

발 간 등 록 번 호

11-1613000-001913-01

공공·여객·화물 자동차
온실가스 배출지표
평가 및 지자체
지속가능성 평가 기술
개발
최종보고서

2017. 02.

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 교통안전공단
공동연구기관 / 한국교통연구원
(주)휴디콤
(주)전유산업
(주)유투엔

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

본 보고서를 ‘공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 평가 및 지자체 지속가능성 평가 기술 개발’(연구개발 기간 : 2014.10.22 ~ 2017.2.21) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 2. .

주관연구기관명 : 교통안전공단

주관연구책임자 : 이헌주

연 구 원 : 박용성, 배중호, 이수한, 조민경

공동연구기관명 : 한국교통연구원

공동연구책임자 : 홍다희

연 구 원 : 이석주, 김자인, 김상일, 이동윤

공동연구기관명 : (주)휴디콤

공동연구책임자 : 김용범

연 구 원 : 민병훈, 김홍식, 김응규

공동연구기관명 : 유투엔

공동연구책임자 : 오승

연 구 원 : 권용우, 현동해, 신중수, 백승원
정호민, 장성욱, 장영익, 정광근
유대성

공동연구기관명 : (주)전유산업

공동연구책임자 : 권오성

연 구 원 : 최두봉, 이성우

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호		해당 단계 연구 기간	2016.4.22 ~ 2017.2.21	단계구분	3 / 3
연구사업명	중사업명	교통물류연구사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명	공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 평가 및 지자체 지속가능성 평가 기술 개발			
	세부과제명	공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 기술 개발 / 지자체 지속가능 평가기술 개발			
연구책임자	이 헌 주	해당단계 참여 연구원 수	총: 48명 내부: 41명 외부: 7명	해당단계 연구개발비 (단위 : 천원)	정부: 573,000 기업: 195,160 정부 외: 계: 768,160
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 62명 내부: 53명 외부: 9명	총 연구개발비 (단위 : 천원)	정부: 2,591,000 기업: 882,827 정부 외: 계: 3,473,827
연구기관명 및 소속 부서명	교통안전공단 자동차안전연구원 친환경연구처				
국제공동연구	-			-	
위탁연구	-			-	
요 약(성과)				보고서 면수 : -	

■ 공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 기술 개발

- 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 지표 개발
 - 온실가스 배출지표 분석·평가 방법론 및 지표 개발
 - 국내 학술지 게재 4건, 학술대회 발표 1건, 인력양성(박사) 1명
- 자동차 온실가스 계량화 기술 개발
 - 개별 차량 단위 배출량 산정 방법론 개발
 - 계측기 시작품 제작(130ea), 어플리케이션 개발, 특허 출원 2건
- 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 시스템 개발
 - 배출지표 분석·관리 플랫폼 개발 / 대용량 처리 기술 개발
 - 특허 출원 1건, S/W 등록 1건, 시스템 설계도서 및 매뉴얼 각 1부

■ 지자체 지속가능 평가기술 개발

- 평가지표 및 평가방법 개발
 - 평가지표 개선 및 신규지표 개발 / 절대평가 기준 도입 개발
 - 논문 게재 3건, 학술대회 발표 1건, 고시문 적용 2건
- 지속가능 교통정책 추천 기능 개발
 - 교통정책 DB 구축 / 도시·환경 속성 DB구축
 - 교통정책 추천 모형 개발 / 정책 추천 기능 개발
- 지속가능 평가활용 시스템 개발
 - 지자체 지속가능성 평가 지원 시스템 개발
 - S/W 등록 2건, 운영자 및 사용자 매뉴얼 작성

요 약 문

I. 제 목

(제1과제) 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

II. 연구개발과제 개요

우리나라는 2015년 제21차 유엔기후변화협약 당사국총회에서 2030년까지 8억5천1백만톤의 온실가스 배출 전망 대비 37%인 3억1천5백만톤을 감축한다는 목표를 UN에 제출하였음. 이에 정부는 「2030 국가 온실가스감축 기본로드맵」을 발표하였고, 수송부문은 2030년에 1억5백2십만톤 중 24.6%인 2천5백9십만톤을 감축한다는 목표를 설정함. 국토교통부는 수송부문 국가 온실가스 배출량을 감축하기 위해 온실가스·에너지목표관리제 및 2015년부터는 온실가스배출권거래제를 운영하고 있음.

수송부문 에너지목표관리업체의 온실가스 배출량 및 감축량 산정시에 경제운전 및 운행효율이 양호한 차량의 운행상황은 감안되지 않고 총량단위 연료소비량 자료를 집계하여 산정하고 있음. 총량 기준으로 온실가스 배출량을 산정할 경우 업체 전체 보유차량의 온실가스 배출 전망은 가능하겠지만, 개별 차량들의 배출특성 파악이 어려워 감축 가능량을 파악할 수 없으므로 장래 감축목표를 부여할 경우 목표달성에 어려움이 있음. 이를 위해서는 개별 차량들에 대한 단위 주행거리 당 배출량인 온실가스 배출지표를 반영하여 배출량을 산정해야만 배출특성 및 감축가능량 파악이 가능해져 효과적인 감축목표 달성이 가능함.

본 연구는 첫째, 에너지 목표관리업체 및 관련기관의 온실가스를 분석·평가하고 효율적인 감축목표 관리를 지원해 주는 시스템 개발, 둘째, 수송부문 bottom-up방식의 배출량 산정에 활용할 수 있는 온실가스 배출지표를 개발하여 어느 부분에서 얼마만큼의 배출량을 줄일 수 있는지의 감축가능량을 파악할 수 있는 시스템 개발, 셋째, 자동차 운행차량의 온실가스 배출지표를 모니터링하여 국가 온실가스 정책 및 2030년 수송부문 온실가스 감축목표 이행관리에 활용할 수 있는 시스템을 개발하고자 함.

III. 연구개발 수행내용 및 결과

연구 개발 수행 내용 및 결과를 핵심성과물별로 정리하면 다음과 같음.

○ (핵심성과 1) 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 방법론 개발

－ 에너지 목표관리업체 및 공공기관 실 차량 운행정보를 수집하여 교통특성이 반영된 차

중·규모·연료별 등 개별 차량단위의 온실가스 배출지표를 산정하여 Bottom-up 방식으로 관리업체 및 전국단위 온실가스 배출량을 산정할 수 있는 방법 마련

- 부문별 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 방법론 개발
- 부문별 온실가스 배출 평가지표 개발
 - g CO₂ eq./km, g CO₂ eq./인·km, g CO₂ eq./ton·km 등

○ (핵심성과 2) 자동차 온실가스 모니터링 시스템(CEMS) 개발

- 수집된 데이터를 기반으로 자동차 온실가스 배출 분석 및 냉각수 온도, Fuel Cut, 공회전 등 운전 상태나 급가속, 급감속 등 운전 패턴에 따른 연관성 분석 구축
- 다양한 채널을 통한 데이터를 수집할 수 있도록 구성하여 데이터의 다양성을 높이고 이를 통한 목표관리업체 및 공공기관의 용도별, 차종별, 규모별, 연료별, 연식별 등에 대한 표준지표 산정
- 전국단위의 자동차 운행거리와 연계를 통한 전국 단위 자동차 온실가스 배출량 통계를 산정, 모니터링 할 수 있게 구성. 또한 기관, 목표관리업체별 세부 배출량 모니터링과, 자동차 엔진온도에 따른 냉각, 열간 운행에 따른 배출량 차이 등을 분석할 수 있도록 구성
- 운행수집자료 분석
 - 1초 데이터를 사용하여 자동차 위치관제를 통한 도로별, 지역별 배출량 분석
 - 속도별, 시간, 거리별 연비 및 연료소모량 분석
 - 속도별, 구간별 온실가스 배출량 분석
 - 속도, RPM, 기간, 거리별 상관분석을 통한 운행패턴 모니터링
 - 속도, 가속도 통행패턴 분석
- 자동차 온실가스 배출지표 분석
 - 공공기관, 관리업체별 온실가스 배출지표 분석
 - 자동차 운행기반 및 등록기반 배출지표 분석
- 엔진가열상태별 분석
 - 열간지표 및 냉간지표 분석
- 기관 및 관리업체별 온실가스 배출량 모니터링
- 수송부문 온실가스 배출량 통계 분석
 - 차종별, 지자체별, 전국단위(운행거리 기준), 전국단위(등록대수 기준) 통계를 산출된 표준 지표와 전국자동차 주행거리, 등록대수를 이용하여 산정

○ (핵심성과 3) 계측기 및 Application 개발

- 실 차량 운행정보를 수집하여 교통특성이 반영된 차종·규모·연료별 등 개별 차량단위의 온실가스 배출지표를 산정하기 위한 추가 수집 항목의 데이터 수집 장치를 개발
 - 3분 단위 운행정보 수집용 계측기 개발

- 수집된 운행정보를 분석서버에 전송하기 위한 스마트폰용 애플리케이션 개발
- (핵심성과 4) 계측기 성능 검증을 위한 적산오차 테스트
 - 개발된 자동차단위 활동자료 수집 장치의 데이터 손실을 및 수집된 데이터의 오류 정도를 계측기 단품에 대한 성능 시험 수행
 - 기존 DTG, 통합단말기의 수집 오차 범위 5%로 이내로 규정하고 있으나, 본 계측기의 성능 목표는 오차율 0%를 목표로 개발함
- (핵심성과 5) 자동차 온실가스 모니터링 시스템 플랫폼 개발
 - 자동차 운행정보 수집·인증 인터페이스 개발
 - 계측기에 수집된 운행정보의 1차 분석·가공된 자동차 운행 데이터의 인증처리 데이터를 시스템에 수집 처리할 수 있도록 개발
 - 자동차 운행정보 저장·분석 모듈 개발
 - 수집된 데이터를 빅데이터 기법을 통해서 개발된 시스템에 분산 저장 처리하여 데이터 관리에 대한 신뢰성 향상 및 분석 처리, 외부 연계 기능을 제공하기에 용이하도록 구성

IV. 최종 연구성과 및 적용실적

본 연구에서 자동차 운행DB 정보를 이용하여 온실가스 배출지표($\text{g CO}_2/\text{km}$) 및 운행패턴·습관분석을 위해 자동차 온실가스 모니터링 시스템(CEMS, Car Emissions Monitoring System, <http://www.cems.or.kr>)을 개발하였으며 시스템 구성은 실시간 운행정보 수집 및 전송부문, 수집·저장부문, 분석·서비스부문으로 구성되며 각 하위 시스템의 구성 및 기능은 다음과 같음.

- 운행정보를 수집·전송하는 계측기는 차량의 OBDⅡ 단자에 연결하여 1톤 이하 차량의 온실가스 관련 운행정보를 3분 단위로 경량화해서 스마트폰 앱에 전송하며 앱에 있는 데이터는 수집·저장시스템으로 전송함
- 분석·서비스시스템에서는 1톤 이하 차량에 장착된 계측기에서 수집한 3분 단위의 운행자료와 2.5톤 이상 차량에 장착된 DTG 및 단말기에서 수집한 1초 단위의 운행자료를 취합하여 운행정보, 운행상태, 운행습관, 배출지표 분석을 수행함
- 운행정보분석은 운행거리 및 시간, 운행속도, 연료소비량, 공회전시간의 기본 운행정보를 분석하여 운전자의 스마트폰에 분석정보를 제공함. 운행상태분석은 냉각수 도달시간, 에어컨·히터 가동시간을 이용하여 엔진 미가열 및 가열상태에서의 운행상태를 분석함
- 운전습관분석은 급가·감속 운행자료와 안전운행행동 판단 기준을 이용하여 운전자의 운전교정에 활용할 수 있도록 운전습관을 분석함
- 온실가스 배출지표분석은 수집된 연료소비량과 운행거리를 이용하여 엔진 미가열 및 가열

상태의 배출지표를 산정하며, 여객부문은 승차인원, 화물부문은 운송 적재량을 고려하여 배출지표를 산출할 수 있도록 하였음

- 현재 1톤 이하 차량의 온실가스 배출지표를 산출하기 위해 한진택배(25대) 및 안산시 관내 운행차량(50대)을 대상으로 계측기를 장착하여 데이터를 수집하고 있고, 2.5톤 이상 차량의 경우 에너지목표관리업체의 보유차량(5개 업체 162대)에 장착된 DTG 및 단말기로 수집한 데이터를 본 모니터링 시스템에 연동시켜 분석을 수행하고 있음



- 총 237대 중 229대의 운행대수 자료를 이용하여 운행정보분석 및 배출지표, 연비분석한 결과는 아래와 같음

용도	차종	운행정보			CO2배출지표 (g/km)	평균연비 (km/ℓ)
		총누적운행대수(day·대)	총운행거리(Km)	총운행거리(분)		
관용	승용	267	8,997	31,887	318.57	8.69
	승합	308	10,066	30,250	586.66	5.85
	화물	484	19,864	79,601	663.40	5.76
영업용	승합	2,554	1,213,191	1,693,466	659.12	4.0
	화물	1,193	33,490.95	98,326.65	508.55	5.4

V. 연구목표 달성 및 효과

- 목표하였던 최종성과물의 개발을 완료하였으며 다음과 같이 계획하였던 질적 목표와 양적 목표를 달성하였다.

- 질적 목표 : 당초 계획한 연구내용을 모두 수행하였음
- 양적 목표 : 제시하였던 목표치를 모두 달성하였고, 일부는 초과 달성함
- 공공기관 및 수송부문 에너지목표관리업체 보유차량에 대한 개별차량 단위의 운행특성이 반영된 온실가스 배출량 파악이 가능해 저 장래 관리업체가 감축하여야 할 감축 잠재량을 도출하고 자발적으로 감축이행계획을 수립할 수 있는 역량을 갖출 것으로 기대됨
- 또한 본 자동차 온실가스 모니터링 시스템(CEMS)에 누적되는 데이터를 활용하여 통계적으로 유의미한 온실가스 배출지표를 도출하고 교통안전공단 자동차검사관리시스템의 자동차 주행거리 통계자료와 연계하여 도로부문 온실가스 배출특성을 분석하고 배출량을 산정할 수 있을 것으로 기대됨
- 또한 Bottom-up 방식의 온실가스 분석방법을 반영하였기 때문에 적재적소의 감축잠재량 파악이 가능하며 정부 온실가스 감축정책 추진의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대됨

VI. 연구성과 활용계획

본 연구의 목표는 bottom-up 방식의 온실가스 배출량을 산정하고 전망하기 위해 자동차 온실가스 배출지표가 필요한 바, 이를 위하여 먼저 실도로 운행중인 자동차의 운행정보를 수집하여 온실가스 배출지표를 도출하고 분석·평가하는 방법론 개발에 초점을 연구를 진행하였음 2030년까지 국가 온실가스 감축목표를 달성하고 배출량을 체계적으로 관리하기 위해서는 공공 및 사업용 차량은 물론 비사업용차량의 온실가스 배출지표도 개발하여 온실가스 변화량을 지속적으로 측정하고 관리해 나가야 함. 이를 위해 환경부의 수송부문 탄소포인트제 시범사업 및 민간 마일리지 보험에 참여하는 차량에 계측기를 장착하여 비사업용 차량의 배출지표를 개발할 예정임. 또한 안산시에서는 관내 약 2,000명의 시민을 대상으로 수송부문 탄소포인트제 시범사업을 구상하고 있는바, 주행거리 인증에 본 연구에서 개발한 계측기가 필요할 것으로 예상되며 2,000대의 운행정보 및 연료소비량을 분석하여 비사업용 부문 온실가스 배출지표도 개발할 계획임

데이터가 충분히 확보되고 유효한 데이터가 수집되면 세부차종별(개인승용차, 택시, 시내버스, 고속버스 등), 지역별(도시지역, 지방지역 등), 도로종류별(고속도로, 국도, 시내도로 등), 규모별(배기량) 등으로 세부적인 배출지표 도출이 가능하여 맞춤형 온실가스 배출량 산정 및 감축량 파악에 효과적으로 활용이 될 것으로 기대됨

요 약 문

I. 제 목

(제2과제) 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

II. 연구개발과제 개요

본 연구에서는 중앙정부에서 시행하고 있는 ‘지속가능 교통도시 평가’를 지원하기 위해 지자체 교통부문의 지속가능성 평가지표 및 기술을 개발하고, 평가활용 시스템을 구축·개발하고자 함. 이에 평가기술 및 평가방법 개발, 지속가능 교통정책 발굴 모형 개발, 지속가능교통 평가활용 시스템 개발 총 3가지로 구성함. 첫째, 평가기술 및 평가방법 개발은 현행 평가체계의 한계를 기술적으로 보완·지원하기 위하여 신규 평가지표 개발 및 다양화·세분화하고, 절대 기준/최소기준을 도입하는 등 평가방법의 개선을 통해 평가를 최대한 객관적으로 평가할 수 있는 방법론을 구축하는 것임. 둘째, 지자체가 시행하고 있는 교통정책을 인벤토리 구축을 통해 데이터화하고, 지자체별 교통부문의 지속가능성을 향상할 수 있는 정책 추천 기능 개발을 통해 정책 수립을 위한 의사결정을 지원하는 지속가능 교통정책 발굴모형을 개발함. 셋째, 이를 바탕으로 지자체의 지속가능성을 지원할 수 있는 웹(Web)기반의 시스템을 구축하여 원활한 정보제공표출을 시행하고자 함

III. 연구개발 수행내용 및 결과

[지자체 지속가능 평가기술 개발]

○ 평가지표 및 평가방법 개발

- 신규지표 개발
 - 데이터 구득 등의 한계점을 내포하는 현행 평가지표의 개선을 위한 신규지표(접근성, 대중교통 경쟁력, 온실가스 배출량, 교통 형평성 지표) 개발
- 절대평가 방법 개발
 - 상대평가에만 의존하는 현행 평가체계의 개선 및 지속가능성 평가의 정확성 향상을 위해 신규평가 방법 개발
- 평가지침 개발
 - 정책수요자의 요구 및 지자체 담당공무원의 업무 효율성 향상을 위해 평가지침 개발

○ 지속가능 교통정책 추천기능 개발

- 교통정책·우수정책사례, 도시·교통환경숙성 DB 구축
- ‘지속가능 교통도시 평가’에서 수집한 지자체 시행정책 자료를 바탕으로 교통정책 데이터 구축
- ‘지속가능 교통도시 평가’ 대상 지자체의 경제·사회·교통·도시 부문의 현황자료를 바탕으로 도시·교통환경숙성 데이터 구축
- ‘국내 우수사례 경진대회(Best practice, BP)’를 통해 수집된 우수 정책 사례를 바탕으로 국내 우수 정책 사례 데이터 구축
- 국내에 적용할 수 있는 지속가능 교통정책 추천을 위해 미국, 일본, EU 국가 등 해외 선진사례를 바탕으로 해외 우수 정책 사례 데이터 구축
- 교통정책 추천기능 개발
- 정책과 도시숙성 또는 현황지표에 미치는 영향(강도, 방향)에 대한 관계도 작성 및 관계분석
- 관계도 및 분석내용을 바탕으로 도출된 정책효과 데이터와 정책-지표 관계 데이터를 활용하여 연계모형 제시
- 연계모형을 바탕으로 현황지표 수준 개선을 위해 인구, 예산 등을 고려한 지자체 맞춤형 정책 추천 기능 개발
- 추천된 정책 또는 검색된 정책의 시행효과(정량적, 정성적 효과) 제시 기능 개발

○ 지속가능 평가활용 시스템 개발

- 시스템 개발방향 정립 및 요구사항 수집/분석
- 이론고찰, 국내·외 정책 평가 및 지원시스템 조사를 통한 현황 분석
- 이용자의 요구사항 정의 및 분석을 통해 자료흐름과 프로세스 정립
- 시스템 설계서 작성
- 도출된 요구사항 및 요구기능을 기반으로 목표시스템 및 데이터베이스 설계
- 시스템 프로토타입 개발 및 시범운영
- 목표시스템의 프로토타입 개발 완료 후 ‘지속가능 교통도시 평가’ 사업에 시범운영 수행
- 시범운영을 통해 발생한 요구사항을 종합하여 지속적으로 시스템 수정·보완
- 최종 목표시스템 개발
- 시범운영을 통해 수집된 신규 요구사항을 추가 개발하여 시스템에 반영
- 평가결과 조회, 평가정보 입력, 교통정책 데이터 조회, 정책추천 등과 같은 기능 고도화

연구 개발 수행 내용 및 결과를 핵심성과물별로 정리하면 다음과 같다.

- (핵심성과 1) 평가지표 및 평가방법 개발
 - 평가지표 개선 및 신규지표 개발
 - 절대평가 기준 도입
 - 논문 개제 2건, 고시문 적용 2건
- (핵심성과 2) 지속가능 교통정책 추천 기능 개발
 - 교통정책 데이터 구축
 - 도시·환경속성 데이터 구축
 - 교통정책 추천 모형 개발
 - 정책 추천 기능 개발
 - 학술회의 발표 1건
- (핵심성과 3) 지속가능 평가활용 시스템 개발
 - 지자체 지속가능성 평가 지원 시스템 개발
 - 소프트웨어 등록 3건, 운영자 및 사용자 매뉴얼 작성

IV. 최종 연구성과 및 적용실적

1. 공공적 성과

- 국토교통부에서 시행하는 ‘지속가능 교통도시 평가’에 직접 활용 및 활성화에 기여
- 신규 지표 및 평가 방법 개발을 통해 평가의 한계점 극복
- 지속가능 교통 시스템 개발을 통해 정책 수립에 필요한 자료의 확보가 가능하고, 가이드라인 제시로 인해 지자체 환경과 여건에 적합한 정책 제시 가능

2. 기술적 성과

- 접근성, 대중교통 경쟁력, 온실가스 배출량, 교통 형평성과 같이 교통에서 중요하게 고려되는 평가부문의 신규 평가지표를 확보하여 평가의 다양성 제고
- 절대평가 방법개발을 통해 ‘지속가능 교통도시 평가’의 공정성 향상에 기여
- 국내 지자체가 시행하고 있는 교통정책과 속성에 대한 자료 확보 및 상호 공유 가능
- 소프트웨어 등록 3건
 - 지자체 지속가능 평가 인벤토리 탐색 모듈 (등록번호 제C-2015-014101호)
 - 지자체 지속가능평가 정보수집 모듈 (등록번호 제C-2016-006907호)
 - 지자체 지속가능평가 정책추천 모듈 (등록번호 제C-2017-010510호)

3. 학술적 성과

- 국내외 논문게재 : 2건
 - An Estimation of Vehicle Kilometer Travelled and On-Road Emissions Using the Traffic Volume and Travel Speed on Road Links in Incheon City(Journal of Environmental Sciences, 2016.07)
 - 지하철 우회계수 산정을 통한 수도권 지하철의 거리 효율 평가 모형(대한교통학회, 2015.06)
- 국내외 학술회의 발표 : 1건
 - Descriptive Analysis of Korean Cities' Sustainable Transport Programs and Projects, World Conference on Transport Research 2016 Shanghai. 10-15 July 2016

4. 경제적 성과

- 지속가능 교통도시 평가로 나타난 지자체의 문제점 개선을 통해 환경, 사회, 경제 각 부문 별로 낭비되는 경제적 비용을 감소시킬 수 있음
- 지속가능한 교통정책 추진을 통해 부문별 유발할 수 있는 사회적, 경제적 파급효과를 제시함으로써 실효성 있는 지속가능 교통정책 수립 기반 조성 및 교통부문의 국가 경쟁력 향상에 기여
- 지속가능한 교통 정책 수립을 유도함으로써 사회·경제 비용 증가 및 국가경쟁력 약화에 대비 가능

5. 기타 성과

- 지자체 공무원들의 '지속가능 교통도시 평가' 자료 제출 방식의 간소화
 - '16년 평가 이후 지자체 검증 설문을 통해 평가담당자들의 실질적인 평가를 받음
 - 지속가능 교통 시스템을 통한 평가자료 제출로 인해 대체적으로 업무 절차 및 업무 부담이 상당히 개선되었다는 의견 제시
- 개발도상국의 교통부문에서의 지속가능한 발전을 목표로 삼기 위한 평가를 도입하고자 할 때 평가 기술, 방법, 지표 등을 해외로 수출 가능

V. 연구목표 달성

- 목표하였던 최종성과물의 개발을 완료하였으며 다음과 같이 계획하였던 질적 목표와 양적 목표를 달성함

- 질적 목표 : 당초 계획한 연구내용을 모두 수행하였음
- 양적 목표 : 제시하였던 목표치 중 학술적 성과(논문) 5개 중 3개를 달성하였고, 기술적 성과(S/W등록)는 3건 중 3건 모두 달성, 기타 성과(고시문 등)는 4건 중 4건 모두 달성함

VI. 연구목표 효과

1. 평가지표 및 평가방법의 개발 등 평가 체계의 구축

- 체계적인 평가체계 구축을 통하여, 정책수요자의 지속가능교통 정책의 수립을 지원할 수 있을 것으로 기대
- 지자체 평가를 실질적 지속가능성 향상과 연계하는 평가체계를 구축하며, 이로 인해 지자체가 환경·사회·경제 등 다양한 측면에서 정책을 수립할 수 있도록 지원

2. 지속가능 교통정책 추천 기능

- 지속가능 교통정책이 유발할 수 있는 사회적, 경제적 파급효과를 정량적으로 제시함으로써, 효율적이고 합리적인 정책 수립을 지원할 수 있을 것으로 기대
- 지자체 맞춤형 정책 수립 가이드라인을 제시함으로써 지속가능 교통정책 수립 기반을 조성하고, 중장기적 차원에서는 지속가능성 증진에 기여할 것으로 기대

3. 지속가능 평가활용시스템 개발

- 지속가능 교통 플랫폼(Platform)을 통하여 타 지자체의 우수 사례, 정책 등을 공유 및 상호 참조할 수 있는 장을 만들 것으로 기대
- 지속가능 교통 시스템은 국내의 지속가능교통 분야에서 개발된 첫 사례로, 평가체계 구축·정책추천 기능 개발 노하우(know-how)를 선점하는 등 기술적 측면에서 우위를 점할 수 있을 것으로 기대
- 또한 중앙정부는 시스템을 통한 모니터링을 실시하여, 지속가능교통과 관련된 중점지원 사업의 선정기준을 마련하는 등 정책적 측면의 기여가 있을 것으로 기대
- 향후 지속가능성 증진을 위한 미래녹색기술 구축에 기여할 것으로 기대

VI. 연구성과 활용계획

- 지속가능 교통물류 발전법 제15조에 의거하여 매년 시행되는 지자체 ‘지속가능성 교통도시 평가’에 활용
- (신규지표 개발 기적용) 본 연구에서 개발한 신규개발 지표인 접근성 지표, 대중교통 경쟁력 지표는 고시문(고시문 제2015-588호, 2016-649호) 반영

- (신규지표 개발 적용 계획) 온실가스 배출량 지표, 교통형평성 지표는 2017년 평가고시문 반영 예정
- (평가방법 개발 적용계획) 본 연구개발에서 개발한 절대평가 기준은 향후 고시문 예정
- (평가지침 배포) 평가지침은 지자체 평가 설명회에서 배포(2015년 7월, 2016년 8월)

○ 지자체 정책 및 도시·교통환경속성 데이터 구축의 생산적 활용

- ‘지속가능 교통도시 평가’에서 매년 약 2,600여개의 지자체 정책 수집 및 데이터 구축을 통해 지자체 현황 파악 가능
- 지자체의 타 지자체의 모범 사례 참조 가능, 지자체 간 정보 상호 공유 가능
- 지자체 특성에 적합한 맞춤형 추천 정책을 통해 실효성 있는 정책 수립 가능

○ 지자체의 지속가능교통 정책 파악에 기반한 중앙정부의 맞춤형 정책 지원 가능

- 중앙정부는 지자체의 정책 데이터를 통해 지자체 특성에 기반한 맞춤형 지원 가능
- 지자체를 대상으로 하는 중점 사업개발 및 모니터링 가능

SUMMARY

Purpose	【 공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 기술 개발 】 ○ Development an indicator of greenhouse gas emissions to calculate the automotive sector greenhouse gas emissions(GHG) and to utilize in public institutions and energy targets of GHGs results 【 지자체 지속가능 평가기술 개발 】 ○ Development of the sustainability assessment methodology for local governments and implementation of the decision support system for sustainable transport policies				
Contents	【 공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 기술 개발 】 ○ To develop an indicator of GHGs ○ To calculate an indicator of automobile GHGs and to develop quantification technologies 【 지자체 지속가능 평가기술 개발 】 ○ The ultimate goal of this research is to develop new indicators and evaluation methods to enhance the sustainability assessment methodology for property of the local government, to provide the customized guidance to policy makers of local governments for the transportation sustainability, and to build the web-based assessment system utilized for this purpose				
Results	【 공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 기술 개발 】 ○ Analyze an indicator of automobile GHGs and development methodology of GHGs calculation ○ Development an instrument and application for gathering automotive GHGs data and transmission data to control center ○ Development a system for analyzing and surveying an automobile GHGs ○ Analysis automotive greenhouse gas emissions indicators and survey system development 【 지자체 지속가능 평가기술 개발 】 ○ Established new evaluation indicators and applied them in the draft of government notice ○ Developed sustainability assessment methods (absolute evaluation / minimum standards) and their documentations ○ Improve the sustainability assessment guideline - Create the reference model for transportation policy ○ Produce the web-based system specifications				
Expected Contribution	【 공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 기술 개발 】 ○ Discover the national sustainable transport policy and utilize of a reduction policy making ○ Utilize of a GHGs reduction potential estimation through a method of bottom-up approach ○ Utilize of GHGs calculation which is for the public sector and energy target management companies 【 지자체 지속가능 평가기술 개발 】 ○ The evaluation indicators and evaluation methods developed in this research are immediately applied and utilized in the sustainability assessments for local governments every year under Article 15 Sustainable Transport Logistics Development Act. ○ In addition, the decision support system for sustainable transport policies is also expected to municipal policy DB for the local governments and to reference of the sustainable transport policies for the central governments				
Keywords	Greenhouse gas	Emissions Indicators	Measuring(Monitoring), Report, Verification	sustainability assessment methodology for local governments	decision support system for sustainable transport policies

< 제 목 차 례 >

제1장 연구개발과제 개요	1
제1절 연구개발의 목적 및 필요성	1
제2절 연구개발의 정의, 범위, 특징	4
제2장 국내외 기술개발 현황	13
제1절 국내 기술수준 및 시장현황	13
제2절 국외 기술수준 및 시장현황	22
제3장 연구개발 수행 내용 및 결과	26
제1절 (핵심성과1) 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 방법론 개발	26
제2절 (핵심성과2) 자동차 온실가스 모니터링 시스템(CEMS) 개발	61
제3절 (핵심성과3) 온실가스 배출지표 및 배출량 산정·분석	73
제4절 (핵심성과4) 계측기 및 Application 개발	91
제5절 (핵심성과5) 계측기 성능 검증	100
제6절 (핵심성과6) 자동차 온실가스 모니터링 플랫폼 설계	102
제7절 (핵심성과7) 자동차 온실가스 모니터링 플랫폼 개발	105
제8절 (핵심성과8) 자동차 온실가스 모니터링 플랫폼 시범운영	109
제9절 (핵심성과9) 평가지표 및 평가방법 개발	111
제10절 (핵심성과10) 지자체 지속가능 교통 정책 추천 기능 개발	124
제11절 (핵심성과11) 지속가능 평가활용 시스템 개발	140
제4장 최종 연구성과 및 적용실적	146
제1절 최종 연구성과	146
제2절 적용실적	160
제5장 연구목표 달성 및 효과	167
제1절 연구개발 최종목표 달성도	167
제2절 연구개발 성과의 기술적 효과분석	172
제3절 연구개발 성과의 경제적 효과분석	173
제4절 연구개발 성과의 정책적 효과분석	174
제6장 연구성과의 활용 및 추가연구	176

제1절 연구성과 활용 방안	176
제2절 추가연구의 필요성	181

〈표 차례〉

<표 1-1> 지속가능 교통도시 평가 개요	2
<표 2-1> 온실가스 감축 관련 법 현황	13
<표 2-2> 국내 빅데이터 시장 동향	18
<표 2-3> 자동차 관련정보 수집장치 현황	19
<표 2-4> 유사연구 관련 기술 현황	21
<표 2-5> 국외 온실가스 동향	22
<표 2-6> 주요 국가의 기후변화 정책 현황	22
<표 2-7> 국외 기술 수준 및 시장 현황	25
<표 3-1> 국내 온실가스 관련법 현황	28
<표 3-2> 자동차 운행정보 수집내용	45
<표 3-3> 공공부문 배출지표 정의	46
<표 3-4> 여객부문 배출지표 정의	46
<표 3-5> 화물부문 배출지표 정의	47
<표 3-6> 경제운전 실천 항목	50
<표 3-7> 활동자료 항목 및 정의	52
<표 3-8> 계측기 현장테스트 현황	60
<표 3-9> 외부전문가 의견내용	60
<표 3-10> 차종별 배출지표 분석결과	80
<표 3-11> 계측기 장착 현황	81
<표 3-12> 데이터 수집 현황	82
<표 3-13> 수집자료 분석결과 (용도별)	82
<표 3-14> 수집자료 분석결과 (차종별)	83
<표 3-15> 차종별 분석결과	86
<표 3-16> 용도별 분석결과	89
<표 3-17> 차종별 분석결과	89
<표 3-18> 정책 분류 기준 (환경부문)	128
<표 3-19> 정책 분류 기준 (사회부문)	129
<표 3-20> 정책 분류 기준 (경제부문)	129
<표 3-21> 교통정책 데이터의 구성 요소 및 요소의 정의	130
<표 3-22> 2차 가공 데이터의 구성요소	134
<표 3-23> 교통정책 평가지표와 주요 도시·교통환경속성 데이터	135
<표 4-1> (핵심성과 1) 평가지표 및 평가방법 개발	158
<표 4-2> (핵심성과 2) 지속가능교통 시스템 개발	159
<표 4-3> 계측기 장착대수 현황	160
<표 4-4> 계측기 장착 수집대수	160
<표 4-5> 관용차량 분석결과	161
<표 4-6> 영업용차량 분석결과	162
<표 4-7> 비사업용차량 분석결과	163
<표 4-8> 지역별 분석결과	164
<표 5-1> 양적 성과 달성도	170
<표 5-2> 질적 성과 달성도	171
<표 6-1> 온실가스 배출지표의 대표성 확보를 위한 자동차 표본대수 선정	182

〈그림 차례〉

〈그림 1-1〉 해외 사례 동향	3
〈그림 1-2〉 정책 수요자의 요구사항	4
〈그림 1-3〉 온실가스 배출지표 분석·평가 플랫폼 구성	5
〈그림 1-4〉 연구개발 정의	9
〈그림 1-5〉 연구의 시간적 범위	10
〈그림 2-1〉 온실가스 단말기 시장규모	17
〈그림 2-2〉 국내의 지속가능성 관련 평가 기술	21
〈그림 3-1〉 경제운전 실천 홍보내용	27
〈그림 3-2〉 기관별 요구사항 조사결과	30
〈그림 3-3〉 배출지표 도출 방법론 과정	31
〈그림 3-4〉 자동차 운행시간 및 거리 분석	44
〈그림 3-5〉 국내 부처별 친환경운전(경제운전) 실천 문구	48
〈그림 3-6〉 시간대별 운행비율(%) 분석 예시	48
〈그림 3-7〉 주행거리 기반 온실가스 배출지표와 평균속도(km/h)와의 상관관계 분석 예시	51
〈그림 3-8〉 배출량 산정 방법론 과정	51
〈그림 3-9〉 자동차 온실가스 모니터링 시스템 구성도	62
〈그림 3-10〉 자동차 온실가스 모니터링 시스템 분석 예시	64
〈그림 3-11〉 자동차 온실가스 모니터링 시스템 분석 예시	65
〈그림 3-12〉 차량 위치 현황 분석	66
〈그림 3-13〉 속도별 연료소모량 현황	66
〈그림 3-14〉 시간별, 차속별 연비/연료소모량 현황	66
〈그림 3-15〉 속도 구간별 CO ₂ 배출량 분석	67
〈그림 3-16〉 시간, 거리 구간별 CO ₂ 배출량 분석	67
〈그림 3-17〉 속도, RPM 상관관계 분석	67
〈그림 3-18〉 시간, 거리별 속도, RPM 상관관계 분석	67
〈그림 3-19〉 속도, 가속도 구간별 연료분사량 행렬	68
〈그림 3-20〉 속도, 가속도 구간별 빈도 행렬	68
〈그림 3-21〉 배출지표 분석 예시	69
〈그림 3-22〉 온실가스 표준배출량 용도, 차종, 규모별 조건 등록	70
〈그림 3-23〉 엔진가열상태 분석 예시	70
〈그림 3-24〉 운행지 vs 등록지기반 분석 예시	71
〈그림 3-25〉 배출량 산정 프로세스	72
〈그림 3-26〉 자동차별 총 운행시간(sec)	75
〈그림 3-27〉 자동차별 총 운행거리(km)	75
〈그림 3-28〉 자동차별 급가감속 횟수(회)	75
〈그림 3-29〉 자동차별 평균연비(km/L)	76
〈그림 3-30〉 자동차별 주행시간 비율(%)	76
〈그림 3-31〉 자동차별 엔진미가열 주행거리 비율(%)	76
〈그림 3-32〉 자동차별 주행거리 기준 배출지표(gCO ₂ eq./km)	78
〈그림 3-33〉 자동차별 운행시간 기준 배출지표(gCO ₂ eq./sec)	79
〈그림 3-34〉 차종별 주행거리 기준 배출지표	79
〈그림 3-35〉 차종별 운행시간 기준 배출지표	79

<그림 3-36> 시간대별 차량운행 발생빈도	79
<그림 3-37> 차종별·시간대별 차량 운행 발생빈도	80
<그림 3-38> 공공부문 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)	83
<그림 3-39> 여객부문 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)	83
<그림 3-40> 화물부문 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)	84
<그림 3-41> 승용차 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)	84
<그림 3-42> 승합차 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)	85
<그림 3-43> 화물차 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)	85
<그림 3-44> 용도별 배출지표 현황	89
<그림 3-45> 차종별 배출지표 현황	90
<그림 3-46> 계측기 성능테스트 결과	101
<그림 3-47> 평가지표 및 평가방법 개발 핵심성과	111
<그림 3-48> 평가지표 및 평가방법 개발의 필요성 및 개발 방향	112
<그림 3-49> 평가지표 및 평가방법 개발의 개요	112
<그림 3-50> 신규 평가지표 개발 개요	113
<그림 3-51> 지자체 지속가능 교통정책 추진기능 개발 핵심성과	124
<그림 3-52> 연구의 배경 및 목적	125
<그림 3-53> 연구의 주요내용	126
<그림 3-54> 교통정책 자료 수집 현황	127
<그림 3-55> 국내·외 우수 정책 사례 DB 구축 예시	128
<그림 3-56> 정책분류기준 정립	130
<그림 3-57> 교통정책 데이터 구축 현황	131
<그림 3-58> 정책키워드 분석	132
<그림 3-59> 도시·교통환경속성 데이터 구조	133
<그림 3-60> 국내·외 우수 정책 사례 DB 구축 예시	134
<그림 3-61> 정책-속성, 정책-지표 관계 연계 모형(알고리즘) 예시	136
<그림 3-62> 정책 추천 기능 구조 예시	137
<그림 3-63> 정량적·정성적 정책시행효과 산출방법	137
<그림 3-64> 정책 추천 및 정책 효과 제시 기능 예시	138
<그림 3-65> 정책 추천 및 정책 효과 제시 기능 시스템 적용	139
<그림 3-66> 지속가능교통 플랫폼 활용방안	139
<그림 3-67> 지속가능 평가활용 시스템 개발 핵심성과	140
<그림 3-68> 시스템 개발 방향 분석 내용	141
<그림 3-69> 요구사항 정의 절차	141
<그림 3-70> 시스템 화면 설계	142
<그림 3-71> 시스템 및 데이터베이스 설계	143
<그림 3-72> 목표시스템 개발 현황	145
<그림 4-1> 최종 연구성과 요약	157
<그림 5-1> 연구개발 성과의 기술적 효과분석	173
<그림 5-2> 연구개발 정책적 성과	175
<그림 5-3> 지속가능 교통시스템 관련 지자체 검증의견 조사지 예시	175
<그림 6-1> 연구개발성과의 각 분야별 활용방안	180

제1장 연구개발과제 개요

제1절 연구개발의 목적 및 필요성

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

1. 연구개발의 배경 및 필요성

우리나라는 2015년 제21차 유엔기후변화협약 당사국총회에서 2030년까지 8억5천1백만톤의 온실가스 배출 전망 대비 37%인 3억1천5백만톤을 감축한다는 목표를 UN에 제출하였음. 이에 정부는 「2030 국가 온실가스감축 기본로드맵」을 발표하였고, 수송부문은 2030년에 1억5백2십만톤 중 24.6%인 2천5백9십만톤을 감축한다는 목표를 설정함. 국토교통부는 수송부문 국가 온실가스 배출량을 감축하기 위해 온실가스·에너지목표관리제 및 2015년부터는 온실가스배출권거래제를 운영하고 있음

수송부문 에너지목표관리업체의 온실가스 배출량 및 감축량 산정시에 경제운전 및 운행효율이 양호한 차량의 운행상황은 감안되지 않고 총량단위 연료소비량 자료를 집계하여 산정하고 있음. 총량 기준으로 온실가스 배출량을 산정할 경우 업체 전체 보유차량의 온실가스 배출 전망은 가능하겠지만, 개별 차량들의 배출특성 파악이 어려워 감축 가능량을 파악할 수 없으므로 장래 감축목표를 부여할 경우 목표달성에 어려움이 있음. 이를 위해서는 개별 차량들에 대한 단위 주행거리 당 배출량인 온실가스 배출지표를 반영하여 배출량을 산정해야만 배출특성 및 감축가능량 파악이 가능해져 효과적인 감축목표 달성이 가능함

본 연구는 첫째, 에너지 목표관리업체 및 관련기관의 온실가스를 분석·평가하고 효율적인 감축목표 관리를 지원해 주는 시스템 개발, 둘째, 수송부문 bottom-up방식의 배출량 산정에 활용할 수 있는 온실가스 배출지표를 개발하여 어느 부분에서 얼마만큼의 배출량을 줄일 수 있는지의 감축가능량을 파악할 수 있는 시스템 개발, 셋째, 자동차 운행차량의 온실가스 배출지표를 모니터링하여 국가 온실가스 정책 및 2030년 수송부문 온실가스 감축목표 이행관리에 활용할 수 있는 시스템을 개발하고자 함

2. 연구개발의 목적

- bottom-up 방식의 온실가스 배출량을 산정하고 전망하기 위해 자동차 온실가스 배출지표가 필요한 바, 이를 위하여 먼저 실도로 운행중인 자동차의 운행정보를 수집하여 온실가스 배출지표를 도출하고 분석·평가하는 방법론 개발에 목표를 둠

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

- 중앙정부는 지속가능 교통물류발전법 제14조, 15조에 의거하여 지자체의 현황수준 및 지자체가 시행하고 있는 정책을 진단·평가한 후, 문제점을 개선하고 지자체 맞춤형 합리적인 교통전략수립 및 지속가능한 교통기반을 조성하기 위해 ‘지속가능 교통도시 평가’를 시행 중임
 - 지속가능 교통도시 평가는 매년 인구 10만 이상의 74개 지자체를 대상으로 하며, 교통의 환경, 사회, 경제부문에 대해 총 32개 평가지표를 토대로 시행 중임

<표 1-1> 지속 가능 교통도시 평가 개요

구분	내용			
근거법	지속가능 교통물류 발전법 제14조, 제15조			
대상 도시	인구 10만 이상의 74개 도시('16년 기준)			
	구분	대상 도시	개수	
	가 그룹	특·광역시	7	
	나 그룹	인구 30만 이상 단일 도시	10	
	다 그룹	인구 30만 이상 도농복합시	16	
	라 그룹	인구 10만 이상 ~30만 미만 도시	41	
평가 주기	매년			
평가 목적	지자체의 현황 수준 및 정책을 진단·평가하여 문제점을 개선함으로써, 합리적인 교통 전략 수립 및 지속가능한 교통기반 조성 목적			
평가 지표	- 환경, 사회, 경제적 지속가능성 등 총 3가지 항목 - 총 32개의 지표(현황평가 지표 20개 + 정책평가 지표 12개)로 평가			
평가 방법	그룹별 상대평가			

- 지속가능 교통도시 평가지표 및 평가방법의 한계에 대한 개선 요구 존재
 - 평가지표 : 데이터 구득의 어려움으로 인해 평가지표가 지속가능한 교통의 전반을 측정할 수 있는 지표들로 구성되어 있지 않아 평가에 한계점 존재
 - 평가방법 : 상대평가에만 의존함에 따라 이상치(outlier)로 인해 평균값이 왜곡되거나, 현황이 좋음에도 불구하고 상대적 불이익 등이 발생하는 한계가 존재

- 현행 평가가 중장기적으로 교통부문의 지속가능성을 향상할 수 있도록 지자체 맞춤형 정책 수립을 지원하는 도구 필요
 - 지자체별 교통 환경의 특성, 정책 시행 현황 등이 각기 다름에도 불구하고 현행의 평가는 일괄적으로 하향식(Top-down)식의 평가를 시행 중임
 - 해당 지자체의 특성에 맞는 정책 후보군을 발굴하고 정책을 수립하여, 최종적으로 지속 가능한 교통 환경을 구축할 수 있도록 지원하는 정책 추천 기능이 필요
- 교통정책 및 도시속성 데이터, 정책추천 기능 등이 탑재된 웹(Web)기반의 시스템 구축이 필요
 - 중앙정부 및 지자체는 정책을 수립하는데 지원받고자 교통정책 데이터, 교통관련 도시속성 데이터 등을 검색하고, 이용할 수 있는 시스템에 대해 구축을 요구
 - 이에 ‘지속가능 교통도시 평가’정책평가 제출자료(연간 약 2,600여개)에 기반한 교통 정책데이터와 도시속성 데이터를 통해 지자체간의 다양한 도시 정보 및 우수 정책 사례 공유의 기회를 제공
 - 구축된 데이터를 통해 지자체 특성에 맞는 정책 수립을 지원 가능
- 해외 사례 동향
 - 주요 선진국, 국제기구 등에서는 자체적인 평가를 위해 평가지표 개발 및 가이드 개발 등이 활발히 진행 중
 - 지속가능 교통정책 공유를 위하여 SUMP(Sustainable Urban Mobility Plan) 등의 프로젝트 시행 중
 - 해외의 지속가능 평가와 관련된 사례를 공유할 수 있는 데이터 구축

**평가 관련
(지표개발)**

- ▶ 선진국(영국, 미국, 호주 등), 국제기구(경제개발협력기구, 유럽연합 등)에서 지속가능성 평가를 위한 **지표 개발, 평가 가이드** 등을 매우 활발히 관련 연구 중
 - 지표 개발은 가이드라인적 성격, 평가는 자가평가(Self-assessment) 성격(중앙정부 차원 아님)
 - 개발된 지표와 실제 평가 연계성 부족

**평가기반
정책 지원**

- ▶ 유럽연합에서는 프로젝트 시행을 통하여 신청하는 **정책을 평가 및 지원, 어워드 개최**
 - SUMP(Sustainable Urban Mobility Program, 지속가능 도시 모빌리티 프로그램): 35개 도시
- ▶ 독일은 정책 평가를 위한 구체적 평가 패키지(ASI-PREIT) 제시
 - ASI-PREIT(Avoid/Shift/Improvement – Planning/Regulatory/Economic/Information/Technological)

**데이터
구축**

- ▶ 유럽연합의 ELTIS(도시모빌리티연구소), 미국의 NLC(지속가능도시연구원) 등에서는 **지자체 정책, 도시속성 등 데이터화**
 - 지속가능도시연구원: 미국 24개 도시에 대한 집중정보 제공
 - 도시모빌리티 연구소: EU 주요 도시의 인구별/SUMP 프로젝트별/관련계획 등 검색 제공

<그림 1-1> 해외 사례 동향

○ 정책수요자의 요구사항 존재

- 매년 시행되는 지속가능 평가의 체계 정비를 비롯하여 실효성 있는 지자체의 정책 수립을 돕기 위한 정책 지원·데이터의 구축 시스템 개발이 필요
- 지자체간 정보를 교류하고, 정책을 수립할 수 있도록 선행사례, 유사사례, 모범사례 등을 데이터화하여 이를 웹(Web)에서 확인할 수 있는 기술 개발 필요

01 서울특별시(교통전문가) - 지자체 공무원이 도시 정책을 살펴볼 수 있는 설계 필요 - 정책 추천을 해주는 DB 필요	04 의정부시(지자체) - 실제 정책 수립에 도움이 되는 DB 구축 필요 - 지속가능성 관련 플랫폼 역할 필요
02 부산광역시(지자체) - 해외의 사례 등 정보가 필요 - 자료관리 및 축적 DB는 실무에 도움이 됨	05 상주시(지자체) - 모범사례를 참고할 수 있는 웹사이트 필요 - 유사한 환경의 다른 지자체가 수행하는 정책 알림 사이트 필요
03 대전광역시(지자체) - 지자체 정책 수립에 참고할 수 있는 데이터 필요 (단, 일반 인터넷 검색 기능 보다 향상된 기능 있어야) - 평가결과가 내년 정책 수립에 환류될 수 있는 구조 필요	06 창원시(지자체) - 평가가 향후 지속가능성 향상에 도움이 될 수 있도록 하는 평가체계 재정비 필요

<그림 1-2> 정책 수요자의 요구사항

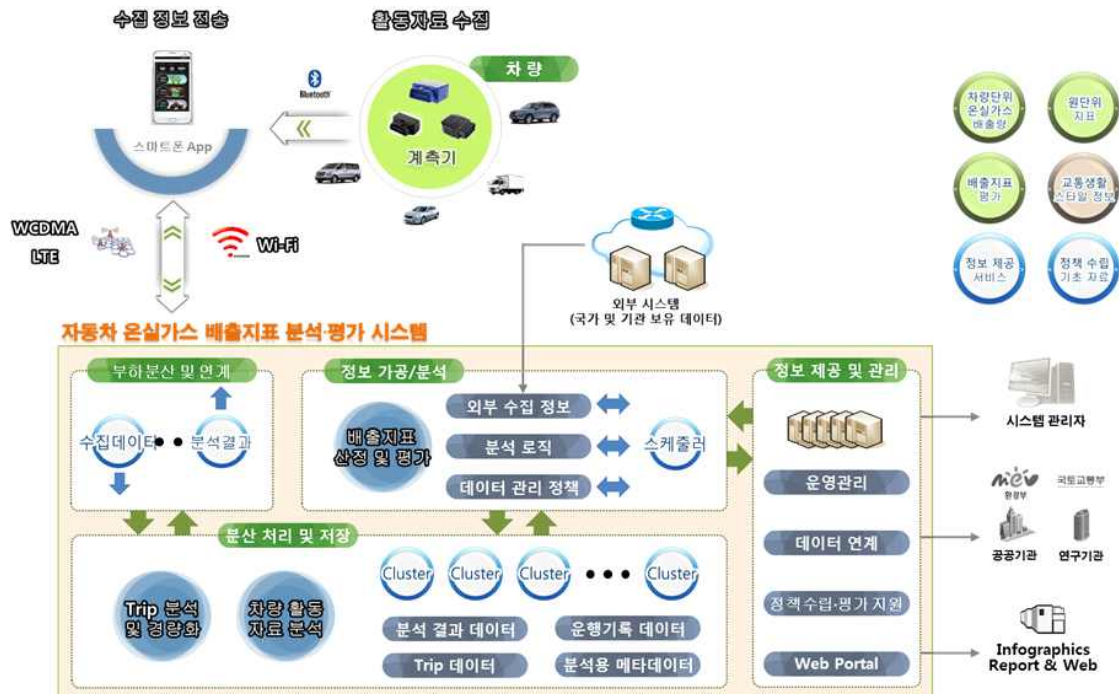
제2절 연구개발의 정의, 범위, 특징

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

1. 연구개발의 정의

- 본 연구개발의 최종목표는 IoT기술 기반으로 수집된 공공·여객·화물 부문 자동차의 분류 체계별로 온실가스 배출지표를 산정·평가할 수 있는 시스템 구축이며, 이를 위한 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 방법론 개발, 자동차 온실가스 배출지표 평가 및 계량화 기술 개발, 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 플랫폼 개발이 세부 목표임
- 공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 개발
 - 부문별 온실가스 배출지표 산정 방법론 개발
 - 국내 교통 환경 특성이 반영된 배출 지표 개발
- 공공·여객·화물 자동차 배출지표 산정 및 계량화 평가 기술 개발
 - 공공·여객·화물 자동차 배출량 산정 및 검증 방법론 개발
 - IOT 기반 자동차 운행 활동자료 계량화 기술 개발

- 공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 시범 시스템 개발
 - 국가 보유 데이터베이스(DB)를 기반으로 한 상호 검증 체계 구축
 - 대용량 분산 처리기술 적용, 배출 지표 분석·평가 플랫폼 개발
 - 시스템 연계 테스트(시범 1 개소)



<그림 1-3> 온실가스 배출지표 분석·평가 플랫폼 구성

가. 대상적 범위

- 국내 교통부문의 1톤 이하 공공·여객·화물 자동차

나. 시간적 범위

- 1차년도 : 2014.10.22 ~ 2015.06.21
- 2차년도 : 2015.06.22 ~ 2016.04.21
- 3차년도 : 2016.04.22 ~ 2017.02.21(총 2년 4개월)

다. 내용적 범위

○ 연구개발 주요 내용은 다음과 같음

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용
1차년도 (2014)	공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 기술 개발	■ 국내외 관련 현황 및 동향 조사 분석 - 국내외 기술 동향 파악 - 부문별 요구사항 분석 ■ 온실가스 배출지표 분석·평가 방법론 개발 - 분석 방법론 개발 - 평가지표 개발	▶ 온실가스 배출 평가 관련 지표, IOT 기반 자동차 운행정보 수집 및 분석 시스템 구축 사례 및 기술 동향 파악 ▶ 온실가스 배출 효율 평가 및 분석 방안 및 정보 활용 관련 연구 동향에 대한 조사 분석 ▶ 부문별 정보 요구사항 조사 및 분석 ▶ 공공, 여객, 화물 부문별 온실가스 배출지표 및 평가 방법론 개발 - 부문별 분석·산정 방법론 개발 - 톤급별, 용도별, 차종별 등 부문별 평가지표 개발 (원단위 배출지표(g CO₂ eq./km) 등)
		■ 자동차 단위 배출지표 계량화 개발	▶ 개별 차량단위 배출량 산정 및 검증 방법론 개발 - IoT 기반 차량 단위 배출량 산정 방법론 개발 - 부문별 온실가스 배출지표 평가 방법론 개발 - IoT 기반 계량화 평가 아키텍처 설계 ▶ 실도로 주행평가를 위한 계량화 평가 방법론 개발 - IoT 기반 수집 데이터와 기존 시스템 데이터와의 상호 검증 방법론 설계
		■ 배출지표 분석·평가 관리 플랫폼 개발	▶ 연계 로직 및 API 개발 - 수집 항목 확정 및 개발 - 연계 서비스 보안 기능 적용 개발 - 사용자 인증 보안 - 연계 기능 개발 ▶ 대용량 처리 기술 개발 - 대용량 데이터 및 데이터베이스 설계를 위한 사전 요건 확인 - 대용량 데이터 처리를 위한 데이터베이스 설계 보완 및 개발
2차년도 (2015)	공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 기술 개발	■ 온실가스 배출 평가지표 개발	▶ 교통부문별 온실가스 배출 평가지표 개발 - 공공, 여객, 화물 부문 배출량 산정 및 검증 방법론 검토 ▶ End User의 요구사항 분석을 통한 정보 서비스 콘텐츠 도출 - End User의 요구사항 분석의 재분류

			- 정보 콘텐츠의 적용방안제시 - 정보 콘텐츠 도출 ▶ 배출지표 및 다양한 분석결과 제공을 위한 정보 콘텐츠 개발 - 온실가스 배출량, 배출지표 분석 및 통계 - 운행정보, 운행습관 분석 및 통계 개발 - 등록/운행지 기반 온실가스 배출지표 통계 개발 - 기관/업체별 서비스 개발 - 분석기준 및 시스템관리 서비스 개발
		■ 공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 산정 및 계량화 기술 개발	▶ 계측기 및 어플리케이션 개발 - 운행정보 계측기 및 어플리케이션 개발 - 시작품 제작 ▶ 운행정보 수집 모듈, 센서 연동 및 서버 연동 기능 검증 - 운행정보 수집 모듈, 센서연동, 실시간 차량 데이터 및 센서 데이터의 무결성 - 서버 연동 기능 검증 테스트 - 무선통신 모듈 인터페이스의 안정성 테스트 - Server 연동 인터페이스 및 프로토콜 개발
		■ 공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 시스템 개발	▶ 파일럿 응용 서비스 개발 - 원시데이터 및 (재)가공 데이터를 이용하여 외부 시스템에서 요구하는 서비스를 제공하기 위한 연계 로직 및 API 개발 ▶ 연계 시스템 보안 방안 설계 ▶ 대용량 분산처리 기술 개발 - 수집정보의 분산처리 기술 개발 : 운행정보 수집 성공율(%) 95% 이상, 분산 저장 수행 성공율 95% 이상, 분산 처리 성공률 95% 이상 - 클러스터 형태의 분산 처리 기술 적용 - 데이터 재가공 기술 설계 및 개발
3차년도 (2016)	공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 기술 개발	■ 온실가스 배출 평가지표 개발 - 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 - 분석서비스 개선 및 평가 기능 고도화	▶ 부문별 온실가스 배출지표 산정 - test-bed 운영 및 개선사항 도출 - 온실가스 배출지표 시범 산정 및 분석 - 분석서비스 개선 및 평가 기능 고도화 ▶ 온실가스 배출량 시범 산정 및 분석 - 운행거리, 운행시간 등의 자동차 운행 활동자료와 연계 ▶ 온실가스 배출 평가 지표 활용 정책 Agenda 도출
		■ 자동차 온실가스 계량화 기술 개발 - 수집데이터 무결성 분석 - 개선사항 도출 및 고도화 - 적산오차테스트 - 계측기 보급 확대 방안	▶ 제품 생산 - 제품 생산 (100EA + (예비 30EA)) ▶ 현장 테스트 - 시범1개소(안산시) 계측기 장착 실행 - 전송된 데이터를 기반으로 개선사항 도출 및

		제시	안정화 실행 - 환경적 요인 및 사용자의 조작에 따른 예외사항 검토 ▶ 개선사항 도출 및 고도화 - 이슈사항 정리 및 원인 분석을 통한 고도화 ▶ 수집데이터 무결성 분석 - 데이터 적합성 분석 ▶ 적산오차 테스트 - 적산오차 테스트를 위한 Tool 스크립트 개발 - 성능 검증 테스트
		■ 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 시스템 개발 - 시스템 개선 사항 도출 및 보완 검증 : 데이터 재가공 등 보완 검증 - 연계로직 보완 - 시스템 연계 테스트 및 검증 - 유지보수 및 설계도서 작성	▶ 시스템 개선사항 도출 및 보완 개발 - 데이터베이스 서비스 최적화 튜닝 - 데이터 인증 처리속도 향상 ▶ 시스템 연계 테스트 및 검증 - 안산시 및 한진택배 계측기 정보 연계 처리 - 앱-서버 연계 모니터링 및 시스템 모니터링 - 서버-WEB서버 연계 및 운용상태 모니터링 ▶ 외부 서비스 연계 로직 보완 - 웹 연계 데이터베이스 인덱스 보완 ▶ 시스템 유지보수 및 설계도서 작성 - 운영매뉴얼 작성 - 설계도서 작성

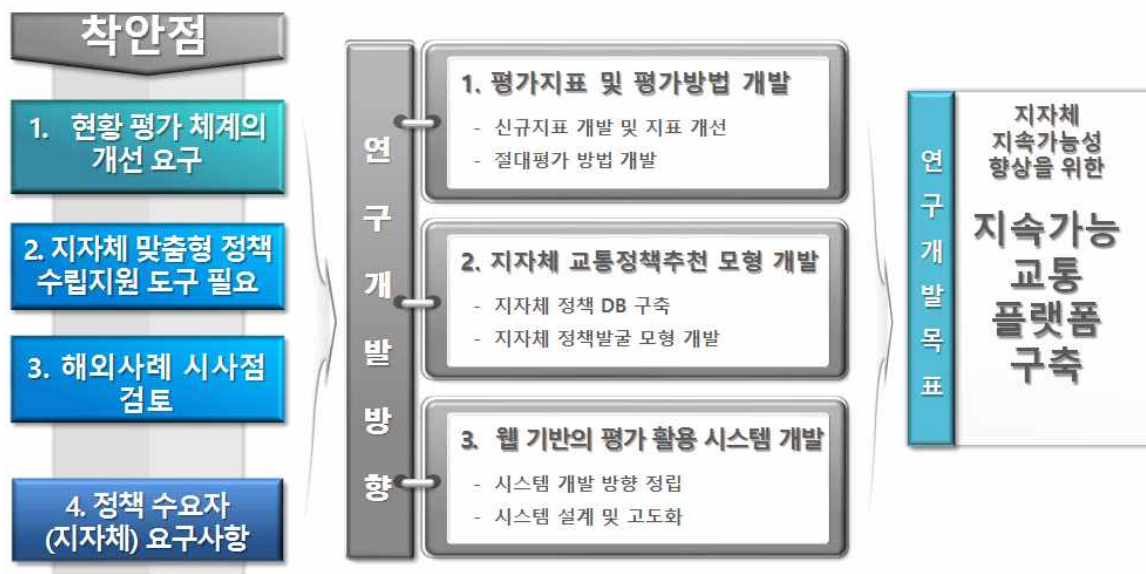
3. 연구개발의 특징

- 현재 수송부문 국가 온실가스 배출통계 작성 시 이용하는 온실가스 산정방법은 Tier 2 기준 연료기반 국가 고유배출계수를 적용하여 온실가스를 산정하고 있으며, Tier 3 수준의 온실가스 산정방법은 차량의 평균속도를 이용한 배출계수를 적용하여 산정하고 있음
- 본 과제에서 제시하는 온실가스 산정방법과 기존 산정방법의 차이는, 기존 방법은 집계된 활동자료(주행거리, 자동차 대수 등)를 이용하여 산정하는 방법으로 이는 총량적인 온실가스 배출현황 및 전망은 가능하지만 감축잠재량 및 감축목표를 설정하는 데에는 한계가 있으나, 본 과제에서 제시하는 방법론은 실제 주행하는 차량의 온실가스 관련 활동자료(연료소비량, 주행거리, 냉각수 온도 등)를 수집하여 개발한 배출지표를 이용하여 온실가스를 산정하는 방법으로 본 과제에서 제시하는 산정방법을 적용하여 온실가스를 산정할 시에서는 bottom-up 방식의 배출량 산정이 가능하고 어느 부분에서 온실가스를 감축해야 할지의 감축잠재량 파악이 가능하고 구체적인 감축목표 설정이 가능한 방법임

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

1. 연구개발의 정의

- 지자체의 지속가능성을 향상시키기 위한 지속가능 평가 활용 플랫폼(Platform) 구축
 - 현행 평가 체계의 개선요구 등 연구개발의 필요성에 착안
 - 주요 연구내용 1 : 평가지표 및 평가방법의 개발
 - 주요 연구내용 2 : 지자체 교통정책 추천기능 개발
 - 주요 연구내용 3 : 웹(Web)기반의 평가활용 시스템 개발을 통해 지속가능교통 플랫폼(Platform) 구축
- 지속가능 교통 플랫폼인 웹(Web)기반의 평가활용 시스템을 통하여 지자체 간 우수 정책사례·정책 데이터 등의 공유 기회를 제공하고, 지자체 특성에 맞는 정책 수립 지원을 기대함



<그림 1-4> 연구개발 정의

2. 연구개발의 범위

가. 대상적 범위

- 지속가능 교통도시 평가지표 및 평가방법
- 지자체 지속가능 교통정책 추천
- 지속가능 평가 플랫폼

나. 시간적 범위



<그림 1-5> 연구의 시간적 범위

다. 내용적 범위

(1) 지속가능 교통도시 평가지표 및 평가방법 개발

○ 신규지표 개발

- 데이터 구축 등의 한계점을 내포하는 현행 평가지표의 개선을 위해 신규지표(접근성, 대중교통 경쟁력, 온실가스 배출량, 교통 형평성 지표) 개발

○ 절대평가 방법 개발

- 상대평가에만 의존하는 현행 평가체계를 개선하고, 지속가능성 평가의 정확성 향상을 위해 신규평가 방법 개발

○ 평가지침 개발

- 정책수요자의 요구 및 지자체 담당공무원의 업무 효율성 향상을 위해 평가지침 개발

(2) 지자체 지속가능 교통정책 추천 기능 개발

○ 교통정책·우수정책사례, 도시·교통환경속성 데이터 구축

- '지속가능 교통도시 평가'에서 수집한 정책 자료를 바탕으로 교통정책 데이터 구축
- '지속가능 교통도시 평가'대상 지자체의 경제·사회·교통·도시 부문의 현황자료를 바탕으로 도시·교통환경속성 데이터 구축

- ‘국내 우수사례 경진대회(Best practice, BP)를 통해 수집된 우수 정책 사례를 바탕으로 국내 우수 정책 사례 데이터 구축
- 미국, 일본, 유럽연합(EU)등 해외 선진사례를 토대로 국내에 적용할 수 있는 지속가능 교통정책 추천을 위해 해외 우수 정책 사례 데이터 구축

○ 교통정책 추천기능 개발

- 정책과 도시속성 또는 현황지표에 미치는 영향(강도, 방향)에 대한 관계도 작성 및 관계분석
- 관계도 및 분석내용을 바탕으로 도출된 정책효과 데이터와 정책-지표 관계 데이터를 활용하여 연계모형 제시
- 연계모형을 바탕으로 현황지표 수준 개선을 위해 인구, 예산 등을 고려하여 지자체 맞춤형 정책 추천 기능 개발
- 추천된 정책 또는 검색된 정책의 시행효과(정량적, 정성적 효과)를 제시하는 기능 개발

(3) 지속가능 평가활용 시스템 개발

○ 시스템 개발방향 정립 및 요구사항 수집/분석

- 이론고찰 및 국내·외 정책 평가 및 지원시스템 조사를 통한 현황 분석
- 이용자의 요구사항 정의 및 분석을 통한 자료흐름과 프로세스 정립

○ 시스템 설계서 작성

- 도출된 요구사항 및 요구기능을 기반으로 목표시스템 및 데이터베이스 설계

○ 시스템 프로토타입 개발 및 시범운영

- 목표시스템의 프로토타입 개발 완료 후 2016년‘지속가능 교통도시 평가’ 사업에 시범운영 수행
- 시범운영을 통해 발생한 요구사항을 종합하여 지속적으로 시스템 수정·보완

○ 최종 목표시스템 개발

- 시범운영을 통해 수집된 신규 요구사항을 추가 개발하여 시스템에 반영
- 평가결과 조회, 평가정보 입력, 교통정책 데이터 조회, 정책추천 등과 같은 기능 고도화

3. 연구개발의 특징

가. 평가지표 및 평가방법의 개발 등 평가 체계의 구축

- 체계적인 평가체계의 구축을 통해 정책수요자가 지속가능교통 정책을 수립하는데 지원할 수 있을 것으로 기대
- 지자체 평가가 실질적으로 지속가능성 향상과 연계하는 평가체계를 구축하고, 이로 인해 지자체가 환경·사회·경제 등 다양한 측면에서 정책을 수립할 수 있도록 지원

나. 지속가능 교통정책 추천 기능

- 지속가능 교통정책이 유발할 수 있는 사회적, 경제적 파급효과를 정량적으로 제시함으로써, 효율적이고 합리적인 정책 수립을 지원할 수 있을 것으로 기대
- 지자체 맞춤형 정책 수립 가이드라인을 제시함에 따라 지속가능 교통정책을 수립할 수 있는 기반을 조성하고, 중장기적 차원에서는 지속가능성 증진에 기여할 것으로 기대

다. 지속가능 평가활용시스템 개발

- 지속가능 교통 플랫폼인 평가시스템을 통하여 타 지자체의 우수 사례 및 정책 등을 공유하고, 상호 참조할 수 있는 장을 만들 것으로 기대
- 지속가능 교통 시스템은 국내의 지속가능교통 분야에서 개발된 첫 사례로, 평가체계 구축·정책추천 기능 개발 노하우(know-how)를 선점하는 등 기술적 측면에서 우위를 점할 수 있을 것으로 기대
- 또한 중앙정부는 시스템을 이용한 모니터링을 실시하여, 지속가능교통과 관련된 중점지원사업의 선정기준을 마련하는 등 정책적 측면의 기여가 있을 것으로 기대
- 향후 지속가능성 증진을 위한 미래녹색기술 구축에 기여할 것으로 기대

제2장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내 기술 수준 및 시장 현황

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

1. 온실가스 관련 현황

가. 배출지표 활용 현황

- 현재 우리나라는 국가 온실가스 감축 의무부담에 관한 국제협상시 우리나라 대응전략 수립을 위한 기초자료로, 관련 부처(환경부, 산업통상자원부, 국토교통부, 농림축산식품부 등)에서 부문별 배출 통계를 통보받아 작성하는 국가 온실가스 인벤토리 보고서를 활용하고 있음
- 2013년 우리나라 온실가스 총배출량은 694.5 백만톤 CO₂eq.로 전년대비 약 1.5% 증가하였으며, 총 배출량 중 에너지 분야 87.3%, 산업공정 분야 7.6%, 농업 분야 3.0%, 폐기물 분야 2.2%로 에너지 분야의 배출량이 가장 높게 나타난다. 전년대비 배출량 증가율은 GDP 증가율(2.8%)보다 낮은 1.5%에 불과하며, 이는 목표관리제 이행, LNG 사용 증가에 따른 전력배출계수 개선, 유가상승 등에 의한 것으로 보임
- 시군별 온실가스 배출특성에 따른 전라북도 온실가스 배출량 지표(1인당 배출량, 면적당 배출량, 도시규모, 시군형태 등) 선행 연구 사례가 있으며, 배출량의 일부분(64%)만 설명하거나 편차가 커서 단일지표로의 활용은 어려울 것으로 판단됨. 또한, 저탄소 녹색도시 조성을 위한 광주광역시 온실가스 감축정책 방향 연구에서, 광주광역시 에너지 소비에 의한 온실가스 배출지표를 연구한바 있음. 2007년 광주의 CO₂eq.톤/GRDP(십억원)은 359.23 CO₂eq.톤/인은 5.07로 에너지 분야 중 수송부문이 큰 폭으로 증가하여 온실가스 감축전략으로 먼저 고려해야 할 부문으로 판단됨. 이외에도 서울시 온실가스·에너지 감축사업 평가지표 개발 및 이행성과 평가방안 연구 등 지자체별 온실가스 배출지표에 관한 연구가 진행되고 있음

나. 온실가스 주요 감축정책 현황

<표 2-1> 온실가스 감축 관련 법 현황

정책	저탄소 녹색성장 기본법	지속가능 교통물류발전법	대기환경보전법
조항	(제9조) 저탄소 녹색성장 국가전략 수립	(제7조) 지속가능 국가교통 물류발전 기본계획의 수립	(제9조) 기후·생태계 변화유발물질 배출 억제
	(제10조) 중앙행정기관의 추진계획 수립	(제9조) 지속가능 지방교통 물류 발전계획의 수립	(제76조의 2) 자동차 온실가스 배출허용기준

정책	저탄소 녹색성장 기본법	지속가능 교통물류발전법	대기환경보전법
	(제11조) 지방자치단체의 추진계획 수립	(제14조) 지속가능성 관리 지표 및 기준	(제76조의 4) 자동차 온실가스 배출량의 표시
	(제26조) 녹색기술의 연구개발 및 사업화 등의 촉진	(제16조) 온실가스배출 감축 조치	(제76조의 5) 자동차 온실가스 배출허용기준 및 평균에너지소비효율기준의 적용관리 등
	(제38조) 기후변화대응의 기본원칙	(제20조) 대형중량화물의 운송대책	
	(제47조) 교통부문의 온실가스 관리	(제27조) 환경친화적 교통기술의 개발지원	
	(제53조) 저탄소 교통체계의 구축	(제29조) 도시·군계획 등과 연계	

다. 온실가스 관리시스템 현황

- GHG-CAPSS(Greenhouse Gas Air Policy Support System) : 환경부의 대기오염-온실가스 통합관리시스템. 대기배출원시스템을 통해 지역별, 연도별, 배출목록별 사업장 활동도자료를 입력하고 IPCC가이드라인에 따라 온실가스 및 대기오염물질 배출량을 산정·검증함
- 국가온실가스종합관리시스템 : 국가 온실가스 인벤토리 관리, 공공부문·관리업체 온실가스·에너지 목표관리 지원, 온실가스 감축목표 설정 지원, 온실가스 관련 정보의 대국민 제공 역할을 함
- 교통부문 온실가스 관리시스템(KOTEMS) : 국토교통부의 교통부문 온실가스 인벤토리 관리 시스템. NA/VA 기업들의 배출현황을 통해 목표관리 지원, 온실가스 주요 감축정책·기술 감축효과 평가시스템 제공함
- 에너지·산업부문 온실가스통합정보시스템 : 산업통상자원부의 에너지 및 산업분야의 온실가스 배출량과 에너지 관련 통계 시스템. 산업, 가정, 에너지 분야 등의 에너지 기술 DB와 해외 온실가스 통계, 목표관리업체별 온실가스 통계를 제공함

2. 기술 현황

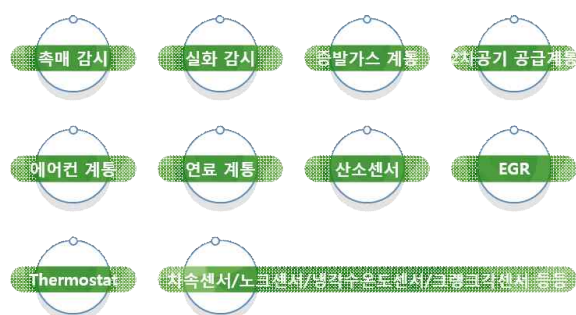
가. 빅데이터 기술현황

- 국내 매출액 1천억 원 이상 중견기업의 도입률은 2014년 8.1%에서 2015년 9.6%으로 증가하였으나, 종업원 100인 이상의 중견기업의 빅데이터 도입률은 2014년 3.9%에서 2015년 4.3%로 소폭 증가하였으나 여전히 도입률이 낮은 상태임

