Land Transport and Maritime R&D Report

교통체계효율화사업 최종보고서 : 본보고서

R&D/08 교통체계-지능02

지속가능 교통물류시스템 기술개발 기획

2010. 11.

주관연구기관 / 한국교통연구원
협동연구기관 / 한국철도기술연구원
교통안전공단
서울대학교 산학협력단

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

교통체계효율화사업 최종보고서 : 본보고서

R&D/08 교통체계-지능02

지속가능 교통물류시스템 기술개발 기획

2010. 11.

주관연구기관 / 한국교통연구원
협동연구기관 / 한국철도기술연구원
교통안전공단
서울대학교 산학협력단

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부장관 귀하

이 보고서를 "지속가능 교통물류시스템 기술개발 기획" 과제의 보고서로 제출합니다.

2010. 11.

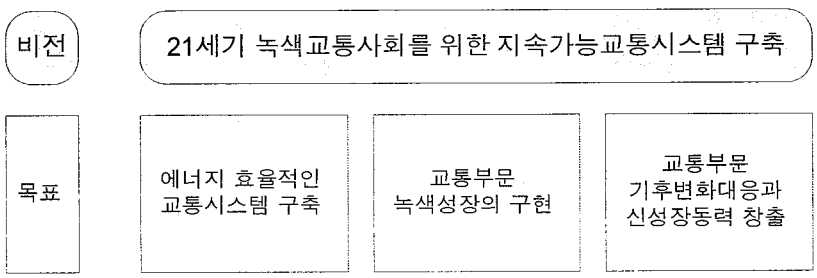
주관연구기관명 : 한국교통연구원
주관연구책임자 : 이성원 선임연구위원
연 구 원 : 황상규 선임연구위원
박정욱 연구위원
한상용 연구위원
한상진 연구위원
박진영 연구위원
김건영 전문원
박수진 연구원
조재성 연구원
협동연구기관명 : 한국철도기술연구원
교통안전공단
서울대학교 산학협력단
협동연구책임자 : 김용기 책임연구원
최병호 부연구위원
김성수 교수

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>08교통체계
-지능02</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2008.11.26~
2009.9.24</td><td>단 계 구 분</td><td>기획단계</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>중 사 업 명</td><td colspan="4">교통체계효율화사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">지속가능 교통물류시스템 기술개발 기획</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">이성원
선임연구위원</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 53 명
내부 : 37 명
외부 : 16 명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부 :
500,000천원
기업 : 천원
계 :
500,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 53 명
내부 : 37 명
외부 : 16 명</td><td>총연구비</td><td>정부 :
500,000천원
기업 : 천원
계 : 500,000
천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국교통연구원
글로벌녹색융합연구본부
기후변화대응센터</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : 한국종합기술, (주) 에코아이, 영국교통연구소(TRL) 연구책임자 : 정태순 상무, 정재수 대표이사, Holger Dalkman</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>본보고서 : 720쪽
부록보고서 : 682쪽</td></tr>
</table>

o 본 연구는 기후변화협약 대응을 위한 연구 및 역량강화 시스템을 구축하고 지속가능교통물류발전법을 지원하고자 우선기술개발 과제를 도출하고 세부 추진계획을 수립하였음. 또 동 기술개발이 가져올 사회적·경제적 파급효과 분석을 수행하였음

o 본 연구의 비전과 목표는 다음과 같음



o 국가교통기술 로드맵, 전문가 자문회의, 연구과제 추진의 시급성과 적합성을 고려하여 기술트리를 구성하였으며 과제공모와 발굴을 통해 우선추진과제를 도출하였음

o 1단계 우선추진과제

구 분	주요내용
자전거 이용활성화 기술개발 기획	○ 자전거시설 네트워크 분석, 평가기법 개발 ○ U-Cycling 기반기술 및 응용서비스 개발 ○ 자전거 도로 안전성 평가기술 개발
전기자동차 전력공급 기반기술개발 기획	○ 전기자동차 충전인프라 시스템 및 운영기술 개발 ○ 무선전력공급 기반 교통시스템 기술개발
Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발	○ 전력발생 모듈설계 및 제작 ○ 전원 충전 및 제어장치 개발 ○ 기후 및 외력에 강인한 도로교통 LED 점등 장치 개발 등
승객여정 선택형 대중교통(PRT) 운영기술 개발	○ 네트워크 운행제어 기초연구 및 검증 ○ 시스템 연구
교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술개발	○ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발 ○ 에코드라이브 통합관리 시스템 개발 ○ 보행환경 개선 평가시스템 개발

o 2단계 우선추진과제

구 분	주요내용
수소전지차량 인프라 구축기술 개발	○ 수소 전지차량 확산 분석모형 및 예측 기술개발 ○ 수소 전지차량 운행 인프라 구축 기술 개발
보행자지원 개인운송시스템 개발	○ 다양한 센서통합기반 환경모델링 및 인식기술 개발 ○ 도시환경기반 자율주행제어기술 개발 ○ 도시환경기반 트랜스포트 플랫폼 SE 기술 개발
복합교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축	○ 소음원 규명 및 저감 시뮬레이션 기술 개발 ○ 육상교통 복합소음 평가 인덱스 및 평가기법 ○ 저소음 교통시스템 개발
친환경 교통건설 운영관리시스템 개발	○ 교통시설물 경제성, 환경성 통합평가 모델 개발 ○ 경제성 및 환경성 통합평가 S/W 프로토타입 개발
지속가능 개발을 위한 통합 평가시스템 개발	○ 토지, 교통, 환경관련 DB구축 ○ 토지, 교통, 환경관련 모형 구축 ○ 지속가능성 평가모듈 개발

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	지속가능교통, 녹색교통, 기후변화대응, 저탄소화, 에코드라이빙
	영 어	Sustainable Transportation, Green Transport, Climate Change Policy, Low Carbon, Eco-driving

요 약

〈 요 약 〉

제1장 서 론

제1절 연구의 목적

1. 연구의 목적

○ 본 연구의 목표는 고갈되는 화석연료와 기후변화협약으로 대표되는 국제적인 에너지 사용규제에 장기적으로 대비하여 국민의 사회·경제활동에 필수불가결한 교통서비스를 지속가능 조건에 부합하고, 효율적으로 공급할 수 있는 연구개발 및 인프라 개발 체계의 확립을 목적으로 함

○ 기후변화협약대응을 위한 연구 및 역량강화 시스템을 구축하고 국토해양부에서 추진 중인 '지속가능교통물류발전법'의 여러 규정 및 계획들을 효율적으로 지원하는 기술의 제시

○ 지속가능교통시스템을 달성하고자 우선기술개발 과제를 도출하고 세부 추진계획을 수립

○ 지속가능교통시스템 기술개발이 가져올 사회적·경제적 파급효과의 분석을 통해 향후 본 과제 추진의 타당성을 검토하고, 국가지원의 당위성을 제시

제2절 연구의 범위 및 내용

1. 내용적 범위

○ 지속가능 및 기후변화협약 관련 국제/국내 동향조사 및 기술예측

○ 국내·외 여건을 감안한 기후변화협약 및 지속가능교통 관련기술개발전략 수립

○ 전략에 의거한 지속가능 교통기술개발 연구 기획

○ 지속가능교통시스템 기술개발의 파급효과 분석

2. 교통부문의 지속가능의 정의

○ 지속가능교통물류발전법에서는 지속가능성을 다음과 같이 정의하고 있음

- (제2조의 5) "지속가능성"이란 현재 세대의 필요를 충족시키기 위하여 미래 세대가 사용할 경제·사회·환경·교통 등의 자원을 낭비하거나 여건을 저하시키지 아니하고 서로 조화와 균형을 이루는 것을 말함

○ 또한 동법에서는 지속가능한 교통물류체계에 대해서도 다음과 같이 정의하고 있음

- (제2조의 6) "지속가능 교통물류체계"란 지속가능성에 기초하여 사람·화물 등의 이동성과 접근성 향상 등 교통물류의 발전을 이루는 교통물류체계를 말함

○ 본 연구에서는 지속가능성 및 지속가능교통시스템에 대하여 우리나라 현행법의 정의를 준용하고자 함

3. 연구의 내용

○ 미래사회에 대한 전망과 대응

○ 연구개발 역량 분석

○ 지속가능교통시스템 기술개발 추진계획

○ 전략 프로젝트 선정

○ 지속가능교통시스템 기술개발의 파급효과 분석

○ 지속가능교통기술 연구

제2장 미래사회에 대한 전망과 대응

제1절 미래사회의 전망

1. 세계 미래사회의 전망

○ 세계미래학회(World Future Society)는 연례전망보고서(Annual Outlook Report)인 The Futurist를 통하여 부문별로 미래전망을 제시

○ 한국정보사회진흥원의 글로벌 미래예측 메타분석에 의하면 UN, OECD 등의 국제기구 및 해외 국가의 미래전략기구의 보고서를 바탕으로 사회·문화, 경제·산업, 정치·행정, 에너지·환경, 기술·인프라의 5개 분야의 콘텐츠를 분석

○ IPCC 제4차 평가보고서(2007)

○ 스턴보고서

○ 코드그린

2. 국내 미래사회 전망

○ 한국정보사회진흥원[1]은 정부, 민간의 미래예측 보고서 및 분석자료, 국가미래비전과 중장기 기본계획 등을 참고하여 국내 미래예측 메타분석을 수행

제2절 미래사회의 이슈

1. 지구온난화

○ 화석연료 사용의 증가와 이로 인한 온실가스의 배출은 지구 평균온도를 상승시킴(1906~2005년간 지구평균온도 0.74℃ 상승, 우리나라는 1912~2008년간 1.5℃ 상승)

---

1) 한국정보사회진흥원, 『국가 미래예측 메타분석』, 2008

2. 에너지위기

○ 911테러 이후 신고유가시대에 접어들면서 배럴당 60달러대, 70달러대 신기록이, 2008년 100달러대를 넘어 최고 145달러를 기록(WTI유, 2008. 7)

제3절 지속가능한 사회를 위한 글로벌 움직임

1. 글로벌 동향

○ 기후변화협약

○ 교토의정서

○ 발리로드맵

2. 우리의 대응방안

○ 최근 우리 정부는 2020년 중에 온실가스 감축목표 3가지 시나리오를 선제적으로 발표하였음

○ 세계는 한국의 이러한 대응에 대하여 칭찬과 격려를 하고 있으며 기후변화대응에 대하여 한국 사례를 참조하는 경향이 증가하고 있음

○ 하지만 한편에서는 개도국 수준의 정부대책은 녹색강국이 되기에 부족하며, 과도한 정책은 오히려 역효과가 발생할 수도 있음을 인지해야 한다고 견해차를 보이기도 함

○ 이에 전세계적인 움직임과 미묘한 흐름 등을 잘 파악하면서 우리나라가 저탄소녹색성장의 견인차 및 모범사례가 될 수 있도록 부문별 중장기 계획과 실천계획을 수립, 철저히 시행할 수 있도록 민·관·산이 협력해야 할 것임

제4절 우리나라 교통부문 환경 전망

1. 국내 에너지 수급

○ 우리나라 교통부문 에너지 사용 현황을 살펴보면, 도로부문이 전체 에너지 사용량의 약 79%를 소요

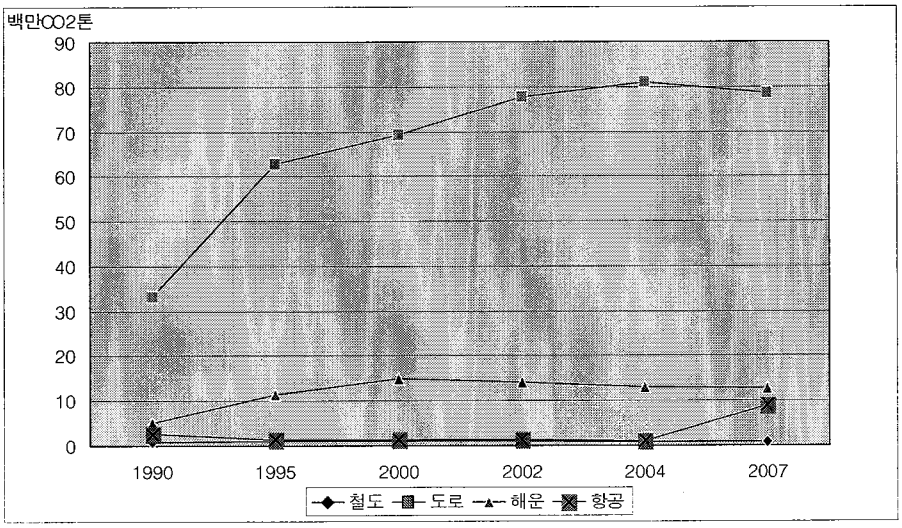
<요약 표 2-1> 교통부문 수단별 에너지소비량

단위 : 천 TOE

연도	도로부문	철도부문 (지하철 포함)	해운부문	항공부문	전체
2000	23,554	513	4,705	2,174	30,945
2001	24,841	535	4,317	2,216	31,909
2002	26,485	536	4,434	2,309	33,763
2003	27,419	549	4,477	2,188	34,633
2004	27,685	511	4,120	2,300	34,616
2005	28,144	505	4,092	2,819	35,559
2006	28,588	474	4,437	3,028	36,527
2007	29,195	441	4,235	3,197	37,068

자료 : 에너지관리공단 에너지소비통계(www.kemco.or.kr), 2008

2. 교통부문 온실가스 배출량



<요약 그림 2-1> 우리나라의 수송수단별 온실가스 배출추이

3. 온실가스 배출에 대한 국내 대응

○ 녹색성장위원회는 2020년 국가 온실가스 감축목표 설정을 위한 3가지 시나리오를 제시

<요약 표 2-2> 온실가스 배출전망(BAU)와 감축시나리오 비교

시나리오	감축목표		감축정책 선택기준	주요 감축수단(예시) (각각은 이전 시나리오의 정책수단 포함)
	BAU대비	2005년 기준		
1	21% 감축	+ 8%	비용효율적 기술 및 정책 도입	· 그린홈, 그린빌딩 보급 확대 · LED 등 고효율제품 보급 · 저탄소·고효율 교통체계 개편 · 산업계 고효율 공정혁신(green process) · 신재생에너지 및 원전확대, 스마트그리드 일부 반영
2	27% 감축	동결	국제적 기준의 감축비용 부담	· 지구온난화지수가 높은 불소계가스 제거 · 하이브리드카 보급 · 바이오연료 혼합비율 확대 · CCS(CO_2 포집 및 저장)일부 도입
3	30% 감축	4% 감축	개도국 최대 감축수준	· 전기차·연료전지차 등 차세대 그린카 보급 · 최첨단 고효율제품 확대 보급 · CCS 도입 강화

4. 국내 대응동향

<요약 표 2-3> 국내 교통부문 대책 요약

부문	내용
도로부문	-혼잡통행료 시행 활성화 -교통유발금 제도 개선 -주차장 제도 개선 -지능형 교통체계 활용 -자동차 온실가스 배출 규제 강화 -그린카 보급 확대 -자동차 CO_2 배출감축 유도를 위한 공회전 방지 장치 부착 -친환경 물류환경 조성
비도로부문	-자전거 이용이 편리한 교통환경 조성 -철도 수송 분담률 제고 -연계수송네트워크 구축과 철도물류 취급시설 확충 -고품격 철도물류 서비스 개발
대중교통	-간선급행버스체계(BRT : Bus Rapid Transit) 구축사업 -경량전철 도시철도망 건설 -대중·개인교통수단간 연계·환승 편의시설 확충
에너지	-바이오디젤 및 목질계 바이오에너지 공급확대

제3장 연구개발 역량 분석

제1절 정부의 정책 및 연구동향 분석

1. 정부 정책의 기조 및 동향

○ 지속가능한 교통체계 추진을 위한 제도 정비

- 지속가능교통물류발전법, 지속가능발전기본법, 저탄소녹색성장기본법(안) 등의 제정을 통한 제도정비 및 정책을 추진

○ 기후변화대응, 지속가능교통시스템 구현을 위한 투자

- 기후변화협약에 대응하고 교통부문 지속가능성을 확보하고자 기술개발, 연구개발 등 노력

2. 연구동향 분석

○ 정부는 전세계적 이슈인 기후변화에 대응하고자 노력하고 있으며 부처별로도 교통부문 효율성 향상, 친환경체계 구축을 위한 정책을 시행하고 있음

○ 본 과제와 연관이 높은 교통부문 지속가능성, 기후변화대응, 온실가스 감축, 자전거교통 활성화 등과 관련된 연구동향을 살펴본 결과 교통부문 온실가스 저감정책, 자동차 온실가스 배출계수 산출 관련연구 등은 주로 정책 연구 및 학술연구에 집중되어 있음

○ 교통기술 중장기 계획은 교통체계효율화 분야별 핵심기술을 선정한 바 자동차 기반기술 분야, 교통시설기반시설 분야, 교통계획 및 운영관리기술분야, 교통안전 및 환경개선 분야로 구분하여 관련기술을 구성함

○ 본 과제는 교통체계효율화사업에 의하여 기획된 바, 교통기술 중장기 계획과 그동안의 관련 연구 성과를 연계하고 중복성이 발생하지 않도록 추진하고자 함

제2절 국내의 기술동향 분석

1. 기후변화대응 기술

○ 정부는 기후변화대응 제3차 종합대책을 보완하여 기후변화협약대응 연구개발 종합대책을 수립(2006~2010년)

2. 녹색기술 연구개발

○ 정부는 저탄소 녹색성장을 견인할 범부처 차원의 녹색기술 연구개발 종합대책을 수립

○ 녹색기술 연구개발 영역 및 중점육성기술 선정

3. 특허동향 분석

○ 지속가능교통시스템 전반의 특허동향은, 유럽을 제외한 미국, 일본, 한국에서 모두 대체적으로 증가하는 동향을 보이고 있음

○ 전세계적으로 최근에 특허활동이 활발한 분야는 대체에너지 공급시설, 실시간 위치파악 시스템, 온실가스 배출관리 기술, 복합수송수단, 고속철도, 환승터미널 기술 등이며, 한국의 최근 5년간의 특허활동으로 볼 때, 복합수송수단과 대체에너지 공급시설 기술에 대한 연구개발이 활발한 것으로 나타나, 국제적인 연구개발 트렌드와 비교적 유사한 분야로 판단됨

제3절 국외 기술개발 동향

1. 일본의 기술개발 동향

○ 일본은 문부과학성 산하 과학기술정책연구소(National Institute of Science and Technology Policy)에서 향후 30년간의 과학기술 발전방향을 파악하기 위해 분야별 전문가를 대상으로 과학기술 예측조사를 실시

2. 유럽의 기술개발 동향

○ 영국 교통연구소(TRL)는 유럽의 저탄소 교통기술을 다음의 세 가지로 구분하여 제시

- 차량 및 연료기술
- 도시교통기술
- 비동력 교통수단 기술

3. 전략 프로젝트 관련기술 동향

가. 교통시설기술 부문

○ 근거리 개인교통기반 시설 관련 기술

- 진출입로 유도, 전용신호등 적절성 등 안전성 평가기술
- 자전거 도난방지 RFID 기반 공용자전거 운영기술
- 자전거 대여시스템은 GPS기술을 활용하여 위치정보 등을 제공하고 있으나 출발지 보관-환승지 보관 및 대여-대중교통탑승-대중교통 하차 등과 같은 통행행태 상에서 기술적인 연계가 이루어지지 않고 있음
- 국외에서는 철도시설에 자전거를 탑재할 수 있도록 운영하고, 자전거 거치시설도 설치하여 운영하고 있으나 자전거 자체의 규격을 표준화한 사례는 발견되지 않음
- 국내에서는 2009년 지하철에 자전거를 탑재할 수 있는 전용칸의 운영을 시행하도록 하였으나 이를 지원하기 위한 역이나 개찰구 등 시설에 대한 기준이 없음

○ 대체에너지 기반시설 관련기술

- 현재 이스라엘, 파리 등 외국에서는 전기차 운행을 앞두고, 자국에 적합한 충전기술을 개발하고 있음. 특히 Better Place는 전기차를 운행예정 국가의 기업과 공동으로 기술개발을 시도하고 있음
- 에너지 수확과 관련하여서는 국내에서는 KIST 중심으로 열과 진동에너지를 수집하여 활용하는 기술을, 국외에서는 압전기술, 전자기 및 정전기 기술을

이용하여 에너지를 수확하는 시스템을 개발중임

나. 교통기반기술 부문

○ 도시대중교통수단 관련기술

- 대중교통수단의 실내공기질을 관리하는 국가로는 홍콩을 들 수 있으며, 홍콩 "Practice Note for Managing Air Quality in Air-conditioned Public Transport Facilities : Buses(ProPECC PN 1/03), Railways(ProPECC PN 2/03)"에서는 차량 및 객차와 정거장에 대한 실내공기질 관리방안을 제시하고 있음
- 선진국들은 21세기 성장전략산업으로 철도부문을 설정하고 차세대 기술을 선점하기 위해 국가적인 지원과 개발이 진행되고 있으며, 녹색 신성장동력 창출을 위한 핵심기술 기반을 세우고 일자리 창출이 필요한 시점임

○ 근거리 개인교통수단 관련기술

- 2001년 미국에서 공해를 유발하는 기존의 모터사이클이나 자동차를 대체할 목적으로 세그웨이(Segway)가 개발되었으며 현재 개인용 이동수단으로 성공적으로 판매중
- 일본 도요타에서 개인 이송수단으로 컨셉트 카 i-unit, 윙렛을 개발
- EU에서 도심의 교통체계나 특정 시설 내에서 무인운송을 위한 상업제품을 개발 중 ※ 현재 프랑스의 테마파크 Vulcania에서 관람객 무인운송차량을 운행 중이며 영국의 히드로공항에서는 개인형 무인운송 시스템 운영 준비 중
- 미국, 일본, EU에서는 무인자율주행기술에 관한 연구를 활발히 수행
- 국내의 경우 로보텍에서 6족보행 탑승로봇 제모스, 로보쓰리에서 4족 보행 탑승로봇 KONAN, 이륜전동로봇 BB-rider를 개발하였으나 상용화 시장 초기단계임

다. 교통운영기술 부문

○ 환경성향상 관련기술

- 미국의 캘리포니아 자동차의 Eco-label
- 일본의 Eco-Rail mark
- 덴마크 Ecopass
- 유럽을 비롯한 철도 선진국의 경우 차량 및 인프라의 설계단계에서부터 저소음 방사를 실현하기 위해 주행 시의 전체소음과 각 소음원의 기여도를 전문적으로 예측하는 패키지 개발로 저소음 철도 연구를 체계화(예 : MAT2S, VAMPASS, 일본의 저감예측 관리시스템 등)

○ 통합연계운영 관련기술

- EUSKA, VISUM은 독일도로교통협회(FGSV), 독일손해보험협회(GDV) 및 경찰아카데미에서 공동 개발하여 현재 도로관리청/경찰청에서 사용하는 보행/자전거 사고형태 분류체계 및 누적구간 가시화 도구임
- 영국은 보행/자전거 안전성 평가를 위해 PERS 프로그램을 개발하여 운영하고 있음
- 국외에서는 토지이용과 교통의 통합모형(ITLUP, MEPLAN, TRANUS, Urbansim 등)이 다양하게 개발되고 있으며 다수의 지역에 실제 적용되고 있음

제4절 SWOT 분석

1. 시장/기술의 특징

○ 교통관련 시장의 경우 시장이 확대되기 위해서는 공급규모가 일정수준 이상이 되어야 하는 경우가 많으며 이러한 경우는 초기에 집중적인 투자가 필요함

○ 대부분 교통정책과 밀접하게 연계되어 있어, 정책의 세부적 내용에 따라 필요한 세부 기술이 달라지는 특성이 있으며, 따라서 정책의 방향에 대한 사전적인 예측과 그에 맞는 기술개발이 필요함

○ 최근 저탄소 녹색성장, 친환경교통 등에 대한 관심 및 정부정책의 집중으로 국내외적으로 관련 기술 및 사례에 대한 수요는 증가할 전망임

○ 선진국에서 이미 관련 기술이 개발되어 사용되고 있는 경우가 많으므로 이에

대한 정확한 정보의 입수와 활용이 필요함

○ 지속가능교통물류발전법, 저탄소녹색성장기본법(안) 등의 제정으로 지속가능 교통물류부문 발전 및 정책수립을 위한 기본적인 바탕은 이에 확보된 상태임. 따라서 법의 구현 및 정책수행을 위해서 법에 입각한 관련기술의 개발이 우선 추진될 것이며, 해외 기술 및 정책도 우리나라 실정에 맞도록 융합·보완·개선·변경할 필요가 있음

2. SWOT 분석을 통한 전략방향

<요약 표 3-1> SWOT 분석을 통한 전략방향

SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	S(강점)	W(약점)
	- 지속적, 안정적인 예산지원 - 첨단제품에 민감한 시장 - 풍부한 IT인프라 - 경험이 풍부한 연구인력	- 타성에 젖은 연구 자세 - 좁은 국내 시장 - 고답적인 연구관리 - 관련정책 방향의 불확실성
O(기회)	**SO전략**	**WO전략**
- 거대한 세계시장 - 기후변화에 대한 많은 관심 - 온실가스 감축을 위한 정부지원 - 교통부문의 많은 미개척영역	- 장기적 연구프로젝트 진행 - 상품화 가능성이 높은 분야 선정	- 해외의 연구관리기법 도입 - 정부정책의 방향에 대한 긴밀한 모니터링 - 세계시장을 겨냥한 기술 개발
T(위협)	**ST전략**	**WT전략**
- 선진국과의 경쟁 - 개도국의 도전 - 연구개발 예산의 제약	- 선택과 집중을 통해 분야별 투입 예산규모 증대 - 경험이 풍부한 연구인력의 적절한 활용	- 우수한 기술을 중심으로 한 정책방향 유도 - 한발 앞선 개발을 통한 표준화 선도 - 국제협력을 통한 해외 기술 개발 동향의 신속한 파악

제4장 지속가능교통시스템 기술개발 추진계획

제1절 기본방향

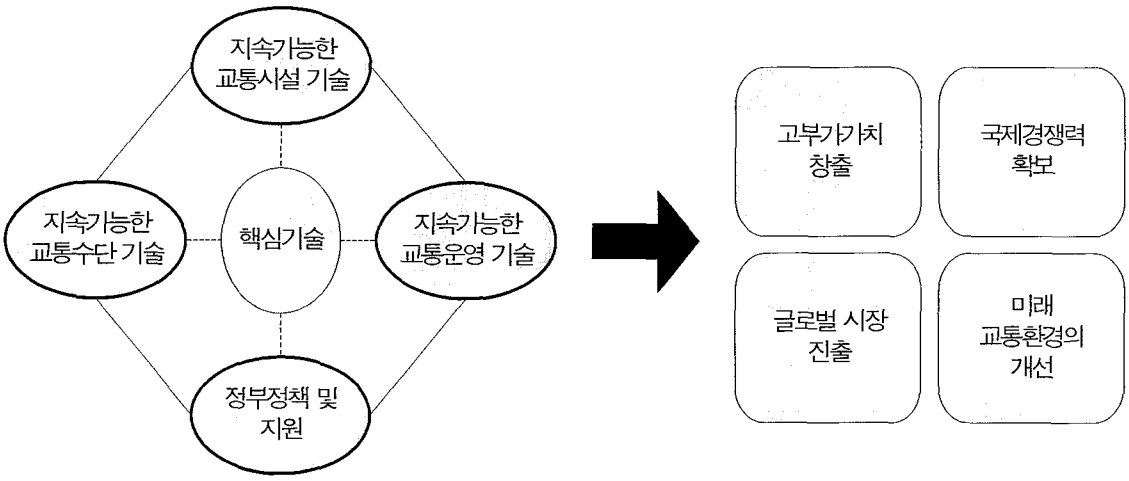
1. 패러다임의 변화

○ 기후변화와 에너지문제는 위기이자 기회

○ EU, 미국, 일본 등의 선진국은 포스트 교토체제를 대비하고, 향후 관련시장의 기술을 선도하고자 다양한 노력

2. 기본방향의 설정

국가와 국민의 사회경제 활동을 지원하고 녹색성장의 구현을 통하여 경제성장의 토대를 제공할 수 있는 환경적, 경제적, 사회적 지속가능한 교통시스템의 구축



<요약 그림 4-1> 지속가능교통 기술개발의 기본방향

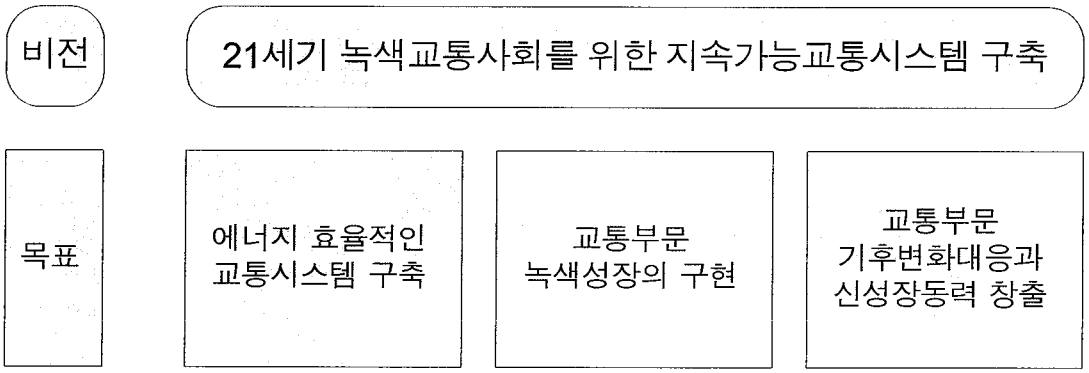
3. 지속가능 R&D 정책 및 전략

<요약 표 4-1> 지속가능 R&D 정책 및 전략

지속가능 R&D 정책	주요 실행과제
에너지 효율적인 교통시스템 구축	지속가능 지표분석 및 관리체계개발
	저탄소 교통수단으로의 전환촉진 프로그램 개발
	도시계획/교통계획의 연계프로그램 개발
교통부문 녹색성장의 구현	지속가능 저탄소 교통지구 시범사업
	지속가능 대중교통망 구축
	고효율, 저탄소 첨단교통수단 기술개발과 보급
교통부문 기후변화대응과 신성장동력의 창출	교통부문 온실가스 Inventory 구축
	수단별 온실가스 발생량 산정 및 관리체계구축
	교통부문 탄소시장 지원체계 구축

제2절 비전과 목표

1. 비전과 목표의 수립



2. 핵심전략의 도출

○ 에너지 효율적인 교통시스템 구축

- 탈 화석연료 체계로의 이행
- 녹색교통 인프라의 확충

- 녹색교통생활 추진

○ 교통부문 녹색성장의 구현

- 교통부문 녹색교통기술 R&D 개발
- 교통부문 녹색성장 산업 지원 및 신성장 동력 창출
- 녹색교통국가의 구현

○ 교통부문 기후변화대응과 신성장동력의 창출

- 교통부문 환경영향 최소화
- 기후변화 대응관련 통계 체계 확립
- 기후변화 대응 역량 강화
- 효율적인 온실가스 감축 정책 개발

제3절 핵심기술 및 전략 프로젝트의 도출

1. 기술트리의 구성

○ 국가교통기술 로드맵, 전문가 자문회의, 연구과제 추진의 시급성과 추진의 적합성을 중점적으로 고려하여 기술추진 개발트리로 최종 정리하였음

<요약 표 4-2> 지속가능교통시스템 기술트리

대분류(1차 분류)	중분류(2차 분류)	세분류(3차 분류)
1. 교통시설기술	1.1 환승연계시설기술	1.1.1 환승터미널시설 기술
	1.2 근거리 개인교통 기반시설기술	1.2.1 녹색교통 활성화 기술
	1.3 대중교통시설기술	1.3.1 친환경설계/시공 관리 기술 1.3.2 정거장 설계 기술
	1.4 대체에너지 기반시설 기술	1.4.1 대체에너지 공급시설 기술 1.4.2 공급안전확보 기술
	1.5 기타교통시설기술	1.5.1 기타교통시설기술
2. 교통수단기술	2.1 자동차 기술	2.1.1 미래형 자동차 기술 2.1.2 그린카 개발 및 보급 기술
	2.2 도시대중교통수단기술	2.2.1 바이모달 트램 기술 2.2.2 버스기술 2.2.3 도시철도 및 경량전철 기술 2.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술

	2.3 간선대중교통수단기술	2.3.1 간선철도 기술 2.3.2 고속철도 기술
	2.4 근거리개인교통수단 기술	2.4.1 자전거 기술 2.4.2 자동화 개인운송수단 기술
	2.5 기타수단기술	2.5.1 복합수송수단기술 2.5.2 기타수단기술
3. 교통운영기술	3.1 환경성향상기술	3.1.1 온실가스배출 관리 기술 3.1.2 소음진동 저감기술 3.1.3 Eco-driving 기술
	3.2 통합연계운영기술	3.2.1 이종수단의 환승 최적화 기술 3.2.2 수단간 정보 활용 기술 3.2.3 연계운영 및 지속가능성 평가 기술
	3.3 유지보수기술	3.3.1 대중교통 시설물 유지 관리 최적화 기술 3.3.2 운영평가 기술
	3.4 기타교통운영기술	3.4.2 기타교통운영기술
4. 기타교통기술	4.1 기타 분류되지 않는 지속가능 교통기술	4.1.1 도시계획과 교통계획 연계기술 4.1.2 직주근접형 도시개발기술 4.1.3 기타 분류되지 않는 지속가능 교통기술

2. 핵심 기술의 도출

○ 핵심 기술은 위 기술트리를 중심으로 공모와 발굴을 통해 추진과제를 모집하고, 타부처 R&D 추진과의 중복성, 정책적 부합성, 시급성 등을 고려하여 추진이 가능한 과제로 재분류하면서 단기적으로 추진해야 할 과제 및 해당기술을 도출하였음

○ 본 기획연구의 목적이 장기적인 지속가능교통시스템으로의 전환을 위한 중장기 계획수립이 아닌 단기 추진과제를 선정하는 것임을 감안하여, 기존의 추진중인 유사 R&D를 존중하여, 이를 배제하고 단기적으로 추진이 가능한 분야를 중심으로 핵심추진기술을 선정하였음

<요약 표 4-3> 핵심 추진 기술

대분류(1차 분류)	중분류(2차 분류)	세분류(3차 분류)
1. 교통시설기술	1.2 근거리 개인교통 기반시설기술	1.2.1 녹색교통 활성화 기술
	1.4 대체에너지 기반시설기술	1.4.1 대체에너지 공급시설
2. 교통수단기술	2.2 도시대중교통수단기술	2.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술
	2.4 근거리개인교통수단기술	2.4.2 자동화 개인운송수단 기술

3. 교통운영기술	3.1 환경성향상기술	3.1.1 온실가스배출 관리 기술 3.1.2 소음진동 저감기술 3.1.3 Eco-driving 기술
	3.2 통합연계운영기술	3.2.3 연계운영 및 지속가능성 평가 기술

3. 전략 프로젝트 도출 과정

기획연구의 요구사항 중심의 기술트리를 작성하여 1차 기술수요조사(2009.1)

⇩

1차 자문회의를 통해 기술트리 조정(2009.2)

⇩

내부협의 및 건교평 중간점검 결과 기술트리 변경 요청

⇩

국가교통기술 로드맵 중심의 기술트리 변경(2009.4)

⇩

기술트리 변경(안) 건교평 및 국토부 협의 완료(2009.5.18)

⇩

2차 자문회의(2009.5.29)를 통한 기술트리 재조정

⇩

2차 과제공모(2009.6)

⇩

과제공모에 따른 중복성 및 추진 타당성 검토

⇩

3차 자문회의(2009.7)를 통한 과제검토 적절성 검토 및 추진 1차 우선순위 선정

⇩

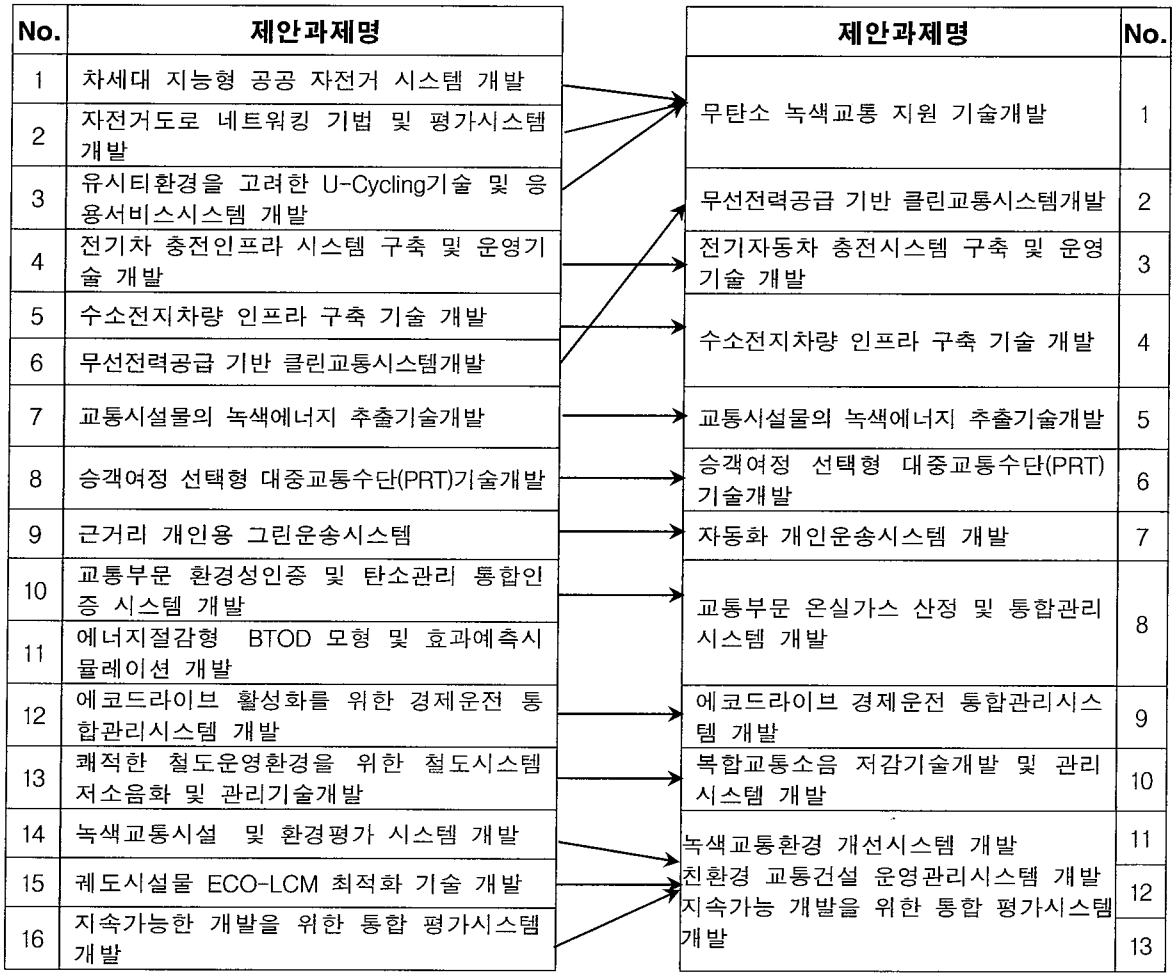
국토부 및 건교평 협의를 통해 추가 과제 발굴 및 과제추진내용 조정

⇩

최종 추진기술 우선순위 선정

4. 연구과제 공모 최종 조정

○ 1, 2차 수요조사 및 연구개발 추진 타당성 및 정책과의 부합성을 검토하여 추진과제 최종조정



No.	제안과제명
1	차세대 지능형 공공 자전거 시스템 개발
2	자전거도로 네트워킹 기법 및 평가시스템 개발
3	유시티환경을 고려한 U-Cycling기술 및 응용서비스시스템 개발
4	전기차 충전인프라 시스템 구축 및 운영기술 개발
5	수소전지차량 인프라 구축 기술 개발
6	무선전력공급 기반 클린교통시스템개발
7	교통시설물의 녹색에너지 추출기술개발
8	승객여정 선택형 대중교통수단(PRT)기술개발
9	근거리 개인용 그린운송시스템
10	교통부문 환경성인증 및 탄소관리 통합인증 시스템 개발
11	에너지절감형 BTOD 모형 및 효과예측시뮬레이션 개발
12	에코드라이브 활성화를 위한 경제운전 통합관리시스템 개발
13	쾌적한 철도운영환경을 위한 철도시스템 저소음화 및 관리기술개발
14	녹색교통시설 및 환경평가 시스템 개발
15	궤도시설물 ECO-LCM 최적화 기술 개발
16	지속가능한 개발을 위한 통합 평가시스템 개발

제안과제명	No.
무탄소 녹색교통 지원 기술개발	1
무선전력공급 기반 클린교통시스템개발	2
전기자동차 충전시스템 구축 및 운영기술 개발	3
수소전지차량 인프라 구축 기술 개발	4
교통시설물의 녹색에너지 추출기술개발	5
승객여정 선택형 대중교통수단(PRT) 기술개발	6
자동화 개인운송시스템 개발	7
교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발	8
에코드라이브 경제운전 통합관리시스템 개발	9
복합교통소음 저감기술개발 및 관리 시스템 개발	10
녹색교통환경 개선시스템 개발	11
친환경 교통건설 운영관리시스템 개발	12
지속가능 개발을 위한 통합 평가시스템 개발	13

제4절 투자 우선순위 설정

1. 설문 구성

○ 설문은 평가기준의 중요도를 산출하기 위하여 각 기준간 10개의 비교항목과, 각각의 기준 관점에서의 추진과제의 중요도를 평가하는 5개의 항목으로 구성되어 있음

2. 투자우선순위 선정 결과

○ 일관성지수(CI)를 기준으로 일관성을 판별하였으며, CI 값이 30% 이내인 7개

의 표본을 일관성 있는 표본으로 판정하였음

<요약 표 4-5> AHP 설문에 따른 우선순위

세분류	CI=30%이내 (표본수=7)		모두포함 (표본수=9)	
	순위	중요도	순위	중요도
1.2.1 녹색교통 활성화 기술	8	0.093	8	0.093
1.4.1 대체에너지 공급시설	2	0.120	3	0.115
2.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술	1	0.133	1	0.132
2.4.2 자동화 개인운송수단 기술	6	0.106	5	0.111
3.1.1 온실가스 배출관리 기술	3	0.114	2	0.117
3.1.2 소음진동 저감기술	7	0.095	7	0.094
3.1.3 Eco-driving 기술	4	0.111	4	0.112
3.2.3 지속가능성 평가기술	5	0.110	6	0.110

제5절 우선추진과제

1. 연구비 총 예산

○ 본 연구에서 우선 추진과제로 선정된 과제의 연차별, 투자주체별 연구예산(안)은 다음과 같음

<요약 표 4-6> 연구비 총예산(안)

단위 : 억원

과제	구분	1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도	합계
전기자동차 충전시스템 구축 및 운영기술 개발	정부	3	15	30	30	30	108
	민간		5	10	10	10	35
	합계	3	20	40	40	40	143
무선전력공급 기반 클린교통시스템 개발	정부		45	75	75	75	270
	민간		15	25	25	25	90
	합계		60	100	100	100	360

수소전지차량 인프라 구축기술 개발	정부			22	30	172	224
	민간			8	10	58	76
	합계			30	40	230	300
교통시설물의 녹색에너지 추출 기술개발	정부	3	2.25	1.5			6.75
	민간	1	0.75	0.5			2.25
	합계	4	3	2			9
승객여정 선택형 대중교통수단 (PRT) 기술 개발	정부	5	5	90	140	110	350
	민간			30	50	40	120
	합계	5	5	120	190	150	470
보행자 지원 개인운송 시스템 개발	정부		1	12	30	60	103
	민간			3	10	20	33
	합계		1	15	40	80	136
무탄소 녹색교통 지원기술개발	정부	1	18	23	24	33	99
	민간			7	8	12	27
	합계	1	18	30	32	45	126
교통부문 온실가스 저감 통합관리시스템 개발	정부	16.34	14	17	15	11	73.34
	민간						
	합계	16.34	14	17	15	11	73.34
에코드라이브 경제운전 통합관리 시스템 개발	정부	3	3	3	3	3	15
	민간						
	합계	3	3	3	3	3	15
복합교통소음저감기술개발 및 관리시스템 구축	정부			9	18	93	120
	민간			3	6	31	40
	합계			12	24	124	160
보행환경 개선시스템 개발	정부	1	5	4			10
	민간						
	합계	1	5	4			10
친환경 교통건설 운영관리시스템 개발	정부			15	15	30	60
	민간			5	5	10	20
	합계			20	20	40	80
지속가능 개발을 위한 통합 평가 시스템 개발	정부			3	5	10	18
	민간						
	합계			3	5	10	18
합계	정부	32	108	305	385	627	1,457
	민간	1	21	92	124	206	443
	합계	33	129	396	509	833	1,900

○ 이를 단계별로 구분하면 다음과 같음

<요약 표 4-7> 1단계 연구비 예산(안)

단위 : 억원

과제	구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
자전거이용 활성화 기술개발 기획	정부	1	18	23	24	33	99
	민간	0	0	7	8	12	27
	합계	1	18	30	32	45	126
전기자동차 전력공급 기반기술 개발 기획(전기차 배터리 교환시스템, 무선전력공급 기반 포함)	정부	3	60	105	105	105	378
	민간	0	20	35	35	35	125
	합계	3	80	140	140	140	503
Energy Harvesting을 이용한 도로 교통시설물 제어시스템 개발	정부	3	2.25	1.5	0	0	6.75
	민간	1	0.75	0.5	0	0	2.25
	합계	4	3	2	0	0	9
승객여정 선택형 대중교통(PRT) 운영기술 개발	정부	5	5	90	140	110	350
	민간	0	0	30	50	40	120
	합계	5	5	120	190	150	470
교통부문 온실가스 저감 통합관리시스템 개발(에코드라이빙, 보행환경개선 포함)	정부	20.34	22	24	18	14	98.34
	민간	0	0	0	0	0	0
	합계	20.34	22	24	18	14	98.34
합계	정부	32	107	244	287	262	932
	민간	1	21	73	93	87	274
	합계	33	128	316	380	349	1,206

<요약 표 4-8> 2단계 연구비 예산(안)

단위 : 억원

과제	구분	1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도	합계
수소전지차량 인프라 구축기술 개발	정부	0	0	22	30	172	224
	민간	0	0	8	10	58	76
	합계	0	0	30	40	230	300
보행자지원 개인운송시스템 개발	정부	0	1	12	30	60	103
	민간	0	0	3	10	20	33
	합계	0	1	15	40	80	136
복합교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축	정부	0	0	9	18	93	120
	민간	0	0	3	6	31	40
	합계	0	0	12	24	124	160
친환경 교통건설 운영관리시스템 개발	정부	0	0	15	15	30	60
	민간	0	0	5	5	10	20
	합계	0	0	20	20	40	80
지속가능 개발을 위한 통합 평가 시스템 개발	정부	0	0	3	5	10	18
	민간	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0	3	5	10	18
합계	정부	0	1	61	98	365	525
	민간	0	0	19	31	119	169
	합계	0	1	80	129	484	694

2. 비목별 총 예산

○ 비목별 예산을 살펴보면 다음과 같음

<요약 표 4-9> 비목별 총예산(안)

단위 : 억 원

	직접비	인건비	간접비	위탁연구개발비	합계	구성비(%)
자전거이용 활성화 기술개발 기획	52	33	16	25	126	6.6
전기자동차 전력공급 기반기술 개발 기획	236	156	60	50	503	26.5
Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발	5	3	1	0	9	0.5
승객여정 선택형 대중교통 운영기술 개발	202	113	61	94	470	24.7
교통부문 온실가스 저감 통합관리시스템 개발	41	34	13	10	98	5.2
수소전지차량 인프라 구축기술 개발	149	92	30	30	300	15.8
보행자지원 개인운송시스템 개발	68	48	14	7	136	7.2
복합교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축	82	51	16	11	160	8.4
친환경 교통건설 운영관리시스템 구축	37	30	8	4	80	4.2
지속가능 개발을 위한 통합 평가시스템 개발	7	6	3	2	18	0.9
합계	879	566	222	234	1,900	100
구성비(%)	46.3	29.8	11.7	12.3	100	

제6절 총괄 추진 로드맵

1. 본 연구목표와 연계성

목표	주요내용	추진과제
에너지 효율적인 교통시스템 구축	- 탈 화석연료 체계로의 이행 - 녹색교통 인프라의 확충 - 녹색교통생활 추진	· 자전거이용 활성화 기술개발 기획 · 전기자동차 전력공급 기반기술개발 기획 · Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발 · 수소전지차량 인프라 구축기술 개발
교통부문 녹색성장의 구현	- 교통부문 녹색교통기술 R&D 개발 - 교통부문 녹색성장 산업 지원 및 신성장 동력 창출 - 녹색교통국가의 구현	· 승객여정 선택형 대중교통(PRT) 운영기술 개발 · 보행자지원 개인운송시스템 개발 · 복합교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축 · 친환경 교통건설 운영관리시스템 개발
교통부문 기후변화대응과 신성장동력의 창출	- 교통부문 환경영향 최소화 - 기후변화 대응관련 통계 체계 확립 - 기후변화 대응 역량 강화 - 효율적인 온실가스 감축 정책 개발	· 교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발 · 지속가능 개발을 위한 통합 평가 시스템 개발

2. 단계별 추진과제

○ 본 절에서는 주요 추진 기술을 중심으로 우선순위를 고려한 추진 로드맵을 다음과 같이 제시함(개별 과제별 로드맵은 참고자료 참조)

○ 단계별로 1단계 6개 분야 5개 과제를 우선추진하고 2단계로 3개 분야 5개 과제방안을 제시함

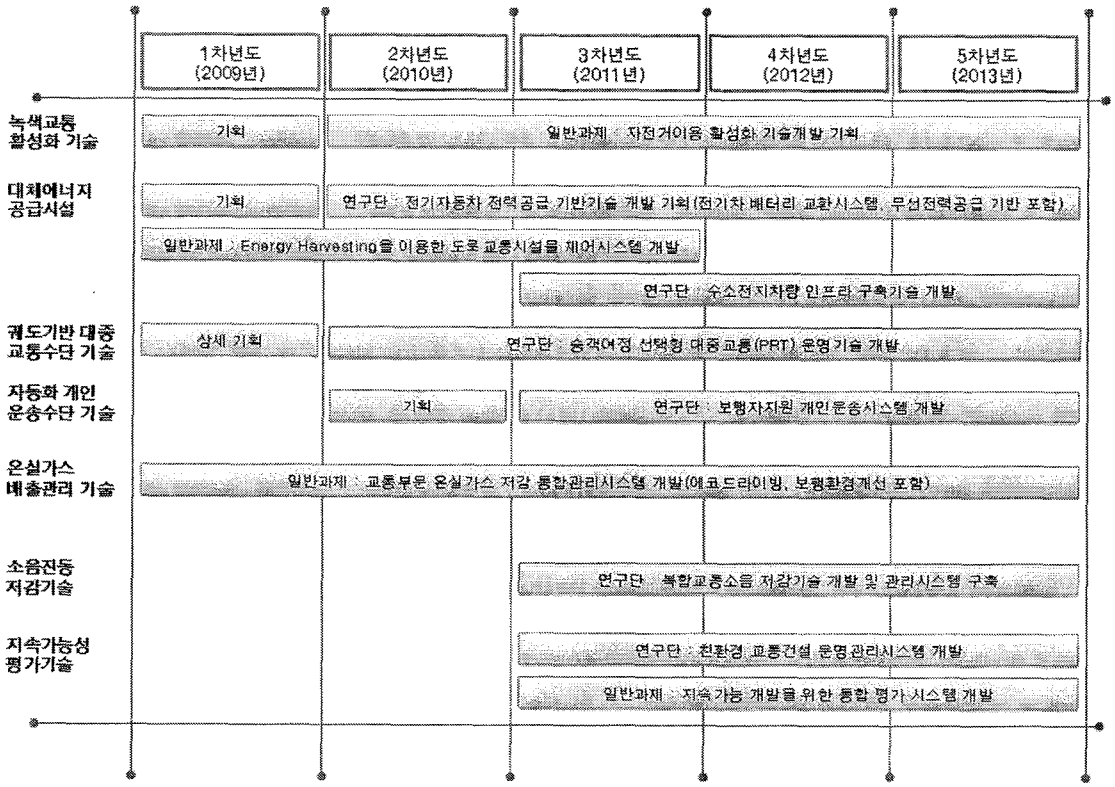
○ 1단계 추진과제의 주요내용은 다음과 같음

구 분	주요내용
자전거 이용활성화 기술 개발 기획	○ 자전거시설 네트워크 분석, 평가기법 개발 ○ U-Cycling 기반기술 및 응용서비스 개발 ○ 자전거 도로 안전성 평가기술 개발
전기자동차 전력공급 기반기술개발 기획	○ 전기자동차 충전인프라 시스템 및 운영기술 개발 ○ 무선전력공급 기반 교통시스템 기술개발
Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발	○ 전력발생 모듈설계 및 제작 ○ 전원 충전 및 제어장치 개발 ○ 기후 및 외력에 강인한 도로교통 LED 점등 장치 개발 등
승객여정 선택형 대중교통(PRT) 운영기술 개발	○ 네트워크 운행제어 기초연구 및 검증 ○ 시스템 연구
교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술개발	○ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발 ○ 에코드라이브 통합관리 시스템 개발 ○ 보행환경 개선 평가시스템 개발

○ 2단계 추진과제의 주요내용은 다음과 같음

구 분	주요내용
수소전지차량 인프라 구축기술 개발	○ 수소 전지차량 확산 분석모형 및 예측 기술개발 ○ 수소 전지차량 운행 인프라 구축 기술 개발
보행자지원 개인운송시스템 개발	○ 다양한 센서통합기반 환경모델링 및 인식기술 개발 ○ 도시환경기반 자율주행제어기술 개발 ○ 도시환경기반 트랜스포트 플랫폼 SE 기술 개발
복합교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축	○ 소음원 규명 및 저감 시뮬레이션 기술 개발 ○ 육상교통 복합소음 평가 인덱스 및 평가기법 ○ 저소음 교통시스템 개발
친환경 교통건설 운영관리시스템 개발	○ 교통시설물 경제성, 환경성 통합평가 모델 개발 ○ 경제성 및 환경성 통합평가 S/W 프로토타입 개발
지속가능 개발을 위한 통합 평가시스템 개발	○ 토지, 교통, 환경관련 DB구축 ○ 토지, 교통, 환경관련 모형 구축 ○ 지속가능성 평가모듈 개발

○ 전체적인 추진로드맵은 다음과 같음(개별과제 로드맵은 참고자료 참조)



3. 과제 RFP(1단계)

○ 기획과제 RFP

연구과제명	자전거 이용활성화 기술개발 기획
1. 연구개발 목표	
	◦ 자전거 이용활성화를 위한 기술개발 기획 - 자전거 도로 네트워킹, U-cycling 실현을 위한 기반/응용서비스 기술, 자전거 도로 안전성 평가시스템 등 자전거 이용활성화를 위한 기술개발 기획
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	◦ 자전거 이용활성화는 '자전거이용활성화에 관한 법률(1995)'이 제정된 이후, 기초단체 주도의 사업으로 중앙정부의 예산 지원과 함께 지역 특성에 맞는 단기 및 중·장기적인 계획이 수립되어 많은 사업들이 추진되었으나 자전거 수송분담률은 여전히 미미한 실정임 ◦ 최근 정부에서는 비동력·무탄소 교통수단 활성화를 위해 전국 네트워크 구축 및 대중교통 연계강화, 자전거 친환경적인 도시개발 등 자전거 교통수단 분담률을 2012년까지 5%로 높이기 위해 노력중임 ◦ 이러한 정부의 자전거 이용활성화 Action Plan 등에 발맞추어 기획연구 단계에서 국토해양부, 행정안전부 등 부처별로 추진중인 연구과제와 중복성을 충분히 배제하여 추진할 필요성 대두
□ 기술개발 동향	◦ 자전거와 대중교통의 환승을 위한 시스템은 일본, 유럽 등지에서 활발히 이용되고 있음(일본의 자전거 수송분담률은 20% 이상임) ◦ 프랑스의 스트라스부르는 노면전차와 자전거가 잘 조화된 소도시로서, 대중교통과 쉽게 연계 및 환승이 가능함 ◦ U-cycling 서비스는 국내·외적으로 아직 정립되지 않은 단계이나 정보통신기술을 활용하여 시스템을 구축한 사례는 있음(프랑스 파리 및 리옹시) ◦ 최근 정부에서 자전거 이용활성화를 위해「자전거이용 활성화 종합대책」추진전략 및 계획(2009.3, 행정안전부),「자전거 이용활성화 Action Plan」수립(2009.7, 국토해양부) 및「자전거

	교통안전 종합 안전대책」 수립(2009.9, 국토해양부) 등 여러 가지 대책들은 추진하거나 계획하고 있음
3. 연구개발 내용	
□ 기획연구 내용	◦ 자전거 이용활성화 기획 주요내용 - 자전거시설 네트워크 분석, 평가기법 개발 · 자전거 통행수요 추정모형 및 계량화 기법 개발 · 비용편익분석의 적용 및 시설투자 평가체계 개발 - U-Cycling 기반기술 및 응용서비스 개발 · 자전거-대중교통 연계방안 개발 · u-공공자전거, u-위험예고시스템, u-보관 및 도난방지체계, u-실시간 위치파악 및 신호제어 등 U-Cycling 운영기술 개발 - 자전거도로 안전성 평가기술 개발 · 사고 누적구간 개선 프로그램 개발 · 자전거 횡단면 시뮬레이션 개발 ◦ 이외 다음과 같은 기술개발을 검토 또는 포함 - 자전거 교통계획 기술 개발 - 자전거-대중교통을 연계를 위한 자전거 시스템 구축 기술 개발 - 자전거 인프라 구축 기술 개발 - 대중교통연계 인프라 구축 기술 개발 - 자전거 교통 안전성 향상 기술 개발 - u-ICT 기반 정보제공 기술개발 - 자전거 등록/보안/보관 효율화 기술 개발 ※ 상기 주요 연구내용에 대한 기획 사항 - 항목별 기술개발 범위 및 세부목표 설정 - 항목별 기존 연구와의 중복성 검토 및 차별화 전략 제시 - 연차별 가시적 성과물 제시 및 실효성 방안 제시 - 연차별 정량적, 정성적 성과목표, 성과지표 및 선정근거 - 연구내용에 따른 연구 기간 및 예산 · 항목별 연구일정 및 기간 · 내용 및 일정에 따른 연차별 소요예산 및 비목별 상세내역 - 연구목표 달성을 위한 연구 추진전략 및 체계 · 연구단, 일반과제 등 산·학·연 컨소시엄 형태의 추진체계 ※ 기술 개발의 파급효과 분석 - 시장에 미치는 경제적 파급효과 - 개발기술의 실용화 사업화 가능성 검토

	- 민간투자, 기술이전, 기술이용료 등 성과 활용가능성 검토 - 정책적 제언 및 기타 기술이전 사업화 추진을 위해 필요 사항 ※ 과제의 목적 달성에 반드시 필요하다고 판단되는 경우, 연구 내용을 변경 또는 추가하여 제안할 수 있음
□ 기획연구 성과물	◦ 성과물 및 주요일정 - 자체 기획 위원회, 외부전문가 자문위원회 : 수시 시행 - 기획성과발표회(필요시 공청회) : 협약일로부터 3개월 이후 - 최종보고서 : 협약 종료 시점 (과제 공모를 위한 RFP가 포함된 종합기획보고서 도출)
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	◦ 관련사업 또는 연구추진 기관 현황분석으로 효율적 추진전략 및 추진 방안 제시 ◦ 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함하여 추진 ◦ 국내·외 연구동향 조사를 바탕으로 본격적 연구방향 및 목표 정립 ◦ 해외 선진기술에 대한 지속적인 벤치마킹을 통한 외국기업체 및 연구기관과의 협력 추진 방안 제시 ◦ 자전거관련 연구는 여러 부처, 지자체에서 개별적으로 진행 및 계획된 내용이 많으므로 정보의 자전거이용 활성화 대책, 국내외 관련 기술동향 기 진행중인 사업과의 중복성을 충분히 검토하도록 함 ◦ 기획연구 결과 Test-bed 적용가능성 등 실용화 방안 제시 ◦ 민간에서 기술개발이 필요한 부문은 공청회 및 자료집 발간 등 홍보를 통해 민간에 이양
5. 사업기간 및 지원예산	
	◦ 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2010년 5월(5개월) ◦ 지원예산 : 정부출연금 100백만원 ※ 본 과제는 기초·기획 연구이므로 100% 정부출연 가능
6. 기 타	
	◦ 본 기획 결과로 도출된 과제는 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ◦ 본 기획연구의 연구책임자는 향후 본과제의 연구책임자(주관연구책임자, 사업단장, 연구단장, 사업단 핵심과제책임자)로 응모할 수 없음

◦ 연구신청자는 참여기관수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것

◦ 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함할 것

◦ 연구개발비 중 연구기자재 및 시설비, 지적재산권 출원·등록비, 시작품 제작비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음

※ 단, 일부 필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상

연구과제명	전기자동차 전력공급 기반기술 개발 기획
1. 연구개발 목표	
	◦ 전기차의 양산표준 예측과 기술로드맵 등을 감안하여 전기차 충전인프라 및 다양한 부가서비스 제공 통합솔루션과 운영관리체계 개발 전략 구축 ◦ 무선전력공급기반 클린 교통시스템 기술개발 타당성 및 연구전략의 구체화 기획으로 친환경 첨단교통체계 및 저탄소 녹색성장 견인 교통체계 구축 ◦ 과제의 추진 타당성 조사를 수행하고 실용성 및 상용성 사전검증
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	◦ 세계적으로 전기차는 NEV, PHEV, EV 등 다양한 목적으로 개발되고 있으며 미국 그린카 시장은 2015년경 그 규모가 2007년 대비 5배 이상 성장할 것으로(EIA Annual Outlook 2009) 이에 따른 전기차 배터리 충전 인프라 구축은 필수적임 ◦ 전기차 요소인 차량, 인프라, 전력공급체계 가운데 차량 부문은 차량제조 업계에서 개발 중이나, 충전인프라는 미진함. 국가적 교통망이나 전력망과 연계된 관련 사업이나 배터리교환 시스템에 대한 연구나 기술개발은 아직 초기단계에 있어 표준화 선점 등이 시급 ◦ 무선에너지 전송기술을 교통인프라에 접목하고 실시간 교통관련 정보수집제공체계와 연계 활용하는 등 다양한 클린교통 시스템 기술을 개발하여 향후 세계녹색교통시장 선점 필요 ◦ 국가 기본계획, 기존 로드맵 및 타 부처 연구결과 등 관련연구 내용 등을 면밀히 분석 및 검토하여 연구의 중복성을 피하고 연계방안 등에 관한 전략 수립 필요
□ 기술개발 동향	◦ 현재 이스라엘, 프랑스 등 외국에서는 전기차 운행을 앞두고 있고, 자국에 적합한 충전기술을 개발하고 있음. Better Place는 전기차를 운행예정 국가의 기업과 공동으로 기술개발을 시도하고 있음 ◦ 무선전력 기반 교통시스템은 각국에서 추진한 바 있으나 구상단계이며 전력 공급시스템은 실용화 기술개발의 초기단계임 - Parise Tech社는 무선전력공급 기반 궤도차량 및 버스운행시스템 기술개발을 지속적 추진, 관련 특허 및 기술을 보유중이나, 궤도차량 및 버스운행시스템 등에 적용 구상 수준 - 미쓰비시 모터스社의 I-MiEV sport EV는 주차장소에 설치된

	송전장치로부터 차체의 바닥면에 장착되어있는 수전장치에 마이크로파 전력을 송신, 탑재된 리튬이온배터리를 충전
3. 연구개발 내용	
□ 기획연구 내용	◦ 전기자동차/인프라/유무선 전력공급체계 관련 국외/국내 동향조사 및 기술 예측 - 국내·외 동향 조사 분석 계획 수립 - 시장현황 및 전망, 기술수준(현재, 과제종료 시 예측), SWOT 분석, 관련 특허 조사 - 해외 실용화/상업화 추진 사례조사 분석 - 전기자동차 전력공급 인프라 관련 국제 표준 및 기술수준 조사 - 유/무선 충전 관련 국제 표준 및 기술수준 조사 - 관련 기술 비교 및 평가 - 국제 규제/안전기준 및 인증 현황 조사 - 국내 인프라(관련기관 및 기업) 기술수준/역량 및 기존 연구개발 결과/시설/장비의 연계활용 방안 ◦ 전기자동차 전력공급 기반기술 관련 국내·외 여건을 감안한 기술개발 전략 수립 - 국내·외 전기자동차 관련 전체 로드맵 분석 - 국토부 및 타부처 관련과제(지경부, 과기부 전기차, 그린카 관련 과제 등)와의 중복성 배제 개발방향 정립 - 개발의 타당성 및 우선순위 선정(선점 필요기술, 국내·외 기존기술의(국내·외)수용 등 기술별 차별화 전략 수립) - 전기차 관련 국내 관계법령 및 제도 수립 및 기존제도 개선 필요사항 - 개발 기술별 국내·외 우수연구기관 조사 및 협력연구 방안 - 기술개발 및 조기실용화를 위한 종합 전략 수립 ◦ 전기자동차 전력공급 기반기술 기획 대상 주요 연구내용 - 전기자동차 충전인프라 시스템 및 운영기술 개발 기획 · 전기차 충전인프라 배터리 교환시스템 개발방향 설정 · 배터리교환시스템 운영관리기술 개발 · 충전인프라 적정입지 및 배치 방안 · 전기차 충전인프라 적용을 위한 제도 개선방안 · 전기차 충전인프라 Test Bed 및 사후평가 - 무선전력공급 기반 교통시스템 기술개발 기획

	· 무선전력 공급 기반 고효율 전력획득 원천기술 개발 · 무선전력 공급을 위한 전기차 요소기술 개발 · 무선전력 공급 기반 대중교통시스템/자동차 기술개발/고도화 · 무선전력 공급 기반 대중교통체계/자동차 Test Bed 구축 · 무선전력 공급 기반 친환경 교통운영/관리시스템 고도화 ※ 연구내용은 중복성 검토 등 결과에 의거 일부 조정 가능하며, 과제의 목적 달성에 반드시 필요하다고 판단되는 경우, 추가하여 제안할 수 있음 ◦ 경제성·기술성·사업성 등 타당성 분석 및 기대효과 분석 - 기획결과에 대한 경제성·기술성·사업성 분석(민감도분석 포함) - 기획결과에 대한 산업연관분석 - 주요 수요처에 기반한 예상수요 규모 분석 및 국제/국내 시장규모 분석(정량적 시장규모 제시) - 경제적·사회적·과학기술적 기대효과 분석 ◦ 도출성과 활용 및 사업화 방안 수립 - 민간투자, 기술이전, 기술이용료 등 성과 활용 방안 수립 - 정책적 제언 및 기타 기술이전 사업화 추진을 위해 필요사항 ◦ 개발될 기술과 관련된 법, 제도 및 지침 등 개정 및 제정 대상 검토
□ 기획연구 성과물	◦ 주요일정 및 성과물 - 자체 기획 위원회, 외부전문가 자문위원회 : 수시 시행 - 중간보고회 및 보고서 : 협약일로부터 4개월 경과 시점 - 기획성과발표회(필요시 공청회) : 협약일로부터 7개월 이후 - 최종보고서 : 협약 종료 시점 (과제 공모를 위한 RFP가 포함된 종합기획보고서 도출)
4. 연구개발 추진방법	
	◦ 주요 연구내용에 대한 기획 사항 - 항목별 기술개발 범위 및 세부목표 설정 - 항목별 기존 연구와의 중복성 검토 및 차별화 전략 제시 - 연차별 가시적 성과물 제시 및 실효성 방안 제시 - 연차별 정량적, 정성적 성과목표, 성과지표 및 선정근거 - 연구내용에 따른 연구 기간 및 예산 · 항목별 연구일정 및 기간 · 내용 및 일정에 따른 연차별 소요예산 및 비목별 상세내역

	- 연구목표 달성을 위한 연구 추진전략 및 체계 · 연구단, 일반과제 등 산·학·연 컨소시엄 형태의 추진체계 - 관련사업 또는 연구추진 기관 현황분석으로 효율적 추진 전략 및 추진 방안 제시 ◦ 해당 시장분석, 개발비, 설계, 계획 수립 등에 관한 전문 연구기관/전문가들로 구성된 기획 연구진/자체기획위원회/외부 전문가 자문위원회를 구성할 것 ◦ 해당 분야 특허 및 기술수준 조사를 전문적으로 수행하는 전문기관을 통한 조사를 시행하고, 전문기관 외 참여기관은 최소화 할 것 ◦ 기술 수요처(자동차업체, 부품업체, 에너지공급업체 등) 분석 및 의견수렴을 통한 실용성 확보 ◦ 해외 선진기술에 대한 지속적인 벤치마킹을 통한 외국기업체 및 연구기관과의 협력 추진 방안 제시 ◦ 국내·외 동향조사 및 연구기획 내용에 대한 성과발표회, 필요시 공청회를 개최하여 의견수렴 및 객관성 확보 ◦ 기획연구 결과 민간에서 기술개발이 필요한 부문은 공청회 및 자료집 발간 등 홍보를 통해 민간에 이양
5. 사업기간 및 지원예산	
	◦ 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2010년 9월 (9개월) ◦ 지원예산 : 정부출연금 300백만 원 ※ 본 과제는 기초·기획 연구이므로 100% 정부출연 가능
6. 기 타	
	◦ 본 기획 결과로 도출된 과제는 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ◦ 본 기획연구의 연구책임자는 향후 본과제의 연구책임자(주관연구책임자, 사업단장, 연구단장, 사업단 핵심과제책임자)로 응모할 수 없음 ◦ 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ◦ 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ◦ 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함할 것

◦ 연구개발비 중 연구기자재 및 시설비, 지적재산권 출원·등록비, 시작품 제작비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음

※ 단, 일부 필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상

○ 일반과제 RFP

연구과제명	Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발
1. 연구개발 목표	
	◦ 안전한 교통환경 조성을 위해 주행하는 자동차의 지면을 누르는 압력을 이용한 Energy Harvesting기술 개발 및 야간·악천후 시 중앙선 표시장치에 전력을 공급·제어하는 시스템 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	◦ 이동기기를 포함하여 배터리 교체가 어려운 장소의 기기에 에너지 공급을 위해서 제한된 용량의 화학적 배터리가 필요하며, 이런 번거로움을 없애기 위한 전원 공급으로 새로운 자가발전과 충전 기술 필요 ◦ 수백, 수천 개의 센서가 운용되는 유비쿼터스 시스템에 각각의 배터리를 정기적으로 교체한다는 것은 유지 및 보수비용이 막대하게 소요 ◦ 다양한 환경에 산재되어 있는 다수 시스템의 제어, 전원 및 배터리의 유지보수, 관리 및 휴대성에 대한 적절성 확보와 효율성 제고로 요소 기술에 대한 연구개발 요구증대 ◦ 새로운 개념의 전력공급 장치로써 부피 당 전력밀도가 획기적으로 개선된 배터리나 연료전지를 사용하는 해결책이 있으나 현재의 크기와 성능, 그리고 기술개발 속도로 보아 전원공급 장치에 적용하는 것은 요원함 ◦ 일상생활에서의 사용되지 않고 버려지는 다음과 같은 에너지원로부터 전력을 추출하는 에너지 수확(Energy Harvesting) 기술 개발이 절실히 요구 - 사람의 움직임에 의한 압력 및 체온 - 도로, 건물, 교량 등과 같은 구조물의 진동 - 자동차 및 비행기, 선박 등 운송기의 움직임에 의한 압력 - 가전제품이나 각종 기계장치의 열원 - 지열 및 태양광 등
□ 기술동향	◦ 에너지 수확 기술 - Piezoelectric Energy Harvesting은 군수용 발전장치, 의료용 장치의 보조 전원, 자동차의 2차 발전장치, Wearabl

e 전자제품 등에 적용하기 위한 연구가 진행 중에 있으며, USN의 에너지원으로 검토중

◦ 에너지 수확 WBAN(Wireless Body Area Network) 기술

- 초저전력 컴퓨팅 및 통신기술 등에 대한 국내 관련 연구 및 산업기반은 선진국 대비 취약한 상황이나, 차세대 컴퓨터, 반도체 및 이동통신 등과 같은 기반기술 등을 바탕으로 초저전력 SoC 기술, 초저전력 S/W 및 H/W 구현 기술, 초저전력 컴퓨팅 및 통신 기술, u-전력 수확 및 축적 기술에 대한 연구 수행이 요구되고 있는 상황

◦ 에너지 수확 WBAN 기술의 예

- UC Berkeley의 CITRIS 프로그램 연구그룹은 작고 저렴한 센서 기술과 저전력 실시간으로 스트리밍 데이터 처리 및 통신 기술에 대한 연구 수행을 통하여 온-오프라인 환경에서 사람과 사물이 연결되는 새로운 패러다임의 네트워크 기반 구현이 기대
- 미국 마이크로소프트사는 인체에 전류를 흐르게 함으로써 몸에 지니고 있는 휴대정보기기에 지속적인 전력충전과 공급을 가능하게 하는 기술특허를 취득(US6754472, 2004)
- MIT Media Lab : 위치추적 및 상태 감시 센서 노드, 신발에 Energy Harvest 모듈 장착, 전하발생 구현

◦ 유비쿼터스 환경에서의 에너지 수확(Energy Harvesting)기술

- 유비쿼터스 환경하에서 요구되는 각종 센서는 배터리 중심의 전원관리가 새로운 문제점 및 중요한 개선의 대상으로 부상
- 배터리 용량증대 중심의 기존 에너지 개발 방향은 유가급등 및 배터리 전원이 기하급수적으로 요구되는 USN 환경이 대두됨에 따라 Energy Harvesting 및 관리가 필요 없는 자가발전의 구현으로 변환
- 이와 관련하여 유비쿼터스 환경의 기본적인 단위를 구성할 것으로 예상되는 센서 네트워크에 적용하기 위한 Energy Harvesting 응용에 대한 연구가 진행
- 미국의 Ferro Solutions Inc.는 Energy Harvester라는 이름의 에너지 발전시스템을 개발하여 각종 무선전자기기, 센서, MEMS 등에 응용
- 독일 업체인 nano Net사는 Macro Fiber Component(MF

C) 블레이드의 진동을 이용하여 발전을 함과 동시에 RF로 신호를 보내는 기술을 보유하고 몇 가지 모델의 제품을 출시하고 있으며, 이때 작동전압은 2.7~3.6V

- 특히 상대적으로 적은 진동으로도 배터리 없이도 data를 언제든지 보낼 수 있어서, 환경모니터링, 의료, 안전시스템, 진동모니터링, 송수신 시스템 등의 응용 가능

3. 전체 연구개발 내용

◦ Energy Harvesting 기술을 이용한 전력발생 모듈설계 및 제작기술
- 축적된 압전 세라믹(Piezoelectric Ceramic)기술을 활용하여 발전장치의 설계 및 제작
- 솔라 셀(Solar Cell)을 이용한 자가 발전장치의 설계 및 제작
- 최대 출력을 발생할 수 있는 전극패턴 및 단위 소자들의 배열방식 고안
- 최적 소성조건을 확립할 수 있는 보호 장치 고안
- 압력판 및 점등 본체에 소자의 접착기술 확립
- 발생 전기량의 측정법 확립

◦ Energy Harvesting 전원 충전 및 제어장치 개발
- 압전 세라믹에서 불규칙한 전원에 대해 안정적인 출력의 충전 시스템 개발
- 압전에 의해 발생한 펄스를 안정적인 전압으로 정류회로 개발
- 회로 시스템의 크기 및 안정적인 동작을 위한 회로 집적화 기술 개발
- LED 점멸을 위한 최소 전원공급 회로 시스템 개발
- 고휘도 출력을 얻을 수 있는 전원 제어회로 개발

◦ 기후 및 외력에 강인한 도로교통 LED 점등 장치 개발
- 악천후 및 외부 충격을 흡수하여 외력에 강인한 점등장치 개발
- 야간 및 악천후의 상황에서 차선정보 제공을 위한 점등회로의 설계 및 제작
- 최대한의 전력 취득을 위해 압전 소자 및 태양전지를 이용한 점등장치 개발
- 점등장치의 매설 및 고정을 위한 외형 설계

	◦ 점등장치 및 Energy Harvesting 장치 간 케이블 연결 및 매설 기술 개발 - Energy Harvesting 모듈에서 취득한 전원을 점등장치에 전송하기 위한 연결 장치 개발 - 각 장치 간 연결에 따른 방습, 방수 장치 개발 - Energy Harvesting 장치의 매설을 위한 외형 설계 - 타이어 손상 및 운전 방해 등 교통소통 방해를 최소화 할 수 있는 매설물 설계 및 제작
4. 연구개발추진 방법	
□ 추진전략	◦ 국내·외 전문 인력을 활용하고, 미국, 유럽 및 일본 등의 관련 연구기관과 협력강화를 통하여 기술개발 추진 ◦ 민간업체와 협력을 통하여 기술을 개발하고 실용화를 촉진시키도록 함 ◦ 각계각층 전문가와 유기적인 협력체계 구축 및 역할분담으로 연구개발 효율성 극대화
□ 추진체계	◦ 과제 특성에 부합하고 성공가능성 높이기 위한 산·학·연 컨소시엄 구성 ※ 관련 기술을 확보한 기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ◦ 연구의 완성도를 높이고 산·학·연 관련 전문가의 효율적인 활용을 위하여 최적의 공동연구기관 및 위탁연구기관을 지정·운영 ◦ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ◦ 산·학·연 공동연구 유도를 통한 연구 효율성 증대 - 연구수행에 참여하는 인력은 관련 전문기관의 전문가 또는 관련 프로젝트를 수행한 경험이 풍부한 전문가로 추진 ◦ 해외 관련 연구기관 및 전문가 참여 가능 ◦ 주관기관 산하에 개발할 기술과 관련된 각계 전문가로 자문단을 구성하여 연구방향 및 연구결과에 대한 검증
□ 성과목표·지표 설정 등	◦ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨

	◦ 본 과제의 결과물 및 성과물이 국토해양부 정책 및 민간에 조기 활용될 수 있도록 성과지표 및 목표를 설정하되 과제의 고유의 질적 평가가 가능하도록 지표 제시
5. 최종성과물	
	◦ 최종보고서, 시제품, 설계도면, 국내/제 표준(안), 법/제도 개정(안), 활용계획서
6. 사업기간 및 소요예산	
	◦ 총 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2012년 10월(2년 10개월) ◦ 당해연도 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2010년 10월(10개월) ◦ 총 정부출연금 지원 규모 : 675백만 원 이내 - 당해연도 정부출연금 : 300백만 원 ※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 "국토해양부소관 연구개발사업 운영규정"의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
7. 기타사항	
	◦ 본 과제는 향후 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성 되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ◦ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음 ◦ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조) ◦ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

연구과제명	승객여정선택형 대중교통(PRT) 운영기술 개발
1. 연구개발 목표	
	◦ 기존 도심 및 신도심 등에 있어서 지역계획 수립시 단위지역의 분산된 통행수요를 흡수하는 새로운 교통네트워크의 Collector /Distributor 수단인 승객여정 선택형(On-demand journey) 대중교통수단 운영 가능성 검증
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	◦ 1997년 유엔 기후변화위원회(IPCC)에서 추진된 기후변화협약을 통해 각국의 온실가스 감축목표를 설정한 교토의정서 수립 - 세계적인 고유가 시대에 있어서 국내 석유소비의 20%를 교통 분야가 차지 ◦ 환경의 변화에 따른 지속가능한 교통수단으로서 친환경적이고 에너지 소비가 적은 철도차량에 대하여 재조명 - 다양해진 수송수요의 효과적인 처리와 친환경성, 첨단성 등의 요구조건을 만족하기 위해서는 대중교통체계를 첨단 궤도교통 중심체제로의 전환 불가피 ◦ 접근성의 향상, 도시권역의 교통 혼잡과 사고, 환경오염에 따른 문제를 해결하기 위한 맞춤형 서비스가 가능한 승객 여정 선택형(On-demand journey) 대중교통수단의 개발 필요 - 유럽(EC)의 도심대중교통개발과제 City-Mobile 사업에서 주요 교통수단으로 부각·검토 ◦ 국가연구개발과제(소형궤도열차시스템, 2006)로 추진 도중 국내 적용가능성 및 민간 참여의 불확실성 문제로 보류되었으나, 최근 기술개발의 추세 및 국내·외 환경변화에 따른 민간 기업의 참여의지 피력에 따라 정부차원의 사업추진 필요성이 부각됨
□ 기술개발동향	◦ 국내기술 및 산업동향 1) Vectus PRT - POSCO는 2002년부터 PRT 시스템 연구를 시작하여, 2005년 영국 등 해외 전략적 파트너와 합작으로 VECTUS 사를 설립 - 시스템 상세설계를 완료하고 스웨덴 웁살라 소재에 시험선을 운영(총연장 300m와 Offline 100m 및 3개의 차량 1개 역사) 2) Skycar

- 1990년대 우보엔지니어링(현 PRT Korea, Skycar)이 사업화를 추진하였고, 시스템 특성은 주행궤도와 분기기를 제외하면 미국의 TAXI 2000과 유사함
- 포항공대에 시스템 개념구현을 위한 트랙을 제작하였음. 현재 구체적인 기술개발 활동은 없으나 지속적인 사업에 관심을 갖고 있음

◦ 국외기술 및 산업동향

1) 영국 : ULTra(Urban Light Transport) PRT
- 영국 Bristol 대학의 ATG (Advanced Transport Group)는 ULTra PRT 시스템 개념 정립 (2002년)
- 정부연구비 지원으로 Cardiff 시험선(약 1km)에서 기술 검증을 완료(약 3,000회 이상의 시험완료, 2004년)
- 영국 Heathrow 공항 터미널5에 ULTra 시스템 도입(2008년말 완공, 2009년 10월 상업운행 예정)

2) 미국 : TAXI 2000(Skyweb Express)
- 1980년대 미네소타 대학에서 TAXI 2000의 시스템 개념 정립
- Raytheon사에서 TAXI 2000 기술을 매입, 시험선에서 기술검증(1993년)
- Raytheon사는 PRT2000 기술을 TAXI 2000 사에 재매각(1999년)
- TAXI 2000사는 PRT2000 기술을 Skyweb Express 로 개량, 적용 추진중

3) 네덜란드 : CyberCab
- FROG사는 FROG Navigation System(Track Magnet & Sensors)을 Yamaha의 Golf Car에 적용하여 CyberCab PRT 25량을 개발 하였고, Floriade 2002(원예박람회)에 공급하여 운영
- FROG사는 CyberCab PRT에 최신기술을 접목하여 개량화하였고, 기존의 GRT(ParkShuttle)기술과 함께 2종류(PRT/GRT)의 시스템 기술을 보유

3. 연구개발 내용

◦ 네트워크 운행제어 기초연구 및 검증
- PRT 운영 시나리오 도출
- 네트워크 운행제어레벨 계층 구조 정의 및 기능요구사항 도출

	- 실시간 경로탐색을 위한 요구사항 도출 - 최적 경로탐색 알고리즘 설계 및 구현 - 네트워크 운행제어 시뮬레이터 개발 ◦ 시스템 연구 - 차량-지상 통신 요구사항 도출 - 차량-급전 요구사항 도출 - 궤도-인프라 요구사항 도출 ◦ 향후 후속연구과제 실용화 및 상용화 운영 모델 제시(2단계 과제 추진시 요구되는 제반사항 사전검토)
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	◦ 1단계 PRT 네트워크 운영기술개발 및 검증에 의한 기술실현 가능성 확인 후, 2단계 시스템 구축 추진 ◦ 1단계 기술실현 가능성 검증단계에서 국내 실정에 적합한 운영환경을 도출하기 위한 수요조사 및 기존 대중교통 수단과의 차별성 등을 검토하고 2단계 시스템 구축에 반영토록 기술개발 전략 제시 ◦ 국가연구개발과제(소형궤도열차시스템, 2006년)로 추진되었던 결과의 연계·활용 - 기존에 수행한 소형궤도열차시스템 기술개발에 참여하였던 기관에 적극 참여 유도 ◦ 잠재적 수요처인 지자체의 의견수렴과 협조체계 마련 ◦ 국내 · 외 전문가 활용
□ 추진체계	◦ 필요시 산·학·연의 국내 전문가를 활용한 공동 연구추진 ◦ 지자체, 민간업체 등 유관기관과의 지속적인 협조체계 유지를 통한 운영기술개발 결과 활용 가능성 극대화
□ 성과목표 · 지표 설정 등	◦ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨
5. 사업기간 및 지원예산	
	◦ 총 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2011년 10월(1년 10개월) ◦ 당해연도 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2010년 10월(10개월) ◦ 총 정부출연금 지원 규모 : 1,000백만 원 이내 - 당해연도 정부출연금 : 500백만 원 ※ 본 과제는 공공기반, 기초연구로 100%까지 정부출연 가능

	※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음
6. 기 타	
	◦ 본 과제는 향후 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ◦ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음 ◦ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조) ◦ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ◦ 연차별로 중간평가를 시행하며, 1단계(1~2차년도) 종료 후 성과 및 평가결과에 따라 2단계 추진여부 결정

연구과제명	교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발
1. 연구개발 목표	
	◦ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발 - 도로, 철도, 항공, 해운 등 교통부문의 온실가스배출 감축 목표 설정 및 대응을 위한 온실가스 배출량산정 체계개발 및 웹기반 통합 관리시스템 구축 ◦ 에코드라이브 통합관리 시스템 개발 - 에코드라이브 추진 관리 및 분석시스템 개발을 통해 에코드라이브의 보급을 촉진하고 온실가스 배출량 감축 ◦ 보행환경 개선 평가시스템 개발 - 교통수단 중 가장 기초적인 보행교통의 활성화를 위한 보행환경 진단 및 개선방안 평가 시스템 개발
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	◦ 현재의 기후변화협약 등 국제적 온실가스 감축노력에 대비하여 국내 에너지 부문 온실가스 배출량의 20% 이상을 차지하는 교통부문의 대응체계 마련이 시급히 요구됨 ◦ 기후변화 문제는 새로운 무역장벽임과 동시에 핵심기술 및 대응방안 선점으로 신성장동력을 창출할 수 있는 기회이기도 함. 이에 교통물류 분야 온실가스 감축대책 및 기후변화 대응 R&D 등은 매우 시급한 사안으로 판단됨 ◦ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발 - 교통부문의 온실가스 저감 목표 설정 및 감축량의 객관적 평가를 위해서는 도로, 철도, 항공, 해운 등 교통 전 분야의 온실가스 배출량을 모니터링 하는 교통부문 온실가스 인벤토리 구축이 필요 - 교통부문 온실가스 인벤토리의 구축은 향후 국가교통모형 및 관련시스템과 연계하여 각종 교통 인프라 구축 및 운영사업 등의 온실가스 배출량을 예측하는데도 활용됨 ◦ 에코드라이브 통합관리 시스템 개발 - 차량 사용자 중심의 에코드라이빙은 단기간, 비용대비 효과가 큰 친환경 수단(20~40% 연료 저감 가능) - 시뮬레이터를 개발하여 에코드라이빙 포털사이트와 연계 활용함으로써 에코드라이빙 추진관리시스템 네트워크화 ◦ 보행환경 개선 평가시스템 개발 - 우리나라 여건에 맞는 보행환경의 질, 보행 안전도 등에 대한 객관적 평가시스템 개발 필요

□ 기술개발동향	◦ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발 - 우리나라에서는 기후변화협약 이행 기반 구축 및 시스템 개발 보급을 위해 온실가스배출량 감축 및 산정에 대한 기본적인 전략 및 대책 마련 추진중 - 국내 개발된 교통부문 온실가스 배출계수는 Tier 1 수준에 머물러 있음 - 국내 온실가스 배출계수는 Tier 1 수준으로 CO_2 이외의 기타 온실가스 산정에 있어 정밀성이 요구됨 ◦ 에코드라이브 경제운전 통합관리 시스템 개발 - 유럽 : 자동차의 최적 변속시점을 알려주는 기술개발(shift light) - 일본 : 운전자가 필요 이상 가속기를 밟을 경우 push back 메커니즘의 eco pedal 도입 - 국내 : 로체 등 신차의 에코드라이빙 시스템 적용 및 확산 중 ◦ 보행환경 개선시스템 개발 - 보행환경 평가 소프트웨어 관련해서 영국은 보행 안전성 평가를 위해 PERS 프로그램을 개발, 독일은 EUSKA 및 VISUM을 개발 - 보행교통류 시뮬레이션 관련해서 네덜란드는 NOMAD를 개발
3. 연구개발 내용	
	◦ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발 - 온실가스 산정방법 및 관리기반 기술개발 · 국내 온실가스 배출량(Tier 1 수준) 통계체계의 적합성 및 개선방안 분석 · 교통수단별 온실가스 배출량 산정방법론 개발 · 교통수단별 온실가스 배출계수 개발(Tier 2, 3 수준) · 교통수단별 온실가스 배출량 인벤토리 구축 및 활용방안 수립 - 교통수단별 온실가스 통계 통합관리시스템 개발 · 온실가스 웹 기반 통합관리시스템 제작 및 통계체계 구축 - 교통부문 온실가스 인벤토리 활용 · 온실가스 활용한 CDM 사업 연계 · 국가교통모형과 온실가스 인벤토리의 연계 - 온실가스 인벤토리 및 통합관리시스템 유지관리방안 - 온실가스 모니터링시스템 개발

· 차량기반 온실가스 정보수집 장치 개발(사업용 자동차, 철도차량)

◦ 에코드라이브 통합관리 시스템 개발

- 에코드라이브 모듈개발

· 자동차 연료소비율/탄소배출량 측정, 운전조건별 최적운전모드 개발

· 에코드라이브 포털사이트 및 시뮬레이터 개발

· 에코드라이빙 효과검증 인지모형 개발

- 에코드라이빙 통합관리 시스템 구축 및 운영

· 승용자동차/사업용자동차 운전조건별 최적운전모드 타당성 분석

· 에코드라이빙 효과검증 인지모형 최적운전모드에 프로그램 실행

· 에코드라이빙 효과평가 및 모니터링 시스템 네트워크화

◦ 보행환경 개선 평가시스템 개발

- 보행환경 평가 S/W 개발

· 보행환경 평가지표 개발

· 기존 보행환경평가 S/W의 분석 및 개선안 도출

- 보행교통류 시뮬레이션 개발

· 보행교통류 평가지표 및 모형 개발

· 보행교통류 시뮬레이터 개발

- 한국형 보행환경 종합평가 S/W 개발

· 보행환경 평가 S/W와 보행교통류 시뮬레이터 통합

· 통합 시뮬레이터의 검증 및 안정화

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

◦ 국내전문기관 및 전문 연구 인력과의 공동연구 수행

- 국내의 기후변화협약 대응 및 온실가스배출 통계분석, 온실가스 배출 감축에 대한 전문연구그룹 활용

- 국가교통 DB 등 국가관련 통계 및 DB 활용

◦ 연구결과의 실용화를 위해 수요처 참여 및 국토해양부 담당부처와 협력방안 마련

- 운영기관 참여를 통해 국제환경규제 대응 및 유도를 위한 기반 구축

- 온실가스배출가이드라인 개발 및 산정체계 구축을 표준화하기 위해 전문가 pool을 구성하여 연구 성과에 대한 자문 추진

	◦ 해외전문가와의 공동연구 추진 ◦ 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획(2009.7, 녹색성장위원회)과 녹색교통 추진전략(2009.11, 국토해양부) 등과 연계 추진
□ 추진체계	◦ 산·학·연의 국내 전문가를 활용한 공동 연구추진 ◦ 지자체, 민간업체 등 유관기관과의 지속적인 협조체계 유지를 통한 기술개발 결과 활용 가능성 극대화
□ 성과목표 · 지표 설정 등	◦ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨
5. 사업기간 및 지원예산	
	◦ 총 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2014년 6월(4년 6개월) ◦ 당해연도 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2010년 10월(10개월) ◦ 총 정부출연금 지원 규모 : 10,000백만 원 이내 - 당해연도 정부출연금 : 2,034백만 원 ※ 본 과제는 공공기반, 기초연구로 100%까지 정부출연 가능 ※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음
6. 기 타	
	◦ 본 과제는 향후 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ◦ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음 ◦ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조) ◦ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ◦ 과제종료후 보완점이 발생하지 않도록 시스템 설계 및 운용에 충실한 검토 및 사후조치가 될 수 있도록 하는 내용을 포함함

4. 과제 RFP(2단계)

연구과제명	수소전지차량 인프라 구축 기술개발
1. 연구개발 목표	
	◦ 차세대 친환경차량인 수소전지 차량 및 철도차량의 활성화와 조기 실용화를 위해 요구되는 사회경제적 요소를 분석하여 대응전략을 수립함 ◦ 고유가 및 에너지위기 대응 교통부문 수소전지 차량 및 철도차량의 운영에 필요한 수소의 대량 이송 및 저장을 위한 인프라 구축기술을 개발함 ◦ 인프라의 구축, 운영, 안전 및 보안관련 규정(안)을 제시하고 이를 위한 국가적 지원체계를 수립함 ◦ 국가적 수소공급체계 구축에 의한 수소경제의 조기 실현 기반 조성 및 국가경쟁력 향상
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	◦ 수소전지차량의 경우 화석연료 기반의 기존 자동차와는 확연히 다른 운행기반시설을 필요로 함 ◦ 수소전지 철도차량의 활성화는 전철화 타당성이 없는 지역(산간 및 TSR 등)의 청정 철도교통 서비스를 가능하게 함 ◦ 수소전지철도차량을 위한 수소수급은 기존의 기반시설의 활용 및 차량구동 특성으로 인하여 조기 활성화 가능하지만, 안전 및 보안에 대한 기술적·제도적 준비가 필요함 ◦ 기존차량 대비 고가의 수소전지차량에 대한 소비자들의 반응도 상이하여 활성화를 위해서는 다양한 유인책이 요구 ◦ 온실가스를 감축하여 저탄소 교통체계를 구축하고 수소전지차량 및 철도차량관련 녹색기술을 바탕으로 녹색성장을 이루기 위해서는 수소전지차량의 조기상용화와 활성화를 위한 기반기술 개발이 요구됨 ◦ 수소의 대량 이송 및 저장에 대한 인프라 및 제반 기준 등이 아직 준비되지 않아서 수소전지차량을 위한 연료의 수급이나 보급 측면에 많은 한계가 따를 것으로 예상됨 ◦ 궁극적으로 재생에너지를 이용하여 생산된 수소를 도회지로 안전하고 신속하게 이송을 하고 저장 및 보급을 하는 국가적 수소공급체계가 구축이 되면 이는 우리나라의 수소경제에 대한 진입을 앞당기고 석유자원에 의한 에너지 부담을 크게 줄이게 될 것임

□ 기술개발 동향	◦ 미국 UC Davis STEPS Program - 기존차량에서 수소전지차량으로서의 조기 전환을 이루기 위한 다양한 요소기술에 대한 연구 - 시장 및 소비자 행태 분석 : 수요 및 행태분석 기술개발 - 자동차의 기술적, 경제적 요소 분석 : 차량 가 기술개발 - 사회·환경적 영향 분석 : 에너지·환경 비용분석 기술개발 - 수요 및 파급효과 분석 : 대안분석 및 확산예측 기술개발 - 관련 기술을 바탕으로 미국 수소전지차량의 확산을 예측한 결과 수소전지차량이 경쟁력을 가지기 위해서는 향후 10~15년간 약 60조 원의 비용이 소요되며 2020년 이후 수소연료가 가솔린보다 가격이 낮아질 것으로 추정 ◦ 미국 California Fuel Cell Partnership - 수소연료 활성화를 위한 정책 및 기반시설 관련 기술개발 - 수소연료 상업화 가능성 검토 기술개발 - 기반시설 구축전략 및 기술 개발 - 수소연료 충전기술 및 충전소 위치선정 기술개발 - 캘리포니아의 경우 2017년 약 5만대의 수소전지차량 운행이 예상됨
3. 연구개발 내용	
□ 기획연구 내용	1) 수소전지차량 확산분석모형 및 예측기술개발 ◦ 확산 예측모델 개발 - 수소전지차량 및 수소전지철도차량 확산 예측모델 개발 ◦ 환경적, 사회적, 경제적 파급효과 예측모델 개발 - 수소전지차량 및 수소전지철도차량 사회적, 환경·경제적 파급효과 예측모델 개발 - 수단간 연계운영 기술 ◦ 운영에 따른 기술적, 경제적 비용 분석 - 수소전지차량 및 수소전지철도차량 ◦ 확산 예측모델에 따른 소요 수소연료 추정 ◦ 조기 확산 및 상용화 정책 수립 기술 개발 2) 수소전지차량(차량, 철도차량)운행인프라 구축 기술 개발 ◦ 인프라 구축 가이드라인 및 매뉴얼 개발 - 수소전지차량 및 수소전지철도차량 ◦ 운영 및 인프라 구성요소 개발전략 수립 및 사양개발 - 수소전지차량 및 수소전지철도차량

	◦ 운영 및 인프라 구성요소 설계 - 수소전지차량 및 수소전지철도차량 ◦ 수소 대량 이송 인프라 구축 및 보안 기술 개발 - 수소의 대량 이송을 위한 정책적 및 기술적 설계기준 - 수소의 대량 이송을 위한 안전기준 - 설계기준 및 안전기준에 따른 요소기술의 개발 - 수소의 대량 이송 운영을 위한 방안 제시 ◦ 수소 대형 저장 인프라 및 안전시설 구축 기술 개발 - 수소의 대형 저장을 위한 정책적 및 기술적 설계기준 - 수소의 대형 저장을 위한 안전기준 - 설계기준 및 안전기준에 따른 요소기술의 개발 - 수소의 대형 저장 운영을 위한 방안 제시 ◦ 인프라 조기 구축을 위한 지원 및 실행방안 수립 ◦ 효과분석 및 기술검증을 위한 실증 프로그램 기술 개발 -전용시험선로 및 테스트베드 설계
□ 기획연구 성과물	◦ 주요일정 및 성과물 - 자체 기획 위원회, 외부전문가 자문위원회 : 수시 시행 - 중간보고회 및 보고서 : 협약일로부터 4개월 경과 시점 - 기획성과발표회(필요시 공청회) : 협약일로부터 7개월 이후 - 최종보고서 : 협약 종료 시점 (과제 공모를 위한 RFP가 포함된 종합기획보고서 도출)
4. 연구개발 추진방법	
	◦ 주요 연구내용에 대한 기획 사항 - 항목별 기술개발 범위 및 세부목표 설정 - 항목별 기존 연구와의 중복성 검토 및 차별화 전략 제시 - 연차별 가시적 성과물 제시 및 실효성 방안 제시 - 연차별 정량적, 정성적 성과목표, 성과지표 및 선정근거 - 연구내용에 따른 연구 기간 및 예산 · 항목별 연구일정 및 기간 · 내용 및 일정에 따른 연차별 소요예산 및 비목별 상세내역 - 연구목표 달성을 위한 연구 추진전략 및 체계 · 연구단, 일반과제 등 산·학·연 컨소시엄 형태의 추진체계 - 관련사업 또는 연구추진 기관 현황분석으로 효율적 추진전략 및 추진 방안 제시 ◦ 해당 시장분석, 개발비, 설계, 계획 수립 등에 관한 전문 연구

	기관/전문가들로 구성된 기획 연구진/자체기획위원회/외부전문가 자문위원회를 구성할 것 ◦ 해당 분야 특허 및 기술수준 조사를 전문적으로 수행하는 전문기관을 통한 조사를 시행하고, 전문기관 외 참여기관은 최소화 할 것 ◦ 기술 수요처(자동차업체, 부품업체, 에너지공급업체 등) 분석 및 의견수렴을 통한 실용성 확보 ◦ 해외 선진기술에 대한 지속적인 벤치마킹을 통해 외국기업체 및 연구기관과의 협력 추진 방안 제시 ◦ 국내·외 동향조사 및 연구기획 내용에 대한 성과발표회, 필요시 공청회를 개최하여 의견수렴 및 객관성 확보 ◦ 기획연구 결과 민간에서 기술개발이 필요한 부문은 공청회 및 자료집 발간 등 홍보를 통해 민간에 이양
5. 사업기간 및 지원예산	
	◦ 연구기간 : 2011년 1월 ~ 2015년 12월 (5년) ◦ 지원예산 : 30,000백만 원(정부 22,400백만 원, 민간 7,600백만 원) ※ 본 과제는 기초·기획 연구이므로 100% 정부출연 가능
6. 기 타	
	◦ 본 기획 결과로 도출된 과제는 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ◦ 본 기획연구의 연구책임자는 향후 본과제의 연구책임자(주관연구책임자, 사업단장, 연구단장, 사업단 핵심과제책임자)로 응모할 수 없음 ◦ 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모 할 것 ◦ 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ◦ 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함할 것 ◦ 연구개발비 중 연구기자재 및 시설비, 지적재산권 출원·등록비, 시작품 제작비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음 ※ 단, 일부 필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상

연구과제명	보행자 지원 개인운송시스템 개발

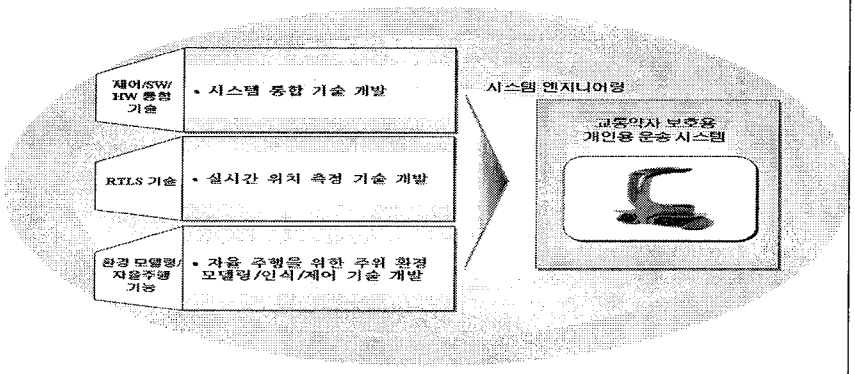
1. 연구개발 목표

◦ 위치인식, 환경인식, 로봇제어 등 지능기술과 SW, 시스템공학이 접목된 첨단융합 기술 개발

◦ 실내·외 환경에서 교통 약자 보호를 위한 실시간 위치파악 시스템(RTLS : Real Time Location System)의 적용 및 개발

◦ 도시 환경에 적용을 위한 환경 모델링 및 자율 주행 기능 개발

◦ 시스템 엔지니어링 기반의 프로젝트 관리기법을 응용한 기능 및 요구사항 도출/관리기술 적용



<개인용 운송 시스템 연구개발 목표>

2. 연구개발 필요성

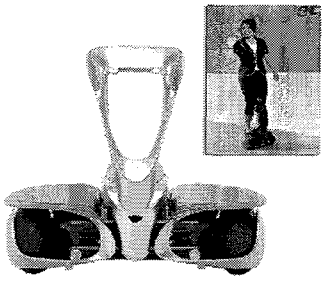
□ 연구 필요성

◦ 최근 교통약자 지원용 개인운송시스템의 대표주자라 할 수 있는 전동휠체어의 경우는 대부분 “전동스쿠터 개념”을 기반으로 한 것으로 오작동, 안전 시스템 미흡 등으로 직접 사용자인 교통약자 뿐만 아니라 도로 주행중인 전동 휠체어로 인한 보행자, 타 교통수단과의 접촉 사고 등에 대한 대책이 미흡하여 방어운전 등의 개념이 적용된 “자율주행 로봇 개념”의 운송 시스템이 필요함

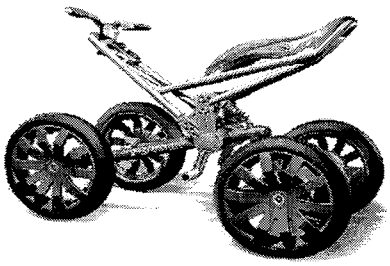
◦ 또한 “저탄소 녹색성장”등 그린에너지정책과 부합하여 근거리 실외환경기반 무소음, 무공해 안전 이동 수단에 대한 필요성 증대 및 자동차기술과 로봇기술을 융합한 신개념 차세대 이동기술 연구개발은 현재 세계적 추세이며 미래핵심 확보요구기술임

- 도요타(일본) : 윙렛, 아이-유닛(근거리 이동로봇)

- 세그웨이/GM(미국) : 세그웨이



<윙렛>



<오프로드용 세그웨이>

□ 기술개발동향

◦ 2001년 미국에서 공해를 유발하는 기존의 모터사이클이나 자동차를 대체할 목적으로 세그웨이(Segway)가 개발되었으며 현재 개인용 이동수단으로 성공적으로 판매중

◦ 일본 도요타에서 개인 이송수단으로 컨셉트 카 아이-유닛, 윙렛을 개발

◦ EU에서 도심의 교통체계나 특정 시설 내에서 무인운송을 위한 상업제품을 개발 중

- 현재 프랑스의 테마파크 벌캐니아에서 관람객 무인운송차량을 운행 중이며 영국의 히드로공항에서는 개인형 무인운송 시스템 운영 준비 중

◦ 미국, 일본, EU에서는 무인자율주행기술에 관한 연구를 활발히 수행

- 전 세계적으로 자율주행기술을 탑재한 제품과 개발 도구 등이 출시되기 시작
- 미국 MIT의 경우 GM과 공동으로 스마트 시티기술의 일환으로 신개념 도심이송 로봇시스템을 제시
- EU에서는 프레임워크 6 프로그램의 CARE(Coordination Action for Robotics)에서 무인운송개념의 트랜스포트 로봇시스템을 미래유망 로봇제품으로 선정
- EU의 프레임워크 연구체계에서 "글로벌 빌리지"등 개인용 트랜스포트 로봇을 포함한 u-빌리지, 차세대 운송수단에 대한 연구지원
- 프랑스 INRIA의 경우 90년대부터 무인운송차량에 대한 연구를 수행하여 다양한 도심환경, 시설물에 시범 적용하는 수준에 도달

◦ 국내의 경우 로보텍에서 6족보행 탑승로봇 제모스, 로보쓰리에서 4족 보행 탑승로봇 KONAN, 이륜전동로봇 BB-rider를

개발하였으나 상용화 시장 초기단계임

◦ 의료 및 재활분야/공장 자동화 분야

- 개인형 트랜스포트 로봇의 응용시장인 일본은 의료, 재활, 공장자동화 등의 한정된 분야로 우선 적용 착수

◦ RTLS

- 위치기반서비스에서 측위기술은 핵심·기반기술로 오늘날 GPS가 그 중심을 차지하고 있지만 실내와 같은 음영지역에서는 새로운 방식의 측위기술을 필요로 하고 있으며, 무선통신 인프라 기반의 측위 기술이 연구되어 오고 있음. 실외에서는 CDMA 기반 무선측위 기술, 실내에서는 WLAN, UWB, 적외선, 초음파, RFID 등의 인프라를 이용한 무선측위 기술이 연구되고 부분적으로 상용화 되고 있음. RTLS 개발과 관련된 어려움은 정확도 및 위치정보의 안정성으로 위치정보를 생성하는 방식과 무선 네트워크 구성기술 선정이 중요하고 복수 공간에 대한 위치정보 연속성 제공방법 또한 중요한 요소중 하나임
- 근거리 개인용 운송시스템의 실시간 위치파악에 응용함으로써 교통약자/노약자의 행방불명 및 비상상황에 대한 정보로 활용이 가능함



<개인교통시스템 기술 및 산업적 위치>

3. 연구개발내용

□ 주요 연구 개발 내용

<1단계> : 제품개발 관점

◦ 다양한 센서통합기반 3D 환경모델링 및 인식기술개발

- 활용도에 따른 2D/2.5D/3D 환경 모델링 기술개발
- 도시환경 블록규모 대형 공간 환경정보 DB 구축기술개발
- 환경모델기반 도시환경 인지기술 개발
- 실내 환경모델기반 인지기술 개발

◦ 실시간 위치측정 시스템(RTLS) 개발
- 실내외 겸용 정밀 위치인식 시스템 설계
- RTLS 부착 운영 시스템 개발(지역 지도 : Local Map 프로그램 개발)
- 저전력, 저잡음 하드웨어 회로 설계를 통한 능동형 태그 개발
- 진동이나 열을 이용하여 스스로 전원을 발생시키는 센서류 내장기술
- 맥(MAC) 계층의 저전력화 기술

◦ 도시환경기반 자율주행제어기술개발
- 다양한 센서 통합기반 전역위치추정기술
- 다양한 센서 통합 기반 특징점 추종 주행기술
- 환경인식/모델링과 연계된 주행제어 및 정적/동적 장애물 회피기술

◦ 도시환경기반 운송 플랫폼 기술개발 및 SE 응용
- 운송로봇용 통합 소프트웨어 및 하드웨어 아키텍쳐 기술개발
- 운송 로봇용 태스크모델 및 실행기술 개발
- 자율주행 최적 구현을 위한 강건/경량 플랫폼 개발
- 통합시스템 시험평가 방법론 구축 및 기능별 로봇서비스 개방형 플랫폼(OPRoS : Open Platform for Robotic Services) 모듈화 개발

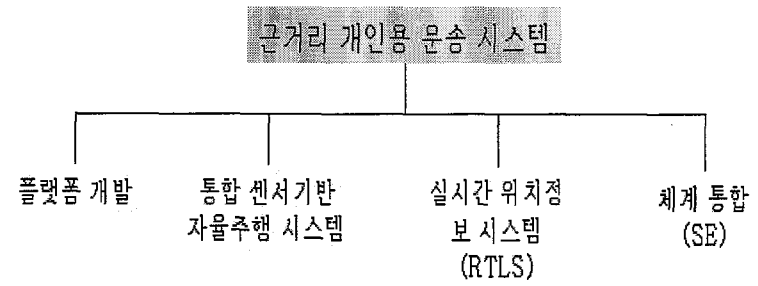
<2단계> : 제품 응용 관점

◦ 다양한 센서통합기반 환경모델링 및 인식기술개발
- 환경모델기반 실시간 도시환경 인지기술 개발
- 도시환경 인지기술의 환경변화 강인성 확보

◦ 실시간 위치측정 시스템(RTLS)과 교통체계연동시스템 구축
- 교통체계 연동 요구사항 및 시나리오 도출
- 구간별 반자율 운전기술 개발
- 실내외 위치인식기반 다개체 교통제어 알고리즘 개발

◦ 도시환경기반 자율주행제어기술개발

	- 센서융합기반 로봇 전역위치추정 고속화기술 - 경로생성 고속화 및 환경인식/모델링과 통합된 최적경로계획 ◦ 도시환경기반 트랜스포트 플랫폼 SE 기술개발 - 도시 기반형 미래지향적 교통환경을 위한 로봇용 자율주행 실용화 플랫폼 기술 개발 - 실용화 모델기반 시스템 검증, 시험 평가 및 운용기술 개발
4. 연구개발 추진 방법	
□ 추진 전략	◦ 총 사업기간 : 5년 - 1단계 3년 : 2009년 ~ 2011년 : 교통약자지원용 개인운송시스템 핵심기술개발 - 2단계 2년 : 2012년 ~ 2013년 : 교통체계연동 및 상용화 기술개발 ◦ 국가 인프라를 적극 활용하여 시범사업 등 초기 기술 입증 및 시장 창출 착수 - 향후 로봇랜드, u-city, 여수엑스포 등 유비쿼터스 환경하에서 여행자, 교통시설, 교통수단이 실시간으로 네트워킹하여 안전성과 이동성에 기여하는 인간중심의 미래형 교통서비스를 제공하기 위한 유비쿼터스기반 교통체계(u-Transportation)로의 지원 및 확산 가능 ◦ 상용화를 위한 법제정 및 다각적 협업 - 교통로봇의 상용화가 이루어지기 위해서 정부, 관급 공사의 관련 규정 및 표준화 정비를 위한 국토해양부등 각 정부 부처간 다각적인 협의 및 정책 조율 시행
□ 추진체계	◦ 플랫폼 전문업체 및 통신/자율/교통시스템관련 전문업체 및 기관과의 공동협력 ◦ 해외 전문 기관과의 공동협력후 상용화 추진



□ 성과목표 · 지표설정 등	◦ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨 ◦ 기획연구 보고서에 제시된 성과목표 지표를 설정
5. 최종성과물	
	◦ 자동화 개인용 운송 시스템 시제품 ◦ 시스템 매뉴얼, 응용프로그램, 최종보고서 등 ※ 본 과제는 결과물의 상용화를 목적으로 개발되는 과제로써 향후 개발 성과물은 주관기관이 소유함
5. 사업기간 및 지원예산	
	◦ 총 연구기간 : 2010년 3월 ~ 2015년 2월(5년) - 1단계 연구기간 : 2010년 3월 ~ 2013년 2월 (3년) - 2단계 연구기간 : 2013년 3월 ~ 2015년 2월 (2년) - 당해연도 연구기간 : 2010년 3월 ~ 2011년 2월(1년) ◦ 총 정부출연금 지원 규모 : 10,000백만 원 이내 - 당해연도 정부출연금 : 1,000백만 원 ◦ 총 기업분담금 지원 규모 : 3,300백만 원 이내 - 당해연도 기업분담금 : 330백만 원 ※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음
6. 기 타	
	◦ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 100% 반영하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수

있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시해야 함

◦ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

◦ 기 수행되었거나(종료과제, 중단과제 등) 현재 수행 중인 동 과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 함

(www.kictep.re.kr 열린정보, rndgate.ntis.go.kr 국가R&D사업관리서비스 참조)

연구과제명	육상교통소음 저감기술개발 및 통합관리시스템 구축
1. 연구개발 목표	
	◦ 육상교통소음 정책 및 관리의 선진화를 위한 소음의 인간 및 환경에 대한 반응, 영향연구를 통한 소음기준에 대한 근거확립 ◦ 육상교통(철도, 도로)시스템의 저소음화 프로세스 효율화를 위한 저소음설계기술 개발 ◦ 복합교통 혼재 도심지 쾌적화를 위한 통합관리시스템 구축
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	◦ 친환경교통수단의 지속가능한 발전을 위해서는 저소음화가 필수적 요소임 ◦ 2010년 환경 야간소음 기준은 5dB 하향되며, 환경부 측면에서 차량방사소음 기준이 발표될 것이나 이에 대한 체계적인 대응책이 미흡하며, 이에 대해 국토부에서는 화물열차의 운행증대 계획 등 국내·외 교통소음방사 및 환경기준 강화에 대응하는 핵심저감기술 및 지속적 통합관리시스템이 시급함 ◦ 미국, 유럽, 일본 등 국가 교통기준 정립을 위해서 소음의 영향과 반응에 대한 다양한 전문적 연구를 축적, 지속하고 있고, 국내에도 기준의 부재 및 신교통시스템에 대해 교통기술의 국제적 경쟁우위 확보를 위한 합리적인 시스템 제작사양 및 기준과 인간/환경에 대한 영향을 규명하는 과학적 입증자료가 확보되어야 함 ◦ 현재 철도를 비롯하여, 국내 교통시스템 저소음화를 위하여 반복적으로 축적된 데이터 및 모델로 활용할 수 있는 소음원 규명 및 예측 시스템이 없으며, 복합혼재소음에 대해서는 시험 및 소음지도 작업이 시간적 경제적으로 비효율적이며, 오차가 많음. 지속가능 정책에 부합하는 친환경, 지속성을 바탕으로 한 효율적 저소음화 설계 프로세스가 확보되어 복합교통소음원에 대한 통합적 대안이 적용되어야 함
□ 기술개발동향	◦ 국외동향 - 유럽연합은 EU Directive에 의해 철도 및 도로를 포함한 도시내 소음저감을 위한 소음지도 제작 의무화, 피해와 노출상황을 상시 관리, 이에 상응하는 우선순위를 결정하여 저감전략 수립

- IMAGINE, HARMONOISE 등의 교통소음원 통합DB 및 예측관리기술 컨소시엄을 구성하여 개발, 성과물을 EU 회원국에 제공
- "Quiet Traffic" 등의 유럽 공동 교통소음 프로젝트의 다년간 협력연구를 통해 예측기준, 소음원 규명, 소음원 저감기술, 방음벽 향상기술, 저소음 설계방법, 지능재료 및 시스템 개발이 진행되고 있음
- 유럽의 철도 선진국의 경우 철도방사소음 저감 툴(패키지) 개발을 통해 저소음 철도소음 연구를 체계화하며, 교통체계 설계단계에서부터 저소음방사를 구현함(Design-to noise)
- 유럽철도의 통합운영을 위한 철도차량 방사 소음 기준(Technical Specification for Interoperability)을 설정하는 등 철도의 취약점 중의 하나인 소음문제 해결을 위해 공동노력을 수행 중
- 일본의 저소음포장은 1987년 유럽의 기술을 도입하여 동경에서 처음 적용되었으며, 이후 매년 포설구간이 급격히 증가하고 있음

◦ 국내동향

- 한국형 고속전철 개발 등에서 저소음화 설계를 위한 연구가 진행되었으나 체계적인 툴을 갖추고 진행된 것이 아니고, 개발 목표 설계 사양을 만족시키기 위한 Case By Case 연구가 진행됨
- 국토부와 철도연구원을 주체로 하여 개발, 운용되는 경량전철, 트램, 바이모달 등의 신차량시스템이 도심을 통과하게 되고, 이에 대한 합리적인 기준과 영향평가 연구기반이 미흡한 부분 있음
- 철도운영기관 등에서는 철도소음 기여분석 및 관리도구가 부재하여 민원대처에 어려움이 있고 관련 예산 배정 및 효율적인 저감대책 수립 등도 어려운 상태임
- 국내의 저소음포장은 1999년 일반국도에 처음 시험 시공되었으며 내구성 및 소음저감효과 등을 검토 중에 있음
- 친환경 지능형 도로교통 기술개발 등의 지속가능 연구가 진행중이며, 이와 함께 교통저소음화 전반에 대한 신소재 개발 및 통합 저소음설계 기술 등은 미흡함

3. 연구개발 내용

◦ 육상교통시스템 저소음화 설계기술 개발
- 소음원별 소음원 위치규명 및 가시화 알고리즘 개발
- 개별소음원별 모델링 기술개발 I
· 철도, 도로 소음방사 파워 모델링
· 소음전파 모델링
- 개별소음원별 모델링 기술개발 II
· 철도, 도로소음 실험결과와의 오차분석 연구
- 개별소음원 기여도 분석기술 개발
- 개별소음원 저감 시뮬레이션 툴 개발
◦ 육상교통소음 영향 및 기준 연구
- 소음원별 음질평가 인덱스 및 방법연구
- 교통시설의 소음평가 실험연구
- 소음평가 기법 개발 및 시험설비 구축
- 육상교통소음 방사 및 수음 기준연구
- 육상교통소음 영향평가 상사모의실험 기법 개발
- 한국형 교통소음평가 공학계수 및 모형개발
- 한국형 교통소음 평가 진단프로그램 개발
◦ 지속가능 저소음 핵심기술 개발
- 화물열차 저소음화 기술개발
· 저소음화 파라미터 체계연구
· 기관 및 배기소음 저감장치 연구
· 팬/보조장치 소음 저감장치 연구
· 제동소음 저감장치 연구
- 고속철도 공력소음 저감기술 개발
· 소음원별 저감장치 해석 연구
· 소음원별 저감장치 개념설계
· 저감장치 실험실 성능검증
· 저감장치 현장 성능검증
- 저소음 도로포장 기술 개발
· 저소음 도로포장 재료 연구
· 저소음 도로포장 시공기법 연구
· 저소음 도로포장 현장시공 및 성능 검증
- 복합소음 혼재지역 방음시설 향상기술개발
· 복합소음 혼재지역 방음시설 실태분석
· 복합소음 저감시설 개념설계
· 복합소음 저감시설 실험실 성능검증

	· 복합소음 저감시설 현장 시공 및 성능검증 ◦ 육상교통소음 통합관리 시스템 구축 - 육상교통 소음 모니터링 시스템 기초시설 구축 (소음측정 및 분석 시스템) - 육상교통 소음 모니터링 시스템 프로그램 개발 · 소음측정 및 분석 프로그램 · 소음원 별 분리 프로그램 - 육상교통 소음 모니터링 시스템 구축 - 육상교통 소음 모니터링 시스템 검증 - 육상교통 소음 모니터링(관리) 시스템 보완
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	◦ 산·학·연 연구특성에 맞는 역할 분담을 통해 최적 연구프로세스 정립 ◦ 교통 모드별 저소음화 원천기술 개발 포함 ◦ 국외 교통(철도, 도로)시장 진출 도구로써의 저소음관리 프로그램 확보
□ 추진체계	◦ 철도, 도로 등 교통전문연구기관이 주관을 하고 유관분야 원천기술을 가지고 있는 대학과 실제 교통운영 관리기관(한국철도공사, 한국철도시설관리공단, 한국도로공사)이 컨소시엄을 이루어 연구수행
□ 성과목표 · 지표 설정 등	◦ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨
5. 사업기간 및 지원예산	
	◦ 총 연구기간 : 2010년 12월 ~ 2016년 11월(5년) ◦ 당해연도 연구기간 : 2010년 12월 ~ 2011년 10월(11개월) ◦ 총 정부출연금 지원 규모 : 10,000백만 원 이내 - 당해연도 정부출연금 : 1,500백만 원 ※ 본 과제는 공공기반, 기초연구로 100%까지 정부출연 가능 ※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음
6. 기 타	

◦ 본 과제는 향후 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임

◦ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음

◦ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조)

◦ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

◦ 과제종료후 보완점이 발생하지 않도록 시스템 설계 및 운용에 충실한 검토 및 사후조치가 될 수 있도록 하는 내용을 포함함

연구과제명	육상교통시설 환경/경제성 통합 평가 시스템 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	◦ 국가녹색성장의 환경경제효율 극대화를 위한 육상교통시설(철도, 도로 등)의 전단계(설계/시공/운영/유지관리)에 대한 환경부하 및 경제성 (ECO-LCC)통합평가 기술 확보 및 평가시스템 개발 - 교통시설의 노선 계획 및 교통수단 결정단계에서부터 시공 및 운영에 따른 환경부하 요인 분석, 저감방안의 도출과 경제성을 동시에 평가할 수 있는 표준화된 분석모듈 및 환경, 경제성 지수 개발 - 도로, 철도 노선별 전단계의 경제성 및 환경성 평가를 위한 DB 구축 및 통합평가 기법 개발 - 표준화된 경제성 및 환경성 통합평가 의사결정지원시스템 개발
2. 연구개발 필요성	
□ 연구 필요성	◦ 국제환경규제에 대한 능동적인 대처로 교통산업의 국제경쟁력강화 - 교토의정서를 비롯하여 각종 국제 환경규제의 강화에 따라 국가기반시설 구축·운영이 미치는 지구온난화 문제, 에너지 이용효율 증대 등의 친환경성을 고려한 정책결정기법 도입 필요 - 도로 및 철도 등의 건설 및 운영에 필요한 비용 및 온실가스양을 정량화함으로써 탄소경제효율을 극대화하고, 미래 탄소배출권 시장에서의 국제경쟁력 강화를 위한 근거기술개발 마련 필요 ◦ 최적의 친환경 교통시설물 선정 - 대표적인 육상교통시설인 도로 및 철도 대안노설들의 구축 및 운영에 따른 경제성 및 친환경성 통합평가기술의 부재로 환경성을 고려한 교통시설물 선정의 어려움이 있음. 따라서 정량적 친환경성을 평가할 수 있는 기술 및 DB를 개발함으로써 친환경성을 고려하는 건설로의 의식 패러다임 변화 유도 필요 - 중앙정부 및 지방자치단체의 정책결정자, 시설물 유지관리 주체, 설계자/시공자 등 다양한 육상교통시설 구축 및 운영 관련주체들에게 의사결정 기초자료로서의 비용 및 환

	경정보 제공하여 다양한 수준에서의 친환경 저비용 정책 결정 유도 ◦ 설계시공단계에서부터 유지관리 전 생애단계에 대한 평가관리 시스템 구축의 필요성 - 주요 사회기반시설물인 도로 및 철도 등의 교통시설물은 설계, 시공, 운영 및 유지관리 과정에서 막대한 비용투입 및 환경부하를 초래하므로, 중장기적이고 균형 잡힌 지속가능형 의사결정을 위해서는 시설물의 전생애단계에 걸친 영향을 고려할 필요 있음 - 시설물 전단계의 비용 및 환경부하 산정 기법인 LCC(Life Cycle Costing) 및 LCA(Life Cycle Assessment)를 적용함으로써, 설계/시공/운영/유지관리의 전단계에 걸쳐 발생하는 비용 및 환경부하에 대한 과학적이고 통일된 정량화 및 비교평가 가능 - 경제성 및 환경성 통합평가 기술 개발 및 시스템 상용화로 관련 컨설팅분야를 활성화하고 국내 및 해외사업 개척하여 수익창출
□ 기술개발동향	◦ 국외 기술동향 - 유럽 철도의 민영화와 상하분리에 따른 철도산업의 경쟁력 향상을 위해서 철도시설물 유지관리의 경제성을 향상시키고자 전체 수명주기를 고려한 계획 설계 및 시공이 이루어지고 있으며 자산의 유지보수 적정 시기관리 및 보수비용 효율화를 위한 정책 입안이 진행되고 있음 - 미국의 국가도로협력프로그램(NCHRP)에서는 기본적으로 환경 및 유지관리비용 효율성을 고려한 도로설계, 시공, 그리고 교통인프라 구축에 대한 연구 및 시스템 구축이 수행 - 일본의 토목계획학 연구위원회에서 도로와 도시환경에 관한 조사연구를 수행, 교통공학연구회에서 도로와 자연환경과의 조화 및 지구환경의 보전, 간선도로의 환경대책, 도시간 고속도로의 환경대책 도시고속도로의 환경대책 등에 많은 관심을 가지고 연구를 수행 ◦ 국내 기술동향 - 서울시 대기환경개선을 고려한 환경친화적 교통체계의 정립과 적용연구 (서울시정개발연구원, 2003)에서 환경친화적인 교통체계의 개념을 정립하고, 대기환경을 최소화 할

	수 있는 정책적 접근방법을 제시함 - 환경친화적인 도로건설 및 운영정책에 관한 연구(한국교통연구원, 2006)에서 도로건설 및 운영을 단계별로 구분하여 환경성 반영실태 및 문제점을 분석, 환경성 강화를 위한 정책방안을 개발 제안
3. 연구개발내용	
□ 주요 연구 개발 내용	◦ 육상교통시설물(철도, 도로)에 대한 설계 및 시공, 유지관리 단계 경제성·환경성 평가 개념 설계 - 각 교통시설별 기술동향 및 연구현황 조사 - 경제성·환경성 평가 방법 검토 - 전단계 탄소발생 요소분석 및 환경부하 인자분석 - 교통시설물 환경인자 가중치부여 분석로직 개발 - 교통시설물 경제성 분석로직 개발 - 경제성·환경성 평가 DB 시스템 프레임워크 개발 - 통합평가시스템 아키텍쳐 구성 및 S/W 개념 설계 ◦ 육상교통시설물 경제성·환경성 통합 평가 모델 개발 - 경제성·환경성 통합 평가 방법 정의 - 교통시설물의 표준화된 환경성/경제성 평가인자(에너지, 온실가스, 자원소모, 유해물질) 및 지수개발(1) - 통합 평가 알고리즘 정의 및 모델 개발 - 관련자료 수집 및 체계화 - 통합평가시스템 기본설계 및 S/W 상세 설계 ◦ 육상교통시설물 경제성 및 환경성 통합평가 S/W Prototype 개발 - 통합 평가 모델 적용성 연구 - 교통시설물의 표준화된 환경성/경제성 평가인자(대기질, 소음, 생물종) 및 지수개발(2) - 경제성 환경성 평가 DB 시스템 개발 - 통합 평가 S/W prototype 개발 ◦ 실제노선 대상 S/W 검증 및 시스템시범 운용 - 통합시스템의 유효성 검증 및 사례분석 : 기존 및 신규노선 철도 1개소, 도로 1개소 - 시스템과 환경성 평가인자의 GAP 분석 - DB입력 및 실제노선 대상 S/W 검증 - 시스템 운용 및 성능개선

	◦ 시스템 보완 및 성능 고도화 방안 제시 - 실무기관 적용/자문을 통한 S/W 수정 보완 - 통합평가를 위한 표준지침서 작성 - 교통시설물의 환경성 개선 가이드라인 제시
4. 연구개발 추진 방법	
□ 추진 전략	◦ 환경 및 연구결과의 실용화를 위하여 수요처와 실용화기업 컨소시엄 구성 ◦ 요소기술은 참여기업을 포함한 민간업체에 이전하여 상용화를 추진하고, 관련 산업을 육성함으로써 국제경쟁력의 우위를 선점하여 국가경쟁력을 향상시킴으로써 연구기관·학계의 기초연구와 전문적인 지식을 바탕으로 기반 기술을 개발하고, 산업체의 설계기술을 현장적용 융화시켜 목표를 충분히 달성할 수 있도록 함 ◦ 개발모델은 개발 즉시 실용화가 가능하도록 Testbed 실증을 통한 시스템 운용으로 시스템 보완 및 성능 고도화 수행
□ 추진체계	◦ 산·학·연 공동연구개발을 통한 개발 ◦ 각계 각층의 분야별 전문가의 참여를 유도하여 실용성 확보
□ 성과목표 · 지표설정 등	◦ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨
5. 사업기간 및 지원예산	
	◦ 사업기간 : 2011 . 1 ~ 2015. 1 (5년 개월) ◦ 사업예산 : (단위 : 억원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
정부	15	15	15	8	8	61
민간	5	5	5	2	2	19
계	20	20	20	10	10	80

※ 본 과제는 공공기반, 기초연구로 100%까지 정부출연 가능
※ 본 과제는 지식서비스 분야 연구개발과제임
※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

6. 기 타
◦ 연구성과물 - 교통시설(철도, 도로 등)의 전단계(설계/시공/운영/유지관리)에 대한 환경성·경제성 통합평가 기술 및 체계 - 환경성·경제성 통합평가 기법(지침서 등의 문서형태) - 환경성·경제성 통합평가 및 의사결정지원시스템(웹기반 S/W형태) ◦ 기대 효과 - 경제성과 환경성을 동시 고려하여 녹색성장과 공조하는 경제적이며 친환경적인 시설물 건설 및 관리 - 정량적이고 통일된 판단기준인 LCC기법을 통해 국가교통투자사업의 비용효율성을 검증하고, 장래 의사결정에 활용함으로서 비용절감(10~40%) 가능하고, 관련 컨설팅 등 수익사업 가능 - 전과정평가(LCA)를 통해 철도, 도로 건설운영에 따른 포괄적 환경성 향상뿐만 아니라 온실가스 저감 성능이 우수한 대안의 도출이 가능하므로, 환경경제효율 및 탄소경제효율이 극대화된 시설건설이 가능 - 교통 시설(철도/도로)운영에 따른 환경 부하 요인 평가관리를 통해 차후 발생할 수 있는 환경 부담금에 대한 적절한 대응방안이 구축 관리됨 - 환경성 및 경제성 평가가 동시에 의사결정의 판단기준으로 개발되게 됨으로써 타 분야로의 기술적용성 우수

연구과제명	지속가능한 개발을 위한 평가 시스템 개발
1. 연구개발 목표	
	◦ 지속가능한 개발을 위해 수립하는 정책, 기술들이 미래의 지속가능한 개발에 어떠한 영향력을 미치는가를 평가할 수 있는 평가시스템(토지이용-교통-환경 통합모형)을 구축함 ◦ 정책 및 프로젝트의 결과를 비교할 수 있는 평가기준으로 활용 ◦ 교통, 경제, 사회, 환경 및 에너지의 영향에 대한 효과를 통합적으로 평가할 수 있는 S/W 개발
2. 연구개발 필요성	
□ 연구 필요성	◦ 지속가능한 교통의 파급효과 분석에 대한 국내·외 연구 및 사례를 검토해본 결과 지속가능한 교통정책, 사업 등에 대한 효과분석 및 평가의 중요성이 대두되고 있으며 이에 대한 연구가 필요한 시점임 ◦ 오늘날 신도시 건설, 대규모 택지개발은 주요 도로의 교통혼잡과 교통난 문제를 심각하게 했으며 난개발은 환경의 질적 저하와 자연환경파괴 등의 많은 문제점을 야기하고 있음. 따라서 '지속가능한 개발'에 대한 욕구가 높아지면서 환경친화적인 국토개발, 환경친화적인 교통체계구축 등에 대한 노력이 시도되고 있음. 그러나 지금까지 국토개발, 교통체계, 환경 등 이 세 가지 분야는 각기 독립된 요소로서 고려되어 사업 및 정책들을 추진되어 왔으며 그 결과 환경오염 문제가 더욱 심각해지고 있는 실정임 ◦ 국내에서는 지속가능한 교통정책의 일환으로 최근 대중교통 이용 장려정책을 활발히 시행 중이며 이러한 정책은 환경적 측면에서 바람직함. 그러나 대중교통 이용이 어떤 개인에게는 통행에 불편함을 야기할 수 있고, 이 경우 경제활동을 포기할 수도 있으며 이러한 과정이 반복되어 사회 전체의 경제활동이 저하된다면 환경적인 측면에서는 발전을 이룰 수 있겠지만 경제적인 측면에서는 발전을 이룰 수 없게 됨 ◦ 따라서 지속가능한 개발에 있어서는 어느 한 분야만을 고려해서는 파급효과 분석 및 평가가 적절하게 수행될 수 없기 때문에 지속가능한 교통의 파급효과를 분석하기 위해서는 토지-교통-환경을 통합할 수 있는 통합평가시스템 개발이 필요함
3. 연구개발내용	

□ 주요 연구 개발 내용	□ 주요내용 및 범위 ◦ 지속가능한 개발을 위한 정책대안을 비교·평가할 수 있는 시스템을 크게 입력-모델링-평가-시스템개발(S/W개발)의 4단계로 구상함 □ 세부연구내용 ◦ 토지이용과 교통, 환경과 관련된 다양한 이론들에 기반을 둔 모형개발 ◦ 입력단계 : 지속가능한 개발을 추진하기 위해 해당도시가 당면하고 있는 내·외적 현황에 대한 데이터베이스 구축 및 주거지역, 주거형태, 장래 인구, 경제 등을 예측하는 모델 구축 - 거주형태, 직업, 소득 등 가구의 특성에 따른 토지이용 데이터베이스 구축 및 예측모형 구축 - 자동차 유형, 에너지 지표를 정의할 수 있는 자동차 기술 및 차량 데이터 베이스 - 환경 매개변수 관련 데이터베이스(가솔린, 디젤, CNG 및 전기차량에 포함되어 있는 탄소 및 연료가격) ◦ 모델링단계 : 정책에 대한 시나리오를 설정하여 토지이용교통-환경의 통합모델을 구축하는 단계 - 토지소비량, 총통행량, 교통에너지 소비량, 환경오염 배출량 등의 항목들을 평가하기 위해서 토지이용과 교통체계, 환경모델간의 상호작용을 기반으로 하는 모델의 통합화 작업 - 통합 알고리즘 개발 ◦ 평가단계 : 각 정책대안에 대한 목표연도 시점에서의 지속가능성 수준들을 비교하여 보다 바람직한 정책을 선정하는 단계 - 연평균 및 다른 시간대 수요와 공급간 상호작용에 의한 산출을 위한 다양한 계산과정이 수행됨 - 온실가스배출, 접근성, 형평성, 대기질 및 가구별 소비자 잉여와 같은 output을 제공함 ◦ 시스템개발단계 : 단계별로 구축된 데이터베이스, 토지-교통-환경 모형, 평가모듈을 기반으로한 S/W개발
4. 연구개발 추진 방법	
□ 추진 전략	◦ 해외의 기존 시스템 Review 및 Benchmarking ◦ 토지이용과 교통, 환경과 관련된 다양한 이론들에 기반을 둔 모형 개발

	◦ 분석에 필요한 데이터베이스 구축 ◦ 국내 실정에 맞는 계수 및 모형의 정산 ◦ 통합 Software System의 개발
□ 추진체계	□ 연차별 연구개발 ◦ 1년차 - 기술동향 및 연구현황 조사 - 토지, 교통, 환경 관련 데이터베이스 구축 - 지속가능성 평가 지표 개발 ◦ 2년차 - 토지관련 모형개발 - 교통관련 모형개발 - 환경관련 모형개발 ◦ 3년차 - 평가 모듈 개발 - 토지,교통, 환경 통합 모듈 개발 ◦ 4년차 - 통합 평가 시스템 개발(S/W 개발)
5. 최종성과물	
□ 기대효과	◦ 경제적 기대효과 - 본 연구의 최종성과물인 토지-교통-환경의 통합모형은 지속가능한 정책의 가장 효율적인 대안을 평가하여 불필요한 교통유발과 에너지를 줄임으로써 환경적·경제적 비용절감의 효과를 기대할 수 있음 - 또한 토지이용정책, 교통투자 정책 등의 불필요한 투자를 줄이고 사회적 ·경제적 효용성을 높여 사회적 잉여를 기대할 수 있음 ◦ 경제적 기대효과 - 토지-교통-환경의 통합모형 및 시스템의 개발은 우리나라의 GIS데이터, 교통DB, 환경DB 구축의 연동화를 기대할 수 있음 - 지속가능한 개발의 파급효과에 대한 평가 시스템은 국토, 건설, 환경 등의 다양한 분야에서 활용할 수 있음 ◦ 이산화탄소 감소효과 - 불필요한 정책으로 인해 발생되는 에너지를 줄임으로써 환경오염물질의 배출량 감소효과를 가져올 것으로 기대되

	며 특히 통행량, 교통에너지 소비량의 감소로 인해 온실가스 배출량이 감소할 것이며 이는 지구온난화에 효과적으로 대비할 수 있을 것으로 기대됨
□ 시급성 및 실현가능성	◦ 지속가능한 개발에 대한 관심과 중요성은 높아져 가고 있고 이에 대한 정책적 투자와 법 제정들이 실현화 되고 있음에도 이에 대한 객관적인 평가 및 비교·분석할 수 있는 분석방법론 및 시스템의 구축을 위한 연구는 거의 이루어지고 있지 않은 실정임 ◦ 지속가능성은 어느 한 분야에만 국한되지 않으며 다양한 사회적 요소를 고려해야 하기 때문에 토지-교통-환경 통합모델의 구축은 시급하며 이를 이용한 정책에 대한 예측 및 평가에 대한 필요성은 매우 높음

5. 사업기간 및 지원예산

◦ 단위 : 억원

구 분		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	합계
정부출연		3	5	7	3				18
공공기관									
민간부담									
합 계		3	5	7	3				18

제5장 지속가능교통시스템 기술개발의 파급효과 분석

제1절 지속가능교통시스템의 파급효과 분석

1. 지속가능교통시스템의 파급효과

○ 9개의 기술과제(세부과제 포함 : 13개)는 각각의 경제적 기대효과, 기술파급효과, 이산화탄소 감축효과 등이 상이하기 때문에 모든 기술에 대한 총체적 파급효과를 산출하는 것은 무리가 있음

○ 교통시설기술, 교통수단기술, 교통운영기술 개발의 파급효과 중 가시화되는 부분인 기존 승용차 이용 감소에 따른 효과 중 사회적 편익을 다음과 같은 가상의 시나리오를 설정하여 도출함

- 분석 대상지역 : 서울시, 전국
- 분석 기준년도 : 2007년
- 대상 차량 : 승용차 기준
- 차량 평균속도 : 60km/hr

<요약 표 5-1> 서울시 승용차 1% 감축에 따른 파급효과(사회적 편익)

평가 항목		원단위
차량 1대 감소에 따른 사회적 절감편익 (단위 : 원/대)	차량운행 비용절감	9,841
	통행시간 비용절감	10,844
	대기오염 비용절감	731
	총 사회적 편익	21,416
1일 기준 서울시 차량대수	서울시 총 승용차통행량(통행/일)	8,243,000
	서울시 총 승용차대수(대/일)	6,254,173
	1%감소(대/일)	82,430
1일 기준 사회적 편익(단위 : 억 원/일)		18
1년기준 사회적 편익(단위 : 억 원/년)		6,443

○ 서울시는 차량1대당 1일 평균 주행거리가 약 56.4km, 전국은 평균 약 54.8km

로 조사되었으며 서울시의 평균 주행거리가 다소 높은 것으로 나타남

○ 앞서 가정한 바와 같이 서울시의 차량 1대가 감소함으로 인해 생겨나는 총 사회적 편익은 약 21,000원의 가치로 산출되었으며 전국을 기준으로 하여 차량 1대가 감소함에 따라 기대할 수 있는 총 사회적 편익은 약 25,000원으로 분석됨

○ 교통시설기술, 교통수단기술, 교통운영기술이 개발되어 서울시 승용차 통행량이 약 1% 가량 감소하는 효과를 가져올 수 있다고 가정하면 1일 기준 감소하는 차량대수는 약 8만대가 되며 이에 대한 사회적 편익은 약 18억으로 추정되고, 1년을 기준으로 할 경우 약 6천4백억 원의 사회적 편익이 발생하는 것으로 분석됨. 또한 대기오염 절감편익에 기반영된 이산화탄소 배출량은 1일 기준 약 64만kg 감소하는 것으로 추정되었음

<요약 표 5-2> 전국 승용차 1% 감축에 따른 파급효과(사회적 편익)

평가 항목		원단위
차량 1대 감소에 따른 사회적 절감편익 (단위 : 원/대)	차량운행 비용절감	9,562
	통행시간 비용절감	14,990
	대기오염 비용절감	710
	총 사회적 편익	25,262
1일 기준 전국 차량대수	전국 총 승용차통행량(통행/일)	31,206,644
	전국 총 승용차대수(대/일)	20,133,319
	1%감소(대/일)	312,066
1일 기준 사회적 편익(단위 : 억원/일)		79
1년기준 사회적 편익(단위 : 억원/년)		28,774

○ 전국을 대상으로 하여 지속가능한 교통시설기술, 교통수단기술, 교통운영기술이 개발되어 승용차 통행량이 약 1% 가량 감소하는 효과를 가져올 수 있다고 가정하면 1일 기준 감소하는 차량대수는 약 30만대가 되며 이에 대한 사회적 편익은 약 79억으로 추정되고, 1년을 기준으로 할 경우 약 2조 9천억 원의 사회적 편익이 발생하는 것으로 분석됨. 또한 CO_2 배출량은 1일 기준 약 237만 kg 감소하는 것으로 추정되었음

SUMMARY

(영 문 요 약 문)

Environmental sustainability has been one of the main concerns among the transportation planners as well as policy makers. However, transportation sector has been recognized as the most difficult area for ensuring environmental sustainability due to ever-increasing demand and its extremely heavy reliance on non-renewable fossil fuels.

The main purposes of this research are to explore the technological options for sustainable transportation and evaluating their potentials and to assist the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs in implementing the 'Sustainable Transport and Logistics Development Law' by providing sustainable performance indicator management framework in the transportation.

Based on the evaluations on the technological options and foreign case studies, priorities are given to specific technology development options and overall technological development road map is proposed in sustainable transportation field in Korea. Primary emphasis is given to green transport such as walking and bicycling as they are the ultimate decarbonized mode of transportation. Strong emphases are also given to future transport infrastructure such as electric vehicle recharging facility development and technologies for reducing carbon dioxide emissions in transport. Eco-driving related technology development is also proposed since it is regarded as the most cost effective option for reducing fuel consumption and subsequently reducing automotive carbon dioxide emission.

A prototype framework for sustainability indicator management in transportation is proposed in order to facilitate the implementation of the 'Sustainable Transport and Logistics Development Law'. A more elaborate system can be developed later based on the prototype which is proposed here in this research depending on the future needs of such a system.

목 차

CONTENTS

(영 문 목 차)

Chapter 1 Introduction

1.1 Background and Purposes ····· 1
1.2 Contents and Scope ····· 5

Chapter 2 Future Predictions and Responses

2.1 Future Predictions ····· 11
2.2 Issues for Future Society ····· 23
2.3 Sustainable Society and Strategic Responses ····· 29
2.4 Predictions of Korea's Transport Environment ····· 53

Chapter 3 Capacity Analysis for Research and Development

3.1 Government Policies and Research Trends ····· 93
3.2 Domestic Technology Trend Analysis ····· 105
3.3 Overseas Technology Development Trend ····· 151
3.4 SWOT Analysis ····· 175
3.5 Institutional Research Collaboration ····· 181

Chapter 4 Basic Plan for Sustainable Transport Technology

4.1 Basic Directions ····· 211
4.2 Visions and Goals ····· 215
4.3 Derive Core and Strategic projects ····· 217
4.4 Development Priorities ····· 243
4.5 Research and Development Costs ····· 253
4.6 Total Road Map ····· 267

Chapter 5 Impact Analysis of Sustainable Transport R&D

5.1 Introduction ····· 319
5.2 Research Trends and Literature Review ····· 321
5.3 Impact Analysis Methodologies ····· 356
5.4 Impact Analysis of Sustainable Transport R&D ····· 389

Appendix ····· 405

References ····· 609

< 목 차 >

제1장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경 및 필요성 ····· 1
2. 연구의 목적 ····· 2
3. 연구의 중요성 ····· 2

제2절 연구의 범위 및 내용

1. 연구의 범위 ····· 5
2. 연구의 내용 ····· 7

제2장 미래사회에 대한 전망과 대응

제1절 미래사회의 전망

1. 세계 미래사회의 전망 ····· 11
2. 기후변화·에너지부문 미래전망 ····· 14
3. 국내 미래사회 전망 ····· 20

제2절 미래사회의 이슈

1. 지구온난화 ····· 23
2. 에너지위기 ····· 25

제3절 지속가능한 사회를 위한 글로벌 움직임

1. 글로벌 동향 ····· 29
2. 주요 선진국의 기후변화협약 대응 동향 ····· 35
3. 우리의 대응방안 ····· 50

제4절 우리나라 교통부문 환경 전망

1. 국내 에너지 수급 ····· 53
2. 온실가스 배출량 ····· 59
3. 온실가스 배출에 대한 국내 대응 ····· 65
4. 국내 대응동향 ····· 73

제3장 연구개발 역량 분석

제1절 정부의 정책 및 연구동향 분석

1. 정부 정책의 기조 및 동향 ····· 93
2. 연구동향 분석 ····· 95

제2절 국내의 기술동향 분석

1. 기후변화대응 기술 ····· 105
2. 녹색기술 연구개발 ····· 107
3. 특허동향 분석 ····· 109
제3절 국외 기술개발 동향
1. 개요 ····· 151
2. 일본의 기술개발 동향 ····· 151
3. 유럽의 기술개발 동향 ····· 153
4. 전략 프로젝트 관련기술 동향 ····· 155
제4절 SWOT 분석
1. 시장/기술의 특징 ····· 175
2. 요인분석 ····· 175
3. 전략수립 ····· 178
제5절 국내·외 관련 연구기관 협력연구 방안
1. 국제협력 ····· 181
2. 국내협력 ····· 198

제4장 지속가능교통시스템 기술개발 추진계획
제1절 기본방향
1. 패러다임의 변화 ····· 211
2. 기본방향의 설정 ····· 212
제2절 비전과 목표
1. 비전과 목표의 수립 ····· 215
2. 핵심전략의 도출 ····· 215
제3절 핵심기술 및 전략 프로젝트의 도출
1. 기술트리의 구성 ····· 217
2. 핵심 기술의 도출 ····· 221
3. 전략 프로젝트 도출 과정 ····· 229
4. 1차 수요조사 ····· 230
5. 2차 수요조사 ····· 233
6. 연구과제 공모 최종 조정 ····· 240
제4절 투자 우선순위 설정
1. 투자우선순위 설정 방법론 ····· 243
2. 계층화분석(AHP) 방법론의 개요 ····· 246
3. 지속가능교통시스템 연구과제 우선순위 선정 ····· 248
4. 정책추진방향을 고려한 추진 우선순위의 조정 ····· 251

제5절 연구개발비

1. 연구비 총 예산 ····· 253
2. 비목별 총 예산 ····· 256
3. 세부 과제별 예산 ····· 257

제6절 총괄 추진 로드맵

1. 본 연구목표와 연계성 ····· 267
2. 단계별 추진과제 ····· 267
3. 과제 RFP(1단계) ····· 270
4. 과제 RFP(2단계) ····· 292

제5장 지속가능교통시스템 기술개발의 파급효과 분석

제1절 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 필요성 ····· 319
2. 연구의 범위 ····· 320

제2절 국내·외 연구동향 및 관련문헌 검토

1. 지속가능한 교통시스템의 사회적 효과 ····· 321
2. 지속가능한 교통시스템의 환경적 효과 ····· 342
3. 지속가능한 교통시스템의 경제적 효과 ····· 350
4. 시사점 ····· 353

제3절 지속가능교통시스템의 파급효과 분석 방법론 검토

1. 지속가능교통시스템의 환경적 파급효과 분석방법론 ····· 356
2. 지속가능교통시스템의 경제적 파급효과 분석방법론 ····· 366
3. 지속가능교통시스템의 효과 평가 시스템 ····· 383

제4절 지속가능교통시스템의 파급효과 분석

1. 지속가능교통시스템의 파급효과 ····· 389
2. 지속가능교통시스템의 파급효과 사례분석 ····· 396

<참고자료> : 전략 프로젝트의 주요 내용 ····· 405

<참고문헌> ····· 609

<표 차례>

<표 2- 1> 세계미래학회의 미래사회 주요 부문 전망 ····· 12
<표 2- 2> 에너지·환경 부문 글로벌 트렌드 메타분석 ····· 14
<표 2- 3> 기후변화의 영향과 전망 ····· 15
<표 2- 4> 에너지 공급과 운송부문의 주요내용 ····· 15
<표 2- 5> 기후변화의 장기적인 전망 ····· 16
<표 2- 6> 세계환경위기시각 추이 ····· 19
<표 2- 7> 기후변화에 대한 국가간 협약 체결 경과 ····· 24
<표 2- 8> 지구온난화에 대한 주요국 대응 ····· 24
<표 2- 9> 원유 현물유가 추이 ····· 26
<표 2-10> 에너지 위기에 대한 주요국 대응 사례 ····· 27
<표 2-11> 국가군과 특정의무 ····· 29
<표 2-12> 기후변화협약의 주요내용 ····· 30
<표 2-13> 기후변화협약 채택 및 발효 경과 ····· 30
<표 2-14> 주요국의 온실가스 감축 목표 ····· 31
<표 2-15> 발리로드맵의 주요 내용 ····· 33
<표 2-16> 주요국가의 연간 온실가스 배출량 ····· 36
<표 2-17> 주요국가의 수송부문 전체 연간 온실가스 배출량 ····· 36
<표 2-18> 유럽연합 교통 정책 ····· 38
<표 2-19> 프랑스 교통 부문별 기후변화 정책 ····· 41
<표 2-20> 영국 교통 정책 ····· 44
<표 2-21> 일본의 교통부문 기후변화 대책 요약 ····· 48
<표 2-22> 부문별 최종에너지 소비실적 ····· 53
<표 2-23> 최종에너지 부문별 수요 전망 ····· 55
<표 2-24> 교통부문 총 에너지소비량 ····· 55
<표 2-25> 교통부문 수단별 에너지소비량 ····· 56
<표 2-26> 도로교통부문 에너지소비량 ····· 57
<표 2-27> 차종별 에너지소비량 추정 ····· 58
<표 2-28> 유종별 에너지소비량 추정 ····· 58
<표 2-29> 우리나라 총 온실가스 배출량 ····· 59
<표 2-30> 우리나라 에너지부문 온실가스 배출량 ····· 60
<표 2-31> 우리나라의 수송수단별 온실가스 배출추이 ····· 61
<표 2-32> 교통수단별·16개 광역시도별 CO_2 배출량(2007) ····· 62
<표 2-33> 교통수단별·16개 광역시도별 온실가스 총 배출량(2007) ····· 63
<표 2-34> 교통부문 유종별 CO_2 배출량 ····· 65

<표 2-35> 교통부문 차종별 CO_2 배출량 ····· 65
<표 2-36> 부문별 에너지절감 목표 ····· 66
<표 2-37> 중기 온실가스 배출량 전망 ····· 68
<표 2-38> 온실가스 배출전망(BAU)과 감축시나리오 비교 ····· 69
<표 2-39> 시나리오별 교통부문 전략 ····· 70
<표 2-40> 우리나라 중앙정부의 교통부문 기후변화협약 종합대책 ····· 80
<표 2-41> 국내 교통부문 대책 요약 ····· 81
<표 2-42> 각 부처별 주요 기후변화대응 과제 ····· 84
<표 2-43> 녹색교통체계 구축 세부과제 ····· 88
<표 2-44> 자전거이용 활성화 세부과제 ····· 89
<표 3- 1> 28개 중분류 기술분야 ····· 106
<표 3- 2> 27대 중점육성기술 선정 ····· 107
<표 3- 3> 교통부문 중점육성기술 후보군 도출 결과 ····· 109
<표 3- 4> 특허분석대상 특허 ····· 110
<표 3- 5> 특허동향분석 기술분류표 ····· 111
<표 3- 6> 분석대상 기술범위 ····· 112
<표 3- 7> 특허분석 검색식 ····· 113
<표 3- 8> 기하평균과 산술평균의 오차 사례 ····· 116
<표 3- 9> 주요 출원인(궤도기반 대중교통수단 기술) ····· 131
<표 3-10> 주요 출원인(자전거 기술) ····· 134
<표 3-11> 주요 출원인(자동화 개인운송수단 기술) ····· 137
<표 3-12> 주요 출원인(복합수송수단 기술) ····· 140
<표 3-13> 주요 출원인(대체에너지 공급시설) ····· 142
<표 3-14> 주요 출원인(온실가스 배출관리 기술) ····· 145
<표 3-15> 주요 출원인(실시간 위치파악 시스템) ····· 147
<표 3-16> 일본 과학기술 100대 과제의 흐름 ····· 152
<표 3-17> 일본 미래 교통관련 과학기술 ····· 152
<표 3-18> 차량 및 연료기술 주요내용 요약 ····· 153
<표 3-19> 도시교통기술 주요내용 요약 ····· 154
<표 3-20> 비동력 교통수단 기술 주요내용 요약 ····· 154
<표 3-21> PBIC의 보행환경 평가지표 ····· 169
<표 3-22> Walk San Diego의 보행환경 평가지표 ····· 169
<표 3-23> Walk On의 보행환경 평가지표 ····· 170
<표 3-24> 국토부 보행우선구역 표준설계 매뉴얼의 보행성 지표(2008) ····· 171
<표 3-25> 국토연구원 보행성 평가지표(2006) ····· 172
<표 3-26> 녹색교통의 보행환경 평가지표 ····· 173
<표 3-27> SWOT 분석 결과 ····· 178

<표 3-28> SWOT 분석을 통한 전략방향 ····· 179
<표 3-29> 교통부문 국제협력 현황 ····· 194
<표 4- 1> 지속가능 R&D 정책 및 전략 ····· 214
<표 4- 2> 국가교통기술 분류 ····· 217
<표 4- 3> 국가과학기술 표준분류체계 중 건설/교통 분야 분류체계 ····· 218
<표 4- 4> 지속가능교통시스템 기술트리 ····· 220
<표 4- 5> 지식경제부의 2009년 국산자전거 기술개발사업 추진 계획 내용 ····· 227
<표 4- 6> 핵심 추진 기술 ····· 228
<표 4- 7> 1차 수요조사 결과 ····· 230
<표 4- 8> 최종 공모결과 및 정리 방향 ····· 234
<표 4- 9> 2차 추진과제(안) ····· 238
<표 4-10> 추진과제 최종조정 ····· 240
<표 4-11> 최종 추진과제 ····· 241
<표 4-12> 연구과제 선정평가 방법론 현황 ····· 244
<표 4-13> AHP의 4단계 ····· 246
<표 4-14> 쌍대 비교표 (예) ····· 246
<표 4-15> Saaty의 평가배점표 ····· 247
<표 4-16> 무작위 일관성 지수 ····· 247
<표 4-17> 지속가능교통시스템 구축 연구과제 선정 평가기준 ····· 248
<표 4-18> AHP 설문에 따른 우선순위 ····· 250
<표 4-19> 연구비 총예산(안) ····· 253
<표 4-20> 1단계 연구비 예산(안) ····· 254
<표 4-21> 2단계 연구비 예산(안) ····· 254
<표 4-22> 비목별 총예산(안) ····· 256
<표 5- 1> 서울시 버스노선체계 개편 전·후 지하철과 연계한 시내버스 노선 수 비교 ···· 327
<표 5- 2> 각 국가 혼잡통행료 사례별 비교 ····· 332
<표 5- 3> 해외 혼잡통행료 징수의 효과 ····· 332
<표 5- 4> 런던시 서부 확장지역의 혼잡통행료 부과시간대 버스 승객수의 변화 ····· 333
<표 5- 5> 주요지표별 추세(1995~2006) ····· 335
<표 5- 6> Modal Share(main Mode) by number of trip ····· 335
<표 5- 7> 해외 모빌리티 매니지먼트(Mobility Management)의 효과 ····· 337
<표 5- 8> 국내 BRT에 의한 수단 변화 ····· 338
<표 5- 9> 해외 BRT에 의한 수단 변화 ····· 339
<표 5-10> 해외 혼잡통행료에 의한 수단 변화 ····· 339
<표 5-11> 해외 자전거 정책에 의한 수단 변화 ····· 339
<표 5-12> 철도와 도로교통의 CO_2 배출량 비교 ····· 346
<표 5-13> 서울시의 온실가스 배출원 전망 ····· 347

<표 5-14> 국가 온실가스 배출량과 서울시 온실가스 배출량 비교 ····· 347
<표 5-15> 도시면적당 대기오염물질 배출량에 영향을 미치는 요소 ····· 349
<표 5-16> 사회적 비용 평가 항목 ····· 350
<표 5-17> 도로사업의 편익 항목 ····· 351
<표 5-18> 승용차요일제 시행으로 인한 연간 총 사회적 편익 ····· 352
<표 5-19> 승합 및 소형화물차의 차속별 CO_2 배출계수 산출식 ····· 357
<표 5-20> 차종별 CO_2 배출계수 산출식 ····· 358
<표 5-21> 승합 및 소형화물차의 차속별 CH_4 배출계수 산출식 ····· 359
<표 5-22> 승합 및 소형화물차의 차속별 N_2O 배출계수 산출식 ····· 359
<표 5-23> 도로수송부문의 기본 CO_2 배출계수와 불확도 범위 ····· 360
<표 5-24> 차속별 CO_2 배출계수 ····· 361
<표 5-25> 자동차의 온실가스 배출계수 ····· 361
<표 5-26> 차종별·속도별 CO_2 배출계수 ····· 362
<표 5-27> CH_4, N_2O 배출계수 ····· 364
<표 5-28> 차속별 CH_4 배출계수 ····· 364
<표 5-29> 차속별 N_2O 배출계수 ····· 365
<표 5-30> 자동차 온실가스 배출계수 ····· 365
<표 5-31> IPA의 수준 및 내용 ····· 371
<표 5-32> 시스템 다이내믹스 적용 연구사례 ····· 380
<표 5-33> SDM과 CGE모형의 비교 ····· 380
<표 5-34> CGE모형을 적용한 연구사례 ····· 381
<표 5-35> 지속가능교통시스템 기술과제 ····· 389
<표 5-36> 국가별 온실가스 감축 목표치 ····· 392
<표 5-37> 부문별 온실가스 배출량 ····· 392
<표 5-38> 서울시 승용차 1% 감축에 따른 파급효과(사회적 편익) ····· 393
<표 5-39> 전국 승용차 1%'감축에 따른 파급효과(사회적 편익) ····· 393
<표 5-40> 시·도별 자동차 1일 평균 주행거리 ····· 394
<표 5-41> 서울시 교통수단별 수단분담률 추이 ····· 394
<표 5-42> 전국 교통수단별 통행량 ····· 395
<표 5-43> 차종별·속도별 대기오염비용 ····· 395
<표 5-44> 차종별·속도별 차량운행비용 ····· 395
<표 5-45> 차량 1대당 평균 통행시간가치(수도권) ····· 396
<표 5-46> 차량 1대당 평균 통행시간가치(전국권) ····· 396
<표 5-47> 전라선 개량사업의 지역별 파급효과 분석결과 ····· 401

<그림 차례>

<그림 2- 1> 전 세계 평균온도 변화추이 ····· 23
<그림 2- 2> 국제유가 변동추이 ····· 27
<그림 2- 3> 부문별 최종에너지 소비실적 ····· 54
<그림 2- 4> 우리나라 교통부문 에너지 사용 현황 ····· 56
<그림 2- 5> 차종별 장래 에너지소비량 예측 ····· 58
<그림 2- 6> 차종별 장래 에너지소비량 예측 ····· 59
<그림 2- 7> 우리나라 총 온실가스 배출량 ····· 60
<그림 2- 8> 우리나라 에너지부문 온실가스 배출량 ····· 61
<그림 2- 9> 우리나라의 수송수단별 온실가스 배출추이 ····· 62
<그림 2-10> 온실가스 배출전망(BAU)과 감축시나리오 비교 ····· 69
<그림 3- 1> 연도별 특허 동향 ····· 118
<그림 3- 2> 국가별 특허점유율 ····· 118
<그림 3- 3> 지속가능교통시스템 분야의 포트폴리오(한국, 일본, 미국, 유럽) ····· 119
<그림 3- 4> 한국의 지속가능시스템 분야의 포트폴리오 ····· 121
<그림 3- 5> 국가별 지속가능교통시스템 분야의 발전도 ····· 122
<그림 3- 6> 기술별 출원동향(한국, 일본, 미국, 유럽) ····· 123
<그림 3- 7> 출원인 구분별 출원동향(한국, 일본, 미국, 유럽) ····· 124
<그림 3- 8> 주요출원인의 역점기술 분야 ····· 125
<그림 3- 9> 주요출원인의 역점기술 분야(일본) ····· 126
<그림 3-10> 주요출원인의 역점기술 분야(유럽) ····· 127
<그림 3-11> 주요출원인의 역점기술 분야(미국) ····· 128
<그림 3-12> 한국특허의 연도별 출원 동향 ····· 129
<그림 3-13> 연도별 동향(궤도기반 대중교통수단 기술) ····· 130
<그림 3-14> 국가별 점유율(궤도기반 대중교통수단 기술) ····· 131
<그림 3-15> 연도별 동향(자전거 기술) ····· 133
<그림 3-16> 국가별 점유율(자전거 기술) ····· 134
<그림 3-17> 연도별 동향(자동화 개인운송수단 기술) ····· 136
<그림 3-18> 국가별 점유율(자동화 개인운송수단 기술) ····· 136
<그림 3-19> 연도별 동향(복합수송수단 기술) ····· 138
<그림 3-20> 국가별 점유율(복합수송수단 기술) ····· 139
<그림 3-21> 연도별 동향(대체에너지 공급 시설) ····· 141
<그림 3-22> 국가별 점유율(대체에너지 공급 시설) ····· 142
<그림 3-23> 연도별 동향(온실가스 배출관리 기술) ····· 143
<그림 3-24> 국가별 점유율(온실가스 배출관리 기술) ····· 144

<그림 3-25> 연도별 동향(실시간 위치파악 시스템) ····· 146
<그림 3-26> 국가별 점유율(실시간 위치파악 시스템) ····· 146
<그림 3-27> 영국 Heathrow공항 ATS사의 ULTra 시스템 테스트 주행 ····· 160
<그림 3-28> Vectus 옵살라 시험선 및 차량과 LIM 방식의 궤도 인프라 ····· 161
<그림 3-29> 포항공대 시험선 차량과 시험선 가이드웨이 ····· 161
<그림 3-30> 개인교통시스템 기술 및 산업적 위치 ····· 163
<그림 3-31> 미국 캘리포니아의 자동차 Eco-label ····· 164
<그림 3-32> 일본 Eco-rail mark ····· 164
<그림 3-33> 핀란드 온실가스 DB 구축 프로세스 ····· 165
<그림 4- 1> 지속가능교통 기술개발의 기본방향 ····· 212
<그림 4- 2> 그린카 기술 중장기 사업화 전략 ····· 223
<그림 4- 3> 연구과제 선정 절차 ····· 244
<그림 4- 4> AHP에 의한 연구과제 선정 절차 ····· 245
<그림 4- 5> 지속가능교통시스템 구축 연구과제 선정 계층구조 ····· 249
<그림 5- 1> 개편 전 서울시 교통권역별 버스노선 분포 ····· 328
<그림 5- 2> 개편 후 서울시 교통권역별 버스노선 분포 ····· 328
<그림 5- 3> Key Route Bus No. 2 운행 이후 승객수요의 변화 ····· 331
<그림 5- 4> 프라이부르크의 수단분담률 ····· 336
<그림 5- 5> 대중교통 이용 측면에서의 지속가능성 증진 ····· 338
<그림 5- 6> 16th Street Mall 위치 및 전경 ····· 341
<그림 5- 7> 멜버른의 온실가스 배출량 변화 ····· 344
<그림 5- 8> 멜버른의 CO2 배출 추이 ····· 344
<그림 5- 9> 멜버른의 교통수단간 평균 온실가스 배출량 ····· 345
<그림 5-10> 시스템 다이내믹스 모형인 ESCOT의 구조 ····· 368
<그림 5-11> 부문별 생산 구조 ····· 369
<그림 5-12> IPA의 분석 흐름도 ····· 372
<그림 5-13> 시뮬레이션 모형의 주요 인과지도 ····· 374
<그림 5-14> 모형의 네 가지 유형 ····· 375
<그림 5-15> 산업금융정책이 경제성장에 미친 경로분석 결과 ····· 378
<그림 5-16> 시스템 다이내믹스 방법론의 위상 ····· 379
<그림 5-17> 토지-교통-환경 통합평가 시스템 구조 ····· 387
<그림 5-18> 사업의 개요 ····· 397

제1장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구의 범위 및 내용

제1장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경 및 필요성

○ 최근 우리사회를 비롯한 전 세계의 공통적인 관심사 중 하나는 에너지 위기와 기후변화임

○ 2008년 신고유가 기록이 보여주듯이 에너지원의 대부분을 수입에 의존하는 우리나라는 '지속가능성' 측면에서 매우 큰 취약점을 내포하고 있음

○ 특히 화석연료에 주로 의존하고 있는 교통부문의 에너지소비구조는 화석연료 이외의 에너지원을 사용하는 교통수단의 공급과 이를 뒷받침하는 교통시설 및 운영체계의 지원이 되어야 할 것임

○ 이를 위해 세계 각국은 전기, 수소연료, 바이오 연료 등의 에너지원의 교통부문 활용을 위해 경주하고 있음

○ 한편, 기후변화협약으로 대변되는 지구온난화, 교통부문 환경성 악화 등은 교통부문 온실가스 저감을 위한 대책·대응 및 기술개발이 위기이자 기회로 활용해야 하는 시점임

○ 이를 위해 국제사회는 교토의정서 채택, 발리로드맵 채택, 코펜하겐 회의 개최계획 등 여러 논의와 대비를 하고 있으며, 우리나라도 지속가능교통물류발전법의 제정, 저탄소녹색성장법의 상정 등 다양한 노력을 하고 있음

○ 이러한 국제사회의 움직임과 전 세계적인 공감대, 보다 나은 사회를 만들고자 하는 각 부문의 노력이 필요한 시점임

2. 연구의 목적

○ 본 연구의 목표는 고갈되는 화석연료와 기후변화협약으로 대표되는 국제적인 에너지 사용규제에 장기적으로 대비하여 국민의 사회·경제활동에 필수불가결한 교통서비스를 지속가능 조건에 부합하고, 효율적으로 공급할 수 있는 연구개발 및 인프라 개발 체계의 확립을 목적으로 함

○ 본 연구는 다음과 같은 구체적인 연구개발 목표를 가지고 있음

- 기후변화협약대응을 위한 연구 및 역량강화 시스템을 구축하고 국토해양부에서 추진 중인 '지속가능교통물류발전법'의 여러 규정 및 계획들을 효율적으로 지원하는 기술의 제시
- 지속가능교통시스템을 달성하고자 우선기술개발 과제를 도출하고 세부 추진계획을 수립
- 지속가능교통시스템 기술개발이 가져올 사회적·경제적 파급효과의 분석을 통해 향후 본 과제 추진의 타당성을 검토하고, 국가지원의 당위성을 제시

3. 연구의 중요성

가. 기술적 측면

○ 교통부문의 온실가스 및 대기오염 저감, 에너지 절약 등 친환경적이면서 효율적인 교통체계를 구축하여 교통수요 관리, 친환경 교통시설 및 수단을 개발하고 동 부문의 에너지 소비, 온실가스배출 등의 기준 설정 및 장기적 모니터링을 위한 법적장치 마련이 시급함

○ 이를 위해 저탄소 배출원으로서의 교통수단 전환을 위한 국가온실가스 종합관리시스템 구축과 교통수단 및 인프라 기술개발에 대한 과제발굴과 중장기 연구 및 지원에 대한 방향성을 제시하여 효과적인 기술개발 기반수립이 필요함

○ 특히 교통부문의 운송체계 개선 및 효율의 극대화를 위한 교통수단운행 효율

화 방안에 대한 기술 개발이 병행되어야 하며, 타 교통수단과 연계한 교통시스템 기술 개발로 교통시설의 접근성 확보를 위한 네트워크 구축 및 시설확충 방안이 필요함

나. 경제·산업적 측면

○ 전 세계적으로 기후변화협약이행 및 교토의정서 메커니즘인 공동이행체제(JI : Joint Implementation), 청정개발체제(CDM : Clean Development Mechanism), 배출권거래제(ET : Emission Trading)를 활용한 국가 간 감축실적 및 탄소배출권 구매를 통한 시장 창출로 향후 국가 간 거대 시장형성이 전망됨

○ 우리나라에서는 기후변화협약 이행 기반 구축 및 시스템 개발보급을 위해 온실가스배출감축 및 산정에 대한 기본적인 전략 및 대책 마련과 탄소펀드 도입을 추진하고 이에 대한 교통부문의 대응책 마련이 시급함

○ 지속가능 교통수단 및 인프라기술의 지속가능성 향상을 위해서는 승객, 화물의 이동과 접근 및 운송을 환경, 경제, 사회적으로 수용 가능하도록 제공할 수 있는 기술개발이 포함되어야 함

○ 교통수요에 대처하기 위해 공급확충에 치중하여, 에너지 소비가 증가하고, 온실가스 배출 및 대기오염 증가 등 부작용을 초래하여 생태환경의 변화에 따른 갈등이 심화됨

○ 교토의정서 비준 대응 등 지속가능한 교통체계 구축 한계가 발생함에 따라 국가차원에서 지속가능한 교통수단을 집중 육성하여, 경제적 파급효과가 큰 미래형 교통수단개발 및 인프라시설 확대 보급을 촉진할 수 있는 기반조성이 필요함

○ 현재 연간 900억 달러를 상회하는 에너지 수입 비용을 저감할 수 있는 지속가능 교통시스템의 수립은 우리나라의 국가경쟁력 향상에 크게 기여할 수 있을 것임

다. 사회문화적 측면

○ 교토의정서의 발효(2005)로 국가별 온실가스 감축이 시행되고 2단계(2013) 추가 대상국 협상이 본격화되면서, 온실가스 배출량 기준 10위인 우리나라는 국제적 온실가스 배출규제로 인한 교통 활동의 위축, 교통 환경비용 증가 등 사회·경제비용 증가 및 국가경쟁력 악화가 우려됨

○ 국내·외 환경변화에 대처하기 위해 환경친화성, 에너지효율성, 수송효율성 등 지속가능한 정책패러다임으로 전환할 중요한 시점이나 교통의 특성상 체제전환에 장기간이 소요되는 점을 감안하면 부정적인 파급효과가 우려됨

○ 우리나라의 교통수단 및 인프라 개선을 위해서는 선진국 수준의 환승 및 네트워크 시설의 확보가 이루어져야 하고, 이를 통해 전환교통(modal shift)의 촉진과 더불어 교통서비스의 향상으로 사회적 약자를 배려하는 교통접근성의 향상 및 이동편의성 보장이 요구됨

○ 낮은 환경비용(혼잡비용 등)과 운영·유지·관리의 효율성 향상, 교통약자 보호, 대중교통 이용의 활성화를 위해서는 지원정책 뿐만 아니라 대중교통 활성화를 위한 체계적인 기술개발의 병행과 더불어 친환경 교통수단으로의 전환교통추진이 이루어져야 함

제2절 연구의 범위 및 내용

1. 연구의 범위

가. 시간적 범위

○ 자료의 기준시점은 2007년을 기준으로 하되 자료 특성상 부득이한 경우는 가장 최근 자료를 사용하고 그 해당 연도를 표기하도록 함

나. 공간적 범위

○ 지속가능 및 기후변화협약 관련 국내·외 교통기술 자료를 대상으로 함

다. 내용적 범위

○ 본 연구는 지속가능교통부문으로 한정함[2)]

○ 지속가능 및 기후변화협약 관련 국제/국내 동향조사 및 기술예측

○ 국내·외 여건을 감안한 기후변화협약 및 지속가능교통 관련기술개발전략 수립

○ 전략에 의거한 지속가능 교통기술개발 연구 기획

○ 지속가능교통시스템 기술개발의 파급효과 분석

라. 교통부문의 지속가능의 정의

○ 지속가능성이나 지속가능한 교통에 관해서는 통일된 정의가 존재하지 않으나 대략 다음과 같은 정의들이 사용되고 있음

---

2) 본 과제의 선정 평가시 평가위원의 의견사항에 의하면, 물류분야 기술개발 계획이 진행중이므로 필요시 물류부문을 배제(평가위원 A), 물류가 본 연구과제의 범위에서 제외되고 있음을 분명히 제시할 필요(평가위원 D)가 있다고 의견을 개진함. 이에 본 과제에서는 기 연구중인 물류부문과의 중복성을 고려하여 물류부문은 연구의 범위에서 제외함(평가원과 기협의 사항임)

○ WCED(World Commission on Environment and Development)의 정의

- 지속가능개발이란 후세 세대의 요구를 달성하는 능력을 저해하지 않는 한도에서 현재 세대의 요구를 달성하는 것임

○ Center for Sustainability의 정의

- 지속가능성이란 장기적인 미래로의 계속성임
- 미래로 무한하게 계속 될 수 있는 것은 지속가능성을 가졌다라고 평가되고, 그렇지 않은 것은 지속가능성이 없음

○ OECD의 정의

- 지속가능교통(EST : Environmentally Sustainable Transportation)은 국민의 건강과 생태계를 위협하지 않으며 재생 가능한 자원을 재생가능속도 이하로 사용하거나 비재생 가능 자원의 경우는 재생가능 대체 자원의 개발 속도 이하로 사용하여 이동 수요를 충족시키는 교통을 의미함

○ Center for Sustainable Transportation의 정의

- 지속가능교통이란 개인과 사회의 이동, 접근 수단을 안전하고 건강과 생태계에 악영향을 미치지 않으며 세대 간 형평성을 유지하면서 만족시키는 교통을 의미함
- 이는 편한 적정가격을 유지하며 효율적이고 다양한 교통모드를 제공하며 경제 활동을 지원하는 교통임
- 또한 지구환경 자정 수준에서 오염물을 배출하며 비재생 자원의 소비를 최소화하고 재생자원의 소비 또한 개발 속도 이하로 제한하고 토지 이용수요와 소음, 공해 또한 최소화하는 교통을 의미함

○ 한편, 우리나라의 지속가능발전기본법에서는 지속가능성을 다음과 같이 정의하고 있음

- (제2조의 1) "지속가능성"이란 현재 세대의 필요를 충족시키기 위하여 미래 세대가 사용할 경제·사회·환경 등의 자원을 낭비하거나 여건을 저하시키지 아니하고 서로 조화와 균형을 이루는 것을 말함

○ 또, 지속가능교통물류발전법에서는 지속가능성을 다음과 같이 정의하고 있음

- (제2조의 5) "지속가능성"이란 현재 세대의 필요를 충족시키기 위하여 미래 세대가 사용할 경제·사회·환경·교통 등의 자원을 낭비하거나 여건을 저하시키지 아니하고 서로 조화와 균형을 이루는 것을 말함

○ 또한 동법에서는 지속가능한 교통물류체계에 대해서도 다음과 같이 정의하고 있음

- (제2조의 6) "지속가능 교통물류체계"란 지속가능성에 기초하여 사람·화물 등의 이동성과 접근성 향상 등 교통물류의 발전을 이루는 교통물류체계를 말함

○ 본 연구에서는 지속가능성 및 지속가능교통시스템에 대하여 우리나라 현행법의 정의를 준용하고자 함

2. 연구의 내용

가. 미래사회에 대한 전망과 대응

○ 세계 및 국내 미래사회에 대한 전망과 이슈에 대한 분석

○ 특히 지구온난화와 화석연료중심의 에너지 위기에 대하여 고찰

○ 지속가능한 사회를 위한 주요 선진국의 대응 동향 고찰

○ 우리나라 교통부문 환경 전망

나. 연구개발 역량 분석

○ 정부의 정책동향 분석

○ 기후변화 대응 기술, 녹색기술, 지속가능교통 특허동향 등의 기술동향 분석

○ 국외 주요국의 기술개발 대응 분석

○ SWOT 분석 및 전략 수립

○ 국내·외 협력연구방안 제시

다. 지속가능교통시스템 기술개발 추진계획

○ 국내·외 동향, SWOT 분석 등을 바탕으로 비전과 목표의 수립

○ 기술트리의 구성, 핵심기술의 도출, 투자우선순위의 설정

○ 로드맵 및 예산투자 계획 등 수립

라. 전략 프로젝트 선정

○ 교통시설기술 부문

○ 교통기반기술 부문

○ 교통운영기술 부문

마. 지속가능교통시스템 기술개발의 파급효과 분석

○ 국내·외 연구동향 및 관련문헌 검토

○ 지속가능교통시스템 파급효과 분석 방법론 검토

○ 지속가능교통시스템 파급효과 분석

바. 지속가능교통기술 연구

○ 기후변화협약 대응 기술

○ 지속가능 교통발전을 위한 기술

○ 지속가능성 향상을 위한 교통수단 및 시설개발 기술

○ 민간 지자체 협력 증진 방안

○ 기타 관련자료의 제시

제2장 미래사회에 대한 전망과 대응

제1절 미래사회의 전망

제2절 미래사회의 이슈

제3절 지속가능한 사회를 위한 글로벌 움직임

제4절 우리나라 교통부문 환경 전망

제2장 미래사회에 대한 전망과 대응

○ 본 장에서는 미래사회가 어떤 방향으로 진행될 것인지, 지속가능한 사회를 위해서 전 세계적인 움직임은 어떠한지, 우리나라 교통부문 환경의 현재 상황과 미래전망은 어떠한지 등을 살펴보고자 함

○ 아울러 본 장의 도출결과는 제3장의 연구개발 역량분석의 기본전제가 될 것이며 이를 바탕으로 SWOT분석, 비전 및 목표의 수립이 연결될 것임

제1절 미래사회의 전망

1. 세계 미래사회의 전망

가. 세계 미래학회

○ 세계미래학회(World Future Society)는 연례전망보고서(Annual Outlook Report)인 The Futurist를 통하여 부문별로 미래전망을 제시

- 가장 최근은 2008년 10월에 발표한 보고서로 12개 분야에 대한 2009년 이후의 미래 전망임
- 미래전망 12개 분야는 다음과 같음
  - 비즈니스 및 경제(Business and Economics)
  - 컴퓨터(Computers)
  - 인구(Demography)
  - 에너지(Energy)
  - 환경 및 자원(Environment and Resources)
  - 보건 및 의학(Health and Medicine)
  - 정보사회(Information Society)
  - 기술 및 과학(Technology and Science)
  - 교통(Transportation)

- 가치 및 사회(Values and Society)
- 직업 및 경력(Work and Careers)
- 세계정세(World Affairs)

○ 이 중 에너지, 환경 및 자원, 정보사회, 교통부문에 대한 내용을 요약하면 다음과 같음

<표 2-1> 세계미래학회의 미래사회 주요 부문 전망

부문	주요전망
에너지	- 2013년이면 전기 사용률이 83%를 기록할 것임 - 건축가들은 군중의 이동을 기반으로 한 에너지를 사용하게 될 것임 - 미래의 차는 하늘을 날아다니지는 못할 것이지만 공기를 이용할 수는 있을 것임 - 탄소 포착 기술로 석탄 연소가 더욱 청정화될 것임 - 석유에 대한 대체 에너지의 추구로 유가가 안정될 수 있을 것임
환경 및 자원	- 오염이 세계 신흥 경제국에게 가장 많은 피해를 줄 것임 - 담수화 업계가 크게 확장될 것임 - 기후 변화가 담수 공급을 위협할 것임 - 지구의 온도 상승이 미약하기는 하지만 국제적인 혼란과 파괴를 야기할 것임 - 농민들은 자연보호에 핵심이 될 것임
정보사회	- 말하고 행동하는 모든 것이 기록될 것임 - 신원 도용 및 여타 인터넷 범죄가 빠른 속도로 증가할 것임 - 한 번도 만나본 적이 없는 사람을 친구로 두게 될 것이며, 사이버 친구의 수가 실생활의 친구의 수를 상회할 것임 - 미래는 서적을 듣고 이동전화를 읽는 시대가 될 것임 - GPS, 이동전화 감지 네트워크 등 IT의 발달로 테러리스트의 행동을 감시할 것임 - 더 많은 어린이들이 사이버 폭력의 희생양이 될 것임 - 호텔 객실이 양방향화 되고 투숙객의 요건을 예측할 수 있게 될 것임
교통	- 도로의 제왕으로 군림했던 차의 시대는 곧 끝날 것임 - 날아다니는 자동차가 결국에는 시판될 것임 - 자체 수리 우주선으로 우주여행이 더욱 저렴해질 것임 - 이동성이 신흥 경제국에서 더 많은 사람들에게 우선순위가 될 것 - 연구소가 전송 능력을 향상시킬 것임

자료 : 세계미래학회, 2008

나. 세계 미래예측 메타분석

○ 한국정보사회진흥원[3]의 글로벌 미래예측 메타분석에 의하면 UN, OECD 등의

3) 한국정보사회진흥원, 『국가 미래예측 메타분석』, 2008에서 발췌·정리

국제기구 및 해외 국가의 미래전략기구의 보고서를 바탕으로 사회·문화, 경제·산업, 정치·행정, 에너지·환경, 기술·인프라의 5개 분야의 콘텐츠를 분석

