

요약본

경기도 기후변화대응 기본계획 연구용역 최종보고서

2022.4.

요약본

경기도 기후변화대응 기본계획 연구용역 최종보고서

2022.4.

제 출 문

경기도지사 귀하

본 보고서를 「경기도 기후변화 대응계획 수립(2022-2030)」 연구의
‘대응계획’ 최종보고서 요약본으로 제출합니다.

2022년 4월

아주대학교 산학협력단
대표 김 상 인

참여 연구진

김수덕	아주대학교 교수	연구총괄, 대응계획총괄
김동근	아주대학교 교수	적응대책총괄
오재익	아주대학교 교수	기후변화 홍보 및 교육
전승호	아주대학교 강사	온실가스전망, 대응계획수립
노민영	아주대학교 연구원	온실가스전망, 대응계획수립
김문태	아주대학교 연구보조원	리스크분석, 적응대책수립
김난숙	아주대학교 연구보조원	연구지원
문익현	아주대학교 연구보조원	연구지원
김영일	아주대학교 연구보조원	연구지원
홍석성	아주대학교 연구보조원	연구지원
송유근	코리아리서치인터네셔널 책임컨설턴트	설문조사

<제목 차례>

제1장 서론	1
제1절 목적 및 필요성	1
제2절 계획 범위 및 내용	2
1. 공간적 범위	2
2. 시간적 범위	2
3. 내용적 범위	2
제3절 추진절차	3
1. 계획의 수립 절차	3
2. 계획의 수립 방법	4
제2장 기후변화 대응 동향 및 여건분석	5
제1절 기후변화 대응 동향	5
1. 장기저탄소발전 (LEDS)와 국가 온실가스 감축목표(NDC)	5
2. 2050 탄소중립 시나리오안 발표	5
3. 국가 온실가스 감축목표 상향안	6
제2절 경기도 환경요인 분석	8
1. 자연환경	8
1) 기온	8
2) 강수량	9
2. 인구수 및 가구원수	10
3. 경제산업 환경	12
4. 에너지 수급	13
1) 에너지 소비	13
2) 에너지 생산	15
5. 폐기물	18
제3절 경기도 온실가스 배출 현황	18
1. 직접배출량	18
2. 간접배출량	19
3. 토지이용, 토지이용변화 및 임업 (LULUCF)	20

제4절 온실가스 배출 전망	21
1. 방법론	21
1) 개요	21
2) 경기도 시군구 통합평가모형(GCAM-GG) 개발	21
2. 인구 및 경제 가정	24
1) 인구 전망	24
2) GRDP 전망	24
3. 에너지수요 전망	25
1) 산업	25
2) 건물	26
3) 수송	27
4) 전력전환	28
4. 온실가스 배출 전망	31
1) 경기도와 전국 비교	31
2) 경기도	35
3) 경기도 시군구	37
제3장 비전 및 목표	40
제1절 2050 탄소중립 비전	40
1. 비전	40
2. 전략	41
제2절 온실가스 감축 목표 및 전략	42
1. 목표설정 기본 원칙	42
2. 온실가스 감축 목표	46
1) 온실가스 목표 배출량	46
2) 온실가스 감축경로	48
3) 온실가스 감축 비용	52
제4장 온실가스 감축 계획	53
제1절 이행로드맵	53
1. 공통부문 (산업, 건물, 수송, 전환)	53
2. 전력전환	53

3. 산업부문	54
4. 건물(가정) 부문	56
5. 건물(상업·공공) 부문	57
6. 수송(도로)부문	59
7. 농축수산	60
8. 폐기물	60
9. LULUCF	61
제2절 부문별 세부시행계획	62
1. 전환부문	62
2. 산업 부문	63
3. 가정 부문	64
4. 상업·공공 부문	65
5. 수송부문	66
6. 농축산 부문	67
7. 폐기물 부문	68
8. LULUCF부문	68
제5장 이행관리 및 환류	69
제1절 온실가스 감축 이행기반	69
1. 2050년 탄소중립 이행을 위한 제도적 기반 마련	69
2. 탄소중립이행 기반과 지방정부 역할	70
3. 경기도의 행정조직 및 탄소중립 이행기반 개편 논의	72
4. 경기도 탄소중립이행기반 개편관련 검토의견	73
1) 기후에너지정책과의 확대개편 관련	73
2) 탄소중립이행과 기후에너지실의 역무	74
제2절 이행관리 및 환류체계	75
제6장 개선방안	77
제7장 참고문헌	80

<표 차례>

[표 1] 계획의 주요 내용	2
[표 2] 계획 수립 방법	4
[표 3] 2019년 시군별 기온 현황	8
[표 4] 2019년 시군별 강수량 현황	10
[표 5] 경기도 인구 및 전국 대비 비중 추이 (2010~2019)	11
[표 6] 경기도 발전 설비 용량 (2010~2019)	15
[표 7] 경기도 지역난방 자체 열생산량 (2010~2019)	16
[표 8] 전국 대비 경기도 신재생에너지 생산 현황 (2019)	17
[표 9] 경기도 산업부문 원별 최종에너지소비 전망('18~'31년)	26
[표 10] 경기도 건물부문 원별 최종에너지소비 전망('18~'31년)	27
[표 11] 경기도 도로수송부문 최종에너지소비 전망('18~'31년)	28
[표 12] 경기도 발전량 전망('18~'31년)	30
[표 13] 경기도 전력믹스(비율) 전망(2031년)	31
[표 14] 탄소가격 전망	31
[표 15] 전력 및 수소전환 온실가스 배출계수 전망	32
[표 16] 경기도 부문별 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)	36
[표 17] 경기도 원별 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)	37
[표 18] 경기도 시군별 전부문 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)	38
[표 19] 온실가스 인벤토리의 2018년 배출량 기준 온실가스 배출량 전망	42
[표 20] NDC 상향안의 온실가스 감축률 비교 ('18년대비 '30년 감축률)	43
[표 21] 건물부문 추가 온실가스 감축효과를 포함한 온실가스 전망	45
[표 22] 주행거리 감축효과를 포함한 온실가스 전망	45
[표 23] 경기도 단계별 온실가스 목표 배출량	47
[표 24] 경기도 단계별 온실가스 감축량 및 감축률	50
[표 25] 경기도 부문별 온실가스 목표 감축률과 NDC 상향안의 감축률 비교	51
[표 26] 단계별 온실가스 감축 누적 비용 ('22~'30년)	52
[표 27] 탄소가격 전망	53
[표 28] 경기도 전환부문 온실가스 감축 정책	53
[표 29] 경기도 산업부문 온실가스 감축 정책	55
[표 30] 경기도 건물(가정)부문 온실가스 감축 정책	56
[표 31] 경기도 건물(상업공공)부문 온실가스 감축 정책	58
[표 32] 경기도 수송부문 온실가스 감축 정책	59
[표 33] 경기도 농축수산부문 온실가스 감축 정책	60
[표 34] 경기도 폐기물부문 온실가스 감축 정책	61
[표 35] 경기도 LULUCF부문 정책	61
[표 36] 전환 부문 총괄표	62
[표 37] 산업 부문 총괄표	63

[표 38] 가정 부문 총괄표	65
[표 39] 상업·공공 부문 총괄표	65
[표 40] 수송 부문 총괄표	66
[표 41] 농축산 부문 총괄표	67
[표 42] 폐기물 부문 총괄표	68
[표 43] LULUCF부문 총괄표	68
[표 44] 탄소중립 녹색성장 기본법안 체계	69
[표 45] 국가비전·전략·이행체계(제7조~제13조)	70
[표 46] 탄소중립 기본법 중 지방자치단체 관련 주요 내용	71
[표 47] 지자체의 책무 및 역할이 추상적인 부문 (사례)	78

<그림 차례>

[그림 1] 계획의 수립 절차	3
[그림 2] 2050 탄소중립 시나리오안 수립 과정	6
[그림 3] 국가 온실가스 감축목표 변경 과정	6
[그림 4] NDC 상향안 국가 온실가스 감축목표	7
[그림 5] 경기도 기온변화 추이 (2002~2020)	8
[그림 6] 서울·경기 지역 열대야 및 폭염 일수 (2002~2021)	9
[그림 7] 경기도 강수량 변화 추이 (2002~2020)	10
[그림 8] 시군구별 인구와 인구 성장률 (2010~2019)	11
[그림 9] 경기도 GRDP 및 경제성장률 추이 (2010~2019)	12
[그림 10] 시군구 1인당 GRDP (2010~2016)	12
[그림 11] 경기도 부문별 최종에너지소비량 추이 (2011~2019)	13
[그림 12] 경기도 시군구 부문별 최종에너지소비량 (2019)	14
[그림 13] 경기도 에너지원별 최종에너지소비량 추이 (2011~2019)	14
[그림 14] 경기도 시군구 에너지원별 최종에너지소비량 (2019)	15
[그림 15] 경기도 발전량 및 전국 대비 비중 추이 (2010~2020)	16
[그림 16] 경기도 신재생에너지 생산 추이 (2010~2019)	17
[그림 17] 경기도 폐기물 발생량 추이 (2010~2019)	18
[그림 18] 경기도 부문별 온실가스 직접배출량 추이 (2009~2018)	19
[그림 19] 경기도 부문별 온실가스 간접배출량 추이 (2009~2018)	20
[그림 20] 경기도 LULUCF 배출량 및 전국 대비 비중 추이 (2009~2018)	20
[그림 21] 방법론 개요	23
[그림 22] GCAM-GG의 입력자료와 구조	23
[그림 23] 경기도와 전국 인구전망 비교	24
[그림 24] 경기도와 전국 GRDP전망 비교	25
[그림 25] 경기도 산업부문 최종에너지소비 전망('18~'31년)	26
[그림 26] 경기도 건물부문 최종에너지소비 전망('18~'31년)	27

[그림 27] 경기도 도로(수송)부문 최종에너지소비 전망('18~'31년)	28
[그림 28] 광역지자체별 1인당 전력사용량 전망 ('18~'31년)	29
[그림 29] 경기도 발전량 전망('18~'31년)	29
[그림 30] 경기도 전력믹스 전망(2031년)	30
[그림 31] 광역지자체별 2030년 온실가스 감축량과 감축률 (직접+간접배출기준)	32
[그림 32] 광역지자체별 산업부문 GRDP당 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)	33
[그림 33] 광역지자체별 건물부문 1인당 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)	34
[그림 34] 광역지자체별 도로수송부문 1인당 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)	34
[그림 35] 온실가스 배출량 및 1인당 배출량 전망	35
[그림 36] 경기도 부문별 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)	36
[그림 37] 경기도 원별 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)	37
[그림 38] 경기도 시군별 전부문 온실가스 배출전망 ('18년 vs '31년)	38
[그림 39] 2018년대비 2031년 시군별 부문별 온실가스 감축잠재량	39
[그림 40] 2050 탄소중립 시나리오의 온실가스 배출경로	40
[그림 41] 경기도 탄소중립 비전 및 전략	41
[그림 42] 건물부문 1인당 온실가스 배출량 전망	44
[그림 43] 경기도 단계별 온실가스 감축경로	48
[그림 44] 경기도 단계별 부문별 온실가스 감축경로	49
[그림 45] 단계별 온실가스 감축 누적 비용	52
[그림 46] 경기도 조직도	72
[그림 47] 감축목표 설정, 이행관리 및 환류체계	76
[그림 48] 최근 한국경제의 실질경제성장률	77

제1장 서론

제1절 목적 및 필요성

- 연구의 중요한 배경으로, 2015년 채택한 파리협정을 통해 기후변화 대응정책의 장기적 비전 관점에서 2020년까지 각 당사국에게 장기 저탄소 발전전략(LEDs: Long-term Low greenhouse gas Emission Development Strategy) 수립 및 제출을 요청함에 따라 정부는 2020년 12월, 국가 온실가스 감축목표와 ‘국가 2050 탄소중립 전략’을 수립하여 UN에 제출함.
 - 2015.06.30. 제출된 INDC¹⁾는 2030년 BAU (Business As Usual) 예상되는 배출량 850.6MtCO₂eq 의 37% 저감을 목표로 함.
 - 2020년 12월 30일²⁾ 기 제출된 기존 INDC를 갱신, BAU기준 37% 감축을 2017년 실적을 기준으로 한 배출량 709.1MtCO₂eq (LULUCF제외) 를 기준으로 하여 24.4%를 추가 감축하는 것으로 함으로써, 기준이 되는 지표를 정량화하였다는 의미를 가짐.
 - 상기 감축목표는 2018년 총배출량 727.6 MtCO₂eq을 기준으로 하면, 26.4%를 추가 감축하는 것과 마찬가지임.
 - 2021.10.08. 탄소중립위원회는 “2030 국가온실가스감축목표(NDC) 상향(안)”³⁾을 제하였으며, 2030년 NDC가 1990년~2013년 대비 최소 40%, 최대 68%까지 감축하는 주요국 (EU, 영국, 미국, 캐나다, 일본 등)의 사례를 비추어 보아 국가 2030 NDC를 2018년 대비 40%를 감축함으로써 2030년의 배출량을 436.6MtCO₂eq 로 목표함.
- 2020.11.01. 문재인 대통령은 영국 글래스고 SEC에서 열린 제26차 유엔 기후변화 협약 당사국총회(COP26)에서 “한국은 2050 탄소중립을 법제화하고, 탄소중립시나리오를 발표하였다.”고 선언함. 탄소중립위원회의 2030 NDC를 알리고 국제 메탄서약(Global Methane Pledge)에도 가입을 선언함. 또 세계적인 석탄감축노력에 동참을 밝히고 2050년까지 모든 석탄 발전을 폐지하기로 약속함.
 - 2020.12 2030 NDC가 UNFCCC에 제출될 예정으로 알려짐
- 국가 2050 탄소중립 전략의 실현과 그린뉴딜 추진의 실질적인 이행주체로서 온실가스 감축을 위한 광역지자체의 지역적 역할이 매우 중요하게 되었으며, 경기도 지역의 특성을 고려한 중장기 기후변화 대응계획 및 적응 세부시행계획 수립으로 2050 탄소중립 실현 체계적 추진하고 함.

1) UNFCCC(2020). 『INDC submission by the Republic of Korea on June30』.

2) UNFCCC(2020). 『Submission under the Paris Agreement - The Republic of Korea's Update of its First Nationally Determined Contribution』.

3) 탄소중립위원회(2021), 2030 국가온실가스감축목표(NDC) 상향(안).

제2절 계획 범위 및 내용

1. 공간적 범위

- 경기도 전역 (경기도의 31개 시군구)

2. 시간적 범위

- 계획기간: 9년 (2022 ~ 2030년)
 - ※ 계획기간은 아니나, 2050년 탄소중립 장기비전을 포함.
- 온실가스 배출량 기준년도: 2018년
- 온실가스 배출감축 목표연도: 2030년

3. 내용적 범위

- 국내·외 기후변화 정책 동향
- 경기도 온실가스 배출·흡수 현황, 특성 및 전망
- 2030 경기도 온실가스 감축 로드맵 이행성과 분석 및 평가
- 경기도 2050 탄소중립 비전 제시
- 온실가스 감축 목표 및 추진전략 제시
- 경기도 온실가스 감축 이행로드맵과 세부시행계획 마련 (2022 ~ 2030년)
- 이행관리, 환류 체계 구축 및 제도개선 방안 제시

[표 1] 계획의 주요 내용

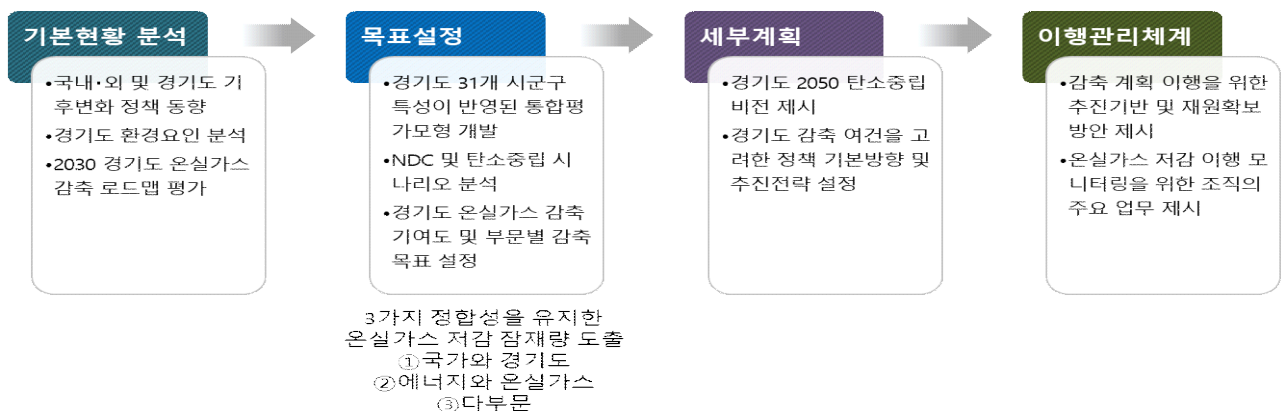
구분	주요 내용
국내·외 기후변화 정책 동향	• 국내·외 기후변화 대응 정책 동향 • 경기도 기후변화 대응 정책 동향
경기도 온실가스 배출·흡수 현황, 특성 및 전망	• 경기도 환경요인(자연환경, 경제산업, 에너지수급, 폐기물, 토지이용 및 농축산업) 분석 • 경기도 온실가스 배출 현황과 부문별 특성 분석 • 경기도 31개 시군구 특성이 반영된 통합평가모형 개발내용 • 모형을 활용한 연도별, 부문별 에너지사용량과 온실가스 배출량 전망 제시
2030 경기도 온실가스 감축 로드맵 이행성과 분석 및 평가	• 2018년에 수립된 「2030 경기도 온실가스 감축 로드맵」 추진성과 분석하여 경기도 온실가스 감축계획에 반영
경기도 2050 탄소중립 비전	• 경기도 온실가스 배출 현황 및 전망, 기존 로드맵 평가 시사점 및 도민 의견을 반영한 경기도 2050 탄소중립 비전 제시
온실가스 감축 목표, 추진전략	• 개정 NDC 및 탄소중립의 국가 온실가스 감축 목표에 따른 경기도 온실가스 감축 잠재량 산정 (부문별, 시군구별) • 국내·외 정책동향, 경기도 감축 여건 등을 고려한 정책의 기본방향 및 추진전략 수립
경기도 온실가스 감축 이행로드맵과 세부 시행계획 마련	• 온실가스 감축 시나리오 분석을 반영한 부문별, 핵심과제별 감축 목표 제시 • 연차별 소요 예산 및 세부사업별 재정계획 수립
이행관리, 환류 체계 구축 및 제도개선 방안	• 감축 계획 이행을 위한 제도, 조직 등 추진기반 및 재원확보 방안 제시 • 온실가스 저감 이행 모니터링을 위한 조직 및 담당자의 주요 업무 제시

제3절 추진절차

1. 계획의 수립 절차

- 기본현황 분석에서는 국내·외 및 경기도의 기후변화 정책 동향과 경기도의 환경요인을 분석. 경기도 환경요인에서는 자연환경, 인문사회환경, 경제산업환경, 에너지수급현황, 폐기물, 토지이용 및 농축산업, 온실가스 배출 현황을 분석함. 2018년에 수립된 「2030 경기도 온실가스 감축 로드맵」에 제시된 온실가스 감축사업을 평가하고, 개정 NDC의 상향된 온실가스 감축목표와 장기적으로 탄소중립으로 진행할 수 있는 감축사업 방향으로 시사점 도출.
 - 경기통계, 통계청, 국토교통부, 기상청, 세움터, 에너지경제연구원, 온실가스종합정보센터 등의 기관에서 공개된 통계자료를 활용하고 일부 연구기관에 직접 요청한 내부자료를 사용하여 분석.
- 경기도 온실가스 감축목표를 설정하기 위해 경기도 31개 시군구 특성이 반영된 통합평가모형(이하, GCAM-GG)을 개발하고, NDC 및 탄소중립 시나리오의 시군구별, 부문별 감축 잠재량을 도출.
 - GCAM-GG는 경기도를 제외한 16개 광역시도 지역과 경기도의 31개 시군구 지역으로 구성되어 있고, 전환, 산업, 수송, 건물 등 다 부문이 연계되어있는 통합평가 모형임.
 - GCAM-GG를 사용하여 온실가스 배출량 전망 및 감축량 산정을 할 경우, 국가 내의 46개 지역(광역시도, 경기도 시군구)의 상호간 영향과 부문간 상호작용이 고려됨. 또한 에너지로부터 온실가스 배출량이 산정되기 때문에 에너지와 온실가스 정합성을 유지할 수 있음.
- 기본현황과 온실가스 저감 잠재량 분석내용을 기반으로 하고 ‘경기도 2050 탄소중립’비전 제시. 그리고 분석내용 기반으로 경기도 맞춤형 온실가스 감축 정책 및 추진전략을 설정.
- ‘경기도 2050 탄소중립’과 세부감축계획을 이행하기 위한 추진기반 및 재원확보 방안을 제시하고, 경기도-시군 연계를 위한 주요 업무 제시.

[그림 1] 계획의 수립 절차



2. 계획의 수립 방법

- 국내·외 및 경기도의 기후변화 정책 동향은 문헌연구를 통해 조사하고, 경기도 환경요인은 유관기관의 통계자료를 활용하여 분석.
- 「2030 경기도 온실가스 감축 로드맵」 평가는 경기도청의 각 부서별 사업진행내역을 확인하고 기존 로드맵 제시된 사업별 계획지표를 검토. 기존 로드맵 관련 유관부서 및 전문가의 자문의견을 수렴.
- GCAM-GG 개발은 에너지경제연구원의 에너지밸런스를 기반으로 발전소별 발전량, 신재생에너지 발전량, 건물 연면적, 자동차 주행거리 등의 통계자료를 기초자료로 활용. R 패키지를 개발하여 모형의 입력자료를 생성. NDC 및 탄소중립 시나리오 입력자료도 마찬가지로 R패키지를 통해 입력자료를 생성함.
- 개발된 모형을 활용하여 경기도의 2050 탄소중립과 시군별, 부문별 감축량을 분석하고, 이를 기반으로 보고회를 개최하여 전문가 및 시민단체 의견을 수렴하고 ‘경기도 2050 탄소중립’비전 및 감축 목표, 세부 감축 사업을 발굴.

[표 2] 계획 수립 방법

계획 수립 방법	주요 내용	협조·참여기관
문헌 연구 및 사례조사	• 국내·외 및 경기도의 기후변화 정책 동향 • 경기도 환경요인 분석	유관 기관
모형개발 및 통계분석	• 경기도 환경요인 분석 • 온실가스 배출 현황 및 특성 • 감축잠재량 분석	에너지 경제연구원
보고회	• 경기도 2050 탄소중립 비전 의견 수렴 • 주요 감축사업 우선순위 조사	유관부서, 전문가, 시민단체 등
자문위원회 회의	• 기존 로드맵 이행평가	유관부서 및 전문가

제2장 기후변화 대응 동향 및 여건분석

제1절 기후변화 대응 동향

1. 장기저탄소발전 (LEDS)와 국가 온실가스 감축목표(NDC)

- 파리협정 제4조 제19항에 근거하여 지구의 평균기온을 사업화 이전 대비 2°C이하로 유지하고, 더 나아가 1.5°C이하로 억제하기 위해 장기저탄소발전과 국가 온실가스 감축목표를 제출하기로 합의.
- 우리나라는 국제사회의 기후변화 노력에 동참하기 위해 장기 저탄소 발전전략⁴⁾을 수립하고, 2015년에 수립된 국가 온실가스 감축목표를 상향안을 마련하여 UN에 제출함⁵⁾.

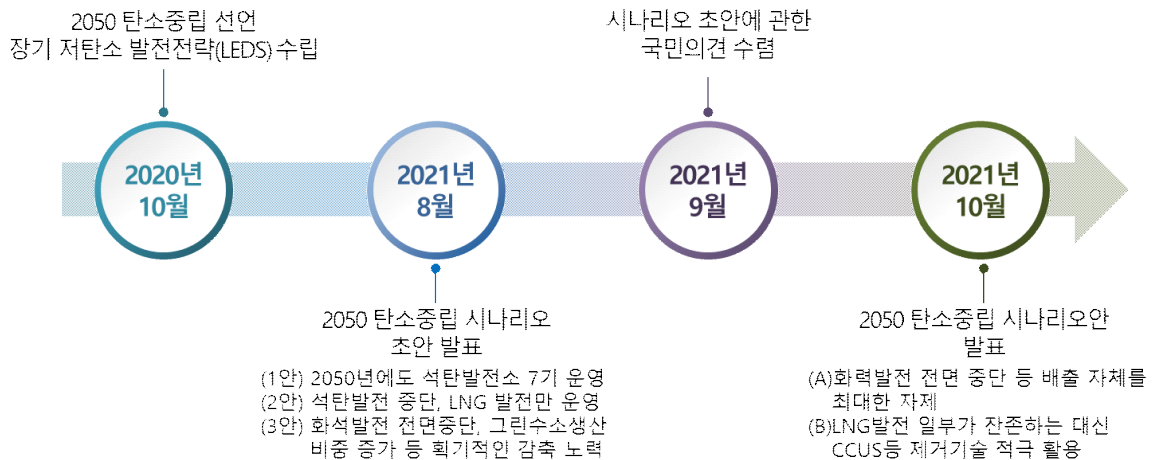
2. 2050 탄소중립 시나리오안 발표

- '20년에 수립한 장기저탄소발전 전략은 '50년 탄소중립의 국가 비전과 기본방향을 선언
 - (비전) '기후변화 대응을 위한 국제사회 노력에 적극 동조', '지속가능한 선순환 탄소중립 사회 기반 마련', '국민 모두의 공동 노력 추진'
 - (기본방향) '깨끗하게 생산된 전기·수소의 활용 확대', '에너지 효율의 혁신적인 향상', '탄소 제거 등 미래 기술의 상용화', '순환경제 확대로 산업의 지속가능성 제고', '탄소 흡수 수단 강화'
- 장기저탄소발전 전략 수립 이후 후속대응으로 '21년 10월 2050 탄소중립 시나리오안을 발표. '기후위기로부터 안전하고 지속가능한 탄소중립 사회'를 비전과 책임성, 포용성, 공정성, 합리성, 혁신성 5가지 원칙을 수립
- 2050년 국내 순배출량을 0으로하는 2가지 시나리오를 구성. 각 시나리오별로 화력발전의 중단여부, 전기·수소차 전환, 국내 생산 수소 공급 방식, 직접공기포집(DAC) 등의 차이를 둬. 부문별 온실가스 배출량 목표는 [표 1]을 참조.
 - (A안) 화력발전 전면 중단, 전기·수소차 전면 전환, 국내생산수소 전량 수전해 수소(그린수소)로 공급 가정.
 - (B안) 화력발전 중 LNG 일부 잔존, 내연기관차의 대체연료 사용, 국내생산 수소 일부 부생·추출 수소로 공급, DAC에 포집된 탄소는 차량용 대체연료로 활용 가정

4) 대한민국정부(2020). 『지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국 2050 탄소중립 전략』.

5) 관계부처합동(2021a). 『2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안』.

[그림 2] 2050 탄소중립 시나리오안 수립 과정



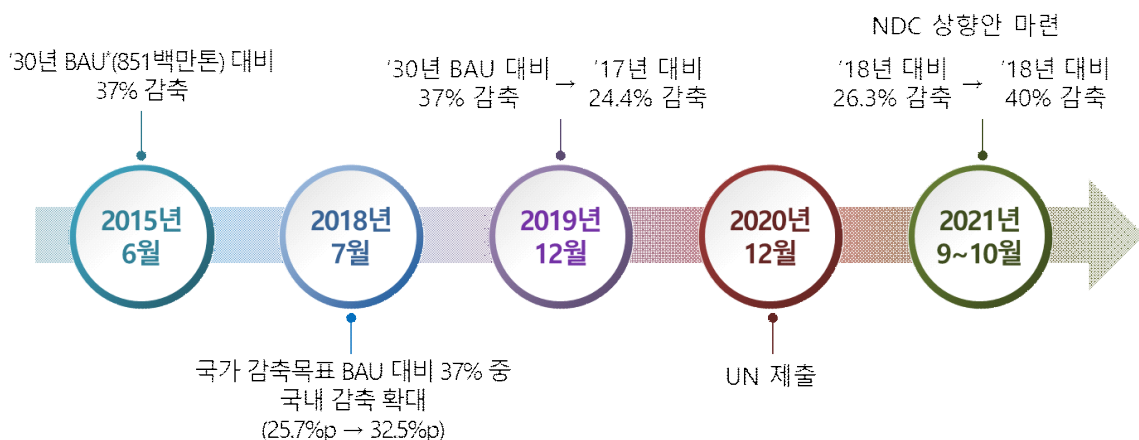
3. 국가 온실가스 감축목표 상향안

- 기후위기의 심각성 및 국제사회의 구성원으로 해야 할 역할과 2050 탄소중립 선언의 후속 조치 필요로 국가 온실가스 감축목표의 상향 안을 마련.
- 기존 수립한 국가 온실가스 감축목표는 BAU(Business As Usual)* 방식을 채택하였으나, 상향안에서는 절대치 방식을 채택하여 온실가스 감축 의지를 명확히 함. 또한 상향안의 연평균 감축률은 4.17%/년로 주요국⁶⁾ 대비 도전적인 온실가스 감축목표를 제시.

*온실가스 감축 조치를 취하지 않았을 때의 온실가스 배출 전망치

- (변경전, '15.6) 2030년 대비 37% 감축
- (변경전, '19.12) 2018년 대비 26.3% 감축
- (변경후, '21.10) 2018년 대비 40% 감축

[그림 3] 국가 온실가스 감축목표 변경 과정

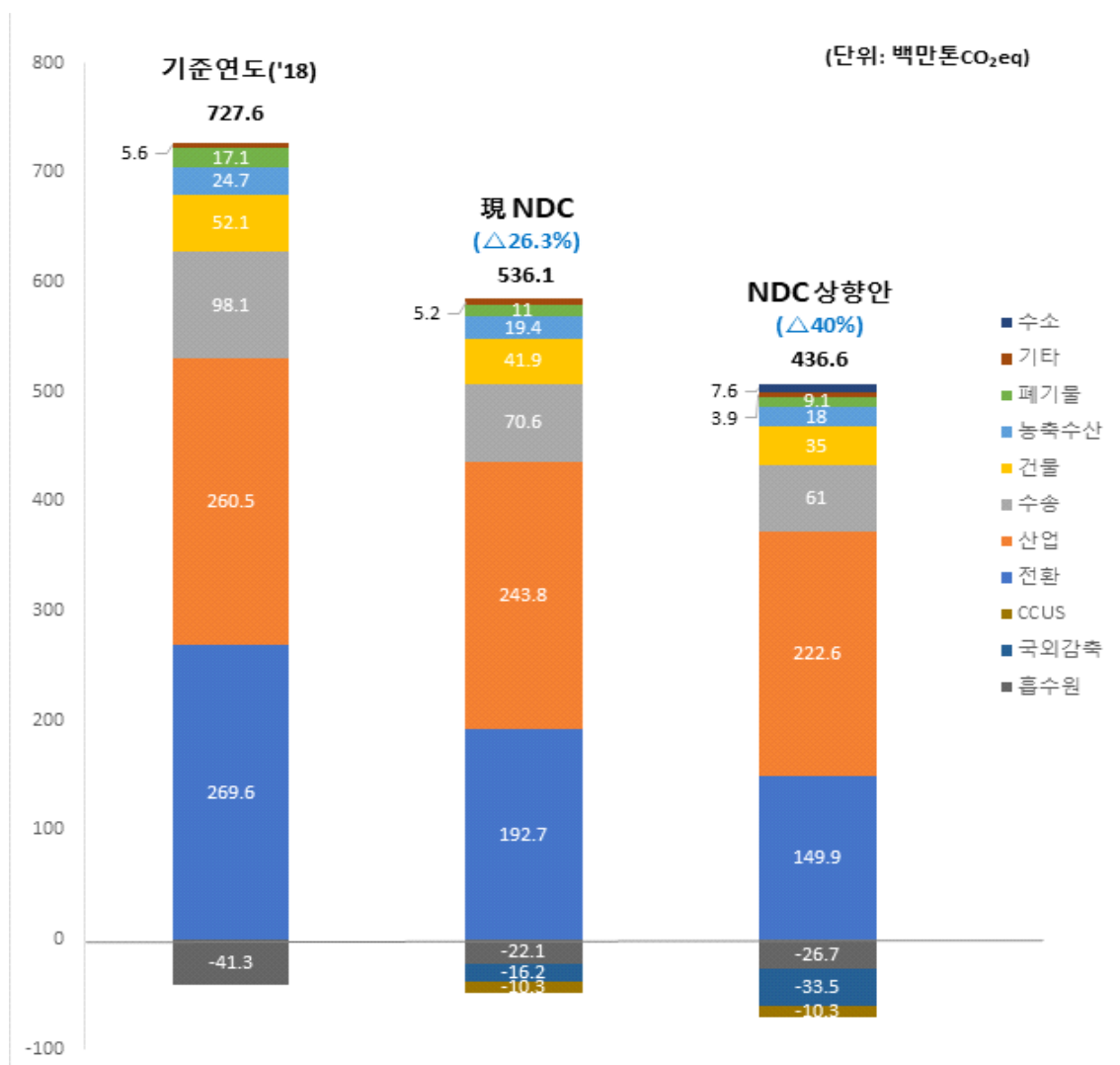


6) 주요국 연평균 감축률(%/년): (EU) 1.98, (미국) 2.81, (영국) 2.81, (일본) 3.56

○ 2030년 부문별 온실가스 감축목표(백만톤CO₂eq)는 전환 149.9 (2018년 대비 44.4%), 산업 222.5 (14.5%), 건물 35.0 (32.8%), 수송 61 (37.8%), 농축수산 18.0 (27.8%), 폐기물 9.1 (46.7%), 수소 7.6, 기타(탈루 등) 3.9로 설정하고 부문별 감축 수단을 제시.

- (전환) 석탄발전 축소, 신재생에너지 발전 확대 등을 활용한 전원믹스 개선
- (산업) 전기로 대체, 원료 전환 등
- (건물) 제로에너지 건축 민간 활성화, 그린리모델링, 고효율기기 보급 등
- (수송) 친환경차 보급, 자동차 탄소포인트제, 친환경선박 보급 등
- (농축수산) 질소질 비료 사용 저감, 가축분뇨 에너지 정화처리 확대 등
- (폐기물) 폐기물 감량 및 재활용 확대, 바이오 플라스틱, 바이오 가스 등
- (수소) 수전해수소, 부생/해외수입 수소 비율 확보
- (흡수 및 제거) 산림보전 및 복원, CCUS, 국외 감축 등

[그림 4] NDC 상향안 국가 온실가스 감축목표



자료: 관계부처합동 (2021a).

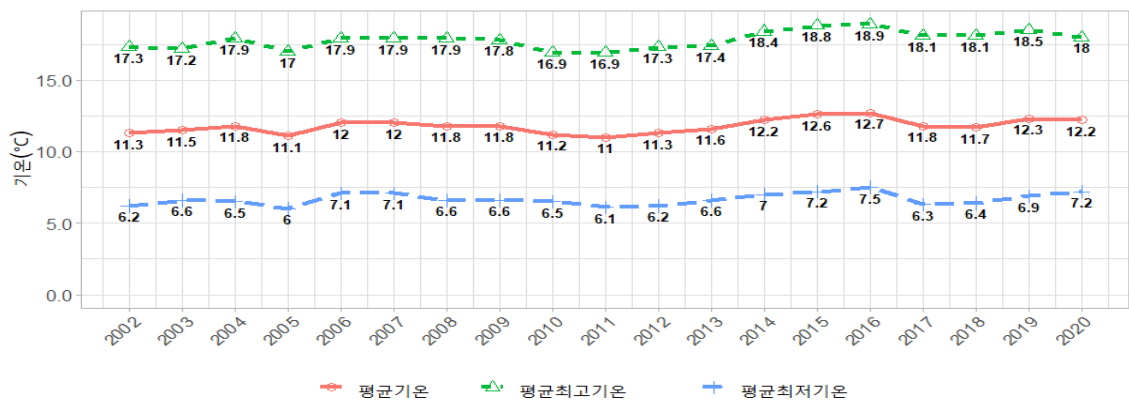
제2절 경기도 환경요인 분석

1. 자연환경

1) 기온

- 경기도 기후는 여름과 겨울의 기온 차이가 심한 대륙성 기후로서 연평균기온은 대략 11~13℃임. 북동지역의 산악과 내륙지역은 기온이 낮고, 남서쪽 해안지역이 약간 높으며 해안에서 내륙으로 갈수록 기온차가 큼.
- 최근 10년간 경기도 연평균기온⁷⁾은 11.9℃로 같은 기간 우리나라 연평균기온(13.1℃)보다 낮지만, 2002~2010년간 경기도 연평균 기온인 11.6℃ 대비 0.3℃ 상승함.
 - 연평균 최저기온은 0.1℃, 연평균 최고기온은 0.5℃ 상승하였으며, 시군별로는 수원시가 12.8℃로 가장 높고, 파주시가 11.1℃로 가장 낮음.

