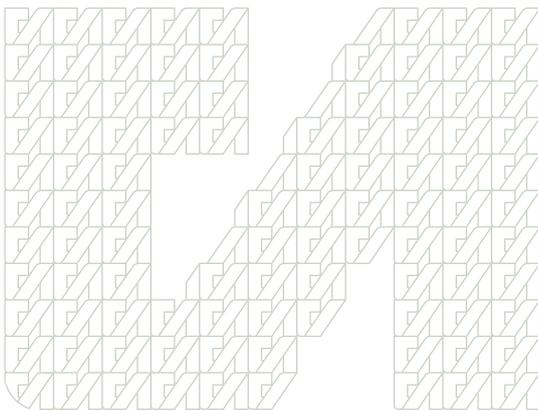


대전시 대기오염 저감을 위한 교통정책방안

Transportation Policy to Reduce CO₂ Emission in Daejeon

이정범



기본연구 2018-16

대전시 대기오염 저감을 위한 교통정책방안

Transportation Policy to Reduce CO₂ Emission in Daejeon

이 정 범

연구책임

• 이정범 / 도시기반연구실 책임연구위원

기본연구 2018-16

대전시 대기오염 저감을 위한 교통정책방안

발행인 박 재 목

발행일 2018년 11월

발행처 대전세종연구원

34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동)

전화: 042-530-0000 팩스: 042-530-3528

홈페이지 : <http://www.dsi.re.kr>

인쇄: 중부인쇄기획 TEL 042-253-7537 FAX 042-753-7538

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시와 세종특별자치시의 정책적
입장과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.

요약 및 정책건의

■ 연구 배경과 연구 목적

- 최근, 미세먼지와 같은 대기 환경에 대한 문제가 이슈화 되면서 다양한 분야에서 이러한 문제를 해결하기 위한 노력이 진행되고 있음
 - 환경부는 「2030 온실가스 감축 로드맵」 수정안을 수행중이며, 2015년 파리 기후변화 회의에서 정부가 제시하였던 2030년 온실가스 배출 전망치 대비 37% 감축목표를 좀 더 강화할 계획임
- 특히, 이산화탄소는 교통부문에서 가장 많이 발생하고 있으나 아직까지 실행력 있는 감축로드맵이 부족하여 도로부문에서 환경오염원을 줄이기 위한 다양한 정책을 고민해 볼 필요가 있음
- 본 연구는 교통부문에서 환경오염을 줄이기 위한 방안을 전반적으로 검토하여 필요한 정책방향을 제시하는데 목적이 있음
 - 국가 온실가스 감축목표에 부합하는 대전시의 교통부문에서 감축이 가능한 정책을 살펴볼 필요가 있음

■ 연구결과

□ 교통수요관리

- 대전시에서 대기오염을 저감하기 위해 정책적으로 시행할 수 있는 방안을 고민할 필요가 있으며, 가장 먼저 자동차의 이용을 줄일 수 있는 교통수요관리 방안이 선행될 필요가 있음

1) 승용차 요일제

- 승용차의 통행수요 관리를 위해 승용차 요일제를 개선하여 원활한 도심의 교통흐름과 에너지 절약을 도모할 필요가 있음

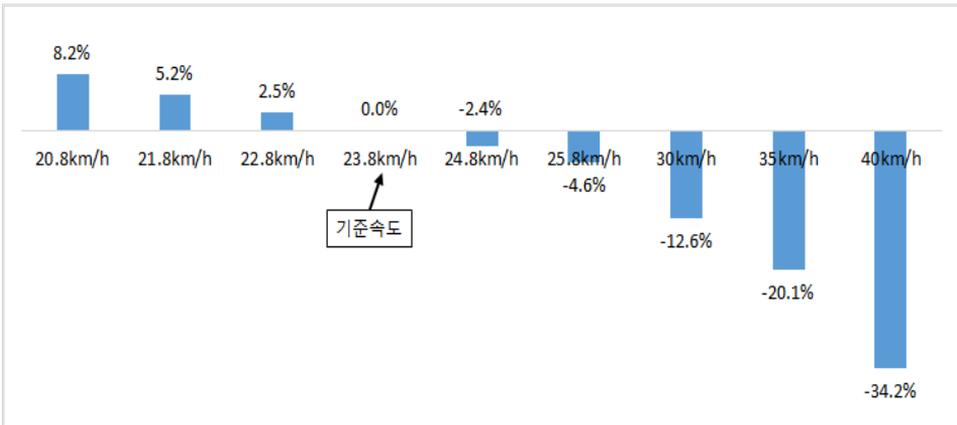
- 서울시에서는 승용차 요일제 대신 주행거리를 감축할 경우 포인트를 적립하여 사용할 수 있게 하는 ‘승용차 마일리지제’가 2017년 4월 도입됨
- 적립된 포인트는 지방세 납부, 교통카드 충전용 모바일상품권으로 전환 등의 사용이 가능함
- 따라서, 획일적인 승용차 요일제 보다는 다양한 형태의 주행거리 감축 정책을 고려할 필요가 있음

2) 부제운행

- 대전시는 현재 승용차 5부제를 시행 중이며 이는 강제성을 띠지 않음
 - 현 부제운행은 공공기관 출입시에만 적용되며 ‘공공기관 에너지 이용 합리화 추진에 관한 규정’에 입각하여 시행 중임
- 프랑스 파리에서는 대기오염농도가 한계치 이상일 경우 자가용에 한해 승용차 2부제를 시행하며 위반했을 시 과태료가 부과됨
 - 제도 시행 시에는 승용차 이용자에게 버스 및 지하철 이용을 무료로 제공함
- 따라서, 일부 도시와 같이 강도 높은 규제와 인센티브를 함께 고민해 볼 필요가 있음

□ 교통운영 효율화

- 신호최적화로 인해 속도의 변화가 이산화탄소 배출량에 미치는 영향을 분석하기 위하여 승용차 기준속도 23.8km/h 대비 평균속도를 1km/h씩 변화시켰을 때의 이산화탄소 배출량을 분석하였음
 - 기준속도인 23.8km/h에서 1km/h씩 감소하였을 때 이산화탄소 배출량은 약 3%씩 증가함
 - 기준속도에서 속도가 30km/h로 증가하였을 때 이산화탄소 배출량은 약 12.3kg이 감소하였으며, 40km/h로 증가하였을 때는 약 33.3kg이 감소하였음



승용차 주행속도별 이산화탄소 배출량 변화율

□ 친환경 교통수단 도입

- 전기자동차의 연료비는 휘발유차의 10% 수준으로 전기차 1대당 연간 141만원의 연료비를 절감할 수 있음
- 정부에서는 2021년 ‘저탄소차 협력금제’를 실시하여 이산화탄소 배출량에 따라 차량운전자에게 운행보조금을 지급하거나 부담금을 부과하는 제도를 시행하려했으나, 최근 미세먼지에 대한 문제가 급상하면서 ‘친환경차 협력금제’로 전환함
 - 제도의 내용은 미세먼지와 온실가스를 가장 많이 배출하는 차량에게 부담금을 징수하여 친환경차량 구매에 지원하게 됨
- 따라서, 차량구매 시 친환경차량을 구매할 수 있도록 하며, 나아가 경유차 및 휘발유차 이용자들이 친환경차량을 이용할 수 있도록 해야 함

□ ITS를 접목한 주차관리

- 차량이 주차장을 찾기 위한 배회활동과 주차를 위한 대기활동에서 차량의 연료소모에 의한 온실가스가 배출됨
 - 주차장에서 대기하지 않고 바로 주차하는 비율은 26.1% 뿐이었으며, 1~5분가량 대기하는 경우가 55.3%를 차지함

- 스마트파크 기술, 센서기술 등을 통해 주차장 정보를 스마트기기로 운전자에게 제공하는 주차정보안내 서비스가 필요함
- 첨단 주차정보 시스템을 도입하기 위해서는 민영 및 공영주차장의 위치, 이용가능 시간 등에 대한 기초자료 조사가 선행될 필요가 있음

□ 공유를 통한 교통정책

1) 카셰어링

- 카셰어링의 도입은 개인이 여러 대의 차량을 소유하는 것을 감소시킬 수 있고 대중교통으로 통행수단의 전환을 도모할 수 있어, 결과적으로 이산화탄소 배출량이 감소하는 효과가 있음
- 현재 서울시에서 카셰어링 업체와 협업관계를 맺고 시행 중에 있는 나눔카 사업의 경우 나눔카 이용시 차량 100대 당 에너지 340toe와 온실가스 720톤이 감소할 것으로 예상하고 있음
- 전기자동차를 이용하여 카셰어링을 할 경우, 도심 내 차량통행량의 감소와 더불어 차량에서 배출되는 이산화탄소 배출량의 감소까지 기대할 수 있음

2) 카풀

- 대전시의 경우 대전-세종간 출퇴근 교통량이 많고 여러 연구기관이 자리 잡고 있어 카풀이 활성화 될 수 있는 지리적 여건이 용이함
- 장거리 카풀이 단거리에 비해 그 효과가 더 크게 나타남
- 공공기관의 경우 지리적으로 밀집되고 있고 일반적으로 출퇴근이 일정하여 카풀 이용률을 높일 수 있음
- 출퇴근 때의 차량 통행량이 가장 많기 때문에 카풀을 통한 통행량 감소는 개별차량의 온실가스 배출량을 감소시킬 수 있으며, 차량의 주행에 따른 타이어 마모율이 감소되어 타이어 마모시 발생하는 온실가스의 양을 감소시킬 수 있음

3) Mobility as a Service(MaaS)

- MaaS는 이용자의 목적지에 대한 경로수립 과정부터 서비스이용 비용결제

까지 하나의 시스템에서 수행할 수 있도록 하는 복합이동(Multimodal Mobility) 서비스 임

- 이는 사용자의 통행특성, 선호 교통수단, 이용 빈도 등을 반영하여 이용자에게 맞는 최적경로와 교통수단을 조합하여 맞춤형 서비스를 제공하며, 이용자는 여러 패키지 중 선호하는 유형을 선택하여 이용함
- 자율주행 자동차를 이용하여 MaaS 서비스를 제공하게 되면 자가용 통행량이 더욱 감소할 것으로 기대됨
 - 자율주행기술은 이동의 개념이 '소유'에서 '서비스'로 전환되어 제공된다는 의미이므로 MaaS의 개념과 부합함
- 이러한 통합플랫폼의 제공은 대중교통으로 통행수단을 전환하여 개인차량의 이용을 감소시키고, 이는 차량 통행량의 감소와 함께 온실가스 배출량을 감소시키는 결과를 가져올 수 있음

■ 정책건의

- 현재 시에서 시행중인 교통정책은 대전시의 지체를 최소화하기 위한 교통처리 대책에 초점이 맞추어져 있음
 - 대전시 교통정책(주차, 수요관리, 속도제어 등)을 온실가스 감축계획과 연계하여 실행할 필요가 있음
- 대전시에서 교통수요관리 방안으로 시행중인 승용차 요일제, 부제운행 등의 정책은 좀 더 다양한 방법으로 개선해 나갈 필요가 있음
 - 획일적인 승용차 요일제 대신 다양한 형태의 주행거리 감축정책을 마련하고 그에 따른 마일리지를 지방세 납부, 교통카드 충전용 모바일상품권으로 전환 등으로 사용이 가능하도록 할 필요가 있음
- 교통류의 흐름을 유지할 수 있도록 신호최적화 사업을 지속화하고 제한 속도를 낮춤으로써 감·가속 또는 과속에 의한 온실가스 발생량을 줄일 필요가 있음
 - 주요 교차로 및 버스전용차로에 대해 ‘스마트교차로 교통관리시스템’을 구축하여, 방향별 교통특성(접근로별 회전통행량, 차종, 초기대기차량, 대기행렬길이, 횡단보행자수 등)을 수집하고 딥 러닝 기법을 이용하여 최적 신호를 도출할 필요가 있음
- 전기차와 같은 친환경차량을 구매할 수 있도록 지원 사업을 지속해 나갈 필요가 있음
 - 경유차 및 휘발유차 이용자들이 친환경차량을 이용할 수 있도록 지원하고 아파트와 같은 공동주택 거주자들이 상당수 차지하므로 이들 단지 인근에 전기차 주차장과 함께 충전소 설치를 할 필요가 있음
- 첨단 주차정보 시스템을 구축하여 차량이 주차장을 찾기 위해 배회 및 대기하는 시간을 최소화 할 필요가 있음
 - 주차안내정보를 제공함으로써 주차장 탐색을 위한 평균 주행거리가 0.5km 감소할 수 있으며, 연간 약 60만km의 배회주행과 325ton의 CO₂를 감소시킬 수 있음

- 첨단 주차정보 시스템을 도입하기 위해서는 민영 및 공영주차장의 위치, 이용가능 시간 등에 대한 기초자료 조사가 선행될 필요가 있음
- 주차를 위한 소요시간 감소와 편의성 증대에 초점을 맞춘 서비스를 제공해야 함

○ **공유교통시스템을 활용하여 차량통행량을 감소시키고 새로운 교통문화 패러다임을 구축할 필요가 있음**

- 카풀, 카셰어링 등과 같은 공유교통을 통하여 모빌리티를 다양화 할 필요가 있음
- 기존의 운송업체에 대해서는 새로운 수익 모델을 제시하여 공급자와 이용자 모두가 만족할 수 있도록 할 필요가 있음 / 공유교통으로 인한 수익금을 택시사업을 위한 발전기금으로 사용할 필요가 있음
- 공유교통의 운행시간을 지정하지 않는 대신 주당 이용 가능한 승차공유 시간을 허용하여 좀 더 유연한 공유사업이 가능하도록 할 필요가 있음

○ **MaaS와 같은 복합이동(Multimodal Mobility) 서비스를 통하여 대중교통 이용을 유도함으로써 온실가스를 감축할 필요가 있음**

- 이용자에게 맞는 최적경로와 교통수단을 조합하여 맞춤형 서비스를 제공하는 통합 플랫폼 구축이 필요함

○ **본 연구를 통하여 온실가스 저감을 위한 교통처리 대책을 위한 기본계획을 세울 필요가 있음**

- 각각의 교통처리 대책이 국가목표에 어느 정도 이바지 할 수 있는지에 대해 객관적 값을 제시하고 실효성 있는 온실가스 저감 방법을 강구할 필요가 있음

차 례

1장 서론	1
1절. 연구의 배경 및 목적	3
1. 연구의 배경	3
2. 연구의 목적	4
2절. 연구의 범위	4
1. 시간 및 공간적 범위	4
2. 내용적 범위	5
3절. 연구의 방법	5
2장 현황조사 및 분석	7
1절. 일반현황	9
1. 자동차 등록대수	9
2. 전기자동차 보급 현황	11
2절. 교통현황	12
1. 통행특성	12
2. 대중교통	14
3장 대기오염 저감을 위한 교통정책 사례 분석	17
1절. 교통부문이 대기오염에 미치는 영향	19
1. 대기오염물질	19
2. 자동차에 의한 대기오염	22
2절. 관련 법·제도 검토	25

3절. 관련계획 검토	27
1. 제1차 지속가능 국가교통물류발전 기본계획	27
2. 제2차 대전광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획	32
4절. 대기오염 저감 국외사례	41
1. 미국	41
2. 영국	46
3. 싱가포르	50
4. 이탈리아	52
5. 스웨덴	54
5절. 대기오염 저감 국내사례	56
1. 서울특별시	56
2. 제주특별자치도	58
3. 부산광역시	60
4. 인천광역시	62
4장 대전시 교통부문 대기오염 저감 방안	65
1절. 교통수요관리	67
1. 승용차 요일제	68
2. 부제운행	70
2절. 교통운영 효율화	72
1. 신호최적화	72
2. 정부의 70/50/30 정책	79
3절. 친환경 교통수단 도입	82
1. 전기자동차 도입	82
4절. ITS를 접목한 주차관리	84
1. 주차관리	84
5절. 공유를 통한 교통정책	86
1. 카셰어링	88

2. 카풀	90
3. Mobility as a Service(MaaS)	93
5장 연구결과 종합 및 정책제언	97
1절. 결과종합	99
2절. 정책제언	106
참고문헌	108

표 차례

[표 2-1] 대전시 자치구별 자동차 등록대수(2017년 12월 기준)	10
[표 2-2] 전기자동차 지역별 보급 현황	11
[표 2-3] 차종별·시도별 자동차 주행거리	12
[표 2-4] 차급별·지역별 자가용승용차 운행률	13
[표 2-5] 대전시 교통수단분담률	13
[표 2-6] 대전시 시내버스 현황	14
[표 2-7] 시내버스 운행 현황	14
[표 2-8] 대전시 도시철도 1호선 운행 현황	15
[표 3-1] 이산화질소(NO ₂) 발생 현황(2012~2016년)	20
[표 3-2] 미세먼지(PM ₁₀) 발생 현황(2012~2016년)	21
[표 3-3] 일산화탄소(CO) 발생 현황(2012~2016년)	21
[표 3-4] 대전광역시 구별 온실가스 배출량(2015년)	23
[표 3-5] 대전광역시 차종별 온실가스 배출량(2015년)	24
[표 3-6] 대기환경 관련 법령	26
[표 3-7] 전략과제별 목표 및 추진방향	29
[표 3-8] 세부 추진과제 목록	30
[표 3-9] 분야별 목표 및 추진전략	38
[표 3-10] 분야별 세부시행사업 목록	39
[표 3-11] 교통신호 사업 사례 및 기대 효과	42
[표 3-12] 버스/철도 사업 사례 및 기대 효과	43
[표 3-13] 교통수요관리 사업 사례 및 기대 효과	43
[표 3-14] 보행/자전거 사업 사례 및 기대 효과	44
[표 3-15] ULEZ 기준 및 요금표	48

[표 3-16] Source London 요금표	50
[표 4-1] 차량부제운행 예시	70
[표 4-2] 차급별·지역별 주중 및 주말 자가용승용차 운행률	74
[표 4-3] 지역별 자가용승용차 연간 주행거리	75
[표 4-4] 차량 이산화탄소(CO_2) 배출계수 산정식	76
[표 4-5] 승용차 주행속도별 이산화탄소 배출량 산정	77
[표 4-6] 제한속도 감소에 따른 이산화탄소 배출량 산정	79
[표 4-7] 휘발유차량과 경유차량의 대기오염물질 배출량	81
[표 4-8] 자동차 연료비 비교	83
[표 4-9] 시나리오 설정	87
[표 4-10] 시나리오별 차량주행거리, CO_2 배출량, 혼잡률 변화량	87
[표 4-11] 대전시 이산화탄소 감축잠재량	89
[표 4-12] 카플로 인한 온실가스 배출량 감소효과	92
[표 4-13] 속도·차종별 타이어 마모율	92

그림 차례

[그림 2-1] 연도별 자동차 등록 현황	9
[그림 2-2] 대전시 도시철도 1호선 노선도	15
[그림 3-1] 대기오염물질의 연평균 농도 분포	19
[그림 3-2] 대전광역시 구별 온실가스 배출량(2015)	22
[그림 3-3] 대전광역시 구별 연료별 온실가스 배출량(2015년)	23
[그림 3-4] 대전광역시 차종별 온실가스 배출량(2015년)	24
[그림 3-5] 대전광역시 연도별 평균기온, 최저기온, 최고기온 변화 추이 ..	32
[그림 3-6] 대전광역시 강수량 변화 추이	33
[그림 3-7] 대전광역시 연대별 황사발생일수	34
[그림 3-8] 대전광역시 폭염일수 추이	34
[그림 3-9] 대전광역시 연대별 폭염일수 추이	35
[그림 3-10] 고 스마트 프로그램 효과	46
[그림 3-11] Ultra Low Emission Zone 지도	47
[그림 3-12] 카셰어링 자동차와 충전소	51
[그림 3-13] 전기 버스 무선 충전	53
[그림 3-14] 전기 자전거	55
[그림 3-15] 전기차 충전소 예시(우리은행 본점, 2017년 설치 예정)	57
[그림 3-16] 신기술 전기차 충전소	57
[그림 3-17] 제주시 전기차 서포터즈 발대식	59
[그림 3-18] 스마트 교차로	61
[그림 3-19] 청라국제도시 GRT 노선도(예정)	63
[그림 4-1] 주행상태의 주행시간, 주행거리, 연료사용, 온실가스별 분포 ..	72

[그림 4-2] 승용차 주행속도별 이산화탄소 배출량 변화율	78
[그림 4-3] 승용차 주행속도별 이산화탄소 배출량	80
[그림 4-4] 전기자동차와 가솔린차의 CO ₂ 연간 배출량 비교	82
[그림 4-5] 주차시설에 대한 개념변화	85
[그림 4-6] 서울특별시 주차정보 안내시스템	85
[그림 4-7] 카풀 여정 유형	91
[그림 4-8] MaaS 개념도	94

서론

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 범위
3. 연구의 방법

1장

1장 서론

1절. 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

- 최근, 미세먼지와 같은 대기 환경에 대한 문제가 이슈화 되면서 다양한 분야에서 이러한 문제를 해결하기 위해 노력을 하고 있음
 - 특히, 이산화탄소는 교통부문에서 가장 많이 발생하고 있어, 이러한 대기오염원을 줄이기 위한 친환경 교통정책에 대한 관심과 관련 연구가 활발히 이루어지고 있음
- 환경부는 현재 「2030 온실가스 감축 로드맵」 수정안을 수행중이며, 온실가스 배출 목표량을 수정하고 있음
 - 2015년 파리 기후변화 회의에서 정부가 제시하였던 2030년 온실가스 배출전망치(BAU: Business as usual) 대비 37% 감축목표를 좀 더 강화할 계획임¹⁾
- 온실가스 배출량을 줄이기 위해서는 정부차원에서 방향성과 구체적인 감축계획안이 필요하며, 그에 맞추어 각 지자체에서도 구체적인 감축방안이 나와야 함
 - 구체적인 감축계획을 실천하기 위해서는 각 지자체에 부문별 감축계획에 대한 로드맵이 필요함
- 교통부문에서도 「지속가능 교통물류발전법」 제7조에 의거하여 교통물류 분야에서 온실가스 감축목표를 설정하고 있음

1) <http://news.joins.com/article/22249583>

- 그러나 이러한 계획은 국가차원에서 수립된 계획으로 각 시도에 구체적인 감축목표 및 계획에 대한 의무 내용이 없음
- 따라서, 국가 온실가스 감축목표에 부합하는 대전시의 교통부문에서 감축이 가능한 정책을 살펴볼 필요가 있음

2. 연구의 목적

- 교통부문에서 환경오염을 줄이기 위한 교통정책에 대한 전반적인 검토가 필요하며 이에 대해 필요한 정책적 목표와 정책방향을 제시하는데 목적이 있음
- 공유교통을 통한 교통패러다임의 변화로 인하여 통행행태의 변화가 일어나고 있으며, 전기차 도입, 속도 등의 변화에 따라 교통부문에서의 온실가스 감축이 가능함
- 카셰어링, 카풀 등 공유교통의 활성화는 승용차의 이용을 줄이고 대중 교통 이용을 장려할 수 있는 교통수요관리 정책임

2절. 연구의 범위

1. 시간 및 공간적 범위

1) 시간적 범위

- 당해년도를 시간적 범위로 설정하였으며, 온실가스를 줄이기 위해 대전시에서 시행해야 하는 정책적 방안을 알아봄

2) 공간적 범위

- 대전시 전체를 공간적 범위로 설정함

- 교통부문에서 이산화탄소 저감 정책이 대전시 전체의 온실가스 감축에 미치는 영향을 알아봄

2. 내용적 범위

- 국내·외 교통환경 개선을 위한 정책에 대해 알아봄
- 대기오염원을 줄이기 위한 교통정책 방향을 분석함
 - 교통의 수요관리를 통한 환경정책
 - ① 교통수요관리를 통한 승용차 감소에 따른 환경적 효과(요일제, 부제 등)
 - 도로환경 개선을 통한 환경정책
 - ① 도로(신호최적화, 속도저감 등)환경 개선을 통한 환경적 효과
 - 친환경 자동차/공유교통수단 도입에 따른 환경적 효과
 - ① 국내·외 사례를 통한 친환경 자동차 도입 및 지원방안
 - ② 공유교통을 통한 환경적 효과(카셰어링, 카풀 등)
 - ITS를 접목한 스마트 주차관리
 - ① 배회활동, 대기활동을 줄이기 위한 주차정보 시스템 도입

3절. 연구의 방법

- 국내·외 사례를 통하여 환경정책을 분석함
- 교통패러다임의 변화에 따른 수요관리에 따른 환경정책 제시
- 50/30의 속도제어, 신호최적화 정책에 따른 환경오염원 분석
- 친환경 자동차 보급 또는 승용차 제어에 따른 친환경 정책
- 대전시의 행정적인 지원방안에 대해서도 검토함

