



# ICT 기반 도시 교통문제 대응방안

- IT솔루션 및 스마트카 도입을 중심으로 -

김주성·민수진



본 보고서는 ETRI 기술경제연구본부 주요사업인 “ICT R&D 경쟁력 제고를 위한 기술경제 연구”를 통해 작성된 결과물입니다.





## Contents



요 약	1
I. 개요	5
II. 도시 교통문제의 유형 및 현황 분석	11
1. 도시 교통문제의 개념과 유형	13
2. 편의 문제	16
3. 안전 문제	24
4. 환경 문제	28
III. ICT 기반 도시 교통문제 대응사례 분석	33
1. 기존 대응정책 및 방안	35
2. ICT 기반 도시 교통문제 대응사례	38
3. 도시 교통솔루션의 성공적 도입사례	50
IV. ICT 기반 도시 교통문제 대응방안	53
1. Best Practice 분석을 통한 대응방안	55
2. 스마트카 도입을 통한 장기적 대응방안	64
V. 결론 및 시사점	77
참고문헌	83

## 표 목차



[표 1] 주요 분야별 사회현안 문제	7
[표 2] 교통비용의 분류	14
[표 3] 도시 교통 문제의 유형 분류	15
[표 4] 미국 주요도시 및 국가별 교통혼잡비용 현황('17)	17
[표 5] 시간대별 주차수요 피크 시설	20
[표 6] 국가별 주차 직접·간접비용 현황('17)	21
[표 7] 미국 도시별 주차공간 탐색에 소요되는 경제적 비용('17)	21
[표 8] 국내 도시별 자동차 등록 및 주차장 확보율 현황	22
[표 9] 교통사고 제로화 추진 국가의 교통사고 감소 실적('09~'13)	25
[표 10] 지역별 교통사고 발생 현황('17)	26
[표 11] 사고다발 도시의 도로교통사고 비용('15)	26
[표 12] 도시 교통문제에 대한 기존 대응방식 및 ICT 기반 대응방식의 비교	37
[표 13] 미국 커넥티드 차량 시범사업의 주요 내용	44
[표 14] 천안 택시회사의 ADAS 장착으로 인한 사고처리 비용 절감 비율	48
[표 15] 도시 교통 솔루션을 성공적으로 도입한 사례	50
[표 16] ICT기술과 도시문제 간 관련성	55
[표 17] 교통혼잡문제 대응방안의 예상효과 및 발생가능한 부정적 효과	56
[표 18] 주차난 대응방안의 예상효과 및 발생가능한 부정적 효과	57
[표 19] 교통사고문제 대응방안의 예상효과 및 발생가능한 부정적 효과	58
[표 20] 대기오염문제 대응방안의 예상효과 및 발생가능한 부정적 효과	59
[표 21] IoT 생태계 참여주체의 사업모델과 특징	61
[표 22] 성공적인 도시 교통 솔루션 도입 지역의 성공요인 및 후속 조치	62
[표 23] 미래 교통문제 대응방안의 발전방향('20~)	67
[표 24] 완전자율주행차의 교통문제 대응 기대효과 및 예상되는 부정적 효과	68
[표 25] 스마트카 산업 선도를 위한 주요 기업들의 대응전략	72
[표 26] 기업규모에 따른 스마트카 핵심 유망기술 분야	74
[표 27] ICT 기반 도시 교통문제 대응방안	80
[표 28] 해외 Best Practice 분석을 통한 도시 교통문제 대응방안	80
[표 29] 미래 스마트카 도입을 통한 도시 교통문제 대응방안	81

## 그림목차



[그림 1] 세계 개인교통 수단별 이용 전망	8
[그림 2] 도시 교통문제 관련 정책연구의 기본 방향과 접근방법	9
[그림 3] 주요 연구 내용	10
[그림 4] 도시인구 증가에 따른 교통 문제 심화 현상	14
[그림 5] 도시 교통혼잡 사례(대전광역시)	16
[그림 6] 국내 도시권 통행특성의 변화	18
[그림 7] 수도권/광역시권 통행특성('16년)	18
[그림 8] 국내 교통혼잡비용의 증가 추이('05~'15)	19
[그림 9] 주차문제로 불편을 겪는다고 응답한 사람의 비중(미국의 사례)	22
[그림 10] 불법주정차 위반의 지속적인 증가 추세	23
[그림 11] 국내 교통사고 감소 실적('03~'15)	25
[그림 12] 자동차 탄소 감축 규제 강화 전망	28
[그림 13] 지구 온도와 이산화탄소 농도의 지속적 상승추세	29
[그림 14] 수도권 및 전국의 초미세먼지 배출원 순위	32
[그림 15] 교통사고 감소를 위한 물리적 예방 방안	36
[그림 16] 구글 사이드워크랩의 키사이드 지역 테스트베드	38
[그림 17] 싱가포르의 공유차량 및 자율주행 택시 서비스	39
[그림 18] 항저우의 교통문제 대응을 위한 알리바바의 시티브레인 프로젝트	39
[그림 19] 사이드워크 랩의 Flow Parking 서비스 이용화면 예시	41
[그림 20] 스페인 바로셀로나의 스마트가로등과 연계된 스마트주차시스템	42
[그림 21] LA의 Express Park 웹사이트 및 모바일 서비스 제공 화면	42
[그림 22] 스마트주차솔루션 FastPark 도입 효과	43
[그림 23] 미국 ITS 시범사업 구축 도시	44
[그림 24] 싱가포르, 영국의 교통사고 예방 사례	46
[그림 25] 국내의 스쿨존 안전시스템 구성도	47
[그림 26] 싱가포르의 반납 충전지점에 주차되어 있는 전기공유자동차	49
[그림 27] 도시발달/교통혼잡도에 따른 도시 교통문제 대응방식 발전과정	59
[그림 28] 도시 모빌리티의 미래: ICT 기반 교통시스템	65

[그림 29] 도시 지능형교통시스템 및 완전자율주행의 기대효과	66
[그림 30] 도시 자율주행확산에 대한 점진적 및 파괴적 혁신 시나리오 비교	69
[그림 31] 스마트카 주요 기술 분야	70
[그림 32] 2018 유망 기술 하이프 사이클(hype cycle)	71
[그림 33] 주행조건에 따른 자율주행기술의 구현 예상 시기	75



## 요약

## 개요

- (배경 및 필요성) 전 세계적으로 도시화가 가속화되고 교통사고 증가, 대기오염 심화 등 심각한 인적·물적 피해를 수반하는 도시 교통문제 대응 수요가 증가하는 추세
- (목적) 도시교통 문제의 현황 및 관련 기술 전망을 조사하여 중단기적 및 장기적 관점의 대응방안과 그 기대효과를 검토

## 도시 교통문제의 유형 및 현황 분석

- (도시 교통문제의 개념과 유형) 도시가 발전함에 따라 도시 내의 주거/생산/문화 기능을 담당하는 지역이 분리되고 특정 시간대에 일정한 방향으로 향하는 교통 수요가 쏠리면서 시민의 편의·안전 및 환경과 관련된 다양한 유형의 문제가 발생

범주	주요 교통 문제
편의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (교통혼잡) 도시의 교통체증은 교통량의 증가로 인해 정체구간이 도심 내에 형성되어 발생</li> <li>• (주차난) 도시 내 차량이 증가함에 따라 주차시설이 주차수요를 충족하지 못해 발생</li> </ul>
안전	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (교통사고) 운전자의 신체적·심리적 인지/판단/대처능력 부족 및 이에 부정적인 영향을 미치는 음주, 약천후, 도로의 물리적 요인, 돌발상황 등으로 발생</li> </ul>
환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (온실가스) 한정된 지역에서 대량의 교통량이 발생하면서 이산화탄소(<math>CO_2</math>)가 대량으로 배출되어 지구온난화 가속화</li> <li>• (미세먼지) 자동차에서 일산화탄소(<math>CO</math>), 질소산화물(<math>NO_x</math>) 등 유해가스 배출</li> </ul>

- (교통혼잡) 국내 도시의 교통혼잡비용은 최근 10년간 지속적으로 증가해왔으며 '15년 약 21조원 규모를 기록하였음
- (주차난) 지속적인 주차시설 증가에도 불구하고 인천, 대구 등 일부 도시의 주차장 확보율(주차장면수/자동차등록대수\*100)이 100%미만으로 주차공간이 부족한 실정이며 불법주정차 문제가 지속적으로 발생하고 있음
- (교통사고) 세계 10대 사망원인 중 하나로 우리나라의 경우 과거에 비해 안전여건이 개선되고 있으나 여전히 OECD 가입국 평균에 비하면 사망자 비율이 높은 편



- (온실가스) 우리나라 탄소배출량은 '15년 기준 6.9억톤으로 배출증가율('90년~'13년) 측면에서 OECD 가입국 중 1위임
- (미세먼지) 대기오염으로 인한 국내 조기사망자 수는 '10년 17,000명에서 '60년에는 52,000명까지 증가할 전망

## ICT 기반 도시 교통문제 대응사례

- 세계 각국 도시들은 차량통신, 사물인터넷(IoT), 모바일 어플리케이션, 공유서비스, 지능형교통시스템(ITS) 기술 등을 활용하여 각 도시의 교통문제에 적합한 솔루션을 개발하여 추진 중

교통문제	지역	대응사례
교통혼잡	캐나다 토론토	교통통합플랫폼 및 자율주행 등(구글 사이드워크랩)
	중국 항저우	시티브레인 프로젝트: 인공지능 적용 신호체계 등(알리바바 등 IT 업체 및 11개 정부부처)
	핀란드 헬싱키	다중교통수단 모빌리티 서비스 제공을 위한 어플리케이션
	스웨덴	지능형 교통시스템: 통행량/탄소배출량 측정을 통한 피크타임 혼잡 세울 적용
주차난	스페인 바르셀로나 미국 LA 체코 프라하 러시아 모스크바	스마트파크킹 모바일/웹서비스: 주차시설, 가로등과 같은 인프라에 IoT 센서를 설치하여 운전자에게 통해 실시간 주차공간 정보 제공
교통사고	미국 뉴욕, 탬파	차량통신 장치를 도시 내 차량 및 도로변에 설치하고 근접 차량/보행자 위험 경고 및 안전운행 지원
	미국	캘리포니아 등 25개 주에서 음주운전 시동잠금 장치 의무화
	영국 버밍엄-워익셔	고속도로 혼잡수준에 따른 제한속도 실시간 조정
	싱가포르, 국내 스쿨존	노약자 및 어린이의 안전한 횡단을 위한 IoT 시스템
	세계 각국	첨단운전자지원시스템(ADAS) 탑재 차량 사고율 감소
온실가스/ 미세먼지	미국 시카고	AoT 프로젝트: 도시 곳곳에 설치된 IoT 센서를 통해 수집한 환경 정보를 바탕으로 정책 수립
	싱가포르	전기자동차를 공유하는 프로그램 추진
	스웨덴	친환경 교통수단(대중교통, 공유차량, 전기차, 자전거) 이용을 촉진하는 모빌리티 서비스 운영



## ICT 기반 도시 교통문제 대응방안

### [Best Practice 분석을 통한 대응방안]

- (성공사례) 도시 교통문제 대응사례(best practice)들은 ITS, 차량공유 등 다양한 ICT 기반 솔루션을 도시문제에 적용하여 통행시간 감소, 탄소배출량 감소 등의 성과를 거두었음
- (시사점) 도시 교통문제에 효과적으로 대응하기 위해서는 성공사례와 같이 데이터를 관련 이해관계자(민간업체 및 운전자 등)에게 앱으로 공유하거나 도시 차원의 서비스를 구축하는 등의 대응방안을 모색해 볼 수 있음

성공사례	관련 교통문제	대응 방안 및 성과	성공요인
이탈리아 베로나	교통혼잡 교통사고 대기오염	C-ITS를 도입하여 운전자에게 앱을 통해 신호주기에 따른 적정 속도 정보 제공	도시 차원의 생태계 구축 및 응용서비스 간 데이터 공유
중국 베이징	교통혼잡 대기오염	소형 전기이동수단을 도입에 성공하여 도시 내 last mile 물류 배송 90% 비중 차지	Low-tech 솔루션을 통한 높은 서비스 품질 구현(비용 효율성)
싱가포르	교통혼잡 대기오염	전기차를 포함한 차량공유의 확산을 촉진하여 대중화에 성공	민간기업의 협력 및 도시 차원의 인프라 공급
미국 LA	주차난	IoT를 활용하여 운전자에게 앱으로 주차정보를 제공함으로써 주차비용 감축	도시 차원의 IoT 센서 공급 및 모바일/웹 서비스 연계

### [스마트카 도입을 통한 장기적 대응방안]

- (대응방안) 지능정보기술 발전과 교통 및 ICT 산업의 융합으로 인해 미래에는 도시 내 이동수단 및 방식을 근본적으로 바꾸는 스마트카 기술(ACE Car: Autonomous, connected, and electric car)이 도입되어 교통문제에 대한 장기적 대응이 가능할 것으로 예상
- (예상효과) 교통혼잡 개선, 주차공간 수요 및 사고율 감소, 배기가스 감소뿐 아니라 교통약자의 이동복지 개선, 공공 교통 서비스 손실 절감, 운전자의 생산성 제고 및 교통비용 감소 등의 효과가 발생 가능할 것으로 기대

도시 문제	스마트카 도입을 통한 문제대응 방식 예시
교통혼잡	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율주행차와 차량공유 시스템의 연계를 통한 자가용 대체효과</li> <li>V2X(V2I, V2V, V2P)를 통해 유기적으로 연결되어 교통흐름을 최적화하는 지능형교통시스템</li> </ul>
주차난	<ul style="list-style-type: none"> <li>공유차량의 증가로 인한 전체 교통량 감소</li> <li>주차시설과 인터넷으로 연결된 자율주행차가 스스로 주차공간 탐색</li> </ul>
교통사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>주행환경인식 및 V2X통신을 통해 고정지물과 동적사물을 인지함으로써 교통사고율 Zero화 가능</li> </ul>
온실가스/ 미세먼지	<ul style="list-style-type: none"> <li>전기자동차의 대중화로 인한 배기가스 및 유해물질 감소</li> <li>공유차량의 증가로 인한 전체 교통량 감소</li> </ul>



# 개요





## 1 연구 배경

- 전 세계적으로 도시인구가 지속적으로 증가함에 따라 도시 교통문제 대응수요 증가
  - UN World Urbanization Prospects(2014)에 따르면 2030년까지 인구 1,000만 이상 메가시티가 약 41개로 증가하고 2050년에는 세계인구의 67%가 도시에 거주할 것으로 예상되고 있음
- 그러나 도시화에 따른 교통발전은 다양한 사회경제적 편익을 제공한 반면 교통사고, 대기오염 등 대응이 어려운 문제들을 수반해왔음
  - 도시 교통문제는 현 정부에서 선정한 ‘우선 대응해야 할 사회문제’의 하나로, 여러 지역에서 유사한 문제들이 공통적으로 발생하기 때문에 도시 자체적인 노력뿐 아니라 국가차원에서의 대응을 요함

표 1 주요 분야별 사회현안 문제

분야	사회문제
교통/주거/에너지	교통혼잡, 교통안전/불량·노후주택/전력수급, 에너지빈곤
생활안전/재난재해	성범죄, 가정·먹거리·사이버 안전, 가상통화 부작용 등/기상재해, 감염병, 방사능 오염, 지진, 소방안전 등
건강/환경	중독, 퇴행성 뇌·신경 질환 등/생활·산업 폐기물, 미세먼지 등
가족/교육/사회통합/문화여가	노인소외·자살, 가정폭력, 저출산/교육격차, 학교폭력/취약계층 생활불편, 노동차별 등/문화·여가공간 미비 등

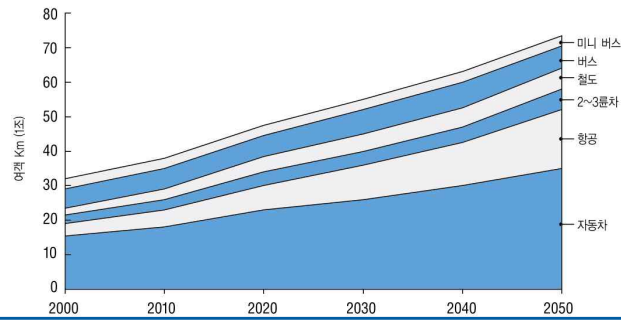
출처 : 과학기술정보통신부(2018.6) 사회문제 해결에 과학기술 본격 활용: 제2차 과학기술 기반 국민생활(사회)문제 해결 종합계획('18~'22) 수립, 보도자료.

- 도시 교통문제는 다양한 정책과 기술개발 추진에도 불구하고 여전히 인명·재산피해 및 환경오염을 야기하는 심각한 사회문제임
  - 국내의 경우 도시권에 교통 수요가 집중됨에 따라 도시부 도로혼잡비용이 전국 전체 비용의 64% 수준인 21.3조원에 달하여 도시 교통문제가 심각한 실정
  - 도로교통은 국내에서 교통 전 분야(도로, 해운, 항공, 철도) 통행량의 89%(승용차 및 버스, '16년)를 차지하며, 전체 교통사고 비용의 99% 차지<sup>1)</sup>
  - 그러나 자동차, 버스 등 도로교통 수단의 이용 비중은 '50년까지 지속적으로 증가할 전망

1) 한국교통연구원 국가교통DB센터(통행량), 도로교통공단(교통사고비용)



그림 1 세계 개인교통 수단별 이용 전망



출처 : IBM 기업가치 연구소(2010), 지능형 교통

- 유럽·북미 등 세계 각국은 도시문제 해결의 대안으로 스마트시티 프로젝트를 주목하고 있으며, 특히 시민 체감도가 높은 교통 분야 도시 서비스가 강조되는 추세
  - 글로벌 주요 19개 스마트시티에서 제공하는 서비스 중 교통 분야가 평균 34%로 가장 큰 비중 차지<sup>2)</sup>
    - \* 도시(도로시설/인프라, 자동차, 사람 등)와 인터넷으로 연결되어 자율주행이 가능한 전기차가 미래의 궁극적인 스마트카로 전망되는 가운데 전 세계 스마트시티 프로젝트의 약 70%가 교통/안전/에너지 분야에 집중되어 있음
- 국내에서도 도시문제를 해결하기 위한 스마트시티 R&D 및 실증사업 등을 적극 추진하고 있으며, 특히 교통 분야 프로젝트가 스마트시티 사업에 다수 포함되어 있음
  - 4차산업혁명위원회를 중심으로 국가시범도시(세종, 부산), 국가전략 R&D 실증도시(대구·시흥) 사업을 추진하는 등 스마트시티를 속도감 있게 추진 중임
  - 주요 교통분야 프로그램으로는 자율주행 대중교통(세종), 스마트 모빌리티 활성화 및 지능형 영산기반분석(대구), 자율주행 플랫폼(시흥) 등이 있음

## 2 연구 필요성 및 목적

- 도시 교통문제 관련 정책연구의 기본 방향과 접근방법
  - (기본 방향) 도시 교통문제 해결을 통한 시민의 삶의 질 향상뿐만 아니라, 장기적으로는 도시 및 기술 경쟁력 제고를 통한 미래산업 창출에 기여해야 함
  - (접근방법) 도시 교통문제는 교통문제 개별적으로가 아니라 안전, 에너지 환경 등

2) 연세대학교 Isi Lab 발표자료



다른 영역과 통합하여 도시 전체 차원에서 시스템(또는 생태계)적 접근으로 다루어져야 함

· 다만 기술/제도 영역은 타 도시의 개별적 사례 연구를 통한 학습(벤치마킹) 효과가 높은 편임

그림 2 도시 교통문제 관련 정책연구의 기본 방향과 접근방법



- 본 보고서는 중요한 사회현안으로 대두되고 있는 도시 교통문제의 현황을 살펴보고 중단기적, 장기적 관점의 ICT 기반 대응방향을 제시하고자 함
  - 현존 기술을 활용하여 도시 교통문제를 해결한 Best Practice를 조사하여 중단기적 대응방안 제시
  - 도시 교통문제와 미래기술을 접목한 장기적 관점에서의 도시 교통문제 대응방향 제시





- (중단기적 관점) ICT를 이용하여 성공적으로 교통문제를 개선한 주요 성공사례를 조사하여 현존 기술로 접근가능한 대응방안 제시
  - 최근 ICT 기술이 발전함에 따라 통합관제센터, 지능형교통시스템(C-ITS) 등을 도입하여 교통문제에 대응하는 도시가 증가하는 추세
- (장기적 관점) 자율주행 등 미래 ICT·교통 융합기술의 적용을 통한 도시 교통 문제 대응 방안 검토
  - 지능정보기술(인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 등)이 빠르게 발전함에 따라 이를 활용한 스마트카가 장기적으로 도시문제를 해결할 수 있는 대안으로 주목받고 있음

그림 3 주요 연구 내용



Ⅱ

# 도시 교통문제의 유형 및 현황 분석

1. 도시 교통문제의 개념과 유형
2. 편의 문제
3. 안전 문제
4. 환경 문제





## 1 도시 교통문제의 개념과 유형

### 1 도시 교통문제의 개념

- 도시 교통은 도시 내에서 사회·경제적 욕구가 발생하는 지점(주거공간)과 충족되는 지점(사회경제적 공간) 사이의 장소적 이동을 제공하는 행위와 체계를 말함
  - 발달된 도시일수록 주거공간과 생산·분배·소비를 위한 사회경제적 공간이 기능적으로 분리되어 있으며, 이 거리를 극복하기 위한 교통이 필요
  - 물건의 이동과 사람의 이동은 관련된 교통 행위·체계의 목적과 특징이 다르므로 본 보고서는 교통의 개념을 ‘사람’의 이동으로 한정하여 사용하고자 함
- 교통문제는 도시의 성장과정 및 사회·경제·환경적 특성과 밀접한 관계를 가짐
  - 예를 들면 계획도시와 자연발생 도시, 또는 경제적으로 성장하는 도시와 낙후된 도시의 교통문제는 상이한 패턴으로 나타남
  - 우리나라의 경우 '70년대 이전 도시 교통문제는 주로 교통사고 및 인프라 부족 문제였으나 '80년대 이후에는 교통혼잡, 주차난, 환경문제 등으로 다각화되어 왔음
- 우리나라는 도시화가 비교적 단기간에 진행되는 과정에서 교통문제가 삶의 질을 저해하는 주요한 요소로 대두되어 왔음
  - UN의 'World Urbanization Prospects'에 따르면 '18년 국내 도시화율은 81.5%로 세계 도시화율(55.3%)보다 상당히 높은 편<sup>3)</sup>
    - \* 도시화율: 선진국 그룹 78.7%, 개발도상국 그룹 50.6%, 미국 82.3%, 중국 59.2%, 일본 91.6%, 유럽 74.5%(북유럽 82.2%, 남유럽 71.5%, 서유럽 79.9%)
  - 한국 직장인의 평균 출·퇴근 소요 시간은 1시간 41분(출근 48분, 퇴근 53분)이며, 특히 서울은 2시간이 넘는 수준으로 이에 따른 개인의 삶의 만족도 저하 및 사회적 비용 증가가 심각한 실정
- 전 세계적으로도 도시화로 인한 교통량 증가는 교통혼잡 등 심각한 도시문제 야기
  - 세계 도시 인구는 2030년까지 50억 명까지 증가하여 도시화율 60%에 이를 전망
  - 도시인구 증가와 비례하여 도시 교통 수요는 2010년의 연간 25.8조 km에서 2030년

3) UN Polpulation Division (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision.