○ 이 중 에너지·환경 부문의 미래예측 주요 내용은 다음과 같음

- 팽창하는 세계경제는 석유 수요를 더욱 증가시키고, 에너지 고갈, 석유공급지의 불안정 요인 발생
  - 재생가능 에너지원, 수소연료전지 등 새로운 에너지원에 대한 연구 진행
  - 중국, 인도 등 신흥개발도상국의 에너지 수요 대처의 외교정책 형성
- 지구 온난화로 인한 다양한 변화에 우려
  - 해수면 높이 증가, 극단적인 기후 발생, 식물 생식처 변화 등을 염려하여 온실가스 감축에 관한 협약 체결
- 환경적 지속가능성을 확고히 하고자 환경친화적 시책 마련
  - 선진국 등의 환경규제시책이 강화되거나 에너지 절약형 생산방식 등으로 변화
  - 환경표준 및 국제적 표준화 작업 확산
- 물과 식량 부족 문제를 해결하도록 국제적으로 투자 또는 정책을 마련

○ 또한, 기술·인프라 부문의 미래예측 주요 내용은 다음과 같음

- 선진국에서는 정보와 통신의 인프라를 구축하여 국가의 부 형성과 혁신을 도모
- 우주의 연구는 기상예보, 전 세계 통신과 방송, 재난의 예방의 기능 수행
- 나노, 바이오, 정보, 재료기술이 융합되어 차세대 하이테크 기술로 발전
  - 중국과 인도 등의 기술 투자를 통한 국가의 발전 전략
  - 미국이 선두인 현재, 경쟁력 유지를 위한 노력
- 국가간 하이테크 기술 인력의 이동, 정보통신 산업 인력의 증가, 세계적 기업의 글로벌 오퍼레이션을 통해 신기술 확산
  - 신기술 응용 지원이 마련되지 못하는 경우 디지털 격차가 커지게 되므로 국가 차원의 신기술 발전전략 마련

○ 동 보고서에는 글로벌 트렌드 메타분석 자료도 제시하고 있는데 에너지·환경 부문의 주요 내용은 다음과 같음

<표 2-2> 에너지·환경 부문 글로벌 트렌드 메타분석

구분	트렌트	추진과제
에너지·환경	- **환경적 지속가능성을 확고히 함** · 차단방역(Biosecurity) · 위험관리 · 재생가능에너지원 · **수소연료전지** · 달의 자원 활용 · 황사대처 · **향후 20년간 에너지 소비는 50% 증가할 것으로 예측** · 에너지 자원고갈은 아직 일어나지 않음 · **에너지 자원에 대한 경쟁과 갈등 상존** · **2020년까지 석유, 천연가스, 석탄의 화석연료가 지배적** · 산림강화 품질다종, 농촌 소량 생산 · 토지 재정복 · 생태학, 우주정원, 해양정원의 보편화 · **에너지절약, 수소에너지 개발** · 전 세계 전기공급 · 태양열 대체에너지 · 달, 소행성에서 원자재탐사	· 국가 정책 및 사업, 자원 낭비에 대해 통합적 지속가능성 원칙 수립 · 2015년까지 지속가능한 식수 및 안전위생이 없는 사람들 비율을 반으로 줄일 것 · **기후변화에 따른 미래예측과 노력 권고활동** · 위험관리에 대한 정책적 접근 · 위험관리에 대한 공공과 민간의 시너지 창출 노력 · 에너지절약기술의 시장 확대 · **CO_2 배출권 거래시장 창출** · **수소에너지, 태양에너지 등 대체에너지 개발 필요** · 환경기준을 맞추는 방향의 기술혁신이 필요

2. 기후변화·에너지부문 미래전망

가. IPCC[4] 제4차 평가보고서(2007)[5]

○ IPCC 제4차 평가보고서는 세계 100여 개국, 500여명의 주요 저자와 2,000여명의 전문가가 검토한 보고서로서 총 6개의 주제로 구성되어 있음

- 주제 1 : 관측된 기후변화와 그 영향
- 주제 2 : 기후변화의 원인
- 주제 3 : 기후변화와 그 영향에 대한 전망
- 주제 4 : 적응과 완화의 선택
- 주제 5 : 기후변화의 장기적인 전망
- 주제 6 : 확실한 발견과 주요 불확실성

4) IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화에 관한 정부간 협의체
5) 제27차 IPCC총회(2007.11, 스페인 발렌시아)에서 최종 승인·채택된 보고서

○ 이 중 주제 3 : 기후변화와 그 영향에 대한 전망에 대한 부분을 요약하면 다음과 같음

<표 2-3> 기후변화의 영향과 전망

기후변화 현상	가능성	부문별 주요 예측 영향			
		농업, 임업, 생태계	수자원	보건	산업, 거주지, 사회
저온일 감소, 고온일 증가	사실상 확실	-고위도 : 생산성 증대 -저위도 : 생산성 감소, 병충해 증가	-고산 빙하 감소로 수자원 영향 -물공급 영향	-추위 노출 감소로 인간 사망률 감소	-난방감소, 냉방증가 -대기질 악화 -겨울관광 영향
육지에서 열파 증가	가능성 높음	-온난지역 생산량 감소 -산불위험 증가	-수자원 수요증가 -수질문제 증가	-노약자 치사위험 증가	-온난지역 주거환경 악화 -노약자·빈곤층
호우 증가	가능성 높음	-작물 피해, 토양 침식 -경작지 감소	-수질문제 증가 -수자원 부족은 완화	-재해 사망 증가	-홍수 피해 증가 -자산 손실
가뭄지역 증가	가능성 있음	-토질 악화, 생산량 감소 -산불위험 증가	-물부족, 스트레스 확대	-식량·수자원 감소 -질병 증가	-물부족, 수력발전 감소 -인구이주 가능성
태풍강도 증가	가능성 있음	-곡물 피해, 산림 파괴 -산호초 피해	-정전으로 물공급 중단 유발	-사망·질병 증가	-홍수·강풍 피해 증가 -인구이주 가능성
해수면 상승	가능성 있음	-담수계의 염수화	-담수가용성 감소	-홍수피해 -보건문제 증가	-해안보호 비용, 개발비용 -인구이동 -기반시설 영향

○ 동 보고서는 주요 부문(에너지 공급, 운송, 건물, 산업, 농업 등)별로 완화 기술, 정책과 조치, 제약과 기회에 대해서도 서술하고 있음

- 이 중 에너지 공급과 운송부문의 내용은 다음과 같음

<표 2-4> 에너지 공급과 운송부문의 주요내용

부문	현재 상업적으로 이용가능한 주요 완화 기술과 실행[1]	환경적으로 효과적이 됨을 보여주는 정책, 조치, 도구	주요 제약 또는 기회[2]
에너지 공급	향상된 공급과 분배 효율; 석탄에서 가스로 연료 전환; 원자력; 재생가능 열과 동력(수력, 태양열, 바람, 지열, 바이오에너지); 결합된 열과 동력; 이	화석연료 보조금 축소; 세금 또는 화석연료에 탄소 사용료	기득 이권에 의한 저항으로 이행이 어려워질 수 있음

	산화탄소 포획과 전장의(Carbon dioxide capture and storage, CCS) 조기 적용(예: 천연가스로부터 떨어진 CO_2 의 저장); 가스, 바이오매스, 석탄-연소 발전 시설 등을 위한 CCS; 향상된 원자력; 조수와 파도 에너지, 농축된 태양열, 태양열 광전지 등을 포함하는 향상된 재생에너지	재생가능 에너지 기술을 위한 무료 관세율; 재생가능 에너지 의무; 생산자 보조금	저-배출량 기술을 위한 시장을 만드는데 적절할 수 있음
운송	더 큰 연료-효율 차량; 하이브리드 차량; 무공해 디젤 차량; 바이오연료; 도로수송에서 철도와 대중교통 시스템으로 형태 전환; 모터가 없는 운송 (자전거, 도보); 토지-사용과 운송기획; 2세대 바이오연료; 고효율 항공기; 더 강력하고 믿을 만한 전지를 가진 향상된 전기 하이브리드차량	도로 운송을 위한 의무적인 연료 절약, 바이오연료 합성, CO_2 규격	차량의 부분적 범위는 효율성을 제한할 수 있음
		차량의 구입, 등록, 사용, 모터 연료 등에 과세; 도로와 주차 유료화	효율성은 더 높은 소득에 따라 떨어질 수 있음
		토지-사용 규제와 인프라 기획 등을 통한 작용 가동성 요구; 매력 있는 대중교통 시설과 모터가 없는 교통 형태에 투자	운송시스템을 구축하는 국가를 위해 특히 적절

주 : 1) 2030년 전에 상업화 될 것으로 추정되는 주요 기술과 실행은 밑줄로 표시
2) 표준 서체=제약, 밑줄=기회

○ 동 보고서의 주제 5 : 장기적인 전망에서는 기후변화의 장기적인 전망을 다음과 같이 하고 있음

<표 2-5> 기후변화의 장기적인 전망

범주	안정화된 CO_2 농도	온실가스와 에어러솔을 비롯해 안정화 된 CO_2 eq 농도 (2005=375ppm)	CO_2 배출량 최고 년도	2050년도 전 세계 CO_2 배출량의 변화 (2000년도 배출량에 대한 백분율)	2050년도 전 세계 CO_2 배출량의 변화 (2000년도 배출량에 대한 백분율)	열팽창만을 고려한 산업화 이전 대비 지구 평균 해수면 상승	평가된 시나리오의 수
	ppm	ppm	년	%	℃	m	
I	350~400	445~490	2000~2015	-85~-50	2.0~2.4	0.4~1.4	6
II	400~440	490~535	2000~2020	-60~-30	2.4~2.8	0.5~1.7	18
III	440~485	535~590	2010~2030	-30~+5	2.8~3.2	0.6~1.9	21
IV	485~570	590~710	2020~2060	+10~+60	3.2~4.0	0.6~2.4	118
V	570~660	710~855	2050~2080	+25~+85	4.0~4.9	0.8~2.9	9
VI	660~790	855~1130	2060~2090	+90~+140	4.9~6.1	1.0~3.7	5

나. 스턴보고서

○ 전(前) 세계은행 부총재인 영국의 니콜라스 스턴이 Stern Review on the Economics of Climate Change, 소위 스턴보고서를 통하여 기후변화에 의한 경제적 영향을 정부 차원에서 공식적으로 언급한 보고서임

- 코피아난 전(前) UN 사무총장은 스턴보고서를 '환경이슈로만 생각하던 기후변화의 문제가 이제 경제적·사회적 위협의 문제임을 제기하는 경제학자들의 관심사로 이동하고 있음을 보여주는 증거' 라고 언급

○ 보고서에 따르면 지구온난화는 지구경제의 20%를 와해시킬 수 있으며 지금 바로 행동에 나선다면 세계 GDP(국내총생산)의 1% 정도의 비용으로 기후변화의 영향을 완화(mitigation)시킬 수 있다고 말함. 하지만 행동하지 않을 경우 치러야 할 비용은 세계 GDP의 20%까지 늘어날 것이라고 경고하고 있음[6)]

○ 보고서에는 즉각적이고 강력한 행동만이 기후변화와 지구온난화를 막을 수 있으며, 국제적인 대응이 되어야 한다고 주장하고 있음

○ 온실가스는 에너지효율의 향상, 수요의 변화, 청정한 전력, 열, 교통수단 관련 기술의 개발과 적용을 통해 감축할 수 있음

- 전 세계 전력부문은 2050년까지 적어도 60%까지 탈탄소화(decarbonize)해야 함
- 그래야 대기 중 탄소농도를 550ppm CO_2eq 이하로 안정화할 수 있음
- 교통부문에서 현저한 배출량 감소가 요구됨
- 집중적인 탄소포획과 저장노력은 대기에 손상을 주지 않으면서 화석연료를 불가피하게 사용하는 데 있어 필수적임
- 삼림벌채, 농업적, 산업적 생산과정에서 비롯되는 비에너지 부문의 배출량 감소도 역시 중요함

○ 미래 지구 전망

- 2010년 : 미국과 유럽에서 최고기온 32℃가 넘는 날이 2003년경 보다 1/3이상 증가
- 2040년 : 지구기온 1℃ 상승 시

---

6) 환경운동연합, "스턴보고서가 말하는 기후변화의 경제학", 『월간 함께 사는 길』, 통권 163호, 2007년 1월호, pp. 48~50

• 최소 30만 명이 기후 질병 발병(말라리아, 심장질병, 오존 피해 등) 위협

- 2050년 : 지구 기온 1.5~2.5℃ 상승 시

• 생물 20~30% 멸종 위기

- 2080년 : 지구 기온 3℃ 상승 시

• 식량 : 3천만~1억 2천만 명 기근

• 수자원 : 11억~32억 명 물 부족

• 홍수/침수 : 1천 5백만 명 홍수 위험, 전 세계 해안 30% 침수

• 생태계 : 아마존 열대 우림 붕괴

- 2100년 : 지구 기온 6℃ 상승 시

• 모든 빙하가 사라지고, 생물 절반 멸종 위험

다. 코드그린

○ 뉴욕 타임즈의 칼럼니스트인 토마스 프리드먼은 그의 저서 '코드그린'[7]을 통하여 미래의 생존전략 핵심 키워드로 코드그린을 제시하고 있음

○ 코드그린의 주제는 다음과 같이 요약될 수 있음

- 21세기는 환경이 주제가 되어 깨끗한 지구를 물려주기 위하여 깨끗한 연료(풍력, 수력, 천연가스)의 사용, 지속가능한 성장, 녹색혁명 등을 제시

○ 프리드먼이 예측하는 미래의 전망은 다음과 같음

- 에너지 고갈로 에너저 공급 및 천연자원 수요 증가
- 석유 강국들 및 산유국 중심의 석유 독재로 인한 막대한 부의 이동
- CO_2 증가로 인한 파괴적인 기후변화
- 전기의 소유로 양분되는 에너지 빈곤
- 멸종 되는 동·식물 증가

라. 세계 환경위기시계

○ 일본의 아사히그라스재단(The Asahi Glass Foundation)이 전 세계 환경오염에

7) 토마스 프리드먼, 「코드 그린 : 뜨겁고 평평하고 붐비는 세계」, 2008

따른 위기정도를 나타내는 환경위기시계 시간을 발표

- 2009년 9월 기준, 세계환경위기시간은 9시 22분으로 작년의 9시 33분보다 11분 좋아짐

○ 환경위기시계는 지구환경이 나빠짐에 따라 환경전문가들이 느끼는 인류존속의 위기감을 시간으로 표시한 것으로 아사히그라스 재단이 '리우환경회의'가 열린 1992년부터 전 세계의 정부와 지방자치단체, 비정부지구(NGO), 학계, 기업 등의 환경전문가를 대상으로 매년 설문을 실시 발표

- 2008년에는 우리나라(41명)를 비롯한 81개 국가의 환경전문가 732명이 응답
- 2009년에는 우리나라(46명)를 비롯한 93개 국가의 환경전문가 757명이 응답

○ 환경위기시계는, 지구환경이 나빠짐에 따라 응답자가 느끼는 인류존속의 위기감을 시간으로 표시한 시계

- 조사를 처음 시작한 1992년은 7시 49분으로 매년 위기시간이 늦어지고 있으며 최근에는 9시를 전후로 불안한 상태를 계속해서 유지
- 2009년 한국의 환경위기시간은 9시 51분으로 2008년도에 배하여 25분이나 나빠짐

<표 2-6> 세계환경위기시각 추이

연도	환경위기시각
1992	7:49
1995	8:49
2000	8:56
2001	9:08
2002	9:05
2003	9:15
2004	9:08
2005	9:05
2006	9:17
2007	9:31
2008	9:33
2009	9:22

자료 : 환경재단, 2009

3. 국내 미래사회 전망

가. 국내 미래예측 메타분석

○ 한국정보사회진흥원[8]은 정부, 민간의 미래예측 보고서 및 분석자료, 국가미래비전과 중장기 기본계획 등을 참고하여 국내 미래예측 메타분석을 수행

- 사회·문화, 경제·산업, 정치·행정, 에너지·환경, 기술·인프라의 5개 분야로 나누어 분석

○ 이 중 에너지·환경부문의 미래예측 주요내용은 다음과 같음

- 화석에너지 및 자원 고갈 심화
  - 향후 30년간 우리나라 에너지 수요 연평균 2.3%씩 증가하고 2001~2025년 사이에 전 세계 에너지 수요는 약 54% 증가
  - 산업 에너지 수요는 2015년까지 2.3% 증가하고 화석 에너지 수요도 2030년까지 지속 전망
  - 비OECD 국가가 전 세계 에너지 소비량이 2003년 대비 71% 증가
  - 2011년 약 40억 톤의 물 부족이 예상되고 2050년에는 약 20억 이상의 인류가 물 부족 상태 직면
  - 과학적인 사전예측 기능 강화 및 상시 모니터링을 통해 환경오염, 재해의 즉시 대응 및 사전예방
  - 2040년 수소경제 실현을 위해 친환경 및 안전 사회로의 변화 정책 추진
  - 2015년까지 하이브리드 자동차 10,000대, 수소연료 자동차 18,000대, 저공해경유차 6,600대, 전기이륜차 4,300대 보급
  - 에너지 확보 및 효율화 대책 시행
  - 탈석유를 지향하고 에너지 안보, 환경친화, 효율화 과제를 추진
  - 에너지 IT로 에너지 환경 부문의 지능화
  - 저공해 하이브리드 자동차의 상용화
  - 원자력 확보로 에너지 자립
- 지구 온난화

8) 한국정보사회진흥원, 『국가 미래예측 메타분석』, 2008

- 2015년까지 CO_2 배출량은 2010년 대비 40% 증가하고 2020년에는 온실가스 배출량이 현재보다 80%이상 증가할 것으로 전망
- 향후 50년간 전 세계 온실가스 축적규모는 지난 50년간 축적규모의 두 배에 다다를 것으로 전망되고 기온과 해수면 상승
- 2100년의 한반도 기온은 현재보다 2℃ 상승
- 수소경제사회 및 무공해 에너지 플랜트의 현실화를 위해 신재생 에너지 정책 추진
- 무공해 연료전지 자동차 기술 확보
- 재난재해 실시간 대응체계 수립
- 지구의 건강관리/자원개발 : 재난/재해사전 예방시스템, 오염물질억제, 대체에너지개발
- 지구 온난화문제, 자원 고갈 가속, 고유가 기조 지속으로 국제적인 환경규제를 강화

○ 또한 기술·인프라 부문의 미래예측 주요내용은 다음과 같음

- 유비쿼터스 기술 대두
  - 스마트홈, 무인운전 자동차 등 지능화 되는 생활공간
- 디지털 컨버전스의 진화
  - IT와 타 산업 간의 컨버전스 심화
  - 원격의료 및 바이오 서비스 기술 증대
- 네트워크 등 웹(Web) 인프라 고도화
  - 네트워크의 All-IP화 및 시멘틱 웹 대두
  - 지능화된 지식검색으로 다양한 지식 습득이 가능하고 손쉽게 웹기반 비즈니스 창출
  - 홈네트워크 및 정보 보호 시장의 성장
- 거대기술 연구
  - 자기부상열차, 초고속선, 연료 전지차, 저가의 우주여행 시대 도래
- 미래 추진전략
  - 지능형 첨단교통체계 구축
  - 생체인식 기술을 활용한 출입국 관리
  - RFID 기반의 지능형 통합물류체계 구축

- 국가 주요 시설물의 지능화
- 지역통합관리센터 구축(u-City 운영)
- 남북관계 발전을 위한 u-IT 환경구축
- U-Healthcare 산업 관련 상품 개발 및 관리기준 확립
- 유비쿼터스 핵심 기술 개발
- RFID/USN 등 유비쿼터스 정책 및 기술 주도

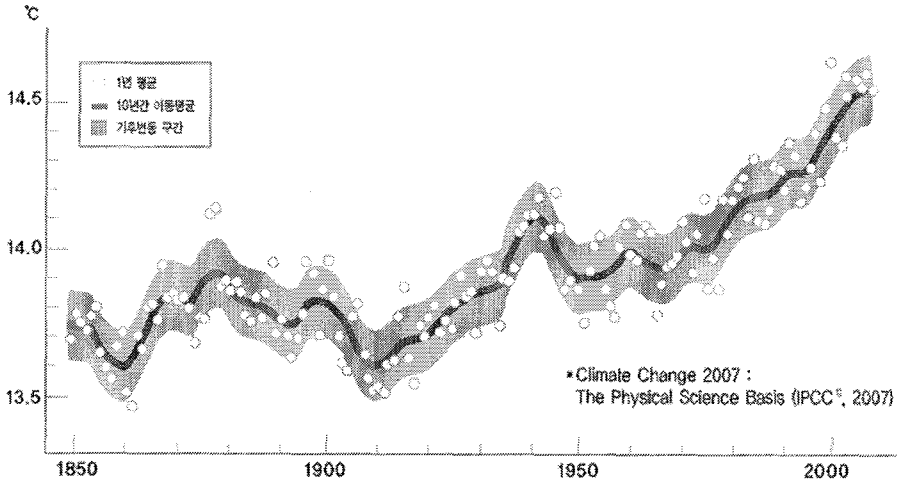
제2절 미래사회의 이슈

○ 전 세계적인 당면과제는 지구온난화와 에너지위기임

○ 지구온난화와 대기오염 등의 지구환경문제는 지난 20여 년 전부터 국제사회의 핫이슈였음

1. 지구온난화

○ 화석연료 사용의 증가와 이로 인한 온실가스의 배출은 지구 평균온도를 상승시킴(1906~2005년간 지구평균온도 0.74℃ 상승, 우리나라는 1912~2008년간 1.5℃ 상승)



<그림 2-1> 전 세계 평균온도 변화추이

○ 지구온난화는 대기 중 온실가스 증가로 인한 온실효과가 직접적 원인(IPCC 제4차보고서)

- 지구온난화는 수자원, 생태계, 식량, 자원, 건강 등 우리사회 전 부문에 부정적인 영향

○ 이에 교토의정서, 발리로드맵, 코펜하겐회의(2009. 12 예정) 등 기후변화협약을 통해 온실가스 배출을 저감시키고자 노력

○ 우리나라는 석유류 등 대부분의 에너지원을 수입에 의존하고 있으며 화석연료 에너지소비 증가율이 세계 9위(2008)의 불명예를 안고 있음

- 이는 우리나라가 화석연료 중심의 에너지 다소비형 산업구조이기 때문임
- 우리나라는 에너지소비에서 발생하는 온실가스의 약 20%가 수송부문에서 발생함

<표 2-7> 기후변화에 대한 국가간 협약 체결 경과

연도	협약	주요내용
2007	발리로드맵	2009년 말까지 2013년 이후 온실가스 감축 목표 설정
2005	교토의정서 발효	온실가스 감축 1차 의무공약기간(2008~2012) 이행준비 및 교토 메커니즘 활용
2001	마라케쉬 합의문 채택	교토의정서 구체적인 이행방안 마련 경제성장 감축목표 방안 제시
1997	교토의정서 채택	37개 선진국과 EU 대상으로 온실가스 배출 감소 협의
1992	리우 UN 환경개발 회의	기후변화에 관한 국가연합 협약(UNFCCC[9])

○ 주요국의 온실가스 대응 정책

- 해외 주요국들은 탄소 의존형 경제 패러다임을 탈피하여, 녹색기술·산업분야의 세계 시장 선점을 위해 녹색성장 정책 목표를 설정하고, 국가 전략으로 추진중

<표 2-8> 지구온난화에 대한 주요국 대응

국가	주요 대응 내용
EU	- 배출권거래제도(EU-ETS) 도입 및 시행(2005) - 2020년까지 1990년의 온실가스 배출량 대비 20% 감축 목표 설정 - 온실가스 감축을 촉진하는 「EU 기후변화 종합법(Directives)」 발표(2009. 4)
영국	- 기후변화 전담 조직인 '에너지·기후변화부(DECC)' 신설 - 세계 최초로 기후변화 법안 도입하고, 온실가스 감축 목표량을 법으로 명시(2008. 12)
미국	- 향후 10년간 1,500억 달러를 투자, 신재생에너지산업 집중 육성하여 저탄소 에너지 보급 계획(2009. 1) - 온실가스배출량 보고 규정(MRR)(2009년 예정) - '2009 청정에너지와 안보' 법안(Waxman-Markey) 입법 제안 등으로 온실가스 감축을 위한 제도적 인프라 구축 추진 중

9) United Nations Framework Convention on Climate Change : '기후변화에 관한 유엔 기본협약'으로 1992년 리우 정상회의에서 세계가 공동으로 기후변화에 대응하기 위한 목적으로 탄생

일본	- 저탄소 사회구축을 위해 「Cool Earth 50」 발표(2007. 5) - 저탄소 사회 달성을 위한 '후쿠다 비전' 선포(2008) - 온실가스 배출량 2007년 대비 14% 감축(2020) - 에너지효율 및 신재생에너지 관련 핵심기술 구체화

주 : MRR : Mandatory Reporting Rule for Reporting Greenhouse Gases의 약자

2. 에너지위기

○ 글로벌 에너지 수요의 증가 및 화석연료 가채량의 한계로 인한 에너지 수급 불균형

- 세계인구 증가 및 삶의 질 향상에 따른 에너지 소비 증가
- 중국, 인도 등 신흥 경제개발국 에너지 수요의 급격한 증가
- 특히 세계의 공장이라는 중국의 석유소비(2008년 세계 2위의 석유소비국)는 위기감을 더욱 고조

○ 화석연료 중심의 현 에너지 소비 구조는 자원 고갈을 가속화하고, 환경오염을 심화시키는 등 구조적 한계에 도달

- 전 세계 에너지원의 85%를 화석연료에 의존하고 있으며, 이에 대한 수요는 지속적으로 증가 추세
  - 주요국 화석연료 의존도 : 미국 64%, 일본 73%, 프랑스 53%, 한국 80%

○ 화석연료는 온실가스 배출의 주요 원인이며, 현 사용 추세 유지 시 향후 심각한 기후변화 위기를 초래할 우려

- 현 추세로 미루어 21세기 말까지 기후변화는 가속화될 전망이며 생태계, 산업·경제 및 생활양식 전반에 광범위한 파급효과 예상(IPCC)

○ 911테러 이후 신고유가시대에 접어들면서 배럴당 60달러대, 70달러대 신기록이, 2008년 100달러대를 넘어 최고 145달러를 기록(WTI유, 2008. 7)

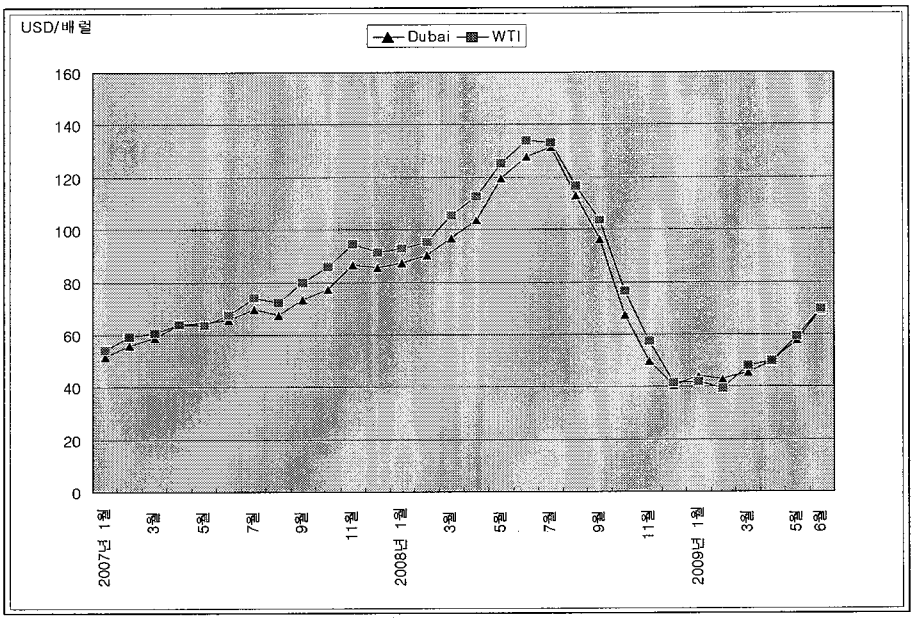
- 이후 급속히 하락하여 2009년 2월, 39달러를 기록하였으나 최근 다시 상승하여 2009년 6월 평균 69.65달러를 기록(WTI유 기준)
- 이러한 움직임은 앞으로 언제든지 그 변동성이 확대되고 그 변동성의 폭도 클 수 있음을 시사

<표 2-9> 원유 현물유가 추이

단위 : 달러/배럴

월	Dubai	WTI
2007년 1월	51.75	54.21
2월	55.89	59.18
3월	58.92	60.60
4월	63.98	63.85
5월	64.65	63.44
6월	65.85	67.45
7월	69.68	74.14
8월	67.40	72.39
9월	73.32	79.95
10월	77.23	85.91
11월	86.85	94.74
12월	85.66	91.29
2008년 1월	87.24	92.99
2월	90.16	95.43
3월	96.87	105.44
4월	103.62	112.64
5월	119.50	125.42
6월	127.90	133.91
7월	131.31	133.36
8월	112.99	116.60
9월	96.30	103.69
10월	67.65	76.62
11월	49.90	57.29
12월	40.52	41.65
2009년 1월	44.12	41.82
2월	43.09	39.20
3월	45.58	47.97
4월	49.99	49.84
5월	57.89	59.07
6월	69.35	69.65

자료 : 한국석유공사 석유정보망 내부자료, 2009



<그림 2-2> 국제유가 변동추이

○ 우리나라는 화석연료에 대한 의존도가 80%대로 매우 높기 때문에 고유가가 지속되거나 심각한 위기수준이 도래하면 우리나라 교통부문은 큰 위기에 봉착할 수 있음

- 에너지의 97%를 해외수입에 의존하여 수급 및 가격변동에 민감
- 우리나라는 에너지 다소비 산업인 제조업 등의 비중이 높은 산업구조
- 온실가스 배출이 많은 에너지 수급 구조

○ 이러한 에너지위기에 대응하고자 선진국은 친환경에너지 개발, 친환경교통수단의 개발, 에너지효율적인 교통시스템 구축 등 교통부문 지속가능성을 '지속'하기위해 노력

<표 2-10> 에너지 위기에 대한 주요국 대응 사례

국가	주요 대응 내용
영국	- 신재생에너지, 저탄소기술 상용화 촉진을 위한 정책 지원 - 신재생에너지 의무제도(Renewable Obligation) - 환경변환기금(Environment Transformation Fund)을 통한 저탄소에너지 신기술 및 에너지 절약 기술개발 촉진 - 에너지기술연구소(Energy Technologies Institute) 설립을 통해 저탄소 기술 상용화 촉진

미국	- 연방 및 주(州) 정부 차원 재생에너지 전기 생산 장려 - 태양광, 재생에너지 발전에 대한 세제 혜택 및 지원 - 재생에너지 의무할당제(RPS) 도입 : 25개 주 이상 - 재생에너지 공인거래제(Renewable Energy Certificates Trading Program) 및 그린에너지 프로그램 운영
일본	- 천연가스를 통한 에너지원 다각화 지향 - 1차 에너지원에서 재생에너지비율을 3%(2010)으로 확대 - 에너지사업자 신재생에너지 의무할당제(RPS) 도입(2002) - 에너지 사업자는 2010년까지 신재생에너지 의무비율을 단계적으로 확대
독일	- 에너지 이용의 경제성, 에너지 공급의 안정성, 에너지의 환경친화적 이용 등 3대 에너지 목표 추진 - 에너지 효율성 증진 및 재생가능에너지 사용 확대를 역점 추진

제3절 지속가능한 사회를 위한 글로벌 움직임

1. 글로벌 동향

가. 국제협약의 흐름

(1) 기후변화협약

○ 1992년 6월 브라질의 리우환경회의에서 지구온난화에 따른 이상 기후현상을 예방하기 위한 목적으로 "기후변화에 관한 국제연합 기본협약(UNFCCC : United National Framework Convention on Climate Change)"이 채택됨

- 이 협약은 인류에 의해 발생되는 위험하고 인위적인 요소들이 기후 시스템에 영향을 미치지 않도록 대기 중 온실가스의 농도를 안정화시키는 것을 궁극적인 목적으로 하고 있음
- 회의 참가국 178개국 중 우리나라를 포함한 154개국이 기후변화협약에 서명하였으며 이 후 1994년 3월에 공식적으로 발효되었고 2004년 2월 기준 188개국이 가입한 상태임

<표 2-11> 국가군과 특정의무

구분	부속서 I (Annex I)국가	부속서 II (Annex II) 국가	비부속서 I (non-Annex I) 국가
국가	협약체결 당시 OECD 24개국, EU와 동구권 국가 등 40개국	Annex I 국가에서 동구권국가가 제외된 OECD 24개국 및 EU	우리나라 등
의무	온실가스 배출량을 1990년 수준으로 감축 노력, 강제성을 부여하지 않음	개발도상국에 재정지원 및 기술이전 의무를 가짐	국가보고서 제출 등의 협약상 일반적 의무만 수행

<표 2-12> 기후변화협약의 주요내용

전문		내용
목적(2조)		- 지구온난화를 방지할 수 있는 수준으로 온실가스의 농도 안정화
원칙(3조)		- 형평성 : 공통의 차별화된 책임, 국가별 특수사정 고려
		- 효율성 : 예방의 원칙, 정책 및 조치, 대상온실가스의 포괄성, 공동이행 - 경제발전 : 지속가능한 개발의 촉진, 개방적 국제경제체제 촉진
의무사항	공통의무사항	- 온실가스 배출통계 작성발표, 정책 및 조치의 이행(4조 1항), 연구 및 체계적 관측(5조), 교육훈련 및 공공인식(6조), 정보교환사항
	특정의무사항	- 배출원 흡수원에 관한 특정의무사항 : 1990년 수준으로 온실가스 배출 안정화에 노력(4조 2항)
		- 재정지원 및 기술이전에 관한 특정공약(4조 3항~5항)
기구 및 제도	기구	- 개도국의 특수상황 고려(4조 8항~10항) - 당사국총회(7조)/사무국(8조)/과학기술자문 부속기구(9조)/이행자문기구(10조)/재정기구(11조)
	제도	- 서약 및 검토 제도(12조) : 국가보고서 제출 및 당사국 총회 검토 - 이행과 관련된 의무점 해소를 위한 다자간 협의 과정(13조) - 분쟁조정제도(14조)

<표 2-13> 기후변화협약 채택 및 발효 경과

경과		내용
1979	제1차 세계 기후회의	- 인간 활동에 의한 기후변화 가능성과 부정적 영향 방지를 위한 조치 강구 필요성 인정
1985	온실가스의 기후변화에 대한 영향평가 회의	- 현재 수준의 CO_2 배출량 지속시 50년 후 지구온도 5℃ 상승전망
1988	변화하는 대기에 대한 세계 회의	- 기후변화 방지를 위한 국가별 대책 마련 촉구
1988	기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC) 설립	- UNEP[1] 및 WMO[2] 공동 주관 하에 설립
1990	제2차 세계 기후회의	- IPCC 보고서를 기초로 기후변화 방지를 위한 세계 기후협약을 제정하기로 합의
1992	UN환경개발회의(UNCED)	- UN 총회결의로 정부 간 협상위원회(INC)3) 구성하여 기후변화협약 채택 및 서명
1994	기후변화협약 공식 발효	- 기후변화협약 발효(50개국의 비준, 가입 후 3개월 경과시 발효) - 우리나라의 경우, 1992년 6월 UNCED에서 서명, 1993년 12월 비준서 기탁

주 : 1) UNEP(United Nations Environment Programme, 국제연합환경계획) : 환경 분야에 있어서 국제협력을 촉진하기 위해 국제연합총회 산하에 설치된 환경관련 종합조정기관

2) WMO(World Meteorological Organization, 세계기상기구) : 세계 각국의 기상사업을 통합한 조직

3) INC(Intergovernmental Negotiating Committee, 정부간협상위원회) : 적절한 의무사항을 포함하는 기후변화협약 제정을 위해 1990년 제45차 UN총회에서 성립

(2) 교토의정서[10)]

○ Annex I 국가의 감축의무 강화를 위해 2000년 이후의 감축목표에 관한 의정서를 제3차 당사국총회에서 채택하기로 결정하였고, 1997년 12월 일본 교토에서 개최된 이 총회에서 2000년 이후 선진국의 감축목표를 주요내용으로 하는 교토의정서가 채택됨

- 교토의정서는 온실가스 감축에 대한 법적 구속력이 있는 국제협약으로 전 세계 국가들이 지구 기후변화 방지를 위한 노력을 하겠다는 기후변화협약과는 달리, 이를 이행하기 위하여 누가, 얼마만큼, 어떻게 줄이는가에 대한 구체적 방법이 명시되어 있음

○ 교토의정서의 주요내용

- 선진국(Annex I)의 구속력 있는 감축목표 설정(제3조)
- 공동이행제도(JI : Joint Implementation), 청정개발체제(CDM : Clean Development Mechanism) 및 배출권거래제(ET : Emission Trading) 등 시장원리에 입각한 새로운 온실가스 감축 수단의 도입(제6조, 12조, 17조)
- 국가 간 연합(EU 등 지역경제통합기구)을 통한 공동 감축목표 달성 허용(제4조 등)
- 기후변화협약 Annex I 국가들은 2008~2012년 기간 중 자국 내 온실가스 배출총량을 1990년대 수준 대비 평균 5.2% 감축하여야 하며 그 세부사항은 다음과 같음

<표 2-14> 주요국의 온실가스 감축 목표

구분	백만 TC					증감률	
	1990년	1998년	2010년	배출한도량	감축필요량	감축목표	감축
전체	4,408	-	5,200	4,182	1,018	-5.2%	-20%
미국	1,333	1,624	194	1,240	704	-7%	-36%
캐나다	156	183	182	147	36	-6%	-20%
일본	308	-	388	290	99	-6%	-25%
EU	1,091		1,096	1,004	92	-8%	-8%

10) 협약과 의정서의 차이
- 협약(Convention) : 일반적인 원칙을 다룬 문서로 의정서를 통해 구체적인 지침을 수립
- 의정서(Protocol) : 법률에 대한 시행령의 관계와 마찬가지로 협약을 구체적으로 이행하기 위한 내용을 담은 문서

아이슬랜드	1	-	1	1	0	10%	-23%
노르웨이	12	11	17	12	6	1%	-32%
스위스	13	13	15	12	2	-8%	-16%
호주	135	142	144	145	-1	8%	1%
뉴질랜드	14	15	23	14	9	0%	-39%
소계	3,063	-	3,810	2,864	946	-6%	-25%

○ 교토 메커니즘

- 공동이행제도(JI : Joint Implementation) : 교토의정서 제6조에 규정된 제도로써 선진국인 A국이 선진국인 B국에 투자하여 발생된 온실가스 감축분의 일정분을 A국의 배출저감 실적으로 인정하는 제도
- 청정개발체제(CDM : Clean Development Mechanism) : 교토의정서 제12조에 규정된 것으로 선진국이 개도국과 공동이행(JI)을 통하여 발생되는 온실가스 배출 감축분을 자국의 감축실정에 반영할 수 있도록 하는 동시에 부담금(User Fee)을 납부토록 하여, 이를 청정개발 체제 운영비 및 개도국의 기후변화에의 적응비용에 충당하는 제도
  - 공동이행제도와는 달리 1차 의무기간(2008~2012)이전의 조기감축활동(Early Action)을 인정받는데, 2000~2007년에 발생한 CERs(Certified Emission Reductions : CDM 사업을 통해 인정받은 온실가스 감축량)를 소급하여 인정함
- 배출권거래제(ET : Emission Trading) : 온실가스 감축의무 보유국가가 의무감축량을 초과하여 달성하였을 경우 이 초과분을 다른 부속서 국가와 거래할 수 있는 제도

(3) 발리로드맵

○ 교토의정서의 기한이 종료되는 2012년 이후의 기후변화체제, 즉 포스트 교토의정서체제(이하, 포스트 교토체제)에 대한 협상의 로드맵을 논의

- 교토의정서는 미국, 중국, 인도 등 세계 온실가스 배출의 약 절반 정도를 배출하는 대량배출국이 제외되어 있을 뿐 아니라 대상기간이 2008~2012년으로 한정되어 있다는 문제점을 안고 있었음

- 지난 3년 동안 이루어진 다양한 논의를 수렴하면서 선진국과 개발도상국 모두가 참여하는, 새로운 협상의 장을 여는 발판을 마련하기 위해 개최된 회의였음

<표 2-15> 발리로드맵의 주요 내용

구분	주요내용
온실가스 감축	- 구체적 수치 설정 없이 온실가스 배출에 대한 '상당한 감축(deep cuts)' 목표에 합의
협상마감 시한	- 각국은 2년간 추가협상을 거쳐 2009년 말까지 새 기후변화협약 최종 마무리
개도국 배출억제와 선진국의 지원	- 개도국은 온실가스 배출 억제를 위해 '측정·보고·검증 가능한' 조치를 시행 - 선진국은 이를 위한 과학기술 이전, 금융지원, 투자 등 지원
기금 마련	- 탄소배출권 거래시 2%씩 조성한 '적응기금'을 개도국의 기후변화 피해극복 등에 사용

나. 국제기구의 동향

(1) IMO의 동향

○ IMO(International Maritime Organization : 국제해사기구)에서의 본 안건에 대한 논의는 주로 IMO의 Marine Environment Protection Committee(MEPC)에서 이루어지고 있으며 지금까지의 논의 추이는 다음과 같음

- 2000년 IMO는 선박으로부터의 온실가스 배출에 관한 보고서를 발간하였음. 본 보고서의 결과에 의해 선박에서의 과불화탄소(PFC : Perfluorocarbon)의 사용을 금지하였음
- 2003년 IMO 총회에서 선박으로부터의 온실가스 배출 저감정책을 촉구하는 Resolution A963(23)을 채택하였음
- 2005년의 MEPC 53은 선박소유주가 선박의 온실가스 배출 관련 성능평가에 사용할 수 있는 IMO의 Interim Voluntary Ship Carbon Dioxide Emission Indexing Guideline을 승인하였음
- 2006년의 MEPC 55는 국제항해 선박으로부터의 온실가스 저감방안 수립에 필요한 관련체계 확립을 위한 계획을 승인하였음

(2) ICAO의 동향

○ ICAO(International Civil Aviation Organization : 국제민간항공기구)에서의 온실가스 관련 이슈는 주로 ICAO Council Committee on Aviation Environmental Protection에서 다루어져 왔음

- 2004년의 제35회 총회에서 총회결의 35-5(Assembly Resolution 35-5)에서 ICAO는 국제항공 부문에서 배출권 거래제도를 발전시킬 것을 의결하고 자문위원회에 구조적이고 법적인 기초를 마련하여 참여 국가를 보조할 것을 지시하였음
- 2007년의 제36차 총회에서는 기후변화가 주요 관심 이슈였으며 ICAO는 회원국의 고위공무원으로 이루어진 Group on International Aviation and Climate Change를 구성 출범시켰음

(3) IPCC의 동향

○ IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change : 정부간 기후변화 위원회)에서의 International Bunkers 관련 논의 추이는 다음과 같음

- 1999년 IPCC는 항공과 기후변화와의 관계를 조명하는 특별보고서를 발간하였으며 여기에서 장래예측과 저감방안이 또한 논의되었음
- IPCC는 국가보고서 작성과 관련된 배출추정방법론에 대한 Guideline을 1994년 최초로 발간하였고 이어 1996년 이를 개정하였으며 2006년 이를 재차 개정하였음

(4) OECD의 동향

○ 교통부문의 추이

- 교통부문은 특히 에너지원을 대부분 석유류에 의존하는 관계로 2번째로 많이 온실가스를 배출하는 부문이며, 또 가장 빠르게 증가하는 부문임. 특히 도로부문의 배출 비중이 커서 80% 이상의 비중을 가지고 있음
- 현재에도 교통부문은 전체 온실가스 배출의 약 20%를 차지하고 있으며, 교

통부문으로 인한 온실가스 배출은 현재의 추세가 지속되면 2005년과 2030년 사이에 계속 증가하여 약 58% 이상 증가할 것으로 예측됨

○ OECD(Organization for Economic Co-operation and Development : 경제협력개발기구)의 정책대안

- OECD는 이러한 교통부문으로 인한 여러 가지 외부효과 저감을 위해, 주요 정책대안으로 경제적 인센티브를 활용을 권장함
- OECD는 특히 연료가격의 인상을 통한 소비저감을 연비향상규제정책보다 선호하는데 이는 향상된 연비기준이 자동차 이용과 관련된 비용을 저감시켜 장기적으로 교통수요 증가를 촉발하는 일종의 부작용을 경계하기 때문임
- 또한 OECD는 교통관련 인프라에 대한 가격정책도 권장하고 있음. 여기에는 적정수준의 사용료징수와 도로의 경우 Road Pricing도 포함됨
- OECD는 가격 인센티브 정책이 적절하지 않은 경우 전통적인 규제정책도 권장하고 있음
- 이 밖에도 철도 등 환경적으로 우위에 있는 교통수단의 이용을 활성화시킬 수 있는 투자와 Intermodal에의 장벽 제거, 장기적으로는 토지이용계획을 통한 교통수요 저감 그리고 재택근무 등의 수요 저감 대안 등도 제시하고 있음

2. 주요 선진국의 기후변화협약 대응 동향

가. 세계 주요국가의 정책 대응 동향[11)]

○ 현재 주요 선진국은 기후변화, 에너지 그리고 지속가능발전 간의 연계를 통해 경제·사회·환경을 통합하는 개념의 정책을 수립하여 추진하고 있음

- 온실가스 중에서 에너지 및 수송부문에서 배출되는 CO_2가 가장 중요함에 따라, 이들 부문을 대상으로 많은 정책 및 조치들이 추진됨

11) 한국과학기술기획평가원, 『2007년도 기후변화대응기술 기술영향평가 보고서』, 2008

<표 2-16> 주요국가의 연간 온실가스 배출량

단위 : 백만 CO_2톤

구분	미국	일본	영국	독일	프랑스	이탈리아
1990	6,135	1,272	772	1,228	566	517
1994	6,417	1,366	721	1,098	551	504
1995	6,480	1,344	710	1,095	559	530
1996	6,707	1,358	731	1,117	575	523
2000	7,003	1,348	674	1,019	560	552
2005	7,107	1,358	659	1,005	560	578
2006	7,017	1,340	656	1,005	547	568

주 : 산림 흡수원 제외

자료 : UNFCCC Data Interface

<표 2-17> 주요국가의 수송부문 전체 연간 온실가스 배출량

단위 : 백만 CO_2톤

연도	부문	미국	일본	영국	독일	프랑스	이탈리아
1990	전체	1,484	216	119	164	120	104
	항공	148	7	1	3	4	2
	도로	1,225	193	111	152	112	96
	철도	35	1	2	3	1	0
	해운	40	14	4	2	2	5
	기타	36	-	0	4	0	0
1994	전체	1,601	248	122	175	128	113
	항공	156	9	1	3	5	2
	도로	1,327	224	115	163	120	105
	철도	38	1	2	2	1	0
	해운	43	14	4	2	2	5
	기타	37	-	0	4	0	0
1995	전체	1,625	256	121	179	130	115
	항공	153	10	1	3	5	2
	도로	1,343	230	114	167	121	107
	철도	40	1	2	2	1	0
	해운	52	15	4	2	2	5
	기타	38	-	0	4	0	1
1996	전체	1,666	262	126	179	131	117
	항공	162	10	1	4	6	2
	도로	1,376	235	118	167	122	108
	철도	40	1	2	2	1	0
	해운	49	16	4	2	2	6
	기타	39	-	0	4	0	1
2000	전체	1,825	264	128	184	138	124
	항공	177	11	2	4	6	3
	도로	1,514	237	121	173	129	114

	철도	42	1	2	2	1	0
	해운	57	15	3	1	2	6
	기타	35	-	0	4	0	1
2005	전체	1,882	253	135	166	141	132
	항공	165	11	2	5	5	3
	도로	1,599	228	125	154	131	121
	철도	46	1	2	1	1	0
	해운	40	13	4	1	3	6
	기타	32	-	1	4	1	1
2006	전체	1,868	250	137	162	140	133
	항공	157	11	2	5	5	3
	도로	1,595	225	126	150	131	123
	철도	46	1	2	1	1	0
	해운	37	13	6	1	3	6
	기타	32	-	1	4	1	1

자료 : UNFCCC Data Interface

○ 미국, 호주, 영국, 일본 등 주요 선진국들은 각 부문별로 여러 가지 정책 및 조치들을 시행함

- 모든 국가들이 신·재생에너지 보급 확대, 에너지효율 개선, 산업 공해방지, 비료 및 분뇨관리 등에 공통적으로 정책을 도입하여 시행중임
- 에너지부문에서는 상대적으로 환경친화적인 것으로 평가받고 있는 열병합발전을 미국과 영국이 확대하고 있는 상황임
- 부존자원이 부족한 영국과 일본의 경우에는 천연가스로의 연료전환을 꾀하고 있으며 일본을 제외한 미국, 호주, 영국에서는 매립지가스 자원화사업을 시행하고 있음

○ 각국의 중앙정부가 기후변화 대응 정책수립에 절대적 역할을 수행하고 있으며, 지방정부 및 자치단체의 역할이 점진적으로 증대됨에 따라, 중앙정부, 지방정부 그리고 이해당사자 간의 여러 단계에 걸친 협의를 통하여 대응정책이 수립됨

- 특히, 서로 보완적 역할을 할 수 있는 정책 및 조치들의 포트폴리오를 구성하여 최대한의 온실가스 감축효과를 도출하는 것이 강조되고 있음

○ 수송부문의 정책 효율 향상, 산업부문에서의 CFCs 대체가스 감축, 폐기물부문에서의 폐기물 최소화 및 재활용 그리고 소각 및 매립 등 종합적인 폐기물 정책 도입, 임업부문에서의 흡수원(sink) 역할의 중요성이 강조됨

- 많은 국가들이 기후변화와 관련하여 신기술의 개발 및 활용을 촉진하는 정책

의 중요성을 강조함

- 현재 신·재생에너지, 연료전지 및 고효율 에너지 기기가 중요한 기술개발 분야로 평가되고 있음

나. 주요 선진국의 대응

(1) 유럽연합의 교통부문 기후변화 대응 정책

○ 유럽 연합의 교통부문 기후변화 대응 정책을 도로부문, 비도로부문, 대중교통, 에너지로 정리하면 다음과 같음

<표 2-18> 유럽연합 교통 정책

부문	내용
도로부문	- 유럽, 일본, 한국 자동차 회사의 자발적 CO_2 저감 기술 개발 - 소비자에게 CO_2 배출량 정보 제공 - 탄소세 - 인프라 사용료 징수 - 냉방시스템의 HFC-134a 대체
비도로부문	- 도로교통 부분의 수요를 비도로부문으로 이동
에너지	- 에너지에 세금 징수 - 바이오연료

(가) 도로부문

○ 유럽 연합의 도로부문 기후변화 대응 정책은 크게 5가지로 나눌 수 있음. 각 정책별 세부 내용을 살펴보면 다음과 같음

○ 소비자 CO_2 정보

- EU 시장에서 판매되는 새로운 차량들은 연료 소비량과 CO_2 배출량을 표시하는 라벨 부착이 의무화되어 있음
- 본 라벨링 시스템을 통해, 소비자들에게 차량 구입시 정보를 제공하여 저배출 차량의 구입을 장려함

○ 탄소세

- 2005년 7월, 유럽의회는 CO_2 배출량에 따른 탄소세 부과를 위해 EU-15 부속

국가들에 대한 Council directives에 대한 제안을 받아들임

- 2012년부터 자동차 제조회사들에게 탄소 페널티가 적용됨
- 유럽연합의 자가용부문 2012년까지 목표치는 130gCO_2/km로 조정되었는데, 유럽연합이 제시한 CO_2 감축커브를 통해 2012년 커브목표치에 미치지 못하는 경우, g/km 당 20유로, 2013년 35유로, 2014년 60유로, 2015년 90유로까지 페널티가 적용될 것임

○ 인프라 사용료 징수

- 유럽의회는 사용자에게 인프라 사용료 징수를 통해 수송모드 변환을 꾀하고 있음
- 여행자들이 환경 친화적인 교통수단을 선택하도록 장려하고, 효과적인 징수를 통해, 교통 혼잡, 사고, 환경문제들을 줄이려 하고 있음

○ 징수금을 통해 대중교통 개선에 사용

- 유럽연합은 본 제도가 널리 확립된다면, 5~15%의 도로교통량이 감소할 것으로 예상
- 현재로써는 3.5톤 이하의 트럭에게 인프라 사용료 징수를 검토 중

○ 냉방시스템의 HFC-134a 대체

- 불소가 첨가된 온실가스인 HFC-134a는 CO_2보다 1,300배의 온실효과를 가지고 있음. 현재 HFC-134a는 자동차 냉방시스템에 사용되는데, 유럽연합은 2011년에서 2017년 사이에 최대 배출량을 선정하고, HFC-134a의 사용을 서서히 없애려고 하고 있음

(나) 비도로부문

○ 도로부문 수요를 비도로부문으로 전환

- 2002년 1월 의회는 유럽 철도 네트워크 통합을 통한 철도의 수송비중 증대를 위한 5가지 정책을 내세움
  - 안전도 인증을 통해, 철도의 안정성을 개선. 모든 철도회사들은 유럽 철도 네트워크에서 철도를 운영하기 위해 안전 인증을 확보해야함
  - Directives 96/48 과 2001/16을 통해, Interoperability의 기본 원리들을 보강
  - 효율적인 steering body인 the European Railway Agency를 설립

• 철도물류시장의 개방을 확대하고 가속함

• The Intergovernmental Organization for International Carriage by Rail(OTIF)에 가입

- 항구 서비스 품질(Quality of port services)

• 150만 톤 물류량 또는 200,000명 여객량의 최소 연간 활동량을 가진 상업 교통량에 열려있는 Member states들의 해운항구에서의 항구 서비스 시장 접근 Directive를 제안. 본 규제들은 인터모달 교통 개발과 비용감소, 항구 서비스 개선을 도울 공급자 선정과정의 투명성을 확보하기 위해 고안됨

- 인터모달 물류 교통 프로모션(Promotion of intermodal freight transport)

• 의회는 2002년 2월 4일, 인터모달 물류 교통을 지원하기 위해 Marco polo 프로그램을 제안함. 본 프로그램은 가능한 도로물류 대선책이 될 수 있는 새로운 국제 솔루션을 재정적으로 뒷받침함. 연간 120억 톤-km의 증가율이 예상되는 혼잡한 도로부문 물류를 철도로, 단거리 해상물류와 내륙수로 등의 친환경 교통수단으로의 전환을 도와줌. 교통 협의회는 2002년 12월 5일, 마르코 폴로 프로그램에 대해 정치적 합의를 이루었고, 마르코 폴로 프로그램은 2003~2006년 7,500백만 유로를 지원했음

(다) 에너지

○ 연료세(Fuel taxation)

- 에너지 제품에 관한 EU의 최소세율 시스템은 오랜 기간 광유(Mineral oils)에만 적용되어왔음. Directives는 이 시스템을 석탄, 천연가스, 전기에까지 확장시켰음. 확장된 시스템은 좀 더 효율적인 연료사용을 장려하고 온실가스 배출량을 줄이기 위한 사업에 세금 이득을 가져다줌

○ 디젤 및 휘발유 연료세

- 상업용 디젤 연료 : 16톤급 이상의 트럭들과, 9명 이상의 정원을 가진 차량에 대해 부과되는 세금 의무를 점진적으로 조화시켜 나갈 것임. 즉, 두 종류에 부과되는 세금 의무는 2010년까지 단일률을 적용시킬 것임. 현재 기준값으로 되어 있는 1,000리터당 350유로의 세금을 점진적으로 두 종류 모두에 1,000리

터당 410유로 단일 값으로 세금을 부과

- 비상업용 디젤 연료 : 2006년부터 비상업용 디젤에 대한 최소 과세율 정책이 휘발유와 함께 적용되었음. 하지만, 각 유럽 연합 국가들에서 최소 과세율보다 높은 과세율과 휘발유와 디젤의 과세율 차등 적용이 가능

(2) 프랑스의 교통부문 기후변화 대책

○ 프랑스의 교통부문 기후변화 대응 정책을 도로부문, 비도로부문, 대중교통, 에너지로 정리하면 다음과 같음

<표 2-19> 프랑스 교통 부문별 기후변화 정책

부문	내용
도로부문	- 에너지 라벨 - 에코드라이빙 - 세금
비도로부문	- 도로교통 대체 교통
대중교통	- 기업 내 모빌리티 이동
에너지	- 바이오연료

(가) 도로부문

○ 에너지 라벨(l'étiquette énergie)

- 새로이 판매되는 자가용에 대해, 에너지 라벨 부착이 2006년 5월 10일 descret에 의해 의무화되었음. 또한 에너지 라벨에 km당 CO_2 발생량을 등급화 함으로써, 세금 정책과 함께 소비자들의 친환경 자동차 선택에 도움을 주고 있음

○ 에코드라이빙(ecoconduite)

- 2006년부터 운전면허 시험에 에코드라이빙에 관한 질문이 추가되었음. 에코드라이빙은 평균적으로 16%의 에너지사용을 줄임
- 2009년 1월 13일, 프랑스 도로안전공단에서는 운전면허증을 수정하기로 결정함. 새로 개선되는 운전면허증에는 운전 교육 과정 내에 프랑스 환경처인 Grenelle de l'environnement 의 정책들이 반영됨. 교육과정 내에 포함되는 환경처의 정책 슬로건은 "천천히 운전하면, 사고를 줄일 수 있고, CO_2를 적게

배출하며, 경제적이다"임. 새로이 바뀌는 도로 강습에는 에코드라이빙, 자가용 이외의 대체 교통수단 등에 대한 교육이 포함

○ 세금(Mesures fiscales)

- Credit d'impot pour les véhicules propres : 청정 자동차에 대하여, 신차 구입 시의 신용대출금을 1,525유로에서 2,000유로로 변경(구 자동차를 폐차할 경우, 3,000유로까지 증가)
- 신차 구입 시 대출금 대상 차량은 다음과 같음
  - LPG를 전체 연료의 반 이상 사용하는 차량
  - 전기와 디젤 또는 휘발유를 동시에 사용하는 차량(하이브리드)
  - CNG를 연료의 반 이상 사용하는 차량

○ Taxe sur les véhicules de sociétés(TVS)

- 2006년부터 단체(회사 등)에서 차량 구입 시에 징수되는 세금이 차량의 배기량에 따라 결정되는 것이 아니라, 온실가스 배출량에 따라 징수됨. 대상 차량은 자국 내에서 사용되고 등록된 차량으로써, 자가용으로 분류된 차량에 한하여 적용됨
- Surtaxe sur la carte grise pour les véhicules émettant plus de 200 grammes de CO_2 : 새로이 판매되는 자동차 중 km당 CO_2 발생량이 200g~250g 범주에 포함될 경우 200g부터 1g 추가 발생마다 2유로의 추가세금이 발생함. 또한 250g/km 이상의 CO_2 발생량을 가진 차량에 대해서는 250g 초과 시 1g당 4유로의 추가 세금이 발생됨

(나) 비도로부문

○ 프랑스의 비도로부문 기후변화 대책은 대표적으로 도로교통 대체에 초점을 두고 있는데 그 내용은 다음과 같음

○ 도로교통 대체(Grands chantiers de transports complémentaires à la route)

- 도로교통 대체를 위한 교통 개발 프로젝트로써, 특히 TGV 네트워크의 확장
  - 재정, 건설, 새로운 고속선로의 개통을 가속화
  - 처음으로는, 3개의 TGV 고속철 노선 건설이 동시에 진행 중임

(다) 대중교통

○ 프랑스는 대중교통으로의 모빌리티 이동을 교통부문 기후변화 대책 사항으로 집중하고 있음. PDE라고 불리는 기업 내 모빌리티 이동이 그 대표적인 정책인데 그 내용은 다음과 같음

○ 기업 내 모빌리티 이동(Plans de déplacements d'entreprise)

- ADEME(Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)의 도움으로 384개의 회사에서 수행중임
  - Plans de déplacements d'entreprise : 기업의 고용주가 협력자들이나, 공급업체, 고객들에게 자가용 사용을 줄이고 다른 교통수단을 이용하도록 하는 플랜
  - 예 : 무료주차장 축소, 대중교통 이용에 재정을 지원함으로써 자가용 사용 줄이기, 인터모달리티 권장, 자전거 및 자전거 용품 구매 지원, 자전거 주차장 개선 및 설치, 자동차 함께 타기 추진, 원격작업 추진

(라) 에너지

○ 바이오 연료

- 바이오 연료 플랜은 Climate plan에 포함되는 계획으로써, 2010년까지 5.75%까지 사용량을 늘리기로 함. 2005년 9월, 프랑스 정부는 유럽연합의 목표치를 초과달성하고, 바이오연료 부문의 리더가 되기 위한 계획을 발표함
- 계획에 따르면, 2008년까지 5.75%, 2010년에는 7%, 2015년까지 10%로 사용량을 늘림. 목표치를 달성할 경우, 매년 6~8백만 톤의 CO_2 배출량을 줄일 수 있음. 바이오 연료 플랜은 2세대 바이오연료 개발을 위한 연구 프로젝트와 함께 이루어짐
- 프랑스 정부는 에탄올 연료 네트워크를 2007년에 활성화시켰음. 또한, 2006년 1월 프랑스 철도공사와 버스공사에게 20년 안에 석유사용을 금한다고 발표함. 이 두 업체는 대중교통부분의 연구를 위한 플래닝을 계획함

(3) 영국의 교통부문 기후변화 대책

○ 영국의 교통부문 기후변화 대책은 다음과 같이 요약할 수 있음

<표 2-20> 영국 교통 정책

부문	내용
도로부문	- Powering future vehicles strategy - Low Carbon Vehicle Partnership - Low Carbon Transport Innovation Strategy - Fiscal Measures - 연비라벨
비도로부문	- Delivering a Sustainable Railway
대중교통	- Encouraging a move towards more environmentally friendly means of transport
에너지	- 바이오연료

(가) 도로부문

○ Powering Future Vehicles Strategy

- 2012년까지 새로 판매되는 차량의 km 당 CO_2 배출량을 100g까지 줄임
- 최근 영국에서 판매되는 차량의 CO_2 배출량은 km 당 178g임. 유럽 의회에서는 2008년에 km당 140g으로 목표치를 설정함. 정부는 2012년 목표를 달성하게 되면 현재 40mpg의 차량연비 효율이 70mpg으로 상승할 것으로 보고 있음
- 2012년까지 600대 이상의 버스들을 저탄소 차량으로 바꿈(현재 평균 배출량의 30%)

○ Low Carbon Vehicle Partnership

- 저탄소 차량 파트너쉽은 2003년 저탄소 차량과 연료로의 전환을 위해 생성된 action and advisory group임
- 본 파트너쉽의 목표는 저탄소 차량 및 연료의 공급과 판매 촉진을 의한 발의안 개발, 정부 정책에 input과 advice제공, 정보 교류를 위한 stakeholder 포럼 제공, 영국정부의 탄소 감소 목표 달성에 기여, 영국 연료 및 자동차 사업들의 미래 저탄소 시장의 기회 자본화를 돕는 것임

○ Low Carbon Transport Innovation Strategy

- 저탄소 교통을 위한 기술 개발을 위한 전략

○ Fiscal Measures

- Fuel duty는 차량 사용 시에 징수하는 세금으로써, 운전자들에게 저효율 차량의 운행은 더 많은 비용이 든다는 인식을 심어줌. 영국 정부는 2008년 10월 1일, Fuel duty를 리터당 2펜스 증가시켰음. 2009년 4월 1일부터는 리터당 1.84펜스 증가할 예정이고, 2010년에는 리터당 0.5펜스를 추가할 예정임
- Vehicle Excise Duty는 차량에 대해 CO_2 배출량 밴드를 만들어 각 밴드에 속하는 금액만큼 지불하게 만든 시스템인데, 2008년 6개였던 밴드를 13개로 세분화함으로써, 구매자가 더 환경적인 선택을 하도록 함. 영국 정부의 예측에 따르면 2005년 기존의 Vehicle Excise Duty를 통해 2002년에 비해 200,000~300,000톤의 탄소를 줄였음. 또한, 새로 바뀐 Vehicle Excise Duty는 2010년 0.65MtC까지 탄소 감축 예정
- Company car에 징수되는 세금을 2010~2011년에 증가시킴. 하지만 135gCO_2/km를 가진 가장 환경적인 차량에 한해서는 증가시키지 않음
- 사업용 차량에 대해서 capital expenditure로 인증시키는 capital allowance를 차량의 CO_2 배출량에 따라 지정함. km 당 160g 이상의 CO_2를 배출하는 차량들에 대해서는 최소 capital allowance를 부여하고, km 당 100g 이하의 CO_2를 배출하는 차량들에 대하여 100% capital allowance를 부여함

○ 연비라벨

- 영국 내 판매되는 모든 새로운 차량에 부착이 의무화 되어있는 연비라벨에 연비효율, 평균 연간 연료소비비용, Vehicle Excise Duty의 할인 유무를 포함해야 함

(나) 비도로부문

○ 영국의 비도로부문 기후변화 대책으로는 철도 정책에 초점을 맞추고 있음. 세부 내용은 다음과 같음

○ Delivering a Sustainable Railway

- 영국정부는 철도의 수송용량을 늘리기 위해 2009년부터 2014년까지 100억 파운드 이상의 지원을 할 것이고, 영국 정부의 총 철도 지원 자금으로는 150억 파운드가 책정되어 있음

- 2014년까지의 계획

  • Thameslink 프로그램은 2015년 말에 종료될 예정인데, 본 프로그램을 통해 런던 중심부를 통과하는 12차량 기차들을 시간당 24대 배치할 계획임. 본 계획은 결과적으로 14,500자리를 추가 확보함으로써, 런던의 남부를 연결하여, 철도 교통으로의 Modal shift를 꾀함. 런던 이외의 도시에서도 열차 길이를 늘임으로써 증가하는 수송량에 대비함

  • 철도로의 Modal shift를 위한 또 다른 방안으로, E-money를 티켓에 도입하는 All programme에 3억7천 파운드를 2015년까지 투자함으로써 역내 및 객실 서비스를 향상시킬 것임

  • 철도 자체의 CO_2 배출량 저감 기술 개발 역시 영국 정부의 지속가능한 철도로 향한 발전 방향에 포함되어 있음. 영국 정부는 R&D에 대한 투자 지원을 통하여, 철도산업체들이 저탄소 차량 개발을 할 수 있도록 지원하고 있음

○ 철도 물류의 경우 1995/96년에 비해 톤-km 단위로 계산 시 55%의 성장률을 보이고 있음. 정부는 현재 매년 80만대의 화물자동차를 대체하기 위해 2천만 파운드를 투자하고 있음

(다) 대중교통

○ 수소 및 하이브리드 버스

- 수소 버스는 런던에서 25번 라인에 성공적으로 시범화 되었음. 본 버스는 연료전지에 의해 가동되는 버스로 배기관에서의 증기만이 배출됨. 버스 내에 사용된 시스템은 연료전지를 통해 전기를 생산함으로써 가동되는 시스템으로 수소가 재생 가능한 전기 등의 무탄소원으로부터 생성된다면 완전한 탄소제로 시스템이 될 것임

- 2006년 1월 런던 시장은 6개의 친환경 하이브리드 버스를 도입했음. 360번 라인에서 가동되는 하이브리드 버스는 런던 버스의 친환경 상태를 승객들에게 알리기 위해 시범화 되었는데, 일반 디젤 버스보다 적은 양의 연료를 사용함으로써 CO_2 배출량을 감소시켰음

(라) 에너지

○ Biofuel

- RTFO(The Renewable Transport Fuel Obligation)
  - RTFO는 2008년 4월부터 실행된 교통 부문에 대하여 정부가 정한 퍼센티지까지 각 연료공급자가 바이오 연료를 일반 연료에 혼합하는 의무임. 2010~2011년에는 5%로 의무 혼합률이 결정될 예정임. 영국 정부는 본 정책을 통하여 1.6MtC의 탄소 배출량을 감축할 수 있으리라 전망하고 있음. 이 계산은 온실가스 배출량의 중복 계산을 방지하는 국제적으로 합의된 배출량 배치 방법론에 의해 계산되었음. 영국 내에서 생산되고 사용되는 바이오연료의 생산동안의 탄소 배출이 계산에 포함된다면, CO_2 배출 감축량은 1MtC이 될 것임. 1MtC의 CO_2 배출량은 사람들의 이동을 막지 않으면서 백만대의 차량을 도로에서 제거하는 것과 같은 효과를 가짐
  - 2006년 예산 집행계획에 따르면 2008~2009년에는 2.5%의 바이오연료 혼합 의무 비율이 정해 질 것이고, 2009~2010년에는 3.75%로 정해질 것임. 2010~2011년 5%의 혼합률을 이루기 위해서는 기반시설, 연료 및 자동차 기술 표준, 가격적 경쟁력을 확보해야 함. 그러므로 바이오 연료 혼합에 따른 CO_2 배출량 감축과 동시에 시너지 효과로써의 추가적인 CO_2 감축량을 꾀할 수 있음
- ECA(Enhanced Capital Allowance)
  - 영국 정부는 저탄소 바이오연료 생산 방법 개발 및 혁신을 돕기 위해 청정 바이오 연료 생산 공장에 대한 ECA를 발표했음
  - 본 정책은 첫 해에 검열을 통과한 바이오연료 공장들에게 100%의 Capital Allowance를 제공함. 2007년 초에 본 정책은 시행되었음

(4) 일본의 교통부문 기후변화 대책

○ 일본의 교통부문 기후변화 대책은 다음과 같이 요약할 수 있음

<표 2-21> 일본의 교통부문 기후변화 대책 요약

부문	내용
도로부문	- 자동차 연비 기준 강화 - 청정에너지 자동차, 저공해차, 저연비차량 보급 촉진 - 교통지체 완화
비도로부문	- 철도, 선박, 항공기의 에너지이용 효율 향상 - 물류 효율화
대중교통	- 대중교통 이용촉진
에너지	- 연료공급시설(eco-station) 설치를 확대

(가) 도로부문

○ 일본의 도로부문 기후변화 대책은 3가지로 정리할 수 있는데, 자가용부문의 온실가스 저감 대책에 초점이 맞춰져 있음

○ 자동차 연비기준 강화

- 개정된 에너지효율법에 따라 자동차연비기준에 Top Runner 프로그램을 도입, 2010년에 연비를 1995년 대비 15%에서 20%정도 향상시킴

○ 청정에너지 자동차, 저공해차, 저연비차량 보급 촉진

- 청정에너지 자동차, 저공해차 도입 및 보급을 추진하고 이와 함께 새로운 청정에너지 자동차, 저공해차를 개발함. 또한 차세대 저공해차를 위한 검사기준을 정비하고 저연비차량 보급 촉진을 위해 자동차관련 세제 등을 포함한 정책수단을 검토함

○ 교통지체 완화

- 실시간(real time) 교통정보를 수집하고 제공하며 더욱 고도의 신호제어를 실시하는 새로운 교통관리시스템(UTMS)의 기반을 정비하고 대중교통차량 우선 시스템, 교통공해저감시스템을 정비함. 그 위에, 지능형교통시스템(ITS)의 향상을 위해 최신안전자동차(ASV), 자동운전도로시스템(AHS), 초지능화 자동차 시스템(SSVS) 등의 연구개발을 추진함. 또한 종합적인 교통지체대책을 위해 도시권 교통원활화 종합대책을 수립, 추진함
- 우회도로 및 환상도로 정비, 교차지점 입체화 추진, 교통안전시설 정비, 교통

수요관리(TDM)시책과 지능형교통시스템(ITS) 등을 추진하여 교통지체를 완화하고 주행 중 CO_2 배출을 줄임

- 도쿄도 순환고속도로망을 정비하여 2010년까지 연간 200~300만 톤의 CO_2배출 저감(도로부문 CO_2 저감 총량의 약 25~38%)을 추진하고 있으며, 고속도로 탄력요금제 병행실시(평균 주행속도 향상)로 연간 20만 톤의 추가적 CO_2 배출 저감을 기대

- 지능형교통시스템(ITS)의 경우 Navigation System 향상과 관련하여 이미 전국의 고속도로와 3대 도시권의 9개 도·부·현 일반도로에 운영 중인 도로교통정보통신 시스템(VICS)을 전체 도부현으로 확대함. 동시에, Nonstop 자동요금수수시스템(ETC)을 정비효과가 높은 노선의 요금소부터 차례로 도입함

  - ITS를 활용한 교통정보 제공(VICS)으로 연간 CO_2 240만 톤이 절감되고, ETC 관련 CO_2 배출도 연간 20만 톤이 절감될 것으로 추정

(나) 비도로부문

○ 일본의 비도로부문 기후변화 대책은 철도, 선박, 항공기의 에너지이용 효율 향상 및 물류 효율화를 중점적으로 다루고 있음

○ 철도, 선박, 항공기의 에너지이용 효율 향상

- 철도, 선박, 항공기에 있어서는 에너지소비 원단위를 2010년까지 1995년 대비 철도는 약 7%, 선박은 약 3%, 그리고 항공기는 약 7% 감축시켜 에너지이용 효율 향상을 추진함

○ 물류 효율화

- 철도 및 해운화물운송 추진과 국제 컨테이너화물 등 국내 육상운송거리 감축을 위해 항만정비, 트럭의 적재효율향상, 트레일러화 및 차량 대형화 촉진, 물류 정보화 등을 추진하여 물류를 효율화하고 CO_2 배출을 억제함
- 철도화물의 인프라 정비, 효율적인 철도화물 집배시스템 구축, 선박적재량 조정, 국제해상터미널 정비. 트럭 적재 효율화를 빠른 시일 내에 50% 향상시킬 목적으로 자영(自營)전환, 공동집배 및 수송 등의 여러 대책을 적극적으로 추진함

(다) 대중교통

○ 대중교통 이용 촉진

- 버스 등의 유기적 연계체계를 구축하면서, 신노선 건설, 고속화, 수송능력 확대 등의 철도 정비와 노면 전차 및 새로운 교통시스템 정비 등을 추진하고, 버스정류소 개선 및 Nonstop버스 도입 등을 추진함
- 운임·요금의 다양화를 통해 서비스를 개선하고 환승시스템 원활화를 위해 교통결절지점을 정비함

(라) 에너지

○ 에코스테이션

- 청정에너지 자동차, 저공해 자동차 보급을 위해 연료공급시설(eco-station)설치 확대

3. 우리의 대응방안

가. 소결 및 시사점

○ 앞서 살펴본 바와 같이 지속가능한 사회를 위해 주요 선진국을 비롯하여 세계 각국은 여러 가지 다양한 움직임 및 대응을 보여주고 있음

○ 이러한 국제협약이나 국제기구의 움직임에 우리나라도 동참하지 않을 수 없음

○ 특히 1997년 합의된 교토의정서에서 우리나라는 개발도상국 지위를 인정받아 감축의무가 없었지만 2007년 발리회의에서 2013년 이후에는 선진국뿐만 아니라 개도국도 각자의 능력에 따라 감축에 참여하기로 기본원칙에 합의하였음

○ 최근에는 선진국과 개도국 사이에 입장 차이 및 난항이 심화되고 있는데 미국 등 선진국은 중국·인도 등 개도국에 구속력 있는 감축목표를 제시하라고 촉구하고 있음. 개도국 역시 지구온난화의 역사적 책임이 있는 선진국이 2020년까지 온실가스의 40%를 줄이라고 맞서고 있는 상황임

○ 이렇듯 국제협약도 언제든지 상황에 따라 변할 수 있으며, 국가별로 자국의 이익과 입장만을 내세우면 지구온난화, 온실가스 감축의 대명분이 희석될 수도 있음을 인식해야 함

나. 우리의 대응

○ 최근 우리 정부는 2020년 중에 온실가스 감축목표 3가지 시나리오를 선제적으로 발표하였음

○ 세계는 한국의 이러한 대응에 대하여 칭찬과 격려를 하고 있으며 기후변화 대응에 대하여 한국 사례를 참조하는 경향이 증가하고 있음

○ 하지만 한편에서는 개도국 수준의 정부대책은 녹색강국이 되기에 부족하며, 과도한 정책은 오히려 역효과가 발생할 수도 있음을 인지해야 한다고 견해차를 보이기도 함

○ 이에 전 세계적인 움직임과 미묘한 흐름 등을 잘 파악하면서 우리나라가 저탄소녹색성장의 견인차 및 모범사례가 될 수 있도록 부문별 중장기 계획과 실천계획을 수립, 철저히 시행할 수 있도록 민·관·산이 협력해야 할 것임

제4절 우리나라 교통부문 환경 전망

1. 국내 에너지 수급

가. 에너지 소비 실적 및 수요 전망

○ 최종에너지 소비는 지속적으로 증가하나 외환위기 이후 증가율은 둔화되는 추세임

- 2001~2007년 기간에는 연평균 2.9%의 증가율을 기록하여 소비 둔화 추세가 두드러짐
- 에너지소비 둔화는 우리 경제의 성장률 둔화, 에너지 저소비형 산업구조 전환, 에너지효율 향상 등에 기인함

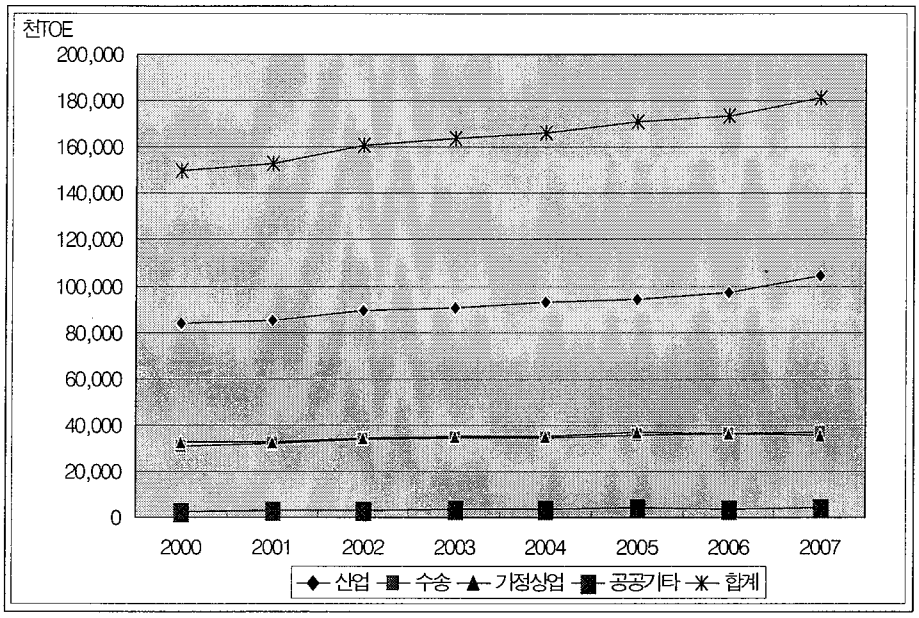
<표 2-22> 부문별 최종에너지 소비실적

단위 : 천 TOE, %

부문	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
1990	36,150	14,173	21,971	2,812	75,106
2000	83,912	30,945	32,370	2,625	149,852
2001	85,158	31,909	32,893	2,989	152,949
2002	89,197	33,763	34,299	3,191	160,450
2003	90,805	34,632	34,965	3,593	163,995
2004	92,992	34,615	34,807	3,595	166,009
2005	94,366	35,559	36,861	4,068	170,854
2006	97,235	36,527	35,986	3,836	173,584
2007	104,327	37,068	35,916	4,144	181,455

주 : TOE : Tons of Oil Equivalent
자료 : 에너지통계연보, 2008

- 수송부문이 전체 최종에너지 소비의 약 20%를 소비



<그림 2-3> 부문별 최종에너지 소비실적

○ 에너지 수요 전망[12)]

- 최종에너지 수요는 2006년~2030년 기간 동안 연평균 1.4% 증가
- 산업부문은 전망기간 중 연평균 1.3% 증가하여 동 부문의 부가가치 성장(연평균 3.5%)에 비해서는 낮은 수요 증가가 예상됨
  - 저에너지소비형 고부가가치산업인 첨단기술 및 정보통신산업이 제조업 전체 성장을 주도하여 산업부문 에너지원단위는 뚜렷이 개선될 전망
- 수송부문은 2000년대 초반까지 에너지소비 증가를 주도하였으나, 높은 연료가격 지속과 자동차 보급이 포화수준에 근접하여 수요 증가세가 둔화될 전망(연평균 1.0%)
- 가정/상업부문은 서비스업의 상대적인 높은 성장으로 가장 빠른 수요 증가 예상(연평균 2.1%)
  - 인구는 전망기간 중 연평균 0.03%, 가구수는 연평균 0.6% 증가
  - 에너지이용 효율화 등으로 에너지원단위 감소

12) 국무총리실, 『제1차 국가에너지기본계획 : 2008~2030』, 2008

<표 2-23> 최종에너지 부문별 수요 전망

단위 : 백만 TOE

부문	산업	수송	가정/상업	공공/기타	계
2006	97.2 (56.0)	36.5 (21.0)	36.0 (20.7)	3.8 (2.2)	173.6 (100.0)
2010	105.8 (55.6)	38.9 (20.5)	40.9 (21.5)	4.5 (2.4)	190.2 (100.0)
2015	115.8 (55.7)	41.5 (19.9)	45.8 (22.0)	4.9 (2.4)	208.1 (100.0)
2020	125.3 (55.6)	44.1 (19.5)	50.7 (22.5)	5.3 (2.4)	225.4 (100.0)
2025	134.2 (55.7)	45.8 (19.0)	55.4 (23.0)	5.7 (2.4)	241.0 (100.0)
2030	134.0 (54.7)	45.9 (18.7)	59.1 (24.1)	6.0 (2.4)	245.1 (100.0)

자료 : 국무총리실, 『제1차 국가에너지기본계획 : 2008~2030』, 2008

나. 교통부문 에너지 소비 실적 및 수요 전망

○ 우리나라 교통부문 에너지 사용 현황을 살펴보면, 도로부문이 전체 에너지 사용량의 약 79%를 소요

- 항공부문의 비중과 연평균증가율의 증가세에 유의해야 함

○ 에너지원별 소비현황

- 교통부문 총 에너지소비량은 다음 표와 같음

<표 2-24> 교통부문 총 에너지소비량

단위 : 천 TOE

연도	석유										전력	합계
	합계	에너지유							LPG			
		합계	휘발유	경유	B-A유	B-C유	JA-1유	기타유	합계	부탄		
2000	30,770	27,317	7,884	13,284	170	3,770	2,167	43	3,453	3,446	175	30,945
2001	31,708	27,761	7,848	13,892	115	3,650	2,208	47	3,946	3,943	194	31,909
2002	33,488	29,257	7,961	15,089	108	3,729	2,301	67	4,229	4,218	195	33,763
2003	34,287	29,870	7,634	16,107	111	3,778	2,178	63	4,415	4,405	200	34,633
2004	34,160	29,593	7,335	16,389	114	3,417	2,290	48	4,566	4,558	213	34,616

2005	34,983	30,278	7,512	16,302	130	3,476	2,810	49	4,704	4,703	224	35,559
2006	35,780	30,935	7,574	16,393	162	3,738	3,021	47	4,844	4,844	218	36,527
2007	36,149	30,974	7,686	16,424	167	3,461	3,189	46	5,174	5,173	209	37,068

자료 : 에너지관리공단, 2008

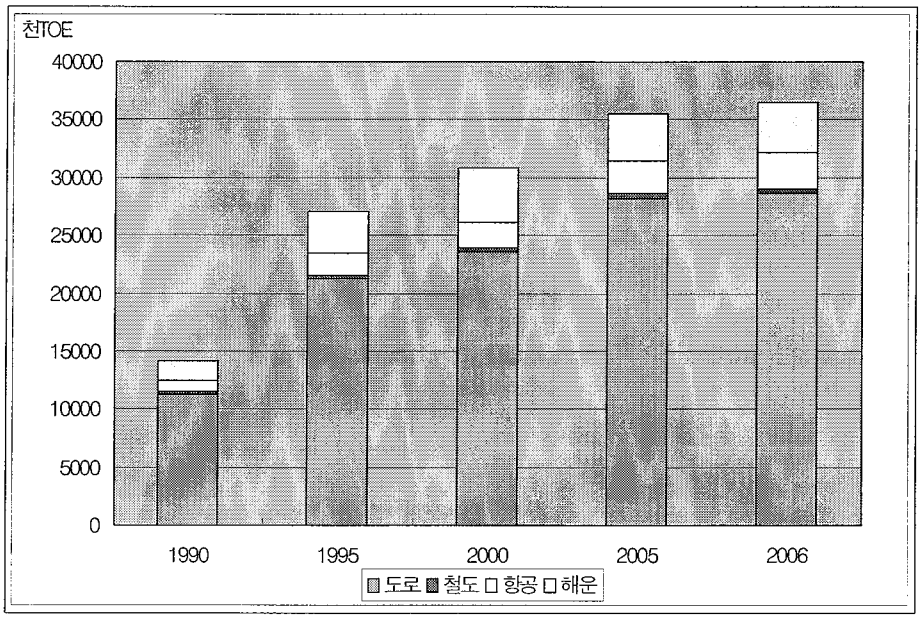
○ 교통수단별 에너지 소비 현황

<표 2-25> 교통부문 수단별 에너지소비량

단위 : 천 TOE

연도	도로부문	철도부문 (지하철 포함)	해운부문	항공부문	전체
2000	23,554	513	4,705	2,174	30,945
2001	24,841	535	4,317	2,216	31,909
2002	26,485	536	4,434	2,309	33,763
2003	27,419	549	4,477	2,188	34,633
2004	27,685	511	4,120	2,300	34,616
2005	28,144	505	4,092	2,819	35,559
2006	28,588	474	4,437	3,028	36,527
2007	29,195	441	4,235	3,197	37,068

자료 : 에너지관리공단 에너지소비통계(www.kemco.or.kr), 2008



<그림 2-4> 우리나라 교통부문 에너지 사용 현황

○ 도로교통부문 에너지소비량

<표 2-26> 도로교통부문 에너지소비량

단위 : 천 TOE

연도	석유										전력	합계
	합계	에너지유							LPG			
		합계	휘발유	경유	B-A유	B-C유	JA-1유	기타유	합계	부탄		
2000	23,554	20,102	7,884	12,208	0	3	0	7	3,452	3,446	0	23,554
2001	24,833	20,888	7,847	12,988	4	35	0	15	3,945	3,943	0	24,841
2002	26,405	22,177	7,961	14,161	3	26	0	26	4,227	4,218	0	26,485
2003	27,273	22,859	7,633	15,193	3	7	0	24	4,414	4,405	0	27,419
2004	27,442	22,877	7,335	15,522	1	6	0	13	4,565	4,558	0	27,685
2005	27,791	23,087	7,512	15,538	5	22	0	10	4,704	4,703	0	28,144
2006	28,059	23,515	7,574	15,620	2	11	0	8	4,844	4,844	0	28,588
2007	28,485	23,311	7,686	15,608	2	9	0	5	5,173	5,173	0	29,195

자료 : 에너지관리공단

○ 교통부문 장래 에너지 수요 전망[13)]

- 한국교통연구원(2008) 연구결과에 의하면 우리나라 장래 에너지소비량은 다음과 같은 공식으로 추계가 가능함

에너지소비량 = 총주행거리 / 연비

- 장래 에너지소비량 추정 결과, 2015년에 46,683백만 리터, 2020년 47,095백만 리터, 2025년 47,824백만 리터를 소비할 것으로 예측되었으며, 휘발유가 약 27%, 경유가 약 45%를 차지하는 것으로 나타났음

13) 한국교통연구원, 『에너지위기시의 교통부문 대응방안』, 2008에서 발췌, 정리

<표 2-27> 차종별 에너지소비량 추정

단위 : 천 리터

연도	승용	승합	화물	특수	합계
2011	27,647,106	5,059,162	11,518,471	463,299	44,688,038
2015	28,982,600	5,297,189	11,924,254	478,876	46,682,919
2020	29,346,043	5,355,868	11,915,330	477,737	47,094,977
2025	29,510,045	5,525,379	12,295,182	493,092	47,823,698

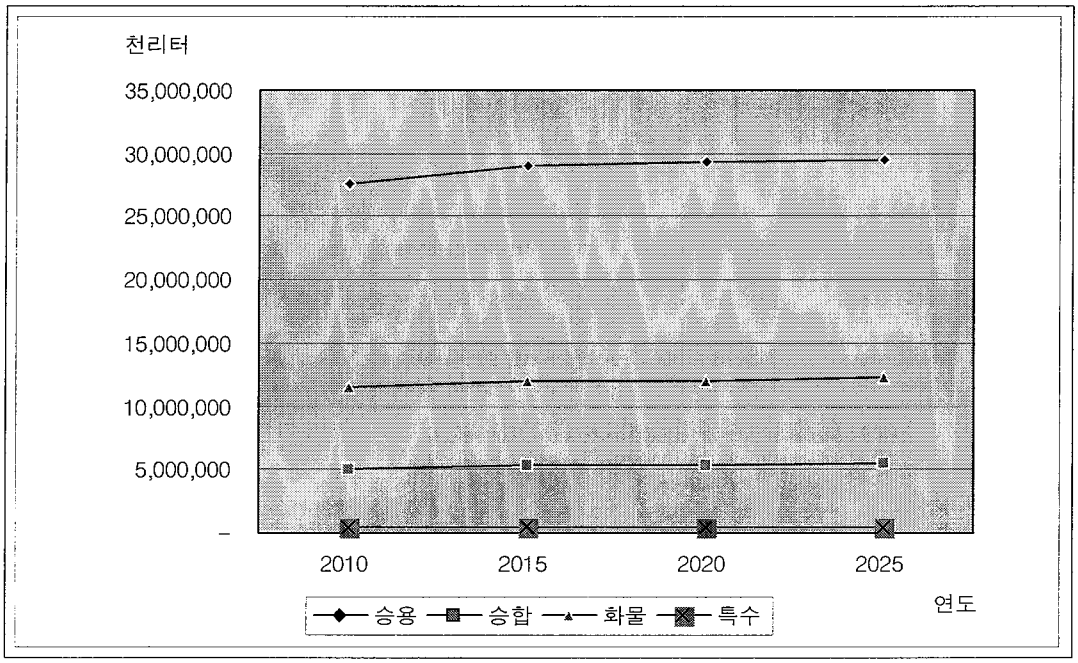
자료 : 한국교통연구원, 『에너지위기시의 교통부문 대응방안』, 2008

<표 2-28> 유종별 에너지소비량 추정

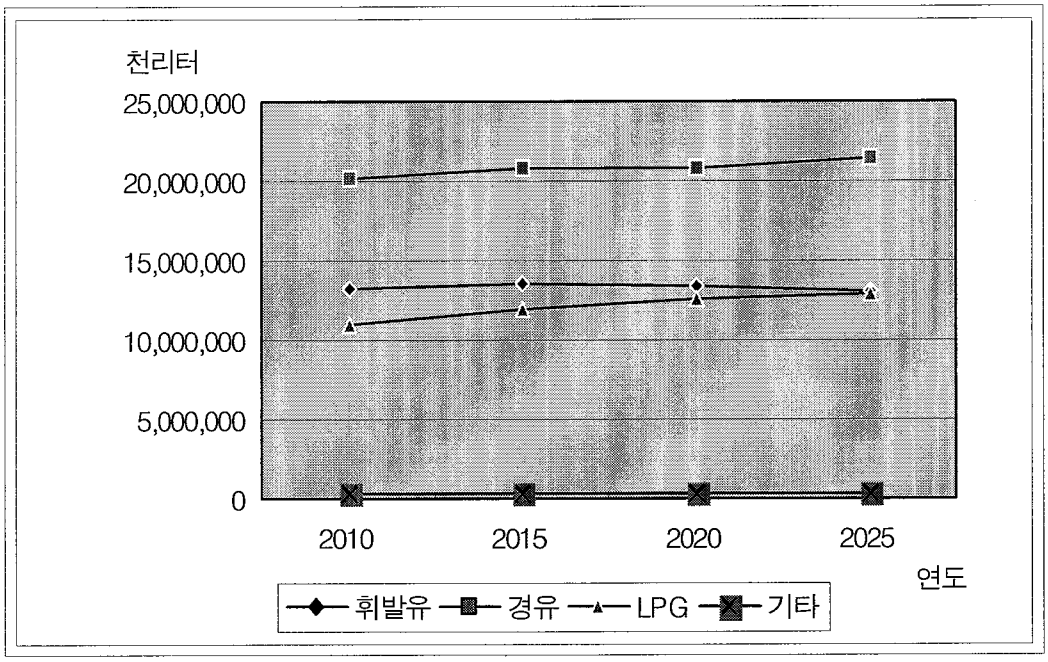
단위 : 천 리터

연도	휘발유	경유	LPG	기타	합계
2011	13,216,199	20,148,230	11,016,329	307,279	44,688,038
2015	13,549,736	20,825,659	11,973,546	333,979	46,682,919
2020	13,407,843	20,776,119	12,560,660	350,355	47,094,977
2025	13,053,794	21,443,904	12,964,384	361,616	47,823,698

자료 : 한국교통연구원, 『에너지위기시의 교통부문 대응방안』, 2008



<그림 2-5> 차종별 장래 에너지소비량 예측



<그림 2-6> 차종별 장래 에너지소비량 예측

2. 온실가스 배출량

가. 우리나라 온실가스 배출량

○ 우리나라 총 온실가스 배출량

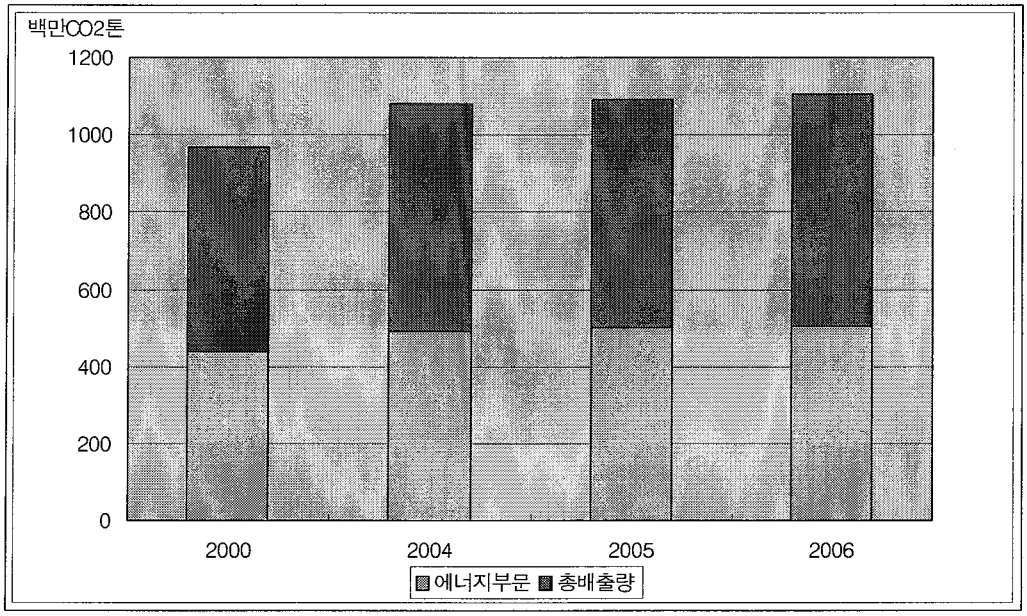
- 우리나라 총 온실가스 배출은 2006년도 기준 약 600만 CO_2톤임
- 이 중 약 84%인 505만 CO_2톤이 에너지 부문에서 발생함

<표 2-29> 우리나라 총 온실가스 배출량

단위 : 백만 CO_2톤

부문	에너지	산업공정	농업	폐기물	총배출량
1990	247.7	19.9	13.5	17	298.1
2000	438.5	58.3	17	17.2	531
2004	489	68.5	16.4	16.5	590.4
2005	498.5	64.8	16.1	14.9	594.4
2006 (비중)	505.4 (84.3)	63.7 (10.6)	15.1 (2.5)	15.4 (2.6)	599.5 (201.1)

자료 : 지식경제부 기후변화 정책팀 보도, 2009. 2. 3



<그림 2-7> 우리나라 총 온실가스 배출량

○ 우리나라 에너지부문 연간 온실가스 배출량

- 에너지부문 온실가스 배출량 중 수송부문은 약 20%를 차지

<표 2-30> 우리나라 에너지부문 온실가스 배출량

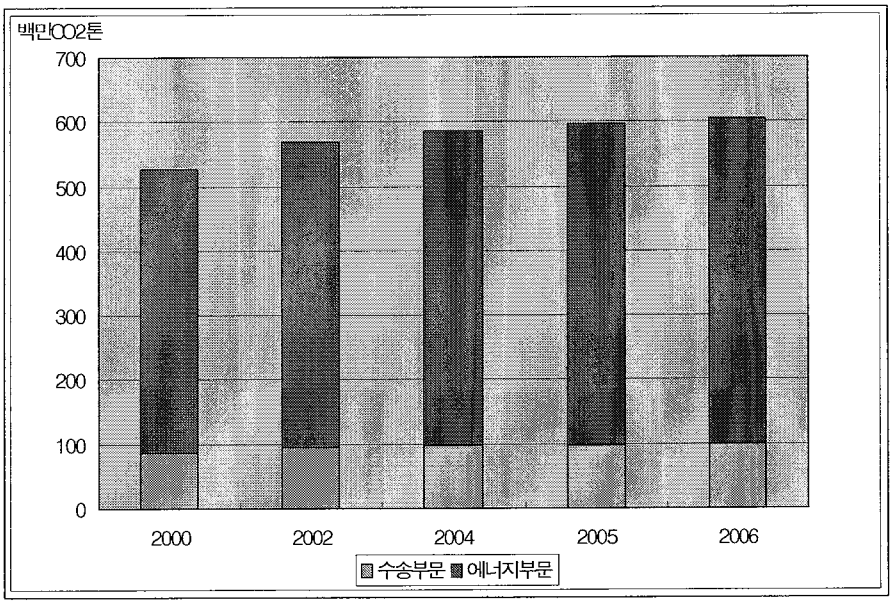
단위 : 백만 CO_2톤

구분	에너지산업	제조업 및 건설업	수송 (비중)	가정·상업, 공공·기타	탈루성 배출	합계
1990	38	82	42.4 (17.1)	79.9	5.4	247.7
1995	83.2	124.2	77.2 (20.7)	84.3	3.2	372.1
2000	125.9	141.8	87.1 (19.9)	79.3	4.4	438.5
2002	146.8	148.3	94.9 (20.1)	78.2	4.8	473
2004	165.3	148.5	97.1 (19.9)	72.5	5.7	489.1
2005	171.1	148.2	98.1 (19.7)	75.2	5.9	498.5
2006	179.6	149.9	99.8 (19.7)	69.8	6.2	505.4

주 : 1) ( )값은 에너지부문 전체 중 수송 부문이 차지하는 비중임

2) 현재 에너지경제연구원 통계정보시스템에 구축되어 있는 가장 최근 자료임

자료 : 에너지경제연구원 통계정보시스템



<그림 2-8> 우리나라 에너지부문 온실가스 배출량

나. 교통부문 온실가스 배출량

○ 교통수단별 온실가스 배출량

- 교통부문 수송수단별 온실가스 배출량을 살펴보면 도로부문이 약 79%를 차지함
- 철도부문은 점차 감소하고 있음
- 해운부문은 2000년 이후 감소세를 보임
- 항공부문은 1995년 이후 감소세를 보였으나 2007년에 크게 증가함

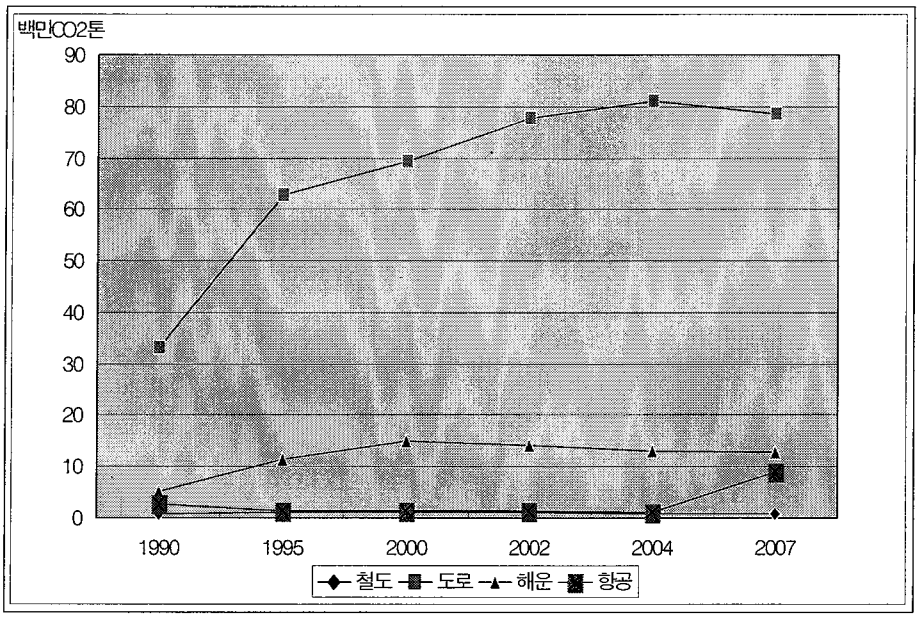
<표 2-31> 우리나라의 수송수단별 온실가스 배출추이

단위 : 백만 CO_2톤

구분	수송	철도	도로	해운	항공	기타
1990	42.4 (100.0)	0.9 (2.1)	33.3 (78.9)	5.3 (12.6)	2.7 (6.4)	0.0 (0.0)
1995	77.2 (100.0)	1.0 (1.3)	62.9 (81.5)	11.5 (14.9)	1.3 (1.7)	0.5 (0.6)
2000	87.1 (100.0)	1.0 (1.1)	69.2 (79.4)	15.0 (17.2)	1.4 (1.6)	0.5 (0.6)
2002	94.9 (100.0)	1.0 (1.1)	77.8 (82.0)	14.1 (14.9)	1.4 (1.5)	0.6 (0.6)
2004	97.1 (100.0)	0.9 (0.9)	80.9 (83.3)	13.0 (13.4)	1.2 (1.2)	1.1 (1.1)
2007	101.0 (100.0)	0.7 (0.7)	78.5 (77.7)	12.9 (12.7)	9.0 (8.9)	0.0 (0.0)

주 : ( )는 수송부문 전체에 대한 비중임

자료 : 국토해양부 내부자료 및 한국교통연구원 국가교통DB센터



<그림 2-9> 우리나라의 수송수단별 온실가스 배출추이

○ 교통수단별·시도별 CO_2 배출량

- 한국교통연구원(2009)에서 추계한 16개 시도별, 교통수단별 CO_2 배출량을 살펴보면 전체 약 1억 CO_2톤 중에서 경기도가 약 2천만 CO_2톤으로 가장 많은 배출지역으로 나타남
- 이어 인천이 1,260만 CO_2톤, 서울이 1,250만 CO_2톤으로 그 뒤를 이음
- 도로부문만 살펴보면 경기도가 1,930만 CO_2톤으로 1위, 서울이 960만 CO_2톤으로 2위, 경북이 6백만 CO_2톤으로 3위임

<표 2-32> 교통수단별 · 16개 광역시도별 CO_2 배출량(2007)

단위 : tCO_2

구분	철도	도로	해운	항공	기타
합계	669,575 (100.0)	78,436,551 (100.0)	12,858,163 (100.0)	8,969,809 (100.0)	100,934,098 (100.0)
1.서울	181,175 (27.1)	9,631,806 (12.3)	285,548 (2.2)	2,390,331 (26.6)	12,488,861 (12.4)
2.부산	57,907 (8.6)	4,743,894 (6.0)	3,541,592 (27.5)	90,099 (1.0)	8,433,492 (8.4)
3.대구	27,495 (4.1)	3,162,134 (4.0)	0 (0.0)	7,805 (0.1)	3,197,435 (3.2)
4.인천	0 (0.0)	4,282,981 (5.5)	2,083,734 (16.2)	6,235,986 (69.5)	12,602,701 (12.5)

5.광주	9,165 (1.4)	1,993,346 (2.5)	833 (0.0)	390 (0.0)	2,003,734 (2.0)
6.대전	124,711 (18.6)	2,036,307 (2.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	2,161,019 (2.1)
7.울산	2,083 (0.3)	2,034,548 (2.6)	4,124,467 (32.1)	781 (0.0)	6,161,878 (6.1)
8.경기도	51,658 (7.7)	19,328,146 (24.6)	580,734 (4.5)	7,116 (0.1)	19,967,653 (19.8)
9.강원도	7,082 (1.1)	3,295,044 (4.2)	90,151 (0.7)	1,607 (0.0)	3,393,884 (3.4)
10.충북	15,414 (2.3)	3,614,623 (4.6)	0 (0.0)	30,831 (0.3)	3,660,868 (3.6)
11.충남	17,080 (2.6)	4,936,182 (6.3)	447,965 (3.5)	781 (0.0)	5,402,007 (5.4)
12.전북	12,498 (1.9)	3,281,583 (4.2)	40,515 (0.3)	0 (0.0)	3,334,595 (3.3)
13.전남	83,319 (12.4)	3,458,365 (4.4)	1,150,745 (8.9)	417 (0.0)	4,692,845 (4.6)
14.경북	64,572 (9.6)	6,062,733 (7.7)	14,598 (0.1)	0 (0.0)	6,141,903 (6.1)
15.경남	15,414 (2.3)	5,806,554 (7.4)	441,812 (3.4)	0 (0.0)	6,263,779 (6.2)
16.제주	0 (0.0)	768,308 (1.0)	55,469 (0.4)	203,667 (2.3)	1,027,443 (1.0)

주 : 1) ( )는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임

2) 연료 소모량은 2007년을 기준으로 산정함

자료 : 한국교통연구원, 『2008년 국가교통수요조사 및 DB구축사업 : 교통부문 온실가스 배출량 조사』, 2009

○ 교통수단별·시도별 온실가스 배출량

- CH_4와 N_2O를 포함한 온실가스 배출량을 살펴보면 CO_2 배출 순위와 똑같았음

<표 2-33> 교통수단별·16개 광역시도별 온실가스 총 배출량(2007)

단위 : tCO_2

구분	철도	도로	해운	항공	기타
합계	669,761 (100.0)	78,475,668 (100.0)	12,861,595 (100.0)	8,970,959 (100.0)	100,977,983 (100.0)
1.서울	181,226 (27.1)	9,637,507 (12.3)	285,625 (2.2)	2,390,638 (26.6)	12,494,995 (12.4)
2.부산	57,923 (8.6)	4,746,206 (6.0)	3,542,539 (27.5)	90,111 (1.0)	8,436,778 (8.4)

3.대구	27,503 (4.1)	3,163,742 (4.0)	0 (0.0)	7,806 (0.1)	3,199,051 (3.2)
4.인천	0 (0.0)	4,285,022 (5.5)	2,084,291 (16.2)	6,236,785 (69.5)	12,606,099 (12.5)
5.광주	9,168 (1.4)	1,994,343 (2.5)	833 (0.0)	390 (0.0)	2,004,734 (2.0)
6.대전	124,746 (18.6)	2,037,356 (2.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	2,162,102 (2.1)
7.울산	2,084 (0.3)	2,035,540 (2.6)	4,125,565 (32.1)	781 (0.0)	6,163,969 (6.1)
8.경기도	51,672 (7.7)	19,338,040 (24.6)	580,888 (4.5)	7,117 (0.1)	19,977,717 (19.8)
9.강원도	7,084 (1.1)	3,296,587 (4.2)	90,176 (0.7)	1,607 (0.0)	3,395,454 (3.4)
10.충북	15,418 (2.3)	3,616,275 (4.6)	0 (0.0)	30,835 (0.3)	3,662,528 (3.6)
11.충남	17,085 (2.6)	4,938,467 (6.3)	448,084 (3.5)	781 (0.0)	5,404,417 (5.4)
12.전북	12,501 (1.9)	3,283,082 (4.2)	40,526 (0.3)	0 (0.0)	3,336,110 (3.3)
13.전남	83,342 (12.4)	3,459,913 (4.4)	1,151,052 (8.9)	417 (0.0)	4,694,724 (4.6)
14.경북	64,590 (9.6)	6,065,517 (7.7)	14,602 (0.1)	0 (0.0)	6,144,709 (6.1)
15.경남	15,418 (2.3)	5,809,401 (7.4)	441,930 (3.4)	0 (0.0)	6,266,750 (6.2)
16.제주	0 (0.0)	768,670 (1.0)	55,484 (0.4)	203,693 (2.3)	1,027,846 (1.0)

주 : 1) ( )는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임

2) 연료 소모량은 2007년을 기준으로 산정함

자료 : 한국교통연구원, 『2008년 국가교통수요조사 및 DB구축사업 : 교통부문 온실가스 배출량 조사』, 2009

○ 교통부문 CO_2 배출량 전망

- 한국교통연구원(2008) 연구에 의하면 장래 CO_2 배출량은 2020년 약 1억 1,400만 톤, 2025년 약 1억 1,580만 톤에 이를 것으로 예측되었음

<표 2-34> 교통부문 유종별 CO_2 배출량

단위 : 천 톤

연도	휘발유	경유	LPG	기타	합계
2011	31,493	56,888	20,488	0.732	108,871
2015	32,288	58,801	22,269	0.796	113,358
2020	31,950	58,661	23,361	0.835	113,972
2025	31,106	60,546	24,111	0.862	115,765

자료 : 한국교통연구원, 『에너지위기시의 교통부문 대응방안』, 2008

<표 2-35> 교통부문 차종별 CO_2 배출량

단위 : 천 톤

연도	승용차	승합차	화물차	특수차	합계
2011	62,937	12,551	32,075	1,308	108,871
2015	65,750	13,074	33,183	1,352	113,358
2020	66,340	13,148	33,135	1,349	113,972
2025	66,615	13,565	34,193	1,392	115,765

자료 : 한국교통연구원, 『에너지위기시의 교통부문 대응방안』, 2008

3. 온실가스 배출에 대한 국내 대응

가. 국가에너지 기본계획에서의 대응[14)]

○ 에너지절감 목표

- 고유가 및 기후변화에 대응하여 지속가능한 성장이 가능하도록 에너지 저소비형 경제·사회구조로 전환
  - 2030년까지 에너지원단위를 47% 향상시켜 국가에너지 효율 선진국 실현 (에너지원단위 연평균 2.6% 개선)

14) 국무총리실, 『제1차 국가에너지기본계획 : 2008~2030』, 2008

- 에너지원단위(TOE/천$, 2000년) : (2006년)0.347 → (2020년)0.233 → (2030년)0.185
- 수송부문 : 고효율·탈석유 차량 개발 및 보급 확대, 절약형 수송·물류 인프라 확충
  • 수송부문 연평균 에너지소비 증가율 1.0% → 0.3%

<표 2-36> 부문별 에너지절감 목표

단위 : 백만 TOE

구분		2006	2030			
			전망	목표	절감량	절감률
최종에너지	산업	97.2	134.0	117.3	16.7	12.5%
	수송	36.5	45.9	39.0	7.0	15.1%
	가정·상업	39.8	59.1	47.1	12.0	20.3%
	공공·기타	3.8	6.0	4.1	1.9	31.5%
	합계	173.6	245.1	207.5	37.6	15.3%
1차에너지		233.4	342.8	300.4	42.3	12.4%

자료 : 국무총리실, 『제1차 국가에너지기본계획 : 2008~2030』, 2008

○ 수송부문 정책로드맵 : 고효율·친환경 수송시스템으로 전환

- 자동차 기준평균연비 강화 및 그린카(연료전지차, 하이브리드차 등) 개발·보급 확대
  • 기준평균연비의 주기적 상향 조정을 통해 경차·소형승용차 등 고연비 차량 판매 확대 및 연비개선 기술개발 강화
  • 수송부문 저탄소·고효율 자동차인 그린카 개발·보급 활성화를 위한 인센티브 확대 등 신규시책 적극 개발
  • 민간 자율 승용차 요일운행 제도 및 에코드라이브 운동 활성화
- 운수업체의 에너지사용량 신고제, 자발적 절감협약(VA) 도입
- 에너지 절감형 친환경 수송시스템 구축을 위한 대중교통 육성, 수송분담구조 개선, 자동차 통행량 총량관리 등을 내용으로 하는「지속가능교통물류발전법」제정
- 대중교통 이용 활성화 및 절약형 수송분담구조로 고도화
  • 간선급행버스체계(BRT), 경전철(LRT) 등 신대중교통수단 확대 및 연계·환승편의시설 확충
  • 지능형 교통시스템 등 교통소통 원활화 기발시설 확대 및 교통 수요관리 강화

• 자전거전용도로 및 자전거 주차장 확충, 대중교통과의 연계체계 구축

• 철도의 역할증대를 위해 간선철도망 확충 및 운영효율화

- 물류체계의 효율화

• 5대권역별 물류거점기지 조성 등 물류시설네트워크 효율화

• 주요물류거점에 RFID 기반 물류거점 정보시스템 구축, 공동 수·배송을 위한 물류단지 확대 등으로 물류효율 향상

• 육상·해상·항공 등 민·관의 물류정보망을 종합 연계한 '국가물류통합정보센터' 구축

나. 중기 감축 목표 시나리오

○ 녹색성장위원회는 2020년 국가 온실가스 감축목표 설정을 위한 3가지 시나리오를 제시[15]

- 유가·성장률·산업구조·산업계 투자계획 등 경제전망을 바탕으로 미래 온실가스 배출량 추이(BAU)[16] 전망

- 기업·가계에서 감내 가능한 일정수준의 비용 이하의 감축수단을 사용하여 감축할 수 있는 감축잠재량(Reduction Potential) 분석

• 상향식 모형인 마칼(MARKAL) 모형[17] 활용

- 온실가스 감축수준별로 거시경제에 미치는 영향(GDP, 소비 등) 분석

• 하향식 모형인 거시경제일반균형(CGE) 모형[18]

- 분석결과를 토대로 감축목표 시나리오 설정

○ 온실가스 배출 전망

- 국제적 온실가스 배출전망(BAU) 설정방법에 따라 전망

15) 녹색성장위원회 보도자료, 2009. 8. 4

16) BAU : Business As Usual의 약자로 기존 정책을 유지할 경우를 의미

17) 개별 기술정책을 활용하여 감축할 수 있는 온실가스 양을 분석하는 모형(MARKet ALlocation)으로 국제에너지기구(IEA)에서 개발하여 현재 세계 69개국 177개 기관에서 활용

18) 온실가스 감축이 경제·후생·분배에 미치는 파급효과를 분석하기 위해 OECD에서 개발하여 세계적으로 활용되는 모형(Computable General Equilibrium)

<표 2-37> 중기 온실가스 배출량 전망

구분	2005	2020	2030	연평균 증가율	
				2005~2020	2020~2030
총배출량(백만톤CO_2)	594(100)	813(137)	888(149)	2.1%	0.9%
1인당 배출량(톤CO_2/명)	12.3	16.4	18.2	-	-

자료 : 녹색성장위원회 보도자료, 2009. 8. 4

○ 중기(2020년) 감축목표 시나리오

<시나리오 1> BAU 대비 20% 감소(2005년 대비 +8.1%)

- 그린홈·그린빌딩(단열강화, LED 등) 등 단기적으로는 비용이 발생하나, 투자 후에 장기간에 걸친 에너지절감 이익이 발생하는 감축수단
- 제3차 국가에너지기본계획(2008. 8)에서 확정된 신재생에너지 및 원전 확대정책을 반영하고, 스마트그리드 보급정책을 일부 반영

<시나리오 2> BAU 대비 27% 감소(2005년 수준 동결)

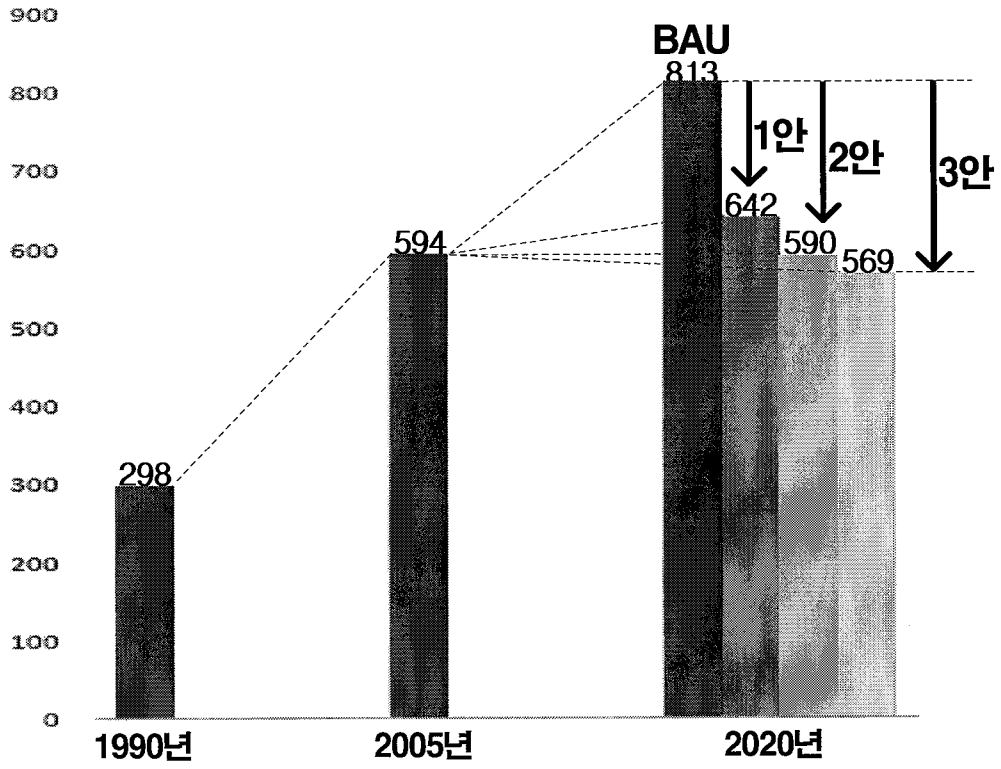
- 시나리오 1 정책과 함께, 국제수준의 감축비용인 5만원/CO_2톤 이하 감축수단 추가적용
- 지구온난화 지수가 높은 불소계 가스 제거(변압기·냉매 등)
- 하이브리드카 보급, CCS[19] 일부 반영 등

<시나리오 3> BAU 대비 30% 감소(2005년 대비 4% 감소)

- EU에서 요구하는 개도국 최대 감축수준(BAU 대비 30% 감축)
- 시나리오 2 정책과 함께, 전기차·연료전지차 등 차세대 그린카 보급, 고효율 제품을 강제적으로 보급하는 등 감축비용이 높은 수단도 적극적으로 도입

19) CO_2 포집 및 저장기술(Carbon Capture and Storage)

단위 : 백만 톤CO_2



<그림 2-10> 온실가스 배출전망(BAU)과 감축시나리오 비교

<표 2-38> 온실가스 배출전망(BAU)과 감축시나리오 비교

시나리오	감축목표		감축정책 선택기준	주요 감축수단(예시) (각각은 이전 시나리오의 정책수단 포함)
	BAU 대비	2005년 기준		
1	21% 감축	+ 8%	비용효율적 기술 및 정책 도입	· 그린홈, 그린빌딩 보급 확대 · LED 등 고효율제품 보급 · 저탄소·고효율 교통체계 개편 · 산업계 고효율 공정혁신(green process) · 신재생에너지 및 원전확대, 스마트그리드 일부 반영
2	27% 감축	동결	국제적 기준의 감축비용 부담	· 지구온난화지수가 높은 불소계가스 제거 · 하이브리드카 보급 · 바이오연료 혼합비율 확대 · CCS(CO_2 포집 및 저장)일부 도입
3	30% 감축	4% 감축	개도국 최대 감축수준	· 전기차·연료전지차 등 차세대 그린카 보급 · 최첨단 고효율제품 확대 보급 · CCS 도입 강화

○ 중기 감축목표 달성을 위한 교통부문 전략

- 시나리오별 교통부문 전략은 다음과 같음

<표 2-39> 시나리오별 교통부문 전략

구분	교통부문 전략
시나리오 1	- 저탄소 고연비 자동차 확대 - 대중교통, 철도, 자전거 중심 교통체계로 전환
시나리오 2	- 시나리오 1 - 하이브리드 자동차 확대 - 바이오연료 확대
시나리오 3	- 전기차, 연료전지차 등 차세대 그린카가 기존의 엔진 자동차를 대체

○ 정부의 전략

- 자동차 온실가스 및 연비기준을 도입(2015년까지 온실가스 140g/km 이하, 연비 17km/ℓ 이상)
- 전기차, 연료전지차 충전소 구축
- 철도 및 자전거도로 확충

○ 2012년 이후의 기후변화 대응을 위해 2009년 12월 덴마크 코펜하겐에서 기후변화협약 및 교토의정서 당사국회의(COP15, MOP5) 개최 예정

<참고> 일본의 저탄소 사회 전략[20]

○ 일본의 저탄소사회에 대한 비전을 잘 보여주고 있는 것은 2008년 6월 후쿠다 총리가 발표한 「후쿠다 비전」이며 일본은 2050년까지 CO_2 배출량을 현재 대비 60~80% 감축한다는 목표를 국제사회에 약속함

- 2050년까지 장기목표로 CO_2 배출량을 현재 대비 60~80% 감축
- 2020년까지 중기목표로 CO_2 배출량을 현재 대비 14% 감축 노력
- 상향식 접근법에 의한 CO_2 감축잠재량 분석
- 미국, 영국과 더불어 개도국 지원기금에 최대 12억 달러 기여

20) 대외경제정책연구원, 『일본의 저탄소사회 전략의 현황과 시사점』, 2008

- 2012년까지 백열전구를 절약형 전구로 전환하고 에너지 절약형 주택·건축물의 의무화, 200년 주택의 보급 촉진
- 2008년 가을까지 배출권 거래의 국내통합시장을 시범 운영하여 제도설계상의 과제 도출
- 2008년 가을 세제개혁 시 환경세를 포함하여 환경친화적 세제개혁 추진

○ 일본은 이러한 목표를 달성하기 위해 중장기적인 기술개발 로드맵을 설정하고 국가적인 연구역량을 집중하고 있음

- 일본은 이미 환경 및 자원제약을 전제로 하면서 이러한 제약을 극복하기 위해 필요한 다양한 경로를 제시한 기술개발 로드맵을 작성하고 있음
- 경제산업성은 2005년 7월에 2100년까지의 초장기를 대상으로 한 「초장기 에너지 기술비전」을 제시하였음

○ Cool Earth 에너지 혁신기술계획

- 「Cool Earth 에너지 혁신기술계획」은 저탄소사회구축을 위한 21개의 핵심기술을 선정하고 이들 핵심기술개발의 로드맵을 제시하고 있음
- 교통부문에서는 화석연료에 의존하는 자동차로부터의 탈피를 중요시하고 있음. 연료전지 자동차, 플러그 인 하이브리드 자동차, 전기 자동차 등 새로운 동력원의 자동차 개발을 추진할 예정이며 바이오 에탄올이나 바이오 디젤 등 바이오 매스를 활용한 연료제조기술도 중시하고 있음

○ 플러그 인 하이브리드 자동차, 전기자동차

- 플러그 인 하이브리드 자동차는 실용화에 근접해 있으나 전기 주행거리가 13km 정도로 아직 부족한 상태임. 주행거리를 연장하고 본격적인 전기자동차 실현을 위해 축전지 대용량화, 저비용화가 요구되고 있음
- 하이브리드 및 전기자동차용 축전지 용량을 2015년경 현재의 1.5배, 비용을 1/7로 삭감하는 것을 목표로 함
- 2030년경까지 축전지 용량을 현재의 7배, 비용을 1/40로 하여 휘발유 차량과 비슷한 성능과 비용을 확보하고 주행거리를 500km까지 증대시키는 것을 목표로 함
- 플러그 인 하이브리드 자동차는 휘발유 차량에 비해 CO_2 배출량을 1/2~1/3

정도로 저감하며 전기자동차는 1/4정도로 저감할 수 있음

- 기술발전과 더불어 충전소 정비 등 인프라 정비가 요구됨
- 리튬이온전지의 세계시장점유율 동향을 보면 2000년에는 대부분이 일본업체가 압도적 시장점유율을 보였으나 최근에는 우리나라와 중국이 정부의 개발지원정책에 힘입어 시장점유율을 확대하고 있음

○ 연료전지 자동차

- 일본의 주요업체들은 적극적인 기술개발로 독자적인 연료전지 자동차를 실용화하는 데 성공하였음. 다만 비용감축과 본격적인 보급을 위한 과제를 안고 있음

○ 시사점

- 환경·자원 제약을 극복하기 위한 21개의 핵심기술을 선정하여 2050년까지의 중장기적인 기술개발 로드맵을 설정하며, 관련 기술개발에 정부의 연구개발 자원을 집중 투입할 예정임
- 저탄소사회는 종래의 사회경제 시스템과는 근본적으로 다른 사회이기 때문에 개인의 생활방식, 산업, 교통, 에너지, 주택 등 사회의 모든 분야에서 혁신적인 패러다임 전환이 요구되며 이러한 패러다임 전환을 이루기 위해서는 장기적이고 지속적인 사회경제 시스템 개혁을 추진해야 함
- 저탄소형 기술 및 제품에 대한 시장수요 확대를 우리경제의 지속적 성장에 활용하기 위하여 중장기적인 국가전략을 수립하고 이를 강력히 추진할 필요가 있음
- 정부는 저탄소사회 구축에 필요한 우리나라의 독자적인 기술개발 로드맵을 구체화할 필요가 있음. 이러한 기술개발 로드맵에 의거하여 정부의 연구개발 투자를 이들 혁신기술 분야에 중점적으로 배분할 필요가 있음
- 저탄소사회 구축에 필요한 혁신기술 개발 분야에서는 미국, 일본, EU 등 선진국과 공동연구를 추진하는 등의 협력을 강화하기 위해 노력해야 함. 일본은 환경·에너지 분야에서 우리나라의 중요한 기술협력 파트너 중의 하나이며 이러한 일본의 잠재력을 활용할 수 있는 협력방안을 적극적으로 모색할 필요가 있음

4. 국내 대응동향

가. 관련 법의 제정

(1) 지속가능교통물류발전법

○ 추진경위

- 국회통과 : 2009. 4
- 하위법 공포 : 2010. 1

○ 법의 목적

- 기후변화, 에너지 위기 및 환경보호 요구 등 교통물류 여건변화에 대응하는 지속가능 교통물류정책의 기본방향과 그 수립 및 추진 등에 관한 사항을 규정함으로써 현재 세대와 미래 세대를 위한 교통물류의 지속가능 발전기반을 조성하고 국민경제의 발전과 국민의 복리향상에 이바지함을 목적으로 함

○ 주요내용

- 지속가능 국가교통물류발전 기본계획의 수립(제7조) ① 국토해양부장관은 지속가능 교통물류체계의 발전을 촉진하기 위하여 10년 단위의 지속가능 국가교통물류발전 기본계획(이하 "기본계획"이라 한다)을 수립하여야 한다. ② 기본계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. 1. 교통물류와 관련된 에너지소비, 온실가스 배출량 등의 현황 및 전망 2. 지속가능 교통물류정책의 기본방향과 목표 3. 대중교통 활성화, 환경친화적 교통물류시설 개발, 전환교통 촉진 등 지속가능 교통물류체계의 발전을 위한 대책 4. 기본계획을 추진하는 데 드는 재원(財源)의 조달방안 5. 그 밖에 지속가능한 교통물류체계의 발전을 위하여 대통령령으로 정하는 사항(이하 생략)
- 지속가능 교통물류권역의 구분 및 지정(제12조) ① 국토해양부장관은 지속가능 교통물류체계를 효율적으로 구축하고 관리하기 위하여 전국을 다음 각 호의 교통물류권역(이하 "교통물류권역"이라 한다)으로 구분하여 지정한다. 1. 기간교통물류권역: 국가교통축과 그 인접지역 중 대통령령으로 정하는 거리 이내의 지역으로서 국토해양부장관이 지정·고시하는 지역 2. 도시교통물류

권역 : 「도시교통정비 촉진법」 제3조제1항에 따른 도시교통정비지역 중 대통령령으로 정하는 일정 규모 이상의 도시교통정비지역(제1호의 기간교통물류권역으로 지정·고시된 지역은 제외한다) 3. 지역교통물류권역 : 제1호의 기간교통물류권역과 제2호의 도시교통물류권역을 제외한 지역 ②생략

- 지속가능성 관리 지표 및 기준(제14조) ① 국토해양부장관은 지속가능 교통물류체계의 발전을 위하여 교통물류체계의 지속가능성을 측정·평가·관리하기 위한 지표(이하 "지속가능성 관리지표"라 한다) 및 기준(이하 "지속가능성 관리기준"이라 한다)을 설정하여 고시하여야 한다. ② 국토해양부장관은 지속가능성 관리지표 및 지속가능성 관리기준을 설정할 때에는 교통물류의 온실가스 배출량 현황, 교통혼잡 정도, 에너지 소비, 자동차 통행량, 교통시설 용량, 수송 분담구조 및 그 밖에 국토해양부령으로 정하는 사항을 고려하여야 한다. ③이하 생략
- 지속가능성 조사·평가 등(제15조) ① 국토해양부장관은 지속가능 교통물류체계의 발전을 위한 정책을 합리적으로 수립·시행하기 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 정기적으로 교통물류체계의 지속가능성에 관한 조사·평가를 하여야 한다. ② 국토해양부장관은 제1항에 따른 조사·평가를 위한 자료를 체계적으로 수집·분석하고 제공하기 위하여 데이터베이스를 구축·운영하여야 한다.
- 온실가스배출 감축 조치(제16조) ① 국가 및 지방자치단체는 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」의 시행을 위하여 교통물류체계를 전환하거나 조정함으로써 온실가스 배출량을 감축할 수 있도록 필요한 조치를 하여야 한다. ② 국토해양부장관은 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 교통물류의 단위당 온실가스 배출량을 산출하는 계수(係數)(이하 "온실가스 배출계수"라 한다)를 개발하여 관련 자료를 작성하여야 하며, 이를 활용하여 지속가능 교통물류발전 정책을 추진하여야 한다. ③이하 생략
- 자동차 통행량 총량 설정 등(제18조) ① 국토해양부장관·특별시장·광역시장·시장 또는 군수는 대통령령으로 정하는 바에 따라 관할 교통물류권역의 주요 도로 등에 대한 자동차 통행량 총량을 설정하고 관리하여야 한다. ②이하 생략
- 전환교통 지원(제21조) ① 국가 및 지방자치단체는 전환교통을 촉진하기 위하여 환승·환적(換積) 시설 및 장비의 설치대책을 마련하여야 한다. ② 국토

해양부장관·특별시장·광역시장·시장 또는 군수는 교통물류운영자 및 교통물류 이용자, 화주(貨主) 등에게 효율적인 교통수단으로의 전환을 권고할 수 있다. ③ 국토해양부장관·특별시장·광역시장·시장 또는 군수는 교통물류운영자 및 교통물류 이용자, 화주(貨主) 등과 전환교통에 관한 협약을 체결하고 예산의 범위에서 보조금 등을 지원할 수 있다. ④생략

- 대중교통의 육성 및 이용촉진(제23조) ① 국가 및 지방자치단체는 교통 관련 계획을 수립하거나 개발사업을 집행할 때 대중교통의 육성 및 이용촉진을 위한 다음 각 호의 조치를 우선적으로 고려하여야 한다. 1. 대중교통의 수송 분담목표 설정 2. 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 제10조에 따른 대중교통수단의 우선통행 3. 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 제12조에 따른 대중교통 육성을 위한 재정지원 4. 그 밖에 대중교통 육성 및 이용촉진을 위하여 대통령령으로 정하는 조치 ②생략
- 환경친화적 교통물류시설 개발(제26조) ① 국가 및 지방자치단체는 교통물류시설을 신설·확장 또는 정비하는 사업(이하 "교통물류시설개발사업"이라 한다)을 집행할 때 환경에 미치는 부정적인 영향이 최소화될 수 있도록 모든 여건을 고려하여야 한다. ②이하 생략
- 환경친화적 교통기술의 개발지원(제27조) 국가 및 지방자치단체는 지속가능 교통물류체계의 발전을 촉진하기 위하여 관련 법률에 따라 환경친화적 교통기술 개발사업을 추진하고 이를 지원하여야 한다.
- 환경친화적 교통수단의 운행 확대 지원(제28조) 국토해양부장관·특별시장·광역시장·시장 또는 군수는 온실가스 등으로 인한 지구온난화를 방지하고 쾌적한 교통물류 여건을 조성하기 위하여 필요하다고 인정하면 관계 중앙행정기관의 장과의 협의를 거쳐 환경친화적 교통수단의 운행 확대를 위한 다음 각 호의 조치를 하여야 한다. 1.이하 생략
- 도시계획 등과의 연계(제29조) ① 국토해양부장관 또는 지방자치단체의 장은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 도시계획을 수립하거나 같은 조 제11호에 따른 도시계획사업을 추진할 때 교통수요 발생억제 등 지속가능 교통물류체계의 발전을 촉진하기 위하여 다음 각 호의 사항을 우선적으로 반영하여야 한다. 1.이하 생략
- 비동력·무탄소 교통수단 활성화 종합계획의 수립(제31조) ① 국토해양부장관

은 비동력·무탄소 교통수단의 수송분담을 증대하여 자동차 등 동력을 이용한 교통수단의 온실가스 배출을 감축하고 환경친화적 에너지절감형 교통물류체계로 전환하기 위하여 5년 단위의 비동력·무탄소 교통수단 활성화 종합계획(이하 "종합계획"이라 한다)을 수립하여야 한다. ②이하 생략

- 비동력·무탄소 교통수단의 개발지원(제33조) 국가 및 지방자치단체는 비동력·무탄소 교통수단의 개발을 촉진하기 위하여 관련 법률에 따라 비동력·무탄소 교통수단 개발사업을 추진하고 이를 지원하여야 한다.
- 보행교통 실태조사 등(제37조) ① 국토해양부장관·특별시장·광역시장·시장 또는 군수는 보행교통을 개선하기 위하여 보행인구, 보행 여건 변화 등에 대한 실태를 5년마다 조사하여야 한다. ② 특별시장·광역시장·시장 또는 군수는 제1항의 실태조사를 기초로 5년마다 분야별·지역별 보행교통 개선지표를 수립하여야 한다. ③이하 생략
- 경제운전 교육 및 홍보(제48조) ① 국가 및 지방자치단체는 교통부문 연료소비와 온실가스 배출을 감축하기 위하여 경제운전에 대한 교육프로그램을 개발·보급하고 다양한 홍보를 추진하여야 한다. ②이하 생략

(2) 지속가능발전기본법

○ 추진경위

- 제정 : 2007. 8
- 시행 : 2008. 2

○ 법의 목적

- 지속가능발전을 이룩하고 지속가능발전을 위한 국제사회의 노력에 동참하여 현재 세대와 미래 세대가 보다 나은 삶의 질을 누릴 수 있도록 함을 목적으로 함

○ 주요내용

- 국가지속가능발전 기본전략의 수립·추진(제4조) ① 정부는 1992년 브라질에서 개최된 유엔환경개발회의에서 채택한 의제21(이하 "의제 21"이라 한다), 2002년 남아프리카공화국에서 개최된 세계지속가능발전정상회의에서 채택한 이행계획(이하 "요하네스버그이행계획"이라 한다) 등 지속가능발전에 관련된

국제적 합의를 성실히 이행하고, 국가의 지속가능발전을 촉진하기 위하여 20년을 단위로 하는 국가지속가능발전 기본전략(이하 "국가기본전략"이라 한다)을 수립하고 추진하여야 한다. ②이하 생략

- 지속가능발전지표 및 지속가능성 평가(제13조) ① 국가나 지방자치단체는 국가지속가능발전지표 또는 지방지속가능발전지표를 작성하여 보급하여야 한다. ② 국가위원회나 지방위원회는 제1항에 따른 지속가능발전지표에 따라 2년마다 국가 또는 그 지방자치단체의 지속가능성을 평가하여야 한다. ③생략
- 지속가능성보고서(제14조) ① 국가위원회는 2년마다 제9조제1항에 따른 국가이행계획의 추진상황 점검과 제13조제2항에 따른 국가지속가능성 평가결과를 종합하는 국가지속가능성보고서를 작성하여 대통령에게 보고한 후 공표(공표)하여야 한다. ②이하 생략

(3) 저탄소녹색성장기본법

○ 추진경위

- 입법예고 : 2009. 2 (정부안 확정)

○ 법의 목적

- 경제와 환경의 조화로운 발전을 위하여 저탄소 녹색성장에 필요한 기반을 조성하고 녹색기술과 녹색사업을 새로운 성장동력으로 활용함으로써 국민경제의 발전을 도모하며 저탄소 사회 구현을 통하여 국민의 삶의 질을 높이고 국제사회에서 책임을 다하는 성숙한 선진 일류국가로 도약하는데 이바지함

○ 주요내용

- 저탄소 녹색성장 국가전략(제9조) ① 정부는 국가의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표·추진전략·중점추진과제 등을 포함하는 저탄소 녹색성장 국가전략(이하 "녹색성장국가전략"이라 한다)을 수립·시행하여야 한다. ② 이하 생략
- 기후변화대응의 기본원칙(제38조) 정부는 저탄소 사회를 구현하기 위하여 기후변화대응 정책 및 관련 계획을 다음 각 호의 원칙에 따라 수립·시행하여야 한다. 1. 지구온난화에 따른 기후변화 문제의 심각성을 인식하고 국가적·국민적 역량을 모아 총체적으로 대응하고 범지구적 노력에 적극 참여한다. 2. 온

실가스 감축의 비용과 편익을 경제적으로 분석하고 국내 여건 등을 감안하여 국가온실가스 중장기 감축 목표를 설정하고, 가격기능과 시장원리에 기반을 둔 비용효과적 방식의 합리적 규제체제를 도입함으로써 온실가스 감축을 효율적·체계적으로 추진한다. 3.이하 생략

- 에너지정책 등의 기본원칙(제39조) 정부는 저탄소 녹색성장을 추진하기 위하여 에너지정책 및 에너지와 관련된 계획을 다음 각 호의 원칙에 따라 수립·시행하여야 한다. 1. 석유·석탄 등 화석연료의 사용을 단계적으로 축소하고 에너지 자립도를 획기적으로 향상시킨다. 2. 에너지 가격의 합리화, 에너지의 절약, 에너지 이용효율 제고 등 에너지 수요관리를 강화하여 지구온난화를 예방하고 환경을 보전하며, 에너지 저소비·자원순환형 경제·사회구조로 전환한다. 3.이하 생략
- 기후변화대응 기본계획(제40조) ① 정부는 기후변화대응의 기본원칙에 따라 20년을 계획기간으로 하는 기후변화대응 기본계획을 5년마다 수립·시행하여야 한다. ②이하 생략
- 온실가스 배출량 및 에너지 사용량 등의 보고(제44조) ① 관리업체는 사업장별로 매년 온실가스 배출량 및 에너지 소비량에 대하여 측정·보고·검증 가능한 방식으로 명세서를 작성하여 정부에 보고하여야 한다. ②이하 생략
- 온실가스 종합정보관리체계의 구축(제45조) ① 정부는 국가 온실가스 배출량·흡수량, 배출·흡수 계수(係數), 온실가스 관련 각종 정보 및 통계를 개발·검증·관리하는 온실가스 종합정보관리체계를 구축하여야 한다. ②이하 생략
- 교통부문의 온실가스 관리(제47조) ① 자동차 등 교통수단을 제작하려는 자는 그 교통수단에서 배출되는 온실가스를 감축하기 위한 방안을 마련하여야 하며, 온실가스 감축을 위한 국제경쟁 체제에 부응할 수 있도록 적극 노력하여야 한다. ② 정부는 교통부문에서 배출되는 온실가스를 줄이기 위하여 국제 기준 및 동향 등을 고려하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 자동차 등의 온실가스 배출허용기준을 정하여 그 배출량을 제한할 수 있다. 이 경우 다른 법령에 따른 규제기준 및 측정방법 등과 중복되지 않도록 하여야 한다. ③ 정부는 온실가스 배출량이 적은 자동차 등을 구매하는 자에 대하여 재정적 지원을 강화하고 온실가스 배출량이 많은 자동차 등을 구매하는 자에 대해서는 부담금을 부과하는 등의 방안을 강구할 수 있다. ④생략

- 지속가능발전 기본계획의 수립·시행(제51조) ① 정부는 1992년 브라질에서 개최된 유엔환경개발회의에서 채택한 의제21, 2002년 남아프리카공화국에서 개최된 세계지속가능발전정상회의에서 채택한 이행계획 등 지속가능발전과 관련된 국제적 합의를 성실히 이행하고, 국가의 지속가능발전을 촉진하기 위하여 20년을 계획기간으로 하는 지속가능발전 기본계획을 5년마다 수립·시행하여야 한다. ②이하 생략
- 저탄소 교통체계의 구축(제54조) ① 정부는 교통부문의 온실가스 감축을 위한 환경을 조성하고 온실가스 배출 및 에너지의 효율적인 관리를 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 온실가스 감축목표 등을 설정·관리하여야 한다. ② 정부는 에너지소비량과 온실가스 배출량을 최소화하는 저탄소 교통체계를 구축하기 위하여 대중교통분담률, 철도수송분담률 등에 대한 중장기 및 단계별 목표를 설정·관리하여야 한다. ③ 정부는 철도가 국가기간교통망의 근간이 되도록 철도에 대한 투자를 지속적으로 확대하고 버스·지하철·경전철 등 대중교통수단을 확대하며, 자전거 등의 이용 및 연안해운을 활성화하여야 한다. ④생략

나. 기후변화대응 종합기본계획

(1) 그동안의 노력

○ 그동안 범부처 차원의 추진체계 마련 및 기후변화대응 전략 수립·시행을 통해 범정부적 대응기반 구축

- 1999년부터 2007년까지 4차례에 걸쳐 종합대책을 수립·추진

<표 2-40> 우리나라 중앙정부의 교통부문 기후변화협약 종합대책

구분	저감 대책
1차 (1999년)	-연비개선 자동차 보급 · 자동차 CO_2 배출기준(안) 마련 -경차보급을 확대하고 대체연료 자동차개발을 가속화 -내항 해운 및 철도수송 분담률을 제고하고 종합물류 정보망을 구축함으로써 수송부문에서의 효율제고 -대중교통대책 -교통원활화를 위하여 교통수요관리(TDM)시책을 강화하고 지능형 교통시스템(ITS) 도입을 추진 -환경보전형 교통정책 및 국토·도시계획의 수립 추진
2차 (2002년)	-국가기간 교통망 및 교통수요의 효율적 관리 · 수송분담구조의 개선 · 교통혼잡구간의 정비 · 지하철, 경전철 등 도시철도망 확충 · 교통수요관리 종합대책의 강력한 시행 · 사업용 차량의 공회전 규제 도입 · 승용차 자율운행제도 실시 검토 -CNG 차량 및 경차 보급 촉진 · CNG 버스 운행확대 · 경차보급 확대 · 디젤승용차의 개발 지원 -종합물류정보망 구축 및 물류장비 표준화 · 종합물류정보망 구축 · 물류 표준화 추진계획 수립
3차 (2006년)	-화물운송의 직거래와 공동 운송을 유도하는 화물자동차 운송가맹사업제도 운영 -무정차 상태에서 자동 징수하는 고속도로 통행료 전자지불시스템(ETCS)을 구축하고, 실시간으로 교통정보를 제공하는 첨단도로교통체계(ITS) 구축 -대중교통 이용률 확대를 위하여 간선급행버스를 도입하고, 전용차로와 지능형 교통체계(ITS) 등을 확대 -하이브리드 차량 등 무·저공해 자동차와 경차보급 확대를 위한 각종세제 감면 등 지원 -자동차공회전 규제 강화
4차 (2007년)	-자동차 에너지효율 개선 및 대중교통체계 개편(교통·물류) · 첨단도로교통체계(ITS)의 도입·확충에 따른 효율적 교통운영으로 지·정체에 따른 배기가스 감축 · 자동차 온실가스 저감을 통해 2012년까지 0.6백만 CO_2톤 감축 · 자동차·항공기 온실가스 배출규제 검토(EU 등 국제수준 고려) · 청정연료를 사용하는 친환경자동차 보급(2012년까지 하이브리드자동차 7,920대, 연료전지자동차 1,750대, 천연가스 버스 및 청소차를 각각 13,080대·1,122대 보급) -친환경·고효율 그린카(Green Car)를 신성장동력으로 집중 육성 · 그린카 보급 확대를 위한 사회 기반시설 구축 및 실증사업 지원 -철도·자전거 등 친환경교통수단 확대와 간선급행체계 등 新대중교통체계 도입을 통한 대중교통 이용 활성화 -저탄소친화형 교통수단인 철도 운선의 교통정책 추진 · 철도수송분담률을 2019년까지 2배 수준으로 제고 · 철도의 복선화와 전철화 지속적 추진 및 고속화를 통한 철도 경쟁력 강화 · 연계수송네트워크 구축과 물류시설과 장비 등 철도물류 취급시설 확충 및 접근성 제고 · KTX 고속특송, EDI(Electronic Data Interchange) 연계 운송정보 제공 시스템 등 고품격 철도물류서비스 개발 -지속가능 물류 정책 추진을 위한 법적·제도적 장치 마련 -탄소시장 활성화 추진 · 배출권거래제 도입

자료 : 한국교통연구원, 『2008년 국가교통수요조사 및 DB구축사업 : 교통부문 온실가스 배출량 조사』, 2009

○ 그러나 저탄소 사회구조로의 체질 전환을 위해 종합대책 수립이 다소 미흡

- 감축목표를 제시하지 못하여 산업계 및 국민에게 불확실성 미해소
- 에너지 다소비형 산업구조 및 업계의 부담 등을 감안한 소극적 대응
- 기후변화 적응을 통한 부정적 영향 최소화방안 미흡
- 국제사회의 기후변화 대응에 대한 동참 노력 부족 등

(2) 기후변화대응 종합기본계획의 수립

○ 이명박 정부 들어서서 환경대책, 산업대책, 국제협상 등을 포괄하는 기후변화 대응 종합계획(5개년, 2008~2012)을 수립·추진

○ 교통부문 내용

- 자동차 CO_2 배출 규제, 혼잡통행료 부과 등 수요관리를 통해 저탄소형 생활 양식(life style) 유도
- 전국 교통혼잡비용(24조6천억 원)의 획기적인 절감 추진
  - 철도를 대폭 확충하고 지하철·경전철 중심의 대중교통 수단에 대한 투자를 확대
  - 자전거 이용이 편리한 교통환경을 조성
- 교통 에너지 소비 증가율 완화 추진
  - 공항·대공원, 백화점 등 다중이용시설의 대중교통 접근성을 제고하여 자가용 운행자제 유도

<표 2-41> 국내 교통부문 대책 요약

부문	내용
도로부문	-혼잡통행료 시행 활성화 -교통유발금 제도 개선 -주차장 제도 개선 -지능형 교통체계 활용 -자동차 온실가스 배출 규제 강화 -그린카 보급 확대 -자동차 CO_2 배출감축 유도를 위한 공회전 방지 장치 부착 -친환경 물류환경 조성
비도로부문	-자전거 이용이 편리한 교통환경 조성 -철도 수송분담률 제고 -연계수송네트워크 구축과 철도물류 취급시설 확충 -고품격 철도물류 서비스 개발

대중교통	-간선급행버스체계(BRT : Bus Rapid Transit) 구축사업 -경량전철 도시철도망 건설 -대중·개인교통수단간 연계·환승 편의시설 확충
에너지	-바이오디젤 및 목질계 바이오에너지 공급확대

(3) 주요 추진과제[21)]

○ 친환경·고효율 그린카를 신성장 동력으로 집중 육성

- 핵심 원천기술 확보 및 부품경쟁력 강화를 통한 2013년 플러그인 하이브리드차 및 연료전지차 양산으로 세계 4대 그린카 생산국 진입
- 그린카 보급 확대를 위한 사회 기반시설 구축 및 실증사업 지원
  - 아파트, 주유소 등 외부에서의 전력공급을 위한 충전 인프라 구축
  - 개발 차량의 안전성 및 신뢰성 검증을 위한 시범운행

○ 교통혼잡비용(2006년 총 24조6천억 원으로 GDP 대비 2.9%)을 대폭 줄여 온실가스 감축 및 삶의 질 제고 추진

- 혼잡통행료의 점진적 부과 확대, 교통유발부담금 부과, 주차장 제도개선 등을 통해 자가용대책 추진
- 대중교통 수송분담률을 높이는 방향으로 교통 수송분담구조를 획기적으로 높이는 방향으로 개편 추진
- 경전철, 지하철 등 대중교통에 대한 투자 확대를 통해 수도권 도시간 종합적 대중교통망 확충
- 대공원, 공항, 백화점 등 다중이용시설에 대한 대중교통접근성 강화
- 통행량 규제와 수단전환(Modal Shift)에 대한 인센티브 등 다양한 정책 조합에 의한 종합적 접근
- 중앙버스전용차로(BRT), 경전철(LRT) 등 신대중교통수단 확대
- 대중·개인교통 수단간 연계·환승 편의시설 확충
- 버스정보시스템(BIS), 교통카드 전국호환, 고속도로 하이패스 등 지능형 교통체계(ITS) 활용으로 교통운영의 효율성 제고

---

21) 3개 목표, 11개 추진과제 중 교통관련 부분만을 발췌
자료 : 국무총리실 기후변화대책기획단, 『기후변화대응 종합기본계획』, 2008

- 신도시 건설 등 도시 계획시 대중교통 위주의 체계적인 교통 인프라 구축을 우선적으로 고려

○ 비동력 녹색교통수단(자전거, 보행) 이용이 편리한 교통 환경 조성

- 자전거 보급 확대를 위한 자전거 공유·대여제도 도입(2009), 대중교통망과 연계한 자전거도로 확충과 보관시설 확대

○ 저탄소친화형 교통수단인 철도 우선의 교통정책 추진

- 철도수송분담률을 2019년까지 2배 수준으로 제고
- 철도의 복선화와 전철화 지속적 추진 및 고속화를 통한 철도 경쟁력 강화
- 연계수송네트워크 구축과 물류시설/장비 등 철도물류 취급시설 확충 및 접근성 제고
- KTX 고속특송, EDI(Electronic Data Interchange) 연계 운송정보 제공 시스템 등 고품격 철도물류 서비스 개발

○ 이동성·접근성 향상 위주 교통정책에서 저탄소·에너지절감형의 지속가능 교통물류정책으로 선회

- 감축잠재량이 큰 자동차 부문의 온실가스 배출 억제 노력 강화
  - 자동차 CO_2 배출 저감을 위해 자동차 온실가스 배출규제 강화
  - 경차, 친환경·초고효율 자동차인 그린카(Green Car) 보급을 확대
  - 시내버스 등에 공회전을 줄이기 위한 공회전 방지 장치(Idle Stop & GO) 부착시 인센티브 제공

○ 국가 고유의 온실가스 배출계수 마련 및 관리체계 구축

- 우리 실정에 맞는 부문별 배출/흡수계수 본격 개발 및 관리
- 교통부문 배출계수 구축 현황
  - 차종별 배출계수(2002, 환경부), 승용차 연료별 배출계수 및 승합·소형 화물차의 연료별 배출계수 개발(2006~2007, 환경부)
  - 수송부문 온실가스 DB 구축 및 배출계수 산출 모델링 시스템 개발(2008~, 환경부)
  - 자동차 종별, 배기량별 배출계수 개발 추진(2009~, 국토부)

○ 부처별 주요 기후변화대응 과제[22)]

<표 2-42> 각 부처별 주요 기후변화대응 과제

부처	주요추진사업
지경부	-주요 핵심기술의 조기상용화 -신재생에너지 등 화석연료 대체기술 강화 -신재생에너지 세계시장 진출 확대 -LED 조명 초기시장 창출 및 민간 부문의 LED 조명 초기 수요 확산 -세계 4대 그린카 생산국 진입 -건물에너지효율등급제도의 단계적 확대 -열병합발전단지 추가 공급 -신축 공공건물 고효율기기 우선 설치의무 강화
교과부	-융합녹색기술개발 추진 -미래형 대체에너지 개발 강화 -핵심 분야에서 선도적 기술 확보
국토부	-"그린홈(Green Home) 100만호" 조성사업 -지능형 교통체계 활용 -도시계획시 대중교통 위주의 인프라 구축 -철도 수송분담률 제고 -연계수송네트워크 구축과 철도물류 취급시설 확충 -고품격 철도물류 서비스 개발 -친환경 물류환경 조성 -저탄소 도시 실현 관련 각종 시범사업 추진
환경부	-CDM 사업 해외 진출 -그린카 보급 확대 -자동차 CO_2 배출감축 유도를 위한 공회전 방지 장치 부착 -친환경건축물 인증제도 운영 -에너지 순환형 기반시설 설치 확대

다. 녹색성장 국가전략과 5개년 계획

(1) 의의

○ 2008년 8.15경축사를 통해 '저탄소 녹색성장'을 우리나라의 새로운 국가비전으로 선포

- 국토해양부, 지식경제부, 환경부, 행정안전부 등 범부처적 추진계획 수립 및 시행

○ 녹색성장 국가전략의 시행계획으로서 녹색성장 5개년계획을 수립

○ 3대 전략, 10대 정책방향을 수립

22) 상세내용은 제3장 제1절 및 부록 참조

- 교통부문은 '삶의 질 개선과 국가위상 강화' 전략 부문에 '녹색국토·교통의 조성' 정책으로 구성
- 동 정책에서는 '녹색교통체계 구축'과 '자전거이용 활성화'의 두 실천과제로 구성

(2) 교통부문 주요내용

○ 교통부문 온실가스 감축 추진(1-2-3)[23]

- 저탄소 교통·물류체계 개편(Modal Shift)
  - 버스, 지하철 등 대중교통의 이용 활성화를 위해 중앙버스전용차로, 환승·편의시설 확대, 철도의 복선화와 전철화, 고속화
  - 자전거 공유·대여제도 도입, 대중교통망과 연계한 자전거 도로 및 보관시설 확충으로 자전거 이용 확대
  - 자가용 수요 억제를 위한 다양한 정책 추진
  - 저비용·고효율의 지능형 교통·물류 체계(ITS) 구축 확대
- 저탄소·고효율 자동차 확대 강력 추진
  - 선진국 수준의 자동차 온실가스 배출허용기준 도입 및 온실가스 감축정책 추진
  - 저탄소 그린카 보급 확대 및 기술개발 추진
  - 단기간 내 보급이 가능한 공회전 제한장치, 하이브리드차, 전기자동차 등 보급 확대를 위한 법적·제도적 방안 마련 추진
  - 미래형 그린카(연료전지자동차 등)에 대한 기술개발 강화
  - 고효율 자동차에 대한 수요 확대를 위한 다양한 인센티브 제공 검토
  - 연비 및 온실가스 배출량에 따른 세제개편, 보조금 부과 등을 검토하여 고연비차량, 경차, 그린카 등에 대한 수요 확대 유도

○ 저탄소·고효율 수송시스템 구축(2-1-5)

- 그린카 기술개발·양산·구매·보급촉진을 위한 입체적 지원시스템 마련
- 에코드라이빙(Eco-driving)을 위한 기반 조성
  - 일정시간 주·정차시 엔진을 자동으로 정지시키는 자동차 공회전 제한장치

23) ( )은 관리번호임

(Idle Stop & Go) 부착 추진

• 에코드라이브 시뮬레이터를 이용한 운수업체 및 일반운전자교육 및 홍보, 전문강사 양성 지원 등 다각적인 정책을 추진

- 에너지다소비 운수업체에 에너지신고제 도입

• 에너지사용량 신고제 대상(연간 2천toe이상 업체)에 운수업체 포함

- 신대중교통 활용을 통해 수송분담률 제고

• 간선급행버스체계(BRT) 및 첨단도로교통 시스템(ITS) 확대(2012년)

• 대중교통간 연계강화를 위해 주요 교통요지에 환승시설 건설

- 국내 자전거 산업의 재도약 지원

• 국내 자동차 업계와의 기술 협력 등을 통해 하이브리드 자전거 및 IT 융합 지능형 자전거 개발 등을 추진

- 친환경·고성능 공항·항만으로 전환

○ 첨단철도 핵심기술 조기 확보(4-6-21)

- 청정열차 기술개발

• 대기오염물질을 저감하는 청정에너지 사용 또는 에너지 절약형 철도차량 시스템 및 철도차량 부품 개발

○ ITS 인프라 조기 구축 및 수출기반 강화(4-6-23)

- 지능형교통체계(ITS) 차세대 핵심기술개발

• u-교통서비스 기반기술, 스마트하이웨이 기술, 교통연계 및 환승시스템 기술, 차세대 위성항행 기술 등 4개 핵심 기술개발

- ITS 인프라·서비스 구축 확대

• 국도 ITS 인프라 단계적 구축 확대 : (2009년)279km → (2010년)349km → (2011년)632km → (2012년)363km → (2013년)370km(총 1,723km 추가확대)

• 광역 버스정보시스템(BIS) 권역별 구축 확대 : (2009년)수도권 → (2010년) 전라권 → (2011년)대전권 → (2012년)강원권 → (2013년)부산·울산권

○ 친환경교통수단으로 Modal-Shift 추진(8-4-6)

- 저탄소 녹색교통체계로 전환을 위해 화주, 운송업체 등과 'Modal Shift 협약' 체결을 통해 철도 등 대량교통수단의 수송분담률 증대

- 친환경 우수교통물류 운영자 지원, 연계교통망 효율화 등 다각적 대책 병행 추진

○ 불요불급한 교통량 감축을 위한 교통수요관리 강화(8-4-10)

- 도심 혼잡통행료 징수 확대 검토
  - 사회적 여건 성숙시 통행료 징수방법 개선(자동징수시스템 도입 등) 및 통행료 징수지점 확대 등과 관련하여 지자체와 협의
- 첨단 교통기술을 활용하여 권역별 주요 도로를 대상으로 통행량을 측정하여 권역별 자동차 통행량 총량 설정 및 감축
  - 시장 또는 군수가 해당권역 통행량 감축을 위해 국토해양부장관과 자발적 협약을 체결하는 경우 인센티브 제공

○ 비동력 교통(NMT) 활성화를 위한 보행교통 개선(8-4-11)

- 보행자 이동편의 제고, 접근성 보장 등 보행교통 활성화
  - 매년 5개 내외의 보행 우선구역 시범사업 추진
  - 전국을 대상으로 보행개선 지표를 개발하여 주기적으로 모니터링 및 재정지원 등 인센티브 부여
- 교통약자 등이 건축물 등의 이용시 불편이 없도록 평가·인증 제도 시행
  - 장애물 없는 생활환경 인증제도를 통하여 편의시설의 설치·관리 여부를 공신력 있는 기관(국토부, 복지부 등)이 평가·인증

○ 친환경 경제운전을 위한 에코 드라이브 활성화(8-4-12)

- (자동차) 에코 드라이브 시뮬레이터 개발 및 캠페인 등 추진
  - 운수업체, 사업용 운전자 에코 드라이브 교육, 일반인 등을 위한 에코 드라이브 교육 및 홍보 프로그램 개발, 캠페인 추진방안 마련
  - 실차 주행 프로그램 및 시뮬레이터 등을 개발하고, 에코 드라이빙에 필요한 보급용 지원 장치(차량 장착용 주행연비 표시 등) 활용 활성화

○ 녹색교통 미달지역에 대한 특별대책 지정·관리(8-4-13)

- 지속가능성 관리지표 개발 및 관리를 통해 저탄소 녹색교통체계로의 성장관리를 촉진하기 위한 객관적 평가기법 마련
  - 효율적인 저탄소 녹색성장을 유도하고 계량적인 정책효과 분석을 통한 정책집행의 환류기능 확보

- 지속가능성 관리지표에 자주 미달하는 지역은 특별대책지역으로 지정하여 고강도 녹색성장 관리 대책 추진
  - 평가지표를 통해 국가와 지자체의 정책집행을 감독하고, 지속가능교통시스템 구현을 위한 정책적 가이드라인 제시

○ 녹색 신교통시스템의 개발 및 이용확대(8-4-14)

- 첨단교통기술과 IT를 융합한 지능형교통체계(ITS) 구축 확대
  - ITS 인프라·서비스를 전국으로 확대하고 교통이용자에게 제공되는 ITS 서비스를 유비쿼터스 기술과 융합(u-교통 서비스)
  - ITS를 전국 주요 간선도로에 구축하여 실시간 교통정보 제공, 교통흐름 개선 등 저비용·고효율 지능형 도로망 구축

○ 친환경자동차 상용화 기반 구축(8-4-15)

- 친환경자동차의 상용화 기반구축을 위한 제도정비
  - 하이브리드·전기자동차의 안전기준 정비 및 운용·보완, 수소연료전지차 관련 자동차 안전기준 마련
  - 저속전기자동차(NEV) 도로주행 허용 및 전기자동차 충전인프라 구축방안 제시·안전기준 법제화 추진

<표 2-43> 녹색교통체계 구축 세부과제

관리 번호	세부과제명	추진시기		주관부처	신규 여부
		착수	완료	협조부처	
8-4-1	철도 중심의 녹색기간교통망 확충	계속	2013	국토부 기재부	계속
8-4-2	승용차보다 빠른 대중교통체계 구축	2007	2013	국토부	계속
8-4-3	도로주변 녹화 등 Green Highway 확대	2002	2013	국토부	계속
8-4-4	저탄소 에너지자립형 Green Port 구축	2009	2013	국토부	신규
8-4-5	단축항공로 확대 및 Green Airport 구축	2009	2013	국토부	신규
8-4-6	친환경교통수단으로 Modal Shift 추진	2009	2013	국토부	신규
8-4-7	녹색성장형 Intermodalism 구축 및 투자효율화 달성	2010	2013	국토부	신규
8-4-8	수·배송, 보관 등 물류공동화 인프라 구축	2003	2013	국토부 (지경부)	계속
8-4-9	녹색물류인증제, 녹색물류파트너십 등 녹색물류 활성화	2009	2013	국토부	신규
8-4-10	불요불급한 교통량 감축을 위한 교통수요관리 강화	2009	2013	국토부	계속

8-4-11	비동력교통(NMT) 활성화를 위한 보행교통 개선	2007	2013	국토부	계속
8-4-12	친환경 경제운전을 위한 에코드라이브 활성화	2010	2013	국토부	계속
8-4-13	녹색교통 미달지역에 대한 특별대책 지정·관리	2010	2013	국토부	계속
8-4-14	녹색 신교통시스템의 개발 및 이용확대	2009	2013	국토부 (지경부)	계속
8-4-15	친환경자동차 상용화 기반 구축	2007	2012	국토부 지경부	계속
8-4-16	친환경 물류시설 및 장비의 개발과 활용	2009	2013	국토부 (지경부)	신규

○ '길' 중심의 자전거 그린웨이(Green way) 확보(8-5-5)

- 자전거 인프라 정비 및 네트워크 구축
  - 지역 유형별 자전거 이용시설(보관소 등) 설치 모델 개발·보급 추진

○ 자전거-대중교통 인터모달리즘의 개념 정립 및 기본구상(8-5-6)

- 자전거-대중교통 연계체계(인터모달리즘) 구축
  - 자전거-대중교통 환승체계 정립
- 자전거를 레저로 이용하는 수요자의 자전거 이동 보장

○ 언제 어디서나(Ubiquitous) 이용 가능한 자전거 이용여건 조성(8-5-7)

- Ubiquitous(언제 어디서나 이용 가능한) 자전거 시스템 구상
  - 도시 특성을 감안한 공공임대자전거 제도 도입 지원
  - U-Bike 시스템 기반구축 및 실현

<표 2-44> 자전거이용 활성화 세부과제

관리 번호	세부과제명	추진시기		주관부처	신규 여부
		착수	완료	협조부처	
8-5-1	자전거 관련법 정비를 통해 이동수단으로 자전거의 위상을 정립	2009	2013	행안부 국토부 (지경부)	계속
8-5-2	자전거 정책관리 효율성을 위한 관리체계, 통계 구축 및 교육	2010	2013	총리실 행안부	계속
8-5-3	자전거 관련 산업기술을 활용한 신규비지니스 모델 창출	2010	2013	지경부 (행안부) (문화부)	신규
8-5-4	접경지역, 해안, 강길 등을 연계하는 유럽 그린웨이 수준의 전국 자전거 네트워크 구축	2009	2013	행안부 국토부	계속

8-5-5	'길'중심의 자전거 그린웨이 확보제도	2009	2013	행안부 국토부 환경부	계속
8-5-6	자전거-대중교통 인터모달리즘의 개념 정립 및 기본 구상	2010	2013	국토부	신규
8-5-7	언제어디서나(Ubiquitous) 이용 가능한 자전거 이용여건 조성	2009	2013	행안부 국토부 방통위	신규
8-5-8	자전거 출퇴근 확산을 위한 다양한 인센티브 부여	2010	2011	행안부	신규
8-5-9	자전거 도시연합 등을 활용한 자전거 문화의 확산기반 조성	2009	2013	행안부 (문화부)	계속
8-5-10	자전거 관련 행사 활성화 및 자전거 관광 프로그램 개발	2010	2013	행안부 문화부 (환경부)	신규

라. 본 과제가 나아가야 할 방향

○ 정부는 지속가능교통물류발전법 등의 관련법의 제정, 기후변화대응 종합기본계획, 녹색성장 국가전략 등 실천계획의 수립 및 시행으로 국가 온실가스를 감축하기 위하여, 또 지속가능한 사회, 지속가능한 교통환경을 위하여 구체적이고 실천성 있는 노력을 기울이고 있음

○ 특히 지속가능교통물류발전법에서 다루고 있는 온실가스 배출 감축 조치, 전환교통지원, 환경친화적 교통시설 및 기술의 개발, 비동력·무탄소 교통수단의 개발 지원 등을 위해 본 과제에서 추진하고자 하는 기술과제가 정부의 방향성과 부합하도록 도출되어야 함

○ 특히 각 부처별 주요 기후변화대응 과제와 녹색교통체계 구축 세부과제, 자전거이용 활성화 세부과제 등과 유기적인 연계 및 시너지 효과가 발생할 수 있도록 핵심기술을 도출하고 전략을 수립하도록 해야 함

제3장 연구개발 역량 분석

제1절 정부의 정책 및 연구동향 분석

제2절 국내의 기술동향 분석

제3절 국외 기술개발 동향

제4절 SWOT 분석

제5절 국내·외 관련 연구기관 협력연구 방안

제3장 연구개발 역량 분석

○ 제2장에서는 미래사회에 대한 전망과 대응 동향에 대하여 살펴보았음

○ 전(前) 장에서 살펴본 내용을 바탕으로 본 장에서는 우리나라의 연구개발 역량에 대하여 알아보고자 함

○ 즉 먼저 정부의 정책 및 국내·외 기술동향을 살펴보고 현재 우리의 강점은 무엇인지, 무엇을 보완해야 하는지, 어떤 전략을 수립해야 하는지를 도출하고자 함

제1절 정부의 정책 및 연구동향 분석

1. 정부 정책의 기조 및 동향

가. 정부 정책의 기조

○ 지속가능한 교통체계 추진을 위한 제도 정비

- 지속가능교통물류발전법, 지속가능발전기본법, 저탄소녹색성장기본법 등의 제정을 통한 제도정비 및 정책을 추진

○ 기후변화대응, 지속가능교통시스템 구현을 위한 투자

- 기후변화협약에 대응하고 교통부문 지속가능성을 확보하고자 기술개발, 연구개발 등 노력

나. 부처별 주요 추진내용[24)]

(1) 국토해양부

○ 지능형교통체계(ITS : Intelligent Transport Systems)

- 하이패스 이용 서비스 제고, 시설확충 등으로 하이패스 이용률 제고

24) 상세내용은 부록 참조

- 전국 30여개 지자체 교통정보센터, 버스정보시스템 구축
- 전국 도시부 교차로 11% 실시간 신호제어 기능
- 인구 20만 이상 도시를 중심으로 통합 교통정보 제공 기반 구축

○ 도시계획시 대중교통 위주의 인프라 구축

- 택지·신도시 개발, 역세권 개발 등 대규모 개발 사업시 토지이용계획과 교통계획을 연계하여 효율적인 교통체계 구축

○ 철도 수송분담률 제고

- 간선철도와 연계된 고속철도망 건설
- 수송수요가 높은 구간부터 기존선 복선화·전철화 및 신(新)선 건설 등 주요 간선철도 사업

○ 연계수송네트워크 구축과 철도물류 취급시설 확충

- 화차운용최적화 시스템 도입을 위한 타당성 조사 및 정보전략계획(ISP) 수립 완료(2008. 3)

○ 고품격 철도물류 서비스 개발

- DMT(Dual Mode Trailor)[25] 시스템 개발
- 블록트레인(Block Train)[26] 및 KTX 특송 활성화

○ 친환경 물류환경 조성

- RFID 기반 물류정보시스템 구축

(2) 지식경제부

○ 세계4대 그린카 생산국 계획

- 하이브리드차 조기 상용화 및 연료전치차 핵심기술 확보를 위해 필요한 핵심부품 기술 국산화 과제에 총 930억 원 지원(2004~2007년)
- 하이브리드차 등 그린카 상용화 지원을 위한 안전기준 마련 및 안전성 평가

25) DMT(Dual Mode Trailor) : 화물의 철도-도로 간 환적을 용이하게 하여 시간 및 비용을 최소화 할 수 있는 시스템

26) 블록트레인(Block Train) : 최초 출발역부터 최종도착역까지 직송서비스를 제공하여 운송시간을 단축시킬 수 있는 서비스

기술 개발 과제에 총 488억 원 지원(2006~2012년)

- 정부 주도로 플러그인 하이브리드차(PHEV) 핵심 부품인 배터리 시스템 조기 개발을 위한 완성차업체와 배터리업체간 양해각서 체결(2008. 8. 25)
- 전기자동차 상용화 기반 구축
- 그린카 등 미래형 자동차의 체계적인 안전성 평가를 위해 첨단시험설비를 단계적으로 구축(2007~2011년, 총 961억 원)

(3) 환경부

○ CDM사업 해외 진출

- CDM 수출산업화 추진단 운영
- 동남아지역 대상 CDM 수요조사 실시 및 DB 구축·제공

○ 그린카 보급 확대

- 그린카 관련 기술개발에 집중 투자하여 원천기술 확보
- 그린카 및 배출가스 저감장치 등 관련 부품 수출

○ 공회전 방지 장치

- 공회전 제한장치 도입 관련 타당성 조사 연구 실시
- 자동차 공회전 제한장치 시범부착 사업 계획 수립 및 착수

2. 연구동향 분석

가. 기존의 연구동향

○ 국내 교통부문 지속가능성, 기후변화대응, 온실가스 감축, 온실가스 배출계수 개발, 자전거 교통과 관련된 연구동향을 살펴보면 다음과 같음

○ 교통혼잡특별관리구역의 지정 및 관리방안에 관한 연구

- 수행기관 : 한국교통연구원, 2000
- 주요내용 : 교통혼잡특별관리구역제도의 도입 필요성, 교통혼잡지역의 지정

및 관리방안에 관한 이론적 고찰, 국내 시범사례 등에 대해서 연구

○ 교통부문 온실가스 감축관련(온실가스 감축대책 등 교통환경관련규제의 거시경제효과 분석)

- 수행기관 : 한국교통연구원, 2001
- 주요내용 : 교통부문별 온실가스 배출통계 작성, 교통부문 온실가스 배출저감 정책 분석(Bottom-up분석), 교통환경 관련 규제의 거시경제 효과분석 등을 연구

○ 기후변화협약 대비 교통부문 온실가스 저감정책의 효과분석 1단계

- 수행기관 : 한국교통연구원, 2005
- 주요내용 : 교통부문 CO_2 저감 잠재량 평가, 장래 교통부문 CO_2 배출량 추계, CO_2 배출 저감정책의 효과분석, 온실가스 저감정책 대안 등에 대하여 연구

○ 기후변화협약 대비 교통부문 온실가스 저감정책의 효과분석 2단계

- 수행기관 : 한국교통연구원, 2006
- 주요내용 : 외국의 교통부문 온실가스 저감정책사례, 주요 저감정책의 CO_2 배출량 저감효과 분석 등에 대하여 연구

○ 온실가스 의무저감에 대한 유럽연합의 현황과 우리의 당면과제

- 수행기관 : 교통안전공단, 2007
- 주요내용 : 개인교통을 위한 탄소배출 거래모델, 교통영역 탄소저감을 위한 사회경제적 평가지표, 지속가능 교통물류체계 평가지표와 시사점, 지방자치단체 탄소저감전략의 원칙, 지자체 자전거활성화와 문제점 등에 대하여 연구

○ 온실가스 의무저감에 대한 유럽연합의 현황과 우리의 당면과제 연구

- 수행기관 : 교통안전공단, 2007
- 주요내용 : 개인교통을 위한 탄소배출 거래모델, 교통영역 탄소저감을 위한 사회경제적 평가지표, 지속가능 교통·물류체계 평가지표와 시사점, 지방자치단체 탄소저감전략의 원칙, 지자체 자전거 활성화와 문제점 등에 대하여 연구

○ 기후변화협약 이행을 위한 수도권 교통정책의 방향

- 수행기관 : 경기개발연구원, 2007
- 주요내용 : EU 각 국가별 기후변화 대응방안, 기후변화협약 대응을 위한 교

통정책 방향, 녹색교통수단의 활성화 등에 대하여 연구

○ 교토메카니즘에 연계한 개발기술의 활용가능성

- 수행기관 : 교육과학기술부, 2005
- 주요내용 : 개발 기술의 CDM 활용 가능성, 온실가스 통계 체제의 구축 등에 대하여 연구

○ 환경부문 CDM인증체계 구축연구

- 수행기관 : 환경부, 2003
- 주요내용 : CDM사업의 기술적 검토내용, GHG배출 저감량·흡수량의 산정 등에 대하여 연구

○ 온실가스 저감량 산정방법에 대한 평가분석툴 연구

- 수행기관 : 에너지관리공단, 2003
- 주요내용 : 의사결정 문제로서의 온실가스 저감수단의 평가·분석 체계, 에너지 및 온실가스배출 전망모형 등에 대하여 연구

○ 온실가스저감기술개발사업단

- 수행기관 : 교육과학기술부, 2003
- 주요내용 : 온실가스 저감 기술·처리 기술의 국내·외 기술개발 현황 등에 대하여 연구

○ 자동차의 온실가스 배출량 조사

- 수행기관 : 국립환경연구원, 2001
- 주요내용 : 대중교통 이용증진 정책, 자동차 연비개선(고효율자동차의 개발), 교통수요 저감정책 등에 대하여 연구

○ 교통부문 온실가스 감축관련 : 온실가스 감축대책 등 교통환경 관련규제의 거시경제효과 분석

- 수행기관 : 국토해양부, 2001
- 주요내용 : 교통부문 온실가스배출저감정책분석(Bottom-up분석), 온실가스 저감방안의 분류, 대중교통 이용증진 정책(여객부문), 물류효율화 정책(화물부문), 에너지효율 향상책(자동차부문), 경제적 인센티브 및 제도정비, 주차수요

관리 정책, 교통수요저감 정책, 교통운영 및 소통대책, 환경친화적인 교통문화 정착, 환경보전 교통인프라 및 국토도시계획과의 연계, Bottom-up분석의 기대효과, 교통부문의 온실가스저감정책 관련 시나리오별 거시경제 효과분석 등에 대하여 연구

○ 온실가스 배출감축 잠재량분석 연구

- 수행기관 : 지식경제부, 2006
- 주요내용 : 온실가스 감축량산정 분석모형, 수송부문 온실가스 배출감축 분석 등에 대하여 연구

○ 자동차 온실가스 배출계수 산출 모델링 프로그램 개발

- 수행기관 : 국립환경과학원 교통환경연구소, 2008
- 주요내용 : 수송부문의 자동차 온실가스에 대한 배출계수를 산출하고 모델링하는 프로그램을 개발하고 배출계수를 산출하는데 필요한 DB구축을 목적으로 함

○ 국가 온실가스 배출계수 총괄관리 방안 수립 공청회

- 수행기관 : 환경부 기후변화정책과, 2008
- 주요내용 : 국가 온실가스 배출계수 총괄 관리방향, 에너지 이동연소 분야 배출계수 검증방안 포함

○ 환경부문 온실가스 배출량 인벤토리 작성 및 배출계수 개발(II)

- 수행기관 : 국립환경과학원, 2007
- 주요내용 : 환경부문 온실가스 배출량 인벤토리 작성 및 배출계수 개발(수송부문), 국내·외 수송부문 배출량 산정 지침 개발 사례, 차종별 온실가스 배출특성, 배출계수 산정 결과

○ 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(III) - 소형승합차 오염물질 배출계수 산정

- 수행기관 : 국립환경과학원, 2005

○ 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(IV) - 승용차 오염물질 배출계수 산정

- 수행기관 : 국립환경과학원, 2006

○ 경기도 온실가스 배출량 산정시스템 개발

- 수행기관 : 경기개발연구원, 2008
- 주요내용 : 지역별, 연도별, 에너지연소부문 온실가스 배출량 산정(Tier 1)

○ (부산광역시) 온실가스 배출량 조사 용역

- 수행기관 : 부산광역시, 2007
- 주요내용 : 도로부문의 온실가스 배출량 산출(Tier 1, Tier 3)

○ 대기오염물질 배출량 산정방법 편람

- 수행기관 : 국립환경과학원, 2007
- 주요내용 : 이동오염원 배출량 산정 방법, 비도로 이동오염원 배출량 산정 방법(철도, 선박, 항공)

○ 환경부문 온실가스 배출량 인벤토리 작성 및 배출계수 개발

- 수행기관 : 국립환경과학원, 2008
- 주요내용 : 차종별 배기량별 배출특성 조사, 연료별 온실가스 배출특성 등

○ 도로운송 업종 온실가스 배출량 산정 Good Practice 가이드라인

- 수행기관 : 에너지관리공단, 2008
- 주요내용 : 이동연소에 의한 온실가스 배출량 산정

○ 저탄소 교통체계를 위한 자전거 인프라 구축 및 렌탈시스템

- 수행기관 : 한국교통연구원, 2009. 3~2009. 9

○ 자전거 급행도로 시스템 도입 검토연구

- 수행기관 : 한국교통연구원, 2008
- 주요내용 : 자전거 급행도로 시스템 도입의 필요성 검토, 자전거 급행도로 시스템에 대한 국내·외 사례 검토, 자전거 급행도로 시스템 디자인, 유사시스템과의 비교에 의한 효과 분석, 구체적인 실행방안 마련

○ 고유가시대의 자전거 이용 활성화 방안 연구 : 자전거 이용 활성화 정책의 성과지표 개발을 중심으로

- 수행기관 : 국토연구원, 2008
- 주요내용 : 지속가능한 교통체계와 자전거의 역할, 우리나라 자전거정책 및

이용환경평가, 국외 자전거 정책의 성과 평가 사례, 자전거정책 평가 방법, 자전거정책 평가를 위한 추진체계

○ SP자료를 이용한 자전거이용자의 행태 및 경로선택 특성분석

- 수행기관 : 대전발전연구원, 2008
- 주요내용 : 대전시 자전거 이용여건 및 문제점, 이용행태 및 경로선택 특성 분석

○ 환경친화적 자전거문화 정착 연구 : 환경, 건강, 행복을 위한 자전거 타기 생활화

- 수행기관 : 환경부, 2007
- 주요내용 : 전국 시(市)별 자전거 보급현황 및 자전거이용시설 등 인프라 구축 현황 조사 및 분석, 전국 유형별 자전거 수송분담률 등 조사 및 분석, 자전거 관련 제도·시설 설치계획 및 지원현황 조사, 선진국 및 국내 우수 사례조사 및 분석, 자전거 이용 활성화 추진방안, 기존 자전거 이용 활성화 정책의 검토, 평가 및 문제점 분석, 자전거 이용 활성화를 위한 정책수립의 기대효과 분석, 지역별 자전거 이용률 제고목표 설정 및 연차별 추진계획 및 국가차원의 계획과의 연계성 강화, 자전거 이용률 증가에 따른 기대효과 및 편익분석, 자전거 이용 활성화 방안 연구, 연차별 추진계획 및 투자계획, 지역별·도시유형별 최적 자전거 이용시설 설치 모델 개발, 자전거 이용 촉진을 위한 도시설계 방안 제시

○ 자전거 이용 활성화를 위한 제도개선 방안 연구

- 수행기관 : 국토연구원, 2007
- 주요내용 : 자전거 교통의 일반적 특성, 자전거 교통의 이용현황, 자전거 관련제도 현황 및 문제점 검토, 해외 자전거 관련제도 및 정책현황, 자전거 관련 법률 및 정책 개선방안

○ 자전거산업 발전계획 수립에 관한 연구

- 수행기관 : 지식경제부, 2007
- 주요내용 : 국내·외 자전거산업의 현황, 국내 자전거산업의 경쟁력분석, 자전거산업 발전전략 및 정책과제

○ 자전거 이용 활성화 방안 마련을 위한 연구

- 수행기관 : 국토해양부, 2006
- 주요내용 : 국내·외 사례연구, 자전거 이용실태 조사, 자전거 이용 환경조사, 자전거 이용 활성화 방안 도출

○ 국도상 자전거도로 설치 기본계획 수립 연구

- 수행기관 : 국토해양부, 2006
- 주요내용 : 자전거 도로 정비 현황 및 이용 현황 파악, 선진국 및 국내 우수 사례 검토, 자전거 이용자 안전 확보를 위한 안전시설 연구, 자전거 도로 설치장소 및 형식선정 기준 연구, 보도/자전거도로 설치 및 관리 지침 작성, 자전거 이용시설 정비 사업 계획(안) 수립

○ 자전거전용도로 네트워크 탐색 및 설계지침 연구

- 수행기관 : 대전발전연구원, 2005
- 주요내용 : 자전거도로 현황 및 문제점 및 이용실태 분석, 자전거 이용자 의식조사, 자전거전용도로 시범네트워크 설치, 자전거 전용도로의 설치 타당성, 자전거 전용도로 구축방안

○ 자전거이용 활성화 발전방안

- 수행기관 : 행정안전부, 2000
- 주요내용 : 자전거이용 활성화 정책방향 제시, 국내·외 자전거 이용현황, 외국의 자전거 활성화 정책·제도 사례, 3개 도시(청주, 전주, 상주) 자전거 관련 현황, 자전거 이용실태 및 의식조사, 3개 도시 자전거 이용시설 문제점 및 정비 방안, 자전거이용 활성화를 위한 발전방안

나. 교통기술 중장기계획

○ 한국과학기술기획평가원은 2007년에 건설교통기술연구개발사업 중장기계획 수립 연구를 수행

- 상기 보고서는 다음과 같이 교통체계효율화 분야별 핵심기술을 선정하였음

○ 자동차기반기술 분야

- 미래형 자동차 안전기술

- 미래형 자동차 평가기술
- 교통약자를 위한 안전성 기술
- 인프라연계 자동차 주행 기술
- 신 대중교통 기술

○ 교통시설기반기술 분야

- 환승정보 운영기술
- 도로 및 교차로 설계 기술
- 환승시설 개선기술
- 도로시설관리 첨단화 기술

○ 교통계획 및 운영관리 기술 분야

- 교통자료 수립기술
- 교통류분석 및 운영관리기술
- 교통정보통신기술
- 교통자료처리관리기술
- 대중교통운영관리기술
- 교통수요예측기법개선기술
- 극한기상의 교통영향평가 기술
- 교통장치 및 정보 표준화
- 공사구간 교통운영평가 기술
- 교통정보 생성 및 서비스 제공 기술

○ 교통안전 및 환경개선 분야

- 사고DB구축·운영·관리기술
- 재난·재해 대응시스템 기술
- 대기오염 관리를 위한 교통환경기술
- 교통안전 평가 및 모니터링 기술
- 도로표지설계기술
- 충돌환경별 보행자사고 분석기술

○ 동 보고서는 이러한 핵심기술을 바탕으로 전략프로젝트와 최종목표, 관련 기술

을 구성하고 투자우선순위를 선정함

다. 소결 및 본 연구와의 관계

○ 정부는 전 세계적 이슈인 기후변화에 대응하고자 노력하고 있으며 부처별로도 교통부문 효율성 향상, 친환경체계 구축을 위한 정책을 시행하고 있음

○ 본 과제와 연관이 높은 교통부문 지속가능성, 기후변화대응, 온실가스 감축, 자전거교통 활성화 등과 관련된 연구동향을 살펴본 결과 교통부문 온실가스 저감정책, 자동차 온실가스 배출계수 산출 관련연구 등은 주로 정책 연구 및 학술연구에 집중되어 있음

○ 자전거교통 관련 연구는 자전거이용 활성화를 위한 다양한 제도적 정책 연구가 수행되었으며, 이 중 자전거인프라 구축과 관련한 최근의 연구는 기술개발보다는 나아가야 할 방향에 대한 선제적 방안 등으로 판단됨

○ 교통기술 중장기 계획은 교통체계효율화 분야별 핵심기술을 선정한 바, 자동차기반기술 분야, 교통시설기반시설 분야, 교통계획 및 운영관리기술분야, 교통안전 및 환경개선 분야로 구분하여 관련기술을 구성함

○ 본 과제는 교통체계효율화사업에 의하여 기획된 바, 교통기술 중장기 계획과 그동안의 관련 연구 성과를 연계하고 중복성이 발생하지 않도록 추진하고자 함

제2절 국내의 기술동향 분석

○ 본 절의 국내의 기술동향은 관련되는 기술이 너무 방대하기 때문에 본 과제에서 다루는 지속가능교통기술로 한정하되 지속가능교통기술이 교통 전 부문에 걸쳐서 영향을 미치는 바 본 절에서는 교통부문 기후변화대응기술과 최근 국정기조인 교통부문 녹색성장기술로 한정함

○ 한편 특허동향분석은 제4장의 기술트리 구성에 따라 기술내용과 키워드를 정하여 분석하였음. 특허동향분석은 세계 주요국에서 어떤 기술부문에 치중했는지, 최근의 동향은 어떠한지, 출원인들은 주로 누구인지 등을 살펴봄으로써 제4장의 핵심기술 도출 및 제5장의 전략프로젝트와 연결이 될 수 있는 분석임

1. 기후변화대응 기술

○ 정부는 기후변화대응 제3차 종합대책을 보완하여 기후변화협약대응 연구개발 종합대책을 수립(2006~2010년)

- 온실가스 발생원에 따라 5개 대분류, 28개 중분류의 기술분야를 선정
- 또 경제성, 온실가스 감축효과, 시장환경 등을 고려하여 단기집중투자형, 장기지속투자형, 장기중점투자형의 3개 투자전략을 수립

○ 5개 대분류 기술분야는 다음과 같음

- 화석연료 대체 기술(에너지부문 기술)
  - 석유, 석탄, 천연가스 등 화석연료를 대체하여 CO_2 발생을 억제[27]하거나 감축[28]할 수 있는 기술
- 에너지 이용효율 향상 기술(에너지부문 기술)
- CO_2 발생 감축을 위한 에너지전환 및 이용유효율을 향상시킬 수 있는 기술
- CO_2 포집·처리 및 흡수 기술(에너지 및 비에너지부문 기술)

---

27) CO_2가 원천적으로 발생하지 않는 기술(예 : 태양광, 태양열, 풍력, 조력, 지열, 소수력, 원자력을 이용한 수소제조 등

28) 동일한 연료를 사용하는 기존 기술에 비하여 CO_2 발생량을 현저히 감축시킬 수 있는 기술(예 : 석탄 액화 및 가스화, 바이오, 폐기물, 화석연료를 이용한 수소 제조 등)

• 에너지원의 전환 및 이용 시 발생된 CO_2를 분리·회수하여 저장하는 기술

• CO_2를 이용하여 고부가가치 제품을 생산할 수 있는 기술

• 산림, 농경지 및 해조류 등을 이용하여 CO_2를 흡수할 수 있는 기술

- 비CO_2 제어 기술(비에너지부문 기술)

• CO_2를 제외한 온실가스(N_2O, CH_4 등)의 배출 감축, 분리, 회수 및 이용 기술

- 영향평가 및 적응 기술(에너지 및 비에너지부문 공통 기술)

• 기후변화 메커니즘 이해, 불확실성 평가, 기후변화 예측 모델링 및 기후 변화 시나리오 기법

• 생태계별, 사회경제적 영향 및 취약성 평가 기법

• 기후변화 적응 체계 구축

○ 또한 28개 중분류 기술분야는 다음과 같음

- 교통부문은 에너지 이용 효율향상 기술 대분류, 수송부문 효율향상 기술에 해당

<표 3-1> 28개 중분류 기술분야

대분류	중분류
1. 화석연료 대체기술	1-① 태양광발전 기술 1-② 태양열에너지 기술 1-③ 풍력발전 기술 1-④ 바이오에너지 기술 1-⑤ 소수력발전 기술 1-⑥ 해양에너지 기술 1-⑦ 지열에너지 기술 1-⑧ 폐기물에너지 기술 1-⑨ 수소에너지 기술 1-⑩ 연료전지 기술 1-⑪ 석탄 액화 및 가스화 기술 1-⑫ 원자력 이용 수소제조 기술
2. 에너지 이용효율 향상기술	2-① 산업부문 효율향상 기술 2-② 건물부문 효율향상 기술 2-③ 수송부문 효율향상 기술 2-④ 전력기기부문 효율향상 기술 2-⑤ 발전설비부문 효율향상 기술
3. CO_2 포집·처리 및 흡수기술	3-① CO_2 분리·회수 기술 3-② CO_2 저장 기술 3-③ CO_2 이용 기술 3-④ 부문별 CO_2 흡수 기술

4. 비CO_2 제어 기술	4-① 부문별 온실가스 감축 기술 4-② 비CO_2 저감·분리·회수 기술 4-③ 비CO_2 이용 기술
5. 영향평가 및 적응 기술	5-① 기후변화 과학연구 5-② 생태계별 영향 및 취약성 평가 5-③ 사회경제적 영향 및 취약성 평가 5-④ 기후변화적응기술

자료 : 과학기술부(현 교육과학기술부), 『기후변화협약 대응 연구개발 종합대책』, 2006

- 이 중 수송부문 효율향상 중분류에는 다음의 3개 사업이 포함되어 있음
  - 에너지 효율향상 기술 개발
  - 자동차 기반기술 개발
  - 미래형 자동차기술 개발
- 또, 수송부문은 투자유형으로 볼 때 장기지속투자형에 속함

2. 녹색기술 연구개발

○ 정부는 저탄소 녹색성장을 견인할 범부처 차원의 녹색기술 연구개발 종합대책을 수립

- 국가차원의 녹색기술의 개념과 투자방향을 제시

○ 녹색기술 연구개발 영역 및 중점육성기술 선정

- 5개 대분류, 15개 중분류, 24개 소분류, 27대 중점육성기술을 선정
- 교통부문은 고효율화 기술 대분류, 수송부문 효율성 향상 중분류에 해당

<표 3-2> 27대 중점육성기술 선정

녹색기술			중점육성기술명
대분류	**중분류**	**소분류**	
예측기술	기후변화 예측 및 영향 평가	기후변화예측	기후변화 예측 및 모델링개발 기술
		기후변화적응	기후변화 영향 평가 및 적응기술
에너지원기술	재생에너지	태양광	실리콘계 태양전지의 고효율, 저가화 기술
			비실리콘계 태양전지 양산 및 핵심원천 기술
		바이오에너지	바이오에너지 생산요소 기술 및 시스템 기술

	원자력/핵융합	원자력	개량형 경수로 설계 및 건설 기술
			친환경 핵비확산성 고속로 및 순환 핵주기시스템 개발 기술
		핵융합	핵융합로 설계 및 건설 기술
	수소연료전지	수소제조 및 수소저장	고효율 수소제조 및 수소저장 기술
		연료전지	차세대 고효율 연료전지 시스템 기술
	친환경 제조 공정/ 소재 효율성 향상	친환경 공정 및 제품	친환경 식물성장 촉진기술
고효율화기술	화석연료 활용성 향상 및 고효율화	석탄액화(CTL) 및 가스화	석탄가스화 복합발전 기술
	수송부문 효율성 향상	자동차, 철도, 선박해양, 우주항공, 교통물류	고효율 저공해 차량기술
			지능형 교통, 물류기술
	녹색국토	그린시티	생태공간 조성 및 도시재생 기술
		그린 홈/그린빌딩	친환경 저에너지 건축기술
	친환경 제조 공정/ 소재 효율성 향상	제조 공정/소재 효율성 향상	환경부하 및 에너지 소비 예측을 고려한 Green Process 기술
	전력 효율성 향상	LED, IT기기	조명용 LED, 그린 IT 기술
		초전도 활용, 전력IT	전력 IT 및 전기기기 효율성 향상 기술
		에너지 저장	고효율 2차 전지기술
	대기오염 모니터링 및 제어	CO_2 포집 저장 처리	CO_2 포집, 저장, 처리기술
		Non-CO_2 모니터링 및 처리	Non-CO_2(이산화탄소제외 온실가스) 처리기술
	수질환경	수처리	수계수질평가 및 관리기술
		수자원 확보	대체수자원 확보기술
사후처리기술	폐기물	폐기물 자원화 및 에너지화	폐기물 저감, 재활용, 에너지화기술
	폐기물 및 환경보건	위해성 평가	유해성물질 모니터링 및 환경정화기술
무공해 산업경제 (지식기반)육성	CT, 소프트기반 IT 및 지식서비스 등	가상현실	가상현실 기술

자료 : 국가과학기술위원회, 녹색기술 연구개발 종합대책(안), 2009

○ 27대 중점육성기술이 도출된 75개 후보군 기술을 모두 포함하여 교통부문 기술은 다음과 같음

<표 3-3> 교통부문 중점육성기술 후보군 도출 결과

녹색기술 중점추진영역			중점육성기술 후보군 도출결과
대분류	중분류	소분류	
고효율화 기술	수송부분 효율성 향상	자동차, 철도, 선박해양, 우주항공, 교통물류	· 고효율 저공해 차량기술(연료전지, 클린디젤, 플러그인 하이브리드, 바이모달 수송시스템, 경량화, 무기체계 포함) · 친환경 에너지 절약형 철도차량시스템(친환경 경량 전철기술, 저소음, 저진동 도시형 자기부상열차기술, 동력분산식 고속철도) · 미래형 친환경 선박 개발(Green Ship, Smart Ship, Extreme Ocean Plant) · 고효율 환경친화형 항공기(공기엔진 등 차세대 엔진, 경량 복합재료) · 에너지 절감형 도로기술(스마트 하이웨이) · 지능형 교통·물류기술(ITS, 교통연계, 친환경·저비용 화물포장·용기 기술, 첨단 자전거)

주 : 중점육성기술 후보군 도출결과 75개 기술 중 교통부문 해당 부분만 발췌
자료 : 국가과학기술위원회, 녹색기술 연구개발 종합대책(안), 2009

3. 특허동향 분석

가. 개요

(1) 분석 배경 및 목적

○ 본『지속가능교통시스템 분야 특허동향분석』은 지속가능교통시스템 관련분야 산업 전반의 경향과 우리나라 기술수준에 대한 국내·외 특허 분석을 통하여 개발사업의 투자 방향을 점검하고 동시에 전략적이고 내실 있는 연구기획이 가능하도록 기초자료를 제공하는 분석임

○ 지속가능교통시스템 기술은 아직 선진국에 비해 기술개발이 매우 취약한 실정에 있으며, 향후 국제적으로 지속가능 발전을 위한 교통·물류기술 환경변화에 대응하여야 하므로, 지속가능교통시스템의 전 세계 특허동향을 살펴봄으로써, 이 분야의 기술동향 및 기술수준을 파악할 수 있으며, 특히 한국의 특허동향을 살펴봄으로써, 전 세계 특허동향에서 한국의 위치와 차이점을 파악할 수 있을 것으로 기대됨

○ 지속가능교통시스템 전체 기술 분야 중에서, 기술개발 필요성이 높은 7개 세부 과제의 특허동향을 살펴봄으로써, 연구개발에 앞서 이 분야의 기술의 전반적인 큰 흐름을 파악함과 동시에, 우리나라의 기술 수준, 선진기업의 연구개발 동향 등을 파악하여 본 연구개발과제 수행의 타당성에 대한 객관적인 특허정보를 제공하기 위함

(2) 분석 범위

○ 본 분석에서는 연구 성과의 파급효과 및 연구의 필요성을 고려하여 선택된 17개의 연구기획 기술 분야를 특허분석대상으로 하였으며, 1990~2009년 6월까지 출원 공개된 한국, 일본, 유럽 및 미국공개특허와 1990~2009년 6월까지 특허 등록된 미국등록특허를 분석 대상으로 함

○ 분석대상 특허[29)]

<표 3-4> 특허분석대상 특허

자료 구분	국 가	전체분석구간	정량분석 대상특허
공개특허 (출원일 기준)	한국	1990.1.1~2007.12.31	6,447
	일본	1990.1.1~2007.12.31	15,106
	유럽	1990.1.1~2007.12.31	2,054
	미국	1990.1.1~2007.12.31	3,943
등록특허 (등록일 기준)	미국	1990.1.1~2008.12.31	4,866
합계			32,416

주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽 : 1990~2007(출원년도), 미국 : 1990~2008(등록년도)

(3) 분석 기준

(가) 기술 분류

29) 한국, 일본 및 유럽특허 : 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음. 따라서 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2008~2009년 자료는 유효하지 않으므로 정량분석은 1990~2007년까지 한정함
미국특허 : 등록일 기준으로 분석하기 때문에 최근 데이터도 유효하므로 정량분석은 1990~2008년 데이터까지 포함하였음

○ 분석대상 기술 분류는 특허동향분석을 위한 기술 분류로, 지속가능교통시스템 전반의 기술 분류 중에서 기술적 범위가 모호하거나, 대상 특허가 존재하지 않는 등의 이유로 특허분석이 불가한 분류를 제외하고, 17개 분류를 특허동향분석 대상 기술 분류로 정하였음

○ 3.3 유지보수기술은 그 기술내용과 기술의 명확성을 위하여 '실시간 위치파악 시스템'으로 기술명을 변경하였음

<표 3-5> 특허동향분석 기술분류표

대분류	중분류	소분류	분류 코드
1. 교통수단 기술	1.1 자동차 기술	1.1.1 미래형 자동차	1.1.1
		1.1.2 그린카 개발 및 보급	1.1.2
	1.2 도시대중교통수단 기술	1.2.1 바이모달 트램기술	1.2.1
		1.2.2 버스 기술	1.2.2
		1.2.3 도시철도 및 경량전철 기술	1.2.3
		1.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술	1.2.4
	1.3 간선 대중교통수단 기술	1.3.1 간선철도 기술	1.3.1
		1.3.2 고속철도 기술	1.3.2
	1.4 근거리 개인교통수단 기술	1.4.1 자전거 기술	1.4.1
		1.4.2 자동화 개인운송수단 기술	1.4.2
	1.5 기타수단기술	1.5.1 복합수송수단기술	1.5.1
2. 교통시설 기술	2.1 환승연계시설기술	2.1.1 환승터미널시설	2.1.1
	2.3 대체에너지 기반시반 기술	2.3.1 대체에너지 공급시설	2.3.1
3. 교통운영 기술	3.1 환경성향상기술	3.1.1 온실가스배출관리기술	3.1.1
		3.1.4 소음진동 저감기술	3.1.4
		3.1.5 Eco-driving 기술	3.1.5
	3.3 유지보수기술	3.3 실시간위치파악시스템	3.3.