현황조사 및 분석

1. 일반현황
2. 교통현황

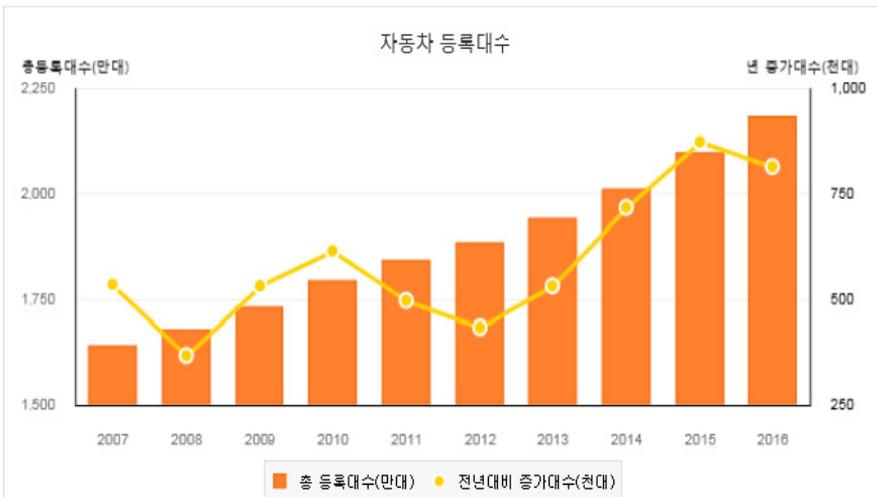
2장

2장 현황조사 및 분석

1절. 일반현황

1. 자동차 등록대수

- 국내 자동차 등록대수는 2007년 1,643만대에서 2016년에는 2,180만대로 꾸준히 증가하고 있음
- 전년대비 증가대수 및 증감비는 2012년 이후 지속적으로 증가하였으나 2016년에는 813천대로 3.9% 증가하는데 그쳐 전년 증감비(4.3%) 대비 0.4% 감소함



[그림 2-1] 연도별 자동차 등록 현황

출처: 국토교통부(시도별 자료)

○ 2017년 기준 대전시 자동차 등록대수는 총 659,619대였으며, 서구가 206,701대로 가장 많은 것으로 나타남

- 전체적으로 2016년 동월 대비 11,535대(1.78%)가 증가함

[표 2-1] 대전시 자치구별 자동차 등록대수(2017년 12월 기준)

구 별	차종별	총 계	승용차	승 합	화 물	특 수
총 계	총 계	659,619	547,882	22,716	86,777	2,244
	관 용	1,839	638	529	600	72
	자가용	629,354	533,277	19,930	75,493	654
동 구	영업용	28,426	13,967	2,257	10,684	1,518
	소 계	91,232	71,953	3,746	15,166	367
	관 용	231	71	62	87	11
중 구	자가용	86,856	69,490	3,339	13,858	169
	영업용	4,145	2,392	345	1,221	187
	소 계	102,164	82,427	4,262	15,130	345
서 구	관 용	232	92	49	82	9
	자가용	96,190	79,317	3,633	13,172	68
	영업용	5,742	3,018	580	1,876	268
유성구	소 계	206,701	177,441	6,467	22,265	528
	관 용	789	280	283	198	28
	자가용	198,697	172,395	5,771	20,393	138
대덕구	영업용	7,215	4,766	413	1,674	362
	소 계	167,833	146,650	4,613	16,100	470
	관 용	375	129	96	138	12
유성구	자가용	162,679	144,471	4,139	13,898	171
	영업용	4,779	2,050	378	2,064	287
	소 계	91,689	69,411	3,628	18,116	534
대덕구	관 용	212	66	39	95	12
	자가용	84,932	67,604	3,048	14,172	108
	영업용	6,545	1,741	541	3,849	414

출처: <http://www.daejeon.go.kr>

2. 전기자동차 보급 현황

- 친환경자동차인 전기자동차는 전국에 2011년부터 보급이 시행되었음
 - 2011년 전체 338대의 전기자동차 보급을 시작으로 2016년에는 5,914대의 차량이 보급되었음
 - 2011년부터 2015년까지는 지자체 시범사업 및 환경부 자체적 보급에 의해 보급량이 많지 않았지만, 2016년부터 민간사업으로 전환되면서 보급량이 늘어남
- 대전시의 2011년부터 2016년까지 전기자동차 보급량은 전국 17개 도시 중 15위의 낮은 순위를 차지함
 - 2017년에는 213대가 추가로 보급되었고 2018년에는 1,000대의 전기자동차 보급을 목표로 하고 있음

[표 2-2] 전기자동차 지역별 보급 현황

(단위: 대)

구분	총계	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
계	11,767	338	753	780	1,075	2,907	5,914
서울	1,807	73	285	330	212	452	455
부산	328	8	10	3	84	106	117
대구	322	7	5	4	5	92	209
인천	118	11	23	15	10	8	51
광주	247	1	3	62	52	75	54
대전	67	4	6	6	2	7	42
울산	97	7	2	3	5	34	46
세종	22	0	2	2	3	1	14
경기	508	35	74	31	58	84	226
강원	139	9	10	6	21	36	57
충북	42	5	6	6	3	8	14
충남	156	8	59	33	22	10	24
전북	39	1	9	3	4	10	12
전남	1,005	50	40	22	50	209	634
경북	277	15	40	32	28	37	125
경남	513	58	35	62	107	123	128
제주	6,080	46	144	160	409	1,615	3,706

출처: 환경부 전기차 충전소 홈페이지(<http://www.ev.or.kr>)

2절. 교통현황

1. 통행특성

- 2016년 12월 기준 전국평균 1일 평균주행거리는 39.7km/대로였으며, 대전은 38.3km/대로 나타남
 - 대전의 경우, 특수차의 평균주행거리가 95.2km/대로 가장 높게 나타났으며, 화물차(55.8), 승합차(54.1), 승용차(34.6) 순으로 나타남
- 연간 주행거리는 전국적으로 311,236,234천km 이었으며, 대전은 8,991,590천km로 나타남(2.9%)
 - 대전의 경우, 승용차의 연간 주행거리가 6,730,563천km로 가장 많음

[표 2-3] 차종별·시도별 자동차 주행거리

시도별	1일 평균주행거리(km/대)					연간 주행거리(천km)				
	합계	승용차	승합차	화물차	특수차	합계	승용차	승합차	화물차	특수차
전국	39.7	36.1	59.9	50.2	128.7	311,236,234	224,023,931	19,857,080	63,689,270	3,665,954
서울	37.1	33.4	56.1	56.9	69.6	41,823,308	31,549,586	2,898,040	7,181,833	193,849
부산	39.3	34.7	58.1	50.8	193.4	18,431,672	12,931,847	1,140,198	3,695,406	664,221
대구	38.6	34.8	56.9	54.4	107.8	15,834,494	11,681,438	744,400	3,316,727	91,929
인천	42.9	40.2	54.7	52.7	142.9	21,914,727	16,871,921	1,213,040	3,554,807	274,959
광주	39.6	35.9	55.1	54.8	126.7	8,980,649	6,682,064	465,949	1,735,258	97,377
대전	38.3	34.6	54.1	55.8	95.2	8,991,590	6,730,563	478,308	1,711,057	71,662
울산	36.2	33.2	59.5	45.2	141.6	7,058,627	5,350,246	382,075	1,186,326	139,980
세종	41.4	38.8	59.7	51.6	93.3	1,563,413	1,212,798	87,316	256,149	7,151

출처: 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)

○ 대전시 자가용승용차의 1주일 운행률은 광주, 부산 다음으로 높은 84.6%인 것으로 나타남

[표 2-4] 차급별·지역별 자가용승용차 운행률

(단위: 대, %)

구분	대수	평일			주말			1주간		
		운행합	운행안합	운행률	운행합	운행안합	운행률	운행합	운행안합	운행률
전국	2,497	1,929	568	77.3	1,260	1,237	50.5	2,098	399	84.0
서울	238	154	84	64.7	88	150	37.0	178	60	74.8
부산	174	145	29	83.3	93	81	53.4	157	17	90.2
대구	157	114	43	72.6	52	105	33.1	118	39	75.2
인천	144	95	49	66.0	54	90	37.5	112	32	77.8
광주	134	122	12	91.0	69	65	51.5	126	8	94.0
대전	162	130	32	80.2	96	66	59.3	137	25	84.6
울산	149	85	64	57.0	66	83	44.3	98	51	65.8

출처: 2015년 국가교통조사 및 DB구축사업 교통수단 이용실태조사

○ 대전시 교통수단분담률 중 승용·승합차 이용률은 1주 기준 60.13%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 이는 전국의 57.68% 보다 약 2.5% 높은 수치임

[표 2-5] 대전시 교통수단분담률

(단위: %)

구분	승용/승합	버 스				철 도			택시	기타
		시내/마을	시외/고속	기타	소계	도시철도	일반철도	소계		
평일	58.42	15.77	0.72	10.04	26.53	2.15	0.36	2.51	4.48	8.07
주말	62.94	14.12	0.88	7.05	22.05	1.76	0.59	2.35	2.06	10.59
1주간	60.13	15.14	0.78	8.91	24.83	2.00	0.45	2.45	3.56	9.03

출처: 2015년 국가교통조사 및 DB구축사업 교통수단 이용실태조사

2. 대중교통

1) 시내버스

- 대전시는 91개 노선에 914대의 버스가 운행중에 있음(2015년 기준)
- 전체 14개의 버스업체가 있으며, 평균운행거리는 39.9km임

[표 2-6] 대전시 시내버스 현황

구 분		업체수	보유대수 (대)	운행대수 (대)	예비차량 (대)	노선수 (개)
시내 버스	급행버스	13	965	55	51	3
	간선·지선 버스			812		61
	외곽버스			47		27
	소 계			965		914
마을버스		1	18	17	1	3
전 체 합 계		14	982	930	52	94

출처: 대전광역시 및 유성구 내부자료
신도시 지역의 합리적인 시내버스 운행방안 연구(2015)에서 재인용

[표 2-7] 시내버스 운행 현황

구 분	단위	급행노선	간지선노선	외곽노선	합계(평균)
노선수	노선	3	61	27	91
운행대수	대	55	812	47	914
평균운행횟수	회	130.3	72.2	13.3	72.0
평균운행거리(왕복)	km	38.0	40.9	40.7	39.9
평균운행시간(편도)	분	57.7	72.0	58.9	62.8
평균배차간격	분	8.0	15.3	97.4	40.2

출처: 대전광역시 내부자료
신도시 지역의 합리적인 시내버스 운행방안 연구(2015)에서 재인용

2) 도시철도

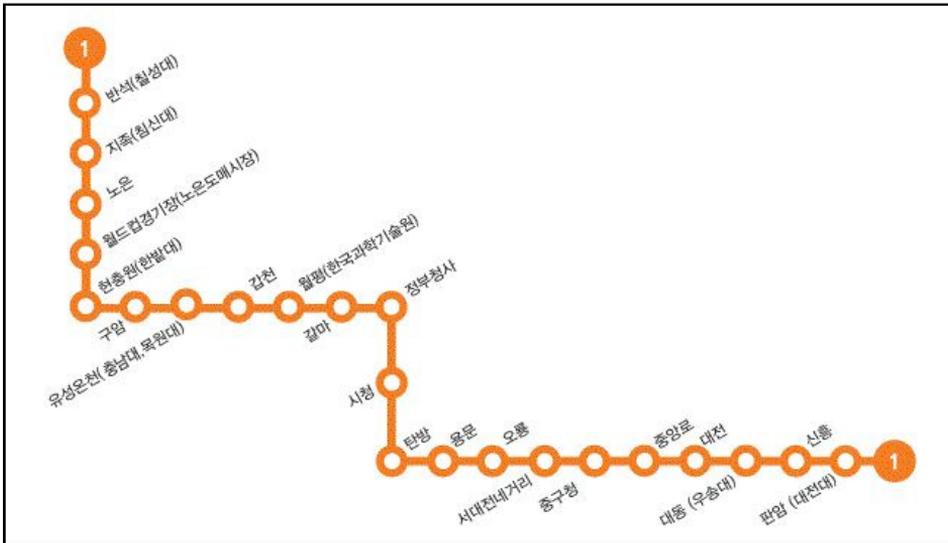
- 대전시 도시철도는 10분 간격(혼잡시 5-6분 간격)으로 242회(평일기준) 운행하고 있음

[표 2-8] 대전시 도시철도 1호선 운행 현황

구 분	내 용			
	평 일		토요일(공휴일 포함)	
운행횟수	242회		218회	
운행거리	4,971.6km		4,464.6km	
운행시격	평시	혼잡시	평시	혼잡시
	10분	5~6분	10분	8분

주) 평일 혼잡시는 07~09시, 18시~19시이며, 토요일(공휴일 포함) 혼잡시는 17시부터 19시 까지임

출처: 대전도시철도공사 홈페이지



[그림 2-2] 대전시 도시철도 1호선 노선도

출처: 대전도시철도공사 홈페이지

대기오염 저감을 위한 교통정책 사례 분석

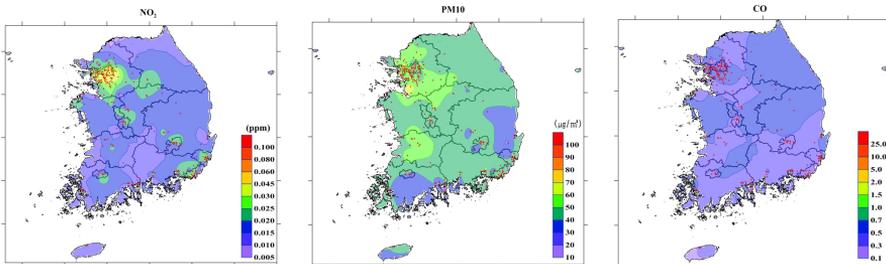
1. 교통부문이 대기오염에 미치는 영향
2. 관련 법·제도 검토
3. 관련계획 검토
4. 대기오염 저감 국외사례
5. 대기오염 저감 국내사례

3장 대기오염 저감을 위한 교통정책 사례 분석

1절. 교통부문이 대기오염에 미치는 영향

1. 대기오염물질

- 대기오염은 「환경정책기본법」제3조에서 환경오염의 일부로 정의하고 있음
- 대기오염물질에 관한 사항은 「대기환경보전법」제7조 및 제2조에 따라 독성, 생태계에 미치는 영향, 배출량, 환경기준에 대비한 오염도의 심사·평가 결과, 대기오염의 원인으로 인정된 가스·입자상의 물질로서 환경부령으로 정한 것을 명시하고 있음
 - 주요 물질로는 오존(O₃), 미세먼지(PM₁₀), 초미세먼지(PM_{2.5}), 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO₂), 질소산화물(NO_x)가 있으며 이를 포함한 64종을 대기오염물질로 정하고 있음
- 2016년 전국 대기오염도 분포 특성을 살펴보면, NO₂의 경우 수도권이 높게 나타나며, PM₁₀은 경기도 북부·남동지역과 강원영서, 충북 북부지역이 높게 나타났고, PM_{2.5}은 수도권, 강원영서, 충북 북부지역, 전북 남서 지역이 높게 나타남



[그림 3-1] 대기오염물질의 연평균 농도 분포

출처: 대기환경연보 2016, 환경부

- 최근 5년간(2012~2016년) 대전광역시 도로부문 온실가스 배출량을 살펴 보면, 5년 평균 기준 NO₂, PM₁₀, CO의 배출량은 17개 도시 중 중위권 수준임(NO₂ 9위, PM₁₀ 14위, CO 12위)
- 연도별로 살펴보면, PM₁₀과 CO의 배출량이 각각 2015년과 2014년에 증가하였으며, 14위에서 7위로 급격히 상승하였음

[표 3-1] 이산화질소(NO₂) 발생 현황(2012~2016년)

(단위 : ppm)

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	연평균 증감율	평균	
이 산 화 질 소 (NO ₂)	서울	0.030	0.033	0.033	0.032	0.031	-0.74%	0.032
	부산	0.020	0.021	0.020	0.020	0.021	-0.74%	0.020
	대구	0.021	0.023	0.024	0.021	0.020	-0.76%	0.022
	인천	0.027	0.028	0.028	0.026	0.025	-0.77%	0.027
	광주	0.019	0.020	0.019	0.019	0.018	-0.76%	0.019
	대전	0.021	0.021	0.020	0.019	0.019	-0.77%	0.020
	울산	0.023	0.024	0.023	0.022	0.022	-0.76%	0.023
	세종	-	-	-	-	0.022	-	0.022
	경기	0.025	0.026	0.027	0.026	0.025	-0.75%	0.026
	강원	0.017	0.017	0.018	0.018	0.017	-0.74%	0.017
	충북	0.021	0.023	0.024	0.021	0.019	-0.77%	0.022
	충남	0.020	0.018	0.018	0.018	0.019	-0.76%	0.018
	전북	0.015	0.014	0.014	0.014	0.015	-0.75%	0.014
	전남	0.017	0.014	0.016	0.015	0.015	-0.78%	0.015
	경북	0.016	0.017	0.018	0.018	0.017	-0.75%	0.017
	경남	0.016	0.018	0.018	0.017	0.018	-0.73%	0.017
제주	0.010	0.011	0.010	0.011	0.012	-0.68%	0.011	

주) 이산화질소의 연평균 환경기준치는 0.030ppm임
출처: 국립환경과학원(2017), 대기환경연보 2016

[표 3-2] 미세먼지(PM10) 발생 현황(2012~2016년)

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	연평균 증감율	평균	
미세먼지 (PM ₁₀)	서울	41	45	46	45	48	-0.71%	45.0
	부산	43	49	48	46	44	-0.74%	46.0
	대구	42	45	45	46	43	-0.74%	44.2
	인천	47	49	49	53	49	-0.74%	49.4
	광주	38	42	41	43	40	-0.74%	40.8
	대전	39	42	41	46	44	-0.72%	42.4
	울산	46	47	46	46	43	-0.77%	45.6
	세종	-	-	-	-	46	-	46.0
	경기	51	55	55	54	53	-0.74%	53.6
	강원	44	47	48	48	46	-0.74%	46.6
	충북	50	55	52	48	42	-0.79%	49.6
	충남	42	42	43	45	48	-0.71%	43.9
	전북	48	50	50	50	50	-0.74%	49.7
	전남	36	38	39	41	38	-0.74%	38.6
	경북	44	44	44	43	43	-0.76%	43.7
	경남	44	48	45	46	45	-0.74%	45.5
제주	33	40	46	44	41	-0.69%	40.5	

주) 미세먼지의 연평균 환경기준치는 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 임
출처: 국립환경과학원(2017), 대기환경연보 2016

[표 3-3] 일산화탄소(CO) 발생 현황(2012~2016년)

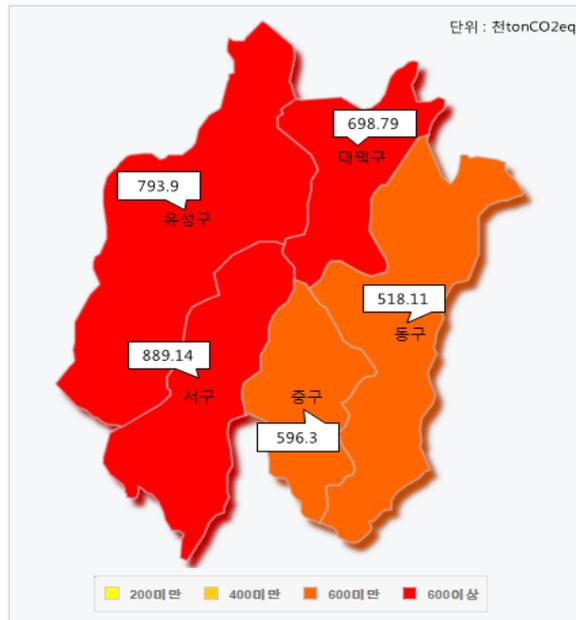
(단위 : ppm)

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	연평균 증감율	평균	
일산화탄소 (CO)	서울	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-0.75%	0.50
	부산	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	-0.75%	0.40
	대구	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	-0.80%	0.44
	인천	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.75%	0.60
	광주	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-0.75%	0.50
	대전	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	-0.75%	0.48
	울산	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-0.75%	0.50
	세종	-	-	-	-	0.6	-	0.60
	경기	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	-0.76%	0.54
	강원	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	-0.77%	0.60
	충북	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	-0.74%	0.54
	충남	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	-0.75%	0.53
	전북	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	-0.72%	0.45
	전남	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	-0.76%	0.48
	경북	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	-0.73%	0.54
	경남	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	-0.71%	0.43
제주	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	-0.81%	0.36	

주) 일산화탄소의 8시간 환경기준치는 9ppm임
출처: 국립환경과학원(2017), 대기환경연보 2016

2. 자동차에 의한 대기오염

- 대기오염물질의 배출원은 에너지산업 연소, 비산업 연소, 제조업 연소, 생산공정, 에너지수송 및 저장, 유기용제 사용, 도로이동오염원, 비도로 이동오염원, 폐기물처리, 농업, 기타 면오염원 등의 11가지가 있음
- 이 중 도로이동오염원인 자동차에서 발생하는 대기오염물질 중 인체의 위해성에 상관이 있는 PM₁₀과 NO_x의 배출량은 각각 10%와 32%에 달함(2014년 기준)
 - 경유차의 인체의 위해성에 상관성을 가지는 PM₁₀과 NO_x 배출량이 각각 100%와 89%로 가장 높음 / 최근 3년간(2014~2016년) 경유차의 등록 대수는 전체의 39~42%를 차지함
- 대전광역시의 도로부문 온실가스 배출량은 2015년 기준 3496.24천 tonCO₂eq임



[그림 3-2] 대전광역시 구별 온실가스 배출량(2015)

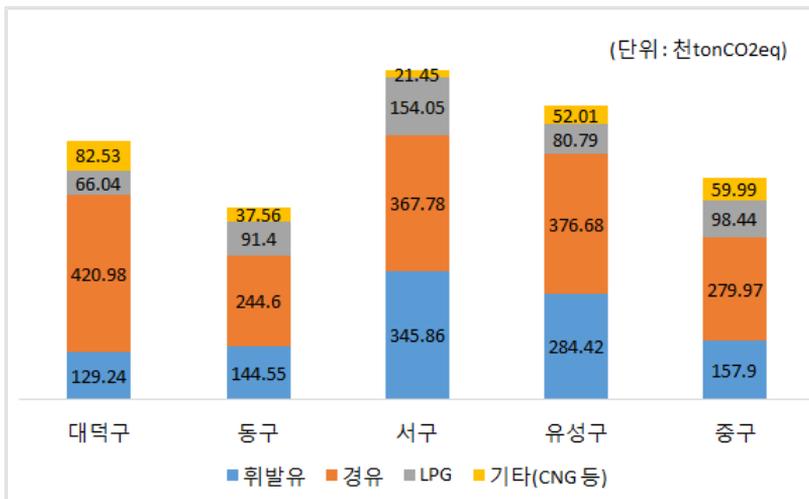
출처: 교통부문 온실가스관리 시스템(<http://www.kotems.or.kr/>)

- 배출량 산정방법은 ‘자동차 1대당 주행거리(km/대) × 자동차 등록대수(대) × 온실가스 배출계수(g/km)’를 바탕으로 지자체 특성(도로별 평균속도, 통행량 등)을 반영하여 산정함
- 대전광역시 5개구 중 온실가스 배출량이 가장 높은 지역은 서구 (889.14천tonCO₂eq)인 것으로 나타남
- 차량연료별 온실가스 배출비율은 경유(48.3%), 휘발유(30.4%), LPG(14.0%), 기타(7.3%) 순으로 나타남

[표 3-4] 대전광역시 구별 온실가스 배출량(2015년)
(단위 : 천tonCO₂eq)

구분	휘발유	경유	LPG	기타(CNG 등)	합계
대덕구	129.24	420.98	66.04	82.53	698.79
동구	144.55	244.6	91.4	37.56	518.11
서구	345.86	367.78	154.05	21.45	889.14
유성구	284.42	376.68	80.79	52.01	793.9
중구	157.9	279.97	98.44	59.99	596.3
합계	1061.97	1690.01	490.72	253.54	3496.24

출처: 교통부문 온실가스관리 시스템(<http://www.kotems.or.kr/>)



[그림 3-3] 대전광역시 구별 연료별 온실가스 배출량(2015년)