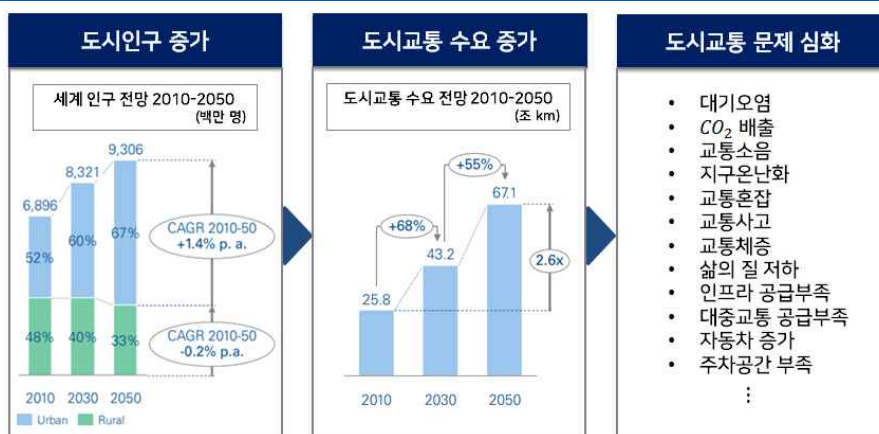


에는 43.2조 km로 증가할 전망<sup>4)</sup>

\* 전 세계 인구가 1960년부터 2010년까지 233% 증가한 반면 도시 인구는 350% 증가<sup>5)</sup>

- 현재 전망대로 도시 교통 수요가 증가하면 ‘교통체증으로 인해 낭비되는 시간’은 세계적으로 2010년의 1인당 연간 ‘58.4시간’에서 2050년에는 ‘106.3시간’으로 증가될 것임

그림 4 도시인구 증가에 따른 교통 문제 심화 현상



\_출처 : UN Population Division (2000), Arthur D. Little (2014) Future of urban mobility 2.0: imperatives to shape extended mobility ecosystems of tomorrow 재구성

- 교통으로 인해 발생하는 사회적 비용으로는 유류비, 보험료, 교통사고 비용, 교통혼잡 비용, 교통사고로 인한 다른 사람의 정신적·신체적·물질적 피해 등이 있음

표 2 교통비용의 분류

항목	도시 교통문제 비용
차량운행	유류비, 차량비, 통행료, 다른사람이 부담하는 비용
교통시설	도로이용료, 차량세, 유류세, 회수되지 않은 시설비용
교통사고	보험료, 교통사고비용, 다른사람이 부담하는 정신적, 신체적, 물질적 비용 등
환경오염	환경악화에 의한 불편, 소음, 대기오염으로 인한 인체 피해, 재산 피해 등
교통혼잡	시간비용, 다른 사람에게 전가되는 교통 정체 비용

\_출처 : 한국교통연구원(2005) 교통으로 인한 사회적 비용 고찰, 재인용; 김찬성·이재훈(2004) 영국 철도산업 우대제도와 우리나라에의 시사점, 교통정책연구 자료 재구성






4) Arthur D Little future lab (2014), Future of urban mobility 2.0: imperatives to shape extended mobility ecosystems of tomorrow.

5) Woods and Wheelock, 2013, 국토교통부 재인용

## 2 도시 교통문제의 유형

- 도시 교통 문제는 크게 ‘편의(교통혼잡/주차난)’, ‘안전(교통사고)’, ‘환경(온실가스/미세먼지)’ 관련 범주로 구분 가능
  - 편의문제는 이동시간·비용의 증가, 안전문제는 인적·물적 피해, 환경문제는 환경파괴 및 신체적 피해를 직·간접적으로 초래하여 삶의 질 저해
- 이 외에도 고령화에 따른 노령운전자 증가 등 많은 유형의 교통 문제들이 있으나 본 보고서에서는 도시문제와 관련하여 발생 가능한 주요 유형에 대해 집중적으로 살펴보기로 함

표 3 도시 교통 문제의 유형 분류

범주	유형	예시
편의	 교통혼잡	<ul style="list-style-type: none"> <li>(교통체증) 도시의 교통체증은 교통량의 증가로 인해 정체구간이 도심 내에 형성되어 발생</li> <li>(비효율적 신호체계) 교통혼잡 패턴을 충분히 반영하지 못한 신호·도로체계 등</li> </ul>
	 주차난	<ul style="list-style-type: none"> <li>(주차공간부족) 도시 내 차량이 증가함에 따라 주차시설이 주차수요를 충족하지 못해 발생</li> <li>(불법주차) 도시 내 직장, 문화, 주거 지역의 주차공간 부족으로 인해 발생</li> </ul>
안전	 교통사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>운전자의 신체적·심리적 인지/판단/대처능력 부족 및 이에 부정적인 영향을 미치는 음주, 약천후, 도로의 물리적 요인, 돌발상황</li> <li>차량의 장치불량, 과도한 화물적재</li> <li>기타 다양한 원인에 의해 발생</li> </ul>
환경	 온실가스	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시화 과정에서 한정된 지역에서 대량의 교통량이 발생하면서 이산화탄소(<math>CO_2</math>)가 대량으로 배출되어 지구온난화 가속화</li> </ul>
	 미세먼지	<ul style="list-style-type: none"> <li>최근 스모그, 미세먼지 등 대기오염으로 인한 문제가 사회적으로 대두되면서 자동차 유해가스인 일산화탄소(<math>CO</math>), 질소산화물(<math>NO_x</math>) 등 유해가스에 대한 관심이 높아짐</li> </ul>

출처 : 원제무(2018) 알기쉬운 도시 교통, 박영사; 박종관(2010) 도시 교통문제에 대한 연구: 천안시를 중심으로, 한국 콘텐츠학회논문지

## 2 편의 문제

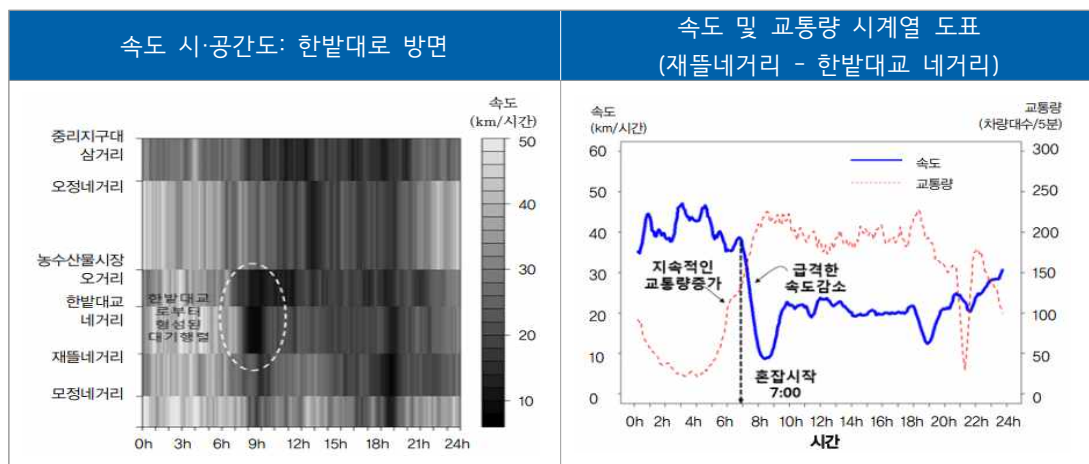
### 1 교통혼잡

#### 가. 문제의 개념

- 교통량의 증가 또는 교통흐름을 충분히 고려하지 못한 신호·도로체계 등으로 인해 도심 내에 발생하는 교통 정체
  - 교통혼잡은 통행시간 및 비용 증가로 인한 도시 모빌리티 신뢰성\*의 저하, 교통사고 유발 가능성의 증가 초래

\* 모빌리티란 개인이 사회·경제적 목적을 가지고 적절한 시간과 비용으로 이동할 수 있는 정도를 의미하며, 모빌리티가 일관되게 제공되는 정도를 신뢰도(reliability)라고 함

그림 5 도시 교통혼잡 사례(대전광역시)



출처 : 이백진 외(2016), 첨단교통정보데이터 기반 도시모빌리티 분석과 정책 활용도 개선방안, 국토정책Brief, 564

- 도시 교통의 특징인 집중성과 주기성으로 인해 특정구간에서 출·퇴근 시간과 주말에 특정 방향으로 향하는 교통량이 집중됨
  - 이러한 러시아워(rush hour) 현상은 도시화가 진전되면서 기업이 도시 중심에 집적되고 주거지가 도시 외곽에 위치하게 되는 직주분리로 인해 심화되어왔음
- 교통혼잡으로 인한 문제는 ‘교통혼잡비용’으로 측정 가능
  - 교통혼잡비용은 ‘교통혼잡으로 발생하는 사회적 비용의 총합’으로서, 도로용량 한계



이상의 교통량이 있을 때 도로에 추가적으로 진입하는 한 대의 차량이 다른 차량에 미치는 운행비용 및 시간비용의 한계적 증가분을 말함(한국교통연구원, 2005)

## 나. 문제 현황

- 미국의 경우 교통혼잡으로 인해 자동차를 소유한 운전자가 지불하는 간접비용\*은 '17년 연간 평균 1,642달러로, 이는 총 자동차 운전비용(Total cost of driving)\*\* 10,288달러의 16% 수준에 달함<sup>6)</sup>

\* 교통혼잡으로 인해 낭비되는 시간, 연료, 탄소배출권

\*\* 직접비(자동차 구매비용) 및 간접비(주차비용, 교통혼잡비용, 주차난비용)로 구성됨

- 특히 미국 주요 도시 중 뉴욕(New York)의 교통혼잡비용이 2,960달러로 가장 높았으며 LA(Los Angeles)도 2,808달러로 높은 수준
- 한편 독일의 교통혼잡비용은 2,347달러로 미국보다 705달러 높고, 영국은 1,398달러로 미국보다 244달러 낮음

표 4 미국 주요도시 및 국가별 교통혼잡비용 현황('17)

도시/국가	혼잡비용	총 운전비용*	순위
뉴욕	\$2,960	\$18,926	1
LA	\$2,808	\$14,834	2
샌프란시스코	\$2,226	\$14,625	3
워싱턴 D.C.	\$2,045	\$13,297	4
시카고	\$1,982	\$12,890	5
미국	\$1,642	\$10,288	
영국	\$1,398	\$8,239	
독일	\$2,347	\$9,341	

\* 혼잡비용 + 주차요금 + 주차난비용 + 차량소유비용

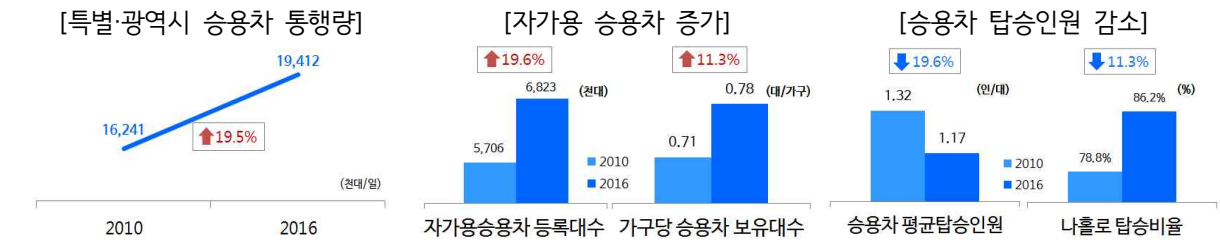
\_출처 : INRIX(2018), <http://inrix.com/press-releases/cod-us/>

- 국내 도시권 승용차 통행량은 자가용 및 1인가구 증가의 영향으로 '10년에서 '16년 사이에 19.5% 증가한 한편, 승용차 평균 탑승인원은 11.3% 감소
- 전국적으로도 자가용 증가 및 평균탑승인원 감소로 승용차 통행량이 증가하는 추세

6) INRIX(2018)



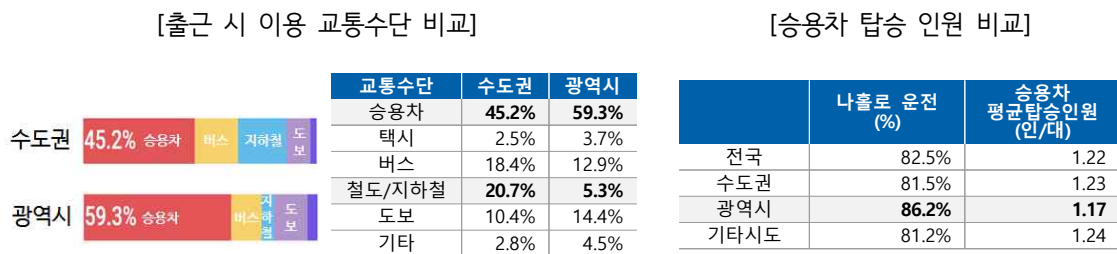
그림 6 국내 도시권 통행특성의 변화



출처 : 한국교통연구원 국가교통DB센터; 국토교통부 국토교통 통계누리; 한국교통연구원(2018) 여객통행실태 Index Book

- (수도권/광역시 통행특성 비교) 수도권의 경우 지방 광역시에 비해 승용차 이용 비중이 현저하게 낮고, 광역시의 경우 승용차 1인 탑승 비율이 상대적으로 높음

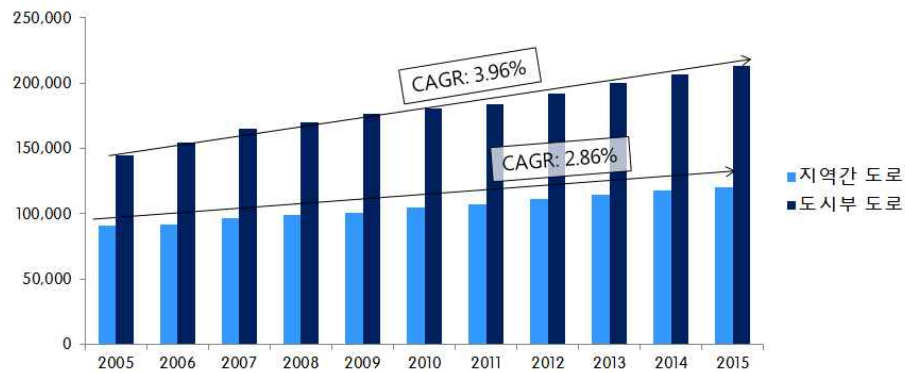
그림 7 수도권/광역시권 통행특성('16년)



출처 : 한국교통연구원 국가교통DB센터; 가구통행실태조사(2016); 한국교통연구원(2018) 여객통행실태 Index Book

- 국내 도시 교통혼잡비용은 최근 10년간 지속적으로 증가하여 '15년 약 21조원에 이룸
  - 전국 교통혼잡비용은 '05년 약 23.5조원에서 '15년에는 약 33.4조원으로 증가(CAGR: 3.54%)
  - 이 중 도시부 교통혼잡비용은 21.3조 원(서울 9.4조 원, 기타 광역시 11.9조 원)으로 전체의 63.8%를 차지
  - 도시부 교통혼잡비용의 연평균 증가율(3.96%)이 지역 간 도로(2.86%)보다 높으므로 대도시권의 교통혼잡을 해소하기 위한 대책이 요구됨
  - 도심 내 도로신설·확장과 같은 기존 방식에는 한계가 있으므로 수요관리 관점에서의 문제대응 방안 도입이 필요

그림 8 국내 교통혼잡비용의 증가 추이('05~'15)



(단위: 억 원)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	CAGR (%)
지역간 도로	90,937	91,802	96,838	98,811	100,643	104,361	107,419	111,296	114,181	117,373	120,567	2.86
도시부 도로(A)	144,459	154,412	164,885	170,217	176,412	180,729	183,550	191,850	200,018	206,473	212,929	3.96

주) 지역 간 도로(고속국도, 일반국도, 지방도), 도시부 도로(서울 및 6대 광역시), 혼잡비용 2013~2015년도 분석시점 기준 잠정치임에 유의  
 자료: 한국교통연구원(2014), 보도자료.

출처 : 이백진 외(2016), 첨단교통정보데이터 기반 도시모빌리티 분석과 정책 활용도 개선방안, 국토정책Brief, 564

#### 다. 파생되는 문제점

- 운전자가 길 위에서 보내는 시간 증가
  - 스트레스 및 삶의 질 저하, 활동목적지까지 적시에 이동하기 위해 더 많은 시간 소비, 모빌리티 신뢰성 저하 등의 문제점 발생
- 교통체증으로 인한 연료 소비 증가
  - 공회전으로 인한 연료 낭비, 이동 시간이 길어짐에 따른 더 많은 연료 소비, 필요 이상의 연료 소비로 인한 대기오염 초래 등의 문제점 발생
- 교통혼잡도 증가에 따른 사고 발생 가능성 증가
  - 출퇴근 시간의 높은 차대차/차대사람 사고 빈도, 혼잡지역 교차로 신호위반/꼬리물기로 인한 사고 등의 문제점 발생



## 2 주차난

### 가. 문제의 개념

- 도시 주차시설 공급이 주차 수요를 적시에 충족하지 못하여 발생하는 주차 수요 싹림현상
  - 주차시설 공급이 부족하거나, 도시 내 주차면수가 차량등록대수를 초과하더라도 주차수요와 공급이 시간과 장소에 따라 동태적으로 불균형하게 되는 것이 주요원인
  - 도심지역에서는 주차공간을 찾는 차들로 인해 교통혼잡 및 사고위험이 증가하기도 하며, 주차공간 부족이 불법주차로 이어지는 경우가 많음
    - 불법주차의 경우 주차질서 의식부족이 1차적 원인이지만 보다 근본적인 원인은 주차수요와 공급의 불일치에 있음
- 사무실, 주거지, 쇼핑몰 등 시설 유형별로 주차수요의 피크 시간대가 달라서 주차공간이 부족한 문제 발생

표 5 시간대별 주차수요 피크 시설

시간대	주중	주말
주간	은행, 사무실, 학교, 유통시설, 병원, 관공서 등	쇼핑몰, 교회, 예식장, 공원, 문화시설 등
야간	주거지, 주점, 식당, 유흥시설 등	공연장, 영화관, 행사장, 숙박시설 등

출처 : 김동현(2015) 주차공유, 제도적 이슈와 개선방안, 공유서울 제도개선 컨퍼런스, 한국교통연구원(2015) 주차장 공유제도 활성화 방안: 공유 주차장 사례 중심, 재인용

### 나. 문제 현황

- 미국에서 자동차를 소유한 운전자는 주차비용에 '17년 기준 평균 1,607달러, 주차문제 관련 비용\*에 1,394달러를 지출하였으며, 이들 비용의 합은 총 자동차 운전비용 (Total cost of driving)\*\*의 29% 수준을 차지<sup>7)</sup>
  - \* 주차공간 탐색으로 인해 낭비되는 시간, 연료, 탄소배출권, 필요이상의 과도한 주차료 납부, 주차위반 과태료로 구성됨
  - \*\* 직접비(자동차 구매비용) 및 간접비(주차비용, 교통혼잡비용, 주차난비용)로 구성됨

7) INRIX(2018)

- 독일의 경우 연간 주차요금은 낮은 수준인 반면 주차난으로 인한 간접비용이 미국보다 162달러 높으며, 영국의 경우 운전에서 소요되는 총비용 중 주차가 차지하는 비중이 약 31%로 3개국 중 가장 높음(독일 28%, 미국 29%)

표 6 국가별 주차 직접·간접비용 현황('17)

국가	주차요금(A)	주차난비용* (B)	총 주차비용 (A+B)	총 운전비용**
U.S.	\$1,607	\$1,394	\$3,001	\$10,288
U.K.	\$1,244	\$1,337	\$2,581	\$8,239
Germany	\$1,062	\$1,556	\$2,618	\$9,341

\* 주차공간 탐색을 위해 사용된 시간, 연료 및 탄소배출권 + 초과로 지불된 주차요금 + 주차위반 과태료

\*\* 혼잡비용 + 주차요금 + 주차난비용 + 차량소유비용

출처 : INRIX(2018), <http://inrix.com/press-releases/cod-us/>

- 미국 운전자들은 주차공간 탐색에 연간 약 730억 달러 수준의 경제적 가치를 소비
  - 미국인들은 평균적으로 주차공간을 찾는데 연간 17시간을 소비하며, 이를 경제적 비용으로 환산하면 1인당 345달러로 분석됨
  - New York, Los Angeles, San Francisco 등 대도시권에서의 주차난은 문제가 특히 심각하여 주차공간 탐색에 운전자 1인당 연간 83~107시간과 1,735~2,243달러 수준의 심각한 직·간접적 비용 소요

표 7 미국 도시별 주차공간 탐색에 소요되는 경제적 비용('17)

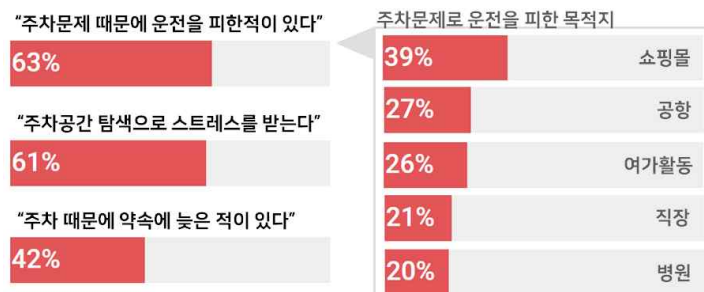
순위	도시	연간 주차공간 탐색시간 (hours/driver/year)	운전자당 연간 탐색 비용(\$)	도시당 연간 탐색 비용(\$)
1	New York	107	2,243	4.3bn
2	Los Angeles	85	1,785	3.7bn
3	San Francisco	83	1,735	655m
4	Washington D.C.	65	1,367	329m
5	Seattle	58	1,205	490m
	<b>US</b>	<b>17</b>	<b>345</b>	<b>72.7bn</b>

출처 : INRIX(2018), <http://inrix.com/press-releases/parking-pain-us/>

- 미국 운전자 6,000명의 설문결과 응답자의 63%가 주차문제로 인해 자동차를 목적지까지 가져가지 않았으며, 그 중 약 40%는 쇼핑매장 방문 시 주차문제로 인해 운전을 포기
  - 또한 응답자의 61%가 주차 공간을 찾아야하는 노력으로 인해 스트레스를 받으며, 42%는 주차문제로 인해 약속 시간에 늦음