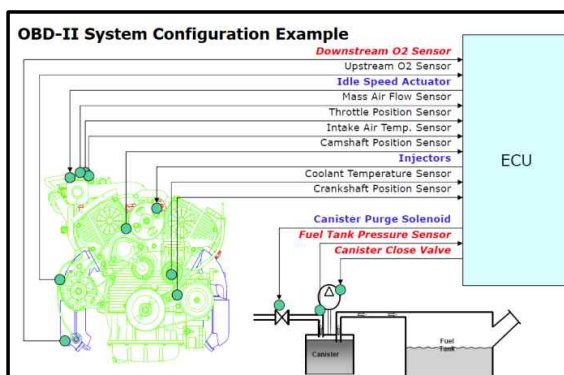
- 빅데이터 기술을 도입한 기업은 대부분 고객관리 및 마케팅, 리스크 관리, 비즈니스 변화 모니터링 등 기업의 실질적 매출과 연계되는 분야에 주로 활용하는 형태를 보임
- 국내 빅데이터 관련 기술 전반의 수준은 선진 기술 수준 100% 대비 62.6% 수준에 머무르고 있는데, 이는 국내 빅데이터 관련 서비스의 수요가 적고 원천기술 개발에 대한 필요성이 낮기 때문임
- 2015년 기준으로 수준 격차는 3.3년 뒤쳐져있으며, 이를 동일 수준으로 끌어올리는데 3.6년이 걸릴 것으로 판단하고 있음
- 이는 빅데이터 활용 성장률이 중대형 업체의 경우 20~25% 수준, 중소기업의 경우에는 5~8% 수준에 머무르고 있는 것으로 보아 빅데이터 기술에 대한 수요가 없어 관련 기술의 연구가 지연되고 있기 때문으로 판단할 수 있음

나. 배출가스자기진단장치(OBD, On-Board Diagnostics)

- 제작자동차 시험검사 및 절차에 관한 규정 (환경부고시 제 2015-6호, 일부개정)
- 제작자동차 인증 및 검사 방법과 절차 등에 관한 규정 (환경부고시 제 2015-7호, 일부개정)

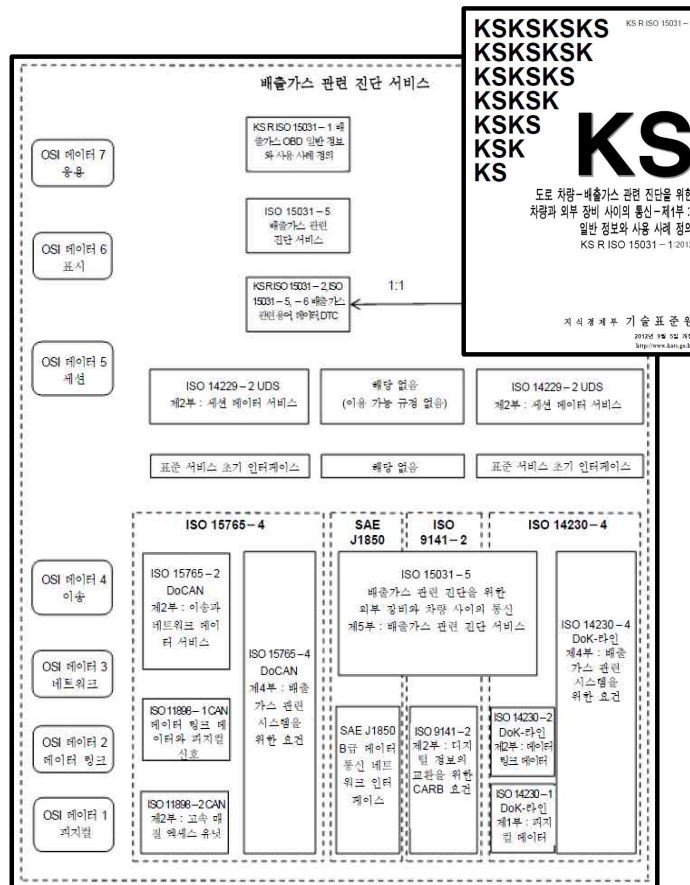


[2009년 휘발유 자동차 의무화, 2014년 전 차종 의무화]



다. 자동차 운행정보 수집 방법 및 항목

- 자동차 내부 신호와 외부 장비 사이의 통신 규격은 다음과 같은 ISO 규격에 의거, 전 세계적으로 규격화 되어 있음
- 기존 자동차 운행정보 데이터 분석의 문제점이었던 대용량 데이터 수집에 따른 시스템 부하 가중을 해소하고자 본 R&D에서는 데이터 경량화, 시스템 부하감소를 목적으로 배출가스자기진단장치로부터 1초 단위로 수집된 데이터를 계측기에서 3분 이하 단위로 1차 요약 분석을 수행, 이 분석 데이터를 저장하고 시스템으로 전송함



KS R ISO 15031-1:2012



1차년도 연구성과를 바탕으로 데이터를 경량화하고 시스템의 부하 감소를 위해 배출가스자기진단장치로부터 1초 단위로 수집된 데이터를 계측기에서 3분 이하 단위로 1차 분석 수행, 분석된 요약데이터를 저장, 전송



3. 시장 현황

가. 온실가스 단말기 시장 규모

- 잠재적으로는 2000만대 이상의 규모를 가지고 있는 시장임
- 1차 목표를 약 8만대 규모의 관용 차량 시장을 중심으로 시작하여 단계별로 진행
- 궁극적인 목표는 시장 규모가 가장 큰 민간 자가용으로 확대 보급임
- 정책적 지원 및 R&D의 성과인 시스템이 있어야 함으로 타사와의 경쟁력에서 우위를 가지고 있음
- 전체 시장의 약 1% 점유 시, 약 20만대, 예상매출 100억원으로 분석됨
- 디지털 운행 기록계(DTG)와 시장성을 비교하면 화물차량은 약 7배, 승합차 관련하여서는 약 6배에 달하는 시장규모의 차이가 발생함
- DTG는 일부 상용차에만 적용된 정책이며 본 과업 결과물은 DTG의무 장착 차량 이외의 온실가스 에너지관리 업체 및 민간 차량까지 대상으로 하는 광범위한 시장임



<그림 2-1> 온실가스 단말기 시장규모

나. 빅데이터 시장 현황

- 국내 빅데이터 시장의 규모는 2013년 1,643억원이었으며, 정보의 공공투자 및 대기업 위주의 파일럿 프로젝트가 주를 이룸
- 2013년 22.5%, 2014년 30.5%, 2015년 30.9%의 성장률을 보이며 2015년 2,623억원으로 시장규모가 성장함
- 정부 영역의 투자는 2014~2015년 성장세는 42.4%, 민간 투자는 26.4%의 성장세를 보임

- 2020년까지 평균 34.9%의 성장률(2017년 39.1%, 2018년 35.4%, 2019년 33.3%)을 보일 것으로 예측 (한국정보화진흥원, 2015년 빅데이터 시장현황조사)

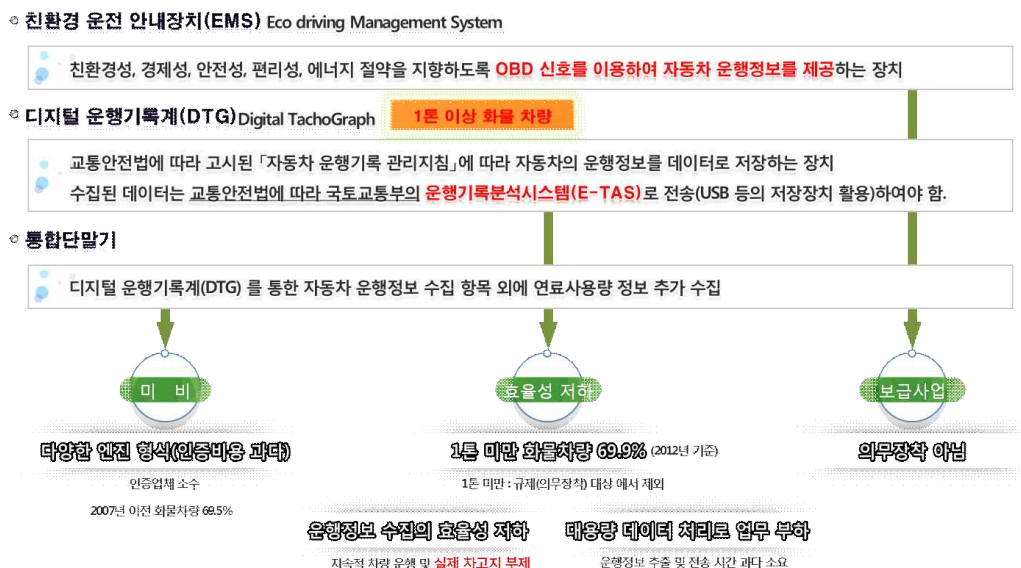
<표 2-2> 국내 빅데이터 시장 동향

연도	시장규모 (억원)	성장률 (%)	주요 시장 동향
'13	1,643	-	- 정부의 빅데이터 지원 정책 수립 - 초기 정부 공공 투자 230억 원 - 국내 그룹사의 파일럿 프로젝트 시작
'14	2,013	22.5	- 빅데이터 관련 정부 투자가 490억원으로 확대 - 민간 투자도 증가하면서 전년대비 22.5%의 성장세
'15	2,623	30.3	- 빅데이터 시장 활성화를 위한 정부 투자 규모가 698억원으로 증가 - 기업 스스로의 의지에 기반한 빅데이터 투자는 여전히 소극적이거나, 이전 연도와 비교하여 활용 건수가 확대되고 관심도 또한 증가세 - '14~'15년은 수요(고객)자들의 빅데이터 유용성 인식의 확대, 파일럿 프로젝트 확대, DW/BI 업무 고도화, 자사와 관련하여 유고나 사례 스터디 및 참조 등이 나타남
'16	3,432	30.9	- 빅데이터 활용에 대한 파일럿 프로젝트가 마무리되면서, 빅데이터 분석 시스템 구축이 확대될 전망 - IoT 및 빅데이터 활용, 성공 사례가 나타나고 데이터 매쉬업이 활발해지면서 빅데이터 관련 투자 또한 활기를 띌 것으로 전망
'17	4,672	36.1	- 업종별 리더십을 가진 기업의 활용 사례가 하위 경쟁 업체의 투자를 이끌어낼 것으로 전망 - 빅데이터 플랫폼, 시스템 구축뿐만 아니라 빅데이터 서비스도 활성화될 것으로 예상

* 출처: '15 빅데이터 시장조사, KRG

4. 경쟁기관 현황

가. 국내 과제별 자동차 활동 자료 수집 장치 현황



나. 국내 자동차 활동 자료 수집 장치 현황(일반 기업)

<표 2-3> 자동차 관련정보 수집장치 현황

구분	과업 개발 품	크루즈플러스	아이나비 DriveX	Smat Auto Scanner
기 능	유류량/연비 주행 기록 (2개월) 주행 습관 주행 시간 주행 거리 차량 상태값 연료 소모량 누적 연료 소모량 시동 On/Off 연비 냉각수 온도(70) 도달 시간 냉각수 온도(70) 도달 연료 소모량 Fuel Cut 속도/RPM 급가감속 횟수 브레이크 횟수 CO2, CH4, N2O 배출량 에어컨 가동 시간 에어컨 가동 연료소모량 3분 Trip Data GPS 좌표 운전습관 분석 30분후 자동 절전	유류량/연비 주행 기록 주행 습관 주행 시간 주행 거리 고장 진단 차량 상태값 모니터링 시동후 소모량 오늘 소모량 시동후 연비 오늘 연비 냉각수 온도 미션오일 온도 배터리 전압 기어단수 퓨얼컷 속도/RPM 10분후 자동 절전	평균 연비 순간 연비 주행 거리 속도/RPM 에코정보 연료 분사량 유류비 고장진단 차량 상태값 모니터링 배터리 전압 냉각수 온도 미션오일 온도 기어 상태 조향각 급가감속 횟수	현재 속도 속도구간별 시간 최고속도 주행거리 주행이간 급가속/급감속 평균속도 공회전시간 공회전횟수 ISG-Stop 시간 과속시간 저속시간 안전운행지수 연비지수 누적거리 과속거리 저속거리 과RPM횟수 최고 냉각수온도 최저 냉각수온도 냉각수온도 115이상시간 엔진오일온도 엔진오일온도130시간이상 배터리 11이하시간 베너리 15.5이상시간 최대전압 최저전압 5초간 TPS정보
display	스마트 폰 App	스마트 폰 App	네비게이션 Dash(네비게이션 필요)	스마트 폰 App (통신요금 발생)
가 격	50,000원	128,000원	50,000원	129,000

※ 본 과제의 활동자료 수집 장치와 타사의 활동자료 수집 장치와의 차별성

- 3분단위 semi-trip의 생성으로 서버의 분석 기술이 적용되어 1차 분석 가공함으로 서버의 부하를 줄일 수 있도록 제작됨
- 4Mb의 메모리를 탑재하여 자체 데이터 저장 기능을 가지고 있으며 하루 8시간기준 약 60일 분의 수집된 활동자료를 저장하고 있음

- 냉각수 온도를 단순 표시하는 것이 아닌 엔진 미가열 상태의 연료소모량을 별도로 측정하여 온실가스 배출량 산정에 반영함
- 온실가스 배출량을 산정하기 위한 계측기로 이에 특화된 데이터를 수집, 가공하여 CO2, CH4, N2O를 자체적으로 산정하여 데이터를 출력함

다. 차량 데이터 수집 기술 관련 경쟁 기관 현황

- KT는 InnoCar의 OBD 센서를 이용하여 차량정보를 수집, 스마트폰의 앱으로 연동하는 서비스로 차량의 상태, 실시간 운전 가이드, 운행기록 조회를 통해 차량 관리를 지원하며, KT에서 서비스 중인 내비게이션, 음악 스트리밍 등과 연동하는 차량 내 운전환경을 제공
- KT는 2016년 11월, 환경부, 한국환경공단과 함께 InnoCar 서비스를 활용한 ‘자동차 탄소포인트제 시범사업’을 위한 업무협약’을 체결하여 2018년부터 시범서비스 운영을 위해 준비 중이며, 2016년 12월 시범운영 대상자 모집 중임
- 몬스터게이지는 OBD 센서를 이용하여 차량의 다양한 정보를 스마트폰의 앱과 연동하여 표출하는 서비스를 개발하여 운영 중으로, 별도 정보수집 서버가 없어 서비스 확산이 어려운 상태이나, 상세한 정보 및 실시간 업데이트가 강점임

5. 지식재산권 현황

가. 차량 데이터 수집 기술 관련 지식재산권 현황

- KT는 차량으로부터 탄소배출 정보를 수집할 수 있는 장치, 그리고 정보를 서버로 수집하기 위한 방법에 대한 국제특허를 취득하였음
- 동의대학교는 차량의 관제를 위하여 OBD 센서를 통해 데이터를 취득하고, 이를 서버로 전송하는 방법에 대한 특허를 취득함
- ㈜루프는 운전자의 탄소배출 절감의 노력에 따라 보상금을 제공하는 방법에 대한 국제특허를 취득하였으며, DTG 장치를 제작하여 판매 중

6. 표준화 현황

가. 빅데이터 표준화 현황

- 산업통상자원부에서 2013년부터 빅데이터의 표준화를 위해 관련 정책과 공공활용을 위한 기반 마련을 위해 연구 중
- 국가주도 표준화는 빅데이터를 주도하고 있는 미국의 산업현황과 거리가 있어 표준화 진행에 어려움이 있으며, 빠른 업계의 변화에 표준제정이 따라가지 못하고 있어 현재까지 마련된 표준안이 없는 상태

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

1. 국내 기술 수준 및 시장 현황

가. 기술 현황

- 국내에서는 지자체의 지속가능한 교통 현황 및 정책을 종합적으로 평가하고, 지자체의 특성에 맞는 정책 수립을 지원하는 평가활용시스템 개발사례는 존재하지 않음
- 대부분의 기존 연구에서는 정책의 효과를 예측할 수 있는 의사결정시스템 개발, 탄소 저감량을 예측할 수 있는 기술개발 연구, 수송부문별 온실가스 저감 및 운영 지원을 목적으로 하는 기술 개발 등과 같이 주로 온실가스 배출량과 관련된 연구에 초점을 맞추고 있는 실정임

<표 2-4> 유사연구 관련 기술 현황

부처명	사업명	과제명	예산	비 고	중복성
국토 교통부	도시건축 연구사업	탄소저감을 위한 도시공간-교통연 계 탄소배출량 관 리시스템 개발	38.58 억원	녹색도시 정책 효과를 예측할 수 있는 의사결정 시스템 및 인간 활동 원단위별 탄소발생량과 토지이용 등 도시 변화에 따라 탄소저감량을 예측할 수 있는 기술 및 도 로시설물, 정책지원 의사결정 시스템 등 개발이 목적임	없음
국토 교통부	교통물류 연구사업	교통부문 온실가 스 저감 및 통합 관리기술 개발	71.7 억원	개별 수단별 온실가스 배출계수 및 활동도 자료 수집을 통한 교통부문 온실가스 인벤토리를 개발하고, 교통정책 의 온실저감 효과를 분석하는 시스템 개발이 목적임	없음

- 지자체 지속가능 평가활용시스템 개발과 관련한 국내·외 특허기술은 전무함
- 해당 기술 분야들의 기술력 선점을 위해 시장성 있는 연구개발이 필요하며, 적극적 특허 활동을 통해 지적재산권을 선점하고, 향후 해외시장에서의 우위를 확보하는 데에 역량을 집중시켜야 할 것으로 판단됨

가. 시장 현황

- 국내 '지속가능 교통도시 평가'는 『지속가능 교통물류 발전법』에 근거하여 한국교통연구원(KOTI)가 수행하고 있으며, 지속가능성 평가를 시행하기 위한 온실가스배출량과 관련된 정보는 KOTEMS(Korea Transport Emission Management System), NETIS(National GHG Emission Total Information System) 등에서 제공 중임



<그림 2-2> 국내의 지속가능성 관련 평가 기술

제2절 국외 기술 수준 및 시장 현황

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

1. 온실가스 관련 현황

가. 주요 OECD 온실가스 배출지표 현황

- 2010년 1인당 이산화탄소 배출량은 미국이 17.4톤/인, 호주 17.2톤/인, 캐나다 15.7톤/인, 독일 9.3톤/인, 일본 8.9톤/인, 영국 7.9톤/인, 한국 11.4톤/인으로 우리나라는 OECD 평균 10.1톤보다 높은 수준임
- 2011년 공공지출 중 환경 R&D 비중은 호주 4.9%, 영국 3.1%, 독일 2.7%, 벨기에 2.4%, 한국 2.2%로 OECD 국가 중 중간 수준임
- 미국 환경보호청(EPA)는 37개 지표를 통해 미국의 기후변화 추세 및 현황을 분석한 보고서를 발간하였음.('16.8.) 온실가스, 날씨·기후, 태양, 강설·빙하, 건강·사회, 생태계 등 6개 부문으로 구성되며 온실가스 부문 배출지표는 아래 표와 같음

<표 2-5> 국외 온실가스 동향

지표	현황
미국 온실가스 배출량	'90~'14년 미국내 온실가스 배출량은 7% 증가하였으나 '05년 이후 미국 내 전체 온실가스 배출량이 7% 감소
세계 온실가스 배출량	'90~'10년 세계 온실가스 배출량은 5% 증가하였으며, 같은 기간 이산화탄소 배출량은 42% 증가
온실가스의 대기밀도	대기 내 이산화탄소 농도는 연평균 400ppm을 초과해 80만년 만에 최대치를 기록
기후 강제력	'90~'15년 인간 활동에서 배출되는 온실가스를 통한 온난화 효과가 37% 증가

나. 기후변화 대응 정책

<표 2-6> 주요 국가의 기후변화 정책 현황

국가	유럽연합(EU)	미국	일본	호주
연방정책	■ 유럽연합 배출권거래제 시행 - 전세계 온실가스 배출권 80% 거래 규모 - 1단계(2005~2007), 2단계(2008~2012), 3단계(2013~2020) 구분 시행	- 2050년 배출량 80% 감축 목표로 총량제한과 배출권 거래제 도입 - 2025년까지 전력 25% 재생에너지로 부터 생산	■ 지구온난화대책의 추진에 관한 법률(1998) - 제1차 의무이행기간(2008~2012년)동안 1990년 대비 평균 6% 배출량 감축	■ 청정에너지법(2011) 도입 - 3년 고정 탄소 가격 기간 거쳐 EU 배출권거래제 및 교토의정서 체제와 연계된 총량 제한 거래제로 전환

국 가	유럽연합(EU)	미국	일본	호주
				- 2015년 7월부터 유 동가격 배출권거래제 시행 예정 ■ 대규모재생에너지계획 - 2020년까지 신재생에 너지 41,000GWh 발 진 목표 ■ 청정에너지금융공사 - 저탄소 기술 도입 지 원에 100억 달러 투 자
지 자 체 감 축 정 책	■ 영국 지방정부 - 에너지기후변화부에 서 2010년부터 시 행중이며, 주요 내 용은 9개 시범지자 체에 온실가스 감축 시범사업을 운영하 고 관련 지식을 공 유하는 협력체 구성	■ EPA 지방자치단 체 기후변화 대책 지 원 -Climate Showcase Communities Program (CSCP) -State Climate and Energy Program(SCEP) -Local Climate and Energy Program(LCEP) -Tribal Climate and Energy Information Program(TCEIP) -Economic Recover y Resource(ERR)	- 산업계의 자율적 참 가로 운영되며, 2010년 초부터 동 경시를 중심으로 자 체적으로 배출권거 래제도를 준비하여 시행 중	■ 기후변화 적응 지원 프로그램 - 중앙정부에서 산업, 학계 전문가, 지자체 담당자가 참여하는 전문가 집단 컨설팅 지원 프로그램 시행

다. 온실가스 관리시스템 현황

- 영국의 2008년 신설된 기관인 에너지기후변화부에서는 지역별 에너지 소비량 통계를 작성하여 지역별 에너지 소비량을 파악하고 이를 근거로 정부가 국가 에너지 소비를 관리함
- 캐나다는 CBEDDAC(Canadian Building Energy End-Use Data and Analysis Center)라는 건물 에너지 최종 소비 자료 분석기관을 통해 (1) 건물 연간에너지소비량을 집계, (2) 주거, 상업, 공공, 일반용 건물의 에너지 통계를 작성, (3) 에너지 소비의 경제적, 통계적, 기술적 분석 및 관리 기능을 수행하며 건물 에너지 효율화 촉진을 위한 상세 정보를 지속적으로 제공함
- 호주 National Greenhouse Accounts, 미 연방 온실가스 보고프로그램(고정연소부문), 영국 기업 및 국가 온실가스인벤토리(석유·가스부문) 등 각국 온실가스정보 관리시스템 구축함

2. 기술 현황

가. 빅데이터 기술현황

- 빅데이터 인프라 소프트웨어, 빅데이터 분석 소프트웨어, 빅데이터 어플라이언스 솔루션, 빅데이터 서비스 플랫폼 등 빅데이터와 관련된 모든 분야에서 기술개발이 이루어지고 있음
- 빅데이터 인프라 소프트웨어 기술을 주도하고 있는 Hadoop과, 이와 경쟁을 하고 있는 MongoDB, Couchbase, Cassandra와 같은 NoSQL 솔루션이 있음
- 빅데이터 분석 소프트웨어 기술은 SAS가 최고의 기술을 가지고 있지만, 관련 오픈소스기술의 개발이 활발히 이루어지고 있고, 이를 기반으로 하는 분석 관련 솔루션 업체들이 생겨나고 있는 상태임
- 빅데이터 어플라이언스는 IBM, Oracle과 같은 전통적인 하드웨어 및 미들웨어 솔루션 업체들이 주를 이루고 있으며, 기존 제품의 빅데이터 처리 지원을 통해 입지를 넓히고 있음
- 미국의 구글과 아마존, 중국의 알리바바 등 주요 해외 기업이 전 세계 빅데이터 서비스 플랫폼을 운영하고 있으며, 플랫폼을 기반으로 기술과 시장을 주도하고 있음

3. 시장 현황

가. 빅데이터 시장현황

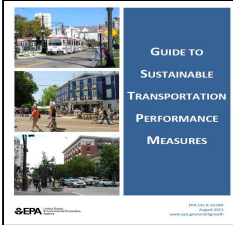
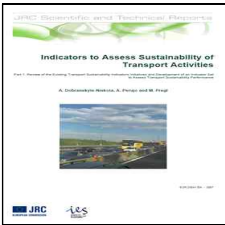
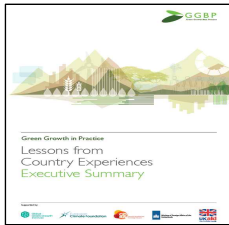
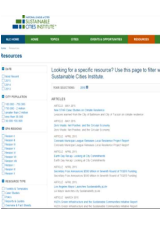
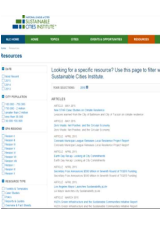
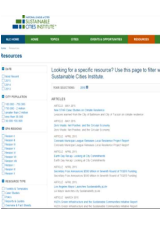
- 모바일, 소셜, 클라우드 서비스가 전세계 ICT 투자의 1/3을 차지하고 있음
- BI(Business Intelligence) 및 분석 시장은 2015년에 5.2%의 성장률을 보이며 2016년에 169억 달러에 이름 (출처: 가트너)
- 데이터 시장은 2015년에 696억 달러였으며, 2020년까지 1323억 달러로 성장할 것으로 전망됨 (출처: 451Research)
- 컨설팅, 분석 등을 포함하는 빅데이터 서비스 분야가 전세계 빅데이터 시장의 가장 큰 부분을 차지하고 있으며, 2020년 까지 평균 38%의 성장률을 보일 것으로 전망됨 (출처: NOVOUS)
- 빅데이터 스토리지 분야는 세 번째로 큰 시장이며, 2020년까지 평균 55.5%의 성장률을 보이며 제일 큰 시장이 될 것으로 전망됨 (출처: NOVOUS)

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

1. 국외 기술 수준 및 시장 현황

- 해외에서는 이미 지속가능 교통 관련 평가 및 정책 지원, 시스템 구축 기술 등을 활발하게 개발하고 있으나, 본 R&D에서 개발하고자 하는 기술과는 차별성이 존재함

<표 2-7> 국외 기술 수준 및 시장 현황

구분	내용				
평가 체계 구축 관련 기술 현황	- 선진국(영국, 미국, 호주 등), 국제기구(OECD, EU 등)에서 지속가능성 평가를 위한 지표 개발, 평가 가이드 등을 매우 활발하게 연구 중 * 미국 환경보호청(EPA)에서는 ‘지속가능 교통성과 측정을 위한 가이드(Guideline To Sustainable Transportation Performance Measures)’ 발간 및 환경적·사회적·경제적 측면의 지속가능 교통 평가지표 및 평가방법 소개 - 지표 개발은 가이드라인의 제시, 평가는 자가 평가(Self-assessment)를 독려하는 수준에서 지속가능성의 측정을 장려 * 참고. 해외의 지속가능성 평가 관련 보고서들   				
정책 수립 지원 관련 기술 현황	- 주요 선진국(독일, 호주 등)에서는 온실가스 저감을 위한 ASI(Avoid-Shift-Improve, 억제-전환-개선) 기초에 맞춰 지속가능성을 평가 관리하는 ASI-PREIT(Avoid-Shift-Improve-Planning-Regulatory-Economic-Information-Technology 모형), 레벨에 따른 정책의 맞춤 적용(국가-지역-도시 등) 패키지 등 개발 - 유럽연합에서는 SUMP(Sustainable Urban Mobility Program) 프로젝트 시행을 통하여 신청하는 정책을 평가 및 지원하고, 우수한 사례를 소개할 수 있는 어워드 개최 - 지자체의 맞춤형 정책 지원을 도시속성 및 정책 데이터 기반의 도구는 없는 형편				
데이터 구축 관련 기술 현황	- 도시별 속성과 정책 프로젝트 공유를 위한 데이터화 - 지속가능한 교통과 관련한 제반 사항 및 지자체의 맞춤형 정책 지원의 기능이 탑재된 데이터는 없는 형편 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">도시모빌리티연구소(The urban mobility observatory)</th><th style="width: 50%;">지속가능도시연구소(Sustainable Cities Institute)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;">  - 도시별 모빌리티 계획 제공 - 인구규모별 구분 선택 가능 - SUMP(Sustainable Urban Mobility Program) 프로젝트와의 연관성 계획 등 공유 - 지도에서 선택 및 다운로드 가능 </td><td style="vertical-align: top;">  - 인구규모별 구분 선택 가능 - 도시별 사례 연구, 정책, 기본 통계 등 다양한 정보 공유 가능 - 관련 주요 기사 등 정보 공유 가능 </td></tr> </tbody> </table>	도시모빌리티연구소(The urban mobility observatory)	지속가능도시연구소(Sustainable Cities Institute)	 - 도시별 모빌리티 계획 제공 - 인구규모별 구분 선택 가능 - SUMP(Sustainable Urban Mobility Program) 프로젝트와의 연관성 계획 등 공유 - 지도에서 선택 및 다운로드 가능	 - 인구규모별 구분 선택 가능 - 도시별 사례 연구, 정책, 기본 통계 등 다양한 정보 공유 가능 - 관련 주요 기사 등 정보 공유 가능
도시모빌리티연구소(The urban mobility observatory)	지속가능도시연구소(Sustainable Cities Institute)				
 - 도시별 모빌리티 계획 제공 - 인구규모별 구분 선택 가능 - SUMP(Sustainable Urban Mobility Program) 프로젝트와의 연관성 계획 등 공유 - 지도에서 선택 및 다운로드 가능	 - 인구규모별 구분 선택 가능 - 도시별 사례 연구, 정책, 기본 통계 등 다양한 정보 공유 가능 - 관련 주요 기사 등 정보 공유 가능				

제3장 연구개발 수행 내용 및 결과

<1과제> 공공여객화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

제1절 (핵심성과1) 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 방법론 개발

1. 연구수행 전략 및 방법론

○ 배출지표 및 배출량 산정 방법론 개발의 목표 및 주요 연구내용은 다음과 같음

연차	연구목표	주요 연구내용
1차년도	온실가스 배출지표 분석·평가 방법론 개발	- 국내외 관련 현황 및 동향 조사 분석 - 부문별 정보 요구사항 조사 및 분석 - 부문별 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 방법론 개발
2차년도	온실가스 배출 평가지표 개발	- 부문별 온실가스 배출 평가 지표 개발 - End User의 요구사항 분석을 통한 정보 서비스 콘텐츠 도출
3차년도	온실가스 배출 평가지표 개발	- 활동자료 평가 방법론 개선

2. 연구수행 내용

자동차 온실가스 배출지표 및 배출량을 산정하기 위한 방법론을 개발하기 위해 국내외 관련 현황 조사 및 부문별 정보 요구사항 조사를 수행하였음. 이를 바탕으로 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 방법론을 개발하였음

가. 국내외 관련 현황 및 동향 조사 분석

(1) 자동차 온실가스 배출량 감축을 위한 국내 추진 정책 동향

- 정부에서는 교통부문에 있어서 온실가스 저감과 에너지 효율 향상을 위하여 지속가능교통물류발전법(2009.6.9.)과 저탄소녹색성장기본법(2010.1.13)을 시행하고, 온실가스 감축 목표의 효과적 이행을 위한 다각적인 정책을 추진 중에 있음
- 최근 수송수단 전환(도로에서 철도 및 연안해운으로 전환) 및 행태변화(에코드라이빙 + 대중교통 확대) 등 수요관리 정책 추진, 그린카 반영으로 연비 개선(승용차, 2015년 CO₂ 배출기준 140 g/km) 및 관리 강화(승용차, 버스, 화물) 등의 감축 방안 추진 등을 통하여

“모두가 누리는 안전하고 쾌적한 교통환경” 비전 달성을 위한 정책 추진 및 기술 개발 방향을 설정하고 있음(국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵(국무회의 보고자료), 2014.01.)

■ 감축수단별 세부 이행계획(교통 부문)

- 1) 교통수요 관리 및 교통운영 효율화
 - 교통수요 관리기법으로 승용차 통행 억제
 - IT 기술을 이용한 기존 교통시설 운영 효율화
- 2) 생활밀착형 보행자전거 활성화
 - 보행 우선구역 등 사람 중심으로 보행환경 개선
 - 자전거와 대중교통의 연계강화를 위한 기반시설 확충
- 3) 대중교통 인프라 확충 및 서비스 개선
 - 철도·BRT 등 대중교통 인프라의 지속적 확충
 - 복합 환승센터 개발 등으로 대중교통 연계서비스 강화
- 4) 저탄소 녹색물류체계 구축, 친환경 기술개발
 - 탄소배출 저감형 물류체계 구축, 녹색교통수단으로의 전환 확대
 - 그린카 및 첨단 고속철도 등 개발과 보급 활성화
- 5) 저탄소차 생산·소비 선순환으로 온실가스 감축
 - 2단계 자동차 온실가스 배출기준('16 ~ '20) 시행, 중대형차까지 확대
 - 저탄소차 협력금제도 시행('15) 등 친환경·저탄소차 구매 지원

○ 특히, 경제운전(친환경운전) 활성화 등을 목표로 국토교통부 및 환경부에서는 산하기관 또는 관련 협회를 통하여 다양한 캠페인을 추진하고 있음



< 국토교통부, 교통안전공단 실천 문구 >
(<http://www.ecodriving.kr>)



< 환경부, 한국자동차환경협회 실천 문구 >
(<http://www.eco-drive.or.kr>)

<그림 3-1> 경제운전 실천 홍보내용

(2) 국내외 온실가스 배출평가 방법 동향

- 온실가스 배출평가 방식이 기존 배출 총량 기준 평가 방식에서 배출강도(Emission Intensity), 탄소집약도(Carbon Intensity), 원단위 배출량, 배출지표 등의 용어로 배출 효율성에 대한 평가 방법으로 바뀌고 있음

삼성반도체이야기

삼성전자 사업장 온실가스 원단위 배출량은 올해 상반기 기준 3.85톤 CO₂/억원으로 온실가스 저감목표의 기준년인 2008년 대비 48%의 감축 성과를 거뒀습니다.

※ 온실가스 원단위 배출량이란?
사업장에서 배출되는 온실가스 총 발생량을 매출액으로 나눈 값으로 매출 확대나 축소와 관련없이 해당 기업의 온실가스 배출 강도를 알 수 있습니다.
(단위: 톤CO₂/억원)



구분	고속철도 (㉠)	'A' 고속도로	'B' 고속도로	'C' 고속도로	하이 (㉡-㉢)	비율 (㉠-㉢)
Level-1 정제구간 (톤 CO ₂ /km)	18,598	20,163	19,805	16,365	18,778	-179
정제구간 (톤 CO ₂ /km)	7,480	12,905	15,374	7,847	12,042	-4,562
Level-2 교량구간 (톤 CO ₂ /km)	29,434	27,876	-	37,474	32,675	-3,241
터널구간 (톤 CO ₂ /km)	17,000	22,588	19,986	-	21,287	-4,287

* 한국철도시설공단, 철도건설환경 탄소영향조사, 2012

< 철도건설현장과 도로건설현장의 탄소배출 원단위 비교 연구 >
[정우성, 2014 한국철도학회 춘계학술대회 논문집]



◆ 공공부문 건축물 분류별 온실가스 원단위 종합 결과(단위: tCO₂/m²)

용도 분류	연면적 구분	냉방지역	난방지역	냉난방지역	합계
공공	1,000㎡ 미만	0.018	0.006	0.024	0.014
	1,000㎡ ~ 3,000㎡	-	0.041	0.041	0.041
	3,000㎡ ~ 6,000㎡	-	0.100	0.100	0.100
	6,000㎡ ~ 10,000㎡	-	0.039	0.039	0.039
	10,000㎡ 이상	0.058	-	0.058	0.058
합계		0.037	0.039	0.076	0.037

용도 분류	연면적 구분	냉방지역	난방지역	냉난방지역	합계
업무시설	1,000㎡ 미만	0.046	0.038	0.084	0.048
	1,000㎡ ~ 3,000㎡	0.033	0.036	0.069	0.037
	3,000㎡ ~ 6,000㎡	0.043	0.037	0.080	0.043
	6,000㎡ ~ 10,000㎡	0.046	0.043	0.089	0.049
	10,000㎡ 이상	0.052	0.047	0.099	0.054
합계		0.049	0.048	0.097	0.053

- 따라서, 도로교통부에서도 차종별 부문별 온실가스 배출 효율성 평가 방식이 적용되어 온실가스 배출량 감축을 위한 계획 수립 및 이행은 배출 총량으로 감축 목표를 설정하고, 세부 개별 자동차별 공정한 평가로 주행거리, 운행시간 등의 활동자료별로 분석하는 원단위 지표를 분석, 이행 계획을 수립하는 방향으로 진행되어야 함

나. 국내 온실가스 관련법 분석

(1) 교통부문 온실가스 관련법 분석

- 교통부문 온실가스 관련법을 분석한 결과 다음과 같음

<표 3-1> 국내 온실가스 관련법 현황

법	관련조항	GHG 관련 주요시책	시행 내용
저탄소 녹색성장 기본법	제9조	·저탄소 녹색성장 국가전략 수립 - 녹색성장 5개년 계획 수립	·저탄소 녹색성장 기본계획(2009) ·제1차 녹색성장 5개년 계획(2009) ·제2차 녹색성장 5개년 계획(2014)
	제10조	·중앙행정기관의 추진계획 수립 - 연차별 시행계획 수립	·20개 중앙행정기관 시행 ·국토교통부 추진계획(2010)
	제11조	·지방자치단체의 추진계획 수립 - 연차별 시행계획 수립	·16개 지자체 시행 ·지방자치단체 추진계획(2010)
	제38조 제40조	·기후변화대응 기본계획	·기후변화 대응 종합기본계획(2008) ·국가 기후변화 적응 종합계획(2008)
	제47조	·교통부문의 온실가스 관리	·자동차 평균에너지 효율 및 온실가스 배출허용 관리(환경부 제2014-235호)
지속가능 교통물류 발전기본법	제7조 제8조	·지속가능 국가교통물류발전기본계획 - 기본계획의 연차별 시행계획	·지속가능 교통물류 발전 기본계획 (2011~2020)
	제14조	·지속가능성 관리 지표 및 기준 수립	·온실가스 지속가능 관리지표 - 국토교통부 고시 제 2014-610호

			·온실가스 지속가능 관리기준 - 국토교통부 고시 제 2014-611호
	제15조	·지속가능성 조사 및 평가	·한국교통개발 연구원 위탁 수행 - 2014년 첫 시행 - 지속가능 교통 프리뷰 발간
에너지법	제10조	·지역에너지계획 수립	·제1차 국가에너지기본계획(2008) ·제2차 에너지기본계획(2014) -저탄소 녹색성장 기본법 제41조
에너지이용 합리화법	제4조	·에너지이용 합리화 기본계획 수립	·제5차 에너지이용 합리화 기본계획(2014)
대기환경 기본법	제11조	·대기환경개선 종합계획의 수립	·대기환경개선 종합계획(2006-2015)
	제18조	·대기환경규제지역의 지정	·대기환경규제지역의 실천계획 작성 지침 (2013)
지속가능 발전법	제10조	·다른 법령에 따른 계획과의 연계	·제2차 지속가능발전 기본계획(2011) -저탄소 녹색성장 기본법 제50조

(2) 부문별 요구사항 분석

- 온실가스 감축 모니터링 시범 사업 중인 안산시와 경기도청 관계자, 인천발전연구원 등 관련 전문가 등의 요구사항 조사 및 분석을 수행함

구축 내용 · 2014년 4월 ~ 진행중 · 관용 차량 40 대에 계속기 장착 · 무선통신을 이용하여 데이터 수집		
안산시(15.04.01) - 전국 최초 온실가스 감축 모니터링 시범시스템(자동차 부문) 구축		
구분	현황 및 요구사항	연구내용 반영
통신비 저감 방안	· 현재 자동차 1 대 당 월 10,000원(부가세 별도) 통신비 납부 - 출장업무 등의 목적으로 운행되는 차량은 2 ~ 3회/주 ▶ 통신비 해소 - 대민지원 서비스를 목적으로 운행되는 차량은 초단위 데이터 필요	○
데이터 용량	· 환경부 국비 매칭사업으로 공공부문 전체 확대 예상 - 초단위 데이터의 전송 용량으로 행정망 과부하 예상 ▶ 데이터 경량화	○
계측기 A/S	· 계측기 고장 시 납품업체의 늦장 대응으로 연속적인 모니터링에 대한 중단이 발생, 모니터링에 대한 의미 퇴색 ▶ 장차 및 세팅 간편성, 저렴한 가격	○
차량 운행일지 작성 데이터 연계 방안	· 주행거리, 연료소모량 데이터의 제공 시 차량 운행일지 작성 효율성 향상 (현재 수기 입력 작성 방식) ▶ 서울행정시스템 데이터 연계 방안	△
이행계획 수립 시 활용 정보 제공	· 온실가스 배출지표 외 급가속, 급감속, 공회전율(%) 등 운행패턴 정보 제공 필요 ▶ 개별 자동차 단위 온실가스 감축을 위한 이행계획 수립 정보	○
경기도청(15.05.01)		
구분	현황 및 요구사항	연구내용 반영
배출권거래제 활용 방안	· 공공부문 배출권거래제 시행으로 기관별 / 부서별 등 배출권 거래 시행 ▶ 감축량 산정 및 TRADE 기능 제공 유무	△
준공영제 버스(인천발전연구원, 15.04.15)		
구분	현황 및 요구사항	연구내용 반영
표준운송원가 산정 관련 기초자료 제공	· 버스 준공영제 도입 후 운영, 관리상의 문제점과 보완점 해결 방안 필요 - 투명하고 공정한 표준운송원가 산정에 필요한 연료사용량, 운행거리 등의 계량화된 데이터 제공 필요 ▶ DTG 데이터 + 연료소모량 = 통합단말기	○

순환버스(학원 등)(수원시 학원연합회, 15.03.17)

구분	현황 및 요구사항	연구내용 반영
버스 위치정보 및 차량 운행 안전 정보	- 학원수강생의 안심 귀가, 순환버스 대기시간 확인 등에 대한 학부모의 요구 사항 급증 - GPS 정보 활용 필요	△

기타 전문가 의견

구분	현황 및 요구사항	연구내용 반영
민간 부문 확장성	공공부문에서의 표준화 이후 민간부문으로의 확장성 고려	○
개인정보 보호	- 개인정보보호법 시행으로 개인정보 보호에 위배되지 않도록 유의 필요 - 차량번호, 전화번호, GPS 정보 등	○
기타 분석 정보 (환경부 오토오일위원회)	환경적으로 중요한 엔진미가열 배출량, 대기환경 기준물질 배출량 산정에 필요한 추가 자동차 운행정보 항목 데이터 수집 필요	○

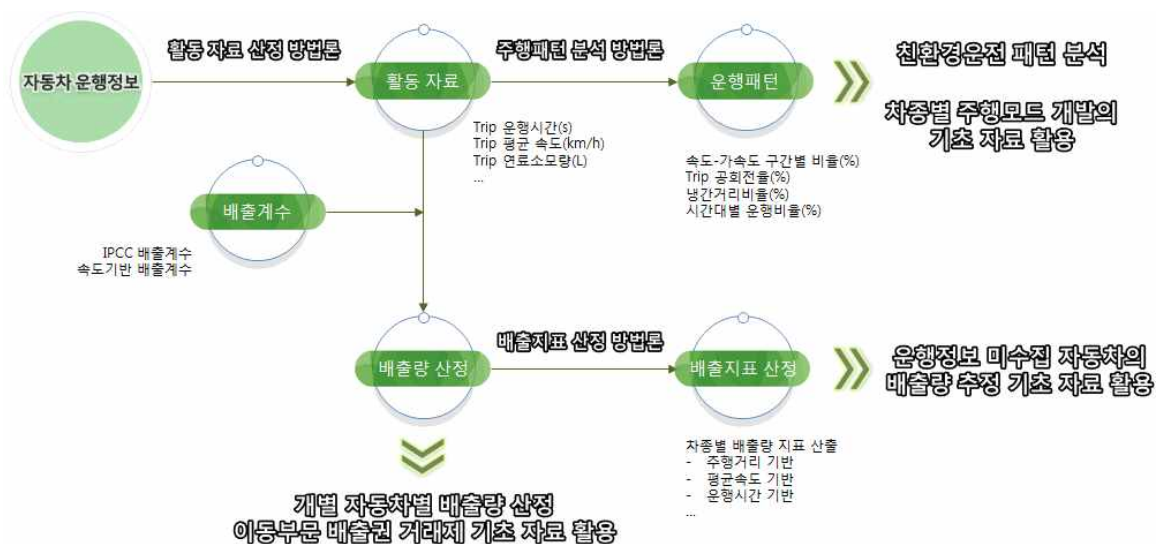
<그림 3-2> 기관별 요구사항 조사결과

다. 공공·여객·화물 부문별 온실가스 배출량 및 배출지표 분석·평가 방법론 개발

- 도로 부문의 온실가스 배출량은 실제 도로상의 다양한 교통 환경 및 운전자의 운전 습관에 따라 많은 차이가 있음. 즉, 실제 도로 운행 시 운행 시간대별로 주행 속도가 다르며, 도로상의 공사 또는 사고 발생 유무, 도로의 제한 속도, 차선 수 등의 교통 환경에 따라 같은 장소를 이동하더라도 배출량에는 차이가 발생하게 됨
- 배출량은 **활동 자료(Activity data)**와 **배출계수(Emission Factor)**를 이용하여 산정하며, 국내 자동차 온실가스 배출량 산정 방법은 대부분 국가 통계정보를 근간으로 한 활동 자료를 활용하고, 관련 자료 및 연구 결과가 미비할 경우에는 외국의 방법론 및 자료를 인용 또는 참고하여 산정하고 있음
- 현재 국내에서 공식적으로 사용되고 있는 배출량 산정 방법은 연료 사용량과 IPCC 배출계수를 기준으로 산정하는 하향식(TDA : Top Down Approach) 산정 방법론으로 국가의 총량적인 측면에서 쉽고, 정확하게 파악하는데 장점이 있지만, 이동오염원의 특성 상 배출량의 지역 배분 및 시·공간 해석에 있어서 한계성이 있음
- 최근에는 주행속도, 주행거리, 도로 교통량, 자동차 등록대수 등의 활동 자료를 이용하여 배출량을 산정하는 상향식(BUA : Bottom Up Approach) 배출량 산정 방법에 관한 연구가 활발히 진행되어 자동차 배출량의 지역 배분 및 시·공간 해석에 적용하고 있음
- 그러나, UN 산하기구인 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)와 EU의 EEA (European Environment Agency)에서 제시하고 있는 Tier 3 수준의 엔진 미가열 배출량(Cold-start emissions)을 산정하여 반영하도록 되어 있는 배출량 산정 방법에 필요로 하는 국내 자동차의 엔진 미가열 또는 촉매 Light-Off 이하 온도 상태의 **주행거리 분율**과 시동 On-Off를 기준으로 하는 **1 회 평균 주행거리(1 Trip Length, km)**와 같은 활동 자료가 없는 실정으로 실제 Tier 3 수준의 배출량 산정에 한계성이 존재함

CO ₂	$Emission = \sum_a [Fuel_a \times EF_a]$ Emission = 배출량 (kg) EF_a = 배출계수 (kg/TJ) Fuel_a = 연료소비량 (TJ) a = 연료종류
CH ₄ N ₂ O	$Emission = \sum_a [(Fuel_a \times EF_a) - CS] \times OF_a \times \frac{44}{12}$ Emission = 배출량 (kg) EF_a = 배출계수 (kg/TJ) Fuel_a = 연료소비량 (TJ) CS_a = 탄소물입량 OF_a = 산화계수 a = 연료종류

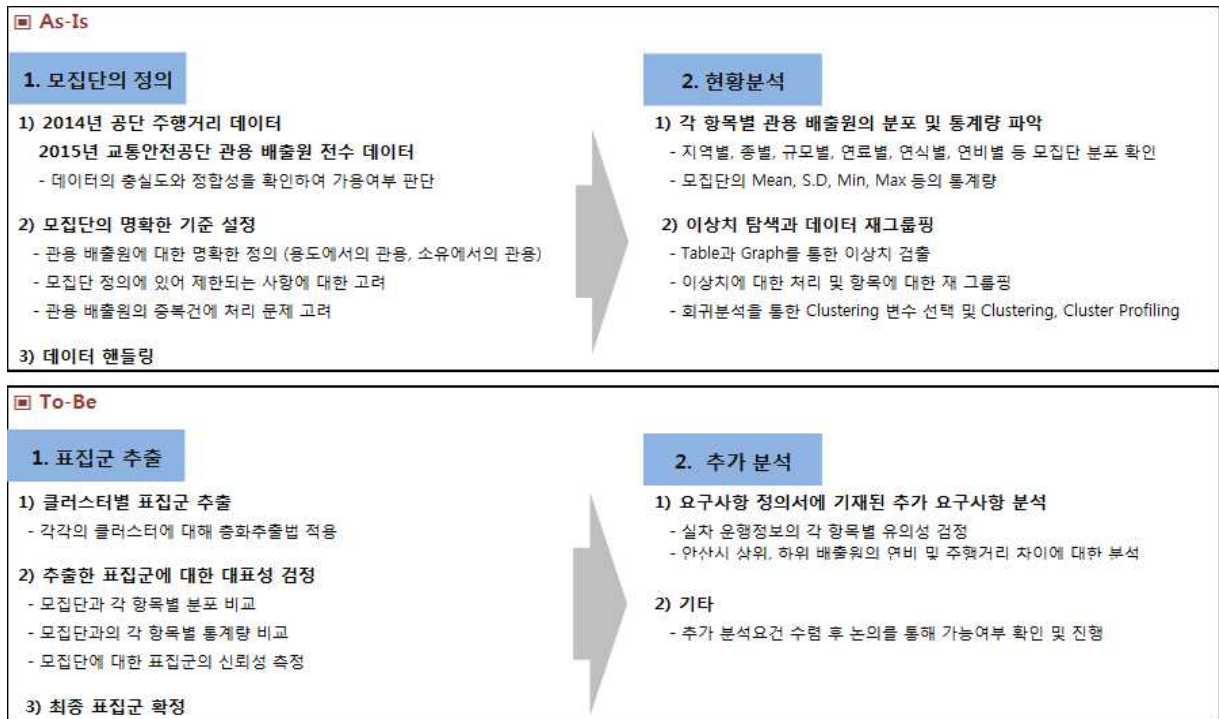
- 또한, 국내에서 Tier 3 수준의 온실가스 배출량 산정 시 적용되는 배출계수는 1999년 한국에너지기술연구원에 의해 개발된 주행모드인 15 개의 NIER 모드를 기준으로 차대 동력계 상에서 자동차를 주행하여 개발된 배출계수로 지속적인 자동차 등록 대수의 증가, 도로의 개량 및 신설, 자동차 제작 기술의 발달에 따른 연비 및 성능의 향상 등으로 최근 달라진 자동차 **운행 패턴의 현실성**을 반영하지 못하고 있는 실정임
- 이에 본 R&D 에서는 아래와 같이 OBD 단자를 통해 ECU 신호로부터 수집되는 자동차 운행정보를 활용하여 분석 기초 활동 자료를 생성하고, 생성된 활동 자료를 분석하여 자동차의 운행패턴, 온실가스 배출량 및 배출지표를 **산정·분석·평가하는 방법**에 대한 **표준화**를 진행하고자 함



<그림 3-3> 배출지표 도출 방법론 과정

(1) 공공부문 대상 보유 차량 분석

- 테스트 대상 차량을 선정하기 위해 지방자치단체, 33개 주무부처, 303개 공공기관을 조사하여 자동차관리정보시스템에서 자동차 보유현황을 추출, 보유 자동차를 대상으로 대표 차종 분석을 수행함
- 추출 결과 67,932대의 자동차가 추출되었으며, 이를 지역별, 용도별, 차종별, 규모별, 연료별로 다음과 같은 프로세스로 분석을 수행함



(가) 모집단의 정의

- 사업자 및 법인등록번호의 검색을 통해 추출한 관용 배출원수는 43,760대이고, 교통안전공단에서 제공한 2015년 최신 관용 자동차 등록정보 데이터는 61,798대임
 - 두 데이터의 중복 배출원 수는 37,626대
 - 배출원은 용도에 관계없고 중복이 없도록 함
 - 항목 내 결측 및 일부 공백, 특수문자 제거

(나) 모집단의 현황 분석

① 지역별 현황 분석

- 지역별 배출원 비율을 확인한 결과, 세종특별자치시가 0.7%로 매우 낮고, 서울 11.3%, 경기도 17.1%로 높게 나타남

addr_sido	mean	std	min	max
지역별 관용 배출원	3,996	2611.2	453	11,586

지역별	빈도	비중
전체	67,932	
강원도	4,896	7.2%
경기도	11,586	17.1%
경상남도	5,407	8.0%
경상북도	5,672	8.3%
광주광역시	1,691	2.5%
대구광역시	2,432	3.6%
대전광역시	2,110	3.1%
부산광역시	3,645	5.4%
서울특별시	7,686	11.3%
세종특별자치시	453	0.7%
울산광역시	1,372	2.0%
인천광역시	2,854	4.2%
전라남도	4,882	7.2%
전라북도	4,047	6.0%
제주특별자치도	1,641	2.4%
충청남도	4,263	6.3%
충청북도	3,295	4.9%



② 차종별 현황 분석

- 차종별 배출원은 특수가 3.7%로 가장 낮고 승용, 화물의 경우 유사한 비율을 보임

kind	mean	std	min	max
차종별 관용 배출원	16,983	9253.3	2,795	26,633

종별	빈도	비중
전체	67,932	
승용	23,598	34.7%
승합	14,906	21.9%
특수	2,795	4.1%
화물	26,633	39.2%



③ 규모별 현황 분석

- 규모별 관용 배출원은 경형에서 8%로 낮게 나타났고, 소형과 대형의 비율은 유사함

Scale	mean	std	min	max
규모별 관용 배출원	16,983	9381.2	5,435	31,607

규모별	빈도	비중
전체	67,932	
경형	5,435	8.0%
소형	15,242	22.4%
중형	31,607	46.5%
대형	15,648	23.0%

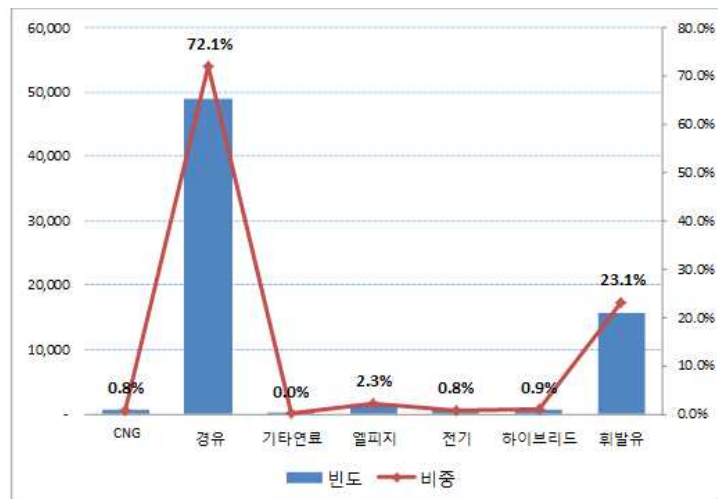


④ 연료별 현황 분석

- 연료별 관용 배출원은 경유와 휘발유가 전체 약 95%를 차지하고, 그 외 연료의 비율은 매우 낮음

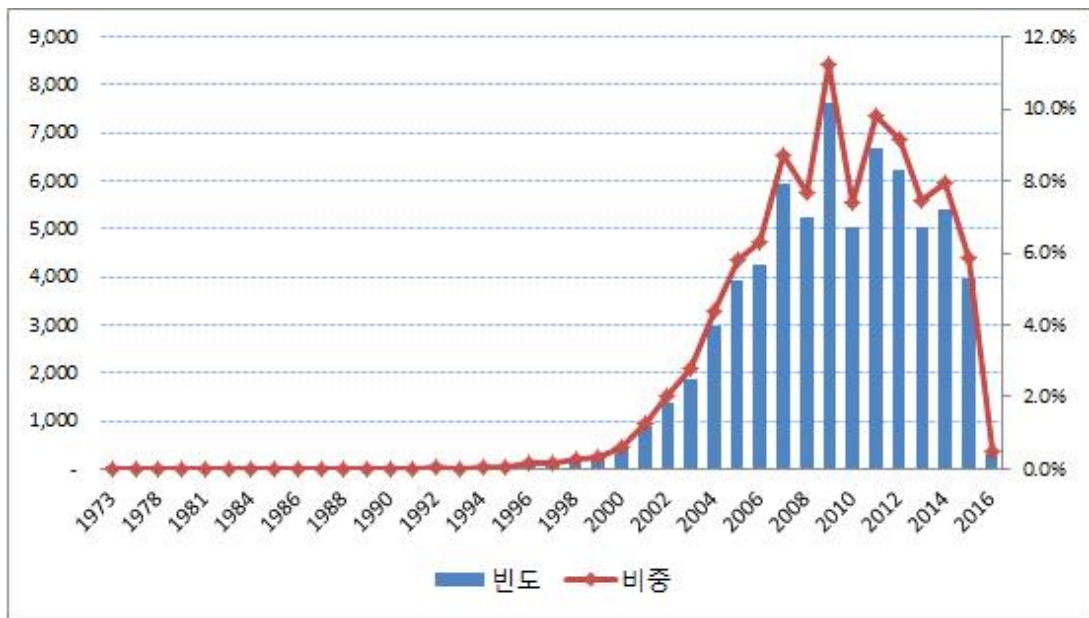
Fuel	mean	std	min	max
연료별 관용 배출원	9,705	16857.1	4	48,983

연료별	빈도	비중
전체	67,932	
CNG	562	0.8%
경유	48,983	72.1%
기타연료	4	0.0%
엘피지	1,558	2.3%
전기	561	0.8%
하이브리드	591	0.9%
휘발유	15,673	23.1%



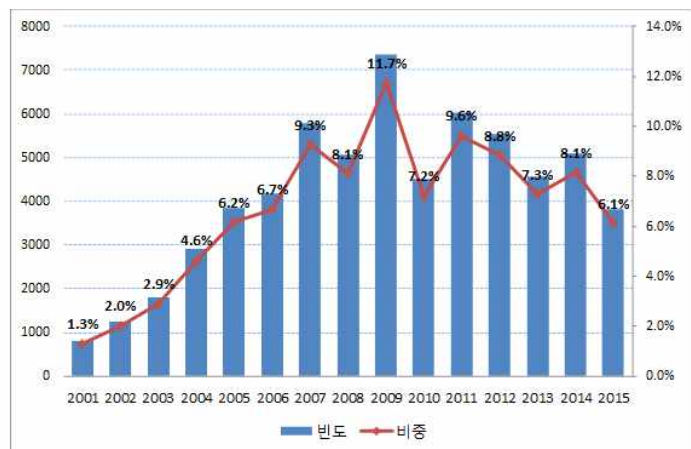
⑤ 연식별 현황 분석

- 연식별 관용 배출원은 1973년 등록된 자동차부터 아직 운행되고 있는 것으로 나타나 연식의 연도별 비중이 1 % 가 되지 않는 경우는 제외(제외 대상수는 5,404 대), 2001년부터 분석을 수행함



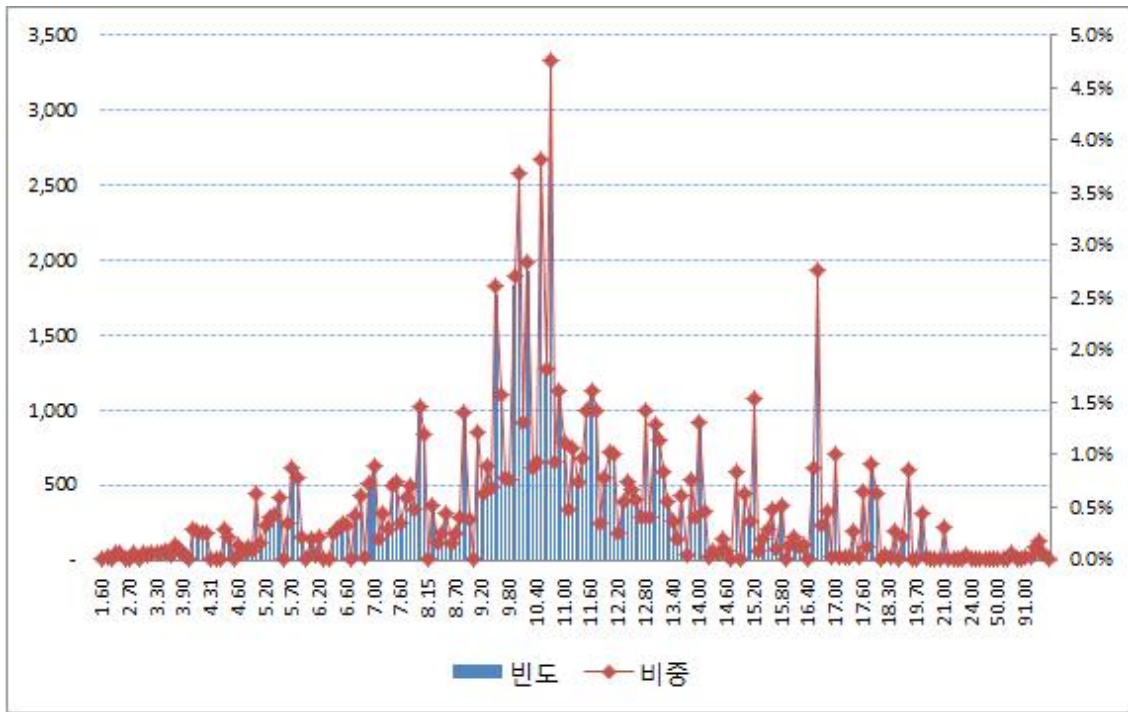
year	mean	std	min	max
연식별 관용 배출원	2,009.2	3.6	2,001	2,015

연식	빈도	비중	누적비중
연식 전체	62,528		
2001	818	1.3%	1.3%
2002	1259	2.0%	3.3%
2003	1811	2.9%	6.2%
2004	2902	4.6%	10.9%
2005	3856	6.2%	17.0%
2006	4166	6.7%	23.7%
2007	5794	9.3%	33.0%
2008	5068	8.1%	41.1%
2009	7346	11.7%	52.8%
2010	4503	7.2%	60.0%
2011	6021	9.6%	69.6%
2012	5523	8.8%	78.5%
2013	4551	7.3%	85.8%
2014	5091	8.1%	93.9%
2015	3819	6.1%	100.0%



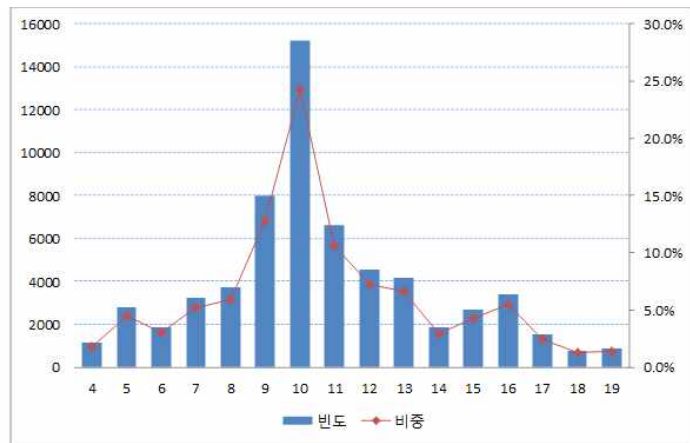
⑥ 연비별 현황 분석

- 연비별 관용 배출원은 차종에 따라 최소 연비와 최대 연비의 차이가 너무크기에 분포의 양쪽 끝 1 %를 이상치로 정의하고 제외하고 분석함
- 화물, 특수 차종의 경우 연비가 매우 낮아 연비는 최소 1.6 km/L 정도로 낮으며, 최근 기술의 발달로 보급률이 증가되고 있는 하이브리드 차, 전기차 등이 자동차 등록 시 별도 등록이 되지 않고 기존 휘발유, 경유, LPG 연비 입력 방식으로 입력되기 때문에 매우 높은 연비로 표시되는 것으로 분석됨



year	mean	std	min	max
연식별 관용 배출원	2,009.2	3.6	2,001	2,015

연비	빈도	비중	누적비중
전체	62,528		
4	1135	1.8%	1.8%
5	2818	4.5%	6.3%
6	1887	3.0%	9.3%
7	3254	5.2%	14.5%
8	3714	5.9%	20.5%
9	8016	12.8%	33.3%
10	15204	24.3%	57.6%
11	6631	10.6%	68.2%
12	4551	7.3%	75.5%
13	4146	6.6%	82.1%
14	1859	3.0%	85.1%
15	2681	4.3%	89.4%
16	3415	5.5%	94.9%
17	1530	2.4%	97.3%
18	795	1.3%	98.6%
19	892	1.4%	100.0%



(다) 표집군 추출

○ 회귀 분석을 이용하여 클러스터링을 위한 변수 선정

- 투입변수 : 주소(시/도), 차종, 규모, 연식, 연료, 연비
- 제외변수 : 용도, 주소(구/시), 소유자명, 차명
- 종속변수 : 배기량

○ 클러스터링 변수선택을 위해 종속변수를 배기량으로 선택하여 95%의 신뢰수준에서 소, 차종, 규모, 연식, 연료, 연비의 변수를 투입한 결과, 규모, 차종, 연비, 연식이 배기량에 유의미성이 있는 것으로 나타남

Variable	DF	Parameter Estimate	S.E	t Value	Pr > t
Intercept	1	3,394.4	7.12	476.76	<.0001
주소(시/도)	1	1.8	7.13	0.25	0.8009
규모	1	1,451.3	8.24	176.09	<.0001***
차종	1	835.8	9.85	84.84	<.0001***
연료	1	14.5	10.20	1.42	0.1561
연비	1	- 312.5	7.64	- 40.90	<.0001***
연식	1	- 91.1	7.29	- 12.49	<.0001***

○ 클러스터링을 통한 군집화

－ 투입 변수

- 경유 : 규모, 차종, 연비, 연식
- 휘발유 : 규모, 연비, 연식

－ 클러스터링 모집단 수

- 전체 모집단 67,932 대 중 연식, 연비 제외 대수 및 휘발유 유종 중 승합, 화물, 특수 차종은 제외하여 클러스터링을 위한 모집단 수는 62,484 대로 정함

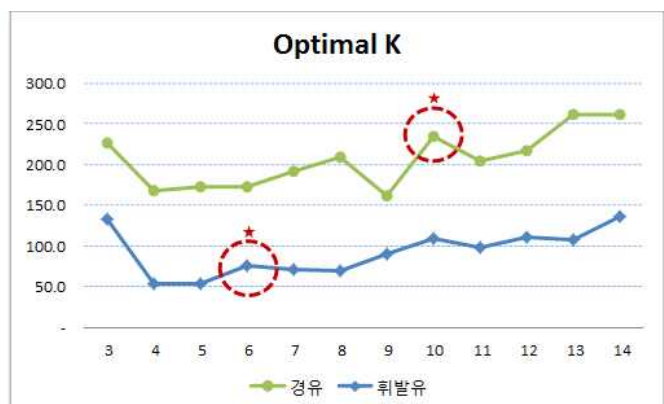
※ 연료에서 명확하게 2개의 그룹으로 분류되기에 연료기준으로 클러스터링을 진행함

※ 클러스터링 변수에 연료를 투입하지 않은 것은 연료에서의 휘발유와 경유의 비중이 95%로 크기 때문에 클러스터링 변수로 의미가 없다고 판단

※ 휘발유에서 차종을 고려하지 않은 이유는 승용이 99.7%로 매우 높은 비중을 차지하였기 때문임

－ 클러스터링 K 선정

K	경유		휘발유	
	CCC	증감폭		증감폭
3	226.1	0%	132.9	0%
4	168.0	-35%	53.7	-147%
5	172.9	3%	53.1	-1%
6	171.9	-1%	76.4	30%
7	192.2	11%	71.5	-7%
8	209.6	8%	69.3	-3%
9	161.7	-30%	89.7	23%
10	234.7	31%	109.5	18%
11	204.1	-15%	98.0	-12%
12	217.3	6%	111.3	12%
13	261.0	17%	108.0	-3%
14	261.8	0%	136.9	21%



: 경유의 경우 최적의 K는 10, 휘발유의 최적의 K는 6으로 나타남

－ 휘발유 Cluster profiling

변수	범주	Cluster												
		1		2		3		4		5		6		
		15,103	2,211	14.6%	1,542	10.2%	1,605	10.6%	3,685	24.4%	2,664	17.6%	3,396	22.5%
규모별	경형		1,053	47.6%					3,439	93.3%	1	0.0%		
	소형		1,155	52.2%					246	6.7%	574	21.5%	1	0.0%
	중형		3	0.1%	1,107	71.8%	503	31.3%			2,089	78.4%	3,363	99.0%
	대형				435	28.2%	1,102	68.7%					32	0.9%
연식별	2001		43	1.9%	29	1.9%					31	1.2%		
	2002		45	2.0%	48	3.1%					103	3.9%		
	2003		97	4.4%	77	5.0%					105	3.9%		
	2004		153	6.9%	180	11.7%					258	9.7%		
	2005		261	11.8%	262	17.0%					232	8.7%		
	2006		504	22.8%	287	18.6%					223	8.4%		
	2007		405	18.3%	426	27.6%					295	11.1%		
	2008		416	18.8%	221	14.3%					539	20.2%		
	2009		287	13.0%	12	0.8%	198	12.3%	789	21.4%	644	24.2%	3	0.1%
	2010						261	16.3%	462	12.5%	234	8.8%	130	3.8%
	2011						186	11.6%	515	14.0%			599	17.6%
	2012						192	12.0%	881	23.9%			550	16.2%
	2013						404	25.2%	399	10.8%			601	17.7%
	2014						179	11.2%	419	11.4%			744	21.9%
	2015						185	11.5%	220	6.0%			769	22.6%
연비별	5				1	0.1%								
	6				11	0.7%	6	0.4%						
	7				123	8.0%	84	5.2%						
	8				91	5.9%	195	12.1%						
	9				306	19.8%	185	11.5%						
	10				891	57.8%	389	24.2%						
	11				85	5.5%	637	39.7%			503	18.9%		
	12		3	0.1%	34	2.2%	106	6.6%			779	29.2%	509	15.0%
	13		15	0.7%			3	0.2%	69	1.9%	1,089	40.9%	687	20.2%
	14		22	1.0%					293	8.0%	105	3.9%	855	25.2%
	15		573	25.9%					862	23.4%	173	6.5%	221	6.5%
	16		741	33.5%					843	22.9%	15	0.6%	1,053	31.0%
	17		200	9.0%					644	17.5%			21	0.6%
	18		355	16.1%					385	10.4%			49	1.4%
	19		302	13.7%					589	16.0%			1	0.0%

－ 경유 Cluster profiling

변수	범주	Cluster																				
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
		47,381	6,544 13.8%	6,737 14.2%	2,463 5.2%	4,120 8.7%	2,524 5.3%	4,543 9.6%	4,033 8.5%	6,647 14.0%	3,773 8.0%	5,997 12.7%										
종별	승용	1,703	26.0%				898	35.6%			185	2.8%	3,732	98.9%								
	승합	4,480	68.5%			178	7.2%	855	20.8%	1,551	61.5%	1,387	30.5%		5,888	88.6%	41	1.1%				
	화물			6,607	98.1%	2,223	90.3%	3,019	73.3%	20	0.8%	2,844	62.6%	3,614	89.6%				5,734	95.6%		
	특수	361	5.5%	130	1.9%	62	2.5%	246	6.0%	55	2.2%	312	6.9%	419	10.4%	574	8.6%		263	4.4%		
규모별	경형																					
	소형			5,770	85.6%	114	4.6%			91	3.6%			99	2.5%				5,997	100.0%		
	중형	5,763	88.1%	967	14.4%	2,349	95.4%	11	0.3%	2,412	95.6%	12	0.3%	3,934	97.5%	6,647	100.0%	431	11.4%			
	대형	781	11.9%					4,109	99.7%	21	0.8%	4,531	99.7%					3,342	88.6%			
연식별	2001					198	8.0%	194	4.7%					220	5.5%	36	0.5%	67	1.8%			
	2002					326	13.2%	307	7.5%					250	6.2%	72	1.1%	108	2.9%			
	2003					336	13.6%	374	9.1%					348	8.6%	205	3.1%	210	5.6%	59	1.0%	
	2004					483	19.6%	483	11.7%					520	12.9%	387	5.8%	294	7.8%	143	2.4%	
	2005					568	23.1%	671	16.3%	1	0.0%			712	17.7%	489	7.4%	471	12.5%	187	3.1%	
	2006					354	14.4%	695	16.9%	15	0.6%			633	15.7%	674	10.1%	610	16.2%	168	2.8%	
	2007					134	5.4%	964	23.4%	56	2.2%			486	12.1%	1,322	19.9%	723	19.2%	982	16.4%	
	2008					22	0.9%	432	10.5%	111	4.4%	130	2.9%	306	7.6%	959	14.4%	405	10.7%	1,522	25.4%	
	2009	41	0.6%			26	1.1%			504	20.0%	948	20.9%	300	7.4%	1,490	22.4%	327	8.7%	1,775	29.6%	
	2010	196	3.0%			16	0.6%			205	8.1%	519	11.4%	258	6.4%	820	12.3%	258	6.8%	1,138	19.0%	
	2011	1,115	17.0%	1,812	26.9%					505	20.0%	785	17.3%			178	2.7%	300	8.0%	23	0.4%	
	2012	1,226	18.7%	1,424	21.1%					558	22.1%	670	14.7%			15	0.2%					
	2013	1,159	17.7%	1,158	17.2%					154	6.1%	666	14.7%									
	2014	1,620	24.8%	1,411	20.9%					223	8.8%	494	10.9%									
	2015	1,187	18.1%	932	13.8%					192	7.6%	331	7.3%									
연비별	4			2	0.0%			542	13.2%			581	12.8%			1	0.0%			1	0.0%	
	5							1,107	26.9%			1,439	31.7%			264	4.0%			1	0.0%	
	6	38	0.6%					497	12.1%			727	16.0%	6	0.1%	594	8.9%					
	7	189	2.9%	11	0.2%			1,547	37.5%			765	16.8%	247	6.1%	284	4.3%			2	0.0%	
	8	245	3.7%	944	14.0%			423	10.3%			1,030	22.7%	384	9.5%	257	3.9%	94	2.5%	44	0.7%	
	9	1,075	16.4%	1,830	27.2%			4	0.1%			1	0.0%	1,827	45.3%	1,133	17.0%	438	11.6%	1,210	20.2%	
	10	1,521	23.2%	2,422	36.0%									1,300	32.2%	3,582	53.9%	1,937	51.3%	3,162	52.7%	
	11	1,557	23.8%	1,192	17.7%	78	3.2%							269	6.7%	522	7.9%	370	9.8%	1,415	23.6%	
	12	1,341	20.5%	293	4.3%	866	35.2%									10	0.2%	601	15.9%	8	0.1%	
	13	578	8.8%	34	0.5%	1,037	42.1%			172	6.8%							306	8.1%	154	2.6%	
	14			3	0.0%	293	11.9%			261	10.3%							27	0.7%			
	15			6	0.1%	106	4.3%			740	29.3%											
	16					53	2.2%			710	28.1%											
	17					30	1.2%			635	25.2%											
	18									6	0.2%											

