정 부문 용도별 에너지 수요 비중



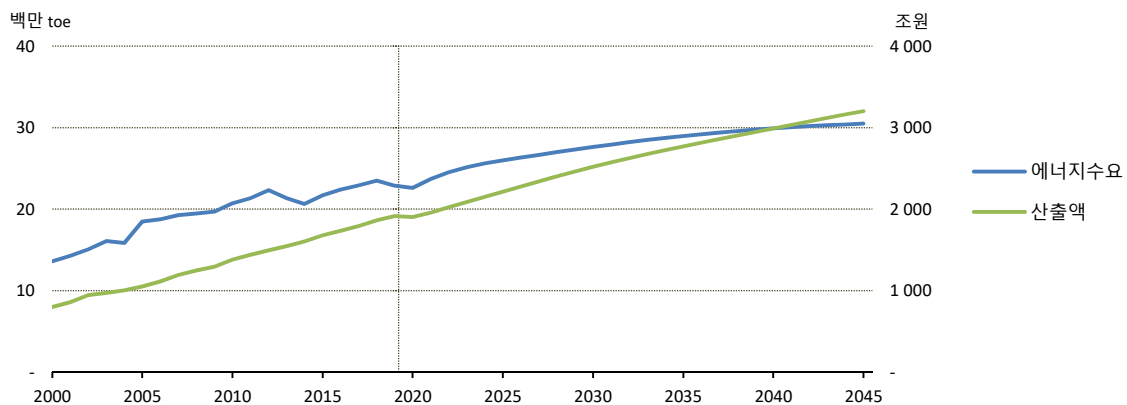
- 조명용 전기 수요는 전망 기간 감소하고 가정 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중은 전년 동월 수준을 유지할 것으로 예상됨
 - 조명용 전기 수요는 2000~2019년 연평균 3.5% 증가했지만, CFL 및 LED 등 고효율 조명기기로의 대체가 가속화됨에 따라 2019~2045년 연평균 0.3% 감소하고, 조명용 전기 수요가 가정 부문 에너지 수요에서 차지하는 비중도 2019년 3.9% 수준에서 2045년에는 3.8% 수준을 유지할 것으로 전망됨

7. 서비스 부문

□ 서비스 부문의 에너지 소비는 빠르게 증가해오다 2010년 이후 서비스업 트렌드 변화로 증가세 둔화²⁵

- 서비스 부문 에너지 소비는 2000년대에 도·소매와 음식·숙박을 중심으로 한 서비스 업종의 양호한 성장에 힘입어 연평균 4.2%로 빠르게 증가해왔으나, 2010년대에는 산출액 증가세 둔화와 가구 구조 및 소비 트렌드 변화 등의 영향으로 연평균 1.1%로 증가율이 하락함
 - 2004년부터 시행된 주 5일제 근무로 인해 주말 여가활동 지출 증가로 음식·숙박에서의 에너지 소비가 점차 증가하였고, 2000년대 대형마트를 중심으로 한 오프라인 유통의 활성화로 도·소매에서의 소비도 빠르게 증가하면서 2000년대의 서비스 부문 산출액은 연평균 5.5%, 에너지 소비는 4.2% 증가함
 - 2010년 이후로는 1인가구 증가에 따른 ‘혼밥’, ‘간편식’ 수요 증가와 직장 내 회식 문화 변화로 외식에 대한 수요가 줄고, 대형마트 중심의 오프라인 유통은 편의점 등 소규모 유통구조로 이동하거나 온라인 유통이 활성화되면서 2010~2019년 산출액이 연평균 3.7%로 둔화됨과 동시에 에너지 소비 증가세도 연평균 1.1%로 빠르게 둔화됨
 - 2011년 9월 15일, 최고 기온이 30도가 넘는 이상 고온 현상으로 최대 전력 수요 예측과 실제 소비가 어긋나면서 지역별 순환 정전을 겪게 되었는데, 이후 정부가 상업 시설의 개문 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 일부 영향을 미침
 - 최근에는 노령인구 증가에 따른 보건·사회복지와 인공지능, 빅데이터, ICT 분야 성장에 따른 정보통신, 온라인 쇼핑 확대 및 물류 시스템의 고도화 따른 운수·보관에서의 에너지 소비가 빠르게 증가하고 있음

그림 2.34 서비스 부문 에너지 수요 및 산출액 추이



²⁵ 서비스 부문은 민간서비스와 공공서비스를 모두 포함하며, 에너지밸런스의 상업 부문과 공공 부문을 의미함

- 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
 - 2006년 난방도일이 11.3% 급감했음에도 에너지 소비는 0.2% 감소에 그치는 등 2000년대는 기온의 영향에도 불구하고 건조한 산출액 증가에 힘입어 높은 에너지 소비 증가세를 보임
 - 그러나 2010년대부터 산출액 증가세가 둔화되면서 기온 변화가 에너지 소비에 미치는 영향력이 높아졌는데, 2010년 에너지 소비의 5.3% 증가는 냉·난방도일 각각 242.6%, 12.1% 증가한 것이 주된 요인이었으며, 2014년에는 냉·난방도일이 각각 66.7%, 9.4% 감소하면서 산출액 증가에도 불구하고 에너지 소비는 2.8% 감소함
 - 2019년에는 산출액이 2.9% 증가하였지만, 겨울철 온화한 날씨로 난방도일이 9.8% 감소하고 극심한 폭염을 겪었던 2018년에 대한 기저효과로 난방도일이 42.4% 급감하면서 에너지 소비는 2.7% 감소함

□ 서비스 부문은 코로나19 이후 에너지 수요가 빠르게 회복되며 2019~2045년에 연평균 1.1% 증가

- 서비스 부문 에너지 수요는 2019년 22.9백만 toe로 전년 대비 감소하였고 2020년에도 코로나19의 여파로 감소하지만 2021년 수요 감소분이 빠르게 회복될 전망이며, 2020년대 중반부터 다시 수요 증가세가 둔화되면서 2045년에 30.5백만 toe에 이를 전망이다
- 전망 기간 서비스업의 산출액은 연평균 2.0% 성장하지만 에너지 수요는 연평균 1.1% 증가에 그쳐 서비스 부문의 에너지원단위가 연평균 0.9% 개선되는 것으로 나타남
 - 에너지원단위가 상대적으로 낮은 보건·사회복지서비스업과 정보통신업 등이 빠르게 성장하면서 부가가치 증가율과 에너지 수요 증가율 간의 차이는 더욱 벌어질 것으로 예상되며, 특히 정보통신업종에서 에너지 소비량이 많은 데이터센터 등은 비용 절감 및 온실가스 저감을 위한 에너지효율 극대화 기술이 발전하면서 에너지 소비 증가세는 지속 둔화될 전망이다
 - 설비 및 기기의 에너지 효율 및 건물의 단열 성능이 향상되고 에너지 절약을 위한 건축물에너지효율 등급 등 다양한 인증제도, 그린 리모델링 지원사업²⁶, 공공기관 에너지이용합리화 정책 등이 지속되면서 서비스 부문의 에너지 절약과 효율 개선이 빠르게 진행될 것으로 보임
 - BEMS 설치 의무화와²⁷ 제로에너지빌딩 제도 의무화²⁸ 등 에너지 효율 증대와 함께 신재생에너지를 활용한 에너지 자가소비 비율을 높이는 제도도 에너지 소비 증가세 둔화에 기여할 전망이다

²⁶ 그린 리모델링 지원사업은 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하기 위해 에너지 효율을 높이고, 온실가스 배출을 낮추어 기존 노후 건축물의 가치를 향상시키기 위한 정책 사업임

²⁷ BEMS(Building Energy Management System)는 건설, ICT, 에너지 기술을 융합 활용하여 건물에 대한 각종 정보를 수집, 분석하여 에너지를 효율적으로 관리하여 주는 시스템으로, 2017년부터 건축허가를 신청하는 연면적 1만 m² 이상의 공공기관 건축물은 BEMS를 의무적으로 설치해야 함

²⁸ 제로에너지빌딩은 단열성능 극대화외부로 손실되는 에너지를 최소화(Passive)하고 신재생에너지를 활용하여 냉·난방 등에 사용되는 에너지를 건물에서 직접 생산(Active)함으로써 필요한 에너지 소요량을 최소화하는 건축물을 의미하며,

- 1인 가구 증가와 결혼 및 출산 감소에 따른 인구 감소 그리고 이에 따른 학령인구 감소 등으로 소비 트렌드가 변화하면서 에너지 소비 행태에도 많은 변화가 발생할 것으로 예상됨
 - 1인가구의 증가와 최근 코로나19의 경험으로 외식이 급격히 감소하고 가정간편식(HMR), 배달음식 등에 대한 수요가 급격하게 증가하였으며 특히 식료품을 온라인으로 구매하는 방식이 보편화되면서 에너지 소비량이 많은 대형마트 등의 오프라인 매장이 앞으로 감소할 것으로 판단됨
 - 장래인구추계에 따르면 인구는 2028년을 정점으로 감소할 전망이고 (통계청, 2019a), 장래가구추계에서는 1인가구의 증가에 힘입어 증가하던 가구수도 2040년을 정점으로 감소할 것으로 전망하였으나 (통계청, 2019b), 2020년 주민등록인구는 신생아 수 감소와 사망자 수 증가의 영향으로 2019년보다 2만 838명 감소하여 추계 대비 인구 정점이 8년이나 앞당겨진 것으로 나타나 서비스 부문의 에너지 수요 전망에도 일부 변화가 발생할 수 있음
 - 결혼 및 출산 감소로 인한 학령인구 감소는 교육 부문 에너지 수요 증가세 둔화를 전인할 전망이다
- 인공지능, 빅데이터, 첨단 로봇 기술의 발달과 코로나19 여파로 인한 비대면 서비스 문화가 보편화되면서 서비스 업종 내 다양한 분야에서 로봇과 인공지능이 인력을 대체하는 경우가 늘며 설비/기기에서의 에너지 소비가 증가할 전망이다
 - 도·소매, 음식·숙박, 보건·사회복지, 운수·보관 등의 업종에서 운송, 접대 서비스, 의료 서비스 로봇에 대한 기술이 빠르게 발전하고 그 수요가 높아지면서 서비스 부문 에너지 수요 증가에 기여할 전망이다

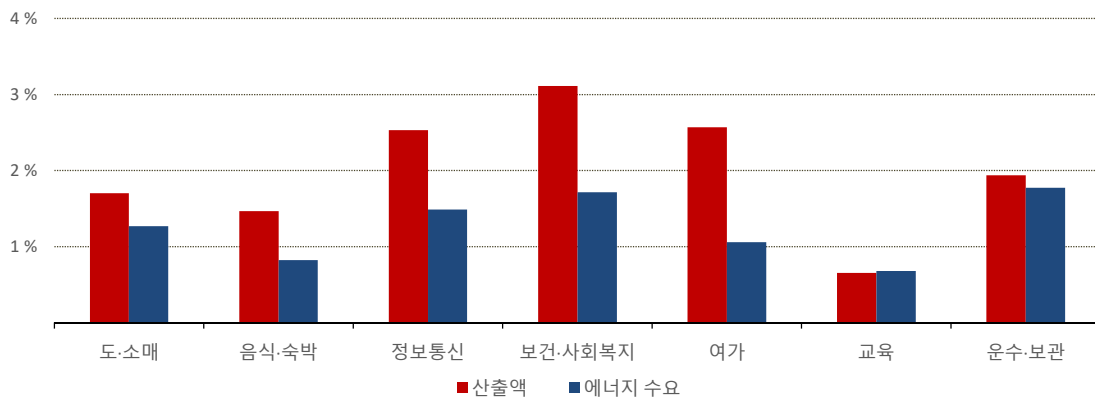
업종별 에너지 수요

- 도·소매와 음식·숙박이 에너지 수요 증가를 주도하는 가운데 운수·보관과 보건·사회복지가 빠르게 증가
 - 전망 기간 성장성이 높은 보건·사회복지, 정보통신을 비롯하여 에너지의존도가 높아질 운수·보관에서 에너지 수요가 빠르게 증가하나 증가량으로는 에너지 소비 비중이 큰 도·소매와 음식·숙박의 증가 기여도가 여전히 높을 전망이다
 - 서비스 부문은 다양한 업종 구성과 업종별 상이한 에너지 소비 특성, 인구 및 가구 변화에 따른 소비 트렌드 변화, 무인화·자동화·비대면화 등으로 인하여 업종별로 에너지 소비 증가 패턴이 상이할 것으로 분석됨
 - 도·소매업은 코로나19로 인해 온라인 시장 경험의 증장년층까지 확대되면서 대형마트 등의 일부 오프라인 유통업이 축소하고 이와 관련한 에너지 소비는 감소하겠으나, 스마트기기를 활용한 점포 무인화와 인력을 대체할 인공지능 로봇의 도입 등은 에너지 수요 증가를 전인할 전망이다

2017년에 인증제를 시행, 2020년에 연면적 1천 m² 이상 공공건축물에 인증을 의무화하였으며, 2023년부터 연면적 5백 m² 이상의 공공건축물로 확대, 2025년에는 민간 건축물(1천 m² 이상)과 30세대 이상의 공동주택에 의무화 됨

- 음식·숙박업은 회식 문화 변화, 1인가구 증가 등에 따른 포장 및 배달이 가능한 간편식에 대한 수요 증가 등으로 식당 규모가 축소되고 미래에는 음식 서빙 등 단순 업무에서 음식 제조까지 인공지능 로봇을 활용한 무인화가 도입되며 에너지 수요 패턴이 빠르게 변화할 전망이다
- 정보통신업은 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등의 발달로 인한 데이터센터 건립 확대와 함께 다양한 동영상 플랫폼의 발달 및 1인 미디어 시대의 확대로 연평균 3.0% 성장하면서 에너지 수요는 연평균 1.5% 증가할 전망이다
- 보건·사회복지업은 인구 고령화에 따른 의료 및 복지 수요 급증 및 일자리 증가로 부가가치가 연평균 3.7% 증가함에 따라 에너지 소비 증가세도 타 업종 대비 높지만, 에너지원단위가 높지 않은 업종의 특성 상 부가가치 증가에 비해서는 에너지 수요 증가세가 높지 않을 것으로 전망됨. 의료용, 헬스케어 로봇 등의 보급으로 기기의 에너지 소비 또한 증가할 전망이다
- 교육서비스는 학령인구(6~21세)가 1980년 1,440만 명을 정점으로 2019년 8백만 명 수준으로 빠르게 감소하였고, 최근 출생아 수도 급격히 줄고 있어 앞으로도 빠른 감소세를 보일 전망이지만, 디지털 장비 보급 확대에 의해 에너지 소비 증가세가 산출액 수준과 비슷할 전망이다
- 운수·보관업에서는 온라인 쇼핑의 보편화로 인해 온라인 도·소매업이 발달하면서 물류센터 등 운수보관업종의 에너지 소비가 빠르게 증가하고 있으며, 미래에는 물류 시스템의 무인 자동화로 로봇이 인력을 대체하며 기기 중심으로 에너지 수요가 빠르게 증가할 전망이다

그림 2.35 2019~2045년 업종별 산출액과 에너지 수요의 연평균 증가율

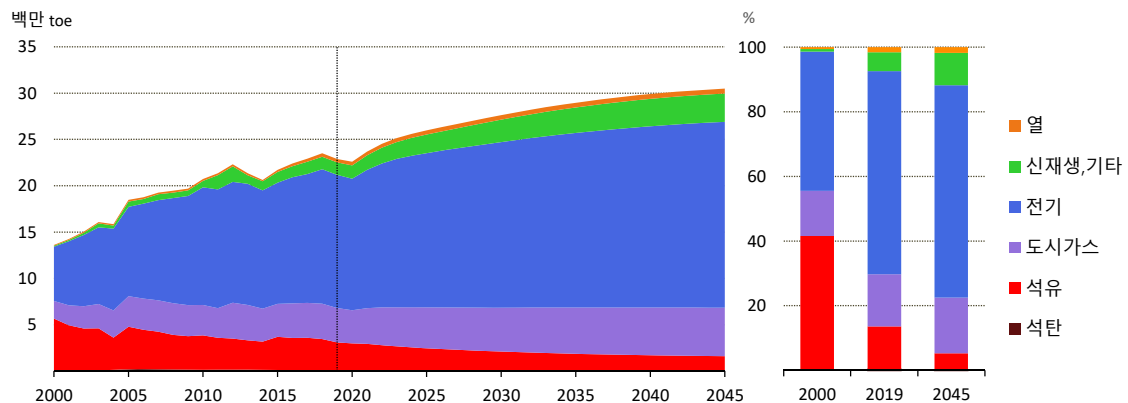


에너지 상품별 수요

□ 전기는 모든 용도에서 빠르게 증가하는 반면 석유는 지속적으로 감소할 전망

- 전기 수요는 냉방, 기기 용도 외에 난방/온수, 취사에서도 일부 전력화가 진행되면서 전망 기간 약 5.7백만 toe 증가하여 서비스 부문 에너지 수요 증가의 75% 정도를 차지하고 서비스 부문 에너지 수요에서의 비중도 2019년 62.8%에서 2045년 65.9%로 3%p 높아질 전망이다
 - 정보통신 및 인공지능 기술 발전에 따른 서비스 업종 전반의 건물 첨단화, 무인화 및 자동화가 이루어지고 로봇 산업 발달에 따른 서비스 로봇의 보급이 확대되면서 서비스 업종의 전기 의존도가 높아지며 전기 수요가 빠르게 증가할 전망이다
 - 최근 건물의 난방에서 전열기구를 사용하거나 음식점 등에서 인덕션을 사용하는 경우가 늘면서 기존의 냉방과 기기에서 난방/온수와 취사 용도에까지 전기 사용량이 증가하는 추세를 보이고 있어 서비스 업종의 전력화를 가속화할 전망이다
 - 그러나 이와 동시에 기기/설비의 효율 증대, BEMS의 보급 확대 등으로 에너지 효율 향상이 진행되고 신재생에너지 보급 확대가 전기 소비를 대체하면서 전기 수요 증가세는 지속적으로 둔화될 전망이다

그림 2.36 서비스 부문 에너지 상품별 수요 추이 및 전망



- 가스 수요는 전망 기간 석유 대비 가격 경쟁력 개선과 가스를 이용한 대형건물의 냉·난방 설비 증가를 기반으로 연평균 1%대 초반의 증가율을 보일 전망이다
 - 가스 소비는 고유가 시기인 2012년에 처음으로 서비스 부문에서 석유를 제치고 전기에 이어 두 번째로 큰 비중을 차지하게 되었으며, 2017년 11월 미수금 회수 완료로 도시가스 요금이 대대적으로 인하된 이후로 그 수요가 빠르게 증가하고 있음

- 전망 기간에는 셰일가스를 기반으로 한 천연가스 수입이 늘어나 석유 대비 가스의 가격 경쟁력이 더욱 개선되면서 석유의 감소분을 지속적으로 흡수하고, 대형건물을 중심으로 가스를 이용한 GHP나 흡수식 냉온수기 등의 냉·난방 수요가 증가하면서 서비스 부문 에너지 수요에서 가스가 차지하는 비중은 2019년 16.2%에서 2045년 17.2%로 상승할 전망이다
- 신재생에너지는 정부의 신재생에너지 보급 확대 정책에 힘입어 에너지원 중 가장 빠르게 증가하여 서비스 부문에서 차지하는 비중이 2045년에 10% 수준에 이를 전망이다²⁹
 - 2000년까지 비중이 1% 미만에 불과하던 신재생에너지는 건물 지원, 지역 지원 사업이 추진되고 공공기관 신재생에너지 설치 의무화 제도³⁰ 시행 및 의무 대상과 공급 의무 비율이 확대됨에 따라 2010년대부터 공공 건물을 중심으로 보급량이 빠르게 확산되어 2019년에 5.8%에 이르게 됨
 - 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
 - 2020년도부터 공공기관을 대상으로 시작된 제로에너지빌딩 의무화 제도가 지속 확대될 예정인데, 이를 실현하기 위해서는 신재생에너지 보급이 수반되어야 하므로 보급이 빠르게 증가할 전망이다
- 과거 주요 난방 에너지로 사용되던 석유는 가스나 전기로 빠르게 대체되었으며, 전망 기간에도 연평균 2.5%의 지속적인 감소를 보일 것으로 전망됨
 - 석유는 1990년대 서비스 부문의 주요 에너지원이었으나 가스와 전력 같은 네트워크 에너지의 보급 확대로 에너지 소비 비중이 2000년부터 전기보다 낮아졌고, 2012년에는 가스보다도 낮아지게 됨
 - 2014년 말 유가 급락으로 인해 2015년에 소비량이 급증하기는 했으나 최근에 다시 감소 기조로 전환되어 2019년에 비중이 13% 수준으로 하락하였으며, 전망 기간에도 유가 상승 등의 영향으로 석유 수요의 감소 추세가 지속되면서 2045년에는 5% 수준에 이를 전망이다

²⁹ 최근 밸런스의 작성방법이 변경되면서 최종 소비에 포함되어 있던 신재생에너지 발전량의 상당량을 전환 부문으로 재분류함에 따라 이전 전망 보고서에 비해 상업·공공 부문 신재생에너지 소비량과 비중이 크게 감소한 것으로 보이는 현상이 발생함

³⁰ 공공기관이 신축·증축 또는 개축하는 연면적 1,000 m² 이상의 건축물에 대하여 예상 에너지 사용량의 공급 의무비율 이상 (2017년에 21%, 이후 2020년까지 매년 3%p 상승)을 신재생에너지로 공급하도록 의무화함

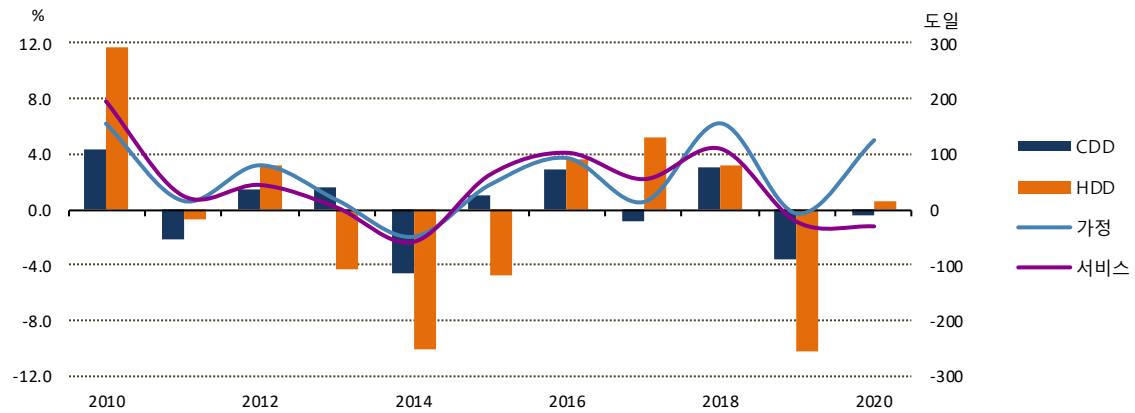
8. 발전 부문

전기 수요

□ 코로나19로 인해 처음으로 두 해 연속 전기 소비가 감소

- 2019년 전기 소비는 전년 대비 1.1% 감소하면서 1998년 IMF 외환위기 이후 처음으로 전기 소비가 감소하였으며, 2020년은 코로나19로 인한 생산 활동 감소로 2019년에 이어 다시 감소가 예상됨에 따라 1980년 에너지 밸런스가 작성된 이후 처음으로 연속 두 해에 걸쳐 감소하는 현상이 발생함
 - 2000년부터 2010년까지 경제 성장 효과에 빠른 전력화 효과가 겹치며 전기 소비가 연평균 경제성장률 4.7%보다 높은 연평균 6.1%의 속도로 증가하였으며, 2010년대 들어서며 경제 성장과 전력화 속도가 둔화되면서 전기 소비 증가율도 하락하였지만 2010~2015년 연평균 2.2%로 다른 에너지 소비 증가에 비해 높은 수준을 유지함
 - IMF 외환 위기 이후 전기 소비가 가장 낮은 증가율을 보였던 때는 2014년으로, 경제성장률의 둔화와 더불어 2011년 지역별 순환 정전 이후의 강력한 수요관리 정책 실시, 2013년 11월 전기 요금 평균 5.4% 인상, 2014년 냉난방도일의 급격한 감소가 겹치면서 전년 대비 0.6%의 증가를 기록함
 - 이후 2016년부터 2018년까지는 여름철 폭염과 겨울철 한파 등 기온 요인으로 전기 소비가 건물 부문을 중심으로 다시 빠르게 증가하여 소비 증가율이 연평균 2.9%로 상승하였는데, 특히 기온 변화의 영향을 많이 받는 건물 부문 전기 소비는 증가율이 높아 기온에 대한 전기 소비의 반응이 커졌으며 이는 2016년에는 주택용 누진요금제 개편의 결과를 가져옴
 - 2019년은 경제 성장률이 전년 2.9%에서 2.0%로 하락하고 냉난방도일도 전년 대비 급격하게 감소하면서 전기 소비 증가가 1.1% 감소하였으며, 코로나19의 영향으로 2020년에도 2% 가까이 감소할 것으로 전망됨
 - 코로나19가 심각하게 확산되면서 우리나라도 대부분의 에너지가 모든 부문에서 감소하였는데, 에너지 소비량이 가장 크게 감소한 부문은 산업 부문이지만 충격이 가장 크게 발생한 부문은 수송 부문으로, 수송 부문은 특히 항공을 중심으로 에너지 소비가 급격히 감소함
 - 전기 소비의 변화도 산업 및 서비스 부문은 생산활동 감소로 인한 전기 소비 감소가 발생하는 반면, 수송 부문은 전기자동차 보급 증가로 인해 전기 소비가 증가한 것으로 분석됨
 - 건물 부문의 경우 서비스 부분에서는 사회적 거리두기가 생활화되고 특히 2020년 하반기 방역이 2.5단계 수준을 유지하면서 5인 이상 모임이나 심야시간 실내 영업을 금지된 데다가 전기 소비 변동에 영향이 큰 냉난방도일도 전년 대비 변화가 별로 없어 전기 소비가 크게 감소하지만, 주택의 경우 재택 근무의 권장과 방역 조치의 일환으로 선제적 자가 격리 등을 하면서 거주 시간이 길어져 냉방도일 감소에도 불구하고 전기 소비가 증가함