그림 9 주차문제로 불편을 겪는다고 응답한 사람의 비중(미국의 사례)



출처 : INRIX(2018), <http://inrix.com/press-releases/parking-pain-us/>, ETRI 산업전략연구그룹

- 국내 자동차 등록 수는 지난 10년간 지속적으로 증가한 반면, 일부 도시지역은 주차장 확보율이 100%이하로 자동차 수 대비 주차공간 부족

표 8 국내 도시별 자동차 등록 및 주차장 확보율 현황

지역	자동차 등록 수*		주차장 확보율**	
	2015	2017	2010	2015
서울특별시	3,056,588	3,116,256	114.19	126.85
부산광역시	1,255,722	1,333,224	92.87	103.09
대구광역시	1,106,002	1,157,053	84.01	88.34
인천광역시	1,355,207	1,510,319	89.74	80.99
광주광역시	611,280	649,293	91.84	98.93
대전광역시	632,954	659,619	81.5	101.35
울산광역시	525,092	549,489	101.88	106.42
전국	20,989,885	22,528,295	87.65	97.15

\*지역별 등록 수는 각 연도의 연말(12월)기준

\*\*주차장 확보율 = (주차장면수/자동차등록대수)\*100

출처 : 국토교통부(자동차등록현황보고), 시도 기본통계(주차장면수), 행정안전부(주민등록인구), 국가교통DB 센터(2015) KTDB 23(1)

- 지난 10년간 전국 아파트 주차면수는 574만개에서 843만개로 연평균 4% 증가하는 추세이며, 세대 당 주차면수도 0.1%p 수준 증가하여 아파트 한 세대 당 평균 0.9개의 주차면 보유
  - 노외주차장의 경우 몇몇 도시에서 감소하는 추세지만 전국적으로는 증가 추세
- 그러나 주차시설의 증가에도 불구하고 주차공간 부족 및 불법주정차 문제는 지속적으로 발생
  - 서울특별시 주정차 위반 건수는 '15년 총 273만 건 수준으로 과태료만 1,107억원

이었으며, 이중 강남구(41만건, 과태료 148억원), 서초구(26만건, 과태료 104억원)에서 주정차위반이 가장 많았음

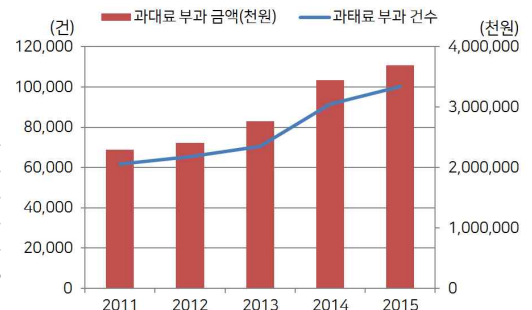
- 부산광역시 사하구의 경우 불법 주정차로 인해 과태료를 부과한 건수는 2011년 61,812건(총 과태료 23억원)에서 2015년 100,419건(총 과태료 37억원)으로 연평균 13% 증가

그림 10 불법주정차 위반의 지속적인 증가 추세

[서울 주정차위반 단속 현황('15)]

순위	단속건수 상위 10 지역구	2014		2015	
		단속 건수 (만 건)	과태료 (억 원)	단속 건수 (만 건)	과태료 (억 원)
1	강남구	38.9	141	41.4	148
2	서초구	24.6	101	25.7	104
3	중구	18.4	76	22.3	92
4	종로구	-	-	16.3	60
5	송파구	15.3	63	14.8	58
서울특별시 전체		-	-	272.9	1,107

[부산 사하구 불법주정차 단속 현황('11~'15)]



출처 : 서울특별시 각 구청, 서울지방경찰청 교통안전과, 부산광역시 사하구 기본통계

- 이러한 불법주정차는 도로혼잡도 증가와 그로 인한 사고 야기, 긴급차량 통행로 확보의 어려움 등의 2차적 사회·경제적 비용 초래
  - 대도시의 경우 80% 이상의 소방차가 화재 시 골든타임(5분) 이내에 현장에 도착함에도 불구하고 소방차 진입로에 주차된 차량으로 인해 인명피해 증가
    - \* 최근 제천참사의 경우 건물주변 진입로에 양쪽으로 불법주차된 차량 때문에 통행로가 확보되지 못해 긴급차량이 우회하면서 대형 인명피해 발생
  - 주중 야간과 주말에 차량이 많아지는 식당가, 상가, 영화관 등의 부설주차장 및 공영주차시설이 부족한 한편, 최근 주정차 단속강화로 인해 상가 접근성이 감소하는 등의 문제점은 지역 경제에도 부정적 영향을 미침

#### 다. 파생되는 문제점

- 주택가 도로 등 이면도로 주차로 인한 보행 및 차량 통행 여건 악화
  - 불법주차구역 주정차로 사고 야기: 좁은 통행로 및 보행자 인지 어려움
  - 주택가·아파트 주차문제로 폭력, 시비 등의 문제 발생
  - 화재 발생 시 소방차 주차 불가





### 3 안전 문제

#### 가. 문제의 개념

- 운전자의 신체적·심리적 인지/판단/대처능력 부족 및 이에 부정적인 영향을 미치는 음주, 악천후, 도로의 물리적 요인, 돌발적인 상황 등과 차량의 장치불량, 과도한 화물적재 등의 원인으로 인해 발생하는 자동차 사고
  - 교통사고는 차 대 차, 차 대 사람 등 다양한 유형으로 발생하며, 교통사고의 발생 유형에 따라 발생 빈도, 치사율, 사고가 잦은 상황 및 시간대가 달라짐
- 우리나라는 '60년대 이후 경제성장에 따라 교통수요 및 자동차 수가 증가하였으나 교통의 발달은 교통사고 증가라는 큰 사회적 문제를 초래하였음
  - '45년 7,000여 대에 불과하던 자동차가 70년 이후 2,000만 대 이상으로 증가
  - '70년 3,069명이던 교통사고 사망자는 '91년 13,429명으로 438% 증가하여 최고 치에 달했다가 '17년에는 1/3수준인 4,185명으로 감소해왔음

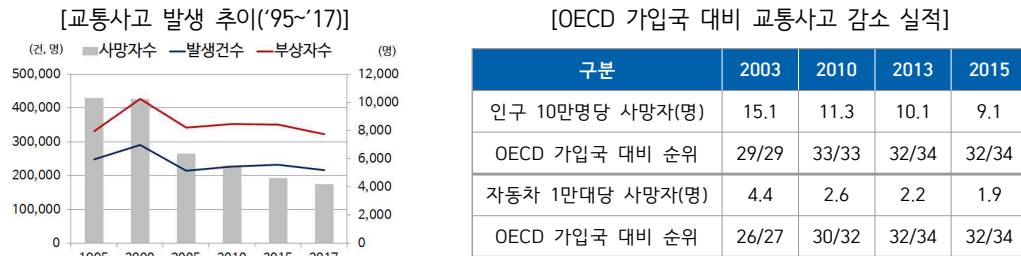
#### 나. 문제 현황

- 교통사고는 세계 10대 사망원인 중 하나이며, 매년 전 세계에서 130만명이 교통사고로 사망(이 중 약 50%가 보행자 및 오토바이 운전자)<sup>8)</sup>
  - 우리나라 교통사고는 연간 21만건 수준으로 교통사고 발생률 및 치사율은 지속적 감소추세이나 교통안전 여건은 주요 선진국에 비해 미흡
    - 교통사고 사망자 수가 '95년 10,323명에서 '17년 4,185명으로 크게 감소하였음에도 불구하고 여전히 OECD 평균보다 높음<sup>9)</sup>
- \* 교통사고지표 국제비교('16년 OECD 국가별 통계 기준): 우리나라 교통사고 사망자 수 인구 10만명당 8.5명(OECD 평균 5.5명), 자동차 1만대당 1.8명(OECD 평균 0.8명)

8) Technavio (2015); World Health Organization(2017) Fact Sheet no 310: The Top Ten Causes of Death

9) 한국교통연구원(2017) 빅데이터 기반 도로교통사고 원인분석 및 대책수립을 위한 연구 로드맵 개발: OECD 통계(<http://stats.oecd.org>) Casualties by age & road user

그림 11 국내 교통사고 감소 실적('03~'15)



출처 : 도로교통공단 교통사고분석시스템(TAAS) 경찰DB(2018.07.기준); 경찰청 교통사고 통계, 각년도; 국토교통부(2015) 2014년도 교통안전연차보고서; 월간교통(2016.3) 교통 안전관리체계 현황과 발전방안

- 우리나라와 교통안전 선진국들의 평균 교통사고 사망자 감소 실적에서 격차 존재
  - \* '교통사고 제로 비전'을 채택한 교통안전 선진국들은 과거 5년('09년~'13년)동안 평균적으로 인구 10만명당 교통사고 사망자 수가 6.7% 감소한데 비해 한국은 4.2% 감소에 그침

표 9 교통사고 제로화 추진 국가의 교통사고 감소율(CAGR: '09~'13)

국가	인구 10만명당 사망자 감소율	자동차 1만대당 사망자 감소율	인구 10만명당 이륜차 승차 중 사망자 감소율
덴마크	-11.3%	-14.1%	0%
일본	-2.9%	-3.8%	8.8%
노르웨이	-4.2%	-8.1%	-4.5%
독일	-5.3%	-6.9%	0.0%
스페인	-11.6%	-13.7%	-5.4%
교통사고 제로화 추진국가 평균*	-6.7%	-9.3%	-1.8%
대한민국	-4.2%	-5.9%	+3.2%

\* 추진국: 체코, 덴마크, 핀란드, 일본, 노르웨이, 폴란드, 슬로베니아, 스페인, 스웨덴, 벨기에, 프랑스, 독일, 룩셈부르크

출처 : 도로교통공단, OECD 가입국 교통사고 비교, 각년도; 월간교통(2016.3) 교통 안전관리체계 현황과 발전방안

- 국내 지역별 교통사고 현황
  - 특별·광역시도에서 전체 교통사고의 41%('17년) 정도가 발생하여 교통안전에 위한 도시 차원의 주도적 노력 필요
  - 서울의 경우 발생건수 및 사망자 수가 가장 많으며, 대구, 대전, 광주에 경우 인구 대비 발생건수가 상대적으로 많음
  - 그러나 발생건수 대비 사망자수의 경우 세종이 가장 많고 대구와 대전, 특히 서울은 치사율이 낮은 것으로 나타남



표 10 지역별 교통사고 발생 현황('17)

지역별 교통사고 현황('17)	교통사고 발생건수	10만명당 발생건수	사망자수
전국	216,335	420.5	4,185
서울특별시	38,625	395.1	343
부산광역시	11,753	342.8	164
대구광역시	12,970	526.1	148
인천광역시	7,719	264.1	105
광주광역시	7,499	499.6	120
대전광역시	7,767	507.2	86
울산광역시	4,265	365.9	64
세종특별시	746	270.7	18

출처 : 도로교통공단 교통사고분석시스템(TAAS) 경찰DB(2018.07.기준)

- 교통사고 예방을 위한 여러 도로 정책과 자동차 기술이 발전하였음에도 불구하고 우리나라 도로교통사고 비용은 '15년 기준 약 49.2조원에 달함
  - 이는 우리나라 GDP의 3.17% 수준으로 미국(1.85%), 일본(1.35%), 영국(1.91%) 등에 비해 매우 높음
    - \* 국내 도로교통사고 비용은 도로, 철도, 해운, 항공을 포함한 전 분야 교통사고 비용(49.5조원)의 99%를 차지
  - 도로교통사고의 발생 건수 및 비용 측면에서 가장 상위권인 도시는 서울(19.8만 건, 6.4조 원)로 그 다음인 부산(6.6만 건, 2.3조원)과 상당한 격차 존재
    - \* 세종시의 경우 사고 1건당 비용이 500만원을 넘는 수준으로 전국에서 가장 높음

표 11 사고다발 도시의 도로교통사고 비용('15)

도시	사고비용(천원)	사고 건수(건)	건당 비용(천원)
서울	6,379,881,931	198,895	32,077
부산	2,296,266,795	66,225	34,674
대구	2,056,328,821	61,640	33,360
인천	1,909,183,059	58,249	32,776
세종	111,579,685	2,070	53,903

출처 : 한국교통연구원(2017), 2015년 교통사고비용추정, KOTI Brief. 9(7)

- 사망사고의 80% 이상이 교통법규 위반 등 안전의식 부족으로 발생
  - (교통사고 발생원인) '16년 국내에서 발생한 교통사고의 68.8%가 '안전운전 의무 위반'으로 발생하였으며, 이 외에 '신호위반' 8.2%, '중앙선침범' 7.9%, '과속' 4.5%, '보행자 보호의무 위반' 4.1% 순으로 나타남

\* 이 중 차대차 사고가 41.1%로 가장 많았고 차대사람 사고는 38.7%였으며, 차량단독 사고는 20.1%에 그침

- (사망사고 발생원인) 경찰청 위반유형별 교통사고통계에 따르면 '15년 전체 교통사고 사망자 수의 68.5%가 안전운전 불이행, 12.6%가 음주음전 위반으로 인해 발생<sup>10)</sup>
- 우리나라 도로이용자는 '운전 중 핸드폰 사용', '유아용 카시트 미사용', '졸음운전', '음주운전'에 관하여 해외에 비해 상대적으로 관대한 인식을 가지고 있는 것으로 조사되었음(한국교통연구원, 2017)\*

\* 한국교통연구원이 2016년 미국, 영국, 프랑스, 벨기에 등 25개국의 18세 이상 도로이용자 25,000명을 대상으로 실시한 도로이용자 안전의식 설문조사 결과<sup>11)</sup>

#### ● 도시 교통사고 특성 변화: 대전시 사례

- (노인 사고) 대전시 노인인구는 지난 5년간 약 20% 증가하였으며 관련 교통사고 건수도 2배 가까이 증가하는 추세로, 노인의 경우 비노인보다 사망사고가 6배 가량 높음
- (어린이 사고) 대전시 어린이 인구는 감소하고 있음에도 불구하고 어린이 교통사고는 2012년부터 2016년까지 연평균 8.4%로 지속적으로 증가
  - \* 방과 후 오후 2-6시 사이에 빈번히 발생하고 횡단보도 사고(차-사람)가 60% 이상
- (자전거 사고) 대전시 자전거 교통사고는 2012년부터 5년간 17.2% 증가(551건→646건)하였으며 봄이 시작되는 3월에 큰 폭으로 증가하여 여름에 사고가 가장 많고, 41세 이상 60세 이하가 전체 사고의 50% 이상을 차지
  - \* 주말보다 평일에 사고율이 높음
- (음주운전 사고) 전체 사고의 치사율보다 음주운전 사고의 치사율이 0.4%p 높으며, 면허취득 10년 이상 운전자가 음주운전 사고의 50% 이상을 차지
  - \* 치사율은 4년 미만 운전자가 가장 높음

## 다. 파생되는 문제점

- 교통사고로 인한 인명·재산 피해: 사고 관련 당사자뿐 아니라 주변 가족들의 삶의 질을 심각하게 저해
- 노인, 어린이 등 교통약자 사고 증가로 인한 사회적 비용 증가

10) 경찰청(2016) 교통사고 통계

11) 한국교통연구원(2017) 국가교통데이터베이스, KOTI Brief vol.34, p.2

## 4

## 환경 문제

## 1 온실가스

## 가. 문제의 개념

- 대기오염은 도시의 지속가능성을 저해하는 대표적인 문제로서 피해지역의 범위가 넓고 한 번 훼손된 자연을 완벽히 복원하기 어렵다는 점에서 심각성이 높음
  - 우리나라의 경우 과거 '80년대 이전에는 산업 및 난방 부문에서 일산화탄소(CO)의 배출이 주된 대기오염의 원인이었으나, 지난 30년간 자동차 배기가스가 주된 대기오염원으로 변화
- 산업혁명 후 증가된 탄소배출로 인해 지구 온난화가 가속화되고 있으며, 이로 인한 환경파괴, 이상기후 발생, 사회·경제적 피해 등이 지속적으로 증가하는 추세
  - 지구온난화는 빙하 용해로 인한 해수면 상승(생태계 파괴, 난민 발생 및 국토 상실 등 초래), 이상기후(폭염, 가뭄, 홍수 등) 증가 야기
  - 이와 더불어 온도 상승으로 인한 동식물 멸종과 식량 생산량 감소, 해양 산성화로 인한 해양생물 멸종 등의 생태계 다양성 감소 초래
- 도시화로 인해 한정된 지역에서 대량의 교통량이 발생함에 따라 온실효과를 가진 이산화탄소( $CO_2$ )가 대량으로 배출되면서 지구온난화 가속화
  - 이에 따라 각국 정부는 자동차 탄소 배출량 규제기준을 강화하는 방침이며, 이러한 사회적 요구에 따라 국내에서도 친환경 자동차 보급이 증가하는 추세

그림 12 자동차 탄소 감축 규제 강화 전망

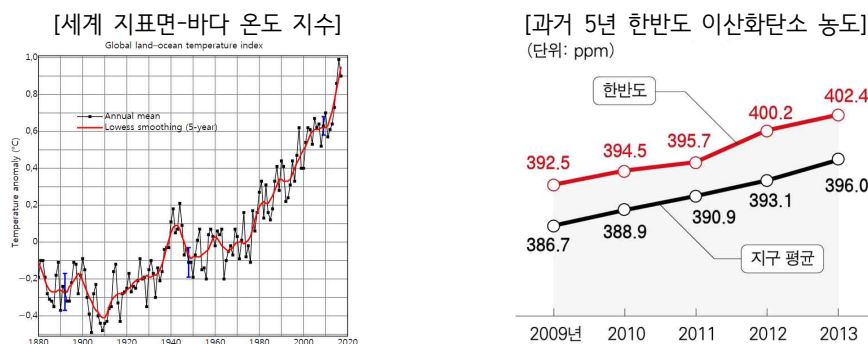


출처 : 국토부, MIT

## 나. 문제 현황

- 산업혁명 이후 대기 중 온실가스가 급증하면서 지구 표면온도는 산업화 이전보다 1°C 가량 상승
  - 현재 추세로 기온이 상승하면 '15년 12월 파리기후변화회의에서 세계 각국이 합의한 온도변화 상승폭 억제선인 1.5°C를 8년 후인 '26년에 돌파할 것으로 예상
  - 산업혁명 이후 1°C 상승하는데 100년이 걸린 기온 상승속도가 그 다음 0.5°C 상승에 걸리는 시간은 10여년에 불과할 것으로 전망

그림 13 지구 온도와 이산화탄소 농도의 지속적 상승추세



\_이미지 출처 : NASA 고다드 우주 연구소(2018), <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>; 기상청, 세계기상기구 자료 인용 한국일보 2014.09.12.일자 기사

- 우리나라의 탄소 배출량은 '17년 6.7억 톤으로 OECD 국가 중 4위
  - 국제에너지기구(IEA)에 따르면 OECD 가입국의 1인당 탄소 배출량은 '90년(10.29톤) 대비 '13년(9.55톤) 7.2%감소한 반면, 우리나라는 동기간 110.8% 급증(5.4톤 → 11.39톤)하여 배출증가를 1위를 차지
- 전 세계적으로 교통부문이 차지하는 온실가스 배출량은 전체의 14% 수준으로, 이 중 72%가 도로교통에서 배출되고 있음
  - 국내 최대 규모의 도시인 서울시의 경우 교통부문의 온실가스 배출량은 '16년 9,542톤으로 도시 전체 온실가스 배출량의 20%를 차지
  - 유럽과 미국, 서울의 '16년 교통수단별 1인당 탄소배출량을 비교한 연구결과에 따르면 미국과 서울시는 택시(각각 159.1g/인·km, 155.7g/인·km)의 배출량이 가장 많고 유럽은 자가용(107g/인·km)의 배출량이 가장 많음<sup>12)</sup>

12) EEA (2016). Transitions towards a more sustainable mobility system; Song et al. (2016). Individual transport emissions and the built environment: A structural equation modeling approach, Transportation Research Part A 92, 206-219.