○ 분석대상 기술범위는 특허동향분석 대상특허의 기술적 사상을 한정하는 것으로, 이러한 기술범위를 근거로 대상특허를 추출하게 되며, 특허적인 관점에서 기술 범위의 축소 또는 확대가 필요한 경우에, 기술전문가와의 협의를 통하여 타당한 수준으로 조정한 것임

<표 3-6> 분석대상 기술범위

소분류	기술내용	키워드
1.1.1 미래형 자동차	연료전지, 전기, 하이브리드 등 미래사회를 위한 친환경 고효율 자동차의 개발	전기자동차, 수소자동차, 하이브리드 자동차, 연료전지 자동차, 플러그인 하이브리드
1.1.2 그린카 개발 및 보급	연료전지, 전기자동차, 하이브리드자동차 등의 녹색성장 계획과 부합하는 친환경적 그린카 시스템의 개발(전기자동차, 하이브리드 자동차 자체 기술 제외)	그린카, 배터리교환시스템, 재활용 전동차 설계
1.2.1 바이모달 트램기술	버스의 유연성과 철도의 정시성을 결합한 Dual Mode 방식의 새로운 대중교통 시스템	바이모달
1.2.2 버스 기술	하이브리드 버스, 연료전지 버스 등 친환경 신기술 버스의 개발	하이브리드 버스, 연료전지 버스, 친환경 버스
1.2.3 도시철도 및 경량전철 기술	친환경 고효율의 도시철도 및 경량전철 시스템의 개선 및 새로운 시스템의 개발	경량전철, 도시철도
1.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술	승객여정 선택형 대중교통 수단 개발, 무가선 트램 기술개발 등의 비철도 궤도 교통수단 기술개발	on demand, PRT
1.3.1 간선철도 기술	하이브리드 철도차량개발 기술, 철도차량경량화기술 개발	하이브리드철도, 경량철도
1.3.2 고속철도 기술	기존선 및 신선속도향상기술 개발	고속철도 속도향상
1.4.1 자전거 기술	자전거수용 대중교통 수단개발 및 하이브리드자전거 개발 기술	비동력녹색교통, 자전거모빌리티, 자전거전자등록, 사고누적구간, 자전거도난방지, 공용자전거, 공용자전거시스템, 업무용자전거, 자전거주차, 자전거전용신호, 자전거의식, 개인운송시스템
1.4.2 자동화 개인운송수단 기술	주로 인도를 주행하는 자동화된 소형 개인 이동수단 개발기술(자동유도가 가능한 1인승 근거리이동수단)	자동유도가 가능한 1인승 근거리 이동수단
1.5.1 복합수송수단기술	철도-도로, 도로-수상 등 통행수단을 복합적으로 이용할 수 있는 복합이동수단개발기술	철도, 도로, 항공, 해운 등을 복합적으로 활용하는 교통수단
2.1.1 환승터미널시설	복합터미널과 같은 주요 환승거점시설 개발 기술	환승거점시설, 환승터미널
2.3.1 대체에너지 공급시설	수소, 전기 등 대체에너지 공급시설 개발 및 대체에너지 공급 운영기술 개발	전기, 수소전지, 연료전지 기반 교통수단의 주행을 위한 충전시설로써, 기존 주유소에 해당하는 부문

3.1.1 온실가스배출관리 기술	기후변화협약대응을 위한 온실가스 의무감축목표대비 온실가스 배출계수, 통계관리 시스템 구축 및 운영관리 기술 개발	실시간통행량측정, 실시간 배출가스 측정, 배출등급, 통합단말기 등급표식감지, 등급표식위조방지, 경제운전, 안전운전, 연료소모량, 연비, 연비표시장치, 주행거리, 연비측정모듈, 에코포탈시스템, 탄소마일리지
3.1.4 소음진동 저감기술	교통수단의 소음, 진동발생을 줄이기 위한 기술	교통소음
3.1.5 Eco-driving 기술	연료 및 연비절감을 위한 친환경적 자동차 시스템의 기술개발	차량에 장착되는 Eco-driving 장치가 아닌, Eco-driving 체험 시뮬레이터
3.3.1 실시간 위치파악 시스템	버스, 철도 등 대중교통의 차량, 정거장, 운영시스템 등의 유지관리 최적화를 통한 고효율 대중교통 시스템 개발	실시간 위치파악

○ 특허Database에서 전문조사툴을 이용하여 분석대상 특허들을 추출하기 위한 검색식임

<표 3-7> 특허분석 검색식

소분류	한글(한국)	영문(일본, 미국, 유럽)
1.1.1 미래형 자동차	(전기차*,전기자동차*,전기자동차*,전기차량*,하이브리드차*,하이브리드차량*,하이브리드자동차*,하이브리드카*,하이브리드자동차*,수소연료엔진차량*,수소연료엔진차*,수소연료엔진차*,수소연료엔진자동차*,수소연료엔진자동차*,수소자동차*,수소자동차*,수소연료엔진자동차*,수소연료자동차*,수소연료자동차*,수소엔진자동차*,수소엔진자동차*,수소엔진차량*,수소엔진차*,수소연료차량*,수소연료차*,플러그인하이브리드*,플러그인하이브리드*,연료전지차*,연료전지자동차*,연료전지차량*,연료전지차*,연료전지자동차*,hybridcar)AND(KP<IN>PT)AND(AD>=19900101)	(electric vehicle*,electric automobile*,electric car, battery car, battery automobile, battery vehicle, hybrid car, hybrid automobile, hybrid vehicle, hydrogen fueled car, ((hydrogen fueled*) <NEAR/1>(car, automobile, vehicle)), (hydrogen* <NEAR/1>(car, automobile, vehicle)), plugin hybrid, plug-in hybrid, plugin-hybrid, ((fuel cell*,fuel-cell*) <NEAR/1>(car, automobile, vehicle))) AND (AD >= 19900101)
1.1.2 그린카 개발 및 보급	(그린카*,그린자동차*,그린-카*,그린-자동차*,((재활용*,리사이클*)<NEAR/1>전동차*),(((그린*,전기*,전지*,하이브리드*)<NEAR/2>(자동차*,전기차*,차량,카))+((배터리*,밧데리*,전지*)<NEAR/2>(교환*,교체*)))@ABAND(KP<IN>PT)AND(AD>=19900101)AND NOT (카펫*)	(greencar,((recycle*,reuse*)<NEAR/1>(automobile,car,vehicle)),((green*,electric*,hybrid*,fuel cell*,fuel-cell*)+(automobile,car,vehicle)+((battery*,cell*)<NEAR/2>(exchang*,reciprocat*)))@AB AND (AD >= 19900101)
1.2.1 바이모달 트램기술	(바이모달*+(트램*,트램*,수송*)) AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	(Bimodal*+(tram*,bus,train,transport*,car,vehicle, automobile))@ABAND(AD>=19900101)AND NOT (poly*)
1.22 버스 기술	(전기버스*,전기버스*,하이브리드버스*,하이브리드버스*,수소연료엔진버스*,수소버스*,수소버스*,수소연료버스*,수소엔진버스*,수소엔진버스*,수소연료버스*,연료전지버스*,연료전지버스*,hybridbus*,((친환경*,그린*,클린*,크린*,녹색환경*)<NEAR/2>버	(((electric,hybrid*,hydrogen*,hydrogenfueled*,fuelcell*,green,clean)<NEAR/2>bus),hybridbus,electricbus)@ABAND(AD>=19900101)AND NOT (bus connector*,bus bar*,electrical bus) AND NOT ((bus<NEAR/2>(electric*<NEAR/1>(connect*,cond

	스))@ABAND(KP<IN>PT)AND(AD>=19900101)AND NOT (커넥터*,전기 접속*,버스 접속*,버스 연결*,버스 커플러*,버스 전극*,버스전극*,버스트*)	uct*,current*,communicat*,data*))),IEEE1394 bus*,bus protocol*,data bus*,communication bus*)
1.2.3 도시철도 및 경량전철 기술	((도시철도*,지하철*,전철*,노면 전차*,모노레일*,지하철도*,모노 레일*,경량철도*,경전철*,자기부상열차*,자기부상철도*)+(열차*,차량*,기관차*,객차*,전동차*,친환경*,고효율*))@AB AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	(((rapid transit, underground, subway, elevated railway, metro system)+(train,railroad,railway,trolley)),tram,tramcar,streetcar,(light weight*+(electric railroad,electric railway)),SLRT,monorail,mono rail,mono-rail,LRT,Light Rail Transit,((light <NEAR/2> (weight,rail)) <NEAR/2>(transit,train,railroad,railway,tram)),AGT,(Automated Guideway Transit),(Linear Motorcar),HSST,(High Speed Surface Transport),((Magnetic Levitation) <NEAR/1>(Transit,train,railway,railroad)))@AB AND (GD >= 19900101)
1.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술	(궤도버스,궤도 버스,트롤리 버스,트롤리버스,트로리 버스,트로리버스,가이드 웨이 버스,가이드웨이 버스,가이드웨이버스,개인대중교통수단,(PRT <NEAR/5>(개인*,대중*,교통*,버스*,운송*)),Personal Rapid Transit,passenger rapid transport,Guided Busway,trolley bus)@AB AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	((PRT <NEAR/5>(passenger,personel,tram,bus,transport*,transit*)),guide way bus,Personal Rapid Transit,passenger rapid transport,Guided Busway,trolley bus,trolleybus)@AB AND (AD >= 19900101)
1.3.1 간선철도 기술	((하이브리드*,경량화*)<NEAR/2>(철도*,지하철*,전철*,전차*,모노레일*,모노 레일*,열차*,트램*,트램*))@AB AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	((hybrid*,light weight,lightweight)<NEAR/2>(train,railroad,railway,transit,trolley,tram,mono rail,monorail,mono-rail))@AB AND (AD >= 19900101)
1.3.2 고속철도 기술	((고속*,((속도*,속력*)<NEAR/1>(향상*,개선)))<NEAR/2>(철도*,열차*))@ABAND(KP<IN>PT)AND(AD>=19900101)AND NOT (고속버스*,고속도로*)	(((rapid transit,rapid-transit,high speed,high-speed)<NEAR/2>(railroad,railway,train,tram)),((speed up,speed-up,((speed,velocity)<NEAR/2>(rise*,rising,improvement,betterment,uplift,advance*,progres*)))<NEAR/2>(railroad,railway,train,tram)))@AB AND (AD >= 19900101)
1.4.1 자전거 기술	(((자전거*,자전차*,바이크*,이륜차*,2륜차*,B62H*,B62J*,B62K*,B62L*,B62M*)+(공용*,업무용*,주차*,전자태그,전자 태그,전자택,RFID,바코드,전자등록*,모빌리티*,사고누적*,사고구간*,사고관리*,전용신호*,교통신호*,신호등*)),((자전거*,자전차*,바이크*,이륜차*,2륜차*,B62H*,B62J*,B62K*,B62L*,B62M*)+((도난*,도둑*)<NEAR/2>방지*)),(하이브리드*<NEAR/2>(자전거*,자전차*,바이크*,이륜차*,2륜차*,B62H*,B62J*,B62K*,B62L*,B62M*)),B62H*) AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	(((bike,bicycle,cycle)@AB,B62H*,B62J*,B62K*,B62L*,B62M*)+(park*,(barcode,bar-code,barcode,RFID,(RadioFrequencyIdentification),mobility*,((accident,incident,trouble,crackup,crack-up,mishap)<NEAR/5>(zone,dangerzone,control,manag*,blockspot)),trafficlight,trafficsignal,blinkers,stop-gosign))),(((bike,bicycle,cycle)@AB,B62H*,B62J*,B62K*,B62L*,B62M*)+((theft*,robber*,burglar*,stolen,missing)<NEAR/2>(prevent*,keepoff,keepingoff,keep-off,anti*))),(hybrid*<NEAR/2>((bike,bicycle,cycle)@AB,B62H*,B62J*,B62K*,B62L*,B62M*)),B62H*,((bike,bicycle,cycle)<NEAR/2>(official*,public*,business,publicservice,publicuse*))AND(AD>=19900101)AND NOT (B60*,E02*,G11*,(cycle <NEAR/1>(cool*,heat*,time*,discharg*,precharg*)))
1.4.2 자동화 개인운송수단 기술	(세그웨이*,segway*,개인용 운반*) AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	(segway*,(personaltransportationvehicle*),((personal*,individual*,privat*,citizen*)<NEAR/1>(transportation*,cart*,vehicle*)))@ABAND(AD>=19900101)AND NOT (((individual*,private*,personal*,transport*)<NEAR/2>(transported,carried*,carry*,carries*,card*,carbid*,carbon*,care*,belonging*,computer*,information*,cartridg*,sheet*,paper*,cash*,body*,carton*,bodies

		,money*,line*,link*,packet*,bus*,data*)),(personal care*),B64*,B63*,B61*,railroad*,railway*,highway*,((individual vehicle*)<NEAR/3>(traffic*,speed*,information*,data*,body*,bodies*)),(vehicle individually),(individuals*))
1.5.1 복합수송수단기술	((복합*,양용*,겸용*,멀티*,이중*,공용*,변형*,변신*)+(수륙*,((수상,해상,철로,철도,항공,비행)+(육상,도로,육지)),(비행+(자동차,차량*)))@AB,((B60F3/*,B62K17/*)@IC)) AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	(segway*,(personal transportation vehicle*),((personal*,privat*,citizen*)<NEAR/1>(transportation*,cart*,vehicle*)))@AB AND (AD >= 19900101)
2.1.1 환승터미널시설	(복합터미널*,복합 터미널*, 환승 센터, 환승터미널, 환승센터, 환승 터미널,환승 정거장, 환승정거장, (환승*+(터미널*,연계*,거점*,센터*)))@AB AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	(((TransferTerminal)<NEAR/5>(vehicle,car,bus,train,subway,tram,transportation)),(((transfer*,chang*)<NEAR/3>(vehicle,car,bus,train,subway,tram,transportation))<NEAR/5>(terminal*,connect*,link*,foothold*,stronghold*,position,point,center,station*)),(transfer*+((vehicle,bus,train,tram)<NEAR/2>station*)),((stationfor)<NEAR/1>(changing*,transfer*)))@ABAND(AD>=19900101)AND NOT (A01*,B23*,B60*,B62*,B41*,B66B*,E04H*,F02*,G03*,G01C*,H01*,navigation*,navigator*,data bus*,data transfer*)
2.3.1 대체에너지 공급시설	((자동차,카,차량*)+(수소, 전기, 연료전지, 대체에너지, 대체에너지)+(공급*,충전*) <NEAR/3>(시설*,터미널*,충전소*,스테이션*,스태이션*)) AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	((car,vehicle,automobile)+(hydrogen,electric,fuel cell,fuel-cell,fuelcell,alternative energy source) <NEAR/5>(supply*,charge,charging) <NEAR/3>(facility*,equipment,facilities,center,station))@AB AND (AD >= 19900101)
3.1.1 온실가스배출관리기술	(((온실가스*,배출가스*,배기가스*)+(측정*,등급*)+(통계*,관리*)),에코포탈시스템)@AB AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	((((greenhouse,exhaust,waste,hothouse)<NEAR/2>gas)+(measur*,sensor*,senser*,sensing*,detect*,obserb*,rank*,class*,grade*)+(statistic,numerical statement,figure,manag*,governm*)),eco-potal system,eco potal system)@AB AND (AD >= 19900101)
3.1.4 소음진동저감기술	((교통수단*,차량*,자동차*,기차*,전철*,열차*,지하철*,오토바이*)<NEAR/3>(저감*,방음*,방진*,저소음*,저진동*,((소음*,진동*)+(방지*,줄이*,줄임*,줄일*,줄여*,작게*))))@ABAND(KP<IN>PT)AND(AD>=19900101)AND NOT (서스펜*,서스팬*,현가장치*)	((transportation*,vehicle,car,train,subway,tram,bike,automobile,railroad,railway,monorail,monorail,mono-rail)<NEAR/10>(((sound*,vibration,shock,concussion,tremor,tremble,quake*)<NEAR/3>(proof*,insulation*,absorption,arresting,isolation)),((sound*,noise*,vibration,impulse,oscillation,shock,concussion,tremor,tremble,quake*)<NEAR/3>(prevent,keepoff,reduc*,decreas*,lower*)))@ABAND (AD>= 19900101) AND NOT (suspension*)
3.1.5 Eco-driving 기술	((Eco-driving*,친환경운전모드*,(에코*<NEAR/1>드라이*))+(체험*,시뮬레이*,시뮬레이*,가상*),에코시뮬레이터*)@AB AND (KP <IN> PT) AND (AD >= 19900101)	(((Eco-driving*,((car,vehicle,automobile)+((green,eco*)<NEAR/1>(driving*,drive*))))+simulat*),eco-simulator*,eco simulator*)@AB AND (AD >= 19900101)
3.3.1 실시간위치파악시스템	((대중교통*,버스*,철도*,열차*,전철*,지하철*,기차*)+(위치파악시스템*,위치파악시스템*,실시간모니터링*,((위치*,포지션*)<NEAR/2>(파악*,확인*,모니터링*))))@ABAND(KP<IN>PT)AND(AD>=19900101)AND NOT (B65*,B63*,B60S*,B66*,F16*,버스트*)	((publictransportation,bus,train,tram,subway,railroad,railway)+(positionsystem,locationsystem,locatingsystem,positioningsystem,((position,place*,location)<NEAR/2>(system,monitoring*))))@ABAND(AD>=19900101)AND NOT (A01*,B65*,B63*,B60S*,B66*,F16*)

(나) 분석 방법

○ 본 분석에서는 양적인 통계를 의미하는 정량분석을 수행하며, 지속가능교통시스템 기술전반의 정량분석과 7개 세부과제의 정량분석을 수행함

○ 정량분석 방법

- 특허를 출원연도별, 국가별, 기술별 및 출원인별로 분류하여 각 부문별 특허건수, 점유율 및 증가율 등으로 구분하여 분석을 수행함
- 이를 통해 세계의 특허동향과 우리의 수준을 비교하고, 지속가능교통시스템 기술 분야에서 세부기술 분야별 연구개발 현황과 주요 기업을 살펴봄으로써 국가차원의 연구개발 및 국제협력의 필요성 등에 대한 기초자료를 제시함

○ (상대)성장률 분석 방법

- (상대)성장률은 연평균 성장률의 평균값으로 산정하며, 이때 산술평균을 이용하면 아래 표와 같은 오차가 발생할 수 있음. 따라서 (상대)성장률을 산출시에는 반드시 기하평균을 이용

<기하평균 계산식>

$$G(\%) = [\{(1+g1)(1+g2)\cdots(1+gn)\}^{1/n} - 1] \times 100$$

구간 : n, 각 구간의 증가율 : g, 연평균 증가율 : G

<표 3-8> 기하평균과 산술평균의 오차 사례

구 분		2004년	2005년	2006년	2007년
특허출원건수		8,885건	3,865건	195건	2,720건
증가율			-56.5%	-95.0%	1,294.9%
(상대) 성장률	산술평균	(-56.5-95.0+1294.9)/3 = 381.1%			
	기하평균	{((1-0.565)(1-0.95)(1+12.95))1/3-1} × 100 = -32.96%			

- 연도별 출원 증가율을 파악하여 세부기술별로 최근 특허출원이 급증한 즉, 최근 각광받는(조만간 이슈화 될 가능성이 높은) 기술분야 파악에 활용. 최근 성장률이 높은 기술은 향후 유망한 분야일 가능성이 높음

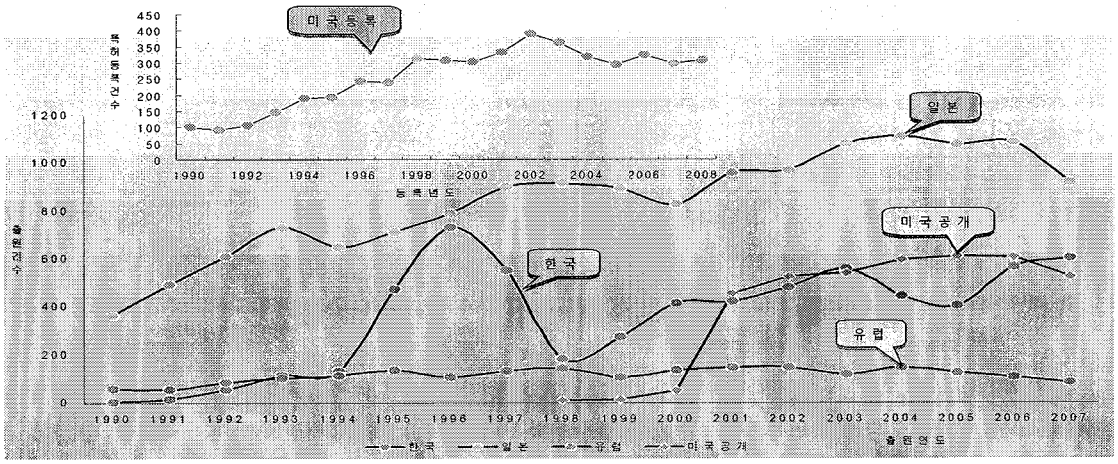
나. 동향분석

(1) 지속가능교통시스템 분야의 특허동향

(가) 연도별 특허 동향

○ 분석대상 전체 특허의 연도별 동향을 살펴보면, 유럽특허를 제외하면 전반적으로 증가하는 동향을 보이고 있음

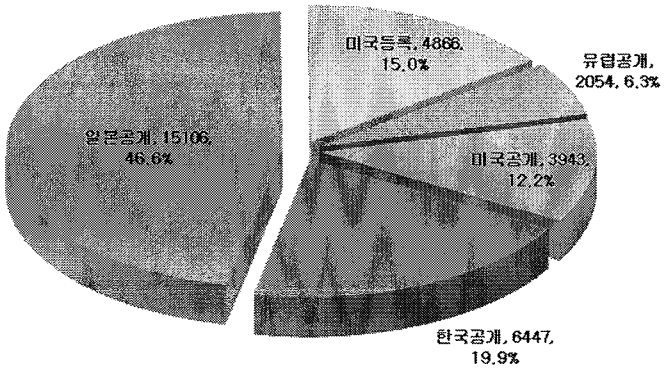
- 미국등록특허의 경우 2002년 정점을 찍은 후 다소 감소하는 동향을 보이나, 전체분석기간 중에 전반적으로 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 미국공개특허의 경우에 미국등록특허와 달리 오히려 2001년부터 증가하고 있는 것은 미국의 공개제도가 이즈음부터 시행되었기에, 과도기의 적은 출원건수에서 점차 안정기의 실질적인 건수로 안착하는 과정으로 보아야 함
- 일본의 경우에는 1994년과 2000년에 다소 감소하는 경향을 보일 뿐, 대체로 증가하는 동향을 보이고 있음
- 한국의 경우에는 1995~1997년에 출원량이 급증하면서 해당연도에 일본의 출원건수에 도달 할 듯 보였으나, 이내 1998년에 본래의 출원량으로 복귀하였으며, 현재까지 점차로 증가하고 있는 추세를 보이지만, 일본의 특허출원량과는 현격한 격차를 나타내고 있음
- 유럽의 경우에는 별다른 등락을 보이지 않으며, 현상유지 되고 있는 것으로 나타났음



<그림 3-1> 연도별 특허 동향

○ 분석대상 특허의 국가별 점유율을 살펴보면, 일본공개특허가 46.6%로 가장 많은 점유율을 보이고 있어, 지속가능교통시스템 분야에서 일본의 기술 및 영향력이 매우 높을 것으로 판단됨

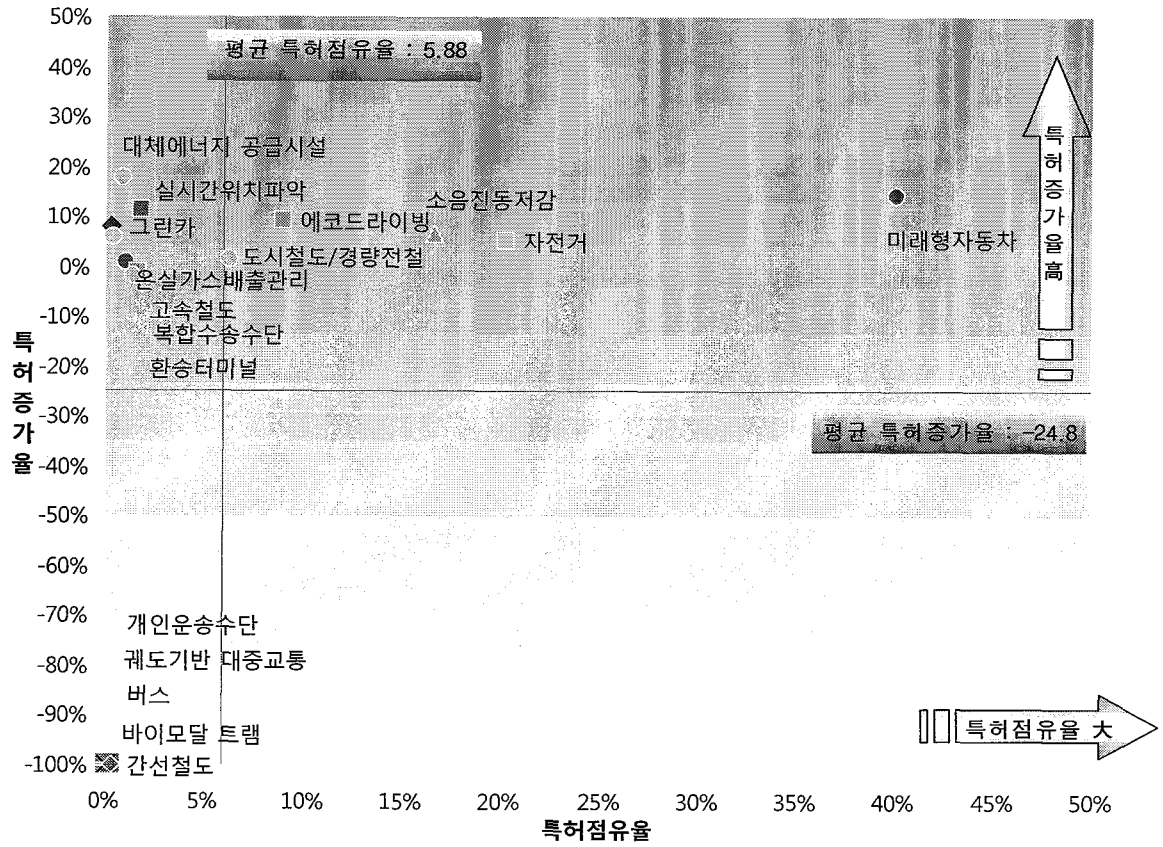
○ 일본 다음으로, 한국공개특허가 19.9%, 미국등록특허가 15%, 미국공개특허가 12.2%, 유럽공개특허가 6.3% 순으로 점유율을 보임



<그림 3-2> 국가별 특허점유율

(나) 포트폴리오로 본 지속가능교통시스템 기술분야의 위치

○ 전체 17개 기술분류의 특허 점유율 및 특허증가율에 따른 포트폴리오 분석에 의하면, 미래형 자동차, 자전거, 소음진동저감, 에코드라이빙, 도시철도 및 경량전철 기술 분야는 1사분면에 위치하여 지속적으로 출원이 되고 있음을 나타내고 있으며, 최근에 특허출원이 감소하는 분야는 없는 것으로 나타났음



주 : 1) X축 : 100%/기술분야 개수, Y축: 분석구간의 연평균 증가율의 기하평균값

2) 분석의미 : 1사분면 : 지속적으로 특허출원이 활발, 2사분면 : 최근 특허출원이 활발, 3사분면 : 초창기(도입기) 기술, 4사분면 : 최근 특허출원이 감소추세

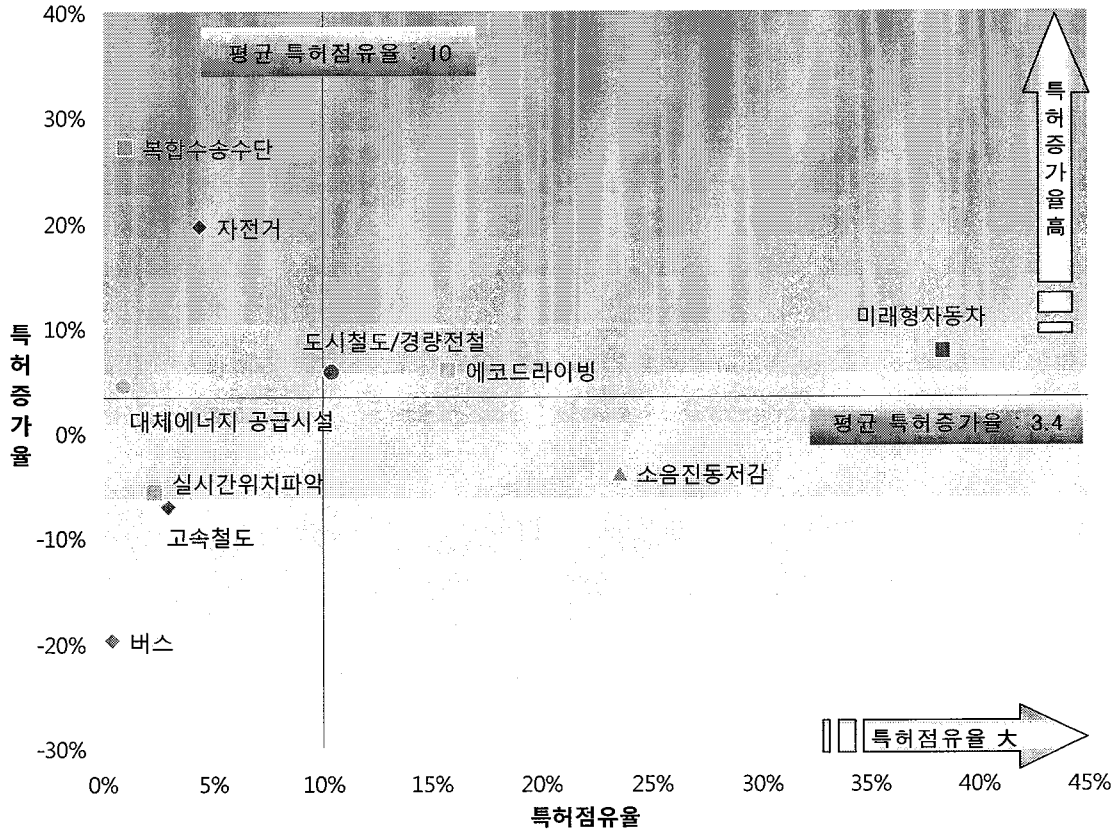
<그림 3-3> 지속가능교통시스템 분야의 포트폴리오(한국, 일본, 미국, 유럽)

- 대체에너지 공급시설, 실시간 위치파악 시스템, 그린카, 온실가스 배출관리 기술, 고속철도 기술, 복합수송수단 기술, 환승터미널 기술 등은 최근 특허출원이 활발한 기술인 것으로 나타나, 최근에 이슈화 되고 있는 중요한 기술 분야임을 알 수 있으며, 잠재적으로 발전가능성이 높은 분야일 것으로 판단됨
- 자동화 개인운송수단 기술, 궤도기반 대중교통수단 기술, 버스 기술, 바이모달 트램 기술, 간선철도 기술 등은 모두 특허점유율도 적으며, 증가율도 저조한 기술들로, 초창기(도입기) 기술로 판단 할 수 있으며, 그에 따라 다른 기술 분야에 비해 특허장벽은 높지 않은 기술 분야일 것으로 판단됨

○ 최근 5년간 한국특허의 포트폴리오 분석을 살펴보면, 전체국가의 포트폴리오와는 다소 차이가 있으나, 한국특허에서도 미래형 자동차, 에코드라이빙, 도시철

도 및 경량전철 기술이 모두 꾸준히 출원되고 있는 기술 분야인 것으로 나타났으며, 특기할만한 점으로 한국특허에서 소음진동저감 기술은 최근에 특허출원이 감소하는 기술로 나타났음

- 한국의 자전거 분야는 전체특허의 포트폴리오와는 다르게 최근에 출원이 증가하고 있는 기술 분야로 나타나, 최근의 녹색 정책과 맞물려 연구개발이 활발히 진행되고 있는 분야인 것으로 보이며, 다만, 이 분야에서 꾸준히 특허출원을 보이고 있는 선진국과는 기술적 격차를 보일 것으로 판단됨
- 실시간 위치파악 시스템과 고속철도, 버스 분야는 3사분면에 위치하여 초창기(도입기) 기술로 나타나, 최근에 출원이 증가하고 있는 전 세계특허의 동향과는 차이가 있어, 이 분야에서 다소 후발주자임을 보여줌
- 이외의 기술들은 모두 특허출원량이 매우 미미하여, 초창기(도입기)로 보기도 힘든 기술 분야이며, 간선철도 기술, 자동화 개인운송수단 기술, 궤도기반 대중교통 기술, 그린카, 바이모달 트램 기술, 온실가스 배출관리 기술, 환승 터미널 기술들이 이에 포함됨



주 : 1) X축 : 100%/기술분야 개수, Y축 : 분석구간의 연평균 증가율의 기하평균값
3) 분석의미 : 1사분면 : 지속적으로 특허출원이 활발, 2사분면 : 최근 특허출원이 활발, 3사분면 : 초창기(도입기) 기술, 4사분면 : 최근 특허출원이 감소추세

<그림 3-4> 한국의 지속가능교통시스템 분야의 포트폴리오

(다) 각 국가별 기술발전도 분석

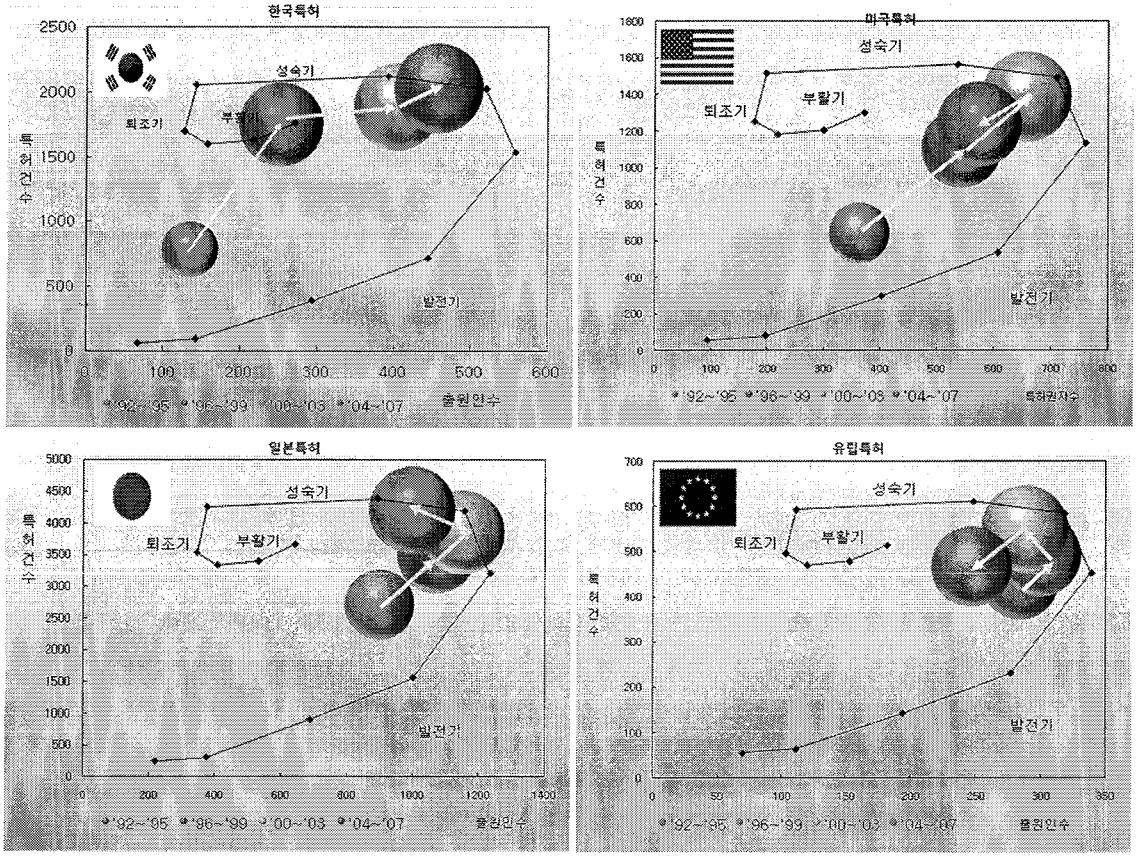
○ 국가별 특허동향의 기술발전 위치를 분석하는 것으로, 구간별로 출원인수(등록권자수)와 특허건수의 증감 동향이 그림에 예시된 추세선을 따라 갈 경우, 발전기, 성숙기, 퇴조기, 부활기의 단계를 판단할 수 있음

○ 한국특허의 경우 전체적으로 출원인수 및 특허건수가 증가하고 있어, 지속가능교통시스템 분야의 기술이 발전기에 있는 것으로 나타남

○ 미국특허의 경우에는 특허권자수와 특허건수가 계속 증가하다가 최근 4년 구간에서 둘 다 감소하는 경향을 보여, 발전기를 거쳐 성숙기 또는 퇴조기에 접어든 것으로 판단됨

○ 일본의 경우에는 지속적으로 출원인수과 특허건수가 증가하여 발전기의 형태를 보이다가, 최근 4년 구간에서 출원인수가 감소하였으나, 특허건은 증가하여 성숙기에 접어들었음을 보여주고 있음

○ 유럽의 경우에는 발전기와 성숙기를 거쳐 퇴조기의 추세선을 그대로 따라가고 있는 모습을 보여주고 있으며, 비교적 짧은 기간에 기술흐름이 바뀌고 있는 것으로 보임



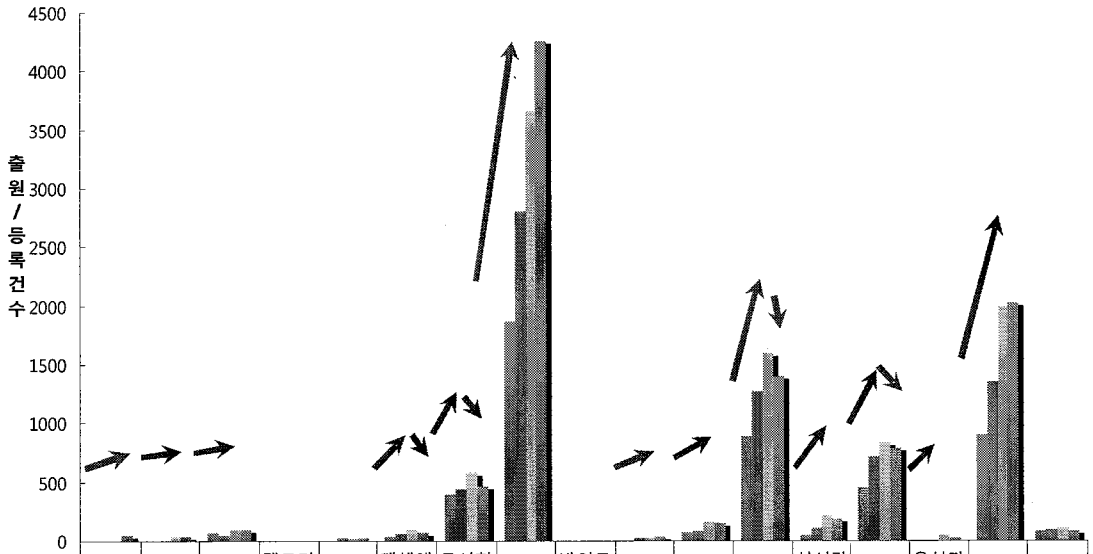
주 : 1) 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 - 1992~1995,1996~1999, 2000~2003, 2004~2007(출원/등록년도))
2) X축 : 출원인수(특허권자수), Y축 : 출원건수(특허건수)

<그림 3-5> 국가별 지속가능교통시스템 분야의 발전도

(라) 각 기술 분야의 연도별 동향

○ 전체 기술 분야의 구간별 동향을 분석한 결과, 미래형 자동차 분야가 분석대상 구간동안 매우 급격히 출원/등록 건수가 증가하고 있는 기술 분야임을 알 수 있으며, 대체로 대부분의 기술 분야에서 특허건수가 증가하고 있는 것으로 나타났음

- 자전거 기술도 분석구간 동안 급격하게 출원/등록건수가 증가한 것으로 나타났으나, 최근 구간(2004~2007)에서 다소 주춤하고 있는 것으로 보임
- 소음진동저감 기술, 에코드라이빙 기술, 도시철도 및 경량전철 기술 등이 모두 동일하게 2003년 구간까지 증가하는 동향을 보이다가, 최근 구간(2004~2007)에서 감소하는 모습을 보이고 있음
- 그 외의 기술 분야는 특허건수는 상대적으로 미미하지만, 꾸준히 증가하고 있는 모습을 보여줌



	간선철도	개인운송수단	고속철도	궤도기반 대중교통	그린카	대체에너지공급시설	도시철도/경량전철	미래형자동차	바이모달 트램	버스	복합수송수단	소음진동저감	실시간위치파악	에코드라이빙	온실가스배출관리	자전거	환승터미널
'92~'95	4	2	73	6	9	31	396	1865	2	15	65	887	49	451	10	895	82
'96~'99	9	11	48	12	24	52	438	2805	3	28	81	1274	105	717	15	1353	93
'00~'03	17	30	87	12	19	89	572	3658	2	25	159	1588	205	828	47	1979	106
'04~'07	43	30	89	9	26	74	459	4255	4	38	155	1397	187	784	24	2018	84

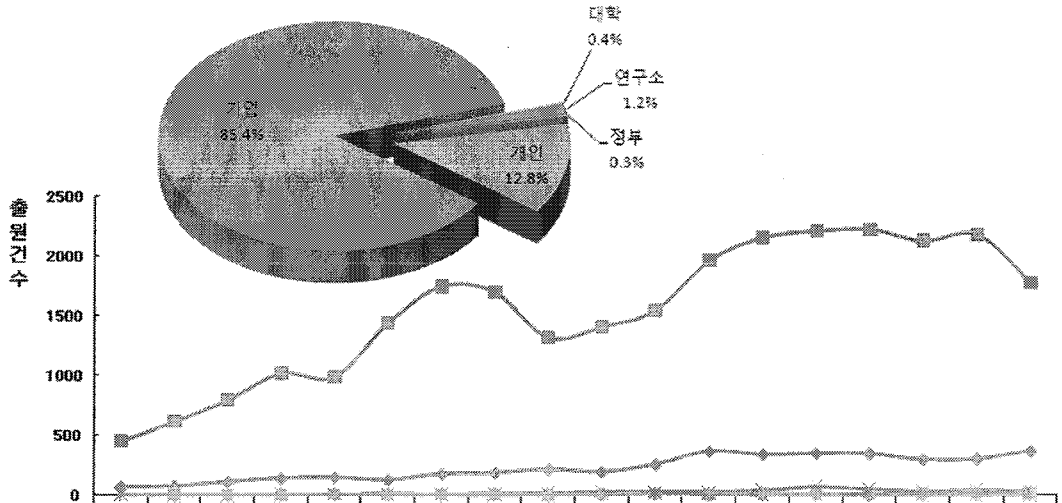
주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 : 1992~1995, 1996~1999, 2000~2003, 2004~2007(출원/등록년도))

<그림 3-6> 기술 분야별 출원동향(한국, 일본, 미국, 유럽)

(마) 출원인 구분별 동향

○ 전체특허의 출원인(등록권자)별 동향을 살펴보면, 기업 출원인이 85.4%로 압도적인 우위를 점하고 있어, 이 분야 기술은 기업에서 적극적으로 주도하여 연구개발을 하고 있는 것으로 보이며, 그 다음으로 개인 출원인(등록권자)이 12.8%의 점유율을 보이고 있으며, 연구소(1.2%), 대학(0.4%), 정부(0.3%)의 점유율은 매우 낮은 것으로 나타났음

- 개인출원인(등록권자)의 비율이 비교적 높게 나타난 것은, 이 기술 분야가 실생활과 매우 밀접한 기술 분야임을 말해주며, 결국 교통수단 및 시스템에 대한 일반인들의 관심이 매우 높은 것을 확인 할 수 있음
- 기업출원인(등록권자)의 동향은 1998년도에 급감하는 경향을 보이다가 다시 증가하는 추세를 보이고 있으며, 다른 출원인(등록권자는) 별다른 동향 없이 유지되고 있는 것으로 나타남



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
개인	71	79	113	145	150	130	179	189	219	198	259	367	340	349	346	298	303	368
기업	453	618	797	1021	990	1441	1749	1699	1320	1409	1546	1963	2157	2209	2224	2125	2179	1777
대학		2	1	4	6	5	8	8	4	12	12	3	16	11	3	8	6	14
연구소	6	5	3	7	7	10	7	9	13	29	28	23	37	72	47	28	35	26
정부	3	4	1	2	4	5	4	2	4	6	16	15	5	5	6	4	4	2

주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허: 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

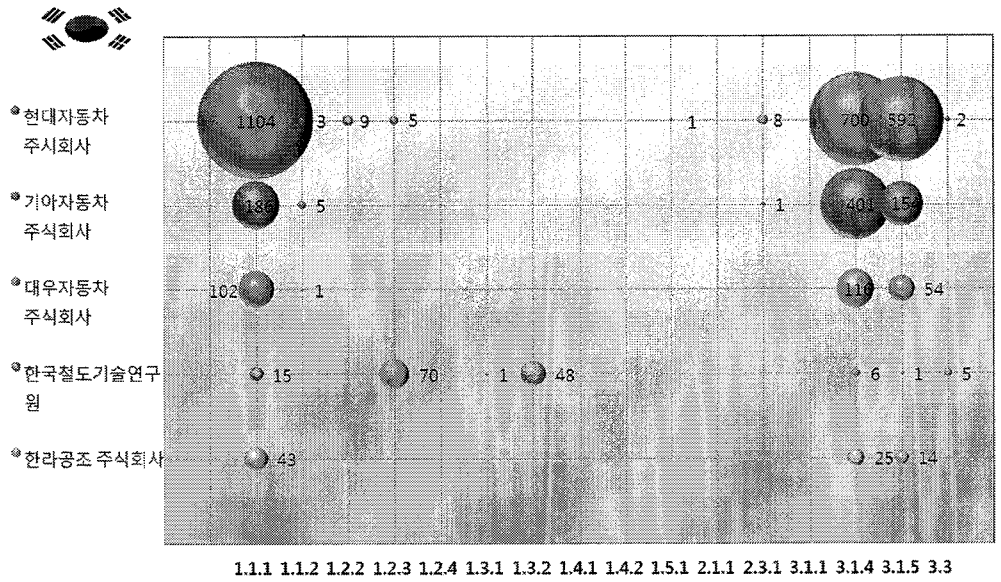
<그림 3-7> 출원인 구분별 출원동향(한국, 일본, 미국, 유럽)

(바) 지속가능교통시스템 기술의 출원인별 역점분야

○ 국가별 주요출원인의 역점 기술 분야를 살펴보는 것으로, 국가별 주요 메이저 기업과 해당 기업의 역점 사업 분야를 파악함

○ 한국특허의 주요출원인인의 주요 역점 기술 분야를 살펴보면, 현대자동차는 미래형 자동차 기술과 소음진동 저감기술 및 Eco-driving 기술 분야에 집중적으로 특허출원을 한 것으로 나타났으며, 기아자동차 및 대우자동차도 유사하지만, 현대자동차에 비하면 적은 특허출원건수를 보여주고 있으며, 미래형 자동차, 소음진동 저감기술, Eco-driving 기술 분야에 출원건수가 매우 집중되어 있는 것으로 나타남

- 자동차 회사와는 달리 한국철도기술연구원은 도시철도 및 경량전철 기술, 고속철도 기술 분야에 상대적으로 많은 출원을 하고 있어, 주요출원인들의 사업 분야가 극명하게 다르듯이 출원분야도 극명하게 갈리는 것을 알 수 있음



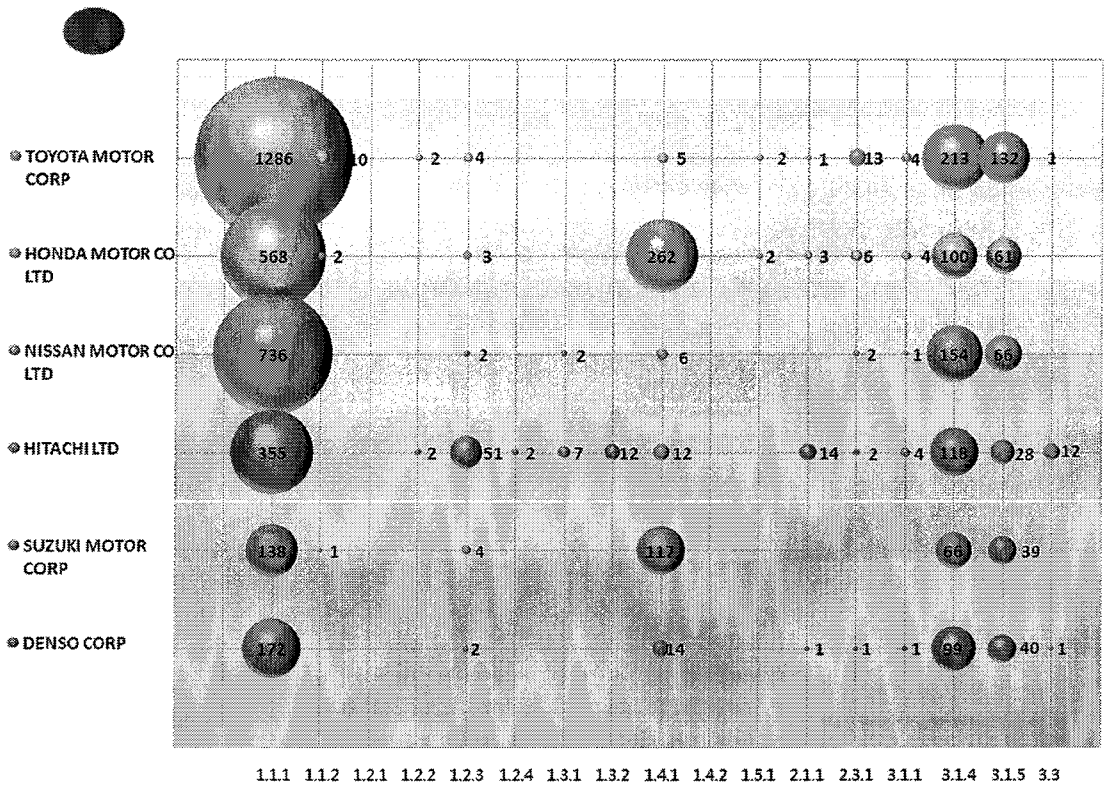
주 : 분석구간 : 한국공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)

1.1.1 미래형 자동차	1.1.2 그린카 개발 및 보급	1.2.1 바이모달 트램기술
1.2.2 버스 기술	1.2.3 도시철도 및 경량전철 기술	1.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술
1.3.1 간선철도 기술	1.3.2 고속철도 기술	1.4.1 자전거 기술
1.4.2 자동화 개인운송수단 기술	1.5.1 복합수송수단 기술	2.1.1 환승터미널 시설
2.3.1 대체에너지 공급시설	3.1.1 온실가스 배출관리 기술	3.1.4 소음진동 저감기술
3.1.5 Eco-driving 기술	3.3 실시간 위치파악 시스템	

<그림 3-8> 주요출원인의 역점기술 분야(한국)

○ 일본의 경우에는 도요다 자동차가 미래형 자동차, 소음진동 저감기술, Eco-driving 기술 분야에 집중적으로 출원하고 있음을 보여주며, 한국의 현대자동차와 유사한 형태를 보여줌

- 상위 6개 메이저 출원인이 모두 자동차 관련 기업으로, 미래형 자동차 기술에 대한 집중도가 매우 높음
- 특기할 만한 부분은 혼다 자동차와 스즈끼 모터의 경우에 자전거 기술 분야에도 많은 출원을 했다는 점이며, 히타치의 경우에는 도시철도 및 경량전철 기술에도 관심을 갖고 있는 것으로 나타났음

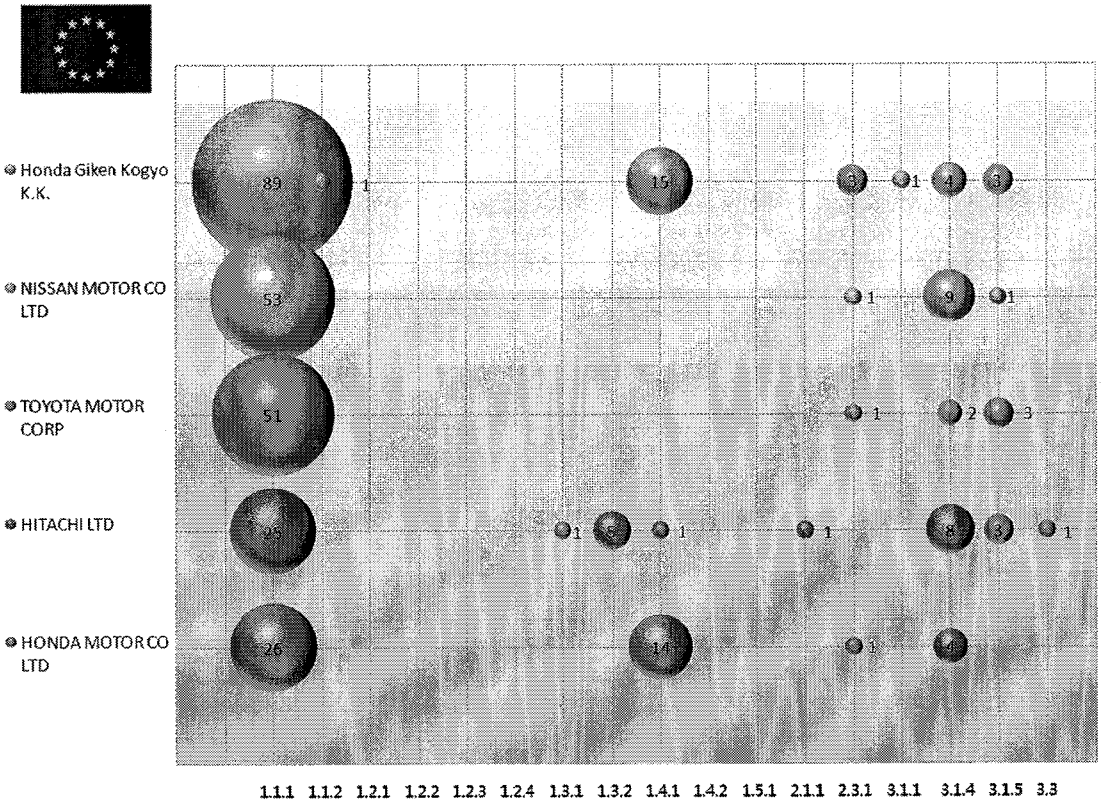


주 : 분석구간 : 일본공개특허: 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)

1.1.2 그린카 개발 및 보급	1.2.1 바이모달 트램기술	
1.2.2 버스 기술	1.2.3 도시철도 및 경량전철 기술	1.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술
1.3.1 간선철도 기술	1.3.2 고속철도 기술	1.4.1 자전거 기술
1.4.2 자동화 개인운송수단 기술	1.5.1 복합수송수단 기술	2.1.1 환승터미널 시설
2.3.1 대체에너지 공급시설	3.1.1 온실가스 배출관리 기술	3.1.4 소음진동 저감기술
3.1.5 Eco-driving 기술	3.3 실시간 위치파악 시스템	

<그림 3-9> 주요출원인의 역점기술 분야(일본)

○ 유럽의 경우에도 상위 5개 출원인이 미래형 자동차 분야에 많은 출원을 했음을 알 수 있으며, 일본과 동일하게 혼다의 경우 자전거 기술에 많은 관심을 보이고 있는 것으로 나타났음



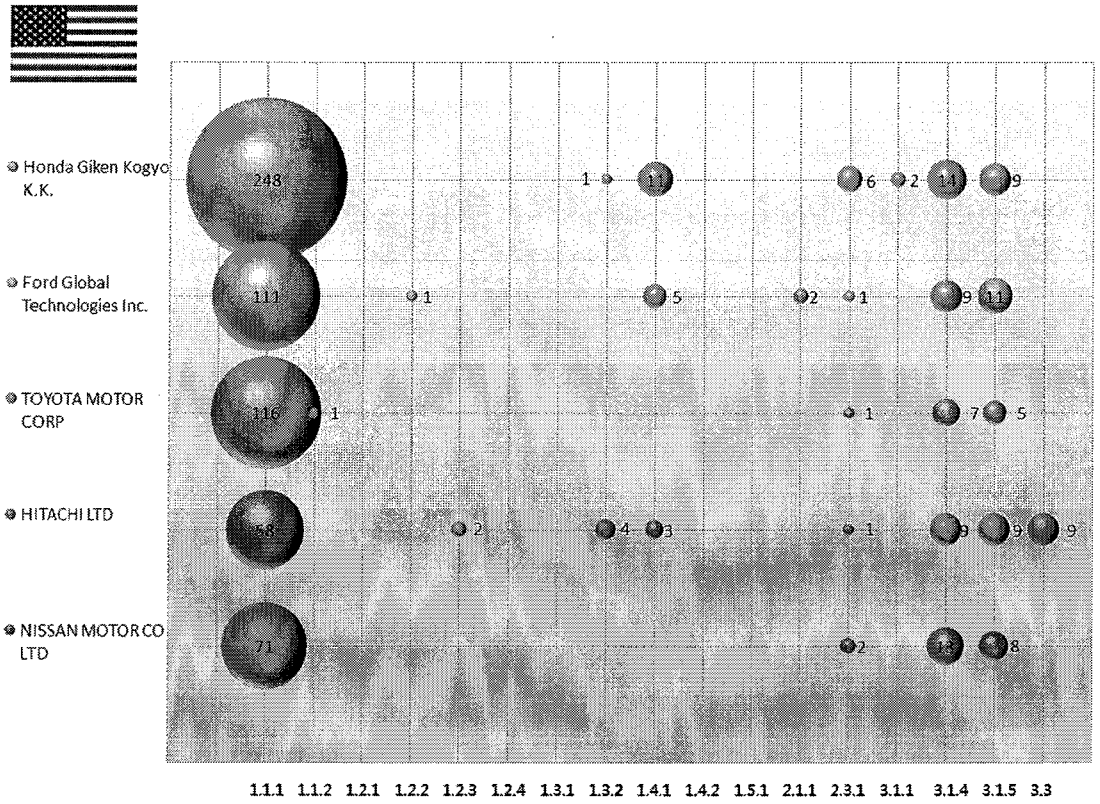
주 : 분석구간 : 유럽공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)

1.1.1 미래형 자동차	1.1.2 그린카 개발 및 보급	1.2.1 바이모달 트램기술
1.2.2 버스 기술	1.2.3 도시철도 및 경량전철 기술	1.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술
1.3.1 간선철도 기술	1.3.2 고속철도 기술	1.4.1 자전거 기술
1.4.2 자동화 개인운송수단 기술	1.5.1 복합수송수단 기술	2.1.1 환승터미널 시설
2.3.1 대체에너지 공급시설	3.1.1 온실가스 배출관리 기술	3.1.4 소음진동 저감기술
3.1.5 Eco-driving 기술	3.3 실시간 위치파악 시스템	

<그림 3-10> 주요출원인의 역점기술 분야(유럽)

○ 미국의 경우에도 미래형 자동차에 대한 집중도가 매우 높으며, 다른 국가의 특허동향과 마찬가지로 소음진동 저감기술, Eco-driving기술 분야의 특허건수가 많은 것으로 나타남

- 히타치의 경우 실시간 위치파악 시스템에도 관심을 보이고 있는 것으로 나타났음



주 : 분석구간 : 미국공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

1.1.1 미래형 자동차 1.1.2 그린카 개발 및 보급 1.2.1 바이모달 트램기술
1.2.2 버스 기술 1.2.3 도시철도 및 경량전철 기술 1.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술
1.3.1 간선철도 기술 1.3.2 고속철도 기술 1.4.1 자전거 기술
1.4.2 자동화 개인운송수단 기술 1.5.1 복합수송수단 기술 2.1.1 환승터미널 시설
2.3.1 대체에너지 공급시설 3.1.1 온실가스 배출관리 기술 3.1.4 소음진동 저감기술
3.1.5 Eco-driving 기술 3.3 실시간 위치파악 시스템

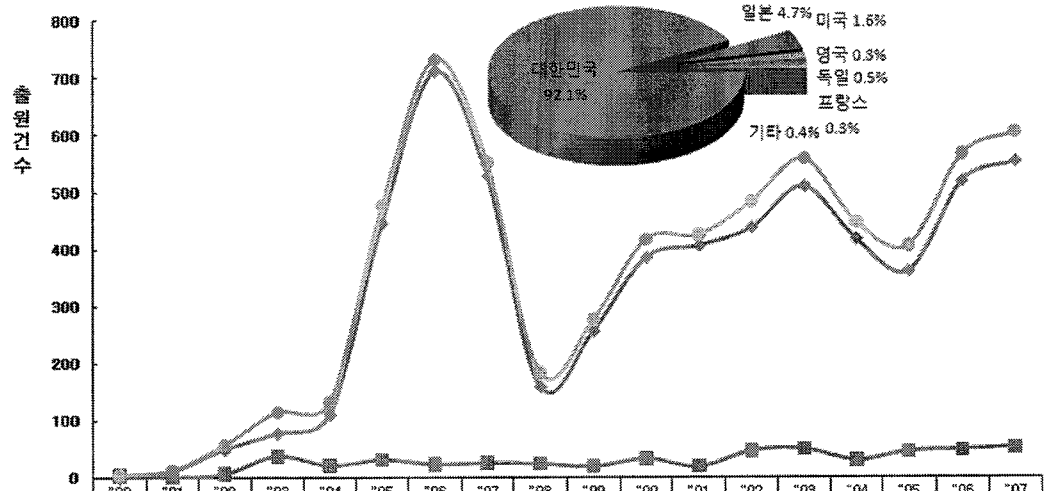
<그림 3-11> 주요출원인의 역점기술 분야(미국)

(사) 한국특허에서의 국가별 특허동향

○ 한국특허의 출원인국가별 동향을 살펴보면, 대한민국이 92.1%로 압도적인 우위를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 그 다음으로 일본이 4.7%, 미국이 1.6%, 독일이 0.5% 등의 점유율을 보이고 있는 것으로 나타났음

○ 내국인의 특허출원동향을 살펴보면, 1997년, 1998년에 출원건수가 급격하게 감소한 동향을 보이고 있으며, 이러한 현상은 IMF 금융위기의 영향으로 보이며, 이후에 국가경제가 회복되면서 특허출원건수도 동시에 증가한 것으로 나타나고 있으나, 2004년, 2005년에 다소 주춤하는 모습을 보여주고 있음

- 외국인 출원은 점유율도 적을뿐더러, 등락폭도 적은 상태로 계속적으로 특허 출원건수가 유지되고 있는 것으로 나타났음



	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
내국인	0	12	50	78	111	445	710	527	159	257	385	406	437	509	417	361	518	552
외국인	4	1	7	37	21	31	23	25	24	19	32	19	46	49	30	45	48	52
전체	4	13	57	115	132	476	733	552	183	276	417	425	483	558	447	406	566	604

주 : 분석구간 : 한국공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)

<그림 3-12> 한국특허의 연도별 출원 동향

(2) 주요 과제의 특허동향

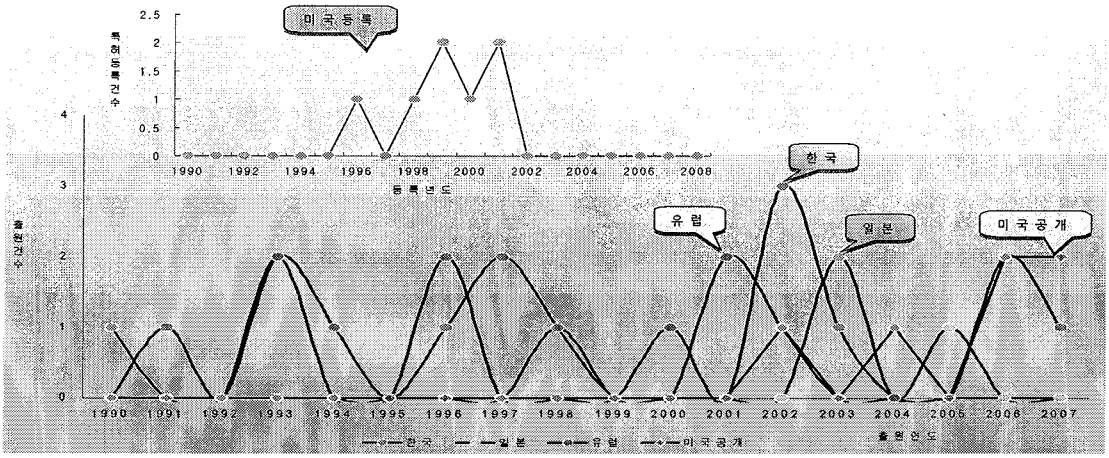
(가) 궤도기반 대중교통수단 기술

① 연도별 동향

○ 궤도기반 대중교통수단 기술의 특허동향은 전반적으로 적은 특허건수를 보여주고 있으며, 한국, 일본, 미국, 유럽에서 매년 4건 이하의 출원건수를 보여주고 있어, 이 분야의 특허활동이 매주 저조한 것으로 나타났음

- 미국공개특허에서 2002년 이후에 약간의 출원건수가 존재하는 것으로 나타났음에도 불구하고 미국등록특허에서는 2002년 이후에 1건도 등록건수가 없는 것으로 나타났음
- 한국, 일본, 유럽 모두 간헐적으로 1~3건의 특허출원을 하고 있는 것으로 나타나, 전 세계적으로 궤도기반 대중교통수단 기술 분야에 대한 연구개발 활

동이 미미한 것으로 보임

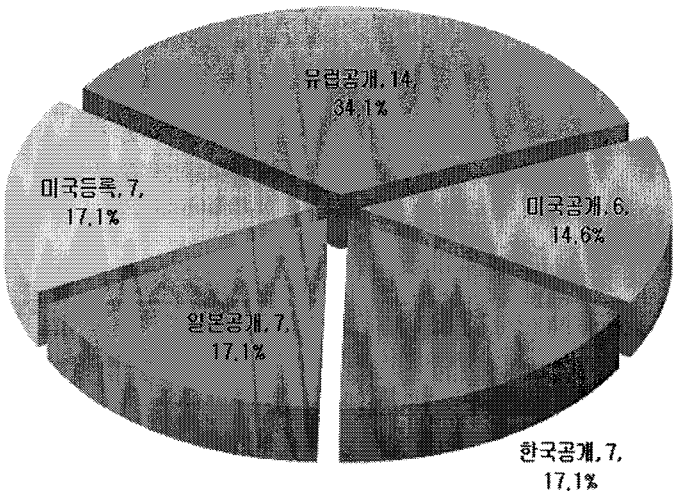


주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-13> 연도별 동향(궤도기반 대중교통수단 기술)

○ 궤도기반 대중교통수단 기술의 국가별 특허점유율을 살펴보면, 유럽공개특허의 비중이 34.1%로 다른 분야에 비해 유럽의 비중이 매우 높은 것으로 나타났음

- 한국공개특허와 미국등록특허, 일본공개특허가 모두 동일하게 17.1%의 점유율을 보이고, 미국공개특허가 14.6%의 점유율을 보임



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허: 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-14> 국가별 점유율(궤도기반 대중교통수단 기술)

② 주요 출원인

○ 궤도기반 대중교통수단 기술의 주요출원인은 매우 적은 출원동향으로 인하여, 실질적인 주요출원인은 없는 것으로 파악됨

- 한국공개특허에서는 주식회사 스카이카가 3건의 특허출원을 하였고, 일본에서는 히타치가 2건의 출원, 유럽에서는 Iveco France S.A.가 3건, sterreichische Automobilfabrik가 2건, DELACHAUX S.A.가 2건의 출원을 하였고, 미국에서는 POSCO 등이 각각 1건씩을 출원한 것이 전부임

<표 3-9> 주요 출원인(궤도기반 대중교통수단 기술)

한국		일본		유럽		미국	
출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
주식회사 스카이카	3	HITACHI LTD	2	Iveco France S.A.	3	POSCO	1
POSCO	1	HITACHI CABLE LTD	1	sterreichische Automobilfabrik, F-GR & STIFT AG	2	Alcatel Lucent	1
		MITSUBISHI ELECTRIC CORP	1	DELACHAUX S.A.	2	MH2 TECHNOLOGY LAW GROUP	1
		NIPPON KOTSU KEIKAKU KYOKAI	1	ABY, Stig	1	NUTTER MCCLENNEN & FISH LLP	1
		SHIN MEIWA IND CO LTD	1	GEC ALSTHOM TRANSPORT SA	1	Westinghouse Air Brake Company	1

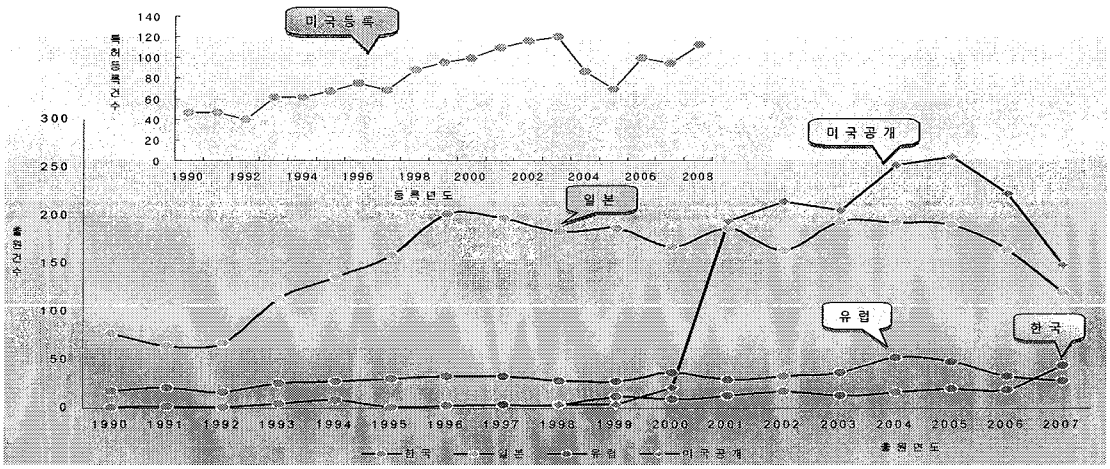
주 : 1) 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.01.01~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.01.01~2008.12.31(등록년도 기준)
2) 제1출원인 기준

(나) 자전거 기술

① 연도별 동향

○ 자전거 기술의 연도별 동향을 살펴보면, 미국등록특허에서는 전반적으로 증가하는 동향을 보이고, 일본의 경우에는 전반적으로 유지되다가 최근에 다소 감소하는 경향을 보이며, 한국의 경우에는 최근에 증가하는 경향을 보임

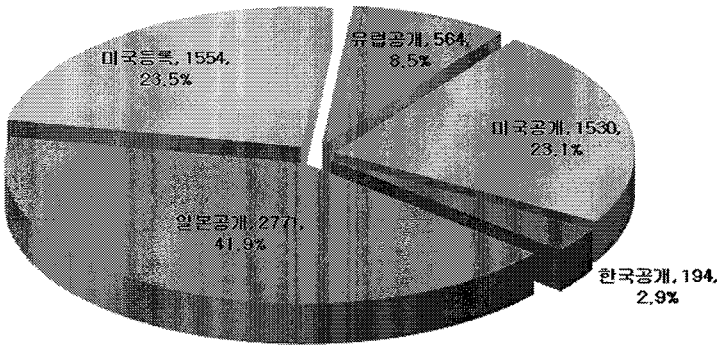
- 미국등록특허의 경우 2004년 이후에 급격한 감소와 불안정한 동향을 보이고 있으며, 비교적 다시 증가하는 형태를 보임
- 일본의 경우에는 1992년 이래로 계속적으로 증가하는 모습을 보이다가, 특별히 증가되는 모습 없이 유지되다가, 최근 2006년, 2007년에 감소하는 경향을 보임
- 유럽의 경우에는 별다른 등락 없이 유지되고 있음
- 한국의 경우에는 대체로 저조한 특허동향을 보이다가, 2000년도 이후부터 점차적으로 출원건수가 증가하고 있으며, 특히 2007년도에 급증하려는 모습을 보임



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-15> 연도별 동향(자전거 기술)

○ 자전거 기술의 국가별 점유율은 일본공개특허가 41.9%로 높은 점유율을 보이며, 그 다음으로 미국등록특허(23.5%), 미국공개특허(23.1%)가 높은 점유율을 보여주고 있으며, 한국특허는 2.9%로 매우 저조한 점유율을 보여주고 있어, 이 분야에 있어 선진국에 대한 기술종속도가 높을 것으로 판단됨



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-16> 국가별 점유율(자전거 기술)

② 주요 출원인

○ 자전거 기술의 주요출원인은 한국의 경우에는 혼다 기켄 고교 가부시키가이샤가 21건으로 가장 많은 출원건수를 보유하고 있으며, 일본의 경우에는 HONDA MOTOR CO LTD가 262건으로 압도적인 출원건수로 1위를 차지하고 있고, 유럽의 경우는 삼성전자가 24건으로 1위를 차지하고 있으며, 미국의 경우에는 CHRISTIE, PARKER&HALE가 60건으로 높은 점유율을 보이고 있음

- 한국의 경우 개인출원인이 다수의 관련특허를 보유하고 있는 것으로 나타난 반면에, 일본, 유럽 등에서는 주요 대기업이 주요출원인으로 나타나고 있음

<표 3-10> 주요 출원인(자전거 기술)

한국		일본		유럽		미국	
출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
혼다 기켄 고교 가부시키가이샤	21	HONDA MOTOR CO LTD	262	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	24	CHRISTIE, PARKER & HALE	60
권혁숙	10	YAMAHA MOTOR CO LTD	132	ABUS AUG. BREMICKER SNE KG	19	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	59
대림자동차 공업주식회사	7	SUZUKI MOTOR CORP	117	Honda Giken Kogyo K.K.	15	IBM Corp.	35
손영석	6	BRIDGESTONE CYCLE CO	52	HONDA MOTOR CO LTD	14	Birch Stewart Kolasch & Birch	25

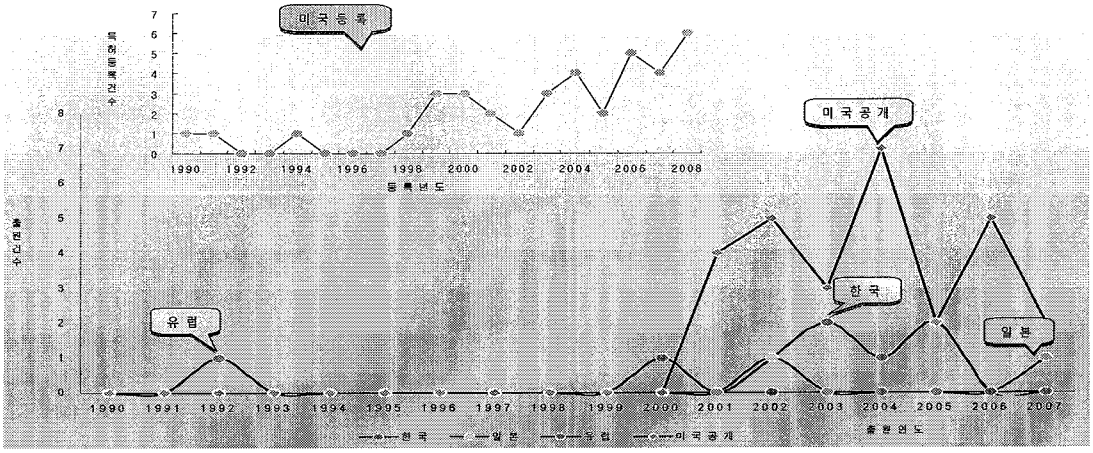
최진만	6	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	47	SHIMANO INC	12	International Business Machines Corporation	21
		YOKOHAMA TOKUSHU SENPAKU CO LTD	47	LG ELECTRONICS INC	12	Intel Corporation	19
		NIKKO:KK	44	Aug. Winkhaus GmbH & Co. KG	12	Ericsson Inc.	19
		NIKKOO:KK	42	YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA	10	Chrysler Corporation	19
		SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	34	Luma Industrias, S.A.	8	Abbott Laboratories	18
		Asahi Denso Co., Ltd.	31	STENMAN HOLLAND B.V.	8	LG ELECTRONICS INC	17

(다) 자동화 개인운송수단 기술

① 연도별 동향

○ 자동화 개인운송수단 기술의 동향을 살펴보면, 대체적으로 2000년대부터 관련 출원이 발생하고 있는 것으로 나타남

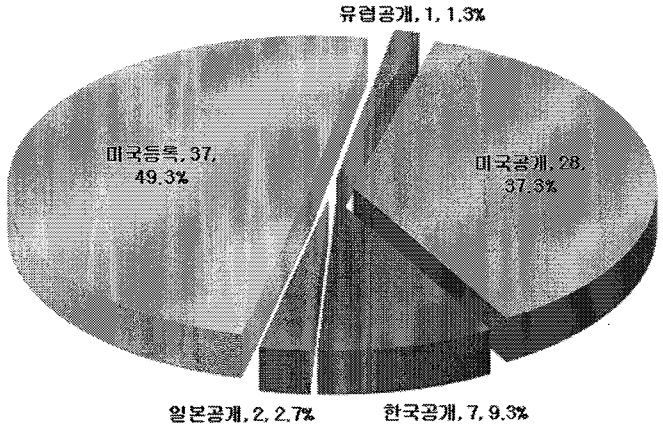
- 1990년대에 몇 건의 출원건수를 보이고 있기는 하나, 거의 관련출원이 안되어 오다가 최근 들어 연구개발이 이루어지고 있는 분야로 보임
- 미국등록특허 및 미국공개특허에서 2000년도부터 출원이 증가하고 있음
- 한국, 일본, 유럽의 경우 극히 적은 출원건수를 보여주고 있음



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-17> 연도별 동향(자동화 개인운송수단 기술)

○ 자동화 개인운송수단의 국가별 점유율은 미국등록특허가 49.3%, 미국공개특허가 37.3%로 미국에서 압도적인 우위를 점하고 있음



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-18> 국가별 점유율(자동화 개인운송수단 기술)

② 주요 출원인

○ 한국의 경우 세그웨이 시스템즈가 5건의 특허출원건수를 보유하고 있으며, 일본 및 유럽에서는 해당 기술에 대한 출원건수를 찾아보기 힘들며, 미국에서는 DEKA PRODUCTS가 6건, Cook Technologies Inc.가 5건 등의 점유율을 보여주고 있음

<표 3-11> 주요 출원인(자동화 개인운송수단 기술)

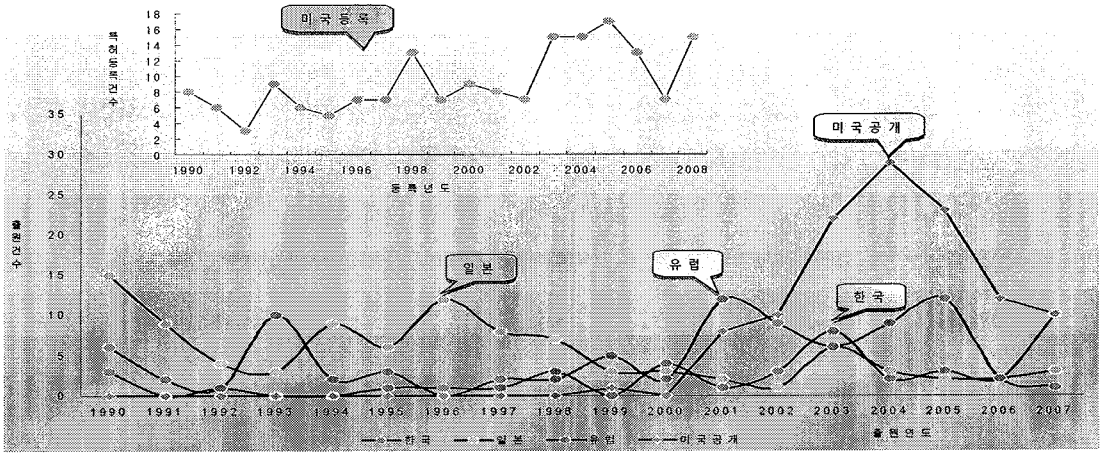
한국		일본		유럽		미국	
출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
세그웨이 시스템즈, 엘엘씨	5	DEKA PRODUCTS LP	1	Etablissements POIRIER Socianonyme	1	DEKA PRODUCTS LP	6
데카 프로덕츠 리미티드 파트너쉽	1					Cook Technologies, Inc.	5
크라운 이큅먼트 코포레이션	1					BROMBERG & SUNSTEIN LLP	4
						WOODCOCK WASHBURN LLP	2
						Biketoo, Incorporated	2

(라) 복합수송수단 기술

① 연도별 동향

○ 복합수송수단 기술 분야의 연도별 동향은 전반적으로 등락을 반복하는 혼재된 모습을 보여주고 있음

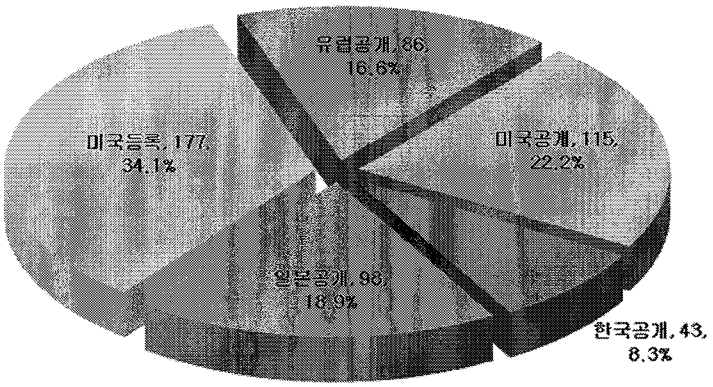
- 미국등록특허는 등락폭이 심한 가운데에 전반적으로는 다소 증가하고 있는 것으로 보이며, 특히 2003~2006년 구간에 급증한 모습을 보였으나, 2007년에 급감하면서 안정적인 증가곡선을 이루지 못함
- 일본의 경우에는 1990년에 가장 많은 출원건수를 보이고, 이후에 대체로 감소하는 추세를 보이며 등락을 반복하는 동향을 보여주고 있어, 미국과는 상반되는 모습의 동향을 보임
- 유럽의 경우에는 저조한 출원건수를 보이다가 2001년부터 출원건수가 증가한 모습을 보이지만, 2006년부터 다시 저조한 출원동향을 보임
- 한국의 경우에는 저조한 동향을 보이다가 2000년도부터 등락을 보이며 다소 증가하는 모습을 보임



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-19> 연도별 동향(복합수송수단 기술)

○ 복합수송수단 기술 분야의 국가별 점유율은 미국등록특허가 34.1%, 미국공개특허가 22.2%, 일본공개특허가 18.9%, 유럽공개특허가 16.6%, 한국공개특허가 8.3%의 점유율을 보임



주 : 분석구간: 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허: 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-20> 국가별 점유율(복합수송수단 기술)

② 주요 출원인

○ 복합수송수단 기술 분야의 주요출원인은 Gibbs Technologies Ltd로 한국에 18

건, 유럽에 31건, 미국에 30건을 출원 및 등록하여 전 세계적으로 많은 특허를 출원 및 등록받고 있는 것으로 보임에 따라, 세계 시장 선점에 대한 의지가 높은 것으로 볼 수 있으며, 이러한 특허활동은 Gibbs Technologies Ltd가 이 기술 분야에서 주요한 기술선점 기업, 또는 독점기업일 확률이 높은 것을 의미하며, 이 분야의 연구 개발시에 반드시 Gibbs Technologies Ltd의 특허를 조사 분석하여 연구개발 방향 또는 특허장벽 등을 충분히 검토하여야 할 것으로 판단됨

- 일본의 경우에는 Gibbs Technologies Ltd의 특허출원이 저조하며, 이는 일본에서는 이 분야의 사업성이 높지 않을 확률이 높으며, 특허장벽이 높을 가능성도 클 것으로 추측됨

<표 3-12> 주요 출원인(복합수송수단 기술)

한국		일본		유럽		미국	
출원인	**건수**	**출원인**	**건수**	**출원인**	**건수**	**출원인**	**건수**
깁스 테크놀로지스 리미티드	18	ISUZU MOTORS LTD	14	Gibbs Technologies Ltd	31	Gibbs Technologies Ltd	30
에프엠씨 코포레이션	3	KUBOTA CORP	14	A.R.I.S. S.p.A.	7	FULWIDER PATTON	12
이종수	2	HITACHI ZOSEN CORP	8	AQUASTRADA INTERNATIONAL CORPORATION	7	YOUNG & BASILE, P.C.	5
		Koyo Engineering Co., Ltd.	4	FMC Corporation	4	United Defense LP	5
		ASHIDA HIROSHI	3	Covelink Marine Limited	3	Wilco Marsh Buggies & Draglines Inc.	4
						FMC Corporation	4
						Ride the Ducks International, LLC	3
						CALFEE HALTER & GRISWOLD, LLP	3
						AQUASTRADA INTERNATIONAL CORPORATION	3
						A.R.I.S. S.p.A.	3
						미해군	3

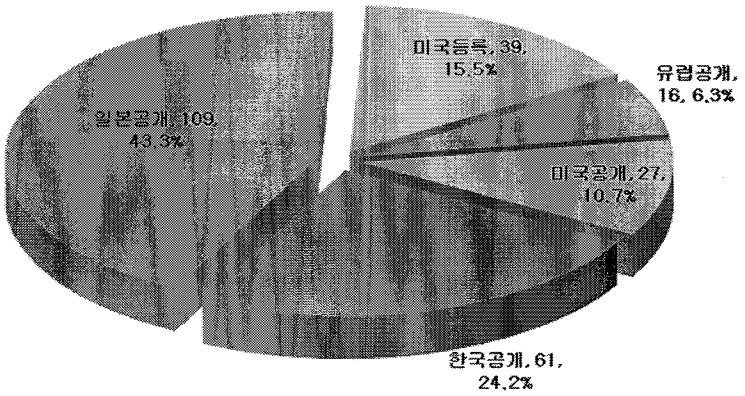
(마) 대체에너지 공급시설

① 연도별 동향

○ 대체에너지 공급시설의 연도별 출원동향을 살펴보면, 미국과 일본에서는 2003년 이후에 급증하는 형태를 보이고 있으나, 전반적으로 등락폭이 심한 모습을 보임

- 미국의 경우에는 1998년 이후 전반적인 증가형태를 보이나, 2002년과 2008년에 급격한 감소형태를 보임
- 일본의 경우에는 2002년부터 급격하게 출원건수가 증가하였다가 2003년에 정점을 찍은 후, 2004년에 급격하게 감소 한 후 그 상태를 유지하는 모습을 보임
- 한국의 경우에는 심하게 등락을 반복하며 비슷한 수준을 유지하고 있는 것으로 보임
- 유럽의 경우에는 매우 저조한 특허활동을 보임

○ 대체에너지 공급시설의 국가별 점유율은 일본공개특허가 43.3%로 가장 높은 점유율을 보이고 있으며, 그 뒤로 한국공개특허가 24.2%로 많은 점유율을 보이고 있고, 미국등록특허는 15.5%, 미국공개특허는 0.7%, 유럽특허는 6.3%의 순으로 점유율을 보이고 있음



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-21> 국가별 점유율(대체에너지 공급 시설)

② 주요 출원인

○ 주요 출원인을 살펴보면 대체로 자동차 업체가 주요 출원인의 위치를 차지하고 있음

- 한국의 경우에는 현대자동차가 8건으로 1위를 차지하고 있음
- 일본의 경우에는 도요타 자동차가 13건으로 1위를 차지함
- 유럽과 미국에서는 Honda Giken Koguo K.K.가 1위를 차지함

<표 3-13> 주요 출원인(대체에너지 공급시설)

한국		일본		유럽		미국	
출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
현대자동차 주식회사	8	TOYOTA MOTOR CORP	13	Honda Giken Kogyo K.K.	3	Honda Giken Kogyo K.K.	6
마송준	3	TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC	10			Hitachi Car Engineering Co. Ltd.	6
김재석	2	HONDA MOTOR CO LTD	6			Birch Stewart Kolasch & Birch	3
삼성자동차 주식회사	2	MITSUBISHI HEAVY IND LTD	6				
우벤 알로이즈	2	TATSUNO CO LTD	6				
지텍 코포레이션	2	SANYO ELECTRIC CO LTD	3				
휴우즈 에어크라프트 캄파니	2	SUMITOMO WIRING SYST LTD	3				

(바) 온실가스 배출관리 기술

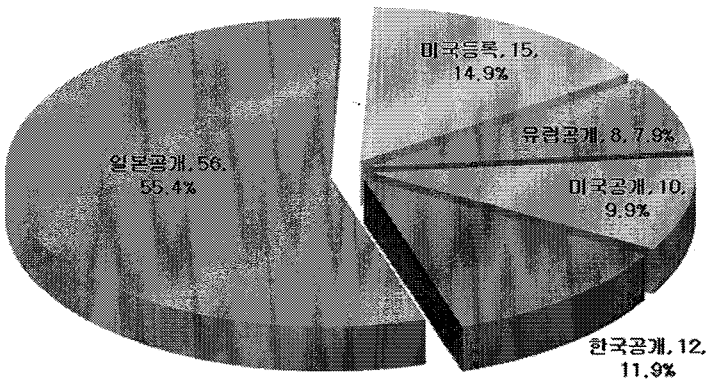
① 연도별 동향

○ 온실가스 배출관리 기술의 연도별 동향은, 일본에서 2000년도에 급증하였으나 이내 급감하며 등락폭이 심한 모습을 보여주고 있으며, 미국, 한국, 유럽 모두

3건 이하의 특허건수를 보여주고 있어, 이 분야에 대한 연구개발이 아직은 활발하지 않음을 보여줌

○ 온실가스 배출관리 기술은 일본공개특허가 55.4%로 높은 점유율을 보이고 있으며, 미국등록특허가 14.9%로 그 뒤를 잇고 있으나, 전반적으로 적은 특허출원/등록건수를 보이고 있음

- 한국공개특허의 경우 12건으로 11.9%의 낮은 점유율을 보이고 있어, 차후에 국제적인 온실가스 규제 및 배출관리 요구조건 등에 대응하기에는 무리가 많을 것으로 판단되며, 일본과의 격차 등으로도 알 수 있듯이 이 분야에 대한 연구개발이 시급할 것으로 생각됨



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허: 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허: 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

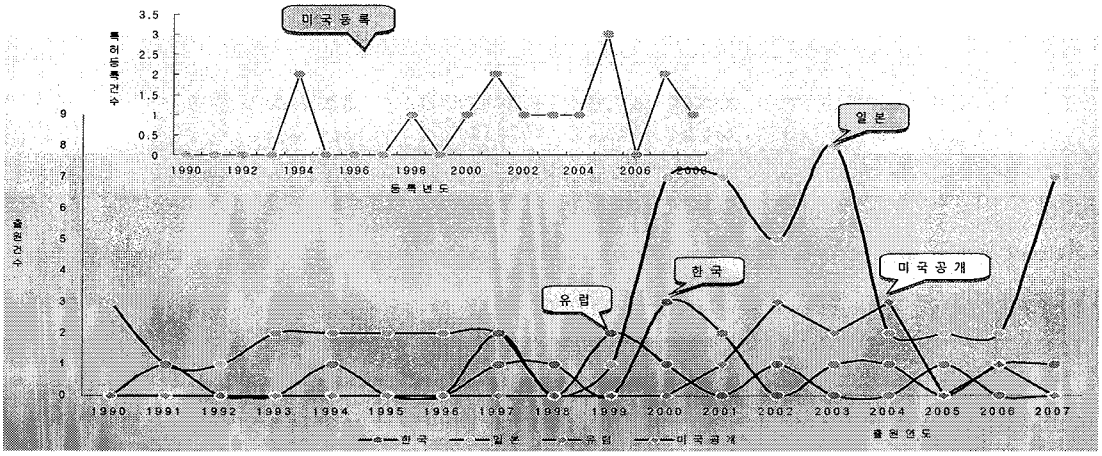
<그림 3-22> 국가별 점유율(온실가스 배출관리 기술)

② 주요 출원인

○ 온실가스 배출관리 기술의 주요출원인은 각 국가별로 다양한 양상을 보임

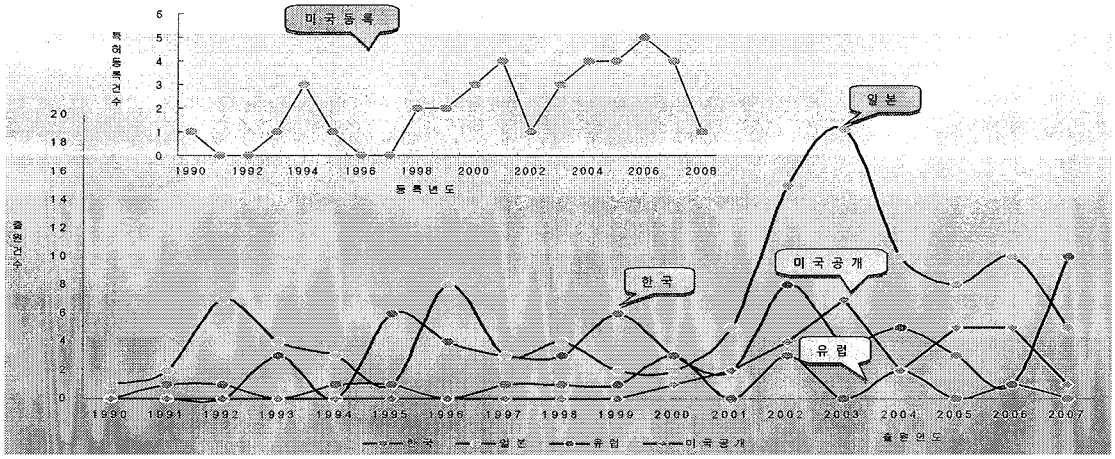
- 한국의 경우 주식회사 에니텍이 2건의 출원건수를 보유하고 있음
- 일본의 경우에는 HORIBA LTD가 8건의 출원건수를 보유함
- 유럽에서는 Ford Global Technologies Inc.가 2건의 출원건수를 보유함

- 미국에서는 폭스바겐 등 여러 개의 기업이 각각 2건씩 보유함



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-23> 연도별 동향(온실가스 배출관리 기술)



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허: 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-24> 연도별 동향(대체에너지 공급 시설)

<표 3-14> 주요 출원인(온실가스 배출관리 기술)

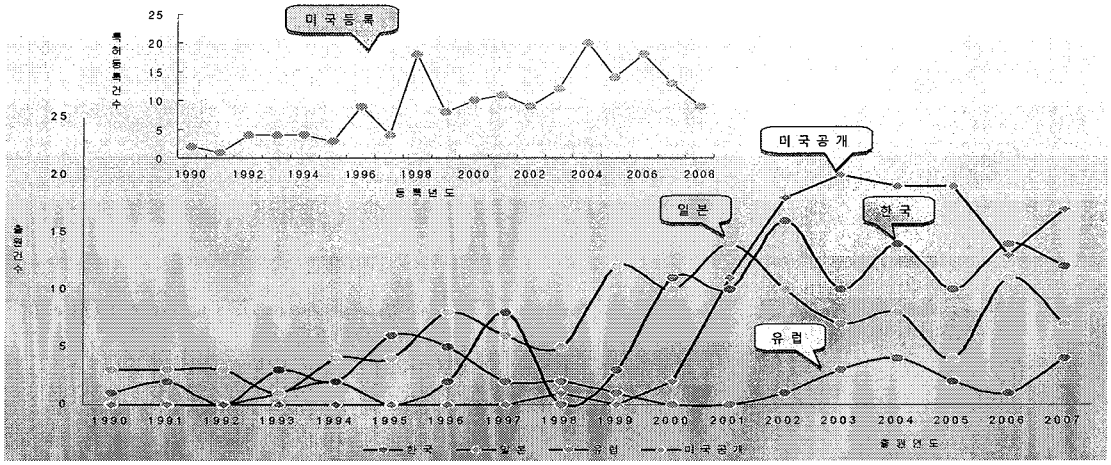
한국		일본		유럽		미국	
출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
주식회사 에니텍	2	HORIBA LTD	8	Ford Global Technologies Inc.	2	Volkswagen A.G.	2
		HITACHI LTD	4			VISTEON GLOBAL TECHNOLOGIES INC	2
		HONDA MOTOR CO LTD	4			SQUIRE, SANDERS & DEMPSEY L.L.P.	2
		TOYOTA MOTOR CORP	4			Honda Giken Kogyo K.K.	2
		NGK SPARK PLUG CO LTD	3				

(사) 실시간 위치파악시스템

① 연도별 동향

○ 실시간 위치파악시스템 분야의 연도별 동향을 살펴보면, 유럽을 제외한 미국, 일본, 한국에서 등락을 반복하고 있기는 하지만 전반적으로 증가하는 추세를 보임

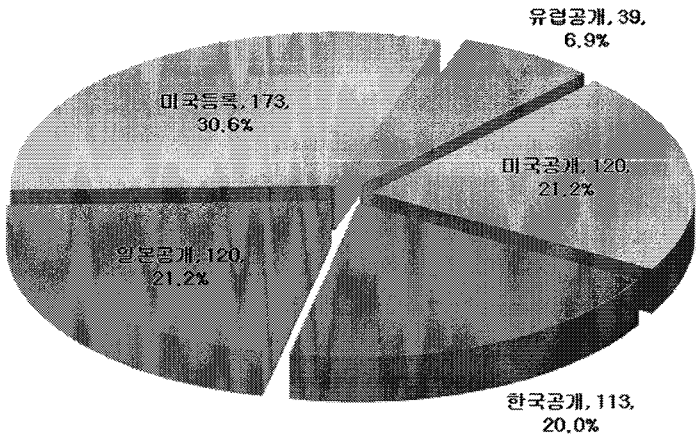
- 미국의 경우 1992년부터 점차적으로 증가하는 추세를 보여주고 있으며, 2007년, 2008년에 감소하는 모습은 미국의 경기침체의 영향으로 보임
- 한국은 1999년 이후에 급증하여 10~15건 사이에서 등락을 반복하여 유지되고 있는 형태를 보임
- 일본은 점차적으로 증가하는 모습을 보이다가 2002년부터 다소 감소하는 추세를 보이고 있음



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-25> 연도별 동향(실시간 위치파악 시스템)

○ 실시간 위치파악시스템 분야의 국가별 점유율은 미국등록특허가 30.6%로 가장 높은 점유율을 보이며, 일본공개특허와 미국공개특허가 동일하게 21.2%의 점유율을 보이고, 한국공개특허도 20%로 고른 특허 점유율을 보임



주 : 분석구간 : 한국, 일본, 유럽, 미국 공개특허 : 1990.1.1~2007.12.31(출원년도 기준)
미국 등록특허 : 1990.1.1~2008.12.31(등록년도 기준)

<그림 3-26> 국가별 점유율(실시간 위치파악 시스템)

② 주요 출원인

○ 실시간 위치파악시스템 분야의 주요출원인은 전반적으로 전자제품 회사가 상위에 랭크되어 있음

- 한국특허의 경우에는 엘지전자가 9건으로 가장 많은 특허출원건수를 보유하고 있으며, 그 뒤로 주식회사 혁신전공사가 7건, 에스케이 텔레콤이 5건, 주식회사 이비가 5건, 한국철도기술연구원이 5건의 특허출원을 보이고 있음
- 일본의 경우에는 도시바가 13건을, 히타치가 12건을 출원하여 각각 1, 2위를 차지하고 있으며, NEC가 5건을 출원함
- 유럽에서는 Advanced Micro Devices가 3건, GEC ALSTOM TRANSPORT SA가 3건으로 공동 1위를 차지함
- 미국에서는 Quantum Engineering Inc.가 20건의 특허를 보유하여 1위를 차지함

<표 3-15> 주요 출원인(실시간 위치파악 시스템)

한국		일본		유럽		미국	
출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수	출원인	건수
엘지전자 주식회사	9	TOSHIBA CORP	13	Advanced Micro Devices	3	Quantum Engineering Inc.	20
주식회사 혁신전공사	7	HITACHI LTD	12	GEC ALSTHOM TRANSPORT SA	3	Supervisor, Patent Prosecution Services PIPER RUDNICK LLP	11
에스케이 텔레콤 주식회사	5	NEC CORP	5	Hewlett-Packard Company	2	HITACHI LTD	9
주식회사 이비	5	RAILWAY TECHNICAL RES INST	5	SIEMENS AG	2	HAYNES AND BOONE, LLP	7
한국철도 기술연구원	5	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	4			DLA PIPER RUDNICK GRAY CARY US LLP	5
삼성전자 주식회사	4	NIPPON TELEGR & TELEPH CORP	4			Advanced Micro Devices	5
케이디통신 주식회사	3	SONY CORP	4			Westinghouse Air Brake Company	4
		HITACHI DENSHI LTD	3			Texas Instruments Incorporated	4

		JAPAN RADIO CO LTD	3			NIKOLAI & MERSEREAU,	4
		MITSUBISHI ELECTRIC CORP	3			International Business Machines Corporation	4

다. 소결 및 시사점

○ 지속가능교통시스템 전반의 특허동향은, 유럽을 제외한 미국, 일본, 한국에서 모두 대체적으로 증가하는 동향을 보이고 있음

- 그러나 한국의 경우 IMF 외환위기에 특허활동이 급감한 이래 다시 증가하고는 있으나, 1996년도의 특허출원건수에는 아직 미치지 못하고 있는 실정으로, 이 분야에 대한 연구개발 및 관심이 필요할 것으로 보임

○ 지속가능교통시스템 전반적으로 미래형 자동차의 점유율이 압도적으로 높음

- 따라서 자동차 관련 기업의 특허활동이 활발하여, 이에 따라 소음진동저감 기술과 Eco-driving기술에 대한 특허활동이 지나치게 집중되어 있는 경향이 있음
- 이 분야에 대한 연구개발, 시장선점 및 특허전략이 매우 치열할 것으로 판단됨

○ 꾸준히 출원되고 있는 기술 분야 중에, 자동차 관련 기업들에 의해 경쟁이 치열한 분야인 미래형 자동차, 소음진동저감기술, 에코드라이빙을 제외한 분야는 자전거와 도시철도 및 경량전철기술임

- 이중 자전거 기술은 미국과 일본에서 꾸준한 연구개발로 기술선점이 이루어진 반면에 한국의 경우에는 이 분야에 있어 최근에서야 연구개발이 활발해지고 있어 다소 늦은 감은 있으나, 녹색성장의 측면에서 많은 관심과 연구개발이 필요할 것으로 생각됨
- 일본과 미국의 자동차 회사들이 자전거 기술 분야에 비교적 많은 특허활동을 보이고 있는 것에 대해, 국내의 자동차 업계에서 이러한 부분에 대해 검토해 볼 여지가 있을 것으로 생각됨

○ 전 세계적으로 최근에 특허활동이 활발한 분야는 대체에너지 공급시설, 실시간 위치파악 시스템, 온실가스 배출관리 기술, 복합수송수단, 고속철도, 환승터미널

기술 등이며, 한국의 최근 5년간의 특허활동으로 볼 때, 복합수송수단과 대체에너지 공급시설 기술에 대한 연구개발이 활발한 것으로 나타나, 국제적인 연구개발 트렌드와 비교적 유사한 분야로 판단됨

- 특히, 대체에너지 공급시설 기술의 한국특허 점유율이 높게 나타나, 앞으로 활발하게 연구개발을 한다면 일본과의 기술격차를 충분히 줄일 수 있을 것으로 생각됨
- 복합수송수단 기술에 있어서는 일본의 경우는 오히려 특허활동이 줄어들고 있는 분야이며, 미국의 경우에는 증가하고 있어, 연구 개발시에 미국을 주요 경쟁상대로 인식하고 연구개발 전략을 수립하여야 할 것으로 판단됨

○ 지속가능교통시스템 분야는 단순한 연구개발이 아닌, 친환경, 국제사회의 필요에 의한 기술획득, 기술선점, 에너지 문제 등의 중요하고 다양한 당면과제와 밀접한 연관을 갖는 기술 분야로, 기업마다 관심분야가 극명하게 다르게 나타나고 있으며, 전 세계적으로는 연구개발이 증가하고 있는 분야이므로, 각 기술별로 특성을 고려하여 연구개발 전략을 수립하여야 할 것으로 생각됨

제3절 국외 기술개발 동향

1. 개요

○ 관련기술의 국외동향을 정확히 파악하는 것은 한계가 있음

○ 주요국의 동향 역시 단편적이며 제한적인 정보이며 효과적인 정보수립을 위해서는 많은 비용과 시간을 필요로 함

○ 이에 본 과제에서는 최근 발표한 일본의 과학기술 예측조사와 본 연구진이 영국교통연구소에 의뢰하여 수행한 유럽의 기술동향에 대하여 다루고자 함

2. 일본의 기술개발 동향

○ 우리나라 과학기술 환경은 각 분야마다 다소의 차이는 있으나 일본의 과학기술 환경과 유사함

- 이에 일본의 과학기술 예측을 살펴보고자 함

○ 일본은 문부과학성 산하 과학기술정책연구소(National Institute of Science and Technology Policy)에서 향후 30년간의 과학기술 발전방향을 파악하기 위해 분야별 전문가를 대상으로 과학기술 예측조사를 실시

- 가장 최근의 자료는 2005년 5월에 발표한 '제8회 과학기술 예측 조사'로 예정보다 2년 먼저 실시되었음
- 이는 일본 제3기 과학기술기본계획(2006~2010년)에 그 결과를 반영하기 위함임
- 이번 조사는 2020년을 중심으로 최종목표연도 2035년의 사회·경제와 과학기술을 둘러싼 변화의 예측과 과제를 도출하고 발전 시나리오를 모색하는 조사임

○ 이 연구소는 과학기술 예측 조사를 위해 기술 전문가로 구성된 기술분과위와 인문·사회 전문가로 구성된 수요분과위를 설치하여 조사대상 과제 13개 분야, 130개 영역, 858개 과제에 대한 미래 예측 조사를 수행

- 13개 분야는 정보통신 분야, 일렉트로닉스 분야, 생명과학 분야, 보건·의료·복지 분야, 농림수산 식품 분야, 프론티어 분야, 에너지자원 분야, 환경 분야, 나노기술 및 재료 분야, 제조 분야, 산업기반 분야, 사회기반 분야, 사회기술 분야 임

○ 일본 과학기술 예측의 특징은 다음과 같음

- 단순한 미래예측에서 시작되었던 조사가 최근에는 정책 또는 연구의 우선순위 결정을 위한 실행계획 수립 목적으로 발전하고 있음
- 또한 최근의 사회·경제 부문의 수요(needs)를 체계적으로 반영하고 있음
- 향후 10년간 중점 과학기술 분야가 무엇인지를 열거
- 경쟁국과의 기술 비교 및 대정부 정책 건의 우선순위로 제시

○ 일본 과학기술 상위 100개 과제에 대한 최근 흐름

- 일본 과학기술 상위 100개 과제를 살펴보면 그동안 환경, 정보, 생명과학의 강세에서 최근에는 자연재해와 기타(인적자원, 나노 기술) 분야로 이동하고 있음

<표 3-16> 일본 과학기술 100대 과제의 흐름

기술구분	1992년(5회)	1997년(6회)	2001년(7회)	2005(8회)
환경	28	25	26	17
정보	10	24	21	13
생명과학	37	17	26	19
자연재해	9	11	8	23
신에너지	6	11	10	8
기타	10	12	9	21

자료 : 일본 문부과학성, 『제8회 과학기술예측』, 2005

○ 동 보고서의 교통관련 미래기술을 정리하면 다음과 같음

<표 3-17> 일본 미래 교통관련 과학기술

대분류	영역	과제
전자	자동차 전자 부문	- 특정지점까지 자동운전시스템 - 교통사고 예측 및 회피센서를 장착한 차량 자동화 시스템 - 100Mbps 이상의 차량간 또는 차량-기지국 통신 기술

환경	도시환경	- 미세먼지, NOx 등을 배출하지 않는 청정연료 - 대도시에서 교통량을 최적화 또는 최소화하는 교통수요관리 - 배출인벤토리 검증
사회기반	신교통시스템 기술	- 고령자 및 교통약자 운전 지원 시스템
	교통안전기술	- 차량 충돌 회피 시스템
	교통부문 환경관리	- 교통수단간 최적의 연계·환승(연계시간 및 비용 감소) - 연료전지 수송시스템(차량, 선박 등) - 배기가스 처리 기술(육상 및 해상교통)
	효율적인 물류시스템 기술	- 물류비용 및 배기가스 저감 친환경 물류시스템

자료 : 일본 문부과학성, 『제8회 과학기술예측』, 2005

3. 유럽의 기술개발 동향[30)]

○ 영국 교통연구소(TRL)는 유럽의 저탄소 교통기술을 다음의 세 가지로 구분하여 제시

- 차량 및 연료기술
- 도시교통기술
- 비동력 교통기술

○ 차량 및 연료기술

<표 3-18> 차량 및 연료기술 주요내용 요약

기술	고려사항
하이브리드 차량	- 배터리 교환 및 재생 - 도시외곽에서는 편익이 제한적
전기 차량	- 배터리 수명, 배터리 교환 및 재생 - 짧은 차량운행거리, 긴 충전시간 - 고가격
수소 차량	- 기반시설 구축에 대대적인 투자가 필요 - 연료생산에 큰 영향 - 연료전지의 짧은 수명
전기차 및 수소 차량 기반시설	- 수소 차량 기술의 상용화까지는 다소 시간이 걸림 - 전기차는 기반시설 구축이 상대적으로 용이하나 현재의 용량상태는 국가별로 상이

30) 주관연구기관인 한국교통연구원의 위탁연구기관인 영국 교통연구소(TRL)의 조사 자료임

○ 도시교통기술

<표 3-19> 도시교통기술 주요내용 요약

기술	고려사항
에코드라이빙	- 개입 수준에 대한 경제적 영향 - 여행시간 변경에 대한 사회적 영향 - 장기효과에 대한 측정 어려움
속도제어	- 기반시설 설치 및 유지보수에 대한 경제적 비용 - 고정식 단속카메라에 비하여 평균속도 단속카메라는 가감속을 더 유발할 가능성
차량점유율	- 보행, 대중교통과 같은 대체 수단에 대한 영향 - 대중교통 활용 제고
지능형 교통시스템	- 신뢰도와 가격 효용성
통합 발권	- 발권 기반시설 - 초기비용
도시접근 제어	- 저비용수준에서는 대안이 가능 - 교통이용자에게 많은 정보제공이 되어야 함
교통수요관리	- 세제혜택과 같은 편익이 TDM 기술을 적용하는 회사에 부여되어야 함 - 개개인의 특성을 모두 반영하기에는 한계

○ 비동력 교통수단 기술

<표 3-20> 비동력 교통수단 기술 주요내용 요약

기술	고려사항
보행과 자전거	- 안전시설의 추가적인 설치 - 안전하고 편리하고 즐거움이 있는 보행로 개발 - 보행 도로 안내기능 필요
교통정보	- GPS 기반기술
자동차 공동이용	- 주차 금지일에는 자동차 공동 이용률을 제고 - 타 회사와 공동으로 자동차공동이용은 안전부문을 강화해야 함

4. 전략 프로젝트 관련기술 동향

○ 본 내용에서는 제4장의 핵심기술 및 전략프로젝트 내용대로 주요 관련기술의 국내·외 개발동향에 대하여 살펴보기로 함

가. 교통시설기술 부문

(1) 근거리 개인교통기반 시설 관련 기술

○ 진출입로 유도, 전용신호등 적절성 등 안전성 평가기술

- EUSKA, VISUM

○ 자전거 도난방지 RFID 기반 공용자전거 운영기술

- Velib, Stadtrad, Oybike

○ 자전거대여시스템은 GPS기술을 활용하여 위치정보 등을 제공하고 있으나 출발지 보관-환승지 보관 및 대여-대중교통탑승-대중교통 하차 등과 같은 통행행태 상에서 기술적인 연계가 이루어지지 않고 있음

○ 전 세계적으로 실행된 예가 없고 국외에서 개념이 처음 소개됨

- 미국의 Transglide 2000
- 캐나다의 Velo-city

○ 국외에서는 철도시설에 자전거를 탑재할 수 있도록 운영하고, 자전거 거치시설도 설치하여 운영하고 있으나 자전거 자체의 규격을 표준화한 사례는 발견되지 않음

- 덴마크 코펜하겐의 지하철에는 자전거 거치대와 간이의자가 설치된 자전거 전용칸이 있으며, 이용객은 별도의 운임을 지불하고 자신의 자전거를 휴대하여 이동함
- 네덜란드, 베를린, 동경 등의 지하철에서도 자전거 전용칸을 운영하고 있음
- 무게가 가볍고 부피가 작은 일부 접이식 자전거 등은 대중교통과 연계하여 이용할 수 있으나, 이들 자전거는 일반 자전거에 비해 이동성이 떨어짐

○ 국내에서는 2009년 지하철에 자전거를 탑재할 수 있는 전용칸의 운영을 시행하도록 하였으나 이를 지원하기 위한 역이나 개찰구 등 시설에 대한 기준이 없음

- 코레일은 2009년 6월 20일부터 중앙선 전철에 자전거 전용칸을 시범적으로 운영하고 있으나 별도의 시설 없이 전용칸을 운영하는 수준임

(2) 대체에너지 기반시설 관련기술

(가) 국외 유사 시스템 운영 현황

○ 현재 이스라엘, 파리 등 외국에서는 전기차 운행을 앞두고, 자국에 적합한 충전기술을 개발하고 있음. 특히 Better Place는 전기차를 운행예정 국가의 기업과 공동으로 기술개발을 시도하고 있음

○ 미국

- 24억 USD·지원 계획(2009. 3), 2015년까지 PHEV 100만대 보급, 고성능 고효율 배터리 개발(15억), 충전인프라 구축(4억), 기술자훈련 등 기반조성 사업(5억), 전기 모터 및 기타 설비 개발(5억)
  - 배터리 등과 전기자동차 부품의 공급체인을 구축하고 있음
  - 샌프란시스코 또는 하와이 등지에서 인프라 구축 작업 부분적 진행 : Better Place사는 휴대폰 요금제도에 착안한 전기 자동차 인프라 확충 프로젝트 비즈니스 모델로 캘리포니아 주정부, 이스라엘, 덴마크, 호주 등과 전기자동차 인프라 구축계약 수주

○ 일본

- 전기자동차 시장 진출 계획 : 미쓰비시 자동차 i MiEV(2009년), 닛산자동차, 후지중공업(2010년), 도요타 자동차 PHEV(2010년)
- Li-ion 배터리 개발 협력관계 : 도요타 자동차-마쓰시타 전기산업, 닛산 자동차-NEC, 미쓰비시 자동차-지에스유아사, VW자동차-산요전기, GM-히타치 제작소
- 후지중공업(R1e)와 미쓰비시 자동차(i MiEV)는 리스 방식의 전기자동차 판

매 전략을 도입하여 회사 및 지자체 대상 마케팅 계획에 있음

- 닛산 자동차는 2010년 일본과 북미지역 판매 목표로 전기자동차 전용 차량을 개발중이며 도요타 자동차는 2010년 상반기에 전기자동차 양산을 개시 예정

○ 프랑스

- 50만개의 전기 충전소 확대 보급 계획(~2020년)
- 르노-닛산 Alliance의 전기차 공급(1~2만대 규모, ~2011년)
- 프랑스 환경청(ADEME)은 11개의 전기자동차 R&D 프로젝트 추진계획 발표.
- Renault, EDF 등이 참여하는 VEGA/THOP, MHYGALE 등 11개 부문으로 4년간 4억 유로를 투자할 계획임

○ 이스라엘

- Better Place社와 Dong Energy社의 전기차 보급 계약
- 1억 3백만 유로(1억 3천만 달러 상당)

○ 중국

- 10차/11차 5개년 계획(2000~2005, 2006~2010)에 의거 '에너지절약과 신에너지 자동차 중대 프로젝트' 추진
- '10개 도시 1,000대 차량' 전기자동차 시범 프로젝트(3년을 기한으로 매년마다 10개 도시에서 1,000대의 신에너지 자동차를 교통수단으로 이용) 추진 : 교통수단에는 버스, 택시, 택배 자동차, 업무용 자동차가 포함됨
- 2009. 1. 6 후베이성 우한시에 하이브리드 버스가 대중교통 수단으로 공식 이용 : 지난 5년 동안 시내에 28개 전기자동차 충전소가 구축되어 있으며, 2008년 9월 기준 319대 각종 전기자동차가 시범 운영에 들어갔음
- 세계적 리튬철인산염 배터리 제조회사 BYD 그룹 자회사가 덴마크 전기자동차 시장에 진출하여 미국의 Better Place사와 경쟁 : 리튬철인산염 타입의 배터리 사용(10년 이상의 노하우 축적). 1회 충전으로 400km 주행 가능. 전용 고압 충전소에서 충전할 경우 10분에 50% 충전가능(완전충전 1시간)

(나) 문제점

- 2010년 전기 자동차 출시에 맞춰 전력회사들은 충전시스템용 급속 충전장치

개발에 박차를 가하고 있음

- 도쿄전력은 요코하마시의 전원제조업체 등과 15분 정도면 충전되는 급속충전장치를 개발함 : 본체가격과 설치비용을 합하면 대당 400만 엔 정도가 될 전망
- 규수전력도 약 20분 만에 80% 가량의 충전이 가능한 급속충전장치를 개발해 현재 실증시험을 하고 있음[31]
- 스위스, 프랑스, 노르웨이, 이탈리아, 독일 등에서 가장 활발하게 전기자동차가 판매되고 전기차를 위한 급속충전시설도 국가 예산을 들여 설치되고 있는 실정[32]
- G.M.의 자회사인 Delco Electronics를 통해 개발한 6.6kW급의 전기자동차용 충전기를 캘리포니아 지역에서 시운전 중임
- 국외의 충전방식은 트랜스포머 방식이 가장 많이 사용되고 있으며 크고 무거운 단점이 있으며 충전기 고장시 충전이 불가능 함
- 고주파 스위칭 통합방식은 단일 모듈의 고용량 충전 방식. 대용량의 크고, 비싼 부품을 사용해야 하며 복잡한 내부 구조로 조립 비용이 높아 가격 경쟁력이 없음. 또한 고가의 부품으로 A/S 비용이 높으며 고장 발생시 비상 충전을 할 수 없음

(다) 국내 유사 시스템 운영 현황

○ 서울시는 시, 자치구 운행 차량의 일부를 전기차로 개조하는 사업에 대해 제작자 제안공모 방식 추진계획을 확정하였으며, 관련 중소업체가 컨소시엄을 구성하여 사업 참여를 계획하고 있음

○ 국토해양부는 제주, 서울 2개구와 경기도 2개시 등 전국 3군데 지역을 2010년 전기자동차 시범운행지역으로 선정하여 운행에 필요한 기반시설 등을 확충해 나갈 계획에 있음

(라) 문제점

- 차량, 배터리, 충전기 등 개별 기술이나 부품의 개발 등 부품소재산업에 치중

31) 출처 : 디지털타임즈
32) 출처 : 디지털타임즈

- 기존 국내·외 완성차 업체의 전기차 등과 중소기업의 저속형 근거리 전기차량(NEV : Neighborhood Electric Vehicle) 등이 난립하여 전력계통의 사양 통일과 표준이 요구됨
- 국가적 교통망이나 전력망과 연계된 전기차 인프라 관련 총체적 접근이 시도된 적이 없으며 전기차 운행 및 충전 관련 연구개발과 표준 시스템 제시가 절실히 요구됨
- 전기자동차 충전 및 운영시스템과 인프라 구축이 경쟁사에 종속될 경우 우리 독자모델 전기자동차 개발에도 커다란 장애물이 될 수 있음

나. 교통기반기술 부문

(1) 도시대중교통수단 관련기술

(가) 선진국 기술개발 동향

○ 대중교통수단의 실내 공기질을 관리하는 국가로는 홍콩을 들 수 있으며, 홍콩 "Practice Note for Managing Air Quality in Air-conditioned Public Transport Facilities : Buses(ProPECC PN 1/03), Railways(ProPECC PN 2/03)"에서는 차량 및 객차와 정거장에 대한 실내 공기질 관리방안을 제시하고 있음

○ 선진국들은 21세기 성장전략산업으로 철도부문을 설정하고 차세대 기술을 선점하기 위해 국가적인 지원과 개발이 진행되고 있으며, 녹색 신성장동력과 일자리 창출이 필요한 시점으로 봄

- 유럽 EC의 도심대중교통개발 과제인 City Mobile 프로젝트에서 주요교통수단으로 PRT로 대표되는 승객여정선택형 대중교통수단의 개발을 적극 추진하고 있음
- UAE의 두바이와 아부다비, 스웨덴 스톡홀름과 알란다공항, 영국의 다벤트리 등 유럽, 중동을 중심으로 PRT시장이 널리 확산될 전망임
- 영국의 ATS社는 PRT개발의 선두주자로서 세계최초 상용노선 개통을 앞두고 있는 상황에서 전 세계의 잠재적 PRT시장을 주도할 것으로 예상됨



<그림 3-27> 영국 Heathrow공항 ATS사의 ULTra 시스템 테스트 주행

(나) 국내 기술개발 동향 및 수준

○ 2006년 말 환경부에서는 철도, 전동차, 버스 등을 대상으로 대중교통수단의 공기질을 적정한 수준으로 관리하고자 가이드라인을 제정하여 PM_{10}, CO_2 등에 대한 공기질 권고기준, 차량의 설계·제작시 고려사항, 대중교통 운행시 고려사항 등을 구체화하였음

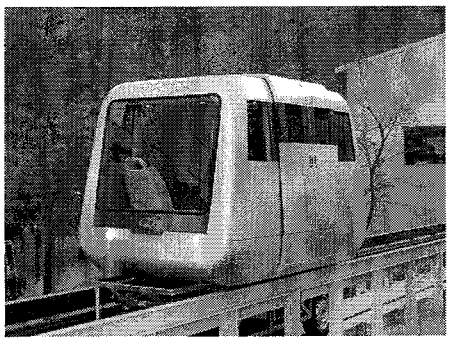
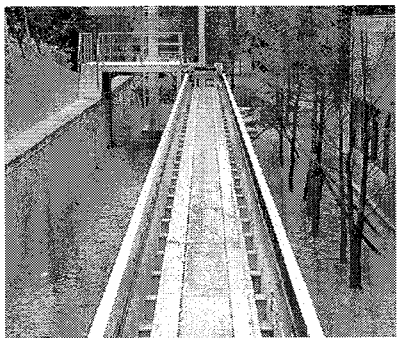
○ 승객여정선택형 대중교통수단(PRT)

- VECTUS
  - POSCO는 2002년부터 PRT 시스템 연구를 시작하여, 2005년 영국 등 해외 전략적 파트너와 합작으로 VECTUS사를 설립
  - 시스템 상세설계를 완료하고 Prototype 제작 전에 축소모형 노선(1/30 Scaled Lab Track)을 제작
  - 시스템 상세설계를 완료하고 스웨덴 웁살라 소재에 시험선을 운영(총연장 300m과 Offline 100m 및 3개의 차량 1개 역사)




<그림 3-28> Vectus 옵살라 시험선 및 차량(좌)과 LIM 방식의 궤도 인프라(우)

- Skycar
  - 1990년대 우보엔지니어링(현 PRT Korea, Skycar)이 사업화를 추진하였고, 시스템 특성은 주행궤도와 분기기를 제외하면 미국의 TAXI 2000과 유사함
  - 포항공대에 시스템 개념구현을 위한 트랙을 제작하였으나, 현재 구체적인 기술개발 활동은 없음

<그림 3-29> 포항공대 시험선 차량과 시험선 가이드웨이

(2) 근거리 개인교통수단 관련기술

○ 2001년 미국에서 공해를 유발하는 기존의 모터사이클이나 자동차를 대체할 목적으로 세그웨이(Segway)가 개발되었으며 현재 개인용 이동수단으로 성공적으로 판매중

○ 일본 도요타에서 개인 이송수단으로 컨셉트 카 i-unit, 윙렛을 개발

○ EU에서 도심의 교통체계나 특정 시설 내에서 무인운송을 위한 상업제품을 개발 중

- 현재 프랑스의 테마파크 Vulcania에서 관람객 무인운송차량을 운행 중이며 영국의 히드로 공항에서는 개인형 무인운송 시스템 운영 준비 중

○ 미국, 일본, EU에서는 무인자율주행기술에 관한 연구를 활발히 수행

- 전 세계적으로 자율주행기술을 탑재한 제품과 개발 도구 등이 출시되기 시작
- 미국 MIT의 경우 GM과 공동으로 스마트시티 기술의 일환으로 신개념 도심 이송 로봇시스템을 제시
- EU에서는 Framework 6 프로그램의 CARE(Coordination Action for Robotics)에서 무인운송개념의 트랜스포트 로봇시스템을 미래유망 로봇제품으로 선정
- EU의 프레임워크 연구체계에서 "Global Village" 등 개인용 트랜스포트 로봇을 포함한 u-빌리지, 차세대 운송수단에 대한 연구지원
- 프랑스 INRIA의 경우 90년대부터 무인운송차량에 대한 연구를 수행하여 다양한 도심환경, 시설물에 시범 적용하는 수준에 도달

○ 국내의 경우 로보텍에서 6족보행 탑승로봇 제모스, 로보쓰리에서 4족 보행 탑승로봇 KONAN, 이륜전동로봇 BB-rider를 개발하였으나 상용화 시장 초기단계임

○ 의료 및 재활분야

- 개인형 트랜스포트 로봇의 응용시장인 일본은 의료, 재활 등의 한정된 분야로 우선 적용 착수

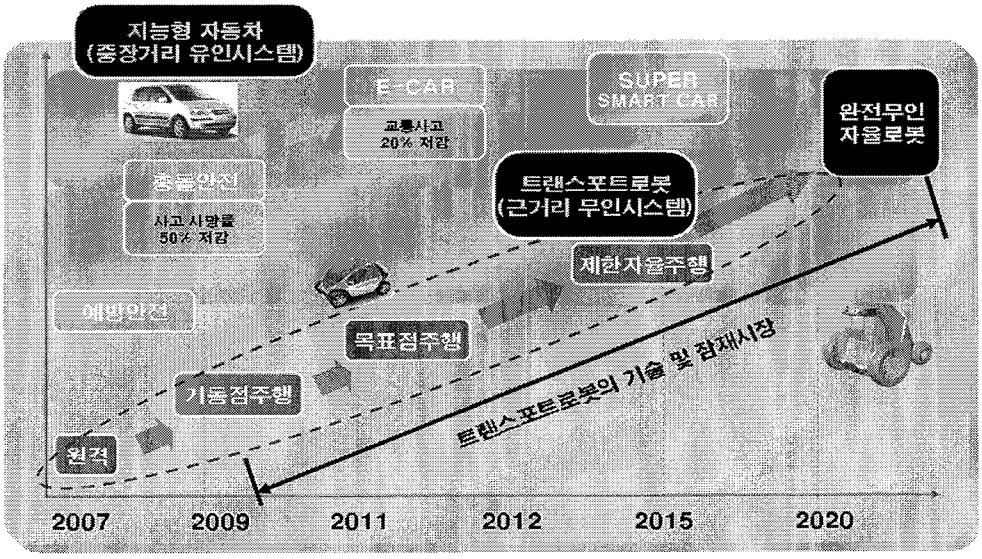
○ RTLS[33]

- 위치기반서비스에서 측위기술은 핵심·기반기술로 오늘날 GPS가 그 중심을 차지하고 있지만 실내와 같은 음영지역에서는 새로운 방식의 측위기술을 필요로 하고 있으며, 무선통신 인프라 기반의 측위 기술이 연구되어 오고 있음
- 실외에서는 CDMA[34] 기반 무선측위 기술, 실내에서는 WLAN[35], UWB[36], 적외선, 초음파, RFID[37] 등의 인프라를 이용한 무선측위 기술이 연구되고 부

33) RTLS(Real Time Location System) : 실시간 위치추적시스템
34) CDMA(Code Division Multiple Access) : 코드분할 다중 접속
35) WLAN(Wireless lan) : 무선랜
36) UWB(Ultrawideband) : 초 광대역 무선통신
37) RFID(Radio-Frequency IDentification) : 무선인식

분적으로 상용화 되고 있음

- RTLS 개발과 관련된 어려움은 정확도 및 위치정보의 안정성으로 위치정보를 생성하는 방식과 무선 네트워크 구성기술 선정이 중요하고 복수 공간에 대한 위치정보 연속성 제공방법 또한 중요한 요소 중 하나임



<그림 3-30> 개인교통시스템 기술 및 산업적 위치

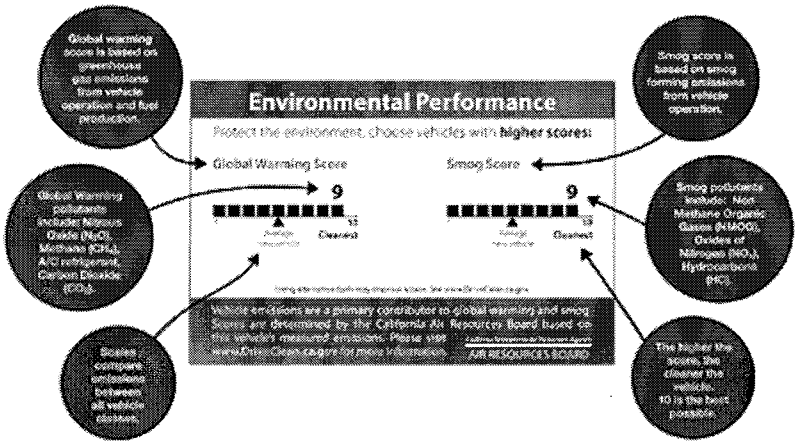
다. 교통운영기술 부문

(1) 환경성향상 관련기술

(가) 선진국 기술개발동향

○ 미국의 캘리포니아 자동차의 Eco-label

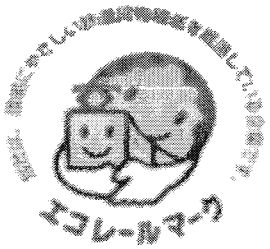
- 캘리포니아에서 생산되거나 판매되는 차에는 Clean Air Label 표기가 의무
- 라벨은 1~10의 눈금에 'Smog'와 'Global Warming'으로 나누어 평가
  - 숫자가 높을수록 친환경제품



<그림 3-31> 미국 캘리포니아의 자동차 Eco-label

○ 일본의 Eco-Rail mark

- 일본 국토, 인프라 및 교통 부처에서 시행
- 철도 교통으로의 운송 모드 변환을 위해 노력하는 상품이나 회사들에 대해 인증하는 라벨
- 30% 이상의 상품들이나, 500km 이상의 거리 등을 철도를 이용해 운반되었을 시에 인증



<그림 3-32> 일본 Eco-rail mark

○ 덴마크 Ecopass

- 덴마크는 탄소 포인트 제도인 에코패스 프로그램 시행
- 대중교통이용이나 자전거 구매 등의 환경 친화적 소비행위에 마일리지 부여
- 적립된 마일리지로 친환경 상품을 구매할 수 있도록 하는 제도
- 녹색마일리지는 올해 11월에 시행예정인 스마트 자전거의 사용으로도 적립 가능
- 자전거에는 스마트 태그가 부착되어 있는데, 이는 항공 마일리지와 비슷한

개념으로 자전거로 사용하여 여행할 시에 여행거리 모니터링 가능

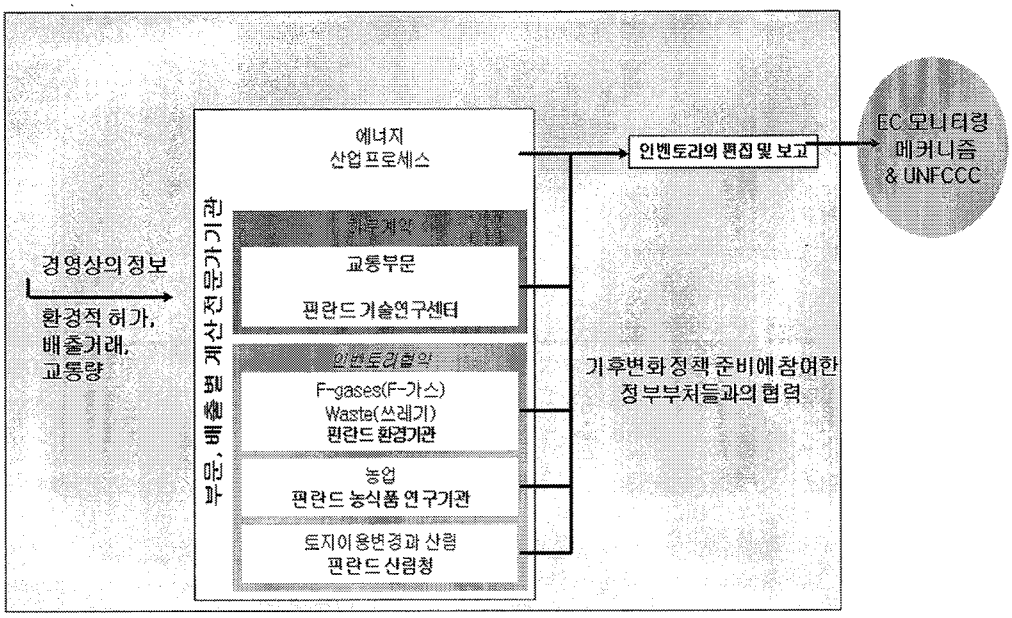
- 자전거를 이용함으로써 절감되는 CO_2방출에 녹색 마일리지를 부여

○ 온실가스 배출계수 및 배출량 통계

- 호주 온실가스 배출계수 및 배출량 산정 수준
- 호주는 온실가스 산정을 위한 배출량 산정 방법에 집중
- 평균적으로 Tier 2 이상의 수준을 구현
- 배출계수는 자국 배출계수를 사용하고 있으나, 자료 미비시 부분적 IPCC에서 제시하는 값 사용

○ 핀란드의 교통부문 온실가스 배출량 통계

- 핀란드는 제1차 교토의정서 Annex-I 부속국으로 온실가스 배출량 보고의 의무를 가지고 있음
- 핀란드 온실가스 배출량 보고는 각 부문, 배출별로 계산 전문가 기관이 수행
  - 교통부문의 경우 핀란드의 기술연구센터에서 산정
  - 차후 기후변화 정책 준비에 참여한 정부부처들과의 협력을 통해 인벤토리를 편집하여 보고함
- 핀란드 온실가스 배출량 통계 DB 구축 프로세스는 다음 그림과 같음



<그림 3-33> 핀란드 온실가스 DB 구축 프로세스

○ 유럽을 비롯한 철도 선진국의 경우 차량 및 인프라의 설계단계에서부터 저소음 방사를 실현하기 위해 주행시의 전체소음과 각 소음원의 기여도를 전문적으로 예측하는 패키지 개발로 저소음 철도 연구를 체계화(예 : MAT2S, VAMPASS, 일본의 저감예측 관리시스템 등)

○ 유럽연합은 1999년 철도소음연구그룹을 결성, EU Directive에 의해 철도 및 도로를 포함한 도시 내 소음지도 제작 의무화를 시행하고 피해와 노출상황을 관리, 이에 상응하는 대응책 우선순위를 결정하여 저감방안 확립을 꾀하고 있음.

○ 독일 교통 및 건설부에서는 '2007년 교통소음저감 종합패키지'라는 이름으로 교통소음원에 대한 저감, 한계 정책을 펼치고 있으며, 이를 위해 법적인 뒷받침과 예산확보를 매년 증가시키고 있음. 2007년에는 철도소음저감에 2천5백만 유로를 증감하고, 저소음화물열차 개발, 레일의 저소음연마기술개발 및 연마속도 향상, 철도소음의 수면영향 연구(프랑스 공동), 방음벽의 상단효과향상 기술을 개발 중

○ 유럽 : 자동차배기가스와 연료효율에 대해 2000년도 초부터 집중적인 연구와 관심이 시작되었으며, 자동차 하드웨어 측면에서 고효율과 친환경에의 한계를 인식함. 자동차공학이론에 근거한 고효율, 친환경운전행동연구와 더불어 자동차 연비를 높이고 배기가스를 줄이기 위하여 최적의 변속시점을 알려주는 shift light 기술이 개발 도입. 2001년에 친환경운전의 정보제공, 교육확산 및 운전면허 교과통합을 위한 ECO-DRIVING EUROPE이 발족되어 유럽 지역의 국가 간 연계를 통한 에코드라이브 보급·활성화 도모

○ 일본 : 2003년도에 경제산업성, 국토교통성, 환경성, 경찰청이 「에코드라이브 보급 연락회(국장급) 및 검토회(과장급)」 구성하여 「에코드라이브 권장사항 10」을 정리하고, 보급 촉진을 도모

○ 유럽에서는 자동차배기가스와 연료효율에 대해 2000년도 초부터 집중적인 연구와 관심이 시작되었으며, 자동차 하드웨어 측면에서 고효율과 친환경에의 한계를 인식하고 운전자의 과학적인 행위가 고효율 친환경을 유도할 수 있음을 확인함. 자동차공학이론에 근거한 고효율, 친환경운전행동연구를 시작하였음. 영국에서는 운전면허 취득시 연료소비를 줄일 수 있는 에코드라이브시험을 보

아야 할 정도임. 2001년에 친환경운전의 정보제공, 교육확산 및 운전면허 교과 통합을 위한 에코드라이브 유럽(ECO-DRIVING EUROPE)이 발족되어 유럽 지역의 국가 간 연계를 통한 에코드라이브 보급·활성화를 도모하고 있음

(나) 국내 기술개발동향 및 수준

○ 환경부 탄소성적표지

- 탄소성적표지 인증은 법적 강제 인증제도가 아니라 기업의 자발적 참여에 의한 임의 인증제도
- 탄소성적표지는 1단계 탄소배출량 인증과 2단계 저탄소상품 인증으로 구성
  - 탄소배출량 인증제품은 기후변화에 대응한 제품임을 정부가 인증
  - 저탄소상품 인증제품은 저탄소기술을 적용하여 온실가스 배출량을 감축한 제품임을 정부가 인증
- 탄소성적표지 인증 혜택
  - 탄소성적표지 인증제품은 정부의 저탄소 녹색성장 국정운영 기조와 기후변화에 적극 대응한 제품임을 홍보함으로써 친환경적 기업의 이미지 제고
  - 탄소성적표지 인증에 대한 업무협정을 체결한 대형 유통업체에 입점 시 인증제품 홍보 및 포인트 제공
  - 매월 뉴스레터와 지면 광고를 통한 인증제품의 홍보
  - 정부 및 공공기관의 기후변화 관련 포상 추천
  - 정부주도 구매활성화 대상 제품에 '저탄소상품인증' 제품 포함(예정)

○ 1993~1994년 국립환경연구원에 의해 최초로 제안된 국내 철도소음 예측식이 최근 2005년에 선진국 기술동향에 발맞춘 체계로 개발되었으나 실용화를 위해 실측 데이터와 검증작업이 충분히 실행될 필요가 있으며, 저감기술 개발에 초점을 맞춘 개발차량별 소음원 모델링, 소음원 분리 및 기여도 분석 기술은 없음

○ 한국형 고속전철 개발 등에서 저소음화 설계를 위한 연구가 진행되었으나 체계적인 툴을 갖추고 진행된 것이 아니고, 개발 목표 설계사양을 만족시키기 위한 개별적 연구로 진행되어 신규 차량개발 시 매번 중복되는 연구가 요구됨

○ 에코 드라이브 추진을 위한 광범위한 홍보 및 캠페인 추진

- 홍보대상 : 승용차, 버스·트럭 등 운송회사 경영자 및 운전자, 청소년 운전 등
- 홍보매체 : 잡지, 신문, 라디오 및 TV, 인터넷 웹사이트, 포스터 등

○ 에코드라이브 보급 촉진을 위한 기준을 권고

- 황금규칙(The Golden Rules), 에코드라이브 편익, 신규운전자교육, 에코드라이브 프로그램, 품질기준, 시뮬레이터 및 게임 등

(2) 통합연계운영 관련기술

(가) 선진국 기술개발 동향

○ 'EUSKA', 'VISUM'은 독일도로교통협회(FGSV), 독일손해보험협회(GDV) 및 경찰아카데미에서 공동 개발하여 현재 도로관리청/경찰청에서 사용하는 보행/자전거 사고형태 분류체계 및 누적구간 가시화 도구임

○ 독일은 교통안전사업의 투자결정과정에 2가지 S/W를 사용하고 있음

- 경찰과 도로관리청은 보행/자전거 사고형태지도 작성, 사고누적구간 선정, 개선대책 결정 등 교통사고분석에 'EUSKA'를 사용
- 사고누적구간별 안전수준을 평가하여 개선대책의 규모와 범위를 결정하는 등 사고원인조사반의 활동을 지원하기 위한 용도로 'VISUM'을 사용함
- 독일손해보험협회는 EUSKA에 대한 이론적 근거를 제공하고 PTV사는 S/W 개발, 시스템 도입 및 교육, 기술자문 등을 통해 사고원인조사반의 업무를 지원하고 있음

○ 영국은 보행/자전거 안전성 평가를 위해 PERS 프로그램을 개발하여 운영하고 있음

○ PERS는 보행/자전거 축, 교차로, 횡단보도, 전용도로 등의 모듈로 구분되어 있음

- 보행/자전거 시설의 연속성, 직접성, 통과가능성, 안전성, 가독성, 체류면적, 환경품질, 도로안전진단 등을 평가할 수 있음

○ 잠재모형(Potential Model)의 대표적인 상용프로그램인 NOMAD는 네덜란드 TU-Delft공대에서 개발되었음

○ 미국 PBIC(Pedestrian and Bicycle Information Center)의 Checklist

- 미국 PBIC는 미국의 보건, 안전, 공학, 접근성과 이동성 등에 관해 다루는 정보센터로 미국 전역에 커뮤니티의 보행환경을 평가할 수 있는 체크리스트를 제공
- 각 항목별 6점의 점수를 척도로 각 항목별 점수를 합산 후 최종적으로 평가지역의 보행성을 평가함

<표 3-21> PBIC의 보행환경 평가지표

구분	지표
보행여건	보도의 연속성, 보도 포장상태, 보도의 장애물, 보도의 유무, 교통량
횡단의 용이	보도폭, 교통신호 대기시간, 교통신호/횡단보도의 유무, 시야확보, 연석램프의 유무
운전자행태	운전자 행태, 운전자 양보정도, 운전자의 보행자주의, 운전자의 과속, 적정속도
안전성	도로의 가시성, 횡단의 안전성, 보도의 유무, 횡단보도 조명의 유무
즐거운 보행	자연환경, 애완견의 위협, 사람의 위협

자료 : www.walkableamerica.org

○ 미국 캘리포니아 Walk SanDiego의 Checklist

<표 3-22> Walk San Diego의 보행환경 평가지표

구분	지표
보도	보도의 양방향, 보도의 연속성, 보도의 포장상태, 보도의 장애물, 보도의 폭, 식재를 통한 보차분리
횡단보도	횡단보도의 적정위치, 보행섬의 유무, 횡단보도의 연석램프, 신호시 횡단대기시간, 신호시 횡단시간, 비신호시 횡단대기시간, 비신호시 횡단시간
교통	차량속도, 차도분리, 운전자의 양보, 운전자의 보행자주의, 도로의 가시성
분위기	보행량, 청결도, 보도의 매력도, 즐거운 보행환경, 야간조도, 횡단보도의 적정조명, 야간 보행안전성

자료 : www.walksandiego.org

○ 캐나다 Walk On의 Checklist

<표 3-23> Walk On의 보행환경 평가지표

구분	지표
연결성	보도의 연결, 보도의 폭, 보도의 유지보수, 보도의 청결, 양방향보도
접근성	복합토지이용, 다양한 주거스타일, 보행로의 활성화, 보행유발시설
심미성	보행로의 매력성, 조경의 매력성, 가로시설물, 상업/업무시설의 활성화
안전성	보차분리, 횡단보도 신호의 적절성, 차량의 보행신호 준수, 차량의 제한속도 준수, 야간의 도로인지성

자료 : www.walkon.ca/welcome

○ 국외에서는 토지이용과 교통의 통합모형(ITLUP, MEPLAN, TRANUS, Urbansim 등)이 다양하게 개발되고 있으며 다수의 지역에 실제 적용되고 있음

○ 통합모델을 이용하여 지속가능한 도시정책의 효과를 평가한 대표적 사례로서 EU 프로젝트인 SPARTACUS(3개 유럽도시에 대하여 MEPLAN 모델을 사용하여 환경문제를 포함한 지속가능한 도시정책의 장기적 영향을 비교·평가)와 PROPOLIS(7개 유럽도시에 대하여 TRANUS, MEPLAN, IRPUD, TRESIS를 적용하여 지속가능한 도시정책의 영향을 비교·평가)를 들 수 있음

(나) 국내 기술개발 동향 및 수준

○ 현재 국내에서는 보행환경평가관련 지표가 연구되고 있으나 이를 정량적으로 평가할 수 있는 소프트웨어 시스템 개발은 전무한 상태임

○ 국내의 보행환경지표 선행 연구는 다음과 같음

○ 국토해양부(2008)는 '보행우선구역 표준설계매뉴얼'에서 보행성 지표 연구를 수행

○ 보행우선구역 표준설계매뉴얼의 평가항목은 객관성, 대표성, 자료획득의 용이성을 고려한 항목으로 구성되었으며 측정은 만족도조사와 현장조사를 통한 평가항목의 측정이 이루어졌음

<표 3-24> 국토부 보행우선구역 표준설계 매뉴얼의 보행성 지표(2008)

구분		평가항목	평가내용
목적	목표		
안전성	안전성	교통사고	교통사고건수 및 사망자수
		보행관련 교통사고	보행관련 교통사고건수 및 사망자수
		차량평균 주행속도	차량의 주행속도
		야간조명	야간조명의 적절성
쾌적성	쾌적성	식재	조성된 식재의 적절성
		휴게공간	휴게공간의 적절성
	활동성	-	-
	장소성	-	-
이동 편리성	이동편리성	보행량	첨두시 보행량
		교통약자 이동가능 도로	교통약자 이동가능 도로의 연장
	접근연결연속	횡단시설	횡단보도 등 횡단시설
		보행네트워크	보행네트워크 연장
	교통약자고려	턱 낮추기	턱 낮추기 적절성
		점자블록	점자블록 설치 적절성
	차량교통영향	불법주차	불법주차대수
평가시 추가 고려사항	차량교통영향	교통량	첨두시 교통량
		총 통행시간 변화	구역 내 차량의 총 통행시간
		총 차량주행거리 변화	구역 내 차량의 총 주행거리
	경제성	사업비	구역전체의 사업비
		유지관리비	구역전체의 유지관리비
		편익 : 사고감소편익	구역전체의 편익

○ 국토연구원(2006)은 '근린주구 보행활성화를 위한 보행친화적 환경요소의 계량화 : 주거지역의 보행친화도 평가를 위한 기초연구'를 수행

- 보행친화적인 주거환경을 조성하기 위한 기초연구로서 주거지의 보행환경을 정량적으로 측정하고 평가할 수 있는 평가지표를 제시하였음

<표 3-25> 국토연구원 보행성 평가지표(2006)

분류			평가항목 사례
가로 환경	가로 특성	일반적 특성	인도 폭 1.2m이상; 인도가 모든 가로에 있는가, 일부가로에 있는가, 양쪽에 존재하는가, 한쪽에 존재하는가의 여부; 인도가 있는 블록의 비율; 도로의 폭이 횡단에 어려움을 주는지에 대한 여부; 도로가 4차선이상일 경우, 중앙섬의 존재여부; 대상지를 가로지르는 도로의 폭; 도로의 경사도; 인도 경사도가 5%미만인 블록의 비율; 지형; 도시의 생명력(Urban Vitality), 보행접근성(walking accessibility)
		장애물 등	보행로 위의 장애물 여부
		횡단보도	횡단보도의 램프 설치여부; 횡단보도 신호 간격; 신호 유지 시간; 횡단보도의 간격의 적절성(90m여부)
		대중교통시설	대중교통 정류장의 방풍시설; 벤치여부; 안내판; 게시판 등의 여부
		교통제어	가드레일의 여부; 도로의 교통량, 교통제어시설 상황
	건물		상업가로시 건물입구의 간격 25m여부; 거리에 면한 한 개 이상의 입구; 최소 33% 이상 투과성 입면 재료 사용(상업가로); 폐쇄적 입면의 지속길이 15m이상여부; 최소 60cm이상의 주거건물 입구 높이; 등록 문화재 혹은 시민단체 등에서 인정한 역사적 건물의 존재 여부; 다양한 건물 디자인과 사이즈의 존재 여부
	대지 내 공지		건축성 60cm/43cm 안의 건물전면 존재비율(80/50)%, 건물 set back 여부
	가로 시설물		조명시설의 개수; 조명시설 있는 블록의 비율; 조명시설의 간격; 공중전화의 존재 여부
	식재 및 조경		가로수 간격; 가로의 가로수 음영 차폐비율; 조경시설 및 가로수의 존재여부; 식재가 있는 블록의 비율
	주차 및 차량		
네트워크 환경	보행로 연결성		반경 1km안의 총 보행로 길이; 보행로 연장길이
	네트워크 밀도		교차로의 밀도; 200m간격의 인접 생활권과 이어주는 도로 여부; 도로길이; 식료품점까지의 루트의 직접성(최단거리/실거리 비율); 직선거리와 실제거리의 유사도; 가장 가까운 학교까지 루트의 직접성(최단거리/실거리 비율)
	접근성		식료품점까지의 거리; 은행까지의 거리; 음식점까지의 거리; 공원까지의 거리; 약국까지의 거리; NC2(식료품+잡화+레스토랑)지구까지의 거리; NC8(업무지구+근생지구)지구까지의 거리; NC5(업무+mixed)까지의 거리; 반경 800m안의 학교존재 여부; 대중교통시설까지의 거리; 보행단절 지점 수; 공원 및 위락시설로부터 보행권 안에 사는 사람들의 비율; 아파트 단지에서 외부도로에의 접근성; 초등학교의 보행권 안에 사는 외부도로에의 접근성; 초등학교의 보행권 안에 사는 초등학생 비율; 접근이 쉬운 공원의 비율
지역 환경	밀도		개발면적당 인구밀도; 개발면적; 건폐율 50%이상의 상업건물 밀도; 반경 400m안의 근린시설 개수; 주거용지의 주거밀도; 대중교통정거장 주변 240m 이내 평균 밀도; 반경1㎞안의 세대수; 단위면적당 근로자 수; 필지의 세대수; 필지의 면적당 세대수 비율; 지하철역 보행권 안의 인구수

	도시형태		필지의 크기; 평균 블록 둘레; 가구 및 블록 사이즈; 도로망 유형
	토지용도	특성	용도지구; 역사적 지구로 지정여부; 대형할인점 입지관련규제
		상보성	상업건물 전체용도 중 단일용도의 비율; 가장 가까운 업무지구의 크기; 1㎞내의 학교 개수
		용도/시설	인구1,000명당 공원 및 위락시설용지 면적; 반경800m안의 근린생활시설까지의 결로중 시속80km/h이상 되는 도로 존재 여부 혹은 횡단보도 없는 도로 여부; 반경1km안의 슈퍼마켓이나 시장의 수; 반경 1km안의 교육시설 용지; 반경1km안의 생활가로 개수; 사업체 수; 반경 1km안의 주거지 면적; 엔트로피(용도혼합의 정도); 시가지 면적당 상점의 수, 중심지의 수, 공원 및 위락시설 용지; 수직적으로 용도 혼합된 필지의 비율; 슈퍼마켓 혹은 근린상가로부터 반경400m안의 주거지 면적 비율; 공원으로부터 보행권안의 인구수; 어린이공원의 면적 비율

○ 녹색교통운동에서는 우리동네 보행환경 알아보기에서 보행성 평가방법을 제공하고 있음

- 평가방법은 웹상에서 설문조사를 실시하고 그 결과를 웹사이트에 재공지하는 방식을 사용하고 있음
- 보행환경 평가 리스트는 25개 평가항목으로 구성되어 있으며, 각 항목을 5점 척도를 사용하여 평가되어짐

<표 3-26> 녹색교통의 보행환경 평가지표

구분	지표
보행시설	보도 폭, 차도 폭, 횡단보도, 보행자 신호등
연결성	불법주차, 장애물, 신호대기시간, 육교/지하도, 건축물 셋백
안전성	차량진입, 보도와 차도의 높이구별, 점자블록, 교통표지
쾌적성	보도의 노면상태, 소음, 공기오염, 쓰레기/청소상태, 쓰레기통, 옥외간판, 가로수
심미성	거리의 모습, 문화, 도로의 느낌

○ 서울시 대기환경개선을 고려한 환경친화적 교통체계의 정립과 적용연구(서울시정개발연구원, 2003)에서 환경친화적인 교통체계의 개념을 정립하고, 대기환경을 최소화 할 수 있는 정책적 접근방법을 제시함

○ 환경친화적인 도로건설 및 운영정책에 관한 연구(한국교통연구원, 2006)에서 도로건설 및 운영을 단계별로 구분하여 환경성 반영실태 및 문제점을 분석 환경성 강화를 위한 정책방안을 개발 제안

○ 도시공간구조나 도시형태 패턴에 따른 에너지 효율성과 환경의 질 평가를 비교 분석한 연구들은 수행되었으나 토지이용-교통-환경정책을 통합한 접근방법을 도입하여 보다 바람직하고 효과적인 정책을 평가하는 접근방법은 도입되지 못한 실정이며 다만 일부 도시 및 교통부문의 학자를 통해서 국외에서 연구된 통합모형을 검토하여 연구방향을 제시한 바가 있음

○ 이러한 통합모형은 토지이용과 교통체계를 통합된 모델로 GIS 기능을 일부 결합시킨 수준이며 토지이용-교통-환경모델을 완벽하게 통합시키고 GIS와 결합되어 지속가능한 개발 정책평가를 처리할 수 있도록 개발된 시스템은 없음

○ 이는 토지이용과 교통, 환경과의 통합적 접근방법의 장점은 잘 알려져 있지만 실제로 통합적으로 운영할 수 있는 시스템 구축이 매우 어려울 뿐만 아니라 데이터베이스 구축도 상당히 방대하기 때문이라고 볼 수 있음

제4절 SWOT 분석

1. 시장/기술의 특징

○ 교통관련 시장의 경우 시장이 확대되기 위해서는 공급규모가 일정수준 이상이 되어야 하는 경우가 많으며 이러한 경우는 초기에 집중적인 투자가 필요함

○ 대부분 교통정책과 밀접하게 연계되어 있어, 정책의 세부적 내용에 따라 필요한 세부 기술이 달라지는 특성이 있으며, 따라서 정책의 방향에 대한 사전적인 예측과 그에 맞는 기술개발이 필요함

○ 최근 저탄소 녹색성장, 친환경교통 등에 대한 관심 및 정부정책의 집중으로 국내·외적으로 관련 기술 및 사례에 대한 수요는 증가할 전망임

○ 선진국에서 이미 관련 기술이 개발되어 사용되고 있는 경우가 많으므로 이에 대한 정확한 정보의 입수와 활용이 필요함

○ 지속가능교통물류발전법, 저탄소녹색성장기본법 등의 제정으로 지속가능 교통물류부문 발전 및 정책수립을 위한 기본적인 바탕은 이에 확보된 상태임. 따라서 법의 구현 및 정책수행을 위해서 법에 입각한 관련기술의 개발이 우선 추진될 것이며, 해외 기술 및 정책도 우리나라 실정에 맞도록 융합·보완·개선·변경할 필요가 있음

2. 요인분석

가. 기회요인

○ 에너지 위기와 기후변화대응, 환경보호와 지속가능한 발전은 전 세계적인 관심사이며 거대 세계시장 진출의 기회임

○ 기후변화협약대응에서 기후변화대응으로, 지속가능한 사회, 지속가능한 교통체계 등 관심이 매우 증가하고 있음

○ 온실가스 감축을 위해서는 정부의 지원과 투자가 절실한 분야임

○ 교통부문의 지속가능한 미래교통체계 구현을 위해 개발·발전시켜야 할 영역이 많음

○ 지속가능교통 관련제도의 수립 및 시행여건 확보

○ 녹색성장, 에너지 절약, 기후변화대응 등 관련 분야에 대한 시민의식의 제고

○ 국내·외적으로 관심과 투자의 증가 추세

○ 각 지자체별로도 지역실정에 맞는 관련사업의 부각 및 투자 증가

나. 위협요인

○ 선진국은 이미 다양한 기술개발 및 확보

○ 개도국 역시 세계적인 관심사이기에 약진하고 있음

○ 교통부문은 사회·경제적인 영향이 매우 큰 부문인 바 연구개발해야 할 사항이 매우 많은 반면, 연차별 확보 및 투입예산에는 한계가 있음

○ 국내적으로는 소득격차 심화 등 경제·사회·문화적으로 양극화되는 현상이 앞으로도 지속될 예정

○ 구 도시의 지속가능성 향상에 대한 한계성을 드러냄

○ 자전거관리 시스템, 전기차 인프라, 바이오에너지 관련 등 새롭게 부각되는 교통시설, 교통운영 등에 기술 및 경험 부족으로 표준화 및 일관성의 부족

다. 강점요인

○ 상기의 연구개발예산 제약에도 불구하고 우리 정부의 관심과 지원으로 지속적이고 안정적인 예산지원이 가능

○ 기술 개발할 분야가 첨단 IT 및 세계 시장을 선도할 수 있는 분야 등이 많으므로 시장 환경이 좋음

○ 우리나라는 세계적인 IT 강국

○ 교통부문 국책연구기관을 비롯하여 풍부한 연구경험과 지적 재산권, 연구 인력 확보

○ 생활수준의 전반적인 향상과 금융위기 등에 대해 대처하는 정부의 노하우 향상 등으로 교통부문의 새로운 패러다임 변화에도 능동적으로 대처할 수 있는 역량을 함양

○ 국가교통 관련 DB 수준 및 데이터질 향상 등으로 지속가능교통 부문에 대한 필요자료, 조사자료, 가공자료, 적용자료 등의 수준 역시 높아질 것으로 예상

○ 각종 시뮬레이션 기법, 기술평가 수준, 관리수준 등의 전반적인 향상은 지속가능교통기술 개발의 견인차 역할을 할 것으로 예상

라. 약점요인

○ 국내 시장만으로는 단기간 내 한계에 달할 수 있음

○ 고답적인 연구관리, 타성에 젖은 연구 자세는 지양해야 함

○ 아직도 승용차 통행 위주의 교통정책 및 행정이 일부 존재하는 바 의사결정자, 정책 집행자들의 의식수준을 향상시켜야 함

○ 지속가능교통이 사실상 교통 전부문에 걸쳐 있는바 동 기술개발은 우리사회 교통시스템의 전반적인 향상과 개선정책 등과 동시에 진행되어야 시너지 효과를 발생시킬 수 있으므로 특정부문에 집중된다면 그 효과가 반감될 수 있음을 인지하여야 함

○ 금융위기, 투자여건 악화 등으로 기업체의 참여의지 및 투자에 대해 인식할 수 있음

○ 그동안 단편적으로 자행된 연구·기술개발을 하나로 묶고 새로운 시스템과 설계함에 있어 시행착오가 발생할 수 있음

○ 미래사회 자체의 불확실성으로 3~5년 후 환경 및 여건변화로 인해 막상 완료시점에 적절한 효과가 발생할지는 예측하기 어려움

<표 3-27> SWOT 분석 결과

S(강점)	W(약점)
- 지속적, 안정적인 예산지원 - 첨단제품에 민감한 시장 - 풍부한 IT인프라 - 경험이 풍부한 연구인력	- 타성에 젖은 연구 자세 - 좁은 국내 시장 - 고답적인 연구관리 - 관련정책 방향의 불확실성
O(기회)	**T(위협)**
- 거대한 세계시장 - 기후변화에 대한 많은 관심 - 온실가스 감축을 위한 정부지원 - 교통부문의 많은 미개척영역	- 선진국과의 경쟁 - 개도국의 도전 - 연구개발 예산의 제약

3. 전략수립

가. SO전략

○ 상품화, 성공성 높은 분야를 선정해서 장기적인 프로젝트를 자행

○ 세계시장 참여 및 선도가 가능한 기술개발에 중점 투자

나. ST전략

○ 선택과 집중을 통해 분야별 투입 예산규모 증대

○ 경험이 풍부한 연구 인력의 적절한 활용

다. WO전략

○ 해외의 연구관리 기법 도입

○ 정부정책의 방향에 대한 긴밀한 모니터링

○ 세계시장을 겨냥한 기술 개발

라. WT전략

○ 우수한 기술을 중심으로 한 정책방향 유도

○ 한발 앞선 개발을 통한 표준화 선도

○ 국제협력을 통한 해외 기술개발 동향의 신속한 파악

<표 3-28> SWOT 분석을 통한 전략방향

	S(강점)	W(약점)
SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	- 지속적, 안정적인 예산지원 - 첨단제품에 민감한 시장 - 풍부한 IT인프라 - 경험이 풍부한 연구인력	- 타성에 젖은 연구 자세 - 좁은 국내 시장 - 고답적인 연구관리 - 관련정책 방향의 불확실성
O(기회)	**SO전략**	**WO전략**
- 거대한 세계시장 - 기후변화에 대한 많은 관심 - 온실가스 감축을 위한 정부지원 - 교통부문의 많은 미개척영역	- 장기적 연구프로젝트 진행 - 상품화 가능성이 높은 분야 선정	- 해외의 연구관리 기법 도입 - 정부정책의 방향에 대한 긴밀한 모니터링 - 세계시장을 겨냥한 기술 개발
T(위협)	**ST전략**	**WT전략**
- 선진국과의 경쟁 - 개도국의 도전 - 연구개발 예산의 제약	- 선택과 집중을 통해 분야별 투입 예산규모 증대 - 경험이 풍부한 연구 인력의 적절한 활용	- 우수한 기술을 중심으로 한 정책방향 유도 - 한발 앞선 개발을 통한 표준화 선도 - 국제협력을 통한 해외 기술개발 동향의 신속한 파악

제5절 국내외 관련 연구기관 협력연구 방안

1. 국제협력

가. 국제협력 대상 기관

(1) 기후변화협약 관련 국제 기구

(가) UNFCCC(유엔기후변화협약)

○ UNFCCC는 1992년 리우 유엔환경개발회의에서 체결, 1994년 3월 21일 발효되었으며 현재 192개국이 비준하였음. 우리나라는 1993년 12월 UNFCCC에 가입하였음

○ UNFCCC는 기후변화의 예측, 방지를 위한 예방적 조치의 시행, 모든 국가의 지속가능한 성장의 보장 등을 기본원칙으로 하고 있음

○ 조직 구성

- 당사국총회(COP : Conference of Parties) : 협약 사무국으로 하여금 친환경적인 기술과 기후변화를 완화할 수 있는 노하우, 대체 적응 기술의 평가 등을 요청하여 기후변화로 인한 취약성을 파악하고 영향평가를 통해 가장 유용한 방법을 적용시키는데 목적이 있음
- 과학기술자문부속기구(SBSTA : Subsidiary Body for Science and Technological Advice) : 협약의 이행을 지원하기 위해 부속기구로 SBSTA와 SBI(Subsidiary Body for Implementation : 이행보조기구)를 설치하여 운영하고 있음. 기후변화와 그 효과에 관한 과학지식의 현황에 대한 평가를 제공, 협약의 이행효과에 대한 과학적 평가, 기술이전방법, 기후변화와 관련된 과학계획 및 연구개발을 위한 국제자문, 과학적 기술적 방법론 자문 역할 등의 임무를 수행하고 있음
- 이행보조기구(SBI : Subsidiary Body for Implementation) : COP에게 협약의 이행에 관한 문제 사항을 조언해주는 역할을 담당

(나) IPCC(정부간 기후변화 위원회)

○ WMO(World Meteorological Organization : 세계기상기구)와 UNEP(the United Nations Environment Programme : 국제연합환경계획)이 1988년에 설립

○ IPCC의 역할은 기후변화의 위험을 파악하는 과학적 정보와 관련하여, 과학기술 및 사회 과학적 정보를 평가하는 것이 목적임

○ 세 개의 실무그룹과 하나의 Task Force로 이루어져 있음

- 실무그룹1 : 기후시스템과 기후변화에 관한 과학적 측면의 평가
- 실무그룹2 : 기후변화와 관련된 사회, 경제적 자연 시스템의 취약성 평가
- 실무그룹3 : 온실기체 방출의 제한과 그 외 기후 변화 완화에 대한 사항을 평가
- Task Force : IPCC의 국가 온실가스의 배출량 프로그램 담당

(다) OECD(경제협력개발기구)

○ 고도의 경제성장과 완전고용을 추진하여 생활수준의 향상을 도모하고, 다각적이고 무차별한 무역·경제 체제를 마련하기 위해 노력하며, 저개발 지역에의 개발 원조를 촉진하기 위한 목적으로 설립됨