[그림 5] 경기도 기온변화 추이 (2002~2020)



*동두천, 파주, 수원, 양평, 이천 관측소 측정값의 평균.
자료: 기상자료개방포털 홈페이지

[표 3] 2019년 시군별 기온 현황

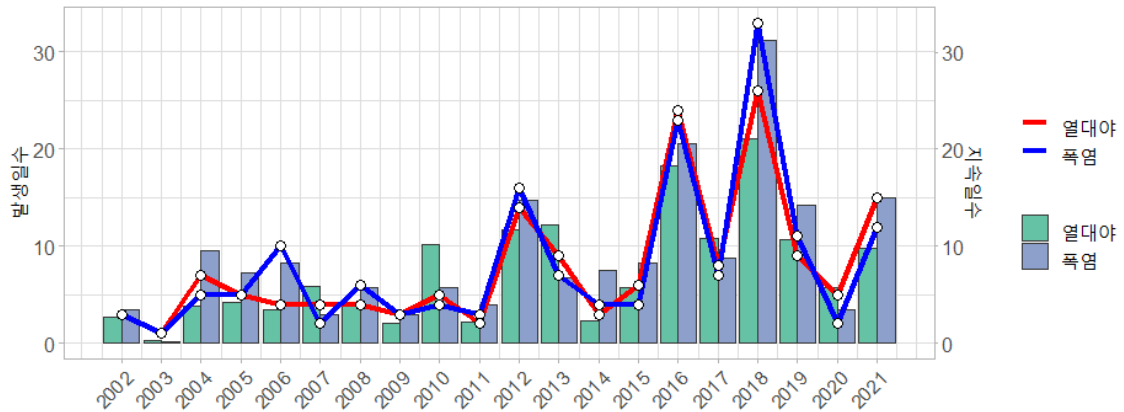
구분	기온 (°C)			구분	기온 (°C)		
	평균	최고	최저		평균	최고	최저
동두천시	12.0	35.8	-13.4	광주시	12.0	35.5	-12.3
파주시	11.3	34.7	-16.1	여주시	12.0	35.4	-12.8
수원시	13.2	36.5	-10.8	용인시	12.1	34.7	-12.1
양평시	12.7	36.4	-13.6	오산시	13.0	36.0	-10.7
이천시	12.3	37.3	-14.6	평택시	13.1	36.5	-11.0
포천시	11.7	35.5	-15.4	시흥시	12.9	37.9	-12.5
안성시	12.8	36.6	-12.3	구리시	13.3	36.8	-11.2
의정부시	12.3	36.0	-13.5	화성시	13.1	37.5	-10.3
고양시	12.6	37.4	-13.4	성남시	13.2	36.4	-10.6
남양주시	12.9	36.0	-17.3	과천시	12.7	36.4	-12.3
안산시	11.8	35.9	-14.0	양주시	11.4	37.7	-16.1

자료: 기상청(2019).

7) 동두천, 파주, 수원, 양평, 이천 관측소 측정값의 평균

- 연평균 열대야일수는 최근 10년간 10.0일로 2002~2010년간 4.1일보다 크게 증가하였으며, 수원시에서 가장 길게 발생. 연평균 폭염일수는 최근 10년간 11.9일로 2002~2010년간 5.1일보다 크게 증가하였으며, 2016년과 2018년의 장기간 폭염이 크게 작용.

[그림 6] 서울·경기 지역 열대야 및 폭염 일수 (2002~2021)



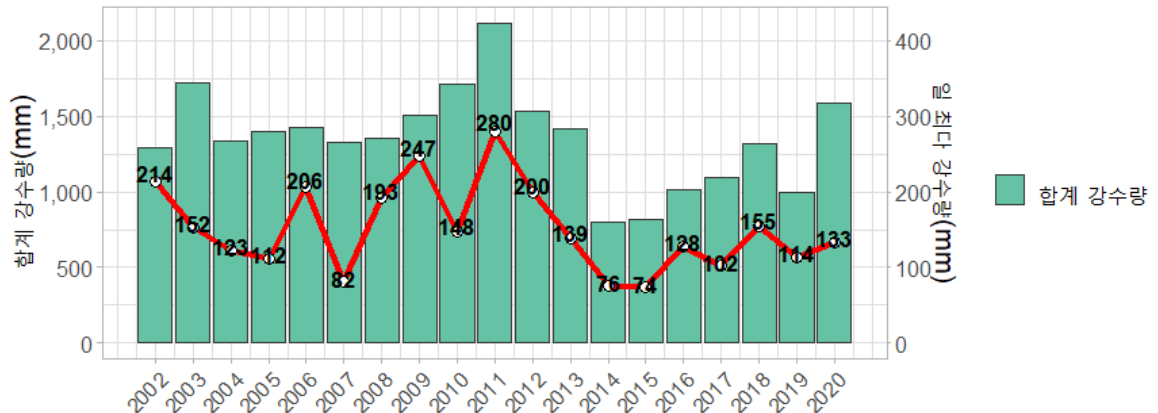
자료: 기상자료개방포털 홈페이지.

2) 강수량

- 연평균 강수량 1,100mm 내외, 북동부 내륙지방인 북한강 유역과 임진강상류 강수량은 1,300~1,400mm의 다우지역, 해안지방은 강수량 900mm 내외임.
- 지난 10년간 경기도의 연평균 강수량은 약 1,270mm이며, 2002~2010년간 1,454mm에 비해 전반적으로 감소함.
 - 우리나라의 연평균 강수량⁸⁾은 2002~2010년간 1,411mm, 2011~2020년간 1,206mm로 경기도의 연강수량 변화율과 유사한 모습을 보임.
 - 2019년 기준 강수량이 가장 많은 지역은 용인시(1057mm)이며, 안산시(622mm)가 가장 적음.
- 최근 10년간 서울경기지역의 평균 강수일수는 103.1일로 2002~2010년간 평균 강수일수보다 3.4일 감소.
 - 계절별 강수일수는 최근 10년간 봄(3~5월)과 여름(6~8월) 평균 강수일이 각각 2.7일, 2.6일 감소하였고 가을(9~11월)과 겨울(12~2월) 평균 강수일이 각각 0.8일, 1.0일 증가하였음.

8) 기상자료개방포털 홈페이지. “전국 62개 관측소 평균”

[그림 7] 경기도 강수량 변화 추이 (2002~2020)



*동두천, 파주, 수원, 양평, 이천 관측소 측정값의 평균.
자료: 기상자료개방포털 홈페이지

[표 4] 2019년 시군별 강수량 현황

구분	강수량 (mm)			구분	강수량 (mm)		
	합계	1일 최대	1시간 최대		합계	1일 최대	1시간 최대
동두천시	1028.1	129.6	35.2	광주시	975.0	88.0	45.0
파주시	1022.4	171.9	52.7	여주시	835.5	49.0	36.0
수원시	915.8	108.0	39.5	용인시	1057.5	115.5	55.5
양평시	1038.6	95.0	66.5	오산시	973.0	91.5	40.0
이천시	997.5	63.8	43.7	평택시	1025.5	75.5	33.5
포천시	921.5	85.5	24.5	시흥시	808.0	85.5	34.0
안성시	900.5	70.5	39.0	구리시	1048.0	75.5	49.5
의정부시	977.5	101.0	46.0	화성시	691.5	82.0	29.5
고양시	879.0	112.5	35.0	성남시	950.0	99.0	56.5
남양주시	983.5	89.5	40.5	과천시	1016.0	100.5	38.5
안산시	622.5	75.5	26.0	양주시	950.0	154.0	38.0

자료: 기상청(2019).

2. 인구수 및 가구원수

- 경기도 인구는 주민등록인구와 외국인 등록 기준 13,653,984명(2019년 기준)으로 꾸준히 증가하는 모습을 보이나 2018년부터 감소 추세.
- 전국 대비 높은 인구 및 세대수 증가율로 인구 비중에서 경기도가 차지하는 비중도 꾸준히 높아지고 있어 에너지 수요의 증가와 함께 소비 패턴에도 영향을 줄 것으로 전망.

[표 5] 경기도 인구 및 전국 대비 비중 추이 (2010~2019)

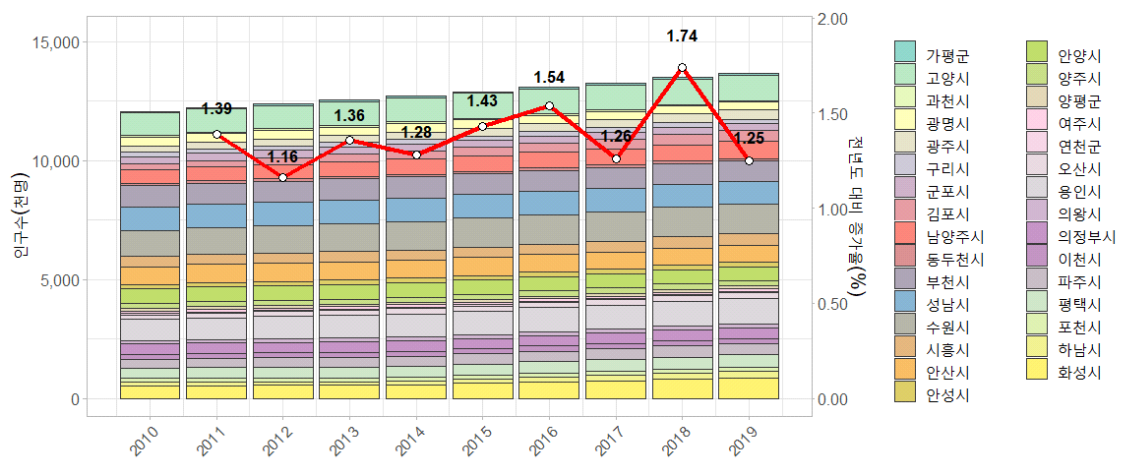
(단위: 1,000명, %)

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
전국	50,516	50,734	50,948	51,141	51,328	51,529	51,696	51,779	51,826	51,850
경기도	11,787	11,937	12,093	12,235	12,358	12,523	12,717	12,874	13,077	13,240
비중	23.7	24.0	24.3	24.6	24.8	25.2	25.5	25.9	26.3	26.6

자료: 통계청. “주민등록인구현황”.

- 2019년 기준 등록인구는 수원시가 가장 많으며, 고양시, 용인시, 성남시, 화성시 순으로 많음. 시군별 세대수는 경기 남부 지역이 대부분 집중되어 있으며 수원시가 498,836세대로 가장 많고, 용인시, 성남시, 고양시, 부천시 순임.
- 2020년 발간된 「경기도 시군별 장래인구 특별추계(2017~2037)」⁹⁾에 따르면 경기도 인구성장률은 2018년부터 점차 감소하여 2037년에는 마이너스 성장(-0.02%)을 보일 것으로 예상하고 있음.
 - 2017년 1,278.6만명 -> 2036년 1,445.0만명 -> 2037년 1,444.7만명 의 인구수 전망.
 - 시군별 인구규모 전망은 2037년 수원, 화성, 용인, 고양, 성남 순일 것으로 전망하고 있으며, 인구 100만 도시로는 수원, 화성, 용인, 고양일 것으로 전망.

[그림 8] 시군구별 인구와 인구 성장률 (2010~2019)



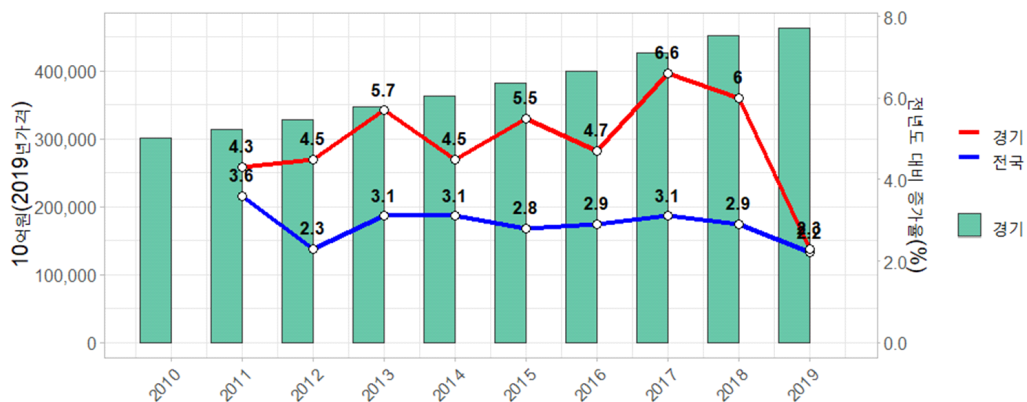
자료: 경기통계 홈페이지.

9) 경기도(2020). “경기도 시군별 장래인구 특별추계(2017~2037)”.

3. 경제산업 환경

- 2019년 경기도 지역내총생산은 총 462,288,338백만원이며, 전국 대비 비중은 2009년 20.5%에서 꾸준히 증가해 2019년 24.9%를 차지함.
- 1인당 GRDP는 36,064천원으로 전국 평균 37,274천원을 하회하며, 서울시(45,118천원)의 79.9% 수준임.
- 경기도의 경제성장률은 2010~2019년간 평균 4.9%의 성장률을 보였으며 같은 시기 전국 경제성장률(평균 2.9%)을 상회하는 추이를 보임.
- 도내 시군별 GRDP는 2016년 기준 경기 남부지역이 304,569,282백만원이며, 북부지역은 68,759,761백만원으로 남부지역이 약 4.5배 이상.
- 2016년 기준 GRDP가 가장 높은 시군은 화성시(49,951,620백만 원)이며 가장 낮은 곳은 연천군(1,071,485백만원)임.

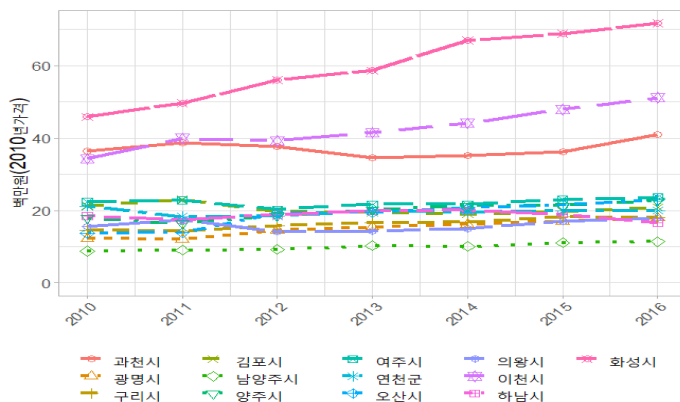
[그림 9] 경기도 GRDP 및 경제성장률 추이 (2010~2019)



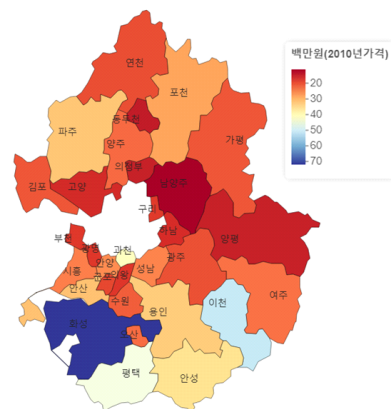
자료: 통계청. “지역소득”.

[그림 10] 시군구 1인당 GRDP (2010~2016)

< 1인당 GRDP 추이 >



< 1인당 GRDP (2016) >



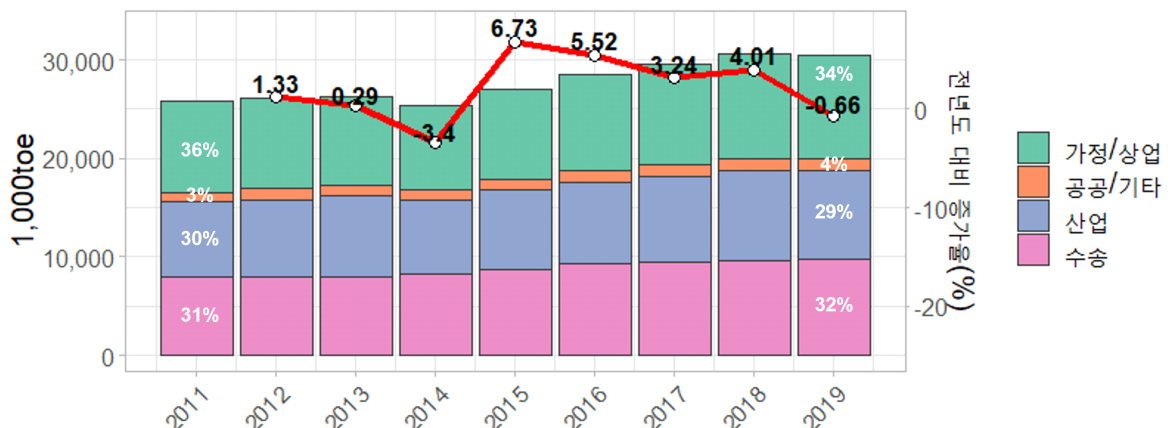
* <1인당 GRDP 추이>는 전년도대비 GRDP성장률이 $\pm 10\%$ 초과하는 기초지자체만 나타냄.
 자료: 경기통계 홈페이지.

4. 에너지 수급

1) 에너지 소비

- 2019년 경기도의 최종에너지 소비량은 30462천 toe로 전국(231353천 toe)의 13.2%를 차지하며, 2011~2019년간 연평균 증가율은 2.6%로 전국연평균 증가율 2.5%를 상회함.
- 2016년 기준 경기도의 산업에너지의 89%는 제조업에 소비됨. 조립금속이 제조업 에너지의 51.1% 차지하고, 기타제조(13.2%), 석유화학(11.3%), 비금속(7.1%) 순으로 에너지를 많이 소비함¹⁰⁾.
- 2019년 부문별 에너지 소비 비중은 가정·상업(34.4%)이 가장 크고, 뒤이어 수송(31.9%), 산업(29.5%), 공공·기타(4.2%) 순임.
- 2011~2020년 모든 부문의 에너지 소비가 증가하였으며, 특히 공공·기타 부문의 연평균 증가율은 6.1%로 가장 컸고, 수송(2.6%), 산업(2.0%), 가정·상업(1.5%) 순임.

[그림 11] 경기도 부문별 최종에너지소비량 추이 (2011~2019)

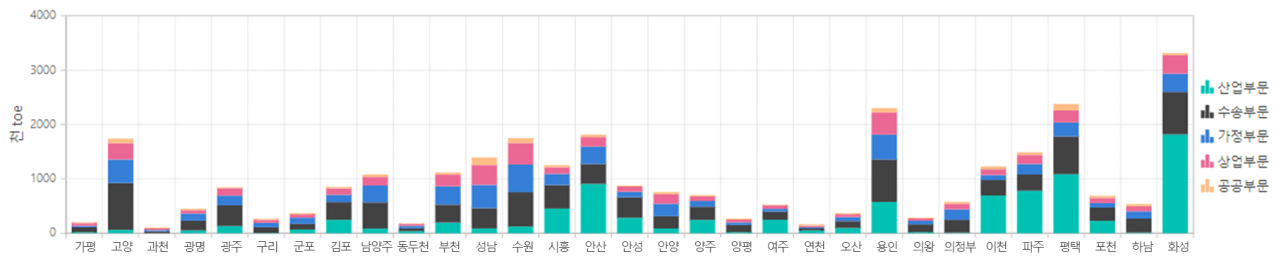


자료: 에너지경제연구원(2020).

- 2019년 시군구 부문별 에너지 최종소비량은 화성시(11.09%)가 가장 많으며 뒤이어 평택시(7.95%), 용인시(7.71%), 안산시(6.07%), 수원시(5.85%) 순임.
- 가정·상업에너지 비중은 성남시(57.1%)가 가장 높고, 뒤이어 안양시(53.6%), 과천시(53.3%) 순임.
- 산업에너지 비중은 이천시(56.4%)가 가장 높고, 뒤이어 화성시(54.8%), 파주시(52.4%) 순임
- 공공·기타에너지 비중은 연천군(16.7%)가 가장 높고, 뒤이어 과천시(15.7%), 성남시(9.8%) 순임.

10) 에너지경제연구원의 내부자료.

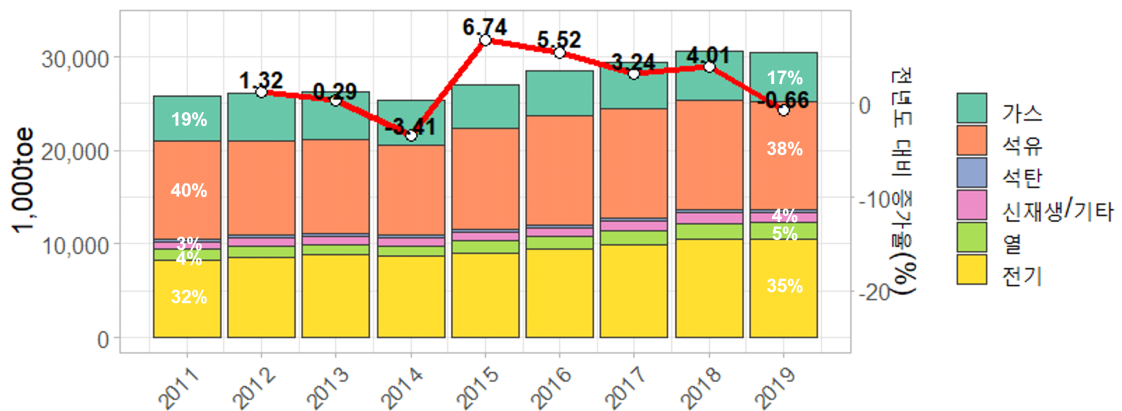
[그림 12] 경기도 시군구 부문별 최종에너지소비량 (2019)



자료: 1) 에너지경제연구원(2021).
2) 아주대학교 에너지모형연구실 홈페이지

- 2019년 경기도 에너지원별 최종 에너지소비량은 석유(38.1%)가 가장 많고, 뒤이어 전력(34.7%), 가스(17.1%), 열에너지(5.5%), 신재생(3.7%), 석탄(0.9%) 순임.
- 2011년 이후 경기도 에너지원별 최종 에너지소비량은 연평균 2.13% 증가함.
- 에너지원별 연평균 증가율은 열에너지(5.9%)가 가장 높고 다음으로 신재생(4.7%), 전력(3.1%), 석유(1.6%), 가스(0.9%), 석탄(-3.5%) 순임.

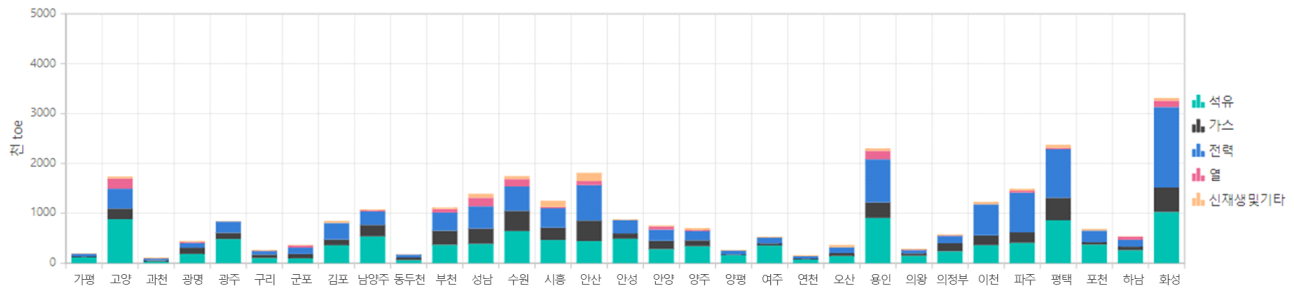
[그림 13] 경기도 에너지원별 최종에너지소비량 추이 (2011~2019)



자료: 에너지경제연구원(2020).

- 2019년 시군구 에너지원별 에너지 최종소비량은 석유(38.9%)가 가장 많고, 뒤이어 전력(35.4%), 가스(17.5%), 열(4.5%), 신재생/기타(3.8%) 순임.
- 석유 비중은 여주시(67.4%)가 가장 높고, 가평시(61.1%), 양평군(59.7%) 순임.
- 전력 비중은 파주시(53.4%)가 가장 높고, 이천시(50.7%), 화성시(48.7%) 순임.
- 가스 비중은 동두천시(29.4%)가 가장 높고, 광명시·의정부시(28.1%) 순임.
- 열 비중은 성남시(12.3%)가 가장 높고, 고양시(11.9%), 하남시(11.4%) 순임.
- 신재생·기타에너지 비중은 오산시(13.1%)가 가장 높고, 연천군(13.0%), 시흥시(9.9%) 순임.

[그림 14] 경기도 시군구 에너지원별 최종에너지소비량 (2019)



자료: 1) 에너지경제연구원(2021).
2) 아주대학교 에너지모형연구실 홈페이지

2) 에너지 생산

(1) 발전 설비 및 발전량

■ 발전설비

- .2019년 경기도 내 발전설비는 화력(12,212MW), 집단에너지(4,759MW), 신재생(1,227MW), 수력(676MW) 등 총 19,778MW의 설비용량을 갖추고 있으며, 화력이 전체의 61.7%를 차지하여 비중이 가장 큼.
- 경기도 발전설비용량은 전국(125,338MW)의 약 15.8% 수준이며, 발전형식별로 전국에서 차지하는 비중은 복합화력(32.9%), 신재생(9.2%), 양수(8.5%), 기력(3.7%), 내연력(0.1%)순으로 복합화력발전 비중이 가장 높음.

[표 6] 경기도 발전 설비 용량 (2010~2019)

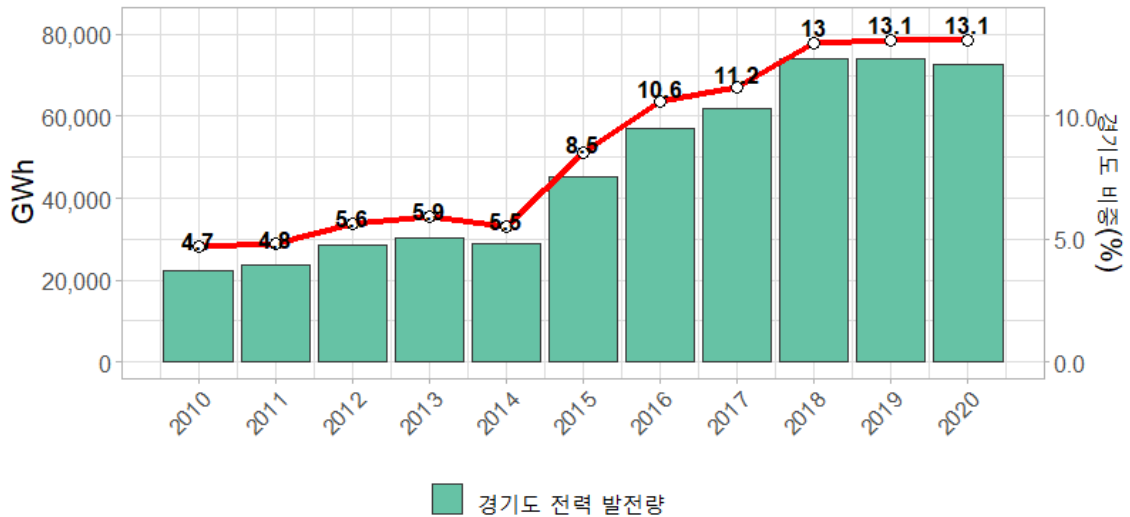
발전소 구분 (GW)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
합계	5,653	6,295	6,295	7,162	7,546	6,131	14,357	18,167	18,595	19,778
수력	601	660	660	660	660	660	676	676	676	676
화력	5,052	5,636	5,636	6,502	6,886	5,471	10,159	12,728	11,348	12,212
집단에너지	-	-	-	-	-	-	2,962	4,108	5,659	4,759
신재생에너지	-	-	-	-	-	-	561	655	912	1,227

자료: 경기통계 홈페이지.

■ 발전량 추이

- 경기도 발전량 추이를 보면 2010년 이후 발전량이 증가 추세를 보이다가 2014년 감소한 후 2015년에 45,076GWh로 전년 대비 가장 큰 폭으로 증가하였으며, 2020년 발전량(72,513GWh)은 전국 발전량의 13.1%를 차지하고 있음.

[그림 15] 경기도 발전량 및 전국 대비 비중 추이 (2010~2020)



자료: 전력통계정보시스템 홈페이지.

(2) 지역난방

- 경기도의 지역난방 자체 열생산량은 2015년부터 꾸준히 증가하여, 2019년 (10,160,951Gcal)에는 2015년(6,913,752Gcal) 대비 47% 증가함.

[표 7] 경기도 지역난방 자체 열생산량 (2010~2019)

자체 생산량* (Gcal)	2015	2016	2017	2018	2019
경기도	6,913,752	7,273,107	8,531,474	9,778,172	10,160,951

*경기도에 소재해있는 지역난방 사업자의 자체 열생산량의 합.

자료: 1) 한국에너지공단(2020).

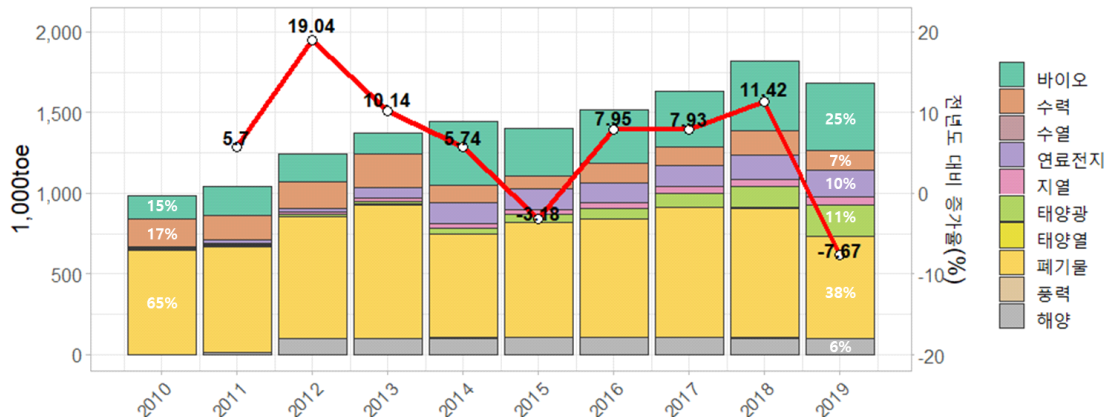
2) 한국지역난방공사 경기도 지역의 열 생산량 요청 자료.

3) 한국집단 에너지협회 홈페이지.

(3) 신재생에너지

- 2019년 기준 경기도 신재생에너지 생산량은 총 1,681,392toe이며, 이 중 폐기물 비중이 전체의 37.5%로 가장 높고 다음으로 바이오(24.8%), 태양광(11.3%), 연료전지(10.1%), 수력(7.2%), 해양(6.0%), 지열(2.9%) 순이며, 태양열(0.2%), 풍력(0.1%) 등은 비중이 낮음.
- 경기도 신재생에너지 총 생산량은 2010년 이후 점차 증가하는 추세를 보이며, 전년 대비 증감율은 연도별로 편차가 있음.

[그림 16] 경기도 신재생에너지 생산 추이 (2010~2019)



자료: 환경에너지공단 (2019).

- 경기도 신재생에너지 생산량은 전국(16,245,938toe)의 약 10.3% 수준으로, 신재생 에너지원 중 해양(100%)과 연료전지(34.7%), 지열(21.6%), 수력(20.3%)이 전국에서 차지하는 비중이 높음.
- 2010년과 2019년의 경기도 신재생에너지원별 생산량을 비교하면 태양열(-46.8%), 수력(-28.0%), 폐기물(-2.2%)은 감소하였지만, 태양광(3039.3%, 연평균 47.6%)과 연료전지(2355.6%, 연평균 60.7%)는 크게 증가하였으며, 바이오(24.9%), 지열(22.7%), 해양(6.1%) 또한 증가 추세임.

[표 8] 전국 대비 경기도 신재생에너지 생산 현황 (2019)

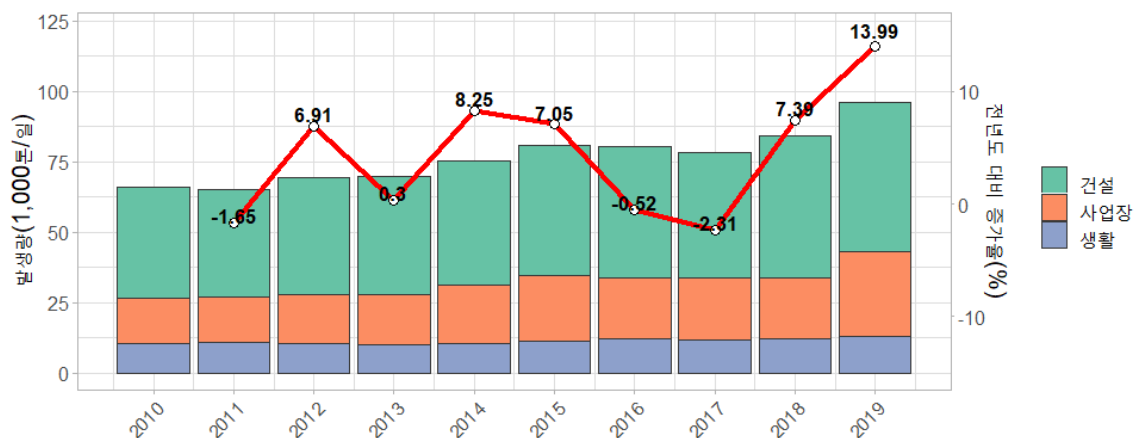
에너지원별	전국		경기도		경기도 비중 (%)
	에너지생산량 (1,000toe)	비중 (%)	에너지생산량 (1,000toe)	비중 (%)	
태양열	26.9	0.2	2.7	0.2	10.0
태양광	2787.9	17.4	190.8	11.3	6.8
풍력	570.8	3.6	1.0	0.1	0.2
수력	594.5	3.7	120.7	7.2	20.3
해양	101.0	0.6	101.0	6.0	100.0
지열	224.7	1.4	48.7	2.9	21.6
수열	21.2	0.1	0.0	0.0	0.0
바이오	4162.4	26.0	416.8	24.8	10.0
폐기물	7049.5	44.0	630.5	37.5	8.9
연료전지	487.2	3.0	169.1	10.1	34.7

자료: 환경에너지공단(2019).

5. 폐기물

- 경기도의 총 폐기물 발생량은 2010년 66,003톤/일, 2011년 64,915톤/일로 감소하였다가 2012년 69,400톤/일부터 2015년(80,660톤/일)까지 지속적으로 증가하였고, 2016~2017년(78,383톤/일)에 걸쳐 소폭 감소하였다가 2019년(95,954톤/일)까지 크게 증가하였음.
- 총 생활폐기물은 2011년(10,798톤/일) 이후 2013년(9,919톤/일)까지 감소하였으며, 2014년(10,452톤/일)부터는 전반적으로 증가하는 추세를 보여, 2019년에는 13,197톤/일에 도달함.
- 사업장폐기물은 2011년(16,146톤/일)부터 지속적으로 증가하는 추세이며, 2014년(20,758톤/일, 전년대비 16.0%), 2019년(29,841톤/일, 전년대비 39.2%)에 크게 증가하였음.
- 1인당 연간 폐기물 발생량은 2010년(2.04톤/인) 이후 증가하는 추세를 보이며, 2019년 크게 증가하여 2.65톤/인으로 나타남.

[그림 17] 경기도 폐기물 발생량 추이 (2010~2019)



제3절 경기도 온실가스 배출 현황¹¹⁾

1. 직접배출량

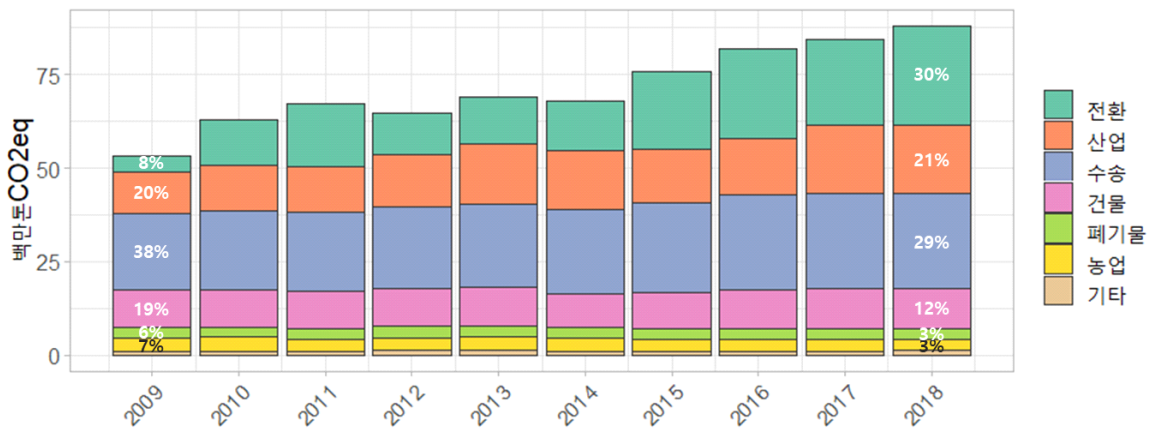
- 2018년 직접배출량(87.9백만 톤) 중 전환 분야가 26.3백만 톤(29.9%)로 가장 많은 비중을 차지하고, 그 다음 수송(25.5백만 톤, 29.0%), 산업(18.2백만 톤, 20.8%), 건물(10.6백만 톤, 12.0%), 농업(3.0백만 톤, 3.4%), 폐기물(2.9백만 톤, 3.3%), 기타(1.3백만 톤, 1.5%) 순임.
- 최근 10년간(2009~2018년) 전환 분야가 연평균 30.3%로 가장 빠르게 증가하였음

11) 온실가스 인벤토리의 분류표를 다음과 같이 재정리함. 전환-에너지.A.1에너지산업; 산업-에너지.A.2제조업 및 건설, 산업공정; 수송-에너지.A.3수송; 건물-에너지.A.4.a상업/공공, 에너지.A.4.b.가정; 농업-농업; 폐기물-폐기물; 기타-에너지.A.4.c농업/임업/어업, 에너지.A.5미분류, 에너지.B.탈루

며, 산업 분야가 6.4%, 수송 분야가 2.5%, 건물 분야가 0.9%, 기타 분야 0.1% 증가한 반면 농업 분야는 연평균 -0.5%, 폐기물 분야는 -0.2% 임.

- 전환 분야는 공공전기 및 열 생산에서의 배출량이 2009년 대비 2018년 541.9% 증가함.
- 농업 분야는 벼생산에서의 배출량이 2009년 대비 2018년 23.3% 감소하였음.
- 폐기물 분야는 2009년 대비 매립(6%), 하폐수처리(22%)가 증가하였으나, 폐기물소각이 16.2% 감소하였음.