- \* 유럽: 자가용 107g/인·km > 버스 56g/인·km > 지하철 28g/인·km (택시 정보 없음)  
 미국: 택시 159.1g/인·km > 버스 84.5g/인·km > 지하철 82.6g/인·km (자가용 정보 없음)  
 서울: 택시 155.7g/인·km > 자가용 147.5g/인·km > 버스 50.6g/인·km > 지하철 33.6g/인·km

## 다. 파생되는 문제점

- 자동차 및 석유 연료 사용 증가로 인한 탄소배출량 증가에 따른 대기 중 이산화탄소 증가로 인한 지구 온도 상승
- 지구온난화의 2차적 피해인 환경파괴, 이상기후 발생으로 인한 국민 건강 및 생활안전 위협 증가
- 환경파괴 및 이상기후 현상으로 인해 발생하는 3차적 피해인 국가경제적 손실 발생

## 2 미세먼지

### 가. 문제의 개념

- 자동차에서 배출되는 유해물질 중 미세먼지는 1급 발암물질로, 입자가 매우 작아 호흡기·폐·혈관에 침투하여 다양한 질병 유발
  - 먼지 입자의 크기에 따라서 지름이  $10\mu\text{m}$  이하인 미세먼지( $\text{PM}_{10}$ )와  $2.5\mu\text{m}$  이하인 초미세먼지( $\text{PM}_{2.5}$ )로 구분
    - \* 참고로 사람 머리카락의 지름이 약  $50\sim 70\mu\text{m}$  정도임
  - 인체의 여러 기관에 염증 및 질환 유발: 눈(알레르기성 결막염, 각막염), 코(알레르기성 비염), 기관지(기관지염, 폐기종, 천식), 폐(폐포 손상)
  - 초미세먼지 농도가 증가할수록 폐암 발생 및 만성 폐질환 관련 입원, 심혈관질환자 사망률이 증가(질병관리본부, '14)
- 미세먼지는 인체뿐만 아니라 농작물과 생태계, 산업활동에도 악영향을 미침<sup>13)</sup>
  - 대기 중 이산화질소 등 산성물질, 카드뮴 등 중금속이 토양과 물을 손상시켜 농작물, 산림, 수생물에 피해
  - 반도체·디스플레이산업 불량률 증가, 항공기 가시거리 감소, 자동화 설비 오작동

13) 한국환경정책·평가연구원(2018) 미세먼지 관리 종합대책(2018) 주요내용과 방향



증가 등 산업적 피해 야기

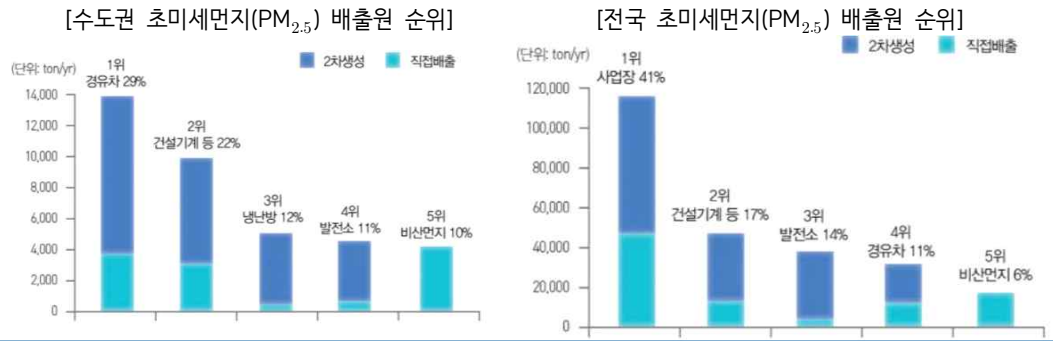
## 나. 문제 현황

- 이론적으로 석유연료는 완전연소 시 산소와 결합하여 수증기( $H_2O$ )와 이산화탄소( $CO_2$ )만 생성하나 실제로는 불완전연소하여 그 과정에서 미세먼지 등 유해물질이 배기가스와 함께 배출되어 대기오염 초래
  - 전국 대기오염 배출량 중 일산화탄소( $CO$ )의 58.7%, 질소산화물( $NO_x$ )의 30.8%, 미세먼지의 10.0%가 자동차에서 배출(환경부, '13)
- 세계적으로 매년 1,260만명이 환경문제로 사망하며, 이중 대기오염이 조기사망 원인의 4위 차지
  - 대기오염으로 인한 국내 조기사망자는 '10년 17,000명에서 '60년 52,000명으로 증가하여 OECD 가입국 중 유일하게 100만 명당 1,000명이 넘을 전망(OECD, '16)
  - '60년 대기오염으로 인한 전 세계 경제적 손실은 2.6조 달러 규모에 이를 것으로 전망되고 있으며, 이는 세계GDP의 1% 수준에 달함
  - 파리의 경우 '14년 이후 대기오염이 심각한 수준인 날에는 승용차 2부제를 실시하고 디젤차의 도심진입을 금지해왔음
- 우리나라의 초미세먼지 노출도는 '15년  $32\mu g/m^3$ 로 OECD 35개 가입국 중 1위로 OECD 평균 노출도  $14.53\mu g/m^3$ 의 2배 수준
  - 한국은 '98년 이후 현재까지 17번의 조사에서 12번이나 1위를 차지하였으며, WHO 권고기준(일평균  $25\mu g/m^3$ )을 적용하면 '14~'16년 중 '나쁨' 일수는 141일이었음
  - 상대적으로 지름이 큰 미세먼지 ' $PM_{10}$ '의 배출량 및 농도는 2000년 이후 감소추세이나 크기가 작아 인체에 위험한 ' $PM_{2.5}$ '의 봄·겨울 평균 농도는 '15년  $28\mu g/m^3$ , '16년  $29\mu g/m^3$ , '17년  $30\mu g/m^3$ 로 고농도 발생이 점차 빈번해짐<sup>14)</sup>
- 국내 미세먼지 배출원으로는 수도권의 경우 경유차(29%)가 가장 큰 비중을 차지하고, 전국적으로는 사업장(41%)이 가장 큰 비중 차지

14) 관계부처합동(2017), 미세먼지 관리 종합대책



그림 14 수도권 및 전국의 초미세먼지 배출원 순위



\_이미지 출처 : 한국환경정책·평가연구원(2018)

- 초미세먼지의 농도가 동일할 때, 디젤차량의 배출입자는 농작물, 석탄 등 기타 연소 입자에 비해 독성이 매우 강하여 인체에 미치는 부정적 영향이 심각함<sup>15)</sup>
  - 디젤차량의 배기가스는 벚꽃이 연소되면서 발생하는 입자에 비해 3배 높은 산화 독성을 보이며 유전자를 변형시키는 유전독성은 50배 높은 것으로 나타남

#### 다. 파생되는 문제점

- 대기 중 발암물질 농도 상승에 따른 국민 건강악화 및 조기사망률 증가
- 대기 중 산성·중금속 물질 증가에 따른 농작물 피해 및 생태계 파괴
- 먼지로 인한 산업 분야 경제적 손실 및 안전 위험 발생

15) 광주과학기술원 초미세먼지 저감사업단 연구결과

Ⅲ

ICT 기반 도시 교통문제  
대응사례 분석





## 1

## 기존 대응정책 및 방안

- 도시 교통 문제로 인한 인명피해와 각종 사회경제적 비용을 줄이기 위한 기존 교통 분야의 대응방식으로는 도로시설·노면·표지판 및 도로흐름을 위한 각종 물리적 안전장치를 이용한 정책 등이 있음
- (교통혼잡) 도로시설 확대 및 원활한 교통흐름을 위한 교통체제 개선 등
  - 도로 신설 및 확장, 단절구간 연결, 대도시권 외곽순환도로망 건설 등 교통처리 용량 증대
  - 신호등 위치조정 및 신설, 교차로 구조개선, 교통흐름의 연속성 부여, 도로 안내 표지 정비 및 횡단보도 위치 개선 등 혼잡구간 정체 완화
  - 대중교통 환승체계, 혼잡통행료, 버스전용 차로제 확대 시행, 차량 n부제, 교통유발부담금 등 자가용 이용 억제 및 교통수단 전환 장려 등
- (주차난) 주차시설 확대 및 교통혼잡·사고를 야기하는 불법주정차 단속 등
  - 노상·공공 주차장 건축, 노후 아파트 주차장 증설, 구도심을 위한 공공시설 지하 주차장 신설 등 주차공간 확대
  - 단속 강화, 거주자 우선 주차제, 주차요금 징수, 차없는거리 조성 등
- (교통사고) 물리적·시각적 안전장치를 통한 사고 예방 및 피해 최소화 등
  - 도심 제한속도 하향(60km→50km), 사고유발 불법주정차 범칙금 2배 상향, 어린이 보호구역 확대 및 횡단보도 보행자 보호규정 강화, 안전띠 착용강화, 음주운전 단속 및 처벌 강화, 상습 교통법규 위반자 최대 징역형까지 가중처벌 등 안전대책 수립 등
    - \* 2000년 이후 시행된 안전띠 착용강화 등 각종 교통안전정책을 통해 2000년 10,236명이던 사망자 수가 2년만에 7,222명으로 대폭 감소
  - 대전·울산지역의 도시부 차량 제한속도를 시속 60km에서 시속 50km로 하향 적용한 결과 교통사고가 약 24% 감소하였으며 이로 인한 사회적 이익은 연간 13억 원으로 추정('13~'16)
  - 그 밖에도 교통사고 사상자 감소를 위한 회전교차로를 '10년부터 '14년까지 전국 443개 교차로에 설치하여 해당 지점 사상자 수가 45% 감소됨



**그림 15** 교통사고 감소를 위한 물리적 예방 방안

[교통사고 사상자 감소를 위한 회전교차로]



[도시부 제한속도 하향 적용]



\_이미지 출처 : 나무위키, 회전교차로: 조선일보 2018.07.03.일자 기사

- (온실가스/미세먼지) 자동차 탄소배출 규제 강화 및 전기차 보급 확대, 자가용 이용 억제 및 대중교통 이용 장려 등

- 탄소배출 규제

- 우리나라는 파리협약에 참여하여 '30년까지 온실가스 배출전망치 대비 37% 수준인 5억 3600만톤으로 온실가스 감축 계획 제출
- 유럽연합 집행위원회(EC)는 '50년까지 '90년 대비 이산화탄소 배출량 60% 감축을 목표화하고 교통부문 탈탄소화(化)를 추진
- EU는 '21년 이후 승용차 이산화탄소 배출량 95g/km 이상 차량 1대당 초과 배출량 1g에 95유로의 환경비용 부과
- 노르웨이, 덴마크, 네덜란드는 '25년, 독일은 '30년, 영국과 프랑스, 중국은 '40년, 오스트리아 비엔나는 '50년까지 화석연료차 퇴출 또는 판매 금지 추진

- 전기차 보급

- 미국은 '17년 전기차 2,500대를 보급하고 38개주 주요 고속도로를 연계하는 48개 충전회랑을 확충하여 약 50마일마다 충전소 설치
- 노르웨이는 산유국임에도 불구하고 '05년부터 전기차 보급을 시작하여 수도인 오슬로에만 950개 전기차 충전소 설치
- 일본에서는 완성차업체 도요타, 혼다, 미쓰비시, 닛산이 공동으로 '14년 충전서비스 회사 NCS(Nippon Charge Service)를 설립하여 숙박시설, 고속도로 휴게소 등에 충전소를 설치하였으며, 유통업체(이온, 패밀리마트)들도 자사 매장에 충전기 설치
- 중국의 경우 신에너지차(NEV) 의무생산 할당제도를 도입



- 국내도 친환경차 구매자에게 차량구매보조금 지원, 세금감면 등 보급정책을 시행하고 있으며 공공시설·주택에 충전시설 설치 의무화
- '18년 1월 기준 3,400개의 전기차 충전소가 설치되어 있으며 경기, 서울, 경상도 순으로 가장 많이 분포되어 있음
- 미세먼지 대책
  - 우리나라는 미세먼지 국내 배출량의 30%를 '22년까지 저감하겠다는 목표 하에 4대 핵심 배출원인 발전, 산업, 도로수송, 생활 부문별 미세먼지 집중감축 계획
  - 서울시는 '17년부터 고농도 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)가 일정기간 지속될 경우 미세먼지 비상저감조치로 시민참여형 차량 2부제, 공공기관 주차장 폐쇄, 노후과태료 차량 운행 시 과태료 10만원 부과 등을 실시하는 비상조치 시행
  - 미세먼지 특별법 공표로 '19년 2월 이후 미세먼지 비상저감조치 발령 시 시·도 지사가 자동차 운행 제한, 대기오염물질 배출시설 가동 조정, 휴업 및 탄력근무 권고 등이 가능해짐
- 최근에는 ICT에 기반하여 기존 물리적·수동적·사후적 교통문제 대응방식에서 가상적·능동적·사전적인 예측·예방이 보다 강화되는 추세

표 12 도시 교통문제에 대한 기존 대응방식 및 ICT 기반 대응방식의 비교

구분	도시문제	기존 문제대응 방식	ICT 기반 문제대응 방식
편의	교통혼잡	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 교차로·도로확장, 신규도로 건설 등</li> <li>· 회전교차로, 신호체계 개선, 피크시도심 통행료 징수, 대중교통개선 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 스마트교통정보시스템, 교통정보분석을 통한 혼잡 예측 및 교통흐름 최적화 등</li> </ul>
	주차난	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주차장 신규 건축/입체화, 불법주정차 단속 강화, 노외·노상 주차 제한, 주거지역 주차 통제 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· IoT기반 스마트주차보시스템, 위치기반 주차 안내 및 유도 서비스 등</li> </ul>
안전	교통사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 안전벨트·에어백, 교통안전시설 및 표지판, 측면보도 확장, 자전거 전용도로, 보행자 통행장치 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 영상기반 스마트 횡단보도, ADAS 등 센서 기반 사전적 자동차 안전시스템 등</li> </ul>
환경	온실가스	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 온실가스 배출량 규제, 하이브리드·전기차 보급 확대 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 완전전기자동차 보급, 자동차·자전거 공유서비스, 도시모빌리티 서비스 등</li> </ul>
	미세먼지	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 미세먼지 비상 시 노후경유차 운행 금지, 친환경차 보급 확대 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 스마트환경센서 등 IoT 기반 미세먼지 모니터링 및 저감 등</li> </ul>

출처 : 한국환경정책·평가연구원(2018) 미세먼지 관리 종합대책 2018 주요내용과 방향, 발표자료 일부 내용 발췌

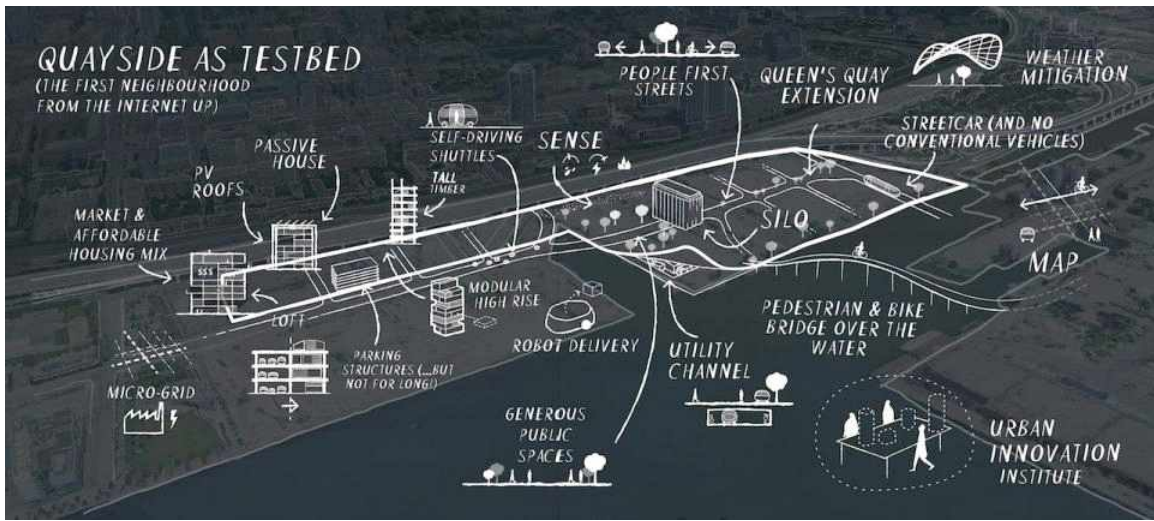
## 2

## ICT 기반 도시 교통문제 대응사례

## 1 교통혼잡 문제 대응사례

- 구글 사이드워크랩(Sidewalk Labs): 캐나다 토론토 시 키사이드(Quayside) 지역 재건 프로젝트를 위해 자회사 Waymo(자율주행), 파트너사 Lyft(차량공유)와 협력하여 자율주행 프로젝트 진행 중
  - 미국교통부와 협력하여 스마트폰으로부터 수집한 도로정보를 분석하여 교통체증 및 매연배출을 방지할 수 있는 교통통합플랫폼 개발
  - 토론토 키사이드 지역을 중심으로 ICT 기반 스마트시티를 구축하여 차량공유와 자율주행셔틀, 자전거형태 자율주행 시스템 등 모든 종류의 로봇 이동수단 솔루션 개발

그림 16 구글 사이드워크랩의 키사이드 지역 테스트베드



출처 : Google Sidewalk Toronto

- 싱가포르: 교통혼잡 및 온실가스 배출에 대한 대응방안으로 차량공유 서비스 도입 및 친환경적인 자율주행 교통수단 시범운행
  - 자가용 사용 감소를 위해 차량공유 서비스를 조기에 도입하여 차량공유서비스 업체(우버, 그랩 등) 자동차가 일반택시보다 약 1.5배 많은 수준으로 대중화됨
  - '16년 8월에 세계 최초로 자율주행택시를 선보이고 자율주행차 스타트업 누토노

미에서 그랩과 파트너십을 맺고 자율주행택시 호출 서비스 시범운행 시작

그림 17 싱가포르의 공유차량 및 자율주행 택시 서비스

[싱가포르 차량공유업체 그랩 서비스]



[누토노미 자율주행택시]



\_이미지 출처 : 언론 보도자료

- 중국 항저우시(중국 혼잡도 순위 5위, 세계 혼잡도 순위 30위): '17년 스마트시티 발전계획을 발표하고 교육, 의료 등 시민 생활 서비스 및 교통, 경찰업무 등 사회 서비스의 스마트화 추진<sup>16)</sup>
  - 알리바바가 주도한 항저우의 '시티브레인' 프로젝트는 교통경찰, 도시관리 등 11개 정부부처 및 IT업체와의 협력을 통해 128개소 교차로의 신호등에 인공지능/빅데이터를 적용하여 해당 교차로 통행시간의 15% 감축
  - 도로, 버스·택시·차량·주차장 등에 인터넷으로 접속하여 교통량, 평균시속, 교통위반, 신호등, 톨게이트, 차량위치, 탑승 인원 수, 주차장 관련 실시간 데이터 확보 가능

그림 18 항저우의 교통문제 대응을 위한 알리바바의 시티브레인 프로젝트



\_출처 : 알리바바 클라우드

- 핀란드 헬싱키: 2025년까지 다양한 교통서비스를 통해 point-to-point 이동이 가능한 '승용차 없는 도시'를 조성하기 위해 시민 100명을 대상으로 이동서비스 어플리케이션 'Whim' 테스트
  - 월정액 요금으로 자전거, 지하철, 버스, 택시 등 다양한 교통수단으로 구성된 모

16) KOTRA(2018.02.27.) 항저우, 중국 최고의 스마트시티로 거듭나나, 해외시장 뉴스



### 빌리티 서비스를 이용 가능

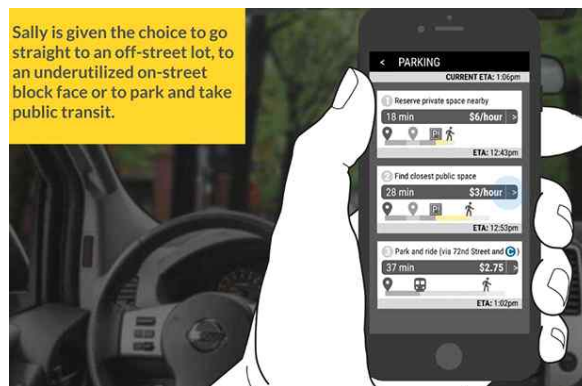
- 스웨덴: 시내교통혼잡 및 환경오염을 줄이기 위해 '06년 IBM과 협력하여 지능형 교통시스템을 구축하여 7개월간 교통체증 개선 효과를 테스트
  - 실시간 통행량 및 탄소배출량을 측정하여 피크타임 시 높은 혼잡세율을 부과하고 무선송수신 장치를 통해 요금을 정산
  - 7개월간의 테스트 기간 동안 통행량이 20% 감소하였고 및 대중교통 이용자가 전년대비 6만 명 증가하였음
- 부산시: 주요 신호교차로 14곳에서 CCTV로 수집한 영상데이터를 딥러닝 알고리즘으로 분석하여 도로 이용자에게 전광판, 모바일, 웹사이트를 통해 교통혼잡도 정보 제공
  - 운전자가 정체지역을 우회할 수 있도록 유도하고 정체구간이 혼잡해지지 않도록 관리
- 국토교통부의 도시 ITS 투자효과 분석 결과('14)에 의하면 평균통행속도 개선, 연료소모감소, 교통사고 등을 평가하였을 때 교통량이 가장 많은 오후 첨두시\* 사업km 당 대구시는 약 1억 6,740만원, 순천시는 약 1,088만원의 편익 발생<sup>17)</sup>
  - \* 특정 서비스에 대한 수요가 최고조에 달한 시간으로, 골든아워(golden hour), 러시아워(rush hour) 등으로 불림
- 차량공유시스템 도입 시 자동차 보유대수 감소, 교통체증 개선, 주차난 해소의 효과가 있는 것으로 분석됨
  - (OECD, 세계교통연구포럼) 포르투갈 리스본 차량공유 효과 시뮬레이션 연구 결과 8~16인승 셔틀버스를 투입시 기존 자동차 수의 3%로 전체 교통수요 충족이 가능하며 탄소배출량 37% 감소, 공공주차장면적 95% 감소, 이동비용 50% 감소 예상
  - (MIT, CSAI랩) 4인승 공유차량 3,000대가 뉴욕시의 택시 수요 98% 대체 가능

17) 국토교통부(2014) ITS산업 활성화를 위한 효과평가 및 시장분석 연구

## 2 주차난 문제 대응사례

- 구글 사이드워크랩(Sidewalk Labs): 스마트시티 챌린지(Smart City Challenge) 우승 도시인 미국 콜럼버스의 주차문제를 해결하고 새로운 차원의 도시 모빌리티를 구현하기 위한 클라우드 소프트웨어 Flow를 제공하고 시범 프로젝트 진행
  - 스마트시티 챌린지 참여 도시들에 제출된 사이드워크랩의 문건에 의하면, 구글의 스트리트 뷰 서비스와 유사한 방식으로 도시 내 공공 주차공간을 파악하기 위해 구글이 보유한 지도(mapping), 머신러닝, 빅데이터 기술 전문성과 카메라 장착 차량을 활용하게 될 것이라고 함
  - Flow는 실시간 주차공간 정보와 구글 지도(Google Maps)를 이용하는 운전자 데이터를 결합하여 이용가능한 주차공간을 파악하고 안내
  - 매장/사무실 등의 사유주차장의 데이터를 Flow 서비스에 포함시키기 위해 주차장 공유 서비스를 제안하였음
  - 더불어 AI 알고리즘을 활용하여 경찰에게 최적화된 경로정보를 제공하는 주차단속 서비스도 제안

그림 19 사이드워크 랩의 Flow Parking 서비스 이용화면 예시



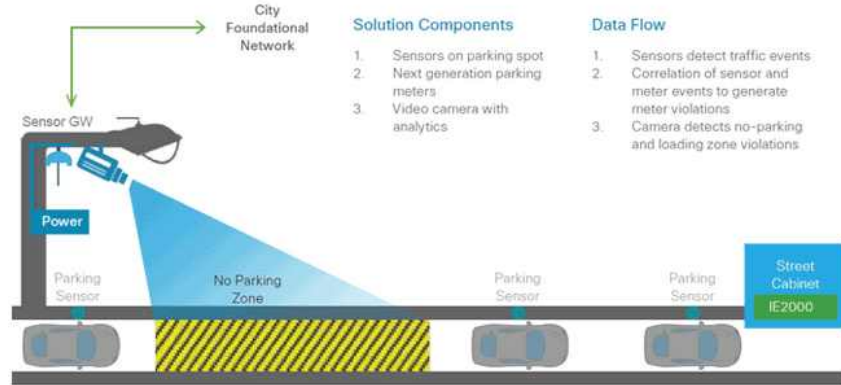
\_이미지 출처 : Sidewalk labs

- 스페인 바르셀로나: 아스팔트 주차공간 또는 가로등에 최대 7년까지 자가발전으로 작동하는 15cm크기의 IoT센서 설치
  - 센서는 비어있는 주차면수 및 위치를 감지하여 모바일 앱 Parker에 전송함으로써 운전자의 주차공간 탐색비용 감소 및 주차난으로 인한 교통체증 해소에 기여





