16RDPP-C1
19647-01

택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 기획 최종보고서

2016

국토교통과학기술진흥원

국 토 교 통 부

국토교통 R&D 보고서

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )

R&D /
16RDPP-C119647-01

택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 기획 최종보고서

2017. 05. 12.

주관연구기관 / KAIST
협동연구기관 / 한국교통연구원

국 토 교 통 부

국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

‘택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 기획’(연구개발 기간 : 2016.08.30 ~ 2017.02.28) 과제의 최종보고서 1부를 제출합니다.

2017. 05. 12.

주관연구기관명 : 한국과학기술원 (총 장) 신 성 철 (인)
협동연구기관명 : 한국교통연구원 (원 장) 이 창 운 (인)

주관연구기관책임자: 장 인 권
협동연구기관책임자: 허 성 호

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>16RDPP-C119647-01</td><td>해당 단계 연구 기간</td><td>6개월</td><td>단계구분</td><td>4단계/4단계</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">국토교통R&D</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">국토교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 기획</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">장 인 권</td><td>해당단계 참여 연구원 수</td><td>총: 18명
내부: 18명
외부: 명</td><td>해당단계 연구개발비</td><td>정부:120,000천원
기업: 0천원
정부 외: 0천원
계:120,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여 연구원 수</td><td>총: 18명
내부: 18명
외부: 명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부:120,000천원
기업: 0천원
정부 외: 0천원
계:120,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속 부서명</td><td colspan="2">주관: 한국과학기술원
공동: 한국교통연구원</td><td colspan="3">참여기업명
-</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="2">상대국명: -</td><td colspan="3">상대국 연구기관명: -</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="2">연구기관명: -</td><td colspan="3">연구책임자: 장 인 권</td></tr>
<tr><td colspan="3">요약</td><td colspan="3">보고서면수: 249 쪽</td></tr>
</table>

○ 전자상거래 활성화로 인해 국내 택배산업 시장이 급격히 성장하고 있음. 이에 따라, 택배용 소형 화물차량의 수요 또한 증가하고 있음.

○ 한국교통연구원의 화물운송시장 실태조사 자료에 따르면, 최근 5년간 등록된 화물차의 약 95%가 디젤 차량임.

- 화물차량 등록 대수: 2011년 95.0%, 2012년 94.6%, 2013년 92,6%, 2014년 97.1%, 2015년 95.7%

○ 기존 경유 차량의 경우 빈번한 정차 및 가·감속으로 인해, 복합연비(9km/l 내외) 대비 낮은 실 운행 연비(일평균 3.0km/l)는 물류비용 상승의 중요 원인임.

- `14년 전체 국가물류비의 71.2%를 수송비가 차지하였으며, 이 중 도로운송비가 96.5%를 차지함.

○ 또한, 기존 경유 차량의 경우, 다량의 미세먼지 및 온실가스를 배출하고 있음.

- 경유 차량에 의해 발생되는 미세먼지 배출량은 전국 도로이동에 따른 총 배출량의 약 62%인 12,969톤을 차지함.

○ 물류비 인상 억제와 배기가스 저감을 위해, 전기 자동차 개조 사업, LPG 완성차 사업 등 정부 사업들이 추진 되어왔으나 높은 시장 모듈 가격(약 3000만 원 이상)과 높은 무게 증가량 (200kg 이상)으로 인해 시장 확보에 실패함.

- 택배운송 시장의 낮은 시장 진입 가격을 반드시 반영해야함. (중고차 기준 1500만 원 내외).

○ 따라서 택배 운송환경에 최적화된 친환경/고효율/저비용 하이브리드 디젤-전기 트럭의 핵심 기술 개발 및 시험차량 적용을 위한 실증 기술 개발을 기획함.

연구의 목적 및 내용	□ 연구의 목적 ○ 택배 운송환경에 특화된 보급형 하이브리드 디젤-전기 트럭 개발 연구 기획 - 적재량 1.5톤 미만의 소형 트럭의 하이브리드 化 개조 기술 도출 - 복합연비 개선 및 배기가스 감축 효과 예측 - 개조기술 개발사업의 경제성, 기술성 및 사회 파급효과 예측 - 기술보급을 위한 법제도 개선 방향 수립 □ 연구의 내용 ○ 친환경 상용차 기술 국내외 현황 및 동향 조사·분석 - 국내외 친환경 자동차 관련 정책 조사·분석 * 국내외 유관기관 보고서 분석/종합 - 친환경 상용차 기술·시장 동향 분석 * 특허, 논문, 각종 consumer report 포함 - 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석 * 통계분석 및 전문가 정성분석 포함 ○ 하이브리드 디젤-전기차 개조 핵심 요소 기술 도출 - 국내 택배 물류특성(연비, 운송거리 등) 분석 - 하이브리드 디젤-전기차의 최적 사양 결정 방안 도출 * 택배차량의 운행기록 및 도로 환경 Big data 활용 포함 - 저비용/고효율 하이브리드 파워트레인 기술 분석 및 평가 - 하이브리드 파워트레인 관련 부품(모터, 배터리, 인버터 등)의 현황(공급처, 가격 등) 조사 및 개조비용 예측 - 개조기술 제안 및 타당성 제시 - 개조차 개발 전략 수립 ○ 하이브리드 디젤-전기 택배 트럭 개발 실증연구 기획 - 차량 승인 등 실용화 방안 제시 - 실증사업 운영방안 제시 ○ 보급지원을 위한 법제도 개선 방안 수립 - 환경 개선(미세먼지 저감 등) 효과에 따른 개조 지원 방안 수립 - 효율 개선(유류비 지원 절감 등) 효과에 따른 개조 지원 방안 수립 ○ 개조기술 개발사업의 경제성, 기술성, 사업성 및 사회 파급효과 예측
연구개발성과	○ 도심 내 택배 운송을 위한 적재량 1.5톤 미만 소형 트럭의 국내외 정책·시장·기술개발 동향을 분석함. ○ 분석적계층화과정(AHP), 개조선호도 분석 등을 통해 적재량 1.5톤 미만 소형 트럭의 하이브리드 化를 위한 개조 대안을 분석하고, 후보과제 간 우선순위를 도출함. ○ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 개조 목표를 설정하고, 기술 개발을 위한 최적 추진체계를 제시함. ○ 하이브리드 디젤-전기 택배 트럭 실용화를 위한 개조차량 승인 및 법·제도 지원 방안을 분석함.

	○ 하이브리드 디젤-전기 택배 트럭 개조 사업의 정책적·기술적·경제적 타당성 검증을 수행함.				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 환경오염의 주요 원인 중 하나인 노후 디젤 택배차량을 개조하여 도심 택배에 최적화된 친환경/고효율/저비용 하이브리드 디젤-전기 트럭으로 전환함.				
핵심어 (5개 이내)	하이브리드 디젤-전기 트럭	택배 운송 환경 분석	하이브리드 파워트레인	친환경 상용차량	

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	□ Purpose ○ Feasibility study on eco-friendly hybrid diesel-electric trucks for parcel delivery service - Core technologies are defined to develop eco-friendly hybrid diesel trucks with loads less than 1.5 tons. - Effect of fuel economy improvement and emission reduction is analyzed. - Economic and social impacts of the core technologies are predicted. - Improvements of policy and laws are presented to realize the related technologies. □ Contents ○ Domestic and international development status and trend analysis of eco-friendly commercial vehicles technologies - Domestic and international R&D status and trends of eco-friendly vehicles are investigated * Status of eco-friendly commercial vehicle technologies is identified from reports of relevant domestic and international organizations. - Technologies and market trends for eco-friendly vehicles are investigated. * Production planning and market trends for domestic and international eco-friendly commercial vehicles are analyzed by examining patents, papers, consumer reports, etc. - Domestic market requirement for technology development are surveyed. * Based on statistical analysis and expert opinion, domestic demand and market requirements of the related technology are analyzed. ○ Definition of the core technologies and road map for the development of eco-friendly hybrid diesel-electric trucks - Characteristics of domestic delivery logistics (fuel economy, transportation distance, etc.) are analyzed. - Optimal solution to determine the specifications of the hybrid diesel-electric truck for parcel delivery service is derived. * Utilization of big data on parcel delivery trucks is included. - Low cost and highly efficient hybrid diesel-electric power train is analyzed. - Status of related components (motor, battery, etc.) is presented and modification cost is estimated. - Feasibility of the core technologies is suggested. - Strategy for modification of the hybrid diesel-electric trucks is proposed. ○ Analysis and evaluation of the detailed assignments for prototype production and commercialization of the hybrid power train - Practical alternatives for approval of the developed hybrid trucks is presented.

	- Operation plans for the test vehicle demonstration project are established. ◯ Establishment of an improvement plan for the policy and law system to commercialize the remodeling technologies. - For practical application of the developed technologies, improvements of the environment policy and law system are derived. - Through analysis of the improvement of the fuel economy, a plan to support modification of hybrid diesel-electric trucks is derived. ◯ Prediction of the economic efficiency, technological feasibility, social impact
Results	◯ Trends of domestic and international policy, market, and technology development of parcel delivery trucks with loads less than 1.5 tons are analyzed. ◯ Alternative solutions for hybridization of diesel trucks are analyzed through the Analytic Hierarchy Process (AHP) and a preference survey, thereby establishing priorities among the candidates. ◯ Target for the modification of the hybrid diesel-electric trucks is set and a plan for technology development is provided. ◯ Approval procedures and legal support for practical use of hybrid trucks are analyzed. ◯ Verification of political, technical and economic feasibilities of the hybrid diesel-electric trucks is performed.
Expected Contribution	◯ Old diesel trucks, which are one of the major causes of urban particle materials, will be replaced with new green/high-efficiency/low-cost diesel-electric hybrid trucks.

Keywords					
	Hybrid diesel-electric Truck	Environmental analysis of delivery service	Hybrid powertrain	Eco-friendly commercial vehicle	

Contents

Chapter 1. Outline of Planning Research ····· 1
Section 1. Definition and classification of technologies ····· 1
1. Definition of core technologies ····· 1
2. Definition and classification of detailed technologies ····· 2
Section 2. Necessity and purpose of planning research ····· 5
1. Necessity of planning research ····· 5
2. Objectives and scope of planning research ····· 8

Chapter 2. Domestic/Foreign Trends and Environmental Analysis 10
Section 1. Domestic/foreign policy trends ····· 10
1. Domestic policy trends ····· 10
2. Foreign policy trends ····· 33
3. Interval conclusion of domestic/foreign policy trends ····· 39
Section 2. Domestic/foreign market trends ····· 41
1. Domestic market trends ····· 41
2. Foreign market trends ····· 52
3. Interval conclusion of domestic/foreign market trends ····· 59
Section 3. Domestic/foreign technology development trends ····· 61
1. Domestic technology development trends ····· 61
2. Foreign technology development trends ····· 76
3. Patent trend analysis ····· 87
4. Interval conclusion of domestic/foreign technology development trends 98
Section 4. R&D infrastructure analysis ····· 102
1. Domestic R&D infrastructure analysis ····· 102
2. Foreign R&D infrastructure analysis ····· 107
3. Interval conclusion of domestic/foreign R&D infrastructure analysis ····· 109

Chapter 3. Demand Survey Results ····· 110
Section 1. Outline of demand survey ····· 110
Section 2. Expert decision modeling ····· 110
1. Analytic Hierarchy Process(AHP) ····· 110

2. Prioritization method through AHP ····· 111
3. Derivation of evaluation items and hierarchy model setup ····· 115
4. AHP analysis results on development factors ····· 117
5. Selection of technically optimal alternative for eco-friendly light truck · 120
6. Interval conclusion of expert decision modeling ····· 122
Section 3. Preference analysis of delivery truck remodeling ····· 124
1. Choice modelling ····· 124
2. Property and level settings of optional alternatives ····· 125
3. Analysis results of optional alternatives ····· 126
4. Interval conclusion of preference analysis ····· 130

Chapter 4. R&D Project Configuration and Strategies ····· 131
Section 1. Vision and goals ····· 131
1. Setting up research goals and scope ····· 131
2. Setting up R&D focus areas ····· 133
Section 2. Future by technology development ····· 134
Section 3. Configuration of R&D project ····· 135
1. Setting up R&D candidate projects ····· 135
2. Prioritization of R&D candidate projects ····· 136
Section 4. Main contents and strategies of focus areas ····· 138
1. Main contents of focus areas ····· 138
2. Performance goals and performance indicators of focus areas ····· 147
Section 5. R&D organization system ····· 162
1. Utilization and linkage plans of existing technology and infrastructure · 162
2. Proposal of R&D organization system ····· 163
3. Establishment of strategy to achieve research goals ····· 165

Chapter 5. Feasibility Study ····· 168
Section 1. Policy feasibility study ····· 168
1. National strategic importance ····· 168
2. Relevance to higher-level plans ····· 169
3. Review of risk factors and countermeasures ····· 172
Section 2. Technical feasibility study ····· 177
1. Redundancy of existing R&D projects ····· 177

2. Excellence in technology development plan ····· 178
3. Technology level and potential for development success ····· 184
Section 3. Economic feasibility study ····· 188
1. Demand estimation ····· 188
2. Benefit calculation ····· 192
3. Cost estimation ····· 196
4. Economic analysis ····· 197
5. Economic and social ripple effect ····· 199
6. Scientific and technological ripple effect ····· 202

Chapter 6. Resource Allocation Plan ····· 204
Section 1. Manpower allocation plan ····· 204
1. Total manpower allocation plan ····· 204
2. Manpower allocation plan of focus areas ····· 204
Section 2. Budget plan ····· 206
1. Budget calculation method ····· 206
2. Total budget ····· 206
3. Budget of focus areas ····· 207
4. Annual direct cost ····· 214

Chapter 7. Project Contest Plan ····· 222
Section 1. Request For Proposal(RFP) ····· 222
Section 2. Evaluation method ····· 234

References ····· 237

Appendix 1. Questionnaires of demand survey ····· 238

〈 목 차 〉

제 1장 기획연구의 개요 ····· 1
제 1절 기술의 정의 및 분류 ····· 1
1. 핵심 기술의 정의 ····· 1
2. 세부 기술의 분류 및 정의 ····· 2
제 2절 기획연구의 필요성 및 목적 ····· 5
1. 기획연구의 필요성 ····· 5
2. 기획연구의 목표와 범위 ····· 8

제 2장 국내외 동향 및 환경 분석 ····· 10
제 1절 국내외 정책동향 ····· 10
1. 국내 정책동향 ····· 10
2. 국외 정책동향 ····· 33
3. 국내외 정책동향 및 분석 소결 ····· 39
제 2절 국내외 시장동향 ····· 41
1. 국내 시장동향 ····· 41
2. 국외 시장동향 ····· 52
3. 국내외 시장동향 및 분석 소결 ····· 59
제 3절 국내외 기술개발동향 ····· 61
1. 국내 기술개발동향 ····· 61
2. 국외 기술개발동향 ····· 76
3. 특허동향 분석 ····· 87
4. 국내외 기술개발동향 및 분석 소결 ····· 98
제 4절 연구개발 인프라 분석 ····· 102
1. 국내 연구개발 인프라 분석 ····· 102
2. 국외 연구개발 인프라 분석 ····· 107
3. 연구개발 인프라 분석 소결 ····· 109

제 3장 수요조사 실시 결과 ····· 110
제 1절 개요 ····· 110
제 2절 전문가 의사 결정 모델링 ····· 110
1. Analytic Hierarchy Process (AHP, 분석적 계층화 과정) ····· 110

2. AHP 기법을 통한 우선순위 결정방법 ····· 111
3. 하이브리드 트럭 개발을 위한 평가항목 도출 및 계층구조모형 설정 ····· 115
4. 하이브리드 트럭 개발 요인에 대한 AHP 분석결과 ····· 117
5. 친환경 소형트럭 개발을 위한 기술적 최적대안 선정 ····· 120
6. 전문가 의사 결정 모델링 분석 소결 ····· 122
제 3절 택배트럭 개조 선호도 분석 ····· 124
1. 선택모형 방법론 ····· 124
2. 선택대안의 속성 및 수준 설정 ····· 125
3. 선택대안 분석결과 ····· 126
4. 택배트럭 개조 선호도 분석 소결 ····· 130

제 4장 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 131
제 1절 비전 및 목표 ····· 131
1. 연구 목표 및 범위 설정 ····· 131
2. 연구개발 중점 추진분야 설정 ····· 133
제 2절 기술개발에 따른 미래상 ····· 134
제 3절 연구개발 과제 구성 ····· 135
1. 연구개발 후보과제 설정 ····· 135
2. 연구개발 후보과제 우선순위 도출 ····· 136
제 4절 중점 추진분야별 주요내용 및 추진전략 ····· 138
1. 중점 추진분야별 주요내용 ····· 138
2. 중점 추진분야별 성과목표 및 성과지표 ····· 147
제 5절 연구추진체계 ····· 162
1. 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 ····· 162
2. 연구추진체계 제안 ····· 163
3. 연구목표 달성을 위한 추진전략 수립 ····· 165

제 5장 사전타당성 검토 ····· 168
제 1절 정책적 타당성 검토 ····· 168
1. 국가 전략적 중요성 ····· 168
2. 상위계획과의 부합성 ····· 169
3. 위험요인 및 대응방안 검토 ····· 172
제 2절 기술적 타당성 검토 ····· 177
1. 기존 연구개발과의 중복성 ····· 177

2. 기술개발 계획의 우수성 ····· 178
3. 기술 수준 및 개발 성공 가능성 ····· 184
제 3절 경제적 타당성 검토 ····· 188
1. 수요 추정 ····· 188
2. 편익 산정 ····· 192
3. 비용 산정 ····· 196
4. 경제성 분석 ····· 197
5. 경제사회적 파급효과 ····· 199
6. 과학 기술적 파급효과 ····· 202

제 6장 자원투입 계획 ····· 204
제 1절 인력투입계획 ····· 204
1. 전체사업 인력투입계획 ····· 204
2. 중점 추진분야별 인력투입계획 ····· 204
제 2절 소요예산 투입계획 ····· 206
1. 예산 산정 방법 ····· 206
2. 전체사업 소요예산 ····· 206
3. 중점 추진분야별 소요예산 ····· 207
4. 연차별 직접비 소요내역 ····· 214

제 7장 과제공모 방안 ····· 222
제 1절 과제제안 요구서(RFP) ····· 222
제 2절 선정평가 방법 ····· 234
1. 평가 항목 ····· 234

참고문헌 ····· 237

부록1. 수요조사 설문지 ····· 238

제 1장 기획연구의 개요

제 1절 기술의 정의 및 분류

1. 핵심 기술의 정의

□ 소형 택배트럭 운행환경 분석기술
- 정의: 물류회사의 택배화물차량 운행 빅데이터를 분석하여 운행특성을 분류하고 실제 물류환경을 대표하는 운행특성을 선정하는 기술임.
- 필요성: 하이브리드 개조 차량의 실제 수요층을 대표하는 운행특성을 파악하고, 하이브리드 핵심 부품의 사양결정 및 연비 예측에 필요함.

□ 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 설계 기술
- 정의: 하이브리드 차량 개조에 필요한 하이브리드 파워트레인의 설계 기술을 의미함. 하이브리드 파워트레인의 최대 성능 예측 기술, 파워트레인의 구조 배열 선정 기술, 구성요소의 사양 최적화 기술, 핵심부품 경량화 기술 등으로 구성됨.
- 필요성: 하이브리드 디젤-전기 파워트레인의 성능을 극대화하기 위해서는 컴퓨터 시뮬레이션을 기반으로 파워트레인의 최대 성능을 예측하는 기술의 개발이 필요함. 또한, 성능 예측치를 토대로 최적의 구조배열을 선정하고 각 구성요소의 사양을 최적화하고 경량화할 필요가 있음.

□ 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술
- 정의: 디젤 트럭을 하이브리드 디젤-전기 트럭으로 개조하기 위한, 구조 안전성 분석, 핵심 부품 배치 최적화, 핵심 부품 모듈화 기술 등을 의미함.
- 필요성: 개조된 차량의 구조적 안전성을 예측하기 위해 구조 해석 및 설계가 필요함. 또한, 구조적으로 안전하고 내구성이 강한 제품 설계를 위해 신뢰성 해석이 요구됨. 개조 시, 구동 메커니즘 단순화를 통한 경량화, 에너지 효율 향상 등을 위한 핵심 부품 위치 최적화가 필요함. 또한, 개조 비용 절감, 부품 수 최소화, 교체 용이성 향상 등을 위해 핵심 부품의 모듈화 기술이 요구됨.

□ 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 제어 기술
- 정의: 하이브리드 디젤-전기 파워트레인이 최대 성능으로 동작하도록 각 동력원(엔진, 모터)들을 제어하는 기술로서 동력 분배 제어 기술, Idle stop & go 제어 기술, 지능형 변속 제어 기술, 회생제동 기술 등으로 구성됨.
- 필요성: 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 제어 기술은 하이브리드 파워트레인의 성능을 극대화하기 위해 반드시 필요한 최적 제어 기술임. 단순한 룰 기반의 제어로는 파워트레인이 가지고 있는 잠재성능을 이끌어내는데 한계가 있으며 파워트레인과 각 동력원의 특성을 모두 고려한 성능 최적화 문제를 정의하고 이를 통해 최적 제어룰을 도출하는 것이 필요함.

2. 세부 기술의 분류 및 정의

<표 1> 세부 기술별 분류

대분류	중분류	소분류
개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발	소형 택배트럭 운행환경 분석기술	차량운행 및 물류정보 수집 기술
		GIS 연계 운행 빅데이터 분석 기술
		대표 운행 사이클 생성 기술
	하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술	파워트레인 구조 배열 선정 기술
		구성 요소의 사양 최적화 기술
		핵심부품 경량화 기술
		파워트레인 최대 성능 예측 기술
	하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술	핵심 부품 모듈화 기술
		시스템 인테그레이션 기술
		구조 안전성 및 신뢰성 분석 기술
배기가스 저감 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술	하이브리드 디젤-전기 트럭의 하이브리드 파워트레인 제어 기술	동력 분배 제어 기술
		수동변속기의 지능형 변속 제어 기술
	하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술	배터리 관리 기술
		모터 속도 및 토크 제어 로직 설계 기술
		에너지 흐름 모니터링 서비스 기술
	하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술	개조 차량용 제어기 설계 기술
		기존 차량 제어기와의 인터페이스 기술
하이브리드 디젤-전기 트럭 시장보급을 위한 시험 및 실용화 기술	개조차량 성능 평가 및 승인	개조차량 성능 평가 기술
		구조변경 승인 및 승인방안 검토
	테스트베드 구축 및 실증	테스트베드 구축 및 운영방안 검토
		기술 실증을 위한 테스트베드 운영 및 효과 평가
	하이브리드 디젤-전기 트럭 실용화 기술	비즈니스모델 개발
		법·제도적 보완 검토

□ 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술

○ 소형 택배트럭 운행환경 분석기술

- 차량운행 및 물류정보 수집기술: 차량 운행 시 차량속도, 엔진회전수, 브레이크 신호, GPS, 가속도 센서 등을 포함한 운행정보를 수집 및 저장하며, 택배사의 배송정보 시스템과 연동해 배송지 주소정보와 수화물의 무게 정보를 수집하는 기술
- GIS 연계 운행 빅데이터 분석기술: 운행 데이터를 정차-정차 단위로 분할, 운행별 핵심

속성을 추출하여 통계분석하고, 각 운행의 GPS 정보와 도로정보를 연동, 평균 경사도와 지역 기반 통계 추출하여 분석하는 기술

- 대표 운행 사이클 생성기술: 실제 차량의 운행기록을 바탕으로 정차-정차 구간의 운행속성을 추출하고, 이를 분류하여 실제 물류환경을 대표할 수 있는 연비측정용 속도 프로파일을 생성하는 기술

○ 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술

- 파워트레인 구조 배열 선정 기술: 하이브리드 파워트레인 후보군(직렬형, 병렬형, 직병렬형)들이 제공하는 기능과 성능을 분석 및 비교하여, 하이브리드 디젤-전기 차량에 가장 적합한 파워트레인 구조를 선정하는 기술
- 구성 요소의 사양 최적화 기술: 하이브리드 디젤-전기 파워트레인이 최적의 성능을 발휘할 수 있도록, 구성 요소(모터, 배터리 등)의 최적 사양을 선정하는 기술
- 핵심부품 경량화 기술: 구조 최적설계(부품의 두께, 형상 등을 최적화)와 경량 소재(알루미늄 합금, 고장력강, 복합소재 등을 사용) 적용 등을 통한 핵심 부품을 경량화하는 기술
- 파워트레인 최대 성능 예측 기술: 하이브리드 디젤-전기 파워트레인의 최대 성능을 예측하는 기술

○ 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술

- 핵심부품 모듈화 기술: 경량화·양산 단가 절감·교체 용이성 향상 등을 목적으로 다수의 부품을 하나의 어셈블리로 일체화하는 기술
- 시스템 인테그레이션 기술: 공조시스템, 파워핸들 등 기존 차량의 시스템에 맞춰진 장치 및 부품들을 개조 하이브리드 차량에 적합하게 개량하고 최적의 위치에 재배치하는 기술
- 구조 안전성 및 신뢰성 분석 기술: 제품이나 시스템이 일정 기간 동안 정해진 운용 환경 하에 파손 없이 의도한 기능으로 사용할 수 있을지 구조 안전성을 확률적으로 평가하는 기술

□ 배기가스 감축 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술

○ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 하이브리드 파워트레인 제어 기술

- 동력 분배 제어 기술: 하이브리드 차량의 각 동력원(엔진, 모터)들이 효율적인 영역에서 동작하기 위해 차량에서 요구되는 동력을 각 동력원에 분배하는 최적화 기술
- Idle stop & go 제어 기술: 엔진의 공회전(idle)으로 인해 필요 이상의 연료가 소모되고 배기가스가 배출되는 것을 막기 위해 엔진의 동력이 필요하지 않을 때 엔진을 끄고(idle stop) 필요할 때 다시 켜기 위한(go) 엔진 제어 기술
- 지능형 변속 제어 기술: 수동변속기 차량에 대해 운전자의 변속의도를 미리 예측하고 수동변속기 입력축의 속도를 변속 예정 단수의 속도로 동기화 제어하는 기술
- 회생제동 기술: Kinetic Energy Recovery System(KERS)의 일종으로, 차량 제동시 소산되는 운동에너지를 전기적 발전기를 통해 회수하여 재사용하는 기술로, 회생 제동량을 극대화할 수 있는 최적의 토크, 속도를 결정하는 상위 레벨 제어 기술

○ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술

- 배터리 관리 기술: 배터리 팩이 안전 작동영역에서 운용될 수 있도록 배터리의 온도 및 충·방전을 제한하거나, 배터리 팩의 수명을 늘리기 위해 각 셀 간의 에너지 균형을 유지하는 제어 기술
- 모터 속도 및 토크 제어 로직 설계 기술: 차량의 요구 견인력 혹은 제동력을 제공하기 위해 모터의 특성에 따라 토크 및 속도를 고성능·고효율화하기 위한 하위 레벨 제어 기술

- 에너지 흐름 모니터링 서비스 기술: 운전자가 차량의 에너지 흐름 및 상태를 모니터링하기 위한 디스플레이 장치 기술

○ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술

- 개조 차량용 제어기 설계 기술: 개조 차량의 하이브리드 파워트레인 제어 로직 및 전력 시스템 관리 로직을 탑재한 제어기 설계 기술
- 기존 차량 제어기와의 인터페이스 기술: 기존 차량에 내제되어 있는 제어 모듈들과 개조 시스템 제어 모듈 간의 통신 및 상호 연계 제어 기술

□ 하이브리드 디젤-전기 트럭 시장보급을 위한 시험 및 실용화 기술 개발

○ 개조차량 성능 평가 및 승인

- 개조차량 성능평가 기술: 하이브리드 디젤-전기 트럭으로 개조된 차량이 기술개발 목표를 만족하면서 시장에서 불편함 없이 기존과 동일하게 활용되기 위하여 차량의 기본적인 성능을 평가하고 저공해 목표수준의 도달 여부를 평가하는 성능평가 기준 및 방법을 설정하고 성능평가를 수행
- 구조변경 승인 및 승인방안 검토: 기존 디젤트럭의 하이브리드 디젤-전기 트럭으로의 개조를 위하여 자동차관리법에 의거한 구조 및 장치 변경(튜닝)이 가능하도록 승인을 받는 방안을 검토하고 저공해엔진 등 부품 및 개조모듈의 승인을 받는 방안을 검토

○ 테스트베드 구축 및 실증

- 테스트베드 구축 및 운영방안 검토: 실제 운행되는 일부 택배차량에 대해 개발된 기술을 시험 적용하고 효과를 측정하기 위한 시험 노선 선정 및 운영방안을 도출
- 기술 실증을 위한 테스트베드 운영 및 효과 산정: 실제 투입되는 택배차량에 대한 하이브리드 디젤-전기 개조기술을 적용하고 업무에 활용하여 기술의 적용성 및 효과를 산정

○ 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술

- 비즈니스모델 개발: 택배 시장에 효과적인 보급을 위한 시장보급비용 결정, 홍보 및 보급 전략 등 비즈니스모델을 개발
- 법·제도적 보완 검토: 원활한 실용화를 위한 기존 법·제도 활용방안 및 제도적 걸림돌 해소방안 검토

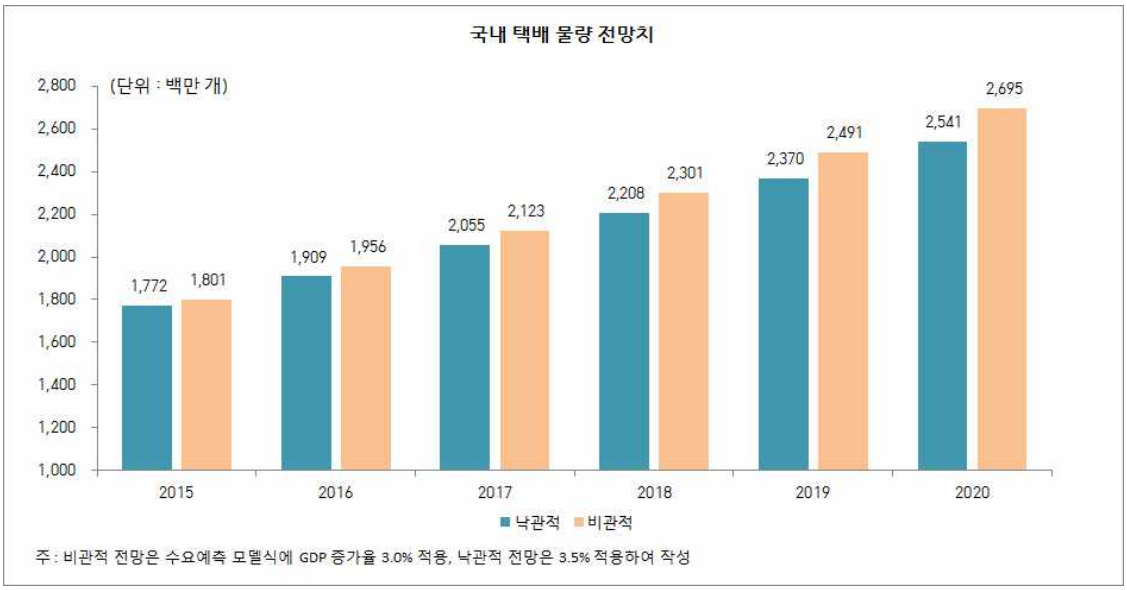
제 2절 기획연구의 필요성 및 목적

1. 기획연구의 필요성

□ 물류비 절감 차원에서의 필요성

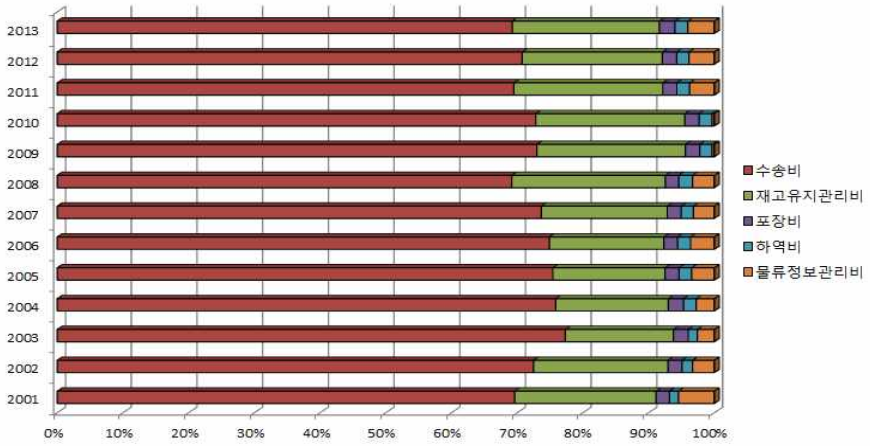
○ 전자상거래 활성화로 인해 국내 택배산업 시장이 급격히 성장하고 있음. 이에 따라, 택배용 소형 화물차량의 수요 또한 증가하고 있음.

- 13세 이상 국민 1인당 택배 이용 횟수는 `00년 연 3.0회에서 `13년 연 35.7회로 급격히 증가함.
- `13년 기준, 1.5톤 미만 택배용 화물차량은 영업용 24,721대, 자가용 12,031대로, 총 36,734대로 조사됨.
- `14년도 국내의 택배 물동량은 16억 232만 개로 전년대비 7.8% 성장한 것으로 집계되었으며, 매출액은 3조 9,700억 원으로 전년대비 6.4% 성장한 것으로 집계됨.
- 향후에도 인터넷 쇼핑몰의 성장과 해외직구 등의 확대로 인해 택배시장 역시 지속적인 성장세를 보일 것으로 예상됨.



<그림 1> 국내 택배 물량 전망치

- `14년 전체 국가물류비의 71.2%를 수송비가 차지하였으며, 이 중 도로운송비가 96.5%를 차지함. 수송에너지 비용의 20% 상승은 운송비의 약 4.8% 증가를 초래함.



<그림 2> 기능별 물류비 비중추이 (국제화물 수송비 제외)

○ 기존 경유 차량의 경우 빈번한 정차 및 가·감속으로 인해, 복합연비(9km/l 내외) 대비 낮은 실 운행연비(일평균 3.0km/l)는 물류비용 상승의 중요 원인임.

○ 국제유가 상승에 따른 물류비 인상요인 억제를 위한, 도로운송수단을 위한 저비용 연비 극대화 기술의 원천·핵심기술 확보가 요구됨.

○ 원천·핵심기술 확보를 통해, 도심 택배에 최적화된 고효율 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 개발 및 실용화가 요구됨.

□ 배기가스 감축 차원에서의 필요성

○ 디젤 택배 트럭은 택배 운송환경의 특성상 단거리에서의 빈번한 정차 및 가·감속이 이루어지는 가혹조건에서의 운행으로 인해, 다량의 미세먼지 및 온실가스를 배출함.

○ 서울시 초미세먼지의 52%가 교통 분야(자동차, 건설기계 등)에서 발생하며, 초미세먼지의 주원인인 질소산화물(NOx)은 경유차가 67%로 가장 높고, 차종별로는 화물차와 건설기계가 54%로 높은 비율을 차지함.

○ 경유 차량에 의해 발생되는 미세먼지 배출량은 전국 도로이동에 따른 총 배출량의 약 62%인 12,969톤을 차지

○ 또한 화물차 중 경유화물차의 비율이 2015년도 화물차 신규 등록대수 기준 95% 이상을 차지하며 총 경유차 중 경유화물차가 발생시키는 미세먼지 배출량 비율은 약 68%를 차지함.

○ 미세먼지 저감을 위해 노후 경유차 대상의 매연저감장치(DPF) 부착, CNG 차 보급 등 저공해 사업을 추진하고 있으나, 인체 위해성이 큰 초미세먼지의 개선은 아직 미흡한 실정임.

□ 기술개발 측면에서의 필요성

○ 2010년부터 2014년까지의 국내 친환경자동차 기술의 연평균 시장 성장률은 친환경 자동차(약 20%)가 내연기관(약 3.2%)보다 더 높았고, 향후 기존 내연기관의 시장은 친환경 자동차로 빠르게 대체될 것이라는 예측되고 있음.

○ 이에 따라, 친환경 하이브리드 트럭 기술은 국·내외에서 활발히 연구되고 있으나, 이를 바탕으로 한 실용화 단계의 연구사례가 부족하고, 국내의 경우 전무함.

- Fedex 社는 Environmental Defence 및 Eaton Corporation 社와 함께 하이브리드 디젤-전기 트럭인 E700을 개발, 운용 평가한 바 있음.
- Wrightspeed 社는 디젤 발전기와 EV 파워트레인을 장착한 트럭을 개발하여, DHL 社에 공급함.

○ 순수 전기만을 사용하는 트럭의 파워트레인 기술은 국내에서는 아직 실용화 사례가 없을 뿐더러 개조 및 개발 비용이 상대적으로 매우 큼

- 최대 일 충전 주행거리 132.6 km인 1톤 순수 전기트럭 개조 시 순수 개조비용은 4735만원, 차량 포함 가격은 6,185 만원으로 환경부 주관 소형화물 택배 차량의 전기자동차 개조 및 실증 과제를 통해 조사된 바 있음.
- 산업통상자원부에서 추진하는 주행거리 250 km 1톤 경상용 전기자동차 개발은 완성차 개발을 목표로 2019년까지 총 250억원의 연구비가 집행될 예정.
- 독일 아헨공대의 WZL 센터는 2005년부터 EV에 대한 전주기를 개발 및 연구 수행하여 현재 연간 200대 정도의 실차 양산 능력을 보유하고 있으며, DHL 社에 전기트럭을 납품 중임.

○ 기존 디젤 택배 트럭의 효율적인 하이브리드화를 위해서는 개조설계 및 관련 핵심요소기술 개발이 필요함.

- 기존 병렬 하이브리드의 경우, 마찰 기반의 동력 제어 장치를 이용하는 일반적인 클러치(clutch)가 사용되기 때문에 기어 변속 및 모드 전환 시 에너지 손실을 야기하고, 더불어 연속적인 동력 전달을 불가능하게 함.

○ 최근 KAIST는 신개념 하이브리드 디젤-전기 파워트레인(eMT, CGST) 기술을 개발하고, 실차(한국지엠 Damas) 시험을 수행한 바 있음. 또한, 관련 기술에 대한 특허를 보유 중임.

- 신개념 하이브리드 기술(eMT, CGST 등)의 경우 하이브리드 트럭 개조를 위한 획기적인 기술로서, 기존 디젤 택배 트럭의 낮은 실 운행연비, 운전 편의성, 환경 친화성 등의 문제를 개선할 수 있는 획기적인 기술임.
  * 온실 가스 및 미세먼지로 인한 대기오염 저감이 가능함.
  * 복합연비 대비, 실 운행연비 향상으로 물류비용 절감이 가능함.
  * 클러치리스 시스템 운용을 통한 운전 편의성 증대가 가능함.
  * 하이브리드 물류차량의 본격적 상용화 및 품질개선이 가능함.
- eMT(electrified Manual Transmission)는 KAIST에서 2011년부터 지난 5년간 개발한 기술로서, 클러치를 제거하는 대신 엔진 출력축에 연결된 모터의 속도제어를 통해 변속조작을 반자동화함으로서 클러치 사용으로 발생하는 문제(불편함, 변속충격 등)를 해결하였음.
  * 수동 변속기(manual transmission)는 변속장치 중 가장 높은 효율(97%)을 갖지만, 변속 시 클러치 조작이 필요하며 변속 충격이 발생함.
  * 변속을 하지 않을 경우 모터의 동력을 엔진 출력에 더해주는 것으로 병렬 하이브리드 모드

구현이 가능하기 때문에 기존의 승용차용 하이브리드 기술과는 근본적으로 다른 새로운 저가형 하이브리드 기술임.

- CGST(Clutchless Geared Smart Transmission)는 KAIST에서 eMT와 함께 개발한 하이브리드 기술로, 유성기어(planetary gear-set, PGS), 전기모터, 그리고 이중 입력 축 변속기(dual input ger box)를 이용하여 클러치와 같은 마찰 기반의 동력 제어 장치 없이 변속 및 모드 전환을 수행할 수 있음.
  * 기어를 연결하는 싱크로메쉬의 연결 조합에 따라 크게 4가지의 주행 모드(parallel hybrid, power-merge hybrid, engine-only, motor-only)가 가능함.
  * 구조적 간결성에도 불구하고, 유연한 엔진 구동 및 빠르고(0.7~0.8초) 부드러운 변속 성능을 보임.

□ 정책적 측면에서의 필요성

○ 미세먼지 배출의 주된 원인이 경유 차량이라는 보고에 따라 이를 개선하기 위한 관련 정부지원 사업이 추진되었으나, 투입 예산 대비 효과가 낮아 대안이 요구됨.

- 환경부에서는 2005년부터 10년 동안 예산 1조 8천억 원을 들여 경유차 82만대에 배기가스 후처리장치를 보급하였으나 감축 효과는 미미하였음.
- 2008년 경유자동차 배기가스 저감 사업 추진실태 감사 보고서에 따르면, 착수 당시 환경부는 수도권 대기환경개선 기본계획에 따라 미세먼지 농도를 40㎍까지 낮춘다는 목표를 세웠으나 2014년 기준 미세먼지 농도는 44㎍을 기록하였음.
- 빈번한 정차 및 정체로 인해 저속주행이 많은 도심택배 트럭에 부합하는 새로운 정부 사업이 요구됨.

○ 경유 차량으로 인한 대기 오염을 해소하기 위한 비용(매연저감장치 장착 등)을 민간에 부담하는 것은 강제성이 없어 확산이 어려움.

- 사업용 트럭의 경우, 승용차와 달리 낮은 차량가격이라는 제한조건을 만족하면서 친환경 기술을 구현해야하므로 개발 난이도가 높음. 또한, 승용차 시장에 비해 시장의 규모가 작아 민간이 자체적으로 연구개발을 수행하는데 어려움이 있음.
- 도심 내 경유 택배 차량이 유발하는 미세먼지가 국민 건강을 위협하고 있는 관계로 국민의 삶의 질 개선을 위해 정부차원에서의 대응이 필요함.

○ 해외에서는 2000년 초부터 물류 트럭에서 배출되는 유해물질을 저감하는 친환경 기술개발의 필요성을 인지하고 개발·적용하고 있으나, 국내의 경우 핵심 기술의 부재로 기술 국산화 및 보급에 어려움을 겪고 있는 실정임.

- 기술의 국산화를 통해 관련 신산업 및 시장 창출에 기여함으로서 양질의 일자리 창출과 과학기술을 통해 사회문제를 해결함으로서 창조경제를 실현하고자 함.

2. 기획연구의 목표와 범위

□ 최종 목표

○ 택배 운송환경에 최적화된 친환경/고효율/저비용 하이브리드 디젤-전기 트럭의 핵심 기술 개발 및 시험차량 적용을 위한 실증 기술 개발을 기획함.

○ 친환경 상용차 기술의 국내외 개발 현황 조사 및 동향을 분석함.

○ 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발을 위한 핵심기술 정의 및 기술개발 로드맵을 작성함.

□ 연구내용 및 범위

○ 본 기획과제의 연구 범위는 본 과제의 연구 목표인 “도심 택배 운송환경에 특화된 보급형 하이브리드 디젤-전기 트럭 개발”을 달성하기 위한 기반 연구 조사 및 추진임.

- 연구 추진 방향 설정을 위한 현황 조사, 개발 예정인 핵심 기술에 대한 분석/도출, 개발 대상인 하이브리드 트럭의 주요 사양 도출의 범위까지 추진하고자 함.

○ 친환경 상용차 기술과 관련한 국내외 현황 및 동향 조사·분석

- 기존 친환경 디젤-전기 트럭의 개발 및 적용현황(기술수준, 개발사양, 업체현황, 관련특허, 각종 consumer report 등) 조사 및 장단점을 분석함.
- 개발기술에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항을 분석함.
- 택배용 상용 트럭 시장 환경을 분석함.
- 국내외 친환경 자동차 관련 정책을 조사·분석함.

○ 친환경 하이브리드 파워트레인용 개조 설계 및 핵심요소 최적화 기술

- 계절별/지역별 택배차량의 운행정보(운행환경, 도로환경, 운송화물량, 운송거리 등)와 관련한 bigdata 수집 및 분석 방안을 제시함.
- 택배차량 운행정보를 기반으로, 개발 요구사양(차량 폭, 적재함 사이즈, 회전반경, Human Machine Interface, UX/UI 디자인, 저상적재함, 적재/피킹 등)을 도출함.
- 택배차량 운행정보 분석과 기존 택배차량의 구조 분석에 기반을 둔, 하이브리드 파워트레인 적용을 위한 구조 개조의 타당성을 제시함.
- 저비용/고효율 하이브리드 파워트레인 구현을 위한 핵심요소기술을 도출함.
- 친환경 하이브리드 파워트레인용 개조 설계 및 핵심요소 최적설계기술 개발 전략을 수립함.
- 하이브리드 파워트레인 관련 핵심 부품(모터, 배터리 등)의 현황(공급처, 가격 등) 조사 및 관련 비용을 예측함.
- 다품종 소량 부품에 특화된 설계 및 생산기술 개발 추진 계획을 수립함.

○ 친환경 하이브리드 디젤-전기 트럭 개발 및 개조 사업화를 위한 법제도 및 승인

- 국내외 친환경 상용차 및 차량 개조와 관련한 현행 법제도를 조사 및 분석함.
- 관련 기술에 대한 국내 수요처 의견 및 시장 요구사항에 대한 통계분석과 전문가 정성분석을 통해, 관련 기술 개발을 위해 필요한 법제도를 검토 및 확립함.
- 개발 대상인 하이브리드 트럭의 신뢰성 및 안전성 등 승인사항을 분석 및 확립함.
- 환경 개선 효과(미세먼지 및 배기가스 저감 등)나 효율 개선 효과(유가보조금 절감 등)에 따른 개조 지원 방안을 수립함.
- 실증사업 운영방안을 수립함.

○ 개조기술 개발사업의 경제성, 기술성, 사업성 및 사회 파급효과 예측

- 개조기술이 적용된 하이브리드 택배 트럭의 환경개선 및 효율 개선에 따른 경제성을 분석함.
- 저비용/고효율 하이브리드 파워트레인 개발을 위한 개조 설계 및 핵심요소 최적화 기술 개발에 따른 관련 기술 선점 및 사업경쟁력을 분석함.

제 2장 국내외 동향 및 환경 분석

제 1절 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 국내 지원정책동향

□ 화물자동차 정부지원

○ 정부는 화물자동차로 인한 환경 영향성을 감소시키고, 화물운송사업자의 사업 지원을 위해 천연가스자동차 보급사업, 수도권 운행 경유자동차 배기가스 저감사업, 저공해 경유자동차 보급사업, 유가보조금 지원제도, 노후경유차 조기폐차사업, 경유자동차의 LNG 화물자동차 전환사업 등을 추진 및 지원하였음.

- 천연가스자동차 보급사업은 「대기환경보전법」, 「보조금의 예산 및 관리에 관한 법률」 및 「동법 시행령」을 근거로 천연가스자동차 보급정책의 효과적인 추진을 위하여 국비를 보조하는 것을 목적으로 시행되는 사업임.
  * 천연가스자동차 보급사업은 16개 시·도의 지방자치단체에 의해 시행되고 있으며, 주로 천연가스자동차 구입비용과 연료비를 보조하고 있음.
  * 천연가스자동차 구입에 대한 보조금을 국비와 지방비 50:50의 비율로 지원하고 있으며, 지방자치단체는 예산사정 및 보급여건 등을 고려하여 지방비 보조금을 추가로 지원할 수도 있음.
  * 연료비 보조금은 천연가스 공급자가 해당지방자치단체에게 산출기준에 의한 보조금 지급을 청구하며, 운송사업자에게는 총 연료비에서 해당 보조금 지급 청구금액을 차감한 금액을 천연가스 사용요금으로 청구함.
- 수도권 운행 경유자동차 배기가스 저감사업은 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」, 「보조금의 예산 및 관리에 관한 법률」을 근거로 특정경유자동차 배출허용기준을 초과한 차량의 배기가스 저감 및 저공해 의무화 대상차량의 보급을 목적으로 시행되고 있음.
  * 사업은 특별법 시행령에 의해 「대기관리권역」을 관할하는 지방자치단체의 장에 의해 수행됨(서울특별시, 인천광역시 및 경기도 내 대기관리권역을 관할하는 시·군·구청장)
  * 배기가스저감장치 부착 또는 저공해엔진 개조·교체 시 보조금, 노후차량의 조기 폐차시 보조금을 지원하고 있음.
  * 보조금은 특정경유자동차에 배기가스저감장치를 부착하거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하는 특정경유자동차 소유자에게 지급되며, 보조금의 용도 외 사용 방지를 위하여 보조금을 배기가스저감장치 또는 저공해엔진 제작·판매업자에게 직접 지급함.
- 저공해 경유자동차 보급사업은 수도권 및 수도권 외 5개 광역시(부산·대구·광주·울산·대전광역시)에 저공해 경유자동차를 보급하는 것을 목적으로 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」, 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행령」,「대기환경보전법」, 「보조금의 예산 및 관리에 관한 법률」을 근거로 시행됨.

* 사업은 수도권 지방자치단체(서울특별시, 인천광역시, 경기도) 및 수도권 외 5대 광역시(부산, 대구, 광주, 울산, 대전)에 의해 시행됨.
* 보조금은 수도권 및 5대 광역시에서 저공해경유자동차를 구입하는 자에게 저공해경유자동차를 판매하는 자동차제작사 또는 판매사를 대상으로 지급됨.

- 유가보조금 지원사업은 「화물자동차 운수사업법」을 근거로 사업용 화물자동차에 대한 유가보조금을 지급하는 사업임.
  * 유가보조금의 재원은 「지방세법」에 따라 징수된 주행세를 재원으로 함.
  * 유가보조금은 운송사업자에게 지급하는 것을 원칙으로 하되, 연료비를 부담한 자가 따로 있을 경우에는 그 자에게 지급함.
- 노후경유차 조기폐차사업은 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」에 근거하여 대기오염의 주범인 노후 자동차에서 발생하는 매연을 줄여 쾌적한 대기환경을 조성하기 위해 정상운행이 가능한 오래된 경유자동차를 조기에 폐차할 경우 보조금을 지원하는 사업임.
  * 대상차량은 대기관리권역에 2년 이상 연속하여 등록된 경유자동차, 자동차 검사결과 「대기환경보전법」의 운행 자동차 정밀검사의 배출허용기준 이내인 자동차, '조기폐차 대상차량 확인서' 발급 자동차, 배기가스 저감 장치 및 저공해 엔진으로 개조한 사실이 없는 자동차, 최종 소유자의 소유기간이 6개월 이상인 경유자동차에 한함.
- 경유자동차의 LNG 화물자동차 전환사업은 2008년 유가급등에 따른 대체연료 도입 필요성이 증대되고, 대기오염물질 배출의 감소를 위해 시행된 사업임.
  * 10톤 이상 대형 경유 화물차(트랙터 포함)를 대상으로 기존 경유화물차에 천연가스 연료장치 부착하여, 기존 엔진의 변경 없이 경유와 LNG를 8:2 비율로 혼합하여 사용할 수 있도록 개조함.
  * 개조비용 전액(최대 2,000만원/대)을 지원하는 것을 골자로, ´08년 100억 원(500대), ´09년 350억원(2,250대)의 재원을 마련하여 추진하였음.
  * 하지만 기 사업은 LNG 충전소 부족, 화물차 운전자들의 부정적 인식(충전 불편, 혼소율 및 출력저하 우려 등) 등으로 인한 전환 기피로 인해 실제 개조는 약 100여대에 불과하였으며 ´11년 10월에 폐지되었음.

<표 2> 화물자동차 관련 정부지원 사례

	천연가스 자동차 보급	**수도권 운행 경유자동차 배기가스 저감**	**저공해 경유자동차 보급**	**유가보조금 지원**	**노후경유차 조기폐차**	**LNG 화물자동차 전환사업**
법적 근거	대기환경보전법	수도권 대기환경개선에 관한 특별법	수도권 대기환경개선에 관한 특별법, 대기환경보전법	유가보조금지급 지침	대기환경보전법	-
사업 근거	CNG 차량 보급	배기가스 저감장치 부착, 저공해엔진 개조, 조기폐차 지원 등	저공해자동차 구입지원	고유가 대책	노후차량 조기폐차 지원 등	유가급등, 천연가스 연료장치 부착 등
정부 지원	CNG 차량과 일반차량의	부착, 개조 및 교체비용	구입비용 지원	지방세법의 주행세 환급	조기폐차 보조금 지원	천연가스 연료장치

	차액						부착비용 지원
지원 규모	대형 버스	1,200 만원	최대 1,685만원/대 (유지관리비 포함)	최대 2750만원/대 (수소차)	345.54원/리터 (16.07 기준)	`00년 12월 31일 이전 제작된 차량 보조금 상한액 없음	최대 2,000만원 (개조비용 전액)
	CNG 하이브리드버스	6,000 만원					
	중형 버스	700 만원					
사업 주관	16개 지자체		수도권 지자체	수도권 지자체, 5대 광역시	지자체	지자체	한국가스공사
기타 지원	연료비 보조금		-	세금감면, 주차요금 감면	-	-	-

<표 3> 화물자동차 관련 정부지원 대상

지원사업		지원대상	법적근거
천연가스 자동차 보급		· 시내·시외버스 운송사업자, 마을버스 운송사업자, 공항출입 버스 또는 공항 내 운행버스 등 여객 운송을 목적으로 천연가스버스를 구입하는 자 · 전세버스운송사업자로서 통근·통학 운송사업을 목적으로 천연가스버스를 구입하는 자 · 학교의 통근·통학을 목적으로 천연가스버스를 구입하는 자 · 청소업무 수행을 목적으로 천연가스청소차를 구입하는 자 · 공공기관 및 비영리사회단체 등이 공익을 위한 특수 용도(헌혈버스 등)로 천연가스버스를 구입하는 자 · 천연가스자동차에 천연가스를 공급하는 자	대기환경보전법, 여객자동차 운수사업법, 유아교육법, 초·중등교육법, 고등교육법
수도권 운행 경유자동차 배기가스 저감	저감장치 부착 및 저공해엔진 개조	· 대기관리권역에 등록, `07년 이전(유로-3이하) 제작 경유자동차로 특정경유자동차 검사 결과 배출허용기준을 초과한 차량 · 저공해 조치 의무명령을 받은 차량	수도권대기환경개선에 관한 특별법
	조기폐차	· 대기관리권역에 2년 이상 연속하여 등록된 경유자동차 · 검사 결과가 「대기환경보전법」 제634조 규정에 의한 운행차 정밀검사의 배출허용기준 이내인 자동차 · 서울특별시장 등 또는 절차대행자가 발급한 '조기폐차 대상차량 확인서'상 정상가동 판정이 있는 자동차 · 정부지원을 통해 배기가스 저감장치를 부착하거나 저공해엔진으로 개조한 사실이 없는 자동차 · 최종소유자의 소유기간이 보조금 신청일 전 6개월 이상인 자동차 · 2005년 12월 31일 이전 제작된 특정경유자동차(유로-3이하)	
저공해 경유자동차 보급		· 수도권 및 5대 광역시에서 저공해경유자동차를 구입하는 자에게 저공해경유자동차를 판매하는 자동차제작사 또는 판매사	수도권 대기환경개선에 관한 특별법, 대기환경보전법, 보조금의 예산 및 관리에 관한 법률

유가보조금 지원	· 화물자동차 운수사업법 제2조 제1호에 따른 화물자동차 중 자동차용 경유 및 자동차용 부탄(LPG)을 연료로 사용하는 차량	화물자동차 유가보조금 관리규정, 화물자동차 운수사업법
노후경유차 조기폐차	· 대기관리권역에 2년 이상 연속하여 등록된 경유자동차 · 검사결과가 「대기환경보전법」 제63조 규정에 의한 운행차 정밀검사의 배출허용기준 이내(정밀검사 검사유효기간 기준)인 자동차 · 서울특별시장등 또는 절차대행자가 발급한 '조기폐차 대상차량 확인서'상 정상가동 판정이 있는 자동차 · 정부지원(일부지원 포함)을 통해 배기가스저감장치를 부착하거나 저공해 엔진으로 개조한 사실이 없는 자동차 · 최종 소유자의 소유기간이 6개월 이상인 경유자동차	대기환경보전법
LNG 화물자동차 전환사업	· 10톤 이상 영업용 화물자동차(트랙터 및 카고) 소유자 · 차량에 타 국고지원(예: 배기가스저감장치 등)을 받지 않은 소유자 · 출시년도가 `00.1.1~`06.12.31인 차량의 소유자	물류정책기본법

□ 친환경자동차 정부지원

○ 환경부에서는 친환경차 대중화 시대에서 친환경차와 내연기관차 간의 가격 격차를 해소하기 위해 구매 보조금 지원, 세제 감면 등 재정적 지원을 강화하고 있으며, 그간 추진해왔던 친환경차 보급정책을 지속 보완하여 차종별 맞춤형 보급전략을 추진하고 있음

<표 4> 친환경차 차종별 정의 및 특징

차종별	정의	구조 및 특징
하이브리드차 (HEV)	• 휘발유·경유·액화석유가스·천연가스 또는 산업통상자원부령으로 정하는 연료와 전기에너지(전기 공급원으로부터 충전받은 전기에너지를 포함)를 조합하여 동력원으로 사용하는 자동차(환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제2조)	• 구동: 엔진+모터 • 연료: 화석연료+전기 • 배터리 0.9~1.8kWh • 주행 중 대용량 배터리 충전/방전
전기차 (EV)	• 전기 공급원으로부터 충전받은 전기에너지를 동력원으로 사용하는 자동차(환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제2조)	• 구동: 모터 • 연료: 전기 • 배터리 10~30kWh • 순수 전기 에너지로 구동(엔진 없음)
수소연료전지차 (FCEV)	• 수소를 사용하여 발생시킨 전기에너지를 동력원으로 사용하는 자동차(환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제2조)	• 구동: 모터 • 연료: 수소 • 배터리 0.9~1.8kWh • 연료전지 내 수소/산소 전기화학 반응으로 전기 생산/구동
천연가스차 (CNG)	• 천연가스(압축천연가스 및 액화천연가스 포함)를 동력원으로 사용하는 자동차(환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제2조)	• 구동: 엔진 • 연료: CNG 혹은 LNG • 엔진출력이 휘발유 엔진과 거의 비슷함

<표 5> 친환경차 차종별 맞춤형 보급전략

차종별	현재여건	보급전략
하이브리드차 (HEV)	• 다양한 차종 • 연료비 절감 • 가격경쟁력 확보	• 소비자 선호에 따른 시장경쟁위주 보급 • 보조금지원 및 일부 세제감면 병행
전기차 (EV)	• 가격경쟁력 향상(배터리가격 하락) • 차종 점차 확대	• 시장경재 확보 이전 차량 보조금, 충전시설 설치 지원 등
수소연료전지차 (FCEV)	• 미래형 친환경자동차 유력 • 국내최초 양산(2013년)	• 세계시장 선점 지원 • 공공부문 중심 시범보급('20년 500대)
천연가스차 (CNG)	• 일반 CNG버스 위주 지원 • 환경성·연비효율이 높은 CNG 하이브리드버스시범 보급 추진	• CNG하이브리드버스, 청소차 중심의 보급 정책 전화(2015년부터)

자료: 환경부(2014)

- 하이브리드 자동차(HEV)에 대한 지원은 '04~'08년까지 초기 시장 형성을 위하여 공공부문 위주로 대당 1,400~2,800만 원 수준의 국고를 보조한 바 있으며, '09년부터는 이를 세제감면으로 전환하였음.
  * 하이브리드 차량 판매는 신차 판매의 2~3%로 시장이 정체되고 있으며, '15년 1월부터는 온실가스 배출량 97g/km 이하인 중소형 하이브리드 자동차에 대해 구매 보조금을 지원하고 있음.
  * 세제감면은 최대 310만원까지 지원해 줌으로서 시장점유율 15~20%대의 자생적 시장기반 구축을 위한 여건을 조성할 계획임.

<표 6> 하이브리드 자동차 구매 지원혜택

구분	감면액	근거법률
보조금	100만원	대기환경보전법 조세특례법 지방세특례법 도시철도법
개별소비·교육세	최대 130만원	
취·등록세	최대 140만원	
도시철도(지역개발) 채권 매입 면제	최대 40만원	
합계	410만원	

자료: 하이브리드자동차 구매보조금 지원시스템(https://hybridbonus.or.kr)

- 전기 자동차(EV)의 경우 '11년부터 전기 자동차 구매 시 국고보조금을 지원하고 있음('16년 7월 서울시 기준, 전기 자동차 1대당 1,850만원).
  * 전기 자동차는 차량가격이 3,500~6,350만 원 대의 고가로서 정부의 국고보조금 없이는 보급 활성화의 어려움이 있음.
  * 지방비 추가보조(300~600만원), 개별소비세 감면(최대 420만원)등 세제지원책으로 민간의 전기 자동차 구매 접근가능성을 높여 2020년까지 전기차 20만대를 보급할 계획임.