○ 교통부문에서는 교통과 환경을 통합하기 위해서 환경적으로 지속 가능한 교통 전략 및 지침의 평가와 개발, 각 국의 교통부문 환경기준과 감독절차 권고, 환경 및 사회경제적 영향에 대한 자료 수집 및 분석 등을 진행

- 교통부문에서 발생하는 온실가스를 감축시키기 위해 도로교통 개선, 교통수요 감축, 대체연료 사용, 화물수송 효율화 등을 추진

○ OECD는 최고의사결정기구인 '이사회'와 '집행이사회', 정책대화기구인 각 분야별 '분과위원회', '사무국' 등으로 구성

- 한편, 독자적 의사결정체제를 갖춘 부속기구로서 '원자력기구(NEA)', '국제에너지기구(IEA)', '교육연구혁신센터(CERI)', '유럽교통장관회의(ECMT)' 등이 반독립적 성격을 가지며 활동하고 있음

(라) World Bank

○ 1944년 7월 브레턴 우즈 협정에 기초해 1946년 6월에 발족한 국제금융기관. 정식 명칭은 국제부흥개발은행(IBRD : International Bank for Reconstruction and Development). 제2차 세계대전 후 각국의 전재 복구와 개발을 위해 설립된 기관이었으나 현재는 주로 개발도상국의 공업화를 위해 융자를 하고 있음

○ 세계은행그룹(World Bank Group)은 4개의 주축기관으로 구성되어 있음

- IBRD(국제부흥개발은행) : 주요 국가의 공업화를 위해 융자를 해줌
- IDA(International Development Association, 국제개발협회) : IBRD의 융자대상이 되지 않는 개발계획에 대해 조건부로 융자를 해줌
- IFC(International Finance Corporation, 국제금융공사) : 개발도상국의 민간기업을 융자대상으로 함
- MIGA(Multilateral Investment Guarantee Agency, 다국간 투자보장기구) : 이자 없이 빈곤국에 융자를 해줌

○ 교통부문의 연구 전략 방향 : Transport Business Strategy for 2008~2012 ; Safe transport, Clean transport, Affordable transport

- Clean transport : 환경적으로 교통부문이 기여해야 함. 에너지 소비와 CO_2 배출 및 기후변화에서 교통-에너지-환경의 관계가 중요하다고 봄

○ "Transport: Invisible Force-Visible Impacts" : Transport Forum 2009(2009. 3. 30~ 4. 1) World Bank(미국, 워싱턴 D.C. 소재)에서 개최

(마) UNDP(국제연합개발계획)

○ 국제연합의 개발도상국의 경제적·사회적 개발을 촉진하기 위한 기술 원조를 제공하기 위해 설립됨

○ 집행이사회, 기관 간 자문위원회, 행정처로 조직되어 있음

- 집행이사회는 사업계획을 심의하고 승인하며, 경제사회이사회에서 선출된 임기 3년의 36개국으로 구성

- 기관 간 자문회의는 사무총장과 UNDP사업 집행기구인 FAO(국제연합식량농업기구), ILO(국제노동기구) 등 12개 기구의 집행책임자로 구성되며 사업관리에 대한 일반적 자문, 사업기관의 선정, 주재관의 임명 등에 관한 조언 등을 함

○ UNDP에서 제공되는 특별기금은 최장 5년의 장기 대규모사업을 통해 사전조사, 연구기관 설립, 훈련소 설치, 개발계획 작성 등을 행함

○ 확대기술원조계획은 수혜국의 요청에 따라 전문가 파견, 연수생 훈련, 기재 공여 등을 행함

(바) UNEP(국제연합환경계획)

○ 국제연합총회 산하에 설치된 환경관련 종합조정기관으로 환경 분야에 있어서 국제적 협력촉진, 국제적 지식증진, 지구환경상태의 점검을 목적으로 함

○ 조직은 집행이사회, 사무총장이 이끄는 사무국, 환경관리이사회, 환경기금, 그리고 국제연합 내에서 환경관련 활동을 조정하기 위한 조정위원회로 구성됨

- 사무국과 환경관리이사회는 국제연합의 정규예산으로 운영되나, 그 밖의 주요활동기금의 재원은 각국 정부의 자발적인 기부금으로 충당됨
- 한국은 1972년에 가입

○ 프로그램은 환경보전·생태계·환경과 개발·자연재해·에너지·지구관찰·환경관리 등의 분야를 포함하고 있으며 주로 환경감시, 환경평가, 환경과 관련한 기술적·과학적 업무임

(2) 주요 대학

(가) 미국 텍사스 A&M대 교통연구소(Texas A&M University, Texas Transportation Institute)

○ 미국 Texas A&M 대학의 부설 기관으로 미국 내 대학병설 교통연구기관으로는 가장 큰 규모임

- 1950년도 텍사스 주 교통부(TxDOT)의 요구에 따라 설립됨

○ 환경부문에서 자동차로 인한 대기오염을 감소시키기 위하여 공공 및 민간부분

과 함께 노력하고 있음

- 교통정체를 감소시키기 위한 첨단교통기술연구, 대체연료 및 저오염차량의 사용에 따른 효과 예측, 교통운영방식의 변화에 따른 대기오염 감소 예측, 상용차량들의 공회전 감소를 통한 대기오염 감소기술의 평가, 대기오염 측정장비의 개선 등의 연구를 진행 중

○ 지속가능 성장과 관련한 부서로 시스템 계획·환경연구 그룹(System Planning, Policy and Environment Research Group)이 있음

(나) 캐나다 UBC(University of British Columbia)

○ 캐나다 밴쿠버에 위치한 공립대학교로 지속가능(sustainability)과 관련해서는 세계에서 가장 우수한 학교로 선정되었음

- 이 부문의 주요 역할을 담당한 대학은 UBC Continuing Studies의 Center for Sustainability이며, 동 대학교내의 Institute for Resources, Environment & Sustainability와 공조하여 캐나다의 지속가능정책을 선도하고 있음
- UBC Continuing Studies의 Center for Sustainability 주요 연구진들과 한국교통연구원은 매년 6월에 실시되는 UBC의 지속가능프로그램에의 참여 및 기타 지속가능 프로그램 참여와 연구인력 교류 및 지속가능 연계협력 방안 모색을 논의하고 있음
  - 연구협력 및 지속가능교통부문의 프로그램 구성 및 참여 확정
  - 매년 6월 UBC에서 주관하는 프로그램과 기타 프로그램을 추가하여 연간 약 2명 정도 교육프로그램에 참여
  - 한국교통연구원의 지속가능 프로젝트 및 세미나 등에 UBC의 적극 참여

(3) 연구소

(가) 영국 교통연구소(TRL, Transport Research Laboratory)[38]

○ 영국 교통성 산하에서 1996년 민영화 된 도로 및 교통 관련 연구기관

38) http://www.trl.co.uk

○ 국내외적으로 교통수송로와 관련된 모든 현안에 대해서 해결책과 조언 및 연구의 틀을 제공하고 있음

- 교통과 환경, 도로공학, 도로 이용자 안전, 교통공학, 교통계획, 지능형 교통체계 등의 연구를 수행하고 있음

○ 영국에는 스코틀랜드, 웨일즈, 버밍엄, 맨체스터에 지사가 있고 국제적으로는 두바이(아랍에미리트), 도하(카타르), 에티오피아에 해외 지사를 두어 국제적 네트워크 구성하고 있음

(나) 독일 도로연구소(BASt, Bundesanstalt für Straßenwesen)[39]

○ 독일 연방정부의 교통건설주택부(BMVBW, Federal Ministry of Transport, Building and Housing)로부터 임무를 맡아서 교통부문의 연구를 수행하는 기술 과학 연구소임

○ 연구목표는 도로의 효율적 건설 및 관리, 교량이나 터널 등 구조물의 효율적 건설 및 관리, 교통 안전도의 향상, 도로의 이용 효율성 향상, 환경 피해를 최소화하기 위한 친환경 건설기법 개발, 에너지 소비와 배출가스를 감소하기 위한 대체 연료나 대체 기관 개발, 효율적인 통합 교통망 구축을 위한 도로망 연계로 7가지 임

○ 환경과 기후 친화적인 교통시스템을 추구하기 위하여 여러 가지 연구프로그램이 추진되고 있음

○ BASt는 국가 간 연구경험의 공유 및 국제기관을 통한 국가 간 협력을 위해 현재 100개 이상의 국제위원회에 공식적으로 등록함

- 국제 기준 관련 위원회에서 국제표준의 제·개정 업무 참여, 국제기구의 교통관련 위원회에서 교통관련 기술의 연구개발 및 협력 추진

(다) 프랑스 국립교통연구원(INRETS, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité)[40]

---

39) http://www.bast.de, 영문명으로는 Federal Highway Research Institute 임

○ 1985년 부처 간의 인사 교류에 의해 법적으로 설립된 프랑스의 전문 교통기관이며, 2개 부처 장관(교통부 장관, 과학부 장관)의 행정 감독 하에 설립된 국가재정 과학기술 산하기관임

○ 기술·경제·사회 관점으로부터 교통과 수송시스템의 향상과 관련한 개발 및 기술연구를 평가·실행하고 있음

- 교통안전, 교통계획, ITS, 환경에 중점을 두고 연구 수행하고 있음

○ 지속가능 관련한 부서로는 교통·환경실험실(Transport and Environment Laboratory)이 있음

○ 프랑스나 해외 교통 관련 분야 기관과의 협력 체제를 유지해 나가면서 과학지식기반 및 기술 공유를 통해 프로그램 연구와 관련 분야의 결과를 향상 시키고 있음

(라) 호주 교통연구소(ARRB, Australia Road Research Board)[41]

○ 1960년에 설립된 교통 연구기관임

- 호주 멜버른에 본부를 두고 있으며, 국제적으로는 아시아, 유럽, 아프리카, 미국, 중동 국가의 교통기관과의 네트워크 연결을 통해 협력 체제를 유지해 나가고 있는 전문 교통기관임

○ 우수한 전문 인력의 확보 및 과학 통합 기술, 독립적 연구기관, 기관의 혁신을 통한 국내외적인 명성을 유지하기 위해 노력하고 있음

- 각 나라와의 주요 협력체계를 유지함으로써 교통기술 공유하고 있음

(마) 미국 교통연구회(TRB, Transportation Research Board)[42]

○ 미국 과학기술분야에서 연방정부를 자문하기 위한 기구인 미국 국가연구위원회(National Research Council, NRC)와 미국의 국립 아카데미(United States

40) http://www.inrets.fr, 영문명으로는 The French National Institute for Transport and Safety Research 임
41) http://www.arrb.com.au
42) http://www.trb.org

National Academies를 구성하고 있는 조직중의 하나임

○ 교통부문에 대한 조언을 담당하고 있으며, 미국뿐 아니라 국제적으로도 교통부문의 연구를 주도하고 있는 조직임

- 미국 내 교통 정책 및 교통 실천 사례에 대한 정보를 공유할 수 있는 틀을 제공, 연구 지원, 각종 교통정책과 프로그램들에 대해 조언하고 이러한 연구결과들을 전파하여 연구의 활용을 촉진하고 있음
- 특히 TRB가 개최하는 연례회의는 매년 초 미국 및 전 세계 공공기관, 민간기업, 학교 등에서 1만 명 이상의 교통 분야 종사자들이 논문 발표 등을 통해 참여하고 있음

○ 지속가능 성장과 관련한 부서로 계획 환경그룹(Planning and Environment Group)이 있음

(바) 하와이대학교 동서문화센터(EWC, East-West Center)

○ 미국의회는 미국을 포함한 아시아 태평양지역의 정부와 국민간의 상호 이해와 협력을 촉진하기 위해 1960년에 하와이대학 내 설립한 연구기관

- 이 센터는 국제적 성격의 이사회가 구성되어 있는 비영리 공공기구
- EWC의 주요재원은 미국정부로부터 제공되며 20개 이상의 아시아 태평양지역 국가의 정부와 사설재단, 개인 및 공공 기관들로부터 추가 지원을 받음

○ 상호협력에 의한 연수 프로그램과 대화 및 연구 활동을 통하여 아시아-태평양 공동지역사회를 발전시키고 있음

(사) 일본의 국토교통정책연구소(PRILIT, The Policy Research Institute for Land, Infrastructure, Transport and Tourism)[43]

○ 국토교통성에서 국토계획, 교통 및 관광 계획, 사회간접자본 정비분야의 정책을 연구하는 연구기관임

43) http://www.mlit.go.jp

○ 최근 연구 동향은 교통부문의 녹색성장 관련하여 중점을 두고 있음

- 교통부문 CDM사업의 현황 및 향후 추진방안
- 도시 교통에 있어 자전거 이용방안에 관한 연구
- 경제성장과 교통환경부하에 관한 연구
- 환경부하가 낮은 도시·국토구조에 관한 연구

(아) 일본 국토기술정책종합연구소(NILIM, The National Institute for Land and Infrastructure Management)[44]

○ 주택·사회자본 분야의 국가연구기관으로서 2001년 설립되었고, 국토교통성의 행정부문과 연결한 기술정책을 담당하는 연구조직임

- 국토교통 정책의 기획과 실현을 지원하는 기술정책 연구
- 국토교통의 법령 등에 기초한 기술기준 및 지침 작성
- 국토교통 사업집행과 관리에 필요한 기술 지원

○ 녹색성장의 교통부문에서는 CO_2 배출량 감소 기술개발에 관한 연구가 있음

- 온난화 종합 모니터링 기술개발, 온난화 영향 및 위험도 평가, 환경부화를 최소화 하는 자연공생형 도시·교통 정비 기술, 교통부문의 CO_2 배출량 감소 정책 개발의 4개 분야로 구분하고 있음

○ 국토교통정책연구소와의 차이점은 국가교통 기술 정책 부문을 담당하고 있음

(자) ITDP(Institute for Transportation and Development Policy)

○ 전 세계적으로 환경적으로 지속가능하고, 사회적으로 공평한 교통 정책을 증진시키기 위한 목적으로 1985년에 설립됨. 최근 지방자치단체 및 NGO단체와 협력하여 개발도상국에서 대기오염, 탄소배출, 교통 혼잡 및 사고를 감소시킬 수 있는 방법 또는 빈곤층의 기본적인 이동권을 향상시킬 수 있는 방법에 초점을 맞추고 있음

○ 프로그램 영역 : ITDP의 프로그램은 아시아, 아프리카와 라틴아메리카의 환경

44) http://www.nilim.go.jp

적으로 지속가능하고, 사회적으로 공평한 교통 시스템을 만들기 위해 초점을 두고 있음

- 현재 수행 연구 내용
  - high-quality, low-cost 대중교통 개발 : BRT 시스템
  - 자전거 이용과 보행을 위한 계획 : 자전거 이용과 보행 조건 향상을 위해 워크숍 개최, 자전거 및 보행자 계획 사업을 위한 기술 제공, 캠페인 지원
  - 자전거와 rickshaw[45] 산업 강화
- 최근 연구 내용
  - Two and Three Wheelers : Two and Three Wheelers 사용자에 대해 실질적인 혜택(인명피해 최소화, 교통 흐름 최적화, CO_2 배출 감소)을 줄 수 있는 거리 디자인
  - 교통수요관리 : 교통 혼잡과 CO_2 배출 감소
  - 의료 및 교통 : 노동자들의 건강 증진(외딴지역에서도 치료를 제공할 수 있는 차량 및 통신 개발)

○ 주요 연구 성과

- 아시아 최초 BRT 시스템인 TransJakarta[46] 시행 : TransJakarta 시행으로 연간 20,000톤의 CO_2 배출 감축시킴
- 인도에서 cycle rickshaws를 근대화시킴 : 디자인 혁신을 통해 인도의 전통적인 cycle rickshaw를 더 가볍고, 편안하고, 쉽게 운전할 수 있도록 만듦
- 아프리카에서 자전거 타기와 자전거 품질 향상

(차) GTZ(Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)[47]

○ 독일 연방 내에 경제협력개발부(BMZ : Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)라는 부서의 실행 조직으로 지속가능한 개발 국제 협력 사업을 위해 설립. 전 세계 92개국에 사무소를 두고 있음

---

45) 인도와 방글라데시 등지에서 주로 인력을 이용하는 교통수단. 원래는 사람이 직접 수레와 사람을 끄는 인력거를 뜻하는데, 현재는 보통 자전거를 개량한 사이클릭샤(Cycle-rickshaw)와 소형 엔진을 장착한 3륜차인 오토릭샤(auto-rickshaw)임

46) 인도네시아 자카르타시의 신개념 대중교통수단. 자카르타 횡단버스

47) http://www.gtz.de, German Technical Cooperation

○ '환경과 인프라' 연구 주제 아래 환경정책, 지속가능한 경영, 에너지, 교통 등을 연구하며, 교통 부문에서는 국제 연료 가격, 도시의 깨끗한 공기, 도로 안전, 기후변화와 교통으로 연구 주제 수행

- 기후변화와 교통 : CO_2 배출량을 줄이기 위해 환경친화적인 교통수단으로 전환, 에너지 효율적인 교통수단 개발과 자동차 기술 향상 연구
- "GTZ Sustainable Urban Transport Sourcebook" : CO_2 배출량을 줄이기 위한 접근 방법 2가지 module 출판
  - Transport and Climate Change(GTZ Sourcebook Module 5e), 2007
  - The CDM in the Transport Sector(GTZ Sourcebook Module 5d), 2007

○ SUTP(Sustainable Urban Transport Project)

- GTZ, BMA(the Bangkok Metropolitan Administration), CITYNET, UNESCAP(the United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific)간의 파트너쉽을 통해 국제적인 경험과 정보를 보급하여 세계 도시들이 지속가능한 교통이라는 목표 달성을 돕기 위한 것이 목적임
  - UNCRD에서 환경적으로 지속가능한 교통을 주제로 국제 워크샵 개최(인도네시아 자카르타, 2009.4.23) : 주최는 UNCRD, 인도네시아 환경부, 교통부이며 Sida[48], GTZ, ITDP, 일본 환경성 지원

(카) gTKP(global Trasport Knowledge Partnership)[49]

○ 스위스 제네바 IRF(International Road Federation)에 위치. 무료로 이용할 수 있는 정보 및 기술적 조언, 최상의 전문 지식의 자유로운 접근을 제공함으로써 개발도상국가 및 transition countries가 지속가능하고 효율적인 교통 체계가 되도록 지원하는 것이 목적임

○ 주요 연구 내용 : 7가지 핵심 주요 연구 내용은 환경과 기후변화, 금융과 경제, 거버넌스, 도로 안전, 농촌 교통, 사회 개발, 도심 교통 부문임

  - 환경과 기후변화 : 교통부문의 온실가스 배출이 환경, 보건, 지구 온난화에

48) Swedish International Development Cooperation Agency
49) http://www.gtkp.com/

미치는 영향에 초점을 맞추고, 자동차의 온실가스 배출을 줄이는 방법을 연구

- 자동차 온실가스가 대기와 건강에 미치는 영향
- 자동차 온실가스 배출 기준 설정 및 모니터링
- 자동차의 성능 향상을 위한 검사 및 인증
- 자동차 연료 품질 및 기술 향상
- 기후변화에 대응하기 위한 저감 방안
- 기후변화 적응 대책

○ ADB(Asian Development Bank, 아시아 개발은행)과 공동 지원으로 'Asia on the Move: Energy Efficient and Inclusive Transport' 포럼 개최

- ADB의 본부가 있는 마닐라에서 2008. 9. 9~9. 12 개최되었음

○ Pre-BAQ 2008 Workshop 'Transport, Air Quality and Climate Change'

- 2008. 11. 21, 방콕에서 개최

나. 협력 방안

(1) 국제 공동연구 확대

○ 국제사회의 책임 있는 일원으로서 국제협력 강화

- 국제적 공동 연구와 논의를 통해 공동 대응 필요
- 범지구적인 차원의 문제 해결을 위한 다자간 국제협력 필요
- 지구 환경, 기후 변화, 에너지 등 지구적 차원의 문제 해결을 위한 국제적 노력에 동참
- 지속가능 교통부문 기술 발전을 위한 공동연구에 기여

○ 선진원천기술 확보를 위한 전략적 국제 파트너쉽 참여 확대

- OECD 등 국제기구 활동 적극 참여
- 대(對) 개도국 기술 이전·전수 등을 통한 녹색산업 해외 진출 기반 조성

○ 국제 공동연구

- 국제 공동연구를 통해 기후변화협약 관련한 정책 및 기술과 협력 가능한 분야 발굴
- 세계 최고 수준의 연구기관 및 국제기구와 공동연구 확대하고 공조체계를 통해 녹색 기술·정책 개발 로드맵 공유
- 국제공동세미나, 학술회의 개최 등을 통해 정보교류의 활성화와 국제 공동협력 추진
- 해외 기술·정책의 체계적 수집·분석·활용을 통한 국제동향 파악
- 정부부처 수탁과제뿐만 아니라 개별 출연연구소의 기본과제 등에서 국제 공동연구에 대한 인센티브를 부과하여 국제공동연구 및 국제 협력 강화로 연결될 수 있도록 추진

○ 기업 및 산업체와의 기술협력 네트워크 구축[50)]

- EU는 1984년부터 R&D 계획인 FP(Framework Programme)를 통해 비회원국과의 국제적인 연구협력 및 공동 프로젝트 추진하고 있음
- 현재 추진 중인 FP는 7차 FP로 2007년부터 시작되어 2013년까지 지속됨
- FP7은 환경과 에너지라는 최근의 국제적인 이슈를 반영하여 5.6%, 7.1% 예산 할당하여, 이 분야의 국제적인 연구개발 협력 도모하고 있음
- 한국 연구자 및 산업체의 FP 참여가 부진하여 실질적 협력이 창출되지 못하고 있는 상황임

○ 교통부문 국제협력 현황은 다음 표와 같음

- 한·미 간, 한·일 간 도로, 철도 협력 회의를 비롯한 다양한 국제협력회의를 정기적/비정기적으로 개최하여 협력하고 있음

<표 3-29> 교통부문 국제협력 현황

회의명	개최주기	협력 대상
한·미 교통과학기술협력회의	연 1회	미국 교통부(DOT)
한·일 교통 물류협력회의	연 1회	일본 국토교통성
한·일 철도협력회의	연 1회	일본 국토교통성
한·중 철도협력회의	연 1회	중국 철도부
한·일 항공협력회의	연 1회	일본 국토교통성

50) 대외경제정책연구원, 『EU의 기후변화 대응정책과 시사점』, 2008에서 발췌, 정리함

한·중 항공협력회의	연 1회	중국 민항총국
한·인니 도로협력회의	연 1회	인도네시아 공공부
한·중 도로협력회의	연 1회	중국 교통부
한·미 도로협력회의	연 1회	미 연방도로청
한·일 도로협력회의	연 1회	일본 국토교통성
남·북·러 3자 철도전문가 회의	비정기	
남·북·러 3자 철도운영자 대표회의	비정기	
WTO 기술무역장벽(TBT) 아·태 워크샵	연 1회	
SOFA 교통분과위원회	수시	과천·용산 교대개최
WTO 기술무역장벽(TBT) 워크샵	연 1회	
한·미 통상현안 점검회의(RTHP)	분기1회	서울, 워싱턴 교대개최
SOFA 교통분과 위원회	비정기	
APEC 도로교통 조화회의(RTHP)	연 2회	
첨단안전자동차(ESV) 국제회의	격년	
한·EU 자동차분야 실무회의	연 1회	
UN자동차안전기준 국제조화회의(WP29)	연 3회	
한·미 자동차 리콜 관련 세미나	연 1회	
APEC 도로교통 조회회의(RTHP)	연 2회	
제2차 한·중자동차 협력회의	연 1회	
JASIC 정부/업계회의(G/1 Meeting)	연 1회	
에스캅 아시아횡단철도망(TAR) 정부간 협정 회의	비정기	다자간 협력회의
에스캅 TAR 북부노선 컨테이너 열차 시범운송 조정위원회	비정기	다자간 협력회의

자료 : 국토해양부, 『2007 국가기간 교통·물류 주요통계 및 사업현황』, 2007

(2) 전문 연구 인력 교류

(가) 국제협력 인적 네트워크 구성 및 운영

○ 해당 분야 연구자들 인프라 협력과 교류 연계 및 지원, 연구자 네트워크 구성

○ 인력 교류 시스템을 구축하여 국제기구 및 연구기관 협력 회원국 간 연구자 및 학생 교류 추진

- 해외 유학 지원 제도, 연구자 및 학생(대학원생 및 박사후 과정(Post-doc.))을 대상으로 해외에 유학할 수 있도록 연수 및 교류 프로그램 운영
- 기후변화협약 관련한 교통부문 전문 인력 양성을 위해 국제협력연구 참여 파

견 프로그램 운영

- 해외 사례 : 일본 JSPS(일본학술진흥회) Fellowship 프로그램(일본 JSPS가 일본 내 국공립연구기관, 대학 등에 외국 연구자를 초청하여 토론, 세미나 참석, 공동연구 등의 기회를 제공하는 연수제도)[51]

(나) 해외 우수 연구자 인력 교류·활용 확대

○ 해외 우수 연구자 초빙 연구프로그램 추진

- 해외 우수 과학기술자를 조직적으로 초빙·활용하여 연구개발단계의 최신과학기술 등을 조기에 습득하고 세계 수준의 해외 과학기술자를 국내 연구개발현장에 투입하여 연구개발 수준 높임
- 해외 전문 연구자를 연구기관이나 대학에 초청, 총괄연구책임자로서 국내 연구원과 팀을 구성하여 연구하고, 연구팀을 이끄는 해외 전문 연구자에게는 파격적인 보수 및 편의 제공

○ 해외 과학기술 전문 인력의 정규 직원 채용 장려

- 대학이나 연구기관이 해외 고급과학기술 인력을 정규직원으로 채용·활용하고자 할 경우 필요 경비 등을 적극 지원

○ 해외 우수 한인 석학들을 유치·활용

- KOTAA(The Korean Transportation Association in America), KSEA(Korean-American Scientists and Engineers Association)와 같이 해외에서 활약하고 있는 우수한 한인 과학자들의 유대 관계 강화를 증진하여 선진국의 과학기술 연계를 모색하고, 연구자 간의 학문적 교류를 도모하여 기술 협력 추진함
- 국가 인적자원화화여 DB구축 하고, 국내 연구자와의 네트워킹 구축
- 국내·외 녹색기술 연구개발 동향 및 노하우 등을 공유하는 커뮤니티 구축, 정기적인 교류 프로그램 마련
  - Green KOSEN[52]사이트 구축 : 국내·외 녹색 기술 우수 과학자의 네트워크를 지속적으로 활성화시키기 위한 사이트 구축. 녹색과학기술협력과 정

51) 과학기술정책연구원, 『우리나라 과학기술 국제화 추진 실태 분석 및 개선 과제』, 2003에서 발췌함
52) KOSEN(The Global Network for Korean Scientists and Engineers, 한민족과학기술자네트워크)

보교류기반 형성

• ULTRA Green 프로그램[53] 추진 : 녹색 기술 관련한 해외 우수과학기술자 초청 토론회 및 초청 강연 프로그램 추진

(다) 해외 우수 연구기관 유치

○ 지속가능한 교통부문 관련한 정책 및 기술을 보유한 세계적 연구기관 유치

- 세계적 수준의 우수연구기관 국내 유치 및 국내 연구기관과의 공동 연구를 통해 지속가능한 교통부문 관련 해외 R&D 자원의 활용도를 제고
- R&D 부문의 세계화 진행 추진, 정부의 R&D 지원 정책 개선 효과

○ 유치기관을 통한 해외 직접 투자 유도하여 국가 경쟁력 향상

- 원천기술 확보, 고용 창출, 국내 연구지원 분야 및 교통 분야의 국제화 등 다양한 효과 기대 할 수 있음

○ 국제공동연구센터 설립

- 국제기구와 해외 연구소와의 협력을 통해 세계적 녹색기술 및 정책을 연구하는 국제공동연구소를 설립하고 공동 국제 연구를 매개로 하여 연구자들 교류 협력 추진

○ 해외 우수 연구 기관 유치 및 국제공동연구센터 설립 사례

- TRL(영국 교통연구소)은 바레인(마나마), 아랍에미리트(두바이), 카타르(도하), 에티오피아(아디스아바바)에 해외 분원을 설립하여 국제공동연구 수행 및 활발한 연구진 교류 이루어지고 있음
- 세계 최고의 기초과학연구소 막스플랑크연구소(Max Planck Institute)[54]를 포항에 유치 예정(경상북도와 포스텍 공동 유치, 2009년 1월 23일 과학기술연구협력에 관한 양해각서(MOU)를 체결)
  • 막스플랑크-한국 연구소(Max Planck Institute-Korea) 설립은 2009년 10월과 11월로 예정된 막스플랑크재단 분과위원회와 평의원회 승인 과정을 통

53) ULTRA 프로그램은 해외 우수과학기술자 초청 토론회임

54) 세계 최고수준의 연구역량을 보유하고 있는 기초연구분야 연구소이며, 세계 최다 노벨상 수상자 배출 연구기관으로 '노벨상 사관학교'로 불림. 막스플랑크재단의 과학기술분야 해외 설립 연구소는 올해 문을 여는 막스플랑크-미 플로리다 공동연구소가 첫 사례로 포항시가 최종 확정되면 두 번째임

과하면, 이르면 2009년 12월경에 최종 설립합의 MOU체결을 통해 결정됨

- 경상대와 미국 미주리대가 공동 운영하는 국제공동캠퍼스 및 국제공동연구센터를 인천경제자유구역 내 송도에 설립
  - 지방 국립대학으로서는 처음으로 설립된 사례이며, 2010년 9월 개교 예정
- 부산대는 독일의 연구기관인 '프라운호퍼 IDMT(Institute for Digital Media Technology, 디지털 미디어 기술 연구소)' 국제공동연구센터 설립
  - 연구원 교환, 디지털 미디어 기술 개발 및 산업화 공동연구, 장전캠퍼스 내 공동연구센터 개설에 합의하는 양해 각서 체결(2008년 3월)

(3) 국제 협력 전문가 양성

○ 국제협력을 통한 국제공동연구를 원활히 수행하기 위해서는 국제적 감각이 있고, 국제공동연구를 수행할 수 있는 능력을 갖춘 전문가가 필요함

○ 국제 협력을 위한 전문 인력 양성 프로그램 구축

- 어학 능력, 전문 지식, 다자 협력에 대한 이해 등 전문성 필요

○ 해외 대학교와 국내 대학교의 석·박사 학생들의 공동 연구 추진

- 국제학회 논문게재 및 발표 활성화 증진
- 참여 학생들은 연구 분야별, 과제별로 팀 체계를 구성하여 개별 연구들의 추진 능력을 극대화
- 필요 분야에 대한 학습 및 세미나들을 진행, 공유함으로써 국제 협력 연구의 기반이 되는 경험을 쌓음

○ 국내 우수 전문 연구자를 세계적 연구기관 및 국제기구로 파견을 확대

(4) 정보 시스템 구축

○ 국제기구 및 해외 연구기관과의 다자협력 관련 정보 데이터베이스화

- 국제공동연구 진행 사항 및 관련 자료를 정확하고 쉽게 파악
- 국제세미나, 국제 공동회의 등 국제협력연구를 통한 연구 결과물 및 정보를 체계적으로 보급할 수 있는 온라인 정보 시스템망 구축

- 연구 동향, 주요 연구 활동 등 연구정보 공유로 공동연구의 효율적인 운영 및 협력체계 강화

○ 관련 국제기구와 해외 연구기관의 홈페이지에 우리나라 데이터베이스 연결하여 정보 교류 증진

- 관련 기관들과의 지속적인 정보와 의견 교류 관계 형성·유지 필요

2. 국내협력

가. 국내협력 대상 연구기관

(1) 에너지경제연구원

○ 국내·외의 에너지 및 자원에 관한 각종 동향과 정보를 신속히 수집·조사·연구하고 이를 보급·활용케 함으로써 국가의 에너지 및 자원에 관한 정책의 수립과 국민경제 향상에 이바지하도록 하기 위한 목적으로 설립

○ 지속가능 관련한 연구를 수행하는 부서로는 녹색성장연구본부가 있음. 그 안에 기후변화연구부, 신재생에너지연구실, 에너지모형연구실이 있음

- 특히, 기후변화연구부에서는 기후변화협약 대응전략, 온실가스 배출통계 작성 및 전망, 온실가스 저감정책 및 조치 등 에너지·환경 문제에 관한 심도 있는 분석을 통하여 정부의 에너지·환경 정책 수립을 지원함

- 주요연구분야
  - 기후변화협약 관련 경제 분석 및 정책
  - 온실가스 저감잠재량 분석 및 관련 정책 개발
  - 기후변화협약 관련 협상 대응전략 분석 및 개발
  - 온실가스 인벤토리 작성·관리
  - 에너지이용합리화 기본계획 수립
  - 에너지절약 잠재량 분석 및 관련 정책효과 분석
  - 에너지 수요관리 방안별 효과분석

• 에너지효율 관련 데이터베이스 구축 유지

○ 녹색성장 및 기후변화 관련 최근 연구보고서

- 기후변화협약 대응 국가 온실가스 IPCC 신규가이드라인 적용을 위한 기획연구(2008)
- 기후변화 성장동력화 사례분석 연구(2007)
- 저탄소 경제시스템 구축 전략 연구 : 경제·에너지·환경 통합정책 개발(2008)
- 배출권거래 가격 결정요인 분석과 전망 : 화석연료가격과의 상관관계를 중심으로(2007)
- 기후변화협약에 의거한 제3차 대한민국 국가보고서 작성연구 : 제1차년도(2007)

(2) 한국환경정책·평가연구원

○ 환경과 관련된 정책 및 기술의 연구개발과 환경영향평가의 전문성, 공정성 제고를 통하여 환경문제의 예방과 해결을 위한 목적으로 설립

○ 환경전략연구본부는 우리나라의 환경발전과 국제사회 기여를 위한 저탄소 사회 구축과 녹색성장을 위한 연구수행하고 있음. 녹색경제연구실, 기후변화연구실, 물순환연구실로 구성됨

- 특히, 기후변화연구실에서는 기후변화 정책 및 기법 연구 총괄, 온실가스 감축을 위한 관리정책 개발, 저탄소 에너지 정책 및 산업에 관한 연구, 기후변화에 따른 영향 및 적응에 관한 연구 수행

○ 통합환경연구본부는 환경관리 및 환경평가와 관련된 연구 수행하고 있으며, 전략평가연구실, 환경관리연구실로 구성

- 특히, 환경관리연구실에서는 대기관리 정책 및 기법 연구, 경제·사회 각 부문의 지속가능발전에 관한 연구 등을 수행

○ 국가기후변화적응센터 설립(2009. 6. 10)

- 환경부, KEI 산하로 기후변화센터 설립
  • 국가 기후변화 적응에 대한 전략적 연구 및 정책지원을 수행할 위탁기관으로 선정됨
- 설립목적

- 기후변화에 대비한 국가 장기비전의 수립이 필요하다는 인식에서 설립추진
- 지구온난화로 인한 폭염, 가뭄, 홍수 등 극한 기상현상의 발생빈도가 늘면서 기후변화 장기계획 수립의 필요성 절감
- 저탄소 녹색성장과 궤를 같이하며 신속하고 안정적으로 적응정책을 추진할 수 있도록 블루프린트를 제공할 계획
- 효과적인 적응 체계 구축을 위해 종합적인 기후변화적응계획 수립

○ 국제협력사업

- 우리나라의 환경정책 및 환경영향평가제도의 노하우를 개도국의 환경관련 공무원과 연구원 등에게 교육하는 국제교육프로그램 운영
- 최근 운영된 국제협력프로그램(2008년)
  - 지속가능한 개발과 환경관리 교육 : 중국, 베트남 등 8개국, 15명 참여
  - 환경영향평가 교육 : 콜롬비아, 아이티 등 14개국, 16명 참여
  - 지속가능한 개발을 위한 CIS : 아제르바이젠, 우즈베키스탄 등 6개국, 17명 참여
  - 제1차 한·몽 환경영향평가 능력배양 교육 : 몽골 21명 참여
  - 제1차 한·베 환경영향평가 교육 워크샵 : 베트남 25명 참여
  - 스리랑카 콜롬보지역 폐기물정책 교육 : 스리랑카 11명 참여

○ 녹색성장 및 기후변화 관련 최근 연구보고서

- 지속가능발전 관점에서의 녹색성장 의미와 평가방안에 관한 연구(2009)
- 기후변화 대응 온실가스 감축을 위한 국가할당방안 연구(Ⅱ)(2009)
- 경유차 배출가스 저감장치 부착 또는 저공해엔진 개조차량의 보증기간 이후 적정 관리방안 연구(2009)
- 대기오염도 개선을 위한 종합분석 평가 및 효율적인 연료정책 적용방안 연구(2010)
- 지속가능발전정보망 구축(2009)
- 국가 온실가스 배출량 할당방안 및 국가 레지스트리 구축방안 마련을 위한 조사 연구(2009)
- 국가지속가능발전 기본전략 수립 연구(2009)
- 수송부문 정책수단별 온실가스 감축잠재량 평가 및 연료용 유류세 합리화 방안 연구(2008)

- 국제 온실가스 배출권 거래제도의 파급효과 분석(2008)
- 온실가스 및 대기오염 물질 배출분석을 통한 Post-Kyoto 기후변화 대응전략 수립 및 통합관리방안 구축(2008)
- 환경평가와 지속가능발전지표 연계운용방안에 관한 연구(2007)

(3) 한국개발연구원

○ 국민경제의 발전 및 이와 관련된 여러 부문의 과제를 연구·분석함으로써 경제에 대한 국민의 이해를 증진시키고, 국제화를 위한 전문인력을 양성함으로써 국가의 경제정책 수립과 경제 발전에 이바지할 것을 목적으로 설립

○ 녹색성장 및 기후변화 관련 최근 연구보고서

- 녹색성장 국가전략 종합연구(2010)

○ '녹색성장 : 국가성장전략의 모색' 토론회 개최(2008. 11. 13)

- 주요 내용
  - 온실가스 배출권 거래제도 : 국제동향과 시사점
  - 온실가스 배출현황, 전망 및 감축 잠재량
  - 온실가스 감축의 경제적 효과
  - 녹색성장을 위한 에너지 정책
  - 기후변화의 국제적 논의 동향과 한국의 대응

(4) 대외경제정책연구원

○ 세계경제환경의 변화에 따른 외부적 도전을 극복하고 우리경제의 국제적 역할과 위상을 정립하기 위한 목적으로 설립

○ 주요 업무

- 다자 및 쌍무적 무역통상, 국제금융협력, 국제투자, 해외주요국 및 지역경제 등과 관련된 문제를 조사, 분석하고 정책수단을 개발하고 연구 활동을 수행함으로써 국가의 대외경제정책 수립

○ APEC연구컨소시엄[55] 운용

- APEC 경제협력에 대한 대학 및 정부출연 연구기관의 부문별 연구를 활성화시킴으로써 APEC의 발전에 기여하고 우리나라의 대APEC정책 수립에 기여하는데 목적이 있음

○ 녹색성장 및 기후변화 관련 최근 연구보고서

- 일본의 저탄소사회전략에 대한 연구(2009)
- 기후변화 대응조치와 국제무역규범 연계에 대한 논의동향(2008)
- EU의 기후변화 대응정책과 시사점(2008)

(5) 국토연구원

○ 국토자원의 효율적인 이용·개발 및 보전에 관하여 종합적이며 체계적으로 연구·발전시키기 위한 목적으로 설립

○ 부서 전반적으로 지속가능한 발전에 관련한 연구를 수행중

- 국토계획·지역연구본부 : 국토의 균형 있고 지속가능한 발전을 위한 국토종합계획 및 수정계획 수립
- 녹색국토·도시연구본부 : 국토의 녹색성장, 에너지 문제, 기후변화에 따른 녹색성장정책 수요에 대응하기 위한 연구 수행
- 국토인프라·GIS연구본부 : 광역, 도시차원에서의 주요 교통정책과 계획 수립 및 국가GIS 계획 및 정책 수립 연구

○ 녹색성장 및 기후변화 관련 최근 연구보고서

- 국토관리의 지속가능성 측정·평가 연구(2008)
- 기후변화에 대응한 지속가능한 국토관리 전략(Ⅰ)(2008)
- 보행친화적 도시공간구조로의 개편을 위한 도시계획과 대중교통계획의 연계방안(2008)

---

55) 1993년 11월 시애틀에서 열린 APEC 제1차 정상회의에서 APEC의 구체적인 역할개발과 국제기구로서의 발전방향에 관한 연구, 회원국 간의 정보·문화의 교육 및 교류를 위해 각국에 연구센터(ASC : APEC Study Center)를 설치하기로 합의함. 이에 따라서 우리나라는 1994년 12월 27일에 개최된 대외경제조정위원회에서 대외경제정책연구원(KIEP)을 국립 APEC 연구센터(APEC National Study Center)로 지정, APEC 연구센터 컨소시엄을 운용하고 있음

(6) 과학기술정책연구원

○ 과학기술의 사회·경제적 이슈에 대한 분석·연구를 수행과학기술·연구개발활동 및 기술혁신에 대한 조사 분석·연구 수행을 위한 목적으로 설립

○ 지속가능 관련한 연구를 수행하는 부서로는 신성장동력센터의 녹색성장팀이 있음

- 주요 수행 연구
  - 지속가능한 경제·사회 발전
  - 신재생에너지·청정에너지 분야 기술전략
  - 친환경산업과 에너지 절감 인프라 구축
  - 기후변화 대응

○ 녹색성장 및 기후변화 관련 최근 연구보고서

- "저탄소 녹색성장"을 위한 과학기술정책의 과제(2009)
- 기후변화 대응의 과학기술정책 과제(2008)

(7) 한국에너지기술연구원

○ 에너지 기술 개발 및 합리적 이용에 관한 연구를 수행하여 그 성과를 과학기술 발전과 국가정책 수립에 반영하고 산업에 이전, 실용화함으로써 국민경제 향상에 기여하기 위한 목적으로 설립

○ 기후변화, 고유가 등 에너지 환경변화에 능동적으로 대응하기 위해 에너지 기술 개발 업무 수행하고 있음

- 태양광, 풍력, 바이오, 연료전지, 수소에너지 등 신재생에너지 연구개발
- CO_2 포집 등 온실가스 처리 연구개발
- 청정석탄, 비재래형 연료 등 화석에너지 청정 이용 연구개발
- 산업, 건물, 수송, 전기 등 관련 에너지 효율 향상 연구개발

○ 지속가능 관련한 연구를 수행하는 부서로는 기후변화기술연구본부가 있으며, 그 안에 온실가스연구단이 있음

- 온실가스연구단의 주요 연구 내용은 온실가스 포집, 저장 및 처리 기술 연구, 신개념의 온실가스 관련 기술 연구, 석탄 사용에 따른 오염 물질 배출 저감 기술 등을 개발하는 연구를 수행하고 있음

○ CO_2 저감 및 처리기술 개발 사업단

- 운영위원회 : 산, 학, 연 및 정부 부처 등을 고려한 각 분야의 전문가로 구성되며 당 사업단의 사업 수행 전반에 관한 사항을 심의, 의결
- 주요 연구내용은 기후변화 대응 기술 중 CO_2 저감기술과 처리기술로 이원화하여 연구수행

○ 녹색성장 및 기후변화 관련 최근 연구보고서

- 2007 운행차배출가스 원격측정장비 시범운영(2008)
- 국내 온실가스 감축잠재량 분석(2007)
- 자동차 에너지소비효율 등급체계 개편 및 고연비자동차 보급시책 연구(2007)

(8) 국립환경과학원의 교통환경연구소

○ 자동차 등 다양한 이동오염원에 의한 대기오염 방지 및 국가환경정책을 지원하기 위한 목적으로 설립

○ 연구개발실과 환경인증실로 구성됨. 주요 업무는 다음과 같음

- 연구개발실
  - 이동오염원 오염물질관련 배출허용기준 및 배출특성에 관한 조사·연구
  - 이동오염원에 의한 유해물질 및 대기오염 조사·연구
  - 이동오염원 관련 온실가스 배출특성 연구
  - 이동오염원 오염물질 배출계수 개발 및 산정에 관한 연구
  - 이동오염원 연료 및 첨가제에 의한 오염물질 조사·연구
- 환경인증실
  - 운행자동차 배출가스 저감대책에 관한 조사·연구
  - 운행자동차 배출허용기준에 대한 조사·연구
  - 운행자동차 배출가스 검사방법에 대한 조사·연구

○ 최근 연구보고서

- 교통수단별 대기오염물질 국가 배출통계 구축 연구(I) : 이륜자동차의 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(2008)
- 연료조성에 따른 배출가스 특성연구(Ⅱ) : 경유 중 세탄가 함량별 배출가스 특성연구(2008)
- 이동오염원에서의 유해대기오염물질 배출실태 조사연구(Ⅳ)(2007)
- 연료조성변화에 따른 배출가스 특성연구(Ⅰ)(2007)
- 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(Ⅴ)(2007)
- 친환경연료 환경성 평가 연구(I)(2007)

나. 협력방안

(1) 기관 간 공동 연구 확대

○ 협력 기관 간 공동 연구 과제를 수행함으로써 상호간 정보를 습득하고 연구 능력의 국제화 도모

- 범지구적인 차원의 문제 해결을 위한 공동연구 및 공동대응 필요
- 기후변화 대응을 위한 기관 간 공동 연구를 통해 교통부문 지속가능 정책 및 기술 연구 분야 발굴
- 국내 우수 연구기관과의 공조체계를 통해 녹색 기술 및 정책 개발 로드맵 공유
- 국내 관련 연구 분야의 전문가 간에 주요 연구동향 파악 및 연구정보 수집의 기회와 교류의 장 제공

○ 사례

- 지방자치단체로는 처음으로 강원도가 설립한 재단 법인 한국기후변화대응연구센터와 시민단체로는 처음으로 설립된 환경재단 기후변화센터 간에 공동협약(MOU)으로 기후변화분야 공동대응(2009. 4. 24)
  • 국내 최초의 기후변화 전문기관간 공동협약(MOU) 사례임

(2) 포럼·세미나·국제학술대회 공동 개최

○ 포럼 및 세미나 공동 개최

- 국내·외 우수 연구기관의 전문가들의 연구 성과와 각기 다른 분야의 정보를 공유하고, 기후변화 대응에 대한 공감대 형성
- 최신 교통기술·정책 및 연구개발동향을 파악하여 국내연구의 선진화에 기여하며 국내공동연구과제 도출 등 협력방안 모색할 수 있는 기회

○ 연구 교류 및 국내·외 협력 구축을 목적으로 한 국제학술대회 공동 개최

- 국내에서 국제적 수준의 권위 있는 학술대회 개최를 통하여 학술토론을 전개하고 정보를 교환함으로써 교통부문의 기후변화협약 대응 연구의 국제화를 추진
- 국내 기관의 협력을 통해 관련 연구 분야의 국제적 네트워크를 지속적으로 추진·관리
- 이를 통해 국내 연구와 국제학술교류 증진 및 국제적 연구 협력 체계를 강화할 수 있는 발판 마련
- 공동연구과제 발굴 포럼 및 세미나 개최

○ 공동 개최 및 대응 사례

- 지식경제부 주도로 산·관·학 공동 대응 「기후변화대응 산·관·학 포럼」 개최(2009. 3. 20)
- 국립기상연구소·국립환경과학원 공동 'KPCC[56] 제6차 기후변화 학술대회' 개최(2008. 11. 19 ~ 21)
- 「환경부 기후변화 포럼」을 창립(2009. 2. 11)
  - 환경부 및 소속·산하기관의 기후변화 대응 관련 전 부서가 참여하여 기후전략 연구사업 추진

(3) 유관기관 간 인력 교류 사업 추진

○ 유관기관 간 MOU 체결 추진을 통해 관련 연구분야의 전문가를 상호 파견하고 정보 및 자료를 교환

- 교통부문의 기후변화협약 대응을 위해서는 한 기관만의 단독 연구로는 불가

56) KPCC(Korea Panel on Climate Change) : 기상청과 환경부가 공동으로 '한국기후변화협의체'로 2003년부터 기후변화 포럼과 학술대회를 개최해오고 있음

능함. 해당 연구 분야에서 유관기관과의 전문가 교류 네트워크를 통한 연구 협력 필요

- 상호 기관 간 공동연구테마를 선정하여 관련 전문가를 협력기관에 파견하여 연구를 수행하고, 협력기관과의 협력 관계 보완 및 협력 관계 구축을 위한 발판 마련
- 국내기관 간 공동연구 활성화를 위해 공동연구로 인해 연구 성과의 질이 향상된 경우 인센티브 제공

○ 젊고 유능한 연구원에게는 관련 분야 연구기관에서 일정기간 연구 연구기회를 제공하는 인력 교류 방안

- 신진 연구 인력의 연구 능력 향상시키고, 향후 장기적이고 지속적인 교통 기술 및 정책 개발 기반을 구축
- 협력연구기관 간에는 신진 연구 인력 보강으로 연구 분위기를 쇄신함으로써 연구 활성화를 촉진시키고, 연구 내용의 상호 교류 활성화에 기여함

(4) 교육·훈련 프로그램 공동 개발 및 운영

○ 기후변화 대응 및 지속가능 발전 관련 정책과 기술의 국제적인 경쟁력 제고를 위해 전문 인력 양성 필요함

- 특히, 국제공동연구를 원활하게 수행하기 위해서는 현재보다 더 많은 국제협력 전문 인력이 필요함
- 관련 전문 인력을 양성하기 위해 기관 간 협력하여 교육·훈련 프로그램을 공동으로 개발하고 운영 방안 모색 필요
- 교육·훈련 프로그램을 통하여 기후변화 대응 전문 인력 양성

○ 사례

- 환경재단 기후변화센터와 서울과학종합대학원이 공동으로 '기후변화 리더쉽 과정' 프로그램 개설(2008. 5)
  - 국내 최초로 개설된 오피니언 리더 대상 기후변화 전문교육 프로그램임
  - 저탄소경제로의 이행에 대비한 국가와 기업차원의 대응전략을 모색하고, 신성장 동력과 기후변화협상력을 제고하기 위해 공동으로 개설한 과정임

(5) 정보 DB 시스템 구축

○ 국내 협력 연구기관의 연구수행 정보를 DB 구축화

- 지속가능 교통부문 관련 자료를 한눈에 쉽게 찾을 수 있도록 각 기관마다 흩어져있는 통계 및 자료들을 통합하여 구축한 시스템 필요
- 국제공동회의나 국제공동세미나 개최 등 협력을 통한 연구 결과물을 체계적으로 보급하고 관리할 수 있는 온라인 DB 구축
- 공동연구수행 진행 사항 및 관련 자료를 공유하여 관련 기관들과의 지속적인 의견교류 활성화

제4장 지속가능교통시스템 기술개발 추진계획

제1절 기본방향

제2절 비전과 목표

제3절 핵심기술 및 전략 프로젝트의 도출

제4절 연구개발비

제5절 투자 우선순위 설정

제6절 총괄 추진 로드맵

제4장 지속가능교통시스템 기술개발 추진계획

제1절 기본방향

1. 패러다임의 변화

가. 기존 패러다임의 한계

○ 우리나라는 제조업 중심의 국가

- 우리나라 경제·산업 구조의 중심인 제조업의 국제경쟁력 저하 및 내수 부진
- 최근 미국발 경제위기는 곧바로 우리나라에 큰 영향

○ 현 경제구조상 과도한 화석연료 중심

- 사회·경제·환경적 부정적 영향이 심각함
- 국제적인 규제 및 새로운 패러다임, 새로운 성장동력이 필요

나. 패러다임의 전환

○ 기후변화와 에너지문제는 위기이자 기회

- 환경과 에너지를 고려한 성장동력원이 필요
- 지속가능한 사회, 지속가능한 교통시스템 구현을 위해 기술개발이 필요
- 저탄소, 무탄소, 고에너지효율성, 환경보호, 경제성장 등 새로운 패러다임으로 전환해야 경쟁력을 갖출 수 있음

○ EU, 미국, 일본 등의 선진국은 포스트 교토체제를 대비하고, 향후 관련시장의 기술을 선도하고자 다양한 노력

- 교통시설, 교통수단, 교통운영 등 교통 전부문에 걸친 기술혁신 및 개발에 투자
- 장기 마스터플랜 수립 및 연차별 투자 집중 등

2. 기본방향의 설정

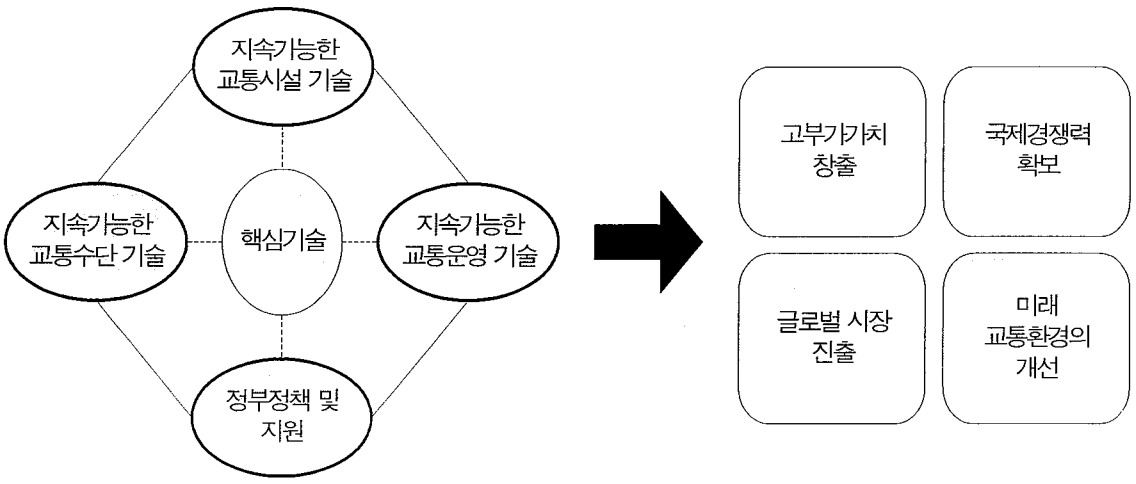
가. 지속가능교통의 비전 정립을 위한 고려사항

○ 교통의 역할 : 국가와 국민의 경제사회 활동에 필수불가결한 서비스를 제공하고 경제성장을 지원

- 국제사회 환경 : 기후변화협약, 교토의정서 등 화석에너지 사용에 대한 국제규제 가능성의 대두
- 에너지 자원 문제 : 고갈되는 화석에너지 자원 및 가격변화 가능성
- 관련기술개발 전망 : 연료전지, 수소 및 바이오 연료 등 중장기적인 대체연료 및 대체연료 자동차 개발전망 대두
- 녹색성장의 가능성 확보 필요 : 녹색성장으로 경제위기 극복

나. 기본방향

국가와 국민의 사회경제 활동을 지원하고 녹색성장의 구현을 통하여 경제성장의 토대를 제공할 수 있는 환경적, 경제적, 사회적 지속가능한 교통시스템의 구축



<그림 4-1> 지속가능교통 기술개발의 기본방향

○ 고부가가치의 창출

- 우리 경제는 최근 미국발 경제위기를 단기간에 극복하면서 향후 비교적 안정적이면서 지속적인 성장을 할 것임
- 3~5년 후 우리 사회에 필요한 교통관련 기술 시장은 고부가가치를 창출하고 선진 외국과 견주어 뒤지지 않을 핵심기술을 보유하여야 함

○ 국제경쟁력의 확보

- 미국, 일본 및 유럽은 전기차 개발을 비롯한 첨단교통 관련 기술 시장에 많은 투자를 하고 있음
- 이에 우리나라도 미래 교통환경 변화에 맞추어 기반시설, 수단개선 등 선진국 수준의 기술력을 확보해야 할 것이며, 동남아를 비롯한 저개발 국가에 우리의 기술과 노하우 등을 전파, 상용화 할 수 있도록 핵심원천기술을 확보해야 함

○ 글로벌 시장 진출

- 고부가가치의 국제 경쟁력을 확보하여 최근 우리나라의 해외 시장 진출 사례처럼 해외 각국에 우리의 기술력, 제품 등을 수출할 수 있음
- 코펜하겐 회의 이후 CDM, 탄소배출권거래제 등의 기후변화협약대응 기술의 교류가 활발해질 것이며 우리나라도 적극적으로 동참해야 할 필요

○ 미래 교통환경의 개선

- 지속가능의 최고 목표는 후세에게 최소한 현재의 여건(사회, 교통, 문화 등)을 물려주자는 것임
- 이에 우리 세대가 노력하여 교통부문 지속가능 관련 기술을 개발하여 미래 교통환경을 개선하는 것은 본 연구의 목표와 부합

다. 지속가능 R&D 정책 및 전략

○ 국가교통시스템의 지속 가능성 확보를 위한 정책적 목표에 대한 실행 전략은 다음 <표 4-1>과 같음

<표 4-1> 지속가능 R&D 정책 및 전략

지속가능 R&D 정책	주요 실행과제
에너지 효율적인 교통시스템 구축	지속가능 지표분석 및 관리체계개발
	저탄소 교통수단으로의 전환촉진 프로그램 개발
	도시계획/교통계획의 연계프로그램 개발
교통부문 녹색성장의 구현	지속가능 저탄소 교통지구 시범사업
	지속가능 대중교통망 구축
	고효율, 저탄소 첨단교통수단 기술개발과 보급
교통부문 기후변화대응과 신성장동력의 창출	교통부문 온실가스 Inventory 구축
	수단별 온실가스 발생량 산정 및 관리체계구축
	교통부문 탄소시장 지원체계 구축

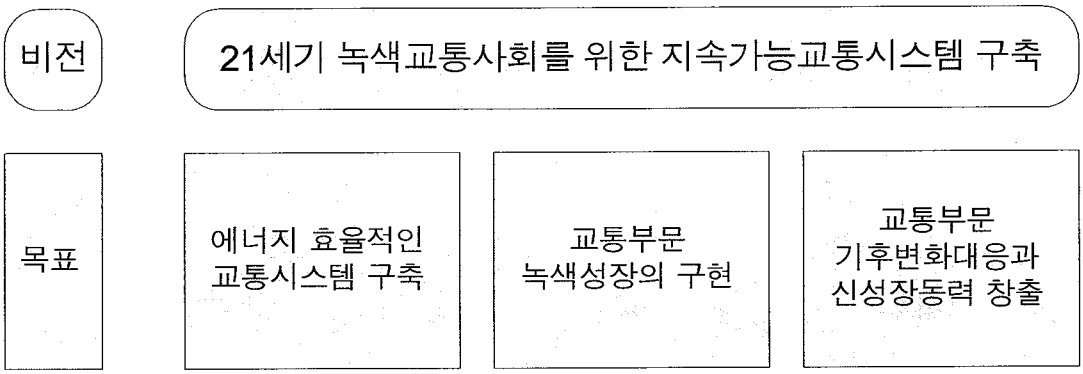
라. 실행과제 수행을 위한 전략

○ 지속가능 R&D 정책관련 주요 실행과제 수행을 위한 전략은 다음과 같음

- R&D 투자 확대 : 지속가능교통시스템 구축을 위한 R&D 관련 과제 발굴 및 투자 확대
- R&D 종합 조정 : 국가의 지속가능교통 R&D에 대한 종합 조정
- 기술개발 지원 : 지속가능 R&D 관련 기술개발 지원
- 국제협력 강화 : 국내·외 지속가능 기술개발 관련 국제협력 강화

제2절 비전과 목표

1. 비전과 목표의 수립



2. 핵심전략의 도출

○ 에너지 효율적인 교통시스템 구축

- 탈 화석연료 체계로의 이행
- 녹색교통 인프라의 확충
- 녹색교통생활 추진

○ 교통부문 녹색성장의 구현

- 교통부문 녹색교통기술 R&D 개발
- 교통부문 녹색성장 산업 지원 및 신성장동력 창출
- 녹색교통국가의 구현

○ 교통부문 기후변화대응과 신성장동력의 창출

- 교통부문 환경영향 최소화
- 기후변화 대응관련 통계 체계 확립
- 기후변화 대응 역량 강화
- 효율적인 온실가스 감축 정책 개발

제3절 핵심기술 및 전략 프로젝트의 도출

1. 기술트리의 구성

○ 교통관련 기술의 분류는 과거 국가 기술분류 관련 사업에서 다양하게 적용되었으며, 사업의 성격과 교통부문의 위계에 따라 상이하게 나타남

○ 국가교통기술 로드맵에서의 기술트리에 따르면, 기술 1차 분류는 '교통기술정보DB구축'의 분류체계를 기반으로, 국가통합교통체계효율화법의 분류기준인 교통시설, 교통수단을 포함하고, 2차 분류는 1차 분류의 목적달성을 위한 기능에 의한 기술을 명시하였음. 3차 분류는 요소기술에 대한 분류로 2차 분류 구성을 위한 단위기술을 선정 적용하였음

<표 4-2> 국가교통기술 분류

대분류(1차)	중분류(2차)	소분류(3차)
자동차 기반기술	자동차 안전도 및 성능향상기술	미래형자동차 안전기술
		미래형자동차 평가기술
		교통약자를 위한 안전성 기술
		자동차 성능 향상 기술
	IT연계 자동차기술	인프라연계 자동차 주행기술
		차세대 차량정보화 기술
	대중교통차량 성능개선	환경친화적 대중교통 기술
		신 대중교통 기술
교통시설 기반기술	도로시설개선	도로 및 교차로 설계기술
		도로시설관리 첨단화 기술
	도로부속물 안전 개선	도로부속시설 설계기술
		친환경교통안전시설 기술
	환승시스템 기반향상	환승시설개선
		환승정보운영
교통계획 및 운영관리 기술	교통계획 및 평가기법 고도화	교통수요예측기법 개선기술
		교통시설성능평가 고도화기술
		공사구간 교통운영평가 기술
		극한기상의 교통영향평가 기술
	교통운영개선기술	교통신호 및 차로제어 기술
		대중교통 운영관리 기술
		교통류분석 및 운영관리 기술
		교통·장비시스템 성능평가 및 관리기술

	교통정보기반기술 개발	교통자료 수집기술
		교통자료 처리 관리기술
		교통정보 생성 및 서비스제공 기술
		교통정보 통신기술
		교통장치 및 정보표준화
교통안전 및 환경개선	교통안전시설	노면표시 설계기술
		도로표지 설계기술
		충돌안전시설 기술
	교통사고분석	충돌환경별 보행자사고 분석기술 개발
		자동차 파손의 정량분석을 통한 사고재현 기술
		이륜차 사고재현 분석기술
		사고분석·예측 모형기술
	교통안전관리	재난·재해 대응시스템 기술
		사고DB구축·운영·관리 기술
		교통안전평가 및 모니터링 기술
	교통환경기술	교통소음 및 진동저감 기술
		대기오염 관리를 위한 교통환경기술

○ 국가교통기술 분류에서는 크게 교통수단, 시설, 계획 및 운영, 안전 및 환경으로 분류하고 있고, <표 4-3> 국가과학기술 표준분류에서는 수단을 중심으로 크게 구분하고 있음

<표 4-3> 국가과학기술 표준분류체계 중 건설/교통 분야 분류체계

중분류	소 분 류	중분류	소 분 류
P01 국토정책/계획	P0101. 국토정책 P0102. 국토계획 P0103. 교통계획 P0104. 도시계획 P0199. 달리 분류되지 않는 국토정책/계획	P07 항공교통기술	P0701. 항공안전기술 P0702. 항공기 운영기술 P0703. 공항시스템 기술 P0704. 항행시스템 기술 P0799. 달리 분류되지 않는 항공교통기술
P02 국토공간개발기술	P0201. 국토지능화/공간정보 P0202. 지능형 생태도시 P0203. 대공간 지상건축물 P0204. 지하대공간 P0205. 해저공간 P0206. 인공섬/준설 매립기술 P0207. 경관관리 P0299. 달리 분류되지 않는 국토공간개발기술	P08 해양안전/교통기술	P0801. 선박운항 안전기술 P0802. 해상교통 관제기술 P0803. 인적안전기술 P0804. 항만/항로 설계기술 P0805. 해양안전 방재기술 P0899. 달리 분류되지 않는 해양안전/교통기술
		P09 수공	P0901. 수리/수문 조사/해석기술 P0902. 수자원계획기술

P03 시설물 설계/ 해석기술	P0301. 설계 표준화기술 P0302. 설계 정보화기술 P0303. 도로 P0304. 교량 P0305. 플랜트 P0306. 지반구조/터널 P0307. 건축 P0308. 철도 P0309. 항만 P0399. 달리 분류되지 않는 시설물 설계/해석기술
P04 건설시공 /재료	P0401. 토목시공기술 P0402. 건축시공기술 P0403. 플랜트시공기술 P0404. 건설시공관리기술 P0405. 시공 자동화기술 P0406. 건설구조재료 P0407. 건설마감재료 P0408. 친환경/재생건설재료 P0409. 생애주기가치평가 P0410. 극한 시공기술 P0411. 건설안전 관리기술 P0499. 달리 분류되지 않는 건설 시공/재료
P05 도로교통 기술	P0501. 교통환경 조사/분석기술 P0502. 자동차기반기술 P0503. 교통시설기반기술 P0504. 교통운영관리기술 P0505. 교통안전기술 P0506. 교통환경 개선기술 P0599. 달리 분류되지 않는 도로 교통기술
P06 철도교통 기술	P0601. 철도시스템 엔지니어링 P0602. 궤도토목기술 P0603. 전철/전력기술 P0604. 철도신호통신기술 P0605. 철도시스템 안전방재 P0606. 철도시스템 유지관리기술 P0607. 철도역사 시설물/역무 자동화 기술 P0608. 철도차량기술 P0699. 달리 분류되지 않는 철도 교통기술
시스템 기술	P0903. 수자원 통합관리기술 P0904. 해안/항만/해양개발기술 P0905. 수리구조물설계기술 P0906. 하천설계기술 P0907. 생태수리/수문기술 P0999. 달리 분류되지 않는 수공시스템기술
P10 물류 기술	P1001. 물류운송기술 P1002. 보관기술 P1003. 하역기술 P1004. 물류정보화기술 P1005. 물류시스템 운용기술 P1006. 교통수단별 물류운용기술 P1007. 물류 표준화기술 P1099. 달리 분류되지 않는 물류기술
P11 시설물 안전/ 유지관 리 기술	P1101. 시설물점검/진단기술 P1102. 구조물 보수/보강기술 P1103. 시설물 해체/복구기술 P1104. 시설물 소방안전관리기술 P1105. 자연재해 저감기술 P1199. 달리 분류되지 않는 시설물 안전/유지관리 기술
P12 건설 환경설 비 기술	P1201. 상/하수도 시스템 설계/시공/관리기술 P1202. 건축/도시환경 시스템 정보화기술 P1203. 건축환경/설비기술 P1204. 친환경건축물 설계/시공/관리기술 P1205. 친환경 토목시설물 설계/시공/관리기술 P1206. 건물일체형 신재생에너지설비 설계/시공/관리기술 P1207. 시설물 소음진동 제어/관리기술 P1299. 달리 분류되지 않는 건설환경 설비기술
P99 달리 분류되지 않는 건설/교통	P9999. 달리 분류되지 않는 건설/교통

○ 지속가능교통시스템은 에너지 효율적인 교통시스템을 구축하고, 교통부문의 녹색성장을 구현하며, 기후변화대응과 신성장동력 창출을 목표로 하고 있음

○ 이러한 목표를 달성하기 위해서는 각 수단을 독립적으로 구성하고 있는 국가과학기술표준분류체계보다는 종합적인 교통시스템으로의 접근을 염두에 둔 국가교통기술 분류를 기본적으로 따르되, 지속가능의 의미에 안전 및 환경이 기본적인 개념으로 포함되므로, <표 4-4>에 나타낸 바와 같이 1차 분류를 교통시설, 교통수단, 교통운영 및 관리 등 3가지 분류로 설정하는 기술체계를 제시하였음

○ 2차 분류로는 교통시설은 환승연계시설, 노면시설, 대중교통시설, 대체에너지기반시설, 근거리개인교통기반시설 등 5가지, 교통수단은 자동차, 도시대중교통, 간선대중교통, 근거리개인교통, 기타수단 등 5가지, 교통운영 및 관리는 환경관리기술, 수단간연계운영기술, 유지보수기술, 운영평가기술 등 4가지 분류를 설정하였음

○ 이를 토대로 2차 전문가 자문회의(2009. 5. 29)를 통해 기술트리를 재조정하여 2차 기술수요 조사를 교통신문, 교통학회, 철도학회 및 일부 교통관련 국책연구원 대상으로 공모함

○ 3차 전문가 자문회의(2009. 7. 30)를 통해 지속가능교통시스템 추진취지와의 부합성, 타 부처 연구개발 및 제안내용과의 중복성 등 국가 R&D로의 적절성 고려, 미 응모 분야의 제외 및 통합으로 14개 추진과제로 정리하여 추진기술 체계의 세분류(3차 분류)를 11개 분야로 정리함

○ 특히, 연구과제 추진의 시급성과 추진의 적합성을 중점적으로 고려하여 <표 4-4>의 기술추진 개발트리로 최종 정리하였음

<표 4-4> 지속가능교통시스템 기술트리

대분류(1차 분류)	중분류(2차 분류)	세분류(3차 분류)
1. 교통시설기술	1.1 환승연계시설기술	1.1.1 환승터미널시설 기술
	1.2 근거리 개인교통 기반시설기술	1.2.1 녹색교통 활성화 기술
	1.3 대중교통시설기술	1.3.1 친환경설계/시공 관리 기술 1.3.2 정거장 설계 기술

	1.4 대체에너지 기반시설 기술	1.4.1 대체에너지 공급시설 기술 1.4.2 공급안전확보 기술
	1.5 기타교통시설기술	1.5.1 기타교통시설기술
2. 교통수단기술	2.1 자동차 기술	2.1.1 미래형 자동차 기술 2.1.2 그린카 개발 및 보급 기술
	2.2 도시대중교통수단기술	2.2.1 바이모달 트램 기술 2.2.2 버스기술 2.2.3 도시철도 및 경량전철 기술 2.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술
	2.3 간선대중교통수단기술	2.3.1 간선철도 기술 2.3.2 고속철도 기술
	2.4 근거리개인교통수단 기술	2.4.1 자전거 기술 2.4.2 자동화 개인운송수단 기술
	2.5 기타수단기술	2.5.1 복합수송수단기술 2.5.2 기타수단기술
3. 교통운영기술	3.1 환경성향상기술	3.1.1 온실가스배출 관리 기술 3.1.2 소음진동 저감기술 3.1.3 Eco-driving 기술
	3.2 통합연계운영기술	3.2.1 이종수단의 환승 최적화 기술 3.2.2 수단간 정보 활용 기술 3.2.3 연계운영 및 지속가능성 평가 기술
	3.3 유지보수기술	3.3.1 대중교통 시설물 유지 관리 최적화 기술 3.3.2 운영평가 기술
	3.4 기타교통운영기술	3.4.2 기타교통운영기술
4. 기타교통기술	4.1 기타 분류되지 않는 지속가능 교통기술	4.1.1 도시계획과 교통계획 연계기술 4.1.2 직주근접형 도시개발기술 4.1.3 기타 분류되지 않는 지속가능 교통기술

2. 핵심 기술의 도출

○ 핵심 기술은 위 기술트리를 중심으로 공모와 발굴을 통해 추진과제를 모집하고, 타 부처 R&D 추진과의 중복성, 정책적 부합성, 시급성 등을 고려하여 추진이 가능한 과제로 재분류하면서 단기적으로 추진해야 할 과제 및 해당기술을 도출하였음

○ 본 기획연구의 목적이 장기적인 지속가능교통시스템으로의 전환을 위한 중장기 계획수립이 아닌 단기 추진과제를 선정하는 것임을 감안하여, 기존의 추진중인 유사 R&D를 존중하여, 이를 배제하고 단기적으로 추진이 가능한 분야를 중심으로 핵심추진기술을 선정하였음

가. 기존 R&D의 중복성 검토

(1) 교통시설기술

(가) 환승연계시설기술

○ 국토해양부 교통체계 효율화사업으로 진행 중

○ 주요내용

- 교통연계 및 환승시스템 기술개발
  - 교통수단간 교통정보 환승연계체계 구축기술
  - 교통약자 복합 환승 및 연계교통체계 지원기술
  - 주차정보 연계 및 주차관리기술
  - 복합연계 교통시스템 운영관리기술
  - 복합연계교통시스템 구축을 위한 시범사이트 구축

(나) 근거리 개인교통 기반시설 기술

○ 개인교통 기반시설과 직접적으로 연관된 R&D는 나타나지 않으나, 자전거의 경우 행정안전부에서 지자체의 자전거 활성화 사업을 지원하는 정책사업이 있음

○ 지식경제부에서는 '자전거/해양레저장비산업 육성사업'이 진행 중이나, 주로 부품 및 소재의 국산화를 중점으로 추진하고 있음

(다) 대중교통시설기술

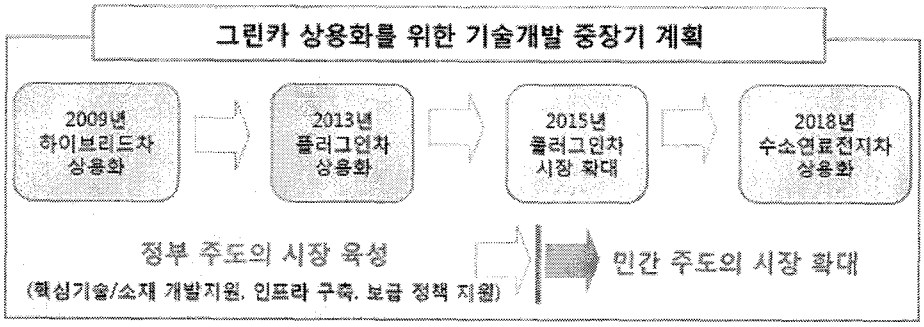
○ 정거장 설계 기술

- 교통연계 및 환승시스템 기술개발에서 일부 진행중

(라) 대체에너지 기반시설 기술

○ 지식경제부 그린에너지 전략 로드맵(2009)에 따르면, 그린카 추진 전략 중, 플러그인하이브리드차(PHEV) 조기 상용화를 위해 플러그인 시스템 인프라 개발

전략을 수립하고 있으며, 장기적으로 수소연료차량 충전인프라 개발을 계획하고 있음



그린카 기술 중장기 사업화 전략

<그림 4-2> 그린카 기술 중장기 사업화 전략

(2) 교통수단기술

(가) 자동차 기술

○ 지식경제부 주관으로 연료전지, 전기자동차, 하이브리드 자동차 사업 등 진행 중

○ 주요내용

- 화석 연료의 고갈 우려, 환경규제의 강화 등에 따라 세계 자동차시장의 패러다임이 기존 내연기관 자동차로부터 고효율·친환경·지능형자동차 기술로 급속히 전환
- 미래형자동차의 개발, 보급은 최첨단 기술개발에 따른 불확실성 및 대규모 투자 소요 등으로 민간부문의 독자적 노력에 한계
- 특히, 개발 초기 단계의 과도한 투자수요 발생, 개발 차량의 경제적 단가실현 곤란 등으로 정부차원의 체계적, 제도적 지원 기반 구축이 필요
- 미국, 일본 등 자동차 선진국도 하이브리드·연료전지 등 환경친화적 자동차의 개발과 보급촉진 등을 위해 정부차원의 종합적 대책 추진
- 우리나라는 2004년부터 차세대성장동력사업의 일환으로 미래형자동차 개발사업 추진
- 2006년부터는『환경친화적자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률』에 따라

"환경친화적자동차 개발 및 보급 촉진을 위한 5개년 기본계획"을 수립하여 추진 중

- 주관사업단 : 자동차부품연구원 미래형자동차사업단
- 사업기간 : 2004년~2010년
- 하이브리드자동차 및 연료전지자동차개발(지능형자동차기술 포함)

○ 환경부 녹색성장 계획에서 그린카 보급 사업 추진

- Idle Stop&Go 장치 보급(2009년) 및 자동차 CO_2 배출기준 도입(2010년)
- 내비게이션을 이용하여 최적의 충전지점 정보를 제공하는 충전시스템 구축(2012년)
- 디젤하이브리드차(2011년) 시범보급 추진 및 CNG버스 보급 확대

(나) 도시대중교통수단기술

① 바이모달 트램 기술개발

○ 국토해양부 교통체계효율화사업 일환으로 '신에너지 바이모달 수송시스템 기술개발' 진행 중

○ 주요내용 : 신에너지 바이모달 저상굴절차량 개발, 신에너지 바이모달 저상굴절차량 운영·인프라 기술개발, 철도차량용 수소연료전지 추진시스템 개발, 수소연료전지 교통인프라 기반기술 개발 등

② 버스 기술 개발

○ 하이브리드 자동차, 연료전지 자동차 등이 지식경제부 R&D로 진행 중으로, 해당 기술을 버스에 응용하는 방법이 효율적

③ 도시철도 기술개발

○ 국토해양부 '미래도시철도 기술개발사업'으로 진행 중

○ 주요내용

- 사업목표
  - 대중교통서비스의 질 향상과 국가 경쟁력 강화를 위한 새로운 도시철도시스템 기술개발

- 기존 전동차(중전철) 시스템에 신뢰성, 안전성, 운영효율성 및 첨단성 등을 갖춘 차세대 전동차 시스템 기술 개발
- 새로운 교통시스템(자기부상열차, 경량전철)의 실용화 사업을 통해 국내 보급 및 해외 수출 기반 마련
- 도시철도시스템(차량·전기·신호·선로·역사·통신 등)의 기술발전을 위한 표준화 연구

- 사업비 및 사업기간
  - 2008년 사업비 : 554.9억 원
  - 2007년 사업비 : 378억 원
  - 사업기간 : 1995년~계속
- 사업추진 근거
  - 도시철도법 제11조(철도기술의 진흥 등)
  - 국가통합교통체계효율화법 제5조(교통시설투자계획의 수립)
  - 과학기술기본법 제7조(과학기술기본계획)
  - 국가기술혁신추진체계(NIS) : 국가연구개발의 전주기적 지원
- 도시형 자기부상열차 실용화
  - 부상·추진시스템 등 핵심기술보완을 통한 차량개발(110km/h급, 2량 3편성)
  - 궤도·분기기 등 핵심기술 개발 및 시범노선 구축(5~7km)
- 차세대 첨단 도시철도시스템 기술 개발
  - DDM 등 핵심기술을 적용한 전동차 개발(6량 1편성)
  - 에너지저장시스템 기술개발, 화상처리식 검지시스템 개발, 무인운영 시뮬레이터 개발
- 경량전철시스템 실용화
  - 신호시스템 기술고도화, 종합시험평가 및 경량전철 표준화 연구
- 도시철도 표준화 2단계 연구
  - 도시철도 표준화 1단계 연구범위에 제외되었던 정보통신시설/역사시설/교류용 전력시설 등의 표준화체계 구축 및 핵심기술 개발과 도시철도차량 표준화 유지발전 연구 추진
- 무가선 트램 기술개발
  - 전차선 없이 전력공급이 가능한 트램 기술개발, 추진 중

(다) 간선대중교통수단기술

① 간선철도 및 고속철도 기술

○ 국토해양부 교통체계효율화사업 내 미래철도 기술개발사업 진행 중

○ 주요내용

- 사업목표
  - 철도 시스템의 고효율·고속화, 접근성 제고, 친환경적 철도구현을 위해 최첨단 미래철도시스템 개발
  - 안전성과 친환경성을 갖춘 세계 일류 수준의 철도기술 확보, 국내·외 철도시장의 능동적 대응과 지속 가능한 미래 성장 동력산업의 기술기반 조성
- 사업비 및 사업기간
  - 2008년 사업비 : 529.37억 원
  - 2007년 사업비 : 543억 원
  - 사업기간 : 2002년~계속
- 사업추진 근거
  - 국가통합교통체계효율화법 제5조(교통시설투자계획의 수립)
  - 철도산업발전기본법 제11조(철도기술의 진흥 등)
  - 철도안전법 제68조(철도안전기술의 진흥)
  - 과학기술기본법 제7조(과학기술기본계획)
- 고속철도
  - 400km/h 동력 분산형 고속열차 및 핵심기술 개발
  - 고속철도 관련 부품 국산화 및 운영효율 제고를 위한 기술 개발 등
- 일반철도
  - 틸팅열차 시스템의 안정화 및 성능향상
  - 환경친화적 철도시스템 구현을 위한 기술개발
  - 균형 잡힌 철도네트워크 교통시스템 구축
  - 세계수준의 철도안전기술을 확보하여 범국가적 철도종합안전체계 구축
  - 철도 종합시험 연구 인프라 구축
  - 남북 및 대륙횡단 철도의 성공적인 연계운행을 위한 기술개발 등

(라) 근거리개인교통기술개발

① 자전거 기술

○ 지식경제부에서 국산자전거 기술개발사업 추진 중으로, 개인이 활용하는 자전거 자체에 대한 기술개발은 지식경제부가, 공공교통수단으로써 활용되는 자전거 관련 인프라 및 공용수단은 국토해양부 추진이 타당할 것으로 판단

○ 지식경제부 2009년 국산자전거 기술개발사업 추진 계획 내용

<표 4-5> 지식경제부의 2009년 국산자전거 기술개발사업 추진 계획 내용

과제 분류	과제 세부 내용(예시)
자전거 핵심 부품·소재기술 개발	○ 자전거 부품 핵심기술 개발
	○ 자전거 핵심 소재 기술개발
생산집적화를 위한 공동연구 생산설비 지원	○ 로봇형 극진공 복합체 성형 시스템
	○ 성능 시험평가 시스템, 표면처리 및 환경오염 방지 시스템 등
하이브리드 자전거 기술 개발	○ 고출력 Hybrid 자전거 핵심부품 기술 개발
	○ 고효율전지, 경량모터 기술개발
공공자전거 시스템 연구·개발 지원	○ 공공자전거 부품결합 설계 개발
	○ 한국형 공공자전거 및 IT 융합형 공공자전거 운영시스템 개발
고부가가치 자전거 기술 개발	○ IT 융합 고부가 지능형 자전거 기술개발
	○ 고감각 High-Fashion 자전거 개발을 위한 디자인 연구 지원
자동차와 자전거의 융합기술 개발	○ 충격완화장치, 브레이크, ABS 등 자동차 관련 기술의 자전거 접목
	○ 자전거와 자동차의 설계·디자인 융합기술 개발

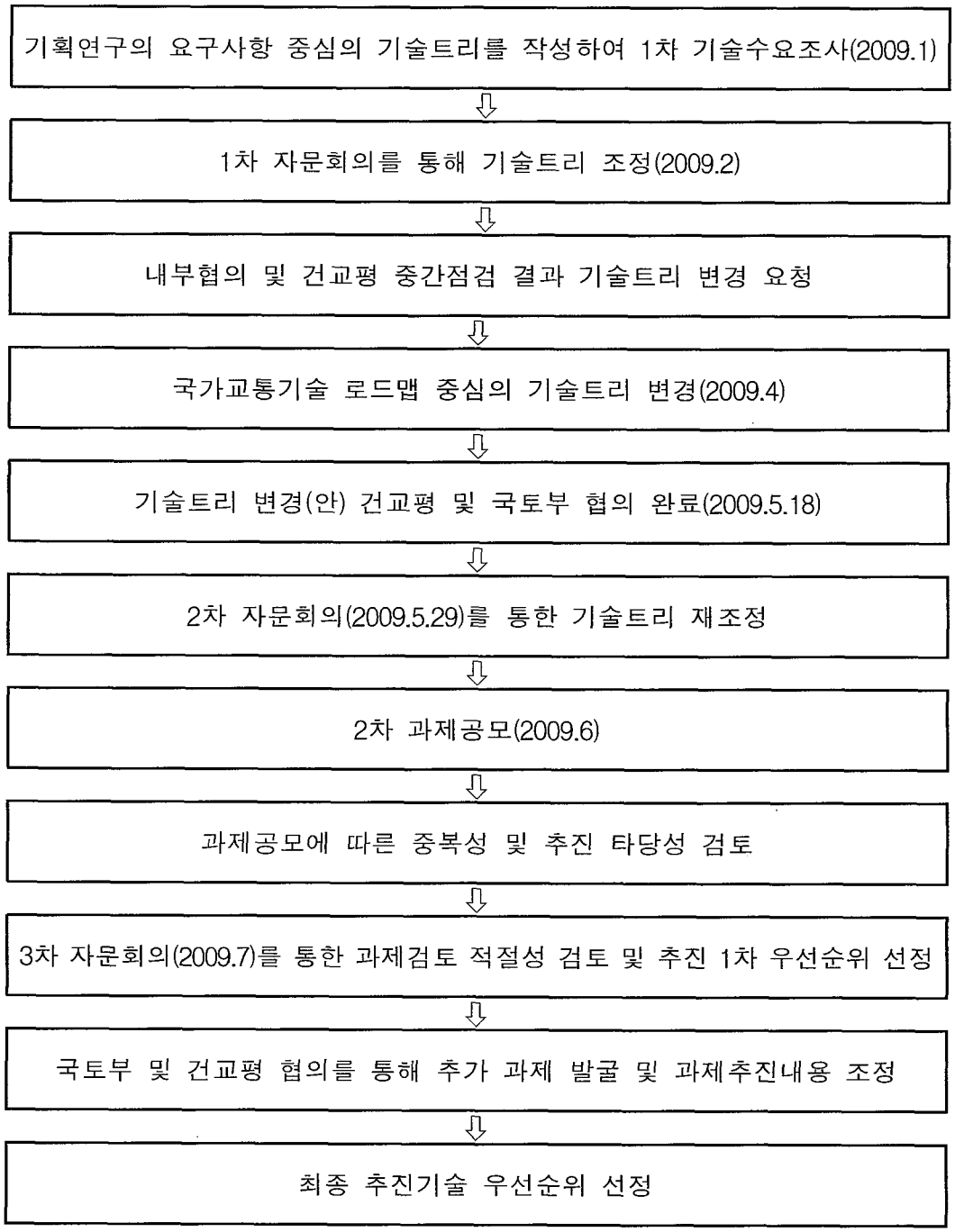
(3) 교통운영기술

(가) 통합연계운영기술

① 이종수단의 환승 최적화 기술

○ 국토해양부 교통체계효율화사업 중 교통연계 및 환승시스템 기술개발에서 관련 내용이 추진 중이며, 철도의 환승 최적화 관련 내용도 철도수송력향상 기술개발 기획에서 이미 연구중에 있음

3. 전략 프로젝트 도출 과정



4. 1차 수요조사

가. 수요조사 방법

○ 조사시기 : 2009. 1

○ 조사방법

- 대한교통학회와 한국철도학회, 한국철도기술연구원 웹회원 등을 대상으로 연구과제 공모 시행
- 연구개발사업의 비전과 목표에 부합하며, 기술분류에 따른 분야별 연구과제의 향후 추진시 해당 사업의 제안요구서(RFP)에 해당하는 양식에 따라 제안서 작성, 메일 접수

○ 조사내용

- 향후 5년간 수행해야 할 지속가능교통시스템 관련 국가연구개발사업으로 추진 가능한 연구개발과제로서, 타 정부부처의 연구개발사업과 중복되지 않는 내용에 대한 과제 공모
- 민간 기업은 matching fund(민간과 정부의 공동출자로 연구를 수행하고 완료 후 기술료 납부) 방식으로 제안
- 신청자격 : 대학, 연구소, 기업 등 지속가능교통시스템 기술개발에 관심 있는 기관

나. 수요조사 결과

○ 지속가능교통시스템 전략 프로젝트 도출을 위한 1차 수요조사의 결과는 다음과 같음

<표 4-7> 1차 수요조사 결과

구분	제안과제명	요지	예산
1	교통시스템의 CDM 적용을 위한 Baseline 산정 방법론 개발	CDM 적용 분야 중 하나인 교통(Transport) 분야의 온실가스 배출량을 산정하는 베이스라인을 제시하고, 이에 따른 CDM 베이스라인 방법론 개발	2년/10억

2	교통 정책 및 기술 효과 분석을 위한 온실가스 잠재감축량 산정 시스템 개발	교통부문 온실가스 잠재감축량 산정 시스템 개발	4년/32억
3	교통시스템의 온실가스 인벤토리 및 지속적 데이터 관리 체계 구축	국내 온실가스 배출량의 17.4%를 차지하고 있는 교통시스템의 온실가스 인벤토리 구축을 통한 온실가스 배출원 파악 및 관리체제 구축	5년/35억
4	교통부문 온실가스 인벤토리(GHG inventory) 시스템 구축	교통부문 온실가스 인벤토리(GHG inventory) 시스템 구축을 통한 교통부문 기후변화 대응 기반 확보, 2013년 이후 포스트 교토 체제 대응을 위해 2012년까지 교통부문 기반 확보	3년/45억
5	국내 이동배출원별 온실가스 산정 및 DB관리시스템 구축	국가 지역경계 내의 대중교통에 대하여 온실가스 배출량을 산정할 수 있는 툴과 그 결과를 DB화하여 관리할 수 있는 시스템 구축, 수집된 데이터를 통해 육상, 해상, 항공 각 분야에 대하여 이동활동의 목적별 배출특성을 파악하여, 온실가스 배출저감을 목표로 하여 활동목적별 최적의 교통수단 선정 및 물류 체계를 구성할 수 있는 기반 자료의 공급을 위한 Tool 구축	2년/2억
6	철도, 지하철 및 경전철의 CDM사업 타당성 및 방법론 개발	정부의 저탄소 녹색성장 정책에 부합하는 녹색교통의 실현, 철도·지하철 및 경전철의 CDM사업 타당성 검토, UNFCCC의 승인을 받을 수 있는 적절한 모니터링기법 및 베이스라인 산정, 한국의 교통 수송 환경에 적합한 CDM방법론의 개발	
7	교통시스템의 CDM 추진 타당성 분석을 통한 CER 확보 가능성 평가	CDM 적용 분야 중 하나인 교통(Transport) 분야의 CDM 적용 베이스라인 방법론 및 모니터링 방법론을 개발하고 CDM 사업 추진 타당성 분석을 통한 CER 확보 가능성 평가	2년/10억
8	한국형 배출권거래시스템 개발	교통부문에서의 발생하는 배출권 거래 및 타 부문의 배출권 거래를 통합할 수 있는 시스템 개발 및 시범거래, 지속적 배출권거래 시스템을 관리 및 운영방안 확립	3년/24억
9	도시개발의 효율적 교통수단 연계를 위한 가상전략 시뮬레이션(Virtual Strategic Simulation)개발	효율적인 도시개발(교통부문)과 교통수단간의 연계성을 도시별 특성에 맞는 객관적인 분석/기획(개발)을 위하여 철도교통에 비중을 둔 "도시교통 가상전략 시뮬레이션(Virtual Strategic Simulation)" 개발	6년/50억
10	대중교통의 경제성평가를 위한 온실가스 관련 편익산정기술 및 대안평가 기술개발	대중교통 사업(BRT, 경전철, 중앙버스차로, 신규/변경 버스노선 등) 시행 전후의 온실가스 배출량 변화를 정량화 할 수 있는 지표를 개발하여 이를 경제성 분석에 적용, 버스노선 및 BRT 운행에서 지리적 여건, 버스와 승객의 움직임, 교통량들을 재연, 평가, 설명할 수 있는 마이크로시뮬레이션 프로그램을 개발하여 각각의 대안에 따른 온실가스 배출량을 추정하고 평가할 수 있는 프로세스 설계	2년/6억
11	친환경 교통수송시스템 구축을 위한 친환경 교통수단 생산기술 개발	친환경 교통수송시스템 구축을 위한 친환경 교통수단(차량) 생산체계 개발	5년/120억

12	지속가능발전을 위한 철도 재순환시스템 구축 및 기술개발	전동차 설계시 재활용을 고려한 DFR(Design for Recycle) 기반구축, 전동차 설계부터 폐기까지의 전 과정에서 자원순환 향상을 위한 Pilot plant 개발, 환경친화적 재순환시스템 기반구축 및 내구연한 경과 전동차 개조시범사업 연구	5년/80억
13	천연소재 바이오 복합소재의 철도적용 기술개발	친환경 및 경제적 천연소재의 바이오 복합소재의 철도부문 적용 기술개발	5년/105억
14	쾌적한 철도 운영환경을 위한 철도시스템 저소음화 및 관리기술 개발	철도환경 총합 소음에 대한 소음원(부품) 기여 분석 시스템 개발, 국제소음기준에 따른 최적 저소음화 기술 도출, 국제소음기준에 따른 최적 저소음화 기술의 저감성능 평가	5년/68억
15	동력 보조 자가 전동/발전 이륜차(자전거) 개발	자전거의 고유기능인 사람의 인력으로 움직이는 동력방식을 기준으로 하되, 언덕 및 일정속도를 유지하기 위하여 과도한 힘이 요구될 경우가 있으며 때로는 최대의 기어 비율과 최대의 힘(근력)으로도 역부족일 경우 내려서 끌고 가야하는 상황이 발생하기도 함. 도로에서 이럴 경우 교통 흐름의 맥이 끊어져 교통 흐름에 방해가 되거나 위험한 상황에 처하기도 함. 따라서 일정 압력이상으로 페달을 밟을 경우 전기에너지(Battery)를 활용한 전동기의 보조적인 동력 지원을 받아 이동속도를 계속 유지할 수 있는 "동력 보조 자가 전동/발전 자전거"를 개발함	1년/1억
16	환경친화형 차세대 개인운송시스템 개발 (eATS : Eco-friendly Advanced personal Transporter System)	환경친화형 차세대 개인이동시스템 개발, 친환경 에너지 사용(전기충전식), 셀프 밸런싱 기능이 탑재(주행 안정성), 자율 주행 기능(자동 위치 이동), 휴대용이(소형화), 노약자를 위한 편리성(경량화)	5년/100억
17	승객여정선택형 궤도기반 개인교통수단 개발	세계적인 환경개선 요구에 대처할 수 있는 지속가능한 대중교통체계의 필요성에 부합시킬 수 있는 여객여정선택형(On-demand journey) 대중교통수단의 개발을 목표로 함	6년/750억
18	튜브형 궤도를 기반으로 운영되는 와이어카 기술 연구개발	튜브형 궤도를 기반으로 운영되는 와이어카로서, 저비용 고효율의 친환경 단거리 소형 개인용(2~4인용) 이동수단의 개발과 운영 능력을 검증하기 위한 테스트베드 운영	4년/268억
19	대중교통시스템의 에너지 절감형 운영체계 구축 기술개발	철도 및 도로 등 제반 대중교통시스템의 에너지 절감형 운영체계 구축 기술개발	5년/150억
20	교통/철도 인프라 최적 자산관리 기술 개발	교통/철도 인프라 운영효율성 평가 지표 개발, 교통/철도 인프라 운영효율성 향상을 위한 최적 자산관리 기술 개발, 교통/철도 인프라 최적 자산관리 시스템 개발	5년/37억
21	철도 시설 유지 보수를 위한 실시간 위치 파악 시스템	근거리의 물체에 대한 실시간 위치파악 시스템(RTLS : Real Time Location System)을 응용하여 철도시설물의 유지보수 및 작업자의 작업 위치를 실시간 파악함으로써 최적화된 유지 보수 시스템의 개발을 목표로 함	3년/40억
22	탄소 마일리지 관리 시스템 개발	대중교통 수단이용에 따른 탄소 마일리지를 개인별로 부여하여, 이를 각종 공공요금 지불에 활용할 수 있는 환경마일리지 시스템 구축	3년/60억

5. 2차 수요조사

가. 2차 수요조사의 목적

○ 사업 전반에 걸친 기술트리의 조정 및 정리에 따른 관련분야 추가 공모 실시

○ 기존 미흡한 분야에 대한 추가 공모 실시

나. 수요조사 방법

○ 조사시기 : 2009. 6

○ 조사방법

- 한국교통신문 공고
- 연구개발사업의 비전과 목표에 부합하며, 기술 분류에 따른 분야별 연구과제의 향후 추진시 해당 사업의 제안요구서(RFP)에 해당하는 양식에 따라 제안서 작성, 메일 접수

○ 조사내용

- 1차 수요조사와 내용 같음

다. 수요조사 결과 및 과제 정리

○ 1, 2차 공모를 통해 45개 과제 접수

○ 지속가능교통시스템 추진취지와 부합성, 타 연구개발과 및 제안내용과의 중복성, 국가R&D로의 적절성을 고려하여, 일부과제의 제외 및 통합으로 14개 추진과제로 정리

<표 4-8> 최종 공모결과 및 정리 방향

기술 코드	제안과제명	요지	예산	정리 방향
1.2.4	승객여정 선택형 대중교통수단(PRT) 기술개발	세계적인 환경개선 요구에 대처할 수 있는 지속가능한 대중교통체계의 필요성에 부합시킬 수 있는 새로운 수단인 승객여정 선택형(On-demand journey) 대중교통수단의 개발	6년 /750억	
1.2.4	PRT의 수요추정 모형 개발	PRT의 교통수요추정모형이 정립되지 않아 시스템의 효과 평가시 정책민감도가 많이 떨어지므로, 소형시스템의 운영특성에 맞는 교통수요 추정방식과 모형을 개발	1년 /5억원	PRT 기술 개발과 통합
1.2.4	PRT의 운영비 추정 모형개발	PRT의 운영비는 시스템의 효율평가에 중요한 요소임에도 안정적인 비용추정모형이 없어, 소형시스템의 운영특성을 반영한 운영비 추정모형을 개발	1년 /5억원	
1.2.4	PRT의 Guideway 설계 기준 연구	PRT의 Guideway 설계에 대한 기준이 없어 이를 연구 제시하고자 함	1년 /5억원	
1.2.4	튜브형 궤도를 기반으로 운영되는 와이어카 기술 연구개발	튜브형 궤도를 기반으로 운영되는 와이어카로서, 저비용 고효율의 친환경 단거리 소형 개인용(2~4인용) 이동수단의 개발과 운영 능력을 검증하기 위한 테스트베드 운영	4년 /268억	새로운 개인 이동 인프라 구축의 필요로 추진 부적절
1.4.1	고부가가치 자전거 개발	고부가가치 자전거 개발을 통한 국내 자전거 산업활성화 추구 - 공공자전거, 네비게이션, RFID, GIS 등 첨단산업과의 연계	5년 /200억	지경부 자전거 기술개발 사업 기획중
1.4.1	동력보조 자가 전동/발전 이륜차(자전거) 개발	일정 압력이상으로 폐달을 밟을 경우 전기에너지(Battery)를 활용한 전동기의 보조적인 동력 지원을 받아 이동속도를 계속 유지할 수 있는 "동력 보조 자가 전동/발전 자전거"를 개발	1년 /1억	
1.4.1	차세대 지능형 공공자전거 시스템 개발	교통사고와 도난을 지능적으로 예방, 자전거청결유지, 대중교통과 연계함으로서 5km미만의 근거리 승용차 교통수요를 전환하기 위한 공공자전거 시스템을 개발	2.5년/	
1.4.1	탑재 가능 사양의 자전거 표준화	지하철, 기차, 버스 등의 대중교통에 탑재 가능한 사양의 자전거 표준화 - 크기, 무게, 재질, 안전, 비용 등을 고려한 도시형 자전거 표준화	5년 /200억	지경부 자전거기술개발 사업 기획중
1.4.2	근거리개인용 그린운송시스템	근거리 개인운송시스템에 적용되는 주행기술은 위치인식, 환경인식, 로봇제어 등 지능기술과 SW, 시스템공학이 접목된 첨단융합기술로써 주행기술의 최신성 및 첨단성을 구현하고, 차세대 개인운송수단에 대한 실시간 위치파악 시스템(RTLS : Real Time Location System)을 개발하여 특정한 지역범위의 실내 및 실외 위치정보를 실시간으로 제공하여 새로운 개념의 서비스를 창출 및 비즈니스모델 개발을 목표로 함	5년 /156억	
2.2.1	궤도시설물 ECO-LCM 최적화 기술 개발	궤도시설물(궤도 및 노반구조물)의 궤도시스템의 환경성과 경제성을 동시에 고려하여 최적화 할 수 있는 통합 의사결정 지원시스템 개발	5년 /30억	

2.3.1	전기차 충전인프라 시스템 구축 및 운영기술 개발	전기차 충전 인프라 방식 중 배터리교환시스템(Battery Switch System)의 기술개발 및 운영관리 체계의 구축	3년 /300억	
2.3.1	저속형 그린카 도입을 위한 도시부 가로인프라 구축기술	저속형 그린카의 도시부 가로 주행을 허용할 수 있기 위한 도로안전시설, 도로변 충전시설 등 저속형 그린카 인프라 구축기술 개발 및 액션플랜을 제시	3년 /120억	개인이동 인프라 구축의 필요로 추진 부적절
2.3.1	수소전지차량 인프라 구축 기술 개발	차세대 친환경차량인 수소전지차량의 활성화와 조기 실용화를 위해 요구되는 사회경제적 요소 및 인프라를 파악하고 효율적으로 구축할 수 있는 기술 개발	5년 /200억	
2.3.1	Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템	주행하는 자동차의 지면을 누르는 압력을 이용한 Energy Harvesting 기술로 야간 및 악천후의 중앙선 표시장치에 전력을 공급하고 제어하는 시스템을 개발하여 안전한 교통환경 조성	3년 /9억	
2.4.1	자전거 도로 네트워크 구축 기술	녹색성장을 기초로 한 자전거 통행 확충 방안 모색, 자전거도로 인프라 구축 표준 설계안 모색, 환승센터 관련 자전거 환승센터 규모 및 시설 구축 방안 모색	3년 /20억	자전거도로 네트워킹 기술개발과 통합
2.4.2	자전거 환승센터 표준 개발			
2.4.1	자전거도로 네트워킹 기법 및 평가시스템 개발	교통계획 tool 및 GIS를 활용한 안전하고, 직접 연결되며, 안락한 자전거도로의 계획을 위한 계획, 설계, 평가시스템의 개발	5년 /22억	
2.4.1	web기반 자전거이용시설 투자평가 소프트웨어 개발	지속가능성을 고려한 편익항목의 개발 및 정산기법 정립, 자전거시설별 투자효과분석체계 정립, web기반 자전거이용시설투자평가 소프트웨어 개발	3년 /10억	자전거도로 네트워킹 기술개발과 통합
2.4.1	자전거 급행도로 시스템 개발	자전거 급행도로 설치를 위한 경관에 맞는 구조물 선택, 구조물 재질, 형태 등과 관련하여 구조물 분석 및 구조적, 지형적 위치 분석 및 기준 정립	5년 /200억	개인이동 인프라 구축의 필요로 추진 부적절
2.4.2	자전거 환승센터 표준에 관한 연구	현재 국내·외 자전거 환승센터에 대한 현황 및 시설표준에 대하여 파악하며 이를 토대로 국내에 적합한 자전거 환승센터의 표준을 제시함	2년 /1.5억	자전거도로 네트워킹 기술개발과 통합
3.1.1	교통시스템의 CDM 적용을 위한 Baseline 산정 방법론 개발	CDM 적용 분야 중 하나인 교통(Transport) 분야의 온실가스 배출량을 산정하는 베이스라인을 제시하고, 이에 따른 CDM 베이스라인 방법론 개발	2년 /10억	교통부문 저탄소 관리 및 환경성 통합 인증시스템 개발과 통합
3.1.1	교통시스템의 온실가스 인벤토리 및 지속적 데이터 관리 체계 구축	국내 온실가스 배출량의 17.4%를 차지하고 있는 교통시스템의 온실가스 인벤토리 구축을 통한 온실가스 배출원 파악 및 관리체제 구축	5년 /35억	
3.1.1	자동차 통행량 및 배출가스 계측기술 개발	통신 인프라, 국가자동차전산망, 교통정보 DB, GIS DB 등 활용한 자동차 통행량 및 배출가스 계측기술 개발	5년 /107억	
3.1.1	이동센서기반 온실가스 배출량 모니터링 및 Digital Map 기술 개발	대중교통 및 Probe Car, 모바일 객체 등에 장착하여 실시간 수집가능한 온실가스센서 및 무선통신기술개발, 동적데이터를 근실시간(Near Real Time) 처리 및 온실가스 배출량 시공간적 맵 처리기술개발, 국제표준 온실가스Monitoring & Verification 기술개발	3년 /120억	교통부문 저탄소 관리 및 환경성 통합 인증시스템과 중복

3.1.1	실시간 배출가스 정보수집 시스템 구축	OBD-II 인터페이스를 통해 차량의 ECU로부터 차량 상태정보를 수집하는 장치의 기능을 고도화하여 주행중인 차량에 대해 실시간으로 차량 정보를 수집 및 분석하고, 주행시간동안의 차량상태 정보 및 연료소모량정보 등을 파악하여 CO_2 배출량을 산출하여 제공할 수 있는 기술 개발	5년 /300억	
3.1.1	운송수단별 온실가스 산정 및 DB관리시스템 구축	국내 운송수단별 온실가스 배출량 산정 및 DB 관리 시스템 구축, 이동목적별 최적 교통수단 선정 및 물류 체계 구성 시 요구되는 정보의 기반 시스템 구축	3년 /3억	
3.1.2	교통부문 환경성인증 및 탄소 관리 통합시스템 개발	수송시스템의 온실가스배출 감축목표 대응방안을 위한 온실가스 배출량산정 체계개발 및 웹기반 통합관리시스템 구축 교통부문의 친환경성 인증 시스템 구축 및 운영을 통한 환경성 제고 및 국제 표준화를 통한 국제적 인증 방안 마련	5년 /150억	
3.1.2	철도, 지하철 및 경전철의 CDM사업 타당성 및 방법론 개발	정부의 저탄소 녹색성장 정책에 부합하는 녹색교통의 실현, 철도·지하철 및 경전철의 CDM사업 타당성 검토, UNFCCC의 승인을 받을 수 있는 적절한 모니터링기법 및 베이스라인 산정, 한국의 교통 수송 환경에 적합한 CDM방법론의 개발		교통부문 저탄소관리 시스템 개발과 통합
3.1.2	친환경 교통수단 생산기술 개발	친환경 교통수송시스템 구축을 위한 친환경 교통수단(차량) 생산체계 개발	5년 /120억	지식경제부 또는 교통체계효율화사업 소관사항
3.1.3	전동차 폐기차량 재순환 기술개발	폐기전동차 리사이클링률을 40%에서 85%향상, 전동차 설계부터 폐기까지 전과정에서의 재순환 시스템기반구축, 전동차 폐기 처리시 재활용률 평가방법 개발 및 재순환 기술개발	5년 /87.5억	
3.1.3	철도차량 주요부품의 재제조 시스템 구축 및 기술개발	철도산업의 자원재활용 향상을 위한 부품 재제조 시스템 구축 및 품질 평가 기술개발, 철도차량 주요 폐기부품의 재제조 표준공정 기술개발, 철도차량의 재활용 및 에너지 절약을 향상을 위한 재제조 시스템 구축, 재제조 시스템구축을 통한 친환경 재제조산업의 육성, 재제조품의 품질평가 방법확립 및 기술개발	5년 /62.5억	
3.1.4	쾌적한 철도운영환경을 위한 철도시스템 저소음화 및 관리기술개발	철도환경 총합 소음에 대한 소음원(부품) 기여 분석 시스템 개발, 국제소음기준에 따른 최적 저소음화 기술 도출, 최적 저소음화 기술의 저감성능 평가	5년 /68억	
3.1.5	에코드라이브 활성화를 위한 경제운전 통합관리시스템 개발	친환경 경제운전 유도를 위한 에코드라이버 모듈 개발 및 보급, 에코드라이브 교육 확산, 포털사이트 및 시뮬레이터 개발 등으로 추진 관리 통합시스템 구축, 효과검증을 위한 인지모형 개발 및 분석	5년 /115억	
3.1.6	천연소재 바이오 복합소재의 철도적용 기술개발	친환경 및 경제적 천연소재의 바이오 복합소재의 철도부문 적용 기술개발	5년 /105억	지식경제부 또는 교통체계효율화사업 소관사항

3.2.3	에너지절감형 BTOD 모형 및 효과예측 시뮬레이션개발	아시아적 관점에서 압축개발에 대한 방법론을 정립하고 대중교통, 자전거, 보행자의 활성화를 위한 고밀도시에 적용 가능한 TOD기법의 적용모형(프로토콜) 개발, 대중교통, 자전거, 보행경로의 최적화 루팅 프로그램 개발, 시뮬레이션분석에 의한 에너지절감 및 환경개선 효과·쾌적성 증가 등의 효과분석 소프트웨어 개발 ※ BTOD : Bicycle and walking based Transit Oriented Development	3년 /15억	
3.2.3	대중교통의 경제성평가를 위한 온실가스 관련 편익산정기술 및 대안평가 기술개발	대중교통 사업(BRT, 경전철, 중앙버스차로, 신규/변경 버스노선 등) 시행 전·후의 온실가스 배출량 변화를 정량화 할 수 있는 지표를 개발하여 이를 경제성 분석에 적용, 버스노선 및 BRT 운행에서 지리적 여건, 버스와 승객의 움직임, 교통량들을 재연, 평가, 설명할 수 있는 마이크로시뮬레이션 프로그램을 개발하여 각각의 대안에 따른 온실가스 배출량을 추정하고 평가할 수 있는 프로세스 설계	2년 /6억	지속가능 개발 통합평가시스템 구축과 통합
3.2.3	녹색교통시설 및 환경평가 시스템 개발	녹색교통(보행 및 자전거교통) 시설 및 환경에 대한 계량적 평가와 개선방향의 제시 및 안전성 향상을 위한 평가 소프트웨어 시스템 개발로 '지속가능교통물류발전법'에서 규정하고 있는 녹색교통 여건에 대한 평가와 지방정부 등의 녹색교통 관련 사업의 효율성 향상 및 안전성 제고를 목적으로 함	3년 /60억	
3.2.3	자전거 안전성 평가 및 등록관리 기술 개발	지속가능 도시교통의 비동력 녹색교통의 핵심전략인 자전거교통의 모빌리티 조사, 자전거 자동검지 및 등록관리, 사고누적구간의 안전성, 접근성 평가 및 개선에 따른 지역별 Modal Split 구조 개선 목표관리 인프라 구축·운영	5년 /40억	녹색교통시설 및 환경평가 시스템 개발로 통합
3.2.3	자동차 통행량/배출가스 총량관리시스템 개발	첨단 자동차용단말기(디지털 운행기록계, 블랙박스, OBD, 내비게이션 등) 기술과 통신 인프라, 국가자동차전산망, 교통정보DB, GISDB 등을 활용한 자동차통행량/배출가스 총량 관리시스템 구축	5년 /85억	국토부 정책사업 추진이 타당
3.2.3	특별교통대책지역 자동차 배출등급 관리기술 개발	특별교통대책지역의 자동차 배출량 감축목표를 과학적, 체계적으로 지원할 수 있는 유해배출가스 등급표시 및 위조방지 시스템 구축·운영	5년 /75억	
3.2.3	특별대책지역 선정 및 관리를 위한 평가시스템 개발	지속가능 지속가능취약지구의 교통시설 및 수단에 따른 교통사고, 교통소음, 대기오염, 기후변화, 혼잡 등 부정적 환경피해비용을 평가하여 특별대책지역 지정·모니터링 지원	5년 /22억	
3.2.3	U-시티 환경을 고려한 U-Cycling 기술 및 응용서비스 시스템 개발	미래 U-시티 환경에 적합한 자전거 통행행태 기반 U-Cycling 서비스의 표준화, 응용서비스 및 통합운영시스템개발	3년 /34억	
3.2.3	지속가능한 개발을 위한 통합평가시스템 개발	지속가능한 개발을 위해 수립하는 정책, 기술들이 미래의 지속가능한 개발에 어떠한 영향력을 미치는가를 평가할 수 있는 평가시스템(토지이용-교통-환경 통합모형)의 개발	3년 /15억	
3.2.3	도시개발의 효율적 교통수단 연계를 위한 가상전략 시뮬레이션개발	도시특성 및 연계교통망을 구성하는 "도시교통의 연계성"을 검토할 수 있는 "도시교통 가상전략 시뮬레이션(Virtual Strategic Simulation)" 시스템 개발	6년 /50억	지속가능 개발을 위한 통합평가시스템 개발과 중복

라. 2차 추진 과제(안)

○ 통합 조정 프로세스를 통해 정리된 14개 과제는 다음 표와 같음

<표 4-9> 2차 추진과제(안)

기술 코드	제안과제명	요지	예산
1.2.4	승객여정 선택형 대중교통수단(PRT) 기술개발	세계적인 환경개선 요구에 대처할 수 있는 지속가능한 대중교통체계의 필요성에 부합시킬 수 있는 새로운 수단인 승객여정 선택형(On-demand journey) 대중교통수단의 개발	6년 /750억
1.4.1	차세대 지능형 공공 자전거 시스템 개발	교통사고와 도난을 지능적으로 예방, 자전거청결 유지, 대중교통과 연계함으로써 5km미만의 근거리 승용차 교통수요를 전환하기 위한 공공자전거시스템을 개발	2.5년/
1.4.2	근거리 개인용 그린운송시스템	근거리 개인운송시스템에 적용되는 주행기술은 위치인식, 환경인식, 로봇제어 등 지능기술과 SW, 시스템공학이 접목된 첨단융합기술로써 주행기술의 최신성 및 첨단성을 구현하고, 차세대 개인운송수단에 대한 실시간 위치파악 시스템(RTLS : Real Time Location System)을 개발하여 특정한 지역범위의 실내 및 실외 위치정보를 실시간으로 제공하여 새로운 개념의 서비스를 창출 및 비즈니스모델 개발을 목표로 함	5년 /156억
2.2.1	궤도시설물 ECO-LCM 최적화 기술 개발	궤도시설물(궤도 및 노반구조물)의 궤도시스템의 환경성과 경제성을 동시에 고려하여 최적화 할 수 있는 통합 의사결정 지원시스템 개발	5년 /30억
2.3.1	전기차 충전인프라 시스템 구축 및 운영기술 개발	전기차 충전 인프라 방식 중 배터리교환시스템(Battery Switch System)의 기술개발 및 운영관리체계의 구축	3년 /300억
2.3.1	수소전지차량 인프라 구축 기술 개발	차세대 친환경차량인 수소전지차량의 활성화와 조기 실용화를 위해 요구되는 사회경제적 요소 및 인프라를 파악하고 효율적으로 구축할 수 있는 기술 개발	5년 /200억
2.3.1	Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템	주행하는 자동차의 지면을 누르는 압력을 이용한 Energy Harvesting 기술로 야간 및 악천후의 중앙선 표시장치에 전력을 공급하고 제어하는 시스템을 개발하여 안전한 교통환경 조성	3년 /9억
2.4.1	자전거도로 네트워킹 기법 및 평가시스템 개발	교통계획 tool 및 GIS를 활용한 안전하고, 직접 연결되며, 안락한 자전거도로의 계획을 위한 계획, 설계, 평가시스템의 개발	5년 /22억

3.1.2	교통부문 환경성인증 및 탄소관리 통합인증 시스템 개발	수송시스템의 온실가스배출 감축목표 대응방안을 위한 온실가스 배출량산정 체계개발 및 웹기반 통합관리시스템 구축 교통부문의 친환경성 인증 시스템 구축 및 운영을 통한 환경성 제고 및 국제 표준화를 통한 국제적 인증 방안 마련	5년 /150억
3.1.4	쾌적한 철도운영환경을 위한 철도시스템 저소음화 및 관리기술개발	철도환경 총합 소음에 대한 소음원(부품) 기여 분석 시스템 개발, 국제소음기준에 따른 최적 저소음화 기술 도출, 최적 저소음화 기술의 저감성능 평가	5년 /68억
3.1.5	에코드라이브 활성화를 위한 경제운전 통합관리시스템 개발	친환경 경제운전 유도를 위한 에코드라이버 모듈 개발 및 보급, 에코드라이브 교육 확산, 포털사이트 및 시뮬레이터 개발 등으로 추진 관리 통합시스템 구축, 효과검증을 위한 인지모형 개발 및 분석	5년 /115억
3.2.3	에너지 절감형 BTOD 모형 및 효과예측시뮬레이션 개발	아시아적 관점에서 압축개발에 대한 방법론을 정립하고 대중교통, 자전거, 보행자의 활성화를 위한 고밀도시에 적용가능한 TOD기법의 적용모형(프로토콜) 개발, 대중교통, 자전거, 보행경로의 최적화 루팅 프로그램 개발, 시뮬레이션분석에 의한 에너지절감 및 환경개선 효과·쾌적성 증가 등의 효과분석 소프트웨어 개발 ※ BTOD : Bicycle and walking based Transit Oriented Development	3년 /15억
3.2.3	녹색교통시설 및 환경평가 시스템 개발	녹색교통(보행 및 자전거교통) 시설 및 환경에 대한 계량적 평가와 개선방향의 제시 및 안전성 향상을 위한 평가 소프트웨어 시스템 개발로 '지속가능 교통물류발전법'에서 규정하고 있는 녹색교통 여건에 대한 평가와 지방정부 등의 녹색교통관련 사업의 효율성 향상 및 안전성 제고를 목적으로 함	5년 /60억
3.2.3	유시티 환경을 고려한 U-Cycling기술 및 응용서비스시스템 개발	미래 U-city 환경에 적합한 자전거 통행행태 기반 U-Cycling 서비스의 표준화, 응용서비스 및 통합운영시스템개발	3년 /34억
3.2.3	지속가능한 개발을 위한 통합 평가시스템 개발	지속가능한 개발을 위해 수립하는 정책, 기술들이 미래의 지속가능한 개발에 어떠한 영향력을 미치는가를 평가할 수 있는 평가시스템(토지이용-교통-환경 통합모형)의 개발	3년 /15억

6. 연구과제 공모 최종 조정

가. 추진과제 최종조정

○ 연구개발 추진 타당성 및 정책과의 부합성을 검토하여 추진과제 최종조정

<표 4-10> 추진과제 최종조정

No.	제안과제명	제안과제명	No.
1	차세대 지능형 공공 자전거 시스템 개발	무탄소 녹색교통 지원 기술개발	1
2	자전거도로 네트워킹 기법 및 평가시스템 개발		
3	유시티환경을 고려한 U-Cycling기술 및 응용서비스시스템 개발	무선전력공급 기반 클린교통시스템개발	2
4	전기차 충전인프라 시스템 구축 및 운영기술 개발	전기자동차 충전시스템 구축 및 운영 기술 개발	3
5	수소전지차량 인프라 구축 기술 개발	수소전지차량 인프라 구축 기술 개발	4
6	무선전력공급 기반 클린교통시스템개발		
7	교통시설물의 녹색에너지 추출기술개발	교통시설물의 녹색에너지 추출기술개발	5
8	승객여정 선택형 대중교통수단(PRT)기술개발	승객여정 선택형 대중교통수단(PRT) 기술개발	6
9	근거리 개인용 그린운송시스템	자동화 개인운송시스템 개발	7
10	교통부문 환경성인증 및 탄소관리 통합인증 시스템 개발	교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발	8
11	에너지절감형 BTOD 모형 및 효과예측시뮬레이션 개발		
12	에코드라이브 활성화를 위한 경제운전 통합관리시스템 개발	에코드라이브 경제운전 통합관리시스템 개발	9
13	쾌적한 철도운영환경을 위한 철도시스템 저소음화 및 관리기술개발	복합교통소음 저감기술개발 및 관리 시스템 개발	10
14	녹색교통시설 및 환경평가 시스템 개발	녹색교통환경 개선시스템 개발	11
15	궤도시설물 ECO-LCM 최적화 기술 개발	친환경 교통건설 운영관리시스템 개발	12
16	지속가능한 개발을 위한 통합 평가시스템 개발	지속가능 개발을 위한 통합 평가시스템 개발	13

○ 자전거 등록/관리와 관련된 내용이 U-cycling 기술로 기 발굴되어 있으며, 자전거 관련기술내용을 가칭 '무탄소 녹색교통 지원기술개발'로 통합 추진

○ 당초 철도소음분야로 국한되어 있던 소음저감 연구내용이 3차 자문회의시(2009. 7. 16) 교통부문으로 확대가 필요하다는 의견에 따라 내용을 확대

나. 최종 추진과제

○ 최종적으로 조정된 13개 과제는 다음과 같음

○ 기술트리 상에 기술순서를 일부 조정하고, 조정된 기술코드에 따라 최초 기술트리와는 코드가 상이함

<표 4-11> 최종 추진과제

기술코드	제안과제명	요지	예산
1.2.1	무탄소 녹색교통 지원 기술개발	자전거 이용을 안전하게 활성화하기 위한 제반 지원기술의 개발 - 자전거 안전성 평가 및 등록 시스템 개발 - 교통계획 및 GIS를 활용한 안전하고, 단절 없는 자전거도로의 계획을 위한 평가, 계획, 설계시스템의 개발 - 지능형 공공자전거 시스템 개발 및 U-cycling 서비스 개발	5년/117억
1.4.1	무선전력공급 기반 클린교통시스템개발	무선에너지 전송기술을 교통시스템에 적용하여, 가로변에서 전기차량에 전력을 공급할 수 있는 클린교통시스템 개발 - 고출력 무선전력 전송시스템 개발 - 고효율 무선전력 수전시스템 개발 - 그린카 연동시스템 개발 - 테스트베드 구축	5년/250억
	전기자동차 충전시스템 구축 및 운영기술개발	전기차 충전 인프라 방식 중 배터리교환시스템(Battery Switch System)의 기술개발 및 운영관리체계의 구축 - 충전 station 개발 및 성능평가 - 충전인프라 운영시스템 개발	3년/142억
	수소전지차량 인프라 구축 기술 개발	수소전지차량의 활성화를 위해 요구되는 사회경제적 요소 및 인프라를 파악하고 효율적으로 구축하기 위한 기술 개발 - 수소전지차량 확산 모형 및 예측기술개발 - 수소전지차량 운행인프라 구축기술개발	5년/203억
	교통시설물의 녹색에너지 추출 기술개발	도로, 정거장, 철로주변, 신호/가로등 등 교통시설물을 활용한 녹색에너지(태양열, 풍력, 압력 등) 추출 기술개발	5년/140억
2.2.4	승객여정 선택형 대중교통수단(PRT) 기술개발	소규모 신도시 버스운송시스템을 대체하여 지구 내 교통시스템의 CO_2 저감을 위한 승객여정선택형(On-demand journey) 대중교통수단 개발 - 도입을 위한 적용성 검토 등 정책기반 구축 - 제어, 운영 및 유지보수 기술개발(차량, 전력, 통신, 궤도 등 인프라는 아웃소싱) - 테스트베드 구축	4년/460억

2.4.2	자동화 개인운송시스템 개발		로봇제어기술과, 실시간 위치파악 시스템을 활용하여, 자동으로 유도주행이 가능한 개인운송시스템 개발 - 센서융합기반 환경 모델링 및 인식 기술개발 - 실시간 위치파악시스템(RTLS) 개발 - 도시환경기반 자율주행제어기술개발 - 도시환경기반 트랜스포트 플랫폼 SE기술개발 - RTLS연동 교통체계연동시스템 구축	5년/133억
3.1.1	교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발		수송시스템의 온실가스배출 감축목표 대응방안을 위한 온실가스 배출량산정 체계개발 및 웹기반 통합관리시스템 구축 - 교통부문 온실가스 배출계수 개발(도로, 철도) - 교통부문 온실가스배출 모니터링 시스템 개발 - 교통부문 온실가스 인벤토리 통계시스템 구축 - 교통부문 온실가스 통합관리 시스템 개발	5년/160억
3.1.2	복합교통소음 저감 및 통합관리시스템 구축		육상교통 소음저감 핵심기술 개발을 통한 복합 저소음 교통시스템 구축 및 교통시스템의 저소음화 프로세스 효율화를 위한 저소음설계기술 개발 - 복합교통시스템 저소음화 설계기술 개발 - 복합교통소음 영향 및 기준 연구 - 지속가능 저소음 핵심기술개발 - 복합교통소음 통합관리시스템 구축	5년/150억
3.1.3	에코드라이브 경제운전 통합관리시스템 개발		온실가스 감축을 위한 친환경 경제운전 통합관리시스템 개발 - 에코드라이버 모듈 개발 - 에코드라이브 교육 확산 - 포털사이트 및 시뮬레이터 개발 - 추진 관리 통합시스템 구축 및 효과검증을 위한 인지모형 개발 및 분석	5년/96억
3.2.3	지속가능 교통시스템 효과분석 기술개발	보행환경 개선시스템 개발	보행시설 및 환경에 대한 계량적 평가와 개선방향의 제시를 통한 보행안전성 향상을 위한 평가/개선 시스템 개발 - 보행환경 평가 방법 연구 - 보행환경 정량적 평가 시스템 개발	3년/30억
		친환경 교통건설 운영관리 시스템 개발	지속가능 교통시설물(철도, 도로 등)에 대한 표준화된 환경성 지수 개발을 통해 환경과 경제성을 동시에 고려한 건설 전단계(계획/설계/시공/운영)평가관리 시스템 개발 - 설계 및 시공, 유지관리 단계 경제성·환경성 평가 개념 설계 - 교통시설물 경제성·환경성 통합 평가 모델 개발 - 경제성 및 환경성 통합평가S/W Prototype 개발 - Test Bed 선정 및 시스템 운용	5년/80억
		지속가능 개발을 위한 통합 평가시스템 개발	지속가능한 개발을 위해 수립하는 정책, 기술들이 미래의 지속가능한 개발에 어떠한 영향력을 미치는가를 평가할 수 있는 평가시스템(토지이용-교통-환경 통합모형)의 개발	3년/15억

제4절 투자 우선순위 설정

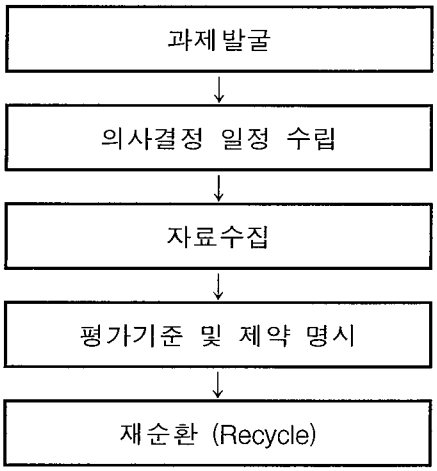
1. 투자우선순위 설정 방법론

○ 전략적 R&D 계획이란 단순히 다수의 제안된 연구과제 중에서 일부의 과제를 선정하는 문제라기보다 관련 조직의 강점/약점, 예산제약 및 외부환경 등의 불확실성을 고려하여 제시하는 종합적 계획이어야 함. 따라서 합리적인 연구과제의 선정 및 평가를 위해서는 다음과 같은 사항들을 충분히 고려해야 함(용세중, 최덕출, 한종우, 정용훈, 이원영, 연구과제 선정·평가체계 설계에 관한 연구)

- 선정 및 평가 절차를 구체화하여 계획으로부터 가능한 상업화까지 전 과정을 심사하고 평가할 수 있어야 함
- 평가결과에 편의가 발생하지 않도록 해야 함
- 연구과제의 특징을 정확하게 반영할 수 있는 평가기준 및 평가기법의 고려가 필요함
- 평가기준은 연구과제의 불확실성을 최대한 가시화 시킬 수 있는 항목으로 구성되는 것이 바람직함
- 평가기준의 가중치는 조직의 합에 따라야 함
- 평가형식과 절차는 조직의 상황과 과제의 특징에 따라야 함
- 개별과제의 평가보다는 포트폴리오를 구성하여 선정 평가하는 것이 편의 발생을 줄일 수 있음

○ 전략적 R&D의 발굴을 위해서는 평가자의 선정과 평가기관의 합리적 운영이 핵심요소가 됨. 연구과제의 선정과 평가의 과정은 본질적으로 평가자의 주관이 개입되는 과정이므로 평가자 간의 의사교환 및 합의점 도출이 필요함

○ Baker(1974)는 연구과제의 선정을 위해 다음과 같이 6가지의 단계를 제시함



<그림 4-3> 연구과제 선정 절차

○ 연구과제의 선정평가의 목적은 제한된 예산으로 투자효과를 극대화하기 위한 핵심기술의 선택과 집중을 위해서임. 이와 같은 연구과제 선정평가와 관련하여 지금까지 다양한 수리적 방법론들이 제시되었음. 연구과제 선정평가와 관련된 기존의 방법론들은 다음과 같음

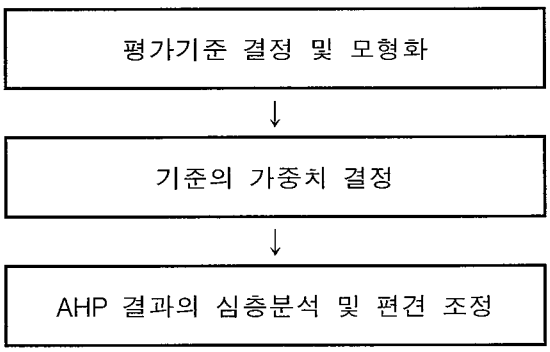
<표 4-12> 연구과제 선정평가 방법론 현황

관련연구	제기된 방법론
Souder & Mandakovic (1986)	- Classical Methods - Portfolio Models - Project Evaluation Techniques - Organizational Decision Methods
Baker & Pound (1964)	Decision Theory, Economic Analysis, OR 기법
Liberatore (1987),	AHP를 이용하여 연구과제 우선순위 결정후, 정수계획법을 이용하여 책정된 예산 범위 내에서 프로젝트 선정
Khorramshagol 등 (1988)	Delphi법 AHP, Goal Programming을 이용한 연구과제 선정모형 개발
일본능률협회 (1988)	- 평점법 (20.8%) - 체크리스트법 (12.7%) - 경제성 지표법 (6.4%) - 프로파일법 (4.0%) - OR적 평가법 (1.2%) - 지표공식법 (0.6%)

○ 그러나 현재 그러한 모형들이 적절히 활용되지 못하고 있는 실정임. 이에 대한 원인으로는 실제평가 환경과 경영과학 의사결정 모형간의 차이(Sauder, 1978), 평가모형에 대한 이해부족과 조직의 전략적 목표와의 연계성 부족(Liberatore and Titus, 1983), 지나치게 복잡한 모형(Fahrni, 1990) 등을 들 수 있음

○ 또한, 국가 연구과제의 선정과 예산의 배분 과정은 장기적이고 전략적인 측면에서 다양한 의사결정기준(Multiple criteria)이 합리적으로 고려되어야 함

○ 이와 같은 요건들을 고려하여 최근에 많이 사용되는 연구과제 선정방법은 계층분석과정(AHP, Analytic Hierarchy Process)임. 계층분석과정은 1970년대 초 Thomas L. Saaty에 의해 개발된 방법으로 복수의 연구과제 대안에 대해 복수의 평가기준을 적용하여 평가하는 방법론임. 상위계층 요소의 관점에서 직계 하위계층에 있는 요소들의 상대적 중요도를 쌍별비교(Pair-wise comparison)하여 궁극적으로 최하위 계층에 있는 대안들의 가중치 및 우선순위를 평가하는 기법임. Lockett 등(1986)은 AHP에 의한 연구과제 선정과정을 다음과 같이 3단계로 제시하였음



<그림 4-4> AHP에 의한 연구과제 선정 절차

○ 이와 같은 AHP에 의한 평가방법은 국내 기획재정부에서 운용하는 예비타당성 평가지침의 정책적 목표의 평가방법론으로 적용되고 있음. 국내외적으로 AHP 평가방법의 적용성을 고려하여, 본 과제에서 역시 AHP에 의한 과제 평가방법에 따라 과제를 선정함

2. 계층화분석(AHP) 방법론의 개요

○ 각각의 교재에 따라 AHP의 적용단계를 달리 소개하고 있으나, 그 내용을 개략적으로 정리해 보면 AHP를 다음과 같은 4가지 단계로 정리해 볼 수 있음

<표 4-13> AHP의 4단계

단계	수행내용
1 단계) 계층구조 결정	- 최상위 계층에서는 가장 포괄적인 의사결정 목표가 주어지고 하위계층으로 내려갈수록 상세한 의사결정 요소로 분해됨 - 계층간 의사결정 요소들은 종속적 관계, 같은 계층 내의 요소들 간에는 독립적 관계를 형성함
2 단계) 쌍별 선호비교	- Saaty가 제안한 9점 척도에 의해 수량화 함 (※ 표 7과 표 8 참조)
3 단계) 상대적 가중치 산정	- 2 단계에서 쌍별 비교로 구한 정방행렬에 고유벡터(Eigen vector)법을 사용하여 상대적 가중치를 산정함 - $A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w$, 여기서 A는 쌍별비교로 얻은 정방행렬이고, w는 고유벡터, $\lambda_{\max}$는 A의 최대 고유값임 - w의 각 성분을 $\sum w_i$로 나누어 정규화(normalized)된 가중치를 구함
4 단계) 대안별 종합가중치 산정	- 최하위 계층에 있는 대안들의 상대적 우선순위를 구하기 위해 각 계층에서 계산된 평가대상들의 상대적 가중치를 종합(Aggregation) 함 - $W_i = \sum_{j \in J} w_i \cdot u_{ij}$에 의해 종합 가중치를 구함 - W_i는 과제 [i]의 종합 가중치이고, u_{ij}는 기준 [j]로 평가한 과제 [i]의 가중치임

○ 다음 <표 4-14>와 <표 4-15>는 Saaty에 의한 쌍대비교 평가표에 대한 예시를 나타냄

<표 4-14> 쌍대 비교표 (예)

비교항목	A(j)	B(j)	C(j)
A(i)	1	5	...
B(i)	1/5	1	...
C(i)	...	...	1

<표 4-15> Saaty의 평가배점표

쌍대비교치	평가의 의미
	(i) 항목이 (j) 항목 보다
1	같은 정도로 중요
3	약간 중요
5	매우 중요
7	극히 중요
9	절대적으로 중요
2, 4, 6, 8	각 값의 중간정도로 중요

○ <표 4-14>와 <표 4-15>에 의해 대안과 기준을 쌍별비교할 때 비교대상의 수가 적은 경우에는 제시한 바와 같이 쌍별 비교하는 것이 바람직함. 이와 같이 쌍별 비교 행렬을 작성하는 것의 장점은 쌍별비교 행렬의 일관성을 점검해 볼 수 있는 것임. 이것은 특정 평가자의 평가결과에 대한 일관성을 유지할 수 있는 방법임. 평가결과에 대한 일관성은 Saaty가 제안한 일관성 지수(CI : Consistency Index)와 일관성 비율(CR : Consistency Ratio)을 활용하여 체크할 수 있음

○ 여기서 일관성 지수(CI)와 일관성 비율(CR)은 다음과 같이 계산됨

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - N}{N-1}$$

$$CR = \frac{CI}{R}$$

○ 이때, R은 다음 <표 4-16>과 같이 주어지는 무작위 일관성 지수를 나타냄

<표 4-16> 무작위 일관성 지수

행렬의 크기	R	행렬의 크기	R
2	0.00	7	1.32
3	0.58	8	1.41
4	0.90	9	1.45
5	1.12	10	1.49
6	1.24		

○ 신용광, 김창길, 김태영(2005)은 일관성의 판정기준으로 刀根(1986)을 인용하여 CI와 CR이 모두 0.15 이하인 경우 일관성이 있는 것으로 판정할 수 있음을 소개하였고, 국내 자료에 대해서는 조근태 등(2000)을 인용하여 CR이 0.1 이하인 경우 일관성이 있는 것으로 판정할 수 있음을 소개하였음

○ 국가연구과제의 선정에서 또 한 가지 추가적으로 고려해야 할 사항은 여러 사람의 평가위원의 의견을 설문형식으로 취합해야 한다는 점임. 이 경우 평가위원 개별적으로 작성한 쌍별비교의 결과를 조화평균을 통하여 단일한 결과로 취합하는 절차를 따름

3. 지속가능교통시스템 연구과제 우선순위 선정

가. 계층분석 구조의 설정

○ AHP 기법을 활용하여 지속가능교통시스템 구축을 위한 국가연구과제의 선정을 위해 평가대상 과제는 2회에 걸쳐 공모된 수요조사 결과의 과제를 대상으로 함. 2회에 걸쳐 공모된 수요조사 결과 대상의 과제는 프로젝트 참여 연구진에 협의를 거쳐 기술트리에서 제시된 체계로 포트폴리오가 구성됨. 따라서 우선순위 평가대상은 기술트리에 나타난 각각의 포트폴리오가 됨

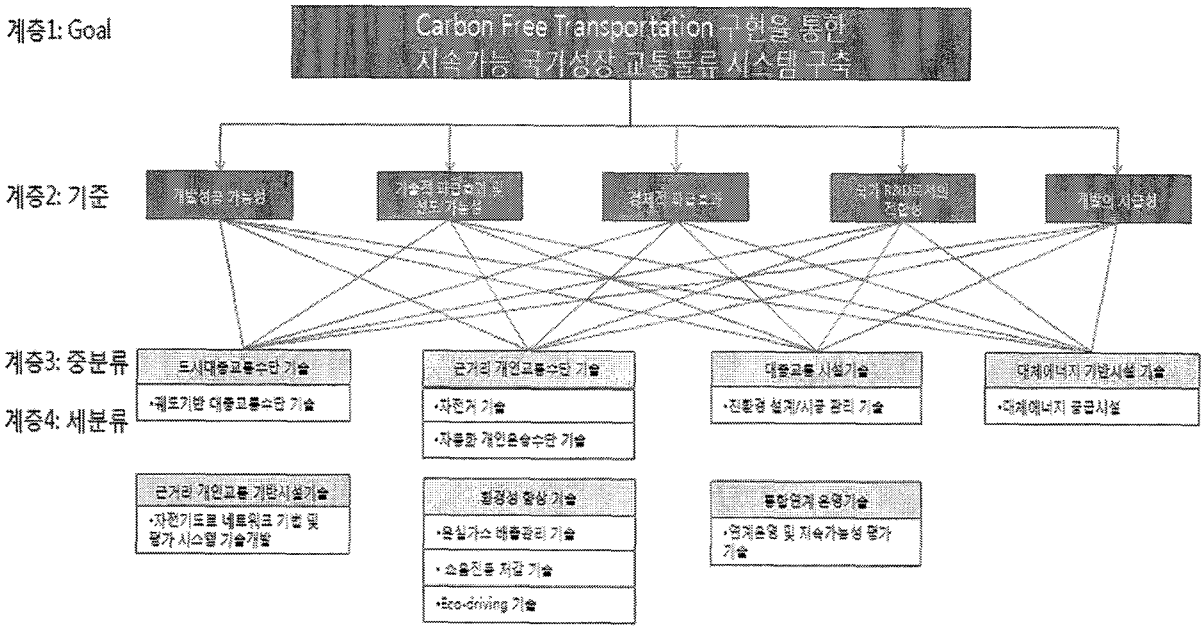
○ 개별 포트폴리오에 대한 평가기준은 국가연구개발 사업의 성격을 고려하여 다음과 같이 5 가지의 평가기준을 선정하였음

<표 4-17> 지속가능교통시스템 구축 연구과제 선정 평가기준

기준명	정의
개발성공 가능성 (C1)	기술적 난이도를 판단하여 제안한 연구가 계획대로 수행시 성공할 수 있는 지 여부
기술적 파급효과 및 선도 가능성 (C2)	해당 기술개발로 인하여 관련분야의 기술수준을 향상시킬 수 있을 경우, 향상이 가능한 분야의 규모
경제적 파급효과 (C3)	해당 기술개발로 인한 직접적인 수익창출규모와 간접적인 국민경제적 파급효과 규모

국가 R&D로서의 적합성 (C4)	국가 예산 지원의 타당성, 개발결과 이익의 공공성, 유무형의 개발중심 연구 여부 등 국가연구개발사업 추진의 타당성
개발의 시급성 (C5)	핵심기술로서 개발이 늦춰질 경우 타 분야에 미치는 영향이 크거나, 시장변화에 빠르게 대응해야 하는 기술 등 개발이 신속히 이루어져야 하는 시급성

○ 위와 같은 평가기준과 수요조사의 결과를 통해 다음과 같은 계층분석 구조를 설정함



<그림 4-5> 지속가능교통시스템 구축 연구과제 선정 계층구조

나. 설문 구성

○ 설문은 평가기준의 중요도를 산출하기 위하여 각 기준간 10개의 비교항목과, 각각의 기준 관점에서의 추진과제의 중요도를 평가하는 5개의 항목으로 구성되어 있음

○ 본 연구에서 추진과제 우선순위 설정을 위해 활용한 설문지는 부록보고서 제7장과 같음

다. 투자우선순위 선정 결과

○ 우선순위 선정 위원 대상 설문조사 실시(위원 16명 중 9명 응답)

○ 일관성지수(CI)를 기준으로 일관성을 판별하였으며, CI 값이 30% 이내인 7개의 표본을 일관성 있는 표본으로 판정하였음

○ AHP 설문에 따른 추진과제의 최종 우선순위는 다음의 표와 같음

<표 4-18> AHP 설문에 따른 우선순위

세분류	CI=30%이내 (표본수=7)		모두포함 (표본수=9)	
	순위	중요도	순위	중요도
1.2.1 녹색교통 활성화 기술	8	0.093	8	0.093
1.4.1 대체에너지 공급시설	2	0.120	3	0.115
2.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술	1	0.133	1	0.132
2.4.2 자동화 개인운송수단 기술	6	0.106	5	0.111
3.1.1 온실가스 배출관리 기술	3	0.114	2	0.117
3.1.2 소음진동 저감기술	7	0.095	7	0.094
3.1.3 Eco-driving 기술	4	0.111	4	0.112
3.2.3 지속가능성 평가기술	5	0.110	6	0.110

4. 정책추진방향을 고려한 추진 우선순위의 조정

○ 앞 절에서 AHP 분석을 통한 우선순위를 선정하였는데, 이 분석결과로만 추진 우선순위를 결정하는 것은 국가의 정책적 방향과 급격한 국내·외 환경변화를 고려하지 못할 수도 있는 현실적인 문제가 발생할 소지가 있음

○ 또한, 국토해양부의 타 기술개발사업과는 다르게, 지속가능 교통시스템을 구축하기 위한 기반을 마련하는 것도 본 연구개발의 주요 기능이므로, 법률 시행과 국토해양부의 정책 추진 방향도 고려하여 최종적인 우선순위를 선정해야 함

○ 국토해양부는 우리나라가 기후변화 협약의 의무감축 대상국으로 지정될 것에 대비하여 교통부문의 온실가스 감축 대응 기술, 연구개발비를 최소화하며 단기적인 효과를 나타낼 수 있는 온실가스 감축 기술 및 '지속가능 교통물류 발전법'(2009. 6)의 시행과 하위법의 시행(2009. 12)에 맞추어 효율적인 권역별 온실가스 관리를 위한 기술들이 정책적으로 시급한 실정임

○ 또한, 본 기술개발 기획은 10년 이상의 장기적 관점에서 바라본 기술개발 계획 수립이 아닌 향후 5년간 비교적 단기에 수행해야 하는 기술개발사업을 기획한다는 당초 기획 목표에 따라, 최종적으로 예산 투입 실현성을 고려하여 비교적 많은 예산이 투입되는 사업의 시행시기를 조정하였음

○ 이에 따라 1.4.1 대체에너지 공급시설, 2.2.4 궤도기반 대중교통수단 기술, 2.4.2 자동화 개인운송수단 기술 등 3가지 기술 등 연구예산이 비교적 큰 기술군을 향후 상세기획을 통해 추진하고, 3.1.1 온실가스 배출관리 기술 및 3.1.3 Eco-driving 기술, 3.2.3 지속가능성 평가기술 중 보행환경 개선시스템 개발은 시급히 추진하는 것이 타당함

○ 1.2.1 녹색교통 활성화 기술은 우선순위는 낮지만 국토해양부의 "자전거 이용활성화 Action Plan" 및 행정안전부 등 부처별로 추진 중인 연구과제와의 중복배제 및 연계연구를 위해 기획연구를 추진하는 것이 바람직하다고 판단됨

○ 또한, 본 연구는 지속가능교통시스템 구축을 위한 우선추진과제의 발굴이 주 목적으로, 향후 종합적인 마스터플랜이 별도로 수립되어야 하며, 마스터플랜 수립 시에는 기술분류간의 통합 및 연계성을 고려하고, 단계별 추진목표를 명확히 하여 목표달성에 따른 변화예측이 수반된 기술개발계획이 수립되어야 할 것임

제5절 연구개발비

1. 연구비 총 예산

○ 본 연구에서 우선 추진과제로 선정된 과제의 연차별, 투자주체별 연구예산(안)은 다음과 같음

<표 4-19> 연구비 총예산(안)

단위 : 억 원

과제	구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
전기자동차 충전시스템 구축 및 운영기술 개발	정부	3	15	30	30	30	108
	민간		5	10	10	10	35
	합계	3	20	40	40	40	143
무선전력공급 기반 클린교통시스템 개발	정부		45	75	75	75	270
	민간		15	25	25	25	90
	합계		60	100	100	100	360
수소전지차량 인프라 구축기술 개발	정부			22	30	172	224
	민간			8	10	58	76
	합계			30	40	230	300
교통시설물의 녹색에너지 추출 기술개발	정부	3	2.25	1.5			6.75
	민간	1	0.75	0.5			2.25
	합계	4	3	2			9
승객여정 선택형 대중교통수단(PRT) 기술 개발	정부	5	5	90	140	110	350
	민간			30	50	40	120
	합계	5	5	120	190	150	470
보행자 지원 개인운송 시스템 개발	정부		1	12	30	60	103
	민간			3	10	20	33
	합계		1	15	40	80	136
무탄소 녹색교통 지원기술개발	정부	1	18	23	24	33	99
	민간			7	8	12	27
	합계	1	18	30	32	45	126
교통부문 온실가스 저감 통합관리시스템 개발	정부	16.34	14	17	15	11	73.34
	민간						
	합계	16.34	14	17	15	11	73.34
에코드라이브 경제운전 통합관리시스템 개발	정부	3	3	3	3	3	15
	민간						
	합계	3	3	3	3	3	15

복합교통소음저감기술개발 및 관리시스템 구축	정부			9	18	93	120
	민간			3	6	31	40
	합계			12	24	124	160
보행환경 개선시스템 개발	정부	1	5	4			10
	민간						
	합계	1	5	4			10
친환경 교통건설 운영관리시스템 개발	정부			15	15	30	60
	민간			5	5	10	20
	합계			20	20	40	80
지속가능 개발을 위한 통합 평가 시스템 개발	정부			3	5	10	18
	민간						
	합계			3	5	10	18
합계	정부	32	108	305	385	627	1,457
	민간	1	21	92	124	206	443
	합계	33	129	396	509	833	1,900

○ 이를 단계별로 구분하면 다음과 같음

<표 4-20> 1단계 연구비 예산(안)

단위 : 억 원

과제	구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
자전거이용 활성화 기술개발 기획	정부	1	18	23	24	33	99
	민간	0	0	7	8	12	27
	합계	1	18	30	32	45	126
전기자동차 전력공급 기반기술 개발 기획(전기차 배터리 교환시스템, 무선전력공급 기반 포함)	정부	3	60	105	105	105	378
	민간	0	20	35	35	35	125
	합계	3	80	140	140	140	503
Energy Harvesting을 이용한 도로 교통시설물 제어시스템 개발	정부	3	2.25	1.5	0	0	6.75
	민간	1	0.75	0.5	0	0	2.25
	합계	4	3	2	0	0	9
승객여정 선택형 대중교통(PRT) 운영기술 개발	정부	5	5	90	140	110	350
	민간	0	0	30	50	40	120
	합계	5	5	120	190	150	470
교통부문 온실가스 저감 통합관리시스템 개발(에코드라이빙, 보행환경개선 포함)	정부	20.34	22	24	18	14	98.34
	민간	0	0	0	0	0	0
	합계	20.34	22	24	18	14	98.34
합계	정부	32	107	244	287	262	932
	민간	1	21	73	93	87	274
	합계	33	128	316	380	349	1,206

<표 4-21> 2단계 연구비 예산(안)

단위 : 억 원

과제	구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
수소전지차량 인프라 구축기술 개발	정부	0	0	22	30	172	224
	민간	0	0	8	10	58	76
	합계	0	0	30	40	230	300
보행자지원 개인운송시스템 개발	정부	0	1	12	30	60	103
	민간	0	0	3	10	20	33
	합계	0	1	15	40	80	136
복합교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축	정부	0	0	9	18	93	120
	민간	0	0	3	6	31	40
	합계	0	0	12	24	124	160
친환경 교통건설 운영관리시스템 개발	정부	0	0	15	15	30	60
	민간	0	0	5	5	10	20
	합계	0	0	20	20	40	80
지속가능 개발을 위한 통합 평가 시스템 개발	정부	0	0	3	5	10	18
	민간	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0	3	5	10	18
합계	정부	0	1	61	98	365	525
	민간	0	0	19	31	119	169
	합계	0	1	80	129	484	694

2. 비목별 총 예산

○ 비목별 예산을 살펴보면 다음과 같음

<표 4-22> 비목별 총예산(안)

단위 : 억 원

	직접비	인건비	간접비	위탁연구개발비	합계	구성비(%)
자전거이용 활성화 기술개발 기획	52	33	16	25	126	6.6
전기자동차 전력공급 기반기술 개발 기획	236	156	60	50	503	26.5
Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발	5	3	1	0	9	0.5
승객여정 선택형 대중교통 운영기술 개발	202	113	61	94	470	24.7
교통부문 온실가스 저감 통합관리시스템 개발	41	34	13	10	98	5.2
수소전지차량 인프라 구축기술 개발	149	92	30	30	300	15.8
보행자지원 개인운송시스템 개발	68	48	14	7	136	7.2
복합교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축	82	51	16	11	160	8.4
친환경 교통건설 운영관리시스템 구축	37	30	8	4	80	4.2
지속가능 개발을 위한 통합 평가시스템 개발	7	6	3	2	18	0.9
합계	879	566	222	234	1,900	100
구성비(%)	46.3	29.8	11.7	12.3	100	

3. 세부 과제별 예산

○ 세부과제별, 비목별 예산을 살펴보면 다음과 같음

○ 자전거 이용 활성화 기술개발 기획

단위 : 천 원

항목	세부항목	예산항목						소계	비율
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
인건비	책임연구원	102,324	10,000	180,000	300,000	320,000	450,000	1,260,000	10
	연구원	54,636	8,000	144,000	240,000	256,000	360,000	1,008,000	8
	연구보조 (박사과정)	21,600	3,500	63,000	105,000	112,000	157,500	441,000	4
	연구보조 (석사과정)	18,000	4,500	81,000	135,000	144,000	202,500	567,000	5
소계		196,560	26,000	468,000	780,000	832,000	1,170,000	3,276,000	26
직접비	기자재/시설비	10,000	1,500	27,000	45,000	48,000	67,500	189,000	2
	재료/전산처리비	25,000	5,000	90,000	150,000	160,000	225,000	630,000	5
	시작품제작비	30,000	3,000	54,000	90,000	96,000	135,000	378,000	3
	여비	15,000	2,500	45,000	75,000	80,000	112,500	315,000	3
	수용비/수수료	15,000	4,000	72,000	120,000	128,000	180,000	504,000	4
	기술정보활동비	80,000	15,000	270,000	450,000	480,000	675,000	1,890,000	15
	연구활동비	90,000	10,000	180,000	300,000	320,000	450,000	1,260,000	10
소계		265,000	41,000	738,000	1,230,000	1,312,000	1,845,000	5,166,000	41
간접비		115,390	13,000	234,000	390,000	416,000	585,000	1,638,000	13
위탁연구개발비		184,624	20,000	360,000	600,000	640,000	900,000	2,520,000	20
합계		761,574	100,000	1,800,000	3,000,000	3,200,000	4,500,000	12,600,000	100.00

○ 전기자동차 전력공급 기반기술 개발 기획

단위 : 천 원

항목	세부항목	예산항목						소계	비율
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
인건비	책임연구원	102,324	54,000	1,440,000	2,520,000	2,520,000	2,520,000	9,054,000	18
	연구원	54,636	39,000	1,040,000	1,820,000	1,820,000	1,820,000	6,539,000	13
	연구보조 (박사과정)	21,600	0	0	0	0	0	0	0
	연구보조 (석사과정)	18,000	0	0	0	0	0	0	0
소계		196,560	93,000	2,480,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	15,593,000	31
직접비	기자재/시설비	10,000	9,000	240,000	420,000	420,000	420,000	1,509,000	3
	재료/전산처리비	25,000	18,000	480,000	840,000	840,000	840,000	3,018,000	6
	시작품제작비	30,000	10,500	280,000	490,000	490,000	490,000	1,760,500	4
	여비	15,000	10,500	280,000	490,000	490,000	490,000	1,760,500	4
	수용비/수수료	15,000	13,500	360,000	630,000	630,000	630,000	2,263,500	5
	기술정보활동비	80,000	46,500	1,240,000	2,170,000	2,170,000	2,170,000	7,796,500	16
	연구활동비	90,000	33,000	880,000	1,540,000	1,540,000	1,540,000	5,533,000	11
소계		265,000	141,000	3,760,000	6,580,000	6,580,000	6,580,000	23,641,000	47
간접비		115,390	36,000	960,000	1,680,000	1,680,000	1,680,000	6,036,000	12
위탁연구개발비		184,624	30,000	800,000	1,400,000	1,400,000	1,400,000	5,030,000	10
합계		761,574	300,000	8,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000	50,300,000	100

○ Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발

단위 : 천 원

항목	세부항목	예산항목						소계	비율
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
인건비	책임연구원	102,324	44,000	33,000	22,000	0	0	99,000	11
	연구원	54,636	40,000	30,000	20,000	0	0	90,000	10
	연구보조 (박사과정)	21,600	24,000	18,000	12,000	0	0	54,000	6
	연구보조 (석사과정)	18,000	18,000	13,500	9,000	0	0	40,500	5
소계		196,560	126,000	94,500	63,000	0	0	283,500	32
직접비	기자재/시설비	10,000	32,000	24,000	16,000	0	0	72,000	8
	재료/전산처리비	25,000	32,000	24,000	16,000	0	0	72,000	8
	시작품제작비	30,000	28,000	21,000	14,000	0	0	63,000	7
	여비	15,000	10,000	7,500	5,000	0	0	22,500	3
	수용비/수수료	15,000	48,000	36,000	24,000	0	0	108,000	12
	기술정보활동비	80,000	40,000	30,000	20,000	0	0	90,000	10
	연구활동비	90,000	32,000	24,000	16,000	0	0	72,000	8
소계		265,000	222,000	166,500	111,000	0	0	499,500	56
간접비		115,390	32,000	24,000	16,000	0	0	72,000	8
위탁연구개발비		184,624	20,000	15,000	10,000	0	0	45,000	5
합계		761,574	400,000	300,000	200,000	0	0	900,000	100

○ 승객여정 선택형 대중교통 운영기술 개발

단위 : 천 원

항목	세부항목	예산항목						소계	비율
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
인건비	책임연구원	102,324	70,000	70,000	1,680,000	2,660,000	2,100,000	6,580,000	14
	연구원	54,636	50,000	50,000	1,200,000	1,900,000	1,500,000	4,700,000	10
	연구보조 (박사과정)	21,600	0	0	0	0	0	0	0
	연구보조 (석사과정)	18,000	0	0	0	0	0	0	0
소계		196,560	120,000	120,000	2,880,000	4,560,000	3,600,000	11,280,000	24
직접비	기자재/시설비	10,000	20,000	20,000	480,000	760,000	600,000	1,880,000	4
	재료/전산처리비	25,000	22,500	22,500	540,000	855,000	675,000	2,115,000	5
	시작품제작비	30,000	40,000	40,000	960,000	1,520,000	1,200,000	3,760,000	8
	여비	15,000	12,500	12,500	300,000	475,000	375,000	1,175,000	3
	수용비/수수료	15,000	20,000	20,000	480,000	760,000	600,000	1,880,000	4
	기술정보활동비	80,000	75,000	75,000	1,800,000	2,850,000	2,250,000	7,050,000	15
	연구활동비	90,000	25,000	25,000	600,000	950,000	750,000	2,350,000	5
소계		265,000	215,000	215,000	5,160,000	8,170,000	6,450,000	20,210,000	43
간접비		115,390	65,000	65,000	1,560,000	2,470,000	1,950,000	6,110,000	13
위탁연구개발비		184,624	100,000	100,000	2,400,000	3,800,000	3,000,000	9,400,000	20
합계		761,574	500,000	500,000	12,000,000	19,000,000	15,000,000	47,000,000	100

○ 교통부문 온실가스 저감 통합관리시스템 개발

단위 : 천 원

항목	세부항목	예산항목						소계	비율
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
인건비	책임연구원	102,324	305,100	330,000	360,000	270,000	210,000	1,475,100	15
	연구원	54,636	244,080	264,000	288,000	216,000	168,000	1,180,080	12
	연구보조 (박사과정)	21,600	101,700	110,000	120,000	90,000	70,000	491,700	5
	연구보조 (석사과정)	18,000	61,020	66,000	72,000	54,000	42,000	295,020	3
소계		196,560	711,900	770,000	840,000	630,000	490,000	3,441,900	35
직접비	기자재/시설비	10,000	162,720	176,000	192,000	144,000	112,000	786,720	8
	재료/전산처리비	25,000	172,890	187,000	204,000	153,000	119,000	835,890	9
	시작품제작비	30,000	71,190	77,000	84,000	63,000	49,000	344,190	4
	여비	15,000	101,700	110,000	120,000	90,000	70,000	491,700	5
	수용비/수수료	15,000	50,850	55,000	60,000	45,000	35,000	245,850	3
	기술정보활동비	80,000	203,400	220,000	240,000	180,000	140,000	983,400	10
	연구활동비	90,000	91,530	99,000	108,000	81,000	63,000	442,530	5
소계		265,000	854,280	924,000	1,008,000	756,000	588,000	4,130,280	42
간접비		115,390	264,420	286,000	312,000	234,000	182,000	1,278,420	13
위탁연구개발비		184,624	203,400	220,000	240,000	180,000	140,000	983,400	10
합계		761,574	2,034,000	2,200,000	2,400,000	1,800,000	1,400,000	9,834,000	100

○ 수소전지차량 인프라 구축기술 개발

단위 : 천 원

항목	세부항목	예산항목						소계	비율
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
인건비	책임연구원	102,324	0	0	435,000	580,000	3,335,000	4,350,000	15
	연구원	54,636	0	0	480,000	640,000	3,680,000	4,800,000	16
	연구보조 (박사과정)	21,600	0	0	0	0	0	0	0
	연구보조 (석사과정)	18,000	0	0	0	0	0	0	0
소계		196,560	0	0	915,000	1,220,000	7,015,000	9,150,000	31
직접비	기자재/시설비	10,000	0	0	300,000	400,000	2,300,000	3,000,000	10
	재료/전산처리비	25,000	0	0	240,000	320,000	1,840,000	2,400,000	8
	시작품제작비	30,000	0	0	150,000	200,000	1,150,000	1,500,000	5
	여비	15,000	0	0	75,000	100,000	575,000	750,000	3
	수용비/수수료	15,000	0	0	120,000	160,000	920,000	1,200,000	4
	기술정보활동비	80,000	0	0	330,000	440,000	2,530,000	3,300,000	11
	연구활동비	90,000	0	0	270,000	360,000	2,070,000	2,700,000	9
소계		265,000	0	0	1,485,000	1,980,000	11,385,000	14,850,000	50
간접비		115,390	0	0	300,000	400,000	2,300,000	3,000,000	10
위탁연구개발비		184,624	0	0	300,000	400,000	2,300,000	3,000,000	10
합계		761,574	0	0	3,000,000	4,000,000	23,000,000	30,000,000	100

○ 보행자지원 개인운송시스템 개발

단위 : 천 원

항목	세부항목	예산항목						소계	비율
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
인건비	책임연구원	102,324	0	20,000	300,000	800,000	1,600,000	2,720,000	20
	연구원	54,636	0	15,000	225,000	600,000	1,200,000	2,040,000	15
	연구보조 (박사과정)	21,600	0	0	0	0	0	0	0
	연구보조 (석사과정)	18,000	0	0	0	0	0	0	0
소계		196,560	0	35,000	525,000	1,400,000	2,800,000	4,760,000	35
직접비	기자재/시설비	10,000	0	10,000	150,000	400,000	800,000	1,360,000	10
	재료/전산처리비	25,000	0	8,000	120,000	320,000	640,000	1,088,000	8
	시작품제작비	30,000	0	4,000	60,000	160,000	320,000	544,000	4
	여비	15,000	0	2,500	37,500	100,000	200,000	340,000	3
	수용비/수수료	15,000	0	5,500	82,500	220,000	440,000	748,000	6
	기술정보활동비	80,000	0	15,000	225,000	600,000	1,200,000	2,040,000	15
	연구활동비	90,000	0	5,000	75,000	200,000	400,000	680,000	5
소계		265,000	0	50,000	750,000	2,000,000	4,000,000	6,800,000	50
간접비		115,390	0	10,000	150,000	400,000	800,000	1,360,000	10
위탁연구개발비		184,624	0	5,000	75,000	200,000	400,000	680,000	5
합계		761,574	0	100,000	1,500,000	4,000,000	8,000,000	13,600,000	100

○ 복합교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축

단위 : 천 원

항목	세부항목	예산항목						소계	비율
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
인건비	책임연구원	102,324	0	0	180,000	360,000	1,860,000	2,400,000	15
	연구원	54,636	0	0	120,000	240,000	1,240,000	1,600,000	10
	연구보조 (박사과정)	21,600	0	0	84,000	168,000	868,000	1,120,000	7
	연구보조 (석사과정)	18,000	0	0	0	0	0	0	0
소계		196,560	0	0	384,000	768,000	3,968,000	5,120,000	32
직접비	기자재/시설비	10,000	0	0	138,000	276,000	1,426,000	1,840,000	12
	재료/전산처리비	25,000	0	0	90,000	180,000	930,000	1,200,000	8
	시작품제작비	30,000	0	0	108,000	216,000	1,116,000	1,440,000	9
	여비	15,000	0	0	96,000	192,000	992,000	1,280,000	8
	수용비/수수료	15,000	0	0	72,000	144,000	744,000	960,000	6
	기술정보활동비	80,000	0	0	36,000	72,000	372,000	480,000	3
	연구활동비	90,000	0	0	72,000	144,000	744,000	960,000	6
소계		265,000	0	0	612,000	1,224,000	6,324,000	8,160,000	51
간접비		115,390	0	0	120,000	240,000	1,240,000	1,600,000	10
위탁연구개발비		184,624	0	0	84,000	168,000	868,000	1,120,000	7
합계		761,574	0	0	1,200,000	2,400,000	12,400,000	16,000,000	100

○ 친환경 교통건설 운영관리시스템 구축

단위 : 천 원

항목	세부항목	예산항목						소계	비율
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
인건비	책임연구원	102,324	0	0	320,000	320,000	640,000	1,280,000	16
	연구원	54,636	0	0	280,000	280,000	560,000	1,120,000	14
	연구보조 (박사과정)	21,600	0	0	0	0	0	0	0
	연구보조 (석사과정)	18,000	0	0	160,000	160,000	320,000	640,000	8
소계		196,560	0	0	760,000	760,000	1,520,000	3,040,000	38
직접비	기자재/시설비	10,000	0	0	160,000	160,000	320,000	640,000	8
	재료/전산처리비	25,000	0	0	140,000	140,000	280,000	560,000	7
	시작품제작비	30,000	0	0	100,000	100,000	200,000	400,000	5
	여비	15,000	0	0	90,000	90,000	180,000	360,000	5
	수용비/수수료	15,000	0	0	120,000	120,000	240,000	480,000	6
	기술정보활동비	80,000	0	0	170,000	170,000	340,000	680,000	9
	연구활동비	90,000	0	0	150,000	150,000	300,000	600,000	8
소계		265,000	0	0	930,000	930,000	1,860,000	3,720,000	47
간접비		115,390	0	0	210,000	210,000	420,000	840,000	11
위탁연구개발비		184,624	0	0	100,000	100,000	200,000	400,000	5
합계		761,574	0	0	2,000,000	2,000,000	4,000,000	8,000,000	100

○ 지속가능 개발을 위한 통합 평가시스템 개발

단위 : 천 원

항목	세부항목	예산항목						소계	비율
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
인건비	책임연구원	102,324	0	0	30,000	50,000	100,000	180,000	10
	연구원	54,636	0	0	24,000	40,000	80,000	144,000	8
	연구보조 (박사과정)	21,600	0	0	30,000	50,000	100,000	180,000	10
	연구보조 (석사과정)	18,000	0	0	18,000	30,000	60,000	108,000	6
소계		196,560	0	0	102,000	170,000	340,000	612,000	34
직접비	기자재/시설비	10,000	0	0	4,500	7,500	15,000	27,000	2
	재료/전산처리비	25,000	0	0	15,000	25,000	50,000	90,000	5
	시작품제작비	30,000	0	0	9,000	15,000	30,000	54,000	3
	여비	15,000	0	0	7,500	12,500	25,000	45,000	3
	수용비/수수료	15,000	0	0	12,000	20,000	40,000	72,000	4
	기술정보활동비	80,000	0	0	45,000	75,000	150,000	270,000	15
	연구활동비	90,000	0	0	30,000	50,000	100,000	180,000	10
소계		265,000	0	0	123,000	205,000	410,000	738,000	41
간접비		115,390	0	0	45,000	75,000	150,000	270,000	15
위탁연구개발비		184,624	0	0	30,000	50,000	100,000	180,000	10
합계		761,574	0	0	300,000	500,000	1,000,000	1,800,000	100

제6절 총괄 추진 로드맵

1. 본 연구목표와 연계성

목표	주요내용	추진과제
에너지 효율적인 교통시스템 구축	- 탈 화석연료 체계로의 이행 - 녹색교통 인프라의 확충 - 녹색교통생활 추진	· 자전거이용 활성화 기술개발 기획 · 전기자동차 전력공급 기반기술개발 기획 · Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발 · 수소전지차량 인프라 구축기술 개발
교통부문 녹색성장의 구현	- 교통부문 녹색교통기술 R&D 개발 - 교통부문 녹색성장 산업 지원 및 신성장 동력 창출 - 녹색교통국가의 구현	· 승객여정 선택형 대중교통(PRT) 운영기술 개발 · 보행자지원 개인운송시스템 개발 · 복합교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축 · 친환경 교통건설 운영관리시스템 개발
교통부문 기후변화대응과 신성장동력의 창출	- 교통부문 환경영향 최소화 - 기후변화 대응관련 통계 체계 확립 - 기후변화 대응 역량 강화 - 효율적인 온실가스 감축 정책 개발	· 교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발 · 지속가능 개발을 위한 통합 평가 시스템 개발

2. 단계별 추진과제

○ 본 절에서는 주요 추진 기술을 중심으로 우선순위를 고려한 추진 로드맵을 다음과 같이 제시함(개별 과제별 로드맵은 참고자료 참조)

○ 단계별로 1단계 6개 분야 5개 과제를 우선추진하고 2단계로 3개 분야 5개 과제하는 방안을 제시함[57]

57) 국토부 및 평가원과의 협의를 통해 정부예산과 과제추진의 시급성 등을 감안하여 과제발주용으로 13개 과

○ 1단계 추진과제의 주요내용은 다음과 같음

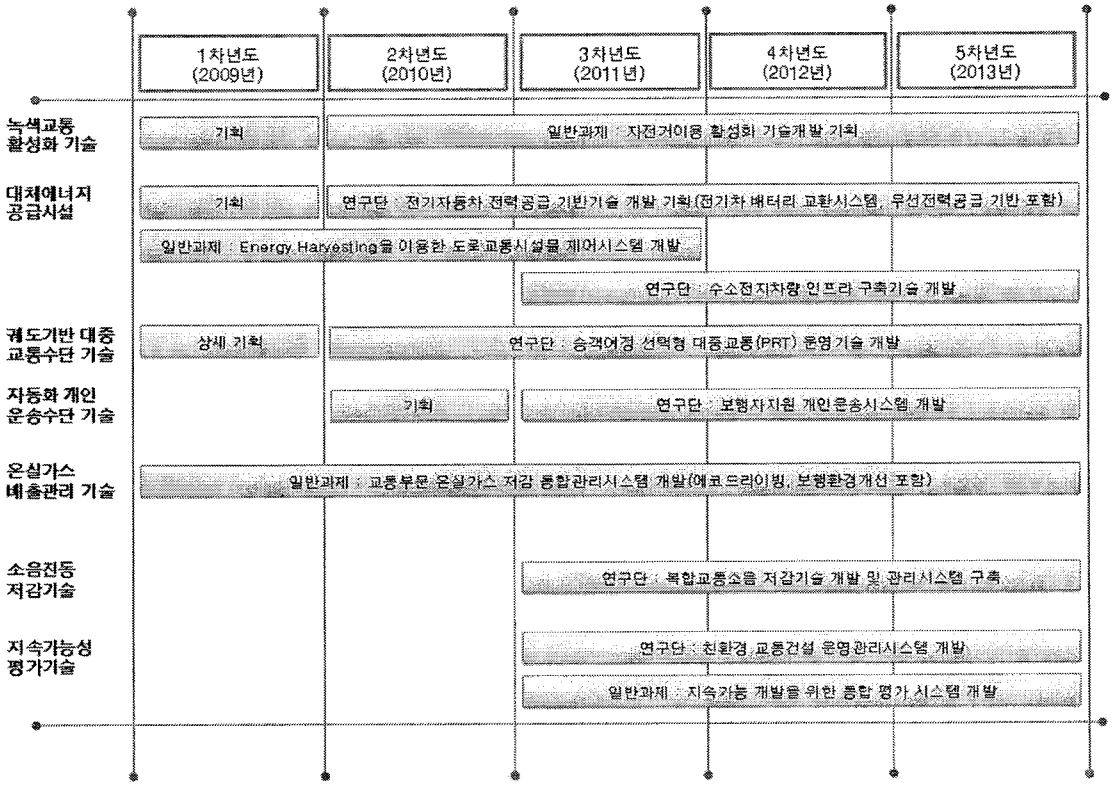
구 분	주요내용
자전거 이용활성화 기술개발 기획	○ 자전거시설 네트워크 분석, 평가기법 개발 ○ U-Cycling 기반기술 및 응용서비스 개발 ○ 자전거 도로 안전성 평가기술 개발
전기자동차 전력공급 기반기술개발 기획	○ 전기자동차 충전인프라 시스템 및 운영기술 개발 ○ 무선전력공급 기반 교통시스템 기술개발
Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발	○ 전력발생 모듈설계 및 제작 ○ 전원 충전 및 제어장치 개발 ○ 기후 및 외력에 강인한 도로교통 LED 점등 장치 개발 등
승객여정 선택형 대중교통(PRT) 운영기술 개발	○ 네트워크 운행제어 기초연구 및 검증 ○ 시스템 연구
교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술개발	○ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발 ○ 에코드라이브 통합관리 시스템 개발 ○ 보행환경 개선 평가시스템 개발

○ 2단계 추진과제의 주요내용은 다음과 같음

구 분	주요내용
수소전지차량 인프라 구축기술 개발	○ 수소 전지차량 확산 분석모형 및 예측 기술개발 ○ 수소 전지차량 운행 인프라 구축 기술 개발
보행자지원 개인운송시스템 개발	○ 다양한 센서통합기반 환경모델링 및 인식기술 개발 ○ 도시환경기반 자율주행제어기술 개발 ○ 도시환경기반 트랜스포트 플랫폼 SE 기술 개발
복합교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축	○ 소음원 규명 및 저감 시뮬레이션 기술 개발 ○ 육상교통 복합소음 평가 인덱스 및 평가기법 ○ 저소음 교통시스템 개발
친환경 교통건설 운영관리시스템 개발	○ 교통시설물 경제성, 환경성 통합평가 모델 개발 ○ 경제성 및 환경성 통합평가 S/W 프로토타입 개발
지속가능 개발을 위한 통합 평가시스템 개발	○ 토지, 교통, 환경관련 DB구축 ○ 토지, 교통, 환경관련 모형 구축 ○ 지속가능성 평가모듈 개발

제에서 최종 10개 과제로 조정되어 진행함

○ 전체적인 추진로드맵은 다음과 같음(개별과제 로드맵은 참고자료 참조)



3. 과제 RFP(1단계)

○ 기획과제 RFP

연구과제명	자전거 이용활성화 기술개발 기획
1. 연구개발 목표	
	○ 자전거 이용활성화를 위한 기술개발 기획 - 자전거 도로 네트워킹, U-cycling 실현을 위한 기반/응용서비스 기술, 자전거 도로 안전성 평가시스템 등 자전거 이용활성화를 위한 기술개발 기획
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	○ 자전거 이용활성화는 '자전거 이용활성화에 관한 법률(1995)'이 제정된 이후, 기초단체 주도의 사업으로 중앙정부의 예산지원과 함께 지역 특성에 맞는 단기 및 중·장기적인 계획이 수립되어 많은 사업들이 추진되었으나 자전거 수송분담률은 여전히 미미한 실정임 ○ 최근 정부에서는 비동력·무탄소 교통수단 활성화를 위해 전국 네트워크 구축 및 대중교통 연계강화, 자전거 친환경적인 도시개발 등 자전거 교통수단 분담률을 2012년까지 5%로 높이기 위해 노력중임 ○ 이러한 정부의 자전거 이용활성화 Action Plan 등에 발맞추어 기획연구 단계에서 국토해양부, 행정안전부 등 부처별로 추진 중인 연구과제와 중복성을 충분히 배제하여 추진할 필요성 대두
□ 기술개발 동향	○ 자전거와 대중교통의 환승을 위한 시스템은 일본, 유럽 등지에서 활발히 이용되고 있음(일본의 자전거 수송분담률은 20% 이상임) ○ 프랑스의 스트라스부르는 노면전차와 자전거가 잘 조화된 소도시로서, 대중교통과 쉽게 연계 및 환승이 가능함 ○ U-cycling 서비스는 국내·외적으로 아직 정립되지 않은 단계이나 정보통신기술을 활용하여 시스템을 구축한 사례는 있음(프랑스 파리 및 리옹시) ○ 최근 정부에서 자전거 이용 활성화를 위해 「자전거 이용활성화 종합대책」 추진전략 및 계획(2009. 3, 행정안전부), 「자전거 이용 활성화 Action Plan」 수립(2009. 7, 국토해양부) 및 「자전거 교통안전 종합 안전대책」 수립(2009. 9, 국토해양부) 등 여러 가지 대책들은 추진하거나 계획하고 있음

3. 연구개발 내용	
□ 기획연구 내용	○ 자전거 이용활성화 기획 주요내용 - 자전거시설 네트워크 분석, 평가기법 개발 · 자전거 통행수요 추정모형 및 계량화 기법 개발 · 비용편익분석의 적용 및 시설투자 평가체계 개발 - U-Cycling 기반기술 및 응용서비스 개발 · 자전거-대중교통 연계방안 개발 · u-공공자전거, u-위험예고시스템, u-보관 및 도난방지체계, u-실시간 위치파악 및 신호제어 등 U-Cycling 운영기술 개발 - 자전거도로 안전성 평가기술 개발 · 사고 누적구간 개선 프로그램 개발 · 자전거 횡단면 시뮬레이션 개발 ○ 이외 다음과 같은 기술개발을 검토 또는 포함 - 자전거 교통계획 기술 개발 - 자전거-대중교통을 연계를 위한 자전거 시스템 구축 기술 개발 - 자전거 인프라 구축 기술 개발 - 대중교통연계 인프라 구축 기술 개발 - 자전거 교통 안전성 향상 기술 개발 - u-ICT 기반 정보제공 기술개발 - 자전거 등록/보안/보관 효율화 기술 개발 ※ 상기 주요 연구내용에 대한 기획 사항 - 항목별 기술개발 범위 및 세부목표 설정 - 항목별 기존 연구와의 중복성 검토 및 차별화 전략 제시 - 연차별 가시적 성과물 제시 및 실효성 방안 제시 - 연차별 정량적, 정성적 성과목표, 성과지표 및 선정근거 - 연구내용에 따른 연구 기간 및 예산 · 항목별 연구일정 및 기간 · 내용 및 일정에 따른 연차별 소요예산 및 비목별 상세내역 - 연구목표 달성을 위한 연구 추진전략 및 체계 · 연구단, 일반과제 등 산·학·연 컨소시엄 형태의 추진체계 ※ 기술 개발의 파급효과 분석 - 시장에 미치는 경제적 파급효과 - 개발기술의 실용화 사업화 가능성 검토 - 민간투자, 기술이전, 기술이용료 등 성과 활용가능성 검토 - 정책적 제언 및 기타 기술이전 사업화 추진을 위해 필요 사항 ※ 과제의 목적 달성에 반드시 필요하다고 판단되는 경우, 연구 내용을 변경 또는 추가하여 제안할 수 있음

□ 기획연구 성과물	○ 성과물 및 주요일정 - 자체 기획 위원회, 외부전문가 자문위원회 : 수시 시행 - 기획성과발표회(필요시 공청회) : 협약일로부터 3개월 이후 - 최종보고서 : 협약 종료 시점 (과제 공모를 위한 RFP가 포함된 종합기획보고서 도출)
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 관련사업 또는 연구추진 기관 현황분석으로 효율적 추진전략 및 추진 방안 제시 ○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함하여 추진 ○ 국내·외 연구동향 조사를 바탕으로 본격적 연구방향 및 목표 정립 ○ 해외 선진기술에 대한 지속적인 벤치마킹을 통한 외국기업체 및 연구기관과의 협력 추진 방안 제시 ○ 자전거관련 연구는 여러 부처, 지자체에서 개별적으로 진행 및 계획된 내용이 많으므로 정보의 자전거이용 활성화 대책, 국내외 관련 기술동향 기 진행중인 사업과의 중복성을 충분히 검토하도록 함 ○ 기획연구 결과 Test-bed 적용가능성 등 실용화 방안 제시 ○ 민간에서 기술개발이 필요한 부문은 공청회 및 자료집 발간 등 홍보를 통해 민간에 이양
5. 사업기간 및 지원예산	
	○ 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2010년 5월(5개월) ○ 지원예산 : 정부출연금 100백만 원 ※ 본 과제는 기초·기획 연구이므로 100% 정부출연 가능
6. 기 타	
	○ 본 기획 결과로 도출된 과제는 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ○ 본 기획연구의 연구책임자는 향후 본과제의 연구책임자(주관연구책임자, 사업단장, 연구단장, 사업단 핵심과제책임자)로 응모할 수 없음 ○ 연구신청자는 참여기관수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함할 것

○ 연구개발비 중 연구기자재 및 시설비, 지적재산권 출원·등록비, 시작품 제작비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음

※ 단, 일부 필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상

연구과제명	전기자동차 전력공급 기반기술 개발 기획
1. 연구개발 목표	
	○ 전기차의 양산표준 예측과 기술로드맵 등을 감안하여 전기차 충전인프라 및 다양한 부가서비스 제공 통합솔루션과 운영관리체계 개발 전략 구축 ○ 무선전력공급기반 클린 교통시스템 기술개발 타당성 및 연구전략의 구체화 기획으로 친환경 첨단교통체계 및 저탄소 녹색성장 견인 교통체계 구축 ○ 과제의 추진 타당성 조사를 수행하고 실용성 및 상용성 사전 검증
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	○ 세계적으로 전기차는 NEV, PHEV, EV 등 다양한 목적으로 개발되고 있으며 미국 그린카 시장은 2015년경 그 규모가 2007년 대비 5배 이상 성장할 것으로(EIA Annual Outlook 2009) 이에 따른 전기차 배터리 충전 인프라 구축은 필수적임 ○ 전기차 요소인 차량, 인프라, 전력공급체계 가운데 차량 부문은 차량제조 업계에서 개발 중이나, 충전인프라는 미진함. 국가적 교통망이나 전력망과 연계된 관련 사업이나 배터리교환 시스템에 대한 연구나 기술개발은 아직 초기단계에 있어 표준화 선점 등이 시급 ○ 무선에너지 전송기술을 교통인프라에 접목하고 실시간 교통관련 정보수집제공체계와 연계 활용하는 등 다양한 클린교통 시스템 기술을 개발하여 향후 세계녹색교통시장 선점 필요 ○ 국가 기본계획, 기존 로드맵 및 타 부처 연구결과 등 관련연구 내용 등을 면밀히 분석 및 검토하여 연구의 중복성을 피하고 연계방안 등에 관한 전략 수립 필요
□ 기술개발 동향	○ 현재 이스라엘, 프랑스 등 외국에서는 전기차 운행을 앞두고 있고, 자국에 적합한 충전기술을 개발하고 있음. Better Place는 전기차를 운행예정 국가의 기업과 공동으로 기술개발을 시도하고 있음 ○ 무선전력 기반 교통시스템은 각국에서 추진한 바 있으나 구상단계이며 전력 공급시스템은 실용화 기술개발의 초기단계임 - Parise Tech社는 무선전력공급 기반 궤도차량 및 버스운행 시스템 기술개발을 지속적 추진, 관련 특허 및 기술을 보유 중이나, 궤도차량 및 버스운행시스템 등에 적용 구상 수준 - 미쓰비시 모터스社의 I-MiEV sport EV는 주차장소에 설치된

	송전장치로부터 차체의 바닥면에 장착되어있는 수전장치에 마이크로파 전력을 송신, 탑재된 리튬이온배터리를 충전
3. 연구개발 내용	
□ 기획연구 내용	○ 전기자동차/인프라/유무선 전력공급체계 관련 국외/국내 동향 조사 및 기술 예측 - 국내·외 동향 조사 분석 계획 수립 - 시장현황 및 전망, 기술수준(현재, 과제종료 시 예측), SWOT 분석, 관련 특허 조사 - 해외 실용화/상업화 추진 사례조사 분석 - 전기자동차 전력공급 인프라 관련 국제 표준 및 기술수준 조사 - 유/무선 충전 관련 국제 표준 및 기술수준 조사 - 관련 기술 비교 및 평가 - 국제 규제/안전기준 및 인증 현황 조사 - 국내 인프라(관련기관 및 기업) 기술수준/역량 및 기존 연구개발 결과/시설/장비의 연계활용 방안 ○ 전기자동차 전력공급 기반기술 관련 국내·외 여건을 감안한 기술개발 전략 수립 - 국내·외 전기자동차 관련 전체 로드맵 분석 - 국토부 및 타부처 관련과제(지경부, 과기부 전기차, 그린카 관련 과제 등)와의 중복성 배제 개발방향 정립 - 개발의 타당성 및 우선순위 선정(선점 필요기술, 국내·외 기존기술의(국내·외)수용 등 기술별 차별화 전략 수립) - 전기차 관련 국내 관계법령 및 제도 수립 및 기존제도 개선 필요사항 - 개발 기술별 국내·외 우수연구기관 조사 및 협력연구 방안 - 기술개발 및 조기실용화를 위한 종합 전략 수립 ○ 전기자동차 전력공급 기반기술 기획 대상 주요 연구내용 - 전기자동차 충전인프라 시스템 및 운영기술 개발 기획 · 전기차 충전인프라 배터리 교환시스템 개발방향 설정 · 배터리교환시스템 운영관리기술 개발 · 충전인프라 적정입지 및 배치 방안 · 전기차 충전인프라 적용을 위한 제도 개선방안 · 전기차 충전인프라 Test Bed 및 사후평가 - 무선전력공급 기반 교통시스템 기술개발 기획 · 무선전력 공급 기반 고효율 전력획득 원천기술 개발 · 무선전력 공급을 위한 전기차 요소기술 개발