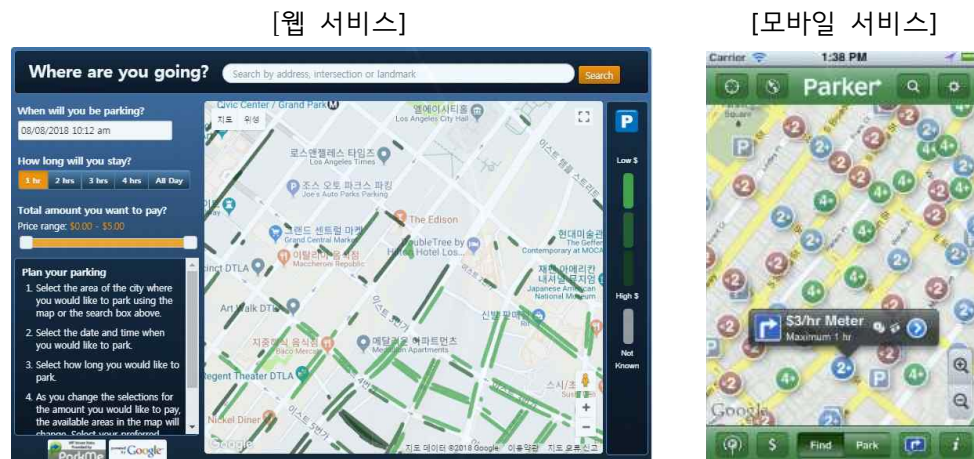
그림 20 스페인 바로셀로나의 스마트가로등과 연계된 스마트주차시스템



\_이미지 출처 : 언론자료

- 미국 LA: '12년부터 주차난 해소를 위해 차이나타운, 중앙업무지구 등 혼잡지역 6,300개 공용주차공간에 IoT 센서 및 스마트미터기 등을 설치하고 운전자가 스마트주차 애플리케이션 Express Park로 빈 주차공간을 찾을 수 있도록 실시간 정보 제공
  - Express Park 서비스에는 Parker, ParkMe, ParkMobile 세 가지 종류가 있고 무료 다운로드가 가능
  - 서비스 제공 후 2년간 평균 주차요금 감소, 주차공간 점유율 및 관련 세수 증가 등의 성과를 거두었음
  - LA 교통국은 향후 차량 내부 내비게이션 시스템을 통해 주차료 결제를 하는 등 발전된 형태의 서비스를 제공할 계획

그림 21 LA의 Express Park 웹사이트 및 모바일 서비스 제공 화면

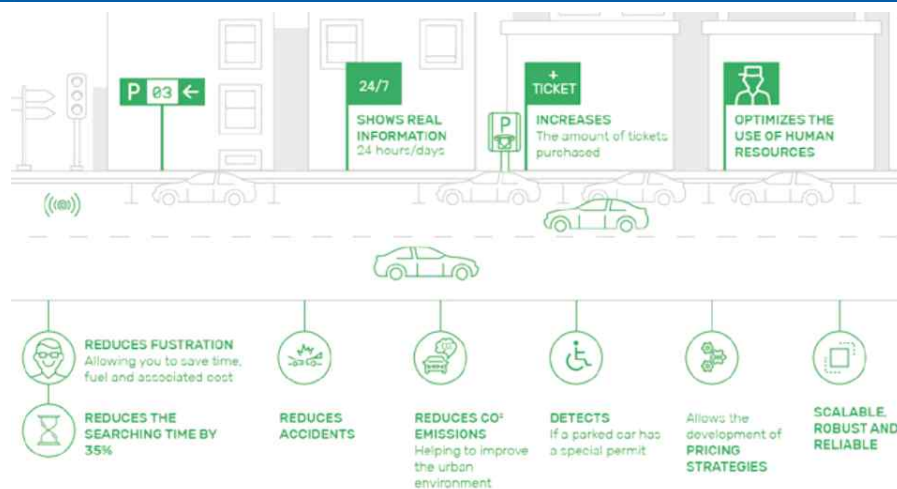


\_이미지 출처 : <http://www.laexpresspark.org/>



- 체코 프라하: 도시의 주요한 문제인 주차난과 주차로 인한 교통체증을 해결하기 위해 Siemens와 협력하여 스마트주차 시스템을 구축하고, 시험 운영 후 프라하 3지구 지슈코프 전 지역으로 확대 운영할 예정
  - 도로 및 가로등에 센서를 설치하여 비어있는 주차구역 및 차량(거주자/관광객/장애인) 정보를 수집하고 모바일 앱과 연동해 차량에 맞는 주차구역 안내 및 예약 서비스 제공
- 러시아 모스크바: 교통체증 완화를 위하여 IoT 센서를 이용하여 주차여부 현황을 실시간으로 알려주는 FastPark 서비스 도입
  - 도시 내 주차장에 15,000개 센서를 부착하여 주차공간이 있는지 정보를 수집하고 실시간으로 운전자와의 거리를 계산하여 가까운 주차장 안내

그림 22 스마트주차솔루션 FastPark 도입 효과



\_이미지 출처 : FastPark(2018), <https://www.worldsensing.com/product/fastprk/>

- 중국 항저우시: 5만개 CCTV로 교통상황을 모니터링하여 하루 평균 500건 이상의 불법주차 등 교통법규 위반사항을 90% 이상의 정확도로 감지함으로써 도로교통법 집행 효율성 개선 및 실시간 추적 가능
- 국내에서는 주간에 주차수요가 적은 아파트 주차장을 공유하는 사례가 늘고 있음
  - 서울, 부천 등: 자치단체가 아파트와 주차장 공유 협약을 맺고 일부 주차면수를 주간에 유료 개방하며, 참여 아파트는 수익금을 아파트 공동관리비로 사용하거나 안전시설 확충 등에 시설지원 보조금 형태로 받는 형식

### 3 교통사고 문제 대응사례

- 미국 연방교통부: 미시간 주에서 '10년부터 '14년까지 2,800대의 차량을 대상으로 커넥티드 기술(교통안전 관련 서비스) 검증 실험을 진행하여 교통사고 감소 효과를 확인하고 뉴욕시, 와이오밍 주, 탬파 지역으로 시범사업 확대<sup>18)</sup>

그림 23 미국 ITS 시범사업 구축 도시



이미지 출처 : U.S. DOT(2017); 도로정책연구센터(2018) 미국 커넥티드(Connected) 교통체계 시범사업의 추진, [http://roadresearch.or.kr/bbs/board.php?bo\\_table=GlobalTrend&wr\\_id=504](http://roadresearch.or.kr/bbs/board.php?bo_table=GlobalTrend&wr_id=504)

- 뉴욕시의 경우 도로정체가 극심한 맨해튼 중심부 및 브루클린 지역과 동부강변로를 중심으로 서비스를 제공
  - \* 승용차 8,000대, 택시 6,000대 및 버스, 택배차량 등에 통신장비를 부착하여 해당 차량에 서비스 제공
- 탬파의 경우 뉴욕과 유사한 서비스를 도입하는 한편 보행자의 접근을 감지하여 횡단 신호를 제공하고 주변 차량에 보행자 유무를 알리는 교통안전 서비스 제공

표 13 미국 커넥티드 차량 시범사업의 주요 내용

도시	시범 서비스	구축 장치
뉴욕	<ul style="list-style-type: none"> <li>교차로 우회전 차량접근 경고</li> <li>전방 사고발생 알림</li> <li>전방 차량 급감속 여부 알림</li> <li>사각지대 차량유무 알림</li> <li>차선변경 경고 및 지원</li> <li>교차로 안전운행 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로변장치 353개소</li> <li>승용차 8,000대</li> <li>택시 6,000대</li> <li>버스 1,250대</li> <li>물류배송차량 400대</li> <li>쓰레기 수거 차량 250대</li> <li>시 교통부 소속 차량 250대</li> </ul>

18) U.S. DOT(2018) Connected vehicle pilot deployment program, presented at the 97th TRB Annual Meeting, Washington, D.C.

템파	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 감속구간 진입 알림</li> <li>• 전방사고발생알림</li> <li>• 전방 차량 급감속 여부 알림</li> <li>• 고속도로 경로 이탈로 인한 우회 유도</li> <li>• 교차로 안전운행 지원</li> <li>• 보행자 신호등 접근 시 신호제공</li> <li>• 보행자 유무 알림</li> <li>• 화물차 우선신호 제공</li> <li>• 교차로 우회전 차량 접근 경고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로변장치 40개소</li> <li>• 승용차 1,600대</li> <li>• 버스 10대</li> <li>• 전차 10대</li> <li>• 보행자 500명 이상</li> </ul>
----	---	---

- 미국 콜럼버스: 미국 Smart City Challenge에서 우승한 콜럼버스 시는 스마트교통 프로젝트의 일환으로 인프라와 이동장치로 구성된 커넥티드 교통 네트워크를 도입
  - 인프라: WiFi 스마트 신호등 200개, 교통신호제어기 100개, 버스정류장 보행자 경고시스템 12개, 단거리전용통신(DSRC) 노변기지국 200개, 주차검지시스템 10개 등
  - 이동장치: 커넥티드카 3,000대, 충돌감지 및 안전장치 탑재 버스 350대 등
- 미국 캘리포니아 등 25개 주: 음주운전 시동잠금장치 부착을 의무화하는 정책 시행
  - 음주운전 시동잠금장치는 운전자가 시동을 걸기 전에 운전자의 호흡 중 알코올 농도를 측정하여 규정치를 넘는 경우 시동을 차단
  - 뉴멕시코주는 '02년 음주운전 시동잠금장치를 의무화한 이후 200명 이상 수준을 유지하던 연간 음주운전 교통사고 사망자가 '10년 140명으로 감소
  - 애리조나주는 '07년 도입 당시 399명이던 사망자가 7년 후 199명으로 감소
  - 국내에서는 상습 음주운전자들을 대상으로 음주시동잠금장치를 도입하는 법안이 추진되고 있음
  - 그 밖에 호주, 스웨덴, 캐나다, 네덜란드 등 다양한 국가에서도 대중교통, 통학버스에 장착 의무화
- 네덜란드 암스테르담: 자전거 사고 발생율을 줄이기 위해 교차로 50m 전에 자전거가 도달하면 교차로 바닥에 설치된 LED 조명으로 근접차량에 신호를 보내어 접촉 사고 예방
  - \* 네덜란드는 1,700만 명 인구가 1,900만 대 이상의 자전거를 보유하고 있을 정도로 자전거가 주요한 교통수단으로 이용되고 있으나 사고발생률이 높은 실정



- 싱가포르: 노약자의 안전한 횡단을 위해 횡단보도 기둥에 설치된 RFID 장치에 접촉하면 횡단신호를 연장할 수 있는 Green Man Plus 카드를 '15년 500여 명의 대상자들에게 제한적으로 발급
- 영국: 버밍엄 남서부와 워릭셔(Warwickshire)를 연결하는 고속도로 구간에 도로혼잡수준에 따라 제한속도를 실시간으로 조정하는 지능형교통시스템을 적용한 결과 해당구간의 교통사고가 50%, 통행시간이 25%, 대기오염이 10% 감소

**그림 24** 싱가포르, 영국의 교통사고 예방 사례

[싱가포르 노인안전 횡단 RFID 장치]



[영국 혼잡도로 제한속도 실시간 조정]



\_이미지 출처 : <http://www.techholic.co.kr/news/articleView.html?idxno=20432>;  
<http://www.autoelectronics.co.kr/article/articleView.asp?idx=382>

- 국내: 대표적 사고다발구간인 스쿨존(School Zone)의 어린이 교통사고 예방을 위하여 신호가 없는 횡단보도 및 이면도로 등 안전 사각지대에 어린이를 감지하여 감속을 유도하고 차량에 경고 메시지를 주는 스마트 횡단보도 등의 안전 시스템을 '11~'13년에 설치
  - 어린이의 안전한 횡단을 위해 횡단보도 주변의 보행자 및 차량을 감지하여 LED 조명으로 신호를 보내는 스마트 횡단보도 설치
  - 스쿨존 주변에 접근하는 차량, 보행자 정보를 감지하고 경고 표출을 통해 안전한 통행을 유도하며 위급상황 시 E-call 기능이 적용되는 스마트 가드/폴 설치

그림 25    국내의 스쿨존 안전시스템 구성도



출처 : 천안시(2016.9) 천안시 지능형교통체계(ITS) 기본계획

- 세계 각국 및 업체들은 부분자율주행기술로 분류되는 첨단운전자지원시스템(ADAS)의 도입이 교통사고 및 경제적 손실 감소로 연결되는 것을 증명
  - 볼보자동차는 ADAS 기술 ‘City Safety’가 적용된 자사 차량의 전방추돌사고 보험금 지급 청구율이 스웨덴에서 28% 감소된 조사결과 발표
  - 미국연방교통안전위원회에 따르면 ADAS 적용 시 승용차 사망사고의 93.7%, 상용차 사망사고의 82.3% 예방 가능
  - EU는 사고율 분석을 통해 ADAS 탑재 시 사고위험이 40% 이상 감소한다고 발표 (EUROFOT 분석결과)
  - 이스라엘에서 '09~'12년 동안의 ADAS의 사고율 감소효과를 분석한 결과 ADAS 미탑재 차량의 보험율 청구율이 2.41% 수준인 한편 ADAS 탑재 차량의 보험금 청구율은 그보다 50% 낮은 수준인 1.02%로 감소
  - BCG에 따르면 ADAS 보급률이 100%일 경우 연 1만 명의 사망자 수 감소 효과가 있고 이를 통해 절감되는 연간 사고비용은 2,510억달러
  - 네덜란드는 '08년 트럭 2,400대(탑재차량 2,000대, 미탑재차량 400대)로 ADAS의 사고율 감소 효과를 8개월간 실험한 결과 미탑재차량은 5건의 사고가 발생한 반면, 탑재차량은 무사고를 기록
  - 국내의 경우 한국교통안전공단이 '17년 고령 택시운전자를 대상으로 ADAS 적용 효과를 실험한 결과에 의하면 ADAS 작동 시 5.1배 더 안전한 것으로 나타남
  - 국내 천안소재 택시회사 독립운송은 '16년 전체 운행차량 62대에 모빌아이의 ADAS 제품을 탑재한 이후 6개월 간 차량 수리비용이 기존 대비 43% 수준 감소



표 14 천안 택시회사의 ADAS 장착으로 인한 사고처리 비용 절감 비율

비용	ADAS 도입 전(만원)	ADAS 도입 후(만원)	감소율(%)
자차수리	70	40	43
대물보상	216	108	50
대인보상	190	82	57

#### 4 대기오염(온실가스/미세먼지) 문제 대응사례

- 미국 시카고: AoT(Array of Things) 프로젝트를 추진하여 IoT 센서를 통해 도시 데이터를 측정/분석하여 도시문제 해결에 활용
  - 도시 곳곳에 설치된 100개의 노드(센싱 컴퓨터)로 대기 및 표면 온도, 습도, 기압, 안개, 진동, 소음, 광도 등 다양한 환경 데이터 수집
  - 도로 주변에 설치된 노드는 도로가 공기질에 미치는 영향을 측정하고 대기가 오염된 지역은 나무를 심거나 스쿨버스가 우회하여 지나가도록 조치
- 미국 콜럼버스: 전기교통수단 공급 및 충전 인프라를 신규로 구축하고 이동성 및 안전과 관련된 애플리케이션들을 제공
  - 전기교통수단: 대중교통수단, 공유차량, 민간차량 부문에 전기/친환경차 공급 및 전기자율주행수단 6대, 전기자전거 50대를 대중교통수단으로 공급
  - 충전 인프라: '18년까지 전기자동차 3,200대 보급을 목표로 충전소 1,900개 구축
- 미국 덴버: 기업 데이터관리 생태계를 구축하여 분산된 교통정보를 통합하고 전기 버스/택시/공유자동차 103대 및 충전소 120개소를 도입하여 On-demand 교통수단을 제공할 수 있는 스마트교통 서비스(애플리케이션, 키오스크) 도입
- 미국 포틀랜드: 미국 내에서 자전거 등 대체 이동수단의 선구적 도시인 포틀랜드는 대체 이동수단을 활용하여 교통상황정보를 수집하였으며, 전기 셔틀버스를 우선 도입 후 장기적으로는 자율주행 셔틀버스를 도입할 계획
- 싱가포르: '17년 12월부터 전기자동차 차량공유 프로그램을 실시하였으며, 이용자는 도시 내 여러 위치에서 전기차를 임대하여 목적지 부근 충전소에서 차량 반납 가능
  - 도시 내에 공유전기차량 80대 및 120개의 충전지점을 제공하며, '20년까지 1,000대의 전기차 및 2,000개 충전소를 설치할 계획



그림 26 싱가포르의 반납 충전지점에 주차되어 있는 전기공유자동차



출처 : 싱가포르 한인회

- 스웨덴: Maas(Mobility as a Service) 서비스의 일종인 Ubigo는 이용자가 친환경 교통수단인 전기차와 자전거 이용 시 포인트를 제공하고 대중교통, 차량공유, 렌터카, 택시업체 등을 포함한 통합 교통서비스 제공
  - Ubigo는 예테보리 지역 70가구를 대상으로 3년간('12~'14) 시행된 파일럿 테스트로, 하나의 앱을 통해 통합된 요금을 지불하며 '17년부터 서비스 제공 대상지역을 스톡홀름으로 확장
- 네덜란드 암스테르담: 지속가능하고 효율적인 도시를 목표로 스마트그리드, 스마트 빌딩, 전기자동차 등 스마트기술을 활용해 연간 이산화탄소 배출량을 '25년까지 '90년 기준 40%까지 감축하기 위한 스마트시티 사업을 추진
- 제주특별시: '30년까지 탄소 없는 섬(Carbon Free Island)을 목표로 100% 신재생 에너지 대체를 통한 에너지 자립, 100% 전기차 전환, 제주시 전체에 걸친 스마트그리드 구축 사업을 추진
  - 1단계로 '16년 카본프리 아일랜드 테스트 베드(스마트그리드 실증단지)를 조성하였으며 2단계로 '20년까지 전기차, 신재생 에너지 공급 등 기반을 조성하고 있음
  - 3단계로 '30년까지 태양광·풍력 등 신재생 에너지로 도내 전기 소비량의 100%를 대체하고, 대중교통수단 및 렌터카 외에도 일반차량(377,000 대)까지 모두 전기차로 전환할 계획



## 3

## 도시 교통솔루션의 성공적 도입사례

- 본 절에서는 도시 교통문제와 관련하여 IT를 활용한 대응사례 중 혁신적이고 지속가능한 도시 교통 솔루션을 성공적으로 정착시킨 사례를 중점적으로 살펴보겠다 함

표 15 도시 교통 솔루션을 성공적으로 도입한 사례

도시	관련 교통 문제	솔루션
이탈리아 베로나	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교통혼잡 경감</li> <li>• 교통사고 감소</li> <li>• 대기오염 경감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C-ITS 도입을 통한 교통체증 및 환경문제 해결</li> <li>• ITS 솔루션 업체(Swarco)와 통신업체(Telecom Italia)와 파트너십을 맺고 공공 서비스에 C-ITS 도입</li> <li>• 운전자에게 신호주기에 따른 적정 주행속도 정보를 제공하는 애플리케이션 적용</li> </ul>
중국 베이징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교통혼잡 완화</li> <li>• 주차수요 감소</li> <li>• 대기오염 경감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기 삼륜차(e-tricycle)를 통해 가정 물류의 90% 수송</li> <li>• 표준 전기소켓으로 충전 가능한 친환경적 수단</li> <li>• 추가적인 주차공간이 필요없이 물류 배달 가능</li> </ul>
독일 함부르크	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대기오염 경감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시 내 약 10km 구간에 'Innovation Route 109'라는 전기·하이브리드 버스 노선 시범 도입</li> </ul>
브라질 9개 도시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교통혼잡 경감</li> <li>• 대기오염 경감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교통신호와 연계된 신속 버스운송시스템(BRT) 도입: 교차로 진입 시 해당버스가 녹색 신호를 받고 통과하도록 신호 조정</li> <li>• Rio De Janeiro 시의 경우 BRT 시스템을 통해 하루 160만 명의 승객 수송</li> </ul>
싱가포르	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교통혼잡 경감</li> <li>• 교통사고 경감</li> <li>• 대기오염 경감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 피크타임 통행량 분산을 위한 Travel Smart 프로그램 도입</li> <li>• 지속가능한 교통수단 이용 장려</li> <li>• 통행량이 가장 많은 시간을 피해 출근하는 통근자들에게 경제적 보상 제공</li> </ul>

\_출처 : Viajeo Plus(2018), TOP 10 Urban Mobility Solutions을 활용하여 재작성

- C-ITS 도입을 통한 교통체증 및 환경문제 대응사례: 이탈리아 베로나
  - 베로나 시는 ITS 솔루션 업체 Swarco 및 통신업체 Telecom Italia와 파트너십을 체결하고 지자체 내 공공 서비스 등에 C-ITS 시스템을 도입
  - 2012년 지자체 차원의 민관협력(베로나-Swarco-완성차업체 AUDI)을 통해 I2V(Infrastructure to vehicle)통신 서비스 테스트 실시
- 전기삼륜차(e-tricycle) 도입을 통한 last-mile 배송 사례: 중국 베이징
  - 베이징 시의 가정 물류(home delivery) 수요의 약 90%가 15,000~20,000대의 e-tricycle을 통해 배송되고 있음
  - e-tricycle은 일종의 전기 리어카로 표준적인 전기 소켓으로 충전이 가능하며 추가적인 주차 공간 없이 어디에나 물류 배달 가능
    - \* e-tricycle은 베이징을 비롯한 많은 도시에서 안전상의 이유로 사용이 제한/금지되어 왔으나 중국 전자상거래 시장의 막대한 물류 수요 증가로 인해 e-tricycle 사용은 사라지지 않았음
    - \* 이에 따라 2014년 중국정부가 물류용 국가표준 e-tricycle의 자동차 등록 및 안전 표준 관련 제도를 수립하여 e-tricycle이 운행이 더욱 활성화되었음
- 전기·하이브리드 버스 도입을 통한 환경문제 대응사례: 독일 함부르크
  - 함부르크의 대중교통 회사 Hochbahn은 볼보 차량을 이용하여 전기, 하이브리드, 연료전지 등 서로 다른 유형의 친환경 버스 주행 기술을 비교 테스트
  - 전기버스는 Innovation Route 109라는 이름으로 명명된 약 10Km 구간(함부르크 중앙역 정류장 - Alsterdorf 지하철역 정류장)에서 운행되며 2개 버스 정류장에서 전기 충전
- BRT(Bus Rapid Transit)와 교통신호 연계를 통한 효율적 수송 사례: 브라질
  - 브라질은 2014년 FIFA 월드컵 행사를 주최하면서 12개 도시 중 9개 도시에 교통신호와 결합된 신속 버스 운송시스템(BRT) 도입
  - 교차로에 접근하는 BRT 버스의 녹색 신호를 유지함으로써 수송 시간 및 지연을 최소화
- Travel Smart 프로그램을 통한 교통체증 완화 및 지속가능성 제고 사례: 싱가포르
  - 싱가폴은 출퇴근 통행량의 시간대를 분산시키고 지속가능한 교통수단(대중교통,



