03 교통수요 관리와 친환경 공공교통수단을 통한 탄소중립 실현

이규진 아주대학교 TOD 기반 지속가능도시교통연구센터 교수 (transjin2970@gmail.com)

머리말

탄소중립은 경제·사회 전반에 걸친 저탄소 구조로의 전환을 통해 기후환경 위기에 대응하면서 미래의 지속가능성 발판 마련을 목적으로 한다. 이때 탄소중립은 단순히 그동안의 탄소 감축정책을 답습하는 포어캐스팅(forecasting) 방식이 아닌, 성장 중심의 '경제 패러다임'에서 사람 중심의 '탄소중립 패러다임'이라는 전환을 기조로 기술도약·경제성장·삶의 질 개선의 통합적인 접점을 찾기 위한 노력이 더욱 중요하다.

한편 교통은 사람의 통행이나 상품 이동의 물리적 거리에 대한 극복수단으로, 교통수단은 역사적으로 도시의 발달과 사람들의 공간적 활동 범위 등에 영향을 미치는 주요 요인으로 작용해 왔다. 우리나라의 주요 교통수단은 현재 자동차 시대에 도달해 있는데, 즉 자동차에 의한 도시분화 및 탄소배출 문제는 곧 교통발달의 소산이라고 할 수 있다. 따라서 사회경제활동을 위해 필수 불가결한 교통은 탄소중립 대전환 시대에 발맞춰 자동차 연료 전환과 같은 단편적인 탄소중립 목적성 지향을 넘어서, 지속가능한 미래사회 및 도시성장 등으로 변모하기 위한 방향으로 재설계되어야 한다.

이러한 관점에서 수송 탄소중립은 과학적 근거에 기반한 사람 중심의 탄소중립, 처방적 규제(prescriptive regulation)[1]와 시장 기반 정책(market-based policy)[2]의 조화, 저탄소 기술혁신 및 공공교통 기반의 저탄소 경제활동 유도라는 큰 틀에서 정책방향을 설정하여야 할 것이다. 이 글에서는 전술한 정책 철학에 기반하여 수송 탄소중립의 실효성 제고를 위한 몇 가지 제언을 담아보고자 한다.

수송부문 탄소배출 현황 및 목표

2018년 기준 수송 탄소배출량(9810만t)은 국가 전체의 13.5%를 차지하며, 연평균 3.7%씩 증가하고 있다. 특히 수송 탄소배출량의 94.3%를 차지하고 있는 도로배출량은 수송부문보다 더 높은 연평균 증가율(4.1%)을 나타내고 있다(온실가스종합정보센터 2020; 2021). 자동차 평균 에너지소비효율 및 온실가스 배출 허용기준 강화, 친환경

1) 도심 주차료 인상 등 가격정책, 자동차 온실가스 기준 강화 등 규제정책.
2) 친환경차 구매 보조금 등 인센티브 정책.

〈표 1〉 수송부문 온실가스 배출량 추이 (단위: 백만t, %)

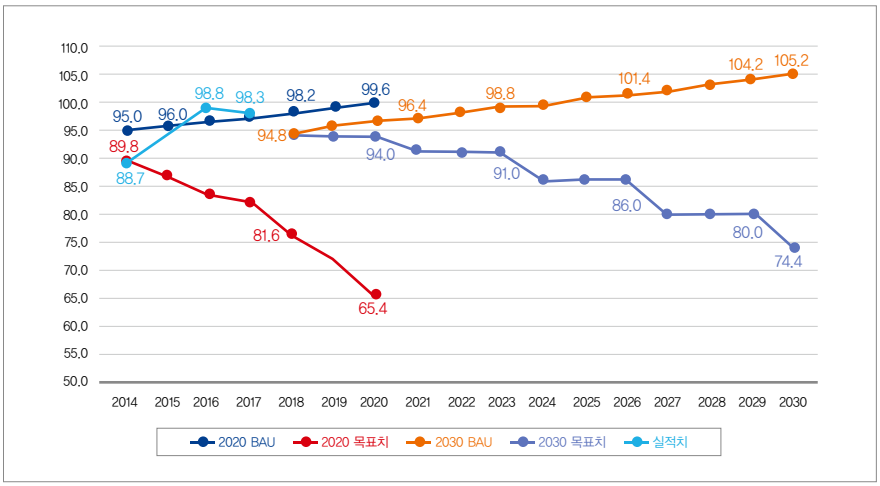
구분	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2015년	2016년	2017년	2018년	연평균
도로	30.9	58.5	64.5	76.9	81.1	90.1	94.6	94.3	94.7	4.1
철도	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	−3.9
항공	0.8	1.3	1.4	1.0	1.1	1.5	1.7	1.7	1.6	2.4
해운	2.4	3.6	2.8	2.8	2.3	1.6	1.4	1.3	1.0	−3.1
기타	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	0.8	0.5	0.3
합계	35.5	64.7	69.9	81.8	85.4	94.2	98.8	98.3	98.1	3.7

자료: 온실가스종합정보센터 2020; 2021.