* 현재(´16년 10월 기준) 843기의 전기 자동차 공공충전시설 설치

- 천연가스 자동차(CNG)에 대한 지원 사업은 주로 매연 배출이 많은 경유버스를 대체하기 위한 것으로, 2000년부터 보급 사업을 시작하여 현재 대당 600 ~ 2,000만 원을 국고로 보조하고 있음.
  * 천연가스자동차 지원사업의 결과로 전국 시내버스의 88%가 천연가스버스로 교체되었고, 도심 대기질도 크게 개선됨.
  * 2015년부터는 CNG버스 보급정책을 전환하여 대도시는 CNG하이브리드 버스를 보급하고, 중소도시에는 CNG버스 보급을 지속 추진하되 단계적으로 CNG하이브리드 버스를 중점 보급해 나갈 계획임.

<표 7> 천연가스자동차 보급에 따른 오염물질 배출 저감량 (단위: 누적 톤)

구분	´11년	´12년	´13년
오염물질 배출저감량	11,640	12,355	13,833

자료: 환경부(2014)

- 수소연료전지 자동차(FCEV)의 경우 차량가격이 매우 고가인 점을 감안하여 현재는 지자체, 공공기관 등 공공부문을 대상으로 대당 6,000만원을 국고로 보조하고 있으며, 향후 차량가격 안정화 등 상용화 가능 시점부터는 세제감면 등의 인센티브를 도입하여 민간 중심의 보급 사업으로 전환할 예정임.

<표 8> 친환경차 세제감면 현황

항목	하이브리드차	플러그인 하이브리드차	전기차	수소차
계	최대 270만원	최대 270만원	최대 400만원	-
개별소비세	최대 100만원	최대 100만원	최대 200만원	-
개별소비세/교육세	최대 30만원	최대 30만원	최대 60만원	-
취득세	최대 140만원	최대 140만원	최대 140만원	-
지역개발채권 (차량가격의 9~20%)	최대 200만원	최대 200만원	최대 200만원	-

자료: 환경부(2015)

<표 9> 친환경차 인센티브 혜택 현황

항목	하이브리드차	플러그인 하이브리드차	전기차	수소차
공영주차장	20~50% 할인			
혼잡통행료	면제(서울 남산터널)			

자료: 환경부(2015)

□ 저공해자동차

○ 저공해자동차는 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」에 근거하여 오염물질의 배출정도에 따라 3가지로 구분됨

<표 10> 저공해자동차 구분

저공해 자동차	정의
제 1종	전기자동차, 연료전지자동차, 태양광자동차 등에서 배출되는 대기오염물질이 환경부령으로 정하는 기준에 맞는 자동차
제 2종	「대기환경보전법」 제74조 제1항에 따라 제조된 자동차 연료를 사용하는 자동차 또는 하이브리드 자동차로서 해당 자동차에서 배출되는 대기오염물질이 환경부령으로 정하는 배출허용기준에 맞는 자동차
제 3종	「대기환경보전법」 제74조 제1항에 따라 제조된 자동차 연료를 사용하는 자동차 중 해당 자동차에서 배출되는 대기오염 물질이 제2종 저공해 자동차의 기준은 초과하나, 환경부령으로 정하는 배출 허용기준에 맞는 자동차

○ 저공해자동차 표지를 부착한 차량은 각 지자체 조례에 따라 혼잡통행료 및 공영주차장 주차요금 감면 등의 혜택을 받을 수 있음

<그림 3> 저공해자동차 표지

<표 11> 저공해자동차의 혼잡통행료 및 공영주차장 주차요금 감면

	남산1·3호터널 혼잡통행료[1)]	공영주차장
서울특별시	- 전액 면제(1종, 2종 저공해차)	- 50% 할인(공영주차장) - 80% 할인(지하철 환승주차장)
인천광역시	-	- 50% 할인
경기도	-	- 50~60% 할인

※[1)] 「서울특별시 혼잡통행료 징수 조례」에 따라 전자태그(맑은서울저공해자동차 스티커)를 부착하여야함, 전자태그 발급대상 차량은 서울시에 등록된 차량에 한아며(근거: 시장방침 제572호), 2종 저공해자동차는 하이브리드·CNG자동차, 3종 저공해자동차는 LPG·CNG 자동차에 한함

인천공항(인천공항공사)	김포공항 등 14개 공항 주차장(한국공항공사)
50% 할인	50%할인

※ 저공해자동차스티커 부착 및 차량등록증 지참 필수

□ 녹색물류전환지원사업

○ 녹색물류전환지원사업은 「물류정책기본법」 제59조에 의해 환경친화적인 물류활동을 촉진하기 위해 화주와 물류기업이 추진하는 녹색물류 전환사업에 소요되는 비용의 일부를 지원하는 사업이며, 정부지정핵심사업과 녹색물류공모사업으로 구분됨

- 정부지정핵심사업은 물류에너지 목표관리제 참여기업을 대상으로하며, 물류에너지 관리시스템, 통합단말기, 에어스포일러, 무시동히터 보급사업을 지원함
- 녹색물류공모사업은 물류기업, 화주기업, 물류관련 단체를 대상으로 기업에서 추진하는 녹색물류전환사업 등 민간의 아이디어를 정책화하기 위한 사업을 지원함

○ `17년 녹색물류전환지원사업의 지원규모는 총 19.96억 원으로 각 사업별로 최대 50%의 사업비를 지원함

<표 12> 녹색물류전환지원사업 지원규모 및 상한액

사업명		예산 (억 원)	지원규모 및 상한액
정부지정핵심사업	물류에너지 관리시스템 보급	1.3	(지원규모) 시스템 구축비용의 30~50%이내 - 중소·중견기업은 50%이내, 상호출자제한기업집단 소속회사 등은 30%이내 (상한액) 기업당 5천만원 이내
	통합단말기 보급	0.94	(지원규모) 단말기 구입 또는 업그레이드 50% (상한액) 대당 10만원, 기업당 1억원이내
	화물차 에어스포일러 보급	0.32	(지원규모) 사업비의 30~50% 이내 - 중소·중견기업은 50%이내, 상호출자제한기업집단 소속회사 등은 30%이내 (상한액) 대당 15만원 이내
	무시동히터 보급	8.2	(지원규모) 사업비의 50%이내 (상한액) 대당 40만원 이내
녹색물류 공모사업	민간공모사업	8.3	(지원, 상한액규모) 중소·중견기업은 50%, 대기업 등은 30% 이내
	효과검증사업	0.9	(지원규모) 시험비 전액지원(단, 임차료 등 차량 부대비용은 신청자 부담) (상한액) 건당 5천만원 이내
총 예산		19.96	-

※ 기업상한액은 중소·중견기업은 최대 50%·150백만원이내, 상호출자 제한기업 집단 소속회사는 최대 30%·100백만원 이내 지원, 우수녹색물류실천기업은 5천만원 추가 지원

<표 13> 녹색물류전환지원사업 우수사례 및 효과

기업명	녹색물류전환사업 우수사례	내용 및 효과	
㈜BGF 리테일	全차량 통합단말기 장착	내용	- 국내 최초 全차량 통합단말기 장착 완료 - 연료사용량 및 운행기록 실시간 관제(3G적용) - 지속적인 분석 및 개선 통한 연료사용량 효율화 목표 - 향후 에너지관리시스템 연동

	全차량 친환경 도료 도색	내용	- 에코세이버 도료 도색(기존 도료 대비 차열/단열 효과 우수) - 全차량 도색완료(도색 비용(약 7억원) BGF리테일 부담)
		효과	- 저온차량 냉동기 가동 효율 증대 통한 연비 0.5% 개선 - 유류사용량 약 3.6만 리터/年 절감 - 탄소배출량 : 95,807kg/年, 1.14gCO2/톤km (年)감축
	全차량 에어스포일러 장착	내용	- 全차량 장착 완료(공기저항 감소 통한 연비 개선)
		효과	- 연비개선 3%, 유류사용량 21.6만 리터/年 절감 - 탄소배출량 575,570kg/年 감축, 7.39gCO2/톤km (年)감축
㈜명일	차량경량화	내용	- 리프트 게이트의 철제 재질을 알루미늄 재질로 교체
		효과	- 공차중량 47% 감소
	에어스포일러 장착	내용	- 차량 319대에 대해 에어스포일러 장착
		효과	- 연비개선 및 탄소배출량 감축
	매연저감장치 부착	내용	- 차량 262대에 대해 매연저감장치 부착
		효과	- 탄소배출량 감축
해태제과	통합단말기 장착	내용	- 의무대상이 아닌 자가 차량에 대해 예산을 들여 통합단말기 장착
		효과	- 전년(`12년) 대비 월 주유량 10,924L 감소, 월 온실가스 29.1 tCO2eq 감축 달성
	GTRM시스템 도입	내용	- 에코드라이브 시스템, GTRM(Geographic Transfer Realtime Management) 연계를 통한 통합단말기 데이터 활용 - 차량의 활동력/가동율 분석을 통한 운영효율 극대화 - 공차율 감소 및 배차 효율화 유도
		효과	- 활동력/가동율 분석을 통해 '13년 2월 이후 아이스차량 19대 감축 - 19대 감축 기준 월 5,980 L 주유량 절감
	노후차량 교체	내용	- 노후차량 교체를 통한 연비향상 및 차량유지비 절감
		효과	- 노후차량 교체를 통한 평균 5.2%의 연비 향상 효과

□ 택배 운송 환경 관련 국내 정책

○ 한국에서는 물류정책기본법에 의하여 매 5년마다 10년 단위 기본계획을 수립 중이며 택배분야 관련 기존 물류 정책은 2011년 수립한 국가물류기본계획 수정계획(2011-2020)을 바탕으로 추진되어 왔음. 2016년이 재 계획 시점으로 2015년 12월에 국가물류기본계획(2016-2025)이 수립됨.

○ 국가물류기본계획 수정계획(2011-2020)의 택배 운송 환경 정책 및 추진 사항

- 기술발전에 따른 물류부문 발전 방향 및 추진 내용은 다음과 같음.
  * 세계적인 기후변화 대응정책에 따라 환경부하를 줄일 수 있는 교통체계로 전환하는 추세임.
  * 전기/LNG 화물자동차 등 배기가스 저감을 위한 운송수단을 개발 중.
  * 국내기업 전기트럭 개발(파워프라자, 2013) 및 제주지역 보급계획(2015)을 수립함.
  * 기술융합, ICT융합을 통한 다양한 운송수단 개발 및 물류서비스의 실시간/자동/개별맞춤화 확대 중
  * IoT를 비롯한 웨어러블 기기에서 생산되는 데이터양이 급증하고, 정형·비정형 데이터 분석이 보편화됨.
  * 오픈 클라우드 물류 플랫폼이 확산됨.
  * 실시간 유연 물류처리 요구에 따른 소량다품종 개별 주문 및 배송이 활발해짐.
  * 빅데이터 분석을 통한 예측 배송 및 위험예측을 통한 관리 효율화 진행 중.
- 택배산업발전방안 마련 등 물류서비스 개선 추진을 도모함.

* 택배분야 육성·발전 방안 마련으로 2회에 걸쳐 2.3만대 택배차량 증차 실시.
* 택배서비스 평가제 등을 통한 서비스 품질 향상을 도모함.

- 물류기업인증제 통합으로 기업 부담 완화 및 인증제 실효성을 제고함.

○ 국가물류기본계획(2016-2025)을 통해 급변하는 물류분야 글로벌 환경변화에 대한 신속한 대응력을 확보하여 정부 정책기조를 물류부문의 중장기 국가전략에 체계적으로 반영함.

<표 14> 국가물류기본계획(2016-2025) 주요 추진과제

구분	내용
미래 물류지도 변화 대응 국제물류시장 진출확대	-물류산업의 글로벌경쟁력 확보를 위한 국제협력 확대 및 기반 구축 -유라시아, 북극해 등 국제물류지도 변화에 따른 물류 경쟁력 확보 및 해외진출 지원 -통일을 대비한 한반도 통합 물류 로드맵 구축 -항공해운 물류산업의 신시장 창출 및 글로벌 성장역량 확보 -한국형 글로벌터미널운영사 육성을 통한 글로벌 물류거점 확대
시장 선진화 및 규제혁신을 통한 물류산업 경쟁력 강화	-전문물류기업 육성 및 경쟁력 강화 -전자상거래 시대 도래에 따른 화물운송시장 개편 -물류상생 생태계 조성 -철도물류 전문경영체제의 구축 및 점진적 경쟁환경 조성
미래대응형 스마트 물류기술 개발 및 정보화 사업 육성	-물류산업의 장기적 성장역량 확보를 위한 물류 기술개발 및 보급 기반 구축 -물류비용 최소화 및 효율증대를 위한 미래형 물류기술 개발 -ICT 기반의 스마트 물류정보화 사업 추진 -국가물류표준화 확산체제 강화 -환경변화 대응을 위한 미래형 스마트 해운·항만·해사 기술
안전하고 친환경적인 지속가능 물류환경 조성	-글로벌 환경규제에 대응하기 위한 친환경 물류체계 구축 -국가차원의 통합적 물류 안전·보안체계 구축
산업경쟁력 확보를 위한 융복합 물류인프라 구축	-도시첨단물류단지, 전국/광역단위 물류거점 공급 등 기반조성 및 운영 활성화 체계 구축 -의왕 ICD 및 수도권 제2내륙컨테이너기지 개발 등 내륙물류기지 활성화 -물류비 절감과 경쟁력 제고를 위한 철도물류 인프라 확충 및 지원체계 구축 -항공 및 해상화물 처리시설 확충 및 배후단지 개발
물류산업 양질의 일자리 창출, 신규 물류시장 개척 및 투자 활성화	-물류산업 고용 활성화를 위한 맞춤형 인력양성 체계구축 및 양질의 일자리 창출 -신규 물류시장 개척 및 산업간 융복합 물류체계 강화 -공·항만 배후단지 비즈니스 모델 기반 글로벌 투자유치 활성화
국민에게 다가가는 생활 밀착형 물류기반 조성	-택배 서비스 선진화 및 물류서비스 취약계층 지원 확대 -재난·재해 등에 대비한 긴급대응물류체계 구축

- 주요 추진과제 중 친환경 택배와 관련된 내용이 다수 포함되어 있음.
- 전자상거래 발전에 따른 택배 수요 증가에 대응하기 위해 소형화물 및 운송주선업의 등록제로의 점진적 추진 중.
- 물류시설·장비의 성능향상 및 작업환경개선을 위한 기술개발 및 보급을 활성화 함.
- 글로벌 환경규제에 대응하기 위한 친환경 물류체계를 구축함.
- 기업단위의 온실가스 감축 관련 현실적 규제수단의 점진적 도입 및 다양한 지원체계를 마련함.
- 택배 서비스 품질 개선을 위한 경쟁촉진 및 종합적 제도를 정비함.
  * 서비스평가의 법전 근거 마련 및 투명·객관적 평가를 위한 가이드라인을 마련함.
  * 도심지 단거리 택배배송에 활용 가능한 전기화물차 도입을 위한 자동차 관리법 등 제도를 정비함.

○ 정부는 미세먼지 등으로 인한 대기오염 개선을 위한 미세먼지 관리 특별대책에서 경유차가 29%로 가장 높은 수도권 내 대기오염물질 배출기여도를 차지하고 있다고 발표함.

○ 대기 개선 목표를 2026년 서울 기준 18μg/m^3로 설정하고 추진대책으로 경유차 감축 및 전기·수소차 확산을 추진하겠다고 확정함.

○ 2016년 4월 기준으로 전기 화물자동차로 등록된 차량은 18대이며, 국내 연료 종류별 화물차 등록현황은 아래와 같다.

<표 15> 연료 종류별 화물차 등록현황

(단위: 대)

연료	2012	2013	2014	2015	2016
휘발류	9,876	9,565	9,422	9,419	9,546
경유	2,971,078	3,021,290	3,101,322	3,185,994	3,215,565
LPG	201,575	189,398	172,395	161,550	158,110
CNG	1,179	1,227	1,257	1,269	1,273
전기	0	0	0	18	18
기타연료	60,216	64,227	69,287	74,687	76,718

○ 현재 정부는 2020년까지 신차 판매의 30%를 하이브리드차 등 친환경차로 대체할 계획이며, 확대 계획에서는 총 150만대의 친환경차량 목표 대수에서 하이브리드 차량이 124만대로 친환경차 보급대수 중 약 84%를 차지하고 있어, 택배 차량으로 운영되는 1톤 트럭도 해당 정책에 영향을 받아 하이브리드 트럭 도입이 점차 활성화 될 것으로 예상됨.

○ 국가적 계획 외에 서울시에서는 택배용 전기트럭 시범운영을 실시함.

- 서울시에서는 2014년 11월 택배용 전기트럭 6대를 시범 운영하여, 대기환경의 개선과 유류비 절감효과를 평가함.
- 그러나 차량 가격의 급격한 상승과 충전인프라 문제로 일반적인 보급에는 한계가 있을 것으로 평가함. (1톤 전기트럭의 경우 대당 연간 200만원, 0.5톤 전기트럭의 경우 대당 연간 134만원의 연료비 절감을 예상)

나. 국내 관련 법·제도 현황

□ 자동차 관리법에 의한 구조변경 처리방법

○ 정부는 자동차의 등록, 안전기준, 자기인증, 제작결함 시정, 점검, 정비, 검사 및 자동차관리사업 등에 관한 사항을 정하여 자동차를 효율적으로 관리하고 자동차의 성능 및 안전을 확보함으로서 공공의 복리를 증진함을 목적으로 자동차관리법을 지정함.

○ 동 법에서는 '자동차의 구조·장치의 일부를 변경하거나 자동차에 부착물을 추가'하는 경우 자동차 소유자가 시장·군수·구청장의 승인을 받아야 한다고 규정함.

- 또한, 자동차의 튜닝에 따른 안전성 확보를 위하여 1.자동차의 튜닝에 따른 안전성 확보를 위한 조사·연구 및 장비개발, 2.자동차 튜닝용 부품의 승인제의 도입 등을 시행할 수 있음을 규정하고 있음.
  * 자동차관리법 시행규칙에 의하면 자동차의 7개 구조 중 2개, 21개장치 중 13개 항목의 변경은 승인이 필요함.
- 총중량 증가, 변경 전보다 안전도 저하(예: 산악용 자동차 변경) 등은 변경을 금지하고 있음.
  * 본 연구의 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조는 차량 장치 중 원동기/동력전달장치의 구조를 변경하는 것으로 승인을 필요로 하는 사항이며, 안전성 확보를 위하여 인증제도의 도입을 검토할 수 있을 것으로 판단됨.

<표 16> 자동차 관리법에 의한 구조변경 처리방법

구 분		세부 사례
구조 (7)	① 길이·너비 및 높이	내장·냉동탑, 윙바디, 덤프형, 유압크레인·적하기
	② 총중량	활어운반차, 철스크랩 운반전용, 재활용품 수집차
	③ 최저지상고	승인 불필요(단, 안전기준은 준수 필요)
	④ 중량분포	
	⑤ 최대안전경사각도	
	⑥ 최소회전반경	
	⑦ 접지부분/접지압력	
장치 (21)	① 원동기/동력전달장치	원동기, 변속기, 차동장치, 실린더 블럭
	② 주행장치	차축(추가), 축간거리 조정
	③ 조향장치	핸들 규격,
	④ 제동장치	브레이크 휠실린더 추가, 드럼↔디스크
	⑤ 연료장치	휘발유, 디젤, 엘피지, cng변경 또는 추가
	⑥ 차체 및 차대	외관변경, 덤프형, 하이루프
	⑦ 연결장치/견인장치	견인장치
	⑧ 승차장치 및 물품적재장치	좌석 증·감, 적재장치 변경(내장·냉동탑 등)
	⑨ 소음방지장치	소음기변경

	⑩ 배기가스방지장치	촉매변경
	⑪ 등화장치	전조등, 안개등, 기타 등화
	⑫ 내압용기 및 부속장치	cng
	⑬ 기타 부령이 정하는 장치	규정 없음
	⑭ 조종장치	승인 불필요(단, 안전기준은 준수 필요)
	⑮ 완충장치	
	⑯ 창유리	
	⑰ 경음기 및 경보장치	
	⑱ 기타 지시장치	
	⑲ 기타 시야확보장치	
	⑳ 속도계 등 기타계기	
	㉑ 방화장치	

□ 친환경 하이브리드 소형트럭 관련 법·제도 현황

○ 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한법률」은 환경친화적 자동차의 개발 및 보급을 촉진하기 위한 종합적인 계획 및 시책을 수립하여 추진하도록 함으로써 자동차산업의 지속적인 발전과 국민 생활환경의 향상을 도모하며 국가경제에 이바지함을 목적으로 제정되었음.

- 동법 제2조에서는 “환경친화적 자동차”, “하이브리드자동차”, “클린디젤자동차”에 대하여 정의하고 있음.

환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제2조(정의)

2. "환경친화적 자동차"란 제3호부터 제8호까지의 규정에 따른 전기자동차, 태양광자동차, 하이브리드자동차, 연료전지자동차, 천연가스자동차 또는 클린디젤자동차로서 다음 각 목의 요건을 갖춘 자동차 중 산업통상자원부장관이 환경부장관과 협의하여 고시한 자동차를 말한다.

가. 에너지소비효율이 산업통상자원부령으로 정하는 기준에 적합할 것

나. 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 제2조제6호에 따라 환경부령으로 정하는 저공해자동차의 기준에 적합할 것

다. 자동차의 성능 등 기술적 세부 사항에 대하여 산업통상자원부령으로 정하는 기준에 적합할 것

5. "하이브리드자동차"란 휘발유·경유·액화석유가스·천연가스 또는 산업통상자원부령으로 정하는 연료와 전기에너지(전기 공급원으로부터 충전받은 전기에너지를 포함한다)를 조합하여 동력원으로 사용하는 자동차를 말한다.

8. "클린디젤자동차"란 경유의 연소가 기관의 내부에서 이루어져 열에너지를 기계적 에너지로 바꾸는 기관을 동력원으로 사용하는 자동차로서 「대기환경보전법」 제46조제1항에 따른 오염물질을 하이브리드자동차나 천연가스자동차와 유사한 수준으로 배출하는 자동차를 말한다.

○ 「대기환경보전법」은 대기오염으로 인한 국민건강이나 환경에 관한 위해(危害)를 예방하고 대기환경을 적정하고 지속가능하게 관리·보전하여 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 하는 것을 목적으로 제정됨.

- 자동차·선박 등의 배기가스 규제와 관련한 내용은 대기환경보전법 제4장에 제시되어 있으며, ‘제작차의 배출허용기준’에 관한 사항은 현행 대기환경보존법(법률) 제46조에 명시되어 있는데, 이의 구체적인 내용은 다음과 같음.

대기환경보전법 제46조(제작차의 배출허용기준 등)

① 자동차(원동기를 포함한다. 이하 이 조, 제47조부터 제50조까지, 제50조의2, 제50조의3, 제51조부터 제56조까지, 제82조제1항제6호, 제89조제6호·제7호 및 제91조제4호에서 같다)를 제작(수입을 포함한다. 이하 같다)하려는 자(이하 "자동차제작자"라 한다)는 그 자동차(이하 "제작차"라 한다)에서 나오는 오염물질(대통령령으로 정하는 오염물질만 해당한다. 이하 "배기가스"라 한다)이 환경부령으로 정하는 허용기준(이하 "제작차배출허용기준"이라 한다)에 맞도록 제작하여야 한다.

③ 자동차제작자는 제작차에서 나오는 배기가스가 환경부령으로 정하는 기간(이하 "배기가스보증기간"이라 한다)동안 제작차배출허용기준에 맞게 성능을 유지하도록 제작하여야 한다.

- 자동차에 의한 대기오염을 줄이기 위한 기술개발이나 제작을 위해 재정적·기술적 지원을 할 수 있으며, 관련 조항은 제47조에 명시되어 있음.

대기환경보전법 제47조(기술개발 등에 대한 지원)

① 국가는 자동차로 인한 대기오염을 줄이기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설 등의 기술개발 또는 제작에 필요한 재정적·기술적 지원을 할 수 있다.

1. 저공해자동차 및 그 자동차에 연료를 공급하기 위한 시설 중 환경부장관이 정하는 시설
2. 배기가스저감장치
3. 저공해엔진

② 환경부장관은 환경개선특별회계에서 제1항에 따른 기술개발이나 제작에 필요한 비용의 일부를 지원할 수 있다.

- 자동차제작자는 자동차를 제작하기 위해 자동차의 배기가스가 배기가스보증기간에 제작차배출허용기준에 맞게 유지될 수 있다는 인증을 환경부장관으로부터 받아야하며, 관련된 법은 대기환경보전법 제48조에 명시되어 있음.
- 자동차제작자는 배기가스 허용기준에 적합한 자동차를 제작해야하며, 제작되는 자동차는 환경부령으로 정하는 기준에 적합해야함.

대기환경보전법 제48조(제작차에 대한 인증)

① 자동차제작자가 자동차를 제작하려면 미리 환경부장관으로부터 그 자동차의 배기가스가 배기가스보증기간에 제작차배출허용기준에 맞게 유지될 수 있다는 인증을 받아야 한다. 다만, 환경부장관은 대통령령으로 정하는 자동차에는 인증을 면제하거나 생략할 수 있다.

대기환경보전법 제50조의2(자동차의 평균 배출량 등)

① 자동차제작자는 제작하는 자동차에서 나오는 배기가스를 차종별로 평균한 값(이하 "평균 배출량"이라 한다)이 환경부령으로 정하는 기준(이하 "평균 배출허용기준"이라 한다)에 적합하도록 자동차를 제작하여야 한다.

- 수도권을 비롯한 지자체는 그 지역의 대기환경 개선 또는 배기가스배출감소를 위하여 저공해자동차의 운행 장려, 개조, 구입 등에 대한 지원과 공회전을 제한하고 있으며, 대기환경법에 명시된 관련 사항은 다음과 같음.

대기환경보전법 제58조(저공해자동차의 운행 등)

① 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수는 관할 지역의 대기질 개선 또는 기후·생태계 변화유발물질 배출감소를 위하여 필요하다고 인정하면 그 지역에서 운행하는 자동차 중 차령과 대기오염물질 또는 기후·생태계 변화유발물질 배출정도 등에 관하여 환경부령으로 정하는 요건을 충족하는 자동차의 소유자에게 그 특별시·광역시·특별자치시·특별자치도·시·군의 조례에 따라 그 자동차에 대하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 조치를 하도록 명령하거나 조기에 폐차할 것을 권고할 수 있다.

1. 저공해자동차로의 전환 또는 개조
2. 배기가스저감장치의 부착 또는 교체 및 배기가스 관련 부품의 교체
3. 저공해엔진(혼소엔진을 포함한다)으로의 개조 또는 교체

② 배기가스보증기간이 경과한 자동차의 소유자는 해당 자동차에서 배출되는 배기가스가 제57조에 따른 운행차배출허용기준에 적합하게 유지되도록 환경부령으로 정하는 바에 따라 배기가스저감장치를 부착 또는 교체하거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체할 수 있다.

③ 국가나 지방자치단체는 저공해자동차의 보급, 배기가스저감장치의 부착 또는 교체와 저공해엔진으로의 개조 또는 교체를 촉진하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에 대하여 예산의 범위에서 필요한 자금을 보조하거나 융자할 수 있다.

1. 저공해자동차를 구입하거나 저공해자동차로 개조하는 자
2. 저공해자동차에 연료를 공급하기 위한 시설 중 다음 각 목의 시설을 설치하는 자
   가. 천연가스를 연료로 사용하는 자동차에 천연가스를 공급하기 위한 시설로서 환경부장관이 정하는 시설
   나. 전기를 연료로 사용하는 자동차(이하 "전기자동차"라 한다)에 전기를 충전하기 위한 시설로서 환경부장관이 정하는 시설
   다. 그 밖에 태양광, 수소연료 등 환경부장관이 정하는 저공해자동차 연료공급시설
3. 제1항 또는 제2항에 따라 자동차에 배기가스저감장치를 부착 또는 교체하거나 자동차의 엔진을 저공해엔진으로 개조 또는 교체하는 자
4. 제1항에 따라 자동차의 배기가스 관련 부품을 교체하는 자
5. 제1항에 따른 권고에 따라 자동차를 조기에 폐차하는 자
6. 그 밖에 배기가스가 매우 적게 배출되는 것으로서 환경부장관이 정하여 고시하는 자동차를 구입하는 자

⑧ 환경부장관 및 지방자치단체의 장은 소유자가 제4항에 따른 의무운행 기간을 충족하지 못한 경우 환경부령으로 정하는 바에 따라 제3항에 따라 지원된 경비의 일부를 회수할 수 있다.

⑨ 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수는 저공해자동차 또는 제1항에 따라 배기가스저감장치를 부착하거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체한 자동차에 대하여 외부에서 식별이 가능하도록 환경부령으로 정하는 바에 따라 표지(標識)를 부착하게 할 수 있다.

대기환경보전법 제59조(공회전의 제한)

① 시·도지사는 자동차의 배기가스로 인한 대기오염 및 연료 손실을 줄이기 위하여 필요하다고 인정하면 그 시·도의 조례가 정하는 바에 따라 터미널, 차고지, 주차장 등의 장소에서 자동차의 원동기를 가동한 상태로 주차하거나 정차하는 행위를 제한할 수 있다.

② 시·도지사는 대중교통용 자동차 등 환경부령으로 정하는 자동차에 대하여 시·도 조례에 따라 공회전제한장치의 부착을 명령할 수 있다.

③ 국가나 지방자치단체는 제2항에 따른 부착 명령을 받은 자동차 소유자에 대하여는 예산의 범위에서 필요한 자금을 보조하거나 융자할 수 있다.

대기환경보전법 제76조의7(온실가스 저배출 자동차에 대한 지원)

① 환경부장관은 온실가스 배출량이 적은 자동차(이하 "저탄소차"라 한다)를 구매하는 자에게 재정적 지원을 할 수 있다.

② 제1항에 따른 재정적 지원의 대상이 되는 저탄소차는 국내에서 제작되거나 수입되어 국내에 판매되는 「자동차관리법」 제3조에 따른 승용자동차 및 승합자동차(승차인원 10인승 이하의 자동차에 한정한다) 중 제76조의2에 따른 자동차 온실가스 배출허용기준을 고려하여 환경부령으로 정한다.

③ 제1항에 따른 재정적 지원은 제76조의8에 따른 저탄소차협력금의 징수 범위에서 하되, 지원금의 지원기준, 기준별 지급액, 절차 등에 필요한 사항은 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 환경부령으로 정한다.

④ 환경부장관은 저탄소차 구매자에 대한 재정적 지원 업무를 자동차제작자 등에 위탁할 수 있다. 이 경우 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 제76조의8제1항에 따라 징수된 저탄소차협력금의 일부를 위탁비용으로 교부할 수 있다.

○ 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」은 대기오염이 심각한 수도권지역의 대기환경을 개선하기 위하여 종합적인 시책을 추진하고, 대기오염원(大氣汚染源)을 체계적으로 관리함으로서 지역주민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 조성함을 목적으로 함.

- 환경부장관은 대기관리권역에 연간 보급하여야할 저공해자동차에 관한 기준을 매년 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 정하고 고시해야하며, 이와 관련한 내용은 제23조에 명시하고 있음.
- 대기관리권역에 있는 기관은 자동차를 새로 구매하는 경우 환경부령으로 정하는 비율 이상의 저공해자동차를 구매해야하며, 구체적인 내용은 제24조에 명시되어 있음.

수도권 대기환경 개선에 관한 특별법 제23조(저공해자동차의 보급)

① 환경부장관은 자동차를 제작하거나 수입하여 대통령령으로 정하는 수량 이상을 대기관리권역에서 판매(위탁 등을 하여 판매하는 경우를 포함한다)하는 자(이하 "자동차판매자"라 한다)가 대기관리권역에서 연간 보급하여야 할 저공해자동차에 관한 기준(이하 "연간 저공해자동차 보급기준"이라 한다)을 매년 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 정하고 고시하여야 한다.

② 환경부장관은 제1항에 따라 연간 저공해자동차 보급기준을 정할 때에는 저공해자동차의 개발현황, 대기관리권역에서의 자동차판매량 등을 고려하여야 한다.

수도권 대기환경 개선에 관한 특별법 제24조(저공해자동차의 구매)

① 대기관리권역에 있는 기관으로서 대통령령으로 정하는 수량 이상의 자동차를 가지고 있는 다음 각 호의 기관은 자동차를 새로 구매하는 경우 환경부령으로 정하는 비율 이상의 저공해자동차를 구매하여야 한다.

1. 행정기관
2. 대통령령으로 정하는 공공기관

② 환경부장관은 제1항에 따른 행정기관 및 공공기관(이하 "행정기관등"이라 한다) 외의 자로서 환경부령으로 정하는 수량 이상의 자동차를 가진 자가 자동차를 새로 구매하는 경우에는 저공해자동차를 우선 구매하도록 권고할 수 있다.

③ 국가나 지방자치단체는 저공해자동차를 구매하는 자에게 저공해자동차의 구매에 필요한 재정적 지원을 할 수 있다.

- 환경부장관은 대기관리권역에 등록된 경유자동차 중 배기가스 보증기간이 지난 자동차에 대하여 운행차배출허용기준보다 강화된 배출허용기준을 정할 수 있으며, 이의 구체적인

내용은 제25조와 같음.

수도권 대기환경 개선에 관한 특별법 제25조(특정경유자동차의 관리)

① 환경부장관은 제8조제2항제1호에 따른 대기환경개선목표를 달성하기 위하여 필요하다고 인정하면 대기관리권역에 등록된 경유자동차(엔진배기량 등이 환경부령으로 정하는 기준에 해당하는 경유자동차는 제외한다) 중 「대기환경보전법」 제46조에 따른 배기가스 보증기간이 지난 자동차(이하 "특정경유자동차"라 한다)에 대하여 같은 법 제57조에 따른 운행차배출허용기준보다 강화된 배출허용기준을 환경부령으로 정할 수 있다. 이 경우 환경부장관은 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여야 한다.

② 특정경유자동차의 소유자는 그 자동차에서 배출되는 배기가스가 제1항에 따른 특정경유자동차의 배출허용기준에 맞는지에 대하여 「자동차관리법」 제43조의2에 따라 검사를 받아야 한다.

④ 특정경유자동차의 소유자는 해당 자동차에서 배출되는 배기가스가 제1항에 따른 특정경유자동차의 배출허용기준에 맞게 유지되도록 환경부령으로 정하는 바에 따라 배기가스저감장치를 부착하거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하여야 한다. 다만, 「대기환경보전법」 제58조제1항에 따라 시·도의 조례로서 배기가스저감장치를 부착하거나 저공해엔진으로의 개조 또는 교체를 하도록 명령을 받은 특정경유자동차의 소유자는 배출허용기준 적합 여부에 관계 없이 이를 이행하여야 한다.

⑥ 환경부장관이나 서울특별시장등은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 제4항에 따른 배기가스저감장치를 부착하거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하면 그 경비를 지원할 수 있다.

1. 특정경유자동차의 소유자
2. 대기관리권역 외의 지역을 관할하는 지방자치단체에 등록된 사업용 경유자동차 중 대기관리권역을 대통령령으로 정하는 기간 이상 운행하는 자동차의 소유자

- 서울특별시장은 배출허용기준을 유지할 수 없는 특정경유자동차, 정비비용이 과다하게 드는 자동차 등에 대해 조기폐차를 권고할 수 있으며, 제반비용을 지원해 줄 수 있음.
- 서울특별시장 등은 대기환경개선을 위하여 필요하다고 인정하는 지역에 대하여 배기가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 않은 자동차에 대해 운행을 제한할 수 있음.

수도권 대기환경 개선에 관한 특별법 제27조(노후차량의 조기폐차 지원 등)

① 서울특별시장등은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자동차 중 환경부령으로 정하는 자동차의 소유자에게 그 자동차를 조기폐차하도록 권고할 수 있다.

1. 제25조제1항에 따른 특정경유자동차의 배출허용기준을 유지할 수 없는 특정경유자동차
2. 「대기환경보전법」 제57조에 따른 운행차배출허용기준을 유지할 수 없는 특정경유자동차 외의 자동차
3. 제1호와 제2호의 기준을 유지하는 데에 정비비용이 과다하게 드는 자동차

② 서울특별시장등은 제1항에 따른 권고에 따라 자동차를 폐차하는 자동차의 소유자에게 환경부령으로 정하는 바에 따라 필요한 경비를 지원할 수 있다.

수도권 대기환경 개선에 관한 특별법 제28조의2(배기가스저감장치 미부착 차량 등의 운행제한)

서울특별시장등은 대기환경개선을 위하여 필요하다고 인정하는 지역에 대하여 제25조제4항에 따른 배기가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 대기관리권역에 등록된 특정경유자동차와 제25조제6항제2호에 해당하는 사업용 경유자동차 중 「대기환경보전법」 제46조에 따른 배기가스보증기간이 지난 자동차로서 배기가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 자동차의 운행을 제한할 수 있다. 이 경우 운행이 제한되는 자동차의 범위, 지역 및 운행제한 미이행에 따른 과태료 부과는 시·도의 조례로 정한다.

○ 「저탄소 녹색성장 기본법」은 경제와 환경의 조화로운 발전을 위하여 저탄소(低炭素) 녹색성장에 필요한 기반을 조성하고 녹색기술과 녹색산업을 새로운 성장동력으로 활용함으로서 국민경제의 발전을 도모하며 저탄소 사회 구현을 통하여 국민의 삶의 질을 높이고 국제사회에서 책임을 다하는 성숙한 선진 일류국가로 도약하는 데 이바지함을 목적으로 제정함.

- 자동차제작자가 교통수단에서 배출되는 온실가스를 감축하기 위한 방안을 마련하고 노력할 수 있도록 관련 법조항을 제47조에 명시하고 있음.
- 교통부문의 온실가스와 대기오염을 최소화하고 대도시·수도권 등에서의 교통체증을 해결하기 위한 대책을 마련할 수 있도록 제53조에 명시함.

저탄소 녹색성장 기본법 제47조(교통부문의 온실가스 관리)

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.

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.

④ 정부는 하이브리드 자동차, 수소연료전지 자동차 등 저탄소·고효율 교통수단의 제작·보급을 촉진하기 위하여 재정·세제 지원, 연구개발 및 관련 제도 개선 등의 방안을 강구할 수 있다.

저탄소 녹색성장 기본법 제53조(저탄소 교통체계의 구축)

④ 정부는 온실가스와 대기오염을 최소화하고 교통체증으로 인한 사회적 비용을 획기적으로 줄이며 대도시·수도권 등에서의 교통체증을 근본적으로 해결하기 위하여 다음 각 호의 사항을 포함하는 교통수요관리대책을 마련하여야 한다.

1. 혼잡통행료 및 교통유발부담금 제도 개선
2. 버스·저공해차량 전용차로 및 승용차진입제한 지역 확대
3. 통행량을 효율적으로 분산시킬 수 있는 지능형교통정보시스템 확대·구축

○ 「자동차 관리법」은 자동차 관리법은 자동차의 등록, 안전기준, 자기인증, 제작결함 시정, 점검, 정비, 검사 및 자동차관리사업 등에 관한 사항을 정하여 자동차를 효율적으로 관리하고 자동차의 성능 및 안전을 확보함으로서 공공의 복리를 증진하기 위해 제정함.

- 자동차는 구조 및 장치가 안전 운행에 필요한 성능과 기준에 적합하지 않으면 운행할 수 없다는 법조항을 제29조에 명시함.
- 자동차 제작자등은 인증받은 대체부품이나 튜닝 부품 사용을 이유로 무상수리를 거부하여서는 아니됨을 제32조의2에 명시함
- 자동차소유주는 국토교통부령으로 정하는 항목에 대해 튜닝을 하려는 경우 시장·군수·구청장의 승인을 받아야 한다는 법조항을 제34조에 명시되어 있으며, 자동차 튜닝에 따른 안전성 확보를 위한 법조항을 제34조의2에 명시함.
- 국토교통부장관은 저속전기자동차의 최고속도, 중량과 같은 안전기준을 정할 수 있으며, 관련 내용을 제35조의2에 명시함.

자동차 관리법 제29조(자동차의 구조 및 장치 등)

① 자동차는 대통령령으로 정하는 구조 및 장치가 안전 운행에 필요한 성능과 기준(이하 "자동차안전기준"이라 한다)에 적합하지 아니하면 운행하지 못한다.

② 자동차에 장착되거나 사용되는 부품·장치 또는 보호장구(保護裝具)로서 대통령령으로 정하는 부품·장치 또는 보호장구(이하 "자동차부품"이라 한다)는 안전운행에 필요한 성능과 기준(이하 "부품안전기준"이라 한다)에 적합하여야 한다.

제32조의2(자기인증을 한 자동차에 대한 사후관리 등)

③ 자동차제작자등이 제1항제1호에 따라 무상수리를 하는 경우 제30조의5에 따라 인증받은 대체부품과 제34조의2에 따라 인증받은 튜닝용 부품 사용을 이유로 수리를 거부하여서는 아니 된다. 다만, 자동차제작자등이 대체부품과 튜닝용 부품의 사용이 고장 원인임을 입증하는 경우에는 그러하지 아니한다. <신설 2015.12.29.>

④ 국토교통부장관은 자동차제작자등이 사후관리에 관한 의무를 이행하지 아니한 경우(제2항에 따라 무상수리를 대행하는 자가 무상수리의무를 이행하지 아니한 경우를 포함한다)에는 자동차제작자등에게 그 이행을 명할 수 있다. <개정 2013.3.23., 2015.12.29.>

자동차 관리법 제34조(자동차의 튜닝)

① 자동차소유자가 국토교통부령으로 정하는 항목에 대하여 튜닝을 하려는 경우에는 시장·군수·구청장의 승인을 받아야 한다.

② 제1항에 따라 튜닝 승인을 받은 자는 자동차정비업자 또는 국토교통부령으로 정하는 자동차제작자등으로부터 튜닝 작업을 받아야 한다. 이 경우 자동차제작자등의 튜닝 작업 범위는 국토교통부령으로 정한다.

③ 제1항에 따른 승인 대상 항목에 대한 승인기준 및 승인절차에 관한 사항은 국토교통부령으로 정한다

자동차 관리법 제34의2(튜닝 자동차의 안전성 확보)

① 국토교통부장관은 자동차의 튜닝에 따른 안전성 확보를 위하여 다음 각 호를 시행할 수 있다.

1. 자동차의 튜닝에 따른 안전성 확보를 위한 조사·연구 및 장비개발
2. 자동차 튜닝용 부품의 인증제의 도입
3. 그 밖에 국토교통부장관이 필요하다고 인정하는 사항

② 제1항에 따른 인증제 도입에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.

자동차 관리법 제35조의2(자동차의 구조 및 장치 등)

국토교통부장관은 전기에너지를 동력원으로 사용하는 전기자동차 중 국토교통부령으로 정하는 최고속도 및 차량 중량 이하의 자동차(이하 "저속전기자동차"라 한다)에 대하여 제29조제1항의 자동차안전기준을 달리 정할 수 있다.

○ 「물류정책기본법」은 물류체계의 효율화, 물류산업의 경쟁력 강화 및 물류의 선진화·국제화를 위해 국내외 물류정책·계획의 수립·시행 및 지원에 관한 기본적인 사항을 정함으로서 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 제정함.

- 물류기업 및 화주기업에 대해 환경친화적인 운송수단으로의 전환을 권고하고 지원할 수 있다는 내용을 제60조에 명시함.

물류정책기본법 제60조(환경친화적 운송수단으로의 전환촉진)

① 국토교통부장관·해양수산부장관 또는 시·도지사는 물류기업 및 화주기업에 대하여 환경친화적인 운송수단으

로의 전환을 권고하고 지원할 수 있다.

② 제1항에 따른 지원대상의 세부적인 기준 및 지원내용에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

③ 시·도지사는 제1항의 조치를 하려는 경우에는 중복을 방지하기 위하여 미리 국토교통부장관 및 해양수산부장관과 협의하고, 그 내용을 제14조에 따른 지역물류기본계획과 제16조에 따른 지역물류시행계획에 반영하여야 한다.

○ 「물류정책기본법 시행령」은 「물류정책기본법」에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 규정할 목적으로 제정함.

- 「물류정책기본법」의 제60조(환경친화적 운송수단으로의 전환지원)의 시행과 관련한 사항을 제48조에 명시함.

물류정책기본법 시행령 제48조(환경친화적 운송수단으로의 전환촉진)

① 법 제60조제1항에 따른 지원대상은 다음 각 호와 같다.

1. 화물자동차·철도차량·선박·항공기 등의 배기가스를 저감하거나 배기가스를 저감할 수 있는 운송수단으로 전환하는 경우 및 이를 위한 시설·장비투자를 하는 경우
2. 환경친화적인 연료를 사용하는 운송수단으로 전환하는 경우 및 이를 위한 시설·장비투자를 하는 경우

② 법 제60조제1항에 따른 지원내용은 다음 각 호와 같다.

1. 환경친화적 운송수단으로의 전환에 필요한 자금의 보조·융자 및 융자 알선
2. 환경친화적 운송수단으로의 전환에 필요한 교육, 컨설팅 및 정보의 제공
3. 그 밖에 환경친화적 운송수단으로의 전환을 지원하기 위하여 국토교통부장관이 해양수산부장관 및 관계 행정기관의 장과 협의하여 고시하는 사항

○ 「화물자동차 운수사업법」은 화물자동차 운수사업을 효율적으로 관리하고 건전하게 육성하여 화물의 원활한 운송을 도모함으로써 공공복리의 증진에 기여함을 목적으로 제정함.

- 연료비가 절감되거나 환경친화적인 화물자동차 등으로의 전환 및 이를 위한 시설·장비의 투자에 국가가 소요자금의 일부를 보조하거나 융자할 수 있으며, 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수는 운송사업자, 운송가맹사업자 및 제40조제1항에 따라 화물자동차 운송사업을 위탁받은 자에게 교육세, 교통·에너지·환경세, 자동차세, 석유가스 중 부탄에 각각 부과되는 개별소비세・교육세・부과금 의 인상액의 정부 또는 일부를 보조할 수 있음을 제43조에 명시함.

화물자동차 운수사업법 제43조(재정지원)

① 국가는 지방자치단체, 사업자단체 또는 운수사업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업을 수행하는 경우로서 재정적 지원이 필요하다고 인정되면 대통령령으로 정하는 바에 따라 소요자금의 일부를 보조하거나 융자할 수 있다. <개정 2011.6.15, 2013.3.23>

1. 공동차고지 및 공영차고지 건설
2. 화물자동차 운수사업의 정보화
3. 낡은 차량의 대체
4. 연료비가 절감되거나 환경친화적인 화물자동차 등으로의 전환 및 이를 위한 시설・장비의 투자

5. 화물자동차 휴게소의 건설

6. 화물자동차 운수사업의 서비스 향상을 위한 시설·장비의 확충과 개선

7. 그 밖에 화물자동차 운수사업의 경영합리화를 위한 사항으로서 국토교통부령으로 정하는 사항

② 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장 또는 군수(광역시의 군수를 포함한다. 이하 이 조, 제44조 및 제44조의2에서 같다)는 운송사업자, 운송가맹사업자 및 제40조제1항에 따라 화물자동차 운송사업을 위탁받은 자(이하 이 조, 제44조 및 제44조의2에서 "운송사업자등"이라 한다)에게 유류(油類)에 부과되는 다음 각 호의 세액 등의 인상액에 상당하는 금액의 전부 또는 일부를 대통령령으로 정하는 바에 따라 보조할 수 있다. <개정 2010.3.31, 2011.6.15, 2012.6.1, 2013.3.23, 2015.6.22>

1. 「교육세법」 제5조제1항, 「교통·에너지·환경세법」 제2조제1항제2호, 「지방세법」 제136조제1항에 따라 경유에 각각 부과되는 교육세, 교통·에너지·환경세, 자동차세

2. 「개별소비세법」 제1조제2항제4호바목, 「교육세법」 제5조제1항, 「석유 및 석유대체연료 사업법」 제18조제2항제1호에 따라 석유가스 중 부탄에 각각 부과되는 개별소비세·교육세·부과금

○ 「화물자동차 운수사업법 시행규칙」은 「화물자동차 운수사업법」 및 같은 법 시행령에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 제정함.

- 「화물자동차 운수사업법」제35조(적재물배상보험등의 의무가입)에서 정의하고 있는 바와 같이 최대 적재량이 5톤 이상이거나 총 중량이 10톤 이상인 화물자동차 중 국토교통부령으로 정하는 화물자동차를 소유하고 있는 운송사업자의 적재물배상보험 의무가입 사항에 대해 제외대상으로 배기가스저감장치를 부착함에 따라 총중량이 10톤 이상이 된 화물자동차 중 최대 적재량이 5톤 미만인 화물자동차를 지정하고 있음.

화물자동차 운수사업법 시행규칙 제41조 13(적재물배상보험등의 가입 대상차량 등)

① 법 제35조제1호에서 "국토교통부령으로 정하는 화물자동차"란 제3조에 따른 화물자동차 중 일반형·밴형 및 특수용도형 화물자동차와 견인형 특수자동차를 말한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 화물자동차는 제외한다. <개정 2013.3.23, 2016.6.30>

1. 건축폐기물·쓰레기 등 경제적 가치가 없는 화물을 운송하는 차량으로서 국토교통부장관이 정하여 고시하는 화물자동차

2.「대기환경보전법」 제2조제17호에 따른 배기가스저감장치를 차체에 부착함에 따라 총중량이 10톤 이상이 된 화물자동차 중 최대 적재량이 5톤 미만인 화물자동차

3. 특수용도형 화물자동차 중 「자동차관리법」 제2조제1호에 따른 피견인자동차

② 법 제35조제2호에서 "국토교통부령으로 정하는 화물"이란 이사화물을 말한다. <개정 2011.12.31, 2013.3.23., 2015.5.26>

③ 제1항 및 제2항에서 정한 사항 외에 적재물배상보험 의무가입과 관련하여 필요한 사항은 국토교통부장관이 정하여 고시한다. <신설 2011.12.31, 2013.3.23>

□ 자동차튜닝 세부업무규정

○ 튜닝(구조변경)제도는 구조변경 차량에 대한 안전도 점검을 통해 교통사고와 환경오염을 예방하기 위한 제도임.

- 자동차관리법 제34조에 규정된 자동차의 구조 및 장치 변경은 기 등록되어 운행 중인

자동차에 적용되는 제도로 자동차 소유자가 자동차의 구조 및 장치를 변경하고자 하는 경우 자동차관리법시행령 제8조에서 정한 구조 및 장치를 사전에 교통안전공단으로부터 승인을 얻어서 변경토록 규정하여 자동차의 안전도를 확보하는 제도임.

○ 자동차튜닝 세부업무규정(´16.04.)은 자동차의 장치 별로 튜닝 기본원칙, 근거법령, 승인조건 등을 규정하고 있음.

- 자동차의 장치를 크게 12항목으로 구분하고 있으며, 세부적으로 57항목으로 구분함.

<표 17> 자동차튜닝 세부업무규정 상 자동차의 장치(12종)

항목	세부코드	내용
원동기 및 동력전달장치 (A-00)	A-01	원동기 변경
	A-02	실린더블록 변경
	A-03	터보차져(T/C), 인터쿨러(I/C) 설치
	A-04	저공해 가스(LPG·CNG) 엔진개조
	A-05	변속기(수동↔자동)변경
	A-06	동력인출장치(PTO) 설치,BC트렉터 공기압축기 설치
	A-07	윈치 설치
주행장치 (B-00)	B-01	후차륜 복륜타이어 설치
제동장치 (C-00)	C-01	디스크 브레이크(드럼→디스크)
연료장치 (D-00)	D-01	휘발유·LPG 겸용
	D-02	휘발유·CNG 겸용
	D-03	경유·CNG(LNG) 혼소 변경
	D-04	연료탱크 추가 설치
차대 및 차체 (E-00)	E-01	하이루프형 자동차
	E-02	자동차 외관변경
	E-03	주차 단속용 이동카메라
	E-04	도로작업용 자동차의 충격흡수장치 및 유도표시등
연결·견인장치 (F-00)	F-01	연결장치 설치
	F-02	레카 구난방식 변경(줄↔붐↔언더리프트)
승차장치 (G-00)	G-01	승합자동차(일반형→특수형) 변경
	G-02	승차정원 변경
	G-03	어린이운송용 승합자동차
	G-04	장의자동차
	G-05	구급자동차, 특수구급자동차(하이루프형)
	G-06	금고 설치
	G-07	캠핑용자동차
	G-08	이동사무실차
물품적재장치 (H-00)	H-01	적재함 덮개 설치
	H-02	활어 운송용 자동차
	H-03	철스크랩 운반 전용자동차
	H-04	재활용품 수집자동차
	H-05	유압적하기 설치
	H-06	유압크레인 설치
	H-07	살수자동차
	H-08	탱크로리 설치
	H-09	난간대 또는 가스용기운반자동차
	H-10	포장탑, 포장탑(윙바디형) 설치
	H-11	셀프로더, 세이프티로더, 카캐리어
	H-12	내장탑, 냉동탑, 윙바디탑 등
	H-13	덤프형 화물자동차 및 청소용자동차

	H-14	컨테이너 운반자동차
	H-15	리프트게이트 설치
	H-16	트레일러 길이축소(40피트 또는 20피트)
	H-17	이동식 화장실자동차
	H-18	가축 운반자동차
	H-19	곡물 수송자동차
	H-20	원목수송용 받침대 설치
	H-21	푸드(food) 트럭
	H-22	농기계 운반자동차
	H-23	우드침 운반자동차
	H-24	유연탄운송용자동차
소음장지장치 (I-00)	I-01	소음기 변경
배기가스 발산방지장치 (J-00)	J-01	1종·2종·3종 배기가스 저감장치
등화장치 (K-00)	K-01	경광등 설치
	K-02	방전식전구전조등(HID 설치)
	K-03	주간주행등
내압용기 및 그 부속장치 (L-00)	L-01	가스용기 추가 및 일부 제거

<표 18> 주요장치별 튜닝(구조변경) 기본원칙

항목	튜닝(구조변경) 기본원칙
원동기 및 동력전달장치 (A-00)	1. 원동기 각부의 작동에 이상이 없어야 하며, 주시동장치 및 정지장치는 운전자의 좌석에서 원동기를 시동 또는 정지시킬 수 있는 구조일 것 2. 자동차의 동력전달장치는 안전운행에 지장을 줄 수 있는 연결부의 손상 또는 오일의 누출 등이 없을 것 3. 경유를 연료로 사용하는 자동차의 조속기는 연료의 분사량을 임의로 조작할 수 없도록 봉인을 하여야 하며, 봉인을 임의로 제거하거나 조작 또는 훼손하여서는 아니됨
연료장치 (D-00)	1. 연료장치의 작동상태가 원활하고 파이프 호스 손상·변형 및 연료누출이 없어야 함 2. 자동차에 휘발유·엘피지·경유·전기모터 등의 엔진을 적용하여 자기인증된 자동차에 연료장치 상호간의 변경 허용(CNG진개덤프→진개덤프(경유) 허용) 3. 기본연료 외 겸용 연료로 사용키 위해 LPG 또는 CNG 용기 1개를 추가 설치 시에는 「자동차 구조·장치 변경에 관한 규정」[별표 2]의 중량 허용범위 이내로 처리. 다만 용기 1개에 한함 4. 연료장치 변경 시 연료탱크가 트렁크 내부에 설치되는 경우 트렁크 내부 차체와 연료탱크의 설치 간극은 5mm 이상의 간격을 유지할 것 5. LPG와 CNG 용기를 승용자동차 트렁크에 동시 설치 시 승객의 수화물 적재공간 부족으로 승객 불편을 초래하므로 최소한의 적재 공간을 확보할 것. 6. CNG 용기를 차체(차대) 하부에 설치하는 것은 제한(※ 국토교통부고시 「자동차용 내압용기 안전에 관한 규정」참고) 7. 액화석유가스의 안전관리 및 사업법 시행규칙 제40조제2호에 따라 액화석유가스 연료사용이 허용되는 7인승 이상의 승용자동차가 6인승 이하로 변경하는경우 튜닝 제한(※ 국토교통부고시 「자동차 구조·장치 변경에 관한 규정」참고)

배기가스 발산방지장치 (J-00)	1. 배기가스발산방지장치는「대기환경보전법」제36조의 규정에 의한 배출허용기준에 적합할 것 2. 개별 자동차의 상태를 확인하여 환경부 인증조건에 부합하다고 관할 지자체장 또는 환경부장관이 정하는 전문기관이 인정하는 경우에 한하여 배기가스 저감장치 장착(※ 배기가스저감장치 인증현황 : 환경부 홈페이지(www.me.go.kr)) 3. 배기가스 저감장치 인증조건에 부적합한 경우 튜닝승인 제한

2. 국외 정책동향

□ 미국의 정책동향

○ 자동차산업 활성화, 에너지 자립 및 안보 확보를 목표로 전기자동차(EV) 보급 계획인 「EV everywhere Challenges」를 발표하여 전기자동차 보급지원과 기술개발을 지원

- 전기자동차 보급을 위한 정책으로는 PHEV 세액공제와 EV 보급 프로그램이 있음.
  * PHEV 세액공제는 「에너지정책법」, 「에너지독립 및 안보법」, 「구제금융법령」, 「경제회복 및 재투자법」에 근거하여, 4kWh용량 배터리에 대해 최소 $2,500에서 최대 $10,000의 소득세 세액공제를 제공함.
  * EV 보급 프로그램은 「경제회복 및 재투자법」에 근거하여 전기자동차 보급 및 통합을 위해 11개 지자체에 지원금을 제공함.
- 배터리, 인프라 및 생산지원 정책으로는 차세대 자동차 기술 프로그램, 차세대 기술 자동차 제조지원 프로그램, 배터리 R&D 지원금 프로그램이 있음.
  * 차세대 자동차 기술 프로그램은 「경제회복 및 재투자법」에 의해 배터리와 인프라 제조 및 보급을 위한 투자를 지원함.
  * 차세대 기술 자동차 제조지원 프로그램은 「에너지 독립 및 안보법」에 근거하여 델라웨어, 테네시, 캘리포니아 주의 BEV시설 투자, 제조설비시설의 재정비·확장·설립 비용의 30%까지 대출해주고 있음.

□ 네덜란드의 정책동향

○ 2050년까지 지속가능한 에너지체계로 전환하는 것을 목표로 EV 보급에 힘쓰고 있으며, EMPG 협력체[1]를 설립하여 EV 보급을 위한 주요 의사결정 및 시행감독, 정책 검토 및 가이드라인 제시, 보조금 지급 규모 및 기준 마련, 법제도 정비, 재정 등을 지원함.

- 주요 친환경차 보급정책에는 저탄소 택시 및 밴에 대한 보조금 지급, 전기교통수단 혁신 바우처, 등록세 면제, 도로세 면제, 법인차량의 개인용도 이용에 대한 소득세 면제, 세금감면 투자 등이 있음.
  * 저탄소 택시 및 밴에 대한 보조금 지급 정책은 2012년 10월 시행되었으며, BEV에 대해 €3,000의 보조금을 지급하며, 암스테르담 등 대도시나 인근에 거주하는 경우 추가 보조금

1) 어젠다 파운데이션(Urgenda Foundation), 네덜란드 자연 환경 협회(Netherlands Association for Nature and Environment), 암스테르담 환경 센터(Amsterdam Environment Center) 등의 협력체

€2,000를 지급함.

* 전기교통수단 혁신 바우처 정책은 2013년 1월 1일부터 소형/중형 사업체가 대학 및 연구소와 함께 전기교통수단에 대한 연구 과제를 실시하는데 €5,000까지 지원함.
* 등록세 면제 정책의 세부 지원내용에는 BEV 등록세 면제, EV 등록세 면제(2018년까지) 제공이 있으며, 등록세는 CO_2 배출량과 판매 가격에 의해 결정되며 면제액은 중형자동차 기준 €5,000~€8,000 규모임.
* 도로세 면제 정책은 CO_2 배출량 50g/km 이하의 차량에 대해 운행세를 면제, EV의 경우 2014년까지 도로세를 면제해주며, 면제액은 중형자동차 기준 €400~€700 규모임.
* 법인차량의 개인용도 이용에 대한 소득세 면제 프로그램은 2014년 이전 등록된 EV의 경우 법인차량을 개인용도로 이용할 경우 부과되는 소득세를 60개월 동안 면제해주며, 이를 통해 연간 약 €2,000를 절약가능함.
* 세금감면 투자 정책은 EV와 충전설비 투자 사업체에 대해서는 친환경 투자를 위한 세금 경감 프로그램(MIA-VAMIL)에 따라 투자액의 19%까지 세금을 감면해줌.

□ 프랑스의 정책동향

○ 프랑스 정부는 자국 자동차 판매부진 극복을 목표로 내연차량의 연료 효율 개선, EV 관련 연구개발 등을 지원함.