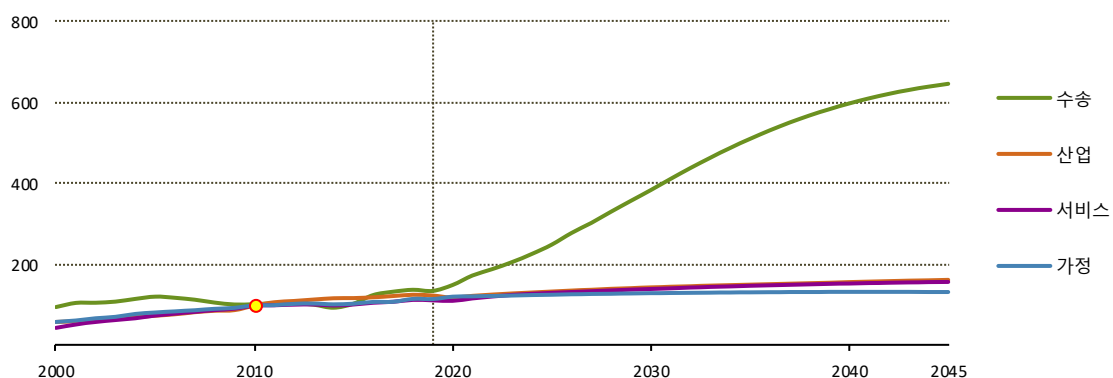
그림 2.37 냉난방도일 변화와 건물 부문 전기 소비 증가율 변화



□ 전기 수요는 코로나19의 충격에서 벗어나 연평균 1.1% 증가하여 2045년에 695 TWh 수준이 될 전망

- 코로나19의 확산으로 2020년은 전기 소비가 크게 감소하지만 이후 경제 회복과 온실가스 감축 노력의 영향으로 전기 수요가 빠르게 증가할 것으로 전망됨
 - 코로나19의 충격으로 생산 활동이 감소하면서 산업과 서비스 부문을 중심으로 2020년 전기 소비가 크게 감소하지만, 방역 노력이 효과를 거두면서 우리나라 경제는 2021년에 코로나19 이전 수준을 회복하고 이후 꾸준히 성장하면서 산업과 서비스 부문의 전기 소비가 증가할 전망이다
 - 전 세계적으로 전기차 보급을 탈탄소 또는 저탄소 사회로 가기 위한 강력한 추진 수단으로 활용하고 있고 우리나라도 전기차 보급이 코로나19 이전의 전망보다 빠르게 보급되면서 수송용 전기 수요가 2019년 2.9 TWh에서 4배 가까이 증가하여 2045년에는 14.1 TWh 수준이 될 것으로 분석됨
 - 가정 부문은 재택 근무의 증가로 코로나19 확산에도 불구하고 전기 소비가 감소하지 않았고 향후에도 가전기기의 종류와 사용이 증가하면서 2040년까지는 전기 수요가 지속적으로 증가할 것으로 전망되지만, 인구 및 가구 감소로 인하여 그 이후는 감소하는 모습을 보일 것으로 예상됨

그림 2.38 최종 소비 부문별 전기 소비 변화(2010=100)



- 1990년대와 2000년대 에너지 소비의 전력화가 빠르게 진행됨에 따라 에너지 최종 소비에서 전기가 차지하는 비중이 2019년 현재 19.3%까지 증가하였고, 전망 기간에는 전력화 속도가 둔화되겠지만 다른 에너지 수요 증가도 하락하면서 전력화는 꾸준히 진행될 전망이다
- 미국, EU, 일본 등 주요 선진국의 경우, 에너지 최종 소비에서 전기가 차지하는 비중은 2018년 기준 각각 21%, 21%, 29% 수준이며 2040년에는 일본이 35%를 넘어서고 미국과 EU가 각각 24%, 29% 수준에 도달할 것으로 전망되고 있음 (국토교통부, 2017)
- 전망 기간 최종 소비 증가율은 연평균 0.5%인데 반해 전기 수요 증가율은 1.1%로 최종 소비 증가의 두 배에 달해 신재생에너지와 더불어 에너지 수요 증가를 이끌면서, 최종 소비 부문의 전력화도 2019년 19.3%에서 2045년에는 22.7%로 상승함

□ 최대 부하 증가율은 전기 수요 증가율보다 여전히 높게 유지되며 2045년은 2019년 대비 35% 이상 증가

- 2019년에서 2045년 사이 최대 부하는 90.3 GW에서 122.6 GW로 상승하여 연평균 1.2%의 증가 속도를 보이면서 같은 기간 연평균 1.1% 증가하는 전기 수요보다 빠르게 증가할 전망이다
- 최대 부하는 전기 소비의 빠른 증가, 이상 기온 발생 빈도 증가와 냉난방 가전기기의 사용 확대 등으로 2000년 41.0 GW에서 2019년 90.3 GW로 두 배 이상 증가하였으며, 최근 들어 전기 소비의 기온 반응이 커지면서 전기 소비 증가와 최대 부하 증가 속도의 차이가 나타나고 있는데 2010년에서 2019년 사이 전기 소비 증가율은 연평균 2.0%인데 반해 최대 부하는 연평균 2.7% 증가함
- 1990년대 이후 줄곧 하계 최대 부하가 발생하다가 2009년 동계 최대 부하로 이동하였으며, 전기 소비 증가율이 낮아진 이후 이상 기온의 발생 여부에 따라 최대 부하가 동계 또는 하계로 바뀌는 모습을 보이고 있음
- 부문별 전기 수요 증가율의 차이는 미래에 전력 계통 시스템이 대응해야 하는 부하 패턴의 변화를 의미하는데, 특히 전기자동차의 보급 확대는 충전 기술과 충전 방식의 발전 방식에 따라 최대 부하에 미치는 영향이 크게 달라질 것으로 분석됨
- 코로나19로 인해 사람들의 활동 패턴도 변하면서 전기 소비 패턴의 변화가 발생했는데, 변화가 두드러진 부문은 가정 부문이며 서비스 부문은 업종별로 변화가 상이하게 나타남
- 가정 부문 단독으로는 미래의 최대 부하에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 보이지만³¹, 시간별 부하에는 영향을 미칠 가능성이 크며 이는 전력 계통의 안정적 운영을 위해 단기 수요 예측에 고려해야 하는 변화임(붙임 2.1 참조)

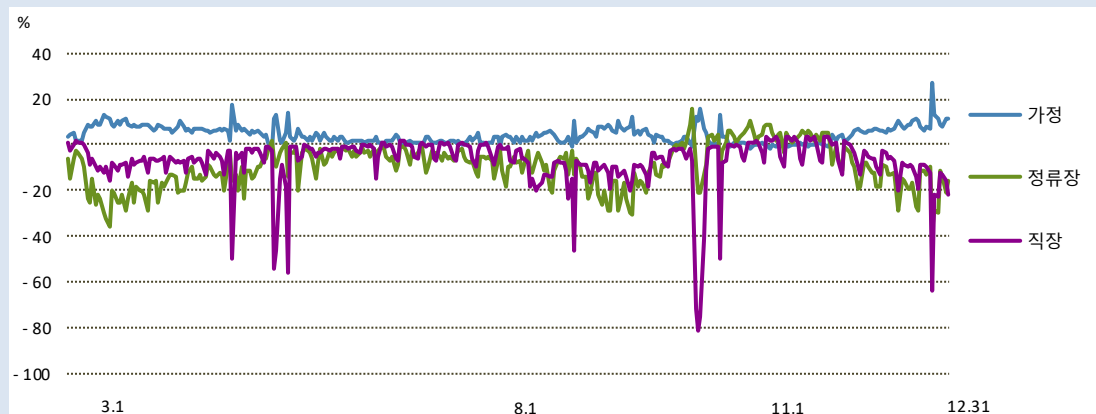
³¹ 유럽의 경우 가정 난방용 전기 히터 보급을 온실가스 감축의 주요 수단으로 삼고 있으며 대부분의 도시에서 건물용 전기 소비 비중이 크기 때문에 가정 부문의 전기 소비 패턴이 미래 부하 패턴에 큰 영향을 미치지만 (Andersen F.M., 외. 2019, Boßmann Tobias, Staffell Iain 2015), 우리나라의 경우 기준 시나리오에서는 전기 난방 보일러의 감소로 가정 부문이 최대 부하에 미치는 영향이 그다지 크지 않을 것으로 분석됨

- 미래 전기 소비 패턴에 큰 영향을 미칠 것으로 보이는 요인은 전기 자동차 보급 확대와 전기 자동차의 충전 패턴으로, 특히 자동차용 전기 요금의 변화, 충전기 규격, 충전기 보급 수준 등에 대한 시나리오에 따라 최대 부하 및 시간별 전기 소비 패턴에 미치는 영향이 다를 것으로 분석됨
- 기준 시나리오에서 전기 자동차는 2019년 약 9만대에서 2045년에는 350만 대 이상으로 증가할 것으로 예상되며, 전기 자동차의 전기 수요는 같은 기간 262 GWh에서 11,265 GWh로 증가하는데, 이러한 전기 자동차 보급은 2045년 최대 부하를 약 2.0 GW 증가시키는 것으로 나타남(글상자 2.2 참조)

글상자 2.1 코로나19 확산으로 인한 시간별 전기 소비의 변화

- 코로나19가 전 세계에 폭발적으로 확산되면서 산업 생산뿐만 아니라 모든 부문에서의 활동이 감소하고 활동의 패턴을 변화시켰는데, 구글의 '코로나19 지역사회 이동성 보고서' (2021)에 따르면 코로나19 확진자 변동 추이와 직장 및 정류장 이용 변화 추이가 상반되게 움직이며 또한 코로나19 발발 이전에 비해 연간 내내 감소하였고, 반면 주거지 활동은 증가한 것으로 나타났음
- 애플의 '이동성 트렌드 보고서' (2021)에서도 운전 및 도보 이동이 상당히 감소하여 비슷한 변화를 보였음

그림 2.39 2020년 주요 거점의 이동성 지표 변화



주: 이동성 지표는 익명 처리된 사용자의 위치 데이터를 사용하여 2020년 1월 3일부터 2월 6일까지 5 주 기간의 요일별 중앙값을 기준으로 해당 요일의 변동 사항을 나타냄

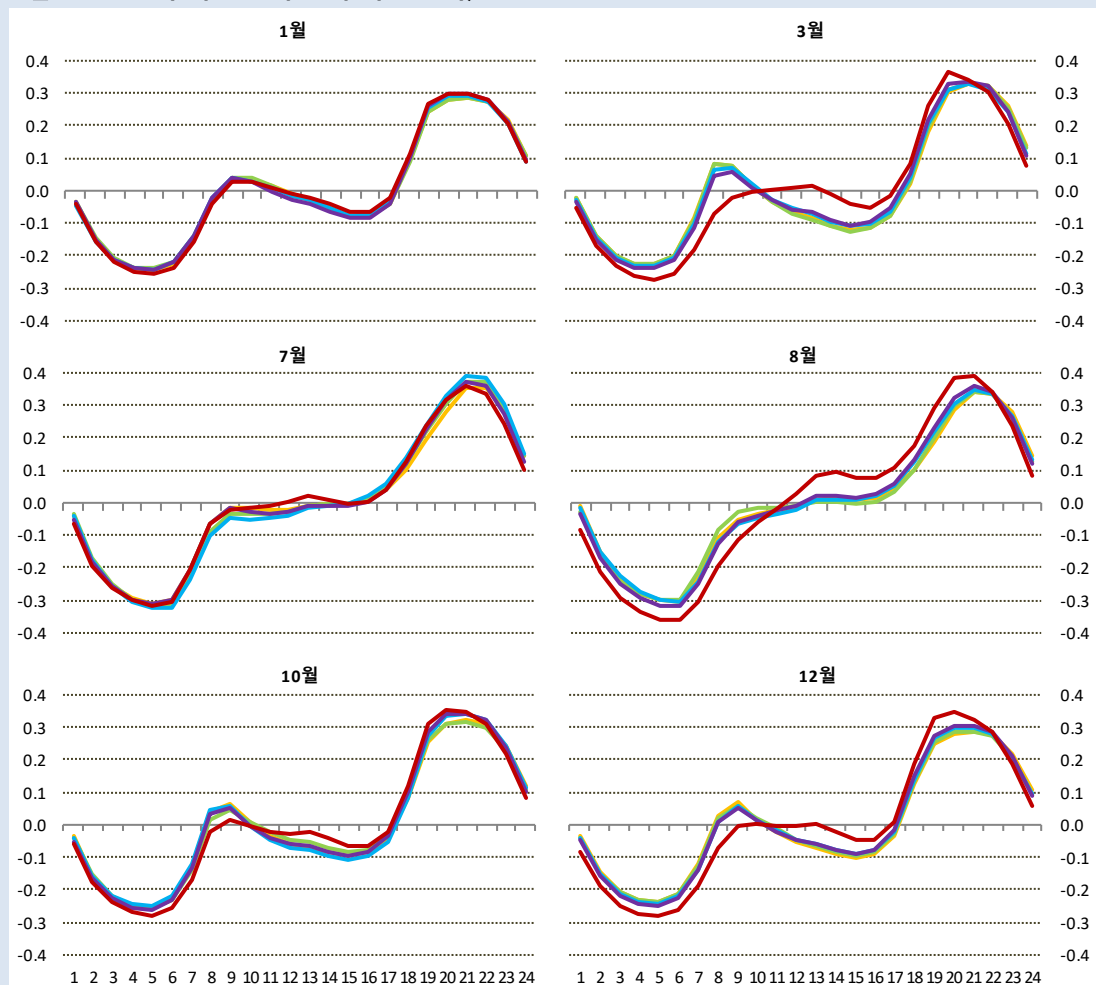
자료: 구글 지역사회 이동성 보고서 (<https://www.google.com/covid19/mobility/>)

- 코로나19의 확산으로 2020년 전기 소비도 산업 부문에서 4.2%, 서비스 부문에서 1.2% 감소하는 등 2020년에는 전년 대비 1.9%의 소비 감소가 발생할 것으로 예상되지만, 이동성 지표에서 볼 수 있듯이 재택 근무와 이동 제약으로 주택 거주 시간이 늘어나면서 가정 부문 전기 소비는 전년 대비 5% 가량 증가하고, 대중 교통 이용의 감소에도 불구하고 전기 자동차 보급이 크게 늘어나면서 도로 부문 전기 소비도 증가할 것으로 전망됨
- 산업 부문에서는 코로나19의 확산이 시간별 소비 패턴에는 별다른 영향을 미치지 않고 부하를 하향 이동시키는 영향을 미친 반면, 가정 부문은 직장에서의 이동이 줄어들고 출근 준비 시간이 단축되면서 오전 9시 이전 전기 소비가

감소하지만 원격 근무로 인해 근무 시간대 전기 소비가 증가하고, 저녁 실외 활동이나 외식 등이 감소하면서 이른 저녁 시간대의 전기 소비도 증가하는 등 전기 소비 패턴의 변화가 크게 발생함

- 가정 부문 전기 소비 패턴의 변화는 코로나19 확산의 정도에 민감하게 반응하였는데, 코로나19 신규 확진자가 없거나 줄어든 시기는(그림 2.40 좌측) 이전 시기 전기 소비 패턴과 거의 동일하지만 신규 확진자가 폭발적으로 늘어나고 방역 단계가 강화된 시기는(그림 2.40 우측) 앞서 설명한 패턴 변화의 모습을 보임

그림 2.40 주택용 전기 소비 패턴 변화, 2016~2020



주: 일평균 부하 대비 차이(%)를 이용하여 월평균으로 계산

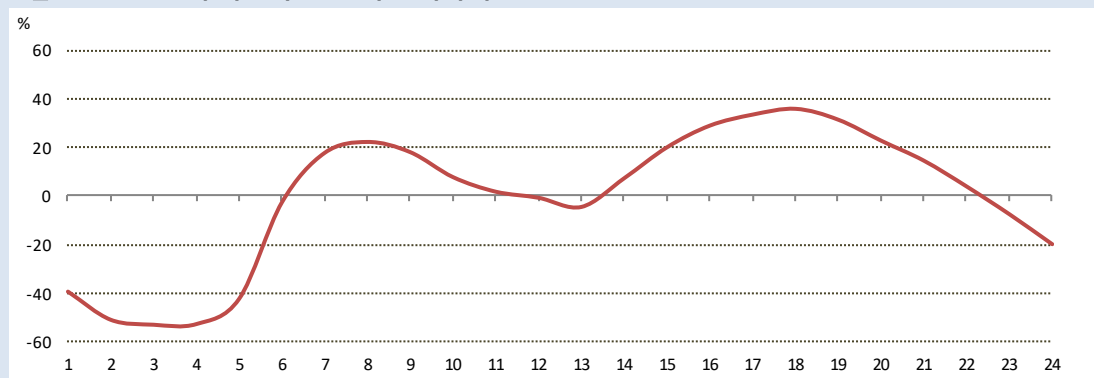
자료: 한국전력

- 코로나19로 인한 가정 부문 전기 소비 패턴의 변화가 장기의 전기 소비 패턴에 영향을 미치기 위해서는 코로나19로 인한 생활 패턴 변화의 지속 여부와 가정 부문 전기 소비의 증가 속도에 달렸는데, 삶의 방식 변화가 일부 유지되더라도 코로나19로 인한 변화는 단기적 충격에 그칠 것으로 보고 있으며, 가정 부문 전기 수요가 전체 전기 수요에서 차지하는 비중은 향후에도 낮은 수준을 유지하고 또한 가정 부문 전기 소비의 최대치가 주로 밤 20~22시 사이에 발생하기 때문에 전력 계통 시스템 전체의 최대 부하를 변화시키지는 못할 것으로 분석됨

붙임 2.2 전기 자동차 보급과 충전 시나리오에 따른 최대 부하의 변화

- 전기 자동차 보급은 수소 자동차와 더불어 수송 부문 온실가스 배출 감축의 가장 강력한 수단으로 정부에서도 2040년까지 플러그인 하이브리드 자동차(PHEV)를 포함하여 전기 자동차 830만 대를 보급하는 것을 목표로 설정한 바 있음 (산업통상자원부, 2019)
- 이러한 전기 자동차 보급 강화 정책 방향의 영향을 받아 기존 시나리오에서도 2045년 순수 전기 자동차(BEV)가 352만 대 수준으로 증가할 전망이며, 전기 자동차의 전기 수요도 11.3 TWh까지 증가할 전망이다
- 전기 자동차는 전력망에 접속하여 전기를 충전하고 운행 시간 동안 전기를 사용하기 때문에 전기 수요가 전력 계통 시스템에 미치는 영향은 전기를 충전하는 패턴과 사용하는 충전기 용량에 의해 결정되는데, 기존 연구에서는 충전 패턴 방식에 대해 거주지 또는 거주지와 근무지의 결합 형태이거나 재생에너지 발전과 연계된 전기 요금제를 이용한 스마트 충전 방식을 시나리오 분석하기도 하고 (BoßmannTobias & Staffelllain, 2015), 극단적으로 밤 시간 고르게 충전하거나 저녁 시간에 집중적으로 충전하는 시나리오를 분석한 경우도 (AndersenF.M., HenningsenG., MollerN.F., LarsenH.V., 2019)도 있음
- 영국과 독일을 대상으로 전기 자동차 보급이 부하에 미치는 영향을 전망한 결과, 2050년까지 영국에는 1,470만 대, 독일에는 2,340만 대의 전기 자동차가 보급될 경우 독일에서는 평일 저녁 시간 부하를 평균 30 GW 증가시키며, 전기 자동차 충전 패턴에 대한 시나리오에 따라 2050년 독일의 계통 부하는 13 GW의 차이가 나며 영국의 계통 부하는 약 8 GW의 차이가 발생하는 것으로 분석되었음 (BoßmannTobias & Staffelllain, 2015)
- ‘2020 장기 에너지 전망’ 기준 시나리오에서는 완속 충전과 고속 충전 방식의 비중을 6:4, 일반 충전 중에서 거주지와 거주지+근무지 비중을 2:8로 가정한 충전 패턴 시나리오를 이용하여 부하에 미치는 영향을 분석한 결과, 출근 시간 전후와 퇴근 시간 전후에 가장 충전을 많이 하며 새벽 시간 충전이 가장 저조한 모습의 충전 패턴이 나타났음

그림 2.41 전기 자동차 충전 패턴 시나리오



주: 하루 평균 대비 시간별 차이를 비율로 나타냄

- 2045년 최대 부하가 발생할 것으로 예상되는 8월 17시 부하에 대해 전기 자동차 충전으로 인한 부하는 약 2.0 GW 기여하는 것으로 나타났으며, 일일 부하 기여는 최저 0.7 GW에서 최대 약 2.1 GW 수준인 것으로 분석됨
- 앞서 설명한 ‘정책 강화 시나리오’의 경우 2045년 전기 자동차 보급은 약 1,790만 대 수준이고 전기 자동차의 연간 전기 소비량은 58.9 TWh까지 증가할 것으로 예상되는데, 이러한 경우 동일 충전 패턴 시나리오 하에서 2045년 최대 부하에 대한 기여는 약 10.6 GW까지 증가하는 것으로 분석됨

발전 설비

□ 빠르게 증가하는 전기 소비의 안정적인 공급을 위해 2000~2019년 발전 설비 용량이 연평균 5.1% 증가

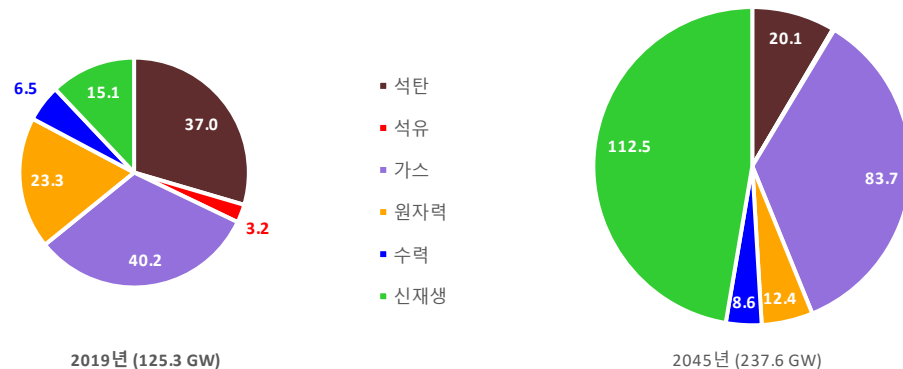
- 그동안의 전력수급기본계획의 핵심 목표 중 하나가 안정적인 전기 공급이었고 전기 소비가 그동안 빠르게 증가하면서 발전 설비 용량도 2000년 48.5 GW 수준에서 2019년에는 125.3 GW 규모로 증가함
 - 2019년 말 기준 발전 설비의 구성은 원자력과 석탄 설비는 각각 23.3 GW와 37.0 GW로 전체 발전 설비의 48.1%를 차지하고 있으며, 40.2 GW 규모의 가스 발전 설비와 3.2 GW 규모의 석유 발전 설비가 있어 화력 발전 설비가 약 64.2%를 차지함
 - 신재생에너지 발전 설비는 2019년 말 기준 약 15.1 GW, 전체 발전 설비의 12.1% 수준인데, 2010년대 들어 연평균 27% 이상의 높은 증가 속도를 기록할 정도로 빠르게 성장하였음
- 전력수급기본계획은 그동안 ‘안정적인 전기 공급’을 최우선 과제로 설정하였으나, 최근 미세먼지와 온실가스 문제가 심각해짐에 따라 “깨끗하고 안전한 에너지믹스로 전환 (산업통상자원부, 2019)” 하기 위해 수요 관리 및 설비 공급 계획에 큰 변화가 생김
 - 2011년 순환 단전을 경험한 이후 전기 공급의 안정성이 더욱 강조되면서 기온 변동성, 설비 건설 지연 등을 고려하여 설비 예비율을 22% 수준까지 끌어올리는 것을 목표로 설정하였고 (산업통상자원부, 2015), 낮은 전기 요금을 통한 물가 안정을 위해 발전 단가가 낮은 원자력과 석탄 발전의 비중을 확대함에 따라, 1990년대 후반에서 2010년대 중반까지 기저 발전량의 비중은 70% 이상의 수준을 유지하였음
 - 하지만, 2016년 9월 12일 경주에서 규모 5.8, 이듬해인 2017년 11월 15일 포항에서는 규모 5.4의 지진이 발생함에 따라 원전 안전성 문제가 고조되었고 미세먼지로 인한 대기 오염이 주요한 사회 이슈로 대두되면서, 발전 부문에서 원자력 설비의 신규 건설 및 계속 운전 불허, 30년 이상 된 노후 석탄 발전소 10기, 3.3 GW 설비의 봄철 가동 중지 및 순차적 폐지, 석탄화력 발전소의 효율 향상, 건설 계획 중인 일부 석탄 발전소의 연료 전환 계획 등을 발표하는 등 (산업통상자원부, 2016; 환경부, 2017) 발전 부문에 대한 정부 정책이 대폭 수정되었음
 - 정부의 정책 방향 전환은 2017년 12월에 ‘재생에너지 3020 이행계획’과 ‘제8차 전력수급기본계획’을 통해 나타났으며 (산업통상자원부, 2017a; 산업통상자원부, 2017b), 이후 2019년 6월에는 ‘제3차 에너지기본계획’을 통해 “깨끗하고 안전한 에너지믹스로 전환”을 5대 중점과제 중 하나로 설정하고 2040년의 재생에너지 발전 비중 목표를 30~35%로 확대함 (산업통상자원부, 2019)

□ ‘제9차 전력수급기본계획’을 반영한 결과 발전 설비는 2019년 125 GW에서 2045년 238 GW로 증가

- 2020년 12월 발표된 ‘제9차 전력수급기본계획’의 설비 건설 일정을 반영한 결과 2034년까지 발전 설비는 196 GW로 증가하고 이후 약 40 GW 이상이 증가하여 2045년에는 총 발전 설비가 238 GW 수준에 도달함

- 정부의 탈탄소를 위한 에너지 전환 정책과 그에 따라 최근 발표된 전력수급기본계획 등에 따르면, 전망 기간 원자력과 석탄 발전 설비 규모는 축소되고 신재생과 가스 발전 설비 용량이 급격하게 늘어날 전망이다
- 신규 유연탄 발전 설비는 건설이 진행 중인 설비를 중심으로 2024년까지 7기, 7.2 GW가 전력 계통에 진입할 것으로 예정되어 있지만, 기존에 운영되고 있는 석탄 발전 설비의 노후화와 미세먼지 및 온실가스 배출 감축을 위한 정부의 탈탄소화 가속화 방침에 의해 2034년까지 총 31기, 13.4 GW의 석탄 발전 설비가 가동 중지되거나 연료 전환할 예정인데, 현재 시점에서는 24기의 설비가 가스로 연료를 전환하는 계획을 밝힘
- 이에 따라 가스 발전 설비는 신규 건설을 포함하여 2034년까지 약 18.1 GW 규모의 설비가 증가하여 2034년 말 기준 59.7 GW 규모의 설비가 가동될 것으로 예상됨
- 한편 원자력 발전 설비는 2021년 7월로 예정된 신한울 1호기부터 2024년 6월로 예정된 신고리 6호기까지 총 4기, 5.6 GW의 설비가 새로 가동되지만, 2023년 고리 2호기를 비롯하여 2034년 한빛 3호기까지 11기, 9.5 GW의 설비가 공급 설비에서 제외될 계획임
- ‘제9차 전력수급기본계획’의 발전 설비 건설 계획의 기초가 2034년 이후에도 지속된다고 가정할 경우 2045년에는 석탄 발전 설비 16.9 GW, 원자력 발전 설비 10.9 GW가 추가로 공급 물량에서 제외되고, 대신 가스 발전 설비가 40 GW 이상 늘어날 것으로 예상됨