차 보급 확대 등의 감축정책에도 불구하고, 도로부문 탄소배출량은 지속적인 증가 추세에 있다.

정부의 2020 수송부문 온실가스 감축목표(관계부처 합동 2014)는 6540만t이었으며, 2018년 배출량(9470만t)에서 2년간 2930만t이 감축되어야 가능한 수준이다. 2030 수송 온실가스 감축목표 수립 시, 2020년 BAU는 9400만t으로 설정하였고, 2030년까지 1960만t 감축한 7440만t으로 로드맵을 마련하였다(관계부처 합동 2018). 해당 로드맵에서의 2030년 수송부문 온실가스 감축수단은 전기자동차 보급 확대(100 → 300만 대), 평균연비 기준 강화, 전기버스 상용화, 대중교통 운영 확대, 승용차 운영 억제 등으로 계획하였다.

〈그림 1〉 수송부문 온실가스 감축 로드맵 간 비교(2020년 vs 2030년) (단위: 백만t, CO_2eq)



자료: 에너지전환포럼 2020에서 재인용.

정부의 교통부문 2050 비전 및 전략 소개(대한민국 정부 2020)

2020년 정부는 '대한민국 2050 탄소중립 전략'(대한민국 정부 2020)을 수립하였으며, '기후변화 대응을 위한 국제사회 노력에 적극 동조', '지속가능한 선순환 탄소중립 사회 기반 마련', '국민 모두의 공동노력 추진'을 기본원칙으로 우리나라 장기 저탄소 발전전략(Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategy: LEDS) 비전을 제

시하였다. 수송부문 비전 및 전략을 살펴보면, 기존 석유연료를 기반으로 구축된 수송 시스템을 미래차(친환경차+자율주행) 중심으로 재편하고, 재생에너지 중심 청정에너지로의 공급체계 전환을 계획하고 있다. 또한, 국가는 미래차의 경쟁력을 강화할 수 있도록 지원하고, 저탄소 운송연료 사용을 위한 정책 및 연비규제 등을 적절하게 활용할 계획이다. 아울러, 대중교통 활성화, 차량 공유서비스 이용 확대 등 교통수요 관리와 차세대 지능형 교통시스템 구축, 자율주행차 기술의 상용화 등 자동차 운행 최적화로 에너지소비 감축정책, 기존 도로 중심의 물류체계를 저탄소 운송수단인 철도 · 해운으로 전환하는 물류체계 전환 정책(modal shift)들도 추진할 계획을 담고 있다.

주요 전략으로는 친환경차 보급 인프라 구축, 모빌리티 기술혁신이 있다. 구체적으로는 친환경차가 내연기관차 대비 가격경쟁력을 갖출 때까지 정부 차원의 지원을 유지하며, 추가적인 감축을 위해 드론, 도심항공교통(UAM) 등 미래 혁신기술에 기반한 새로운 교통수단에 지속적인 투자를 제공할 계획이다.

도로부문 탄소중립 실효성 제고방안

패러다임 전환에 입각한 본질적인 원칙 설정

정부는 온실가스 감축 로드맵을 통해 계획한 감축목표를 매년 달성하지 못해 여전히 의미있는 성과를 내지 못하고 있는데, 이는 보다 현실적이고 실현가능한 전략이 요구되는 이유이기도 하다. 수송부문의 탄소중립 실효성을 제고하기 위한 방안을 비롯하여, 무엇보다 패러다임 전환에 입각한 본질적인 원칙 설정이 우선시되어야 한다. 즉, 과학적 근거에 기반한 사람 중심의 탄소중립전략 설계, 처방적 규제와 시장 기반 정책의 조화, 저탄소 기술혁신 및 공공교통 기반의 저탄소 경제활동 유도라는 큰 틀에서 고려되어야 하며, 정책의 이행평가체계 또한 지속적 성장과 사람 중심으로 접근해야 할 것이다. 또한 기후변화 대응과 미세먼지 저감정책의 통합연계 추진으로 정책 효과를 극대화하려는 노력도 필요하다.