- 대표적인 보급정책은 보너스-맬러스 제도(Bonus-Malus), 청정 자동차용 녹색 라벨 부착, 폐차 및 신차 구매 지원 등이 있음.
  * 보너스-맬러스 제도는 CO_2 배출량이 105gCO_2/km보다 낮은 경우 보너스(최대 €7,000)를 지급하며, 15년 이상 된 차량을 폐기하고 신차(105gCO_2/km 이하 배출) 구입시 추가 €200을 지급하는 반면 CO_2 배출량이 135gCO_2/km보다 높은 경우 부담금(최대 €6,000)을 징수하며, 190gCO_2/km보다 높은 경우 해마다 €160을 부과함.
  * 청정 자동차용 녹색 라벨 부착 정책은 친환경차를 구분하기 위한 것으로, 녹·황·적색 등 4개의 색으로 표시함.

<표 19> 대기 환경등급 라벨

환경등급 기준	대기 환경등급 라벨	특혜 및 제제 내역
EV 및 PHEV	녹색	버스길 운행 및 무료 주차 특혜
2011년 1월 1일 이후에 등록된 차	황색	비상 시 특정지역 외 운행 가능
2011년 1월 1일 이전에 등록된 차	적색	비상시 운행 규제 대상 1순위
1997년 1월 이전에 등록된 차	미상	폐차 (지원) 대상

자료: Kotra 해외비지니스정보포털(http://www.globalwindow.org)

* 폐차 지원 대상은 PHEV, EV를 구매하기 위해 디젤차량을 폐차하는 경우 외에 EU 자동차 환경규격에 부합하는 가솔린차를 구매하기 위하여 13년 이상 된 디젤차를 폐차할 경우이며, 지원규모는 €500로 PHEV, EV 구매에 대한 지원보다는 낮게 책정함 (소득세를 내지 않는 서민층에 한함).

<표 20> CO_2 배출량별 지원금 현황(2015년)

CO_2 배출량(g/km)	신차 구매 지원금	디젤차 폐차 지원금
20g 미만(BEV)	소비자 가격의 27%(€6,300 한도)	€3,700
21~60g(PHEV)	소비자 가격의 20%(€4,000)	€2,500
61~110g(HEV)	소비자 가격의 5%(€1,000~€2,000 한도)	€500(신규)

자료: Kotra 해외비지니스정보포털(http://www.globalwindow.org)

□ 노르웨이의 정책동향

○ 노르웨이는 EU 가입국이 아니기 때문에 EU에서 추진하는 환경 관련 정책을 따르지 않지만, 2007년 CO_2 배출량에 따른 차량 구매세 도입을 적극적으로 추진함.

- 친환경차 보급정책에는 BEV 구매시 구매세, 소비세, 도로이용 요금 등을 면제해주는 정책이 있음.
  * 친환경차 보급을 위한 금전적 지원으로 구매시 취득세 면제(일반 차량은 매우 높음), 구매시 부가가치세 25% 감면, 도로요금 면제, 시영 주차장 요금 면제, 버스전용차로 이용 가능, 충전소 사용요금 무료 등이 있음.

□ 독일의 정책동향

○ 독일 정부는 2020년까지 EV 100만대를 보급하기 위하여 R&D 활성화, BEV의 시장 도입 및 점유를 촉진하기 위하여 국가 E-mobility 개발계획을 시행 중임.

- 국가 E-mobility 개발계획은 지식자원부, 교통정보부, 교육부, 환경부에서 시행됨.
  * 지식자원부에서는 E-mobility를 위한 정보 통신 기술, 차량 지원 배터리 시스템 및 관련 제조기술, 전기 및 하이브리드 차량의 구동 시스템을 위한 기술 개발과 관련한 업무를 수행함.
  * 교통정보부는 충전 인프라, 하이브리드 트럭 효율 개선, 차량의 안전 및 효율성과 관련한 업무를 수행함.
  * 교육부는 셀 및 배터리 개발, 전기차 시스템 연구, 전기 자동차의 에너지 효율을 위한 ICT 등과 관련한 연구를 수행함.
  * 환경부는 전기차의 환경 결정 데모 및 테스트, 신재생에너지와의 통합과 관련한 연구 및 개발을 수행함.
- 2012년 10월 EV 관련 세금 면제를 법령화 하였으며, 「경제 활성화 패키지 II」를 통해 전기자동차 개발 및 보급을 위한 예산, 인센티브를 지원함.
  * 기업소유 EV에 부과되었던 세금의 불이익을 상쇄시키기 위해 1kWh당 500유로의 인센티브를 부여하고 있으며, 모든 EV는 주차료를 면제하고 전용차로를 이용할 수 있도록 설정함.
  * 2015년 4월 이전에 등록한 EV의 세금을 10년 동안 면제해주고, 2016년부터 2020년까지 등록하는 EV에 대해 5년간 세금을 면제함.

○ 또한 독일 정부는 디젤차에 대한 도심 진입 금지 법령 도입을 추진하고 있으며, 2030년부터는 가솔린이나 디젤연료를 사용하는 내연기관 차량에 대해 신규 등록을 금하는 결의안이 상원을 통과하는 등 적극적인 정책을 펼치고 있음.

□ 영국의 정책동향

○ 대기질 향상과 온실가스 감축을 목표로 영국의 온실가스 배출량의 21%를 차지하는 교통부문에 대한 해결책을 도모하기 위한 다양한 정책 방안들이 제시됨.

- 자동차, 승합차, 버스, 신재생에너지 등 다양한 수단 및 연료에 대한 기술개발과 관련한 지원정책 방안을 제시하고 있으며, 친환경차 시장을 넓히기 위한 보급 정책(PEV 지원 프로그램)을 시행함.
  * 2011년부터 PEV 지원 프로그램을 통해 초저탄소 차량구매자를 대상으로 최대 £5,000(약 1,000만원)까지 지원함
  * Plugged-In Places사업을 통해 주차장 및 주요 활동밀집지역에 EV 충전기 설치를 지원함 (런던 등 주요 지역에서 실시).

□ 중국의 정책동향

○ 세계 최대 자동차 시장임에도 불구하고 EV 판매와 관련 기술 개발, 인프라 확산의 측면에서 부진한 실적을 보이고 있으며, 보조금 지원 정책을 시행하였으나 BEV 배터리 기술 등 관련 기술 부족, 비싼 가격, 안전에 관한 부정적인 인식 등으로 EV 산업은 큰 성공을 거두지 못함.

- 실패를 보완하기 위해 기존 BEV 보조금 제도는 최대 60,000위안 수준을 유지하면서 BEV, PHEV, FCV 구매시 취득세를 전액 면제해주는 세금감면 혜택을 추가로 제공하는 정책을 시행함.
  * 향후 유류세 인상 방안 등 친환경차에 대한 우대정책 지속적으로 검토 예정임.

□ 일본의 정책동향

○ EV 보급을 위한 보조금, 인센티브를 제공하는 정책과 EV 보급 활성화를 위한 충전 인프라 구축 계획 및 실증을 시행하고 있으며, BEV/PHEV 타운을 선정함.

- 1999년 EV 구매 인센티브 프로그램이 처음 등장하였으며, 현재 친환경차 촉진을 위한 보조금 제도를 시행함.
  * 정부에서 시판되는 EV에 대해 20만~85만 엔 규모의 구매보조금을 지급하고, 취득세는 2.4~2.7% 감면함.
  * 지방정부는 EV 구매 시 37만~48만 엔을 지급하고 중량세 감면혜택 제공함.
- BEV/PHEV 타운을 선정하고, 선정된 지자체에서는 BEV/PHEV 추기 수요창출, 충전인프라 정비, BEV/PHEV 보급, 효과 평가 등의 4가지 기본 목표에 따라 지역적 특성에 적합한 시책을 계획하고 실행함.

<표 21> 친환경차 보급정책 유형

규제측면	투입 요구사항	-
	생산 요구사항	생산 기준
	배출량 요구사항	배기가스 목표
경제적 측면	양적접근법	OEM 할당량(무공해 차량 혜택)
		CO_2 자격 증명

	금전적 접근법	판매가 세금 감면
		구매 후 세금 감면
		보조금
		폐차 정책
		운행세 감액
		화석연료 세금 증액
		혼잡통행료, 주차요금 혜택
		EV 공공목적 구입
설득적 측면	정보전달	별도의 라벨링
		캠페인
	행정	기준 설정(예: 플러그)
관리기구 측면	인프라	충전인프라 설치
		다인승 차량 전용차로
		전용주차구역
	시장 구조	
	관리 조직	

자료: Kley et al.(2010)

□ 택배 운송 환경 관련 국외 정책 (환경 규제, 보조금 지원 사업, 동향 등)

○ 일본은 종합물류시책대강(2013~2017)을 통해 택배 운송 환경 관련 정책을 계획함.

- 물류산업성장과 국민 서비스 증진을 위한 물류체계 고도화·효율화, 지속가능한 물류네트워크 및 보안·안전 물류 확보를 목표로 10개 분야, 56개 추진과제로 구성됨.
- 세계 경제구조 개편, 지구 온난화 대응, 화물안전 확보요구 등 물류를 둘러싼 환경변화와 글로벌 경제위기의 영향으로 인해 발생되는 문제들에 대해 종합적인 물류정책을 추구함.
- 물류산업 해외진출 추진 및 세계적 역량을 확보함.
  * 아시아 각국과의 물류·교통 관련 장관회의 등을 통해 글로벌 경쟁력 강화를 위한 물류파트너 협업을 추진 중임.
  * 효율적인 해외 진출을 위한 물류 인프라, 국제 물류시스템 구축 및 관리, 인력 확보 및 육성 등 경쟁력 강화를 추진 중임.
- 물류산업 친환경 정책을 촉진함.
  * 각 운송수단별(도로, 철도, 내항, 해운) 친환경 운송지원 제도를 통한 온실가스 감축 보조금을 지원함.
  * 이산화탄소 저감, 에너지활용 저감, 도로혼잡감소 등을 목적으로 한 복합운송 기술 개발을 진행 중.
- 물류부문 보안·안전 확보를 위한 대응방안을 마련함.
  * 물류의 재해·재난 방지 및 대응을 위한 계획을 수립하고 협력 체계를 구축함.

○ 중국은 경제발전 제12차 5개년 계획(2011~2015)에서 서비스산업발전계획에 물류산업을 육성산업으로 선정하여 택배 관련 정책을 계획함.

- 물류산업 발전 촉진, 첨단 물류서비스 시스템 구축 및 개선을 위하여 물류산업

발전중장기계획(2014~2020) 수립 및 7개 주요과제를 도출함.

* 2020년까지 기술성, 편리성, 효율성, 안정성, 친환경성을 모두 갖춘 첨단 물류 서비스 시스템 구축이 목표임.
* 물류기업 전문화 수준 제고, 물류정보화 강화, 물류장비 현대화 추진, 물류표준화 구축, 지역물류 발전 추진, 국제물류 발전 추진, 녹색물류 추진 등이 주요 정책임.

- 중국택배시장의 전명개방을 중국상무회의(2014)에서 발표하여 해외 글로벌 물류기업 진출을 가능하게 함.

○ 유럽은 다양한 국가로 이루어진 EU내에서의 화물운송 선진화를 위해 교통·물류분야의 전략수립 및 다양한 세부 프로그램을 추진 중임.

- EU 교통정책의 주요 목표는 단일 시장 완성, 지속가능한 발전보장, 유럽네트워크 연장, 공간 활용 극대화, 안정성 향상, 국제협력 강화 등임.
- 유럽 화물운송 실행계획을 통해 지속가능한 화물운송시스템을 구축할 계획임.
  * E-Freight 및 ITS 구축이 목표임.
  * 녹색화물교통시스템 구축, 깨끗한 도시화물 교통시스템을 구축 중임.
- 유럽 단일 교통체계 구축 로드맵에 친환경 정책이 다수 포함됨.
  * 교통수단의 수송 경쟁력을 높여 온실가스 배출량을 2050년까지 1990년 배출량의 60% 감축을 협의함.
  * 2030년 까지 이산화탄소 제로 도심 물류체계 구축을 계획함.
- EU에서 발표한 유럽 2020전략에서 제시한 3대 목표는 Smart, Sustainable, Inclusive Growth으로, 자원효율이 강조됨.
- Horizon 2020 프로그램은 운송 산업 경쟁력 강화 및 효율적인 교통시스템 달성을 목적으로 스마트·녹색·통합운송을 주요 연구 분야로 선정함.
  * 성장을 위한 이동성, 친환경 자동차, 중소기업 혁신에 위해 2020년까지 약 63억 예산을 책정함.

○ 독일의 연방 건설·교통·도시개발부가 발표한 독일 내 화물교통 및 물류 이니셔티브를 위한 실천계획(2010-2020)을 통하여 물류허브 전략을 중심으로 물류활동의 효율성과 지속가능성(환경, 보안·안전, 근로여건) 확보를 전략적 목표로 계획을 제시함.

- 물류산업 발전을 위해 국가 기간망 계획과 물류산업을 구체적으로 연계하여 5개 분야 27개의 세부 추진과제를 제시함.
- 독일의 물류허브 경쟁력 강화를 위해 물류 분야 우수성 홍보 및 정책적 지원에 힘씀.
- 고속도로와 유럽철도간의 상호 호환성 확대 등을 통한 운영 합리화로 화물운송수단 인프라 및 운영 시스템 효율화를 추구함.
- 복합운송(멀티모달, 인터모달) 활성화를 위한 다양한 목표 및 추진전략을 통해 재원 마련과 신규 복합화물운송수단 개발을 추진함.
- 환경 친화적 화물운송체계를 개발함.
  * 철도화물 운송 소음감소 기술을 개발함.
  * 화물운송 온실가스 배출 감소 정책 및 도심 내 친환경 수송수단을 활용함.
- 물류산업의 근로여건 개선 및 인적 역량 강화를 위해 노력 중임.

○ 미국은 미연방 교통국에서 국가화물 정책 계획을 통해 국가 화물운송 전략 제시함.

- 화물운송 혼잡 완화를 위한 NextGen 등과 같은 물류기술을 개발함.

- 탄소배출량 감축을 위한 전기자동차, CNG 충전소 설치 등을 통해 교통정체 완화 및 공기질 개선 프로그램의 자금 지원 확대 및 화물운송 장비에 대한 저공해 기술 개발을 촉진함.
- 화물운전자 피로도, 중차량 및 위험물 차량 관리방안 등 화물운송 안전대책을 마련함.
- 효율적인 물류수송을 위한 화물운송계획을 수립함.
- 화물 운송 효율성 향상을 위한 혁신적 화물 운송 지원 자금을 조성함.

3. 국내외 정책동향 및 분석 소결

○ 전 세계적으로 저공해 차량에 대한 개발 및 보급 노력이 계속되고 있으며 독일 등 주요 선진국을 중심으로 적극적인 보급 정책을 추진 중에 있음.

○ 국내에서도 미세먼지 발생 등 대기오염이 국민적 이슈가 되는 가운데, HEV, EV, PHEV, FCEV 등 저공해 차량에 대한 개발 및 보급을 위해 보조금 지급을 비롯한 제도적인 지원을 시행 중에 있음.

- 중장기를 목표로 저공해 차량 개발 및 보급을 위한 정책은 많지만 승용차 위주의 정책이 대부분이고, 대기오염물질 배출의 다수를 차지하는 화물운송차량에 대한 정책은 부족한 상황임.
- 또한 현재 보급되어 있는 차량들 중 특히 미세먼지발생의 주범으로 여겨지는 노후화 된 디젤 화물차량에 대한 획기적인 개선 정책은 많지 않아 단기적으로 효과를 기대하기가 어려워 이에 대한 대책이 필요함.
  * 대기환경보전법과 수도권 대기환경개선에 관한 특별법 등에 의해 화물자동차의 대기오염을 저감시키는 사업들을 정부 및 지자체에서 지원하고 있으나, 대당 1천만 원 이상의 높은 비용이 필요한 한계가 있음.

○ 본 연구의 대상인 소형 디젤화물트럭은 주로 택배 등의 화물운송시장에 많이 사용되는 차량으로 해당 차량이 활용되는 시장의 특성을 잘 반영한 정책 추진이 필요함.

- 특히 국내 택배화물운송시장은 대부분 개인이 차량을 소유하고 배달 업무를 수행하고 있으며, 일반 화물운송시장 역시 다수가 지입차량으로 운영되고 있어 대부분의 차량소유주가 영세한 개인사업자인 특징이 있음.
- 차량가격에 비해 너무 높은 비용이 소요되거나, 기술 적용에 너무 많은 기간이 필요한 경우 차량 소유주들이 기술 도입을 주저하게 되는 한계가 발생함.
- 따라서 차주에게 비용과 시간소비가 많이 발생하지 않도록 지원하는 정책을 중심으로 시장 보급을 추진해 나갈 필요가 있음.

○ 본 연구의 핵심 기술은 자동차의 원동기/동력전달장치 부분의 구조를 변경하는 기술이므로 현행 자동차 관리법에 따라 승인이 필요한 사항임.

- 차량에 합법적인 기술 적용이 가능하도록 구조변경 승인과 개조작업이 일괄적으로 이루어질 수 있는 제도적인 지원방안 마련이 필요함.

○ 본 기술의 상용화를 위해서는 핵심 요소기술의 개발과 함께 합법적인 구조변경이 가능하도록 제도화 하는 방안, 시장에 보급을 장려하기 위해 독일이나 프랑스 사례와

같이 지원 및 규제가 함께 이루어지는 유기적인 정책추진이 필요함.

- 본 연구 기술의 적용 희망자가 쉽게 구조변경이 가능하도록 개조 신청 시 구조변경승인부터 작업까지 한 번에 이루어질 수 있는 원스탑 서비스가 가능하도록 제도적인 지원이 필요함.
- 화물운송시장에 보급을 장려하기 위한 재정적인 지원과 향후 유지보수 등이 용이한 관련 인프라 지원이 함께 이루어져야 함.
- 관성에 의해 기존 노후 디젤트럭을 계속 사용하는 사람들을 참여시키기 위해 노후화된 디젤트럭 사용으로 더 많은 오염물질 배출 시 일부 불편함 또는 손해를 보게 되는 규제도 함께 시행하는 방안에 대해 검토가 필요함.

○ 국외 정부들 및 한국 모두 물류 분야가 경제 발전의 중요 요소 중 하나로 인식하여 정부 주도의 장기적인 발전계획을 수립하고, 세계의 급변성 및 기술발전을 고려하여 일정 주기별로 계획을 수정·갱신하고 있음.

○ 물류·교통 분야의 배기가스 등으로 인한 문제가 대두되고 있는 상황에서 세계적으로 환경 및 지속가능 발전의 중요성이 더욱 강화됨에 따라 대부분의 정부 계획에는 친환경적 물류발전 방안 및 과제들을 도출하여 투자하고 있음.

○ 특별히 전자상거래의 발달로 인하여 국내 택배시장이 지속적으로 커짐에 따라 도심지를 운행하는 소형 물류차량이 증가하고 있고, 이에 따른 도심지 내 환경문제가 대두되고 있음.

○ 현재 국내에서는 물류에너지 목표관리제 및 녹색물류 전환사업, 우수녹색물류실천기업 인증 등을 통해 친환경 물류기업을 지원하고 있지만, 친환경차량 이용 분야에 대한 연구는 미비한 상황임.

○ 물류 선진국 중심으로 친환경차 및 저탄소 운송수단을 활용한 물류 운송 방안에 대한 지원이 계속되고 있으므로, 국내에서도 이에 대응하여 물류업체들의 친환경차 적용 유도를 위한 제도 정비 및 기술 개발에 대한 지속적인 투자 및 연구가 필요함.

제 2절 국내외 시장동향

1. 국내 시장동향

□ 하이브리드 자동차 관련 국내 시장동향

○ 국내 하이브리드 자동차의 시장은 2006년 렉서스 RX400h의 시판을 통해 시작되었으나, 국내 하이브리드 자동차는 현대기아자동차의 아이오닉과 Niro가 출시되기 이전에는 큰 관심을 얻지 못함.

- 현대기아차는 아반떼 하이브리드, 쏘나타 하이브리드, K5 하이브리드 등 꾸준하게 친환경 자동차를 출시함.
- 2013년부터 2015년까지 내수판매수준은 동등함.
  * 소나타, K5, 알페온, 아반떼 하이브리드 등

○ 2015년 기준 하이브리드 자동차의 국내 점유율은 약 2%의 낮은 비율을 보임.

- 전체 자동차 판매량 183만대 중, 현대 하이브리드 자동차의 비중은 약 2만 3천대이며, 기아 하이브리드 자동차는 약 6천대, 한국 GM의 하이브리드 자동차는 44대를 차지하고 있음.

○ 보조금 지원에도 불구하고 가솔린 차량 대비 높은 가격으로 차종별 하이브리드 자동차 판매 비율은 약 10% 내외임.

<그림 4> 국내 하이브리드 차량 판매량 예상 그래프

자료: LIG 투자증권

<표 22> 2016년 출시되는 현대기아차의 하이브리드 자동차 제원

차종	현대 아이오닉	기아 니로	도요타 프리우스 (참고)
최대출력 (엔진/모터)	105PS / 43.5 PS	105PS / 43.5 PS	98 PS / 72 PS
최대 토크 (엔진/모터)	15.0 kgm / 17.3 kgm	15.0 kgm / 17.3 kgm	14.5 kgm / 16.6 kgm
배터리	리튬이온 1.6 kWh	리튬이온 1.6 kWh	니켈수소 3.9 kWh
연비	22.4 km/l	20.1 km/l	21.9 km/l
가격	2,289 만원	2,327 만원	3,260 만원

○ 현대기아자동차는 아이오닉을 2016년 국내 1만 9천대 가량 판매, 니로를 2만 4천대 가량 판매할 것을 전망함.

○ 현대기아자동차는 2015년 2%대에 그치던 국내 하이브리드 자동차 시장을 니로와 아이오닉을 통해 5%대의 하이브리드 자동차의 점유율 확보를 겨냥하고 있음.

○ 2017년 LF 소나타 하이브리드가 출시됨.

- 연비 18.2 km/L, 38 kW급 모터, 최대토크 20.9 kgm, 전기모드로 약 120km/h 주행이 가능함.

□ 국내 수입 친환경 자동차 시장

○ 도요타는 오래전부터 렉서스 RX, 렉서스 GX, 프리우스, 시빅 HEV 등 하이브리드 자동차를 출시한바 있으나 당시 하이브리드 자동차에 대한 관심이 높지 않았고 높은 가격 때문에 시장 확대가 이루어지지 않음.

○ 혼다 코리아는 도요타의 프리우스 판매가 국내에 시작되자 2010년 인사이트를 출시함.

<표 23> 국내 수입 및 국산 하이브리드 자동차 판매량

연도	2010	2011	2012	2013	2014	2015
수입차 (대)	2,287	3,925	6,342	5,622	7,736	9,786
국산차 (대)	6,186	16,346	28,905	21,722	27,820	29,101

○ 2016년 4월 기준 수입 하이브리드 자동차는 렉서스 ES300h 약 400대, 도요타 신형 프리우스가 약 350대, 캠리 하이브리드가 약 300대, 렉서스 NX300h와 RX450h가 각각 약 100대 가량 판매됨.

○ 이외에도 도요타 라브4 하이브리드, 렉서스 CT200h, 인피니티 Q50S 하이브리드, 링컨 MKZ 하이브리드, 도요타 프리우스 V, BMW i8, 포르쉐 카이엔 S-E 하이브리드 등이 국내에 판매됨.

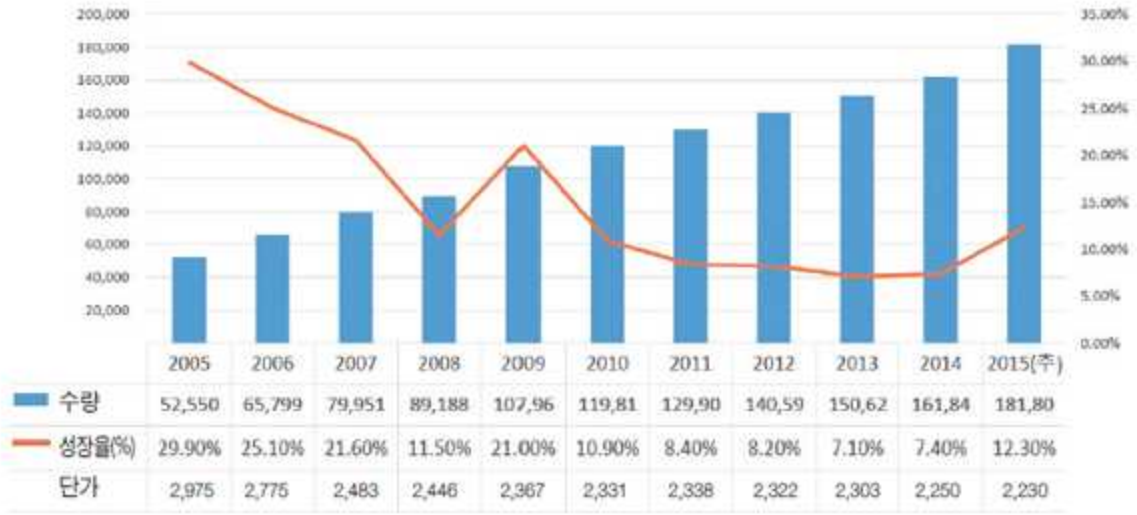
○ 국내 하이브리드 자동차 두 종이 출시되었으나 2015년도 약 670대 대비 2016년 4월 약 1390대로 수입 하이브리드 자동차의 수요가 105%나 증가함.

□ 택배 운송 환경 관련 국내 시장동향

○ 소셜커머스 시장 확대와 해외직구의 소비행태 활성화로 인해 13세 이상 국민 1인당 택배 이용 횟수는 2000년 연 3.0회에서 2014년 연 38회로 급격하게 증가함.

○ 국내 택배산업은 2001년 2억 269만 박스에서 2015년 18억 180만 박스로 매출액 기준 약 6,500억에서 4조 600억으로 시장규모가 크게 확대되었으며, 2016년 택배시장은 2015년 대비 최소 7%이상 성장하여 물동량 20억이 넘을 것으로 예상됨.

○ 반면, 택배단가는 여전히 하락세를 유지하여 2014년 2,250원보다 약 20원 낮아진 2,230원 수준임.



<그림 5> 택배물량 성장현황

○ 국내 택배시장은 5개의 주요 택배 업체가 전체 물동량의 80%정도를 차지하며, CJ 대한통운이 2015년 시장점유율 40%를 넘음.

○ 2012년이 가장 최근에 이루어진 실질적인 영업용 택배차량 증차로, 2013년 기준으로 1.5톤 미만의 택배용 화물차량은 영업용 24,721대, 자가용 12,031대로 총 36,734대로 조사됨.

○ 상위 4개사가 택배시장 전체 영업용 차량의 68.4%를 점유하고 있음.

<표 24> 택배용 화물차 현황 (2013년 말 기준)

회사명	차량대수(1.5톤 미만)		
	영업용	자가용	계
CJ대한통운㈜	7,369	3,196	10,565
KGB택배㈜	1,207	1,094	2,301
㈜KG옐로우캡	1,041	1,103	2,144
경동물류㈜	1,071	413	1,484
㈜고려택배	263	43	306
대신정기화물자동차㈜	1,129	663	1,792
㈜동부택배	765	1,066	1,831
㈜동진특송	191	75	266
로젠㈜	2,679	1,378	4,057
성화기업택배㈜	291	94	385
용마로지스㈜	383	0	383
㈜일양로지스	295	181	476
천일정기화물자동차㈜	350	159	509
한국택배업협동조합	401	503	904
㈜한진	3,499	774	4,273
합동물류㈜	699	20	719
현대로지스틱스㈜	3,088	1,251	4,339
합계	24,721	12,013	36,734

○ 전자상거래의 지속적인 활성화는 물류 량의 증가를 야기하고 이는 택배 운송수단인 소형트럭의 시장의 동반성장을 의미함.
○ 2015년 통계자료에 1톤 미만 자가용 화물차량은 약 150만대를 넘었으며 택배에 활용되는 5톤 미만의 화물차를 포함하면 그 수는 200만대를 초과할 것이라 명시함.
○ 화물운송시장 중 하이브리드 트럭 개조의 수요층에 해당하는 소형 화물차량에 해당하는 부분은 용달화물운송시장임.
○ 택배화물차는 집, 배송을 주로 하는 차량으로 1~5톤의 차량으로 정의하고 있으며, 용달 화물차는 1톤 이하의 차량으로 정의함.
○ 이에 본 보고서에서는 택배화물 시장과 용달화물시장에 대한 현황을 함께 조사함.
○ 조사에 사용된 주요 통계는 한국교통연구원의 화물운송시장정보센터에서 매 분기별로 화물차주 3,000명을 대상으로 조사하는 화물운송시장 실태조사 자료를 참고하였음.

<표 25> 차종별 사용연료별 신규등록현황 (단위 : 대)

년도	화물차			
	경유	LPG	가솔린	경유 차량 점유율(%)
2011	203084	10602	178	95.0
2012	186483	10522	37	94.6
2013	196838	15584	63	92.6
2014	218705	6464	85	97.1
2015	224428	10068	104	95.7

○ 최근 5년간 등록된 화물차의 92% 이상은 경유를 사용하는 디젤 엔진이 탑재됨
○ 디젤 엔진의 특징인 고출력과 높은 연비로 화물차 시장에서 디젤 차량이 압도적인 점유율을 보이는 것으로 추정됨
○ 현대 기아 자동차의 대표적인 1톤 경상용 트럭인 포터와 봉고의 경우 디젤 모델 4종과 LPG 모델 1종으로 나뉘어 출시되어 이러한 소비 성향을 제조사에서도 반영하고 있음.
○ 위 표는 국토교통부의 교통 통계자료를 참고하였음.
○ 2016년 2분기 기준 각 시장별 차량구입형태분포는 아래 표와 같음.

<표 26> 택배화물차주의 차량구입형태분포 (단위:%)

년도	분기	일시불 구입		할부 구입		전체	
		신차	중고차	신차	중고차	신차	중고차
2014	3/4	60	40	45	55	55	45
	4/4	48.6	51.4	83.6	16.4	55.7	44.3
2015	1/4	41.6	58.4	94.6	5.4	54.4	45.6
	2/4	40.3	59.7	90.7	9.3	52.6	47.4
	3/4	43.5	56.5	92.7	7.3	56.7	43.3
	4/4	43.2	56.8	94.8	5.2	56	43.6
2016	1/4	47.0	53.0	92.1	7.9	60.1	39.9
	2/4	51.9	48.1	92.4	6.5	64.1	35.6

<표 27> 용달화물차주의 차량구입형태분포 (단위:%)

년도	분기	일시불 구입		할부 구입		전체	
		신차	중고차	신차	중고차	신차	중고차
2014	3/4	61.5	38.5	98.4	1.6	67.6	32.4
	4/4	78.6	21.4	98.7	1.3	83.4	16.6
2015	1/4	80.5	19.5	97.4	2.6	84.5	15.5
	2/4	80.9	19.1	97	3	84.2	15.8
	3/4	75.9	24.1	95.8	4.2	80.4	19.6
	4/4	78.3	21.7	100	0	83.8	16.2
2016	1/4	-	-	-	-	81.0	19.0
	2/4	-	-	-	-	85.5	14.5

○ 시장별 진입비용(차량구입)은 아래 표와 같음. 차량구입은 일시불, 할부로 나뉘며 선급금과 할부금의 합이 총 진입비용임.

<표 28> 용달화물차주의 평균 선급금 (단위:만원)

년도	분기	일시불 구입	할부 구입
2014	3/4	1,303	377
	4/4	1,432	539
2015	1/4	1,376	459
	2/4	1,415	445
	3/4	1,386	449
	4/4	**1,409**	463
2016	1/4	1,452	387
	2/4	1,476	440

<표 29> 용달화물차주의 상환기간, 할부금, 차량구입가격 (단위:개월,만원)

년도	분기	상환기간	할부금	평균구입가격
2014	3/4	36	33	1,338
	4/4	34.2	32	1,476
2015	1/4	36	31	1,431
	2/4	36.6	30	1,443
	3/4	35.8	32	1,429
	4/4	35.8	32	**1,454**
2016	1/4	36.6	33	1,481
	2/4	36.4	33	1,501

<표 30> 택배화물차주의 평균 선급금 (단위:만원)

년도	분기	일시불 구입	할부 구입
2014	3/4	1,423	261
	4/4	1,139	222
2015	1/4	1,169	216
	2/4	1,090	203
	3/4	1,163	194
	4/4	**1,149**	217
2016	1/4	1,305.0	199.0
	2/4	1,278.0	227.0

<표 31> 택배화물차주의 상환기간, 할부금, 차량구입가격 (단위:개월,만원)

년도	분기	상환기간	할부금	평균구입가격
2014	3/4	36.8	38	1,423
	4/4	37.1	44	1,275
2015	1/4	38.3	44	1,342
	2/4	39.2	45	1,281
	3/4	41	43	1,369
	4/4	40.3	44	**1,347**
2016	1/4	40.1	44.0	1,466.0
	2/4	39.8	43.0	1,451.0

○ 할부로 차량 구매시 높은 비율로 신차를 구매함.

○ 일시불 구매의 경우 용달차화물차주의 신차구입 비중이 개별화물차주에 비해 높은 것으로 나타남.

○ 택배트럭의 경우 신차와 중고차 구매 비율이 비슷하며 용달화물은 신차 구입비율이 높음.

○ 할부를 이용한 구입이 많으므로 하이브리드 개조 비용도 할부 등을 이용시 사용자의 부담이 완화될 것으로 예상됨.

○ 택배화물운송차주의 수입은 주로 집·배송 수수료로 화물 취급 건수에 따라 수수료가 결정되며, 지역별 취급량은 아래 표와 같음.

<표 32> 택배화물 취급량

(단위: 박스/일)

지역	년도	분기	집하운송			배달운송	총 취급량
			기업화물 취급량	개인화물 취급량	소계	취급량	
수도권	2014	3/4	57	22	43	163	206
		4/4	124	26	74	206	265
	2015	1/4	106	21	63	186	236
		2/4	161	20	88	215	288
		3/4	172	17	78	191	245
		4/4	113	24	61	205	253
	2016	1/4	112	26	77	186	244
		2/4	95	19	51	183	224
대전권	2014	3/4	27	12	32	125	157
		4/4	45	36	48	138	186
	2015	1/4	71	17	59	120	176
		2/4	65	21	51	122	169
		3/4	69	23	55	128	179
		4/4	63	26	52	130	179
	2016	1/4	60.0	25.0	52.0	120.0	170.0
		2/4	68.0	40.0	69.0	142.0	209.0
대구권	2014	3/4	73	21	65	131	191
		4/4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	2015	1/4	130	16	127	140	246
		2/4	95	10	94	172	238
		3/4	101	9	100	144	228
		4/4	141	20	119	179	283
	2016	1/4	86.0	15.0	81.0	151.0	225.0
		2/4	94.0	7.0	90.0	161.0	233.0
광주권	2014	3/4	27	26	28	125	153
		4/4	36	N/A	36	137	172
	2015	1/4	31	-	31	126	157
		2/4	24	N/A	24	129	154
		3/4	21	-	21	132	152
		4/4	22	-	22	122	144
	2016	1/4	33.0	10.0	24.0	127.0	150.0
		2/4	16.0	7.0	15.0	137.0	152.0
부산권	2014	3/4	27	28	40	140	174
		4/4	67	56	75	152	221
	2015	1/4	49	35	71	137	204
		2/4	60	35	76	136	209
		3/4	62	23	74	138	209
		4/4	69	22	77	133	209
	2016	1/4	52.0	33.0	71.0	125.0	196.0
		2/4	51.0	31.0	59.0	147.0	201.0

○ 수수료는 집하운송, 배달운송으로 나눠지며, 집하운송의 경우 지역별로 수수료 편차가 큼.

- 집하운송 수수료는 박스당 390원~1200원 수준임.
- 배달운송 수수료는 박스당 715원~886원 수준임.

○ 택배화물차주의 월 급여는 대부분 집·배송 수수료만으로 구성되며, 화물운송환경 실태조사를 통한 샘플조사에서는 100%로 수수료로만 급여가 구성된다고 조사됨.
○ 월 평균 총 운송수입은 2016년 2분기 기준 340만원으로 꾸준히 증가되고 있는 추세임.
○ 택배화물차주의 지출항목은 가장 높은 항목 순으로 기타지출(29.6만원), 보조금 제외 유류비(26.4만원), 수리비(11.3만원), 보험료(8.6만원), 차량할부금(5.8만원), 타이어비(3.9만원), 제세공과금(1.7만원) 등으로 구성되며, 총 지출액은 91.7만원 수준임. 아래 표로 금액 및 비율의 분기별 추세를 정리함.

<표 33> 택배화물차주의 월평균 지출항목

(단위: 만원, %)

구분	년도	분기	지입료	주선료	보조금제외 유류비	통행료	주차비	수리비	타이어비	차량할부금	제세공과금	보험료	기타지출액
지출금액	2014	3/4	4.2	0	39.4	0.1	0	5	13.2	7.4	9.4	1.4	22.1
		4/4	3.4	0.7	39	0	0.1	5.6	12.1	8.1	8.9	3	30
	2015	1/4	3.5	0	35.9	0.1	0.1	3.5	11.3	8.1	5.8	1.4	29.8
		2/4	3.7	0	33.2	0.2	0.1	2.9	11.4	8.5	6.8	1.3	29.3
		3/4	4	0	31.4	0.1	0.1	3.3	10.9	8.2	7.1	2.1	31.5
		4/4	4.2	0	26.4	0.1	0.1	3.9	11.3	8.6	5.8	1.7	29.6
	2016	1/4	3.7	0	25.3	0.3	0.1	3.2	11.5	8.6	5.9	0.9	30.4
		2/4	3.8	0	27.8	0.1	0	3.7	11.6	9	7.9	1	30.6
지출비율	2014	3/4	4	0	27.7	0.1	0	2.9	10.8	8.7	6.5	1.6	31.1
		4/4	4.1	0	38.4	0.1	0	4.9	12.9	7.3	9.2	1.4	21.5
	2015	1/4	3.1	0.6	35.1	0	0.1	5.1	10.9	7.3	8	2.7	27
		2/4	3.5	0	36.1	0.1	0.1	3.5	11.3	8.2	5.8	1.4	29.9
		3/4	3.8	0	34.1	0.2	0.1	2.9	11.7	8.7	7	1.4	30.1
		4/4	4.1	0	31.8	0.1	0.1	3.4	11.1	8.3	7.2	2.1	31.9
	2016	1/4	4.6	0	28.8	0.1	0.1	4.2	12.3	9.3	6.4	1.8	32.2
		2/4	4.1	0	28.1	0.3	0.1	3.5	12.8	9.6	6.5	1	33.8

○ 유가보조금은 월 평균 6.6만원으로 조사됨.
○ 택배화물차주의 순수입은 운송수입에서 지출을 제하고 유가보조금을 고려하여 계산할 수 있으며, 2016년 2분기 기준으로 252만원 수준으로 전분기대비 16만원 증가함.
○ 수수료가 주 수입원인 택배화물시장과 달리 용달화물시장의 경우는 주선업체, 운송회사 등을 통해 물량을 확보하며 구간별 화물 운임으로 수입을 추산할 수 있음.
○ 용달화물의 단거리 편도운임은 수도권, 부산권에 대해 조사되어 있으며, 수도권 기준으로 단거리 운임은 편차가 크나 장거리 운임은 편차가 적음.
○ 아래 표에서 용달화물의 주요 구간별 운임에 대해 요약함.

<표 34> 용달화물 구간별 화물 운임

(단위: 원)

년도	분기	단거리		중거리		장거리	
		수도권내	부산권내	수도권->대전권	수도권->대구권	수도권->광주권	수도권->부산권
2014	3/4	49,706	90,125	99,107	178,158	162,571	226,364
	4/4	46,689	82,857	99,815	182,857	158,761	210,909
2015	1/4	46,200	72,391	102,457	150,000	168,750	182,667
	2/4	48,605	60,893	99,348	167,000	182,500	201,818
	3/4	56,685	81,176	103,846	142,000	180,000	212,353
	4/4	50,356	89,231	104,545	157,500	190,938	198,571
2016	1/4	50,852	76,500	103,438	137,222	163,333	208,889
	2/4	49,160	65,125	90,098	186,364	170,833	225,625

○ 용달화물차주의 월 평균 총 운송수입은 2016년 2분기 기준 264만원으로 전분기 대비 3만원 증가하였으나, 택배차주의 수입 증가분인 22만원에 비하여 적은 수준임.

○ 지출항목은 가장 높은 항목 순으로 보조금 제외 유류비(55만원), 기타지출(28만원), 주선료(18만원), 통행료(16만원), 수리비(13만원), 보험료(10만원), 타이어비(4만원), 차량할부금(2만원) 등으로 구성되며, 월평균 총 지출액은 153만원 임. 아래 표로 금액 및 비율의 분기별 추세를 정리함.

<표 35> 용달화물차주의 월평균 지출항목

(단위: 만원, %)

구분	년도	분기	지입료	주선료	유류비	통행료	주차비	숙박비	타이어비	수리비	보험료	차량할부금	제세공과금	기타지출액
지출금액	2014	3/4	1	12	2	72	17	7	19	8	5	3	8	22
		4/4	1	15	3	77	17	6	15	6	7	3	9	28
	2015	1/4	0	14	60	15	5	0	3	12	10	3	2	26
		2/4	0	18	63	18	3	0	4	13	9	3	2	28
		3/4	0	17	64	15	5	0	4	13	9	2	2	28
		4/4	0	17	63	16	4	0	5	14	9	4	2	30
	2016	1/4	0	18	55	15	4	0	4	13	10	3	2	31
		2/4	0	18	55	16	4	0	4	13	10	2	2	28
지출비율	2014	3/4	0	7	1	41	10	4	11	5	3	2	5	12
		4/4	0	8	1	42	9	3	8	3	4	2	5	15
	2015	1/4	0	9	39	10	3	0	2	8	6	2	1	17
		2/4	0	11	38	11	2	0	3	8	6	2	1	17
		3/4	0	11	40	9	3	0	2	8	6	2	1	18
		4/4	0	10	38	10	2	0	3	8	6	2	1	18
	2016	1/4	0	12	35	10	3	0	3	8	6	2	1	20
		2/4	0	12	36	10	3	0	3	8	6	1	1	19

○ 지출금액은 택배차주와 비교시 122만원정도 더 크며 이는 주선료 및 통행료 등으로부터 유발되는 차이임.

○ 유가보조금은 15.1만원으로 택배차주의 7.5만원 대비 많이 받고 있음.

○ 용달화물차주의 월평균 순수입은 129만원 수준으로 전분기 대비 증가하였으나, 택배화물차주의 절반 수준의 순수입을 기록하고 있음.

○ 2016년 2분기 기준 택배 차량 한대당 월평균 화물취급량은 집하 1,265박스, 배송 3,901 박스이며, 2015년 대비 집하 박스량은 감소했고, 배송 박스는 비슷함.

○ 택배 시장의 증가를 고려했을 때, 배송 택배차량의 경우 용량을 최대한 활용하고 있어 지속적인 증차가 예상됨.

○ 택배 차량의 일일 운행실태는 아래 표와 같음.

<표 36> 택배 차량의 일일 운행실태

단위:(일/월, 회, km/l, km/h, km/일)

년도	분기	월평균 운행일수	월평균 주유횟수	연비	일평균 운행속도	일평균 운행거리
2014	3/4	25.4	1.0	5.9	6.3	53.6
	4/4	25.2	1.1	5	5.2	45.8
2015	1/4	25	1.1	3.9	5.6	45.6
	2/4	24.9	1.1	4	5.2	43.6
	3/4	24.9	1.2	3.8	5.1	40.1
	4/4	25	1.1	3.8	4.5	36.7
2016	1/4	25.0	1.0	3.7	3.7	37.6
	2/4	25.2	1.1	4.1	4.1	43.8

○ 택배차량은 일평균 운행속도와 연비가 매우 낮은데, 이는 택배화물 운송 특성으로 잦은 정차 및 단거리 통행이 빈번하기 때문임.

○ 하이브리드 개조를 통해 저단에서 효율을 높이게 되면 일일 운행실태의 개선이 효과적일 것으로 예상됨.

○ 용달화물 차량은 월평균 31.9톤을 취급하고 있으며, 적재운행시 과적을 하는 경우가 빈번함.

○ 용달화물 차량의 일일 운행실태는 아래 표와 같음.

<표 37> 용달화물 차량의 일일 운행실태

단위:(일/월, 회, km/l, km/h, %, km/일)

년도	분기	월평균 운행일수	월평균 주유횟수	연비	일평균 운행속도	일평균 운행거리		
						적재운행 비율	공차운행 비율	총 운행거리
2014	3/4	22.1	1.4	9.7	35.1	71.6	28.4	229
	4/4	22.2	1.4	9.3	39.6	67.7	32.3	229
2015	1/4	22.0	1.3	8.4	42.4	67.8	32.7	199
	2/4	22.5	1.3	8.5	39.8	69	31	203
	3/4	22.5	1.3	8.5	41.8	67	33.5	209
	4/4	22.5	1.3	8	44.7	65.3	34.7	213
2016	1/4	22.4	1.3	8.2	45.9	66.8	33.2	208
	2/4	22.1	1.4	8.8	45.5	66.8	32.7	220

○ 택배 차량과의 비교시 연비 및 일평균 운행속도가 높고, 총운행거리 또한 5배 이상 차이가 큼.

○ 용달화물 차량은 장거리 운송이 대부분을 차지하고 있으며, 하이브리드 개조는 주로 저속주행시의 효율을 높이기 때문에 택배화물 차량에 비해 개조로 인한 효용은 적을 것으로 예상됨.

○ 용달화물차주는 개인이 차량, 통행, 화물주선에 대한 부담금이 크기 때문에 택배화물차주에 비해 수입이 적음.

○ 유류비의 경우 유가보조금은 용달화물차주가 많이 받으나, 보조금을 제외한 유류비 지출이 더 큼.

○ 이에 하이브리드 차량 도입 시 연비 증대로 인한 유류비 절감 효과는 개인 소형화물차주가 더 클 것으로 예상됨.

○ 택배 차량의 경우는 차량이 택배회사 소속이기 때문에, 친환경 차량 전환에 따른 인센티브 등의 효과가 전환 유도에 더 효과적일 것으로 예상됨.

○ 국내 택배업계에서는 최근 친환경차를 도입하여 활용하거나 계획 중임.

○ CJ대한통운은 스마트 카트로 불리는 다목적 전동차 130여 대를 활용하고 있으며, 기존 1톤 택배 배송차량을 2019년부터 친환경 전기화물차로 순차적으로 대체할 계획임.

- 2016년 11월 9일부터 CJ대한통운은 제주도에서 친환경 전기화물차 2대를 이용하여 시범서비스를 시작함.
- 최대적재량 500kg의 소형 화물차로, 하루 100건의 물량 운송을 담당함.

○ 쿠팡은 지난해 11월 대구시와 친환경 첨단 물류센터 건립에 관한 투자 협약을 체결했고, 시범 사업을 추진한 뒤 전국에 순차적으로 전기차 1000여 대를 도입할 방침임.

○ 자동차용 동력전달장치 제조업체 디아이씨(DIC)는 전기모터 방식을 채택한 주행거리 연장형 택배 전기차, 픽업 타입의 다목적 전기차 등을 개발함.

- 기본적으로 배터리의 전기에너지를 사용해 주행하지만 주행 중 배터리 잔량이 30% 이하가 되면 발전용 엔진으로 전기를 생산해 배터리를 충전하는 방식임.

2. 국외 시장동향

□ 연도별 국외 친환경 자동차 시장현황

<표 38> 2011~2014년 글로벌 친환경자동차 시장 (단위 : 대)

단위 : 천대		2011	2012	2013		2014	
국가별	미국	286	487	573	30%	630	27%
	중국	42	45	59	3.1%	136	5.9%
	일본	653	1,010	971	51%	1,214	26%
	유럽	95	169	259	14%	286	12%
차종별	(P)HEV	992	1,699	1,789	94%	2,218	92%
	친환경차 전체	1,121	1,756	1,901	2.3%	2,314	2.6%
	자동차 전체	75,430	81,260	84,310		86,620	

○ 2014년도 글로벌 친환경자동차 시장은 230만대 규모로 전체 자동차 시장의 약 2.6%를 차지함.

○ 친환경자동차는 내연기관 대비 6배 성장, 연평균 20% 수준으로 성장함.

- 2010년부터 2014년 까지 내연기관차는 약 3.2% 성장, 친환경자동차는 약 20% 성장함.

<표 39> 2014~2015년 글로벌 친환경자동차 시장 (단위: 대)

차종	2014년 판매량	상대 점유율	2015년 판매량	상대 점유율
HEV	165.5만	84.8%	146.3	73.4%
EV	17.3만	8.9%	30	15%
PHEV	12.2만	6.3%	22.9	11.5%

○ 친환경자동차 시장은 2009년 약 72만대에서 2014년 약 195만대로 연 22% 성장률을 보였으나 2015년 친환경차 판매량은 2.1% 성장함.

- 국제 유가 배럴당 51달러로 2012년에 비해 50%수준으로 하락하여, 친환경차 판매량이 감소함.

○ 일본은 세계적으로 친환경자동차 판매율 1위를 기록하고 있으며, 2015년에는 친환경자동차 약 84만대를 판매함. 이는 2014년 대비 13.8% 감소한 수치임.

○ 미국은 세계적으로 친환경자동차 판매율 2위를 기록하고 있으며, 2015년에는 친환경자동차 약 49만대를 판매함. 이는 2014년 대비 14.4% 감소한 수치임.

○ 유럽은 친환경 자동차 약 40만대를 판매함.

○ 중국은 친환경 자동차 약 22만대를 판매함.

<표 40> 2014~2015년 글로벌 친환경자동차 기업별 판매량 (단위: 대)

순위	기업명	2014년 판매량	시장점유율	2015년 판매량	시장점유율
1	TOYOTA	118.4만	60.7%	108.2만	54.3%
2	HONDA	27.3만	14%	23.1만	11.6%
3	Renault-Nissan	9.5만	4.9%	8.1만	4.1%
4	Hyundai-Kia	7만	3.6%	7.4만	3.7%
5	FORD	8.7만	4.5%	6.8만	3.4%
6	Volkswagen	2만	1%	6.3만	3.2%
7	미쓰비시	3.3만	1.7%	4.7만	2.4%
8	BMW	1.8만	0.9%	3.3만	1.6%
9	다임러벤츠	1.8만	0.9%	2.7만	1.4%
10	GM	3.2만	1.7%	2.4만	1.2%

○ 친환경 자동차 시장은 일본 자동차기업의 강세, 한국 및 독일의 자동차 회사도 3%대의 점유율 차지함.

○ 현대기아자동차의 경우 미국에서 쏘나타 하이브리드, 기아의 쏘울 EV등이 판매 증가가 성장 요인임.

- 아이오닉과 니로 출시로 상승세를 유지 할 것으로 전망함.

○ 전체적으로 저유가 영향에 따라 친환경자동차에 대한 시장이 주춤함.

- 환경 규제로 인해 시장경쟁은 치열해질 것으로 예상함.

□ 국외 친환경 자동차 시장 전망

<표 41> 국가별 2020년 친환경 자동차 보급 목표 (단위: 대)

국가	2014년 EV 판매량	~2020년 EV 누적 판매량 목표치
중국	42,448	300만
덴마크	44,080	20만
프랑스	12,993	100만 ~ 200만
독일	17,425	100만
일본	449,527	60만
네덜란드	44,392	20만
스페인	16,762	100만
영국	22,786	50만
미국	315,664	100만
노르웨이	27,008	5만
스웨덴	9,197	60만

<표 42> 2014년 ~ 2030년 친환경자동차 시장 전망

차종	2014	2018	2020	2025	2030
전기차	25만	105만	190만	510만	1,070만
하이브리드차	185만	470만	750만	3,370만	5,590만
내연기관차	8,402만	8,470만	8,540만	8,190만	6,920만

○ IEA, 프로스트 앤 설리번, 엑손모빌 등의 주요기관은 2025년에 30%의 점유율, 2030년에 50%의 점유율을 친환경자동차가 차지할 것으로 전망함.

<표 43> 2025년 기준 친환경자동차 시장가치는 약 1850억 달러로 전망됨.

○ (P)HEV는 기술개발을 통한 고성능, 신모델 출시로 향후 친환경차 시장의 80%이상을 차지할 것으로 전망됨.

○ EV는 배터리의 지속적인 성능 향상 및 정부주도 보급정책을 통해 성장세를 유지할 것으로 예상됨.

- 14년 전세계 전기차 판매량은 30만대를 넘어 전체 승용차 판매량의 0.5%를 차지함.
- 누적 판매대수 약 66만대임.
- 출시된 후 4년간의 판매 증가율이 같은기간 HEV 증가율을 상회함.

□ 글로벌 하이브리드 상용차 판매 전망

○ 파이크 리서치는 글로벌 중대형 하이브리드 트럭의 판매 대 수가 2017년 10만대를 넘을 것으로 전망함.

- HEV, PHEV, EV, EPTO(Electric Power Take-Off) 포함됨.

○ 글로벌 트럭시장은 경제 회복이 예상되는 향후 5년간 4.1%의 성장세를 이어나가 2010년 370만대 수준에서 2017년 470만대 규모로 판매량이 증가할 것으로 예상됨.

○ 하이브리드 트럭은 일반 경유 차량과 비교해 20~40% 이상의 가격을 형성하고 있어 아직까지는 미미한 판매량을 기록하고 있지만, 향후 규제강화와 경유 가격 상승 등 악재 요소가 하이브리드 트럭의 높은 가격의 단점을 상쇄 시켜 상당한 수요가 예상됨.

○ 특히, 전체 자동차 판매량에서 트럭 판매량이 13%에 이르는 미국 시장에서의 하이브리드 트럭은 2017년까지 연 47%씩 늘어날 것이 전망되며, 가장 높은 경기 성장세가 예상되는 아시아 시장의 수요도 증가 할 것이라 예상됨.

□ 택배 운송 환경 관련 국외 시장동향

○ 신흥경제시장의 성장과 자유무역협정의 확산으로 세계 물류시장은 지속적으로 확대됨이 분명함.

○ 세계 물류시장의 규모는 2013년 약 3조 달러에서 2020년 약 8.1조 달러이상으로 확장될 것으로 예상됨.

○ 매출액 기준으로 미국의 USPS가 658억 달러로 세계 1위임.

- 매출액 기준 10대 물류기업 중 유럽 지역 물류 기업은 40%를 차지하며, 그 중 독일의 Deutche Post가 가장 높은 매출액(369억 달러)를 기록함.
- 10대 물류기업 중 7개사가 여객 및 화물 항공운송을 통한 매출을 기록함.

○ 유럽은 세계에서 가장 큰 물류기기 관련 시장이며, 미국은 단일 국가로써 가장 큰 시장임.

○ 유럽의 경우 전체 물류산업의 약 25%가량을 제 3자 물류시장이 점유하고 있으며 화주기업은 생산 활동에 집중하면서 물류프로세스 일체를 아웃소싱 하는 종합물류서비스가 대부분임.

○ 미국의 경우 1908년 UPS의 육상택배를 시작으로 FedEx등의 등장을 통해 택배시장의 전성이가 시작됨. RFID 및 Bluetooth등의 첨단 IT산업을 접목하여 효율을 극대화 하는 추세임.

○ 일본은 1970년대 야마모토운수에 의해 시작되었으며, 야마토운수와 사가와큐빈이 전체 시장점유율의 약 80%를 차지함.

○ 일본도 인터넷쇼핑 시장의 성장이 택배 시장의 확대로 이어져 매년 증가하는 추세임.

<그림 6> 일본의 인터넷쇼핑 시장규모 및 택배 취급건수 추이

○ 중국은 2013년 기준 택배 업무량이 91.9억 건으로 미국에 이어 세계 2위로 2014년 8월까지 42개월 연속 50%이상의 성장률을 보이며 상승했고, 2032년에 공식적으로 미국을 앞서 세계 최대의 택배시장이 될 것이라는 전망도 존재함.

○ 또한 중국 국내택배시장을 외국기업에 개방하여 경쟁을 유도하고 있음.

○ 2013년 한국 택배 물동량과 비교 시, 일본은 2.4배, 중국은 6.1배 더 많음.

<그림 7> 중국 택배 업무량 추이

○ 해외 주요 택배 업체들의 친환경 차량 도입 현황은 아래와 같음.

- 미국의 대표적 물류회사인 Fedex는 Environmental Defence 및 Eaton Corporation과 함께 하이브리드 디젤-전기 트럭인 E700을 개발하여 운용 중임.
- 코카콜라는 2015년부터 북미 전역에 850대의 하이브리드 전기 트럭을 도입하여 운영 중임.
- UPS는 2015년에 화물배송을 위해 하이브리드 전기 트럭 125대를 도입하였으며, 2017년에 200대를 추가할 계획임.
- 미국 에너지부의 National Renewable Energy Laboratory(NREL)에서는 기업 및 정부와 협력하여 기존 차량과 하이브리드 전기 트럭의 성능을 비교하는 시험 및 평가를 실시함.

<표 44> FT&E Heavy-Duty Vehicle Evaluations

Fleet	Location	Vehicle	Technology	Evaluation Status
Coca Cola Refreshments	Miami, FL	2010 Kenworth T-370 Tractors	Eaton Hybrid Electric Propulsion	Completed in August 2012
UPS	Phoenix, AZ	2007 Freightliner P70	Eaton Hybrid Electric Propulsion	Completed in March 2012
FedEx	Los Angeles, CA	Ford E-450 strip chassis	Gasoline hybrid electric parcel delivery trucks, Azure Dynamics	Completed in January 2011
UPS	Phoenix, AZ	P70 Delivery Van	Parallel hybrid, Eaton system	Completed in December 2009
Long Beach Transit	Long Beach, CA	New Flyer 40-ft low floor transit bus	Gasoline-electric series hybrid	Completed in June 2008
Metro	St. Louis, MO	Gillig 40-ft transit bus	Biodiesel blend(B20)	Completed in July 2008
New York City Transit	Manhattan, NY; Bronx, NY	Orion VII 40-ft transit bus	Series hybrid, BAE Systems HybriDrive propulsion system(diesel), order of 200(Gen II); order of 125(Gen I)	Completed in January 2008

New York City Transit	Manhattan, NY; Bronx, NY	Orion VII 40-ft transit bus	Series hybrid, BAE Systems HybriDrive propulsion system(diesel), order of 125;DDC S50G compressed natural gas engines	Completed in November 2006
Denver RTD	Boulder, CO	Gillig 40-ft transit bus	Biodiesel blend(B20)	Completed in October 2006
King County Metro	Seattle, WA	New Flyer 60-ft articulated transit bus	Parallel hybrid, GM-Allison EP 50System(diesel)	Completed in December 2006
IndyGo	Indianapolis, IN	Ebus 22-ft bus	Series hybrid, Capstone Micro Turbine(diesel)	Completed in 2005
Knoxville Area Transit	Knoxville, TN	Ebus 22-ft bus	Series hybrid, Capstone Micro Turbine(propane)	Completed in 2005

출처: Lammert, M., and K. Walkowicz. "Eighteen-Month Final Evaluation of UPS Second Generation Diesel Hybrid-Electric Delivery Vans." Contract 303 (2012): 275-3000.

* Coca-Cola는 2012년 플로리다의 마이애미 지역에서 하이브리드 전기 트럭의 필드 테스트를 진행하였음.
* FedEx는 2013년 캘리포니아의 온타리오 지역에서 하이브리드 전기 택배 트럭의 필드 테스트를 수행함.
* UPS는 2010년 미네소타의 미네아폴리스에서 하이브리드 밴의 필드 테스트를 수행함.
* 위 실험의 결과는 아래 표에 정리함.

<표 45> The results of NREL's hybrid electric fleet vehicle testing

	Coca-Cola	FedEx	UPS
Period [month]	13	6	18
Test site	Miami	Ontario	Minneapolis
Test model / Conventional model	Kenworth T370 / Freightliner M2106	Freightliner M2-106 HEV / Freightliner M2-106	Freightliner P100H / Freightliner P100D
Fuel economy improvement from field test [%]	13.7	15~17	13~20
Nox reduction from laboratory test [%]	5.1~29.1	45~77	21~49

- Tesla 설립을 주도한 Wright가 창업한 회사인 미국의 'Wrightspeed'는 디젤 발전기와 EV powertrain을 장착한 트럭을 개발하여 DHL에 공급하여 2014년 기준 10,500대의 대체연료 택배차량을 운행 중임.
- 독일의 아헨공대, WZL 센터는 2005년부터 EV에 대한 전주기를 개발(R&D → 프로토타입

제작 → 소규모 양산) 및 연구수행으로 현재 연간 200대 정도의 실차 양산 능력을 보유하고 있으며 DHL에 전기트럭을 납품 중임.

- 일본의 대표 택배회사인 야마토운수는 본사 택배 배송 차량 중 113대가 전기 트럭으로 일본 내 환경보호 구역을 중심으로 배치, 운용 중임.