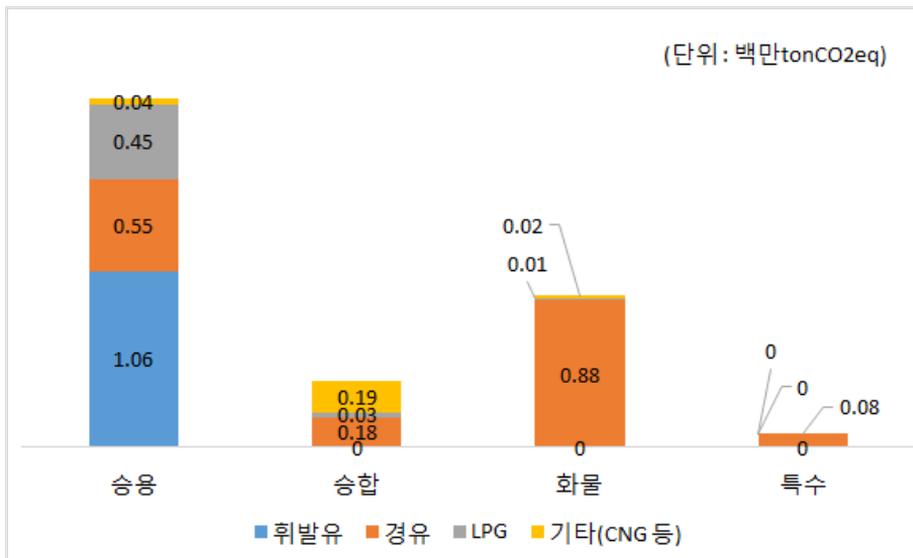
- 차종별 온실가스 배출비율은 승용차(60.2%), 화물차(26.1%), 승합차(11.5%), 특수차(2.3%) 순으로 나타남

[표 3-5] 대전광역시 차종별 온실가스 배출량(2015년)

(단위 : 백만tonCO₂eq)

구분	휘발유	경유	LPG	기타(CNG 등)	합계
승용차	1.06	0.55	0.45	0.04	2.1
승합차	0	0.18	0.03	0.19	0.4
화물차	0	0.88	0.01	0.02	0.91
특수차	0	0.08	0	0	0.08
합계	1.06	1.69	0.49	0.25	3.49

출처: 교통부문 온실가스관리 시스템(<http://www.kotems.or.kr/>)



[그림 3-4] 대전광역시 차종별 온실가스 배출량(2015년)

2절. 관련 법·제도 검토

- 우리나라는 1991년 2월 2일 「환경정책기본법」을 실시하여 획일적으로 규정된 대기, 수질, 소음·진동 등의 이질적 분야를 분리함과 동시에 국민의 환경권을 실질적으로 보장하기 위해 국가환경보전시책의 기본이념과 방향을 제시하고 환경관계법률 상호간의 합리적 체계를 정립하여 일관성 있게 추진되도록 함
- 그에 따라, 1991년 2월 2일 「대기환경보전법」을 실시하여 환경보전법 중에서 대기환경과 관련한 조항을 분리하여 연료사용량 및 자동차의 증가로 인한 대기오염의 심화 예방, 국민건강 및 환경상의 위해를 예방 하려함
- 또한, 2010년 4월 14일 「저탄소 녹색성장 기본법」이 시행되어 다수 부처의 개별 법률을 통해 실시되고 있는 기후변화 및 지구온난화, 신·재생에너지 및 지속가능발전 대책 등을 유기적인 연계와 통합을 통해 추진함으로써 저탄소 녹색성장을 위한 제도적 장치를 마련함
- 이에 교통부문에서는 2009년 12월 10일 「지속가능 교통물류 발전법」을 제정하여 기후 변화, 에너지 위기 및 환경보호 요구 등 교통물류체계의 여건 변화에 대비하여 기존의 교통물류체계를 환경친화적이고 에너지 절감형의 저탄소 교통물류체계의로의 전환을 도모하였음

[표 3-6] 대기환경 관련 법령

구 분	목 적
환경정책기본법	환경보전에 관한 국민의 권리·의무와 국가의 책무를 명확히 하고 환경정책의 기본 사항을 정하여 환경오염과 환경훼손을 예방하고 환경을 적정하고 지속가능하게 관리·보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 삶을 누릴 수 있도록 함을 목적으로 함
대기환경보전법	대기오염으로 인한 국민건강이나 환경에 관한 위해를 예방하고 대기환경을 적정하고 지속가능하게 관리·보전하여 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 하는 것을 목적으로 함
저탄소 녹색성장 기본법	경제와 환경의 조화로운 발전을 위하여 저탄소 녹색성장에 필요한 기반을 조성하고 녹색기술과 녹색산업을 새로운 성장 동력으로 활용함으로써 국민경제의 발전을 도모하며 저탄소 사회 구현을 통하여 국민의 삶의 질을 높이고 국제사회에서 책임을 다하는 성숙한 선진 일류국가로 도약하는 데 이바지함을 목적으로 함
지속가능 교통물류 발전법	기후 변화, 에너지 위기 및 환경보호 요구 등 교통물류 여건 변화에 대응하는 지속가능 교통물류정책의 기본방향과 그 수립 및 추진 등에 관한 사항을 규정함으로써 현재 세대의 미래 세대를 위한 교통물류의 지속가능 발전 기반을 조성하고 국민경제의 발전과 국민의 복리향상에 이바지함을 목적으로 함

출처: 국가법령정보센터

3절. 관련계획 검토

1. 제1차 지속가능 국가교통물류발전 기본계획

1) 계획의 개요

- 본 계획은 「지속가능 교통물류 발전법」 제7조 및 「저탄소 녹색성장 기본법」 제53조에 의거하여 10년 단위의 「제1차 지속가능 국가교통물류발전 기본계획」(2011.6)이 수립됨
 - 종합적인 지속가능 교통물류 정책을 체계적으로 추진하기 위해 중장기 정책목표와 전략을 마련함
 - 여러 법에 단편적으로 있었던 지속가능 교통물류발전에 관한 내용을 『지속가능 교통물류 발전법』 기본계획을 통해 종합적으로 제공함
 - 계획에는 지속가능 교통물류정책의 기본방향과 목표를 설정하여 대중 교통 활성화, 환경친화적 교통물류시설 개발, 전환교통 촉진 등 지속 가능 교통물류체계의 발전을 위한 대책을 마련함

2) 국가교통물류의 현황 및 전망

- 2009년 기준 연간 국가 전체 에너지 소비량은 1억 8천만 TOE이며, 그 중 교통부문의 에너지 소비량은 3천 6백만 TOE로 전체의 19.7%를 차지함
- 2008년 기준 교통부문에서의 온실가스 배출량은 전체의 14%를 차지하며, 교통수단별로 살펴봤을 때 도로에서의 배출량이 94.7%로 가장 높게 나타남(해운 3.2%, 항공 1.3%, 철도 0.8%)
- 2006년부터 2030년까지 교통부문에서의 에너지 수요는 2010년에는 약 20%를 차지하였으나, 2030년에는 18.7%로 낮아질 것으로 예상함

- 이는 2000년대 초반까지는 에너지소비가 증가하나, 이후 연료가격의 지속적 상승과 자동차 공급이 포화에 근접하여 수요가 감소할 것으로 전망함
- BAU(Business As Usual, 배출전망치) 기준값으로 설정된 녹색성장 위원회의 온실가스 배출량 전망치인 121.3백만 톤에서 국제빙커링²⁾을 제외한 2020년 교통부문 온실가스 배출전망치는 약 1억 60만톤으로 전망함
- GDP 전망치를 통한 온실가스 배출량은 약 1억 2천만 톤으로 전망함
- 타 기관에서 전망한 교통부문 BAU는 121.3~143.4백만 톤임

3) 계획의 비전 및 목표

- 지속가능 교통물류 글로벌 선도국가 실현을 계획의 비전으로 삼아 2020년까지 교통부문 온실가스 배출량 배출전망치(BAU) 대비 34.3%를 감축 목표로 함
- 세부 목표는 친환경·사람 중심의 녹색교통을 구현하고, 저탄소·에너지 고효율 교통물류체계를 구축하며 녹색교통물류의 신성장 동력을 창출함
- 목표 달성을 위해 교통수요관리 강화 및 교통운영을 효율화하고 생활 밀착형 보행·자전거를 활성화하며, 대중교통 인프라 확충 및 서비스를 개선하고 저탄소 녹색물류체계를 구축하여 친환경 교통물류 기술을 개발함

2) 국적이나 선박 종류에 관계없이, 외항선박에 공급되는 연료유의 양을 말함(산업통상 자원부(2010), 지식경제용어사전).

[표 3-7] 전략과제별 목표 및 추진방향

전략	목표	추진방향
교통수요 관리강화 및 교통운영 효율화	<ul style="list-style-type: none"> - 교통수요관리를 통해 대도시권 승용차 통행량 8% 감축('20) - ITS 구축 도로 비율 25% 달성('20) - 경제운전 교육·홍보 강화로 참여율 30% 달성('20) 	<ul style="list-style-type: none"> - 교통수요관리기법을 통한 승용차 통행 억제 - IT 기술을 이용한 기존 교통시설 운영 효율화 - 승용차 억제·녹색교통 활성화를 위한 규제와 인센티브 병행 - 녹색교통 활성화를 위한 홍보·교육 강화
생활밀착형 자전거·보행 활성화	<ul style="list-style-type: none"> - 보행환경 개선으로 1km 미만 단거리 승용차 통행의 15% 보행 전환 - 자전거 이용 활성화로 자전거 수송분담률 5% 수준으로 제고 	<ul style="list-style-type: none"> - 보행우선구역 등 사람중심으로 보행 환경 개선 - 지속적인 자전거 인프라 확충 - 자전거와 대중교통 연계시설 확충 - 교육·홍보를 통한 비동력·무탄소 교통수단 이용 장려
대중교통 인프라 확충 및 서비스 개선	<ul style="list-style-type: none"> - 대도시권 대중교통 수송분담률 제고 : 54%('10) → 60%('20) - BRT 노선 확충 : 195km('10) → 710km('20) - 간선 철도망 확충 : 3,557km('10) → 4,934km('20) 	<ul style="list-style-type: none"> - 철도·BRT 등 대중교통 지속적 확충 - 승용차보다 빠르고 편리한 대중교통 체계 구축 - 대중교통수단의 운영 효율성 제고 - 대중교통수단과 타 교통수단간 연계 강화
교통수요 관리강화 및 교통운영 효율화	<ul style="list-style-type: none"> - 녹색물류네트워크 구축과 경쟁력 강화를 통해 철도·연안 해운의 수송분담률 제고 (철도:8.1%('08)→18.5%('20), 연안해운:20.7%('08)→21.2%('20)) - 영업용 중심의 도로 화물 수송 체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> - 탄소배출 저감형 물류체계 구축 - 녹색교통수단으로 전환(Modal Shift) 촉진 - 철도 화물 수송능력 증대 및 연안 해운 활성화
친환경 교통물류 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 녹색교통물류기술 선진국 대비 90% 수준 달성 - 철도 고속화 기술(km/h) : 350('07) →430('12) 	<ul style="list-style-type: none"> - 그린카 개발 및 보급 활성화 - 철도운영 효율화를 위한 차량 개발 - 친환경 화물 운송수단 및 시설·장비 개발 - 저탄소 도로 설계 및 운영 - 항공기 연료효율 개선 - 녹색 해운·항만 기술 개발

[표 3-8] 세부 추진과제 목록

전략	세부 전략	세부추진과제
교통수요 관리강화 및 교통운영 효율화	참여형 교통수요 관리	주행거리 비례 보험제 시행
		녹색교통 이용자 인센티브 제공
		자동차 공동이용 제도 도입
		자발적 대중교통 이용 홍보·교육
		승용차 억제 경제적 규제방안 확대 추진
	저탄소형 스마트 교통시스템 구축	ITS 활용 기존 교통시설 운영 효율화
		스마트 하이웨이 구축 추진
		하이패스 시스템 구축 및 보급 확대
		고속도로 진입 교통량조절 주말 확대
		국가통합 교통정보센터 구축 운영
		스마트 주차시스템 도입
		고속도로 하이패스 전용 나들목 설치
		회전교차로 설치 운영
	지역 녹색교통 활성화	녹색교통 개선특별대책지역 지정·관리
		녹색교통 진흥특별대책지역 시범사업 추진
생활밀착형 자전거 · 보행 활성화	사람중심으로 보행환경 개선	자전거 통행량 총량제 도입
		비동력·무탄소 교통수단 활성화
		보행우선구역 시범사업 추진
	대중교통과 자전거 연계강화	도시형 올레길 구축 운영
		보행자 중심의 교통문화 확산
		대중교통과 자전거 연계 강화
	안전한 자전거 도로망 구축	철도역 자전거 주차시설 확충
		국도상 생활형 자전거 도로 구축
		자전거 전용도로 운영 확대
대중교통 인프라 확충 및 서비스 개선	버스의 서비스 경쟁력 확보	광역급행버스 운행 확대
		BRT 운영 확대
		고속도로 휴게소 환승 확대
		대중교통 사각지대 해소 방안 강구
		대중교통시설 운영체계 효율성 제고
	도시·광역철도 서비스확대	대중교통 전용지구 확대
		도시·광역철도 확충
		광역철도 운행 급행화
	전국 고속화철도망 구축	호남고속철도 건설사업 추진
		주요 간선철도 고속화
		경제적인 철도 설계기준 마련
	대중교통 연계서비스 강화	복합환승센터 개발
교통물류거점 연계교통망 구축		
교통카드 전국호환 체계 구축		

세부 추진과제 목록(계속)

전략	세부 전략	세부추진과제	
교통수요 관리강화 및 교통운영 효율화	탄소배출 저감형 물류체계 구축	내륙 물류거점 확대	
		RFID기반 물류거점정보시스템 구축	
		제3자 물류 활성화	
		에너지 목표관리제·에너지 목표관리제 시행	
		Green Port 도입	
		연안해운 온실가스·에너지 목표관리제 시행	
		국가물류통합정보센터 구축	
		아라뱃길 활성화	
	녹색교통 수단으로 전환 촉진	경유 화물자동차 LNG 전환	
		전환교통(Modal Shift) 촉진	
		철도 화물 활성화 지원	
		연안해운 수송증대 지원방안 마련	
	철도 화물 수송능력 확대	철도 복합일관 수송 확대	
		컨테이너 2단적재 열차(DST) 도입	
		경부선 철도역 유효장 확장	
		환경 친화적 철도차량 보급 확대	
연안해운 활성화 지원	연안선박 건조 금융지원제도 마련		
	항만시설 사용료 감면		
	IT 기반 해양교통 정보제공시스템 구축		
친환경 교통물류 기술 개발	그린카 개발 및 보급	그린카 개발 및 보급	
		차세대형 첨단 고속철도 개발	
	철도운영 효율화를 위한 차량개발	도시형 자기부상열차 실용화	
		바이모달 트램 실용화	
		무가선 저상트램 개발	
		친환경 화물운송 수단 및 시설·장비 개발	에너지 절감형 물류시설·장비 및 운영 기술 개발
	저탄소 도로설계 및 운영기술	탄소중립형 도로설계 및 운영기술 개발	
		항공기 연료효율 개선	항공사의 자발적 연료소모 감축활동 전개
			연속강하 운영(CDO) 확대
	다목적 전공역 위성항법보정시스템 개발·구축		
	녹색 해운 항만 기술 개발	녹색선박(Green Ship) 기술 개발	
		자원순환형 항만 기술 개발	
항만물류 시설·장비 고도화			
해양교통시설 녹색에너지 전원 시스템 개발			
		항만 하역시스템 동력 전환 추진	

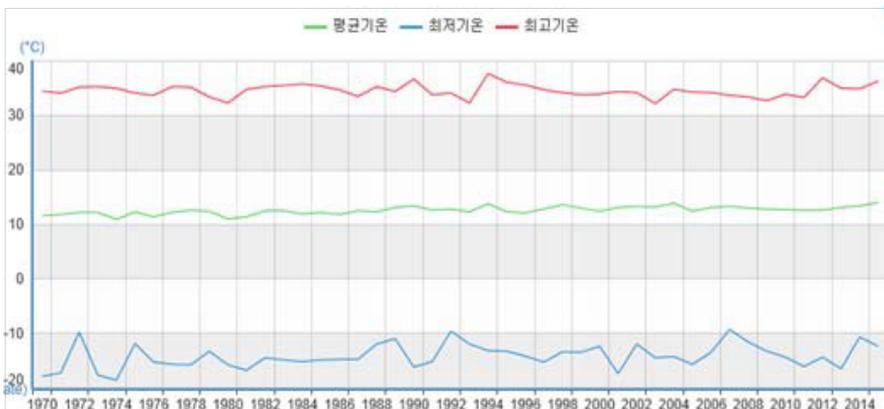
2. 제2차 대전광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획

1) 계획의 개요

- 본 계획은 「저탄소 녹색성장 기본법」 제48조제4항 및 동법 시행령 제38조에 의거하여 5년 단위로 「제2차 국가 기후변화 적응대책」이 수립됨
- 그에 따라 지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립을 위해 대전시에서는 「제2차 대전광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획」(2016.12)을 수립함
 - 계획은 대전시의 기후변화 적응대책의 비전과 목표를 설정하여 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 물관리, 생태계, 기후변화 감시 및 예측, 적응 산업/에너지, 교육·홍보 및 국제협력 등 분야별 기후변화의 적응대책에 대한 세부시행계획을 마련함

2) 대전시 기후변화 현황 및 전망

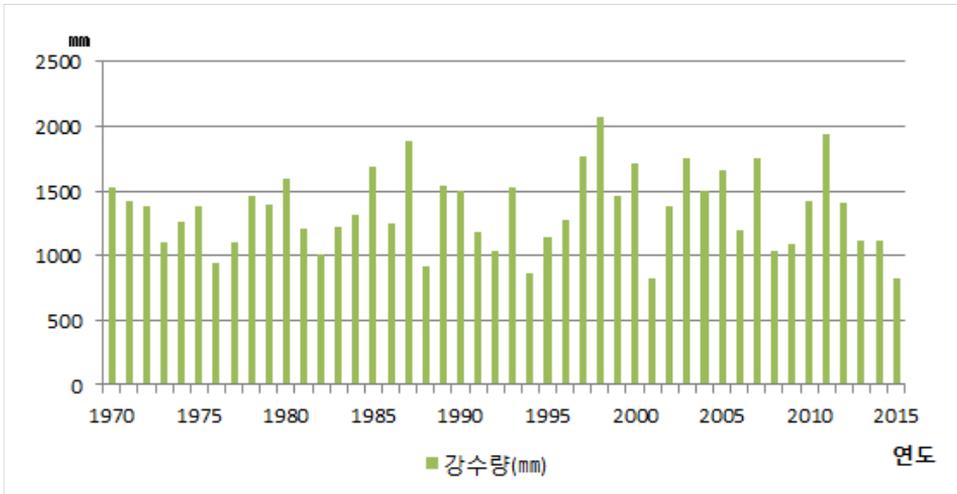
- 최근 45년(1970~2015년)간을 기준으로 대전시의 기온을 살펴보면 1970년에 평균 11.6℃, 최저기온 -17.9℃, 최고기온 34.5℃에서 2015년에 평균 14℃, 최저기온 -12.4℃, 최고기온 36.3℃로 기준년도 대비 평균기온은 2.6℃, 최저기온은 5.5℃, 최고기온은 1.8℃씩 각각 상승하였음



[그림 3-5] 대전광역시 연도별 평균기온, 최저기온, 최고기온 변화 추이

출처: 제2차 대전광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획

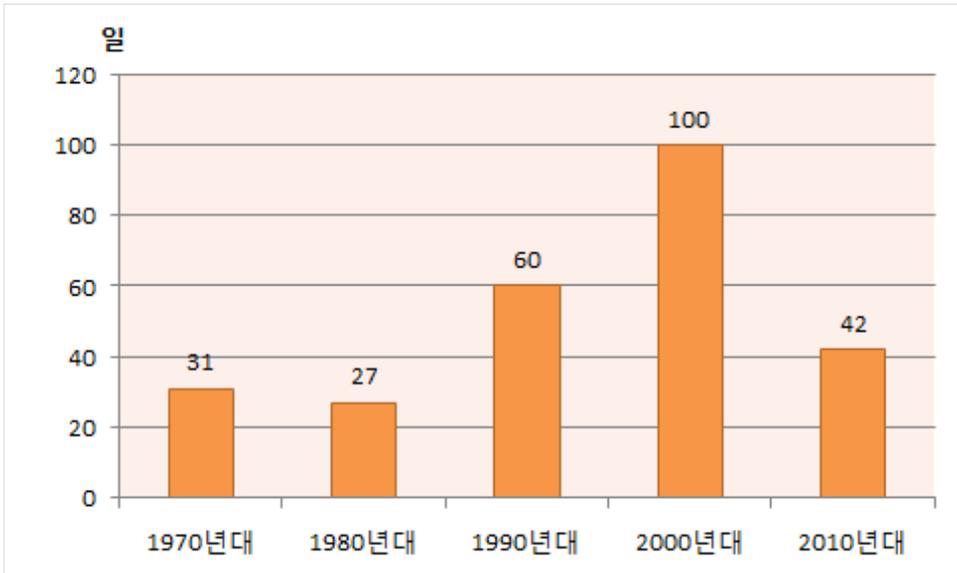
- 강수량은 1998년에 2,070mm로 가장 많은 강수량을 기록하였고, 2001년에 828.7mm로 가장 적은 강수량을 기록하였으며, 최근 45년간의 연평균 강수량은 1351.1mm임



[그림 3-6] 대전광역시 강수량 변화 추이

출처: 제2차 대전광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획

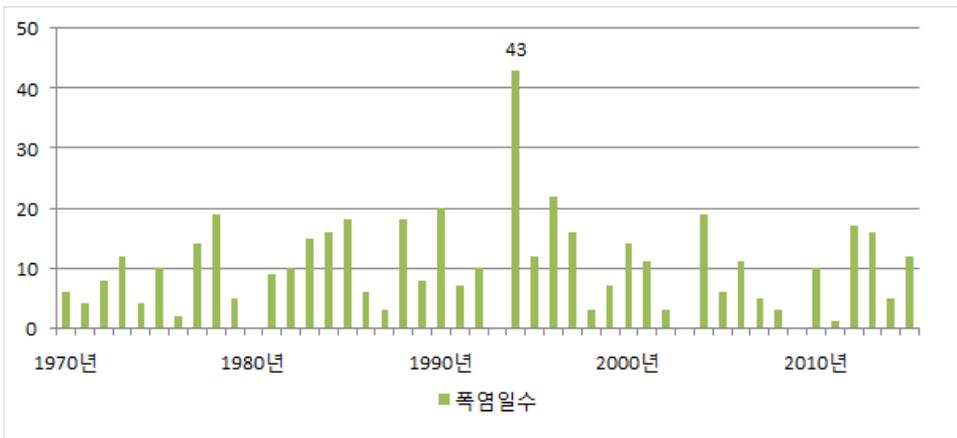
- 황사가 발생한 일수는 2000년대에 100일로 기록되면서 가장 많은 황사 일수를 기록하였으며, 1980년대에는 27일로 가장 적은 황사일수를 기록함
 - 1990년대 후반 이전까지는 황사가 봄에 주로 발생하였으나, 그 이후에는 계절에 상관없이 자주 발생함



[그림 3-7] 대전광역시 연대별 황사발생일수

출처: 제2차 대전광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획

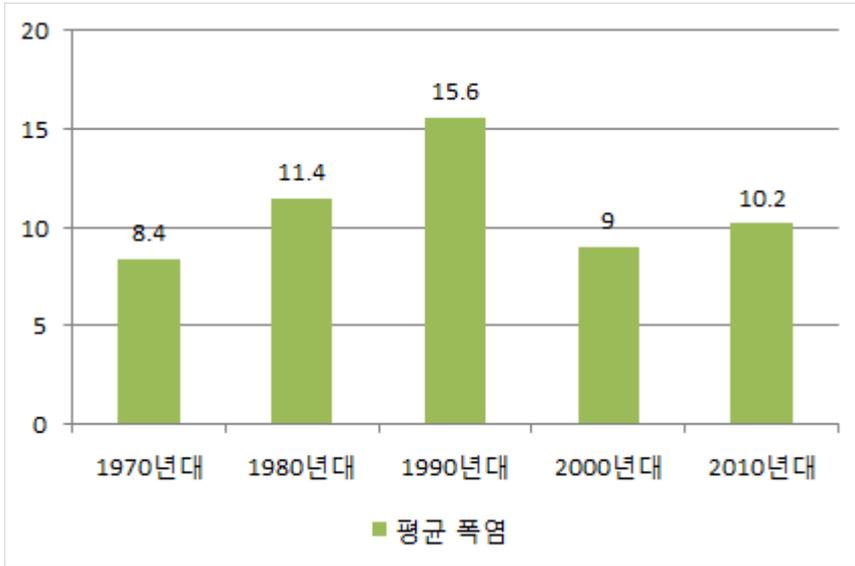
- 폭염일수는 1994년에 관측기간(1970~2016년) 중 가장 많은 폭염일수인 43일을 기록함