○ 클러스터별 지역 분포 현황

- 휘발유 : 경기도와 서울이 타지역 대비 높은 비율을 보이고 있음

휘발유	변수	범주	Cluster											
			1		2		3		4		5		6	
			15,103	2,211 4.7%	1,542 3.3%	1,605 3.4%	3,685 7.8%	2,664 5.6%	3,396 7.2%					
지역별		강원도	76	1.2%	66	1.0%	117	4.8%	239	5.8%	155	6.1%	232	5.1%
		경기도	635	9.7%	206	3.1%	241	9.8%	740	18.0%	458	18.1%	564	12.4%
		경상남도	139	2.1%	100	1.5%	99	4.0%	332	8.1%	216	8.6%	263	5.8%
		경상북도	102	1.6%	103	1.5%	91	3.7%	342	8.3%	199	7.9%	244	5.4%
		광주광역시	59	0.9%	56	0.8%	37	1.5%	89	2.2%	74	2.9%	105	2.3%
		대구광역시	80	1.2%	58	0.9%	50	2.0%	99	2.4%	102	4.0%	149	3.3%
		대전광역시	59	0.9%	83	1.2%	62	2.5%	83	2.0%	80	3.2%	118	2.6%
		부산광역시	132	2.0%	109	1.6%	95	3.9%	196	4.8%	154	6.1%	245	5.4%
		서울특별시	419	6.4%	313	4.6%	253	10.3%	331	8.0%	380	15.1%	268	5.9%
		세종특별자치시	17	0.3%	33	0.5%	22	0.9%	12	0.3%	30	1.2%	24	0.5%
		울산광역시	44	0.7%	31	0.5%	34	1.4%	86	2.1%	52	2.1%	82	1.8%
		인천광역시	162	2.5%	81	1.2%	62	2.5%	173	4.2%	107	4.2%	170	3.7%
		전라남도	87	1.3%	68	1.0%	111	4.5%	272	6.6%	179	7.1%	276	6.1%
		전라북도	59	0.9%	75	1.1%	95	3.9%	206	5.0%	143	5.7%	225	5.0%
		제주특별자치도	29	0.4%	40	0.6%	35	1.4%	55	1.3%	68	2.7%	61	1.3%
		충청남도	61	0.9%	69	1.0%	106	4.3%	252	6.1%	152	6.0%	200	4.4%
		충청북도	51	0.8%	51	0.8%	95	3.9%	178	4.3%	115	4.6%	170	3.7%

- 경유 : 경기도와 서울, 경북지방이 타지역 대비 높은 비율을 보이고 있음

경유	변수	범주	Cluster																	
			1		2		3		4		5		6		7		8		9	
			47,381 6,544 13.8%	6,737 14.2%	2,463 5.2%	4,120 8.7%	2,524 5.3%	4,543 9.6%	4,033 8.5%	6,647 14.0%	3,773 8.0%	5,997 12.7%								
지역별		강원도	567 1.2%	593 8.8%	143 5.8%	320 7.8%	203 8.0%	393 8.7%	230 5.7%	453 6.8%	329 8.7%	469 7.8%								
		경기도	1,045 16.0%	995 14.8%	390 15.8%	759 18.4%	444 17.6%	691 15.2%	660 16.4%	1,059 15.9%	708 18.0%	1,084 18.1%								
		경상남도	552 8.4%	548 8.1%	206 8.4%	348 8.4%	275 10.9%	372 8.2%	255 6.3%	513 7.7%	341 9.0%	502 8.4%								
		경상북도	567 8.7%	642 9.5%	199 8.1%	308 7.5%	207 8.2%	327 7.2%	285 7.1%	645 9.2%	431 11.4%	595 9.9%								
		광주광역시	192 2.9%	161 2.4%	51 2.1%	82 2.0%	66 2.6%	134 2.9%	96 2.4%	145 2.2%	83 2.2%	141 2.4%								
		대구광역시	199 3.0%	177 2.6%	97 3.9%	198 4.8%	97 3.8%	145 3.2%	146 3.6%	239 3.6%	120 3.2%	195 3.3%								
		대전광역시	232 3.5%	204 3.0%	86 3.5%	102 2.5%	69 2.7%	120 2.6%	148 3.7%	178 2.9%	149 3.9%	131 2.2%								
		부산광역시	336 5.1%	355 5.3%	158 6.4%	185 4.5%	152 6.0%	235 5.2%	227 5.6%	320 4.9%	148 3.9%	321 5.4%								
		서울특별시	573 8.6%	472 7.0%	362 14.7%	485 11.8%	185 7.3%	325 7.2%	698 17.1%	788 11.9%	355 9.4%	513 8.6%								
		세종특별자치시	66 1.0%	38 0.6%	8 0.3%	17 0.4%	11 0.4%	45 1.0%	14 0.3%	29 0.4%	19 0.5%	26 0.4%								
		울산광역시	144 2.2%	133 2.0%	39 1.6%	80 1.9%	61 2.4%	91 2.0%	68 1.7%	136 2.0%	72 1.9%	110 1.8%								
		인천광역시	277 4.2%	247 3.7%	79 3.2%	141 3.4%	104 4.1%	200 4.4%	164 4.1%	353 5.3%	124 3.3%	187 3.1%								
		전라남도	535 8.2%	545 8.1%	135 5.5%	284 6.9%	201 8.0%	378 8.3%	279 6.9%	508 7.6%	246 6.5%	430 7.2%								
		전라북도	388 5.9%	448 6.6%	179 7.3%	238 5.8%	149 5.9%	304 6.7%	227 5.6%	413 6.2%	208 5.5%	413 6.9%								
		제주특별자치도	130 2.0%	179 2.7%	63 2.6%	124 3.0%	41 1.6%	156 3.4%	89 2.2%	176 2.6%	80 2.1%	155 2.6%								
		충청남도	396 6.1%	613 9.1%	164 6.7%	254 6.2%	135 5.3%	402 8.8%	251 6.2%	350 5.3%	175 4.6%	424 7.1%								
		충청북도	345 5.3%	387 5.7%	104 4.2%	195 4.7%	124 4.9%	225 5.0%	196 4.9%	342 5.1%	185 4.9%	301 5.0%								

○ 클러스터별 지역 분포 현황(경기도, 서울, 인천으로 제한)

- 17개 시도를 다 고려해야 하나 비용과 시간을 고려하여 수도권(경기도, 인천시, 서울시)을 기준으로 재분석하여 대표 차종 100 대에 대한 리스트를 도출하였으며, 이와 유사한 차종을 기준으로 3차년도 연계 시범 테스트를 진행할 계획임

· 휘발유

휘발유	변수	범주	Cluster											
			1		2		3		4		5		6	
			5,563 1,216 8.4%	600 4.1%	556 3.8%	1,244 8.6%	945 6.5%	1,002 6.9%						
지역별	sample수	경기도	635 33.5%	3 12.0%	1 241 29.0%	1 740 53.4%	3 458 62.5%	2 564 46.4%	3					
		서울특별시	419 22.1%	2 313 18.3%	2 253 30.4%	1 331 23.9%	2 380 51.8%	2 268 22.0%	1					
		인천광역시	162 8.5%	1 81 4.7%	- 62 7.5%	1 173 12.5%	1 107 14.6%	1 170 14.0%	1					

· 경유

경유	변수	범주	Cluster											
			1		2		3		4		5		6	
			14,467 1,895 13.1%	1,714 11.8%	831 5.7%	1,385 9.6%								
지역별	sample수	경기도	1,045 55.1%	5 995 58.1%	5 390 46.9%	2 759 54.8%	4							
		서울특별시	573 30.2%	3 472 27.5%	3 362 43.6%	2 485 35.0%	2							
		인천광역시	277 14.6%	1 247 14.4%	1 79 9.5%	- 141 10.2%	1							

5			6			7			8			9			10		
733	5.1%		1,216	8.4%		1,522	10.5%		2,200	15.2%		1,187	8.2%		1,784	12.3%	
4	5.5%		6	8.2%		8	11.0%		11	15.1%		6	8.2%		9	12.3%	
444	60.6%	2	691	56.8%	4	660	43.4%	3	1,059	48.1%	5	708	59.6%	3	1,084	60.8%	4
185	25.2%	1	325	26.7%	2	698	45.9%	3	788	35.8%	4	355	29.9%	2	513	28.8%	3
104	14.2%	1	200	16.4%	1	164	10.8%	2	353	16.0%	2	124	10.4%	1	187	10.5%	2

(라) 표집군 리스트

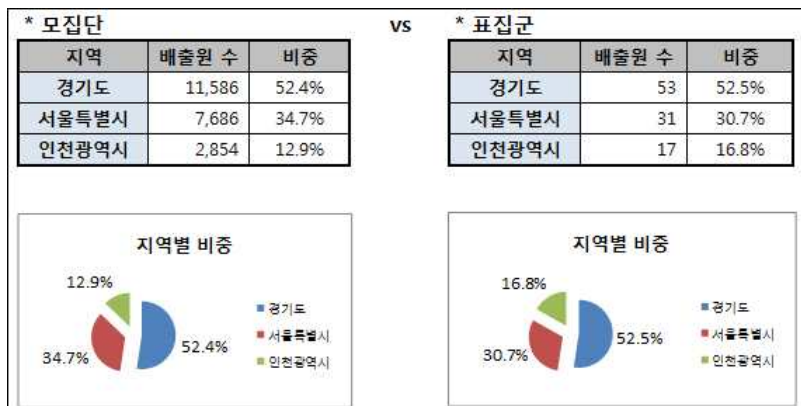
※ 소유자명은 정보 보호를 위하여 보고서에서는 제외함

지역(시/도)	지역(구/시)	소유자명	차종	규모	차명	연료	연식	배기량	연비
경기도	안산시 단원구		승용	중형	K5	휘발유	2014	1999	11.9
경기도	안산시 상록구		화물	중형	한성방재차	경유	2003	2957	13.6
경기도	안산시 상록구		승용	소형	베르나(VERNA)	휘발유	2006	1399	15.6
경기도	안산시 상록구		승용	경형	마티즈0.8SAT	휘발유	2008	796	16.6
경기도	안산시 상록구		승용	중형	아반떼(AVANTE)	휘발유	2013	1591	16.5
경기도	안산시		특수	중형	광림철연고소작업차	경유	2003	3907	9.5
경기도	안산시		특수	중형	광림철연고소작업차	경유	2003	3907	9.5
경기도	안산시		승용	중형	스포티지	경유	2006	1991	12
경기도	안산시		화물	소형	코란도밴	경유	2005	2874	9
경기도	안산시		화물	소형	포터II(PORTERII)	경유	2009	2497	10.2
경기도	안산시		승용	대형	오피러스	휘발유	2007	2656	9.2
경기도	안산시		승용	중형	K5	휘발유	2011	1998	13
경기도	안양시 동안구		승합	중형	그랜드스타렉스(GRANDSTAREX)	경유	2015	2497	9.5
경기도	안양시 동안구		승합	중형	창림저상캠프장애회차	경유	2012	2199	12.8
경기도	안양시 동안구		화물	중형	이마이티	경유	2013	3933	10
경기도	안양시 동안구		화물	중형	마이티내장차	경유	2011	3933	9.6
경기도	안양시 동안구		화물	대형	세원소방펌프자동차	경유	2006	6606	7.4
경기도	안양시 동안구		승합	대형	뉴에어로	경유	2005	12344	6.4
경기도	안양시 동안구		화물	중형	이마이티	경유	2005	3907	9.5
경기도	안양시 동안구		화물	중형	이마이티	경유	2005	3907	9.5
경기도	안양시 동안구		승합	중형	이에어로타운	경유	2009	5899	6.9
경기도	안양시 동안구		승합	중형	스타렉스(STAREX)	경유	2004	2476	8.1
경기도	안양시 동안구		승용	대형	스타렉스(STAREX)	경유	2006	2476	10.6
경기도	안양시 동안구		승용	중형	로체교통순찰차	휘발유	2008	1998	11.5
경기도	안양시 만안구		승합	중형	그랜드스타렉스구급차(GRANDSTAREX)	경유	2009	2497	16.6
경기도	안양시 만안구		승합	대형	뉴그랜버드(NEWGRANBIRD)	경유	2013	12742	5.5
경기도	양주시		화물	대형	다임소방펌프자동차	경유	2009	5899	8
경기도	양주시		승용	경형	모닝	휘발유	2009	999	16.6
경기도	양주시		승용	경형	모닝	휘발유	2014	998	15.2
경기도	의정부시		승합	중형	그랜드스타렉스(GRANDSTAREX)	경유	2011	2497	10.5
경기도	이천시		화물	소형	엑티언스포즈	경유	2011	1998	11.6
경기도	이천시		화물	대형	메가트럭	경유	2007	6606	7.7
경기도	이천시		승합	중형	그랜드스타렉스(GRANDSTAREX)	경유	2009	2497	10.5
경기도	파주시		승합	중형	이에어로타운	경유	2014	5899	7.4
경기도	파주시		화물	소형	포터II(PORTERII)	경유	2015	2497	9.1
경기도	파주시		특수	중형	이엔쓰리펌프소방차	경유	2011	3933	8.4
경기도	파주시		화물	소형	그랜드스타렉스(GRANDSTAREX)	경유	2008	2497	10.7
경기도	평택시		화물	대형	이엔쓰리고성농화학소방차	경유	2012	10964	4.3
경기도	화성시		승합	중형	그랜드스타렉스(GRANDSTAREX)	경유	2012	2497	11.7
경기도	화성시		화물	소형	포터II(PORTERII)	경유	2011	2497	10.2
경기도	화성시		화물	중형	봉고III1톤	경유	2005	2902	12
경기도	화성시		화물	대형	우리물탱크소방펌프자동차	경유	2007	10964	4.2
경기도	화성시		승합	중형	그랜드스타렉스구급차(GRANDSTAREX)	경유	2009	2497	16.6
경기도	화성시		화물	대형	이텍다목적카고트럭3	경유	2014	7640	5.8
경기도	화성시		화물	중형	파맥스	경유	2003	3298	9.8
경기도	화성시		화물	중형	파맥스	경유	2003	3298	9.8
경기도	화성시		승합	중형	스타렉스(STAREX)	경유	2005	2497	10
경기도	화성시		승용	대형	쏘렌토	경유	2007	2497	10.1
경기도	화성시		화물	소형	엑티언스포즈	경유	2009	1998	11.6
경기도	화성시		승용	경형	모닝	휘발유	2008	999	16.6
경기도	화성시		승용	경형	모닝	휘발유	2015	998	15.2
경기도	화성시		승용	중형	아반떼(AVANTE)	휘발유	2009	1591	15.2
경기도	화성시		승용	중형	아반떼(AVANTE)	휘발유	2012	1591	16.5

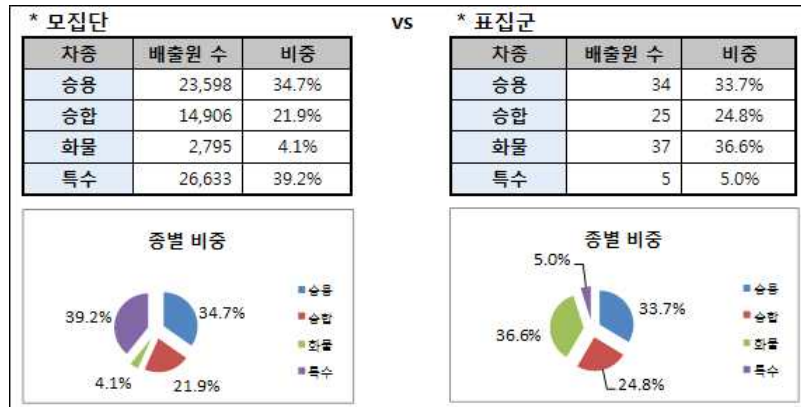
...

(마) 표집군 대표성 검증

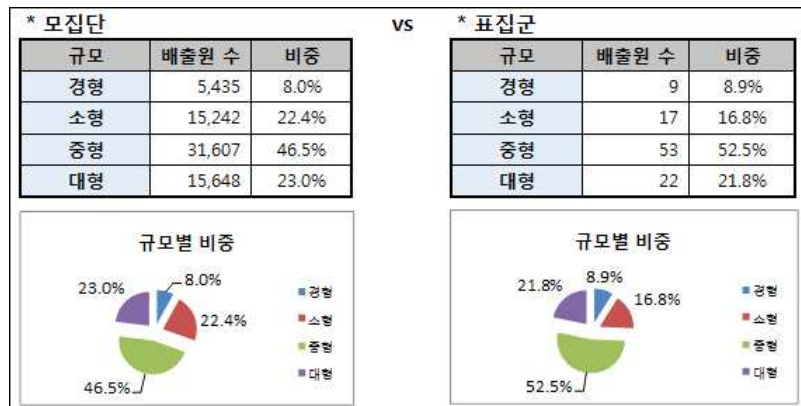
○ 지역



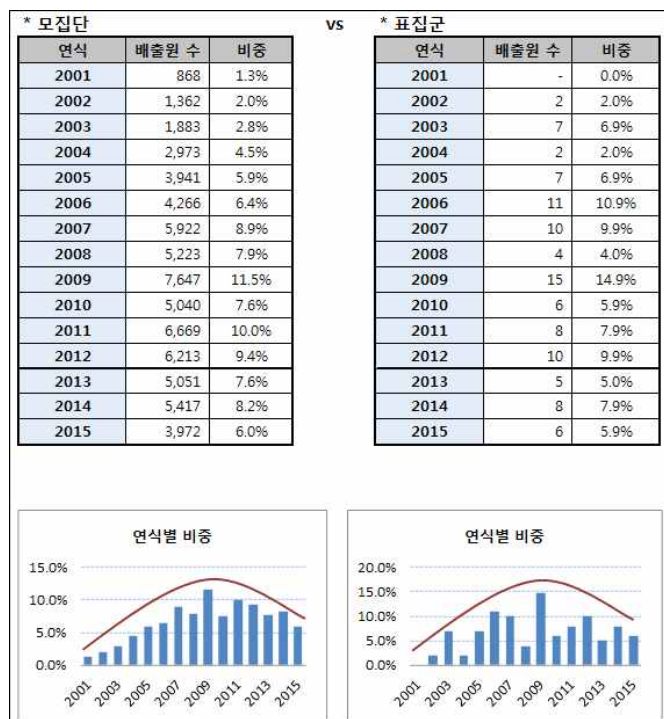
○ 차종



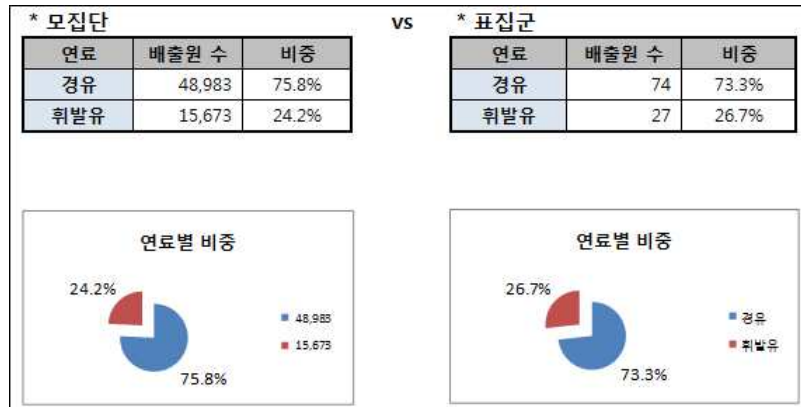
○ 규모



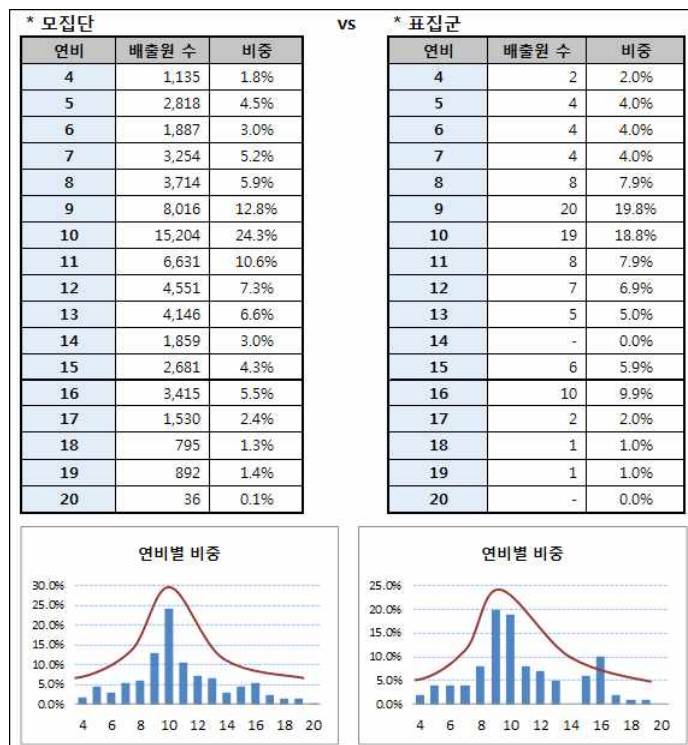
○ 연식



○ 차종



○ 연비



○ 표집군과 모집단의 통계량 비교 결과

- 분포가 유사하고, 통계량 또한 차이가 많이 나지 않음

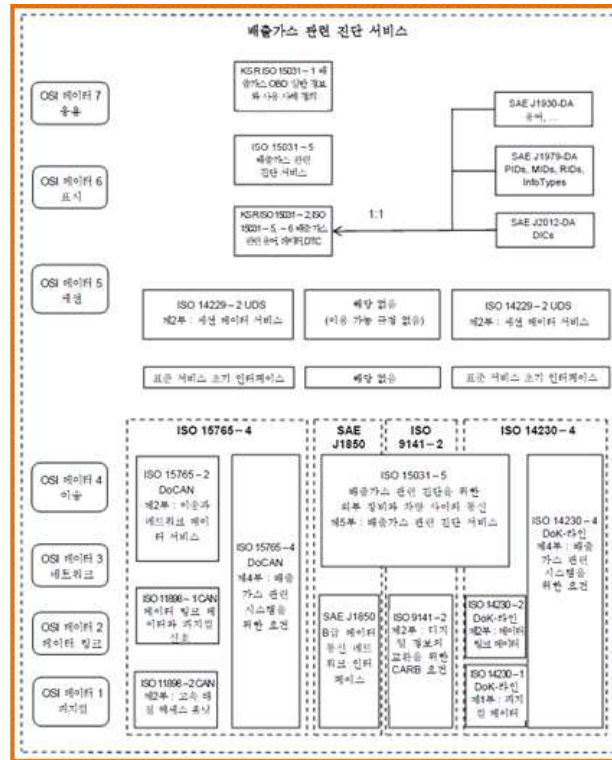
	모집단				표집군			
항목	Mean	Std	Min	Max	Mean	Std	Min	Max
연식	2,009.2	3.6	2001	2015	2,009	4	2002	2015
연비	10.7	3.2	4.0	19.0	11.1	3.4	4.2	19.8
배기량	3,301.0	2,350.7	796.0	12,742.0	3,478.9	2,740.0	796.0	12,742.0

- 95% 신뢰수준에서 표집군 연비의 신뢰구간은 아래와 같음 (10.43, 11.76)

$$\left(\bar{X} - z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{X} + z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

(2) 자동차 운행정보 수집 방법 및 항목 정의

- 자동차 내부 신호와 외부 장비 사이의 통신 규격은 다음과 같은 ISO 규격에 의거, 전 세계적으로 규격화 되어 있음



KS R ISO 15031-1:2012

[도로차량-배출가스 관련 진단을 위한 차량과 외부 장비 사이의 통신]

- 기존 자동차 운행정보 데이터 분석의 문제점이었던 대용량 데이터 수집에 따른 시스템 부하 가중을 해소하고자 본 R&D에서는 데이터 경량화, 시스템 부하감소를 목적으로 배출가스자기진단장치로부터 1초 단위로 수집된 데이터를 계측기에서 3분 이하 단위로 1차 요약 분석을 수행, 이 분석 데이터를 저장하고 시스템으로 전송함



－ 데이터 저장 용량 분석

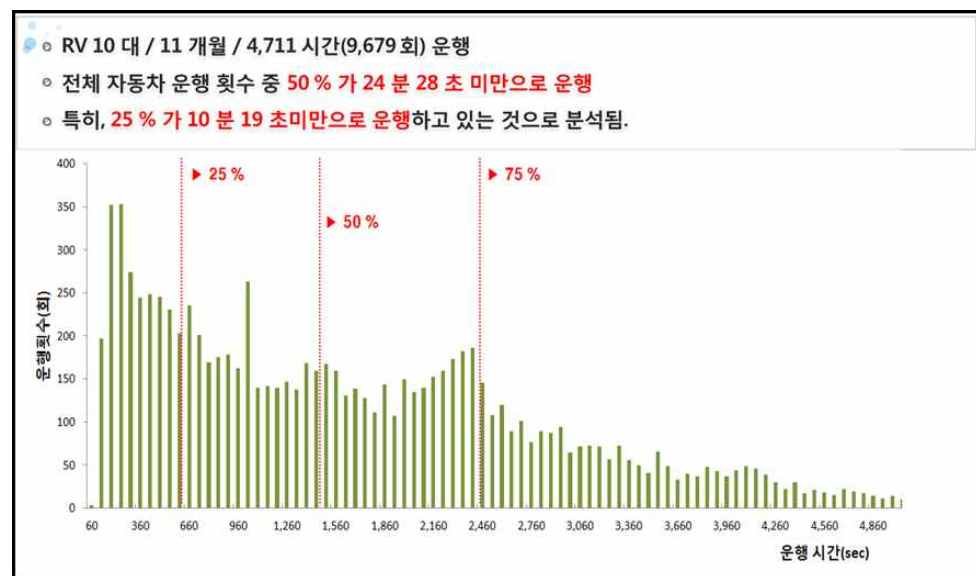
수요조사 결과에 따라 하루 8시간 기준으로 60일의 운행된 데이터 저장

	Se
A등급 전체 데이터 용량	
B등급 전체 데이터 용량	

－ 차량 운행 시간 및 운행거리 분석

용차와 화물차의 경우 대부분 기본 업무 수행 및 관내 보편적 서비스의 목적으로 운행하기 때문에 1 Trip 운행시간이 평균 10분 19초 정도 되고, 1 Trip 평균 운행거리도 4.5~4.7 km로 분석되었음

승합차(모집단 RV 10대)의 경우에는 1 Trip 평균 운행시간이 24분 28초, 1 Trip 평균 운행거리가 10.7 km로 승용차나 화물차에 비해 높게 나타났음



<그림 3-4> 자동차 운행시간 및 거리 분석

－ 분석 고도화를 위한 Trip 기준

Trip(시동 On-Off 기준) 내의 Semi-Trip을 <시동 On 후>, <주행 중>, <시동 Off 전>으로 3단계의 데이터를 취득하여 분석의 고도화를 할 수 있도록 판단함

엔진미가열 상태의 데이터를 분석하기 위하여 시동 후의 연료소모량, 주행 중의 연료소모량이 산정 되어야 하며, 시동 Off 되기 직전까지 소모된 연료량까지 수집하여 분석의 신뢰성을 높임

－ 3분단위 데이터 저장

차량의 운행 시간과 거리분석을 통하여 일반적으로 차량들이 운행 하는 최소의 평균시간을 도출하였고 분석의 고도화를 위한 Trip기준을 반영하여 본 연구과제에서 3분으로 선정함

차량 운행 시간은 용도 및 차종에 따라 다르 기때문에 운행정보 저장 주기가 3분 단위로 고정된 것은 아니며 본 과제 종료 후에도 지속적인 데이터 분석을 통해 최적의 시간을 도출하여 변경 예정임

○ 요구사항 분석으로 반영하여야 할 분석 항목 및 온실가스 배출지표 분석, 평가를 위하여 수집 및 전송하고자 하는 데이터는 다음과 같이 규정함

<표 3-2> 자동차 운행정보 수집내용

1초 이하단위 수집 데이터	3분 이하단위 분석·저장·전송 데이터	
(정보발생일시(년월일시분초))	시작 시간(년월일시분초)	누적 연료사용량(L)
누적 주행거리(m)	종료 시간(년월일시분초)	연료사용량(ml)
차량속도(km/h)	운행시간(초)	공회전 시의 연료사용량(ml)
순간연료분사량($\mu\text{L} \times 10^{-3}$)	공회전 시간 1 (초)	엔진 미가열 연료사용량(ml)
누적연료사용량(l)	공회전 시간 2 (초)	에머컨 가동 시 연료소모량(ml)
엔진회전수(RPM)	변속레버 중립 시간(초)	히터 가동 시 연료소모량(ml)
브레이크 신호(0, 1)	제동 시간(초)	평균 운행속도(km/h)
변속레버(S=P,R,N,D)	냉각수 안정온도 도달시간(초)	산소센서 1 평균 값
변속단	에머컨 가동 시간(초)	산소센서 2 평균 값
냉각수 온도(°C)	히터 가동 시간(초)	속도-가감속 구간별 온도 매트릭스 정보
에머컨 가동(0, 1)	총 누적운행거리(km)	속도-가감속 구간별 연료분사량 매트릭스 정보
히터 가동(0, 1)	운행거리(m)	
산소센서 값 1(Upstream)	관성 운행거리(m)	
산소센서 값 2(Downstream)	냉각수 안정온도 도달거리(m)	

(3) 부문별 온실가스 배출지표 산정 방법론

- 시동 On-Off 기반의 Trip 단위로 분석된 각 자동차별 운행 정보를 바탕으로 산정된 온실가스 배출량을 주행거리, 운행시간 등의 활동자료를 기준으로 배출지표를 산정함.
- 공공·여객·화물 부문별 특성을 반영할 수 있는 배출지표를 산정한 후 각 부문별 분석 기준에 따라 분석·평가를 수행하여 교통 환경 관련 국가 정책 지원 자료 및 관련 통계 데이터로 활용하고, 관련 기관에서 요구하는 정보를 제공하고자 함

(가) 공공부문

- 배출지표

<표 3-3> 공공부문 배출지표 정의

구분	단위	정의
주행거리 기준	g CO ₂ eq./km	단위 주행거리 당 연료소비량 기반 온실가스 배출량
운행시간 기준	g CO ₂ eq./sec	단위 운행시간 당 연료소비량 기반 온실가스 배출량

- 분석 기준

－ 기본 분석 : 차량별 / 차종별 / 연료별 / 지역별

(나) 여객부문

- 배출지표

<표 3-4> 여객부문 배출지표 정의

구분	단위	정의
주행거리 기준	g CO ₂ eq./km	단위 주행거리 당 연료소비량 기반 온실가스 배출량
	g CO ₂ eq./인·km	단위 주행거리 당 운송 인원 당 연료소비량 기반 온실가스 배출량
운행시간 기준	g CO ₂ eq./sec	단위 운행시간 당 연료소비량 기반 온실가스 배출량
	g CO ₂ eq./인·sec	단위 운행시간 당 운송 인원 당 연료소비량 기반 온실가스 배출량

- 분석 기준

－ 기본 분석 : 차량별 / 차종별 / 연료별 / 지역별

(다) 화물부문

○ 배출지표

<표 3-5> 화물부문 배출지표 정의

구분	단위	내용
주행거리 기준	g CO ₂ eq./km	단위 주행거리 당 연료소비량 기반 온실가스 배출량
	g CO ₂ eq./ton·km	단위 주행거리 당 운송 화물량 당 연료소비량 기반 온실가스 배출량
운행시간 기준	g CO ₂ eq./sec	단위 운행시간 당 연료소비량 기반 온실가스 배출량
	g CO ₂ eq./ton·sec	단위 운행시간 당 운송 화물량 당 연료소비량 기반 온실가스 배출량

○ 분석 기준

- 기본 분석 : 차량별 / 차종별 / 지역별

(4) 자동차 운행 패턴 분석 방법론

- 시동 On-Off 기반의 Trip 단위로 분석된 각 자동차별 운행 정보를 바탕으로 차량별, 차종별, 부문별 시간대별 운행비율(%), 공회전율(%), 엔진미가열 배출량 비율(%), 속도-가감속 구간별 운행비율(%) 등을 분석하여 교통안전과 교통 환경 관련 정책 수립 및 평가에 활용하고자 함

- 또한, 자동차별로 친환경운전 준수율(%)에 대한 정량적 분석 결과 제공을 통해 친환경운전 활성화로 온실가스 204만 톤 감축목표 달성에 활용하고자 함

- 현재 도로 교통부문의 온실가스 감축을 위해 경제속도 준수하기, 3급(급출발, 급가속, 급감속)하지 않기, 공회전 줄이기, 관성운전 하기 등등 경제운전 활성화를 강조하고 있으나, 개별 차량에 대한 준수 유무의 정량적 분석 결과를 운전자에게 직접 제공하지 못하고 있음
- 온실가스 배출 효율성이 낮은 자동차의 운전자에 대한 경제운전 교육 프로그램 참여 요청에 대한 근거 데이터로 활용 가능함

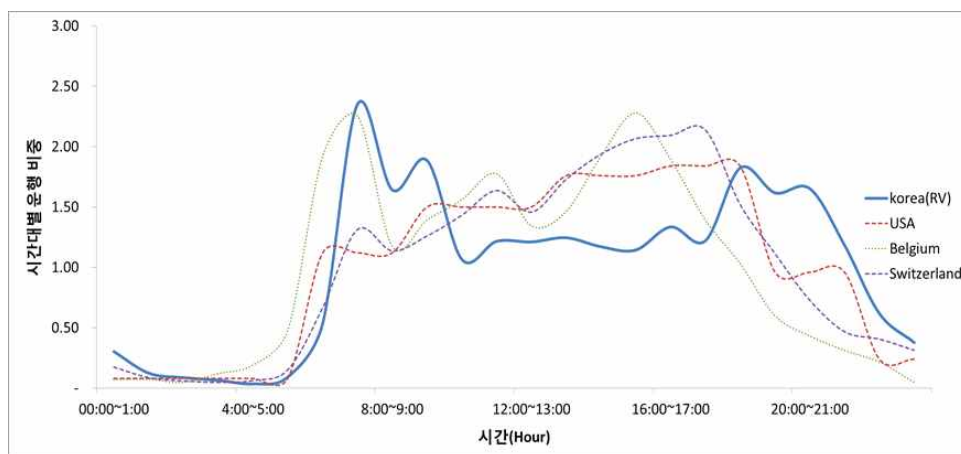
국도교통부(교통안전공단)	환경부(한국자동차환경협회)
경제운전 일일(11)실천	친환경운전 10가지 약속
교통정보 생활화(최적경로 선택)	경제속도(60~80 km/h) 준수하기
엔진예열 최소화(엔진예열 10~30초)	3급(급출발, 급가속, 급감속) 하지 않기
출발은 부드럽게(시동 5초 후 20km/h(1,500rpm))	불필요한 공회전은 이제 그만!
관성주행 활용(엔진브레이크 사용)	정차시, 신호대기 시 기어는 중립으로
정속주행 유지(급가감속 지양, 안전거리 확보)	주행중, 에어컨 사용 줄이기
경제속도 준수(일반 60~80 km/h, 고속 90~100 km/h)	자동차를 가볍게, 트렁크를 비우기
공회전 최소화(신호 대기 시 중립모드, 주정차 시 엔진정지)	유사연료, 인증받지 않은 연료는 No!
적재물 다이어트(불필요한 적재물 빼기)	정보운전의 생활화
타이어 공기압 체크(주기적인 공기압 점검)	내리막길 운전 시 관성운전하기
에어컨 사용 자제(고단 작동 후 저단 유지)	주기적으로 자동차를 점검, 정비하는 센스!
소모품 관리 철저(교체주기 준수)	

<그림 3-5> 국내 부처별 친환경운전(경제운전) 실천 문구

(가) 운행패턴 분석

○ 자동차별, 차종별, 부문별 시간대별 운행비율(%) 분석

- 자동차 운행 시작 및 종료 시간 정보를 활용하여 분석된 시간대별(주간, 야간, 요일별) 운행비율(%) 분석은 자동차의 평균 운행속도 등에 영향을 미쳐 온실가스 배출량 및 배출지표에 영향을 미침
- 또한, 축적된 시간대별 운행비율(%) 데이터의 분석·평가를 통해 교통 정책 수립의 기초 데이터로 활용하도록 하고자 함



<그림 3-6> 시간대별 운행비율(%) 분석 예시

○ 운행거리 분석

- ① 차종별 일/월/년간 평균 운행거리
- ② 부문별 일/월/년간 평균 운행거리

③ 모집단의 총 운행거리(Total VKT)

○ 운행시간 분석

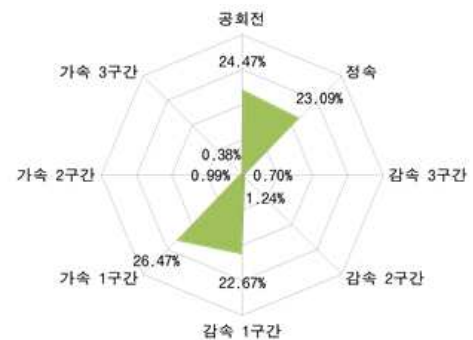
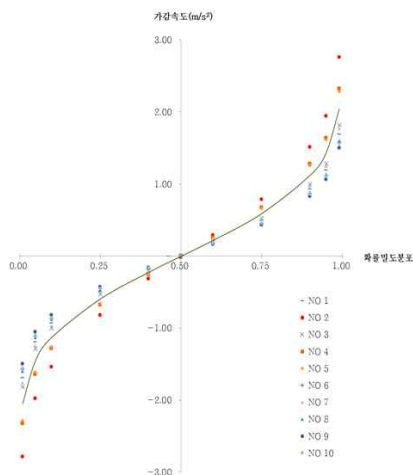
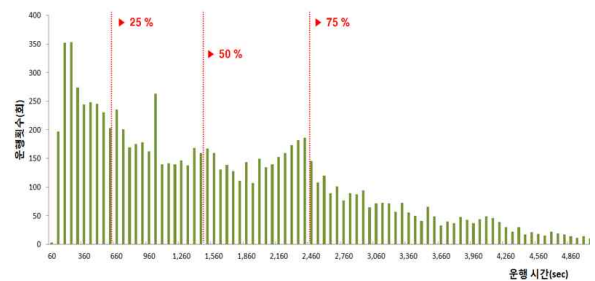
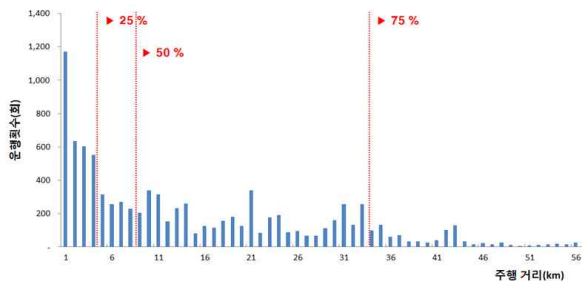
- ① 차종별 일/월/년간 평균 운행시간
- ② 부문별 일/월/년간 평균 운행시간
- ③ 모집단의 총 운행시간(Total driving time)

○ 속도 분석

- ① 차종별 일/월/년간 평균 운행속도(km/h) 및 평균 주행속도(km/h)
- ② 부문별 일/월/년간 평균 운행속도(km/h) 및 평균 주행속도(km/h)
- ③ 모집단의 운행속도(km/h) 및 평균 주행속도(km/h)

○ 운행패턴 및 급가감속 비율(%) 분석

- ① 차량별, 차종별 일/월/년간 운행패턴 및 급가감속 비율(%)
- ② 부문별 일/월/년간 운행패턴 및 급가감속 비율(%)
- ③ 모집단의 운행패턴 및 급가감속 비율(%)



(나) 친환경운전(경제운전) 분석

- 친환경운전(경제운전) 준수율(%) 분석을 위한 분석·평가 항목

<표 3-6> 경제운전 실천 항목

경제운전 일일(11)실천	친환경운전 10가지 약속	분석·평가 항목
엔진예열 최소화 (엔진예열 10~30초)		엔진 예열 시간(sec)
공회전 최소화 (신호 대기 시 중립모드, 주정차 시 엔진정지)	불필요한 공회전은 이제 그만!	공회전 시간(sec)
		공회전율(%)
	정차 시 신호대기 시 기어는 중립으로	공회전 시 변속레버 중립 비율(%)
에어컨 사용 자제 (고단 작동 후 저단 유지)	주행 중, 에어컨 사용 줄이기	에어컨(or 히터) 사용율(%)
관성 주행 활용 (엔진브레이크 사용)	내리막길 운전 시 관성운전하기	관성 운전 거리 비율(%)
경제속도 준수 (일반 60~80 km/h, 고속 90~100 km/h)	경제속도(60~80 km/h) 준수하기	속도-가감속 구간별 발생빈도 매트릭스
	3급(급출발, 급가속, 급감속) 하지 않기	
소모품 관리 철저 (교환주기 준수)	주기적으로 자동차를 점검, 정비하는 센스!	

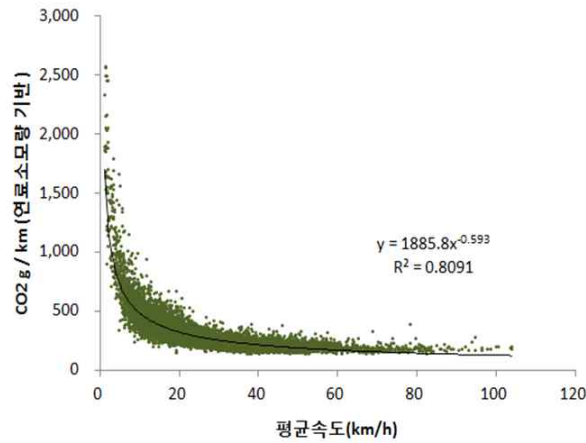
(다) 배출량 영향 인자 분석

- 1회 평균 주행거리(km)
- 엔진미가열 주행거리 분율(%)
- 공회전 시 연료사용량 비율(%)
- 에어컨(또는 히터) 가동 시 연료사용량 비율(%)

(라) 기타 분석

○ 온실가스 배출지표와 평균 운행속도 등의 활동자료의 상관관계 분석

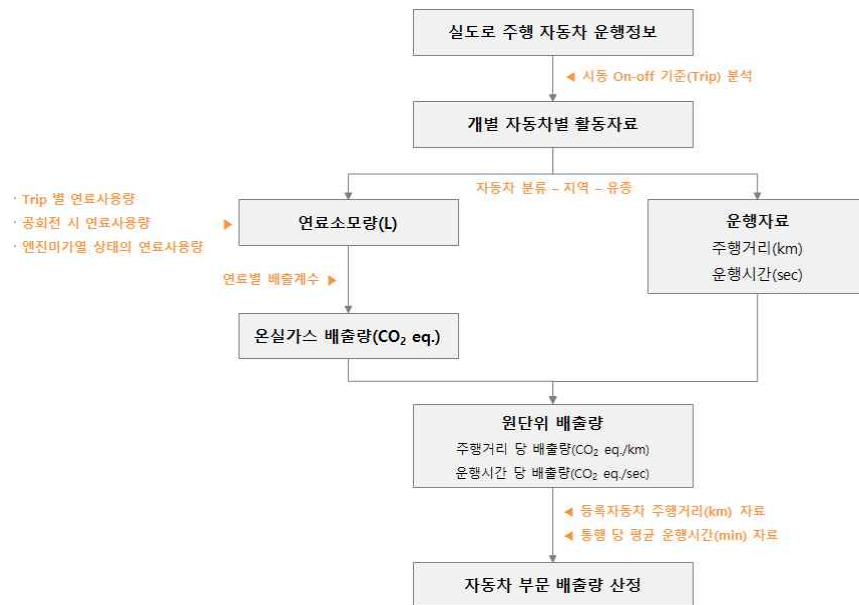
- 전체 등록 자동차 배출량 추정에 활용할 수 있는 배출지표와 활동 자료와의 상관관계 분석을 통해 통계적 유의성을 도출하고자 함



<그림 3-7> 주행거리 기반 온실가스 배출지표와 평균속도(km/h)와의 상관관계 분석 예시

(5) 자동차 온실가스 배출량 산정 방법론 개발

- 개별 자동차를 온실가스 배출원의 최소 단위로 하여 수집된 활동자료를 활용, 자동차 부문의 온실가스 배출량을 산정함
- 산정한 자료를 바탕으로 차종별, 유종별, 규모별 원단위 배출량(CO₂ eq./km)을 분석하고, 분석된 자료와 등록자동차의 차종별, 유종별, 규모별, 지역별 주행거리 자료를 활용하여 도로부문 온실가스 배출량을 산정함. 이를 도식화하면 다음과 같음



<그림 3-8> 배출량 산정 방법론 과정

(가) 자동차 활동자료 산정

- 개별 자동차에 장착된 운행정보 수집 장치로부터 수집한 자료를 바탕으로 산정된 시동 On-Off 기준(Trip) 활동자료는 다음과 같음

<표 3-7> 활동자료 항목 및 정의

활동 자료	정의
운행시간	Trip start 시간부터 Trip end 시간까지의 시간
운행거리	Trip 동안 운행한 거리
연료사용량	Trip 동안 소모된 연료 사용량
공회전 시 연료사용량	연료사용량 중 공회전 시간 동안 소모된 연료 사용량
엔진 미가열 연료사용량	연료 사용량 중 냉각수 온도가 70℃에 도달할 때까지의 소모된 연료 사용량

① 운행시간

- 온실가스 배출량 및 배출지표 산정 및 분석을 위한 운행시간의 기초 활동 자료는 시동 On-Off를 기준(Trip)으로 하는 Trip 운행시간임. 개별 자동차별로 수집된 Trip 운행시간을 기준으로 개별 자동차의 운행시간, 유형별, 지역별, 유종별 운행시간을 산정함

$$T = \sum T_{Trip, i, t, l, o}$$

T_{Trip} = 자동차 운행시간

i : 개별 자동차

(식 1)

t : 유형 구분(배출원 분류체계 - 자동차 분류 - 유형별 분류 참조)

l : 지역 구분(배출원 분류체계 - 지역 분류 참조)

o : 유종 구분(배출원 분류체계 - 유종 분류 참조)

구분	내용
Trip 운행 시간 (시분초)	$T_{Trip} = T_{Trip\ last} - T_{Trip\ start}$ $T_{Trip\ last}$ = 자동차 운행을 종료(시동 OFF)한 시간 $T_{Trip\ start}$ = 자동차 운행을 시작(시동 ON)한 시간
개별 자동차 운행 시간 (시분초)	$T_i = \sum T_{Trip, i}$ $T_{Trip, i}$ = 개별 자동차 Trip 운행 시간

유형별 운행 시간 (시분초)	$T_t = \sum T_{Trip, i, t}$ $T_{Trip, i, t} = \text{유형별 개별 자동차의 Trip 운행시간}$
지역별 운행 시간 (시분초)	$T_l = \sum T_{Trip, i, l}$ $T_{Trip, i, l} = \text{지역별 개별 자동차 Trip 운행시간}$
유종별 운행 시간 (시분초)	$T_o = \sum T_{Trip, i, o}$ $T_{Trip, i, o} = \text{유종별 개별 자동차 Trip 운행시간}$

② 운행거리

- 온실가스 배출량 및 배출지표 산정 및 분석을 위한 운행거리의 기초 활동 자료는 시동 On-Off를 기준(Trip)으로 하는 Trip 운행거리임. 개별 자동차별로 수집된 Trip 운행거리를 기준으로 개별 자동차의 운행거리, 유형별, 지역별, 유종별 운행거리를 산정함

$$D = \sum D_{Trip, i, t, l, o}$$

D_{Trip} = 자동차 운행거리(m)

i : 개별 자동차

(식 2)

t : 유형 구분(배출원 분류체계 - 자동차 분류 - 유형별 분류 참조)

l : 지역 구분(배출원 분류체계 - 지역 분류 참조)

o : 유종 구분(배출원 분류체계 - 유종 분류 참조)

구분	내용
Trip 운행거리 (km)	$D_{Trip} = D_{Trip\ last} - D_{Trip\ start}$ $D_{Trip\ last} = \text{자동차 운행 종료(시동 OFF) 시 누적 주행거리}$ $D_{Trip\ start} = \text{자동차 운행 시작(시동 ON) 시 누적 주행거리}$
개별 자동차 운행거리 (km)	$D_i = \sum D_{Trip, i}$ $D_{Trip, i} = \text{개별 자동차 Trip 운행거리}$
유형별 운행거리 (km)	$D_t = \sum D_{Trip, i, t}$ $D_{Trip, i, t} = \text{유형별 개별 자동차 운행거리}$
지역별 운행거리 (km)	$D_l = \sum D_{Trip, i, l}$ $D_{Trip, i, l} = \text{지역별 개별 자동차 운행거리}$
유종별 운행거리 (km)	$D_o = \sum D_{Trip, i, o}$ $D_{Trip, i, o} = \text{유종별 개별 자동차 운행거리}$

③ 연료사용량

- 온실가스 배출량 및 배출지표 산정 및 분석을 위한 연료사용량의 기초 활동 자료는 시동 On-Off를 기준(Trip)으로 하는 Trip 연료사용량임. 개별 자동차별로 수집된 Trip 연료사용량을 기준으로 개별 자동차의 연료사용량, 유형별, 지역별, 유종별 연료사용량을 산정함

$$F = \sum F_{Trip, i, t, l, o}$$

F_{Trip} = 자동차 연료사용량(ml)

i : 개별 자동차

(식 3)

t : 유형 구분(배출원 분류체계 - 자동차 분류 - 유형별 분류 참조)

l : 지역 구분(배출원 분류체계 - 지역 분류 참조)

o : 유종 구분(배출원 분류체계 - 유종 분류 참조)

구분	내용
Trip 연료사용량 (L)	$F_{Trip} = F_{Trip\ last} - F_{Trip\ start}$ $F_{Trip\ last} = \text{자동차 운행 종료(시동 OFF) 시 누적 연료사용량}$ $F_{Trip\ start} = \text{자동차 운행 시작(시동 ON) 시 누적 연료사용량}$
개별 자동차 연료사용량 (L)	$F_i = \sum F_{Trip, i}$ $F_{Trip, i} = \text{개별 자동차 Trip 연료사용량}$
유형별 연료사용량 (L)	$F_t = \sum F_{Trip, i, t}$ $F_{Trip, i, t} = \text{유형별 개별 자동차 연료사용량}$
지역별 연료사용량 (L)	$F_l = \sum F_{Trip, i, l}$ $F_{Trip, i, l} = \text{지역별 개별 자동차 연료사용량}$
유종별 연료사용량 (L)	$F_o = \sum F_{Trip, i, o}$ $F_{Trip, i, o} = \text{유종별 개별 자동차 연료사용량}$

④ 공회전 시 연료사용량

- 자동차 운행 시 도로 등급별, 지역별, 운행 시간별 등 시·공간에 따라 공회전 시간에는 차이가 있어 세부적인 온실가스 배출량과 배출지표 산정 및 분석을 위하여 공회전 시 연료사용량을 산정함. 공회전 시 연료사용량의 기초 활동 자료는 시동 On-Off를 기준(Trip)으로 하는 Trip 공회전 시 연료사용량임. 개별 자동차별로 수집된 Trip 공회전 시 연료사용량을 기준으로 개별 자동차의 공회전 시 연료 사용량, 유형별, 지역별, 유종별 공회전 시 연료사용량을 산정함

$$Fs = \sum F_{id, i, t, l, o, \text{when } v=0, rpm \neq 0}$$

F_{id} = 자동차 공회전 시의 연료사용량(ml)

i : 개별 자동차

t : 유형 구분(배출원 분류체계 - 자동차 분류 - 유형별 분류 참조) (식 4)

l : 지역 구분(배출원 분류체계 - 지역 분류 참조)

o : 유종 구분(배출원 분류체계 - 유종 분류 참조)

v : 자동차의 운행속도(km/h)

rpm : 자동차 분당 엔진 회전수

구분	내용
Trip 공회전 시 연료사용량 (L)	$F_{id} = \sum F_{Trip, \text{ when } v=0, rpm \neq 0}$ $v = \text{자동차의 운행속도(km/h)}$ $rpm = \text{자동차 분당 엔진 회전수}$
개별 자동차 공회전 시 연료사용량 (L)	$F_{Si} = \sum F_{id, i}$ $F_{id, i} = \text{개별 자동차의 공회전 시 연료사용량}$
유형별 공회전 시 연료사용량 (L)	$F_{St} = \sum F_{id, i, t}$ $F_{id, i, t} = \text{유형별 개별 자동차 공회전 시 연료사용량}$
지역별 공회전 시 연료사용량 (L)	$F_{Sl} = \sum F_{id, i, l}$ $F_{id, i, l} = \text{지역별 개별 자동차 공회전 시 연료사용량}$
유종별 공회전 시 연료사용량 (L)	$F_{So} = \sum F_{id, i, o}$ $F_{id, i, o} = \text{유종별 개별 자동차 공회전 시 연료사용량}$

⑤ 엔진 미가열 연료사용량

- UN(IPCC GL), EU EEA(COPERT)에서는 연료, 차종, 지역 배분 및 시·공간 해석에 활용하고자 엔진 미가열 상태에서의 배출량을 반영하는 Tier 3 수준의 배출량 산정을 진행하고 있으나, 국내에서는 활동자료의 부족으로 엔진 미가열 상태에서의 온실가스 추가 배출량은 상정하지 못하고 있음. 본 방법에서는 COPERT에서의 정의¹⁾ 및 환경부고시 제2015-6호(일부 개정) 제작자동차 시험검사 및 절차에 관한 규정, [별표 16] 경유자동차 배출가스 자기진단장치 작동확인 시험방법에서의 “예열사이클” 정의²⁾에 의거, 냉각수 온도 70℃를 기준으로 엔진 가열 및 미가열 상태를 구분하고, 세부적인 온실가스 배출량과 배출지표 산정 및 분석을 위하여 엔진 미가열 상태에서의 연료사용량을 산정함
- 엔진 미가열 상태의 연료사용량의 기초 활동 자료는 시동 On-Off를 기준(Trip)으로 하

1) $E_{COLD; i, j} = \beta_{i, j} \times N_j \times M_j \times e_{HOT; i, j} \times (e^{COLD}_{i, j} / e^{HOT}_{i, j} - 1)$

$E_{COLD; i, j}$: cold start emissions of the pollutant i (for the reference year), caused by vehicle class j,

$\beta_{i, j}$: fraction of mileage driven with cold engines or catalyst operated below the light-off temperature,

N_j : number of vehicles [veh.] of class j in circulation in vehicle class j,

M_j : total mileage per vehicle [km/veh.] in vehicle class j,

$e^{COLD}_{i, j} / e^{HOT}_{i, j}$: cold over hot ratio of pollutant i emissions, relevant to vehicles of class j.

▶ Engines are defined as ‘cold’ or ‘warm’ if the water temperature is below 70℃

2) “예열사이클”이라 함은 원동기 냉각수 온도가 시동 후 적어도 22℃증가하여 최소한 70℃에 이르도록 충분히 주행한 상태를 말한다.

는 Trip 엔진 미가열 시 연료사용량임. 개별 자동차별로 수집된 Trip 엔진 미가열 시 연료사용량을 기준으로 개별 자동차의 엔진 미가열 시 연료사용량, 유형별, 지역별, 유종별 엔진 미가열 시 연료사용량을 산정함

$$Fc = \sum F_{cold, i, t, l, o, \text{when } Tc \leq 70, rpm \neq 0}$$

F_{cold} = 자동차 엔진 미가열 상태의 연료사용량(ml)

i : 개별 자동차

t : 유형 구분(배출원 분류체계 - 자동차 분류 - 유형별 분류 참조) (식 5)

l : 지역 구분(배출원 분류체계 - 지역 분류 참조)

o : 유종 구분(배출원 분류체계 - 유종 분류 참조)

Tc : 자동차의 냉각수 온도(°C)

rpm : 자동차 분당 엔진 회전수

구분	내용
Trip 엔진 미가열 연료사용량 (L)	$F_{cold} = \sum F_{Trip, \text{when } Tc \leq 70, rpm \neq 0}$ Tc = 냉각수 온도(°C) rpm = 자동차 분당 엔진 회전수
개별 자동차 엔진 미가열 연료사용량 (L)	$Fc_i = \sum F_{cold, i}$ $F_{cold, i}$ = 개별 자동차의 엔진 미가열 연료사용량
유형별 엔진 미가열 연료사용량 (L)	$Fc_t = \sum F_{cold, i, t}$ $F_{cold, i, t}$ = 유형별 개별 자동차 엔진 미가열 연료사용량
지역별 엔진 미가열 연료사용량 (L)	$Fc_l = \sum F_{cold, i, l}$ $F_{cold, i, l}$ = 지역별 개별 자동차 엔진 미가열 연료사용량
유종별 엔진 미가열 연료사용량 (L)	$Fc_o = \sum F_{cold, i, o}$ $F_{cold, i, o}$ = 유종별 개별 자동차 엔진 미가열 연료사용량

(나) 온실가스 배출량 산정 방법

- 본 방법은 다음과 같이 배출가스자기진단장치로부터 수집된 실제 자동차 운행 시 사용되는 연료량을 기반으로 연료 연소에 의해 발생하는 CO₂, CH₄, N₂O를 해당 유종의 국가 고유 배출계수를 적용하여 산정함. 최종 배출량 단위는 각각의 온실가스 지구온난화에 기여하는 정도를 수치로 표현한 지구온난화지수(GWP, Global Warming Potential)을 반영하여 이산화탄소 등가(CO₂ eq.)로 표시함

$$CO_2 \text{ Emission} = \sum [F_o \times NCV_o \times E \cdot F_{o, CO_2}]$$

$$CH_4 \text{ Emission} = \sum [F_o \times NCV_o \times E \cdot F_{o, CH_4}]$$

$$N_2O \text{ Emission} = \sum [F_o \times NCV_o \times E \cdot F_{o, N_2O}] \quad (\text{식 6})$$

F_o = 자동차 연료 사용량
 NCV_o = 연료별 순발열량(연료별 국가 고유 발열량 참조)
 $E \cdot F_o$ = 연료 종류에 따른 배출계수(kg/TJ)(적용 배출계수 참조)
 o : 유종 구분(배출원 분류체계 - 유종 분류 참조)

$$GHG \text{ Emissions } (CO_2 \text{ eq.}) = \sum [\text{Emission}_g \times GWP_g]$$

$GHG \text{ Emissions } (CO_2 \text{ eq.})$ = 온실가스 배출량(이산화탄소 등가) (식 7)
 GWP = 지구 온난화 지수
 g : 온실가스 종류(CO_2 , CH_4 , N_2O)

- 또한, 세부 분석을 위하여 공회전 시 배출되는 온실가스 배출량과 엔진 미가열 상태에서의 온실가스 배출량을 공회전 시의 연료 사용량, 엔진 미가열 상태에서의 연료 사용량을 기반으로 동일한 방법으로 배출량을 산정함

$$CO_2 \text{ Emission}_{id} = \sum [F_s \times NCV_o \times E \cdot F_{o, CO_2}]$$

$$CH_4 \text{ Emission}_{id} = \sum [F_s \times NCV_o \times E \cdot F_{o, CH_4}]$$

$$N_2O \text{ Emission}_{id} = \sum [F_s \times NCV_o \times E \cdot F_{o, N_2O}] \quad (\text{식 8})$$

F_s = 공회전 시의 연료 사용량
 NCV_o = 연료별 순발열량(연료별 국가 고유 발열량 참조)
 $E \cdot F_o$ = 연료 종류에 따른 배출계수(kg/TJ)(적용 배출계수 참조)
 o : 유종 구분(배출원 분류체계 - 유종 분류 참조)

$$GHG\ Emissions\ (CO_2\ eq.)_{id} = \sum [Emission_{id,g} \times GWP_g]$$

$GHG\ Emissions\ (CO_2\ eq.)$ = 공회전 시의 온실가스 배출량(이산화탄소 등가) (식 9)
 GWP = 지구 온난화 지수
 g : 온실가스 종류(CO_2 , CH_4 , N_2O)

< 공회전 시의 온실가스 배출량 산정 >

$$CO_2\ Emission_{cold} = \sum [Fc \times NCV_o \times E \cdot F_{o, CO_2}]$$

$$CH_4\ Emission_{cold} = \sum [Fc \times NCV_o \times E \cdot F_{o, CH_4}]$$

$$N_2O\ Emission_{cold} = \sum [Fc \times NCV_o \times E \cdot F_{o, N_2O}] \quad (\text{식 10})$$

Fc = 엔진 미가열 상태의 연료 사용량
 NCV_o = 연료별 순발열량(연료별 국가 고유 발열량 참조)
 $E \cdot F_o$ = 연료 종류에 따른 배출계수(kg/TJ)(적용 배출계수 참조)
 o : 유종 구분(배출원 분류체계 - 유종 분류 참조)

$$GHG\ Emissions\ (CO_2\ eq.)_{cold} = \sum [Emission_{cold,g} \times GWP_g]$$

$GHG\ Emissions\ (CO_2\ eq.)_{cold}$ = 엔진 미가열 상태의 온실가스 배출량(이산화탄소 등가) (식 11)
 GWP = 지구 온난화 지수
 g : 온실가스 종류(CO_2 , CH_4 , N_2O)

< 엔진 미가열 상태의 온실가스 배출량 산정 >

라. 활동자료 평가 방법론 개선

(1) 현장 테스트

- 기존 평가 방법론에 적용된 활동자료 모니터링 방법은 「온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침,[별표 18]의 6. 근사법에 따른 모니터링 유형(C 유형)」을 적용하였으나, C 유형은 활동자료의 불확도가 존재하기 때문에 현장 테스트를 통해 계측기 수집 성능 검증을 수행함
- 테스트 결과 다음과 같은 검토사항이 도출되었고 개선을 수행함

<표 3-8> 계측기 현장테스트 현황

검토사항	원인	개선사항
총 누적거리 변동	변수 오버플로우 발생	단위변경(u->m)
Semi-Trip운행시간오버	초기화시점문제	초기화시점변경
Fuel Cut거리오버	변수오버플로우발생	단위변경(u->m)
연료소모량상이	변수오버플로우발생	단위변경(u->m)
Co2, N2o, CH4 상이	LPG차량	휘발류 차량 탄소계수 적용
변속레버중립시간상이	변속레버중립조건식오류	개발문서 참조하여 변경

(2) 자동차 운행정보 수집 장치 관련 자문회의 개최

- 본 과제에서 개발한 자동차 운행정보 수집 장치에 대한 전문가 자문회의를 통해 운행정보 수집기술을 고도화 함

<표 3-9> 외부전문가 의견내용

자문위원	주요내용
자문위원A	○ 06년 연식 포터는 연료소모량 데이터를 주지 않아 데이터를 받을 수 없음 ○ 데이터 누적에 대한 오류는 끝 때, 켜 때, 0시에서 오류가 많이 발생하므로 이 부분을 잘 고려해야함 ○ 연동과정에서 발생하는 문제점을 파악하기 위해 디바이스에서 데이터를 추출하고 서버 단에서 데이터를 추출하여 비교분석할 필요가 있음 ○ 09년 이후 현대, 기아 차량을 대상으로 장착
자문위원B	○ Raw Data항목은 필수항목만 저장되는 것이 좋음, 분석이 가능한 Data는 서버 단에서 계산 ○ 주행거리 단위는 km또는 100m, 10m 단위가 적합함 ○ 주행거리는 초당 읽어 들이는 속도를 가지고 계산해야 오차가 발생하지 않음, 주행거리를 CAN메시지로 읽어서 누적하면 오차 발생 확률 있음
자문위원C	○ 공급된 3분 데이터의 유효성을 보기 위해서는 원시데이터와의 검증작업 필요 ○ 연비 수치 검증 방법은 Trip연비가 나오는 2010년 이후 차량에서 Trip연비와 전송되는 데이터 비교가 필요함 ○ OBD단자에서 송출되는 연료분사량은 실제 연료분사량과 5%이하의 오차 범위이므로 모니터링 목적에는 충분히 부합할 것으로 판단 ○ 계기판의 trip 연비는 실제 연비와 3% 정도로 일치하기 때문에 이를 활용하여 연료소모량을 산출할 수 있음 ○ 개발한 계측기는 1.5톤 이상에 적용이 가능하지만 상용차량은 기존의 CAN ID값으로 읽어올 수 없기에, 상용차의 CAN ID를 분석한 뒤 사용이 가능함 ○ CO₂ 계측 모니터링은 냉시동 상태가 중요하므로 엔진 냉각수 온도와 병행하여 분석하는 것은 좋은 방법임

제2절 (핵심성과2) 자동차 온실가스 모니터링 시스템(CEMS) 개발

1. 연구수행 전략 및 방법론

- 자동차 온실가스 모니터링 시스템 개발의 목표 및 주요 연구내용은 다음과 같음

연차	연구목표	주요 연구내용
2차년도	자동차 온실가스 분석서비스 개발	- 배출지표 및 다양한 분석결과 제공을 위한 분석서비스 개발
3차년도	자동차 온실가스 모니터링 시스템 고도화	- 자동차 온실가스 모니터링 시스템 고도화

2. 연구수행 내용

가. 자동차 온실가스 모니터링 시스템 구축 주요 내용

- 수집된 데이터를 기반으로 자동차 온실가스 배출 분석 및 냉각수 온도, Fuel Cut ,공회전 등 운전 상태나 급가속, 급감속 등 운전 패턴에 따른 연관성 분석 구축
- 자동차 배출가스 관련 분석을 일 단위, Trip 단위, 시간단위 등의 분석을 통하여 차량, 운전자의 운전 특성과 배출가스 간의 연관성 등을 모니터링 및 분석
- 다양한 채널을 통한 데이터를 수집할 수 있도록 구성하여 데이터의 다양성을 높이고 이를 통한용도(관용, 영업용, 비사업용), 차종(승용, 승합, 화물),규모(경형, 소형, 중형, 대형), 연료, 연식 등에 대한 표준지표를 산정하여, 전국단위의 자동차 운행거리와 연계를 통한 전국 단위 자동차 온실가스 배출량 통계를 산정, 모니터링 할 수 있게 구성. 또한 기관, 업체별 세부 배출량 모니터링과, 자동차 엔진온도에 따른 냉간, 열간 운행에 따른 배출량 차이 등을 분석할 수 있도록 구성하였음

(1) 데이터 수집/모니터링 다양성 확보

- 1초 데이터 업로드, 연계 분석
- 차량 및 일일 주유량 데이터 연계
- 전국단위 자동차 운행거리 데이터 (VIMS) 업로드

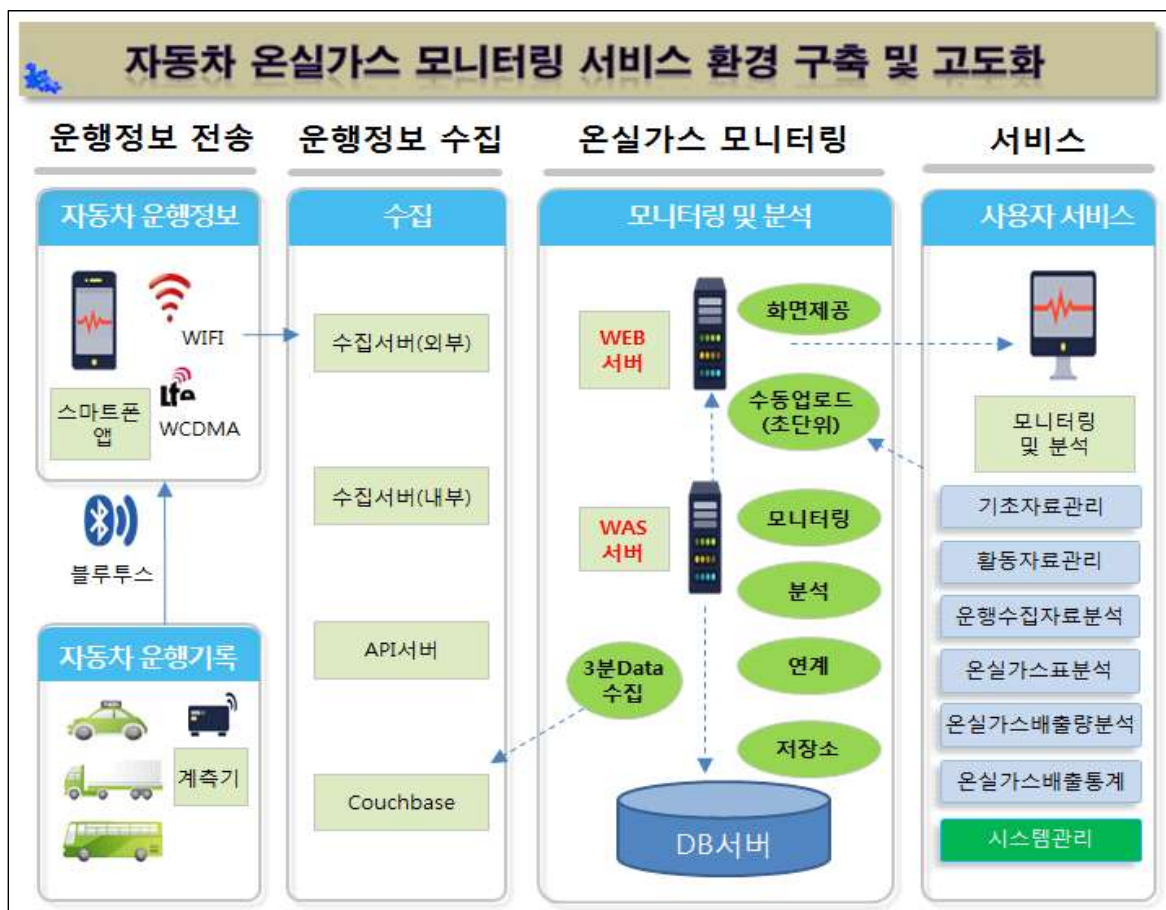
(2) 온실가스 배출 지표 산정, 분석, 모니터링

- 운행횟수, 거리, 시간, 연료사용량 등을 통한 표준배출 지표 산정
- 차종별, 규모별, 지역별 배출 지표
- 자동차 엔진 온도에 따른 냉간, 열간 지표/ 기관, 업체별 지표 산정

- 자동차 온실가스 배출과 운전행태(급가속, 급감속 등) 연관성 분석
- 차량별 일별, Trip별, 3분 Trip별 자동차 온실가스 배출 모니터링

(3) 온실가스 배출통계 산정

- 전국단위 주행 거리와 표준배출 지표를 통한 전국단위 배출 통계 산정
- 기관·업체별 배출 통계 산정
- 차종별, 규모별, 연료별, 지역별 배출 통계



<그림 3-9> 자동차 온실가스 모니터링 시스템 구성도

나. 자동차 온실가스 모니터링 시스템 기초자료 관리

(1) 기준정보관리

- 급·가감속 기준관리
- 휘발유, 경유, LPG, CNG, LNG 연료원단위 계산을 위한 순발열량 관리
- 냉간, 열간 배출량 모니터링을 위한 냉각수 온도기준 설정 관리

(2) 기관관리

- 자동차 온실가스 모니터링을 위한 대상 기관, 업체 등록 관리

(3) 차량관리

- 자동차 온실가스 모니터링을 위한 차량에 대한 차량번호, 운행기록계모델명, 용도, 차종, 연료종료, 지역 등 차량 기본정보 등록 관리
- 차량, 운행일자별 인원, 적재량 등록 관리하여 원단위 배출지표 산출 기초 자료로 활용

(4) 운행정보관리

- 운행정보데이터를 운행기록계나, 수동 업로드를 통하여 데이터를 등록하고 이를 분석한 결과에 대한 상태정보 관리

(5) 자동차주행거리관리

- 전국 자동차 주행거리 자료를 업로드 관리

(6) 자동차등록대수 관리

- 전국 자동차 등록대수 자료를 업로드 관리

(7) 주유량 관리

- 주유량을 별도로 관리한 경우 업로드 할수 있도록 구성

다. 자동차 온실가스 모니터링 시스템 활동자료관리

- 본 메뉴에서는 과제관련 시범업체 연계자료 현황, 등록차량정보, 운행현황 및 전국단위 운행거리 현황 등 활동자료에 대한 모니터링을 수행할 수 있음