수송 탄소중립 평가체계는 탄소 감축량에만 매몰되기보다는 UN의 지속가능발전목표(SDGs)와 정합성을 유지하고, 환경 편익의 공평한 분배 등을 실행할 수 있도록 환경 정의, 수요 관리 및 합리적 도시구조 등을 지향하는 대중교통중심도시(Transit Oriented Development: TOD), '7D Index[3] 지향이 필요할 것으로 판단된다.

더불어 수송 탄소중립은 자동차의 에너지 전환이라는 단편적인 측면에 주안점을 두는 것이 아닌 수요 관리를 통한 지속가능한 교통수단으로의 전환, 대중교통 중심형 도시계획 등으로 확장 추진되어야 한다고 본다. 따라서 수송 탄소중립정책에는 삶의 질 향상, 지속가능성, 지역 및 계층 형평성 등의 원칙이 명시적으로 담겨야 할 것이다. 구체적인 예를 보면 대중교통 지향형 도시개발을 통한 삶의 질 향상, 공공교통 활성화에 따른 지속가능성

3) Density, Diversity, Design, Destinations, Distance, Demographics and Demand management.

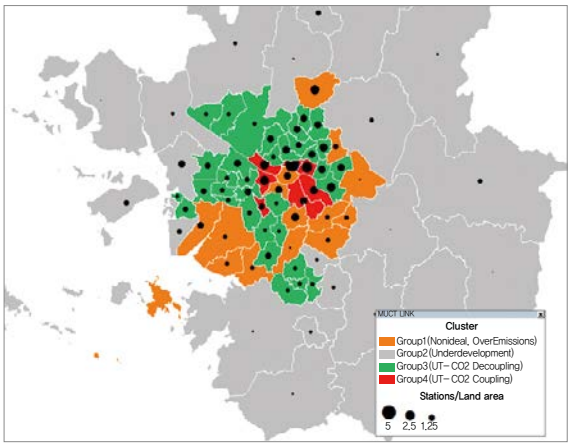
추구, 비수도권 대중교통 분담률 향상을 바탕으로 한 지역 형평성 제고, 경·소형 자동차 비중 확대를 통한 계층 형평성 추구 등을 들 수 있다.

삶의 질 향상, 대중교통 지향형 도시개발

대중교통 지향형 도시개발, 이른바 TOD를 승용차 위주의 도시교통체계를 대중교통 중심으로 전환하여 온실가스 저감 및 친환경 도시성장으로 유도가능한 대안적 도시체계로서 꾸준히 논의되고 있다. 생태도시로도 일컬어지는 브라질의 쿠리치바를 필두로 보고타, 싱가포르 등 전 세계적으로 다양한 적용 사례가 증명되고 있다. 즉, TOD란 기존 도시와 다르게 역(또는 정류장)을 중심으로 고밀도 복합개발을 유도하여 대중교통의 접근성을 극대화하는 개발방식을 말한다. 대중교통 이용을 제고하고 승용차 이용을 억제하는 친환경적 도시체계라 할 수 있다. 이 개념의 핵심에는 도심 간선축의 교통수요를 처리할 수 있는 강력한 대중교통수단, 대중교통 정거장(역 또는 환승센터)을 중심으로 하는 고밀도 복합 토지이용, 보행, 자전거 등과 같이 비동력(non-motorized) 교통수단에 의한 대중교통 접근성 극대화 등이 해당한다.

수도권의 도시교통 특성과 수송 탄소배출량을 분석한 결과, 탄소배출량이 적은 도시는 고밀지역이지만 대중교통 및 비동력 교통수단 분담률이 높고, 교통약자의 비중도 높은 것으로 나타났다.

〈그림 2〉 수도권 탄소배출 분포도



자료: 아주대학교 2020, UTEAS(2014 raw data 분석결과).

〈표 2〉 수도권의 도시교통 특성과 수송 탄소배출량 비교

구분		1그룹(가칭 부조화도시)	3그룹(가칭 조화도시)
군집분석 기준	CO_2 배출량(t/㎢)	77,649	39,321
	인구밀도(인/㎢)	39,110	50,108
	직주자밀도(인/㎢)	52,960	65,198
	도시철도 역수	1.16	1.23
도시교통 특성	대중교통 분담률(%)	18.73	19.73
	비동력 분담률(%)	18.73	19.73
	보행량(통행/㎢)	23,293	29,611
	자전거 통행량(통행/㎢)	1.18	1.97
	교통약자 비중(인/100)	89,911	113,288

자료: 아주대학교 2020, UTEAS(2014 raw data 분석결과).