	· 무선전력 공급 기반 대중교통시스템/자동차 기술개발/고도화 · 무선전력 공급 기반 대중교통체계/자동차 Test Bed 구축 · 무선전력 공급 기반 친환경 교통운영/관리시스템 고도화 ※ 연구내용은 중복성 검토 등 결과에 의거 일부 조정 가능하며, 과제의 목적 달성에 반드시 필요하다고 판단되는 경우, 추가하여 제안할 수 있음 ○ 경제성·기술성·사업성 등 타당성 분석 및 기대효과 분석 - 기획결과에 대한 경제성·기술성·사업성 분석(민감도분석 포함) - 기획결과에 대한 산업연관분석 - 주요 수요처에 기반한 예상수요 규모 분석 및 국제/국내 시장규모 분석(정량적 시장규모 제시) - 경제적·사회적·과학기술적 기대효과 분석 ○ 도출성과 활용 및 사업화 방안 수립 - 민간투자, 기술이전, 기술이용료 등 성과 활용 방안 수립 - 정책적 제언 및 기타 기술이전 사업화 추진을 위해 필요 사항 ○ 개발될 기술과 관련된 법, 제도 및 지침 등 개정 및 제정 대상 검토
□ 기획연구 성과물	○ 주요일정 및 성과물 - 자체 기획 위원회, 외부전문가 자문위원회 : 수시 시행 - 중간보고회 및 보고서 : 협약일로부터 4개월 경과 시점 - 기획성과발표회(필요시 공청회) : 협약일로부터 7개월 이후 - 최종보고서 : 협약 종료 시점 (과제 공모를 위한 RFP가 포함된 종합기획보고서 도출)
4. 연구개발 추진방법	
	○ 주요 연구내용에 대한 기획 사항 - 항목별 기술개발 범위 및 세부목표 설정 - 항목별 기존 연구와의 중복성 검토 및 차별화 전략 제시 - 연차별 가시적 성과물 제시 및 실효성 방안 제시 - 연차별 정량적, 정성적 성과목표, 성과지표 및 선정근거 - 연구내용에 따른 연구 기간 및 예산 · 항목별 연구일정 및 기간 · 내용 및 일정에 따른 연차별 소요예산 및 비목별 상세내역 - 연구목표 달성을 위한 연구 추진전략 및 체계 · 연구단, 일반과제 등 산·학·연 컨소시엄 형태의 추진체계 - 관련사업 또는 연구추진 기관 현황분석으로 효율적 추진전략 및 추진 방안 제시

	○ 해당 시장분석, 개발비, 설계, 계획 수립 등에 관한 전문 연구기관/전문가들로 구성된 기획 연구진/자체기획위원회/외부전문가 자문위원회를 구성할 것 ○ 해당 분야 특허 및 기술수준 조사를 전문적으로 수행하는 전문기관을 통한 조사를 시행하고, 전문기관 외 참여기관은 최소화 할 것 ○ 기술 수요처(자동차업체, 부품업체, 에너지공급업체 등) 분석 및 의견수렴을 통한 실용성 확보 ○ 해외 선진기술에 대한 지속적인 벤치마킹을 통한 외국기업체 및 연구기관과의 협력 추진 방안 제시 ○ 국내·외 동향조사 및 연구기획 내용에 대한 성과발표회, 필요시 공청회를 개최하여 의견수렴 및 객관성 확보 ○ 기획연구 결과 민간에서 기술개발이 필요한 부문은 공청회 및 자료집 발간 등 홍보를 통해 민간에 이양
5. 사업기간 및 지원예산	
	○ 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2010년 9월 (9개월) ○ 지원예산 : 정부출연금 300백만 원 ※ 본 과제는 기초·기획 연구이므로 100% 정부출연 가능
6. 기 타	
	○ 본 기획 결과로 도출된 과제는 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ○ 본 기획연구의 연구책임자는 향후 본과제의 연구책임자(주관연구책임자, 사업단장, 연구단장, 사업단 핵심과제책임자)로 응모할 수 없음 ○ 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함할 것 ○ 연구개발비 중 연구기자재 및 시설비, 지적재산권 출원·등록비, 시작품 제작비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음 ※ 단, 일부·필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상

○ 일반과제 RFP

연구과제명	Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 안전한 교통환경 조성을 위해 주행하는 자동차의 지면을 누르는 압력을 이용한 Energy Harvesting기술 개발 및 야간·악천후시 중앙선 표시장치에 전력을 공급·제어하는 시스템 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 이동기기를 포함하여 배터리 교체가 어려운 장소의 기기에 에너지 공급을 위해서 제한된 용량의 화학적 배터리가 필요하며, 이런 번거로움을 없애기 위한 전원 공급으로 새로운 자가발전과 충전 기술 필요 ○ 수백, 수천 개의 센서가 운용되는 유비쿼터스 시스템에 각각의 배터리를 정기적으로 교체한다는 것은 유지 및 보수비용이 막대하게 소요 ○ 다양한 환경에 산재되어 있는 다수 시스템의 제어, 전원 및 배터리의 유지보수, 관리 및 휴대성에 대한 적절성 확보와 효율성 제고로 요소 기술에 대한 연구개발 요구증대 ○ 새로운 개념의 전력공급 장치로써 부피 당 전력밀도가 획기적으로 개선된 배터리나 연료전지를 사용하는 해결책이 있으나 현재의 크기와 성능, 그리고 기술개발 속도로 보아 전원공급 장치에 적용하는 것은 요원함 ○ 일상생활에서의 사용되지 않고 버려지는 다음과 같은 에너지원로부터 전력을 추출하는 에너지 수확(Energy Harvesting)기술 개발이 절실히 요구 - 사람의 움직임에 의한 압력 및 체온 - 도로, 건물, 교량 등과 같은 구조물의 진동 - 자동차 및 비행기, 선박 등 운송기의 움직임에 의한 압력 - 가전제품이나 각종 기계장치의 열원 - 지열 및 태양광 등
□ 기술동향	○ 에너지 수확 기술 - Piezoelectric Energy Harvesting은 군수용 발전장치, 의료용

장치의 보조 전원, 자동차의 2차 발전장치, Wearable 전자제품 등에 적용하기 위한 연구가 진행 중에 있으며, USN의 에너지원으로 검토중

○ 에너지 수확 WBAN(Wireless Body Area Network) 기술

- 초저전력 컴퓨팅 및 통신기술 등에 대한 국내 관련 연구 및 산업기반은 선진국 대비 취약한 상황이나, 차세대 컴퓨터, 반도체 및 이동통신 등과 같은 기반기술 등을 바탕으로 초저전력 SoC 기술, 초저전력 S/W 및 H/W 구현 기술, 초저전력 컴퓨팅 및 통신 기술, u-전력 수확 및 축적 기술에 대한 연구 수행이 요구되고 있는 상황

○ 에너지 수확 WBAN 기술의 예

- UC Berkeley의 CITRIS 프로그램 연구그룹은 작고 저렴한 센서 기술과 저전력 실시간으로 스트리밍 데이터 처리 및 통신 기술에 대한 연구 수행을 통하여 온-오프라인 환경에서 사람과 사물이 연결되는 새로운 패러다임의 네트워크 기반 구현이 기대
- 미국 마이크로소프트사는 인체에 전류를 흐르게 함으로써 몸에 지니고 있는 휴대정보기기에 지속적인 전력충전과 공급을 가능하게 하는 기술특허를 취득(US6754472, 2004)
- MIT Media Lab : 위치추적 및 상태 감시 센서 노드, 신발에 Energy Harvest 모듈 장착, 전하발생 구현

○ 유비쿼터스 환경에서의 에너지 수확(Energy Harvesting)기술

- 유비쿼터스 환경하에서 요구되는 각종 센서는 배터리 중심의 전원관리가 새로운 문제점 및 중요한 개선의 대상으로 부상
- 배터리 용량증대 중심의 기존 에너지 개발 방향은 유가 급등 및 배터리 전원이 기하급수적으로 요구되는 USN 환경이 대두됨에 따라 Energy Harvesting 및 관리가 필요 없는 자가발전의 구현으로 변환
- 이와 관련하여 유비쿼터스 환경의 기본적인 단위를 구성할 것으로 예상되는 센서 네트워크에 적용하기 위한 Energy Harvesting 응용에 대한 연구가 진행
- 미국의 Ferro Solutions Inc.는 Energy Harvester라는 이름의 에너지 발전시스템을 개발하여 각종 무선전자기기, 센서, MEMS 등에 응용
- 독일 업체인 nano Net사는 Macro Fiber Component(MFC) 블

레이드의 진동을 이용하여 발전을 함과 동시에 RF로 신호를 보내는 기술을 보유하고 몇 가지 모델의 제품을 출시하고 있으며, 이때 작동전압은 2.7~3.6V

- 특히 상대적으로 적은 진동으로도 배터리 없이도 data를 언제든지 보낼 수 있어서, 환경모니터링, 의료, 안전시스템, 진동모니터링, 송수신 시스템 등의 응용 가능

3. 전체 연구개발 내용

○ Energy Harvesting 기술을 이용한 전력발생 모듈설계 및 제작기술

- 축적된 압전 세라믹(Piezoelectric Ceramic)기술을 활용하여 발전장치의 설계 및 제작
- 솔라 셀(Solar Cell)을 이용한 자가 발전장치의 설계 및 제작
- 최대 출력을 발생할 수 있는 전극패턴 및 단위 소자들의 배열방식 고안
- 최적 소성조건을 확립할 수 있는 보호 장치 고안
- 압력판 및 점등 본체에 소자의 접착기술 확립
- 발생 전기량의 측정법 확립

○ Energy Harvesting 전원 충전 및 제어장치 개발

- 압전 세라믹에서 불규칙한 전원에 대해 안정적인 출력의 충전 시스템 개발
- 압전에 의해 발생한 펄스를 안정적인 전압으로 정류회로 개발
- 회로 시스템의 크기 및 안정적인 동작을 위한 회로 집적화 기술 개발
- LED 점멸을 위한 최소 전원공급 회로 시스템 개발
- 고휘도 출력을 얻을 수 있는 전원 제어회로 개발

○ 기후 및 외력에 강인한 도로교통 LED 점등 장치 개발

- 악천후 및 외부 충격을 흡수하여 외력에 강인한 점등장치 개발
- 야간 및 악천후의 상황에서 차선정보 제공을 위한 점등회로의 설계 및 제작
- 최대한의 전력 취득을 위해 압전 소자 및 태양전지를 이용한 점등장치 개발
- 점등장치의 매설 및 고정을 위한 외형 설계

○ 점등장치 및 Energy Harvesting 장치 간 케이블 연결 및 매설기술 개발

	- Energy Harvesting 모듈에서 취득한 전원을 점등장치에 전송하기 위한 연결 장치 개발 - 각 장치 간 연결에 따른 방습, 방수 장치 개발 - Energy Harvesting 장치의 매설을 위한 외형 설계 - 타이어 손상 및 운전 방해 등 교통소통 방해를 최소화할 수 있는 매설물 설계 및 제작
4. 연구개발추진 방법	
□ 추진전략	○ 국내·외 전문 인력을 활용하고, 미국, 유럽 및 일본 등의 관련 연구기관과 협력강화를 통하여 기술개발 추진 ○ 민간업체와 협력을 통하여 기술을 개발하고 실용화를 촉진시키도록 함 ○ 각계각층 전문가와 유기적인 협력체계 구축 및 역할분담으로 연구개발 효율성 극대화
□ 추진체계	○ 과제 특성에 부합하고 성공가능성 높이기 위한 산·학·연 컨소시엄 구성 ※ 관련 기술을 확보한 기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ 연구의 완성도를 높이고 산·학·연 관련 전문가의 효율적인 활용을 위하여 최적의 공동연구기관 및 위탁연구기관을 지정·운영 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 산·학·연 공동연구 유도를 통한 연구 효율성 증대 - 연구수행에 참여하는 인력은 관련 전문기관의 전문가 또는 관련 프로젝트를 수행한 경험이 풍부한 전문가로 추진 ○ 해외 관련 연구기관 및 전문가 참여 가능 ○ 주관기관 산하에 개발할 기술과 관련된 각계 전문가로 자문단을 구성하여 연구방향 및 연구결과에 대한 검증
□ 성과목표·지표 설정 등	○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨 ○ 본 과제의 결과물 및 성과물이 국토해양부 정책 및 민간에 조기 활용될 수 있도록 성과지표 및 목표를 설정하되 과제의 고유의 질적 평가가 가능하도록 지표 제시

5. 최종성과물
○ 최종보고서, 시제품, 설계도면, 국내/제 표준(안), 법/제도 개정(안), 활용계획서
6. 사업기간 및 소요예산
○ 총 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2012년 10월 (2년 10개월) ○ 당해연도 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2010년 10월(10개월) ○ 총 정부출연금 지원 규모 : 675백만 원 이내 - 당해연도 정부출연금 : 300백만 원 ※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 "국토해양부소관 연구개발사업 운영규정"의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
7. 기타사항
○ 본 과제는 향후 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조) ○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

연구과제명	승객여정선택형 대중교통(PRT) 운영기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 기존 도심 및 신도심 등에 있어서 지역계획 수립시 단위지역의 분산된 통행수요를 흡수하는 새로운 교통네트워크의 Collector/Distributor 수단인 승객여정 선택형(On-demand journey) 대중교통수단 운영 가능성 검증
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	○ 1997년 유엔 기후변화위원회(IPCC)에서 추진된 기후변화협약을 통해 각국의 온실가스 감축목표를 설정한 교토의정서 수립 - 세계적인 고유가 시대에 있어서 국내 석유소비의 20%를 교통 분야가 차지 ○ 환경의 변화에 따른 지속가능한 교통수단으로서 친환경적이고 에너지 소비가 적은 철도차량에 대하여 재조명 - 다양해진 수송수요의 효과적인 처리와 친환경성, 첨단성 등의 요구조건을 만족하기 위해서는 대중교통체계를 첨단궤도 교통 중심체제로의 전환 불가피 ○ 접근성의 향상, 도시권역의 교통 혼잡과 사고, 환경오염에 따른 문제를 해결하기 위한 맞춤형 서비스가 가능한 승객 여정선택형(On-demand journey) 대중교통수단의 개발 필요 - 유럽(EC)의 도심대중교통개발과제 City-Mobile 사업에서 주요 교통수단으로 부각·검토 ○ 국가연구개발과제(소형궤도열차시스템, 2006)로 추진 도중 국내 적용가능성 및 민간 참여의 불확실성 문제로 보류되었으나, 최근 기술개발의 추세 및 국내·외 환경변화에 따른 민간 기업의 참여의지 피력에 따라 정부차원의 사업추진 필요성이 부각됨
□ 기술개발동향	○ 국내기술 및 산업동향 1) Vectus PRT - POSCO는 2002년부터 PRT 시스템 연구를 시작하여, 2005년 영국 등 해외 전략적 파트너와 합작으로 VECTUS사를 설립 - 시스템 상세설계를 완료하고 스웨덴 웁살라 소재에 시험선을 운영(총연장 300m와 Offline 100m 및 3개의 차량 1개 역사) 2) Skycar - 1990년대 우보엔지니어링(현 PRT Korea, Skycar)이 사업화를 추진하였고, 시스템 특성은 주행궤도와 분기기를 제외하

면 미국의 TAXI 2000과 유사함
- 포항공대에 시스템 개념구현을 위한 트랙을 제작하였음. 현재 구체적인 기술개발 활동은 없으나 지속적인 사업에 관심을 갖고 있음

○ 국외기술 및 산업동향

1) 영국 : ULTra(Urban Light Transport) PRT
- 영국 Bristol 대학의 ATG(Advanced Transport Group)는 ULTra PRT 시스템 개념 정립 (2002년)
- 정부연구비 지원으로 Cardiff 시험선(약 1km)에서 기술 검증을 완료(약 3,000회 이상의 시험완료, 2004년)
- 영국 Heathrow 공항 터미널5에 ULTra 시스템 도입(2008년말 완공, 2009년 10월 상업운행 예정)

2) 미국 : TAXI 2000(Skyweb Express)
- 1980년대 미네소타 대학에서 TAXI 2000의 시스템 개념 정립
- Raytheon사에서 TAXI 2000 기술을 매입, 시험선에서 기술검증(1993년)
- Raytheon사는 PRT2000 기술을 TAXI 2000 사에 재매각(1999년)
- TAXI 2000사는 PRT2000 기술을 Skyweb Express 로 개량, 적용 추진중

3) 네덜란드 : CyberCab
- FROG사는 FROG Navigation System(Track Magnet & Sensors)을 Yamaha의 Golf Car에 적용하여 CyberCab PRT 25량을 개발 하였고, Floriade 2002(원예박람회)에 공급하여 운영
- FROG사는 CyberCab PRT에 최신기술을 접목하여 개량화하였고, 기존의 GRT(ParkShuttle)기술과 함께 2종류(PRT/GRT)의 시스템 기술을 보유

3. 연구개발 내용

○ 네트워크 운행제어 기초연구 및 검증
- PRT 운영 시나리오 도출
- 네트워크 운행제어레벨 계층 구조 정의 및 기능요구사항 도출
- 실시간 경로탐색을 위한 요구사항 도출
- 최적 경로탐색 알고리즘 설계 및 구현
- 네트워크 운행제어 시뮬레이터 개발

○ 시스템 연구
- 차량-지상 통신 요구사항 도출

	- 차량-급전 요구사항 도출 - 궤도-인프라 요구사항 도출 ○ 향후 후속연구과제 실용화 및 상용화 운영 모델 제시(2단계 과제 추진시 요구되는 제반사항 사전검토)
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 1단계 PRT 네트워크 운영기술개발 및 검증에 의한 기술실현 가능성 확인 후, 2단계 시스템 구축 추진 ○ 1단계 기술실현 가능성 검증단계에서 국내 실정에 적합한 운영 환경을 도출하기 위한 수요조사 및 기존 대중교통 수단과의 차별성 등을 검토하고 2단계 시스템 구축에 반영토록 기술개발 전략 제시 ○ 국가연구개발과제(소형궤도열차시스템, 2006년)로 추진되었던 결과의 연계·활용 - 기존에 수행한 소형궤도열차시스템 기술개발에 참여하였던 기관에 적극 참여 유도 ○ 잠재적 수요처인 지자체의 의견수렴과 협조체계 마련 ○ 국내·외 전문가 활용
□ 추진체계	○ 필요시 산·학·연의 국내 전문가를 활용한 공동 연구추진 ○ 지자체, 민간업체 등 유관기관과의 지속적인 협조체계 유지를 통한 운영기술개발 결과 활용 가능성 극대화
□ 성과목표·지표 설정 등	○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨
5. 사업기간 및 지원예산	
	○ 총 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2011년 10월(1년 10개월) ○ 당해연도 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2010년 10월(10개월) ○ 총 정부출연금 지원 규모 : 1,000백만 원 이내 - 당해연도 정부출연금 : 500백만 원 ※ 본 과제는 공공기반, 기초연구로 100%까지 정부출연 가능 ※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음
6. 기 타	

○ 본 과제는 향후 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임

○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음

○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조)

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 연차별로 중간평가를 시행하며, 1단계(1~2차년도) 종료 후 성과 및 평가결과에 따라 2단계 추진여부 결정

연구과제명	교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발 - 도로, 철도, 항공, 해운 등 교통부문의 온실가스배출 감축목표 설정 및 대응을 위한 온실가스 배출량산정 체계개발 및 웹기반 통합 관리시스템 구축 ○ 에코드라이브 통합관리 시스템 개발 - 에코드라이브 추진 관리 및 분석시스템 개발을 통해 에코드라이브의 보급을 촉진하고 온실가스 배출량 감축 ○ 보행환경 개선 평가시스템 개발 - 교통수단 중 가장 기초적인 보행교통의 활성화를 위한 보행환경 진단 및 개선방안 평가 시스템 개발
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	○ 현재의 기후변화협약 등 국제적 온실가스 감축노력에 대비하여 국내 에너지 부문 온실가스 배출량의 20% 이상을 차지하는 교통부문의 대응체계 마련이 시급히 요구됨 ○ 기후변화 문제는 새로운 무역장벽임과 동시에 핵심기술 및 대응방안 선점으로 신성장동력을 창출할 수 있는 기회이기도 함. 이에 교통물류 분야 온실가스 감축대책 및 기후변화 대응 R&D 등은 매우 시급한 사안으로 판단됨 ○ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발 - 교통부문의 온실가스 저감 목표 설정 및 감축량의 객관적 평가를 위해서는 도로, 철도, 항공, 해운 등 교통 전 분야의 온실가스 배출량을 모니터링 하는 교통부문 온실가스 인벤토리 구축이 필요 - 교통부문 온실가스 인벤토리의 구축은 향후 국가교통모형 및 관련시스템과 연계하여 각종 교통 인프라 구축 및 운영사업 등의 온실가스 배출량을 예측하는데도 활용됨 ○ 에코드라이브 통합관리 시스템 개발 - 교통부문 온실가스 저감을 위해서 철도망확충 등의 하드웨어적인 면만으로는 한계가 있는바, 저비용·고효율의 에코드라이브를 적극적으로 보급할 필요가 있음 - 에코드라이브는 운전자의 작은 운전 습관을 바꿈으로써 연료비도 절약하고 온실가스를 줄일 수 있는 경제적이고 안전한 운전방법임 - 현재 에코드라이브의 효과적인 전파·보급을 위해서 경북 상

주에 위치한 안전운전체험센터에서 실차교육을 진행하고 있음

- 실차교육만으로는 교육인원 확대에 한계가 있을 뿐 아니라 교육센터까지의 거리적 접근성에 따른 시간적 제약이 불가피함
- 이를 극복하기 위해 교육인원 확대 및 연료절감 등의 효과를 기대할 수 있는 에코드라이브 가상체험 교육 및 홍보 방안 개발이 필요함
- 가상체험 교육 홍보 방안으로써 에코드라이브 시뮬레이터 및 포털사이트 개발이 필요하며, 이에 대한 교육 및 홍보 효과를 검증하기 위한 연구개발이 필요함
- 에코드라이브 시뮬레이터는 가상체험을 통해 운전자의 운전습관을 교정하여 연비를 절감할 수 있는지 여부를 확인할 수 있는 교육 훈련 평가시스템 개발 및 검증이 필요함
- 에코드라이브 포털사이트는 에코드라이브 정보를 체계적·종합적으로 제공할 수 있는 데이터베이스를 구축하여 에코드라이브 관련 서비스를 제공하는 컨텐츠 개발이 필요하며, 공단에서 개발한 에코드라이브 단말기(에코인디케이터)로부터 전송되는 운전자의 운전정보를 포털사이트와 연계·분석하여 운전자에게 맞는 에코드라이브 정보를 제공함
- 공단에서 보유하고 있는 각종 자동차 관련 정보와의 연계를 통하여 정보를 제공하고, 차후에 탄소캐쉬백 및 탄소포인트제와의 연동을 통해 운전자에게 에코드라이브를 유도할 수 있는 서비스 제공
- 시뮬레이터를 효과 검증하여 에코드라이브 포털사이트와 연계 활용함으로써 네트워크화하여 에코드라이브 통합관리시스템 개발을 위해서는 최소 4년 정도의 연구 기간이 필요함

구분	에코드라이브 통합관리시스템		
	하드웨어	소프트웨어	인프라
포털	시스템/서버	교육·홍보 컨텐츠 등	인터넷을 통한 네트워크 환경
시뮬레이터	시뮬레이터 시제	주행컨텐츠, 평가시스템	

○ 보행환경 개선 평가시스템 개발

- 우리나라 여건에 맞는 보행환경의 질, 보행 안전도 등에 대한 객관적 평가시스템 개발 필요

□ 기술개발동향

○ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발

- 우리나라에서는 기후변화협약 이행 기반 구축 및 시스템 개발 보급을 위해 온실가스배출량 감축 및 산정에 대한 기본적인 전략 및 대책 마련 추진중

- 국내 개발된 교통부문 온실가스 배출계수는 Tier 1 수준에 머물러 있음
- 국내 온실가스 배출계수는 Tier 1 수준으로 CO_2 이외의 기타 온실가스 산정에 있어 정밀성이 요구됨

○ 에코드라이브 경제운전 통합관리 시스템 개발
- 유럽 : 자동차의 최적 변속시점을 알려주는 기술개발(shift light)
- 일본 : 운전자가 필요 이상 가속기를 밟을 경우 push back 메커니즘의 eco pedal 도입
- 국내 : 로체 등 신차의 에코드라이빙 시스템 적용 및 확산 중

○ 보행환경 개선시스템 개발
- 보행환경 평가 소프트웨어 관련해서 영국은 보행 안전성 평가를 위해 PERS 프로그램을 개발, 독일은 EUSKA 및 VISUM을 개발
- 보행교통류 시뮬레이션 관련해서 네덜란드는 NOMAD를 개발

3. 연구개발 내용

○ 교통부문 온실가스 산정 및 통합관리 시스템 개발
- 온실가스 산정방법 및 관리기반 기술개발
  - 국내 온실가스 배출량(Tier 1 수준) 통계체계의 적합성 및 개선방안 분석
  - 교통수단별 온실가스 배출량 산정방법론 개발
  - 교통수단별 온실가스 배출계수 개발(Tier 2, 3 수준)
  - 교통수단별 온실가스 배출량 인벤토리 구축 및 활용방안 수립
- 교통수단별 온실가스 통계 통합관리시스템 개발
  - 온실가스 웹 기반 통합관리시스템 제작 및 통계체계 구축
- 교통부문 온실가스 인벤토리 활용
  - 온실가스 활용한 CDM 사업 연계
  - 국가교통모형과 온실가스 인벤토리의 연계
- 온실가스 인벤토리 및 통합관리시스템 유지관리방안
- 온실가스 모니터링시스템 개발
  - 차량기반 온실가스 정보수집 장치 개발(사업용 자동차, 철도차량)

○ 에코드라이브 통합관리 시스템 개발
- 에코드라이브 모듈개발
  - 자동차 연료소비율/탄소배출량 측정, 운전조건별 최적운전모드 개발
  - 에코드라이브 포털사이트 및 시뮬레이터 개발

	· 에코드라이빙 효과검증 인지모형 개발 - 에코드라이빙 통합관리 시스템 구축 및 운영 · 승용자동차/사업용자동차 운전조건별 최적운전모드 타당성 분석 · 에코드라이빙 효과검증 인지모형 최적운전모드에 프로그램 실행 · 에코드라이빙 효과평가 및 모니터링 시스템 네트워크화 ○ 보행환경 개선 평가시스템 개발 - 보행환경 평가 S/W 개발 · 보행환경 평가지표 개발 · 기존 보행환경평가 S/W의 분석 및 개선안 도출 - 보행교통류 시뮬레이션 개발 · 보행교통류 평가지표 및 모형 개발 · 보행교통류 시뮬레이터 개발 - 한국형 보행환경 종합평가 S/W 개발 · 보행환경 평가 S/W와 보행교통류 시뮬레이터 통합 · 통합 시뮬레이터의 검증 및 안정화
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 국내전문기관 및 전문 연구 인력과의 공동연구 수행 - 국내의 기후변화협약 대응 및 온실가스배출 통계분석, 온실가스 배출 감축에 대한 전문연구그룹 활용 - 국가교통 DB 등 국가관련 통계 및 DB 활용 ○ 연구결과의 실용화를 위해 수요처 참여 및 국토해양부 담당부처와 협력방안 마련 - 운영기관 참여를 통해 국제환경규제 대응 및 유도를 위한 기반 구축 - 온실가스배출가이드라인 개발 및 산정체계 구축을 표준화하기 위해 전문가 pool을 구성하여 연구 성과에 대한 자문 추진 ○ 해외전문가와의 공동연구 추진 ○ 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획(2009. 7, 녹색성장위원회)과 녹색교통 추진전략(2009. 11, 국토해양부) 등과 연계 추진
□ 추진체계	○ 산·학·연의 국내 전문가를 활용한 공동 연구추진 ○ 지자체, 민간업체 등 유관기관과의 지속적인 협조체계 유지를 통한 기술개발 결과 활용 가능성 극대화
□ 성과목표 · 지표 설정 등	○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨

5. 사업기간 및 지원예산
○ 총 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2014년 6월(4년 6개월) ○ 당해연도 연구기간 : 2009년 12월 ~ 2010년 10월(10개월) ○ 총 정부출연금 지원 규모 : 10,000백만 원 이내 - 당해연도 정부출연금 : 2,034백만 원 ※ 본 과제는 공공기반, 기초연구로 100%까지 정부출연 가능 ※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음
6. 기 타
○ 본 과제는 향후 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조) ○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ○ 과제종료후 보완점이 발생하지 않도록 시스템 설계 및 운용에 충실한 검토 및 사후조치가 될 수 있도록 하는 내용을 포함함

4. 과제 RFP(2단계)

연구과제명	수소전지차량 인프라 구축 기술개발
1. 연구개발 목표	
	○ 차세대 친환경차량인 수소전지 차량 및 철도차량의 활성화와 조기 실용화를 위해 요구되는 사회경제적 요소를 분석하여 대응전략을 수립함 ○ 고유가 및 에너지위기 대응 교통부문 수소전지 차량 및 철도차량의 운영에 필요한 수소의 대량 이송 및 저장을 위한 인프라 구축기술을 개발함 ○ 인프라의 구축, 운영, 안전 및 보안관련 규정(안)을 제시하고 이를 위한 국가적 지원체계를 수립함 ○ 국가적 수소공급체계 구축에 의한 수소경제의 조기 실현 기반 조성 및 국가경쟁력 향상
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	○ 수소전지차량의 경우 화석연료 기반의 기존 자동차와는 확연히 다른 운행기반시설을 필요로 함 ○ 수소전지 철도차량의 활성화는 전철화 타당성이 없는 지역(산간 및 TSR 등)의 청정 철도교통 서비스를 가능하게 함 ○ 수소전지철도차량을 위한 수소수급은 기존의 기반시설의 활용 및 차량구동 특성으로 인하여 조기 활성화 가능하지만, 안전 및 보안에 대한 기술적·제도적 준비가 필요함 ○ 기존차량 대비 고가의 수소전지차량에 대한 소비자들의 반응도 상이하여 활성화를 위해서는 다양한 유인책이 요구 ○ 온실가스를 감축하여 저탄소 교통체계를 구축하고 수소전지차량 및 철도차량관련 녹색기술을 바탕으로 녹색성장을 이루기 위해서는 수소전지차량의 조기상용화와 활성화를 위한 기반기술 개발이 요구됨 ○ 수소의 대량 이송 및 저장에 대한 인프라 및 제반 기준 등이 아직 준비되지 않아서 수소전지차량을 위한 연료의 수급이나 보급 측면에 많은 한계가 따를 것으로 예상됨 ○ 궁극적으로 재생에너지를 이용하여 생산된 수소를 도회지로 안전하고 신속하게 이송을 하고 저장 및 보급을 하는 국가적 수소공급체계가 구축이 되면 이는 우리나라의 수소경제에 대한 진입을 앞당기고 석유자원에 의한 에너지 부담을 크게 줄이게 될 것임

□ 기술개발 동향

○ 미국 UC Davis STEPS Program
- 기존차량에서 수소전지차량으로서의 조기 전환을 이루기 위한 다양한 요소기술에 대한 연구
- 시장 및 소비자 행태 분석 : 수요 및 행태분석 기술개발
- 자동차의 기술적, 경제적 요소 분석 : 차량 기술개발
- 사회·환경적 영향 분석 : 에너지·환경 비용분석 기술개발
- 수요 및 파급효과 분석 : 대안분석 및 확산예측 기술개발
- 관련 기술을 바탕으로 미국 수소전지차량의 확산을 예측한 결과 수소전지차량이 경쟁력을 가지기 위해서는 향후 10~15년간 약 60조 원의 비용이 소요되며 2020년 이후 수소연료가 가솔린보다 가격이 낮아질 것으로 추정

○ 미국 California Fuel Cell Partnership
- 수소연료 활성화를 위한 정책 및 기반시설 관련 기술개발
- 수소연료 상업화 가능성 검토 기술개발
- 기반시설 구축전략 및 기술 개발
- 수소연료 충전기술 및 충전소 위치선정 기술개발
- 캘리포니아의 경우 2017년 약 5만대의 수소전지차량 운행이 예상됨

3. 연구개발 내용

□ 기획연구 내용

1) 수소전지차량 확산분석모형 및 예측기술개발

○ 확산 예측모델 개발
- 수소전지차량 및 수소전지철도차량 확산 예측모델 개발

○ 환경적, 사회적, 경제적 파급효과 예측모델 개발
- 수소전지차량 및 수소전지철도차량 사회적, 환경·경제적 파급효과 예측모델 개발
- 수단간 연계운영 기술

○ 운영에 따른 기술적, 경제적 비용 분석
- 수소전지차량 및 수소전지철도차량

○ 확산 예측모델에 따른 소요 수소연료 추정

○ 조기 확산 및 상용화 정책 수립 기술 개발

2) 수소전지차량(차량, 철도차량)운행인프라 구축 기술 개발

○ 인프라 구축 가이드라인 및 매뉴얼 개발
- 수소전지차량 및 수소전지철도차량

○ 운영 및 인프라 구성요소 개발전략 수립 및 사양개발
- 수소전지차량 및 수소전지철도차량

	○ 운영 및 인프라 구성요소 설계 - 수소전지차량 및 수소전지철도차량 ○ 수소 대량 이송 인프라 구축 및 보안 기술 개발 - 수소의 대량 이송을 위한 정책적 및 기술적 설계기준 - 수소의 대량 이송을 위한 안전기준 - 설계기준 및 안전기준에 따른 요소기술의 개발 - 수소의 대량 이송 운영을 위한 방안 제시 ○ 수소 대형 저장 인프라 및 안전시설 구축 기술 개발 - 수소의 대형 저장을 위한 정책적 및 기술적 설계기준 - 수소의 대형 저장을 위한 안전기준 - 설계기준 및 안전기준에 따른 요소기술의 개발 - 수소의 대형 저장 운영을 위한 방안 제시 ○ 인프라 조기 구축을 위한 지원 및 실행방안 수립 ○ 효과분석 및 기술검증을 위한 실증 프로그램 기술 개발 -전용시험선로 및 테스트베드 설계
□ 기획연구 성과물	○ 주요일정 및 성과물 - 자체 기획 위원회, 외부전문가 자문위원회 : 수시 시행 - 중간보고회 및 보고서 : 협약일로부터 4개월 경과 시점 - 기획성과발표회(필요시 공청회) : 협약일로부터 7개월 이후 - 최종보고서 : 협약 종료 시점 (과제 공모를 위한 RFP가 포함된 종합기획보고서 도출)
4. 연구개발 추진방법	
	○ 주요 연구내용에 대한 기획 사항 - 항목별 기술개발 범위 및 세부목표 설정 - 항목별 기존 연구와의 중복성 검토 및 차별화 전략 제시 - 연차별 가시적 성과물 제시 및 실효성 방안 제시 - 연차별 정량적, 정성적 성과목표, 성과지표 및 선정근거 - 연구내용에 따른 연구 기간 및 예산 · 항목별 연구일정 및 기간 · 내용 및 일정에 따른 연차별 소요예산 및 비목별 상세내역 - 연구목표 달성을 위한 연구 추진전략 및 체계 · 연구단, 일반과제 등 산·학·연 컨소시엄 형태의 추진체계 - 관련사업 또는 연구추진 기관 현황분석으로 효율적 추진전략 및 추진 방안 제시 ○ 해당 시장분석, 개발비, 설계, 계획 수립 등에 관한 전문 연구

기관/전문가들로 구성된 기획 연구진/자체기획위원회/외부전문가 자문위원회를 구성할 것 ○ 해당 분야 특허 및 기술수준 조사를 전문적으로 수행하는 전문기관을 통한 조사를 시행하고, 전문기관 외 참여기관은 최소화 할 것 ○ 기술 수요처(자동차업체, 부품업체, 에너지공급업체 등) 분석 및 의견수렴을 통한 실용성 확보 ○ 해외 선진기술에 대한 지속적인 벤치마킹을 통해 외국기업체 및 연구기관과의 협력 추진 방안 제시 ○ 국내·외 동향조사 및 연구기획 내용에 대한 성과발표회, 필요시 공청회를 개최하여 의견수렴 및 객관성 확보 ○ 기획연구 결과 민간에서 기술개발이 필요한 부문은 공청회 및 자료집 발간 등 홍보를 통해 민간에 이양
5. 사업기간 및 지원예산
○ 연구기간 : 2011년 1월 ~ 2015년 12월(5년) ○ 지원예산 : 30,000백만 원(정부 22,400백만 원, 민간 7,600백만 원) ※ 본 과제는 기초~기획 연구이므로 100% 정부출연 가능
6. 기 타
○ 본 기획 결과로 도출된 과제는 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ○ 본 기획연구의 연구책임자는 향후 본과제의 연구책임자(주관연구책임자, 사업단장, 연구단장, 사업단 핵심과제책임자)로 응모할 수 없음 ○ 연구신청자는 참여기관 수 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모 할 것 ○ 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함할 것 ○ 연구개발비 중 연구기자재 및 시설비, 지적재산권 출원·등록비, 시작품 제작비, 과학문화활동비는 원칙적으로 계상하지 않음 ※ 단, 일부 필요하다고 인정되는 경우에는 제한적으로 계상

연구과제명	보행자 지원 개인운송시스템 개발

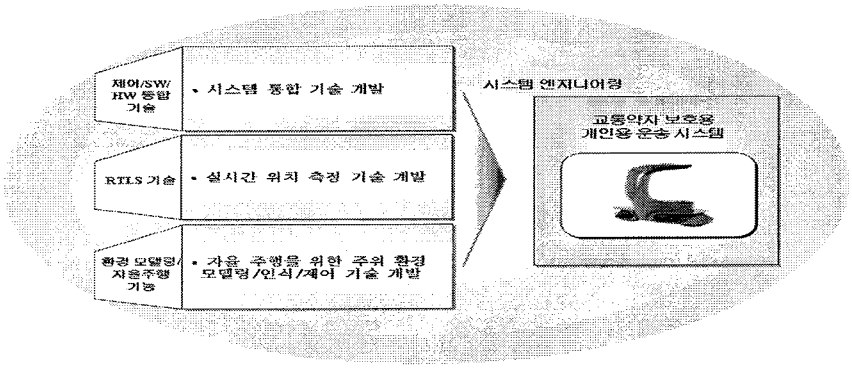
1. 연구개발 목표

○ 위치인식, 환경인식, 로봇제어 등 지능기술과 SW, 시스템공학이 접목된 첨단융합 기술 개발

○ 실내·외 환경에서 교통 약자 보호를 위한 실시간 위치파악 시스템(RTLS : Real Time Location System)의 적용 및 개발

○ 도시 환경에 적용을 위한 환경 모델링 및 자율 주행 기능 개발

○ 시스템 엔지니어링 기반의 프로젝트 관리기법을 응용한 기능 및 요구사항 도출/관리기술 적용



<개인용 운송 시스템 연구개발 목표>

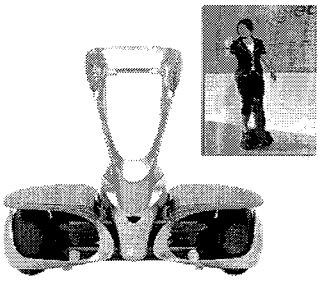
2. 연구개발 필요성

□ 연구 필요성

○ 최근 교통약자 지원용 개인운송시스템의 대표주자라 할 수 있는 전동휠체어의 경우는 대부분 "전동스쿠터 개념"을 기반으로 한 것으로 오작동, 안전 시스템 미흡 등으로 직접 사용자인 교통약자 뿐만 아니라 도로 주행중인 전동 휠체어로 인한 보행자, 타 교통수단과의 접촉 사고 등에 대한 대책이 미흡하여 방어운전 등의 개념이 적용된 "자율주행 로봇 개념"의 운송 시스템이 필요함

○ 또한 "저탄소 녹색성장"등 그린에너지정책과 부합하여 근거리 실외환경기반 무소음, 무공해 안전 이동 수단에 대한 필요성 증대 및 자동차기술과 로봇기술을 융합한 신개념 차세대 이동기술 연구개발은 현재 세계적 추세이며 미래핵심 확보요구 기술임

- 도요타(일본) : 윙렛, 아이-유닛(근거리 이동로봇)
- 세그웨이/GM(미국) : 세그웨이



<윙렛>



<오프로드용 세그웨이>

□ 기술개발동향

○ 2001년 미국에서 공해를 유발하는 기존의 모터사이클이나 자동차를 대체할 목적으로 세그웨이(Segway)가 개발되었으며 현재 개인용 이동수단으로 성공적으로 판매중

○ 일본 도요타에서 개인 이송수단으로 컨셉트 카 아이-유닛, 윙렛을 개발

○ EU에서 도심의 교통체계나 특정 시설 내에서 무인운송을 위한 상업제품을 개발 중

- 현재 프랑스의 테마파크 벌캐니아에서 관람객 무인운송차량을 운행 중이며 영국의 히드로 공항에서는 개인형 무인운송 시스템 운영 준비 중

○ 미국, 일본, EU에서는 무인자율주행기술에 관한 연구를 활발히 수행

- 전 세계적으로 자율주행기술을 탑재한 제품과 개발 도구 등이 출시되기 시작
- 미국 MIT의 경우 GM과 공동으로 스마트 시티기술의 일환으로 신개념 도심이송 로봇시스템을 제시
- EU에서는 프레임워크 6 프로그램의 CARE(Coordination Action for Robotics)에서 무인운송개념의 트랜스포트 로봇시스템을 미래유망 로봇제품으로 선정
- EU의 프레임워크 연구체계에서 "글로벌 빌리지"등 개인용 트랜스포트 로봇을 포함한 u-빌리지, 차세대 운송수단에 대한 연구지원
- 프랑스 INRIA의 경우 90년대부터 무인운송차량에 대한 연구를 수행하여 다양한 도심환경, 시설물에 시범 적용하는 수준에 도달

○ 국내의 경우 로보텍에서 6족보행 탑승로봇 제모스, 로보쓰리에서 4족 보행 탑승로봇 KONAN, 이륜전동로봇 BB-rider를 개발하였으나 상용화 시장 초기단계임

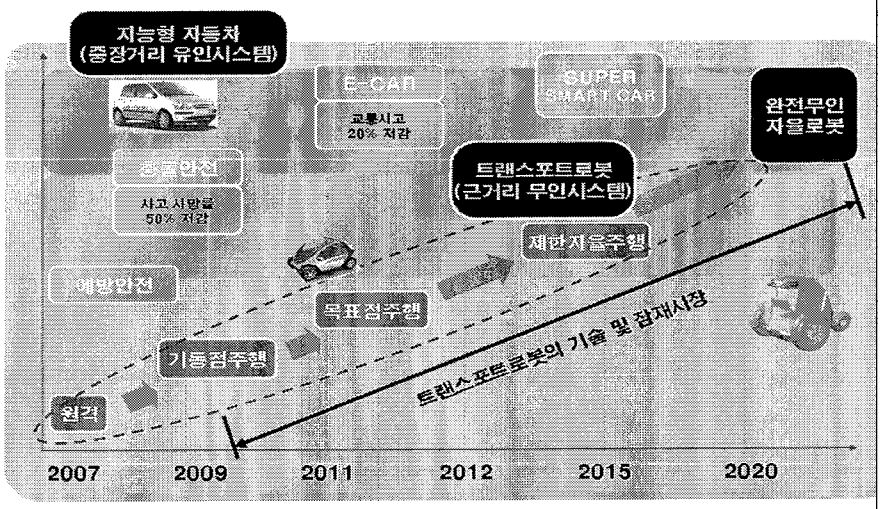
○ 의료 및 재활분야/공장 자동화 분야

- 개인형 트랜스포트 로봇의 응용시장인 일본은 의료, 재활, 공장자동화 등의 한정된 분야로 우선 적용 착수

○ RTLS

- 위치기반서비스에서 측위기술은 핵심·기반기술로 오늘날 GPS가 그 중심을 차지하고 있지만 실내와 같은 음영지역에서는 새로운 방식의 측위기술을 필요로 하고 있으며, 무선통신 인프라 기반의 측위 기술이 연구되어 오고 있다. 실외에서는 CDMA 기반 무선측위 기술, 실내에서는 WLAN, UWB, 적외선, 초음파, RFID 등의 인프라를 이용한 무선측위 기술이 연구되고 부분적으로 상용화 되고 있음. RTLS 개발과 관련된 어려움은 정확도 및 위치정보의 안정성으로 위치정보를 생성하는 방식과 무선 네트워크 구성기술 선정이 중요하고 복수 공간에 대한 위치정보 연속성 제공방법 또한 중요한 요소중 하나임

- 근거리 개인용 운송시스템의 실시간 위치파악에 응용함으로써 교통약자/노약자의 행방불명 및 비상상황에 대한 정보로 활용이 가능함



<개인교통시스템 기술 및 산업적 위치>

3. 연구개발내용

□ 주요 연구 개발 내용

<1단계> : 제품개발 관점

○ 다양한 센서통합기반 3D 환경모델링 및 인식기술개발

- 활용도에 따른 2D/2.5D/3D 환경 모델링 기술개발

- 도시환경 블록규모 대형 공간 환경정보 DB 구축기술개발
- 환경모델기반 도시환경 인지기술 개발
- 실내 환경모델기반 인지기술 개발

○ 실시간 위치측정 시스템(RTLS) 개발
- 실내·외 겸용 정밀 위치인식 시스템 설계
- RTLS 부착 운영 시스템 개발(지역 지도 : Local Map 프로그램 개발)
- 저전력, 저잡음 하드웨어 회로 설계를 통한 능동형 태그 개발
- 진동이나 열을 이용하여 스스로 전원을 발생시키는 센서류 내장기술
- 맥(MAC) 계층의 저전력화 기술

○ 도시환경기반 자율주행제어기술개발
- 다양한 센서 통합기반 전역위치추정기술
- 다양한 센서 통합 기반 특징점 추종 주행기술
- 환경인식/모델링과 연계된 주행제어 및 정적/동적 장애물 회피기술

○ 도시환경기반 운송 플랫폼 기술개발 및 SE 응용
- 운송로봇용 통합 소프트웨어 및 하드웨어 아키텍쳐 기술 개발
- 운송 로봇용 태스크모델 및 실행기술 개발
- 자율주행 최적 구현을 위한 강건/경량 플랫폼 개발
- 통합시스템 시험평가 방법론 구축 및 기능별 로봇서비스 개방형 플랫폼(OPRoS : Open Platform for Robotic Services) 모듈화 개발

<2단계> : 제품 응용 관점

○ 다양한 센서통합기반 환경모델링 및 인식기술개발
- 환경모델기반 실시간 도시환경 인지기술 개발
- 도시환경 인지기술의 환경변화 강인성 확보

○ 실시간 위치측정 시스템(RTLS)과 교통체계연동시스템 구축
- 교통체계 연동 요구사항 및 시나리오 도출
- 구간별 반자율 운전기술 개발
- 실내외 위치인식기반 다개체 교통제어 알고리즘 개발

○ 도시환경기반 자율주행제어기술개발
- 센서융합기반 로봇 전역위치추정 고속화기술
- 경로생성 고속화 및 환경인식/모델링과 통합된 최적경로계획

○ 도시환경기반 트랜스포트 플랫폼 SE 기술개발
- 도시 기반형 미래지향적 교통환경을 위한 로봇용 자율주행 실용화 플랫폼 기술 개발
- 실용화 모델기반 시스템 검증, 시험 평가 및 운용기술 개발

4. 연구개발 추진 방법

□ 추진 전략

○ 총 사업기간 : 5년
- 1단계 3년 : 2009년 ~ 2011년 : 교통약자지원용 개인운송시스템 핵심기술개발
- 2단계 2년 : 2012년 ~ 2013년 : 교통체계연동 및 상용화기술개발

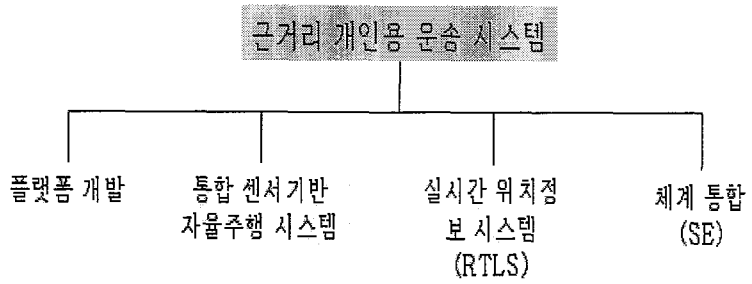
○ 국가 인프라를 적극 활용하여 시범사업 등 초기 기술 입증 및 시장 창출 착수
- 향후 로봇랜드, u-city, 여수엑스포 등 유비쿼터스 환경 하에서 여행자, 교통시설, 교통수단이 실시간으로 네트워킹하여 안전성과 이동성에 기여하는 인간중심의 미래형 교통서비스를 제공하기 위한 유비쿼터스기반 교통체계(u-Transportation)으로의 지원 및 확산 가능

○ 상용화를 위한 법제정 및 다각적 협업
- 교통로봇의 상용화가 이루어지기 위해서 정부, 관급 공사의 관련 규정 및 표준화 정비를 위한 국토해양부등 각 정부 부처간 다각적인 협의 및 정책 조율 시행

□ 추진체계

○ 플랫폼 전문업체 및 통신/자율/교통시스템관련 전문업체 및 기관과의 공동협력

○ 해외 전문 기관과의 공동협력후 상용화 추진



□ 성과목표·지표 설정 등

○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨

○ 기획연구 보고서에 제시된 성과목표 지표를 설정

5. 최종성과물
○ 자동화 개인용 운송 시스템 시제품 ○ 시스템 매뉴얼, 응용프로그램, 최종보고서 등 ※ 본 과제는 결과물의 상용화를 목적으로 개발되는 과제로써 향후 개발 성과물은 주관기관이 소유함
5. 사업기간 및 지원예산
○ 총 연구기간 : 2010년 3월 ~ 2015년 2월(5년) - 1단계 연구기간 : 2010년 3월 ~ 2013년 2월(3년) - 2단계 연구기간 : 2013년 3월 ~ 2015년 2월(2년) - 당해연도 연구기간 : 2010년 3월 ~ 2011년 2월(1년) ○ 총 정부출연금 지원 규모 : 10,000백만 원 이내 - 당해연도 정부출연금 : 1,000백만 원 ○ 총 기업분담금 지원 규모 : 3,300백만 원 이내 - 당해연도 기업분담금 : 330백만 원 ※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음
6. 기 타
○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 100% 반영하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시해야 함 ○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ○ 기 수행되었거나(종료과제, 중단과제 등) 현재 수행 중인 동 과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함함 (www.kictep.re.kr 열린정보, rndgate.ntis.go.kr 국가R&D사업관리서비스 참조)

연구과제명	육상교통소음 저감기술개발 및 통합관리시스템 구축
1. 연구개발 목표	
	○ 육상교통소음 정책 및 관리의 선진화를 위한 소음의 인간 및 환경에 대한 반응, 영향연구를 통한 소음기준에 대한 근거확립 ○ 육상교통(철도, 도로)시스템의 저소음화 프로세스 효율화를 위한 저소음설계기술 개발 ○ 복합교통 혼재 도심지 쾌적화를 위한 통합관리시스템 구축
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	○ 친환경교통수단의 지속가능한 발전을 위해서는 저소음화가 필수적 요소임 ○ 2010년 환경 야간소음 기준 5 dB 하향되며, 환경부 측면에서 차량방사소음 기준이 발표될 것이나 이에 대한 체계적인 대응책이 미흡하며, 이에 대해 국토부에서는 화물열차의 운행증대 계획 등 국내·외 교통소음방사 및 환경기준 강화에 대응하는 핵심저감기술 및 지속적 통합관리시스템이 시급함 ○ 미국, 유럽, 일본 등 국가 교통기준 정립을 위해서 소음의 영향과 반응에 대한 다양한 전문적 연구를 축적, 지속하고 있고, 국내에도 기준의 부재 및 신교통시스템에 대해 교통기술의 국제적 경쟁우위 확보를 위한 합리적인 시스템 제작사양 및 기준과 인간/환경에 대한 영향을 규명하는 과학적 입증자료가 확보되어야 함 ○ 현재 철도를 비롯, 국내 교통시스템 저소음화를 위하여 반복적으로 축적된 데이터 및 모델로 활용할 수 있는 소음원 규명 및 예측 시스템이 없으며, 복합혼재소음에 대해서는 시험 및 소음지도 작업이 시간적 경제적으로 비효율적이며, 오차가 많음. 지속가능 정책에 부합하는 친환경, 지속성을 바탕으로 한 효율적 저소음화 설계 프로세스가 확보되어 복합교통 소음원에 대한 통합적 대안이 적용되어야 함
□ 기술개발동향	○ 국외동향 - 유럽연합은 EU Directive에 의해 철도 및 도로를 포함한 도시 내 소음저감을 위한 소음지도 제작 의무화, 피해와 노출상황을 상시 관리, 이에 상응하는 우선순위를 결정하여 저감전략 수립

- IMAGINE, HARMONOISE 등의 교통소음원 통합DB 및 예측 관리기술 컨소시엄을 구성하여 개발, 성과물을 EU 회원국에 제공
- "Quiet Traffic"등의 유럽 공동 교통소음 프로젝트의 다년간 협력연구를 통해 예측기준, 소음원 규명, 소음원 저감기술, 방음벽 향상기술, 저소음 설계방법, 지능재료 및 시스템 개발이 진행되고 있음
- 유럽의 철도 선진국의 경우 철도방사소음 저감 툴(패키지) 개발을 통해 저소음 철도소음 연구를 체계화하며, 교통체계 설계단계에서부터 저소음방사를 구현함(Design-to noise)
- 유럽철도의 통합운영을 위한 철도차량 방사 소음 기준(Technical Specification for Interoperability)을 설정하는 등 철도의 취약점중의 하나인 소음문제 해결을 위해 공동노력을 수행 중
- 일본의 저소음포장은 1987년 유럽의 기술을 도입하여 동경에서 처음 적용되었으며, 이후 매년 포설구간이 급격히 증가하고 있음

○ 국내동향

- 한국형 고속전철 개발 등에서 저소음화 설계를 위한 연구가 진행되었으나 체계적인 툴을 갖추고 진행된 것이 아니고, 개발 목표 설계 사양을 만족시키기 위한 Case By Case 연구가 진행됨
- 국토부와 철도연구원을 주체로 하여 개발, 운용되는 경량전철, 트램, 바이모달 등의 신차량시스템이 도심을 통과하게 되고, 이에 대한 합리적인 기준과 영향평가 연구기반이 미흡한 부분 있음
- 철도운영기관 등에서는 철도소음 기여분석 및 관리도구가 부재하여 민원대처에 어려움이 있고 관련 예산 배정 및 효율적인 저감대책 수립 등도 어려운 상태임
- 국내의 저소음포장은 1999년 일반국도에 처음 시험 시공되었으며 내구성 및 소음저감효과 등을 검토 중에 있음
- 친환경 지능형 도로교통 기술개발 등의 지속가능 연구가 진행 중이며, 이와 함께 교통저소음화 전반에 대한 신소재 개발 및 통합 저소음설계 기술 등은 미흡함

3. 연구개발 내용

○ 육상교통시스템 저소음화 설계기술 개발
- 소음원별 소음원 위치규명 및 가시화 알고리즘 개발
- 개별소음원별 모델링 기술개발 I
  · 철도, 도로 소음방사 파워 모델링
  · 소음전파 모델링
- 개별소음원별 모델링 기술개발 II
  · 철도, 도로소음 실험결과와의 오차분석 연구
- 개별소음원 기여도 분석기술 개발
- 개별소음원 저감 시뮬레이션 툴 개발

○ 육상교통소음 영향 및 기준 연구
- 소음원별 음질평가 인덱스 및 방법연구
- 교통시설의 소음평가 실험연구
- 소음평가 기법 개발 및 시험설비 구축
- 육상교통소음 방사 및 수음 기준연구
- 육상교통소음 영향평가 상사모의실험 기법 개발
- 한국형 교통소음평가 공학계수 및 모형개발
- 한국형 교통소음 평가 진단프로그램 개발

○ 지속가능 저소음 핵심기술 개발
- 화물열차 저소음화 기술개발
  · 저소음화 파라미터 체계연구
  · 기관 및 배기소음 저감장치 연구
  · 팬/보조장치 소음 저감장치 연구
  · 제동소음 저감장치 연구
- 고속철도 공력소음 저감기술 개발
  · 소음원별 저감장치 해석 연구
  · 소음원별 저감장치 개념설계
  · 저감장치 실험실 성능검증
  · 저감장치 현장 성능검증
- 저소음 도로포장 기술 개발
  · 저소음 도로포장 재료 연구
  · 저소음 도로포장 시공기법 연구
  · 저소음 도로포장 현장시공 및 성능 검증
- 복합소음 혼재지역 방음시설 향상기술개발
  · 복합소음 혼재지역 방음시설 실태분석
  · 복합소음 저감시설 개념설계
  · 복합소음 저감시설 실험실 성능검증

	· 복합소음 저감시설 현장 시공 및 성능검증 ○ 육상교통소음 통합관리 시스템 구축 - 육상교통 소음 모니터링 시스템 기초시설 구축 (소음측정 및 분석 시스템) - 육상교통 소음 모니터링 시스템 프로그램 개발 · 소음측정 및 분석 프로그램 · 소음원 별 분리 프로그램 - 육상교통 소음 모니터링 시스템 구축 - 육상교통 소음 모니터링 시스템 검증 - 육상교통 소음 모니터링(관리) 시스템 보완
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 산·학·연 연구특성에 맞는 역할 분담을 통해 최적 연구프로세스 정립 ○ 교통 모드별 저소음화 원천기술 개발 포함 ○ 국외 교통(철도, 도로)시장 진출 도구로써의 저소음관리 프로그램 확보
□ 추진체계	○ 철도, 도로 등 교통전문연구기관이 주관을 하고 유관분야 원천기술을 가지고 있는 대학과 실제 교통운영 관리기관(한국철도공사, 한국철도시설관리공단, 한국도로공사)이 컨소시엄을 이루어 연구 수행
□ 성과목표·지표 설정 등	○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨
5. 사업기간 및 지원예산	
	○ 총 연구기간 : 2010년 12월 ~ 2016년 11월(5년) ○ 당해연도 연구기간 : 2010년 12월 ~ 2011년 10월(11개월) ○ 총 정부출연금 지원 규모 : 10,000백만 원 이내 - 당해연도 정부출연금 : 1,500백만 원 ※ 본 과제는 공공기반, 기초연구로 100%까지 정부출연 가능 ※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

6. 기 타
○ 본 과제는 향후 '지속가능 교통시스템(가칭)' 연구단 과제로 편성되거나, 별도의 과제로 추진 예정임 ○ 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 수정하여 제안할 수 있음 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조) ○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함 ○ 과제종료후 보완점이 발생하지 않도록 시스템 설계 및 운용에 충실한 검토 및 사후조치가 될 수 있도록 하는 내용을 포함함

연구과제명	육상교통시설 환경/경제성 통합 평가 시스템 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 국가녹색성장의 환경경제효율 극대화를 위한 육상교통시설(철도, 도로 등)의 전단계(설계/시공/운영/유지관리)에 대한 환경부하 및 경제성(ECO-LCC)통합평가 기술 확보 및 평가시스템 개발 - 교통시설의 노선 계획 및 교통수단 결정단계에서부터 시공 및 운영에 따른 환경부하 요인 분석, 저감방안의 도출과 경제성을 동시에 평가할 수 있는 표준화된 분석모듈 및 환경, 경제성 지수 개발 - 도로, 철도 노선별 전단계의 경제성 및 환경성 평가를 위한 DB 구축 및 통합평가 기법 개발 - 표준화된 경제성 및 환경성 통합평가 의사결정지원시스템 개발
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	○ 국제환경규제에 대한 능동적인 대처로 교통산업의 국제경쟁력강화 - 교토의정서를 비롯하여 각종 국제 환경규제의 강화에 따라 국가기반시설 구축·운영이 미치는 지구온난화 문제, 에너지 이용효율 증대 등의 친환경성을 고려한 정책결정기법 도입 필요 - 도로 및 철도 등의 건설 및 운영에 필요한 비용 및 온실가스양을 정량화함으로써 탄소경제효율을 극대화하고, 미래 탄소배출권 시장에서의 국제경쟁력 강화를 위한 근거기술개발 마련 필요 ○ 최적의 친환경 교통시설물 선정 - 대표적인 육상교통시설인 도로 및 철도 대안노설들의 구축 및 운영에 따른 경제성 및 친환경성 통합평가기술의 부재로 환경성을 고려한 교통시설물 선정의 어려움이 있음. 따라서 정량적 친환경성을 평가할 수 있는 기술 및 DB를 개발함으로써 친환경성을 고려하는 건설로의 의식 패러다임 변화 유도 필요 - 중앙정부 및 지방자치단체의 정책결정자, 시설물 유지관리 주체, 설계자/시공자 등 다양한 육상교통시설 구축 및 운영 관련주체들에게 의사결정 기초자료로서의 비용 및 환경정보 제공하여 다양한 수준에서의 친환경 저비용 정책 결정 유도 ○ 설계시공단계에서부터 유지관리 전 생애단계에 대한 평가관

	리 시스템 구축의 필요성 - 주요 사회기반시설물인 도로 및 철도 등의 교통시설물은 설계, 시공, 운영 및 유지관리 과정에서 막대한 비용투입 및 환경부하를 초래하므로, 중장기적이고 균형 잡힌 지속가능형 의사결정을 위해서는 시설물의 전생애단계에 걸친 영향을 고려할 필요 있음 - 시설물 전단계의 비용 및 환경부하 산정 기법인 LCC(Life Cycle Costing) 및 LCA(Life Cycle Assessment)를 적용함으로써, 설계/시공/운영/유지관리의 전단계에 걸쳐 발생하는 비용 및 환경부하에 대한 과학적이고 통일된 정량화 및 비교평가 가능 - 경제성 및 환경성 통합평가 기술 개발 및 시스템 상용화로 관련 컨설팅분야를 활성화하고 국내 및 해외사업 개척하여 수익창출
□ 기술개발동향	○ 국외 기술동향 - 유럽 철도의 민영화와 상하분리에 따른 철도산업의 경쟁력 향상을 위해서 철도시설물 유지관리의 경제성을 향상시키고자 전체 수명주기를 고려한 계획 설계 및 시공이 이루어지고 있으며 자산의 유지보수 적정 시기관리 및 보수비용 효율화를 위한 정책 입안이 진행되고 있음 - 미국의 국가도로협력프로그램(NCHRP)에서는 기본적으로 환경 및 유지관리비용 효율성을 고려한 도로설계, 시공, 그리고 교통인프라 구축에 대한 연구 및 시스템 구축이 수행 - 일본의 토목계획학 연구위원회에서 도로와 도시환경에 관한 조사연구를 수행, 교통공학연구회에서 도로와 자연환경과의 조화 및 지구환경의 보전, 간선도로의 환경대책, 도시간 고속도로의 환경대책 도시고속도로의 환경대책 등에 많은 관심을 가지고 연구를 수행 ○ 국내 기술동향 - 서울시 대기환경개선을 고려한 환경친화적 교통체계의 정립과 적용연구(서울시정개발연구원, 2003)에서 환경친화적인 교통체계의 개념을 정립하고, 대기환경을 최소화 할 수 있는 정책적 접근방법을 제시함 - 환경친화적인 도로건설 및 운영정책에 관한 연구(한국교통연구원, 2006)에서 도로건설 및 운영을 단계별로 구분하여 환경성 반영실태 및 문제점을 분석, 환경성 강화를 위한 정책방안을 개발 제안
3. 연구개발내용	

□ 주요 연구 개발 내용	○ 육상교통시설물(철도, 도로)에 대한 설계 및 시공, 유지관리 단계 경제성·환경성 평가 개념 설계 - 각 교통시설별 기술동향 및 연구현황 조사 - 경제성·환경성 평가 방법 검토 - 전단계 탄소발생 요소분석 및 환경부하 인자분석 - 교통시설물 환경인자 가중치부여 분석로직 개발 - 교통시설물 경제성 분석로직 개발 - 경제성·환경성 평가 DB 시스템 프레임워크 개발 - 통합평가시스템 아키텍쳐 구성 및 S/W 개념 설계 ○ 육상교통시설물 경제성·환경성 통합 평가 모델 개발 - 경제성·환경성 통합 평가 방법 정의 - 교통시설물의 표준화된 환경성/경제성 평가인자(에너지, 온실가스, 자원소모, 유해물질) 및 지수개발(1) - 통합 평가 알고리즘 정의 및 모델 개발 - 관련자료 수집 및 체계화 - 통합평가시스템 기본설계 및 S/W 상세 설계 ○ 육상교통시설물 경제성 및 환경성 통합평가 S/W Prototype 개발 - 통합 평가 모델 적용성 연구 - 교통시설물의 표준화된 환경성/경제성 평가인자(대기질, 소음, 생물종) 및 지수개발(2) - 경제성 환경성 평가 DB 시스템 개발 - 통합 평가 S/W prototype 개발 ○ 실제노선 대상 S/W 검증 및 시스템시범 운용 - 통합시스템의 유효성 검증 및 사례분석 : 기존 및 신규노선 철도 1개소, 도로 1개소 - 시스템과 환경성 평가인자의 GAP 분석 - DB입력 및 실제노선 대상 S/W 검증 - 시스템 운용 및 성능개선 ○ 시스템 보완 및 성능 고도화 방안 제시 - 실무기관 적용/자문을 통한 S/W 수정 보완 - 통합평가를 위한 표준지침서 작성 - 교통시설물의 환경성 개선 가이드라인 제시
4. 연구개발 추진 방법	
□ 추진 전략	○ 환경 및 연구결과의 실용화를 위하여 수요처와 실용화기업 컨소시엄 구성 ○ 요소기술은 참여기업을 포함한 민간업체에 이전하여 상용화

	를 추진하고, 관련 산업을 육성함으로써 국제경쟁력의 우위를 선점하여 국가경쟁력을 향상시킴으로써 연구기관·학계의 기초연구와 전문적인 지식을 바탕으로 기반 기술을 개발하고, 산업체의 설계기술을 현장적용 융화시켜 목표를 충분히 달성할 수 있도록 함 ○ 개발모델은 개발 즉시 실용화가 가능하도록 Testbed 실증을 통한 시스템 운용으로 시스템 보완 및 성능 고도화 수행
□ 추진체계	○ 산·학·연 공동연구개발을 통한 개발 ○ 각계 각층의 분야별 전문가의 참여를 유도하여 실용성 확보
□ 성과목표·지표 설정 등	○ 성과목표(지표)별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨
5. 사업기간 및 지원예산	
	○ 사업기간 : 2011. 1 ~ 2015. 1 (5년) ○ 사업예산 : (단위 : 억 원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
정부	15	15	15	8	8	61
민간	5	5	5	2	2	19
계	20	20	20	10	10	80

※ 본 과제는 공공기반, 기초연구로 100%까지 정부출연 가능
※ 본 과제는 지식서비스 분야 연구개발과제임
※ 총 정부출연금 및 당해연도 정부출연금은 향후 선정평가, 중간평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

6. 기 타	
	○ 연구성과물 - 교통시설(철도, 도로 등)의 전단계(설계/시공/운영/유지관리)에 대한 환경성·경제성 통합평가 기술 및 체계 - 환경성·경제성 통합평가 기법(지침서 등의 문서형태) - 환경성·경제성 통합평가 및 의사결정지원시스템(웹기반 S/W 형태) ○ 기대 효과

- 경제성과 환경성을 동시 고려하여 녹색성장과 공조하는 경제적이며 친환경적인 시설물 건설 및 관리
- 정량적이고 통일된 판단기준인 LCC기법을 통해 국가교통투자사업의 비용효율성을 검증하고, 장래 의사결정에 활용함으로서 비용절감(10~40%) 가능하고, 관련 컨설팅 등 수익사업 가능
- 전과정평가(LCA)를 통해 철도, 도로 건설운영에 따른 포괄적 환경성 향상뿐만 아니라 온실가스 저감 성능이 우수한 대안의 도출이 가능하므로, 환경경제효율 및 탄소경제효율이 극대화된 시설건설이 가능
- 교통 시설(철도/도로)운영에 따른 환경 부하 요인 평가관리를 통해 차후 발생할 수 있는 환경 부담금에 대한 적절한 대응방안이 구축 관리됨
- 환경성 및 경제성 평가가 동시에 의사결정의 판단기준으로 개발되게 됨으로써 타 분야로의 기술적용성 우수

연구과제명	지속가능한 개발을 위한 평가 시스템 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 지속가능한 개발을 위해 수립하는 정책, 기술들이 미래의 지속가능한 개발에 어떠한 영향력을 미치는가를 평가할 수 있는 평가시스템(토지이용-교통-환경 통합모형)을 구축함 ○ 정책 및 프로젝트의 결과를 비교할 수 있는 평가기준으로 활용 ○ 교통, 경제, 사회, 환경 및 에너지의 영향에 대한 효과를 통합적으로 평가할 수 있는 S/W 개발
2. 연구개발 필요성	
□ 연구개발의 필요성	○ 지속가능한 교통의 파급효과 분석에 대한 국내·외 연구 및 사례를 검토해본 결과 지속가능한 교통정책, 사업 등에 대한 효과분석 및 평가의 중요성이 대두되고 있으며 이에 대한 연구가 필요한 시점임 ○ 오늘날 신도시 건설, 대규모 택지개발은 주요 도로의 교통혼잡과 교통난 문제를 심각하게 했으며 난개발은 환경의 질적 저하와 자연환경파괴 등의 많은 문제점을 야기하고 있음. 따라서 '지속가능한 개발'에 대한 욕구가 높아지면서 환경친화적인 국토개발, 환경친화적인 교통체계구축 등에 대한 노력이 시도되고 있음. 그러나 지금까지 국토개발, 교통체계, 환경 등 이 세 가지 분야는 각기 독립된 요소로서 고려되어 사업 및 정책들을 추진되어 왔으며 그 결과 환경오염 문제가 더욱 심각해지고 있는 실정임 ○ 국내에서는 지속가능한 교통정책의 일환으로 최근 대중교통 이용 장려정책을 활발히 시행 중이며 이러한 정책은 환경적 측면에서 바람직함. 그러나 대중교통 이용이 어떤 개인에게는 통행에 불편함을 야기할 수 있고, 이 경우 경제활동을 포기할 수도 있으며 이러한 과정이 반복되어 사회 전체의 경제활동이 저하된다면 환경적인 측면에서는 발전을 이룰 수 있겠지만 경제적인 측면에서는 발전을 이룰 수 없게 됨 ○ 따라서 지속가능한 개발에 있어서는 어느 한 분야만을 고려해서는 파급효과 분석 및 평가가 적절하게 수행될 수 없기 때문에 지속가능한 교통의 파급효과를 분석하기 위해서는 토지-교통-환경을 통합할 수 있는 통합평가시스템 개발이 필요함

3. 연구개발내용	
□ 주요 연구 개발 내용	<주요내용 및 범위> ○ 지속가능한 개발을 위한 정책대안을 비교·평가할 수 있는 시스템을 크게 입력-모델링-평가-시스템개발(S/W개발)의 4단계로 구상함 <세부연구내용> ○ 토지이용과 교통, 환경과 관련된 다양한 이론들에 기반을 둔 모형개발 ○ 입력단계 : 지속가능한 개발을 추진하기 위해 해당도시가 당면하고 있는 내·외적 현황에 대한 데이터베이스 구축 및 주거지역, 주거형태, 장래 인구, 경제 등을 예측하는 모델 구축 - 거주형태, 직업, 소득 등 가구의 특성에 따른 토지이용 데이터베이스 구축 및 예측모형 구축 - 자동차 유형, 에너지 지표를 정의할 수 있는 자동차 기술 및 차량 데이터 베이스 - 환경 매개변수 관련 데이터베이스(가솔린, 디젤, CNG 및 전기차량에 포함되어 있는 탄소 및 연료가격) ○ 모델링단계 : 정책에 대한 시나리오를 설정하여 토지이용교통-환경의 통합모델을 구축하는 단계 - 토지소비량, 총통행량, 교통에너지 소비량, 환경오염 배출량 등의 항목들을 평가하기 위해서 토지이용과 교통체계, 환경모델간의 상호작용을 기반으로 하는 모델의 통합화 작업 - 통합 알고리즘 개발 ○ 평가단계 : 각 정책대안에 대한 목표연도 시점에서의 지속가능성 수준들을 비교하여 보다 바람직한 정책을 선정하는 단계 - 연평균 및 다른 시간대 수요와 공급간 상호작용에 의한 산출을 위한 다양한 계산과정이 수행됨 - 온실가스배출, 접근성, 형평성, 대기질 및 가구별 소비자잉여와 같은 output을 제공함 ○ 시스템개발단계 : 단계별로 구축된 데이터베이스, 토지-교통-환경 모형, 평가모듈을 기반으로한 S/W개발
4. 연구개발 추진 방법	
□ 추진 전략	○ 해외의 기존 시스템 Review 및 Benchmarking ○ 토지이용과 교통, 환경과 관련된 다양한 이론들에 기반을 둔 모형 개발

	○ 분석에 필요한 데이터베이스 구축 ○ 국내 실정에 맞는 계수 및 모형의 정산 ○ 통합 Software System의 개발
□ 추진체계	<연차별 연구개발> ○ 1년차 - 기술동향 및 연구현황 조사 - 토지, 교통, 환경 관련 데이터베이스 구축 - 지속가능성 평가 지표 개발 ○ 2년차 - 토지관련 모형개발 - 교통관련 모형개발 - 환경관련 모형개발 ○ 3년차 - 평가 모듈 개발 - 토지, 교통, 환경 통합 모듈 개발 ○ 4년차 - 통합 평가 시스템 개발(S/W 개발)
5. 최종성과물	
□ 기대효과	○ 경제적 기대효과 - 본 연구의 최종성과물인 토지-교통-환경의 통합모형은 지속가능한 정책의 가장 효율적인 대안을 평가하여 불필요한 교통유발과 에너지를 줄임으로써 환경적·경제적 비용 절감의 효과를 기대할 수 있음 - 또한 토지이용정책, 교통투자 정책 등의 불필요한 투자를 줄이고 사회적·경제적 효용성을 높여 사회적 잉여를 기대할 수 있음 ○ 경제적 기대효과 - 토지-교통-환경의 통합모형 및 시스템의 개발은 우리나라의 GIS데이터, 교통DB, 환경DB 구축의 연동화를 기대할 수 있음 - 지속가능한 개발의 파급효과에 대한 평가 시스템은 국토, 건설, 환경 등의 다양한 분야에서 활용할 수 있음 ○ 이산화탄소 감소효과 - 불필요한 정책으로 인해 발생되는 에너지를 줄임으로써 환경오염물질의 배출량 감소효과를 가져올 것으로 기대되며 특히 통행량, 교통에너지 소비량의 감소로 인해 온실가스 배

출량이 감소할 것이며 이는 지구온난화에 효과적으로 대비할 수 있을 것으로 기대됨

□ 시급성 및 실현가능성

○ 지속가능한 개발에 대한 관심과 중요성은 높아져 가고 있고 이에 대한 정책적 투자와 법 제정들이 실현화 되고 있음에도 이에 대한 객관적인 평가 및 비교·분석할 수 있는 분석방법론 및 시스템의 구축을 위한 연구는 거의 이루어지고 있지 않은 실정임

○ 지속가능성은 어느 한 분야에만 국한되지 않으며 다양한 사회적 요소를 고려해야 하기 때문에 토지-교통-환경 통합모델의 구축은 시급하며 이를 이용한 정책에 대한 예측 및 평가에 대한 필요성은 매우 높음

5. 사업기간 및 지원예산

○ 단위 : 억 원

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	합계
정부출연	3	5	7	3				18
공공기관								
민간부담								
합 계	3	5	7	3				18

제5장 지속가능교통시스템 기술개발의 파급효과 분석

제1절 연구의 개요

제2절 국내·외 연구동향 및 관련문헌 검토

제3절 지속가능교통시스템의 파급효과 분석 방법론 검토

제4절 지속가능교통시스템의 파급효과 분석

제5장 지속가능교통시스템 기술개발의 파급효과 분석

제1절 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 필요성

○ 지속가능교통시스템은 환경의 질을 저해함이 없이 경제성장과 사회발전을 이루면서 사람, 장소, 물건, 서비스에 대한 접근성과 이동성을 증진시켜 국가 경쟁력을 강화할 수 있는 교통시스템임

○ 따라서 지속가능성을 측정하기 위해서는 환경적 측면뿐만 아니라 사회적 및 경제적 측면에서도 충분한 고려가 필요함. 또한 각 교통정책 및 연구과제의 효과분석시에는 3가지 측면의 성과 측정이 필요함

○ 경제적 효율성을 추구하기 위해 개인들이 자가용승용차를 많이 보유하게 되면서 교통혼잡이 심화됨

- 이는 대중교통이용자들 중 다수에게 피해를 주게 되어, 사회적 형평성(Social Equity)의 문제를 야기할 수 있음. 대중교통을 이용할 수밖에 없는 저소득층 주민들에게 도로상의 교통혼잡은 이동성(Mobility)뿐 아니라 접근성(Accessibility)의 질적·양적 저하를 초래하여 저소득층 주민들의 기본적인 통행수요(Needs)와 교통기본권을 침해할 우려가 높음
- 또한 자가용승용차 보유 및 이용의 증가는 대기오염의 악화 등 환경적 측면에서도 문제를 유발할 수 있음
- 이와 같이 교통 측면에서의 지속가능성이란 환경, 사회적 및 경제적 측면 모두에서 조화를 이루어야 달성될 수 있는 것임

2. 연구의 범위

○ 지속가능한 교통시스템의 효과분석 범위는 크게 사회적, 환경적, 경제적 부문으로 구분하였으며, 지속가능교통시스템 관련 기술을 다음과 같이 상정함

- 도시철도차량 기술 : 중량전철(HRT), 경량전철(LRT)
- 버스 기술 : 굴절버스, CNG버스, LNG버스
- 대중교통 이용 촉진 기술 : 환승센터, 교통정보 수집 및 제공 기술, 혼잡통행료 부과 및 징수 기술
- 비동력 녹색교통 네트워크 구축 기술 : 자전거, 보행
- 지역간 철도차량 기술

○ 본 과제는 기획과제이기 때문에 본 과제의 성과물로 특정기술이 개발되는 것이 아니라 특정기술을 개발하기 위하여 과제를 제안하는 것이 주목적이라 할 수 있음. 특정 기술에 대한 파급효과 분석은 특정 기술 및 정책의 시행에 대한 구체적인 분석을 통해 예측되는 것이기 때문에 본 연구에서는 현실적으로 분석이 불가능함

○ 또한 국내에서는 「지속가능한 교통」에 대한 관심이 최근에 높아지기 시작했기 때문에 지속가능한 교통시스템의 파급효과를 분석한 사례는 거의 없으며 방법론의 정립도 구축되지 않은 실정임. 따라서 본 연구에서는 지속가능한 교통시스템에 대한 일반론적인 파급효과 분석 방법론의 검토에 초점을 맞추어 접근하고자 함

제2절 국내·외 연구동향 및 관련문헌 검토

○ 지속가능한 교통체계는 지속가능한 개발과 동일한 맥락에서 "환경의 질을 저해함이 없이 경제성장과 사회발전을 이루면서 사람, 장소, 물건, 서비스에 대한 접근성과 이동성을 증진시켜 국가경쟁력을 강화할 수 있는 교통체계'로 정의할 수 있으며, 환경오염을 최소화하고 생태계를 최대한 보전하면서 삶의 질을 향상시키는 데 기여하는 교통체계를 구축하는 것을 목표로 한다고 할 수 있음(홍갑선, 2002 ; 이상용, 2003)

○ 교토의정서의 지속가능성은 주로 환경적 측면을 언급하고 있으나, 최근의 논의는 환경뿐만 아니라 사회적 형평성과 경제적 효율성을 동시에 언급하고 있으며, 이는 교통체계 또는 도시교통체계 측면에서도 예외는 아님. 따라서 본 절에서는 3가지 측면으로 구분하여 연구동향 및 관련문헌을 살펴봄

1. 지속가능한 교통시스템의 사회적 효과

○ 지속가능한 교통시스템이 지향하는 바는 대중교통 위주의 교통시스템과 가장 밀접한 관계가 있다고 할 수 있음. 물론 미래형 자동차, 그린카 등 오염물질을 줄이는 승용차의 개발도 포함이 되지만 이 부분이 차지하는 비율은 상대적으로 낮은 편임

○ UITP는 대중교통의 사회적인 요소로 안전성, 접근성, 수단의 변화, 토지이용정책, 개인의 건강, 교통 환경 등을 언급하고 있으며, 지속가능성에 대한 교통부문의 사회적 요소는 경제적 및 환경요소를 제외한 나머지 모두이므로 매우 광범위함

○ 따라서 본 연구에서는 지속가능한 교통시스템의 사회적 파급효과에 대한 연구를 안전성, 접근성, 수단변화, 토지이용, 사회적 형평성으로 분류하여 검토하였으며, 각각에 대해 다음과 같이 정의함

- 안전성 제고 : 교통안전이란 교통과 관련된 정책이나 법규, 시설 등을 통해 사고를 미연에 방지하는 일을 말하며, 지속가능 시스템을 통한 안전성의 제

고는 사람들이 더 안전하게 이동하고 접근하는 것이라고 할 수 있음

- 접근성 향상 : 접근성이란 통행발생 지역으로부터 특정 지역이나 시설로 접근할 수 있는 가능성을 말하며, 일반적으로 거리, 통행시간, 매력도 따위에 의하여 결정되는 것으로 이것이 높을수록 교통량이 많아짐
- 사회적 형평성 제고 : 형평성이란 공정하고 적절한 효과의 분산을 의미함(Litman, 2006). 예를 들면 저상 버스 등의 도입으로 인해 교통약자와 장애인의 버스 승하차가 편리해지는 등 사회적 약자에 대해 배려를 하고, 대중교통 노선의 확충으로 교통권역 간의 서비스 공급수준이 공평해져 전체적인 사회적 형평성이 제고됨
- 수단의 변화(대중교통 이용 증대) : 지속가능성은 승용차보다는 대중교통 위주의 교통체계로 변화되는 것과 관련됨. 따라서 지속가능한 교통시스템의 도입으로 통행자들의 이용수단 행태가 변화됨
- 토지이용정책(도시계획과 연관) : 지속가능교통시스템의 확충(대중교통의 확충)으로 인해 토지이용도 많은 영향을 받게 되며, 교통유발을 줄이기 위한 TOD 개발 등도 이에 해당됨

가. 안전성

○ 안전성을 제고하기 위해 국내·외에서 추진되고 있는 지속가능한 개발은 주로 보행자 위주의 접근이 대부분이며, 대표적인 사례가 보행자 우선지구임

○ 서울시의 교통사고 사망자 수는 크게 줄고 있으나, 전체 사망자 중 보행자가 차지하는 비율은 전국 평균을 훨씬 웃돌고 있어 보행환경의 안전성 문제가 여전히 심각하다는 것을 보여주고 있음. 특히 보행 사고의 대부분이 폭 12m 미만의 생활도로에서 발생하고 있는 것으로 나타나, 생활도로의 안전성 문제를 근본적으로 해결해야 할 필요성이 크게 제기되고 있는 상황임. 이에 서울시는 국내·외 유사사례에 대해 검토하고 개선해야 할 사항을 제시하며, 향후 보행우선지구를 어떻게 운영해야 할 것인지에 대해 정책방향을 제시하고 있음(서울시정개발연구원, 2002)

(1) 보행우선지구 해외사례

○ 영국의 Horshan 지구 20mph Zone 사례

- 보행전용도로와 20mph 속도제한을 통해 활력 있는 도심부 재생을 목표로 하였으며, 도로포장 교체, 원호 및 사다리꼴 험프 설치, 협착, 존(Zone)입구 안내표지판을 설치하였음
- 사업의 효과
  - 교통사고의 감소 : 실시 전 3년 동안 9건 → 실시 후 3년 동안 무사고
  - 자동차 주행속도의 저하 : 실시 전 35mph → 15mph
  - 불법주차의 감소 : 사업지 인근에 3개의 대형주차장 건설
  - 도심부의 활성화 : 실시 후 약 10만 평방피트, 약 9,300m^2 상업지가 새롭게 조성되었음

○ 독일의 마인츠시 브렛첸하임(Mainz brezenheim)지구 Zone 30 사례

- 유입 교통량이 많아지면서 1981년 Zone 30 모델사업 대상으로 선정되어 1988년 사업을 완료하였으며, 험프, 차도폭 줄임, 일방통행, 버스정류장, 플랜터 등 각종 교통시설을 설치하였음
- 사업의 효과
  - 교통사고의 감소 : 대상지구 17% 감소, 주변지구 4% 감소
  - 교통사고비용 감소 : 대상지구 23% 감소, 주변지구 8% 감소
  - 자동차 속도 감소 : 지구간선도로 12km/h, 집산도로 24km/h, 구획도로 15km/h 저하
  - 거주민 만족도 증가

○ 일본 미타카타시의 Community Zone 사례

- 1996년부터 차량의 최고속도를 30km/h로 규제하고 험프·차도폭을 줄이는 등 교통진정시설을 도입하였음
- 사업의 효과
  - 자동차 교통량의 감소 : 사업 전에 비해 지구 내 유입 교통량이 약 47% 감소
  - 자동차 주행속도의 감소 : 지구 북측경계도로를 기준으로 43km/h에서 30km/h로 감소

• 교통사고 발생건수의 감소 : 1995년 이전에 평균 31건에서 사업 실시 후 평균 14건으로 17건 감소
• 주민 만족도 증가

(2) 교통정온화지구 국내사례

○ 보행자 중심의 녹화거리 조성사업 : 덕수궁 길

- 1997년 대한문에서 경향신문사에 이르는 길이 900m의 덕수궁 길은 서울시 최초의 보행자 위주의 보차공존도로로서 현재 전국적으로 시행되고 있는 "걷고 싶은 거리"의 대표적인 모델로 인식되고 있음
- 폭 9~20m의 도로는 보행자의 안전과 편의를 위해 차도를 3.5m로 줄여 보도가 확보되고 휴게공간이 마련되었고, 이를 위해 대한문에서 중앙광장까지 구간은 일방통행이 도입되었음
- 주행속도를 줄이기 위해 차도의 선형은 곡선형으로 계획되고, 사다리꼴 과속방지턱과 미니로터리가 도입되는 등 기존 차량중심 도로구조는 보행자를 위한 도로로 변경되었음
- 그러나 관련 법제도의 한계, 보차공존도로에 대한 인식 부족, 기초연구 부족 등 많은 한계와 문제를 개선하지 못한 채 도로가 관리 운영되고 있음
- 시설물의 유지관리 및 보차공존도로의 기능성을 확보하기 위해 차량의 속도제한, 대형차량 통제, 노상주차 금지가 이루어져야 하나 일시 정차에 의한 정체로 경적을 울리는 차량이 많고, 특히 20km/h 이상 주행하는 차량 때문에 보행자의 안전성과 쾌적성을 떨어뜨리고 있음

○ 서울시 걷고 싶은 도시 만들기 사업 : 시범가로, 역사문화탐방로, 녹화거리

- 시범가로 조성사업을 중심으로 역사문화탐방로, 걷고 싶은 녹화거리 등 특화거리 조성사업과 횡단보도 확충, 차 없는 거리, 안전한 동네길 조성 등 보행안전 및 편의증진 관련사업, 지하철 이용편의를 위한 사업 등 다양한 사업들이 부실별로 사업계획에 반영되어 추진되었음
- 자동차 중심으로만 다루어지던 도로계획은 보행자의 안전과 편의가 고려되기 시작하였고, 차도를 줄이거나 기존의 차도가 보도로 활용되는 등 보행공간이

양적으로 확보되었음

- 기초 보행환경의 개선을 위한 적극적인 시도보다는 포장이나 시설물 교체 등의 치장 위주의 개선이 주를 이루었고, 법제도적인 한계에 부딪혀 사업 시행과 유지관리에 많은 문제가 발생하였음

나. 접근성 및 형평성

○ 접근성이 좋은 지역은 증가하는 교통량으로 인해 특정 지역이나 시설이 혼잡해지며, 접근성이 좋지 않은 지역은 통행유발이 적은 편이므로 이를 해결하기 위해 접근성을 향상시켜 사람들이 고루 분포할 수 있도록 해야 함

○ 접근성과 형평성은 다소 중복의 개념이 있음. 예를 들어 접근성이 낮은 지역에 대중교통 서비스를 공급하면 지역적 형평성이 높아지기 때문임. 따라서 본 연구에서는 접근성과 형평성을 함께 다루었으며, 접근성과 형평성은 주로 대중교통과의 연계가 얼마나 용이한지를 주요 척도로 삼고 있음

○ 형평성의 또 다른 개념은 교통약자 측면임. 국내에서도 교통약자(고령자, 장애인)를 위한 정책들이 시작단계에 있지만 아직 활성화되고 자리매김하기까지는 다소 시간이 소요될 것으로 판단됨

(1) 국외사례

○ 국외사례는 주로 교통약자를 위해 제공되고 있는 대중교통과 교통정책에 대해 살펴봄

○ 뉴욕시의 준대중교통(Paratransit)은 뉴욕시 맨해튼, 브롱스, 브룩클린, 퀸즈, 스테이튼 등 5개 자치구에서 일반 대중교통수단을 이용하기가 불편한 장애인 또는 주민들에게 서비스되고 있음(경기개발연구원, 2008)

- 뉴욕시의 준대중교통수단(AAR : Access-A-Ride)은 노령, 임신, 심신 장애 등으로 인하여 시내버스 및 지하철 등 일반 대중교통수단을 이용하기 어려운 교통약자들에게 이용자의 필요에 따라 제공되는 대중교통수단이라고 할 수 있음

- 준대중교통수단의 대부분은 정규 배차시간 없이 운행되며, 수요자가 전화로 이용시간 요청에 의해 이용할 수 있는 수요감응식 방식으로 서비스되고 있음
- 뉴욕시의 준대중교통수단은 24시간 전일 운행으로 365일간 연중무휴 상태로 일반 택시와 같이 문전 앞(Door-to-Door)까지 서비스가 제공되고 있음
- 준대중교통수단의 이용률은 매년 15% 정도씩 증가하는 추세이며, 이로 인한 운영비용도 15% 이상 증가하고 있는 실정임

○ 캐나다의 오타와시는 교통약자들이 대중교통을 이용하여 통행할 때 장애요인들로 인식될 수 있는 요소들을 1980년 이후부터 지속적이고, 점진적으로 제거하여 왔음(노혁재, 2008)

- 오타와시는 대중교통 전용노선과 경전철 노선의 모든 정거장들을 가능한 범위 안에서 접근에 장애가 없는 시설로 만들었고, 1997년 이후부터 구입된 모든 버스들은 휠체어와 같은 보조이동수단을 이용하는 장애인 승객들의 편의를 위해 저상버스모델로 교체해 왔음. 대략 2015년경에는 모든 버스들이 저상버스로 대체될 것임
- 교통약자들의 수가 향후 20년 사이에 더욱 증가하더라도 오타와시는 교통약자 운송 서비스를 확장하는 대신, 현재의 대중교통 서비스의 접근성을 향상시킴으로써 교통약자들의 대중교통수요를 해결할 계획임

(2) 국내사례

○ 서울시는 버스노선체계를 개편 전·후로 구분하여 버스노선유형별로 지하철과의 연계역수를 분석함

○ 『서울교통시스템 개편 실행방안-버스노선체계 개편, 서울특별시, 2003』에 따르면 버스 노선당 지하철과의 평균연계역수는 10.3개로 개편 전보다 약간 많아졌으며, 버스 유형별로 차이가 있는 것으로 나타났음

○ 버스 유형별 지하철과의 평균 연계역수는 간선버스 15.5개, 지선버스 7.7개, 광역버스 15.2개로 나타났음. 이러한 결과는 지선버스의 경우 개편 전 도시형 버스보다는 지하철과의 연계역수가 줄었으나, 간선버스 또는 광역버스의 경우는 개편 전 좌석버스에 비해 증가한 것으로 나타났음

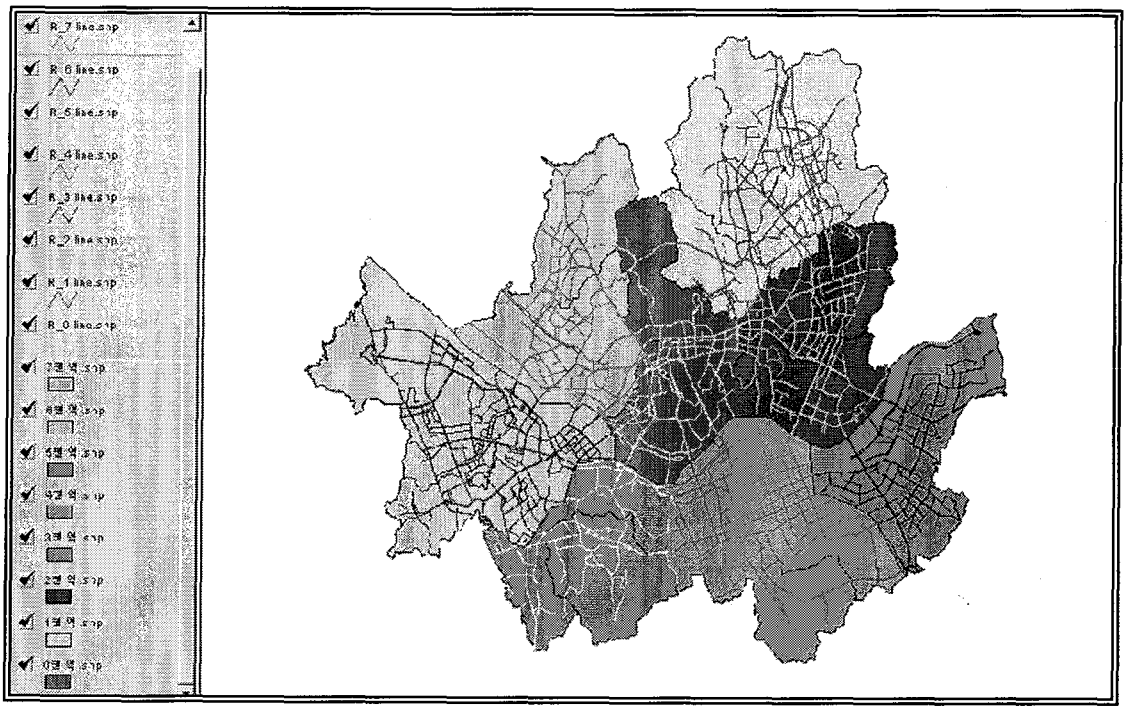
○ 개편 후 노선수가 증가하면서 개편 전보다 지하철역과 연계되는 노선수(297개→385개)뿐만 아니라 연계역수(9.66개→10.3개)도 증가함

<표 5-1> 서울시 버스노선체계 개편 전·후 지하철과 연계한 시내버스 노선 수 비교

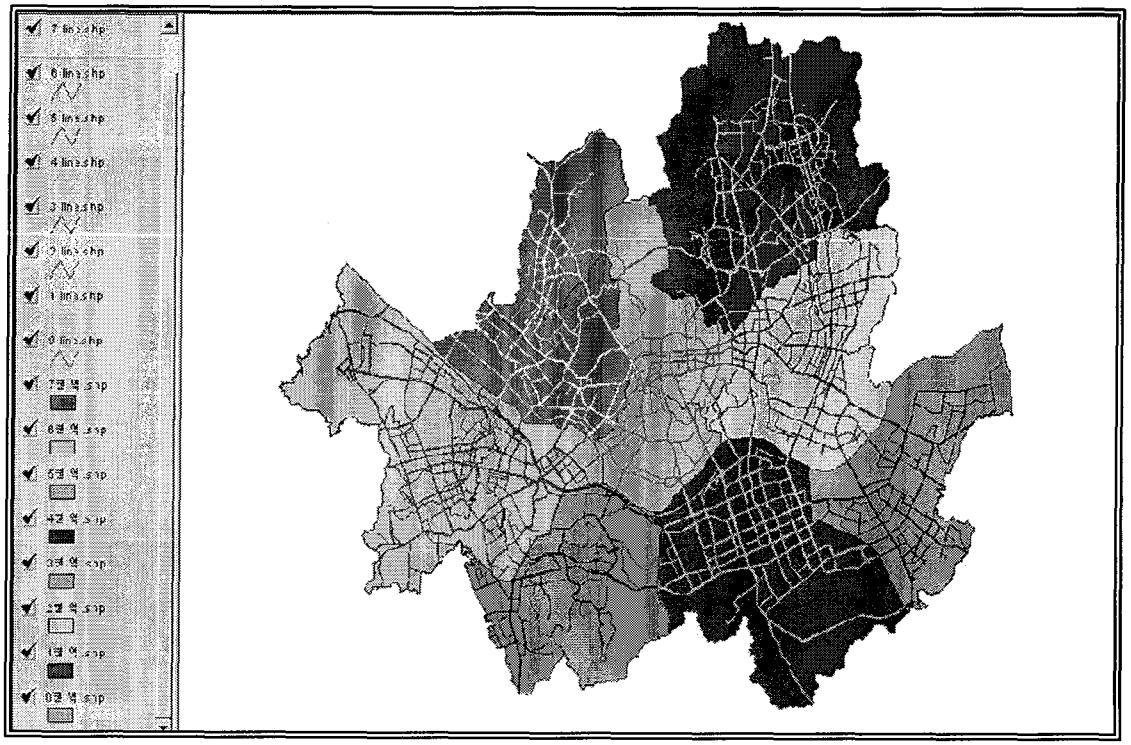
구 분	개편 전			개편 후			
	도시 (일반형)	좌석	합계	간선	지선	광역	합계
연계 없음	5	-	5 (1.66%)	- (0%)	4 (1.54%)	1 (3.45%)	5 (1.28%)
5개미만	40	9	49 (16.23%)	4 (3.92%)	84 (32.43%)	2 (6.90%)	90 (23.08%)
5개 이상 10개 미만	86	16	102 (33.77%)	20 (19.61%)	87 (33.59%)	3 (10.34%)	110 (28.21%)
10개 이상 15개 미만	82	22	104 (34.44%)	31 (30.39%)	52 (20.08%)	8 (27.59%)	91 (23.33%)
15개 이상 20개 미만	26	5	31 (10.26%)	17 (16.67%)	27 (10.42%)	5 (17.24%)	49 (12.56%)
20개 이상 25개 미만	11	-	11 (3.64%)	19 (18.63%)	2 (0.77%)	5 (17.24%)	26 (6.67%)
25개 이상 30개 미만	-	-	-	7 (6.86%)	3 (1.16%)	4 (13.79%)	14 (3.59%)
30개 이상	-	-	-	4 (3.92%)	- (0.00%)	1 (3.45%)	5 (1.28%)
계	250	52	302 (100%)	102 (100%)	259 (100%)	29 (100%)	390 (100%)

자료 : 1) 개편 전 : 서울교통시스템 개편 실행방안-버스노선체계 개편-, 2003. 12, 서울특별시
2) 개편 후 : 2005. 6. 30 기준 서울시 버스인가현황임

- 서울시가 노선권을 회복함으로써 노선이 집중되고 중복되는 지역은 노선을 정리하여 운행효율성을 향상시키고, 부족한 지역은 노선서비스를 공급하여 접근성을 향상시킴으로써 교통권역 간 버스서비스 공급의 형평성을 제고하는 것을 목표로 함
- 특히 서울시 도심부의 경우 개편 전 중복노선으로 인하여 정시성 약화, 버스 운행효율 저하, 버스운행의 신속성 미확보 등의 결과가 초래되었음. 따라서 버스 이용에 따르는 불편사항을 개선하고, 버스가 공익서비스 산업으로서의 역할과 기능을 다할 수 있도록 노선체계를 개편함
- 개편 전과 개편 후의 권역별 노선 공급 현황은 다음 그림과 같이 나타남



<그림 5-1> 개편 전 서울시 교통권역별 버스노선 분포(2002년)



<그림 5-2> 개편 후 서울시 교통권역별 버스노선 분포(2005년)

- 위와 같이 서울시와 수도권에 분포되어 있는 노선들을 서울 시내버스 노선을

대상으로 권역별로 구분하여 인구대비 노선연장을 비교하였음

- 2002년도와 2005년도의 인구대비 노선연장의 권역별 표준편차를 계산하면 2002년은 0.834, 2005년은 0.573으로 나타나, 2005년에 권역별 노선연장의 편차가 감소하여 권역 간 버스 서비스 공급의 형평성이 향상된 것으로 나타남

다. 수단의 변화

○ 지속가능성의 효과를 측정할 수 있는 사회적 요소들 중 대중교통 이용률의 증가는 가장 큰 효과라고 할 수 있음. 승용차의 이용이 감소하고 대중교통의 이용이 증가하면 도로혼잡, 대기오염, 교통비용 등의 다양한 부분의 효과를 기대할 수 있기 때문임

○ 수단의 변화를 이끌어낸 사례를 BRT 도입, 혼잡통행료 징수, 자전거의 활성화 정책, 모빌리티 매니지먼트로 분류하여 살펴봄

(1) BRT 도입

○ 외국의 BRT 운영사례(월간교통, 2003)를 살펴보면 BRT시스템은 2003년을 기준으로 하여 약 42개 도시에서 도입·운영하고 있으며, 47개 도시에서 시스템 도입을 검토하고 있음. 현재 BRT를 도입하고 있는 대표적인 도시로는 브라질의 쿠리치바(Curitiba), 상파울로(São Paulo)를 비롯하여 미국의 피츠버그(Pittsburgh), 마이애미(Miami), 로스앤젤레스(Los Angeles), 덴버(Denver), 호놀룰루(Honolulu), 올랜도(Orlando) 등이며, 이 밖에 캐나다의 오타와(Ottawa)와 밴쿠버(Vencouver), 호주의 애들레이드(Adelaide), 프랑스의 리옹(Lyon)과 낭트(Nantes), 독일의 에센(Essen) 등임

○ 브라질의 쿠리치바시

- 쿠리치바시는 급증하는 인구와 자동차 수요에 대비하고 대중교통의 활성화를 위하여 1970년대 경량전철을 도입하려 하였으나 쿠리치바의 재정 여건으로는 엄청난 건설비를 부담할 수가 없었으며, 이에 따른 대안으로 BRT를 도입하였음
- 쿠리치바시에서는 1,200여 대의 버스가 하루 약 130만 명을 수송하고 있으며,

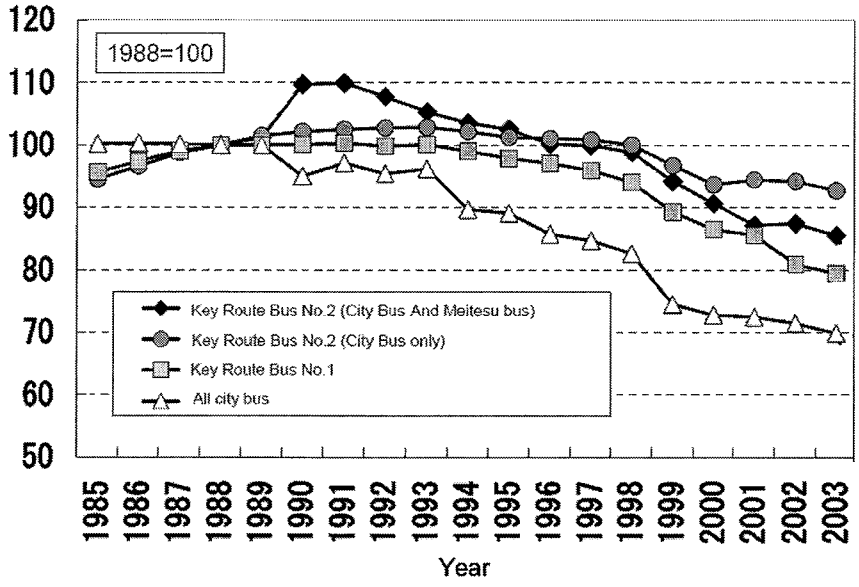
이는 쿠리치바 전체 통행량의 55%(출·퇴근 교통량의 70%)에 해당됨. BRT의 시행으로 인하여 버스이용자의 28%가 승용차로부터 전환되었으며, 1년에 2,700만 통행의 교통량이 감소하였고 2,700만 리터의 연료소비량이 감소한 것으로 추정됨

○ 캐나다 밴쿠버의 98B line의 BRT시스템(Transport Canada, 2003)

- 1998년 캐나다 밴쿠버의 98B line BRT시스템이 운영되기 시작하였으며, 그 결과 98B-Line의 승객은 2002년에 약 18,000명/일 또는 540만 명/년으로 추정됨. 이는 2001년에 조사된 14,000명/일에 비해 증가하였고 승객들의 서비스에 대한 만족도는 높아졌으며, 약 23%가 승용차 통행에서 대중교통 통행으로 전환된 것으로 나타났음. 이는 사용자와 지역사회에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단됨

○ 나고야의 BRT시스템(Key Route Bus System)

- 나고야시는 일본에서 3번째로 큰 도시로, 1985년 초기부터 BRT를 시행하였음. 기존 버스시스템과 BRT를 비교하여 BRT 시행 이후 어떤 변화가 나타났는지 알아보고자함
- Key Route Bus system으로 인해 승객들은 이전의 버스체계보다 더 빠르고 편리하게 이용할 수 있게 되었으며, 조사 결과에 의하면 승용차 이용자의 약 3%가 대중교통으로 수단을 변경하였음
- Key Route Bus No. 2 버스는 1988년을 100이라고 했을 때 2003년 85.6명의 승객이 탑승하였음. 1988년과 비교해서 승객수가 감소했으나 모든 시의 버스 승객수는 69.8명으로 다른 도시들과 비교했을 때 감소폭이 작은 것을 알 수 있음. Key Route Bus No. 1 버스도 79.4명으로 비교적 감소폭이 작았음. 이는 중앙버스차로가 승객의 감소폭을 줄여주는 역할을 했다고 볼 수 있으며, 더 나은 서비스를 위해 나고야시의 버스중앙차로 확대를 고려할 필요가 있음



<그림 5-3> Key Route Bus No. 2 운행 이후 승객수요의 변화

○ 서울시의 중앙버스차로(BRT) 도입(서울시정개발연구원, 2006)

- 대중교통체계 개편 시행 후 가장 큰 변화인 중앙버스차로제가 시행되는 3개 축을 중심으로 수단분담률의 변화를 살펴본 결과 중앙버스차로제가 시행 중인 3개 축은 대체로 1~3% 정도의 승용차 분담률이 감소하고 대체수단인 버스를 이용하는 승객들이 증가한 것으로 나타났음. 특히 도봉·미아로 축의 경우 버스 이용증가율이 약 3.1%로, 가장 크게 증가한 것으로 나타났음

(2) 혼잡통행료

○ 해외 혼잡통행료제도 사례

- 혼잡통행료 징수제도를 실시하는 대표적인 사례로 노르웨이의 3개 도시(베르겐, 오슬로, 트론트하임), 영국의 런던, 그리고 싱가포르를 들 수 있음. 혼잡통행료의 주요 부과대상은 공통적으로 승용차이지만, 통행료의 징수 목적은 국가마다 상이함
- 노르웨이의 도시들은 도로망 정비의 필요성과 재원 조달을 위해 통행료 징수제도를 도입하였으므로 통행 억제보다는 적절한 통행수요를 유지하여 통행료 수입을 극대화할 수 있도록 설계되었음

- 싱가포르의 통행료 징수 목적은 전적으로 혼잡 감소에 있고, 런던의 혼잡통행료 징수의 1차적 목적은 혼잡 감소이지만 통행료 징수를 통해서 교통투자재원을 확보하고자 하는 목적도 있음

<표 5-2> 각 국가 혼잡통행료 사례별 비교

구분	싱가포르	노르웨이			런던
		베르겐	오슬로	트론트하임	
시행년도	1975	1986	1990	1991	2003
시행방법	수동→자동	수동식	반자동식	자동식	자동식
시행목적	혼잡 완화	도로투자재원 확보			혼잡 완화, 교통투자재원
대상지역	CBD/도시고속도로	CBD			Central London
징수확인방식	ERP방식(현재)	쿠폰, 스티커	쿠폰, 스티커	스티커	납부등록
요금징수방식	스마트카드	사전구입 현장구입	사전구입 현장구입	사전구입 현장구입	사전구입 사후구입
위반차량단속	차량등록번호판 촬영				
면제차량	경찰,병원 등 긴급차량	노선버스, 긴급차량			노선버스, 오토바이, 긴급차량, 장애자차량, 런던면허 택시
징수시간대	도심 평일 07:30~19:00 도로(ECP) 평일 07:30~09:30	평일 06:00~22:00	평일 전일(24시간)	평일 06:00~17:00	평일 07:00~18:30
기타	-점진적 ERP -시간대별, 지역별 차등요금 징수	-	혼잡통행료 징수제도로의 전환 검토	-	징수지역 확대

○ 국가별 혼잡통행료 징수의 효과를 살펴보면 다음과 같음

<표 5-3> 해외 혼잡통행료 징수의 효과

구분	노르웨이			런던	싱가포르
	베르겐	오슬로	트론트하임		
통행료 징수시간대 도심진입 차량대수변화	6~7% 감소	6~10% 감소	10% 감소	30% 감소	10~15% 감소

통행료 미징수일의 통행 변화	약간 증가		8~9% 증가	n.a.	n.a.
대중교통수단으로의 수단선택 변경	명확한 근거 없음	명확한 근거 없음	약간 증가	n.a.	수송분담률 33%→69% 로 증가

- 런던 도심의 혼잡통행료는 2003년 2월부터 실행되었으며, 2005년 7월 기본 요금이 5파운드에서 7파운드로 인상되었음. 2007년 2월 기존의 혼잡통행료 지역을 서쪽으로 확장하였음. 혼잡통행료의 시행은 아래의 네 가지 효과뿐만 아니라 런던 도심부에 대한 안전, 환경적 측면의 긍정적 영향을 미침 (Transport for London, 2008)
  - 혼잡의 감소
  - 버스 서비스의 향상
  - 승용차 이용자의 소요시간 신뢰성 향상
  - 상품과 서비스의 효율적인 배분 가능
- 2007년부터 시행한 서부 지역의 혼잡통행료 징수지역 확장에 따른 효과를 중심으로 효과를 분석한 결과 혼잡통행료 징수 시간대의 버스 승객 수는 102,000명으로 2006년에 비해 6% 증가했고, 외곽 방향의 승객도 94,200명으로 5% 증가하였음

<표 5-4> 런던시 서부 확장지역의 혼잡통행료 부과시간(07:00~18:00)대 버스 승객수의 변화

	도심 방향			외곽 방향		
	승객수	버스대수	버스 당 승객 수	승객수	버스대수	버스 당 승객 수
2004	105,200	4,870	22	95,200	4,630	21
2005	100,400	4,750	21	94,400	4,440	21
2006	96,500	4,760	20	90,100	4,580	20
2007	102,000	5,540	18	94,200	5,210	18

(3) 자전거

○ 델프트의 주요 교통체계 및 정책(국토연구원, 2005)

- 델프트는 고속도로에 해당하는 아우토반 A4(E30)번 도로와 A13(E19)번 도로가 시 외곽지역을 남북으로 가로지르며, 도시를 감싸고 있어 외부로부터의 접근을 용이하게 함
- 1979년 좁은 도심에 증가하는 자동차를 더 이상 감당할 수 없었던 델프트시는 정책을 근본적으로 바꾸기 시작하였음. 차량 증가에 따라 도로를 늘리던 교통정책을 과감하게 포기하였고, 오히려 간선도로 폭원을 축소하였음
- 자전거도로망 확충과 보행자 전용도로의 설치와 더불어 무료였던 기존의 주차시설을 유료화하고 주차장 확장계획을 폐기하는 등 승용차 도심 진입 억제 정책을 시행하였음
- 시는 꾸준한 설명회와 이용홍보, 자전거 도로지도 배포, 시민들의 요구사항을 적극 반영하여 도로시설물을 자전거 중심으로 바꾸었으며, 현재는 전체 시내 도로의 15%인 57km가 자전거 도로로 조성되어 있음
- 곳곳에 소규모 자전거 주차장을 확충하고 자전거로 출·퇴근하는 직원에게 기업이 국가감세 혜택이나 인센티브 등으로 보조금을 지급하는 등의 노력으로 델프트시는 자전거 분담률 약 45%, 자전거보유 10만 대의 대표적인 친환경 도시, 자전거도시로서 유명함

○ 코펜하겐의 자전거 정책(City of Copenhagen, 2007)

- 현재 코펜하겐은 많은 사람들이 자전거를 이용하는 도시들 중 하나이며, 세계 최고의 자전거 도시가 되기 위해 많은 돈을 투자하여 자전거도로와 자전거 주차공간을 넓히기 위해 노력하고 있음
- 코펜하겐시의 자전거 정책에 의해 1995년에 비해 자전거를 이용하는 출퇴근 통행은 31%에서 36%로 늘어났음. 그러나 2004년부터 증가율이 정체되고 있음

<표 5-5> 주요지표별 추세(1995~2006)

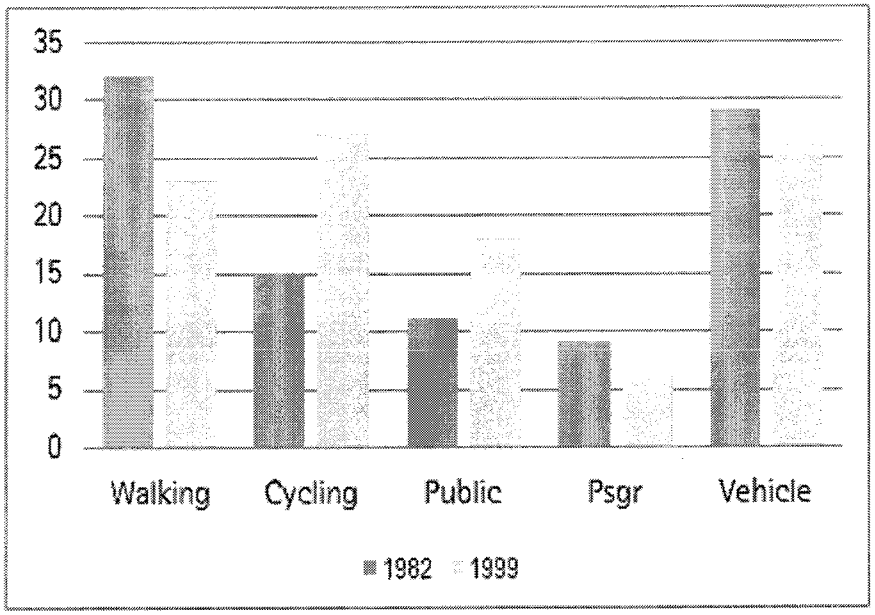
주요 지표	2006	2004	2002	2000	1998	1996	1995
주행거리 (million km/day)	1.15	1.13	1.11	1.05	0.92	0.93	0.80
자전거 도로 연장 (km)	332	329	323	307	302	294	293
자전거 도로 폭 (km)	17	14	12	10	6		
그린자전거 연장 (km)	39	37	32	31	30	29	29
유지관리비 (DKK million)	7.3	9.9	6.8	9.1	5.3	4.7	3.9
사망 및 중상자 수(인)	92	124	152	146	173	252	231
신호교차로 중상자 수(인)	33	38	52	57	54	88	81
도로 위 주차공간 (1,000 spaces)	29.5	20.5					
자전거 정책 목표							
출근시 자전거 이용률 (%)	36	36	32	34	30	30	31
자전거 이용자 위험도 (중상사고/백만km주행거리)	0.22	0.30	0.38	0.38	0.52	0.74	0.79
Cyclist sense of safety (%)	53	58	56	57	58	60	51
자전거 통행속도 (km/h)	16.0	15.3					
자전거 편리성 (unsatisfactory surface in %)	7	2	5	10			

○ 프라이부르크의 자전거 교통정책(Steve Melia, 2006)

- 독일 남부지역의 프라이부르크는 승용차보다 대중교통과 자전거 등 사람을 위한 교통정책으로 많은 주목을 받고 있음. 자전거도로를 일반도로와 함께 공유하고, 자전거 우선 신호를 부여하여 자전거의 통행이 편리하도록 함. 그러나 지난 10여 년간 10%가 넘는 지하철 역 주변에 1,000여 곳의 자전거 주차장을 만들어 자전거 이용자의 편리를 도모하였으나, 여전히 도심부에서 자전거 주차 문제가 발생하고 있음

<표 5-6> Modal Share(main Mode) by number of trip

구분	Walking	Cycling	Public	Psgr	Vehicle
1982	32	15	11	9	29
1999	23	27	18	6	26



<그림 5-4> 프라이부르크의 수단분담률

(4) 해외의 모빌리티 매니지먼트(Mobility Management)

○ 해외에서 모빌리티 매니지먼트(Mobility Management)는 1990년대 후반부터 유럽, 호주, 일본에서 시작되었으며, 최근 대중교통 활성화를 위해 대중교통시설 정비, 교통수요관리정책 등과 병행된 종합교통계획의 일환으로 널리 시행되고 있음

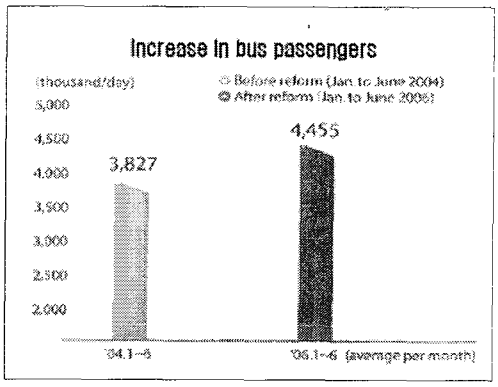
- 호주의 퍼스(Perth)에서는 승용차 이용 감소를 위해 '교통시스템정비정책', '토지이용정책', '교통행동정책'을 수립하였으며, 이중 MM정책인 교통행동정책의 구체적 실천계획으로 'Travel Smart 계획'을 추진함
- 영국 런던(London)의 경우 교통수요관리정책인 혼잡통행료 정책 및 대중교통 기반정비와 더불어 커뮤니케이션을 근간으로 한 MM정책인 'Travel Option' 정책을 실시함
- 일본의 경우 2000년대부터 본격적으로 MM정책에 관한 연구를 시작했으며, 많은 사회실험을 통해 환경오염 및 승용차 이용빈도 감소 등의 효과가 보고됨

<표 5-7> 해외 모빌리티 매니지먼트(Mobility Management)의 효과

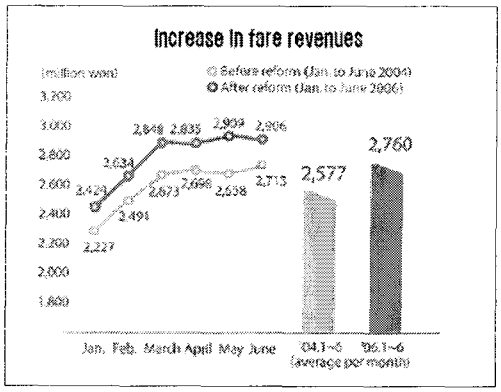
국가/도시명	실시년도	실시주체	실시개요 및 효과
호주 퍼스(Perth)	2005~ 2007	시당국	거주민 약 2만 2천 세대를 대상으로 'Travel Smart'로 불리는 TFP를 실시하였으며, 초기 결과로 평균 승용차 이용거리가 10% 감소하였음
영국 런던·브리스톨	2004~ 현재	시당국	매년 약 20만 명을 대상으로 'Travel Option'으로 불리는 TFP를 지속적으로 실시하고 있으며, 2004년에는 2만 5천 세대를 대상으로 실시하였음
일본 삿포로	2003	국토 교통성	거주민 약 90세대를 대상으로 활동계획법에 기반하는 TFP를 실시하였으며, 승용차 이용거리가 12% 감소하였고, 대중교통 이용 빈도가 71% 증가하였음
일본 오사카	2002~ 2003	국토 교통성	토요나가 시내 초등학교를 대상으로 초등학생과 그 가족 약 200명을 대상으로 행동계획법, TFP를 실시하였으며, 1인당 CO_2 배출량이 4.2kg/주 감소하였음
	2004	국토 교통성	13개 사업소의 약 600명을 대상으로 행동계획법, TFP를 실시하였음. 특히 웹페이지를 활용하여 승용차 분담률이 8% 감소하였고, CO_2 배출량이 4.2kg/주 감소하였음

자료 : 국토연구원, 『국토정책』 제176호, 2008

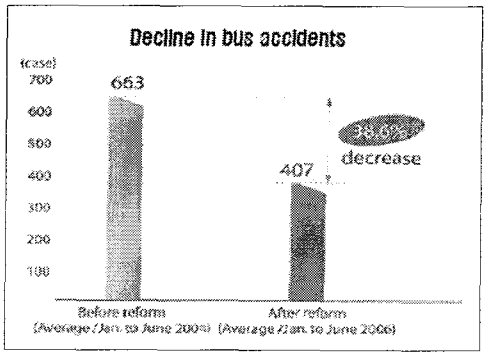
○ MM정책은 대중교통을 보다 많이 이용하게 함으로써 지속가능성을 증진시키는 효과를 가져왔으며, 이에 따른 사회적 편익은 향후 10년간 140억 달러에 달할 것으로 예상됨



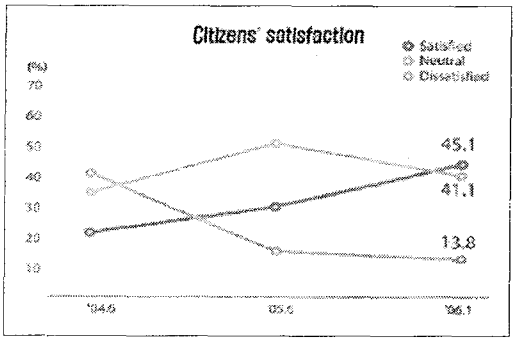
<버스 승객수의 증가>
2004년 : 3,827,000명/일
2006년 : 4,455,000명/일



<운임 수입의 증가>
2004년 : 2,577,000,000원/달
2006년 : 2,760,000,000원/달



<버스사고의 감소>
2004년 : 663건
2006년 : 407건



<시민의 만족도 향상>
2004년 : 21점
2005년 : 29점
2006년 : 45.1점

자료 : 윤준병, 『UITP Sustainabl Development Seminar, Transportation Policies in Seoul for Sustainability』, 2008

<그림 5-5> 대중교통 이용 측면에서의 지속가능성 증진

(5) 기술별 수단 변화

○ BRT에 의한 수단 변화

<표 5-8> 국내 BRT에 의한 수단 변화

구분	효과분석		비고
	효과척도	효과	
서울시 대중교통 개편에 따른 변화 (버스 중앙차로 실시 지역)	중앙차로 대중교통 전환율	1~3% (27.99 → 31.03%)	Incremental Logit Model
대전 대중교통수단 전환에 관한 기초연구	BRT 시스템 도입시 대중교통 전환율	4.3~7.2%	설문조사

<표 5-9> 해외 BRT에 의한 수단 변화

구분		효과분석		비고
		대중교통 수단분담률	대중교통 전환율 (승용차→대중교통)	
쿠리치바 BRT		약 55%	38%	실측
Vancouver 98B-line Bus		67%	23%	실측
Nagoya Key Route Bus			3%	실측
Bus Rapid Transit Practitioner's Guide(2007)	Boston : Silver Line	-	3%	실측
	Oakland : San Pablo	-	19%	실측
	Pittsburgh : East Busway Extension	-	7%	실측
	Pittsburgh : West Busway	-	34%	실측

○ 혼잡통행료에 의한 수단 변화

<표 5-10> 해외 혼잡통행료에 의한 수단 변화

구분	효과분석		방법론
	효과척도	효과	
런던	버스 승객 수 (2007년 서부 확장지역)	34,100 → 37,200명 9% 증가	실측 (첨두시간)
싱가포르	대중교통 수단분담률	33% → 69%	실측
스톡홀름	대중교통 탑승 승객 수	탑승 승객 140,000명/일 증가 (+6%)	실측

○ 자전거에 의한 수단 변화

<표 5-11> 해외 자전거 정책에 의한 수단 변화

구분	효과분석				방법론
	승용차 통행	자전거 도로 연장	자전거 분담률(%)	km/person/day	
네덜란드 델프트	-	57km(시내도로의 15%)	45		실측
코펜하겐 (1995년 → 2006년) 분담률은 출근통행 비율임	-	293 → 332	31 → 36	0.80 → 1.15	실측
프라이부르크 (1982년 → 1999년)	29% → 26%		15 → 27		실측

라. 토지이용정책

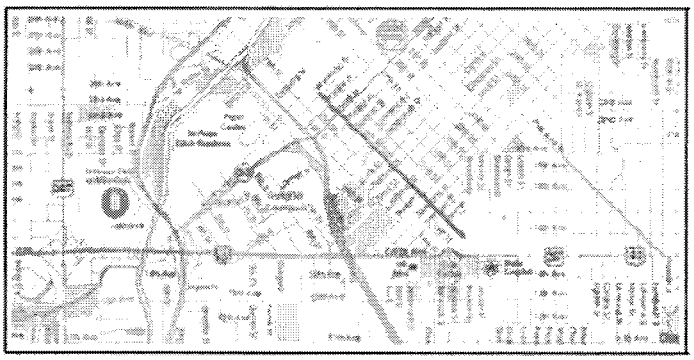
○ 브라질 쿠리치바시의 TOD 도입사례

- 1969년 'Zoning법'의 개정으로 쿠리치바시는 새로운 주거지역과 업무지역을 설정하고 무분별한 도시성장을 억제하고자 하였음. 2개의 주요한 구조축과 기본도로망을 선형으로 정립함과 동시에 녹지·산림 공원, 전통적 중심지의 보행자 공간화 계획을 수립하였음
- 또한 토지이용의 밀도계획을 고려하여 구조축의 경우 필요한 도시기반시설과 통합 대중교통망체계를 수립하였음. 도시계획연구소(IPPUC)에서 수립한 도시교통정책의 기본 방향으로 토지이용과 교통의 통합계획, 에너지와 환경, 그리고 교통과의 통합계획, 서민 중심의 고객 지향적 도시교통정책을 수립함. 그리고 교통과 토지이용계획의 통합, 교통과 환경정책의 통합을 추진하였음
- 쿠리치바시는 'Zoning' 규제를 통해 주간 선 교통축을 중심으로 기능별로 개발밀도를 조정하였음. 주요 간선축을 따라 세 개의 존으로 구분하고, 이에 따라 3중 도로구조시스템을 구축하여 간선교통축에서 멀어질수록 개발밀도를 낮게 조정하였음
- 버스전용차로와 일방통행로 사이의 대중교통축 전면 블록에는 소매상 및 상업거주지 등 20층 이상 건축물을 배치하여 고밀도로 개발하고, 다음으로 중간 높이의 콘도미니엄과 8~12층의 아파트로 구성된 주거지역을 형성하고 이들 건물들은 3~5층의 저층빌딩과 연결되도록 함. 나머지 지역은 단층, 2층 및 단독주택의 주거단위로 이어지게 함. 일부 새로운 교통축과 인접한 곳에서 쿠리치바시가 직접 토지를 취득하여 고밀도 주택단지를 개발해 저소득계층을 거주하게 하는 사례도 있음
- 급행버스를 통해 하루 평균 190만 통행을 소화하고 있어 1일 교통량의 40%(출·퇴근 교통량의 85%)를 담당하고 있음. 이 버스의 평균시속은 32km로, 일반버스(평균시속 20km)와 비교하면 시민들의 교통시간을 1일 20만 시간이나 줄이는 효과를 가져옴
- 또한 대중교통체계를 토지이용과 결합하여 녹색교통체계를 구축함. 도시의 중앙로와 문화재 보호구역에 '꽃의 거리(flower street)' 등 7개의 보행자 전

용도로를 조성하여 하루 종일 사람들이 자유롭게 이동하는 도시문화의 중심지를 조성함. 교통혼잡과 소음이 감소된 도심에 꽃과 나무를 심었고, 많은 주요 가로에서 속도제한과 자동차 통행제한 조치를 실시하여, 초기에 언론과 상인들의 반대에도 불구하고 이후 핵심 상권으로 부상하게 됨

○ 미국 콜로라도주 덴버시

- 덴버시에서는 도심 재생을 목적으로 1980년 대중교통전용지구를 지정하여 건설하기 시작한 후, 1982년 16th Street Mall로 명명하여 운영해 왔음
- 16th Street Mall은 덴버시 북서쪽의 Union Station에서 남동쪽의 Broadway까지 16개 블록으로 구성되어 있고, 쇼핑공간뿐만 아니라 휴식공간도 약 1.6km에 걸쳐 형성되어 있음
- 최근 이 대중교통전용지구를 중심으로 자전거도로가 확충되어 도심이 더욱 생기 있게 변모됨



<16th Street Mall 위치>



<16th Street Mall 전경>

<그림 5-6> 16th Street Mall 위치 및 전경

- 대부분의 버스형 대중교통전용지구가 전용지구 내로 버스노선을 연결하여 운영하는 형태이나, 덴버시의 경우 셔틀버스형태의 전용버스가 지구 내에서만 서비스하는 경우로 저상식이며 출입구가 많아 이용이 편리함
- 대중교통 요금을 무료로 하여 중심 상업지를 활성화하고 도심 전체의 경제발전 및 재개발에 기여함
- 무료 셔틀버스는 시청사와 여러 공공기관이 위치한 Broadway에서 Lower Downtown의 광역철도역(Union Station)이 위치한 Wynkoop Street까지 정기적으로 운행하고 있으며, 각 블록마다 정류장이 있어 쉽게 이용이 가능함
- 광역철도(Amtrek) 및 경전철(Light Rail Line C, D, E)과 연결되어 있으므로 도심 외곽에서 경전철을 타고 들어와 무료 환승하여 덴버시의 도심에 접근할 수 있음

2. 지속가능한 교통시스템의 환경적 효과

○ 지속가능한 교통시스템이 미치는 환경적인 효과에 대한 분석은 대체로 차량에서 배출되는 배기 가스량의 절감효과로 설명되며, 관련 연구사례는 다음과 같음

(1) 해외사례

○ 미국에서는 CO_2 배출량을 줄이는 대표적인 방법으로 바이오 디젤연료와 에탄올 연료, 그리고 하이드로차량의 보급을 확대하는 정책을 수립하고 있는 반면, 유럽에서는 디젤엔진이 온실가스 배출 저감을 위한 해결책으로 인식되고 있음. 이에 관한 연구결과로 Zervas는 2005년에 가솔린 자동차보다 디젤자동차가 효율이 탁월함을 보였으며, 2006년에는 스웨덴에서 디젤차의 점유율이 가솔린차의 50%가 될 때 온실가스 배출량이 7.5%의 절감된다고 발표하였음

- 해외 사례를 살펴보면 일본의 경우 친환경적이고 지속가능한 교통체계를 구축하기 위해 도로중심의 수송을 철도로 전환하면서 수송이 미치는 환경적 부담을 최소화하려고 노력하고 있음

○ UITP의 가입국들은 CO_2 배출량을 줄이기 위해 다음과 같은 노력을 하고 있음

- Stockholm, Sweden : 현재 대중교통은 metro와 light rail, ethanol과 gas bus들을 100% 사용하고 있고, 2050년까지 «fossil fuel free»를 목표로 함
- Dresden, Germany : 2006년에 시범적으로 하이브리드 버스를 도입함
- Saarbruecken, Germany : Piloting firstelectric/CNG hybrid bus를 도입함
- Lille, France : 150 CNG & biogas bus(50% biogas)를 도입함
- Calgary, Canada : light rail 서비스에서 풍력 에너지 사용을 통한 "Ride the wind"계획을 수립함

○ UITP 가입국들이 CO_2 배출을 줄인 사례를 살펴보면 다음과 같음

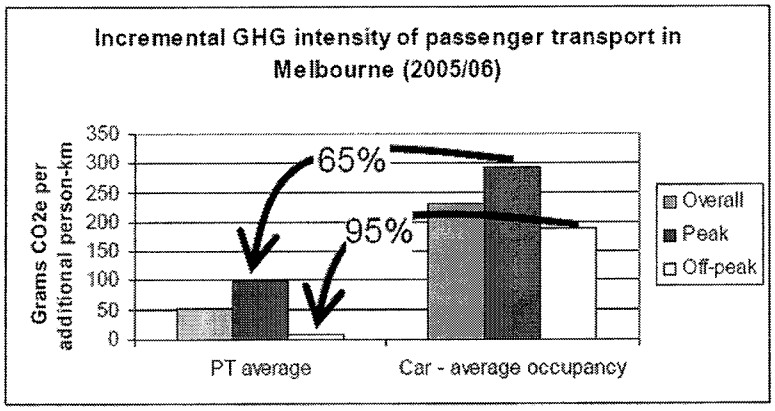
- Metros : 2004년 리스본 도심 지역에서 승객이용거리가 약 8억만km로 늘어 연간 79,000톤의 CO_2 배출량을 줄임
- Light Rail : 스웨덴 Stockholm과 캐나다 Calgary에서 복합 hydroelectric power를 사용하여 연간 26,000톤의 CO_2 배출량을 줄임
- Changing Behaviour: 승용차 통행을 대중교통 통행으로 전환하는 정책을 시행함으로써 독일 뮌헨에서는 연간 12,000톤의 CO_2 배출량을 줄임

○ 멜버른은 배기가스를 줄이기 위한 4가지 주요 대책(통행 수요 줄이기, 연비의 효율성 증대, 차량 점유율 향상, 지속적 수단(철도를 통한 화물운송, 자전거, 보행, 대중교통으로 대중을 유도)) 을 수립하고 시행함

- 대중교통의 혜택 계산 : 교통체계나 주어진 수단의 CO_2 배출에 따른 영향을 계산

$$\left(\begin{matrix}Emissions\,of\,GHG\\per\,person\,km\end{matrix}\right) - \frac{\left(\begin{matrix}Total\,vmber\,of\\vehicle\,km\end{matrix}\right) \times \left(\begin{matrix}GHG\,emitted\,per\\vehicle\,km\end{matrix}\right)}{\left(\begin{matrix}Total\,vmber\,of\\person\,km\end{matrix}\right)}$$

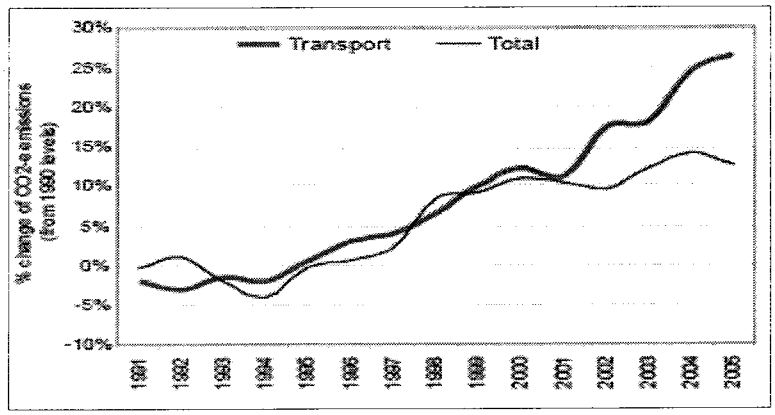
- 수단의 이동 : 승용차에서 대중교통으로 변경한 사람들은 온실가스(GHG) 배출을 줄여 지속성을 증대시킴(첨두시 65% 감소, 비첨두시 95% 감소, 평균 75% 감소)



<그림 5-7> 멜버른의 온실가스 배출량 변화

○ 멜버른의 대중교통정책

- 빅토리아 정부는 2050년까지 온실가스 배출량의 60% 감소를 목표로 하며, 호주정부는 2010년까지 배출권 거래를 도입하려고 함
- 교통부문/전체 배출 현황은 다음에서 보는 바와 같이 사회 전체에서 CO_2 배출량은 2004년부터 감소하는 추세이나, 교통부문에서는 배출량이 점점 증가하는 추세임



<그림 5-8> 멜버른의 CO_2 배출 추이

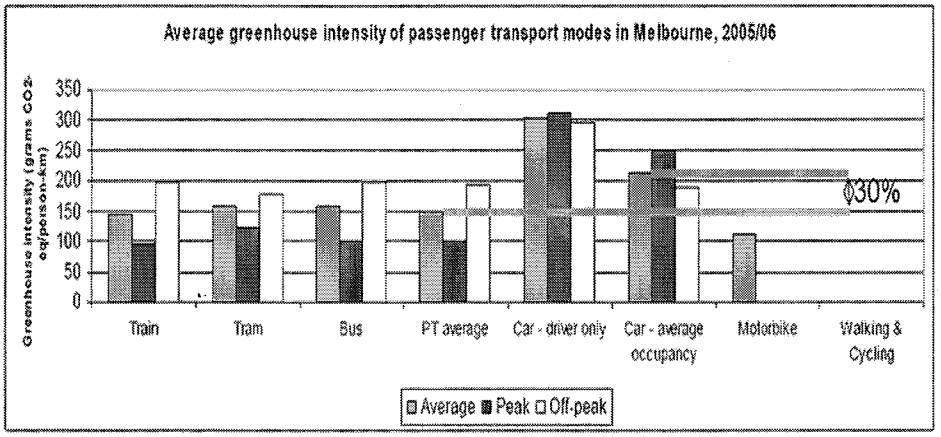
- 배출량 감축을 위한 4가지 쟁점사항은 통행수요 감소, 차량/연료의 효율성 증가, 차량 점유율 증가(차내 인원 증가), 지속가능수단으로의 전환임
- 대중교통산업의 관점에서 살펴보면 승용차로부터 대중교통으로의 수단전환이

온실가스 배출량에 미치는 영향을 분석하며, 대중교통수단도 온실가스를 배출하므로 대중교통부문에서의 배출량을 감축하고 관리할 필요성이 있음

- 대중교통의 편익에 대한 계량화 방법

$$GHG\text{ 배출량/1인} - Km = \frac{\text{총 수단 통행거리} \times GHG\text{배출량/차량} - Km}{\text{총사람통행거리}}$$

- 이와 같은 대중교통 편익의 계량화는 각 수단의 환경 영향을 측정함으로써 수단전환의 객관적인 효과를 추정할 수 있게 함



자료 : UITP Sustainabl Development Seminar, Adele McCarthy, Melbourne's Public Transport Contributing to the Mitigation of Climate Change, 2008

<그림 5-9> 멜버른의 교통수단간 평균 온실가스 배출량

(2) 국내사례

○ 온실가스 배출량

- 2004년 기준 우리나라의 온실가스 배출량은 약 5억 톤으로 이 중 교통부문이 차지하는 비중은 약 20%임
- 교통부문에서 발생하는 온실가스의 대부분은 도로 교통에서 발생하고 있으며, 특히 CO_2의 배출량 측면에서 도로교통은 다른 수단에 비해 매우 비효율적인 교통수단임. 철도와 도로교통의 CO_2 배출량을 비교한 결과는 <표 5-12>와 같음

<표 5-12> 철도와 도로교통의 CO_2 배출량 비교

단위 : g/인·km

수단	철도	승용차	비교
화물	26.8	150.72	5.8배
여객	35.55	474.87	13.4배

- 현재 국내 철도의 수송분담률은 약 10% 정도로 수송분담률을 1% 증가시키면 CO_2의 배출량 감축 효과로 연간 6,000억 원의 비용을 줄일 수 있음

○ 수송 분담구조의 개선 : 수송용량이 크고 온실가스 배출량이 상대적으로 적은 철도 및 대중교통수단의 분담률을 증가시켜 온실가스 배출량을 감축함

- 철도 및 경전철
  - 에너지 소비량이 적고 온실가스 배출량이 적은 철도, 도시철도 및 경전철을 확충하면 승용차의 이용 감소에 따른 온실가스 배출량의 감소효과가 발생(철도수송분담률 1% 상승시 에너지 및 온실가스절감효과는 연간 7,000억 원으로 추정함[58])

○ 저공해자동차 보급 촉진

- 천연가스버스 운행 확대
  - 대기오염물질 및 온실가스 배출량을 감축하기 위해 천연가스버스의 보급을 확대하고 있으며, 2006년말 기준으로 약 2만대가 보급되었음. 기존의 경유버스를 천연가스(CNG) 버스로 전환하여 운행하는 경우 연간 대당 497.5kg의 CO_2 감축효과가 발생함(기후변화협약 3차 보고서, 에너지경제연구원, 2006)
- 저공해자동차 보급 촉진
  - 하이브리드 자동차, 연료전지 자동차 보급 확대를 통해 2015년 기준 약 900천t의 온실가스 배출량의 감축이 기대됨(기후변화협약 3차 보고서, 에너지경제연구원, 2006)
  - 휘발유 승용차에 비해 20%정도 온실가스를 적게 배출하는 디젤승용차 보

58) 2007년 코레일 연구소 보도자료

급을 촉진하고 있으며, 경차 보급을 확대해 에너지 소비량을 절감함

○ 「서울시 온실가스 저감목표 수립 및 이행계획 평가, 서울시정개발연구원」에서는 온실가스 배출원 분류체계를 교토의정서에 제시된 6가지로 분류하였으며, 서울시 지역에서 배출되는 질소산화물, 일산화탄소 등의 일반 대기오염물질 배출량 관리체계와 연동시키기 위해 환경부의 대기정책지원시스템의 배출량 보고체계를 바탕으로 온실가스 배출원 관리체계와 연계하여 구성함

<표 5-13> 서울시의 온실가스 배출원 전망

구분	GRDP[1] (십억원)	총에너지소비량[2] (천TOE/년)	1인당 에너지소비량[2] (TOE/년)
2005	189,097	9,644	0.94
2010	240,220	10,456	1.04
2015	291,343	11,336	1.13
2020	342,467	12,296	1.23

주 : 1) 서울시 GRDP는 1991년~2004년 서울시 통계연보 GRDP 회귀분석을 통해 예측된 결과임
2) 1인당 에너지 소비량 = 총에너지 소비량 / 서울시 연앙추계인구

- 온실가스 배출량을 오염물질별로 살펴보면 CO_2와 N_2O의 경우 경제침체와 회복에 따라 배출량은 각각 증감 경향을 보이며, CH_4의 배출량은 지속적인 감소 추세를 보임

<표 5-14> 국가 온실가스 배출량과 서울시 온실가스 배출량 비교(2003년 기준)

단위 : 백만 tCO_2

국가통계 분류 배출원	CAPSS 분류 배출원	서울시(A)	국가(B)	서울(A/B)
에너지산업	에너지산업	0.6	151.2	0.4%
제조업 및 건설업	제조업	0.6	150.8	0.4%
수송	도로비도로 이동오염원	12.3	97.9	12.6%
광업, 농림어업, 가정/상업	비산업	11.7	76.5	0.0%
탈루성배출	탈루성배출	-	5	0.0%
산업공정	산업공정	-	69.6	0.0%
솔벤트 및 기타 제품 소비	솔벤트 및 기타 제품 소비	0	0	0.0%
농업	농업	-	15.5	0.0%
매립지	매립지	3.2	9.3	34.3%

하수	하수	0.2	1	20.9%
폐수	폐수	0.0	0.3	2.5%
소각	소각	0.4	5	7.7%
순배출량	순배출량	29.1	548.9	5.3%
흡수원	흡수원	-0.1	-33.3	0.3%
총배출량	총배출량	29.2	582.2	5.0%

주 : 에너지경제연구원, 『기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략수립에 관한 연구(제2차년도) - 온실가스 인벤토리 및 통계 작성체제 개선방안』, 2005에서 산출된 2003년 배출량을 사용함

○ 「서울시 자동차 배기가스 저감을 위한 교통관리 기법연구, 서울시정개발연구원」는 오염물질별 배출량의 변화를 살펴보고, 도로오염원에 의한 오염물질 배출량(자동차 유발 대기오염물질 배출패턴, 자동차등록대수 증감추이 및 대기변화)의 변화를 통해 서울시의 현 교통정책 및 대기관련 환경정책을 검토하고 있음

- 연구결과 버스전용차로에 의한 버스 통행속도의 증가는 오염물질 배출량을 감소시키는 효과가 있는 것으로 분석됨
- 경유차량에 비해 CNG버스는 CO_2를 적게 배출하고 있으며, PM_{10} 배출량은 거의 없어 버스의 배기가스를 저감하는 효과가 있는 것으로 판단됨
- 서초구와 강남구가 포함된 권역이 개발밀도가 가장 높으므로 적극적인 교통관리기법의 적용이 요구되며, 도봉구와 성북구가 포함된 권역은 개발밀도가 다른 지역에 비해 낮은 것으로 분석됨

○ 「지속가능한 도시교통체계 구축방안(2단계)-수도권교통체계의 지속가능성 평가를 중심으로, 교통개발연구원」은 수도권을 대상으로 대기오염 배출물질발생량과 직접적으로 관련되는 항목인 교통체계의 효율성, 환경성에 국한하여 평가방법을 구축함

- 소형 가솔린 자동차 : MOBILE6 LPG와 경유차량 : 차량속도별 대기오염배출량 추정식을 통해 수도권의 대기오염 배출량을 추정하고, 지속가능성 교통지표를 비교함

<표 5-15> 도시면적당 대기오염물질 배출량에 영향을 미치는 요소

구분	Estimate	t-value	p-value
상수	6.398	0.386	0.703
도시밀도	0.305	2.238	0.034
도로연장 km당 총 자가용승용차대수	1.074	1.900	0.069
인구 백만 명당 버스대수	0.225	1.640	0.114

- 회귀분석 결과 도로연장 km당 총 자가용승용차대수가 대기오염물질배출량에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타남

○ Eco driving 효과 분석[59)]

- 브레이크 사용 제한, 과도한 엑셀 사용 제한, 2,500rpm 이하에서 고단기어로 변속금지 등을 미리 계획하도록 하는 운전습관을 통해 비용효율적인 방법으로 CO_2 배출을 감소시키는 효과가 있음
- CO_2 배출량을 1톤 감축하는 데 평균 10유로 미만의 비용이 소요됨
- 효과 분석 방법은 Eco driving 실시를 통해 기록장치에 기록된 두 가지 경우를 비교하여 연료절감효과를 비교하였음. 연구결과 평균감속도×소요시간/주행거리가 연료소비를 예측하는 가장 정확한 변수로 분석되었음. 또한 분석결과 연료 소비량이 2.1~2.5% 감소하였음

○ 대기질 효과 분석

- 대기오염물질 배출량은 「이동오염원 대기오염물질 배출량 산정 방법 편람, 국립환경과학원, 2005」의 내용을 기반으로 「IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) guideline, 2006」의 내용과 UNEP(United Nations Environment Programme)의 기준자료를 활용하여 산출하였음
- 일반적 산정방법

배출량 = 배출계수 × 주행거리

- 승용차 오염물질 배출량이 연간 5.99% 감소하며, 100만대 차량이 승용차요일

59) 자료 : Fuel Efficient driving training- State of the art and quantification of effects. A.E af Wahlverg, Department of Psychology, Uppsala University, Sweden
http://www.psyk.uu.se/hemsidor/busdriver

제에 참여하고 모두 준수할 경우 연간 9.3%의 배출가스 감소효과가 있을 것으로 분석되었음

3. 지속가능한 교통시스템의 경제적 효과

○ '지속가능성'에 관심을 갖게 된 기간은 불과 몇 년에 지나지 않기 때문에 아직까지 지속가능한 교통기술에 대한 파급효과 분석이 제대로 수행된 사례는 많지 않으며, 방법론 또한 명확하지 않은 실정임

○ 현재까지 경제적 파급효과는 일반적인 경제적 타당성 분석에 사용되는 사회적 비용의 평가 항목을 이용하여 산정하고 있음

○ 사회적 비용이란 재무적 관점에서 벗어나 사회적으로 외부효과(외부불경제)를 일으키는 항목을 분석하여 비용으로 환산한 금액을 의미함

- 사회적 비용의 평가항목은 연구기관마다 다소 차이가 있음. <표 5-16>은 한국환경정책평가연구원에서 제시하고 있는 평가항목이며, 이러한 외부효과 가운데 교통환경에 의해 발생하는 외부불경제의 유형과 그 산출방법은 아래의 표와 같음

<표 5-16> 사회적 비용 평가 항목

원인	대상	영향	평가비용 및 방법
대기오염, 온실가스	인간	질병	치료비용
	가축동물	성장장애	손실비용
	경작식물		
	야생동식물	종다양성	지불용의액
	건물	부식	수리, 대체, 유지비용
소음, 진동	인간	청각장애, 스트레스	만족가격비용(치료, 수리, 대체비용)
	건물	균열	방지비용법
혼잡	인간	교통정체	정체로 인한 차량운행비용(실제비용), 시간가치비용(기회비용)
		대중교통의 혼잡	지불용의액
	물류	교통정체	물류비용

사고	인간	사망, 부상	사고처리비용(의료비+보험비+보상비)
	건물, 물류	파손	
토지이용	인간	경관	지불용의액
		토지이용 제한	토지가치비용
	생태계	단절	지불용의액
		토양오염	사전방지비용, 사후복구비용

자료 : 한국환경정책평가연구원, 『육상교통수단의 환경성 비교분석』, 2002

○ 일반적으로 교통관련 사업의 경제적 타당성 평가에 사용되는 항목은 다음과 같이 구분됨

<표 5-17> 도로사업의 편익 항목

구 분		세부 항목
도로	직접편익	· 차량운행비용 절감 · 통행시간 절감 · 교통사고 감소 · 쾌적성 증가, 정시성 향상, 안정성 향상 등*
	간접편익	· 환경비용(공해 및 소음) 절감 · 지역개발 효과* · 시장권 확대* · 지역 산업구조 개편*
철도	철도이용자 편익	· 철도(기존 및 신규) 사용자 및 화물의 통행시간 절감 · 쾌적성, 정시성, 안정성 향상 등*
	타 수단 이용자 편익	· 차량운행비용 절감 · 도로·철도간 전환수요에 의한 통행시간 절감 편익 · 항공/해운의 전환수요에 의한 편익* · 교통사고 감소 · 건널목 개선에 따른 사고/지체 감소*
	간접편익 (비사용자 편익)	· 환경비용 절감(대기오염, 소음 절감) · 지역개발 효과* · 시장권의 확대* · 지역 산업구조 개편* · 고속도로 유지관리비 절감* · 주차수요 감소로 인한 주차공간 기회비용 절감 · 공사중 교통혼잡으로 인한 부(-)의 편익 · 철도사업으로 인한 도로공간 축소에 따른 부(-)의 편익

주 : *는 편익 산정시 계량화하여 반영하지 못한 항목임

자료 : 한국개발연구원, 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2009

○ 다음은 앞서 언급된 경제적 타당성 평가 항목을 이용하여 대중교통 활성화를 위해 추진된 정책(승용차 자율요일제, 유류가격 조정)의 경제적 파급효과를 산출한 사례임

○ 승용차 자율 요일제 효과 연구

- 승용차 차량 감축 효과 : 자율요일제 스티커 부착률 및 준수율 산정, 요일별 참여효과 산정; 하루 평균 통행량 감소는 72,229통행/일임

요일별 참여효과(%) = 요일별 등록비율(%) × 부착률(%) × 준수율(%)

<표 5-18> 승용차요일제 시행으로 인한 연간 총 사회적 편익

단위 : 백만원/년

구 분	혼잡완화에 따른 비용 절감		환경오염 비용절감	총사회적 편익
	차량운행 비용절감	통행시간 비용절감		
시행 현재 (2007년 1월 기준)	4,688	69,465	3,619	77,772
시행 현재 (2007년 4월 기준)	16,262	192,601	11,035	219,898
등록차량 모두 준수시	29,939	398,054	21,585	449,578
100만대 참여 및 준수시	46,455	611,342	33,153	690,950

자료 : 윤준병, 『UITP Sustainabl Development Seminar, Transportation Policies in Seoul for Sustainability』, 2008
고준호, 『서울시정개발연구원, 서울시 승용차요일제 시행효과분석 및 발전방안 연구』, 2007

○ 유류가격 조정에 따른 효과 분석

- 유류가격이 1% 상승할 때 교통혼잡비용은 273억 원 감소함
- 지역간 도로에서 약 65억 원 정도의 사회적 편익이, 도시부 도로에서 약 209억 원의 사회적 편익이 발생하는 것으로 분석되었음
- 분석방법은 지역간 도로는 교통량을 기준으로, 도시부 도로는 교통량 감소에 의한 속도 변화를 기준으로 교통혼잡비용 변화를 각각 산출하여 합산하였으며, 유류 수요의 가격탄력성으로 -0.15를 가정하여 추정하였음

4. 시사점

○ 지금까지 지속가능한 교통시스템의 도입에 따른 국내·외의 사회적, 환경적, 경제적 파급효과에 대한 연구사례 및 동향에 대해 살펴본 결과 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있음

○ 지속가능한 교통시스템과 관련한 기초적인 법령 정비에 대한 연구 필요

- 현재 우리나라는 보행자 우선도로, 교통약자를 위한 시설 등과 같은 지속가능성에 중점을 둔 정책 및 관련 연구사례가 많지 않으며, 이러한 사업의 추진 과정과 관리단계에서 관련 법이 제대로 정립되어 있지 않아 도입 및 시행에 어려움이 따름

○ 각 부분의 효과척도의 정량화 필요

- 지속가능한 교통시스템의 사회적 파급효과를 나타내는 지표들이 분명하게 정립되어 있지 않으며, 이러한 지표들 중 상당수가 정성적인 지표임. 따라서 효과척도의 정량화에 대한 연구가 필요함

○ 사회적, 환경적, 경제적 파급효과 분석 방법론의 정립 필요

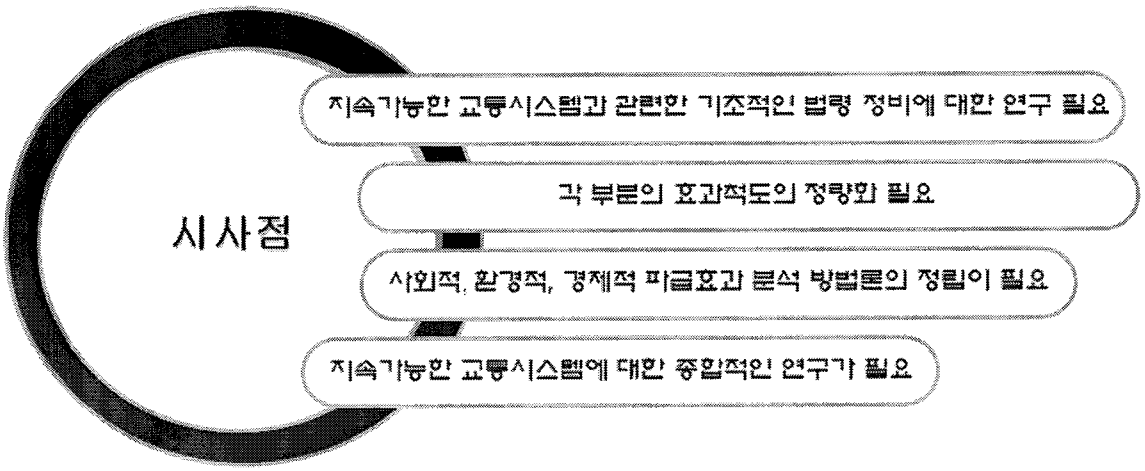
- 국내·외 연구동향 및 관련문헌을 검토해본 바와 같이 '지속가능한 교통'이 대두되기 시작한지는 오래되지 않았기 때문에 지속가능한 교통시스템 기술의 본격적인 도입은 시작단계라고 할 수 있음
- 이러한 시스템들이 도입될 때 예상되는 파급효과를 분석하기 위한 방법론이 구체적으로 정립되어 있지 않으므로 객관적인 비교·분석 및 판단에 어려움이 있음
- 따라서 앞으로 꾸준히 연구되고 도입될 지속가능한 교통시스템의 효과 분석을 위해 사회적, 환경적, 경제적 파급효과 분석에 대한 기준(지침)을 설정하는 연구가 필요함

○ 지속가능한 교통시스템에 대한 종합적인 연구 필요

- 지속가능한 교통시스템의 사회적 파급효과는 긍정적인 효과와 부정적인 효과가 동시에 발생하는 경우가 있음. 따라서 긍정적 효과와 부정적 효과를 종합

적으로 판단할 수 있는 평가방법에 대한 연구가 필요함

- 또한 앞서 언급한 바와 같이 '지속가능한 교통'의 범위는 광범위하므로 교통만 고려해야 하는 것이 아니라 토지, 환경, 교통 등 다양한 사회적 요소들을 복합적으로 반영하여 분석이 수행되어야 함. 따라서 이러한 요소들을 아우를 수 있는 종합평가 관련 연구가 필요함

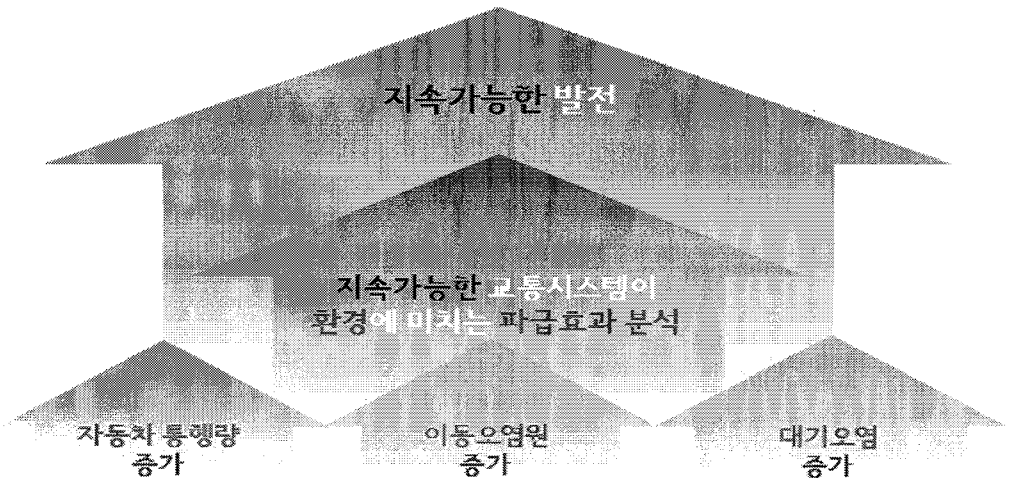


제3절 지속가능교통시스템의 파급효과 분석 방법론 검토

○ 국내에서는 지속가능한 교통정책의 일환으로 최근 대중교통 이용 장려정책이 활발히 시행 중이며 이러한 정책은 환경적 측면에서 바람직함. 그러나 대중교통 이용이 어떤 개인에게는 통행에 불편함을 야기할 수 있고, 이 경우 경제활동을 포기할 수도 있음

○ 이러한 과정이 반복되어 사회전체의 경제활동이 저하된다면 환경적인 측면에서는 발전을 이룰 수 있겠지만 경제적인 측면에서는 발전을 이룰 수 없게 됨. 따라서 대중교통정책을 지역적 수준에서 경제적으로 어떤 파급효과가 있는지에 대해 분석하여 보다 나은 정책 수립의 기반이 될 수 있는 효과를 분석할 수 있는 방법론이 필요함

○ 지속가능한 교통시스템의 파급효과 분석은 환경적 요소와 경제적 요소로 구분할 수 있음. 사회적 요소는 정성적인 지표가 다수이며, 개별 지표별 효과를 정량화하는 방법론에 대한 연구가 전무하므로 본 파급효과 분석론에서는 별도로 다루지는 않았으나, 경제적 파급효과 부분에서 일부 사회적 비용에 대한 부분도 고려가 되므로 환경적, 경제적, 사회적 요소가 모두 고려된 것으로 간주할 수 있음



1. 지속가능교통시스템의 환경적 파급효과 분석방법론

○ 경제성장에 따라 급격한 산업화와 도시화가 진행되어 왔고, 화석연료의 사용량이 증가함에 따라 대도시를 중심으로 아황산가스 및 먼지 등의 대기오염 문제가 점점 심각해지고 있음. 또한 급격히 증가하는 자동차 통행량으로 인해 이동오염원에 의한 대기오염물질의 배출량이 증가하고 있으므로 환경부문 특히 대기오염에 대한 대책이 시급한 실정임

○ 이러한 사회적 여건에 따라 지속가능한 발전에 대한 관심이 높아지고 있으므로 이러한 교통시스템이 도입되었을 때 환경에 미치는 파급효과를 분석하는 것은 매우 중요함

○ 현재 자동차 대기오염물질 배출량 산출을 위해 사용되고 있는 국외 모형들 중 대표적인 것은 미국 EPA에서 사용하고 있는 모형인 MOBILE, 미국 캘리포니아주 CARB(California Air Resources Board)모형인 MVEI, 독일의 이동오염원 배출모형 등이 있음. 국내에서 이동오염원에 의한 대기오염물질 배출량을 산출하는 방법은 국립환경연구원에서 산정한 차종별 배출계수를 사용하는 것으로 외국의 배출계수모형과 유사하다고 할 수 있음

○ 지속가능한 교통시스템이 환경에 미치는 파급효과를 분석하기 위해서는 대기오염물질의 배출량을 산출하고 비용원단위를 통해 절감효과를 분석하는 방안이 기본적임. 그러나 국내에서는 대기오염물질 배출량을 산출하는 방법이 연구마다 상이하므로 객관적으로 비교하기가 어려운 실정임

○ 차량에서 배출되는 환경오염 관련 물질에 대한 연구는 국립환경과학원에서 매년 꾸준히 연구하여 업데이트하고 있음. 타 분야와는 달리 오염물질 배출량, 배출계수 산출 방법론은 대체로 국립환경과학연구원의 결과를 활용하기 때문에 자료나 방법론의 일관성 결여 문제는 적을 것으로 판단됨

○ 그러나 기본적인 배출량, 배출계수 산출 방법론은 국립환경과학원의 결과를 사용한다고 하더라도 분석방법들은 다소 다르기 때문에 본 연구에서는 국내뿐만 아니라 국외에서 사용되고 있는 대기오염물질 배출량 산출식, 배출계수 산출식, 배출계수 등을 비교·검토함

가. 대기오염물질 배출량 산출식

○ CO_2, CH_4, N_2O의 대기오염물질 배출량 산출식을 살펴본 결과 CO_2는 IPCC 2006 Guideline - Tier 1/2의 방법을 적용한 연구가 있으며 국립환경과학원(2008)에서도 최근에 연구된 사례가 있음

○ CH_4, N_2O는 IPCC 2006 Guideline - Tier 1의 방법과 Tier 2/3의 방법론을 이용한 배출량 산출식이 제시되고 있음

나. 배출계수 산출식

(1) CO_2

① 국립환경과학원, 환경부문 온실가스 배출량 Inventory 작성 및 배출계수 개발, 2008

<표 5-19> 승합 및 소형화물차의 차속별 CO_2 배출계수 산출식

차종	연료	배출계수 산출식		R^2
		65km/h 미만	65km/h 이상	
소형승합[1]	경유	$Y = 1671.3 \times V^{(-0.5453)}$	$Y = 0.7447 \times V + 130.78$	0.99
	LPG	$Y = 1862.6 \times V^{(-0.6044)}$	$Y = 0.4717 \times V + 125.54$	0.99
중형버스	경유	$Y = 1828.9 \times V^{(-0.4409)}$	$Y = 0.2162 \times V + 309.46$	0.96
시내버스[2]	경유	$Y = 3659.4 \times V^{(-0.3148)}$, 단 $V \leq 47$km/h 일 때		0.99
	CNG	$Y = 4539.1 \times V^{(-0.4587)}$, 단 $V \leq 47$km/h 일 때		0.99
전세버스	경유	$Y = 2676.7 \times V^{(-0.3344)}$	$Y = 1.3034xV + 548.56$	0.86
소형버스	경유	$Y = 1135.2 \times V^{(-0.4668)}$	$Y = 2.2307 \times V + 25.76$	0.99

주 : 1) RV를 포함한 소형승합 자동차임
2) 시험 자료 부족으로 인하여 신뢰도가 낮음

② 대한교통학회, 철도투자평가편람, 2006

<표 5-20> 차종별 CO_2 배출계수 산출식

구분			배출계수 산출식
승용차	무연휘발유		$1391.5\times V^{(-0.5632)}$
	택시		$1377\times V^{(-0.5779)}$
버스	소형(디젤)	V ≤ 30	$1389\times V^{(-0.544)}$
		30 < V ≤ 100	$0.0502\times V^2-6.2772\times V+363.18$
	중형		$0.1251\times V^2-15.385\times V+646.05$
	대형[1]		$2426.4\times V^{(-0.3604)}$
트럭	소형(디젤)	V ≤ 35	$1577.5\times V^{(-0.5621)}$
		35 < V ≤ 100	$0.0462\times V^2-5.6452\times V+352.31$
	중형		$0.1029\times V^2-14.937\times V+798.9$
	대형		$7710.2\times V^{(-0.3898)}$

주 : 1) 대형버스는 시내버스를 의미하며, 시내버스 이외의 대형버스는 대형트럭의 배출계수를 적용함
차속범위는 10~100km/h, 무연휘발유차량은 배기량이 1500cc~2000cc임
자료 : 국립환경과학원, 자동차 오염물질 산정연구, 2001

③ 국립환경과학원, 자동차 온실가스 배출량 조사, 2001

$$Q = a \cdot V^b \qquad (1)$$

$$Q = a \cdot V^2 + b \cdot V + c \qquad (2)$$

(1) : 기본식 (2) : 일부 중형 버스 및 트럭
Q : 단위거리당 배출량(g/km)
a, b, c : 상수
V : 배출가스 측정시의 평균 차속(km/h)

(2) CH_4, N_2O

① 국립환경과학원, 환경부문 온실가스 배출량 Inventory 작성 및 배출계수 개발, 2008

<표 5-21> 승합 및 소형화물차의 차속별 CH_4 배출계수 산출식

차종	연료	연식	배출계수 산출식	R^2
소형승합[1]	경유	00년 이전[2]	-	-
		00~02.6년	$Y = 0.0650 \times V^{(-0.8969)}$	0.93
		02.7~05년	$Y = 0.1004 \times V^{(-1.0693)}$	0.87
	LPG	00년 이전[2]	-	
		00~02.6년	$Y = 0.6372 \times V^{(-0.8366)}$	0.97
		02.7~05년[3]	$Y = 0.1794 \times V^{(-0.9135)}$	0.83
중형승합	경유	00년 이전[2]	-	-
		00~02.6년[2]	-	-
		02.7~05년[3]	$Y = 14.669 \times V^{(-1.9562)}$	0.94
시내버스[2]	경유	00년 이전[3]	$Y = 0.173 \times V^{(-0.734)}$	0.90
		00~02.6년[2]	-	-
		02.7~05년[2]	-	-
	CNG[3]		$Y = 46.139 \times V^{(-0.6851)}$	0.98
전세버스	경유	00년 이전[3]	$Y = 0.081 \times V^{(-0.8549)}$	0.98
		00~02.6년[3]	$Y = 0.3651 \times V^{(-0.4779)}$	0.97
		02.7~05년[3]	$Y = 1.34 \times V^{(-1.748)}$	0.92
소형화물	경유	00년 이전[2]	-	-
		00~02.6년	$Y = 0.0185 \times V^{(-0.3837)}$	0.71
		02.7~05년	$Y = 0.0328 \times V^{(-0.5697)}$	0.70

주 : 1) RV를 포함한 소형승합 자동차임
2) 결측 Data
3) 시험 차량 자료 부족으로 인하여 신뢰도가 낮음(표준편차 및 95% CI 미산출)

<표 5-22> 승합 및 소형화물차의 차속별 N_2O 배출계수 산출식

차종	연료	연식	배출계수 산출식	R^2
소형승합[1]	경유	00년 이전[2]	-	-
		00~02.6년	$Y = 0.0991 \times V^{(-0.672)}$	0.81
		02.7~05년	$Y = 0.1088 \times V^{(-0.8582)}$	0.90
	LPG	00년 이전[2]	-	-
		00~02.6년	$Y = 0.4366 \times V^{(-0.9723)}$	0.96
		02.7~05년[3]	$Y = 0.2808 \times V^{(-1.2565)}$	0.90
중형승합	경유	00년 이전[2]	-	-

		00~02.6년[2]	-	-
		02.7~05년[3]	$Y = 0.2742 \times V^{(-0.5359)}$	0.94
시내버스[2]	경유	00년 이전[2]	-	-
		00~02.6년[2]	-	-
		02.7~05년[3]	$Y = 1.7232 \times V^{(-0.7323)}$	0.99
	CNG[3]		$Y = 0.5438 \times V^{(-0.556)}$	0.96
전세버스	경유	00년 이전[2]	-	-
		00~02.6년[3]	$Y = 2.08 \times V^{(-0.8055)}$	0.98
		02.7~05년[3]	$Y = 1.2359 \times V^{(-0.785)}$	0.99
소형화물	경유	00년 이전[2]	-	-
		00~02.6년[2]	-	-
		02.7~05년	$Y = 0.0984 \times V^{(-0.7969)}$	0.85

주 : 1) RV를 포함한 소형승합 자동차임
2) 결측 Data
3) 시험 차량 자료 부족으로 인하여 신뢰도가 낮음(표준편차 및 95% CI 미산출)

② 국립환경과학원, 자동차 온실가스 배출량 조사, 2001

$$Q = a \cdot V^b \qquad (1)$$

$$Q = a \cdot V^2 + b \cdot V + c \qquad (2)$$

(1) : 기본식 (2) : 일부 중형 버스 및 트럭
Q : 단위거리당 배출량(g/km)
a, b, c : 상수
V : 배출가스 측정시의 평균 차속(km/h)

다. 배출계수

(1) CO_2

① IPCC 2006 Guideline

<표 5-23> 도로수송부문의 기본 CO_2 배출계수와 불확도 범위

연료	기본값 (kg/GJ)	탄소산화계수 기본값	유효 CO_2 배출계수 (kg/TJ)[1]		
			기본값	95% 신뢰구간[2]	
	A	B	C=A×B×44/12×1000	하한	상한
자동차용 휘발유	18.9	1	69,300	67,500	73,000
가스/디젤 오일	20.2	1	74,100	72,600	74,800

등유	19.6	1	71,900	70,800	73,700
LPG	17.2	1	63,100	61,600	65,600
윤활유	20	1	73,300	71,900	75,200
CNG	15.3	1	56,100	54,300	58,300
천연가스	15.3	1	56,100	54,300	58,300

주 : 1) TJ = 1000GJ

2) 95% 신뢰구간의 하한 및 상한은 로그정규분포로 가정하여 국가 인벤토리 보고서, IEA 자료 및 이용 가능한 국가 자료를 기초로 자료가 구축되었음

② 국립환경과학원, 환경부문 온실가스 배출량 Inventory 작성 및 배출계수 개발, 2008

<표 5-24> 차속별 CO_2 배출계수

단위 : g/km

구분		모드 및 차속(km/h)		
연료	**차종**	**Urban(24.6)**	**Rural(65.4)**	**Highway(97.3)**
경유	소형승합[1]	291	179	203
	중형승합	446	324	330
	시내버스	1086	-	-
	전세버스	917	634	675
	소형화물	255	172	243
CNG	시내버스	1026	-	-
LPG	소형승합[1]	269	156	171

주 : 1) RV를 포함한 소형승합 자동차임

③ 녹색연합, 기후변화와 탄소 발자국 - 지역 실천을 위한 가이드라인, 2006

<표 5-25> 자동차의 온실가스 배출계수

단위 : g/km

차종		연료	CO_2
승용	경차	휘발유	137.8
	소형	휘발유	180.9
	중형	휘발유	212.9
	대형	휘발유	235.7
택시		LPG	231.0
승합	소형	휘발유	251.7
		경유	243.3
		LPG	190.2

	중형	경유	315.1
	대형	경유	1382.4
화물	소형	휘발유	247.3
		경유	245.5
		LPG	187.9
	중형	경유	334.9
	대형	경유	1388.2

자료 : 국립환경연구원, 2005

④ 한국개발연구원, 도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판), 2004

<표 5-26> 차종별 · 속도별 CO_2 배출계수

단위 : g/km

구분	속도	배출계수
승용차	10	380.437
	20	257.480
	30	204.913
	40	174.262
	50	153.682
	60	138.685
	70	127.152
	80	117.940
	90	110.371
	100	104.012
소형버스	10	396.919
	20	272.234
	30	220.044
	40	192.412
	50	174.820
	60	167.268
	70	169.756
	80	182.284
	90	204.852
	100	237.460
중형버스	10	504.710
	20	388.390
	30	297.090
	40	230.810

	50	189.550
	60	173.310
	70	182.090
	80	215.890
	90	274.710
	100	358.550
대형버스	10	1058.187
	20	824.273
	30	712.210
	40	642.066
	50	592.453
소형트럭	10	432.384
	20	292.860
	30	233.174
	40	200.422
	50	185.550
	60	179.918
	70	183.526
	80	196.374
	90	218.462
	100	249.790
중형트럭	10	659.820
	20	541.320
	30	443.400
	40	366.060
	50	309.300
	60	273.120
	70	257.520
	80	262.500
	90	288.060
	100	334.200
대형트럭	10	3142.430
	20	2398.414
	30	2047.782
	40	1830.554
	50	1678.059
	60	1562.940
	70	1471.792
	80	1397.144
	90	1334.449
	100	1280.754

(2) CH_4, N_2O

① IPCC 2006 Guideline

<표 5-27> CH_4, N_2O 배출계수

단위 : kg/TJ

배출계수		CH_4 배출계수				N_2O 배출계수			
연료구분		석탄	천연가스	석유		석탄	천연가스	석유	
수송	항공	-	-	0.5		-	-	2	
	육상	-	50	휘발유	경유	-	0.1	휘발유	경유
				20[1]	5			0.6[1]	0.6
	철도	10	-	5		1.4	-	0.6	
	해운	10	-	5		1.4	-	0.6	

주 : 1) 2행정 엔진의 배출계수는 4행정에 비하여 3배가 높음

자료 : 국립환경과학원, 환경부문 온실가스 배출량 Inventory 작성 및 배출계수 개발, 2008

② 국립환경과학원, 환경부문 온실가스 배출량 Inventory 작성 및 배출계수 개발, 2008

<표 5-28> 차속별 CH_4 배출계수

단위 : g/km

구분			모드 및 차속(km/h)		
연료	차종	연식	Urban(24.6)	Rural(65.4)	Highway(97.3)
경유	소형승합[1]	2002. 6 이전	0.0037	0.0015	0.0011
		2002. 7 이후	0.0033	0.0011	0.0008
	중형승합	2002. 7 이후	0.0279	0.0041	0.0019
	시내버스	2002. 6 이전	0.0165	-	-
	전세버스	2000~2002. 6	0.0790	0.0495	0.0410
		2002. 7 이후	0.0050	0.0009	0.0004
	소형화물	2002. 6 이전	0.005	0.0037	0.0032
		2002. 7 이후	0.0053	0.0030	0.0024
CNG	시내버스	-	5.1421	-	-
LPG	소형승합[1]	2002. 6 이전	0.0437	0.0193	0.0138
		2002. 7 이후	0.0096	0.0039	0.0027

주 : 1) RV를 포함한 소형승합 자동차임

<표 5-29> 차속별 N_2O 배출계수

단위 : g/km

구분			모드 및 차속(km/h)		
연료	차종	연식	Urban(24.6)	Rural(65.4)	Highway(97.3)
경유	소형승합[1]	2002. 6 이전	0.0115	0.0060	0.0046
		2002. 7 이후	0.0070	0.0030	0.0021
	중형승합	2002. 7~2005년	0.0493	0.0292	0.00236
	시내버스	2002. 7~2005년	0.1651	-	-
	전세버스	2000~2002. 6	0.1576	0.0717	0.0521
		2002. 7~2005년	0.1000	0.0464	0.0339
	소형화물	2002. 7 이후	0.0077	0.0035	0.0026
CNG	시내버스	-	0.0916	-	-
LPG	소형승합[1]	2002. 6 이전	0.0194	0.0075	0.0051
		2002. 7 이후	0.0050	0.0015	0.0009

주 : 1) RV를 포함한 소형승합 자동차임

③ 녹색연합, 기후변화와 탄소 발자국 - 지역 실천을 위한 가이드라인, 2006

<표 5-30> 자동차 온실가스 배출계수

단위 : g/km

차종		연료	CH_4	N_2O
승용	경차	휘발유	0.03	0.03
	소형	휘발유	0.02	0.05
	중형	휘발유	0.03	0.06
	대형	휘발유	0.02	0.04
택시		LPG	0.042	0.038
승합	소형	휘발유	0.033	0.059
		경유	0.004	0.007
		LPG	0.032	0.026
	중형	경유	0.019	0.007
	대형	경유	0.041	0.095
화물	소형	휘발유	0.032	0.058
		경유	0.012	0.008
		LPG	0.031	0.025
	중형	경유	0.034	0.007
	대형	경유	0.036	0.075

자료 : 국립환경연구원, 2005

○ 국립환경과학원에서 꾸준히 오염이동원에 대해 연구하고 있지만 전체 산업 중 수송부문, 특히 자동차에서 배출되는 CO_2 배출량 및 배출계수에 관한 연구는 미진한 실정임

○ 현재 교통부문에서 환경부문의 사회적 비용 산정시 가장 많이 활용되고 있는 지침서는 한국개발연구원과 대한교통학회에서 제시하고 있는 지침서이며, 이들의 배출계수와 적용방법은 상이함

○ 또한 지침서에 제시되는 계수, 방법론들은 꾸준히 보완이 필요하나, 국립환경과학원에서 제시한 값들을 어떤 방법론을 통해 보완하였는지에 대해 구체적으로 제시하고 있지 않고 계수 값들만 있어서 보완이 거의 불가능한 실정임

○ 교통부문에서는 차종별·차량속도별 배출계수가 필요함. 그러나 국립환경과학원에서는 CH_4, N_2O에 대해서는 구체적으로 제시하고 있으나, CO_2에 대해서는 속도 65km/h를 기준으로 이상·미만에 대해서만 제시하고 있으므로 이에 대한 구체적인 연구와 꾸준한 보완이 이루어져야 할 것으로 판단됨

2. 지속가능교통시스템의 경제적 파급효과 분석방법론

○ 지속가능한 교통시스템의 도입은 환경친화적으로 기술과 정책이 변화함을 의미하며, 이러한 변화는 해당 산업뿐 아니라 시장 전체에 경제적 파급 효과를 가져옴. 따라서 본 절에서는 국내·외 관련 연구들에서 이용했던 지속가능한 교통시스템의 도입으로 인한 경제적 파급효과 분석 방법들에 대해 살펴보고 시사점을 도출함

○ 국내에서 기술 도입에 따른 경제적 파급효과를 분석하는데 주로 산업연관표를 이용한 투입산출분석임

○ 본 연구에서는 기본적으로 사용되고 있는 투입산출분석 이외에, 지속가능한 교통시스템의 경제적 파급효과를 분석하기 위해 유럽에서 사용되고 있는 방법론들을 검토하고자 함

가. OECD의 EST 프로젝트

○ OECD 국가들은 '환경적으로 지속가능한 교통'의 달성을 위하여 다른 정책 목표들의 전면에 환경적 기준을 선결 조건으로 내세우는 새로운 정책 접근이 요구됨에 따라 OECD는 1994년, 국제적 프로젝트인 "Environmentally Sustainable Transport"(EST)를 시작함

○ EST 프로젝트의 목표는 지속가능한 교통시스템의 의미와 조건을 이해하고 이를 현실화하기 위한 방법과 가이드라인의 제시이며, 장기적 시나리오 개발 및 방법과 계획의 수립이 그 핵심임

○ 지속가능한 교통시스템의 경제적·사회적 파급효과를 분석하기 위하여 프로젝트의 총 4단계 가운데 2~3단계 기간 동안 8개국(독일, 스위스, 오스트리아, 프랑스, 노르웨이, 캐나다, 스웨덴, 네덜란드)에 대해 6개의 연구가 수행되었음

○ 이 연구들에서 경제적 파급효과 분석을 위해 적용한 모형 및 방법들은 크게 시스템 다이내믹스 모형(SDM : System Dynamics Model), 연산일반균형모형(CGE : Computable General Equilibrium model), 그리고 경로분석방법(IPA : Impact Path Analysis)의 세 가지로 구분되며 본 연구에서는 각 분석 방법론 및 연구사례를 간략히 소개하고자 함

(1) 독일 사례연구[60]