(1) 기관·업체현황

- 등록 기관·기업 지역별 등록 현황



<그림 3-10> 자동차 온실가스 모니터링 시스템 분석 예시

(2) 차량현황

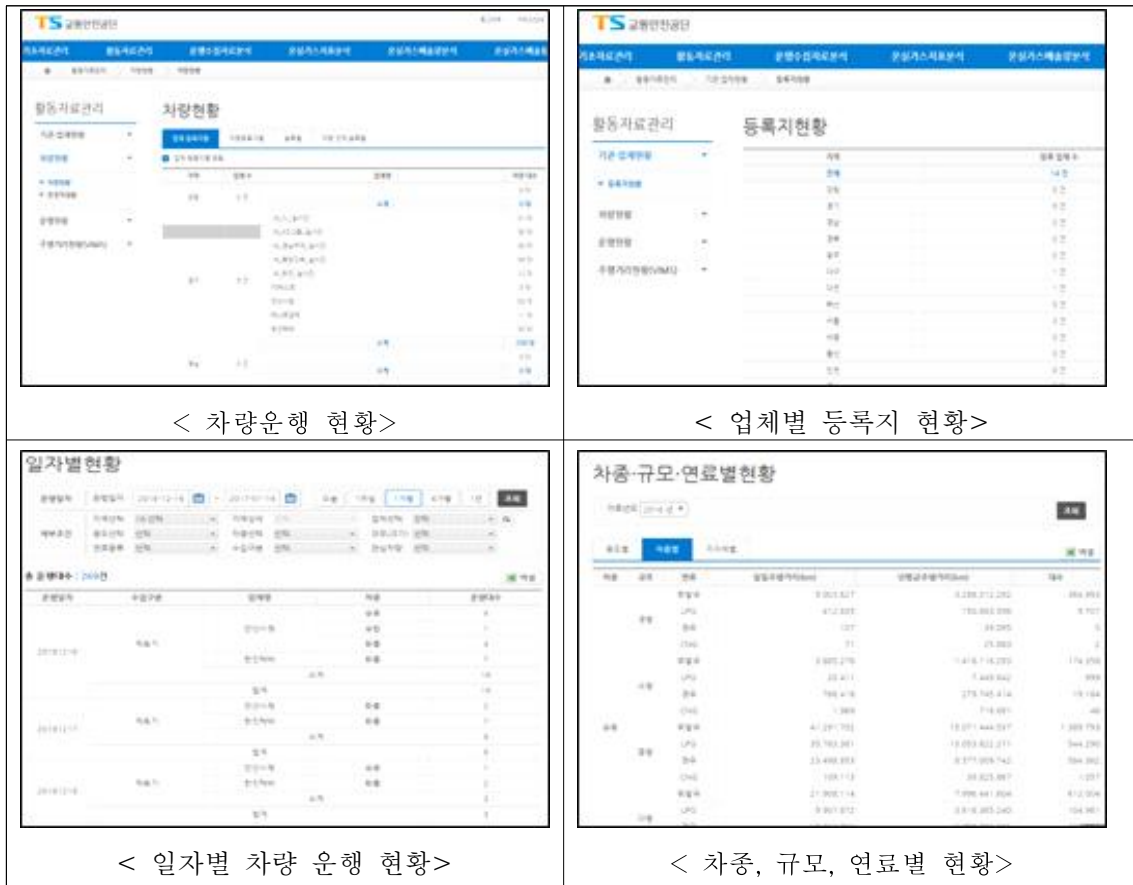
- 차량등록 지역별, 업체별 등록 대수 현황
- 차량용도, 차종별 등록 대수 현황
- 차량 전체 분류별(용도, 차종, 규모, 연료, 연식) 등록 대수 현황

(3) 운행현황

- 해당 일자별 차량 운행 현황 조회
 - 세부적으로 지역별, 업체별, 용도별, 차종별, 연료별 차량 운행 현황을 조회
- 차량별 운행된 일자 현황 조회
 - 세부적으로 지역별, 업체별, 용도별, 차종별, 연료별 차량 운행 현황을 조회

(4) 주행거리현황(VIMS)

- 연도기준 용도.차종.규모별 현황 조회
- 연도기준 차종.규모,연료별 현황 조회
- 연도기준 지자체.차종별 현황 조회



< 차량운행 현황>

< 업체별 등록지 현황>

< 일자별 차량 운행 현황>

< 차종, 규모, 연료별 현황>

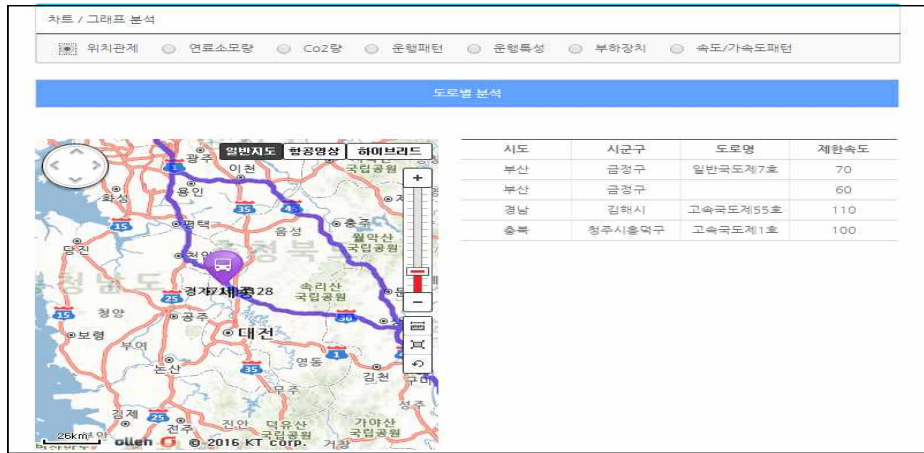
<그림 3-11> 자동차 온실가스 모니터링 시스템 분석 예시

라. 자동차 온실가스 모니터링 시스템 운행수집자료 분석

- 본 메뉴에서는 개별차량별, 업체별 운행정보분석, 운행상태분석, 운행습관분석 및 모니터링을 세부적으로 실시하여 온실가스 배출과 연관성을 분석할 수 있도록 함

(1) 위치관제를 통한 도로별, 지역별 배출량 분석

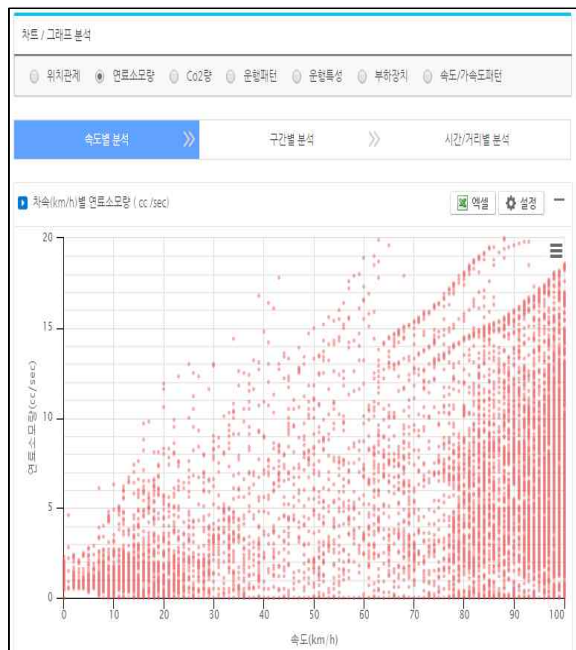
- 1초 데이터를 사용하여 자동차 위치 정보를 활용하여 위치 관제를 할 수 있도록 하고 이를 통하여 운행한 궤적을 파악하고 운행도로, 운행한 지역을 파악할 수 있음



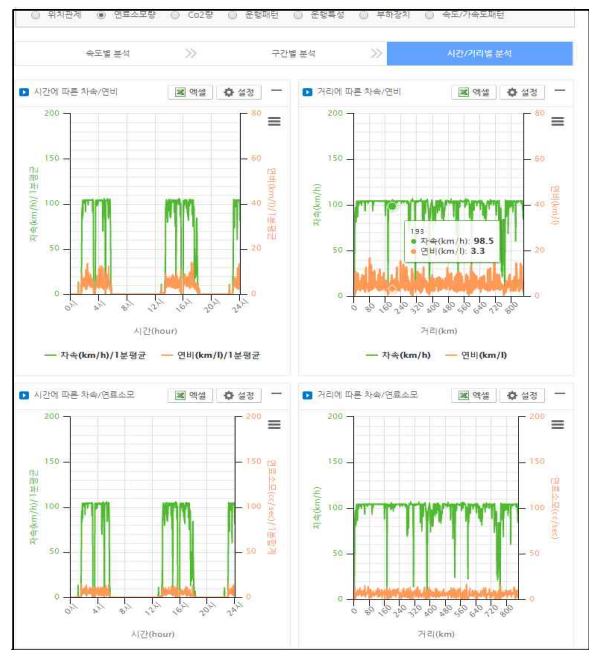
<그림 3-12> 차량 위치 현황 분석

(2) 속도별, 시간, 거리별 연비 및 연료소모량 분석

○ 차량의 속도별, 시간별, 거리별 연비 분석 및 연료 소모량 상관 분석



<그림 3-13> 속도별 연료소모량 현황



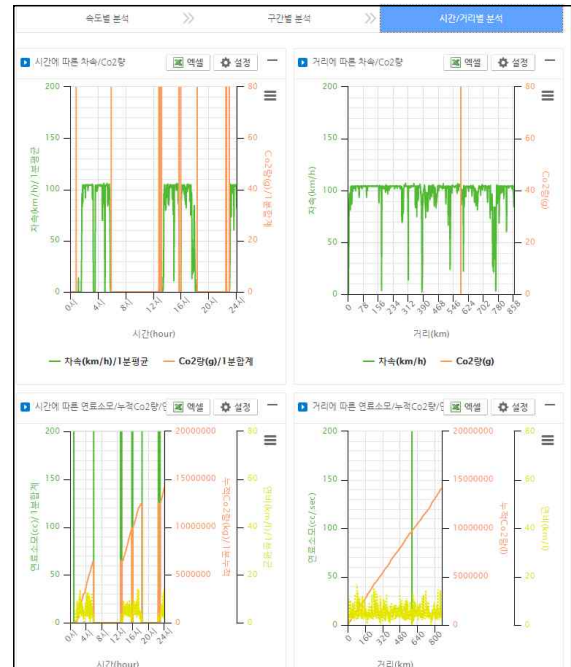
<그림 3-14> 시간별, 차속별 연비/연료소모량 현황

(3) 속도별, 구간별 온실가스 배출량 분석

○ 속도, 구간별 온실가스 배출량 분석



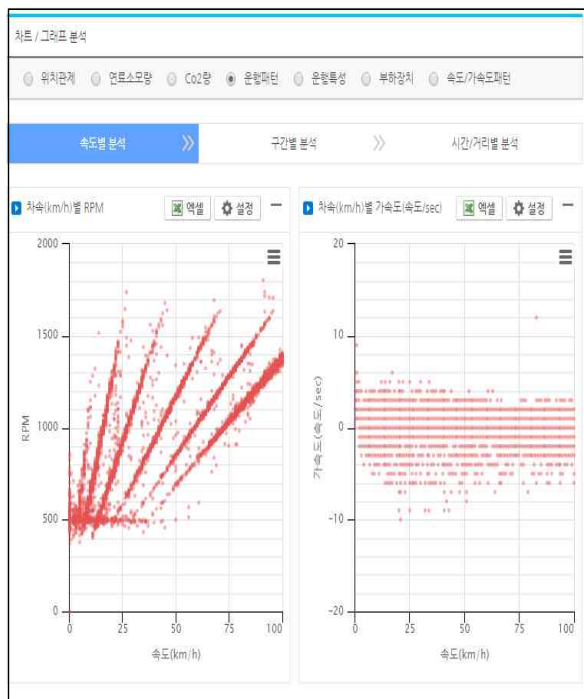
<그림 3-15> 속도 구간별 CO2 배출량 분석



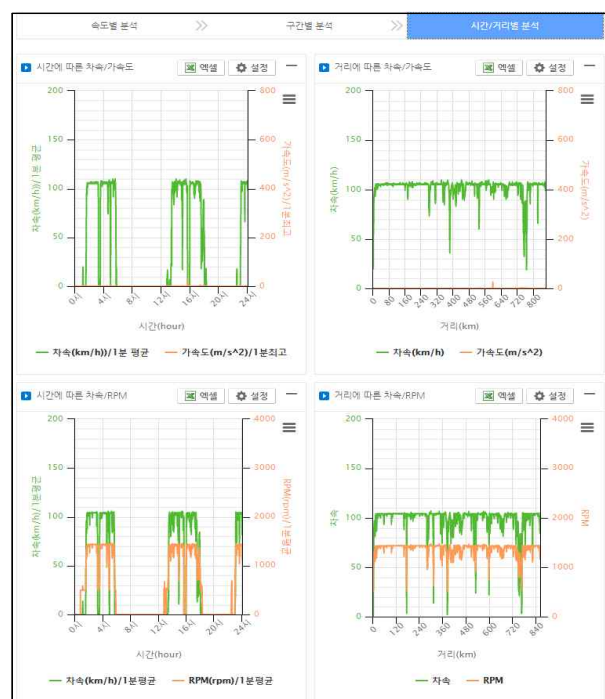
<그림 3-16> 시간, 거리 구간별 CO2 배출량 분석

(4) 속도, RPM , 기간, 거리별 상관분석을 통한 운행패턴 모니터링

- 차속과 RPM간의 상관관계 및 거리, 시간별 속도, RPM 상관관계 분석을 통하여 속도와 RPM과 CO2 발생량간의 연관성 분석



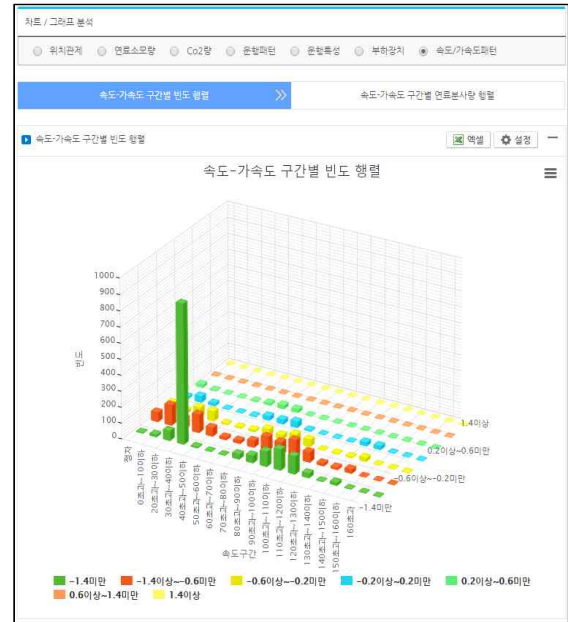
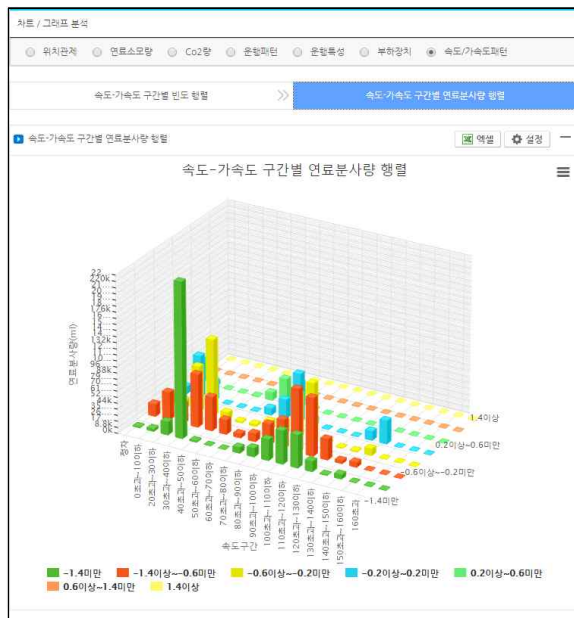
<그림 3-17> 속도 , RPM 상관관계 분석



<그림 3-18> 시간, 거리별 속도, RPM 상관관계 분석

(5) 속도 가속도 패턴 분석

○ 속도, 가속도 패턴에 따른 연료 분사량 상관관계 분석



<그림 3-19> 속도, 가속도 구간별 연료분사량 행렬

<그림 3-20> 속도, 가속도 구간별 빈도 행렬

마. 자동차 온실가스 모니터링 시스템 온실가스지표 분석

○ 본 메뉴에서는 기관·업체별 자동차 온실가스 배출지표와 운행지기반 배출지표, 등록지기반 배출지표와 더불어 전국단위 통계를 위한 분석차량을 대상으로 차량의 특성을 고려한 표준 배출 지표 산정 및 분석을 수행할 수 있음.

(1) 기관·업체별지표

- 기관·업체별 자동차 온실가스 배출 지표
- 지역별, 차종별, 유종별, 연식별

(2) 운행지기반 지표

- 차량 운행시 도로와 맵핑이 가능한 경우 운행지기반, 지역별, 도로별, 차종별, 유종별, 연식별 온실가스 배출지표

(3) 등록지기반지표

- 차량등록지 기반 지역별, 차종별, 유종별, 연식별 온실가스 배출지표

(4) 종합지표

- 분석차량 전체에 대한 온실가스 배출지표

구분	승용차(승객수 기준)	승용차(기종 기준)	승용차(연간 기준)	CO2배출지표 (kg/km)	연간연비 (km/l)	연료소모량 (kg/km)
경상	135	477897234	47778	521.566	29.524.278	0.000
충청	2334	625979402	1175635	3,336.820	2,307.817	0.000
전남	73	281040	273	36.559	483.446	0.000
전북	8	753	873	761.808	8.752	0.100
부산	175	62834	12833	794.100	3.789	0.046
서울	254	238327	189749	644.708	4.533	0.021
인천	4	0	37	95,336,758	0.000	0.000
전국	868	230551	400888	11,508,308	4.542	0.018

<기관·업체별 온실가스 배출지표 조회>

구분	승용차(승객수 기준)	승용차(기종 기준)	승용차(연간 기준)	CO2배출지표 (kg/km)	연간연비 (km/l)	연료소모량 (kg/km)
경상	55523	422506	314306	418.808	4.923	0.017
충청	1336	17528	5786	734.568	2.733	0.070
전남	34033	118172	230730	637.368	3.191	0.013
전북	48033	242554	487222	1,735,456	3.008	0.024
부산	12039	20246	48991	1,111,866	1.987	0.030
서울	9421	18228	58344	1,708,866	2.742	0.083
인천	60473	234875	479071	1,827,446	3.290	0.029

<운행지기반 도로별 온실가스 배출지표 조회>

구분	승용차(승객수 기준)	승용차(기종 기준)	승용차(연간 기준)	CO2배출지표 (kg/km)	연간연비 (km/l)	연료소모량 (kg/km)
경상	135	477897234	47778	521.566	29.524.278	0.000
충청	2334	625979402	1175635	3,336.820	2,307.817	0.000
전남	73	281040	273	36.559	483.446	0.000
전북	8	753	873	761.808	8.752	0.100
부산	175	62834	12833	794.100	3.789	0.046
서울	254	238327	189749	644.708	4.533	0.021
인천	4	0	37	95,336,758	0.000	0.000
전국	868	230551	400888	11,508,308	4.542	0.018

<등록지기반 지역별 온실가스 배출지표 조회>

구분	승용차(승객수 기준)	승용차(기종 기준)	승용차(연간 기준)	CO2배출지표 (kg/km)	연간연비 (km/l)	연료소모량 (kg/km)
1999년	7333	227125	398442	713.176	3.773	0.080
2000년	2230	0	28898	46.000	-	-
2001년	19139	47789	84397	867.368	3.278	0.070
2002년	18179	127562	188881	514.568	4.275	0.020
2003년	7123	36874	75850	718.820	4.426	0.026
2004년	28148	44138	128339	1,294,349	1.449	0.040
2005년	14878	41446	75817	894.866	4.040	0.046
2006년	11986	47501	110303	893.968	3.197	0.040
2007년	11887	88844	83444	1,734,856	0.044	0.029
2008년	1281	0	14418	36.000	-	-
2009년	4033	82231	42789	715.400	4.046	0.026
2010년	11477	128402	117829	782.368	4.234	0.020
2011년	4009	0	14444	36.000	0.000	0.000
2012년	2400	0	12010	36.000	0.000	0.000
2013년	2334	0	36784	36.000	0.000	0.000
2014년	1440	24817	199242	1,381,856	0.018	0.040

<운행지기반 연식별 온실가스 배출지표 조회>

<그림 3-21> 배출지표 분석 예시

(5) 표준배출지표

- 분석차량을 통하여, 운행거리, 운행횟수, 운행시간, 연료사용량 등의 기준을 통하여 용도별, 차종별, 규모별, 연료별 분석해당년도 기준으로 표준지표 산출

바. 자동차 온실가스 모니터링 시스템 온실가스 엔진가열상태별 분석

- 자동차 운행 특성 중 엔진의 가열 상태를 냉각수 기준온도 도달 전 상태인 냉간 운행과, 냉각수 기준온도 도달 후인 열간 상태로 구분하여 특성을 분석 및 지표를 산정함

(1) 열간지표

- 냉각수 온도가 기준치 도달 후 온실가스 배출 지표
- 열간 차량의 지역별, 차종별, 유종별, 연식별 온실가스 배출지표 산정

(2) 냉간지표

- 냉각수 온도가 기준치 도달 전 온실가스 배출지표
- 냉간 운행시 차량등록 지역별, 차종별, 유종별, 연식별 온실가스 배출지표

표준배출량등록

기간 *

년도 * : 2016년 ▼

표준배출량 이름 *

▶ 표준배출량 대상 집계 정보

년도	차량 정보 분류 수	차량 수	운행 횟수	운행 거리(Km)	운행 시간(분)	연료 사용량(ℓ)
2016	10	220	3610	1276930.896	1,944,005.25	340454.531

▶ 표준배출량 대상

No.	차량정보					차량 수	CO ₂ eq 배출량 (g/Km)	상세 배출량 (g/Km)			선택 ☐	운행 정보 조건					사용 연료 (ℓ)
	용도	차종	규모	연료	연식			CO ₂	CH ₄	N ₂ O		구분	횟수	거리 (Km)	시간 (분)		
												이상 미만	5	50	60	30	
1	관용	승용	경형	LPG	전체	1	497.665	487.599	0.458	0.001	☐	이상 미만	☐	☐	☐	☐	
2	관용	승용	경형	휘발유	전체	1	193.619	185.954	0.064	0.020	☐	이상 미만	☐	☐	☐	☐	
3	관용	승용	소형	휘발유	전체	4	190.449	182.914	0.063	0.020	☐	이상 미만	☐	☐	☐	☐	
4	관용	승합	중형	LPG	전체	1	603.012	590.815	0.554	0.002	☐	이상 미만	☐	☐	☐	☐	
5	관용	승합	중형	경유	전체	10	441.431	433.779	0.023	0.023	☐	이상 미만	☐	☐	☐	☐	
6	관용	화물	소형	경유	전체	16	436.360	428.795	0.023	0.023	☐	이상 미만	☐	☐	☐	☐	
7	관용	화물	소형	휘발유	전체	1	359.121	344.910	0.118	0.038	☐	이상 미만	☐	☐	☐	☐	

<그림 3-22> 온실가스 표준배출량 용도, 차종, 규모별 조건 등록

열간지표						
2016년 ▼						
지역별 차종별 유종별 연식별						
▶ 차종별 현황						
구분	운행정보			CO ₂ 배출지표 (g/Km)	평균연비 (Km/ℓ)	연료소모량 (g/Km)
	승용량(차수)	승용량(가치)	승용량(시간)			
승용	39	3569.813	10890.36	2,414.867	11.222	0.108
승합	49	808.352	2413.53	2,638.789	8.749	0.148
화물	325	8832.275	48778.33	2,538.875	8.471	0.158

<열간 차종별 온실가스 배출지표 조회>

열간지표						
2016년 ▼						
지역별 차종별 유종별 연식별						
▶ 연식별 현황						
구분	운행정보			CO ₂ 배출지표 (g/Km)	평균연비 (Km/ℓ)	연료소모량 (g/Km)
	승용량(차수)	승용량(가치)	승용량(시간)			
2008년	17	848.843	1345.7	2,782.883	8.838	0.146
2009년	17	894.812	2804.93	2,378.388	12.489	0.080
2010년	81	1122.752	8953.41	2,387.867	12.888	0.081
2011년	84	2877.288	11028.81	2,621.828	8.288	0.188
2012년	47	1878.888	8808.11	2,537.553	8.288	0.170
2013년	87	2179.434	11880.9	2,529.888	8.887	0.145
2014년	84	278.288	2787.752	2,587.188	7.272	0.141
2015년	81	1418.871	8804.88	2,582.881	7.828	0.128
2016년	88	2248.818	10825.78	2,582.881	8.471	0.188

<열간 연식별 온실가스 배출지표 조회>

냉간지표						
2016년 ▼						
지역별 차종별 유종별 연식별						
▶ 차종별 현황						
구분	운행정보			CO ₂ 배출지표 (g/Km)	평균연비 (Km/ℓ)	연료소모량 (g/Km)
	승용량(차수)	승용량(가치)	승용량(시간)			
승용	39	155.87	885.88	1,728.438	8.217	0.182
승합	49	308.809	1252.21	1,228.724	8.887	0.218
화물	325	8471.352	17018.7	1,388.887	5.428	0.184

<냉간 차종별 온실가스 배출지표 조회>

냉간지표						
2016년 ▼						
지역별 차종별 유종별 연식별						
▶ 유종별 현황						
구분	운행정보			CO ₂ 배출지표 (g/Km)	평균연비 (Km/ℓ)	연료소모량 (g/Km)
	승용량(차수)	승용량(가치)	승용량(시간)			
LPG	27	26.891	244.4	1,748.283	3.638	0.278
경유	387	8771.752	18188	1,382.528	8.354	0.188
휘발유	78	133.287	720.58	4,88.828	8.578	0.178

<냉간 유종별 온실가스 배출지표 조회>

<그림 3-23> 엔진가열상태 분석 예시

사. 운행지기반·등록지기반 분석

- 기관·업체별 자동차 온실가스 배출량과 운행지 기반 배출량, 등록지기반 배출량을 분석 차량 기반으로 모니터링을 수행할 수 있음

(1) 기관·업체별 배출량

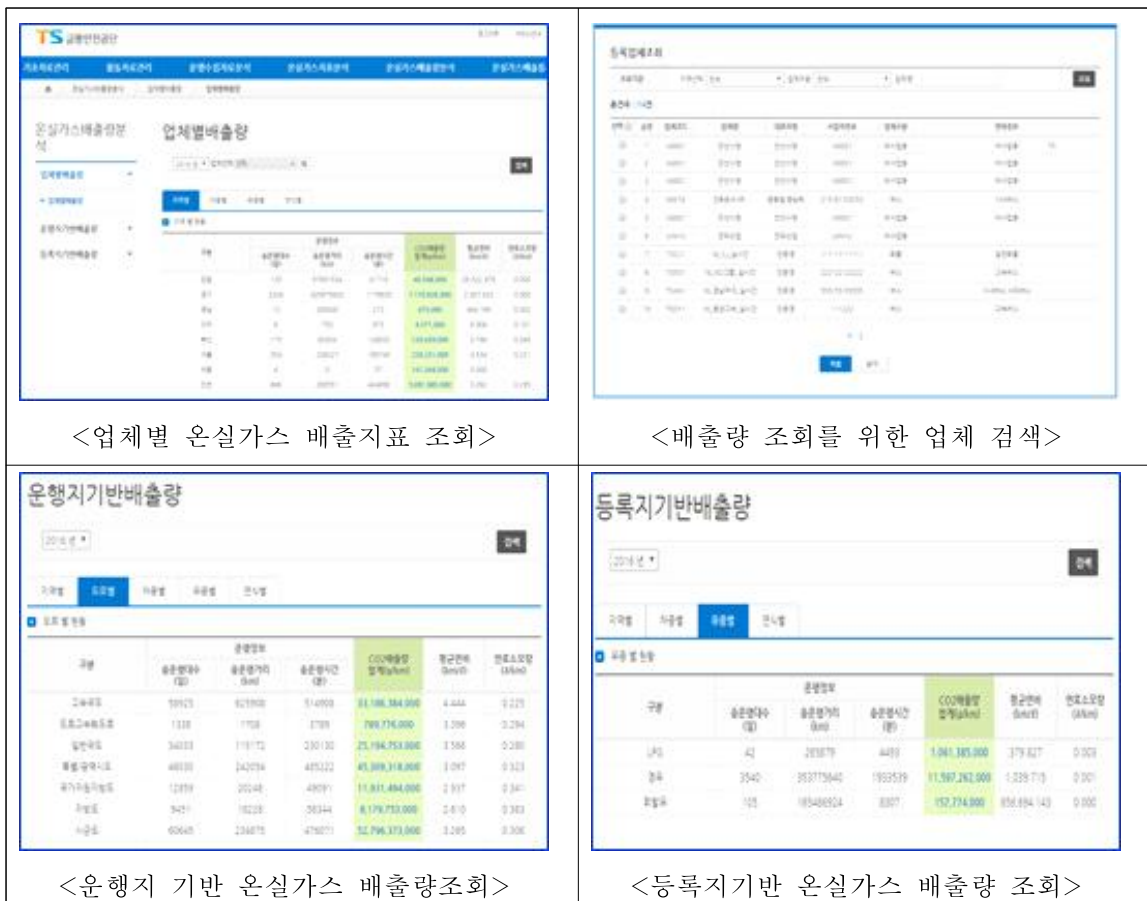
- 기관·업체별 분석차량에 대한 온실가스 배출량 모니터링
- 기관·업체의 지역별, 차종별, 유종별, 연식별 온실가스 배출량 모니터링

(2) 운행지기반 배출량

- 분석 차량의 운행지 기반 지역별, 도로종류별, 차종별, 유종별, 연식별 온실가스 배출량 분석

(3) 등록지기반 배출량

- 분석 차량의 등록지 기반 지역별, 차종별, 유종별, 연식별 온실가스 배출량 분석



<그림 3-24> 운행지 vs 등록지기반 분석 예시

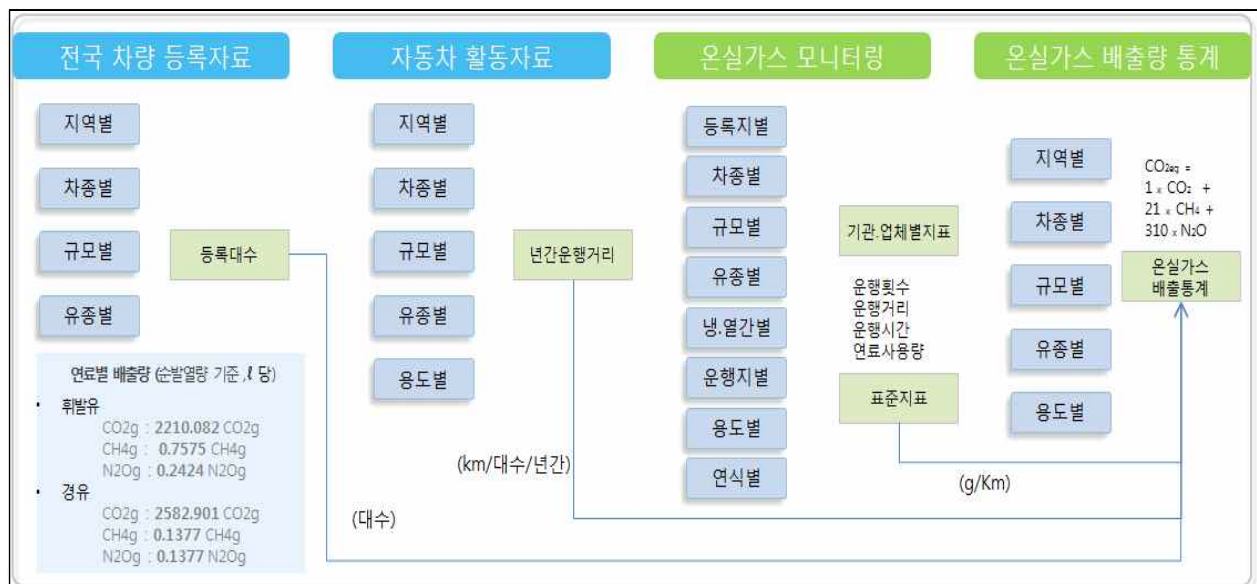
아. 자동차 온실가스 모니터링 시스템 수송부문 온실가스 배출량 통계

- 차종별, 지자체별, 전국단위(운행거리 기준), 전국단위(등록대수 기준) 통계를 산출된 표준 지표와 전국자동차 주행거리, 등록대수를 이용하여 산정할 수 있음

(1) 수송부문 배출량 통계 산정 방법론

- ① 전국자동차 차종, 규모, 유종별 연간 평균 주행거리 계산[VIMS 기반] (km/대/년간)
- ② 전국자동차 지역, 차종, 규모, 유종별 등록 대수(대)
- ③ (시범 차량 운행 데이터 + 연계 차량 운행 데이터) 기반 차종, 규모, 유종별 자동차 온실가스 배출 지표(g/Km)

$$\text{①} \times \text{②} \times \text{③} = \text{전국 단위 자동차 온실가스 배출 통계 (tonCO}_2\text{eq /년간)}$$



<그림 3-25> 배출량 산정 프로세스

제3절 (핵심성과3) 온실가스 배출지표 및 배출량 산정·분석

1. 연구수행 전략 및 방법론

○ 배출지표 및 배출량 산정 및 분석의 목표 및 주요 연구내용은 다음과 같음

연차	연구목표	주요 연구내용
2차년도	공공부문 자동차 온실가스 배출지표 예비 분석	- 공공부문 자동차 운행정보 예비 분석
3차년도	부문별 온실가스 배출지표 및 배출량 시범 산정 및 분석	- test-bed 설치 및 운영 - 부문별 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 시범 산정 및 분석

2. 연구수행 내용

자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 및 분석은 본 과제에서 개발한 자동차 운행정보 수집장치(핵심성과 4)의 데이터와 DTG 및 통합단말기의 데이터를 “자동차 온실가스 모니터링 시스템”(핵심성과 2)을 통해 수집·분석하여 배출지표 및 배출량을 산정함

3차년도 연구수행에 앞서, 본 과제의 운행정보 수집 장치와 비교하면 수집하는 데이터 항목 및 기준 등이 상이하지만 공공부문에 대한 배출지표 산정 및 평가 방법 정립을 위하여 안산시의 온실가스 감축 모니터링 시범 시스템에서 수집한 운행정보 데이터 분석을 수행함

가. 공공부문 평가 예비 분석

- 안산시 온실가스 감축 모니터링 시범 시스템에서 수집한 2014년 4월 ~ 2015년 3월까지의 운행정보를 제공받아 분석함
- 모니터링 대상 자동차 총 40 대 중 관용 자동차 등록현황 비율(%)에 맞도록 차종별로는 승용차 11 대, 승합차 6 대, 화물차 13 대, 유종별로는 휘발유 8 대, 경유 22 대에 대한 1차 분석을 2014년 4월 ~ 12월까지 분석하였으며, 기초 분석결과는 다음과 같음

Division	Trip	Operating time	Driving time	Idling time	Mileage
(Unit)	(Number)	(hh:mm:ss)	(hh:mm:ss)	(hh:mm:ss)	(km)
Total	36,687	9,477:30:45	5,729:57:46	3,747:32:59	185,392
PC	13,000	3,216:16:21	1,931:54:19	1,284:22:02	60,589
Van	3,464	1,254:13:21	847:19:26	406:53:55	37,217
Truck	20,223	5,000:01:03	2,950:44:01	2,056:17:02	87,586

※ PC : 승용차, Van : 승합차, Truck : 화물차

Trip : 시동 on-off 횟수

Operating time : 운행 시간

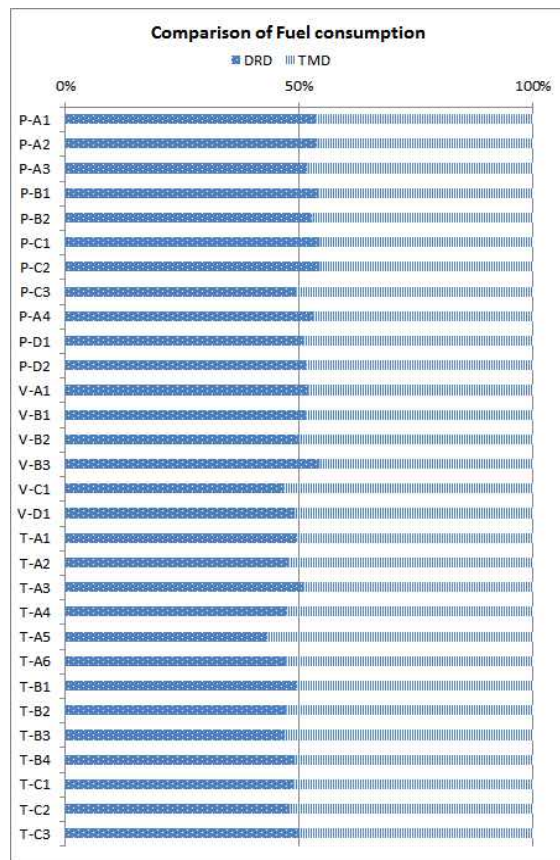
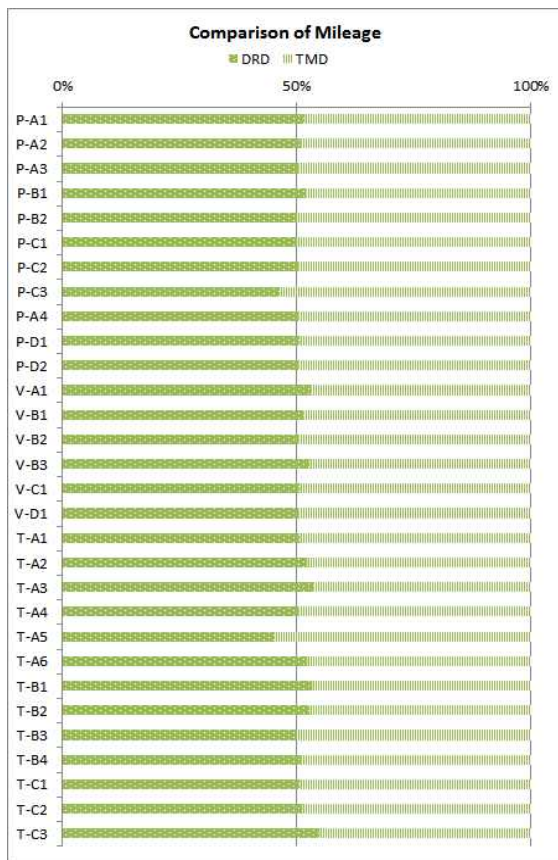
Driving time : 주행 시간(운행 시간 - 공회전 시간)

Idling time : 공회전 시간

Mileage : 운행 거리

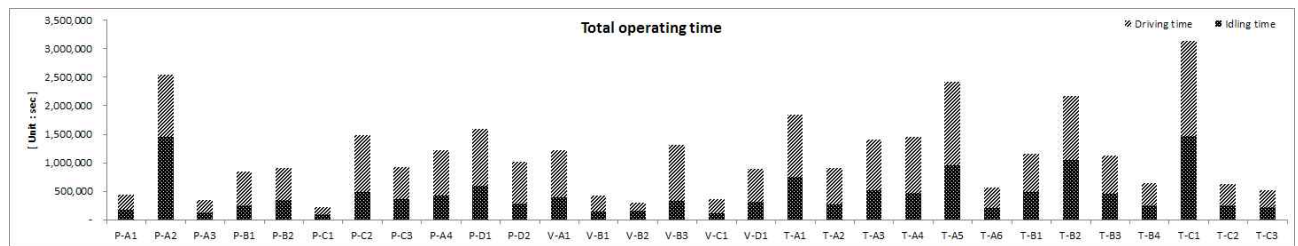
(1) 운행정보 데이터 검증

- 수집된 자동차 운행정보 데이터를 분석한 결과를 검증하기 위해서 Trip 단위로 분석한 자료 중 운행거리와 연료사용량 정보를 검증 인자로 설정, 두 인자를 안산시 운행관리 자료(차량 운행일지)와 비교 분석을 수행함
- 초단위로 수집된 데이터 분석 결과 계측기의 고장, 통신 문제 등으로 일부 자동차에서 1주일 ~ 2주일 정도의 데이터 누락이 있었으며, 이 기간이 포함된 월은 분석 대상에서 제외함
- 분석 결과 운행거리와 연료사용량 정보의 오차율이 $\pm 1 \sim 4\%$ 정도로 정합도가 매우 높게 나타남

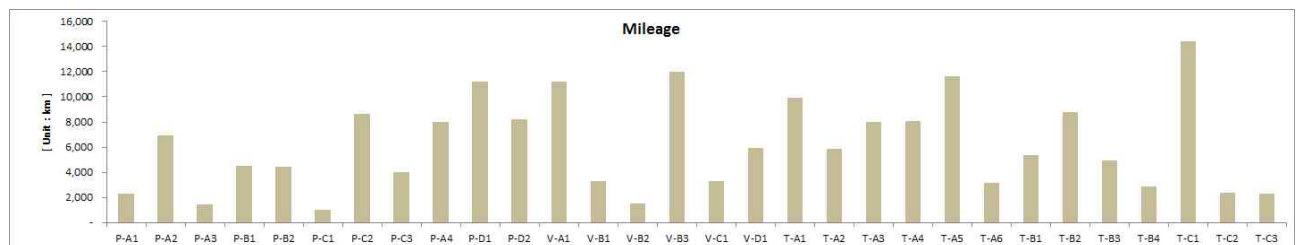


(2) 자동차별 분석

- 승용차와 화물차의 경우 대부분 기본 업무 수행 및 관내 보편적 서비스의 목적으로 운행하기 때문에 1 Trip 운행시간이 평균 14분~15분 정도 되고, 1 Trip 평균 운행거리도 4.5~4.7 km로 분석되었음
- 이에 반해 주정차 단속 등 주요 민원해결을 위해 운행하는 승합차의 경우에는 1 Trip 평균 운행시간이 21분 43초, 1 Trip 평균 운행거리가 10.7 km로 승용차나 화물차에 비해 높게 나타났음

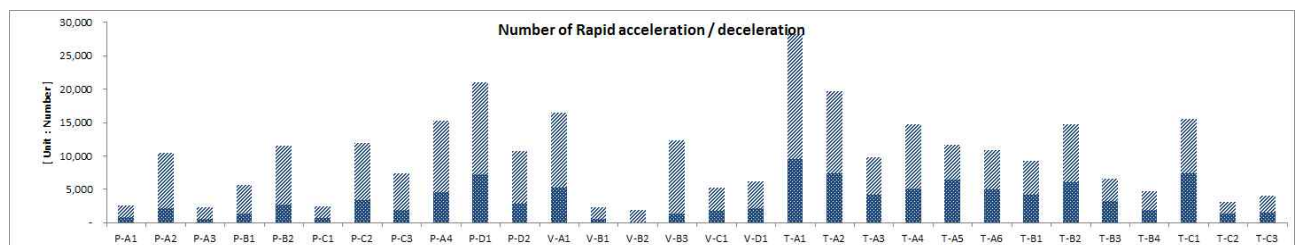


<그림 3-26> 자동차별 총 운행시간(sec)

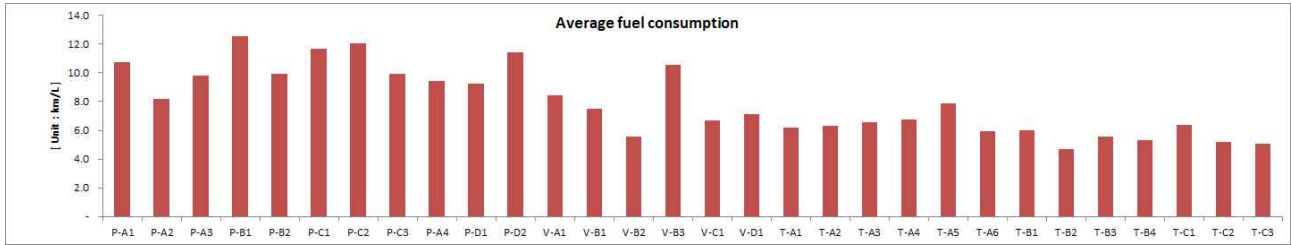


<그림 3-27> 자동차별 총 운행거리(km)

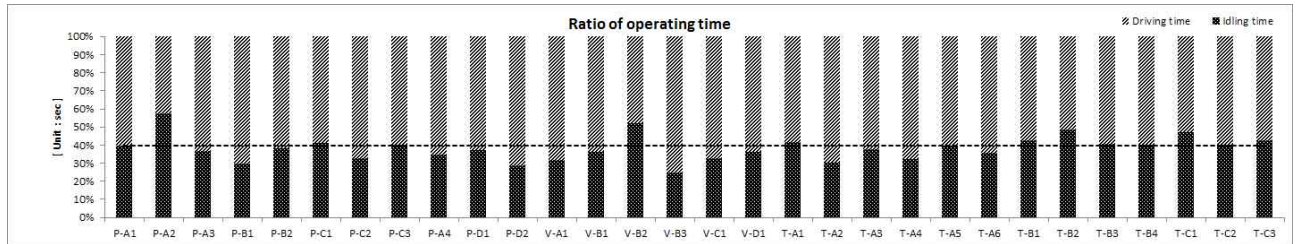
- 급가감속 횟수는 승용차와 화물차에 비해 승합차의 급가감속 횟수가 상당히 낮음을 확인하였고, 이는 주요 운행목적이 주정차 위반 단속을 위해 저속으로 지속 운행을 하기 때문으로 판단됨



<그림 3-28> 자동차별 급가감속 횟수(회)



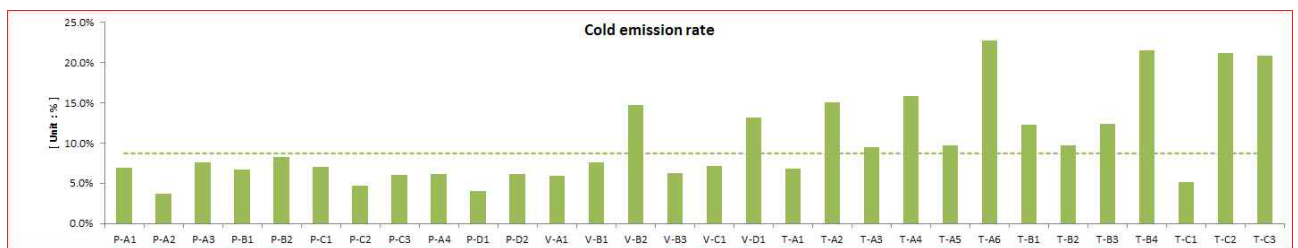
<그림 3-29> 자동차별 평균연비(km/L)



<그림 3-30> 자동차별 주행시간 비율(%)

※ 주행시간 : 운행시간(시동 on-off 시간) - 공회전시간(속도 = 0 인 시간)

- 엔진 미가열 배출의 경우에는 경유를 주 연료로 하는 디젤 엔진 자동차의 배출비율이 가솔린 엔진 자동차의 배출비율보다 높은 것으로 분석됨
- 이는 기본적으로 디젤 엔진이 정상 온도에 도달하기까지 소요되는 시간이 가솔린 엔진보다 길고, 승합 및 화물차의 운행비율이 외기온도가 낮은 이른 오전시간에 높게 분포되어 있기 때문으로 판단됨



<그림 3-31> 자동차별 엔진미가열 주행거리 비율(%)

(3) 운행패턴 분석

(가) 차종별 운행패턴 분석

① 승용(경형) 차종

- 분석기간 중 평균 연비는 10.09 km/L로 공인연비 15.2 km/L 에 비하여 낮은 효율을 보이고 있음. 이는 운행정보 데이터를 분석한 결과 높은 공회전 비율(%)이 40.5 %이며,

Trip(시동 on-off 기준)당 평균 주행거리가 4.46 km로 관내 업무 출장용으로 많이 운행되어 시내 주행이 많으며, 짧은 거리를 많이 운행하기 때문에 판단됨

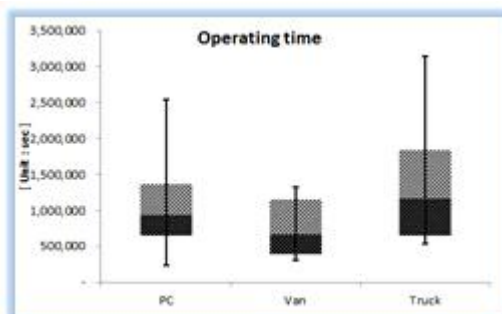
- 자동차별 운행패턴 분석은 차량별 온실가스 감축 이행계획 수립이 가능함. 일례로 승용(경형) 차종 중 P-A2 차량의 경우 동일 차종 중 모니터링 기간 중 연비가 가장 낮게 분석되었으며, 이는 업무 특성 상 공회전 비율(%)이 높기 때문에 향후 이 차량의 경우 공회전 비율(%)을 줄이는 쪽으로 이행계획을 수립할 경우 온실가스 감축에 효과적으로 판단됨

② 승합(중형) 차종

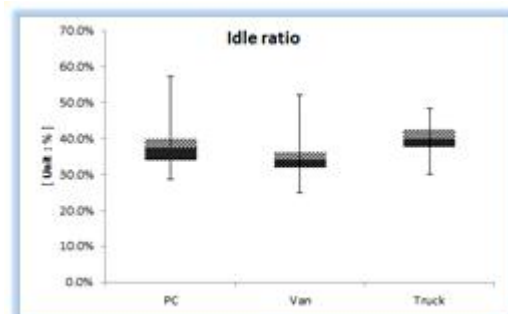
- 운행정보 데이터를 분석한 결과 공회전 비율(%)은 33.5 %, Trip(시동 on-off 기준)당 평균 주행거리가 10.18 km로 불법 주정차 단속, 대부도 출장 등 차량 이용 업무 특성에 기인하는 것으로 판단됨
- 차량별 운행패턴 분석은 차량별 온실가스 감축 이행계획 수립이 가능함. 일례로 승합(중형) 차종 중 V-B3 차량의 경우 동일 차종 중 모니터링 기간 중 연비가 가장 높게 분석되었으며, 이는 동일 차종 대비 공회전율(%)이 가장 낮으며, 엔진미가열 배출량 비율(%)도 낮아 차량 운행을 효율적으로 하고 있다고 판단됨. 다만, 동일 차종 대비 급감속 횟수(회)가 높기 때문에 이를 줄이는 쪽으로 이행계획을 수립할 경우 보다 더 효율적으로 온실가스 감축 달성이 이루어질 수 있다고 판단됨

③ 화물(소형) 차종

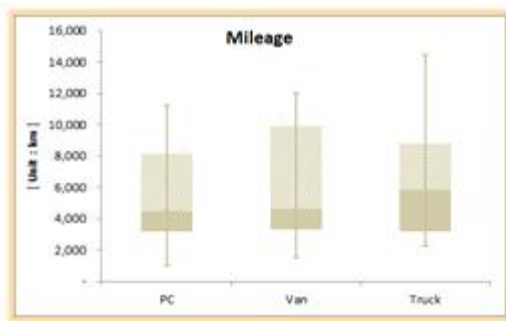
- 운행정보 데이터를 분석한 결과 공회전 비율(%)은 41.8 %, Trip(시동 on-off 기준)당 평균 주행거리가 4.01 km로 관내 기자재 이송, 불법 주정차 단속, 대부도 출장 등 차량 이용 업무 특성에 기인하는 것으로 판단됨



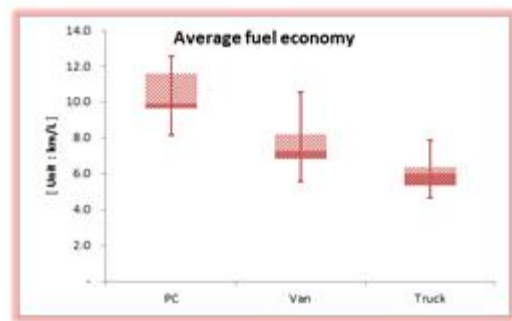
< 차종별 운행시간(sec) >



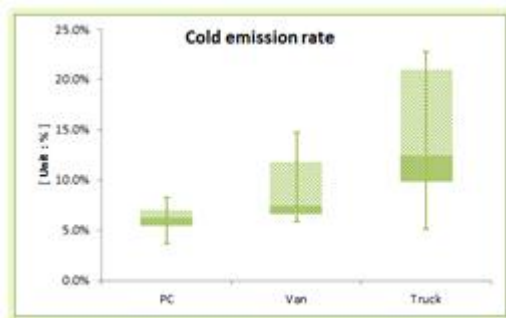
< 차종별 공회전 비율(%) >



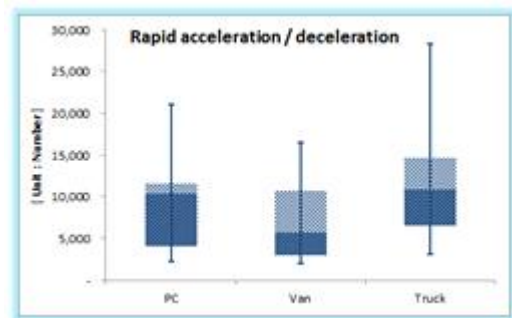
< 차종별 주행거리(km) >



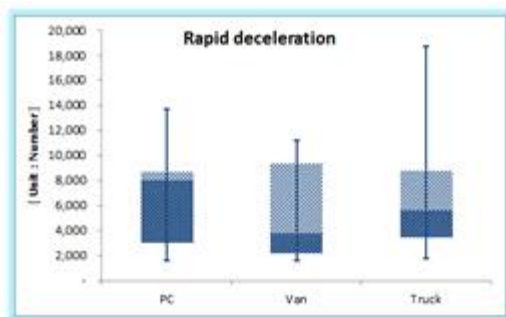
< 차종별 평균 연비(km/L) >



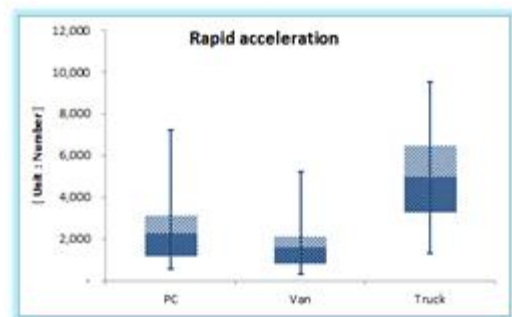
< 차종별 엔진미가열 주행거리 비율(%) >



< 차종별 급가감속 횟수 >

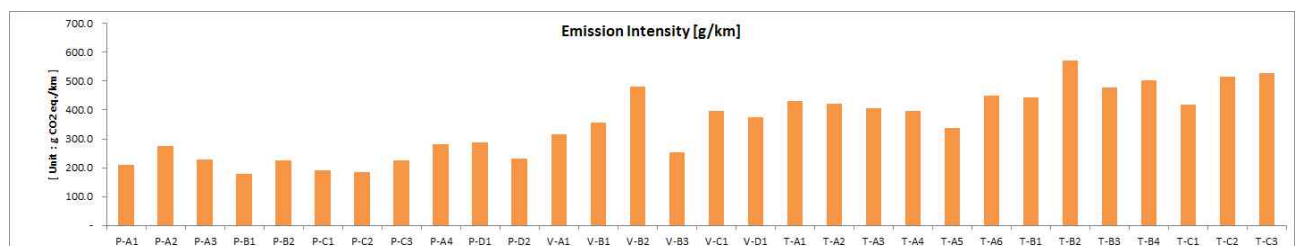


< 차종별 급감속 횟수 >

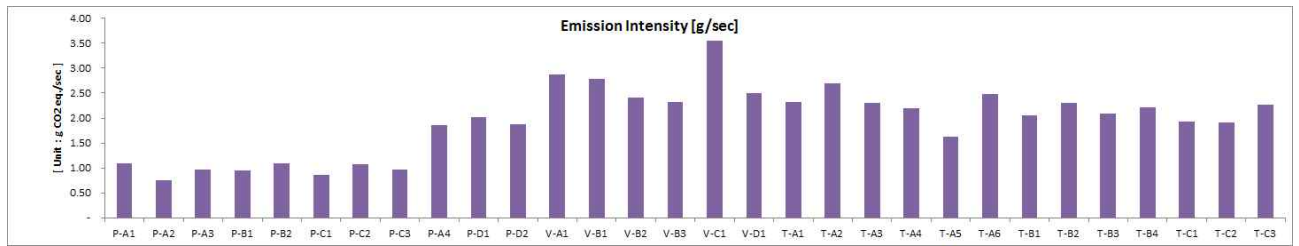


< 차종별 급가속 횟수 >

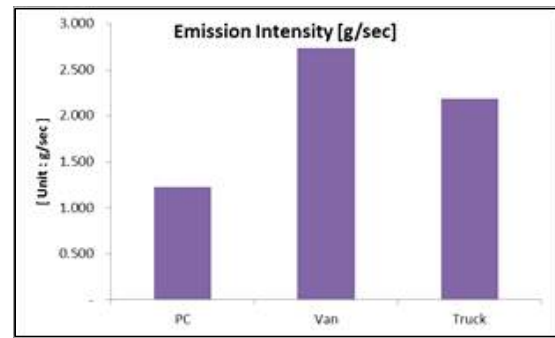
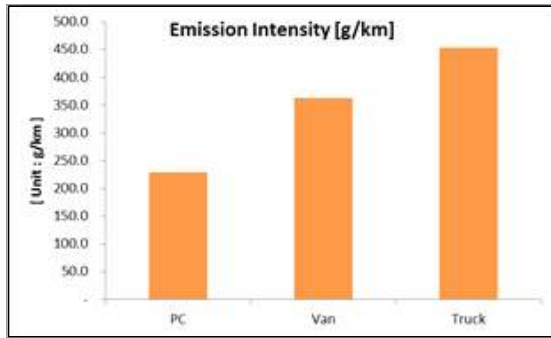
(나) 배출지표 분석



<그림 3-32> 자동차별 주행거리 기준 배출지표(g CO2 eq./km)



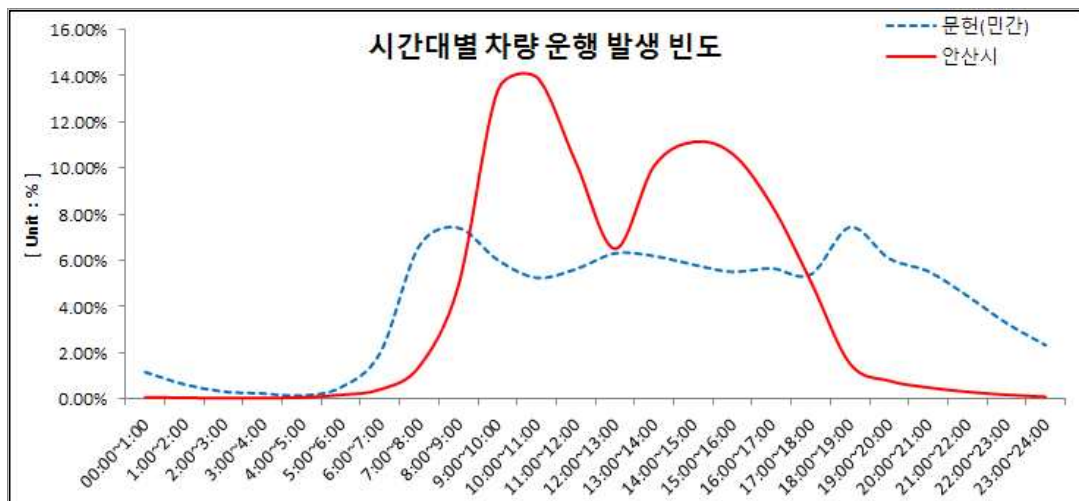
<그림 3-33> 자동차별 운행시간 기준 배출지표(g CO2 eq./sec)



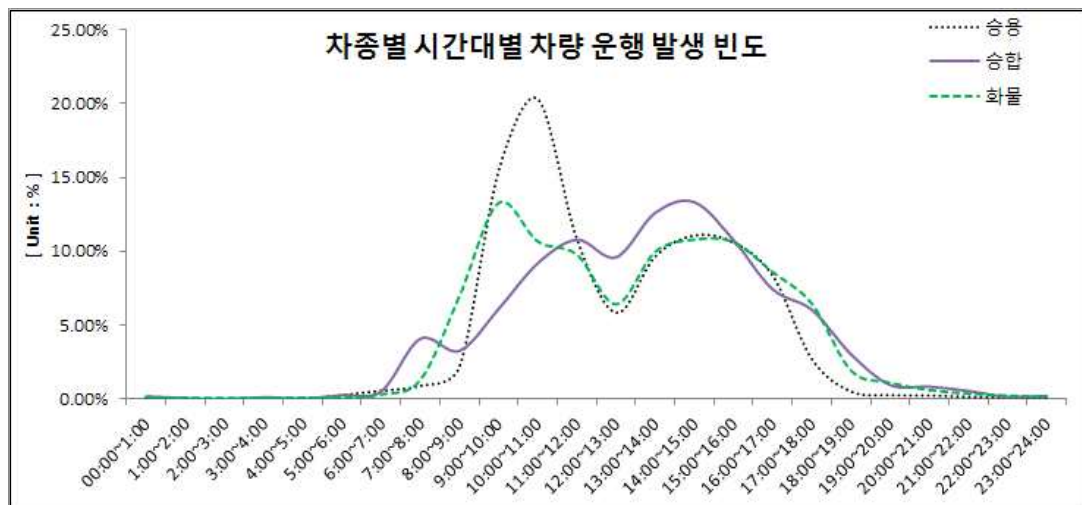
<그림 3-34> 차종별 주행거리 기준 배출지표 <그림 3-35> 차종별 운행시간 기준 배출지표

(다) 시간대별 차량 운행 발생 빈도

- 시간대별 차량 운행 발생 빈도를 분석한 결과, 기존 민간 부분 차량에 대한 연구(최상진 외, 텔레매틱스 기술을 이용한 자동차 주행 패턴 및 냉간 배출거리 평가에 관한 연구, 한국대기환경학회지 Vol.29, No. 6, 2013) 결과와 다르게 관용 차량만의 운행특성으로 근무 시작 후 증가하다가 점심시간에 낮아지고, 다시 오후 근무를 시작하면서 증가하는 경향을 나타냄
- 특히, 승용(경형) 차종의 경우 오전에 차량 운행 발생 빈도가 승합, 화물 차종보다 빈도수가 매우 높은 경향을 보이며, 이는 관공서 업무 특성에서 기인하는 것으로 판단됨



<그림 3-36> 시간대별 차량운행 발생빈도



<그림 3-37> 차종별·시간대별 차량 운행 발생빈도

(4) 군집 분석

- 2014년 안산시 차량 운행일지에서 주행거리(km)와 연료구매량(L) 자료를 활용하여 배출지표(g CO₂ eq./km)을 차종별로 산정, 비교 분석

구분	승용(경형)	승합(중형)	화물(소형)
모니터링 대상 차량	8 대	6 대	21 대
모니터리 비대상 차량	34 대	9 대	41 대

(가) 차종별 배출지표

<표 3-10> 차종별 배출지표 분석결과

차종	2014년 차종별 원단위 배출량 (g CO ₂ eq./km)	모니터링 비대상 차량 (g CO ₂ eq./km)	모니터링 대상 차량 (g CO ₂ eq./km)	
		2014년	2013년	2014년
승용(경형)	219.45	214.46	241.71	243.74
승합(중형)	345.36	368.39	357.85	305.93
화물(소형)	400.89	403.54	387.67	395.94

① 승용(경형) 차량

- 승용(경형) 차량의 2014년 배출지표는 219.45 g CO₂ eq./km 로 비대상 차량의 배출지표는 214.46 g CO₂ eq./km 이며, 모니터링 대상 차량의 배출지표는 243.74 g CO₂ eq./km 으로 2013년 대비 0.84 % 증가한 것으로 분석됨

② 승합(중형) 차량

- 승합(중형) 차량의 2014년 배출지표는 345.36 g CO₂ eq./km 로 비대상 차량의 배출지표는 368.39 g CO₂ eq./km 이며, 모니터링 대상 차량의 배출지표는 305.93 g CO₂ eq./km 으로 2013년 대비 14.51 % 감소한 것으로 분석됨

③ 화물(소형) 차량

- 화물(소형) 차량의 2014년 배출지표는 400.89 g CO₂ eq./km 로 비대상 차량의 배출지표는 403.54 g CO₂ eq./km 이며, 모니터링 대상 차량의 배출지표는 395.94g CO₂ eq./km 으로 2013년 대비 2.13 % 증가한 것으로 분석됨

나. Test-bed 설치 및 운영

자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 및 분석을 위해 2차년도에 개발한 운행정보 수집 장치 및 분석·평가 시스템의 Test-bed를 설치하여 운영하였다. 본 과제에서 개발한 운행정보 수집 장치를 활용하여 안산시와 한진택배의 자동차 운행정보를 수집할 수 있었으며, 본 과제 범위 밖이지만 1톤 이상 차량의 온실가스 배출지표를 시범 산정하기 위하여 DTG 및 통합단말기를 장착한 여객, 화물업체의 협조를 통해 운행정보를 수집하였다. 운행정보 수집 기간은 안산시는 7/26부터, 한진택배는 10/24부터, DTG 및 통합단말기 데이터는 10월의 운행정보를 수집하였다.

(1) 자동차 운행정보 수집 장치 장착 현황

<표 3-11> 계측기 장착 현황

용도	차종	규모	유종	장착대수	장착일
관용	승용	경형	휘발유	6	7.26~
			LPG	1	
		소형	휘발유	2	
		중형	경유	3	
		대형	경유	2	
	승합	중형	경유	15	
			LPG	1	
	화물	소형	경유	20	
소계				50	
영업용	화물	소형	경유	25	10.24~
합계				75	

(2) 데이터 수집현황(외부데이터 합계)

<표 3-12> 데이터 수집 현황

용도	차종	규모	유종	수집대수	수집 기간
관용	승용	경형	휘발유	3	7.26~
			LPG	1	
		소형	휘발유	2	
		중형	경유	1	
		대형	경유	3	
	승합	중형	경유	14	
			LPG	1	
	화물(1톤이하)	소형	경유	18	
소계				43	
영업용	승합(여객)	대형	경유	120	10월
	화물(1톤이하)	소형	경유	25	
	화물(1톤이상)	대형	경유	42	
소계				187	
합계				230	

다. 부문별 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 및 분석

본 과제에서 개발한 온실가스 모니터링 시스템을 통해 온실가스 배출지표 및 배출량을 산정하였다. 수집 데이터 분석은 자동차의 일반적인 운행특성이 반영되어야 하기에 본 과제에서 수집한 운행정보 중 일반적인 운행특성을 벗어나는 운행거리와 운행시간이 포함된 Trip은 제외하였다. 제외조건은 운행거리가 5km미만인 trip, 운행시간이 15min미만인 trip, 연료사용량이 0인 trip으로 설정하였다.

(1) 활동자료 분석

- 온실가스 모니터링 시스템에서 수집한 운행정보를 분석함
- 대상 업체와 차량, 수집 기간은 제3장 분석범위와 동일함
- 활동자료의 기초분석 결과는 다음과 같음

① 용도별

<표 3-13> 수집자료 분석결과(용도별)

구분	총운행시간(h)	총운행거리(km)	평균속도(km/h)	평균연비(km/L)	공회전율(%)
공공	2,871	48,108	19.02	7.55	44.0
여객	18,627	659,947	35.60	3.58	30.3
화물	4,049	76,358	21.7	5.50	55.1

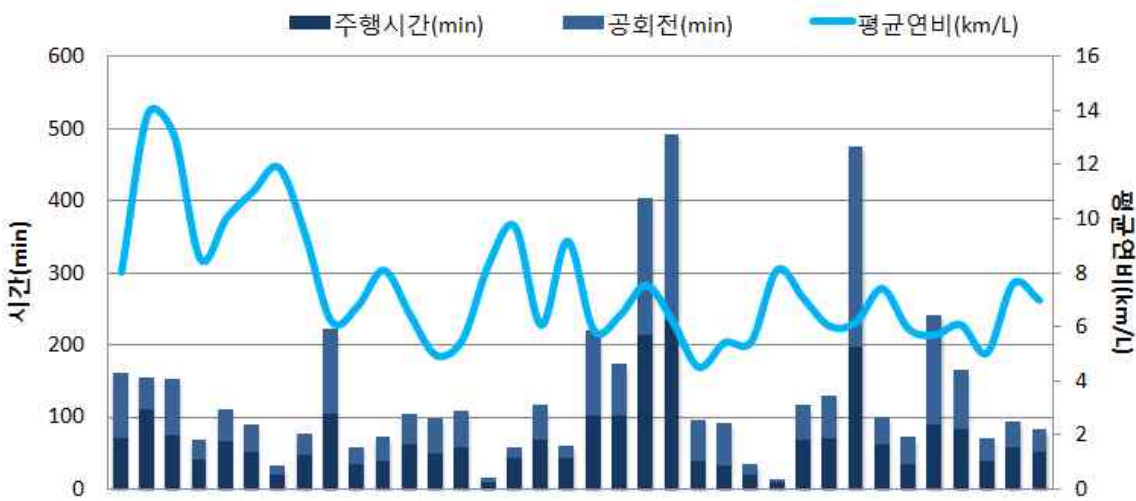
② 차종별

<표 3-14> 수집자료 분석결과(차종별)

구분	총운행시간(h)	총운행거리(km)	평균속도(km/h)	평균연비(km/L)	공회전율(%)
승용	842	14,715	19.5	10.3	42.4
승합	19,211	671,874	34.2	4.0	31.8
화물	5,476	97,325	20.2	5.7	44.1

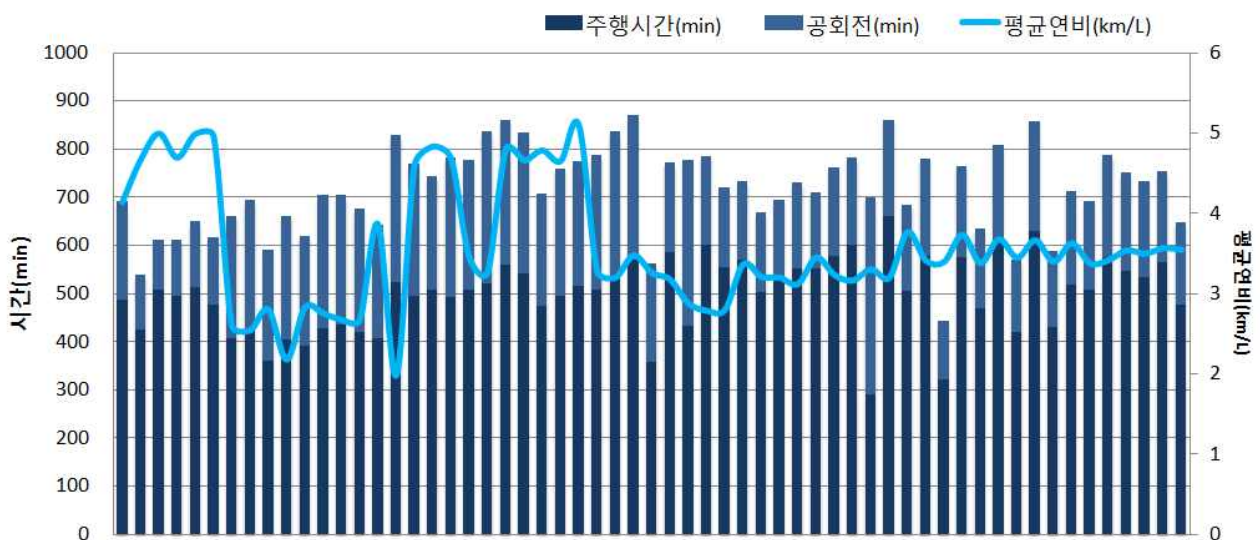
(가) 용도별 분석 결과

- 공공부분의 경우 일평균운행시간은 2.3시간, 일평균운행거리는 39.6km, 평균연비는 7.55km/L로 분석됨



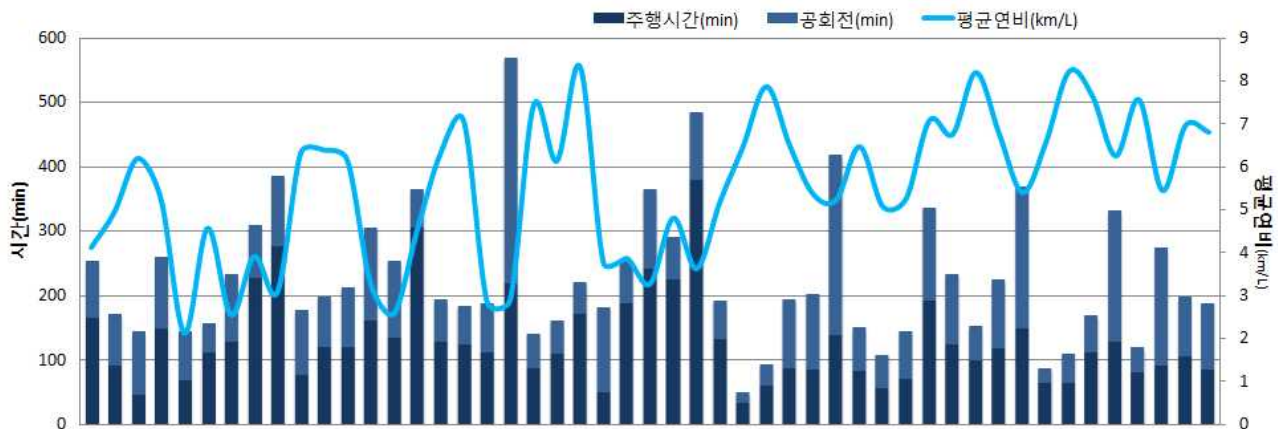
<그림 3-38> 공공부분 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)

- 여객부분의 경우 일평균운행시간은 약 12시간, 일평균운행거리는 425km, 평균연비는 3.58km/L로 분석되었음



<그림 3-39> 여객부분 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)

- 화물부문의 경우 일평균운행시간은 3.8시간, 일평균운행거리는 89km, 평균연비는 5.50km/L로 분석됨

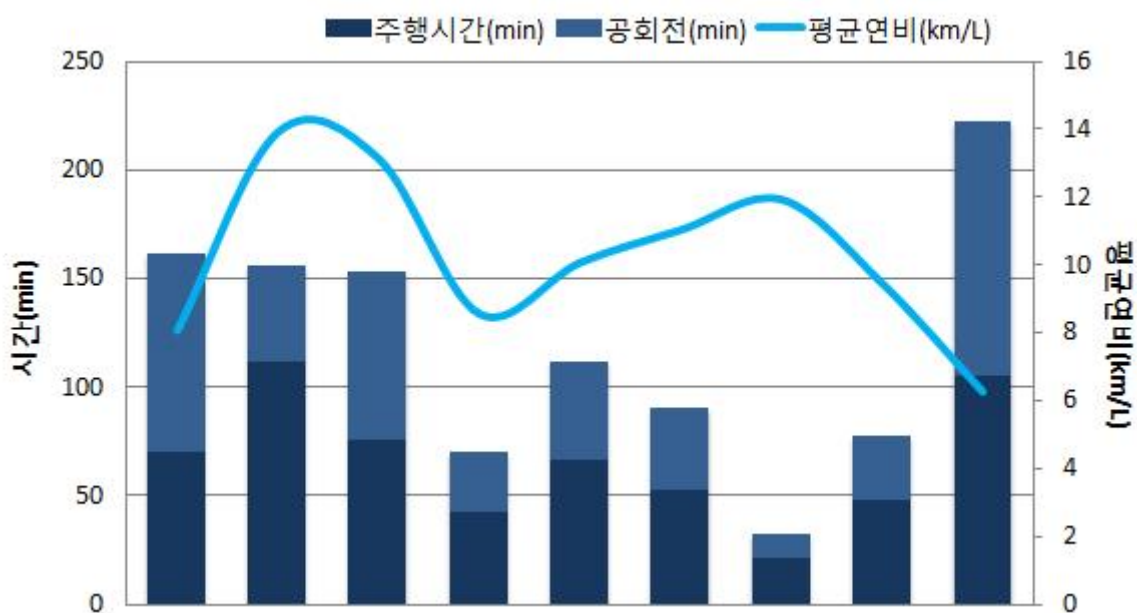


<그림 3-40> 화물부문 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)

용도별 운행 자료를 분석한 결과, 공공부문, 화물부문, 여객부문 순으로 일평균운행시간이 많고 운행거리가 길게 나타났으며, 평균연비는 그 역순으로 높게 나타났다. 공공부문의 경우 대부분 관내 보편적인 서비스와 기본적인 업무 수행을 목적으로 운행이 되기 때문에 타 부문에 비해 일평균운행시간이 적고 운행거리가 짧게 나타났으며, 여객부문의 경우는 정해진 노선을 따라 매일 장거리 운행을 하기 때문에 타 부문에 비해 운행시간이 많고, 운행거리가 길게 나타난 것으로 추정된다.