이는 대중교통을 중심으로 하는 고밀 복합개발 및 도심 공공주택 정책이 수송 탄소중립의 실현 요소임을 실증한다. 직주근접 도시개발 등을 통해 승용차의 통행을 억제할 수 있는 데다가 교통약자가 거주할 수 있는 도심 공공주택 조성은 비동력 분담률 의존도가 비교적 높은 계층과의 조화로운 공존에 기여하기 때문이다.

이처럼 대중교통 지향형 도시개발은 수송 탄소중립에 기여할 뿐 아니라, 국토공간의 효율적 이용 및 계층 간의 조화로운 공존, 비동력 교통수단 이용 등에 따른 삶의 질 제고에도 효과적이다. 사람·도시·교통의 조화로운 체계 마련이 수송 탄소중립 전략 설계의 핵심이 되어야 하는 이유인 것이다.

지속가능성, 공공교통 활성화

전기·수소 승용차의 보급은 교통 온실가스 감축의 가장 주요한 정책 수단으로 부각되어 왔으며, 이는 미래산업에 대한 경쟁력 확보에도 일조할 것으로 기대된다. 다만, 이에 대한 불완전한 지식을 간과할 수 없으므로 연료 전환정책 추진 시 정교한 정책 설계가 뒷받침되어야 한다. 전기차 보급에 있어 비배기가스 배출, 배터리 위해성, 연료비 감소에 따른 주행거리 증가라는 리바운드 현상, 보조금 역진성 등의 한계가 지적되고 있기 때문이다. 특히, 전기차 보급은 개인의 교통수단이므로 여전히 도로건설에 따른 도시 양분, 주차장 문제, 교통혼잡 등의 사회적 불편익을 가중시킬 우려도 존재한다.

그러므로 장기적인 지속가능성(long-term sustainability) 측면에서 개인교통보다는 공공교통 활성화에 주목할 필요가 있다. 승용차의 경우 평균 보유 기간이 약 8년 내외인 반면, 보행·자전거도로 인프라, 특히 철도 인프라의 사회경제적 효과는 최소 40년 이상 지속된다. 개인의 근본적인 통행행태 개선에도 기여하기 때문이다. 즉, BRT·트램 등의 체계적 추진, DRT(수요응답형 교통수단) 활성화, 서비스로의 MaaS(Mobility as a Service) 확산 등과 같이 전반적인 교통체계를 승용차 중심에서 공공교통 중심으로 개편할 필요가 있다. 2021년부터 시행 중인 안전속도 3050과 더불어 과감한 로드 다이어트(road diet)를 추진하되, 보행·PM(Personal Mobility) 도로의 엄격한 분리를 통한 단거리 공공교통 활성화 정책도 병행되어야 한다. 영국 런던에서 2017년부터 시행되고 있는 LEBS(Low Emission Bus Zone) 등의 정책을 고려할 수 있을 것이다.

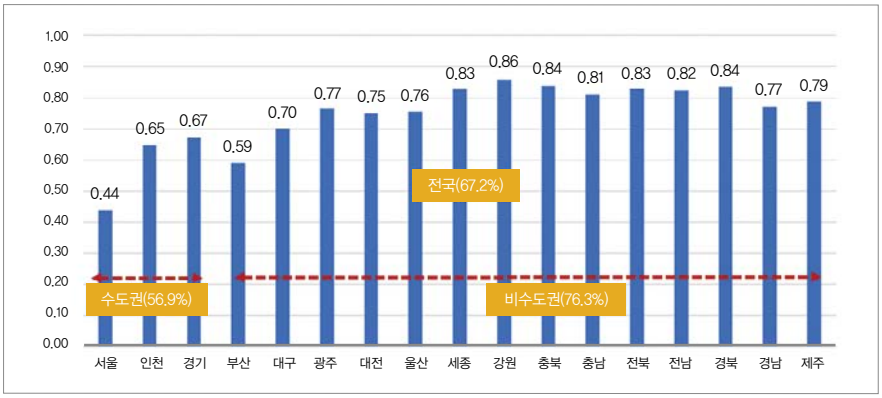
덴마크는 세계에서 걷기 좋은 도시이면서 가장 행복한 나라로 선정되었는데, 이는 걷기와 행복의 가치 추구에 대한 공통분모가 있기 때문이라고 생각된다. 보행·자전거 등을 통한 통행이 활발한 도시는 유동인구가 많다는 의미이며, 활력이 넘치는 도시에서 지역 경제의 활성화를 기대할 수 있기 때문이다.