<FedEx의 E700>

<UPS의 P100H>

<그림 8> FedEx와 UPS 社의 하이브리드 전기트럭

3. 국내외 시장동향 및 분석 소결

□ 친환경 자동차 관련 국내외 시장 분석 소결

○ 고유가 시절에 이목을 끌었던 친환경 자동차가 2014년 유가가 하락하면서 그 인기가 잠깐 줄어들었으나, 점차 강화되고 있는 정부의 친환경 정책으로 인해 친환경자동차의 시장은 계속적으로 확대될 것으로 전망됨.

○ 승용차에 대한 친환경 자동차에 대한 보급이 지속적으로 늘어나고 있으며 SUV, 세단 등 전 차종에 대해서 출시됨.

○ 내연기관 상용차 시장 대비 친환경 상용차 시장형성이 미비함.

- 친환경 상용차 시장은 꾸준히 증가 하고 있음. 하지만, 2015년도 내연기관 상용차 비율(약 80%)에 비해 미미한 수준임.
- 친환경 자동차의 보급과 병렬적으로 기존의 화석연료를 사용하는 자동차를 '친환경화' 시키는 노력이 필요하다고 판단됨.

○ 국내 소형 택배 트럭 시장의 특성 및 문제점

- 국내의 경우 중대형의 차량보다 상업적 목적으로 소형 1톤 트럭(현대 포터, 기아 봉고 등)이 대다수를 차지하고 있음.
- 소형 1톤 트럭의 경우, 상업적 이익을 위해 연비가 뛰어난 경유를 사용하고 있지만, 환경오염 물질 배출로 인해 많은 질타를 받고 있는 상황이고 노후 경유차의 경우 그 정도가 심함.

○ 기존 노후 경유차, 특히 택배용 소형트럭에 대한 '친환경화'(개조)가 필요함.

- 지속적인 친환경 자동차의 개발 및 출시는 좋으나, 기존 차량의 개조에 대한 고려가 미비함.
- EV로의 개조는 기존 차량의 파워트레인을 모두 제거하는 관계로 개조 비용이 매우 높음.
- 세계적으로 아직 한 자릿수에도 미치지 못하는 점유율을 갖고 있는 EV로의 개조는 비현실적임.
- 기존 차량의 파워트레인을 유지하면서 전기모터를 추가하는 방식의 HEV 개조가 현실적으로 판단됨.

□ 택배 운송 환경 관련 국내외 시장 분석 소결

○ 세계적으로 인터넷쇼핑의 지속적인 성장으로 인해 인터넷쇼핑 물품을 운반해야하는 택배 시장도 함께 고도성장 중임.

○ 증가되는 물동량에 맞추어 소형택배 트럭의 운행대수, 운행시간 등이 함께 늘어남.

○ 친환경 및 지속가능물류가 중시되는 기류에 맞춰 세계적인 운송업체들이 연비 향상 및 환경보호를 위해 친환경 차량을 개발하고 실차 테스트를 진행하고 있음. 이를 위해, 각국 정부 및 연구소가 전기트럭 또는 하이브리드 트럭 개발에 조력하고 있음.

○ 현재 해외에 도입되어 있는 하이브리드 디젤-전기 차량은 대부분 기존 승용차를 위한 하이브리드 기술을 그대로 적용하여 높은 차량 비용을 수반함. 때문에 지속적인 시장 증대에 비추어 보았을 때 새로운 방식의 상용차를 위한 하이브리드 기술은 많은 가능성을 갖고 있음.

○ 우리나라 업체들도 장기적으로 전기트럭 도입을 계획하고 있으나 순수 전기차의 가격 부담이 있어 빠른 시일에 모든 트럭을 대체하기 어렵고, 오랜기간 기존 소형트럭과

함께 병행하여 운영해야함.

○ 본 연구를 통해 저가형의 친환경 하이브리드 디젤-전기자동차 개조 기술의 개발 및 보급이 가능하다면 지속적으로 증가할 국내외의 친환경 소형 트럭 시장에서 선도적 지위를 차지함이 분명함. 이는 내수시장의 충족은 물론 해외 수출도 충분히 가능할 것으로 예상됨.

○ 친환경차 보급 현황 및 전망

- 하이브리드 자동차 시장은 기타 친환경차(전기차, 수소연료 전기차 등) 시장에 비해 급격히 증가하고 있음.

<그림 9> 친환경차 연도별 시장 전망 (출처: IHS - 미국시장조사기관)

- 전기차가 연비 및 배기가스의 해결책으로 이상적이기는 하나, 전기차 충전 인프라 구축 및 배터리의 기술적 한계 등으로 인해 전기차 보급에 많은 애로 사항이 존재함.
- 따라서 하이브리드 차량이 시장을 주도할 가능성이 매우 높음.

○ 기대 효과

- 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 개발은 경유 차량의 배기가스를 저감시킬 뿐 아니라, 연비 향상을 통해 경제적 이득 제공이 가능함.
- 하이브리드 디젤-전기 트럭은 전기 트럭이 대비 상대적으로 가격이 저렴하고 인프라가 필요 없으며 충분한 주행 거리를 확보할 수 있으므로 현실적인 대안기술이 될 수 있음.

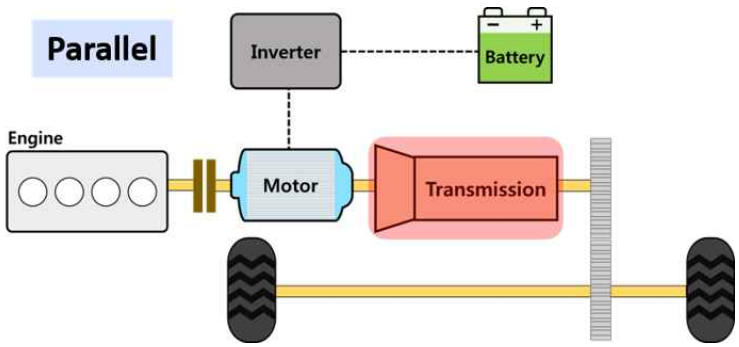
제 3절 국내외 기술개발동향

1. 국내 기술개발동향

□ 하이브리드 자동차 기술개발동향

○ 국내에서는 현대·기아 자동차를 주축으로 하이브리드 차량 개발이 이루어지고 있음.

○ 그림 10과 같이 기존 내연기관 차량의 엔진과 변속기 사이에 모터 하나를 추가한 병렬형 하이브리드 차량 시스템을 주력으로 하여, 1999년에 첫 아반떼 하이브리드 차량을 선보임.



<그림 10> 병렬형 하이브리드 차량의 구조

○ 이후 2016년에 하이브리드 전용 플랫폼을 만들어, 아이오닉 라인을 출시하고 있음.

○ 현재 아이오닉의 연비는 22.4km/l로 기존 최고의 연비 차량인 프리우스 하이브리드 차에 근접함.

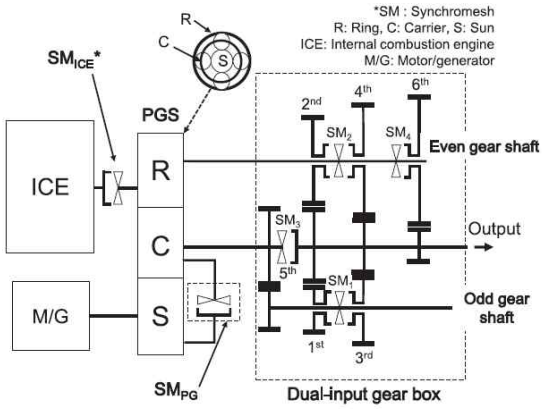
<그림 11> 현대 자동차 社의 아이오닉 하이브리드 자동차

□ 신개념 하이브리드 파워트레인에 대한 연구

○ KAIST에서 2011년부터 지난 5년간 CGST(Clutchless Geared Smart Transmission)[1,2], eMT(electrified Manual Transmission) 등과 같은 신개념 파워트레인 개발을 수행하고 있음.

- 경쟁사(히타치, 토요차 등)의 특허와는 상이한 핵심원천기술을 확보함 [4,5].

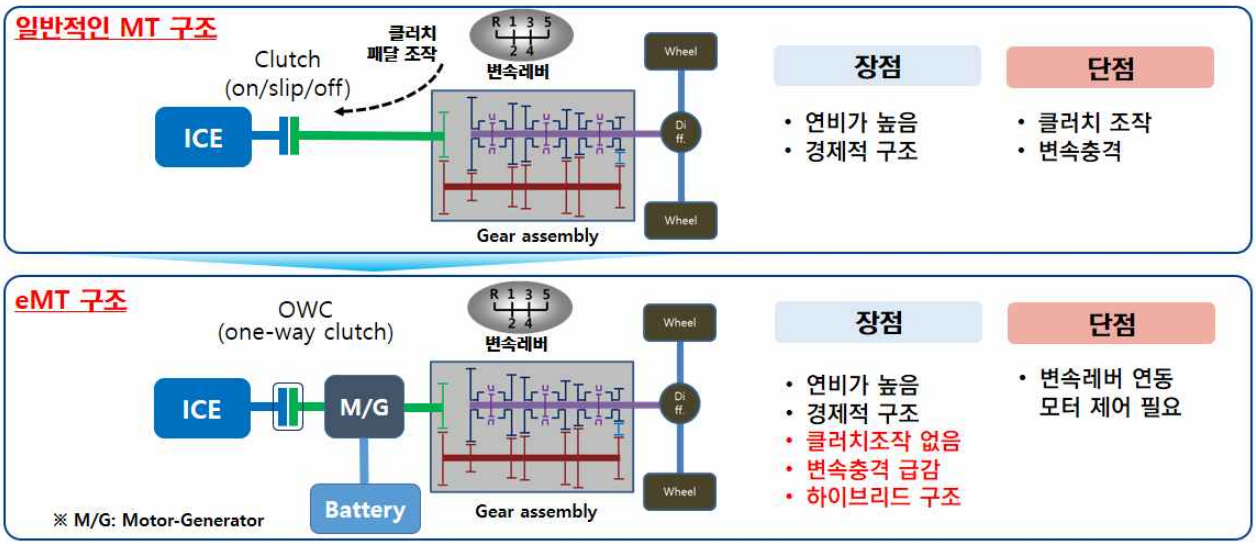
○ CGST는 유성기어(planetary gear-set, PGS), 전기모터, 그리고 이중 입력축 변속기(dual-input gear box)를 이용한 구조로, 일반적인 병렬형 하이브리드에서 사용되는 클러치 없이 파워트레인 제어가 가능하여 부드러운 변속 및 모드 전환을 수행할 수 있음.



<그림 12> CGST의 파워트레인 구조

○ eMT는 수동 변속기 차량에서 변속에 사용되는 클러치를 제거하고 변속기 입력 축에 연결된 모터의 속도제어를 통해 변속조작을 반자동화한 파워트레인으로, 클러치 사용으로 발생되는 문제(클러치 조작의 어려움, 변속 충격 등)를 해결함.

○ 또한, 변속을 하지 않을 때는 모터의 동력을 엔진 출력에 더해주는 것으로 병렬형 하이브리드 모드 구현이 가능함으로서 eMT는 기존 승용차용 하이브리드 기술과는 근본적으로 다른 새로운 저가형 하이브리드 기술임.



<그림 13> 수동변속기(MT)와 eMT의 파워트레인 구조

□ 전기 트럭 기술 개발 동향

○ 현재 국내에서는 한국전기연구원, GCCC, 파워프라자 등 몇몇 기업이 상용차를 대상으로 개조한 사례가 있으나, 아직 상용화는 관련 규제로 인해 많은 어려움을 겪고 있음.

○ 파워플라자에서는 GM대우 라보(0.5톤 적재)의 개조 전기차인 라보 Peace를 개발하였으며 이는 2014년 11월 서울시의 대기질 개선사업(전기트럭 실증사업)에 홍보용으로 활용됨.

<그림 14> GM대우 社의 라보 (0.5톤 적재) 개조 전기차 - 라보 Peace

<표 46> GM대우 社 라보의 주요 사양

주요 사양	내용
무게	840kg
모터/배터리	26kW 인덕션 모터/17.8kWh 리튬이온 배터리
변속기	5단 수동변속기 유지
주행거리/충전시간	1회 충전 기준 67.5km/ 완전충전 시간 약 7~8시간
가격	3780만원 (cf. 라보-롱카고: 862만원, 2015)

○ 환경부에서는 소형화물 택배 차량을 전기자동차로 개조하기 위해 '도심형 소형화물 택배 차량의 전기자동차 개조 및 실증' 사업을 추진한 바 있음.

- 한국전기연구원에서는 2013.05.01.부터 2016.04.30.까지 총 74억원을 지원받아 소형택배차량을 전기자동차로 개조하고 차량개조 키트 등을 개발함.

<그림 15> 개조된 1톤 전기트럭

<표 47> 개조된 소형화물 택배 전기 차량의 주요 사항

주요 사양	내용
무게	2060 kg(개조 장비의 무게 360 kg 포함)
모터/배터리	50kW 인덕션 모터/43kWh 리튬이온 배터리
최고속도/주행거리	111.8 km/h,1회 충전 기준 132.6 km, 냉난방 가동시 112 km
개조가격	4735 만원

○ 산업통산자원부에서는 상용 트럭을 EV화하기 위해 '1톤급 경상용 전기자동차 개발' 사업을 추진 중임.

- 르노삼성자동차와 쿠팡 등은 2016년부터 2019년까지 국비 147억원, 민자 100억원, 총 247억원을 바탕으로 보급형 e-powertain 시스템 및 관련 부품을 국산화하고 양산을 고려한 상품성, 내구성, 법규/인증 대응 기술 개발을 통해 실증사업을 실시할 예정임.
- 적재량은 1t이며, 최고속도는 110km/h, 주행거리는 250km를 목표로 함.

○ 산업통산자원부에서는 상용 트럭을 EV화하기 위해 '소형 상용급 EV 부품 System Integration 기술 개발' 사업을 추진한 바 있음.

- 디아이씨社는 2014.09.01.부터 2016.08.31.까지 사업비 35억 원을 지원 받아 주행거리 연장형 택배 전기자동차 칼마토(Calmato)를 개발함.

<그림 16> 디아이씨社의 전기 화물차 - 칼마토(Calmato)

<표 48> 디아이씨社 칼마토의 주요 사양

주요 사양	내용
적재량	1t
배터리	35kWh 배터리 / 배터리 무게 200kg
최고속도/주행거리	120km/h, EV모드 주행거리 100km, 엔진-EV 복합모드 주행거리 400km 내외
개조비용	3000만 원

□ 자동차용 배터리 관련 국내 기술개발동향

○ 국내 기술의 개발은 초기 전기자동차의 시장창출을 위한 성능향상 및 소비자 구매가격 인하를 유도하고자 하는 목적이 강했으나, 현재는 배터리 및 배터리 관리 시스템(BMS)와 같은 핵심전장부품에 대한 원천기술과 주행거리 연장 및 안전성 확보를 위한 기술개발 지원이 주를 이룸.

○ 배터리는 근본적인 주행거리 향상을 위하여 리튬계열 배터리의 에너지 저장밀도 향성 및 가격절감, 안전성 확보 등의 기술개발이 이루어지고 있음.

<표 49> 국내 전기자동차 부품 개발 프로젝트 현황

프로젝트 명	개요	기간
배터리 교환식 차량용 휠 모터 구동 시스템 개발	○ 교환형 대용향 배터리 패키지 시스템 개발 및 차량 적용 기술 개발	2010 - 2015
준중형 전기자동차 배터리시스템 개발	○ 준중형 전기차용 27kWh 360V급 배터리시스템 개발 - 일충전 주행거리 개선율 : 10% 이상 - 실도로 일충전 주행거리 : 160km 이상 - 회생제동율 : 27% 이상	2011 - 2014
3.6Ah급 원통형 리튬 2차전지 기술개발	○ 초고용량/고안전성 3.6Ah급 원통형 리튬 2차전지 제조기술 개발 - 용량 3.6Ah 이상, 300사이클 기준 수명 80% ○ 초고용량 리튬복합금속산화물 양극소재 개발 ○ 고용량 음극 전극소재 개발 ○ 3.6Ah급 원통형 리튬 2차전지 고전압용 전해액 개발	2009 - 2014

○ 국내의 경우 현대, 기아차의 배터리 관리 시스템 개발은 계열사인 케피코와 파워로직스 등이 담당하고 있고 LG 화학, 삼성 SDI, SK 이노베이션, SK C&C등도 자체 시스템을 개발하고 있음.

○ 하지만 배터리 관리 시스템의 경우 단일 핵심기술로 개발되기 보다는 완성차

업체에서 직접 기술 개발에 착수하는 방향으로 나갈 것으로 예상됨.

<표 50> xEV에 탑재되는 리튬이차전지의 셀 및 팩 중량 비율

구분	항목	2013년	2016년	2020년
HEV	에너지 밀도[Wh/kg]	117	131	200
	출력밀도 [W/kg]	3,833	3,846	4,714
	중량비율[Cell/Pack]	60%	65%	70%
PHEV	에너지 밀도 [Wh/kg]	107	147	275
	출력밀도 [W/kg]	2,143	2,125	2,556
	중량비율 [Cell/Pack]	70%	75%	80%

○ 국내 주요 완성차 업체인 현대자동차의 HEV에 탑재된 리튬 이차전지 시스템의 현황 사양은 아래 표와 같으며, 현대자동차 社의 경우 타 해외 주요 회사들의 HEV에 비하여 용량이 크고 전압레벨도 높게 파악이 됨.

<표 51> 현대자동차 HEV에 탑재된 리튬 이차전지 사양

Car model		Capacity [Wh]	Nominal Voltage [V]	Volume [L]	Weight [g]
Hyundai	Sonata (HEV)	1,431	270	43	39

□ 국내 이차전지 업체 동향

○ 리튬이차전지용 부품소재 기술 개발은 삼성 SDI, LG화학, SK이노베이션 등이 진행하고 있지만 각 부품 소재별 기술 편차가 존재함.

○ 선진국보다 기술 개발의 추진력, 원천부품 소재 기술 수준은 매우 열세임.

○ 자동차용 이차전지 및 전력저장용 이차전지 시장의 확대에도 불구하고 고용량/고에너지밀도 이차전지에 대한 개발과 기술수준은 선진국 대비 초보적인 수준임.

○ LG화학 社는 전기자동차용 이차전지 기술력을 바탕으로 차세대 이차전지 기술의 연구개발을 추진 중임. 또한, GM Chevrolet volt의 배터리를 공급중이며 르노 등의 업체와도 대규모 공급 계약을 체결함.

○ 삼성전자 社는 해외 선진 연구기관과의 협력 연구를 바탕으로 차세대 전지 기술개발 추진 중임.

○ 삼성 SDI 社는 대규모 생산라인을 설치하고, BMW 등의 자동차 업체와 공급계약을 체결함.

○ 국내 이차전지업체와 완성차 업체 간 연계의 시작은 2009년 현대자동차 아반떼 LPI

하이브리드 자동차에 LG화학 리튬이온폴리머 전지가 사용되면서 본격적으로 진행됨.

○ 국내의 이차전지는 최고 수준의 제조기술로 해외수출이 가시화되었으나, 전반적인 ESS 원천, 부품 소재 기술들은 아직 미흡한 상태임.

□ 국내 이차전지 기술 개발 동향

○ 리튬이차전지는 전기자동차의 가격과 성능을 크게 좌우하기 때문에 완성차 업계는 미래 자동차 시장을 주도하기 위해 HEV, EV등을 개발하고 있음.

○ 전기자동차의 1회 충전 주행거리를 약 100에서 150km, 급속 30분 이상의 충전시간, 차량가격 40%이상을 차지하는 전지가격 등의 특성을 극복할 수 있는 기술개발이 필요한 시점임.

○ 현대자동차 社는 EV 블루온 (Blueon)을 개발하여 2013년 상용화 예정임.

○ 기아자동차 社는 2011년 12월 국내 최로 리튬이온 배터리를 장착한 EV 레이(RAY)를 출시하였으며, 2012년 이후로 정부 및 공공기관에 우선 보급할 계획임.

□ 전기자동차용 BMS 국내 동향 분석

○ Kefico, PowerLogics, Nexcon Technology, Elentec 등이 배터리관리시스템 분야에서 생산 및 개발에 참여함.

○ Leo motors는 리튬폴리머 배터리와 배터리 관리 시스템에서 사업을 꾸려나가고 있음.

○ 파워로직스가 개발한 배터리관리시스템은 국내 2차전지 제조업체 및 상용차 업체와 테스트를 완료하였고 여러 분야에서 우수한 평가를 받았음.

○ SK C&C는 배터리관리시스템 부품 개발을 위해 SK이노베이션과 별도로 60억 원을 연구개발에 투자함.

○ 현대, 기아자동차는 자회사인 케피코를 통해 배터리관리시스템을 생산함.

○ 삼성SDI는 SB리모티브에 납품하기 위한 배터리관리시스템을 개발함.

<표 52> 선진국 대비 국내 배터리관리시스템의 기술경쟁력 (선진국 기준: 100)

구분	부품개발/ 설계능력	생산설비수준	생산기술수준	품질경쟁력	종합
BMS	87	93	94	87	90
가중치	40	15	17	28	100

□ 구동 모터 관련 국내 기술개발동향

○ 모터란 전기에너지로부터 전자계를 매개체로 하여 기계에너지로 변환시키는 동력장치를 말함.

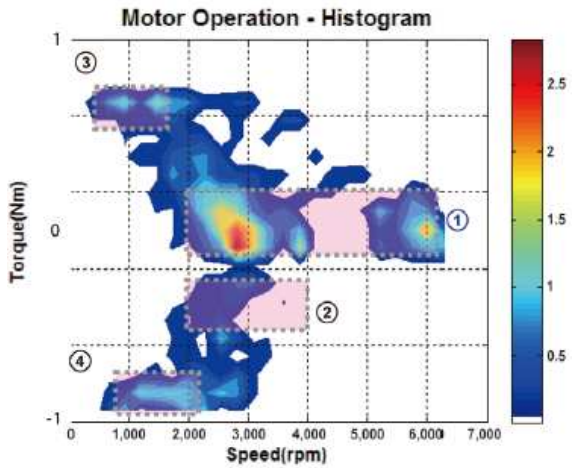
○ 친환경차량에 적용될 수 있는 구동 모터의 경우 일반 산업 모터와 달리 구동영역이

매우 넓으며, 주로 사용되는 구동 모터의 종류에는 직류모터, 영구자석형 모터, 유도모터, 릴럭턴스모터 등이 있음.

- 직류 모터는 시스템이 간단하지만, 속도가 전압에 비례하기 때문에 전압을 직접 제어해야하며, 기계적인 스위칭 방식의 구조인 브러쉬와 정류자로 인해 수명이 짧음.
- 유도모터는 전압·주파수 제어를 통해 가·변속이 용이하지만, 토크 밀도가 낮아 사이즈 측면에서 불리함.
- 영구자석형 모터는 저속에서 높은 토크를 낼 수 있어 저속특성이 우수하나 제어 시스템과 영구자석의 가격이 비싸다는 단점이 있음.
- 릴럭턴스 모터는 고정자와 회전자의 구조가 간단하고, 내열성이 높아 온도 특성이 우수하며, 영구자석형 모터에 비해 가격이 저렴함. 하지만, 최대효율이 낮고, 무게 대비 토크가 작으며, 소음과 진동이 크다는 단점이 있음.

<표 53> 하이브리드 차량용 모터의 적용가능 회전수와 효율

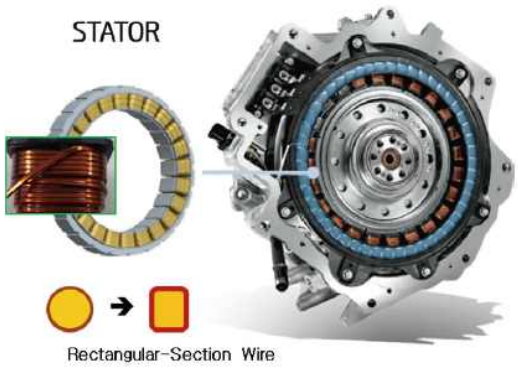
	직류 모터	유도 모터	영구자석형 모터	릴럭턴스 모터
최대 회전수	4,000~6000rpm	9,000~15,000rpm	4,000~15,000rpm	4,000~15,000rpm
최대 효율	88~91%	94~95%	95~97%	90~91%



<그림 17> 하이브리드 차량용 모터의 주 사용영역

○ 모터의 효율 극대화를 위해 코일의 점적률을 높일 수 있는 기술과 코어를 적층하여 제작함으로서 철손을 줄일 수 있는 기술의 개발이 이루어지고 있음.

- 분할코어 집중권은 분포권보다 엔드턴이 짧고 점적률이 높아 동손이 작지만, 코깅 토크 및 토크리플이 커서 NVH 성능 측면에서 불리함.
- 코일의 점적률을 높이기 위해 기존 환선에서 사각권선을 적용하고 있음.



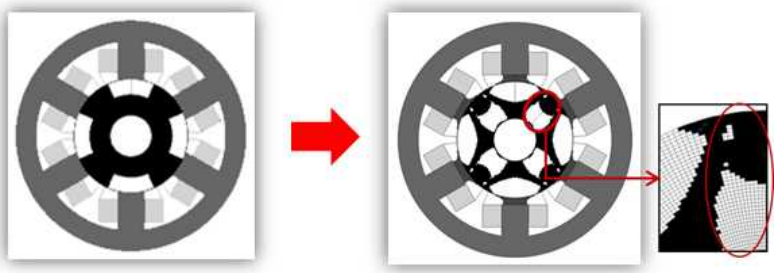
<그림 18> 다중 슬롯·집중권·사각권선을 적용한 구동 모터의 예

- 철손을 줄이기 위해 0.3mm이하 박판을 개발하여 적층한 모터가 개발되었음.

○ 시스템 효율 개선을 위해 역기전압을 증대시켜 전류를 줄일 수 있는 기술의 개발이 이루어지고 있음.

- 전류가 감소하면 인버터 효율이 높아지기 때문에 시스템 효율이 개선됨.
- 구동모터의 상당 직렬 턴 수를 증대시켜 역기전압을 증대시키는 기술이 적용 중임.

○ 형상 변화를 통해 모터 성능(무게, 평균토크, 토크리플 등)을 개선할 수 있는 기술의 개발이 활발히 진행 중임.



<그림 19> 위상최적설계의 적용을 통한 전기모터의 경량화 연구 사례

○ 모터 내부 온도가 증가할수록 시스템 효율이 급격히 저하하므로, 강제 대류를 통해 모터를 냉각시킬 수 있는 기술의 개발이 이루어지고 있음.

- 현대·기아 자동차 社의 소나타/K5는 자동 변속기가 모터와 결합되어 모터의 냉각을 공유할 수 있는 유냉으로 설계됨. 냉각은 서포트링과 하우징 사이에 위치하는 냉각 채널로 오일을 흘려 고정자 외부를 간접 냉각하는 방식과 베어링과 엔진 클러치를 냉각시킨 오일의 비산에 의한 직접냉각 방식을 동시에 적용하여 냉각 성능을 확보함.
- 현대·기아 자동차 社의 아이오닉과 Niro는 듀얼 클러치 변속기를 적용하였기 때문에 변속기 내부의 건식 엔진클러치로 인해 모터를 독립적으로 분리함. 냉각을 위해 서포트링에 냉각수를 흘려 고정자 코어 외부를 간접냉각 하는 방식을 사용함.

○ 구동모터의 NVH를 개선하기 위한 기술개발이 이루어지고 있음.

- 친환경차량용 구동 모터에서 발생하는 모터 노이즈는 전자기 소음, 구조 소음, 공력 소음으로 구분할 수 있으며, 정숙한 실내 환경을 조성하기 위해 소음 원인을 규명하고 제거하는 기술 개발이 활발히 진행 중임.

* 전자기 소음은 코깅토크와 토크리플에 의해 발생하며, 운전 영역 전구간에서 발생함.
* 구조 소음은 회전체의 불평형 질량, 베어링 결함, 구조적 공진 등 특정 조건에서 발생함.
* 공력 소음은 고속으로 회전하는 공기 유동에 의한 소음으로 주로 저주파 대역에서 발생함.

○ 현대 모비스 社는 2011년부터 2014년까지 정부 출연금 79억원을 지원받아 준중형 전기차용 구동 모터 및 감속기를 개발한 적이 있음.

- 전자기 최적설계를 통해 구동 모터의 효율 및 출력 밀도를 극대화함.
- 양산형 구동 모터 생산기술 및 양산화 체계를 구축함.
- 경쟁사인 닛산 리프 13MY 대비 양산화 구동 모터의 성능이 우수함.
- 기술 개발 결과로 2017년까지 총 2,565억 원의 매출 발생이 예상됨.

<그림 20> 현대 모비스 社의 구동 모터 양산라인(8,600대/년)

□ 차량의 구조 안전성 해석 관련 국내 기술개발동향

○ 구조 안전성 해석은 크게 동역학해석, 정적해석, 진동해석, 충돌해석으로 분류됨.

- 동역학해석에서는 회전이나 지지 등에 의해 반력이 걸리는 연결점의 힘을 도출함.
- 동역학 해석 결과 및 선행된 열유동 해석을 통해 얻어진 온도 분포를 이용해 각 부품의 정적 해석을 수행함.
- 정적 해석은 크게 최대인장강도를 버티는지에 대한 확인인 강도해석과 반복된 하중에 의한 피로수명이 기대수명을 만족하는지 확인하는 피로해석으로 분류됨.
- 진동해석은 발생한 진동이 차체나 부품에 공진을 일으킬 위험이 있는지 확인하는 것임.
- 충돌해석은 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램을 통해 차량 모델을 생성하고 충돌을 시행한 후에 스트레스나 변형 등의 결과를 확인하는 것임.

○ 신뢰성(Reliability)이란 제품이나 시스템이 일정 기간 동안 정해진 운용 환경 하에 파손 없이 의도한 기능으로 사용할 수 있을 확률을 의미함.

○ 신뢰성 해석(Reliability Analysis)이란 어떤 불확실성을 가지는 공학 시스템이 얼마의 신뢰성을 가지는지 그 파손확률을 평가하는 것을 의미함.

○ 신뢰성 해석은 구성품의 신뢰성을 바탕으로 전체 시스템의 수명 또는 고장확률을 계산하는 시스템 신뢰성 해석과 물리적인 성능을 만족시키기 위한 신뢰성을 계산하는 구조적 신뢰성 해석으로 분류할 수 있음.

○ 구조적 신뢰성 해석을 하는 방법은 대표적으로 몬테카를로 모의실험법(Monte-Carlo Simulation, MCS), 성능함수 근사를 이용한 해석 방법, 통계모멘트를 이용하는 방법, 메타모델(Metamodel)을 이용하는 방법 등이 있음.

- 몬테카를로 모의실험법(Monte-Carlo Simulation, MCS)

* 신뢰성을 계산하는 가장 보편적인 방법으로 시행 횟수가 많아질수록 정확한 결과를 얻을 수 있음.
* 시행 횟수를 줄이기 위해 안전과 손상의 경계 부근에서 추출하는 중요추출법(Importance Sampling)이나 설계 공간을 동등한 영역으로 나누어서 추출하는 라틴초입방체추출법(Latin Hypercube Sampling) 등이 있지만, 구조해석을 동반한 복잡한 대형구조 문제에서는 여전히 충분한 시행 횟수만큼 계산해 내는 것이 쉽지 않음.

- 성능함수 근사를 이용한 해석 방법
  * 성능함수: 입력 값과 출력 값과의 관계를 나타내는 함수로 이 성능함수를 확률변수의 평균값을 기준으로 일차 근사하는 평균일계신뢰성법(Mean-Value First Order Reliability Method, MVFORM)이 있고, 확률변수의 최대가능손상점(Most Probable Point, MPP)을 기준으로 일차 근사하는 FORM, 이차 근사하는 SORM이 있음.
  * 일계신뢰성법(First Order Reliability Method, FORM)과 이계신뢰성법(Second Order Reliability Method, SORM)과 같이 성능함수(Performance Function)를 근사하여 신뢰성 평가를 하는 것이 매우 보편적인 방법.
  * FORM과 SORM은 확률변수가 모두 정규분포를 따라야하기 때문에 비정규분포를 따르는 경우는 Rackwitz-Fiessler 변환법이나 Rosenblatt 변환법을 이용하여 정규분포 확률변수로 변환한 다음 파손확률을 계산함.
- 통계모멘트를 이용하는 방법
  * 성능함수의 통계모멘트로 파손확률을 구하는 방법.
  * 통계모멘트는 성능함수를 수치 적분하여 구할 수 있으며, 대표적으로 Taguchi가 3 수준 실험계획법을 이용하여 수치적분을 하는 방법을 제안.
  * 통계모멘트가 구해지면 경험적인 확률분포 시스템인 피어슨시스템(Pearson System) 또는 안장점 근사(Saddle Point Approximation)를 통해서 성능함수의 확률분포를 계산할 수 있음.
  * 통계모멘트를 이용하는 방법은 성능함수의 민감도를 계산할 필요가 없다는 점에서 장점을 가지지만, 설계 변수가 늘어나면 수치 적분에 따른 계산량이 크게 증가한다는 단점이 있음.
- 메타모델을 이용하는 방법
  * 신뢰성 해석의 효율을 증가시키기 위해서 실제 시스템을 수학적으로 근사하여 모델링.
  * 대표적인 방법으로는 반응표면법(Response Surface Method), 크리깅(Kriging) 등이 있음.

□ 개조 모듈화 관련 국내 기술개발동향

○ 모듈(Module) 생산방식이란 자동차 조립공정의 일부를 부품업체에 이관하는 것으로, 대표적인 모듈생산 품목으로는 운전석, 샤시, 프론트엔드, 도어, 시트 등이 있음.

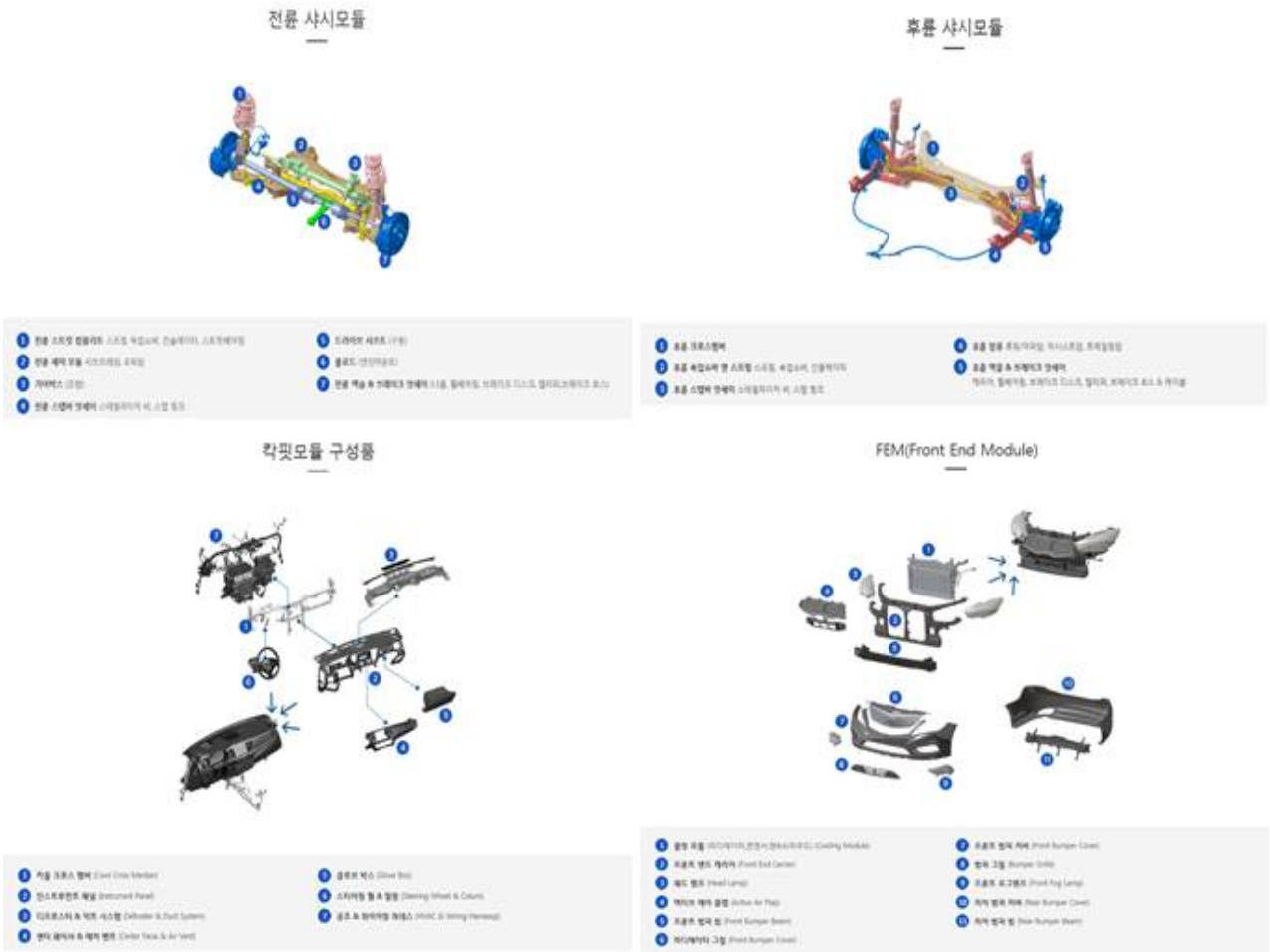
○ 자동차에 들어가는 2만 여개의 작은 부품을 대형 부품회사가 6~7개 덩어리로 묶어 중간 부품(모듈 부품)으로 만들면, 자동차 업체가 이를 조립해 완성차를 만드는 선진국형 생산 방식임.

○ 자동차 제조사 입장에서는 공유하는 부품이 많아질수록 생산 단가를 낮출 수 있어 소비자는 더 싼 가격으로 자동차 구매 가능.

○ 현대모비스는 1999년 현대자동차그룹의 생산 전략에 따라 모듈화를 도입하였는데, 자동차 3대 핵심 모듈인 샤시모듈(Chassis Module), 칵핏모듈(Cockpit Module),

프론트엔드모듈(Front End Module, FEM)을 생산하고 있음.

○ 현대모비스 社는 현재 국내 6개, 해외 9개국 17개 거점 등 전 세계 총 23개 거점에 모듈 공장을 구축하여, 현대·기아 자동차 등 완성차 업체에 모듈을 직서열 공급하고 있음.



<그림 21> 현대 모비스 社의 샤시·킥핏·프론트엔드 모듈

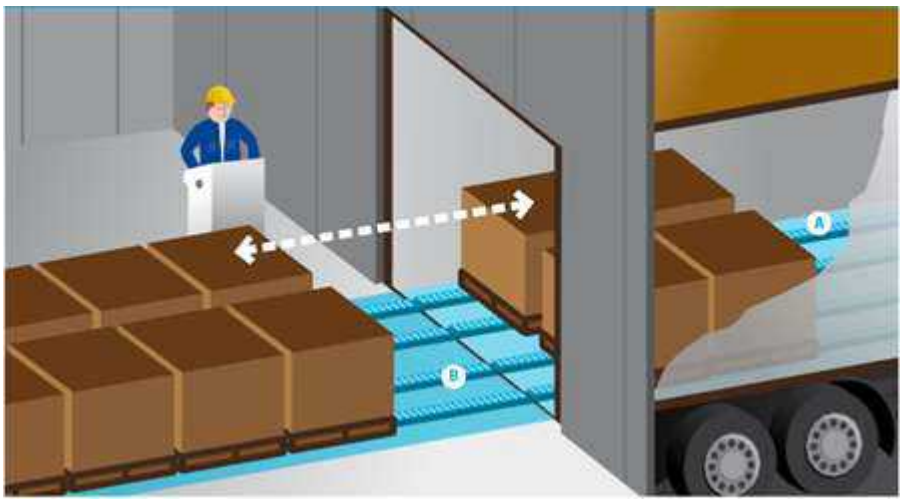
- 샤시모듈(Chassis Module)이란 차체를 지지하고 구동력을 전달하는 모듈로서 차량의 뼈대를 이루는 차대(샤시)에 엔진과 변속기, 제어장치, 조향장치 등의 부품이 장착된 대형 모듈임.
  * 샤시모듈은 전륜 스트럿 컴플리트, 전륜 세미모듈, 기어박스, 전륜 스탭바 앗세이, 드라이브 샤프트, 롤로드, 전륜 엑슬과 브레이크 앗세이, 후륜 크로스 멤버, 후륜 쇽업쇼바 엔 스프링, 후륜 스탭바 앗세이, 후륜 암류, 후륜 엑슬과 브레이크 앗세이로 구성됨.
- 캑핏모듈(Cockpit Module)이란 운전석 모듈이라고도 불리며 편의 장치 및 주행 정보, 제어장치를 제공하고 실내 승객의 안전을 보호하는 직접적인 역할을 함.
  * 캑핏모듈은 카울 크로스 멤버, 인스트루먼트 패널, 디프로스터와 덕트 시스템, 센터 페이샤와 에어벤트, 글로브 박스, 스티어링 휠과 컬럼, 공조와 와이어링 하네스로 구성됨.
- 프론트엔드모듈(Front End Module, FEM)이란 자동차의 보닛 부분 모듈을 의미함.
  * 프론트엔드모듈은 쿨링 모듈, 프론트 엔드 캐리어, 헤드램프, 액티브 에어 플랩, 프론트

범퍼 빔, 라디에이터 그릴, 프론트 범퍼 커버, 범퍼 그릴, 프론트 포그램프, 리어 범퍼 커버, 리어 범퍼 빔으로 구성됨.

□ 적재함 구조개선 관련 국내 기술개발동향

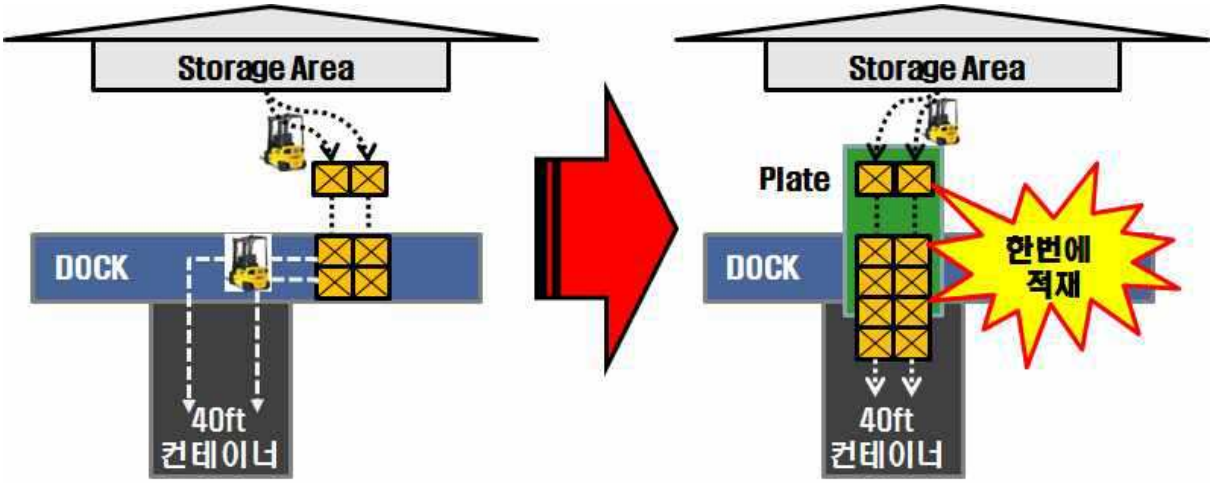
○ 화물차량 상하역 시간 단축을 위한 일괄 하역장비 기술

- 화물의 상·하역 시 파렛트나 인력이 이용되고 있는데, 이는 일회에 상·하역 시킬 수 있는 양이 적고 사고 위험을 내포하고 있음.
- 파렛트 화물을 일괄적으로 컨테이너에 인입 및 반출하여 작업 효율성을 향상시키고 상하역 과정에서의 사고를 방지하기 위한 하역장비 및 적재용 플레이트 기술이 한국철도기술연구원의 주관으로 개발되고 있음.
- 이를 위한 기술에는 적재용 플레이트 기술, Unit Load System(ULS) 핸들링 기술 등이 있음.
- 해당 기술들을 통해 상·하역 프로세스의 효율성을 향상시켜 트럭의 대기시간 감소 및 주차 공간 부족문제를 해결하고 공간효율성을 높일 수 있음.
- 사전에 트럭 적재함이나 컨테이너에 적재되는 화물의 무게 측정을 통해 과적 예방의 효과도 예상됨.
- 하나의 게이트에 두 개의 플레이트를 동시에 사용해 상·하역 작업의 효율을 극대화 시킬 수 있음.



<그림 22> ULS 기반 일괄 상하역시스템

자료: 한국철도기술연구원, “화물차량 상·하역 시간 단축을 위한 일괄 하역장비 기술개발” 기획보고서



<그림 23> 일괄 상하역시스템

자료: 한국철도기술연구원, “화물차량 상·하역 시간 단축을 위한 일괄 하역장비 기술개발” 기획보고서

○ 복합소재를 이용한 상용차 적재함 경량화 연구

- 국내 상용차의 경우 차체 부품의 중량 5% 감소 시 연비 1%의 절감 효과가 있음.
- 일반적인 상용차 적재함은 Steel로, 고중량이며 부식이 된다는 단점이 있음.
- 차체 경량화를 위한 소재로는 경금속, 경합금, 고분자재료 등이 있으며, 이들 중 섬유를 보강재로 하는 고분자복합소재의 적용이 활발히 진행되고 있음.
- 일반적인 복합소재의 제품화 공정인 오토클레이브(Autoclave)성형법과 수적층(Hand lay-up) 성형법을 보완하는 LPI-RTM 성형법을 적용하여 상용차 경량화 적재함을 개발함.
- 해당 기술을 통해 성형시간 및 초기 투자비용을 절감하였으며, 내구성 및 디자인 유연성을 증진함.

<그림 24> Composite material cargo box

자료: 한기범 등. “복합소재를 이용한 상용차 경량화 적재함 개발 및 적용성 평가,” 한국 자동차 공학회 부분종합 학술대회, 2015.5, p. 941

○ 윙바디를 이용한 화물트럭 기술

<그림 25> 윙바디를 이용한 화물트럭

자료: https://namu.wiki/w/%EC%9C%99%EB%B0%94%EB%94%94

- 윙바디를 이용한 화물트럭은 유압이나 공압 실린더를 이용해 적재함의 덮개를 들어 올릴 수 있는 트럭임.
- 짐을 중간부터 빼기 쉽고, 배치에 대해 더 유연하며 한 번에 많은 양의 짐을 다룰 수 있기 때문에, 일반 트럭에 비해 상·하역을 효율적으로 할 수 있음.
- 현재 사용되고 있는 윙바디 화물트럭은 보온성에 취약하기 때문에, 냉동제품이나 고온을 유지해야하는 제품을 운반하기에는 부적합함.
- 또한, 공기저항이 커 연비가 낮음.

2. 국외 기술개발동향

□ 하이브리드 자동차 기술개발동향

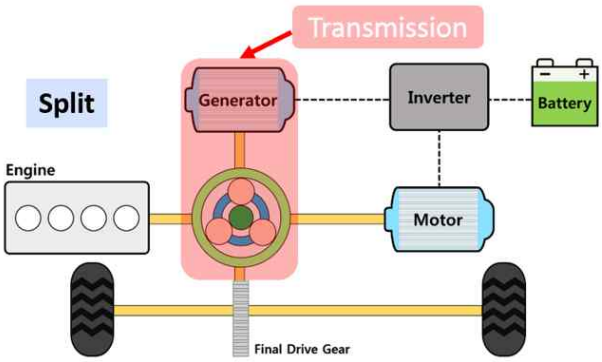
○ 1997년 도요타 社에서 동력분기형 하이브리드의 프리우스, 혼다 사에서 병렬형 하이브리드 차인 Insight가 최초로 출시된 이래로, 각 자동차 제조회사들에서 활발히 하이브리드 차량의 기술 개발 및 상용화가 진행되어 옴.

	하이브리드 시스템	적용 차량
TOYOTA	동력분기형	Prius
		Camry
GM	동력분기형	Volt
Ford	동력분기형	Fusion Energi
		C-Max
	동력분기형	Accord
	병렬형	Civic
		Insight
KIA	병렬형	Sonata
		Ioniq

<그림 26> 각 회사별 주력 하이브리드 시스템

○ 도요타, 지엠, 포드가 주력으로 하는 동력분기형 시스템은 내연 기관 차량의 변속기 대신 유성기어와 제너레이터를 사용하여 변속기의 역할을 대신한 차량임.

○ 동력분기형 차량의 경우, 도요타, GM, 포드 등의 이미 많은 특허를 선점하고 있음.



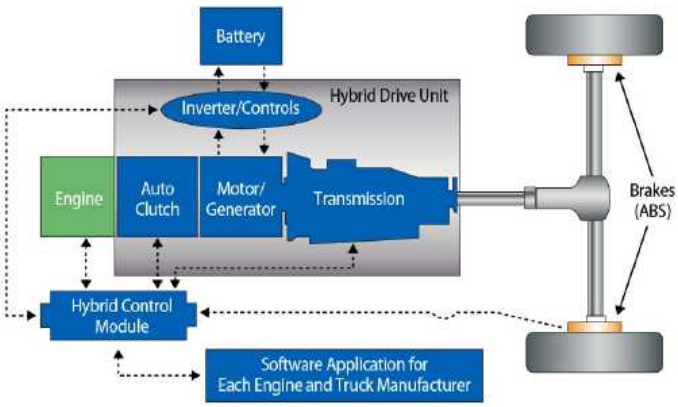
<그림 27> 동력분기형 하이브리드 시스템

□ 하이브리드 트럭 기술개발동향

○ 2001년, 미국의 대표적인 물류회사인 FedEx Express는 Environmental Defense와 함께 Future Vehicle Program을 발표하였으며, 이는 택배 트럭의 연비의 개선과 배기가스 감축을 위한 차세대 기술개발 및 상업화를 목표로 함.

○ Future Vehicle Program에서 가장 높은 rank를 받은 Eaton Corporation는 하이브리드 디젤-전기 트럭인 E700(base 트럭: FedEx Express의 7톤급 W700)을 개발하여 기존 대비 NOx 배출량 65% 감소, 연비 57% 향상을 보였으며, 현재 미국 내 시범 운영 중임.

- 병렬형 하이브리드 파워트레인 구조에 6단 자동화 수동변속기를 사용함.
- 영구자석 동기모터(연속: 26kW, 최대: 44kW)와 리튬이온 배터리(340VDC, 1.8kWh)를 사용함.

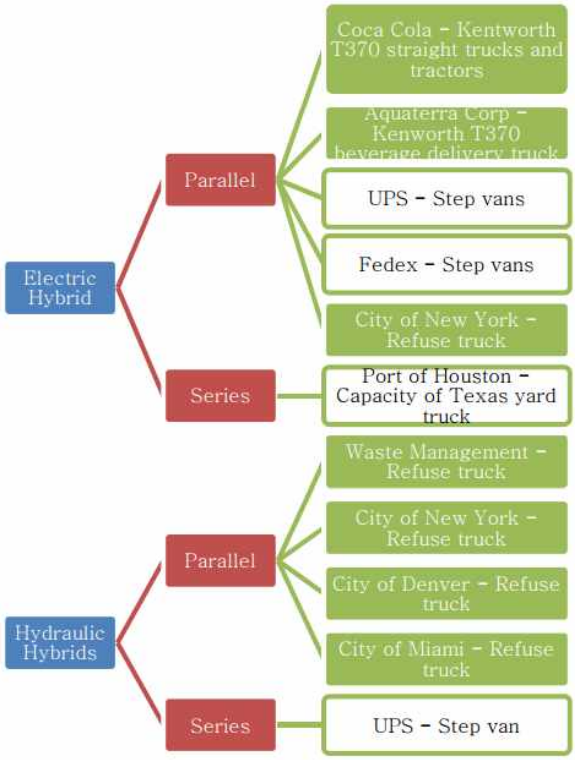


<그림 28> Eaton의 병렬형 하이브리드 파워트레인

- Eaton의 하이브리드 파워트레인은 미국의 또 다른 대표 물류 회사 UPS의 하이브리드 디젤-전기 트럭인 P70H와 P100H에도 적용되었으며 두 모델은 총 380대 운영 중임. (2013년 기준)
- Coca-Cola Refreshments에서 운영중인 Class8 하이브리드 디젤-전기 배달 트럭에서도 Eaton의 하이브리드 파워트레인이 사용되었음.

○ 미국의 Wrightspeed에서는 2014년 10월, 디젤 발전기 기반의 전기차 파워트레인을 개발하여 독일의 DHL에 공급하였으며 현재 평가 중임.

○ 미국에서 사용되는 도심물류용 하이브리드 차량을 종류별, 구조별로 나누면 아래 그림과 같음.

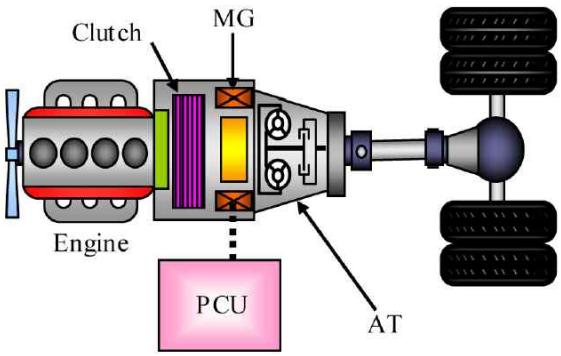


<그림 29> 미국에서 가장 널리 사용되는 도심 물류용 하이브리드 차량

- 하이브리드 물류 차량은 전기 하이브리드와 유압 하이브리드로 나뉨.
- 전기 하이브리드는 대부분 병렬형으로 개발되었는데, 이는 병렬형 구조가 적은 양의 개조로도 기존 차량을 하이브리드화하기 쉽기 때문으로 판단됨.
- 유압 하이브리드는 일부 대형 쓰레기 청소차에 적용되고 있으나 아직 연구 개발이 필요한 단계임.

○ 일본의 Hino 社에서는 1981년부터 친환경 자동차를 위한 하이브리드 시스템에 대한 연구를 진행해왔으며 그 기술을 바탕으로 2003년에 세계 최초로 light duty 하이브리드 전기 트럭의 대량 생산을 시작함.

- 최초 모델은 6단 자동변속기를 사용하는 Class 4,5 트럭을 병렬형 구조로 하이브리드화 한 것으로, 내부 시험에서 기존 모델 대비 37%의 연비 상승을 보인바 있음.



<그림 30> Hino 社 하이브리드 전기 트럭의 병렬형 파워트레인

- 2011년에는 자동화 수동변속기 기반의 light duty 하이브리드 전기 트럭(195h)을 개발하여 일본 및 해외 시장에 출시함.

○ 일본의 닛산에서는 2003년 슈퍼 커패시터 기반의 3.5톤급 병렬형 하이브리드 전기 트럭을 개발하였으나 상용화까지는 이르지 못한 것으로 보임.

□ 자동차용 배터리 관련 국외 기술개발동향

<표 54> 국외 주요 회사별 HEV의 리튬이차전지 사양

Car model		Capacity [Wh]	Nominal Voltage [V]	Volume [L]	Weight [g]
Toyota	Prius Alpha	1,008	202	29	29
Honda	Civic HV	677	144	21	22
	Accord HV	1,296	259	32.4	37
	Fit HV	864	173	24	25

○ 리튬이온전지 사양을 보면, 약 150 볼트 이상의 고전압을 대부분의 HEV가 채택하고 있음을 알 수 있고, 배터리의 용량은 차량의 사이즈에 따라서 달라질 수 있지만 일반적으로 약 1kWh 수준임을 알 수 있음.

○ 단위 배터리의 무게는 약 30g 정도로 파악됨.

□ 국외 이차전지 R&D 동향

○ 세계 각국은 전기자동차, 대용량 전력저장 장치, 에너지 활용 분야에서 이차전지의 중요성을 부각하고 있으며 관련 투자가 매우 활성화됨.

○ 기존에는 정부 및 대기업 위주의 이차전지 연구개발이 추진되었으며, EV용, LEV용 등의 연구개발은 중소기업들이 주도하여 추진하고 있음.

<표 55> 각 국가별 이차전지 R&D 동향

국가	전기자동차용 리튬이차전지 R&D 동향
일본	2015년 까지 107억 엔 투자 예정
독일	민관합동으로 리튬이온전지 소재와 실증사업을 위하 2008-2011년 동안 7.3억 유로 투자
중국	2020년 까지 1천억 위안 투자 예정

<표 56> 주요 업체별 xEV 관련 기술개발 현황

업체 명	기술 개발 현황
Shin-Kobe	연비규제 강화에 따라 급격히 보급이 확산되고 있는 ISG차량용 EFB(Enhanced flooded type battery)를 개발. 이후 지속적인 연구 진행
GmbH	48V 리튬이온 배터리 개발을 통해 연료 소비와 CO2배출 저감을 위한 차량 플랫폼 향상 가능성을 보여줌.
GM	첫 리튬이온 배터리를 적용한 E-REV Opel Ampera발표, EV 모드와 배터리 방전 후 엔진 구동을 통한 구동 가능. EV 모드 운행거리는 40~80km 수준, 전력용량 16kWh, 최고속도 160km/h. 배터리 시스템은 언더바디에 위치, LG케미칼의 리튬이온 파우치 셀 사용. 360V의 전압
다이믈러	2009년 중반 리튬이온배터리를 장착한 첫 하이브리드 승용차 S400발표. 2012년 말 18kWh 배터리를 장착한 스마트 전기자동차 출시. 리튬이온 배터리가 대부분의 차종에 장착
폭스바겐	배터리 시스템의 주요 하드웨어 부품의 모듈화로 개발비용 및 위험성을 줄이는 시도. 배터리 시스템의 모듈화 및 표준화로 가격절감 기대
BMW	중요 전기 부를 모듈화 하여 다양한 차량에 적용할 수 있는 방안을 개발 중
Mazda	I-ELOOP라는 새로운 회생제동 시스템은 New Mazda6에 적용

□ 전기자동차용 BMS 관련 국외 기술개발동향

<표 57> 전기자동차용 BMS 국외 동향 분석

국가	이차전지 개발 현황 및 계획
미국	* 연료전지 자동차 분야에서 리튬이온전지 관리 및 감독을 위해 배터리관리시스템 장치 FEV LiionMan을 개발 및 적용차량 또한 선보임. * EnerDel은 리튬이온 폴리머 배터리 셀 및 팩 제조를 통해 배터리관리시스템과 차량 개발. USABC, Ford, GM, Chrysler 등 완성차 업체와 협력. * Delpi사는 320VDC Battery Pack System이라고 하는 배터리 관리 시스템 개발 * LGCPI는 LG화학의 미국 자회사로 리튬이온 폴리머 배터리를 GM에 공급하고 있으며 배터

	리관리 시스템을 개발하여 선보임. * Maxim integrated는 새로운 배터리 배터리 관리 시스템 IC MAX11068로 비용을 80%까지 줄여주고 설계를 간소화.
유럽	* 독일의 LTC/Gaia는 인산철 리튬이온 배터리 셀, 팩, 통합 시스템 등을 주요 제품으로함. * 독일의 Continental 사는 배터리 팩 시스템 기술과 배터리 관리 시스템 기술의 세계적 장점을 가지고 있으며 SK이노베이션과의 합작회사 설립 계약 체결로 엄청난 시너지 효과가 기대됨.
일본	* Toyota의 자회사인 Panasonic EV energy는 프리우스, 캠리, 렉서스등에 니켈수소전지 및 배터리관리시스템을 적용한 경험을 보유하고 있으며, 10년이상 차량시스템 평가 및 필드 테스트를 통해 배터리 관리 시스템의 최적화를 달성. * Keihin사는 Honda에서 판매중인 New Civic하이브리드 자동차용 니켈수소 2차전지를 위한 배터리관리시스템을 개발하여 생산중이다. 이후로 리튬계 배터리용 관리 시스템에 대한 연구 개발도 진행중. * Hitachi Vehicle Energy는 배터리 제어 시스템 개발을 위해 전용 칩을 개발하였다. 관계자는 이를 위해 크기를 10분에 1로, 제조비용을 8분에 1로 크게 감소할 수 있다고 함. * ZMP는 리튬이온전지 운용방법 및 학습을 위한 전문 기술자 연수 및 대학 교재용 e-nuvo 배터리관리시스템을 개발 및 출시함.
중국	* Lishen Battery는 한국의 넥스콘테크놀로지와 공동으로 HEV용 배터리관리시스템에 대한 전략적 파트너십을 구축. * BYD는 인프라구축 및 원가 절감 등으로 어려움을 겪고 있으며 리튬이온전지 및 배터리관리시스템에 대한 연구개발이 불투명.

□ 구동 모터 관련 국외 기술개발동향

○ 미국의 Protean electric 社는 75kW급 구동시스템을 개발 및 실증 시험을 진행 중임.