그림 2.42 2019년과 2045년의 발전원별 설비 용량



주: 그림의 숫자는 설비 용량(GW)을 나타냄

- 태양광과 풍력 등 재생에너지 발전이 급격히 확대되면서 발전 설비 용량은 전기 수요 증가 속도보다 훨씬 빠른 속도로 증가하여 신재생에너지 발전 설비는 2045년 전체 발전 설비의 절반 가까이 차지할 것으로 예상됨

- 정부의 재생에너지 발전 비중 목표를 달성하기 위해 '제9차 전력수급기본계획'에서도 재생에너지 발전 설비의 보급 목표를 상향 조정하였으며, 그 이후에도 재생에너지 발전 단가의 하락과 청정 에너지 발전에 대한 수요 증가로 재생에너지 발전 설비가 빠르게 증가하면서 신재생에너지 발전 설비는 2019년 15.1 GW에서 2045년 112.5 GW로 급격하게 증가할 전망이다
- 이로 인해 2045년 신재생에너지 발전 설비가 전체 발전 설비에서 차지하는 비중은 47%를 넘어서게 되고 수력을 포함할 경우 신재생에너지 발전 설비는 절반을 차지하게 됨
- 피크 기여도를 고려한 실효 용량으로 환산할 경우 재생에너지 발전 설비는 2019년 3.1 GW에서 2045년 13.5 GW로 증가하는 것으로 추정되어 가스 발전 설비에 이어 두 번째로 큰 비중을 차지하며, 이러한 경우 2045년 총 발전 설비 규모는 약 138.6 GW에 해당함³²

글상자 2.3 '제9차 전력수급기본계획'에서의 발전 설비 변화

- 2020년 12월 산업통상자원부는 원래의 계획 발표 시기보다 1년여 늦게 '제9차 전력수급기본계획(이하 제9차 계획)'을 발표하였는데, '제9차 계획'은 원자력과 석탄 발전의 축소 및 재생에너지 발전 비중 확대라는 '제8차 전력수급기본계획(이하 제8차 계획)'이나 '제3차 에너지기본계획'의 기초를 이어가고 있지만, LED스나 제1회 '푸른 하늘의 날'에 대통령 기념사를 통해 밝힌 기후환경 정책에 대한 정부의 강력한 의지를 반영하여 석탄 화력 발전소를 조기에 가동 중지하고 재생에너지 발전을 더욱 확대하는 내용을 담고 있음
- 정부는 원자력과 석탄 발전 축소에 대한 대안으로 재생에너지 발전 비중을 2030년 20% 수준까지 끌어올리는 것을 목표로 설정하고 2017년 12월 '제8차 계획'을 통해 구체적인 실행 방안을 발표하였으며 (산업통상자원부, 2017b), 2019년 6월에는 '제3차 에너지기본계획'을 통해 2040년의 재생에너지 발전 비중 목표를 30~35%로 확대한 바 있음 (산업통상자원부, 제3차 에너지기본계획, 2019)
- '제8차 계획'에서는 미세먼지 대책과 발전 설비 현황 조사를 통해 22년까지 가동 40년이 넘는 노후 설비 7기를 폐쇄하고 태안1·2호기와 삼천포3·4호기는 천연가스로 연료를 전환하기로 하였으며, 신규 건설 설비 중에서 공정률이 낮은 설비는 제외하고 일부는 천연가스로 연료를 대체하기로 하기로 결정하면서, 2022년까지 유연탄 발전소가 42 GW로 확대되고 그 이후 2.1 GW가 감소하여 2031년에는 39.9 GW 수준이 될 전망이었음
- '제9차 계획'은 2030 NDC(국가 온실가스 감축 목표)와 연계하여 온실가스 감축을 구체화하는 방안으로 가동 기간 30년이 도래하는 석탄 발전기를 천연가스로 연료 전환하기로 하고 나머지 잔여 석탄 발전 설비는 연간 발전량 상한을 제약하기로 하면서 유연탄 발전 설비와 발전량은 급격하게 감소할 예정임
- 구체적인 내용을 살펴 보면, '제8차 계획'에서 폐지 및 연료 전환 일정이 정해진 태안1·2호기까지는 예정대로 진행하며, 기존에 포함되지 않았던 보령5·6호기부터 영흥1·2호기까지 20기, 10.6 GW의 설비가 2025년부터 가동 기간 30년에 도달하는 시기에 맞춰 순차적으로 천연가스로 연료를 전환할 예정임
- 이에 따라 2034년 기준 석탄 발전 설비는 29.0 GW 규모가 가동될 것으로 예상하고 있으며, 이는 '제9차 계획'이 계획하고 있는 전체 발전 설비 193.0 GW의 15.0% 수준임

³² 재생에너지 발전 설비는 피크 기여도나 설비 가동률이 낮기 때문에 발전량 비중에 비해 설비 용량의 비중이나 증가 속도가 매우 빠른데, '제9차 전력수급기본계획'의 자료를 이용하여 계산하면 2034년 태양광과 풍력의 피크기여도는 각각 13.9%, 3.1% 수준이며, 신에너지에 속하는 연료전지와 IGCC는 각각 67.7%와 60.1% 수준인 것으로 분석됨

표 2.3 '제8차 전력수급기본계획'과 '제9차 전력수급기본계획'의 유연탄 발전 설비 건설 계획 비교, 2020~2021

	8 차 계획		9 차 계획	
	신설 (MW)	폐지 (MW)	신설 (MW)	폐지 (MW)
2020	신서천#1 1 000		보령#3** 50	보령#1#2 1 000
2021	고성하이#1#2 2 080 삼척화력#1 1 050	호남#1#2 500	신서천#1 1 000 고성하이#1#2 2 080	삼천포#1#2 1 120 호남#1#2 500
2022	강릉안인#1#2 2 080 삼척화력#2 1 050	보령#1#2 1 000	강릉안인#1 1 040	
2023			강릉안인#2 1 040 삼척화력#1 1 050	
2024		삼천포#3#4* 1 120	삼척화력#2 1 050	삼천포#3#4* 1 120
2025		태안#1#2* 1 000		태안#1#2* 1 000 보령#5#6* 1 000
2026				하동#1* 500
2027				하동#2* 500 삼천포#5* 500
2028				삼천포#6* 500 하동#3#4* 1 000 태안#3* 500
2029				태안#4* 500 당진#1#2* 1 000
2030				당진#3#4* 1 000
2031				하동#5#6* 1 000

* 연료 전환 대상, ** 증설 계획

자료: '제8차 전력수급기본계획 (산업통상자원부, 2017b)', '제9차 전력수급기본계획 (산업통상자원부, 2020)'

- 한편, 원자력 발전 설비에 대한 정책은 변화가 없기 때문에 2029년 폐지되는 월성 4호기 이후 2034년 한빛 3호기가 이전과 동일한 방침에 따라 가동 중지되는 일정에 포함되었음
- 신재생에너지 발전의 경우 2020년부터 2034년까지 풍력, 태양광, 바이오, 폐기물 등 수력을 제외한 신재생에너지 발전 설비가 61.8 GW 증가하는데, '제8차 계획'과 비교하면 2020~2031년 사이 '제8차 계획'은 총 42.6 GW의 신재생에너지 발전 설비 확대를 계획한 반면 '제9차 계획'은 같은 기간 목표를 45.7 GW로 상향 조정하였으며 설비 보급도 '제8차 계획'에 비해 초기에 공급을 더욱 확대하는 것으로 나타남

전기 생산

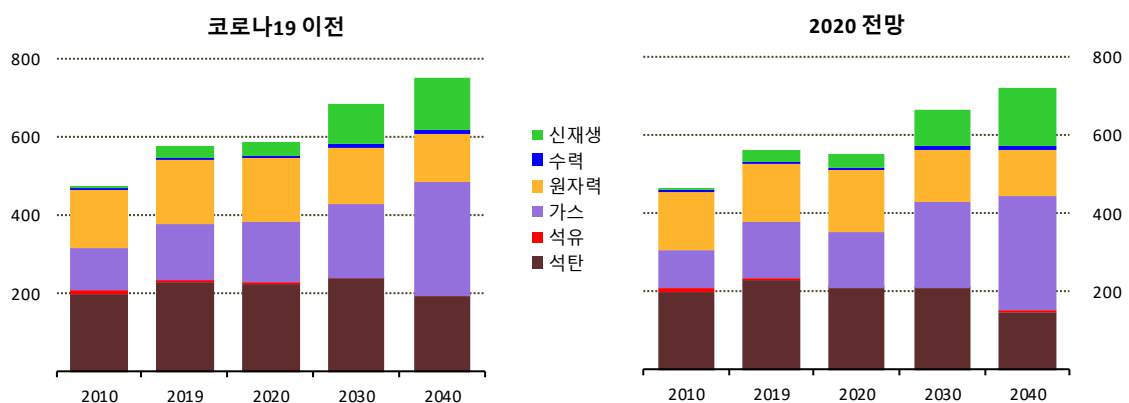
□ 총 발전량은 2019년 563 TWh에서 연평균 1.1% 증가하여 2045년 741 TWh 수준이 될 전망

- 전기 수요가 2019년 520.3 TWh에서 2045년 695 TWh로 약 34% 가량 증가함에 따라 총 발전량도 같은 기간 32% 증가한 741 TWh 수준에 도달할 것으로 전망됨
 - 2020년은 코로나19 확산의 영향으로 전기 소비가 감소하면서 발전량도 줄어든 전망인데, 전기 소비 감소와 함께 '겨울철 전력수급 및 석탄발전 감축 대책'으로 석탄 발전 상한 제약이 전체 석탄

발전기로 확대되면서 발전량의 감소가 대부분 석탄 발전에서 발생하고 원자력 및 신재생에너지 발전이 증가함에 따라 발전 부문의 온실가스 및 미세먼지 배출은 상당히 감소한 것으로 파악됨

- 석탄 발전과 가스 발전은 2019년 전체 발전량 중에서 각각 40.8%와 25.9%를 차지하지만 ‘제9차 전력수급기본계획’ 기간 말인 2034년에는 석탄 발전의 비중이 28.7%로 줄어들고 가스 발전이 32.8%로 증가하며, 이러한 추세는 전망 기간 말까지 이어져 2045년에는 석탄 발전의 비중은 17.9% 가스 발전의 비중은 45.9% 수준이 될 것으로 예상됨³³
- 석유를 포함한 화력 발전의 비중은 2019년 67.2%에서 2034년 61.5%로 감소하지만 이후 석탄 발전의 감소보다 가스 발전이 상대적으로 더 빠르게 증가하면서 2045년에는 63.9%로 다시 상승함
- 한편, ‘제3차 에너지기본계획’에서 ‘분산형·참여형 에너지시스템 확대’를 5대 중점과제 중 하나로 설정하고 ‘제9차 전력수급기본계획’에서 집단에너지 및 재생에너지 발전 비중을 확대함에 따라 소내소비 및 송배전 손실이 2019년 7.4%에서 지속적으로 감소하여 2045년에는 6.1%까지 하락할 것으로 분석됨
- 코로나19 이전의 전망과 비교하면 코로나19 확산으로 인하여 2020년 발전량이 6.1% 감소하며, 2040년의 총 발전량은 약 4.0% 감소하는 것으로 분석됨
 - 코로나19 이전 전망과 비교할 때 2040년 전기의 최종 소비가 3.5% 감소한 것이 총 발전 감소의 가장 큰 이유이며, 또한 소내소비 및 송배전 손실을 감소도 발전량 감소에 영향을 미침
 - 또한 ‘제9차 전력수급기본계획’에 반영된 새로운 발전 설비 건설 계획에 따라 가스 발전량의 증가에도 불구하고 석탄 발전이 급격하게 감소하면서 화석 연료 발전량은 2040년 코로나19 이전 전망에 비해 약 41 TWh가 감소하는 것으로 나타남

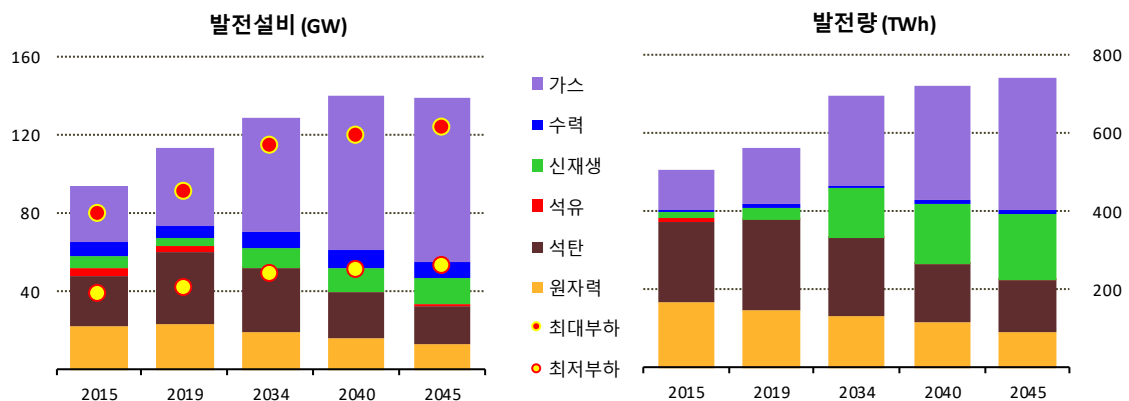
그림 2.43 발전원별 발전량 전망 추이 및 코로나19 이전 전망과의 비교 (TWh)



³³ 발전원별 발전 비중은 발전 사업자의 발전량에서의 비중이며 한전 구매 상용자가 발전량은 제외한 수치임

- 전망 기간 원자력과 석탄 발전의 비중이 큰 폭으로 축소되고 신재생에너지 발전 비중이 빠르게 확대되면서 전기의 공급과 전력 시스템의 유지를 위해 가스 발전의 역할이 더욱 중요해짐
 - 신재생에너지 발전 설비는 2019년 15.1 GW에서 2034년 77.4 GW, 2045년 112.5 GW로 증가하면서 2045년에는 정격 용량 기준 전체 발전 설비의 47.3%(실효 용량 기준 9.7%)를 차지하고 발전량 비중도 22.6%로 늘어날 전망이다 반면, 원자력과 석탄의 발전 설비는 2045년 32.5 GW로 발전 설비에서 차지하는 비중이 13.7%로 감소함
 - 2045년 최대 부하가 122.6 GW로 증가하고 최저 부하도 52.2 GW 수준으로 증가할 것으로 분석되는데, 결과에 따르면 2045년 예비율은 11.5% 수준을 유지하고³⁴, 최저 부하는 원자력, 석탄 그리고 수력을 포함한 신재생에너지 발전 설비(유효 설비 기준)를 합한 수준과 비슷함³⁵
 - 재생에너지 발전 설비의 증가를 태양광 발전이 주도한다는 점이나 수력의 절반 가량을 차지하는 양수 발전이 주로 밤 시간대에 펌핑을 한다는 점 등을 고려하면 그 동안 관행적으로 첨두 부하 발전으로 구분하던 가스 발전도 기저 발전의 일부를 담당하는 역할 확대가 진행될 것이라고 예상됨
 - 또한, 재생에너지 발전의 변동성 및 불확실성을 보완하기 위한 백업 설비의 기능, 석탄 및 원자력으로는 부족할 수 있는 전력 계통 신뢰도 유지를 위한 보조 서비스 제공 등으로 가스 발전 설비의 연간 가동률이 상승할 것으로 보이며, 가스 발전이 총 발전에서 차지하는 비중도 2019년 25.9%에서 2045년 45.8%를 증가할 전망이다

그림 2.44 발전원별 발전설비 및 발전량 전망



주: 신재생에너지 발전 설비는 피크기여도를 고려한 유효 설비 용량

³⁴ '제9차 전력수급기본계획'의 2034년 예비율은 공급 신뢰도 22% 수준을 만족하나 이는 목표 수요를 대상으로 설정되었으며, 본 전망은 2034년까지 전력수급계획의 설비를 사용하고 그 이전 시기의 최저 예비율을 하한으로 설정하기 때문에 전력수급기본계획의 예비율과는 차이가 있음

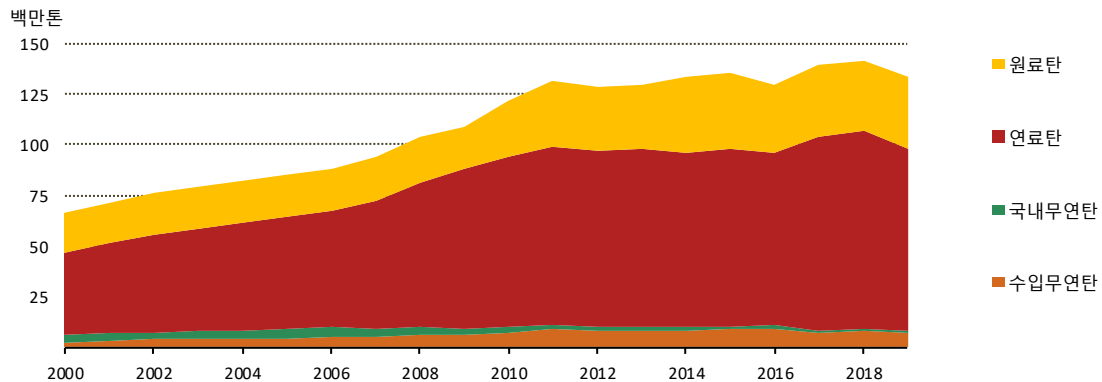
³⁵ 연간 최저 부하 전망치이며 추석 연휴에 발생함. 따라서 평일 최저 부하는 이보다 높은 수준에서 형성될 것으로 예상되며 가스 설비가 평일 최저 부하에서 차지하는 비중은 더욱 늘어날 것으로 예상됨

9. 석탄

석탄 수급 현황

- **2019년 석탄 공급은 유연탄 수입 정체 및 무연탄 수입 감소로 전년 대비 5.7% 하락한 140.5백만 톤 기록**
 - 석탄 공급의 90% 이상을 차지하는 유연탄의 수요 정체되면서 석탄 공급의 증가율은 2000~2011년 연평균 6.2%에서 2011~2019년 연평균 1.3%로 대폭 둔화됨
 - 유연탄 수입은 석탄 화력 발전소의 급증과 2010년 현대제철의 고로 가동으로 2000~2011년 연평균 6.3% 증가하였으나, 2011년 이후 발전용 소비가 정체되면서 연평균 1.7% 증가에 그쳐 2019년 132.7백만 톤을 기록함
 - 무연탄 수입도 모든 용도의 소비가 감소하여 전년 대비 16.4% 하락한 6.9백만 톤을 기록하였으며, 국내 무연탄 생산은 자원 고갈 및 석탄산업 합리화 정책에 따라 완만한 감소세를 꾸준히 유지하며 2013년 이후로는 2백만 톤 아래로 떨어졌으며, 2019년에는 1.1백만 톤까지 감소함
 - 석탄 수입은 139.5백만 톤으로 전체 공급량의 99% 이상을 수입에 의존하는데, 호주에서의 수입이 가장 큰 비중(36.6%)을 차지하며, 인도네시아(22.0%), 러시아(20.6%), 캐나다(8.9%)가 그 뒤를 이음

그림 2.45 2000~2019년 제품별 석탄 공급



- **2019년 석탄 소비는 발전용 소비 감소로 인해 전년 대비 5.3% 하락한 133.0백만 톤 기록**
 - 석탄 소비는 2000~2011년 석탄화력 발전 설비 확대 및 제철용 유연탄 소비 증가에 힘입어 연평균 6.3% 증가하다가 2011~2018년 연평균 1.1% 증가에 그침
 - 2011~2018년 석탄 발전 설비 예방 정기 증가 및 정부의 미세먼지 저감 정책 등으로 설비 용량 증설 대비 발전용 석탄 소비 증가폭이 줄어들어 동 기간 발전용 석탄 소비는 0.9% 증가에 그쳤으며, 산업

부문에서도 글로벌 철강 공급 과잉에 따른 철강 경기 둔화, 중국 저가 철강과의 경쟁 심화, 국내 주요 철강 수요 산업의 성장 둔화 등으로 동 기간 제철용 유연탄 소비가 연평균 1.2% 증가함

- 2019년 발전용 석탄 소비는 크게 감소하고 제철용 유연탄 소비 증가세는 둔화되면서 석탄 소비는 2018년 141.1백만 톤에서 2019년 133.0 백만 톤으로 감소함
 - 2019년 석탄화력 발전 설비 규모는 전년과 유사한 37.0 GW(총 발전 설비의 29.5%)이나, 미세먼지 저감 정책³⁶이 강화되면서 발전용 석탄 소비는 전년 대비 7.6% 감소한 84.8백만 톤까지 하락함
 - 2019년 조강 생산량이 전년 대비 1.5% 감소하는 등 철강 산업 생산이 둔화³⁷되면서 제철용 유연탄 소비도 전년 대비 1.0% 증가에 그친 35.0백만 톤을 기록함
 - 건물용 석탄 소비도 난방/온수 및 취사용 에너지가 도시가스, 지역난방 등 타 에너지원으로 대체되면서 전년 대비 28.9% 하락한 0.5백만 톤까지 감소함

석탄 수요 전망

□ 석탄 수요는 2024년을 정점으로 감소세로 돌아서며 2045년에는 64.6백만 toe 수준까지 하락할 전망

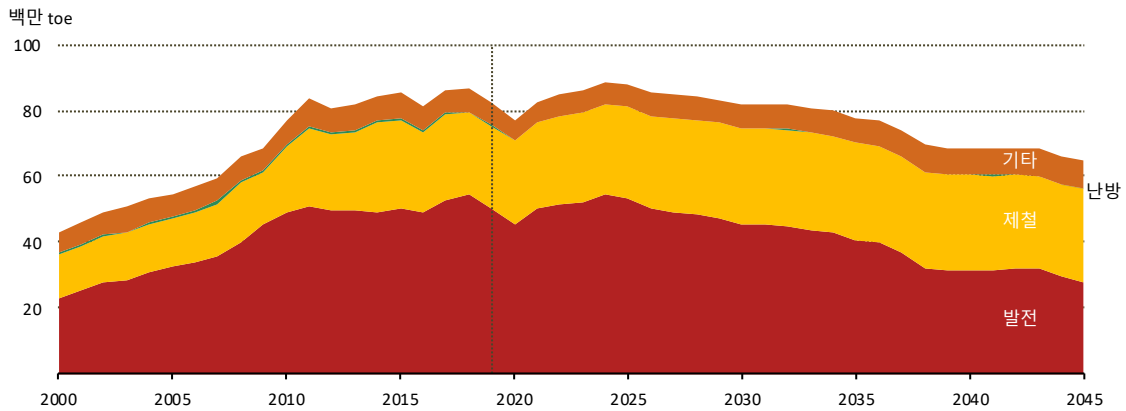
- 코로나19의 영향으로 석탄 수요가 2020년 큰 폭으로 하락하지만 제철용 석탄 수요의 회복으로 2021년은 일시적으로 반등할 전망이다
 - 코로나 19의 영향으로 산업 생산활동이 둔화되고 정부의 미세먼지 대책이 강화됨에 따라 발전용 및 제철용 석탄을 중심으로 2020년에는 석탄 소비가 대폭 감소함³⁸
 - 2021년에는 발전용 석탄 수요는 여전히 감소하는 반면 제철용 석탄 수요가 기저효과 등으로 다소 반등할 것으로 예상됨
- 발전용 석탄 수요는 2024년을 기점으로 본격적 하락세로 전환하여 2019~2045년 연평균 2.2% 감소함
 - 석탄화력 발전 설비는 기존에 계획된 신규 발전소가 증설됨에 따라 2024년에 정점을 기록하지만, 노후 설비 폐지 및 신규 설비 진입 금지 정책으로 인하여 2045년까지는 20.1 GW으로 축소됨
 - ※ 제9차 전력수급기본계획(2020년 12월)은 2034년 석탄 발전 설비 규모를 29.0 GW(정격용량 기준)로 전망하였으며, 2030 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위해 노후 석탄 설비(30년 가동) 24기를 폐지하겠다고 발표
 - 이에 따라 발전용 석탄 수요는 2024년 54.3백만 toe까지 증가한 후 감소세로 전환되어 2045년에는 28.1백만 toe까지 하락할 것으로 예상됨

³⁶ 노후 석탄 발전소 조기 폐쇄(영동2호기, 2019년 1월) 및 2019년 봄철(3~6월) 가동 중지, 예방정비 집중 시행, 미세먼지 계절관리제에 따른 겨울철(2019년 12월~2020년 2월) 석탄 발전 감축 시행 등의 조치 시행

³⁷ 철강 산업의 2019년 생산은 자동차, 건설업 등 내수 위축, 수출 둔화, 수입(중국산) 확대로 전년 대비 2.2% 감소(e-나라지표, 2021)

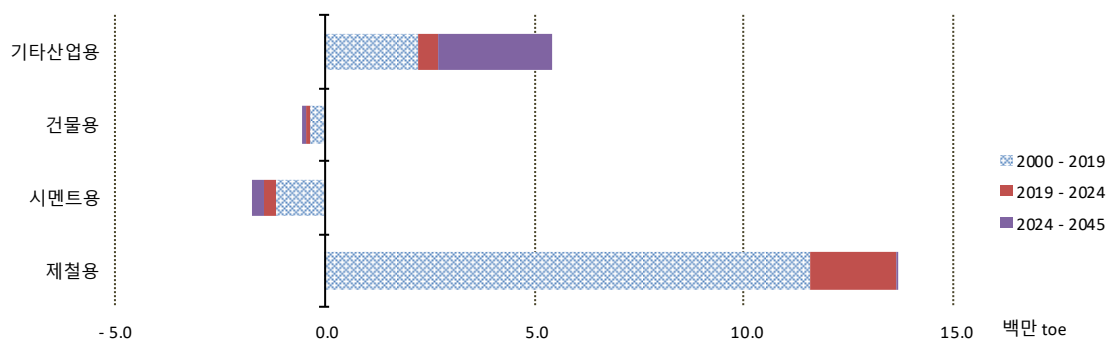
³⁸ 에너지통계월보 (2021)에 따르면 2020년 10월 기준으로 석탄 소비는 전년 대비 5.5% 감소한 것으로 집계됨

그림 2.46 용도별 석탄 수요 추이 및 전망(2000~2045년)