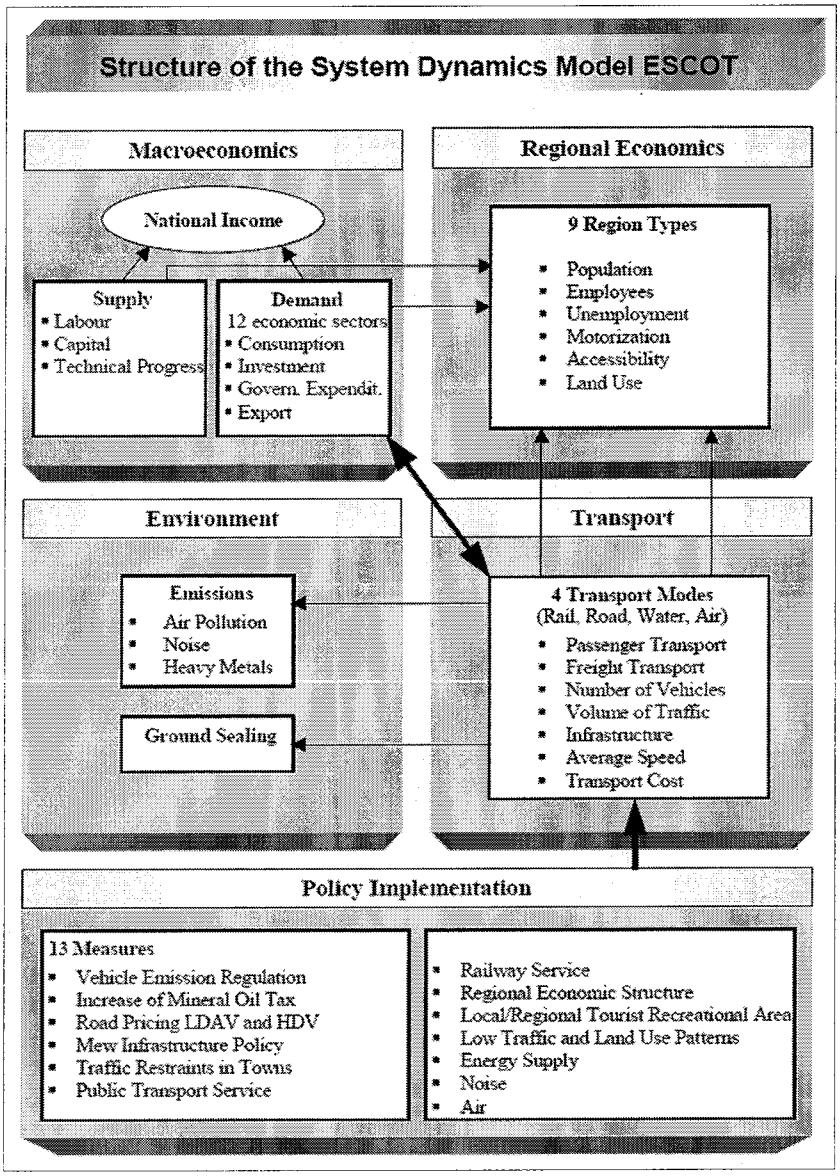
○ 독일의 환경적으로 지속가능한 교통시스템 경로를 설명하고 경제적 영향을 분석하기 위하여 시스템 다이내믹스 모형인 ESCOT를 개발함. ESCOT는 지속가능한 교통으로의 전환에 따른 생태학적·기술적 측면을 고려할 수 있으며 거시경제, 교통, 지역경제, 환경, 그리고 정책의 다섯 개의 모형으로 구성되어 있음

○ 각 변수들은 서로의 영향관계를 고려하여 모형 내에서 그리고 모형간 피드백 고리를 형성하고 있으며, 이로 인하여 시스템의 변화 행태가 결정됨

60) Burkhard, S. and Wolfgang, S.(2004), Evaluating economic feasibility and technical progress of environmentally sustainable scenarios by a backcasting approach with ESCOT

○ ESCOT는 기술 및 정책 변화로 인한 1차 효과뿐 아니라 장기적으로 1차 효과가 가져올 2차 효과도 고려할 수 있으므로 대규모의 경제적 변화에 따른 효과를 분석할 수 있음

○ CO_2의 80% 감축을 목표로 하는 EST 시나리오의 분석 결과 경제에 미칠 부정적 영향은 크지 않을 것으로 나타남



자료 : Burkhard, S. and Wolfgang, S., Evaluating economic feasibility and technical progress of environmentally sustainable scenarios by a backcasting approach with ESCOT, 2004

<그림 5-10> 시스템 다이내믹스 모형인 ESCOT의 구조

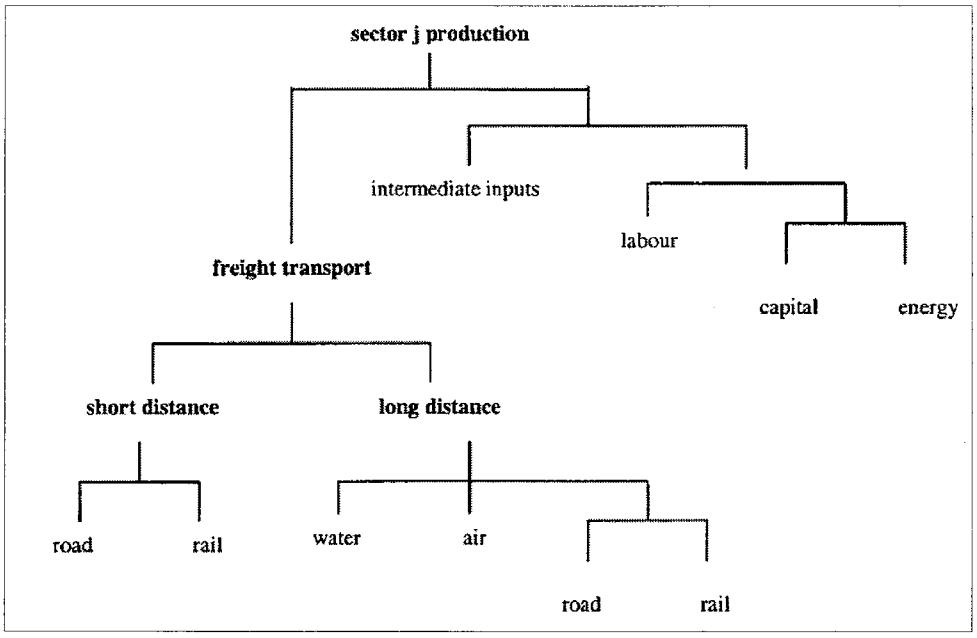
(2) 오스트리아 사례연구[61]

○ 본 연구에서는 EST 시나리오의 장기적인 거시경제적 영향을 측정하기 위한 오스트리아의 경제 연산일반균형(CGE)모형인 EST-AEM(Environmentally Sustainable Transport Austrian Economic Model)을 개발함

○ 일반균형이란 모든 시장에서 수요와 공급이 일치되는 상태를 의미하는 왈라스(Walras)적 균형을 말하며, 일반균형모형에서의 모든 소득은 지출과 항상 일치함(김희호, 심승진(2004), 일반균형모형의 경제학)

○ 모형은 생산부문을 43개로 분류하였으며, 교통부문 이외의 각 부문은 트리구조 및 불변대체탄력성 함수에 기반한 요소들과 중간 생산물을 결합함

○ 무역, 노동시장, 총수요(Aggregate Demand) 등에 대해 분석함



<그림 5-11> 부문별 생산 구조

○ 연구 결과, EST 시나리오의 경우 2015년까지 오스트리아의 GDP 성장은 허용오차범위 내의 값이기는 하지만 현상유지(Business-as-Usual) 시나리오에 비

61) Friedl, B. and Steininger, K. W., "Environmentally Sustainable Transport: Definition and Long-Term Economic Impacts for Austria", Empirica, Vol. 29, No. 2, pp. 163~180, 2002

해 연간 0.1% 감소하는 것으로 나타남

○ 반면 2015년까지 0.5%의 실업률 감소가 가능하고 총 생산물에서의 부문별 전환은 ±1~10%의 범위 내에서 관측되었으며, 교통집약적 부문은 대부분 손해를 입는 것으로 나타남. 화물 운송량의 수단별 감소를 달성하기 위해 필요한 잠재 교통가격은 도로화물운송에서 톤-km당 0.03유로인 것으로 분석됨

(3) 네덜란드 사례연구[62)]

○ OECD의 EST 프로젝트의 국가별 연구로서 Dutch National Institute of Public Health and the Environment(RIVM)에 의해 수행됨

○ EST 연구에서는 배출량 감축을 가정하였으며 현상유지(BAU : Business-as-Usual) 시나리오와 기술적·행태적 변화를 가정한 EST 시나리오의 경제적 영향을 거시경제지표를 이용하여 비교함

○ 평가방법으로 전통적인 경제적 분석(비용-편익 분석, 비용-효과성 분석, 다기준 분석)은 평가되어야 할 변화들이 한계적이고 교통부문 이외에는 큰 영향이 없다고 전제하기 때문에 EST 시나리오의 경제적 영향을 분석하는 데 적합하지 않다고 결론지음

○ EST 시나리오 분석을 위해 시스템 다이내믹스 모형이 적합하지만 이 모형을 적용하는데 필요한 자료와 함수 입력 자료들의 구축이 어렵기 때문에 단순화된 모형인 SCM(Simplified Cybernetic Modelling)의 한 형태인 IPA(Impact Path Analysis)를 개발함

○ SCM 방법은 두 단계로 나뉘어 분석됨. 먼저 시스템의 복잡성을 줄이기 위하여 하위 시스템들의 집계 수준이 증가하도록 각 수준들을 구성하고, 시스템 내 변수들 간의 모든 피드백 관계에 대한 다이어그램을 구성한 후 전문가들이 피드백 관계의 크기를 점수화하여 impact matrix를 구성함

---

62) Geurs, K. and Adams, J., Economic and social impacts of sustainable transport, European Transport Conference, 1999

○ 구체적으로 수치화된 EST 시나리오에 SCM의 가장 단순한 형태(-, 0, +값만 사용)를 적용하면 시나리오에 의해 생성되는 모든 기본 정보들은 사라지기 때문에 이러한 정보를 가능한 한 모두 사용할 수 있고 SDM 방법과도 일관성이 있는 변형된 SCM 형태인 IPA를 적용함

○ IPA의 기본 가정은 다음과 같음

- EST 시나리오의 목표년도는 2030년임
- 정책은 외생적으로 정의되며, 추정되는 영향에 따라 변하지 않음
- 제어기술의 부작용은 없음
- 평가팀은 BAU 시나리오 대비 변화 정도(%)를 측정함
- micro에서 meso로, meso에서 macro의 집계화는 가능한 전문가 판단과 계량경제학적 핵심관계를 통해야 함
- 분석은 경제적 영향에 국한됨

○ IPA의 기본은 평가자가 경제적 시스템을 통해 수준별로 영향을 따르도록 하여 경제지표를 도출하고 지표들의 변화 범위나 정도를 평가하는 것임

○ IPA는 micro에서 macro까지 6개의 수준으로 구성됨

<표 5-31> IPA의 수준 및 내용

수준	내용
Level 1	교통기술과 행태 변화
Level 2	교통시장 공급변화
Level 3	교통시장 수요변화
Level 4	영향받는 시장변화
Level 5	경제지표 변화
Level 6	비물질적 후생(외부비용) 변화

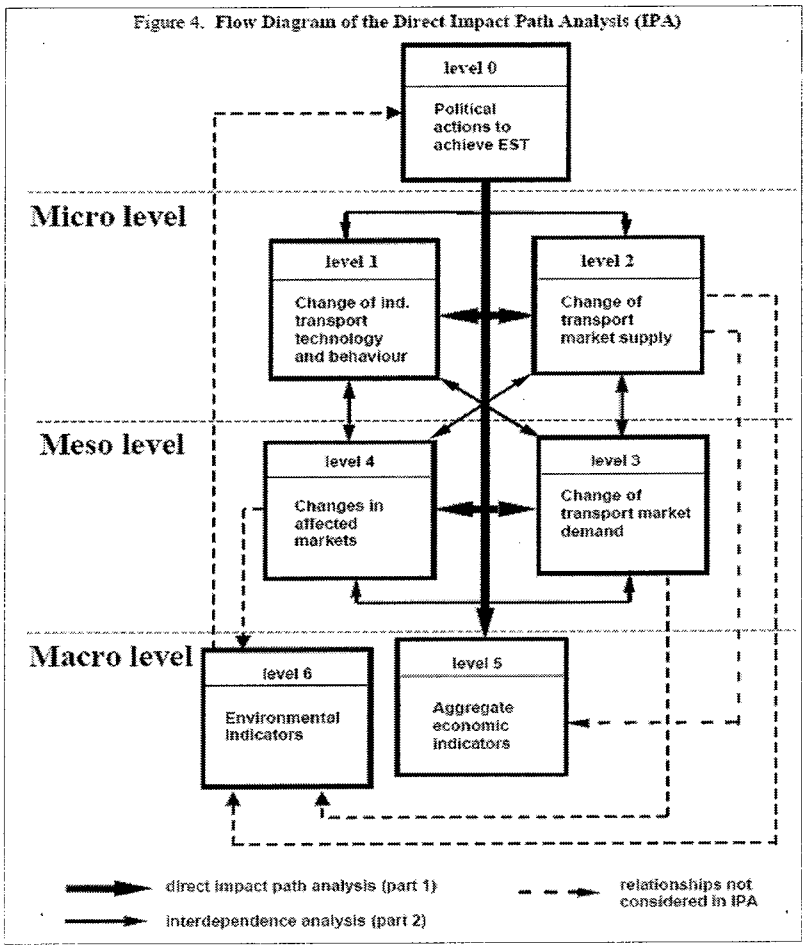
자료 : Geurs, K. and Adams, J., Economic and social impacts of sustainable transport, European Transport Conference, 1999

○ CO_2 배출량의 저감 기준은 유일하게 고려되는 EST 기준이며 교통과 그 외의 경제부문들 간의 상호작용에 의한 경제적 영향은 직접적으로 경제적인 영향을 받는 부문(예를 들어, 자동차 제조업, 중고차시장, 운수업, 철도, 항공, 관광 산업과 소매업)에 대한 승수효과를 이용하여 계산됨

○ IPA를 이용한 경제적 분석은 EST 시나리오가 GDP, 고용률(비물질적 지표) 등과 같은 거시경제적 지표에 상당한 영향을 미칠 것을 보여주며, 교통부문에서의 직·간접적인 효과와 가정된 경제 구조의 변화를 포함한 GDP의 손실은 2030년에 BAU 시나리오에 비해 네덜란드 GDP의 약 4~8%임. 이것은 EST 시나리오의 연간 GDP 성장이 BAU 시나리오에 비해 0.1~0.2% 낮음을 의미함

○ EST 시나리오의 일자리 순손실은 BAU 시나리오에서의 네덜란드 총 고용률의 약 1~3%임

○ EST 시나리오의 총 비물질적 비용 절감액(예를 들어, 화폐단위로 추정된 배출량, 소음, 사고, 혼잡 등의 외부비용)은 2030년 네덜란드 GDP의 약 1~4%의 효과가 있는 것으로 추정되었음



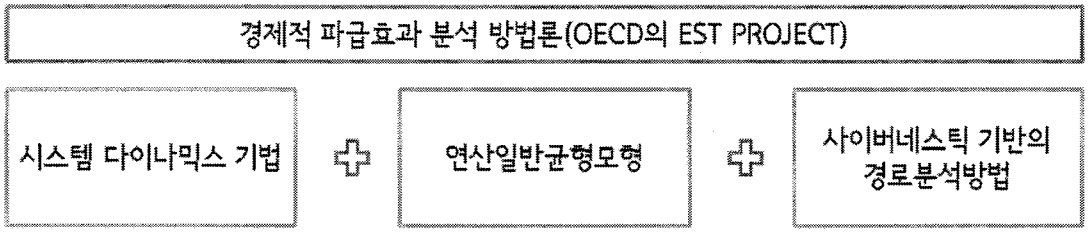
자료 : Rothengatter, W., Economic Assessment of EST - Scenarios of the OECD, EST 프로젝트 오타와 워크샵 회의록 부록 보고서, p. 62, 1999

<그림 5-12> IPA의 분석 흐름도

나. 경제적 파급효과 분석 방법론 및 국내 적용 사례

○ OECD의 EST 프로젝트에서 살펴본 경제적 파급효과 분석 방법론은 시스템 다이내믹스 기법, 연산일반균형모형, 사이버네틱스 기반의 경로분석방법임

○ 본 절에서는 이 3가지 분석 방법론에 대해 개념과 특징, 그리고 관련 국내 연구 등을 각각 살펴보고, 다음 절에서 각 방법론을 비교·분석하여 본 연구에의 적용 가능성 등의 측면에서 시사점을 도출함



(1) 시스템 다이내믹스 모형(SDM : System Dynamics Model)[63]

○ 자연계나 인간사회를 구성하는 모든 요소들은 시스템 다이내믹스 모형 내에서 상태변수(state variable), 증감변수(rate variable), 보조변수(auxiliary variable), 시간변수(time variable), 상수(constant)의 다섯 가지로 구분되며, 시스템 내에서 요소들의 역동적 움직임과 인과관계는 미적분 함수체계의 수리적 형태로 표현 가능함

○ 해석학적 해를 구할 수 없는 복잡한 함수의 해는 시뮬레이션을 통해 수치적 해를 구할 수 있으며, 여러 방법들 가운데 시스템 다이내믹스 기법이 가장 유용한 도구로 평가받고 있음

○ 시스템 다이내믹스 기법은 연립미적분 방정식과 제어이론(control theory) 등을 수학적 배경으로 하며 각 시점마다 모든 변수들의 해를 수치적 방법으로 구함. 1959년 MIT 학자들이 개발한 시뮬레이션 언어인 다이나모(DYNAMO)를 시작으로 경제, 교육, 환경, 정치, 군사 등 여러 사회경제현상을 수리적 또는 정성적으로 분석하는 데 폭넓게 이용되고 있음

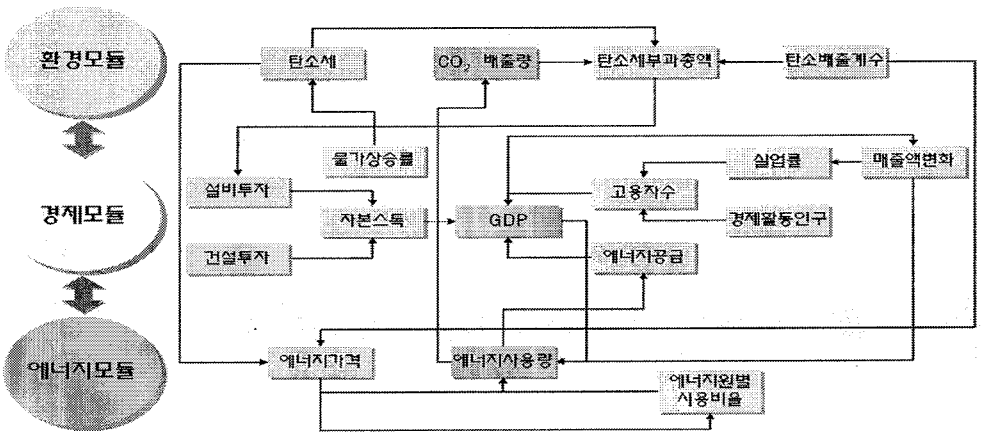
63) 자료 : 김영표, "알기 쉬운 연구방법론 20 - 시스템 다이내믹스 기법", 『월간국토』, 제312호, pp. 117~127, 2007

○ 다이나모(DYNAMO) 외에 스텔라(STELLA), 벤심(VENSIM), 아이씽크(ITHINK), 심파스(SIMPAS), 파워심(POWERSIM) 등의 시뮬레이션 언어 및 상용 소프트웨어가 널리 활용되고 있음. 국내 관련 학회의 조사에 의하면 국내에서는 한글 사용이 가능하고 인과지도 그리기가 용이하며 무료로 이용 가능한 벤심이 가장 많이 사용되고 있으며, 그 다음으로 스텔라가 많이 이용되는 것으로 나타남. 최근에는 최적화 문제 해결, 엑셀자료와의 호환성, 시뮬레이션 결과 표현방법 등이 대폭 강화된 파워심의 이용률이 점차 높아지고 있음

○ 미래를 전망하는 방법에는 시계열분석 등의 방법이 있으나, 일반적으로 시스템 다이내믹스 기법이 가장 포괄적이고 활용성이 높은 것으로 알려져 있음. 이는 모형 내 모든 변수들이 X(t) 형태로 시간변수 파라미터가 내재되어 있기 때문임

○ 시스템 다이내믹스 모형을 이용하여 기존 정책의 미래 전망뿐 아니라 새로운 정책의 미래 예측도 가능하므로 정책들 간 비교분석을 통해 새로운 정책의 효과 측정 및 미래에 발생할 파급효과에 대해 시점별로 분석할 수 있음

○ 송재호 외(2006)에서는 각 경제주체의 온실가스 감축을 위한 활동이 산업 구조 및 활동, 국가 거시경제변수에 미치는 영향을 정량적으로 분석하고, 이에 근거한 환경정책대안을 제시할 수 있는 시스템 다이내믹스 기반의 동태적 에너지-경제-환경 모형을 구축함

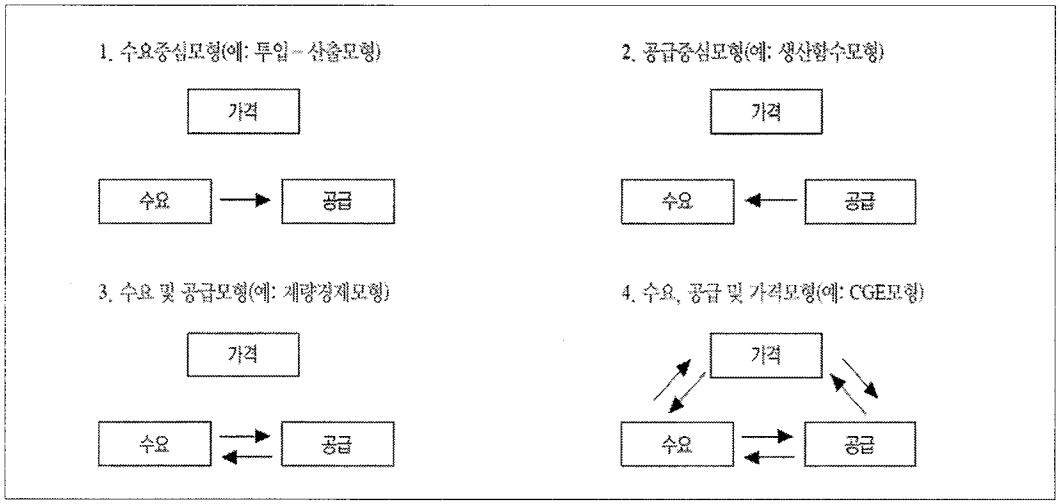


자료 : 송재호 외, "탄소세 부과에 따른 국내 에너지-경제-환경(3E) 변화 분석 및 예측을 위한 시스템다이내믹스 모델 개발", 『한국시스템다이내믹스연구』, 제7권 제2호, p. 152, 2006

<그림 5-13> 시뮬레이션 모형의 주요 인과지도

○ 송재호 외(2006)의 연구에서는 탄소세가 10~50만원으로 부과될 경우, GDP는 BAU(현상유지) 시나리오에 비해 2,000억~6,300억 원 감소하였으며, CO_2 배출량은 564톤~1,733톤 감소하였음. 탄소세 수입을 배출량 감축기술 개발 등에 재투자할 경우 CO_2 배출량은 재투자하지 않을 때와 같았으나, GDP 감소폭은 절반 가량으로 줄어드는 것으로 분석됨

(2) 연산일반균형(CGE : Computable General Equilibrium) 모형[64]



자료 : 국토연구원, "알기 쉬운 연구방법론", 『월간국토』, 통권 319호, pp. 97

<그림 5-14> 모형의 네 가지 유형

○ 모형의 유형과 각 유형에 포함되는 모형들은 <그림 5-14>와 같이 구분되며, CGE 모형은 수요, 공급 및 가격모형에 해당됨

○ CGE모형은 연산일반균형모형 또는 응용일반균형모형(Applied Computable General Equilibrium)으로 일컬어짐. 일반균형이란 소비자, 생산자 등 다수의 경제 주체들이 경제활동 수준에 대한 의사를 합리적으로 결정함으로써 경제자원이 넘치거나 부족하지 않은 상태를 말하는 것으로 소비자와 생산자가 각각 효용과 이윤을 극대화하여 시장의 수요, 공급, 가격 등이 더 이상 증감하지 않을 때 일반균형에 도달했다고 말함

64) 자료 : 김의준, "알기 쉬운 연구방법론 27-CGE(Computable General Equilibrium)모형", 『월간국토』, 제319호, pp. 96~103, 2008

○ 과거 일반균형모형은 수요, 공급, 가격 등의 일반균형점을 수리적으로 계산할 수 없어 사용되지 않았으나 1970년대에 알고리즘이 개발되면서 정책의 계량적 분석에 활용되기 시작하면서 '연산'일반균형모형으로 구별하여 불리기 시작한 뒤, 1980년대에 GAMS, GEMPECK 등 다양한 소프트웨어가 발표되면서 CGE 모형의 개발 수준이 급속히 향상됨

○ 현재는 토지, 주택, 사회기반시설, 국가교역(FTA 포함), 환경 및 자원(환경세, 에너지세 등), 재정, 자연환경 및 재난 등의 정책 분야에 활용되고 있음

○ CGE모형의 가장 큰 특징은 다부문모형(multisectoral model)이라는 점이며, 이는 모형의 경제주체가 다양하고 생산자도 여러 가지로 구분될 수 있음을 의미함. 이러한 특성 때문에 경제주체 간의 상호 연계를 고려하여 정책의 직접적 효과와 간접적 효과를 나누어 측정하고 이윤극대화 및 효용극대화 등 경제주체의 합리적 행위를 가정하여 정책이 변할 경우 소비자 및 생산자가 어떻게 반응할지를 파악하고 정책지표인 사회적 후생 수준 변화도 측정할 수 있음

○ 이러한 점에서 CGE모형은 경제의 예측(forecasting)보다는 정책실험(policy simulation)에 적합함

○ 김의준 외(2006)의 도로와 철도투자의 지역경제 파급효과 추정에 대한 연구에서는 국내 7개 지역간 CGE모형을 개발하여 도로 및 철도의 중장기 사업의 경제적 효과를 산정함. 도로 및 철도시설 개발에 따른 지역 접근성 개선이 총요소 생산성에 미치는 경로를 CGE모형에 접목시킴으로써 교통시설의 경제 효과를 평가하였음. 또한 강상인, 김재준(2007)은 환경세, 보조금 등 시장기반의 환경정책이 갖는 경제·환경적 파급효과를 정량적으로 평가할 수 있는 축차 동태형 CGE 모형을 개발함

○ 기존의 환경-경제 모형에서 명시적으로 다뤄지지 않았던 환경오염 저감활동과 자원 재활용 부문을 여타 경제활동과 분리하고, 해당 부문과 다른 산업부문 간의 관계를 모형 내에 삽입하여 해당 산업 촉진 지원과 같은 다양한 환경정책의 경제적, 환경적 파급효과를 분석할 수 있는 모형을 구축함

(3) 경로분석방법(Path Analysis)[65]

○ 경로분석은 회귀분석에서 하나의 식으로 표현되던 독립변수들과 종속변수 간의 인과적 관계를 설정하고 이를 검증함으로써 여러 변수들 간의 인과 관계를 논리적으로 설명하는 방법임

○ 따라서 경로분석은 이미 밝혀진 이론적 배경 및 실증분석을 통해 입증된 가설에 입각하여 변수들 간의 인과관계를 나타내는 경로모형을 설정한 후, 회귀분석을 여러 번 수행하여 변수들 간 인과관계를 구체적으로 밝히기 위한 다중회귀분석의 확장기법에 해당된다고 할 수 있음

○ 일반적으로 경로분석은 기본적으로 구조방정식모형(structural equation model)을 따르며, 경로 다이어그램(path diagrams)을 도입하여 사용함. 이러한 구조적 특성 때문에 경로분석은 구조방정식모형, 시스템 다이내믹스 모형과 유사성을 가짐. 또한 경로분석은 여러 변수들 간의 복합적 선형관계(linear relationship)를 분해하여 자세한 연계관계를 분석할 수 있다는 장점이 있음

○ 연립방정식 체계를 그림으로 표현한 경로다이어그램을 이용하면 외생변수와 내생변수의 관계를 그림으로 잘 표현해 줄 수 있는 이점이 있음

○ 분석절차는 먼저 문제를 정의하고 연구가설을 설정한 다음, 변수 선정과 분석모형을 구축하며 이때 각 변수의 관계를 수학적으로 설정하고 이를 바탕으로 경로다이어그램을 작성함. 상관분석, 요인분석, 주성분분석 등을 통해 분석모형을 설정하는 것이 일반적임. 그 다음은 통계 패키지 내에 구조방정식 모형을 통해 통계치를 구한 후, 경로다이어그램과 실제 자료모형 간의 일치도나 적합도를 검정하고 추정한 계수의 유의성을 판정한 후 마지막으로 영향력을 분석함

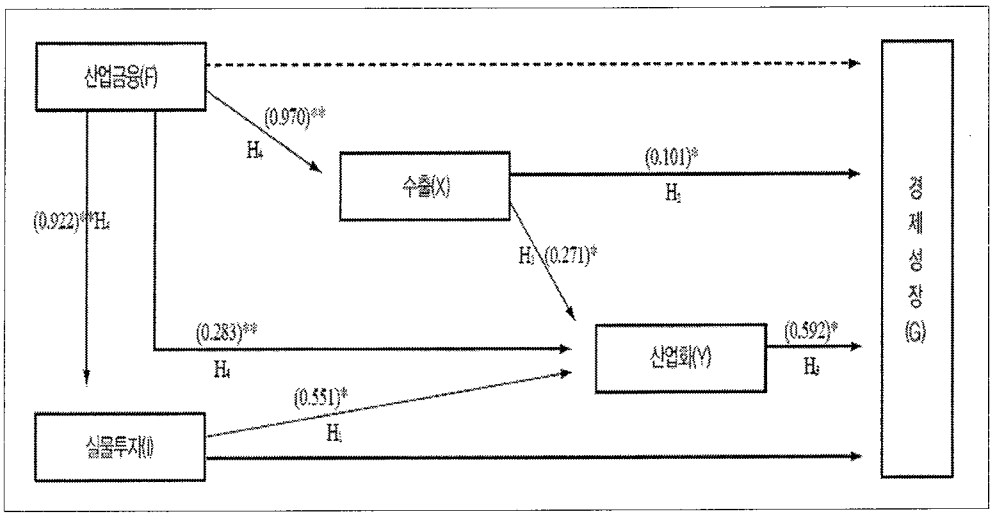
○ 김인수·박동철(2005)은 우리나라의 산업금융정책이 수출 지원, 투자유인, 산업화 촉진을 통해 경제성장에 미친 영향을 분석함. 산업금융정책의 주요 지원 대상들이 경제성장에 미친 영향과 산업화에 미친 영향을 다중회귀분석 방법으로 분석하고, 산업금융 자체가 경제성장에 미치는 간접적 영향에 대해 경로분석방법을 적용함

---

65) 변세일, "알기 쉬운 연구방법론 26 - 경로분석방법론(Path Analysis)", 『월간국토』, 제318호, pp. 59~67, 2008

○ 분석에 사용된 변수(지표)로 종속변수는 경제성장(실질GDP), 독립변수로는 실물투자(국내총투자), 수출(총수출), 산업화(제조업부가가치), 산업금융(금융지원액+금리보조금)이 사용되었으며, 이들에 대한 1962~2003년까지의 시계열 자료를 사용함

○ 변수들 간의 인과관계 추정과정에서 변수들 간 관계는 단일 방향의 인과관계를 가지며, 이 인과관계는 직선적(linear), 가산적(additive), 인과적(casual)인 것으로 가정함



자료 : 김인수·박동철, "한국의 산업금융정책이 경제성장에 미친 영향분석", 『산업경제연구』, 제18권 5호, 2005

<그림 5-15> 산업금융정책이 경제성장에 미친 경로분석 결과

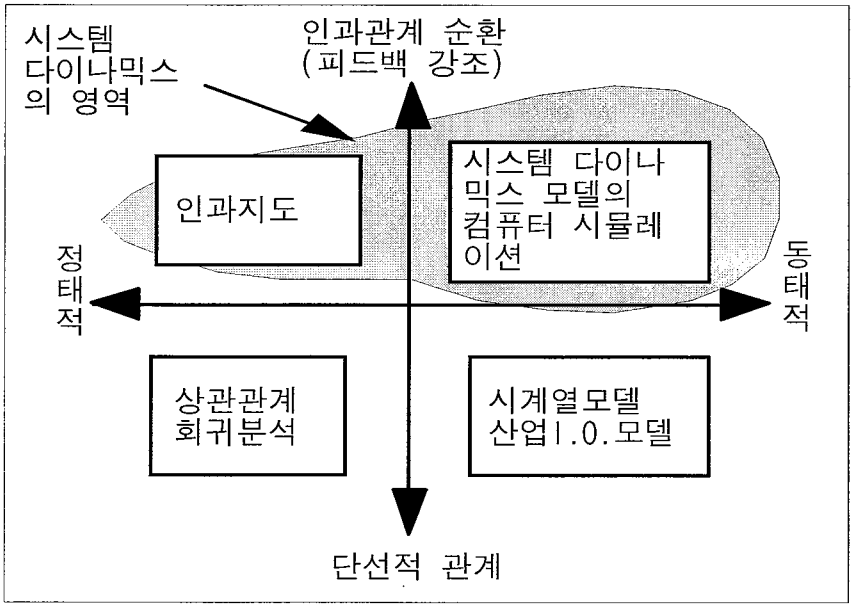
○ 분석 결과 산업금융정책 변수들 가운데 경제성장에 미치는 직접적 영향은 산업화(0.592), 실물투자(0.551), 수출(0.101) 순으로 나타났으며, 산업금융정책 수단들 중 경제성장에 미치는 직·간접 경로는 상대적으로 실물투자(0.879), 산업화(0.592), 수출(0.270) 순으로 나타남

다. 방법론의 비교분석 및 시사점

○ 3가지 방법(시스템 다이내믹스 기법, 연산일반균형모형, 사이버네틱스 기반의 경로분석방법) 가운데 경로분석방법은 인과구조의 일방향성을 가정하고 측정변수만 취급하는 등의 한계점을 지니고 있으며, 이러한 한계는 시스템 다이내믹

스 모형이나 연산일반균형모형에 의해 극복됨. 또한 환경관련 정책의 장기적 효과 분석에 관한 선행연구가 다른 두 방법에 비해 상대적으로 적으므로 본 연구에서는 적용성 등이 낮다고 판단됨

○ 시스템 다이내믹스 기법은 시간경과에 따른 시스템의 행태 변화를 전체론적 관점에서 분석함. 시스템의 동태적 변화는 시스템을 구성하는 변수들 간의 피드백 구조에 의해 발생하는데, 한 변수의 변화는 시간에 따라 다른 변수에 영향을 주고 이는 다시 최초의 변화가 일어난 변수에 영향을 주는 인과순환적 구조임



자료 : 김도훈 외, 『시스템 다이내믹스』, p. 51, 1999

<그림 5-16> 시스템 다이내믹스 방법론의 위상

○ <그림 5-16>에서와 같이 시스템의 피드백 구조는 인과지도를 통해 분석되고, 시스템의 동태적 행태 분석은 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 이루어짐

○ 시스템 다이내믹스 기법은 모형의 파라미터값 추정을 중요시하는 계량경제 기법과는 달리 시스템의 피드백 구조를 중요시함. 이는 시스템 변화를 특정 변수의 파라미터 변화에서 찾기보다 시스템의 전반적인 구조에서 찾음을 의미함

<표 5-32> 시스템 다이내믹스 적용 연구사례

구분	연구내용	분석기간
홍민기 외(2000)	지역환경시스템과 지역경제시스템 간의 동태적 관계분석 및 정책실험	36개월
김선경 외(2001)	대기환경정책이 교통과 대기환경수준에 미치는 효과 분석	N/A
최남희(2003)	남산 1,3호 터널 혼잡통행료 징수 정책 효과 분석	60개월
송재호 외(2006)	탄소세 부과에 따른 국내 에너지-경제-환경 변화분석 및 예측	1995~2030
정석재 외(2007)	탄소세 부과가 철강산업에 미치는 효과 분석	1995~2030
박진원 외(2007)	기후변화협약에 따른 에너지-경제-환경 통합모형 개발	1995~2030
권태형(2008)	대체연료차량시장 모형 구축	30년
전대욱 외(2009)	경제성장에 대한 본원적 구조와 지속가능 내생적 성장이론에 대한 시스템 다이내믹스 모델링	N/A

○ 시스템의 동태적 분석과 피드백 구조에 의한 변화의 내생적 결정 등의 특성 때문에 이 기법은 순수 학문연구의 목적보다는 정책효과 분석이나 기업문제 해결 등 현실적 문제에 활용되어 왔음. 특히 장기적 정책효과 분석에 유용하고, 최근에는 정책대안의 통합적 평가시 시스템 다이내믹스 기법의 적용사례가 증가하고 있음

○ 시스템 다이내믹스 기법은 피드백 구조와 정책구조를 결합하여 정책목표와 정책결과를 단편적으로 파악하는 정책평가 방법의 한계를 극복할 수 있으며 정책의 목표 달성도뿐만 아니라 정책의 실패 원인을 분석하여 정책효과를 극대화할 수 있는 기반이 될 수 있을 것으로 판단됨(최남희, 2003)

○ 그러나 이 기법은 수요와 공급의 균형에 근거한 경제이론에는 부합하지 않으며 과거 실측치에 대해 통계적 검증을 하지 않는다는 한계가 있음

<표 5-33> SDM과 CGE모형의 비교

	SDM	CGE
개념 및 특징	- 피드백구조에 의해 전체론적 관점에서 시스템 행태 분석 - 인과지도, 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 시스템 인과순환적 구조의 동태적 분석	- 일반균형 이론에 근거한 다부문 모형 - 부문별 수요, 공급방정식에 의해 수요, 공급, 가격을 내생적으로 결정 - 각 부문의 균형에 의해 결정된 가격은 다른 부문의 균형에 영향을 미침 - 산업연관표, 국민계정에 기초한 사회계정행렬을 입력자료로 사용

활용분야	- 정량적 정책효과 분석 - 기업문제, 도시문제, 국제환경문제 분석 - 사회, 경제, 교육, 환경, 자원, 공간계획, 정치, 외교, 군사 등 여러 사회경제 현상을 분석 - 최근 정책대안의 통합적 평가에 적용됨 (예 : 에너지-환경-경제 통합 모형 개발)	- 정량적 정책효과 분석 - 국제무역, 재정, 농업, 소득분배 등의 분야 - 토지, 주택, 사회기반시설, 국가교역, 환경 및 자원, 재정, 자연환경 및 재난 등의 정책 분야 - 정책대안의 통합적 평가에 활용됨 (예 : 에너지-환경-경제 통합 모형) - 최근 장기간 분석시 국내에서 상당히 많이 활용되고 있음
장점	- 인과순환적 피드백 구조를 통해 정책효과의 단선적 평가 한계 극복 가능 - 정책 실패 원인을 탐색하여 정책지렛대의 발견 용이 - 모든 변수에 시간 파라미터가 내재되어 장기간 분석에 적합	- 외생적 변화가 전체 시스템을 통해 추적될 수 있음 - 장래 도입될 정책변수들에 대한 기준안 경제균형의 반응 분석에 유용함 - 이론적 정합성, 일관성을 유지 - 생산자 및 소비자잉여를 이용하여 후생분석(welfare analysis)이 가능
한계점	- 입력자료 구축에 많은 노력 필요, 모형의 복잡한 구조를 다뤄야 함 - 수요-공급의 균형 개념에 근거한 경제이론에 부합하지 않음 - 과거 시점의 자료에 대해 통계적 계산을 하지 않음	- 모형의 파라미터 정산을 위해 기준년도 경제가 완전균형 상태에 있는 것으로 가정함 - 파라미터가 추정(estimation)이 아니라 정산(calibration)에 의해 결정되므로 현실 세계의 실제적 변화를 반영하지 못함

○ CGE모형은 일반균형이라는 경제학 이론에 기초한 모형으로 모형 내에 수요방정식과 공급방정식이 설정되면 수요, 공급, 가격을 내부 변수들에 의해 결정함. 따라서 새로운 정책 변수가 도입되는 시나리오의 장기적 분석에 유용함

○ CGE모형 내에서 가격이 내생적으로 결정되고 변화하는 메커니즘은 정책의 효과를 직접적으로 나타내는 가장 중요한 원리임. 이는 SDM의 가장 큰 특징인 변수들 간의 인과순환적 피드백 관계를 고려할 수 있는 부분임

○ 그러나 CGE모형은 다부문모형으로써 특정 부문의 균형가격이 다른 연관부문의 균형에 영향을 미쳐서 모든 부문이 균형상태가 되는 해를 도출하는 방식이므로 시스템 전체론적 관점을 지닌 SDM과는 구분됨

○ CGE모형은 토지, 주택 등 많은 정책 분야에서 활용되고 있으며, 최근 국내에서는 '축차-' 또는 '동태형-' 등의 형태로 장기간 분석에 상당히 많이 활용되는 추세임

<표 5-34> CGE모형을 적용한 연구사례

구분	연구내용	분석기간
강윤영(1998)	탄소세 부과가 국민경제에 미치는 영향 분석	1990~2010
강승진(1999)	기후변화 대응을 위한 에너지-환경-경제 통합모형 개발	1990~2030
조경엽(2000)	온실가스 저감정책의 파급효과 분석	1995~2030
조승헌 외(2001)	탄소세 부과가 경제-환경에 미치는 영향 분석을 위한 Dynamic CGE모형 개발	1998~2047
김의준 외(2002)	탄소세 부과가 서울시의 경제-환경-건강에 미치는 영향 분석	1995~2020
임재규 외(2003)	일국 CGE모형을 이용하여 배출권거래제와 탄소세 정책의 혼합 경제적 효과 분석	2000~2020
임재규(2004)	다국가 CGE모형을 이용하여 기후변화협약의 경제적 파급효과 및 시사점 도출	1995~2015
문영석 외(2005)	기후변화협약에 의한 독점적 경쟁시장에서의 에너지믹스 변화 분석	1985~2100
김의준 외(2006)	도로 및 철도사업 투자의 권역별 경제적 파급효과 분석	2005~2013
배정환 외(2006)	수소기술 보급에 따른 경제적 파급효과 분석	2005~2040
강상인 외(2007)	시장기반의 환경정책수단이 환경-경제에 미치는 파급효과 분석	2003~2033

○ CGE모형은 투입-산출모형, 계량경제모형 등과 같이 수요, 공급, 또는 수요-공급 중심의 모형들과는 달리 모형의 구조가 매우 복잡하여 현실성이 뛰어나면서 수리적 해를 구할 수 있다는 장점이 있음

○ 그러나 파라미터를 정산(calibration)하기 위해 기준년도의 경제가 균형 상태를 이룬다는 가정 하에 있으며 모형 수립과정이 복잡하다는 한계가 있음

○ SDM과 CGE모형은 정책 또는 기술 변화로 인한 경제적 파급효과를 분석할 경우 시뮬레이션을 통하여 해를 도출하기 때문에 장기적(동적) 분석이 가능하고, 친환경적 정책 및 기술 도입으로 인한 환경-경제 통합 분석을 위한 국내·외 연구에 활발히 적용되는 등 많은 공통점을 지님

○ 전대욱, 김지수(2009)는 SDM을 모형화함에 있어서 일반균형에 입각한 거시경제이론을 반영하는 방법을 소개함. 고전경제학의 국민소득 삼면등가의 원칙을 시스템 다이내믹스 기법에 적용하기 위하여 미분방정식으로 치환하였으며, 외

생변수로 취급되던 기술 진보와 지속가능 발전 패러다임에 의해 등장한 환경적 요인들을 모형에 내생화함. 또한 지속가능한 교통시스템의 도입은 기술 발전과 정책 변화의 두 가지 측면을 모두 포함하므로 이 연구에서 구축한 모형이 갖는 의의는 크다고 할 수 있음

○ 이처럼 피드백 구조를 통해 시스템을 전체론적 관점에서 장기간에 걸친 동태적 행태 분석이 가능한 SDM과 경제이론을 기반으로 하는 CGE모형의 특징들을 결합할 필요가 있음. 따라서 시스템 다이내믹스 기법을 적용하여 모형을 구축함에 있어서 CGE 모형의 이론적 배경이 되는 경제이론들을 반영하여 지속가능한 교통시스템의 도입으로 인한 경제적 파급효과를 분석해야 할 것으로 판단됨

3. 지속가능교통시스템의 효과 평가 시스템

○ 지속가능한 교통의 파급효과 분석에 대한 국내·외 연구 및 사례를 검토해본 결과 지속가능한 교통정책, 사업 등에 대한 효과분석 및 평가의 중요성이 대두되고 있으며 이에 대한 연구가 필요한 시점임

○ 오늘날 신도시 건설, 대규모 택지개발은 주요 도로의 교통혼잡과 교통난 문제를 심각하게 했으며 난개발은 환경의 질적 저하와 자연환경파괴 등의 많은 문제점을 야기하고 있음. 따라서 '지속가능한 개발'에 대한 욕구가 높아지면서 환경친화적인 국토개발, 환경친화적인 교통체계구축 등에 대한 노력이 시도되고 있음. 그러나 지금까지 국토개발, 교통체계, 환경 등 이 세 가지 분야는 각기 독립된 요소로서 고려되어 사업 및 정책들을 추진되어 왔으며 그 결과 환경오염 문제가 더욱 심각해지고 있는 실정임

○ 국내에서는 지속가능한 교통정책의 일환으로 최근 대중교통 이용 장려정책을 활발히 시행 중이며 이러한 정책은 환경적 측면에서 바람직함. 그러나 대중교통 이용이 어떤 개인에게는 통행에 불편함을 야기할 수 있고, 이 경우 경제활동을 포기할 수도 있으며 이러한 과정이 반복되어 사회 전체의 경제활동이 저하된다면 환경적인 측면에서는 발전을 이룰 수 있겠지만 경제적인 측면에서는

발전을 이룰 수 없게 됨

○ 따라서 지속가능한 개발에 있어서는 어느 한 분야만을 고려해서는 파급효과 분석 및 평가가 적절하게 수행될 수 없기 때문에 지속가능한 교통의 파급효과를 분석하기 위해서는 토지-교통-환경을 통합할 수 있는 통합평가시스템 개발이 필요함

가. 국내·외 연구사례

○ 선진국에서는 2000년대부터 지속가능한 개발을 추진할 때 당면하게 되는 문제점들을 보다 객관적·과학적으로 해결하는 접근방법으로 계획의 전체 과정을 지원하는 계획지원시스템(PSCC : Planning Support System)을 활용하고 있음

○ 국외에서는 토지이용과 교통의 통합모형(ITLUP, MEPLAN, TRANUS, Urbansim 등)이 다양하게 개발되고 있고, 다수의 지역에 실제 적용되었으며 통합모델을 이용하여 지속가능한 도시정책의 효과를 평가한 대표적 사례로서 EU 프로젝트인 SPARTACUS(3개 유럽도시에 대하여 MEPLAN 모델을 사용하여 환경문제를 포함한 지속가능한 도시정책의 장기적 영향을 비교·평가)와 PROPOLIS(7개 유럽도시에 대하여 TRANUS, MEPLAN, IRPUD, TRESIS를 적용하여 지속가능한 도시정책의 영향을 비교·평가)를 들 수 있음

○ 그러나 국내에서는 이러한 시스템에 대한 간략한 소개와 일부 활용사례는 있으나, 실제 지속가능한 개발을 위해 활용한 사례는 없음. 특히 토지이용의 변화나 교통체계의 변화가 향후 지속가능성에 어떤 영향을 미치는지에 대한 실증적 연구는 거의 전무한 실정임

○ 이는 토지이용과 교통 및 환경을 통합하는 접근방법의 장점은 잘 알려져 있지만 실제로 통합적으로 운영할 수 있는 시스템 구축이 매우 어려울 뿐만 아니라 데이터베이스 구축도 상당히 방대하기 때문이라고 볼 수 있음

○ 지속가능한 개발에 대한 관심과 중요성의 증대로 정책적 투자와 법 제정이 이루어지고 있지만, 이에 대한 객관적인 평가 및 비교·분석할 수 있는 방법론 및

시스템의 구축을 위한 연구는 거의 이루어지지 않은 실정임

나. 지속가능한 교통의 효과 평가 시스템(토지-교통-환경 통합시스템)

○ 도시공간구조를 형성하는 데 가장 결정적인 영향을 미치는 요인은 토지이용이며, 토지이용의 변화는 교통수요를 유발하고 이는 에너지소비와 CO_2 배출로 이어지게 됨

○ 따라서 지속가능한 개발을 위해서는 토지이용, 교통, 환경시스템의 상호작용을 고려한 통합적 접근방법이 필요하며 환경의 질을 개선하기 위해서는 단순히 교통에너지 절약을 목적으로 하는 교통정책보다는 토지이용정책과 동시에 시행되어야 한다는 주장이 대두되고 있음

○ 국가의 정책 및 사업의 시행은 대부분 사전 분석을 통한 예측 및 기대효과를 살펴본 후에 추진을 함. 국내에서는 토지, 교통, 환경 분야의 각각의 시뮬레이션은 도입되어 활용되고 있으나 이 세 분야의 상호작용을 고려한 통합시스템은 전무한 실정임

○ 따라서 지속가능한 개발을 활발하게 추진하기 위해서는 토지, 교통, 환경을 통합한 시스템 개발을 통해 앞으로 국가의 정책/사업에 대한 예측/파급효과를 분석하여 최적의 환경친화적인 정책·개발을 도출해 내고, 기 시행된 사업을 평가하여 더 나은 지속가능한 개발을 추진할 수 있는 기반이 될 수 있을 것으로 사료됨

○ 본 연구에서는 지속가능한 개발을 위한 정책대안은 비교·평가할 수 있는 시스템을 크게 입력-모델링-평가의 3단계로 구상함

○ 입력단계 : 지속가능한 개발을 추진하기 위해 해당도시가 당면하고 있는 내·외적 현황에 대한 데이터베이스 구축 및 주거지역, 주거형태, 장래 인구, 경제 등을 예측하는 모델 구축

- 거주형태, 직업, 소득 등 가구의 특성에 따른 토지이용 데이터베이스 및 예측 모형 구축

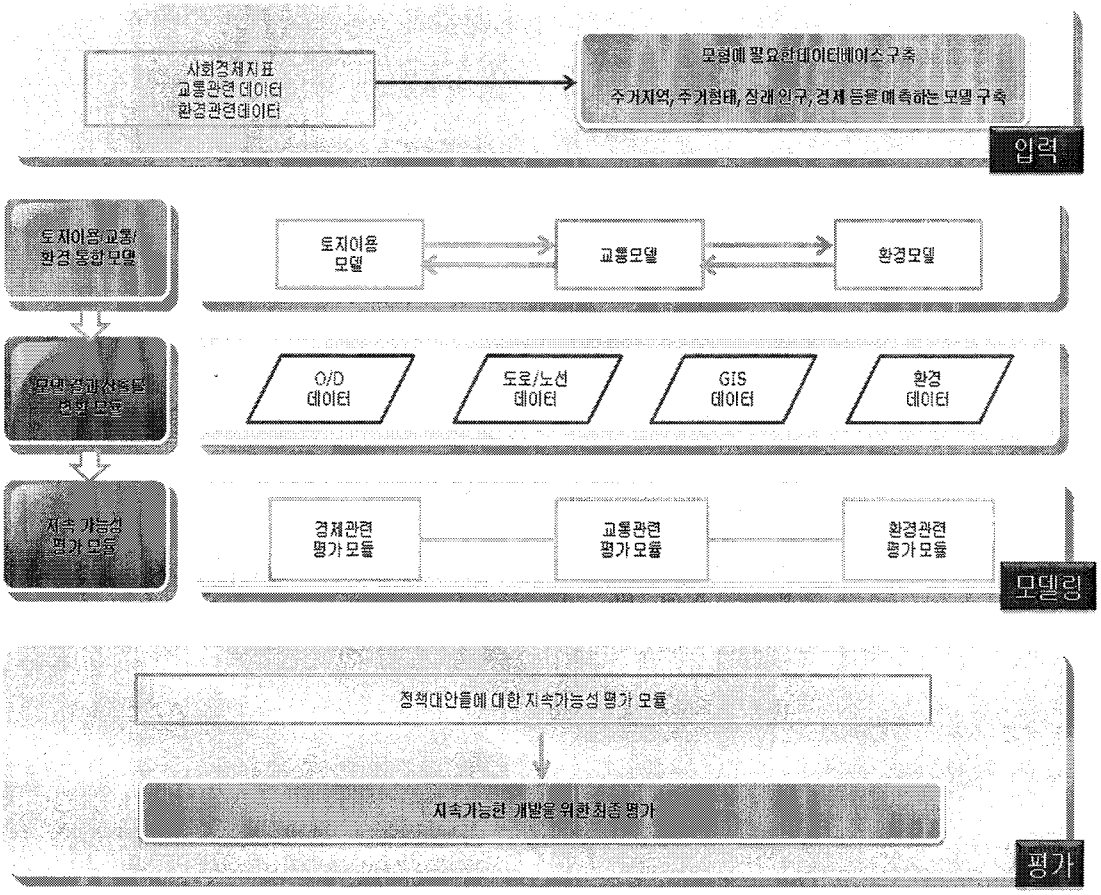
- 자동차 유형, 에너지 지표를 정의할 수 있는 자동차 기술 및 차량 데이터베이스
- 환경 매개변수 관련 데이터베이스(가솔린, 디젤, CNG 및 전기차량에 포함되어 있는 탄소 및 연료가격)

○ 모델링단계 : 정책에 대한 시나리오를 설정하여 토지이용-교통-환경의 통합모델을 구축하는 단계이며 이는 토지소비량, 총 통행량, 교통에너지 소비량, 환경오염 배출량 등의 항목들을 평가하기 위해서 토지이용과 교통체계, 환경모델간의 상호작용을 기반으로 하는 모델의 통합화 작업이 수행되어야 하며 수요와 공급간 상호작용을 통해 평형을 이루는 세 가지 과정이 포함됨

- 주거위치와 거주형태시장에서의 균형
- 자동차시장에서의 균형
- 통행시장에서의 균형

○ 평가단계 : 각 정책대안에 대한 목표연도 시점에서의 지속가능성 수준들을 비교하여 보다 바람직한 정책을 선정하는 단계

- 이 시스템에서는 연평균 및 다른 시간대 수요와 공급간 상호작용에 의한 산출을 위한 다양한 계산과정이 수행됨
- 온실가스배출, 접근성, 형평성, 대기질 및 가구별 소비자잉여와 같은 산출물을 제공함



<그림 5-17> 토지-교통-환경 통합평가 시스템 구조

○ 토지-교통-환경의 통합모형을 이용해 가장 효율적인 대안을 선정하고 시행함으로써 불필요한 교통유발과 에너지를 줄여 환경적·경제적 비용을 절감할 수 있을 것이며, 또한 불필요한 투자를 줄여 사회적·경제적 효용성을 높여 사회적 잉여를 창출할 수 있을 것임

○ 토지-교통-환경의 통합모형 및 시스템의 개발은 우리나라의 GIS자료, 교통DB, 환경DB의 연동화를 통해 발전된 기술시스템을 이끌어낼 수 있을 것이며, 이 시스템은 국토, 건설, 환경 등의 다양한 분야에서 활용될 수 있을 것임

○ 필요성이 낮은 정책을 시행함으로써 발생되는 에너지를 줄여 환경오염물질의 배출량 감소효과를 가져올 것으로 기대됨. 특히 통행량, 교통에너지 소비량의 감소로 인해 온실가스 배출량이 감소될 것이며, 이는 지구온난화에 효과적으로 대비할 수 있을 것으로 기대됨

○ 지속가능한 교통시스템의 효과를 평가할 수 있는 시스템이 개발되면 평가시 환경, 경제, 사회적 측면을 통합적으로 고려할 수 있으며, 평가요소 간의 연계성이 유지되고 이를 기반으로 하여 지속가능한 교통시스템 정책에 대한 비교분석을 통해 최적의 대안을 제시할 수 있을 것으로 예상됨

제4절 지속가능교통시스템의 파급효과 분석

○ 본 절은 다음에서 보는 바와 같이 두 부분으로 구성됨

- 첫째, 본 기획과제에서 제안하는 기술개발의 예상되는 파급효과 중 사회적 편익
- 둘째, 지속가능교통시스템의 일환인 철도기반시설에 대한 투자가 이루어질 경우 예상되는 경제적 파급효과의 사례분석

1. 지속가능교통시스템의 파급효과

○ 본 기획과제에서 제안하는 핵심기술은 교통시설기술, 교통수단기술, 교통운영기술로 구분하여 각 기술별로 6개의 세부기술을 분류하고 9개의 기술과제를 제안함

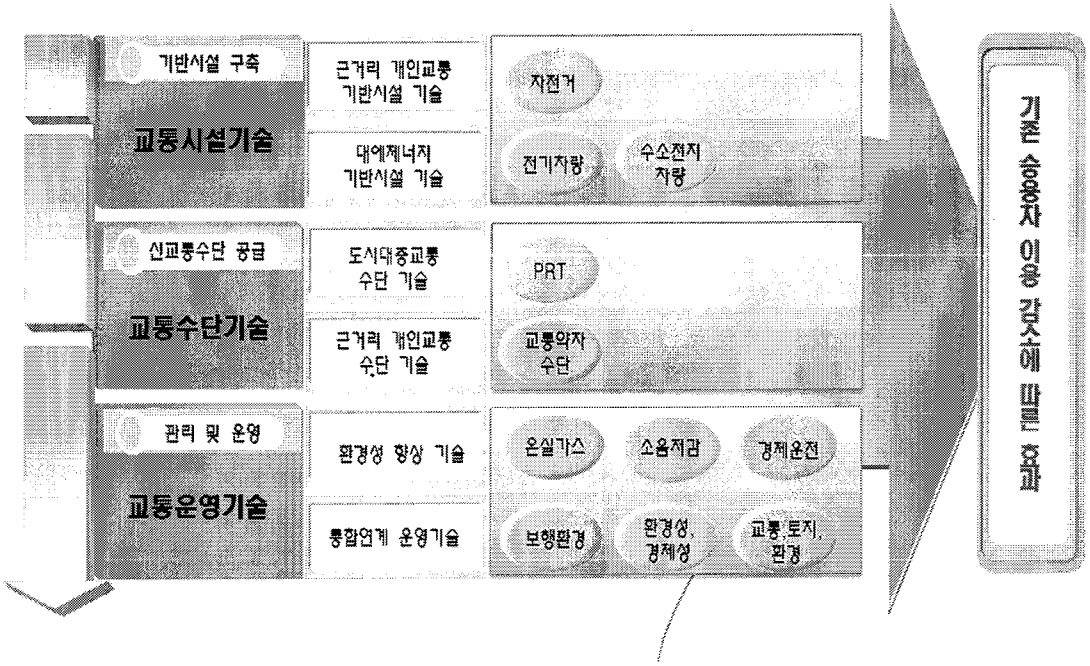
<표 5-35> 지속가능교통시스템 기술과제

교통기술	중분류	기술과제	세부과제
교통시설	근거리 개인교통 기반기술	1. 자전거이용활성화 지원기술 개발	· 자전거시설 네트워크 분석 평가기법 개발 · U-Cycling 기반기술 및 응용서비스 개발 · 자전거 안전성 평가기술 및 고기능 자전거 도로개발
	대체에너지 기반시설 기술	2. 전기차 충전인프라 시스템 구축 및 운영기술 개발	
		3. 수소전지차량 인프라 구축 기술개발	
교통수단	도시대중교통 수단기술	4. 승객여정선택형 대중교통수단 기술	
	근거리 개인교통 기술	5. 교통약자 지원을 위한 개인운송시스템 개발	
교통운영	환경성 향상기술	6. 교통부문 온실가스 산정 통합관리 시스템 개발	
		7. 육상교통소음 저감기술개발 및 통합관리시스템 구축	
		8. 에코드라이브 경제운전 통합관리 시스템 개발	
	통합연계 운영기술	9. 교통부문 지속가능성 통합평가 기술	· 보행환경 개선시스템 개발 · 육운시설의 환경성 및 경제성 통합평가 시스템 개발 · 교통-토지-환경 통합평가시스템 개발

○ 지속가능한 교통체계를 구축하려면 우선 기반시설이 구축되어야 하며 기반시설이 구축되면 지속가능한 교통수단의 공급이 필요함. 이렇게 기반시설의 구축, 신교통수단의 공급이 되고 난 후에는 지속가능한 교통체계를 꾸준히 운영하고 관리할 수 있는 통합평가시스템이 필요함

○ 9개의 기술과제(세부과제 포함 : 13개)는 각각의 경제적 기대효과, 기술파급효과, 이산화탄소 감축효과 등이 상이하기 때문에 모든 기술에 대한 총체적 파급효과를 산출하는 것은 무리가 있음

○ 교통시설기술, 교통수단기술, 교통운영기술의 개발은 친환경적인 교통수단을 도입하고, 통행자의 교통이용환경을 개선시켜 기존의 승용차를 이용하지 않고도 편리하게 이동할 수 있게 함. 따라서 궁극적인 공통목적은 기존의 승용차의 이용을 감소시켜 이에 따른 경제적·환경적·사회적 효과를 도출하는 것이라 할 수 있음



○ 따라서 본 연구에서는 교통시설기술, 교통수단기술, 교통운영기술 개발의 파급효과 중 가시화되는 부분인 기존 승용차 이용 감소에 따른 효과 중 사회적 편익을 다음과 같은 가상의 시나리오를 설정하여 도출함

- 분석 대상지역 : 서울시, 전국

- 분석 기준년도 : 2007년
- 대상 차량 : 승용차 기준
- 차량 평균속도 : 60km/hr

○ 기존 승용차 이용 감소에 따른 파급효과는 통행시간 절감효과, 대기오염(CO_2 포함) 절감효과, 차량운행비용(유류비 포함) 절감효과, 소음절감 효과, 교통사고 절감효과 등 다양한 요소로 볼 수 있으나 본 연구에서는 통행시간, 대기오염, 차량운행비용 부분에 대해서만 검토하였음

○ 서울시는 차량1대당 1일 평균 주행거리가 약 56.4km, 전국은 평균 약 54.8km로 조사되었으며 서울시의 평균 주행거리가 다소 높은 것으로 나타남

○ 앞서 가정한 바와 같이 서울시의 차량 1대가 감소함으로 인해 생겨나는 총 사회적 편익은 약 21,000원의 가치로 산출되었으며 전국을 기준으로 하여 차량 1대가 감소함에 따라 기대할 수 있는 총 사회적 편익은 약 25,000원으로 분석됨

○ 교통시설기술, 교통수단기술, 교통운영기술이 개발되어 서울시 승용차 통행량이 약 1% 가량 감소하는 효과를 가져올 수 있다고 가정하면 1일 기준 감소하는 차량대수는 약 8만대가 되며 이에 대한 사회적 편익은 약 18억 원으로 추정되고, 1년을 기준으로 할 경우 약 6천4백억 원의 사회적 편익이 발생하는 것으로 분석됨. 또한 대기오염 절감편익에 기 반영된 이산화탄소 배출량은 1일 기준 약 64만kg 감소하는 것으로 추정되었음

○ 전국을 대상으로 하여 지속가능한 교통시설기술, 교통수단기술, 교통운영기술이 개발되어 승용차 통행량이 약 1% 가량 감소하는 효과를 가져올 수 있다고 가정하면 1일 기준 감소하는 차량대수는 약 30만대가 되며 이에 대한 사회적 편익은 약 79억으로 추정되고, 1년을 기준으로 할 경우 약 2조 9천억 원의 사회적 편익이 발생하는 것으로 분석됨. 또한 CO_2 배출량은 1일 기준 약 237만kg 감소하는 것으로 추정되었음

○ 국가는 2020년을 기준으로 하여 2005년 대비 온실가스를 30% 감축하고자 목표치를 정하였으며, 지속가능한 교통기술이 개발되어 승용차 통행량이 약 1% 가량 감소하게 될 경우 온실가스가 2005년 대비 약 0.15% 감축하는 것으로 분석

되었으며 수송부문 기준시 온실가스가 2005년 대비 약 0.9%가 절감되는 것으로 나타남

<표 5-36> 국가별 온실가스 감축 목표치

한국	2020년까지 2005년 대비 30% 감축 (2009.11.17, 이명박 대통령 발표, 국무회의)
일본	2020년까지 2005년 대비 30% (1990년 대비 25%) 감축 (2009.9.22, 하토야마 총리 발표, UN정상회의)
영국	(2008.11월 발효 '기후변화법') 1990년 대비 최소 26% 감축 (2009.4, 재무부) '90년 대비 34% 감축 (2009.7, 기후변화에너지부) 1990년 대비 36% 감축('저탄소전환계획' 의회 제출)
미국	2020년까지 2005년 대비 17% (1990년 대비 4%) 감축 2009.6월 하원통과 'Waxman-Markey 법안'에 명시

<표 5-37> 부문별 온실가스 배출량

단위 : 백만tCO_2eq

부문	1990	2000	2004	2005	2006	비중	'90~'06 증가율
총배출량	305.4 (100.0)	461.2 (151.0)	534.4 (175.0)	596.7 (195.0)	602.6 (197.0)	620.0 (203.0)	4.3
○ 에너지	247.8 (81.1)	372.2 (80.7)	438.8 (82.1)	498.9 (83.6)	505.9 (83.9)	525.4 (84.7)	4.5
- 전환	37.9 (15.9)	83.0 (22.6)	125.7 (29.1)	170.8 (34.8)	179.3 (36.1)	189.8 (36.8)	9.9
- 산업	87.2 (36.5)	132.8 (20.9)	152.4 (35.3)	156.2 (31.8)	157.5 (31.7)	167.2 (32.4)	3.9
- 수송	42.2 (17.7)	76.7 (20.9)	86.6 (20.0)	97.5 (19.9)	99.3 (20.0)	100.2 (19.4)	5.2
- 가정상업	64.7 (27.1)	69.7 (19.)	63.5 (14.7)	61.1 (12.5)	56.7 (11.4)	54.5 (10.6)	△1.0
- 공공기타	7.0 (2.9)	4.6 (1.3)	4.0 (0.9)	4.9 (1.0)	4.3 (0.9)	4.5 (0.9)	△2.5
○산업공정	19.9 (6.5)	47.1 (10.2)	58.3 (10.9)	64.8 (10.9)	63.7 (10.6)	60.9 (9.8)	6.8
○농업	15.2 (5.0)	22.4 (4.9)	20.6 (3.9)	18.2 (3.1)	17.5 (2.9)	18.4 (3.0)	1.1
○폐기물	22.5 (7.4)	19.5 (4.2)	16.7 (3.1)	14.7 (2.5)	15.6 (2.6)	15.3 (2.5)	△2.2

주 : 1) ( )는 구성비임

2) 온실가스 총배출량/순배출량지수는 1990년 100일 때 상대지수

3) tCO_2:Tons of Carbon Dioxide(이산화탄소톤)

4) 1990~2007 증가율%는 연평균 증가율임

5) 에너지부문중 탈루성 배출(2007년, 6.7백만 톤)은 제외

자료: 녹색성장위원회 http://www.greengrowth.go.kr

<표 5-38> 서울시 승용차 1% 감축에 따른 파급효과(사회적 편익)

평가 항목		원단위
차량 1대 감소에 따른 사회적 절감편익 (단위 : 원/대)	차량운행 비용절감	9,841
	통행시간 비용절감	10,844
	대기오염 비용절감	731
	총 사회적 편익	21,416
1일 기준 서울시 차량대수	서울시 총 승용차통행량(통행/일)	8,243,000
	서울시 총 승용차대수(대/일)	6,254,173
	1%감소(대/일)	82,430
1일 기준 사회적 편익(단위 : 억원/일)		18
1년 기준 사회적 편익(단위 : 억원/년)		6,443

<표 5-39> 전국 승용차 1% 감축에 따른 파급효과(사회적 편익)

평가 항목		원단위
차량 1대 감소에 따른 사회적 절감편익 (단위 : 원/대)	차량운행 비용절감	9,562
	통행시간 비용절감	14,990
	대기오염 비용절감	710
	총 사회적 편익	25,262
1일 기준 전국 차량대수	전국 총 승용차통행량(통행/일)	31,206,644
	전국 총 승용차대수(대/일)	20,133,319
	1%감소(대/일)	312,066
1일 기준 사회적 편익(단위 : 억원/일)		79
1년 기준 사회적 편익(단위 : 억원/년)		28,774

<표 5-40> 시·도별 자동차 1일 평균 주행거리

단위 : 대, km

지역	등록대수	1대당1 일평균	일간주행거리	월간주행거리	연간주행거리
서울	2,931,978	56.4	165,362,948	5,029,789,670	60,357,476,035
부산	998,764	58.7	58,629,363	1,783,309,791	21,399,717,496
대구	880,684	55.6	48,927,901	1,488,223,642	17,858,683,701
인천	846,930	55.4	46,884,796	1,426,079,201	17,112,950,416
광주	461,270	55.9	25,805,559	784,919,076	9,419,028,917
대전	534,730	53.3	28,482,947	866,356,293	10,396,275,514
울산	405,152	50.7	20,550,038	625,063,648	7,500,763,772
경기	3,786,574	55.5	210,316,235	6,397,118,815	76,765,425,779
강원	554,737	52	28,873,831	878,245,679	10,538,948,152
충북	551,888	55.2	30,437,120	925,795,725	11,109,548,699
충남	731,170	53.3	38,949,085	1,184,701,347	14,216,416,162
전북	636,872	55.5	35,326,560	1,074,516,214	12,894,194,571
전남	633,511	53.7	33,989,398	1,033,844,174	12,406,130,088
경북	1,009,621	51.5	51,979,855	1,581,053,927	18,972,647,125
경남	1,187,892	52.7	62,591,073	1,903,811,798	22,845,741,574
제주	228,739	50.8	11,627,433	353,667,762	4,244,013,147
전체	16,380,512	54.8	898,223,726	27,320,971,663	327,851,659,954

자료 : 교통안전공단, 『2007 자동차 주행거리 조사』, 2008

<표 5-41> 서울시 교통수단별 수단분담률 추이

단위 : 천통행/일, %

구분		총합	승용차	버스	지하철·철도	택시	기타
1996년	통행량	27,800	6,829	8,358	8,183	2,901	1,529
	분담률	100	24.6	30.1	29.4	10.4	5.5
2002년	통행량	29,680	7,983	7,705	10,285	2,195	1,513
	분담률	100	26.9	26	34.6	7.4	5.1
2004년	통행량	30,344	8,001	7,953	10,854	2,011	1,525
	분담률	100	26.4	26.2	35.8	6.6	5
2005년	통행량	31,004	8,166	8,513	10,785	2,016	1,524
	분담률	100	26.3	27.5	34.8	6.5	4.9
2006년	통행량	31,196	8,188	8,616	10,839	1,959	1,592
	분담률	100	26.3	27.6	34.7	6.3	5.1
2007년	통행량	31,509	8,243	8,715	11,012	1,958	1,582
	분담률	100	26.3	27.6	34.9	6.2	5

자료 : 서울시 홈페이지

<표 5-42> 전국 교통수단별 통행량(2007년 기준)

단위 : 통행/일, %

구분	승용차	버스	철도	항공	해운	총수단
통행량	31,206,644	19,117,524	11,297,667	46,780	21,580	61,690,194
분담률	50.59	30.99	18.31	0.08	0.03	100.00

자료 : 한국교통연구원, 『전국지역간 여객 기종점통행량 자료의 전수화』, 2007

<표 5-43> 차종별 · 속도별 대기오염비용(2007년 기준)

단위 : 원/km

차종	속도	CO	NOx	HC	PM	CO_2	합계
승용차	10	34.19	10.69	6.55	0.00	16.14	67.57
	20	15.09	6.13	2.25	0.00	10.91	34.38
	30	9.35	4.43	1.21	0.00	8.69	23.68
	40	6.65	3.52	0.77	0.00	7.39	18.32
	50	5.11	2.94	0.55	0.00	6.52	15.11
	60	4.13	2.53	0.41	0.00	5.88	12.96
	70	3.44	2.24	0.32	0.00	5.39	11.39
	80	2.94	2.01	0.27	0.00	5.00	10.21
	90	2.56	1.83	0.22	0.00	4.68	9.29
	100	2.25	1.69	0.19	0.00	4.41	8.54

자료 : 한국개발연구원, 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2009

<표 5-44> 차종별 · 속도별 차량운행비용 (2007년 기준)

단위 : 원/km

차종	속도	유류비	엔진 오일비	타이어 마모비	유지 관리비	감가 상각비	합계
승용차	10	77.92	7.91	0.54	9.13	237.49	332.99
	20	46.98	6.58	1.00	10.78	202.41	267.75
	30	39.96	5.71	1.54	12.78	172.73	232.72
	40	36.09	4.82	2.24	13.27	145.73	202.16
	50	36.87	4.82	2.85	14.94	124.14	183.63
	60	38.27	4.82	3.62	15.77	111.99	174.48
	70	40.38	4.82	4.47	16.59	102.55	168.82
	80	41.38	4.39	5.39	18.26	91.76	161.19
	90	45.00	3.95	6.55	18.75	85.01	159.28
	100	48.52	4.82	7.79	19.91	79.07	160.12
	110	52.49	6.15	9.48	22.07	72.33	162.53
	120	58.85	9.22	11.26	24.07	63.96	167.36

자료 : 한국개발연구원, 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2009

<표 5-45> 차량 1대당 평균 통행시간가치(수도권 : 2007년 기준)

구분	승용차		버스		화물차		철도(1인당)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차 인원(인)	0.224	1.094	1.466	11.484	1.00	0.00	0.08	0.92
시간가치(원)	18,626	6,091	10,228 (1인) 18,626 (0.466인)	3,036	16,571	-	18,626	3,729
시간가치(원/대·시)	4,177	6,668	18,735	34,884	16,571		1,423	3,444
평균시간가치(원/대)	10,844		53,681		16,571		4,867	

자료 : 한국개발연구원, 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2009

<표 5-46> 차량 1대당 평균 통행시간가치(전국권 : 2007년 기준)

구 분	승용차		버스		화물차		철도(1인당)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차 인원(인)	0.44	1.11	2.35	7.63	1.00	0.00	0.13	0.87
시간가치(원)	18,626	6,091	10,228 (1인) 18,626 (1.35인)	3,036	16,571	-	18,626	3,729
시간가치(원/대·시)	8,245	6,744	35,401	23,161	16,571		2,341	3,260
평균시간가치(원/대)	14,990		58,561		16,571		5,602	

자료 : 한국교통연구원, 『전국지역간 여객 기종점통행량 자료의 전수화』, 2007

2. 지속가능교통시스템의 파급효과 사례분석

○ 사회적으로 지속가능한 발전에 대해 관심이 고조되면서 교통부문에서도 지속가능성에 초점을 두고 지속가능한 교통시스템 구축을 위한 사업들이 진행 중에 있음

○ 지속가능한 교통시스템 구축을 위한 대표적인 사업으로 친환경 교통수단으로 각광받는 철도시스템 구축사업을 들 수 있음

○ 새롭게 구축되는 교통시스템은 접근성 향상, 물류비용 감소 등과 같이 지역경제 활동에 영향을 미침

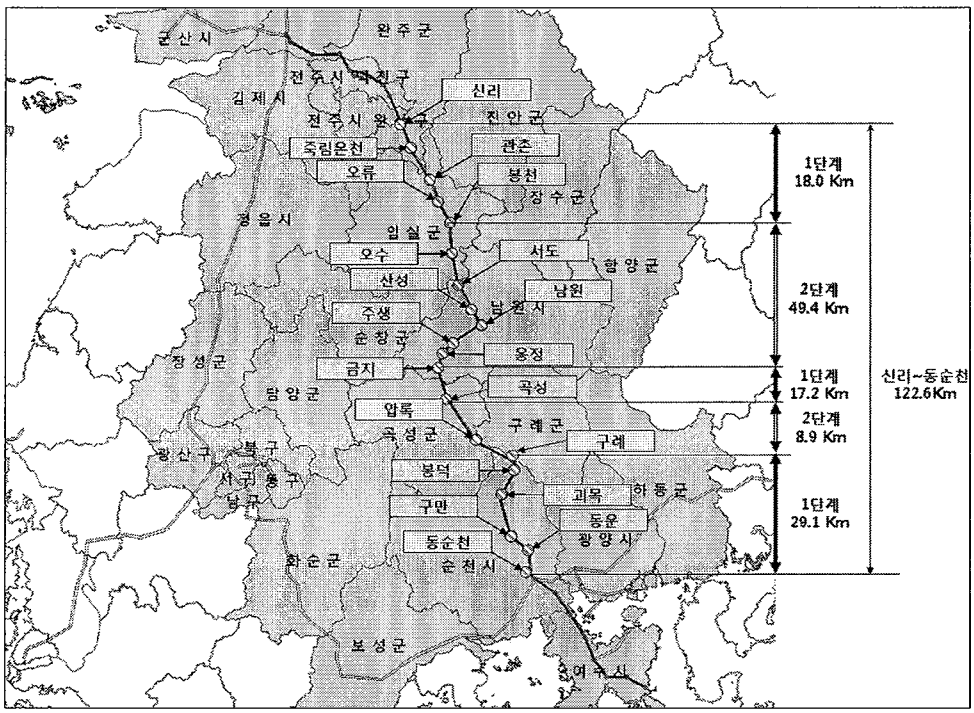
○ 따라서 본 연구에서는 철도시스템 구축사업의 일례로 "전라선 철도 개량사업"이 지역경제에 미친 파급효과를 분석할 것임

가. 전라선 철도 개량사업의 개요

○ 사업내용

- 전라선 익산 ↔ 여수 199.1km 중 신리 ↔ 동순천간 122.6km 개량

○ 전라선 개량사업 위치도



<그림 5-18> 사업의 개요

○ 사업효과

- 광양제철, 여천공단 및 광양항 개발에 따른 화물수송 원활 : 선로용량 증가 (28회→53회/일, 편도)
- 수송거리 및 시간 단축(11.4km, 45분)

○ 사업의 추진 배경 및 목적

- 전라선의 계속적인 교통량 증가에 따라 부분적으로 노선을 개량해왔으나, 장래 교통수요에 적절하게 대처하지 못할 것으로 판단됨
- 특히 여수석유화학단지의 공장 증설로 물동량의 자연증가와 가동 중인 광양제2제철소의 원료 및 제품 등의 철도화물수요, 그리고 광양 컨테이너항 건설

에 따른 신규 화물수요 등을 고려할 때 전라선의 이용도는 향후 급증할 것으로 전망됨

- 서남권 개발계획을 활성화하고 급증하는 화물량의 원활한 수송을 위하여 익산~여수간 수송능력 증강 및 지역개발을 촉진하기 위하여 전라선 개량이 필요함
- 광양제철, 여천공단 및 광양항 개발에 따른 화물수송을 원활하게하고, 전라선 구간의 수송거리 및 시간 단축을 위하여 사업을 추진함

나. 지역경제 파급효과(IRIO) 분석

(1) 한국은행의 2003년 지역산업연관표 개요

○ 전라선 개량사업은 전라권뿐 아니라 다른 지역권에도 경제적 효과가 파급되므로 이러한 효과를 분석하기 위해 한국은행에서 2007년에 발표한 '2003년 지역산업연관표'를 적용함

○ 지역산업연관표는 일정 기간(보통 1년)동안 특정 지역의 산업부문간 재화와 서비스 거래관계와 타 지역과의 교역관계를 일정한 원칙과 형식에 따라 기록한 행렬형식의 통계표임

○ 지역산업연관표는 각 지역의 경제구조뿐만 아니라 산업간 및 지역간 재화와 서비스의 흐름을 일정한 기준에 의하여 수량적으로 나타냄으로써 지역경제정책 수립 및 정책효과 분석 등에서 유용한 분석도구로 활용되고 있음

(2) 지역경제 파급효과 분석을 위한 유발계수

(가) 생산유발계수

○ IRIO의 경우 생산유발계수는 공급지역의 부문과 공급을 받는 지역의 부문으로 구성되며, 기본 구조는 다음과 같음

$$X=(I-A)-1Y$$

○ 모형을 도출하는 과정을 거쳐 위 식의 변수를 행렬로 나타내면 다음과 같음

- 투입계수행렬 : $A=\begin{bmatrix} A^{LL} & A^{LM} \\ A^{ML} & A^{MM} \end{bmatrix}$

- 총 산출 벡터 : $X=\begin{bmatrix} X^{L} \\ X^{M} \end{bmatrix}$

- 최종수요벡터 : $Y=\begin{bmatrix} Y^{L} \\ Y^{M} \end{bmatrix}$

○ 위의 지역산업연관모형을 구성하는 행렬은 1, 2, …, n개 지역으로 쉽게 일반화 될 수 있으며, 일반화된 행렬은 다음과 같음

$$A=\begin{bmatrix} A^{11} A^{12} \cdots A^{1n} \\ A^{21} A^{22} \cdots A^{2n} \\ \vdots \quad \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ A^{n1} A^{n2} \cdots A^{nn} \end{bmatrix} \qquad X=\begin{bmatrix} X^{1} \\ X^{2} \\ \vdots \\ X^{n} \end{bmatrix} \qquad Y=\begin{bmatrix} Y^{1} \\ Y^{2} \\ \vdots \\ Y^{n} \end{bmatrix}$$

○ 위와 같은 행렬을 통해 두 지역간 산업연관체계는 다음과 같이 나타낼 수 있음

$$(I-A)X=Y$$

○ 산출액에 대한 해는 다음과 같음

$$X=(I-A)^{-1}Y$$

- 좌변 X는 산출액을 우변의 Y는 최종수요, 그리고 $(I-A)^{-1}$이 생산유발계수임

○ 전라선 개량사업의 경우 전라권의 건설업 최종수요(외생부문)의 발생에 따른 파급효과를 분석할 수 있는데, 전라권에서 새로 발생한 최종수요는 위 식의 Y에 해당함

○ 이를 한국은행의 2003년 지역산업연관표에 있는 생산유발계수, 즉 $(I-A)^{-1}$ 와 곱하면 6개 권역에 대한 파급효과를 분석할 수 있음

(나) 소득유발계수

○ 소득유발효과를 계산하기 위해서는 먼저 소득유발계수를 도출해야 함

- 소득유발계수 = 피용자보수 / 총생산액
- 한국은행의 2003년 지역산업연관표에는 6개 권역의 28개 부문별 총생산액과 27개 부문의 피용자보수가 있고, 이를 통해 6개 권역의 부문별 소득유발계수를 도출할 수 있음

○ 계산된 소득유발계수를 부문별 생산유발액과 곱하면 부문별 생산유발액과 지역별 생산유발액을 알 수 있음

(다) 취업 및 고용유발계수

○ 취업유발효과와 고용유발효과를 분석하기 위해서는 취업유발계수와 고용유발계수를 구해야 함

- 취업유발계수 = 취업자수 / 총생산액
- 고용유발계수 = 피용자수 / 총생산액
- 한국은행의 2003년 지역산업연관표에 있는 지역 및 부문별 총생산액과 취업자수, 피용자수를 통해 권역별 취업 및 고용유발계수를 구할 수 있음

○ 권역별로 27개 부문에 대한 취업유발계수와 고용유발계수를 구해서 부문별 생산유발액과 곱하면 부문별 및 권역별 취업유발과 고용유발을 알 수 있음

다. 지역경제 파급효과 분석 결과

○ 전라선 개량사업은 전라권에서 최종수요가 발생하는 것이기 때문에 2003년의 한국은행 지역산업연관표 중 전라권 부분을 통해 전라권에서 발생한 최종수요의 권역별 파급효과를 분석할 수 있음

- 즉 수도권-전라권, 강원권-전라권, 충청권-전라권, 전라권-전라권, 경북권-전라권, 경남권-전라권 등 6개의 지역간 생산연관효과를 분석하는 것임

○ 전라선 개량사업에 투자된 총 사업비 중 토지보상비용을 제외한 금액을 전라권의 건설업에서 발생한 최종수요로 볼 수 있음

- 투자비 내역 : [총사업비: 1,088,171(백만 원)] - [토지보상비: 49,178(백만 원)]
  = 1,038,993(백만 원)

○ 전라선 개량사업으로 인해 전라권에 생긴 1,038,993(백만 원)의 최종수요에 의해 전국적으로 2,046,285(백만 원)이 유발되는데 이 중 72%가 전라권에서 발생하며, 그 뒤를 수도권, 경남권이 잇고 있음

○ 소득의 경우 전국적으로 450,530(백만 원)의 생산유발효과가 나타나는데 이 중 80%가 전라권에서 발생하며, 수도권은 11%, 경남권은 4%로 나타남. 취업과 고용의 경우 전국적으로 취업 18,604명, 고용 16,112명이 유발되는데 이 중 취업은 77%, 고용은 80%가 전라권에서 발생하며, 그 다음은 수도권, 경남권 순으로 나타남

<표 5-47> 전라선 개량사업의 지역별 파급효과 분석결과

구분	총생산 유발액 (백만원)	지역별 비중 (%)	소득 유발액 (백만원)	지역별 비중 (%)	취업유발 (명)	지역별 비중 (%)	고용유발 (명)	지역별 비중 (%)
수도권	250,581	12	49,837	11	2,244	12	1,697	11
강원권	13,137	1	2,650	1	122	1	86	1
충청권	89,185	4	12,262	3	585	3	425	3
전라권	1,476,493	72	358,593	80	14,375	7	12,961	80
경북권	78,753	4	9,408	2	462	2	332	2
경남권	138,137	7	17,780	4	816	4	611	4
전국	2,046,285	100	450,530	100	18,604	100	16,112	100

○ 약 1조 원의 철도사업 투자에 따른 전국적인 파급효과는 2조 원 이상의 경제적 효과를 기대할 수 있으며, 이로 인해 취업인구와 고용인구가 약 20,000명 가량 발생됨

○ 따라서 본 기획과제에서 제시하는 지속가능한 교통시스템 기술인 교통수단기술, 교통시설기술, 교통운영기술 등이 도입될 경우 전국적으로 발생하는 경제적 파급효과는 매우 클 것으로 기대됨

참고자료 : 전략 프로젝트의 주요 내용

제1절 1단계 추진과제

제2절 2단계 추진과제

제1절 1단계 추진과제

1. 자전거 이용활성화 기술개발

가. 추진배경 및 필요성

(1) 추진배경

○ 1980년대 후반부터 논의된 지속가능한 발전의 기본개념은 경제의 성장, 사회의 안전과 통합 및 환경의 보전이 균형을 이루는 발전이라고 정의되고 있음. 그간 국내의 교통·물류 분야에서는 승용차, 버스, 열차, 녹색교통 등 교통수단의 지속가능성, 특히 내연기관에서 발생하는 환경오염물질의 감소에 대해 중점적으로 논의되어 왔음

○ 한편 교통수단을 운용하기 위한 교통시설은 대규모 투자가 요구되고 사회적 파급효과가 크고 생애주기가 긴 사회기반시설로서 사회성과 경제성을 동시에 충족시키기 위한 지속가능교통시스템의 하나의 중요한 요소임

○ 일반적으로 교통시설은 수단별로 운영자와 사용자, 수입구조의 특성이 다양하기 때문에 수단별로 설계되고 개발되어 독립적으로 운영되는 경우가 대부분이었음. 그러나 통합적 도시계획과 대중교통을 중심으로 하는 교통체계의 효율화 정책에 따라 최근 다수단간 Multimodalism의 구현을 위한 시도가 다양하게 이루어지고 있음

○ 유럽, 일본 등의 국가에서는 대중교통과 더불어 Multimodalism의 한 축으로 자전거, 보행으로 대표되는 녹색교통을 두고 승용차 억제정책을 통해 지속가능한 교통체계로 전환하기 위한 정책을 쓰고 있음

○ 국내에서는 주5일제 근무와 삶의 질 향상에 대한 욕구가 커지면서 90년대 중반부터 자전거를 활용한 레크리에이션이 유행하게 되었으며 그 폭발적인 수요는 이동수단으로서의 가능성을 보여주었고 지자체를 중심으로 자전거 관련 시설에 확충에 크게 관심을 갖고 투자가 이루어져왔음

○ 1995년 '자전거이용활성화에 관한 법률'이 제정되었고 2003년부터 기초단체 주도의 사업으로 전환된 이후 중앙정부의 예산지원과 함께 지역 특성에 맞는 단기 및 중·장기적인 계획이 수립되어 많은 사업들이 추진되었으나 자전거도로 수송분담률은 여전히 미미한 실정임

○ 이용자의 편의가 크게 고려되지 않은 실적위주의 자전거도로 건설, 자전거 계획 방법론 및 기초데이터의 부재, 자전거 이용문화의 성숙도 결여 등으로 인해 활성화가 크게 진전되지 않았으며, 여기에다 높은 인구밀도, 자동차 통행의 효율성만 강조된 도시구조 등 국내의 도시성장 과정에서 빚어진 특성 때문에 녹색교통으로의 시설 전환이 용이하지 않았음

○ '도시교통정비촉진법' 시행령에 승용차 함께 타기, 주차수요관리, 보행자 전용지구의 지정과 운용, 대중교통 전용지구의 지정과 운용, 대중교통수단 이용안내를 위한 네트워크 구축과 함께 자전거이용 활성화를 위한 시설확충 등을 제시하고 있으나 안전은 다루어지고 있지 않음

○ '도로교통법'은 도로, 자동차전용도로, 차도, 보도, 횡단보도, 자전거도로에 대해 정의하면서 자전거를 차의 범주에 포함시킴으로써 자전거를 교통취약집단으로 분류하지 않고 있음. 자전거를 자동차와 동일시하여 위반 시 범칙행위 및 범칙금액을 똑같이 적용받도록 명시하고 있으나 자전거이용자의 권리를 보호하는 사항(예 : 통행우선권)은 존재하지 않음

○ 단거리 통행에 적합한 자전거는 버스, 지하철, 철도 등의 대중교통과의 연계이용을 통해 보다 중요한 교통수단으로서의 기능을 할 수 있게 되므로 자전거와 대중교통의 연계를 원활히 할 수 있도록 지원하는 것은 자전거 이용의 활성화를 위해 매우 중요한 사안임

○ 자전거 급행도로는 자전거 통행자에게 빠르고 쾌적한 자전거 주행환경을 제공함으로써, 자전거가 가지고 있는 제약을 극복하고 보다 중요한 교통수단으로서의 기능을 갖는 수단으로 고려되어야 할 것임

○ 따라서 상기의 사항을 종합적으로 고려하여 국내 실정에 적합한 녹색교통 시설의 연구개발, IT 기술을 활용한 이용편의성 향상, 타 수단과의 연계 및 자전

거통행의 안전성 강화 등을 통해 궁극적인 지속가능교통시스템으로의 전환을 도모하여야 할 것임

(2) 필요성

○ 2006년 UNESCAP에서는 기후변화에 대처하기 위한 인프라 구축에 장기적인 LCC분석을 통한 정책목표 설정, 에너지 공급원 다변화, 국민들의 행동양식 제고를 위한 거버넌스 구축 등 지속가능한 인프라 구축에 필요한 정책방향 및 권고사항을 제시하였음

○ 지속가능교통물류 발전법 제31조(비동력·무탄소 교통수단 활성화 종합계획의 수립), 동법 제34조(연계교통시설 확보지원 등)에 의거하여 비동력 녹색교통의 핵심전략인 자전거교통의 모빌리티 조사, 자동검지 및 등록관리, 사고누적구간의 안전성, 접근성 평가 및 개선에 따른 지역별 'modal split' 구조개선 목표관리 인프라를 구축하여야 함

○ 특히 국내에서는 인프라 발전 속도에 비해 급격한 도시화 그리고 거대도시화로 진행되고 있는 실정에서 국민의 이동성 보장을 위해 장기적이고 합리적인 인프라 목표설정 및 계획을 통한 지속가능교통시스템 확보가 필수적임

○ 자전거 교통의 경우 그동안 자전거 이용자 증가와 더불어 자전거 시설에 대한 투자규모가 크게 증가하고 있는 추세이나 투자분석체계의 개발 미비로 타당성 및 투자우선순위 분석체계가 확립되어 있지 않고 있고 이는 예산의 비효율적 집행으로 나타나고 있음

○ 지금까지 교통사업 투자분석체계에서 환경, 에너지절약, 국민보건 등의 편익항목이 개발되어 있지 않고, 계량화 기법이 정립되어 있지 않아 자전거 시설 확충의 투자 타당성과 효과가 저평가되는 경향이 있음. 이에 자전거의 통행특성에 적합한 수요추정기법의 개발과 지속가능성을 고려한 편익항목 개발 및 이를 이용한 투자효과분석체계의 개발이 필요함

○ 특히 고령화 사회의 진입속도가 가속화되면서 고령자의 근거리 이동·의식주·

휴식 등 모빌리티 욕구를 충족할 수 있는 자전거 이용증가에 따른 심각한 인명사고가 늘어나고 있으나 예방체계는 전무함

○ 고령 이용자의 자전거 사망사고의 경우 OECD 평균 -1.6% 감소하나 우리나라는 +1.7% 증가추세에 있고 60세 이상 자전거관련 사망사고 비율은 1998년 45.6%에서 2004년 64.9%로 급격히 증가하고 있어 자전거도로의 안전성을 시스템적으로 평가, 개선하는 지원기술이 필요함

○ 비동력 녹색교통의 핵심전략인 자전거교통의 모빌리티를 조사하고 자전거 사고누적구간의 안전성, 접근성, 쾌적성 평가 및 개선에 따른 중장기 자전거안전종합대책(예 : 수단분담 20% 제고), 지자체 Modal Split 구조개선 목표관리 및 사업개발을 효과적으로 지원하기 위한 인프라를 구축하여야 함

○ 교통혼잡과 온실가스 배출 저감을 위해 자전거 이용에 편리한 교통환경 조성 및 경전철, 지하철 등 대중교통에 대한 투자확대 및 대중교통의 접근성 강화를 위한 노력이 필요함. 녹색교통은 보행의 경우 1km이내, 자전거의 경우 3~5km 이내의 단거리 수송수요를 대체할 수 있고, 대중교통은 원천적으로 타 수단과의 연계가 필수적인 수단임. 이러한 녹색교통과 대중교통의 협력과 상생, 즉 연계와 환승을 적극 유도할 수 있는 기술개발과 정책제안이 필요함

○ 그러나 현재까지 우리나라의 대중교통 시설은 도보 및 자동차를 이용한 접근에 맞추어 개발되어 왔으며, 이에 따라 자전거에 대한 고려가 없어 자전거의 이용이 어려운 상황임

○ 자전거와 대중교통과의 연계를 위한 지능형 자전거 환승센터, 대중교통의 자전거휴대 탑승 실현을 위한 시설 설계 및 자전거 전용열차의 표준화 방안, 자전거 반입 시 요금징수체계, 이용제한 및 단속을 위한 무인시스템 등의 개발이 필요함

○ 도로교통의 경우 이미 ITS, 텔레메틱스, LBS로 대표되는 정보통신기술을 활용한 다양한 어플리케이션이 개발되고 일부 활용되고 있음. 이런 유비쿼터스 환경하에서 녹색교통이 활용할 수 있는 IT 기술의 여지는 크다고 할 수 있음. 자전거 이용의 장애가 되는 도난 및 분실의 위험 감소, 자전거 경로 안내 시스

템, 자전거 보관 및 환승에 대한 실시간 정보제공 등으로 자전거 이용 활성화에 기여하는 바가 클 것으로 기대됨

○ 자전거 급행통로는 국내는 물론 국외에서도 현재까지 도입되거나 구체적으로 연구된 사례가 없는(일부 국가에서 아이디어 차원의 연구 시행) 도로시스템으로 그 설치 및 운영을 위해서는 기초부문부터의 연구 수행이 필요함

나. 국내·외 기술개발 동향

(1) 선진국 기술개발 동향

○ 유럽 및 미국(NCHRP) 등에서 자전거시설의 투자분석체계를 연구 및 적용한 사례가 있으며, 기본적으로 B/C분석기법을 적용하였음. 그러나 이들 국가에서 개발된 방식에는 편익항목의 개발이 여전히 미비한 편이며, 비용항목의 경우에도 우리나라의 실정과 맞지 않는 표준단가를 채택하고 있음

<표 1> 자전거 시설 투자분석체계의 선행연구

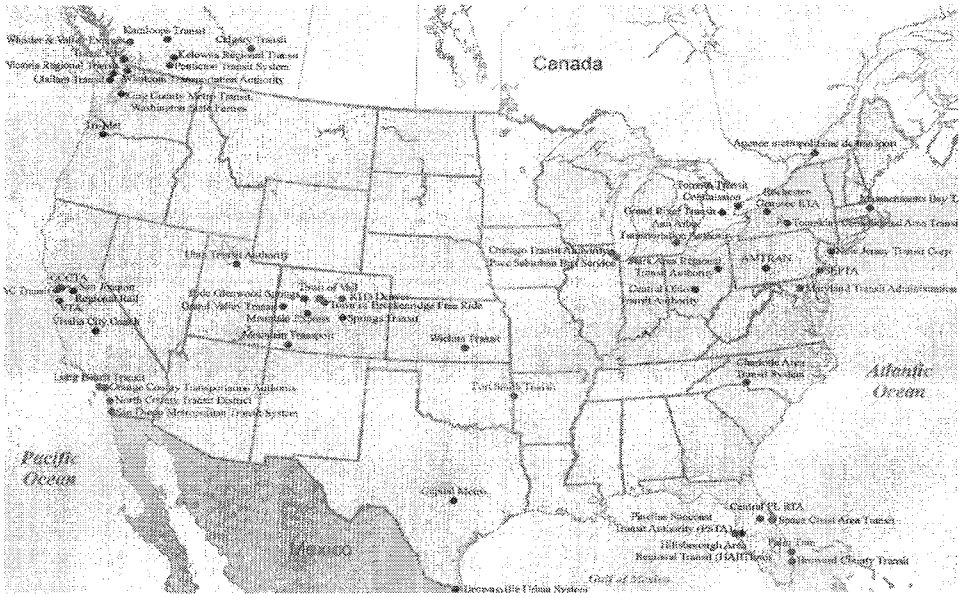
연구자 (연도)	대상지역	V/C	비고
Everett (1976)	University of Mississippi	1.7:1	캠퍼스에서의 자전거시설 편익, 비용분석
Buis (2000)	Amsterdam, Netherlands Bogota, Colombia Morogoro, Tanzania Dehli, India	1.5:1 7.3:1 5:1 20:1	자전거이용활성화에 기여하는 정도를 경제적 편익으로 산정
Saelensminde (2002)	Hokksund, Norway Hamar, Norway Trondheim, Norway	4.09:1 14.34:1 2.94:1	장래 자전거 및 보행량의 예측을 통한 편익추정
Przybylski & Lindsey (1998)	Central Indianapolis, Waterfront Greenway Ohio River Greenway	1.43:1 1.9:1	하루를 기준으로 비용편익 산정, 건설비기준 비용정립

○ 해외의 자전거 진·출입로 유도, 전용신호등 적절성 등 자전거 관련 안전성 평가기술에는 EUSKA, VISUM 등의 사례가 있음

○ 자전거도로 네트워킹 기법은 크게 2가지로 기존 교통계획 수요추정모형을 응

용하는 방법과 그리드 기법 그리고, 서비스수준(Level of Service)를 기준으로 자전거도로망을 설정하는 방법이 있음. 도로네트워크 평가시스템은 주로 안전, 효율성, 편의성, 안락성 등의 관점에서 부분적으로 평가방법이 도출되어 있으나, 전체를 통합한 계량 및 전산 소프트웨어는 현재까지 구축되어 있지 않음

○ 자전거와 대중교통의 환승을 위한 시스템은 일본, 유럽 등지에서 활발히 이용되고 있음. 일본은 지역 곳곳에 철도망이 활성화되어 있으며 철도와 가장 친숙한 수단인 자전거의 수송분담률 또한 20%이상으로 매우 높은 편에 속함. 특히 교외에 위치한 주거지역에서 도심으로 통근하는 시민들은 가까운 철도역에 접근하기 위해 적극적으로 자전거를 이용하고 있기 때문에 전용 자전거 보관소가 많이 설치되어 있고 이런 시설의 이용이 매우 활성화되어 있음



<그림 1> 미국의 자전거-대중교통연계 프로그램 실시지역

○ 일본은 좁은 공간에 많은 자전거를 보관하기 위해 공간배분을 매우 효율적으로 하고 있는 것이 특징인데, 그 중 하나가 리프트를 이용한 2층 주차장, 전철역 내의 자전거 주차장 등 다양한 형태로 발전시키고 있음

○ 프랑스의 스트라스부르는 노면전차와 자전거가 잘 조화된 소도시로서, 도심의 중심역인 중앙역은 고속열차인 TGV동유럽선과 지하철 그리고 자전거 환승 체

계가 잘 갖추어져 있음. 일반철도 노선은 지상, 자전거 환승센터는 지하 1층, 그리고 지하철 노선은 지하 2층으로 연결되어 계단과 에스컬레이터를 통해 쉽게 연계/환승이 가능함

○ 시카고의 Millenium Park의 맥도널드 자전거센터는 도심에 위치한 복합 자전거 환승센터로서 지하 1층과 지상 2층의 시설에 개인용 자전거 보관시설, 라커룸, 자전거 정비소, 샤워시설/탈의실을 갖추고 자전거에 관한한 One-stop-service를 실현하고 있음. 월정액 또는 연간회원의 형태로 운영되며 대여용 자전거까지 갖추고 자전거 대여 시 헬멧, 자물쇠, 티셔츠까지 함께 대여할 수 있도록 하여 편의성을 높였음



<그림 2> 시카고 복합 자전거 센터

○ 자전거가 활성화된 유럽 각지에서는 자전거를 열차에 싣고 통학/통근하는 이용자가 많은데, 이것은 유럽의 많은 국가들의 도시의 인구집중도가 낮고 소도시 중심으로 넓게 분포되어 있는 편이라 일시적 교통혼잡 같은 현상이 드물기 때문에 오래전부터 교통문화로 정착되어 왔다고 보아짐

- 덴마크 코펜하겐의 지하철에는 자전거 거치대와 간이의자가 설치된 자전거 전용칸이 있으며, 이용객은 별도의 운임을 지불하고 자신의 자전거를 휴대하여 이동함
- 네덜란드, 베를린, 동경 등의 지하철에서도 자전거 전용칸을 운영하고 있음
- 무게가 가볍고 부피가 작은 일부 접이식 자전거 등은 대중교통과 연계하여 이용할 수 있으나, 이들 자전거는 일반 자전거에 비해 이동성이 떨어짐

○ 해외에서 자전거이용에 유비쿼터스 기술을 적용한 사례는 거의 알려지지 않고 있음. 다만, U-cycling 기술보다는 낮은 단계이지만 기존의 정보통신기술을 활용하여 시스템을 구축한 사례는 상당히 여러 곳이 있으며, 프랑스 파리의 리옹시와 파리시에서 시작한 "Velo'v", "Velib"자전거가 있음

○ U-cycling 서비스 표준체계는 국내외적으로 아직 정립되지 않은 단계이며, 유비쿼터스 관련 기반기술인 USN은 무선랜, WPAN, Bluetooth(IEEE 802.15.1), Zigbee(IEEEE 802.15.4), UWB 등 이용 중임. 또한, 응용서비스 부문은 아직까지 공공자전거시스템(Public Bike System)에만 제한적으로 활용되고 있는 정도임

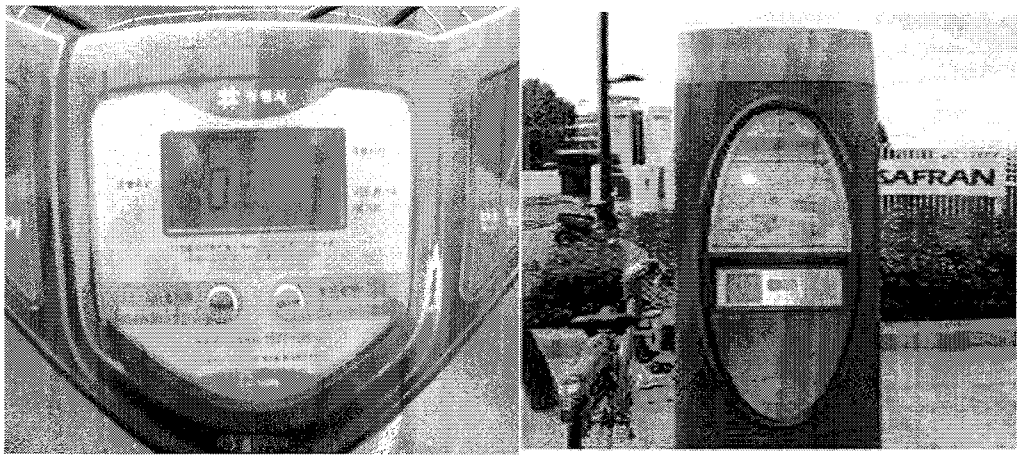
○ 세계적으로 급행간선도로로 실행된 예가 없고 국외에서 처음 소개된 개념임. 비슷한 사례로는 도심부에 고가로 설치된 자전거 전용 '터널' 안에서 진행 방향으로 지속적으로 바람을 불어 자전거가 고속(약 35km)의 속도로 통행이 가능하도록 하는 방안이 있으나 공학적 구체성이 부족하고 아이디어 정립 상태에 머물러 있음

(2) 국내 기술개발 동향 및 수준

○ 국내에서는 자전거가 하나의 수단이라는 인식이 미비하여 통행 수요예측 방법론, O-D자료, 비용편익 항목 등에 대한 개념이 정립되어 있지 않고, 일부에서는 기존의 4단계 수요추정 방법론을 준용하고 있으나 예측의 정확도가 많이 떨어짐. 자전거의 특성에 맞는 교통계획 방법론의 개발이 시급함

○ U-cycling 서비스 표준체계는 국내외적으로 정립되지 않은 개념의 서비스로써 국내의 U-시티 사업단에서 개발 가능한 기술체계를 연구한 적 있음

○ RFID는 현재 인식거리, 불착물체 등 기존 수동형 태그의 단점을 보완하고 간단하게 센싱이 가능한 SAL(Smart Active Label)에 대한 연구 진행 중이며, 응용서비스 부문은 아직까지 공공자전거시스템(Public Bike System)에만 제한적으로 활용되고 있는 정도임



<그림 3> 단방향 통신과 관제기능이 가능한 창원시의 '누비자' 시스템

○ 창원시의 누비자 시스템은 GPS기술을 활용하여 위치정보 등을 제공하고 있으나 출발지 보관, 환승, 대여, 대중교통탑승, 대중교통하차 등과 같은 통행 행태상에서 기술적인 연계가 이루어지지 않고 있음

○ 서울시는 이미 1990년대 중반부터 자전거 이용에 대한 관심을 가지고 지속적으로 투자를 해온 바 있으나, 투자대비 성과측면, 즉 자전거의 수송분담률 증가는 미미하였음

○ 자전거가 비교적 활성화되어 있는 송파구에서는 자전거도로, 자전거 대여소, 휴게소, 무료수리센터, 전용주차장이 담겨있는 자전거지도를 무료로 배포하여 자전거 이용자들이 필요로 하는 정보를 제공하고 있고, 영등포구청에서는 국내 최초로 자전거주차센터를 건립하여 자전거 이용자들의 편의를 제공하고 있음. 이후 송파구, 노원구, 의정부시 등에서 자전거센터 건립을 추진 중에 있음

○ 자전거 이용 활성화를 위해 지자체 단위로 자전거 조례제정, 이용자 인센티브 부여 등 제도적인 보완 방안도 검토하고 있으며 민간에서는 IT기술을 활용한 자전거검지기, MSN기반의 정보제공 등 다양한 기술개발이 진행 중이나 영세한 규모로 진행되어 관련 산업계에 대한 국가적 지원이 필요하다고 보임

○ 국내에서는 2009년부터 수도권을 중심으로 도시철도 내 자전거를 휴대 탑승 가능하도록 시범사업을 추진 중에 있음. 시범사업을 통해 문제점과 개선사항을 도출하고 자전거의 이용률이 목표치(2012년까지 5%)로 증가할 경우 전 노선과

역으로 전면 확대할 계획임. 한편 기존 역사가 자전거 통행의 고려 없이 설계되어 있는 바, 이를 개량하기 위한 방안과 자전거 휴대자의 요금징수시스템, 차량 내 탑재시설 등의 개발과 이용자의 안전성 확보를 위한 시설 및 동선설계, 정보제공 방안 및 콘텐츠의 개발이 필요할 것임

다. SWOT 분석

(1) 시장/기술의 특징

○ 자전거 이용은 후진국형 이용형태와 선진국형 이용형태를 나뉘어 볼 수 있는데, 후진국형은 개인이 자동차를 구입할 만한 경제수준에 이르지 못한 경우 그 대안으로써 자전거가 활용되는 형태이고 선진국형은 환경, 통행의 효율성, 건강증진의 이유로 자동차 대신 자전거를 선택하는 형태임. 국내의 경우 1980년대 이전에는 후진국형 이용형태라고 본다면 1990년대 이후는 선진국형으로 전환되는 시기라고 보여짐

○ 이에 따라 보다 선진적인 인프라와 관련 기술개발 및 정책이 요구될 것이며 이는 최근 국내 급증한 자전거 이용자와 더불어 국내 시장 및 산업계에 대한 기술수요는 향후 지속적으로 증가될 전망임

(2) 기회/위협 요인

○ 기회요인

- 녹색교통에 대한 일반 국민들의 선호도 증가 등 인식변환과 국가와 지자체 차원에서의 관심과 의욕적인 정책이 가장 큰 기회요소가 될 것이며, 해외의 지속가능 발전에 대한 트렌드와 고급문화로 보이는 선진국에서의 녹색교통의 이미지 또한 기회요소로 작용할 것임

○ 위협요인

- 오랫동안 자전거 정책을 유지해온 선진국에서는 녹색교통과 관련한 다양한 경험축적과 기술개발이 이루어진 바, 이에 대한 무비판적 도입이 이루어질

때의 부작용이 우려됨

(3) 강점/약점 요인

○ 강점요인

- 세계 일류 수준인 국내의 IT 기술과 새로운 기술에 대한 적응이 빠른 점 등은 새로운 기술의 개발과 적용에 큰 강점요인으로 작용할 것임

○ 약점요인

- 과거 녹색교통에 대한 이해부족 및 국내의 교통문화, 도시개발단계에서의 집중화 등으로 인해 녹색교통의 활성화에 걸림돌이 되어 왔음. 이는 앞으로도 쉽게 해결되지 않을 것이며, 녹색교통이 하나의 수단으로서 자리매김하기에는 많은 시간과 노력이 필요할 것으로 보임

<표 2> 연구기술 분야의 SWOT분석 결과

SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	O(기회)	T(위협)
	• 지속가능교통제도 발효 • 교통시설투자평가 강화 • 시민사회 에너지의식 증대 • 교통약자관련제도 발효 • 녹색뉴딜사업 추진 • 고령사회의 급속한 진입 • 국내는 물론 해외에서도 자전거 교통 등에 대한 관심과 투자와 이용자 증가 추세 • 국내에서 녹색성장 정책에 따라 각 지자체가 공공 자전거 시스템을 도입하기 위해 노력 하고 있음	• 안전과 건강보다 소통중시 • 생명에 대한 경시풍조 • 경제/사회문화/교통 양극화 • 지속불가능 신도시 양산 • 고령자전거 사망사고 증대 • 자전거 인명사고관리 부재 • 선진국과의 기술 및 경험에 격차가 매우 큼 • 비표준/일관성 없는 시설 구축 및 그로 인한 이용자 불편과 자전거 이용 활성화 저해가 우려됨
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
• 풍부한 IT인프라 • 도로 교통안전진단제도 발효 • 사고원인조사제도 발효 • 생활수준의 전반적 향상 • 국가자동차종합DB 구축 • 자전거 실명제 추진 • 자전거 부문에서 정보화기술을 접목하여 기술개발과 이용자 편의를 도모할 필요가 있음 • 차량모빌리티에 대한 시뮬레이션 및 안전성 평가에 대한 기술력 확보	• 자전거도로 안전평가기술 • 자전거 등록관리 기술 • 자전거 도난방지기술 • 자전거 모빌리티조사기술 • 자전거 사고누적개선기술 • 자전거대책 효과평가기술 • 국내 IT기술과 IT관련 인프라를 기반으로 단기간에 차세대 공공자전거 시스템을 연구 개발 • 차량에 대한 시뮬레이션 및 안전성 평가에 대한 기술력을 응용하여 자전거 부문의 새로운 기술력 확보	• 자전거모빌리티 캠페인 • 직주근접 신도시 개발 • 지역교통안전기본계획반영 • 사고누적구간 개선/평가 • 지역특별안전진단 실시 • 지역민 생명의식 모니터링 • 국내 IT기술과 관련기술의 Infra를 바탕으로 선진국의 공공 자전거 시스템 기술을 응용하여 지능형 공공 자전거 시스템을 구현 • 각 지자체별 자전거 모빌리티를 조사하여 우리나라실정에 맞는 자전거 통행 모형 개발

W(약점)	WO전략	WT전략
· 전시성 교통시설투자관행 · 차도 통행우선권 부재 · 승용차 지상주의 도로설계 · 자전거도로관리 이원화 · 자전거 수단분담 1.2% · 자전거 수입의존도 90% · 우리나라 자전거 산업은 OEM 방식으로 도입되거나 수입된 자전거를 판매하는 부문이 중심이 되어 국산 자전거가 사실상 없는 상황임 · 자전거 급행통로가 구체화된 사례가 없어 관련 연구와 기술이 부족함	· 시설투자의 품질관리 강화 · 도로교통법 개정 · Shared Spaces 설계원칙 · 자전거도로관리 일원화 · 수단분담 제고(2020년 20%) · 중고자전거 거래 활성화 · 지자체를 Test Bed구축에 참여 시켜 Matching Fund를 구성하여 개발위험을 분산하고 운영경험을 축적하여 시행착오를 최소화	· 교통영역 외부비용 내재화 · 자전거 통행우선권 확립 · 보행/자전거 교통권 확립 · 자전거 차도겸용 확대 · 교통사고 운전자책임 강화 · 지역민 교통시설설계 참여 · Test Bed 구축을 통하여 경험 부족과 기술 격차를 극복 · 누구나 이용하고 싶어 하는 공공 자전거 구현

라. 기술개발 목표와 내용

(1) 기술개발 목표

○ 비동력 녹색교통의 핵심전략인 자전거 교통의 인프라 및 운영체계 구축

- 지속가능성을 고려한 자전거 시설 투자효과 분석체계 개발
- 자전거 안전성 제고를 위한 안전평가기법 및 제반시스템 개발
- 자전거를 위한 단거리 및 중장거리 네트워크망 계획 및 운영 기법 개발

○ 승용차 수요 전환을 위한 비동력 녹색교통과 대중교통과의 유기적 연계 모색

- 자전거교통과 대중교통의 연계를 위한 제반시설 및 운영체계 개발
- 공공자전거 사업 확대 방안 개발

○ IT 기술을 활용하여 인프라의 첨단화

- 미래 U-City환경에 적합한 U-Cycling 서비스의 표준화 및 응용서비스 개발
- 유비쿼터스 기반 통합 운영시스템 기술개발

(2) 기술개발 내용

○ 자전거 통행 모형 개발

- 각 지자체별 자전거 모빌리티 조사를 실시하여 자전거 통행 모형 개발
- 자전거 모빌리티 조사평가 프로그램 개발

- 자전거 통행이 본선을 통과하는 차량통행에 어떠한 영향을 미치는지를 예측할 수 있는 자전거 부문 횡단면 시뮬레이션 기법 개발
- 자전거 취약지구 외부비용(External costs)추정(방법론 포함), 모빌리티 패널 조사 및 변화 분석

○ 투자효과 분석체계 개발

- 자전거 이용시설 종류별 비용항목 정립 및 항목별 추정방법론 개발
- 자전거 통행수요 추정기법의 비교검토 및 추정모형 개발, 적용가능성 검토
- 자전거 이용에 따른 편익항목 및 계량화 기법 개발
- 비용편익분석의 적용 및 평가체계 정립

○ 자전거 안전성 강화 방안 개발

- 자전거 사고누적 구간 개선프로그램 개발
- 자전거 안전성 평가기법 개발

○ 자전거와 대중교통 연계기술 개발

- Rail-bike 수용과 동선을 고려한 역사 설계 기법 개발 및 기존시설 개량 방안
- 무인요금징수 시스템 및 차량 내 탑재 시설 개발
- 지능형 자전거 환승센터 표준안 및 운영체계 개발
- 국내 실정에 적합한 공공자전거 연구 개발

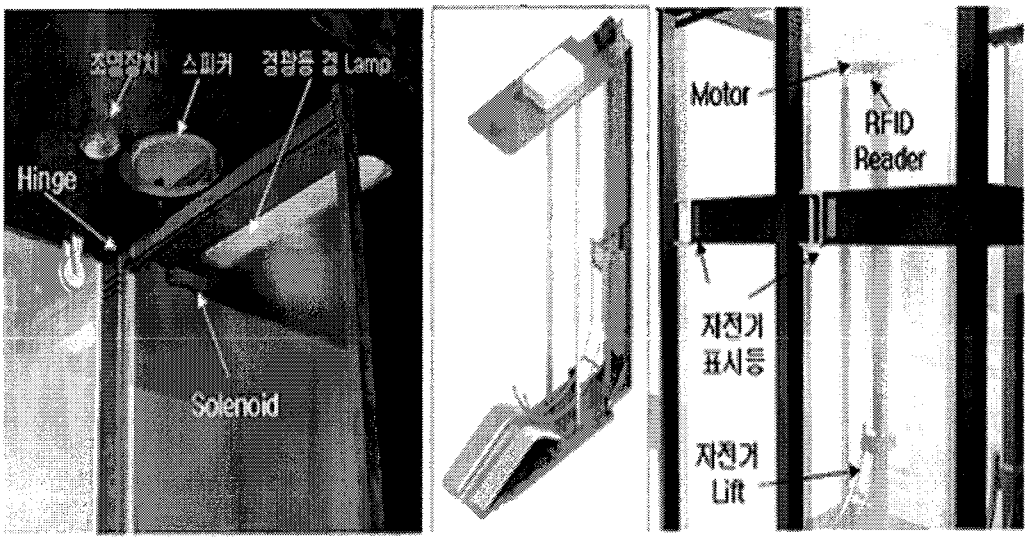
○ U-Cycling

- U-Cycling 기반기술 분석 및 유비쿼터스 기반 서비스 표준체계 개발
- 자전거교통정보 수집, 정보콘텐츠 제공, 위치기반 정보제공, 도난방지체계 등
- 관제 및 센싱 기반기술 정립 및 응용서비스 시스템 개발
- 자전거 등록관리 및 보안기술 개발

<표 3> U-Cycling 적용가능 분야

서비스	내용
u-공용자전거 (u-public bike)	▪ RFID를 이용한 이용자 확인, 요금징수, GPS나 LBS를 이용한 자전거의 위치확인 ▪ 대중교통망과 연계된 인터넷망을 이용한 대중교통 요금정산 등 다양한 분야로 응용

u-위험예고시스템 (u-safe cycling)	▪ RFID를 이용한 이용자 확인, 요금징수, GPS나 LBS를 이용한 자전거의 위치확인 ▪ 대중교통망과 연계된 인터넷망을 이용한 대중교통 요금정산 등 다양한 분야로 응용
u-보관 및 도난방지체계 (u-safe parking and thief prevention)	▪ RFID, DSRC 등을 이용한 자전거등록, 보관소 내 자동출납, 도난자전거의 추적 등 활용
u-실시간 자전거신호제어 (u-real time signal control)	▪ RFID, DSRC, Zigbee등을 이용하여 실시간 자전거교통량 검지 및 이를 통한 신호제어 ▪ 검지 및 관제 알고리즘 개발 필요
u-주변정보 제공서비스 (u-location)	▪ 자전거에 설치된 단말기 이용 주변 정보 제공
u-원격시설물 관리서비스	▪ 자전거주차장, 자전거보관소 등에 설치된 자신의 자전거를 휴대폰, 모바일 컴퓨터 등을 이용하여 확인



<그림 4> U-Cycling Locker시스템 사례

마. 추진전략

(1) 전략적 목표

○ 기술개발을 통한 녹색교통 활성화와 지속가능교통시스템 구축

(2) 연구개발 전략

○ 국내 기존기술 활용과 국내 실정에 적합한 기술개발로 실용성 및 경제성 향상

○ 국내 파급효과와 해외 시장진출을 고려한 선진 기술 개발

○ 해외 사례를 분석하여 무분별, 무비판적 해외 사례 및 기술 도입 지양

○ 독자적인 모형 및 기술개발을 통한 적용성 극대화

○ 시급성, 파급효과를 고려한 우선개발 기술 선정하여 단계별 추진

○ 정량적 성과지표를 통한 연구성과 관리

○ 산·학·연·관 협력을 통한 연구의 스펙트럼을 넓히고 질적 수준 향상

○ 관련 시설 설계 및 운영의 표준화 도입

(3) 사업화 전략

○ 산·학·연·관의 역할 분담

- 녹색교통의 계획 및 평가기법 개발, 관련 기술개발에는 산업계(기술수요 및 기술개발), 학계(기초연구 및 요소기술 개발), 연(요소기술 개발, 시스템 엔지니어링 및 실용화), 정부(정책 개발 및 산·학·연 지원)와 협력하여 수행
- 녹색교통의 운영기법 개발에는 지자체, 대중교통운영기관, 도로교통운영센터 등과의 공동 협력 도출

○ 사업화 전략의 단계적 접근

- 1 단계 : 투자체계 방법론 및 정책 방향 수립
- 2 단계 : R&D 성과물의 실용화 전략 수립
- 3 단계 : 시범사업 추진
- 4 단계 : 평가 및 수정 보완
- 5 단계 : 시범사업 확대 및 본 사업 추진
- 6 단계 : Feedback 및 차세대 기술 개발 추진

바. 중점 과제별 연구개발 목표와 내용

<표 4> 중점 과제별 연구개발 목표와 내용

구분	세부과제	기 술 개 발 목 표
자전거시설 네트워크 분석, 평가 기법 개발	자전거통행수요 추정모형 및 계량화기법 개발	· 비용항목의 검토 및 정립 · 비용항목별 추정방법 검토 · 자전거통행수요 추정기법 정리 · 자료확보가능성을 고려한 적용 가능한 기법의 분류 · 수요추정기법별 추정방법 및 적용가능성 분석 · 방법론 및 수요추정 모형의 정립 · 편익항목의 분류 및 기법의 고찰 · 시설종류별 편익항목의 적용성 · 관련 주요 현안 및 이슈의 정리 · 편익의 적용 및 방법
	비용편익분석의 적용 및 시설투자 평가체계 정립	· 자전거통행수요 추정기법과 편익의 적용(수요, 통행시간편익, 건강효과, 레저효과, 자동차이용 감소 등) · 비용편익분석방법의 Tool 정립(Web 기반) · 정립된 기법의 한국 및 일본 사례 적용 · 투자분석평가 및 적용지침
U-Cycling 기반기술 및 응용서비스 개발	자전거-대중교통 연계방안 개발	· 수요와 혼잡률을 고려한 자전거의 In-transit 적용방안 개발 · 자전거 통행동선을 고려한 시설설계방안 · 기존시설의 개량화 방안 · 무인요금징수시스템 개발 · 차량 내 탑재시설 개발 · 일반승객과의 분리 및 안전향상 방안 · 자전거 환승시스템 시설의 표준안 개발 · 환승시스템 정보제공 및 콘텐츠 개발 · 기능에 따른 모듈형 자전거센터시설개발(보관, 탈의실, 정비, 샤워, 휴식 등) · 운영체계 및 제어, 통신 기술 등
	U-Cycling 운영방안 개발	· U-Cycling 기반기술 분석 및 적용가능성 평가 · 적용가능분야 탐색 및 서비스표준체계 개발 · 실시간 U-Cycling 관제시스템 개발 · 응용서비스 가능성 검토 및 관련기술 개발 · 응용서비스 테스트베드 구축 및 시범운영
	공용자전거 대여시스템 개발 (자전거 및 station)	· GPS기술 활용을 보완하고 대여장소 위치정보, 출발지 보관-환승지 보관 및 대여-대중교통탑승-대중교통 하차 등과 같은 통행행태 상의 연계 정보제공
자전거 안전성평가기술 및 개발	사고 누적구간 개선 프로그램 개발	· 자전거(특히 고령자전거) 이용증대에 따른 심각한 인명사고의 가능성이 높은 사고누적구간을 과학적으로 예방관리 · 자전거 사고누적구간의 표준화된 개선모형의

		개발을 통해 도로관리청의 개선대책 투자결정을 효율적으로 지원 · 집행된 개선대책의 효과성에 대한 평가를 통해 유사한 구조의 사고누적구간에 대한 도로관리청의 지식경영체제 구현 · 파레토법칙에 따라 사고누적구간 20% 관리를 통해 자전거 인명사고 80%를 예방함으로써 안전한 자전거 이용환경 조성
	자전거 도로안전진단 프로그램 개발	· 현재 실시 중인 도로안전진단을 자전거 부문에도 도입함(자전거 도로안전진단(안전성)프로그램 개발 및 지침 개발)
	자전거 횡단면 시뮬레이션 개발	· 자전거 부문 횡단면 시뮬레이션 기법 개발
	자전거 급행통로 교통운영방안과 관련 시설 기준 개발	· 급행통로 본선 교통운영방안과 관련 시설 기준 개발 · 급행통로와 외부도로 연계 진·출입, 급행통로 본선 진·출입 교통운영방안과 관련 시설 기준 개발 ※ 관련 시설은 연결로, 표지 및 신호, 정보제공 등을 포함

(1) 중점과제 1 : 자전거 시설 네트워크 분석 평가 기법 개발

(가) 연구개발 목표

○ GIS를 활용한 안전하고 효율적인 자전거도로의 계획을 위한 분석·설계·평가시스템 개발

○ 웹기반 자전거이용시설투자평가 소프트웨어 개발

(나) 연구개발 내용

○ 자전거통행수요 추정모형 및 계량화기법 개발

- 비용항목의 검토 및 정립
- 비용항목별 추정방법 검토
- 자전거통행수요 추정기법 정리
- 자료확보가능성을 고려한 적용 가능한 기법의 분류
- 수요추정기법별 추정방법 및 적용가능성 분석
- 방법론 및 수요추정 모형의 정립

- 편익항목의 분류 및 기법의 고찰
- 시설종류별 편익항목의 적용성
- 관련 주요 현안 및 이슈의 정리
- 편익의 적용 및 방법

○ 비용편익분석의 적용 및 시설투자 평가체계 정립

- 자전거통행수요 추정기법과 편익의 적용(수요, 통행시간편익, 건강효과, 레저효과, 자동차이용감소 등)
- 비용편익분석방법의 Tool 정립(Web 기반)
- 정립된 기법의 한국 및 일본 사례 적용
- 투자분석평가 및 적용지침

(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 국내에서 녹색교통관련 비용 편익항목을 개발한 사례가 없음

○ 이따금 자동차 교통에서 사용하는 일반적인 경제성 요소들을 사용하고 있으나 녹색교통의 특성을 반영하지 못하여 신뢰성이 저하됨

○ 자전거 도로네트워크 평가시스템은 주로 안전, 효율성, 편의성, 안락성 등의 관점에서 부분적으로 평가방법이 도출되어 있으나, 전체를 통합한 계량 및 전산 소프트웨어는 현재까지 구축되어 있지 않음

<표 5> 관련 기술 분야의 기술수준

기술명	해당기술 최고수준 국가	최고수준 국가 대비 현재 국내 기술수준	최고수준 국가 대비 기술격차	해당과제 종료시 최고수준 국가 대비 기술수준
자전거도로의 계획을 위한 분석·설계·평가시스템	독일	20%	10년	90%
web기반 자전거이용시설투자 평가 소프트웨어	미국/일본	50%	3년	100%

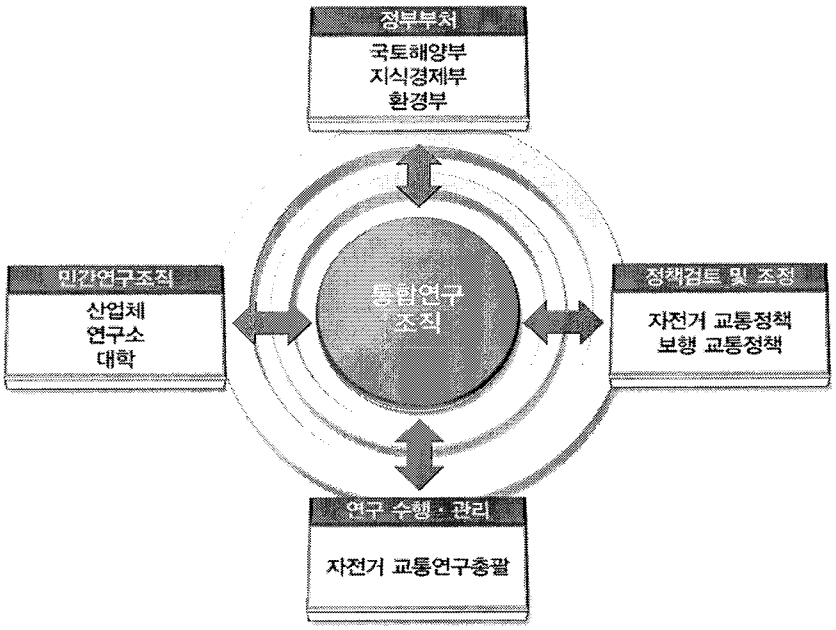
(라) 추진전략 및 체계

○ 추진 전략

- 국내전문기관 및 전문 연구 인력과의 공동연구 수행
- 연구결과의 실용화를 위해 수요처 참여 및 담당부처와의 긴밀한 협조
- 해외전문가와의 공동연구 추진
- 국내의 독자적인 적용 모형 및 기술개발을 위하여 현장 적용 강화
- 예산의 효율적 투자를 위한 연구과제의 집중과 선택
- 중요성, 시급성, 실현가능성, 비용/편익효과 등의 파급효과를 고려한 연구추진 전략 수립

○ 추진 체계

- 연구 추진체계는 통합연구조직을 중심으로 편성 및 운영
- 각 연구 분야별로 책임연구기관 지정하여 운영
- 실용화를 전제로 전문가 중심의 상시적인 자문조직 운영
- 1년차 및 2년차 기반 기술 개발에 집중
- 3년차부터 응용기술개발 및 현장적용성 강화



<그림 5> 통합연구조직

(2) 중점과제 2 : U-Cycling 기반기술 및 응용서비스 개발

(가) 연구개발 목표

○ u-thief prevention & parking system(도난 방지 및 주차 체계)

○ U-bike & transit(복합환승 및 연계체계)

○ 실시간자전거주행시스템(U-real time signal)

(나) 연구개발 내용

○ 자전거-대중교통 연계방안 개발

- 수요와 혼잡률을 고려한 자전거의 In-transit 적용방안 개발
- 자전거 통행동선을 고려한 시설설계방안
- 기존시설의 개량화 방안
- 무인요금징수시스템 개발
- 차량 내 탑재시설 개발
- 일반승객과의 분리 및 안전향상 방안

- 자전거 환승시스템 시설의 표준안 개발
- 환승시스템 정보제공 및 콘텐츠 개발
- 기능에 따른 모듈형 자전거센터시설개발(보관, 탈의실, 정비, 샤워, 휴식 등)
- 운영체계 및 제어, 통신 기술 등

○ U-Cycling 운영방안 개발

- U-Cycling 기반기술 분석 및 적용가능성 평가
- 적용가능분야 탐색 및 서비스표준체계 개발
- 실시간 U-Cycling 관제시스템 개발
- 응용서비스 가능성 검토 및 관련기술 개발
- 응용서비스 테스트베드 구축 및 시범운영

○ 공용자전거 시스템 개발

- 대여자전거 및 대여시설 표준시스템 개발
- GPS기술 활용을 보완하여 통행행태 상의 연계 정보제공 기술 개발

(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

- 국내에서는 U-cycling에 대한 개념은 정립되어 있지 않고, 공용자전거, 자전거 주차장, 자전거 휴대탑승에 대한 초기 시도 단계임
- 민간을 중심으로 IT를 활용한 기술들이 부분적으로 적용되어 있으나 실용화되어 있다고 보긴 힘들며, 지자체간의 시설이 상이하여 국내 실정에 적합한 표준시스템의 개발이 필요
- 자전거교통 관련 정보의 수집, 가공, 전달에 있어 통합적인 운영체계는 전무함

<표 6> 관련 기술 분야의 기술수준

구분	해당기술 최고수준 국가	최고수준 국가 대비 현재 국내 기술수준	최고수준 국가 대비 기술격차	해당과제 종료 시 최고수준 국가 대비 기술수준
자전거 환승센터	네덜란드/일본	50%	4년	100%
공용자전거 시스템	프랑스	40%	5년	90%
자전거정보 통합관리 시스템	독일	5%	3년	100%

(라) 추진 전략 및 체계

○ 추진 전략

- 국내전문기관 및 전문 연구 인력과의 공동연구 수행
- 연구결과의 실용화를 위해 수요처 참여 및 담당부처와의 긴밀한 협조
- 국내의 독자적인 적용 모형 및 기술개발을 위하여 현장 적용 강화
- 예산의 효율적 투자를 위한 연구과제의 집중과 선택
- 중요성, 시급성, 실현가능성, 비용/편익효과 등의 파급효과를 고려한 연구추진 전략 수립

○ 추진 체계

- 연구 추진체계는 통합연구조직을 중심으로 편성 및 운영
- 각 연구 분야별로 책임연구기관 지정하여 운영
- 실용화를 전제로 전문가 중심의 상시적인 자문조직 운영

(3) 중점과제 3 : 자전거 안전성 평가기술 및 고기능 자전거 도로 개발

(가) 연구개발 목표

○ 자전거 시설의 안전진단, 평가 및 개선을 통한 안전성 향상

○ 자전거의 간선 네트워크 개발 기술

(나) 연구 개발 내용

○ 사고 누적구간 개선 프로그램 개발

- 자전거(특히 고령자전거) 이용증대에 따른 심각한 인명사고의 가능성이 높은 사고누적구간을 과학적으로 예방관리
- 자전거 사고누적구간의 표준화된 개선모형의 개발을 통해 도로관리청의 개선대책 투자결정을 효율적으로 지원
- 집행된 개선대책의 효과성에 대한 평가를 통해 유사한 구조의 사고누적구간

에 대한 도로관리청의 지식경영체제 구현

- 파레토법칙에 따라 사고누적구간 20% 관리를 통해 자전거 인명사고 80%를 예방함으로써 안전한 자전거 이용환경 조성
- 현재 실시 중인 도로안전진단을 자전거 부문에도 도입함(자전거 도로안전진단(안전성)프로그램 개발 및 지침 개발)

○ 자전거 횡단면 시뮬레이션 개발

- 자전거 부문 횡단면 시뮬레이션 기법 개발

○ 자전거 급행통로 교통운영방안과 관련 시설 기준 개발

- 급행통로 본선 교통운영방안과 관련 시설 기준 개발
- 급행통로와 외부도로 연계 진·출입, 급행통로 본선 진·출입 교통운영방안과 관련 시설 기준 개발

(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 자전거시설의 안전성 평가 방법론은 몇몇 해외 사례에서 찾아볼 수 있으나 국내에는 현재 미비함

○ 자전거 급행도로는 개념 정립 단계임

<표 7> 관련 기술 분야의 기술수준

구분	해당기술 최고수준 국가	최고수준 국가 대비 현재 국내 기술수준	최고수준 국가 대비 기술격차	해당과제 종료 시 최고수준 국가 대비 기술수준
자전거도로 안전평가 시스템 개발	EU/일본	70	3	100%
자전거급행도로시스템 개발	EU/일본	-	0	100%

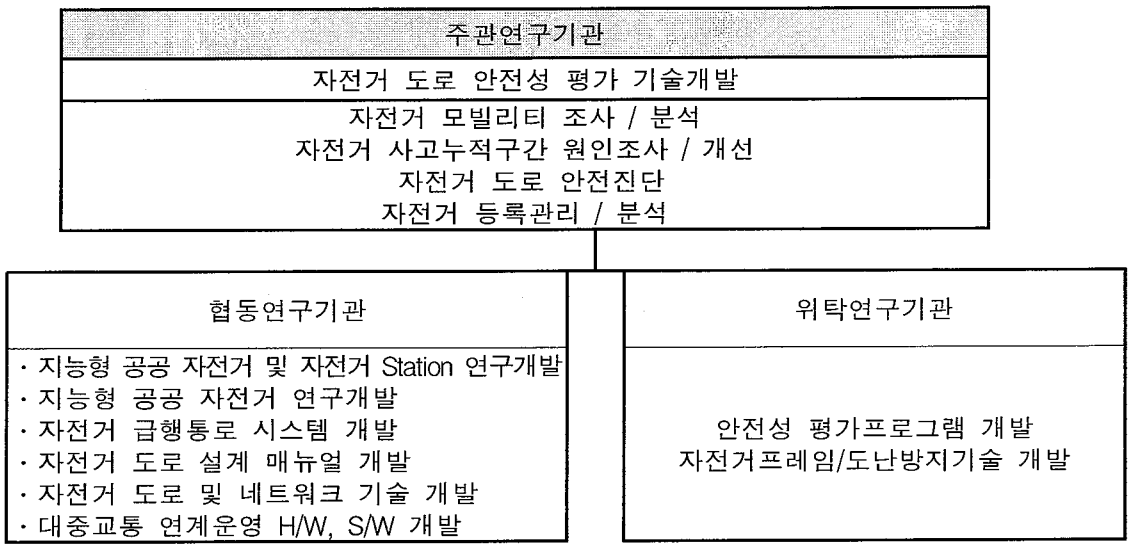
(라) 추진전략 및 체계

○ 추진 전략

- 자전거취약지구(2009년 5개, 2010년 10개, 이후 매년 50개) 시범사업방식

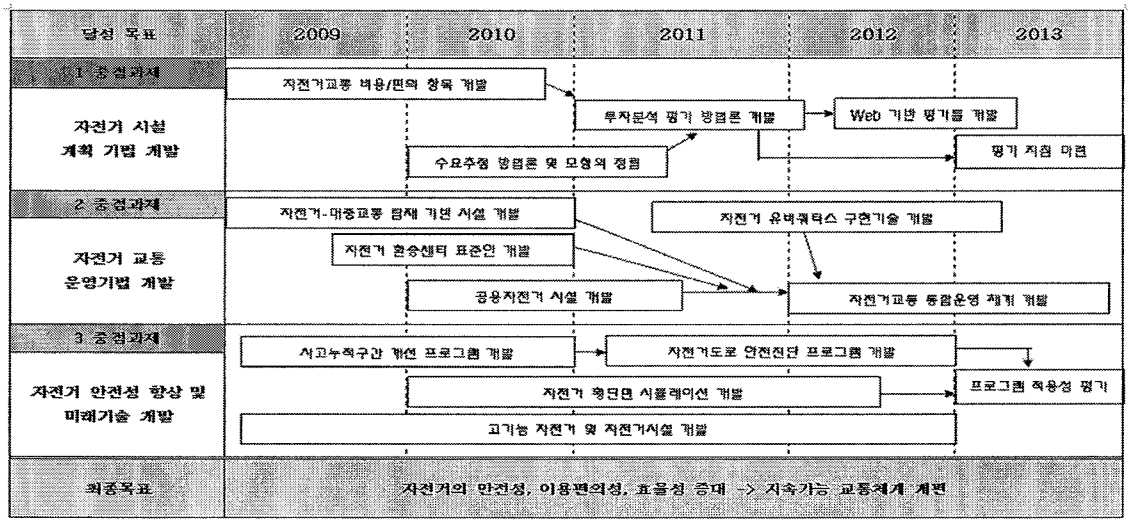
- 독일 TUD, PTV, INFRAS 공동 도로안전진단, 사고누적구간개선, 모빌리티 패널조사, 외부비용추정, 자전거모빌리티 지역표준모델 개발
- 프랑스 INRETS 공동 RFID 자전거등록관리, 도난방지기술 개발
- 산·학·연과의 협동 체제를 통한 연구개발
- 자전거 개발 전문가와의 협동연구 개발
- 해외 사례/주요제품(기술) 조사 및 벤치마킹

○ 추진체계



사. 기술개발 로드맵

○ 로드맵



아. 기대효과와 파급효과

(1) 기대효과

○ 이용자중심의 자전거인프라의 계획을 통한 자전거이용활성화 및 이를 통한 환경 및 에너지, 교통문제의 개선

- 선진국의 예를 볼 때, 자전거이용률 5~10% 달성 가능함

○ 현재 1.2%인 자전거분담률이 기술개발 5년 후 10%를 달성할 때, 기준으로 편익을 추정한 결과 19조 780억 원에 이름

<표 8> 10% 기준 편익추정

구 분	절감비용(백만원/년)	
	자전거분담률 (10%, 도보제외)	1인 평균 절감비용 (원/년/인), 10%기준
여가활동의 증가	3,057,904	819,000
의료비용의 절감	752,715	201,600
자동차유류비 절감	1,469,414	393,554
주차비용 절감	470,447	126,000

공간효율성	8,406,171	2,251,430
통행시간절감	3,492,024	935,271
대기오염물질 감소	679,631	182,026
CO_2 배출 감소편익	94,148	25,216
도로건설 및 유지관리비용 절감편익	201,525	53,975
교통사고절감 편익	158,592	42,476
합계	19,078,079	5,030,546

○ 독창적인 기술 확보를 통한 기술수출

○ 인프라 투자효율성 제고를 통한 예산의 효율적 집행

○ 자전거-대중교통연계형 교통체계 육성 및 정착을 통한 자전거와 대중교통의 동시 활성화

○ 자전거이용표지체계 정비를 통한 안전하고 편리한 자전거문화 조기정착

○ 첨단기술을 활용한 교통운영 및 장비산업 육성

○ Ubiquitous 기반 응용서비스 개발을 통한 연관 산업의 발달

○ U-cycling관련 기술을 국가적 전략기술로 육성

○ 자전거부품의 국산화율을 높이고, 국내 자전거산업 발달로 인한 실질적 GDP 증가 기여

(2) 파급 효과

○ 직접적인 CO_2 배출 감축량은 1,604천 톤(자동차 대체시 520만 톤)에 달하는 것으로 나타나 2008년 배출권가격으로 941억 원(자동차 대체시 3,071억 원)의 절감효과가 있음

○ 또한, 자전거 이용자가 기존 승용차 이용거리(45km/일)를 대체할 경우, CO_2 감축량은 5,231천 톤에 이름

<표 9> 일상적인 자전거이용자 1인의 CO_2 감축효과

구분			감축 가능량 (kg)	비고
일산화탄소 감축량(kg)/인/년			3.9	
CO_2 감축량(kg)/인/년			409	- 나무 91그루가 1년간 흡수하는 양 - 나무 1그루가 약 91년간 흡수하는 양
CO_2 배출 감축량(톤)/년	자전거이용에 따른 직접감축량(톤)[1]	분담률 10%	1,603,614	- 나무 35,635만 그루의 CO_2 흡수 효과
	자동차이용 감소에 따른 감축량(톤)[2]	분담률 10%	5,230,791	- 나무 116,239만 그루의 CO_2 흡수 효과

주 : 1) 1주일에 5일을 하루 평균 6.8㎞(왕복)의 자전거를 이용하는 경우, CO_2 감축량
2) 자가용승용차의 평균주행거리를 이용한 CO_2 감축량 산정

자. 소요예산 추정

단위 : 백만원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2009)	100		100
2차년도(2010)	1,800		1,800
3차년도(2011)	2,300	700	3,000
4차년도(2012)	2,400	800	3,200
5차년도(2013)	3,300	1,200	4,500
합계	9,900	2,700	12,600

2. 전기자동차 전력공급 기반기술개발

가. 추진 배경 및 필요성

(1) 추진배경

○ 미래 자동차 시장은 내연기관 자동차에서 전기에너지를 사용하는 전기자동차로 변화할 것으로 전망되며 당면과제는 전기차산업의 경쟁력 확보를 위해 전기차 개발과 충전인프라를 체계적으로 구축하고 이를 표준화시키는 것임

- 전기자동차는 IT, 통신, 방송, 전력 등 국가 기간산업과 관련 인프라의 핵심기술이 결집된 융·복합기술의 결정체이며 초고속 인터넷망처럼 향후 우리 경제의 미래를 보장할 신성장동력산업임

○ 특히 전기차의 핵심부품인 배터리의 기술개발로 가격은 인하되겠지만, 1회 충전에 따른 주행가능거리는 한계가 있기 때문에, 전기차가 활성화되기 위해선 필요시 급속으로 충전하거나 배터리를 교환하는 충전시스템의 개발이 요구될 것임

- 완속충전기는 차량에 탑재되거나 가정용으로 사용되는 것으로 충전 단말장치로서의 개발가치는 있으나, 외국에 비하여 국내 이용자 성향(충전시간단축)을 감안할 때 성능에 한계가 있음. 이에 따라 공공기관, 충전스테이션으로 적용가능한 초급속 충전기술과 배터리교환시스템 기술 개발이 요구됨

○ 무선으로 전력을 공급하기 위한 무선 에너지 전송 기술과 무선 에너지 전송매체를 전력으로 변환하는 전력 획득 기술을 미래 자동차 기술에 접목하여 기존의 화석 에너지(석유, 가스 등) 기반의 동력원을 대체

- 미래 자동차 요소인 차량, 인프라, 전력공급체계 가운데 차량 부분은 차량 제조 업계에서 개발 중이나, 충전 인프라는 미진함. 국가적 교통망이나 전력망과 연계된 관련 사업이나 배터리 충전시스템에 대한 연구나 기술개발은 아직 초기단계에 있어 표준화 선점이 시급
- 무선전력획득 장치가 탑제된 플러그인 하이브리드차 등에 동력원을 전송하기 위한 무선전력공급 시스템을 가로등, 신호등, 정류소 등의 기존 교통 인프라

와 융합한 기술 개발 가능

○ 무선에너지 전송기술을 교통인프라에 접목하고 실시간 교통관련 정보수집체계와 연계 활용하는 등 다양한 친환경 교통시스템 기술을 개발하여 향후 세계녹색교통시장 선점 필요

- 무선전력공급 매체를 클린교통 시스템과 차량 사이에 고속·대용량의 교통정보통신에 활용할 수 있는 기술로써 현재 추진 중인 교통정보망(유무선)의 호환·대체 및 범국가적으로 추진 중인 광대역통신망과도 직접 연계될 수 있는 지식기반 교통네트워크 기술임
- 에너지기술이 교통과 결합되는 이러한 기술은 클린교통 시스템 산업의 경쟁력 강화는 물론 공공 인프라 및 수출산업의 성장 촉진

(2) 필요성

○ 세계적으로 전기차는 NEV, PHEV, EV 등 다양한 목적으로 개발되고 있으며 미국 내의 그린카 시장의 경우 2015년경 그 규모가 2007년 대비 5배 이상 성장할 것이라 전망됨(EIA Annual Outlook 2009). 이러한 전기차의 배터리에 용량의 한계에 따라 충전 인프라 시스템에 설치가 필수적임. 가정용 완속충전기를 이용한 충전에 의존할 경우 소비자들의 전기차 운영효율이 제한될 것이며, 소비자들이 다양한 요구에 맞는 전기차로 활용하기 위하여 충전인프라 구축은 필수적임(1회 충전 주행거리는 160km, 일본기준)

- 최근 배터리 성능 향상과 환경규제 강화로 기존 내연기관 자동차의 기술적 한계로 대체에너지를 사용하는 무공해 차량, 즉 전기자동차의 개발 및 보급 및 활성화가 요구되고 있음
- 이에 선진국은 정부주도 전기차 기술개발, 충전인프라 구축 및 보급을 위하여 세제지원을 추진하고 있으며, 시범사업 추진을 통해 전기자동차 운영기술의 축적과 관련 운영시스템 솔루션 제공사업 등 비즈니스 창출을 도모하고 있음 (※ 특히 차량공유제도(car sharing)를 시행하기 위한 전기차를 적극 활용)
- 우리나라는 전기차 생산에 필요한 고급 인력과 기술, 배터리 등 핵심부품 관련 기술뿐만이 아니라, 전기자동차의 충전인프라 구축에 유리한 도시환경과

서비스 환경 등 전기차 상용화에 유리한 여건을 갖추고 있음

- 이와 같은 전기자동차 개발에 유리한 사업 환경을 갖고 있음에도, 지금까지 차량 또는 배터리나 충전기 등 개별 기술이나 부품의 개발 등 부품소재산업에만 치중하고 있어, 국가적 교통망이나 전력망과 연계된 전기차 인프라 관련 산업 및 개별 기술이 융합된 서비스 산업에 대한 총체적 접근으로, 국가적인 시스템 개발 및 구축이 절실히 요구되고 있음
- 또한, 전기자동차 충전 및 운영시스템과 인프라 구축이 경쟁사에 종속될 경우 우리 독자모델 전기자동차 개발에도 커다란 장애물이 될 수 있음

○ 유비쿼터스 사회는 유비쿼터스 컴퓨팅 및 통신기술 기반위에서 사회적 문제를 해결하며 삶의 질을 향상시켜나가고, 첨단 서비스 및 제품의 부가가치를 획기적으로 증대시키는 등 선진한국의 미래상 구현의 핵심

- 소전력 이동기기에도 에너지 공급을 위해서 제한된 용량의 화학적 에너지원(배터리)이 필요한 실정이며, 이를 위해 전원 용량 극복을 위한 새로운 자가발전방식의 에너지 공급 및 충전기술 연구필요
- 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 통신 시스템기술 구현에 있어서 저전력 컴퓨팅 및 통신기술의 연구개발이 매우 중요한 요소로 간주되고 있고 다양한 관련 기술 등이 연구되고 있음
- 그러나 유비쿼터스 시스템의 구현과 적용에 있어서 걸림돌이 되는 요소는 다양한 환경에 산재되어 적용되는 다수의 시스템 제어, 전원 및 배터리 등의 유지보수, 관리 및 휴대성에 대한 적절성 확보 및 효율성 제고 등이 부각되고 있으며, 이를 극복하기 위한 요소 기술에 대한 연구개발 요구증대
- 그러므로 사람의 움직임에 의한 진동, 도로, 건물, 교량 등과 같은 구조물의 진동, 자동차나 비행기, 선박 등 운송기의 진동, 가전제품이나 각종 기계장치의 진동, 저온 열원, 체온, 지열, 빛 등 자연 및 객체의 운동에 의해 발생하는 에너지원으로부터 전력을 추출하는 에너지 수확기술을 개발하는 것이 절실히 요구됨

○ 무선전력공급 기반의 미래 자동차 기술은 기존에 의지해 왔던 화석연료가 전혀 필요 없는 친환경 첨단 기술로 '0'탄소의 녹색성장견인 교통체계 구축에 절대적으로 필요한 기술임

○ 이에 선진국은 정부주도하에 전기차 기술개발, 충전인프라 구축 및 보급을 위하여 세제지원을 추진하고 있으며, 다양한 시범사업 추진을 통해 전기자동차 운영기술의 축적과 관련 운영시스템 솔루션 제공사업 등 비즈니스 창출을 도모하고 있음

○ 우리나라는 전기차 생산에 필요한 고급 인력과 기술, 배터리 등 핵심부품 관련 기술뿐만이 아니라, 전기자동차의 충전인프라 구축에 유리한 도시환경과 서비스 환경 등 전기차 상용화에 유리한 여건을 갖추고 있음

나. 국내·외 기술개발 동향

(1) 선진국 기술개발 동향

(가) 전기자동차 충전인프라 시스템 및 운영기술 개발

○ 현재 이스라엘, 파리 등 외국에서는 전기차 운행을 앞두고, 자국에 적합한 충전기술을 개발하고 있음. 특히 Better Place는 전기차를 운행예정 국가의 기업과 공동으로 기술개발을 시도하고 있음

○ 미국

- 24억 USD 지원 계획(2009. 3), 2015년까지 PHEV[66] 100만대 보급, 고성능 고효율 배터리 개발(15억), 충전인프라 구축(4억), 기술자훈련 등 기반조성 사업(5억), 전기 모터 및 기타 설비 개발(5억)
  - 배터리 등과 전기자동차 부품의 공급체인을 구축하고 있음
  - 샌프란시스코 또는 하와이 등지에서 인프라 구축 작업 부분적 진행 : Better Place사는 휴대폰 요금제도에 착안한 전기 자동차 인프라 확충 프로젝트 비즈니스 모델로 캘리포니아 주정부, 이스라엘, 덴마크, 호주 등과 전기자동차 인프라 구축계약 수주

○ 일본

- 전기자동차 시장 진출 계획 : 미쓰비시 자동차 i MiEV(2009년), 닛산자동차,

66) PHEV(Plug-in Hybrid ElectricVehicle) : 플러그인 하이브리드카

후지중공업(2010년), 도요타 자동차 PHEV(2010년)

- Li-ion 배터리 개발 협력관계 : 도요타 자동차-마쓰시타 전기산업, 닛산 자동차-NEC, 미쓰비시 자동차-지에스유아사, VW자동차-산요전기, GM-히타치 제작소
- 후지중공업(R1e)과 미쓰비시 자동차(i MiEV)는 리스 방식의 전기자동차 판매 전략을 도입하여 회사 및 지자체 대상 마케팅 계획에 있음
- 닛산 자동차는 2010년 일본과 북미지역 판매 목표로 전기자동차 전용 차량을 개발 중이며 도요타 자동차는 2010년 상반기에 전기자동차 양산을 개시 예정

○ 프랑스

- 50만개의 전기 충전소 확대 보급 계획(~2020년)
- 르노-닛산 Alliance의 전기차 공급(1~2만대 규모, ~2011년)
- 프랑스 환경청(ADEME)은 11개의 전기자동차 R&D 프로젝트 추진계획 발표
- Renault, EDF 등이 참여하는 VEGA/THOP, MHYGALE 등 11개 부문으로 4년간 4억 유로를 투자할 계획임

○ 이스라엘

- Better Place社와 Dong Energy社의 전기차 보급 계약
- 1억 3백만 EUR(1억 3천만 USD 상당)

○ 중국

- 10차/11차 5개년 계획(2000~2005, 2006~2010)에 의거 '에너지절약과 신에너지 자동차 중대 프로젝트' 추진
- '10개 도시 1,000대 차량' 전기자동차 시범 프로젝트(3년을 기한으로 매년마다 10개 도시에서 1,000대의 신에너지 자동차를 교통수단으로 이용) 추진 : 교통수단에는 버스, 택시, 택배 자동차, 업무용 자동차가 포함됨
- 2009. 1. 6 후베이성 우한시에 HEV 버스가 대중교통 수단으로 공식 이용 : 지난 5년 동안 시내에 28개 전기자동차 충전소가 구축되어 있으며, 2008년 9월 기준 319대 각종 전기자동차가 시범 운영에 들어갔음
- 세계적 리튬철인산염 배터리 제조회사 BYD 그룹 자회사가 덴마크 전기자동차 시장에 진출하여 美의 Better Place사와 경쟁 : 리튬철인산염 타입의 배터

리 사용(10년 이상의 노하우 축적). 1회 충전으로 400km 주행 가능. 전용 고압 충전소에서 충전할 경우 10분에 50% 충전가능(완전충전 1시간)

○ 2010년 전기 자동차 출시에 맞춰 전력회사들은 충전시스템용 급속 충전장치개발에 박차를 가하고 있음

○ 도쿄전력은 요코하마시의 전원제조업체 등과 15분 정도면 충전되는 급속충전장치를 개발함 : 본체가격과 설치비용을 합하면 대당 400만 엔 정도가 될 전망

- 규수전력도 약 20분 만에 80% 가량의 충전이 가능한 급속충전장치를 개발해 현재 실증시험을 하고 있음[67]
- 스위스, 프랑스, 노르웨이, 이탈리아, 독일 등에서 가장 활발하게 전기자동차가 판매되고 전기차를 위한 급속충전시설도 국가 예산을 들여 설치되고 있는 실정[68]
- G.M.의 자회사인 Delco Electronics를 통해 개발한 6.6kW급의 전기자동차용 충전기를 캘리포니아 지역에서 시운전 중임

○ 국외의 충전방식은 트랜스포머 방식이 가장 많이 사용되고 있으며 크고 무거운 단점이 있으며 충전기 고장시 충전이 불가능 함

- 고주파 스위칭 통합방식은 단일 모듈의 고용량 충전 방식. 대용량의 크고, 비싼 부품을 사용해야 하며 복잡한 내부 구조로 조립 비용이 높아 가격 경쟁력 없음, 또한 고가의 부품으로 A/S 비용이 높으며 고장 발생시 비상 충전을 할 수 없음

○ 차량, 배터리, 충전기 등 개별 기술이나 부품의 개발 등 부품소재산업에 치중

○ 기존 국내·외 완성차 업체의 전기차 등과 중소기업의 NEV 차량 등이 난립하여 전력계통의 스펙 통일과 표준이 요구됨

○ 국가적 교통망이나 전력망과 연계된 전기차 인프라 관련 총체적 접근이 시도된 적이 없으며 전기차 운행 및 충전 관련 연구개발과 표준 시스템 제시가 절실히 요구됨

---

67) 출처 : 디지털타임즈
68) 출처 : 디지털타임즈

○ 전기자동차 충전 및 운영시스템과 인프라 구축이 경쟁사에 종속될 경우 우리 독자모델 전기자동차 개발에도 커다란 장애물이 될 수 있음

(나) Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템

○ 이 분야에서 주도적으로 연구 활동을 하고 있는 팀을 살펴보면 다음과 같음

- Mechanical Engineering, Univ. of California at Berkeley(미국)
  - Roundy 교수를 중심으로 활발하게 연구를 진행 중
  - 이론적 접근뿐 아니라 실험적인 면에서도 좋은 결과를 발표
- Center for Acoustics & Vibration, Pennsylvania State Univ.(미국)
  - 항공공학과 교수인 Lesieutre, 전기공학과 교수 Ottman과 Hofmann이 한 팀이 되어서 연구를 진행
  - Energy Harvesting 기술과 관련된 회로 측면에서 좋은 결과를 발표
- Center for Intelligent Material Systems and Structures, Virginia Polytechnic Institute and State Univ.(미국)
  - Inman 교수와 Sodano 박사를 중심으로 연구 활동 진행 중
  - 여러 편의 논문들이 발표되고 있으나, Sodano 박사가 Michigan Technical Univ.으로 이동한 후 뚜렷한 성과가 보이지 않음
- Control and Power Research Group, Imperial College London(영국)
  - 전기전자공학과 교수인 Mitcheson을 중심으로 저 주파수 영역에서 사용할 수 있는 MEMS electrostatic micropower generator에 대한 연구 수행
- VIBES(Vibration Energy Scavenging) Project(영국)
  - Univ. of Southampton을 중심으로 총 9개 기관이 컨소시엄 형태로 수행중인 과제로서, piezoelectric 및 electromagnetic Energy Harvesting에 관한 연구 수행 중

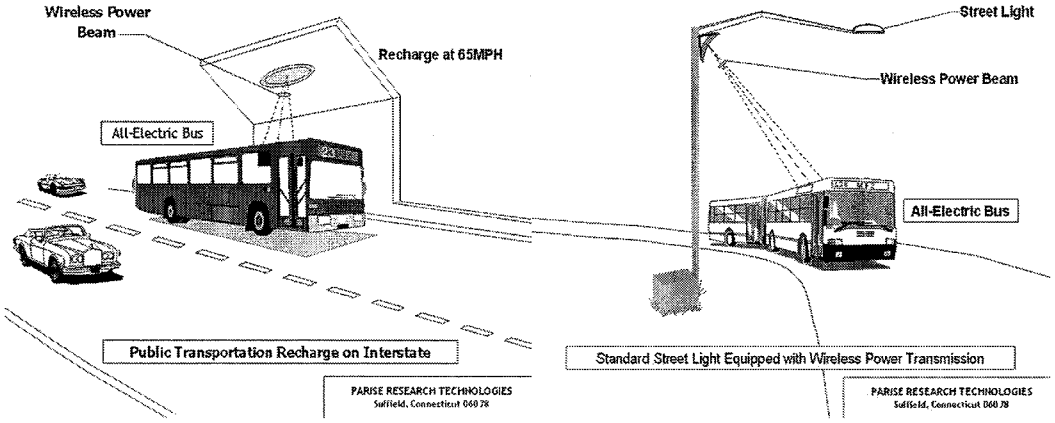
○ 에너지 수확 기술

- Piezoelectric Energy Harvesting은 군수용 발전장치, 의료용 장치의 보조 전원, 자동차의 2차 발전장치, Wearable 전자제품 등에 적용하기 위한 연구가 진행 중에 있으며, USN의 에너지원으로 검토 중

- 또한 Artificial Heart, Pacemaker용이나 Healthcare System 그리고 구조물 진단용 센서 전원 등의 소규모 전원뿐만 아니라, 로봇 등의 차세대 전자장치의 전원으로 응용 가능할 것으로 판단됨
- 이러한 여러 응용을 위해서 미국, 독일을 중심으로 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 미국의 경우 캘리포니아 주립대학 기계공학과의 음향센터와 펜실바니아 주립대, 버지니아 공대를 중심으로 이론적 접근뿐 아니라 Energy Harvesting 기술과 관련된 회로 연구 수행
- 현재 개발되고 있는 인간의 보행동작을 이용한 발전방법으로 구두바닥에 설치한 압전 고분자 PVDF와 유니몰프 압전 세라믹소재로 보행할 때에 드는 힘을 추출 0.9mJ정도의 에너지를 얻음

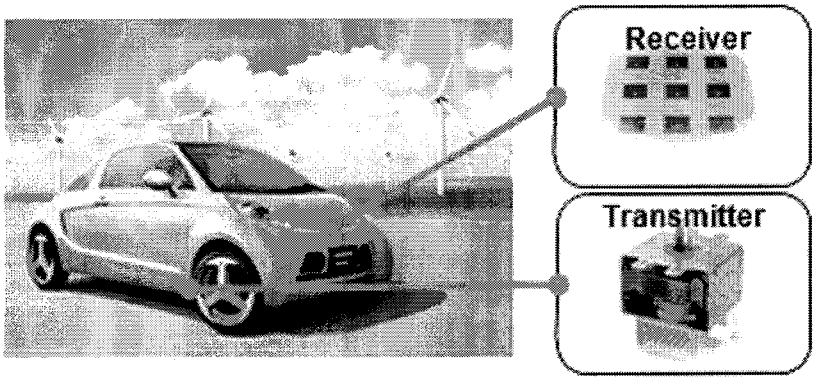
(다) 무선전력공급 기반 교통시스템 기술개발

○ Parise Tech社는 무선전력공급 기반 궤도차량 및 버스운행시스템 기술개발을 지속적 추진, 관련 특허 및 기술 보유



<그림 6> Parise Tech社의 무선전력공급 기반 관련 보유 기술

○ 미쓰비시 모터스社의 I-MiEV sport EV는 주차 장소에 설치된 송전장치로부터 차체의 바닥면에 장착되어있는 수전장치에 마이크로파 전력을 송신, 탑재된 리튬이온배터리 충전



<그림 7> 미쓰비시 모터스社 I-MiEV sport EV

○ NEDO社에서는 전기자동차용 무선충전 시스템을 개발, 마이크로파를 사용해 전기자동차에 접촉을 하지 않고도 충전을 할 수 있는 시스템으로, 전원은 발진기(마그네트론) 등에 의해 2.45GHz의 마이크로파로 변환, 지면(地面)으로부터 송전되는 마이크로파를 전기자동차가 받아 다시 전기에너지에 변환시켜 충전되는 원리로 맨홀과 같이 땅속에 매설해 사용하는 방법도 구상 중임



<그림 8> NEDO社 전기자동차용 무선충전시스템

○ 호주에서는 전기 버스 Tindo를 개발, 버스 충전소 지붕에 설치된 태양전지 패널에서 전기를 생산하여 버스에 충전하고 8시간 동안 한 번 충전하여 200km까지 운행 가능, 또한 차량관리 시스템(VMS)로 버스의 모든 모니터 장비, 보조 배터리 충전 및 관리 등 주요 시스템 제어



<그림 9> 호주의 전기버스 틴도

(2) 국내 기술개발 동향 및 수준

(가) 전기자동차 충전인프라 시스템 및 운영기술 개발

○ 서울시는 시, 자치구 운행 차량의 일부를 전기차로 개조하는 사업을 제작자 제안공모 방식 추진계획을 확정하였으며, 관련 중소업체가 컨소시엄을 구성하여 사업 참여를 계획하고 있음

○ 국토해양부는 제주, 서울 2개 구와 경기도 2개 시 등 전국 3군데 지역을 2010년 전기자동차 시범운행지역으로 선정하여 운행에 필요한 기반시설 등을 확충해 나갈 계획에 있음

○ 국내 자동차부품연구원은 2009년 '그린카 충전인프라 인터페이스 핵심부품 개발' 연구를 제안하여 시행중으로 주된 내용은 차량과 충전기간 인터페이스에 중점을 두고 있음. 그 밖의 한국전력, 전기연구원 등의 연구도 충전기에 개발에 초점을 두고 있음

○ 차량, 배터리, 충전기 등 개별 기술이나 부품의 개발 등 부품소재산업에 치중

○ 기존 국내·외 완성차 업체의 전기차 등과 중소기업의 NEV 차량 등이 난립하여 전력계통의 스펙 통일과 표준이 요구됨

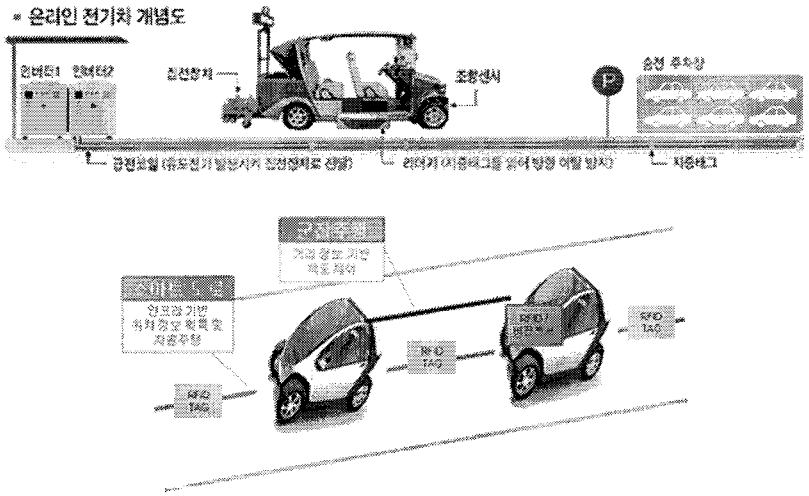
○ 연구개발의 경우, 국가적 교통망이나 전력망과 연계된 전기차 인프라 관련 총체적 시스템 설계를 토대로 한 기술개발이 시도된 적이 없어 이에 대한 연구

개발과 시스템 개발이 절실히 요구됨

○ 전기자동차 충전 및 운영시스템과 인프라 구축이 경쟁사에 종속될 경우, 우리 독자모델 전기자동차 개발에도 커다란 장애물이 될 수 있음

(나) 무선전력공급 기반 교통시스템 기술개발

○ KAIST에서는 도로에 홈을 파서 고주파 전선(급전코일)을 깐 도로를 주행하며 전기를 공급받는 기술인 "온라인 전기 자동차" 시스템을 개발하여 연구 추진 중임



<그림 10> KAIST 온라인 전기자동차

다. SWOT 분석

(1) 전기자동차 충전인프라 시스템 및 운영기술 개발

(가) 시장/기술의 특징

○ 지구온난화에 대한 전 세계의 대응, 특히 고연비와 이산화탄소 저감을 위한 각국의 자동차기술개발 경쟁이 가속화되고 있음. 특히 전기자동차는 현재의 하이브리드차량이 과도기적인 성격을 지니기에 궁극적으로는 전기자동차가 활성화될 것으로 많은 전문가가 전망하고 있어, 미래 시장규모는 매우 클 것임

○ 전기자동차 충전인프라는 전기자동차의 활성화의 필수 요건으로 국내 또는 해

외의 자동차이용 특성과 환경을 고려한 다양한 충전시스템을 개발하는 것이 필요함. 특히 충전기술과 요금서비스 등 통합솔루션을 마련하여 표준화할 경우, 세계 전기자동차 선점에 유리한 위치를 확보할 수 있음

(나) 기회/위협 요인

○ 기회(Opportunity)

- 국제적으로 자동차에 대한 연비규제가 강화되고 있어 친환경 자동차를 생산해야하는 분위기가 조성되고 있음. 따라서 수출에 의존하는 국내 자동차업계에게는 세계 친환경 자동차시장을 선점할 수 있는 기회임

○ 위협(Threat)

- 국내에서는 하이브리드차량의 보급 확산에 주력하고 있는 반면, 이미 프리루스로 세계 친환경 차량을 석권한 바 있는 일본이나 미국의 Big3도 새로운 환경변화에 적극 대응하여 전기자동차 생산을 적극적으로 추진하고 있음. 특히 중국의 BYD도 선진국과 기술제휴로 전기자동차를 생산할 단계임

(다) 강점/약점 요인

○ 강점(Strength)

- 전기자동차 생산에 필요한 고급 인력과 기술, 배터리 등 핵심부품, 충전 인프라 구축에 유리한 도시 밀집형 주거형태 등 전기자동차 상용화에 유리한 여건 등을 구비하고 있음. 최근 LG화학이 미국의 GM에 배터리를 공급하는 등 배터리 기술이 높고, 충전인프라 관리에 필요한 IT기술도 세계적인 수준으로 매우 유리한 위치에 있음

○ 약점(Weakness)

- 현재 국내 그린카 기술개발이 하이브리드와 수소연료전지에 집중된 반면, 전기차에 대한 기술투자가 미약한 실정임. 특히 국내 완성차업계가 내연기관을 토대로 성장하였고 세계적인 가솔린 엔진기술을 보유한 관계로 정부의 적극적인 지원 없이는 쉽게 전기차로의 투자집중이 어려운 실정임

<표 10> 연구기술 분야의 SWOT분석 결과

SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	O(기회)	T(위협)
	· 세계적인 자동차 연비 및 이산화탄소 규제로 전기자동차 개발수요가 증가	· 선진국들이 적극적으로 전기차 개발에 집중하고 있고, 중국도 세계 자동차 회사와의 기술연대로 전기차 생산에 주력
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
· 전기자동차 생산에 필요한 고급 인력과 기술, 배터리 등 핵심부품, 충전 인프라 구축에 유리한 도시 밀집형 주거형태 등 전기자동차 상용화에 유리한 여건 등을 구비하고 있음	· 국내 IT기술과 Smart Grid를 기반으로 단기간에 전기차 Test Bed로 연구 개발 · 국내의 전기차 보급 활성화를 위한 자동차공유제도(Car Sharing)등 교통정책과 연계 추진	· 국내 IT기술과 관련기술의 Infra를 바탕으로 선진국의 공공 자전거 시스템 기술을 응용하여 지능형 공공 자전거 시스템을 구현 · 체계적인 연구 개발을 통하여 가벼우면서도 보기 좋은 고급형 지능형 자전거를 개발하여 도난 예방과 안전성 도모
W(약점)	**WO전략**	**WT전략**
· 국내는 하이브리드와 수소연료전지에 집중된 반면, 전기차에 대한 기술투자가 미약한 실정임. 특히 국내 완성차업계가 정부의 적극적인 지원 없이는 쉽게 전기차로의 투자집중이 어려운 실정임	· 전기차 관련 국내의 중소업체의 기술을 활용하여 전기차 기술기반 구축 · 기존 석유유통업체와 연계로 전기차충전사업을 활성화	· 지자체를 Test Bed구축에 참여 시켜 Matching Fund를 구성하여 개발위험을 분산하고 운영경험을 축적하여 시행착오를 최소화 · Test Bed 구축을 통하여 경험부족과 기술 격차를 극복

(2) 무선전력공급 기반 교통시스템 기술개발

(가) 시장/기술의 특징

○ 지구온난화에 대한 전 세계의 대응, 특히 고연비와 CO_2 저감을 위한 각국의 자동차기술개발 경쟁이 가속화되고 있음. 특히 무선전력공급을 통한 전기 자동차 사업은 '0'탄소 사업으로 미래 시장규모는 매우 클 것임

○ 에너지 기술이 교통과 결합되는 융합시스템 산업인 무선전력공급 기반 클린 교통 시스템 산업의 경쟁력 강화는 공공인프라 및 수출산업의 성장을 촉진

(나) 기회/위협 요인

○ 기회(Opportunity)

- 국제적으로 기후변화 협약 및 환경 규제가 강화되고 있고, 친환경 자동차를 생산해야하는 분위기가 조성되고 있어 수출에 의존하는 국내 자동차업계에게는 세계 친환경 자동차시장을 선점할 수 있는 기회임
  - EU는 지역내 신규 등록되는 승용차의 CO_2 배출량을 2012년부터 평균 130g/km로 규제하는 법안 발표(2007.12), 위반시 1g당 20~95유로 패널티 부과

○ 위협(Threat)

- 국내에서는 하이브리드차량의 보급 확산에 주력하고 있는 반면, 이미 프리루스로 세계 친환경 차량을 석권한 바 있는 일본이나 미국의 Big 3도 새로운 환경변화에 적극 대응하여 전기자동차뿐만 아니라 무선전력공급 기술을 활용한 차량 운용 방식을 적극적으로 추진하고 있음

(다) 강점/약점 요인

○ 강점(Strength)

- 전기자동차 생산에 필요한 고급 인력과 기술, 배터리 등 핵심부품, 충전 인프라 구축에 유리한 도시 밀집형 주거형태 등 전기자동차 상용화에 유리한 여건 등을 구비하고 있음. 최근 LG화학이 미국의 GM에 배터리를 공급하는 등 배터리 기술이 높고, 충전인프라 관리에 필요한 IT기술도 세계적인 수준으로 매우 유리한 위치에 있음
- 현재 무선전력공급을 적용한 차량 운용 기술은 개발 초기 단계 기술로써 선진국과의 기술 격차가 거의 없음

○ 약점(Weakness)

- 현재 국내 그린카 기술개발이 하이브리드와 수소연료전지에 집중된 반면, 무선전력공급 기술에 대한 기술투자가 미약한 실정임. 특히 국내 완성차업계가 내연기관을 토대로 성장하였고 세계적인 가솔린 엔진기술을 보유한 관계로

정부의 적극적인 지원 없이는 쉽게 무선전력공급의 투자집중이 어려운 실정임

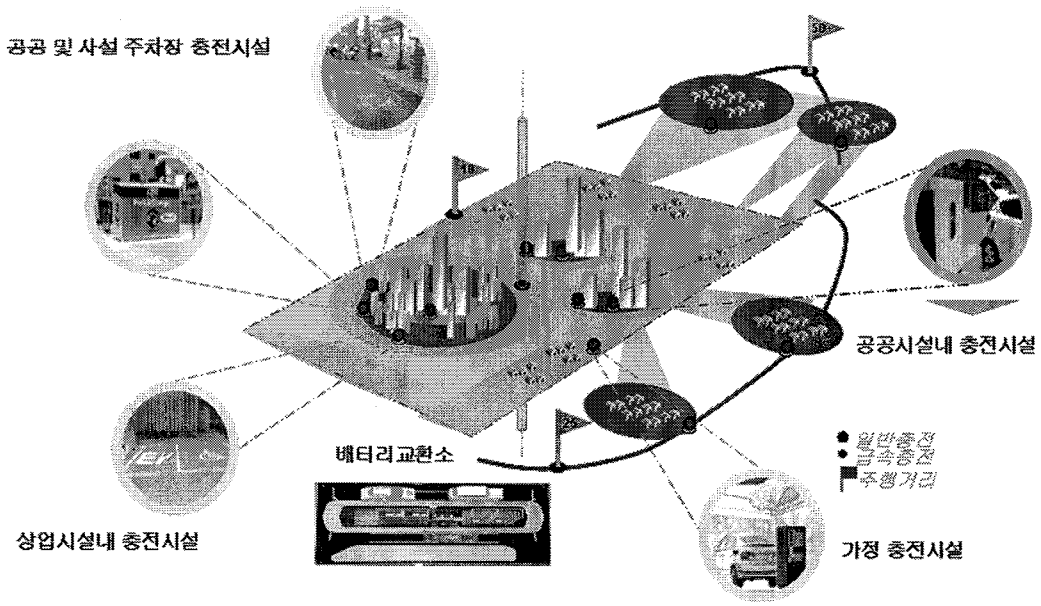
<표 11> 연구기술 분야의 SWOT분석 결과

SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	O(기회)	T(위협)
	· 국제적으로 기후변화 협약 및 환경 규제 강화 및 CO_2 규제로 무선전력공급기반 전기차 수요 증가	· 선진국들이 적극적으로 무선전력공급 기술을 활용한 전기차 개발에 집중하고 있음
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
· 관련 기술 고급 인력과 기술 및 인프라 기반이 유리함, 기술 개발 초기 단계로 핵심 기술 선점에 이점	· 국내 무선전력공급 기술과 전기 자동차 기술을 기반으로 단기간에 무선전력공급용 전기차 Test Bed로 연구개발	· 무선전력공급 인프라 활용을 통해 클린교통시스템 구축을 통해 효율적인 친환경 첨단 교통체계 구축
W(약점)	**WO전략**	**WT전략**
· 국내는 하이브리드와 수소연료전지에 집중된 반면, 무선전력공급 기술을 활용한 전기차에 대한 기술투자가 미약한 실정임. 특히 국내 완성차업계가 정부의 적극적인 지원 없이는 쉽게 투자집중이 어려운 실정임	· 무선전력공급과 전기차 관련 국내의 중소업체의 기술을 활용하여 무선전력공급용 전기차 기술기반 구축	· 지자체를 Test Bed구축에 참여 시켜 Matching Fund를 구성하여 개발위험을 분산하고 운영경험을 축적하여 시행착오를 최소화 · Test Bed 구축을 통하여 경험부족과 기술 격차를 극복

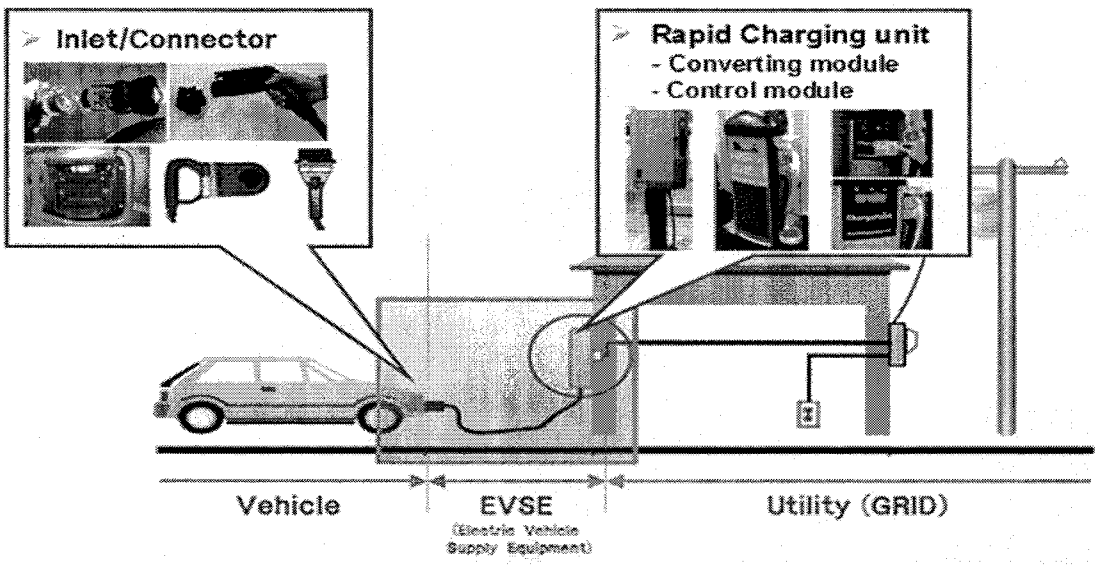
라. 기술개발 목표와 내용

(1) 기술개발 목표

○ 전기승용차의 양산표준 예측과 기술로드맵 등을 감안하여 전기승용차 충전인프라의 개발 시나리오에 따라 유형별 충전스테이션과 충전인프라시스템을 구축하고, 다양한 부가서비스를 제공할 수 있는 통합솔루션 개발 및 운영관리체계의 구축을 목표로 함

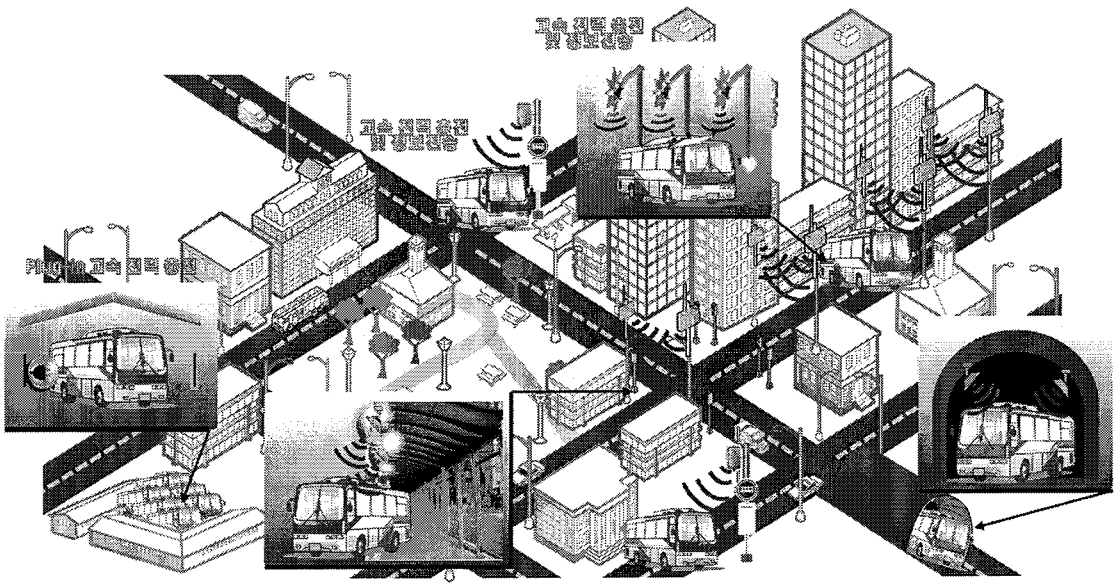


<그림 11> 전기승용차 충전인프라 시스템 구상도



<그림 12> 충전스테이션 구상도

○ 전기 교통수단에 대한 무선전력공급 기반 무탄소 청정교통체계에 대한 기술 및 관리·운영기술 등에 관한 기술개발을 함으로써 미래지향적인 친환경교통시스템 구축을 목표로 함