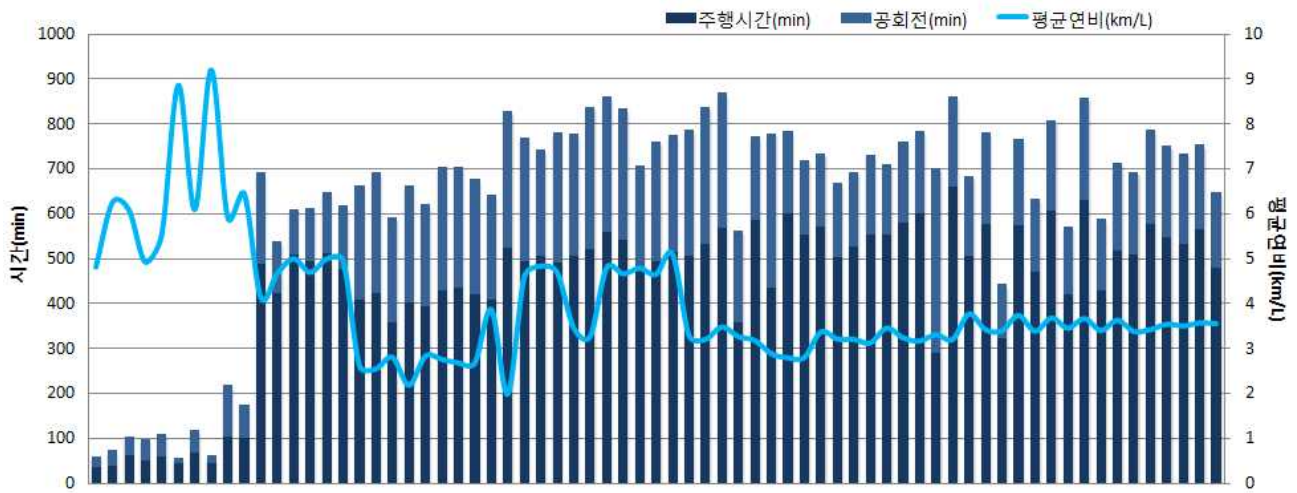
(나) 차종별 분석

- 승용차의 경우 일평균운행시간은 약 2시간, 일평균운행거리는 39.6km, 평균연비는 10.26km/L로 분석됨



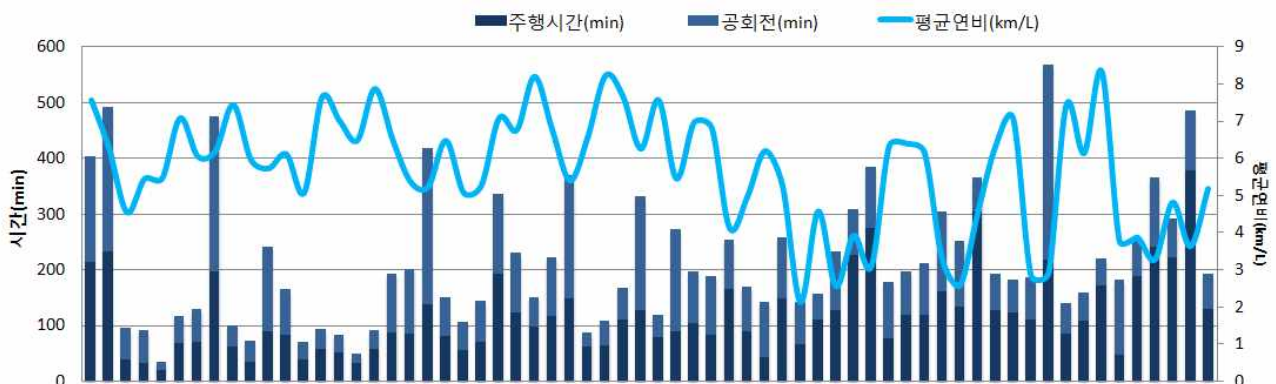
<그림 3-41> 승용차 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)

- 승합차의 경우 일평균운행시간은 약 10시간, 일평균운행거리는 369km, 평균연비는 3.99km/L로 분석됨



<그림 3-42> 승합차 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)

- 화물차의 경우 일평균운행시간은 3.6시간, 일평균운행거리는 78.5km, 평균연비는 5.67km/L로 분석됨



<그림 3-43> 화물차 일평균운행시간(min), 평균연비(km/L)

차종별 운행정보 분석결과 승합, 화물, 승용차 순으로 운행시간이 많고 운행거리가 길게 나타났다으며, 이는 여객업체 및 공공기관의 운행특성상 이와 같은 결과를 보여준다. 또한 위 분석결과를 통해 동일한 차종이라도 운행목적이나 운행특성에 따라 운행정보가 상이함을 확인할 수 있다.

(2) 연비분석

- 차종별 평균연비와 일평균 운행정보는 다음과 같다

본 과제에서 수집하는 운행정보 중 연비에 영향이 있다고 판단되는 인자들은 공회전비율, 엔진 미가열 상태의 운행거리 및 운행시간, 평균급가속횟수, 평균급감속횟수가 있다.

<표 3-15> 차종별 분석결과

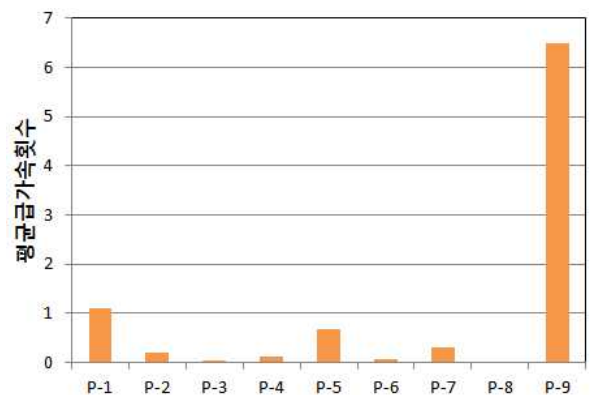
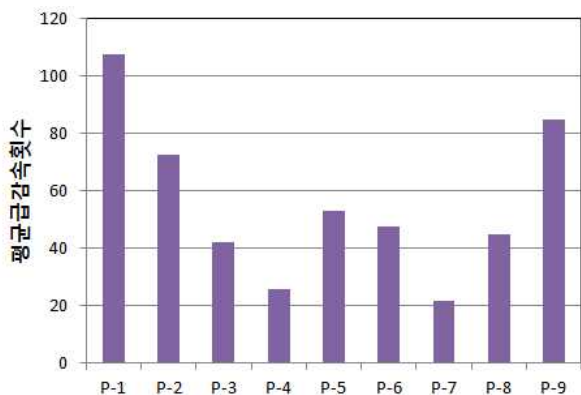
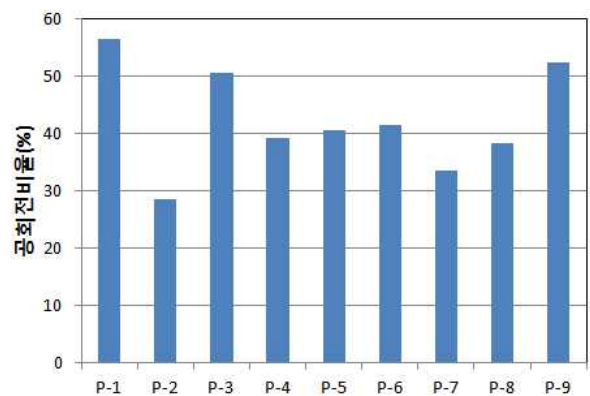
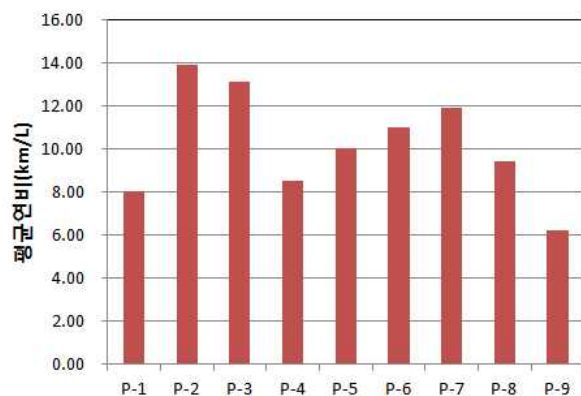
구분	평균연비(km/L)	공회전비율(%)	평균속도(km/h)	평균급가속횟수	평균급감속횟수
승용	10.3	42.4	19.5	1.0	55.5
승합	4.0	31.8	34.2	8.7	66.4
화물	5.7	44.1	20.2	3.3	45.6

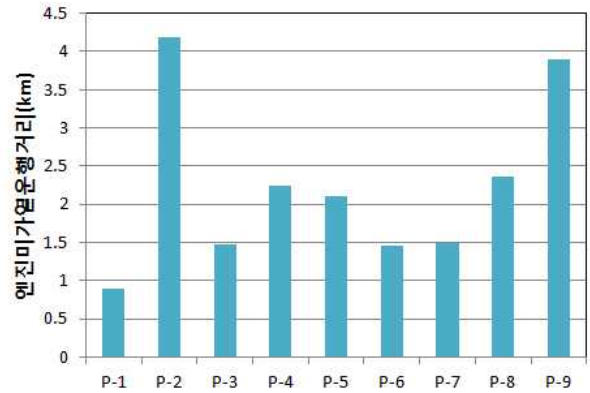
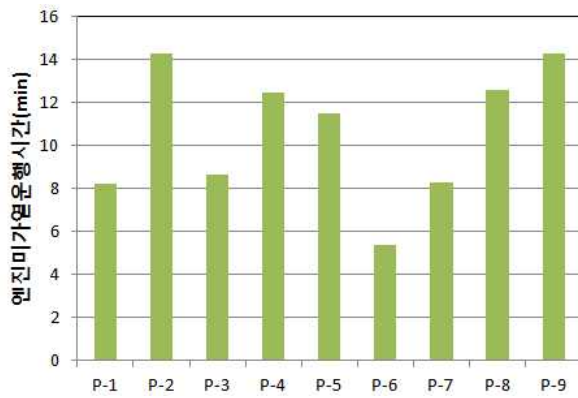
① 승용차 운행정보 인자 분석

온실가스 배출지표 분석에 가장 대표적인 연비와 운행정보 인자 간의 상관성을 도출하기 위해 승용차의 운행정보 인자를 차량별로 비교하였다.

승용차의 평균연비는 10.3km/L이며 P-9, P-1차량의 연비가 가장 낮게 나타났다. P-1차량의 경우, 타 승용차보다 공회전비율이 높고 급감속횟수도 많았으며, 급가속횟수는 승용차중 두 번째로 많았다. P-9차량의 경우, 타 승용차와 비교하여 공회전비율과 평균급가속횟수가 가장 많았고 엔진미가열 상태 운행시간 및 거리와 평균급감속횟수 또한 많이 나타났다.

연비가 좋은 차량은 P-2, P-3차량이며 P-2차량의 공회전비율은 승용차 중에 가장 낮은 반면, P-3차량의 경우 공회전비율이 승용차 중에서 3번째로 높은 것으로 나타났다. 이는 P-3차량의 공회전비율이 상대적으로 높지만 경형차량 특성으로 연비가 비교적 높게 나타난 것으로 보인다.

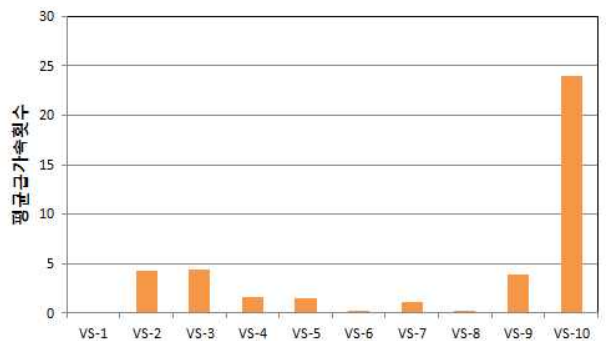
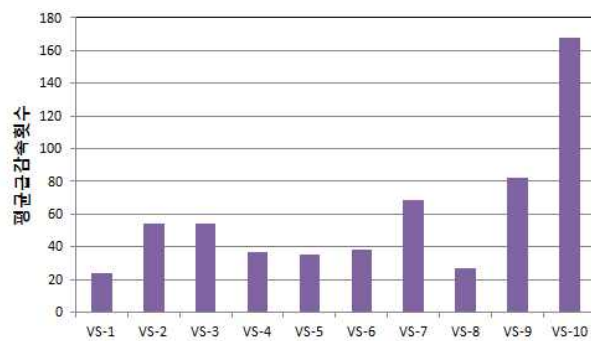
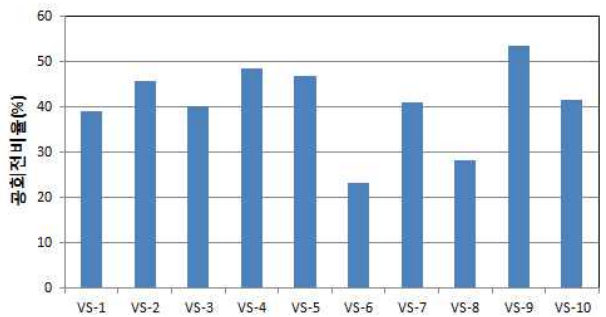
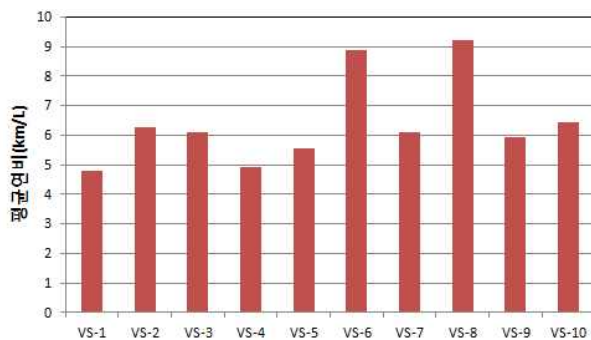


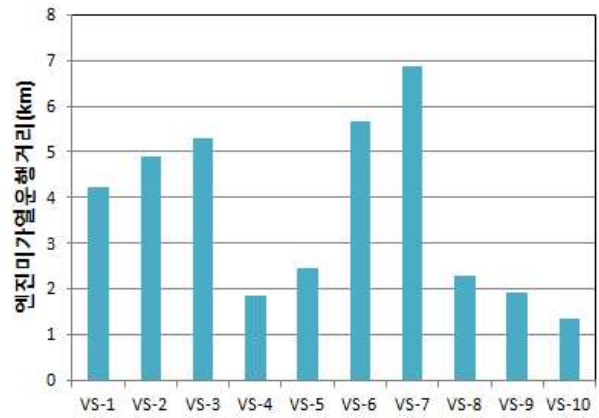
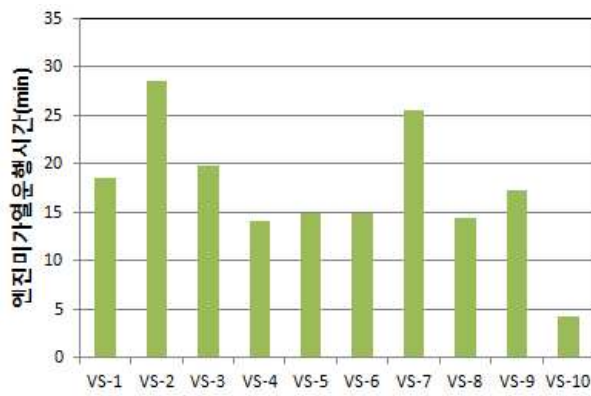


② 승합차 운행정보 인자 분석

승합차의 경우, 계측기를 통한 데이터 수집과 외부데이터 연계를 통해 데이터를 수집하고 있다. 그러나 엔진미가열에 관련한 정보는 계측기에서만 수집이 가능하므로 계측기 데이터를 대표로 분석을 수행했다.

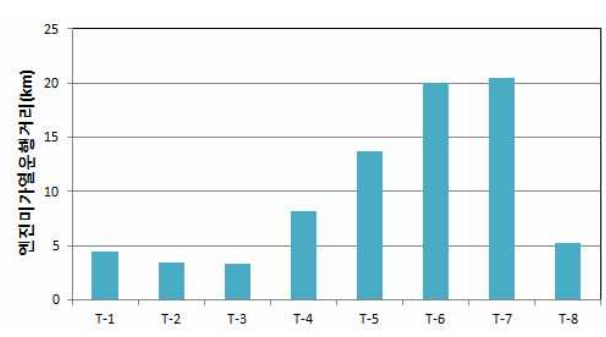
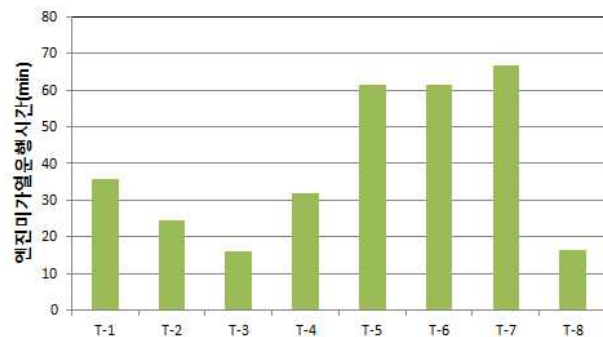
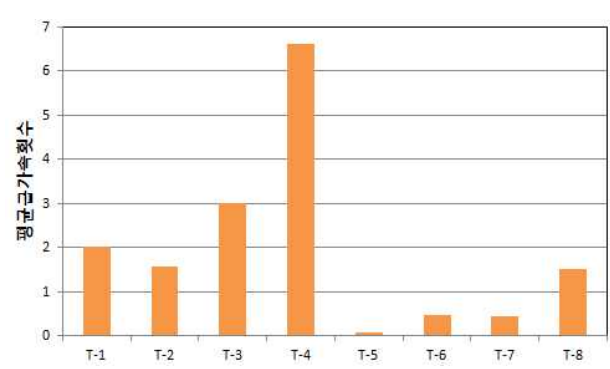
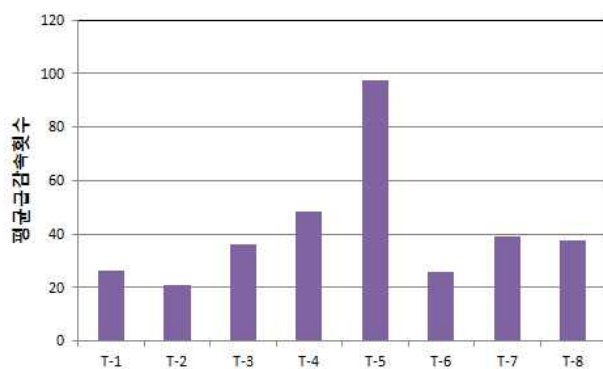
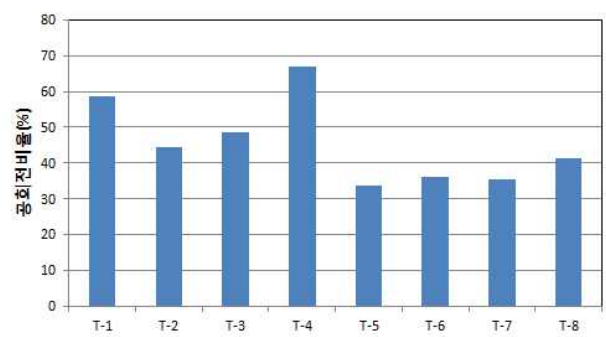
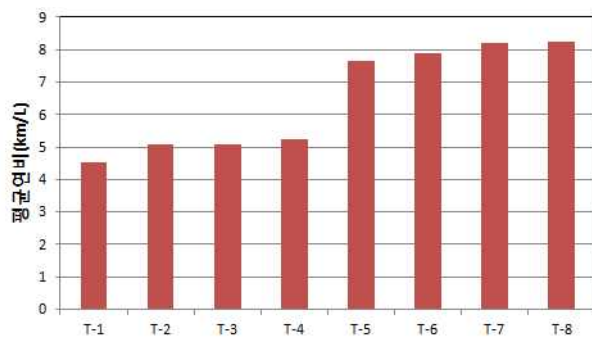
승합차 운행정보 분석결과, VS-6, VS-8차량의 연비가 높게 나타났다. 두 차량은 다른 승합차에 비해 공회전비율이 가장 낮았으며 평균급가감속횟수도 낮게 나타났다. 하지만 연비가 가장 낮은 VS-1, VS-4차량에 대해서는 운행정보 인자에 어떤 특별한 영향이 보이지 않았다.





③ 화물차 운행정보 인자 분석

화물차의 경우 승합차와 동일하게 두 가지 경로를 통해 데이터를 수집하고 있으므로 엔진미가열상태 분석이 가능한 계측기 데이터를 대표로 분석을 수행했다. 또한, 화물차 표본수가 많아 연비가 높은 차량과 낮은 차량 각 4대씩을 선정하여 분석을 수행했다. 아래의 그래프를 보면 연비가 낮은 그룹(T-1~T-4)과 높은 그룹(T-5~T-8)로 나누어져있다. 두 그룹의 운행정보를 비교하면 연비가 낮은 그룹(T-1~T-4)이 공회전비율과 평균급가속횟수가 높게 나타나는 것을 알 수 있다.



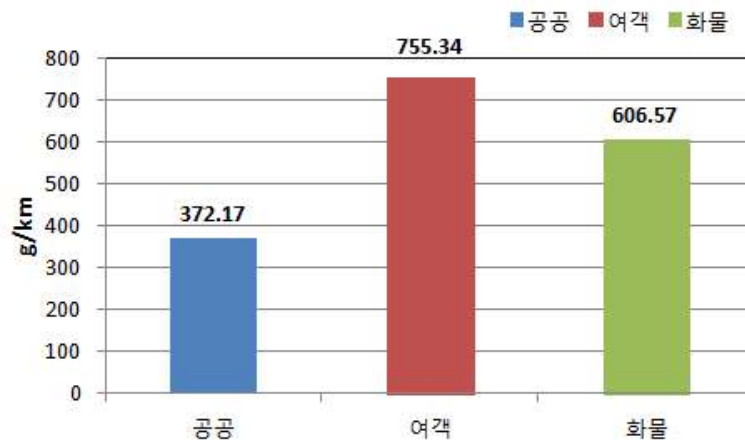
차종별로 분석한 결과를 종합하면, 대체적으로 공회전비율과 평균급가속횟수가 적은 그룹이 연비가 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이를 통해 운행정보 인자와 연비에 대한 상관성은 공회전비율, 그리고 급감속횟수보다는 급가속횟수가 큰 것으로 나타난다. 또한, 엔진미가열 운행시간과 운행거리는 어느 정도 연비에 영향을 미치는 것으로 예상되지만 분석결과를 보면 명확한 영향을 발견할 수 없어 추가적으로 연료별 특성을 고려하여 분석할 필요가 있다.

(3) 부문별 자동차 온실가스 배출지표 산정

① 용도별

<표 3-16> 용도별 분석결과

구분	운행시간(h)	운행거리(km)	평균연비(km/L)	온실가스 배출량(g)	원단위 배출지표(g/km)
공공	2871	48,108	7.55	17,904,354	372.17
여객	18,627	659,947	3.58	498,484,367	755.34
화물	4,049	76,358	5.50	46,316,472	606.57



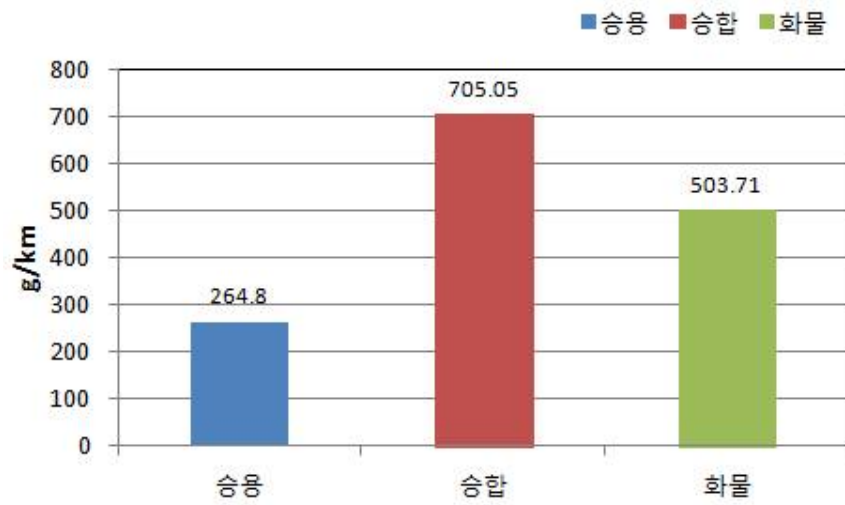
<그림 3-44> 용도별 배출지표 현황

용도별로 온실가스 배출지표를 산정한 결과, 공공부문 372.17g/km, 여객부문 755.34g/km, 화물부문 606.57g/km로 공공부문이 타 부문에 비해 낮은 것으로 분석되었다.

② 차종별

<표 3-17> 차종별 분석결과

구분	운행시간(h)	운행거리(km)	평균연비(km/L)	온실가스 배출량(g)	원단위 배출지표(g/km)
승용	842	14,715	10.3	3,896,532	264.80
승합	19,211	671,874	4.0	473,704,764	705.05
화물	5,476	97,325	5.7	49,023,576	503.71



<그림 3-45> 차종별 배출지표 현황

차종별로 온실가스 배출지표를 산정한 결과, 승용차 264.80g/km, 승합차 705.05g/km, 화물차 503.71g/km로 승용차량이 타 차량에 비해 낮은 것으로 분석되었다.

제4절 (핵심성과4) 계측기 및 Application 개발

1. 연구수행 전략 및 방법론

○ 계측기 및 Application 개발의 목표 및 주요 연구내용은 다음과 같음

연차	연구목표	주요 연구내용
2차년도	자동차 온실가스 배출지표 계량화 기술 개발	- 운행정보 계측기 및 애플리케이션 개발 - 시작품 제작 - 운행정보 수집 모듈, 센서 연동 및 서버 연동 기능 검증
3차년도	자동차 온실가스 배출지표 계량화 기술 개발	- 수집데이터 무결성 분석 - 개선사항 도출 및 고도화 - 적산오차테스트

2. 연구수행 내용

가. 계측기 및 Application 개발

(1) 자동차 운행정보 계측기 개발

(가) 기능

○ Semi Trip 데이터의 생성 및 저장

- 계측기는 자동차 ECU로부터 운행정보 데이터를 1초 단위로 수집한 후 일정 주기(3분)로 분석된 자동차 운행 요약 데이터(활동자료)를 저장
- 최소 2개월 이상 데이터 저장(1일 8시간 운행 기준)

○ 저장된 데이터 전송

- 스마트 기기에 설치되어 있는 애플리케이션과 연동 시 저장된 활동자료를 스마트기기로 전송
- 단, DTC(Diagnostic Trouble Code) 및 계측기 탈부착 신호 데이터는 이벤트가 발생하는 경우 수집되는 데이터로 일정 주기마다 수집, 저장, 전송하지 않고 시동 On 시 체크하여 발생되었을 경우에만 수집, 저장, 전송

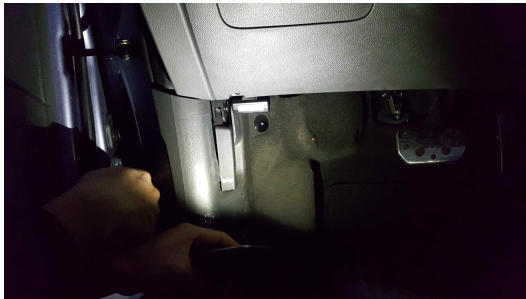
○ 스마트기기와 연동 시 근거리 무선통신(Bluetooth) 방식으로 연동되어야 하며, 저장된 활동자료 전송 시 암호화하여 전송

(나) 시제품품 제작

- 1차년도 연구성과를 바탕으로 2차년도 시제품 제작 목표인 30개의 시제품 제작 완료



(다) 실 자동차 작창 테스트

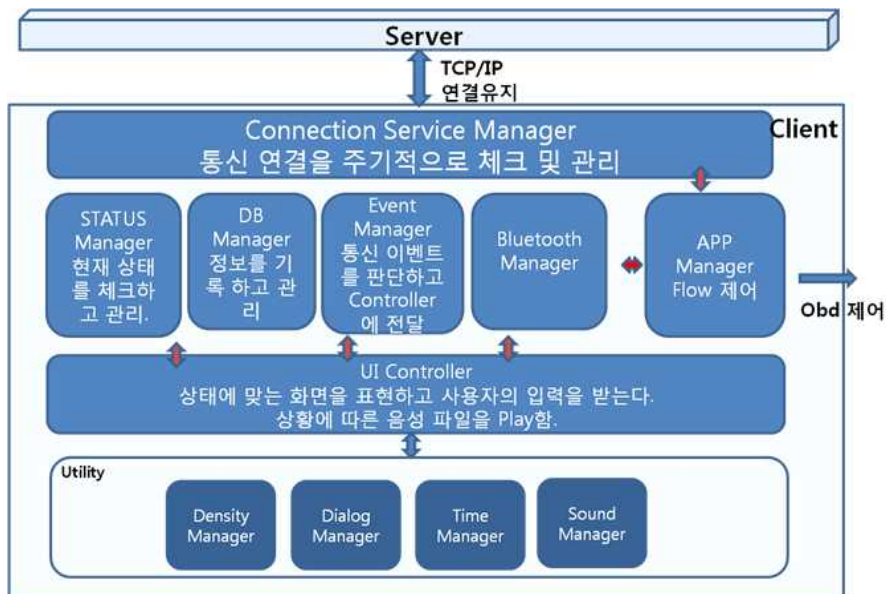


(2) 애플리케이션 개발

(가) 기능

- 운영체제 : Android 4.4 버전 이상
- 계측기와 Bluetooth 연계를 통해 자동차 운행정보 수집
- 스마트기기의 Wi-Fi, WCDMA, LTE 등의 무선통신망을 이용하여 자동차 온실가스 배출 지표 분석·평가 시스템으로 수집된 정보를 전송 (데이터 미전송 시 저장 기능)
- 사용자 요청 시 시스템 분석 정보(운행패턴 분석 결과 등)를 수신

(나) 애플리케이션 구성 로직 설계



(다) 계측기 데이터 계량 및 통신 계략도



- 차량의 Can통신을 이용한 데이터를 취득.
- App간의 소통을 위한 통신으로 블루투스 방식을 사용하며, 별도의 비용 발생 없이 사용자가 능한 통신을 적용
- 데이터 경량화를 위한 Trip 단위 분석기술 적용

(라) 시제품작품 제작



나. 운행정보 수집 모듈, 센서 연동 및 서버 연동 기능 검증

(1) RTC 프로토콜 개발

- 계측기에서는 온라인상태인 이더넷 통신을 아니하기 때문에 인터넷시간을 체크 할 수가 없음. 어플리케이션에서 계측기의 시간오차를 보정하기 위하여 주기적인 현재의 시간을 동기화 할 필요가 있음. 현재 날짜 및 시간을 동기화하기 위한 시간 동기화 프로토콜을 정의함

RTC Set Request

index	Name	Value(HEX)
0	Header	02
1	Target ID	01
2	Length	00
3		07
4	CMD	20
5	DATA	15
6		12
7		31
8		11
9		59
10		59
11	CheckSum	02

RTC Set Response

index	Name	Value(HEX)
0	Header	02
1	Target ID	00
2	Length	00
3		07
4	CMD	20
5	DATA	15
6		12
7		31
8		11
9		59
10		59
11	CheckSum	02

(2) 계측기와 통신을 위한 패킷규약 개발

- 계측기에서 측정된 데이터는 기계어에 가까운 hex값으로 전송이 됨. 일반적인 사용자나 서버에서 인식 할 수 있는 데이터 형식이 아님. App에서 데이터에 대한 측정된 값을 추출 하기 위한 형식을 정의함.

Index	Name	HEX	
0	Header	0x02	
1	Target ID	0x00	
2	Length		
3			
4	CMD	0xA0	Index
5	Semi-trip start 시간		0
6			1
7			2
8			3
9			4
10			5

11		6
12		7
13		8
14	Semi-trip end 시간	9
15		10
16		11
17		12
18	운행시간	13
19		14
20		15
21	주행시간	16
22		17
23		18
24	공회전 시간	19
25		20
26		21
27	변속레버 중립 시간	22
28		23
29		24
30		25
31	총 누적운행거리	26
32		27
33		28
34	운행거리	29
35		30
36		31
37		32
38	Fuel Cut 거리	33
39		34
40		35
41	연료사용량	36
42		37
43	공회전 시의 연료사용량	38
44		39

다. 자동차 운행정보 계측기·Application 개선사항 도출 및 고도화

(1) 자동차 운행정보 계측기 개선사항 도출 및 고도화

○ 공동연구기관과 협업하여 실차테스트를 통한 개선사항 도출

- 1차 : 4.18(월), 15:00~18:00, 연구원 주변 및 충격시험동
- 2차 : 4.20(수), 14:30~17:00, 연구원 주변 및 충격시험동, 송산(사강)
- 3차 : 4.29(금), 13:30~17:30, 연구원 주변 및 충격시험동, 송산(사강)
- 4차 : 5.03(화), 10:30~17:00, 연구원 주변 및 미래차시험동, 송산(사강)
- 5차 : 5.10(화), 13:30~16:00, 2층 회의실(친환경평가실)

○ 이슈사항 정리 및 원인 분석을 통한 고도화

이슈사항	이슈 발생 원인	개선 내용
총 누적거리 변동	변수 Overflow 발생	단위 변경
Semi-Trip 운행시간 오버	초기화 시점 오류	초기화 시점 변경
Fuel Cut 거리 오버	변수 Overflow 발생	단위 변경
연료소모량 상이	변수 Overflow 발생	단위 변경
변속레버 중립 시간 상이	변속레버 중립 조건 식 오류	개발문서 참조하여 변경

(2) Application 개선사항 도출 및 고도화

○ 이슈사항 정리 및 원인 분석을 통한 고도화

이슈사항	이슈 발생 원인	개선 내용
총 누적거리 변동	변수 Overflow 발생	단위 변경
Semi-Trip 운행시간 오버	초기화 시점 오류	초기화 시점 변경
Fuel Cut 거리 오버	변수 Overflow 발생	단위 변경
연료소모량 상이	변수 Overflow 발생	단위 변경
변속레버 중립 시간 상이	변속레버 중립 조건 식 오류	개발문서 참조하여 변경

○ 사용자 편리를 위한 사항 개선

○ 로직 일부 개선 (File 저장 방식에서 DB저장 방식으로 변경)

○ 기존 UI에서 가독성 향상



라. 개선 및 고도화 검증 테스트

(1) 수집데이터 무결성 분석

(가) 수집데이터 전송률 분석 (내부 실차 테스트)

App 수신 Data : 345개
Server 전송 Data : 345개
생성 Trip : 40개
전송률 : 100%

< Rawdata >

SKY_A328852-2016-08-11-13-56-12-672
SKY_A328852-2016-08-11-14-01-15-570
SKY_A328852-2016-08-11-14-01-15-736
SKY_A328852-2016-08-11-14-06-13-970
SKY_A328852-2016-08-11-14-06-14-147
SKY_A328852-2016-08-11-14-11-15-342
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-53-864
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-54-113
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-54-308
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-54-492
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-54-684
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-54-860
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-55-053
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-55-247
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-55-466
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-55-668
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-55-841
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-124
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-287
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-433
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-595
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-741
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-905
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-57-231
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-57-414
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-57-595
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-57-768
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-57-959
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-58-134
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-58-336
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-58-521
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-58-687
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-58-845
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-59-026
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-59-209
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-59-399
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-59-610
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-59-802
SKY_A328852-2016-08-16-11-35-59-988

< Server 전송 Data >

TRIP_9151	SKY_A328852	junyu001	2016-08-11 13:56
TRIP_9152	SKY_A328852	junyu001	2016-08-11 14:01
TRIP_9153	SKY_A328852	junyu001	2016-08-11 14:01
TRIP_9154	SKY_A328852	junyu001	2016-08-11 14:06
TRIP_9155	SKY_A328852	junyu001	2016-08-11 14:06
TRIP_9156	SKY_A328852	junyu001	2016-08-11 14:11
TRIP_9157	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9158	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9159	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9160	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9161	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9162	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9163	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9164	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9165	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9166	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9167	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9168	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9169	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9170	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9171	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9172	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9173	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9174	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9175	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9176	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9177	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9178	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9179	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9180	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9181	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9182	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9183	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9184	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9185	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9186	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9187	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9188	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35
TRIP_9189	SKY_A328852	junyu001	2016-08-16 11:35

(나) 항목별 데이터 적합성 분석 (내부 실차 테스트)

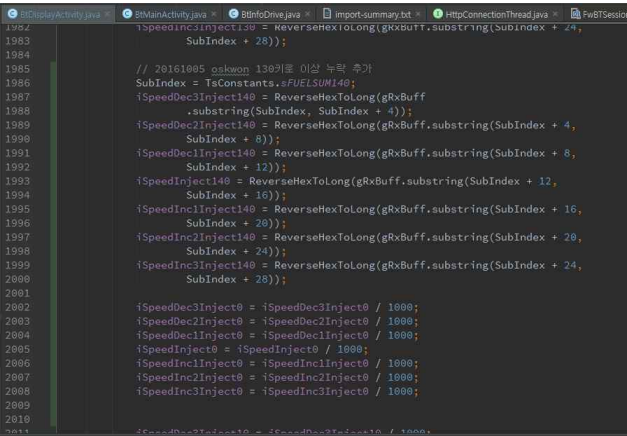
○ App에서서버로 데이터를 전송하고 전송된 데이터 항목을 Rawdata와 서버 저장 데이터를 비교분석하여 데이터 이상 유무를 분석함

○ 분석결과 100% 데이터 일치됨을 확인함

분석된 Semi-Trip 개수 : 345 개		1개의 항목 불일치(Co2) Co2는 앱에서 처리하기로 하여 수정하지 않음		특정필드 비교 조건											
분석된 Trip 개수 : 40개				냉각수 온도	계측기에서는 마이너스(-)값을 표현할수 없어 40도 기준을 0도 로 설정, 서버전송시 -40도함										
App으로 수신된 Rawdata 수 : 345 개		Field 별 데이터 검사													
Server 전송된 RawData 수 : 345 개		durNeutIdle 필드는 durNeutral 필드로 통합하여 사용함		null 값 필드	계측기에서 측정할 하지 않은 필드의 값은 null로 표기 서버 전송시 0으로 전송										
데이터 전송률 : 100%															
항목별 데이터 분석 결과															
key	Rawdata file name	obdSeq	Trip	continue	durIdle	durNeutral	durBrake	durNeutIdle	distTotal	distTrip	spdDrive	spdRun	spdMax	countStrAcc	countStrDec
TRIP_9151	SKY_A328852-2016-08-11-13-56-12-672	SKY_A328852	Trip Start	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9152	SKY_A328852-2016-08-11-14-01-15-570	SKY_A328852	1	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9153	SKY_A328852-2016-08-11-14-01-15-736	SKY_A328852	2	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9154	SKY_A328852-2016-08-11-14-06-13-970	SKY_A328852	3	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9155	SKY_A328852-2016-08-11-14-06-14-147	SKY_A328852	4	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9156	SKY_A328852-2016-08-11-14-11-15-342	SKY_A328852	5	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9157	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-53-864	SKY_A328852	6	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9158	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-54-113	SKY_A328852	7	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9159	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-54-308	SKY_A328852	8	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9160	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-54-492	SKY_A328852	9	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9161	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-54-684	SKY_A328852	10	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9162	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-54-860	SKY_A328852	11	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9163	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-55-053	SKY_A328852	12	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9164	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-55-247	SKY_A328852	Trip End	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9165	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-55-466	SKY_A328852	One Trip	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9166	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-55-668	SKY_A328852	Trip Start	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9167	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-55-841	SKY_A328852	1	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9168	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-124	SKY_A328852	2	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9169	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-287	SKY_A328852	3	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9170	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-433	SKY_A328852	4	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9171	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-595	SKY_A328852	5	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9172	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-741	SKY_A328852	6	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상
TRIP_9173	SKY_A328852-2016-08-16-11-35-56-905	SKY_A328852	7	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상

(다) 매트릭스 데이터 적합성 분석(내부 실차 테스트)

- 전송된 데이터의 매트릭스 부분 데이터를 분석
- 일부 데이터의 불일치로 원인분석 결과 일부 구간의 데이터를 전송하지 않는 현상을 개선
- 개선 후 데이터의 이상이 없음을 데이터 적합성 테스트를 통하여 확인함

이슈사항	이슈 발생 원인	개선 내용
Row Data 와 Server Data 불일치	App에서 서버로 Data전송시 일정구간 누락	누락부분 개선 정상적인 전송
		

(2) 실차 적용 주행테스트

(가) 개선 및 고도화된 시작품의 내부 테스트



차량명	연 식	공식 연비	타입
베라크루즈	2007년	10.7Km	승용-다목적



- 지도상 표시되는 거리 1.538Km를 실제 주행하여 테스트 한 결과, 계기판 표시 거리 1.5Km, App에서 표시 거리 1.521Km, 계측기 발생오차 0.17Km, 오차율 : 1.1%을 보임
- 계기판의 거리는 소수점 1자리만을 표시하기 때문에 100m의 오차가 발생 하며, 계측기는 1m단위로 표시하기 때문에 더욱 정밀 할 수 있음
- 시동 NO/OFF Test를 통한 트립 데이터 이상 유무를 테스트함

(나) 현장 테스트(test-bed)

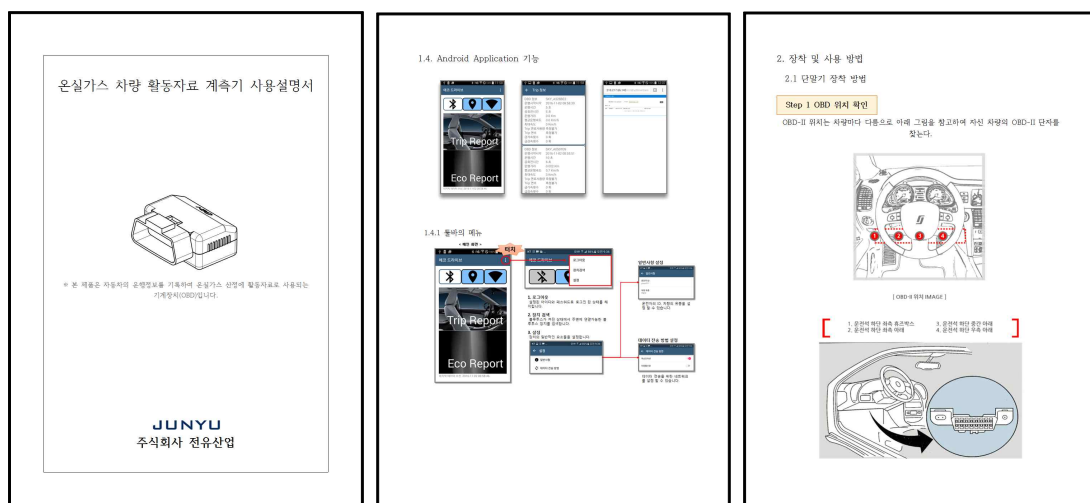
- 시범1개소(안산시) 계측기 장착 실행
- 전송된 데이터를 기반으로 개선사항 도출 및 안정화 실행
- 환경적 요인 및 사용자의 조작에 따른 예외사항 검토

마. 시작품 제작 및 기술 문서 작성

(1) 계측기 생산 130대



(2) 계측기 장착 및 App 사용 매뉴얼 작성



제5절 (핵심성과5) 계측기 성능 검증

1. 연구수행 전략 및 방법론

○ 계측기 성능 검증의 목표 및 주요 연구내용은 다음과 같음

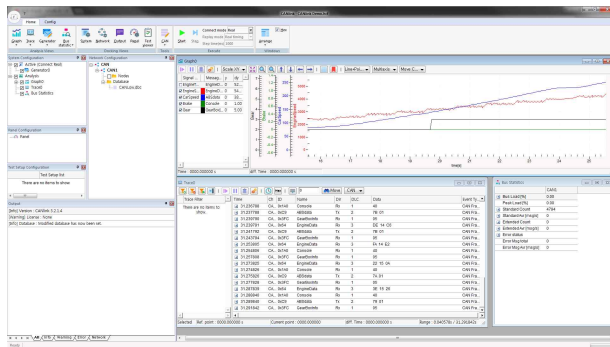
연차	연구목표	주요 연구내용
3차년도	적산 오차 테스트	- 적산오차 테스트를 위한 Tool 스크립트 개발 - 성능 검증 테스트

2. 연구수행 내용

가. 계측기 적산 오차 테스트

(1) 스크립트 개발

- Can Tool의 데이터를 확인하기 위한 LUA 스크립트 개발
- Can massege ID를 확인하여 요청 ID에 따른 데이터 전송
- Can통신 Standard PIDs를 확인하여 PRM, 속도 연료소모량 등을 판별하여 상황에 맞는 데이터를 송출한다.



```

1  Example_Msg_Event.lua - Script
2
3  --[[
4  1. 'A' key is pressed, CAN Message ID = 0x431 send to Bus.
5  2. The transmission is complete, the received message information output to OUTPUT WINDOW.
6  3. The reception is complete, the received message information output to OUTPUT WINDOW.
7  --]]
8
9  --[[
10  1. 'A' key is pressed, CAN Message ID = 0x431 send to Bus.
11  2. The transmission is complete, the received message information output to OUTPUT WINDOW.
12  3. The reception is complete, the received message information output to OUTPUT WINDOW.
13  --]]
14
15
16 -- On channel activate
17 function OnStart()
18     Write(Event - Script Start)
19     Write("Message Script Demo Start")
20     Write("1. If 'A' key is pressed, CAN Message ID = 0x431 Send to Bus.")
21 end
22
23
24 -- On channel deactivate
25 function OnStop()
26     Write("Message Script Demo Stop")
27     Write(Event - Script Stop)
28 end
29
30
31 -- On key push
32 function OnKeyPush()
33     if key == "A" then
34         Msg = {data = {}}
35         Msg.ch = 1
36         Msg.id = 0x431
37         Msg.dc = 1
38         Msg.data[1] = 0x4A
39         Msg.data[2] = 0x4B
40         SendCANMsg(Msg)
41     end
42 end
43
44 -- On data/receive message transmit/receive
45 -- If you want to Msg Data[EdId, SetId] use "OnCANMsg"
46
47 -- On data/receive message transmit/receive
48 function OnCANMsg(msg)
49     COMMUNICATION_TX = 1
50     COMMUNICATION_RX = 1
51     if msg.ch == 1 then
52         if msg.id == COMMUNICATION_TX then
53             msg_id = string.format("%04X", msg.id)
54             Write("2. The transmission of message is complete, transmission message information output to OUTPUT WINDOW.")
55             Write("Channel = ", msg.ch, ", ID = ", msg_id, ", message send Confirmation.")
56             if msg.dr == COMMUNICATION_RX then
57                 msg_id = string.format("%04X", msg.id)
58                 Write("3. The reception is complete, the received message information output to OUTPUT WINDOW.")
59                 Write("Channel = ", msg.ch, ", ID = ", msg_id, ", message receive Confirmation.")
60             end
61         end
62     end
63 end

```

(2) 계측기 적산 오차 테스트

(가) 테스트 환경

- ECU의 환경과 동일한 환경을 구축
 - Can 통신 속도 : 500KB
 - 연료소모량 데이터 전송주기 : 20mm/s
 - RPM 데이터 전송 속도 : 20mm/s

○ 항목별 데이터 ID

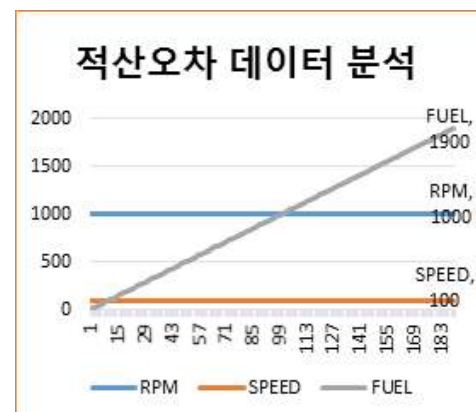
항 목	CAN MSG ID	CAN PID	데이터 주기
연료 소모량	0x545	—	20mm/s
RPM	0x7E8	0x0C	20mm/s

(나) 성능 검사 테스트 방법 (내부 테스트)

- ① PC에 연결된 Can통신 tool을 이용하여 개발된 스크립트를 차량의 ECU와 같은 역할을 하도록 환경을 구성한다.
- ② Tool과 본 과제를 통하여 개발된 계측기를 장착하여 자동차에서 진행되는 데이터 수집방법과 동일하게 데이터를 수집한다.
- ③ 수집된 데이터를 스마트 폰의 어플리케이션을 통하여 데이터를 전송받는다.
- ④ 계측기로 수집하여 전송된 데이터와 PC에서 전송한 데이터를 비교 분석하여 데이터의 손실률 및 수집 능력을 비교 분석한다.

(다) 성능테스트 결과 (내부테스트)

TEST Tool														계측기														
1	7DF	0001990	Rx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	2	7DF	0001974	Tx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	
1	7DF	0002324	Rx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	2	7DF	0002308	Tx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	
1	7E8	0003976	Rx	d	8	4	41	0C	3	E8	0	0	0	0	2	7E8	0003992	Tx	d	8	4	41	0C	3	E8	0	0	0
1	7E8	0004310	Rx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	0	0	2	7E8	0004326	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	
1	545	0004972	Rx	d	8	4	41	0	0	1	0	0	0	0	2	545	0004988	Tx	d	8	4	41	0	0	1	0	0	
1	7D0	0004972	Rx	d	8	4	41	0	0	1	0	0	0	0	2	7D0	0004988	Tx	d	8	4	41	0	0	1	0	0	
1	7E8	0004972	Rx	d	8	4	41	0	0	1	0	0	0	0	2	7E8	0004988	Tx	d	8	4	41	0	0	1	0	0	
1	7E8	0044310	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	0	0	2	7E8	0044326	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	
1	545	0044974	Tx	d	8	4	41	0	0	1	0	0	0	0	2	545	0044988	Tx	d	8	4	41	0	0	1	0	0	
1	7DF	0061989	Rx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	0	2	7DF	0061974	Tx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	
1	7DF	0062324	Rx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	0	2	7DF	0062308	Tx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	
1	7E8	0063975	Tx	d	8	4	41	0C	3	E8	0	0	0	0	2	7E8	0063991	Tx	d	8	4	41	0C	3	E8	0	0	0
1	7E8	0064309	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	0	0	2	7E8	0064323	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	
1	545	0064971	Tx	d	8	4	41	0	0	1	0	0	0	0	2	545	0064987	Tx	d	8	4	41	0	0	1	0	0	
1	7DF	0082158	Rx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	0	2	7DF	0082142	Tx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	
1	7DF	0082489	Rx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	0	2	7DF	0082473	Tx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	
1	7E8	0083975	Tx	d	8	4	41	0C	3	E8	0	0	0	0	2	7E8	0083991	Tx	d	8	4	41	0C	3	E8	0	0	0
1	7E8	0084307	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	0	0	2	7E8	0084323	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	
1	545	0084975	Tx	d	8	4	41	0	0	4	0	0	0	0	2	545	0084991	Tx	d	8	4	41	0	0	4	0	0	
1	7DF	0102158	Rx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	0	2	7DF	0102141	Tx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	
1	7DF	0102490	Rx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	0	2	7DF	0102473	Tx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	
1	7E8	0103975	Tx	d	8	4	41	0C	3	E8	0	0	0	0	2	7E8	0103992	Tx	d	8	4	41	0C	3	E8	0	0	0
1	7E8	0104309	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	0	0	2	7E8	0104326	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	
1	545	0104973	Tx	d	8	4	41	0	0	5	0	0	0	0	2	545	0104989	Tx	d	8	4	41	0	0	5	0	0	
1	7DF	0122157	Rx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	0	2	7DF	0122140	Tx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	
1	7DF	0122489	Rx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	0	0	2	7DF	0122472	Tx	d	8	2	1	0C	0	0	0	0	
1	7E8	0124140	Tx	d	8	4	41	0C	3	E8	0	0	0	0	2	7E8	0124157	Tx	d	8	4	41	0C	3	E8	0	0	0
1	7E8	0124474	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	0	0	2	7E8	0124491	Tx	d	8	3	41	0D	64	0	0	0	



Semi-Trip 패킷 수 : 44,996개
데이터 송신 주기 : 20mm/s
Can 통신 속도 : 500Kb/s
데이터 손실률 : 0%
단위 변환에 따른 손실률 : 0.001%

<그림 3-46> 계측기 성능테스트 결과

- 데이터 분석 결과 계측기에서의 손실은 없으며 데이터 전송 시 발생하는 단위 변경에 따른 데이터의 손실률이 있음
- 기존 DTG 기준의 단말기 성능보다 우수한 수집능력을 확인 함

제6절 (핵심성과 6) 자동차 온실가스 모니터링 플랫폼 설계

1. 연구수행 전략 및 방법론

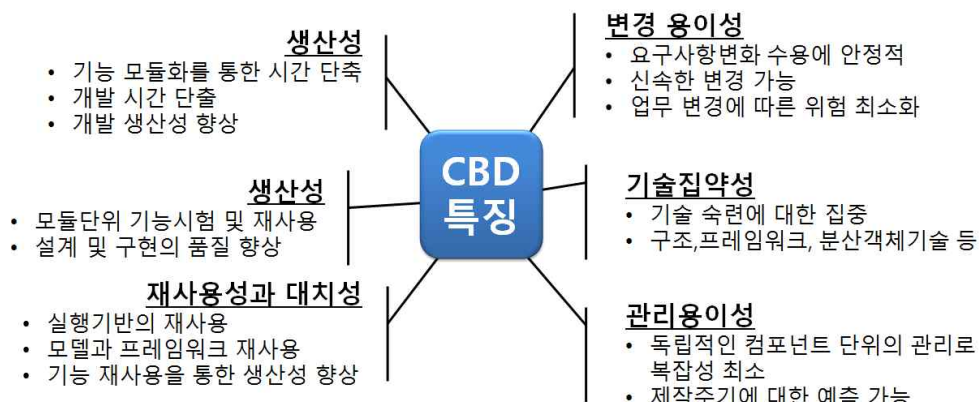
구분	정보공학 방법론	CBD 방법론	구조적 방법론
개요	데이터 중심 방법론	비즈니스 로직 중심 방법론	업무중심 방법론
기본원리	- 정보전략계획 - 업무영역분석 - 업무시스템설계 - 시스템구축	- 요구분석 - 분석 모델링 - 모듈화 설계	- 추상화 - 구조화 - 단계적 상세화 - 모듈화
특징	- 업무지원 방법론 - 데이터 모델 중심 - 데이터구조 종속 로직	- 인터페이스 중심 기능 정의 - Blackbox Reuse 지향	- Divide and Conquer - 프로그램 로직 중심 - 제어기반 모듈 구조화

○ 정보공학 방법론을 이용한 시스템 기능 및 구성요소 도출



- 시스템 내 처리해야 할 데이터의 형식에 따른 데이터 모델 정립
- 자동차로부터 수집해야 하는 항목과 시스템의 결과물 정립을 통한 기능영역 분할
- 반복적인 데이터 중심의 기능분할을 통한 시스템 구조 정립

○ CBD (Component Based Development) 방법론을 이용한 시스템 설계



- 정보공학 방법론을 통하여 도출된 기능 구성요소의 조합을 통합 비즈니스 절차 설계
- 각 구성요소의 공통기능 및 독자 기능의 구분 및 모듈화를 통한 재사용 방안 설계

○ 구조적 방법론을 이용한 자동차 운행 데이터 항목 산출 및 설계



요구사항 분석	구조적 분석	구조적 설계	구조적 개발
업무 프로세스 분석 ↓ 업무 정책 수립	업무 세분화 ↓ 단계적 상세화	업무 모듈화 ↓ 단계별 기능 모듈화	모듈 검증 ↓ 모듈 통합

- 도출된 구성요소의 단계별 기능절차 검증을 통한 데이터 검증 방안 도출
- 데이터의 요소별 처리단계 분할을 통한 프로그램 로직 정립

2. 연구수행 내용

가. 자동차 운행 데이터 요약 자료 수집을 위한 프로토콜 규격서 작성

○ 자동차 운행 데이터 구조 설계

- RFC7159 JSON 표준규격 기반 자동차 운행 데이터 교환 형식 설계
- 자동차관리법 시행규칙에 근거하여 차량 재원, 차량의 등록지역 정보, 실제 운전자를 수집, 저장, 분석할 수 있는 데이터 형식 설계
- 엔진 미가열 상태의 자동차 운행 데이터를 분석할 수 있는 데이터 형식 설계
- 운전자의 실제 자동차 운행패턴정보를 정량화 할 수 있는 속도-가속도 매트릭스를 적용한 데이터 형식 설계
- 국토교통부에서 고시하는 Tier3 수준의 데이터를 산출하기 위한 실제 운행차량의 연료 종류, 차량 재원, 지역 정보를 수집, 저장, 분석할 수 있는 데이터 형식 설계
- 엔진 미가열 상태의 자동차 운행 데이터를 분석할 수 있는 데이터 형식 설계
- 운전자의 실제 자동차 운행패턴정보를 정량화 할 수 있는 속도-가속도 매트릭스를 적용한 데이터 형식 설계

○ 연계 시스템 보안 방안 설계

- SSL 인증서를 이용한 네트워크 통신 보안 적용 설계
- ID/Password 기반 가입자, 소유자, 운전자의 통합 인증을 적용한 Digest 인증방식 설계

- 프로토콜 처리와 데이터 처리 분리 설계를 통한 인터페이스 부하 분산 방안 설계

나. 자동차 운행 데이터 요약 자료 수집 및 저장 처리를 위한 시스템 설계안 작성

○ 수집 시스템 구조 설계

- 신뢰성 기반, 연결 지향 기반의 표준 HTTP 프로토콜 기반 설계
- 시스템의 각 구성요소의 저비용, 수평적 확장(scale-out)이 용이한 구조 설계
- 시스템 내 모든 구성요소의 독립형 내부 및 외부 API 기반 연계 구조 설계를 통한 SPOF (Single-Point-Of- Failure) 회피 구조 설계
- MVC(Model-View-Controller) 패턴을 이용한 인터페이스 시스템 자원 재사용 로직 설계
- 수집요청 데이터 내 전체 항목의 유효범위 및 검증 기능 설계

○ 분석 시스템 구조 설계

- 클러스터 기반 대용량 자동차 운행 데이터 분산처리 기술 설계
- 기존 on-Demand batch 기반 분석방식에 의한 데이터 오차를 줄이기 위한 Incremental Indexing 기반의 실시간 데이터 분석 설계

제7절 (핵심성과 7) 자동차 온실가스 모니터링 플랫폼 개발

1. 연구수행 전략 및 방법론

- Rapid Application 개발 방법 통한 시스템 내 기능 구성요소별 개발
 - 설계단계에서 도출한 기능 구성요소의 prototyping을 통한 기능 도출
 - 모듈별 개발과 단위시험의 공동 진행을 통한 시스템의 개발 및 검증 속도 향상
- CBD 방법론을 통한 기능요소별 공통 기능 재사용을 위한 구성요소별 인터페이스 개발
- 구성요소의 기능별 검증 및 구성요소간 연계 검증을 통한 시스템 검증
 - 모듈별 개발 단계에서 검증된 결과를 바탕으로 단계별 통합검증
 - 시스템 전체 통합검증에서 발견한 문제점의 반복적 보완

2. 연구수행 내용

가. 자동차 운행 데이터 수집 및 분석 처리 시스템 개발

- 저비용 클러스터 기반 데이터베이스 구축
 - 선형적 시스템 성능 및 용량 확장 가능 클러스터링 구조
 - 클러스터 내 모든 데이터의 복사본을 생성, 저장 및 관리
 - 클러스터 내 노드의 오류에 대한 fail-over 기능
- 자동차 운행 데이터 재가공 기술 개발
 - 데이터베이스 클러스터 내 MapReduce 기반 자동차 운행 데이터 분산 처리 설계
 - Incremental Indexing을 이용한 실시간 데이터 처리기술

나. 원시데이터 및 재가공 데이터 제공을 위한 연계 로직 및 API 개발

- 운행 데이터 가공 알고리즘 개발
 - 가입자, 소유자, 운전자, Trip Sequence를 각각의 키로 하는 분석 mapper 개발
 - mapper 별 단순 통계를 산출하는 reducer 개발
 - On-Off Trip 생성을 위한 운행 데이터 분석 및 산출 reducer 개발
- 운행 데이터 외부 연계 API 개발
 - REST 기반 운행정보 연계 API 개발
 - 가입자, 소유자, 운전자 기반 기간별 운행정보 통계 연계 API 개발

- 가입자, 소유자, 운전자 별 Trip 정보 연계 API 개발

다. 데이터 연계, 24시간 운용, 저장·분석 시뮬레이션 시험

○ 앱-서버간 데이터 연계 시험

- 운행차량 1,000대 규모 데이터 수집·인증 시험
- 인터페이스의 데이터 처리 성공률 95% 이상 충족여부 시험

항목	테스트 결과
시험 지속시간(초)	3,599.32
동시 처리율 (Concurrency)	199.93
TPS (Transaction Per Second)	101.84
총 데이터 요청 수	366,549
총 성공 응답 수	366,549
총 실패 응답 수	0
전송율	100%

- CPU 성능

항목	외부연계서버	내부연계서버
평균 사용량	8.3 %	42.7 %
순간 최대 사용량	8.7 %	42.9 %

- 네트워크 성능

항목	외부연계서버	내부연계서버
평균 쓰기	408.3 KB/s	146.9 KB/s
평균 읽기	288.3 KB/s	352.2 KB/s
순간 최대 쓰기	419.4 KB/s	151.0 KB/s
순간 최대 읽기	296.3 KB/s	362.1 KB/s

- 디스크 성능

항목	외부연계서버	내부연계서버
평균 쓰기	48.0 KB/s	115.1 KB/s
평균 읽기	0 KB/s	0.1 KB/s
순간 최대 쓰기	55.2 KB/s	135.3 KB/s
순간 최대 읽기	2.7 KB/s	18.3 KB/s
평균 IOPS	5.5	11.7
순간 최대 IOPS	6.7	12.6

○ 24시간 운용 시험

- 24시간동안 지속적인 부하를 발생하여 시스템의 견고성을 확인하는 시험

항목	테스트 결과
시험 지속시간(초)	86,386.13
동시 처리율 (Concurrency)	199.96
TPS (Transaction Per Second)	90.86
총 데이터 요청 수	7,848,691
총 성공 응답 수	7,848,691
총 실패 응답 수	0
전송율	100%

- CPU 성능

항목	외부연계서버	내부연계서버	DB서버
평균 사용량	8.3 %	46.06 %	29.84 %
순간 최대 사용량	8.7 %	47.2 %	31.9 %

- 네트워크 성능

항목	외부연계서버	내부연계서버	DB서버
평균 쓰기	408.3 KB/s	408.3 KB/s	408.3 KB/s
평균 읽기	288.3 KB/s	288.3 KB/s	288.3 KB/s
순간 최대 쓰기	419.4 KB/s	419.4 KB/s	419.4 KB/s
순간 최대 읽기	296.3 KB/s	296.3 KB/s	296.3 KB/s

- 디스크 성능

항목	외부연계서버	내부연계서버	DB서버
평균 쓰기	48.0 KB/s	115.1 KB/s	12,094.3 KB/s
평균 읽기	0.0 KB/s	0.1 KB/s	2.4 KB/s
순간 최대 쓰기	55.2 KB/s	135.3 KB/s	16,524.9 KB/s
순간 최대 읽기	2.7 KB/s	18.3 KB/s	277.8 KB/s
평균 IOPS	5.5	11.7	2,137.4
순간 최대 IOPS	6.7	12.6	2,548.8

○ 데이터베이스 저장 · 분석 시험

- 1,000 대 차량의 동시접속률 20%일 때 데이터베이스 저장 및 분석 가용성 시험
- CPU 성능

항목	DB서버
평균 사용량	23.3 %
순간 최대 사용량	34.7 %

- 네트워크 성능

항목	DB서버
평균 쓰기	94.0 KB/s
평균 읽기	69.6 KB/s
순간 최대 쓰기	143.6 KB/s
순간 최대 읽기	109.9 KB/s

- 디스크 성능

항목	DB서버
평균 쓰기	9,485.1 KB/s
평균 읽기	60.4 KB/s
순간 최대 쓰기	15,182.1 KB/s
순간 최대 읽기	394.2 KB/s
평균 IOPS	1,680.1
순간 최대 IOPS	2,669.6

제8절 (핵심성과 8) 자동차 온실가스 모니터링 플랫폼 시범운영

1. 연구수행 전략 및 방법론

- Trial-And-Error 방법론을 통한 사용자 사용성의 문제점 도출
 - 실제 사용환경에서 발생하는 사용자 문제점에 대한 보완
 - 실제 시스템 사용환경 적용에 의한 시스템 내 자원 및 상태 모니터링
 - 시스템 모니터링 결과에 따른 시스템 구성요소 및 모듈의 기능 및 성능 보완

2. 연구수행 내용

가. 자동차 운행 데이터 수집 및 분석 처리 시스템 시범개소 적용

- 시스템 시범 운영을 통해 외부 인터넷 연동 점검 및 시스템 연계 테스트 수행
 - 시스템 내 구성요소별 상태 모니터링
- 차량 및 운전자 앱 연동 테스트 수행
 - 시스템 내 정상 등록된 차량 및 운전자, 소유자의 정상 인증여부 모니터링
 - 자동차 운행 데이터의 단계별 정합도 검증
- 안산시청 조직경계 정보 및 차량정보, 운전자 정보 시스템 반영
 - 계측기 50대에 대한 식별 정보, 운전자 앱 연동 정보 구성 및 테스트 수행
 - 가입자, 소유자, 운전자 정상인증 여부 모니터링
 - 자동차 운행 데이터 검증 및 처리 결과 모니터링
- 한진택배 조직경계 정보 및 차량정보, 운전자 정보 시스템 반영
 - 계측기 25대에 대한 식별 정보, 운전자 앱 연동 정보 구성 및 테스트 수행
 - 가입자, 소유자, 운전자 정상인증 여부 모니터링
 - 자동차 운행 데이터 검증 및 처리 결과 모니터링

나. 시스템 개선사항 도출 및 보완 작업

- 계측기 75대에 대한 식별 정보, 운전자 앱 연동 정보 구성 및 테스트 수행
- 시스템 연계 인터페이스의 검증절차 통합
- 데이터베이스 처리성능 향상을 위한 시스템 자원 운용 방법 최적화
 - 차량 운행 데이터의 fragmentation 확률 감소 및 안정성 유지를 위한 데이터 상한 조절
 - 메타데이터의 상시 메모리 적재를 통한 인증요청 CPS 처리속도 향상

다. 시스템 운영 및 보완결과를 반영한 시스템 설계 및 운영 매뉴얼 작성

- 시스템 설계서 작성
- 시스템 운영매뉴얼 작성

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

제9절 (핵심성과9) 평가지표 및 평가방법 개발

- 교통부문의 지속가능성 향상을 위해 국토교통부에서 진행 중인 ‘지속가능 교통도시 평가’의 한계를 보완하고자 평가지표를 세분화 및 다양화하고, 평가방법 개발을 시행
- 평가지표는 지속가능성 향상에 초점을 맞추고, 해외 지속가능 평가를 검토하여 전문가 의견수렴을 통해 접근성, 대중교통 경쟁력, 교통량 기반 온실가스 배출량, 형평성과 관련된 지표 개발
- 평가방법은 현재 상대평가로만 시행중인 평가의 정확성 향상을 위해 절대평가방법을 개발



<그림 3-47> 평가지표 및 평가방법 개발 핵심성과

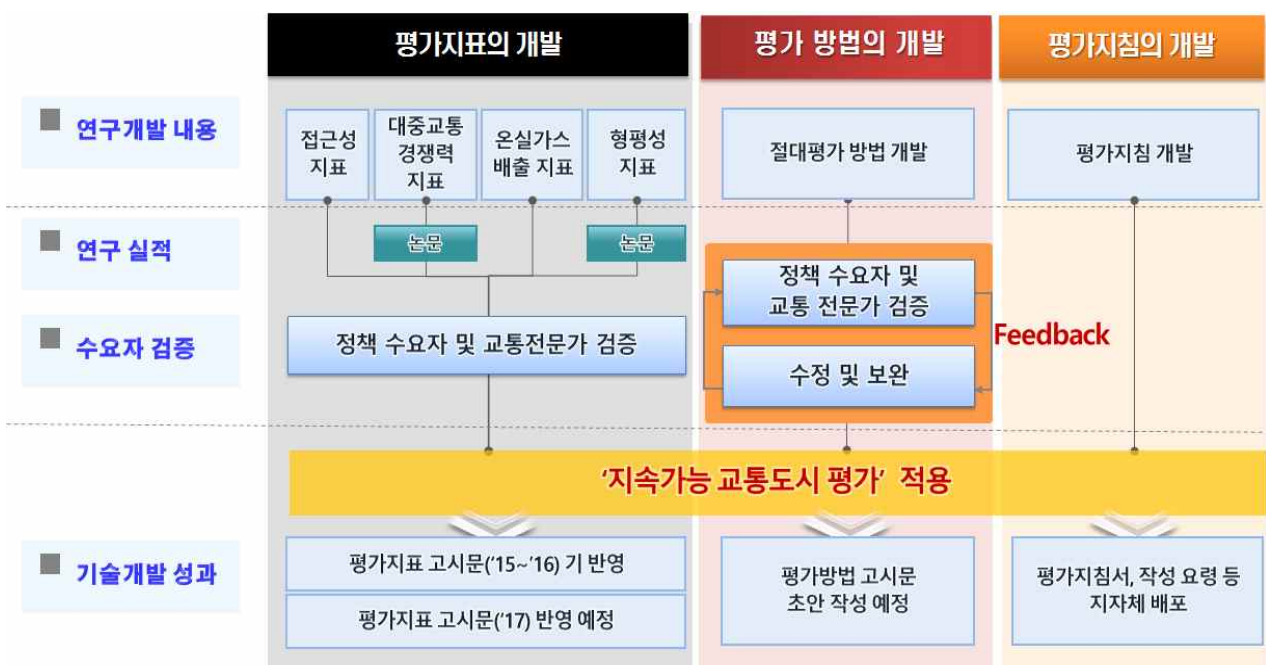
1. 개요

- 2016년 74개 지자체를 대상으로 시행 중인 ‘지속가능 교통도시 평가’는 [그림 3-2]과 같이 평가체계 상의 한계점이 존재함. 이에 본 연구의 1세부 ‘평가지표 및 평가기술 개발’에서는 평가지표의 다양화와 평가기법의 개선을 통하여 기존 평가의 한계점을 극복하고자 함

개발 필요성	현행 ‘지속가능 교통도시 평가’ 시행 중		개발 방향	체계적 ‘지속가능 교통도시 평가’ 구축	
	■ 현행 평가지표는 한정적으로 설정 - 평가지표는 현황평가지표(12개) + 정책평가지표(12개)로 구성 - 현황지표는 한정된 데이터로 구성되어, 교통부문의 지속가능성을 종합 평가한다고 보기 어려움 - 해외에서는 다양하고 체계적인 지속가능성 평가 지표를 추천 중 ■ 상대평가에 의존하고 있어, 평가체계에 한계 - 상대평가로 인해, 비교적 좋은 현황을 유지함에도 불구하고 평가에서 불리함을 받을 수 있는 한계 존재 - 평균 수치 및 이상치(outlier)의 맹점 존재 등의 한계 존재			평가 지표 개발 기존의 평가지표 검토 및 기술적 개선 신규 평가지표의 개발을 통한 체계적이고 다양한 평가지표 구축 실질적인 지속가능성 향상과 연계되는 지표의 개발 및 지속가능성 종합평가 체계 구축 평가 방법 개발 절대평가 방법 개발을 통해 상대평가의 한계점 극복 평가의 지침서 제공을 통한 정책 수요자의 이해 및 업무 효율성 증진 공동으로 추구하는 지속 가능한 교통의 목표점 또는 기준점 제공	