[그림 3-8] 대전광역시 폭염일수 추이

출처: 제2차 대전광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획

- 1970년대부터 1990년대까지는 급격한 폭염일수를 기록하였고, 2000년대 들어 급감하였으나 2010년대 들어 다시 상승함



[그림 3-9] 대전광역시 연대별 폭염일수 추이

출처: 제2차 대전광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획

- 기후변화 전망은 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)에서 발표한 온실가스 배출 시나리오인 RCP(Representative Concentration Pathways) 시나리오를 기초로 온실가스 배출 수준을 현재 추세로 유지하였을 경우(RCP 8.5)와 적극적인 저감정책을 수행하였을 경우(RCP 4.5)를 기준으로 함
- 대전시의 기온변화는 RCP 4.5 시나리오에서 2090년대에 2000년대 대비 2.2℃ 상승하여 연평균기온은 14.6℃, 연평균 최고기온은 20.4℃, 연평균 최저기온은 9.7℃로 증가하며, RCP 8.5 시나리오에서는 기온이 5.4℃ 상승하여 연평균기온은 17.8℃, 연평균 최고기온은 23.6℃로 증가하며, 연평균 최저기온은 4.8℃ 상승으로 12.8℃로 증가하여 폭염 일수의 증가, 결빙일수의 감소가 예상됨

- 연평균강수량은 RCP 4.5 시나리오에서 2080년대에 2000년대 대비 49.2% 상승하여 1,919.6mm로 증가하며, RCP 8.5 시나리오에서는 21세기 후반기에 강수량이 소폭 감소하여 RCP 4.5보다 낮게 나타나지만 2000년대 대비 상승할 것으로 예상되며, 집중호우에 따른 풍수해, 물관리에 대한 대비가 필요함
- 폭염일수는 RCP 4.5 시나리오에서 2090년에 2000년대 대비 19.7일이 증가하여 31.6일의 폭염이 발생할 것으로 예상되며, RCP 8.5 시나리오에서는 2000년대 대비 69.4일이 증가하여 81.3일의 폭염이 발생할 것으로 예상됨
- 호우일수는 RCP 4.5 시나리오에서 2000년대 대비 2090년에 0.7일이 증가하여 2.3일이 발생할 것으로 예상되며, RCP 8.5 시나리오에서는 2000년대 대비 2.0일이 증가하여 3.6일의 호우가 발생할 것으로 예상됨
- 이러한 기후변화에 대한 리스크 평가 결과, 대전시의 건강분야, 재난/재해 분야, 물관리분야에서 특히 리스크가 높게 나타나나, 2050년에는 모든 분야에서 리스크가 더 커질 것으로 예상함
 - 2030년에는 건강분야에서 리스크가 높게 나타났는데, 폭염의 취약계층에의 영향, 황사 등에 의한 호흡기계 질환 증가가 가장 높았음
 - 2050년에는 건강분야보다 산업/에너지 분야에서 리스크가 더 높은 것으로 나타났으며, 도시열섬효과와 기후변화 규제준수 비용 증대 부분에서 리스크가 가장 높게 나타남

3) 계획의 비전 및 목표

- 최적의 기후변화 적응으로 안전 및 위기관리에 선도적인 도시를 구현하는 것을 비전으로 삼아 2021년까지 기후변화 적응을 통한 시민 건강과 안전 인프라를 구축하며, 2030년까지 기후변화에 따른 위험을 감소시키고 기회를 현실화할 것을 목표로 함

- 건강, 농업, 물관리, 재난/재해, 산림/생태계, 산업의 총 6분야에 대해 분야별 세부목표를 설정함
- 건강분야에서는 기후변화에 취약한 계층을 보호하고 건강관리에 대한 능력을 향상시켜 건강 피해를 최소화하고자 함
- 농업분야에서는 기후변화에 적응할 수 있는 농업기술을 선진화시켜 농업생산성을 향상시키고자 함
- 물관리분야에서는 수자원 관리와 수질관리를 통해 안정적인 급수 체계를 구축하고자 함
- 재난/재해분야에서는 재난/재해에 대한 예방 능력을 강화시키고 안전한 환경을 조성하여 위기관리 능력을 향상시키고자 함
- 산림/생태계분야에서는 생태계의 기후를 변화시키는 위험요소를 관리하고 산림의 보전 및 관리를 목표로 함
- 산업분야에서는 기후변화의 완화를 위해 신재생에너지 사업을 확대시키고 녹색교통 도입을 통해 저탄소 도시를 조성하고자 함

[표 3-9] 분야별 목표 및 추진전략

분야	추진전략	목표	관련 취약성
건강	기후변화취약계층 건강관리 및 대책마련	- 취약계층 극한 기후 대비 - 서민 의료 서비스 확대 - 기후변화 인식 제고	- 폭염 및 한파에 의한 건강 - 오존농도 상승에 의한 건강
	기후변화 관련 질병 관리	- 시민 보건 향상을 위한 질병 관리	- 감염병에 의한 건강 - 기타 오염물질에 의한 건강
	건강한 삶을 위한 쾌적한 환경 구축	- 녹지 쉼터 제공 - 환경오염 모니터링 강화	- 폭염 및 한파에 의한 건강 - 오존농도 상승에 의한 건강 - 대기환경에 의한 건강 - 감염병에 의한 건강
농업	기후변화 대응 농업 육성	- 친환경 토양환경 조성 - 농업생산성 향상을 위한 기술 보급	- 농경지 토양침식의 취약성 - 재배/사육 시설의 취약성 - 벼 생산성의 취약성
물관리	기후변화 대비 효율적 수자원 구축	- 가뭄 및 물 부족 대비 - 물 환경 보전	- 수인성매개질환에 의한 건강 - 이수, 치수의 취약성
	안정적 물 공급 체계 구축	- 고품질의 용수 공급 - 우수을 향상을 위한 안정적 급수 시설 마련	- 수질 및 수생태의 취약성 - 홍수에 의한 기반시설 취약성
재난/재해	재난/재해 대응 기반시설 보강	- 재해 취약 지역 정비로 안전 환경 조성 - 주민 재산피해(2차 피해) 최소화	- 농경지 토양침식의 취약성 - 산사태에 대한 취약성 - 홍수, 폭염, 폭설에 의한 기반시설 취약성
	방재 체계 구축	- 재난현장에 신속한 대응 - 일상생활 위협요소로부터 안전 확보 - 방재시스템 보강으로 주민 생활 안정에 기여	- 산림 재해에 대한 취약성 - 홍수, 폭염, 폭설에 의한 기반시설 취약성
산림/생태계	지속적이고 건강한 생태계 구축	- 기후변화 적응 위한 산림 관리 - 건강한 생태계 구축	- 산림 보전에 대한 취약성 - 곤충의 취약성 - 산림공원의 취약성
산업	기후변화 대응 교통산업 확립	- 기후변화 완화를 위한 녹색 교통 산업 육성 - 저탄소 교통체계 도입	- 기후변화 대응 미래 기술 및 에너지 산업 확충 - 저탄소 관련 기술 확충
	신재생 에너지 산업 육성	- 미래기술 육성 - 신재생에너지 보급 확대로 저탄소도시 조성	

[표 3-10] 분야별 세부시행사업 목록

분야	추진전략	실천과제	세부사업
건강	기후변화 대비 건강 적응대책 구축	감염병 적응	- 환경성질환 예방 및 치유관리 - 감염병 예방관리능력 강화 - 신종 감염병 등 상시 대응체계 구축 - 선제적 검사시스템 구축을 통한 시민 보건 향상
		도시오염 적응	- 미세먼지 측정망 확충 - 환경오염물질 관리 강화로 쾌적한 환경 조성 - 도시열섬화 저감을 위한 건축물 옥상 녹화사업
	기후환경 취약계층의 건강과 삶의 질 증진	생활시설 확충	- 시민생활 건강증진을 위한 체육시설 확충 - 지역쉼터 제공을 위한 학교 공원화 사업
		취약계층 지원	- 폭염·한파 대비 노인 공동생활 운영 지원 - 폭염으로 인한 취약계층 관리 - 응급의료 지원체계 구축 - 공공의료 기능강화를 위한 대전의료원 설립 - 기후변화 관련 교육 및 홍보
농업	안정적 재배환경 조성	농업 생산성 향상	- 농업생산기능 향상 사업 - 농업생산기능 지능화(U-Farm) 사업 - 토양개량제 공급을 통한 기후변화 대응 재배 관리 - 기후변화 대응 친환경·농업 및 농산업 육성 - 시설하우스 스마트팜 단지 조성
물관리	기후 변화 적응에 따른 안정적 물 공급 체계 구축	안정적인 수도공급 인프라 구축	- 생산된 수도물의 안정적 급수체계 구축 - 도수관로 이원화 사업
		고품질 수도공급	- 깨끗하고 안전한 먹는물 수질 관리
	이상기후 대비 수자원 확보	효율적인 수자원 확보	- 효율적인 물 사용을 위한 저영향개발(LID) 기법 적용 - 하수관로정비로 쾌적한 생활환경 조성 - 기후변화에 대응하는 물 재이용 확대 추진 - 안전한 수자원 확보를 위한 지방하천정비사업
재난/ 재해	방재인프라 구축	재난/재해 대응 기반시설 보강	- 도로시설물 안전관리 강화 - 산사태 위험지 사전관리
	방재체계 구축	예방 및 안전관리 강화	- 소방안전문화 정착을 위한 체험교육 운영 - 위기대응능력 강화를 위한 교육 운영 - 재난 예·경보 기능보강 사업 추진
재난/재해 대응 시스템 보강		- 재난현장 긴급구조 대응태세 강화 - 산불예방 및 진화체계 고도화 사업 - 이상기후 피해 대응을 위한 자연재해보험 활성화	

분야별 세부시행사업 목록(계속)

분야	추진전략	실천과제	세부사업
산림/ 생태계	지속적이고 건강한 생태계 구축	기후변화에 따른 산림 관리	- 기후변화 적응 산림수종 갱신사업 - 기후변화 적응을 위한 녹색 숲 가꾸기
		생태계 가치 보전	- 생태계 건강성 제고를 위한 외래생물 관리 - 야생동물의 질병관리 대책 추진 - 대전 깃대종 보전대책 추진
산업	기후변화 대응을 위한 교통체계 구축	녹색교통 체계 도입	- 기후변화 완화를 위한 전기자동차 보급 - 시민 공용 자전거 확충으로 저탄소 녹색교통체계 구축 - 승용차요일제 운영으로 교통수요 관리

4절. 대기오염 저감 국외사례

1. 미국

1) Congestion Mitigation and Air Quality Improvement(CMAQ) 프로그램

(1) 사업개요

- 위치: 미국 전역
- 사업기간: 1991년부터 현재까지
- 사업내용: 교통 혼잡과 대기오염을 줄이기 위한 교통 프로젝트를 지원하기 위해 만들어진 프로그램으로 현재까지 29,000개 이상의 프로젝트에 300억 달러 이상을 지원함

(2) 추진배경

- 「The Clean Air Act Amendments of 1990」의 통과와 함께 National Ambient Air Quality Standards(NAAQS)를 만족 시키려고 함
- 이를 위해 교통과 대기오염을 동시에 고려하는 환경 프로그램이 필요해짐에 따라 설립됨

(3) 사업내용 및 효과

- 교통신호(Traffic Signalization)
 - 교통신호 프로젝트는 주로 교차로 신호등 설치, 교통신호 동기화 네트워크, 교통신호 타이밍 프로젝트 등을 포함함
 - 2006년에서 2012년 사이 연평균 178개의 프로젝트들이 미국 전역에서 실시됨
 - 대표적인 사례로 캘리포니아 주와 미시간 주의 신호 동기화 사업이 있음. 이를 통해 각각 4.8km/h, 0.8km/h의 교통 흐름 속도 증가가 예상되었으며, 휘발성 유기화합물(VOC) 배출량이 각각 0.58kg/일, 340kg/일 감소될 것으로 예측됨([표 3-11] 참조)

[표 3-11] 교통신호 사업 사례 및 기대 효과

지역	총 사업비용	사업 내용	교통 효과	오염 물질 감소량(kg/일)				
				VOC	CO	NOx	PM10	PM2.5
캘리포니아 주	\$628,360	감시 카메라와 신호 동기화	4.8km/h 속도 증가	0.58	5.04	-	0.58	-
미시간 주	\$450,000	신호 동기화를 위한 무선 통신 체계	0.8km/h 속도 증가	340	-	377.79	-	-
일리노이 주	\$4,312,197	비디오 탐지와 신호 동기화	6km/h 속도 증가	0.9504	-	2.2558	-	-
애리조나 주	\$923,167	CCTV 카메라, 지능형 교통 시스템(ITS), 신호 동기화	25% 속도 증가	1.29	10.61	5.10	0.41	-

출처: FHWA.(2014), Air Quality and Congestion Mitigation Measure Outcomes Assesment Study: Final Technical Report, B15-B-18.

○ 버스/철도 사업

- 새로운 버스/철도 서비스를 통해 운송 가능 승객수를 늘리고, 결과적으로 교통 혼잡을 줄이는 것을 목표로 함
- 미시간 주 버스노선 연장 사업은 해당 노선의 버스 이용 횟수를 173회 증가시키고, 휘발성유기화합물(VOC)과 일산화탄소(CO)의 배출량을 각각 3.775kg/일, 62.395kg/일 감소시킬 것으로 예상됨([표 3-12] 참조)
- 캘리포니아 주의 신규 경전철 사업은 1일 차량 운행량을 10,651대 감소시키고, 휘발성유기화합물(VOC)과 일산화탄소(CO)의 배출량을 각각 17.4kg/일, 367.84kg/일 줄일 것으로 예상됨([표 3-12] 참조)

[표 3-12] 버스/철도 사업 사례 및 기대 효과

지역	총 사업비용	사업 내용	교통 효과	오염 물질 감소량(kg/일)				
				VOC	CO	NOx	PM10	PM2.5
미시간 주	\$2,077,660	버스 노선 연장	버스 이용 횟수 173회 증가	3.775	62.395	2.756	-	0.063
캘리포니아 주	\$998,900,000	13.8km Metro Expo Line 건설(경전철)	1일 차량 운행 10,651대 감소	17.4	367.84	7.46	7.46	-

출처: FHWA.(2014), Air Quality and Congestion Mitigation Measure Outcomes Assessment Study: Final Technical Report, B-45-B-51.

○ 교통수요관리

- 교통수요관리에는 주차요금, 교통정보 서비스, 카풀/밴풀 등의 프로젝트를 포함하며, 나홀로 차량을 줄이는 것을 목표로 함
- 대표사례로 일리노이 주의 카셰어링 프로그램이 있으며, 이를 통해 해당 지역 하루 차량운행을 4,162대 감소시키고, 휘발성 유기화합물(VOC)의 배출량을 0.67kg/일 줄일 것으로 예측되었음([표 3-13] 참조)

[표 3-13] 교통수요관리 사업 사례 및 기대 효과

지역	총 사업비용	사업 내용	교통 효과	오염 물질 감소량(kg/일)				
				VOC	CO	NOx	PM10	PM2.5
미시간 주	\$366,638	카풀 전용 주차장 신설	1일 전체 차량 이동 1,033km감소	0.694	-	0.607	-	-
일리노이 주	\$3,151,280	카셰어링 프로그램	1일 차량 운행 4,162대 감소	0.67	-	0.58	-	-

출처: FHWA.(2014), Air Quality and Congestion Mitigation Measure Outcomes Assessment Study: Final Technical Report, B-60-B-65.

○ 보행/자전거 사업

- 보행 및 자전거 이용을 격려하는 프로그램을 개발하는 것을 목표로 함. 주로 보행/자전거 도로 건설, 자전거 거치대 설치, 안전교육 등의 프로그램을 포함함
- 2006년 128개의 프로젝트를 시행하고, 해마다 계속 늘어 2012년에는 261개의 프로젝트를 시행함. 같은 기간 집행한 예산은 6천백만 달러에서 1억9천8백만 달러로 증가함
- 대표 사례로 유타 주와 워싱턴 주의 보행/자전거 도로 건설을 꼽을 수 있음. 1일 차량 운행이 각각 106대와 75대 감소할 것으로 예상되었으며, 일산화탄소(CO)의 배출량도 각각 11.76kg/일, 9.07kg/일 줄어들 것으로 예측되었음

[표 3-14] 보행/자전거 사업 사례 및 기대 효과

지역	총 사업비용	사업 내용	교통 효과	오염 물질 감소량(kg/일)				
				VOC	CO	NOx	PM10	PM2.5
유타 주	\$869,583	'D&RGW Trail' 보행/자전거 도로 건설	1일 차량 운행 106대 감소	1.05	11.76	1.29	-	-
워싱턴 주	\$1,393,383	'Green River Trail' 보행/자전거 도로 건설	1일 차량 운행 75대 감소	9.07	9.07	9.07	-	-

출처: FHWA.(2014), Air Quality and Congestion Mitigation Measure Outcomes Assesment Study: Final Technical Report, B-69-B-72.

2) 뉴욕시 고 스마트 프로그램(Go Smart NYC)

(1) 사업개요

- 위치: 미국 뉴욕주 뉴욕시
- 사업기간: 2015년 퀸즈 지역(Queens Community District)에서 시작

하여 브루클린(Brooklyn) 으로 확대하고 있음

- 사업내용: 교통수단에 관한 정보를 제공하여 탄소 배출이 비교적 적은 교통수단을 이용하는 주민에게 인센티브를 제공하는 프로그램

(2) 추진배경

- 뉴욕시 시장 Bill de Blasio는 뉴욕시를 지속가능한 세계적 대도시로 육성하겠다는 목표로 2050년까지 온실가스 배출의 80%를 감축한다는 ‘New York City’s 80x50 Plan’을 발표함. 특히, 2015년 바티칸에서 프란시스 교황 및 다른 도시의 정상들과 2030년까지 온실가스를 40% 줄이는 것을 결의함
- 그 중 하나로 주민들이 보다 친환경적인 교통수단을 이용하도록 유도하는 고 스마트 프로그램을 실시하고 있음

(3) 사업내용 및 효과

- 사업내용
 - ‘고 스마트 뉴욕시’는 2015년 퀸즈 5 구역에서 시범 운영하였고, 2016년과 2017년에 브루클린 지역으로 확대 운용 및 계획 중에 있음
 - 해당 지역 주민들에게 보행, 자전거, 대중교통을 포함한 이동수단 정보를 제공하고, 이를 이용한 주민에게 지역 상점에서 사용할 수 있는 할인 쿠폰을 제공함
 - 특히, 카풀 및 밴풀 이용자를 위하여 Guaranteed Ride Program을 제공하고 있음. 이는 응급상황 등의 이유로 지정된 서비스를 이용하지 못한 경우 뉴욕시가 대체 교통수단에 대한 비용을 지불해주는 일종의 보험임
- 사업효과
 - 본 프로그램은 대기 질 개선 및 교통 혼잡 해소에 효과가 있는 것으로 나타남. 특히 2017년 10월 기준으로 이산화탄소 배출량이 약 1.466톤 감소하였음([그림 3-10] 참조)

Trip Miles Reduced:	3700 miles
Fuel and Vehicle Maintenance Savings:	\$1,760
Carbon Dioxide Emissions Reduced:	1.466 metric tons
Calories Burned:	4494

[그림 3-10] 고 스마트 프로그램 효과

출처: Go Smart NYC: <https://511nyrideshare.org/web/nyc-gosmart>

2. 영국

1) 런던 시 Ultra Low Emission Zone(ULEZ)³⁾

(1) 사업개요

- 위치: 영국 런던 시
- 사업기간: 2015년 초안을 발표하였고, 2019년 4월 8일부터 적용될 예정임
- 사업내용: 런던 시 중심에 Ultra Low Emission Zone을 지정하고, 해당 지역 내로 오염물질 배출 기준을 충족시키지 못하는 차량이 들어올 경우 통행요금을 부과함([그림 3-11] 참조)

3) <https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone>



[그림 3-11] Ultra Low Emission Zone 지도

출처: <https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone>

(2) 추진배경

- 대기오염은 런던의 주요 공중 보건 문제이며, 연간 9,400명 이상의 시민들이 대기의 질 저하로 인해 죽는 것으로 조사됨
- 특히, 질소산화물(NO_x)과 미세먼지(PM)를 주요 위험 물질로 보고 있으며, 이들 물질의 전체 배출량의 50%가 수송 부문에서 나오고 있음
- 대기오염물질 배출을 줄이고, 보행/자전거/대중교통 이용 촉진을 위해 해당 사업을 추진하게 됨

(3) 사업내용 및 효과

- 사업내용
 - 질소산화물(NO_x)과 미세먼지(PM)의 배출량 감소로 도시 중심부를 더욱 안전하고 살기 좋은 곳으로 변화시키는 것이 목표임
 - 해당 지역 출입 경계선은 도로표지판을 통해 안내되며, 요금 징수소는 따로 설치하지 않음. 카메라를 이용해 자동차 번호판을 읽고, 자체 데이터 베이스를 통해 해당 자동차가 규제 조건을 충족시키는지 판별한 뒤 요금을 부과함

- 오염 물질 배출 기준은 유럽연합 기준⁴⁾을 따르며, 차종에 따라 다른 기준을 적용함. 구체적으로 오토바이는 유로 3, 휘발유 자동차/미니밴은 유로 4, 경유 자동차/미니밴은 유로 6, 트럭/버스는 유로 VI가 적용됨 ([표 3-15] 참조)
- 이 밖에 장애인 차량, 택시, 특수 목적 차량(예: 군용 차량, 건설용 차량) 등에 요금 적용 예외 조항을 두었음

[표 3-15] ULEZ 기준 및 요금표

차종	배출 기준	배출 기준 미달시 요금	요금 납부 불이행시 벌금
오토바이 (이륜/삼륜/사륜 포함)	유로 3	£12.50	£130
휘발유 자동차/미니밴/픽업트럭 /미니버스	유로 4	£12.50	£130
경유 자동차/미니밴/픽업트럭 /미니버스	유로 6	£12.50	£130
대형 트럭/버스	유로 VI	£100	£1,000

출처: <https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone/complying-with-ulez>

○ 사업효과

- 보행, 자전거 및 대중교통 이용 촉진이 기대됨
- 카셰어링 가입 및 이용 증가가 예상됨
- 친환경 자동차 판매대수 증가가 기대됨
- 노약자 및 순환기 질환 환자 감소가 예상됨
- ULEZ 밖의 지역에도 친환경 자동차의 운행이 증가할 것으로 예상됨

4) 유럽연합 내에서 판매되는 신차에 적용되는 배출가스 제한 기준으로 일산화탄소, 질소산화물, 미세먼지 등을 포함함. 유로 1을 시작으로 점차 기준이 엄격해졌으며, 현재 유로 6을 적용하고 있음. 대형 화물차/버스에 적용되는 기준을 말할 때는 아라비아 숫자 대신 로마자를 사용함(예: 유로 VI)

2) 런던 시 Source London 사업

(1) 사업개요

- 위치: 영국 런던 시
- 사업기간: 2010년 초안을 발표하였고, 2011년 5월 27일부터 사업을 시작함
- 사업내용: 주거 지역, 공공 주차장, 쇼핑센터 등 런던 곳곳에 전기자동차 충전소를 설치하고 회원제로 충전소를 이용할 수 있게 하는 사업임

(2) 추진배경

- 이산화탄소(CO₂)와 기타 오염물질 배출을 줄이기 위해 전기자동차의 대중화를 모색함
- 전기자동차 충전시설을 늘리고 이용자들이 보다 저렴하고 편리하게 이용할 수 있는 방법이 필요해짐

(3) 사업내용 및 효과

- 사업내용
 - 런던교통국(Transport for London) 주도하에 여러 민간사업자와 컨소시엄을 구성함. 대표적으로 Siemens社는 IT 인프라를 개발하였고, Scottish and Southern Energy社와 National Car Parks社는 충전소 설치 및 비용의 일부를 부담하였음⁵⁾
 - 2014년 Bollore Group이 사업 운영을 이어받음. 현재 850개 이상의 충전소를 운영하고 있으며, 2018년까지 4,500개 이상의 충전소를 추가 설치할 계획을 가지고 있음⁶⁾
 - 이용요금은 연간 회원의 경우 매달 충전소 이용비 £4와 전기 이용 요금을 내야하고, 비회원의 경우 방문시마다 충전소 이용비 £10와 전기 이용 요금을 내야함([표 3-16] 참조)

5) Mayor switches on new electric vehicle scheme 'Source London',(2011). <https://tfl.gov.uk/info-for/media/press-releases/2011/may/mayor-switches-on-new-electric-vehicle-scheme-source-london>

6) Source London. <https://www.sourcelondon.net/about-source-london>

[표 3-16] Source London 요금표

종류	충전소 이용 요금	급속 충전소 전기 요금	3KW/7KW 충전소 전기 요금
연간 회원	매월 £4	회당 £1.80 + kWh당 £0.30	3.6pence (오후 8시-오전 7시 이용 시 최대 요금 £8.64로 제한)
비회원	회당 £10	회당 £1.80 + kWh당 £0.30	5.9pence (오후 8시-오전 7시 이용 시 최대 요금 £14.16로 제한)

출처: <https://www.sourcelondon.net/#rates>

○ 사업효과

- 전기 자동차 보급 확대가 예상됨
- 전기 자동차 보급 확대에 따른 대기 오염 물질 감소가 기대됨

3. 싱가포르

1) 전기차 카셰어링

(1) 사업개요⁷⁾

- 위치: 싱가포르
- 사업기간: 2014년 싱가포르 교통국과 경제개발청이 사업 제안요청서를 발주하고, 2016년 Bollore Group과 계약을 체결함. 2017년 12월 12일부터 운영을 시작함
- 사업내용: 전기자동차를 이용한 자동차 공유 사업임

7) <https://www.bluesg.com.sg/about-us>

(2) 추진배경⁸⁾

- 교통혼잡과 대기 오염을 줄일 필요성이 제기됨
- 전기자동차를 이용한 카셰어링은 시민들의 교통 편리성을 해치지 않으면서 친환경적일 것으로 기대됨

(3) 사업내용 및 효과

- 사업내용⁹⁾
 - Bolloré Group이 자회사 BlueSG를 통해 운영하며, 2017년 12월 12일 80대의 전기자동차와 32개소의 전기 충전소로 사업을 시작함
 - 2020년까지 1,000여대의 전기자동차를 운영하고 500개소의 전기 충전소를 설치 및 운영할 계획임
 - 인터넷 또는 BlueSG 앱을 이용해 서비스를 이용할 수 있음. 연간 회원의 경우 매월 회원비 S\$15와 분당 이용료 S\$0.33을 지불하며, 주간회원의 경우 분당 이용료 S\$0.50를 지불함



[그림 3-12] 카셰어링 자동차와 충전소

출처: <https://www.reuters.com/article/us-singapore-electricvehicles/singapores-electric-car-sharing-program-hits-the-road-idUSKBN1E600F>

8) Sustainable Singapore Blueprint.(2016), "Electric Vehicle(EV) Car-sharing."