○ 미국의 테슬라 社는 전기자동차인 S모델에 유도 모터를 적용하였음.

- 모터의 구동전압은 375V, 최대 회전수는 16,000rpm, 출력은 kW당 0.38kg임.
- 모터의 제어는 운전자 액셀에 의한 토크 입력값, 배터리 전압/전류 상태, 스테이터·로터·인버터의 상태 등을 모니터링한 다음 PID방식으로 제어함.
- 모터 냉각은 전기차로서의 열적 안정성을 더 확보하기 위해 고정자에도 수냉 방식을 적용하였으며, 로터에도 로터 샤프트 사이 중앙을 관통하는 방식으로 수냉 방식을 적용함.

○ 미국의 Chevrolet 社는 Spark 전기자동차에 영구자석형 구동 모터를 적용함.

- 모터의 최대출력은 105kW, 최대토크는 57.4kg·m, 제로백 성능은 8.5초임. 회생제동시스템을 적용함.

○ 미국의 Chevrolet 社는 Bolt 전기자동차에 고출력 구동 모터를 적용함.

- 모터의 최대출력은 200마력, 최대토크는 36.7kg·m, 제로백 성능은 7초 이내임.
- 전자정밀 변속시스템 적용으로 정밀한 주행감과 동력전달을 실현, 부품의 소형화를 통해 넓은 실내 공간 확보, 주행가능거리 산출을 운전자의 주행 패턴, 일기예보, 운행시점 등의 요소를 통합적으로 분석해 제공함.

○ 일본의 닛산 자동차 社는 리프(Leaf) 자동차에 고출력 구동 모터를 적용함.

- 모터의 최대출력은 109마력, 최대토크는 25.9kgm임.

- 전기모터를 보닛 아래 배치해 앞바퀴를 구동도록 설계하였음.
- 1단 변속기는 매끄러운 주행감각을 제공하며 회생제동시스템도 이질감 없이 자연스럽게 작동하도록 함.

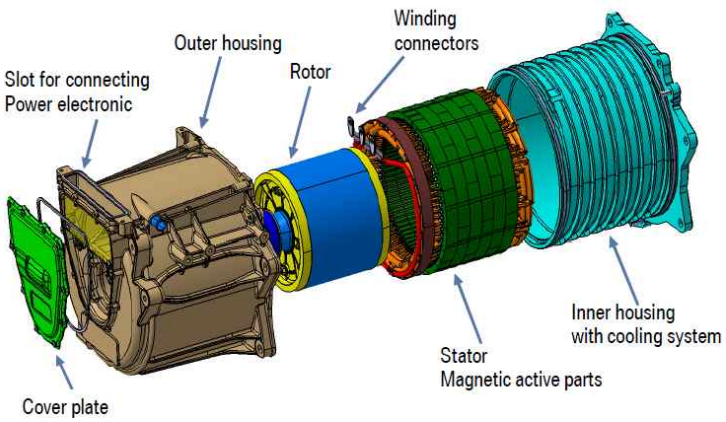
○ 일본의 혼다 자동차 社는 비싼 희토류를 사용하는 대신 Daido steel을 개발하여 구동 모터에 적용한 바 있음.

<그림 31> 혼다 자동차 社에서 개발한 Daido steel을 적용한 로터

○ 프랑스의 Renault 社는 Fluence에 여자 동기식 권선형 전동기를 사용하고 있음.

○ 독일의 BMW 社는 i8모델에 영구자석형 구동 모터를 적용함.

- 영구자석형 모터 최대 토크는 250Nm, 최대 속도는 11,400rpm, 최대 전류는 400A, 전압은 250~400V, 무게는 65kg임.
- 수냉 방식을 적용하여 모터의 열적 안정성을 확보함.



<그림 32> BMW 社의 i8모델에 적용된 영구자석형 구동 모터

<그림 33> BMW 社의 i8모델에 적용된 영구자석형 구동 모터의 양산 공정

□ 구조 안전성 해석 관련 국외 기술개발동향

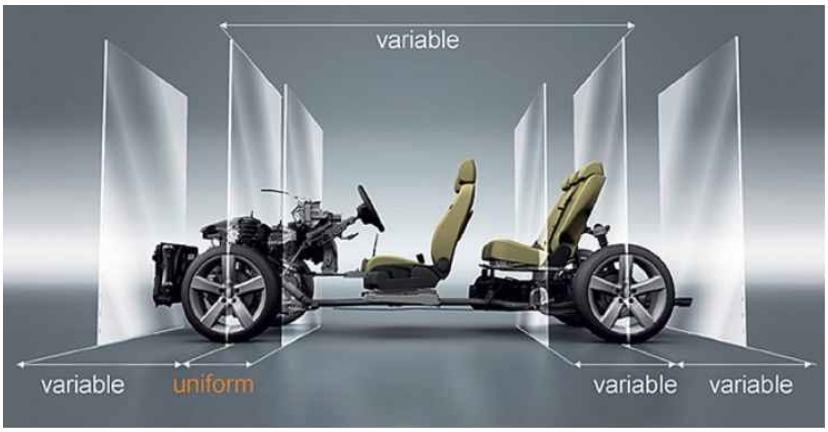
○ 국내와 마찬가지로 동역학해석, 정적해석, 진동해석, 충돌해석을 수행함.

- 동역학해석에서는 회전이나 지지 등에 의해 반력이 걸리는 연결점의 힘을 도출함.
- 동역학 해석 결과 및 선행된 열유동 해석을 통해 얻어진 온도 분포를 이용해 각 부품의 정적 해석을 수행함.
- 정적 해석은 크게 최대인장강도를 버티는지에 대한 확인인 강도해석과 반복된 하중에 의한 피로수명이 기대수명을 만족하는지 확인하는 피로해석으로 분류됨.
- 진동해석은 발생한 진동이 차체나 부품에 공진을 일으킬 위험이 있는지 확인하는 것임.
- 충돌해석은 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램을 통해 차량 모델을 생성하고 충돌을 시행한 후에 스트레스나 변형 등의 결과를 확인하는 것임.

□ 개조 모듈화 관련 국외 기술개발동향

○ 독일의 폭스바겐 그룹(Volkswagen)은 MQB(Modularer Querbaukasten) 적용을 통해 파워트레인, 앞 서스펜션, 뒤 서스펜션 등 차체 일부분을 독립된 모듈로 제작함.

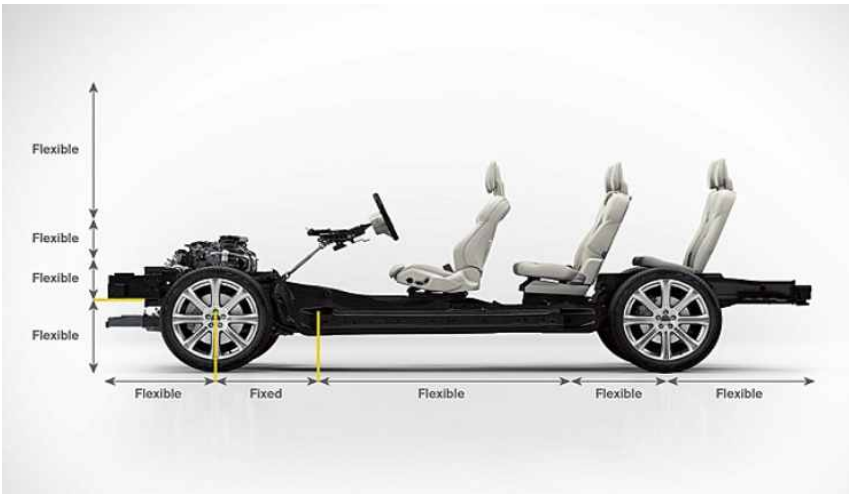
- 아우디, 스코다, 세아트 등 다양한 자동차 회사에서 모듈을 공유하며 경량화 효과를 얻을 수 있었음.



<그림 34> 폭스바겐 社의 MQB 모듈화 플랫폼

- 볼보(Volvo) 社는 SPA(Scalable Product Architecture) 적용을 통해 플랫폼을 60개의

모듈로 나눠서 크기에 관계없이 하이브리드 및 전기 자동차에 다양하게 쓸 수 있게 하였음.



<그림 35> 볼보 社의 SPA 모듈화 플랫폼

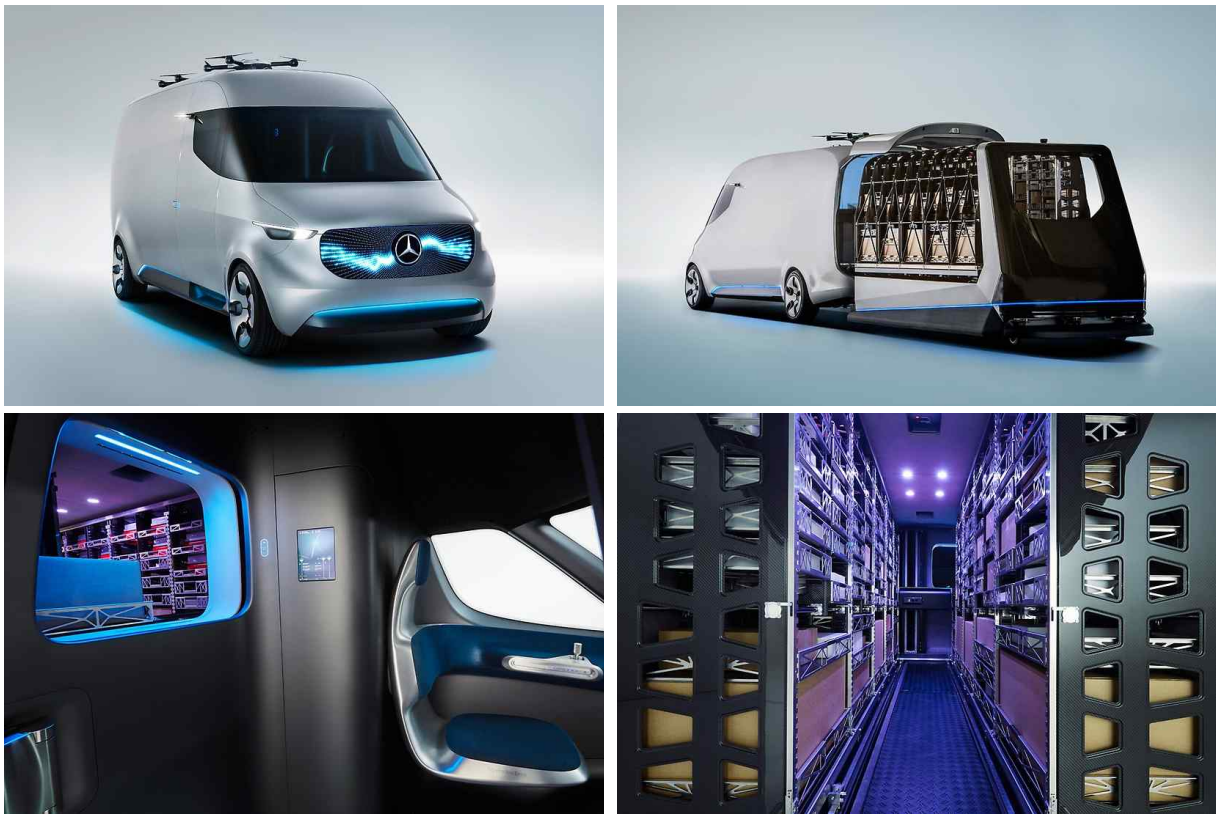
- I-Ride™ 社는 서스펜션 모듈(Suspension Module)을 통해 부싱, 샤시스프링, 코일스프링, 스태빌라이저바, 로어암, 어퍼암, 드라이브 샤프트를 모듈화함.
  * 주문자 제작방식으로 조립에 효율적임.
  * 무게가 최적화 되었으며 차량의 안정성, 핸들링, 연비, 내구성이 향상됨.

<그림 36> I-Ride 社의 서스펜션 모듈

□ 적재함 구조개선 관련 국외 기술개발동향

○ 효율적인 물류환경을 위한 적재함 기술

- 독일의 Mercedes-Benz는 지난 2016년 9월 효율적인 물류환경을 위한 컨셉트카인 Vision Van을 공개함.
- Vision Van은 배달물이 실린 선반을 무인 운반 및 적재기술인 “one-shot loading”을 통해 자동으로 적재함에 상차함.
- 적재함 내부는 완전 자동화되어 배달물을 자동 분류함.
- 또한, 적재함에 대한 접근 용이성을 높여 배달원의 편의성을 향상시킴.



<그림 37> 효율적인 물류 환경을 위한 컨셉트카인 독일 Mercedes-Benz의 Vision Van

자료: http://www.daimler.com/innovation/specials/vision-van/en/

○ 상·하역 작업의 자동화 기술

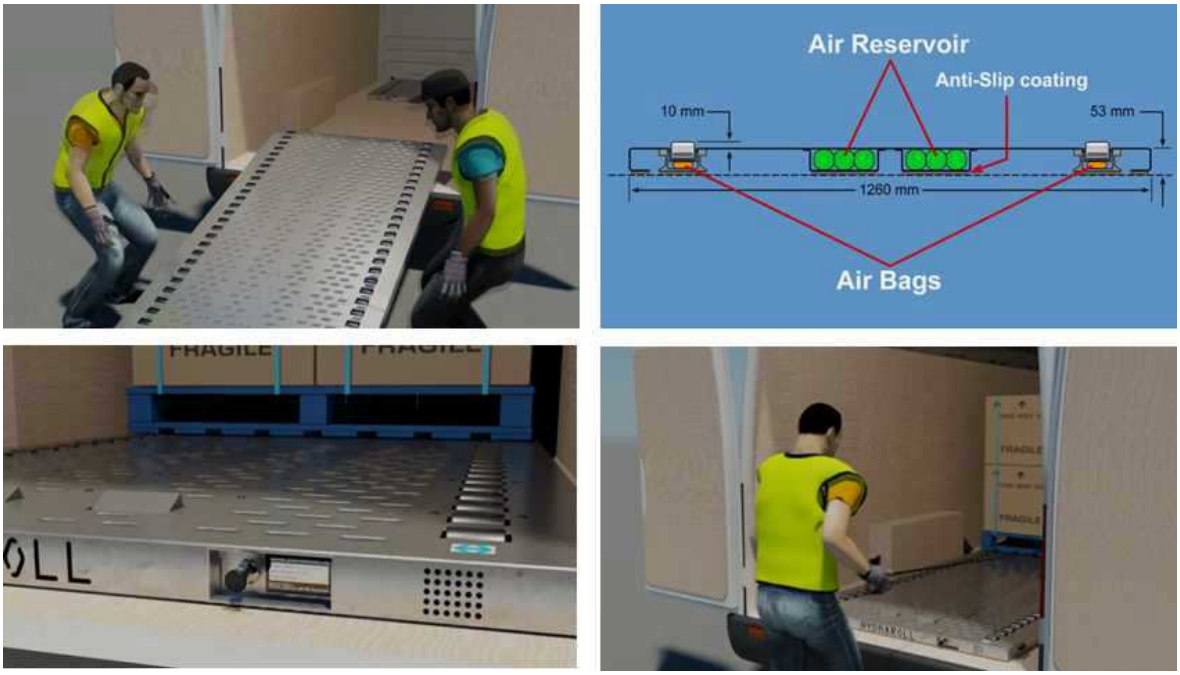
- ACTIW 사의 자동적재시스템(LoadPlate)
  * 핀란드의 ACTIW 사가 개발한 LoadPlate는 플레이트에 지게차로 적재한 뒤 화물 플레이트를 일치시켜 한번에 컨테이너에 적재하는 방법임.
  * 차량과 도크가 락킹되어 안전성이 확보되며 적재시간을 단축시킴.

<그림 38> Loadplate와 Multi-Container Loadplate

자료: 한국철도기술연구원, "화물차량 상·하역 시간 단축을 위한 일괄 하역장비 기술개발" 기획보고서

- Vanloda 사의 Rollerbed
  * Air Reservoir(공기압력롤러)를 장착한 플레이트를 이용하여 화물을 자동으로 적재하며 밴

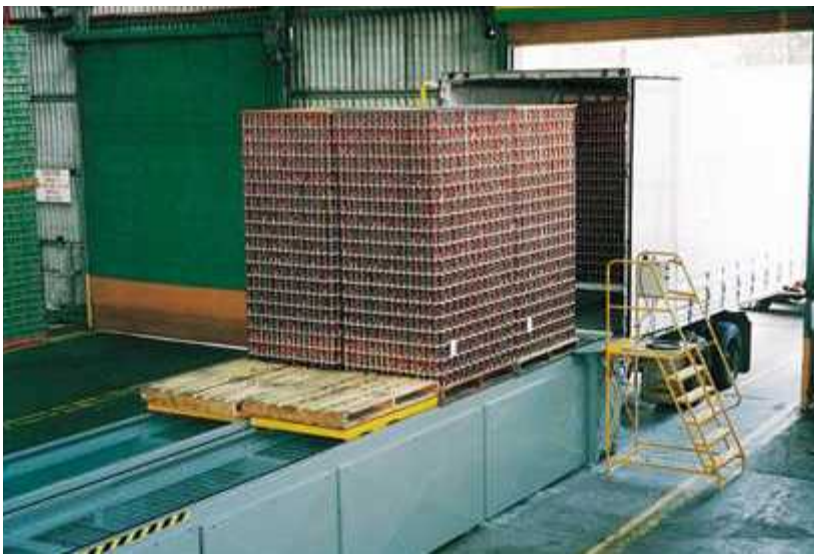
형태의 소규모 화물차에 적합한 기술임.



<그림 39> Vanloda Rollerbed의 작동 예

자료: 한국철도기술연구원, “화물차량 상·하역 시간 단축을 위한 일괄 하역장비 기술개발” 기획보고서

- ICA 사의 Automated Dock Loading
  * AIR LIFT Roller가 상·하역 작업 중에 올라가고 적재 후에는 내려가게 됨. 이를 AIR LIFT Chain 모듈과 조합하여 일괄 상하역 작업을 수행함.
  * 하지만, 롤러 또는 체인이 설치되어야 사용 가능하다는 단점이 있음.



<그림 40> Automated Dock Loading

자료: 한국철도기술연구원, “화물차량 상·하역 시간 단축을 위한 일괄 하역장비 기술개발” 기획보고서

3. 특허동향 분석

□ 분석개요

○ 과제의 배경 및 목적

- 택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발
- 하이브리드 파워트레인 구조 개조 기술 개발
  * 최적의 하이브리드 파워트레인 구조를 선정함.
  * 개조 시 추가되는 파워트레인 구성요소의 최적사양을 결정함.
- 하이브리드 파워트레인 최적 제어 기술 개발
  * 하이브리드 디젤-전기 트럭의 연비 개선 및 배기가스 감축을 위한 최적 제어 기술 개발을 기획함.
  * 엔진과 모터간의 동력 분배를 결정하는 상위 레벨 제어 기술 개발을 기획함.
  * 상위 레벨 제어의 명령을 수행하기 위한 엔진, 모터, 클러치 등을 제어하는 하위 레벨 제어 기술 개발을 기획함.

○ 분석 범위 및 방법

- 기술 분류
  * RFP 및 검색건수, 핵심 기술 분야를 고려하여 실제 기술 개발에 중요하고 필수적인 항목으로 기술 분류를 구성함.

<표 58> 특허 분석대상 기술 분류

대분류	중분류	소분류
하이브리드 차량 (A)	하이브리드 기반 응용기술 (AA)	회생제동 (AAA)
		ISG (AAB)
	하이브리드 파워트레인 (AB)	클러치 제어 (ABA)
		유성기어 (ABB)
		동력제어 (ABC)
		변속레버 (ABD)
	하이브리드 개조기술 (AC)	개조관련 기술 (ACA)
		하이브리드 트럭관련 기술 (ACB)

- 검색식

<표 59> 기술 분류별 특허 검색식

중분류	소분류	검색식
하이브리드 기반 응용기술 (AA)	회생제동 (AAA)	((하이브리드* or hybrid*) and (모터* or motor or 제너레이터or generator)) and ((엔진* or 변속기* or 드라이브* or 파워트레인 or engine* or transmission* or drive* or powertrain*) and (vehicle* or 자동차* or 차량* or automotive* or automobile* or car)) and ((회생 and (제동* or 브레이킹* or 브레이크*)) or

		((regenerat* or reviv*) and brak*))
	ISG (AAB)	((하이브리드* or hybrid*) and (모터* or motor or 제너레이터or generator)) and ((엔진* or 변속기* or 드라이브* or 파워트레인 or engine* or transmission* or drive* or powertrain*)and (vehicle* or 자동차* or 차량* or automotive* or automobile* or car)) and (ISG* or (idle w/1 stop) or (아이들 w/1 스톱) or (stop w/2 go) or (스탑w/2 고) or 아이에스지or (아이들 w/1 스톱) or (스톱 w/2 고) or (공회전w/2 제한) or (공회전w/2 금지))
하이브리드 파워트레인 (AB)	클러치 제어 (ABA)	((하이브리드* or hybrid*) and (모터* or motor or 제너레이터or generator)) and ((변속기 or transmission or MT) and (engine* or 엔진 or 내연기관) and (vehicle* or 자동차* or 차량* or automotive* or automobile* or car)) and ((clutch* or 클러치* or 동기* or synchro*) and (gear* or 기어*))
	유성기어 (ABB)	((하이브리드* or hybrid*) and (모터* or motor or 제너레이터or generator)) and ((변속기 or transmission or MT) and (engine* or 엔진 or 내연기관) and (vehicle* or 자동차* or 차량* or automotive* or automobile* or car)) and ((planet* or 유성 or 플래닛) and (gear* or 기어))
	동력제어 (ABC)	((하이브리드* or hybrid*) and (모터* or motor or 제너레이터or generator)) and ((변속기 or transmission or MT) and (engine* or 엔진 or 내연기관) and (vehicle* or 자동차* or 차량* or automotive* or automobile* or car)) and ((조건 or 컨디션 or condition or status or state or mode or 상태 or 모드) and (구동 or driv* or power or 동력) and (제어 or 컨트롤 or 콘트롤or control or 분배 or 배분 or distribut* or manag*))
	변속레버 (ABD)	(변속기 or transmission or MT) and (gear or 기어) and (시프트 or 쉬프트or 변경 or chang* or 체인지 or 체인징or shift*) and (lever or knob or 레버 or 노브)and (포지션 or 위치 or position or status or state or 상태)and (사용자 or user or driver or 운전자 or 드라이버)
하이브리드 개조기술 (AC)	개조관련 기술 (ACA)	((하이브리드* or hybrid*) and (모터* or motor)) and ((변속기 or transmission or MT or engine* or 엔진 or 내연기관) and (vehicle* or 자동차* or 차량* or automotive* or automobile* or car)) and (module or packag* or 모듈* or 패키지 or 패키징 or 개조 or remodel* or reconstruct* or retrofit* or 리트로*)
	하이브리드트럭 관련기술(ACB)	((하이브리드* or hybrid*) and (모터* or motor or 제너레이터or generator)) and (truck or 중장비 or 트럭 or 버스 or bus or (((heavy w/1 duty) or (light w/1 duty)) and (vehicle or truck or bus)))

* 노이즈 제거 및 유효데이터 추출 기준
  - 하이브리드 차량을 전제로 하여 각 소분류의 기술을 조사함.
  - 하이브리드 파워트레인의 경우, 병렬형 구조를 중심으로 모터/제너레이터가 1개인 구조에 대하여 조사함.
  - 하이브리드 응용기술 역시, 하이브리드 차량을 전제로 하여, 회생제동과 ISG가 사용되는 기술에 대해 조사함.
  - 하이브리드 개조기술은, 하이브리드와 트럭(중장비) 또는 하이브리드와 개조를 중심으로 넓은 범주에서 조사함.

· 하이브리드 택배 트럭 이슈 기업(Fedex, DHL, UPS, Eaton, Wrightspeed)의 경우 기업의 보유 특허 중에서 하이브리드와 관련이 있는 건을 전수 조사함.

- 검색건수 및 유효데이터 건수
  · 검색국가는 한국, 일본, 미국, 유럽으로 함.
  · 사용 데이터베이스는 Wisdomain임.
  · 분석범위는 2016년 10월 19일까지 공개 및 등록된 특허를 대상으로 함.

<표 60> 총 검색건수

대분류	중분류	소분류	검색건수				
			KR	JP	US	EP	종합
하이브리드 차량	하이브리드 기반 응용기술	회생제동	99	232	279	84	694
		ISG	53	5	53	11	122
	하이브리드 파워트레인	클러치제어	158	125	374	163	820
		유성기어	99	232	279	84	694
		동력제어	149	405	597	240	1,391
		변속레버	148	100	177	85	510
	하이브리드 개조기술	개조관련기술	63	43	324	94	524
		하이브리드 트럭	36	40	307	81	464
Total			805	1,182	2,390	842	5,219

· 출원일을 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련 정보를 대중에게 공개하고 있음.
· 따라서 2015~2016년 출원 특허는 아직 미공개 상태로 그 정량적 의미가 유효하지 않기 때문에, 2014년 12월까지의 데이터로 정량분석 범위를 한정함.

<표 61> 유효데이터 건수

대분류	중분류	소분류	검색건수				
			KR	JP	US	EP	종합
하이브리드 차량	하이브리드 기반 응용기술	회생제동	57	174	183	55	469
		ISG	9	0	22	2	33
	하이브리드 파워트레인	클러치제어	31	30	121	67	249
		유성기어	38	24	79	30	171
		동력제어	39	179	247	100	565
		변속레버	4	7	10	6	27
	하이브리드 개조기술	개조관련기술	5	3	26	3	37

		하이브리드 트럭	14	12	42	20	88
Total			197	429	730	283	1,639

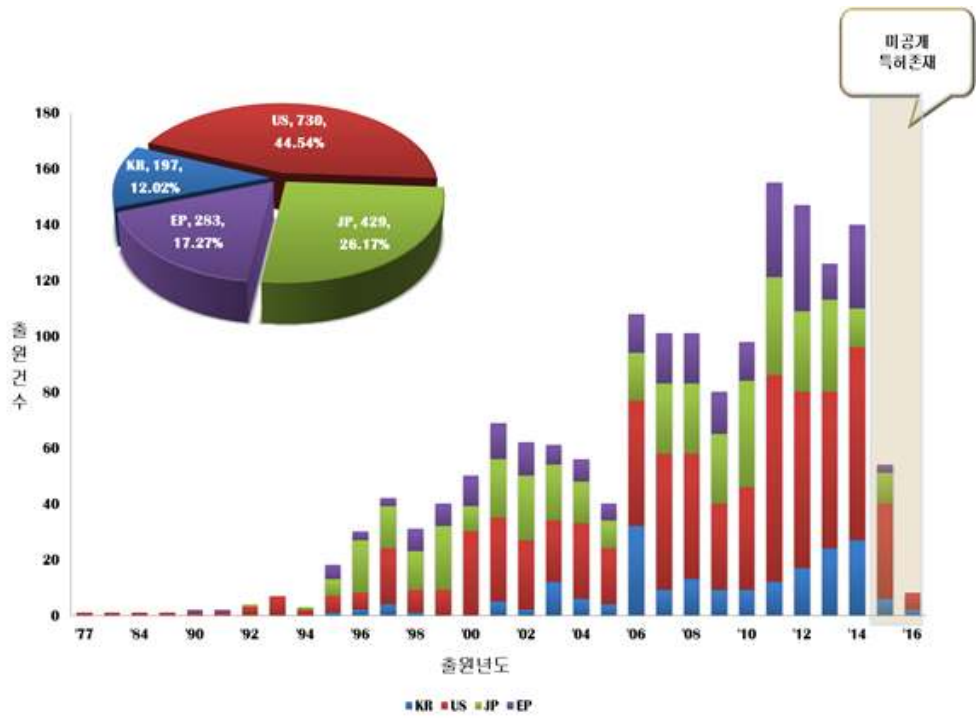
□ 특허동향 분석

- 특허동향 분석은, 1) 기술 분류 및 기술범위를 확정하고, 2) 핵심 키워드 도출 및 검색식 작성을 수행하며, 3) 노이즈 제거를 통한 유효특허 선별 과정을 통하여, 4) 전체기술 및 세부기술에 대한 Landscape를 분석함.

○ 국가별 Landscape

- 연도별 특허 출원 동향

* 연도별 출원 동향은 '95년 이후 증가하고 있으며, '11년 이후 크게 급증하는 것으로 나타남.
* 이는 각국의 '배기가스 및 온실 가스 규제 강화'에 따라, 高연비 低배기가스 차량의 연구개발이 활발히 진행되어 하이브리드 차량의 상용화가 급속도로 진행된 결과로 판단됨.
* 국가별로 살펴보면 미국이 44.54%로 가장 많이 출원한 국가로 나타났으며 뒤이어 일본, 유럽, 한국 순으로 나타남.
* 이는, 세계에서 가장 큰 자동차 시장을 가진 미국이 배기가스 규제가 강화됨에 따라 친환경 차량의 개발에 많은 투자를 한 결과로 판단됨.



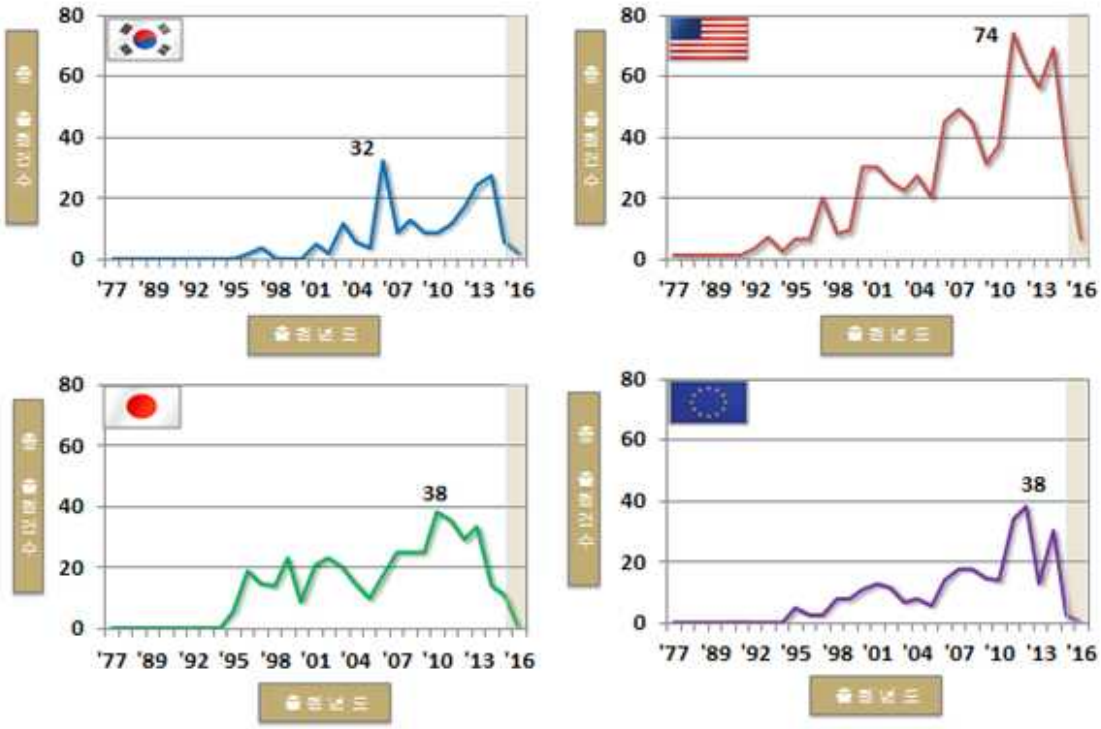
<그림 41> 연도별 특허 출원 동향

- 국가별 특허 출원 동향

* 하이브리드 차량의 시장 우위를 차지하고 있는 미국의 경우, 차량 제조업체를 중심으로 출원이 지속적으로 증가하고 있으며, 최근 들어 그 상승폭이 더욱 커지고 있는 것으로

나타남.

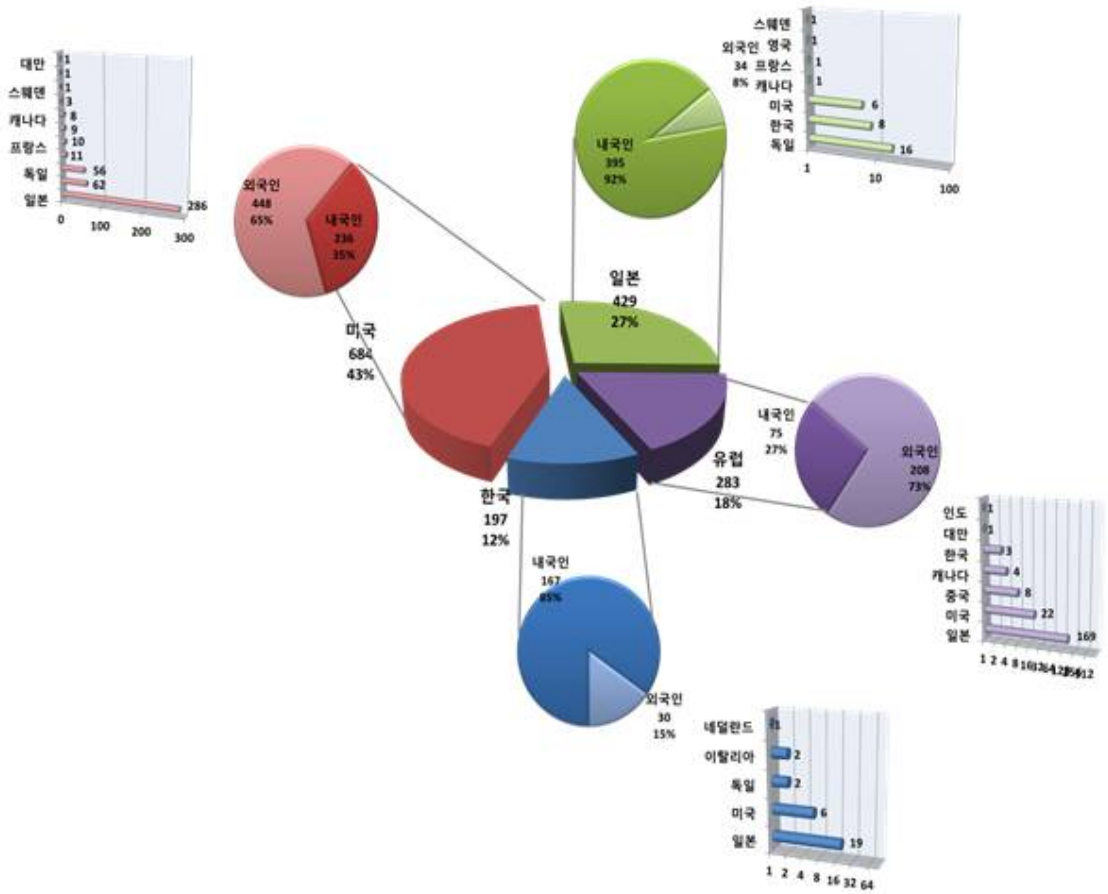
* 일본의 경우, 미국에 비해 상승폭은 적지만, 출원이 꾸준히 상승하고 있었으나, 근래에는 출원 건수가 감소한 것으로 나타남.
* 한국의 경우, '06년경에 출원이 급증하였다가 '07년에 급락한 후 근래 들어 다시 상승하는 것으로 나타남.
* 미국, 한국의 경우 '07년경 출원수가 줄어들었는데, 이는 리먼 브라더스 금융 사태로 인한 투자 감축에 기인한 것으로 보임.
* 유럽 역시 꾸준히 상승하고 있으나 타국들에 비해 그 건수가 적은데, 이는 클린디젤 차량 중심의 자동차 시장이 형성되어있어 하이브리드 차량에 대한 R&D 투자가 상대적으로 적었기 때문으로 보임.



<그림 42> 국가별 특허 출원 동향

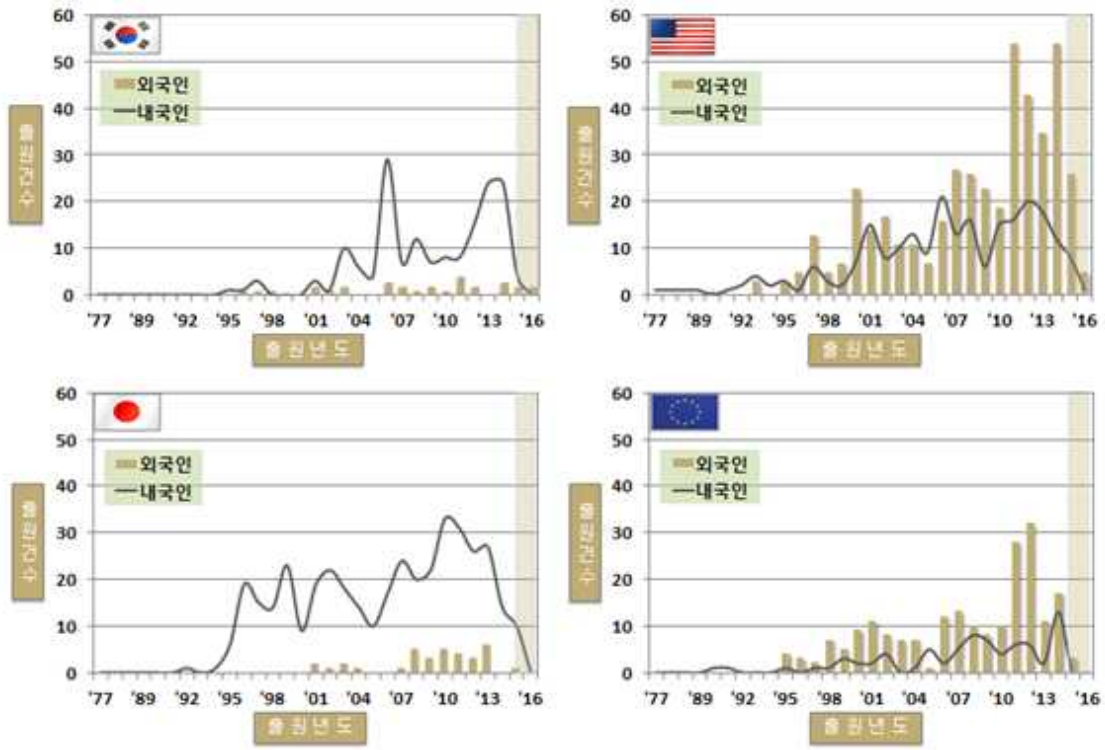
- 국가별 출원인의 국적 현황

* 주요시장국 내외국인 특허출원동향을 살펴보면, 미국이 전체 출원의 43%를 차지하는 것으로 나타났으며, 가장 낮은 출원이 이루어진 국가는 한국으로 확인됨.
* 한국과 일본은 각각 85%, 92% 이상이 내국인의 출원으로 자립도가 높은 것으로 나타나지만, 미국 및 유럽의 경우 외국인에 의존적인 모습을 보임.
* 일본의 경우, 타 국가에 가장 많은 출원 활동을 하는 외국인으로 나타났으며, 이는 자국의 기술을 바탕으로 타국의 시장을 선점하려는 전략으로 생각됨.



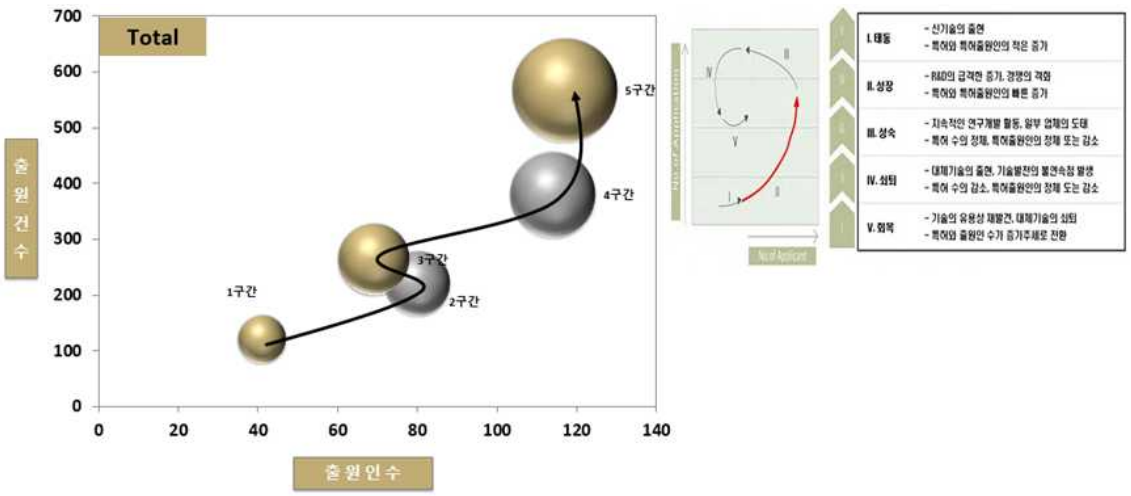
<그림 43> 국가별 출원인의 국적 현황

- 연도별 출원인의 국적 동향
  * 한국 및 일본의 경우 내국인의 비중이 크며, 최근에도 내국인의 출원은 꾸준히 이루어지고 있음.
  * 반면에 미국은 '07년대 중반부터 외국인의 출원이 급증하고 있음.
  * 유럽은 외국인의 출원이 '10년도 이후 증가한 것으로 나타남.
  * 일본의 경우 내국인의 출원이 지배적인데, 이는 자국 기업에 의한 하이브리드 차량 시장점유율이 높고 특허권의 권리 행사에 대해 보수적인 입장을 갖기 때문으로 판단됨.
  * 또한, 중국 시장의 확대에 따라 상대적인 중요도의 하락도 원인으로 판단됨.



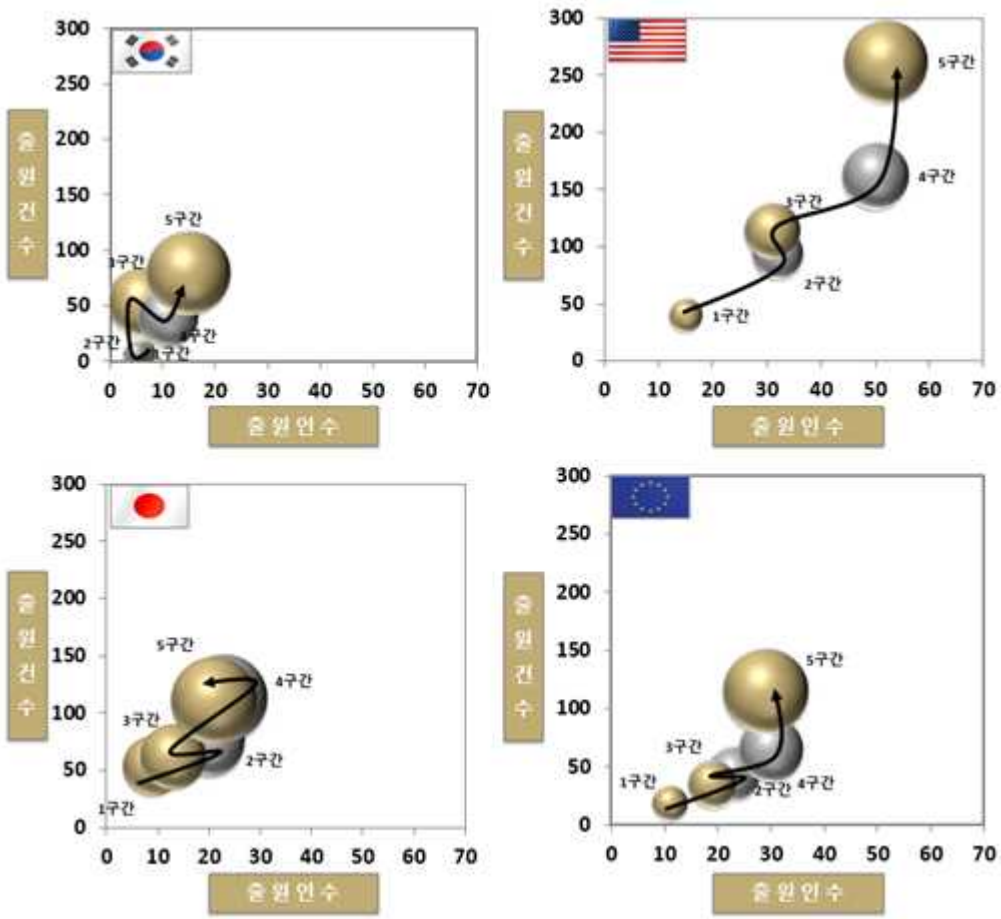
<그림 44> 내·외국인의 연도별 출원 동향

- 기술시장 성장단계
  * 특허 출원 연도를 5개 구간('95~'98, '99~'02, '03~'06, '07~'10, '11~'14)으로 나누어, 각 구간별로 특허 출원 건수와 특허 출원인수를 검토함으로써 현 시점의 기술시장 성장단계를 파악함.
  * 전체적으로, 최근 출원 건수와 출원인수가 지속적으로 늘어나는 성장기로 나타남.
  * 다만, 근래에 들어서는 출원인수가 다소 감소하는 것으로 보여 향후 성숙기에 접어들 것으로 보임.



<그림 45> 기술시장 성장단계 - 종합

- 국가별 기술시장 성장단계
  * 전체적으로 출원인수와 출원 건수가 증가하는 성장기의 단계로 판단됨.
  * 한국, 미국은 최근 들어 출원이 더욱 증가하는 성장기로 판단됨.
  * 일본의 경우, 전체적으로 출원 건수와 출원인의 비율이 감소하는 성숙기에 접어든 것으로 보임.



<그림 46> 국가별 기술시장 성장단계

○ 주요 경쟁자 Landscape

- 주요 출원인 현황
  * 전체 유효데이터 중 일본기업인 Nissan Motor社의 특허가 총 197건으로 가장 높은 비중을 차지하였고, 그 다음으로 한국기업인 현대자동차社가 190건, 일본의 Toyota社가 187건의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타남.
  * TOP5는 모두 자동차 제조사로 일본 기업이 3개, 한국기업이 1개, 미국 기업이 1개인 것으로 나타났으며, 독일의 ZF社, 일본의 JATCO社, AISIN社 등 변속기 업체가 다음을 이었음.
  * 특이사항으로 미국특허 31개를 보유한 PAICE社는 미국의 Non-Practicing Entity(NPE)로 소유한 하이브리드 핵심기술특허를 통해 Toyota社와의 소송에서 승소하였고, 현재 Ford社 및 현대자동차社에 소송을 진행 중임.

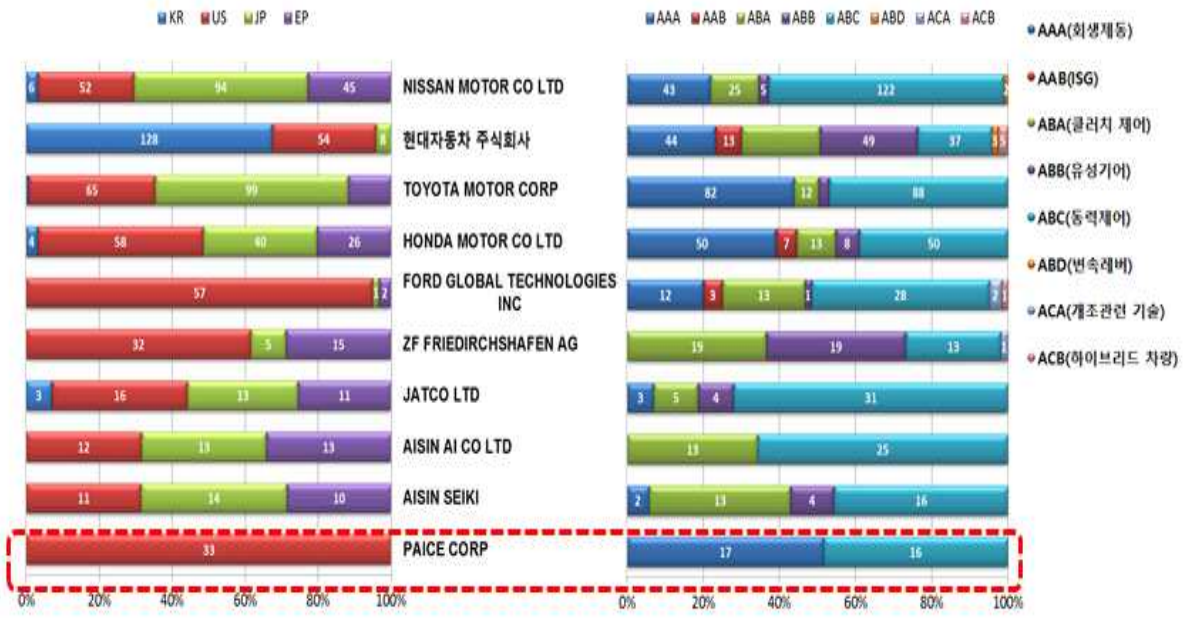
* 기술 분야는 동력분배(ABC)가 가장 많은 것으로 나타났으나, PAICE社의 특허는 회생제동과 동력제어에 관한 기술로 포트폴리오가 구성됨

<표 62> 주요 출원인의 특허 출원 현황

연번	출원인	출원인 국적	주요 IP 시장국(건수, %)					최다 출원국	출원증가율 (최근5년)	주력 기술 분야
			KR	JP	US	EP	총합			
1	NISSAN MOTOR CO LTD	JP	5	52	94	45	197	일본	-171	ABC
			3.05%	26.40%	47.72%	22.84%				
2	현대자동차 주식회사	KR	128	54	8	0	190	한국	180	ABB
			57.37%	28.42%	4.21%	0%				
3	TOYOTA MOTOR CORP	JP	1	55	40	25	187	일본	-90	ABC
			0.53%	34.76%	52.94%	11.76%				
4	HONDA MOTOR CO LTD	JP	4	58	40	26	128	미국	-17	ABC
			3.13%	45.31%	31.25%	20.31%				
5	FORD GLOBAL TECHNOLOGIES INC	US	0	57	1	2	60	미국	-115	ABC
			0%	95%	1.67%	3.33%				
6	ZF FRIEDIRCHSHAFEN AG	DE	0	32	5	15	52	미국	-81	ABB
			0%	51.54%	9.62%	28.55%				
7	JATOO LTD	JP	3	15	13	11	43	미국	-35	ABC
			6.96%	37.21%	30.21%	25.58%				
8	AISIN AI CO LTD	JP	0	12	13	13	38	일본	-262	ABC
			0%	31.58%	34.21%	34.21%				
9	AISIN SEIKI	JP	0	11	14	10	35	일본	77	ABC
			0%	31.43%	40%	28.57%				
10	PAICE CORP	US	0	33	0	0	33	미국	-158	AAA
			0%	100%	0%	0%				
11	FJJI HEAVY IND LTD	JP	0	7	21	3	31	일본	-207	ABC
			0%	22.56%	67.74%	9.68%				
12	MITSUBISHI MOTORS CORP	JP	1	10	16	3	30	일본	-17	AAA
			3.33%	33.33%	53.33%	10%				
13	SUMITOMO HEAVY IND LTD	JP	2	8	5	5	20	미국	-50	ACB
			10%	40%	25%	25%				
14	GM GLOBAL TECHNOLOGY	US	0	20	0	0	20	미국	-50	ABB

			0%	100%	0%	0%				
15	MAZDA MOTOR CORP	JP	0	1	16	0	17	일본	-100	AAA
			0%	5.88%	94.12%	0%				
16	CRF SOCIETA CONSORTILE PER	IT	2	7	0	8	17	유럽	7	ABA
			11.76%	41.18%	0%	47.06%				
17	ISUZU MOTORS LTD	JP	0	0	15	1	16	일본	450	AAA
			0%	0%	93.75%	6.25%				
18	GENERAL MOTORS CORP	US	0	14	0	2	16	미국	0	ABB
			0%	87.50%	0%	12.50%				
19	HINO MOTORS LTD	JP	0	8	0	7	15	미국	-100	AAA
			0%	53.33%	0%	45.67%				
20	기아자동차 주식회사	KR	11	3	0	0	14	한국	317	AAA
			78.57%	21.43%	0%	0%				

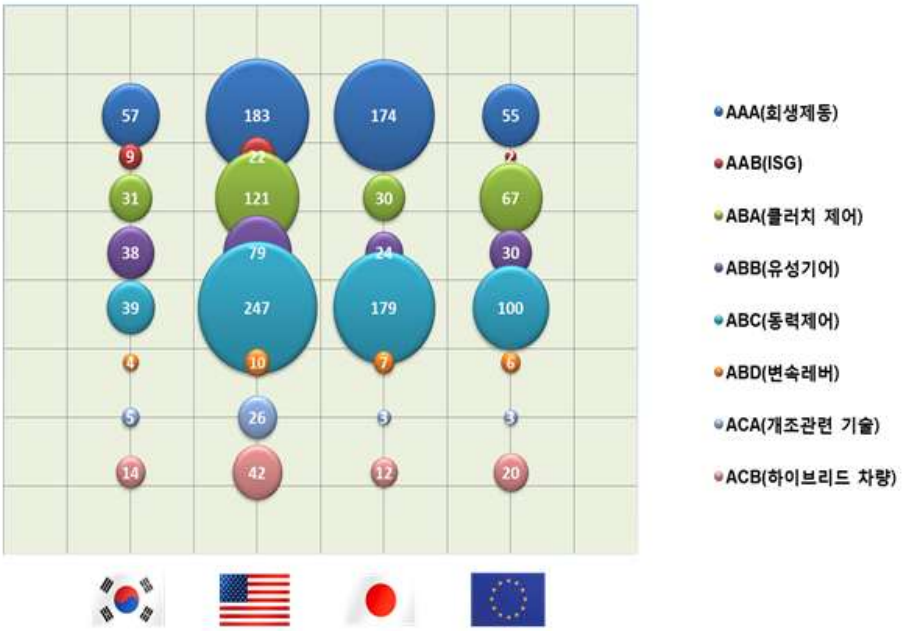
- 주요 출원인의 특허출원 동향
  * 대부분의 주요 출원인은 자국을 기반으로 출원 활동을 진행하면서 다른 국가에도 기술진입을 진행하고 있는 것으로 나타남.
  * Nissan社, Toyota社, Honda社와 같은 일본 기업은 자국 특허를 기반으로 미국, 유럽에도 출원을 하고 있는 것으로 나타남.
  * 반면, 한국의 현대자동차社는 국내 출원에 매우 집중되어 있고 28% 정도를 미국에 출원하고 있는 것으로 나타났으며 유럽에서의 출원은 없는 것으로 나타남



<그림 47> 주요 출원인의 기술 분야별 특허 출원 현황

○ 세부기술별 Landscape

- 세부기술별 주요 국가의 특허 출원 동향
  * 전체적으로 동력제어(ABC) 관련 특허가 가장 많이 출원(565건)되고 있으며 회생제동(AAA), 클러치제어(ABA)가 뒤를 이어 출원되고 있음.
  * 미국의 경우 전체적으로 타 국가에 비해 특허출원이 활발히 일어나고 있으며 동력제어, 유성기어 관련기술, 클러치제어, ISG, 회생제동 등 여러 분야에 걸쳐 많은 출원이 이루어지고 있음.
  * 하이브리드 개조(ACA)와 하이브리드 트럭, 중장비(ACB) 관련 특허는 상대적으로 적은 것으로 나타났음.
  * 이는 관련 시장이 협소하고 특허의 특성상 포괄적인 대상을 아우르는 경우가 많기 때문인 것으로 판단됨.



<그림 48> 세부기술별 주요국가 특허 출원 현황

- 세부기술별 주요출원인의 특허 출원 동향
  * 최다 출원인인 Nissan社는 출원수가 동력제어(ABC), 회생제동(AAA) 순으로 많았음.
  * 다음으로 현대자동차社의 경우 출원수가 유성기어(ABB), 회생제동(AAA), 클러치제어(ABA), 동력제어(ABC) 등 여러 분야에 걸쳐 골고루 많았음.
  * 3위인 Toyota社는 동력제어 분야의 특허(ABC)와 회생제동(AAA)이 많은 것으로 나타났음.
  * NPE인 PAICE社의 경우, 회생제동(AAA)와 동력제어(ABC)분야의 특허로만 구성되었음.
  * 이는 시스템 성격의 특허로서 침해입증이 용이하고 회피가 어려운 특허로 보임.

<그림 49> 세부기술별 주요출원인의 특허 출원 현황

4. 국내외 기술개발동향 및 분석 소결

□ 하이브리드 자동차 및 트럭 관련 국내외 기술개발동향 분석 소결

○ 친환경 하이브리드 차량에 대한 기술은 자동차 제조회사들의 활발한 연구 개발 및 상용화로 인해 이미 성숙한 단계에 이르렀으며, 각 제조회사 별로 다양한 구조의 병렬형 또는 동력분기형 하이브리드 파워트레인 시스템이 개발됨.

- 동력분기형 하이브리드 시스템은 다양한 구동 모드를 기반으로 높은 연비 개선 성능을 보여주고 있지만 복잡한 시스템(2개 이상의 모터/제너레이터와 1개 이상의 유성기어 및 클러치 사용 등)으로 인해 생산 원가가 높음.
- 병렬형 하이브리드 시스템은 1개의 모터/제너레이터로 구현 가능함.

○ 미국, 일본에서는 2000년 초부터 물류트럭에 대한 친환경 기술개발의 필요성을 인지하고 전기차, 하이브리드 전기차 등에 대한 연구 및 제품 생산을 진행 중임.

○ 국외에서 진행된 대부분의 하이브리드 디젤-전기 물류 트럭 개발에 상대적으로 저가 시스템인 병렬형 하이브리드 파워트레인이 사용되었으며, 다양한 개발 사례에서 병렬형 하이브리드 시스템이 NOx 배출량 감소 및 연비 개선에 효과가 있다는 것을 입증함.

○ 국내에서 상용차를 전기 트럭으로 개조한 사례들이 있으나 충분한 주행 거리 및 속력

확보를 위해 큰 배터리 용량을 요구하므로 작은 크기의 배터리만 사용하여도 되는 디젤-전기트럭에 비해 개조 비용이 크게 증가할 수밖에 없어 개조 사업 확대에 제한이 있음.

○ 국내의 디아이씨社에서 1톤 상용차를 주행거리 연장형 하이브리드로 개조한 사례가 있으나 이는 전기차에 가까운 직렬형 하이브리드 구조로 여전히 고 개조비용의 문제를 안고 있기 때문에, 저비용/고효율 택배 차량을 위한 하이브리드 개조 기술 개발이 필요한 상황임.

○ 직렬형 하이브리드는 시스템이 간단하고 복잡한 제어 전략이 필요하지 않지만, 에너지 변환 과정이 병렬형보다 많아 효율이 떨어지고 엔진 계통과 차량 구동 계통을 분리해야 하므로 더 많은 개조 비용이 드는 특징이 있음.

○ 병렬형 하이브리드 시스템은 모터와 엔진이 차량 구동에 직접 관여할 수 있어 직렬형에 비해 동력원의 제어 자유도가 크기 때문에 높은 수준의 최적 제어 전략을 필요로 하나 그만큼 높은 효율을 가질 수 있으며, 기존의 엔진을 통한 구동 시스템을 일부 개조하여 사용가능하므로 개조 비용이 낮은 특징이 있음.

○ KAIST에서 개발한 eMT는 기존 대부분의 상용 트럭에서 사용되는 수동변속기를 기반으로 한 병렬형 하이브리드 기술로, 최소한의 개조로 하이브리드화 할 수 있는 저비용 솔루션 중의 하나로 판단됨.

* Eaton의 병렬형 하이브리드 시스템은 자동 변속기와 자동화 수동 변속기를 기반으로 함

□ 자동차용 배터리 관련 국내외 기술개발동향 분석 소결

○ 국내 및 국외의 배터리 관리 시스템 연구개발의 방향은 대부분 완성차 업체와 협력하여 수행되고 있음을 보임

○ 본 과제는 이미 시판된 타겟 차량에 대한 개조를 목표로 하고 있으므로 상기 방향과는 거리가 있음

○ 타겟 차량 최적화의 관점에서 배터리 및 배터리관리시스템 개발에서 보다 유연하고 정략적인 접근이 필요함

○ 단적인 배터리 관리 뿐 아니라 전체 에너지를 총괄할 수 있는 에너지 관리시스템으로의 확장이 필요함

□ 구동 모터 관련 국내외 기술개발동향 분석 소결

○ 구동 모터의 효율을 높이기 위해 국·내외에서 기술개발이 활발히 이루어지고 있음.

○ 다양한 구동영역에서 모터시스템 효율을 최대화하기 위한 최적설계 방법론 개발이 요구됨.

○ 국·내외 하이브리드 자동차 업체들은 영구자석형 모터를 가장 많이 사용하고 있으나, 영구자석의 가격이 비싸기 때문에 보다 저가·고성능 모터의 개발이 요구됨.

- 최적설계 방법론 적용을 통해, 모터의 주요 성능(무게, 평균토크, 토크리플 등)을 최적화할 수 있는 기술의 개발이 요구됨.

○ 모터 내부 온도의 증가는 시스템 효율을 급격히 저하시키므로, 효율적인 방열 기술의

개발이 요구됨.