[그림 18] 경기도 부문별 온실가스 직접배출량 추이 (2009~2018)

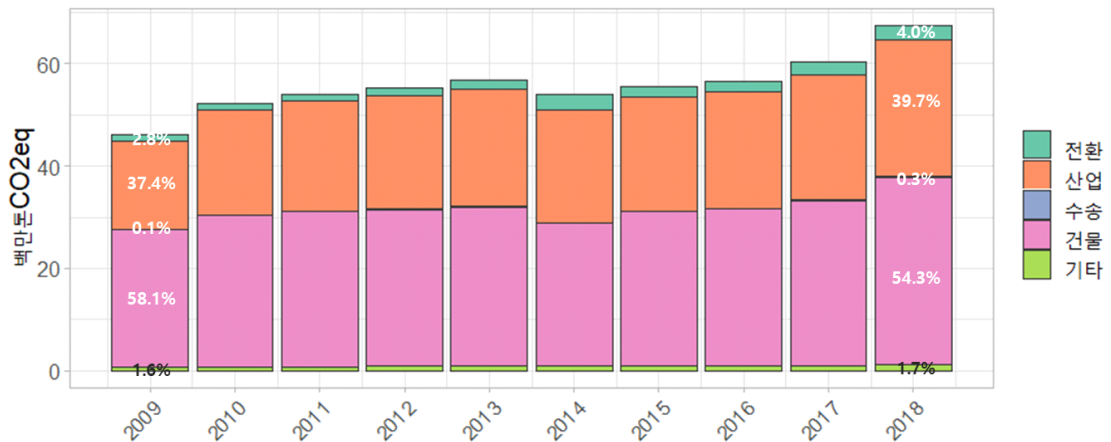


자료: 온실가스종합정보센터(2020).

2. 간접배출량

- 2018년 간접배출량(67.4백만 톤) 중 건물 분야에 의한 배출량이 36.6백만 톤(54.3%), 산업 분야가 26.8백만 톤(39.7%)로 대부분을 차지하며, 전환 분야가 2.7백만 톤(4.0%), 농업 분야가 1.13백만 톤(1.7%), 수송 분야가 0.21백만 톤(0.3%)를 차지함.
- 최근 10년간(2009~2018년) 수송 분야가 연평균 15.9%로 가장 빠르게 증가하였으며, 전환 분야가 12.4%, 산업 분야가 5.2%, 농업 분야가 4.9%, 건물 분야가 3.7% 증가함.
 - 수송 분야는 철도에서의 배출량이 2009년 대비 227.2% 증가하였으며, 전환 분야는 고체연료 제조 및 기타 에너지 산업에서의 배출량이 2009년 대비 114.8% 증가하였으나 전체 간접배출량에서의 비중은 낮은편임.
 - 산업 분야에서는 화학에서의 배출량이 2009년 대비 49.9% 증가하였으며, 건물 분야에서는 상업/공공 29.3%, 가정 45%가 증가함.

[그림 19] 경기도 부문별 온실가스 간접배출량 추이 (2009~2018)

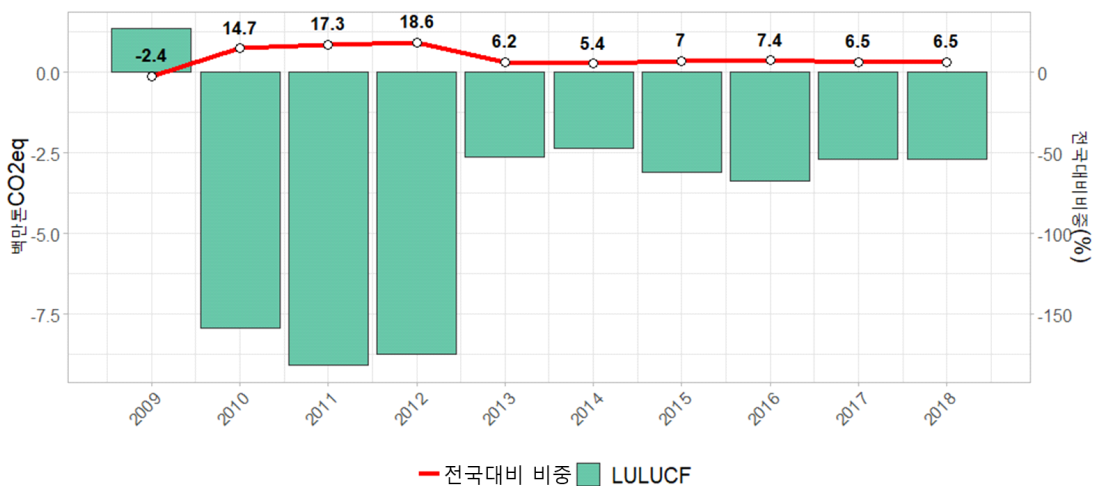


*에너지의 연료연소 부문의 총 배출량.
자료: 온실가스종합정보센터(2020).

3. 토지이용, 토지이용변화 및 임업 (LULUCF)

- 경기도의 LULUCF는 2009년 1.35백만 톤에서 2018년 -2.68백만 톤으로 크게 증가하였음.
- 산림지로 유지된 산림지 분야는 2009년 2백만 톤에서 2018년 -3.3백만 톤으로 증가함.
- 2018년 경기도 LULUCF는 전년(-2.679백만 톤) 대비 소폭 하락한 -2.677백만 톤으로, 전국 비중의 6.5%임.
- 최근 10년간(2009~2018년) 경기도 LULUCF는 2012년까지 전국에서 차지하는 비중이 점차 상승하였으나 2013년부터 하락하여 일정한 수준을 유지하고 있음.

[그림 20] 경기도 LULUCF 배출량 및 전국 대비 비중 추이 (2009~2018)



자료: 온실가스종합정보센터(2020).

제4절 온실가스 배출 전망

1. 방법론

1) 개요

- 국가 온실가스 인벤토리(온실가스종합정보센터, 2020)에 따르면 온실가스 배출량을 5개의 대부분 (에너지, 산업공정, 농업, LULUCF, 폐기물) 으로 분류하고, 각 부문 별로 다시 세분화 (총 134개 항목)하여 온실가스 배출량을 추계하고 있음.
- 국가 NDC안 (관계부처합동, 2021a)에서는 국외감축을 제외하면 온실가스 배출량을 총 11개의 부문 (전환, 산업, 건물, 수송, 농축수산, 폐기물, 수소, 기타, 흡수원, CCUS)으로 나누고 있음
- 본 연구에서 온실가스 배출 전망 시 사용하는 부문별 정의는 국가 온실가스 인벤토리 (온실가스종합정보센터, 2020)와 국가 NDC안 (관계부처합동, 2021a)을 기준으로 함.
 - 국가 온실가스 인벤토리 분류와 국가 NDC안 분류간의 맵핑정보는 본문 부록에 제시된 [표 218] 참고
- 본 연구에서는 온실가스 배출량 전망을 위해 사용한 방법론이 부문별로 다름.
 - (산업, 건물, 수송, CCUS, 수소부문) 간접배출 기준으로 경기도 순배출량의 94.5%를 차지하고 있으며, 기도 시군구 통합평가모형(GCAM-GG)를 활용하여 미래 온실가스 배출량 산정
 - (농축수산, 폐기물, 기타, 흡수원부문) 간접배출 기준으로 경기도 순배출량의 5.5%를 차지하고 있으며, NDC 목표치 및 과거 온실가스의 추이를 활용하여 미래 온실가스 배출량 산정
- 경기도 시군구 통합평가모형(GCAM-GG)를 활용하는 산업, 건물, 수송, CCUS, 수소 부문의 경우, 모형 내 기술 분류와 국가 온실가스 인벤토리(온실가스종합정보센터, 2020)의 분류체계간의 맵핑정보를 작성하여 활용함. [표 217] 참고
 - (기준년도) GCAM-GG를 활용하는 부문의 경우, 모형의 기준연도는 2015년이고, 5개년 단위로 시뮬레이션하지만, 1년 단위의 분석 결과를 활용하기 위해, 선형보간법을 적용하여 보완함.
 - (간접배출) 본 연구에서는 간접배출량(전기, 수소) 기준으로 온실가스 산정.

2) 경기도 시군구 통합평가모형(GCAM-GG) 개발

- 경기도 31개 시군구 온실가스 배출전망은 한국형 통합평가모형 GCAM-Korea의 경기도 지역을 시군구 단위로 세분화하여, ‘경기도 시군구 통합평가모형(GCAM-GG)’을 개발 및 활용하여 분석함. GCAM-GG는 경기도를 제외한 16개 광역시도와 경기도 31개 시군구 지역으로 구분되어 있으며(총 47개 지역), 전환*, 산업, 건물, 수송, LULUCF**부문으로 구성되어 있음.

*수소, 가스, 바이오 생산부문은 국가 해상도이며, 정유와 전력 전환부문은 광역시도 및

시군구 해상도.
**LULUCF 부문은 국가 해상도.

- GCAM-Korea는 PNNL/JGCRI에서 1981년부터 개발한 Global Change Analysis Model(GCAM)을 기반으로 개발함. GCAM은 GCIMS(Global Change Inter-sectoral Modeling System)¹²⁾의 동태적 통합분석(Dynamic Intergration) 모형으로 참여 중이며, 오바마 정부의 탈 탄소 전략¹³⁾, 바이든 정부의 파리협정 재참여 분석¹⁴⁾에 활용함.
- GCAM-Korea는 GCAM의 한국지역 에너지시스템을 국가 통계자료를 활용하여 광역시도해상도로 증가시킴. GCAM-Korea는 모형개발¹⁵⁾, 미세면지분석¹⁶⁾, 산업부문 전기화¹⁷⁾ 등 국내 에너지 및 온실가스 관련 시나리오를 분석하고, 관련 내용은 SCI 저널에 게재됨. 또한, EU 재원을 지원받고 있는 Paris Reinforce의 기후정책 평가보고서¹⁸⁾, 미국환경청(EPA) 발표자료¹⁹⁾에도 소개됨.
- GCAM-GG를 개발하여 경기도 온실가스 배출전망 방법으로 적용한 배경은 ‘부문간 상호작용’, ‘지역간 정합성’, ‘에너지와 온실가스 정합성’을 확보하기 위함임. 이와 같은 정합성이 확보된 배출전망은 실효성이 높은 감축 전략 도출로 이어짐.
- **(부문간 상호작용)** 온실가스 배출 전망시, 다 부문 간의 상호작용을 고려함. 예로, 전기차 수요의 증가는 전력 부문의 영향을 주고, 이는 전력가격의 변화로 이어져 전력을 사용하는 건물, 산업부문에도 영향을 주게 됨.
- **(지역 간 정합성)** 국가와 광역시도의 에너지 수급 정합성을 확보하고, 나아가 경기도와 31개 시군구의 정합성을 유지함. 예로 타 광역시의 발전량이 증가한다면, 전력수요가 증가하지 않는 한, 경기도의 발전량은 감소할 것임.
- **(에너지와 온실가스 정합성)** 본 모형은 에너지 수급으로부터 온실가스 배출량이 산정됨. 따라서 에너지와 온실가스가 항상 정합성을 이룸.

12) GCIMS은 미국 에너지부 과학청(U.S. Department of Energy's Office of Science)의 재원을 지원받아. 인간과 지구시스템의 경제, 환경, 국가보안 등의 상호작용을 분석하고 관련 모형개발 연구를 진행중.

13) The White House(2016). 『Unite States Mid-Century Strategy for Deep Decarbonization』.

14) Environmental Defense Fund(EDF)(2021). 『Recapturing U.S. Leadership on Climate』.

15) Jeon, S., Roh, M., Oh, J., & Kim, S. (2020). "Development of an Integrated Assessment Model at Provincial Level: GCAM-Korea. 『Energies』, 13(10), 2565.

16) Roh, M., Jeon, S., Kim, S., Yu, S., Heshmati, A., & Kim, S.(2020). "Modeling Air Pollutant Emissions in the Provincial Level Road Transportation Sector in Korea: A Case Study of the Zero-Emission Vehicle Subsidy". 『Energies』, 13(15), 3999.

17) Jeon, S., Roh, M., & Kim, S.(2021). "The derivation of sectoral and provincial implications from power sector scenarios using an integrated assessment model at Korean provincial level: GCAM-Korea". 『Energy Strategy Reviews』, 38, 100694.

18) Paris Reinforce(2021). 『D7.3-Report on Stakeholder Needs and Research Capacity Needed』.

19) Loughlin etc(2020). 『The GLIMPSE Project: A decision support tool for air quality management』.

데이터 및 방법론

온실가스 배출 전망 및 목표

시나리오
설정

국가 온실가스 인벤토리(~2018)

구분	단위	2018년	2017년	2016년	2015년	2014년	2013년	2012년	2011년	2010년	2009년	2008년	2007년	2006년	2005년	2004년	2003년	2002년	2001년	2000년	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2015년	2018년
총량	백만톤	1,000.0	950.0	900.0	850.0	800.0	750.0	700.0	650.0	600.0	550.0	500.0	450.0	400.0	350.0	300.0	250.0	200.0	150.0	100.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
인벤토리	백만톤	1,000.0	950.0	900.0	850.0	800.0	750.0	700.0	650.0	600.0	550.0	500.0	450.0	400.0	350.0	300.0	250.0	200.0	150.0	100.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

방법론 1

모형 활용(GCAM-GG)

국가 NDC 목표 (2030)

부문	전환	산업	건물	수송	CCUS	수소	농축수산	폐기물	기타(항공 등)	흡수원	국외 감축
----	----	----	----	----	------	----	------	-----	----------	-----	-------

전국기준: 93.5%
경기도기준: 91.6%

전망치 산정 및 전략도출
- 에너지 전망
- 온실가스 배출 전망
- 함의 및 전략 도출

감축목표 산정
- 공식체계와의 정합성 확보

전국기준: 6.5%
경기도기준: 8.4%

추가감축목표 산정
- 수송부문, 건물부문

온실가스 감축 로드맵

구분	단위	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년
총량	백만톤	1,000.0	950.0	900.0	850.0	800.0	750.0	700.0	650.0	600.0	550.0	500.0	450.0	400.0
인벤토리	백만톤	1,000.0	950.0	900.0	850.0	800.0	750.0	700.0	650.0	600.0	550.0	500.0	450.0	400.0

국가 NDC 달성지 공역별 감축량

온실가스통계 (2018)

구분	단위	2018년	2017년	2016년	2015년	2014년	2013년	2012년	2011년	2010년	2009년	2008년	2007년	2006년	2005년	2004년	2003년	2002년	2001년	2000년	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2015년	2018년
총량	백만톤	1,000.0	950.0	900.0	850.0	800.0	750.0	700.0	650.0	600.0	550.0	500.0	450.0	400.0	350.0	300.0	250.0	200.0	150.0	100.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
인벤토리	백만톤	1,000.0	950.0	900.0	850.0	800.0	750.0	700.0	650.0	600.0	550.0	500.0	450.0	400.0	350.0	300.0	250.0	200.0	150.0	100.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

주행거리 감축목표

경기도 에너지효율도

통합모형 결과 (2018~2030)

건물부문 추가 감축수단

구분	단위	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년
총량	백만톤	1,000.0	950.0	900.0	850.0	800.0	750.0	700.0	650.0	600.0	550.0	500.0	450.0	400.0
인벤토리	백만톤	1,000.0	950.0	900.0	850.0	800.0	750.0	700.0	650.0	600.0	5			

입력

- 공급
 - 자원배정
 - 전환부문기술
 - 농업부문기술
 - 등등
- 토지
 - 토지생산성
 - 토지탄소흡수도
 - 토지가치
 - 등등
- 경제
 - 인구
 - GDP
 - 노동생산성
 - 등등
- 수요
 - 소비부문기술
 - 소비자행동양식
 - 등등

에너지 생산

- 원유 생산
- 바이오 생산
- 석탄 생산
- 가스 생산
- 우라늄 생산

에너지 전환

- 정유
- 바이오 전환
- 가스 전환
- 수소 전환
- 원자력
- 수력
- 태양
- 풍력
- 지열

에너지 시장

- 유류시장
- 바이오시장
- 석탄 시장
- 가스 시장
- 수소 시장
- 전력시장

최종소비

- 건물부문
- 산업부문
- 수송부문

출력

- 영역사도
 - 에너지생산/소비
 - 농업생산/소비
 - 등등
- 가격
 - 에너지
 - 농업및실업
 - 탄소가격
 - 온실가스저감비용
 - 등등
- 배출
 - CO₂ 배출량
 - CO₂ 포집량
 - 등등
- 무역
 - 에너지
 - 농업및실업
 - 등등

전체 에너지 수급

광역사도

- 지역별 에너지별연수 (에너지경제연구원)

경기도-시군구

- 시군구별 에너지별연수 (에너지경제연구원)

사회경제변수

광역사도

- 장래연구주제 (KOSIS)
- GRDP (KOSIS)
- SSP database (IIASA)

경기도-시군구

- GRDP (경기통계)
- 장래연구주제 (경기통계)

광역사도

- 원자력 호기별 발전량 및 운영정보 (한국전력공사)
- 신재생에너지 발전량 및 설비용량 (신재생에너지포털)
- 송배전 손실 및 소내전력량 (한국전력통계)

경기도-시군구

- 경기도 발전기별 용량 (한국전력통계정보시스템)
- 경기도 발전기별 발전량 (한국전력통계정보시스템)
- 집단지사 편람 (한국에너지공단)
- 신재생에너지포털 (한국에너지공단)

건물

광역사도 & 경기도-시군구

- 건축물대량 (대용량)
- 에너지 사용량 (에너지중조사)
- 사업장 수 (한국사업장조사)
- 기온자료 (기상청)

산업

광역사도

- 공업, 제조업통계 (통계청)
- 에너지소비량 (에너지중조사)

경기도-시군구

- 산업별 동시차 수 (경기통계)

수송

광역사도

- 자동차 주행거리 (자동차주행거리통계)
- 자동차 등록대수 (국토부)

경기도-시군구

- 자동차 주행거리 (자동차주행거리통계)
- 자동차 등록대수 (국토부)

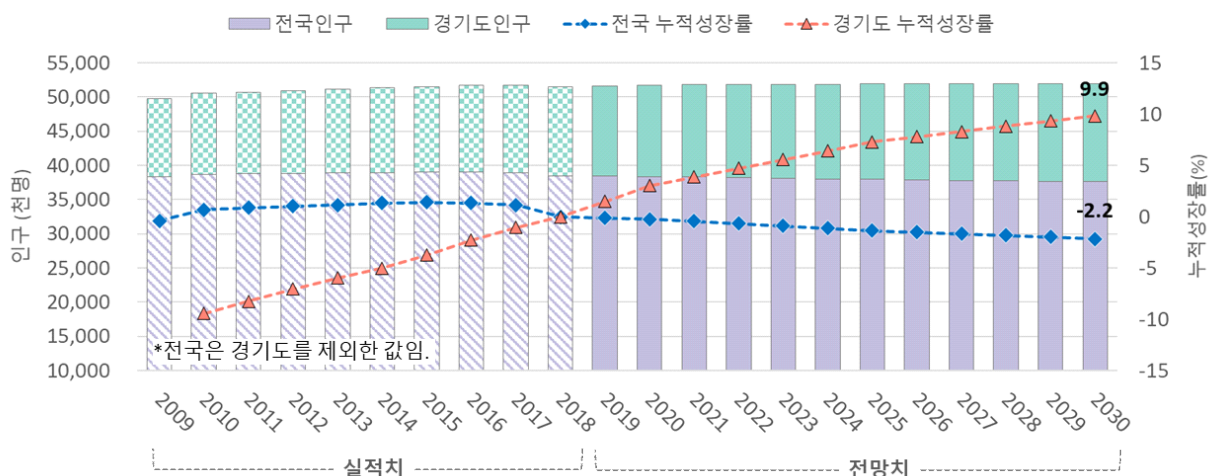
(*: 국가단위에서 모델링)

2. 인구 및 경제 가정

1) 인구 전망²⁰⁾

- 2018년 경기도 인구는 13,012천명으로 전국 인구의 25.3%를 차지하고, 2030년 경기도 인구는 14,294천명으로 전체 인구의 27.5%임.
- 본 연구에 활용된 통계청 「장래인구추계」의 중위추계 시나리오에 따르면 2018년 대비 2030년 경기도를 제외한 전국 인구증가율은 2.2% 감소하는 반면, 경기도의 인구증가율은 9.9% 증가함. 또한 경기도의 전국대비 인구비율이 2018년 대비 2030년에는 2.2%p증가함. 따라서 온실가스 감축 측면에서 타 광역시도와 비해서 불리한 여건이 조성됨.
- 경기도의 주요 인구 밀집 지역인 수원, 고양, 용인의 인구 합은 경기도 인구의 약 25%를 차지하고, 2031년에는 수원 1,358천명, 고양 1,155천명, 용인 1,102천명으로 전망됨.

[그림 23] 경기도와 전국 인구전망 비교



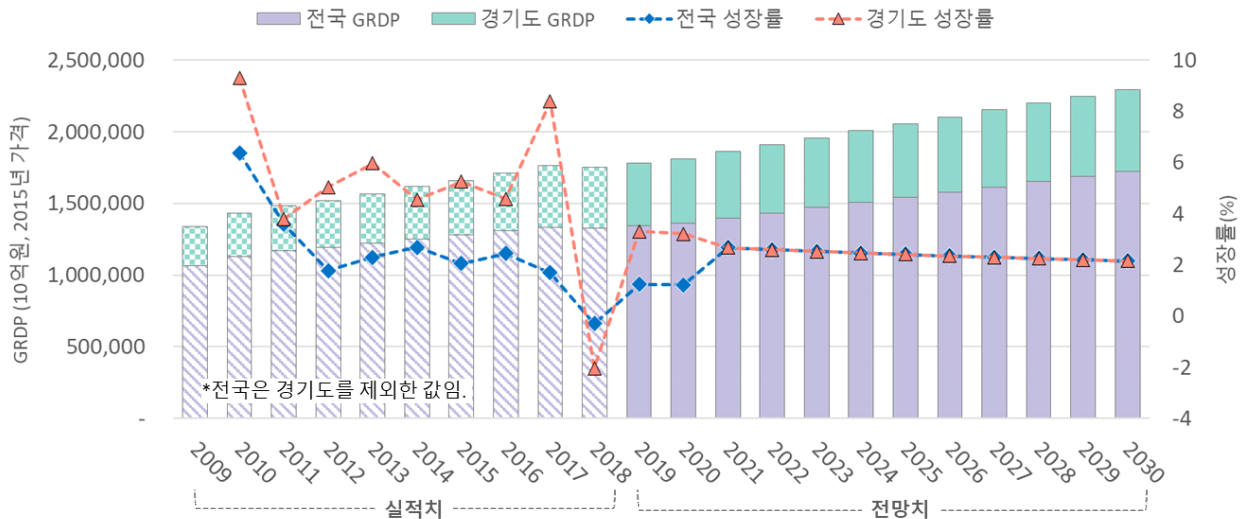
2) GRDP 전망

- 본 연구에 OECD (2018), 통계청 「지역소득」, 경기통계 「시군단위 지역내총생산」을 활용한 결과, 경기도는 국가 GDP의 24.2% ('18년) ~ 24.9% ('30년)를 차지하고, 2018년 기준 424.2조원에서 2030년 572.9조원으로 35.1%가 증가함.
- 과거 10년간 ('09년~'18년), 경기도를 제외한 전국의 GRDP 연평균 증가율은 2.5%였던 반면, 경기도는 5.4%로 전국보다 경제성장률이 높았음. 본 연구에서 사용한 미래의 GRDP 성장률은 OECD (2018)에서 전망한 한국의 경제성장률로 전국 동일하게 연평균 2.4%로 가정함. 이는 경기도의 과거 경제성장률을 비해 낮게 가정한 것이며, 또 다른의미로는 온실가스 배출제약에 큰 제약을 준 것이라 할 수 있음.

20) 타 광역자치체의 인구 및 경제 전망은 제8장 부록의 제2절을 참고.

- 화성, 용인, 수원 세 지역은 경기도 내 GDP가 높은 순이며, 각 지역은 경기도의 GRDP의 12.9%, 9.3%, 8.1%를 차지하는 것으로 나타남.

[그림 24] 경기도와 전국 GRDP전망 비교

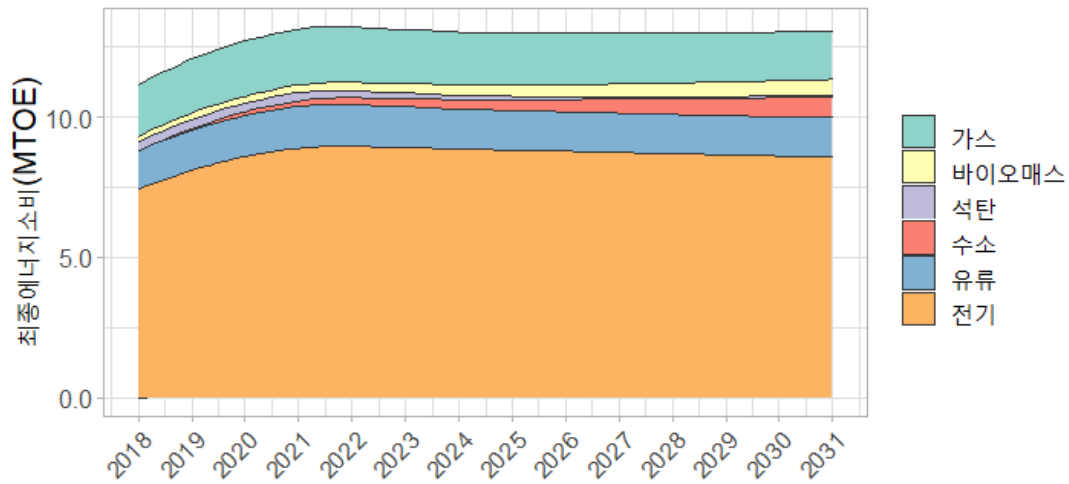


3. 에너지수요 전망

1) 산업

- 2031년 경기도 산업부문 최종에너지소비 전망은 2018년에 비해 소비량이 증가되고, 가스에너지와 석탄 에너지 소비는 감소하며 이를 제외한 에너지의 소비는 증가함.
- 2018년 대비 2031년 산업부문 최종에너지소비량은 18.9% 증가하여 13.04MTOE로 전망됨. 그 중 경기도 산업부문에 가장 많이 사용되는 전기에너지는 2018년 대비 17.5%가 증가함.
 - 가스 에너지 소비의 경우 2018년 대비 6.6% 감소하여 1.69MTOE로 나타남.
 - 석탄 에너지 소비의 경우 2018년 대비 80.6% 감소하여 0.06MTOE로 나타남.
 - 바이오매스 에너지의 경우 2018년 대비 166.7%로 증가하여 0.56MTOE로 나타남.
 - 수소 에너지는 2031년에는 0.74MTOE로 증가함.
 - 유류 에너지의 경우 2018년 대비 5.3%로 증가하며 1.4MTOE로 나타남.
 - 전기 에너지의 경우 2018년 대비 17.5% 증가하여 8.59MTOE로 나타나며 전체 최종에너지 소비 중 가장 큰 비율을 차지함.

[그림 25] 경기도 산업부문 최종에너지소비 전망('18~'31년)



[표 9] 경기도 산업부문 원별 최종에너지소비 전망('18~'31년)

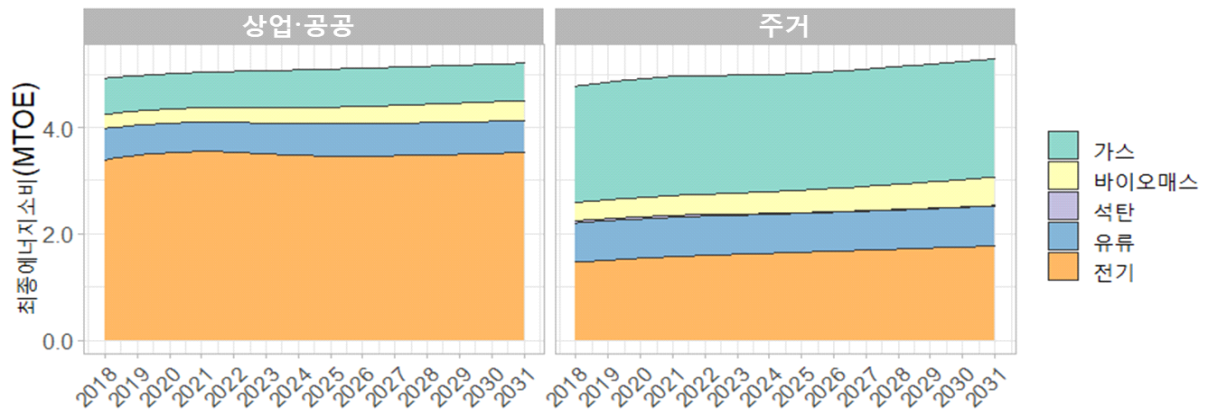
(단위: MTOE)

최종에너지	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
가스	1.81	1.92	2.03	2.00	1.96	1.92	1.89	1.85	1.83	1.81	1.79	1.77	1.75	1.69
바이오매스	0.21	0.23	0.24	0.28	0.31	0.34	0.38	0.41	0.44	0.47	0.49	0.52	0.55	0.56
석탄	0.31	0.33	0.34	0.29	0.24	0.19	0.15	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06
수소	0.00	0.00	0.17	0.21	0.25	0.30	0.34	0.38	0.44	0.50	0.56	0.62	0.68	0.74
유류	1.33	1.42	1.51	1.49	1.47	1.45	1.43	1.41	1.41	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
전기	7.31	8.13	8.95	8.92	8.90	8.88	8.85	8.83	8.78	8.74	8.69	8.64	8.60	8.59
합계	10.97	12.03	13.24	13.19	13.13	13.08	13.04	12.98	12.99	13.00	13.01	13.02	13.04	13.04

2) 건물

- 경기도 건물부문 최종에너지소비의 경우 2031년에 10.49MTOE로 전망되며, 상업·공공부문과 주거부문 모두 2018년 대비 5.21MTOE와 5.28MTOE로 상승함.
- 2031년 상업·공공부문에서 가스 에너지 소비는 13.4%에 해당하지만, 주거부문에서는 41.9%에 해당함. 반면, 전기 에너지 소비는 상업·공공부문에서 67.7%에 해당하고, 주거부문에서는 33.6%에 해당함.

[그림 26] 경기도 건물부문 최종에너지소비 전망('18~'31년)



[표 10] 경기도 건물부문 원별 최종에너지소비 전망('18~'31년)

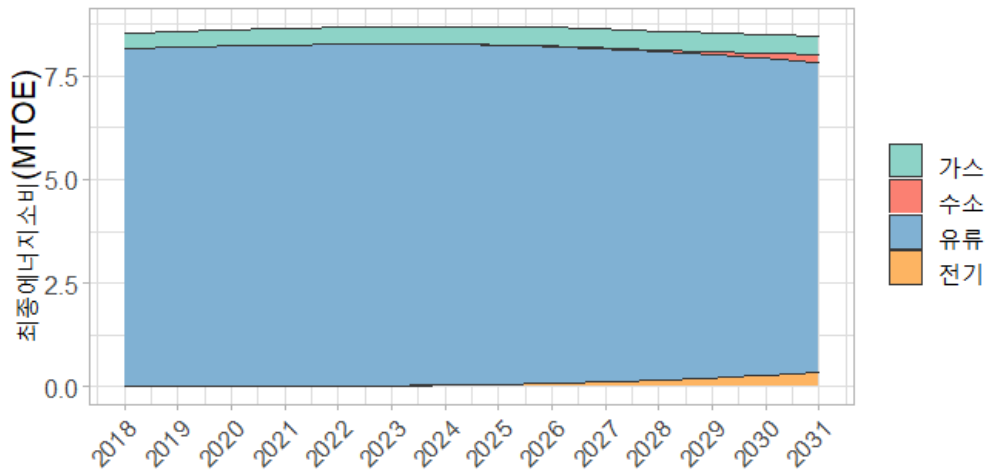
(단위: MTOE)

분류	최종 에너지	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
상업 공공	가스	0.69	0.67	0.65	0.66	0.68	0.69	0.71	0.72	0.72	0.72	0.71	0.71	0.71	0.70
	바이오 매스	0.27	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.36	0.37	0.38
	유류	0.60	0.56	0.53	0.55	0.56	0.58	0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	0.60	0.60	0.60
	전기	3.37	3.48	3.58	3.55	3.53	3.50	3.48	3.45	3.46	3.47	3.49	3.50	3.51	3.53
	총합	4.92	4.97	5.02	5.04	5.05	5.07	5.08	5.10	5.11	5.13	5.15	5.17	5.19	5.21
가정	가스	2.17	2.21	2.26	2.24	2.23	2.22	2.21	2.19	2.20	2.21	2.21	2.22	2.23	2.21
	바이오 매스	0.35	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.41	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.51	0.54
	석탄	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	유류	0.73	0.74	0.75	0.74	0.74	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.74	0.74	0.74	0.75
	전기	1.46	1.51	1.55	1.57	1.59	1.61	1.63	1.66	1.67	1.69	1.71	1.73	1.75	1.78
	총합	4.75	4.85	4.95	4.96	4.97	4.98	5.00	5.01	5.05	5.10	5.15	5.20	5.24	5.28
합계		9.67	9.82	9.97	10.00	10.02	10.05	10.08	10.10	10.17	10.23	10.30	10.36	10.43	10.49

3) 수송

- 경기도 도로 수송부문의 최종에너지소비의 경우 유류부문이 대략 87.5%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 2031년의 도로 수송부문의 최종에너지소비는 총 8.48MTOE(2018년 대비 0.5% 감소)로 2018년과 비슷한 수준임.
- 가스 에너지 부문의 경우 2018년 대비 18.9% 증가하여 0.44MTOE로 나타남.
- 수소 에너지 부문의 경우 2031년에는 0.24MTOE로 나타남.
- 유류 에너지 부문의 경우 2018년 대비 8.7% 감소하여 7.42MTOE로 나타남.
- 전기 에너지 부문의 경우 점차 소비가 증가하여 2031년에는 0.38MTOE로 나타남.

[그림 27] 경기도 도로(수송)부문 최종에너지소비 전망('18~'31년)



[표 11] 경기도 도로수송부문 최종에너지소비 전망('18~'31년)

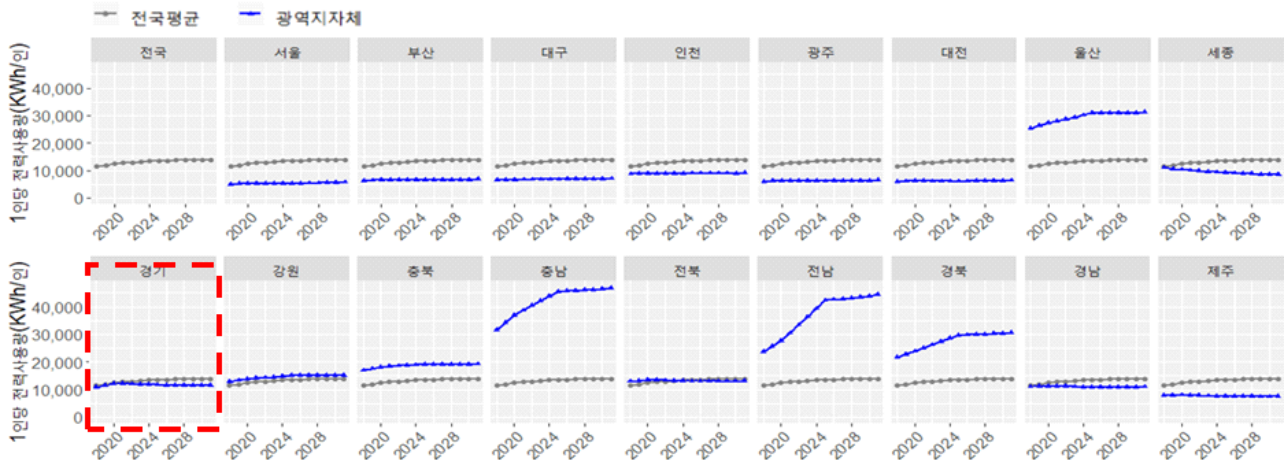
(단위: MTOE)

최종에너지	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
가스	0.37	0.38	0.39	0.4	0.41	0.42	0.43	0.45	0.45	0.45	0.46	0.46	0.46	0.44
수소	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.24
유류	8.13	8.17	8.21	8.21	8.22	8.22	8.22	8.22	8.11	8.01	7.9	7.8	7.69	7.42
전기	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.07	0.11	0.15	0.19	0.23	0.37
합계	8.50	8.55	8.60	8.62	8.64	8.66	8.68	8.70	8.65	8.60	8.55	8.51	8.45	8.47

4) 전력전환

- 온실가스 감축에 있어 전기화는 주요 분석대상임. 신재생 발전원의 증가한다는 가정 하에, 전기사용량의 증가는 온실가스 배출을 줄일 수 있는 주요 에너지원임.
- 전국 전력 사용량은 2018년 13,950TWh에서 2031년 17,289TWh로 증가하며, 그 증가율은 23.9%임. 경기도의 경우, 2031년 전력수요는 3,967TWh로 전국 전력 사용량의 22.9%가 경기도에서 소비되지만, 전력수요 증가율은 17.3%로 전국 평균 (23.9%)보다 낮은 수준의 증가율임.
- 경기도의 1인당 전력사용량은 2030년 기준 11,480kW/인으로 2018년 대비 5.5% 증가하긴 하지만 여전히 전국 평균수준보다 낮은 전력사용량임.