<그림 3-48> 평가지표 및 평가방법 개발의 필요성 및 개발 방향

- 신규 평가지표·평가방법 개발 및 평가지침을 마련함으로써 정책수요자·교통전문가 검증 및 환류(Feedback)과정을 거쳐 ‘지속가능 교통도시 평가’에 적용하고자 함



<그림 3-49> 평가지표 및 평가방법 개발의 개요

2. 평가지표의 개발

가. 개요

- ‘(승용차) 접근성’ 및 ‘대중교통 경쟁력’ 지표 개발의 필요
 - ‘접근성’은 광의의 측면에서 지속가능 교통의 과제 (경제협력개발기구(OECD), 2013)
 - 접근성과 교통계획의 연계가 지속가능성을 향상시킴(Litman(2009³); 2011⁴) 등)
 - * 참고: 접근성과 교통계획의 연계가 미국 샌디아고(Sandiego)의 대중교통 이용률을 약 5% 향상시킬 것(EPA(2011), 지속가능 교통 성과 측정을 위한 가이드(Guide To Sustainable Transportation Performance Measures)⁵)
 - 접근성은 승용차 이용자와 대중교통 이용자를 구분하여 개발 필요
- 온실가스 배출량 지표 개발의 필요
 - COP21(Conference of Parties 21) 등 전 세계적으로 온실가스 배출량 감축을 위해 합의가 진행됨
 - 중앙정부 및 지자체는 온실가스 감축을 위한 구체적인 계획을 수립하고 이행하기 위해 노력 중
 - 정확한 온실가스 배출량 산정에 근거한 계획 수립이 필요(현재는 Tier 2 방법에 의존)
- 교통 형평성 지표 개발의 필요
 - 교통계획의 패러다임 및 목표 변화(통행량 및 속도 증가→삶의 질 향상, 형평성 증진)(유럽위원회(EC), 2013)
 - ‘형평성’을 지속가능 교통의 주요 목표로 선정(세계은행(WB)&미국 뉴욕시, 2013)
 - ‘형평성’ 지표 개발 필요(Chris McCahill&Mary Ebeling(2015)⁶, Litman(2012⁷); 2016⁸)등)



<그림 3-50> 신규 평가지표 개발 개요

- 3) Todd Litman(2009), Evaluating Public Transit Benefits and Costs,
 4) Todd Litman(2011), Measuring Transportation: Traffic, Mobility and Accessibility
 5) EPA(2011), GUIDE TO SUSTAINABLE TRANSPORTATION PERFORMANCE MEASURES
 6) McCahill&Mary Ebeling(2015), Tools for measuring accessibility in an equity framework
 7) Todd Litman(2012), A New Social Equity Agenda For Sustainable Transportation
 8) Todd Litman(2016), Evaluating Transportation Equity: Guidance For Incorporating Distributional Impacts in Transportation Planning

나. 신규지표의 개발 : (1) 접근성 지표

(가) 개요

구분	내용											
국내외 관련 연구 동향	- 해외에서는 접근성 지표의 중요성을 강조하는 반면, 국내의 관련 연구는 미진한 현실 - 접근성은 주로 통행 시간(time), 거리(distance), 비용(cost) 등으로 측정 가능											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>개발주체</th><th>접근성 지표의 정의</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EU</td><td>• 수단별·목적별(여가, 쇼핑, 레저 등)·지역별 평균여객 통행시간 및 거리</td></tr> <tr> <td>영국</td><td>• 도로 및 대중교통 접근성</td></tr> <tr> <td>EPA</td><td>• 대중교통을 이용한 통근통학 시 목적지까지 30분 또는 15분 이내 도착하는 비율</td></tr> <tr> <td>캐나다 VTPI</td><td>• 재화나 서비스, 활동, 목적에 대해 도달하기 쉬운(용이한) 정도</td></tr> <tr> <td>기타</td><td>• 고용 접근성 : 주거에서 30분 이내에 있는 직장·상업시설 수 등</td></tr> </tbody> </table> 주. 1) EPA는 미국 환경보호청을 의미함 (EPA, United States Environmental Protection Agency) 2) VTPI는 빅토리아교통정책연구소를 의미함 (VTPI, Victoria Transport Policy Institute)	개발주체	접근성 지표의 정의	EU	• 수단별·목적별(여가, 쇼핑, 레저 등)·지역별 평균여객 통행시간 및 거리	영국	• 도로 및 대중교통 접근성	EPA	• 대중교통을 이용한 통근통학 시 목적지까지 30분 또는 15분 이내 도착하는 비율	캐나다 VTPI	• 재화나 서비스, 활동, 목적에 대해 도달하기 쉬운(용이한) 정도	기타
개발주체	접근성 지표의 정의											
EU	• 수단별·목적별(여가, 쇼핑, 레저 등)·지역별 평균여객 통행시간 및 거리											
영국	• 도로 및 대중교통 접근성											
EPA	• 대중교통을 이용한 통근통학 시 목적지까지 30분 또는 15분 이내 도착하는 비율											
캐나다 VTPI	• 재화나 서비스, 활동, 목적에 대해 도달하기 쉬운(용이한) 정도											
기타	• 고용 접근성 : 주거에서 30분 이내에 있는 직장·상업시설 수 등											
접근성 개념	- 본 연구에서는 핵심 개념을 내포하고 데이터의 이용가능성을 고려하는 통근시간 측면의 접근성 지표를 개발 - 접근성(Accessibility)이란, 이용자들이 시설이나 활동에 도달하는 정도로 '통근 시간'으로 측정											

(2) 1, 2차년도 지표개발 내용

구분	내용	
개발 범위	평가 대상 도시 74개	
데이터	통계청에서 제공하는 5년 주기의 센서스 자료	
산식	통근 소요시간별 가중치와 해당 통근 소요시간별 통근비율을 곱한 뒤 지역별로 합한 값을 통해 평균 통근시간 계산	
	자동차 평균통근시간	대중교통 평균통근시간
분석 결과	자동차는 서울특별시 인근의 수도권 및 위성도시에서, 대중교통은 주로 수도권보다는 주변의 위성도시에서 대중교통 통근시간이 가장 높은 것으로 나타남	
	자동차 평균통근시간	대중교통 평균통근시간

(3) 3차년도 지표 개발 고도화

구분	내용																																																																																																																																																			
고도화 주요 내용	이용 데이터의 변경 ① 매년 업데이트 가능한 데이터로 변경 (∵ 통계청 자료는 5년 주기의 통계데이터이므로, 매년 시행하는 지속가능성 평가의 평가 지표를 측정하는 데이터로 사용하기에는 어려움 존재) ② 데이터의 정확도 향상 (∵ 통계청 자료는 이용자가 설문 문항에 답하는 과정, 데이터 구축과정에서 시간 대별 가공 과정 등에서 정확도 저하 가능성 존재)																																																																																																																																																			
데이터	- ITS 표준노드링크, 국가교통정보센터 및 내비게이션(Navigation) 속도 데이터이용 → 실시간 네트워크 기반의 총 출발자-도착지(O-D)쌍의 통근시간 데이터 산출(오전 피크 시간대 07~09 시) - 도시 내에서 발생하는 통행에 한정하여 행정구역 읍면동 기준으로출발자-도착지(O-D)구축 단순평균시간, 가중평균시간 중 가중평균시간을 도출 * 가중치로 √인구 이용(주로 인구, Gross Domestic Product(GDP), √인구×GDP 등이 이용됨))																																																																																																																																																			
방법론																																																																																																																																																				
산식	$\text{평균통근시간} = \sqrt{\text{인구}} * \sum_{j=1}^n T_{ij} M_j / \sum_{j=1}^n M_j$ ※ T_{ij} : i-j 사이의 최단 거리에 걸리는 시간, M_j : 목적지																																																																																																																																																			
분석 결과	가 그룹에서는 대전광역시, 나 그룹에서는 안양시, 다 그룹에서는 창원시, 라 그룹에서는 군포시가 평균 통근시간이 가장 낮은 도시로 나타남 평균통근시간 (가 그룹) <table><tr><th rowspan="2">그룹</th><th rowspan="2">도시명</th><th colspan="2">광역 데이터</th><th colspan="3">1. 통근시간표준편차 계산</th><th colspan="3">2. 통근시간 * 인구</th><th colspan="3">3. 통근시간 * 인구</th></tr><tr><th>통근시간</th><th>인구</th><th>avg인*</th><th>통근시간</th><th>T+SD%</th><th>T-SD%</th><th>통근시간 * 인구</th><th>T+SD%</th><th>T-SD%</th><th>통근시간*인구/인구</th><th>T+SD%</th><th>T-SD%</th></tr><tr><td rowspan="7">가</td><td>서울특별시</td><td>29.40</td><td>9,904,311.00</td><td>3,147.11</td><td>29.40</td><td>-1.54</td><td>46.87</td><td>291,137,617.29</td><td>-1.20</td><td>37.03</td><td>92,115.82</td><td>-1.07</td><td>38.93</td></tr><tr><td>부산광역시</td><td>21.26</td><td>3,448,737.00</td><td>1,837.08</td><td>21.26</td><td>-0.28</td><td>65.72</td><td>73,330,479.19</td><td>0.04</td><td>70.53</td><td>39,487.03</td><td>-0.15</td><td>68.04</td></tr><tr><td>대구광역시</td><td>15.79</td><td>2,486,052.00</td><td>1,570.37</td><td>15.79</td><td>0.56</td><td>78.41</td><td>38,931,044.31</td><td>0.39</td><td>75.82</td><td>24,792.32</td><td>0.41</td><td>76.11</td></tr><tr><td>인천광역시</td><td>25.52</td><td>2,890,431.00</td><td>1,700.13</td><td>25.52</td><td>-0.54</td><td>55.86</td><td>73,735,767.07</td><td>0.03</td><td>70.46</td><td>43,382.36</td><td>-0.37</td><td>65.90</td></tr><tr><td>광주광역시</td><td>12.62</td><td>1,502,881.00</td><td>1,222.92</td><td>12.62</td><td>1.05</td><td>85.76</td><td>18,960,046.95</td><td>0.59</td><td>78.89</td><td>15,465.97</td><td>0.75</td><td>81.23</td></tr><tr><td>대전광역시</td><td>12.24</td><td>1,538,384.00</td><td>1,240.32</td><td>12.24</td><td>1.11</td><td>86.64</td><td>18,823,910.00</td><td>0.59</td><td>78.91</td><td>15,178.18</td><td>0.76</td><td>81.39</td></tr><tr><td>울산광역시</td><td>19.09</td><td>1,186,612.00</td><td>1,080.10</td><td>19.09</td><td>0.03</td><td>70.75</td><td>21,278,666.33</td><td>0.56</td><td>76.38</td><td>30,621.86</td><td>0.56</td><td>78.40</td></tr><tr><td></td><td>평균</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>19.42</td><td>-0.00</td><td>70.00</td><td>76,742,061.59</td><td>0.00</td><td>70.00</td><td>33,920.51</td><td>0.00</td><td>70.00</td></tr><tr><td></td><td>표준편차</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6.47</td><td>1.00</td><td>13.00</td><td>97,536,708.50</td><td>1.00</td><td>13.00</td><td>27,318.94</td><td>1.00</td><td>13.00</td></tr></table> 주. 일부 시 발체 최단시간 KTX역 (승용차) 우리나라의 교통 접근성 분석 결과	그룹	도시명	광역 데이터		1. 통근시간표준편차 계산			2. 통근시간 * 인구			3. 통근시간 * 인구			통근시간	인구	avg인*	통근시간	T+SD%	T-SD%	통근시간 * 인구	T+SD%	T-SD%	통근시간*인구/인구	T+SD%	T-SD%	가	서울특별시	29.40	9,904,311.00	3,147.11	29.40	-1.54	46.87	291,137,617.29	-1.20	37.03	92,115.82	-1.07	38.93	부산광역시	21.26	3,448,737.00	1,837.08	21.26	-0.28	65.72	73,330,479.19	0.04	70.53	39,487.03	-0.15	68.04	대구광역시	15.79	2,486,052.00	1,570.37	15.79	0.56	78.41	38,931,044.31	0.39	75.82	24,792.32	0.41	76.11	인천광역시	25.52	2,890,431.00	1,700.13	25.52	-0.54	55.86	73,735,767.07	0.03	70.46	43,382.36	-0.37	65.90	광주광역시	12.62	1,502,881.00	1,222.92	12.62	1.05	85.76	18,960,046.95	0.59	78.89	15,465.97	0.75	81.23	대전광역시	12.24	1,538,384.00	1,240.32	12.24	1.11	86.64	18,823,910.00	0.59	78.91	15,178.18	0.76	81.39	울산광역시	19.09	1,186,612.00	1,080.10	19.09	0.03	70.75	21,278,666.33	0.56	76.38	30,621.86	0.56	78.40		평균					19.42	-0.00	70.00	76,742,061.59	0.00	70.00	33,920.51	0.00	70.00		표준편차					6.47	1.00	13.00	97,536,708.50	1.00	13.00	27,318.94	1.00	13.00
그룹	도시명			광역 데이터		1. 통근시간표준편차 계산			2. 통근시간 * 인구			3. 통근시간 * 인구																																																																																																																																								
		통근시간	인구	avg인*	통근시간	T+SD%	T-SD%	통근시간 * 인구	T+SD%	T-SD%	통근시간*인구/인구	T+SD%	T-SD%																																																																																																																																							
가	서울특별시	29.40	9,904,311.00	3,147.11	29.40	-1.54	46.87	291,137,617.29	-1.20	37.03	92,115.82	-1.07	38.93																																																																																																																																							
	부산광역시	21.26	3,448,737.00	1,837.08	21.26	-0.28	65.72	73,330,479.19	0.04	70.53	39,487.03	-0.15	68.04																																																																																																																																							
	대구광역시	15.79	2,486,052.00	1,570.37	15.79	0.56	78.41	38,931,044.31	0.39	75.82	24,792.32	0.41	76.11																																																																																																																																							
	인천광역시	25.52	2,890,431.00	1,700.13	25.52	-0.54	55.86	73,735,767.07	0.03	70.46	43,382.36	-0.37	65.90																																																																																																																																							
	광주광역시	12.62	1,502,881.00	1,222.92	12.62	1.05	85.76	18,960,046.95	0.59	78.89	15,465.97	0.75	81.23																																																																																																																																							
	대전광역시	12.24	1,538,384.00	1,240.32	12.24	1.11	86.64	18,823,910.00	0.59	78.91	15,178.18	0.76	81.39																																																																																																																																							
	울산광역시	19.09	1,186,612.00	1,080.10	19.09	0.03	70.75	21,278,666.33	0.56	76.38	30,621.86	0.56	78.40																																																																																																																																							
	평균					19.42	-0.00	70.00	76,742,061.59	0.00	70.00	33,920.51	0.00	70.00																																																																																																																																						
	표준편차					6.47	1.00	13.00	97,536,708.50	1.00	13.00	27,318.94	1.00	13.00																																																																																																																																						
결과의 활용	- 1·2차년도 개발 내용은 ‘15년 평가지표 개정·고시문에 적용 (고시문 제2015-588호, 지표11번) - 3차년도 지표 개발 고도화 결과는 ‘16년 평가지표 개정·고시문에 적용(고시문 제 2016-649호, 지표17번)																																																																																																																																																			

다. 신규지표의 개발 : (2) 대중교통 경쟁력 지표

(가) 개요

구분	내용																																																														
국내외 관련 연구 동향	- 대중교통과 승용차의 경쟁력을 비교하려는 시도가 있었으나, 경쟁력의 비교보다는 접근성 혹은 수단별 접근성 불균형에 초점을 맞춘 연구가 진행 - 통행시간 산정에 있어 정확성의 한계, 통행시간 산정이 아닌 특정 계급층 혹은 특정 장소로의 접근성 문제를 다루고 있는 형편 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">분석 수단</th><th rowspan="2">O-D sets</th><th colspan="3">승용차 통행시간</th><th colspan="3">대중교통 통행시간</th><th rowspan="2">지표</th><th rowspan="2">비교 사항</th></tr> <tr> <th>CON</th><th>PARK</th><th>P.WALK</th><th>T.WAIT</th><th>T.TRNSF</th><th>T.WALK</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hillman and Pool (1997)</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>통행시간에 도달할 수 있는 거리</td><td></td></tr> <tr> <td>Shen (1998)</td><td>GIS package & C program</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>통행시간에 도달할 수 있는 거리</td><td>1 & 3</td></tr> <tr> <td>Levinson (1998)</td><td>Montgomery County 지역의 통행 수요 모델과 회귀분석모형</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>통행시간을 설명하는 요소를 설명하는 회귀모형의 결과</td><td>1 (오후, 점두 시간)</td></tr> <tr> <td>O'Sullivan et al. (2000)</td><td>자체 개발된 GIS tool (동시추진(Isochrone) 지도를 자동생산 하기 위한)</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>통행시간에 도달할 수 있는 거리</td><td>1 (지하철과 버스의 비교)</td></tr> <tr> <td>CON = 실시간 교통 상황 고려 여부 PARK = 주차공간을 찾는 시간 고려 여부 P.WALK = 주차장으로부터 보행 접근시간 고려 여부</td><td>T.WAIT = 대기시간 고려 여부 T.TRNSF = 환승시간 고려 여부 1 = 고려되지 않음 2 = 고려된 대기시간 3 = 고려된 대중교통 스케줄에 의한 대기시간 4 = 일률적인 대중교통 스케줄에 의한 대기시간 *o = 정류장간의 실제 거리를 계산하여 환승 시 추가되는 보행시간을 고려</td><td>T.WALK = 대중교통 정류장으로부터 오는 환승 시 정류장 간의 보행 접근시간 고려 여부 1 = 고려되지 않음 2 = 일률적인 보행 속도 하에 직선거리에서 소요되는 보행시간 3 = 보행 속도 하에 실제 거리에서 소요되는 보행시간 4 = 보도 네트워크를 토대로 산정된 보행시간 *o = 횡단보도에서의 횡단 시간까지 고려</td><td>비교사항 = 1 = 대중교통과 승용차의 통행시간 또는 접근성 비교 2 = 대중 교통 수단 비교 3 = 점두시간과 비 점두시간 비교 4 = 새로운 수단이 도입된 경우 비교</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	분석 수단	O-D sets	승용차 통행시간			대중교통 통행시간			지표	비교 사항	CON	PARK	P.WALK	T.WAIT	T.TRNSF	T.WALK	Hillman and Pool (1997)		X	X	X	1	1	2	통행시간에 도달할 수 있는 거리		Shen (1998)	GIS package & C program	X	X	X	1	1	1	통행시간에 도달할 수 있는 거리	1 & 3	Levinson (1998)	Montgomery County 지역의 통행 수요 모델과 회귀분석모형	X	X	X	1	1	1	통행시간을 설명하는 요소를 설명하는 회귀모형의 결과	1 (오후, 점두 시간)	O'Sullivan et al. (2000)	자체 개발된 GIS tool (동시추진(Isochrone) 지도를 자동생산 하기 위한)	X	X	X	3	3	2	통행시간에 도달할 수 있는 거리	1 (지하철과 버스의 비교)	CON = 실시간 교통 상황 고려 여부 PARK = 주차공간을 찾는 시간 고려 여부 P.WALK = 주차장으로부터 보행 접근시간 고려 여부	T.WAIT = 대기시간 고려 여부 T.TRNSF = 환승시간 고려 여부 1 = 고려되지 않음 2 = 고려된 대기시간 3 = 고려된 대중교통 스케줄에 의한 대기시간 4 = 일률적인 대중교통 스케줄에 의한 대기시간 *o = 정류장간의 실제 거리를 계산하여 환승 시 추가되는 보행시간을 고려	T.WALK = 대중교통 정류장으로부터 오는 환승 시 정류장 간의 보행 접근시간 고려 여부 1 = 고려되지 않음 2 = 일률적인 보행 속도 하에 직선거리에서 소요되는 보행시간 3 = 보행 속도 하에 실제 거리에서 소요되는 보행시간 4 = 보도 네트워크를 토대로 산정된 보행시간 *o = 횡단보도에서의 횡단 시간까지 고려	비교사항 = 1 = 대중교통과 승용차의 통행시간 또는 접근성 비교 2 = 대중 교통 수단 비교 3 = 점두시간과 비 점두시간 비교 4 = 새로운 수단이 도입된 경우 비교		
분석 수단	O-D sets			승용차 통행시간			대중교통 통행시간					지표	비교 사항																																																		
		CON	PARK	P.WALK	T.WAIT	T.TRNSF	T.WALK																																																								
Hillman and Pool (1997)		X	X	X	1	1	2	통행시간에 도달할 수 있는 거리																																																							
Shen (1998)	GIS package & C program	X	X	X	1	1	1	통행시간에 도달할 수 있는 거리	1 & 3																																																						
Levinson (1998)	Montgomery County 지역의 통행 수요 모델과 회귀분석모형	X	X	X	1	1	1	통행시간을 설명하는 요소를 설명하는 회귀모형의 결과	1 (오후, 점두 시간)																																																						
O'Sullivan et al. (2000)	자체 개발된 GIS tool (동시추진(Isochrone) 지도를 자동생산 하기 위한)	X	X	X	3	3	2	통행시간에 도달할 수 있는 거리	1 (지하철과 버스의 비교)																																																						
CON = 실시간 교통 상황 고려 여부 PARK = 주차공간을 찾는 시간 고려 여부 P.WALK = 주차장으로부터 보행 접근시간 고려 여부	T.WAIT = 대기시간 고려 여부 T.TRNSF = 환승시간 고려 여부 1 = 고려되지 않음 2 = 고려된 대기시간 3 = 고려된 대중교통 스케줄에 의한 대기시간 4 = 일률적인 대중교통 스케줄에 의한 대기시간 *o = 정류장간의 실제 거리를 계산하여 환승 시 추가되는 보행시간을 고려	T.WALK = 대중교통 정류장으로부터 오는 환승 시 정류장 간의 보행 접근시간 고려 여부 1 = 고려되지 않음 2 = 일률적인 보행 속도 하에 직선거리에서 소요되는 보행시간 3 = 보행 속도 하에 실제 거리에서 소요되는 보행시간 4 = 보도 네트워크를 토대로 산정된 보행시간 *o = 횡단보도에서의 횡단 시간까지 고려	비교사항 = 1 = 대중교통과 승용차의 통행시간 또는 접근성 비교 2 = 대중 교통 수단 비교 3 = 점두시간과 비 점두시간 비교 4 = 새로운 수단이 도입된 경우 비교																																																												

대중교통 경쟁력 개념	- 지자체의 대중교통경쟁력을 객관적으로 평가할 수 있는 지표를 개발 - ‘대중교통경쟁력’은 승용차 이용에 따른 통행시간 대비 대중교통이용에 따른 시간 경쟁력으로 정의 - 대중교통 경쟁력이 높아야 수송분담률 증가 및 지속가능성 향상을 기대 가능 대중교통 경쟁력 측정 방법 ▶ ‘시간’ 경쟁력 ▶ ‘비용’ 경쟁력 ▶ ‘이용 편의도’ 대중교통 경쟁력 고려 요소 검토 ▶ DATA의 이용 가능성 ▶ 근본적으로 대중교통 경쟁력을 진단 가능한 개념의 지표 개발 필요 대중교통 경쟁력 개발 지표 채택 ▶ ‘시간’ 경쟁력
-------------------	---

(나) 2차년도 지표 개발 내용

구분	내용						
개발 범위	5대 특·광역시(서울특별시, 부산광역시, 대전광역시, 대구광역시, 광주광역시)						
데이터	기초통계자료 및 센서스 건물 지도 사용						
방법론	Monte-Carlo 기법을 적용하여 무작위로 거주지 주소와 상업지 주소를 각각 300개씩 산출하여 300쌍의 출발지-도착지(O-D)쌍을 생성						
분석 결과	서울의 대중교통 경쟁력이 가장 높았으며, 광주의 대중교통 경쟁력이 가장 낮게 나왔으나 그 차이는 미미하게 나타남						
	구 분		수단 분담률(%)		통행 시간		
			승용차	대중교통	Travel Time for Private Car (승용차 통행시간) (A)	Travel Time for Public Transit (대중교통 통행시간) (B)	TT_Ratio(통행시간 비율, Travel Time Ratio) (B)/(A)
	Kawabata (2009) ¹⁰⁾	보스턴, 1990	75.6	14.2	22.9분	37.8분	1.65
		보스턴, 2000	76.3	13.9	26.9분	44.2분	1.64
		샌프란시스코, 1990	81.2	9.5	23.6분	41.2분	1.75
		샌프란시스코, 2000	80.9	9.7	27.3분	46.0분	1.68
	Salonen and Toivonen (2013) ¹¹⁾	헬싱키	39	26	34.4분	55.7분	1.62
	본 연구	서울	19.9	47.8	28.72분	51.09분	1.93
		부산	29.3	34.6	28.12분	62.89분	2.31
대전		41.1	21.3	19.72분	45.28분	2.42	

9) Jiao, Jinguan, et al.(2014). Impacts on accessibility of China's present and future HSR network. Journal of Transport Geography, 40, 123-132.

		대구	36.2	21.9	23.22분	55.43분	2.45
		광주	42.4	21.3	19.01분	45.39분	2.48

(다) 3차년도 지표 개발 고도화 Travel Time for Public Transit

-
- 10) Kawabata, M. (2009) Spatiotemporal dimensions of modal accessibility disparity in Boston and San Francisco. Environment and Planning A, 41, 183-198.
- 11) Salonen, M. and Toivonen, T. (2013a) Modelling travel time in urban networks: comparable measures for private car and public transport. Journal of Transport Geography, 31, 143-153.

구분	내용																																																																																
고도화 주요 내용	- 분석 범위의 확대 (평가 대상 5개 특·광역시 74개) - 이용 데이터의 변경 (∴ 기존의 5개 특·광역시를 대상으로한 연구는 무작위로 추출된 출발지-도착지(O-D)쌍으로써, 평가지표로 사용하기에는 신뢰성이 떨어지는 측면 존재)																																																																																
데이터	- ITS 표준노드링크, 국가교통정보센터 및 내비게이션(Navigation) 속도 데이터 이용 → 실시간 네트워크 기반의 총 출발지-도착지(O-D)쌍의 통행시간 데이터 산출(1일 평균 값) - 도시 내에서 발생하는 통행에 한정하여 행정구역 읍면동 기준으로 출발지-도착지(O-D)구축																																																																																
방법론	단순평균시간, 가중평균시간 중 가중평균시간을 도출 * 가중치로 $\sqrt{\text{인구}}$ 이용(주로 인구, Gross Domestic Product(GDP), $\sqrt{\text{인구} \times \text{GDP}}$ 등이 이용됨 ¹²⁾)																																																																																
산식	대중교통 경쟁력 = $\frac{\text{대중교통 이용 통행시간}}{\text{승용차 이용 통행시간}}$																																																																																
분석 결과	가 그룹에서는 인천광역시, 나 그룹에서는 부천시, 다 그룹에서는 제주시, 라 그룹에서는 통영시가 대중교통 경쟁력이 좋은 도시로 나타남																																																																																
	대중교통 경쟁력(가그룹)																																																																																
	<table><tr><th rowspan="2">그룹</th><th colspan="3">관련 데이터</th><th colspan="3">1. 대중교통 경쟁력</th></tr><tr><th>도시명</th><th>대중교통 경쟁력</th><th>인구</th><th>sqrt인구</th><th>대중교통 경쟁력</th><th>Z-score</th><th>T-score</th></tr><tr><td rowspan="7">가</td><td>서울특별시</td><td>2.12</td><td>9,904,312.00</td><td>3,147.11</td><td>2.12</td><td>0.13</td><td>71.98</td></tr><tr><td>부산광역시</td><td>1.92</td><td>3,448,737.00</td><td>1,857.08</td><td>1.92</td><td>0.91</td><td>83.63</td></tr><tr><td>대구광역시</td><td>2.27</td><td>2,466,052.00</td><td>1,570.37</td><td>2.27</td><td>-0.41</td><td>63.90</td></tr><tr><td>인천광역시</td><td>1.69</td><td>2,890,431.00</td><td>1,700.13</td><td>1.69</td><td>1.75</td><td>96.22</td></tr><tr><td>광주광역시</td><td>2.34</td><td>1,502,881.00</td><td>1,225.92</td><td>2.34</td><td>-0.69</td><td>59.66</td></tr><tr><td>대전광역시</td><td>2.35</td><td>1,538,394.00</td><td>1,240.32</td><td>2.35</td><td>-0.73</td><td>59.12</td></tr><tr><td>울산광역시</td><td>2.41</td><td>1,166,615.00</td><td>1,080.10</td><td>2.41</td><td>-0.97</td><td>55.50</td></tr><tr><td>평균</td><td></td><td>2.16</td><td>3,273,920.28</td><td>1,688.72</td><td>2.16</td><td>0.00</td><td>70.00</td></tr><tr><td>표준편차</td><td></td><td>0.27</td><td>3,038,138.73</td><td>701.79</td><td>0.27</td><td>1.00</td><td>15.00</td></tr></table>	그룹	관련 데이터			1. 대중교통 경쟁력			도시명	대중교통 경쟁력	인구	sqrt인구	대중교통 경쟁력	Z-score	T-score	가	서울특별시	2.12	9,904,312.00	3,147.11	2.12	0.13	71.98	부산광역시	1.92	3,448,737.00	1,857.08	1.92	0.91	83.63	대구광역시	2.27	2,466,052.00	1,570.37	2.27	-0.41	63.90	인천광역시	1.69	2,890,431.00	1,700.13	1.69	1.75	96.22	광주광역시	2.34	1,502,881.00	1,225.92	2.34	-0.69	59.66	대전광역시	2.35	1,538,394.00	1,240.32	2.35	-0.73	59.12	울산광역시	2.41	1,166,615.00	1,080.10	2.41	-0.97	55.50	평균		2.16	3,273,920.28	1,688.72	2.16	0.00	70.00	표준편차		0.27	3,038,138.73	701.79	0.27	1.00	15.00
	그룹		관련 데이터			1. 대중교통 경쟁력																																																																											
도시명		대중교통 경쟁력	인구	sqrt인구	대중교통 경쟁력	Z-score	T-score																																																																										
가	서울특별시	2.12	9,904,312.00	3,147.11	2.12	0.13	71.98																																																																										
	부산광역시	1.92	3,448,737.00	1,857.08	1.92	0.91	83.63																																																																										
	대구광역시	2.27	2,466,052.00	1,570.37	2.27	-0.41	63.90																																																																										
	인천광역시	1.69	2,890,431.00	1,700.13	1.69	1.75	96.22																																																																										
	광주광역시	2.34	1,502,881.00	1,225.92	2.34	-0.69	59.66																																																																										
	대전광역시	2.35	1,538,394.00	1,240.32	2.35	-0.73	59.12																																																																										
	울산광역시	2.41	1,166,615.00	1,080.10	2.41	-0.97	55.50																																																																										
평균		2.16	3,273,920.28	1,688.72	2.16	0.00	70.00																																																																										
표준편차		0.27	3,038,138.73	701.79	0.27	1.00	15.00																																																																										
주. 일부 시만 발췌																																																																																	
우리나라의 대중교통 경쟁력 분석 결과																																																																																	
결과의 활용	- 대중교통경쟁력 지표는 '16년 개정고시된 평가지표에 신규 추가됨 (고시문 제2016-649호의 평가지표 18번에 '대중교통 경쟁력' 지표 추가)																																																																																

12) Jiao, Jinguan, et al.(2014). Impacts on accessibility of China's present and future HSR network. Journal of Transport Geography, 40, 123-132.

라. 신규지표의 개발 : (3) 온실가스 배출량 지표

(가) 개요

구분	내용
개발의 필요성	일반적으로 도로의 온실가스 배출량은 연료소비량에 기반한 Tier 1, 2 방법에 의해 산정 → 지역별·도로별 정확한 온실가스 산정을 위해서는 차량주행거리에 기반(Tier 3방법)한 온실가스 산정이 필요
국내외 연구동향	- 현재 국외를 중심으로 교통데이터 수집/분석뿐만 아니라 이를 활용한 차량주행거리 산정 관련 연구가 수행 중 - 반면 국내에서는 아직까지 교통데이터 수집·공유·분석의 중요성에 반해, 필요성에 대한 인식이 낮은 수준
개발방향	교통데이터를 활용하여 차량주행거리를 추정하고, 차량주행거리 기반의 온실가스 배출량 산정

(나) 2차년도 분석 결과 및 활용

구분	내용																					
데이터	차량주행거리(VKT, Vehicle Kilometers Traveled)와 속도, 속도별·차종별 배출계수																					
분석 대상	6대 광역시 도시부 도로																					
산식	도로유형별, 지역별 차량주행거리(VKT) 산정 Tier 1, 2 연료소비량 기반 실제활동도 반영 Tier 3 차량주행거리 기반 $f(x) = \sum_{a,b,c,d} (Distance_{a,b,c,d} + EF_{a,b,c,d})$$Distance_{a,b,c,d} = \text{차량주행거리(km)}$$EF_{a,b,c,d} = \text{배출계수(kg/km)}$$Emission = \text{배출량(kg)}$ 차량주행기록계 기반 (교통안전공단) 차량등록지와 실제 거주지 및 이동지역 상이 교통량 기반 (본연구) 도로별, 지역별, 차종별 차량주행거리 산정 가능 $VKT = \sum_{t=1}^N \sum_{k=1}^K (V_{tk} \times AD_{tk})$$V_{tk} = \text{링크별 차량종류 교통량}$$AD_{tk} = \text{링크별 차량종류 교통량}$$t = \text{Network 링크수}, k = \text{차종}$																					
분석 결과	부산과 인천이 온실가스 배출량이 많은 것으로 분석됨. 도시규모 뿐만 아니라 항만 및 공단, 화물차 유출입이 많은 도시가 배출량이 많은 것으로 나타났음																					
	<table><tr><th>구분</th><th>인천</th><th>대전</th><th>광주</th><th>부산</th><th>울산</th><th>대구</th></tr><tr><td>VKT(대km)</td><td>22,588,633</td><td>11,002,407</td><td>7,377,882</td><td>21,894,210</td><td>7,635,613</td><td>17,550,546</td></tr><tr><td>온실가스배출량(tCO2)</td><td>5,346,674</td><td>3,012,760</td><td>1,755,836</td><td>5,443,459</td><td>1,820,642</td><td>4,717,788</td></tr></table>	구분	인천	대전	광주	부산	울산	대구	VKT(대km)	22,588,633	11,002,407	7,377,882	21,894,210	7,635,613	17,550,546	온실가스배출량(tCO2)	5,346,674	3,012,760	1,755,836	5,443,459	1,820,642	4,717,788
	구분	인천	대전	광주	부산	울산	대구															
VKT(대km)	22,588,633	11,002,407	7,377,882	21,894,210	7,635,613	17,550,546																
온실가스배출량(tCO2)	5,346,674	3,012,760	1,755,836	5,443,459	1,820,642	4,717,788																
부산광역시 인천광역시 대구광역시 대전광역시 광주광역시 울산광역시																						
성과	논문 1건 게재 성과(해외 SCI급, Journal of Environmental Science)																					
활용계획	2017년 지속가능성 평가지표 개정고시문 적용 예정																					

마. 신규지표의 개발 : (4) 교통 형평성 지표

(가) 개요

구분	내용						
국내외 연구 동향	교통형평성은 크게 두 가지 유형 → 이론적 연구로서, 교통형평성의 개념, 특성, 지표의 개괄적 수준 제시 → 실증적 연구로서, 교통형평성을 지수화하여 측정, 혹은 접근성을 이용한 통계적 결과 제시						
	<table><tr><th>국내·외</th><th>주요 특징</th></tr><tr><td>해외</td><td>- 교통형평성에 대한 개념적 틀, 향후 분석을 위한 가이드라인 제시 등에 있어 국내보다 우위를 보임</td></tr><tr><td>국내</td><td>- 국내에서는 형평성과 관련한 이론적 근거 마련, 선행연구 검토 등의 측면에서 빈약하지만, 실증적 분석 및 결과 제시에 강세를 보임</td></tr></table>	국내·외	주요 특징	해외	- 교통형평성에 대한 개념적 틀, 향후 분석을 위한 가이드라인 제시 등에 있어 국내보다 우위를 보임	국내	- 국내에서는 형평성과 관련한 이론적 근거 마련, 선행연구 검토 등의 측면에서 빈약하지만, 실증적 분석 및 결과 제시에 강세를 보임
	국내·외	주요 특징					
해외	- 교통형평성에 대한 개념적 틀, 향후 분석을 위한 가이드라인 제시 등에 있어 국내보다 우위를 보임						
국내	- 국내에서는 형평성과 관련한 이론적 근거 마련, 선행연구 검토 등의 측면에서 빈약하지만, 실증적 분석 및 결과 제시에 강세를 보임						
교통형평성 개념	지역별, 소득계층별(저소득층), 세대별(어린이/노약자), 교통약자 등 모든 사람이 기본적으로 제공되는 서비스에서 배제되지 않도록 형평성을 모니터링하는 지표 필요 형평성은 누구든 예외 없이 누려야 할 지속가능의 궁극적 가치로 정의 교통서비스 이용 기회를 소외 없이 평등(fairness)하게 제공하기 위한 지표 개발 교통 형평성주요 지표 사회적 형평성 공간적 형평성 경제적 형평성 사회적 약자가 직면한 교통취약성 평가 버스정류장 등 실측 데이터 이용 대중교통접근성 바탕으로 평가 소득계층별 대중교통비 지출 비중의 격차로 평가 교통 형평성 고려 요소 검토 1. 데이터 이용가능성 2. 접근성을 보완할 수 있는 개념의 지표 3. 접근성의 분산에 따른 평가 형평성 개발 지표 채택 공간적 형평성						

(나) 2·3차년도 지표 개발 내용

구분	내용
개발 범위	평가 대상 도시 74개
이용 데이터	ITS 표준노드링크, 국가교통정보센터 및 Navigation 속도 DB 이용 → 실시간 네트워크 기반의 총 O-D쌍의 통근시간 데이터 산출(오전 Peak 시간대 07~09시)
산식	실시간 네트워크 기반의 총 O-D 중 도시 내 평균 통근시간의 분산
분석 결과	도시 내 평균 통근시간의 분산이 적을수록 형평성이 높음 (예) 서울특별시 25개구의 평균 통근시간의 분산
활용	2017년 지속가능성 평가지표 개정고시문 적용 예정

3. 평가방법의 개발

(1) 절대평가 방법 개발의 필요성

- 현행 평가가 상대평가로만 시행되어 평가체계의 개선과 지속가능성 평가의 정확성 향상을 위해 신규평가의 방법 개발이 필요
- 상대평가는 이상치에 의한 평균값의 왜곡, 표본분산에 따른 점수격차의 발생 등의 한계
- 유럽연합(EU), 경제협력기구(OECD) 등에서 절대/최소 기준 개발, 가이드 제시 등 평가방법 개발 연구가 활발하게 진행 중임

(2) 1, 2차년도 평가방법 개발

구분	내용																				
방법론	3가지 유형의 방법론 구축																				
	구분	내용	예																		
	법에 근거한 '최소 기준'	법에서 명시하는 설계기준을 절대기준/최소기준으로 설정	베리어프리의 폭은 최소한 1.53m일 것																		
	계획에 근거한 '목표 기준'	계획에서 제시하는 기준을 절대기준/최소기준으로 설정	이동연소의 감축 목표 달성률을 일정 등급으로 구분 및 기준으로 이용																		
	현황 데이터에 근거한 '사회적 합의 기준'	현황 데이터에 근거하여 사회적으로 합의가 가능한 수준을 기준으로 설정	통행 속도제한을 일정 등급으로 구분 및 기준으로 이용																		
절대평가 개발 지표 선정	현황 지표 중 절대평가 개발 대상 지표 4개 선정 및 방법론 구축																				
	부문	평가지표	절대평가 방법론	개발																	
	환경적	인구당 도로부문 대기오염 물질 배출량	최소기준 또는 사회적 합의 기준	△																	
	사회적	인구당자동차대수 당 도로교통사고 사망자 수	최소기준 또는 사회적 합의 기준	◎																	
		대중교통 인프라 접근성	목표기준 또는 사회적 합의 기준	△																	
경제적	대중교통 수송분담률	사회적 합의 기준	△																		
주. 1,2차년도 당시의 평가지표를 대상으로 하였기 때문에, 현행의 평가지표와는 일부 차이가 있음																					
절대평가 방법 1차 개발	'도로교통사고 사망자 수'의 절대평가 방법 1차 개발																				
	평가방법의 설정 2016년까지 자동차 1만대당 사망자 수 감소 목표설정 (제7차 국가교통안전기본계획) ↓ '교통사고 사망자 수'는 지속가능한 교통체계 구현을 위해 국가적 목표치 제시 필요 ↓ 계획에 의한 '목표기준' 개념의 절대기준 개발 1차 개발 단계 Step 1 절대기준(목표치)의 설정 1.3만명/대 (기본계획 목표) Step 2 구간별 기준 설정 - 중간값 = 작년기준 지자체 평균 값 - 구간 설정: 동일하게 1명/1만대 단위로 차등 적용 Step 3 결과값 검증 <table><thead><tr><th>구간</th><th>점수</th><th>대상 분포</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.3명/만대 미만</td><td>90점(매우 우수)</td><td>6개</td></tr><tr><td>1.3명/만대 이상~2.3명/만대 미만</td><td>80점(우수)</td><td>30개</td></tr><tr><td>2.3명/만대 이상~3.3명/만대 미만</td><td>70점(평균)</td><td>16개</td></tr><tr><td>3.3명/만대 이상~4.3명/만대 미만</td><td>60점(미흡)</td><td>11개</td></tr><tr><td>4.3명/만대 이상</td><td>50점(매우 미흡)</td><td>11개</td></tr></tbody></table>				구간	점수	대상 분포	1.3명/만대 미만	90점(매우 우수)	6개	1.3명/만대 이상~2.3명/만대 미만	80점(우수)	30개	2.3명/만대 이상~3.3명/만대 미만	70점(평균)	16개	3.3명/만대 이상~4.3명/만대 미만	60점(미흡)	11개	4.3명/만대 이상	50점(매우 미흡)
구간	점수	대상 분포																			
1.3명/만대 미만	90점(매우 우수)	6개																			
1.3명/만대 이상~2.3명/만대 미만	80점(우수)	30개																			
2.3명/만대 이상~3.3명/만대 미만	70점(평균)	16개																			
3.3명/만대 이상~4.3명/만대 미만	60점(미흡)	11개																			
4.3명/만대 이상	50점(매우 미흡)	11개																			
전문가 검증 결과	- '도로교통사고 사망자 수' 지표에 대한 절대평가 방법 개발은 필요하나, 절대평가의 방법(법/계획/데이터 기반)에 대해서는 의견이 분분																				
	- 교통 전문가를 비롯한 사회적 공감대 형성을 위해서는 신중한 절대평가 방법 개발이 필요하다는 의견																				
절대평가방법 개발지표		필요	필요X	평가지표	법	계획	데이터														
인구당 도로부문 대기 오염 물질 배출량		67%	33%	인구당 도로부문 대기 오염 물질 배출량	22%	56%	22%														
인구당자동차대수당 도로교통사고 사망자 수		99%	-	인구당자동차대수당 도로교통사고 사망자 수	22%	78%	-														
대중교통 인프라 접근성		56%	44%	대중교통 인프라 접근성	33%	22%	44%														
인구당 평균 통근시간		44%	56%	인구당 평균 통근시간	11%	33%	56%														

(3) 3차년도 평가방법 개발 고도화

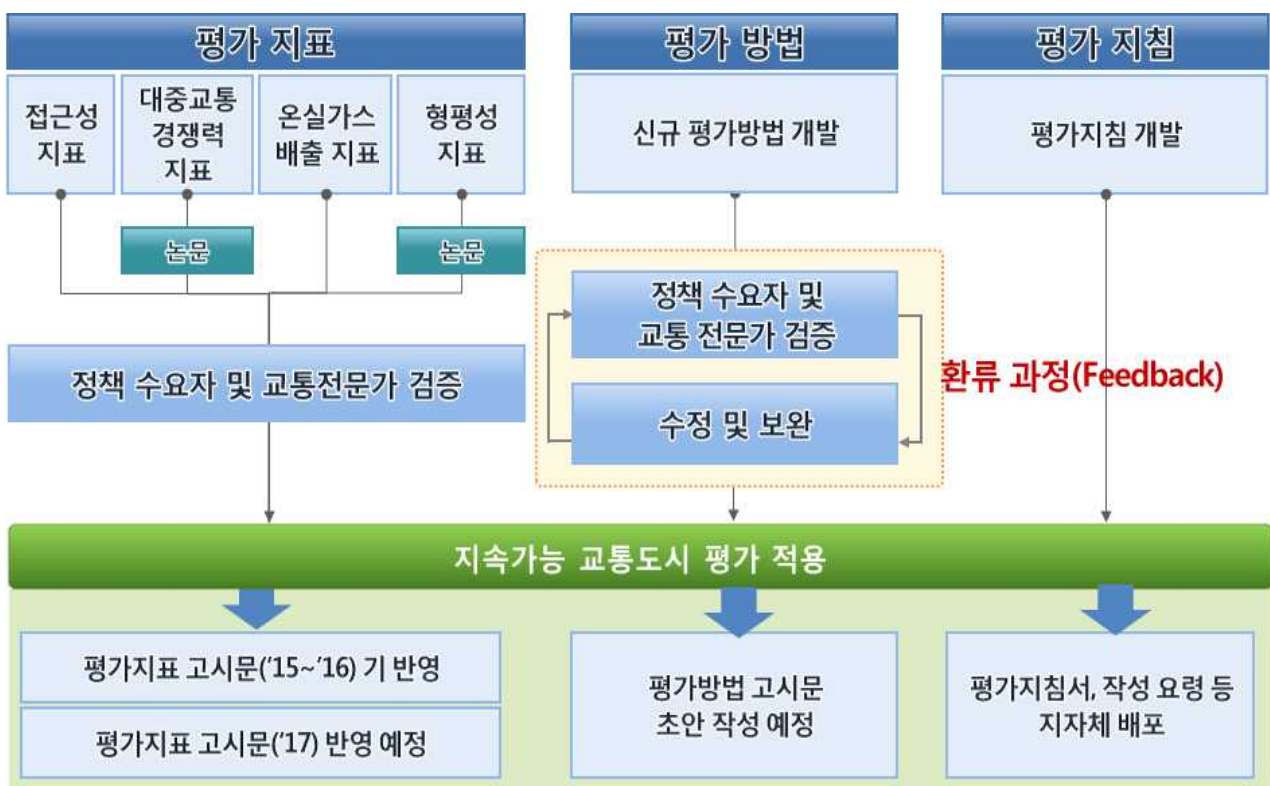
구분	내용								
절대평가 방법론 설정	현황 데이터에 근거한 ‘사회적 합의 기준’ → 1, 2차년도 전문가 검증 결과, 절대평가 방법에 대해서는 다양한 의견 제시함. 이에 현실적으로 수용 가능하고 합리적인 기준인 ‘데이터에 근거한’ 방법 개발								
분석 내용	- 상대평가, 절대평가, 상대+절대평가의 경우를 비교·분석하여, 가장 합리적인 선에서 수용 가능한 절대평가 방법의 개발 <table border="1"> <thead> <tr> <th>유형</th><th>내용</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 상대 평가</td><td>현황지표의 산정치 기준 그룹 내 상대 평가[기존 평가방법]</td></tr> <tr> <td>2 절대 평가</td><td>현황지표의 절대적 기준치(평가 3년 평균값) 기준으로 그룹 내 평가</td></tr> <tr> <td>3 절대+상대 평가</td><td>현황지표 값과 절대적 기준값(평가 3년 평균값)을 모두 고려하여 그룹 내 상대평가</td></tr> </tbody> </table> 기 존 상 대 평 가 S 현황평가 지표 지자체 A 해당년도 Value 지자체 B 해당년도 Value 지자체 C 해당년도 Value 지자체 N 해당년도 Value 절 대 평 가 + 상 대 평 가 S 현황평가 지표 지자체 A 해당년도 Value 지자체 B 해당년도 Value 지자체 C 해당년도 Value 지자체 N 해당년도 Value Incentive ↑ 그룹별 3년 평균치 ↓ Penalty - 그룹별·유형별 점수 격차 (예) 상대평가와 절대평가 격차 vs 상대평가와 상대+절대평가 격차 나그룹 다그룹 라그룹 - 전문가 및 정책수요자 검증을 통해 향후 지속가능성 평가에 적용방향제시 전문가 검증 전문가 검증 (환경, 경제, 교통, 도시분야) 정책수요자 검증 중앙정부 및 지자체 수요자 의견수렴	유형	내용	1 상대 평가	현황지표의 산정치 기준 그룹 내 상대 평가[기존 평가방법]	2 절대 평가	현황지표의 절대적 기준치(평가 3년 평균값) 기준으로 그룹 내 평가	3 절대+상대 평가	현황지표 값과 절대적 기준값(평가 3년 평균값)을 모두 고려하여 그룹 내 상대평가
유형	내용								
1 상대 평가	현황지표의 산정치 기준 그룹 내 상대 평가[기존 평가방법]								
2 절대 평가	현황지표의 절대적 기준치(평가 3년 평균값) 기준으로 그룹 내 평가								
3 절대+상대 평가	현황지표 값과 절대적 기준값(평가 3년 평균값)을 모두 고려하여 그룹 내 상대평가								
성과 및 향후 활용	- 지속가능 교통의 방향성, 기준점 제공 기대 - 2018년 지속가능성 평가기준 적용예정(단, 평가방법의 검증완료 후)								

4. 평가 지침 개발

(1) 1, 2, 3차년도 평가지침 개발

구분	내용		
개발 필요성	- 지속가능 교통도시 평가 지침서 개발에 대한 정책 수요자의 요구 존재 - 지자체 공무원의 업무 효율성 향상 및 매년 시행하는 평가의 체계적인 틀 구축 필요		
주요 내용	‘15년, ‘16년 평가 시 평가지침 개발 및 배포		
	구분		성과
	1	‘15년 평가 (지자체 설명회)	1, 2차년도 성과
	2	평가지표 개정·고시문 작성 및 지자체 알림	
	3	‘16년 평가 (지자체 설명회)	2, 3차년도 성과
4	평가지표 개정·고시문 작성 및 지자체 알림		
비고	   		

5. 활용방안 및 실용화 계획



제10절 (핵심성과10) 지자체 지속가능 교통정책추천 기능 개발

- 지속가능 교통정책추천 기능은 중앙정부 및 지자체 등에서 정책 수립을 지원하는 것이 목적이며, 이를 위해 지자체별로 시행하고 있는 교통정책을 데이터로 구축하고 구축한 데이터를 활용하여 지자체별 맞춤형 정책추천을 위해 정책추천 기능을 개발하고자 함
- 본 연구에서는 크게 교통정책 데이터 구축과 정책추천기능 개발로 구분할 수 있음
- 교통정책 데이터 구축은 매년 국토교통부에서 시행하는 ‘지속가능 교통도시 평가’를 통해 수집되는 약 2,600여개 정책을 데이터와 각 지자체별 도시·교통환경속성 데이터를 구축하는 것이 목적임
- 정책추천기능 개발은 구축한 교통정책 데이터와 도시·교통환경속성 데이터를 활용하여 지자체별 맞춤형 정책추천을 할 수 있도록 기능 개발하는 것이 목적임

지자체 지속가능 교통정책 추천 기능 개발



<그림 3-51> 지자체 지속가능 교통정책 추천기능 개발 핵심성과

1. 연구 개요

가. 연구의 배경

- 중앙정부에서 수행하고 있는 ‘지속가능 교통도시 평가’는 지자체의 지속가능교통 관련 정책 및 도시현황을 진단·평가하고, 지자체간 우수한 정책 사례의 공유를 통해 효율적인 개선 정책 수립을 유도하는 것이 목적임
 - 매년 지속가능 교통도시평가를 통해 약 2,600여개의 시행정책 데이터를 수집 및 구축
- 그러나 수집된 정책 데이터의 활용방안 부재, 참고 국내외 사례 부족, 관련 데이터 수집 부족 등으로 이의 정책수립적용에 어려움을 겪고 있음
- 뿐만 아니라 수집 및 구축된 정책 데이터, 그리고 지속가능 교통도시평가결과를 활용한 정책 추천, 정책수립의 가이드라인 등이 부재한 상황임
- 반면 국외에서는 지속가능교통정책을 위한 다양한 자료 수집 및 이를 체계화하고 있으며, 국내에도 효율적인 개선 정책 수립을 위해 정책 자료 검색 또는 우수한 정책 사례를 추천 받을 수 있는 정책 시스템(교통 정책 Platform)의 필요성 부각

나. 연구의 목적

- 본 연구에서는 각 지자체별 ‘지속가능 교통도시 평가’담당자가 평가 이후 개선 정책 수립 시 타 지자체의 우수한 정책의 내용을 상호 참조 할 수 있도록 검색 기능 구축
- 또한 해외 선진국들의 성공 및 실패한 정책 참조 및 검색 가능하도록 자료를 구축하여 정책 수립시 활용도가 높은 정책 데이터 구축
- ‘지속가능 교통도시 평가’결과를 반영한 정책 추천 및 정책효과를 제시할 수 있는 방안 마련
- 정책 데이터와 해당 지자체 현황 및 도시 환경이 반영된 맞춤형 개선 정책 추천 시스템인 교통 정책 Platform을 구축하여 각 지자체들의 정책 수립의 발전을 도모하는 것이 목적



<그림 3-52> 연구의 배경 및 목적

다. 연구의 주요 내용

- 본 연구의 주요 내용은 지속가능 평가 데이터 구축, 정책 추천 데이터 구축으로 분류
- 지속가능평가 데이터는 교통정책 데이터, 도시·교통환경속성 데이터, 국내·외 우수정책 사례 데이터로 구성됨
 - 교통정책 조회 및 검색, 도시속성 조회 및 비교 기능, 정책 추천 기능에 활용
- 정책 추천 데이터는 정책효과 데이터, 정책-지표 관계 데이터로 구성됨
 - 지표향상을 위한 정책 추천 기능, 정책 도입에 따른 정책 시행효과 제시 기능에 활용

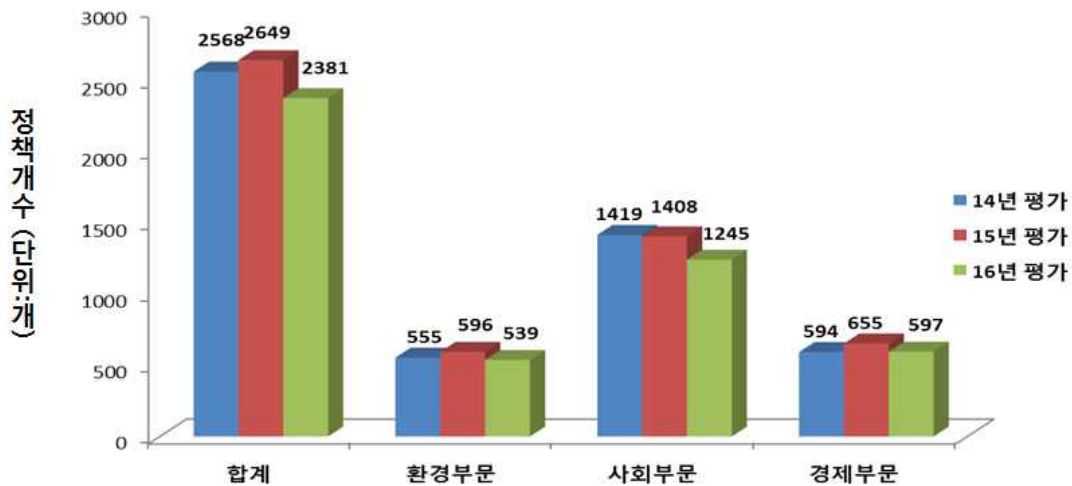


<그림 3-53> 연구의 주요내용

2. 교통정책·우수정책사례 데이터 구축

가. 교통정책 자료 수집

- 국토교통부에서 시행하고 있는 ‘지속가능 교통도시 평가’를 통해 매년 지자체에서 시행하고 있는 교통정책자료 수집
 - ‘14년 2,568개 수집(환경부문 : 555개, 사회부문 : 1,419개, 경제부문 : 594개)
 - ‘15년 2,649개 수집(환경부문 : 596개, 사회부문 : 1,408개, 경제부문 : 655개)
 - ‘16년 2,381개 수집(환경부문 : 539개, 사회부문 : 1,245개, 경제부문 : 597개)



<그림 3-54> 교통정책 자료 수집 현황

나. 국내·외 우수 정책 사례 데이터 구축

- 지자체에서 시행하고 있는 우수한 교통정책 발굴·홍보를 위해 우수사례 경진대회(Best Practice, BP)를 개최하였으며, 우수사례 경진대회에서 수집된 자료를 바탕으로 국내 우수 교통정책 사례 DB 구축
 - 환경부문 4개, 사회부문 14개, 경제부문 8개 총 26개의 정책 사례가 수집됨
 - 정책 내용의 우수성, 도시의 특성을 살린 독창성, 내용의 참신성 등을 기준으로 선정
- 지자체 수요조사 결과 해외 선진국의 교통정책 선진사례, 통계자료 등을 선호(교통정책 수립 지원 및 추천 도움)
 - EU의 CASCADE(Catastrophic shifts in drylands)¹³⁾, SUMP¹⁴⁾(Sustainable Urban Mobility Plans) 등에서 수집

13) 『공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 평가 및 지자체 교통부문 지속 가능성 평가 기술 개발』 중 해외 지속가능교통 정책 사례 조사 및 정책 DB 구축 방법론 개발 과업, 동서대학교 한상용, 2015

14) 『공공·여객·화물 자동차 온실가스 배출지표 평가 및 지자체 교통부문 지속 가능성 평가 기술 개발』 중 해외 지속가능교통 정책 사례 조사 및 정책 DB 구축 방법론 개발 과업, 동서대학교 한상용, 2015



<그림 3-55> 국내·외 우수 정책 사례 DB 구축 예시

다. 정책분류기준 정립

- 정책 추천 및 효율적인 정책 검색을 위해 정책 분류기준 정립 필요성 제시
- ‘교통물류체계의 지속가능성 관리 지표’에 정립되어 있는 지표 중 정책평가지표와 교통정책 데이터를 활용하여 정책 분류 기준 정립
- 대분류의 경우 총 3가지, 중분류의 경우 총 12가지로 분류하였고 정책 평가 자료를 활용
- 소분류의 경우 모든 정책 검토를 통해 유사 정책끼리 통합을 통해 총 63가지로 분류

<표 3-18> 정책 분류 기준 (환경부문)

대분류	중분류	소분류
1. 환경적 지속 가능 교통	1. 기존차량의 온실가스 및 대기오염 저감을 위한 노력	1. 승용차, 택시 배출가스 저공해화 사업 관련(엔진개조, 조기폐차 보조금 지원 등)
		2. 버스, 화물차량 배출가스 저공해화 사업 관련(저감장치, 엔진개조, 조기폐차 보조금 지원, 성능유지 관리 등)
		3. 에코드라이브 등 온실가스 감축을 위한 사업 관련(교육 등)
		4. 배출가스 단속 및 점검 등(ECO-ZONE, 공회전 제한구역 포함)
		5. 기타(그린포인트, 환경지킴이, 환경친화적 자동차운행 세제지원, 소등행사, 저공해차량 표시, 기후변화 적응대책, 탄소중립, 친환경 교통문화 등)
	2. 친환경차 등 신규 교통수단 보급 노력	1. CNG 차량 보급, 충전인프라, 안전점검 등
		2. 전기, 수소 차량, 하이브리드 포함 보급, 충전인프라, 안전점검 등
		3. 기타(친환경 시내버스 보급, 자동차 보급)
	3. 승용차 이용 수요를 대중교통 수요로 전환을 위한 정책적 노력	1. 교통량 감축프로그램 [승용차 부제(요일제 등) 운행 관련, 승용차 없는 날, 주간, 대중교통 이용의 날, 녹색 출근길 등]
		2. 카셰어링, 승용차 함께 타기(카풀), 통근셔틀버스 운영 등
		3. 교통 유발금 부과, 주차요금 인상 등
		4. 교통 유발금 경감 등
		5. 기타(혼잡통행료, 보조금 지원)
	4. 주차수요관리를 위한 노력	1. 공영주차장 운영 관련(위탁관리, 요금 인상, 급지별 차등 요금 등)
		2. 공영주차장 조성 관련(복층화 사업, 부지 매입, 부설주차장 개설 등)
		3. 주차 정보, 안내, 징수 시스템 관련
		4. 주차 관련 계획 및 조사(중기 주차계획, 수급실태조사, 기본계획, 조례개정 등) 관련
		5. 불법 주차 단속 및 점검 관련(밤샘주차, 타용도 사용 단속, 이용제한표지 등)
		6. 주차 공간 확보 및 환경 개선 관련(거주자 우선주차제, 자기차고지 갖기 등)
		7. 주차 상한제
		8. 기타(노상 주차장 설치 및 유료화방안, 카풀주차장, Park&Ride등)

<표 3-19> 정책 분류 기준 (사회부문)

대분류	중분류	소분류
2. 사회적 지속가능 교통	1. 교통약자를 위 한 정책적 노력	1. 교통약자를 위한 특별교통수단(저상버스, 택시 등) 도입, 지원, 점검, 개선, 관련 교육, 지원 등
		2. 교통소외지역의 형평성 제고를 위한 교통수단 제공 및 운행체계 개선 관련
		3. 교통약자를 위한 횡단보도 시설물 설치 및 운영관리 관련
		4. 교통약자를 위한 주차 요금 할인, 우선 주차장 등
		5. 교통약자 이동편의 증진 시행, 계획 수립, 교육, 지원센터 등
		6. 기타(지하철역 이동편의 시설 설치, 지하철 교통약자 이동케어서비스 제공, 1회용 무임교통카드 발급, 우대용 교통카드, 교통약자 배려석)
	2. 교통안전 개선 을 위한 정책적 노 력	1. 교통안전 보호구역 지정, 개선, 관리 등(어린이, 노약자, 장애인 등)
		2. 교통사고 감소 및 안전 교육, 홍보, 캠페인, 워크샵 등(운수종사자 교육 포함, 교통질서 및 교통문화 제도 포함)
		3. 교통 안전 개선을 위한 시설물 설치, 개선, 유지, 점검(회전교차로, 제한속도 하향, 차선도색, 고원식횡단 보도 포함) 등
		4. 교통사고 감소 및 안전 개선을 위한 계획 수립 및 시행 내용 등
		5. 버스 및 화물차량 안전 진단 및 개선(교통안전점검 및 진단 등)
		6. 기타(광역버스 입석해소를 위한 증차, 주간전조등 커기, 실버마크 보급, 보행안전 도우미, 안심귀가 등)
	3. 보행자 중심의 정책 수립을 위한 노력	1. 보행 전용 구역 지정, 조성, 시설물 정비, 개선사업 등(완전도로, 올레길 포함, 아마존, 생태교통 조성)
		2. 보행 안전 및 편의 촉진 관련 계획 수립 및 제도 개정 등(보행환경 조정 등)
		3. 보행 관련 안전 지도(보행지킴이), 홍보 및 축제 등
		4. 기타(보도설치 및 유지관리 매뉴얼 작성 등)
	4. 자전거 중심의 정책 수립을 위한 노력	1. 자전거 교육, 홍보, 축제, 이용활성화, 인센티브 제공 등
		2. 자전거 인프라 관련 시설물 설치, 관리, 개선 등(전동차 내 자전거 휴대승차)
		3. 공공자전거(무료자전거, 무료대여소 등) 서비스 제공, 운영 등
		4. 자전거 안전 및 이용 편의 관련 계획 수립, 제도 개정, 지원 등
		5. 기타(방치자전거 수거수리 재활용을 통한 자전거 이용 활성화 추진, 자전거 지도 제작, 자전거 등록제, 자전거보험가입)

<표 3-20> 정책 분류 기준 (경제부문)

대분류	중분류	소분류
3. 경제적 지속가능 교통	1. 교통인프라 구 축을 통한 대중교 통 경쟁력 확보 노 력	1. 버스 및 정류장 시설(터미널 포함) 및 환경 개선, 이용편의 개선, 안전점검 등
		2. BRT 건설 및 운영, 광역급행 이용 편의 개선 등(중앙버스 전용차로 및 버스전용신호 운영, 단속 포함)
		3. 대중교통 활성화, 이용편의 개선을 위한 시설, 제도 수립 및 개선 등(지도 점검, 전용지구, 광역버스 지원, 고급화, 노선지속조정, 탄력배차 포함)
		4. 신규대중교통시설(경전철, 트램 등) 보급 관련
		5. 기타(대중교통이용의 날, 홍보, 공영차고지 조성, 버스운행관리시스템, 복선전철, 철도개통에 따른 교 통대책수립, 벤치마킹 등)
	2. 교통정보제공 및 교통운영효율 화 제도 시행 노력	1. 버스정보안내시스템(BIS, BRT 등) 설치, 운영, 업그레이드 등
		2. 교통정보제공 간 해소 및 교차로 운영 개선, 교통체계 개선(교통 시설물 설치, 유지보수, 개선, 안전점검 등)
		3. 교통관리 센터 구축, 운영, 정보 제공 등(ITS, 교통상황 실시간 모니터링, 모바일, 홈페이지 정보제공, CCTV 설치 포함)
		4. 교통 데이터를 활용한 정보 구축 및 제공 관련
		5. 기타(교차로 신호등 위치 표지판)
	3. 교통환승요금, 환승센터 등 연계 교통망 구축 노력	1. 환승센터 구축, 운영, 계획수립 및 개선 등
		2. 환승 정보, 체계 및 동선 개선 등
		3. 대중교통 환승 시스템 개선, 운영, 활성화 등(시내버스 노선 조정)
		4. 전국 호환 카드 발급(선불, 후불, 모바일 등), 설치 및 통합요금제 시행(무료환승, 환승할인, 요금 단일화, 환승혜택, 보조금 포함)
		5. 기타(환승주차장 조성)
	4. 교통관련 정부 정책과의 부합성 및 인접 시군과의 협의 노력 등	1. 지속가능 교통물류발전이 가능하도록 체계적인 교통 계획 수립 및 관리
		2. 교통물류 거점 지정 및 관리 등(화물 공영차고지 포함)
		3. 도시교통정비, 교통안전, 대중교통 기본계획 수립, 변경 등
		4. 교통 전문직 채용 및 교통행정 관련
		5. 각종 문화행사, 축제, 캠페인, 대규모행사 교통처리대책 등
		6. 기타(사회단체보조금 교부, 대교건설, 해안순환도로건설, 교통복지선진화사업, 농어촌교통모델 등)



<그림 3-56> 정책분류기준 정립

라. 데이터 구조 정의 및 구축

- 교통정책에 대한 상세한 정보를 구축하기 위해 18가지(<표 3-4> 참조)의 데이터 구조를 정의
 - 교통정책 데이터는 정책 코드, 지방자치단체명, 분류 그룹 등으로 구성되어 있고 데이터 활용 및 연계를 위해 분류 코드와 정책 관련 속성 정보를 부여함으로써 활용도 향상을 유도
 - 도시·교통환경속성 데이터와의 연계를 위해 행정코드를 부여 및 정의
 - 관련 키워드 부여를 통해 매년 시행되는 정책의 트렌드를 파악 및 검색 용이성 향상 도모

<표 3-21> 교통정책 데이터의 구성 요소 및 요소의 정의

구성 요소	구성 요소 정의
정책 코드	- 정책 데이터 개수 파악 및 데이터 매칭을 위해 기입
지방자치단체명	- 각 정책의 시행 지방자치단체명 기입
분류 그룹	- 그룹 가, 나, 다, 라로 분류 (인구 기준으로 분류)
행정 코드	- 행정안전부의 법정동 코드 자료를 활용
시행 정책명	- 각 지방자치단체에서 제출한 시행 정책명 기입
대분류	- 환경적, 사회적, 경제적 지속가능 교통으로 구분(정책 평가 지표 기준)
중분류	- 배출가스 관련, 대중교통 관련 등으로 구분 (정책 평가 지표 기준)
소분류	- CNG 차량 보급과 같이 상세하게 구분(정책 평가 지표 기준)
예산	- 정책의 총 예산(다차 연도 예산) 및 상세예산(해당연도 예산) 내용
정책시행, 종료연도	- 정책의 계획수립연도와 시행완료연도 또는 종료연도를 기입
제도 및 시설 구분	- 정책의 제도적 정책인지 시설적 정책인지 구분
시행 여부	- 제도적 정책은 1회성 사업, 지속적 사업, 폐지사업으로 구분
	- 시설적 정책은 계획단계, 시공단계, 운영단계, 종료단계로 구분
정책 관련 수단	- 정책과 관련된 수단을 승용차, 버스, 지하철 등으로 구분
시행 정책 사업 규모	- 정책의 사업 규모 및 단위에 대하여 기입
도입 배경	- 시행 정책의 도입 배경에 대해 기입
시행 효과	- 시행 정책의 시행 효과에 대해 기입
주요 내용	- 시행 정책의 도입 배경, 시행 효과를 제외한 주요 내용에 대해 기입
관련 키워드	- 시행 정책의 관련 주요 키워드 기입

- 교통정책 데이터는 [그림 3-11] 중 왼쪽 그림과 같이 정의된 데이터 구조로 구축을 수행하였으며, 오른쪽 그림과 같이 ‘지속가능 교통시스템’에서 게시판 형식으로 검색할 수 있도록 구축함

[illegible]

<그림 3-57> 교통정책 데이터 구축 현황

마. 정책 키워드 분석

- [그림 3-12]와 같이 ‘매연차량 신고관련 차량점검 안내문 발송 및 공회전 제한 캠페인 홍보’정책의 제목, 내용을 검토하여 ‘온실가스 감소, 공회전, 홍보, 안내문 발송, 검사 및 점검’과 같이 키워드를 부여

○ 구축된 교통정책 데이터를 활용하여 정책 키워드 분석을 수행한 결과는 다음과 같음

- 환경적 지속가능 키워드는 58개로 분류/키워드 중 최다 빈도 키워드는 'CNG'로 분석

- 사회적 지속가능 키워드는 76개로 분류/키워드 중 최다 빈도 키워드는 ‘자전거’로 분석
- 경제적 지속가능 키워드는 72개로 분류/키워드 중 최다 빈도 키워드는 ‘BIS’로 분석



<그림 3-58> 정책키워드 분석

3. 도시·교통환경속성 데이터 구축

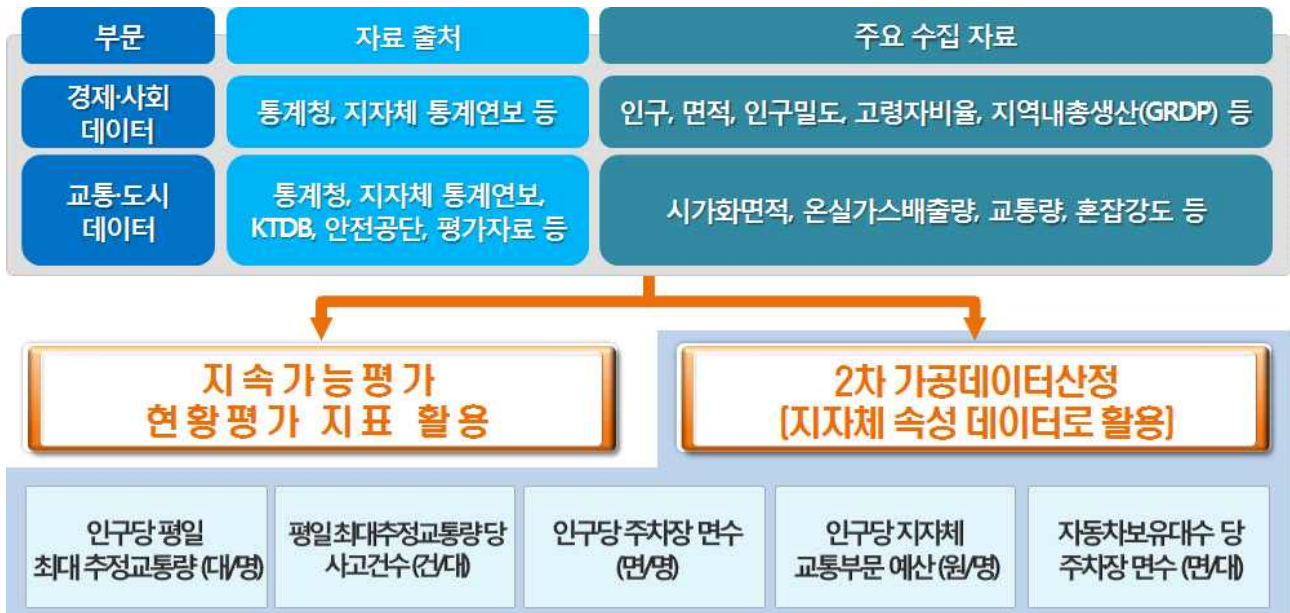
가. 도시·교통환경속성 자료 수집

- 도시·교통환경속성 데이터는 통계청, 국가교통DB센터 등과 같은 공신력 있는 기관의 통계 데이터를 수집하였으며, 수집된 데이터의 지속적인 업데이트가 필요함
- 지속적인 자료 축적으로 활용도 높은 데이터로 발전시켜 다양한 분야에서 활용 가능하도록 구축하는 것이 목표