○ NVH 성능을 개선하기 위해, 구동 모터에서 발생하는 소음 원인을 규명하고 제거하는 기술의 개발이 요구됨.

□ 구조 안전성 해석 관련 국내외 기술개발동향 분석 소결

○ 구조 안전성 해석은 크게 동역학해석, 정적해석, 진동해석, 충돌해석으로 나뉨.

- 모듈의 구조 안전성 분석 시 마찬가지로 동역학해석, 정적해석, 진동해석, 충돌해석을 수행해야 하며 이에 대한 신뢰성 확보가 필요함.

□ 개조 모듈화 관련 국내외 기술개발동향 분석 소결

○ 완성차 업체와 부품 업체가 역할을 분담함으로서 생산성 향상이 요구됨.

○ 국내외 업체 모두 개조 모듈화가 증가하는 추세임.

○ 주문자 제작방식으로 조립과 교체 편의성 증대가 필요함.

○ 무게 최적화 등을 통해 차량의 성능, 안정성 및 연비 향상이 가능함.

○ 생산 단가를 낮출 수 있어 제품경쟁력 향상이 가능함.

□ 적재함 구조 개선 관련 기술개발동향 분석 소결

○ 택배 운송용 소형 트럭의 적재함 자체의 구조 개선 관련 기술이 부족함.

- 적재함 구조 개선 관련 기술은 주로 대형 트럭의 상·하역을 위해 개발됨.
- 국내 소형 트럭 적재함 관련 연구의 경우, 구조 개선 보다는 연비를 높이기 위한 경량화 연구가 진행되었음.
- 반면, 독일의 Mercedes-Benz는 물류환경의 효율성 향상을 위한 연구 개발을 진행 중이며, 특히 사용자의 편의성을 높이는 기술을 개발 중임.
- 따라서 택배 운송의 효율 향상을 위한 소형 트럭의 적재함 구조 개선 관련 연구가 필요할 것으로 보임.

□ 특허동향 분석 소결

○ 하이브리드 차량 관련 특허는 ‘95년대 이후 배기가스 및 연비규제 강화에 따라 출원수가 증가하고 있으며 ‘11년 이후 급증하고 있는 것으로 나타남.

○ 국가별로 살펴보면 미국이 44.54%로 가장 많은 출원을 한 나라이며 뒤이어 일본, 유럽, 한국 순으로 나타남.

○ 이는, 미국이 세계적으로 가장 큰 자동차 시장 및 가솔린 차량이 중심인 시장구조를 갖으면서 배기가스 규제의 강화에 따른 것으로 판단됨.

○ TOP5는 모두 글로벌 자동차 회사였으며, 그 중 일본 기업이 3개, 한국 기업이 1개, 미국 기업이 1개인 것으로 나타났음.

○ 다음으로 독일의 ZF社, 일본의 JATCO社, ASIN社 등 변속기 업체가 주요 출원인으로 나타남.

○ 세부기술 분야는 하이브리드 동력제어(ABC)가 가장 많은 것으로 나타났으나, NPE인

PAICE사의 특허는 회생제동과 동력제어로 포트폴리오를 구성하는 것으로 나타남

○ 전체적인 시장의 경우, 하이브리드 동력제어(ABC)관련 특허가 가장 많이 출원되었고 회생 제동(AAA), 클러치 제어(ABA)가 뒤를 잇고 있음.

○ 미국의 경우, 전체적으로 타 국가에 비해 출원이 활발히 진행되고 있으며 특히 하이브리드 파워트레인(AB) 분야의 특허 출원이 활발히 진행되고 있음.

○ 하이브리드 개조(AC)관련 기술은 특허가 상대적으로 적은 것으로 나타남.

제 4절 연구개발 인프라 분석

1. 국내 연구개발 인프라 분석

□ 관련 학계 및 연구기관

○ 한국과학기술원

- 기관개요
  * 국가 발전에 필요한 고급 과학기술 인력을 양성하고 이공계 연구중심대학의 본보기를 제시하기 위해 설립됨.
  * 과학기술분야에 관한 깊이 있는 이론과 실제적 응용력을 고루 갖춘 고급 과학 기술 인재를 양성하고 있음.
  * 국가 정책적으로 수행하는 중장기연구개발과 국가과학기술저력 배양을 위한 기초 및 응용연구를 수행함.
- 관련사업 및 연구
  * 혁신적인 설계에 의한 기존 차량구동계의 하이브리드화
  * 클러치가 없는 유성기어 변속기를 이용한 하이브리드 구동계 설계
  * 유성기어 장치를 이용한 클러치가 없는 스마트 변속기 시스템 개발
  * 세계 최고 수준의 연비 및 가속성능을 갖춘 동력분기형 (P)HEV 파워트레인 배열 탐색 및 원천기술 개발
  * 세계 하이브리드 전기차 기술 선도를 위한 독창적인 동력분기형 하이브리드 파워트레인 배열 개발

○ 한국교통연구원

- 기관개요
  * 교통정책 기술을 연구, 개발하고 교통정책, 기술에 관련된 국내외 각종 정보를 수집, 조사, 분석하여 이를 널리 보급함으로써 교통분야 발전에 기여하기 위해 설립된 정부출연 연구기관임.
  * 지식경영과 융합창발형 연구시스템을 기반으로 국가교통, 물류정책을 선도하는 국가 연구기관임.
  * 삶의 질 향상과 국가경쟁력 제고를 위해 효율적이고 지속가능한 교통체계 추진정책을 제시하고, 교통관련 기초자료 구축 및 핵심기술 개발을 통해 교통산업 발전을 선도하고 있음.
- 관련사업 및 연구
  * 도로운송부문 장비 경량화 및 연비 개선 기술개발 기획
  * 사업용 차량을 이용한 도로교통 상황정보 수집 및 활용 기술 개발 기획
  * 도로화물 운송 효율화를 위한 트레일러 경량화, 공기저항저감 및 운송용기 최적화 기술개발

○ 한국철도기술연구원

- 기관개요
  * 철도, 대중교통, 물류 등 공공교통 분야의 연구개발 및 성과확산을 통해 국가 및 산업계 발전에 기여하기 위해 설립된 정부출연 연구기관임.
  * 수요 중심의 융·복합 연구 및 첨단, 핵심 원천기술 개발을 통한 철도 교통 물류분야 신

성장 동력 창출을 목표로 함.

- 관련사업 및 연구
  * 무인 택배 로봇 등 택배산업 고도화를 위한 ICT 기술개발
  * 화물차량 상하역 시간 단축을 위한 일괄 하역장비 기술개발
  * 노동의존 물류환경 개선을 위한 하역, 운반 보조장비 기술개발

○ 지능형자동차부품진흥원

- 기관개요
  * 지식경제부와 대구광역시가 출연하여 설립한 재단법인으로 지역혁신기반구축사업으로 추진되는 ITS기반 지능형자동차부품시험장 건립 사업을 수행함.
  * 지식경제부, 대구광역시, 민간업체 협약으로 지능형 자동차 시험 지원을 주력으로 함.
- 관련사업 및 연구
  * 진동시험: 환경조건(진동, 온도, 습도 등)하에서 각종 자동차 모듈 및 시스템의 극한 상황의 단축/3축(X, Y, Z) 복합 환경의 내구를 평가함.
  * 연비·배기가스 성능측정 및 평가분석: 실제 주행 환경조건에서의 자동차 부품 및 시스템의 연비·성능 평가, 일반 가솔린(가스) 및 디젤 차량의 연비·배기가스 시험, 4WD용 가솔린(가스) 및 디젤 차량의 연비·배기가스 시험, 일반 가솔린 및 디젤 차량의 입자상 물질 측정 시험 등을 수행함.

○ 교통안전공단

- 기관개요
  * 교통사고의 예방을 위한 사업을 시행하여, 교통안전관리의 효율화를 도모하고, 국민의 생명, 신체 및 재산의 보호에 기여함을 목적으로 설립된 공공기관임.
  * 육상, 항공, 철도 등 교통 전 분야에서 국민의 생명과 재산을 보호하기 위한 각종 교통안전사업을 펼침.
- 관련사업 및 연구
  * 자동차 검사: 자동차 정기·종합검사 및 신규검사, 자동차 구조변경검사, 택시미터 검정, CNG 내압용기 재검사 등을 수행함.
  * 자동차 성능 시험 / 연구: 신차 안전도 평가(NCAP), 자동차 제작결함조사(Recall), 친환경 · 첨단 미래형 자동차 연구 및 관련 산업을 지원함.
  * 주행시험: 광장 형태의 평탄한 아스팔트 시험로에서 다양한 종합 성능 및 법규시험을 할 수 있음.
  * 비포장내구로/경사로: 다양한 곡률의 회전반경과 시험코스에서 비포장길 등의 극단적인 길들을 재현하여 성능시험을 함.
  * 선회시험장: 직경 100m인 원형의 아스팔트 포장으로서 동심원의 레벨이 일정하게 포장되어 있으며, 각종 선회 및 선회시 안정성 시험을 실시함.
  * 직선로/소음시험장/전파장해시험장: 건조 아스팔트 시험로, 자동차의 주행소음도 측정, 또한 자유 전장상태에서 자동차의 전자파 방사시험 및 개발시험을 수행함.
  * 튜닝(구조변경)제도 운영: 산업활동의 경쟁력 확보, 편리성 추구, 비용절감 등을 목적으로 하는 튜닝이 안전도를 저하시키고 교통사고 및 환경오염을 유발시키지 않도록 함.

○ 환경부

- 기관개요
  * 환경오염과 환경훼손을 예방하고 환경을 적정하고 지속가능하게 관리·보전함으로써 모든

국민이 건강하고 쾌적한 삶을 누릴 수 있도록 환경보전과 관련한 다양한 기본계획 및 중장기종합 계획의 수립과 집행을 주요 업무로 하는 중앙행정기관임.

- 관련 사업 및 연구

* 자동차 인증시험: 자동차의 배출 가스와 소음인증 시험검사를 통해 자동차의 배기가스와 소음이 허용 기준에 적합한지 확인함. 해당 검사 방법과 절차 등에 관한 규정에 따라 국립환경과학원(교통환경연구소)에서 총괄하고 있음.

* 인증시험절차

1. 저감장치 인증신청 :제작자 → 환경부
2. 신청서 검토 : 환경부(자문위원회)
3. 저감장치 인증시험 신청 : 제작자 → 인증시험기관
4. 인증시험계획서 작성 : 인증시험기관(국립환경과학원과 협의, 자문위원회)
5. 인증시험계획서 제출 : 인증시험기관 → 환경부
6. 인증시험 실시 : 인증시험기관
7. 인증시험 결과보고서 작성 : 인증시험기관
8. 인증시험 결과보고서 제출 : 인증시험기관 → 환경부, 국립환경과학원
9. 인증시험 결과보고서 검토 : 국립환경과학원(자문위원회)
10. 인증시험 결과 검토의견서 제출 : 국립환경과학원 → 환경부
11. 인증서 교부 : 환경부→제작자

○ 한국환경공단

- 기관개요

* 한국환경공단은 환경오염방지·환경개선·자원순환 촉진 및 기후변화대응을 위한 온실가스 관련 사업을 효율적으로 추진함으로써 환경 친화적 국가발전에 이바지하기 위해 설립됨.

- 관련 사업 및 연구

* 운행차 배기가스 원격측정 및 수시점검: 도로상 운행중인 자동차의 배기가스 원격측정 및 스마트사인을 운영, 자동차 배기가스 원격측정을 통한 과다배출차량 선별 및 통보, 원격측정결과 전산처리를 위한 시스템 설치 및 운영, 원격측정지점 선정 및 재조사, 전문정비사업자 지도점검 및 기술지원
* 자동차 배기가스 종합전산시스템 운영 사업: 제작차 배기가스 관리, 저감사업제도 전산화, 제도운영 혼선 및 국민피해 방지 및 종합적 연계관리
* 전기자동차 보급 활성화 사업: 전기자동차 성능평가 시험, 전기자동차 공공충전인프라 설치 및 운영, 전기자동차 충전인프라 설치 기술지원

○ 자동차부품연구원

- 기관개요

* 국내 자동차부품업계의 자생력 확보와 산업육성을 위하여 정부와 업체가 협력하여 설립하였고 연구개발, 시험인증, 교육 및 정보제공 등 다양하게 지원함.

- 관련 사업 및 연구

* 클린 디젤엔진 및 전기 하이브리드 기반 친환경 자동차의 핵심부품 개발을 위한 설계/해석/평가/실증과 관련된 다양한 기반기술 및 응용기술 연구
* 친환경 가스기반(CNG 및 DME 등) 연료 엔진 기술 개발
* 차량용 에너지 저장 및 전력변환시스템 연구
* 그린카 및 개인용 전동력 운송수단을 위한 구동/전장시스템 연구

* 표준화 연계 기반 차량 전장품의 성능 및 신뢰성/안정성 평가기술 연구

□ 관련 기업 - 택배 및 물류 회사

○ CJ 대한통운

- 기업개요
  * 육상 물류, 택배, 국제택배, 상업서류 송달, 반도체 장비 등의 정밀기기 운송, 항공 포워딩, 항만하역, 해운, 국제특송 등의 업무를 담당하는 국내 물류회사임.
- 관련사업 및 연구
  * 광주광역시, 조이롱코리아와 함께 전기화물차를 이용한 친환경 택배 서비스를 본격적으로 선보일 예정임.
  * 1회 충전으로 약 70km의 거리를 운행할 수 있으며, 최고속도가 시속 95km이며 20.6°의 경사로도 올라갈 수 있는 적재량 최대 500kg인 소형 전기화물차 두 대를 제주도에 도입하여, 향후 전기화물차를 도입하기 위해 다양한 테스트를 할 계획임.
  * 차량 내부에 운행정보를 수집할 수 있는 장비와 블랙박스를 설치해 기후, 운전자의 운전 패턴, 충전시간 및 횟수 등의 데이터를 분석해 배터리 성능을 점검하고, 최적의 운영방안을 모색하고 있음.
  * 장시간 주행보다 잦은 정차가 많은 택배 배송 업무의 특성에 맞는 운행 모델 연구를 통해 노하우를 축적하고 개선점을 도출하려함.
  * 전국 300여 곳에 전기자동차 충전소 설치 및 운영에 나서며 새로운 사업 모델도 개발할 계획임.
  * 스마트 트럭으로 불리는 디지털운행기록계와 결합한 형태의 통합단말기가 설치된 차량에 태블릿 PC를 장착해 실시간으로 데이터를 교환하면서 운행정보를 통합 관리할 예정임.

○ 쿠팡

- 기업개요
  * 2010년에 창업한 국내 전자 상거래(E-Commerce) 웹사이트 중 하나로 2015년 기준, 관련업계 중 매출액 규모에서 1위를 기록한 인터넷 쇼핑 및 물류업체임.
- 관련사업 및 연구
  * 전기 화물 배송 차량을 도입한 세계 최초 친환경 물류센터를 대구에 도입할 예정임.
  * 1t급 전기자동차 택배 트럭을 시범 운행할 예정임.
  * 대구에서 시범사업을 추진한 뒤 전국에 순차적으로 전기자동차 1000여대를 도입할 방침임.

□ 관련 기업 - 하이브리드 차량 및 파워트레인 제조사

○ 현대자동차

- 기업개요
  * 국내 최대의 완성차 생산·판매 업체로 2013년 기준, 세계에서 8번째로 큰 자동차 회사이며, 시가 총액 기준으로 코스피 2위의 대기업임.
- 관련사업 및 연구
  * 병렬형 하이브리드 차량 시스템을 주력으로 하여, 1999년에 첫 아반떼 하이브리드 차량을 선보임.
  * 이 후 쏘나타 하이브리드, 그랜저 하이브리드 등 꾸준하게 친환경 자동차를 출시함.

* 2016년에 하이브리드 전용 플랫폼을 만들어, 아이오닉 라인을 출시하고 있으며 연비는 22.4km/l로 기존 최고의 연비 차량인 프리우스 하이브리드 차에 근접함.
* 2017년에는 연비 18.2 km/L, 38 kW급 모터, 최대토크 20.9 kgm, 전기모드로 약 120km/h 주행이 가능한 LF 소나타 하이브리드가 출시됨.

○ Powerplaza

- 기업개요
  * DC-DC Converter, AC-DC Converter 등의 전원공급장치(SMPS) 개발, 생산, 판매 및 EV파워트레인 솔루션 연구, EV관련 부품개발, 고속 전기차 연구개발, 생산하고 있는 업체임.
  * 2015년부터는 환경부 전기자동차 보급 업체로 선정되어 친환경 전기자동차 보급에 앞장서고 있음.
- 관련사업 및 연구
  * 고성능 전기자동차 'YEBBUJANA' 개발 및 판매 중임.
  * 경상용차 '라보'의 차체를 개조해 만든 전기트럭 'PEACE'를 개발하여, 교통안전공단 자동차안전연구원(KATRI)에서 국내 안전인증을 받고 상용화 함.
  * 일반 내연기관차의 엔진과 연료계통을 전기모터, 배터리 등의 전기동력 시스템으로 교체하는 EV Conversion 사업을 진행 중임.
  * 각종 전기자동차의 핵심부품을 연구개발 및 생산하고 있음.

○ 디아이씨

- 기업개요
  * 국내의 차량용 파워트레인 부품 전문 업체로 자동차, 모터사이클, 중장비에 사용되는 트렌스미션 및 엔진부품을 연구·개발하고 제작하고 있음.
  * 최근, 신재생 에너지 사업을 통한 신성장 동력확보의 일환으로 EV특장차 관련 국책사업을 진행 중임.
- 관련사업 및 연구
  * 소형 상용급 RE-EV부품 System Integration 기술개발
  * 에너지 저감을 위한 소형 이동수단용 내장형 반자동변속기 개발
  * 다목적 농어촌 관리차량 개발
  * '쿠팡'에 전기상용차 공급 계획
    - 대구광역시와 전기상용차 생산공장 유치와 관련한 투자 협약을 체결함.
    - 해당 협약을 통해 소셜커머스 업체인 '쿠팡'에 전기택배차를 공급할 예정임.

2. 국외 연구개발 인프라 분석

□ 관련 학계 및 연구기관

○ National Renewable Energy Laboratory(NREL)

- 기관개요
  * 에너지의 효율적 사용, 지속가능한 교통, 재사용 가능한 기술을 연구하고, 에너지 시스템의 최적화를 연구하는 연구소임.
  * 그 중, Transportation deployment 팀은 대체 연료 및 재생 가능 연료, 첨단 차량, 연비 개선 및 배기 가스 및 석유 의존도를 줄이는 차량 수준의 효율성을 구현하는 데 도움을 주기 위해 수송 차량, 연료 공급 업체 및 기타 교통 이해 관계자와 협력하고 있음.
- 관련사업 및 연구
  * 기업 등과 연계하여 순수 전기자동차, 하이브리드 전기자동차, 대체연료 자동차 등의 퍼포먼스와 효율을 일정 기간 동안 방대하게 시험함.
  * 실제 산업에 적용될 수 있도록 현실성이 반영된 데이터를 축적함.
  * 여러 자동차와 부품들에 대해 운전 사이클 모델링, 시뮬레이션, 테스트 함.
  * 코카콜라, FedEx, United Parcel Service(UPS) 등 물류회사와 연계하여 하이브리드 전기 트럭을 개발하고 시험주행을 수행하였음.

□ 관련 기업 - 택배 및 물류 회사

○ FedEx

- 기업개요
  * 미국의 물류회사로 국제 택배 및 운송, 전자상거래, 기업 배송 등의 서비스를 제공하는 업체임.
  * 운송 부문에서 상업용 하이브리드 전기 자동차 개발을 개척하고 있음.
- 관련 사업 및 연구
  * 2008년 FedEx는 170 대 이상의 차량으로 북미 및 운송 업계에서 가장 큰 상업용 하이브리드 전기 트럭을 운영함.
  * 하이브리드 전기 트럭 인 FedEx E700은 연비를 42 % 향상시키고 온실 가스 배출량을 약 25 % 줄이며 미립자 오염을 기존 차량 대비 96 % 줄였음.
  * 2010년 홍콩에 히노(HINO)가 생산하고, 크라운 모터스가 유통하는 디젤 전기 하이브리드 트럭 2대를 처음 운영함.
  * 기존의 디젤 차량 대비 이산화탄소 배출량을 30% 감소시킬 것으로 예상됨.
  * 2013년, 6개월간 하이브리드 트럭 테스트를 온타리오, 캘리포니아에서 진행하였고 기존의 트럭과 비교하였을 때 12%-17%의 연료 경제성 개선 효과를 보임.

○ Coca-cola

- 기업개요
  * 전 세계에 무 알콜성 음료 및 시럽을 제조·유통하는 미국의 식·음료 업체임.
  * 코카콜라는 2001 년에 하이브리드 차량을 생산하기 시작했으며 북미 지역에서 가장 많은 대형 하이브리드 전기 트럭을 보유하고 있음.

- 관련사업 및 연구
  * NREL과의 공동 프로젝트로 하이브리드 배달트럭을 개발하고 실차 주행 시험을 실시함.
  * 5 대의 대형 하이브리드 전기 트럭과 5 대의 기존 디젤 트럭에 대한 연비, 유지 보수 및 기타 온로드 성능 데이터를 수집하고 분석함.
    · 테스트 결과 기존의 배달트럭과 비교하여 13.7%의 연료 효율 개선효과 및 12%의 연료비용 절감효과를 보임.
    · 동력계 테스트에서 하이브리드는 주행 사이클에 따라 최대 30 %의 연비 향상을 보였으며 톤 mi / gal은 32.1 % 향상되었음.
  * 코카콜라는 현재 750대 이상의 하이브리드 트럭을 이용해 미국 전역 및 캐나다에서 배달을 하고 있고, 지속적으로 새로운 하이브리드 트럭을 도입중임.

○ UPS
- 기업개요
  * 미국의 운송 및 화물 배달 회사로서, 국내 및 국제 화물 운송을 주도하고 있는 세계적인 택배 물류기업임.
  * 하이브리드 전기 자동차(HEV)를 배치하여 운송 작업을 수행 중이며 친환경 트럭을 적용한 사업 영역을 꾸준히 확장하고 있음.
- 관련사업 및 연구
  * 2008년 NREL과 공동프로젝트로 개발한 UPS hybrid electric delivery van 50대를 피닉스, 애리조나에서 시험 운행함.
    · 이는 1세대 하이브리드 밴으로, 기존의 디젤 밴과 비교하였을 때 29%-37%의 연료 효율 개선 및 19%-52%의 연료 경제성 개선 효과를 나타냄.
    · 또한, 기존의 van과 비교하였을 때 유지비용이 8%정도 저렴한 것으로 나타남.
  * 현재 300대가 넘는 하이브리드-전기 운송트럭을 실제로 운용중임.

□ 관련 기업 - 하이브리드 차량 및 파워트레인 제조사

○ Toyota
- 기업개요
  * 생산량 기준 세계최대의 자동차 회사이며, 매출액과 시가총액 기준으로 일본 제 1위의 기업임.
  * 대체연료 차량 연구에 있어서 하이브리드-전기자동차에 집중해왔으며, 이에 따라 많은 개발 노하우가 축적되어 있음.
  * 이러한 뛰어난 기술력과 노하우를 바탕으로 대중적인 가격의 Hybrid 자동차를 생산 및 판매하고 있음.
- 관련사업 및 연구
  * 캠리 하이브리드, RAV4 하이브리드, 프리우스 등 많은 대·중형 하이브리드 자동차를 연구개발 및 판매하고 있음.

○ Eaton Corporation
- 기업개요

* 안전하고 지속가능하며 효율적으로 사용할 수 있는 전기 기계장비 및 고효율 에너지 솔루션을 연구하는 기업임.

- 관련사업 및 연구
  * 하이브리드, 플러그인(plug-in) 하이브리드, 유압 하이브리드 등의 가장 폭넓은 청정에너지 운전시스템 기술을 개발함.
  * 중국 내에 1천여기의 전기 하이브리드 시스템을 가동 중이며, 전 세계 도시 및 지역사회의 전기차량 충전인프라 전용수요에 부합하는 시설, 현장 서비스 지원능력을 보유함.

○ Wrightspeed

- 기업개요
  * 이동거리가 증대된, 효율적인 전기자동차의 파워트레인을 연구 및 개발하는 기업임.
  * 가볍고, 조용하며 더 효율적인 자동차를 만드는 것을 목표로 함.
- 관련사업 및 연구
  * 엔진, 변속기 및 구동축을 전기 모터, 플러그인 배터리, 회생제동 및 터빈발전기로 대체하여 기존 트럭의 파워 트레인을 개조하는 기술을 개발함.
  * 엔진 및 변속기 모두를 대체하여 오늘날의 다양한 대형 트럭 플랫폼에 맞게 사용자 정의 할 수 있는 범위 확장형 전기 차량 (REV) 대체 동력 전달 장치인 Wrightspeed Route ™을 개발함.

3. 연구개발 인프라 분석 소결

○ 관련 분야를 연구하는 국내 기관으로는 한국과학기술원, 한국교통연구원, 한국철도기술연구원 등이 있으며, 차량의 평가 및 인증기관으로는 지능형자동차부품진흥원, 교통안전공단, 환경부, 한국환경공단 등이 있는 것으로 조사됨.

○ 국내 택배 및 물류 회사로는 CJ 대한통운, 쿠팡 등이 있으며 하이브리드 차량 및 파워트레인 제조사로는 현대자동차, Powerplaza, 디아이씨 등이 있는 것으로 조사됨.

○ 해외의 경우, 택배 운송 분야에 하이브리드 트럭을 개발하고 실제 적용하는 사업을 2000년대 중반부터 수행 중임.

- NREL이 주도하고 물류업체가 공동으로 참여한 프로젝트에서 개발된 하이브리드 트럭을 실제 운영함과 동시에 연비 및 배기가스 등을 측정하고 있는 등 산학연의 협동 추진이 돋보임.
- 또한, 연비개선 및 대기환경 질의 개선을 위해 FedEx, UPS, Coca-cola 등 대형 물류회사와 하이브리드 차량 및 파워트레인 제조사인 Eaton Corporation, Wrightspeed 등이 협업하여 친환경 차량의 도입을 적극적으로 추진 중임.
- 우리나라의 경우 CJ 대한통운, 쿠팡 등의 업체가 전기자동차를 개발하여 운송 사업에 적용을 추진 중이나 차량의 가격 대비 유지보수 비용의 괴리가 커 실질적인 효과를 보기 어려운 상태임.

제 3장 수요조사 실시 결과

제 1절 개요

□ 기술개발에 대한 타당성 검증은 다음의 두 가지 방법으로 수행함
□ 첫째, 기술 전문가의 지식을 통한 기술개발 적합성 분석 (feasibility)
○ 차량개발 전문가의 설문을 통해 친환경 하이브리드 트럭 개조 기술 개발 타당성을 판단할 수 있는 의사 결정 모델링을 제공하고 전문가 의사 결정 결과를 제공함.
□ 둘째, 소비자 관점의 수요 분석을 통한 시장성 분석 (desirability)
○ 택배 트럭 소유자에 대한 설문을 통해 트럭 개조에 대한 선호도 모델링을 제공하고, 개조를 결정할 때 고려하는 속성들의 상대적 중요도를 분석함.

제 2절 전문가 의사 결정 모델링

1. Analytic Hierarchy Process(AHP, 분석적 계층화 과정)

□ AHP분석을 이용한 택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 연구개발 타당성 분석
○ 개발 기술에 대한 국내 수요처의 의견 수렴과 시장 요구사항 분석을 위하여 사용가능함.
○ AHP 방법은 다음과 같은 공리를 만족시키는 문제에 적용하여 해당 의사결정 문제를 구성하는 주요 요소들에 대한 가중치의 도출이 가능함.

<그림 50> AHP 기법의 용도

□ AHP 기법은 해결과제를 규정하는 Decision Hierarchy 구성의 단계 판단을 위한 쌍대비교 또는 평점법, 우선순위 설정의 단계를 거침
○ Decision Hierarchy의 구성: 해결과제를 규정하는 Hierarchy로 작성함.

[응답자3]
평가 1 안전성:공공성:경제성:전문성 = 25:30:20:25
평가 2

		절대중요			중요				동등				중요				절대중요		
문항번호		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	안정성												○						신뢰성
2	공정성									○									독립성
3	공정성										○								보안성
4	독립성										○								보안성
5	효율성											○							시장성
6	조직구성체계															○			인력우수성

<그림 51> AHP를 이용한 쌍대비교 사례

○ 기술개발 동향 및 환경 분석, 기술개발 전략 수립을 통하여, 중점 추진 분야별 후보 과제를 도출하고, 전문가 회의를 통해 중점 추진 분야를 설정함.

○ AHP 방법을 통하여 연구개발 과제의 우선순위를 도출하기 위한 후보 과제를 도출함.

2. AHP 기법을 통한 우선순위 결정방법

□ 본 연구에서는 AHP 방법을 통해 과제의 우선순위를 도출함

○ 기술개발 환경에 따른 후보과제 평가.

○ 후보과제별 기술수준 분석, 기술개발 목표 및 최종성과물 설정, 후보 과제 간 연계 및 중복 검토 중 종합검토.

□ 계층적 의사결정 방법 (AHP)

○ AHP 방법은 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 '쌍대비교(pairwise comparison)'에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 의사결정을 지원하는 하나의 새로운 방법론임.

○ AHP 방법은 이러한 다수기준 하에서 평가되는 다수 대안들의 우선순위를 선정하는 문제를 다루며, 기존의 의사결정이론 체계에서 보자면 다속성 의사결정분석(Multi-Attribute Decision Making)의 '선호보정이 있는 모형(Compensatory Preference Model)'으로서 그 특성을 규정할 수 있음.

□ 계층적 의사결정 방법 (AHP)의 단계적 과정

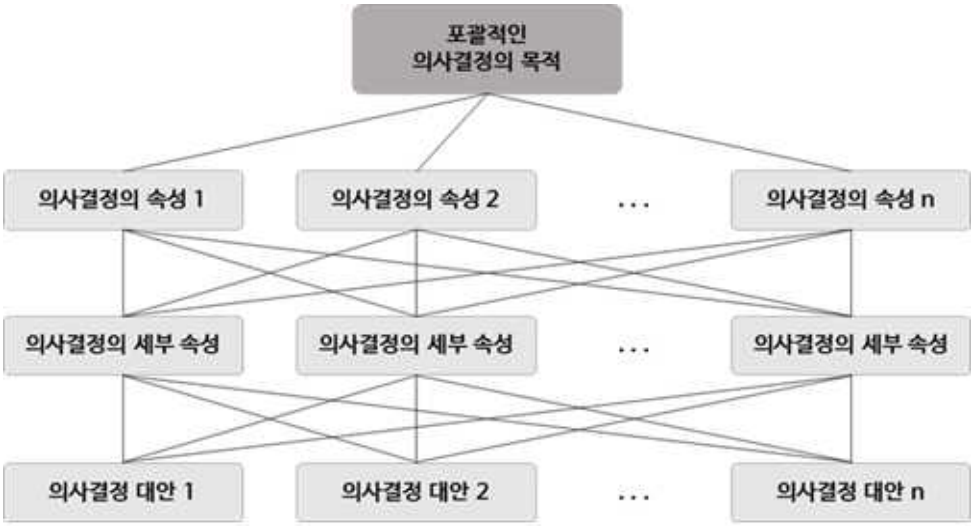
○ 이론적 배경을 근거로 하여 실제로 의사결정과 관련된 문제를 해결하기 위하여 AHP 방법을 사용하는 경우, 일반적으로 다음과 같은 네 단계의 작업이 수행됨.

○ 단계 1: 계층(Hierarchy) 구조화과정

- 의사결정 문제를 상호 관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정계층(decision hierarchy)을 설정함.
- AHP의 적용에서 가장 중요한 단계라 할 수 있는 첫 번째 단계에서 의사결정분석자는 상호 관련되어 있는 여러 의사결정 사항들을 계층화함.
- 계층의 최상층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목적이 놓이며, 그 다음의 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 속성들로 구성됨.
- 이들 속성들은 낮은 계층에 있는 것일수록 구체적인 것이 됨. 여기서 한 계층 내의 각 요소(항목)들은 서로 비교 가능한 것이어야 함. 계층의 최하층은 선택의 대상이 되는 여러

의사결정 대안들로 구성됨.

- 이와 같은 의사결정체계는 <AHP의 표준 계층구성>과 같은 표준적인 형태로 도식화할 수 있음.



<그림 52> AHP의 표준 계층구성

○ 단계 2: 쌍별 판단을 근거로 행렬 A 생성

- 의사결정 요소들 간의 쌍대비교(pairwise comparison)로 판단자료를 수집함.
- 이 단계에서는 상위계층에 있는 목표를 달성하는데 공헌하는 직계 하위계층에 있는 요인들의 쌍별 판단을 근거로 행렬 A를 생성함.
- 작성된 쌍대비교행렬은 다음과 같이 행렬의 대각을 중심으로 역수의 형태를 취하게 됨.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{여기서,} \quad a_{ij} = 1/a_{ji}\,, \qquad a_{ii} = 1, \quad \forall\, i$$

- 평가지표를 2개씩 쌍대 비교하여 평가자들의 선호를 표현하고, 적정수준의 수치를 나타냄. 직계 하위계층이 n개의 요인으로 구성되어 있다면 모두 $\frac{n(n-1)}{2}$회의 비교를 필요로 함. AHP 제안자인 T.Satay의 9점 척도가 가장 많이 사용되며, 본 연구에서도 9점 척도를 사용함.

<표 63> 쌍대비교의 척도

중요도	정의	설명
1	비슷함	어떤 기준에 대하여 두 항목이 비슷한 중요를 가진다고 판단됨
3	약간 중요함	경험에 의거하여 판단 할 때, 한 항목이 다른 항목보다 약간 선호됨.
5	중요함	경험에 의거하여 판단 할 때, 한 항목이 다른 항목보다 강하게 선호됨.
7	매우 중요함	경험에 의거하여 판단 할 때, 한 항목이 다른 항목보다 매우 강하게 선호됨.
9	극히 중요함	경험에 의거하여 판단 할 때, 한 항목이 다른 항목보다 극히 선호됨.
2,4,6,8	위 값들의 중간 값	경험에 의거하여 판단 할 때, 위 비교 값의 중간 값에 해당한다고 판단됨.

* Bhushan (2004)

○ 단계 3: 가중치 산정

- 「고유치방법(eigenvalue method)」을 사용하여 의사결정요소들의 상대적인 가중치[2]를 추정함.
- 한 계층 내에서 비교 대상이 되는 n개 요인의 상대적인 중요도를 w_i(i = 1,...,n)라 하면, 전술한 쌍대비교행렬에서의 a_{ij}는 w_i/w_j (i,j = 1,...,n)로 추정할 수 있으며, a_{ij}와 w_i사이에는 다음 식이 성립함.

$$a_{ij} = w_i / w_j \qquad (i, j = 1, \ldots, n)$$

- 여기서, 행렬의 모든 요소를 나타내면,

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j \cdot \frac{1}{w_i} = n \qquad (i, j = 1, \ldots, n)$$

- 이는 곧 다음 식과 같이 나타낼 수 있고,

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j = n \cdot w_i \qquad (i, j = 1, \ldots, n)$$

- 위 식은 선형대수이론에서의 고유치 문제와 같음.
  즉, 요소 a_{ij}(i,j = 1,...,n) 로 구성되는 행렬 A를 다음과 같이 나타낼 때,

2) 가중치 (weight) : 우선순위벡터(priority vector)를 일컫는 말로서, 이는 요소들의 상대적 중요도 또는 선호도가 된다.

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

고유치방법에 의하여,

$$A \cdot w = n \cdot w$$

여기서, $w = [w_1, w_2, w_3, \cdots, w_n]$: 행렬 A의 우측 고유벡터

n : 행렬 A의 고유치

에서 ω를 구할 수 있음.

- AHP에서는 평가자가 정확한 ω를 모르며, 쌍대비교에 의하여 정확한 평가를 할 수 없는 것으로 가정하기 때문에 실제적으로는 다음과 같은 식에서 ω를 추정함.
- 쌍대비교행렬 A의 각 요소에 대한 가중치 ω를 모른다고 했을 때, 이 행렬을 A'라 하고 이 행렬의 가중치 추정치 w'는 다음 식을 이용하여 근사적으로 구함.

$$A' \cdot w' = \lambda_{max} \cdot w'$$

여기서, λ_{max} : 행렬 A'의 가장 큰 고유치

- λ_{max}는 항상 n보다 크거나 같기 때문에 계산된 λ_{max}가 n에 근접하는 값일수록 쌍대비교행렬 A의 수치들이 일관성을 가진다고 말할 수 있다. 이러한 일관성의 정도는 다음과 같이 '일관성지수(consistency index : CI)'와 '일관성비율(consistency ratio: CR)'을 통하여 구할 수 있음.

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \bullet \frac{1}{R.I.}$$

- '난수지수(random index: RI)'는 1에서 9까지의 수치를 임의로 설정하여 역수행렬을 작성하고 이 행렬의 평균 일관성지수를 산출한 값으로 일관성의 허용한도를 나타내며, n이 1에서 10까지 변화할 때의 난수지수는 <난수지수>와 같다. 경험법칙에 의하여 위 식에서 구한 일관성비율이 10% 이내에 들 경우, 해당 쌍대비교행렬은 일관성이 있다고 규정함.

<표 64> 난수지수

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
평균 난수 지수	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

○ 단계 4: 상대적인 가중치들의 종합

- 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정 사항들의 상대적인 가중치를 종합(aggregation)함.
- 이 단계에서는 계층의 최상위에 있는 목표를 달성하기 위하여 최하위에 있는 대안들의 우선순위를 결정하는 복합중요도벡터를 산출하는데, 이는 전 단계에서 구한 각 계층에서의 가중치를 종합함으로써 가능함. 구체적으로, 최상위 계층에 대하여 k번째 하위계층에 있는 대안들의 복합중요도는 다음 식을 통하여 구함.

$$C[1,k] = \prod_{i=2}^{k} B_i$$

여기서, $C[1,k]$: 첫번째 계층에 대한 k번째 계층항목의 복합가중치

B_i: 추정된 w벡터를 구성하는 행을 포함하는 $n_{i-1} \cdot n_i$ 행렬

n_i: i번째 계층의 항목 수

- 만약, 전체 계층이 3계층으로 구성되었다면, 최상위 계층에 대하여 최하위 계 층에 있는 대안들의 복합중요도는 $C[1,3]$으로 표시하고, 이는 두 번째 계층을 기준으로 한 세 번째 계층의 항목간의 가중치행렬 B3와 첫 번째 계층을 기준으로 한두 번째 계층의 항목간의 가중치행렬 B2를 곱하여 구함. 이렇게 구한 복합중요도는 궁극적으로 평가대상이 되는 대안들의 점수를 나타내며, 이를 통하여 대안의 우선순위를 결정하게 됨.

3. 하이브리드 트럭 개발을 위한 평가항목 도출 및 계층구조모형 설정

□ 델파이 기법(Delphi technique)을 이용한 선택속성 도출

○ 델파이 기법이란 전문가들이 집단토의를 하는 경우 발생하는 약점을 극복하기 위해서 개발된 전문가들의 의견을 종합하는 기법.

- 어떠한 문제에 관하여 전문가들의 견해를 유도하고 종합하여 집단적 판단으로 정리하는 일련의 절차.

○ 전문가들을 대상으로 한 선택속성 도출 작업을 진행함.

○ 2016년 11월 7일부터 약 1주일 간 7명의 전문가 패널을 구성하여 친환경 택배트럭 개발을 위한 기술대안들의 선택속성에 대한 델파이 분석을 실시함.

- 전문가 패널 집단은 산·학·연 전문가들로 구성됨.
- 전문가 패널의 의견을 종합한 결과 친환경 택배트럭 개발을 위한 기술대안으로 총 3개의 카테고리(경제적 타당성, 기술적 타당성, 정책적 타당성)에서 10개 항목이 도출됨.

- 델파이 기법을 통해 도출된 친환경 택배트럭 기술대안의 평가요소 및 평가기준에 대한 정의는 다음과 같음.

<표 65> 친환경 택배트럭 기술대안 평가요인 및 하위요소

3요인	평가요소	평가기준
경제적 타당성	R&D 비용 및 시간	친환경 택배트럭으로 개조시키는 기술을 개발하는데 소요되는 비용 및 시간
	개조 비용	친환경 택배트럭으로 개조시키는 과정에서 소요되는 모든 비용
	유지보수 비용	친환경 택배트럭을 운행함으로써 발생하는 유지보수 비용
기술적 타당성	배기가스 저감	일반트럭 대비 친환경 트럭 운행 시 감소되는 PM, NOx등의 환경오염물질
	연비	일반트럭이 친환경 트럭으로 개조됨으로써 개선되는 단위 연료당 주행거리 비율
	적재량	일반트럭과 비교하였을 시 개조된 친환경 트럭의 적재중량 감소 (관련법상 트럭의 총중량은 증가 불가. 하이브리드 트럭 개조로 인한 공차중량 증가 시 적재량 감소)
	운행가능 거리	연료를 최대로 주유했을 시 운행가능 한 친환경 트럭의 최대 운행 가능거리
	기타성능	친환경 트럭으로 개조됨으로써 변하는 트럭의 속도 및 가속도 (출력/토크 등)
정책적 타당성	보조금 정책	친환경 택배트럭으로 개조함에 발생하는 비용에 대한 정부 및 지자체의 보조금
	배기가스 규제 정책	오염물질 배출량이 높은 디젤트럭의 대도시 진입 금지 등의 배기가스 규제 정책의 강제성

□ 계층구조모형 설정 및 쌍대비교를 통한 요소들의 평가

○ 도출된 10개 요인으로 3레벨의 계층구조모형을 설정함.

- 계층구조모형은 아래 표와 같음.

○ <계층 1>은 '친환경 택배트럭 개조기술 선택'을 목표로 설정하였음.

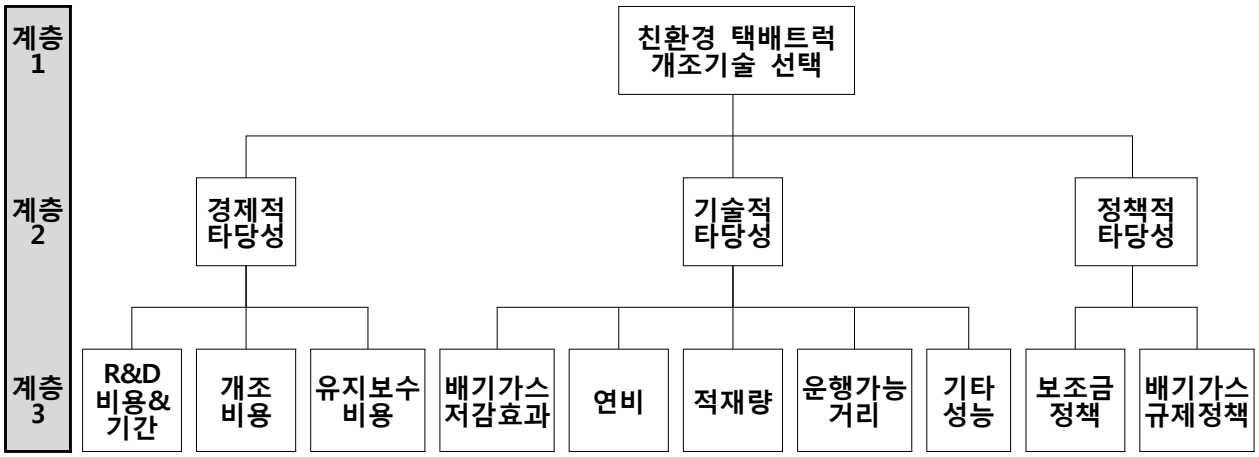
○ <계층 2>는 친환경 택배트럭 개조기술 선택 요인인 경제적 타당성, 기술적 타당성, 정책적 타당성을 포함하여 총 3개의 요인으로 구성되었으며, 각 요인에 대한 정의는 다음과 같음.

- 경제적 타당성: 친환경 택배트럭 개조 기술을 개발하는데 필요한 R&D비용과 차량 개조 및 유지에 드는 비용.
- 기술적 타당성: 친환경 택배트럭으로 개조 후 차량의 향상된 기술 수준 및 완성도.
- 정책적 타당성: 친환경 택배트럭 개조를 위한 정부의 보조금 규모 및 노후 디젤트럭 규제 강도.

○ <계층 3>은 총 10개의 항목으로 3요인의 평가요소를 비교할 수 있도록 설정하였음.

- 10개 항목에 대한 정의는 위 표 참조.

<표 66> 친환경 택배트럭 개조기술 선택을 위한 계층구조모형



○ 설정된 각 요인 및 평가요소의 상대적 중요도 및 우선순위를 도출하기 위하여 AHP 설문지를 토대로 요인 간, 요인 내 평가요소 간 쌍대비교를 실시함.

○ 계층의 각 요소 간 쌍대비교로 상위계층에 기여하는 정도를 측정하기 위하여 9점 척도를 사용하였음.

- 9점 척도는 Saaty(1990)의 'The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation'에 의해 제안된 내용을 바탕으로 함.
- 9점 척도에 대한 자세한 사항은 <표 41>참조

○ AHP분석을 위한 설문조사는 2016년 11월 28일부터 1주일간 산·학·연 전문가 16명을 대상으로 실시됨.

4. 하이브리드 트럭 개발 요인에 대한 AHP 분석 결과

□ 친환경 택배트럭 개조기술 선택 <계층2>에 대한 평가

○ 친환경 택배트럭 개조기술 선택 3요인 <계층2>에 대한 일관성 비율을 측정한 결과, 임계치 10% 이하인 6.1%로 나타나 응답자의 논리적 일관성이 충분히 확보되었음.

- 그룹 일치도인 AHP group consensus는 65.4%로 분석되었음.

○ 친환경 택배트럭 개조기술 요인의 상대적 중요도를 평가한 결과, 경제적 타당성 (42.4%)이 가장 중요한 요인으로 나타났음.

- 친환경 택배트럭 개조 개발자들은 친환경 택배트럭 개조 기술을 개발하는데 필요한 R&D비용 및 디젤트럭을 친환경 택배트럭으로 개조시키는데 필요한 비용 등을 우선시하는 것으로 조사됨.

○ 다음으로 기술적 타당성 (31.7%), 정책적 타당성 (26.0%)순으로 나타났음.

<표 67> 친환경 택배트럭 개조기술 선택 요인별 상대적 중요도 및 우선순위

친환경 택배트럭 개조기술 선택 요인(3Ps)	상대적 중요도	순위
경제적 타당성 (Economic Feasibility)	42.4%	1
기술적 타당성 (Technical Feasibility)	31.7%	2
정책적 타당성 (Political Feasibility)	26.0%	3
계	100%	(CR=0.061)

□ 친환경 택배트럭 개조기술 선택 요인의 세부 요인 <계층 3>에 대한 평가

○ <계층3>의 평가요소 간 상대적 중요도를 알아보기 위하여 먼저 각 요인별 일관성 지수를 검토하였음.

○ 경제적 타당성, 기술적 타당성, 정책적 타당성 모두 CR값이 0.1(10%) 이하로 나타나 일관성이 유지되는 것으로 확인되었음.

- 경제적 타당성의 일관성은 0.7%로 분석됨.
- 기술적 타당성의 일관성은 2.4%로 분석됨.
- 정책적 타당성의 일관성은 0.0%로 분석됨.

○ 경제적 타당성의 평가요소 중 가장 중요한 요소는 개조비용(중요도=0.441)으로 나타났으며, 다음으로 유지보수비용(중요도=.409), R&D 비용 및 시간(중요도=.150) 순으로 나타났음.

- 운수업체 및 트럭운전자가 합리적인 비용을 지불하고 친환경 택배트럭으로 개조할 수 있도록 개조비용을 줄이는 방향으로 목표를 설정해야 함.
- 또한, 개조 트럭의 내구성을 높여 유지보수 비용이 적게 들도록 하는 것이 중요함.
- 친환경 택배트럭 개조기술을 받아들이는 운수업체 및 트럭운전자의 경제적 부담이 지나치게 가중되면 기술이 성공적으로 상용화 될 수 없음.

○ 기술적 타당성의 평가요소 중에서는 연비(중요도=.387)가 가장 중요한 요소로 분석되었으며, 다음으로 적재량(중요도=.184), 운행가능 거리(중요도=.175), 배기가스 저감(.165), 기타성능(=.089) 순으로 전문가들은 평가하였음.

- 친환경 택배트럭 개조 개발자들은 연료당 주행거리 비율인 연비의 향상을 가장 염두에 두고 개조기술을 개발해야함.
- 또한, 하이브리드 파워트레인을 장착하고 구동부 구조변경을 하는 등 친환경 택배트럭으로 개조함에 있어 공차중량이 지나치게 증가하는 것을 경계해야함.
- 택배트럭의 특성 상 친환경 택배트럭 개조로 인한 적재량 감소는 실수요자에게 치명적인 단점으로 작용될 수 있음.

○ 마지막 요소인 정책적 타당성의 평가요소 중에는 보조금 정책(중요도=.626)이 배기가스 규제정책(중요도=.374) 보다 중요한 것으로 평가되었음.

- 친환경 택배트럭 개조기술 선택 <계층2>에서 경제적 타당성이 기술적, 정책적 타당성 보다

높은 중요도를 가진 것과 같이, 정책적 타당성 중 경제성과 관련된 보조금 정책이 배기가스 규제 정책보다 중요하다고 생각하는 것으로 분석됨.

<표 68> 세분류 하위요소별 가중치 및 종합가중치 결과

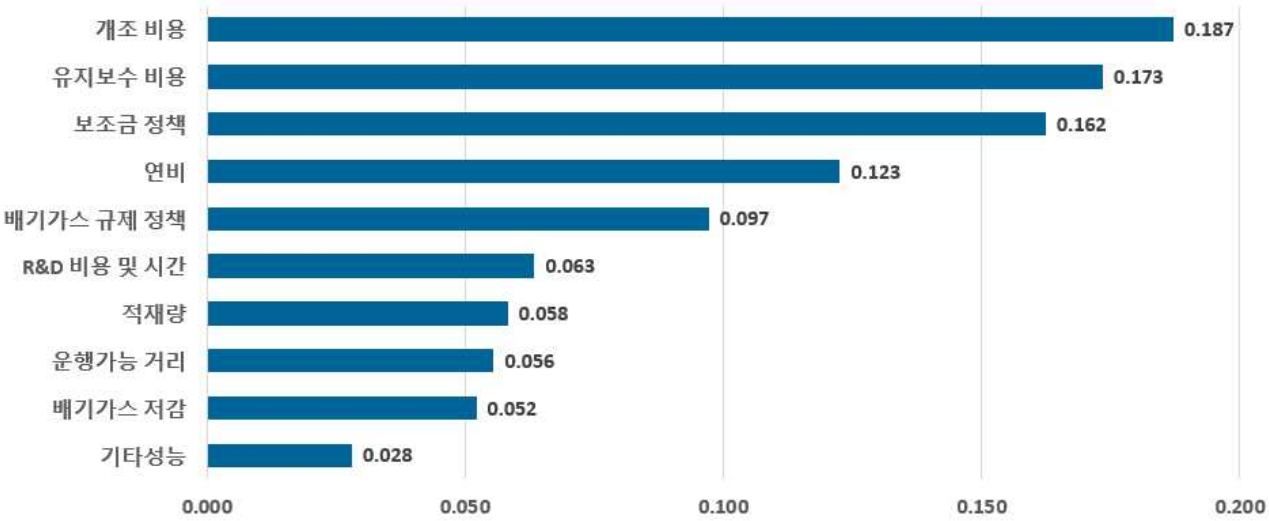
3요인	평가요소	Local 중요도	Local 순위
경제적 타당성	R&D 비용 및 시간	15.0%	3
	개조 비용	44.1%	1
	유지보수 비용	40.9%	2
	계	**100%**	(CR=0.007)
기술적 타당성	배기가스 저감	16.5%	4
	연비	38.7%	1
	적재량	18.4%	2
	운행가능 거리	17.5%	3
	기타성능	8.9%	5
	계	**100%**	(CR=0.024%)
정책적 타당성	보조금 정책	62.6%	1
	배기가스 규제 정책	37.4%	2
	계	**100%**	(CR=0.000%)

□ <계층2>와 <계층3>에서 도출된 지역(Local) 가중치를 종합하여 최종적으로 각 평가요소의 상대적 중요도 및 최종 우선순위를 도출할 수 있음.

○ 종합가중치(Global 중요도)의 Consistency Ratio CR값은 2.3%로 논리적 일관성이 확보되었음.

○ 전체 10개의 평가요소 중 개조비용(중요도=.187)이 가장 중요한 요소로 평가되었음.

- 다음으로 유지보수 비용(중요도=.173), 보조금 정책(중요도=.162), 연비(중요도=.123) 등의 순으로 평가되었음.



<그림 53> 평가요소별 Global 상대적 중요도 및 우선순위

<표 69> 친환경 택배트럭 기술대안 AHP 평가

<목표>	<계층 1> 3Ps	<계층 2> 평가요소		Global 중요도	전체 순위
친환경 택배트럭 개조기술 선택	경제적 타당성 0.4239	R&D 비용 및 시간	0.1495	6.3%	6
		개조 비용	0.4413	18.7%	1
		유지보수 비용	0.4091	17.3%	2
	기술적 타당성 0.3165	배기가스 저감	0.1647	5.2%	9
		연비	0.3873	12.3%	4
		적재량	0.1840	5.8%	7
		운행가능 거리	0.1755	5.6%	8
		기타성능	0.0886	2.8%	10
	정책적 타당성 0.2595	보조금 정책	0.6258	16.2%	3
		배기가스 규제 정책	0.3742	9.7%	5
Consistency Ratio CR:2.3%					

5. 친환경 소형트럭 개발을 위한 기술적 최적대안 선정

□ 본 연구는 기존 상용 택배 차량을 친환경 차량으로 개조하는 것을 목적으로 하며, 이를 위한 기술적 대안으로는 화석 연료 사용을 줄일 수 있는 하이브리드 자동차, 전기 자동차, 수소 자동차 기술 등이 있음.

○ 수소 자동차 기술은 기존의 상용 택배 차량을 개조하여 실용화하기에는 충전

인프라가 부족하고 개조 비용 및 기술의 복잡도가 높기 때문에 기술적 대안에서 배재하였음.

○ 하이브리드 자동차와 전기 자동차는 상대적으로 충전 인프라 구축이 빠르게 진행되고 있으며 기존 차량에 핵심 요소(모터, 배터리 등)를 추가하여 구현이 가능하므로 기술적 대안으로 선정함.

○ 또한, 기존 차량에 후처리장치를 장착하여 대기 오염물질인 배기가스의 배출을 직접적으로 줄이는 기술적 대안도 있으며 이 장치는 기존의 디젤 트럭에 의무 장착되어 있으므로 이를 활용하는 방안도 기술적 대안으로 제시.

○ 최종적으로 하이브리드, 전기차, 후처리장치 등 3가지 대안을 친환경 택배트럭 개조 기술로 선정하였으며, 각 기술에 대한 정의는 다음과 같음.

- 하이브리드 트럭으로의 개조라 함은 단일 동력원의 일반 트럭과 달리 두 개 이상의 동력원에 의해 차체가 구동되는 차량으로 내연 기관과 전기 모터를 주 동력원으로 사용되는 기술을 뜻함.
- 전기 트럭으로의 개조라 함은 화석연료를 사용하는 내연기관을 사용하지 않고, 전기 배터리와 전기 모터를 사용하여 구동시키는 트럭으로 개조시키는 것을 뜻함.
- 후처리장치라 함은 앞선 두 가지 대안과 달리 미세먼지, 질소산화물 등 배기가스 배출을 줄이기 위해 추가적인 장치를 부착하는 것을 말하며, 대표적으로 Diesel Particulate Filter (DPF), Diesel Oxidation Catalyst(DOC), Selective Catalytic Reduction(SCR) 등이 있음.
- DPF 장치는 세라믹 필터나 Partial 필터 등을 통해 미세먼지를 포집하고 이를 고온의 배기가스나 연소되지 않은 연료를 내보내 포집된 미세먼지를 태운 후 배출하여 미세먼지를 저감하는 장치를 말함.
- 다만, DPF 장치는 디젤 차량의 연비와 출력을 악화시킬 뿐더러 배기가스의 온도가 낮을 때 제대로 동작하지 않거나 제대로 된 관리가 수반되지 않을 때 출력에 급격한 저감을 일으키고, 200만원 전후의 가격이 큰 단점으로 지목 됨.
- DPF가 장착된 차량은 DPF가 포집한 미세먼지의 양과 배기가스의 온도에 따라 ECU로 하여금 배기행정에 연료를 추가적으로 분사하게 하여 연소되지 않은 연료가 DPF에 도달하게끔 유도하여 강제로 미세먼지를 태우는 재생(Regeneration) 작업이 필요함.
- 따라서 DPF가 재생 중일 때는 평소보다 연료 소모량이 더 커지게 되고 DPF의 온도가 급격히 올라가기 때문에 냉각을 위해 차량의 공조 성능에도 큰 영향을 주게 됨.
- 이 때 엔진을 끄게 되면 DPF의 포집된 미세먼지를 제대로 태울 수 없을 뿐더러 제대로 냉각되지 못하여 재생 동작 중에는 엔진을 끌 수 없으며 연비 또한 나빠지는 특성이 있음.
- 따라서 DPF가 장착된 차량은 DPF 장치의 재생 작업과 추가 연료 소모량, 배기가스의 온도 등의 조건을 고려하여 최적 제어 전략을 구성할 필요가 있음.
- DPF를 장착하지 않을 경우에는 엔진 운전점 제어, 엔진온도 혹은 전기주행모드 등을 고려하여 미세먼지를 최소화 할 수 있는 최적 제어 전략을 구성해야함.

□ 친환경 택배트럭 기술 대안들에 대한 AHP평가 결과

○ 전체 가중치 합산을 기준으로 하이브리드 친환경 소형택배 트럭 기술 개발이 0.416으로 1순위, 후처리장치 도입이 2순위(0.296), 전기차로의 개조 기술 대안이 3순위(0.288)를 기록함.

<표 70> 친환경 택배트럭 기술대안 AHP 평가

<목표>	<계층 1> 3Ps		<계층 2> 평가요소		<대안1> 하이브리드	<대안2> 전기차	<대안3> 후처리장치
친환경 택배트럭 개조기술 선택	경제적 타당성	0.4239	R&D 비용 및 시간	0.1495	0.0320	0.0082	0.0233
			개조 비용	0.4413	0.0783	0.0173	0.0915
			유지보수 비용	0.4091	0.0796	0.0379	0.0560
	기술적 타당성	0.3165	배기가스 저감	0.1647	0.0110	0.0354	0.0058
			연비	0.3873	0.0545	0.0565	0.0115
			적재량	0.1840	0.0165	0.0105	0.0312
			운행가능 거리	0.1755	0.0289	0.0054	0.0212
			기타성능	0.0886	0.0161	0.0054	0.0065
	정책적 타당성	0.2595	보조금 정책	0.6258	0.0676	0.0599	0.0350
			배기가스 규제 정책	0.3742	0.0317	0.0512	0.0143
				1.0000	41.6%	28.8%	29.6%
Group Consensus (Shannon): 92.1%							

○ 제 2계층의 세부 가중치 중 R&D 비용 및 시간, 유지보수 비용, 운행가능 거리, 기타성능, 보조금 정책 등 5개 분야에서 하이브리드 대안이 높게 나타나고 있음.

- 경제적, 기술적, 정책적 타당성 모든 분야에서 하이브리드 대안으로의 개발이 가장 적합한 것으로 나타났으며, 특히 경제적 이점과 성능관련 분야(운행가능 거리 및 기타 성능 등)에서 높은 점수를 기록함.

○ 전기차의 경우 배기가스 저감, 연비, 배기가스 규제 정책 등 3개 분야에서, 후처리 장치의 경우 개조 비용, 적재량 등 2개 분야에서 높은 가중치를 보이고 있음.

- 후처리 장치 개발의 경우 다른 개조 기술과 비교하였을 시 상대적으로 낮은 기술로도 개발이 가능하고, 장치가 간단하기 때문에 개조 비용 및 적재량에서 높은 점수를 받았으나, 배기가스 저감, 연비, 성능 등에서 저조한 평가를 받음
- 전기차 개조 기술 대안의 경우 환경오염물질 배출과 관련된 분야에서 높은 점수를 얻었으나, 경제적 타당성 및 성능관련 분야(운행가능 거리, 기타성능 등)에서 낮은 평가를 받아 3가지 대안들 중 가장 낮은 순위를 기록함.

□ 하이브리드 개조 기술 개발이 친환경 소형트럭 개발을 위한 최적 대안으로 선정됨.

6. 전문가 의사 결정 모델링 분석 소결

□ 전문가 의사결정 모델을 이용하여 트럭 개조 기술 대안들 (후처리 기술, 전기차 기술 등)을 평가하고, 하이브리드 개조 기술과 비교 검토하였음.