9) p.10. <https://www.mewr.gov.sg/ssb/resources/publications/page/1>
<https://www.gov.sg/news/content/channel-newsasia---singapores-first-electric-car-sharing-service-rolls-out-with-80-vehicles>

- 사업효과¹⁰⁾
 - 교통 혼잡 및 대기 오염 감소가 예상됨
 - 전기 충전소 인프라 투자 증가가 기대됨
 - 민간 사업자들의 전기자동차 유지 및 보수 등을 포함한 솔루션 개발 및 수출이 기대됨

4. 이탈리아

1) 전기버스 무선충전 사업¹¹⁾

(1) 사업개요

- 위치: 이탈리아 토리노 시
- 사업기간: 2003년 한 개 버스 노선을 시작으로, 2007년 두 개 노선으로 확장 후 현재까지 이어지고 있음
- 사업내용: 전기 버스를 운용하고, 버스 정류장 바닥에 매립된 무선 충전 시스템을 통해 버스의 배터리를 자동으로 충전하는 사업

(2) 추진배경

- 도심의 공기 질 개선을 위해 차량 진입을 제한하는 교통 제한구역 (Limited Traffic Zone)을 설치하면서 도심으로 향하는 시민들이 이용할 수 있는 대중교통이 필요해짐
- 2003년 STAR 1, 2007년 STAR 2 버스 노선을 개설하고 전기 버스와 무선 충전 시스템을 도입함

(3) 사업내용 및 효과

- 사업내용

10) Sustainable Singapore Blueprint.(2016), "Electric Vehicle(EV) Car-sharing." p.10. <https://www.mewr.gov.sg/ssb/resources/publications/page/1>

11) <http://www.eltis.org/discover/case-studies/wireless-charging-quiet-and-clean-public-transport-torino-italy>

- 완전 충전된 전기 버스로 운행을 시작하고 운행 도중 무선 전기 충전소가 설치된 지점에서 배터리를 충전함
- STAR 1 노선의 경우 노선의 마지막 지점에 충전소를 설치하였으며, 10분 정도의 충전으로 오전 7시부터 오후 8시까지 버스 운행을 지속할 수 있었음
- 무선 충전 시스템 구축비용은 버스 1대당 €16,000, 지하 매립 충전소 1개소 당 €120,000이며, 버스 1대당 €20,000의 배터리 비용이 소요됨



[그림 3-13] 전기 버스 무선 충전

출처: <http://www.eltis.org/discover/case-studies/wireless-charging-quiet-and-clean-public-transport-torino-italy>

○ 사업효과

- 기존의 경유 버스보다 소음 및 진동이 줄어들어 승객들의 만족도가 높아짐
- 배기가스 저감을 통해 시민들의 삶의 질을 높이는데 기여함
- 차고로 돌아가 배터리 충전 혹은 배터리를 교체할 필요가 없어지면서 전기 버스 운행 시간이 늘어남
- 운행 중에 배터리 충전이 가능해지면서 버스 1대당 필요한 배터리의 개수를 줄이고 버스를 더 가볍게 만들 수 있음

5. 스웨덴

1) 전기자전거¹²⁾

(1) 사업개요

- 위치: 스웨덴 함스타드 시
- 사업기간: 2014년부터 2015년까지
- 사업내용: 400명의 자동차 운전자들에게 전기 자전거를 대여해주는 사업으로서 운전자들은 2년간 180,000km를 자전거로 주행하였음

(2) 추진배경

- 함스타드 시는 전체 길이 270km의 자전거 도로를 가지고 있으나 2012년 기준 자동차가 주요 교통수단으로 이용됨(자동차 59%, 자전거 19%, 버스 9%, 도보 9%, 기타 2%)
- 친환경적인 교통수단으로 자전거 이용을 장려하고 자동차 운행을 줄이고자 사업을 추진함

(3) 사업내용 및 효과

- 사업내용
 - 자전거를 이용해 보고 싶은 운전자들을 대상으로 자전거와 자전거 안전모를 대여하는 사업
 - 2014년에는 100명, 2015년에는 300명이 참가하였고, 참가자들은 인터넷 블로그와 전문가로부터 건강에 대한 상담 및 조언을 받음
 - 자전거에 설치된 화면을 통해 주행거리가 표시되며, 가장 긴 거리를 주행한 참가자에게 월 단위와 연 단위로 표창함

12) <http://www.eltis.org/discover/case-studies/encouraging-halmstad-drivers-use-e-bikes-sweden>



[그림 3-14] 전기 자전거

출처: <https://www.flickr.com/photos/janitors/14530741637/in/photolist-o92Rfe-ngoRW9-opwg7k-82Be8q-bxt8Qy-bxtgGJ-cf4cT3-9AYZdj-8KBW4s-8o2jWe-7gmXji-bxtnNQ-pSfcna-72fHpR-pWWmmP-iaGpXp-6bPDVA-fVKsw-Ge8Xe-qUsdaX-6bPE6Y-6bPE3W-5yd6Hy-6bKvAD-jy5qed-6tAbvy-qF8paz-8HUYV6-6bPEsj-6bKvEc-6bPEkJ-6bPE1f-6yok88-6bKvyc-qVg2EE-j4J56p-acB6XB-oHuTum-6bKvez-ccfk7C-6bPEcY-6bPDYb-c63xV9-qXtvnJ-drKcoh-6bKv9R-6bPE91-6Gj3Yx-5ptvqj-8o2k4v>

○ 사업효과

- 2014년 참가자들의 경우 80% 이상이 앞으로 계속해서 자동차 대신 자전거를 이용할 것이라고 답하였으며, 1년 뒤 이들의 절반이 1주일에 3일 이상 자전거를 이용하는 것으로 조사되었음
- 2014년 참가자들은 총 83,000km, 2015년 참가자들은 총 97,000km를 주행하면서, 도시의 배기가스 저감 및 교통 혼잡 해소에 기여함

5절. 대기오염 저감 국내사례

1. 서울특별시¹³⁾

1) 전기차 활성화 사업

(1) 사업개요

- 위치: 서울특별시
- 사업기간: 2017년부터 실시
- 사업내용: 전기차 충전이 편리하도록 관련 인프라를 공급 및 확장하는 사업임

(2) 추진배경

- 서울시의 경우 2017년 9월 24일 ‘서울 차 없는 날’ 기념식에서 ‘서울 전기차 시대’를 공표한 바 있음
- 이에 따라 ‘2025 전기차가 편리한 도시, 서울’이라는 이름하에 전기차 충전소를 공급하는 사업을 계획함

(3) 사업내용 및 효과

- 사업내용
 - 전기차 구입을 망설이게 하는 요소인 충전에 대한 불안감을 해소하고자 충전소를 공급함
 - 서울특별시를 도심, 서남, 동남, 동북, 서북 5개 권역으로 나눠 각 권역별로 2019년까지 2개소 이상의 충전소를 설치할 계획임. 2017년에는 도심에 2개소, 2018년에 4개소, 2019년에 4개소 설치를 목표로 함
 - 이외에도 주유소, 자치구청사, 대형주차장, 차고지 등에 급속충전기를 공급하여 충전 대기 시간을 최소화하고자 함. 주유소의 경우 2025년까지 약 500개소에, 자치구청사의 경우 5기, 200면 이상의 대형주차장은

13) 서울시 보도자료, 서울시 인프라 보강, 2025년 전기차 10만대 시대 개막

- 125개소, 차고지 등에는 650기를 설치하는 것을 목표로 함
- 서울 시내에 전기차충전기가 2017년까지는 250기, 2022년까지는 1,000기, 2025년까지는 1,500기 이상 공급되는 것이 목표임



[그림 3-15] 전기차 충전소 예시(우리은행 본점, 2017년 설치 예정)

출처: 서울특별시 보도자료

- 서울시는 일반차량 극복형 충전기술 및 태양광 융합기술을 활용하여 보다 효율적인 충전소를 설치하고자 함. 한국전력의 도심형 충전기를 활용하여 주차 시에도 충전이 가능한 전기차 충전소 그리고 양천 융합 충전소와 같이 전기차 충전소와 태양광 발전시설을 융합하여 보다 에너지 효율적인 전기차 충전소를 공급할 계획임



[그림 3-16] 신기술 전기차 충전소

출처: 서울특별시 보도자료

※ 한국전력의 도심형 충전기(좌) 및 양천 융합충전소 예상도(우)

- 또한, 2025년까지 10만대 이상의 전기차를 보급하는 것을 목표로 함
- 본 목표를 위해 먼저 약 4,800대인 관용차를 전기차로 전환할 예정임
- 민간의 전기차 구입 촉진을 위해 서울시에서는 2018년 기준 약 500만원의 보조금을 지급할 예정임. 본 보조금의 경우 점차 감소될 예정이며, 보조금 감소분은 전기버스 등 보다 공공성이 높은 상용차에 투자될 계획임

○ 사업효과

- 2025년까지 약 1,500기의 급속충전기가 공급될 것으로 예상됨
- 관용차를 전기차로 전환함으로써 전기차 활성화에 이바지함
- 민간의 전기차 구입에 대한 지속적인 보조금 지급으로 전기차 보급을 활성화 함
- 전기차 이용 시 충전에 대한 불안감을 해소시켜줌으로써 전기차 구입을 유도함

2. 제주특별자치도¹⁴⁾

1) 제주시 전기차 서포터즈 사업

(1) 사업개요

- 위치: 제주시
- 사업기간: 2016년부터 실시
- 사업내용: 전기차 보급 확대를 위해 전기차 이용자 중 서포터즈를 모집하여 관련 정책을 제안하도록 하는 사업임

(2) 추진배경

- 제주시의 경우 전기차 이용문화의 확대 및 정착을 위하여 2016년부터 전기차 이용자 중 전기차 서포터즈를 모집 및 임명하였음

14) 제주시 보도자료, “행복 충전, 전기차 서포터즈” 발대식 개최;
<http://www.jejusori.net/?mod=news&act=articleView&idxno=182649>

(3) 사업내용 및 효과

○ 사업내용

- ‘행복충전, 전기차 서포터즈’라는 이름하에 2016년에는 41명의 서포터즈를 임명하였으며, 2017년에는 30명의 서포터즈를 임명함
- 2017년에는 ‘콘텐츠’와 ‘충전기’로 분야를 세분화하여 서포터즈를 모집하였음
- 콘텐츠 담당 서포터즈는 SNS를 통해 전기차 관련 생활 콘텐츠를 게시하고 이를 홍보하는 역할을 함
- 충전기 담당 서포터즈는 개방형 충전기에 대한 사용법 등을 주민들에게 설명하는 역할을 함
- 서포터즈는 개인적인 홍보활동 이외에도 월례회의, 분기별 간담회, 체험활동 등 다양한 활동에 참여하며, 전기차 보급과 관련하여 필요한 개선사항에 대해 의견을 제시하는 등 정책 참여자로서의 역할도 담당함



[그림 3-17] 제주시 전기차 서포터즈 발대식

출처: 제주시 보도자료

○ 사업효과

- 전기차 이용문화 정착 및 개선
- 기존 전기차 관련 홍보는 정보제공 중심이었으나 민간이 직접 참여하는 서포터즈 활동은 보다 생활 밀착형 홍보 활동임
- 따라서, 전기차 서포터즈는 전기차와 관련된 사항에 대해 도와 도민들을 연결해주는 다리 역할을 해줄 것으로 기대됨

3. 부산광역시¹⁵⁾

1) 스마트교차로 사업

(1) 사업개요

- 위치: 부산광역시
- 사업기간: 2017년 12월 19일 구축 완료 및 시행
- 사업내용: 부산 시내 주요 교차로 18개소와 간선급행버스체계(BRT) 구간 내 가로 4개 지점에 스마트 교차로를 구축하는 사업임

(2) 추진배경

- 신호최적화, 교통체계 개선 및 교통수요관리를 통해 도심교통 혼잡을 줄일 수 있는 시스템을 구축하고자 함

(3) 사업내용 및 효과

- 사업내용
 - 교차로에 설치된 고화질의 카메라를 통해 자료를 수집하고, 딥 러닝(Deep learning)¹⁶⁾ 알고리즘을 이용해 통행량, 보행자수 등을 자동으로 집계하는 시스템을 구축함
 - 집계된 자료를 기반으로 신호를 최적화하고 교통수요관리 및 교통체계 개선을 위한 정책을 수립함
 - 수집된 영상은 부산시와 부산경찰청에서 모니터링 할 수 있으며, 시민들 또한 모바일 혹은 홈페이지를 통해 볼 수 있음

15) <http://www.busan.go.kr/nbtnews/1204617?curPage=&srchBeginDt=2012-01-01&srchEndDt=2018-01-03&srchKey=nttDeptNm&srchText=교통>

16) 인공 신경망을 기반으로 구축한 기계 학습 기술로서 컴퓨터가 데이터를 이용해 사람처럼 학습할 수 있음



[그림 3-18] 스마트 교차로

※ (왼쪽 위부터 시계방향) 스마트교차로 CCTV, 연산교차로, 센텀시티 교차로와 서면교차로 사고 모습

출처: <http://www.bseconomy.com/news/articleView.html?idxno=24853>

○ 사업효과

- 교통 정책 수립을 위한 자료 수집이 편리해짐
- 도로 혼잡 개선을 통해 사회적 편익을 증가시킴
- 수집된 영상을 사건 사고 해결에 활용함
- 수집된 자료를 이용해 향후 인공지능, 빅 데이터, 자율주행 등의 신사업 육성에 이바지함

4. 인천광역시¹⁷⁾

1) 청라국제도시 유도고속차량(GRT) 사업

(1) 사업개요

- 위치: 인천광역시
- 사업기간: 2018년 실시를 목표로 하였으나 2020년 이후로 연기됨
- 사업내용: 버스와 전철을 혼합한 형태의 신교통 수단인 친환경 Guided Rapid Transit(GRT) 도입 사업임

(2) 추진배경

- 인천광역시는 친환경적인 대중교통 수단인 GRT를 도입하여 보다 편리한 대중교통 시스템을 구축하고자 함

(3) 사업내용 및 효과

- 사업내용
 - GRT는 신교통수단으로써 버스와 지하철의 장점을 모두 갖고 있음
 - GRT의 경우 버스와 유사하게 도로위에서 운행하지만 전용도로에 전자침을 설치하여 지하철처럼 도로상 전용궤도에서 자동으로 운전이 되는 교통수단임
 - 인천광역시는 LH공사와 함께 2015년 전용도로를 구축하고 시범 운행한바 있음
 - 총사업비 700억원으로 전용차로 등 기반시설 건설과 차량 구매, 통합차고지 설치를 위해 사용됨
 - 현재 GRT 전용차로는 건설되었으며 차량 개발이 완료되지 않아 2020년 이후 GRT 전용차로로 활용 가능할 것으로 예상하고 있음
 - 단계적으로 도입될 예정이며, 1단계에서는 인증 완료된 전용차량(굴절

17) <http://www.fnnews.com/news/201705041434530464>;

<http://www.vival100.com/main/view.php?key=20170202010000624>

- 버스)과 일반차량을 전용차로에서 모두 운행할 예정임. 2단계에서는 자동기능(정밀정차)이 있는 전용차량을 운행할 계획임
- 14대의 일반차량과 4대의 전용차량을 구입하여 2018년 10월부터 1단계 사업을 추진할 예정임
 - 1단계에서는 청라역~가정역 구간(13.3km)에서 2개 노선을 운행하기로 결정함. 침두시 10분, 비침두시 15~20분 간격으로 운행할 예정임
 - 2단계에서는 청라 내부~석남역(3.4km) 구간을 추가하여 연장 운행하기로 결정함
 - 사업운영은 인천교통공사에서 담당함



[그림 3-19] 청라국제도시 GRT 노선도(예정)

출처: <http://www.ajunews.com/view/20171208110040603>

○ 사업효과

- CNG 및 전기를 동력원으로 사용하는 신교통수단 GRT의 공급을 통해 보다 친환경적인 대중교통 시스템을 구축할 수 있을 것으로 예상함

대전시 교통부문 대기오염 저감 방안

1. 교통수요관리
2. 교통운영 효율화
3. 친환경 교통수단 도입
4. ITS를 접목한 주차관리
5. 공유를 통한 교통정책

4장

4장 대전시 교통부문 대기오염 저감 방안

1절. 교통수요관리

- 교통부문에서 대기오염을 저감하기 위한 방안으로는 교통수요관리, 교통운영 효율화, 친환경 교통수단 도입, ITS를 접목한 교통정책 등이 있음
- 대전시에서 대기오염을 저감하기 위해 정책적으로 시행할 수 있는 방안을 고민할 필요가 있으며, 가장 먼저 자동차의 이용을 줄일 수 있는 교통수요관리 방안이 선행될 필요가 있음
 - 교통수요관리 방안이란 교통체계의 효율성 제고를 목적으로 기존의 도로, 교통시스템 및 대중교통수단을 가장 생산적으로 이용할 수 있도록 하는 교통관리차원의 일환으로, 운전자의 통행행태 변화를 통해 교통수요를 적절한 수준으로 조절하고자 하는 정책 혹은 전략을 말함
- 최근 대전시는 자동차 등록대수의 증가에 따라 도심 내 차량 통행이 증가하고 있음
 - 자동차 등록대수가 증가함에 따라 도심 내 차량통행량이 증가하게 되며, 이는 온실가스 배출량 또한 증가하는 결과를 가져옴
- 대전시의 온실가스 배출량은 2014년 기준 4,322천kg이며, 이 중 도로에서의 온실가스 배출량은 1,867천kg으로 전체 배출량의 43.2%에 이룸
 - 특히, 차량이 주행하면서 마모되는 타이어에 의해 생성되는 미세먼지양이 경유차량의 배기가스에서 발생하는 양보다 약 20배정도 더 많음¹⁸⁾
- 대전시는 온실가스 저감을 위해 승용차 요일제, 승용차 부제운행 등을 실시하여 차량수요를 억제하는 정책을 시행 중에 있음

18) http://biz.khan.co.kr/khan_art_view.html?artid=201605141709011&code=920100

- 승용차 운행을 감소시키면서 대중교통 이용을 활성화하기 위해 대중교통의 날(매월 22일), 지하철·자전거 타기 및 보행의 날(매월 11일)을 지정함
- 이러한 승용차의 수요관리 정책은 지속적으로 시행하여 승용차 통행량 감소에 의한 온실가스 배출량을 줄일 수 있도록 노력할 필요가 있음

1. 승용차 요일제

- 대전광역시의 자동차 등록대수는 2007년 1,643만대에서 2016년 2,180만대로 32.7%가 증가함
 - 그 중 승용차의 비율은 80.5%에 달함(2016년 기준)
- 그에 따라 도심부 교통량이 증가하여 교통혼잡비용 또한 증가 추세임
 - 교통혼잡비용은 2006년 9,739억원에서 2015년 12,869억원으로 32.1% 증가함¹⁹⁾
- 도시부 도로교통량의 대부분을 차지하는 승용차의 통행수요 관리를 위해 승용차 요일제를 개선하여 원활한 도심의 교통흐름과 에너지 절약을 도모할 필요가 있음
 - 현재 대전광역시에서 시행 중인 승용차 요일제는 평일에 해당하는 월요일부터 금요일 중 해당 제도의 참여자가 하루를 지정하여 오전 7시부터 오후 8시까지 자발적으로 승용차 요일제에 참여하고 있음
 - 참여자에 대해 자동차세 감면, 공용주차장 요금할인, 자동차검사료 할인, 문화활동 관련 할인 등의 혜택을 제공하고 있음
 - 연중 9회까지 미준수에 대해 허용을 하고 있으며, 미준수에 따른 페널티는 없음

19) http://www.newsis.com/view/?id=NISX20171017_0000119893

- 평일 중 하루만 선택하여 운행하지 않는 자율선택방식의 제도 개선을 통해 2016년 6월에 비해 참여자가 57.4% 늘어나 2017년 6월 기준 참여차량은 총 40,284대로 증가하였으나 대전시 전체로 봤을 때 여전히 미미한 수치임²⁰⁾
 - 현재 시행 중인 승용차 요일제에 관한 사회조사결과, 미참여 이유로 ‘불편하고 귀찮아서’의 답변이 미참여자 답변의 54.6%를 차지하는 것으로 나타남²¹⁾
- 서울시에서는 승용차 요일제 대신 주행거리를 감축할 경우 포인트를 적립하여 사용할 수 있게 하는 ‘승용차 마일리지제’가 2017년 4월 도입됨
 - 참여차량이 주행거리를 감축한 비율과 양에 따라 포인트를 적립할 수 있으며, 1포인트는 1원에 해당함
 - 연간 주행거리 감축률 5~10%, 감축량 500~1,000km 구간은 2만 포인트, 감축률 10~20%, 감축량 1,000~2,000km 구간은 3만 포인트, 감축률 20~30%, 감축량 2,000~3,000km 구간은 5만 포인트, 감축률 30% 이상, 감축량 3,000km 이상은 7만 포인트가 적립됨
 - 적립된 포인트는 지방세 납부, 교통카드 충전용 모바일상품권으로 전환 등의 사용이 가능함
 - 마일리지제 도입 이후 기존의 승용차 요일제는 시민운동으로 전환됨
- 따라서, 획일적인 승용차 요일제 보다는 다양한 형태의 주행거리 감축 정책을 고려할 필요가 있음

20) <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/07/28/0200000000AKR20170728147600063.HTML>

21) KOSIS, 2013년 강원도 원주시 사회조사

2. 부제운행

- 승용차 부제운행은 차량의 끝자리 번호에 대해 운행을 제한하는 정책으로, 시행기간에 따라 2부제, 5부제, 10부제로 나뉜

[표 4-1] 차량부제운행 예시

날짜	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2부제	홀	짝	홀	짝	홀	짝	홀	짝	홀	짝	홀	짝	홀	짝	홀	짝
5부제	1·6	2·7	3·8	4·9	5·0	1·6	2·7	3·8	4·9	5·0	1·6	2·7	3·8	4·9	5·0	1·6
10부제	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
날짜	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
2부제	홀	짝	홀	짝	홀	짝	홀	짝	홀	짝	홀	짝	홀	짝		
5부제	2·7	3·8	4·9	5·0	1·6	2·7	3·8	4·9	5·0	1·6	2·7	3·8	4·9	5·0		
10부제	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5		