- 카풀링/쉐어링, 자전거 등) 이용을 촉진하는 Travel Smart 프로그램을 도입
- 2013년 오전 7시 45분 이전 싱가포르 상업지구로 향하는 통행을 무료화하고 피크 시간을 피해 대중교통을 이용하는 통근자들에게 현금 포인트를 지급하여 보상 제공
  - 싱가포르에 위치한 12개 기관에서 Travel Smart 프로그램을 파일럿 테스트한 결과 직원의 12% 정도가 통행량 피크 시간대를 피하여 출근하는 것으로 나타남



IV

# ICT 기반 도시 교통문제 대응방안







## 1 Best Practice 분석을 통한 대응방안

### 1 대응방안 및 예상효과

#### 가. 국내외 성공적 대응사례에서 적용한 ICT 솔루션

- ICT를 활용해 도시 교통문제를 해결한 사례의 경우 지능형교통시스템(ITS), 첨단운전 자지원시스템(ADAS), 차량공유시스템 등 다양한 ICT 기반 솔루션을 도시문제에 적용
  - (교통혼잡) 중국 항저우, 싱가포르 등 ITS와 차량공유시스템의 도입을 통해 해소된 사례들이 있으며, 통행흐름의 개선을 통한 사고예방 및 대기오염 감소 효과가 함께 나타남
  - (주차난) 스페인 바르셀로나, 미국 LA 등에서는 운전자가 실시간 주차정보를 조회할 수 있는 스마트주차시스템을 도입하여 도시 내 주차시설의 이용효율성을 극대화하였으며, 운전자의 주차공간 탐색시간·비용 감소, 주차로 인한 교통체증 및 사고 예방 효과 발생
  - (교통사고) 미국, 영국 등은 차량 통신 및 ITS 사업을 통해 사고율 감소와 더불어 도로정체 개선 및 대기오염 문제를 개선하였으며, 각국 정부 및 국내 택시회사 등은 차량센서, 인지·판단 알고리즘 등을 이용한 ADAS 도입 후 접촉·사망사고의 획기적인 감소를 보고하였음
  - (온실가스/미세먼지) 유럽 등 선진국들은 통행흐름 개선을 위한 ITS 도입, 차량공유·대중교통·자전거를 포함하는 모빌리티 서비스 제공, 전기차공유서비스 도입 등을 통해 도시 내 배기가스 배출량을 최소화하기 위해 노력
    - \* ADAS 도입국의 경우 연비개선 및 사고발생 지점 대기행렬 감소로 탄소배출 감축 효과 발생

표 16 ICT기술과 도시문제 간 관련성

도시문제	편의		안전	환경	
	교통혼잡	주차난	교통사고	온실가스	미세먼지
ITS	●	●	●	●	●
ADAS	▲	▲	●	▲	▲
차량공유	●	●	▲	●	●

\*직접 영향을 미치는 경우(●), 간접적으로 영향을 미치는 경우(▲)



## 나. 편의 문제

- 도심 혼잡지역 교통정체를 완화하기 위한 ICT 차원의 중·단기적인 대응방안으로는 ITS, ADAS, 차량공유서비스 도입 등이 있음
  - ITS 도입 시 딥러닝 알고리즘 등을 통해 교통상황 분석 및 교통혼잡을 예측하고 운전자들에게 해당 지역을 우회하도록 알리거나 제한속도를 조정하여 통행흐름의 개선 가능
  - 중국 항저우 사례처럼 도시 교통 빅데이터에 인공지능을 적용한 ITS의 경우 개인 정보 보호 및 프라이버시 침해 여부 문제를 반드시 고려해야 함
  - 정체구간 주행지원 기능을 포함하는 ADAS 장착 시 교통혼잡으로 인한 운전자의 스트레스 완화 및 연비개선으로 인한 유해물질 배출 감소 등의 효과 발생
  - ADAS 장착 시 운전자가 지원 기능에 심적으로 의존하게 되면 돌발상황에 적시에 대처하지 못하여 사고가 발생할 수 있음
  - 차량공유서비스 및 모빌리티 서비스가 확산되면 자가용 대체효과 등으로 인해 통행량이 감소하여 교통체증 감소효과 발생
  - 자동차 사용에 대한 인식이 소유에서 공유로 전환되는 경우 자동차를 보유하지 않은 운전자도 쉽게 자동차를 사용할 수 있어 오히려 통행량이 가중될 가능성도 존재

표 17 교통혼잡문제 대응방안의 예상효과 및 발생가능한 부정적 효과

	ITS	ADAS	차량공유
긍정적 기대효과	데이터기반 교통혼잡 예측·완화	교통혼잡지역 주행 지원으로 운전자 편의 증대	자가용 승용차 대체효과로 전체 통행 차량 수 감소 및 교통혼잡 완화
발생가능한 부정적 효과	프라이버시 침해 등	자동주행 모드 중 운전자 돌발상황 대처능력 저하 또는 시스템오류로 인한 사고발생	차량 미보유 면허소지자의 대중교통이용 감소 및 교통체증 가중

- 주차난 해소를 위한 대응방안으로는 스마트주차시스템, 차량공유서비스 등이 있음

- IoT 기반 스마트주차시스템 등을 통해 도시공간 이용의 효율성을 극대화할 수 있고 운전자들의 주차공간 탐색 시간·비용을 절감할 수 있으며, 주차공간을 찾는 차량으로 인한 혼잡도를 낮출 수 있음
- 공동주택 등의 주차장을 공유하면 주간에 상가 인근 주차공간 부족 문제를 완화할 수 있으나, 입주민 불편 등에 대한 갈등을 피할 수 있는 방법을 고려해야 함
- 우버 이용자들의 경우 10% 정도가 향후 자동차 이용방식을 소유에서 공유로 완전히 전환할 계획을 가지고 있는 것으로 조사되어, 차량공유가 보편화된다면 주차공간 부족 문제가 완화될 수 있을 것으로 예상됨
- 한편 사람들이 차량공유서비스를 자가용을 대체하는 용도보다 이동수단 다양화를 위해 활용하는 경우 전체적인 차량 수의 감소 효과는 크지 않을 것으로 전망되어 대기 중인 공유차량들이 주차공간을 점유하여 불편을 가중시킬 가능성도 존재함

표 18 주차난 대응방안의 예상효과 및 발생가능한 부정적 효과

	ITS	ADAS	차량공유
긍정적 기대효과	IoT기반 스마트주차시스템 및 주차공유 등을 통한 주차공간 탐색시간 감소 및 도시공간 이용 효율화	자동주차지원 기능 사용 시 운전자 편의 증대	자가용 승용차 대체효과로 주차수요 하락 및 주차공간 부족문제 완화
발생가능한 부정적 효과	아파트 주차공간 공유 시 거주자 불편·갈등 발생 가능성	자동주차모드 작동 중 낮은 기술완성도로 인한 사고발생	대기 공유차량들의 주차공간 과다점유

#### 다. 안전 문제

- 중단기적으로는 교통사고 사망자 및 피해를 최소화하기 위해서 ITS, ADAS 등이 활용될 것으로 예상되며, 현재로서는 차량공유의 확산이 사고율 증감에 미치는 영향은 아직 논란의 여지가 있음
- 주행 중 차량 간, 차량과 도로 간 데이터 공유 및 협력이 가능한 C-ITS 확대 구축을 통해 보다 광범위한 사고율 감소 대책 수립 가능



- ADAS는 차량이 전방의 차량·보행자·장애물 등에 대한 충돌상황을 인지하여 자동으로 브레이크가 작동되는 등 사고예방에 상당부분 기여하고 있으며, 향후 지금보다 고도화되고 높은 신뢰성이 보장되는 자율주행기술로 발전해나갈 것으로 예상
- 차량공유의 경우 장기적으로 자율주행과 결합된다면 사회 전체적인 도로혼잡 감소와 더불어 사고율 감소 효과가 분명하게 예상되나, 공유차량 이용 중 범죄 발생 시 통제가 어려운 문제 등 시민 안전 확보에 대한 이슈가 함께 제기되고 있음

표 19 교통사고문제 대응방안의 예상효과 및 발생가능한 부정적 효과

	ITS	ADAS	차량공유
긍정적 기대효과	빅데이터 기반 사고 예방·대응	자동긴급제동, 차선이탈방지 등의 기능을 제공하여 운전자 부주의로 인한 교통사고 감소	도로혼잡도 완화의 간접적 영향으로 사고발생도 하락
발생가능한 부정적 효과	-	기계 오류 또는 운전자의 주의 소홀로 인한 사고발생, 사고발생 시 책임과 처리에 관한 법적 미비로 혼란 야기	합승 중 범죄 발생 (인도 뉴델리: 우버 운전자가 승객을 성폭행한 사건 발생)

## 라. 환경 문제

- 최근 전기자동차의 보급이 증가하고 있음에도 불구하고 '20년까지 교통부문의 탄소 배출을 급감하기는 현실적으로 어려움이 있어 전기차보급과 더불어 기술적으로 구현 가능한 IoT, ITS, 모빌리티 서비스 등을 병행 도입함으로써 대기오염 최소화 필요
  - 중단기적으로 도시 도로 상의 전기차 이용 증가를 촉진함으로써 봄·가을철 미세먼지 문제 및 탄소배출 억제가 필요하며, 에너지 효율에 대한 대응방안 마련 필요
  - 핀란드 헬싱키의 'Whim' 앱 사례처럼 월정액 요금으로 자전거·지하철·버스·택시·공유차량 등 다양한 교통수단을 이용할 수 있는 모빌리티 서비스가 확산된다면 도시 교통부문 탄소배출량이 저감되는 효과가 있을 것으로 예상됨
  - 미국 시카고 AoT 프로젝트에서 추진한 IoT 센서 기반 미세먼지·탄소배출 대책 수립 및 고도화는 시민의 삶의 질 개선과 더불어 환경센서시스템이 ITS와 유기적으로 결합되면 교통부문 대기오염 저감이 가능할 것으로 예상

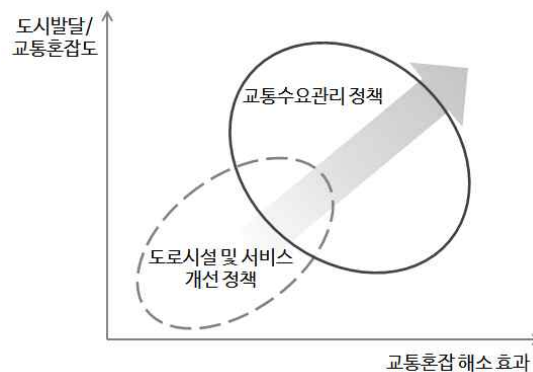
표 20 대기오염문제 대응방안의 예상효과 및 발생가능한 부정적 효과

	ITS	ADAS	차량공유
긍정적 기대효과	교통흐름 개선을 통해 탄소배출 저감, 탄소 배출량 모니터링을 통한 탄소저감 정책 효율화	연비개선 및 도로체증유발 사고빈도감소로 온실가스/유해물질 배출 감소	자가용 사용 대체 효과 친환경차 공유 시 온실가스/미세먼지 배출량 감소
발생가능한 부정적 효과	-	운전자 편의 증대로 인해 자동차 사용 증가	자동차 사용이 쉬워져 통행량 증가

## 2 시사점

- ICT 기반의 중단기적 도시 교통 문제 대응방식은 교통 관련 데이터를 수집·분석하여 서비스를 제공하는 방향으로 발전하는 추세
  - 이미 미국, 유럽, 일본 등 선도국은 도로시설 확장 중심의 문제대응 방식을 탈피하여 스마트시티 및 ITS 사업 등 ICT 기반의 대응책을 마련해왔음
  - 국내도 도시발달 수준이 고도화됨에 따라 물리 인프라 증설의 한계를 보완하기 위해 기존 유희자원을 효율적으로 이용·관리할 수 있는 ICT 기반 방식을 확대 도입 및 추진

그림 27 도시발달/교통혼잡도에 따른 도시 교통문제 대응방식 발전과정



\_출처 : 한국교통연구원(2012) 도시부 도로 교통혼잡해소를 위한 도로정책방안 개발



- 도시 교통문제의 해결주체를 지자체 및 정부기관으로 한정하는 것보다는 민간기업이 주도적으로 참여하여 솔루션을 개발하는 민관협력 방식으로 추진하는 것이 바람직함
  - 캐나다 키사이드 지역의 경우 미국 교통부와 구글이 협력하여 교통통합플랫폼을 개발하여 교통체증/대기오염 문제 해결에 기여한 바 있음
  - 중국 항저우 시의 경우에도 11개 정부부처와 민간 IT업체가 협력함으로써 신호등에 인공지능을 적용하여, 도로혼잡 문제를 효과적으로 완화한 바 있음
  - 스웨덴에서도 IBM과 협력하여 지능형교통시스템을 개발, 시범 테스트한 결과 시내 교통혼잡 문제를 상당히 해소하였음
- 지자체와 교통산업 생태계가 협력하여 자가용 사용 비중을 낮추고 친환경적인 공공 교통수단의 이용 비중을 높이기 위한 다양한 전략이 요구됨
  - 각 도시의 발전과정과 사회·경제적 조건에 따라 차량공유 서비스를 대중화하거나 자율주행 교통수단 시범 운행 등을 시도할 수 있음
  - 특히 친환경적인 공유차량 및 자율주행 택시/버스의 도입을 추진함으로써 교통혼잡 및 온실가스 배출 문제에 대응하는 것이 바람직함
  - 공유차량의 증가는 교통혼잡 완화와 더불어 주차난 해소 효과도 있으므로 차량공유 서비스의 수요를 촉진하고 대중화를 위한 정책을 마련할 필요가 있음(다만 공유차량 증가에 따라 예상되는 부작용에 대한 대책 마련도 필요)
  - 싱가포르의 경우 공유차량이 택시보다 대중화된 가운데 전기 공유차가 확산되고 있으며, 더 나아가 자율주행택시 호출 서비스의 시범 운영을 시작한 성공 사례임
  - 핀란드와 스웨덴의 경우 승용차 이용 비중을 낮추기 위해 다양한 친환경/대중 교통수단으로 구성된 도시 모빌리티 애플리케이션을 개발·적용
- 도시 교통문제를 효율적으로 해결하기 위한 방안으로 IoT 센서 및 데이터를 적극적으로 활용하는 것이 바람직함
  - 교통량, 주차 공간, 대기오염 등과 관련된 데이터를 도시 곳곳에서 실시간으로 수집하고 분석하여 데이터에 기반을 둔 솔루션을 제공함으로써 실질적인 도시문제 대응이 가능함
  - 미국의 LA와 시카고, 스페인의 바로셀로나, 체코의 프라하, 러시아의 모스크바 등 세계 각국 도시에서 IoT 센서를 적용하여 주차의 수요-공급 불일치 문제 및 이로 인한 교통혼잡·사고 발생 문제, 대기오염 문제를 해소하는 방안이 추진되고 있음



- 미국 시카고의 AoT 프로젝트는 IoT 센서를 통해 도시의 환경 데이터를 측정하고 분석하여 실질적으로 도시문제 해결 정책에 활용하고 있음
- 국내 IoT 기반 주차문제 솔루션의 경우 주로 통신사들이 관심을 갖고 추진 중이며 IoT·통신, 보안, 내비게이션 등 스마트 주차 플랫폼에 요구되는 기술력을 활용한 신시장 진출을 고려하고 있음
- 한편 도시 내에서 민간사업자와 협력하여 IoT 사업을 추진하는 경우 IoT 생태계 참여주체들의 사업모델에 따라 나타나는 특징을 명확히 인지하고 해당사업의 지속가능성을 검토해볼 필요가 있음

표 21 IoT 생태계 참여주체의 사업모델과 특징

부문	사업모델	장점	단점
하드웨어 제조	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoT 부품/장비 판매: B2B 또는 D2C(Direct to Customer)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제품 수요로 인한 최초 또는 단기적 수익스트림 포착</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최종사용자에 대한 지속적 수익모델 부족, 낮은 진입장벽, 낮은 마진</li> </ul>
소프트웨어 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> <li>사업자의 IoT 제품을 위한 백엔드(Backend) 시스템/소프트웨어 판매: B2B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 (잠재)고객을 대상으로한 지속적인 수익성</li> <li>하드웨어 부문에 비해 높은 진입장벽과 적은 경쟁자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고객 기반을 아우르기 위해 복잡한 문제를 해결해야 함</li> <li>상대적으로 긴 판매주기 및 좁은 시장</li> </ul>
서비스 제공	<ul style="list-style-type: none"> <li>소비자에게 IoT 서비스 판매: D2C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대규모 고객기반</li> <li>IoT 시장의 주력주자가 될 수 있는 가능성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대중에게 서비스의 가치를 입증해야하는 과제 존재</li> <li>수익의 상한선 제한 가능성</li> </ul>
하이브리드 솔루션	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoT기술을 활용한 하드웨어, 소프트웨어, 또는 서비스 솔루션 판매: D2C, B2B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>단기 및 장기적 관점의 복합적인 사업모델 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>높은 R&amp;D, 인력 비용이 소요되는 한편 기업고객 풀(pool)은 제한되어 있음</li> </ul>

● 안전·환경과 관련된 문제의 경우 국가 차원의 규제 및 정책의 역할이 중요

- 자동차 메이커가 제품 경쟁력을 위해 안전성/친환경성을 자체적으로 강화하는 것이 교통 문제 완화에 도움이 되는 것은 사실이나 제품라인 차별화에 따른 가격 상승 및 해당 제품의 확산 속도 등을 고려할 때 정부 규제가 동반되지 않으면 안전·환경 문제를 해소하기 어려움
- 미국의 경우 음주운전에 관하여 엄격한 의무화 규제를 시행하여 교통사고 사망자가 대폭 감소하였으나 국내의 경우 음주운전에 대한 사회적 인식이 상대적으로 관대한 것으로 나타났고 사망사고의 약 13%가 음주운전으로 인해 발생



- 유럽, 미국 등 교통안전 선진국들은 탄소배출 규제, 안전을 위한 ADAS 기술 장착 의무화 등에 관한 규제를 강화하는 가운데 국내도 안전·환경 규제를 강화하고 사회적 관심도 점차 증가하는 추세

- 교통문제를 성공적으로 해결한 사례는 지역 산업체, 최종사용자, 인근 도시 등 다양한 이해관계 주체와 협력하여 도시 차원에서의 산업적·정책적 프로젝트를 수행한 경우가 많음
  - 도시 교통문제를 해결하기 위해 솔루션을 성공적으로 도입한 사례들의 성공요인 및 향후 대응 방향 및 관련 이슈는 다음과 같음

표 22 성공적인 도시 교통 솔루션 도입 지역의 성공요인 및 후속 조치

도시	성공요인	후속 조치 및 관련 이슈
이탈리아 베로나	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모바일 통신(UMTS/LTE)을 이용한 도시 차원(100개 이상의 교차로)의 C-ITS 서비스 제공</li> <li>• 첨단 통합 교통관리시스템: 동일한 지역 내 구현된 ITS 응용 프로그램 간 데이터 공유</li> <li>• 시스템 운영자와 최종사용자(통행자)가 다양한 정보에 접근가능하여 창출되는 시너지효과: 비용감소 및 장비/데이터베이스/인력의 공유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 베로나의 C-ITS 시스템을 주요 교통도시인 트렌토 C-ITS와 병합하여 양쪽 도시를 연결하려는 논의가 진행 중</li> <li>• 유럽의 미래 기술 주요 안전인 자율주행 구현을 위한 주요한 사전요소로서 C-ITS 구축</li> </ul>
중국 베이징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실시간 물류 배달 수요 증가에 따른 솔루션의 필요성</li> <li>• Low-tech 솔루션을 통한 높은 서비스 품질 구현(비용 효율성) 및 투자 용이성</li> <li>• 사용 시점에서 대기오염 물질 배출이 없는 모빌리티 서비스</li> <li>• 전기 삼륜차의 이동 및 주차가 비공식적이지만 불법적이지 않음</li> <li>• 고객의 인구밀도 및 근접성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전 및 주차에 관한 이슈가 충분히 해결되어야 하며 차량, 인프라, 서비스, 운영관리의 전체 생태계와 통합 필요</li> <li>• 전기삼륜차는 last-mile 배달을 위한 소형 및 친환경 차량이라는 점에서 타당성 보유</li> </ul>
독일 함부르크	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 친환경적이고 조용하고 효율적인 대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 새로운 버스·충전소 투자 비용, 제한된 배터리 수명 및 한정된 버스정류장에</li> </ul>

	<p>중교통에 대한 높은 공공 수요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 새로운 전기 버스 모델 및 고성능/대용량 배터리</li> <li>• 버스 정류장에 위치한 충전 시스템</li> <li>• 배터리 교환 스테이션·로봇 및 원격 배터리 모니터링 시스템</li> </ul>	<p>서의 충전으로 인한 운영효율성 감소 등에도 불구하고 전기 대중교통수단의 보급은 잠재력이 높음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 함부르크시는 대중교통시스템을 완전히 전기화할 계획으로 2020년 이후로는 배출가스가 없는 버스만 사용 예정</li> </ul>
브라질 9개 도시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통행시간 감소</li> <li>• 짧은 배차 간격</li> <li>• 메트로폴리탄 지역 환승 연계</li> <li>• 이용 가능한 버스 노선, 운행일정, 목적지에 대한 디지털 정보 제공</li> <li>• 비용 효율성(도시철 대비) 및 상대적으로 짧은 시스템 구축 기간</li> <li>• 승객 수용량의 유연성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 브라질 당국은 친환경 교통수단 이용 장려를 위해 BRT 도로를 따라 자전거 및 보행자 도로 건설 추진</li> </ul>
싱가포르	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지역 산업체와의 협력을 통해 소속 직원들의 교통수요 분산을 유인</li> <li>• 대대적인 캠페인을 통해 많은 파트너/통근자의 참여 유도</li> <li>• 시민들의 환경의 지속가능성과 건강한 라이프스타일에 관한 관심 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2013년 6월 1차 시범 사업 이후 2016년 6월까지 프로젝트를 연장하여 확대 시행하였음</li> </ul>