○ 전문가들을 통한 <계층2>의 평가결과에 중요도를 곱하여 합산하는 방법으로 택배트럭 개조 기술 개발 타당성을 평가하였음.

□ 친환경 택배트럭 개조기술 요인 중 경제적 타당성(42.4%)이 가장 중요한 것으로 분석되었으며, 기술적 타당성(31.7%), 정책적 타당성(26.0%) 순으로 평가되었음.

○ 평가요소를 <계층 2>단계로 분석한 결과 경제적 타당성에 포함된 개조비용(18.7%)과 유지보수 비용(17.3%) 및 보조금 정책(16.2%) 등의 평가요소가 상위에 포함되었음.

□ 하이브리드, 전기차, 후처리장치 등 3가지 친환경 택배트럭 개조 기술 대안 중 최적 대안을 평가한 결과, 하이브리드 트럭으로의 개조가 41.6%로 가장 높게 나타났으며, 후처리 장치 29.6%, 전기차 28.8% 순으로 나타남.

○ 하이브리드 트럭으로의 개조는 R&D비용 및 시간, 개조 비용, 유지보수 비용 등에서 강점을 가지는 것으로 분석됨.

○ 전기 트럭으로의 개조는 환경적 측면(배기가스 저감)에서 강점을 가지나 경제적 타당성이 확보되지 않음.

○ 후처리 장치는 개조비용과 적재량 감소 항목에서 높게 평가되었으나, 기술적 타당성(연비, 기타성능 등)이 확보되지 않음.

□ AHP 의사 결정 모델링 분석을 통해 하이브리드 트럭으로의 개발이 전기차, 후처리장치 등 다른 대안들에 비해 타당한 것으로 분석되었음.

제 3절 택배트럭 개조 선호도 분석

1. 선택모형 방법론 (Choice Modelling)

□ 택배트럭 개조에 대한 고객들의 선호도를 분석하기 위해 마케팅에서 널리 사용되는 선택 모형(Choice Model)을 사용함. 본 과제에서 선택모형 사용은 다음의 2단계로 이루어짐.

○ 선택기반 컨조인트(Choice-Based Conjoint)설문을 통해 선택 데이터를 수집함.

- 고객 선호도를 정량화하기 위한 임의효용함수(random utility choice model)는 다음과 같은 형태를 가짐

$$u_{ij} = v_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

- 여기서 u는 효용 값(utility value)을 뜻하며, v는 관측가능하며 확정적인 구성요소, ε는 관측할 수 없는 오차항을 뜻함.
- i는 개별 고객이며, 그리고 j는 대안을 뜻하며, 설문응답자들은 자신의 효용을 최대로 하는 대안을 선택함.
- 관측이 가능한 정형화된 부분을 뜻하는 v_{ij}는 제품의 가격, 서비스 등의 각 속성들에 대한 선형 함수로 나타낼 수 있으며, 다음 식과 같이 주어짐.

$$v_{ij} = \sum_{k=1}^{K} \sum_{l=1}^{L_k} \beta_{ikl} z_{jkl}$$

- 여기서 z_{jkl}은 대안 j가 l단계의 k속성을 가진다는 2진 더미 변수를 나타내며, β_{ikl}은 개인 i에 대한 l단계의 k속성의 부분가치를 뜻함.

○ 데이터를 수집한 후 Hierarchical Bayesian (HB) 선택기반 컨조인트 방법을 이용하여 고객 선호도를 모델링함.

- HB 컨조인트 분석은 2가지 단계로 이루어짐.
- 상위단계에서, 개인의 효용점수를 나타내는 β_i는 다변수의 정규 분포 $N(\theta, \Lambda)$를 따르며 여기서 θ는 개인 분포의 평균 벡터를, Λ는 그 분포의 공분산 행렬을 뜻함.
- 하위단계에서 로짓모델에 대한 선택확률이 사용되며, 다음 식과 같이 주어짐.

$$P_{ij} = \frac{e^{v_{ij}}}{\sum_{j \in J} e^{v_{ij}}}$$

- 여기서 P_{ij}는 개인 i가 대안들의 집합 J에서 j대안을 선택할 확률을 뜻함.
- Markov chain Monte Carlo (MCMC)는 개인의 효용 가치를 추정하는데 사용됨 (Rossi et al., 2005).
- 속성들의 중요성은 효용에 대한 속성들의 기여를 바탕으로 상대적 크기를 추정할 수 있음.
- 효용함수를 모델링한 후, 속성 중요도는 각 속성에 대한 값의 범위(즉, 해당 수준의 최대효용-최소효용)를 사용하여 계산할 수 있음.

2. 선택대안의 속성 및 수준 설정

□ 소형택배트럭 소유자 및 운전자를 대상으로 친환경 트럭 개조에 대한 선호와 개조의사를 평가하기 위해 설문조사 응답자들에게 여러 선택 대안들로 구성된 가상의 예시를 제시하고 그 중 가장 선호하는 대안을 선택하게 유도하는 선택모형 방법론을 이용하였음.

□ 응답자들의 진술선호 자료를 얻기 위하여 친환경 트럭 개조 선택 시 고려되는 중요 속성들이 포함돼야 하며, 선택 후 실제 개조한 상황에 대한 속성도 고려되어야 함.

□ 이에 친환경 택배 트럭 개조 선택 시 고려하는 중요 속성으로 연비 향상 효과, 개조 비용, 유지 비용, 적재량 감소 등을 선정하였으며, 각 속성에 대한 정의 및 수준은 다음과 같음.

○ 연비 향상 효과(%)는 개조 후 연비가 향상 되는 정도를 뜻함.

- 연비 향상 효과는 개조되기 전 트럭을 기준으로 하며, 친환경 트럭으로의 개조 후 30%, 40%, 50%, 60% 연비 향상 등 4가지 수준으로 구성됨.

○ 개조 비용(원)은 친환경 트럭 개조에 필요한 비용을 뜻함.

- 친환경 트럭으로 개조 시 발생하는 비용으로는 0원, 300만원, 600만원, 1000만원 등 4가지 수준이 제시됨.

○ 유지 비용(원/년)은 친환경 택배 트럭 개조 후 매년 발생하는 유지비로 배터리 교체 등을 포함한 비용임.

- 친환경 택배 트럭을 1년 동안 유지할 때 필요한 비용으로 30만원, 40만원, 50만원, 70만원 등 4가지 수준을 고려함.

○ 적재량 감소(kg)는 친환경 택배 트럭으로의 개조로 인해 차량 무게가 증가하여 감소하는 적재량을 뜻함.

- 적재량 감소로는 100kg, 150kg, 200kg, 300kg 등 4가지 수준을 고려함.

<표 71> 친환경 택배트럭 개조관련 속성 및 수준

변수 (단위)	변수설명	속성수준 (Level 1~4)
연비 향상 효과(%)	개조 후 연비가 향상 되는 정도	30 / 40 / 50 / 60
개조 비용(원)	개조에 필요한 비용	0 / 300 / 600 / 1000
유지 비용(원/년)	개조 후 매년 발생하는 유지비. 배터리 교체 등으로 드는 비용	30 / 40 / 50 / 70
적재량 감소(kg)	개조로 인해 차량 무게가 증가하여 발생하는 적재량의 감소	100 / 150 / 200 / 300

□ 친환경 택배트럭 개조기술에 관련된 속성 및 수준 결정 후 속성의 수준이 적절히 조합된 선택대안들의 집합을 생성하였으며, 그 결과 총 20개의 선택대안집합이 도출되었음.

○ 선택대안집합들은 연비 향상 효과, 개조 비용, 유지 비용, 적재량 감소의 4개 요인들의 일반적인 선호도 경향성(ex. 연비는 높을수록 좋다)을 고려한 D-optimal 디자인 방법론으로 설계.

○ 설문조사지에서 응답자들은 3가지 옵션으로 친환경 택배트럭 개조기술 대안들의 다양한 속성 수준과 지불 비용 등을 고려한 후, 가장 선호하는 옵션을 선택하는 '선택자료' 방법을 사용하였음. 4번째 옵션으로 "개조하지 않음"을 선택할 수 있음

- 선호표현 방법은 선택자료, 순위자료, 평가자료 등 3가지로 구성되어 있으며, 그 중 선택자료 방법은 선택모형 방법론에서 가장 많이 사용되는 형태임.
- 설문에 사용된 선택대안의 예시는 다음과 같음.

<표 72> 친환경 택배트럭 개조기술 선택 설문조사지 예시

구분	1) 옵션 A	2) 옵션 B	3) 옵션 C	4) 개조안함
연비 향상 효과(%)	40%	30%	50%	-
개조 비용(원)	300만원	600만원	1,000만원	
유지 비용(원/년)	50만원	30만원	30만원	
적재량 감소(kg)	-300kg	-200kg	-150kg	
선택 (v)	( )	( )	( )	( )

3. 선택대안 분석결과

□ 조사방법 및 조사기간

○ 설문조사는 2016년 11월 21일(월)~12월 6일(화) 16일간 무작위로 추출된 소형택배트럭 소유자 및 운전자 64명을 대상으로 진행되었음.

○ 설문조사 방법 및 개요는 <표 65>와 같이 정리됨.

<표 73> 설문조사 방법 및 개요

구분	내 용
조사대상	• 소형택배트럭(1.5톤 이하) 소유자 및 운전자
표본크기	• 63명 (유효표본)
표본추출방법	• 소형택배트럭(1.5톤 이하) 소유자 및 운전자 무작위 추출
조사 방법	• 1:1 개별면접조사(Face-to-Face Interview)
자료수집도구	• 구조화된 설문지(Structured Questionnaire)
조사기간	• 2016년 11월 21일(월) ~ 12월 6일(화)

○ 설문조사는 설문조사 전문업체인 리서치랩에 의뢰하여 구조화된 설문지를 이용해 1:1

개별면접조사(Face-to-Face Interview) 방식으로 수행됨.

- 설문조사지에는 친환경 택배트럭 개조기술 선택에 대한 질문 외에도, 연간소득, 보유하고 있는 차량 정보, 월 평균 유류비, 하루 평균 주행거리, 운전경력 등에 대한 질문도 포함되었음.

□ 응답자의 특성

○ 응답자들의 특성 및 주요 현황은 <표 66>과 같이 정리됨.

○ 설문에 응답한 63명의 인적사항을 살펴본 결과 택배 관련 업무를 평균 7년 2개월 동안 한 것으로 조사되었음.

○ 응답자의 연간소득은 4001만원~4500만원이 전체의 19.0%로 가장 높게 나타났으며, 3,001만원~3,500만원 12.7%, 4,501만원~5,000만원 12.7% 순으로 높게 나타남.

○ 이들의 월 평균 유류비는 31.9만원으로 조사되었으며, 하루 평균 주행거리는 60.3km로 조사되었음

- 교통안전공단이 2015년 발행한 '자동차주행거리통계'의 차종별 주행거리에 따르면 화물차 1대당1일평균 주행거리는 51.5km로 조사되었으며, 이는 설문조사자들의 평균보다 15%가량 낮은 수치임.

○ 응답자들의 택배트럭 주행 시 실제 연비는 8.6km/l로 조사되었으며, 이는 한국에너지공단이 2016년 발행한 '자동차 에너지소비효율 분석집' 차종별 평균연비 중 국산화물차의 복합연비 12.98km/l의 70%에도 못 미치는 수준임.

- 도심지에서의 운행이 잦은 소형택배트럭의 특성상 한국에너지공단이 조사한 평균연비 수치보다 훨씬 낮게 조사된 것으로 추측됨

○ 응답자들의 73.0%는 현대자동차의 포터2를 보유 및 운행하고 있었으며, 현대자동차 포터1 12.7%, 기아자동차 봉고3 11.1%, 봉고1 3.2% 순으로 높게 조사됨.

○ 하이브리드 택배트럭으로의 개조를 긍정적으로 고려하는 운전자는 전체 응답자의 46.0%로 분석되었으며, 개조를 고려하고 있는 이유로는 연비향상, 매연감소, 성능향상 등이 언급되었음.

- 하이브리드 택배트럭 개조를 고려하지 않는 이유로는 비용부담이 19명, 향후 신차구입 6명, 개조필요성 못 느낌 5명, 신뢰부족 3명 등의 순으로 조사됨.

<표 74> 응답자 특성 및 주요 현황

구분		응답자수	비율(%)
근속 년수	5년 미만	20	31.7
	5~10년 미만	26	41.3
	10~15년 미만	14	22.2
	15~20년 미만	2	3.2
	무응답	1	1.6
트럭 실 제 적재량	50% 이하	1	1.6
	51~60% 미만	3	4.8
	61~70% 미만	3	4.8
	71~80% 미만	11	17.5
	81~90% 미만	18	28.6
	91~100% 미만	18	28.6
	100% 이상	9	14.3

구분		응답자수	비율(%)
연간 소득	1,000 만원 이하	4	6.3
	1,501～2,000 만원	2	3.2
	2,001～2,500 만원	6	9.5
	2,501～3,000 만원	4	6.3
	3,001～3,500 만원	8	12.7
	3,501～4,000 만원	7	11.1
	4,001～4,500 만원	12	19.0
	4,501～5,000 만원	8	12.7
	5,001～6,000 만원	3	4.8
	6,001～7,000 만원	1	1.6
	7,001～8,000 만원	2	3.2
	무응답	6	9.5

□ 친환경 택배트럭 개조기술 선택 결과

○ 택배트럭 개조에 대한 고객 선호도를 Hierarchical Bayesian (HB) choice-based conjoint 방법론을 사용하여 분석하였음.

○ 하이브리드 트럭 개조기술의 속성 및 수준들에 대한 결과는 <표 67>과 같이 정리됨.

- <표 67>은 설문참여자 63명에 대한 개인의 효용 모델을 설계한 후, 각 개인 효용 모델의 속성 별 중요도를 계산하여 평균을 나타낸 결과임.

○ 택배트럭 소유자 및 운전자들에 대한 친환경 트럭 개조기술 중요도를 계산한 결과 개조비용에 대한 중요도가 64.4%로 가장 높게 나타났으며, 유지비용 28.4%, 적재량 감소 4.2%, 연비향상 3.0% 순으로 나타남.

○ 4가지(연비향상, 개조비용, 유지비용, 적재량 감소) 속성별 수준에 대한 효용지수(Part-worths)를 산출함.

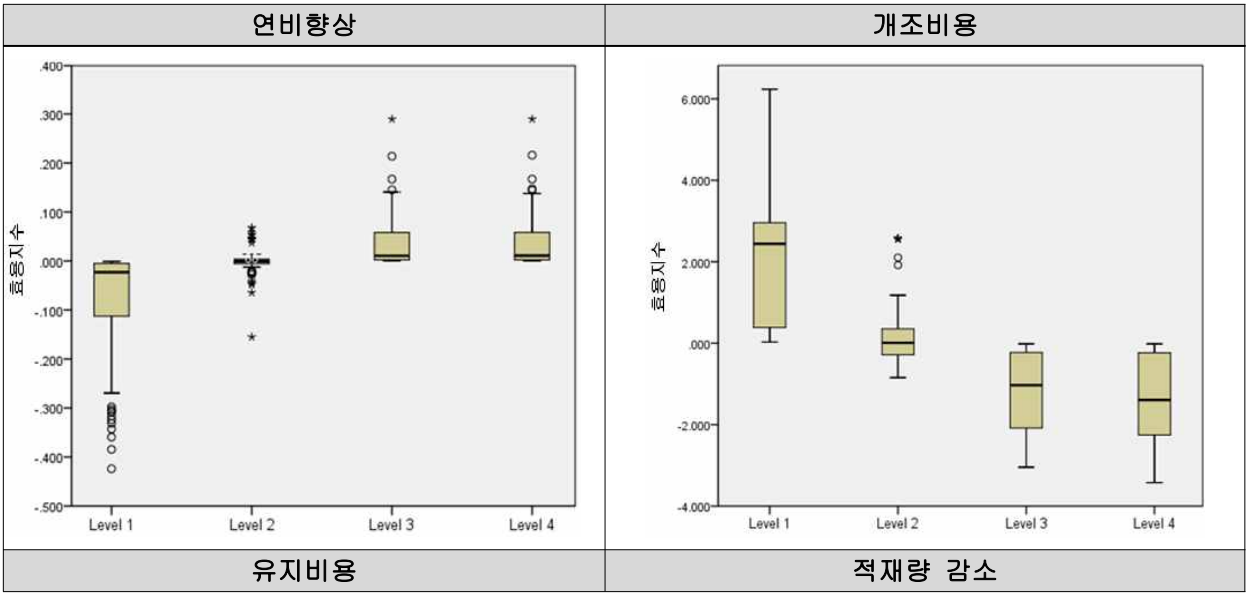
- 회귀계수와 유사한 효용지수는 각 속성별 수준에 대한 선호도의 양적측정을 제공하며, 큰 값을 더 선호한다고 해석할 수 있음.
- 효용지수는 동일한 단위로 표현되며, 전체 효용 또는 전반적인 선호도를 부여하기 위해 속성별 수준의 모든 조합에 대해 더해줄 수 있음.
- 개조비용이 0원일 때 효용지수가 2.2132로 가장 높았으며, 비용이 증가할수록 효용지수가 급격히 낮아지는 것을 확인할 수 있었음.
- 반면, 연비 변화에 대한 효용지수 편차는 크지 않은 것으로 나타남.

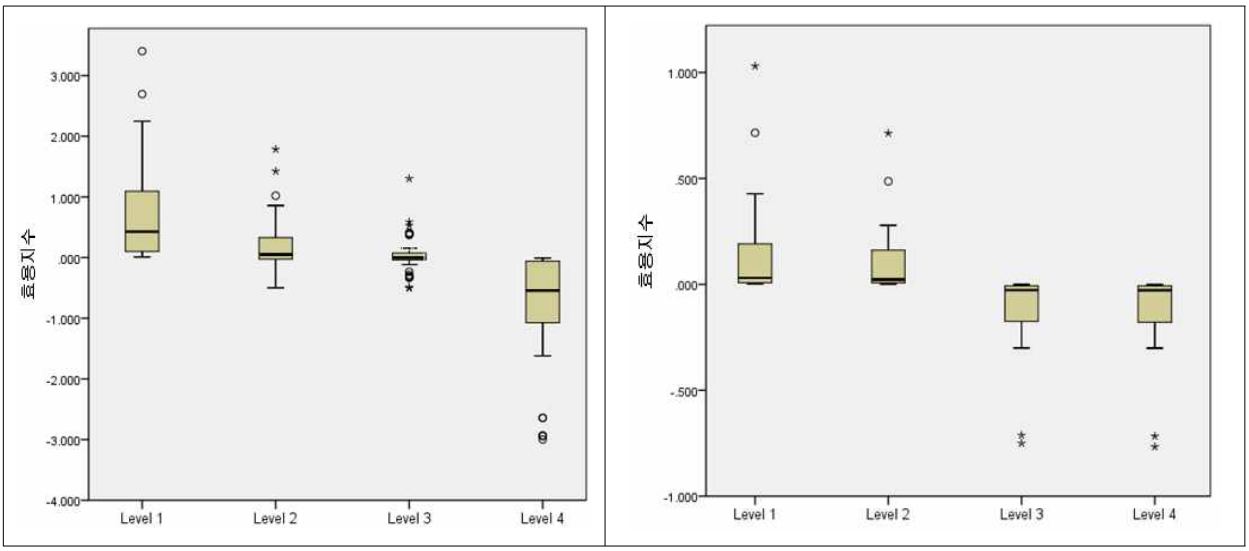
○ <표 68>은 4가지 속성별 수준에 대한 설문참여자 63명의 효용지수를 상자그림(Box plot)으로 도식화 한 것임.

<표 75> 속성별 중유도 및 Partworth (63명의 평균값)

속성 (중요도)	수준		PW
연비향상 (3.0%)	Level 1	30%	-0.0892
	Level 2	40%	-0.0002
	Level 3	50%	0.0445
	Level 4	60%	0.0449
개조비용 (64.4%)	Level 1	0원	2.2132
	Level 2	300만원	0.2881
	Level 3	600만원	-1.1514
	Level 4	1000만원	-1.3499
유지비용 (28.4%)	Level 1	30만원	0.7517
	Level 2	40만원	0.1683
	Level 3	50만원	0.0428
	Level 4	70만원	-0.9628
적재량감소 (4.2%)	Level 1	100kg	0.1499
	Level 2	150kg	0.1216
	Level 3	200kg	-0.1352
	Level 4	300kg	-0.1363
개조하지 않음	-		-1.320

<표 76> 하이브리드 트럭 개조기술 속성 및 수준에 대한 상자도표





4. 택배트럭 개조 선호도 분석 소결

□ 선택모형 방법론을 이용하여 택배트럭 소유자 및 운전자에 대한 친환경트럭 개조 선호도를 조사하였음.

○ 친환경 트럭 개조 시 고려되는 연비향상, 개조비용, 유지비용, 적재량감소 등 4가지 요인에 대한 소비자 중요도를 평가한 결과, 개조비용이 64.4%로 가장 높게 조사됨.

○ 반면, 적재량 감소와 연비향상은 4.2%와 3.0%에 불과하였음.

○ 이 결과는 전문가 의사결정 모델링을 통하여 친환경 택배트럭 개조기술 선택 요인 중 경제적 타당성이 가장 중요하다고 분석된 것과 같은 결과임.

- 경제적 타당성 중 개조 비용의 중요도가 가장 높게 분석된 것과 마찬가지로 택배트럭 소유자들 또한 개조비용에 가장 민감하게 반응하였으며, 해당 속성의 중요도를 높게 평가하였음.

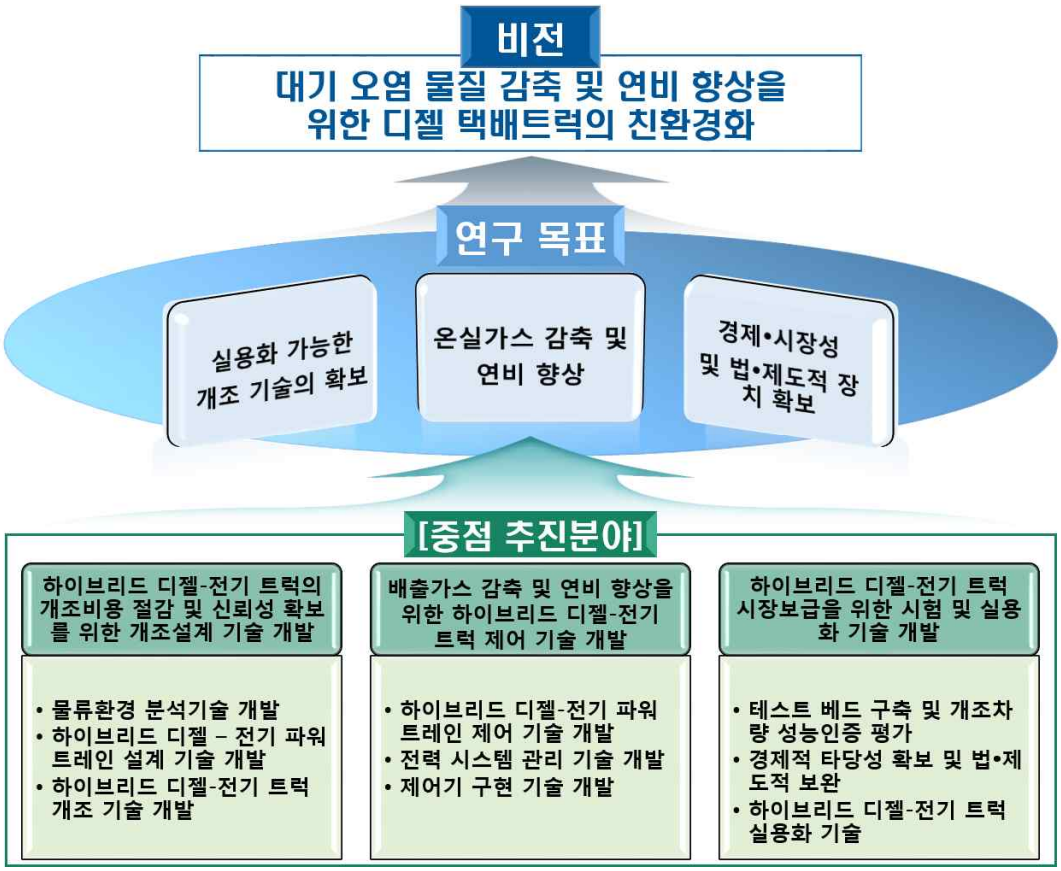
○ 향후 친환경 택배트럭 개조 기술이 시장에서 경쟁력을 갖추고 성공적으로 도입되기 위해서는 하이브리드 친환경 택배트럭으로의 개조 시 발생하는 개조 비용이 택배트럭 소유자들에게 경제적으로 부담스럽지 않아야함.

- 기술적 완성도를 높이는 것에 더불어, 체계적인 보조금 정책 수립을 통해 택배트럭 소유자 및 운전자의 경제적 부담을 완화시키는 방안에 대한 연구가 함께 진행되어야 할 것으로 사료됨.

제 4장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제 1절 비전 및 목표

1. 연구 목표 및 범위 설정



<그림 54> 비전 및 연구 목표

□ 비전

○ 대기 오염 물질 감축 및 연비 향상을 위한 디젤 택배트럭의 친환경화

□ 연구 대상 및 범위

○ 1.5톤 미만 / 디젤 / 수동변속기 / Euro4 및 5 택배 트럭

- 「화물자동차 운수사업법 시행규칙」에 따르면 소형 트럭을 1.5톤 미만 트럭으로 규정하고 있음.
  * 국내에서 판매 중인 1.5톤 미만 트럭은 1톤/1.2톤/1.4톤 트럭(포터, 봉고 등)이 있음.
  * 통합물류협회 조사에 따르면 2015년 말 1.5톤 미만 택배 차량은 총 45,497대(영업용: 32,486대, 비영업용:13,011대)임.

- 최근 5년간 등록된 화물차의 92% 이상은 경유를 사용하는 디젤 엔진이 탑재됨 (2011년 95.0%, 2012년 94.6%, 2013년 92,6%, 2014년 97.1%, 2015년 95.7%).
- 특히, 택배업체 등 대규모 물류 사업자들은 경제성 향상을 위해 대부분 실연비가 높은 수동 변속기 택배 차량을 운영하고 있음.
- 과제 추진기간(총 4년)을 고려하였을 때, 실용화 연도는 2020년 이후로 예상됨.
  * 국내 Euro 3, 4, 5, 6의 시행 년도는 각각 2005년, 2008년, 2011년, 2015년임.
  * 국내 완성차 업체에서는 2013년도부터 DPF를 장착하여 출고하고 있음.
  * 디젤 트럭의 차령이 15년 내외임을 고려하였을 때, 실용화 시점에서 DPF 미장착 트럭과 DPF 장착 트럭이 혼용되어 운영되고 있을 것으로 예상함.
  * 이를 고려하여 2020년 기준, 가장 높은 비율을 차지하고 있을 것으로 예상되는 Euro 4와 Euro 5 트럭을 연구 대상으로 기술개발을 수행하는 것이 바람직함.

□ 연구 목표

○ 택배 운송환경에 최적화된 친환경/고효율/저비용 하이브리드 디젤-전기 트럭의 핵심 기술 개발 및 시험차량 적용을 위한 실증 기술 개발

- 디젤 트럭을 하이브리드 차량으로 개조하기 위한 물류환경 분석 기술, 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 개조 설계 기술을 개발함.
  * 도심 택배 환경의 특성 및 국내 지리 특성을 반영한 대표 운행 사이클 생성
  * 개조 원가(보조금, 판매자 이윤 등이 제외된 순수 개조비용) 500만원 이내
  * 개조 중량 증가 100 kg 미만
- 하이브리드 디젤-전기 트럭의 효과적인 제어를 위한 파워트레인 제어기술, 전력시스템 및 제어기 구현 기술을 개발함.
  * 대표 운행 사이클 상에서 개조 전 대비 연비 30% 향상[1)]
  * 대표 운행 사이클 상에서 개조 전 대비 온실가스 배출량 20% 감축[1)]
  * 대표 운행 사이클 상에서 개조 전 대비 미세먼지 배출량 20% 감축[1)]
    - Euro 4(DPF 미장착) 트럭 미세먼지 배출량(PM) 20% 감축
    - Euro 5(DPF 장착) 트럭 미세먼지 입자개수(PN) 20% 감축

  [1)]산업통상자원부의 표준 온실가스 배출량 및 연료소비율 시험방법에 의거
- 하이브리드 디젤-전기 트럭의 시장보급을 위해 차량의 성능을 평가하고 테스트베드를 구축하여 개발기술의 실증을 진행하며 실용화를 위해 법제도를 검토하고 비즈니스모델을 마련함.

2. 연구개발 중점 추진분야 설정

□ 본 연구의 중점 추진분야는 아래와 같음.

○ 개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발

○ 온실 가스 감축 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발

○ 시장보급을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술 개발

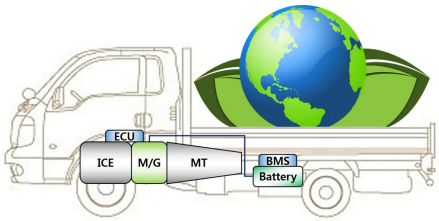
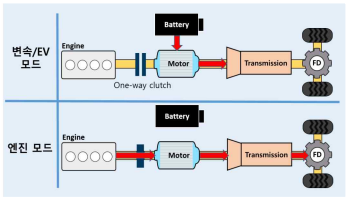
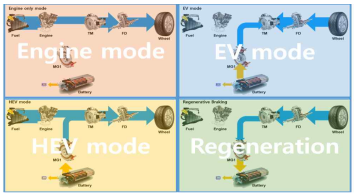
□ 중점 추진분야 설명

○ '개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발'은 물류환경 분석기술을 통해 도심 택배 대표 운행 사이클을 생성하여 하이브리드 파워트레인 설계를 위한 최적 사양을 결정하고, 핵심부품 모듈화 및 구조 안전성 분석을 통해 하이브리드 트럭 개조 기술 개발을 위한 분야임.

○ '배기가스 감축 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발'은 동력 분배 제어, Idle stop & go 제어, 지능형 변속 제어 등 하이브리드 파워트레인 제어 기술을 개발하고, 배터리, 모터 등 전력 시스템 관리를 위한 제어기 등을 구현하기 위한 분야임.

○ '시장보급을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술 개발'은 시장성 및 경제적 타당성을 조사하고, 법· 제도적 보완과 차량 평가 및 승인 등 실용화를 위한 분야임.

제 2절 기술개발에 따른 미래상

분야	AS-IS	TO-BE
개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발	• 기존 디젤 차량의 배기가스로 인한 대기오염 심화 • 비효율적 도심 주행 • 고가의 친환경차량에 대한 낮은 구매력 	• 체계적 설계 방법을 통한 개조를 위한 최적의 파워트레인 및 구성 요소 사양의 선정 • 전기/기계 시스템 모듈화 
배기가스 저감 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발	• 상용차(다마스) eMT 형태 개조 및 제어 실험 구현 • 시스템 구현 가능성 확인 	• 하이브리드 파워트레인 최적 제어 알고리즘 구현 • 지능형 변속 제어 알고리즘 구현 • 배터리 관리 시스템 구축 • 기존 차량 제어기와의 인터페이스 기술 개발 
하이브리드 디젤-전기 트럭의 시장보급을 위한 시험 및 실용화 기술	• 차량 개조 후 경제성 및 안전성 측면 각종 사양 충족 필요 • 하이브리드 차량 관련 검사 및 허가절차 필요 	• 하이브리드 개조트럭의 실사용을 위한 성능 및 안전성 확보 • 하이브리드 물류차량의 본격적 상용화 • 연비 향상(물류비용 절감) • 대기 오염 저감

제 3절 연구개발 과제 구성

1. 연구개발 후보과제 설정

□ 국내외 동향 및 환경 분석과 델파이기법을 통한 전문가 설문조사(3장 2절)를 바탕으로 도출된 기술 개발 Needs를 바탕으로 후보과제를 아래와 같이 도출함.

<표 77> 연구개발 후보과제 및 주요 내용

연번	후보과제	주요 내용
1	소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발	○ 차량운행 및 물류정보 수집기술 개발 ○ GIS 기반 운행 빅데이터 분석기술 개발
2	소형 택배트럭 대표 운행 사이클 개발	○ 정차-정차 운행속성 군집분석 실시 ○ 군집별 대표운행 선정하여 대표 운행 사이클 개발
3	하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발	○ 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 구조 배열 선정 및 최대 성능 예측 기술개발 ○ 하이브리드 파워트레인 핵심 요소의 사양 최적화 및 핵심부품 경량화 기술 개발
4	디젤 트럭의 하이브리드化를 위한 개조 기술 개발	○ 하이브리드化 개조를 위한 핵심부품의 모듈화 기술 개발 ○ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 시스템 인테그레이션 기술 개발
5	하이브리드 디젤-전기 트럭의 구조 안전성 및 신뢰성 분석 기술 개발	○ 정해진 운용 환경 하에 구조 안전성을 확률적으로 평가하는 기술 개발
6	하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발	○ 동력 분배 제어 기술 개발 ○ Idle stop & go 제어 기술 개발 ○ 지능형 변속 제어 기술 개발 ○ 회생제동 기술 개발
7	하이브리드 디젤-전기 트럭의 배터리팩 관리 기술 개발	○ 배터리 온도 및 충·방전 제어 기술 개발 ○ 배터리 팩의 수명 연장을 위한 에너지 균형 유지 기술 개발
8	하이브리드 디젤-전기 트럭의 구동용 모터 제어 기술 개발	○ 모터의 토크 제어와 속도 제어를 모터의 특성에 따라 고성능, 고효율로 구현하기 위한 제어 기술 개발
9	하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발	○ 개조 차량용 제어기 설계 기술 개발 ○ 기존 차량 제어기와의 인터페이스 기술 개발
10	개조차량 성능 평가 및 승인	○ 개조차량 성능평가 기술 ○ 구조변경 승인 및 승인방안 검토
11	테스트베드 구축 및 실증	○ 테스트베드 구축 및 운영방안 검토 ○ 기술 실증을 위한 테스트베드 운영 및 효과 산정
12	하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술	○ 비즈니스모델 개발 ○ 법·제도적 보완 검토

2. 연구개발 후보과제 우선순위 도출

□ 우선순위 도출

○ 본 연구개발의 목표는 택배 운송환경에 최적화된 친환경/고효율/저비용 하이브리드 디젤-전기 트럭의 핵심 기술 개발 및 시험차량 적용을 위한 실증 기술 개발임.

○ 이를 위해 기존의 디젤 트럭을 친환경 하이브리드 트럭으로 설계 및 개조하는 기술의 개발이 핵심적인 연구 분야임.

○ 따라서 1순위 중점추진분야인 '온실가스 저감 및 연비향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 택배 트럭 개발'과 관련된 후보과제들 중 '소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발', '하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발', '하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발'을 우선순위로 도출함.

○ 또한, 개조된 하이브리드 디젤-전기 트럭을 효율적으로 제어하기 위해 모터, 배터리 등 핵심 부품들의 제어기술 개발과 ISG, 회생제동 기술 등 하이브리드 차량을 위한 제어 기술의 개발이 필수적으로 따라야 함.

○ 따라서 2순위 중점추진분야인 '하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발'과 관련된 후보과제들 중 '하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발', '하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발', '하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발'을 우선순위로 도출함.

○ 그리고 개발된 차량의 실용화를 위해서는 개조차량의 평가 및 승인과 테스트베드 구축 및 실증 등의 과정아 필요하며 이와 관련된 법제도의 개편 및 보완 역시 필요함.

○ 따라서 3순위 중점추진분야인 '하이브리드 디젤-전기 트럭 시장보급을 위한 시험 및 실용화 기술 개발'과 관련된 후보과제들 중 '개조차량 성능 평가 및 승인', '테스트베드 구축 및 실증', '하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술'을 우선순위로 도출함.

□ 중점 추진분야별 기술개발 목표 및 최종성과물 설정

○ 후보과제 간 연계 및 중복성을 검토하여 중점 추진분야별 후보과제를 도출하였고 이를 바탕으로 기술개발 목표 및 최종성과물을 설정함.

<표 78> 중점 추진분야 별 기술개발 목표 및 최종성과물

중점 추진분야	주요 연구 내용	기술개발 목표	최종성과물
개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술	소형 택배트럭 운행환경 분석 기술 개발	하이브리드 개조 기술의 수요층을 대표하는 운행특성을 파악하여 연비분석 수행 및 개조용 부품개발 연구의 사양 결정	• 대표 운행 사이클 생성기술(S/W) • 개조를 위한 최적의 구성 요소 사양 및 파워트레인

개발	하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발	하이브리드 디젤-전기 파워트레인 성능 최대화를 위한 파워트레인의 구조 배열 최적화, 구성 요소 사양 최적화, 핵심부품 경량화 기술 개발 및 신뢰성 향상을 통한 사후 관리 비용 절감	구조(기준/지침) • 핵심부품 모듈화 및 시스템 인테그레이션을 통한 개조 기술(S/W, 시제품)
	하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발	핵심부품의 모듈화를 통해 무게 경량화, 양산 단가 절감, 교체 용이성, 개조 및 유지보수비용 절감을 확보하고 기존 차량의 장치(공조시스템, 파워핸들 등)를 개조된 하이브리드 차량에 적합하게 개량하며, 컴포넌트(부품), 서브시스템(파워트레인), 시스템(차량) 레벨로 나누어 구조 안전성 및 신뢰성을 확보하는 기술 개발	
배기가스 감축 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발	하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발	하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 구동 모드 제어 및 동력원들(엔진, 모터)의 동력 분배 제어를 통해 성능을 최대화하기 위한 제어 기술 개발	• 연비 극대화를 위한 각종(변속, 동력 분배, 배터리 관리 등) 제어 알고리즘(S/W) • 하이브리드 디젤-전기 트럭의 효과적 제어를 위한 전장부 및 제어기(시제품)
	하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발	하이브리드 디젤-전기 트럭에 사용될 전력 시스템을 안전하고 효율적으로 관리하고 고용량의 배터리 및 모터를 안전하고 효율적으로 관리할 수 있는 제어 기술 개발	
	하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발	하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 로직이 탑재된 제어기 구현 기술 개발	
하이브리드 디젤-전기 트럭 시장보급을 위한 시험 및 실용화 기술 개발	개조차량 성능 평가 및 승인	하이브리드 디젤-전기 트럭의 저공해 목표수준 도달 여부를 평가하는 성능평가 기준 및 방법을 도출하고, 차량개조를 위한 구조변경 승인 방안을 검토	• 개조차량 성능 평가 기술(기준/지침) • 테스트베드 운영 및 효과분석 보고서(기준/지침) • 시장보급을 위한 비즈니스모델 및 법·제도적 지원방안(정책제안)
	테스트베드 구축 및 실증	개발된 기술을 시험 적용한 실제 택배 차량의 효과를 측정하기 위한 시험 노선 선정과 운영방안을 도출하고, 디젤-하이브리드 개조기술의 적용성 및 효과를 산정	
	하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술 개발	하이브리드 디젤-전기트럭 기술의 효과적인 보급을 위해 시장보급비용 결정, 홍보 및 보급 전략 등 비즈니스 모델을 개발하고, 원활한 실용화를 위한 기존 법·제도 활용방안 및 제도적 걸림돌 해소방안 검토	

제 4절 중점 추진분야별 주요내용 및 추진전략

1. 중점 추진분야별 주요내용

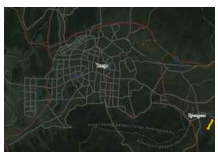
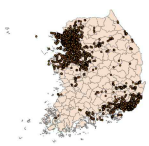
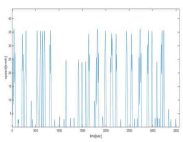
□ 중점추진분야 1:
개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발

<table>
<tr><td colspan="11">1. 개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구유형</td><td colspan="2">기초·원천</td><td colspan="2">응용</td><td colspan="2">실용화</td><td colspan="3">사업화</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">○</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과물 유형</td><td colspan="2">시제품</td><td colspan="2">S/W</td><td colspan="2">기준·지침</td><td colspan="2">정책제안</td><td colspan="2">표준제안</td></tr>
<tr><td colspan="2">○</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">○</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">목표 TRL 단계</td><td colspan="2">기초연구</td><td colspan="2">실험단계</td><td colspan="2">시작품 단계</td><td colspan="2">실용화 단계</td><td>사업화 단계</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>목표 TRL 설정 근거</td><td colspan="10">(1-1) 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발
○ 개조차량의 연비측정을 위해 소형 택배차량의 실제 운행특성을 나타내는 대표운행 사이클을 생성하여 평가에 활용하고자 함. 하이브리드 디젤-전기 트럭의 개발 과정에 이용되는 기술로 과제 진행 중 부분 실용화가 가능한 것으로 판단, 목표 TRL을 7단계로 설정함.

(1-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발
○ 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인의 설계 기술을 개발하기 위해 구조배열 및 구성요소 최적화, 핵심부품 경량화 등을 연구하는 내용으로 실용화 초기 단계인 TRL 7단계로 설정함.

(1-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발
○ 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발을 위한 핵심부품의 모듈화와 해당 구조의 안전성 및 내구 신뢰성 평가를 수행하는 내용으로 실용화 초기 단계인 TRL 7단계로 설정함.</td></tr>
<tr><td>주요목표</td><td colspan="10">○ 도심 택배 환경의 특성 및 국내 지리 특성을 반영한 대표 운행 사이클 생성
○ 개조 원가(보조금, 판매자 이윤 등이 제외된 순수 개조비용) 500만원 이내
○ 개조 중량 증가 100 kg 미만</td></tr>
<tr><td>세부목표</td><td colspan="10">(1-1) 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발
○ 하이브리드 개조 기술의 수요층을 대표하는 운행특성 파악
○ 연비분석 수행 및 개조용 부품개발 연구의 사양 결정

(1-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발
○ 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 성능 최대화를 위한 파워트레인의 구조 배열 최</td></tr>
</table>

	적화, 구성 요소 사양 최적화, 핵심부품 경량화 기술 개발 (1-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발 ○ 핵심부품의 모듈화를 통해 무게 경량화, 양산 단가 절감, 교체 용이성을 확보 ○ 기존 차량의 장치(공조시스템, 파워핸들 등)를 개조된 하이브리드 차량에 적합하게 개량 ○ 하이브리드 시스템의 구조 안전성을 분석하는 기술 개발 및 개조차량의 내구 신뢰성 평가를 수행
주요 연구내용	(1-1) 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발 ○ 차량운행 및 물류정보 수집 - 대도시(5대 광역시)에서 운행되는 1.5 톤 물류 택배차량의 실제 디지털 운행기록 수집 - 택배 회사의 배송정보 시스템을 활용하여 배송 위치와 수화물 무게 등 택배물류 정보 수집 - 수집된 표본자료의 대표성 검증* * 물류 환경실태조사 보고서 등 기존 통계 수치들과 비교 검증 수행 ○ 지리정보 시스템을 연계한 물류 택배 환경 빅데이터 분석 - 수집된 물류 정보를 분석하여 차량 궤적의 효율성, 연비 등 택배물류 차량 운영관리(Fleet Management) 효율성 분석 - 운행기록계와 물류정보의 복합적 분석을 통한 택배 차량 운행의 핵심 속성 도출 - 실제 운행한 도로의 정보를 활용하여 평균 경사도 등 차량 성능에 영향을 미칠 수 있는 요소 도출 및 분석 ○ 대표 운행 사이클 생성기술 개발 - 다수의 택배 물류 차량으로부터 수집된 대규모 데이터 군집분석 - 실 차량 운행기록 기반 대표사이클 도출 기법 개발 - 수집된 자료를 분석하여 현 택배물류 차량의 운행환경을 대표할 수 있는 운행사이클 제시    [운행정보 수집] [GIS분석을 통한 배송지추출] [대표사이클생성] (1-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발 ○ 파워트레인 구조 배열 선정 기술 개발 - 하이브리드 파워트레인 구조 선정 및 요소 배치 기술 개발 ○ 구성 요소의 사양 및 성능 최적화 기술 개발 - 하이브리드 파워트레인 구성 요소 최적 사양 선정 기술 개발 - 구조 최적설계, 경량소재 적용 등 핵심부품 경량화 기술 개발 ○ 파워트레인 최대 성능 예측 기술 개발

- 하이브리드 파워트레인의 최대 성능 예측 기술 개발

<파워트레인 구조 배열 선정 기술> <구성 요소의 사양 최적화 기술>

<핵심부품 경량화 기술> <파워트레인 최대 성능 예측 기술>

[하이브리드 디젤-전기 파워트레인 설계 기술 개발]

(1-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발

○ 핵심부품 모듈화 기술 개발

- 무게 경량화·양산 단가 절감·교체 용이성 향상 등을 목적으로 다수의 부품을 하나의 어셈블리로 일체화하는 기술 개발

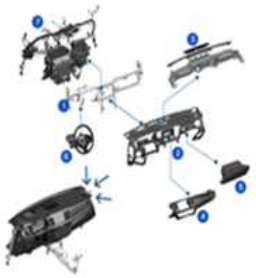
○ 시스템 인테그레이션 기술 개발

- 공조시스템, 파워핸들 등 기존 차량의 시스템에 맞춰진 장치 및 부품들을 개조된 하이브리드 차량에 적합하게 개량하고 최적의 위치에 재배치하는 기술 개발

○ 구조 안전성 및 내구신뢰성 분석 수행

- 하이브리드 시스템이 일정 기간 동안 정해진 운용 환경 하에 파손 없이 의도한 기능으로 사용할 수 있을지 구조 안전성을 확률적으로 분석하는 기술 개발

[전륜 샤시모듈]



[칵핏모듈]

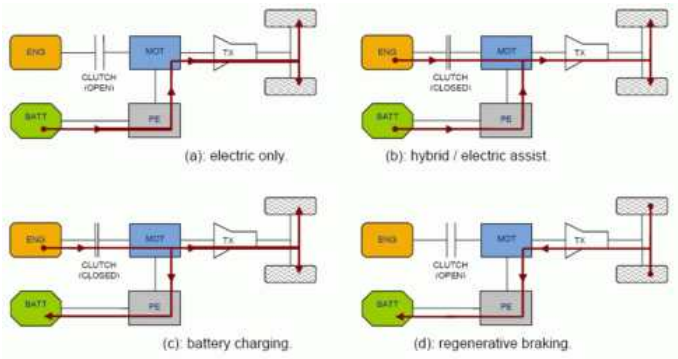
□ 중점추진분야 2:
배기가스 감축 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발

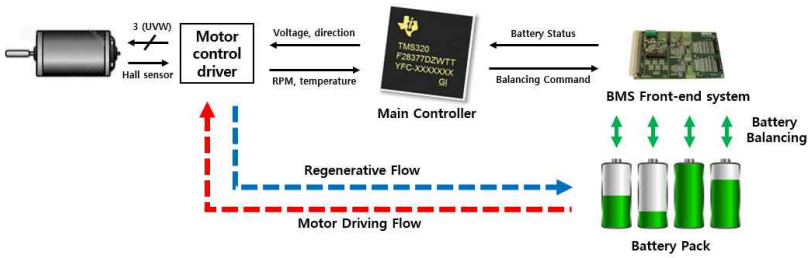
<table>
<tr><td colspan="10">2. 배기가스 감축 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구유형</td><td colspan="2">기초·원천</td><td colspan="2">응용</td><td colspan="2">실용화</td><td colspan="3">사업화</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">○</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과물 유형</td><td colspan="2">시제품</td><td colspan="2">S/W</td><td colspan="2">기준·지침</td><td colspan="2">정책제안</td><td>표준제안</td></tr>
<tr><td colspan="2">○</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">목표 TRL
단계</td><td colspan="2">기초연구</td><td colspan="2">실험단계</td><td colspan="2">시작품 단계</td><td colspan="2">실용화 단계</td><td>사업화
단계</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>목표 TRL
설정 근거</td><td colspan="9">(2-1) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발
○ 본 과제 시, 하이브리드 디젤-전기 파워트레인의 통합 제어 알고리즘을 구현하여 성능 평가를 하고자 함. 신뢰성 평가 및 수요 기업의 평가가 일부 가능할 것으로 판단하여, 목표 TRL을 7단계로 설정함.

(2-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발
○ 본 과제 시 하이브리드 디젤-전기 전력 시스템의 배터리 관리 기술, 모터 제어 기술을 개발 후 통합 제어 알고리즘을 구현하여 성능 평가를 하고자 함. 수요 기관을 통한 신뢰성 및 성능 평가가 일부 가능할 것으로 판단하여, 목표 TRL을 7단계로 설정함.

(2-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발
○ 본 과제 시, 하이브리드 디젤-전기 트럭의 통합 제어 알고리즘을 제어기로 구현하고 해당 제어기를 기존 차량 제어기와 연계 할 수 있는 기술을 개발하고자 함. 유사 환경에서의 성능 검증까지 가능할 것으로 판단하여, 목표 TRL을 7단계로 설정함.</td></tr>
<tr><td>주요목표</td><td colspan="9">○ 대표 운행 사이클 상에서 개조 전 대비 연비 30% 향상
○ 대표 운행 사이클 상에서 개조 전 대비 온실가스 배출량 20% 감축
○ 대표 운행 사이클 상에서 개조 전 대비 미세먼지 배출량 20% 감축[1)]
- Euro 4(DPF 미장착) 트럭 미세먼지 배출량(PM) 20% 감축
- Euro 5(DPF 장착) 트럭 미세먼지 입자개수(PN) 20% 감축
[1)]산업통상자원부의 표준 온실가스 배출량 및 연료소비율 시험방법에 의거</td></tr>
<tr><td>세부목표</td><td colspan="9">(2-1) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발
○ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 성능을 최대화하기 위한 제어 기술 개발
- 하이브리드 파워트레인 구동 모드 제어 및 동력원들(엔진, 모터)의 동력 분배 제어를 통한 성능 최대화

(2-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발
○ 하이브리드 디젤-전기 트럭에 사용될 전력 시스템을 안전하고 효율적으로 관리할</td></tr>
</table>

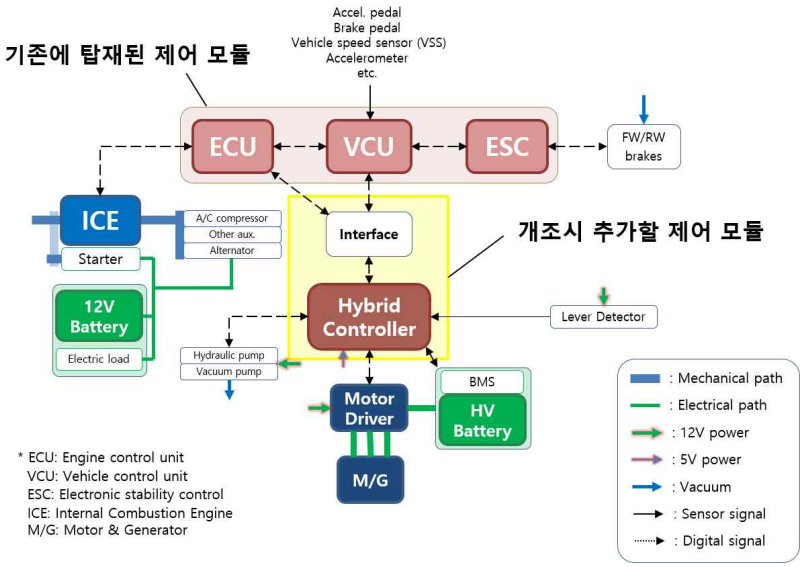
	수 있는 기술 개발 - 고용량의 배터리를 안전하고 효율적으로 관리할 수 있는 기술 개발 - 모터를 효율적으로 구동하기 위한 제어 기술 개발 - 에너지 흐름 모니터링 서비스 기술 개발 (2-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발 ○ 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 로직이 탑재된 제어기 구현 기술 개발
주요 연구내용	(2-1) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발 ○ 동력 분배 제어 기술 개발 - 최적 구동 모드 결정 기술 개발 - 최적 동력 분배 비율 결정 기술 개발 - 엔진 정지 조건 도출 기술 개발 - 엔진 정지 및 재시동 구현 기술 개발 - 회생에너지 최대화를 위한 제동력 결정 기술 개발 ○ 수동변속기의 지능형 변속 제어 기술 개발 - 운전자 변속 변속의도 예측 기술 개발 - 변속시 수동변속기의 속도 동기화 제어 기술 개발  [하이브리드 파워트레인 제어] (2-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발 ○ 배터리 관리 기술 개발 - 배터리 SOC 추정 기술 개발 - 배터리 과방전 및 과충전 방지 기술 개발 - 배터리 온도 및 위험상황 모니터링 기술 개발 - 배터리 셀 밸런싱 기술 개발 ○ 모터 속도 및 토크 제어 로직 설계 기술 개발 - 전기모드 구동 및 회생제동을 위한 토크제어 기술 개발 - 지능형 변속을 위한 속도제어 기술 개발



[전력 관리 시스템 구성도]

○ 에너지 흐름 모니터링 서비스 기술 개발
- 에너지 흐름 모니터링을 위한 GUI 개발
- GUI 디스플레이 장치 개발

(2-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발
○ 개조 차량용 제어기 설계 기술 개발
- 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 로직의 소프트웨어 구현 기술 개발
- 제어기 하드웨어 설계 기술 개발
○ 기존 차량 제어기와의 인터페이스 기술 개발
- 기존 차량에 내제되어 있는 제어 모듈들과 개조 시스템 제어 모듈간의 통신 및 상호 연계 제어 기술 개발



[개조 차량 제어기 구성도]

□ 중점추진분야 3:
시장보급을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술 개발

<table>
<tr><td colspan="10">3. 시장보급을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구유형</td><td colspan="2">기초·원천</td><td colspan="2">응용</td><td colspan="2">실용화</td><td colspan="2">사업화</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">○</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">성과물 유형</td><td colspan="2">시제품</td><td colspan="2">S/W</td><td colspan="2">기준·지침</td><td colspan="2">정책제안</td><td>표준제안</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">○</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">목표 TRL
단계</td><td colspan="2">기초연구</td><td colspan="2">실험단계</td><td colspan="2">시작품 단계</td><td colspan="2">실용화 단계</td><td>사업화
단계</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>목표 TRL
설정 근거</td><td colspan="9">(3-1) 개조차량 성능 평가 및 승인
○ 개조차량의 시장 보급을 위해 필수적인 성능 및 안전성 평가 기준을 마련하고 세부 부품에 대한 승인을 검토하는 내용으로 실용화 초기 단계인 TRL 7단계로 설정

(3-2) 테스트베드 구축 및 실증
○ 실제 시장환경인 테스트베드를 구축하고 그 효과를 확인하는 연구내용으로 실용화 초기 단계인 TRL 7단계로 설정

(3-3) 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술
○ 시장에 보급하기 위한 전략을 수립하고 제도적인 보급 지원방안을 검토하는 내용으로 실용화 초기 단계인 TRL 7로 설정</td></tr>
<tr><td>주요목표</td><td colspan="9">○ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 시장보급을 위해 차량의 성능을 평가하고 테스트베드를 구축하여 개발기술의 실증을 진행하며 실용화를 위해 법제도를 검토하고 비즈니스모델을 마련함.</td></tr>
<tr><td>세부목표</td><td colspan="9">(3-1) 개조차량 성능 평가 및 승인
○ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 저공해 목표수준 도달 여부를 평가하는 성능평가 기준 및 방법을 도출하고, 차량개조를 위한 구조변경 승인 방안을 검토

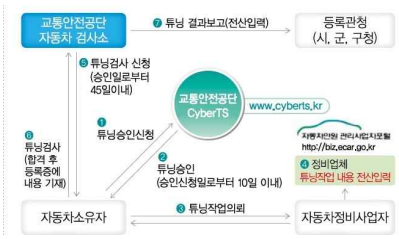
(3-2) 테스트베드 구축 및 실증
○ 개발된 기술을 시험 적용한 실제 택배차량의 효과를 측정하기 위한 시험 노선 선정과 운영방안을 도출하고, 디젤-하이브리드 개조기술의 적용성 및 효과를 산정

(3-3) 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술
○ 하이브리드 디젤-전기트럭 기술의 효과적인 보급을 위해 시장보급비용 결정, 홍보 및 보급 전략 등 비즈니스 모델을 개발하고, 원활한 실용화를 위한 기존 법·제도 활용방안 및 제도적 걸림돌 해소방안 검토</td></tr>
<tr><td>주요
연구내용</td><td colspan="9">(3-1) 개조차량 성능 평가 및 승인
○ 부품 및 모듈에 대한 성능평가 및 튜닝시험 방법 개발
- 단품에 대한 신뢰성, 내구성 성능평가
- 부품별 인증기반 설계기준(안) 연구</td></tr>
</table>

- 부품 실용화 기술검증

○ 실차 시험을 통한 성과물 검증 및 시험방법 개발
- 디젤트럭 중량별 특성연구(제동/연비/배기가스 등)
- 실차기반 제동, 조향 등 안전성 시험평가
- 실차기반 연비/배기가스 성능평가
- 냉난방시스템 사용에 따른 연비 효율평가
- 실차 실증사업을 통한 성능효과 및 고도화기술 검증

○ 개조차량 튜닝 승인방안 마련
- 하이브리드 디젤-전기 트럭 튜닝시험방법 동향조사
- 디젤/HEV 제원분석
- 튜닝시험항목 선정
- 자동차튜닝 세부업무규정 적용방안 검토



[자동차튜닝 세부업무규정 적용방안 검토]

[튜닝을 위한 시험절차]

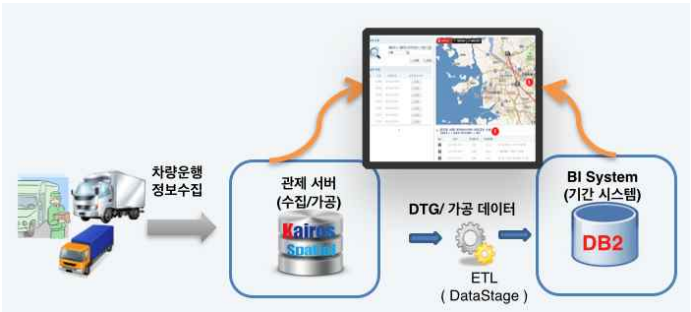
(3-2) 테스트베드 구축 및 실증

○ 실수요처 논의를 통한 투입대수 및 노선 선정
- 효과 측정을 위한 차량 투입대수 결정
- 다양한 운행 환경을 고려한 투입 대상 노선 선정

○ 차량장착 및 데이터 수집방안 도출
- 기존 차량 장착조건 결정
- 장착전후 데이터 수집 및 비교방안 도출

○ 차량 장착 및 운행결과 수집
- 차량 장착 수행
- 장착전후 운행결과 수집 및 관리

○ 운행효과 분석
- 운행결과 정리 및 운행효과 분석



[장착전후 데이터 수집 및 비교방안 도출]

(3-3) 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술

○ 시장 보급방안 도출

- 구매의향조사 시행
- 시장규모 및 보급비용 산정
- 개조사업자 선정방안 도출

○ 홍보 및 보급전략 수립

- 홍보대상 설정 및 홍보방안 도출
- 대상군별 보급전략 수립

○ 법·제도적 지원방안 검토

- 구매·개조비용 지원 등 기존 지원사업 활용방안 검토
- 기타 법·제도 개선 및 신규 지원방안 발굴

※ 개조차량의 교통사고 처리 관련규정 및 자동차 보험 관련 내용 검토

※ 개조차량의 보증 관리 방안 검토 등

[기존 지원사업 포함 방안 검토]

| 세금 감면 |

항목	전기차	하이브리드차	수소차
계	최대 400만원	최대 270만원	-
개별소비세	최대 200만원	최대 100만원	-
교육세	최대 60만원	최대 30만원	-
취득세	최대 140만원	최대 140만원	-
도시철도채권·지역개발채권* (차량가격의 9~20%)	최대 200만원	최대 200만원	-

* 채권할인율 10% 적용 시 감면되는 금액 약 20만원

[세제감면 방안 검토]

2. 중점 추진분야별 성과목표 및 성과지표

가. 중점 추진분야별 연차별 성과목표

□ 중점 추진분야 1:
개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발

연차	연구목표
1차년도	(1-1) 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발 ▪ DTG를 통한 디젤 소형 택배트럭 주행기록 수집 및 데이터베이스 구축 ▪ 운행기록 빅데이터 분석을 위한 알고리즘 개발 및 분석환경 구축 ▪ DTG 기반 소형 택배트럭 주행특성을 반영한 대표 운행 사이클 생성 (1-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발 ▪ 대표 운행 사이클을 통해 핵심요소의 사양 도출 ▪ 파워트레인 구조 배열 최적화 방안 분석 ▪ 핵심요소 효율 최적화 및 경량화 방안 분석 - 개조 중량 증가 120kg 미만 (1-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발 ▪ 파워트레인 구조 신뢰성의 시뮬레이션 분석 ▪ 파워트레인 모듈화 방안 및 전장부품 통합 방안 분석
2차년도	(1-1) 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발 ▪ GIS 데이터 수집 및 데이터베이스 구축 ▪ 소형 택배트럭 운행환경 지리적 특성 추출 및 분석 알고리즘 개발 ▪ GIS 연계 소형 택배트럭 대표 운행 사이클 고도화 (1-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발 ▪ 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 시제작 - 개조 원가 1000만 원 이내 ▪ 핵심요소 효율 최적화 및 경량화 방안 연구 - 개조 중량 증가 100kg 미만 (1-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발 ▪ 파워트레인 구조 신뢰성 시뮬레이션 결과 보완 ▪ 파워트레인 모듈화 방안 및 전장부품 통합 방안 보완
3차년도	(1-1) 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발 ▪ 주행기록데이터와 물류데이터 통합 데이터베이스 구축 ▪ 하이브리드 디젤-전기 트럭 테스트베드 후보군 선정 (1-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발 ▪ 파워트레인 성능 실내 테스트 ▪ 핵심요소 효율 최적화 및 경량화 방안 보완 - 개조 원가 750만 원 이내 - 개조 중량 증가 100kg 미만 (1-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발 ▪ 실내 테스트를 통한 구조 신뢰성 보완