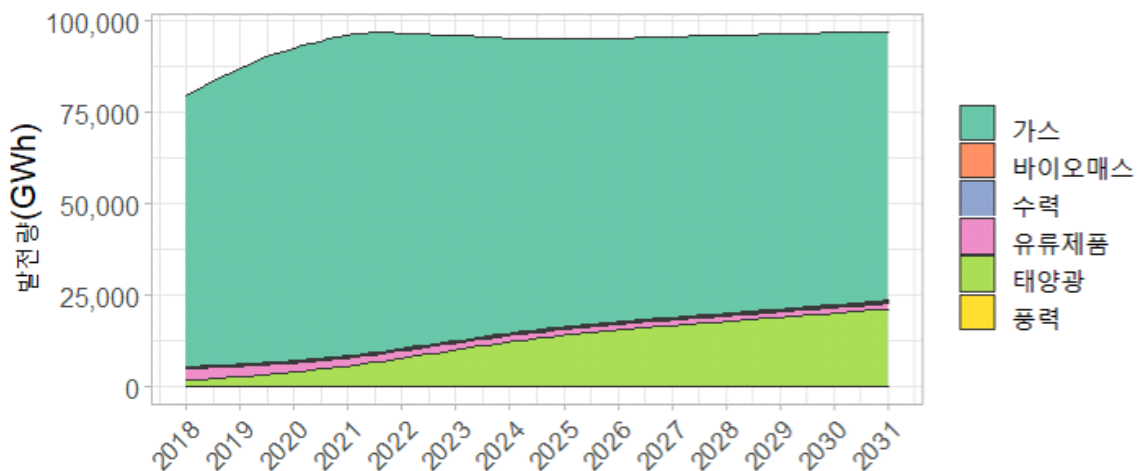
[그림 28] 광역지자체별 1인당 전력사용량 전망 ('18~'31년)



○ 2031년 경기도 최종에너지 총 발전량은 2018년 대비 24.5% 증가하여 97,002GWh로 전망되며, 수력은 증감의 폭이 없으며 태양광의 증가율이 가장 높고 유류제품은 감소함.

- 가스 발전량의 경우 2018년 대비 1.6% 증가하여 73,117GWh로, 2018년에 비해서 2031년의 비중이 감소함.
- 바이오매스 발전량의 경우 2018년 대비 217.9% 증가하지만(496GWh), 발전 비중은 0.5%수준임.
- 유류제품 발전량의 경우 2018년 대비 55.1% 감소하여 1,465GWh로 나타남.
- 태양광 발전량의 경우 2018년 대비 915.4% 증가하여 21,455GWh로 나타남.
- 풍력 발전량의 경우 2018년 대비 278.3% 증가하여 87GWh로 나타남.

[그림 29] 경기도 발전량 전망('18~'31년)



[표 12] 경기도 발전량 전망('18~'31년)

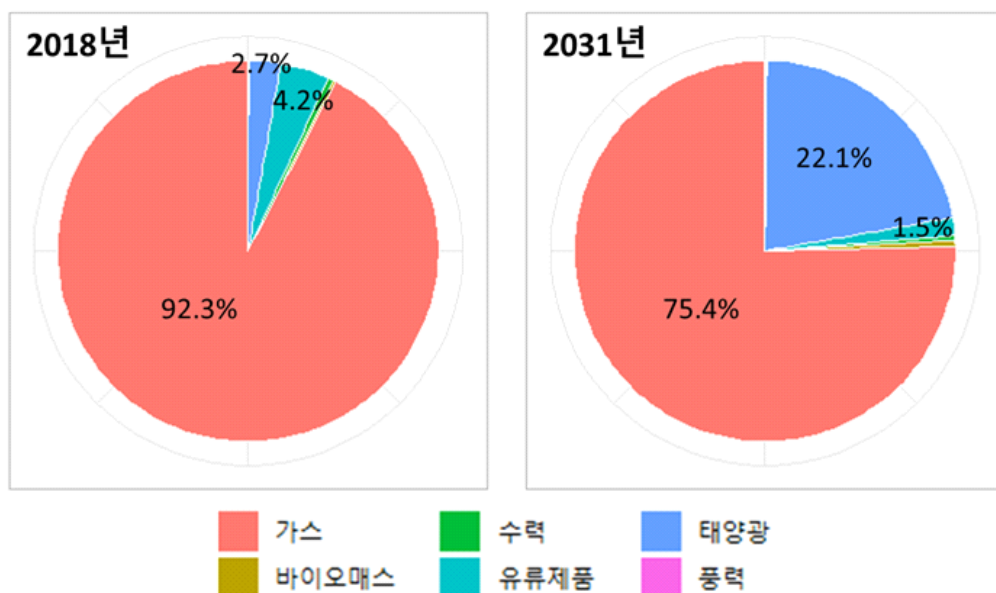
(단위: GWh)

최종에너지	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
가스	71,998	81,266	90,535	88,082	85,628	83,174	80,721	78,267	77,583	76,900	76,216	75,532	74,848	73,117
바이오매스	156	171	186	208	230	252	274	295	327	358	389	420	451	496
수력	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382	382
유류제품	3,264	2,845	2,427	2,253	2,079	1,905	1,730	1,556	1,543	1,529	1,516	1,502	1,489	1,465
태양광	2,113	2,740	3,372	5,593	7,813	10,033	12,253	14,473	15,545	16,617	17,690	18,762	19,834	21,455
풍력	23	29	34	41	47	53	59	65	69	72	76	80	84	87
합계	77,935	87,433	96,937	96,557	96,178	95,798	95,418	95,039	95,449	95,859	96,268	96,678	97,088	97,002

○ 2031년 경기도 전력믹스 전망은 [그림 103]과 같으며 친환경 에너지로 경기도에서 다소 쉽게 다룰 수 있는 태양광 에너지가 가장 큰 폭으로 증가할 것으로 예상됨.

- 가스 에너지의 경우 2018년 대비 발전량이 1.6% 증가하여, 2031년의 발전비중은 75.4%를 차지함.
- 유류제품 에너지의 경우 2018년 대비 발전량이 55.1% 감소하여, 2031년의 발전비중은 1.5%를 차지함.
- 태양광 에너지의 경우 2018년 대비 발전량이 915.4% 증가하여 2031년의 발전비중은 22.1%임.

[그림 30] 경기도 전력믹스 전망(2031년)



[표 13] 경기도 전력믹스(비율) 전망(2031년)

(단위: %)														
최종에너지	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
가스	92.4	92.9	93.4	91.2	89.0	86.8	84.6	82.4	81.3	80.2	79.2	78.1	77.1	75.4
바이오매스	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
수력	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
유류제품	4.2	3.3	2.5	2.3	2.2	2.0	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5
태양광	2.7	3.1	3.5	5.8	8.1	10.5	12.8	15.2	16.3	17.3	18.4	19.4	20.4	22.1
풍력	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

4. 온실가스 배출 전망

1) 경기도와 전국 비교

- (탄소세) 온실가스 감축을 위한 정책수단 중 하나로, 탄소배출을 하는 에너지원 사용에 대해 부과.
 - 본 연구에서 전망한 균형탄소가격은 2025년 117.7천원/tCO₂으로 계산되었으며, 탄소제약이 증가함에 따라 2031년에는 59.9% 증가한 188.3천원/tCO₂로 분석됨.
 - 국내에서 아직까지는 탄소세를 부과하고 있지 않지만, 경제 성장률, 소비자물가 상승률 등의 다각적인 방면을 통해 탄소세도입을 검토하고 있음. (한국은행, 2021)
 - 국제통화기금 (IMF, 2019)에서는 2030년까지 \$75/tCO₂ 이상의 탄소세를 도입해야 한다고 권고한 바 있음.

[표 14] 탄소가격 전망

탄소가격*	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
천원/tCO ₂	117.7	129.9	142.1	154.3	166.5	178.6	188.3

*환율은 1,100원으로 가정하고, 2015년 불변가격임.

- 본 연구에서는 제시하는 온실가스 배출전망은 간접배출량 기준으로 함. 간접배출량이란, 배출원의 일상적인 활동에 필요한 전기 등을 사용함으로써 간접적으로 외부(발전소 등)에서 배출하는 것을 의미함.
 - NDC 시나리오에서 전력 배출계수는 2018년 대비 2031년 55.3%개선되었으며, 2031년에 61.1백만톤CO₂eq/EJ임.
 - 본 연구에서는 전기와 마찬가지로 수소전환도 간접배출량 기준으로 계산함. 수소전환 배출계수는 2018년 대비 2031년에는 23.1% 개선되었고, 그 값은 43.4백만톤 CO₂eq/EJ임.

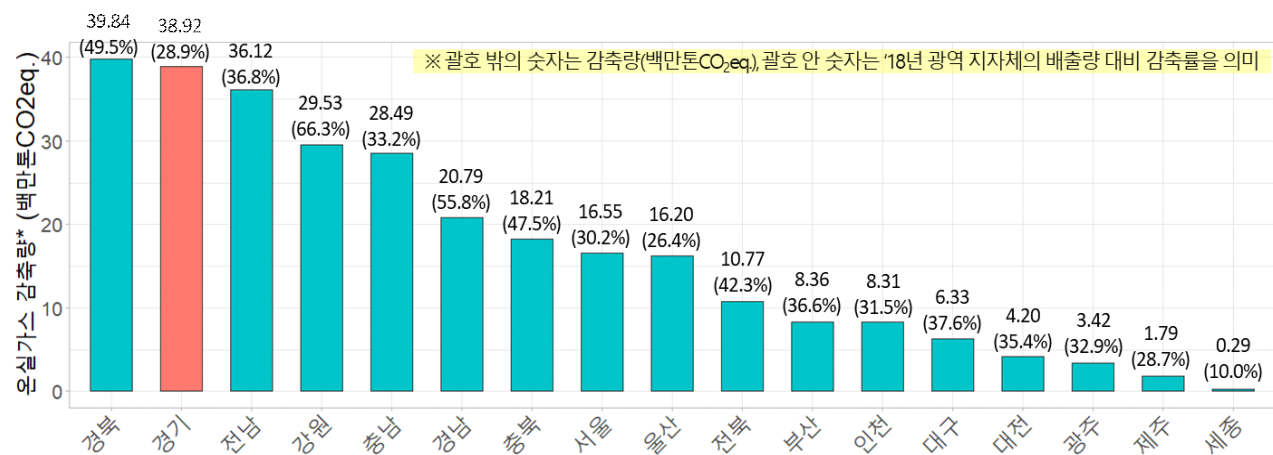
[표 15] 전력 및 수소전환 온실가스 배출계수 전망

(단위: 백만톤CO2eq/EJ)

부문	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
수소 전환	56.4	75.3	94.1	88.0	81.9	75.8	69.7	63.6	60.0	56.3	52.7	49.1	45.5	43.4
전력 전환	136.7	133.4	130.1	121.7	113.4	105.1	96.7	88.4	83.8	79.2	74.6	70.0	65.4	61.1

- NDC 시나리오 분석결과에 따르면, 2018년 대비 2030년 17개 광역지자체의 감축량은 아래와 같음.
- 경기도의 '30년 온실가스 저감량은 38.92백만톤으로 전국에서 두 번째로 가장 많은 양임. 그러나 감축률은 28.9%로 세종(10.0%), 울산(26.4%), 제주(28.7%) 다음으로 낮은 감축률임.
 - 국가 NDC 상향안의 '30년 감축목표는 35.4% (국외감축 제외)이며, 국가 감축률보다 높은 지역은 강원(66.3%), 경남 (55.8%), 경북(49.5%), 충북 (47.5%), 전북 (42.3%)임. 반면, 국가 감축률보다 낮은 지역은 세종(10.0%), 울산(26.4%), 제주 (28.7%), 경기 (28.9%), 서울 (30.3%)임.

[그림 31] 광역지자체별 2030년 온실가스 감축량과 감축률 (직접+간접배출기준)



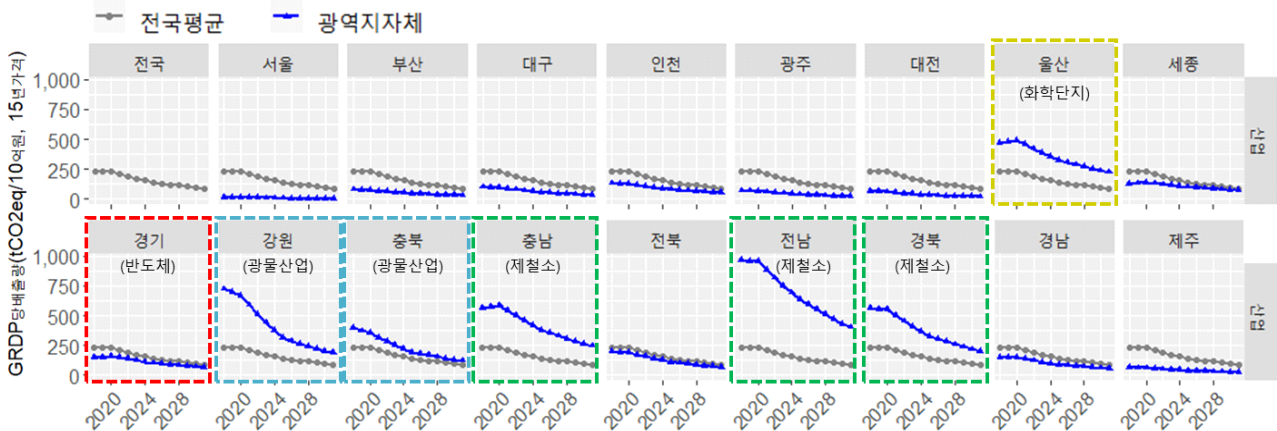
*광역지자체별 2031년 온실가스 감축량과 감축률 (직접+간접배출기준)

- (산업부문 GRDP당 온실가스) 대규모 산업단지가 위치한 광역은 전국평균 대비 산업부문 GRDP당 온실가스 배출량이 높은 것으로 나타남.
- 화학단지(울산), 광물산업(강원, 충북), 제철소(전남, 경북)가 광역별로 눈에 띄는 산업단지임.
 - 경기도는 대규모 반도체 산업이 위치하고 있으나, 반도체 산업은 전력집약적 산업임. 따라서 경기도의 산업부문 GRDP당 온실가스 배출량은 전국 평균 대비 높지 않은 것으로 보임.
 - 경기도의 경우 산업부문 GRDP당 온실가스 배출량은 2018년에 다른 도(道)에 비하

여 145.1백만톤으로 상대적으로 낮은 수치를 나타내며, 2031년은 2018년 대비 53.9백만톤 감소하여 66.8백만톤으로 예상됨.

- 울산광역시의 경우 2018년 산업부문 GRDP당 온실가스 배출량은 467.6백만톤이었지만, 2031년은 2018년 대비 51.9% 감소하여 225.0백만톤으로 예상됨.
- 강원도의 경우 2018년 산업부문 GRDP당 온실가스 배출량은 724.2백만톤이었지만, 2031년은 2018년 대비 74.2% 감소하여 187.1백만톤으로 예상됨.
- 충청북도의 경우 2018년 산업부문 GRDP당 온실가스 배출량은 394.5백만톤이었지만, 2031년은 2018년 대비 69.2% 감소하여 121.6백만톤으로 예상됨.
- 전라남도의 경우 2018년 산업부문 GRDP당 온실가스 배출량은 966.0백만톤이었지만, 2031년은 2018년 대비 58.3% 감소하여 403.0백만톤으로 예상됨.
- 경상북도의 경우 2018년 산업부문 GRDP당 온실가스 배출량은 561.8백만톤이었지만, 2031년은 2018년 대비 64.4% 감소하여 200.2백만톤으로 예상됨.

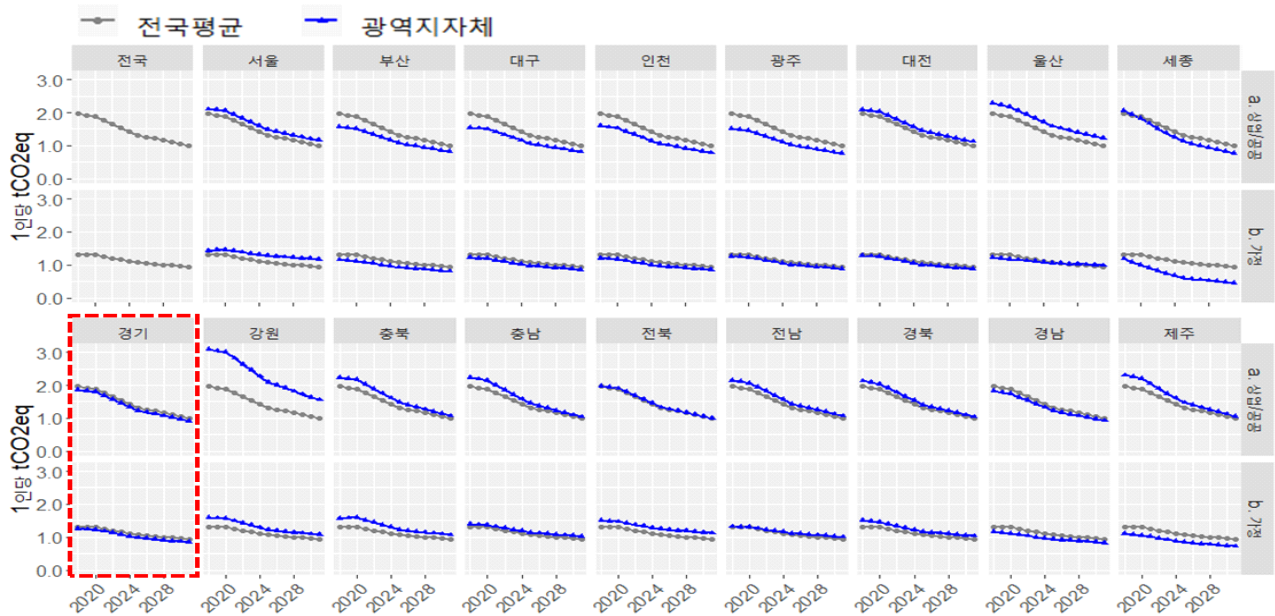
[그림 32] 광역지자체별 산업부문 GRDP당 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)



○ (건물부문 1인당 온실가스) 산업과 수송부문에 비해 건물부문의 1인당 온실가스 배출량은 광역별 편차가 크지 않은 것으로 보임. 특히 경기도의 상업·공공부문과 가정 부문 모두 전국 평균 1인당 온실가스 배출량과 비슷한 수준으로 나타남.

- 광역지자체별 2018년 건물부문의 상업·공공용 1인당 온실가스는 1.51백만톤~3.10백만톤으로 상대적으로 편차가 크게 발생하지 않으며, 광역지자체별 2031년의 경우도 0.77백만톤~1.56백만톤에 해당하여 큰 편차를 보이지 않음.
- 광역자치별 2018년 건물부문의 가정용 1인당 온실가스 또한 1.11백만톤~1.57백만톤으로 상대적으로 편차가 크게 발생하지 않으며, 2031년의 경우도 0.72백만톤~1.16백만톤에 해당하여 큰 편차를 보이지 않음.
- 건물부문의 상업·공공부문과 가정부문에서 가장 큰 감소율을 보이는 지역은 세종특별자치시로, 상업·공공부문은 2031년에 2018년 대비 62.5% 감소하여 0.77백만톤으로 나타나고, 가정부문은 31.7% 감소하여 0.45백만톤으로 나타남.

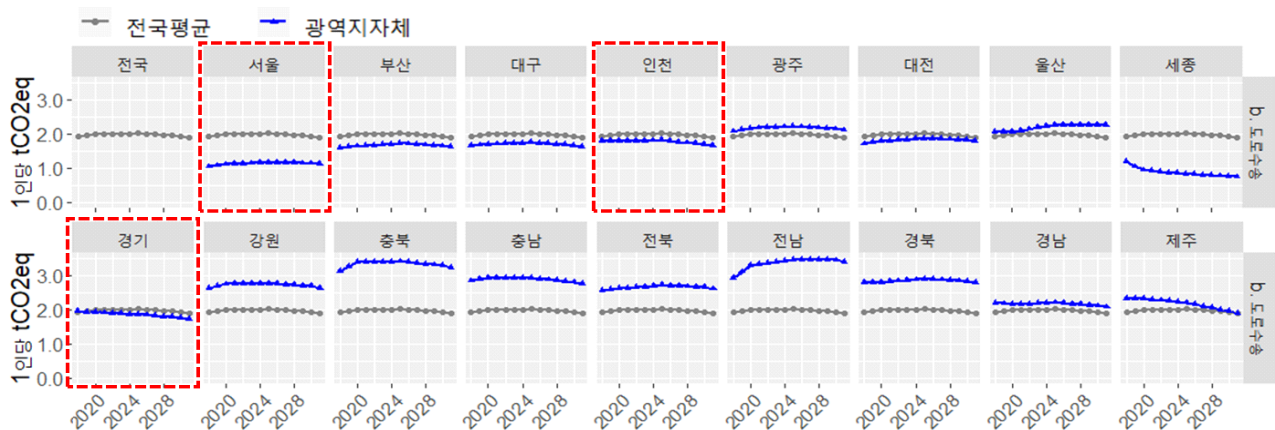
[그림 33] 광역지자체별 건물부문 1인당 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)



○ (도로수송부문 1인당 온실가스) 대중교통수단 부담률이 높은 수도권(서울, 경기, 인천)의 경우 도로부문의 1인당 온실가스 배출량이 전국대비 낮은 수준.

- 서울특별시의 2031년 도로수송부문 1인당 온실가스 배출량은 2018년 대비 8.5% 증가하여 1.13백만톤으로 나타남.
- 인천광역시의 2031년 도로수송부문 1인당 온실가스 배출량은 2018년 대비 7.0% 감소하여 1.66백만톤으로 나타남.
- 경기도의 2031년 도로수송부문 1인당 온실가스 배출량은 2018년 대비 11.6% 감소하여 1.73백만톤으로 나타남.

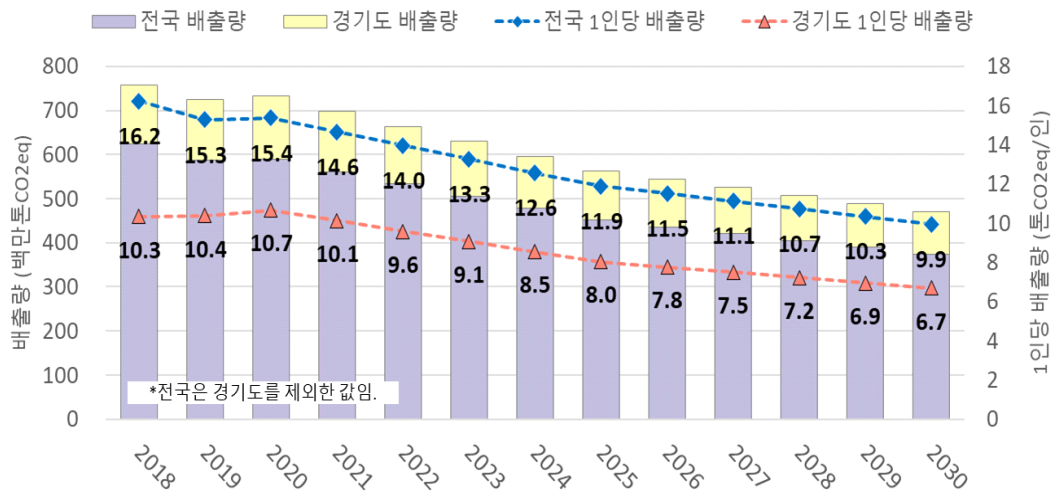
[그림 34] 광역지자체별 도로수송부문 1인당 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)



2) 경기도

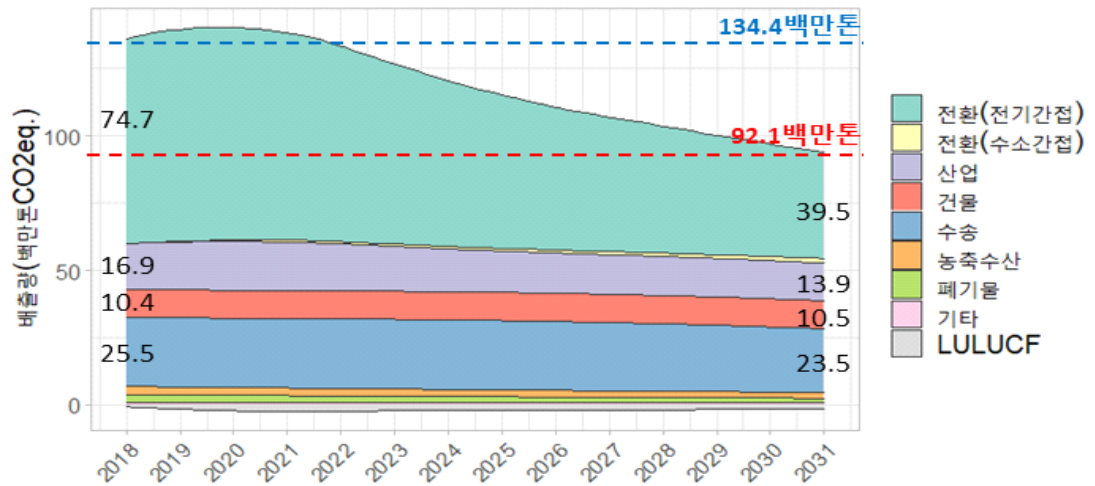
- 경기도 온실가스 총 배출량은 2031년 93.72백만톤, 순배출량 92.14백만톤으로 전망됨. 경기도의 인구가 증가한다는 불리한 여건임에도 불구하고, 경기도의 1인당 온실가스 배출량(6.7톤CO₂eq/인)은 전국(9.9톤CO₂eq/인)보다 낮은 수치임.

[그림 35] 온실가스 배출량 및 1인당 배출량 전망



- 2031년 부문별 배출량은 전환(전기간접) 39.45백만톤(배출량 비중 42.1%), 수송 23.51백만톤(25.1%), 산업 13.93백만톤(14.9%), 건물 10.48백만톤(11.2%), 농축수산물 2.19백만톤(2.3%), 전환(수소간접) 1.70백만톤(1.8%), 폐기물 1.58백만톤(1.7%), 기타 0.88백만톤(0.9%)이며, 온실가스 흡수량은 1.58백만톤임.
- 여기서 전환부문 온실가스 배출량은은 전기 또는 수소전환시 발생하는 온실가스를 에너지를 사용하는 곳에서 배출량을 집계하는 방식을 사용함. 즉, 간접배출량을 의미함. 전환(전기간접)부문은 산업, 건물, 수송부문에서 사용한 전기의 간접배출량의 합이고, 전환(수소간접)부문은 산업, 수송부문에서 사용한 수소의 간접배출량임.
- 2018년 대비 2031년 온실가스 감축량은 순배출량 기준 40.73백만톤, 30.3% 감소하는 것으로 전망됨. 부문별 온실가스 감축량은 전환(전기간접) 35.28백만톤(부문별 감축률 47.2%), 산업 2.98백만톤 (17.6%), 수송 1.98백만톤(7.8%), 폐기물 1.36백만톤(46.2%), 농축수산물 0.88백만톤 (28.7%) 감소함. 반면, 기타, 건물, 전환 부문은 각각 0.002백만톤(0.2%), 0.05(0.4%), 1.70백만톤(-) 증가함.

[그림 36] 경기도 부문별 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)



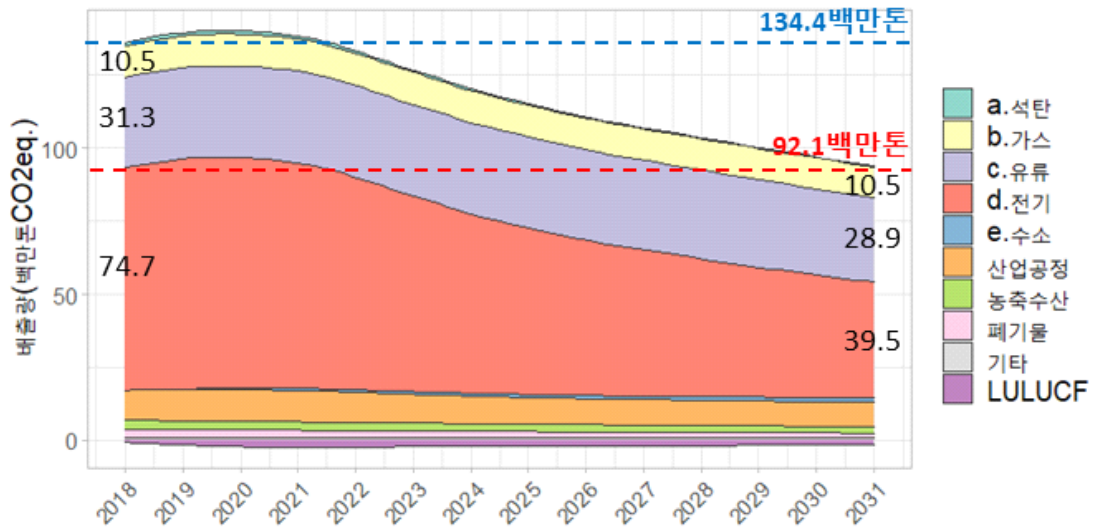
[표 16] 경기도 부문별 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)

(단위: 백만톤CO2eq)

부 문		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
전환	전기간접	74.73	78.99	83.26	77.81	72.37	66.92	61.47	56.08	53.23	50.38	47.53	44.68	41.83	39.45
	수소간접	-	-	0.68	0.74	0.81	0.88	0.94	1.02	1.10	1.18	1.26	1.34	1.42	1.70
산업		16.91	17.87	18.83	18.09	17.36	16.62	15.89	15.16	14.97	14.78	14.59	14.41	14.22	13.93
건물		10.43	10.41	10.39	10.41	10.42	10.44	10.46	10.48	10.49	10.50	10.51	10.52	10.53	10.48
수송		25.49	25.64	25.81	25.81	25.84	25.86	25.89	25.91	25.61	25.30	25.00	24.69	24.38	23.51
농축수산		3.07	2.99	2.91	2.84	2.77	2.69	2.63	2.56	2.49	2.43	2.37	2.31	2.25	2.19
폐기물		2.94	2.80	2.67	2.54	2.43	2.31	2.20	2.10	2.00	1.91	1.82	1.74	1.66	1.58
기타		0.88	0.90	0.93	0.93	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.88
LULUCF		-	-2.57	-2.47	-2.37	-2.28	-2.19	-2.10	-2.02	-1.94	-1.86	-1.79	-1.71	-1.65	-1.58
배출량		134.44	139.61	145.47	139.18	132.91	126.65	120.40	114.22	110.81	107.39	103.98	100.57	97.18	93.72
순배출량		134.44	137.04	143.00	136.81	130.64	124.46	118.30	112.20	108.87	105.53	102.19	98.86	95.53	92.14

- 2031년 원별 배출량은 석탄 0.28백만톤 (에너지부문 배출량 기준 비중 0.3%), 가스 10.48백만톤 (11.8%), 유류 28.89백만톤(35.9%), 전기 39.45백만톤(74.2%), 수소 1.70(11.6%)로 전망됨. 여기서 전기와 수소배출량은 간접배출량을 의미함.
- 2018년 대비 2031년 원별 온실가스 감축량은 석탄 0.87백만톤 (원별 감축률 75.8%), 가스 0.07백만톤(0.6%), 유류 2.17백만톤(7.0%), 전기 35.28백만톤(47.2%), 수소 -1.70백만톤(-) 감소함.

[그림 37] 경기도 원별 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)



*산업공정, 농축수산, 폐기물, 기타, LULUCF 부문은 원별 분리가 불가능하여 부문으로 구분함.

[표 17] 경기도 원별 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)

(단위: 백만톤CO2eq)

부 문	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
에너지	석탄	1.15	1.20	1.26	1.09	0.93	0.76	0.59	0.42	0.40	0.37	0.34	0.32	0.28
	가스	10.55	10.83	11.13	11.07	11.01	10.95	10.89	10.84	10.80	10.77	10.74	10.71	10.67
	유류	31.06	31.24	31.41	31.38	31.36	31.35	31.33	31.31	31.00	30.68	30.35	30.03	29.71
	전기	74.73	78.99	83.26	77.81	72.37	66.92	61.47	56.08	53.23	50.38	47.53	44.68	41.83
	수소	0.00	0.00	0.68	0.74	0.81	0.88	0.94	1.02	1.10	1.18	1.26	1.34	1.42
비에너지	산업공정	10.09	10.66	11.23	10.78	10.33	9.88	9.44	8.99	8.88	8.78	8.67	8.56	8.46
	농축수산	3.07	2.99	2.91	2.84	2.77	2.69	2.63	2.56	2.49	2.43	2.37	2.31	2.25
	폐기물	2.94	2.80	2.67	2.54	2.43	2.31	2.20	2.10	2.00	1.91	1.82	1.74	1.66
	기타	0.87	0.90	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89
	LULUCF	0.00	-2.57	-2.47	-2.37	-2.28	-2.19	-2.10	-2.02	-1.94	-1.86	-1.79	-1.71	-1.65
배출량	134.44	139.61	145.47	139.18	132.91	126.65	120.40	114.22	110.81	107.39	103.98	100.57	97.18	93.72
순배출량	134.44	137.04	143.00	136.81	130.64	124.46	118.30	112.20	108.87	105.53	102.19	98.86	95.53	92.14

*산업공정, 농축수산, 폐기물, 기타, LULUCF 부문은 원별 분리가 불가능하여 부문으로 구분함.

3) 경기도 시군구

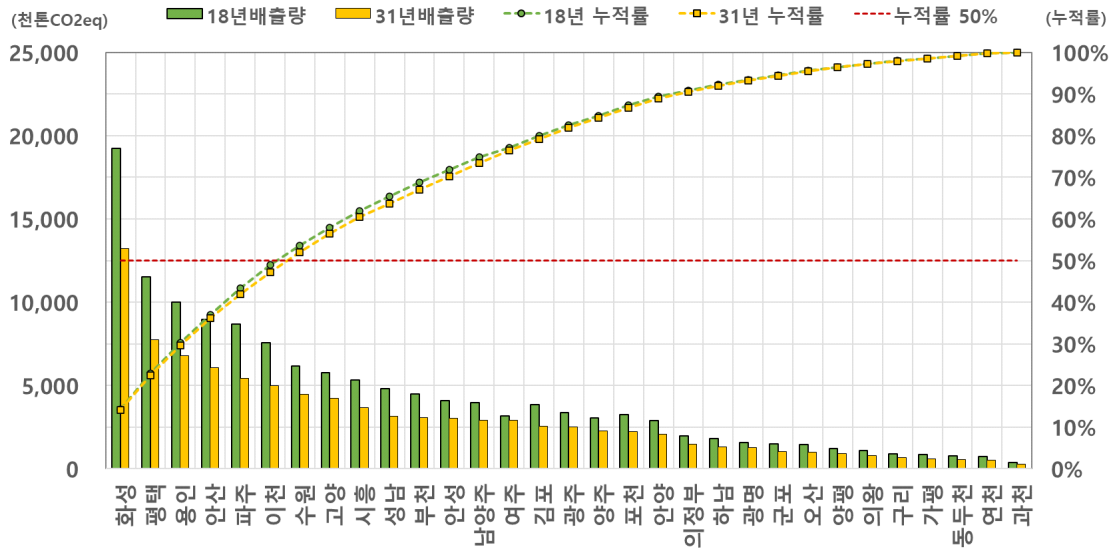
○ LULUCF부문을 제외한 전부문의 경기도 시군별 온실가스 배출전망은 [표 18]과 같음. LULUCF부문 온실가스 배출량은 도 단위로 분석되기 때문에 시군별 온실가스 전망에서는 해당 부문이 제외됨.

○ 2031년 기준 경기도 온실가스 배출량의 약 50%를 차지하는 시군은 배출량이 많은

순으로 화성 13,231천톤 (온실가스 배출비중 14.1%), 평택 7,740천톤 (8.3%), 용인 6,802천톤 (7.3%), 안산 6,085천톤 (6.5%), 파주 5,420천톤 (5.8%), 이천 4,973천톤 (5.3%)임.

- 2018년 대비 2031년 감축률은 파주가 37.5%(감축량 3,248천톤)로 가장 높은 것으로 전망되며, 그다음 순으로 성남 34.7%(1,664천톤), 이천 34.1%(2,575천톤)임.