<그림 13> 무선전력공급 기반 친환경교통시스템 구상도

(2) 기술개발 내용

○ 전기승용차 충전인프라 시스템 설계를 위한 기술수요 및 고객 요구 사항 분석

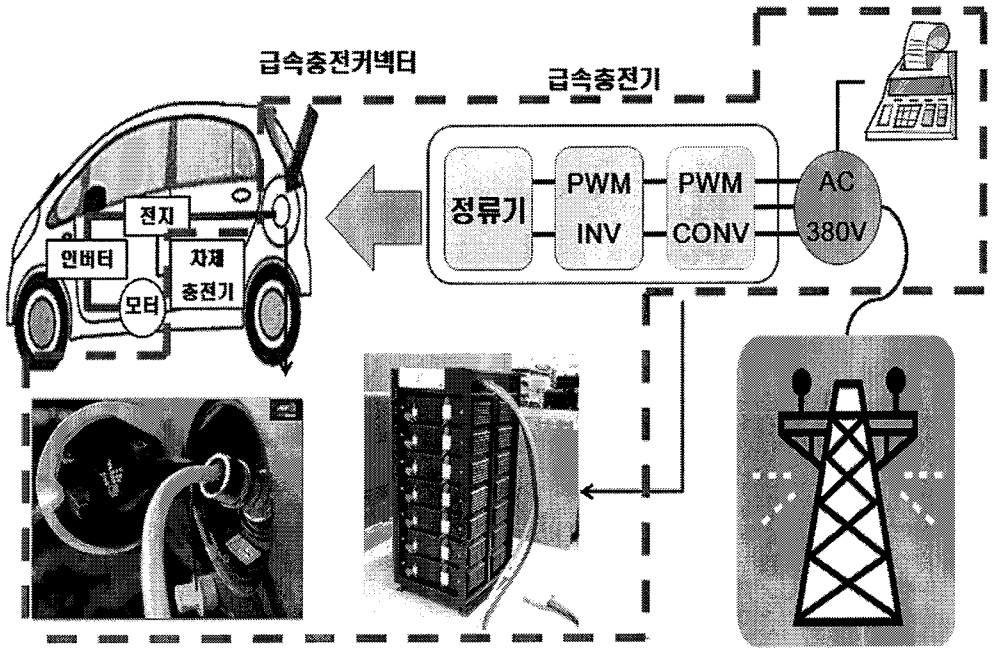
- 전기승용차의 지역별 운행 시나리오에 따른 충전인프라의 기술수요 및 고객 요구사항 분석을 통하여 도시형 친환경 교통수단으로 전기승용차 속성 결정
  - 운행 시나리오 : 장소별 주정차 시간에 따른 충전스테이션 유형 및 효율성, 지역 및 교통 혼잡도 등의 교통상황에 따르는 주행모드별 일회충전 운행거리 및 충전주기 및 비용, 배터리 수명에 따르는 교환 주기 및 비용, 충전 및 충전스테이션 관련부품 고장률 및 비용, 충전소 availability, 유형별 충전 스테이션에 따르는 충전시간(인프라 구축 정도)
  - 전기승용차 고객 요구사항 : 일회충전 운행거리(total range), 최고속도, 0~100km 시간, 전지 교환 주기 및 비용, 전기승용차 관련부품 고장률 및 비용
  - 환경규제 요구사항 : 온실가스 배출량, 에너지 효율, 공해물질 배출량, 안전(탑승자, 보행자, 충돌시, 사고시 등), 보험, 표준
  - 충전 스테이션 요구사항 : 전기차의 전기모터, 배터리, 파워 일렉트로닉의 수준에 따른 지역별/유형별 충전시스템의 요구사항

- 전기승용차와 연계되는 신규 사업 모델(Battery Leasing, Swapping 등)
  - 배터리 임대, 차량 임대, 배터리+차량 임대를 각각 별도의 사업 모델로서, 이에 대한 초기 투자 비용, ROI, 소비자 혜택, 판매량 예상
  - 시장/산업 참여자에 대한 세부적인 조사
  - 전기승용차 충전시스템의 충전시간, 설치유형에 따른 기술비교 및 평가
  - 전기승용차 및 충전서비스의 수요와 기술 성숙도, 인프라 구축, 비용 분석 및 평가(배터리 제조, 임대 및 교체, 유통, 운영 등)
- 전기승용차 산업의 Supply and Value Chain 분석
  - 전기승용차의 출현과 관련하여 유틸리티 업체, intergrator 업체, 충전소 제조사, OEM사, 배터리 공급 업체들과 같은 supply chain에서의 각각의 업체들의 역할 분석
  - 생산 및 운영되는 전기승용차의 대수 대비 그에 적합한 충전소 수에 대한 조사
- 전기승용차의 출현과 관련한 기술(technology) 로드맵(전기 모터, 배터리, 파워 일렉트로닉, 충전 시스템 등을 포함)
  - 일반 차량과 전기승용차의 부품/제품의 주요 기술적인 차이점 조사
  - 각각의 부품별 산업에서 한국 기업/업체들이 차지할 수 있고 key player로 활약할 수 있는 부분 조사/추천
  - 전기승용차 충전 방식(저속 충전, 고속 충전) 관련 및 전기승용차 출현으로 인하여 多전기공급 수요에 대한 한국의 대비책/해결책 조사/추천
- 관련 기술 특허사항 조사 및 분석

○ 충전인프라 유형별 충전스테이션 기술개발 및 성능 평가

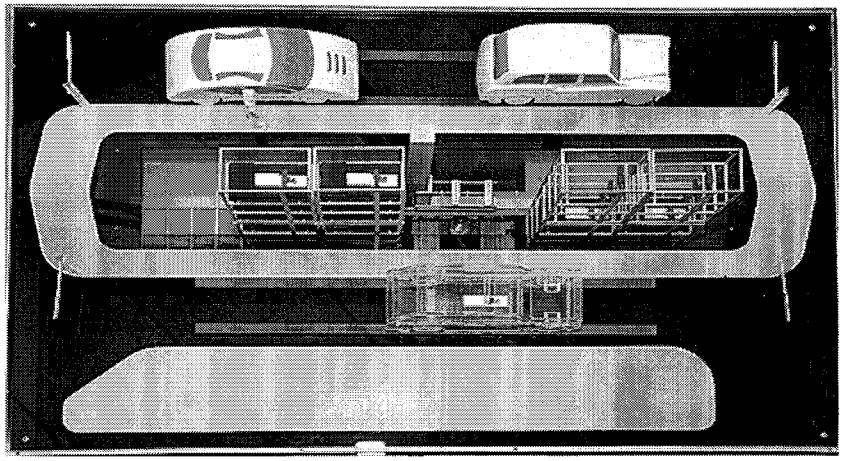
- 전체 충전시스템 설계
  - NEV 및 전기 승용차, 전기 버스 등 다양한 전기차의 호환 충전을 고려한 고출력 급속 충전기와 배터리 교환시스템의 포괄적 운영을 할 수 있는 충전인프라 시스템설계
- 급속충전기 개발
  - 10분내 충전가능한 고출력 병렬운전 급속충전 기술개발을 검토하고, 필요시 600KW까지 확장가능 필요

- 300kW 급 이상의 고출력 병렬운전 급속충전 기술개발, 필요시 600KW까지 확장가능 필요
- 15kw 단위유닛을 병렬운전할 수 있는 통합 Controller 개발
- 15kw 단위유닛의 교환 및 유지보수가 용이, 교체 가능한 단위유닛 개발
- 홍수나 지진 등 재난 대비 내환경성 확보(국제 규격의 방수 및 방진 설계)
- 전기승용차의 배터리 BMS와의 양방향 통신 설계를 통한 충전 알고리즘 자동선택 기술개발
- 무효전력 손실을 최소화한 시스템 설계(역률 : 0.9이상)
- 충전 및 방전 데이터의 관리 및 송수신을 통한 충전기록 백업 기술 개발
- 고출력 충전 알고리즘을 적용하는 충전 알고리즘 개발 및 배터리 최적화 솔루션 기술개발
- 모듈별 유지 보수 관리가 가능한 시스템 설계
- 전기승용차의 배터리의 충전상태 및 이상 상태 감지 기술 및 자료 분석 기술 개발
- 국제 기준의 내구성 시스템 설계



<그림 14> 급속충전기 개념도

- 배터리교환시스템(Battery Switching System) 개발
  - 배터리교환 스테이션에서 2~3분 이내에 200kg 내외의 배터리팩을 추출하고 장착하기 위한 전기승용차용 배터리교환시스템 개발 및 시제품 제작
  - 배터리교환시스템에 사용하기 위하여 전기승용차에 장착할 수 있는 배터리교환용 장착기구의 개발 및 시제품 개발
  - 전기승용차에 장착된 배터리교환용 장착기구와 배터리교환 스테이션에서 배터리팩 추출 및 장착을 위한 배터리교환시스템의 통합 및 시스템 제어 기술 개발
  - 시스템 통합 및 제어를 위한 센서 융합 및 정보 공유/통신 기술
  - 배터리 탈·부착 효율성을 고려한 전기승용차용 샤시 설계 및 데모용 시제품 제작
  - 시스템의 주요기구에 대한 내구성 등의 성능평가
  - 자동 차량유형 인식이 가능한 200~1,000kg의 배터리자동교환 Station기술 개발
  - 교체배터리 자동보관 및 급속/개별충전이 가능한 배터리충전자동창고 개발



<그림 15> 배터리 교환 시스템 개념도

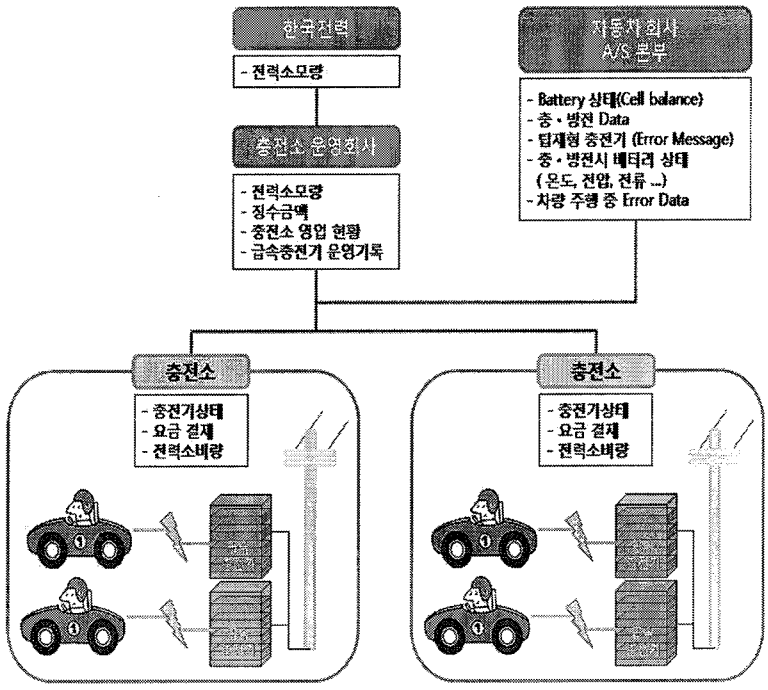
○ 전기승용차 충전인프라 운영관리 시스템

- 지능형 충전소 운영 시스템 구축
  - 충전특성, 주행이력, 전력소모량, 급속충전기 사용 횟수 등 배터리의 전주

기 정보 및 충전 전/후의 배터리 상태 정보 공유 체계

- 차량 특성, 충전 후 배터리 상태에 따른 다음 행선지와 충전소의 정보 추출
- 충전소 내 충전스테이션 통합 운영 시스템

- 충전소를 연계하여 지역, 광역, 전국의 충전소 네트워크 구축 기술 개발
  - 배터리 모듈 이력관리를 위한 메인서버 및 단말기 정보교환체계
  - 가정, 직장, 도로 등에 산재한 간이 충전소와의 네트워크 구축 기술 개발
- 전력계통 및 과금시스템과 연계된 네트워크 구축 기술 개발
  - 스마트 그리드 연동 네트워크 개발 : 국내 지역별 전력생산의 소스 분포와 에너지 효율 및 비용을 분석하고, 연계된 신재생에너지 특성에 맞는 전기차 충전 시스템의 배치와 연계 네트워크 기술 개발
  - 과금시스템 구축 : 전기승용차 종류에 따른 소비전력, 잔존 전력, 유형별 스테이션, 지역 및 시간대별 전력소비량 및 충전혼잡도와 연계된 실시간 요금부과 서비스 기술 개발
  - 전력 거래 및 탄소배출권 거래를 전제로 한 정보 교환용 인터페이스 개발 및 운용 시스템 기술 개발

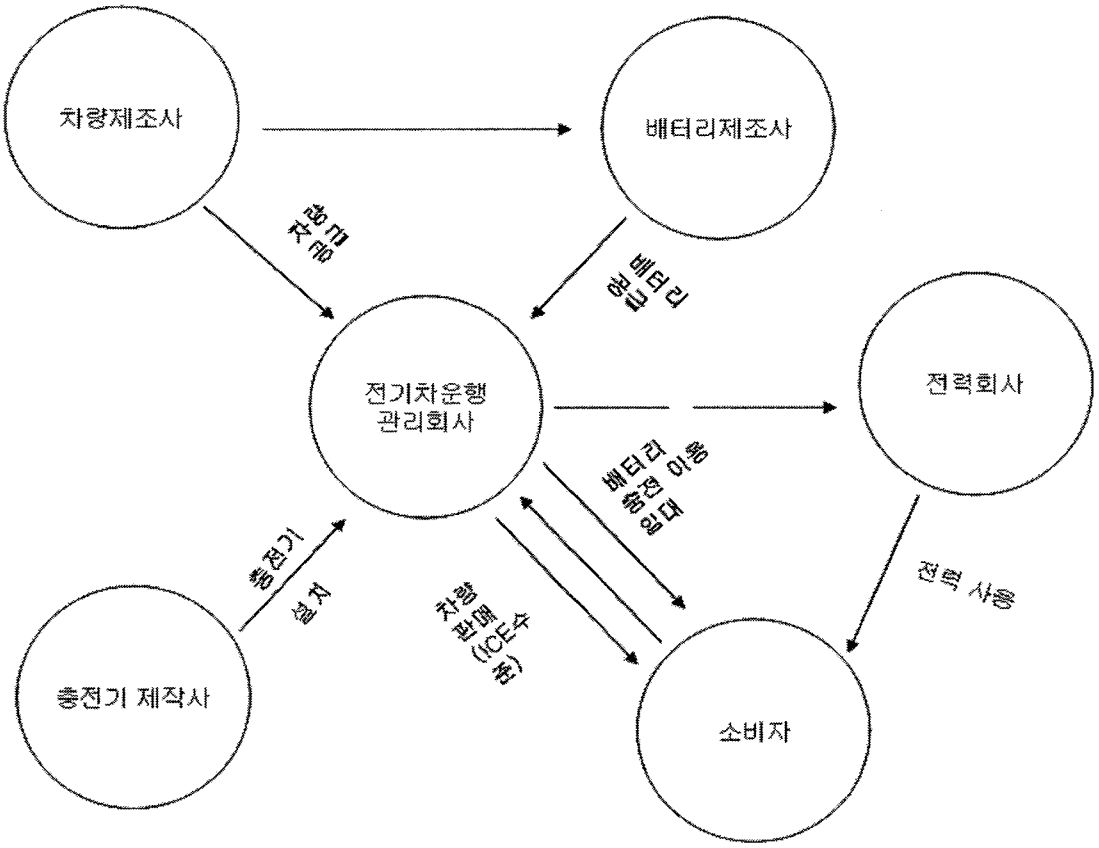


<그림 16> 전력망을 이용한 과금 개념도

- 전력활용 극대화를 위한 충전인프라 시스템별 성능시험평가
  - 전기차 및 배터리교환 시스템 시제품 기능 평가
  - 국내 전기 생산 방식의 배합에 따른 전력 효율 평가
  - 전기차 종류에 따른 연료효율 비교 평가
  - 심야 및 활용 전기소스에 대한 실시간 및 예상 최적효율 도출

○ 전기승용차를 이용한 차량공유시스템 운영시스템

- 실증시험장소를 선정하여 전기승용차를 대상으로 차량공유제도 운영체계 구축 및 실증 실험계획 마련(※ 프랑스 라호셀의 사례를 참조하여 국내 도시 선정 및 추진계획 마련)



<그림 17> 전기차 및 충전인프라 통합관리 체계 구상도

<표 12> 본 기술개발의 특성 및 기존 기술의 한계점 비교

기술개발 항목	개발 내용 및 기술적 특성	기존 기술의 한계	개발시 파급효과
가. 배터리 교환시스템 – 차량인지형 배터리 자동교환시스템 및 스테이션 기술 개발	– 배터리 자동교환 메커니즘(추출, 장착, 이송) 개발 – 차량 인지 기술 개발 – Power Module형 배터리팩 및 배터리 모니터링 시스템 기술 개발 – 배터리 진단 알고리즘 및 교환 메커니즘 개발 – 시뮬레이터 제작 – 용량별 스테이션 시제품 제작 – 배터리교환시스템이 적용된 시작품 전기차 제작	– 일체형 배터리팩의 표준화로 다양한 인지 기술의 개발이 없음 – 일체형 배터리팩 장착 및 교환 시스템으로 실제 자동차 회사의 다양한 배터리팩을 지원하기 어려움 – 불량 배터리 팩에 대한 처리 방식 및 배터리 팩에 대한 진단 시스템 등의 세부 기술에 대한 검토가 없음	– 실용적 충전 스테이션 기술 개발을 통한 사업화 추진 용이 – 관련 특허의 선점을 통한 시장의 선점적 지위 유지 가능 – 인식 기술 및 과금 시스템 등 IT 기술과 관련 부품 기술의 개발을 통한 타 산업과의 시너지 효과가 기대됨 – 관련 기술의 선점과 사업화를 통한 신규 산업의 진출에 따라 신규 종사인력의 창출
나. 급속충전시스템 – 병렬운전형 급속충전 기술 개발	– Power Module형 배터리팩을 지원하는 병렬운전형 급속 충전 기술 개발 – 병렬운전형 모듈 개발을 통하여 동일 충전 조건 환경 하에서 기존 제품 대비 충전 시간 및 충전 조건의 능동적인 조절이 가능함 – 모듈형 개발을 통한 제품 원가의 절감이 가능하고 지속적인 배터리 기술 개발에 따른 업그레이드가 용이함	– 기존 하세테크(일본)의 제품은 일체형 급속충전기 개발을 하여 고가(450만¥) – 유지 보수 및 다양한 자동차에 대한 충전이 불가능 – 지속적 배터리셀에 대한 발전에 따라 능동적인 대응이 어려움(시스템 일체 교환형)	– 자원절감 효과 및 원가 절감을 통한 가격 경쟁력 확보 – 급속충전기(단말기)의 제품화가 가능하여 산업용 배터리 충전기, 골프카트 충전기 등 다양한 사업화가 가능 – 관련 시장은 미국 및 일본의 2~3개 업체의 독과점 시장으로 기술개발 성공 시 관련 산업의 3대 강국으로의 도약이 가능함
다. 지능형 충전소 운영시스템	– IT Based 충전소 운영 시스템으로 차량에 대한 충전 데이터 관리 및 유지보수 관리를 함 – 각 자동차에 적합한 충전으로 효율적인 충전 관리를 진행하고, 적절한 과금 시스템과 연동되는 알고리즘 개발 – 각 충전소 및 충전기(단말기)가 연동 네트워크 관리 시스템으로 스마트그리드 시스템에 적합한 전력 사용 및 관리가 가능	– 관련 기술 개발이 충전기술 개발과 별도로 과금에 대한 관리 시스템 등 별도의 기술 개발로 진행되고 있음 – IT 연동 또는 스마트그리드와 연동되는 기술 개발은 전무함	– 스마트그리드와 연동되는 운영시스템 개발 및 과금시스템 등은 표준화를 지향할 수 있으며, 세계적으로 시장을 선도할 수 있음 – IT와 연동하는 다양한 솔루션 및 콘텐츠 기술 개발은 관련 전문 기업 출현을 가능하게 하므로 관련 산업의 성장과 해외 진출이 가능할 것으로 예상됨

○ 전기자동차 인프라/유무선전력공급체계 관련 국외/국내 동향조사 및 기술 예측

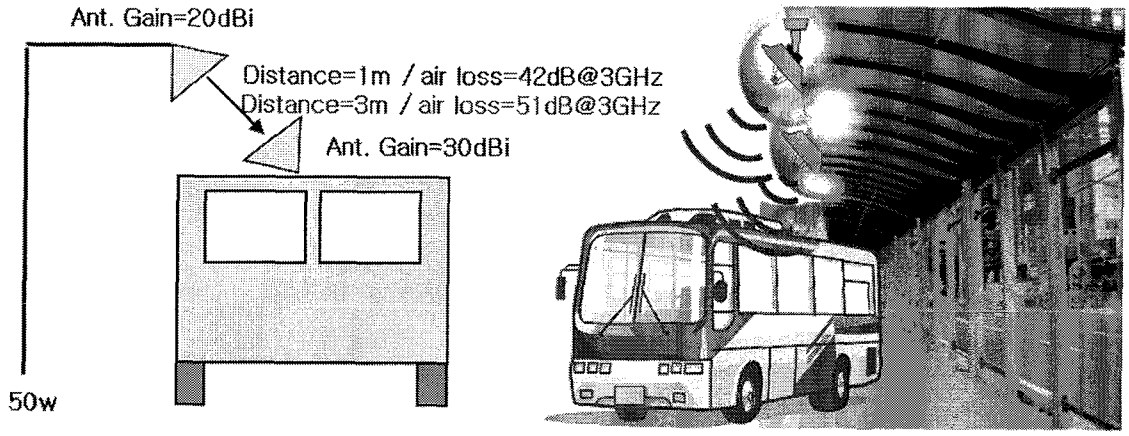
- 국내·외 기술 조사 분석
- 시장현황 및 전망, 기술 수준
- 전기자동차 전력 공급 인프라 관련 국제 표준 및 기술 수준 조사
- 국제 규제/안전기준 및 인증 현황 조사
- 국내 인프라 기술수준(관련 기관 및 기업)/역량 및 기존 연구개발 결과/시설/장비의 연계활용 방안

○ 무선전력공급 기반 전기자동차 충전인프라시스템 구축 및 운영기술 개발

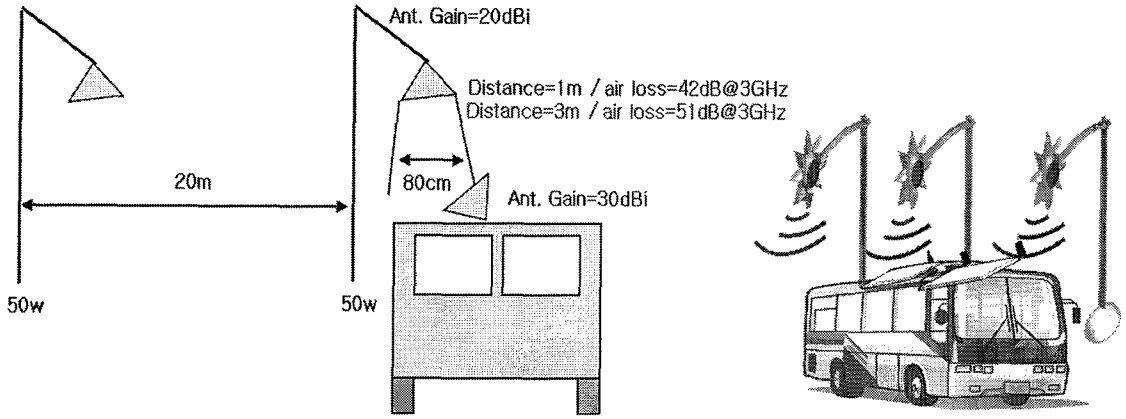
- 전기차 충전인프라 배터리 교환시스템 개발
  - 완속충전기, 무선전력 충전시스템을 고려한 급속충전기와 배터리 교환시스템의 포괄적 운영을 할 수 있는 충전인프라 시스템설계

○ 무선전력공급 기반 교통시스템 기술 개발

- 무선전력 공급 기반 고효율 전력 전송 및 획득 원천기술 개발
  - 각 장치별 시간 당 전력 소모량 대비 연속/정속 운행 가능 거리 산출
  - 무선 전력 송출 장치와 무선 전력 수신 장치 이격 거리를 고려한 고효율 전력 송출 장치 개발
  - 고효율 무선 전력 획득 장치 개발



<그림 18> 무선전력공급 개념도-정차장

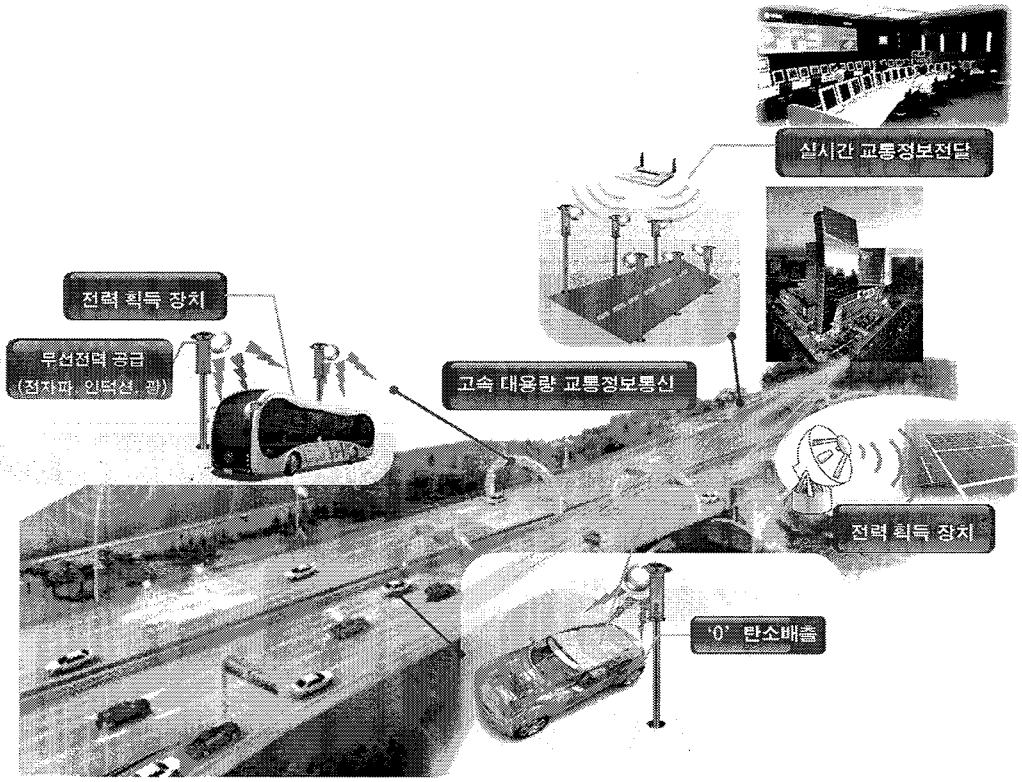


<그림 19> 무선전력공급 개념도-가로등

- 무선전력 공급을 위한 전기차 요소기술 개발
  - 고용량/고효율 2차 전기 기술 개발
  - 고효율 전력 획득 기술 개발
  - 효율적인 전력 관리를 위한 전력 관리 시스템 기술 개발
  - 차량 내의 센서나 부착된 컴퓨터를 이용한 다양한 지능형자동차 기술개발
  - 무선전력공급 기술을 이용한 궤도/무궤도 차량 기술 개발
- 무선전력 공급 기반 대중교통시스템/자동차 기술개발/고도화
- 무선전력 공급 기반 대중교통체계/자동차 Test bed 구축
- 무선전력 공급 기반 친환경 교통운영/관리시스템 고도화
  - 시스템 효율성 극대화를 위한 인프라-전기 차량 동기화 및 원격 관리 기

술 개발

- 실시간 교통정보 수집/제공을 위한 무선전력공급 기반 교통시스템 센서네트워크 기술 개발
- 무선전력공급 기반 실시간 교통정보 가공 및 관리기술 개발



<그림 20> 무선전력공급 기반 교통운영/관리시스템 구상도

마. 추진전략

(1) 전기자동차 충전인프라 시스템 및 공급운영 기술

(가) 전략적 목표

○ 전기자동차가 일시에 양산되는 상황을 감안하여 전기차 충전인프라 시스템을 사전에 설계하여 구축하되, 단계별 수요에 대응하는 것이 필요함. 아울러 전기충전기술과 관련한 기술표준화에 대비하여 국내 실증사업을 조기 시행하여 국제 표준화에 유리한 위치 확보를 목표로 함

○ 이산화탄소 저감 및 기존 화석연료중심의 교통체계를 탈피하기 위하여 전기차 보급과 함께 자동차공유제도(Car Sharing)를 도입하여 청정교통체계를 구축하는 목표를 둠. 특히 CDM사업으로 추진하는 것도 부차적인 목표임

(나) 연구개발 전략

○ R&D Phase를 3단계로 나누어 1단계에서는 전기차 충전인프라 시스템 설계를 위한 기술수요 및 고객 요구를 조사하여 전기차 충전시스템 설계 및 요소 기술개발하고, 2단계에서는 주요 핵심기술개발하며 3단계에서는 실증사업을 통한 문제점 보완 등 추진

- 1단계는 충전인프라 시스템 설계를 위한 기술수요 및 고객 요구 사항 분석
- 2단계에서는 전기차 충전시스템 설계 및 요소 기술개발과 전기충전 통합솔루션 개발. 특히 전기차 배터리교환시스템 중점 연구
- 3단계에서는 Test Bed를 구축하여 실제운영 하고 문제점을 보완

(다) 사업화 전략

○ 산·학·연·관의 역할 분담

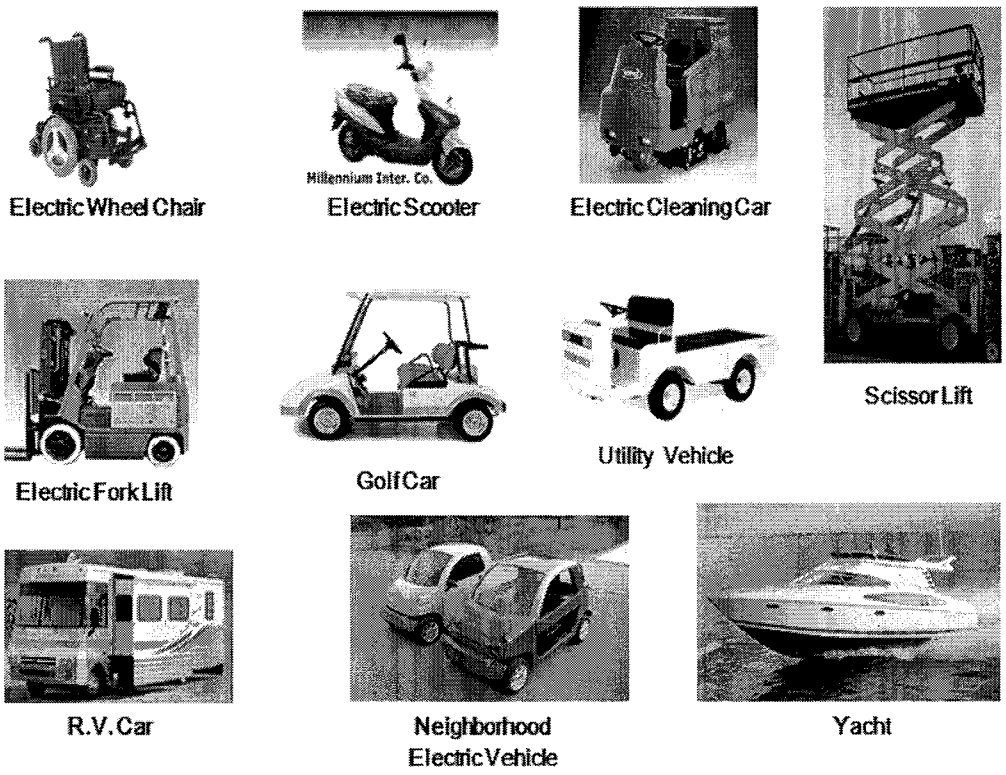
- 산·연·관의 네트워크 구성을 통한 기술협력 강화
- 특히 전기차 충전관련 핵심기술을 보유한 민간기업의 참여를 강화

○ 사업화 전략

- 전기차의 충전인프라 기술 개발을 통한 제품 개발 및 사업화 진행 시 기존의 골프카트 및 Utility Vehicle용 제품 개발과 산업용 전동 기계에 맞는 다양한 제품 개발이 가능함으로써 초기 시장 형성
- 현재 관련 시장은 초기 상태로 국내 시장의 기반 구축을 통한 표준화 선점을 통한 사업화 진행 시 해외 상용화와 수출이 용이할 것으로 예상됨
- 여수엑스포 등의 국제 행사에 적용하는 등 세계를 상대로 한 홍보, 판로확보, 판매전략 등의 사업화 추진전략 수립이 용이할 것임
- 기존 전동 기계류 메이저 바이어사 위주의 시장 조기 진입이 가능하므로 경

쟁 국가의 기술 개발보다 선행 사업화를 통한 시장 선점이 가능함

- 차별화 된 IT Based 통신 네트워크 기술 확보로 타 국가와 대비하여 비교 경쟁력 있는 기술로 개발 되고 특히 사용자 위주의 시스템 구성을 통한 사업화의 차별적 우월성이 가능함



<그림 21> 충전인프라 기술의 사업화 가능 영역

(2) 무선전력공급 기반 교통시스템 기술개발

(가) 전략적 목표

○ 전기자동차가 일시에 양산되는 상황을 감안하여 무선전력공급용 전기차 충전 인프라 시스템을 사전에 설계하여 구축하되, 단계별 수요에 대응하는 것이 필요함. 아울러 무선전력공급/획득기술과 관련한 기술표준화에 대비하여 국내 실증사업을 조기 시행하여 국제 표준화에 유리한 위치 확보를 목표로 함

○ 주행 중 급전 및 충전이 가능한 무선전력공급 기반 클린교통시스템 개발을 목표로 단계별 기술 고도화를 통해 상용화를 목표로 함

(나) 연구개발 전략

○ R&D Phase를 3단계로 나누어 1단계에서는 무선전력공급 및 획득, 인프라시스템 설계를 위한 기술수요 및 요구 사항을 조사하여 전기차 충전을 위한 시스템 설계 및 요소 기술을 개발하고, 2단계에서는 주요 핵심기술 고도화 단계를 추진하고 3단계에서는 Test Bed 구축을 통한 문제점 보완 등 추진

- 1단계는 무선전력공급 및 획득 시스템 설계를 위한 기술수요 및 요구 사항 분석
- 2단계에서는 무선전력공급 기술을 활용한 전기차 충전시스템 설계 및 요소 기술개발과 더불어 고도화 단계 추진
- 3단계에서는 Test Bed를 구축하여 실제 운영하고 문제점 보완

(다) 사업화 전략

○ 산·학·연·관의 역할 분담

- 산·학·연·관의 네트워크 구성을 통한 기술협력 강화
- 특히 무선전력공급 기술의 배터리 충전관련 핵심기술을 보유한 민간기업의 참여를 강화

○ 사업화 전략

- 무선전력공급용 전기차의 충전인프라 기술 개발을 통한 제품 개발 및 사업화 진행 시 다양한 제품 개발이 가능함으로써 초기 시장 형성 가능
- 현재 관련 시장은 초기 상태로 국내 시장의 기반 구축을 통한 표준화 선점을 통한 사업화 진행 시 해외 상용화와 수출이 용이할 것으로 예상됨
- 관련 기술의 홍보를 여러 국제 행사에 적용하는 등 세계를 상대로 한 홍보, 판로확보, 판매전략 등의 사업화 추진전략 수립이 용이할 것임
- 무선전력공급 인프라와 차량간 통신 네트워크 기술 확보를 통해 타 국가와 대비하여 비교 경쟁력 있는 기술로 개발 되고 특히 사용자 위주의 시스템 구성을 통한 사업화의 차별적 우월성이 가능함

바. 중점 과제별 연구개발 목표와 내용

<표 13> 중점과제별 연구개발 목표와 내용

중점과제	기술개발목표
전기차 충전인프라 시스템 구축 및 운영기술 개발	- 전기차 충전인프라 설계를 위한 전기차 수요 추정 - 충전인프라 유형별 충전스테이션 기술개발 및 성능 평가 - 전기차 충전인프라 운영관리 시스템 - 전력활용 극대화를 위한 충전인프라 시스템별 성능시험평가
무선전력공급 기반 교통시스템 기술개발 기획	- 무선전력 공급 기반 고효율 전력획득 원천기술 개발 - 무선전력 공급을 위한 전기차 요소기술 개발 - 무선전력 공급 기반 대중교통시스템/자동차 기술개발/고도화 - 무선전력 공급 기반 대중교통체계/자동차 Test Bed 구축 - 무선전력 공급 기반 친환경 교통운영/관리시스템 고도화

(1) 중점과제 1 : 전기차 충전인프라 시스템 구축 및 운영기술 개발

(가) 연구개발목표

○ 전기차 충전인프라 구축 기술, 특히 배터리교환시스템(Battery Switch System)의 기술개발 및 운영관리체계의 구축

(나) 연구개발 내용

○ 전기차 충전인프라 설계를 위한 전기차 수요 추정

○ 충전인프라 유형별 충전스테이션 기술개발 및 성능 평가

○ 전기차 충전인프라 운영관리 시스템

(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 국내 전기차 충전인프라 전무한 실정

○ 국내에서 전기차 생산은 가능하나 운영인프라 미비로 운영불가능

○ 국내는 전기차 운행 불가능

<표 14> 관련 기술 분야의 기술수준

기술명	기술수준(%)	전문인력 보유정도(%)	인프라 구축정도(%)
전기차 충전인프라 설계를 위한 전기차 수요 추정	40	20	20
충전인프라 유형별 충전스테이션 기술개발 및 성능 평가	40	20	20
전기차 충전인프라 운영관리 시스템	40	20	20
전력활용 극대화를 위한 충전인프라 시스템별 성능시험평가	30	10	10

<표 15> 관련 기술 분야의 인프라 수준

기술명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)
전기차 충전인프라 설계를 위한 전기차 수요 추정	4	4	4
충전인프라 유형별 충전스테이션 기술개발 및 성능 평가	4	4	4
전기차 충전인프라 운영관리 시스템	5	3	3
전력활용 극대화를 위한 충전인프라 시스템별 성능시험평가	5	5	2

(라) 추진전략 및 체계

○ 전기차 충전인프라 설계를 위한 전기차 수요 추정

- 국내·외 그린카 정책동향 및 수요 분석 활용

○ 전기차 요소 기술 및 충전인프라 기술 및 표준화 방식 연구

- 주요 국가별 전기차 사업방식 및 충전기술 비교
- 차량, 충전인프라 간 표준방식 검토

○ 전기차 충전인프라 및 배터리교환시스템 basic structure 개발

- 전기차 이용특성을 고려한 개발방향 설정 및 구조 설정

○ 전기차 충전인프라 operation algorism(운영 알고리즘) 개발

- 통행거리 단축을 위한 위치추적시스템 개발

○ Smart Grid와 연계한 배터리교환시스템 관리체계기술 개발

- 친환경 재생에너지의 활용방안 마련

(2) 중점과제 2 : 무선전력공급 전기차 충전인프라 시스템 구축 및 운영 기술 개발

(가) 연구개발목표

○ 친환경 무선전력공급 기술을 활용한 전기차 무선충전인프라 구축 및 교통 네트워크 운영관리체계 구축

(나) 연구개발 내용

○ 무선전력공급 인프라 설계를 위한 전기차 수요 추정

○ 전기차 충전을 위한 무선전력공급 인프라 시스템 구축

- 친환경 무선전력 공급기술
- 전지차량용 Green 전력저장시스템

○ 무선전력공급 인프라를 활용한 교통운영관리 시스템

(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 국내 전기차 무선전력공급 충전인프라는 전무한 실정

○ 국내에서 전기차 생산은 가능하나 무선전력공급 운영인프라 미비로 운영불가능

<표 16> 관련 기술 분야의 기술수준

기술명	기술수준(%)	전문인력 보유정도(%)	인프라 구축정도(%)
무선전력공급 충전인프라 설계를 위한 전기차 수요 추정	30	10	10
무선전력공급 충전인프라 유형별 충전스테이션 기술개발 및 성능 평가	30	10	10
무선전력공급 충전인프라 운영관리 시스템	40	20	20
무선전력공급 활용 극대화를 위한 교통 운영 관리 네트워크 성능시험평가	30	10	10

<표 17> 관련 기술 분야의 인프라 수준

기술명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)
무선전력공급 충전인프라 설계를 위한 전기차 수요 추정	4	3	3
무선전력공급 충전인프라 유형별 충전스테이션 기술개발 및 성능 평가	3	2	2
무선전력공급 충전인프라 운영관리 시스템	4	3	3
무선전력공급 활용 극대화를 위한 교통 운영 관리 네트워크 성능시험평가	4	4	2

(라) 추진전략 및 체계

○ 추진전략

- 무선전력공급 충전인프라 설계를 위한 전기차 수요 추정
  - 국내·외 그린카 정책동향 및 수요 분석 활용
- 무선전력공급 충전인프라 유형별 충전스테이션 기술개발 및 성능 평가
  - 주요 국가별 무선전력공급용 전기차 사업방식 및 획득/충전기술 비교
  - 무선전력 공급 및 획득 표준방식 검토
- 무선전력공급 충전인프라 운영관리 시스템
  - 무선전력공급용 전기차 이용특성을 고려한 개발방향 설정 및 구조 설정

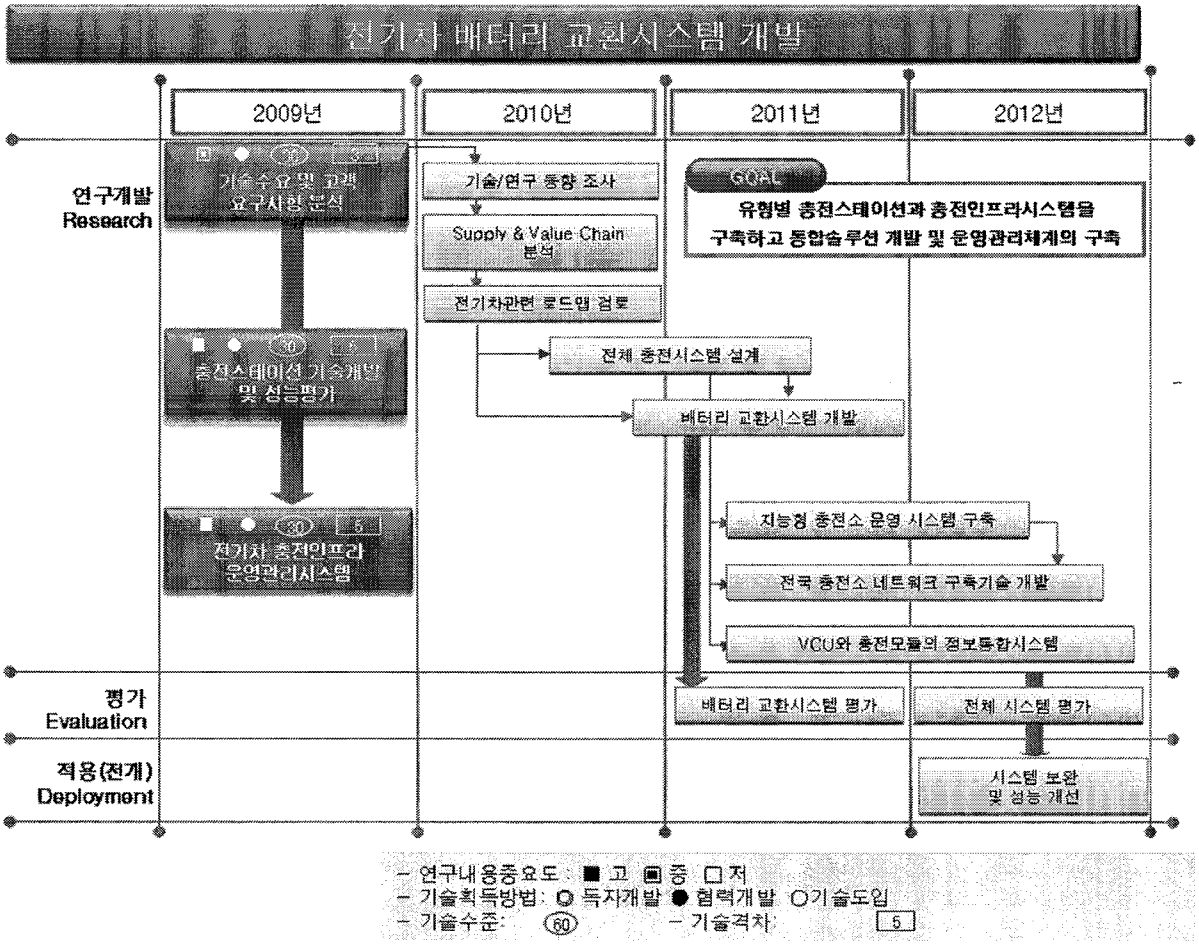
○ 추진체계

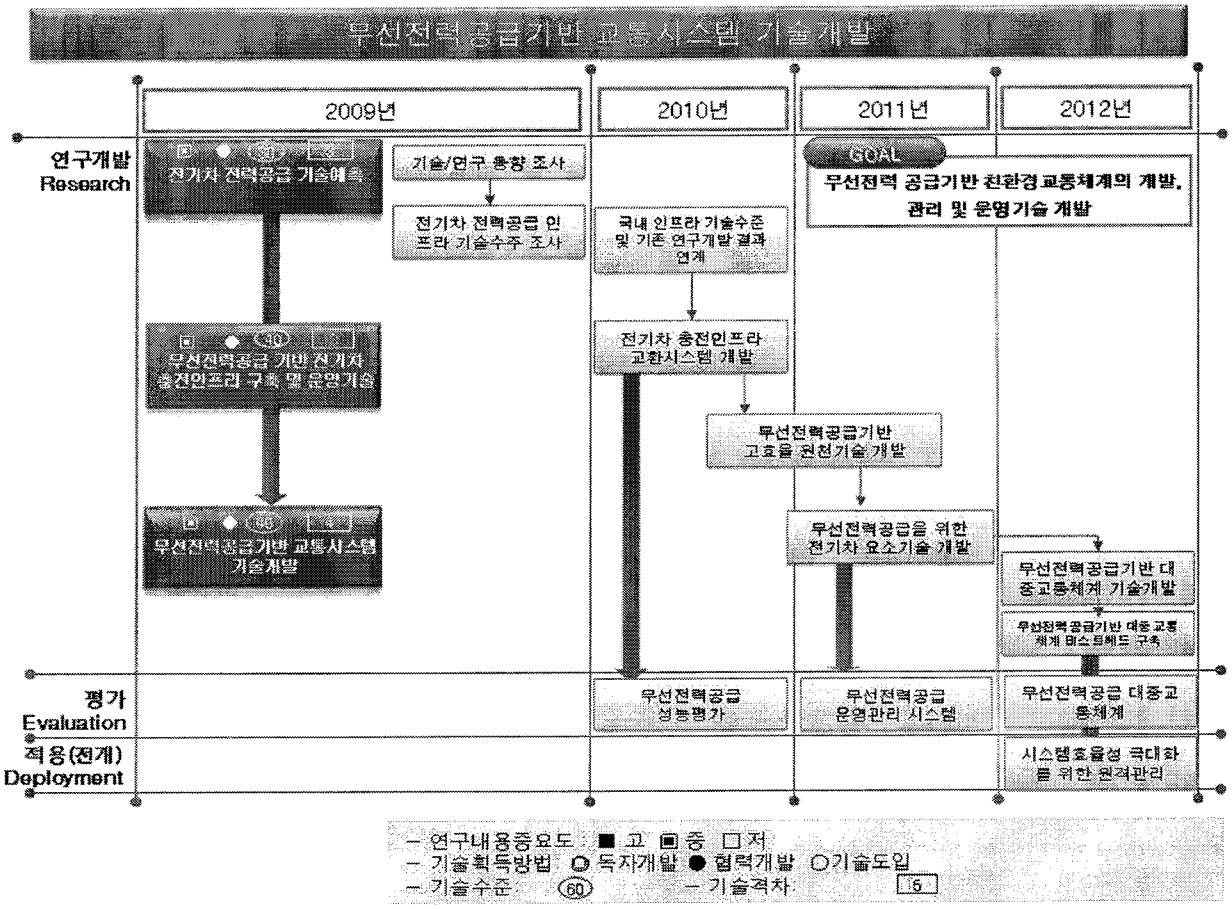
- 무선전략공급 연구단을 중심으로 국내자동차 업체 및 고용량 전지 제조사와 협업을 통해 연구수행

- 고용량 전력획득 장치 관련 업체 및 연구소와 전략적 제휴
- 시범사업을 통한 무선전력공급 시스템의 상용화 추진

사. 기술개발 로드맵

(1) 중점과제별 로드맵





아. 기대효과와 파급효과

(1) 기대효과

○ 무탄소 자동차 시대를 선도하는 계기를 마련하여 '청정교통체제 구축' 기여

○ 전기차 충전기술에 대한 핵심기술 개발로 향후 전기차 관련 국제표준화에 유리한 지위를 확보하여 '친환경자동차산업분야에서 국제경쟁력' 향상 기대

○ 전기차는 IT, 통신, 방송, 전력 등 국가 기간산업과 관련 인프라의 핵심기술이 결집된 '신성장동력산업으로 많은 부가가치 창출'에 기대

○ 무선전력공급용 전기차 개발은 무탄소 자동차 시대를 선도하는 계기를 마련하여 청정교통체계 구축 기여

○ 무선전력공급 기술에 대한 핵심기술 개발로 향후 무선전력공급 기술 관련 국제 표준화에 유리한 지위를 확보하여 친환경자동차산업분야에서 국제경쟁력 향상 기대

○ 무선전력공급용 전기차는 IT, 통신, 방송, 전력 등 국가 기간산업과 관련 인프라의 핵심기술이 결집된 신성장동력산업으로 많은 부가가치 창출 기대

(2) 파급효과

○ 국가 기간산업 기술력 향상

- IT, 통신, 방송, 전력 등 관련 산업의 기술력 제고와 고용창출 효과 예상

○ 전기차 배터리 시장 활성화

- 현재 치열한 배터리 시장에서 기술력 향상으로 전 세계 전기차 배터리공급에 절대적으로 유리한 지위 확보

○ 2006년 국내 자동차 연간 에너지 소비량은 358억 리터로 추정되며 이 중 10%를 전기로 생산되는 수소연료로 전환할 경우 연간 36억 리터(약 5조4천억 원)의 유류비절감효과 발생(리터당 1,500원 기준)

○ 향후 전 세계적으로 기존 차량을 대체할 수소전지차량 관련 시장은 막대할 것으로 예측되어 기술 개발 및 시장 선점에 따른 시장의 주도적 지위확보 가능

○ 국내기술의 해외 상용화, 수출

- 단기 상용화 계획 및 전략

  • 본 기술 개발의 특성상 기술 개발과 함께 Test Bed 운용과 시범보급사업의 전개 등으로 조기 사업화 추진이 가능한 기술 개발임

  • 타 부처의 전기자동차 기술 개발 사업과 연계하여 시너지 효과가 예상되며 관련 기술 개발의 진행에 따라 제품별 사업화가 용이하므로 단기적으로 다양한 사업화 추진이 예상됨

  • 전기자동차화 개조 사업이 활성화 될 경우 충전 인프라 기술 개발을 통한

제품군의 확산이 예측됨

- 산업용 전동차량분야 제품화, 사업화 추진으로 관련 시장 파급효과가 클 것임

○ 국가 기간산업 기술력 향상

- IT, 통신, 방송, 전력, 자동차 등 관련 산업의 결합을 통한 융·복합 부품기술의 발전으로 미래 기술을 선점하고 유관산업으로의 시너지 효과 창출
- 녹색교통망, 그린카·청정에너지보급, 쾌적한 녹색생활공간 조성 등 녹색 뉴딜 사업 핵심프로젝트에 대한 투자와 일자리 창출 견인(2009~2012년 동안 3개 프로젝트에 13.6조 원 규모 투입으로 총 19만개 일자리 창출 견인)

○ 전기자동차의 차량 및 배터리의 가격과 무게를 감소시켜 전기자동차의 보급을 가속화 할 수 있음

자. 소요예산 추정

(1) 전체 사업 소요예산

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2008)	300		300
2차년도(2009)	6,000	2,000	8,000
3차년도(2010)	10,500	3,500	14,000
4차년도(2011)	10,500	3,500	14,000
5차년도(2012)	10,500	3,500	14,000
합계	37,800	12,500	50,300

(2) 세부과제별 소요예산

(가) 중점과제 1 : 전기차 충전인프라 시스템 구축 및 운영기술 개발

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2009)	300		300
2차년도(2010)	1,500	500	2,000
3차년도(2011)	3,000	1,000	4,000
4차년도(2012)	3,000	1,000	4,000
5차년도(2013)	3,000	1,000	4,000
합계	10,800	3,500	14,300

(나) 중점과제 2 : 무선전력공급 전기차 충전인프라 시스템 구축 및 운영기술 개발

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2010)			
2차년도(2011)	4,500	1,500	6,000
3차년도(2012)	7,500	2,500	10,000
4차년도(2013)	7,500	2,500	10,000
5차년도(2014)	7,500	2,500	10,000
합계	27,000	9,000	36,000

3. Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발

가. 추진 배경 및 필요성

(1) 추진배경

○ 친환경 에너지 수확(Energy Harvesting)을 이용하여 교통시설물에 전력을 공급하고 제어하는 시스템은 우리나라의 스마트 그리드 사업에서 보는 바와 같이 국가전력시스템에 IT를 접목하여 전력의 효율을 높이는 사업과 같은 맥락임

- 이는 안전도시 구축 및 저탄소 녹색정책에 순응하는 인프라 구축임

(2) 필요성

○ 에너지·통신·자동차 산업 등과 결합하여 기존 교통시스템을 친환경 녹색교통시스템으로의 변환과 더불어 녹색성장 관련 교통산업 수출자원 확보 가능

나. 국내·외 기술개발 동향

(1) 선진국 기술개발 동향

(가) Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템

○ 이 분야에서 주도적으로 연구 활동을 하고 있는 팀을 살펴보면 다음과 같음

- Mechanical Engineering, Univ. of California at Berkeley(미국)
  - Roundy 교수를 중심으로 활발하게 연구를 진행 중
  - 이론적 접근뿐 아니라 실험적인 면에서도 좋은 결과를 발표
- Center for Acoustics & Vibration, Pennsylvania State Univ.(미국)
  - 항공공학과 교수인 Lesieutre, 전기공학과 교수 Ottman과 Hofmann이 한 팀이 되어서 연구를 진행
  - Energy Harvesting 기술과 관련된 회로 측면에서 좋은 결과를 발표
- Center for Intelligent Material Systems and Structures, Virginia

Polytechnic Institute and State Univ.(미국)

- Inman 교수와 Sodano 박사를 중심으로 연구 활동 진행 중
- 여러 편의 논문들이 발표되고 있으나, Sodano 박사가 Michigan Technical Univ.으로 이동한 후 뚜렷한 성과가 보이지 않음

- Control and Power Research Group, Imperial College London(영국)
  - 전기전자공학과 교수인 Mitcheson을 중심으로 저 주파수 영역에서 사용할 수 있는 MEMS Electrostatic Micropower Generator에 대한 연구 수행
- VIBES(Vibration Energy Scavenging) Project(영국)
  - Univ. of Southampton을 중심으로 총 9개 기관이 컨소시엄 형태로 수행중인 과제로서, Piezoelectric 및 Electromagnetic Energy Harvesting에 관한 연구 수행 중

○ 에너지 수확 기술

- Piezoelectric Energy Harvesting은 군수용 발전장치, 의료용 장치의 보조 전원, 자동차의 2차 발전장치, Wearable 전자제품 등에 적용하기 위한 연구가 진행 중에 있으며, USN의 에너지원으로 검토 중
- 또한 Artificial Heart, Pacemaker용이나 Healthcare System 그리고 구조물 진단용 센서 전원 등의 소규모 전원뿐만 아니라, 로봇 등의 차세대 전자장치의 전원으로 응용 가능할 것으로 판단됨
- 이러한 여러 응용을 위해서 미국, 독일을 중심으로 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 미국의 경우 캘리포니아 주립대학 기계공학과의 음향센터와 펜실바니아 주립대, 버지니아 공대를 중심으로 이론적 접근뿐 아니라 Energy Harvesting 기술과 관련된 회로 연구 수행
- 현재 개발되고 있는 인간의 보행동작을 이용한 발전방법으로 구두바닥에 설치한 압전 고분자 PVDF와 유니몰프 압전 세라믹소재로 보행할 때에 드는 힘을 추출하여 0.9mJ정도의 에너지를 얻음

(2) 국내 기술개발 동향 및 수준

(가) Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템

○ 에너지 수확 기술

- KIST를 중심으로 하여 열과 진동 에너지를 수확할 수 있는 수㎟급 초소형 수확 시스템을 개발하고 있고, 이를 통하여 수십 ㎼정도의 평균 전력을 얻는 연구 성과를 얻었으며 특히 누설전류가 매우 적은 전용회로를 개발
- 그러나 PZT의 탄성계수가 매우 크고 재료의 취성이 문제이며 박막전지 개발과 아울러 전체 시스템이 하이브리드화 될 필요성이 제기됨에 따라 박막전지, 박막열전재료, 박막 PZT 등의 재료개발에 대한 연구가 진행
- 서울대학교에서는 MEMS 기반 마이크로 파워 시스템을 개발 중이며, KAIST에서는 미세내연기관 엔진을 개발 중에 있으나, 주로 전력 측면에서만 기술개발을 진행하고 있음
- 한국기계연구원에서는 기관고유과제로 2006. 1부터 고온의 열로부터 열전모듈을 이용한 마이크로 동력발생기술 개발 진행 중

○ 에너지 수확 WBAN(Wireless Body Area Network) 기술

- 초저전력 컴퓨팅 및 통신기술 등에 대한 국내 관련 연구 및 산업기반은 선진국 대비 취약한 상황이나, 차세대 컴퓨터, 반도체 및 이동통신 등과 같은 기반기술 등을 바탕으로 초저전력 SoC 기술, 초저전력 S/W 및 H/W 구현 기술, 초저전력 컴퓨팅 및 통신 기술, u-전력 수확 및 축적 기술에 대한 연구 수행이 요구되고 있는 상황

○ 에너지 수확 USN 기술

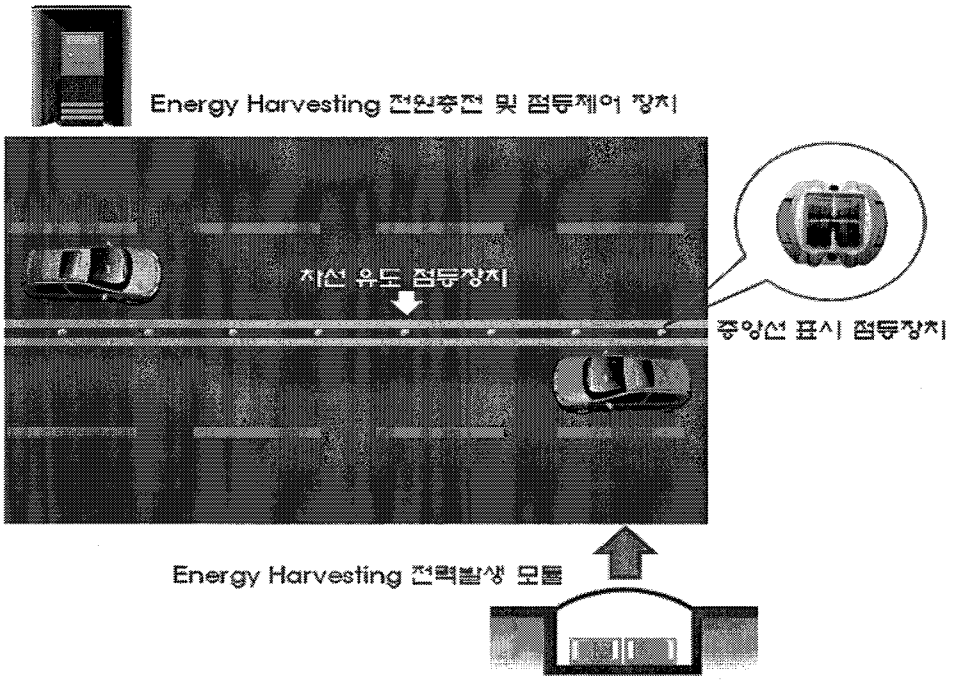
- USN은 현재 정보 센싱 기술과 저전력 컴퓨팅 및 통신기술과 접목되어 국방, 외교, 유통·물류, 항공·항만, 의료·보건, 환경·보전, 산업·건설, 농·축산, 건강·복지, 교육·문화, 도로·교통, 방재·재해, 정보가전, 과학기술 분야 등 국가 전반적인 분야로의 적용을 위하여 국외의 다양한 연구기관에서 매우 활발한 연구가 진행 중
- 그러나 현재까지의 연구동향과 성과는 유비쿼터스 컴퓨팅 및 통신 시스템의 구현과 적용에 있어서 시스템 제어, 전원 및 배터리 등의 유지보수, 관리 및 휴대성에 대한 적절성 확보 및 효율성 제고 측면에서 한계를 가지고 있는 상황

다. 기술개발 목표와 내용

(1) 기술개발 목표

○ 주행하는 자동차의 지면을 누르는 압력을 이용한 Energy Harvesting 기술로 야간 및 악천후의 중앙선 표시장치에 전력을 공급하고 제어하는 시스템을 개발하여 안전한 교통 환경 조성

- Energy Harvesting 기술을 이용한 전력발생 모듈 설계 및 제작
- Energy Harvesting 전원충전 및 점등제어 장치 개발
- 도로교통용 중앙선 표시 점등장치 개발
- 점등장치 및 Energy Harvesting 장치 매설 및 결합기술 개발



<그림 22> Energy Harvesting 교통시설물 제어시스템 구상도

(2) 기술개발 내용

○ Energy Harvesting 기술을 이용한 전력발생 모듈 설계 및 제작

- 압전 세라믹(Piezoelectric Ceramic)기술을 활용하여 발전장치의 설계 및 제작
- 솔라 셀(Solar Cell)을 이용한 자가 발전장치의 설계 및 제작
- 최대 출력을 발생할 수 있는 전극패턴 및 단위 소자들의 배열방식 고안
- 최적 소성조건을 확립할 수 있는 보호 장치 고안
- 압력판 및 점등 본체에 소자의 접착기술 확립
- 발생 전기량의 측정법 확립

○ Energy Harvesting 전원 충전 및 제어장치 개발

- 압전 세라믹에서 불규칙한 전원에 대해 안정적인 전원의 충전 시스템 개발
- 압전에 의해 발생한 펄스에 대해 안정적 전압인 정류회로의 개발
- 회로 시스템의 크기 및 안정적인 동작을 위한 회로 집적화 기술 개발
- LED 점멸을 위한 최소 전원공급 회로 개발
- 고휘도 출력을 얻을 수 있는 전원 제어회로 개발

○ 기후 및 외력에 강인한 도로교통 LED 점등 장치 개발

- 악천후 및 외부 충격을 흡수하여 외력에 강인한 점등장치 개발
- 야간 및 악천후의 상황에서 차선정보 제공을 위한 점등회로의 설계 및 제작
- 최대한의 전력 취득을 위해 압전 소자 및 태양전지를 이용한 점등장치 개발
- 점등장치의 매설 및 고정을 위한 외형 설계

○ 점등장치 및 Energy Harvesting 장치 간 케이블 연결 및 매설 기술 개발

- Energy Harvesting 모듈에서 취득한 전원을 점등장치에 전송하기 위한 연결 장치 개발
- 각 장치 간 연결에 따른 방습, 방수 장치 개발
- Energy Harvesting 장치의 매설을 위한 외형 설계
- 타이어 손상 및 운전 방해 등 교통소통 방해를 최소화할 수 있는 매설물 설계 및 제작

<표 18> 중점과제별 연구개발 목표와 내용

중점과제	기 술 개 발 목 표
Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발	- Energy Harvesting 기술을 이용한 전력발생 모듈설계 및 제작기술 - Energy Harvesting 전원 충전 및 제어장치 개발 - 기후 및 외력에 강인한 도로교통 LED 점등 장치 개발 - 점등장치 및 Energy Harvesting 장치 간 케이블 연결 및 매설 기술 개발

(3) 중점과제 : Energy Harvesting을 이용한 도로교통시설물 제어시스템 개발

(가) 연구개발목표

○ 주행하는 자동차의 지면을 누르는 압력을 이용한 Energy Harvesting 기술로 야간 및 악천후의 중앙선 표시장치에 전력을 공급하고 제어하는 시스템을 개발하여 안전한 교통환경 조성

(나) 연구개발 내용

○ Energy Harvesting 기술을 이용한 전력발생 모듈 설계 및 제작

○ Energy Harvesting 전원충전 및 점등제어 장치 개발

○ 도로교통용 중앙선 표시 점등장치 개발

○ 점등장치 및 Energy Harvesting 장치 매설 및 결합기술 개발

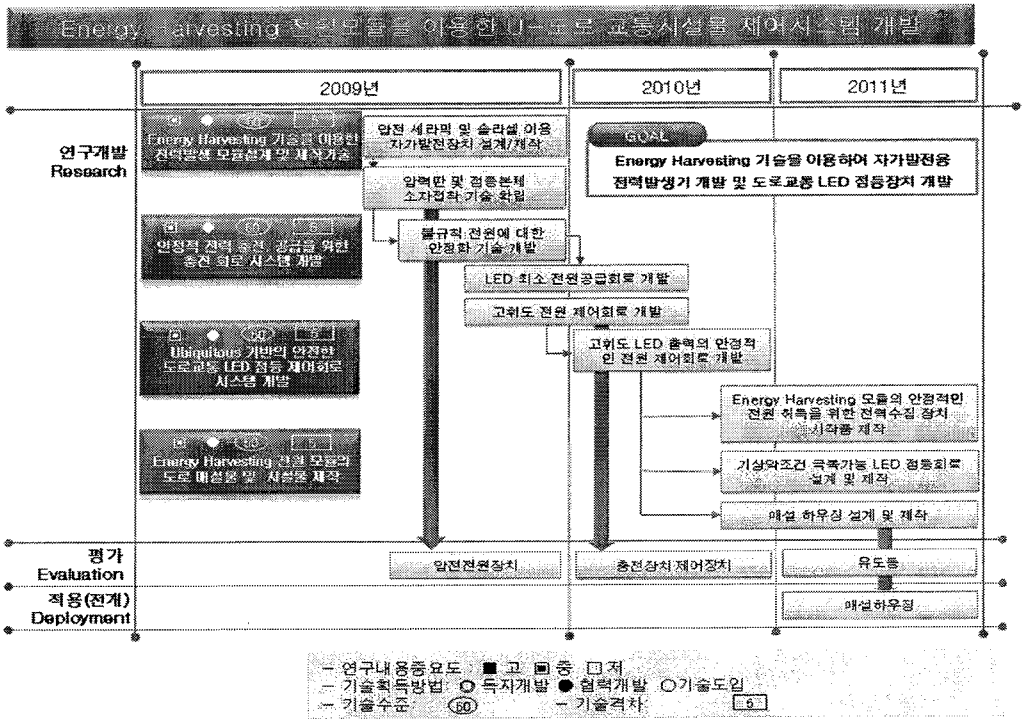
(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 국내의 경우 연구기관과 대학을 중심으로 재료 및 시스템개발을 진행중이나 현재까지의 연구동향과 성과로는 유비쿼터스 컴퓨팅 및 통신시스템의 구현과 적용에 있어서 일부 한계를 가지고 있는 상황임

○ 국외에서는 미국과 영국을 중심으로 활발한 연구를 진행중이나 Energy Harvesting에 집중되어 있는 경향이며 교통시설물에의 활용은 미흡함

라. 기술개발 로드맵

(1) 중점과제 로드맵



마. 기대효과와 파급효과

(1) 기대효과

○ Energy Harvesting 기술을 이용한 u-도로교통 시설물제어시스템 개발사업은 선제적 투자로 일자리 창출과 세계 녹색교통시장 선점

(2) 파급효과

○ Energy Harvesting 기술을 이용한 u-도로교통 시설물제어시스템 개발사업은 기존 IT 산업의 전력문제를 해소하는 원천기술 제공

○ Energy Harvesting 기술을 이용한 u-도로교통 시설물제어시스템 개발사업은 시스템 기술 수출을 통한 국가 신성장동력산업 육성

바. 소요예산 추정

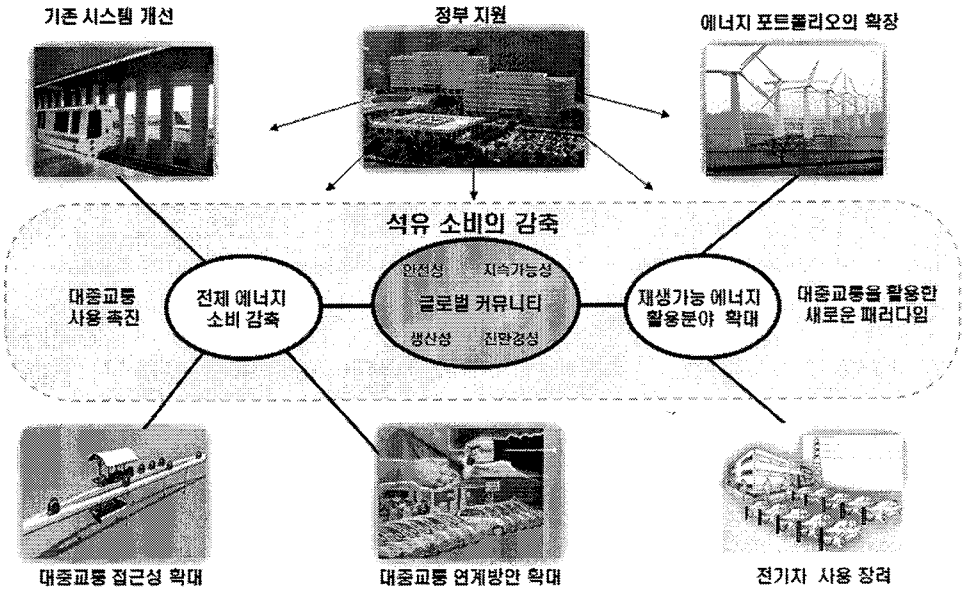
단위 : 백만원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2009)	300	100	400
2차년도(2010)	225	75	300
3차년도(2011)	150	50	200
4차년도(2012)			
5차년도(2013)			
합계	675	225	900

4. 승객여정 선택형 대중교통(PRT) 운영기술 개발

가. 추진배경

○ 최근 국제적 이슈가 되고 있는 환경 변화에 대응하기 위한 '지속가능한 교통수단'으로서, 환경친화적이고 에너지 소비가 적은 궤도수송수단의 역할이 재조명되고 있음



<그림 23> 환경변화에 따른 '지속가능한 교통수단'의 역할

- 도심 공간의 활용 극대화, 택시 수준의 편의성, 환경친화성을 가진 미래형 대중교통 시스템에 대한 필요성 제기
- 기존의 철도교통수단은 개인교통수단으로서 입지가 확고한 자동차에 비해 대중교통은 접근성이 떨어지고 주로 대량수송수단인 점에서 야기되는 불편함으로 인해 활성화에 한계가 있음
- 다양해진 수송수요의 처리와 친환경성, 경제성 등의 요구조건을 만족하기 위해서는 미래지향적이고 첨단화된 대중교통체계로의 전환이 필요함

○ 현재 선진국들은 21세기 성장전략산업으로 철도부문을 설정하고 차세대 기술을 선점하기 위해 국가적인 지원과 개발이 진행되고 있으며, 녹색 신성장동력

창출을 위한 핵심기술 기반을 세우고 일자리 창출이 필요한 시점임

- UAE의 두바이와 아부다비, 스웨덴 스톡홀름과 알란다공항, 영국의 다벤트리 등 유럽, 중동을 중심으로 PRT시장이 널리 확산될 전망임
- 영국의 ATS社는 PRT개발의 선두주자로서 세계최초 상용노선 개통을 앞두고 있는 상황에서 전 세계의 잠재적 PRT시장을 석권할 것으로 예상됨
- 과거 대내외적 공감대 부족과 적용성에 대한 논란으로 인해 국가R&D로 진행된 PRT개발 사업이 유보된 경험이 있으나, 현재의 우호적인 환경에 비추어 PRT 재개에 대해 검토해보아야 함
- 산업계에서는 기술개발을 위한 투자 의지와 사업 환경이 조성되어 있는 반면, 기술개발의 구체적인 방향 지표 제시가 미흡한 상태이므로 정부차원의 체계적이고 신속한 기술개발 방향 제시가 절실한 실정임

(1) 필요성

○ 최근에 환경문제와 관련하여 지구온난화와 고유가를 대비하기 위해 CO_2 사용억제가 인류의 중요한 이슈로 대두됨에 따라 신재생에너지, 자전거 등을 포함한 대중교통수단의 활성화 대책이 필요함

- 현재 우리나라 온실가스(CO_2) 총 배출량은 세계 6위(600백만 톤, 2006년)로 1990년(298백만 톤) 대비 약 2배 증가로 세계1위의 증가이며 수송부분은 99.8백만 톤으로 총 발생량의 19.7%로 1990년(42백만 톤)대비 2.4배 증가에 따른 대책이 필요함
- 우리나라의 경우는 개발도상국으로 자발적 감축대상국이나 2012년 이후에는 의무적 온실가스(CO_2)감축 대상국이 될 수 있으므로 자동차 운행억제 정책일환으로 대체수단이 필요
- 교토의정서 온실가스(CO_2)감축 의무량이 2012년까지 1990년 대비 5.2% 감축 의무

○ 새로운 미래형 교통수단 확보로 국민 삶의 질 향상 도모와 승객의 쾌적성, 프라이버시 보장 등의 요구 수용과 교통약자 및 서비스 낙후지역에 대중교통의 door to door 서비스 제공이 필요

- 대중교통수단인 철도는 간선에서의 고속화와 도심지역의 접근성 향상(door to door)이 화두임

○ 승객 여정선택형(On-demand Journey) 대중교통수단에 대한 Global Standard를 창출하여 세계기술 선도 및 세계시장 진출기반 확보

○ 새로운 시스템의 정착에는 제도·기술적, 재정적으로 많은 난관이 있는 바, Test-Bed 구축·검증을 통한 신개발 시스템의 실용화 추진동력 마련이 필요

- '국가통합교통체계효율화법 21조의4'에서는 신개발 교통기술의 이용·보급 촉진을 위해 시범사업 장려
- 사례로서, 덴마크의 오덴세(Odense)에서는 지속가능교통시스템 구축과 관련하여 이용자 호응도 상승, 지역발전 촉진, 재원조달의 용이성 차원에서 시범사업의 효과 입증

나. 국내·외 기술개발 동향

(1) 선진국 기술개발 동향

○ 선진국들은 21세기 성장전략산업으로 철도부문을 설정하고 차세대 기술을 선점하기 위해 국가적인 지원과 개발이 진행되고 있으며, 녹색 신성장동력 창출을 위한 핵심기술 기반을 세우고 일자리 창출이 필요한 시점임

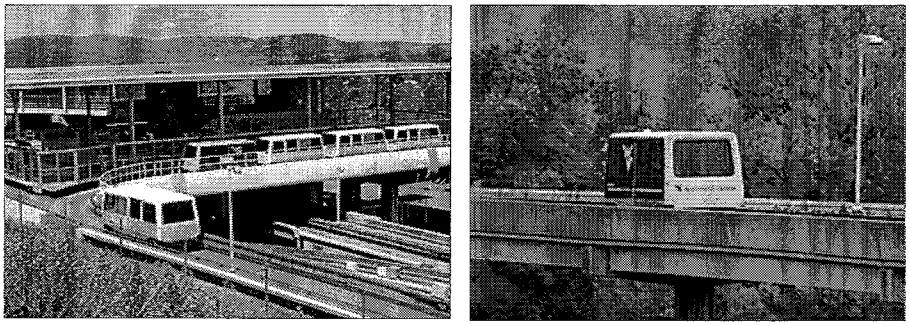
○ 유럽 EC의 도심대중교통개발 과제인 CityMobile 프로젝트에서 주요교통수단으로 PRT로 대표되는 승객여정선택형 대중교통수단의 개발을 적극 추진하고 있음

○ 미국

- 북미지역에서는 1972년 West Virginia주의 Morgantown에 PRT와 비슷한 운영특성을 가진 GRT(Group Rapid Transit)를 구축하여 현재까지 운영하고 있음
- 이 시스템은 웨스트버지니아 대학 캠퍼스와 인근 주거지역을 연결하는 통학수단으로 PRT를 실현화 하고자 했음
- 그러나 당시의 기술수준으로는 구현이 어려웠기 때문에 여러 차례의 설계변경

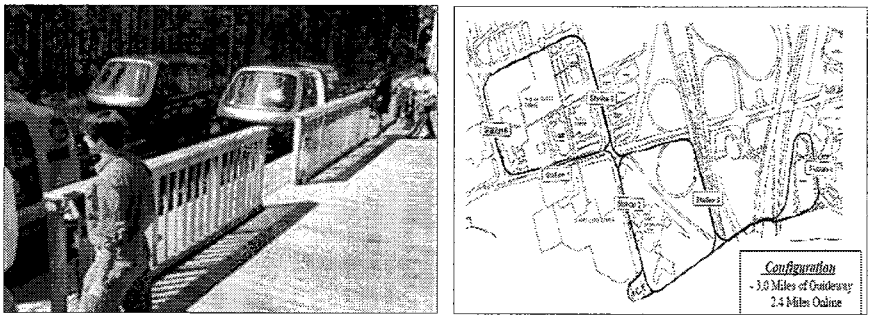
을 거쳐 21인승의 GRT로 실현되었고, 이에 따라 차량과 시설의 규모가 커져 건설비용이 초기 예상의 4배나 소요되는 등 경제성 측면을 충족하지 못하였음

- 모건타운의 GRT사례는 PRT가 이론적인 비용절감과 시스템 효율성을 충족시킬 수 있는지에 대해 의구심을 낳았다는 점에서 이후 PRT사업에 있어 반대논리로 빈번히 거론되어 왔음



<그림 24> Morgantown GRT시스템 Offline과 차량

- 이후 덴버, 로스앤젤레스, 미네아폴리스 등 다양한 지역에서 PRT도입에 대한 초기형태의 사업검토가 이루어져왔으며, 그 중 가장 근접했던 사업은 90년대 중반 시카고의 Raythoen 프로그램이 있음
- 이 프로그램에서는 시험궤도 테스트가 실행되었고, 연구결과도 긍정적이었지만, 경제적 타당성 부족과 정치적 환경의 변화로 실현되지 못하였음

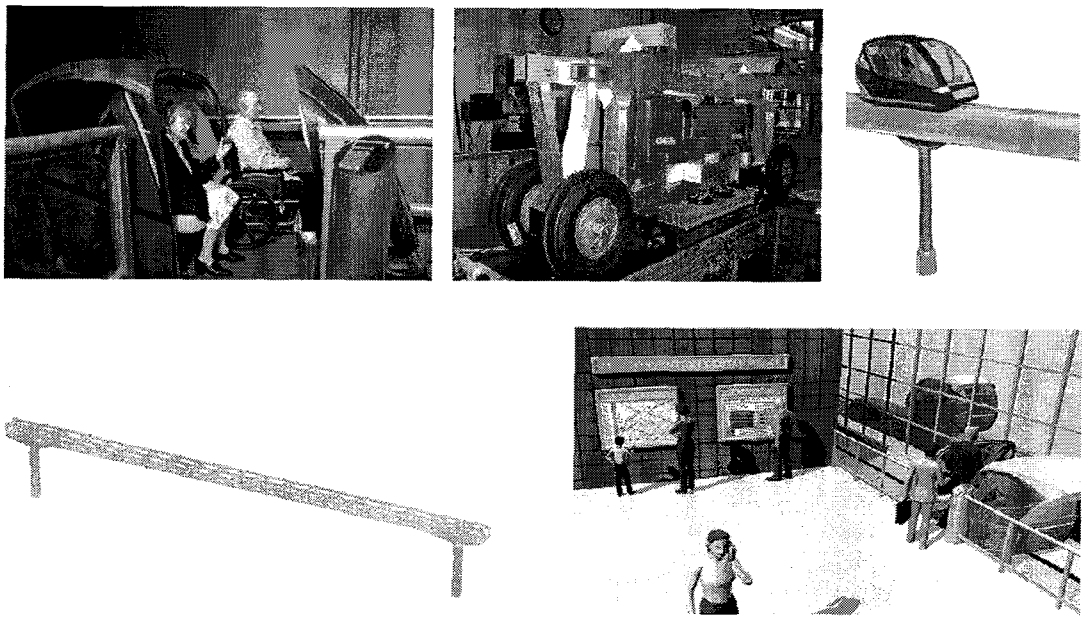


<그림 25> 시카고 PRT 테스트트랙과 노선계획도

- 뉴저지주의 교통문제를 해결해줄 수 있는 새로운 교통수단을 개발할 수 있는 기회가 될 것일 뿐만 아니라 새로운 산업을 발전시켜 나갈 기회
- 뉴저지주의 교통문제 해결을 위한 PRT개발과 관련하여 정책결정자들의 선택방안 마련(모니터링 및 지원, 연구분석, PRT도입에 대한 심도 있는 연구 진

행, 공공/민간 개발검증프로그램)[69]

- Skyweb Express : 미국의 Taxi2000社(CEO : Morrie Anderson)에서 개발된 Skyweb Express는 현재 Lab 규모의 시험트랙만으로 운영 중임



<그림 26> Skyweb Express 시스템의 이미지

○ 영국

- ULTra(Urban Light Transport) 시스템은 영국 브리스톨(Bristol) 대학의 마틴 로슨(Martin M. Lowson) 교수가 이끄는 연구팀들이 개발한 PRT 시스템임
- Bristol 대학에서 설립된 ATS社(Advanced Transport Systems Ltd)을 중심으로 컨소시엄이 구성되어 영국 정부의 지원 하에 개발이 진행되고 있으며, PRT 시스템으로서는 세계 최초의 상용화 운행을 눈앞에 두고 있음
- ULTra는 영국 국립과학기술기금(NESTA : National Endowment for Science, Technology and the Arts)에서 고급 경쟁력 발명 혁신 프로그램 하에 두고 관리하고 있으며 통상부(DTI : Department of Trade and Industry)와 교통환경부(DETR : Department of the Transport, Environment and the Regions)에서 미래 대비 운송수단 프로그램으로 ULTra 시제 차량의 설계와 제작, 시험을 지원하고 있음

69) Rutgers, The University of New Jersey, "Viability of Personal Rapid Transit New Jersey Final Report", Feb. 2007.

• 현재 2009년 Heathrow 공항 운영을 목표로 건설 시험 중에 있음

○ 사업추진 지역 현황

- 켄터키주

• 사업배경 : 1990대 후반부터 오하이호 강 주변의 도시 재개발이 착수됨에 따라 이 지역의 교통혼잡 해소를 위해 신시내티, 코빙턴, 뉴포트를 연결하는 시스템으로서 PRT를 검토하고 있음

• 추진 현황 : 3개 지역의 뉴타운개발사업 추진조직인 CLASC(Central Area Loop Study Committee)에서 사업 검토 중으로 총 20.5km 노선, 30개 정차역으로 총 사업비의 50% 연방정부 지원 추진 중이며 시스템으로는 Taxi 2000이 적극적으로 사업 참여 추진

- 두바이

• 최근 서아시아지역의 상업, 무역, 금융의 중심지로 급성장하고 있는 아랍에미리트의 두바이는 도시 내 거점간 이동수단 마련을 위해 PRT 도입을 검토하여 왔음. 2005년 10월에는 공식적으로 PRT 건설을 위한 입찰공모 계획을 발표한 바 있음

• 사업배경 : 두바이 금융업무단지(Financial District)내 DIFC(Dubai International Financial Center) 시설 간 이동수단으로 활용될 예정임. DIFC 시설은 계획 당시부터 이미 Transit 네트워크 건설을 위한 공간확보가 되어 있는 상태임

• 사업추진계획 : 총 사업비 1억 달러(약 1,000억 원) 예상되며 계획노선은 대상지역의 반경 1.2km이내 총 5km 연장이며, 건물 내에서는 무빙워크와 연계될 예정임. 시스템은 현재 영국 ATS사의 ULTra가 가장 유력함

• 두바이에 적용될 PRT시스템은 고온기후에 대해 내구성이 강하고 Low End시스템으로 설계되어야 할 것임

- 마스다르(Masdar)

• 사업 배경 : 해당지역을 태양광, 풍력 등을 활용한 친환경 생태도시 개발 중임. 내부 차량운행을 금지함과 동시에 이동수단으로 PRT 도입 예정

• 사업 규모 : 640만m^2 내 총 70Km 연장, 2,000대 차량 운영 예정

• 사업자 : ADFEC(Abu Dhabi Future Energy Company)

• 추진 현황 : 차량 5~6대 규모로 시범사업을 실시할 계획이며, 총 네트워

크는 2021년 완공 예정임.

- 다벤트리(Daventry)
  - 사업 배경 : 현재 2만 명의 인구를 가진 다벤트리는 친환경 대중교통시스템을 확충하여 급속히 증가하는 승용차 통행을 억제하고 지역경제 활성화를 도모
  - 사업 규모 : 4.8km 노선에 4개 역사, 차량 25대 투입 계획 중이며 향후 총 연장 50km에 48개 역사, 차량 500대로 확충 예정임
  - 추진 현황 : 타당성 조사가 완료되었으며, PRT 시범사업(Pilot Track) RFP 배포 예정임. 재원은 정부에서 조달 예정
- 코비(Corby)
  - 사업 배경 : 지역 내 교통문제 해결과 관광자원 개발
  - 추진 현황 : 2008년 사업자 선정 예정이며, 초기운행 실적에 따라 차후 확장예정
- 스톡홀롬
  - 사업 배경 : 신개발 지역 내부 교통수단 확보와 지역 내 교통문제 해결
  - 사업 규모 : 총 연장 9km, 9개 역사
- 어바인
  - 사업 배경 : 공원지역(Great Park)의 연계교통수단으로서 LRT를 도입 예정이었으나 최근 PRT로 선회하였음. 관광객 유치 및 지역경제 활성화 도모
  - 사업 규모 : 소규모 Pilot Project
  - 추진 현황 : 신교통시스템 도입 확정이 발표되었으며 현재 주정부 예산 확보중
- 알메로
  - 사업 배경 : 알메로시의 지역경제 활성화가 주목적임
  - 사업 규모 : 소규모 Pilot Project
  - 추진 현황 : EDICT(Evaluation and Demonstration of Innovative City Transport)일환으로 타당성 검토 중이나, 예산확보가 관건임

(2) 국내 기술개발 동향 및 수준

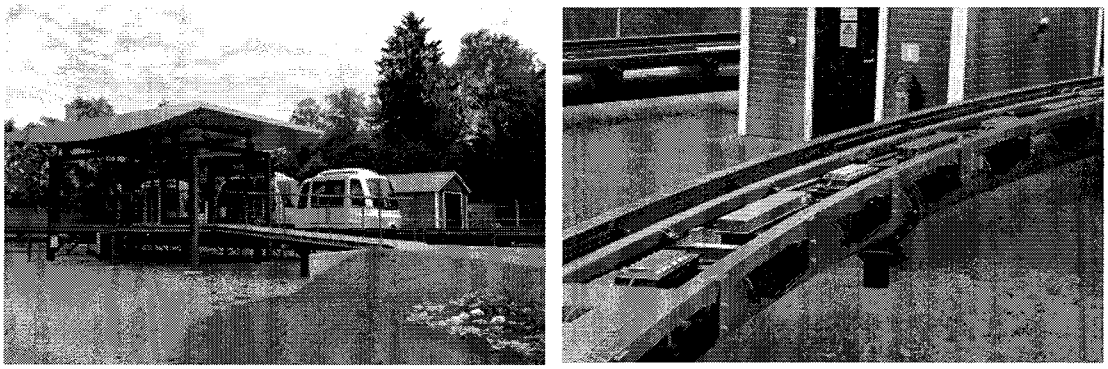
○ 승객여정선택형 대중교통수단(PRT)

- VECTUS

  • POSCO는 2002년부터 PRT 시스템 연구를 시작하여, 2005년 영국 등 해외 전략적 파트너와 합작으로 VECTUS사를 설립

  • 시스템 상세설계를 완료하고 Prototype 제작 전에 축소모형 노선(1/30 Scaled Lab Track)을 제작

  • 시스템 상세설계를 완료하고 스웨덴 웁살라 소재에 시험선을 운영(총연장 300m와 Offline 100m 및 3개의 차량 1개 역사)



<그림 27> Vectus 웁살라 시험선 및 차량(좌)과 LIM 방식의 궤도 인프라(우)

- Skycar

  • 1990년대 우보엔지니어링(현 PRT Korea, Skycar)이 사업화를 추진하였고, 시스템 특성은 주행궤도와 분기기를 제외하면 미국의 TAXI 2000과 유사함

  • 포항공대는 시스템 개념구현을 위한 트랙을 제작하였으나, 현재 구체적인 기술개발 활동은 없음



<그림 28> 포항공대 시험선 차량과 시험선 가이드웨이

다. SWOT 분석

(1) 시장/기술의 특징

○ 최근 대중교통수단에 대한 가이드라인의 제정으로 신규 수요 창출

○ 승객여정선택형 대중교통수단(PRT)은 대규모 교통시설간 연계가 필요한 지역, 지하철 연계를 위한 접근교통수단, 주거지와 쇼핑유발지역 연계 및 대규모 쇼핑유발지역, 중심업무지역으로서 업무지역, 관광지 등 위락시설의 이용자와 위락시설간 연계가 필요한 지역 등에 확대 적용

○ 환경친화적이고 에너지 절감형의 저탄소 교통수단개발로 Global Standard 창출

(2) 기회/위협 요인

○ 승객여정선택형 대중교통수단(PRT)은 철도선진국인 영국, 스웨덴 등을 중심으로 하여 과거 개념 도입 시기(1970년대) 시스템 구현에 있어서 난관이었던 컴퓨팅/제어기술과 관련하여 급속한 발전을 이룬 현재의 IT기술을 접목하여 개발 및 상용화를 추진하고 있으나, 국내의 경우 연구비 부족 등의 이유로 이에 대한 능동적인 대처가 어려운 실정임

○ 지구온난화 방지와 기후변화협약의 실행을 위한 배기가스 감축과 도로교통의 혼잡함을 근원적으로 해결하기 위해 다양한 대중교통수단의 기술개발이 필요함

(3) 강점/약점 요인

○ 녹색성장을 위한 다양한 대중교통수단의 도입이 검토되고 있으나, 이에 대응한 기술개발추진이 미흡함

<표 19> 연구기술 분야의 SWOT분석 결과

SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	O(기회)	T(위협)
	· 새로운 수요 확대 · 친환경적인 교통수단에 대한 수요 확대	· 해외기술에 대한 의존도가 높음 · 승객여정선택형 대중교통수단(PRT)을 일반 경량전철 수준으로 인식하는 경향
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
· 녹색교통수단 부각 및 시스템 개발 경험 축적으로 실용화 실현 · IT 기술 활용 가능 · Global Standard 창출	· 지자체의 대중교통기본계획 수립단계부터 긴밀한 협조 · IT 기술 등을 활용하여 새로운 교통시스템 개발 · Global Standard 창출하여 시장개척	· 개발 위험을 최소화하기 위한 핵심요구기술에 투자 집중 · 시스템엔지니어링기법 적용으로 위험 최소화
W(약점)	**WO전략**	**WT전략**
· 교통수단에 대한 다양한 요구조건을 만족할 기술 인프라 부족 · 투자 우선순위의 어려움	· 교통 약자 및 새로운 시스템 개발을 위한 과감한 투자 유도 · 새로운 시장 수요 충족을 위한 기술개발	· 기회 선점을 위한 투자와 인적 물적 네트워크 최적화 추진 · 개발 선점을 통한 개발 노력

라. 기술개발 목표와 내용

(1) 기술개발 목표

○ 세계적인 환경개선 요구에 대처할 수 있는 지속가능한 대중교통체계의 필요성에 부합시키며, 기존 도심 및 신도심 등에 있어서 지역계획 수립시 단위지역의 분산된 통행수요를 흡수하는 새로운 교통네트워크의 Collector/Distributor 수단인 승객여정 선택형(On-demand journey) 대중교통수단의 개발

- 시스템 기술 확보를 통한 Global Standard 창출
- 각 하부시스템(차량, 전력, 네트워크/운행제어 등)을 통합하여 시스템 구현검증

(2) 기술개발 내용

○ 승객여정선택형 대중교통수단 도입을 위한 기반 구축

- 대중교통수단으로서의 적용성 검토
- 개발과 육성, 사업을 지원하기 위한 관련 법제도 보완

- 적용가능 지역의 특성분석을 통한 실용화전략 수립
- 하부시스템(차량, 전력, 통신, 궤도, 분기기 등) 설계 사양 및 기준 수립
- 유지보수 지침 마련

○ 로컬 운영 기술 개발

- 차량, 승강장 제어 기술개발
- 분기부 제어 기술 개발

○ 네트워크 운영 기술 개발

- 네트워크기반 운영 기술 개발
- 통합연계 제어 알고리즘 개발
- 운영 및 안전 관련 기술개발

○ 하부 시스템, 인프라 기술개발

- 하부시스템(차량, 전력, 통신 등) 요소기술 개발
- 궤도, 분기기, 오프라인(정차역) 등 인프라 개발
- 하부시스템은 기본적으로는 아웃소싱으로 하고 핵심장치 위주 개발

○ Test-bed 구축 및 평가

- 하부시스템별(차량, 전력, 제어, 통신, 구조물 등)로 개발한 S/W 및 H/W를 통합 설치
- 종합 평가

마. 추진전략

(1) 전략적 목표

○ 새로운 미래형 교통수단 확보로 국민 삶의 질 향상 도모와 승객의 쾌적성, 프라이버시 보장 등의 요구 수용과 교통약자 및 서비스 낙후지역에 대중교통의 door to door 서비스 제공

○ 승객 여정선택형(On-demand Journey) 대중교통수단에 대한 Global Standard를 창출하여 세계기술 선도 및 세계시장 진출기반 확보

(2) 연구개발 전략

○ 승객 여정선택형 대중교통수단 도입을 위한 정책기반 구축(적용가능 지역의 특성분석을 통한 실용화전략 수립)

○ 국내 기 수행된 내용에 대한 보완 및 차량 시스템 선정

- 현재까지 수행된 결과를 토대로 경제성 및 국내 환경에 적합성 등을 평가
- 국내 관련 개발 업체 및 학계의 현재까지의 성과를 토대로 산·학·연 협동연구에 의한 차량 및 운영 시스템 개발
- 국외 상용시스템의 운영 상황 분석 및 국내 적용성 검토를 통한 개발 방향의 수립
- 국가연구개발과제(소형궤도열차시스템, 2006)로 추진되었던 결과의 연계·활용

○ 융합기술의 적용 개발을 통한 미래 신성장 동력 원천기술의 확보

○ 보행자 및 자전거 등의 비동력·무탄소 교통수단과의 연계를 도시 계획에 미리 반영할 수 있는 운영 방안 마련

(3) 사업화 전략

○ 산·학·연·관의 역할 분담

- 철도환경 기술 관련하여 산·학·연·관의 네트워크 구성을 통한 기술협력 강화
- 새로운 대중교통수단을 연구하는 기관을 중심으로 산·학·연 연구체계를 구축하고 지자체 등 잠재적 수요자 참여 유도

<표 20> 산·학·연·관의 역할 분담

구 분	기관	역할
주 관	국토해양부	사업 시행 주관기관
전문기관	한국건설교통기술평가원	사업의 평가·관리 업무 수행
주관연구기관	정부출연연구원	연구개발 사업을 주관하여 수행
협동연구기관 (산·학·연)	기술개발 기업	핵심 연구개발과제 수행 전체 로드맵에 따라 과제 수행

○ 사업화 전략의 단계적 접근

- 1 단계 : 시스템 기술 확보 및 제도 기준 정립
- 2 단계 : 지방자치단체에 대한 홍보활동 및 기술 지원 강화
- 3 단계 : 연구 참여기관(업)이 연구 종료 후 컨소시엄을 구성하여 실용화 공동 추진

바. 중점과제별 연구개발 목표와 내용

<표 21> 중점과제별 연구개발 목표와 내용

중점과제	기 술 개 발 목 표
승객여정선택형 대중교통수단 기술개발	- 승객 여정선택형 대중교통수단 도입을 위한 정책기반 구축 (시스템 엔지니어링 포함) - 하부 시스템, 인프라 및 유지보수 기술개발 - 운영 기술개발 - Test Bed 구축 및 평가기술개발

(1) 중점과제 1 : 승객여정선택형 대중교통수단(PRT) 기술개발

(가) 연구개발 목표

○ 세계적인 환경개선 요구에 대처할 수 있는 지속가능한 대중교통체계의 필요성에 부합시키며, 기존 도심 및 신도심 등에 있어서 지역계획 수립시 단위지역의 분산된 통행수요를 흡수하는 새로운 교통네트워크의 Collector/Distributor 수단인 승객여정 선택형(On-demand Journey) 대중교통수단의 개발

- 시스템 기술 확보를 통한 Global Standard 창출
- 각 하부시스템(차량, 전력, 네트워크/운행제어, 선로구축물 등)을 통합하여 시스템 구현검증

(나) 연구개발 내용

○ 승객여정선택형 대중교통수단 도입을 위한 기반 구축

- 대중교통수단으로서의 적용성 검토
- 개발과 육성, 사업을 지원하기 위한 관련 법제도 보완
- 적용가능 지역의 특성분석을 통한 실용화전략 수립
- 하부시스템(차량, 전력, 통신, 궤도, 분기기 등) 설계 사양 및 기준 수립
- 유지보수 지침 마련

○ 로컬 운영 기술 개발

- 차량, 승강장 제어 기술개발
- 분기부 제어 기술 개발

○ 네트워크 운영 기술 개발

- 네트워크기반 운영 기술 개발
- 통합연계 제어 알고리즘 개발
- 운영 및 안전 관련 기술개발

○ 하부 시스템, 인프라 기술개발

- 하부시스템(차량, 전력, 통신 등) 요소기술 개발
- 궤도, 분기기, 오프라인(정차역) 등 인프라 개발
- 하부시스템은 기본적으로는 아웃소싱으로 하고 핵심장치 위주 개발

○ Test-bed 구축 및 평가

- 하부시스템별(차량, 전력, 제어, 통신, 구조물 등)로 S/W 및 H/W를 통합 설치
- 종합 평가(기능구현)

(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 시스템엔지니어링은 체계화 단계에 있으며 하부시스템(차량/전력/네트워크 운행제어 등) 관련 요소기술은 개념정의 단계임

○ 전문 인력은 부분적으로 부족하여 양성할 필요가 있으며, 인프라 구축은 미비한 실정임

<표 22> 관련 기술 분야의 기술수준

기술명	기술수준(%)	전문인력 보유 정도(%)	인프라 구축 정도(%)
시스템엔지니어링	70	65	65
하부 시스템, 인프라 및 유지보수 기술기술	65	60	60
운영 기술	50	50	55
Test-bed 구축 및 평가기술	60	60	60

<표 23> 관련 기술 분야의 인프라수준

기술명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비, 장비, 체제 등)
시스템엔지니어링	20	90	UML 요구사항분석 S/W
하부 시스템, 인프라 및 유지보수 기술기술	50	170	각종 해석(소음/동력학 등)/시뮬레이션프로그램(MATLAB 등)
운영 기술	20	50	EMI/EMC 쳄버 등
Test-bed 구축 및 평가기술	20	270	각종 측정 Tool

(라) 추진 전략 및 체계

○ 추진전략

- 선진국에 동일/앞선 선도연구를 수행함으로써 시행착오를 최소화하기 위한 방안을 강구하여 수행
- 시스템 요구사항 정의, 신뢰성 및 안전성 확보방안, 하부 시스템 간 인터페이스 조정 및 관리, 시스템 통합, Test Bed 구축·평가 등은 주관연구기관에서 수행
- 종합시스템을 구성하는 하부시스템(차량시스템, 전력공급시스템, 네트워크 운행제어시스템 등)에 대한 설계 및 제작은 전문기업에서 수행
- 알고리즘, 요소기술, 시험평가, 성능해석 등은 학계와 연구기관이 수행
- 기존 연구 결과물의 활용을 극대화하는 수행

○ 추진방법 및 추진체계

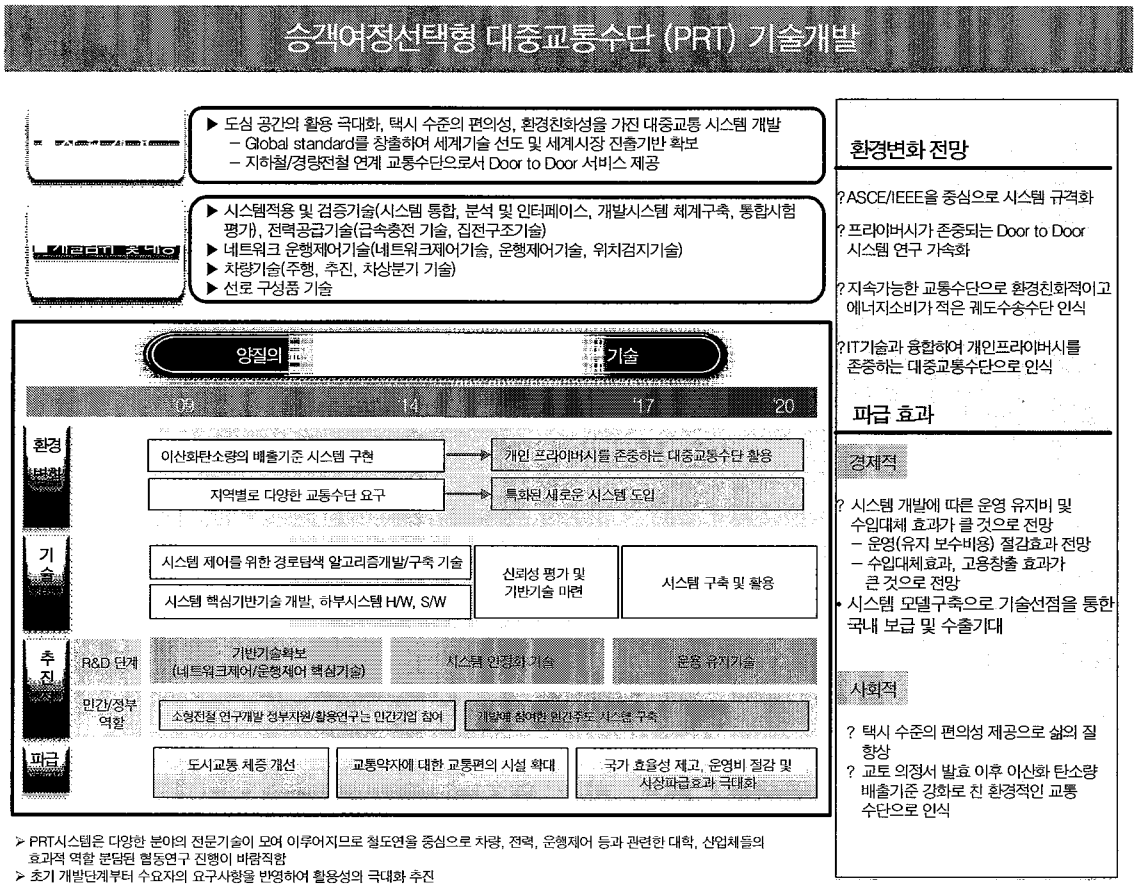
- 수요자의 요구사항을 반영하고, 시운전 시험의 협조를 위해 유관기관(철도운영기관) 등과의 긴밀한 협조체계를 구축하고, 요구사항에 대한 트레이드오프

를 통해 개발기술의 완성도 제고

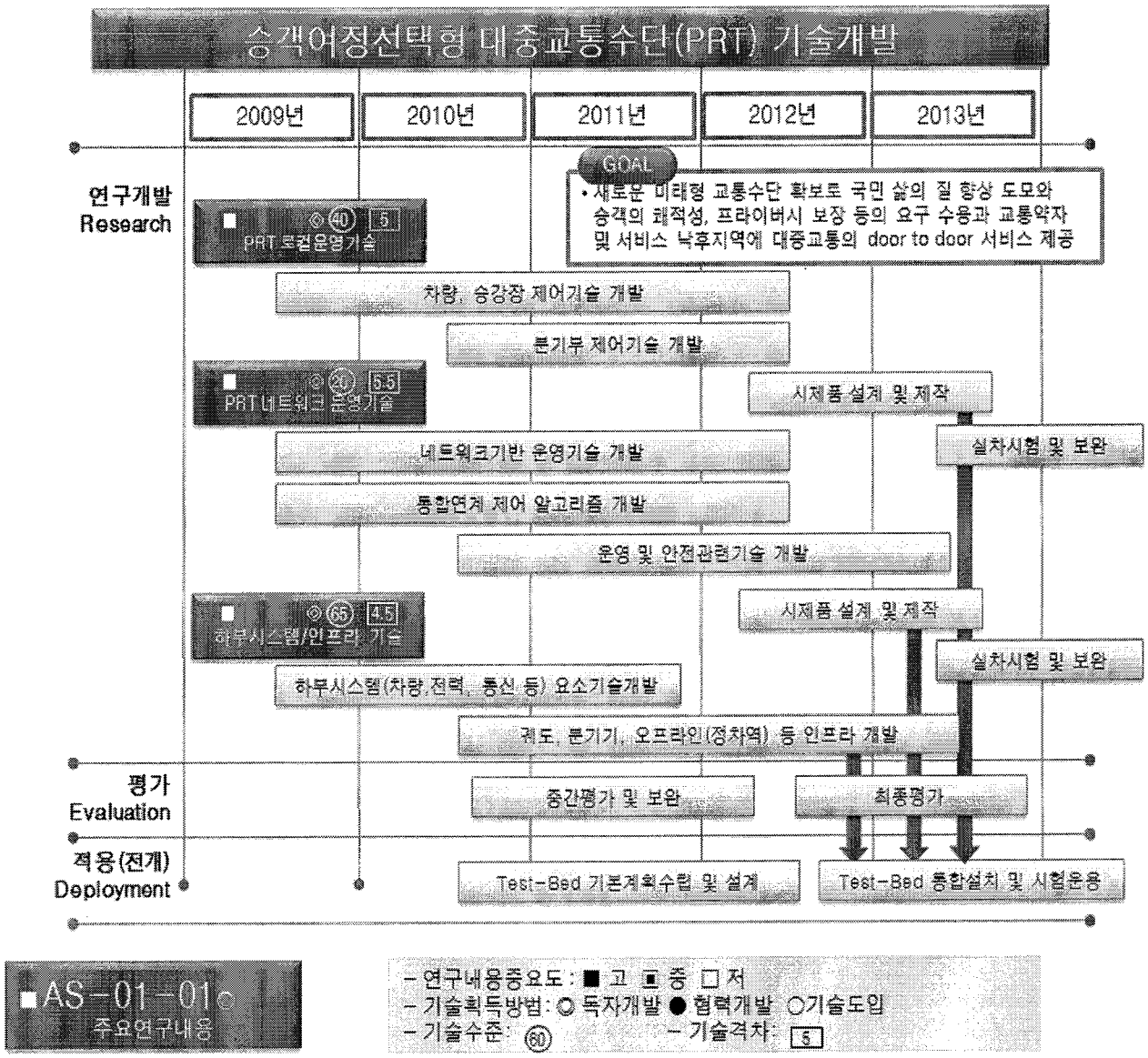
- 시스템을 구성하는 하부 시스템 간 인터페이스, 하부시스템을 구성하는 주요 기기 및 주요 장치 간 인터페이스, 하부단위과제간의 조정 관리를 효율적으로 수행하여 전체 목표 성능 및 기능을 달성할 수 있도록 관리
- 철도시스템에 대한 전문가 Pool의 구성·활용을 통해 현장경험과 전문지식을 기술개발에 반영하여 개발기술의 활용도를 제고
- 시스템 요구사항과 관련한 시스템 성능 및 기능해석 수행
- 시스템의 안전과 관련된 주요사항에 대해서는 국내·외 전문가 자문을 활용
- 인적 네트워크 최적화 및 전문화(연구기관/학교/기업)에 따른 연구업무할당 추진

사. 기술개발로드맵

(1) 총괄 로드맵



(2) 중점 과제별 로드맵



아. 기대효과와 파급효과

(1) 기대효과

○ 국제적으로 '지속가능한 교통수단'으로서 부각되고 있는 PRT의 해외 시장의 국내 관련 기업의 진출 지원

○ 중심상업지역(CBD : Central Business District)의 교통체증 완화 및 전철, 버

스 등 대규모 대중교통시스템의 단점 보완

- 스웨덴 59개 도시를 대상으로 조사한 결과, PRT도입에 의한 BCR이 평균 1.27(Benefit : 28.5억 유로, Cost : 22.4억 유로)에 이르는 것으로 분석됨(BCR은 인구수에 비례하며, 120,000 인구 이상의 도시에서 1이상으로 추정됨)[70]
- 도심 내 이동성 관점에서 도보, 자전거, 자동차, 버스 등과 비교한 연구결과에 따르면, 중단거리(1,500~4,500m) 정도의 이동시 PRT가 시간 및 비용측면에서 경제적인 것으로 분석됨[71]

<표 24> 교통수단별 시간 및 비용 비교

구분	500m		1,500m		4,500m		25km	
	시간	비용(유로)	시간	비용(유로)	시간	비용(유로)	시간	비용(유로)
도보 (1m/s)	10분	1.33	30분	4.00	90분	12.00	7시간	56
자전거 (5m/s)	5분	0.71	12분	1.60	32분	4.27	1.5시간	12
자동차 (12m/s)	24분	3.35	29분	4.18	43분	6.67	22분	25
버스	16분	2.91	19분	3.36	29분	5.09	40분	13
PRT	6분	1.82	8분	2.04	19분	2.70	47분	15

○ 미래형 교통수단에 대한 일본, 독일, 미국 등 선진국과 강력한 후발주자인 중국의 기술선점 및 특허장벽에의 극복

○ 교토의정서 발효 등 외부의 환경부하에 능동적으로 대응이 가능

○ Global Standard 창출하여 세계 시장 주도

○ 기준, 사양, 설계서는 시스템 구축시 건설기준·지침 등으로 활용 기대

○ 한국 환경에 적합한 시제시스템은 국내 시스템 구축시 모델로 활용 기대

○ 네트워크 운행 제어 알고리즘은 기존 열차운행계획 및 최적화에 활용 기대

○ 시스템 모델구축으로 기술선점을 통한 국내 보급 및 수출 기대

70) 출처 : WSP Analysis&Strategy 스웨덴
71) 출처 : Henk J. van Zuylen, Delft Univ.

○ 운영비 절감 및 도심지 물류비용 절감 기대

○ 현재 우리나라의 경우는 개발도상국으로 자발적 감축대상국이나 2012년 이후에는 의무적 온실가스(CO_2)감축 대상국이 될 수 있으므로 자동차 운행억제 정책일환의 대체수단으로 제공하여 활용

○ IT시대를 맞이하여 기존의 도시철도 고유기술에 첨단전기전자 기술과 네트워크 기술을 접목시켜 개인 프라이버시를 존중하는 대중교통수단으로 인식

(2) 파급효과

○ 교통약자에 대한 이용 편의를 증진하고 지속가능한 친환경 대중교통을 활성화함으로서 국가 이미지 제고

○ 고객 위주의 21세기 대중교통 수단으로서 승객과 건설/운영자가 모두 만족하는 서비스 제공이 가능하여 국민 복지를 향상하고, 도심지 교통 혼잡을 완화하여 물류 및 교통비용을 절감하고 쾌적한 도시환경에 기여

○ 재정 자립도가 취약한 지방자치단체에 도입비가 저렴한 도시철도 공급가능 등으로 인해 사회·문화적으로 막대한 수요가 예상

○ 신교통시스템의 적용은 도심지에서의 개인교통 활용도를 낮추어 환경, 에너지, 문화생활 등에 파급효과를 지님

○ PRT시스템은 타 교통수단에 비해 에너지 소비가 현저히 낮으며, 운영 현장에서 CO_2 등의 방출이 없는 장점을 지니고 있음

- 자동차 : 1.9mj, 버스 : 1.2mj, 철도 : 1.3mj, PRT : 0.5mj[72]의 에너지 소비로 철도에 비해 2.6배의 에너지 소비 감소효과가 예상됨[73]

72) mj : MJoule Per Passenger Per Kilometer
73) 출처 : Frost&Sullivan 영국

자. 소요예산 추정

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2009)	500		500
2차년도(2010)	500		500
3차년도(2011)	9,000	3,000	12,000
4차년도(2012)	14,000	5,000	19,000
5차년도(2013)	11,000	4,000	15,000
합계	35,000	12,000	47,000

5. 교통부문 온실가스 저감 및 통합관리기술 개발

가. 추진배경 및 필요성

(1) 추진배경

○ 교토의정서 채택 발효(2005년 2월 16일) : 1997년 미국, 일본, 유럽연합 등 39개 회원국이 기후협약(UNFCCC)에 따라 이산화탄소(CO_2) 등 온실가스 감축을 주요내용으로 함

- 39개 회원국은 1차 온실가스 감축 기간(2008~2012년) 중 온실가스 배출량을 1990년 수준보다 평균 5.2% 감축
- 한국은 개도국이어서 1차 온실가스감축(2008~2012년) 의무대상국에서 제외되었지만 2차 온실가스 감축 기간(2013~2017년)에는 의무감축 대상국에 포함될 가능성이 높음

○ 지구온난화 등 환경문제의 주범으로 인식되고 있는 CO_2의 주배출원은 자동차로서, 전 세계적으로 온실가스배출량의 15~20%(2003년 1,259M톤 중 251.22M 톤, 승용차 57%, 대형차 20%)가 자동차에서 배출되고 있는 것으로 추정[74)]

○ 2007년 APEC 정상회의에서 각국 정상들은 지구온난화에 대비하여 2030년까지 에너지원단위를 25% 감축하고 2020년까지 역내 삼림 2천만 헥타르를 조성한다는 내용의 시드니 선언을 채택하기로 합의한 바 있다. 또한 2008년 G8 확대정상 기후변화회의(일본 도야코)에서 기후위기를 성장의 기회로 전환하고 한국이 온실가스 감축을 위해 선진국과 개도국을 잇는 가교역할을 하고 2009년에는 2020년까지 온실가스감축을 위한 국가 중기목표를 정해 온실가스 감축목표 설정에 필요성을 합의하였음

○ 화석연료의 한정적인 매장량과 국제적인 에너지사용규제 동향을 고려할 때, 교통부문의 에너지 효율 향상 및 지속가능한 물류시스템 구축을 위한 정부의 적극적인 노력과 정책 대응이 시급함

---

74) 출처 : 2008 International Transport Forum

○ 교통부문에서의 에너지 소비는 국내 전체산업의 21%를 차지하고 있고 이에 따른 온실가스배출은 17%정도를 차지하고 있음

<표 25> 교통수단별 CO_2 배출 원단위(여객)

구분	단위	승용차	승합차	지하철	여객철도	육상교통 전체
총수송규모	백만인 km	234,776	231,018	30,269	29,172	525,235
	%	45	44	6	6	100
CO_2 배출량	천톤(CO_2)	35,386	14,379	542	1,008	51,315
	%	69	28	1	2	100
배출원단위	CO_2 g/인km	150.7	62.2	17.9	34.6	97.7

○ 교통부문 기술개발 및 뉴비즈니스를 위해 차량엔진 개선, 대체연료개발, 철도 및 대중교통수단 중심의 교통관련 인프라 개선, 교통부문의 CDM 사업화 분야에서 새로운 비즈니스 창출 예상

○ 제품, 서비스에 대한 에너지 효율 제고 및 소비 최소화에 관심 집중되고 있어 현재의 경제성장률을 감안할 경우, 2050년까지 CO_2 배출량의 50% 저감을 위해서는 다양한 혁신적 기술의 에너지 효율이 높은 제품과 기술이 저탄소 사회 구현 및 비즈니스 모델의 핵심으로 부상될 전망

○ 국제적 온실가스에 대한 관심 증대로, 전 세계 온실가스 배출량의 20%를 차지하고 있는 교통부문의 온실가스 감축에 대한 관심이 급증하는 추세로서 교통부문 지속적인 환경부하 평가의 정량적 지표를 개발할 필요성과 교통부문 환경의식 제고에 대한 필요성이 대두

○ 각국은 온실가스 감축목표를 달성하기 위해 자동차의 연비개선, 대체연료차 개발 등 꾸준한 노력에도 불구하고 상용화 및 대중화 시기가 요원함에 따라 현실적인 대안으로써 에코드라이브 활성화 필요

○ 경제성장과 국민 소득이 증가함에 따라 정온한 삶의 질 향상을 위해서 교통환경성 향상의 일환으로 환경부에서는 2010년 환경 야간소음 기준 5dB, 철도차량 방사소음 기준 시행 예정이나 이에 대한 체계적인 대응책이 미흡하여, 이에 대

해 국토부에서는 화물열차의 운행증대 계획 등 국내·외 교통소음방사 및 환경기준 강화에 대응하는 핵심저감기술 및 지속적 통합관리시스템이 시급함

○ '지속가능교통물류발전법' 제37조 및 제38조에서 국토해양부 장관 및 지자체장의 보행교통에 대한 실태조사 및 개선계획의 수립 등을 요구하고 있으며 동법 제31조부터 36조까지에서 보행교통수단에 대한 종합계획 및 개발지원을 규정

- 제37조(보행교통 실태조사 등) ① 국토해양부장관·특별시장·광역시장·시장 또는 군수는 보행교통을 개선하기 위하여 보행인구, 보행 여건 변화 등에 대한 실태를 5년마다 조사하여야 한다. ② 특별시장·광역시장·시장 또는 군수는 제1항의 실태조사를 기초로 5년마다 분야별·지역별 보행교통 개선지표를 수립하여야 한다. ③ 국토해양부장관은 제2항에 따른 개선지표를 종합하여 보행교통 개선을 위한 종합지표를 작성·공표·보급하여야 한다. ④ 국토해양부장관은 제2항에 따른 개선지표 수립을 효율적·체계적으로 추진하기 위하여 필요한 지침을 수립하여 관계 행정기관의 장에게 제공할 수 있다. ⑤ 생략
- 제38조(보행교통 개선계획의 수립) ① 특별시장·광역시장·시장 또는 군수는 대통령령으로 정하는 바에 따라 보행교통 개선계획(이하 "개선계획"이라 한다)을 수립하여, 특별시장 또는 광역시장은 국토해양부장관의 승인을 받아야 하고, 시장 또는 군수는 도지사 또는 특별자치도지사의 승인을 받아야 한다. ② 개선계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. 1. 보행교통 개선 기본방향 2. 보행교통 수송분담 목표 3. 보행교통 분석 및 전망 4. 보행교통 개선대책 5. 그 밖에 보행교통 개선을 위하여 필요한 사항

(2) 필요성

○ 기후변화 및 교토의정서비준(2005. 2)으로 국가별 온실가스 감축시행

- OECD 국가 중 우리나라는 2단계(2013)의무 감축대상국으로 포함 확실시
- 유럽연합은 2008년~2012년까지 1990년 대비 21% 감축합의(2005. 2발효)
- EU 환경장관, 2020년 온실가스 최대 30% 감축 승인

○ 전 세계적으로 수송부문의 에너지사용은 2050년 두 배 이상 증가할 것으로 전망됨에 따라 메가트렌드적 전환이 필요하고 운송수단의 온실가스 정보공개 강

화, 자동차 효율향상 기술 개발, 연료의 다양화, 바이오연료 개발 및 사용 촉진, 인센티브를 통한 고효율 운송수단의 조기 도입, 민·관 통합 운송 네트워크 개발 촉진 필요함

○ 에너지·온실가스 문제 해결의 주체는 궁극적으로 소비자이며 소비형태의 전환을 통한 지속가능한 에너지 소비, 저탄소사회 구축이 절대적으로 필요한 바, 이를 위해 다음의 3 가지 과제 수행이 시급함

- 소비자 제품 및 서비스의 강력한 에너지 효율 촉진 프로그램 추진
- 저탄소 제품·서비스 시장 확대를 위한 소비자 교육, 인센티브 도입
- 소비 행태의 변화를 통한 고효율, 저탄소 제품 경쟁력 제고 및 시장 수요 촉진

○ 정부정책 방향은 지속가능한 소비를 위한 소비자의 의식제고와 소비패턴의 변화를 정책의 핵심 목표로 설정하고, 저탄소 소비패턴의 정착을 위해 제품 구매시 제품의 수명이나 에너지 소비에 미치는 영향 등을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 경제적·제품 인센티브 정책 도입 필요. 또한 지속가능한 소비 유도를 위한 소비자 교육, 제품과 서비스에 대한 보다 강력하고 정확한 에코라벨 프로그램 도입도 고려하여야 할 사항

○ 기업의 친환경 제품 개발 지원으로 혁신적이고 기후친화적인 비즈니스 모델과 제품이 시장에서 경쟁력을 갖도록 하는 정책 또한 중요

○ 저탄소사회 구축 요청과 함께 배출권 시장규모가 급성장하면서 금융의 역할 중요성 증대되어 금융이 저탄소제품과 기술개발을 지원하고 이를 사용시 감축되는 온실가스에 대한 배출권을 획득하여 판매수익 획득할 수 있는 신재생에너지, 배출권 중개서비스, 배출권 신탁은행, 카본마일리지, 배출권 운용상품, 보험파생 상품 등 환경금융 등장 전망

○ G8정상회담(2009)에서 우리나라 정부는 녹색성장을 부각시키며 올해 말까지 온실가스감축 목표를 설정하겠다고 선언한바 전 산업에 미칠 파장이 클 것으로 판단되며 교통부문도 온실가스감축 목표대비를 위한 대응방안 마련이 시급함

○ 기후변화협약 및 온실가스배출 규제 등 의무감축국 지정에 대응하고 급격한 국내·외 환경시장 변화에 대처하기 위해 지속발전을 위한 그린 철도수송시스

템의 확보를 위해서는 수송수요예측 및 교통수단과 교통시설의 친환경으로의 전환에 대한 온실가스 산정시스템 구축기반으로 교통부문 탄소통합관리 및 친환경인증 통합시스템 구축을 위한 기술개발이 필요함

○ 현재 국가 온실가스 배출량 DB에 사용되는 교통부문 온실가스 배출계수는 Tier 1 수준에서 머물고 있어 자료의 정확도가 미흡함

○ 제2차 교토의정서의 의무감축국으로의 편입이 유력시되는 상황에서, 신뢰성 있는 국가 온실가스 배출량 DB의 구축이 시급

○ 2009년 7월, 이명박 대통령은 국가 녹색성장의 일환으로 2009년 말까지 온실가스 감축 목표 설정을 위한 여론조사 수립 계획을 발표

- 교통부문의 온실가스 감축 목표 설정을 위한 신뢰성 있는 지표가 필요

○ 유럽에서 진행하고 있는 Factor4 프로젝트에 따르면, 2050년까지 교통수단기술이나 교통시설기술 개발만으로는 큰 온실가스 효과를 기대할 수 없고, 운영기술, 모빌리티의 이동과 함께 발전시에만, 수송부문의 온실가스 감축을 목표치까지 이루어낼 수 있음

○ 최근 고유가, 온실가스 감축의 일환으로 시민단체 등에서 에코드라이브 홍보를 추진하고 있으나, 실효성에 한계가 있어서 정부 차원에서 실효성 제고를 위한 제도화 및 지원 필요

○ 에코드라이브 활성화를 위한 연비표시장치인 에코인디케이터 등을 개발 보급하는 한편 에코드라이브를 지원하는 통신체계 및 교통류 제어시스템 등을 개발하여 보다 효과적으로 추진

○ 지속가능교통물류발전법 제52조(지속가능 교통물류 교육훈련 및 인력양성)에 의거하여 경제운전교육 보급 및 확산을 위해 에코드라이브 통합관리시스템(포털사이트, 시뮬레이터, 관련DB 연계, 모니터링 네트워크 활용 등) 구축

○ '지속가능교통물류발전법'에서 규정하고 있는 보행교통 여건에 대한 평가에 따라 지방정부 등의 녹색교통관련 사업의 효율성 향상 및 안전성 제고를 목적으로 하는 객관적이고 계량화된 평가시스템 소프트웨어 개발이 시급함

○ 최근 타 교통수단으로 인해 발생하는 교통사고나 환경오염 등의 문제들을 보완하는 녹색 교통수단의 하나로써 보행교통에 대한 관심이 증가되고 있고 연구도 활발하게 이루어지고 있으나 차량교통에 관한 연구에 비해 보행 교통에 관한 연구는 미미한 실정임

- 보행(walking)은 인간 스스로의 육체적 능력에 기초하여 도시 시설과 각종 활동을 연계하는 통행의 가장 기본적이고 필수적인 수단이지만, 도시에서 자동차나 자전거 등 다른 통행수단으로부터 보행자의 안전을 보장받을 수 있는 보행시설은 보행자도로(sidewalk)와 신호횡단보도 등으로 한정되어 있음
- 대부분의 연구는 특정 시점, 특정 장소, 특정 대상을 중심으로 수행되어 일반화의 가능성이 낮고, 순간적으로 이루어지는 개개인의 보행결정 및 보행행태의 특성을 과학적 분석틀로 측정하고 예측한 연구는 극히 드문 실정임
- 이것은 보행특성의 분석 및 예측이 어렵고 과학적 분석도구가 충분히 개발되어있지 않기 때문이며, 차선과 신호를 따라 이동하는 차량통행과 달리 보행은 일정한 직선 경로를 따르지 않고 순간순간 개인의 의지와 판단에 따라 다른 방향으로 이동할 수 있기 때문임
- 또한 엄격한 규칙에 따라 마주보는 차량과의 상충을 원천적으로 배제하는 차량교통과 달리 보행자가 많고 밀도가 높은 보행자도로에서 보행자는 사방에서 마주치는 사람들과의 상충을 피하기 위해 이동방향을 바꾸기도 하기 때문에 개별 보행자들이 이동하는 속도, 방향, 패턴 등을 현실에서 관측하고 분석하기는 매우 어려움
- 또한 환경적 영향과 지속가능성에 대한 구체적 방법론과 대안이 제시되지 않고 있음. 이를 위해 국내·외 사례를 검토하여 '한국형 보행시설 및 환경 평가 소프트웨어 및 시스템'을 개발하고자 함. 본 소프트웨어와 시스템의 개발 후에는 보행환경 평가뿐만 아니라 개선방안의 제시가 가능하기 때문에 법의 구현 및 정부정책의 실현에 큰 도움을 줄 수 있음. 또 각종 보행관련 사업의 효율성 향상 및 안전성 제고도 기대할 수 있음
- 보행교통류에 대한 연구는 1970년대에 보행에 대한 다양한 연구가 진행되었고, 이후 긴급 상황 대피를 위한 보행자 시설과 공공시설물의 설계기준을 제시하기위한 연구 등으로 현재까지도 다양하게 진행되고 있음

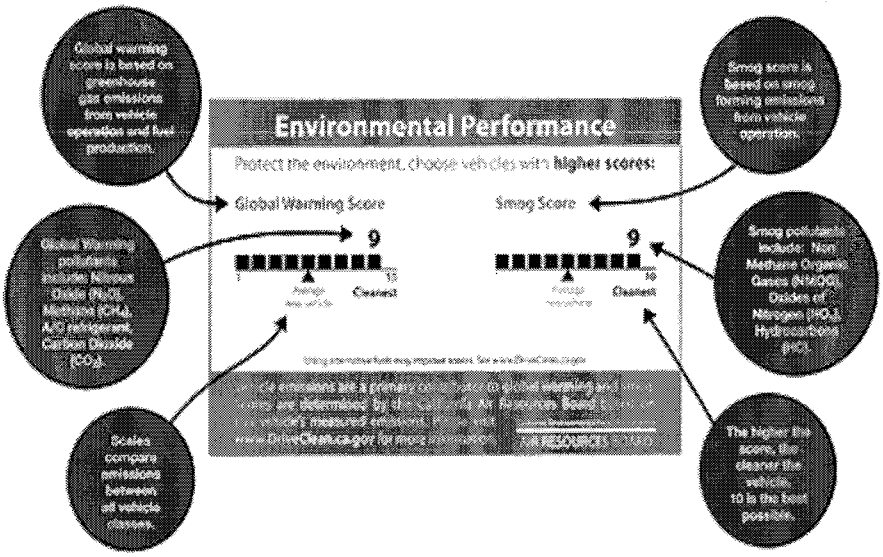
- 그밖에도 최근에는 시뮬레이션기법을 이용하여 보행교통류의 묘사가 시도되기도 하였는데, 대표적인 모형들은 Hoogendoorn(2003, 2005)과 Helbing(2000), Daamen(2004)이 제시한 미시적 시뮬레이션 모형(Microscopic Simulation Model)들이 있으며, 다양한 미시적, 거시적 시뮬레이터가 제공되고 있음
- 하지만 지속가능성과 보행환경을 포함한 통합적 평가 방법은 일부에서만 진행되고 있으며 국내기술개발이 필요한 실정임

나. 국내·외 기술개발 동향

(1) 선진국 기술개발동향

○ 미국의 캘리포니아 자동차의 Eco-label

- 캘리포니아에서 생산되거나 판매되는 차에는 clean air label 표기가 의무
- 라벨은 1~10의 눈금에 'Smog'와 'Global Warming'으로 나누어 평가
  - 숫자가 높을수록 친환경제품



<그림 29> 미국 캘리포니아의 자동차 Eco-label

○ 일본의 Eco-Rail mark

- 일본 국토교통성, 인프라 및 교통 부처에서 시행

- 철도 교통으로의 운송 모드 변환을 위한 노력하는 상품이나 회사들에 대해 인증하는 라벨
- 30% 이상의 상품들이나, 500km 이상의 거리 등을 철도를 이용해 운반되었을 시에 인증



<그림 30> 일본 Eco-rail mark

○ 덴마크 Ecopass

- 덴마크는 탄소 포인트 제도인 에코패스 프로그램 시행
- 대중교통이용이나 자전거 구매 등의 환경 친화적 소비행위에 마일리지 부여
- 적립된 마일리지로 친환경 상품을 구매할 수 있도록 하는 제도
- 녹색마일리지는 2009년 11월에 시행예정인 스마트 자전거의 사용으로도 적립 가능
- 자전거에는 스마트 태그가 부착되어 있는데, 이는 항공 마일리지와 비슷한 개념으로 자전거로 사용하여 여행할 시에 여행거리 모니터링 가능
- 자전거를 이용함으로써 절감되는 CO_2 방출에 녹색 마일리지를 부여

○ 온실가스 배출계수 및 배출량 통계

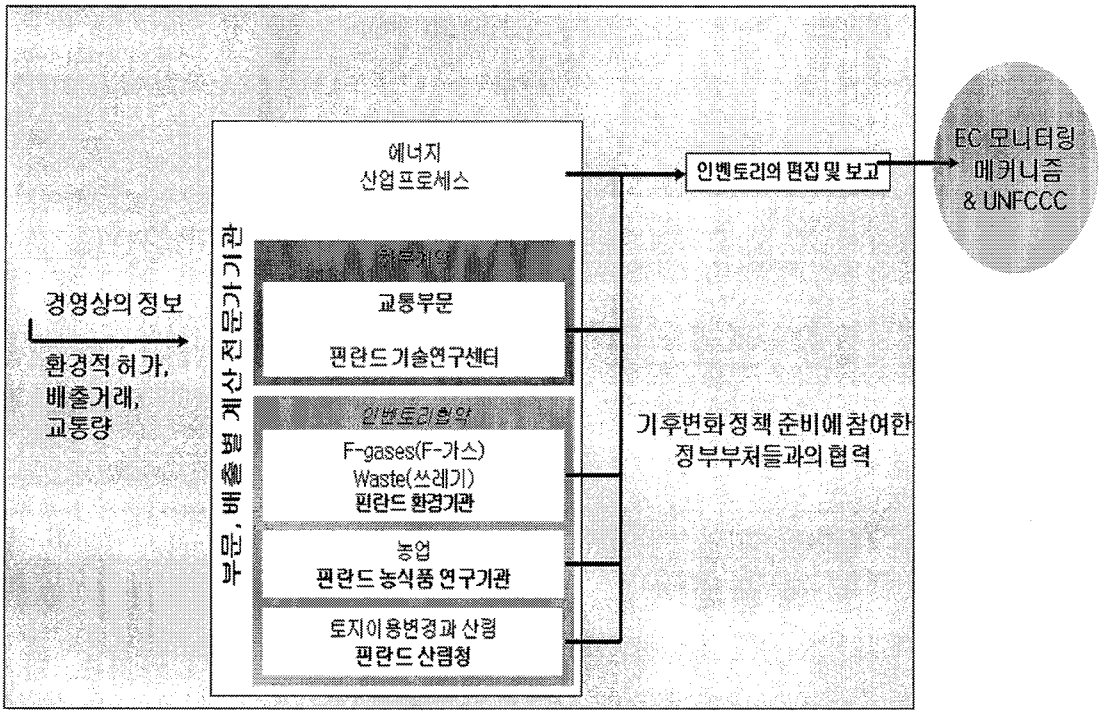
- 호주 온실가스 배출계수 및 배출량 산정 수준
- 호주는 온실가스 산정을 위한 배출량 산정 방법에 집중
- 평균적으로 Tier 2 이상의 수준을 구현
- 배출계수는 자국 배출계수를 사용하고 있으나, 자료 미비시 부분적으로 IPCC 기본값 사용

<표 26> 호주 온실가스 배출계수 및 배출량 산정 수준

온실가스 종류 / 수송모드	CO_2		CH_4		N_2O	
	사용방법	배출계수	사용방법	배출계수	사용방법	배출계수
항공	Tier 2	국가자료	Tier 2	국가자료 /IPCC	Tier 2	국가자료 /IPCC
도로교통	Tier 2	국가자료	Tier 2	국가자료 /IPCC	Tier 3	국가자료 /IPCC
철도	Tier 2	국가자료	Tier 1	IPCC	Tier 1	국가자료 /IPCC
수상교통	Tier 2	국가자료 /IPCC	Tier 2	IPCC	Tier 2	IPCC
기타교통	Tier 2	국가자료	Tier 1	IPCC	Tier 1	IPCC

○ 핀란드의 교통부문 온실가스 배출량 통계

- 핀란드는 제1차 교토의정서 Annex-I 부속국으로 온실가스 배출량 보고의 의무를 가지고 있음
- 핀란드 온실가스 배출량 보고는 각 부문, 배출별로 계산 전문가 기관이 수행
  - 교통부문의 경우 핀란드의 기술연구센터에서 산정
  - 차후 기후변화 정책 준비에 참여한 정부부처들과의 협력을 통해 인벤토리를 편집하고 보고함
- 핀란드 온실가스 배출량 통계 DB 구축 프로세스는 다음 그림과 같음



<그림 31> 핀란드 온실가스 DB 구축 프로세스

○ 유럽 : 자동차배기가스와 연료효율에 대해 2000년도 초부터 집중적인 연구와 관심이 시작되었으며, 자동차 하드웨어 측면에서 고효율과 친환경에의 한계를 인식. 자동차공학이론에 근거한 고효율, 친환경운전행동연구와 더불어 자동차 연비를 높이고 배기가스를 줄이기 위하여 최적의 변속시점을 알려주는 shift light 기술이 개발 도입. 2001년에 친환경운전의 정보제공, 교육확산 및 운전면허 교과통합을 위한 ECO-DRIVING EUROPE이 발족되어 유럽 지역의 국가간 연계를 통한 에코드라이브 보급·활성화 도모

○ 일본 : 2003년도에 경제산업성, 국토교통성, 환경성, 경찰청이 「에코드라이브 보급 연락회(국장급) 및 검토회(과장급)」 구성하여 「에코드라이브 권장사항 10」을 정리하고, 보급 촉진을 도모

○ 유럽에서는 자동차배기가스와 연료효율에 대해 2000년도 초부터 집중적인 연구와 관심이 시작되었으며, 자동차 하드웨어 측면에서 고효율과 친환경에의 한계를 인식하고 운전자의 과학적인 행위가 고효율 친환경을 유도할 수 있음을

확인함. 자동차공학이론에 근거한 고효율, 친환경운전행동연구를 시작하였음. 영국에서는 운전면허 취득시 연료소비를 줄일 수 있는 에코드라이브시험을 보아야 할 정도임. 2001년에 친환경운전의 정보제공, 교육확산 및 운전면허 교과통합을 위한 에코드라이브 유럽(ECO-DRIVING EUROPE)이 발족되어 유럽지역의 국가 간 연계를 통한 에코드라이브 보급·활성화를 도모하고 있음

○ 'EUSKA', 'VISUM'은 독일도로교통협회(FGSV), 독일손해보험협회(GDV) 및 경찰아카데미에서 공동 개발하여 현재 도로관리청/경찰청에서 사용하는 보행/자전거 사고형태 분류체계 및 누적구간 가시화 도구임

○ 독일도로교통협회(FGSV), 독일손해보험협회(GDV) 및 경찰아카데미에서는 'EUSKA' 및 'VISUM'을 개발, 보행·자전거 사고형태지도 작성, 사고누적구간 선정, 개선대책 결정 및 사고누적구간별 안전수준을 평가하여 개선대책의 규모와 범위를 결정하고 업무를 지원하고 있음

○ 영국은 보행/자전거 안전성 평가를 위해 PERS 프로그램을 개발하여 운영하고 있음

○ PERS는 보행/자전거 축, 교차로, 횡단보도, 전용도로 등 모듈로 구분되어 있음

- 보행/자전거시설의 연속성, 직접성, 통과가능성, 안전성, 가독성, 체류면적, 환경품질, 도로안전진단 등을 평가할 수 있음

○ 잠재모형(Potential Model)의 대표적인 상용프로그램인 NOMAD는 네덜란드 TU-Delft공대에서 개발되었음

○ 미국 PBIC(Pedestrian and Bicycle Information Center)의 Checklist

- 미국 PBIC는 미국의 보건, 안전, 공학, 접근성과 이동성 등에 관해 다루는 정보센터로 미국 전역에 커뮤니티의 보행환경을 평가할 수 있는 체크리스트를 제공
- 각 항목별 6점의 점수를 척도로 각 항목별 점수를 합산 후 최종적으로 평가지역의 보행성을 평가함

<표 27> PBIC의 보행환경 평가지표

구분	지표
보행여건	보도의 연속성, 보도 포장상태, 보도의 장애물, 보도의 유무, 교통량
횡단의 용이	보도폭, 교통신호 대기시간, 교통신호/횡단보도의 유무, 시야확보, 연석램프의 유무
운전자행태	운전자 행태, 운전자 양보정도, 운전자의 보행자주의, 운전자의 과속, 적정속도
안전성	도로의 가시성, 횡단의 안전성, 보도의 유무, 횡단보도 조명의 유무
즐거운 보행	자연환경, 애완견의 위협, 사람의 위협

자료 : www.walkableamerica.org

○ 미국 캘리포니아 Walk SanDiego의 Checklist

<표 28> Walk SanDiego의 보행환경 평가지표

구분	지표
보도	보도의 양방향, 보도의 연속성, 보도의 포장상태, 보도의 장애물, 보도의 폭, 식재를 통한 보차분리
횡단보도	횡단보도의 적정위치, 보행섬의 유무, 횡단보도의 연석램프, 신호시 횡단대기시간, 신호시 횡단시간, 비신호시 횡단대기시간, 비신호시 횡단시간
교통	차량속도, 차도분리, 운전자의 양보, 운전자의 보행자주의, 도로의 가시성
분위기	보행량, 청결도, 보도의 매력도, 즐거운 보행환경, 야간조도, 횡단보도의 적정조명, 야간 보행안전성

자료 : www.walksandiego.org

○ 캐나다 Walk On의 Checklist

<표 29> Walk On의 보행환경 평가지표

구분	지표
연결성	보도의 연결, 보도의 폭, 보도의 유지보수, 보도의 청결, 양방향보도
접근성	복합토지이용. 다양한 주거스타일, 보행로의 활성화, 보행유발시설
심미성	보행로의 매력성, 조경의 매력성, 가로시설물, 상업/업무시설의 활성화
안전성	보차분리, 횡단보도 신호의 적절성, 차량의 보행신호준수, 차량의 제한속도 준수, 야간의 도로인지성

자료 : www.walkon.ca/welcome

(2) 국내 기술개발동향 및 수준

○ 환경부 탄소성적표지

- 탄소성적표지 인증은 법적 강제 인증제도가 아니라 기업의 자발적 참여에 의한 임의 인증제도
- 탄소성적표지는 1단계 탄소배출량 인증과 2단계 저탄소상품 인증으로 구성
  - 탄소배출량 인증제품은 기후변화에 대응한 제품임을 정부가 인증
  - 저탄소상품 인증제품은 저탄소기술을 적용하여 온실가스 배출량을 감축한 제품임을 정부가 인증
- 탄소성적표지 인증 혜택
  - 탄소성적표지 인증제품은 정부의 저탄소 녹색성장 국정운영 기조와 기후변화에 적극 대응한 제품임을 홍보함으로써 친환경적 기업의 이미지 제고
  - '탄소성적표지 인증에 대한 업무협정'을 체결한 대형 유통업체에 입점 시 인증제품 홍보 및 포인트 제공
  - 매월 뉴스레터와 지면 광고를 통한 인증제품의 홍보
  - 정부 및 공공기관의 기후변화 관련 포상 추천
  - 정부주도 구매활성화 대상 제품에 '저탄소상품인증' 제품 포함(예정)

○ 에코 드라이브 추진을 위한 광범위한 홍보 및 캠페인 추진

- 홍보대상 : 승용차, 버스·트럭 등 운송회사 경영자 및 운전자, 청소년 운전 등
- 홍보매체 : 잡지, 신문, 라디오 및 TV, 인터넷 웹사이트, 포스터 등

○ 에코드라이브 보급 촉진을 위한 기준을 권고

- 에코드라이브 편익 구현을 위한 실천 항목 제공, 신규운전자교육 등을 위한 체계적인 에코드라이브 프로그램 보급 준비 등

○ 현재 국내에서는 보행환경평가관련 지표가 연구되고 있으나 이를 정량적으로 평가할 수 있는 소프트웨어 시스템 개발은 전무한 상태임

○ 국내의 보행환경지표 선행 연구는 다음과 같음

○ 국토해양부는 '보행우선구역 표준설계매뉴얼'(2008)에서 보행성 지표 연구를 수행

○ 보행우선구역 표준설계매뉴얼의 평가항목은 객관성, 대표성, 자료획득의 용이성을 고려한 항목으로 구성되었으며 측정은 만족도조사와 현장조사를 통한 평가항목의 측정이 이루어 졌음

<표 30> 국토부 보행우선구역 표준설계 매뉴얼의 보행성 지표(2008)

구분		평가항목	평가내용
목적	목표		
안전성	안전성	교통사고	교통사고건수 및 사망자수
		보행관련 교통사고	보행관련 교통사고건수 및 사망자수
		차량평균 주행속도	차량의 주행속도
		야간조명	야간조명의 적절성
쾌적성	쾌적성	식재	조성된 식재의 적절성
		휴게공간	휴게공간의 적절성
	활동성	-	-
	장소성	-	-
이동 편리성	이동편리성	보행량	첨두시 보행량
		교통약자 이동가능 도로	교통약자 이동가능 도로의 연장
	접근연결연속	횡단시설	횡단보도 등 횡단시설
		보행네트워크	보행네트워크 연장
	교통약자고려	턱낮추기	턱낮추기 적절성
		점자블록	점자블록 설치 적절성
	차량교통 영향	불법주차	불법주차대수
평가시 추가 고려사항	차량교통 영향	교통량	첨두시 교통량
		총 통행시간 변화	구역내 차량의 총 통행시간
		총 차량주행거리 변화	구역내 차량의 총 주행거리
	경제성	사업비	구역전체의 사업비
		유지관리비	구역전체의 유지관리비
		편익 : 사고감소편익	구역전체의 편익

○ 국토연구원은 '근린주구 보행활성화를 위한 보행친화적 환경요소의 계량화 : 주거지역의 보행친화도 평가를 위한 기초연구'(2006)를 수행

- 보행친화적인 주거환경을 조성하기 위한 기초연구로서 주거지의 보행환경을 정량적으로 측정하고 평가할 수 있는 평가지표를 제시하였음

<표 31> 국토연구원 보행성 평가지표(2006)

분류			평가항목 사례
가로 환경	가로 특성	일반적 특성	인도폭 1.2m이상; 인도가 모든 가로에 있는가, 일부가로에 있는가, 양쪽에 존재하는가, 한쪽에 존재하는가의 여부; 인도가 있는 블록의 비율; 도로의 폭이 횡단에 어려움을 주는지에 대한 여부; 도로가 4차선이상일 경우, 중앙섬의 존재여부; 대상지를 가로지르는 도로의 폭; 도로의 경사도; 인도 경사도가 5%미만인 블록의 비율; 지형; 도시의 생명력(Urban Vitality), 보행접근성(walking accessibility)
		장애물 등	보행로 위의 장애물 여부
		횡단보도	횡단보도의 램프 설치여부; 횡단보도 신호 간격; 신호 유지 시간; 횡단보도의 간격의 적절성(90m여부)
		대중교통시설	대중교통 정류장의 방풍시설; 벤치여부; 안내판; 게시판 등의 여부
		교통제어	가드레일의 여부; 도로의 교통량, 교통제어시설 상황
	건물		상업가로시 건물입구의 간격 25m여부; 거리에 면한 한 개 이상의 입구; 최소 33% 이상 투과성 입면 재료 사용(상업가로); 폐쇄적 입면의 지속길이 15m이상여부; 최소 60cm이상의 주거건물 입구 높이; 등록 문화재 혹은 시민단체 등에서 인정한 역사적 건물의 존재 여부; 다양한 건물 디자인과 사이즈의 존재 여부
	대지 내 공지		건축성60cm/43cm 안의 건물전면 존재비율(80/50)%, 건물 set back 여부
	가로 시설물		조명시설의 개수; 조명시설 있는 블록의 비율; 조명시설의 간격; 공중전화의 존재 여부
	식재 및 조경		가로수 간격; 가로의 가로수 음영 차폐비율; 조경시설 및 가로수의 존재여부; 식재가 있는 블록의 비율
	주차 및 차량		
네트워크 환경	보행로 연결성		반경 1km안의 총 보행로 길이; 보행로 연장길이
	네트워크 밀도		교차로의 밀도; 200m간격의 인접 생활권과 이어주는 도로 여부; 도로길이; 식료품점까지의 루트의 직접성(최단거리/실거리 비율); 직선거리와 실제거리의 유사도; 가장 가까운 학교까지 루트의 직접성(최단거리/실거리 비율)
	접근성		식료품점까지의 거리; 은행까지의 거리; 음식점까지의 거리; 공원까지의 거리; 약국까지의 거리; NC2(식료품+잡화+레스토랑)지구까지의 거리; NC8(업무지구+근생지구)지구까지의 거리; NC5(업무+mixed)까지의 거리; 반경 800m안의 학교존재 여부; 대중교통시설까지의 거리; 보행단절 지점수; 공원 및 위락시설로부터 보행권안에 사는 사람들의 비율; 아파트 단지에서 외부도로에의 접근성; 초등학교의 보행권 안에 사는 외부도로에의 접근성; 초등학교의 보행권 안에 사는 초등학생 비율; 접근이 쉬운 공원의 비율
지역 환경	밀도		개발면적당 인구밀도; 개발면적; 건폐율 50%이상의 상업건물 밀도; 반경 400m안의 근린시설 개수; 주거용지의 주거밀도; 대중교통정거장 주변 240m 이내 평균 밀도; 반경 1km안의 세대수; 단위면적당 근로자 수; 필지의 세대수; 필지의 면적당 세대수 비율; 지하철역 보행권 안의 인구수
	도시형태		필지의 크기; 평균 블록 둘레; 가구 및 블록 사이즈; 도로망 유형

	토지용도	특성	용도지구; 역사적 지구로 지정여부; 대형할인점 입지관련규제
		상보성	상업건물 전체용도 중 단일용도의 비율; 가장 가까운 업무지구의 크기; 1km내의 학교 개수
		용도/시설	인구 1,000명당 공원 및 위락시설용지 면적; 반경 800m안의 근린생활시설까지의 결로 중 시속 80km/h이상 되는 도로 존재 여부 혹은 횡단보도 없는 도로 여부; 반경 1km안의 슈퍼마켓이나 시장의 수; 반경 1km안의 교육시설 용지; 반경 1km안의 생활가로 개수; 사업체 수; 반경 1km안의 주거지 면적; 엔트로피(용도 혼합의 정도); 시가지 면적당 상점의 수, 중심지의 수, 공원 및 위락시설 용지; 수직적으로 용도 혼합된 필지의 비율; 슈퍼마켓 혹은 근린상가로부터 반경 400m안의 주거지 면적 비율; 공원으로부터 보행권안의 인구수; 어린이공원의 면적 비율

○ 녹색교통운동에서는 우리 동네 보행환경 알아보기에서 보행성 평가방법을 제공하고 있음

- 평가방법은 웹상에서 설문조사를 실시하고 그 결과를 웹사이트에 재공지하는 방식을 사용하고 있음
- 보행환경 평가 리스트는 25개 평가항목으로 구성되어 있으며, 각 항목을 5점 척도를 사용하여 평가되어짐

<표 32> 녹색교통의 보행환경 평가지표

구분	지표
보행시설	보도폭, 차도폭, 횡단보도, 보행자 신호등
연결성	불법주차, 장애물, 신호대기시간, 육교/지하도, 건축물 셋백
안전성	차량진입, 보도와 차도의 높이구별, 점자블록, 교통표지
쾌적성	보도의 노면상태, 소음, 공기오염, 쓰레기/청소상태, 쓰레기통, 옥외간판, 가로수
심미성	거리의 모습, 문화, 도로의 느낌

다. 기존연구의 검토 및 차별화방안

(1) 현황

○ 그동안 환경부에서 교통부문 온실가스 배출계수 개발 연구를 수행

○ 자동차 배출가스에 의한 오염물질 배출량의 경우 1984년부터 환경부 국립환경과학원에서 시작됨

- 자동차배출가스에 의한 오염물질 배출량 산정에 관한 연구(I), 1984
- 자동차배출가스에 의한 오염물질 배출량 산정에 관한 연구(II), 1985

○ 배출계수의 경우 국립환경과학원에서 2000년부터 관련 연구가 수행됨

- 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(I), 2000 [비공개]
- 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(II), 2001 [비공개]
- 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(I), 2003 [보완후 공개]
- 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(II), 2004 [보완후 공개]
- 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(III), 2005
- 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(IV), 2006 등

○ 상기 자동차로부터의 오염물질 배출량과 배출계수에 대한 연구 기반을 바탕으로 구체적으로 온실가스에 대한 배출계수 및 배출량 조사 연구가 2001년부터 시작됨

- 자동차의 온실가스 배출량 조사(국립환경과학원, 2001)

주요내용

· 시험대상 자동차
  - 휘발유 : 경형(3대), 소형(8대), 중대형(6대)
  - 소형 경유(8대)
  - LPG(5대)
  - 대형버스 및 트럭 : 엔진 시험 실시
  ※ 차대동력계 시험 대상 자동차의 경우 주행거리 80,000km 미만이상으로 구분(보증기간 관련)하여 시험차 선정을 실시하였으며, 엔진동력계 시험의 경우 1995년 이전과 1996년 이후 연식으로 구분(중량농도 규제 적용시점)하여 엔진 선정
· 배출계수 산정 물질 : CO_2, N_2O, CH_4
· 차속별 시험모드(5개 모드)에 의한 차대동력계 시험과 도시형 시내버스의 시내 주행특성이 반영된 엔진시험모드를 이용하여 배출계수식 산출 및 온실가스 배출량 산출
· Tier 1에 의한 온실가스 배출량과 연구과제를 통해 산출된 배출계수를 이용한 Tier 3 방법에 의한 배출량 비교

- 환경부문 온실가스 배출량 Inventory 작성 및 배출계수 개발(국립환경과학원, 2005. 4 ~2008. 3)

주요내용
· 자동차를 포함한 산업 및 환경 부문에 대한 온실가스 배출원 목록 및 배출계수 개발에 대한 연구 사업 수행 · 시험대상 자동차(2000 ~ 2005년식) - 소형승합 : 경유(44대), LPG(20대) - 중형승합 : 경유(7대) - 대형승합 : 경유(12대), CNG(2) - 소형화물 : 경유(13) - HEV : 2대 - 수입승용 : 중형(2대), 대형(1대) - 엔진시험 : 중형경유(2대), 대형경유(7대) · 배출계수 산정 물질 : CO_2, N_2O, CH_4 · 차속별 소형차 시험모드(6개 모드), 대형차 모드(중형버스용 6개, 시내버스 5개) 및 엔진 시험모드를 이용하여 배출계수식 산출

○ 자동차 온실가스 배출계수 산출 모델링 프로그램 개발(국립환경과학원, 2008)

- 국내 실정에 적합한 수송부문 온실가스 배출계수 개발 전산 관리 시스템 구축을 위한 온실가스 배출계수 산출 모델링 프로그램 개발 및 관련자료 DB시스템 구축 : 외국의 배출계수 산출 기법 및 프로그램 개발 현황 조사, 수송부문 온실가스 DB시스템 설계관리프로그램 개발, 자동차 온실가스 배출계수 산출 모델링 프로그램 프로토타입 구현
- 하지만 배출계수 실험을 위한 주행모드가 서울시 등의 일부 도시의 특성을 반영한 것으로 그 이후 주행모드 개발은 이루어지지 않았으며, 1999년 실시한 주행모드 결과를 토대로 배출계수만 추가적으로 한 실험 결과이며(국립환경연구원 교통환경연구소, 자동차 온실가스 배출계수 산출모델링 프로그램개발 최종보고서, p 136), 현재 버스의 경우 버스 전용차로제 도입 등 주행 패턴이 10년 전과는 매우 상이할 것으로 판단되기에 현재의 차종별 주행 모드를 적용하는 배출계수 개발이 필요함
- 더욱이 배출계수개발에 있어 대부분의 시간과 비용이 투자되는 배출계수용 모드의 경우 기존의 연비모드나 주행모드와 전혀 다른 개념으로, 차종별로 실제 운행을 고려하여야 함. 일례로 승용차의 경우 기존의 연비모드로는 사용업(택시 등), 관용부문의 실제 주행패턴을 설명할 수 없으며, 이것은 도시지역과, 비도시지역 등 지역별로 서로 상이한 운행패턴을 보이고 있음. 여객

부문의 경우도 고속버스, 시외버스, 시내버스(도심지역, 비도심지역), 마을버스, 학원용 버스 등도 (제작차량기준)연비모드로는 하나의 개념이지만 배출계수용 모드의 관점에서는 전혀 다른 패턴을 보이고 있음

- 배출계수용 모드의 개발이 선행된 후 그 기반위에서 샤시동력계에서 배출실험을 거쳐 최종 차종별 배출계수가 완료되는 과정이며, 배출계수용 모드의 개발을 위한 조사기간 또한 최소 차종별로 일간, 주간, 월간별의 조사 기간이 필요하고, 대상차량 또한 통계적으로 유의성을 대표할 수 있는 모집단 내에서 추출되는 과정이 필요함
- 또한 향후 기존의 차량들에 대해서도 신차 출고이후 폐차까지 차량 라이프사이클과 관련되는 노후화가 진행되어 차량의 연식증가에 따른 연비감소, 저감장치의 기능약화 등과 관련된 온실가스/대기오염물질의 변화가 나타나는데 이것을 열화율이라 하며, 열화율은 동일 차량일지라도 연식에 따라 오염물질별로 수배의 차이를 보임

○ 한편, 지식경제부(2007)에서는

- 산업, 가정·상업, 수송부문 최종소비단계의 온실가스 배출량 조사를 추진하여 온실가스 인벤토리시스템(KONIS : Korean National Inventory System) 구축
- 한국에너지기술연구원에서 1999. 7 ~2001. 4까지 "자동차오염물질 배출량 산정 연구"를 통해 차속별 주행모드 개발 및 배출량 산정 연구를 수행하였으며 이 보고서에 온실가스 배출량에 대한 산정 내용이 일부 포함되어 있음

(2) 기존 연구의 한계

○ 기존의 교통부문 온실가스 인벤토리 구축은 Top-down 방식

- 기존의 인벤토리 구축은 우리나라 전체 에너지소비량을 교통수단별로 배출계수를 적용하여 산출하는 방식
- 즉, 예를 들어 도로부문에 연간 1억 리터가 소요되었다면 여기에 리터당 온실가스 배출량인 배출계수를 적용하여 도로부문의 온실가스 배출량이 얼마인지를 계산하는 방식임

○ 이후 차량속도별, 가감속패턴, 차량총중량, 첨단기술반영 등을 적용한 배출계수

를 개발(2008)

○ 그러나 이 연구는 여전히 Top-down 방식이며 국토부의 지속가능교통물류발전법에서 규정하고 있는 지속가능성의 조사·평가, 교통물류권역별 관리, 특별대책지역의 지정 등을 구현하기 위해서는 한계가 있음

- 환경부의 GHG-CAPSS를 바탕으로 한 '지자체별 온실가스 배출량' 중 도로부문의 온실가스 배출량은 단순히 지역별 자동차 일주행거리, 자동차 등록대수, 도로연장 구간의 배분 등의 자료를 활용하여 도로부문에서 배출되는 연간 배출량을 산정하고 있으며, 이를 토대로 도로별, 도로 교통수단별(차종별), 목적별 온실가스를 효과적으로 저감하기 위한 정책을 수립하기에는 어려움이 예상되며, 보다 상세하고 정밀한 배출량 통계 시스템의 모색이 필요한 실정임
- 즉, 특별대책지역을 선정하는데 있어서, 예를 들어 A지역 등록차량이 B지역에서 주유하고 C지역에서 대부분의 온실가스를 배출하였다면 기존방식으로는 주유지역인 B지역에서 배출량이 발생하는 것으로 집계됨
- 또, 자동차는 시동-가속-순행-감속별로 온실가스 배출량이 상이하며 차속별로도 얼마만큼의 거리를 주행하였는가에 따라 배출량이 달라지므로 이러한 모순을 수정하고자 활동도자료를 반영한 권역별 실제배출량 산정이 필요함

○ 또한, 도로부문에만 한정하여 배출계수를 개발하였음

(3) 향후 온실가스 배출계수 연구의 방향

○ 기존에 개발되었던 배출 계수의 경우 2006년 이전에 판매된 자동차를 대상으로 산출된 것으로, 최근의 자동차 기술이 반영된 자동차에 대한 배출계수를 산출할 필요가 있음

- 우리나라의 경우 자동차 교체 주기가 외국보다 빠름으로 인한 차종비의 변화 고려, 자동차 정밀검사 결과를 토대로 한 엔진 제원, 삼원촉매장착의 여부, 엔진 미가열 연소물질(cold start emission), 열화계수, 도로 기울기, 화물적재 등을 반영한 차종별, 주행 모드별 배출계수 개발이 필요함
- UNFCCC에서 제시하는 온실가스 국가인벤토리의 보고에 있어 그 전제조건

으로 합리적(보편성/과학성)인 근거 위에서 지속적으로 운행될 수 있는 자료를 근거로 제시하기를 요구하고 있음. 따라서 차량의 배출계수와 활동자료의 수집과 공표에 있어서도 일회성의 최신연구동향이 중요한 것이 아니라, 지속적인 유지를 전제로 하고 있음

- 최근 자동차 기술의 고도화로 과거 연식의 차량보다 온실가스 배출이 저감되고 있음

○ 향후 연구개발은 Bottom-up 방식으로 지속가능교통물류발전법에서 규정하는 교통수단(도로, 철도, 항공, 해운)별로 온실가스 배출량을 산출하여 우리나라 교통부문 전체 배출량을 집계하고자 함

- 궁극적으로, 도로부문의 온실가스 배출량 통계 관리 시스템은 도로 중심의 도로별(고속국도, 일반국도, 지방도, 국가지원지방도, 시군도, 기타도로, 주차장), 세부 차종별(승용차/버스/트럭별), 연료원별(휘발유, 디젤, LPG(영업용, 비영업용), CNG), 지역별(광역시/도별, 시군구 지자체별), 목적별(영업용, 비영업용, 관용) 온실가스 물질별(CO_2, CH_4, N_2O 등) 배출량을 산정하는 시스템으로 구성될 예정임
- 도로부문의 국가고유배출계수와 국가고유 활동자료의 구축에 있어서 통계적으로 모집단(전체차량)을 대표할 수 있는 분석과, 합리적인 표본추출(전체차량 중에서 대표차종의 선정과 그 수량)을 수행하여 국제기구에 인정받을 수 있는 합리성과 지속성을 구축할 예정임
- 국가고유 활동자료의 구축은 시·공간적으로 국가전체에 대표성도 중요하지만, 향후 국가저감목표설정과 비용·편익분석에 따른 지자체별, 도로종류별, 차종별 등 다양한 부문을 대표할 수 있는 수준을 조사할 예정임
- 이를 위해서 활동도 자료 수집을 Tier 3 수준으로 하고, 이에 따른 배출계수도 Tier 3 수준의 다양한 행태별로 개발할 것임
- 더욱이 IPCC 등에서 제시하고 있는 Tier 3 수준은 정형화된 형식의 매뉴얼이 아니라 가이드라인이며, UN에서도 해당국가의 기술수준이 가능하다면, 자국고유의 특성을 반영한 방법론을 개발하기를 권장하며, 미국 캘리포니아주, 영국과 같은 교통 선진 국가에서는 자국의 교통자료를 기반으로한 부문별 국가고유배출목록 체계를 구축하고 있음

(4) 배출계수 개발 타당성

○ 국제비교에서는 Tier 1 수준이면 충분하나, 법에서 규정하는 다양한 요건을 충족하고 실제 활동도별로 어떻게 배출량이 상이한지를 살펴봄으로써 국가교통정책에 따라서 저감 및 변화추이를 살펴볼 수 있는 매우 의미 있는 개발임

- 특히, 도로부문은 각종 교통정보시스템(ITS 교통정보, 국가교통DB, 광역시도 첨단교통시스템 등)에 의한 실제 도로별 교통량과 주행속도, 주행거리, 주행패턴 등을 반영한 Tier 3 수준의 배출량을 산출할 것임
- 즉, 광역시도 또는 지자체의 도로 부문에서 배출되는 온실가스를 배출량을 도로별(고속국도, 일반국도, 지방도, 국가지원지방도, 시군도, 기타도로(이면도로), 주차장 등)로 세분하여 산정되어야만 각각의 도로를 관장하는 기관이 결정되고 이에 따른 온실가스 저감 대책을 수립할 수 있음
- 예를 들어, 강원도를 통과하는 고속국도, 일반국도, 지방도, 시군도, 기타도로로 구성되어 있다고 가정한다면, 이 강원도에서 배출되는 온실가스 저감을 위한 관리 주체는 '고속도로는 도로공사, 지방국도는 원주지방국토관리청의 국도관리사무소, 지방도는 강원도, 시군도 및 기타도로는 각 시군구'로 규정하고, 각 관리 기관별로 원활한 교통흐름의 유도 정책, 대중교통 홍보 등을 통해 온실가스 저감 및 관리에 대한 의무/책무를 명확하게 부여할 수 있음
- 더욱이 현재 도로부문에 있어서 국가통계에 반영되지 못하고 있는 지자체 또는 개별기관, 사업체들의 교통관련 자료를 주무기관들이 최대한 수집하여, 실제자료의 해상도를 높이고 보완할 예정임
- 따라서 상기 기술된 내용들은 주무기관들의 축적되고, 향후 생산될 자료의 전문성을 전제로 하고 있으며, 이것은 기후변화와 관련된 국제표준에서 제시하고 있는 "공인된 기관에서 생산되며, 지속적으로 유지되는 : Adequate and consistent inventories - [UNFCCC-SBSTA4(Dec. 1990)"이라는 규정과도 일치되고 있음
- 일례로 국가인벤토리가 Tier 3 수준을 요구하고 있는 가장 주된 이유 중 하나는 세부부문별 저감대책을 수립하기 위함인데, 현재 각종 기관에서 발표되는 Tier 3 수준 배출량들의 도로부문 자료들은 우리기관에서 다양한 용도로

생산되고, 가공된 자료를 인용, 협조 받아 사용하고 있지만 이러한 자료들은 온실가스 국가인벤토리라는 목적에 맞게 생산되었다고 볼 수 없으며, 향후 그 근거의 책임소재에 대한 논란도 문제가 되고 있음

- 그러므로 "온실가스 배출계수"는 한 개의 실험적인 결과치가 아닌 수많은 자료와 관계기관의 검증, 그리고 파생될 연관성을 고려해야 할 과제이며, 이에 기반될 자료를 크게만 열거해도 차종별/사용연료별/용도별/저감장치별/개조유무별/운행행태별/지역별 등의 등록대수자료와 향후 장래예측을 위한 자동차 시장 및 국가정책과 수요의 변화, 도로부문 수단별/지역별/종류별 등의 주행거리 과거조사/현조사/향후예측 등을 모두 고려해야 하는 것임
- 본 과제는 온실가스 인벤토리 구축으로만 끝나는 것이 아니라, 국가교통정책의 온실가스 배출 효과를 사전에 또는 사후에 예측 및 비교할 수 있는 틀을 제공할 수 있음

○ 한편, 철도, 해운, 항공은 아직까지 배출계수가 개발된 적이 없음

- 철도부문의 경우 온실가스 배출량이 미미하나, 법에서도 규정하고 있듯이 친환경교통수단으로의 전환, 철도교통 수송분담률의 확대, 남북관계의 특수성으로 인한 디젤기관차의 보유 등의 이유로 인벤토리를 구축할 필요가 있음
- 해운, 항공 역시 수송분담률의 증가와 교통 전 부문 인벤토리 구축의 완결성을 제고하기 위하여 배출계수를 속히 개발할 필요가 있음

라. SWOT 분석

(1) 시장/기술의 특징

○ 국제적으로 온실가스에 대한 관심이 높아지면서, 전 세계 온실가스 배출량의 20%를 차지하고 있는 교통부문에 대한 온실가스 감축에 대한 관심이 급증

○ 국내 교통부문 환경성 인증 실적 전무

○ 교통부문 온실가스의 급증하는 관심과 함께, 산발적으로 교통부문 온실가스 배출계수의 연구가 진행되었으나, 통일성이 없고 검증이 되어 있지 않음

○ 최근 탄소배출거래제도 실시로 인한 탄소배출 감축에 관심이 증대되는 상황이

며 녹색성장, 친환경 교통 등에 대한 관심 증대로 국내는 물론 해외에서도 친환경자동차(전기자동차, 수소연료 자동차 등)와 에코드라이빙 등에 관심이 매우 높아지고 있음. 에코드라이빙은 기존 자동차의 친환경 운전법이므로 많은 추가비용 없이 운전행태의 전환이며 효과 및 활용도가 높을 것으로 보임

○ 국내 소프트웨어 개발 및 시스템 개발 수준은 세계 주요국과 견줄만한 수준임

○ 특히 기존의 유사 소프트웨어에 대한 정보제공 및 한국형 소프트웨어 기술개발에 대한 요구의 접목은 동 개발 가능성을 제고함

○ 국내 국책교통연구기관 및 전문가, IT 엔지니어, 소프트웨어 개발 엔지니어, SI(System Integration) 개발자, 해외파트너 등의 정보 및 기술연계는 시너지 효과를 창출

○ 본 소프트웨어 개발로 연구기관의 지적재산권 소유 및 지자체 전파/활용

(2) 기회/위협요인

○ 우리나라 온실가스 감축국 지정에 대비, 국내 온실가스 감축목표 설정을 위한 시나리오 3단계 개발 중임(2009년 말 발표예정)

○ 제2차 교토의정서 의무국 편입 가능성이 높아 온실가스 배출량 보고의 의무가 현실화될 전망임

○ 교통부문의 정교하고 신뢰성 있는 온실가스 통계 DB가 절실히 요구됨

○ 탄소포인트제를 통한 국민 환경의식 증대는 교통부문 전체의 운송모드 변환(Modal shift)의 가능성을 높여, 온실가스 감축 목표 달성에 대한 큰 역할 가능

○ 유럽연합을 중심으로 공동프로젝트 등의 수행을 통해 관련 기술을 공유하므로 연구개발비 등을 효율적으로 사용하고 유럽시장 단일화 및 관련 기술 표준화를 주도하려하고 있음

○ 친환경 운전법 즉, 에코드라이빙과 그 효과에 대해서는 누구나 알고 있지만 실제로 모든 운전자들이 실천할지는 미지수임

○ 저탄소 녹색성장의 새로운 패러다임으로 비동력교통수단으로써 보행의 중요성이 높아지고 있음

- 최근 국내에서 계획 되어지는 대규모 환승시스템과 복합용도의 건축물의 공간은 다양한 종류의 보행을 필수적으로 형성하게 되며 이에 대한 분석과 특성 연구가 절실한 상태임
- 그럼에도 불구하고 우리의 보행환경에 대한 전반적인 평가는 미흡한 실정임
- 이에 보행환경의 평가 및 개선대안의 제시로 '지속가능교통물류발전법'을 구현하고 보행을 활성화하는 기회로 삼아야 함

(3) 강점/약점 요인

○ 교통부문 대기오염 문제 해결을 위한 연구가 국내외적으로 활발히 진행

○ 교통부문 Tier 2, 3 수준의 배출량 산정을 위한 활동도 자료를 미비하게나마 보유하고 있음

○ 우리나라 정부는 '녹색 성장'을 가속화 시키고 있어, 본 연구의 활용도가 넓음

○ 탄소포인트제가 국민 환경의식 증대 및 온실가스 감축 동기를 부여하기 위한 대안에 대한 연구가 필요

○ 구체화된 사례가 많으며, 에코드라이빙의 효과 또한 많이 알려진 상태임. 하지만 에코드라이빙의 보급을 위해서는 교육 및 캠페인 등 다양한 노력뿐만 아니라, 에코드라이빙 실천에 따른 효과 등을 총량적으로 관리하는 통합시스템이 필요함

○ 국내에서는 지속가능한 교통을 평가하고, 토지-교통-환경을 통합하는 모듈개발에 대한 연구는 전무한 실정이라고 해도 과언이 아님. 따라서 국내 통합모형 개발의 선두자 역할을 하게 될 것이며 교통뿐만이 아니라 다양한 분야에서 활용하게 될 것임

- 보행환경평가기술부문 경쟁력 강화
- 국민의 삶의 질 향상
- 보행환경 개선으로 보행자의 만족도 제고

- 보행공간의 지속적인 개발과 안전한 보행공간을 제공
- 보행공간은 환경과 심리적 영향을 많이 받게 되는 것으로 알려져 있으므로 보행자의 정성적인 부분을 정량화하여 평가를 진행하는데 어려움

<표 35> 연구기술 분야의 SWOT 분석

SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	O(기회)	T(위협)
	· 기후변화 협약 대응 온실가스 감축 대책수립 · 정부의 교통부문 환경성 증진에 대한 관심 증대 · Post 교토협약의 의무국 편입 가능성 증대로 교통부문 온실가스 관리 시스템의 필요성 대두 · 교통시설투자평가의 요구 · 지속가능교통물류발전제도 · 거대한 세계시장	· 교통부문 기후변화 관련 전문가 부재 · 저조한 기업 참여도 · 사회적/교통적 양극화 · 지속불가능 신도시 양성
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
· 산업부문의 온실가스 배출량 산정에 대한 전문가 다수 존재 · 산업부문 환경성 인증에 대한 노하우 존재 · 도로부문 활동도 자료 DB 축적 실적 존재 · 풍부한 IT인프라 · 차량기술 발전	· 산업부문 환경성 인증 노하우를 통해 우리나라의 교통부문 환경성 증진에 대한 관심에 대응한 환경성 인증 기술 개발 · 교통부문 온실가스 관리 시스템 개발 후의 적극적 활용 · 기존의 연구개발사업의 성과, 장비 및 경험을 최대한 활용 · 아시아시장에 상품화 가능성이 높은 기술개발 · 장기적 연구프로젝트 진행	· 기업단위 기후변화대응 전문가들과 교통부문 기후변화 대응 전문가들의 협력 · 법규제정 및 제도개선을 통해 반영 · 핵심기술의 실용화를 위한 유럽 등 선진기술의 보유국과 공동 연구 추진 · 선택과 집중을 통한 분야별 투입 예산규모 증대 · 경험이 풍부한 연구 인력의 적절한 활용
W(약점)	**WO전략**	**WT전략**
· 연구비 제약에 따른 배출계수 개발 개수의 한계 · 기업체들의 참여 의지 부족 · 교통부문 국민 환경 의식 미흡 · 관련정책 방향의 불확실성	· 민·관·산·학 협의체의 구성을 통한 교통부문 기후변화 대응 인식제고 및 홍보 · 교통부문 온실가스 관련 통합 DB 구축 · 산·학·연 협력을 통한 중소기업 기술개발 지원 · 도로교통법 개정 · 에코드라이빙 효과에 대한 모니터링 · 각종 D B와 연계한 경제운전통합관리시스템 구축(포탈사이트 포함)	· 교통부문 기후변화 대응 전문 인력에 대한 지속적 교육 및 정보제공 · 교통부문 기후변화에 대한 인식 증대를 통한 기업의 참여도 증진 · 주요 선진국과의 기술협력 및 공동연구 추진

마. 기술개발 목표와 내용

(1) 기술개발 목표

○ 교통부문(철도, 도로) 온실가스감축 목표설정 대응방안 온실가스 산정 통합관리 시스템 개발

○ 에코드라이브 활성화를 위한 경제운전 통합관리시스템 개발

○ 보행환경 개선시스템 개발

(2) 기술개발 내용

○ 교통부문 온실가스 산정 통합관리 시스템 개발

- 교통부문 온실가스 기준량 설정 및 잠재감축량 평가
- 교통부문 온실가스 배출계수 개발 및 모니터링시스템 개발
- 교통부문 온실가스배출량 통계시스템 구축
- 교통부문 탄소포인트 관리시스템 개발
- 교통부문 온실가스 산정 통합관리시스템 개발

○ 에코드라이브 활성화를 위한 경제운전 통합관리시스템 개발

- 친환경 경제운전 유도를 위한 에코드라이버 모듈 개발 및 보급
- 에코드라이브 검증 및 교육확산
- 에코드라이빙 지원하기 위한 통신체계 및 교통류제어 시스템
- 포털사이트 및 시뮬레이터 개발 연계로 경제운전 통합관리시스템 구축
- 효과검증을 위한 에코드라이빙 인지모형 등을 개발

○ 보행환경 개선 시스템 개발

- 보행환경(Walkability) 평가 S/W 개발
- 보행환경 계량적인 평가요소 도출 및 보행환경 평가지표개발
- 보행교통류 시뮬레이션 개발
- 한국형 보행환경 종합평가 S/W 개발 및 GPS 등의 데이터를 이용한 S/W 검증 및 안정화 기술 개발

바. 추진전략

(1) 전략적 목표

○ 교통부문의 환경성 향상기술 개발로 저탄소 녹색교통의 확보 및 친환경 교통운영을 위한 국가 정책적 목표 달성(교통부문 탄소통합관리, 에코드라이빙 등)

○ 국가 교통부문의 온실가스배출량 통합관리를 통한 온실가스감축 목표 달성

○ 탄소포인트제, 온실가스 배출량통계 통합시스템의 개발로 친환경 교통으로의 운송 모드 변환을 꾀하여 일반 국민의 삶의 질 향상 및 친환경 국가로 세계에서의 입지 확보

○ 친환경 경제운전 유도를 위한 에코드라이버 모듈 개발 및 보급

○ 에코드라이브 교육확산

○ 에코드라이빙 지원하기 위한 통신체계 및 교통류제어 시스템 개발

○ 포털사이트 및 시뮬레이터 개발 연계로 경제운전 통합관리시스템 구축

○ 효과검증을 위한 에코드라이빙 인지모형 등을 개발

○ 편리하고 쾌적한 보행환경의 향상

○ 보행자의 안전과 편리성 증대

○ 정부정책의 지원 및 지자체 보행환경 경쟁력 강화

(2) 연구개발 전략

○ 기후변화협약 및 온실가스배출관리 대응 전문가 네트워크 구성을 통해 교통부문 저탄소 녹색성장 확보를 위한 온실가스 배출통계 분석 및 통계체계 구축, Tier 2 이상의 배출계수 개발 및 모니터링시스템, 온실가스 인벤토리 구축, 탄소통합관리를 통한 환경성 인증 및 탄소포인트제 활용을 위한 개발 기술을 추진하고자 함

○ 교통부문 온실가스 배출량 산정 방법 개발을 통한 녹색경영에서의 탄소검증도구 개발, 환경성 인증의 환경부하 정량화, 온실가스 배출량 통계 개발 등의 시너지 효과 창출

○ 통합 IT 시스템 개발을 통해 접근성 확보

○ 영업용 및 화물자동차 주행속도에 따른 연료소모, 공회전, 에어컨 가동, 급출발·급제동·급가속, 차량중량, 타이어공기압 등에 따른 연료소비율 및 온실가스배출량을 시험을 통하여 최적 운전조건 도출. 친환경·경제 운전모드 개발을 위해 운전조건별 경제운전모드 개발

○ 에코드라이빙 효율적인 추진을 지원하기 위하여 ITS를 활용한 도로와 차량의 통신체계 및 교통류 제어시스템 개발

○ 에코드라이브 효과검증 인지모형 개발에 주력하면서 에코드라이브 효과평가 및 모니터링 시스템 개발 및 네트워크화

(3) 사업화 전략

○ 산·학·연·관의 역할 분담

- 교통운영기술 관련하여 산·학·연·관의 네트워크 구성을 통한 기술협력 강화
- 분야별 국내 기술 및 해외기술 협력을 강화하여 정기적인 국제세미나를 개최함으로써 선진기술과의 교류 추진
- 정기적인 기술 교류를 통하여 교통부문뿐만 아니라 타 분야에서도 활용할 수 있는 선진기술 응용범위 확대

○ 사업화 전략의 단계적 접근

- 1 단계 : 교통부문 운영환경 기반기술 확보
- 2 단계 : 교통부문 환경친화적 운영관리기술 확보
- 3 단계 : 종합적인 교통운영 환경 관리시스템 기반기술 확보

사. 중점 과제별 연구개발 목표와 내용

<표 36> 중점과제별 연구개발 목표와 내용

중점과제	기 술 개 발 목 표
교통부문 온실가스 산정 통합관리 시스템 개발	- 교통부문 온실가스 기준량 설정 및 잠재감축량 평가 - 교통부문 온실가스 배출계수 개발 및 모니터링시스템 개발 - 교통부문 온실가스배출량 통계시스템 구축 - 교통부문 탄소포인트 관리기술 - 교통부문 온실가스 산정 통합관리시스템 개발
에코드라이브 경제운전 통합관리시스템 개발	- 친환경 경제운전 유도를 위한 에코드라이버 모듈 개발 및 보급 - 에코드라이브 교육확산 - 에코드라이빙 지원하기 위한 통신체계 및 교통류제어 시스템 - 포털사이트·시뮬레이터 개발연계로 경제운전 통합관리시스템 구축 - 효과검증을 위한 인지모형 개발 및 분석
보행환경 개선시스템 개발	- 보행환경(Walkability) 평가 S/W 개발 - 보행교통류 시뮬레이션 개발 - 한국형 보행환경 종합평가 S/W 개발

(1) 중점과제 1 : 교통부문 온실가스 산정 통합관리 시스템 개발

(가) 연구개발목표

○ 교통부문 온실가스기준량 설정 및 잠재감축량 평가

○ 교통부문 온실가스 배출계수 개발 및 모니터링시스템 개발

○ 교통부문 온실가스 배출량통계 체계구축 및 웹기반관리시스템 구축

○ 교통부문 탄소포인트 관리기술

○ 교통부문 온실가스 산정 통합관리 시스템 개발

(나) 연구개발 내용

○ 교통부문 온실가스 배출계수 개발 및 모니터링시스템 개발

- 온실가스배출계수 측정기술 개발(Tier 2, 3)

- 온실가스배출 수집장치 개발

○ 교통부문 온실가스 배출량통계 체계구축 및 웹기반시스템 구축

- 온실가스배출 인벤토리 구축
- 웹기반 통계시스템 구축

○ 교통부문 탄소포인트 관리기술

- 탄소성적 표시제 프레임워크 구축 및 관리기술
- 교통카드 시스템과 연동한 탄소포인트제도 관리기술

○ 교통부문 온실가스 산정 통합관리시스템 개발

- 교통부문 잠재감축량 평가, 한계 감축비용 분석을 통한 감축 분담량 설정 및 관리 기술
- 교통부문 온실가스 배출량 산정 및 관리기술

(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 국내 교통부문 온실가스 배출량 산정은, Tier 1 수준으로 이루어지고 있음

○ Tier 2, 3 수준의 배출계수 확보를 위해 산발적이고 폭넓지 못한 연구 진행으로, 결과물 사용이 불가능함

○ 교통부문 배출계수 DB 전무

○ 탄소포인트제의 경우 교통부문에 존재하지 않음

○ 교통운영 부문의 녹색경영 전무함

<표 37> 관련 기술 분야의 기술수준

기술명	기술수준(%)	전문인력 보유정도(%)	인프라 구축정도(%)
교통부문 온실가스 배출계수 개발기술	40	20	20
온실가스배출 모니터링기술	40	20	20
온실가스 배출량통계 체계	40	20	20
탄소포인트 관리기술	30	10	10
탄소 관리 통합 연계기술	30	10	20

<표 38> 관련 기술 분야의 인프라 수준

기술명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)
교통부문 온실가스 배출계수 개발기술	5	2	4
온실가스배출 모니터링기술	4	2	4
온실가스 배출량통계 체계	5	2	3
탄소포인트 관리기술	5	2	2
탄소 관리 통합 연계기술	5	1	2