- 최종 소비 부문의 석탄 수요는 2030년대 후반에 정점을 기록한 후 감소세로 전환하나, 전망 기간 전체로는 증가폭이 감소폭보다 커 2019~2045년 연평균 0.5% 증가가 예상됨
 - 최종 소비 부문의 석탄 수요 변화를 견인하는 요인은 제철용 유연탄 수요로, 제철용 유연탄 수요는 세계 철강 시장 경쟁 심화, 철강 생산 증가세 둔화 및 신소재 개발 등으로 인해 2030년대 중반 정점 기록 후 감소세로 전환하여 2045년 28.1백만 toe 수준을 기록할 것으로 보임³⁹
 - 반면, 시멘트 제조용(클링커 생산용) 석탄 소비는 건설 경기 둔화 및 신소재 개발 등으로 2019년 정점 기록 후 전망 기간 연평균 1.1% 감소하여 2045년 1.8백만 toe까지 하락함
 - 건물 부문의 석탄 수요는 난방/온수 용도로 일부 사용되었던 연료가 꾸준히 타 연료로 대체되며 전망 기간 연평균 10.1% 감소할 것으로 예상됨

그림 2.47 최종 소비 부문 용도별 석탄 수요의 기간별 변화

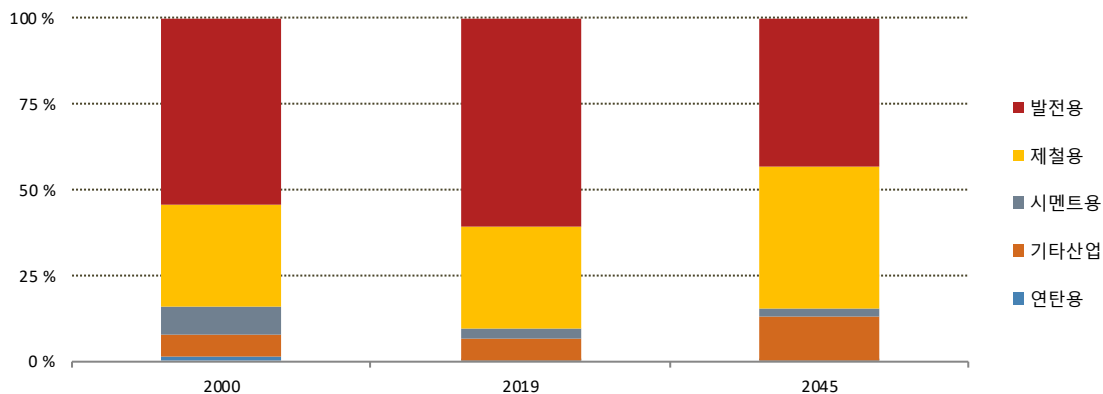


³⁹ 기후 위기 대응 차원에서 제철용 유연탄 소비를 줄이기 위해 수소환원제철공법 등 친환경 제철 기술에 대한 관심이 커지고 있으며, 2021년 1월 국내 6개 철강 기업은 에너지효율 개선 및 수소환원제철 기술 등의 개발을 통해 2050 탄소 중립 목표를 달성하겠다고 선언한 바 있으나, 기준 시나리오에서는 탄소 중립 목표가 반영되지 않음

□ 석탄 수요에서의 발전용 비중은 17.5%p 하락하는 반면 산업용 비중은 17.7%p 상승

- 산업용 석탄 수요는 2019년 대비 4.7백만 toe 증가하며 2045년에는 석탄 수요의 56.4%를 차지할 것으로 예상됨
 - 제철용 유연탄을 중심으로 산업용 석탄 수요가 증가하여, 2045년 제철용 유연탄 수요는 2019년 대비 2.8백만 toe 증가하여 석탄 수요에서 제철용 유연탄이 차지하는 비중은 12.7%p로 상승함
 - 세계 철강 시장의 공급 과잉, 신소재 대체 등으로 조강 생산의 증가세가 과거 대비 크게 둔화할 것으로 예상되지만, 철강 산업의 고부가가치화 등으로 인해 전로강 비중이 확대되면서 조강 생산량에 비해 유연탄 수요는 다소 빠르게 증가할 것으로 예상됨⁴⁰
 - 한편, 시멘트용 석탄 소비 비중은 전망 기간 수요 감소로 2019년 2.9%에서 2045년 2.7%까지 하락함
- 발전용 석탄 수요는 미세먼지 및 온실가스 감축을 위한 정책 노력 강화로 인해 비중이 큰 폭으로 하락함
 - 발전용 석탄 소비 비중은 2000년 54.2%에서 전기 수요 증가와 석탄화력 발전 설비 증설로 2019년 61.0%까지 확대되었으나, 전망 기간 석탄화력 발전 설비 축소, 석탄 발전량 상한 제약, 원가연계형 전기요금제 시행⁴¹ 등으로 17.5%p 이상 하락할 것으로 전망됨
- 연탄용 석탄 수요 비중은 2019년 0.2%에서 전망 기간 수요 감소로 2045년 0.0%까지 축소될 전망이다

그림 2.48 주요 용도별 석탄 수요 비중



⁴⁰ 전기로강은 고철(스크랩)을 전기로에서 용융하여 생산되는 조강으로 주로 저가용 철근 등에 이용되며, 전로강은 철광석, 원료탄, 석회석을 고로에서 용융하여 생산되는 조강으로 고급 철강제품을 만드는데 쓰이는데, 전망 기간 철강 산업의 고부가가치화 등으로 전로강의 비중은 크게 확대되는 반면 전기로강의 비중은 하락할 것으로 예상됨

⁴¹ 연료비 및 기후환경 비용 등 원가 변동을 반영하는 원가연계형 전기요금제가 2021년 1월부터 적용되는데, 이에 의하면 전력량 요금에 포함되어 있는 기후 환경 관련 비용을 별도로 분리하여 소비자에게 고지하며, 향후 전기요금 총괄원가에 따른 요금 조정 요인을 산출하는 과정에서 기후 환경 비용의 변동분도 포함하여 조정 필요성과 수준을 검토하게 됨. 석탄은 다른 발전용 연료에 비해 기후 환경 비용이 높기 때문에, 원가연계형 전기요금제 시행은 장기적으로 발전용 석탄 수요를 감소시키는 요인으로 작용함

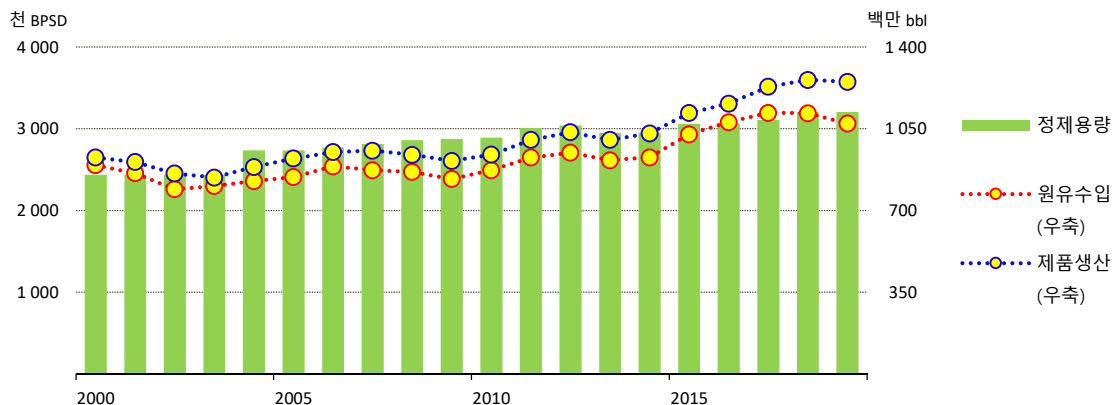
10. 석유

석유 수급 현황

□ 한동안 정체되었던 원유 수입과 석유제품 생산은 2010년대 중반 유가 하락으로 빠르게 증가

- 2000년 이후 9억 bbl 수준에서 정체되었던 원유 수입은 2014년 하반기 유가 급락으로 수송용 소비가 급증하고, 석유화학 설비 증설로 석유화학 원료용 소비도 늘면서 2017년까지 빠르게 증가했으나 이후 소폭 감소하여 2019년에는 10.7억 bbl 수준에 머물렀음
 - 한편, 1997년 2.4백만 BPSD(barrel per stream day)까지 확대된 국내 정제 설비 용량은 외환위기와 글로벌 금융위기 등으로 증가세가 둔화되었으나, 이후 꾸준히 증가하여 2019년 말 기준 3.2백만 BPSD 규모로 성장함
- 석유제품 생산은 2000~2019년 연평균 1.6% 증가하여 2019년 12.5억 bbl을 기록하였으며, 생산된 석유제품의 41.7%에 해당하는 5.2억 bbl을 수출함

그림 2.49 석유정제 설비 용량, 원유 수입, 석유제품 수출 추이



□ 2000년대 이후 석유 소비는 2010년대 중반까지 정체되었으나 이후 빠르게 증가

- 석유 소비는 2000~2014년 기간 연평균 0.3% 증가에 그치며 증가세가 정체되었으나, 2014년 이후 국제 유가 급락과 석유화학 설비 증설 등으로 2015년에는 4.2%, 2016년에는 7.8% 증가하는 등 급등세를 보임
 - 2014년 상반기까지 배럴당 100 달러를 상회하던 국제 유가는 2014년 하반기 이후 미국의 셰일혁명으로 원유 공급이 증가하고, 세계 경기 회복이 지연됨에 따라 수요가 정체되면서 급락을 시작하여 2016년 초에는 월 평균 가격이 배럴당 20 달러대까지 폭락함

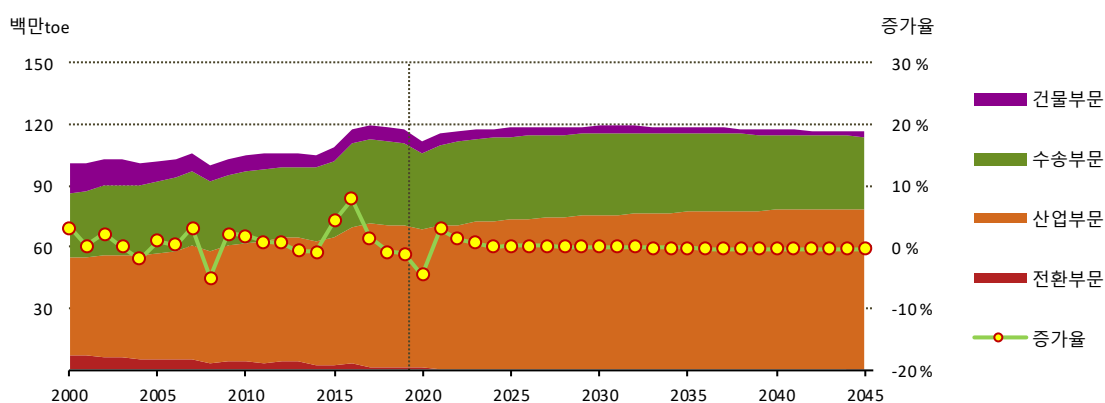
- 2015년과 2016년 연간으로는 국제 유가가 각각 47.5%, 18.8% 하락했는데, 이에 따라 수송과 발전 부문의 석유 소비가 빠르게 증가하고, 2014년부터 시작된 석유화학 설비 증설로 석유화학 원료로 쓰이는 납사와 LPG의 소비가 빠르게 늘면서 석유 소비가 각각 4.2%, 7.8% 증가함
- 그러나 이후 국제 유가가 산유국의 감산 합의 등으로 상승세를 지속하여 2017년에는 석유 소비 증가율이 1.5%로 대폭 낮아졌고 2018~2019년에는 감소로 전환됨

석유 수요 전망

□ 석유제품 수요는 2030년 정도에 정점에 도달한 후 서서히 감소하여 2045년에는 2019년과 비슷한 수준

- 석유제품 수요는 전망 기간 초기에는 여전히 낮은 유가와 내연기관 자동차 보급 증가, 석유화학 설비 증설 등에 힘입어 증가할 것으로 보이나 2030년 119.1백만 toe 수준에서 정점에 도달할 것으로 보임
 - 2019년 배럴당 65.2 달러였던 원유 도입가격은 2020년 코로나19의 영향으로 44.3 달러 수준으로 급락한 후 꾸준히 상승하겠으나, 2030년까지는 배럴당 80 달러를 밑돌면서 저유가 상황이 지속될 것으로 예상함
 - 내연기관 자동차 등록대수는 전망 초기 증가세를 유지하겠으나 2020년 중반을 넘어서면서 친환경 자동차 보급 확대 등으로 서서히 감소세로 전환될 것으로 전망됨
 - 저유가로 납사와 LPG의 가격 경쟁력이 유지되면서, 석유화학의 NCC(Naphtha Cracking Center)나 PDH(Propane De-Hydrogenation), MFC(Mixed Feed Cracker)⁴² 설비가 대량으로 증설되는 등 기초유분 생산이 양호하게 증가하면서 산업용 석유 소비도 전망 기간 초기에 상대적으로 빠르게 증가할 것으로 예상됨

그림 2.50 석유제품 수요 및 증가율 추이

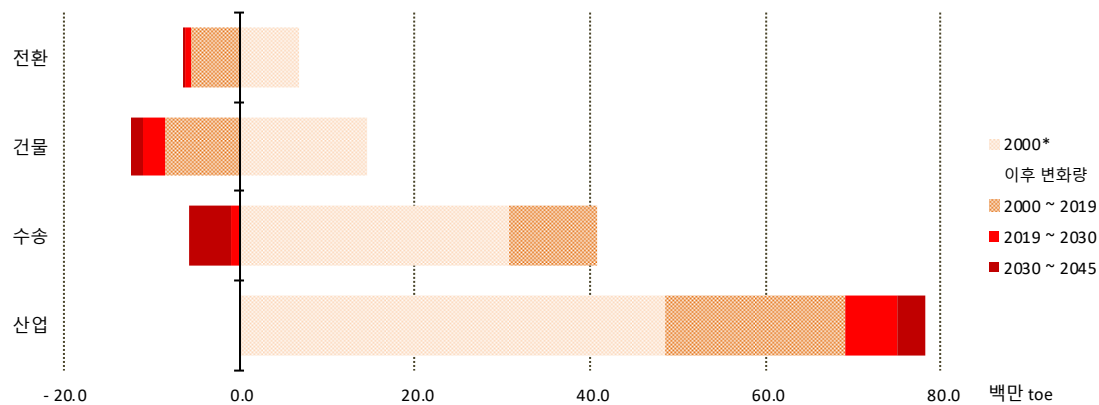


⁴² NCC, PDH, MFC 설비는 모두 에틸렌, 프로필렌 같은 기초유분을 생산하는 설비로, NCC는 납사를 열분해, PDH는 프로판으로부터 수소를 분리, MFC는 NCC와 같은 원리를 이용하나 원료로 납사와 프로판을 함께 사용하는 설비임

2020~2045년 에너지 전망

- 2030~2045년 기간에는 친환경 자동차 확대에 의해 내연기관 자동차 대수 감소가 가속화되고, 원유의 도입가격도 배럴당 80~90달러 수준으로 상승함에 따라 석유제품 수요가 연평균 0.2% 감소할 전망이다
- 전체 자동차 대수는 2030년대 후반까지 지속적으로 증가하고 이후 인구 감소하면서 서서히 감소할 것으로 예상되는 가운데, 내연기관 자동차 대수는 전기 자동차 및 수소 자동차 등 친환경 자동차 보급이 빠르게 확대되며 2020년대 중후반에 이미 감소하기 시작해서 2030년대부터는 감소 속도가 가속화될 전망이다
- 석유화학업의 기초유분 생산량은 생산 설비 용량이 증가하며 지속적으로 증가하지만, 유가 상승으로 인한 납사 가격 경쟁력 약화, 에틸렌 시장 경쟁 심화, 중국의 자급률 상승 등으로 증가세는 둔화될 것으로 전망됨

그림 2.51 기간별 부문별 석유제품 수요 변화



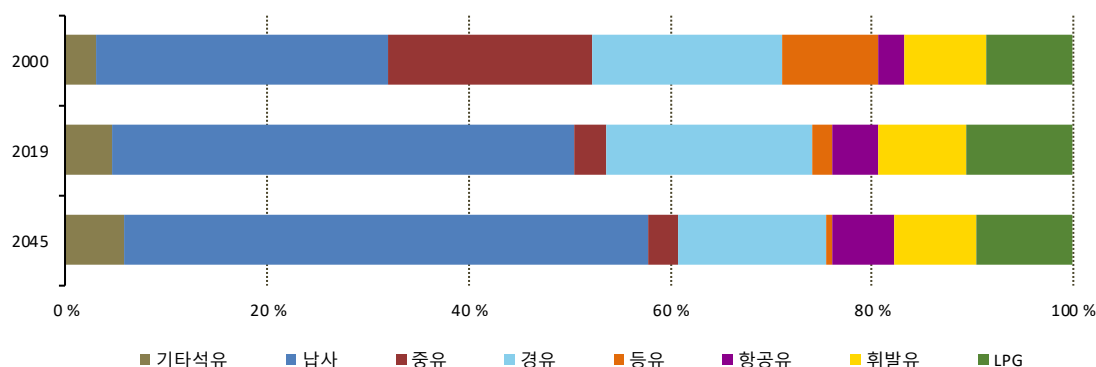
* 2000년 소비량을 의미

□ 전망 기간 산업 부문의 수요 증가를 다른 부문의 수요 감소가 상쇄할 전망

- 산업 연료용으로 사용되는 석유제품은 다른 에너지원으로 대체가 지속되는 가운데, 석유화학 원료용 수요가 꾸준히 증가하여 2019~2045년 기간 산업 부문 석유제품 수요는 연평균 0.5% 증가할 전망이다
- 석유화학 산업의 석유제품 소비는 2000년 33.1백만 toe에서 석유화학 설비 증설에 힘입어 2019년에는 62.0백만 toe로 빠르게 증가하였으며, 전망 기간에도 증가 속도는 둔화되지만 꾸준히 증가하여 2045년에는 70백만 toe 수준에 이를 것으로 예상됨
- 전망 기간 산업 부문 석유제품 수요는 약 9백만 toe 증가할 전망인데, 이중 석유화학의 수요 증가가 약 8백만 toe에 달하면서 전체 산업 부문 석유 수요 증가의 90% 이상을 차지할 것으로 보이며, 납사의 수요 증가는 약 7백만 toe 수준으로 석유화학 석유 수요 증가의 80% 이상을 차지할 전망이다

- 단, 납사 수요의 증가세는 대외적으로는 중국의 석유화학 자급률 상승, 에틸렌 시장 경쟁 심화 등으로, 대내적으로는 석유화학의 또다른 원료인 LPG와의 경쟁 심화 등으로 전망 기간 지속적으로 둔화될 것으로 예상됨
- 한편, 산업 연료용 석유제품 수요도 전망 기간 유가 상승 및 대기오염물질 배출 문제 등으로 가스나 전기 등 다른 에너지원으로 지속해서 대체되지만 생산활동 증가로 인한 에너지 수요 증가 속도가 더 커서 석유제품의 연료용 수요도 꾸준히 늘어날 전망이다
- 수송 부문 석유제품 수요는 2020년에 코로나19의 영향으로 급감한 후 이에 따른 기저효과로 전망 초기에 증가하지만 2020년대 중반부터는 감소로 전환되고 2030년대에 들어서는 친환경 자동차 보급이 가속화되며 석유제품 수요가 가파르게 감소할 것으로 전망됨
 - 코로나19의 팬데믹으로 인해 국내 및 국제 여행 수요가 감소하는 등 이동 수요가 급감하여 도로 부문과 항공 부문을 중심으로 2020년 수송 부문 석유제품 수요가 10% 가까이 감소할 것으로 예상됨
 - 우리나라는 다른 주요 국가에 비해 코로나19의 영향에서 빠르게 벗어나며 전망 기간 초기에는 수송 부문 석유제품 수요가 반등하는 모습을 보이지만, 이후 내연기관 승용차에서 전기 자동차로의 대체가 본격적으로 이뤄지며 내연기관 자동차 보급이 감소세로 전환되고, 인구 감소 등으로 교통 수요 증가세도 둔화하며 수송 부문 석유제품 수요 감소세가 가속화될 것으로 예상됨
- 건물 부문의 석유제품 수요는 도시가스나 전기 등 다른 에너지원으로 꾸준히 대체되며 최근의 감소세가 지속될 것으로 예상됨
 - 건물 부문 석유제품 소비는 그동안 도시가스 및 지역난방 등 네트워크 에너지의 보급 확대 등으로 감소하였으며, 전망 기간에도 유가 상승, 꾸준한 에너지 대체, 건물 단열 및 기기 효율 개선 등으로 수요가 빠르게 감소할 전망이다

그림 2.52 석유제품별 소비비중 변화



□ 석유제품별로는 항공유가 가장 빠르게 증가하나 증가량은 납사가 가장 클 것으로 전망

2020~2045년 에너지 전망

- 납사 수요는 석유화학 제품 수요의 증가에 따른 기초유분 생산 증가와 설비 증설 등으로 2019년 53.8백만 toe에서 연평균 0.5% 증가하면서 2045년에 61백만 toe에 이를 전망이다
 - 석유화학 설비 확장, 기초유분의 대중국 수출 증가로 2000~2019년 연평균 3.3% 증가하였던 납사는 전망 기간에도 꾸준히 증가할 것으로 보이나, 석유화학에서의 원료 다변화 기조, 중국의 기초유분 및 파라자일렌 자급률 상승 등으로 증가세는 과거 대비 대폭 둔화될 것으로 보임
- 항공유는 해외 여행 수요 증가, 신규 취항 노선 확대, 공항 인프라 개선 등으로 전망 기간 연평균 1.1% 증가하면서 석유제품 중 가장 빠르게 증가할 전망이다
 - 전망 기간 초기에는 항공 인프라 시설이 거의 포화 상태에 도달하면서 항공 수요 증가가 제한될 것으로 보이지만, 2020년대 중반 이후 영남권 공항과 제2제주 공항이 개항되면 항공 수요는 다시 한번 도약할 것으로 예상됨
- 휘발유와 경유는 전기 자동차 및 수소 자동차와 같은 친환경 자동차 보급이 빠르게 확대됨에 따라 내연기관 자동차 대수가 감소하며 수요가 감소할 것으로 예상되는데, 정부의 강력한 미세먼지 대책으로 경유 수요 감소 속도가 더 빠를 것으로 예상됨
 - 내연기관 자동차의 보급 감소와 더불어 자동차 연비 향상, 주행거리 감소 등으로 휘발유 수요는 전망 기간 연평균 0.3% 감소할 것으로 예상되며, 경유의 경우 휘발유의 수요 감소 요인이 동일하게 적용되는 가운데 정부의 미세먼지 정책 효과가 더해져 연평균 1.3% 감소할 것으로 예상됨
- LPG 수요는 석유화학에서 납사를 대체하는 원료용 수요가 증가하지만, LPG 자동차 감소, 연료 가격 상승 등으로 수송 및 건물용 수요가 감소하면서 소폭 감소할 것으로 전망됨

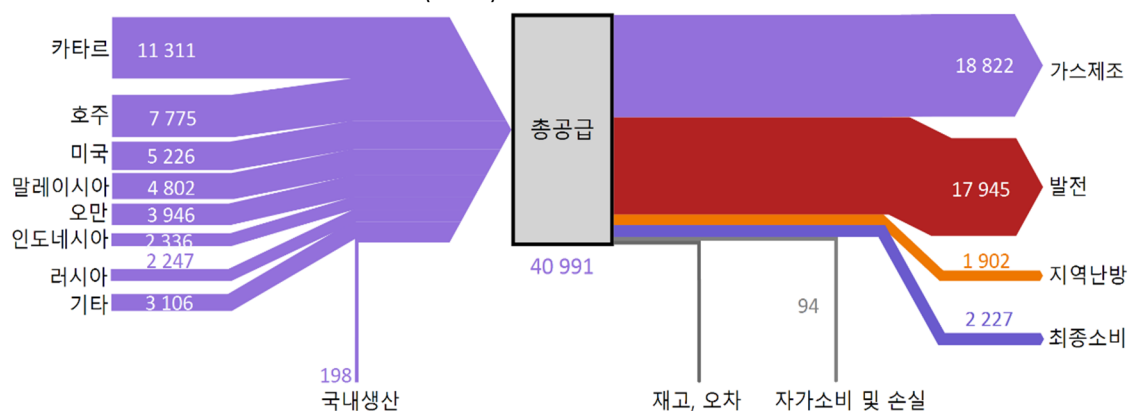
11. 가스

가스 수급 현황

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

- 우리나라 천연가스 수입은 1986년 10월 펄텍 인수기지를 통해 인도네시아의 초도 물량이 들어온 이래로 빠르게 증가했으나, 2014년부터는 유가 변동 및 가스 발전 설비 이용률에 따라 감소와 증가를 반복함
 - 2016년 이후로는 유가 상승과 함께 다시 증가하여 2018년에는 역대 최고 물량을 기록하였으나, 2019년에는 냉·난방도일 감소에 따른 난방용 및 발전용 가스 소비가 줄면서 수입량도 전년 대비 7.4% 감소함
 - 2000년대 초반까지는 인도네시아의 수입 비중이 가장 높았으나 2003년부터 카타르가 이를 제치고 2019년까지 국내 가스 최대 수출국을 유지하고 있음. 그러나 최근 미국과 말레이시아 등의 수입 다변화로 수입량이 감소하고 있음
 - 2017년부터 미국산 셰일가스의 수입이 본격화되었는데, 한국가스공사는 2012년 사빈 패스와 장기 LNG 매매 계약을 맺고 2016년부터 20년 동안 연간 약 2.8백만 톤의 셰일가스를 수입하고, SK E&S도 파주가스발전소 가동을 위해 6만6천 톤을 수입하였으며, 2019년 9월에는 한국가스공사가 미국 BP와 2025년부터 15년 동안 연간 약 1.6백만 톤의 LNG 장기 공급계약을 맺음
 - 2019년 기준 카타르산 수입 비중은 27.8%으로 전년 대비 20.6% 감소한 반면 미국산 비중은 14.4%로 전년 대비 12.2% 증가하였으며, 말레이시아산 수입은 전년 대비 29.7% 증가하여 2019년부터 오만산보다 수입량이 많아짐
 - 천연가스 직수입 물량은 2015년 이후 가파르게 증가하면서 2015~2019년에 연평균 40% 정도 성장함

그림 2.53 2019년 가스 수급 흐름 (천 톤)



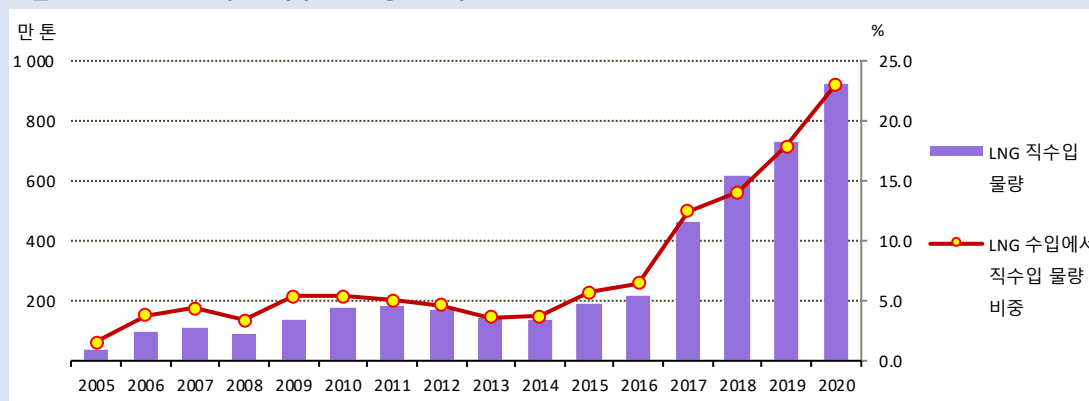
□ 가스 소비는 유가 상승 국면을 맞으며 2016년부터 다시 증가하였다가 2019년에 다시 감소