[그림 38] 경기도 시군별 전부문 온실가스 배출전망 ('18년 vs '31년)



[표 18] 경기도 시군별 전부문 온실가스 배출량 전망 ('18~'31년)

(단위: 천톤CO₂eq)

지역	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
가평	834	824	834	803	771	740	709	679	661	644	627	609	592	574
고양	5,776	5,812	5,843	5,655	5,468	5,284	5,101	4,925	4,807	4,691	4,575	4,460	4,346	4,210
과천	366	368	371	357	344	330	316	303	296	288	281	273	266	258
광명	1,560	1,603	1,648	1,602	1,557	1,511	1,466	1,422	1,396	1,370	1,345	1,319	1,293	1,260
광주	3,374	3,475	3,571	3,448	3,324	3,201	3,077	2,957	2,886	2,816	2,745	2,675	2,605	2,528
구리	897	901	909	879	850	821	792	764	747	729	712	695	678	658
군포	1,510	1,539	1,584	1,519	1,455	1,391	1,327	1,264	1,228	1,193	1,158	1,123	1,088	1,051
김포	3,870	3,986	4,144	3,952	3,761	3,570	3,379	3,190	3,087	2,983	2,880	2,777	2,673	2,571
남양주	3,990	4,030	4,085	3,950	3,815	3,680	3,546	3,415	3,333	3,252	3,170	3,089	3,008	2,915
동두천	786	795	821	788	756	724	691	659	642	625	607	590	573	554
부천	4,504	4,618	4,744	4,545	4,346	4,147	3,949	3,755	3,643	3,532	3,422	3,312	3,203	3,089
성남	4,795	4,777	4,803	4,603	4,404	4,206	4,009	3,814	3,700	3,586	3,473	3,360	3,248	3,131
수원	6,183	6,262	6,346	6,126	5,906	5,688	5,470	5,256	5,129	5,003	4,878	4,752	4,628	4,484
시흥	5,338	5,550	5,809	5,547	5,286	5,024	4,763	4,505	4,363	4,221	4,080	3,938	3,797	3,657
안산	8,973	9,392	9,948	9,471	8,993	8,516	8,038	7,563	7,316	7,069	6,822	6,575	6,327	6,085
안성	4,077	4,281	4,475	4,301	4,127	3,953	3,780	3,608	3,510	3,412	3,314	3,217	3,120	3,017
안양	2,891	2,940	2,995	2,883	2,773	2,662	2,553	2,446	2,384	2,323	2,262	2,202	2,142	2,077

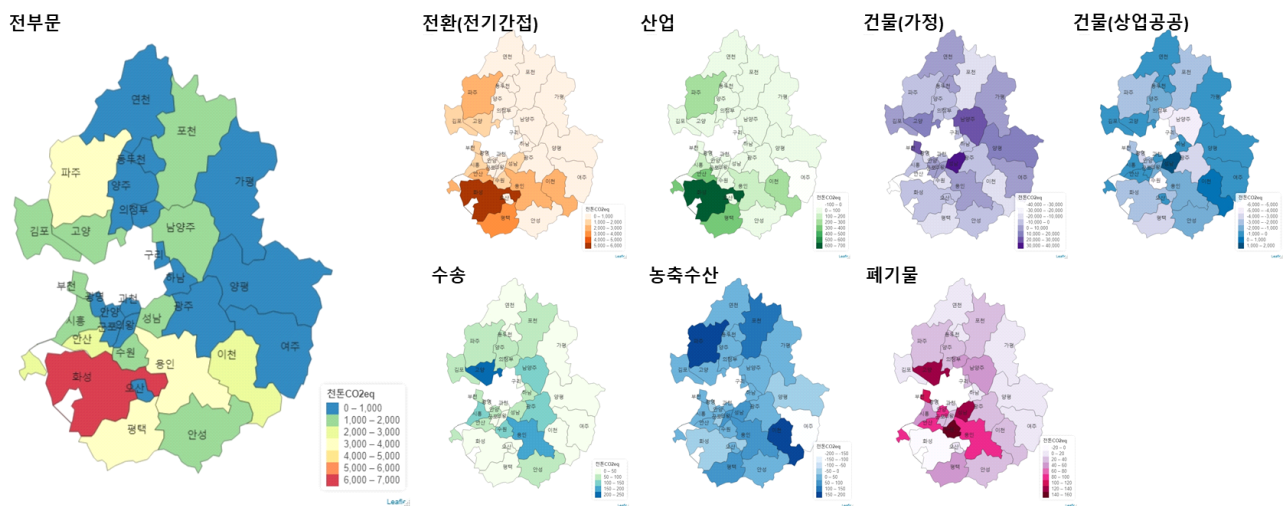
양주	3,044	3,190	3,339	3,211	3,083	2,955	2,827	2,701	2,632	2,563	2,494	2,425	2,357	2,283
양평	1,212	1,209	1,229	1,193	1,157	1,121	1,084	1,048	1,028	1,007	987	966	944	920
여주	3,155	3,517	3,701	3,605	3,508	3,410	3,310	3,211	3,160	3,109	3,056	3,004	2,950	2,898
연천	744	811	839	796	755	714	675	636	617	598	580	563	545	528
오산	1,451	1,489	1,540	1,472	1,405	1,337	1,270	1,203	1,167	1,131	1,095	1,058	1,022	987
용인	9,998	10,321	10,715	10,244	9,774	9,304	8,834	8,371	8,110	7,849	7,588	7,328	7,069	6,802
의왕	1,111	1,048	1,062	1,032	1,002	972	942	913	894	875	856	836	817	794
의정부	1,975	1,984	1,994	1,932	1,871	1,809	1,748	1,689	1,652	1,615	1,579	1,542	1,506	1,462
이천	7,549	7,981	8,475	8,053	7,630	7,207	6,784	6,362	6,129	5,896	5,663	5,430	5,198	4,973
파주	8,668	9,191	9,720	9,187	8,655	8,126	7,599	7,076	6,793	6,512	6,233	5,955	5,679	5,420
평택	11,508	12,163	12,898	12,250	11,619	10,988	10,357	9,730	9,404	9,068	8,733	8,398	8,064	7,740
포천	3,262	3,291	3,437	3,285	3,134	2,984	2,835	2,687	2,610	2,533	2,457	2,380	2,304	2,229
하남	1,798	1,809	1,822	1,765	1,709	1,652	1,596	1,542	1,507	1,473	1,439	1,404	1,370	1,329
화성	19,246	20,448	21,770	20,723	19,674	18,623	17,571	16,523	15,973	15,422	14,869	14,316	13,762	13,231
LULUCF*	-	-2,570	-2,468	-2,370	-2,276	-2,186	-2,099	-2,016	-1,936	-1,859	-1,785	-1,714	-1,646	-1,581
배출량	134,445	139,606	145,471	139,179	132,911	126,651	120,398	114,218	110,805	107,389	103,979	100,574	97,175	93,716
순배출량	134,445	137,036	143,003	136,809	130,635	124,465	118,298	112,203	108,869	105,530	102,194	98,860	95,529	92,135

*LULUCF는 도(道) 해상도로 배출량을 전망함.

○ 2018년대비 2031년 부문별 온실가스 감축잠재량이 많은 시군은 다음과 같음.

- 전환(전기간접)부문: 화성>평택>파주>용인>아산
- 산업부문: 화성>평택>안산>파주>이천
- 건물(가정)부문: 성남>부천>남양주>양평>고양
- 건물(상업공공)부문: 성남>이천
- 수송부문: 고양>용인>수원>남양주>시흥
- 농축수산부문: 이천>파주>포천>평택>의왕
- 폐기물부문: 수원>성남>고양>부천>안양

[그림 39] 2018년대비 2031년 시군별 부문별 온실가스 감축잠재량



제3장 비전 및 목표

제1절 2050 탄소중립 비전

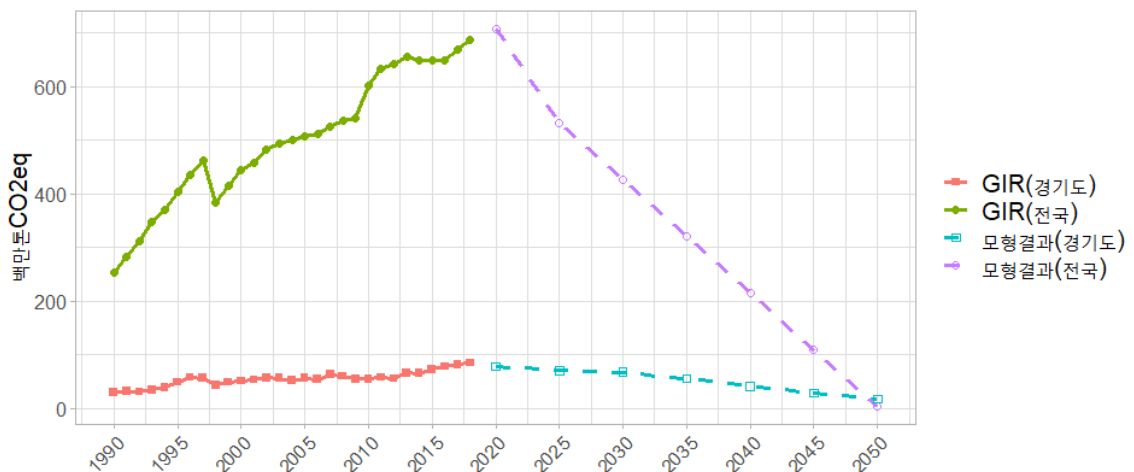
1. 비전

- 탄소중립 시나리오 분석결과*, 2050년 국가 탄소배출량은 4.89백만톤으로 나타났으며, 경기도 탄소배출량은 17.44백만톤**으로 나타남.

*탄소중립 시나리오는 전환, 산업, 건물, 수송, CCS, 수소부문을 대상으로 하였고, 농축수산, 폐기물, 기타, LULUCF, 국외감축 부문은 연구대상에서 제외시킴.

**LULUCF부문의 흡수량과 CCS를 통한 포집량은 국가수준에서 계산이 되므로 경기도의 배출량이 국가보다 많은 것으로 나타남 (경기도 외의 다른 광역지자체들의 배출량도 국가보다 많음).

[그림 40] 2050 탄소중립 시나리오의 온실가스 배출경로



- 앞서 분석을 진행한 NDC시나리오와 탄소중립 시나리오의 감축 전략 방향(신재생발전 증가, 최종에너지소비부문 전기화, 수소활용 등)은 비슷하나, 강도가 심화 되는 것으로 나타남.
 - (탄소가격) '30년 179천원/tCO₂ → '50년 237천원/tCO₂ (Δ32.9%)
 - (경기도 신재생발전²¹) 비중) '30년 20.5% → '50년 76.9% (Δ56.4%p)
 - (경기도 최종에너지소비부문 전기화) '30년 43.1% → '50년 58.3% (Δ15.2%p)
 - (경기도 최종에너지소비부문 수소화) '30년 2.3% → '50년 12.0% (Δ9.7%p)
- 경기도는 지구의 온도를 산업화 이전 대비 1.5°C 상승을 억제하기 위해 경기도민과 함께 노력하여 국가 탄소중립 실현에 동참하고자 함. 따라서 경기도의 비전은 '1.5°C 낮은 경기도, 1.5배 행복한 경기도민'으로 제시함.

21) 태양광, 풍력만 고려함.

2. 전략

- **(탄소중립 추진체계)** 탄소중립 달성을 위해서는 사회 다방면에서 대전환이 필요함.
경기도 인구가 지속해서 증가하고 있는 것을 고려할 때, 추진체계 및 기반구축이 우선으로 마련될 필요가 있음.
 - 경기도 탄소중립 기본 조례제정, 탄소인지예산 제도 도입 등의 행정체계 개편.
 - 탄소중립지원센터 지정 및 운영을 통한 감축역량 강화
- **(에너지 전환)** 전기, 수소 활용을 통한 에너지전환은 탄소중립 달성을 위한 필수조건임. 신재생에너지를 활용한 전력 및 수소의 수급 활성화를 통해 경기도의 미래 그린에너지를 확보할 필요가 있음.
 - 태양광 보급을 통한 에너지자립마을 조성.
 - 미래 수소 에너지 활성화를 위한 시범도시 조성.
- **(녹색산업 육성)** 향후 탄소세 도입을 고려할 때, 온실가스 감축은 산업단지에 경제적으로 큰 위협으로 다가올 수 있음. 이를 극복하기 위해서는 녹색산업 육성이 필요함.
 - 산업단지의 효율적인 에너지 활용과 재생에너지원 활용을 통한 녹색 산업단지 조성
 - 녹색 투자 활성화, 금융 접근성을 높이기 위한 탄소중립 펀드 조성
 - 감축 역량 강화를 위한 감축 신기술 지원
- **(도민참여 탄소중립)** 경기도의 지속적인 인구증가는 경기도의 온실가스 감축에 불리하기도 하지만, 도민의 적극적인 참여가 실현된다면 핵심과제로 작용할 수 있음.
 - 탄소중립 관련 양방향 정보공유를 위한 탄소중립 도민추진단 운영.
 - 기후변화 문제 인식개선을 통한 저탄소 소비 활성화

[그림 41] 경기도 탄소중립 비전 및 전략



제2절 온실가스 감축 목표 및 전략

1. 목표설정 기본 원칙

- 제4절에서 분석한 감축 시나리오의 부문별, 연료별 감축률을 바탕으로 과거와 비교 추정이 용이하도록 온실가스종합정보센터의 온실가스 인벤토리(종합정보센터, 2019)의 2018년 배출량을 기준으로 재산정함 (시군별 인벤토리 기준 온실가스 배출량 전망은 본문 제9장 부록의 제3절 시군 온실가스 배출량 전망 참조).

[표 19] 온실가스 인벤토리의 2018년 배출량 기준 온실가스 배출량 전망

(단위: 백만톤CO2eq.)

구 분		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
전 환 (간 접)	소계	66.22	69.12	72.02	67.41	62.80	58.19	53.59	49.04	46.66	44.29	41.91	39.54	37.17
	산업에너지	29.45	32.14	34.83	32.53	30.23	27.93	25.63	23.33	22.02	20.72	19.41	18.11	16.80
	가정	16.95	17.02	17.09	16.15	15.22	14.28	13.35	12.41	11.87	11.33	10.78	10.24	9.70
	상업공공	19.61	19.75	19.88	18.51	17.13	15.76	14.38	13.01	12.36	11.72	11.07	10.43	9.78
	수송	0.21	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21	0.27	0.39	0.51	0.63	0.75	0.87
	기타전환	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	소계	-	-	0.68	0.74	0.81	0.88	0.94	1.02	1.10	1.18	1.26	1.34	1.42
	산업에너지	-	-	0.68	0.74	0.81	0.88	0.94	1.01	1.06	1.12	1.17	1.23	1.29
	수송	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.04	0.06	0.09	0.11	0.14
산 업	소계	18.48	19.54	20.59	19.79	18.99	18.18	17.38	16.59	16.38	16.17	15.97	15.76	15.55
	산업에너지	소계	8.19	8.66	9.13	8.79	8.45	8.10	7.76	7.42	7.22	7.12	7.02	6.92
		석탄	1.17	1.24	1.31	1.13	0.96	0.79	0.61	0.44	0.39	0.36	0.33	0.30
		가스	4.18	4.44	4.70	4.59	4.49	4.38	4.27	4.17	4.11	4.05	3.99	3.88
		유류	2.84	2.99	3.13	3.06	3.00	2.94	2.87	2.81	2.79	2.77	2.76	2.74
건 물	산업공정	10.29	10.87	11.45	11.00	10.54	10.08	9.63	9.17	9.06	8.95	8.84	8.74	8.63
	소계	10.99	10.95	10.90	10.93	10.97	11.00	11.03	11.06	11.06	11.07	11.08	11.09	11.10
	가정	소계	7.16	7.27	7.39	7.33	7.26	7.20	7.14	7.07	7.09	7.11	7.14	7.18
		석탄	0.17	0.18	0.18	0.15	0.13	0.10	0.08	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
		가스	4.77	4.86	4.95	4.92	4.90	4.87	4.84	4.81	4.83	4.84	4.86	4.89
		유류	2.22	2.24	2.26	2.25	2.24	2.23	2.21	2.20	2.21	2.22	2.23	2.25
	상업공공	소계	3.84	3.68	3.51	3.61	3.70	3.80	3.89	3.97	3.96	3.95	3.93	3.92
		가스	1.74	1.69	1.65	1.68	1.72	1.76	1.80	1.84	1.83	1.83	1.82	1.80
		유류	2.09	1.98	1.87	1.92	1.98	2.03	2.09	2.14	2.14	2.13	2.13	2.12
	수송	소계	25.50	25.65	25.81	25.82	25.84	25.87	25.89	25.92	25.62	25.31	25.00	24.38
		가스	0.81	0.83	0.86	0.88	0.91	0.93	0.95	0.98	0.99	0.99	1.00	1.02
		유류	24.68	24.82	24.95	24.93	24.93	24.94	24.94	24.94	24.63	24.31	24.00	23.36
	농축수산	3.07	2.99	2.91	2.84	2.77	2.69	2.63	2.56	2.49	2.43	2.37	2.31	2.25
	폐 기 물	2.94	2.80	2.67	2.55	2.43	2.31	2.21	2.10	2.01	1.91	1.82	1.74	1.66
	기 타	1.11	1.15	1.18	1.17	1.17	1.16	1.16	1.15	1.15	1.15	1.14	1.14	1.14
	LULUCF	-	-2.57	-2.47	-2.37	-2.28	-2.19	-2.10	-2.02	-1.94	-1.86	-1.79	-1.71	-1.65
소계		128.31	129.61	134.29	128.88	123.49	118.10	112.72	107.41	104.54	101.65	98.77	95.89	93.01

*온실가스 인벤토리의 'c. 농업/임업/어업'의 간접배출량은 무시함.

**「2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안」의 부문별 감축목표에서 기준연도('18) 흡수원을 고려하지 않은 사실에 따라 기준연도 배출량(흡수량)을 고려하지 않음

- 2030 경기도 온실가스 감축 로드맵(경기연구원, 2018a) (이하, 기존 계획)은 그 당

시의 NDC의 방식에 따라 BAU대비 감축률을 제시함. 그러나 BAU방식 감축률은 배출량 전망치에 따라 임의 변동이 가능 감축률을 조절할 수 있는 단점이 있음. 이러한 단점을 극복하고자, NDC 상향안에서는 고정불변하는 절대치 방식으로 변경됨. 본 연구에서는 NDC 상향안과 같은 방식인 2018년 배출량 기준 감축률을 산정함.

- [표 20]에서는 국가 온실가스 감축 목표(NDC)와 경기도 온실가스 배출전망기준의 감축률을 비교제시함.
- (전환) 국가 44.4%(직접기준), 경기도 41.7%(간접기준), Δ2.7%p
- (산업) 국가 14.5%(직접기준), 경기도 15.9%(직접기준), Δ1.4%p
- (건물) 국가 32.8%(직접기준), 경기도 -1.0%(직접기준), Δ33.8%p
- (수송) 국가 37.1%(직접기준), 경기도 4.4%(직접기준), Δ32.7%p
- (농축수산) 국가 27.1%(직접기준), 경기도 26.8%(직접기준), Δ0.3%p
- (폐기물) 국가 46.8%(직접기준), 경기도 43.5%으로, Δ3.5%p

[표 20] NDC 상향안의 온실가스 감축률 비교 ('18년대비 '30년 감축률)

단위: 배출량(백만톤CO2eq), 배출량 비중(%), 감축량(백만톤CO2eq), 감축률(%)

부 문	기준연도 ('18년) 경기도 온실가스		온실가스 배출전망 기준 경기도 감축률		NDC 상향안 국가 온실가스 감축률 ¹⁾	
	배출량	배출량 비중	감축량	감축률	감축량	감축률
전 환	66.2	51.6	27.6	41.7	119.7	44.4
산 업	18.5	14.4	2.9	15.9	37.9	14.5
건 물	11.0	8.6	-0.1	-1.0	17.1	32.8
수 송	25.5	19.9	1.1	4.4	37.1	37.1
농축수산	3.1	2.4	0.8	26.8	6.7	27.1
폐기물	2.9	2.3	1.3	43.5	8.0	46.8
기타(탈루)	1.11	0.9	-0.02	-2.2	3.9	-
LULUCF*	-	-	1.6	-	26.7	-
전 부문	128.3	100.0	35.3	27.5	257.5***	35.4

*NDC 상향안의 감축률 계산방법과 같이 기준연도('18) 배출량은 총배출량, '30년 배출량은 순배출량(총 배출량-흡수·제거량) 기준으로 계산함.

**국외 감축부문을 제외한 전 부문 (배출부문: 전환, 산업, 건물, 수송, 농축수산, 폐기물, 수소, 기타, 흡수 및 제거: 흡수원, CCUS).

자료: 1) 관계부처합동(2021a).

- (전환) 전력전환(간접기준)부문은 경기도의 '18년 대비 '30년 총 감축량의 82% 비중을 차지함. 경기도의 모든 부문에서 전력사용량이 증가함에도 불구하고, 전력전환(간접기준)부문의 배출량이 감소*하는 것은 전력 배출계수 감소 효과에 의해 발생. 따라서 경기도가 국가전체의 전력전환부문의 탈탄소화에 합당한 수준으로 기여해야 함을 의미함.

*('18년) 0.49tCO2eq/MWh → ('30년) 0.24tCO2eq/MWh

- (산업) 기존에 사용하던 화석연료가 전기로 대체 (전기화) 되면서 감축이. 감축률 수준은 국가의 산업부문 감축률과 크게 다르지 않은 것으로 나타남. 실제로 산업에너지 부문에서 계획하고 있는 사업들의 감축효과는 추가로 산정하지 않았으며, 이

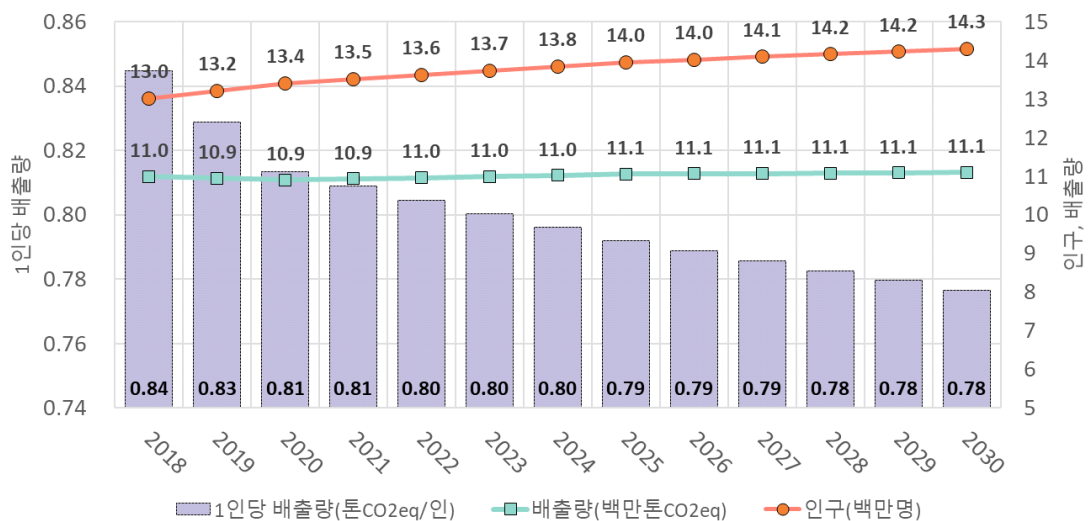
는 산업공정부문의 감축량 자체가 불확실하다는 점을 고려할 때, 불확실성을 제거할 수 있는 수단으로 활용 될 수 있음.

- (건물, 수송) 국가 감축률(NDC)과 경기도 온실가스 배출전망기준의 감축률이 크게 차이나는 이유는 GCAM-GG 모형을 통해 건물부문의 건물 에너지성능 향상, 고효율기기 보급 정책과 수송부문의 자동차 주행거리 감축정책 등의 주요한 정책들이 반영되어 있지 않기 때문. 이를 보완하기 위해 다음 장부터 건물부문과 수송부문의 주요 정책들에 대한 추가 감축분을 산정함.

I 건물부문

- 모형 분석결과, 목표연도('30년)의 1인당 건물부문 온실가스 배출량은 0.78톤 CO₂eq/인으로 기준연도 대비 8.1% 감소함. 그러나 목표연도의 인구 성장률은 기준연도 대비 9.9% 성장하며, 건물부문의 온실가스 총량은 1.0% 증가함. 인구 증가율을 고려하면 건물부문의 온실가스는 감축하는 것으로 볼 수 있으나, 절대적 온실가스 배출량은 증가하므로 추가적인 방안을 통한 감축 노력이 필요한 것으로 보임.

[그림 42] 건물부문 1인당 온실가스 배출량 전망



- 모형에서는 탄소세를 활용한 연료전환과 전기화에 대한 온실가스 감축효과를 다루었다면, 모형에서 명시적으로 다루지 못한 추가적인 방안을 통한 감축효과를 분석함. 건물부문의 직접 배출량의 감축 가능한 ①단열강화, ②고효율 기기 보급, ③시민참여를 대상으로 함.
- 건물부문 추가 온실가스 감축효과를 고려하면 2030년 가정부문 온실가스 배출량은 5.98백만톤, 상업·공공부문 3.29백만톤으로 건물부문 총 배출량은 9.27백만톤임. 2018년 대비 2030년 건물부문 온실가스 감축량은 1.73백만톤이며 감축률은 15.7%임.

[표 21] 건물부문 추가 온실가스 감축효과를 포함한 온실가스 전망

(단위: 백만톤CO₂eq.)

구 분		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
가정	소계	7.16	7.28	7.39	7.32	7.15	6.97	6.78	6.59	6.48	6.36	6.24	6.11	5.98
	석탄	0.17	0.18	0.18	0.15	0.13	0.1	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
	가스	4.77	4.86	4.95	4.92	4.9	4.87	4.84	4.81	4.83	4.84	4.86	4.87	4.89
	유류	2.22	2.24	2.26	2.25	2.24	2.23	2.21	2.2	2.21	2.22	2.23	2.24	2.25
	단열강화 효과					-0.02	-0.04	-0.07	-0.10	-0.14	-0.17	-0.21	-0.25	-0.30
	고효율기기 효과					-0.01	-0.03	-0.05	-0.06	-0.08	-0.10	-0.13	-0.15	-0.17
	시민참여 효과					-0.08	-0.16	-0.24	-0.31	-0.39	-0.47	-0.55	-0.63	-0.72
상업·산업	소계	3.83	3.67	3.52	3.60	3.64	3.67	3.70	3.72	3.64	3.55	3.47	3.38	3.29
	가스	1.74	1.69	1.65	1.68	1.72	1.76	1.8	1.84	1.83	1.83	1.82	1.81	1.8
	유류	2.09	1.98	1.87	1.92	1.98	2.03	2.09	2.14	2.14	2.13	2.13	2.12	2.12
	단열강화 효과					-0.03	-0.07	-0.11	-0.15	-0.20	-0.24	-0.29	-0.33	-0.38
	고효율기기 효과					-0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03
	시민참여 효과					-0.02	-0.05	-0.08	-0.10	-0.13	-0.15	-0.18	-0.20	-0.23
	소계		10.99	10.95	10.91	10.92	10.79	10.64	10.48	10.31	10.11	9.91	9.70	9.49

Ⅰ 수송부문

- 배출전망시, 자동차 주행거리는 과거추이에 맞게 설정하였으나, NDC안(관계부처합동, 2021a)에서도 언급 되어 있듯이, 자동차 주행거리 감축은 수송부문 감축수단 중 하나로 제시되고 있음
 - 국가 NDC안(관계부처합동, 2021a)에서는 2018년 대비 2030년 자동차 주행거리 4.5% 감축을 제시함.
- 비사업용 내연기관 승용차부문의 주행거리 감축을 가정한 결과, 3.15백만톤의 추가 감축량이 가능한걸로 나타남.
 - 2018년 대비 2030년 경기도 수송부문의 감축률은 7.8%(주행거리 감축 전)에서 16.7%(주행거리 감축 후)으로 높아짐.

[표 22] 주행거리 감축효과를 포함한 온실가스 전망

(단위: 백만톤CO₂eq.)

구 분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
가스	0.81	0.83	0.86	0.88	0.91	0.93	0.95	0.98	0.99	0.99	1.00	1.01	1.02
유류	24.68	24.82	24.95	24.93	24.93	24.94	24.94	24.94	24.63	24.31	24.00	23.68	23.36
주행거리 효과					-0.22	-0.36	-0.50	-0.64	-1.19	-1.71	-2.21	-2.69	-3.15
소계	25.49	25.65	25.81	25.81	25.62	25.50	25.39	25.28	24.43	23.59	22.78	22.00	21.23

2. 온실가스 감축 목표

1) 온실가스 목표 배출량

(1) 단기 (2022~2024) 부문별 목표배출량

○ 단기 목표 배출량은 총 113.77백만톤으로 전환(전기간접)부문 53.59백만톤(배출량 비중 47.1%), 전환(수소간접)부문 0.94백만톤(0.8%), 산업부문 17.38백만톤(15.3%), 가정용 건물부문 6.79백만톤(6.0%), 상업·공공용 건물부문 3.70백만톤(3.2%), 수송 부문 25.39백만톤(22.3%), 농축수산부문 2.63백만톤(2.3%), 폐기물부문 2.21백만톤(1.9%), 기타부문 1.16백만톤(1.0%)임. LULUCF부문의 흡수량은 2.10백만톤으로 순 배출량은 111.67백만톤임.

(2) 중기 (2025~2027) 부문별 목표배출량

○ 중기 목표 배출량은 총 100.63백만톤으로 전환(전기간접)부문 44.29백만톤(배출량 비중 44.0%), 전환(수소간접)부문 1.18백만톤(1.2%), 산업부문 16.17백만톤(16.1%), 가정용 건물부문 6.36백만톤(6.3%), 상업·공공용 건물부문 3.55백만톤(3.5%), 수송 부문 23.59백만톤(23.4%), 농축수산부문 2.43백만톤(2.4%), 폐기물부문 1.91백만톤(1.9%), 기타부문 1.15백만톤(1.1%)임. LULUCF부문의 흡수량은 1.86백만톤으로 순 배출량은 98.77백만톤임.

(3) 장기 (2028~2030) 부문별 목표배출량

○ 장기 목표 배출량은 총 89.68백만톤으로 전환(전기간접)부문 37.17백만톤(배출량 비중 41.4%), 전환(수소간접)부문 1.42백만톤(1.6%), 산업부문 15.55백만톤(17.3%), 가정용 건물부문 5.98백만톤(6.7%), 상업·공공용 건물부문 3.29백만톤(3.7%), 수송 부문 21.23백만톤(23.7%), 농축수산부문 2.25백만톤(2.5%), 폐기물부문 1.66백만톤(1.8%), 기타부문 1.14백만톤(1.3%)임. LULUCF부문의 흡수량은 1.65백만톤으로 순 배출량은 88.03백만톤임.

[표 23] 경기도 단계별 온실가스 목표 배출량

(단위: 백만톤CO₂eq)

구분		기준연도('18)	단기			중기			장기		
			2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
전환 (간접배출)	소계	66.22	63.61	59.07	54.53	50.06	47.76	45.47	43.18	40.88	38.59
	전기	소계	66.22	62.80	58.19	53.59	49.04	46.66	44.29	41.91	37.17
		산업에너지	29.45	30.23	27.93	25.63	23.33	22.02	20.72	19.41	16.80
		가정	16.95	15.22	14.28	13.35	12.41	11.87	11.33	10.78	9.70
		상업공공	19.61	17.13	15.76	14.38	13.01	12.36	11.72	11.07	9.78
		수송	0.21	0.21	0.21	0.21	0.27	0.39	0.51	0.63	0.87
		기타전환	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	수소	소계	-	0.81	0.88	0.94	1.02	1.10	1.18	1.26	1.34
		산업에너지	-	0.81	0.88	0.94	1.01	1.06	1.12	1.17	1.23
		수송	-	-	-	-	0.01	0.04	0.06	0.09	0.14
산업	소계	18.48	18.99	18.18	17.38	16.59	16.38	16.17	15.97	15.76	15.55
	산업에너지	8.19	8.45	8.10	7.76	7.42	7.32	7.22	7.12	7.02	6.92
	산업공정	10.29	10.54	10.08	9.63	9.17	9.06	8.95	8.84	8.74	8.63
건물	소계	10.99	10.79	10.64	10.48	10.31	10.11	9.91	9.70	9.49	9.27
	가정	7.16	7.15	6.97	6.78	6.59	6.48	6.36	6.24	6.11	5.98
	상업공공	3.84	3.64	3.67	3.70	3.72	3.64	3.55	3.47	3.38	3.29
수송		25.50	25.62	25.50	25.39	25.28	24.43	23.59	22.78	22.00	21.23
농축수산*		3.07	2.77	2.69	2.63	2.56	2.49	2.43	2.37	2.31	2.25
폐기물		2.94	2.43	2.31	2.21	2.10	2.01	1.91	1.82	1.74	1.66
기타		1.11	1.17	1.16	1.16	1.15	1.15	1.15	1.14	1.14	1.14
LULUCF**		0.00	-2.28	-2.19	-2.10	-2.02	-1.94	-1.86	-1.79	-1.71	-1.65
순배출량		128.31	123.09	117.39	111.67	106.03	102.40	98.77	95.18	91.60	88.03
배출량		128.31	125.37	119.57	113.77	108.05	104.33	100.63	96.96	93.31	89.68

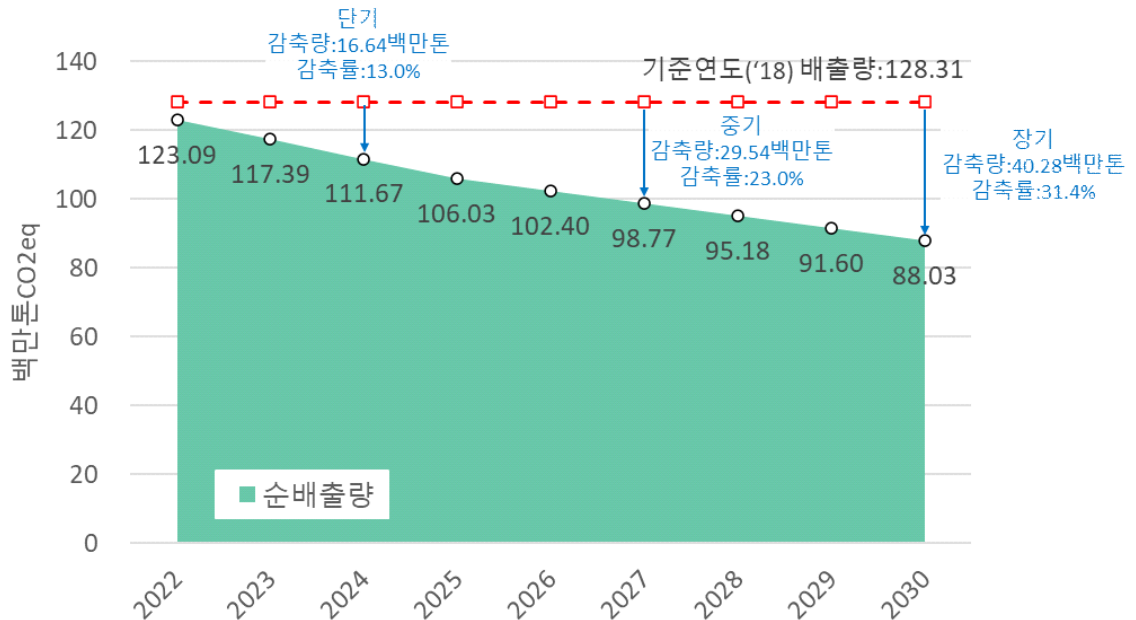
*온실가스 인벤토리의 'c. 농업/임업/어업'의 간접배출량은 무시함.

**「2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안」의 부문별 감축목표에서 기준연도('18) 흡수원을 고려하지 않은 사실에 따라 기준연도 배출량(흡수량)을 고려하지 않음

2) 온실가스 감축경로

- 경기도의 감축경로는 단기('24년) 누적감축량 16.64백만톤(감축률 13.0%)이고, 중기('27년) 29.54백만톤(23.0%), 장기('30년) 40.28백만톤(31.4%)임.
- '30년 감축량 40.28백만톤은 약 373ha 면적(대한민국 면적의 약 1/3)의 30년생 소나무 산림이 연간 흡수하는 온실가스양²²⁾과 같음.

[그림 43] 경기도 단계별 온실가스 감축경로



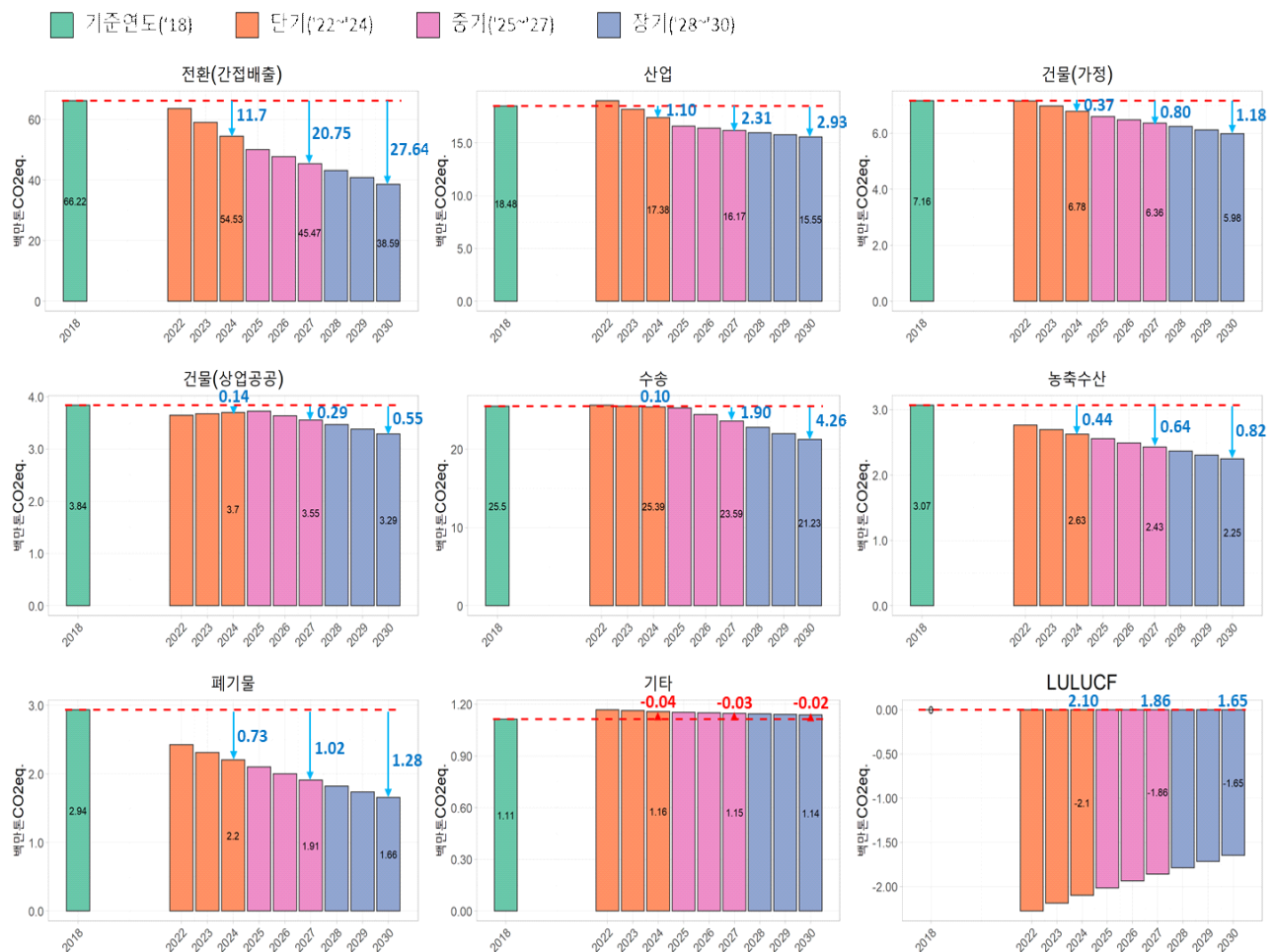
- 전환(전기간접)부문의 감축경로는 단기('24년) 누적감축량 12.64백만톤(감축률 19.1%)이고, 중기('27년) 21.94백만톤(33.1%), 장기('30년) 29.06백만톤(43.9%)임. 전환(전기간접)부문에서 수송은 전기차의 증가에 따라 간접배출량이 증가한 것을 의미함.
- 전환(수소간접)부문의 감축경로는 단기('24년) 누적감축량 -0.94백만톤이고, 중기('27년) -1.18백만톤, 장기('30년) -1.42백만톤임. 경기도의 수소사용량은 증가하고, 사용되는 수소의 일부분은 그레이수소²³⁾를 활용하는 것으로 전망됨. 해당 부문의 감축경로는 그레이 수소전환의 간접배출량을 고려하여 설정한 경로임.
- 산업부문의 감축경로는 단기('24년) 누적감축량 1.10백만톤(감축률 6.0%)이고, 중기('27년) 2.31백만톤(12.5%), 장기('30년) 2.93백만톤(15.9%)임.
- 가정용 건물부문의 감축경로는 단기('24년) 누적감축량 0.37백만톤(감축률 5.2%)이고, 중기('27년) 0.80백만톤(11.1%), 장기('30년) 1.18백만톤(16.4%)임. 가정용 건물이 상업·공공용 건물부문보다 화석연료 사용비율이 높아, 온실가스 저감잠재량이 높은 것으로 분석됨. 따라서 해당 부문의 감축률은 상업·공공용 건물부문의 감축률보다 높게 설정함.