- 경차, 장애인사용 승용차(국가유공자 자동차표지 부착차량 포함), 긴급자동차, 보도용 자동차, 외교용 자동차, 군용 자동차, 경호용 자동차, 화물 자동차, 특수 자동차, 승합 자동차, 하이브리드차, 임산부 및 유아동승차량에 대해서는 부제운행의 제한을 받지 않음²²⁾
- 프랑스 파리에서는 대기오염농도가 한계치 이상일 경우 자가용에 한해 승용차 2부제를 시행하며 위반했을 시 과태료가 부과됨
 - 제도 시행 시에는 승용차 이용자에게 버스 및 지하철 이용을 무료로 제공함
- 스페인 마드리드에서는 측정소에서의 NO₂의 농도가 기준치 이상을 2시간 이상 넘게 되면 차량 2부제를 시행함
 - 마드리드의 인구는 320만명으로, 등록된 차량대수는 180만대에 달하여 유럽 내 대기오염이 가장 심각한 도시임
- 중국 베이징에서는 미세먼지 적색경보가 발령되면 교통량 집중구역에서의

22) 「공공기관 에너지이용합리화 추진지침(국무총리 지시, 2008.6.12.)」 제29조 제1항에 의거함

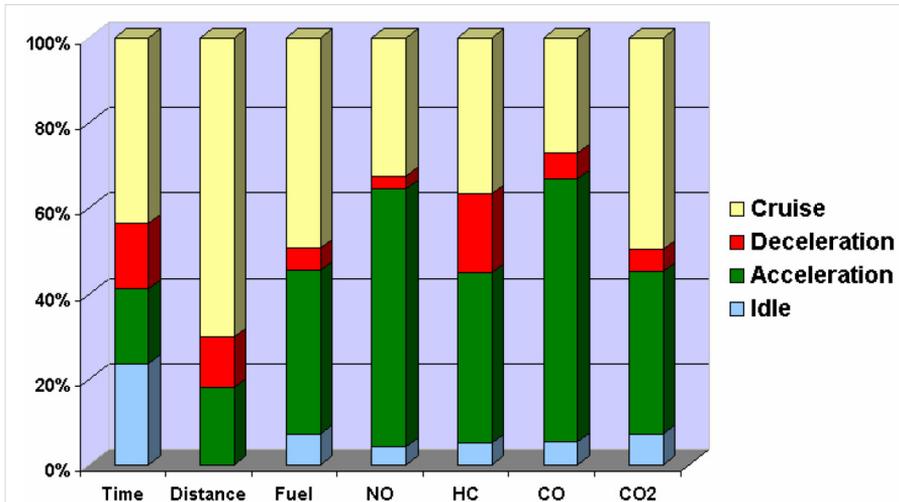
차량통제가 실시됨

- 차량 통제는 오염물질 등급별로 통제하게 되며, 오염등급이 1~2급인 휘발유경차는 도로주행 금지, 3급 이상의 차량은 2부제를 실시함
 - 위반차량에는 벌금을 부과함
 - 2부제 시행 시 대중교통 운행 횟수 증가, 대중교통 운행시간 연장, 임시 차량 투입 등과 함께 시행함
- 대전시는 현재 승용차 5부제를 시행 중이며, 이는 강제성을 띠지는 않음
- 현 부제운행은 공공기관 출입시에만 적용되며 ‘공공기관 에너지 이용 합리화 추진에 관한 규정’에 입각하여 시행 중임
- 따라서, 일부 도시와 같이 강도 높은 규제가 필요함

2절. 교통운영 효율화

1. 신호최적화

- 교차로간 신호 연동이 원활하지 못할 경우 차량의 지체가 발생함
 - 이 때, 차량이 정지된 상태에서 재출발하기 위해 가속을 할 경우 온실가스 발생량이 증가하게 됨([그림 4-1] 참조)
 - 주행상태에서 가속을 할 경우 온실가스 배출비율은 주행거리(18%) 대비 35~55%정도 늘어나는 것으로 나타남
 - 전체 주행시간의 35%를 차지하는 크루즈운행은 주행거리의 70%를 차지하며 연료사용량이 가장 많고(47%), 그에 따라 이산화탄소의 배출량이 가장 많음(47%)



[그림 4-1] 주행상태의 주행시간, 주행거리, 연료사용, 온실가스별 분포

출처: Monash University(2008), The impact of lowered speed limits in urban and metropolitan areas, p.35

- 또한, 차량의 속도가 증가할수록 온실가스 배출량이 증가하게 되므로 승용차의 주행속도를 제한할 필요가 있음

1) 대전시 이산화탄소 배출량 산정

- 본 연구에서는 국내 온실가스 중 가장 높은 비율을 차지하는 승용차로 인한 이산화탄소 양을 산정함²³⁾
- 대전시 승용차의 연간 이산화탄소 배출량은 속도별 이산화탄소 배출계수와 실제 운행한 자동차 대수(등록대수×운행률), 운행거리를 곱하여 산정함

$$\text{속도별 이산화탄소 배출계수} \times (\text{등록대수} \times \text{운행률}) \times \text{운행거리}$$

- 이산화탄소 배출량을 계산하기 위해서는 1일 자동차 운행대수를 결정하여야 함
 - 승용차 등록대수는 [표 2-1]에서 제시하고 있는 대전시 자동차 등록대수에 있는 값을 이용함(2017년 12월 기준)
 - 대전시 승용차는 547,882대로 나타났으며, 이 중 자가용이 533,277대로 가장 많음
- 본 연구에서는 평일에 운행하는 승용차를 대상으로 하였으며, [표 4-2]에서 제시하고 있는 자가용승용차의 평일 평균 운행률 80.2%를 적용하여 하루 평균 운행하는 승용차 운행대수를 산정함
 - 승용차는 2017년 12월 기준 대전시 전체 차량(659,619대)의 83%를 차지하며 대전시 교통수송의 60.13%를 차지함

23) 이산화탄소는 국내 온실가스의 88.6%를 차지하며 55%의 온실효과를 가져옴(출처: 시사인, <http://www.sisain.co.kr/?mod=news&act=articleView&idxno=5779>)

[표 4-2] 차급별·지역별 주중 및 주말 자가용승용차 운행률

(단위: 대, %)

구분	대수	평일			주말			1주간		
		운행	미운행	운행률	운행	미운행	운행률	운행	미운행	운행률
전국	2,497	1,929	568	77.3	1,260	1,237	50.5	2,098	399	84.0
서울	238	154	84	64.7	88	150	37.0	178	60	74.8
부산	174	145	29	83.3	93	81	53.4	157	17	90.2
대구	157	114	43	72.6	52	105	33.1	118	39	75.2
인천	144	95	49	66.0	54	90	37.5	112	32	77.8
광주	134	122	12	91.0	69	65	51.5	126	8	94.0
대전	162	130	32	80.2	96	66	59.3	137	25	84.6
울산	149	85	64	57.0	66	83	44.3	98	51	65.8
세종	42	36	6	85.7	27	15	64.3	40	2	95.2
경기	275	225	50	81.8	137	138	49.8	239	36	86.9
강원	146	122	24	83.6	90	56	61.6	128	18	87.7
충북	143	115	28	80.4	99	44	69.2	127	16	88.8
충남	127	95	32	74.8	84	43	66.1	113	14	89.0
전북	125	113	12	90.4	77	48	61.6	118	7	94.4
전남	102	86	16	84.3	40	62	39.2	91	11	89.2
경북	124	75	49	60.5	53	71	42.7	88	36	71.0
경남	181	150	31	82.9	77	104	42.5	158	23	87.3
제주	74	67	7	90.5	58	16	78.4	70	4	94.6

출처: 한국교통연구원(2015), 2015년도 국가교통조사 및 DB구축사업 교통수단 이용실태조사

○ 이산화탄소 배출량 산정을 위한 차량당 평균 운행거리는 [표 4-3]에서 제시하고 있는 값(10,403.10km/대)을 이용하였음

[표 4-3] 지역별 자가용승용차 연간 주행거리

(단위: 대, km, %)

구 분	등록대수	주행거리			RSE (상대표준오차)
		km	비율	km/대	
전국	15,059,124	144,005,121,911	100	9,562.60	3.23
서울	2,387,492	17,375,252,739	12.1	7,277.60	9.87
부산	927,115	6,785,319,096	4.7	7,318.70	8.42
대구	843,804	4,743,433,846	3.3	5,621.50	10.61
인천	850,918	8,036,300,335	5.6	9,444.30	11.3
광주	456,199	4,901,499,475	3.4	10,744.20	6.54
대전	493,367	5,132,550,904	3.6	10,403.10	13.6
울산	407,583	2,442,084,509	1.7	5,991.60	12.68
세종	52,305	443,308,980	0.3	8,475.50	14.14
경기	3,645,382	45,817,475,830	31.8	12,568.60	7.67
강원	477,267	4,787,904,495	3.3	10,031.90	10.31
충북	505,682	5,824,440,018	4	11,518.00	11.03
충남	658,916	6,734,274,069	4.7	10,220.20	9.33
전북	573,854	6,696,186,212	4.6	11,668.80	8.51
전남	539,122	5,641,313,465	3.9	10,463.90	8.54
경북	885,336	6,573,720,411	4.6	7,425.10	16.32
경남	1,124,277	9,018,433,093	6.3	8,021.50	9.37
제주	230,505	3,051,624,434	2.1	13,238.90	11.16

주1) 등록대수: 국토교통부, 자동차등록현황보고 2014년 12월 기준

주2) 자가용승용차 연간 주행거리 추정에는 일반가구 2,497대와 3월 패널 181대의 주행거리 자료만 활용

주3) 주행거리는 2일간(평일 1일, 주말 1일) 기록된 통행일지의 주행거리 기록계를 토대로 산출된 결과임

주4) RSE: 추정된 자가용승용차 연간 주행거리의 신뢰성 판단지표, 캐나다 통계청의 표본조사 기준 중 RSE가 5% 미만이면 '매우 우수'로 판단함

출처: 한국교통연구원(2015), 2015년도 국가교통조사 및 DB구축사업 교통수단 이용실태조사

- 평균속도는 ‘대전 교통 데이터 & 분석(Daejeon Transportation Data Warehouse system, DTDW) 2.0’에서 제공하는 대전시 차량속도 데이터를 활용함
 - 출근시(2018년 3월 5일(월) 오전 7시~오전 10시)와 퇴근시(2018년 3월 9일(금) 오후 5시~오후 8시)의 속도데이터의 평균값을 활용함
 - 출근시의 차량평균속도는 26.0km/h, 퇴근시의 차량평균속도는 21.6km/h이며, 이들의 평균속도는 23.8km/h임
 - 대상도로는 출퇴근시의 차량 통행량이 많은 계룡로, 둔산대로, 유성대로, 한밭대로, 대덕대로 임
- 승용차의 이산화탄소 배출량 산정에는 한국교통연구원·한국철도시설공단 (2010)에서 제시한 차량속도를 이용한 이산화탄소 배출계수 산정식을 이용함

[표 4-4] 차량 이산화탄소(CO₂) 배출계수 산정식

(단위 : g/km)

구 분		배출계수 산정식
승 용		$1327.480269 V^{-0.582211} (65km/h이하)$ $0.02246648 V^2 - 3.11984767 V + 226.74120941 (65km/h 이상)$
승합	소형(디젤)	$2088.680541 V^{-0.596328} (65km/h이하)$ $0.03891285 V^2 - 5.42887775 V + 367.04332063 (65km/h 이상)$
	중형	$2807.689014 / (1.26009186 + 0.13705931 V - 0.00102907 V^2)$
	대형	$2807.689014 / (0.81926729 + 0.06095835 V - 0.00034767 V^2)$
트럭	소형(디젤)	$1299.200185 V^{-0.413665} (65km/h이하)$ $0.08899357 V^2 - 11.51306905 V + 615.13401303 (65km/h 이상)$
	중형	$2807.689014 / (1.06722744 + 0.16318950 V - 0.00136819 V^2)$
	대형	$2807.689014 / (0.88566832 + 0.05886221 V - 0.00042379 V^2)$

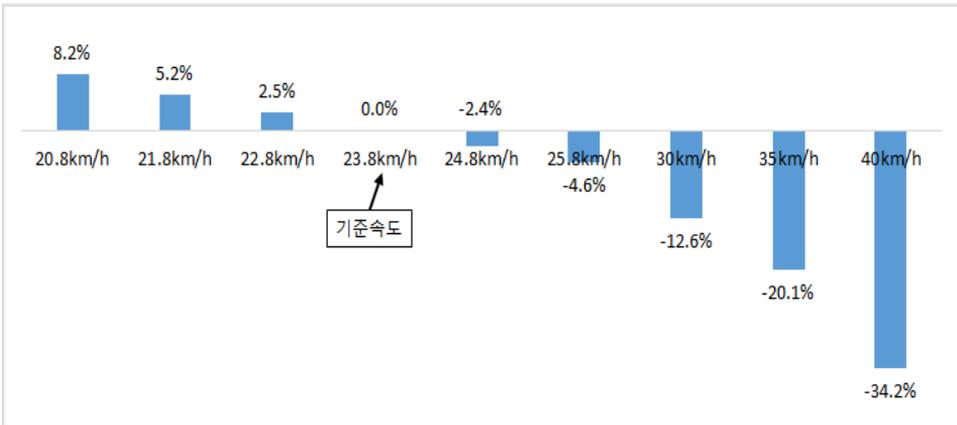
출처: 철도투자평가편람 전면개정 연구(2010), 한국철도시설공단, 한국교통연구원
이정범(2017), 대전시 카풀 도입 및 활성화 방안에서 재인용

2) 승용차의 주행속도에 따른 이산화탄소 배출량 산정

- 신호최적화로 인해 속도의 변화가 이산화탄소 배출량에 미치는 영향을 분석함
 - 개별 승용차의 속도 프로파일을 분석하는데 한계가 있으므로, 평균통행 속도의 변화에 따른 배출량을 산정함
 - 평균속도와 승용차 등록대수, 운행률, 운행거리를 이용하여 속도의 변화가 이산화탄소 배출량에 미치는 영향을 분석하였음
- 승용차 평균속도인 기준속도가 23.8km/h 일 때 연간 이산화탄소 배출량은 95,850,416천kg이었으며, 평균속도를 1km/h씩 변화시켰을 때의 이산화탄소 배출량을 분석하였음
 - 기준속도인 23.8km/h에서 1km/h씩 감소하였을 때 이산화탄소 배출량은 약 3%씩 증가함
 - 기준속도에서 속도가 30km/h로 증가하였을 때 이산화탄소 배출량은 약 12조kg이 감소하였으며, 40km/h로 증가하였을 때는 약33조kg이 감소하였음

[표 4-5] 승용차 주행속도별 이산화탄소 배출량 산정

속도 (km/h)	이산화탄소 배출계수 (g/km)	승용차 등록대수 (대)	평일 평균 운행률 (%)	승용차 운행거리 (km/대)	이산화탄소 배출량 (천kg)
20.8	226.80	547,882	80.2	10,403.10	103,671,952,115
21.8	220.68				100,876,070,145
22.8	214.99				98,276,038,858
23.8 (기준속도)	209.69				95,850,415,940
24.8	204.72				93,580,883,492
25.8	200.06				91,451,688,405
⋮	⋮				⋮
30	183.24				83,763,729,518
35	167.52				76,573,561,754
40	137.89				63,033,076,738



[그림 4-2] 승용차 주행속도별 이산화탄소 배출량 변화율

- 승용차 운행률을 감소시키고 승용차 부담률을 낮춰 친환경 버스의 이용을 증가시키면 온실가스 배출량이 더 감소할 것으로 예상됨
- 부산시에서는 2017년 부산시 시내 주요 교차로 18개와 중앙버스전용차로(BRT)를 운영하고 있는 구간 중 4개 지점을 지정하여 ‘스마트교차로 교통관리시스템’을 구축함²⁴⁾
 - 고화질 카메라로 방향별 교통특성(접근로별 회전통행량, 차종, 초기대기 차량, 대기행렬길이, 횡단보행자수 등)을 수집하고 이를 딥 러닝 알고리즘을 적용해 분석하는 방식으로 운영됨
 - 수집된 자료는 부산지방경찰청과 도로교통공단에 제공되며, 신호교차로의 최적 신호현시를 도출하여 적용하게 됨

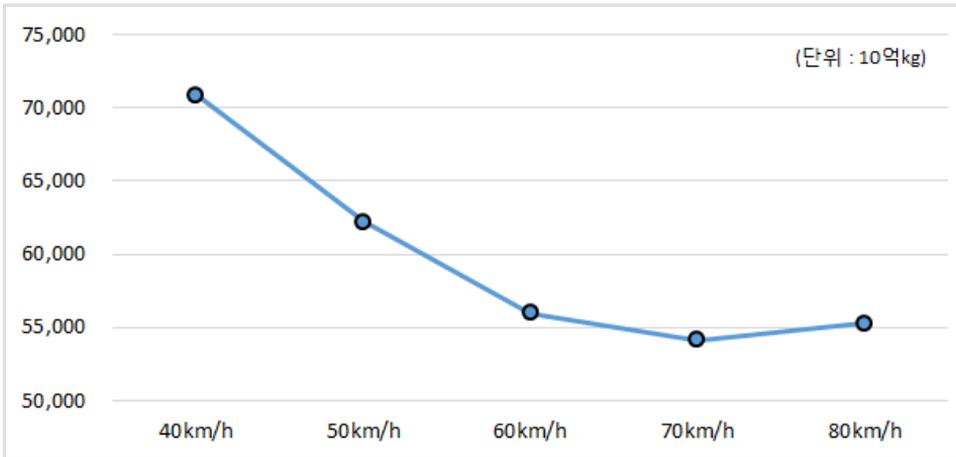
24) 부산시 보도자료, <http://www.busan.go.kr/nbtnews/1151123>

2. 정부의 70/50/30 정책

- 앞서 신호최적화로 인해 속도의 변화가 이산화탄소 배출량에 미치는 영향을 분석하기 위해 사용하였던 이산화탄소 산정 방법을 준용하여 도시부 제한속도 감소에 따른 이산화탄소 배출량을 분석함
 - 제한속도 30km/h인 경우는 생활도로에 해당하므로 이에 대해 검토하지 않음
- 현재 도시부 간선도로 제한속도는 80km/h에서 70km/h로 낮추었으며, 이에 따라 속도를 10km/h씩 감소시켰을 때의 이산화탄소 배출량을 분석함
 - 80km/h일 때의 이산화탄소 배출량은 약 55조kg인 것으로 나타났으며, 10km/h 저감한 속도인 70km/h일 때의 이산화탄소 배출량은 약 54조kg으로 약 11조kg 감소하였음
 - 70km/h 보다 더 낮은 속도로 저감할 경우 이산화탄소 배출량은 오히려 증가하는 것으로 나타남
 - 이는 평균속도에 따른 이산화탄소 배출량의 변화만을 고려한 것으로 차량의 속도 감소에 따른 급 가감속 등의 개별차량의 운행궤적을 고려한다면, 일반적으로 저속에서의 운행패턴이 고속보다는 안정적이므로 이산화탄소 배출량이 증가했다고 보기 어려움

[표 4-6] 제한속도 감소에 따른 이산화탄소 배출량 산정

속도 (km/h)	이산화탄소 배출계수 (g/km)	승용차 등록대수 (대)	평일 평균 운행률 (%)	승용차 운행거리 (km/대)	이산화탄소 배출량 (천kg)
40	154.99	547,882	80.2	10,403.10	70,845,994,154
50	136.10				62,214,730,382
60	122.40				55,949,090,479
70	118.44				54,139,452,822
80	120.94				55,282,805,233



[그림 4-3] 승용차 주행속도별 이산화탄소 배출량

- 따라서, 현행 도시부 도로에서의 제한속도를 저감하는 방안이 필요함
 - 이는 최근 경찰청에서 추진 중인 도시부도로의 제한속도를 50km/h로 저감하고 이면도로의 제한속도를 30km/h로 저감하는 50/30 정책과 연계함
- 바르셀로나에서는 EU에서 제안한 대기오염농도의 상한선에 대한 지침과 지시에 따라 제한속도 120km/h나 100km/h로 운영 중인 15개의 고속도로를 80km/h로 저감하고, 가변속도시스템과 대기오염물질배출량을 비교함²⁵⁾
 - 제한속도를 저감할 경우 NO_x의 배출량은 1.7~3.2% 증가하였으며, PM₁₀의 배출량은 5.3~5.9% 증가함
 - 가변속도시스템의 NO_x 배출량은 7.7~17.1% 감소하였고, PM₁₀의 배출량은 14.5~17.3% 감소함
- 영국에서는 런던 내 6개 도시의 도로구간을 지정하여 제한속도 20mph와 30mph로 휘발유차량과 경유차량이 주행할 때의 대기오염원

25) Bel, G., & Rosell, J.(2013), Effects of the 80 km/h and variable speed limits on air pollution in the metropolitan area of Barcelona, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 23, 90-97.

(NO_x, PM₁₀, CO₂)의 변화량을 비교함²⁶⁾

- 20mph로 주행할 때의 NO_x 배출량은 경유차량에 비해 휘발유차량이 더 많음
- PM₁₀ 배출량은 휘발유차량과 경유차량 모두 30mph로 주행할 때 보다 20mph로 주행했을 때 더 낮게 나타남
- CO₂ 배출량은 NO_x의 결과와 비슷하게 나타났음. 휘발유의 경우 20mph로 주행했을 때 연료소비가 30mph때 보다 더 증가하였으나 주행속도에 따른 CO₂ 배출량 차이의 비율은 NO_x 비해서는 더 적게 나타난 것으로 나타남

[표 4-7] 휘발유차량과 경유차량의 대기오염물질 배출량

차량유형	제한속도 (mph)	NO _x (g/km)	PM ₁₀ (g/km)	CO ₂ (g/km)
휘발유	20	0.0726	0.00218	271.95
	30	0.0673	0.00237	266.35
(20mph)-(30mph)		+7.9%	-8.3%	+2.1%
경유	20	0.7437	0.01758	201.58
	30	0.8104	0.01917	203.48
(20mph)-(30mph)		-8.2%	-8.3%	-0.9%

26) Williams, D., & North, D. R.(2013), An Evaluation of the Estimated Impacts on Vehicle Emissions of a 20mph Speed Restriction in Central London, Transport and Environmental Analysis Group.