나. 데이터 그룹화 및 구조 정의

- 도시·교통환경속성 데이터는 약 50여개로 구성하였고 이용 편의성을 위해 데이터의 그룹화를 수행하였으며, 데이터 구축을 위해 데이터 구조 및 속성에 대하여 정의
 - 각 지자체의 도시·교통환경속성 매칭코드를 부여하였으며, 이 매칭코드는 다양한 분석에 활용될 것으로 예상
- 도시·교통환경속성 데이터는 [그림 3-13]과 같이 크게 경제·사회 데이터, 교통·도시 데이터로 구분되어 있으며, 경제·사회 데이터의 주요 수집자료는 인구, 면적, 인구밀도 등이 있고 교통·도시 데이터의 주요 수집자료는 온실가스배출량, 교통량, 주차장 면수 등이 있음
 - 수집한 데이터들의 주요 출처로는 통계청, 지자체 통계연보, 국가교통DB센터, 교통안전공단 등이 있음

- 수집된 데이터는 ‘지속가능 교통도시 평가’의 현황평가 지표와 2차 가공 데이터 산정에 활용됨
- 주요 2차 가공 데이터는 인구당 평일 최대 추정교통량(대/명), 인구당 주차장 면수(면/명), 자동차보유대수 당 주차장 면수(면/대)가 있음



<그림 3-59> 도시·교통환경속성 데이터 구조

다. 2차 가공 데이터 제시

- 2차 가공 데이터는 구축된 도시·교통환경속성 데이터를 활용하여 데이터의 다양한 조합을 통해 ‘지속가능 교통도시 평가’의 현황지표를 보완할 수 있는 새로운 자료를 산출함
- 2차 가공 데이터는 지자체 공무원 또는 자료 이용자가 해당 지자체 도시의 특성, 현황에 대해 한눈에 알아보기 탁월하고, 지자체 특징을 찾아 특화 할 수 있는 기초 자료로 활용할 수 있음
- 2차 가공 데이터는 주차장 면수, 시가화 면적, 자동차보유대수, 인구, 사고건수, 지역내총생산(GRDP) 총 6가지의 도시·교통환경속성 데이터를 조합하여 <표 3-5>와 같은 총 10가지의 새로운 데이터를 산출함
- 주요 2차 가공 데이터는 인구당 사고건수, 자동차보유대수당 주차장 면수, 지역내총생산(GRDP)당 자동차보유대수가 있음

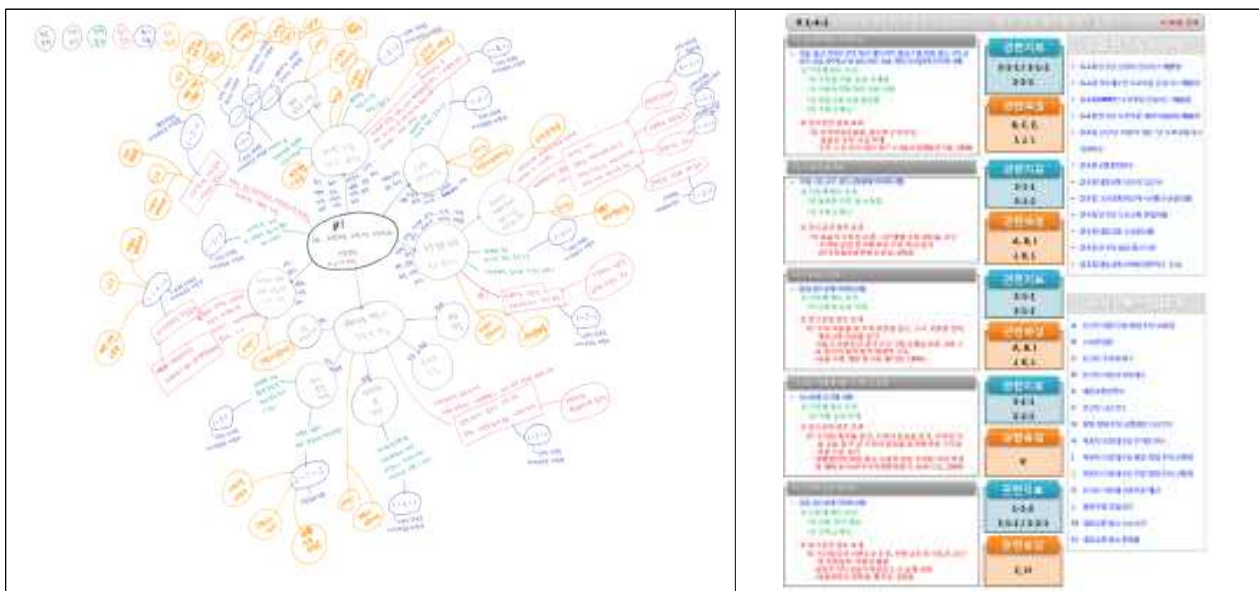
<표 3-22> 2차 가공 데이터의 구성 요소

구성 요소	구성 요소 정의
시가화면적당 주차장면수	- '주차장면수/시가화면적'의 산출값
시가화면적당 자동차보유대수	- '자동차보유대수/시가화면적'의 산출값
인구당 주차장면수	- '주차장면수/인구'의 산출값
인구당 자동차 보유대수	- '자동차 보유대수/인구'의 산출값
인구당 사고건수	- '사고건수/인구'의 산출값
자동차보유대수당 주차장면수	- '주차장면수/자동차보유대수'의 산출값
자동차보유대수당 사고건수	- '사고건수/자동차보유대수'의 산출값
지역내총생산당 주차장면수	- '주차장면수/지역내총생산'의 산출값
지역내총생산당 자동차보유대수	- '자동차보유대수/지역내총생산'의 산출값
지역내총생산당 사고건수	- '사고건수/지역내총생산'의 산출값

4. 정책-속성, 정책-지표 관계도 작성 및 분석

가. 정책-속성, 정책-지표 관계도 작성

- 교통정책 시행이 특정한 도시·교통환경속성 또는 현황지표에 어떠한 영향(강도, 방향성)을 미치는지에 대한 관계 파악을 위해 관계도 작성
 - 1차로 작성한 관계도를 바탕으로 시인성 향상을 위해 2차 관계도로 발전
- 정책-속성, 정책-지표 관계도를 작성한 방법은 [그림 3-14]과 같음
 - 수집된 교통정책 데이터를 정책 시행 내용이 유사 또는 동일한 교통정책끼리 재분류
 - 유사·동일한 교통정책을 시행한 지자체 리스트를 나열
 - 각 지자체에서 시행한 정책의 기대효과를 정리
 - 교통정책에 대한 선행연구 등을 검토하여 선행연구에서 제시한 정책의 기대효과를 정리
 - 정리된 기대효과가 영향을 미칠 것이라고 판단되는 주요 도시·교통속성 데이터와 교통 정책 평가지표(<표 3-6>참고)에 전문가의 검증은 통해 연결



<그림 3-60> 국내·외 우수 정책 사례 DB 구축 예시

<표 3-23> 교통정책 평가지표와 주요 도시·교통환경속성 데이터

교통정책 평가지표(12개)	주요 도시·교통환경속성(14개)
인구당 승용차 온실가스 배출량	인구당 평일·주말 최대 추정 교통량
국토계수당 도로부문 온실가스 배출량	수송분담률
지역내총생산(GRDP)당 도로부문 온실가스 배출량	인구당 주차장 면소
인구당 도로부문 대기오염물질 배출량	인구당 자동차 보유대수
인구당 자동차 대수당 도로교통사고 사망자수	대중교통만족도
교통문화지수	인구당 사고건수
대중교통인프라 접근성	평일 최대 추정 교통량당 사고건수
그린교통(자전거+보행) 수송분담률	자동차 보유대수당 주차장 면수
인구당 도로교통 혼잡비용	자동차 보유대수당 평일 최대 추정 교통량
대중교통 수송분담률	자동차 보유대수당 주말 최대 추정 교통량
인구당 평균 통근시간	인구당 지자체 교통부문 예산
대중교통시책평가(만족도 조사)	평일·주말 혼잡강도
-	대중교통 환승소요시간
-	대중교통 환승 통행률

나. 정책효과 데이터 및 정책-지표 관계 데이터 구축 및 연계모형 제시

- 작성한 관계도를 바탕으로 정책효과 제시 기능 구현을 위한 정책 효과 데이터 구축 및 정책-지표 관계 데이터 구축을 수행
 - ‘15년, ‘16년 교통정책을 대상으로 모두 적용 및 구축함
 - ‘14년의 경우 구축 데이터 형태 및 수집된 데이터 범위가 상이하여 데이터 구축 대상에서 제외
- 구축된 교통정책 데이터, 도시·교통환경속성 데이터, 국내외 우수 정책 사례 데이터, 정책효과 데이터, 정책-지표 관계 데이터를 모두 연결하고 활용할 수 있는 연계 모형을 제시
- [그림 3-15]같이 제시한 연계 모형을 바탕으로 교통정책 추천 기능 및 정책 효과 제시 기능에서 활용
 - 정책-속성, 정책-지표 관계 연계 모형은 지표평가 결과자료 중 특정 평가지표를 선택한 다고 가정
 - 선택된 평가지표가 영향을 미칠 것이라고 판단되는 특정 도시·교통환경속성 데이터와 연결
 - 연결된 도시·교통환경속성 데이터와 우수정책사례 데이터를 활용하여 연관성이 높은 정책을 추천
 - 추천된 정책의 시행하였을 때의 기대효과를 연결하고 기대효과의 강도를 제시하고 연결된 기대효과는 다시 평가지표에 연결된다는 환류 형식의 모형임



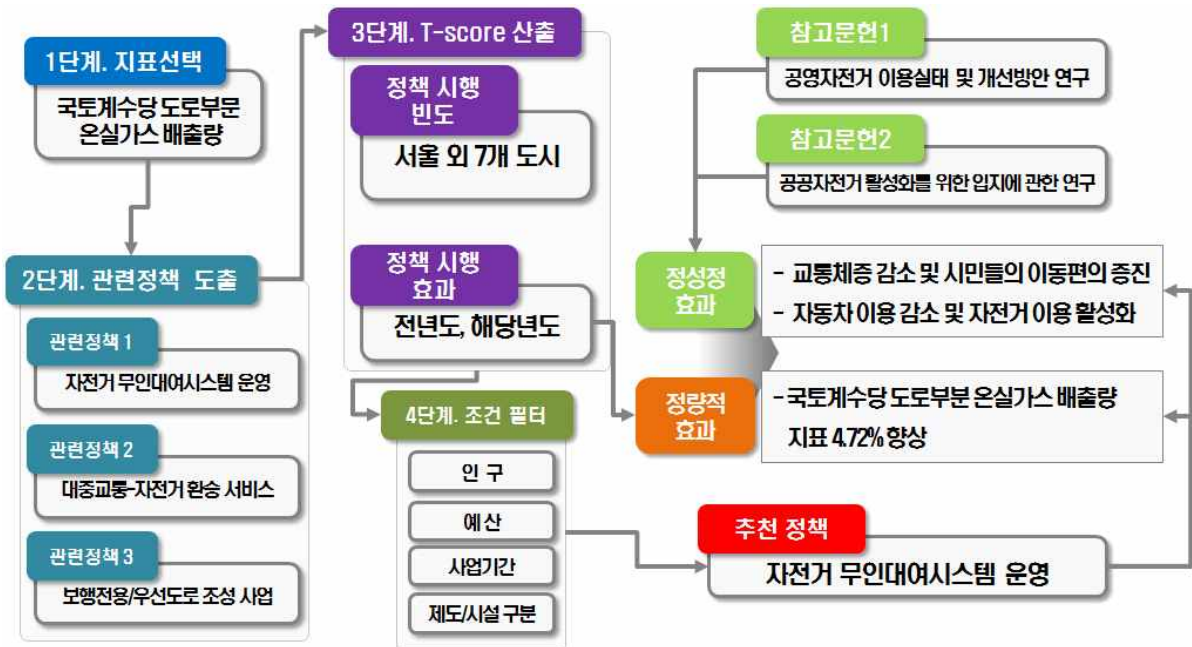
<그림 3-61> 정책-속성, 정책-지표 관계 연계 모형(알고리즘) 예시

5. 정책 추천 기능 개발

가. 정책 추천 기능 개발

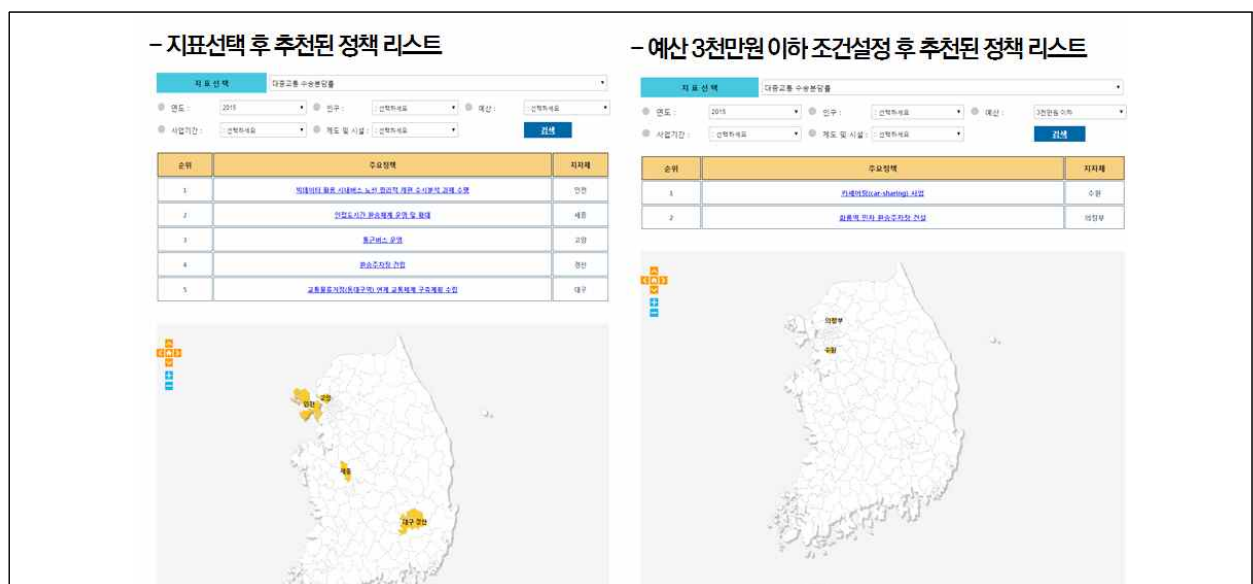
- 국토교통부 시행 ‘지속가능 교통도시 평가’이후 개선 정책 수립 요구시 지자체 활용 가능 정책 검색 및 추천 가이드 부재
- ‘지속가능 교통도시 평가’ 이후 지자체의 현황 지표 수준을 개선하기 위해 인구, 예산 등을 고려하여 [그림 3-16]와 같이 지자체 맞춤형 정책을 추천하는 기능을 개발
 - [1단계] 개선이 필요한 현황 지표를 선택
 - : 12개의 현황평가 지표와 12개의 정책지표간 관계 매칭을 수행
 - [2단계] 현황평가 지표 관련 정책 리스트 제시
 - : 12개의 정책평가 지표와 지자체 시행정책 리스트간 관계 매칭을 수행
 - [3단계] 정책 시행 지자체수·현황지표 값을 활용하여 종합 점수 산출(T-score 산출)
 - : 지자체 과거 시행정책 list와 정책 시행 지자체수(시행빈도)간의 관계를 매칭, 정책별 정책 시행에 따른 현황지표 값의 평균 변화율을 활용하여 종합 점수 및 추천 순위 산출
 - [4단계] 지자체 현황 맞춤형 정책 추천 결과 제시
 - : 인구, 예산, 사업기간, 제도/시설 구분을 통해 지자체 맞춤형 정책 추천이 될 수 있도록 구성

- 3단계 : 도출된 정책에 대한 시행빈도와 정책시행효과의 티스코어(T-score)를 산출
- 4단계 : 산출된 티스코어(T-score) 기준으로 순위 정렬된 정책 추천 리스트를 인구, 예산, 사업기간, 제도/시설구분으로 지자체 조건을 필터링하여 맞춤형 정책을 추천을 받을 수 있음
- 추천 받은 정책은 정량적 효과와 정성적 효과를 확인 할 수 있으며, 정량적 효과의 경우 정책시행효과에 대한 티스코어(T-score)에서 산출된 값을 활용하고 정성적 효과의 경우 정책 관련 선행연구 및 보고서에서 도출된 효과를 활용



<그림 3-64> 정책 추천 및 정책 효과 제시 기능 예시

- 정책 추천기능 및 정책 효과 제시를 ‘지속가능 교통 시스템’에 적용한 예는 [그림 3-19]와 같음



제11절 (핵심성과11) 지속가능 평가활용 시스템 개발

- 현재 중앙정부에서 시행 중인 “지속가능 교통도시 평가”의 평가지원 및 정책DB의 구축, 정책 추천 기능의 원활한 정보제공 표출을 위해 최적의 시스템 개발을 시행
- 평가지원 및 해당기능의 정보제공 표출을 위해 시스템 개발방향을 정립하고, 요구사항 정의 및 분석 등을 시행하여 시스템 기초 설계 시행
- 시스템 기초 설계를 기반으로 시스템 데이터베이스를 설계하고, 시스템 시범운영 시행
- 시스템 시범운영 기간 동안 시스템 이관 작업, 수정 및 보완, 헬프데스크 운영 등 시행
- 최종적으로 시스템을 고도화하고, 유지관리·운영방안을 개발



<그림 3-67> 지속가능 평가활용 시스템 개발 핵심성과

1. 시스템 개발 방향 정립

- 의사결정시스템 이론 고찰 및 의사결정 모형 조사와 국내·외 정책 평가 및 지원시스템 조사를 통해 현황 분석서 작성
- 조사/분석된 내용을 기반으로 목표 시스템의 개발 방향 정립
 - DSS 개념: 최종 목표시스템의 역할이 지속가능 평가지원 및 지속가능 정책 의사결정지원 이 요구됨에 따라 기본적인 DSS의 개념을 고찰
 - 의사결정모형: 정책 발굴 및 지속가능정책 의사결정지원을 수행하는 시스템 구축을 위해 대표적인 의사결정모형 및 정책결정모형의 기본 개념을 고찰
 - 국내·외 관련시스템: 정책평가 및 정책지원 관련 유사시스템의 형태 및 기능을 분석하여 최적의 시스템 기능 및 정보제공 표출방안을 정립
 - 의사결정시스템 이론 고찰 및 의사결정 모형 조사와 국내·외 정책 평가 및 지원시스템 조사를 통해 현황분석서 작성



<그림 3-68> 시스템 개발 방향 분석 내용

2. 시스템 요구사항 정의 및 분석

- 원활한 요구사항 수렴을 위해 기능예시자료 작성 후 공동연구기관과의 지속적인 협의를 통해 이용자 요구사항을 정의하고 이를 기능요구사항, 비기능 요구사항, 제약사항으로 분류하여 분석한 후 자료흐름도 및 프로세스 명세서 작성



<그림 3-69> 요구사항 정의 절차

3. 시스템 설계

가. 시스템 화면설계

- 도출된 요구사항 및 시스템 요구기능을 기반으로 목표시스템의 1차 화면UI를 설계하고 수정/보완함

The screenshots illustrate the following system components:

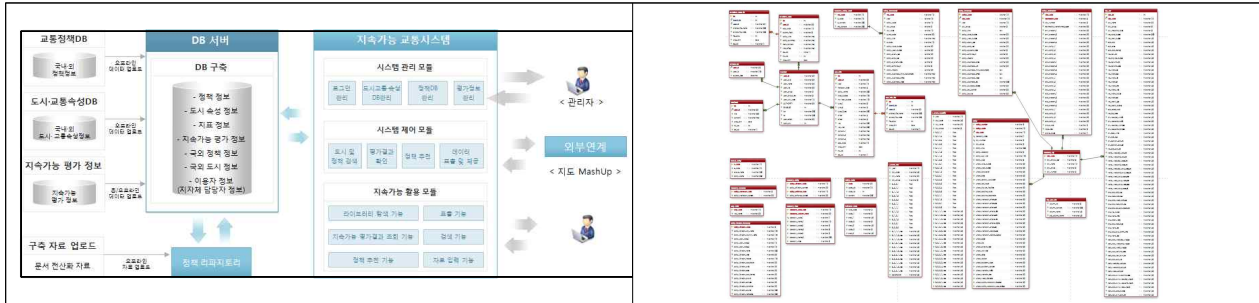
- 지속가능 평가 소개 (Sustainable Evaluation Introduction):** A page with a title '2015 지속가능 교통도시 평가 개요' and several sections of text explaining the evaluation's purpose and methodology.
- 지속가능 평가 결과 조회 (Sustainable Evaluation Result Query):** A screen with a bar chart showing evaluation results across different categories and a map of South Korea with highlighted regions.
- 지속가능 평가 정보 입력 (Sustainable Evaluation Information Input):** A complex form for entering evaluation data, including sections for '지표 선택' (Indicator Selection), '시행 정책명' (Policy Name), and '시행 결과' (Policy Result).
- 교통정책 DB (Transport Policy DB):** A screen displaying a table of transport policies and a map of South Korea with highlighted regions.

<그림 3-70> 시스템 화면 설계

나. 시스템 및 데이터베이스 설계

- 목표시스템은 크게 DB 서버, 웹서버, 정책 리파지토리, 연계처로 구성하였으며, 구성도는 아래와 같음
- 시스템 데이터베이스는 정책테이블, 도시속성테이블, STOCK 정보테이블, 평가정보입력 테이블, 평가정보파일 테이블 지표정보 테이블 등의 총 25개의 테이블로 구성되었으며, 테이블

블간 관계는 다음과 같음



<그림 3-71> 시스템 및 데이터베이스 설계

4. 시스템 시범운영

가. 시스템 이관

- 목표시스템 개발 완료 후 공동연구기관인 한국교통연구원에서 시스템을 운영하는 것을 고려하여 프로토타입 개발 완료 후 한국교통연구원 전산실로 시스템을 이관
- 향후 원활한 유지관리를 위해 DBMS를 MSSQL_Server로 교체, 보안강화를 위한 SSL을 적용

나. 시스템 시범운영

- 지자체 지속가능평가 사업을 통해 평가정보를 시스템으로 수집
- 지자체 담당자들의 원활한 시스템 사용을 위해 일부 기능들에 대한 사용자 매뉴얼 작성 및 배포
 - 시범운영 시스템 접속 URL: <http://greentransport.koti.re.kr>
 - 시범운영 대상: 지자체 지속가능평가를 받는 전국 74개의 지자체
 - 시범운영 기간: 2016. 09. 09 ~ 2016. 11. 16
 - 시스템 방문자수 : 2,052회. 정책자료 수집 건수 : 2,069건

다. 시스템 수정/보완

- 시범운영을 통해 내부적으로 발생한 요구사항 해결을 위해 정보입력 항목 추가 및 관리자 페이지 보완 등의 1차 패치를 진행,
- 시범운영 중 지자체의 시스템 요구사항 반영을 위한 2차 패치를 진행
- 정보입력항목 수정 및 일부 항목 미입력 허용하고, 사용자의 편리한 정보입력을 위해 평가 정보입력 기능의 게시판 교체, 입력된 정책리스트 검색 기능 보완

라. 헬프데스크 운영

- 지자체 문의사항 해결을 위해 한국교통연구원과 공조하여 시범운영 기간 동안 헬프데스크를 운영

5. 목표시스템 개발

가. 시스템 메인화면

- 최종 목표시스템은 시범운영을 통해 수집된 신규 요구사항을 추가 개발하여 시스템에 반영하고, 기존 기능들의 완성도를 높이기 위해 시스템 기능 수정/보완 진행
- 총 6개의 메뉴로 구성하였으며, 평가결과조회, 정책평가자료 입력, 교통 정책DB, 지속가능 정책추천의 4가지 주요기능을 화면 중앙에 배치

나. 시스템 로그인

- 시스템 보안 및 이용자 편의성을 위한 접속자별 Access Control를 하며, User별 접근 가능 기능은 아래와 같음
- 개발된 시스템 화면은 아래와 같으며 74개의 지자체에 대해 일괄적으로 ID/PW를 발급하였으며, 첫 번째 방문시 Password를 변경하도록 시스템을 개발

다. 지속가능평가 소개

- 지속가능평가와 관련하여 평가대상 및 방법, 평가일정, 관련양식 등의 정보 제공

라. 평가결과 조회

- 지자체의 지속가능 지표 향상을 위해 요구되는 지자체별 지속가능지표 현황 및 변화를 파악할 수 있는 기초 데이터를 제공
- 매년 시행되는 지자체 지속가능 평가 결과를 DB로 구축하고 다양한 형태로 표출하도록 기능을 개발함
- 수상결과조회, 도시별 평가결과 조회, 도시별 평가결과 비교, 정책 지표별 결과비교, 우수 사례 경진대회 결과 조회의 서브 기능으로 구성

마. 평가정보 입력

- 정책추천 방법론 개발을 위한 기초데이터로 기존 시행되었던 지속가능평가에서 수집된 정책 자료를 활용하는데 있어 수집된 정책 자료를 전산화하는데 많은 시간과 비용이 소모
- 이에 기존 지자체 지속가능 평가시 각 지자체에서 제출했던 정책정보를 시스템에서 입력받을 수 있도록 기능을 개발하여 정책자료 전산화 과정을 없애고 지속적인 정책자료 축적이 가능하도록 기능을 개발
- 정책평가자료 등록은 지자체 담당자 및 관리자만 접근 가능하도록 하였으며, 다수의 정책 정보 입력이 가능하도록 구성
- 입력된 정책 정보는 게시판 형태로 리스트를 표출하며, 클릭시 상세내용 확인이 가능

바. 교통정책 DB 조회

- 지자체 담당자의 지속가능정책 발굴 및 의사결정을 지원하기 위한 기능으로 지자체 지속가능평가의 전산화된 정책평가자료 및 해외사례, 시범운영을 통해 입력 받은 정책평가 정보를 DB로 구축하고, 이용자의 다양한 조건에 따른 검색 결과를 표출하도록 개발
 - 연도별, 분류 그룹별, 도시별, 정책명에 포함된 Text 등의 조건으로 검색이 가능하며, 검색 결과를 리스트로 표출하고 이용자 선택시 상세 정보를 표출함

사. 도시·교통환경속성 DB 조회

- 지속가능정책 발굴 및 정책결정에 영향을 끼치는 다양한 도시·교통속성정보를 DB로 구축하고 이를 제공하는 기능으로 이용자가 원하는 속성정보 추출 및 타 지자체와의 비교가 가능하도록 기능 개발

아. 지속가능정책 추천

- 지자체 담당자의 현황지표 개선시 시스템에 축적되어 있는 정책정보 및 지속가능평가정보를 기반으로 정책을 추천하고 정책 도입에 따른 효과 정보 등을 제공하는 기능
 - 개선하고자 하는 현황지표 선택시 타지자체에서 시행된 관련 정책리스트를 제공하며, 정책명, 예산, 시행 도시명, 사업개요 등의 상세정보를 제공
 - 제공된 리스트는 시행연도, 인구, 예산, 사업기간, 제도 및 시설 등의 조건으로 필터링 가능

메인 화면	평가결과 조회 기능
정책 입력 기능	정책 추천 기능

<그림 3-72> 목표시스템 개발 현황

제4장 최종 연구성과 및 적용실적

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

제1절 최종 연구성과

○ (핵심성과 1) 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 방법론 개발

정의(설명)	- 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 방법론 개발
설정사유	- 본 과제에서 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량을 산정하는데 기초가 되는 방법론을 개발함
목 적	- 실 차량 운행정보를 수집하여 교통특성이 반영된 차종·규모·연료별 등 개별 차량단위의 온실가스 배출지표를 산정하여 Bottom-up 방식으로 전국단위 온실가스 배출량을 산정할 수 있는 방법 마련
성능목표	(기존기술 수준) 현재의 하향식 배출량 산정 방법론은 총량적인 면에서 접근이 쉽다는 장점이 있지만, 이동배출원의 특성상 교통 환경에 따라 배출량에 영향을 많이 미치지만 이를 반영하는 데 한계성이 있음 (개발기술 수준) 실 차량의 운행정보를 수집하여 기초 활동자료를 생성하고, 활동자료를 분석하여 온실가스 배출지표, 온실가스 배출량을 산정할 수 있고 나아가 운전자의 운행특성, 습관 등을 분석할 수 있음 (수준 설정근거) 개별 차량단위의 실 운행정보 분석을 통해 자동차 온실가스 배출량 및 배출지표 산정·분석·평가하는 방법에 대한 표준화가 필요
관련 그림 / 사진	The flowchart illustrates the methodology for estimating vehicle greenhouse gas emissions. It begins with '자동차 운행정보' (Vehicle Operation Information), which leads to '활동 자료 산정 방법론' (Activity Data Estimation Methodology) and '배출계수' (Emission Factor). These lead to '활동 자료' (Activity Data) and '배출량 산정' (Emission Quantity Estimation). The '활동 자료' is then used in '주행패턴 분석 방법론' (Driving Pattern Analysis Methodology) to create '운행패턴' (Driving Pattern), which is further analyzed in '천연경운전 패턴 분석' (Natural Driving Pattern Analysis) and '차종별 주행모드 개발의 기초 자료 활용' (Basic Data Utilization for Development of Driving Modes by Vehicle Type). The '배출량 산정' is used in '배출지표 산정 방법론' (Emission Indicator Estimation Methodology) to create '배출지표 산정' (Emission Indicator Estimation), which is then used in '운행정보 미수집 자동차의 배출량 추정 기초 자료 활용' (Basic Data Utilization for Estimation of Emissions of Vehicles Without Driving Information Collection). The final output is '개별 자동차별 배출량 산정 이동부문 배출원 거래제 기초 자료 활용' (Basic Data Utilization for Estimation of Emissions by Individual Vehicle and Mobile Source Emission Trading System).

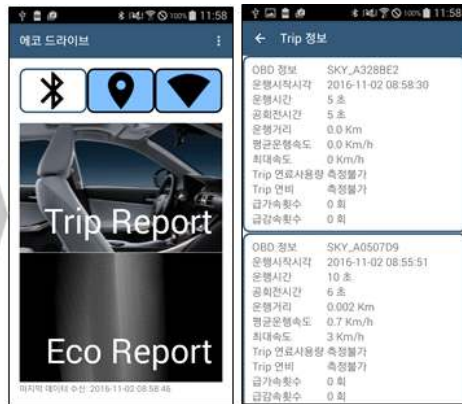
○ (핵심성과 2) 자동차 온실가스 모니터링 시스템(CEMS) 개발

정의(설명)	- 자동차 온실가스 모니터링을 위한 시범서비스 차량 모니터링 기초데이터 입력 시스템 구축 - 시범서비스 관련 차량 및 전국 주행거리 입력(VIMS) 데이터 기반 활동자료 분석, 모니터링 시스템 구축 - 차량별, 차종별, 규모별, 연료유형별 등 운행수집자료 분석 시스템 구축 - 수집된 자료기반 차종별, 업체별 온실가스 지표 및 표준 온실가스 지표 분석, 모니터링 시스템 구축 - 자동차 온실가스 차종별, 지역별, 업체별 배출량 분석, 모니터링 시스템 구축 - 전국단위 자동차 온실가스 배출량 모니터링(차종, 지역별 등) 시스템 구축
설정사유	- 계측기, 연계데이터(1초 데이터)를 통한 차량별 자동차 온실가스 배출 분석과 업체별 배출량 모니터링, 표준 배출 지표 산정을 통한 전국단위 배출 통계 산출필요
목 적	- 차종별, 규모별, 연료별, 연식별, 냉간·열간별 자동차 배출가스 표준 지표산출할 수 있도록 다양한 요소들을 검증, 분석하고, 이를 통한 Bottom-up 방식으로 전국단위 배출가스 통계를 정확히 산출할 수 있는 기반 마련
성능목표	(기존기술 수준) 대부분 Top-Down 방식의 배출가스 산정으로 차량 개별의 특성 및 실제 상황에 적합한 요소 기반 산출이 어려움 (개발기술 수준) 계측기와 외부데이터(1초 데이터) 연계를 통하여 차량의 특성에 맞는 자동차 배출가스 분석, 모니터링이 가능하며, 표준이 될수 있는 다양한 요소(운행거리, 운행시간, 운행횟수, 연료사용량 등)를 이용하여 각 차종의 대표가 될 수 있는 집단의 차량을 선택하여 표준 배출 지표를 산정할 수 있어 이를 통한 실제에 가까운 전국단위 자동차 배출 통계를 산정할 수 있는 기반 마련 (수준 설정근거) 개별 차량의 분석을 통한 다양한 차종, 규모, 연료형태, 연식, 운행지역, 엔진온도(냉간·열간)상태를 통한 분석으로 다양한 조건, 환경에 대한 배출 지표 마련 필요
관련 그림 / 사진	자동차 온실가스 모니터링 시스템(CEMS) 고도화 연계 시스템: 계측기, GPS, 블루투스, 스마트 폰 APP, LTE/WiFi 수집 시스템: 수집서버(외부), 수집서버(내부), API서버, Couchbase 모니터링 시스템: WAS 서버, DB서버, 3분Data 수집 사용자: 정부, 공공기관, 안전시정, 여객회를 운송업체, 연구기관 자동차 온실가스 배출 통계 및 저감 방안 도출, 기관/업체 온실가스 배출량 모니터링, 저감, 차종별, 규모별, 연료별, 냉간, 열간 지표 산정 자동차 온실가스 모니터링시스템 기초자료 관리, 활동자료 관리, 운행수집자료 분석, 온실가스 지표분석, 온실가스 배출량분석, 온실가스 배출통계 [용도/차종/규모/유종별], [기관/업체별], [냉각수 온도별], [온실가스배출자료/배출량통계] 운행구간별 분석, 전체현황, 냉각수온도별, 기관별, 차량별, 일별, 월별, 분기별, 연도별, 시간대별 자동차 온실가스 모니터링, 분석, 지표, 통계 서비스

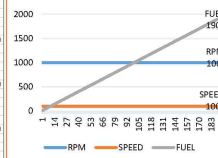
○ (핵심성과 3) 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 산정·분석

정의(설명)	- 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 산정																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
설정사유	- 본 과제에서 개발한 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 방법론과 자동차 온실가스 모니터링 시스템을 활용하여 실 차량 운행정보 기반 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량을 시범 산정함																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
목 적	- 실 차량 운행정보를 수집하여 교통특성이 반영된 차종·규모·연료별 등 개별 차량단위의 온실가스 배출지표를 산정하여 Bottom-up 방식으로 전국단위 온실가스 배출량을 산정할 수 있는 기초 마련																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
성능목표	(기존기술 수준) 현재의 하향식 배출량 산정은 도로 배출량의 세부 부문별 감축잠재량 및 감축목표를 설정하는데 한계성이 있음 (개발기술 수준) 실 차량의 운행정보를 수집하여 개발한 배출지표와 자동차주행거리자료를 활용하여 전국단위의 온실가스 배출량을 시범 산정함 (수준 설정근거) 개별 차량단위 기준으로 개발한 온실가스 배출지표를 통해 전국단위의 온실가스 배출량을 시범 산정하는 연구가 필요																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
관련 그림 / 사진	g/km 공공 여객 화물 g/km 승용 승합 화물 < 자동차 부문별 온실가스 배출지표 산정 > <table> <tr> <th>시도</th><th>차종</th><th>연평균주행거리 (1대/1년 단위km)</th><th>전국통계대수</th><th>CO2</th><th>CH4</th><th>N2O</th><th>CO2eq (t)</th></tr> <tr><td rowspan="4">서울</td><td>승용</td><td>13,731</td><td>2,560,154</td><td>8,939</td><td>114,233</td><td>5,445,453</td><td>553,837</td></tr> <tr><td>승합</td><td>22,962</td><td>141,927</td><td>2,247</td><td>314,603</td><td>120,206</td><td>119,759</td></tr> <tr><td>화물</td><td>22,154</td><td>347,765</td><td>4,507</td><td>692,671</td><td>246,298</td><td>245,731</td></tr> <tr><td>소계</td><td>58,847</td><td>3,049,846</td><td>15,794</td><td>1,121,507</td><td>5,811,957</td><td>919,327</td></tr> <tr><td rowspan="4">부산</td><td>승용</td><td>13,330</td><td>1,003,721</td><td>3,402</td><td>356,308</td><td>2,072,576</td><td>210,806</td></tr> <tr><td>승합</td><td>23,712</td><td>51,685</td><td>845,031</td><td>447</td><td>45,109</td><td>45,037</td></tr> <tr><td>화물</td><td>21,205</td><td>190,980</td><td>2,494</td><td>403,312</td><td>133,323</td><td>133,025</td></tr> <tr><td>소계</td><td>58,247</td><td>1,246,386</td><td>6,741</td><td>791,067</td><td>2,251,008</td><td>388,868</td></tr> <tr><td rowspan="4">대구</td><td>승용</td><td>13,133</td><td>902,932</td><td>3,015</td><td>402,327</td><td>1,836,924</td><td>186,819</td></tr> <tr><td>승합</td><td>22,951</td><td>37,483</td><td>593,360</td><td>551</td><td>31,670</td><td>31,624</td></tr> <tr><td>화물</td><td>22,038</td><td>163,241</td><td>2,209</td><td>438,952</td><td>118,100</td><td>117,830</td></tr> <tr><td>소계</td><td>58,122</td><td>1,103,656</td><td>5,818</td><td>841,824</td><td>2,066,554</td><td>336,273</td></tr> <tr><td rowspan="4">인천</td><td>승용</td><td>14,736</td><td>1,112,338</td><td>4,171</td><td>842,464</td><td>2,541,342</td><td>258,476</td></tr> <tr><td>승합</td><td>22,086</td><td>57,812</td><td>881,479</td><td>546</td><td>47,086</td><td>46,977</td></tr> <tr><td>화물</td><td>21,713</td><td>178,489</td><td>2,966</td><td>943,856</td><td>126,516</td><td>126,229</td></tr> <tr><td>소계</td><td>58,535</td><td>1,348,639</td><td>7,420</td><td>265,866</td><td>2,714,944</td><td>431,684</td></tr> <tr><td rowspan="4">광주</td><td>승용</td><td>14,084</td><td>495,835</td><td>1,775</td><td>767,747</td><td>1,081,718</td><td>110,026</td></tr> <tr><td>승합</td><td>21,449</td><td>23,843</td><td>351,901</td><td>729</td><td>18,794</td><td>18,754</td></tr> <tr><td>화물</td><td>21,805</td><td>89,507</td><td>1,201</td><td>633,327</td><td>64,220</td><td>64,081</td></tr> <tr><td>소계</td><td>57,338</td><td>609,185</td><td>3,329</td><td>302,803</td><td>1,164,732</td><td>192,861</td></tr> <tr><td rowspan="4">대전</td><td>승용</td><td>13,322</td><td>520,538</td><td>1,769</td><td>412,665</td><td>1,074,226</td><td>109,254</td></tr> <tr><td>승합</td><td>22,166</td><td>24,673</td><td>377,615</td><td>129</td><td>20,186</td><td>20,124</td></tr> <tr><td>화물</td><td>21,986</td><td>85,844</td><td>1,158</td><td>250,619</td><td>61,902</td><td>61,768</td></tr> <tr><td>소계</td><td>57,475</td><td>631,055</td><td>3,299</td><td>678,413</td><td>1,156,314</td><td>191,146</td></tr> <tr><td rowspan="4">충청</td><td>승용</td><td>12,528</td><td>435,314</td><td>1,386</td><td>787,602</td><td>844,765</td><td>85,925</td></tr> <tr><td>승합</td><td>23,036</td><td>16,831</td><td>267,282</td><td>738</td><td>14,270</td><td>14,245</td></tr> <tr><td>화물</td><td>18,771</td><td>70,520</td><td>825</td><td>253,676</td><td>44,100</td><td>44,009</td></tr> <tr><td>소계</td><td>54,336</td><td>522,665</td><td>2,479</td><td>324,016</td><td>903,135</td><td>144,179</td></tr> <tr><td rowspan="4">전남</td><td>승용</td><td>14,700</td><td>76,303</td><td>285</td><td>227,530</td><td>173,749</td><td>17,672</td></tr> <tr><td>승합</td><td>21,996</td><td>3,648</td><td>55,221</td><td>030</td><td>2,952</td><td>2,943</td></tr> <tr><td>화물</td><td>21,423</td><td>12,922</td><td>172,168</td><td>546</td><td>9,201</td><td>9,181</td></tr> <tr><td>소계</td><td>58,119</td><td>92,873</td><td>512,617</td><td>108</td><td>185,902</td><td>29,796</td></tr> <tr><td rowspan="4">전북</td><td>승용</td><td>13,502</td><td>3,929,638</td><td>13,491</td><td>1,347,954</td><td>6,210,042</td><td>835,890</td></tr> <tr><td>승합</td><td>26,440</td><td>236,188</td><td>4,316</td><td>619,026</td><td>230,497</td><td>230,254</td></tr> <tr><td>화물</td><td>23,499</td><td>730,341</td><td>10,551</td><td>101,726</td><td>564,333</td><td>563,019</td></tr> <tr><td>소계</td><td>63,444</td><td>4,904,167</td><td>28,365</td><td>2,067,818</td><td>9,012,872</td><td>1,429,041</td></tr> <tr><td rowspan="4">경상</td><td>승용</td><td>13,929</td><td>514,374</td><td>1,823</td><td>550,284</td><td>1,110,728</td><td>113,004</td></tr> <tr><td>승합</td><td>24,869</td><td>32,264</td><td>551,181</td><td>679</td><td>29,438</td><td>29,375</td></tr> <tr><td>화물</td><td>15,657</td><td>144,710</td><td>1,389</td><td>377,761</td><td>74,292</td><td>74,101</td></tr> <tr><td>소계</td><td>54,455</td><td>691,348</td><td>3,764</td><td>1,028,724</td><td>1,214,456</td><td>216,489</td></tr> <tr><td rowspan="4">충북</td><td>승용</td><td>14,150</td><td>545,983</td><td>1,964</td><td>424,506</td><td>1,196,592</td><td>121,723</td></tr> <tr><td>승합</td><td>25,204</td><td>33,274</td><td>578,028</td><td>188</td><td>31,007</td><td>30,798</td></tr> <tr><td>화물</td><td>18,899</td><td>147,597</td><td>1,712</td><td>998,424</td><td>91,572</td><td>91,356</td></tr> <tr><td>소계</td><td>58,253</td><td>726,854</td><td>4,255</td><td>1,423,118</td><td>1,319,171</td><td>243,877</td></tr> <tr><td rowspan="4">충남</td><td>승용</td><td>14,361</td><td>714,089</td><td>2,607</td><td>549,247</td><td>1,588,324</td><td>161,576</td></tr> <tr><td>승합</td><td>25,285</td><td>45,567</td><td>795,243</td><td>325</td><td>42,457</td><td>42,383</td></tr> <tr><td>화물</td><td>18,174</td><td>209,908</td><td>2,301</td><td>967,382</td><td>123,059</td><td>122,767</td></tr> <tr><td>소계</td><td>57,820</td><td>969,564</td><td>5,704</td><td>759,954</td><td>1,753,840</td><td>326,726</td></tr> <tr><td rowspan="4">경북</td><td>승용</td><td>14,252</td><td>620,852</td><td>2,249</td><td>965,073</td><td>1,370,556</td><td>139,411</td></tr> <tr><td>승합</td><td>23,101</td><td>36,170</td><td>574,875</td><td>997</td><td>30,715</td><td>30,637</td></tr> <tr><td>화물</td><td>17,874</td><td>179,264</td><td>1,988</td><td>767,706</td><td>108,299</td><td>108,060</td></tr> <tr><td>소계</td><td>55,227</td><td>836,286</td><td>4,813</td><td>1,698,776</td><td>1,507,570</td><td>276,108</td></tr> <tr><td rowspan="4">경서</td><td>승용</td><td>14,974</td><td>625,780</td><td>2,382</td><td>662,653</td><td>1,451,309</td><td>147,647</td></tr> <tr><td>승합</td><td>26,845</td><td>41,950</td><td>832,265</td><td>713</td><td>44,410</td><td>44,357</td></tr> <tr><td>화물</td><td>16,750</td><td>224,021</td><td>2,328</td><td>873,760</td><td>124,486</td><td>124,200</td></tr> <tr><td>소계</td><td>60,569</td><td>891,751</td><td>5,543</td><td>1,540,126</td><td>1,620,205</td><td>316,204</td></tr> <tr><td rowspan="4">경남</td><td>승용</td><td>13,729</td><td>947,200</td><td>3,306</td><td>958,171</td><td>2,014,396</td><td>204,907</td></tr> <tr><td>승합</td><td>23,390</td><td>53,862</td><td>867,227</td><td>471</td><td>46,264</td><td>46,221</td></tr> <tr><td>화물</td><td>18,927</td><td>200,083</td><td>3,136</td><td>555,156</td><td>167,678</td><td>167,277</td></tr> <tr><td>소계</td><td>56,045</td><td>1,301,245</td><td>7,310</td><td>1,494,798</td><td>2,228,338</td><td>418,405</td></tr> <tr><td rowspan="4">제주</td><td>승용</td><td>13,894</td><td>1,215,445</td><td>4,325</td><td>024,708</td><td>2,634,545</td><td>267,888</td></tr> <tr><td>승합</td><td>25,736</td><td>61,743</td><td>1,090</td><td>944,565</td><td>58,300</td><td>58,139</td></tr> <tr><td>화물</td><td>18,425</td><td>280,535</td><td>3,190</td><td>850,339</td><td>170,588</td><td>170,174</td></tr> <tr><td>소계</td><td>58,155</td><td>1,557,723</td><td>8,606</td><td>1,819,612</td><td>2,863,433</td><td>496,301</td></tr> <tr><td rowspan="4">전국</td><td>승용</td><td>33,395</td><td>339,547</td><td>2,883</td><td>364,154</td><td>1,756,420</td><td>178,651</td></tr> <tr><td>승합</td><td>21,247</td><td>21,392</td><td>313,651</td><td>495</td><td>76,733</td><td>76,717</td></tr> <tr><td>화물</td><td>14,127</td><td>73,181</td><td>634,467</td><td>653</td><td>23,931</td><td>23,940</td></tr> <tr><td>소계</td><td>68,769</td><td>434,120</td><td>3,831</td><td>1,020,302</td><td>1,857,084</td><td>229,298</td></tr> <tr><td rowspan="4">합계</td><td>승용</td><td>255,850</td><td>16,561,643</td><td>59,774</td><td>756,738</td><td>36,411,665</td><td>3,703,692</td></tr> <tr><td>승합</td><td>404,477</td><td>200,312</td><td>15,539</td><td>241,732</td><td>830,992</td><td>825,144</td></tr> <tr><td>화물</td><td>331,426</td><td>3,422,908</td><td>42,276</td><td>744,910</td><td>2,259,898</td><td>2,254,648</td></tr> <tr><td>소계</td><td>991,753</td><td>20,914,863</td><td>117,590</td><td>743,378</td><td>39,501,655</td><td>6,788,484</td></tr> </table> < 전국 단위 온실가스 배출량 시범 산정 >	시도	차종	연평균주행거리 (1대/1년 단위km)	전국통계대수	CO2	CH4	N2O	CO2eq (t)	서울	승용	13,731	2,560,154	8,939	114,233	5,445,453	553,837	승합	22,962	141,927	2,247	314,603	120,206	119,759	화물	22,154	347,765	4,507	692,671	246,298	245,731	소계	58,847	3,049,846	15,794	1,121,507	5,811,957	919,327	부산	승용	13,330	1,003,721	3,402	356,308	2,072,576	210,806	승합	23,712	51,685	845,031	447	45,109	45,037	화물	21,205	190,980	2,494	403,312	133,323	133,025	소계	58,247	1,246,386	6,741	791,067	2,251,008	388,868	대구	승용	13,133	902,932	3,015	402,327	1,836,924	186,819	승합	22,951	37,483	593,360	551	31,670	31,624	화물	22,038	163,241	2,209	438,952	118,100	117,830	소계	58,122	1,103,656	5,818	841,824	2,066,554	336,273	인천	승용	14,736	1,112,338	4,171	842,464	2,541,342	258,476	승합	22,086	57,812	881,479	546	47,086	46,977	화물	21,713	178,489	2,966	943,856	126,516	126,229	소계	58,535	1,348,639	7,420	265,866	2,714,944	431,684	광주	승용	14,084	495,835	1,775	767,747	1,081,718	110,026	승합	21,449	23,843	351,901	729	18,794	18,754	화물	21,805	89,507	1,201	633,327	64,220	64,081	소계	57,338	609,185	3,329	302,803	1,164,732	192,861	대전	승용	13,322	520,538	1,769	412,665	1,074,226	109,254	승합	22,166	24,673	377,615	129	20,186	20,124	화물	21,986	85,844	1,158	250,619	61,902	61,768	소계	57,475	631,055	3,299	678,413	1,156,314	191,146	충청	승용	12,528	435,314	1,386	787,602	844,765	85,925	승합	23,036	16,831	267,282	738	14,270	14,245	화물	18,771	70,520	825	253,676	44,100	44,009	소계	54,336	522,665	2,479	324,016	903,135	144,179	전남	승용	14,700	76,303	285	227,530	173,749	17,672	승합	21,996	3,648	55,221	030	2,952	2,943	화물	21,423	12,922	172,168	546	9,201	9,181	소계	58,119	92,873	512,617	108	185,902	29,796	전북	승용	13,502	3,929,638	13,491	1,347,954	6,210,042	835,890	승합	26,440	236,188	4,316	619,026	230,497	230,254	화물	23,499	730,341	10,551	101,726	564,333	563,019	소계	63,444	4,904,167	28,365	2,067,818	9,012,872	1,429,041	경상	승용	13,929	514,374	1,823	550,284	1,110,728	113,004	승합	24,869	32,264	551,181	679	29,438	29,375	화물	15,657	144,710	1,389	377,761	74,292	74,101	소계	54,455	691,348	3,764	1,028,724	1,214,456	216,489	충북	승용	14,150	545,983	1,964	424,506	1,196,592	121,723	승합	25,204	33,274	578,028	188	31,007	30,798	화물	18,899	147,597	1,712	998,424	91,572	91,356	소계	58,253	726,854	4,255	1,423,118	1,319,171	243,877	충남	승용	14,361	714,089	2,607	549,247	1,588,324	161,576	승합	25,285	45,567	795,243	325	42,457	42,383	화물	18,174	209,908	2,301	967,382	123,059	122,767	소계	57,820	969,564	5,704	759,954	1,753,840	326,726	경북	승용	14,252	620,852	2,249	965,073	1,370,556	139,411	승합	23,101	36,170	574,875	997	30,715	30,637	화물	17,874	179,264	1,988	767,706	108,299	108,060	소계	55,227	836,286	4,813	1,698,776	1,507,570	276,108	경서	승용	14,974	625,780	2,382	662,653	1,451,309	147,647	승합	26,845	41,950	832,265	713	44,410	44,357	화물	16,750	224,021	2,328	873,760	124,486	124,200	소계	60,569	891,751	5,543	1,540,126	1,620,205	316,204	경남	승용	13,729	947,200	3,306	958,171	2,014,396	204,907	승합	23,390	53,862	867,227	471	46,264	46,221	화물	18,927	200,083	3,136	555,156	167,678	167,277	소계	56,045	1,301,245	7,310	1,494,798	2,228,338	418,405	제주	승용	13,894	1,215,445	4,325	024,708	2,634,545	267,888	승합	25,736	61,743	1,090	944,565	58,300	58,139	화물	18,425	280,535	3,190	850,339	170,588	170,174	소계	58,155	1,557,723	8,606	1,819,612	2,863,433	496,301	전국	승용	33,395	339,547	2,883	364,154	1,756,420	178,651	승합	21,247	21,392	313,651	495	76,733	76,717	화물	14,127	73,181	634,467	653	23,931	23,940	소계	68,769	434,120	3,831	1,020,302	1,857,084	229,298	합계	승용	255,850	16,561,643	59,774	756,738	36,411,665	3,703,692	승합	404,477	200,312	15,539	241,732	830,992	825,144	화물	331,426	3,422,908	42,276	744,910	2,259,898	2,254,648	소계	991,753	20,914,863	117,590	743,378	39,501,655	6,788,484
시도	차종	연평균주행거리 (1대/1년 단위km)	전국통계대수	CO2	CH4	N2O	CO2eq (t)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
서울	승용	13,731	2,560,154	8,939	114,233	5,445,453	553,837																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	22,962	141,927	2,247	314,603	120,206	119,759																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	22,154	347,765	4,507	692,671	246,298	245,731																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	58,847	3,049,846	15,794	1,121,507	5,811,957	919,327																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
부산	승용	13,330	1,003,721	3,402	356,308	2,072,576	210,806																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	23,712	51,685	845,031	447	45,109	45,037																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	21,205	190,980	2,494	403,312	133,323	133,025																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	58,247	1,246,386	6,741	791,067	2,251,008	388,868																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
대구	승용	13,133	902,932	3,015	402,327	1,836,924	186,819																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	22,951	37,483	593,360	551	31,670	31,624																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	22,038	163,241	2,209	438,952	118,100	117,830																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	58,122	1,103,656	5,818	841,824	2,066,554	336,273																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
인천	승용	14,736	1,112,338	4,171	842,464	2,541,342	258,476																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	22,086	57,812	881,479	546	47,086	46,977																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	21,713	178,489	2,966	943,856	126,516	126,229																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	58,535	1,348,639	7,420	265,866	2,714,944	431,684																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
광주	승용	14,084	495,835	1,775	767,747	1,081,718	110,026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	21,449	23,843	351,901	729	18,794	18,754																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	21,805	89,507	1,201	633,327	64,220	64,081																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	57,338	609,185	3,329	302,803	1,164,732	192,861																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
대전	승용	13,322	520,538	1,769	412,665	1,074,226	109,254																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	22,166	24,673	377,615	129	20,186	20,124																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	21,986	85,844	1,158	250,619	61,902	61,768																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	57,475	631,055	3,299	678,413	1,156,314	191,146																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
충청	승용	12,528	435,314	1,386	787,602	844,765	85,925																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	23,036	16,831	267,282	738	14,270	14,245																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	18,771	70,520	825	253,676	44,100	44,009																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	54,336	522,665	2,479	324,016	903,135	144,179																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
전남	승용	14,700	76,303	285	227,530	173,749	17,672																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	21,996	3,648	55,221	030	2,952	2,943																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	21,423	12,922	172,168	546	9,201	9,181																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	58,119	92,873	512,617	108	185,902	29,796																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
전북	승용	13,502	3,929,638	13,491	1,347,954	6,210,042	835,890																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	26,440	236,188	4,316	619,026	230,497	230,254																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	23,499	730,341	10,551	101,726	564,333	563,019																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	63,444	4,904,167	28,365	2,067,818	9,012,872	1,429,041																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
경상	승용	13,929	514,374	1,823	550,284	1,110,728	113,004																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	24,869	32,264	551,181	679	29,438	29,375																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	15,657	144,710	1,389	377,761	74,292	74,101																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	54,455	691,348	3,764	1,028,724	1,214,456	216,489																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
충북	승용	14,150	545,983	1,964	424,506	1,196,592	121,723																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	25,204	33,274	578,028	188	31,007	30,798																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	18,899	147,597	1,712	998,424	91,572	91,356																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	58,253	726,854	4,255	1,423,118	1,319,171	243,877																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
충남	승용	14,361	714,089	2,607	549,247	1,588,324	161,576																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	25,285	45,567	795,243	325	42,457	42,383																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	18,174	209,908	2,301	967,382	123,059	122,767																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	57,820	969,564	5,704	759,954	1,753,840	326,726																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
경북	승용	14,252	620,852	2,249	965,073	1,370,556	139,411																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	23,101	36,170	574,875	997	30,715	30,637																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	17,874	179,264	1,988	767,706	108,299	108,060																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	55,227	836,286	4,813	1,698,776	1,507,570	276,108																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
경서	승용	14,974	625,780	2,382	662,653	1,451,309	147,647																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	26,845	41,950	832,265	713	44,410	44,357																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	16,750	224,021	2,328	873,760	124,486	124,200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	60,569	891,751	5,543	1,540,126	1,620,205	316,204																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
경남	승용	13,729	947,200	3,306	958,171	2,014,396	204,907																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	23,390	53,862	867,227	471	46,264	46,221																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	18,927	200,083	3,136	555,156	167,678	167,277																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	56,045	1,301,245	7,310	1,494,798	2,228,338	418,405																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
제주	승용	13,894	1,215,445	4,325	024,708	2,634,545	267,888																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	25,736	61,743	1,090	944,565	58,300	58,139																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	18,425	280,535	3,190	850,339	170,588	170,174																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	58,155	1,557,723	8,606	1,819,612	2,863,433	496,301																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
전국	승용	33,395	339,547	2,883	364,154	1,756,420	178,651																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	21,247	21,392	313,651	495	76,733	76,717																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	14,127	73,181	634,467	653	23,931	23,940																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	68,769	434,120	3,831	1,020,302	1,857,084	229,298																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
합계	승용	255,850	16,561,643	59,774	756,738	36,411,665	3,703,692																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	승합	404,477	200,312	15,539	241,732	830,992	825,144																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	화물	331,426	3,422,908	42,276	744,910	2,259,898	2,254,648																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	소계	991,753	20,914,863	117,590	743,378	39,501,655	6,788,484																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

○ (핵심성과 4) 계측기 및 Application 개발

정의(설명)	－ 계측기 및 Application 개발
설정사유	－ 본 과제에서 개발한 자동차 온실가스 배출지표 및 배출량 산정 방법론과 자동차 온실가스 모니터링 시스템을 활용하기 위한 실 차량 운행정보 수집장치 개발
목 적	－ 실 차량 운행정보를 수집하여 교통특성이 반영된 차종·규모·연료별 등 개별 차량단위의 온실가스 배출지표를 산정하기 위한 추가 수집 항목의 데이터 수집 장치를 개발
성능목표	(기존기술 수준) 기존 DTG, 통합단말기는 초단위로 데이터를 수집하여 서버에 과부하를 발생시키고 온실가스 배출지표를 산정하기 위한 항목보다 적어 본과제에 부합하지 않음 (개발기술 수준) 서버에서 분석하는 분석기술이 신규로 적용하여 1차 분석을 수행함으로 데이터의 사이즈를 축소하고 하루 8시간 기준 약 60일 데이터를 자체 저장 할 수 있음 (수준 설정근거) 개별 차량단위의 데이터를 기반으로 온실가스 배출지표를 산정하며 유저의 요구사항 분석을 반영하여 설정
관련 그림 / 사진	<생산 공정>  <생산 제품>  < 계측기 제작 (100EA + 30EA 예비) >   < Application 제작 >

○ (핵심성과 5) 계측기 성능 검증(적산 오차 테스트)

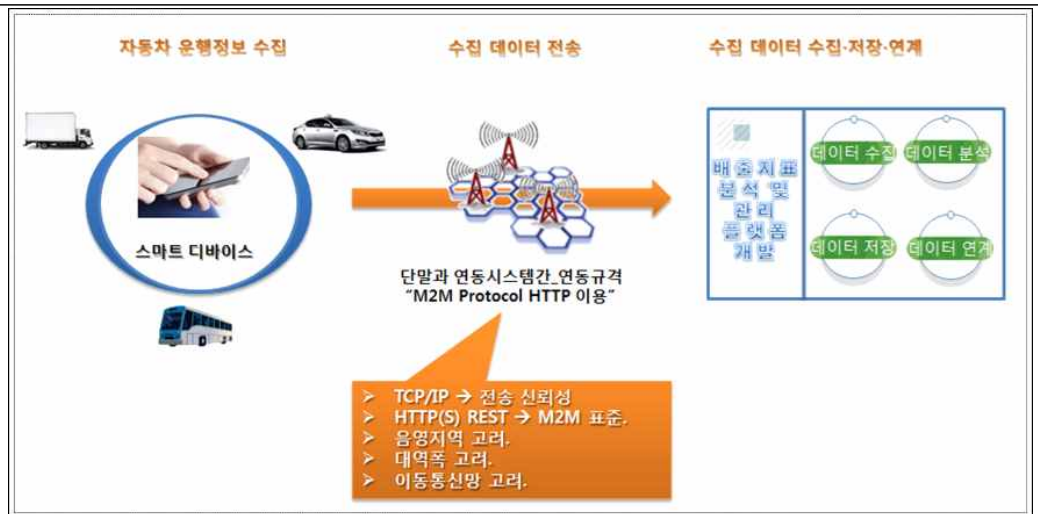
정의(설명)	- 계측기 성능 검증 시험																																		
설정사유	- 본 과제에서 개발한 자동차단위 활동자료 수집 장치는 정도검사를 받지 않은 제품이어서 신뢰성 확보를 위한 성능검증 시험을 내부에서 진행 함																																		
목 적	- 개발된 자동차단위 활동자료 수집 장치의 데이터 손실을 및 수집 된 데이터의 오류 정도를 계측기 단품에 대한 성능 시험이 목적																																		
성능목표	(기존기술 수준) 기존 DTG, 통합단말기는 오차 범위 5%로 이내로 규정하고 있음 (개발기술 수준) 신규 개발된 제품으로 별도의 규정이 없으며, 오차를 0%를 목표로 개발 (수준 설정근거) 현대/기아 자동차의 기술문서를 근거로 실차량 ECU와 유사한 환경을 구성																																		
관련 그림 / 사진	인증서 번호 : RND20170113-K01 JUNYU 주식회사 전유산업 시험 성적서 시험자 연구책임자 대표이사 1. 신청자 <table><tr><td>회사명</td><td>주식회사전유산업</td><td>사업자등록번호</td><td>503-81-88974</td></tr><tr><td>대표자</td><td>최두봉</td><td>Tel/Fax</td><td>053-591-5611 / 070-7882-7049</td></tr><tr><td>주 소</td><td colspan="3">대구광역시 달서구 성서4차원로 50-7 (대천동)</td></tr></table> 2. 자동 OBD 계측 검증 시험 일반제원 <table><tr><td>검증 제품</td><td>계측 제품</td><td>형 식</td><td>통신 방식</td><td>통신 규격</td><td>전원장치</td></tr><tr><td>OBD 계측기</td><td>CANLINK</td><td>INTERFACE</td><td>CAN 통신</td><td>ISO 15031</td><td>가변형 24v Adapter</td></tr></table> 3. 시험제품 가) 제품의 명칭 : OBD-II 데이터 수집장치 마) 시험 일자 : 2016.12.05~2017.01.13 (결과 17.01.13) 나) 형식 및 규격 : ISO 15031 표준 CAN 통신 바) 시험품 수량 : 1 Set 다) 제품 종류 : 자동차 약세서리 사) 시험 시간 : 1회 시험 라) 시험 방법 : 자동 측정 데이터 결과(측정검사 포함) 아) 시험 장소 : 전유산업 연구실 4. 적용 기준 한국산업표준 자동차용 전자식 운행 기록계 관리 기준 (KS R 5072) 5. 자동 적산오차 측정 데이터 및 육안검사 적산오차 데이터 분석  적산오차 테스트 검사기준 RPM PID : 0x0C RPM Data : 1000 SFD PID : 0x0D Speed data : 100 FUEL Can ID : 0x545 Fuel Data : 1회 증가 Volt 12v -> 10v -> 14v 가변 통신 속도 : Can, 500K, 20mm/Sec. 데이터 송수신 간격 : 20mm/Sec 데이터 보스 : 0% 단위 환산에 의한 오차(%) : 0.000012% 분석 제정 수 : 44,996 검 사 항 목 <table><tr><td>육안</td><td>면료 소모량 데이터 수집 이상 유무 (그래프 및 Data 확인)</td><td>합 호</td></tr><tr><td rowspan="3">검사</td><td>INTERFACE 정상 작동 여부 (볼트 정상 : 파란색등등)</td><td>합 호</td></tr><tr><td>CANLINK 데이터 저장 여부 (SAVE 파일 생성)</td><td>합 호</td></tr><tr><td>시험품 과 CANLINK 간의 정상적인 DATA 통신 여부</td><td>합 호</td></tr></table> 위 검사는 전유산업에서 테스트하였으며 Canlink 제품을 이용하여 테스트하였음을 확인함. HaniProTech Challenge to the Innovation 업 체 명 : 한일프로텍 학 인 자 : 유 경 훈 확인 / 승인 	회사명	주식회사전유산업	사업자등록번호	503-81-88974	대표자	최두봉	Tel/Fax	053-591-5611 / 070-7882-7049	주 소	대구광역시 달서구 성서4차원로 50-7 (대천동)			검증 제품	계측 제품	형 식	통신 방식	통신 규격	전원장치	OBD 계측기	CANLINK	INTERFACE	CAN 통신	ISO 15031	가변형 24v Adapter	육안	면료 소모량 데이터 수집 이상 유무 (그래프 및 Data 확인)	합 호	검사	INTERFACE 정상 작동 여부 (볼트 정상 : 파란색등등)	합 호	CANLINK 데이터 저장 여부 (SAVE 파일 생성)	합 호	시험품 과 CANLINK 간의 정상적인 DATA 통신 여부	합 호
회사명	주식회사전유산업	사업자등록번호	503-81-88974																																
대표자	최두봉	Tel/Fax	053-591-5611 / 070-7882-7049																																
주 소	대구광역시 달서구 성서4차원로 50-7 (대천동)																																		
검증 제품	계측 제품	형 식	통신 방식	통신 규격	전원장치																														
OBD 계측기	CANLINK	INTERFACE	CAN 통신	ISO 15031	가변형 24v Adapter																														
육안	면료 소모량 데이터 수집 이상 유무 (그래프 및 Data 확인)	합 호																																	
검사	INTERFACE 정상 작동 여부 (볼트 정상 : 파란색등등)	합 호																																	
	CANLINK 데이터 저장 여부 (SAVE 파일 생성)	합 호																																	
	시험품 과 CANLINK 간의 정상적인 DATA 통신 여부	합 호																																	

< 시험 성적서 >

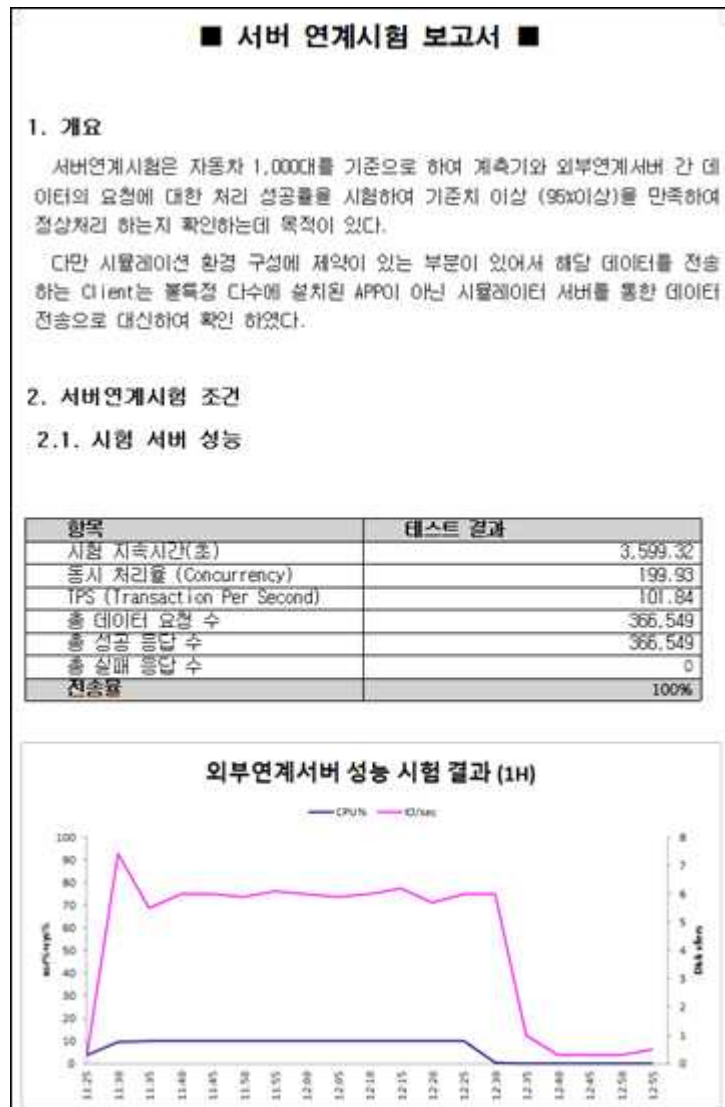
○ (핵심성과 6) 자동차 온실가스 모니터링 플랫폼 개발

① 자동차 운행정보 수집·인증 인터페이스 개발

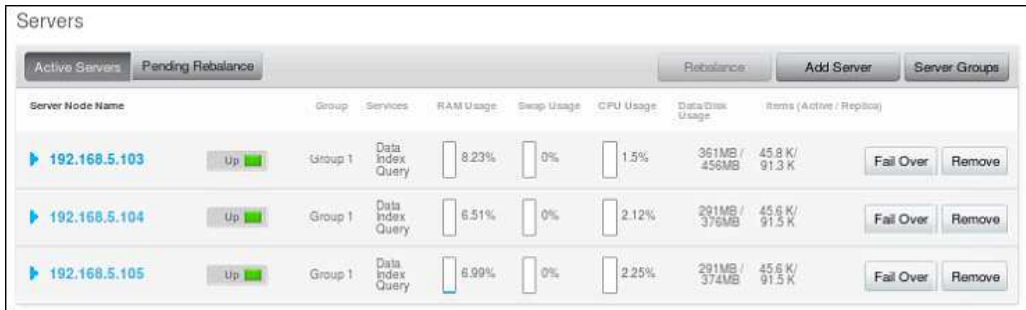
정의(설명)	- 자동차 운행정보 수집·인증 인터페이스 개발
설정사유	- 온실가스 활동량 데이터 수집을 위해 필수로 필요한 데이터 수집 시스템 개발
목 적	- 계측기에서 1차 분석 가공된 경량화 되어 있는 자동차 운행 데이터를 인증처리를 통해서 시스템에 수집 처리하는데 있음
성능목표	(기존기술 수준) 기존 DTG 시장에서는 초 단위 데이터에 대해서 수집 및 저장하여 DTG에서 SD카드를 이용하여 데이터를 추출하여 6개월 단위로 관련 기관에 데이터를 전송하도록 되어 있음 (개발기술 수준) 협력기관에서 개발된 계측기를 통해서 수집되는 운행 데이터에 대해서 유관업체 및 기관의 공동 연구를 통해서 규격 및 통신 규격을 정의 하였으며, 해당 규격에 따라 데이터를 수집 할 수 있도록 기능을 개발하였고, 이 과정에서 인증 받은 자동차의 운행 데이터만 수집 처리 할 수 있도록 기능을 개발하였음 또한 개발된 기능에 대해서 적정 수준의 성능을 보장받기 위해서 1000대 규모의 자동차 운행 데이터를 시뮬레이션 하여 시스템에서 데이터를 수집 처리하는 테스트를 수행하여 데이터 전송 성공률이 95% 이상 처리되는 것을 확인하였음 (개발기술 수준 설정근거) 기존 DTG 정보처리시스템은 DTG 장치에 저장된 데이터를 사용자가 중간에 조작할 수 있기 때문에 장치 내 저장할 공간을 확보하고 데이터를 시스템으로 전달하는데 보안성을 높일 필요가 있음
관련 그림 / 사진	(자동차 운행 정보 전송 규격 정의)  (자동차 운행 정보 전송 과정)

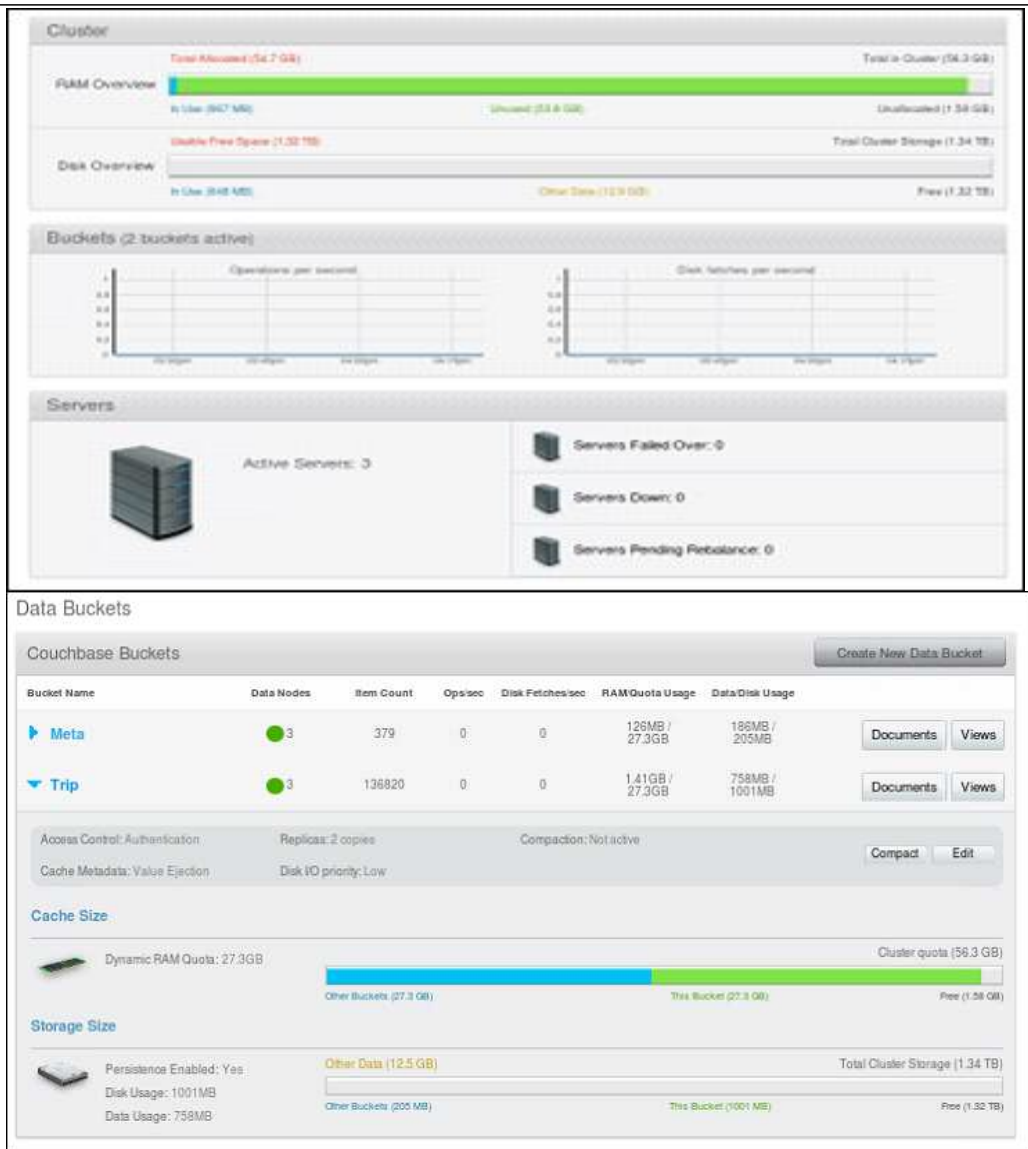


(자동차 운행 정보 전송 성공률 시험 보고서)