- 가스는 국제 유가 하락의 영향 등으로 발전용과 최종 소비 부문의 소비가 부진하여 2014~2015년에 소비가 급감한 뒤 2016년부터 다시 증가하였으나, 2019년에는 기온의 영향 등으로 소비가 감소함
 - 가스 소비는 2000년 14.6백만 톤에서 2000~2013년 연평균 8.1% 증가하여 모든 에너지원 중에서 가장 빠른 성장세를 보이면서 2013년 40.3백만 톤의 소비량을 기록하였으나, 2014년 말 신규 석탄 화력 발전소 진입 및 원자력 설비 재가동, 전기 소비 증가 둔화, 유가 급락, 난방도일 감소 등 여러 가지 요인이 겹치면서 2013~2015년 연평균 8.9% 감소함
 - 2016년부터는 여름철 폭염과 겨울철 혹한과 같은 기온 효과로 인해 소비가 증가로 전환되었고 2018년에는 기록적인 폭염과 원자력 발전량 급감에 따른 발전용 소비 급증으로 15% 이상 증가함
 - 그러나, 2019년에는 오히려 냉난방도일이 감소하면서 건물 부문 도시가스 소비와 발전용 소비가 줄며 전년 대비 3.1% 감소함
- 발전용 가스 소비는 전기 소비 증가와 신규 설비 공급으로 빠르게 증가해오다 2013~2015년에는 감소, 2016~2018년에는 증가, 2019년에는 감소하는 반복되는 증감 패턴을 보이고 있음
 - 2013~2015년에는 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
 - 2016~2018년에는 기록적인 폭염으로 냉방도일이 대폭 증가하면서 전기 소비는 연평균 2.9% 증가한 반면, 원자력 발전량은 경주 지진으로 인한 월성1~4호기의 안전검사(2016.9~12)와 안전규제 강화에 따른 예방정비 기간 증가로 8.8% 감소하여 발전용 가스 소비가 연평균 12.3% 증가함
 - 반면, 2019년에는 냉방도일 감소로 전기 소비가 감소하고 신재생에너지 발전 증가로 가스 발전량이 줄면서 발전용 가스 소비도 3% 정도 감소함
- 2000~2012년에 연평균 6.2%의 빠른 성장세를 이어온 최종 소비 부문 가스 소비도 2013년 이후로는 발전 부문과 같은 증감을 반복하고 있지만 산업 부문의 천연가스 직수입 물량은 빠르게 증가하고 있음
 - 산업용 가스는 2013~2016년에 국제 유가 급락과 도시가스 미수금 회수 등으로 타 연료 대비 가격 경쟁력이 낮아지면서 연평균 8.7% 감소하였으나, 2016~2018년에는 2017년 11월 미수금 회수 완료에 따른 요금 하락으로 가격 경쟁력이 상승하면서 소비가 연평균 10.2% 증가함
 - 산업 부문의 천연가스 직수입은 2005년부터 시작되었는데 2015년까지는 큰 변화가 없었으나, 이후 도시가스사업법 개정 및 천연가스 가격 하락 등으로 2015~2019년에 연평균 36% 정도로 빠르게 증가함(글상자 2.4)
 - 1990년대 도시가스 배관망 확대로 난방 및 취사용 도시가스 소비가 빠르게 증가하였으나, 2000년대 도시가스 보급이 성숙기에 들어서며 건물용 수요의 급증세는 다소 둔화되었고, 2012년 이후로 하계 및 동계 기온 변동에 따라 냉·난방용 수요가 크게 변동하는 현상을 보이고 있음

붙임 2.4 가스 직수입 물량 증가와 개별요금제 도입에 따른 가스의 가격 경쟁력

- 자가소비용 직수입 제도는 도시가스 대량 수요자의 연료선택권 보장을 통한 가스산업 내 경쟁 촉진과 가스 인프라 민간투자자 인건 공공투자 부담 경감을 목적으로 1998년에 시행되었고, 직수입은 2005년 포스코 광양 및 포항제철소에서 시작됨
- 2013년 8월에 도시가스 사업법 개정을 통해서 자가소비용 직수입자는 설비의 신설 또는 증설이나 연료의 대체 등에 따라 신규 수요가 발생하는 경우에 추가로 천연가스를 수입할 수 있게 됨(도시가스 사업법 제10조의 9 제1항). '자가소비용 직수입자'란 발전용, 산업용 등 대통령령으로 정하는 용도로 자기가 소비할 목적으로 천연가스를 직접 수입하는 자를 말함(도시가스사업법 제2조의9)
- 도시가스 사업법 개정 이후 세일혁명에 따른 천연가스 가격 하락의 영향으로 2017년대부터 직수입 물량이 빠르게 증가하기 시작하였는데, '제13차 장기천연가스수급계획' 수립과 관련해 2018년 1월에 이루어진 직수입 의향조사에 따르면 직수입자는 2017년 7개사에서 2031년 17개사로 2배 이상 증가하였으며, 전체 수입량에서 차지하는 비중도 13%에서 27%로 증가할 것으로 전망됨 (가스신문, 2019)
- 의향조사 결과는 2023년 913만 톤을 직수입할 의향이 있는 것으로 조사되었는데, 2020년에 이미 920만 톤을 수입하여 기존 예상 대비 3년이나 더 빠르게 수입량이 증가하였으며, 법이 개정된 2013년 대비 6년만에 약 6배 이상 증가함(에너지경제연구원, 2020). 이로 인해 전체 천연가스 수입량 중 직수입 물량 비중은 2013년에 3.5% 수준에서 2020년에 20%를 넘어서게 됨
- 이에 한국가스공사는 기존에 발전사에 부과하던 방식인 평균요금제 매매계약이 끝난 발전기나 2022년 1월 1일 이후 건설되는 100 MW 이상 신규 발전기를 대상으로 개별요금제⁴³를 시행(2020.1.3)하였으며, 한국지역난방공사가 개별요금제에 대한 공급인수 합의를 처음으로 체결(2020.10.30)함
- 이로 인해 앞으로 LNG 공급이 필요한 발전사와 산업체에서는 직수입과 개별요금제라는 선택권이 생기면서 석유 대비 천연가스 수입 가격의 경쟁력이 더욱 높아질 것으로 예상되며, '제9차 전력수급기본계획'에 따라 2034년까지 석탄 발전소 30기를 폐쇄하고 그 중에서 24기를 천연가스 발전소로 대체하면 향후 천연가스 수요는 산업 부문과 발전 부문을 중심으로 더욱 빠르게 증가할 것으로 전망됨

그림 2.54 천연가스 직수입 물량 및 비중 추이



자료: 국회입법조사처 (2013.11), 에너지신문 (2020), 한국무역협회 자료를 바탕으로 재구성

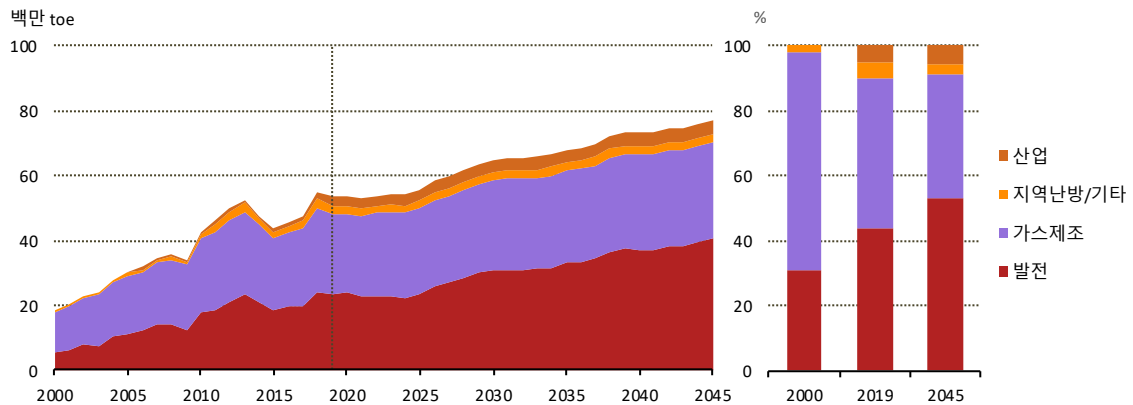
⁴³ 개별요금제는 기존의 한국가스공사의 전체 도입계약에 대한 평균 가격으로 모든 발전사에 동일한 가격으로 가스를 공급하던 것을 각각의 발전기와 도입계약을 연계하여 도입계약의 가격 조건으로 천연가스를 공급하는 제도임

가스 수요 전망

□ 가스 수요는 발전용 수요가 2020년대 중반부터 빠르게 증가하며 전망 기간 연평균 1.4% 증가

- 발전용 수요는 석탄화력 및 원자력 발전 설비의 신규 진입으로 전망 기간 초기에 정체하다 2020년대 중반 이후 노후 석탄화력 및 원자력 발전기가 차례로 폐지되고 일부 석탄화력 발전기는 가스발전기로 연료가 대체되면서 빠르게 증가할 전망이다
 - 가스 수요에서 발전용이 차지하는 비중은 2019년 43.8%에서 2020년대 중반에 40.9%까지 하락하다가, 그 이후 도시가스 소비 증가세 둔화 및 가스복합화력의 성장으로 빠르게 확대되어 2040년대부터는 전체 수요의 절반 이상을 차지할 전망이다
- 반면, 가스제조용 수요는 산업 부문 직수입 물량 증가 및 인구 정체에 따른 난방 수요 증가 둔화로 도시가스 수요 증가세가 둔화되고 비중도 축소될 전망이다
 - 도시가스제조용 가스 비중은 1990년대 주택용 도시가스 보급의 폭발적 성장으로 2000년대 초 60% 이상을 차지했지만, 이후 도시가스 수요 증가세 둔화로 2019년에 46% 수준으로 하락했고, 전망 기간에도 인구 정체 등의 영향으로 둔화세가 지속되고 산업 부문에서의 천연가스 직수입 물량 증가로 산업용 도시가스 수요가 줄며 2045년에 비중이 40% 이하로 하락할 전망이다

그림 2.55 용도별 가스 소비 추이 및 전망

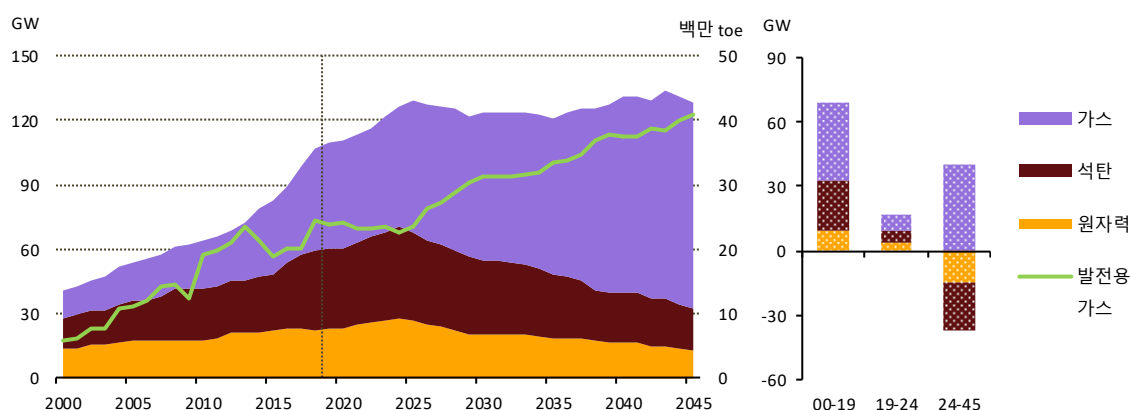


□ 발전용 수요는 전망 초기 정체하나 이후 기저발전 설비 감소분을 일부 대체하면서 빠른 성장세를 보일 전망

- 2020년대 중반까지 발전용 가스 수요는 일부 노후 석탄 발전소 조기 폐쇄에도 불구하고, 석탄화력 발전소와 원자력 발전소가 신규 가동하면서 정체하지만, 이후 '제9차 전력수급기본계획'에 따라 원자력과 석탄 발전 설비 규모가 지속적으로 축소되고 이를 대체하기 위한 가스 설비 증가로 2019~2045년에 연평균 2.1%로 빠르게 증가할 전망이다

- 2024년까지 신서천1, 고성하이1·2, 강릉안인1·2, 삼척1·2호기 등 신규 7기, 7.2 GW의 신규 석탄 발전소가 준공할 예정이나, 보령1·2, 삼천포1·2, 호남1·2호기 등 노후 발전소 6기, 2.6 GW가 조기 폐지되고 2034년까지 삼천포3~6, 태안1~6, 하동1~6, 당진1~4, 보령5·6, 영흥1·2호기 등 총 12.7 GW의 기존 석탄화력발전소가 폐지된 후 LNG로 연료전환 될 예정임 (산업통상자원부, 2020)
- 원자력 발전은 2024년까지 고리2·3호기, 1.6 GW가 폐쇄되지만 신한울1·2와 신고리5·6호기 5.6 GW의 준공으로 설비 용량이 27.3 GW에 도달하고, 이후 2034년까지는 고리4, 한빛1~3, 월성2~4, 한울1·2 등 노후 발전소 9기, 7.9 GW가 차례로 폐지되면서 설비 용량이 지속적으로 하락할 전망이다
- LNG 발전은 신규 발전소가 4.2 GW 건설 외에도 석탄화력 발전소 12.7 GW가 LNG로 연료를 대체하기 때문에 설비 용량이 2020년에 41.3 GW에서 2034년에 58.1 GW에 이를 전망이다⁴⁴
- 이러한 설비 변화로 2019~2024년에는 가스, 석탄, 원자력 발전 설비가 모두 소폭 증가하지만, 2024~2045년에는 석탄이 23 GW, 원자력이 15 GW 정도 감소하고 석탄화력 발전소 폐지를 LNG로 대체하면서 가스 발전 설비는 약 40 GW 증가할 전망이다

그림 2.56 주요 발전 설비 용량 및 발전용 가스 수요 전망



□ 최종 소비 부문의 가스 수요는 산업과 서비스 부문을 중심으로 전망 기간 연평균 0.8% 증가

- 산업 및 서비스 부문에서는 가격 경쟁력과 온실가스 및 미세먼지 등 대기오염 물질 배출 감축 정책의 영향으로 석유 소비의 일부가 가스로 대체되면서 양호한 증가세를 보일 전망이며, 이로 인해 2045년 최종 소비 부문의 가스 소비 중에서 산업 부문 비중이 50% 수준에 이를 전망이다⁴⁵
- 산업 부문은 LNG 도입 계약 구조의 유연화, 직수입 물량 확대, 미국산 셰일가스 도입 확대 등으로 가스 도입가격이 안정화되면서 가격 경쟁력이 확대되고, 석탄과 석유 대비 미세먼지와 온실가스

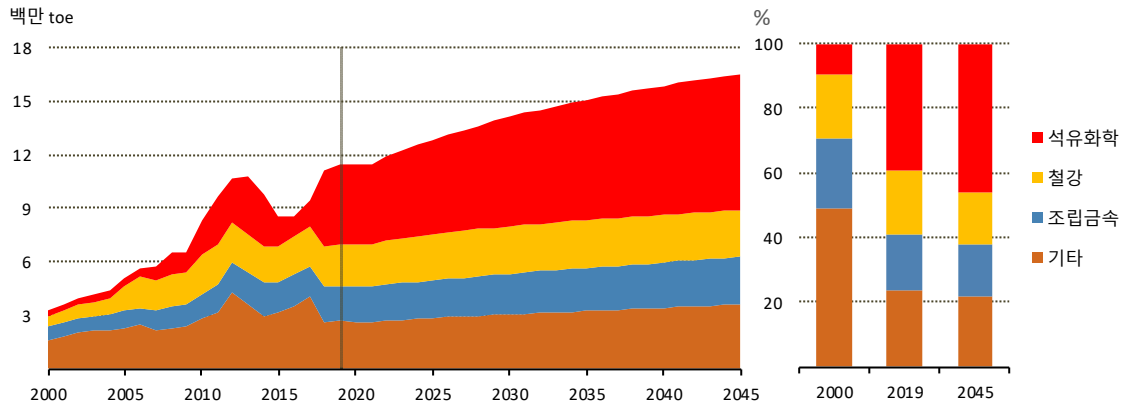
⁴⁴ 석탄 및 가스의 설비 용량과 발전량은 집단에너지 발전 설비 및 발전량이 포함된 값으로 '제9차 전력수급기본계획'의 값과는 다를 수 있음

⁴⁵ 산업 부문 가스 소비는 산업 부문 도시가스와 산업 부문 직수입 천연가스의 합

2020~2045년 에너지 전망

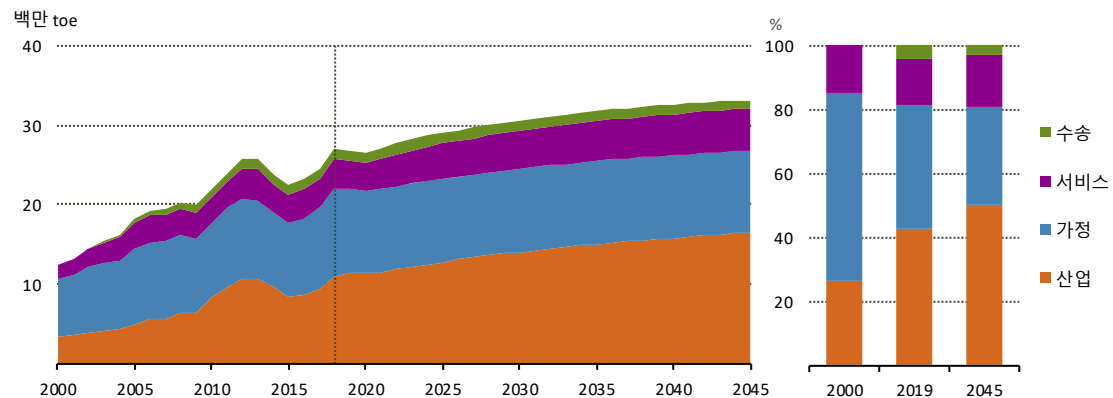
배출이 적은 가스에 대한 선호가 높아지면서 타 화석연료를 지속적으로 대체할 것으로 전망인데, 특히 석유화학업종에서 듀얼보일러의 보급 확대로 가열용 연료 대체가 수월해지고 황이나 질소 등 불순물 제거를 위한 수소제조용으로 LPG나 납사 대신 도시가스 사용이 늘고 있기 때문임

그림 2.57 산업 부문 주요 업종의 가스 소비 추이



- 가정 부문에서의 가스 소비는 신규 주택 공급 증가 등에도 불구하고, 인구 감소, 가구 구조 변화, 에너지 효율 개선 등으로 정체된 모습을 보이고, 수송 부문은 CNG 버스 보급 감소 등으로 감소할 전망임
- 서비스 부문은 건물 에너지 효율 개선에도 불구하고 대형 건물 등에서 냉난방을 위한 GHP나 흡수식 냉온수기 등의 보급이 확대되면서 증가할 전망이지만, 가정 부문은 신규 주택 공급이 증가에도 불구하고 건물 에너지 효율 향상, 2020년대 중반 이후 인구 감소로 가스 소비가 증가하다 감소하는 모습을 보일 것으로 보여 가정 부문의 소비 비중은 2045년에 30%대 수준으로 하락할 전망임
- 수송 부문은 최근 급부상하고 있는 차세대 전기 버스와 수소 버스가 노후화된 CNG 버스를 순차적으로 대체함에 따라 가스 수요가 지속적으로 감소할 전망임

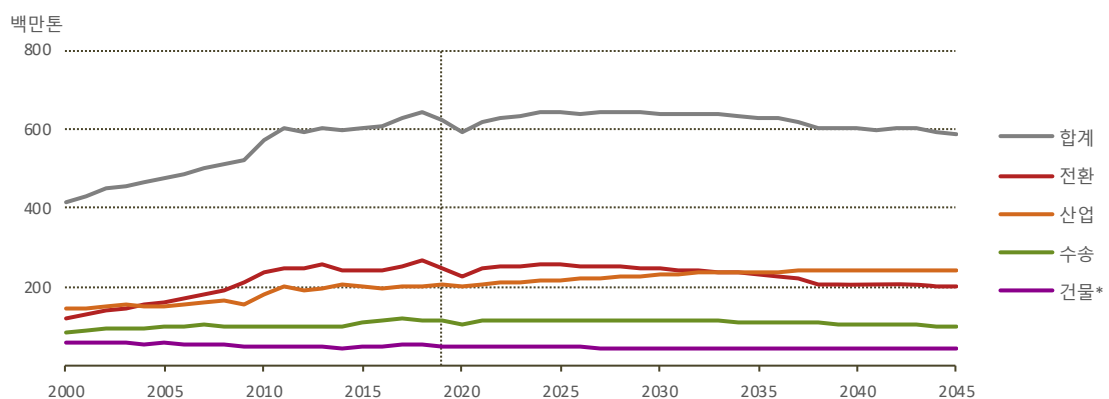
그림 2.58 최종 소비 부문 부문별 가스 소비 추이 및 전망



12. 에너지 부문 온실가스 배출

- 화석 에너지 연소에서 발생하는 온실가스 배출량은 2020년대 중반에 6억 4천만 톤 수준의 정점 도달 후 감소
 - 전망 기간 미세먼지와 온실가스 배출 감축 정책의 강화 영향으로 에너지 부문 온실가스 연간 배출은 2019년 623백만 이산화탄소환산톤(tCO₂eq)에서 2025년에 643백만 tCO₂eq으로 증가한 후 2045년 589백만 tCO₂eq까지 연평균 0.2% 감소할 전망이다⁴⁶
 - 코로나19 이전 전망에서 온실가스 배출 정점은 2030년대 초반 발생할 것으로 전망되었는데, 온실가스 배출 정점이 2020년 대 중반으로 앞당겨진 것은 에너지 전환 정책에 따라 석탄화력 발전을 제한하고 축소하면서 석탄의 수요가 2024년 정점에 도달하고 이후 지속적으로 감소하기 때문임
 - 에너지 전환 정책은 원자력과 석탄화력 건설의 축소, 기존 원전의 가동 연장 불허, 2030년까지 신재생에너지 발전 비중 20%로 확대 등을 골자로 하며, 미세먼지 대책은 노후 석탄화력 발전소의 폐지나 성능 개선, 건설중인 발전소의 배출 기준 강화, 신규 석탄화력의 진입 제한, 노후 경유 차량의 폐차 유도, 미세먼지 경보 발령 시 저등급 경유 차량의 도심 진입을 금지를 주요 수단으로 삼고 있음
 - 온실가스 배출 감소로 인하여, 국내총생산당 에너지 연소 부문 온실가스 배출량은 2019년 0.3 톤/백만원에서 연평균 1.7% 감소하여 2040년에는 0.2 톤/백만원 수준이 될 것으로 전망됨
 - 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출이 국내총생산과 탈동조화 현상을 지속하는 가운데, 에너지 사용당 온실가스 배출 집약도도 신기술 도입을 통한 에너지 효율 개선으로 인해 연평균 0.7% 감소하여 2019년 2.1 톤/toe에서 2045년 1.7 톤/toe 수준으로 하락함

그림 2.59 에너지 부문 온실가스 배출 추이 (백만 tCO₂eq)



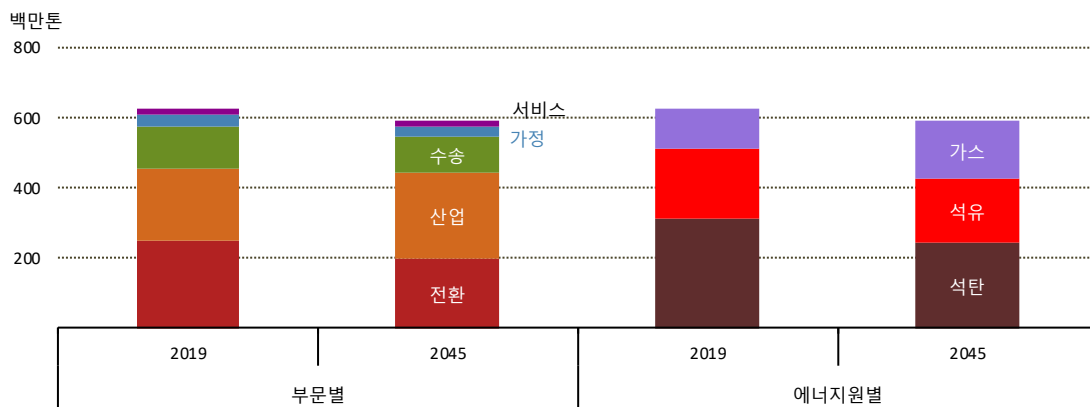
* 건물은 가정, 서비스, 기타의 합계

⁴⁶ 온실가스 배출량은 1996 IPCC 가이드라인의 기본 배출계수를 사용하여 추정하기 때문에 국가 고유 배출계수를 혼용하여 산출하는 국가 온실가스 인벤토리와 일치하지 않으며, 이 외에도 몰입율, 산화율 등을 적용하는 방식에도 차이가 존재함

□ 전환과 수송 부문의 배출량이 정점을 기록하며 에너지 부문의 온실가스 감축에 기여

- 전환 부문의 배출량은 2019년 248.4 백만 tCO₂eq에서 2020년대 중반 257백만 tCO₂eq 수준의 정점을 기록한 이후 2045년에는 200 백만 tCO₂eq으로 감소할 전망이며, 수송 부문의 배출량은 2020년 코로나19 충격으로 크게 감소하였다가 2020년대 중반에 2019년 배출량과 비슷한 수준인 118백만 tCO₂eq 수준에서 정점을 기록한 이후 2045년 102백만 tCO₂eq 으로 감소할 전망이다
 - 수송 부문은 전기 자동차, 수소 자동차와 같은 친환경 자동차의 도입이 본격화하면서 2020년대 중반에 배출 정점이 발생할 것을 보이지만, 항공 부문에서는 감축 수단 도입의 어려움으로 인해 온실가스 배출량이 증가하여 수송 부문 전체의 배출량 감축을 제한할 것으로 보임
- 산업 부문 배출량은 2019년 204.7백만 tCO₂eq에서 2045년 242 백만 tCO₂eq으로 증가하는 반면, 건물 부문은 2019년 51.4백만 tCO₂eq에서 2045년 약 44백만 tCO₂eq으로 연평균 0.6% 감소함
 - 에너지 소비의 전력화로 최종 소비 부문의 직접 배출이 더디게 증가하는 가운데 산업 부문의 직접 배출량은 연평균 0.6% 증가하는데, 산업 부문은 석유화학업종의 꾸준한 성장으로 인해 납사와 LPG와 같은 원료용 석유 수요가 증가하는 것이 온실가스 배출 증가의 주요 원인임
 - 건물 부문에서는 인구의 감소로 에너지 수요가 정체하는 가운데 에너지 사용의 전력화가 강화되고 도시가스, 지역난방 등 네트워크 에너지 비중 확대 및 단열과 기기 효율이 개선되면서 에너지 수요와 온실가스 배출량이 지속적으로 감소할 전망이다