3절. 친환경 교통수단 도입

1. 전기자동차 도입

- 현재 가장 많이 이용 중인 화석연료로 주행하는 휘발유차량과 경유차량은 온실가스 배출량이 높음
 - 국립환경과학원(2015)에 따르면 경유차의 미세먼지 배출량은 공장 등 사업장(41%)과 건설·기계(17%), 발전소(14%)에 이어 전체 11%를 차지하는 것으로 나타남²⁷⁾
- 이에 따라, 정부에서는 2011년 친환경자동차인 전기자동차를 도입하여 온실가스 배출량을 감소시키고자 함
 - 전기자동차는 가솔린차에서 발생하는 CO₂의 연간 배출량 보다 약 2ton 정도 감축할 수 있음



[그림 4-4] 전기자동차와 가솔린차의 CO₂ 연간 배출량 비교

출처: 환경부 전기차 충전소(<https://www.ev.or.kr/>)

27) 국립환경과학원(<https://www.nier.go.kr/>)

- 또한, 전기자동차의 연료비는 휘발유차의 10% 수준으로 전기차 1대당 연간 141만원의 연료비를 절감할 수 있음

[표 4-8] 자동차 연료비 비교

구분	휘발유차	경유차	전기차			
			완속 (개인용)	급속		
				인하 전 (‘16년)	인하 후 (‘17년)	그린카드 추가할인
연비	13.1km/L	17.7km/L	6.3km/kWh	6.3km/kWh	6.3km/kWh	6.3km/kWh
연료비	1,499.65원/L	1,292.58원/L	71.3원/KWh	313.1원/kWh	173.8원/kWh	86.9원/kWh
100km당 연료비	11,448원	7,302원	1,132원	4,970원	2,759원	1,379원
연간 연료비*	157만원	100만원	16만원	68만원	38만원	19만원

* 연간 13,724km 주행 기준(‘14. 교통안전공단 승용차 평균주행거리 적용)

출처: 환경부 전기차 충전소(<https://www.ev.or.kr/>)

- 전기자동차 이용 시 국세에 해당하는 개별소비세와 교육세는 각각 300만원, 90만원 한도 내에서 감면되며, 지방세인 취득세는 200만원 한도 내에서 감면됨
 - 자동차세는 지방세법 제127조(과세표준과 세율)에 의거하여 지불 시 영업용은 20,000원, 비영업용은 지방교육세(30%)가 포함되어 130,000원이 부과됨
- 정부에서는 2021년 ‘저탄소차 협력금제’를 실시하여 이산화탄소 배출량에 따라 차량운전자에게 운행보조금을 지급하거나 부담금을 부과하는 제도를 시행하려했으나, 최근 미세먼지에 대한 문제가 급상하면서 ‘친환경차 협력금제’로 전환함
 - 제도의 내용은 미세먼지와 온실가스를 가장 많이 배출하는 차량에게 부담금을 징수하여 친환경차량 구매에 지원하게 됨
 - 구매 지원시 친환경차 구입의 정부보조금에 대한 부담이 감소할 수 있음
- 따라서, 차량구매 시 친환경차량을 구매할 수 있도록 하며, 나아가 경유차 및 휘발유차 이용자들이 친환경차량을 이용할 수 있도록 해야 함
- 또한, 최근에는 아파트와 같은 공동주택 거주자들이 상당수 차지하므로 이들 단지 인근에 전기자동차 주차장과 함께 충전소 설치가 필요함

4절. ITS를 접목한 주차관리

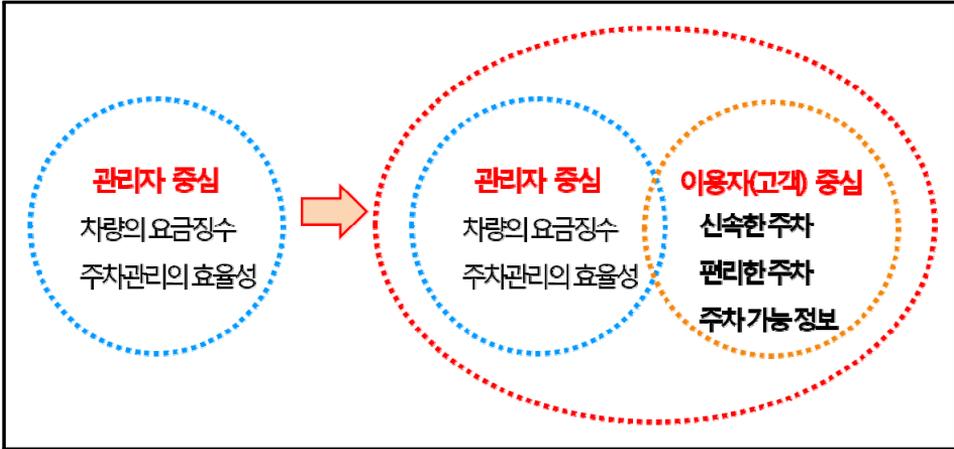
1. 주차관리

- 차량이 주차장을 탐색하며 배회하는 경우가 전체의 약 30%로 나타남²⁸⁾
 - 주차장에서 대기하지 않고 바로 주차하는 비율은 26.1% 뿐이었으며, 1~5분가량 대기하는 경우가 55.3%를 차지함²⁹⁾
- 이 때, 차량이 주차장을 찾기 위한 배회활동과 주차를 위한 대기활동에서 차량의 연료소모에 의한 온실가스가 배출됨
- 이를 위해 국토교통부에서는 2015년부터 공영주차장의 주차정보를 수집하는 장비를 설치하여 실시간으로 운전자에게 제공하는 ‘주차정보 시스템’을 구축 및 지원하기로 하였으며 현재 시행 중에 있음³⁰⁾
 - 주차정보 시스템은 기존의 관리자 중심의 주차관리가 아닌 이용자와 관리자 모두를 고려한 주차정보제공 체계임 / 주차장을 찾기 위한 주차정보 시스템과 주차장내 무인으로 관리하는 주차장 관리시스템으로 나눌 수 있음
 - 과천, 부천 등에서 시범사업을 추진하였으며, 이후 서울, 부산, 인천 등 11개 지역에서 일부 공영주차장을 대상으로 실시간 주차정보제공 서비스를 실시함
 - 주차안내정보를 제공함으로써 주차장 탐색을 위한 평균 주행거리가 0.5km 감소할 수 있으며, 연간 약 60만km의 배회주행과 325ton의 CO₂를 감소시킬 수 있음
 - 온실가스 배출량의 감소와 함께 불필요한 에너지 사용 또한 줄일 수 있음

28) 손승녀(2016), 스마트 주차정보시스템 실용화 연구, 재인용

29) 조한선(2007), 교통혼잡비용 23조 7천억원.. GDP의 2.94%, 월간교통

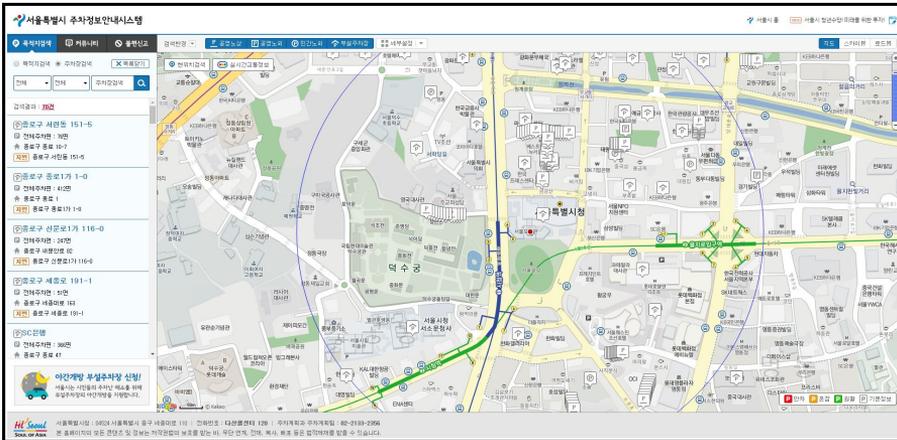
30) 국토교통부(2014), 주차난 완화 및 주차문화 발전방안 - 지역경제 활성화대책 후속 조치-



[그림 4-5] 주차시설에 대한 개념변화

출처: 실시간 주차현황정보제공 및 예약 서비스를 위한 통합인프라시설 개발, 월디엔테크

- 스마트파크 기술, 센서기술 등을 통해 주차장 정보를 스마트기기(폰, 모바일 IT기기 등)로 운전자에게 제공하는 주차정보안내 서비스가 필요함
- 첨단 주차정보 시스템을 도입하기 위해서는 민영 및 공영주차장의 위치, 이용가능 시간 등에 대한 기초자료 조사가 선행될 필요가 있음
- 주차를 위한 소요시간 감소와 편의성 증대에 초점을 맞춘 서비스를 제공해야 함



[그림 4-6] 서울특별시 주차정보 안내시스템

5절. 공유를 통한 교통정책

- 공유교통정책은 수요관리를 통해 온실가스 배출량을 줄일 수 있는 방안중 하나임
- 2017년 ITF에서는 뉴질랜드 오클랜드를 대상으로 버스, 차량, 철도, 선박, BRT의 통행에 따른 시나리오를 시뮬레이션하여 2046년의 차량 통행거리, CO₂ 배출량, 혼잡률의 변화를 산정함³¹⁾
 - 기본설정은 공유교통이 없는 상황을 전제로 하며, 설정된 10개의 시나리오는 공유택시와 다인승 택시의 두 가지 공유상황을 포함함
 - 보행과 자전거통행은 모든 시나리오에서 유지되나, 3km 이상의 보행과 7km 이상의 자전거통행은 다인승 택시로 전환됨
 - 택시 이용자는 단독으로 통행할 수 없으며, 통행점유율이 1% 미만이기 때문에 일반차량운전자로 통합됨
 - 철도와 선박은 현재 상태로 고정됨
 - 차량은 각 시나리오별로 설정된 공유모드로 전환되며, 일부 시나리오에는 하루 종일 혹은 첨두시간에만 온실가스 배출이 낮은 지역(Low Emission Zone; LEZ)에서는 차량통행을 제한함
- 설정된 시나리오를 기본상황과 비교하였을 때 차량통행거리와 CO₂ 배출량의 변화량과 혼잡률을 비교한 결과는 아래 [표 4-10]과 같음
 - 시나리오 1의 경우 전부 공유교통으로 전환되었기 때문에 CO₂ 배출량 (-54.4%)과 차량주행거리(-51.4km)가 가장 많이 감소하였음
 - 시나리오 10은 버스는 모두 다인승 택시로 전환되었으나, 차량은 작은 규모의 LEZ에서 첨두시간에만 차량통행을 제한하였으므로 차량공유 상태의 규모가 작아 차량주행거리와 CO₂ 배출량의 변화는 적은 것으로 나타남

31) ITF(2017), Shared Mobility Simulations for Auckland

[표 4-9] 시나리오 설정

시나리오	버스	차	철도+선박+BRT
1	다인승 택시 100% 전환	공유모드 100% 전환	현행유지
2	현행유지	공유모드 100% 전환	현행유지
3	다인승 택시 100% 전환	공유모드 50% 전환	현행유지
4	다인승 택시 100% 전환	공유모드 20% 전환	현행유지
5	버스 차두간격 5분 이하 유지	공유모드 100% 전환	현행유지
6	버스 차두간격 5분 이하 유지	공유모드 20% 전환	현행유지
7	다인승 택시 100% 전환	하루 동안 큰 규모의 LEZ에서 차량통행제한	현행유지
8	다인승 택시 100% 전환	첨두시간 동안 큰 규모의 LEZ에서 차량통행 제한	현행유지
9	다인승 택시 100% 전환	하루 동안 작은 규모의 LEZ에서 차량통행제한	현행유지
10	다인승 택시 100% 전환	첨두시간 동안 작은 규모의 LEZ에서 차량통행 제한	현행유지

[표 4-10] 시나리오별 차량주행거리, CO₂ 배출량, 혼잡률 변화량
(단위 : %)

시나리오	차량주행거리	CO ₂ 배출량	혼잡률
1	-51.4	-54.4	-49.1
2	-50.6	-53.3	-49.8
3	-21.5	-22.7	-17.1
4	-14	-14.6	-7.8
5	-50.9	-53.9	-48.2
6	-14.1	-14.7	-8.0
7	-12.9	-13.3	-6.1
8	-13.7	-14.1	-6.8
9	-7.5	-7.9	11.6
10	-2.8	-3.2	17.7

1. 카셰어링

- 대전시 등록 인구는 감소하는데 반해 차량대수는 증가하고 있어 도심 내 교통환경은 악화되고 있음
- 카셰어링은 차량통행량을 감소시키기 위한 교통수요관리방안 중 하나로, 교통문화의 새로운 패러다임으로 자리 잡고 있음
 - 이러한 카셰어링의 도입은 개인이 여러 대의 차량을 소유하는 것을 감소시킬 수 있고 대중교통으로 통행수단의 전환을 도모할 수 있어, 결과적으로 이산화탄소 배출량이 감소하는 효과가 있음
- 이승훈·이정범(2013)에 의하면 카셰어링 도입에 따른 대전시 온실가스 배출량은 크게 감소하는 것으로 나타남
 - 카셰어링이 최대로 보급될 수 있는 시점을 2020년으로 설정하여 2000년부터 2020년까지의 이산화탄소 감소량을 산정함
 - 카셰어링이 도입되었을 때 2020년 기준 대전시의 이산화탄소 총 감축량은 11,315,473tCO₂eq이며, 이 중 도로부문의 감축량은 3,434,905tCO₂eq임
 - 도로부문 중 개인차량의 이산화탄소 감축량은 1,682,719tCO₂eq이며, 도로부문 감축량의 약 50%를 차지함([표 4-11] 참조)
- 또한, 현재 서울시에서 카셰어링 업체와 협업관계를 맺고 시행 중에 있는 나눔카 사업의 경우 나눔카 이용시 차량 100대 당 에너지 340toe와 온실가스 720톤이 감소할 것으로 예상하고 있음³²⁾
- 2012년 지식경제부는 전기차 셰어링 시범 사업을 통해 수도권 내 10개 지점에서 20대의 전기자동차를 이용하여 카셰어링을 할 수 있도록 추진함³³⁾
 - 항속거리가 짧은 친환경차량(PHEV, EV)이 시내에서 단거리를 주행하기에 용이하기 때문임

32) 고준호(2015), 나눔카: 공유교통의 실현, 서울연구원

33) 박준영(2011), 최근 카셰어링 시장 동향과 완성차업체의 전략, 한국자동차산업연구소

- 전기자동차를 이용하여 카셰어링을 할 경우, 도심 내 차량통행량의 감소와 더불어 차량에서 배출되는 이산화탄소 배출량의 감소까지 기대할 수 있음

[표 4-11] 대전시 이산화탄소 감축잠재량

(단위 : tCO₂eq, %)

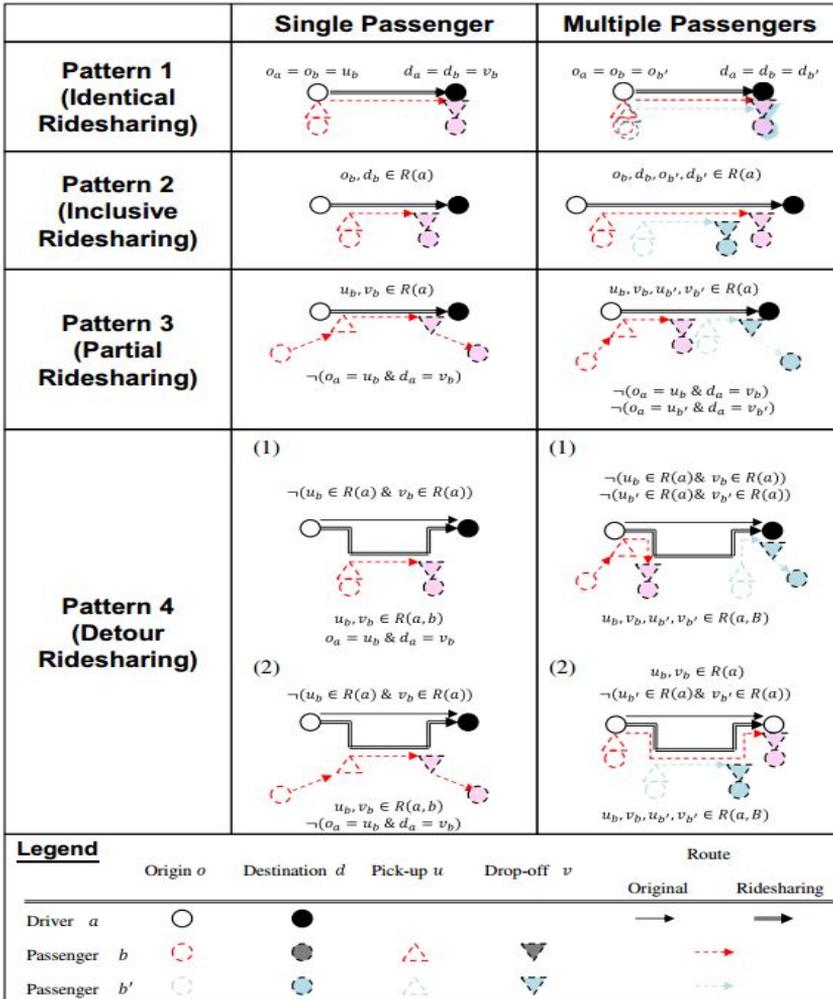
			2000년	2013년	2020년	
에너지	에너지 합계		7,619,114	10,216,028	11,315,473	
	산업		1,847,182	1,337,757	1,337,736	
	수송	도로	합계	1,974,557	3,255,304	3,434,905
			개인차량	785,931	1,549,435	1,682,719
			관용차량	2,019	2,396	2,389
			택시	163,146	203,140	201,256
			다인승차량	371,100	299,776	268,127
			트럭	616,849	1,081,846	1,146,074
			철도	35,513	118,710	134,340
	가정용 · 상업용	합계		3,551,028	5,177,182	6,064,204
		가정용	전기	469,579	811,778	931,772
			가스	572,136	885,709	964,219
			기타	670,276	381,871	279,923
		상업용	전기	766,474	1,787,137	2,250,141
			가스	255,440	856,797	1,296,560
기타			817,123	453,890	341,589	
공공		246,347	445,785	478,629		
환경	합계		509,595	540,094	550,906	
	매립		277,217	217,285	206,552	
	폐수		30,729	32,633	32,721	
	소각		201,649	290,177	311,632	
농축산	합계		30,965	19,500	17,684	
	농업		25,054	14,872	13,175	
	축산업		5,911	4,628	4,510	
총 배출량			8,159,674	10,775,622	11,884,063	
1인당 배출량			5.89	6.97	7.54	

출처: 이승훈·이정범(2013), 카 셰어링 이용에 따른 환경적 효과분석, 한국환경기술학회지

2. 카풀³⁴⁾

- 카풀(carpool)은 운전자와 동일한 목적지나 동방향의 사람이 함께 차량에 동승하여 이동하는 것을 말함
 - 한 대의 차량에 운전자 외 동승자가 탑승하는 것으로 ‘승용차 함께 타기’로 말할 수 있음
 - 승차를 공유하게 되므로 도심 내의 교통량을 줄일 수 있는 방안 중 하나임
 - 국내에서는 아직 크게 활성화 되고 있지 않으나 프랑스의 BlaBlaCar와 같은 카풀업체는 약 4천만명의 회원을 보유하고 있으며, 22개국에 서비스를 제공하고 있을 정도로 활성화 되어 있음
- 대전시의 경우 대전-세종간 출퇴근 교통량이 많고 여러 연구기관이 자리 잡고 있어 카풀이 활성화 될 수 있는 지리적 여건이 용이함
 - 장거리 카풀이 단거리에 비해 그 효과가 더 크게 나타남
 - 공공기관의 경우 지리적으로 밀집되고 있고 일반적으로 출퇴근이 일정하여 카풀 이용률을 높일 수 있음
- 카풀은 카셰어링과 다르게 운전자와 동승자의 여정에 따라 크게 4가지 유형이 있음
 - 운전자와 탑승자가 같이 출발하여 목적지와 방향이 완전히 일치하는 경우(Pattern 1), 운전자의 통행목적지와 방향 안에 탑승자의 목적지가 포함되어 있는 경우(Pattern 2), 운전자와 탑승자의 목적지 혹은 방향이 같은 경우(Pattern 3), 운전자와 탑승자의 목적지와 방향이 모두 다른 경우(Pattern 4)가 있음

34) 이정범(2017), 대전시 카풀 도입 및 활성화 방안, 대전세종연구원



[그림 4-7] 카풀 여정 유형

출처: Furuhata, M., Dessouky, M., Ordóñez, F., Brunet, M. E., Wang, X., & Koenig, S.(2013), Ridesharing: The state-of-the-art and future directions, Transportation Research Part B: Methodological, 57, p.32.

○ 이정범(2017)의 연구보고서에 따르면 카풀로 인하여 운행률이 약 0.5% 감소하였을 때 온실가스는 5,396톤 감소하는 것으로 나타남³⁵⁾

35) 이정범(2017), 대전시 카풀 도입 및 활성화 방안

[표 4-12] 카풀로 인한 온실가스 배출량 감소효과

구 분	84.6%	84.5%	84.4%	84.3%	84.2%	84.1%
운행대수(대)	441,344	440,822	440,300	439,779	439,257	438,735
감소대수(대)	-	522	1,043	1,565	2,087	2,608
배출량(톤)	913,205	911,945	910,866	909,787	908,708	907,628
절감량(톤)	-	1,079	2,158	3,238	4,317	5,396

출처: 이정범(2017), 대전시 카풀 도입 및 활성화 방안

- 출퇴근 때의 차량 통행량이 가장 많기 때문에 카풀을 통한 통행량 감소는 개별차량의 온실가스 배출량을 감소시킬 수 있으며, 차량의 주행에 따른 타이어 마모율이 감소되어 타이어 마모시 발생하는 온실가스의 양을 감소시킬 수 있음

[표 4-13] 속도·차종별 타이어 마모율

(단위: %/1,000km)

속도(kph)	승용차	소형버스	대형버스	소형화물차	중형화물차	대형화물차
10	0.7	0.6	1.6	0.6	1.2	1.9
20	1.3	1.1	2.6	1.1	1.9	3.3
30	2	1.8	3.8	1.8	2.7	5
40	2.9	2.5	5.3	2.5	3.7	7.1
50	3.7	3.2	7.1	3.1	4.9	9.3
60	4.7	4	9.2	4	6.1	12.3
70	5.8	5	11.6	5	7.4	15.4
80	7	6.1	14.8	6.1	9.2	19.6
90	8.5	7.4	18.5	7.4	11	24.7
100	10.1	8.8	22.9	8.8	13.2	20.3
110	12.3	10.7	27.8	10.7	15.6	37.2
120	14.6	13	33.1	13	-	-

자료: Jan de Weille(1966), Quantification of Road User Saving
이정범(2017), 대전시 카풀 도입 및 활성화 방안 에서 재인용

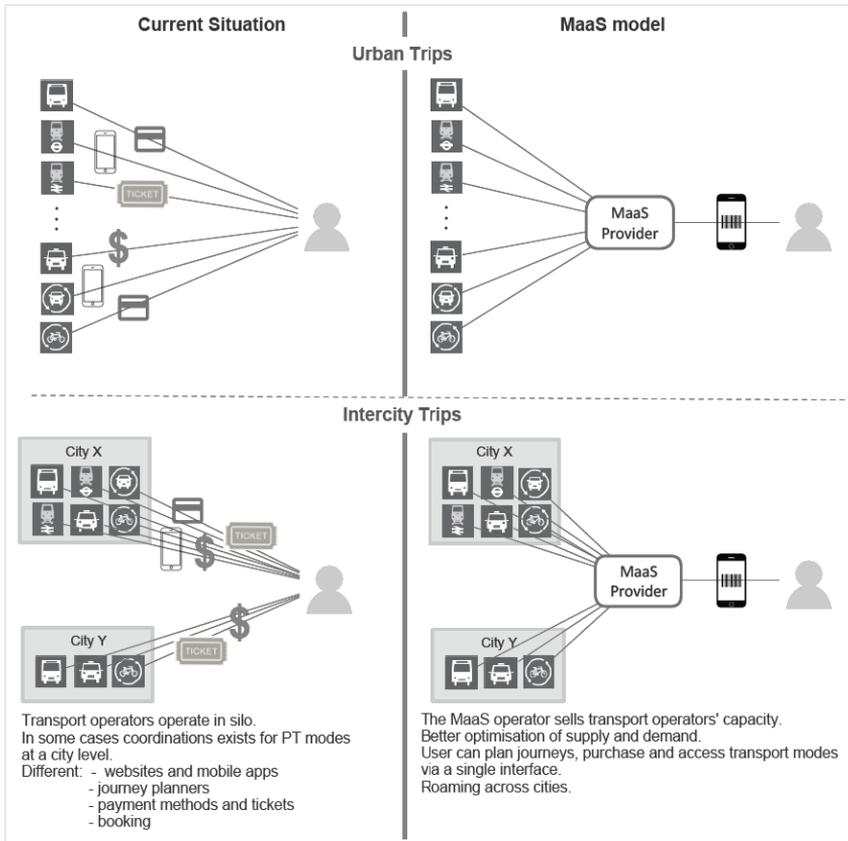
3. Mobility as a Service(MaaS)

- 스마트폰의 발달과 이용 가능한 모빌리티 서비스가 다양화 되면서 기존의 자가용 이용중심의 통행특성이 대중교통이나 라이드셰어링을 이용한 연계통행수단으로 바뀌고 있음
 - 그러나, 현재의 공유교통(카셰어링, 카풀, 공유자전거 등)의 이용 방법은 이용자가 직접 수단을 선택하고 차량이나 운전자를 선택하여 이용하는 방식임
 - 이러한 방법은 이용자의 통행시간과 비용 등을 이용자가 직접 고려하여 선택해야 한다는 점이 있음
- MaaS(Mobility as a Service, 서비스로서의 이동성)는 이용자의 목적지에 대한 경로수립 과정부터 서비스이용, 비용결제까지 하나의 시스템에서 수행할 수 있도록 하는 복합이동(Multimodal Mobility)³⁶⁾ 서비스 임
 - 이는 사용자의 통행특성, 선호 교통수단, 이용 빈도 등을 반영하여 이용자에게 맞는 최적경로와 교통수단을 조합하여 맞춤형 서비스를 제공하며, 이용자는 여러 패키지 중 선호하는 유형을 선택하여 이용함
 - MaaS에서 다루고 있는 교통수단에는 버스, 지하철, 철도와 같은 대중교통뿐만 아니라 카셰어링, 공유자전거, 택시 등이 있음
- 2017년 세계교통연구포럼(International Transport Forum, ITF)에서는 리스본을 대상으로 한 차량공유 효과에 대해 다음과 같은 연구 결과를 발표함³⁷⁾
 - 8~16인승인의 대형버스를 투입하고 시민들이 ride-sharing을 거부하지 않는다는 가정 하에서 현재 운행 중인 차량의 3%만으로도 통행수요를 모두 수용할 수 있는 것으로 분석함