\_출처 : Viajeo Plus, TOP 10 Urban Mobility Solutions



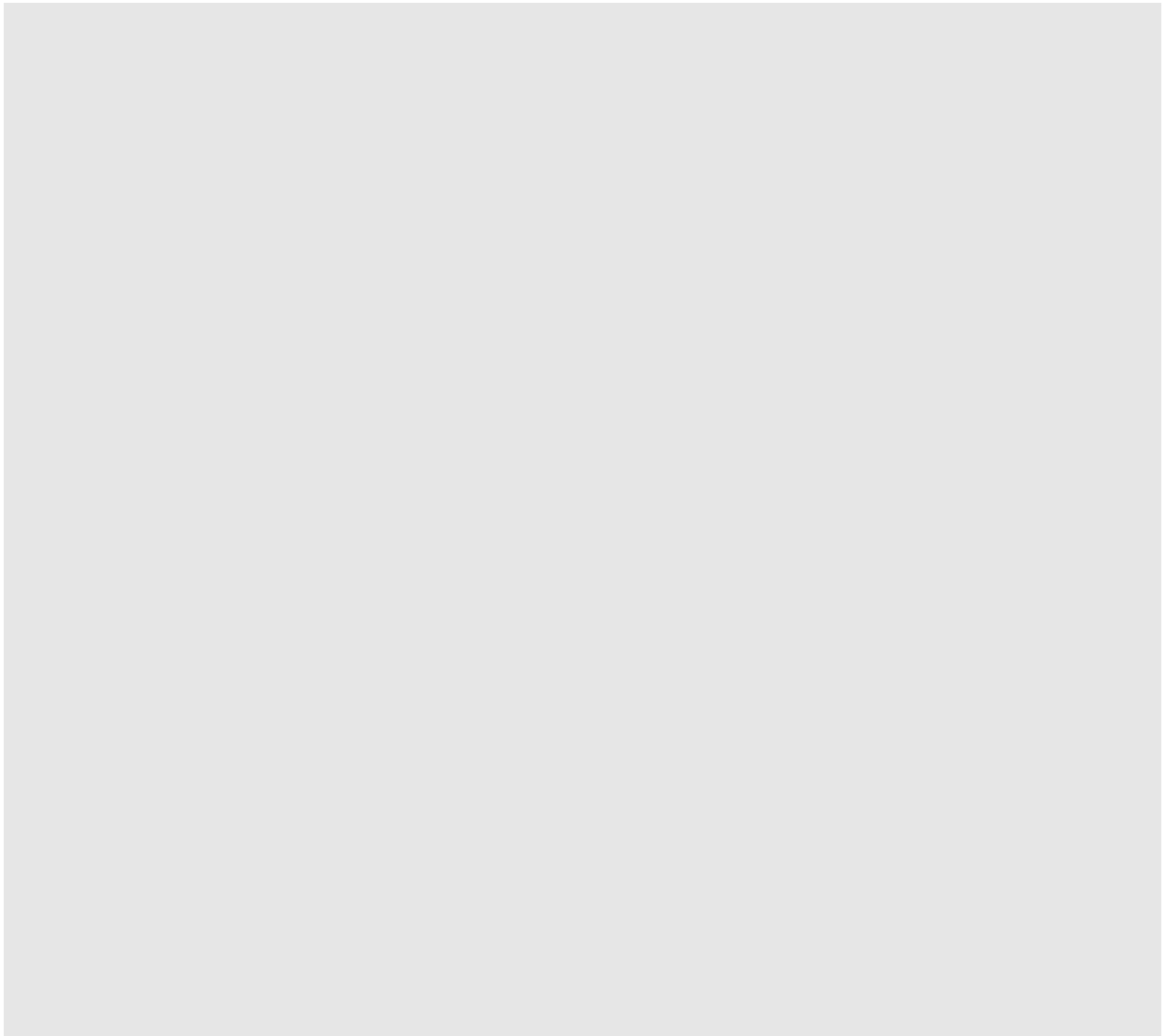
## 2

## 스마트카 도입을 통한 장기적 대응방안

## 1 대응방안

- 지능정보기술 진화 및 교통·ICT 융합이 가속화되면서 미래에는 자동차, 도로, 사람이 연결되어 지능화되고 친환경적인 교통체계가 출현할 전망
  - 안전한 자율주행과 지능형 교통 인프라가 완전히 구현되고, 온디맨드(On-demand) 기반의 차량공유 시스템이 확산될 것으로 예상
  - 더불어 전기차, 수소자동차 등 비화석연료 자동차의 시대가 도래하여 도로교통으로 인해 발생하는 공해를 상당 수준 해결할 것으로 예상됨
- 미래의 모빌리티는 단순히 환경친화적이고 자율주행이 가능한 차량공유를 넘어서 고객과 사회문제해결의 니즈에 대응하는 솔루션의 형태가 될 것임
  - 미국 버지니아주 공과대학 교통연구소에 따르면 자율주행기술은 아직 여명기임도 불구하고 자율주행차의 100마일 당 사고횟수는 3.2회로 사람이 주행하는 경우의 사고횟수(4.2회)에 비해 1회 더 적게 나타난다고 보고하였음
  - 더불어 현재 버스·지하철로 운행되는 대중교통에 완전자율주행 기술이 도입될 가능성이 상당히 높으며, 이 경우 안전 증대뿐 아니라 고령자 및 인구가 적어 교통서비스의 수지가 맞지 않는 과소지 지역 주민들의 이동 복지가 대폭 개선될 것임
  - BCG(2016)는 이러한 고객·사회 니즈를 고려하는 관점에서 미래 모빌리티의 발전 방향을 ①프리미엄 자율주행차 시장 형성 ②자율주행차 대중화 및 보급촉진 정책 시행 ③전기로봇택시 대중화 및 자가용 소유억제 정책시행 ④자율주행공유차량 확산 및 자가용 소유억제 정책시행의 4가지 시나리오로 예상하고 있음
- ICT 기반 교통관리 시스템은 택시, 버스, 자전거, 차량 등 모든 교통수단을 연결하여 도시의 각 지점 및 교통수단의 데이터가 공유되는 통합 네트워크를 기반으로 교통흐름 및 신호 관리, 사고 관리 등이 가능한 도시 전반의 모니터링 및 제어 시스템이 구축되고 최종사용자(end user)인 도로이용자와 유기적으로 상호작용하는 형태로 발전할 전망(그림 28 참조)

그림 28 도시 모빌리티의 미래: ICT 기반 교통시스템

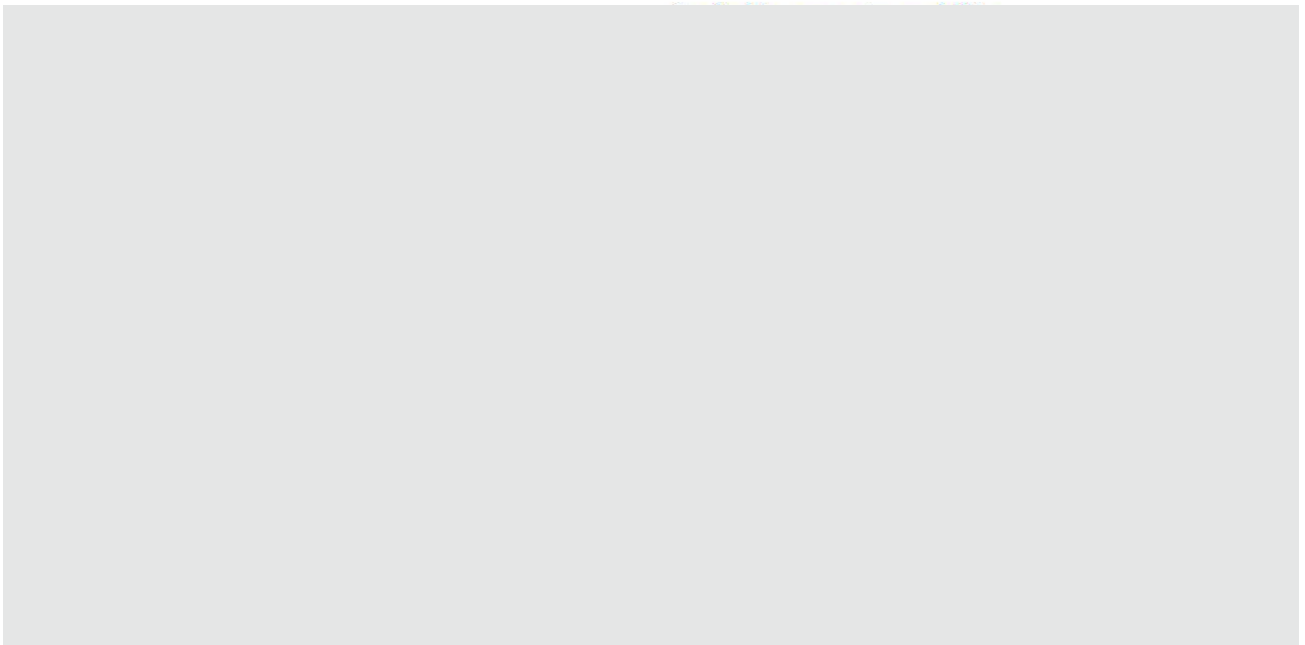


- 자율주행기술이 성공적으로 구현될 경우 미래의 핵심 교통수단은 로봇택시·버스가 될 것으로 전망되며, 롤랜드버거(Roland Berger)는 자율주행기술이 완성되어 보급될 시점에는 로봇택시가 자가용을 상당부분 대체할 것으로 예상
  - 자율주행과 차량공유가 결합된 On-demand 방식의 모빌리티 서비스가 구현되면 현재 차량 수의 10% 수준으로 미래 교통수요를 대부분 흡수 가능할 것으로 전망



- 완전자율주행이동수단의 도입이 가져올 수 있는 변화<sup>19)</sup>
  - 운행 상황에서 발생가능한 사람의 실수(Human error)를 제거함으로써 안전과 생산성을 높임
  - 차량간 데이터교환 및 머신러닝을 활용한 제어가 가능해짐에 따라 교통시스템 운영이 사회적으로 최적화되고, 수송비용 감소이 감소하고, 환경적인 문제가 개선됨
  - 통행차량의 수 및 차에서 보내는 시간이 절감되면서 유류비가 감소하고, 사고 감소로 인한 보험료 절약 등 다양한 자원이 절약되면서 효율성 상승
  - 운전애 소요되는 시간을 다른 활동에 사용함으로써 추가적인 업무/여가 시간을 얻을 수 있으며, 운전으로 인한 스트레스에서 해방될 수 있음
  - 차량과 관련된 조작 시스템이 간소화되고 제어해야 할 기능이 통합적으로 제공되어 주행 및 이동이 간편해짐

그림 29 도시 지능형교통시스템 및 완전자율주행의 기대효과



- 장기적으로 도시 교통 문제는 도시 내 이동수단·방식 및 관련 제도의 근본적인 변화가 교통안전, 교통흐름의 최적화, 친환경 에너지와 유기적으로 연계되는 방식으로 해결될 전망

19) 문형철 (2018). 자율주행차가 주는 5대 가치와 그로 인한 변화, 디지예코 보고서



- 이동수단의 변화로는 자동차의 전장화·지능화에 따른 자율주행차, 커넥티드카 및 전기모터 등 친환경적 동력원의 등장이 있음
- 이동방식의 변화는 이동을 위해 교통수단(자동차, 자전거 등)을 소유하는 방식에서 온디맨드 방식으로 이동수단을 공유하는 서비스로서의 모빌리티(Mobility as a service)의 확산을 포함
- 모빌리티공유서비스의 확산은 온실가스 배출 및 에너지 소비 감축, 이용자의 경제적 편익 증가, ICT를 활용한 기존 교통서비스의 한계 극복 등의 효과가 있을 것으로 기대됨
- 이동의 수단과 방식이 변화함에 따라 관련된 사회적 제도(민법·형법, 교통법규, 보험, 개인정보 규제 등)의 변화가 있을 것으로 예상되며, 제도의 변화가 기술의 발전·확산을 촉진하는 측면과 기술발전·확산에 따라 제도가 사후적으로 수립되는 측면이 모두 존재할 것으로 예상됨

표 23 미래 교통문제 대응방안의 발전방향(20~)

기술 분야	문제대응 방안 예시
자율주행차 (Autonomous vehicle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행기술 및 차량공유 시스템의 연계를 통한 통행량의 감소 및 교통혼잡 완화</li> <li>• 자율주행공유차량 이용 증가로 인한 주차수요 감소</li> <li>• 주차시설과 인터넷으로 연결된 자율주행차가 스스로 주차공간을 합리적으로 탐색함으로써 사회적 비용 감소</li> <li>• 차량 근접거리의 주행환경 및 위험상황 인식을 통한 능동적 교통사고 예방 등</li> </ul>
커넥티드카 (Connected vehicle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V2X(V2I, V2V, V2P)를 통해 이동수단들이 유기적으로 연결되어 교통흐름 최적화</li> <li>• 차량 주변 환경 인식 및 V2X 통신을 통한 주변 고정지물 및 동적사물 인식으로 교통사고율 Zero화 등</li> </ul>
전기차 (Electric vehicle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기자동차의 대중화로 인한 배기가스 및 유해물질 감소</li> <li>• 전기공유차량의 증가로 인한 온실가스 배출량 감소 등</li> </ul>

● 다만 완전자율주행의 기대효과에 관해서는 부정적인 시각도 존재

- 자율주행차가 제공하는 교통사고 감소, 교통효율성 증대, 교통약자 이동성 증대



등 다양한 편익은 대부분 완전자율주행을 전제로 함

- 부분자율주행의 경우 실질적으로 구현이 용이하고 조기에 제도적 정비 가능하나, 시스템이 모든 주행상황에 대처하지 못하므로 운전자가 주행상황을 상시 감시하지 않는 경우 사고 발생 가능
- 차량이 주행상황을 온전히 인지·판단하기 위한 센서의 기술적 한계가 존재하나 안전성을 위해 모든 도로에 V2X 인프라를 구축하는 것은 막대한 투자금이 소요되는 등 현실적인 어려움 존재
- 자율주행차가 자가용보다 도보·대중교통을 더 많이 대체하거나 자율주행차의 탑승자 없는 이동이 많아진다면 기대와는 달리 교통혼잡, 연료소모, 대기오염을 가중시킬 가능성도 존재
- 실질적인 기대효과를 창출하는 완전자율주행차가 보급되기 위해서는 다양한 주행 환경에 대한 변수와 제도적으로 해결해야 하는 과제 존재

표 24 완전자율주행차의 교통문제 대응 기대효과 및 예상되는 부정적 효과

기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 완전자율주행 100% 확산 시 교통사고 및 사망자 발생은 제로에 가까워 보험/의료 비용 감소</li> <li>• 완전자율주행 및 차량 간 통신이 가능하여 교차로 신호대기로 인한 통행시간 절약, 도로용량 증대 효과 발생 및 이로 인한 대기오염 감소</li> <li>• 운전으로 인한 스트레스/피로 감소 및 이동에 업무·여가활동이 가능해지는 등 생산성 증가</li> <li>• 사람의 개입 없이 운전이 가능하므로 고령자, 장애인, 어린이, 음주자 등 모든 사람의 이동 편의성 증대</li> </ul>
부정적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 완전자율주행 중 교통사고가 나면 사고의 책임이 운전자, 자동차제조업자, 자율주행 시스템제조업자 등 누구에게 있는가에 대한 혼란이 생길 수 있음</li> <li>• 자동차 등 이동수단이 컴퓨터와 같은 IT기기로 작동되면서 주행 중 시스템 에러 발생의 가능성이 존재하는 등 안전과 신뢰도에 대한 이슈가 제기될 수 있음</li> <li>• 주행 서비스를 위해 운전자 정보를 수집하면서 프라이버시 이슈가 제기될 수 있음</li> <li>• 완전자율주행차가 해킹당하면 탑승자 및 운전자의 안전/프라이버시가 위협받게 되며, 차량 주변에 대한 테러도구로 사용될 위험도 존재</li> <li>• 사람이 운전하는 빈도와 양이 감소하여 나중에는 소수의 사람을 제외하면 운전을 잘 하지 못하게 될 가능성도 있으며, 운전 행동에서 즐거움을 얻는 운전자도 존재</li> <li>• 물류, 버스/택시 등 대중교통 부문 운전기사들의 대량실직</li> </ul>

- 최근 국내에서 빈번히 발생하는 대형차량 졸음운전 사고 등 지속적인 인명피해를 방지하기 위해서는 사회적 비용이 기대만큼 절감되지 않더라도 안전성 검증 후 조기에 자율주행차를 도입할 필요성이 있음
  - 이미 부분자율주행 수준인 ADAS의 사고율 감소효과는 국제적으로 확인되고 있음
  - Rand(2017)의 시뮬레이션 결과에 따르면 미국에서 자율주행차를 '30년에 도입하는 경우 '40년에 도입하는 경우와 비교하여 52만 명의 사망자 수를 감소시킬 수 있는 것으로 나타남
  - 이 시뮬레이션 결과는 완전자율주행 기술이 완성되지 않았더라도 자율주행차를 도입함으로써 많은 인명피해를 예방할 수 있다는 점을 시사
  - 자율주행기술 완성 및 관련 인프라·제도·정비, 소비자 인식 전환까지는 20여년이 소요될 것으로 예상되나 제한된 구역 내 낮은 저속주행 및 물류 서비스는 단기간 내 실현 가능할 것으로 예상
  - 도시 내 자율주행차가 점진적으로 확산되는 경우와 급진적으로 확산되는 경우를 비교할 때, 빠른 시일 내에 자율주행공유차량을 대중화함으로써 통행량/통행시간, 온실가스 배출량 등 도시 교통문제가 대폭 개선될 수 있음(그림 32 참조)

그림 30 도시 자율주행확산에 대한 점진적 및 파괴적 혁신 시나리오 비교

IMPACT	vs	시나리오A 점진적 이동: 운전자주행→자율주행, 자가용→차량공유	시나리오B 급진적 이동: 운전자주행→자율주행, 자가용→차량공유
도로 통행량 (Number of vehicles on the road)	▷	-11	-28
전체 통행거리 (Vehicles distance traveled)	▷	+13	+6
전체 통행시간 (Average travel time)	▷	-11	-30
온실가스 배출량 (CO2 emissions)	▷	-42	-66
주차공간 수요 (Parking space needed)	▷	-16	-48

출처 : BCG(2017) Making Autonomous Vehicles a Reality



## 2 스마트카 산업의 육성 방안

- 미래의 교통문제 대응방향은 ▲자율주행 ▲V2X 통신(차량 대 차량, 인프라, 사람 간의 연결) ▲전기차 ▲차량공유 등 다중수단을 거버넌스, 교통 네트워크, 서비스 전반에 걸쳐 최적화하는 방향으로 발전할 것으로 기대됨
  - 한 가지 수단보다는 다중수단을 결합하여 최적화하는 것이 핵심이며, 궁극적으로는 통합된 스마트시티 데이터플랫폼의 형태로 발전될 것으로 예상

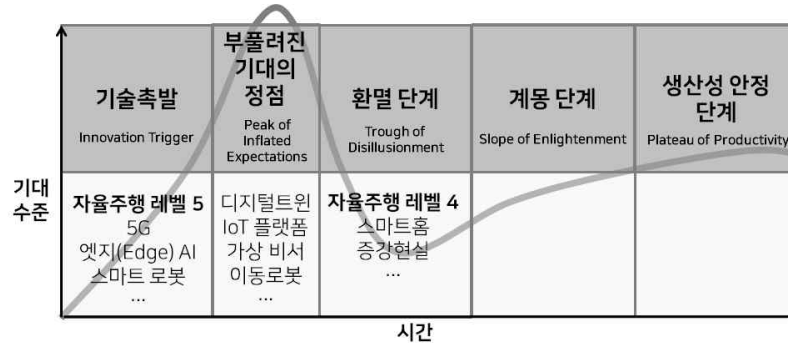
그림 31 스마트카 주요 기술 분야



- 향후 도시 교통문제의 상당부분을 해결할 것으로 예상되는 자율주행 레벨4에 대한 소비자들의 기대수준 및 관심은 최고점을 지났으며, 레벨5는 기대수준이 급격히 상승하는 innovation trigger 단계를 지나고 있음(Gartner, 2018)
  - 한편 국내 소비자들의 관심도는 지난 3년간 16.5% 하락하여 기대를 충족시킬 수 있는 기술개발 및 가치제안이 필요(Deloitte, 2016)
  - 미래 시장진출 전략 수립 시 국가별, 세대별로 차이가 존재하는 소비자들의 관심도를 고려하여 목표시장을 설정하거나, 모든 고객 세그먼트를 아우르는 핵심적인 공통점에 착안하여 수요를 발굴하는 것이 가능
    - \* 국내 소비자들의 경우 젊은 세대의 관심이 더 높은 해외와 달리 기성세대의 관심도가 높은 것으로 나타남
  - 국내 소비자들의 경우 완전자율주행차의 안정성에 대한 회의적인 시각이 다른 국가에 비해 많은 편이므로 안전 및 보안기술에 우선순위를 두고 기술개발을 추진

하는 것이 필요

그림 32 2018 유망 기술 하이프 사이클(hype cycle)



\_출처 : Gartner (2018.8) 5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018 바탕으로 작성

- 스마트카(자율주행차, 커넥티드카, 전기차)의 성공적인 확산을 위해서는 개방형 혁신, 독립적 혁신조직 설립 및 외부인재 영입 등 디지털 전환에 대응할 수 있는 전략이 요구됨
  - (개방형 혁신) 교통 분야의 디지털화가 빠르게 진행됨에 따라 혁신을 선도하는 산업생태계 주체들은 클라우드소싱 및 오픈소스\*, 전략적 파트너십\*\* 등 외부 협력을 통해 기술/아이디어를 효율적으로 조달하는 사례가 많음
    - \* 테슬라(특허권 개방을 통한 전기차 시장 활성화 전략), 로컬모터스(집단지성을 활용한 차량 디자인 제작 및 오픈소스 방식의 R&D 전략)
    - \*\* BMW-인텔-모빌아이/엔비디아-바이두/볼보-우버/현대기아-구글 등 (완성차업체/부품업체/ICT업체 간 전략적 파트너십(자동차업체들에게 진입장벽이 높은 스마트카 SW/인지 센서 분야를 선도하기 위한 혁신전략 및 유망시장 진출을 위한 IT업체들의 혁신전략)
  - (독립적 혁신조직) 자동차업체들은 미래 자동차 시장 진출을 위해 미국 실리콘밸리에 디지털 R&D 조직을 설립하여 장기적 차원의 기술개발, 벤처투자 및 스타트업 인수, 사내 기업가정신 활성화 등을 추진
    - \* GM, 포드, 폭스바겐, BMW, 벤츠 등 미국·유럽 업체에서 현대기아, 도요타, 혼다, 닛산, 바이두, 상하이자동차 등 아시아 업체에 이르기까지 전 세계적으로 완성차업체들이 자율주행 등 스마트카 기술을 개발하기 위해 독립적 혁신조직을 두고 있음
  - (외부인재 영입) 자동차와 ICT 산업 간 융합이 가속화됨에 따라 자동차업체들은 센서 및 SW, 통신, 보안 분야 등의 인력을, ICT업체들은 자동차 기술 및 인공지능 분야의 인력을 적극 영입하여 부족한 기술력을 확충하는 추세임