그림 2.60 부문 및 에너지원별 온실가스 배출 (백만 tCO₂eq)



- 한편, 에너지원별 온실가스 배출을 살펴보면, 가스 사용으로 인한 온실가스 배출은 2019년 113.5백만 tCO₂eq에서 2045년 163백만 tCO₂eq으로 연평균 1.4% 증가할 전망하는 반면, 석탄과 석유의 사용에서 발생하는 온실가스 배출량은 전망 기간 동안 각각 연평균 0.9%와 0.4% 감소할 전망이다
 - 에너지 전환 정책으로 석탄 발전을 가스 발전이 대체하면서 가스 사용으로 인한 온실가스 배출량이 증가하고, 석유 사용으로 인한 온실가스 배출은 수송 부문에서 친환경 자동차의 도입이 증가하며

감소할 전망이다, 석탄과 석유 사용에서 발생하는 배출량 모두 2020년대 중반에 정점을 기록할 것으로 보임

□ 2020년 12월 제출된 국가온실가스감축목표(NDC) 달성을 위해 추가적인 감축 수단 필요

- 정부는 2020년 12월 UNFCCC에 갱신된 국가 온실가스 감축 목표(NDC)를 제출하였으며, 이를 통해 2030년까지 2017년 총 배출량 7억 910만 tCO₂eq 대비 24.4% 감축을 목표로 설정하고 있으며 (대한민국정부, 2020) 2025년 이전에 추가적으로 감축 목표를 상향 제시할 계획임
 - 2015년 6월에 제출하였던 INDC는 2030년까지 BAU 대비 37%를 감축하는 것을 목표로 제시하였으나, 2020년에 제출한 NDC는 감축 목표를 절대량 방식으로 변경하고 기준 년도를 2017년으로 설정함
 - 갱신된 NDC는 부문별 온실가스 감축 목표와 국외 감축 축소 비중을 명시하지 않았으며, 국외 감축 비중과 부문별 온실가스 감축 목표는 이후 범부처 온실가스 감축 로드맵 작업에서 구체화될 예정임
 - 갱신된 온실가스 감축 목표는 2030년 536백만 tCO₂eq 수준으로, 이는 세계금융위기가 있었던 2008년의 온실가스 총 배출량인 536.3 백만 tCO₂eq와 비슷한 배출량임 (온실가스종합정보센터, 2019)
 - ※ 2016년 발표한 온실가스 감축 로드맵은 BAU 전망치 보다 15.6% 작은 618백만 tCO₂eq를 2030년 감축 목표로 제시하였으며 (대한민국정부, 2016), 갱신된 NDC의 목표는 2050 탄소 중립을 염두에 두고 10년간 기준년도 배출량의 약 1/4를 감축하는 매우 의욕적인 목표를 설정함
 - 이를 위해, 신규 석탄 발전소 건설 금지, LNG 발전소 추가 건설, 2030년 재생에너지 발전 비중 20% 등 기존 정책 수단을 비롯하여 인공지능과 IOT 기술을 활용한 부문별 수요관리 강화, 온실가스 외부 비용을 반영한 에너지 가격 체계 합리화 등 다양한 정책 수단을 동원하고 있음 (대한민국정부, 2020)
- 기준 시나리오에서 예상되는 2030년 에너지 사용으로 인한 온실가스 배출량은 640백만 tCO₂eq으로 NDC를 달성하기 위해서는 향후에도 적극적인 감축 수단의 동원이 필요한 것으로 판단됨
 - 2017년 우리나라 에너지 부문 온실가스 배출량은 615.8백만 tCO₂eq, 탄소 배출을 제외하고 에너지 연소에서 발생하는 배출량은 611.8백만 tCO₂eq이며 (온실가스종합정보센터, 2019), 부문별 감축 비율이 동일하다고 가정할 경우 2030년 에너지 연소로 인한 온실가스 감축 목표는 약 463 백만 tCO₂eq에 해당함
 - 기준 시나리오의 2030년 온실가스 배출 전망은 국가 온실가스 감축 목표에 비해 약 177백만 tCO₂eq 가량을 초과하는 것으로 이는 2017년 우리나라 제조업과 건설업 전체의 배출량인 185백만 tCO₂eq과 비슷한 수준임
 - 따라서, 현재의 에너지 전환 정책 기조가 앞으로도 유지되고 새로 작성될 온실가스 감축 로드맵의 다양한 온실가스 감축 정책이 적용된다 하더라도 NDC의 감축 목표를 달성하기 위해서는 획기적인 정책의 도입과 강력한 추진 의지가 반영되어야 함

부 록

1. 주요 지표 및 에너지 전망 결과

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 기준 시나리오

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
인구 (백만 명)	47	52	52	52	52	51	50	-	-	0.5	-0.2
가구 (백만 가구)	15	20	21	22	22	23	22	-	-	1.7	0.4
국내총생산 (GDP, 조 원)	904	1 849	2 050	2 264	2 436	2 591	2 735	-	-	3.8	1.5
주요 업종별 부가가치 (조 원)											
농림어업, 광업	30	35	34	35	35	35	34	-	-	0.7	-0.1
제조업	223	487	526	567	603	637	669	-	-	4.2	1.2
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	63	111	118	125	131	137	144	-	-	3.0	1.0
- 조립금속	98	297	325	356	383	408	432	-	-	6.0	1.5
SOC	88	131	135	143	148	150	151	-	-	2.1	0.6
서비스업	516	1 044	1 190	1 338	1 459	1 566	1 666	-	-	3.8	1.8
수입단가											
원유 (\$/bbl)	20	65	73	79	84	88	91	-	-	6.6	1.3
천연가스 (\$/톤)	180	514	570	554	534	559	585	-	-	5.7	0.5
유연탄 (\$/톤)	24	102	92	92	91	88	85	-	-	7.9	-0.7
에너지 지표											
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	0	0	0	-	-	-3.8	-4.2
총에너지 수요 (백만 toe)	193	303	329	333	342	342	341	-	-	2.4	0.5
에너지원단위 (toe/백만 원)	0.21	0.16	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	-	-	-1.4	-1.1
일인당에너지소비 (toe/인)	4.11	5.86	6.34	6.42	6.62	6.72	6.88	-	-	1.9	0.6
최종 소비 (백만 toe)	150	231	244	253	259	262	263	-	-	2.3	0.5
전기생산 (TWh)	266	563	625	666	699	723	741	-	-	4.0	1.1
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	11	12	13	14	14	15	-	-	3.5	1.2
에너지부문 온실가스 지표											
온실가스 배출 (백만 톤)	415	623	644	640	629	600	589	-	-	2.2	-0.2
배출원단위 (톤/백만 원)	0.46	0.34	0.31	0.28	0.26	0.23	0.22	-	-	-1.6	-1.7
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.05	12.40	12.33	12.18	11.80	11.88	-	-	1.7	-0.1

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	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
총에너지	193	303	329	333	342	342	341	100	100	2.4	0.5
석탄	43	82	88	82	78	69	65	27	19	3.5	-0.9
석유	101	117	118	119	119	117	116	39	34	0.8	0.0
가스	19	54	56	65	68	73	77	18	23	5.6	1.4
수력	1	1	1	2	2	2	2	0	1	-0.3	1.4
원자력	27	31	36	29	27	25	19	10	6	0.7	-1.8
신재생·기타	2	18	30	37	48	56	61	6	18	11.8	4.9
최종 소비	150	231	244	253	259	262	263	100	100	2.3	0.5
석탄	20	32	35	36	37	37	37	14	14	2.6	0.5
석유	94	116	118	118	118	117	116	50	44	1.1	0.0
도시가스	13	27	29	31	32	33	33	12	13	4.1	0.8
전기	21	45	50	53	56	58	60	19	23	4.2	1.1
열에너지	1	3	3	3	3	3	3	1	1	4.4	0.2
신재생·기타	2	9	10	12	13	14	15	4	6	7.8	2.1
산업	84	143	153	161	167	170	172	62	66	2.8	0.7
수송	31	43	43	43	42	40	39	19	15	1.7	-0.4
가정	21	22	22	22	22	22	21	10	8	0.3	-0.2
서비스	14	23	26	28	29	30	30	10	12	2.8	1.1

최종 소비 부문별·원별 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
산업	84	143	153	161	167	170	172	100	100	2.8	0.7
석탄	19	32	35	36	37	37	36	22	21	2.7	0.5
석유	49	69	73	75	77	77	78	48	45	1.9	0.5
도시가스	3	11	13	14	15	16	17	8	10	6.8	1.4
전기	11	24	26	28	29	30	32	17	18	4.0	1.1
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	6	7	8	9	9	10	4	6	6.6	1.6
수송	31	43	43	43	42	40	39	100	100	1.7	-0.4
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	41	41	40	38	37	35	95	90	1.5	-0.6
도시가스	0	1	1	1	1	1	1	3	3	-	-0.5
전기	0	0	0	1	1	1	1	1	3	1.9	6.3
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	1	2	4	-	3.0
가정	21	22	22	22	22	22	21	100	100	0.3	-0.2
석탄	1	0	0	0	0	0	0	1	0	-5.5	-10.1
석유	9	3	2	2	1	1	1	14	3	-5.5	-5.5
도시가스	7	10	10	10	10	10	10	47	48	1.9	-0.1
전기	3	6	7	7	7	7	7	27	33	3.4	0.5
열에너지	1	2	2	2	2	2	2	10	11	4.0	0.0
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	2	5	7.4	3.3
서비스 (상업, 공공, 기타)	14	23	26	28	29	30	30	100	100	2.8	1.1
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-1.0
석유	6	3	2	2	2	2	2	13	5	-3.2	-2.5
도시가스	2	4	4	5	5	5	5	16	17	3.6	1.3
전기	6	14	17	18	19	20	20	63	66	4.8	1.3
열에너지	0	0	0	0	1	1	1	2	2	8.2	1.4
신재생·기타	0	1	2	2	3	3	3	6	10	14.2	3.2

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요 업종 산출액 (조 원)											
석유/화학	126	271	302	333	361	388	414	-	-	4.1	1.7
비금속	19	45	48	52	55	58	61	-	-	4.5	1.2
1 차철강	60	101	105	108	109	109	107	-	-	2.7	0.3
금속, 기계, 전자, 정밀	173	721	814	911	999	1 085	1 169	-	-	7.8	1.9
운송장비	117	243	250	266	283	305	327	-	-	3.9	1.2
건설	167	239	248	265	275	281	286	-	-	1.9	0.7
주요 제품 생산량 (천 톤)											
기초유분	16	32	34	35	36	36	37	-	-	3.6	0.6
조강	43	71	76	78	79	79	78	-	-	2.7	0.3
전로	25	49	55	59	60	60	59	-	-	3.7	0.7
전기로	18	23	21	20	19	19	19	-	-	1.1	-0.7
시멘트	51	51	47	45	44	42	41	-	-	-0.1	-0.9
클링커	46	46	42	40	39	38	37	-	-	0.0	-0.9
에너지 수요 (백만 toe)	84	143	153	161	167	170	172	100	100	2.8	0.7
석탄	19	32	35	36	37	37	36	22	21	2.7	0.5
석유	49	69	73	75	77	77	78	48	45	1.9	0.5
도시가스	3	11	13	14	15	16	17	8	10	6.8	1.4
전기	11	24	26	28	29	30	32	17	18	4.0	1.1
열에너지	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	6	7	8	9	9	10	4	6	6.6	1.6
주요 업종 에너지원단위											
석유/화학	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	-	-	-0.4	-0.9
비금속	0.29	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	-	-	-5.4	-1.3
1 차철강	0.28	0.30	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	-	-	0.5	0.1
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.1	-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	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2019	2045	00-19	19-45
주요 업종별 에너지 수요											
석유/화학	36	72	77	81	83	85	87	100	100	3.7	0.7
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.5	0.7
석유	33	62	65	67	69	69	70	86	81	3.4	0.5
가스	0	4	5	6	7	7	8	6	9	14.9	2.1
전기	2	5	6	7	8	8	9	7	10	4.5	1.9
신재생	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
비금속	6	5	4	4	4	4	4	100	100	-1.1	-0.2
석탄	4	2	2	2	2	2	2	52	40	-2.1	-1.1
석유	1	1	1	1	1	1	1	14	14	-3.0	0.0
가스	0	1	1	1	1	1	1	13	17	4.5	1.1
전기	1	1	1	1	1	1	1	22	28	1.4	0.8
신재생	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
철강	17	30	33	34	34	34	33	100	100	3.3	0.3
석탄	13	25	28	29	29	29	28	83	85	3.4	0.4
석유	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-12.3	0.2
가스	1	2	3	3	3	3	3	8	8	7.0	0.5
전기	2	3	2	2	2	2	2	9	7	2.5	-0.7
신재생	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
조립금속	5	11	13	14	14	15	16	100	100	4.3	1.3
석탄	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	2	0	0	0	0	0	0	3	1	-8.4	-1.5
가스	1	2	2	2	2	3	3	17	17	5.4	1.2
전기	3	9	10	11	12	12	13	80	82	6.4	1.4
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	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요지표											
자동차 형태별 (백만 대)	12	24	26	27	28	28	27	100	100	3.6	0.6
승용차	8	19	21	23	23	24	23	81	86	4.7	0.8
화물차	3	4	4	3	3	3	3	15	12	1.9	-0.5
승합차	1	1	1	1	1	1	1	3	2	-2.9	-0.7
자동차 연료별 (백만 대)											
휘발유	7	11	14	15	15	15	14	49	50	2.5	0.7
경유	4	10	9	8	8	8	7	42	26	5.5	-1.2
전기자동차	-	0	1	1	2	3	4	0	13	65.9	15.2
수소자동차	-	-	0	0	0	1	2	0	6	-	-
기타	1	2	2	2	2	1	1	9	4	3.0	-2.3
에너지 수요											
휘발유	8	10	11	12	11	10	9	23	24	1.3	-0.3
경유	13	20	18	17	16	15	15	47	38	2.2	-1.2
중유	4	2	2	2	2	2	2	5	5	-3.2	-0.4
제트유	2	5	6	6	7	7	7	11	18	4.4	1.4
부탄	3	4	3	3	3	2	2	8	5	0.2	-2.0
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	-0.1
도시가스	-	1	1	1	1	1	1	3	3	-	-0.5
전기	0	0	0	1	1	1	1	1	3	1.9	6.3
신재생·기타	-	1	1	1	1	1	1	2	4	-	3.0
수송 수단별 에너지수요											
도로	24	35	35	34	32	31	29	82	75	2.1	-0.7
철도	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-2.1	-0.9
항공	2	5	6	6	7	7	7	11	18	4.4	1.4
해운	5	3	3	2	2	2	2	6	6	-3.0	-0.5

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	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요지표											
인구 (백만 명)	47.0	51.7	51.9	51.9	51.6	50.9	49.6	-	-	0.5	-0.2
가구 (백만 가구)	14.5	20.1	21.3	22.0	22.5	22.7	22.5	-	-	1.7	0.4
형태별 주택(백만 호)	11.0	16.5	18.0	18.8	19.4	19.7	19.6	100	100	2.2	0.7
단독	4.1	3.6	3.6	3.7	3.6	3.5	3.3	22	17	-0.7	-0.3
아파트	5.2	10.3	11.6	12.5	13.1	13.4	13.6	63	69	3.6	1.1
공동주택	1.7	2.6	2.7	2.7	2.6	2.8	2.8	16	14	2.3	0.3
평균 주거 면적(m ²)	85.5	76.4	74.5	73.9	73.3	72.7	72.2	-	-	-0.6	-0.2
에너지 지표											
주택당 에너지수요(toe/천 원)	1.93	1.37	1.22	1.16	1.12	1.10	1.08	-	-	-1.8	-0.9
면적당	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-1.2	-0.7
에너지수요(toe/100m ²)											
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.46	1.12	1.03	0.99	0.97	0.95	0.95	-	-	-1.4	-0.6
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.36	1.48	1.52	1.56	1.59	1.63	-	-	2.9	0.7
에너지 수요											
석탄	1	0	0	0	0	0	0	1	0	-5.4	-10.1
석유	9	3	2	2	1	1	1	14	3	-5.5	-5.5
도시가스	7	10	10	10	10	10	10	47	48	1.9	-0.1
전기	3	6	7	7	7	7	7	27	33	3.4	0.5
지역난방	1	2	2	2	2	2	2	10	11	4.0	0.0
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	2	5	7.4	3.3
용도별 에너지 수요											
난방/온수	17	15	14	13	13	13	12	66	59	-0.7	-0.7
취사	1	2	2	2	2	2	2	10	9	2.8	-0.8
냉방	0	1	1	1	1	1	1	3	4	17.2	1.3
조명	0	1	1	1	1	1	1	4	4	3.5	-0.3
기타 가전기기	2	4	5	5	5	5	5	17	25	2.9	1.2

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

서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요 업종별 산출액 (조 원)											
도소매	134	260	285	316	345	374	404	-	-	3.5	1.7
숙박음식	61	138	149	164	176	189	201	-	-	4.4	1.5
운수보관	69	155	175	197	217	236	256	-	-	4.4	1.9
정보통신	56	152	185	217	245	269	292	-	-	5.4	2.5
공공행정및국방	73	149	164	177	182	183	183	-	-	3.8	0.8
교육서비스	65	126	134	142	146	148	150	-	-	3.5	0.7
의료복지	41	157	203	246	284	317	348	-	-	7.3	3.1
예술, 스포츠, 레저	16	44	54	63	71	79	85	-	-	5.6	2.6
기타서비스	284	733	867	997	1 104	1 197	1 283	-	-	5.1	2.2
에너지 수요											
석유	6	3	2	2	2	2	2	13	5	-3.2	-2.5
도시가스	2	4	4	5	5	5	5	16	17	3.6	1.3
전기	6	14	17	18	19	20	20	63	66	4.8	1.3
지역난방	0	0	0	0	1	1	1	2	2	8.2	1.4
신재생·기타	0	1	2	2	3	3	3	6	10	14.2	3.2
부문별 에너지 수요											
상업 서비스	11	18	20	21	22	23	23	77	75	2.5	1.1
공공 서비스	3	5	6	7	7	7	7	23	25	3.9	1.3

석유 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
원유 수요*	131	170	179	184	185	183	181	-	-	1.4	0.2
국제 벙커링	7	8	9	9	9	10	10	-	-	0.8	0.6
총공급	101	117	118	119	119	117	116	100	100	0.8	0.0
전환	7	1	1	1	1	1	1	1	1	-8.8	-2.3
최종소비	94	116	118	118	118	117	116	99	99	1.1	0.0
제품별 석유 수요											
휘발유	8	10	12	12	11	10	9	9	8	1.2	-0.3
등유	10	2	2	1	1	1	1	2	1	-7.1	-4.5
경유	19	24	21	20	19	18	17	20	15	1.3	-1.3
중유	20	4	3	3	3	3	3	3	3	-8.5	-0.5
제트유	3	5	6	6	7	7	7	5	6	4.1	1.2
프로판	5	8	7	8	8	8	8	6	7	2.7	0.1
부탄	4	5	5	4	4	4	4	4	3	0.9	-1.2
납사	29	54	57	58	59	60	61	46	52	3.3	0.5
기타 비에너지유	3	5	6	6	6	7	7	5	6	2.9	0.9
용도별 석유 수요											
산업	49	69	73	75	77	77	78	59	67	1.9	0.5
(연료)	16	10	10	11	11	11	11	9	9	-2.4	0.3
(원료)	32	59	62	64	66	66	67	50	58	3.2	0.5
수송	31	41	41	40	38	37	35	35	30	1.5	-0.6
가정	9	3	2	2	1	1	1	3	1	-5.5	-5.5
서비스	6	3	2	2	2	2	2	3	1	-3.2	-2.5
전환	7	1	1	1	1	1	1	1	1	-8.8	-2.3

* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

석탄 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
총공급	43	82	88	82	78	69	65	100	100	3.5	- 0.9
전환부문	23	50	53	46	41	32	28	61	43	4.1	- 2.2
최종소비부문	20	32	35	36	37	37	37	39	57	2.6	0.5
제품별 석탄 수요											
국내탄	2	0	0	0	0	0	0	1	0	- 6.9	- 7.7
수입무연탄	1	4	4	5	6	6	6	5	9	6.4	1.7
연료용 유연탄	27	53	56	49	44	36	32	65	50	3.7	- 1.9
원료용 유연탄	13	24	27	28	28	27	26	30	41	3.4	0.3
용도별 석탄 수요											
발전용	23	50	53	46	41	32	28	61	43	4.1	- 2.2
코크스 제조 및 고로용	13	24	27	28	28	27	26	30	41	3.4	0.3
킬른가열용	4	2	2	2	2	2	2	3	3	- 2.1	- 1.1
기타 산업용	3	5	6	7	7	8	8	6	13	3.1	1.9
연탄용	1	0	0	0	0	0	0	0	0	- 5.5	- 10.1

가스 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
총공급	19	54	56	65	68	73	77	101	100	5.6	1.4
전환 부문*	7	27	27	34	36	41	44	50	57	7.6	1.9
최종소비 부문	13	27	29	31	32	33	33	50	43	4.1	0.8
제품별 소비											
천연가스	6	29	29	37	39	44	48	54	62	8.9	2.0
도시가스	13	25	27	28	29	29	30	47	39	3.5	0.7
용도별 소비											
발전용	6	24	24	31	33	37	41	44	53	7.7	2.1
지역난방	1	3	3	3	3	3	3	6	4	9.4	0.2
산업	3	11	13	14	15	16	17	21	21	6.8	1.4
수송	-	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-0.5
가정	7	10	10	10	10	10	10	20	13	1.9	-0.1
서비스	2	4	4	5	5	5	5	7	7	3.6	1.3

* 자가소비 및 손실 포함

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

전기 공급 및 수요 - 기준 시나리오

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
발전설비 (GW)	48	125	169	176	199	227	238	100	100	5.1	2.5
석탄	14	37	42	35	30	23	20	30	8	5.2	-2.3
석유	5	3	0	0	0	0	0	3	0	-2.1	-8.0
가스	13	40	49	56	60	80	84	32	35	6.2	2.9
원자력	14	23	26	20	18	16	12	19	5	2.8	-2.4
수력	3	7	7	7	9	9	9	5	4	3.9	1.1
신재생	-	15	46	58	82	99	112	12	47	-	8.0
총발전량 (TWh)	266	563	625	666	699	723	741	100	100	4.0	1.1
석탄	99	229	243	210	188	148	133	41	18	4.5	-2.1
석유	19	3	1	1	1	1	1	1	0	-9.6	-5.9
가스	28	146	132	216	243	295	340	26	46	9.0	3.3
원자력	109	146	170	136	127	117	91	26	12	1.6	-1.8
수력	6	6	7	7	9	9	9	1	1	0.6	1.4
대체	-	32	72	95	130	152	167	6	23	-	6.6
상용자가	5	1	1	1	1	1	1	0	0	-7.2	0.0
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	64	116	134	133	138	138	137	100	100	3.2	0.6
석탄	23	50	53	46	41	32	28	43	21	4.1	-2.2
석유	6	1	0	0	0	0	0	1	0	-9.8	-4.1
가스	6	24	24	31	33	37	41	21	30	7.7	2.1
수력	1	1	1	2	2	2	2	1	1	-0.3	1.4
원자력	27	31	36	29	27	25	19	27	14	0.7	-1.8
신재생·기타	-	9	19	25	35	41	46	8	34	-	6.6
전기 수요 (TWh)	240	520	578	620	651	676	695	100	100	4.2	1.1
산업	132	280	302	325	341	355	367	54	53	4.0	1.1
수송	2	3	5	8	11	13	14	1	2	1.9	6.3
가정	37	70	77	79	80	81	81	14	12	3.4	0.5
서비스	68	167	194	208	219	227	233	32	34	4.8	1.3

* 상용자는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

열에너지 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
열생산량	1	3	3	3	3	3	3	100	100	4.2	0.5
발전폐열	1	2	2	2	2	2	2	65	59	3.6	0.2
지역난방	0	1	1	1	1	1	1	35	41	5.3	1.2
지역난방용 에너지 수요	1	3	3	3	3	3	3	100	100	6.6	0.2
석유	0	0	0	0	0	0	0	7	7	-3.3	0.1
가스	1	3	3	3	3	3	3	93	93	9.4	0.2
지역난방 수요	1	3	3	3	3	3	3	100	100	4.4	0.2
가정	1	2	2	2	2	2	2	86	81	4.0	0.0
서비스	0	0	0	0	1	1	1	14	19	8.2	1.4

신재생/기타 공급 및 수요 - 기준 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
부문별 신재생에너지 수요	2	18	30	37	48	56	61	100	100	11.8	4.9
발전	-	9	19	25	35	41	46	50	75	n.a	6.6
산업	2	6	7	8	9	9	10	36	16	6.6	1.6
수송	-	1	1	1	1	1	1	4	2	n.a	3.0
가정	0	0	1	1	1	1	1	3	2	7.4	3.3
서비스	0	1	2	2	3	3	3	8	5	14.2	3.2

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 기준 시나리오

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요지표											
에너지당 배출(톤/toe)	2.56	2.46	2.46	2.41	2.38	2.31	2.28	-	-	- 0.2	- 0.3
GDP 당 배출(톤/백만 원)	0.46	0.34	0.31	0.28	0.26	0.23	0.22	-	-	- 1.6	- 1.7
인구당 배출(톤/인)	8.83	12.05	12.40	12.33	12.18	11.80	11.88	-	-	1.7	- 0.1
온실가스 배출											
석탄	162	309	330	308	293	259	244	50	41	3.4	- 0.9
석유	213	201	196	195	191	187	182	32	31	- 0.3	- 0.4
천연가스	40	113	118	137	144	155	163	18	28	5.6	1.4
부문별 온실가스 직접 배출											
산업	145	205	220	232	239	241	242	33	41	1.9	0.7
수송	87	118	118	116	112	107	102	19	17	1.6	- 0.6
가정	42	34	31	30	29	28	27	5	5	- 1.1	- 0.9
서비스	20	17	17	17	17	17	17	3	3	- 0.8	0.0
발전/열생산	121	248	257	245	232	206	200	40	34	3.9	- 0.8