36) 도보, 자전거, 자동차, 대중교통 등 다양한 형태의 이동방식이 복합적으로 사용되는 교통형태(출처: 장병호(2017), 미래 교통의 변화와 자동차산업의 시사점, KDB산업은행 경제연구소)

37) ITF(2017), ITF Transport Outlook 2017

- 이 때, 차량혼잡은 감소하고 이산화탄소 배출량은 37% 감소하며, 주차 공간은 95%가 남게 되는 것으로 나타남



[그림 4-8] MaaS 개념도

출처: M. Kamargianni(2017), The Business Ecosystem of Mobility-as-a-Service, p.5

- 자율주행 자동차를 이용하여 MaaS 서비스를 제공하게 되면 자가용 통행량이 더욱 감소할 것으로 기대됨
- 인텔(2017)의 연구에 의하면 자율주행 자동차의 발전 및 보급이 증가할수록 자가용의 소유 비율은 감소하고, 서비스로서의 이동성을 제공하는 차량 탑승 경험이 증가할 것이라고 예상함³⁸⁾

- 자율주행기술은 이동의 개념이 '소유'에서 '서비스'로 전환되어 제공된다는 의미이므로 MaaS의 개념과 부합함
- 미국이나 영국, 프랑스 등의 각 나라 대도시의 인구 1,000명당 자동차 보유 대수는 10년 넘게 지속적으로 감소하였음
- 도시의 혼잡과 부동산 가격의 증가가 두드러질수록 청년층의 차량 구입, 차량 보험비, 주행 및 주차, 유지·관리에 대한 부담감이 증가하기 때문임
- 이러한 통합플랫폼의 제공은 대중교통으로 통행수단을 전환하여 개인차량의 이용을 감소시키고, 이는 차량 통행량의 감소와 함께 온실가스 배출량을 감소시키는 결과를 가져올 수 있음

38) Intel(2017. 6), Accelerating the Future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy

연구결과 종합 및 정책제언

1. 결과종합
2. 정책제언

5장

5장 연구결과 종합 및 정책제언

1절. 결과종합

- 최근, 미세먼지와 같은 대기 환경에 대한 문제가 이슈화 되면서 다양한 분야에서 이러한 문제를 해결하기 위한 노력이 진행되고 있음
 - 환경부는 「2030 온실가스 감축 로드맵」 수정안을 수행중이며, 2015년 파리 기후변화 회의에서 정부가 제시하였던 2030년 온실가스 배출 전망치 대비 37% 감축목표를 좀 더 강화할 계획임
- 특히, 이산화탄소는 교통부문에서 가장 많이 발생하고 있으며, 이러한 대기오염원을 줄이기 위한 친환경 교통정책에 대한 관심과 이에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음
 - 그러나, 아직까지 실행력 있는 감축로드맵이 부족하며, 도로부문에서 환경오염원을 줄이기 위한 다양한 정책을 고민해 볼 필요가 있음
 - 온실가스 배출량을 줄이기 위해서는 정부차원에서 방향성과 구체적인 감축계획안이 필요하며, 그에 맞추어 각 지자체에서도 구체적인 감축방안이 나와야 함
- 교통부문에서는 「지속가능 교통물류발전법」 제7조에 의거하여 교통물류 분야에서 온실가스 감축목표를 설정하고 있음
 - 그러나 이러한 계획은 국가차원에서 수립된 계획으로 각 시도에 맞는 구체적인 감축목표 및 계획에 대한 내용이 없음
 - 따라서, 국가 온실가스 감축목표에 부합하는 대전시의 교통부문에서 감축이 가능한 정책을 살펴볼 필요가 있음
- 본 연구는 교통부문에서 환경오염을 줄이기 위한 방안을 전반적으로 검토하여 필요한 정책방향을 제시하는데 목적이 있음

□ 교통수요관리

- 대전시에서 대기오염을 저감하기 위해 정책적으로 시행할 수 있는 방안을 고민할 필요가 있으며, 가장 먼저 자동차의 이용을 줄일 수 있는 교통수요관리 방안이 선행될 필요가 있음
 - 교통수요관리 방안이란 교통체계의 효율성 제고를 목적으로 기존의 도로, 교통시스템 및 대중교통수단을 가장 생산적으로 이용할 수 있도록 하는 교통관리차원의 일환으로, 운전자의 통행행태 변화를 통해 교통수요를 적절한 수준으로 조절하고자 하는 정책 혹은 전략을 말함

1) 승용차 요일제

- 승용차의 통행수요 관리를 위해 승용차 요일제를 개선하여 원활한 도심의 교통흐름과 에너지 절약을 도모할 필요가 있음
 - 평일 중 하루만 선택하여 운행하지 않는 자율선택방식의 제도 개선을 통해 2016년 6월에 비해 참여자가 57.4% 늘어나 2017년 6월 기준 참여차량은 총 40,284대로 증가하였으나 대전시 전체로 봤을 때 여전히 미미한 수치임
- 서울시에서는 승용차 요일제 대신 주행거리를 감축할 경우 포인트를 적립하여 사용할 수 있게 하는 ‘승용차 마일리지제’가 2017년 4월 도입됨
 - 적립된 포인트는 지방세 납부, 교통카드 충전용 모바일상품권으로 전환 등의 사용이 가능함
- 따라서, 획일적인 승용차 요일제 보다는 다양한 형태의 주행거리 감축 정책을 고려할 필요가 있음

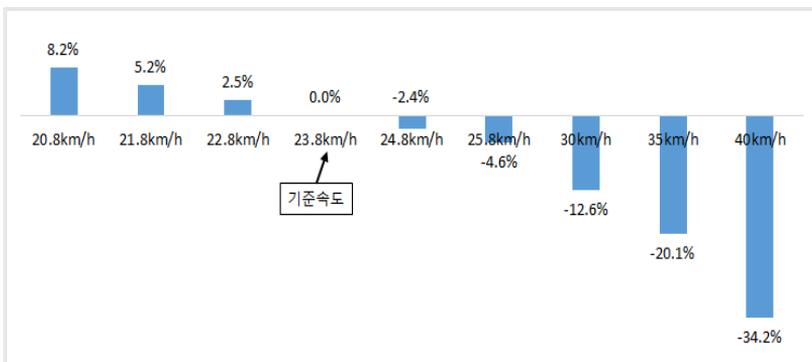
2) 부제운행

- 프랑스 파리에서는 대기오염농도가 한계치 이상일 경우 자가용에 한해 승용차 2부제를 시행하며 위반했을 시 과태료가 부과됨
- 중국 베이징에서는 미세먼지 적색경보가 발령되면 교통량 집중구역에서의 차량통제가 실시됨

- 대전시는 현재 승용차 5부제를 시행 중이며 이는 강제성을 띠지 않음
 - 따라서, 일부 도시와 같이 강도 높은 규제와 인센티브를 함께 고민해 볼 필요가 있음

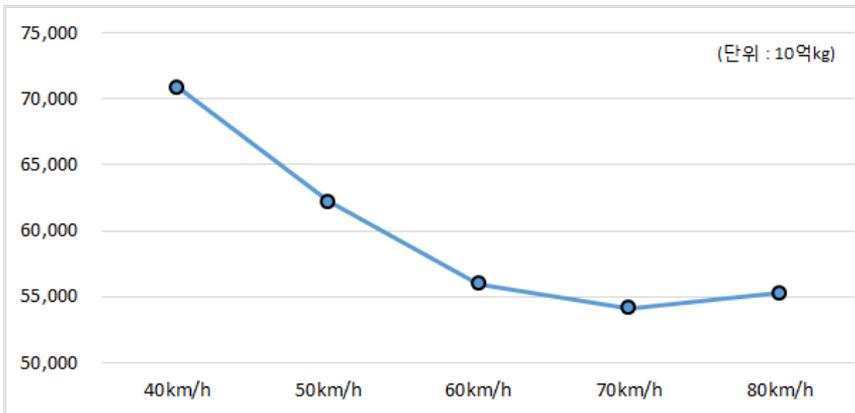
□ 교통운영 효율화

- 차량이 정지된 상태에서 재출발하기 위해 가속을 할 경우 온실가스 발생량이 증가하게 되므로 신호최적화를 통하여 교통흐름을 원활히 할 필요가 있음
 - 주행상태에서 가속을 할 경우 온실가스 배출비율은 주행거리(18%) 대비 35~55%정도 늘어나는 것으로 나타남
- 또한, 차량의 속도가 증가할수록 온실가스 배출량이 증가하게 되므로 승용차의 주행속도를 제한할 필요가 있음
- 신호최적화로 인해 속도의 변화가 이산화탄소 배출량에 미치는 영향을 분석하기 위하여 승용차 기준속도 23.8km/h 대비 평균속도를 1km/h씩 변화시켰을 때의 이산화탄소 배출량을 분석하였음
 - 기준속도인 23.8km/h에서 1km/h씩 감소하였을 때 이산화탄소 배출량은 약 3%씩 증가함
 - 기준속도에서 속도가 30km/h로 증가하였을 때 이산화탄소 배출량은 약 12조kg이 감소하였으며, 40km/h로 증가하였을 때는 약33조kg이 감소하였음



승용차 주행속도별 이산화탄소 배출량 변화율

- 앞서 신호최적화로 인해 속도의 변화가 이산화탄소 배출량에 미치는 영향을 분석하기 위해 사용한 이산화탄소 산정 방법을 이용하여 도시부 제한속도 감소에 따른 이산화탄소 배출량을 분석함
 - 80km/h일 때의 이산화탄소 배출량은 약 55조kg인 것으로 나타났으며, 10km/h 저감한 속도인 70km/h일 때의 이산화탄소 배출량은 약 54조kg으로 약 11조kg 감소하였음
 - 70km/h 보다 더 낮은 속도로 저감할 경우 이산화탄소 배출량은 오히려 증가하는 것으로 나타남
 - 이는 경제속도에 따른 이산화탄소 배출량의 변화만을 고려한 것으로 차량의 속도 감소에 따른 급 가감속 등의 개별차량의 운행궤적을 고려한다면, 일반적으로 저속에서의 운행패턴이 고속보다는 안정적이므로 이산화탄소 배출량이 증가했다고 보기 어려움



승용차 주행속도별 이산화탄소 배출량

□ 친환경 교통수단 도입

- 현재 가장 많이 이용 중인 화석연료로 주행하는 휘발유차량과 경유차량은 온실가스 배출량이 높음

- 전기자동차는 가솔린차에서 발생하는 CO₂의 연간 배출량 보다 약 2ton 정도 감축할 수 있음
- 또한, 전기자동차의 연료비는 휘발유차의 10% 수준으로 전기차 1대당 연간 141만원의 연료비를 절감할 수 있음
- 정부에서는 2021년 ‘저탄소차 협력금제’를 실시하여 이산화탄소 배출량에 따라 차량운전자에게 운행보조금을 지급하거나 부담금을 부과하는 제도를 시행하려했으나, 최근 미세먼지에 대한 문제가 급상하면서 ‘친환경차 협력금제’로 전환함
 - 제도의 내용은 미세먼지와 온실가스를 가장 많이 배출하는 차량에게 부담금을 징수하여 친환경차량 구매에 지원하게 됨
- 따라서, 차량구매 시 친환경차량을 구매할 수 있도록 하며, 나아가 경유차 및 휘발유차 이용자들이 친환경차량을 이용할 수 있도록 해야 함

□ ITS를 접목한 주차관리

- 차량이 주차장을 찾기 위한 배회활동과 주차를 위한 대기활동에서 차량의 연료소모에 의한 온실가스가 배출됨
 - 주차장에서 대기하지 않고 바로 주차하는 비율은 26.1% 뿐이었으며, 1~5분가량 대기하는 경우가 55.3%를 차지함
- 이를 위해 국토교통부에서는 2015년부터 공영주차장의 주차정보를 수집하는 장비를 설치하여 실시간으로 운전자에게 제공하는 ‘주차정보 시스템’을 구축 및 지원하기로 하였으며 현재 시행 중에 있음
 - 주차정보 시스템은 기존의 관리자 중심의 주차관리가 아닌 이용자와 관리자 모두를 고려한 주차정보제공 체계임
 - 주차안내정보를 제공함으로써 주차장 탐색을 위한 평균 주행거리가 0.5km 감소할 수 있으며, 연간 약 60만km의 배회주행과 325ton의

CO₂를 감소시킬 수 있음

- 스마트파크 기술, 센서기술 등을 통해 주차장 정보를 스마트기기로 운전자에게 제공하는 주차정보안내 서비스가 필요함
 - 첨단 주차정보 시스템을 도입하기 위해서는 민영 및 공영주차장의 위치, 이용가능 시간 등에 대한 기초자료 조사가 선행될 필요가 있음

□ 공유를 통한 교통정책

1) 카셰어링

- 카셰어링은 차량통행량을 감소시키기 위한 교통수요관리방안 중 하나로, 교통문화의 새로운 패러다임으로 자리 잡고 있음
 - 이러한 카셰어링의 도입은 개인이 여러 대의 차량을 소유하는 것을 감소시킬 수 있고 대중교통으로 통행수단의 전환을 도모할 수 있어, 결과적으로 이산화탄소 배출량이 감소하는 효과가 있음
- 현재 서울시에서 카셰어링 업체와 협업관계를 맺고 시행 중에 있는 나눔카 사업의 경우 나눔카 이용시 차량 100대 당 에너지 340toe와 온실가스 720톤이 감소할 것으로 예상하고 있음
- 2012년 지식경제부는 전기차 셰어링 시범 사업을 통해 수도권 내 10개 지점에서 20대의 전기자동차를 이용하여 카셰어링을 할 수 있도록 추진함
 - 전기자동차를 이용하여 카셰어링을 할 경우, 도심 내 차량통행량의 감소와 더불어 차량에서 배출되는 이산화탄소 배출량의 감소까지 기대할 수 있음

2) 카풀

- 카풀(carpool)은 운전자와 동일한 목적지나 동방향의 사람이 함께 차량에 동승하여 이동하는 것을 말함
 - 승차를 공유하게 되므로 도심 내의 교통량을 줄일 수 있는 방안 중 하나임
- 대전시의 경우 대전-세종간 출퇴근 교통량이 많고 여러 연구기관이 자리

잡고 있어 카풀이 활성화 될 수 있는 지리적 여건이 용이함

- 장거리 카풀이 단거리에 비해 그 효과가 더 크게 나타남
- 공공기관의 경우 지리적으로 밀집되고 있고 일반적으로 출퇴근이 일정하여 카풀 이용률을 높일 수 있음

○ 이정범(2017)의 연구보고서에 따르면 카풀로 인하여 운행률이 약 0.5% 감소하였을 때 온실가스는 5,396톤 감소하는 것으로 나타남

○ 출퇴근 때의 차량 통행량이 가장 많기 때문에 카풀을 통한 통행량 감소는 개별차량의 온실가스 배출량을 감소시킬 수 있으며, 차량의 주행에 따른 타이어 마모율이 감소되어 타이어 마모시 발생하는 온실가스의 양을 감소시킬 수 있음

3) Mobility as a Service(MaaS)

○ 스마트폰의 발달과 이용 가능한 모빌리티 서비스가 다양화 되면서 기존의 자가용 이용중심의 통행특성이 대중교통이나 라이드셰어링을 이용한 연계통행수단으로 바뀌고 있음

○ MaaS는 이용자의 목적지에 대한 경로수립 과정부터 서비스이용 비용결제 까지 하나의 시스템에서 수행할 수 있도록 하는 복합이동(Multimodal Mobility) 서비스 임

- 이는 사용자의 통행특성, 선호 교통수단, 이용 빈도 등을 반영하여 이용자에게 맞는 최적경로와 교통수단을 조합하여 맞춤형 서비스를 제공하며, 이용자는 여러 패키지 중 선호하는 유형을 선택하여 이용함

○ 자율주행 자동차를 이용하여 MaaS 서비스를 제공하게 되면 자가용 통행량이 더욱 감소할 것으로 기대됨

- 자율주행기술은 이동의 개념이 '소유'에서 '서비스'로 전환되어 제공된다는 의미이므로 MaaS의 개념과 부합함

○ 이러한 통합플랫폼의 제공은 대중교통으로 통행수단을 전환하여 개인차량의 이용을 감소시키고, 이는 차량 통행량의 감소와 함께 온실가스 배출량을 감소시키는 결과를 가져올 수 있음

2절. 정책제언

- 현재 시에서 시행중인 교통정책은 대전시의 지체를 최소화하기 위한 교통처리 대책에 초점이 맞추어져 있음
 - 대전시 교통정책(수요관리, 주차, 속도제어 등)을 온실가스 감축계획과 연계하여 실행할 필요가 있음
 - 또한, 국가기본계획에 맞추어 목표량에 따라 구체적인 온실가스 감축 계획을 세울 필요가 있음

- 대전시에서 교통수요관리 방안으로 시행중인 승용차 요일제, 부제운행 등의 정책은 좀 더 다양한 방법으로 개선해 나갈 필요가 있음
 - 획일적인 승용차 요일제 대신 다양한 형태의 주행거리 감축정책을 마련하고 그에 따른 마일리지를 지방세 납부, 교통카드 충전용 모바일상품권으로 전환 등으로 사용이 가능하도록 할 필요가 있음

- 교통류의 흐름을 유지할 수 있도록 신호최적화 사업을 지속화하고 제한 속도를 낮춤으로써 감·가속 또는 과속에 의한 온실가스 발생량을 줄일 필요가 있음
 - 주요 교차로 및 버스전용차로에 대해 ‘스마트교차로 교통관리시스템’을 구축하여, 방향별 교통특성(접근로별 회전통행량, 차종, 초기대기차량, 대기행렬길이, 횡단보행자수 등)을 수집하고 딥 러닝 기법을 이용하여 최적 신호를 도출할 필요가 있음

- 전기차와 같은 친환경차량을 구매할 수 있도록 지원 사업을 지속해 나갈 필요가 있음
 - 경유차 및 휘발유차 이용자들이 친환경차량을 이용할 수 있도록 지원하고 아파트와 같은 공동주택 거주자들이 상당수 차지하므로 이들 단지 인근에 전기차 주차장과 함께 충전소 설치를 할 필요가 있음

○ **첨단 주차정보 시스템을 구축하여 차량이 주차장을 찾기 위해 배회 및 대기하는 시간을 최소화 할 필요가 있음**

- 주차안내정보를 제공함으로써 주차장 탐색을 위한 평균 주행거리가 0.5km 감소할 수 있으며, 연간 약 60만km의 배회주행과 325ton의 CO₂를 감소시킬 수 있음
- 첨단 주차정보 시스템을 도입하기 위해서는 민영 및 공영주차장의 위치, 이용가능 시간 등에 대한 기초자료 조사가 선행될 필요가 있음
- 주차를 위한 소요시간 감소와 편의성 증대에 초점을 맞춘 서비스를 제공해야 함

○ **공유교통시스템을 활용하여 차량통행량을 감소시키고 새로운 교통문화 패러다임을 구축할 필요가 있음**

- 카풀, 카셰어링 등과 같은 공유교통을 통하여 모빌리티를 다양화 할 필요가 있음
- 기존의 운송업체에 대해서는 새로운 수익 모델을 제시하여 공급자와 이용자 모두가 만족할 수 있도록 할 필요가 있음 / 공유교통으로 인한 수익금을 택시사업을 위한 발전기금으로 사용할 필요가 있음
- 공유교통의 운행시간을 지정하지 않는 대신 주당 이용 가능한 승차공유 시간을 허용하여 좀 더 유연한 공유사업이 가능하도록 할 필요가 있음

○ **MaaS와 같은 복합이동(Multimodal Mobility) 서비스를 통하여 대중교통 이용을 유도함으로써 온실가스를 감축할 필요가 있음**

- 이용자에게 맞는 최적경로와 교통수단을 조합하여 맞춤형 서비스를 제공하는 통합 플랫폼 구축이 필요함

○ **본 연구를 통하여 온실가스 저감을 위한 교통처리 대책을 위한 기본계획을 세울 필요가 있음**

- 각각의 교통처리 대책이 국가목표에 어느 정도 이바지 할 수 있는지에 대해 객관적 값을 제시하고 실효성 있는 온실가스 저감 방법을 강구할 필요가 있음

참고문헌

- 국립환경과학원(2017), 대기환경연보 2016
- 고준호(2015), 나눔카: 공유교통의 실현, 서울연구원
- 국토교통부(2014), 주차난 완화 및 주차문화 발전방안 - 지역경제 활성화대책 후속조치-
- 박준영(2011), 최근 카셰어링 시장 동향과 완성차업체의 전략, 한국자동차산업연구소
- 이승훈·이정범(2013), 카 셰어링 이용에 따른 환경적 효과분석, 한국환경기술학회지
- 이정범(2017), 대전시 카풀 도입 및 활성화 방안, 대전세종연구원
- 이정범(2017), 대전시 카풀 도입 및 활성화 방안, 대전세종연구원
- 장병호(2017), 미래 교통의 변화와 자동차산업의 시사점, KDB산업은행 경제연구소
- 제2차 대전광역시 기후변화 적응대책 세부시행계획
- 조한선(2007), 교통혼잡비용 23조 7천억원.. GDP의 2.94%, 월간교통
- 손승녀(2016), 스마트 주차정보시스템 실용화 연구
- KOSIS, 2013년 강원도 원주시 사회조사
- 한국교통연구원(2015), 2015년도 국가교통조사 및 DB구축사업 교통수단 이용실태조사
- FHWA.(2014), *Air Quality and Congestion Mitigation Measure Outcomes Assessment Study: Final Technical Report*
- Sustainable Singapore Blueprint.(2016), *Electric Vehicle(EV) Car-sharing*
- Monash University(2008), *The impact of lowered speed limits in urban and metropolitan areas*, p.35
- Bel, G., & Rosell, J.(2013), *Effects of the 80 km/h and variable speed limits on air pollution in the metropolitan area of Barcelona*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 23, 90-97.
- Williams, D., & North, D. R.(2013), *An Evaluation of the Estimated Impacts on Vehicle Emissions of a 20mph Speed Restriction in Central London*, Transport and Environmental Analysis Group.
- ITF(2017), *Shared Mobility Simulations for Auckland*
- Furuhata, M., Dessouky, M., Ordóñez, F., Brunet, M. E., Wang, X., & Koenig, S.(2013), *Ridesharing: The state-of-the-art and future directions*, Transportation Research Part B: Methodological, 57, p.32.
- M.Kamargianni(2017), *The Business Ecosystem of Mobility-as-a-Service*, p.5

Intel(2017. 6), *Accelerating the Future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy*

<http://news.joins.com/article/22249583>

<http://www.daejeon.go.kr>

<http://www.ev.or.kr>

<http://kosis.kr>

<http://www.kotems.or.kr>

<https://511nyrideshare.org/web/nyc-gosmart>

<https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone>

<https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone/complying-with-ulez>

<https://tfl.gov.uk/info-for/media/press-releases/2011/may/mayor-switches-on-new-electric-vehicle-scheme-source-london>

<https://www.sourcelondon.net/#rates>

<https://www.bluesg.com.sg/about-us>

<https://www.reuters.com/article/us-singapore-electricvehicles/singapores-electric-car-sharing-program-hits-the-road-idUSKBN1E600F>

<https://www.mewr.gov.sg/ssb/resources/publications/page/1>

<https://www.gov.sg/news/content/channel-newsasia---singapores-first-electric-car-sharing-service-rolls-out-with-80-vehicles>

<http://www.eltis.org/discover/case-studies/wireless-charging-quiet-and-clean-public-transport-torino-italy>

<http://www.eltis.org/discover/case-studies/encouraging-halmstad-drivers-use-e-bikes-sweden>

<http://www.jejusori.net/?mod=news&act=articleView&idxno=182649>

<http://www.bseconomy.com/news/articleView.html?idxno=24853>

<http://www.viva100.com/main/view.php?key=20170202010000624>

http://biz.khan.co.kr/khan_art_view.html?artid=201605141709011&code=920100

http://www.newsis.com/view/?id=NISX20171017_0000119893

<http://www.busan.go.kr/nbtnews/1151123>