22) 국립산림과학원 (2019).

23) 그레이수소는 화석연료로부터 수소를 생산하는 것을 말하며, 수소전환시 온실가스가 배출됨.

- 상업·공공용 건물부문의 감축경로는 단기('24년) 누적감축량 0.14백만톤(감축률 3.6%)이고, 중기('27년) 0.29백만톤(7.5%), 장기('30년) 0.55백만톤(14.4%)임.
- 수송부문의 감축경로는 단기('24년) 누적감축량 0.10백만톤(감축률 0.4%)이고, 중기('27년) 1.90백만톤(7.5%), 장기('30년) 4.26백만톤(16.7%)임.
- 농축수산부문의 감축경로는 단기('24년) 누적감축량 0.44백만톤(감축률 14.4%)이고, 중기('27년) 0.64백만톤(20.09%), 장기('30년) 0.82백만톤(26.8%)임.
- 폐기물부문의 감축경로는 단기('24년) 누적감축량 0.73백만톤(감축률 10.6%)이고, 중기('27년) 1.02백만톤(34.9%), 장기('30년) 1.28백만톤(43.5%)임.
- 기타부문의 감축경로는 단기('24년) 누적감축량 -0.04백만톤(감축률 -4.0%)이고, 중기('27년) -0.03백만톤(%), 장기('30년) -0.025만톤(-2.2%)임. 해당부문의 감축경로는 가스사용 증가에 따른 가스탈루의 온실가스 증가분을 고려한 것임.
- LULUCF부문의 감축경로는 단기('24년) 누적흡수량 2.10백만톤이고, 중기('27년) 1.86백만톤(%), 장기('30년) 1.65백만톤임.

[그림 44] 경기도 단계별 부문별 온실가스 감축경로



- '30년 기준 온실가스 감축량이 많은 순으로는 전환(간접배출)부문 27.64백만톤, 수송 4.26백만톤, 산업 2.93백만톤, 건물 1.73백만톤, 폐기물 1.28백만톤, 농축수산 0.82백만톤, 기타 -0.025백만톤임. LULUCF 흡수량은 1.65백만톤임.
- '30년 기준 온실가스 감축률이 높은 순으로는 폐기물부문 43.5%, 전환(간접배출) 41.7%, 농축수산 26.8%, 수송 16.7%, 산업 15.9%, 건물 15.7%, 기타 -2.2%임.

[표 24] 경기도 단계별 온실가스 감축량 및 감축률

(단위: 백만톤CO2eq.)

구분		단기 (2024)			중기 (2027)			장기 (2030)		
		목표 배출량	감축량*	감축률	목표 배출량	감축량*	감축률	목표 배출량	감축량*	감축률
전환 (간접배출)	소계	54.53	11.70	17.7%	45.47	20.75	31.3%	38.59	27.64	41.7%
	전기									
	소계	53.59	12.64	19.1%	44.29	21.94	33.1%	37.17	29.06	43.9%
	산업에너지	25.63	3.82	13.0%	20.72	8.73	29.6%	16.80	12.65	42.9%
	가정	13.35	3.60	21.2%	11.33	5.62	33.2%	9.70	7.25	42.8%
	상업공공	14.38	5.22	26.6%	11.72	7.89	40.2%	9.78	9.83	50.1%
	수송	0.21	0.00	0.5%	0.51	-0.30	-142.7%	0.87	-0.66	-314.8%
	기타전환	0.01	0.00	-0.9%	0.01	0.00	1.2%	0.01	0.00	4%
	수소									
	소계	0.94	-0.94	-	1.18	-1.18	-	1.42	-1.42	-
산업	산업에너지	0.94	-0.94	-	1.12	-1.12	-	1.29	-1.29	-
	수송	-	-	-	0.06	-0.06	-	0.14	-0.14	-
	소계	17.38	1.10	6.0%	16.17	2.31	12.5%	15.55	2.93	15.9%
건물	산업에너지	7.76	0.43	5.3%	7.22	0.97	11.9%	6.92	1.27	15.5%
	산업공정	9.63	0.67	6.5%	8.95	1.34	13.0%	8.63	1.66	16.2%
	소계	10.48	0.51	4.7%	9.91	1.08	9.9%	9.27	1.73	15.7%
수송	가정	6.78	0.37	5.2%	6.36	0.80	11.1%	5.98	1.18	16.4%
	상업공공	3.70	0.14	3.6%	3.55	0.29	7.5%	3.29	0.55	14.4%
	소계	25.39	0.10	0.4%	23.59	1.90	7.5%	21.23	4.26	16.7%
농축수산		2.63	0.44	14.4%	2.43	0.64	20.9%	2.25	0.82	26.8%
폐기물		2.21	0.73	24.8%	1.91	1.02	34.9%	1.66	1.28	43.5%
기타		1.16	-0.04	-4.0%	1.15	-0.03	-3.0%	1.14	-0.025	-2.2%
LULUCF**		-2.10	2.10	-	-1.86	1.86	-	-1.65	1.65	-
순배출량		111.67	16.64	13.0%	98.77	29.54	23.0%	88.03	40.28	31.4%
배출량		113.77	14.54	11.3%	100.63	27.68	21.6%	89.68	38.64	30.1%

*기준연도(2018년)대비 누적 감축량

**정부가 발표한 NDC상향안은 2018년 흡수원은 고려하지 않은 사실에 따라 기준연도 배출량을 고려하지 않음

- 추가 온실가스 감축 분석 후, 경기도의 2030년 온실가스 감축률(31.4%)은 NDC 상향안의 국가 온실가스 감축률(35.4%)과 4.0%p 차이가 있음.
- 총 온실가스 감축률은 인구증가율과 1인당 감축률의 합으로 요인분해²⁴⁾가 가능함. 요인분해 관계식을 토대로, '30년까지 경기도 총 감축률은 31.4%이며, 인구증가율

이 9.9% 임을 고려할 때, 경기도의 1인당 감축률은 41.3%.

- 정부에서 제시한 국가 온실가스 감축 목표에서 1인당 감축률을 확인할 수는 없지만, 본 연구에서 제시하는 경기도의 1인당 감축률은 41.3%²⁵⁾로, 해외감축분을 제외한 국가 온실가스 감축률인 35.4%보다 상회하는 수치임.

○ 경기도의 감축률과 국가 감축률 간의 차이가 발생하는 주요 요인은 i)경기도의 높은 인구성장률, ii)빠른 경제성장률, iii)높은 온실가스 배출효율로 요약할 수 있음.

- **(인구성장률)** 경기도를 제외한 전국의 '18년 대비 '30년 인구증가율은 2.2% 감소하는 반면, 경기도의 인구증가율은 9.9% 증가함([그림 23] 참고). 탄소중립 실현을 위해서 인간의 활동(Anthropogenic activity)에 의한 온실가스 배출량을 줄여야 한다는 점을 고려하면, 경기도의 인구증가는 온실가스 감축에 상당히 불리한 조건이 조성되는 것임.
- **(경제성장률)** 과거 10년간('09~'18년) 경기도의 GRDP 연평균 증가율(5.4%)은 경기도를 제외한 전국의 연평균 증가율(2.5%)보다 높음([그림24] 참고). 전국보다 높은 경제성장률은 온실가스 배출 증가요인으로 작용함.
- **(온실가스 배출효율)** 경기도는 단위당 온실가스 배출량([그림32]~[그림34] 참고)이 이미 전국 평균보다 낮음. 즉, 이미 높은 온실가스 배출효율을 추가로 개선하는 데는 타 광역시도에 비해 높은 비용과 많은 노력이 필요할 것임.
- 위 세 가지는 고재경 외(2021)에서도 경기도 온실가스 감축에 불리한 여건으로 분석하고 있음.

[표 25] 경기도 부문별 온실가스 목표 감축률과 NDC 상향안의 감축률 비교

단위: 배출량(백만톤CO2eq), 배출량 비중(%), 감축량(백만톤CO2eq), 감축률(%)

부 문	기준연도 ('18년) 경기도 온실가스		온실가스 배출전망 기준 경기도 감축률*		추가 온실가스 감축 분석 후 경기도 감축률		NDC 상향안 온실가스 감축률 ¹⁾	
	배출량	배출량 비중	감축량	감축률	감축량	감축률	감축량	감축률
전 환	66.2	51.6	27.6	41.7	27.6	41.7	119.7	44.4
산 업	18.5	14.4	2.9	15.9	2.9	15.9	37.9	14.5
건 물	11.0	8.6	-0.1	-1.0	1.7	15.7	17.1	32.8
수 송	25.5	19.9	1.1	4.4	4.3	16.7	37.1	37.1
농축수산	3.1	2.4	0.8	26.8	0.8	26.8	6.7	27.1
폐기물	2.9	2.3	1.3	43.5	1.3	43.5	8.0	46.8
기타(탈루)	1.11	0.9	-0.02	-2.2	-0.02	-2.2	3.9	-
LULUCF**	-	-	1.6	-	1.6	-	26.7	-
전 부문	128.3	100.0	35.3	27.5	40.3	31.4	257.5***	35.4

*[표20]설명 참조.

**NDC 상향안의 감축률 계산방법과 같이 기준연도('18) 배출량은 총배출량, '30년 배출량은 순배출량(총배출량-흡수·제거량) 기준으로 계산함.

***국외 감축부문을 제외한 전 부문 (배출부문: 전환, 산업, 건물, 수송, 농축수산, 폐기물, 수소, 기타, 흡수 및 제거: 흡수원, CCUS).

자료: 1) 관계부처합동(2021a).

24) 총배출량 = 인구 * (총배출량/인구)

25) 총배출량 증가율 (-31.4%) = 인구 증가율(9.9%) + 1인당배출량 증가율, 따라서 경기도 1인당 감축률은 41.3% (31.4% + 9.9%)임.

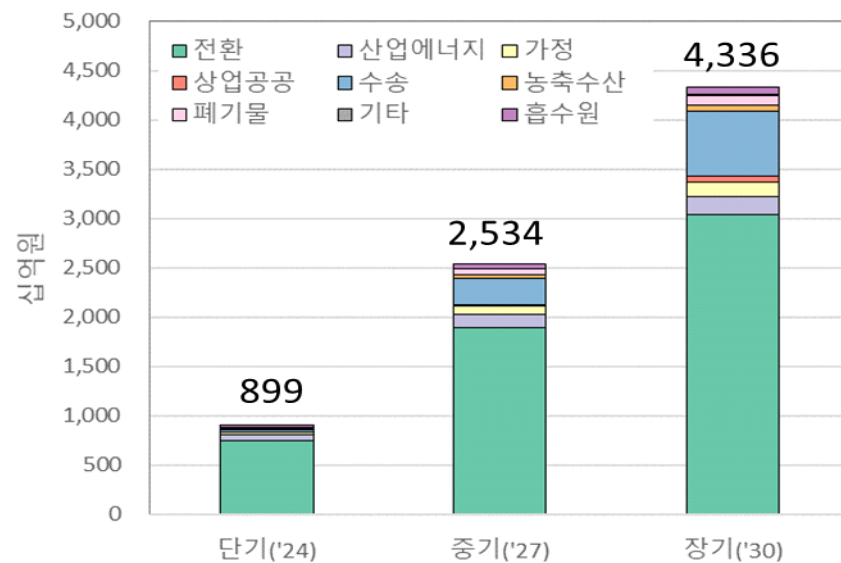
3) 온실가스 감축 비용

- 본 연구에서 추계한 온실가스 감축비용은 기술비용, 에너지비용 등 기타비용은 고려하지 않고 오직 탄소비용만 고려된 비용임. 해당 감축비용은 아래의 식과 같이 계산하였으며, 식에서 y 는 연도를 의미하고 2022~2030년임. 탄소비용은 [표 14]를 참고함.

$$\text{감축비용}_y = (\text{배출량}_y - \text{배출량}_{y-1}) \times \text{탄소비용}_y$$

- 경기도 온실가스 감축비용은 누적으로 약 4.3조원으로 계산되며, 단계별 누적비용은 단기 약 0.9조원, 중기 약 2.5조원, 장기 약 4.3조원으로 계산됨.

[그림 45] 단계별 온실가스 감축 누적 비용



[표 26] 단계별 온실가스 감축 누적 비용 ('22~'30년)

(단위: 십억원, '15년 불변가격)

부문		단기 ('22~'24년)	중기 ('22~'27년)	장기 ('22~'30년)
건 물	전환(간접)	748.37	1898.91	3044.21
	산업에너지	56.75	123.99	173.93
	가정	30.61	84.33	147.71
	상업공공	-	23.18	66.59
수송		18.84	261.59	653.97
농축수산		11.30	37.17	67.13
폐기물		17.90	56.75	98.25
기타		0.71	1.88	3.43
흡수원		14.84	46.02	80.85
총합		899.31	2,533.82	4,336.06

제4장 온실가스 감축 계획

제1절 이행로드맵

1. 공통부문 (산업, 건물, 수송, 전환)

- (탄소세) 본 연구에서는 국가 전체의 감축수단으로 탄소세 도입을 상정함.
 - 탄소배출 제약은 탄소세와 동일한 효과를 주는 감축수단.
 - NDC라는 국가적 감축목표(탄소배출 제약)를 달성하는 전제 하에서의 탄소가격은 아래와 같이 나타남.

[표 27] 탄소가격 전망

탄소가격*	2025	2026	2027	2028	2029	2030
천원/tCO ₂	117.7	129.9	142.1	154.3	166.5	178.6

*환율은 1,100원으로 가정하고, 2015년 불변가격임.

- 탄소세는 산업, 건물, 수송부문에 공통적으로 동일한 가격으로 적용.(비연료연소에 의한 배출량인 산업공정부문은 제외)
- 다음 장부터 각 부문별로 정책목표, 감축지표, 감축정책을 제시.

2. 전력전환

- (깨끗한 전력전환) 신재생에너지원을 활용한 발전을 통해 온실가스를 감축함.
 - 신재생에너지 발전비중은 경기도 총 발전량에서 신재생에너지원 발전량이 차지하는 비중을 의미. 감축지표로 단기 13.0%, 중기 17.5%, 장기 20.5% 제시.
 - 태양광발전용량은 단기 10GW, 중기 13.5GW, 장기 16.1GW 제시
 - 가정용 태양광 발전용량은 단기 38MW, 중기 60MW, 장기 80MW 제시
 - 전력자립도는 경기도 총 전력소비량에서 경기도 총 발전량이 차지하는 비중을 의미. 감축지표로 단기 58%, 중기 59%, 장기 60% 제시.
- (깨끗한 수소활용) 화석연료 대신에 수소활용을 통해 온실가스를 감축함.
 - 수소활용 비중은 경기도 총 에너지소비량에서 수소소비량이 차지하는 비중을 의미. 감축지표로 단기 1.0%, 중기 1.6%, 장기 2.3% 제시.

[표 28] 경기도 전환부문 온실가스 감축 정책

(단위: 감축량-백만톤CO₂eq, 감축비용-십억원)

정책목표	감축지표				감축정책
	지표	단기	중기	장기	
깨끗한 전력전환	신재생 (태양광, 풍력) 발전비중	13.0%	17.5%	20.5%	- 산업단지 E-프로슈머 전력거래시장 활성화 지원 - RE100 기업 연계 신재생에너지 보급 활성화 지원 - 에너지 관련 신기술 적용 지원 3기 신도시 신재생에너지 기반강화 - 시민참여 에너지협동조합 활성화 - 에너지협동조합 생태계 조성 - 전력 자립 10만가구 프로젝트 - 공공용지활용 햇빛발전소 확대 - 에너지 자립마을 조성 - 발전시설 주변지역 주민 지원 - 도시 1가구 1발전소 (미니태양광) - 환경기초시설 탄소중립프로그램 - 에너지 용자 지원 - 신재생에너지 발전시설 계통연계비 지원 - 도민참여형 에너지자립 선도 - 사회복지시설 에너지자립 지원사업 - 공공건물 신재생에너지 지역 지원 - 농촌 신재생에너지 시설 보급 - 도민 참여 가상발전소 시범사업 및 확대 - 에너지자립학교 및 그린캠퍼스 조성 - 태양광 예비 건축물 인증 - 재생에너지 원스톱 서비스 전담조직 설치 - 경기도-시군 재생에너지 목표 협약 체결 - 탄소중립도시 선정 지원 - 기초지자체 재생에너지 리더십 평가 - 및 정책모니터링 플랫폼 구축 - 재생에너지 확대에 대비한 전력 인프라 구축 로드맵 수립
	전력자립도	58%	59%	60%	
	태양광 발전용량	10.0GW	13.5GW	16.1GW	
	가정용 태양광 발전용량	38MW	60MW	80MW	
	감축량 소계 (감축률)	12.64 (19.1%)	21.94 (33.1%)	29.06 (43.9%)	
	감축비용 소계	696.6	1,802.0	2,902.4	
깨끗한 수소활용	수소활용 비중	1.0%	1.6%	2.3%	- 수소융합테마도시 조성 - 평택시 수소교통복합기지 구축 - 평택시 소규모 수소추출시설 구축 - 수소생산기지 구축사업 - 수소생산기지 및 연료전지 부지 DB구축 - 수소생산기지연계 연료전지발전소 유치 - 수소배관망 지원사업 - 수소충전소 구축사업 - 수소융합 클러스터 조성
	감축량 소계 (감축률)	-0.94 (-1.4%)	-1.18 (-1.8%)	-1.42 (-2.1%)	
	감축비용 소계	51.8	96.9	141.8	
총 감축량 (감축률)		11.70 (17.7%)	20.75 (31.3%)	27.64 (41.7%)	34개
총 감축비용		748.4	1,898.9	3,044.2	

3. 산업부문

- (산업에너지) 연료전환, 에너지효율화, 감축기반 구축 등을 통해 온실가스를 감축함
 - 전기화는 산업부문에서 사용하는 총 에너지소비량에서 전기소비량이 차지하는 비중을 의미. 감축지표로 단기 69.1%, 중기 69.9%, 장기 70.0% 제시
 - 수소활용 비중은 산업부문에서 사용하는 총 에너지소비량에서 수소소비량이 차지하는 비중을 의미. 감축지표로 단기 1.9%, 중기 3.8%, 장기 5.2% 제시
 - 산업기기 효율 개선율은 단기 0.5%, 중기 1.0%, 장기 1.5% 제시

○ (산업공정) 경기도의 정책보다는 국가 및 기업의 노력에 의해 좌우되므로, 감축지표를 별개로 산정하지 않음.

[표 29] 경기도 산업부문 온실가스 감축 정책

(단위: 감축량-백만톤CO₂eq, 감축비용-십억원)

부문	정책목표	감축지표				감축정책
		지표	단기	중기	장기	
산업 에너지	연료전환, 에너지 효율화 및 감축기반 구축	전기화	69.1%	69.9%	70.0%	- 수열에너지를 도입한 광명시흥 도시첨단산업단지 조성 - 경기도 기존 산업단지 그린뉴딜 - 반월시화 산업단지 그린뉴딜 - 경기도 뿌리산업 및 특화산업 온실가스 감축 원스톱 지원 - 국내외 탄소중립 규제 대응 지원 - 기존 설비 개선 또는 고효율기기보급지원 - 에너지 다소비기업 자발적 협약 체결 - 유망기술 상용화를 위한 대중소 상생협력 지원 - 특정 업종에 특화된 산업단지 온실가스 감축 - 다양한 업종이 분포한 산업단지 온실가스 감축방안 - 기타 산업단지별 특성에 따른 온실가스 감축방안 - 산업단지 온실가스 감축 지원을 위한 기후닥터 지정 및 컨설팅단 운영 - 경기도 Green All 2.0 - 저탄소 스마트 산업단지 시범 조성 - 경기도형 스마트그린팩토리 사업 - 산업단지 에너지·온실가스 실태조사 및 진단 - 산업단지 에너지 의무진단 외 업체의 에너지 진단 지원 및 DB 구축 - 경기도형 에너지 온실가스 상시 컨설팅 매뉴얼 작성 및 서비스 제공 - 환경닥터제의 확대·운영 - 업종별 또는 지역별 협의회/커뮤니티 구성을 통한 정보교류 확산 - 저탄소 스마트 산업단지 가이드라인 개발 및 에너지사용계획 협의 강화 - 에너지 저감 또는 온실가스 감축을 위한 기술교류 및 사업화지원 - 탄소중립 핵심기술 확보를 위한 전략 수립 및 기술개발 지원 - 중소기업 특성에 부합하는 산업단지 온실가스 감축사업 방법론 개발 - 경기도 산업단지 온실가스 감축 OpenPlatform구축 - 온실가스 감축 선도기술 실증화 사업 - 중소기업의 비용 저감을 위한 시범사업모델개발 - 경기도 산업단지 중소기업 지원형 공동팩토리링 모델구축 - 경기도 산업단지 그린 플랫폼 사업 - 산업구조 변화에 대비한 전환 지원 플랫폼 구축 - 탄소중립 규제영향 분석 및 경기도 녹색산업 전환 종합계획 수립 - 경기도 예산과 민간 금융이 결합한 산업단지 온실가스 감축펀드 조성 - 산업부문 전환 기금 조성 운용 및 조례 제정 - 산업부문 전환을 위한 재교육과 훈련 시행
		수소연료 전환	1.9%	3.8%	5.2%	
		산업기기 효율 개선율	0.5%	1.0%	1.5%	
		감축량 소계 (감축률)	0.43 (2.3%)	0.97 (5.3%)	1.27 (6.9%)	
		감축비용 소계	56.8	124.0	173.9	
		산업공정	감축량 소계	0.67 (3.6%)	1.34 (7.2%)	
총 감축량 (감축률)		1.10 (6.0%)	2.31 (12.5%)	2.93 (15.9%)	35개	
총 감축비용		56.8	124.0	173.9		

4. 건물(가정) 부문

- (건물 에너지성능 향상) 건물의 단열성능, 구조개선 등을 통해 온실가스를 감축함.
 - 기존 건물의 에너지성능향상 건물 보급 감축지표로 단기 0.33%, 중기 0.66%, 장기 0.99% 제시
 - 신규 건물의 에너지성능향상 건물 보급 감축지표로 단기 27%, 중기 54%, 장기 81% 제시
 - 단열수준 개선율은 2018년 대비 건물의 단열수준 향상률을 의미. 감축지표로 단기 3%, 중기 5%, 장기 7% 제시.
- (연료전환 및 에너지효율화) 화석연료 소비를 줄이고, 기기효율을 개선하여 온실가스를 감축함.
 - 기존 건물의 고효율기기 보급비율 감축지표로 0.33%, 0.66%, 0.99% 제시
 - 신규 건물의 고효율기기 보급비율 감축지표로 단기 27%, 중기 54%, 장기 81% 제시.
 - 고효율 가전제품은 보급비율 감축지표로 단기 6%, 중기 12%, 장기 18% 제시
 - 기기효율 개선율은 2018년 대비 기기의 에너지효율 향상률을 의미. 감축지표로 냉방기기 효율 개선율은 단기 4%, 중기 6%, 장기 9% 제시. 난방기기 효율개선율은 단기 2%, 중기 3%, 장기 4% 제시. 가전기기 효율개선율은 단기 2%, 중기 4%, 장기 5% 제시..
- (시민참여) 시민들이 온실가스 감축을 위한 각종 프로그램에 참여함으로써 온실가스를 감축함.
 - 탄소포인트제 참여비율은 단기 4.5%, 중기 9.0%, 장기 13.5% 제시.
 - 컨설팅 참여비율은 단기 4.5%, 중기 9.0%, 장기 13.5% 제시.

[표 30] 경기도 건물(가정)부문 온실가스 감축 정책

(단위: 감축량-백만톤CO₂eq, 감축비용-십억원)

정책목표	감축지표				감축정책
	지표	단기	중기	장기	
건물 에너지성능 향상	에너지성능향상 건물 보급비율 (기존건물)	0.33%	0.66%	0.99%	• 가정/건물용 연료전지 보급지원사업 • 경기도 스마트 에너지 아파트 조성사업 • G-하우징, 햇살하우징 연계 저소득 주택 에너지 효율 개선 • 제로에너지 공공임대주택단지 조성 • 주거용 민간건축물 그린리모델링 인증 확대 • 주거용 민간건축물 제로에너지 건축물 인증 시범사업 • 에너지 연계형 도시재생사업 • 경기도 녹색건축 중장기 로드맵 수립 및 가정 녹색건축 설계기준 강화 • 공동주택 전기요금 절감시스템 구축
	에너지성능향상 건물 보급비율 (신규건물)	27%	54%	81%	
	단열수준 개선율	3%	5%	7%	
	감축량 소계 (감축률)	0.07 (1.0%)	0.17 (2.4%)	0.30 (4.2%)	
	감축비용 소계	5.6	18.1	37.6	
연료전환 및 에너지효율화	고효율기기 보급비율 (기존건물)	0.33%	0.66%	0.99%	
	고효율기기 보급비율 (신규건물)	27%	54%	81%	

	고효율 가전제품 교체비율	6%	12%	18%	
	냉방기기 효율 개선율	4%	6%	9%	
	난방기기 효율 개선율	2%	3%	4%	
	가전기기 효율 개선율	2%	4%	5%	
	감축량 소계 (감축률)	0.07 (1.0%)	0.15 (2.1%)	0.16 (2.2%)	
	감축비용 소계	5.6	16.0	20.0	
시민참여	탄소포인트제 참여비율	4.5%	9.0%	13.5%	- 탄소포인트제 운영 - 가정부문 온실가스 진단컨설팅 - Solar Decathlon Korea 개최 - 그린홈 오픈하우스 네트워크 구축
	컨설팅 참여비율	4.5%	9.0%	13.5%	
	감축량 소계 (감축률)	0.24 (3.3%)	0.47 (6.6%)	0.72 (10.0%)	
	감축비용 소계	19.3	50.2	90.1	
총 감축량 (감축률)		0.37 (5.2%)	0.80 (11.1%)	1.18 (16.4%)	13개
총 감축비용		30.6	84.3	147.7	

5. 건물(상업·공공) 부문

- (건물 에너지성능 향상) 건물의 단열성능, 구조개선 등을 통해 온실가스를 감축함.
 - 기존 건물의 에너지성능향상 건물 보급 감축지표로 단기 4.5%, 중기 8.9%, 장기 13.4%제시
 - 신규 건물의 에너지성능향상 건물 보급 감축지표로 단기 30%, 중기 60%, 장기 90%제시
 - 단열수준 개선율은 2018년 대비 건물의 단열수준 향상률을 의미. 감축지표로 단기 3%, 중기 4%, 장기 6% 제시.
- (연료전환 및 에너지효율화) 화석연료 소비를 줄이고, 기기효율을 개선하여 온실가스를 감축함.
 - 기존 건물의 고효율기기 보급비율 감축지표로 4.5%, 8.9%, 13.4% 제시
 - 신규 건물의 고효율기기 보급비율 감축지표로 단기 30%, 중기 60%, 장기 90% 제시.
 - 기기효율 개선율은 2018년 대비 기기의 에너지효율 향상률을 의미. 감축지표로 냉방기기 효율 개선율은 단기 4%, 중기 6%, 장기 9% 제시. 난방기기 효율개선율은 단기 2%, 중기 3%, 장기 4% 제시. 사무기기 효율개선율은 단기 2%, 중기 4%, 장기 5% 제시.
- (시민참여) 시민들이 온실가스 감축을 위한 각종 프로그램에 참여함으로써 온실가스를 감축함.

- 탄소포인트제 참여비율은 단기 4.5%, 중기 9.0%, 장기 13.5% 제시.
- 컨설팅 참여비율은 단기 4.5%, 중기 9.0%, 장기 13.5% 제시.

[표 31] 경기도 건물(상업공공)부문 온실가스 감축 정책

(단위: 감축량-백만톤CO₂eq, 감축비용-십억원)

정책목표	감축지표				감축정책
	지표	단기	중기	장기	
건물 에너지성능 향상	에너지성능향상 건물 보급비율 (기존건물)	4.5%	8.9%	13.4%	• 가정/건물용 연료전지 보급지원사업 • 경기도 녹색건축 지원센터 설립 • 공공건축물 그린 리모델링 추진 • 상업용 민간건축물 그린리모델링 인증확대 • 상업용 민간건물 제로에너지 건축물 인증 시범사업 • 에너지 연계형 도시재생사업 • 경기도 녹색건축 중장기 로드맵 수립 및 상업공공 건물 녹색건축 설계기준 강화 • 배출권거래제 참여 지자체 온실가스 감축설비 지원 • 공공건축물 에너지사용 실태조사 및 건물 에너지관리 시스템 구축 • 경기도 녹색건축기금 설치운용
	에너지성능향상 건물 보급비율 (신규건물)	30%	60%	90%	
	단열수준 개선율	3%	4%	6%	
	감축량 소계 (감축률)	0.11 (2.9%)	0.24 (6.2%)	0.38 (10.0%)	
	감축비용 소계	-	11.1	37.8	
연료전환 및 에너지효율화	고효율기기 보급비율 (기존건물)	4.5%	8.9%	13.4%	
	고효율기기 보급비율 (신규건물)	30%	60%	90%	
	냉방기기 효율 개선율	4%	6%	9%	
	난방기기 효율 개선율	2%	3%	4%	
	사무기기 효율 개선율	2%	4%	5%	
	감축량 소계 (감축률)	-0.05 (-1.2%)	-0.11 (-2.7%)	-0.06 (-1.5%)	
	감축비용 소계	-	5.1	6.0	
시민참여	탄소포인트제 참여비율	4.5%	9.0%	13.5%	
	컨설팅 참여비율	4.5%	9.0%	13.5%	
	감축량 소계 (감축률)	0.08 (2.0%)	0.15 (4.0%)	0.23 (5.9%)	
	감축비용 소계	-	7.0	22.9	
총감축량 (감축률)		0.14 (3.6%)	0.29 (7.5%)	0.55 (14.4%)	13개
총 감축비용		-	23.2	66.6	

6. 수송(도로)부문

- (연료전환) 전기차와 수소차를 보급함으로써 내연기관차를 대체하여 온실가스를 감축함.
 - 친환경차 보급비율은 경기도 전체 차량 중 친환경차가 차지하는 비중을 의미. 감축지표로 전기차는 단기 1.1%, 중기 5.8%, 장기 11.8% 제시. 수소차는 중기 1.1%, 장기 2.4% 제시
 - 전기차 보급대수는 단기 56,126대, 중기 303,938대, 장기 651,652대 제시. 수소차 보급대수는 중기 56,650대, 장기 131,812대 제시.
 - 내연기관차 대비 친환경차 단위비용 비율은 내연기관차의 단위비용이 1일 때 친환경차의 단위비용을 의미. 감축지표로 전기차는 단기 1.22, 중기 1.07, 장기 0.94 제시. 수소차는 단기 1.64, 중기 1.42, 장기 1.20 제시.
- (주행거리 감축) 비사업용 내연기관 승용차 대상으로 주행거리 감축을 유도하여 온실가스를 감축함.
 - 주행거리 감축률은 2018년 대비 주행거리 감축률을 의미. 단기 1.5%, 중기 3.0%, 장기 4.5%로 설정.

[표 32] 경기도 수송부문 온실가스 감축 정책

(단위: 감축량-백만톤CO ₂ eq, 감축비용-십억원)						
정책목표	감축지표					감축정책
	지표		단기	중기	장기	
연료전환	친환경차 보급비율	전기차	1.1%	5.8%	11.8%	- 친환경 저탄소 교통수단 구축 - 수소버스 보급사업 - 수소지게차보급 시범사업 - 수소트램 시범사업 검토 - 노후경유차 운행제한으로 노후차량 교체
		수소차	-	1.1%	2.4%	
	친환경차 보급대수	전기차	56,126	303,938	651,652	
		수소차	-	56,650	131,812	
	내연기관차 대비 친환경차 단위비용 비율	전기차	1.22	1.07	0.94	
		수소차	1.64	1.42	1.20	
	감축량 소계 (감축률)		-0.40 (-1.6%)	0.19 (0.7%)	1.11 (4.4%)	
주행거리 감축 및 수송시스템 개선	감축비용 소계		8.4	26.2	170.4	- 자동차 탄소포인트제 운영 - 대중교통 활성화 포인트제 - 고속철도 서비스 확대 - 광역철도망 확충 - 광역급행철도 확충 - 철도 환승센터 확충 - 도시철도망 확충 - 광역 BRT 확충 - 대용량버스 도입 - 광역버스 좌석예약제 - 경기 심야버스 확대 - 자전거 마일리지 제도 - 경기도형 통합 모빌리티 중심의 교통 서비스 - 감응식 신호시스템 도입 - 화물 친환경 경제운전 교육 강화
	비사업용 내연기관 승용차 주행거리 감축률		1.5%	3.0%	4.5%	

	감축량 소계 (감축률)	0.50 (2.0%)	1.71 (6.7%)	3.15 (12.3%)	• 주요 도산사업의 녹색교통지역 지정 운영
	감축비용 소계	10.5	235.4	483.6	
총 감축량 (감축률)		0.10 (0.4%)	1.90 (7.5%)	4.26 (16.7%)	21개
총 감축비용		18.8	261.6	654.0	

7. 농축수산

- (에너지효율화, 저탄소 농업) 에너지효율화와 저탄소농업을 통해 온실가스를 감축함.
- 국가 대비 비중은 국가 농축수산의 온실가스 배출량 중에서 경기도가 차지하는 비중을 의미. 감축지표로 단기, 중기, 장기 지속적으로 12.5% 수준을 유지하는 것으로 제시.

[표 33] 경기도 농축수산부문 온실가스 감축 정책

(단위: 감축량-백만톤CO₂eq, 감축비용-십억원)

정책목표	감축지표				감축정책
	지표	단기	중기	장기	
에너지 효율화	국가 대비 비중	12.5%	12.5%	12.5%	- 기후변화에 따른 작물 생산기술 개발 - 농업 에너지 이용 효율화 - 도민 생활권 분리형 그린에너지 축산단지 조성 - 가축분뇨처리 공동자원화 시설 설치
저탄소 농업					- 간단관개 및 최소경운 확대를 통한 온실가스 감축 - 밭 양분 투입 관리 - 퇴·액비 살포 의무 준수 - 저탄소 농축산물 인증 확대
총 감축량 (감축률)		0.44 (14.4%)	0.64 (20.9%)	0.82 (26.8%)	8개
총 감축비용		11.3	37.2	67.1	

8. 폐기물

- (폐자원 효율적 활용) 폐자원의 효율적인 활용을 통해 온실가스를 감축함.
- 생활폐기물 재활용률 단기 71.9%, 중기 77.4%, 장기 83.0% 제시
- 사업장폐기물 재활용률 단기 77%, 중기 89%, 장기 93% 제시
- 지정폐기물 재활용률 단기 68%, 중기 69%, 장기 70% 제시
- 건설폐기물 재활용률 단기 98%, 중기 99%, 장기 99% 제시
- 자원회수시설의 신·증설 및 대보수, 인력 충원 등을 통해 폐기물 자원의 재활용율을 높임으로써 온실가스 감축하고자 함.