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 고성장 시나리오

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
인구 (백만 명)	47	52	52	52	52	51	50	-	-	0.5	-0.2
가구 (백만 가구)	15	20	21	22	22	23	22	-	-	1.7	0.4
국내총생산 (GDP, 조 원)	904	1 849	2 085	2 338	2 545	2 742	2 934	-	-	3.8	1.8
주요 업종별 부가가치 (조 원)											
농림어업, 광업	30	35	35	36	36	37	36	-	-	0.7	0.2
제조업	223	487	534	586	629	674	718	-	-	4.2	1.5
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	63	111	119	129	137	145	154	-	-	3.0	1.3
- 조립금속	98	297	331	368	400	432	464	-	-	6.0	1.7
SOC	88	131	138	148	154	159	162	-	-	2.1	0.8
서비스업	516	1 044	1 210	1 381	1 524	1 657	1 787	-	-	3.8	2.1
수입단가											
원유 (\$/bbl)	20	65	73	79	84	88	91	-	-	6.6	1.3
천연가스 (\$/톤)	180	514	570	554	534	559	585	-	-	5.7	0.5
유연탄 (\$/톤)	24	102	92	92	91	88	85	-	-	7.9	-0.7
에너지 지표											
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	1	0	0	0	-	-	-3.8	-4.0
총에너지 수요 (백만 toe)	193	303	333	341	353	357	361	-	-	2.4	0.7
에너지원단위 (toe/백만 원)	0.21	0.16	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	-	-	-1.4	-1.1
일인당에너지소비 (toe/인)	4.11	5.86	6.41	6.57	6.84	7.03	7.28	-	-	1.9	0.8
최종 소비 (백만 toe)	150	231	248	260	269	276	281	-	-	2.3	0.7
전기생산 (TWh)	266	563	634	686	727	762	792	-	-	4.0	1.3
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	11	12	13	14	15	16	-	-	3.5	1.5
에너지부문 온실가스 지표											
온실가스 배출 (백만 톤)	415	623	651	656	651	630	626	-	-	2.2	0.0
배출원단위 (톤/백만 원)	0.46	0.34	0.31	0.28	0.26	0.23	0.21	-	-	-1.6	-1.7
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.05	12.55	12.63	12.62	12.38	12.63	-	-	1.7	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 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
총에너지	193	303	333	341	353	357	361	100	100	2.4	0.7
석탄	43	82	88	83	80	72	68	27	19	3.5	-0.7
석유	101	117	120	122	123	123	123	39	34	0.8	0.2
가스	19	54	57	68	72	79	84	18	23	5.6	1.8
수력	1	1	1	2	2	2	2	0	1	-0.3	1.4
원자력	27	31	36	29	27	25	19	10	5	0.7	-1.8
신재생·기타	2	18	30	37	49	57	64	6	18	11.8	5.1
최종 소비	150	231	248	260	269	276	281	100	100	2.3	0.8
석탄	20	32	35	38	39	40	40	14	14	2.6	0.9
석유	94	116	119	121	122	122	123	50	44	1.1	0.2
도시가스	13	27	29	31	33	34	35	12	12	4.1	1.0
전기	21	45	50	55	58	61	64	19	23	4.2	1.4
열에너지	1	3	3	3	3	3	3	1	1	4.4	0.2
신재생·기타	2	9	11	12	14	16	17	4	6	7.8	2.5
산업	84	143	156	167	175	181	186	62	66	2.8	1.0
수송	31	43	43	43	42	41	40	19	14	1.7	-0.3
가정	21	22	22	22	22	22	21	10	8	0.3	-0.2
서비스	14	23	26	28	30	32	33	10	12	2.8	1.4

최종 소비 부문별·원별 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
산업	84	143	156	167	175	181	186	100	100	2.8	1.0
석탄	19	32	35	38	39	40	40	22	21	2.7	0.9
석유	49	69	74	77	80	82	84	48	45	1.9	0.7
도시가스	3	11	13	15	16	17	18	8	10	6.8	1.7
전기	11	24	27	29	31	33	34	17	18	4.0	1.4
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	6	7	8	9	10	10	4	6	6.6	1.9
수송	31	43	43	43	42	41	40	100	100	1.7	-0.3
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	41	41	40	39	38	36	95	91	1.5	-0.5
도시가스	0	1	1	1	1	1	1	3	3	-	-0.5
전기	0	0	0	1	1	1	1	1	3	1.9	6.3
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	2	2	4	-	3.0
가정	21	22	22	22	22	22	21	100	100	0.3	-0.2
석탄	1	0	0	0	0	0	0	1	0	-5.5	-11.0
석유	9	3	2	1	1	1	1	14	3	-5.5	-5.9
도시가스	7	10	10	10	11	10	10	47	48	1.9	-0.1
전기	3	6	7	7	7	7	7	27	32	3.4	0.5
열에너지	1	2	2	2	2	2	2	10	10	4.0	-0.2
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	2	6	7.4	4.1
서비스 (상업, 공공, 기타)	14	23	26	28	30	32	33	100	100	2.8	1.4
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-0.6
석유	6	3	2	2	2	2	2	13	5	-3.2	-2.2
도시가스	2	4	4	5	5	5	6	16	17	3.6	1.6
전기	6	14	17	18	20	21	22	63	65	4.8	1.6
열에너지	0	0	0	0	1	1	1	2	2	8.2	1.7
신재생·기타	0	1	2	3	3	3	4	6	11	14.2	3.9

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요 업종 산출액 (조 원)											
석유/화학	126	271	307	344	377	410	444	-	-	4.1	1.9
비금속	19	45	49	54	57	61	65	-	-	4.5	1.4
1 차철강	60	101	106	112	114	115	115	-	-	2.7	0.5
금속, 기계, 전자, 정밀	173	721	827	941	1 044	1 149	1 254	-	-	7.8	2.2
운송장비	117	243	254	275	296	322	351	-	-	3.9	1.4
건설	167	239	252	273	287	298	306	-	-	1.9	1.0
주요 제품 생산량 (천 톤)											
기초유분	16	32	34	36	37	39	40	-	-	3.6	0.9
조강	43	71	77	81	83	83	83	-	-	2.7	0.6
전로	25	49	57	61	64	65	65	-	-	3.7	1.1
전기로	18	23	21	20	19	18	18	-	-	1.1	-0.8
시멘트	51	51	48	47	45	44	44	-	-	-0.1	-0.6
클링커	46	46	43	42	41	40	39	-	-	0.0	-0.6
에너지 수요 (백만 toe)											
석탄	19	32	35	38	39	40	40	22	21	2.7	0.9
석유	49	69	74	77	80	82	84	48	45	1.9	0.7
도시가스	3	11	13	15	16	17	18	8	10	6.8	1.7
전기	11	24	27	29	31	33	34	17	18	4.0	1.4
열에너지	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	6	7	8	9	10	10	4	6	6.6	1.9
주요 업종 에너지원단위											
석유/화학	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	-	-	-0.4	-0.9
비금속	0.29	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	-	-	-5.4	-1.3
1 차철강	0.28	0.30	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31	-	-	0.5	0.2
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.1	-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) - 고성장 시나리오

								비중 (%)		증가율 (%)	
	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2019	2045	00-19	19-45
주요 업종별 에너지 수요											
석유/화학	36	72	79	83	87	90	93	100	100	3.7	1.0
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	- 1.5	1.0
석유	33	62	67	70	72	74	75	86	81	3.4	0.8
가스	0	4	5	6	7	8	8	6	9	14.9	2.4
전기	2	5	6	7	8	9	9	7	10	4.5	2.1
신재생	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
비금속	6	5	5	5	5	5	5	100	100	- 1.1	0.1
석탄	4	2	2	2	2	2	2	52	40	- 2.1	- 0.9
석유	1	1	1	1	1	1	1	14	14	- 3.0	0.3
가스	0	1	1	1	1	1	1	13	17	4.5	1.3
전기	1	1	1	1	1	1	1	22	28	1.4	1.1
신재생	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
철강	17	30	33	36	36	36	36	100	100	3.3	0.7
석탄	13	25	28	30	31	31	31	83	86	3.4	0.8
석유	1	0	0	0	0	0	0	0	0	- 12.3	0.5
가스	1	2	3	3	3	3	3	8	8	7.0	0.7
전기	2	3	2	2	2	2	2	9	6	2.5	- 0.6
신재생	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
조립금속	5	11	13	14	15	16	17	100	100	4.3	1.6
석탄	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유	2	0	0	0	0	0	0	3	1	- 8.4	- 1.1
가스	1	2	2	2	2	3	3	17	17	5.4	1.5
전기	3	9	10	12	12	13	14	80	82	6.4	1.6
신재생	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-

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

비제조업 부가가치는 농림어업, 광업, 건설업 부가가치의 합계

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

수송 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요지표											
자동차 형태별 (백만 대)	12	24	26	27	28	28	27	100	100	3.6	0.6
승용차	8	19	21	23	23	24	23	81	86	4.7	0.8
화물차	3	4	4	4	3	3	3	15	12	1.9	-0.4
승합차	1	1	1	1	1	1	1	3	2	-2.9	-0.7
자동차 연료별 (백만 대)											
휘발유	7	11	14	15	15	15	14	49	50	2.5	0.7
경유	4	10	9	8	8	8	7	42	26	5.5	-1.2
전기자동차	-	0	1	1	2	3	4	0	13	65.9	15.2
수소자동차	-	-	0	0	0	1	2	0	6	-	-
기타	1	2	2	2	2	1	1	9	4	3.0	-2.3
에너지 수요											
휘발유	8	10	11	12	11	10	9	23	23	1.3	-0.3
경유	13	20	18	17	16	16	15	47	38	2.2	-1.1
중유	4	2	2	2	2	2	2	5	5	-3.2	-0.4
제트유	2	5	6	6	7	7	8	11	19	4.4	1.7
부탄	3	4	3	3	3	2	2	8	5	0.2	-2.0
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	0.0
도시가스	-	1	1	1	1	1	1	3	3	-	-0.5
전기	0	0	0	1	1	1	1	1	3	1.9	6.3
신재생·기타	-	1	1	1	1	1	2	2	4	-	3.0
수송 수단별 에너지수요											
도로	24	35	35	34	33	31	30	82	74	2.1	-0.6
철도	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-2.1	-0.9
항공	2	5	6	6	7	7	8	11	19	4.4	1.7
해운	5	3	3	2	2	2	2	6	6	-3.0	-0.5

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

가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요지표											
인구 (백만 명)	47.0	51.7	51.9	51.9	51.6	50.9	49.6	-	-	0.5	-0.2
가구 (백만 가구)	14.5	20.1	21.3	22.0	22.5	22.7	22.5	-	-	1.7	0.4
형태별 주택(백만 호)	11.0	16.5	18.0	18.8	19.4	19.7	19.6	100	100	2.2	0.7
단독	4.1	3.6	3.6	3.7	3.6	3.5	3.3	22	17	-0.7	-0.3
아파트	5.2	10.3	11.6	12.5	13.1	13.4	13.6	63	69	3.6	1.1
공동주택	1.7	2.6	2.7	2.7	2.6	2.8	2.8	16	14	2.3	0.3
평균 주거 면적(m ²)	85.5	76.4	74.6	74.2	73.7	73.1	72.8	-	-	-0.6	-0.2
에너지 지표											
주택당 에너지수요(toe/천 원)	1.93	1.37	1.22	1.16	1.12	1.10	1.09	-	-	-1.8	-0.9
면적당	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-1.2	-0.7
에너지수요(toe/100m ²)											
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.46	1.12	1.03	0.99	0.97	0.96	0.95	-	-	-1.4	-0.6
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.36	1.48	1.52	1.55	1.59	1.63	-	-	2.9	0.7
에너지 수요											
	21	22	22	22	22	22	21	100	100	0.3	-0.2
석탄	1	0	0	0	0	0	0	1	0	-5.4	-11.0
석유	9	3	2	1	1	1	1	14	3	-5.5	-5.9
도시가스	7	10	10	10	11	10	10	47	48	1.9	-0.1
전기	3	6	7	7	7	7	7	27	32	3.4	0.5
지역난방	1	2	2	2	2	2	2	10	10	4.0	-0.2
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	2	6	7.4	4.1
용도별 에너지 수요											
난방/온수	17	15	14	13	13	13	13	66	59	-0.7	-0.7
취사	1	2	2	2	2	2	2	10	8	2.8	-0.8
냉방	0	1	1	1	1	1	1	3	4	17.2	1.4
조명	0	1	1	1	1	1	1	4	4	3.5	-0.3
기타 가전기기	2	4	5	5	5	5	5	17	25	2.9	1.2

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

서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

								비중 (%)		증가율 (%)	
	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2019	2045	00-19	19-45
주요 업종별 산출액 (조 원)											
도소매	134	260	290	326	360	396	433	-	-	3.5	2.0
숙박음식	61	138	152	169	184	200	216	-	-	4.4	1.7
운수보관	69	155	178	203	226	250	275	-	-	4.4	2.2
정보통신	56	152	188	224	255	285	313	-	-	5.4	2.8
공공행정및국방	73	149	167	183	190	194	196	-	-	3.8	1.1
교육서비스	65	126	136	147	153	157	161	-	-	3.5	0.9
의료복지	41	157	206	254	296	335	373	-	-	7.3	3.4
예술, 스포츠, 레저	16	44	55	65	75	83	91	-	-	5.6	2.9
기타서비스	284	733	882	1 030	1 153	1 267	1 377	-	-	5.1	2.5
에너지 수요											
석유	6	3	2	2	2	2	2	13	5	-3.2	-2.2
도시가스	2	4	4	5	5	5	6	16	17	3.6	1.6
전기	6	14	17	18	20	21	22	63	65	4.8	1.6
지역난방	0	0	0	0	1	1	1	2	2	8.2	1.7
신재생·기타	0	1	2	3	3	3	4	6	11	14.2	3.9
부문별 에너지 수요											
상업 서비스	11	18	20	22	23	24	25	77	75	2.5	1.4
공공 서비스	3	5	6	7	7	8	8	23	25	3.9	1.7

석유 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
원유 수요*	131	170	182	190	193	194	194	-	-	1.4	0.5
국제 벙커링	7	8	9	9	10	10	10	-	-	0.8	0.9
총공급	101	117	120	122	123	123	123	100	100	0.8	0.2
전환	7	1	1	1	1	1	1	1	1	-8.8	-2.2
최종소비	94	116	119	121	122	122	123	99	99	1.1	0.2
제품별 석유 수요											
휘발유	8	10	12	12	11	10	9	9	8	1.2	-0.3
등유	10	2	2	1	1	1	1	2	1	-7.1	-4.6
경유	19	24	21	20	19	18	18	20	14	1.3	-1.1
중유	20	4	3	3	3	3	3	3	3	-8.5	-0.4
제트유	3	5	6	7	7	8	8	5	6	4.1	1.5
프로판	5	8	8	8	8	8	8	6	7	2.7	0.3
부탄	4	5	5	5	4	4	4	4	3	0.9	-1.1
납사	29	54	58	60	62	63	65	46	53	3.3	0.7
기타 비에너지유	3	5	6	6	7	7	7	5	6	2.9	1.1
용도별 석유 수요											
산업	49	69	74	77	80	82	84	59	68	1.9	0.7
(연료)	16	10	11	11	11	12	12	9	10	-2.4	0.6
(원료)	32	59	63	66	69	70	72	50	58	3.2	0.8
수송	31	41	41	40	39	38	36	35	29	1.5	-0.5
가정	9	3	2	1	1	1	1	3	1	-5.5	-5.9
서비스	6	3	2	2	2	2	2	3	1	-3.2	-2.1
전환	7	1	1	1	1	1	1	1	1	-8.8	-2.2

* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

석탄 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
총공급	43	82	88	83	80	72	68	100	100	3.5	- 0.7
전환부문	23	50	53	46	41	32	28	61	41	4.1	- 2.2
최종소비부문	20	32	35	38	39	40	40	39	59	2.6	0.9
제품별 석탄 수요											
국내탄	2	0	0	0	0	0	0	1	0	- 6.9	- 7.5
수입무연탄	1	4	4	5	6	6	6	5	9	6.4	1.9
연료용 유연탄	27	53	56	49	44	36	32	65	47	3.7	- 1.9
원료용 유연탄	13	24	27	29	30	30	29	30	43	3.4	0.7
용도별 석탄 수요											
발전용	23	50	53	46	41	32	28	61	41	4.1	- 2.2
코크스 제조 및 고로용	13	24	27	29	30	30	29	30	43	3.4	0.7
킬른가열용	4	2	2	2	2	2	2	3	3	- 2.1	- 0.9
기타 산업용	3	5	6	7	8	8	9	6	13	3.1	2.2
연탄용	1	0	0	0	0	0	0	0	0	- 5.5	- 11.0

가스 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
총공급	19	54	57	68	72	79	84	101	100	5.6	1.8
전환 부문*	7	27	28	37	40	45	49	50	59	7.6	2.4
최종소비 부문	13	27	29	31	33	34	35	50	41	4.1	1.0
제품별 소비											
천연가스	6	29	30	39	43	48	53	54	63	8.9	2.4
도시가스	13	25	27	28	30	30	31	47	37	3.5	0.8
용도별 소비											
발전용	6	24	25	33	37	42	46	44	55	7.7	2.6
지역난방	1	3	3	3	3	3	3	6	4	9.4	0.1
산업	3	11	13	15	16	17	18	21	21	6.8	1.7
수송	-	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-0.5
가정	7	10	10	10	11	10	10	20	12	1.9	-0.1
서비스	2	4	4	5	5	5	6	7	7	3.6	1.6

* 자가소비 및 손실 포함

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

전기 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
발전설비 (GW)	48	125	169	176	199	228	252	100	100	5.1	2.7
석탄	14	36	40	33	28	21	18	28	7	5.0	-2.5
석유	5	12	12	13	13	13	13	10	5	5.1	0.1
가스	13	33	38	45	49	69	85	26	34	5.1	3.7
원자력	14	23	26	20	18	16	12	19	5	2.8	-2.4
수력	3	7	7	7	9	9	9	5	3	3.9	1.1
신재생	-	15	46	58	82	100	115	12	46	-	8.1
총발전량 (TWh)	266	563	634	686	727	762	792	100	100	4.0	1.3
석탄	99	219	231	198	177	137	121	39	15	4.3	-2.2
석유	19	2	0	0	0	0	0	0	0	-10.3	-7.3
가스	28	156	153	247	283	344	399	28	50	9.4	3.7
원자력	109	146	170	136	127	117	91	26	12	1.6	-1.8
수력	6	6	7	7	9	9	9	1	1	0.6	1.4
대체	-	32	72	95	130	153	170	6	21	-	6.7
상용자가	5	1	1	1	1	1	1	0	0	-7.2	0.3
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	64	116	135	135	141	142	143	100	100	3.2	0.8
석탄	23	50	53	46	41	32	28	43	20	4.1	-2.2
석유	6	1	0	0	0	0	0	1	0	-9.8	-3.9
가스	6	24	25	33	37	42	46	21	32	7.7	2.6
수력	1	1	1	2	2	2	2	1	1	-0.3	1.4
원자력	27	31	36	29	27	25	19	27	14	0.7	-1.8
신재생·기타	-	9	19	25	35	42	47	8	33	-	6.7
전기 수요 (TWh)	240	520	587	639	678	713	744	100	100	4.2	1.4
산업	132	280	309	338	358	378	398	54	53	4.0	1.4
수송	2	3	5	8	11	13	14	1	2	1.9	6.3
가정	37	70	77	79	80	81	81	14	11	3.4	0.5
서비스	68	167	196	214	229	241	252	32	34	4.8	1.6

* 상용자가는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

열에너지 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
열생산량	1	3	3	3	3	3	3	100	100	4.2	0.5
발전폐열	1	2	2	2	2	2	2	65	59	3.6	0.1
지역난방	0	1	1	1	1	1	1	35	41	5.3	1.1
지역난방용 에너지 수요	1	3	3	3	3	3	3	100	100	6.6	0.1
석유	0	0	0	0	0	0	0	7	7	-3.3	0.1
가스	1	3	3	3	3	3	3	93	93	9.4	0.1
지역난방 수요	1	3	3	3	3	3	3	100	100	4.4	0.2
가정	1	2	2	2	2	2	2	86	79	4.0	-0.2
서비스	0	0	0	0	1	1	1	14	21	8.2	1.7

신재생/기타 공급 및 수요 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
부문별 신재생에너지 수요	2	18	30	37	49	57	64	100	100	11.8	5.1
발전	-	9	19	25	35	42	47	50	74	n.a	6.7
산업	2	6	7	8	9	10	10	36	16	6.6	1.9
수송	-	1	1	1	1	1	2	4	2	n.a	3.0
가정	0	0	1	1	1	1	1	3	2	7.4	4.1
서비스	0	1	2	3	3	3	4	8	6	14.2	3.9

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 고성장 시나리오

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요지표											
에너지당 배출(톤/toe)	2.56	2.46	2.46	2.40	2.37	2.31	2.27	-	-	- 0.2	- 0.3
GDP 당 배출(톤/백만 원)	0.46	0.34	0.31	0.28	0.26	0.23	0.21	-	-	- 1.6	- 1.7
인구당 배출(톤/인)	8.83	12.05	12.55	12.63	12.62	12.38	12.63	-	-	1.7	0.2
온실가스 배출											
석탄	162	309	332	314	301	269	257	50	41	3.4	- 0.7
석유	213	201	198	199	197	194	191	32	31	- 0.3	- 0.2
천연가스	40	113	121	143	153	166	178	18	28	5.6	1.7
부문별 온실가스 직접 배출											
산업	145	205	224	241	252	258	263	33	42	1.9	1.0
수송	87	118	119	117	114	110	105	19	17	1.6	- 0.5
가정	42	34	31	30	29	28	27	5	4	- 1.1	- 0.9
서비스	20	17	18	18	18	18	18	3	3	- 0.8	0.3
발전/열생산	121	248	260	250	239	215	212	40	34	3.9	- 0.6

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

주요 경제 지표 및 활동 수준 - 저성장 시나리오

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
인구 (백만 명)	47	52	52	52	52	51	50	-	-	0.5	-0.2
가구 (백만 가구)	15	20	21	22	22	23	22	-	-	1.7	0.4
국내총생산 (GDP, 조 원)	904	1 849	1 995	2 146	2 248	2 335	2 417	-	-	3.8	1.0
주요 업종별 부가가치 (조 원)											
농림어업, 광업	30	35	33	33	32	31	30	-	-	0.7	-0.6
제조업	223	487	511	538	556	574	591	-	-	4.2	0.8
- 석유화학, 비금속, 1 차철강	63	111	114	118	121	124	127	-	-	3.0	0.5
- 조립금속	98	297	317	338	353	368	382	-	-	6.0	1.0
SOC	88	131	132	136	136	135	134	-	-	2.1	0.1
서비스업	516	1 044	1 157	1 268	1 346	1 412	1 472	-	-	3.8	1.3
수입단가											
원유 (\$/bbl)	20	65	73	79	84	88	91	-	-	6.6	1.3
천연가스 (\$/톤)	180	514	570	554	534	559	585	-	-	5.7	0.5
유연탄 (\$/톤)	24	102	92	92	91	88	85	-	-	7.9	-0.7
에너지 지표											
국내생산 (백만 toe)	2	1	1	0	0	0	0	-	-	-3.8	-4.7
총에너지 수요 (백만 toe)	193	303	323	321	322	317	311	-	-	2.4	0.1
에너지원단위 (toe/백만 원)	0.21	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	-	-	-1.4	-0.9
일인당에너지소비 (toe/인)	4.11	5.86	6.23	6.18	6.24	6.23	6.27	-	-	1.9	0.3
최종 소비 (백만 toe)	150	231	239	242	241	239	236	-	-	2.3	0.1
전기생산 (TWh)	266	563	611	637	652	661	667	-	-	4.0	0.7
일인당 전기생산 (MWh/인)	6	11	12	12	13	13	13	-	-	3.5	0.8
에너지부문 온실가스 지표											
온실가스 배출 (백만 톤)	415	623	632	615	591	551	532	-	-	2.2	-0.6
배출원단위 (톤/백만 원)	0.46	0.34	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	-	-	-1.6	-1.6
일인당 배출 (톤/인)	8.83	12.05	12.17	11.85	11.44	10.84	10.73	-	-	1.7	-0.5

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

SOC 부가가치는 전기·수도·가스 및 건설업 부가가치의 합계

서비스업 부가가치는 하위 구성항목 부가가치의 합계

에너지 수요 종합 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
총에너지	193	303	323	321	322	317	311	100	100	2.4	0.1
석탄	43	82	87	79	74	64	59	27	19	3.5	-1.3
석유	101	117	116	114	112	108	105	39	34	0.8	-0.4
가스	19	54	53	60	61	64	67	18	22	5.6	0.9
수력	1	1	1	2	2	2	2	0	1	-0.3	1.4
원자력	27	31	36	29	27	25	19	10	6	0.7	-1.8
신재생·기타	2	18	30	36	46	53	58	6	19	11.8	4.7
최종 소비	150	231	239	242	241	239	236	100	100	2.3	0.1
석탄	20	32	33	34	33	32	31	14	13	2.6	-0.1
석유	94	116	115	114	111	108	105	50	44	1.1	-0.4
도시가스	13	27	29	29	30	30	31	12	13	4.1	0.5
전기	21	45	49	51	52	53	54	19	23	4.2	0.7
열에너지	1	3	3	3	3	3	3	1	1	4.4	0.4
신재생·기타	2	9	10	11	12	12	13	4	6	7.8	1.5
산업	84	143	149	152	152	152	151	62	64	2.8	0.2
수송	31	43	43	42	40	39	37	19	16	1.7	-0.6
가정	21	22	22	22	22	21	21	10	9	0.3	-0.2
서비스	14	23	25	26	27	27	27	10	11	2.8	0.6

최종 소비 부문별·원별 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
산업	84	143	149	152	152	152	151	100	100	2.8	0.2
석탄	19	32	33	34	33	32	31	22	20	2.7	-0.1
석유	49	69	71	71	71	70	69	48	46	1.9	0.0
도시가스	3	11	12	13	14	14	15	8	10	6.8	0.9
전기	11	24	25	26	27	27	28	17	18	4.0	0.5
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	2	6	7	7	8	8	9	4	6	6.6	1.1
수송	31	43	43	42	40	39	37	100	100	1.7	-0.6
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
석유	31	41	40	39	37	35	33	95	90	1.5	-0.8
도시가스	0	1	1	1	1	1	1	3	3	-	-0.5
전기	0	0	0	1	1	1	1	1	3	1.9	6.3
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
신재생·기타	0	1	1	1	1	1	1	2	4	-	2.8
가정	21	22	22	22	22	21	21	100	100	0.3	-0.2
석탄	1	0	0	0	0	0	0	1	0	-5.5	-7.7
석유	9	3	2	2	1	1	1	14	4	-5.5	-4.8
도시가스	7	10	10	10	10	10	10	47	48	1.9	-0.1
전기	3	6	7	7	7	7	7	27	33	3.4	0.6
열에너지	1	2	2	2	2	2	2	10	12	4.0	0.3
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	2	3	7.4	1.9
서비스 (상업, 공공, 기타)	14	23	25	26	27	27	27	100	100	2.8	0.6
석탄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-1.7
석유	6	3	2	2	2	1	1	13	5	-3.2	-3.2
도시가스	2	4	4	5	5	5	5	16	18	3.6	1.0
전기	6	14	16	17	17	18	18	63	67	4.8	0.8
열에너지	0	0	0	0	0	0	0	2	2	8.2	0.8
신재생·기타	0	1	2	2	2	2	2	6	8	14.2	2.0