지역 형평성, 비수도권 대중교통 분담률 향상

현재 우리나라는 지역 간 대중교통 인프라 공급 등의 불형평성으로 지역별 대중교통 분담률에서 상당한 차이(서울 43.7%, 전북 82.9%, 경북 83.6% 등)를 나타내고 있다. 수도권 집중화로 지방 도시인구가 감소하고, 이는 지방세 수입 및 재정자립도도 감소케 하여 교통 인프라 부족까지 야기시키는데, 지방을 더욱 고립시켜 인구감소의 악순환을 반복하게 만들고 있다. 선제적으로 지방 도시에 교통 인프라를 공급하여 국토공간의 효율적인 활용을 통한 지역 경제 활성화 및 지역 간 수송 탄소중립을 실현해야 하는 이유가 여기에 있다.

지역 간 탄소중립의 형평성 제고는 처방적 규제와 시장 기반 정책의 조화로 접근할 수 있다. 수도권 교통 혼잡지역의 혼잡통행료 강화, 주차료 인상 및 탄소세 도입 등을 적극 추진해야 하는데, 수단 간 수요 전환을 위해서는 인센티브 등 보조금정책과 더불어 처방적 규제가 뒷받침되어야 정책 효과가 극대화될 수 있기 때문이다. 더 나아가 기업 간 탄소배출권 거래제도와 같이 도시 간 수송 탄소배출권 거래제 도입의 검토가 필요해 보인다. 교부세 등의 조정만으로는 지방 교통 인프라 확충에 대한 예산이 한정적이므로, 파리협정에서의 '공동의 그러나 차별화된 책임(common but differentiated responsibility)'[4]이라는 원칙에 기반하여 수도권 등 도심지역은 수송 탄소비용을 내재화하는 것이다. 이를 통해 지방권의 기후대응 기금 조성과 연계 및 공공교통 투자에 활용될 재원을 확보할 수 있을 것이다. 향후 내연기관차 감소 및 전기·수소차 확대에 따른 교통에너지 환경세 개편은 불가피할 것인데, 재원의 약 80%를 차지하는 교통시설특별회계 및 균형발전특별회계가 비수도권의 도시개발 및 교통체계 확충에 활용될 수 있도록 재원 재설계 방안과 함께 제시되어야 할 것이다.

〈그림 3〉 전국 시도별 승용차 수단 분담률(2018년 통행량 기준)



자료: 아주대학교 2020, UTEAS(원자료는 KOSIS 국가통계포털을 활용하여 저자 분석).

4) 교통부문에 적용한다면, 지자체 혹은 자동차별 교통배출 수준에 따라 책임 부여(교통혼잡세, 교통유발부담금 등 원인자부담).

계층 형평성, 경 · 소형 자동차 비중 확대

전기 · 수소 승용차 보급을 위해 마련된 보조금제도는, 국민의 세금으로 비교적 소득이 높은 운전자들에게만 혜택이 돌아가는 보조금 역진성을 초래하는 것 아니냐는 논란을 빚고 있다. 더구나 이와 같은 친환경차의 보조금 지원에도 불구하고 여전히 서민층에게는 비용적인 측면에서 부담스러울 수밖에 없다. 그러므로 계층의 형평성 측면에서 수송 탄소중립을 위한 친환경차 보급은 경 · 소형차를 중심으로 추진됨이 바람직하다. 이는 비단 친환경차에 국한되지 않고, 내연기관 경 · 소형차도 마찬가지이다.

현재까지 수송 탄소배출량의 지속적인 증가는 다양한 요인에서 확인되지만, 특히 중 · 대형 승용차의 비중이 급격하게 증가한 현상에 주목할 필요가 있다. 인구당 자동차 등록대수의 비중 역시 크게 증가(2000년 0.17 → 2020년 0.47대/인)하였지만, 대형 승용차 비중의 증가 폭이 더 큰 것(2000년 0.05 → 2020년 0.25대/가구)으로 확인되었다. 이는 프랑스, 일본 등에서는 경 · 소형차 비중이 증가하고 중 · 대형차 비중이 감소하는 현상과 상반되는 양상이다.