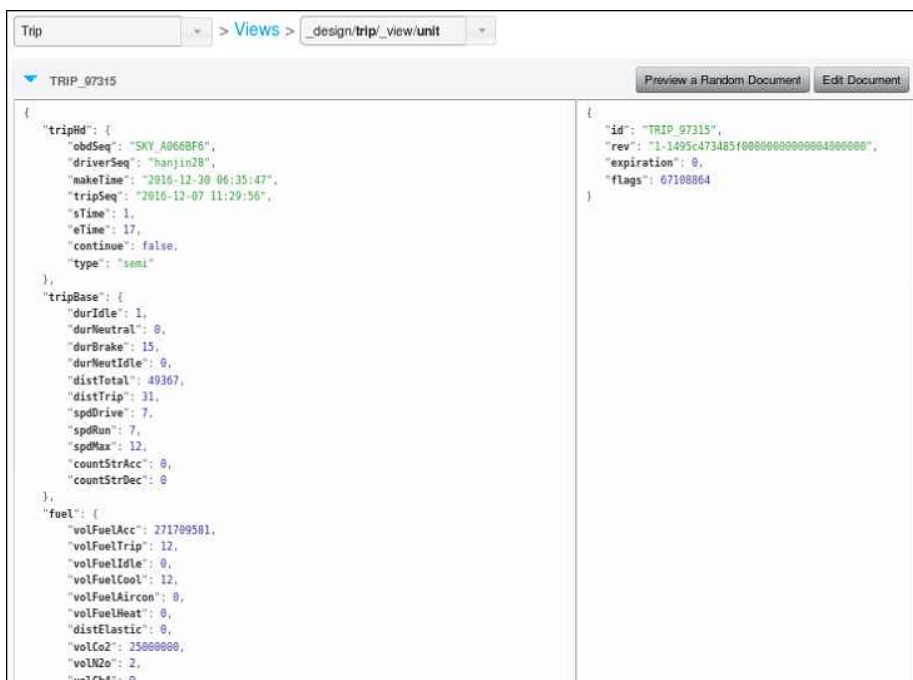


② 자동차 운행정보 저장·분석 모듈 개발

정의(설명)	- 자동차 운행정보 저장·분석 모듈 개발
설정사유	- 자동차 운행정보를 빅데이터 기법을 적용하여 저장 및 분석 할 수 있도록 개발
목 적	- 수집된 데이터를 빅데이터 기법을 통해서 개발된 시스템에 분산 저장 처리하여 데이터 관리에 대한 신뢰성 향상 및 분석 처리, 외부 연계 기능을 제공하기에 용이하도록 구성
성능목표	(기존기술 수준) 기존에 DTG 데이터를 관리하는 시스템들의 경우 관계형DB인 오라클 등과 같은 고신뢰, 고비용 구조의 데이터 저장, 분석 플랫폼으로 시스템이 구축되어 있음. 따라서 수집되는 데이터가 증가함에 따라 시스템을 확장하는데 비용적인 측면에서 기존 업체나 기관들이 어려운 점이 있었음, 또한 데이터 분석을 위해서는 배치성 분석 작업을 통해서 데이터 분석을 위해서 많은 시간이 소요되는 부분도 있었음 (개발기술 수준) 계측기, 운전자 앱을 통해서 수집된 데이터를 빅데이터 기법 (NoSQL)을 적용 및 개발하여 자동차 운행 데이터를 분산저장 처리하도록 개발하였음. 또한 분석을 위해서 map-reduce등의 기법을 활용하여 수집된 운행 데이터를 1차 가공 분석 처리 하도록 기능이 개발하였음 수집된 운행 데이터 저장 및 분석처리 용량을 산정하기 위해서 (1000대 분량의) 자동차 운행 데이터 수집을 위한 데이터 크기를 시뮬레이션하여 시스템 개발에 반영하였음 (개발기술 수준 설정근거) 데이터 수집 대상의 수에 비하여 시스템의 처리용량이 부족하며, 시스템 구조상 시스템의 확장이 어려운 구조로 되어있어 시스템 내 각 구성요소별 확장이 가능한 형태의 시스템이 필요
관련 그림 / 사진	(빅데이터 기법을 적용하여 운행 데이터 분산 저장 처리) 



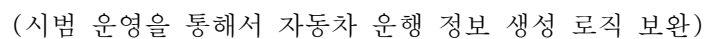
(자동차 운행 정보 1차 분석 처리)



③ 자동차 온실가스 모니터링 시스템 연계 및 운영 시험

정의(설명)	- 자동차 온실가스 모니터링 시스템 연계 및 운영 시험
설정사유	- 1차년 설계, 2차년 개발을 통해서 구축된 시스템을 실제 공공기관 운행차량에 계측기를 연동하여 실제 운행 정보를 수집 및 저장, 분석처리 할 수 있도록 시험운용을 진행하였음
목 적	- 온실가스 배출지표 산정을 위해서 개발된 시스템을 실제 공공기관을 대상으로 하여 자동차 운행 정보를 실제로 수집하여 배출지표와 관련한 연구 분석을 할 수 있도록 시스템 시험 운용을 진행하였음
성능목표	(개발기술 수준) 1차 및 2차년도 연구를 통해서 개발된 자동차 운행정보 수집분석 시스템을 실제 시험개소 (공공기관) 1군데에 시험 설치 및 운용하여 배출지표 산정 및 정부정책 보고서에 반영될수 있도록 자동차 운행정보를 수집하고, 1차 분석자료를 제공하는 것이 연구목표로 진행되었음
관련 그림 / 사진	(자동차 운행정보 수집 및 분석을 위해서 시범 1개소 연계) => 안산시청, 한진택배에 장착된 계측기를 통해서 자동차 운행정보 수집처리 (시범 운영을 통해서 데이터 수집) => 계측기와 연동되는 앱을 통해서 아래와 같은 운행정보를 수집 및 저장처리

=> 공동연구기관인 전유산업에서 개발된 자동차 운행 데이터 전송 처리 앱 개선으로 인해서 시스템에서 연동을 위한 추가적인 최적화 작업을 수행



<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

○ 지속가능한 교통 플랫폼 역할을 위한 웹기반의 평가활용 시스템의 구축

- 지속가능 교통 플랫폼인 웹기반의 평가활용 시스템을 통하여 지자체간 우수 정책사례·정책 데이터 등의 공유 기회 제공, 지자체 특성에 맞는 정책 수립 지원

(1) 평가지표 및 평가방법 개발

- 현행 평가체계의 재정비를 위한 신규 데이터 구축 및 신규지표 개발
- 절대평가 방법, 평가지침 등 평가 방법 개발

(2) 지자체 지속가능 교통정책 추천 기능 개발

- 지자체 교통정책 및 도시·교통환경숙성을 체계적으로 데이터 구축
- 우수 정책 사례 반영 및 지자체 도시·교통환경숙성에 적합한 교통 정책 추천 기능 개발

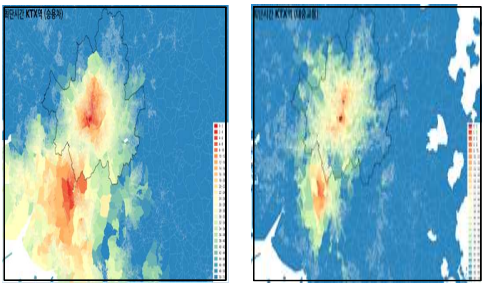
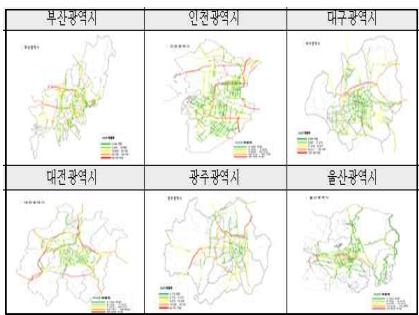
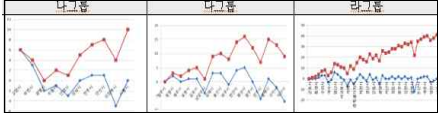
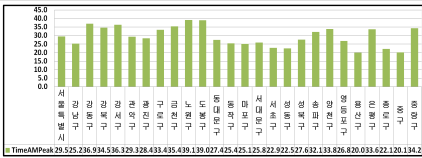
(3) 지속가능 평가활용 시스템 개발

- 지자체가 실효성 있는 정책을 수립할 수 있는 웹기반 시스템 구축



<그림 4-1> 최종 연구성과 요약

<표 4-1> (핵심성과 1) 평가지표 및 평가방법 개발

정의(설명)	- 현행 평가체계의 재정비를 위한 신규 데이터 구축 및 신규지표 개발 - 절대평가 방법, 평가지침 등 평가 방법 개발	
설정사유	지자체의 지속가능교통의 평가체계를 정비하고 나아가 교통정책 수립 기반 조성 및 지속가능성 증진을 위한 종합적·체계적 평가기술을 구축함	
목 적	국토교통부에서 지속가능 교통물류 발전법(제14조, 15조)에 의거하여 시행 중인 ‘지속가능 교통도시 평가’의 평가지표와 평가방법의 개발을 통해, 지향해야 하는 지속가능 교통의 목표를 제시하고 지자체의 정책 수립 가이드라인을 제시	
성능목표	(기존기술 수준) - 데이터 구축의 한계로 인해 지속가능 교통 전반을 측정할 수 있는 지표가 없음 - 상대평가에만 의존하고 있어 평균값 왜곡 등으로 인해 상대적 불이익 등의 한계 존재 - 정책 평가 지침·가이드라인이 부재 (개발기술 수준) - 기존의 평가지표 개선 - 신규지표 개발 · 접근성 지표(실시간 네트워크 기반의 출발지-도착지(O-D)이용) · 대중교통 경쟁력 지표(실시간 네트워크 기반의 출발지-도착지(O-D)이용) · 온실가스 배출량 지표(총 주행거리(VKT) 기반) · 교통 형평성 지표(실시간 네트워크 기반의 출발지-도착지(O-D)이용) - 절대평가 기준 개발 - 지속가능성 평가 지침 개발 (개발기술 수준 설정근거) - 지자체 교통부문 지속가능성 평가의 평가지표 및 평가방법을 개발하여, 기존에 없던 지속가능 교통의 평가기술 선점 및 해외시장에서의 우위 확보 기대 - 지속가능 교통정책 수립 기반 조성을 통한 개인의 지출 비용 및 사회적 비용 절감	
관련 그림 / 사진	 접근성 및 대중교통경쟁력 지표 개발	 평가지표의 고시문 적용을 통한 지속가능성 기반 구축 유도
	 온실가스 배출량 지표	 절대평가 방법의 그룹별 개발 내용
		 교통 형평성 지표

<표 4-2> (핵심성과 2) 지속가능교통 시스템 개발

정의(설명)	- 지자체 교통정책 및 도시·교통환경숙성을 체계적으로 데이터화한 DB 구축 - 우수 정책 사례 반영 및 지자체 도시·교통환경숙성에 적합한 교통 정책 추천 기능 개발 - 지자체가 실효성 있는 정책을 수립할 수 있는 웹기반 시스템 구축
설정사유	지자체간 우수 정책사례·정책·도시숙성 자료의 공유 및 상호참조 기회, 지자체 특성에 적합한 정책 수립 지원 기능 등을 제공하는 지속가능 교통 플랫폼을 구축함
목 적	웹기반의 평가활용 시스템 개발을 통하여 지자체 간 우수 정책 사례·정책 데이터 등 정보 공유 기회 제공, 지자체 특성에 적합한 정책 수립·지원하는 지속가능 교통 플랫폼 개발
성능목표	(기존기술 수준) - 지자체 개선 정책 수립을 위한 매뉴얼 및 참고자료 부족 - 중·장기적으로 지속가능성을 향상할 수 있도록 맞춤형 정책 수립을 지원하는 도구 필요 - 정책 수립 시 해외 우수 정책 사례를 참고 할 수 있는 웹사이트 또는 자료 필요 - 지자체간의 다양한 도시 정보 및 우수정책 사례 공유 기회가 필요 - 중앙정부의 지속가능교통 관련 지자체 모니터링 및 중점사업 지원의 기준점 제시 (개발기술 수준) - ‘지속가능 교통도시 평가’ 결과 조회 기능 구축 - ‘지속가능 교통도시 평가’ 평가자료 입력 기능 구축 - 교통정책 데이터, 도시·교통환경숙성 데이터 조회 기능 구축 - 지자체 특성에 적합한 정책 수립 지원하는 정책 추천 및 정책 효과 제시 기능 구축 (개발기술 수준 설정근거) - 정책 및 도시숙성 데이터 구축·정책추천 기능 개발 등 노하우(know-how)를 선점하는 측면에서 우위를 점할 수 있는 것으로 기대 - 지자체의 효율적인 정책 수립으로 인한 행정적 비용 절감, 중앙정부의 모니터링 및 중점사업 지원 기준 제시로 인한 사회적 비용 절감
관련 그림 / 사진	지속가능 교통 시스템

제2절 적용실적

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

1. 시범기관 및 업체 선정

가. 안산시 및 한진택배(1톤이하)

<표 4-3> 계측기 장착대수 현황

용도	차종	규모	유종	장착대수
관용	승용	경형	휘발유	6
			LPG	1
		소형	휘발유	2
		중형	경유	3
		대형	경유	2
	승합	중형	경유	15
			LPG	1
	화물	소형	경유	20
소계				50
영업용	화물	소형	경유	25
합계				75

2. 계측기 및 통합단말기 자료 수집 실적

가. 안산시, 한진택배(1톤이하), KD그룹, 경남여객, 동양고속, CJ대한통운, 한진

<표 4-4> 계측기 장착 수집대수

용도	차종	규모	유종	수집대수
관용	승용	경형	휘발유	3
			LPG	1
		소형	휘발유	2
		중형	경유	1
		대형	경유	3
	승합	중형	경유	14
			LPG	1
	화물(1톤이하)	소형	경유	18
소계				43
영업용	승합(여객)	대형	경유	120
	화물(1톤이하)	소형	경유	25
	화물(1톤이상)	대형	경유	42
소계				187
합계				230

3. 적용 결과

가. 용도·차종별 배출통계 산정

○ 전국 자동차주행거리 자료(VIMS)와 온실가스 표준배출지표의 차종, 규모, 연료 해당하는 거리 원단위(g/Km)를 사용하여 연도, 차종별 배출통계를 산정함

(1) 관용

<표 4-5> 관용차량 분석결과

용도	차종	규모	연료	주행거리 (km)	대수	상세 배출량(톤)			CO2eq (톤)
						CO2	CH4	N2O	
관용	승용	경형	휘발유	9,157,840	1,113	1,702.94	1톤미만	1톤미만	1,773.13
			LPG	143,601	17	70.016	1톤미만	1톤미만	71.462
		소형	휘발유	5,547,138	620	1,014.51	1톤미만	1톤미만	1,056.31
			경유	193,713	15	49.261	1톤미만	1톤미만	50.837
			CNG	18,650	2	4.743	1톤미만	1톤미만	4.894
		중형	휘발유	17,014,349	1,477	4,326.72	2.636	1톤미만	4,465.17
			LPG	644,782	64	163.967	1톤미만	1톤미만	169.214
			경유	5,737,758	442	1,459.10	1톤미만	1톤미만	1,505.79
			CNG	51,824	3	13.179	1톤미만	1톤미만	13.6
		대형	휘발유	4,802,964	300	1,221.39	1톤미만	1톤미만	1,260.47
			LPG	207,960	18	52.884	1톤미만	1톤미만	54.576
			경유	14,131,074	1,081	3,593.51	2.189	1톤미만	3,708.49
			CNG	12,204	1	3.103	1톤미만	1톤미만	3.203
	승합	경형	LPG	97,692	25	67.779	1톤미만	1톤미만	68.975
		소형	경유	21,040	1	14.598	1톤미만	1톤미만	14.855
		중형	휘발유	118,235	10	82.032	1톤미만	1톤미만	83.479
			LPG	1,330,672	127	786.181	1톤미만	1톤미만	802.411
			경유	243,047,573	13,631	105,419.59	5.619	5.619	107,279.34
			CNG	30,519	4	21.174	1톤미만	1톤미만	21.548
		대형	경유	27,724,498	2,154	19,235.30	1.026	1.025	19,574.66
			CNG	1,022,934	50	709.713	1톤미만	1톤미만	722.234
	화물	경형	휘발유	1,301	2	1톤미만	1톤미만	1톤미만	0.812
			LPG	1,291,477	207	792.201	1톤미만	1톤미만	806.191
		소형	휘발유	17	1	1톤미만	1톤미만	1톤미만	0.006
			LPG	14,547,364	1,184	8,923.46	1톤미만	1톤미만	9,081.03
			경유	111,709,532	10,263	49,294.21	2.628	2.628	50,163.92
		중형	LPG	273,913	57	168.02	1톤미만	1톤미만	170.987
			경유	46,250,388	5,960	28,370.32	1.518	1.513	28,871.30
			CNG	11,150	7	6.839	1톤미만	1톤미만	6.96
		대형	경유	54,723,466	5,660	33,567.76	1.796	1.79	34,160.53
			CNG	8,967,862	596	5,500.95	1톤미만	1톤미만	5,598.09
		소계				568,833,490	45,092	266,636.25	21.826

(2) 영업용

<표 4-6> 영업용차량 분석결과

용도	차종	규모	연료	주행거리 (km)	대수	상세 배출량(톤)			CO2eq (톤)
						CO2	CH4	N2O	
영업용	승용	경형	휘발유	136,544,201	7,787	34,722.94	21.153	2.151	35,834.01
			LPG	41,784,353	1,766	10,625.68	6.473	1톤미만	10,965.69
		소형	휘발유	1,405,991	74	357.541	1톤미만	1톤미만	368.982
			경유	353,584	17	89.916	1톤미만	1톤미만	92.793
		중형	휘발유	347,642,108	16,863	88,404.74	53.856	5.477	91,233.55
			LPG	7,800,482,960	149,679	1,983,648.32	1,208.43	122.892	2,047,121.85
			경유	372,980,054	13,953	94,848.14	57.781	5.876	97,883.12
			CNG	25,393,094	332	6,457.42	3.934	1톤미만	6,664.04
		대형	휘발유	304,877,464	13,319	77,529.77	47.231	4.803	80,010.60
			LPG	2,514,622,822	33,076	639,463.91	389.557	39.616	659,925.72
			경유	154,600,633	5,358	39,314.65	23.95	2.436	40,572.66
			CNG	4,491,563	79	1,142.20	1톤미만	1톤미만	1,178.75
	승합	경형	LPG	8,950,172	572	6,209.64	1톤미만	1톤미만	6,319.20
			휘발유	1,567,011	56	1,087.20	1톤미만	1톤미만	1,106.38
		중형	LPG	5,092,338	177	3,533.07	1톤미만	1톤미만	3,595.41
			경유	1,099,908,502	30,609	763,118.23	40.722	40.672	776,581.69
			CNG	149,732,115	1,845	103,884.37	5.544	5.537	105,717.17
		대형	휘발유	109,377	2	75.886	1톤미만	1톤미만	77.225
			경유	2,772,998,564	30,547	1,924,538.80	102.579	102.579	1,958,492.45
			CNG	1,997,549,671	20,802	1,385,903.06	73.955	73.865	1,410,354.13
			LNG	166,144	3	115.271	1톤미만	1톤미만	117.305
	화물	경형	휘발유	12,676	1	7.776	1톤미만	1톤미만	7.913
			LPG	389,134,398	8,750	238,697.81	12.77	12.732	242,912.93
		소형	휘발유	67,843	1	41.615	1톤미만	1톤미만	42.35
			LPG	18,191,770	775	11,158.96	1톤미만	1톤미만	11,356.02
			경유	2,440,408,395	72,090	1,013,053.29	53.997	53.997	1,030,926.43
			CNG	159,797	2	98.021	1톤미만	1톤미만	99.752
		중형	LPG	5,288,675	269	3,244.11	1톤미만	1톤미만	3,301.40
			경유	3,411,092,657	68,792	2,092,388.52	111.944	111.607	2,129,337.60
		대형	경유	8,076,248,036	108,079	5,412,371.16	288.482	288.482	5,507,858.64
			CNG	285,534	7	175.149	1톤미만	1톤미만	178.242
	소계				32,082,142,502	585,682	15,936,307.17	2,504.70	875.25

(3) 비사업용

<표 4-7> 비사업용차량 분석결과

용도	차종	규모	연료	주행거리 (km)	대수	상세 배출량(톤)			CO2eq (톤)
						CO2	CH4	N2O	
비사업 용	승용	경형	휘발유	3,140,611,138	356,194	798,651.58	486.534	49.479	824,207.13
			LPG	108,755,426	7,925	27,656.30	16.848	1.713	28,541.26
			경유	39,096	5	9.942	1톤미만	1톤미만	10.26
			CNG	25,883	2	6.582	1톤미만	1톤미만	6.793
		소형	휘발유	1,411,164,826	173,874	358,856.59	218.613	22.232	370,339.42
			LPG	7,449,871	1,001	1,894.49	1.154	1톤미만	1,955.11
			경유	279,198,262	19,169	70,999.60	43.253	4.399	73,271.47
			CNG	700,043	44	178.02	1톤미만	1톤미만	183.716
		중형	휘발유	14,706,791,718	1,371,899	3,739,909.81	2,278.33	231.697	3,859,580.86
			LPG	5,252,495,780	394,714	1,335,699.92	813.7	82.75	1,378,440.15
			경유	8,198,292,469	570,054	2,084,810.54	1,270.05	129.159	2,151,521.10
			CNG	14,380,963	722	3,657.05	2.228	1톤미만	3,774.07
		대형	휘발유	7,686,762,759	598,577	1,954,729.49	1,190.81	121.101	2,017,277.66
			LPG	1,101,534,821	71,908	280,118.26	170.646	17.354	289,081.59
			경유	6,132,165,866	416,923	1,559,398.39	949.976	96.609	1,609,296.61
			CNG	40,931,759	1,882	10,408.87	6.341	1톤미만	10,741.94
	승합	경형	휘발유	263,036	40	182.495	1톤미만	1톤미만	185.714
			LPG	312,059,919	20,209	216,507.66	11.553	11.539	220,327.44
		소형	휘발유	37	1	1톤미만	1톤미만	1톤미만	0.026
			LPG	267,053	51	185.282	1톤미만	1톤미만	188.551
			경유	5,188,718	422	3,599.94	1톤미만	1톤미만	3,663.45
		중형	휘발유	9,443,117	751	6,551.65	1톤미만	1톤미만	6,667.24
			LPG	284,513,269	18,916	197,395.75	10.534	10.521	200,878.34
			경유	7,595,280,381	449,121	5,269,617.33	281.201	280.855	5,362,587.58
			CNG	186,112	11	129.125	1톤미만	1톤미만	131.403
		대형	휘발유	29,925	5	20.762	1톤미만	1톤미만	21.128
			경유	198,665,216	9,915	137,834.24	7.355	7.346	140,266.00
			CNG	2,916,930	81	2,023.77	1톤미만	1톤미만	2,059.48
	화물	경형	휘발유	2,000,612	395	1,227.19	1톤미만	1톤미만	1,248.86
			LPG	641,953,338	45,595	393,778.75	21.067	21.004	400,732.41
		소형	휘발유	9,838,502	1,190	6,035.01	1톤미만	1톤미만	6,141.58
			LPG	270,110,795	28,620	165,687.88	8.864	8.838	168,613.73
			경유	22,874,173,542	1,459,009	14,031,180.86	750.678	748.418	14,278,954.76
			CNG	733,949	41	450.21	1톤미만	1톤미만	458.16
		중형	휘발유	2,428,574	285	1,489.71	1톤미만	1톤미만	1,516.01
			LPG	129,948,220	13,799	79,711.16	4.265	4.252	81,118.77
			경유	6,095,659,707	405,561	3,739,121.05	200.046	199.443	3,805,149.46
			CNG	9,523	3	5.841	1톤미만	1톤미만	5.945
		대형	휘발유	95,901	3	58.826	1톤미만	1톤미만	59.865
			경유	1,698,595,920	75,075	1,041,930.83	55.744	55.576	1,060,330.08
			CNG	11,115,811	504	6,818.52	1톤미만	1톤미만	6,938.92
		소계		88,226,778,787	6,514,496	37,528,529.27	8,801.45	2,106.82	38,366,474.04

나. 전국단위 수송부문 온실가스 배출량 통계(차량 등록대수 기준)

- 전국 자동차주행거리 자료(VIMS)를 이용하여 차종별 평균 주행거리를 산출하고, 분석된 차량 기반 차종별 온실가스 표준배출지표의 거리 원단위(g/Km)를 사용하여 지역별 등록된 차량 정보를 이용하여 전국단위 수송부문 온실가스 배출 통계를 산출함

<표 4-8> 지역별 분석결과

시도	차종	연평균주행거리 (1대기준 단위:km)	전국등록대수	상세 배출량(톤)			CO ₂ eq (톤)
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
서울	승용	13,731	2,560,154	8,939,114.233	5,445.453	553.837	9,225,158,293
	승합	22,962	141,927	2,247,314.603	120.206	119.759	2,286,964,226
	화물	22,154	347,765	4,607,692.671	246.298	245.731	4,689,041,401
	소계	58,847	3,049,846	15,794,121.507	5,811.957	919.327	16,201,163,920
부산	승용	13,330	1,003,721	3,402,356.308	2,072.576	210.806	3,511,230,271
	승합	23,712	51,685	845,031.447	45.109	45.037	859,940,122
	화물	21,205	190,980	2,494,403.312	133.323	133.025	2,538,440,996
	소계	58,247	1,246,386	6,741,791.067	2,251.008	388.868	6,909,611,389
대구	승용	13,133	902,932	3,015,402.327	1,836.924	186.819	3,111,891,707
	승합	22,951	37,483	593,360.051	31.670	31.624	603,828,539
	화물	22,038	163,241	2,209,438.952	118.100	117.830	2,248,446,364
	소계	58,122	1,103,656	5,818,201.330	1,986.694	336.273	5,964,166,610
인천	승용	14,736	1,113,338	4,171,842.464	2,541.342	258.478	4,305,338,728
	승합	22,086	57,812	881,479.546	47.086	46.977	897,031,375
	화물	21,713	178,489	2,366,943.856	126.516	126.229	2,408,731,721
	소계	58,535	1,349,639	7,420,265.866	2,714.944	431.684	7,611,101,824
광주	승용	14,084	495,835	1,775,767.747	1,081.718	110.026	1,832,591,789
	승합	21,449	23,843	351,901.729	18.794	18.754	358,110,273
	화물	21,805	89,507	1,201,633.327	64.220	64.081	1,222,847,207
	소계	57,338	609,185	3,329,302.803	1,164.732	192.861	3,413,549,269
대전	승용	13,322	520,538	1,763,412.665	1,074.226	109.254	1,819,840,178
	승합	22,166	24,673	377,615.129	20.186	20.124	384,277,395
	화물	21,986	85,844	1,158,250.619	61.902	61.768	1,178,698,655
	소계	57,475	631,055	3,299,278.413	1,156.314	191.146	3,382,816,228
울산	승용	12,528	435,314	1,386,787.602	844.765	85.925	1,431,164,532
	승합	23,036	16,831	267,282.738	14.270	14.245	271,998,347
	화물	18,771	70,520	825,253.676	44.100	44.009	839,822,459
	소계	54,336	522,665	2,479,324.016	903.135	144.179	2,542,985,338
세종	승용	14,700	76,303	285,227.530	173.749	17.672	294,354,697
	승합	21,996	3,648	55,221.030	2.952	2.943	56,195,293
	화물	21,423	12,922	172,168.546	9.201	9.181	175,208,015
	소계	58,119	92,873	512,617.108	185.902	29.796	525,758,005
경기	승용	13,502	3,929,638	13,491,347.064	8,218.042	835.968	13,923,076,013
	승합	26,443	236,188	4,316,619.026	230.497	230.054	4,392,776,301
	화물	23,499	738,341	10,557,101.728	564.333	563.019	10,743,488,546
	소계	63,444	4,904,167	28,365,067.818	9,012.872	1,629.041	29,059,340,860

시도	차종	연평균주행거리 (1대기준 단위:km)	전국등록대수	상세 배출량(톤)			CO2eq (톤)
				CO2	CH4	N2O	
강원	승용	13,929	514,874	1,823,550.284	1,110.728	113.004	1,881,906,725
	승합	24,869	32,264	551,181.679	29.436	29.375	560,906,078
	화물	15,657	144,710	1,389,377.781	74.292	74.101	1,413,909,230
	소계	54,455	691,848	3,764,109,744	1,214,456	216,480	3,856,722,033
충북	승용	14,150	545,983	1,964,424.506	1,196.592	121.723	2,027,287,155
	승합	25,204	33,274	578,026.188	31.007	30.798	588,224,671
	화물	18,899	147,597	1,712,998.424	91.572	91.356	1,743,241,879
	소계	58,253	726,854	4,255,449,118	1,319,171	243,877	4,358,753,705
충남	승용	14,361	714,089	2,607,549.247	1,588.324	161.576	2,690,992,753
	승합	25,285	45,567	795,243.325	42.457	42.383	809,273,623
	화물	18,174	205,908	2,301,967.382	123.059	122.767	2,342,609,406
	소계	57,820	965,564	5,704,759,954	1,753,840	326,726	5,842,875,782
전북	승용	14,252	620,852	2,249,965.073	1,370.556	139.411	2,321,964,073
	승합	23,101	36,170	574,875.997	30.715	30.637	585,018,478
	화물	17,874	179,264	1,988,767.706	106.299	106.060	2,023,878,694
	소계	55,227	836,286	4,813,608,776	1,507,570	276,108	4,930,861,245
전남	승용	14,974	625,780	2,382,662.653	1,451.309	147.647	2,458,910,689
	승합	28,845	41,950	832,265.713	44.410	44.357	846,949,104
	화물	16,750	224,021	2,328,873.760	124.486	124.200	2,369,989,892
	소계	60,569	891,751	5,543,802,126	1,620,205	316,204	5,675,849,685
경북	승용	13,729	947,300	3,306,958.171	2,014.396	204.907	3,412,781,770
	승합	23,390	53,862	867,227.471	46.264	46.221	882,527,643
	화물	16,927	300,083	3,136,555.156	167.678	167.277	3,191,932,356
	소계	54,045	1,301,245	7,310,740,798	2,228,338	418,405	7,487,241,769
경남	승용	13,994	1,215,445	4,325,024.708	2,634.545	267.988	4,463,426,547
	승합	25,736	61,743	1,090,944.565	58.300	58.139	1,110,192,031
	화물	18,425	280,535	3,190,850.359	170.588	170.174	3,247,186,762
	소계	58,155	1,557,723	8,606,819,632	2,863,433	496,301	8,820,805,340
제주	승용	33,395	339,547	2,883,364.154	1,756.420	178.651	2,975,630,846
	승합	21,247	21,392	313,651.495	16.733	16.717	319,185,136
	화물	14,127	73,181	634,467.653	33.931	33.840	645,670,507
	소계	68,769	434,120	3,831,483,302	1,807,084	229,208	3,940,486,489
전국	승용	255,850	16,561,643	59,774,756.736	36,411.665	3,703.692	61,687,546,766
	승합	404,477	920,312	15,539,241.732	830.092	828.144	15,813,398,635
	화물	331,428	3,432,908	42,276,744.910	2,259.898	2,254.648	43,023,144,090
합계		991,756	20,914,863	117,590,743,378	39,501,655	6,786,484	120,524,089,491

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

1. 시스템 시범운영

가. 시스템 이관

- 목표시스템 개발 완료 후 공동연구기관인 한국교통연구원에서 시스템을 운영하는 것을 고려하여 프로토타입 개발 완료 후 한국교통연구원 전산실로 시스템을 이관함
 - 향후 원활한 유지관리를 위해 DBMS를 MSSQ_Server로 교체, 보안강화를 위한 SSL을 적용

나. 시스템 시범운영

- 지자체 지속가능평가 사업을 통해 평가정보를 시스템으로 수집함
- 지자체 담당자들의 원활한 시스템 사용을 위해 일부 기능들에 대한 사용자 매뉴얼 작성 및 배포
 - 시범운영 시스템 접속 URL : <http://greentransport.koti.re.kr>
 - 시범운영 대상 : 지속가능 교통도시 평가를 받는 전국 74개의 지자체
 - 시범운영 기간 : 2016년 9월 9일 ~ 11월 16일
 - 시스템 방문자수 : 2,052회, 정책자료 수집 건수 : 2,069건

다. 시스템 수정/보완

- 시범운영을 통해 내부적으로 발생한 요구사항 해결을 위해 정보입력 항목 추가 및 관리자 페이지 보완 등의 1차 패치를 진행
- 시범운영 중 지자체의 시스템 요구사항 반영을 위한 2차 패치를 진행
- 정보입력항목 수정 및 일부 항목 미입력 허용하고, 사용자의 편리한 정보입력을 위해 평가 정보입력 기능의 게시판 교체, 입력된 정책리스트 검색 기능 보완

라. 헬프데스크 운영

- 지자체 문의사항 해결을 위해 한국교통연구원과 공조하여 시범운영 기간 동안 헬프데스크를 운영함

제5장 연구목표 달성 및 효과

제1절 연구개발 최종목표 달성도

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

1. 양적성과 달성도

(단위 : 건)

구분	양적성과		1차년도		2차년도		3차년도		합계	
			계획	실적	계획	실적	계획	실적	계획	실적
공공적 성과	법 제정 및 개선									
	설계기준, 시방서, 지침에 제안									
	설계기준, 시방서, 지침에 반영									
	정책제안						1		1	0
	정책채택									
기술적 성과	특허	출원			2	2	1	1	3	3
		등록								
	실용신안	출원								
		등록								
	디자인	출원								
		등록								
	소프트웨어(S/W)				1	1			1	1
	기타 성과(상표, 서비스 등)									
	신기술 지정									
학술적 성과	국내외 학술지 게재	일반 학술지	1	1	2	1	2	1	5	3
		SCI(E)학 술지								
	국내외 학술회의 발표					1				1
기타	인력양성				1	1			1	1
	시제품				2	2		1	2	3
	기술문서				1	1	2	3	3	4

2. 질적성과 달성도

가. 1차년도

과제명	성과목표	성과지표	측정방법	목표치	달성도(%)
공공·여객·화물자동차 온실가스배출지 표 분석·평가 기 술 개발	시스템 설계	요구사항 분석	보고서	1건	100
		시스템 기능 정의	기능정의서	1건	100
	자동차 온실가스 배출 평가 방법론	국내외 평가 방법분석	보고서	1건	100
		End User별 요구사항 분석	보고서	1건	100
		온실가스 배출 평가 방법론	보고서	1건	100
	자동차 온실가스 배출 평가지표	공공·여객·화물 부문별 자동차 온실가스 배출 평가지표	보고서	1건	100
	수집 항목	대상차량 분석 결과	보고서	1건	100
		수집 항목 리스트	보고서	1건	100
	데이터 수집장치	설계 및 개발 도서	보고서	1건	100
	어플리케이션	설계 및 개발 도서	보고서	1건	100
	플랫폼 설계	네트워크 설계	보고서	1건	100
		데이터 수집, 저장 모듈 설계	보고서	1건	100
		관리, 분석 모듈 설계	보고서	1건	100

나. 2차년도

과제명	성과목표	성과지표	측정방법	목표치	달성도(%)
공공·여객·화물자동차 온실가스배출지 표 분석·평가 기 술 개발	시스템 설계	내외부 시스템 및 DB 연계	시스템 연계 유무	연계	100
		수집된 자동차 운행 활동자료 동시 분석용량	테스트 결과보고서 확인	1,000대 규모	100
	자동차 온실가스 배출 평가 방법론	온실가스 배출 평가 방법론	보고서	1건	100
	자동차 온실가스 배출 평가지표	공공·여객·화물 부문별 자동차 온실가스 배출 평가지표	보고서	1건	100
	자동차 운행정보 계측기	시제품	제품	30개이상	100
		가격 경쟁성	보고서	5만원이하	100
	애플리케이션	시제품 (안드로이드 기반)	애플리케이션 작동 유무	시제품 제작	100
		서버 연계 테스트	테스트 결과 보고서	전송 성공률 95 % 이상	100

	대용량 처리 기술	대용량 데이터 처리 성능	테스트 결과 보고서	일간(24H) 운용테스트 95% 가용성	100
--	-----------	---------------	------------	-----------------------	-----

다. 3차년도

과제명	성과목표	성과지표	측정방법	목표치	달성도(%)
공공·여객·화물자동차 온실가스배출지표 분석·평가 기술 개발	시스템 설계	요구사항 분석	설계도서	1건	100
	시스템 개발	시스템 운영 매뉴얼 작성	매뉴얼 작성여부	1건	100
	연계 테스트	End User 정보를 제공하는 시스템 연계	보고서	1개소이상	100
	Application UI 고도화	기능 및 UI 고도화	Application 작동 유/무	Application 제작	100
	계측기 개선사항 도출 및 개선	기능 개선	계측기 작동 유/무	계측기 제작	100
	계측기 생산	시작품	제품	130개 이상	100
	자동차 온실가스 배출 평가 방법론	수집된 자동차 운행정보 분석을 통해 산정된 지표 분석	보고서	1건	100
	정책 제안서	정책 제안서	보고서	제안서 1식	—

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

1. 양적성과 달성도

(단위 : 건)

<표 5-1> 양적 성과 달성도

구분	양적성과		1차년도		2차년도		3차년도		합계	
			계획	실적	계획	실적	계획	실적	계획	실적
공공적 성과	법 제정 및 개선									
	설계기준, 시방서, 지침에 제안									
	설계기준, 시방서, 지침에 반영									
	정책제안									
	정책채택									
기술적 성과	특허	출원								
		등록								
	실용신 안	출원								
		등록								
	디자인	출원								
		등록								
	소프트웨어(S/W)		1	1	1	1	1	1	3	3
	기타 성과(상표, 서비스 등)									
	신기술 지정									
학술적 성과	국내외 학술지 게재	일반 학술지			1	1	1	0	2	1
		SCI(E)학 술지	1	1					1	1
	국내외 학술회의 발표				1	1	1	0	2	1
경제적 성과	기술실시계약									
	사업화/제품화									
	현장적용에 의한 비용절감									
기타성과	고시문		1	1	1	1	2	2	4	4

2. 질적성과 달성도

<표 5-2> 질적 성과 달성도

순번	핵심성과명	질적 성과	달성도 (%)
1	평가지표 및 평가방법 개발	- 해외 평가지표 사례 검토 및 벤치마킹 - 기존의 평가지표 개선 - 접근성, 대중교통경쟁력, 온실가스배출량, 교통형평성 지표 개발 - 현황평가의 절대평가 기준 개발 - 정책평가의 가이드라인 개발 - 교통전문가 및 정책 수요자 검증	100%
		- 지속가능성 평가지표 고시문(제2015-588호)에 평가지표 개발 적용 - 지속가능성 평가지표 고시문(제2016-649호)에 평가지표 개발 적용 - 지속가능성 평가지침 배포('15.7월) - 지속가능성 평가지침 및 자료 입력 방법 지침서 배포('16.8월) - 해외의 지속가능성 평가 사례 모음집 1권 - 지속가능성 평가기준 고시문 초안 적용 예정 작성('17년)	
2	지자체 지속가능 교통 정책 추천 기능 개발	- 교통정책 데이터 구축 - 도시·교통환경속성 데이터 정의 및 그룹화 - 정책-환경, 정책-지표 관계도 작성 및 분석 - 교통정책 추천 기능 개발	100%
		- 보고서 3건(각 연차 별 연차실적계획서·별책보고서 1건씩) - 교통정책 데이터 구축 및 시스템 적용 - 도시·교통환경속성 데이터 구축 및 시스템 적용 - 교통정책 추천 기능 개발 및 시스템 적용	
3	지속가능 평가활용 시스템 개발	- 지자체 정책 정보 데이터 수집 - 시스템 개발 방향 정립(테크니컬 리포트 작성) - 요구사항 정의 및 분석 - 시스템 기초 설계 - 시스템 설계 - 시스템 프로토타입 개발 - 시스템 시범운영 - 시스템 고도화 및 유지관리·운영방안 개발	100%
		- 소프트웨어(S/W) 등록 3건	

제2절 연구개발 성과의 기술적 효과분석

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

- 공공정보 개방과 공유를 통한 새로운 정보 서비스 콘텐츠 개발 기반을 확보할 수 있음
- 온실가스 배출 목표 관리제 대응 공공·기업에 대한 지원 체계를 구축할 수 있고, 배출권 거래제를 대비하여 기반시스템을 활용할 수 있음
 - 공공기관 및 업체별 자동차 부문 온실가스 배출량 산정 및 검증을 통한 자동차별 온실가스 배출 효율성 평가 가능
 - 개별 자동차 단위 온실가스 배출지표 관리를 통한 온실가스 감축 효과 평가 체계 구축
- 국가표준기본법 및 계량에 관한 법률을 기반으로 한 객관적 활동자료 수집 체계 구축을 통해 도로 교통부문별 특성이 반영된 개별 차량단위 관리 및 모니터링 체계 구축이 가능함
- 기존에 DTG 데이터 분석 시스템과는 다르게 경량화된 자동차 운행정보를 통해서 자동차 부문에 대한 온실가스 정보를 수집 및 분석처리 할 수 있는 시스템이라는 점에서 차별성을 가짐
- 자동차 운행정보를 분석하기 위해서 기존 시스템들은 관계형DB들을 주로 사용하였으며, 최근에는 빅데이터 솔루션을 접목하여 HADOOP 시스템등과 같은 솔루션을 도입하는 추세이나, 데이터 분석에 적지 않은 시간이 걸리는 부분이 있음. 과제를 통해서 개발된 자동차 온실가스 모니터링 시스템은 경량화된 자동차 운행 정보를 수집하여 분석하기 때문에 분석시간 및 결과에 대한 검토가 빠르게 이루어질 수 있음

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

- 접근성, 대중교통 경쟁력, 온실가스 배출량, 교통 형평성과 같이 국내에 부족한 신규 평가지표를 확보하여 평가의 다양성 제고
- 절대평가 개발을 통해 ‘지속가능 교통도시 평가’의 공정성 향상에 기여
- 국내에 부족했던 정책·속성에 대한 자료 확보 및 상호 공유 가능



<그림 5-1> 연구개발 성과의 기술적 효과분석

제3절 연구개발 성과의 경제적 효과분석

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

- 자동화된 온실가스 배출지표 시스템 구축 및 이용에 따른 예산 및 행정력 낭비 최소화
 - 현재의 활동자료 조사 및 분석은 수기 분석 및 입력을 기반으로 추진 중으로 이에 따른 활동 자료 누락 및 오기입 사례가 있어 정확도 및 업무 효율성 저하가 발생함
- 기존의 관계형 데이터베이스보다 저렴한 확장 및 유지보수 비용으로 데이터를 안전하게 확장 및 관리할 수 있음
- 기존에 DTG 분석 시스템들은 데이터 증가에 따라서 시스템 확장에 드는 비용이 시스템에 적용된 분석 DB 및 솔루션에 따라 추가 확장 라이선스 비용뿐만 아니라 고성능 서버가 필요한 경우가 많아 쉽게 확장하기 어려운 구조였음
- 자동차 온실가스 모니터링 시스템에서 개발된 시스템 구조는 낮은 성능의 서버들을 클러스터 형태로 묶어 주어 분산 저장 및 분산 처리를 할 수 있는 기능으로 개발되어 추후 시스템에서 수용되어야 할 데이터가 증가하더라도 기존 시스템들과는 달리 상대적으로 낮은 비용으로 시스템 확장을 할 수 있는 장점이 있음

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

- 지속가능 교통도시 평가로 나타난 지자체의 문제점 개선을 통해 환경, 사회, 경제 각 부문 별로 낭비되는 경제적 비용을 감소시킬 수 있음
- 지속가능 교통정책을 통해 부문별 유발할 수 있는 사회적, 경제적 파급효과를 제시함으로써 실효성 있는 지속가능 교통정책 수립 기반 조성 및 교통부문의 국가 경쟁력 향상에 기여
- 지속가능한 교통 정책 수립을 유도함으로써 사회·경제 비용 증가 및 국가경쟁력 약화에 대비 가능

제4절 연구개발 성과의 정책적 효과분석

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

- 현재 국내에서도 온실가스 감축에 대한 목표 설정이 더욱 강화되고 있는 추세이며 공공기관 및 기타 민간 기업들도 온실가스 배출량 감축에 많은 관심을 쏟고 있는 상황임
- 정부에서 시행하고 있는 온실가스 목표관리제에 따라서 공공기관이나 민간 기관에서 온실가스 저감 활동을 위해서 해당 시스템을 활용하여 모니터링 및 감축 활동을 위한 활동 내역 가이드라인을 제시할 수 있음
- 국가 검증 데이터(차종, 주행거리, 에너지사용량 등) 기반의 배출량 산정으로 신뢰성 있는 배출권 거래제 실시가 가능함
 - 도로 교통부문에서 발생하는 온실가스에 대한 체계적인 관리에 활용하고 국토교통부의 온실가스·에너지 목표관리제, 배출권 거래제 등 온실가스 관련 제도의 객관적, 효율적 시행 기반 마련이 가능함
- 다양한 체계 및 형태의 교통물류 배출량 데이터의 연계를 통한 국가 교통물류 정책수립 및 평가를 위한 신뢰성 있는 기초자료 연계 및 확보가 가능함
- 자동차 관련 활동자료 수집·분석 및 검증 체계 구축을 통하여 객관적이고 신뢰성 있는 배출 효율성 평가 지표 도출 및 전자적 배출량 측정, 보고, 검증 체계는 향후 고정배출원(건물, 공장 등)의 배출 효율성 평가에도 적용될 수 있음

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

- 국토교통부에서 시행하는 ‘지속가능 교통도시 평가’에 직접 활용 및 활성화에 기여
- 신규 지표 및 평가 방법 개발을 통해 평가의 한계점 극복
- 지속가능 교통시스템 개발을 통해 정책 수립에 필요한 자료 및 가이드라인 제시 및 지자체

환경 및 여건에 적합한 정책 제시 가능



<그림 5-2> 연구개발 정책적 성과

- 지자체 공무원들의 ‘지속가능 교통도시 평가’ 자료 제출 방식의 간소화
 - ‘16년 평가 이후 지자체 검증 설문을 통해 평가 담당자들의 실질적인 평가를 받음
 - 지속가능 교통 시스템을 통한 평가자료 제출로 인해 대체적으로 업무 절차 및 업무 부담이 상당히 개선되었다는 의견 제시
- 개발도상국의 교통부문에서의 지속가능한 발전을 목표로 삼기 위한 평가를 도입시 평가 기술, 방법, 지표 등의 해외로 수출 가능

<그림 5-3> 지속가능 교통시스템 관련 지자체 검증의견 조사지 예시

제6장 연구성과의 활용 및 추가연구

제1절 연구 성과의 활용

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

1. 활용 방안

가. 성과 활용 계획

- 공공·여객·화물 자동차의 온실가스 배출지표 및 계량화 기술과 자동차 온실가스 배출지표 분석·평가 시범 시스템의 테스트를 위하여 3차년도에 관련 기관과 연계(다양한 평가 및 테스트를 수행하기 위하여 승용, 승합, 화물 차량이 모두 있는 공공기관 및 목표관리 업체와 연계하여 현장적용 테스트를 수행할 결과를 바탕으로 보완/개선/안정화를 추구하며 제품의 상품화를 추진 예정
- 또한, 개발된 기술의 민간부문 확산을 위하여 본 연구 결과로 개발된 기술인 차량 단위 온실가스 배출 평가 및 계량화 기술과 대용량 병렬분산 처리 기술 기반 온실가스 배출지표 분석·평가 플랫폼 개발 기술과 제품 인증 및 판로 지원을 통한 국내외 매출증대, 판로 확대에 기반을 둔 제품 품질 향상, 기업이미지 제고 및 지속적인 연구개발 등 참여기업의 미래 성장기반 조성을 제공할 계획임
- 데이터가 충분히 확보되고 유효한 데이터가 수집되면 세부차종별(개인승용차, 택시, 시내버스, 고속버스 등), 지역별(도시지역, 지방지역 등), 도로종류별(고속도로, 국도, 시내도로 등), 규모별(배기량) 등으로 세부적이고 추가적인 배출지표 도출이 가능하여 맞춤형 온실가스 배출량 산정 및 감축량 파악에 효과적으로 활용이 될 것으로 기대됨

나. 사업화 및 실용화 전략

- 계측기 관련 기술 전문가 및 부처 전문가 의견수렴 후 사업화 방안 수정·보완 예정
- 제작된 계측기 및 애플리케이션 시제품을 토대로 현재 진행 중인 안산시 시범테스트를 통하여 안정화를 진행하고 사업화 전략 및 마케팅 진행
- DTG 장착과 마찬가지로 자동차 활동 수집 장치 또한, 정책적으로 지원이 예상되므로 에너지목표관리 기업에 홍보 및 정책 지원을 통한 시장 선점
- 양산 체제 구축을 통하여 대량생산을 통한 제품의 단가를 낮추어 시장 경쟁력 향상
- 계측기 수요처
 - 지방자치단체, 에너지목표관리 업체, 일반 사용자 등

○ 공공 및 교통부문 온실가스·에너지 목표관리제에 활용

- 민간부문 택배, 물류 등 디지털운행기록계 의무 장착 예외 차량의 모니터링 체계 구축에 적용, 마일리지(주행거리 특약)보험의 주행거리 인증 모니터링 체계 구축에 적용
- 기존의 탄소배출을 관리하는 모든 기관들에 활용이 가능하며, 이전까지 Top-down 방식의 배출량 산정에서 Bottom-up 방식의 새로운 배출량 산정으로 배출량 총량의 감소 및 이행계획에 반영 할 수 있음으로 온실가스·에너지 목표관리제의 모든 기관 및 기업들에 활용이 가능함

다. 자동차 주행거리 연동보험 활용

자동차 주행거리 연동 보험(PAYD: Pay As You Drive) 주행거리 감축 이행 여부에 따라 보험료 할인 및 관련 세제를 감면

자동차 운전행태 연동 보험(PHYD: Pay How You Drive) 운전행태와 교통사고율과의 상관성 반영

현재 주행거리 연동 보험 상품

미일리지 특약 가입 내용		주행거리 시간 등록 > 주행거리 OBD 파일등록 >	
약정 주행거리	10,000km 이하	고지한 주행거리	270.0km
보험료 할인시점	보험종료 시점(후정산)	주행거리 전송방법	사진전송
최초 주행거리 등록여부	등록(2016-07-18)	최종 주행거리 등록여부 (※아래참조)	미등록
환급 은행명	(주)신한은행	환급 계좌번호	****2231791

보통사 시스템
↑ 분석데이터 제공
TS 분석 시스템

분석정보

주행거리 연동 보험 연계 및 운전행태에 기반 서비스 제공

별도의 개발이 필요

☐ 운행거리
☐ 급제동
☐ 급가감속
☐ 운행시간대
☐ 운행경로 등

라. 탄소포인트제 연동에 활용

(1) 사업화 활용 모델

○ 교통부문 친환경생활 실천 활성화 인프라 구축 사업

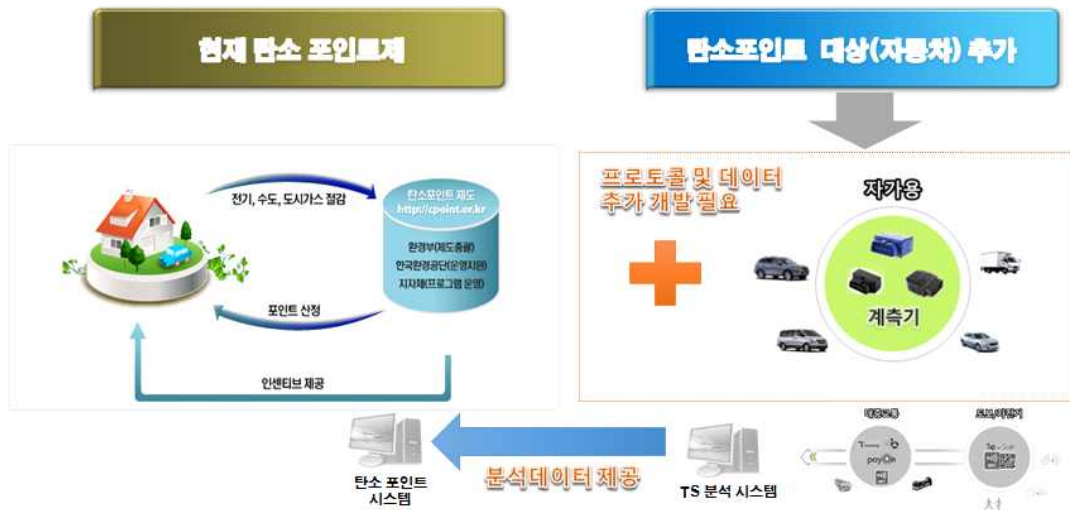
- 데이터 경량화 기법이 반영된 계측기 보급 추진
- 스마트 기기 기반 자동차 운행정보 수집 체계 활성화
- 환경부 데이터베이스와 본과제로 구축된 빅데이터 플랫폼의 데이터 연계 구축

○ 사용자 맞춤형 정보서비스 제공 사업

- 실도로 운행 자동차 정보 기반 정보서비스 제공
- 교통행태 분석 정보 서비스 제공
- 탄소포인트 지급 기준산정 및 자동차 단위 활동 자료를 활용한 지급체계 구축

탄소포인트제 가정 소유 수송에너지(자가용) 추가

- 에너지 절약 시 환경부 및 각 지방자치단체에서 감축량을 선정하여 탄소포인트 제공
- 인센티브 제공, 에너지 절감, 에너지 절약 재투자, 국가 경쟁력 강화



2. 실용화 추진현황

- 대량 생산 체제를 구축하고 전담 인력을 배치하여 생산 및 품질 대책에 대한 교육을 실시
- 제품의 안전 및 품질적인 우수함을 검증하기 위한 규격 및 인증을 획득하고 본 과업을 바탕으로 단말기의 인증기준을 마련하여 교통안전공단과의 협업을 통한 새로운 단말기 인증 절차를 수립하여 국가인증제품으로 등록
- 웹페이지를 통한 다양한 콘텐츠를 제공하고 운전패턴분석 및 경제운전 분석정보를 제공하여 운전습관의 개선을 통한 유류비 절감 및 온실가스 배출량 감소 등의 차별화된 기능을 중심으로 홍보 및 마케팅 전략 수립 계획



3. 실용화 장애요인 및 이슈

가. 표준화 추진 필요

- 자동차 단위 활동자료 수집항목 및 분석·평가 방법에 대한 기준 마련
 - 수집되는 활동자료 수준에 따른 등급 구분으로 세부 기준 마련
(예 : 운행속도 - 자동차 속도센서 데이터(A 등급), GPS 이용 속도 데이터(B 등급), ...)
 - 온실가스 배출지표 분석·평가 방법 기준 마련
- 수집 항목 및 분석·평가 방법에 대한 기준 마련으로 민간부문(승용차) 확산 시 동일한 방법론 적용을 통해 일관성 있는 도로 교통부문별 상호 비교·검증 체계 구축 추진

나. 기술이전 등을 통한 상용화 추진 필요

- 참여기업으로 개발 기술의 이전을 통해 상업화 추진이 필요함
- 수집된 자동차 활동자료 분석 기반의 비즈니스 모델(정보 서비스 콘텐츠) 발굴 및 제안을 통한 활성화가 필요함

다. 예산 및 홍보활동 필요

- 온실가스 저감 활동 관련 제도의 지자체 홍보 필요
 - 지자체 온실가스 저감 활동을 위한 유관기관 설명회, 예산안, 로드맵 등이 구체적으로 제시되어 관련 사업을 진행하기 쉽도록 가이드라인을 제시할 필요가 있음
- 온실가스 감축 사업과 관련하여 지자체 예산 확보 미흡
 - 온실가스 목표 관리제에 따라 지자체 사업 목표 및 일정을 명확히 하여 관련 사업을 진행 할 수 있도록 적절한 예산 확보가 필요함

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

1. 활용 방안

- 본 연구개발 결과물은 [그림 6-1]과 같이 크게 중앙부처 공무원, 지자체 공무원, 관련 전문가들이 활용할 것으로 예상됨
- 우선 중앙부처 공무원은 지속가능 교통물류 발전법 제14조, 제15조에 의거하여 매년 시행되는 지자체 지속가능성 교통도시 평가에 연구개발 결과물을 활용
 - (신규지표 개발 기적용) 본 연구에서 개발한 신규개발 지표인 접근성 지표, 대중교통 경

쟁력 지표는 고시문(고시문 제2015-588호, 2016-649호)에 반영

- (신규지표 개발 적용 계획) 온실가스 배출량 지표, 교통형평성 지표는 2017년 평가 고시문 작성에 반영 예정
- (평가방법 개발 적용계획) 본 연구개발에서 개발한 절대평가 기준은 향후 고시문 초안 작성에 반영 예정
- (평가지침 배포) 본 연구개발에서 개발한 평가지침은 지자체 평가 설명회에서 배포 (2015년 7월, 2016년 8월)

○ 또한 지자체의 지속가능교통 정책 파악에 기반한 중앙정부의 맞춤형 정책 지원 가능

- 중앙정부는 지자체의 정책 데이터를 통해 지자체 특성에 기반한 맞춤형 지원 가능
- 지자체 대상으로 하는 중점 사업개발 및 모니터링이 가능

○ 지자체 공무원은 ‘지속가능 교통도시 평가’준비를 위해서 연구개발 결과물을 활용할 수 있고, 신규 교통정책 수립시 연구개발 결과물에서 제공하는 타 지자체 정책 모범사례 등을 참조하여 실효성 있는 정책 수립이 가능

- 지자체의 타 지자체의 모범 사례 참조 가능, 지자체 간 정보 상호 공유 가능
- 지자체별 통계 수치 검색 및 참조 가능
- 지자체 특성에 적합한 맞춤형 추천 정책을 통해 실효성 있는 정책 수립 가능

○ 마지막으로 관련 전문가는 연구개발 결과물을 활용하여 지속가능 평가 개념에 대해 이해하고 다양한 분야에서 활용 가능함

- 매년 지자체에서 시행하는 교통정책 내용 확인 가능
- 교통정책 데이터 및 도시·교통환경속성 데이터를 다양한 연구 분야에서 활용가능



<그림 6-1> 연구개발성과의 각 분야별 활용방안

2. 실용화 추진현황

○ 본 연구의 결과물은 지속가능 교통물류 발전법 제15조에 의거하여 매년 국토교통부에서

시행하는 ‘지속가능 교통도시 평가’에서 활용

- 2015년 7월 ‘지속가능 교통도시 평가’설명회에서 시스템 홍보 활동
- 2016년 8월 ‘지속가능 교통도시 평가’설명회에서 시스템 홍보, 시범운영을 위한 사용자 매뉴얼 배포 및 수요자 의견 조사 수행

3. 실용화 장애요인 및 이슈

- ‘지속가능 교통도시 평가’에서 활용을 장려 및 유지보수를 위한 추가 예산 필요
 - 평가를 통해 매년 2,600여건의 정책 자료들이 수집되고 있으며, 수집되는 자료를 데이터화 및 유지하는 장비 증설 등에 대한 비용이 발생
 - 또한 시스템 전체적인 업데이트 및 유지보수를 위한 비용이 발생

제2절 추가연구 필요성

<1과제> 공공·여객·화물자동차 온실가스 배출지표 분석 및 평가 기술 개발

1. 국가 정책적 필요성

- 국정목표인 저탄소녹색성장 및 온실가스 배출량 감축 목표 등과 같이 탄소저감 정책에 대한 필요성이 대두되고 있음
- 2015년 기존 국가 온실가스 감축 목표량이 30%에서 37%로 감축 목표가 확대되었음

2. 국외 환경적 필요성

- 온실가스의 상당수가 건물(발전, 난방, 공장) 및 자동차에서 발생하는 구조에서 지구 온난화 방지를 위한 탄소저감 활동이 강조되고 있음
- 최근 폭스바겐 그룹의 자동차 부문 이산화탄소 배출량 임의조정 문제는 글로벌 시장에서 큰 충격을 주고 있으며, 추가적인 이산화탄소 배출량 검증 방법 등이 논의 되고 있음

3. 추가 연구 방향

- 자동차 온실가스 모니터링 시스템의 지자체 및 공공기관 확대 적용을 위한 추가 확대 시범 운용이 필요함
- 지자체 및 공공기관에서 기존에 운용중인 건물 부문 모니터링 시스템과 연계하여 종합적인 온실가스 모니터링이 이루어질 수 있도록 하는 추가 설계 및 개발이 필요함

- 온실가스 보고 체계에 따라 행정업무 효율화 및 업무 경감을 위해 기존 시스템들과 연계를 제공하는 추가 서비스 개발이 필요함

4. 온실가스 배출지표의 대표성 확보를 위한 데이터 확보 방안

- 자동차 온실가스 배출지표의 대표성 확보 및 활용성을 제고하기 위하여 2015년 기준 전국 자동차 등록대수(20,914,922대)의 표본크기를 결정하였음
- 95% 신뢰수준 및 5%의 오차범위를 기준으로 약 3,500대의 표본대수를 조사하여 배출지표를 산정할 경우 통계적으로 유의미한 대표성이 확보될 수 있을 것으로 보임
- 약 3,500대의 표본대수의 운행정보를 수집하기 위하여 수송부문 탄소포인트제 시범사업(환경부 주관) 및 주행거리 연동 보험과 연계하여 운행자료를 확보할 계획임
- 또한 DTG 운행자료 및 온실가스·에너지목표관리업체 운영차량 자료를 최대한 수집하여 배출지표의 대표성을 확보할 계획임
- 또한 안산시 관내 약 2,000명의 시민들을 대상으로 수송부문 탄소포인트제 시범사업에 참여하여 운행정보를 수집하고 개인 승용차량의 배출지표를 도출할 계획임

<표 6-1> 온실가스 배출지표의 대표성 확보를 위한 자동차 표본대수 선정

용도	차종	규모	등록대수	표본크기	표본크기조정	수집현황	연계방안
관용	승용차	경형	6,092	86	86	안산시청(약 55대) 수집중 ·승용 : 14대 ·승합 : 17대 ·화물 : 21대	OBD, 계측기, 통합단말기를 통한 수집 ·공공부문 목표관리업체와 연계
		소형	2,653	37	37		
		중형	13,429	188	188		
		대형	4,830	68	68		
		소계	27,004	379	379		
	승합차	경형	54	1	10		
		소형	21	0	10		
		중형	16,289	322	322		
		대형	2,715	54	54		
		소계	19,079	377	396		
	화물차	경형	269	4	10		
		소형	14,546	190	190		
		중형	6,981	91	91		
		대형	7,256	95	95		
		소계	29,052	380	386		
	소계		75,135	1,136	1,161		
영업용	승용차	경형	38,186	20	20	교통안전공단 안전운전지원시스템(약 120대) ·한진택배(약 25대)	수송부문 에너지 목표관리업체와 연계 ·택시유가보조시스템(FSMS) ·인천시유가보조시스템 연계 ·eTAS연계
		소형	604	0	10		
		중형	516,369	273	273		
		대형	171,985	91	91		
		소계	727,144	384	394		
	승합차	경형	887	3	10		
		소형	27	0	10		
		중형	49,462	151	151		

용도	차종	규모	등록대수	표본크기	표본크기조정	수집현황	연계방안
		대형	74,738	229	229		
		소계	125,114	383	400		
	화물차	경형	13,971	14	14		
		소형	101,010	101	101		
		중형	82,873	83	83		
		대형	185,209	186	186		
		소계	383,063	384	384		
	소계		1,235,321	1,151	1,178		
자가용	승용차	경형	1,679,430	41	41	-	수송부문 탄소 포인 트 제 시 범 사 업 과 연계 (환경부:1,000대, 안 산 시 : 2,000대)
		소형	651,229	16	16		
		중형	9,275,581	226	226		
		대형	4,201,277	102	102		
		소계	15,807,517	385	385		
	승합차	경형	41,915	21	21		
		소형	38,158	19	19		
		중형	678,707	336	336		
		대형	17,347	9	10		
		소계	776,127	384	385		
	화물차	경형	80,304	10	10		
		소형	2,226,941	284	284		
		중형	593,226	76	76		
		대형	120,351	15	15		
		소계	3,020,822	385	385		
	소계		19,604,466	1,154	1,155		
	합계		20,914,922	3,441	3,494		

<2과제> 지자체 지속가능성 평가 기술 개발

1. 국가 정책적 필요성

- 본 연구에서 개발한 평가지표, 평가방법과 같은 실질적인 평가에 적용되는 부분부터 교통 정책 및 도시·교통환경숙성 데이터, 정책추천기능 등을 탑재한 웹기반의 시스템과 같은 평가를 지원하기 위한 연구는 최종적으로 지자체의 교통과 관련한 현황을 개선시키고, 미래에도 현재의 교통현황을 지속가능하도록 유지하기 위함
- 특히 교통부문에서는 교통사고, 온실가스, 도로이동오염원 등을 줄이기 위해 중앙정부 및 지자체에서 노력하고 있으며, 인간의 삶의 질을 높이기 위해 대중교통 시설과 같은 인프라 구축 등을 시행
- 이러한 노력들은 미래에도 지속가능한 삶을 영위할 수 있도록 유도하기 위함이며, ‘지속 가능 교통도시 평가’를 통해 교통의 어느 부분이 취약하고 취약한 부분을 정부가 파악한 후 정책을 통해 보완이 가능할 것으로 판단
- 결국 위 연구를 기반으로 향후 수년간의 데이터 축적을 통해 연구를 진행하고 그 결과를

토대로 지자체의 교통이 지속가능한지 예측을 통해 국가의 정책이 올바른 방향으로 진행될 수 있도록 할 필요가 있음

2. 국외 환경적 필요성

- 현재 전 세계적으로 경제성장, 사회 안정 및 통합, 환경 보전 등과 같이 지속가능성에 주목하고 있으며, 실질적으로 유엔기후변화협약 당사국총회(COP) 등을 통해 세계 협약 당사국의 회의에서 온실가스감축 등의 노력을 시행하고자 협의
- 우리나라 또한 대외적인 기후변화 대응에 선도적 역할을 수행하기 위해 국가온실가스 감축 목표 설정, 에너지의 효율적인 관리 등과 같은 노력을 기울임
- 이러한 정책 목표를 달성하고 추구하기 위해서 현재 교통부문에서 발생하고 있는 온실가스 배출량 등의 현황 파악이 우선되며, 정부는 지속가능성 평가를 통해 현황파악 및 예측 등이 가능하다고 할 수 있음
- 결국 대외적 환경변화에 발 빠르게 대응하기 위해서는 지속가능성 평가가 필요하며, 지속적인 관련 연구가 필요하다고 할 수 있음

3. 추가 연구 방향

- 지속가능성 평가지표 개선 및 신규개발
 - 본 연구에서 개선 및 개발한 지표를 통해 지속가능성 평가에 적용 시행 후 차후 개선할 부분 및 신규지표의 개발이 필요
- 지속가능 평가 시스템 고도화
 - 본 연구에서 개발한 정책추천기능 고도화를 통해 지자체의 정책 수립 및 시행에 큰 기여가 될 수 있도록 고도화 할 필요 존재

참고문헌

[국내 문헌]

1. 2014년도 교통물류체계의 지속가능성 조사·평가 연구, 국토교통부, 2014
2. 2015년도 교통물류체계의 지속가능성 조사·평가 연구, 국토교통부, 2015
3. 지속가능성 도시지표 개발절차 연구 서설-미국의 사례를 중심으로. 대한지리학회지, 35(2), 307-319, 이경기, 황희연, 2000.
4. 서울시 화석에너지 감축방안-녹색성장을 위한 Oil Free 전략. 서울시정개발연구원 전략연구보고서, 김경철, et al, 2008.6: 1-121, 2008.
5. 주차 수요 관리 방안 연구, 서울시정개발연구원, 1995.
6. 주차장 운영 방식에 따른 주차 특성 분석, 한국산업응용학회 논문집, 2010.
7. 서울시 교통혼잡 관리 프로그램 실행을 위한 교통 수요 관리의 효과 분석 체계의 구축, 서울 시정 개발 연구원, 황기연, 1998.
8. 대형할인점 복합 환승 시설의 환승 주차장 이용 특성 및 행태 분석, 한국지역개발학회지, 윤대식 등, 2009.
9. 일반주거지 공용주차장과 도시 설계 과제, 서울대학교 대학원, 황자운, 2010.
11. 공동주택 주차공급 및 관리방안 연구, 대한교통학회지, 안정근, 1999.
11. 도시 커뮤니티의 보행권 확보와 주차문제 해소를 위한 생활도로 조성 사업, 대한교통학회 이영인 외3, 2012.
12. 설문기법을 활용한 교통약자 이동시설 개선방안 연구교통기술과 정책, 제9권 제1호 박준태 등, 2012.
13. 전국 대중교통 연계 환승체계 구축 및 시설 확충, 한국교통연구원, 권영종 외1, 2012.
14. 통학로 특성에 따른 어린이보호구역의 효과 평가, 서울도시연구원 제9권 제1호, 정도영, 김도경, 이수범, 2008.
15. 경기도 어린이보호구역 개선사업 효율화 방안, 기본연구 김채만, 김정은, 김태승, 2005.
16. 어린이보호구역내 과속경보시스템 적용에 따른 장기적 속도변화 평가, 한국안전학회지, 이상수, 2006.
17. 노인교통안전교육의 효과평가, 한국도로학회논문집 제14권, 이지영 등, 2012.
18. 노인보호구역의 교통사고 특성 및 감소효과 분석, 대한교통학회 학술대회지, 박원일 등, 2011.
19. 노인보호구역 지정방법 개선에 관한 연구, 한국안전학회, 김장욱 등, 2009.
20. 생활도로 보행환경 개선사업의 효과 연구, 한국 재난정보 학회 논문집, 임삼진, 2012.

[국외 문헌]

21. AHK (2014) Home page of the AutoHotket. <<http://ahkscript.org/>>. (Accessed 07.25.15)
22. Alonso, A., Monzon, A., and Cascajo, R., "Comparative Analysis of Passenger Sustainability in European Cities", *Ecological Indicators*, Vol.48, pp.578–592, 2015.
23. Castiglione, J., Hiatt, R., Chang, T., & Charlton, B. (2006). Application of travel demand microsimulation model for equity analysis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1977), 35–42.
24. Djurhuus, S., Hansen, H. S., Aadahl, M., & Glumer, C. (2014). The association between access to public transportation and self-reported active commuting. *International journal of environmental research and public health*, 11(12), 12632–12651.
25. Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of planners*, 25(2), 73–76.
26. Hillman, R. and Pool, R. (1997) GIS-based Innovations for Modelling Public Transport Accessibility. *Traffic Engineering & Control*, VOL. 38, 554–559.
27. Knaap, G. J., Song, Y., & Nedovic-Budic, Z. (2007). Measuring patterns of urban development: new intelligence for the war on sprawl. *Local Environment*, 12(3), 239–257.
28. Kawabata, M. (2009) Spatiotemporal dimensions of modal accessibility disparity in Boston and San Francisco. *Environment and Planning A*, 41, 183–198.
29. Kawabata, M. and Shen, Q. (2006) Job accessibility as an indicator of auto-oriented urban structure: a comparison of Boston and Los Angeles with Tokyo. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33, 115–130.
30. Kawabata, M. and Shen, Q. (2007) Commuting Inequality between Cars and Public Transit: The Case of the San Francisco Bay Area, 1990–2000. *Urban Studies*, 44, 1759–1780.
31. Levinson, D. M. (1998) Accessibility and the journey to work. *Journal of Transport Geography*, 6, 11–21.
32. Liu, S. and Zhu, X. (2004) Accessibility Analyst: an integrated GIS tool for accessibility analysis in urban transportation planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 105–124.
33. Lovett, A., Haynes, R., Sunnenberg, G. and Gale, S. (2002) Car travel time and accessibility by bus to general practitioner services: a study using patient registers and GIS. *Social Science & Medicine*, 55, 97–111.

34. Litman, T. (2015). Evaluating public transit benefits and costs. Victoria Transport Policy Institute.
35. O'Sullivan, D., Morrison, A. and Shearer, J. (2000) Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: an isochrone approach. *International Journal of Geographical Information Science*, 14, 85–104.
36. Rodríguez, D. A., & Joo, J. (2004). The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(2), 151–173.
37. Salonen, M. and Toivonen, T. (2013a) Modelling travel time in urban networks: comparable measures for private car and public transport. *Journal of Transport Geography*, 31, 143–153.
38. Shen, Q. (1998) Location characteristics of inner-city neighborhoods and employment accessibility of low-wage workers. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 25, 345–365.
39. Shen, Q. (2001) A Spatial Analysis of Job Openings and Access in a U.S. Metropolitan Area. *Journal of the American Planning Association*, 67, 53–68.
40. Shiau, T., "Evaluating Sustainable Transport Strategies for the Counties of Taiwan based on their Degree of Urbanization", *Transport Policy*, Vol.30, pp.101–108, 2013.
41. Silva, C. and Pinho, P. (2010) The Structural Accessibility Layer (SAL): Revealing how Urban Structure Constrains Travel Choice. *Environment and Planning A*, 42, 2735–2752.

73mm

서체 : 나눔고딕
크기 : 10포인트

서체 : 나눔고딕
크기 : 12.5포인트

주 의 사 항

1. 이 보고서는 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술 연구개발사업의 최종보고서입니다.
2. 본 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

ISBN 979-11-961745-1-4