산업 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요 업종 산출액 (조 원)											
석유/화학	126	271	293	315	333	349	366	-	-	4.1	1.2
비금속	19	45	47	49	51	52	54	-	-	4.5	0.7
1 차철강	60	101	102	103	101	98	95	-	-	2.7	-0.2
금속, 기계, 전자, 정밀	173	721	791	864	922	978	1 033	-	-	7.8	1.4
운송장비	117	243	243	252	261	274	289	-	-	3.9	0.7
건설	167	239	241	251	254	254	252	-	-	1.9	0.2
주요 제품 생산량 (천 톤)											
기초유분	16	32	33	33	33	33	33	-	-	3.6	0.1
조강	43	71	74	74	73	71	69	-	-	2.7	-0.2
전로	25	49	53	55	54	51	49	-	-	3.7	0.0
전기로	18	23	20	20	19	20	20	-	-	1.1	-0.5
시멘트	51	51	46	43	40	38	36	-	-	-0.1	-1.3
클링커	46	46	41	38	36	34	32	-	-	0.0	-1.3
에너지 수요 (백만 toe)	84	143	149	152	152	152	151	100	100	2.8	0.2
석탄	19	32	33	34	33	32	31	22	20	2.7	-0.1
석유	49	69	71	71	71	70	69	48	46	1.9	0.0
도시가스	3	11	12	13	14	14	15	8	10	6.8	0.9
전기	11	24	25	26	27	27	28	17	18	4.0	0.5
열에너지	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
신재생·기타	2	6	7	7	8	8	9	4	6	6.6	1.1
주요 업종 에너지원단위											
석유/화학	0.29	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	-	-	-0.4	-0.9
비금속	0.29	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	-	-	-5.4	-1.3
1 차철강	0.28	0.30	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	-	-	0.5	-0.1
조립금속	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-2.1	-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) - 저성장 시나리오

									비중 (%)		증가율 (%)								
									2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2019	2045	00-19	19-45
주요 업종별 에너지 수요																			
석유/화학									36	72	75	77	77	77	77	100	100	3.7	0.2
석탄									0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.5	0.2
석유									33	62	64	64	63	63	62	86	81	3.4	0.0
가스									0	4	5	6	6	6	7	6	9	14.9	1.6
전기									2	5	6	7	7	7	8	7	10	4.5	1.4
신재생									-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
비금속									6	5	4	4	4	4	4	100	100	-1.1	-0.6
석탄									4	2	2	2	2	2	2	52	40	-2.1	-1.6
석유									1	1	1	1	1	1	1	14	14	-3.0	-0.5
가스									0	1	1	1	1	1	1	13	17	4.5	0.6
전기									1	1	1	1	1	1	1	22	28	1.4	0.3
신재생									-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
철강									17	30	32	32	31	29	28	100	100	3.3	-0.3
석탄									13	25	27	27	26	25	24	83	84	3.4	-0.3
석유									1	0	0	0	0	0	0	0	0	-12.3	-0.4
가스									1	2	2	3	2	2	2	8	8	7.0	0.0
전기									2	3	2	2	2	2	2	9	8	2.5	-1.0
신재생									-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
조립금속									5	11	12	13	13	14	14	100	100	4.3	0.8
석탄									-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
석유									2	0	0	0	0	0	0	3	1	-8.4	-2.1
가스									1	2	2	2	2	2	2	17	17	5.4	0.7
전기									3	9	10	10	11	11	11	80	82	6.4	0.9
신재생									-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-

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

비제조업 부가가치는 농림어업, 광업, 건설업 부가가치의 합계

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

수송 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요지표											
자동차 형태별 (백만 대)	12	24	26	27	27	28	27	100	100	3.6	0.6
승용차	8	19	21	23	23	24	23	81	86	4.7	0.8
화물차	3	4	4	3	3	3	3	15	11	1.9	-0.5
승합차	1	1	1	1	1	1	1	3	2	-2.9	-0.8
자동차 연료별 (백만 대)											
휘발유	7	11	14	15	15	15	14	49	50	2.5	0.7
경유	4	10	9	8	8	8	7	42	26	5.5	-1.2
전기자동차	-	0	1	1	2	3	4	0	13	65.9	15.2
수소자동차	-	-	0	0	0	1	2	0	6	-	-
기타	1	2	2	2	2	1	1	9	4	3.0	-2.3
에너지 수요	31	43	43	42	40	39	37	100	100	1.7	-0.6
휘발유	8	10	11	12	11	10	9	23	25	1.3	-0.3
경유	13	20	18	16	16	15	14	47	38	2.2	-1.4
중유	4	2	2	2	2	2	2	5	5	-3.2	-0.4
제트유	2	5	5	6	6	6	6	11	16	4.4	0.8
부탄	3	4	3	3	3	2	2	8	6	0.2	-2.1
기타석유	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.1	-0.1
도시가스	-	1	1	1	1	1	1	3	3	-	-0.5
전기	0	0	0	1	1	1	1	1	3	1.9	6.3
신재생·기타	-	1	1	1	1	1	1	2	4	-	2.8
수송 수단별 에너지수요											
도로	24	35	35	33	32	30	29	82	77	2.1	-0.8
철도	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-2.1	-0.9
항공	2	5	5	6	6	6	6	11	16	4.4	0.8
해운	5	3	2	2	2	2	2	6	6	-3.0	-0.5

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

가정 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요지표											
인구 (백만 명)	47.0	51.7	51.9	51.9	51.6	50.9	49.6	-	-	0.5	-0.2
가구 (백만 가구)	14.5	20.1	21.3	22.0	22.5	22.7	22.5	-	-	1.7	0.4
형태별 주택(백만 호)	11.0	16.5	18.0	18.8	19.4	19.7	19.6	100	100	2.2	0.7
단독	4.1	3.6	3.6	3.7	3.6	3.5	3.3	22	17	-0.7	-0.3
아파트	5.2	10.3	11.6	12.5	13.1	13.4	13.6	63	69	3.6	1.1
공동주택	1.7	2.6	2.7	2.7	2.6	2.8	2.8	16	14	2.3	0.3
평균 주거 면적(m ²)	85.5	76.4	74.3	73.5	72.8	71.9	71.3	-	-	-0.6	-0.3
에너지 지표											
주택당 에너지수요(toe/천 원)	1.93	1.37	1.23	1.16	1.12	1.09	1.08	-	-	-1.8	-0.9
면적당	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	-	-1.2	-0.7
에너지수요(toe/100m ²)											
가구당 에너지수요(toe/가구)	1.46	1.12	1.03	0.99	0.96	0.95	0.94	-	-	-1.4	-0.7
인구당 전기수요(MWh/명)	0.79	1.36	1.49	1.53	1.57	1.60	1.64	-	-	2.9	0.7
에너지 수요											
	21	22	22	22	22	21	21	100	100	0.3	-0.2
석탄	1	0	0	0	0	0	0	1	0	-5.4	-7.7
석유	9	3	2	2	1	1	1	14	4	-5.5	-4.8
도시가스	7	10	10	10	10	10	10	47	48	1.9	-0.1
전기	3	6	7	7	7	7	7	27	33	3.4	0.6
지역난방	1	2	2	2	2	2	2	10	12	4.0	0.3
신재생·기타	0	0	1	1	1	1	1	2	3	7.4	1.9
용도별 에너지 수요											
	17	15	14	13	13	13	12	66	59	-0.7	-0.7
난방/온수											
취사	1	2	2	2	2	2	2	10	9	2.8	-0.8
냉방	0	1	1	1	1	1	1	3	4	17.2	1.1
조명	0	1	1	1	1	1	1	4	4	3.5	-0.2
기타 가전기기	2	4	5	5	5	5	5	17	26	2.9	1.3

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

서비스 부문 주요 지표 및 에너지 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요 업종별 산출액 (조 원)											
도소매	134	260	277	300	318	337	357	-	-	3.5	1.2
숙박음식	61	138	145	155	163	170	178	-	-	4.4	1.0
운수보관	69	155	170	186	200	213	226	-	-	4.4	1.5
정보통신	56	152	180	206	226	242	258	-	-	5.4	2.1
공공행정및국방	73	149	160	168	168	165	162	-	-	3.8	0.3
교육서비스	65	126	130	135	135	134	132	-	-	3.5	0.2
의료복지	41	157	197	233	262	285	308	-	-	7.3	2.6
예술, 스포츠, 레저	16	44	52	60	66	71	75	-	-	5.6	2.1
기타서비스	284	733	843	945	1 019	1 079	1 134	-	-	5.1	1.7
에너지 수요											
석유	6	3	2	2	2	1	1	13	5	-3.2	-3.2
도시가스	2	4	4	5	5	5	5	16	18	3.6	1.0
전기	6	14	16	17	17	18	18	63	67	4.8	0.8
지역난방	0	0	0	0	0	0	0	2	2	8.2	0.8
신재생·기타	0	1	2	2	2	2	2	6	8	14.2	2.0
부문별 에너지 수요											
상업 서비스	11	18	19	20	20	20	20	77	76	2.5	0.6
공공 서비스	3	5	6	6	6	6	6	23	24	3.9	0.7

석유 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
원유 수요*	131	170	174	174	170	165	160	-	-	1.4	-0.2
국제 벙커링	7	8	8	9	9	9	9	-	-	0.8	0.2
총공급	101	117	116	114	112	108	105	100	100	0.8	-0.4
전환	7	1	1	1	1	1	1	1	1	-8.8	-2.5
최종소비	94	116	115	114	111	108	105	99	99	1.1	-0.4
제품별 석유 수요											
휘발유	8	10	12	12	11	10	9	9	9	1.2	-0.4
등유	10	2	2	1	1	1	1	2	1	-7.1	-4.1
경유	19	24	21	19	18	17	16	20	15	1.3	-1.5
중유	20	4	3	3	3	3	3	3	3	-8.5	-0.7
제트유	3	5	6	6	6	6	6	5	6	4.1	0.5
프로판	5	8	7	7	7	7	7	6	6	2.7	-0.4
부탄	4	5	5	4	4	4	3	4	3	0.9	-1.4
납사	29	54	55	55	55	54	54	46	51	3.3	0.0
기타 비에너지유	3	5	5	6	6	6	6	5	6	2.9	0.5
용도별 석유 수요											
산업	49	69	71	71	71	70	69	59	66	1.9	0.0
(연료)	16	10	10	10	10	10	10	9	9	-2.4	-0.2
(원료)	32	59	61	61	61	60	60	50	57	3.2	0.0
수송	31	41	40	39	37	35	33	35	32	1.5	-0.8
가정	9	3	2	2	1	1	1	3	1	-5.5	-4.8
서비스	6	3	2	2	2	1	1	3	1	-3.2	-3.2
전환	7	1	1	1	1	1	1	1	1	-8.8	-2.5

* 원유 수입 및 재고 변화를 포함한 총수요

석탄 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
총공급	43	82	87	79	74	64	59	100	100	3.5	-1.3
전환부문	23	50	53	46	41	32	28	61	48	4.1	-2.2
최종소비부문	20	32	33	34	33	32	31	39	52	2.6	-0.1
제품별 석탄 수요											
국내탄	2	0	0	0	0	0	0	1	0	-6.9	-7.6
수입무연탄	1	4	4	5	5	5	5	5	9	6.4	1.2
연료용 유연탄	27	53	56	49	44	35	32	65	53	3.7	-2.0
원료용 유연탄	13	24	26	26	25	23	22	30	37	3.4	-0.4
용도별 석탄 수요											
발전용	23	50	53	46	41	32	28	61	48	4.1	-2.2
코크스 제조 및 고로용	13	24	26	26	25	23	22	30	37	3.4	-0.4
킬른가열용	4	2	2	2	2	2	2	3	3	-2.1	-1.6
기타 산업용	3	5	6	6	7	7	7	6	12	3.1	1.5
연탄용	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-5.5	-7.7

가스 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
총공급	19	54	53	60	61	64	67	101	100	5.6	0.9
전환 부문*	7	27	25	31	31	34	36	50	54	7.6	1.2
최종소비 부문	13	27	29	29	30	30	31	50	46	4.1	0.5
제품별 소비											
천연가스	6	29	27	33	34	37	39	54	59	8.9	1.2
도시가스	13	25	26	27	27	28	28	47	41	3.5	0.4
용도별 소비											
발전용	6	24	22	28	28	31	33	44	49	7.7	1.3
지역난방	1	3	3	3	3	3	3	6	5	9.4	0.3
산업	3	11	12	13	14	14	15	21	22	6.8	0.9
수송	-	1	1	1	1	1	1	2	2	-	-0.5
가정	7	10	10	10	10	10	10	20	15	1.9	-0.1
서비스	2	4	4	5	5	5	5	7	7	3.6	1.0

* 자가소비 및 손실 포함

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

전기 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
발전설비 (GW)	48	125	169	176	199	214	223	100	100	5.1	2.2
석탄	14	36	40	33	28	21	18	28	8	5.0	-2.5
석유	5	12	12	13	13	13	13	10	6	5.1	0.1
가스	13	33	38	45	49	57	61	26	27	5.1	2.4
원자력	14	23	26	20	18	16	12	19	6	2.8	-2.4
수력	3	7	7	7	9	9	9	5	4	3.9	1.1
신재생	-	15	46	58	82	98	110	12	49	-	7.9
총발전량 (TWh)	266	563	611	637	652	661	667	100	100	4.0	0.7
석탄	99	219	231	198	177	137	121	39	18	4.3	-2.2
석유	19	2	0	0	0	0	0	0	0	-10.3	-7.7
가스	28	156	129	198	208	246	280	28	42	9.4	2.3
원자력	109	146	170	136	127	117	91	26	14	1.6	-1.8
수력	6	6	7	7	9	9	9	1	1	0.6	1.4
대체	-	32	72	95	130	150	163	6	25	-	6.5
상용자가	5	1	1	1	1	1	1	0	0	-7.2	-0.6
발전용 에너지 수요 (백만 toe)	64	116	132	129	133	130	128	100	100	3.2	0.4
석탄	23	50	53	46	41	32	28	43	22	4.1	-2.2
석유	6	1	0	0	0	0	0	1	0	-9.8	-4.6
가스	6	24	22	28	28	31	33	21	26	7.7	1.3
수력	1	1	1	2	2	2	2	1	1	-0.3	1.4
원자력	27	31	36	29	27	25	19	27	15	0.7	-1.8
신재생·기타	-	9	19	25	35	41	45	8	35	-	6.5
전기 수요 (TWh)	240	520	565	592	607	617	625	100	100	4.2	0.7
산업	132	280	293	306	312	317	322	54	52	4.0	0.5
수송	2	3	5	8	11	13	14	1	2	1.9	6.3
가정	37	70	77	79	81	81	81	14	13	3.4	0.6
서비스	68	167	189	198	203	206	207	32	33	4.8	0.8

* 상용자가는 상용자가 발전량 중 한전 구입량

열에너지 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
열생산량	1	3	3	3	3	3	3	100	100	4.2	0.7
발전폐열	1	2	2	2	2	2	2	65	59	3.6	0.3
지역난방	0	1	1	1	1	1	1	35	41	5.3	1.3
지역난방용 에너지 수요	1	3	3	3	3	3	4	100	100	6.6	0.3
석유	0	0	0	0	0	0	0	7	7	-3.3	0.2
가스	1	3	3	3	3	3	3	93	93	9.4	0.3
지역난방 수요	1	3	3	3	3	3	3	100	100	4.4	0.4
가정	1	2	2	2	2	2	2	86	84	4.0	0.3
서비스	0	0	0	0	0	0	0	14	16	8.2	0.8

신재생/기타 공급 및 수요 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 toe)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
부문별 신재생에너지 수요	2	18	30	36	46	53	58	100	100	11.8	4.7
발전	-	9	19	25	35	41	45	50	78	n.a	6.5
산업	2	6	7	7	8	8	9	36	15	6.6	1.1
수송	-	1	1	1	1	1	1	4	2	n.a	2.8
가정	0	0	1	1	1	1	1	3	1	7.4	1.9
서비스	0	1	2	2	2	2	2	8	4	14.2	2.0

주) 수력 포함, 양수는 제외

에너지 부문 온실가스 배출 - 저성장 시나리오

(단위: 백만 tCO₂eq)

	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	비중 (%)		증가율 (%)	
								2019	2045	00-19	19-45
주요지표											
에너지당 배출(톤/toe)	2.56	2.46	2.47	2.42	2.39	2.33	2.30	-	-	-0.2	-0.3
GDP 당 배출(톤/백만 원)	0.46	0.34	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	-	-	-1.6	-1.6
인구당 배출(톤/인)	8.83	12.05	12.17	11.85	11.44	10.84	10.73	-	-	1.7	-0.5
온실가스 배출	415	623	632	615	591	551	532	100	100	2.2	-0.6
석탄	162	309	325	299	279	241	223	50	42	3.4	-1.3
석유	213	201	193	189	182	174	168	32	32	-0.3	-0.7
천연가스	40	113	113	128	129	136	141	18	27	5.6	0.9
부문별 온실가스 직접 배출											
산업	145	205	213	217	217	213	209	33	39	1.9	0.1
수송	87	118	117	114	109	103	97	19	18	1.6	-0.8
가정	42	34	31	30	29	28	27	5	5	-1.1	-0.9
서비스	20	17	17	16	16	16	15	3	3	-0.8	-0.5
발전/열생산	121	248	254	238	220	192	184	40	35	3.9	-1.2

주) 전환부문의 온실가스 간접배출은 자가소비 및 유통손실에 의한 배출량을 의미

2. 참고문헌

Aassve, A., Cavalli, L., Plach, S., & Bacci, L. M. (2020). The COVID-19 pandemic and human fertility. *Science*, 370–371.

Andersen F.M., Henningsen G., Moller N.F., & Larsen H.V. (2019). Long-term projections of the hourly electricity consumption in Danish municipalities. "Energy", 1-14.

Apple. (2021). "이동성 트렌드 보고서". <https://covid19.apple.com/mobility>에서 검색된 날짜: 2021년 2월 9일

AstraZeneca. (2020, 11 23). *AZD1222 vaccine met primary efficacy endpoint in preventing COVID-19*. Retrieved from <https://www.astrazeneca.com/media-centre/press-releases/2020/azd1222h1r.html>

Boßmann Tobias, & Staffell Iain. (2015). The shape of future electricity demand: Exploring load curves in 2050s Germany and Britain. "Energy", 1317-1333.

CDC. (2021, 1 28). *United States COVID-19 Cases and Deaths by State*. Retrieved from CDC COVID Data Tracker: <https://covid.cdc.gov/covid-data-tracker/#demographics>

EIA. (2021). "Annual Energy Outlook."

EU. (2020). "Recovery Plan for Europe."

e-나라지표. (2021년 1월 21일). "철강산업 동향". e-나라지표: https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1152에서 검색됨

Google. (2021). "코로나19 지역사회 이동성 보고서". <https://www.google.com/covid19/mobility/>에서 검색된 날짜: 2021년 2월 9일

IEA. (2020). "Energy Technology Perspective 2020." Paris: IEA Publication.

IEA. (2020). *Renewables 2020: Analysis and forecast to 2025*. IEA.

IEA. (2020). "World Energy Outlook 2020." Paris: IEA Publication.

IEA. (2021, 1 11). *IEA key priorities and special projects for 2021*. Retrieved from IEA Webinar: <https://www.iea.org/events/iea-key-priorities-and-special-projects-for-2021>

IEA, & IMF. (2020). "Sustainable Recovery."

IPCC. (2018). "Global Warming of 1.5°C, an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways."

KDB산업은행 미래전략연구소. (2020). "2020년 하반기 설비투자 계획조사." KDB산업은행.

Levin, A. T., Hanage, W. P., Owusu-Boaitey, N., Cochran, K. B., & Walsh, S. P. (2020, 10 31). Assessing the Age Specificity of Infection Fatality Rates for COVID-19: Systematic Review, Meta-Analysis, and Public Policy Implications. *European Journal of Epidemiology*.

Moderna. (2020, 11 16). *Moderna's COVID-19 Vaccine Candidate Meets its Primary Efficacy Endpoint in the First Interim Analysis of the Phase 3 COVE Study*. Retrieved from <https://investors.modernatx.com/news-releases/news-release-details/modernas-covid-19-vaccine-candidate-meets-its-primary-efficacy>

OECD. (2020). *OECD Economic Outlook, December 2020*. OECD.

Orgilés, M., Morales, A., Delvecchio, E., Mazzeschi, C., & Espada, J. P. (2020). Immediate Psychological Effects of the COVID-19 Quarantine in Youth From Italy and Spain. *Frontiers in Psychology*.

Pfizer. (2020, 11 9). *Pfizer and BioNTech Announce Vaccine Candidate Against COVID-19 Achieved Success in First Interim Analysis from Phase 3 Study*. Retrieved from <https://www.pfizer.com/news/press-release/press-release-detail/pfizer-and-biontech-announce-vaccine-candidate-against>

Rossen, L. M., Branum, A. M., Ahmad, F. B., Sutton, P., & Anderson, R. N. (2020, 10 20). Excess Deaths Associated with COVID-19, by Age and Race and Ethnicity. *Morbidity and Mortality Weekly Report(MMWR)*, 1522-1527.

The Economist. (2021, 1 29). *Tracking covid-19 excess deaths across countries*. Retrieved from Graphic detail: <https://www.economist.com/graphic-detail/coronavirus-excess-deaths-tracker>

UNEP. (2009). "Global Green New Deal: Policy Brief." <https://www.unep.org/resources/report/global-green-new-deal-policy-brief-march-2009>에서 검색됨

WHO. (2021, 1 20). *WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard*. Retrieved from <https://covid19.who.int/table>

World Bank. (2021). *Global Economic Perspects*. Washington, DC: World Bank.

가스신문. (2019년 5월 8일). LNG직수입 물량 급증세, 개별원료비제도 도입 시급.

강병욱. (2020). "고빈도 자료를 활용한 전력소비 변동성 결정요인 분석." 에너지경제연구원.

경제인문사회연구회. (2019년 7월 3일). 전환적 뉴딜 세미나.

관계부처 합동. (2019). "수소경제 활성화 로드맵." 대한민국정부.

관계부처합동. (2020). 대한민국 대전환 한국판 뉴딜: <http://www.knewdeal.go.kr/#secondPage>에서 검색됨

국토교통부. (2017). "도로교통량통계연보." 국토교통부.

국회예산정책처. (2020년 9월). 2021년 및 중기 경제전망.

국회입법조사처. (2013.11). "천연가스 직도입 확대가 가스 및 전력 시장에 미치는 영향."

금융투자 협회. (2020). "최근 글로벌 ESG 투자 및 정책 동향."

김수일, & 강병욱. (2020). "발전 및 수송 부문 미세먼지 저감정책 효과 분석." 에너지경제연구원.

김재경. (2019). "E-mobility 성장에 따른 석유산업 대응 전략 연구."

녹색성장위원회. (2009). “녹색성장 국가전략.”

대한민국정부. (2016년 11월 21일). 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵.

대한민국정부. (2020). “2030 국가 온실가스 감축목표(NDC).”

문화체육관광부. (2020년 12월 22일). “2050 탄소중립”. 대한민국 정책브리핑:
<https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148881562>에서 검색됨

문화체육관광부. (2021년 1월 20일). “2050 탄소중립”. 대한민국 정책브리핑:
<https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148881562>에서 검색됨

박명덕. (2019). “E-Mobility 성장에 따른 전력산업 대응 전력 연구.”

산업통상자원부. (2015). 제7차 전력수급계획. 산업통상자원부.

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

산업통상자원부. (2017년 12월 20일). “재생에너지 3020 이행계획”.

산업통상자원부. (2017a). 재생에너지 3020 이행계획.

산업통상자원부. (2017b). “제8차 전력수급기본계획.”

산업통상자원부. (2019). “제3차 에너지기본계획.”

산업통상자원부. (2020년 8월 5일). 도시가스사업법. <https://www.law.go.kr/법령/도시가스사업법>에서 검색됨

산업통상자원부. (2020). “제9차 전력수급기본계획.”

석병훈, & 이남강. (2021). “한국경제의 추세 성장을 하락과 원인.”

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

에너지경제연구원. (2016). “2016 장기 에너지 전망.” 에너지경제연구원.

에너지경제연구원. (2019). “2019 장기 에너지 전망.” 에너지경제연구원.

에너지경제연구원. (2019). “에너지수요전망 2019/하반기.” 에너지경제연구원.

에너지경제연구원. (2020). “그린뉴딜 브리프.”

에너지경제연구원. (2020). “에너지수요전망 (2020 중기).” 에너지경제연구원.

에너지경제연구원. (2020). “에너지수요전망(2020 하반기).” 에너지경제연구원.

에너지경제연구원. (2020년 11월). 한국판 그린 뉴딜의 방향: 진단과 제언. “에너지 현안 브리프”.

에너지경제연구원. (2021년 1월). 에너지통계월보.

온실가스종합정보센터. (2019). “2019 국가 온실가스 인벤토리 보고서.”

의과학연구정보센터. (2020년 3월 2일). “COVID -19 (Corona Virus Disease 2019) 전파력 및 치명률(CFR) ”.
<https://www.medic.or.kr/Controls/Sub.aspx?d=03&s=02&s2=01&g=TENDENCY&c&m=VIEW&i=2338>에서 검색됨

이원식. (2004). “제강용 아크로의 생산성과 원단위.” 한국과학기술정보연구원.

정연제, & 박광수. (2018). “계시별요금제 개편방안 연구.” 에너지경제연구원.

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

질병관리청. (2020년 12월 12일). “코로나19란?” 코로나바이러스감염증-19(COVID-19):
<http://ncov.mohw.go.kr/baroView.do?brdId=4&brdGubun=41>에서 검색됨

질병관리청. (2021년 1월 20일). “국내발생현황”. 코로나바이러스감염증-19(COVID-19):
http://ncov.mohw.go.kr/bdBoardList_Real.do에서 검색됨

통계청. (2019a년 3월). 장래인구특별추계:2017~2067.

통계청. (2019b). “장래가구특별추계: 2017~2047년.” 통계청.

통계청. (2021년 1월). “코로나19 시기 초과사망 분석 (2021년 1월 12일 기준).” 통계청 주요통계:
https://kosis.kr/covid/statistics_excessdeath.do에서 검색됨

행정안전부. (2021년 1월 21일). “주민등록 인구통계”. 주민등록 인구 및 세대현황: <https://jumin.mois.go.kr/>에서 검색됨

환경부. (2017년 9월 26일). 미세먼지 관리 종합대책.

KEEI 2020 장기 에너지전망

2021년 2월 일 인쇄

2021년 2월 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 2020