경 · 소형차의 비중 확대는 에너지 사용 측면에서도 최소화 방향일 뿐 아니라 자동차 제작 및 도로건설 · 유지 단계에서도 탄소중립을 실현하는 데 기여할 수 있다. 또한 주차 문제 및 교통혼잡 해소에도 긍정적인 효과가 기대된다. 이와 같은 경 · 소형차의 생산 및 판

〈표 3〉 사회경제지표 기준 자동차 등록대수 추이

행정구역별	2000년	2005년	2010년	2015년	2020년
대/인	0.17	0.23	0.27	0.32	0.47
대/가구	0.56	0.70	0.79	0.87	1.05
경차/인	0.05	0.05	0.07	0.09	0.09
경차/1인가구	0.30	0.25	0.27	0.33	0.26
대형 승용차/가구	0.05	0.14	0.19	0.23	0.25

자료: 아주대학교 2020, UTEAS(원자료는 KOSIS 국가통계포털을 활용하여 저자 분석).

〈표 4〉 주요 자동차 생산국의 승용차 등록 추이 (단위: %)

구분	프랑스	이탈리아	일본	한국
SMALL	52.2	62.2	37.1	12.9
LOVER MEDIUM	27.7	19.0	25.0	24.7
UPPER MEDIUM	13.1	12.3	21.9	35.7
EXECUTIVE	6.9	6.5	15.9	26.8
합계	100	100	100	100

자료: 에너지전환포럼 2020.

매를 유도하기 위해서는 자동차의 가격상승을 유발할 수 있는 보조금 지원보다는 자동차 평균 온실가스·연비제도로 접근하는 것이 유용할 수 있다. 가령 차기(2021~2030년)는 경차 1대당 1.2대 판매실적을 인정하고 경차 비율이 30~40% 시 5g/km의 온실가스 배출을 차감하는 계획(환경부 2020)에 있으나, 이에 대한 경·소형차의 실적 인정을 대폭 상향하는 방안도 고려할 수 있다.

맺음말

수송 탄소배출은 유무형의 생산활동을 위한 인간의 활동 범위를 확장하는 과정에서 발생되며, 탄소배출 및 교통혼잡 등의 사회적 불편익 비용은 교통행위의 효용보다 낮은 구조에서 교통과 도시개발의 선순환이 형성될 수 있다. 이 글에서는 수송 탄소중립 실현을 위한 교통수요 관리 및 친환경 공공교통수단 활성화의 방향성을 제시하였으며, 이는 궁극적으로 교통행위에 따른 사회적 불편익을 최소화하기 위한 대안이다. 대중교통 기반의 직주근접형 도시개발, 공공교통 인프라의 과감한 확충 등은 교통행위의 사회적 불편익을 최소화함으로써 우리의 경제활동 확대 및 탄소중립 실현에 한 발짝 더 다가설 수 있게 할 것이다.

특히, 교통은 인간 행태에 따른 것이므로 행태 전환을 위한 중장기적이며 종합적인 접근전략이 필요할 것으로 사료된다. 수송 탄소중립의 성공을 도모하기 위하여 이 글에서 중점적으로 다룬 전략 설정뿐 아니라 이행과 관리체계 마련이 무엇보다 강조되어야 할 것이다. 앞으로 이를 실행할 구체적인 정책적 조치, 이행 및 관리체계의 틀도 함께 마련된다면 '2050 탄소중립'은 성공적으로 실현될 수 있으리라 기대한다.

참고문헌

관계부처 합동. 2014. 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵.
_____. 2018. 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안.
_____. 2019. 제2차 기후변화대응 기본계획.
대한민국 정부. 2020. 지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국 2050 탄소중립 전략.
아주대학교. 2020. UTEAS(Urban · Transportation Emission Assessment System).
에너지전환포럼. 2020. 대한민국 2050 탄소중립 달성을 위한 부문별 전략 및 정책개발 연구. 서울: 에너지전환포럼.
온실가스종합정보센터. 2020. 2019 국가 온실가스 인벤토리(1990~2018). 세종: 온실가스종합정보센터.
_____. 2021. 2020 국가 온실가스 인벤토리(1990~2019). 세종: 온실가스종합정보센터.
환경부. 2020. 2021~2030년 자동차 온실가스 · 연비 기준 행정예고. 8월 31일, 보도자료.