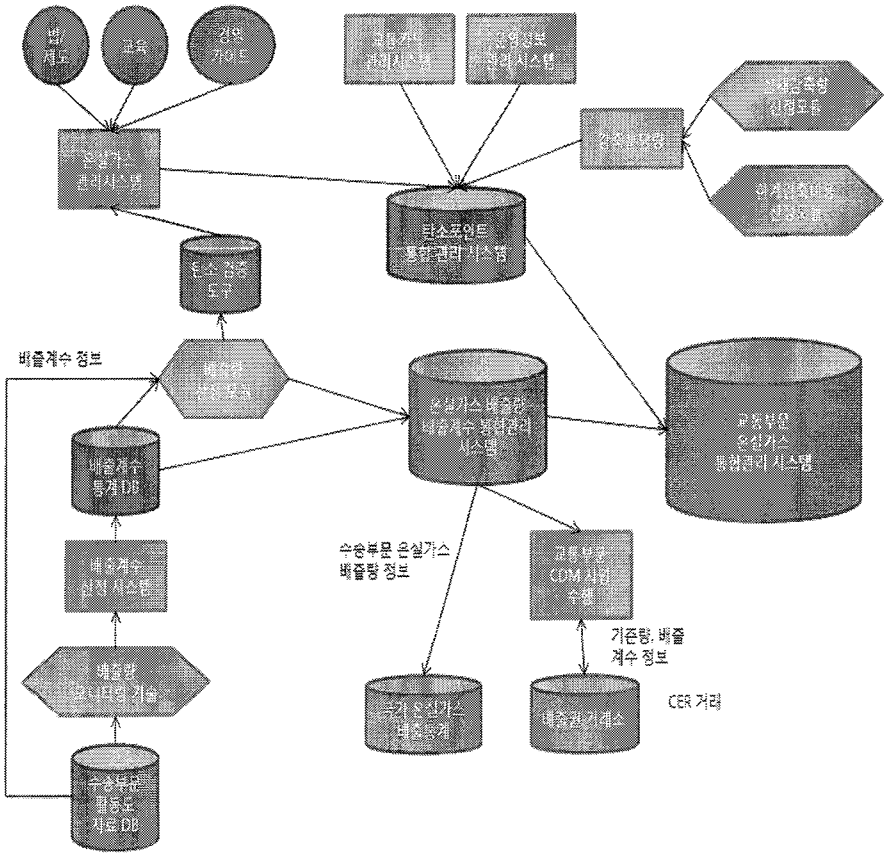
(라) 추진전략 및 체계

○ 추진전략

- 국내전문기관 및 전문 연구 인력과의 공동연구 수행
  - 국내의 기후변화협약 대응 및 온실가스배출 통계분석, 온실가스 배출 감축에 대한 전문연구그룹 활용
  - 지식경제부 및 환경부의 물질별 환경성정보 DB 활용
  - 국가교통DB 활용
- 연구결과의 실용화를 위해 수요처 참여 및 담당부처와의 협조
  - 운영기관 참여를 통해 국제환경규제 대응 및 유도를 위한 기반 구축
  - 온실가스배출가이드라인 개발 및 산정체계 구축을 표준화하기 위해 전문가 pool을 구성하여 연구 성과에 대한 자문 추진
  - 웹기반 환경성평가 체계의 활성화를 위한 제도화 과정에서 담당부처와의 긴밀한 협조
- 해외전문가와의 공동연구 추진
  - 유럽의 탄소배출권 거래 전문가와의 공동연구를 통해 선진기술을 적극적으로 활용하고, 국제 철도부문에서의 경쟁력 강화 도모
- 녹색경영 및 탄소포인트 제도 동향 분석을 통한 교통부문 방향 설정
- 전과정 기반의 환경성 인증제를 통한 교통부문 친환경성 정량화
- 녹색경영 시스템과 탄소포인트 시스템 통합을 통한 환경성 개선 극대화
- IT 시스템을 통한 환경성 정량화 도구 관리 및 녹색경영 관리

○ 추진 방법 및 추진체계

- 교통부문 배출계수와 활동도 자료 개발을 통해 온실가스 배출량, 배출계수 개발 및 온실가스 산정 통합관리 시스템을 개발하여 동일한 배출량 산정모듈을 사용하여 녹색경영 통합 시스템의 토대를 구축
- 교통관리시스템과 운영정보 관리시스템의 연계를 통한 탄소포인트 통합 관리 시스템을 구축
- 잠재감축량 산정 및 한계감축량 산정을 통해 감축분담량을 설정
- 탄소포인트 관리 시스템, 감축분담량을 통합한 환경성 통합, 인증 관리 시스템을 구축하고 국제 표준화 방안 마련
- 온실가스 배출량 관리 시스템을 이용, 기준량을 설정하고 교통부문 CDM 사업 진출방안 모색 및 배출권 거래제와의 연계
- 온실가스 배출량 관리 시스템의 통합을 통한 웹 기반 교통부문 탄소관리 및 환경성 인증 통합 IT 시스템 구축



<그림 32> 탄소관리 추진체계

(2) 중점과제 2 : 에코드라이브 경제운전 통합관리시스템 개발

(가) 연구개발 목표

○ 친환경 경제운전 유도를 위한 에코드라이버 모듈 개발 및 보급

○ 에코드라이브 교육확산

○ 에코드라이빙 지원하기 위한 통신체계 및 교통류제어 시스템 개발

○ 포털사이트 및 시뮬레이터 개발 연계로 경제운전 통합관리시스템 구축

○ 효과검증을 위한 에코드라이빙 인지모형 개발 및 분석

(나) 연구개발 내용

○ 환경 경제운전 유도를 위한 에코드라이버 모듈 개발

○ 에코드라이브 포털사이트, 연구교육용 시뮬레이터 개발

○ 에코드라이브 포털사이트와 연구교육용 시뮬레이터 개발 연계기술

○ 에코드라이빙 효과검증 인지모형 개발 및 보급지원 프로그램 실행

○ 체험교육, 시뮬레이터, 각종 DB, 포털사이트 등 연계한 통합관리시스템 구축

○ 에코드라이빙 효과평가 및 모니터링 시스템, 지원형 교통류 제어 시스템 개발

(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 에코드라이브 교육확산을 위한 국가 정책적·제도적 지원의 활성화 요구됨

○ 포털사이트 및 시뮬레이터 구축 등을 통한 경제운전 통합관리시스템 구축 연구가 특히 부족함

<표 39> 관련 기술분야의 기술수준

세부항목	기술수준 (%)	전문인력 보유정도(%)	인프라 구축정도(%)
에코 드라이버(Eco-driver)	70	90	80
에코드라이브 교육시스템	60	80	70
경제운전 통합관리시스템	70	70	60
효과분석 모니터링 네트워크	70	70	60

<표 40> 관련 기술분야의 인프라수준

기술명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)
에코 드라이버(Eco-driver)	5	7	7
에코드라이브 교육시스템	5	7	7
경제운전 통합관리시스템	4	6	7
효과분석 모니터링 네트워크	5	5	6

(라) 추진전략 및 체계

○ 에코드라이버 모듈, 포털사이트, 시뮬레이터, 교육 등 개발업체 공동연구

○ 에코드라이빙 효과평가 및 지원프로그램 등 국내 관련 연구기관 공동연구 수행

○ 에코드라이빙 인지모형 개발 등 프랑스 INRETS 등 공동연구 수행

○ 독자적인 모형 및 기술개발을 통한 적용성 극대화

○ 시급성, 파급효과를 고려한 우선개발 기술 선정하여 단계별 추진

(3) 중점과제 3 : 보행환경 개선시스템 개발

(가) 연구개발목표

○ 보행 시설 및 환경에 대한 계량적 평가와 개선방향의 제시 및 안전성 향상을 위한 평가 시스템 개발

(나) 연구개발 내용

○ 보행환경(Walkability) 평가 S/W 개발

○ 보행교통류 시뮬레이션 개발

○ 한국형 보행환경 종합평가 S/W 개발

(다) 핵심기술수준 및 관련 인프라 현황

<표 41> 관련 기술 분야의 기술수준

세부항목	기술수준(%)	전문인력 보유정도(%)	인프라 구축정도(%)
보행환경(Walkability) 평가 S/W 개발	60	60	60
보행교통류 시뮬레이터 개발	56	60	50
한국형 보행환경 종합평가 S/W 개발	50	60	50

<표 42> 관련 기술분야의 인프라 수준

기술명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)
보행환경(Walkability) 평가 S/W 개발	5	3	3
보행교통류 시뮬레이터 개발	6	2	4
한국형 보행환경 종합평가 S/W 개발	6	5	3

<표 43> 기술수준 분석

구분	5개년	해당기술 최고수준 국가	최고수준 국가 대비 현재 국내 기술수준 (백분율)	최고수준 국가 대비 기술격차 (소요기간 :년)	해당과제 종료시 최고수준 국가 대비 기술수준(백분율)
보행환경 (Walkability) 평가 S/W 개발	보행환경 평가지표 개발	미국	70	3	80
	특정지역을 대상으로 기존 보행환경평가 S/W의 적용과 문제점 도출	미국	50	5	90
	기존 보행환경평가 S/W의 개선안 도출	미국	50	5	90
	S/W의 업데이트 및 보행환경 개선안 제시	미국	50	5	80

보행교통류 시뮬레이션 개발	보행자의 특성과 보행통행의 목적별 특성 분석	영국	70	3	90
	보행교통류 모형의 계량적 평가요소 도출	영국	70	3	90
	보행자교통류의 평가지표 개발	영국	70	3	90
	보행교통류 모형의 개발	영국	70	3	80
	보행교통류 모형을 반영한 시뮬레이터 제시	영국	70	3	80

(라) 추진전략 및 체계

○ 추진전략

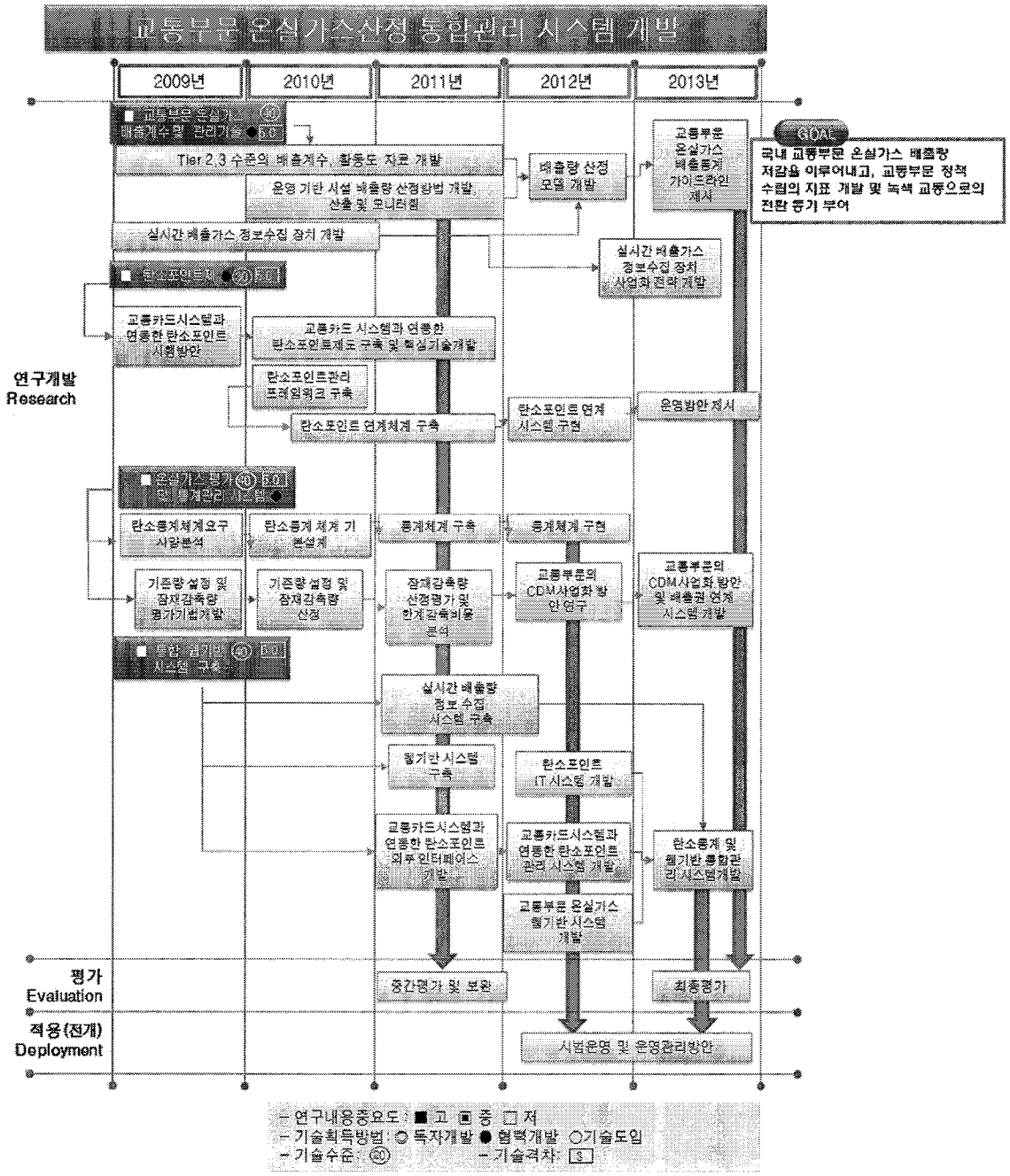
- 국내전문기관 및 전문 연구 인력과의 공동연구 수행
  - 국내의 보행환경 대한 전문연구그룹 활용
- 해외의 기존 시스템 Review 및 Benchmarking
  - 영국 TRL 등 국외 협력 사업으로 추진
  - 통합 Software System의 개발
  - 개발 후 상업화 및 동남아 등 해외 적용 가능성 추진
  - 주기적 Upgrade 추진

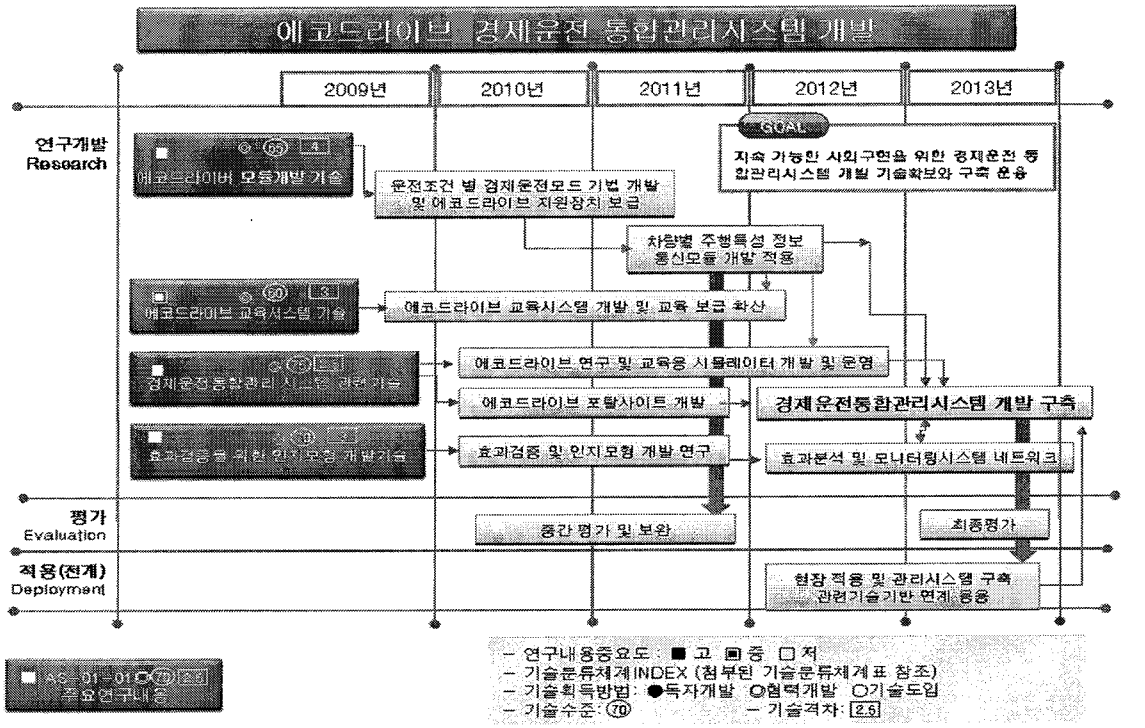
○ 추진방법 및 체계

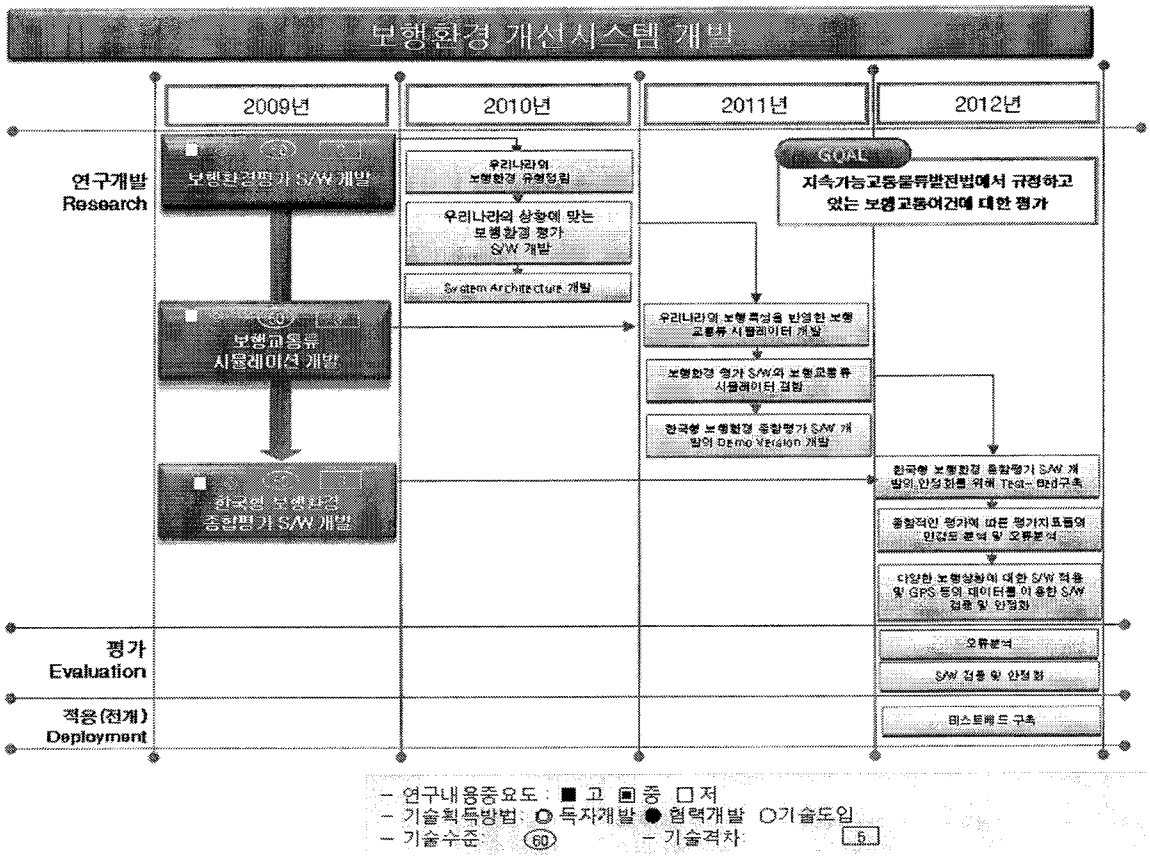
- '지속가능교통물류발전법'에서 규정하고 있는 보행교통 여건에 대한 평가와 지방정부 등의 보행교통관련 사업의 효율성 향상통합 시스템의 토대를 구축
- 비동력교통수단에 대한 종합계획 및 개발지원을 규정하고 있으므로 녹색교통시설 및 여건에 대한 객관적이고 계량화된 평가시스템

아. 기술개발 로드맵

(1) 중점과제별 로드맵




에코드라이브 경제운전 통합관리시스템 개발
2009년
2010년
2011년
2012년
2013년
연구개발
Research
에코드라이버 모듈개발 기술
운전조건 별 경제운전모드 기법 개발
및 에코드라이브 지원장치 보급
GOAL
지속 가능한 사회구현을 위한 경제운전 통
합관리시스템 개발 기술확보와 구축 운용
차량별 주행특성 정보
통신모듈 개발 적용
에코드라이브 교육시스템 기술
에코드라이브 교육시스템 개발 및 교육 보급 확산
에코드라이브 연구 및 교육용 시뮬레이터 개발 및 운영
에코드라이브 포탈사이트 개발
경제운전통합관리시스템 개발 구축
효과검증 및 인지모형 개발 연구
효과분석 및 모니터링시스템 네트워크
평가
Evaluation
중간 평가 및 보완
최종평가
적용(전개)
Deployment
현장 적용 및 관리시스템 구축
관련기술기반 연계 응용
주요연구내용
– 연구내용중요도 : ■ 고 ▣ 중 □ 저
– 기술분류체계INDEX (첨부된 기술분류체계표 참조)
– 기술획득방법 : ●독자개발 ○협력개발 ○기술도입
– 기술수준 : ⑦⓪ – 기술격차 : 2.5


보행환경 개선시스템 개발
2009년
2010년
2011년
2012년
연구개발
Research
보행환경평가 S/W 개발
우리나라의
보행환경 유형정립
우리나라의 상황에 맞는
보행환경 평가
S/W 개발
System Architecture 개발
GOAL
지속가능교통물류발전법에서 규정하고
있는 보행교통여건에 대한 평가
보행교통류
시뮬레이션 개발
우리나라의 보행특성을 반영한 보행
교통류 시뮬레이터 개발
보행환경 평가 S/W와 보행교통류
시뮬레이터 결합
한국형 보행환경 종합평가 S/W 개
발의 Demo Version 개발
한국형 보행환경
종합평가 S/W 개발
한국형 보행환경 종합평가 S/W 개
발의 안정화를 위해 Test-bed구축
종합적인 평가에 따른 평가지표들의
민감도 분석 및 오류분석
다양한 보행상황에 대한 S/W 적용
및 GPS 등의 데이터를 이용한 S/W
검증 및 안정화
평가
Evaluation
오류분석
S/W 검증 및 안정화
적용(전개)
Deployment
테스트베드 구축
– 연구내용중요도 : ■ 고 ▣ 중 □ 저
– 기술획득방법 : ○ 독자개발 ● 협력개발 ○기술도입
– 기술수준 : 60 – 기술격차 : 5

자. 기대효과와 파급효과

(1) 기대효과

○ 2차 교토의정서의 의무국가로 참여시, 교통부문 온실가스 산정에 있어 사용 가능

○ 환경성 인증 및 녹색경영 시스템은 정부 기관 및 기업의 교통부문 녹색경영을 실현함으로써, 효율적인 교통 시스템 도입으로 에너지 비용 절감효과를 기대

○ 국내 물류비는 2006년 100조 원에 달하는 규모를 가지고 있으며, 이는 2000년 이후 연평균 4.44%의 증가율을 보이고 있음. 이중 수송비가 80조 원을 차지하고 있으며, 최근 6년간 연평균 6.47%의 증가율을 보임. 2006년 철도의 단위수송비는 66.55원/ton-km로 나타났으며, 도로 및 항공의 단위 수송비는 642.04원/ton-km, 201.08원/ton-km으로 나타남(2006년 국가물류비 산정 및 추이, 한국교통연구원). 보다 친환경적인 철도 수송의 비율을 증가시키면 이에 따른 수송비 절감이 예상됨

○ 환경부 자료에 의하면 자가용을 대중교통이용으로 전환 시 약 200g CO_2/km의 저감효과 기대(저탄소형 녹색 가이드라인, 환경부)

○ 유가 상승의 영향으로 2008년 대비, 서울시의 대중교통 이용률이 1일 1.02% 증가하였고[75], 이로 인한 온실가스 배출량은 22만kg CO_2-eq/일 감소하였음. 이중 철도교통에 의한 감축량은 10만kg CO_2-eq이며, 철로를 이용한 승객 운송이 2008년 대비 1% 증가할 때 마다, 위와 같은 양의 CO_2 감축효과 기대

○ 에코드라이브로 10% 연료 절약 시 연간 연료 34억4천만 리터(연료비 5조2천억 원) 절감 기대. 운전자가 에코드라이브를 실천함으로써 교통사고율 30~40% 감소 기대[76]. 급출발, 급제동, 급가속 등을 하지 않음으로써 소음감소는 물론 승객의 승차감 등 향상. 브레이크, 타이어 등 부품의 수명연장이나 연비향상 등으로 비용 절감 기대

○ 에코드라이브에 의해 운전자가 경제운전을 준수함으로써 에너지절약 및 교통안전을 이룰 수 있음

---

75) 서울시 뉴스 자료
76) 자료 : 2008 International Transport Forum

절감률	연료(억 리터)	연료비(조 원)
전체량	344.3	52
10% 절감	34.4	5.2
20% 절감	68.8	10.4

- 에코드라이브로 10% 연료 절약시 연간
  - 연료 34억4천만 리터 (연료비 5조2천억 원) 절감

○ 운전자가 에코드라이브를 실천함으로써 교통안전 확보 가능

- 교통사고율 30~40% 감소[77]
- 급출발, 급제동, 급가속 등을 하지 않음으로써, 소음감소는 물론 승객의 승차감 등 향상

○ Software System의 정부 및 지자체 지원 기능으로 녹색교통평가관련 예산 절감 및 관련 투자의 효율화를 기대할 수 있음

- 보행공간의 현재 상태를 객관적으로 평가하고 개선대안을 만들기 위한 기초자료로 활용이 가능함
- 대안들에 대한 사전평가가 가능하므로 체계적인 계획수립에 기여할 수 있음
- 보행공간의 평가요소를 제공하고 정량적 분석이 이루어질 수 있으므로 예산절감 효과와 투자의 우선순위를 구체적으로 제시할 수 있음

○ 보행교통시설의 평가와 안전성을 고려한 교통시스템 구축은 보행교통으로의 전환을 자연스럽게 유도할 수 있음

- 대규모 환승시설과 복합용도 건축물의 내부에서 필연적으로 발생하는 보행교통의 환경개선은 보행교통의 촉진과 이용자의 만족감을 높일 수 있음
- 보행교통이 지속가능교통이 될 수 있도록 필요한 투자의 재원과 규모를 예측할 수 있으며 개선을 위한 우선순위 설정에 기여할 수 있음

(2) 파급효과

○ 국가 교통DB, 환경DB 구축의 연동화를 기대할 수 있음

77) 자료 : 2008 International Transport Forum

○ 국가 교통 정책 수립시의 주요 지표로써 사용 가능

○ 잠재감축량 산정 기술을 통해 지속가능교통정책 수립에 기여

○ 베이스라인 산정을 통해 교통부문 온실가스 감축 목표 설정

○ 국내 교통부문 CDM 사업의 활성화

○ 탄소포인트 인증을 위한 교통부문 탄소배출 산정 기술을 통해, 차후 국가 배출량 DB에 기여

○ 환경성 인증 및 녹색경영 시스템은 교통부문 온실가스 감축 전략을 제시함으로써, 화석연료 대체를 가속화

○ 차량장착용 연비표시 모듈, 친환경·경제 운전모드, 차량별 주행특성정보 통신 프로토콜을 활용한(포털사이트, 시뮬레이터, 관련DB 등을 연계한)에코드라이브 통합시스템을 개발 구축함으로써, 에코드라이브 지원 및 관리뿐만 아니라 향후 온실가스배출 통계체계 구축과 배출량 및 효과분석 모니터링(DB 구축) 시스템을 네트워크화 모니터링 등의 기술로써 모든 차량에 적용되어 파급효과가 큼

○ 보행교통의 활성화는 지역상권의 제고 및 발전에 기여할 수 있으며, 사람이 중심이 되는 생동감 있는 도시를 구축할 수 있음

○ 보행자 공간의 개선과 이용자의 편리성 증대는 도시의 주요 보행거점을 구성하게 되며 이로써 도시의·장소적인 마케팅 기능을 수행할 수 있고, 결국은 '국가브랜드'의 위상을 높일 수 있음

차. 소요예산 추정

(1) 전체 사업 소요예산

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2008)	2,034		2,034
2차년도(2009)	2,200		2,200
3차년도(2010)	2,400		2,400
4차년도(2011)	1,800		1,800
5차년도(2012)	1,400		1,400
합계	9834		9,834

(2) 세부과제별 소요예산

(가) 중점과제 1 : 교통부문 온실가스산정 통합관리 시스템 개발

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2009)	1,634		1,634
2차년도(2010)	1,400		1,400
3차년도(2011)	1,700		1,700
4차년도(2012)	1,500		1,500
5차년도(2013)	1,100		1,100
합계	7,334		7,334

(나) 중점과제 2 : 에코드라이브 경제운전 통합관리시스템 개발

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2010)	300		300
2차년도(2011)	300		300
3차년도(2012)	300		300
4차년도(2013)	300		300
5차년도(2014)	300		300
합계	1,500		1,500

(다) 중점과제 3 : 보행환경 개선시스템 개발

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2010)	100		100
2차년도(2011)	500		500
3차년도(2012)	400		400
4차년도(2013)			
5차년도(2014)			
합계	1,000		1,000

제2절 2단계 추진과제

1. 수소전지차량 인프라 구축 기술 개발

가. 추진 배경 및 필요성

(1) 추진배경

○ 2005년을 기준으로 국내 수송부문이 배출하는 온실가스 양은 약 9천8백만 톤으로 전체 국내 온실가스 배출의 약 20%를 차지하고 있으며 이 중 자동차로 대표되는 도로부문의 배출은 약 70% 이상을 차지함

○ 따라서 향후 온실가스 배출량 및 에너지 소비를 줄이고 화석연료에 대한 의존도를 줄이기 위해서는 무엇보다 자동차에 의한 에너지 소비 및 온실가스 배출을 줄여야 함

○ 수소는 온실가스가 전혀 발생하지 않는 청정에너지로 화석연료, 태양광, 원자력 등 다양한 에너지원으로부터 얻을 수 있다는 장점으로 차세대 에너지원으로 각광받고 있음

○ 특히 자동차의 경우 기존 내연기관과 비슷한 출력을 낼 수 있고 충분한 주행거리를 확보할 수 있다는 점에서 기존 내연기관을 대체할 에너지원으로 세계 각국에서 실용화에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음

○ 향후 화석연료의 지속적인 가격 상승 및 고갈이 예상되고 온실가스 배출 감소에 대해 전 세계적인 노력에 따라 각 국가별로 수소전지차량에 대한 기술개발과 상용화 노력이 강화되고 있음

○ 더불어 국내 제조업 분야에서 상당한 비중을 차지하고 있는 자동차 산업의 국제 경쟁력 강화를 위해서도 기존 화석연료에 의존한 자동차를 신에너지원에 의한 새로운 차량운행체계로의 전환이 요구됨

○ 국내의 경우 수소생산 및 수송에 대한 기술적인 연구는 이루어지고 있으나 실

제 수소전지차량의 운행에 필요한 기반시설이나 관련 제도에 대한 검토는 전무한 상태임

(2) 필요성

○ 수소전지차량의 경우 기존 화석연료와는 다른 화학적 특성을 가지고 있으므로 생산, 수송, 저장 그리고 차량에 대한 충전과정에서 새로운 시스템이 필요함

○ 수소전지차량의 경우 기존 화석연료 공급체계와는 전혀 다른 공급체계를 구축해야 하는데 개별 충전소에서 충전하는 방식과 파이프 라인을 이용한 중앙공급 방식, 차량을 이용한 공급 방식은 다양한 운송방식이 존재하므로 기존 도로 및 관련 시설 여건을 고려한 최적의 공급 기술 개발이 필요함

○ 수소충전소의 경우 기존 주유소에 비해 상대적으로 고가이므로 각 지역별 수요를 고려하여 적절한 위치에 적정 규모의 수소충전소를 전략적으로 건설할 필요가 있음

○ 개별 충전소에 저장되어 있는 수소를 차량에 효율적으로 충전하기 위해서는 기존 차량형태 및 운행 방식을 고려한 충전 기술의 개발이 필요함

○ 더불어 상당한 위험을 내포하고 있는 수소충전시설의 구축을 위해서는 관련 규정이나 시설에 대한 검토와 이를 기반으로 하는 새로운 국가 기준 정립이 필요함

○ 수소전지차량을 적극적으로 보급하여 화석연료에 대한 의존도를 줄이고 온실가스 배출량을 감축하기 위해서는 정교한 예측 모형에 기반한 국가차원의 기술 및 확산전략이 필요함

○ 외국에서 사용하는 있는 에너지 수요예측 모형인 MARKAL 모형이나 HyTrans 모형을 국내 교통부문에 적용하여 정교한 수요 예측 결과를 얻기 위해서는 국내 여건을 고려한 새로운 모형 개발 및 예측 기술 개발이 요구됨

○ 개발된 모형을 활용하여 다양한 친환경자동차 및 연료들에 대해 생산 시설 및 수송 시설, 경제적, 환경적 비용들을 검토하여 기존 화석연료 및 기타 신에너

지원들과의 비교 분석을 통해 향후 국내 친환경차량 보급 전략을 구축하고 효율적으로 정책을 시행해야 함

○ 또한 수소전지차량의 친환경성에도 불구하고 현재 높은 수소가격 및 차량제조가격은 차량의 보급에 걸림돌이 되고 있어 이용자들이 수소전지차량을 부담감 없이 구입할 수 있도록 기술적, 사회적 기반을 확충할 필요가 있음

○ 현재 국내의 경우 수소전지차량에 대한 기술적 연구들은 수행되고 있으나 수소전지차량의 시장 전망과 조기 보급을 위한 전략은 전무한 상태임

나. 국내·외 기술개발 동향

(1) 선진국 기술개발 동향

○ 미국 UC Davis STEPS Program

- 기존자동차에서 수소전지차량으로서의 조기 전환을 이루기 위한 다양한 요소기술에 대한 연구
- 시장 및 소비자 행태 분석 : 수요 및 행태 분석 기술 개발
- 자동차의 기술적, 경제적 요소 분석 : 차량 평가 기술 개발
- 사회·환경적 영향 분석 : 에너지·환경 비용 분석 기술 개발
- 수요 및 파급효과 분석 : 대안 분석 및 확산 예측 기술 개발
- 관련 기술을 바탕으로 미국 수소전지차량의 확산을 예측한 결과 수소전지차량이 경쟁력을 가지기 위해서는 향후 10~15년간 약 60조 원의 비용이 소요되며 2020년 이후 수소연료가 가솔린보다 가격이 낮아질 것으로 추정

○ 미국 California Fuel Cell Partnership

- 수소연료의 활성화를 위한 정책 및 기반시설 관련 기술 개발
- 수소연료 상업화 가능성 검토 기술 개발
- 기반시설 구축 전략 및 기술 개발
- 수소연료 충전 기술 및 충전소 위치 선정 기술 개발
- 캘리포니아의 경우 2017년 약 5만대의 수소전지차량 운행이 예상됨

○ 수요 예측을 위한 MARKAL 모형의 적용

- 영국, 네덜란드, 미국의 경우 MARKAL 모형에 기반한 에너지수요예측을 통해 장래 친환경 에너지의 수요 및 확산을 예측하고 이를 기반으로 대체에너지 및 수송부문의 전략을 수립하고 있음
- MARKAL 모형의 경우 에너지 수요의 예측에 주로 사용되고 있어 교통부문의 친환경차량(수소전지차량)의 확산에 대한 구체적인 전망에는 한계가 있음

○ 미국의 경우 교통부문의 수요 예측을 위해 HyTrans 모형을 적용하고 있는데 HyTrans 모형의 경우 시장 변화를 시뮬레이션 하는 모형으로 수소전지차량의 확산을 추정하고 있음

- 다양한 국내 시장 여건을 고려하여 친환경 자동차의 비용 및 편익을 분석하고 확산 전략을 수립할 수 있는 모형 및 예측 기술 개발이 필요함

(2) 국내 기술개발 동향 및 수준

○ 국내의 경우 한국에너지기술연구원에서 '수소에너지기술 평가 및 파급효과 분석'이라는 연구과제를 통해 국내 수소기술전반에 대한 평가 및 파급효과를 수행한 바 있으나 이는 전반적인 사항으로 수소전지차량의 확산이나 운행을 위한 구체적인 기술이나 전략은 제시되지 못함

○ 수소를 에너지로 상용화하는 기술은 아직 충분히 개발되지 않은 상태로 현재 한국에너지기술연구원에서 국내 환경에 적합한 수소생산 기술에 대한 다양한 연구를 수행하고 있음

- 천연가스를 이용한 생산기술
- 바이오매스를 이용하는 생산기술
- 풍력을 이용한 생산기술

○ 수소를 저장하는 기술은 현재 한국에너지기술연구원에서 국내 환경에 적합한 수소생산 기술에 대한 다양한 연구를 수행하고 있음

- 기체 및 고체 상태로 수소를 저장할 수 있는 기술

○ 현재 민간업체인 SK 에너지가 한국에너지기술연구원과 더불어 소규모 수소생

산 및 저장 시설을 만들어 시험 중에 있음

○ 따라서 수소인프라 구축을 위한 기반기술에 대한 연구는 국내에서 이루어지고 있는 바 이를 교통측면에서 활용하고 실용화하기 위한 연구개발 사업이 요구됨

다. SWOT 분석

(1) 시장/기술의 특징

○ 정부의 정책이 저탄소 녹색성장 정책으로 전환됨에 따라 기존 화석연료를 대체하는 신에너지원에 대한 신규 수요(시장) 창출(Blue Ocean Market)

○ 수소전지차량 인프라는 기존 화석연료 기반의 자동차가 아닌 새로운 에너지원을 기반으로 하는 교통체계를 구축하는 것으로 향후 미래세대의 지속가능한 교통체계를 구축하기 위한 필수적으로 요구되는 기반 기술

(2) 기회/위협 요인

○ 기회(Opportunity) : 전 세계적으로 화석연료의 고갈과 온실가스 감축 의무화에 따라 수소전지차량 관련 기술은 급속히 발전되고 차량의 상용화를 위한 국제적인 경쟁도 가속화되고 있으며 전 세계적으로 향후 막대한 신규 시장이 창출될 전망임

○ 위협(Threat) : 수소는 친환경에너지임에도 현재 가격이 상당히 높은 수준으로 가격이나 기술적 여건에 따라 상용화가 늦어질 수 있음

(3) 강점/약점 요인

○ 강점(Strength) : 국내 자동차 및 관련 인프라의 기술은 세계적 수준으로 현재 범국가적으로 친환경자동차에 대한 적극적인 투자를 수행하고 있고 교통정책 역시 저탄소 녹색성장을 기조로 일관되게 시행되고 있음

○ 약점(Weakness) : 공공 화석연료에 기반한 기존 자동차 체계에 대한 의존도가

크고 친환경 자동차에 대한 국민들의 인식이 낮음

<표 44> 연구기술 분야의 SWOT분석 결과

SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	O(기회)	T(위협)
	· 전 세계적으로 회석연료의 고갈과 온실가스 감축 의무화에 따라 수소전지차량 관련 기술은 급속히 발전 · 차량의 상용화를 위한 국제적인 경쟁도 가속화되고 있으며 전 세계적으로 향후 막대한 신규 시장이 창출될 전망임	· 수소는 친환경에너지임에도 현재 가격이 상당히 높은 수준으로 가격이나 기술적 여건에 따라 상용화가 늦어질 수 있음
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
· 국내 자동차 및 관련 인프라의 기술은 세계적 수준 · 현재 범국가적으로 친환경자동차에 대한 적극적인 투자를 수행 · 교통정책 역시 저탄소 녹색성장을 기조로 일관되게 시행되고 있음	· 국내 자동차 및 관련 인프라 구축기술을 적극적으로 활용하여 조기에 수소전지차량을 국내 상용화 · 관련 기술을 바탕으로 세계시장에 진출하여 global leader로서 시장 주도	· 수소생산 시설 및 가격을 고려하여 중장기적인 수소전지차량 보급 전략을 수립 · 기존 차량 체계를 고려하여 수소전지차량으로의 전환을 단계적으로 시행
W(약점)	**WO전략**	**WT전략**
· 공공 화석연료에 기반한 기존 자동차 체계에 대한 의존도가 큼 · 친환경 자동차에 대한 국민들의 인식이 낮음	· 국가의 적극적인 수소전지차량 보급 지원 정책을 통해 친환경차량에 대한 인식을 개선 · 기술개발에 대한 지원으로 단기간 내에 시장 전환을 유도	· 우선적으로 홍보 및 시범사업을 통해 국민들의 인식을 제고 · 관련 제도 개선으로 기반을 마련한 뒤 시장 변화에 따라 수소전지차량 관련 인프라를 단계적으로 구축

라. 기술개발 목표와 내용

(1) 기술개발 목표

○ 수소전지차량 인프라 구축 기술 개발은 차세대 친환경차량인 수소전지차량의 활성화와 조기 상용화를 위한 모형 개발 및 수요예측 기술을 개발하고 교통부문에 적용하기 위한 수소운반 기술 및 수소충전 기술을 개발하며 시설 구축과 관련한 제도적 기반을 구축하는 것으로 사업의 목표로 함

(2) 기술개발 내용

○ 수소전지차량 확산 분석 모형 및 예측 기술 개발

- 사회경제적 파급효과 예측
- 시장 및 소비자 반응 모형
- 기존 차량 및 수소전지차량의 기술적, 경제적 비용 분석
- 수소전지차량 확산 및 소요 에너지량 예측
- 차량 운행을 위한 제도적 기반 검토 및 수립
- 조기 확산 및 상용화 정책 수립

○ 수소전지차량 운행 인프라 구축 기술 개발

- 차량용 수소수송 기술
- 차량용 수소충전 기술
- 충전소 최적 크기 및 입지 선정 기술
- 충전소 안전시설 구축 기술
- 기존 도로 및 관련 시설 안전 기준 및 진단 기술
- 인프라 구축 매뉴얼
- 수소전지차량 운행 매뉴얼

마. 추진전략

(1) 전략적 목표

○ 수소전지차량 인프라 구축 기술은 온실가스가 없는 수소전지차량의 조기 상용화를 위해 요구되는 정책적 요소들과 기술적 요소들을 검토하고 새로운 요소들을 개발하여 실제 수소전지차량이 국내에서 법·제도적으로, 그리고 기술적으로 문제없이 운행되도록 하는 것이 전략적 목표임

(2) 연구개발 전략

○ 연구단계를 3단계로 구분하여 1단계에서는 기초연구 및 전략설계를 수행하며

2단계에서는 수소전지차량 요소별 인프라 구축 방안을 제시하며 3단계에서는 시범사이트를 구축하여 인프라의 실용 검증을 실시

- 1단계 : 기초연구 및 전략 설계(18개월)
- 2단계 : 인프라 구축 기반 연구(18개월)
- 3단계 : 시범사이트 구축 및 실용 검증(24개월)

(3) 사업화 전략

○ 산·학·연·관의 역할 분담

- 차량 제작회사 및 에너지 관련회사, 마케팅전문가, 기반시설 구축전문가, 도시설계 전문가들과의 유기적인 협동연구를 바탕으로 사업 수행
- 시범사이트 수소생산거점이나 수송거점(예 : 울산시와 평택시)을 대상으로 수소보급이 쉬운 지역을 최소 2개 이상 선택하여 Matching Fund를 조성

바. 중점과제별 연구개발 목표와 내용

<표 45> 중점과제별 연구개발 목표와 내용

구분	기술개발목표
수소전지차량 확산 예측 전략 개발	- 사회경제적 파급효과 예측 - 시장 및 소비자 반응 모형 - 기존 차량 및 수소전지차량의 기술적, 경제적 비용 분석 - 수소전지차량 확산 및 소요 에너지량 예측 - 차량 운행을 위한 제도적 기반 검토 및 수립 - 조기 확산 및 상용화 정책 수립
수소전지차량 운행 인프라 구축 기술 개발	- 차량용 수소공급 기술 - 차량용 수소충전 기술 - 충전소 최적 크기 및 입지 선정 기술 - 충전소 안전시설 구축 기술 - 기존 도로 및 관련 시설 안전 기준 및 진단 기술 - 인프라 구축 매뉴얼 - 수소전지차량 운행 매뉴얼

(1) 중점과제 1 : 수소전지차량 확산 예측 전략 개발

(가) 연구개발 목표

○ 저탄소 녹색성장이라는 국정목표에 따라 친환경차량 활성화에 대한 많은 논의들이 이루어지고 있으나 현재 관련 기반 시설이나 시장 수요, 장래 전망 등에 대해 구체적이고 체계적으로 연구된 사례가 없음

○ 향후 국가적 차원에서 친환경차량 운행에 따른 시행착오를 없애고 시장 전환 효과를 극대화하기 위해서는 친환경차량의 운행을 위해 요구되는 다양한 요소들과 기반 시설들에 대한 객관적이고 체계적인 검토가 필요함

○ 수소전지차량의 조기 상용화를 위해 필요한 제반 요소들을 파악하고 기존 인프라 시설들을 검토하여 수소전지차량 운행 인프라 시설을 적기에 구축하고 다양한 여건 변화를 고려할 수 있는 확산 예측 모형을 개발하고자 함

(나) 연구개발 내용

○ 사회경제적 파급효과 예측

○ 시장 및 소비자 반응 모형

○ 기존 차량 및 수소전지차량의 기술적, 경제적 비용 분석

○ 수소전지차량 확산 및 소요 에너지량 예측

○ 차량 운행을 위한 제도적 기반 검토 및 수립

○ 조기 확산 및 상용화 정책 수립

(다) 핵심기술 수준 및 관련 인프라 현황

○ 관련 기반 기술 수준은 상당히 높은 상태이나 인프라 수준도는 낮음

<표 46> 관련 기술분야의 기술수준

기술명	기술수준(%)	전문인력 보유 정도(%)	인프라 구축 정도(%)
modelling 기술	40	50	20
비용 분석 기술	80	80	80

<표 47> 관련 기술분야의 인프라수준

기술명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)
modelling 기술	3	하	Analysis Tool
비용 분석 기술	4	중	각종 분석 모형

(라) 추진전략 및 체계

○ 본 기술 개발은 학제적 연구가 필요하므로 다양한 분야의 전문가들과 함께 협력 연구를 수행

○ 국내·외 선행 연구들을 기반으로 국내 실태 조사 및 이용자 조사를 기반으로 국내 상황을 가장 적절하게 반영할 수 있는 예측 모형을 개발

1년차	- 수소전지차량의 기술적, 경제적 비용 분석 모형 개발 - 시장 및 소비자 반응 모형 개발 - 장래 수요 및 소요 에너지량 예측 모형 개발
2년차	- 수소전지차량의 사회경제적 파급 효과 분석 모형 개발 - 차량 운행을 위한 제도적 기반 검토 및 필요 요소 확보 기술 개발 - 수소전지차량 보급 및 상용화 실천 전략 구축
3년차	- 상용화 효과 분석 모형 개발
4년차	- 모니터링
5년차	- 모니터링

(2) 중점과제 2 : 수소전지차량 운행 인프라 구축 기술 개발

(가) 연구개발 목표

○ 국내의 경우 친환경차량에 대한 높은 관심에도 실제 상용화를 위한 관련 기술 및 주행관련 인프라 구축에 대한 구체적인 기술개발 연구는 수행된 바 없음

○ 수소전지차량이 상용화되어 실제 도로상을 주행하는데 있어서 요구되는 관련 인프라(법·제도 및 시설)들을 효율적으로 구축할 수 있는 기술 개발

(나) 연구개발 내용

○ 차량용 수소공급 기술

○ 차량용 수소충전 기술

○ 충전소 최적 크기 및 입지 선정 기술

○ 충전소 안전시설 구축 기술

○ 기존 도로 및 관련 시설 안전 기준 및 진단 기술

○ 인프라 구축 매뉴얼

○ 수소전지차량 운행 매뉴얼

(다) 핵심 기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 수소전지차량 관련 기술 수준은 어느 정도 확보되어 있으나 인프라 관련 기술은 낮은 수준임

<표 48> 관련 기술분야의 기술수준

기술명	기술수준(%)	전문인력 보유 정도(%)	인프라 구축 정도(%)
차량관련 기술	50	50	30
인프라 관련 기술	20	30	20
모니터링 기술	200	20	0

<표 49> 관련 기술분야의 인프라수준

기술명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)
차량관련 기술	4	상	차량 시험 제작 및 운행 중
인프라 관련 기술	2	하	각종 측정 장비
모니터링 기술	2	하	-

(라) 추진전략 및 체계

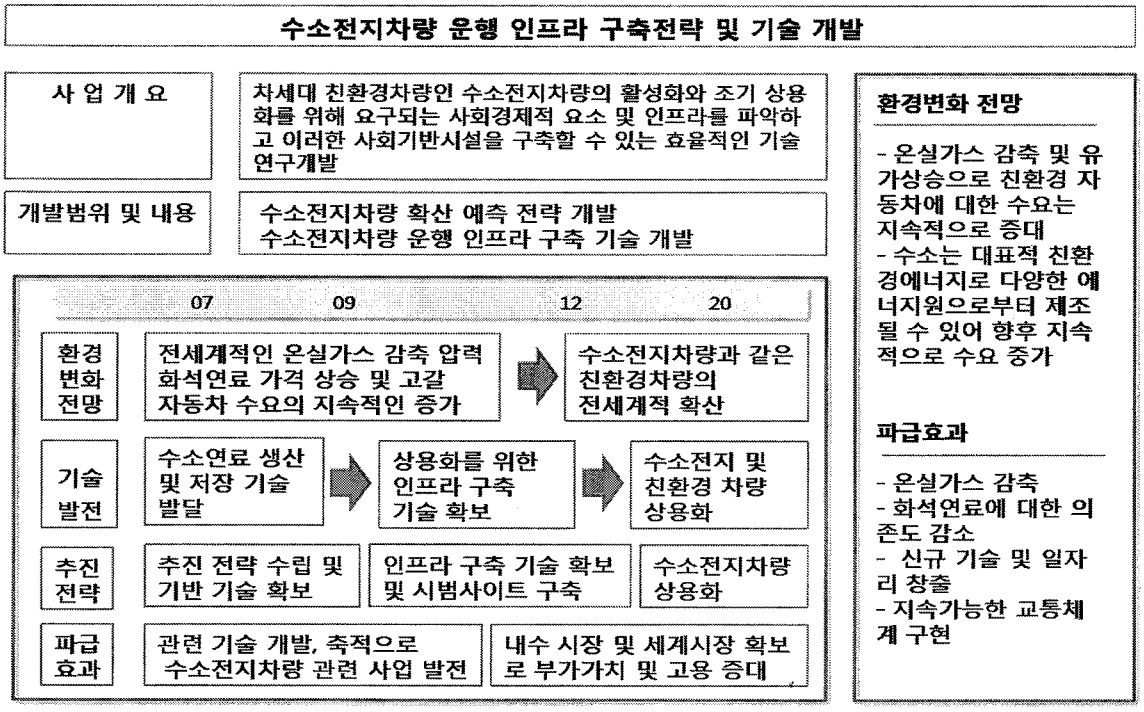
○ 차량 제작회사, 에너지 공급회사, 건설회사 등 실제 차량관련 인프라를 구축하는 산업체들과 연계하여 사업을 수행

○ 실제 시범사이트를 구축하여 상용화 가능성을 실험하고 향후 시범사이트를 기반으로 수소전지차량 인프라 확산 전략을 시행

1년차	- 관련 기술 현황 조사 - 관련 법·제도 현황 검토
2년차	- 충전소 최적 위치 선정 및 용량 산정 기술 - 차량용 수소공급 및 충전 기술 개발 - 기존 도로 및 관련 시설 안전 기준 및 진단 기술
3년차	- 충전소 안전시설 구축 기술 - 인프라 구축 매뉴얼
4년차	- 시범사이트 구축 - 수소전지차량 운행 매뉴얼
5년차	- 시범사이트를 활용한 실용성 평가

사. 기술개발로드맵

(1) 총괄로드맵



아. 기대효과와 파급효과

(가) 기대효과

○ 온실가스 감축 : 국내 모든 자동차들이 2021년 수소전지차량으로 대체되고 수소를 석탄과 풍력을 이용하여 생산할 경우 기존 자동차기술로만 운행할 때에 대비하여 2021년에는 428만 톤의 온실가스 감축효과가 있으며 2021년부터 2051년까지 30년간 총 온실가스 감축량은 7억8376만 톤으로 추정됨(한국에너지기술연구원, 2009)

○ 온실가스 감축에 따른 경제적 편익 : 온실가스 절감량을 온실가스 톤당 거래가격으로 환산할 경우 2021년부터 2051년까지 30년간 경제적 편익은 약 45.2조원으로 추정됨

○ 비용편익 분석 : 수소전지차량을 상용화 경우 기술도입에 따른 비용은 30년간

23.4조 원, 편익은 45.2조 원으로 산정되어 비용편익비는 약 1.93으로 나타남(한국에너지기술연구원, 2009)

○ 에너지 절감효과 : 2006년 국내 자동차 연간 에너지 소비량은 358억 리터로 추정되며 이 중 10%를 전기로 생산되는 수소연료로 전환할 경우 연간 36억 리터(약 5조4천억 원)의 유류비절감효과 발생(리터당 1,500원 기준)

(나) 파급효과

○ 수소전지차량의 상용화시 관련 시장 확대에 따른 신규 일자리가 창출됨

○ 수소전지차량 보급에 따라 관련 기술이 확보되고 이를 바탕으로 관련 시장을 주도할 수 있음

○ 수소전지차량 외 기타 친환경차량들에 대한 비교 분석을 통해 다양한 친환경차량들의 장래 수요 전망 및 활성화 전략들을 파악할 수 있음

자. 소요예산 추정

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2009)			
2차년도(2010)			
3차년도(2011)	2,200	800	3,000
4차년도(2012)	3,000	1,000	4,000
5차년도(2013)	17,200	5,800	23,000
합계	22,400	7,600	30,000

2. 보행자 지원 개인운송 시스템 개발

가. 추진 배경 및 필요성

(1) 추진배경

○ 탄소배출권 등과 같은 화석연료 사용에 대한 규제가 증대되고 있는 상황에서 친환경적인 이동수단에 대한 연구가 증가하고 있는 실정임

○ 로봇 관련 기술의 급격한 발전으로 자율주행을 위한 개인용 운송시스템의 실용화 가능성이 증대되고 있음

○ 노령인구의 증가로 인한 교통약자를 보호할 수 있는 새로운 이동수단에 대한 연구가 진행되고 있음

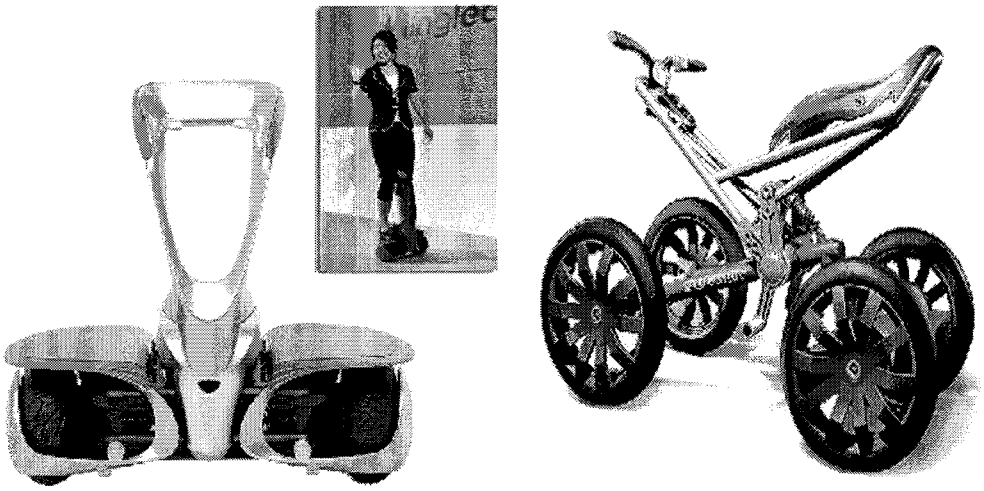
○ 한국에서 진행될 국제적인 행사(여수 엑스포, 인천 아시안 게임, 로봇랜드 등)에서 국가 이미지를 제고할 수 있는 신개념의 제품도입 기회가 확대됨

○ 신개념의 도시 정보화 사업인 스마트시티 및 유비쿼터스 기반 교통체제(U-Transportation)와 연계하여 추진함으로써 개인용 운송시스템의 활용효과 증대

(2) 필요성

○ 교통약자 지원용 개인용 운송시스템의 개념에서 많이 사용되고 있는 전동휠체어의 경우는 대부분 "전동스쿠터 개념"을 기반으로 한 것으로 오작동, 안전 시스템 미흡 등으로 직접 사용자인 교통약자뿐만 아니라 도로 주행중인 전동 휠체어로 인한 보행자, 타 교통수단과의 접촉 사고 등에 대한 대책이 미흡하여 방어운전 등의 개념이 적용된 "자율주행 로봇 개념"의 운송 시스템이 필요함

○ CO_2 배출 과다로 인한 환경문제를 해결하기 위한 "저탄소 녹색성장" 등 그린에너지 정책과 부합하여 근거리 실외환경기반 무소음, 무공해 안전 이동 수단에 대한 필요성 증대 및 자동차기술과 로봇기술을 융합한 신개념 차세대 이동기술 연구개발은 현재 세계적 추세이며 미래핵심 확보요구기술임



(좌 : 윙랫, 우 : 오프로드용 세그웨이)

<그림 33> 개인용 운송시스템 사례

○ CO_2 발생 주범인 자동차와 연계한 근거리 도시교통 체계를 지원함으로써 시내 교통의 혼잡을 피하고 친환경적인 전기에너지 활용도를 높일 수 있음

○ 개인용 운송시스템을 세계 최초로 상용화함으로써 국가 이미지 제고 및 관련 기술의 파급효과를 확대시켜(여수 엑스포, 인천 아시안게임, 로봇랜드) 홍보함으로써 수출기회 확보

○ 자전거 전용도로와 연계 추진을 통한 개인용 운송시스템을 활용함으로써 새로운 도시형 레져 및 관광 상품의 개발이 가능하고 차별화된 서비스를 제공할 수 있음

나. 국내·외 기술개발 동향

(1) 선진국 기술개발 동향

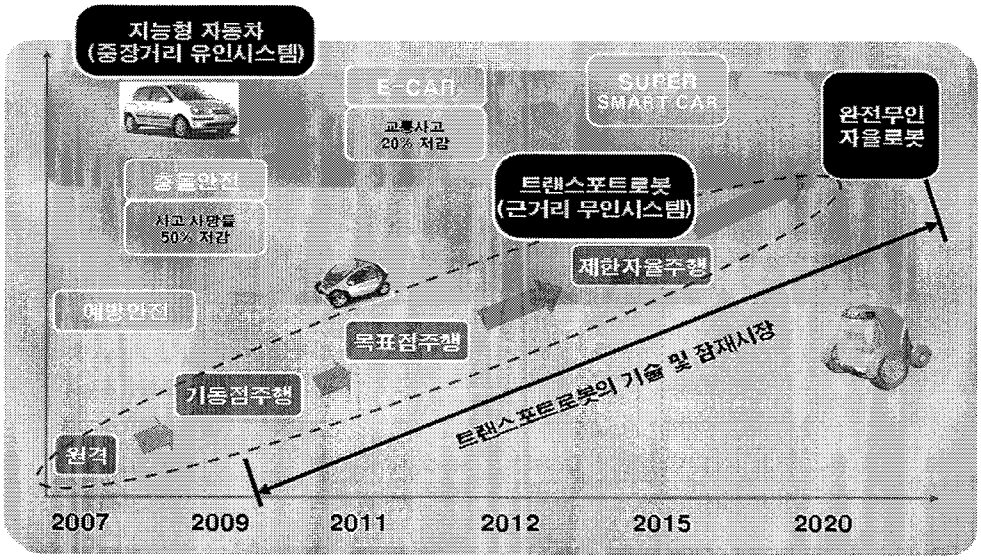
○ 2001년 미국에서 공해를 유발하는 기존의 모터사이클이나 자동차를 대체할 목적으로 세그웨이(Segway)가 개발되었으며 현재 개인용 이동수단으로 성공적으로 판매중

○ 일본 도요타에서 개인 이송수단으로 컨셉트 카 i-unit, 윙렛을 개발

○ EU에서 도심의 교통체계나 특정 시설 내에서 무인운송을 위한 상업제품을 개발 중 : 현재 프랑스의 테마파크 Vulcania에서 관람객 무인운송차량을 운행 중이며 영국의 히드로공항에서는 개인형 무인운송 시스템 운영 준비 중

○ 미국, 일본, EU에서는 무인자율주행기술에 관한 연구를 활발히 수행

- 전 세계적으로 자율주행기술을 탑재한 제품과 개발 도구 등이 출시되기 시작
- 미국 MIT의 경우 GM과 공동으로 스마트 시티기술의 일환으로 신개념 도심 이송 로봇시스템을 제시
- EU에서는 Framework 6 프로그램의 CARE(Coordination Action for Robotics)에서 무인운송개념의 트랜스포트 로봇시스템을 미래유망 로봇제품으로 선정
- EU의 프레임워크 연구체계에서 "Global Village" 등 개인용 트랜스포트 로봇을 포함한 u-빌리지, 차세대 운송수단에 대한 연구지원
- 프랑스 INRIA의 경우 1990년대부터 무인운송차량에 대한 연구를 수행하여 다양한 도심환경, 시설물에 시범 적용하는 수준에 도달



<그림 34> 개인교통시스템 기술 및 산업적 위치

○ 의료 및 재활분야

- 개인형 트랜스포트 로봇의 응용시장인 일본은 의료, 재활 등의 한정된 분야로 우선 적용 착수

○ RTLS

- 위치기반서비스에서 측위기술은 핵심·기반기술로 오늘날 GPS가 그 중심을 차지하고 있지만 실내와 같은 음영지역에서는 새로운 방식의 측위기술을 필요로 하고 있으며, 무선통신 인프라 기반의 측위 기술이 연구되어 오고 있음
- 실외에서는 CDMA 기반 무선측위 기술, 실내에서는 WLAN, UWB, 적외선, 초음파, RFID 등의 인프라를 이용한 무선측위 기술이 연구되고 부분적으로 상용화 되고 있음
- RTLS 개발과 관련된 어려움은 정확도 및 위치정보의 안정성으로 위치정보를 생성하는 방식과 무선 네트워크 구성기술 선정이 중요하고 복수 공간에 대한 위치정보 연속성 제공방법 또한 중요한 요소 중 하나임

(2) 국내 기술개발 동향 및 수준

○ 국내의 경우 로보텍에서 6족보행 탑승로봇 제모스, 로보쓰리에서 4족 보행 탑승로봇 KONAN, 이륜전동로봇 BB-rider를 개발하였으나 상용화는 시장 초기단계임

다. SWOT 분석

(1) 시장/기술의 특징

○ 교통 약자 지원을 위한 사회적 약자 보호용 기술

○ 무인 자율 주행 개념의 로봇 기술 적용

○ 하드웨어 및 소프트웨어 통합 기반의 시스템 응용 기술

○ 화석 연료를 사용하지 않고 전기로 작동되는 그린에너지 개념의 신기술

○ 2012년부터 적용될 탄소배출권(CDM)에 대응할 수 있는 친환경적인 기술로써 유수의 해외업체들이 관심을 갖고 투자하는 유망기술

(2) 기회/위협 요인

○ 해외 유수의 업체들이 2~3년 전부터 집중적으로 투자하고 있는 신기술 분야임

○ 다양한 국제행사로 인한 테스트 베드 기회 확보 가능

(3) 강점/약점 요인

○ 한국의 초고속 통신관련 인프라 활용으로 경쟁력 향상

○ 개발 관련 인력부족으로 인한 제품개발 경쟁력 약화

<표 50> 연구기술 분야의 SWOT분석 결과

	O(기회)	T(위협)
SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	· IT 기반의 관련 기술 확산 속도가 신속함 · 로봇관련 산업 육성에 대한 정부 의지가 확고함	· 해외기술에 대한 의존도가 높음 · 해외 관련 특허에 대한 방어기술 확보 필요
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
· 고령인구의 증가로 인한 시장 확대 · 새로운 비즈니스 창출을 위한 국민적인 관심이 증대됨 · 정보통신 인프라 수준이 높음	· 친환경 기술에 대한 정부의 지원 증대 · 고령인구에 대한 정부의 사회복지 지원 증대	· 운송수단을 친환경에너지 시스템으로 전환 지원
W(약점)	**WO전략**	**WT전략**
· 자율주행 관련 요소기술 확보가 미약	· 자율주행용 운송수단에 대한 관심 증대로 적극적인 투자가 필요함 · 친환경 에너지 대체가 가능	· 설계/제작 실용화사업을 통한 연구재원 확보 · 국가 행사를 통한 개발 제품 홍보 및 상용화 추진

라. 기술개발 목표와 내용

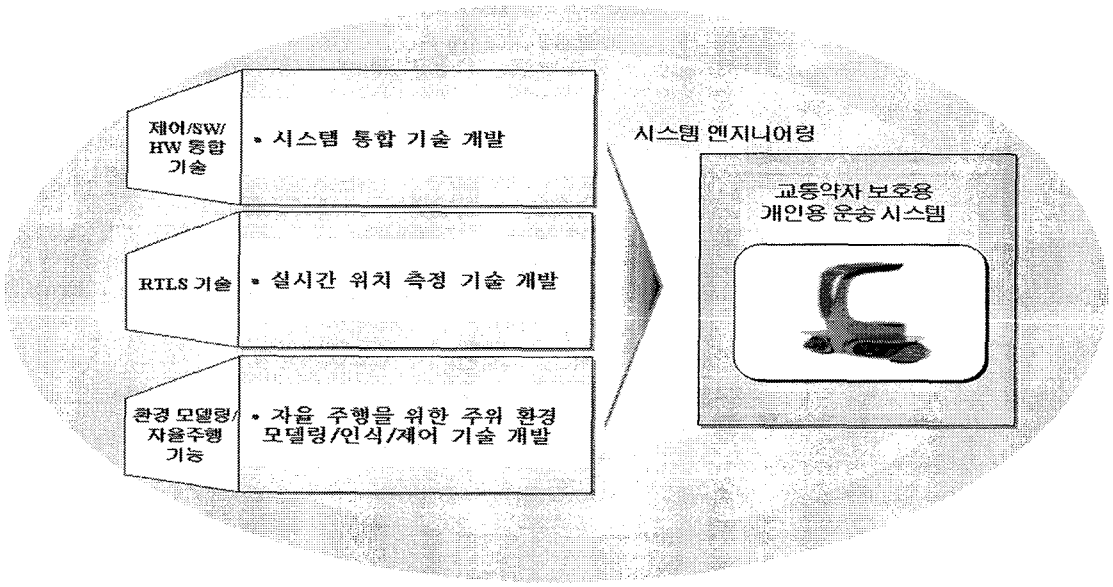
(1) 기술개발 목표

○ 위치인식, 환경인식, 로봇제어 등 지능기술과 SW, 시스템공학이 접목된 첨단융합기술 개발

○ 실내·외 환경에서 교통 약자 보호를 위한 실시간 위치파악 시스템(RTLS : Real Time Location System)의 적용 및 개발

○ 도시 환경에 적용을 위한 환경 모델링 및 자율 주행 기능 개발

○ 시스템 엔지니어링 기반의 프로젝트 관리기법을 응용한 기능 및 요구사항 도출/관리기술 적용



<그림 35> 개인용 운송 시스템 사업 목표

(2) 기술개발 내용

○ 센서통합 기술을 이용한 3차원 환경모델링 및 인식기술개발

○ 근거리 개인용 운송시스템의 실시간 위치 정보 센서(RTLS) 개발

○ 도시환경기반 자율주행제어기술 개발

○ 도시환경기반 교통 플랫폼 처리용 시스템 엔지니어링 기술 응용 : 교통신호 시스템과 연계된 RTLS 기술 개발

○ 실내 장애물 회피 응용 자율주행제어기술 개발 및 위치 정보 시스템 관리 프로그램 개발

마. 추진전략

(1) 전략적 목표

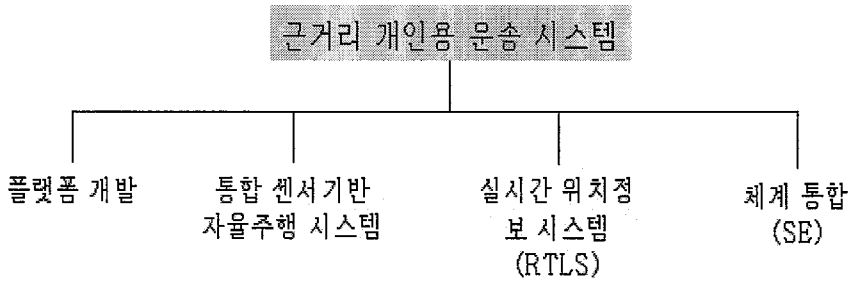
○ 자율주행 기능을 갖는 친환경적인 개인용 운송시스템 개발을 통한 새로운 교통시스템 도입 및 교통약자를 보호할 수 있는 신기술 개발

(2) 연구개발 전략

○ 핵심기술 개발과 실용화의 2단계로 나누어서 제품의 경쟁력 향상

- 1단계(2009년~2011년) : 개인용 그린운송시스템 핵심기술개발
- 2단계(2012년~2013년) : 교통체계연동 및 상용화기술개발

○ 플랫폼전문업체 및 통신/자율/교통시스템관련 전문업체 및 기관과의 공동협력



<그림 36> 연구개발 전략

(3) 사업화 전략

○ 전기 동력을 사용함으로써 탄소배출권에 대한 권리 확보를 통한 정부의 정책적인 지원 유도

○ 교통약자 보호기능 제공을 통한 국고 보조 유도

○ 국제행사 조직과 역할 분담

- 향후 진행될 국제행사에서 개인용 운송시스템을 소개할 수 있는 기회 마련

○ 사업화 전략의 단계적 접근

- 1단계 : 개인용 운송시스템 핵심기술개발
- 2단계 : 교통체계연동 및 상용화기술개발
- 3단계 : 개발 시스템의 홍보 및 전시참여

바. 중점과제별 연구개발 목표와 내용

<표 51> 중점과제별 연구개발 목표와 내용

구분	세부과제	기 술 개 발 목 표
교통약자 지원을 위한 개인운송시스템 개발	3D 환경모델링 및 인식기술개발	- 활용도에 따른 2D/2.5D/3D 환경 모델링 기술개발 - 도시환경 블록규모 대형 공간 환경정보 DB 구축기술개발 - 환경모델기반 도시환경 인지기술 개발 - 실내 환경모델기반 인지기술 개발
	실시간 위치측정(RTLS) 시스템 개발	- 실내외 겸용 정밀 위치인식 시스템 설계 - RTLS 부착 운영 시스템 개발(지역 지도 : Local Map 프로그램 개발) - 저전력, 저잡음 하드웨어 회로 설계를 통한 능동형 태그 개발 - 진동이나 열을 이용하여 스스로 전원을 발생시키는 센서류 내장기술 - 실시간 위치측정 시스템(RTLS)과 교통체계연동시스템 구축
	도시환경기반 운송 플랫폼 기술개발 및 SE 응용기술 개발	- 운송 로봇용 통합 소프트웨어 및 하드웨어 아키텍쳐 기술 개발 - 운송 로봇용 태스크모델 및 실행 기술 개발 - 통합시스템 시험평가 방법론 구축 및 기능별 로봇서비스 개방형 플랫폼(OPRoS : Open Platform for Robotic Services) 모듈화 개발 - 자율주행 최적 구현을 위한 강건/경량 플랫폼 개발
	통합센서기반 자율주행 기술 개발	- 다양한 센서 통합 기반 전역위치 추정기술 - 다양한 센서 통합 기반 특징점 추종 주행기술 - 환경인식/모델링과 연계된 주행제어 및 정적/동적 장애물 회피기술 - 환경모델기반 실시간 도시환경 인지기술 개발 - 실시간 위치측정 시스템(RTLS)과 교통체계연동시스템 구축

(1) 중점과제 1 : 교통약자 지원을 위한 개인운송시스템 개발

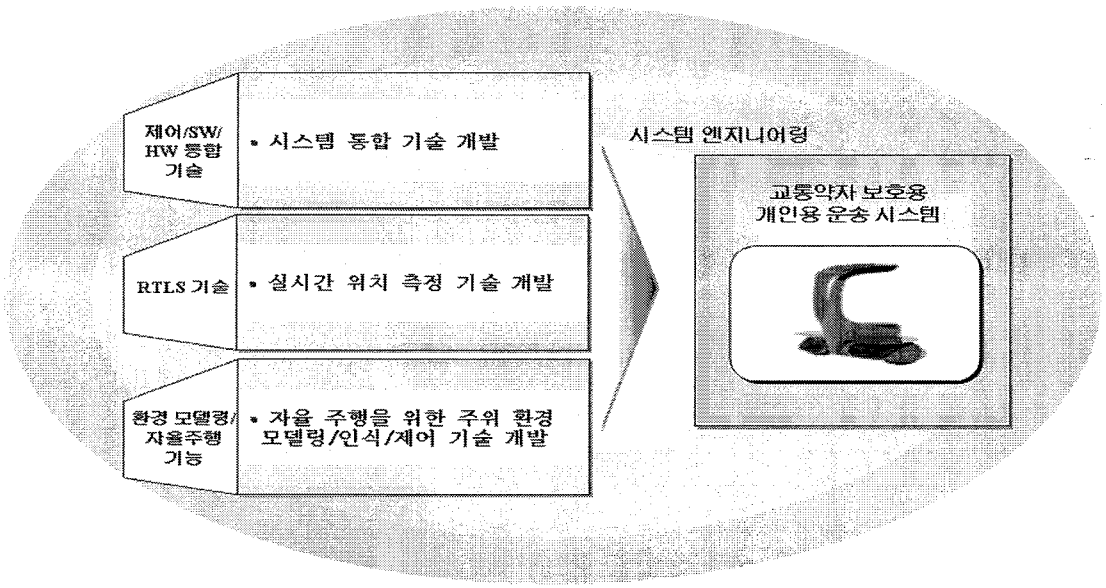
(가) 연구개발 목표

○ 위치인식, 환경인식, 로봇제어 등 지능기술과 SW, 시스템공학이 접목된 첨단융합기술 개발

○ 실내외 환경에서 교통 약자 보호를 위한 실시간 위치파악 시스템(RTLS : Real Time Location System)의 적용 및 개발

○ 도시 환경에 적용을 위한 환경 모델링 및 자율 주행 기능 개발

○ 시스템 엔지니어링 기반의 프로젝트 관리기법을 응용한 기능 및 요구사항 도출/관리기술 적용



<그림 37> 개인용 운송 시스템 사업 목표

(나) 연구개발 내용

○ 센서통합 기술을 이용한 3차원 환경모델링 및 인식기술개발

○ 근거리 개인용 운송시스템의 실시간 위치 정보 센서(RTLS) 개발

○ 도시환경기반 자율주행제어기술 개발

○ 도시환경기반 교통 플랫폼 처리용 시스템 엔지니어링 기술 응용 : 교통신호 시스템과 연계된 RTLS 기술 개발

○ 실내 장애물 회피 응용 자율주행제어기술 개발 및 위치 정보 시스템 관리 프로그램 개발

(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 근거리 개인용 그린 운송시스템기술에 대한 국내 기술 수준은 매우 낮은 편이며, 관련 분야의 국내의 독자적인 인프라 수준도 선진국에 비하여 열악함

<표 52> 관련 기술분야의 기술수준

기술명	기술수준(%)	전문인력 보유 정도(%)	인프라 구축 정도(%)
센서통합기반 3D 환경모델링 및 인식기술개발	50	60	50
실시간 위치측정 시스템(RTLS) 개발	60	65	70
도시환경기반 자율주행제어기술개발	50	50	65
도시환경기반 운송 플랫폼 기술개발 및 SE 응용	40	50	70
다양한 센서통합기반 환경모델링 및 인식기술개발	45	50	75
실시간 위치측정 시스템(RTLS)과 교통체계연동시스템 구축	60	55	70
도시환경기반 자율주행제어기술개발	55	50	75
도시환경기반 트랜스 포트 플랫폼 SE 기술개발	60	50	70

<표 53> 관련 기술분야의 인프라수준

기술명	인력보유 정도	자금지원수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)
센서통합기반 3D 환경모델링 및 인식기술개발	12	20억	

실시간 위치측정 시스템(RTLS) 개발	6	2억	
도시환경기반 자율주행제어 기술개발	10	-	
도시환경기반 운송 플랫폼 기술개발 및 SE 응용	4	-	
다양한 센서통합기반 환경 모델링 및 인식기술개발	10	13억	
실시간 위치측정 시스템(RTLS)과 교통체계연동시스템 구축	6	-	
도시환경기반 자율주행제어 기술개발	4	-	
도시환경기반 트랜스포트 플랫폼 SE 기술개발	6	-	

(라) 추진 전략 및 체계

○ 추진전략

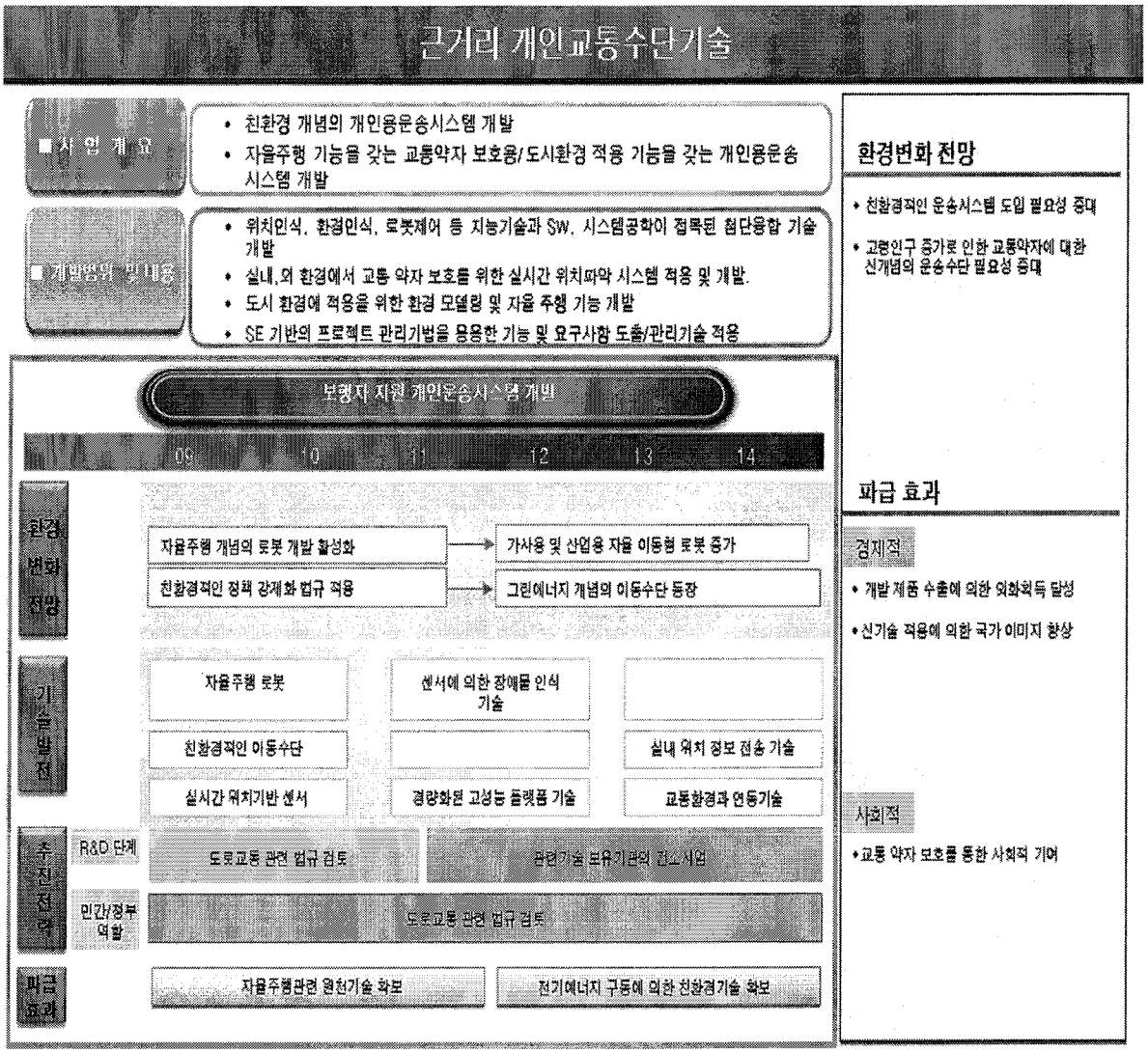
- 총 사업기간 : 5년
- 1단계(2009~2011년) : 개인용 그린운송시스템 핵심기술개발
- 2단계(2012~2013년) : 교통체계연동 및 상용화기술개발
- 국가 인프라 적극 활용하여 시범사업 등 초기 기술 입증 및 시장 창출 착수
  - 향후 로봇랜드, u-city, 여수엑스포 등 유비쿼터스 환경 하에서 여행자, 교통시설, 교통수단이 실시간으로 네트워킹하여 안전성과 이동성에 기여하는 인간중심의 미래형 교통서비스를 제공하기 위한 유비쿼터스 기반 교통체계(u-Transportation)로의 지원 및 확산 가능
- 상용화를 위한 법 제정 및 다각적 협업
  - 교통로봇의 상용화가 이루어지기 위해서 정부, 관급 공사의 관련 규정 및 표준화 정비를 위한 국토해양부등 각 정부 부처간 다각적인 협의 및 정책 조율 시행

○ 추진방법 및 추진체계

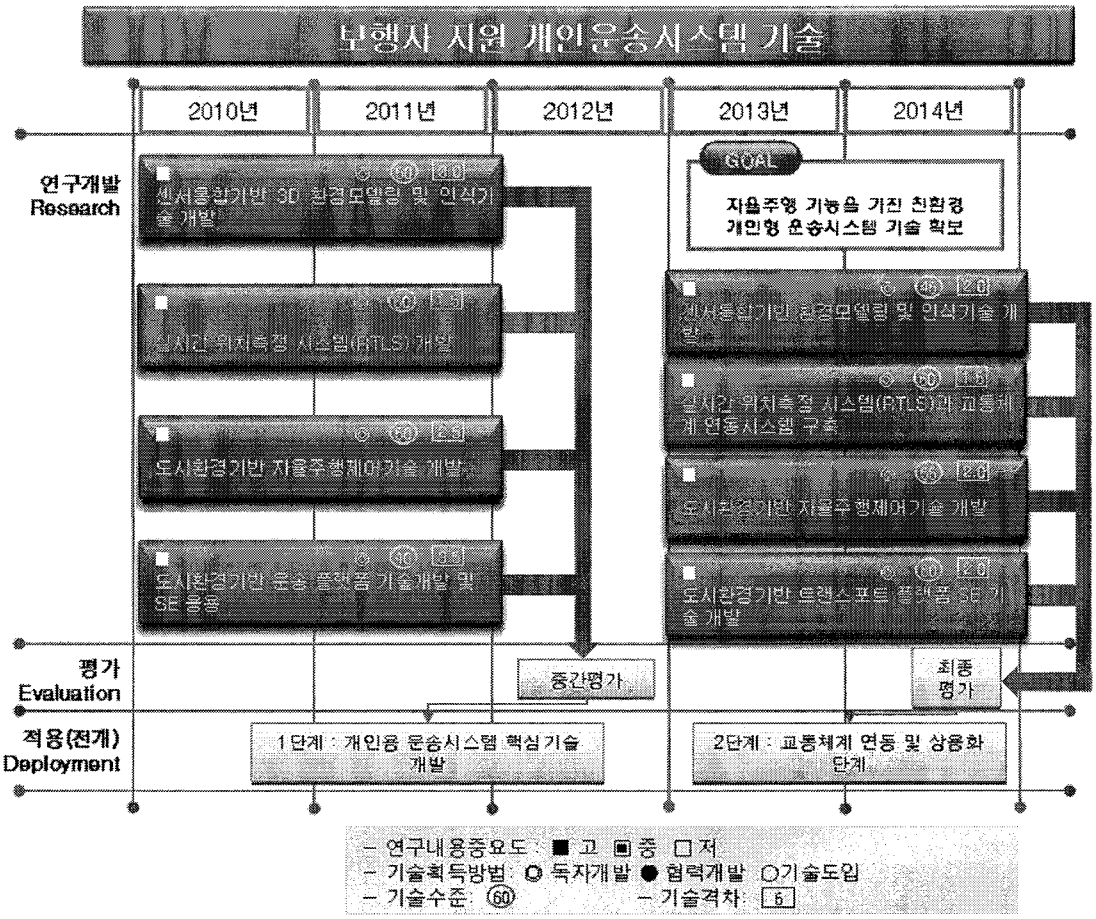
- 플랫폼 전문업체 및 통신/자율/교통시스템관련 전문업체 및 기관과의 공동협력

사. 기술개발로드맵

(1) 총괄 로드맵



(2) 중점 과제별 로드맵



아. 기대효과와 파급효과

(1) 기대효과

○ 교통약자 지원용 개인교통시스템기술은 자율제어 하드웨어, 실시간통신, 개방형 소프트웨어, 환경인식센서, 항법장치, 서비스 플랫폼 등을 포함하는 전방위 산업기반 확대 및 인프라 조성에 기여함으로써 국가 이미지 제고에 기여

○ 그린에너지 및 안전한 사회구축 등 경제 사회적 트랜드가 반영된 핵심기술분야

- 최근 복지, 공공, 엔터테인먼트 등 개인 및 전문서비스가 수요 증가추세에 있으며 특히 무인운반, 단거리 이송, 보안, 국방 등 주행기반 서비스의 필요성 부각

- 로봇랜드, 인천 세계도시축전(2009년), 여수세계박람회(2012년), 인천 아시안게임(2014년) 등 대형 국제행사 유치 증가 및 관광산업 역량강화를 위한 관광안내 겸 수송시스템의 수요 예상
- 교통부문도 유비쿼터스 환경 하에서 여행자, 교통시설, 교통수단이 실시간으로 네트워킹하여 안전성과 이동성에 기여하는 인간중심의 미래형 교통서비스를 제공하기 위한 유비쿼터스기반 교통체계(u-Transportation)로 전환될 전망임
- 개인용 이동로봇개발로 대중판매 또는 렌탈 등 다양한 비즈니스 모델 개발이 가능하며 향후 노인 및 의료용 이동수단, 우주탐사 및 이동형 경계 감시로봇을 통해 다양한 시장을 흡수하여 2013년 130억불 이상의 거대성장 기대

(2) 파급효과

○ 자율핵심원천기술 개발을 통한 기술 및 산업화의 양방향 목표 달성이 가능하며 이를 통해 선진기술 격차를 해소하고 플랫폼, 센서 및 서비스 등 국제 표준화 선점

○ 특히, u-City와 연계된 로봇차량뿐만 아니라 관련 부품, 콘텐츠, 무선통신서비스, 장치사업 등과 광범위하게 연계된 시스템 통합 기반의 응용사업 분야임

○ 자율주행 원천기술확보를 통해 기술경쟁력 및 산업화 기반 확보

- 로봇인지, 지능주행 등 선진로봇기술 격차를 해소하고 플랫폼 및 서비스 등 국제 표준화 선점
- 도시환경에 맞는 신개념의 개인용 운송 시스템의 개발을 통해 미래형 첨단이동기술 원천에 대한 지적재산권을 확보하고 관련 서비스를 포함한 산업화 기반을 구축함

자. 소요예산 추정

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2009)			
2차년도(2010)	100		100
3차년도(2011)	1,200	300	1,500
4차년도(2012)	3,000	1,000	4,000
5차년도(2013)	6,000	2,000	8,000
합계	10,300	3,300	13,600

3. 복합교통소음 저감기술개발 및 통합관리시스템 개발

가. 추진배경 및 필요성

(1) 추진배경

○ 경제성장과 국민 소득이 증가함에 따라 정온한 삶의 질 향상을 위해 교통환경성 향상의 일환으로 환경부에서는 2010년, 환경 야간소음 및 철도차량방사소음에 대한 기준을 세워 시행할 예정이나 이에 대한 체계적인 대응책이 미흡함. 이에 대해 국토부에서는 화물열차의 운행증대 계획 등 국내·외 교통소음방사 및 환경기준 강화에 대응하는 핵심저감기술 개발 및 지속적 통합관리시스템 구축이 시급한 상황임

(2) 필요성

○ 국내 환경부 및 해외유럽 공동체 등 소음원 배출, 방사허용 기준 도입과 관리체계 강화를 통한 국내외 기준 강화됨

○ 교통방사소음을 모니터링하고, 평가, 관리하는 기준 및 제도가 환경부 측면에서 정립되고 있으나 이에 대응하여 저소음화를 실현할 수 있는 연구 및 개발을 위한 기준, 시설 및 인프라 구축사업에 대한 제도적 기술적 전략이 요구

나. 국내·외 기술개발 동향

(1) 선진국 기술개발동향

○ 유럽을 비롯한 철도 선진국의 경우 차량 및 인프라의 설계단계에서부터 저소음 방사를 실현하기 위해 주행 시의 전체 소음과 각 소음원의 기여도를 전문적으로 예측하는 패키지 개발로 저소음 철도 연구를 체계화(예 : MAT2S, VAMPASS, 일본의 저감예측 관리시스템 등)

○ 유럽연합은 1999년 철도소음연구그룹을 결성, EU Directive에 의해 철도 및 도

로를 포함한 도시 내 소음지도 제작 의무화를 시행하고 피해와 노출상황을 관리, 이에 상응하는 대응책 우선순위를 결정하여 저감방안 확립을 꾀하고 있음

○ 독일 교통 및 건설부에서는 2007년 교통소음저감 종합패키지라는 이름으로 교통소음원에 대한 저감·한계 정책을 펼치고 있으며, 이를 위해 법적인 뒷받침과 예산확보를 매년 증가시킴. 2007년에는 철도소음저감에 2천5백만 유로를 증감하고, 저소음화물열차 개발, 레일의 저소음연마기술개발 및 연마속도 향상, 철도소음의 수면영향 연구(프랑스 공동), 방음벽의 상단효과향상 기술을 개발 중

(2) 국내 기술개발동향 및 수준

○ 1993~1994년 국립환경연구원에 의해 최초로 제안된 국내 철도소음 예측식이 최근 2005년에 선진국 기술동향에 발맞춘 체계로 개발되었으나 실용화를 위해 실측 데이터와 검증작업이 충분히 실행될 필요가 있으며, 저감기술 개발에 초점을 맞춘 개발차량별 소음원 모델링, 소음원 분리 및 기여도 분석 기술은 없음

○ 한국형 고속전철 개발 등에서 저소음화 설계를 위한 연구가 진행되었으나 체계적인 툴을 갖추고 진행된 것이 아니고, 개발 목표 설계사양을 만족시키기 위한 Case By Case 연구로 진행되어 신규 차량개발 시 매번 중복되는 연구가 요구됨

○ 도로 공동주택 소음원 모델링 및 예측방법이 연구되고 있으며, 친환경 지능형 도로설계통합프로그램 등이 개발되고 있어 교통소음에 대한 통합예측 및 관리 기술 개발에 가장 적절한 시기로 판단됨

다. SWOT 분석

(1) 시장/기술의 특징

○ 국내 철도 소음관련 연구는 대체적으로 단기/소규모로 문제해결을 위한 일시적 연구과제 성격으로 추진되어 철도 소음 종합관리를 위한 DB구축 등이 이루어져 있지 않은 상태이며, 관련 기관 등에서 외연상 상용화 등과 직접적인 연관성을 찾지 못함으로 소음저감을 위한 초기 연구시설 및 핵심도구 개발 투자에 미온적임

(2) 기회/위협요인

○ 유럽연합을 중심으로 공동프로젝트 등의 수행을 통해 관련 기술을 공유하므로 연구개발비 등을 효율적으로 사용하고 유럽시장 단일화 및 관련 기술 표준화를 주도하려하고 있음

(3) 강점/약점 요인

○ 신경량전철 도입 및 운행, 400km/h 고속철도 개발 등 도심지 복합교통소음의 영향이 효율적, 통합적으로 관리되어야 할 가장 적절한 시점이며, 관련 기초기술기반이 마련되어 있음

<표 54> 연구기술 분야의 SWOT 분석

SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	O(기회)	T(위협)
	· 기후변화 협약 대응 온실가스 감축 대책수립 · 정부의 교통부문 환경성 증진에 대한 관심 증대 · 제 2차 교토의정서의 의무국으로의 편입 가능성 증대로 교통부문 온실가스 관리 시스템의 필요성 대두 · 교통시설투자평가의 요구 · 지속가능교통물류발전제도 · 거대한 세계시장	· 교통부문 기후변화 관련 전문가 부재 · 저조한 기업 참여도 · 유럽을 중심으로 첨단기술을 바탕으로 철도소음관련 기술 표준화 및 유럽시장 점유를 주도 · 사회적/교통적 양극화 · 지속불가능 신도시 양성
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
· 산업부문 환경성 인증에 대한 노하우 존재 · 고속철도기술개발 경험 및 기타 국가연구개발사업을 통해 철도소음 관련 주요 핵심기술의 기초를 확보한 상태 · 풍부한 IT인프라 · 차량기술 발전	· 아시아시장에 상품화 가능성이 높은 기술개발 · 장기적 연구프로젝트 진행	· 기업단위 기후변화대응 전문가들과 교통부문 기후변화 대응 전문가들의 협력 · 법규제정 및 제도개선을 통해 반영 · 핵심기술의 실용화를 위한 유럽 등 선진기술의 보유국과 공동 연구 추진 · 선택과 집중을 통한 분야별 투입 예산규모 증대 · 경험이 풍부한 연구 인력의 적절한 활용

W(약점)	WO전략	WT전략
· 철도소음 관련 연구는 현재까지 대체적으로 단기/소규모로 이루어졌고 체계적인 기술개발을 통한 핵심기술개발보다 문제해결 중심으로 추진 · 관련정책 방향의 불확실성	· 민·관·산·학 협의체의 구성을 통한 교통부문 기후변화 대응 인식제고 및 홍보 · 산·학·연 협력을 통한 중소기업 기술개발 지원 · 도로교통법 개정	· 교통부문 기후변화 대응 전문 인력에 대한 지속적 교육 및 정보제공 · 교통부문 기후변화에 대한 인식 증대를 통한 기업의 참여도 증진 · 주요 선진국과의 기술협력 및 공동연구 추진

라. 기술개발 목표와 내용

(1) 기술개발 목표

○ 쾌적한 삶의 확보 및 지속가능성 향상을 위한 소음진동기술개발

(2) 기술개발 내용

○ 육상교통소음 저감기술개발 및 관리시스템 구축

- 복합교통시스템 저소음화 기술개발
- 복합교통소음 영향 및 기준연구
- 복합저감기술 현장평가 시스템 구축
- 복합교통소음 통합관리시스템 구축

마. 추진전략

(1) 전략적 목표

○ 교통부문의 환경성 향상기술 개발로 저탄소 녹색교통의 확보 및 친환경 교통운영을 위한 국가 정책적 목표 달성

○ 지속가능 교통발전을 위한 교통시스템의 복합소음 원인 규명기술 확보와 평가 및 관리기술 개발

○ 교통소음 정책 및 관리의 선진화를 위한 복합소음 영향연구 및 저소음설계기술 개발

(2) 연구개발 전략

○ 통합 IT 시스템 개발을 통해 접근성 확보

○ 교통모드별 산·학·연 연구특성에 맞는 역할부담을 통해 최적의 연구프로세스 정립 및 저소음화 기술개발

○ 국외 교통(철도, 도로)시장 진출위한 선진화된 복합소음관리 프로그램 확보

(3) 사업화 전략

○ 산·학·연·관의 역할 분담

- 교통운영기술 관련하여 산·학·연·관의 네트워크 구성을 통한 기술협력 강화
- 분야별 국내 기술 및 해외기술 협력을 강화하여 정기적인 국제세미나를 개최함으로써 선진기술과의 교류 추진
- 정기적인 기술 교류를 통하여 교통 분야뿐만 아니라 타 분야에서도 활용할 수 있는 선진기술 응용범위 확대

○ 사업화 전략의 단계적 접근

- 1단계 : 교통부문 운영환경 기반기술 확보
- 2단계 : 교통부문 환경친화적 운영관리기술 확보
- 3단계 : 종합적인 교통운영 환경 관리시스템 기반기술 확보

바. 중점 과제별 연구개발 목표와 내용

<표 55> 중점과제별 연구개발 목표와 내용

구분	기 술 개 발 목 표
육상교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축	- 복합교통 저소음화 설계기술 개발 - 복합교통시스템 저소음화 핵심기술 개발 - 복합교통소음 영향 및 기준연구 - 복합교통소음 현장평가 및 통합관리시스템 구축

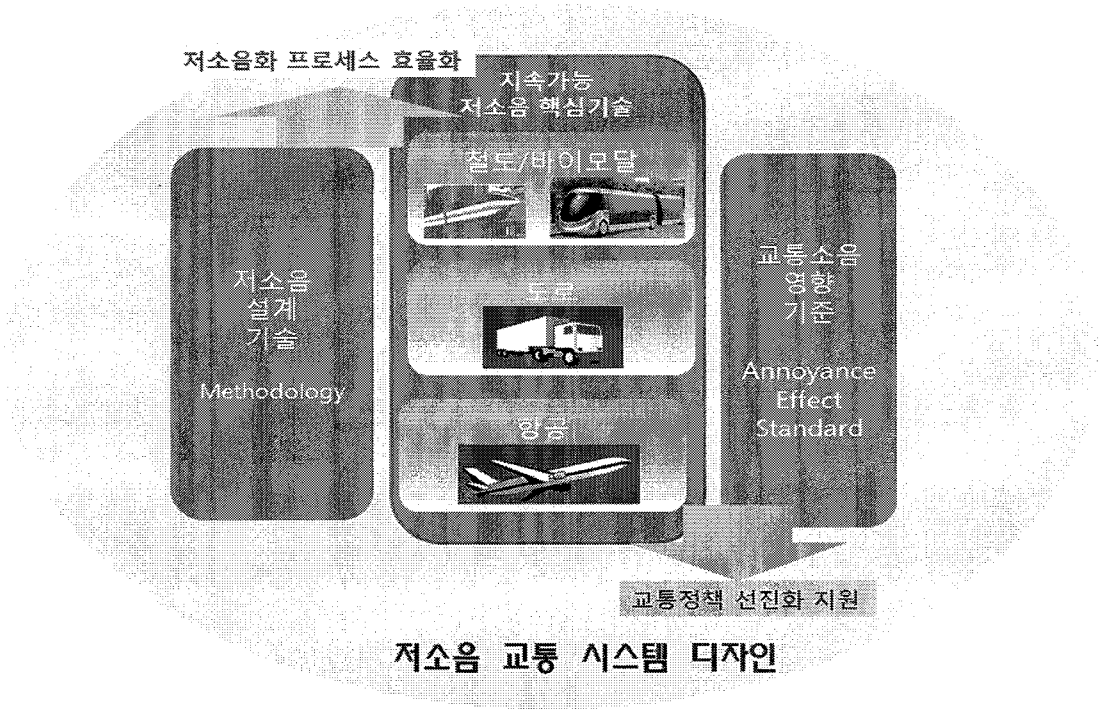
(1) 중점과제 : 육상교통소음 저감기술 개발 및 관리시스템 구축

(가) 연구개발 목표

○ 육상교통소음 정책 및 관리의 선진화를 위한 소음의 기준 및 영향 연구

○ 육상교통시스템의 저소음화 프로세스 효율화를 위한 저소음설계기술 개발

○ 육상교통 혼재 도심지 쾌적화를 위한 통합관리시스템 구축



<그림 38> 육상교통소음 연구개발 목표

(나) 연구개발 내용

○ 육상교통시스템 저소음화 설계기술 개발

- 개별소음원별 모델링 및 기여도 분석기술 개발
- 복합교통소음 총합 저감도 시뮬레이션기술 개발

○ 육상교통소음 통합관리시스템 구축

- 육상교통 소음 모니터링 시스템 검증

○ 복합교통소음 통합관리시스템 구축

- 복합교통 소음 모니터링 시스템 검증

○ 복합교통시스템 저소음화 설계기술 개발

- 도시형 환경친화 방음터널 시험공법 기술개발
- 화물열차 저소음화 기술개발(대차/기관차)
- 철도 고속운행 공력소음원별 저감장치 기술개발
- 저소음 도로포장 공법 개발
- 육상교통소음 혼재지역 방음시설 향상기술 개발

○ 육상교통소음 영향 및 기준연구

- 교통소음 방사 및 수음 기준연구
- 교통소음 영향평가 상사모의실험 기법 개발

(다) 핵심기술의 수준 및 관련 인프라 현황

○ 육상교통소음 관리도구의 부재로 인해 복합소음 저감대책 수립이 어려운 상태

○ 육상교통복합 소음에 대한 합리적인 기준과 영향평가 연구기반이 미흡함

<표 56> 관련 기술 분야의 기술수준

세부항목	기술수준(%)	전문인력 보유정도(%)	인프라 구축정도(%)
종합소음 및 개별소음원 기여도 모델 개발	70	70	70
소음 예측기술	70	70	70
저소음화 소재 및 시스템 개발	50	60	70
소음저감시설 설계 및 성능평가 기술	60	70	60
소음 기준 및 관리툴 기술	60	60	60

<표 57> 관련 기술분야의 인프라수준

기 술 명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)	기타 고려사항
종합소음 및 개별소음원 기여도 모델 개발	7	7	7	
소음 예측기술	7	7	7	
저소음화 소재 및 시스템 개발	5	6	7	
소음저감시설 설계 및 성능평가 기술	6	7	6	
소음 기준 및 관리툴 기술	6	6	6	

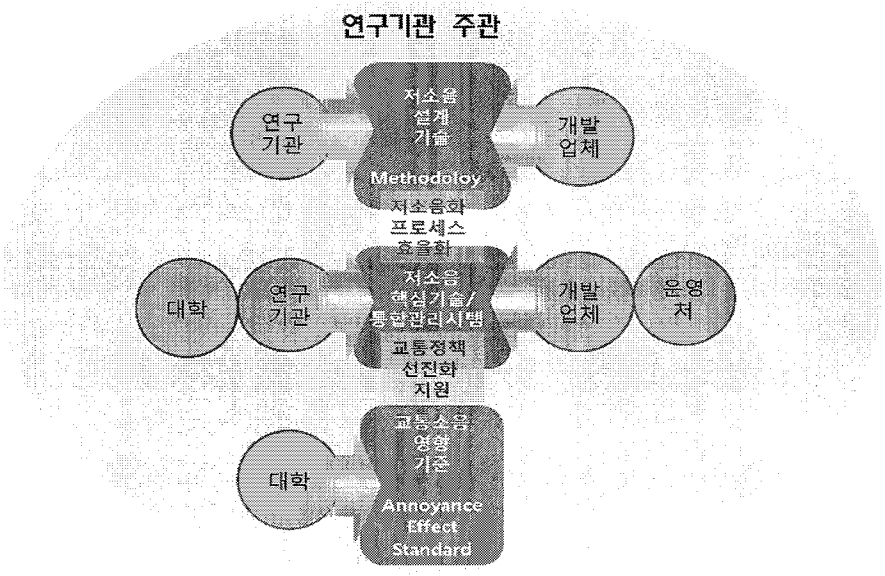
(라) 추진전략 및 체계

○ 산·학·연 연구특성에 맞는 역할 분담을 통해 최적 연구프로세스 정립

○ 국내교통의 저소음화 원천기술 개발 포함

○ 국외시장 진출 도구로써의 저소음관리 프로그램 확보

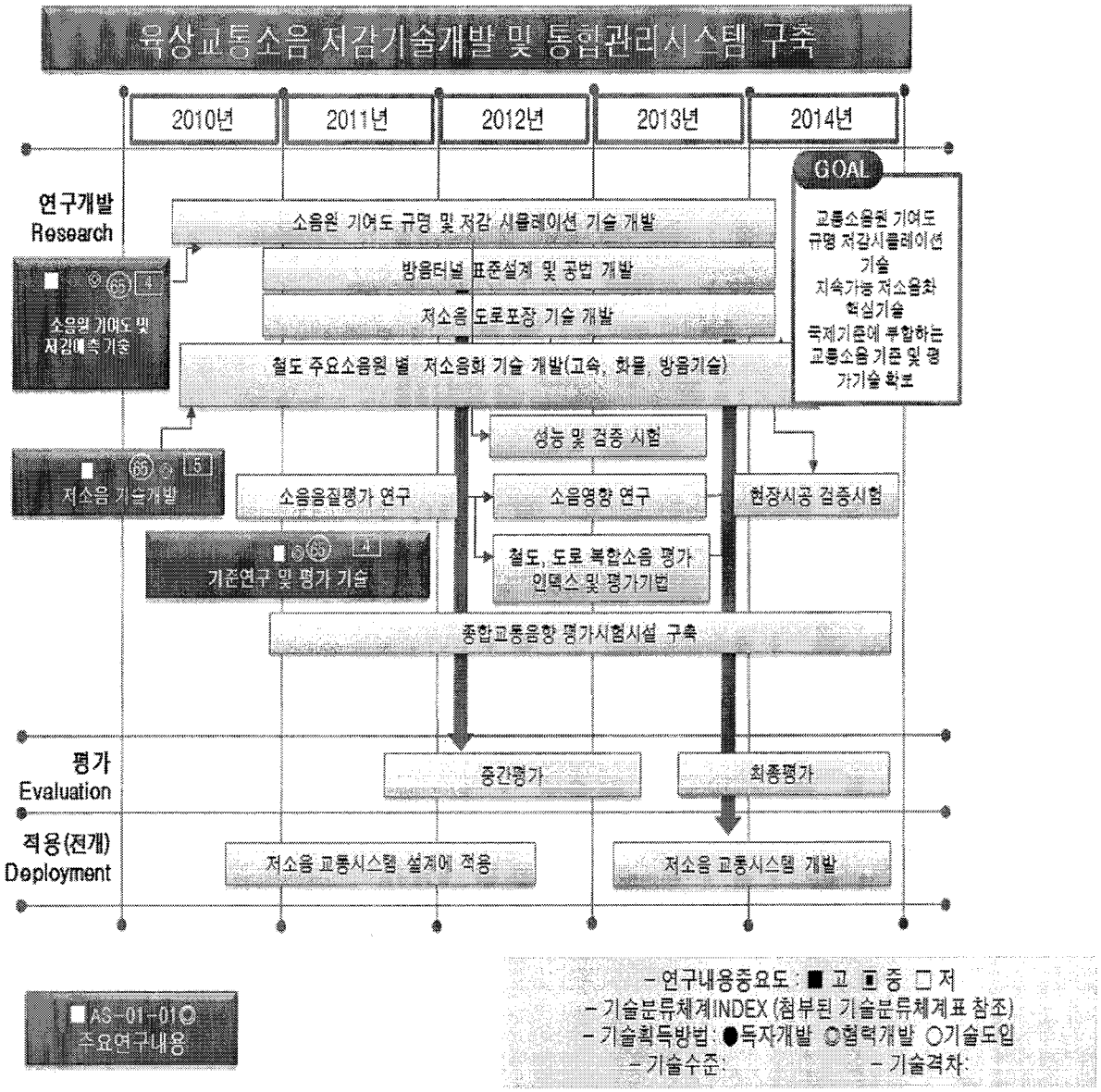
○ 교통 관련 연구기관이 주관을 하고 유관분야 원천기술을 가지고 있는 대학과 실제 철도차량을 제작하는 제작사가 컨소시엄을 이루어 연구 수행함. 현재 운행되는 철도에 대한 업무 협조를 위해 협력연구기관으로서 공사와 공단을 참여시킴



<그림 39> 육상교통소음 추진전략

사. 기술개발 로드맵

(1) 중점과제별 로드맵



아. 기대효과와 파급효과

(1) 기대효과

○ 당해 기술개발을 통해 현재 철도 운행선에 필요한 방음벽(향후 10년간 1,000억 이상 예상)설치 및 철도소음 관리 관련 인건비 등에서 30억/년 예상됨(기술개

발로 20% 예산절감 가정의 경우)

○ 신규 건설 철도에 관한 방음벽 설치, 환경영향평가 등 직접적 비용 및 민원으로 공기지연 등 사회적 경제적 비용 → 50억/년 이상 예상됨

(2) 파급효과

○ 신교통 시스템 개발 및 기존시스템의 저소음설계 및 운영지침에 전문적 활용

○ 정부 및 철도운영기관의 민원, 현안대응을 위한 합리적 기술지원

○ 지속가능한 철도를 위한 소음 종합관리시스템을 이용한 국제시장 진출기반 마련

○ 향후 철도소음 측정, 평가 및 예측 관련 국제 기술 표준화 주도 및 기술 컨설팅

자. 소요예산 추정

(1) 세부과제별 소요예산

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2009)			
2차년도(2010)			
3차년도(2011)	900	300	1,200
4차년도(2012)	1,800	600	2,400
5차년도(2013)	9,300	3,100	12,400
합계	12,000	4,000	16,000

4. 친환경 교통건설 운영관리시스템 개발

가. 추진 배경 및 필요성

(1) 추진배경

○ 정부는 녹색성장을 통하여 2020년까지 세계 7대 녹색강국에 진입목표로 향후 5년간 총 107조 원 투입 계획. 또한, 녹색교통망구축사업을 추진하여 철도 등 저탄소 교통수단에 투자를 확대하여 대중교통의 이용을 활성화하는데 4년간 총 11조 원을 투입하게 되며 이를 통해 고속철도 구간을 2012년에는 363km로 확대하고, 경전철을 보급하는 등 대중교통 수송분담률을 55%까지 늘릴 방침

○ 복잡 다양한 환경문제를 합리적으로 고려하여 자연환경에 미치는 영향을 최소화하면서 효율성이 높은 교통시설물 건설을 위해서는 교통시설 전문가와 환경 전문가가 함께 교통시설 기술과 환경기술을 융합·접목하여 객관성 있고 합리적이며 친환경적인 노선 선정을 위한 친환경 지능형 도로설계 프로그램 연구 개발 및 프로그램의 활용을 뒷받침 할 수 있는 제도적 검토의 필요성이 대두되었음

○ 최적의 친환경 교통시설물 선정

- 도로의 경우 도로자체의 환경성평가를 통한 최적노선 선정시스템 개발이 진행되고 있음. 그러나 타 교통시설과의 환경성 및 경제성평가에 대한 비교·검토가 이루어지지 않고 있어 환경성을 고려한 전체 교통시설물의 선정을 위한 의사결정에 어려움이 있음
- 철도의 경우 우수한 환경성 부분이 저평가되어 철도 노선 채택의 기회가 적음
- 환경성 평가 및 경제성(LCC)평가는 계획 및 설계단계에서부터 시공 운영 유지관리 전 단계에 걸쳐 평가가 되어야 하며 특히 운영체계로 인한 환경성 평가의 근거가 마련되어 대기오염 및 환경성 저해요인에 해당하는 교통시스템의 오염배출 감축 및 환경개선 시스템의 도입을 이끌어 내는 평가기준수립이 중요함
- 따라서 대표적인 교통시설물인 철도와 도로의 공통점 및 차이점을 반영할 수 있는 환경성 및 경제성 분석기법 개발을 통해 최적의 친환경 교통시설물 선

정 필요

○ 오늘날 신도시 건설, 대규모 택지개발은 주요 도로의 교통혼잡과 교통난 문제를 심각하게 했으며 난개발은 환경의 질적 저하와 자연환경파괴 등의 많은 문제점을 야기하고 있음. 따라서 '지속가능한 개발'에 대한 욕구가 높아지면서 환경친화적인 국토개발, 환경친화적인 교통체계구축 등에 대한 노력이 시도되고 있음

○ 그러나 지금까지 국토개발, 교통체계, 환경 등 이 세 가지 분야는 각기 독립된 요소로서 고려되어 사업 및 정책들을 추진되어 왔으며 그 결과 환경오염 문제가 더욱 심각해지고 있는 실정임

(2) 필요성

○ 설계시공단계에서부터 유지관리 전 단계에 대한 평가관리 시스템구축의 필요성

- 주요 사회기반시설물인 도로 및 철도 등의 교통시설물은 설계, 시공, 운영 및 유지관리 과정에서 막대한 비용투입 및 환경부하를 초래하며, 각 단계별 투입비용 및 환경부하의 균형 또는 최소화를 가능케 하는 환경성 및 경제성(LCC) 관련 평가 기준과 의사결정 방안 수립이 필요
- 1997년 공표된 교토의정서에 2002년 비준 동의함으로써 우리나라의 온실가스 배출 감축량에 대한 본격적인 시행을 대비하고 교통 환경 부하요인을 줄이고 개선하기 위한 교통시설 전반에 대한 평가방안 및 시스템 구축이 필요한 상태(차량에 의한 환경부하는 전체 온실 가스 배출량의 30% 수준임)
- 특히, 1980년대 성장시대에 탄생한 교통시설물의 노후화 및 그에 따른 유지관리물량의 급격한 증가 예상에 대비하기 위한 적정 유지관리비용의 결정 및 공법결정, 그리고 사후 평가방안의 대책이 필요
- 그러나 철도 및 도로시설물의 환경(Eco)및 경제성(LCC)을 고려한 종합적인 평가분석은 접근조차 시도되지 못하고 있음. 이는 도로교통에서 다루고 있는 환경 부하 인자에 대한 평가지수의 기준과 철도에서 고려되어야 하는 환경인자간의 적용 평가 기준이 다르기 때문임
- 또한, 철도의 경우 도로와는 달리 LCC에 대한 연구가 미진하여, 터널 및 궤도, 노반, 그리고 기타 시설물에 대한 LCC 연구가 이루어지질 않아 유지보수 보강

에 대한 구체적인 주기나 적정 비용의 규모가 연구되지 못하고 있는 실정임

- 따라서 본 연구를 통해 도로교통 및 철도 교통시설에 대한 보다 적극적인 평가 방안을 연구하여 각 교통시설물에 대한 환경성&경제성에 대한 표준화된 평가기준 마련 및 시스템 구축을 통해 환경, 비용최소화 유도를 위한 교통시설구축의 전 단계별 관리가 절실히 필요함

○ 국가의 정책 및 사업의 시행은 대부분 사전 분석을 통한 예측 및 기대효과를 살펴본 후에 추진을 함. 국내에서는 토지, 교통, 환경 분야의 각각의 시뮬레이션은 도입되어 활용되고 있으나 이 세 분야의 상호작용을 고려한 통합시스템은 전무한 실정임. 따라서 지속가능한 개발을 활발하게 추진하기 위해서는 토지, 교통, 환경을 통합한 시스템 개발을 통해 앞으로 국가의 정책 및 사업에 대한 예측 및 파급효과를 분석하여 최적의 환경친화적인 정책·개발을 도출해 내고, 기시행된 사업을 평가하여 더 나은 지속가능한 개발을 추진할 수 있는 기반이 될 수 있을 것으로 사료됨

나. 국내·외 기술개발 동향

(1) 선진국 기술개발 동향

○ 국외의 경제성 및 환경성 평가 연구는 유럽, 미국, 일본, 호주 등을 중심으로 활발히 진행되고 있음. 특히, 유럽은 1990년대 초 상하분리원칙에 따라 철도의 운행과 시설관리 주체가 분리되고 끊임없이 비용 절감압력이 높아지면서 LCC 방법론에서 비용 최적화에 대한 관심이 증가하였으며, 환경성과 관련하여 LCA 방법론, LCI DB 구축, 프로그램 개발에 관한 많은 연구를 수행하고 있음

- LCC를 통한 경제성 평가관련 연구는 유럽에서 IMPROVERAIL, REMAIN, ProMain, INFRACOST 등 다양한 연구 프로젝트로 진행되었음
- 환경성평가를 위한 연구는 네덜란드의 CML, IVAM, Pre-Consulting, 프랑스의 Ecobilan, 독일의 IKP-PE, 스웨덴의 IVL, CPM, 영국의 Boustead Consulting, 미국은 Frankline Associates, Carnegie Mellon Univ. (EIO-LCA), SCS(LCSEA)등이 있음
- 일본의 경우는 JEMAI(Japan Environmental Management Association for

Industry)와 철도관련 기관인 RTRI(Railway Technical Research Institute)이며 일본 철도산업의 환경성 향상을 위하여 LCA기법을 중심으로 다양한 분야의 연구실적을 보유하고 있음

- 도로부문에서의 환경성 평가 및 적용은 주로 노선선정과정에서 적용되어 활용되고 있음
- 독일과 일본의 환경친화적 도로설계 기법 및 제도를 살펴보면 인구밀도가 낮은 독일의 경우 자연생태환경과 친화적인 도로와 인간중심의 도로관점이 강조되는 반면, 고밀의 인구를 가진 일본의 경우 쾌적한 도시경관을 창출하고자 하는 도로계획의 개념이 강조되고 있음
- 환경영향분석은 기본계획단계에서 노선설정을 위해 시행되어야 하는 법적 의무사항이며 환경영향평가의 계획도구로 이용됨
- 수행과정은 공간분석(Spatial Analysis)과 영향예측 및 노선비교의 두 단계로 구분되어 수행됨

① 공간분석(Spatial Analysis)

○ 환경영향평가법에 따라 영향요소를 파악(Identifying), 설명(Description), 평가(Assessment)하는 방법

- Assessment는 노선경유로 인한 해당공간 내 환경영향의 민감도를 토대로 실시
- 민감도는 관련법규와 지침 혹은 유사사례 연구나 전문가의 지식과 경험을 토대로 도출된 환경영향요소별 평가기준(Set Value)의 5단계로 점수화되어 평가

② 영향분석 및 노선비교

○ 공간분석을 바탕으로 도출된 노선대안들의 영향분석 및 비교과정을 통해 환경친화적인 노선대안 순위를 결정함. 우선 1/20,000~1/10,000의 축적도면에 환경친화적인 노선흐름이 가능한 개략적인 교통축이 표기되고 이를 토대로 도출된 노선대안들은 다시 1/10,000~1/5,000의 축적도면에 환경친화적인 측면에서의 노선별 우선순위와 최적노선이 표기됨

<표 58> 친환경 도로노선 선정에서의 평가지표의 등급화 기준 예

평가지표의 등급	등급화 기준	
I	회피	i) 절대적 보존가치가 있는 지역 중 우회를 통한 영향의 범주를 벗어나게 해야 하는 것 ii) 환경보전의 관점에서 절대적 보존이 판단되는 것 iii) 훼손·피해 시 환경적 기능을 상실하는 것
	완화	i) 절대보전의 가치가 있는 것 ii) 훼손·피해의 정도가 매우 크게 예측되는 것 iii) 영향에 대한 저감방안이 사실상 존재하지 않는 것
II	i) I 등급 가치에 영향을 미치는 등의 상대보전의 가치가 높은 것 ii) 훼손·피해의 정도가 다소 크게 예측되는 것 iii) 원상복구는 어려우나 영향을 최소화 할 저감방안은 존재하는 것	
III	i) 보전의 가치는 있으나 상대보전의 가치가 높지 않은 것 ii) 훼손·피해가 발생하나 현 상태에 비해 정도가 크지 않는 것 iii) 원상복구에 상응하는 수준의 저감방안이 존재하는 것	

<표 59> 친환경 도로노선 선정에서의 대기질 평가항목의 등급화 적용 예

평가항목	평가지표		등급				평가기준
			1등급		2등급	3등급	
			회피	완화			
대기질	경사도 (배출량)			20。 이상	15。 ~20。	5。 ~15。	환경적 평가기준
	확산인자	지형		내륙산지 /계곡지형 지역	임해지형 지역	분지지형 지역	
		풍속		2m/s 이하	2~4m/s	4m/s 이상	

(2) 국내 기술개발 동향 및 수준

○ 철도시설물 분야는 환경성정보 구축이 전무한 상태이며 일반 건축물 분야는 한국건설기술연구원 주관으로 수행된 "건축자재 환경성 정보 국가 DB 구축사업" 연구수행으로 건축자재의 환경성정보 구축을 활발하게 진행하고 있음. 교토의정서 등의 범국가적인 이슈인 온실가스 저감과 관련하여 일반 상품과 함께 건축분야에서도 친환경건축물 인증제도가 도입되고 있는 상황이며, 건축물의 친환경성은 기존의 정성적인 환경성 제시방법이 아닌 정량적 근거를 통하여 확보할 수 있음. 따라서 철도시설분야에서도 이러한 정량적 환경성 제시를 위한 LCI DB 구축이 시급함

○ 철도시설물의 대한 LCC관련 경제성 연구는 경부고속철도 2단계 궤도형식 결정을 위하여 자갈 도상과 콘크리트 도상 궤도구조의 경제성 비교를 위한 검토를 한국철도시설공단에서 수행한바 있으며, 콘크리트 슬래브 궤도연구개발을 통하여 자갈궤도와 LCC 검토를 수행하였음. 최근에는 철도교량에 대한 LCC 시스템 개발을 위한 연구를 한국철도시설공단에서 추진 중에 있음

○ 기본계획단계에서 노선설정을 위해 환경영향평가의 계획 도구를 개발하기 위한 연구가 도로분야에서 진행되어 환경성 평가를 통한 노선선정 방안이 제시되고 있음(친환경도로노선선정기법개발, CTRM)

○ 서울시 대기환경개선을 고려한 환경친화적 교통체계의 정립과 적용연구(서울시정개발연구원, 2003)에서 환경친화적인 교통체계의 개념을 정립하고, 대기환경을 최소화 할 수 있는 정책적 접근방법을 제시함

○ 환경친화적인 도로건설 및 운영정책에 관한 연구(한국교통연구원, 2006)에서 도로건설 및 운영을 단계별로 구분하여 환경성 반영실태 및 문제점을 분석 환경성 강화를 위한 정책방안을 개발 제안

다. SWOT 분석

(1) 시장/기술의 특징

○ 환경성 및 경제성 비교를 통하여 최적의 교통시스템 건설/운용 대안을 선정

(2) 기회/위협 요인

○ 환경성검토의 비중 강화에 대한 공감대가 부족하나, 본 연구를 통하여 경제성 및 환경성을 동시에 고려할 수 있게 되면 향후 강화되는 환경관련 규제에 능동적으로 대응할 수 있고, 친환경 기술의 개발이 촉진되어 내수시장 충족 및 해외수출을 기대할 수 있음

(3) 강점/약점 요인

○ 도로 및 철도교통시설물의 인프라는 현재까지 경제성을 주로 고려하여 건설 및 운용되어 환경성을 비중 있게 고려하지 않았으나, 차량 등 타 분야에서는 환경성에 대한 검토가 많이 이루어져 있으므로 이에 대한 기술을 활용할 수 있음

<표 60> 연구기술 분야의 SWOT분석 결과

	O(기회)	T(위협)
SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	· 저탄소 녹색성장 패러다임전환 · 지속가능교통물류발전법 시행 예정 · 향후의 환경규제에 능동적으로 대응 가능 · 교통인프라의 환경관련 산업 확대	· 시스템 평가연구 없음 · 환경성검토의 비중 강화에 대한 공감대 부족
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
· 국가 정책 및 사업의 시행 효과 분석에 활용도 높음 · 환경분야에 기존 연구성과 활용 가능	· 지속가능교통물류발전법 시행 · 환경관련 기존 연구성과를 활용하여 교통인프라에 적용 관련 산업 확대	· 기존의 환경 및 교통인프라 연구분야에서 공감대 형성 노력
W(약점)	**WO전략**	**WT전략**
· 교통시설물의 건설/운용시 경제성만을 고려함	· 국외 연구에 대한 충분한 검토를 수행함 · 기존의 경제성 검토에서 환경성 검토의 필요성 부각	· 환경성 검토에 대한 기준 설정

라. 기술개발 목표와 내용

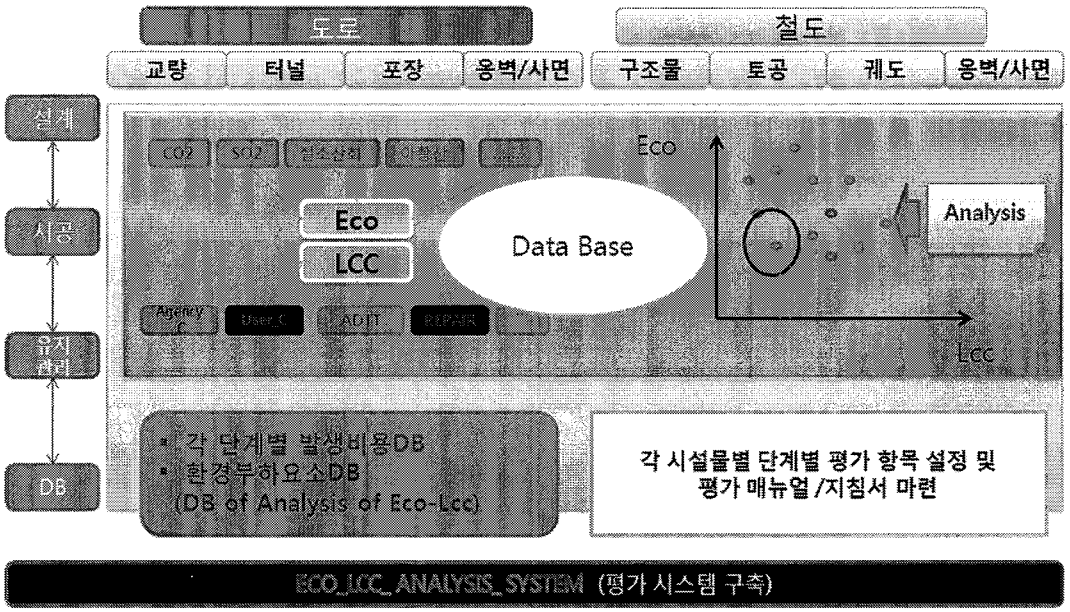
(1) 기술개발 목표

○ 육운시설의 환경성 및 경제성 통합평가 시스템 개발

(2) 기술개발 내용

○ 육운시설의 환경성 및 경제성 통합평가 시스템 개발

- 교통시설물(철도, 도로)에 대한 설계 및 시공, 유지관리 단계별 경제성 평가 개념 설계(도로, 철도 LCC분석을 위한 분석항목결정 및 비용분류기준마련)
- 교통시설물(철도, 도로)에 대한 설계 및 시공, 유지관리 단계별 환경성 평가 개념 설계(환경고려 인자 발굴 및 도로, 철도 환경인자 반영 방안 마련)
- 교통시설물(도로, 철도) 경제성 환경성 통합 평가 모델 개발
- 경제성 및 환경성 통합평가 S/W Prototype 개발(DB구축 및 통합 시스템 구축)
- S/W시험대상 선정 및 검증
- 통합시스템 보완 및 성능 고도화



<그림 40> 육운시설의 환경성 및 경제성 통합평가 시스템 개발

마. 추진전략

(1) 전략적 목표

○ 친환경적이며 경제적인 최적의 교통시스템 건설 운용대안을 선정할 수 있는 전문가시스템의 개발

○ 환경성 및 경제성 통합검토의 필요성에 대한 사회적 공감대를 형성하고, 차량 및 도로교통 등 기존의 연구성과를 활용하여 도로 및 철도를 포함하는 육운시설 통합시스템으로 개발

(2) 연구개발 전략

○ 환경 및 연구결과의 실용화를 위하여 수요처와 실용화기업 컨소시엄 구성

○ 개발모델은 개발 즉시 실용화가 가능하도록 Test Bed 선정 및 시스템 운용으로 시스템 보완 및 성능 고도화 수행

○ 도로 및 철도 시설물을 구조물, 토공, 포장, 궤도, 옹벽/사면 등으로 구분하여 각각에 대한 설계, 시공, 유지관리 단계의 정보를 수집하고 데이터베이스를 구축하며, 환경성 및 경제성 분석엔진을 개발하여 이를 통합적으로 평가하는 절차를 개발하고 전산기반의 시스템 개발 및 평가메뉴얼/지침서 작성

(3) 사업화 전략

○ 산·학·연·관의 역할 분담

- 교통 통합연계 운영기술 관련하여 산·학·연·관의 네트워크 구성을 통한 기술협력 강화
- 분야별 국내 기술 및 해외기술 협력을 강화하여 정기적인 국제세미나를 개최함으로써 선진기술과의 교류 추진
- 정기적인 기술 교류를 통하여 교통 분야뿐만 아니라 타 분야에서도 활용할 수 있는 선진기술 응용범위 확대

○ 개발 후 상업화 및 동남아 등 해외 적용 가능성 추진

○ 사업화 전략의 단계적 접근

- 1단계 : 통합연계운영 관련 DB 구축 및 관련기술 확보
- 2단계 : 교통부문 통합연계 운영 기반기술 확보
- 3단계 : 평가 모듈 개발

바. 중점과제별 연구개발 목표와 내용

<표 61> 중점과제별 연구개발 목표와 내용

구분	기술개발목표
육운시설의 환경성 및 경제성 통합평가 시스템 개발	- 교통시설물(철도, 도로)에 대한 설계 및 시공, 유지관리 단계 경제성 환경성 평가 개념 설계 - 교통시설물 경제성 환경성 통합 평가 모델 개발 - 경제성 및 환경성 통합평가S/W Prototype 개발 - S/W 시험대상 선정 및 검증 - 시스템 보완 및 성능 고도화

(1) 중점과제 : 육운시설의 환경성 및 경제성 통합평가 시스템 개발

(가) 연구개발목표

○ 지속가능형 교통시설물(철도, 도로 등) 선정 최적화 및 표준화된 환경성 평가 기준 마련을 통한 교통시설물의 전 단계(계획/설계/시공/운영)에 걸친 환경성 및 경제성 통합평가관리 시스템 기술 개발

(나) 연구개발 내용

○ 통합 평가 모델 개발

○ 환경성 평가 인자 개발

○ 통합평가시스템 S/W 개발

○ 경제성 환경성 평가 DB 시스템 개발

○ 교통시설물에 대한 S/W시험대상 지역 선정을 통한 시스템 운용 보완 및 성능 고도화

(다) 핵심기술수준 및 관련 인프라 현황

<표 62> 관련 기술분야의 기술수준

세부항목	기술수준(%)	전문인력 보유정도(%)	인프라 구축정도(%)
통합 평가 모델 개발	65	20	20
경제성/환경성 평가 인자 개발	75	35	30
통합평가시스템 S/W 개발	70	70	30
경제성 환경성 평가 DB 시스템 개발	65	70	30

<표 63> 관련 기술분야의 인프라 수준

기술명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)
통합 평가 모델 개발	4	2	6
경제성/환경성 평가 인자 개발	6	5	5
통합평가시스템 S/W 개발	6	2	6
경제성 환경성 평가 DB 시스템 개발	6	2	6

(라) 추진전략 및 체계

○ 추진전략

- 환경 및 연구결과의 실용화를 위하여 수요처와 실용화기업 컨소시엄 구성
- 요소기술은 참여기업을 포함한 민간업체에 이전하여 상용화를 추진하고, 관련 산업을 육성함으로써 국제경쟁력의 우위를 선점하여 국가경쟁력을 향상시켜 연구기관·학계의 기초연구와 전문적인 지식을 바탕으로 기반 기술을 개발하고, 산업체의 설계기술을 현장적용 융화시켜 목표를 충분히 달성할 수 있도록 함
- 개발모델은 개발 즉시 실용화가 가능하도록 Test Bed 선정 및 시스템 운용으로 시스템 보완 및 성능 고도화 수행

○ 추진방법 및 체계

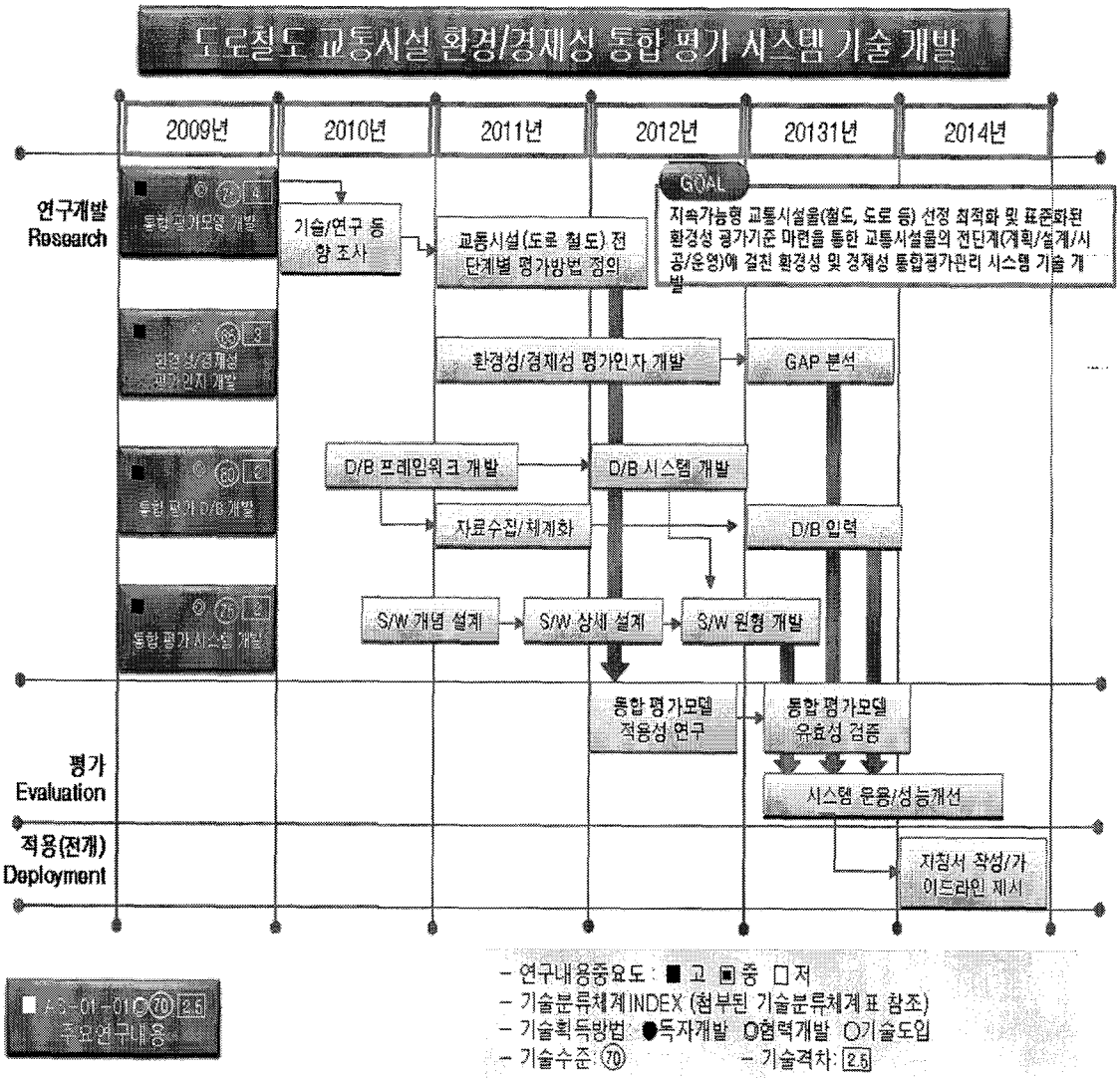
- 산·학·연 공동연구개발을 통하여 비용 및 환경부하 데이터의 공신력을 확보

하고 상용화 수준의 시스템 개발이 되도록 함

- 철도교통 및 도로교통 분야 협동 연구를 통하여 도로교통부문의 선행연구를 철도교통에 적용하고 최종적으로는 통합시스템으로 개발
- Test Bed를 이용한 시험운용 및 성능고도화를 수행하여 즉각적인 실용화가 가능하도록 함

사. 기술개발로드맵

(1) 중점과제별 로드맵



아. 기대효과와 파급효과

(1) 기대효과

○ 철도, 도로 건설운영에 따른 환경성, 경제성 검토를 통해 CO_2 저감 성능이 우수하면서 경제적인 대안의 도출이 가능

○ 교통 시설(철도/도로)운영에 따른 환경 부하 요인 평가관리를 통해 차후 발생할 수 있는 환경 부담금에 대한 적절한 대응방안이 구축 관리됨

(2) 파급효과

○ 도시의 대기오염 및 자동차공해, 수질/소음관리 측면에서도 통행수단이 보행으로 유도되기 때문에 자연스러운 도시환경 개선 및 녹색성장으로의 기여가 가능함

○ 교통수요와 주차수요 및 통행의 혼잡을 최소화 하도록 보행공간을 개선함으로써 대중교통 활성화와 교통안전을 위한 도시교통체계의 수립이 가능함

○ 교통시설물의 유지관리 및 운용시 표준화된 평가관리기준 수립

○ 환경성 및 경제성 평가가 동시에 의사결정의 판단기준으로 개발되게 함으로써 타 분야로의 기술 적용성 우수

○ 철도, 도로 건설운영에 따른 환경경제성 검토를 통해 CO_2 저감 성능이 우수하면서 경제적인 대안교통수단의 개발을 촉진

○ 신교통수단의 개발 촉진 유도 및 세계 환경 교통산업을 선도

○ 교통시설물에 대한 온실가스 배출량을 최소화

자. 소요예산 추정

(1) 세부과제별 소요예산

단위 : 백만 원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2009)			
2차년도(2010)			
3차년도(2011)	1,500	500	2,000
4차년도(2012)	1,500	500	2,000
5차년도(2013)	3,000	1,000	4,000
합계	6,000	2,000	8,000

5. 지속가능개발을 위한 통합평가시스템 개발

가. 추진 배경 및 필요성

(1) 추진배경

○ 선진국에서는 2000년대부터 지속가능한 개발의 추진시 당면하게 되는 문제점들을 보다 객관적·과학적으로 해결하는 접근방법으로 계획의 전체적 과정을 지원해주는 계획지원시스템(PSCC : Planning Support System)이 활용되고 있음

○ 그러나 국내에서는 이러한 시스템에 대한 간략한 소개와 일부 활용사례는 있으나 실제 지속가능한 개발을 위해 활용한 사례는 없음. 특히 토지이용의 변화나 교통체계의 변화가 향후 지속가능성에 어떤 효과나 영향력을 주는지에 대한 실증적 연구는 거의 전무한 실정임

(2) 필요성

○ 도시공간구조를 형성하는데 가장 결정적인 영향을 미치는 요인은 토지이용이며, 토지이용의 변화는 교통수요를 유발하고 이는 에너지소비와 이산화탄소 방출량으로 이어지게 됨. 따라서 지속가능한 개발을 위해서는 토지이용, 교통, 환경시스템의 상호작용을 통한 통합적 접근방법이 필요함

○ 환경의 질을 개선하기 위해서는 단순히 교통에너지 절약에 초점을 둔 교통정책의 개선보다는 토지이용 정책과 동시에 이루어져야 한다는 주장이 대두되고 있음

○ 국가 GIS 사업 등을 통해 많은 데이터베이스가 축적이 되어있으므로 이에 대한 활용도를 높이면서 지속가능한 개발에 대한 토지-교통-환경적 요소를 연계하여 이에 대한 효과분석 및 평가를 수행할 수 있는 모형과 시스템 개발이 필요한 시점에 와 있음

나. 국내·외 기술개발 동향

(1) 선진국 기술개발 동향

○ 국외에서는 토지이용과 교통의 통합모형(ITLUP, MEPLAN, TRANUS, Urbansim 등)이 다양하게 개발되고 있으며 다수의 지역에 실제 적용되고 있음

○ 이러한 통합모형은 토지이용과 교통체계를 통합된 모델로 GIS 기능을 일부 결합시킨 수준이며, 토지이용-교통-환경모델을 완벽하게 통합시키고 GIS와 결합되어 지속가능한 개발 정책평가를 처리할 수 있도록 개발된 시스템은 없음

(2) 국내 기술개발 동향 및 수준

○ 도시공간구조나 도시형태 패턴에 따른 에너지 효율성과 환경의 질 평가를 비교 분석한 연구들은 수행되었으나 토지이용-교통-환경정책을 통합한 접근방법을 도입하여 보다 바람직하고 효과적인 정책을 평가하는 접근방법은 도입되지 못한 실정이며 다만 일부 도시 및 교통부문의 학자를 통해서 국외에서 연구된 통합모형을 검토하여 연구방향을 제시한 바가 있음

○ 이는 토지이용과 교통, 환경과의 통합적 접근방법의 장점은 잘 알려져 있지만 실제로 통합적으로 운영할 수 있는 시스템 구축이 매우 어려울 뿐만 아니라 데이터베이스 구축도 상당히 방대하기 때문이라고 볼 수 있음

다. SWOT 분석

(1) 시장/기술의 특징

○ 지속가능한 교통시스템의 효과를 평가할 수 있는 방법론 정립 및 모형 개발

○ 정부가 추진하는 지속가능한 교통정책에 대한 비교 및 평가가 가능한 시스템(모듈)개발

(2) 기회/위협 요인

○ '지속가능성'에 대한 관심이 집중되면서 정부의 정책들도 지속가능한 발전들로 방향이 전환되고 있음. 따라서 본 기술의 개발로, 도입하게 될 정책에 대한 기대효과를 예측하고 효율적인 투자를 가능하게 함

(3) 강점/약점 요인

○ 국내에서는 지속가능한 교통을 평가하고, 토지-교통-환경을 통합하는 모듈개발에 대한 연구는 전무한 실정이라고 해도 과언이 아님. 따라서 국내 통합모형 개발의 선두자 역할을 하게 될 것이며 또한 교통뿐만이 아니라 다양한 분야에서 활용하게 될 것임

<표 64> 연구기술 분야의 SWOT분석 결과

	O(기회)	T(위협)
SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	· 지속가능한 교통을 위한 정부의 관심 증대 · 지속가능한 교통시스템 도입시 효과분석 및 평가시스템이 요구됨	· 국내에서는 통합모형이 연구된 바가 없어서 국외에 의존도가 높음
S(강점)	**SO전략**	**ST전략**
· 통합모형의 필요성 증대 · 국내에서는 처음으로 시도됨	· 토지-교통-환경의 통합모형 구축에 대한 정부의 지원 증대 · 사례적용을 통해 꾸준한 보완	· 국외 연구를 바탕으로 하여 국내실정에 맞게 모형을 재정립함
W(약점)	**WO전략**	**WT전략**
· DB구축이 필요함	· 기존 DB를 최대한 활용할 수 있도록 함	· 기존자료를 최대한 활용하여 국내실정을 반영한 모형구축

라. 기술개발 목표와 내용

(1) 기술개발 목표

○ 지속가능한 개발을 위해 수립하는 정책, 기술들이 미래의 지속가능한 개발에 어떠한 영향력을 미치는가를 평가할 수 있는 평가시스템(토지이용-교통-환경 통합모형)의 구축과 활용성을 모색하고자 함

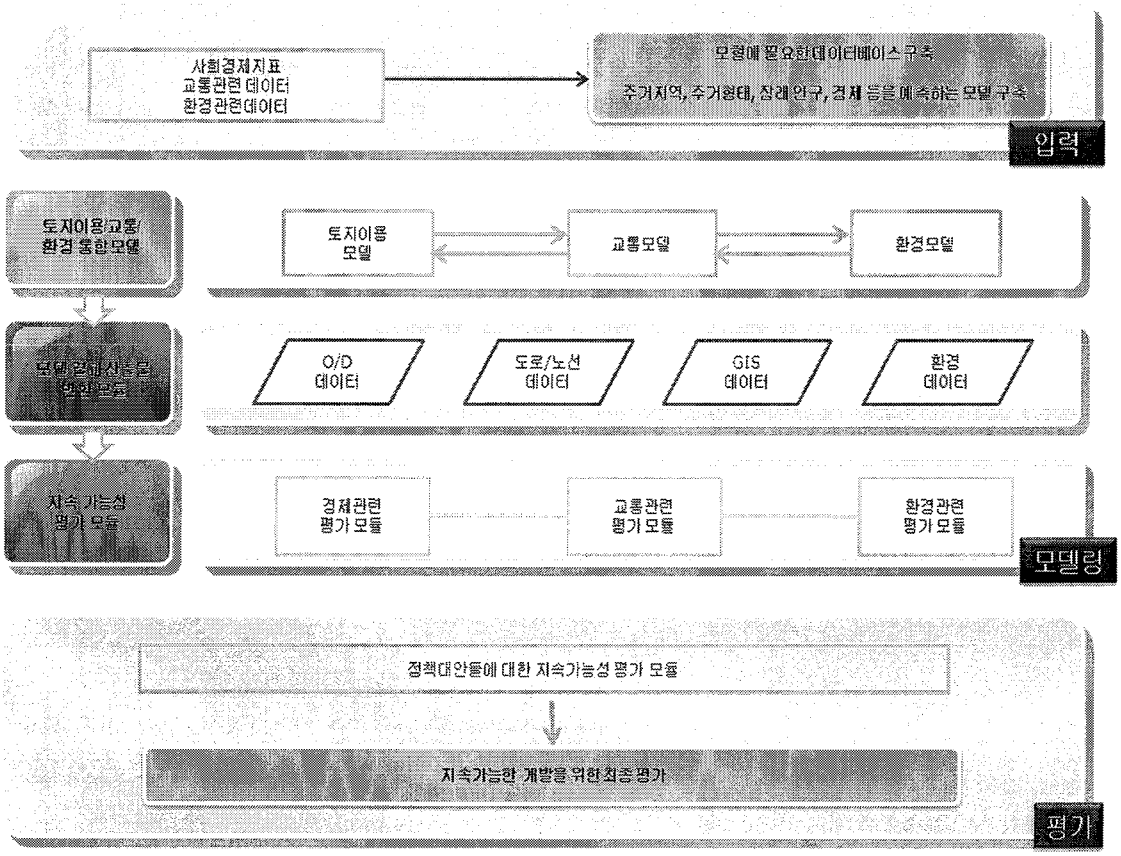
(2) 기술개발 내용

○ 본 연구에서는 지속가능한 개발을 위한 정책대안은 비교·평가할 수 있는 시스템을 크게 투입-모델링-산출의 3단계로 구상함

○ 투입단계 : 지속가능한 개발을 추진하기 위해 해당도시가 당면하고 있는 내외적 현황을 토대로 하여 장래 인구, 경제 등을 예측하는 모델 구축

○ 모델링단계 : 정책에 대한 시나리오를 설정하여 토지이용교통-환경의 통합모델을 구축하는 단계이며 이는 토지소비량, 총 통행량, 교통에너지 소비량, 환경오염 배출량 등의 항목들을 평가하기 위해서 토지이용과 교통체계, 환경모델간의 상호작용을 기반으로 하는 모델의 통합화 작업이 수행되어야 함

○ 산출단계 : 각 정책대안에 대한 목표연도 시점에서의 지속가능성 수준들을 비교하여 보다 바람직한 정책을 선정하는 단계



<그림 41> 토지이용 통합 모형 개발 모형

마. 추진전략

(1) 전략적 목표

○ 토지이용, 교통체계, 환경모델의 통합 평가시스템을 통해 지속가능한 정책의 가장 효율적인 대안을 제시하여 사회적 비용을 절감시키고 환경오염을 줄여 국민의 삶의 질을 향상시킴

(2) 연구개발 전략

○ 토지-교통-환경 통합모델의 관련 이론 및 방법론에 대한 연구

○ 토지이용과 교통, 환경과 관련된 다양한 이론들에 기반을 둔 모델 구축

○ 통합 알고리즘 개발

○ 분석에 필요한 데이터베이스 구축

○ 사례 적용시 계수 및 모형의 정산

(3) 사업화 전략

○ 도시, 교통, 환경분야의 역할 분담

- 각 분야별 전문가를 통해 시스템의 신뢰성을 높임

○ 사업화 전략의 단계적 접근

- 1단계 : 토지, 교통, 환경관련 DB 구축
- 2단계 : 토지, 교통, 환경관련 모형 구축 및 지속가능성 평가 지표 개발
- 3단계 : 지속가능성 평가 모듈 개발

바. 중점과제별 연구개발 목표와 내용

<표 65> 중점과제별 연구개발 목표와 내용

구분	기 술 개 발 목 표
지속가능개발 평가시스템 개발	- 토지이용과 교통, 환경과 관련된 다양한 이론들에 기반을 둔 예측모델 구축 - 정책 시나리오 기반 토지이용교통-환경의 통합모델 구축 및 알고리즘 개발 - 토지-교통-환경 모형, 평가모듈 기반 S/W개발

(1) 중점과제 : 지속가능한 개발을 위한 평가시스템 개발

(가) 연구개발목표

○ 지속가능한 개발을 추진하기 위한 정책대안 및 기술 평가시스템 개발

(나) 연구개발 내용

○ 본 연구에서는 지속가능한 개발을 위한 정책대안은 비교·평가할 수 있는 시스템을 크게 입력-모델링-평가-시스템구축(S/W개발)의 4단계로 구상함

○ 입력단계 : 지속가능한 개발을 추진하기 위해 해당도시가 당면하고 있는 내·외적 현황에 대한 데이터베이스 구축 및 주거지역, 주거형태, 장래 인구, 경제 등을 예측하는 모델 구축

○ 모델링단계 : 정책에 대한 시나리오를 설정하여 토지이용교통-환경의 통합모델을 구축하는 단계이며 이는 토지소비량, 총 통행량, 교통에너지 소비량, 환경오염 배출량 등의 항목들을 평가하기 위해서 토지이용과 교통체계, 환경모델간의 상호작용을 기반으로 하는 모델의 통합화 작업이 수행됨

○ 평가단계 : 각 정책대안에 대한 목표연도 시점에서의 지속가능성 수준들을 비교하여 보다 바람직한 정책을 선정하는 단계

○ 시스템개발단계 : 단계별로 구축된 데이터베이스, 토지-교통-환경 모형, 평가모듈을 기반으로 한 S/W개발

(다) 핵심기술수준 및 관련 인프라 현황

<표 66> 관련 기술 분야의 기술수준

세부항목	기술수준(%)	전문인력 보유정도(%)	인프라 구축정도(%)
토지이용과 교통, 환경과 관련된 다양한 이론들에 기반을 둔 모델 구축	25	10	20
통합 알고리즘 개발	40	30	40
정책 평가 시뮬레이터 개발	30	20	30
정책 평가 시뮬레이터 개발	30	20	30

<표 67> 관련 기술 분야의 인프라 수준

기 술 명	인력보유 정도	자금지원 수준	연구개발시스템 (설비,장비,체제 등)
토지이용과 교통, 환경과 관련된 다양한 이론들에 기반을 둔 모델 구축	3	3	4
통합 알고리즘 개발	4	4	5
정책 평가 시뮬레이터 개발	3	3	4
정책 평가 시뮬레이터 개발	3	3	4

(라) 추진전략 및 체계

○ 추진전략

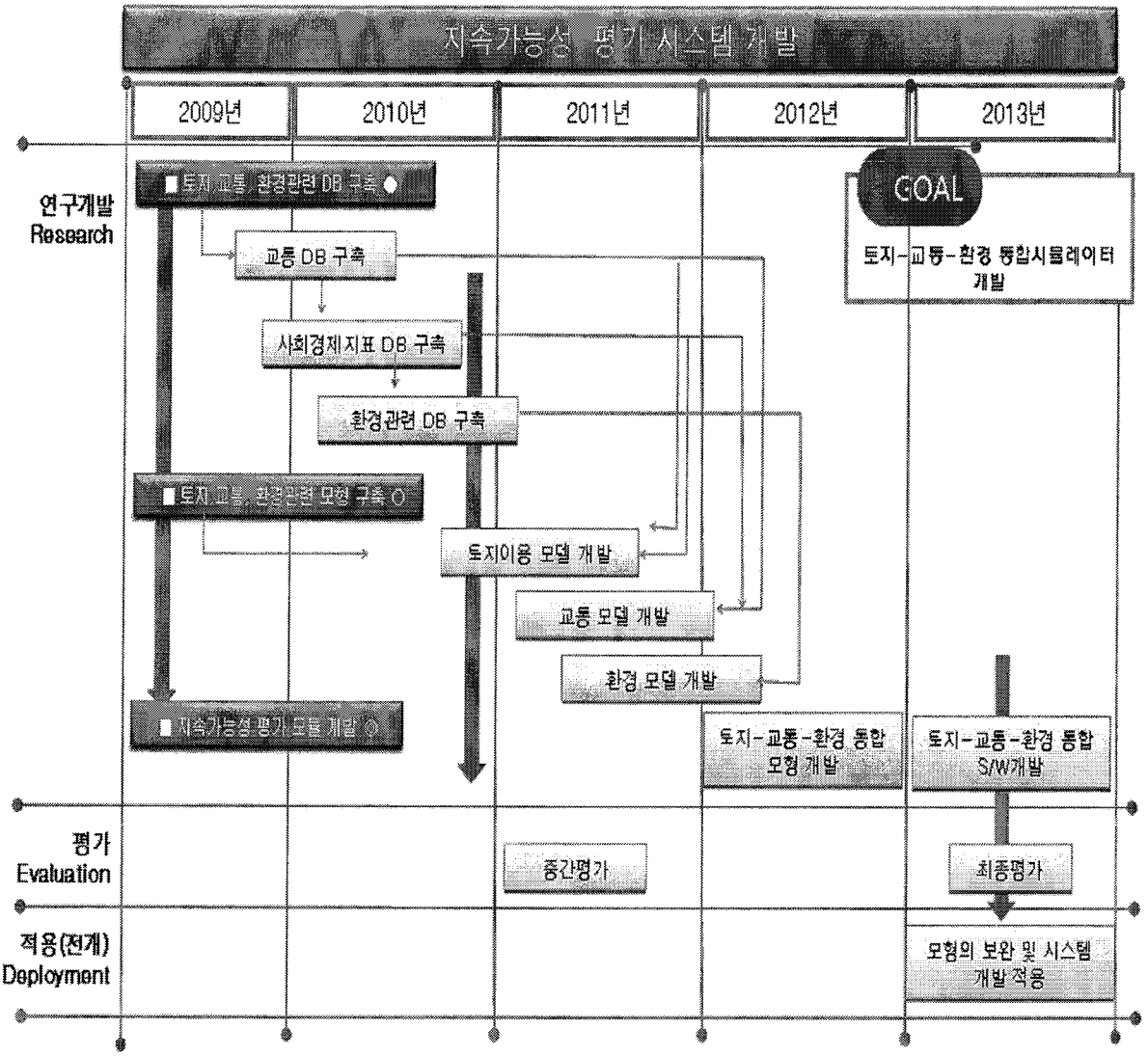
- 1단계 : 토지, 교통, 환경관련 DB 구축
- 2단계 : 토지, 교통, 환경관련 모형 구축 및 지속가능성 평가 지표 개발
- 3단계 : 지속가능성 평가 모듈 개발
- 4단계 : 지속가능성 평가 S/W개발

○ 추진방법 및 체계

<table>
<tr><th>구분</th><th>토지</th><th>교통</th><th>환경</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1차년도</td><td>- 토지관련 데이터베이스 구축</td><td>- 교통관련 데이터베이스 구축</td><td>- 환경관련 데이터베이스 구축</td></tr>
<tr><td colspan="3">- 지속가능성 평가 지표 개발</td></tr>
<tr><td>2차년도</td><td>- 토지관련 모형개발
- 지속가능성 평가 지표 선정</td><td>- 교통관련 모형개발
- 지속가능성 평가 지표 선정</td><td>- 환경관련 모형개발
- 지속가능성 평가 지표 선정</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3차년도</td><td>- GIS데이터 변환 모듈
- 평가 모듈 개발</td><td>- 네트워크 및 O/D 변환 모듈
- 평가 모듈 개발</td><td>- 환경데이터 변환 모듈
- 평가 모듈 개발</td></tr>
<tr><td colspan="3">- 통합 평가모듈 개발</td></tr>
<tr><td>4차년도</td><td colspan="3">- 통합 평가시스템 개발</td></tr>
</table>

사. 기술개발로드맵

(1) 중점과제별 로드맵



아. 기대효과와 파급효과

(1) 기대효과

○ 토지-교통-환경의 통합모형은 지속가능한 정책의 가장 효율적인 대안을 평가하여 불필요한 교통유발과 에너지를 줄임으로써 환경적·경제적 비용 절감의 효과를 기대할 수 있음

○ 토지이용정책, 교통투자 정책 등의 불필요한 투자를 줄이고 사회적·경제적 효용성을 높여 사회적 잉여를 기대할 수 있음

○ 불필요한 정책으로 인해 발생되는 에너지를 줄임으로써 환경오염물질의 배출량 감소효과를 가져올 것으로 기대되며 특히 통행량, 교통에너지 소비량의 감소로 인해 온실가스 배출량이 감소할 것이며 이는 지구온난화에 효과적으로 대비할 수 있을 것으로 기대됨

(2) 파급효과

○ 토지-교통-환경의 통합모형 및 시스템의 개발은 우리나라의 GIS데이터, 교통DB, 환경DB 구축의 연동화를 기대할 수 있음

○ 지속가능한 개발의 파급효과에 대한 평가 시스템은 국토, 건설, 환경 등의 다양한 분야에서 활용할 수 있음

자. 소요예산 추정

(1) 세부과제별 소요예산

(가) 중점과제 : 지속가능개발 평가시스템 개발

단위 : 백만원

년도	정부출연금	기업부담금	계
1차년도(2009)			
2차년도(2010)			
3차년도(2011)	300		300
4차년도(2012)	500		500
5차년도(2013)	1,000		1,000
합계	1,800		1,800

참고문헌

참고문헌

[국내문헌]

1. 경기개발연구원, 『경기도 온실가스 배출량 산정 시스템 개발』, 2008
2. 경기개발연구원, 『기후변화협약 이행을 위한 수도권 교통정책의 방향』, 2007
3. 경찰청, 『교통사고통계』, 각 연도
4. 경찰청, 『경찰 지능형교통체계(ITS) 기본계획 수립 연구』, 2007
5. 경찰청, 『효율적 경찰교통정보 제공서비스 추진방안』, 2009
6. 교통안전공단, 『교통문화지수 실태조사 보고서』, 2008
7. 교통안전공단, 『사업용 운전자 안전운전센타 설립에 관한 연구』, 2003
8. 교통안전공단, 『온실가스 의무저감에 대한 유럽연합의 현황과 우리의 당면과제 연구 : 교통영역의 탄소배출저감을 위한 대응전략』, 2007
9. 교통안전공단, 『안전운전 체험교육 과정』, 2009
10. 교통안전공단, 『자동차주행거리』, 각 연도
11. 교통안전공단, 『친환경 경제운전 습관 유도장치 개발방안』, 2008
12. 교통안전공단, 『첨단 미래형자동차를 검사하기 위한 검사제도 발전연구』, 2008
13. 국가과학기술위원회, 『녹색기술 연구개발 종합대책(안)』, 2009
14. 국립환경과학원, 『대기오염물질 배출량』, 각 연도
15. 국립환경과학원, 『환경부문 온실가스 배출량 Inventory 작성 및 배출계수 개발』, 2008
16. 국립환경과학원, 『배출가스 자기진단장치(OBD) 국내 도입방안 연구』, 2002
17. 국립환경과학원, 『이동오염원 대기오염물질 배출량 산정 방법 편람』, 2005
18. 국립환경과학원, 『자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(Ⅳ)』, 2006
19. 국립환경과학원, 『자동차 온실가스 배출량 조사』, 2001
20. 국립환경과학원, 『자동차 오염물질 산정연구』, 2001
21. 국무총리실, 『제1차 국가에너지기본계획 : 2008~2030』, 2008
22. 국무총리실 기후변화대책기획단, 『기후변화대응 종합기본계획』, 2008
23. 국토연구원, 『국토정책』 제176호, 2008
24. 국토연구원, 『국토관리의 지속가능성지표 설정과 활용에 관한 연구』, 2007
25. 국토연구원, 『BRT와 혼잡통행료의 통합시행에 따른 교통환경개선효과에 관한 연구』, 2004
26. 국토연구원, 『디지털국토 기반조성을 위한 통합교통정보 인프라구축방안』, 2007
27. 국토연구원, 『지속가능한 국토개발지표 설정에 관한 연구』, 2003
28. 국토해양부, 『교통조사지침』, 2006
29. 국토해양부, 『도로교통량 조사 교육자료』, 2008
30. 국토해양부, 『대중교통 현황조사 지침』, 2008
31. 국토해양부, 『지속가능한 국토관리 전략』, 2002
32. 국토해양부, 『2007 국가기간 교통·물류 주요통계 및 사업현황』, 2007

33. 국토해양부, 『2008년도 교통약자 이동편의 실태조사』, 2009
34. 기후변화 정책 추진방향 세미나(2009.4.23) 발표 자료
35. 김도훈 외, 『시스템 다이내믹스』, 1999
36. 김영표, "알기 쉬운 연구방법론 20 - 시스템 다이내믹스 기법", 『월간국토』, 국토연구원, 통권 312호, pp. 117~127, 2007
37. 서울시정개발연구원, 『서울시 온실가스 저감목표 수립 및 이행계획 평가』, 2006
38. 김은해, 『대중교통 개편에 따른 대중교통 수요변화 요인분석』, 서울시립대학교 석사학위 논문, 2006
39. 김인수·박동철, "한국의 산업금융정책이 경제성장에 미친 영향분석", 『산업경제연구』, 한국산업경제학회, 제18권 5호, 2005
40. 김의준, "알기 쉬운 연구방법론 27-CGE(Computable General Equilibrium)모형", 『월간국토』, 국토연구원, 제319호, pp. 96~103, 2008
41. 김홍배·유원환, "다지역투입산출모형을 이용한 이산화탄소 배출가스 저감대책이 우리나라 지역경제에 미칠 파급효과 분석", 『국토계획』, 대한국토·도시계획학회, 제37권 7호, 2002
42. 김홍배·원제무, "경부고속전철이 지역경제에 미치는 영향", 『국토계획』, 대한국토·도시계획학회, 제32권 1호, 1997
43. 교육과학기술부, 『기후변화협약 대응 연구개발 종합대책』, 2006
44. 과학기술정책연구원, 『저탄소 녹색성장과 녹색기술개발』, 2008
45. 과학기술정책연구원, 『우리나라 과학기술 국제화 추진 실태 분석 및 개선 과제』, 2003
46. 녹색성장위원회 보도자료, 2009. 8. 4
47. 녹색연합, 『기후변화와 탄소 발자국 - 지역 실천을 위한 가이드라인』, 2007
48. 대외경제정책연구원, 『일본의 저탄소사회 전략의 현황과 시사점』, 2008
49. 대외경제정책연구원, 『EU의 기후변화 대응정책과 시사점』, 2008
50. 대전발전연구원, 『승용차 이용자의 대중교통수단 전화에 관한 기초연구』, 2005
51. 대한교통학회, 『철도투자평가편람』, 2006
52. 박용성, "자동차운전조건에 따른 연료소모특성", 『한국자동차공학회지』, 한국자동차공학학회, 2003
53. 박용성, "저 CO_2 차량 보급정책 및 에코드라이브 활성화 방안", 한국자동차춘계학술대회 특별강연, 2009
54. 변세일, "알기 쉬운 연구방법론 26 - 경로분석방법론(Path Analysis)", 『월간국토』, 국토연구원, 제318호, pp. 59~67, 2008
55. 부산발전연구원, 『대중교통체계 개편 성과와 개선방안 연구』, 2007
56. 산업경제리서치, 『2009 RFID/USN 산업총람』, 2009
57. 삼성교통안전문화연구소, 『지속가능 교통정책 국제 심포지엄』, 2008
58. 서울시정개발연구원, 『걷고싶은 거리만들기 시범가로 시행평가 및 향후 추진방향 연구』, 2001
59. 서울시정개발연구원, 『대중교통체계개편 성과분석 및 버스관리기구 설립·운영

방안』, 2006
60. 서울시정개발연구원, 『서울시 승용차요일제 시행효과분석 및 발전방안 연구』, 2007
61. 서울시정개발연구원, 『서울시 온실가스 저감목표 수립 및 이행계획 평가』, 2006
62. 서울시정개발연구원, 『서울시 자동차 배기가스 저감을 위한 교통관리 기법연구』, 2005
63. 서울특별시, 『서울교통시스템 개편 실행방안-버스노선체계 개편』, 2003
64. 서울특별시, 『연도별 서울시 교통지표 산출』, 2005
65. 송재호 외, "탄소세 부과에 따른 국내 에너지-경제-환경(3E) 변화 분석 및 예측을 위한 시스템다이내믹스 모델 개발", 『한국시스템다이내믹스연구』, 제7권 제2호, p. 152, 2006
66. 안홍기, "다지역 산업연관모형(MRIO)을 이용한 SOC투자의 지역경제 파급효과 분석", 『국토계획』, 대한국토·도시계획학회, 제36권 7호, 2001
67. 오성호, "네덜란드 델프트(Delft)의 집중형 환승체계와 신구 도시의 조화", 『월간국토』, 국토연구원, 통권 283호, 2005
68. 유정복, "외국의 BRT 운영 사례", 『월간교통』, 한국교통연구원, 제65호, 2003
69. 에너지경제연구원, 『기후변화협약 3차 보고서』, 2006
70. 에너지경제연구원, 『세계 주요국가의 기후변화협약 정책 및 조치 추진상황 연구』, 2003
71. 에너지경제연구원, 『기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략수립에 관한 연구(제2차년도) - 온실가스 인벤토리 및 통계 작성체제 개선방안』, 2005
72. 에너지경제연구원, 『기후변화협약 대응 국가온실가스 IPCC 신규 가이드라인 적용을 위한 기획연구』, 2008
73. 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 2008
74. 에너지관리공단, 『기후변화협약대응 온실가스 감축시책 수립방안 연구』, 2004
75. 에너지관리공단, 『에너지소비통계』, 2008
76. 지속가능발전위원회, 『국가지속가능발전 전략 및 이행계획』, 2006
77. 지속가능발전위원회, 『국가지속가능발전지표 평가 보고서』, 2008
78. 지식경제부 기후변화 정책팀 보도자료, 2009.2.3
79. 지식경제부, 『온실가스 배출감축 잠재량분석 연구』, 2006
80. 지식경제부, 『지식·혁신주도형 녹색성장을 위한 산업발전전략』, 2008
81. 최병호, "독일, 네덜란드 교통시설 투자평가제도 사례연구", 국토해양부 교통분석평가포럼 발표자료, 2008.12.15
82. 최병호·김현진, "고령화 사회를 위한 인간지향설계(Design for all) 개념과 당면과제", 『교통기술과 정책』, 대한교통학회, 2007
83. 코레일 연구소 보도자료, 2007
84. 토마스 프리드먼, 『코드 그린 : 뜨겁고 평평하고 붐비는 세계』, 2008
85. 한국건설교통기술평가원, 『교통정보 혁신을 위한 제공·관리·평가기술 개발 기획보고서』, 2007
86. 한국교통연구원, 『기후변화협약대비 교통부문 온실가스 저감정책의 효과분석(2

단계)』, 2006
87. 한국교통연구원, 『보행우선구역 시범 사업지 연구용역(1차)』, 2008
88. 한국교통연구원, 『수송부문 온실가스 배출통계체계 구축 및 관리방안』, 2008
89. 한국교통연구원, 『실시간 검지정보를 이용한 대기오염 모니터링 시스템 개발』, 2004
90. 한국교통연구원, 『에너지위기시의 교통부문 대응방안』, 2008
91. 한국교통연구원, 『전국 교통혼잡비용 산출과 추이 분석』, 각 연도
92. 한국교통연구원, 『지능형 교통사고 통보 및 분석 시스템 개발 연구』, 2004
93. 한국교통연구원, 『지속가능한 도시교통체계 구축방안(2단계)』, 2004
94. 한국교통연구원, 『2008년 국가교통수요조사 및 DB구축사업』, 2009
95. 한국교통연구원, 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)』, 2004
96. 한국교통연구원, 『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2009
97. 한국과학기술기획평가원, 『건설교통기술 특허·논문 동향 조사 : 종합편』, 2007
98. 한국과학기술기획평가원, 『2007년도 기후변화대응기술 기술영향평가 보고서』, 2008
99. 한국도로공사 내부 자료
100. 한국석유공사 석유정보망 내부자료, 2009
101. 한국운수산업연구원, 『버스 차내 안전사고 실태조사 및 개선대책 연구』, 2005
102. 한국에너지기술연구원, 『온실가스저감기술 개발사업 : 온실가스저감기술 선진화 연구』, 2001
103. 한국전파진흥원, 『유비쿼터스 GIS』, 2008
104. 한국정보사회진흥원, 『국가 미래예측 메타분석』, 2008
105. 한국정보사회진흥원, 『세계미래학회에서 예측한 2009년 이후의 미래전망』, 2008
106. 한국환경정책평가연구원, 『육상교통수단의 환경성 비교분석』, 2002
107. 한국ITS학회, 『교통정보공학론』, 2008
108. 한국ITS학회, 국제 ITS학회 워크숍 자료집, 2008
109. 현대자동차, 『자동차산업』, 각 연도
110. 행정안전부 내부자료, 2009
111. 환경부, 『기후변화대응 지방자치단체 활성화 지원방안 연구』, 2008
112. 환경부, 『지자체 기후변화대응 업무안내서』, 2008
113. 환경부, "탄소포인트 제도 시범 실시, 2009년.7월부터 본격 실시", 보도자료, 2008. 10
114. 환경부, 『국가 지속가능발전지표 개발 및 활용에 관한 연구』, 2001
115. 환경부, 『대기오염 측정망 설치·운영 지침』, 2009
116. 환경운동연합, "스턴보고서가 말하는 기후변화의 경제학", 『월간 함께 사는 길』, 통권 163호, pp.48~50, 2007

[국외문헌]

1. Ackermann, K., Technische Universität Dresden, 1995
2. Ackermann, K.; Schöppe, E.; Badrow, A.; Ließke, F., "System repräsentativer Verkehrsbefragungen 1998 - Erhebungsmethode und ausgewählte Ergebnisse", Straßenverkehrstechnik 8/99, 1999
3. Adele McCarthy, 『Melbourne's Public Transport Contributing to the Mitigation of Climate Change』, UITP Sustainabl Development Seminar, 2008
4. Aslaksen, F., "Urban development and Universal Design", Vista Utredning AS, 2007
5. Australian Government, Department of Climate Change, 『Australia's National Greenhouse Accounts - National Inventory Report 2006』, 2007
6. Beckmann, K. et al. "Die entscheidenden Akteure der Suburbanisierung", Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 2004
7. Becker, U.;, Boehmer, J.; Gerike, R. (eds.). "How to define and measure access and need satisfaction in transport", Papers from the ESF-Exploratory Workshop Dresden 27~28 Sep, 2007
8. Benner, E. et. al.: Identifikation von Unfallstellen, Forschungsberichte der BASt, Köln 1978
9. Beratungsstelle für Schadenverhütung: Kölner Protokoll 87, Ergebnisse des Kolloquiums
10. Beratungsstelle für Schadenverhütung: Tempo 30-Zonen - Auswahl und Einrichtung, Empfehlungen Nr. 8, Köln, 1990
11. Beratungsstelle für Schadenverhütung: Planung und Entwurf von Landstraßen - PELa, Empfehlungen Nr. 9, Koln, 1993
12. Bleck, M., "günstigere Wohnkosten im Umland", Forschungsinstitut für Soziologie der Universität zu Köln, 2005
13. Boenke, D., "Verkehrsraumgestaltung für ältere Menschen - Ein Leitfaden für die Praxis", Bergische Univ. Wuppertal, 2007
14. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Band 23, 2006
15. Brundell-Freij, K., Ericsson, E., "Influence of street characteristics, driver category and car performance on urban driving patterns", Transportation Research Part D, 10, pp. 213~229, 2005
16. Burkhard, S. and Wolfgang, S., Evaluating economic feasibility and technical progress of environmentally sustainable scenarios by a backcasting approach with ESCOT, 2004
17. Carbon Market Insights Conference, Copenhagen, 17 March 2009
18. Center for Global Environmental Studies, 『National Greenhouse Gas Inventory Report of JAPAN』, 2008
19. DATELINE. 5th Framework Programme "Competitive and Sustainable

Growth" European Commission
20. Deffenbacher, J. L., Huff, M. E., Lynch, R. S., Oetting, E. R., & Salvatore, N. F., "Characteristics and treatment of high-anger drivers", Journal of Consulting Psychology, 47, pp. 15~17, 2000
21. Delhomme, P., et al., "Reducing air pollution: a mean for influencing drivers to respect speed limitations", Final Report. ADEME-INRETS, 2005
22. DG TREN, "Design and Application of a Travel Survey for European Long-distance Trips Based on an International Network of Expertise", 2000
23. DG TREN, "Handbook on estimation of external cost in the transport sector", CE Delft, 2007
24. EC, 『EU Energy and Transport in Figures Statistical pocketbook』, 2002
25. ECMT, 『National Policies to Promote Cycling』, 2004
26. Enquetekommission des Landtags von NRW, pp. 453, 2004
27. European Commission, "Keep Europe moving - Sustainable mobility for our continent; Mid-term review of the European Commission''s 2001 Transport White Paper", COM(2006)314. Brussels, 2006
28. European Commission, "Transport White Paper. European transport policy for 2010: time to decide", Brussels, 2001
29. Follmer, R. et al., "Mobilität im suburbanen Raum. Neue verkehrliche und raumordnerische Implikationen des räumlichen Strukturwandels", infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft, 2004
30. Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen (Hg.): Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Köln 1974
31. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hg.): Hinweise zur Ermittlung der Verkehrssicherheitsqualität (VSQ) von Straßen, Ausgabe 1990, Köln, Straße und Autobahn, 41, Nr. 10, 1990
32. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hg.): Richtlinien für die Anlage von Straßen RAS, Teil: Leitfaden für die funktionale Gliederung des Straßennetzes (RAS-N), Ausgabe 1988, Köln Institut für Straßenverkehr: EUSka - zeitgemäße Verkehrssicherheitsarbeit: Unfallaufnahme und -analyse werden einfacher und zuverlässiger, Köln 1997
33. Friedl, B. and Steininger, K. W., "Environmentally Sustainable Transport: Definition and Long-Term Economic Impacts for Austria", Empirica, Vol. 29, No. 2, pp. 163~180, 2002
34. Geurs, K. and Adams, J., Economic and social impacts of sustainable transport, European Transport Conference, 1999
35. IEA, 「Workshop on Ecodriving」, pp. 1~4, 2007
36. IPCC, 『2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories』, 2006
37. Joon Byeong Yoon, UITP Sustainabl Development Seminar, Transportation

Policies in seoul for Sustainability, 2008
38. Kausch et al., "Mobilität im suburbanen Raum", Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2005
39. Kershaw, A., "National Travel Survey", London: Office for National Statistics, 2001
40. Lawton, R., Parker D., Stradling, S. G., & Manstead, A. S. R., "Predicting road traffic accidents: The role of social deviance and violations", British Journal of Psychology, 88, pp. 249~262, 1997
41. Lipphard, D.: Unfallkommission von innen - Informationen aus und Empfehlungen für Unfallkommissionen, Mitteilungen Nr. 37, Institut für Straßenverkehr, Köln 1998
42. Lutter, H., Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 2005
43. Meewes, V. u. P. Butterwegge: Verkehrs-Sicherheits-Prüfung - VSP - Verfahren, Ergebnisse aus Mecklenburg-Vorpommern, Mitteilungen Nr. 36, Beratungsstelle für Schadenverhütung, Köln 1996
44. Mehlhorn, G. Ernst & Sohn, 2001
45. Meewes, V.: Zur Abgrenzung von Unfällen mit schwerem oder leichtem Sachschaden, Informationen der Beratungsstelle für Schadenverhütung, Köln 1994
46. Müller, B., et al., Institut für ökologische Raumentwicklung e.V., Dresden, 2002
47. Neumann, L. et.al.: Identifikation und Ursachenuntersuchung von innerortlichen Unfallstellen, Berichte der BASt, Heft M 2, Bergisch Gladbach, 1993
48. OECD, "Improving Fuel Efficiency in Road Freight Transport: The Role of Information Technologies", Workshop Proceedings, 1996
49. OECD/ECMT, "Leipzig Charter on Sustainable Europen Cities", 2007
50. OECD/ITF, Greenhouse Gas Reduction Strategies in the Transport Sector, 2008
51. PARK, SangKweon "Road Accident in Korea", IATSS Research Vol. 32-2, pp.118~121, (IATSS : International Association of Traffic and Safety Sciences), 2009
52. Pfundt, K.: Handbuch der verkehrssicheren Straßengestaltung,Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund, 1991
53. Pfundt, K.: Studienkurse für Verkehrssachbearbeiter - Verkehrsregelung an Kreuzungen und Einmündungen/Verkehrsregelung für die freie Strecke/Grundsätze der Beschilderung/Sicherung des Fußgängerverkehrs/Ruhender Verkehr/Örtliche Unfalluntersuchungen, Mitteilungen Nr. 6, Berater für Schadenverhütung, Köln 1972
54. Pfundt, K. u. V. Meewes: Verkehrserschließung von Wohnbereichen, Umgestaltung; Neuplanung, Empfehlungen Nr. 6, Beratungsstelle für Schadenverhütung, Köln 1986
55. Pfundt/Meewes/Schilberg/Maier: Studienkurse für Verkehrssachbearbeiter, Fußgänger und Radfahrerverkehr, Mitteilungen Nr. 6a und 6b, Beratungsstelle für Schadenverhütung, Köln 1980

56. Polk, M., "Are women potentially more accommodating than men to a sustainable transportation system in Sweden?", Transportation Research Part D, 8, pp. 75~95, 2003
57. Pretsch, H. et al., Institute National de Recherche Sur Les Transports et Leur Securite, Société Nationale des Chemins de fer Francais, 2005
58. Reason, J. T., Manstead, A. S. R., Stradling, S. G., Baxter, J. S., & Campbell, K. A., "Errors and violations on the road: a real distinction?", Ergonomics, 33(10/11), pp. 1315~1332, 1990
59. Richardson, A. J., Ampt, E. S., & Meyburg A. H., Survey Methods for Transport Planning, Eucalytus Press, Melbourne, 1999
60. Rothengatter, W.(1999), Economic Assessment of EST - Scenarios of the OECD
61. Sammer, G., Die Stichprobenmethode bei Verkehrserhebungen, Graz, 1973
62. Schilberg, F.: Unfalltypen-Katalog, Ein Leitfaden zur Bestimmung des Unfalltyps entsprechend den Richtlinien zur Führung von Unfalltypen-Steckkarten, Mitteilungen Nr. 7, Beratungsstelle für Schadenverhütung, Köln 1970
63. UITP Sustainabl Development Seminar, Adele McCarthy, Melbourne's Public Transport Contributing to the Mitigation of Climate Change, 2008
64. U.K. Defra 『UK Greenhouse Gas Inventory, 1990 to 2006』 , 2008
65. U.S. EPA, 『Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990~2006』 , 2008
66. Umweltbundesamt, "Umweltreinhaltung 2010", 2007
67. Umweltbundesamt, "Qualitaetsziele und Indikatoren fuer eine nachhaltige Mobilitaet - Anwenderleitfaden", 2005
68. Untersuchung zur Luftreinhaltung, Stadt Augsburg, 2007
69. Verordnung zum Erlass und zur Änderung von Vorschriften über die Kennzeichnung emissionsarmer Kraftfahrzeuge
70. Verron, H., et al., "Verordnung zum Erlass und zur Änderung von Vorschriften über die Kennzeichnung emissionsarmer Kraftfahrzeuge", Umweltbundesamt, 2005
71. Vlek, C., Michon, J., "Why we should and how we could decrease the use of motor vehicles in the near future", IATSS Research 15, pp. 82~93, 1992
72. Wachtel J. and Netherton R., Safety and environmental design considerations in the use of commercial electronic variable-message signage, FHWA/RD-80/051, 1980
73. Witte, A. et al., Verlag für Sozialwissenschaften Wiesbaden, 2008
74. Workshop on Ecodriving, Findings and Messages for Policy Makers. International Transport Forum, 22~23 November 2007
75. World Commission on Environment and Development, "Our Common Future", Oxford Paperbacks, ISBN 0-19-282080-X, 1987
76. Zarkadoula, M., et al., "Training urban bus drivers to promote smart driving:

A note on a Greek eco-driving pilot program", Transportation Research Part D 12, pp. 449~451, 2007
77. 石油學會編 ″もうクルマは空氣を汚さない″化學工業日報社, 2004
78. 交通と環境を考える會編 ″環境を考えたクルマ社會″技報堂出版, 1995
79. 國土交通省 (日本) ″平成16年度 映像記錄型ドライブレコーダーの搭載効果 に關する調査報告書″, 2004
80. 谷口正明 ″エコドライブ運轉術″SANSUISHA*KODANSHA, 2008
81. 山川新二編集自動車の交通環境調和技術″朝倉書店, 1997
82. 일본 문부과학성, 『제8회 과학기술예측』, 2005
83. 鹿島茂, 성에너지 운전이 교통안전에 미치는 효과분석, 일본교통정책연구회, pp. 7, 2009
84. 일본 에코드라이브 보급 연락회,「에코드라이브 사업개요」보고서

[웹사이트]

1. http://www.env-it.de
2. http://www.bmu.de/luftreinhaltung
3. http://www.umwelt-plakette.de
4. http://www.me.go.kr
5. http://cpoint.or.kr
6. http://www.gihoo.or.kr
7. http://www.globalwindow.org
8. http://www.kgu.or.kr
9. http://www.myucar.com
10. http://www.trl.co.uk
11. http://www.bast.de
12. http://www.inrets.fr
13. http://www.arrb.com.au
14. http://www.trb.org
15. http://www.mlit.go.jp
16. http://www.nilim.go.jp
17. http://www.gtz.de
18. http://www.gtkp.com
19. http://www.walkableamerica.org
20. http://www.walksandiego.org
21. http://www.walkon.ca
22. http://www.psyk.uu.se/hemsidor/busdriver
23. http://www.index.go.kr

24. http://www.bok.or.kr
25. http://www.dpi.wa.gov.au
26. http://www.alburycity.nsw.gov.au
27. http://www.edmonton.ca/walkableedmonton
28. http://www.kemco.or.kr
29. http://www.keei.re.krl
30. www.env-it.de
31. www.bmu.de/luftreinhaltung
32. www.umwelt-plakette.de
33. www.me.go.kr
34. www.cpoint.or.kr
35. www.gihoo.or.kr
36. www.globalwindow.org
37. www.myucar.com
38. www.ecomo.or.jp/environment/ecodrive/data/ecodrive-class(truck)_ninteikijyun.pdf
39. www.ecomo.or.jp/environment/ecodrive/data/car-nintei.pdf
40. www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/010609_.html
41. www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/010609/01.pdf
42. www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/010609/02.pdf
43. www.ecodrive.jp/eco_10.html
44. www.eccj.or.jp/sub_05.html
45. www.team-6.jp/ecodrive/10recommendation/index.html

주 의 사 항

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 교통체계효율화사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 교통체계효율화사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

본 보고서와 관련하여 문의를 원하시는 분은 아래의 문의처로 연락을 주시기 바랍니다.

■ 문의처 : 한국건설교통기술평가원 TEL 031)389-6441
한국교통연구원 TEL 031)910-3114

R&D/09교통체계-지능01

지속가능 교통물류시스템 기술개발 기획 - 본보고서

■ 발행일 / 2010. 11.

■ 발행처 / 한국교통연구원
경기도 고양시 일산서구 고양대로 315
TEL 031-910-3114(대)

■ 인쇄처 / 호정씨앤피