[표 34] 경기도 폐기물부문 온실가스 감축 정책

(감축량 단위: 백만톤CO2eq)

정책목표	감축지표				감축정책
	지표	단기	중기	장기	
폐자원 효율적 활용	생활폐기물 재활용률	71.9%	77.4%	83.0%	- 폐기물 감량·재활용 활성화 순환경제 실현 - 재활용률 제고 위한 선별인력 확대 - 유기성 폐자원의 에너지화 - 생활폐기물 감량 목표 설정 및 추진 - 사업장 Zero Waste 컨설팅 4차 산업, IT 기반 관리기술 도입 및 정보화 - 업사이클플라자 운영 및 활성화 - 공공민간부문 친환경 소비 확산 - 미래 폐자원 관리체계 구축 및 재제조 산업 활성화
	사업장 폐기물 재활용률	77%	89%	93%	
	지정 폐기물 재활용률	68%	69%	70%	
	건설 폐기물 재활용률	98%	99%	99%	
총 감축량 (감축률)		0.73 (24.8%)	1.02 (34.9%)	1.28 (43.5%)	9개
총 감축비용		17.9	56.8	98.2	

9. LULUCF

- 도시숲, 농업, 공공산림, 갯벌 등을 통해 흡수원을 확충함으로써 기후변화 대응에 기여하고자 함.
 - 녹지(도시숲, 도시농업, 공공산림) 등의 보존 및 확대를 통해 단기 1.31MCO2eq., 중기 1.07MCO2eq., 장기 0.86 MCO2eq. 흡수를 제시
 - 갯벌의 보존 및 확대를 통해 단기 0.789MtCO2eq., 중기 0.790MtCO2eq., 장기 0.791 MtCO2eq. 흡수를 제시

[표 35] 경기도 LULUCF부문 정책

(단위: 흡수량-백만톤CO2eq)

정책목표	감축지표				감축정책
	지표	단기	중기	장기	
흡수원 확대	녹지확대	1.31	1.07	0.86	- 도시숲 조성 - 도시농업 기반조성 및 활성화 - 공공산림가꾸기 - 경기도 보전지역 확대 지정 - 탄소흡수원 보호를 위한 사유림 보상과 지원
	갯벌보전 및 확대	0.79	0.79	0.79	블루카본 확대를 위한 경기도 갯벌 유지·관리 및 복원
탄소흡수 기반구축	-	-	-	-	- 탄소흡수원 발굴 및 정량화된 DB 작성 - 탄소흡수원 유형별 목표 설정 및 이행방안 수립 - 탄소흡수원을 고려한 경기도 도시관리계획 환경성 검토 지침 작성 - 기초지자체 및 민간과의 협력을 통한 탄소흡수원 관리·확충
총 흡수량		2.10	1.86	1.65	9개
총 감축비용		14.8	46.0	80.9	

제2절 부문별 세부시행계획

1. 전환부문

○ 전력전환부문 세부이행과제 개요

- 본 연구의 온실가스 감축 산정기준은 간접배출량을 기준으로 하여, 전력전환부문에서의 직접배출량에 대한 감축량은 산정하지 않음.
- 다만 최종소비부문에서의 간접배출량 감소는 국가 전체의 전력배출계수의 감소로부터 이루어짐.
- 따라서 타 광역시와 마찬가지로 경기도 또한 태양광 보급 확대 등을 통해 국가 전체 전력배출계수 감소에 기여해야 경기도 노력으로 인해 온실가스를 감축 한 것이라 볼 수 있음.
- 경기도의 전력전환부문 정책은 태양광 설치비 지원이 주된 수단으로, 유희부지 활용, 사회복지시설 등의 다양한 대상을 통해 태양광 발전시설 보급을 확대하고자 함.

○ 수소전환부문 세부이행과제 개요

- 현재 수소관련 기술 수준으로는 의미 있는 온실가스 감축을 기대하기는 어려우나, 경기도에서는 미래에 수소의 원활한 수급을 위한 관련 계획을 세움.
- 중장기적으로 경기도의 수소로 에너지전환을 통해 온실가스 및 미세먼지 감축효과를 기대할 수 있음.

[표 36] 전환 부문 총괄표

부문		추진전략		세부이행과제		주관부서
번호	부문명	번호	추진내용	번호	과제명	
[II]	전환	[I-1]	깨끗한 전력전환	[I-1-1]	산업단지 E-프로슈머 전력거래시장 활성화 지원	
				[I-1-2]	RE100 기업 연계 신재생에너지 보급 활성화 지원	
				[I-1-3]	에너지 관련 신기술 적용 지원	
				[I-1-4]	3기 신도시 신재생에너지 기반강화	공공택지과
				[I-1-5]	시민참여 에너지협동조합 활성화	기후에너지정책과
				[I-1-6]	에너지협동조합 생태계 조성	기후에너지정책과
				[I-1-7]	전력 자립 10만가구 프로젝트	기후에너지정책과
				[I-1-8]	공공용지활용 햇빛발전소 확대	기후에너지정책과
				[I-1-9]	에너지 자립마을 조성	기후에너지정책과
				[I-1-10]	발전시설 주변지역 주민 지원	기후에너지정책과
				[I-1-11]	도시 1가구 1발전소 (미니태양광)	기후에너지정책과
				[I-1-12]	환경기초시설 탄소중립프로그램	기후에너지정책과
				[I-1-13]	에너지 융자 지원	기후에너지정책과
				[I-1-14]	신재생에너지 발전시설 계통연계비 지원	기후에너지정책과
				[I-1-15]	도민참여형 에너지자립 선도	기후에너지정책과
				[I-1-16]	사회복지시설 에너지자립 지원사업	기후에너지정책과
				[I-1-17]	공공건물 신재생에너지 지역 지원	기후에너지정책과
				[I-1-18]	농촌 신재생에너지 시설 보급	농업정책과
				[I-1-19]	도민 참여 가상발전소 시범사업 및 확대	기후에너지정책과

				[I-1-20]	에너지자립학교 및 그린캠퍼스 조성		기후에너지정책과	
				[I-1-21]	태양광 예비 건축물 인증		건축디자인과	
				[I-1-22]	재생에너지 원스톱 서비스 전담조직 설치			
				[I-1-23]	경기도-시군 재생에너지 목표 협약 체결 및 탄소중립도시 선정지원			
				[I-1-24]	기초지자체 재생에너지 리더십 평가 및 정책모니터링 플랫폼 구축			
				[I-1-25]	재생에너지 확대에 대비한 전력 인프라 구축 로드맵 수립			
		[I-2]	깨끗한 수소활용	[I-2-1]	수소융합테마도시 조성		기후에너지정책과	
				[I-2-2]	평택시 수소교통복합기지 구축		기후에너지정책과	
				[I-2-3]	평택시 소규모 수소추출시설 구축		기후에너지정책과	
				[I-2-4]	수소생산기지 구축사업		기후에너지정책과	
				[I-2-5]	수소생산기지 및 연료전지 부지 DB구축		기후에너지정책과	
				[I-2-6]	수소생산기지연계 연료전지발전소 유치		기후에너지정책과	
				[I-2-7]	수소배관망 지원사업		기후에너지정책과	
				[I-2-8]	수소충전소 구축사업		미세먼지대책과	
				[I-2-9]	수소융합 클러스터 조성		기후에너지정책과	
					목표배출량 [MTCO2eq.]	목표 감축량 및 감축률 [MTCO2eq., %]	누적 감축비용 [십억원]	비고
		‘18년	66.22	-	-	-	국가 온실가스 인벤토리 2018년 배출량	
		단기('24)	54.53	11.70 (17.7)	748.4		간접배출량	
		중기('27)	45.47	20.75 (31.3)	1898.9		간접배출량	
		장기('30)	38.59	27.63 (41.7)	3044.2		NDC 상향안 국가 감축률: 44.4%	

2. 산업 부문

○ 산업 부문 세부이행과제 개요

- 기존 냉·난방 공급을 위해 사용하는 전력 및 화석연료를 사용하는 대신, 신재생에너지원을 활용한 냉난방 시스템 공급을 통해 온실가스 감축
- 설비 개선 및 고효율기기 대체 및 보급을 통해 온실가스 감축
- 4차 산업혁명 핵심 기술인 FEMS (Factory Energy Management System, 공장 에너지관리시스템), CEMS (Complex Energy Management System, 산단에너지 관리시스템) 등의 정책사업을 통해 온실가스 감축

[표 37] 산업 부문 총괄표

부문		추진전략		세부이행과제		주관부서
번호	내용	번호	추진내용	번호	과제명	
[III]	산업	[III-1]	연료전환/ 전기화	[III-1-1]	수열에너지를 도입한 광명시흥 도시첨단산업단지 조성	도시정책과
		[III-2]	에너지효율화	[III-2-1]	경기도 기존 산업단지 그린뉴딜	
				[III-2-2]	반월시화 산업단지 그린뉴딜	산업정책과
				[III-2-3]	경기도 뿌리산업 및 특화산업 온실가스 감축 원스톱 지원	기후에너지정책과
				[III-2-4]	국내외 탄소중립 규제 대응 지원	
				[III-2-5]	기존 설비 개선 또는 고효율기기보급지원	
				[III-2-6]	에너지 다소비기업 자발적 협약 체결	
				[III-2-7]	유망기술 상용화를 위한 대중소 상생협력 지원	

				[II-2-8]	특정 업종에 특화된 산업단지 온실가스 감축		
				[II-2-9]	다양한 업종이 분포한 산업단지 온실가스 감축방안		
				[II-2-10]	기타 산업단지별 특성에 따른 온실가스 감축방안		
				[II-2-11]	산업단지 온실가스 감축 지원을 위한 기후덕터 지정 및 컨설팅단 운영		
				[II-2-12]	경기도 Green All 2.0		
				[II-2-13]	저탄소 스마트 산업단지 시범 조성		
				[II-2-14]	경기도형 스마트그린팩토리 사업		
		[III-3]	감축기반 구축	[II-3-1]	산업단지 에너지·온실가스 실태조사 및 진단		
				[II-3-2]	산업단지 의무진단 외 업체의 에너지 진단 지원 및 DB 구축		
				[II-3-3]	경기도형 에너지 온실가스 상시 컨설팅 매뉴얼 작성 및 서비스 제공		
				[II-3-4]	환경덕터제의 확대·운영		
				[II-3-5]	업종별 또는 지역별 협의회/커뮤니티 구성을 통한 정보교류 확산		
				[II-3-6]	저탄소 스마트 산업단지 가이드라인 개발 및 에너지사용계획 협의강화		
				[II-3-7]	에너지 저감 또는 온실가스 감축을 위한 기술교류 및 사업화지원		
				[II-3-8]	탄소중립 핵심기술 확보를 위한 전략 수립 및 기술개발 지원		
				[II-3-9]	중소기업 특성에 부합하는 산업단지 온실가스 감축사업 방법론 개발		
				[II-3-10]	경기도 산업단지 온실가스 감축 OpenPlatform 구축		
				[II-3-11]	온실가스 감축 선도기술 실증화 사업		
				[II-3-12]	중소기업의 비용 저감을 위한 시범사업 모델개발		
				[II-3-13]	경기도 산업단지 중소기업 지원형 공동팩토리링 모델구축		
				[II-3-14]	경기도 산업단지 그린 플랫폼 사업		
				[II-3-15]	산업구조 변화에 대비한 정의로운 전환 지원 플랫폼 구축		
				[II-3-16]	탄소중립 규제영향 분석 및 경기도 녹색산업 전환 종합계획 수립		
				[II-3-17]	경기도 예산과 민간 금융이 결합한 산업단지 온실가스 감축펀드 조성		
				[II-3-18]	산업부문 전환 기금 조성 운용 및 조례 제정		
				[II-3-19]	산업부문 전환을 위한 재교육과 훈련 시행		

3. 가정 부문

○ 가정 부문 세부이행과제 개요

- 산업부문의 FEMS와 마찬가지로, 건물부문의 BEMS (Building ENergy Management System, 건물에너지관리시스템)는 빅데이터 분석을 통해 체계적으로 건물 내 에너지효율을 증가시켜 온실가스 감축을 실현시킬 수 있음.
- 저소득가구를 대상으로 하는 정책은 에너지 비용 부담으로 냉·난방을 영위하지 못하는 취약계층의 생활상 불편을 해소하고, 에너지효율화를 동시에 달성할 수 있음.
- 탄소포인트제 운영은 도민들에게 인센티브를 제공함으로써, 자발적인 에너지절약을 유도함. 궁극적으로는 도민들의 생활행태 변화까지 꾀할 수 있음.
- 건물 내 설치되는 연료전지는 미관상 이유와 에너지 생산의 간헐성이라는 극복해야 할 한계는 있지만, 도심 내에 분산전원으로 역할을 하며, 온실가스 감축에 기여

[표 38] 가정 부문 총괄표

부문		추진전략		세부이행과제			주관부서
번호	부문명	번호	추진내용	번호	과제명		
[III]	가정	[III-1]	건물 성능 향상 고효율기기 보급	[III-1-1]	경기도 스마트 에너지 아파트 조성사업		기후에너지정책과
				[III-1-2]	공동주택 전기요금 절감시스템 구축		기후에너지정책과
				[III-1-3]	G-하우징, 햇살하우징 연계 저소득 주택 에너지 효율 개선		주택정책과
				[III-1-4]	제로에너지 공공임대주택단지 조성		주택정책과
				[III-1-5]	주거용 민간건축물 그린리모델링 인증 확대		건축디자인과
				[III-1-6]	주거용 민간건축물 제로에너지 건축물 인증 시범사업		건축디자인과
				[III-1-7]	에너지 연계형 도시재생사업		건축디자인과
				[III-1-8]	경기도 녹색건축 중장기 로드맵 수립 및 가정 녹색건축 설계기준 강화		
		[III-2]	시민참여	[III-2-1]	탄소포인트제 운영		기후에너지정책과
				[III-2-2]	그린홈 오픈하우스 네트워크 구축		기후에너지정책과
				[III-2-3]	Solar Decatrhon Korea 개최		건축디자인과
				[III-2-4]	가정부문 온실가스 진단컨설팅		기후에너지정책과
		[III-3]	연료전환 /전기화	[III-3-1]	가정/건물용 연료전지 보급지원사업		기후에너지정책과
			목표 배출량 [MTCO2eq.]	목표 감축량 (감축률) [MTCO2eq., %]	누적감축비용 [십억원]	비고	
		‘18년	7.16	-	-	국가 온실가스 인벤토리 2018년 배출량	
		단기(‘24)	6.78	0.37 (5.2)	30.6		
		중기(‘27)	6.36	0.80 (11.1)	84.3		
		장기(‘30)	5.98	1.18 (16.4)	147.7	NDC 상향안 국가 감축률 (건물전체): 32.8%	

4. 상업·공공 부문

○ 상업·공공 부문 세부이행과제 개요

- 산업부문의 FEMS와 마찬가지로, 건물부문의 BEMS (Building ENergy Management System, 건물에너지관리시스템)는 빅데이터 분석을 통해 체계적으로 건물 내 에너지효율을 증가시켜 온실가스 감축을 실현시킬 수 있음.
- 기본적인 정책방향은 건물(가정)부문과 흡사하나, 취약계층이 사용하는 공공건축물 (어린이집, 의료시설)을 대상으로 하여 취약계층에 대한 복지를 동시에 달성하며, 또 배출권거래제에 참여하는 지자체라는 조건을 설정함으로써, 지자체의 배출권거래제 참여를 자발적으로 유도하는 정책이 특징.

[표 39] 상업·공공 부문 총괄표

부문		추진전략		세부이행과제			주관부서
번호	부문명	번호	추진내용	번호	과제명		
[IV]	상업·공공	[IV-1]	건물 성능 향상 고효율기기 보급	[IV-1-1]	경기도 녹색건축 지원센터 설립		건축디자인과
				[IV-1-2]	공공건축물 그린 리모델링 추진		건축디자인과
				[IV-1-3]	배출권거래제 참여 지자체 온실가스 감축설비 지원		기후에너지정책과
				[IV-1-4]	공공건축물 에너지사용 실태조사 및 건물 에너지관리 시스템 구축		기후에너지정책과
				[IV-1-5]	상업용 민간건축물 그린리모델링 인증확대		건축디자인과
				[IV-1-6]	상업용 민간건물 제로에너지 건축물 인증 시범사업		건축디자인과
				[IV-1-7]	에너지 연계형 도시재생사업		건축디자인과
				[IV-1-8]	경기도 녹색건축 중앙기 로드맵 수립 및 상업공공 건물 녹색건축 설계기준 강화		
				[IV-1-9]	경기도 녹색건축기금 설치운용		
		[IV-2]	수요관리	[IV-2-1]	공공건물 온실가스 에너지 목표관리		기후에너지정책과
				[IV-2-2]	상업공공부문 온실가스 진단컨설팅		기후에너지정책과
				[IV-2-3]	탄소포인트제 운영		기후에너지정책과
		[IV-3]	연료전환/ 전기화	[IV-3-1]	상업공공 연료전지 보급지원사업		기후에너지정책과
			목표 배출량 [MTCO2eq.]	목표 감축량 (감축률) [MTCO2eq., %]	누적감축비용 [십억원]	비고	
		2018년	3.84	-	-	국가 온실가스 인벤토리 2018년 배출량	
		단기('24)	3.70	0.14 (3.6)	23.2		
		중기('27)	3.55	0.29 (7.5)	66.6		
		'30년	3.29	0.55 (14.4)	85.4	NDC 상향안 국가 감축률 (건물전체): 32.8%	

5. 수송부문

○ 수송 부문 세부이행과제 개요

- 도로부문의 연료전환을 위해 전기차, 수소연료전지차 보급이 내연기관차량의 감소로 이어지며 온실가스 감축을 실현 할 수 있음.
- 연료전환 외에도 주행거리 감축을 위해 탄소포인트제 운영은 도민들로 하여금 자가용 사용을 줄이고, 대중교통 사용 유도로 이어질 수 있으며, 나아가 여객수요 감소효과도 있을 수 있음.

[표 40] 수송 부문 총괄표

부문		추진전략		세부이행과제		주관부서
번호	부문명	번호	추진내용	번호	과제명	
[V]	수송	[V-1]	연료전환	[V-1-1]	친환경 저탄소 교통수단 구축	미세먼지대책과
				[V-1-2]	수소버스 보급사업	미세먼지대책과
				[V-1-3]	수소지게차보급시범사업	기후에너지정책과
				[V-1-4]	수소트램시범사업검토	기후에너지정책과

			[V-1-5]	노후경유차 운행제한으로 노후차량 교체	미세먼지대책과	
	[V-2]	자가용 주행거리 감축	[V-2-1]	자동차 탄소포인트제 운영	기후에너지정책과	
			[V-2-2]	철도중심 교통체계 구축	철도물류정책과	
			[V-2-3]	광역철도망 확충	철도물류정책과	
			[V-2-4]	광역급행철도 확충	철도물류정책과	
			[V-2-5]	철도 환승센터 확충	철도물류정책과	
			[V-2-6]	도시철도망 확충	철도물류정책과	
			[V-2-7]	광역 BRT 확충	교통정책과	
			[V-2-8]	대용량버스 도입	버스정책과	
			[V-2-9]	광역버스 좌석예약제	버스정책과	
			[V-2-10]	경기 심야버스 확대	버스정책과	
			[V-2-11]	자전거 마일리지 제도	교통정책과	
			[V-2-12]	경기도형 통합 모빌리티 중심의 교통 서비스		
	[V-3]	수송시스템 개선	[V-3-1]	감응식 신호시스템 도입	교통정책과	
			[V-3-2]	화물 친환경 경제운전 교육 강화	물류정책과	
			[V-3-3]	주요 도심지역의 녹색교통지역 지정 운영		
			목표 배출량 [MTCO2eq.]	목표 감축량 (감축률) [MTCO2eq., %]	누적감축비용 [십억원]	비고
	‘18년		25.50	-	-	국가 온실가스 인벤토리 2018년 배출량
	단기(‘24)		25.39	0.10 (0.4)	18.8	
	중기(‘27)		23.59	1.90 (7.5)	261.6	
장기(‘30)		21.23	4.26 (16.7)	654.0	NDC 상향안 국가 감축률: 37.1%	

6. 농축산 부문

○ 농축산 부문 세부이행과제 개요

- 경기도는 농업부문에서 에너지절감과 축산단지 내 생산가능한 자원을 활용함으로써 온실가스 감축하고자 계획하고 있음.

[표 41] 농축산 부문 총괄표

부문		추진전략		세부이행과제			주관부서
번호	부문명	번호	추진내용	번호	과제명		
[VI]	농축산	[VI-1]	에너지효율화	[VI-1-1]	기후변화에 따른 작물 생산기술 개발		원예연구과, 환경농업연구과
				[VI-1-2]	농업 에너지 이용 효율화		친환경농업과
				[VI-1-3]	도민 생활권 분리형 그린에너지 축산단지 조성		축산정책과
				[VI-1-4]	가축분뇨처리 공동자원화 시설 설치		축산정책과
		[VI-2]	저탄소 농업	[VI-2-1]	간단관계 및 최소경운 확대를 통한 온실가스 감축		농업정책과
				[VI-2-2]	밭 양분 투입 관리		친환경농업과, 기초지자체 담당부서
				[VI-2-3]	퇴·액비 살포 의무 준수		
				[VI-2-4]	저탄소 농축산물 인증 확대		친환경농업과
				목표 배출량 [MTCO2eq.]	목표 감축량 (감축률) [MTCO2eq., %]	누적감축비용 [십억원]	비고
		‘18년	3.07	-	-	국가 온실가스 인벤토리 2018년 배출량	
		단기('24)	2.63	0.44 (14.4)	11.3		
		중기('27)	2.43	2.43 (20.9)	37.2		
		장기('30)	2.25	2.25 (26.8)	67.1	NDC 상향안 국가 감축률: 37.1%	

7. 폐기물 부문

○ 폐기물 부문 세부이행과제 개요

- 자원회수시설의 신·증설 및 대보수, 인력 충원 등을 통해 폐기물 자원의 재활용율을 높임으로써 온실가스 감축하고자 함.

[표 42] 폐기물 부문 총괄표

부문		추진전략		세부이행과제			주관부서
번호	부문명	번호	추진내용	번호	과제명		
[VII]	폐기물	[VII-1]	폐자원의 효율적 활용	[VII-1-1]	폐기물 감량·재활용 활성화 순환경제 실현		자원순환과
				[VII-1-2]	재활용률 제고 위한 선별인력 확대		자원순환과
				[VII-1-3]	유기성 폐자원의 에너지화		자원순환과
		[VII-2]	폐기물 원천감소	[VII-2-1]	생활폐기물 감량 목표 설정 및 추진		자원순환과
				[VII-2-2]	사업장 Zero Waste 컨설팅		자원순환과
				[VII-2-3]	4차 산업, IT 기반 관리기술 도입 및 정보화		
		[VII-3]	폐자원 관련 산업 육성	[VII-3-1]	업사이클플라자 운영 및 활성화		자원순환과
				[VII-3-2]	공공민간부문 친환경 소비 확산		자원순환과
				[VII-3-3]	미래 폐자원 관리체계 구축 및 재제조 산업 활성화		
			목표 배출량 [MTCO2eq.]	목표 감축량 (감축률) [MTCO2eq., %]	누적감축비용 [십억원]	비고	
		‘18년	2.94	-	-	국가 온실가스 인벤토리 2018년 배출량	
		단기(‘24)	2.21	0.73 (24.8)	17.9		
		중기(‘27)	1.91	1.02 (34.9)	56.8		
		장기(‘30)	1.66	1.28 (43.5)	98.2	NDC 상향안 국가 감축률: 37.1%	

8. LULUCF부문

○ LULUCF 부문 세부이행과제 개요

- 도시숲, 농업, 공공산림, 갯벌 등을 통해 흡수원을 확충함으로써 기후변화 대응에 기여하고자 함.

[표 43] LULUCF부문 총괄표

부문		추진전략		세부이행과제			주관부서
번호	부문명	번호	추진내용	번호	과제명		
[VIII]	LULUCF	[VIII-1]	흡수원 확대	[VIII-1-1]	도시숲 조성		공원녹지과
				[VIII-1-2]	도시농업 기반조성 및 활성화		농촌자원과
				[VIII-1-3]	공공산림 가꾸기		산림과
				[VIII-1-4]	경기도 보전지역 확대 지정		
				[VIII-1-5]	탄소흡수원 보호를 위한 사유림 보상과 지원		
				[VIII-1-6]	블루카본 확대를 위한 경기도 갯벌 유지·관리 및 복원		
		[VIII-2]	탄소흡수 기반구축	[VIII-2-1]	탄소흡수원 발굴 및 정량화된 DB 작성		
				[VIII-2-2]	탄소흡수원 유형별 목표 설정 및 이행방안 수립		
				[VIII-2-3]	탄소흡수원을 고려한 경기도 도시관리계획 환경성 검토 지침 작성		
				[VIII-2-4]	기초지자체 및 민간과의 협력을 통한 탄소흡수원 관리·확충		
				목표 배출량 [MTCO2eq.]	목표 감축량 (감축률) [MTCO2eq., %]	누적감축비용 [십억원]	비고
		‘18년	0	-	-	국가 온실가스 인벤토리 2018년 배출량	
		단기('24)	-2.10	2.10 (-)	-14.8		
		중기('27)	-1.86	1.86 (-)	-46.0		
		장기('30)	-1.65	1.65 (-)	-80.9		

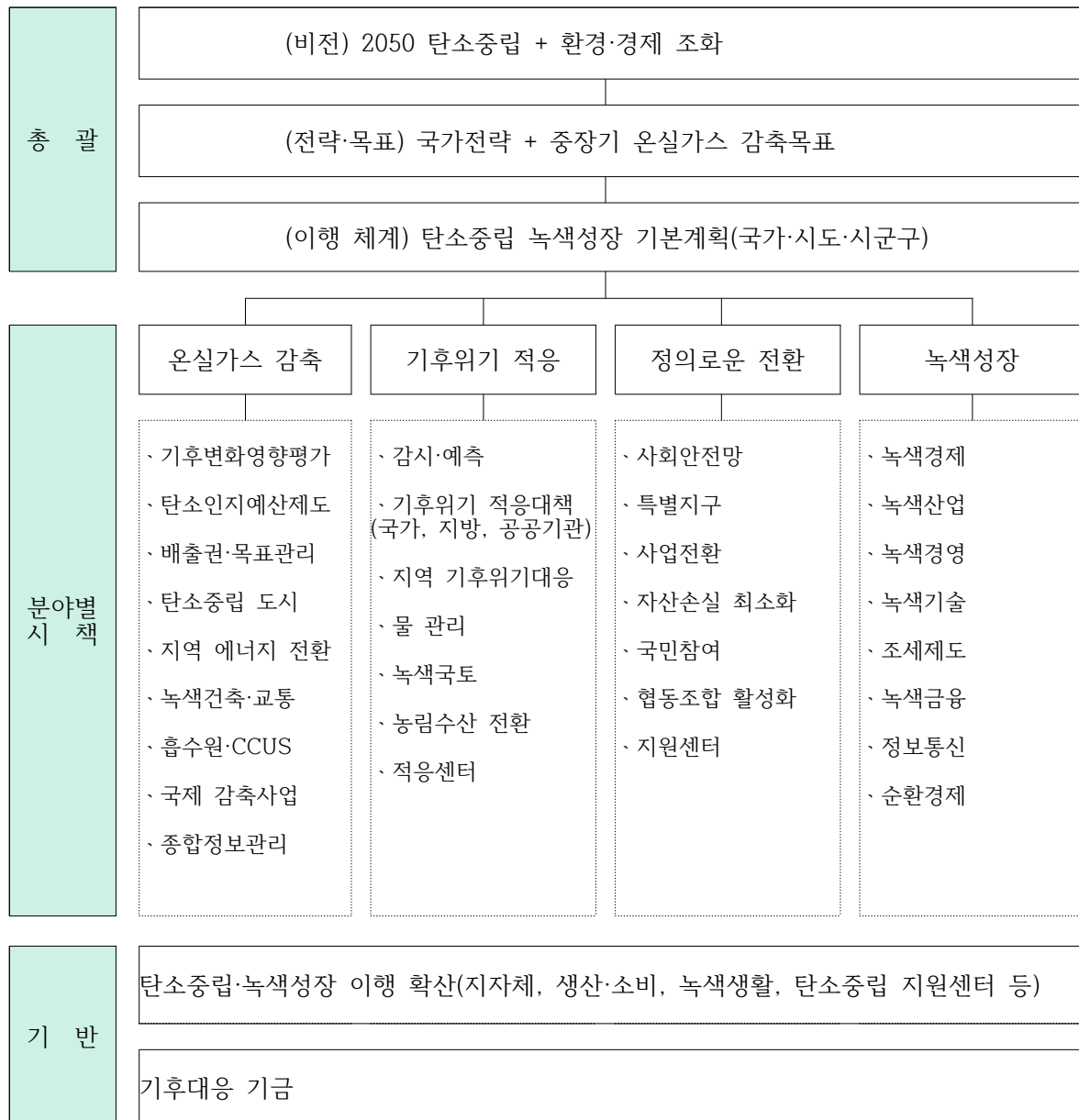
제5장 이행관리 및 환류

제1절 온실가스 감축 이행기반

1. 2050년 탄소중립 이행을 위한 제도적 기반 마련²⁶⁾

- 환경부 보도자료(2021.8.31.)에 따르면, 탄소중립 녹색성장 기본법안의 체계가 다음과 같이 제시되고 있음.

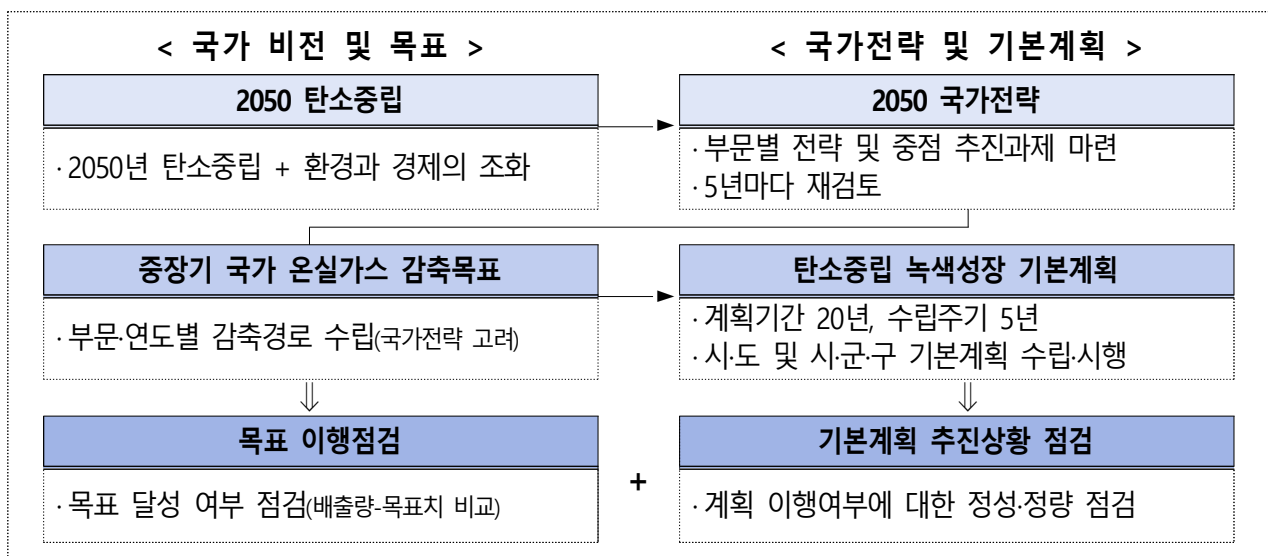
[표 44] 탄소중립 녹색성장 기본법안 체계



26) 환경부 보도자료(2021.8.31.), 법제처 입법예고 (2021.11.11.) 참고자료 활용.

- 2021년 9월 제정된 「탄소중립기본법」은 2022년 3월25일부터 시행예정.
 - 기존 녹색성장기본법은 폐지되되, 종전 법에 따라 수립한 기본계획·적응대책은 이 법에 따른 계획·대책 수립 전까지 효력 유지
- 해당입법의 특징을 환경부 보도자료(2021.8.31.)은 다음과 같이 제시
 - 전 세계 14번째로 2050 탄소중립 비전 이행체계 법제화
 - 2050년 탄소중립 지향 중간단계 목표 설정.
 - 미래세대, 노동자, 지역주민 등이 참여하는 협치(거버넌스) 법제화
 - 탄소중립 이행의 실질적인 정책수단 마련 (기후변화영향평가제도, 온실가스감축인 지예산 제도, 산업구조 전환과 산업공정 개선 등을 지원하기 위한 기후대응기금 신설 등).
 - 탄소중립 과정에 취약지역·계층 보호의 정의로운 전환 구체화
 - 중앙 일변도의 대응체계를 중앙과 지역이 협력하는 체계로 전환

[표 45] 국가비전·전략·이행체계(제7조~제13조)



출처: 환경부 보도자료(2021.8.31.)

2. 탄소중립이행 기반과 지방정부 역할

- 특히 지역과 협력체계 마련과 관련하여 다음의 사항을 제시함.
 - 지방 기본계획, 지방 위원회 등 지역 이행체계 마련 및 중앙과 공유·환류하는 협력 체계 마련.
 - 지역 온실가스 통계 지원, 탄소중립지원센터 등 지원기반을 확충하고, 탄소중립 지방정부 실천연대 등을 통한 지역 상호 간 협력체계 마련

[표 46] 탄소중립 기본법 중 지방자치단체 관련 주요 내용

구분	내용
지자체 책무 (제4조)	탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장의 추진을 위한 대책 수립·시행 시 해당 지자체 지역적 특성과 여건 등을 고려하여야 함 정기적으로 이행성과 평가 및 면밀한 대책 마련 기후위기 적응역량 강화 및 국민의 안전과 재산보호 의무 관련 과학적 연구, 영향예측 추진 및 국민과 사업자에게 정보제공을 통한 의사결정과정 참여 협력 보장 의무 국제적 노력에 능동적으로 참여 및 개도국에 대한 정책적·기술적·재정적 지원 등 기후위기 대응을 위한 국제협력을 적극적으로 추진 ※ 타법률과의 관계상 별도 규정이 있는 경우를 제외하면 탄소중립법이 우선 적용 (제6조)
탄소중립 계획 수립 (제3장, 제11-14조)	시도 및 시군구 탄소중립·녹색성장 기본계획을 5년마다 수립(계획기간 10년) (11조 1항) 시도 계획에 포함되는 사항 (11조 2항) 온실가스배출, 흡수현황 및 전망 온실가스 감축 목표 및 부문별·연도별 이행대책 기후변화의 감시·예측·영향·취약성평가 및 재난방지 등 적응대책에 관한 사항 기후위기가 「공유재산 및 물품 관리법」 제2조제1호에 따른 공유재산에 미치는 영향과 대응방안 기후위기 대응과 관련된 지역별 국제협력에 관한 사항 기후위기 대응을 위한 지방자치단체 간 협력에 관한 사항 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장의 추진을 위한 교육·홍보에 관한 사항 녹색기술·녹색산업 육성 등 녹색성장 촉진에 관한 사항 그 밖의 필요 사항 계획의 수립 변경은 2050 지방탄소중립녹색성장위원회의 심의사항임 (11조 3항). 매년 각각의 계획 추진 상황과 주요 성과를 점검한 결과 보고서를 지방탄소중립녹색성장위원회 심의를 거쳐 환경부장관(시도)과 시도지사(시군구)에게 제출 → 환경부장관이 종합하여 국가탄소중립녹색성장위원회에 보고
감축시책 (제5장, 제23-36조)	(온실가스감축인지 예산제도) 지방자치단체의 재정 운용에 반영하는 온실가스감축인지 예산제도를 실시 (제24조) (공공부문 온실가스 목표관리) 해당 기관별 온실가스 감축 목표를 설정, 추진상황을 지도·감독가능 (제26조) (탄소중립 도시의 지정 등) 탄소중립을 공간적으로 구현하는 도시(이하 “탄소중립도시”라 한다)를 조성하기 위한 정책을 수립·시행 (제29조) (지역 에너지 전환의 지원) 정부는 지방자치단체의 에너지 전환을 지원하는 정책을 수립·시행. 관련 예산보조 가능 (제30조) 녹색건축물 확대 (제31조), 녹색교통 활성화 (제32조), 탄소흡수원 확충 (제33조), 탄소포집, 이용저장 기술 육성 (제34조), 국제감축사업추진 (제35조) 등이 기본적으로는 중앙정부의 책무로 명시되어 있으나, 관련 시책의 적용 및 이행검점 관리는 지자체와 무관할 수 없음. (온실가스 종합정보관리체계의 구축) 정부의 역할이나 시도지사, 시장 구수 구청장은 지역별 온실가스 통계 산정·분석 등을 위한 관련 정보 및 통계를 매년 작성하여 제출하는 등 적극 협력 책무 (제36조)
적응시책 (제6장, 제37-46조)	기후위기의 감시 예측 등 (제27조) 및 국가 기후위기 적응대책 수립 시행 (제38조)는 국가의 책무로 제시되지만, 해당 기후위기에 대한 적응역량을 강화에 필요한 기술적·행정적·재정적 지원이 가능함을 적시함. (지방 기후위기 적응대책의 수립·시행)에 의거, 해당 지자체의 기후위기 적응대책 수립 및 변경에 대해 시도지사는 환경부장관을 경유, 위원회에 보고의무 (제40조) 기후위기 적응대책 및 대응사업 관련 공공기관의 기후위기 적응대책 (제41조), 지역 기후위기 대응사업의 시행 (제 42조), 관련 물관리 (제43조), 녹색국토의 관리 (제44조), 농림수산의 전환촉진 등 (제45조)은 지역과의 협력체계 하에서 진행되어야 하는 대책들로 관련 궁극적으로 지역별 관련 거버넌스 체계가 마련되지 않을 수 없는 법체계임. ※ 기후위기적응대책의 경우 시군구는 환경부장관과 시도지사에게 제출

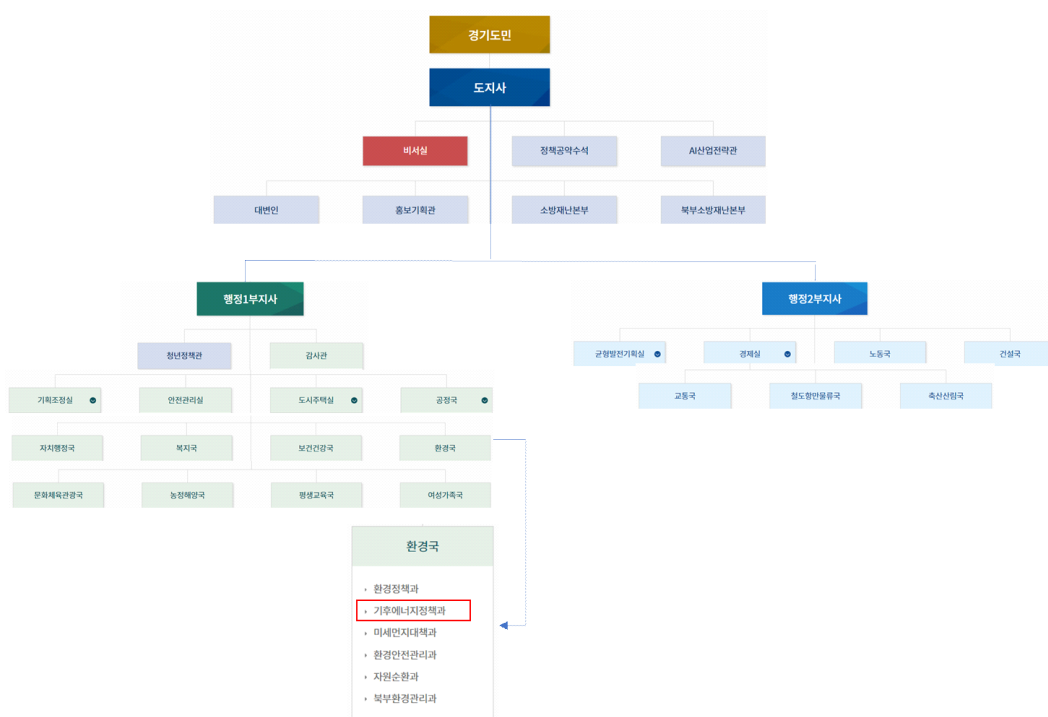
이행 및 확산 (제9, 10장)	탄소중립 지방정부 실천연대 의 구성 등 (제65조) ※ 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장의 추진을 위한 지방자치단체 간의 상호 협력을 증진하기 위하여 지방자치단체의 장이 참여하는 탄소중립 지방정부 실천연대(이하 “실천연대”라 한다)를 구성·운영 가능 제66조(탄소중립 사회 이행과 녹색성장을 위한 생산·소비 문화의 확산), 제67조(녹색생활 운동 지원 및 교육·홍보) 관련 지자체의 역할을 명시하고 있지는 않으나, 궁극적으로 실제 관련 활동은 지자체 기반 생산주체인 기업 및 소비자 행동에서 기인할수 밖에 없는 구조로 지자체는 관련 정보 또는 오염 등급 등을 표시, 공개하는 실질적인 주체가 될 것임 제68조(탄소중립 지원센터의 설립)-지역에 탄소중립 지원센터를 설립 또는 지정하여 운영가능 조례에 의해 지역 기후대응기금 설치가능 (제10장)
---------------------------------	--

출처: 고재경(2021) 재구성.