표 25 스마트카 산업 선도를 위한 주요 기업들의 대응전략

대응전략		사례
개방형 혁신	전략적 파트너십	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량용 SW 기술협력: 포드-블랙베리, 닛산-MS, 현대기아-구글, BMW-인텔-모빌아이 등</li> <li>- 센서 기술협력 또는 공동개발: 폭스바겐-모빌아이, BMW-모빌아이 등</li> <li>- 자율주행차 공동개발: 현대기아-시스코, 볼보-우버, FCA-구글, 혼다-구글, 도요타-MS-엔비디아, 바이두-엔비디아 닛산-NASA, 구글-우버-포드-볼보 등</li> </ul>
	스타트업 투자 및 인수	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 포드: 벨로다인(자율주행센서) 투자, 아르코AI(자율주행SW) 인수, 사입스(영상처리 기술) 인수 등</li> <li>- 볼보: 오토리브(차량안전시스템) 조인트 벤처</li> <li>- GM: 크루즈오토메이션(자율주행부품) 인수, 리프트(차량호출) 투자, Yi Wei Xing(차량공유) 인수 등</li> <li>- 폭스바겐: 나비스타(전기트럭제조) 인수, Gett(차량공유) 투자, HERE(정밀지도) 공동인수</li> <li>- BMW: HERE(정밀지도) 공동인수</li> <li>- 도요타: 우버(차량호출) 투자 등</li> <li>- 인텔: 모빌아이(자율주행센서) 인수, 잇시즈(머신러닝) 인수 등</li> <li>- MS: 우버(차량호출) 투자</li> <li>- 애플: 디디추싱(차량공유) 투자</li> <li>- 바이두: 벨로다인(자율주행센서) 투자</li> <li>- 우버: 오토모도(자율주행트럭제조) 인수</li> </ul>
독립적 혁신조직	실리콘밸리 R&D 센터 설립	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GM, 포드, 폭스바겐, BMW, 벤츠, 현대기아, 도요타, 혼다, 닛산, 바이두, 상하이자동차 등 다수 완성차업체</li> </ul>



외부인재 영입	스마트카업체 사례	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 테슬라: 애플의 SW 핵심인재 영입</li> <li>- 도요타: DARPA, 구글의 무인차 핵심인재 영입</li> <li>- 구글: 테슬라 출신 HW 인재 영입</li> <li>- 애플: NASA, 테슬라, 구글 등의 로봇공학 및 전기차 인재 영입</li> <li>- 알리바바: 구글, MS 출신 인공지능 인재 영입</li> <li>- 바이두: 구글, MS 출신의 인공지능 인재 영입</li> </ul>
---------	-----------	--

\_출처 : ETRI 산업전략연구그룹(2017)

- 스마트카 산업을 선도하기 위해서는 국내 연구기관/업체들의 진출 가능성이 높은 유망 분야를 선정하여 장기적 관점과 중단기적 기술개발 전략을 구분하여 접근하는 것이 필요함
  - 국내 스마트카 부품업체의 경우 해외 업체와 기술격차가 존재하므로 국가 및 지역 차원에서 핵심 유망기술을 선정하여 집약적으로 기술개발을 추진할 필요성이 있음
  - 기술의 시장성, 기술격차를 고려한 개발 가능성, 정책적 지원 등을 고려하였을 때 기업규모에 따른 핵심 유망 분야는 다음과 같음(ETRI 산업전략연구그룹, 2017)
  - (자동차 부품업체) 대기업의 참여 수준이 낮은 시장을 중심으로 진출하여 경쟁력을 고도화하는 방식이 권장되며 자율주행 분야의 애프터마켓에 진출하는 방법도 고려해볼 수 있음
    - \* 제어 시스템분야의 경우 시장성이 높으며, 주행편의 시스템 및 사고피해경감 시스템 분야는 상대적으로 개발비용 및 시장규모 측면에서 중소기업 적합성이 높음
  - (ICT 중소기업) 제품의 개발가능성과 기술개발 적합성을 고려하여 단기적으로는 편의기술 중심으로 공략하여 이후 장기적 관점에서 통신 및 자율주행 분야로 진출하는 것이 유리함



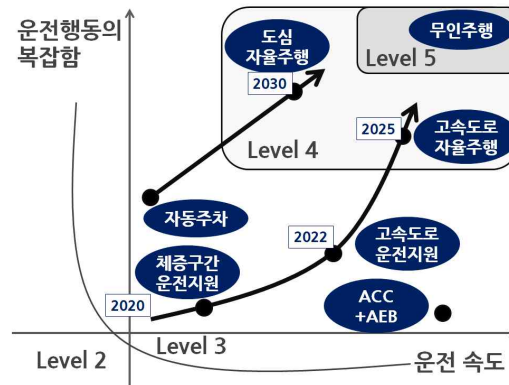
표 26 기업규모에 따른 스마트카 핵심 유망기술 분야

기술분야	중소·중견기업	대기업
자율주행 기술	카메라/레이저 기반 전방 장애물 검지, 주행환경에 따른 서라운드 센서 자동보정, 실시간 스트리밍 LDM (Local Dynamic Map) 생성, 자율주행 전장품 파라미터의 동적업데이트 등	자율주행 센서, 고정밀 디지털지도, 정밀측위, 통합 Domain ECU(Electronic Control Unit) 개발, 인공지능 및 빅데이터를 활용한 주행경로계획 로직개발, 운전자의 운전의지 판단 및 운전권한 이양 로직개발 등
편의 기술	핵심 인포테인먼트 개인화 서비스, 자율주행차 인터페이스 설계기술, 운전자 모델링 및 분석기술, 인공지능 기반 음성인식 및 서비스 기술, 제스처 인식기반 인포테인먼트 통합 컨트롤 기술, 음성인식 연계 E-call 시스템 기술 등	운전자상태/음성/제스처/감성 인식, 차량용 OS 플랫폼, 나이트비전, 스마트시트, 자동공조장치, 긴급구난서비스 등
안전 기술	차량 원격제어용 스마트 디바이스 기술, 웨어러블 디바이스 기반 운전 피로도 측정, V2I운전자 정보기반 Eco-Driving 기술, 자율주행차 시스템 통합을 위한 고속 네트워크 설계기술 등	차량 상태 진단 및 예측기술, 자율주행차량용 ADR 모듈, 스마트 에어백, 액티브후드시스템, 충돌전안전시스템, 액티브 헤드레스트, 전방충돌경고, 차선유지지원, 사각지대감지장치 등
통신 기술	능동형 헤드레스트 기술, 차량상태정보제공기술, 인프라 연계 차량 부품상태 진단 및 예측/정비, 근거리 센서기반 전방충돌 위험경고, 지능형 속도 지원기술, 사각지대 장애물 경고 등	차대차(V2V), 차대인프라(V2I) 무선 통신기술 개발, 통신보안기술 개발, IVN (In-Vehicle Network), 5G 통신, 보안 솔루션, 차량 내/외부 정보 연계기술 등
기반 기술	신뢰성 검증 테스트 및 SW 테스트 기술	AUTOSAR, GENVI, CCC 등 국제 표준화 참여 및 주도, 환경시험, 전자파 적합성시험, SW검증시험, HILS

출처 : ETRI 산업전략연구그룹(2017)

- (기술 확산의 측면) 시장, 기술수준, 법·제도적 조건이 충분히 성숙되기 전까지 최소한 향후 10년간은 첨단운전자지원시스템(ADAS) 기반 주행시장이 주를 이룰 것으로 전망됨에 따라, ADAS에 우선적으로 접근한 이후 장기적으로 완전자율주행 기술에 접근하는 것이 합리적

그림 33 주행조건에 따른 자율주행기술의 구현 예상 시기



\_출처 : ETRI 산업전략연구그룹(2017), European Technology Platform on Smart Systems Integration, European Roadmap Smart Systems for Automated Driving, 2015

\*ACC(Adaptive Cruise Control), LKA(Lane Keeping Assist), AEB(Autonomous Emergency Braking)





## 결론 및 시사점







- 본 보고서는 도시 교통문제의 유형에 따라 문제현황을 조사하고 우수 대응사례(Best Practice) 및 미래 ICT기술에 기반한 대응방안을 도출하고자 하였음
- ICT 기반 도시교통문제 대응사례
  - (편의 문제) 딥러닝 알고리즘 등 AI를 ITS에 도입함으로써 통행흐름을 개선하거나 IoT 기반 시스템을 도입함으로써 주차효율을 극대화하는 등의 방안 존재
  - (안전 문제) C-ITS 및 ADAS 등을 도입함으로써 운전자의 판단이 아닌 도로와 차량 시스템 수준에서 사전적이고 능동적인 사고를 예방하는 방안 존재
  - (환경 문제) IoT 기반 ITS를 도입함으로써 환경정보와 교통정책을 유기적으로 연계하거나 모빌리티 서비스의 도입을 통해 친환경적 이동수단의 사용을 촉진하는 등의 방안 존재
  - 도시 교통문제 해결을 위해 민간기업을 포함한 다양한 이해관계주체들이 협력하는 도시 차원의 생태계를 조성하고 안전 및 환경과 관련된 국가차원의 규제 및 제도의 선진화 필요
  - 자가용 의존도를 낮추고 친환경적인 공공교통수단을 확보하는 동시에 IoT기반 ITS를 도입하여 실시간 교통·환경 데이터를 활용한 도시교통문제 정책을 수립하는 것이 필요
- ICT 기반 도시 교통문제 대응방안 (표 27 참조)
  - 중단기적으로 교통 체계운영 및 서비스의 디지털화를 추진하면서 데이터에 기반하여 교통혼잡·사고, 주차수요·공급 불일치문제, 미세먼지 등에 대한 대책 수립
  - 장기적으로 차량통신과 자율주행, 차량공유 등의 확산에 필요한 법규·제도를 정비해나가면서 이들을 유기적으로 연계하여 도시 교통문제를 통합적으로 해결할 수 있는 패키지형 기술개발 및 정책 필요



표 27 ICT 기반 도시 교통문제 대응방안

구분	편의		안전	환경
	교통혼잡	주차난	교통사고	온실가스/미세먼지
Best Practice를 통한 대응방안 도출: 중단기적 접근(~'20)	ITS 차량공유	스마트파크킹	ITS ADAS	하이브리드차 전기차
미래 ICT 기술을 통한 대응방안 도출: 장기적 접근(~'50)	V2X + 자율주행 + 차량공유	자율주행 + 차량공유	V2X + 자율주행	전기차 + 자율주행 + 차량공유

- 중단기적 접근방법: Best Practice 분석을 통한 대응방안
  - 해외의 성공적 대응사례들의 경우 ITS, ADAS, 차량공유시스템 등 다양한 ICT 솔루션을 적용하여 시범 테스트를 추진하고 서비스를 확산하는 단계에 있음
  - 도시문제를 해결할 수 있는 서비스(예: 주차앱)를 제공하더라도 도로이용자의 실질적인 문제를 해결하는데 어려움이 있거나 수익성이 낮다면 서비스가 지속되기 어려움
  - 도시 교통문제를 해결하기 위해서는 공공부문의 시설투자뿐 아니라 지속가능한 비즈니스모델 혹은 순환구조를 창출할 수 있는 교통서비스의 확산 및 지원정책 필요

표 28 해외 Best Practice 분석을 통한 도시 교통문제 대응방안

문제	ITS	ADAS	차량공유
교통혼잡	데이터기반 교통혼잡 예측·완화 등	교통혼잡지역 주행 지원으로 운전자 편의 증대 등	전체 통행 차량 수 감소 및 교통혼잡 완화 등
주차난	스마트주차시스템 등을 통한 주차공간 탐색시간 감소 등	자동주차지원 기능 사용 시 운전자 편의 증대 등	주차수요 하락 및 주차공간 부족문제 완화 등
교통사고	빅데이터 기반 사고 예방·대응 등	자동긴급제동, 전방충돌경보 등의 기능을 통한 사고 감소	도로혼잡도 완화의 간접적 영향으로 사고발생도 하락 등
온실가스/ 미세먼지	교통흐름 개선을 통해 탄소배출 저감 등	연비 개선 및 도로체증유발 사고빈도감소로 온실가스/유해물질 배출 감소	친환경차 공유를 통한 온실가스/미세먼지 배출량 감소 등

- 장기적 접근방법: 스마트카 도입을 통한 대응방안
  - 지능정보기술 발전과 교통 및 ICT 산업의 융합으로 인해 미래에는 도시 내 이동수

단 및 방식을 근본적으로 바꾸는 스마트카 기술(ACE Car; Autonomous, connected, and electric car)이 도입되어 교통문제를 장기적으로 해결할 것으로 기대됨

- 교통혼잡 개선, 주차공간 수요 및 사고율 감소, 배기가스 감소뿐 아니라 교통약자의 이동복지 개선, 공공 교통 서비스 손실 절감, 운전자의 생산성 제고 및 교통비용 감소 등의 효과가 있을 것으로 예상됨

표 29 미래 스마트카 도입을 통한 도시 교통문제 대응방안

도시 문제	미래기술 문제대응 방식 예시
교통혼잡	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행차와 차량공유 시스템의 연계를 통한 자가용 대체효과</li> <li>• V2X(V2I, V2V, V2P)를 통해 유기적으로 연결되어 교통흐름을 최적화하는 지능형교통시스템</li> </ul>
주차난	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공유차량의 증가로 인한 전체 교통량 감소</li> <li>• 주차시설과 인터넷으로 연결된 자율주행차가 스스로 주차공간 탐색</li> </ul>
교통사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주행환경인식 및 V2X통신을 통해 고정지물과 동적사물을 인지함으로써 교통사고율 Zero화 가능</li> </ul>
온실가스/미세먼지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기자동차의 대중화로 인한 배기가스 및 유해물질 감소</li> <li>• 공유차량의 증가로 인한 전체 교통량 감소</li> </ul>

- 단순히 기술을 문제와 매치하는 접근방법보다 해당 도시 교통문제를 가장 잘 해결할 수 있는 다양한 적정기술들을 결합하여 패키지로 지원하는 정책이 적합
  - 자동차, 도로 등 교통부문은 안전과 직결되는 만큼 기술의 신뢰도·완성도가 중요하므로 ICT분야에 비해 오랜 개발기간과 많은 비용이 요구됨
  - 자율주행, V2X 등 도시 교통문제를 획기적으로 해결할 수 있는 요소들이 완성되고 지배적 디자인이 확립되기까지는 오랜 시간이 걸릴 것으로 예상
  - 따라서 현존기술을 잘 활용하여 이용자들이 쉽게 접근할 수 있는 모빌리티 서비스를 제공하거나, 교통문제를 부분적으로 해소 가능한 솔루션을 정책적 개발을 거쳐서 창출할 수 있음
- 도시 교통문제를 해결하기 위한 정책 수립과정에서 도입되는 기술이 반드시 긍정적인 기대효과만을 가질 것으로 전제하기보다는 도입기술로 인해 발생할 수 있는 다양한 문제상황과 부정적인 파급효과를 함께 고려하고 이에 대한 대책도 함께 마련하는 것이 바람직할 것임



- 앞에서 제시된 바와 같이 현재 차량공유서비스의 경우 자가용에 비해 사고가 많이 발생하여 보험비용·안전 상의 문제가 있으며, 자율주행차량의 경우 시스템 해킹이 되면 심각한 인명·재산 피해가 발생할 수 있음
- 그러나 이러한 편익규모의 불확실성에도 불구하고 사회 전체적인 혼잡비용, 교통사고로 인한 인명·재산피해 및 이로 인한 삶의 질 저하 등의 사회적 파급효과를 고려할 때 자율주행 등 ICT 기술의 교통부문 도입의 필요성은 충분히 인정되고 있음
- 향후 연구과제
  - 사회적/경제적 갈등을 최소화하는 정책의 수립 및 제도/규제의 개편방안
    - . 유연하고 신속하게 규제/제도를 개편하는 역량이 향후 국가경쟁력의 가장 큰 원천이 될 것임
    - . 디지털전환에 따른 낙후 업종/기업의 효율적 전환전략
  - 스마트 포용도시(smart inclusive city) 개념의 도입방안
    - . 스마트시티의 확산에 따라 4차 산업혁명에 의한 양극화가 도시에서 더욱 심화될 것으로 전망되므로 이에 대한 사전적 대응 필요
  - 데이터 기반 스마트시티의 본격적 도입방안
    - . 도시 관련 빅데이터의 수집(공개) 및 통합DB 관리방안
    - . AI를 적용한 맞춤형 서비스 제공방안
    - . 블록체인 등 신기술 활용 및 플랫폼에 기반을 둔 새로운 비즈니스모델의 발굴



## 참고문헌

### •국내자료

과학기술정보통신부 (2018.6). 사회문제 해결에 과학기술 본격 활용: 제2차 과학기술 기반 국민생활(사회)문제 해결 종합계획('18~'22) 수립, 보도자료.

관계부처합동 (2017). 미세먼지 관리 종합대책.

국가교통DB센터 (2015). KTDB 23(1).

국토교통부 (2014). ITS산업 활성화를 위한 효과평가 및 시장분석 연구.

국토교통부 (2015). 2014년도 교통안전연차보고서.

김동현 (2015). 주차공유, 제도적 이슈와 개선방안, 공유서울 제도개선 컨퍼런스.

김찬성, 이재훈 (2004). 영국 철도산업 우대제도와 우리나라에의 시사점, 교통정책연구. 11.

도로정책연구센터 (2018). 미국 커넥티드(Connected) 교통체계 시범사업의 추진.  
[http://roadresearch.or.kr/bbs/board.php?bo\\_table=GlobalTrend&wr\\_id=504](http://roadresearch.or.kr/bbs/board.php?bo_table=GlobalTrend&wr_id=504)

문형철 (2018). 자율주행차가 주는 5대 가치와 그로 인한 변화, 디지에코 보고서

박종관 (2010). 도시 교통문제에 대한 연구: 천안시를 중심으로, 한국컨텐츠학회논문지 10(12), 254-266.

원제무 (2018). 알기쉬운 도시 교통, 박영사.

이백진, 정진규, 오성호, 김광호 (2016). 첨단교통정보데이터 기반 도시모빌리티 분석과 정책 활용도 개선방안, 국토정책Brief, 564.

천안시 (2016). 천안시 지능형교통체계(ITS) 기본계획.

한국교통연구원 (2005). 교통으로 인한 사회적 비용 고찰.

한국교통연구원 (2012). 도시부 도로 교통혼잡해소를 위한 도로정책방안 개발.

한국교통연구원 (2015). 주차장 공유제도 활성화 방안: 공유 주차장 사례 중심.

한국교통연구원 (2016). 교통 안전관리체계 현황과 발전방안, 월간교통 2016-3.

한국교통연구원 (2017). 2015년 교통사고비용추정, KOTI Brief. 9(7).

한국교통연구원 (2017). 국가교통데이터베이스, KOTI Brief 34.

한국교통연구원 (2017). 빅데이터 기반 도로교통사고 원인분석 및 대책수립을 위한 연구 로드맵 개발.

한국교통연구원 (2018). 여객통행실태 Index Book.

한국환경정책·평가연구원 (2018). 미세먼지 관리 종합대책(2018) 주요내용과 방향.

ETRI 산업전략연구그룹 (2017). 교통 분야 IDX(Intelligent Digital Transformation) 추진 전략: 스마트카 산업을 중심으로.

ETRI 산업전략연구그룹 (2017). 지능형 자동차의 중소기업형 유망분야 선정 및 육성 전략.

IBM 기업가치 연구소 (2010). 지능형 교통.

## • 해외자료

Arthur D Little future lab (2014). Future of urban mobility 2.0: imperatives to shape extended mobility ecosystems of tomorrow.

Arthur D. Little (2014). Future of urban mobility 2.0: imperatives to shape extended mobility ecosystems of tomorrow.

BCG (2016). Self-Driving Vehicles, Robo-Taxis, and The Urban Mobility Revolution.

BCG (2017). Making Autonomous Vehicles a Reality.

European Technology Platform on Smart Systems Integration (2015). European Roadmap Smart Systems for Automated Driving.

Gartner (2018, August). 5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for



Emerging Technologies, 2018

INRIX (2018). New INRIX Study Finds Parking is the Largest Cost of Driving:  
Average U.S. driver faced a total driving cost of \$10,288 in 2017.  
<http://inrix.com/press-releases/cod-us/>

INRIX (2018). Searching for Parking Costs Americans \$73 Billion a Year.  
<http://inrix.com/press-releases/parking-pain-us/>

NASA Goddard Institute for Space Studies (2018).  
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>

Smart Cities Council (2015). Smart Cities Readiness Guide

U.S. D.O.T. (2018). Connected vehicle pilot deployment program, presented  
at the 97th TRB Annual Meeting, Washington, D.C.

UN (2014). World Urbanization Prospects: the 2014 Revision.

UN Population Division (2018). World Urbanization Prospects: the 2018  
revision

Viajeo Plus (2018). TOP 10 Urban Mobility Solutions.

World Economic Forum. Future of Urban and Autonomous Mobility:  
Bringing Autonomy On and Beyond the Streets of Boston

World Health Organization (2017). Fact Sheet no 310: The Top Ten Causes  
of Death.

## • 통계자료

OECD. Casualties by age & road user.

UN Population Division. 2000.

가구통행실태조사. 2016.



경찰청. 교통사고 통계. 각년도.

국토교통부. 국토교통 통계누리.

국토교통부. 자동차등록현황보고.

도로교통공단. 교통사고분석시스템(TAAS) 경찰DB (2018.07.기준).

도로교통공단. OECD 가입국 교통사고 비교. 각년도.

부산광역시. 사하구 기본통계.

통계청. 시도 기본통계. 주차장면수.

한국교통연구원. 국가교통DB센터.

행정안전부. 주민등록인구.



## 저자소개

**김주성** ETRI 미래전략연구소 기술경제연구본부 산업전략연구그룹 책임연구원  
e-mail: juskim@etri.re.kr Tel. 042-860-5301

**민수진** ETRI 미래전략연구소 기술경제연구본부 산업전략연구그룹 UST연구생  
e-mail: sjmin@etri.re.kr Tel. 042-860-0727

## ICT 기반 도시 교통문제 대응방안: IT솔루션 및 스마트카 도입을 중심으로

**발행인** 한 성 수

**발행처** 한국전자통신연구원 미래전략연구소 기술경제연구본부

**발행일** 2018년 12월 31일

본 문서에서 음영처리된 부분은 ( ) 정보공개법 제9조의 비공개대상정보와 저작권법 및 그 밖의 다른 법령에서 보호하고 있는 제3자의 권리가 포함된 저작물로 공개대상에서 제외되었습니다.

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.





[www.etri.re.kr](http://www.etri.re.kr)

**ETRI** 한국전자통신연구원 미래전략연구소

34129 대전광역시 유성구 가정로 218

TEL. (042) 860-6114 FAX. (042) 860-6504