3. 경기도의 행정조직 및 탄소중립 이행기반 개편 논의

- 경기도는 경기도민이 최상위에 위치한 아래와 같은 조직도를 제시하고 있음.
 - 도시사 직속기구: 비서실, 행정1부지사, 행정2부지사, 정책공약수석, AI 산업전략관, 대변인, 홍보기획관, 소방재난본부, 북부소방재난본부
 - 도의회: 의회사무처 및 전문위원실 포함
 - 합의체 행정기관: 경기도남부자치경찰위원회, 경기도북부자치경찰위원회
 - 평화부지사: 인권담당관, 정무수석, 평화협력국, 소통협력국
 - 직속기관으로 35개 소방서, 농업기술원, 인재개발원, 보건환경연구원, 소방학교
 - 기타 수자원본부, 건설본부를 포함하는 사업소들

[그림 46] 경기도 조직도



출처: 경기도 홈페이지(2022) 자료기반 수정.

- 2021년 5월 경기도 2050 탄소중립 실현을 위한 법제도 개선방안 정책토론회가 개최됨.
- 2022.1.5. 기후위기경기비상행동 등은 탄소중립의 경우 산업과 경제 등 사회의 전반이 대대적으로 변해야 실현이 이뤄지는 만큼, 도가 지방자치단체 차원에서 이 같은 변화에 효과적으로 대응할 수 있도록 행정체계와 제도 등의 전면적 재검토가 필요하다고 강조 (경기일보, 2022).
 - 구체적으로는 도지사 직속의 탄소중립위원회 설치
 - 기후에너지정책과를 기후에너지실로 기능과 권한 확대개편
 - 도자체 인벤토리 구축
 - 도와 시군의 탄소중립추진계획의 이행 여부 점검과 다양한 정책 간 연계성을 확보
 - 탄소중립펀드와 기후대응기금 조성, 탄소인지예산 제도화 및 실효성 제고 등 방안 논의
 - 관련 제도화 근거마련을 위한 ‘경기도 탄소중립 정의로운 전환 기본 조례’ 제정이 추진 중

4. 경기도 탄소중립이행기반 개편관련 검토의견

1) 기후에너지정책과의 확대개편 관련

- 기후에너지정책과의 기후에너지실(안)로의 확대개편 논의는 시의적절한 논의로 보임. 거버넌스 측면에서 논의과정에 추가 고려사항은 다음과 같음.
- **(온실가스 배출 및 흡수 전망)** 전환부문 (전기, 수소, 열 등), 건물, 수송, 산업, 농림축산, 폐기물, 다양한 흡수원관리 및 탄소중립 관련 대외협력 등 매우 광범위한 업무가 포함됨을 확인할 필요가 있음.
 - 경기도 조직도상의 도시주택실 (건물), 농정해양국 및 축산산림국 (농림축산, 흡수원 등), 교통국 및 철도항만물류국 (수송), 환경국 내 자원순환과 (폐기물) 등의 부서가 이들과 직접적인 관련이 있음.
 - 온실가스 배출 및 흡수에 대한 전망을 위해서는 상기 논의된 관련 부문별 시군구별 상세 DB구축이 기본적으로 선행되어야 하지만, 해당 역할을 담당할 수 있는 기구가 추가되어야 함.
 - 탄소중립과 관련된 많은 사업이 중앙정부가 중심이 되어 진행되지만, 궁극적으로는 지자체와의 정보교류 및 협력을 기반으로 진행되어야 한다는 점에서 탄소중립관련 중앙정부와의 공식적인 협력부서가 명시될 필요가 있어 보임
- **(기후위기 감시예측 및 적응역량 강화)** 기후위기 관련 적응분야는 광범위하여 이를 쉽게 한정 짓거나 명시적으로 범위를 제시하기 힘들 정도이나, 환경부의 적응 분야

가이드라인(환경부, 2021.2)을 기본으로 도 단위 및 도내 시군구 범주에 해당하는 내용부터 점검할 수 있는 체계를 마련할 필요가 있음.

- 특히 적응 분야는 기후위기 관련하여 도민들이 겪게 되는 직접적인 문제라는 점에서 특히 관련 도민참여가 체계화될 수 있는 틀이 마련되고 관련 예산도 함께 확보되어야 할 것으로 보임.
- 관련 체계 마련에는 경기도의 직속 및 기타기관들이 상시 참여하여 도민 의견이 수시로 수렴될 수 있는 체계마련이 필요해 보임.
- 2050 지방탄소중립녹색성장위원회는 5년 단위 시도 및 시군구 탄소중립·녹색성장 기본계획의 수립 및 변경을 담당하게 되지만, 지방탄소중립녹색성장위원회는 탄소중립법이 제시하고 있는 탄소중립 지방정부 실천연대²⁷⁾와의 연계를 통한 경기도의 실천방안 등과 관련 적극적인 협력체계를 구축할 필요가 있음.
- 즉, 경기도는 타 시군구와 달리 수도권에 위치하여 2018년 대비 2031년 인구는 약 10%증가율을 보이며, 이에 따라 타 시군구와 달리 온실가스 배출의 증가가 필연적으로 예견됨.
- 탄소중립 이행과정에서 필요한 감축 시책 마련 등의 경우, 도의 특수성이 감안되어도 단위의 특성과 에너지기후환경이 감안된 방식으로 광역시도별 비용 효과적인 감축 방안이 제시되고 이것이 탄소중립 지방정부 실천연대를 통해 함께 공유되고 이해될 수 있도록 함으로써 도민과 도내 기업이 탄소중립이라는 장기비전 달성을 위해 타 시군구와 비교하여 추가적인 비용을 부담하지 않을 수 있는 체계마련이 필요해 보임.

2) 탄소중립이행과 기후에너지실의 역무

- (과학적 예측과 분석역량 제고) 탄소중립법을 요약한 상기 [표 5]의 탄소중립을 위한 지자체의 역할을 논의되는 기후에너지실(안)이 대부분 담당할 수 있는 체계이어야 함.
- 탄소중립과 관련, 지방정부의 감축 및 적응시책은 동법 제3조 기본원칙에 입각, 기후변화에 대한 “과학적 예측과 분석에 기반”하여야 한다는 점에서 이와 관련된 도내 역량향상을 위한 노력이 필요함.
- (감축 및 적응시책 제시에 필요한 도내 데이터체계 구축) 즉각적인 현황파악 및 평가를 위해 광범위한 데이터베이스 구축이 필요
- 교통시스템을 포함하는 다양한 수송부문 정보체계,
- 시군구별 가정용 주거형태별 (단독, 연립, 다세대, 아파트, 기타), 중소대형 상업용 용도별 건물의 용도별 에너지소비실적,
- 도내 세부산업의 현황 및 에너지소비실태 등은 기본적으로 필요한 정보,

27) 기후변화홍보포털 (<https://www.gihoo.or.kr/portal/kr/cnc/cncIntro.do>)에 의하면 탄소중립 지방정부 실천연대와 관련하여 광역·기초지자체 탄소중립 실천연대 구성 및 발족('20.7.7)한 것으로 보고 (광역지자체) 대구광역시(시·도지사 협의회장)에서 참여 지자체 모집, 17개 시·도 전원 참여 (기초지자체) 수원시(시장·군수·구청장 협의회장)에서 참여 지자체 모집, 63개 시·군·구 참여

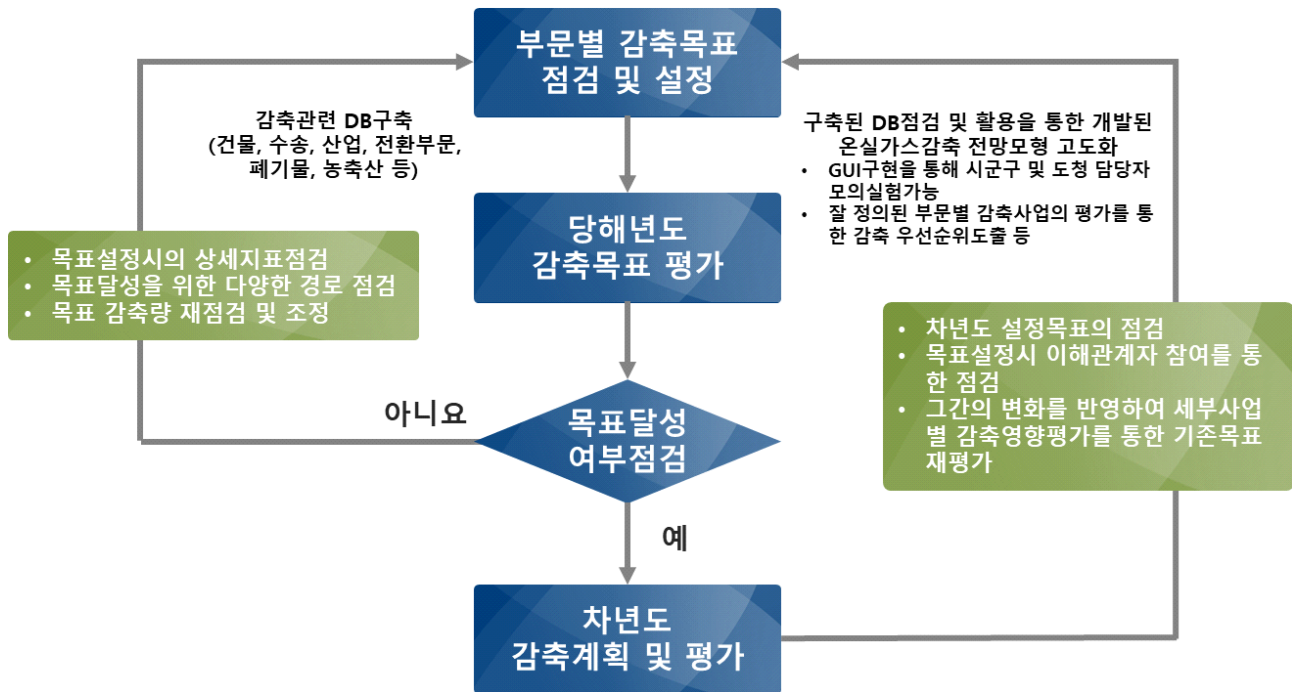
- 이들 정보는 국토부, 산업부 (에너지공단, 에너지경제연구원), 환경부 (환경공단 등) 등에 산재되어 있어 도단위에서 이를 활용할 수 있는 체계마련이 시급함.
- (경기도 및 시군구가 활용가능한 평가도구 구축) 데이터 체계 구축과 함께 요구되는 기후변화대응 관련 도내 역량강화는 부문별 시군구 단위의 감축전망 및 평가 뿐 아니라 광범위한 분야의 적응분야를 포함함.
- 관련 전문가, 이해당사자 네트워크가 구축되어 수시로 관련 내용이 점검, 평가, 환류될 수 있는 체계마련이 필요함.
- (평가결과를 이용한 합리적인 의사결정체계 마련) 정량적인 평가는 필요시 단기적 진행됨으로써 원하는 평가대상에 대한 정량평가결과가 얻어지는 것이라기 보다는 데이터체계구축과 함께 지속적으로 연구가 진행되어져야 필요시 관련 연구의 보완 등에 의한 좀 더 세밀한 평가결과가 제시될 수 있다는 점을 지적함.
- 또한 아무리 과학적 방법론을 동원한다고 하더라도 현실에 진행되는 다양하고 세부적인 변화를 모두 시의적절하게 분석에 반영하기 어려울 수 있으며 이러한 부분을 정성적으로 반영하기 위한 체계구축도 함께 필요함. 이의 사례로는 탄소중립 지방정부 실천연대, 경기도의 직속 및 기타기관들이 상시 참여하여 도민의견이 수시로 수렴될 수 있는 체계 등이 포함됨.

제2절 이행관리 및 환류체계

- [그림 145]는 상기 논의된 탄소중립 이행의 관리 및 환류체계를 도식화함. 5년 단위의 감축 계획이 요구되고 있고, 이때 그간의 변화를 감안하고 그간 업데이트된 관련 DB를 활용하여 새로운 감축 잠재력을 평가하여야 함,
- 다만, 관련 DB 구축과 감축 평가를 위한 모형개발 및 사용자 편의 고도와 등의 작업은 지속해서 이루어져야 할 것으로 판단됨.
- 관련하여 산재된 건물, 수송, 산업, 전환부문, 폐기물, 농축수산 등 관련 정보가 수시로 업데이트될 수 있는 체계마련 역시 필수사항임.
- 목표설정은 과학적 방법을 통한 정량화 과정이 기본이지만, 정량평가에 추가되어야 하고 또 정성적 평가가 필요한 부분에 대해서는 기 구축된 이해관계자 네트워크를 통해 취합된 의견을 수시 반영할 수 있는 체계마련이 필요함.
- 당해연도 감축목표를 평가하여 목표달성 여부가 일정 정도 이상의 불확실성을 갖는 경우, 아래 사항을 점검하여 부문별 감축 목표를 재점검하여 설정함.
 - 목표 설정 시의 상세지표 점검
 - 목표달성을 위한 다양한 경로 점검
 - 목표 감축량 재점검 및 조정
- 이러한 환류 과정을 거쳐 목표달성이 가능성이 확인되면, 바로 다음 연도 감축 계획 및 평가를 시작함. 이때, 다시 아래의 단계를 점검하고 관련 DB 구축 및 모형점검은 환류 체계와 관련 없이 수시로 지속하여야 함.

- 목표 설정 시 이해관계자 참여를 통한 점검
- 그간의 변화를 반영하여 세부사업별 감축 영향평가를 통한 기존목표 재평가

[그림 47] 감축목표 설정, 이행관리 및 환류체계

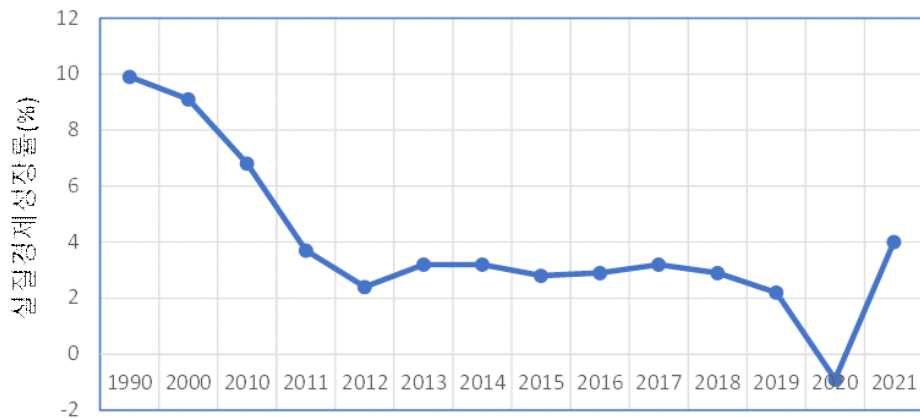


제6장 개선방안

Ⅰ 2018년 온실가스 배출실적 점검의 필요성

- 본 연구는 2018년 에너지밸런스 표를 기준으로 온실가스를 추계하는 방법을 사용하였고, 상향된 2030년 NDC 목표를 달성할 수 있는 온실가스 감축경로를 점검하였음. 그러나 상향된 2030년 NDC가 전제하는 바와 같이 과연 2018년의 온실가스 배출이 역사적 최고점일 것인지는 아직 온실가스종합정보센터의 확정된 국가통계를 통해 확인되지 않는 것이 현실임.
- 아직 국내연구를 통해 경제성장률과 온실가스 배출 간에 디커플링(decoupling)의 확정적인 근거가 제시되고 있지 않음. 최근('16~'21년) 국내경제는 여전히 연평균 2.25%의 실질 경제성장을 이루었다는 점을 감안할 때, 2018년의 온실가스 배출에 대한 국가 NDC의 전제가 수정될 가능성이 큼을 보여주고 있음.
- 따라서 관련 통계가 확정됨에 따라 본 연구에서 제시되는 온실가스 배출 및 감축 관련 수치 역시 수정·보완되어야 함을 확인할 필요가 있음.

[그림 48] 최근 한국경제의 실질경제성장률



출처: 한국은행 국민계정 (2022)

Ⅰ 탄소중립법과 지자체의 역할

- 앞서 점검한 [표 150]에서 확인되는바, 탄소중립을 위한 국가와 지자체의 역할이 명시적으로 구분된 조항들이 있지만, 당연히 지자체와 관련된 분야이지만 관련한 국가와 지자체의 역할이 불분명하게 제시된 사례가 많음을 확인한 바 있음.
- [표 151]에서 지적한 내용 중 특히 우선적으로 검토되어야 할 사안으로 지자체단위의 온실가스 종합정보관리체계 구축에는 기존의 관련 통계수집 및 공표기관의 역할을 명확히 할 필요가 있음.
- 또한 탄소중립을 위한 DB구축의 경우도 상기와 같은 측면이 있으며, 이는 비용 효

과적인 데이터관리체계의 구축이라는 점에서 지자체 또는 탄소중립 지방정부 실천 연대가 주체가 되어 중앙정부에 요청할 필요가 있는 사항임.

[표 47] 지자체의 책무 및 역할이 추상적인 부문 (사례)

구분	내용
감축 시책 관련	• (공공부문 온실가스 목표관리) 정부는 공공기관별 온실가스 감축 목표를 설정, 추진상황을 지도·감독가능하다고 명시하고 있으나, 해당 공공기관 역시 각 광역시도에 분포되어 있어 관련 온실가스 감축실적은 해당지역의 감축실적에 당연히 포함될 것이어서 이의 관리감독에 실질적으로 지자체가 배제될 수 없음 상황이라는 점. (제26조) • (탄소중립 도시의 지정 등) 지자체 장의 요청으로 지정 가능하고, 정부는 관련 사업시행을 위한 비용의 전부 또는 일부를 보조할 수 있다(제29조)고 하지만, 관련 시행령에서 해당 사안에 대한 추가적인 내용은 확인되지 않음. • (지역 에너지 전환의 지원) 정부는 지방자치단체의 에너지 전환을 지원하는 정책을 수립·시행. 관련 예산보조 가능 (제30조)하고 되어 있으나 이 또한 상기의 경우와 같이 구체적인 시행령 내용은 확인되지 않음. • 녹색건축물 확대 (제31조), 녹색교통 활성화 (제32조), 탄소흡수원 확충 (제33조), 탄소포집, 이용저장기술 육성 (제34조), 국제감축사업추진 (제35조) 등이 기본적으로는 중앙정부의 책무로 명시되어 있으나, 관련 시책의 적용 및 이행검점 관리는 지자체와 무관할 수 없음에도 불구하고 구체적인 지자체의 역할이 동 시행령에서도 확인되지 않음. • (온실가스 종합정보관리체계의 구축) 정부의 역할이나 시도지사, 시장 구수 구청장은 지역별 온실가스 통계 산정·분석 등을 위한 관련 정보 및 통계를 매년 작성하여 제출하는 등 적극 협력 책무가 주어져 있음 (제36조)이나, 광역시도별 및 이하 시군구별 관련 정보구축보다는 이를 전담하거나 이미 관련 통계를 집계하는 기관의 역할이 명시될 필요가 있음.
적응 시책 관련	• 기후위기의 감시 예측 등 (제27조) 및 국가 기후위기 적응대책 수립 시행 (제38조)는 국가의 책무로 제시되어 있고, 해당 기후위기에 대한 적응역량을 강화에 필요한 기술적·행정적·재정적 지원이 가능함을 적시되어 있으나, 그 지원가능한 내용에 구체성이 결여됨. • 기후위기 적응대책 및 대응사업 관련 공공기관의 기후위기 적응대책 (제41조), 지역 기후위기 대응사업의 시행 (제 42조), 관련 물관리 (제43조), 녹색국토의 관리 (제44조), 농림수산의 전환촉진 등 (제45조)은 지역과의 협력체계 하에서 진행되어야 하는 대책들로 관련 궁극적으로 지역별 관련 거버넌스 체계가 마련되어야 함
이행 및 확산 관련	• 제66조(탄소중립 사회 이행과 녹색성장을 위한 생산·소비 문화의 확산), 제67조(녹색생활 운동 지원 및 교육·홍보) 관련 지자체의 역할을 명시하고 있지는 않으나, 궁극적으로 실제 관련 활동은 지자체 기반 생산주체인 기업 및 소비자 행동에서 기인할 수 밖에 없는 구조로 지자체는 관련 정보 또는 오염등급 등을 표시, 공개하는 실질적인 주체가 될 것임

Ⅰ 과학적방법에 의한 탄소중립 이행평가를 위한 조건

- 현재 광역시도는 물론이고, 해당 시군구에게 요구되는 과학적 방법론에 입각한 광역시도별, 시군구별 감축 및 적응대책수립 및 평가를 위해서는 다음과 같은 몇가지 조건이 충족되어야 할 것으로 보임.

○ 전국 시군구별 상세 DB구축

- 건물유형별 (주거용: 단독, 연립, 다세대, APT, 기타, 상업공공용: 건축법상 분류기준에 따른 건물용도별) 연면적, 단열정보, 용도별 (냉, 난방, 취사, 급탕, 기타 기기 등) 에너지소비량 및 온실가스배출정보 (Non-CO₂ 포함)
- 수송부문 유형별 (육상, 철도, 해운, 항공 등), 여객, 화물의 각각 인당 또는 톤당 서비스수요, 운행수단별 구매 및 관리비용, 연비, 적재중량 및 에너지소비량
- 산업부문별 중간투입 및 최종재화 생산액, 공정별 기기비용, 에너지원별 투입량 및 투입액
- 전환부문 (전기, 수소, 열 등)의 세부 DB: 전국 시군구별 신재생발전원 포함한 세부 발전원별 에너지투입량 및 발전량 (시간대별 정보)
- 기타 관련 정보

○ 경기도 시군구별 온실가스 감축평가 모형 세분화

- 2021.6 이후 진행된 경기도 기후변화 대응계획 연구를 통해 개발된 모형은 전국 16개 광역시도와 경기도의 31개 시군구를 포함하는 에너지환경모형으로 개발됨.
- 개발된 모형은 경기도를 포함하는 광역시도의 에너지 및 온실가스 배출에 대한 정합성 있는 결과를 산출할 수 있어 제시된 결과와 국가 온실가스 감축 목표 등을 구체적으로 연계하여 광역시도별 비용효과적으로 국가 감축목표를 달성할 수 있는 방안을 제시할 수 있음.
- 상기 제시된 DB의 구축과 병행하여, 데이터부족으로 세분화연구가 진행되지 못한 부분의 세분화 연구 등을 통해 현재보다 상세화된 경기도 시군구별 온실가스 감축 평가모형 구축이 가능함.
- 또한 개발된 모형은 추가작업을 통해 GUI (graphic user interface)가 구현되어 경기도 및 31개 시군구 기후변화대응 담당자들이 실제 변화된 현황조건을 반영하여 필요시 새로운 모사를 통해 제시된 목표치 등에 대해 점검을 할 수 있도록 함으로써, 여타지역과 달리 인구가 계속 증가하고 있는 경기도에 기대되는 국가 목표 달성을 위한 역할을 정량적으로 분석 평가할 수 있는 도구로 개발이 가능함.

○ 경기도 시군구별 온실가스 감축목표의 홍보 및 환류

- 본 연구를 통해 이미 31개 시군구별 기후변화대응 관련 정보의 공개, 자체평가 등을 위한 웹사이트²⁸⁾가 구축되어 있음.
- 본 연구가 마무리된 이후에도 경기도의 요청 여하에 따라 상기의 웹사이트는 지속적인 업데이트를 계획하여 살아있는 정보창구로 활용하고자 함.
- 해당 웹사이트의 활성화 정도에 따라 장기적으로는 웹사이트를 통한 도민들의 참여를 확대할 수 있는 다양한 방안 마련이 가능함.

28) <http://energymodeling.ajou.ac.kr/>

제7장 참고문헌

- 고재경(2021). 기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법 및 경기도 기후위기 대응을 위한 탄소중립녹색성장 조례 제정 토론회(2021. 12. 9).
- 경기도 내부자료: 그린뉴딜 (2021)
- 경기도 내부자료: 2021년 기후에너지정책 추진계획 (2021)
- 경기도 내부자료: 에너지전환 세부계획 (2021)
- 경기도 내부자료: 수소에너지 생태계구축 기본계획(안) (2021)
- 경기도 내부자료(2021).
- 경기도(2010). 『제1차 경기도 기후변화대응 종합계획』.
- 경기도(2018a). 『2030 경기도 온실가스 감축 로드맵 수립』.
- 경기도(2018b). 『경기도 제2차 광역건축기본계획 수립』.
- 경기도(2018c). 『제4차 경기도 환경보전계획』.
- 경기도(2019a). 『경기도 도시철도망구축계획』.
- 경기도(2019b). 『제5차 경기도 지역에너지계획 수립 연구』.
- 경기도(2020). 『경기도 시군별 장래인구 특별추계(2017~2037)』.
- 경기도(2021a). 『2021년 경기도 주거종합계획』
- 경기도(2021b). 『2021 회계연도 성과계획서』
- 경기연구원(2016). 『경기도 산업단지 온실가스 감축 종합계획』.
- 경기연구원(2018a). 『2030 경기도 온실가스 감축 로드맵』.
- 경기연구원(2018b). 『2030 경기도 온실가스 감축 로드맵 수립』.
- 경기일보(2022). 경기도 탄소중립리포트, 하. 탈바꿈 선행돼야, <http://www.kyeonggi.com>
- 경기통계(2018). 『경기통계연보 2018』.
- 경기통계(2020). 『경기통계연보 2020(2019기준)』.
- 경기도 홈페이지(2022). <https://www.gg.go.kr/org/orgChart.do?menuId=1808> (접속일자: 22.3.12)
- 고재경 외(2020). 『제3차 경기도 녹색성장 추진계획 수립 연구』. 경기연구원.
- 고재경 외(2021). 『경기도 탄소중립 추진전략과 과제』. 경기연구원.
- 관계부처합동(2018). 『제1차 자원순환기본계획』.
- 관계부처합동(2019a). 『미세먼지 관리 종합계획』.
- 관계부처합동(2019b). 『수소경제 활성화 로드맵』.
- 관계부처합동(2019c). 『제2차 기후변화대응 기본계획』.
- 관계부처합동(2019d). 『제3차 녹색성장 5개년 계획(안)』.
- 관계부처합동(2021a). 『2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안』.
- 관계부처합동(2021b). 『2050 탄소중립 시나리오안』.
- 관계부처합동(2021c). 『제4차 친환경자동차 기본계획』.
- 국립산림과학원(2019). 『주요 산림수종의 표준 탄소흡수량(2019)』.
- 국토교통부(2019). 『제2차 녹색건축물 기본계획』.
- 국토교통부(2020). 『2020 국토교통통계연보』.
- 기상청(2019). 『2019년 수도권 기후자료집-2019년 수도권 지역별 상세분석』.
- 기상청(2020). 『기후변화과학 용어 설명집』.
- 대한민국정부(2020). 『지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국 2050 탄소중립 전략』.
- 법제처 입법예고 (2021.11.11.),

<https://www.moleg.go.kr/lawinfo/makingInfo.mo?mid=a10104010000&lawSeq=65991&lawCd=0&lawType=TYPE5¤tPage=2&keyField=&keyWord=&stYdFmt=&edYdFmt=&lsClsCd=&cptOfiOrgCd>
= (접속일자: 22.3.12)

산업통상자원부(2017). 『재생에너지 3020 이행계획(안)』.

산업통상자원부(2019). 『제3차 에너지기본계획』.

산업통상자원부(2020). 『제9차 전력수급기본계획』.

세움터(2021). 『2020년 시도별 건축물현황 (보도자료용)』.

에너지경제연구원 내부자료(2021).

에너지경제연구원(2011). 『세계 에너지시장 인사이트』 제21-23호.

에너지경제연구원(2017). 『2017년도 에너지총조사』.

에너지경제연구원(2019). 『2019 에너지통계연보』.

에너지경제연구원(2020). 『2020 지역에너지통계연보』.

에너지경제연구원(2021). 『시군구 에너지수급통계(2019년기준)』.

에너지관리공단(2013). 『건물·수송부문 온실가스 감축수단 Pool 구축』.

온실가스종합정보센터 내부자료(2021).

온실가스종합정보센터(2020). 『2020년 국가 온실가스 인벤토리(1990-2018) 공표』.

임동민(2021). 『IPCC 제6차 평가보고서 제1실무그룹 보고서 주요내용』. 교보증권.

정용현 교수(아주대학교 국제대학원)의 자문보고서

탄소중립위원회(2021). 『2030 국가온실가스감축목표(NDC) 상향(안)』.

한국교통안전공단(2019). 『2018 자동차주행거리통계』.

한국교통안전공단(2021). 『대중교통이용통계』.

환경에너지공단(2019). 『신재생에너지보급실적조사』.

한국에너지공단(2020). 『2020 집단에너지사업 편람』.

한국에너지정보문화재단(2021). 『IPCC 제6차 평가보고서 제1실무그룹 보고서 주요내용』.

한국은행(2020). 『국민소득』

한국은행(2021). 『기후변화 대응이 거시경제에 미치는 영향』

한국은행 국민계정 (2022), <http://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=4201> (접속일자:22.3.12)

한국환경공단(2021). 『지자체 기후변화대응계획 수립 가이드라인』

행정안전부(2021). 『주민등록인구현황』.

환경부 수도권대기환경청(2020). 『제2차 수도권 대기환경관리 기본계획』.

환경부 한국환경산업기술원(2016). 『저탄소 기후변화 적응 사회를 위한 사회경제 변화 시나리오』.

환경부(2018). 『2030 국가 온실가스 감축 로드맵 수정』.

환경부(2020). 『전국 폐기물 발생 및 처리현황』.

환경부(2021.02). 지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립지침

환경부 보도자료(2021.8.31.), 2050 탄소중립을 향한 경제·사회 전환 법제화 탄소중립기본법 국회 통과.

환경부 한국환경산업기술원(2016). 『저탄소 기후변화 적응 사회를 위한 사회경제 변화 시나리오 개발, 제3차년도 최종보고서』.

한국전력공사(2021). 『한국전력통계』

“(공동)보도_제26차 유엔기후변화협약 당사국총회(COP26) 폐막”. 환경부 보도자료(2021.11.14)

“‘수소에너지 생태계구축 기본계획’ 수립”. 경기도청 보도자료(2019.09.18).

“2030 지속가능 교통물류발전 기본계획 공청회 개최”. 국토교통부 보도자료(2021.7.8).

“CAT net zero target evaluations”. Climate Action Tracker (2021.11).

“Race to Net Zero: Carbon Neutral Goals by Country”. Visual Capitalist(2021.6).

“경기도, 새로워진 미세먼지 저감 종합대책 확정.발표”. 경기도청 보도자료(2018.10.18).

“제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로! 이제 시작합니다”. 국토교통부 보도자료(2019.6.21).

Clark et al. (1993)

Environmental Defense Fund(EDF)(2021). 『Recapturing U.S. Leadership on Climate』.

International Energy Agency(IEA)(2021), World Energy Balances,
<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances#energy-balances>

IIASA(International Institute for Applied Systems Analysis)(2018) 『SSP Database』.
<https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=10>

IMF (International Monetary Fund) (2019). 『Fiscal Monitor: How to Mitigate Climate Change』

Jeon, S., Roh, M., Oh, J., & Kim, S. (2020a). “Development of an Integrated Assessment Model at Provincial Level: GCAM-Korea. 『Energies』, 13(10), 2565.

Jeon, S., Roh, M., Heshmati, A., & Kim, S. (2020b). "An Assessment of Corporate Average Fuel Economy Standards for Passenger Cars in South Korea" 『Energies』, 13(17), 4533.

Jeon, S., Roh, M., & Kim, S.(2021). “The derivation of sectoral and provincial implications from power sector scenarios using an integrated assessment model at Korean provincial level: GCAM-Korea”. 『Energy Strategy Reviews』, 38, 100694.

Kate Calvin. The GCAM Shared Socioeconomic Pathways(SSPs).

Kaufman, N., Barron, A. R., Krawczyk, W., Marsters, P., & McJeon, H. (2020). A near-term to net zero alternative to the social cost of carbon for setting carbon prices. 『Nature Climate Change』, 10(11), 1010-1014.

Loughlin etc.(2020). 『The GLIMPSE Project: A decision support tool for air quality management』.

OECD (2018). 『Long-term baseline projections』.
https://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?datasetcode=EO103_LTB&lang=en

O'Neill, B. C., Carter, T. R., Ebi, K., Harrison, P. A., Kemp-Benedict, E., Kok, K., ... & Pichs-Madruga, R.(2020). “Achievements and needs for the climate change scenario framework”. 『Nature climate change』, 1-11.

Paris Reinforce(2021). 『D7.3-Report on Stakeholder Needs and Research Capacity Needed』.

Roh, M., Jeon, S., Kim, S., Yu, S., Heshmati, A., & Kim, S.(2020). “Modeling Air Pollutant Emissions in the Provincial Level Road Transportation Sector in Korea: A Case Study of the Zero-Emission Vehicle Subsidy”. 『Energies』, 13(15), 3999.

The White House(2016). 『United States Mid-Century Strategy for Deep Decarbonization』.

UNFCCC(2020a), 『Submission under the Paris Agreement - The Republic of Korea's Update of its First Nationally Determined Contribution』.

UNFCCC(2020b). 『INDC submission by the Republic of Korea on June30』.

GCAM v.5.3 <http://jgcri.github.io/gcam-doc/v5.3/energy.html#gas-processing/>

GCIMS gcims.pnnl.gov/global-change-intersectoral-modeling-system/

Petronet <https://www.petronet.co.kr/main2.jsp>

경기건축포털 <https://ggarchimap.gg.go.kr/architecture-greenplan/>

경기기후환경네트워크 <https://gcen.or.kr>

경기도광역환경관리소 https://www.gg.go.kr/gg_env_manage/gg_env_manage-minwon-status

경기도교통정보센터 <https://gits.gg.go.kr/web/main/index.do/>

경기도도시재생지원센터 <https://www.ggursc.or.kr/>

경기도에너지센터 https://www.ggenergy.or.kr/energy/content/story/story01_01_01

경기도청 <https://www.gg.go.kr/bbs/boardView.do?bsIdx=464&bIdx=177160&menuId=1535>

경기통계 <https://stat.gg.go.kr/statgg/main.html/>
 국가교통DB <https://www.ktdb.go.kr/www/selectPblcteWebList.do?key=39&searchLclasCode=PBL03>
 국가법령정보센터 <https://www.law.go.kr/>
 국가에너지통계종합정보시스템 http://www.kesis.net/sub/sub_0005.jsp
 국가통계포털
 https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=426&tblId=DT_426001_N004&conn_path=I2
 국토교통부 <http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statMetaView.do?hRslId=58>
 국토교통통계누리 <http://stat.molit.go.kr>
 기상자료개방포털 <https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do>
 기후정보포털 <http://www.climate.go.kr/home/cooperation/lpcc.php>
 세움터 <https://cloud.eais.go.kr/>
 아주대학교 모형연구실 energymodeling.ajou.ac.kr.
 전력통계정보시스템 <http://epsis.kpx.or.kr/epsisnew/selectMain.do>
 제1회 경기도 탄소공감 행사. <https://carbonzero.go.org/sub/overview.php>
 통계청 <https://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>
 통계청 『장래인구추계』
 https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1BPB002&conn_path=I2
 한국집단에너지협회 <http://www.kdhca.co.kr>
 통계청, (2021), 시도별 건축허가현황.
 https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_2200
 국토교통부, (2019), 제2차 녹색건축물 기본계획
 박용성, 2020, 건축물 리모델링 시장의 전망과 정책 과제, 한국건설산업연구원 건설이슈포커스
 탄소포인트제, 지자체별 참여현황, (2022.02)
 <https://cpoint.or.kr/user/currentStatus/currentStatus.do>
 김치백, 신동우, 한주연, 황영규, (2014), 공동주택 재건축과 리모델링의 친환경성 비교분석 - CO₂배출량
 분석을 중심으로 -, 한국건설관리학회논문집, Vol.15(1), pp.87-100