	▪ 파워트레인 모듈화 방안 및 전장부품 통합 방안 보완
4차년도	(1-1) 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발 ▪ 하이브리드 디젤-전기 트럭 주행기록 수집 및 분석환경 구축 ▪ 실 차량 운행 기반 대표 운행 사이클과 기존 사이클의 비교 및 대표성 검증 ▪ 하이브리드 디젤-전기 트럭 실 주행기록 기반 효율적 운영방안 연구 (1-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발 ▪ 파워트레인 성능 실외 실차 테스트 ▪ 파워트레인 양산 기술 개발 - 개조 원가 500만 원 이내 - 개조 중량 증가 100kg 미만 (1-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발 ▪ 운행결과 수집을 통한 구조 신뢰성 보완 ▪ 운행결과 수집을 통한 부품 모듈화 방안 및 전장시스템 통합 방안 보완

□ 중점 추진분야 2: 배기가스 감축 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발

연차	연구목표
1차년도	(2-1) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발 ▪ Idle stop & go 프로토 타입 제작 (2-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발 ▪ 모터의 속도제어 기술 개발 - 속도명령에 대한 정착시간 0.5s 이하 ▪ 모터의 토크제어 기술 개발 - 토크제어 대역폭 25Hz 이상 (2-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발 ▪ Idle stop & go 제어 명령을 위한 엔진 ECU와의 인터페이스 모듈 개발
2차년도	(2-1) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발 ▪ 대표 운행 사이클 기준, 시뮬레이션 상에서 개조 전 대비 연비 30% 향상, 온실가스 20% 감축, 미세먼지 20% 감축을 만족하는 하이브리드 파워트레인 제어 기술 개발 (2-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발 ▪ 배터리팩 관리 알고리즘 및 모듈 개발 - 실시간 배터리셀 SOC 추정 오차 ±2% 이하 - 배터리 셀간 전압 편차 ±10% 이하 (2-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발 ▪ 엔진의 토크, 속도 및 시동 제어 명령을 위한 엔진 ECU와의 인터페이스 모듈 개발
3차년도	(2-1) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발 ▪ 대표 운행 사이클 기준, 차량동력계 테스트 상에서 연비 20% 향상, 온실가스 15% 감축, 미세먼지 15% 감축을 만족하는 하이브리드 파워트레인 제어 기술 개발 (2-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발 ▪ 배터리팩 안전성 확보 ▪ 대표 운행 사이클 대상의 차량동력계 테스트에서 배터리 팩 온도를 15°C~45°C 범

	위로 유지시켜주도록 하는 수냉식 혹은 공냉식 배터리팩 온도 관리 시스템 개발 - 누전방지를 위한 배터리팩 방수케이싱 개발 ▪ 에너지 흐름 모니터링 서비스 개발 - 에너지 흐름 모니터링용 GUI 개발 - 모니터링용 디스플레이 장치 개발 (2-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발 ▪ 하이브리드 파워트레인 제어 알고리즘, 전력 시스템 관리 제어 알고리즘이 구현된 제어기 개발
4차 년도	(2-1) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발 ▪ 대표 운행 사이클 기준, 차량동력계 테스트 및 도시별 실차 테스트 상에서 연비 30% 향상, 온실가스 20% 감축, 미세먼지 20% 감축을 만족하는 하이브리드 파워트레인 제어 기술 개발 (2-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발 ▪ 디젤-전기 하이브리드 트럭용 전력시스템 개조 키트 개발 - 12kW 이상급 동력용 모터 및 모터 제어기, 1kWh 내외 96~120V급 배터리팩 포함 ▪ 전력시스템 개조 키트의 양산화 방안 마련 (2-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발 ▪ 엔진 ECU와의 인터페이스 및 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어기가 통합된 제어 모듈 개발 ▪ 통합 제어 모듈의 양산화 방안 마련

□ 중점 추진분야 3: 시장보급을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술 개발

연차	연구목표
1차 년도	(3-1) 개조차량 성능 평가 및 승인 ▪ 국내외 튜닝, HEV 시험방법 동향 조사 - 관련 문서: 1건 ▪ ISG 개발차 시험항목 및 방법 개발 ▪ 제원분석/구조변경항목 선정 - 시험항목: 5 건 ▪ 하이브리드 구조변경 부품 시험항목 선정 및 시험방법 개발 - 시험방법서 도출: 7 건 ▪ 하이브리드 구조변경 자동차 승인 및 보조금 제도 타당성 조사 - 관련 문서: 1건 (3-2) 테스트베드 구축 및 실증 ▪ 테스트베드 구축을 위한 사전 운행 데이터 수집 - 운행 데이터 수집: 1건 (3-3) 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술 ▪ 실수요자 구매의향 조사 및 시장규모 추정 - 관련 문서: 1건 ▪ 기존지원사업 포함 및 세제감면방안 검토

	- 관련 문서: 1건
2차 년도	(3-1) 개조차량 성능 평가 및 승인 ▪ 하이브리드 구조변경 부품 성능시험 및 평가 - 모터/드라이버 성능평가 - 진공/유압펌프 성능평가 - 배터리팩 성능평가 - 시동모터 성능평가 ▪ 하이브리드 부품별 인증기반 설계기준(안) 제시 - 관련 문서: 1 건 ▪ 하이브리드 구조변경 개발차 시험항목 및 평가방법 개발 ▪ 디젤 트럭 중량별 특성연구(제동/연비/배기가스 등) - 특성연구 보고서: 1 건 ▪ ISG 개발차 성능시험 평가 - 시험평가 보고서: 1 건 (3-2) 테스트베드 구축 및 실증 ▪ 테스트베드 운영전략 수립 ▪ 시연 및 운영 시나리오 기획 ▪ 테스트 측정 및 평가전략 수립 ▪ 리스크 관리방안 수립 (3-3) 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술 ▪ 개조사업자 선정 - 사업자 선정 기준: 1 건 ▪ 개조사업 운영 조건 및 운영방안 도출 ▪ 기타 법·제도 지원방안 검토 - 지원방안 도출 문건: 1 건
3차 년도	(3-1) 개조차량 성능 평가 및 승인 ▪ 하이브리드 부품 내구 및 신뢰성 평가 - 시험평가 보고서: 1 건 ▪ 하이브리드 구조변경 개발차 안전, 동력, 환경성능 시험평가 - 실차평가 보고서: 1 건 ▪ 하이브리드 자동차 구조변경 승인 방안 마련 (3-2) 테스트베드 구축 및 실증 ▪ 개조 인프라 및 장비구축 ▪ 개조차량 운영매뉴얼 마련 ▪ 테스트베드 투입차량 개조 및 성능 확인 - 관련 문서: 1 건 (3-3) 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술 ▪ 경제성 및 재무성 분석 ▪ 시장경쟁력 확보를 위한 시장보급비용 결정 - 관련 문서: 1 건 ▪ 홍보 및 보급전략 수립 - 관련 문서: 1 건 ▪ 법·제도적 지원방안 검토(계속)

4차 년도	(3-1) 개조차량 성능 평가 및 승인 ▪ 하이브리드 구조변경 부품 실용화 기술검증 ▪ 하이브리드 구조변경 개발차 안전, 동력, 환경성능 효과검증 - 효과검증 보고서: 1 건 ▪ 하이브리드 자동차 구조변경 절차 등 검증 및 보완 - 관련 문서: 1 건 (3-2) 테스트베드 구축 및 실증 ▪ 테스트베드 운영 및 관리 ▪ 테스트 수행 및 측정 ▪ 테스트결과 취합 및 효과측정 (3-3) 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술 ▪ 비즈니스모델 발굴 - 관련 문서: 1 건 ▪ 사업화 전략 수립 ▪ 법·제도적 지원방안 검토(계속)

나. 중점 추진분야별 연차별 성과지표

□ 1차 년도 성과 지표 및 측정 방법

구분	연구내용	성과지표	측정방법	단위	목표치	가중치	목표치 설정근거
1-1	소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발	데이터베이스	구축 건수	건	1		소형 택배트럭의 주행기록 수집 분석환경 구축
		빅데이터 분석 알고리즘	학술지 게재 및 발표 논문 건수(국내외)	건	1		주행기록 분석 알고리즘을 공개적으로 검증하기 위한 논문 작성
		대표 운행 사이클	관련문서 작성 건수	건	1		하이브리드 디젤-전기 트럭 초기 사양결정을 위한 연비측정용 사이클 생성
1-2	하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발	파워트레인 구조배열 최적화 방안 분석서	관련문서 작성 건수	건	1		하이브리드 디젤-전기 파워트레인 구조배열 설계 및 선정
		핵심요소 효율 최적화 및 경량화 방안 분석	파워트레인 무게 증가량	kg	120		핵심요소의 효율 향상 및 경량화 방안 검증

1-3	하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발	구조 신뢰성 시뮬레이션 분석서	관련문서 작성 건수	건	1		파워트레인 구조적 신뢰성 시뮬레이션 검증
		시스템 인테그레이션 방안 시뮬레이션 분석서	관련문서 작성 건수	건	1		파워트레인 모듈화 방안 및 전장부품 통합 방안 시뮬레이션 분석
2-1	하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발	ISG 제어 알고리즘 개발	구축건수	건	1		ISG 기능 구현에 사용될 제어 알고리즘
2-2	하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발	모터의 속도 제어 정착시간	속도 명령의 ±5%에 도달하기까지의 시간 측정	s	0.5		수동 변속기의 지능형 변속이 1s 안에 완수되기 위해 필요한 최대 동시화 시간
		모터의 토크 제어 대역폭	제어 명령 대비 토크 응답이 -3dB인 지점의 주파수 측정	Hz	25		운전자 최대 토크 명령 속도(페달 속도, 5Hz)의 5배
2-3	하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발	ISG 명령을 위한 엔진 ECU 제어용 인터페이스 모듈 개발	구축 건수	건	1		ISG 기능 테스트를 위한 개조 트럭 1대용 모듈
3-1	튜닝 및 인증 동향 조사	국내외 튜닝/시험방법 동향조사	동향조사 보고서 건수	건	1		국내외 튜닝 및 시험방법 자료수집
		HEV 개조차량 보조금 지원제도 타당성 조사	제도조사 보고서 건수	건	1		상용화를 위한 개조차량 지원제도 및 법규 등 자료수집
		튜닝시험항목	시험항목건수	건	5		개조차량의 튜닝시험항목 선정
		모터/드라이브 시험방법서 개발	시험방법서 도출 건수	건	3		전자파, 출력/효율, 제어의 시험방법서 도출
		시동모터 시험방법서 개발	시험방법서 도출 건수	건	2		성능시험 방법서 도출

		제동,조향 어시스트 장치 시험방법서 개발	시험방법서 도출 건수	건	2		제동, 조향어시스트 장치 시험방법서 도출
		논문 (학술발표)	발표 논문 건수(국내외)	건	1		국내외 해당기술 동향조사 결과 공유를 위한 발표논문작성
3-2	테스트베드 구축 및 실증	데이터 수집	사전 운행데이터 수집 건수	식	1		테스트베드 구축을 위한 사전 운행데이터 수집
3-3	하이브리드 디젤-전기트럭 실용화방안 도출	시장조사	구매의향조사 수행 건수	건	1		시장 보급전략 수립을 위한 시장의 실 수요자 구매의향 조사
		법·제도 지원방안	관련문서 작성 건수	건	1		기술 보급의 활성화를 기존 지원사업 참여 검토

□ 2차 년도 성과 지표 및 측정 방법

구분	연구내용	성과지표	측정방법	단위	목표치	가중치	목표치 설정근거
1-1	소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발	데이터베이스	구축 건수	건	1		소형 택배트럭 운행 공간의 지리정보 수집
		지리정보 분석 알고리즘	관련문서 작성 건수	건	1		소형 택배트럭 운행환경의 지리적 특성 추출
		대표 운행 사이클	관련문서 작성 건수	건	1		지리정보를 연비측정용 대표사이클에 반영
1-2	하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발	파워트레인 시제작	개조원가	만원	1000		하이브리드 디젤-전기 파워트레인 시제작
		핵심요소 효율 최적화 및 경량화 방안 분석서	파워트레인 무게 증가량	kg	100		핵심요소의 효율 향상 및 경량화 방안 검증

1-3	하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발	구조 신뢰성 보완서	관련문서 작성 건수	건	1		시뮬레이션을 통한 구조적 신뢰성 보완
		시스템 인테그레이션 방안 보완서	관련문서 작성 건수	건	1		시뮬레이션을 통한 파워트레인을 모듈화 방안 보완 및 전장부품 통합 방안 보완
2-1	하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발	하이브리드 파워트레인 제어 시뮬레이션 플랫폼 개발	구축건수	건	1		하이브리드 파워트레인의 제어 성능 예측을 위한 시뮬레이션 플랫폼
		기존 대비 하이브리드화 후 연비 향상률	대표 운행 사이클 상에서 시뮬레이션을 통한 연비 계산	%	30		MATLAB 주행 시뮬레이션 결과(기존: km/L, 하이브리드화 후: km/L)를 근거로 함
		기존 대비 하이브리드화 후 온실가스 감축률	대표 운행 사이클 상에서 시뮬레이션을 통한 온실가스 배출량 계산	%	20		MATLAB 주행 시뮬레이션 결과(기존: g/km, 하이브리드화 후: g/km)를 근거로 함
		기존 대비 하이브리드화 후 미세먼지 감축률	대표 운행 사이클 상에서 시뮬레이션을 통한 미세먼지 배출량 계산	%	20		MATLAB 주행 시뮬레이션 결과(기존: g/km, 하이브리드화 후: g/km)를 근거로 함
		논문	학술지 게재 및 발표 논문 건수(국내외)	건	1		개조차량의 제어 방법론 및 예상 성능효과를 공개적으로 검증하기 위한 논문 작성
2-2	하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발	배터리팩 상태 관리 모듈 개발	구축 건수	건	1		하이브리드화 개조 트럭 1대용 모듈
		배터리 셀의 SOC 추정 오차	배터리셀의 충방전 실험에서 SOC 실제 값과 추정 값의 오차 측정	%	±2		SOC 추정 시뮬레이션에서의 세계 최고 수준 기준
		배터리 셀간 전압 편차	배터리셀의 충방전 실험에서 전압 센서로	%	±10		HEV의 일반적인 배터리 충방전량 30%에 대해

			배터리 셀들의 전압 측정				리튬이온 배터리 사용 범위 30~80%에 들어오도록 하기 위한 편차범위
2-3	하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발	엔진 토크, 속도 및 ISG 명령을 위한 엔진 ECU 제어용 인터페이스 모듈 개발	구축 건수	건	1		하이브리드화 개조 트럭 1대용 모듈
3-1	인증기반 설계기준(안) 개발	부품별 인증기반 설계기준(안)	기준(안) 도출	건	1		개조 부품별 인증 기반 설계기준(안) 도출
		디젤 트럭 중량별 특성연구	특성연구 보고서 작성 건수	건	1		개조차량의 실주행을 위한 안전평가기준 설정
		부품 및 모듈 시험평가	시험평가 보고서 작성 건수	건	1		개조차량 모든부품의 시험방법서를 통한 평가
		배터리팩 인증시험	인증시험 보고서 작성 건수	건	1		배터리팩의 충격, 연소 등 안전기준적합 여부 시험
		ISG 개발차 성능시험평가	시험평가 보고서 작성 건수	건	1		대표사이클을 통한 성능, 효과 검증 보고서
		논문 (학술발표)	발표 논문 건수(국내외)	건	1		중량별 디젤트럭 특성연구 결과 논문 작성
3-2	테스트베드 구축 및 실증	테스트베드	관련문서 작성 건수	건	1		테스트베드 운영전략 수립
3-3	하이브리드 디젤-전기트럭 실용화방안 도출	개조사업자 선정기준	개조사업자 선정 기준 작성 건수	건	1		개조사업 진행을 위한 사업자 선정기준 마련
		법·제도 지원방안	법·제도 지원방안 도출 운건 작성 건수	건	1		기술 보급의 활성화를 위한 법·제도적 지원방안 마련

□ 3차 년도 성과 지표 및 측정 방법

구분	연구내용	성과지표	측정방법	단위	목표치	가중치	목표치 설정근거
1-1	소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발	데이터베이스	구축 건수	건	1		지리정보와 연계하여 데이터베이스 고도화
		테스트베드 선정기준	관련문서 작성 건수	건	1		하이브리드 디젤-전기 트럭의 개선효과 검증을 위한 근거 마련
1-2	하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발	파워트레인 성능 실내 테스트	관련문서 작성 건수	건	1		시제작된 하이브리드 디젤-전기 파워트레인의 성능 실내 테스트
		핵심요소 효율 최적화 및 경량화 방안 분석서	개조원가	만 원	750		핵심요소의 효율 향상 및 경량화 방안 검증
			파워트레인 무게 증가량	kg	100		
1-3	하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발	실내 테스트를 통한 구조 신뢰성 보완서	관련문서 작성 건수	건	1		실내 테스트를 통한 구조적 신뢰성 보완
		시스템 인테그레이션 방안 보완서	관련문서 작성 건수	건	1		프로토타입 제작을 통한 파워트레인을 모듈화 방안 보완 및 전장부품 통합 방안 보완
2-1	하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발	대표 운행 사이클에 최적화된 하이브리드 파워트레인 제어 알고리즘 개발	구축 건수	건	1		하이브리드 디젤-전기 트럭의 하이브리드 파워트레인 제어를 위한 최종 알고리즘 제시
		기존 대비 하이브리드화 후 연비 향상률	대표 운행 사이클 상에서 차량동력계, 실차 테스트를 통한 연비 측정	%	20		연구 목표치의 60%
		기존 대비 하이브리드	대표 운행 사이클 상에서	%	15		연구 목표치의 60%

		화 후 온실가스 감축률	차량동력계, 실차 테스트를 통한 온실가스 배출량 측정				
		기존 대비 하이브리드화 후 미세먼지 감축률	대표 운행 사이클 상에서 차량동력계, 실차 테스트를 통한 미세먼지 배출량 측정	%	15		연구 목표치의 60%
		논문	학술지 게재 및 발표 논문 건수(국내외)	건	1		개조차량의 제어 방법론 및 실사용에서의 성능효과를 공개적으로 검증하기 위한 논문 작성
2-2	하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발	배터리팩 온도 관리 시스템 개발	구축건수	건	1		배터리가 정상작동 온도 범위에 머무르게 하기 위한 온도 관리 시스템
		대표 운행 사이클 상에서 차량동력계, 실차 테스트에서의 배터리셀 온도	배터리 모듈 또는 팩에 부착된 온도 센서로 측정	°C	15~45		배터리 제조사들의 권고 온도 [1]
		배터리팩 케이싱 개발	구축 건수	건	1		배터리의 안전(방수, 충격완화 등)을 위한 케이싱
		Energy flow 모니터링 서비스 개발	구축 건수	건	1		운전자에게 차량의 구동 상태를 알리기 위한 모니터링 장치 및 소프트웨어 개발
2-3	하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발	파워트레인 제어 알고리즘과 전력 시스템 관리 제어 알고리즘이 포함된 제어기 개발	구축 건수	건	1		하이브리드화 개조 트럭 1대용 모듈

3-1	성과물 평가 및 인증시험	부품 및 모듈 내구, 신뢰성 시험	시험평가 보고서 작성 건수	건	1		부품 실용화 기술검증을 위한 평가
		디젤/전기 HEV 실차시험 평가	실차평가 보고서 건수	건	1		전자파, 제동, 조향, 일반안전, 주행성능시험 등 실차평가
		논문 (학술발표)	발표 논문 건수(국내외)	건	2		개조차량 부품 및 모듈의 성능효과를 공개적으로 검증하기 위한 논문 작성
3-2	테스트베드 구축 및 실증	차량개조	시행 건수	건	1		개조차량의 실증을 위한 차량 개조 시행
3-3	하이브리드 디젤-전기트럭 실용화방안 도출	경제성 및 재무성 분석	관련문서 작성 건수	건	1		시장 보급을 위한 보급사업 경제성 검토 및 재무성 분석
		홍보전략	관련문서 작성 건수	건	1		시장 보급을 위한 홍보전략 수립

□ 4차 년도 성과 지표 및 측정 방법

구분	연구내용	성과지표	측정방법	단위	목표치	가중치	목표치 설정근거
1-1	소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발	데이터베이스	구축 건수	건	1		하이브리드 디젤-전기 트럭 주행기록 수집
		논문	학술지 게재 및 발표 논문 건수(국내외)	건	1		대표 사이클의 검증방안 제시 및 공개적으로 검증하기 위한 논문 작성
1-2	하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발	파워트레인 성능 실외 실차 테스트	관련문서 작성 건수	건	1		시제작된 하이브리드 디젤-전기 파워트레인의 성능 실외 실차 테스트
		파워트레인 양산 기술 개발 분석서	개조원가	만 원	500		파워트레인 양산 기술 개발 분석서
1-3	하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발	운행결과 수집을 통한 구조 신뢰성 보완서	관련문서 작성 건수	건	1		운행결과 수집을 통한 구조적 신뢰성 보완

		운행결과 수집을 통한 부품 모듈화 방안 보완서	파워트레인 무게 증가량	kg	100		운행결과 수집을 통한 부품 모듈화 방안 보완
2-1	하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발	도시별 대표 운행 사이클에 최적화된 하이브리드 파워트레인 제어 알고리즘 개발	구축 건수	건	1		도시별 운행환경에 최적화된 파워트레인 제어 알고리즘 개발
		기존 대비 하이브리드화 후 연비 향상률	도시별 대표 물류 사이클 대상의 차량동력계 테스트 및 도시별 실차 테스트를 통한 연비 측정	%	30		연구 목표치의 80%
		기존 대비 하이브리드화 후 온실가스 감축률	도시별 대표 물류 사이클 대상의 차량동력계 테스트 및 도시별 실차 테스트를 통한 온실가스 배출량 측정	%	20		연구 목표치의 80%
		기존 대비 하이브리드화 후 미세먼지 감축률	도시별 대표 물류 사이클 대상의 차량동력계 테스트 및 도시별 실차 테스트를 통한 미세먼지 배출량 측정	%	20		연구 목표치의 80%

		논문	학술지 게재 및 발표 논문 건수(국내외)	건	1		도시의 운행환경에 따른 제어 방법론의 차이 및 그 성능효과를 공개적으로 검증하기 위한 논문 작성
2-2	하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발	전력시스템 모듈 개발	구축건수	건	1		개조 모듈화를 위한 전력 시스템 모듈 개발
2-3	하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발	엔진 ECU 제어용 인터페이스 및 트럭 제어기의 통합 제어 모듈 개발	구축 건수	건	1		개조 모듈화를 위한 제어 시스템 통합 모듈 개발
3-1	튜닝을 위한 실용화 검증	하이브리드 구조변경 효과검증	효과검증 보고서 작성 건수	건	1		구조변경 전후 개선효과 검증
		하이브리드 화물자동차 구조변경 절차 검증	하이브리드 화물자동차 구조변경 건수	건	1		실증사업을 위한 개발차 구조변경 신청 및 승인
		논문 및 학술발표	(국내외) 논문(학술지 게재), 발표 논문 건수	건	2		개조차량 부품의 성능효과를 공개적으로 검증하기 위한 논문 게재 및 발표
3-2	테스트베드 구축 및 실증	테스트베드	구축 건수	건	1		개조차량의 실증을 위한 테스트베드 구축 및 실증
3-3	하이브리드 디젤-전기트럭 실용화방안 도출	비즈니스모델 발굴	관련문서 작성 건수	식	1		시장 내 보급을 위한 비즈니스모델 발굴
		논문	학술지 게재 및 발표 논문 건수(국내외)	건	1		개조차량의 내용 및 성능효과를 공개적으로 검증하기 위한 논문 작성

다. 핵심 추진분야별 성과맵 (기술개발 로드맵)

□ 택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 과제의 중점 추진분야는 하이브리드 디젤-전기 트럭 실용화 기술, 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술, 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어기술로 총 3개로 구성되어 있음.

□ 각각의 중점 추진분야는 3가지의 연구내용들로 나눠지며 연차에 따른 기술로드맵을 아래 그림과 같이 구성함.

<그림 55> 기술개발 로드맵

제 5절 연구추진체계

1. 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안

중점 추진분야	연구 내용	기술·인프라 활용 방안(참여기관)
개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발	소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발	▪ 택배 주행기록 및 물류 정보 확보(실수요업체) ▪ 택배 물류 계획 및 운영 효율화 (대학 및 연구기관)
	하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발	▪ eMT 등 신개념 하이브리드 파워트레인 기술 활용(대학 및 연구기관) ▪ 모터 설계 및 제작(대학 및 연구기관) ▪ 트랜스미션 개조 설계 및 제작(전문개조업체)
	하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발	▪ 하이브리드化 개조를 위한 기존 차량 시스템 인테그레이션 기술 활용 (전문 개조 및 제어 업체) ▪ 하이브리드 시스템 설계 및 제작(전문개조업체)
배기가스 저감 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발	하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발	▪ 디젤 엔진의 제어(전문제어업체)
	하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발	▪ 전력시스템 제어(전문제어업체) ▪ 배터리 관리 시스템 제작(배터리제작업체) ▪ 에너지 흐름 모니터링 서비스 개발(전문제어업체)
	하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발	▪ 디젤 엔진 ECU와의 인터페이스 제작(전문제어업체)
하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술	개조차량 성능 평가 및 승인	▪ 차량 승인(차량승인 기관) ▪ 차량 실차 테스트(차량성능평가 기관)
	테스트베드 구축 및 실증	▪ 하이브리드 디젤-전기 택배 트럭 테스트베드 운영(실수요업체)
	하이브리드 디젤-전기 트럭 실용화 기술	▪ 비즈니스모델 및 관련 법제도 등 실용화방안 검토(대학 및 연구기관)

2. 연구추진체계 제안

○ 통상적으로 국토교통 R&D와 관련된 연구추진체계는 정부출연금의 규모와 연구기간에 따라 구분됨.

○ 하기 표와 같이, 정부출연금의 규모가 500억 이상(사업단), 50억 이상(연구단), 50억 이내(일반과제)이며, 연구기간은 5년 이상(사업단), 3-5년 이내(연구단), 3년 이내(일반과제)로 분류됨.

<표 79> 사업단/연구단/일반과제 구분

사업단	기술별 총괄시스템의 개발과 연구개발결과의 시범적용(Test Bed)을 포함하는 과제로서 청부출연금 500억 원 이상, 5년 이상의 연구기간이 소요
연구단	단위·요소기술의 유기적 연계를 통하여 패키지화된 기술을 개발하는 과제로서 정부출연금 50억 원 이상, 3~5년의 연구기간이 소요
일반과제	단위·요소기술을 개발하는 과제 또는 정책과제로서 정부출연금 50억원 이내로서, 3년 이내 연구기간이 소요

□ 다만, “택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발” 과제는 “일반과제” 형태로 추진할 것을 제안함.

○ 본 과제의 특성상, 중점추진분야인 “하이브리드 디젤-전기 트럭의 개조 설계기술 개발“과 ”하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기술 개발“이 상호 밀접하게 관련되어 있을 뿐 아니라, 개발 과정에서 이를 택배 현장에 보급하기 위한 ”하이브리드 디젤-전기 트럭의 시험 및 실용화 기술“과 지속적으로 연계하여 병행하여야 하므로, 일반과제가 적합한 것으로 보임.

○ 기존 택배 트럭의 하이브리드화를 위한 개조 설계 및 제어 기술을 집중적으로 개발하기 위한 단계를 1단계(총 3년)로 설정하고, 이를 실용화를 위한 2단계(총 1년)를 추진하는 방안을 제안함.

<그림 56> 연구추진체계 제안

□ 해당 연구수행체계를 추진하기 위해서는 산·학·연 각각의 특성에 맞는 역할분담 및 수행이 필요하며 세부 기술간 유기적인 연계가 필요하므로 위 그림과 같이 연구추진체계를 제안함.

○ 본 연구의 성과가 특정 업체의 상황에 맞게 개발되는 것이 아니라 범용적으로 사용될 수 있도록, 대학연구기관이나 공공연구기관이 주관연구기관을 맡는 것이 바람직함.

- 다만, 본 과제의 특성상, 주관연구기관은 하이브리드 디젤-전기 차량으로 개조하기 위한 핵심기술의 보유(특허 등)가 필수적임.

○ 연구진의 연구방향과 연구 결과에 대한 검토를 위하여 자문위원단을 구성하고 정기적인 자문위원회를 개최함.

○ 물류환경 분석 및 실용화를 위해 택배물류업체의 참여가 필요하며, 개조차량의 부품 설계 및 제작을 위해 차량부품 제작업체의 참여가 필요함.

○ 개조된 하이브리드 디젤-전기 트럭의 성능평가 및 승인을 위해 차량 성능평가 및 인증기관의 참여가 필요함.

○ 유기적인 기술개발을 통한 세부과제 간 연계기능을 강화하고 연구 성과를 극대화하기 위하여 세부과제 간의 세미나를 정기적으로 개최함.

3. 연구목표 달성을 위한 추진전략 수립

□ 실용화 방안 제시

중점 추진 분야	구분	최종성과물	기술수요처	실용화 방안
1	1-1	▪ 대표 운행 사이클	▪ 하이브리드 차량 제조/개조사 ▪ 자동차 승인시험 및 검사기관	▪ 대표 운행 사이클의 실증 제시
	1-2	▪ 핵심요소 사양 도출기술 ▪ 핵심요소 최적화 기술 ▪ 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 개조 기술	▪ 하이브리드 차량 제조/개조사 ▪ 택배 실수요 업체	▪ 하이브리드 차량의 핵심요소 최적화 방안 제시 ▪ 하이브리드 차량 개조 기술 제시
	1-3	▪ 구조 신뢰성 분석기준 ▪ 부품 모듈화 지침서 ▪ 시스템 인테그레이션 지침서	▪ 하이브리드 차량 제조/개조사 ▪ 개조 트럭의 유지보수 담당 정비업체	▪ 핵심부품의 모듈화 기술 확보 및 기술이전 ▪ 시스템 인테그레이션을 위한 원천기술 확보 및 기술이전
2	2-1	▪ 하이브리드 디젤-전기 트럭 파워트레인 제어 기술 ▪ 공회전 제한(Idle Stop & Go)을 위한 엔진 제어 기술	▪ 하이브리드 디젤-전기 개조 트럭을 도입을 원하는 택배물류회사 및 개조 트럭의 유지보수 담당 정비업체 ▪ 하이브리드 파워트레인 제어 및 공회전 제한 장치의 개발·연구가 필요한 완성차 및 차량 부품 생산 관련 민간 기업 등	▪ 개발된 파워트레인 제어 기술 및 공회전 제한 제어 기술의 특허 출원을 통한 원천기술 확보 및 기술이전
	2-2	▪ 배터리팩 실시간 모니터링 및 관리 모듈 ▪ 배터리팩 온도 관리 시스템 ▪ 에너지 흐름 모니터링 서비스 개발	▪ 하이브리드 디젤-전기 개조 트럭을 도입을 원하는 택배물류회사 및 개조 트럭의 유지보수 담당 정비업체 ▪ 완성차 및 차량 부품 생산 관련 민간 기업 등	▪ 개발된 배터리팩 관리 모듈과 온도 관리 시스템, 에너지 흐름 모니터링 시스템의 특허 출원을 통한 원천기술 확보 및 기술이전
	2-3	▪ 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어기 ▪ 트럭 제어기와 엔진 ECU 간 인터페이스 모듈	▪ 하이브리드 디젤-전기 개조 트럭을 도입을 원하는 택배물류회사 및 개조 트럭의 유지보수 담당 정비업체 ▪ 완성차 및 차량 부품 생산 관련 민간 기업 등	▪ 개발된 제어기와 인터페이스 모듈의 특허 출원을 통한 원천기술 확보 및 기술이전
3	3-1	▪ 부품별 인증기반 설계기준(안) ▪ 각 부품시험방법서 ▪ 개조차 튜닝검사 승인 ▪ 친환경차량 정부지원책	▪ 튜닝업체(협회 등 포함) ▪ 튜닝승인기관 ▪ 친환경정책관련 기관	▪ 소형디젤HEV 상용화를 위한 기술/정책적 활용 방안 도출

	3-2	▪ 테스트베드 운영 결과보고서	▪ 기술실시기업	▪ 기술 효과 검증 및 이를 활용한 대내외 홍보에 활용
	3-3	▪ 법제도 개선방안 ▪ 비즈니스모델	▪ 정책기관 ▪ 기술실시기업	▪ 친환경 기술 보급을 위한 정책 내 내용 반영 ▪ 비즈니스모델에 기반한 시장 보급 전략 수립

□ 실용화 전략

○ 실제 실용화가 가능한 기업들을 연구시작 시기부터 연구 직접참여나 자문위원단 포함 등 직·간접적으로 포함하여 기술개발이 시장에서 필요로 하는 방향으로 진행될 수 있도록 하는 것이 실용화에 유리함

- 기술 개발 초기 단계부터 타겟 시장의 환경과 니즈를 반영하여 목표로 하는 기술수준의 설정과 개조 실시 시 고려해야 할 다양한 외부요인들을 함께 검토할 수 있는 장점이 있으므로 실수요기업의 초기단계부터의 연구참여는 필요할 것임
- 특히 시작품을 시장에 적용해 보는 테스트베드 운영 단계에는 실데이터 구득, 실제환경 시험, 실사용자 의견수렴, 업계 내 홍보 등 다양한 직·간접적 효과를 창출해 내는 것이 가능함
- 테스트베드 운영을 통해 효과가 입증되면서 자연스럽게 시장 내 보급으로 이어질 수 있도록 행정적인 지원도 병행되어야 할 것임

○ 실제 기술적용(개조사업)을 수행하는 기관이 실용화 단계에서 연구 기관으로 포함이 되어 연구 종료 이후에도 일정기간동안 시장 보급에 주도적 역할을 할 수 있도록 하는 것이 바람직 함

- 이를 위해서는 단순 연구비용 제공 뿐 아니라 기술 적용이 지속적으로 운영될 수 있는 방안을 찾는 것이 필요하며, 이는 기술적용 실시기업과 기술 구매자(개조사업 참여자)가 모두 win-win 할 수 있는 비즈니스모델을 발굴하는 것이 필요함

○ 테스트베드 운영 등을 통해 기술 효과가 실질적으로 입증이 되면 시장 보급을 위한 다방면의 홍보 활동이 필요함

- 연구진행 단계에서부터 홈페이지 구축을 통해 동영상이나 연구 자료 형태로 연구성과물을 공유하고, 홍보물을 제작하여 배포
- 국토교통부 언론보도자료 작성, 물류관련 공공기관(국가물류통합정보센터 등) 홈페이지 및 뉴스레터에 관련정보 제공 등 가능한 공공 대외홍보 방안을 활용
- 국내외 관련 전시회 및 박람회 참석으로 연구 성과를 홍보하고 관련 기술수요자들을 능동적으로 발굴함
  * 국내의 국토교통기술대전, 그린수송장비엑스포, 서울모터쇼, 한국자동차산업전시회, 창원국제자동차부품산업박람회, 국제물류기기전(Korea MAT), KOTRA국제수송부품 박람회 뿐 아니라 외국의 IAA(독일 국제상용차 박람회), AMPA(대만 국제 자동차부품 및 액세서리 박람회), CIAPE(상해 자동차 부품 및 상용차 박람회) 등 다양한 박람회를 고려
- 관련 학회 논문발표를 통해 학술적으로 연구결과를 검증하고 연구결과를 홍보 및 공유

○ 매년 정부가 지급하는 전체 유가 보조금 규모가 1조 5천억 원 에 달하는 대규모 시장임에도 실제 도로화물운송부문 장비 경량화 및 연비 개선 기술의 수요자는

개별차주(개인)들이며, 관련 제조업체 또한 영세한 중소업체들로 기술개발 투자역량이 부족하여 정부가 기술개발에 선 투자한 뒤 녹색물류협의기구 등에서 관련기술 보급을 확대하는 지원정책과 병행하여 실용화 하는 방안이 바람직

- 특히 하이브리드 모듈 등 자동차부품 제조사들이 극히 영세하여 제조사의 영업능력에만 의존한 실용화 및 보급확대는 현실적으로 한계가 있을 것으로 판단됨

○ 개발되는 신규기술의 시장을 창출하기 위해서는 경제적 장벽과 심리적 장벽을 극복하는 전략이 필요함

- 경제적 장벽을 극복하기 위해서는 하이브리드 디젤-전기 트럭의 개조로 인해 추가적으로 부담되는 모든 비용을 제외하고 차주의 경제적 이익이 일정 부분 이상 발생하도록 하여야 함
- 심리적 장벽을 극복하기 위해서는 기술과 부품에 대한 인증으로 신뢰성을 확보하고, 본 기술이 적용되어 안전하게 운행되는 사례들을 늘려 사용자들에게 많이 노출되도록 하여 기술에 대한 우려와 거부감을 제거해야 함.

○ 하이브리드 개조를 수행할 기술실시기업과 하이브리드 디젤-전기 트럭을 도입할 실수요처를 중심으로 실용화를 추진하는 것이 바람직함

- 아울러 기술의 우수성을 홍보하는 과정에서도 제조사의 영업노력에 부가하여 산·관·학·연 공동으로 홍보하는 노력을 함께 기울임으로써 널리 신개발 기술의 우수성을 홍보하고 실용화를 가속화할 수 있는 방안 모색 필요

○ 실수요처와 실수요자를 대상으로 한 개조의향조사 등을 활용하여 하이브리드트럭 개조에 대한 수요 및 참여 의지를 파악하여 실용화 하는 것이 바람직함

- 하이브리드 소형트럭 개조의향 사전 조사 결과 전체 응답자 중 46%가 교체의사를 나타내 목표한 효과 달성 시 개조 수요는 충분할 것으로 예상됨
- LNG 화물차 전환사업(2008~2011년) 시행 초기에 영업용 화물차(12,975대)의 약 1.5%가 자발적으로 LNG 혼소엔진 교체사업에 참여한 바가 있어, 대상 모집단이 동일한 보수성을 갖는다고 가정할 때 잠재적 수요대상 56,095대 중 최소 841대(1.5%) 이상의 초기 개조 참여 수요가 있을 것으로 예상

□ 해외시장 진출 전략

○ 국제 박람회 참여를 통한 결과 홍보

- 개발기술과 테스트베드 운행 결과를 바탕으로 해외 시장을 대상으로 한 홍보를 위해 국제 박람회에 참여
  * 유럽 시장의 대표적인 관련 박람회로 IAA(독일 국제상용차 박람회), POST EXPO(국제 우편물류기술 박람회) 등이 있음
  * 아시아 시장의 대표적인 관련 AMPA(대만 국제 자동차부품 및 액세서리 박람회), CIAPE(상해 자동차 부품 및 상용차 박람회) 등이 있음

○ 국내 지원기관 관련 사업 활용

- KOTRA의 해외진출협력 강화사업, 해외시장조사, 해외전시회 참가지원 등의 지원사업을 활용
- 한국무역협회의 해외시장 개척 지원사업, 해외마케팅 지원사업 등을 활용

5장 사전타당성 검토

제 1절 정책적 타당성 검토

1. 국가 전략적 중요성

□ 정부지원의 타당성

○ (기존사업의 한계) 미세먼지 배출의 주된 원인인 경유 차량이라는 보고에 따라 이를 저감하기 위해 환경부에서 관련 정부지원 사업을 추진하였으나, 투입예산에 비해 정책 효과가 낮아 한계를 보임

- 환경부에서는 2005년부터 10년동안 예산 1조 8천억원을 들여 경유차 82만대에 배기가스 후처리장치를 보급하였으나 감축 효과는 미미

  * 착수 당시 환경부는 수도권 대기환경개선 기본계획에 따라 미세먼지 농도를 40㎍까지 낮춘다는 목표를 세웠으나 2014년 기준 미세먼지 농도는 목표치에 다소 모자란 44㎍ 기록

- 심지어 사업초기 정부사업으로 설치된 장치는 저속으로 달릴 때 제대로 작동하지 않거나 필터가 파손되는 문제가 발생하였고, 이는 빈번한 정차 및 정체로 인해 저속주행이 많은 도심택배 트럭에는 적합하지 않아 대안이 될 새로운 정부 지원 사업이 필요함

  * 경유자동차 배기가스 저감사업 추진실태 감사 보고서(2008) 인용

○ (민간부문의 한계) 도심 택배용 경유 트럭에 배기가스 후처리장치 설치하는 등 차량으로 인한 대기 오염을 해소하는데 발생하는 비용을 민간이 자체적으로 부담하는 것에 대한 강제성이 없어 확산이 어려움

- 사업용 차량의 경우 승용차와 달리 낮은 차량가격, 높은 연비라는 제한조건을 만족하면서 친환경기술을 구현해야하므로 민간에서 자체적으로 개발하기 어려움
- 더불어 도심 내 노후화된 택배 차량이 유발하는 대기오염이 국민 건강을 위협하고 있어 국민의 삶의 질 개선을 위해 정부차원에서의 대응 필요

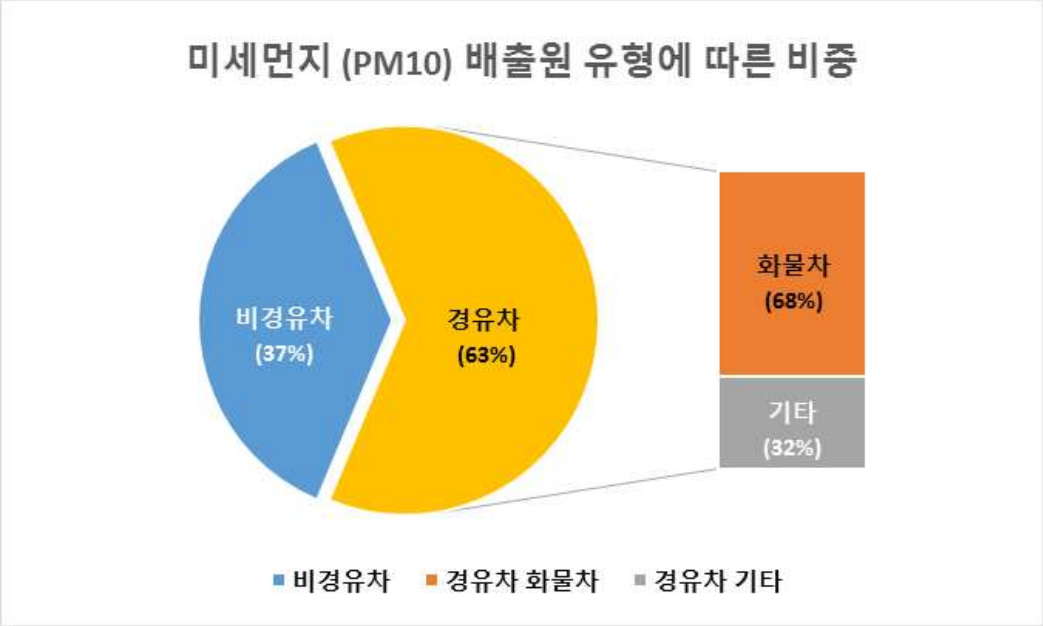
○ (기술의 국산화) 해외에서는 2000년 초부터, 물류 트럭에서 배출되는 유해물질을 저감하는 친환경 기술개발의 필요성을 인지하여 개발·적용하고 있으나, 국내의 경우 핵심 기술의 부재로 기술 국산화에 어려움을 겪는 실정

- 기술의 국산화를 통해 관련 신산업 및 신시장 창출에 기여하여 양질의 일자리를 늘리고, 과학기술을 통해 사회문제를 해결함으로써 창조경제를 실현

□ 사회 상황적 적절성

○ (미세먼지 배출문제) 중국에서 날아오는 황사로 인한 미세먼지와 더불어 최근 경유차량의 배기가스로 인한 미세먼지가 대기오염을 유발하고 국민 건강을 위협하고 있어 국민적 관심이 계속 높아지는 상황

- 경유차량에 의해 발생되는 미세먼지 배출량은 12,969톤으로 전국 도로이동에 따른 배출량의 약 62%를 차지하며 이 중 화물차가 발생시키는 미세먼지 배출량 비율은 약 68%를 차지함



<그림 57> 미세먼지 배출원 유형별 비중 (국립환경과학원 데이터 재구성)

○ (탄소배출 제로사회) 탄소배출로 인한 온실효과가 지구온난화를 발생시키고 이는 지구 생태계환경에 부정적인 영향을 끼치고 있어 이에 대한 국제적 관심 증대

- 국내에서도 지자체별로'탄소배출 제로사회'실현을 위한 다양한 정책 사업을 시행하고 있고 그중 대표적인 것이 하이브리드/전기차 보급 확대임

2. 상위계획과의 부합성

□ 국정 과제

○ (쾌적·지속가능한 환경) 현 정부는'국민행복'이라는 정책기조 아래 국민안전을 실현하기 위하여'쾌적·지속가능한 환경'을 정책목표로 제시

- 이에 대한 국정과제로 온실가스 감축 등의 기후변화 대응, 환경서비스 품질수준 제고, 에너지 절감으로 자원순환사회 실현을 제시함
- 특별히 환경서비스 품질 수준을 제고하기 위해 공기, 대기질 등 생활환경 취약지역을 없애고, 우수 환경기술시장을 활성화하여 수출산업화 및 일자리창출에 기여하고자 여러 정책을 수립
- 대기질 개선을 위하여 도시·공단지역에 대기오염 총량관리를 강화하고 전기차 보급을 확대한다는 계획은 본 연구 사업의 추진동력으로 작용

○ (물류·교통체계 선진화) 현 정부를 대표하는 정책기조 중 하나인'경제부흥'의 실현을 위한 국정과제로서'물류·교통체계 선진화'를 제시함으로써 일자리 창출을 위한 성장 동력 강화 정책을 수립

- 기존 물류·교통 사업의 투자 효율성을 제고하고, 지원체계 등을 정비하여 실질적 효과를 낼

수 있는 방안을 마련하는 것이 필요

□ 관련 법정계획

○ (국가물류기본계획) 물류정책기본법에 의거 국가물류기본계획을 5년마다 수립하고 있으며, 2016년 7월 국가물류기본계획(2016-2025)이 발표됨

- 기존 국가물류기본계획(2011-2020) 평가 결과, 국내 수송분에에서 정부의 철도 및 연안해운 활성화 유도 노력에도 불구하고 도로 중심의 화물수송체계가 고착화되었으며, 물류분야 온실가스 감축에도 제약으로 작용함
- 2016년 7월 발표된 계획의 추진전략 중 '지속가능한 물류산업 환경 조성'에서는 전기, CNG 등 친환경 수송수단, 에너지 절감형 시설·장비 개발 및 활용을 촉진하여 물류 인프라의 녹색화를 추진할 예정
- 또한, 전기화물차, CNG 차량 등 친환경 화물차량만 도심 내 운행이 허용되는 탄소 프리존(Carbon-free zone)의 지정을 검토하고 관련 인프라를 구축할 예정

○ (지속가능 국가교통물류발전 기본계획) 제 1차 지속가능 국가교통물류발전 기본계획에 따르면 물류서비스 부문의 온실가스 배출 규제는 국제 기준 강화 추세에 따라 핵심이슈로 부상함

- 계획에 따르면 2020년까지 물류부문 온실가스 배출 16^ 감축을 목표로 하고 있으며 이를 달성하기 위해서는 현행 물류체계에 대한 획기적 대안 필요
- 제 2차 기본계획 목표 달성에 대한 평가 결과, 하이브리드 차량의 설계기술은 확보했으나 차량성능 및 부품 시장경쟁력은 경쟁 또는 추격수준으로 나타남

○ (친환경자동차 기본계획) 친환경자동차법에 의거 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획을 5년마다 수립하며, 2015년 12월 제 3차 기본계획이 발표됨

- 제 2차 기본계획 목표 달성에 대한 평가 결과, 하이브리드 차량의 설계기술은 확보했으나 차량성능 및 부품 시장경쟁력은 경쟁 또는 추격수준으로 나타남
- 특히 하이브리드차량의 경우 강화되는 연비·배기규제 대응을 위한 신기술이 부족하며 이에 대한 추가 기술개발 필요
- 일반 승용차량에 적용가능한 계획위주로 소형 디젤 화물 트럭 등 대형 차량의 하이브리드화에 대한 인식을 제고시킬 필요가 있음

○ (녹색성장 5개년 기본계획) 저탄소 녹색성장 기본법」(2009. 11. 시행) 제9조에 의해 수립된 저탄소 녹색성장 관련 최상위 국정계획으로, 국가 정책의 기본방향과 연도별 달성목표, 투자계획, 수행주체 등을 제시함

- 제1차 녹생성장 5개년 기본계획(2009～2013)은 녹색기술·녹색산업 및 녹색경제체제의 구현, 기후변화대응, 에너지 및 지속가능발전 정책, 녹색생활, 녹색국토, 저탄소 교통체계, 저탄소 녹색성장 관련 국제협상 및 국제협력, 재원조달, 조세·금융, 인력양성, 교육·홍보 등 녹색성장과 관련된 내용을 포함하고 있음
- 제2차 녹색성장 5개년 계획(2014~2018)은 2014년 6월 수립되었으며, 효과적 온실가스 감축, 지속가능한 에너지체계 구축, 녹색창조산업 생태계 조성, 지속가능 녹색사회 구현, 글로벌 녹색협력 강화와 관련된 내용을 포함함

□ 관련 법·제도

○ (대기환경보전법) 대기오염으로 인한 국민건강이나 환경상의 위해(危害)를 예방하고 대기환경을 적정하게 관리·보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 하는 것을 목적으로 1990년 제정

- 경유자동차로 인한 대기오염을 방지하기 위하여 지자체는 관할 지역의 자동차 소유자에게 저공해 자동차로 전환·개조하도록 명령하거나 조기에 폐차할 것을 권고할 수 있는 한편, 환경부장관은 온실가스 배출량이 적은 자동차를 구매하는 자에게 재정적 지원을 할 수 있음

○ (녹색성장법) 경제와 환경의 조화로운 발전을 위해 저탄소 녹생성장에 필요한 기반을 조성 조성과 저탄소 사회 구현을 목적으로 2010년 제정

- 교통부문의 온실가스 관리를 위해 정부는 온실가스 배출량이 적은 자동차를 구매하는 자에게 재정적 지원을 강화하는 한편, 온실가스 배출량이 많은 자동차를 구매하는 자에 대해서는 부담금을 부과할 수 있음
- 정부는 저공해 자동차의 제작과 보급을 촉진하기 위해 재정·세제 지원, 연구개발 및 관련 제도 개선 등의 방안을 강구할 수 있음

○ (물류기본법) 물류체계의 효율화, 물류산업의 경쟁력 강화 및 물류의 선진화·국제화를 위해 국내외 물류정책·계획의 수립, 시행 및 지원에 관한 기본적인 사항을 명시하고 있으며, 2007년 개정됨

- 환경친화적 물류 및 운송수단으로의 전환촉진을 위해 건설교통부장관 및 해양수산부장관은 환경친화적 물류활동을 하는 물류기업이나 화주기업에게 행정적·재정적 지원을 할 수 있음

○ (수도권대기법) 2003년, 대기오염이 심각한 수도권지역의 대기환경을 개선하기 위한 시책 추진과 대기오염원을 체계적으로 관리하여 쾌적한 생활환경을 조성하는 것을 목적으로 제정

- 미세먼지 농도 등의 대기질 개선 목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 경유자동차 배기가스 저감 관리 규정 명시
- 대기환경개선을 위해 필요하다고 인정되는 지자체는 배기가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 않은 특정경유자동차와 사업용 경유자동차에 대해 운행을 제한할 수 있으며, 배기가스저감장치를 부착하거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하면 그 경비를 지원할 수 있음
- 최근 개정을 통해 대기 중 인체에 위해를 주는 대기오염물질에 대한 관리를 강화하고자 초미세먼지 농도(PM2.5)를 저감 대상 항목에 추가함

○ (지속가능교통법) 기후 변화, 에너지 위기 및 환경보호 요구 등 교통물류 여건 변화에 대응하는 지속가능 교통물류정책의 기본방향과 수립 및 추진 등에 관한 사항을 규정하기 위한 목적으로 2009년 제정

- 온실가스 등으로 인한 지구온난화를 방지하고 쾌적한 교통물류 여건을 조성하기 위해 지자체는 환경친화적 교통수단에 대한 교통물류가격의 감면, 환경친화적 교통수단 구매자에 대한 관련 사업 인·허가 우대 등의 지원을 할 수 있음

○ (친화경자동차법) 에너지 효율이 높고 환경오염물질을 적게 발생하거나 발생하지 않는 환경친화적 자동차에 관련된 기술을 개발하고 이것의 이용과 보급을 촉진하기 위하여 2004년 제정

- 자동차산업의 지속적 발전과 국민의 생활환경 개선을 기대하며, 친환경자동차의 개발 등에 관한 기본계획 수립, 보급 시행계획 수립, 기술개발 지원시책 추진 등을 정하고 있음
- 2009년 개정 당시 환경친화적자동차의 범위에 클린디젤자동차를 포함시켜 정부가 이에 대한 지원을 함으로써 국민생활환경 향상에 기여하였으며, 친환경 차량의 요건에 자동차의 성능 등 기술적 세부사항을 명시

3. 위험요인 및 대응방안 검토

<표 80> 하이브리드 디젤-전기 택배 트럭 개발기술의 여건분석

SWOT 분석	O(기회)	T(위협)
	- 국내 택배산업 시장의 성장에 따른 택배용 소형 화물차량 수요 증가 - 국제유가 상승에 따른 저비용 연비 극대화 기술의 원천·핵심기술 확보 요구 - 온실가스 배출 저감을 위한 다양한 저공해 사업 시행 - 친환경 차량 도입을 희망하는 기업 출현	- 미국, 일본, 유럽 등 경쟁국가들의 기술개발 가속화 - 적재량 감소, 속도 및 가속도 저하 등 성능저하에 대한 사용자 우려 - 과도한 트럭 개조비용에 대한 우려 - 디젤 차량 기반 R&D 예산투자에 소극적인 정부 시각
S(강점)	SO전략	ST전략
- 기존 택배 차량에 비해 연비 향상 및 연료비 절감, CO2 배출 감소 - 하이브리드 디젤-전기 엔진을 이용함으로써 택배물류 부문 환경부담 완화 - 국내 기관이 신개념 하이브리드 디젤-전기 파워트레인(eMT, CGST) 기술 관련 특허 보유 - 친환경 택배물류로의 전환을 통한 기업 이미지 제고	- 국내보유기술에 기반한 R&D 성공사례로 홍보 추진 - 연비 향상과 연료비 절감 효과 정량화 및 홍보 강화 - CO2, 미세먼지 등 환경 오염물질 감축 효과의 정량화와 홍보강화 - Test-Bed 유치 희망 기업과 긴밀한 협조관계 유지	- 국내기술을 활용하여 신속한 기술개발로 선진국과의 기술격차 최소화 - 정부의 R&D 추진을 위한 상세 타당성 근거 마련 - 개조 시 성능저하, 개조비용 발생 우려에 대한 정량적 확인 수행 및 이를 바탕으로 한 택배차량 차주 설득 방안 마련
W(약점)	WO전략	WT전략
- 친환경 하이브리드 트럭 개조 기술에 대한 실용화 단계의 연구사례 전무 - 기존 저공해 차량 개조 사업들의 미미한 성과 - 승용차 시장에 비해 작은 시장규모 - 실용화와 보급을 위한 성능검사, 인증 등 필요 - 하이브리드 디젤-전기 엔진 개조와 관련한 안전 및 개조기준 부재	- 정부 R&D로 Test-Bed 지원할 수 있는 방안 마련 - 중앙정부, 지자체, 연구소, 업계간 협력 강화 - 중앙정부, 지자체, 업계간 협력으로 기존 지원사업 및 제도 개선 도모	- 국토부 등 관련 담당 부처와의 협력증대 - 적재 용량 확장 관련 기술개발 병행 추진 - 경쟁 국가들의 기술 추격을 위한 기술관련 특허출원 등 국내기술 보호방안 강구 - 유사 기술 실용화와 상용화에 적극적인 국가 및 기술동향 파악

가. 내부 환경요소

□ 강점 요인

○ 기존 택배 차량에 비해 연비 향상 및 연료비 절감, CO2 배출 감소

- 기존 디젤 택배차량의 경우 빈번한 정차 및 가·감속으로 인해, 복합연비(9km/l 내외) 대비 낮은 실 운행연비(일평균 3.0km/l)를 보이고 있으며, 하이브리드 디젤-전기 엔진으로 개조함으로써 물류비용의 절감과 온실가스배출 저감이 가능함

○ 하이브리드 디젤-전기 엔진을 이용함으로써 택배물류 부문 환경부담 완화

- 택배차량 운행 시 일부 전기에너지를 이용함으로써 CO2, 미세먼지 등의 배출을 줄일 수 있으며, 하이브리드 디젤-전기 엔진 개조를 통해 택배물류 부문에서의 환경부담을 완화할 수 있음

○ 국내 기관이 신개념 하이브리드 디젤-전기 파워트레인(eMT, CGST 등) 기술 관련 특허 보유

- 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조를 위한 eMT, CGST 등의 기술을 국내 기관이 개발 및 실차 시험을 수행한 바 있으므로, 순수 국내 기술력으로 단기간 내 기술 개발이 가능하며 기술로얄티의 해외 유출 최소화가 가능

○ 친환경 택배물류로의 전환을 통한 기업 이미지 제고

- 배기가스 규제 정책 등 환경규제에 대응하기 위한 친환경 물류체계의 구축을 통해 기업 차원의 지속가능 물류환경을 조성함으로써 기업 이미지 제고에 기여

□ 약점 요인

○ 친환경 하이브리드 트럭 기술에 대한 실용화 단계의 연구사례 미비

- 미국 등에서는 하이브리드 트럭을 이용한 택배 배송을 실용화 하고 있으나, 국내에서는 기초연구는 수행되고 있지만 실용화 단계까지 고려하는 연구사례는 전무하여 실용화 성공여부에 대한 우려가 있음

○ 기존 저공해 차량 관련 사업들의 미미한 성과

- LNG 화물차 보급 등 친환경 자동차를 보급하기 위해 정부에서 시행한 지원사업들의 효과가 미미하여 기존 사업들과의 연계, 자체적인 개조 지원사업 발굴에 어려움 존재

○ 승용차 시장에 비해 시장규모가 작아 연구수행에 어려움

- 소형 트럭 시장은 승용차 시장에 비해 시장규모가 작아 민간기업이 자체적으로 연구개발을 수행하는데 어려움이 있으며, 사업용 차량은 낮은 차량가격(개조비용 포함)이라는 제한조건을 만족해야하므로 개발 난이도가 높음

○ 실용화와 보급을 위한 성능검사, 승인 등 필요

- 실용화를 위해서는 자동차관리법에 의거한 구조 및 장치 변경(튜닝)과 저공해엔진 등 부품 및 개조모듈의 승인을 받는 방안을 도출해야하며, 실용화를 위한 성능검사에 대한 부담이 있음

○ 하이브리드 디젤-전기 엔진 개조와 관련한 안전 및 개조기준 부재

- 현재 자동차튜닝 세부업무규정 등 친환경 자동차로의 개조에 대한 안전 및 개조기준이 없다는 것이 추가적인 부담으로 작용할 수 있음

나. 외부 환경요소

□ 기회 요인

○ 국내 택배산업 시장의 성장에 따른 택배용 소형 화물차량 수요 증가

- 전자상거래 활성화로 인해 국내 택배산업 시장이 급격히 성장하고 있음. 이에 따라, 택배용 소형 화물차량의 수요 또한 증가하고 있음

○ 국제유가 상승에 따른 저비용 연비 극대화 기술의 원천·핵심기술 확보 요구

- 글로벌 고유가 현상의 지속으로 인해 에너지 위기 및 환경문제 극복에 공헌할 수 있는 고효율·친환경기술에 대한 우호적 시각 형성

○ 온실가스 배출 저감을 위한 다양한 저공해 사업 시행

- 저공해 자동차로 전환하거나 개조와 관련한 내용이 관련 법에 명시되어 있으며, 정부 및 지자체에서는 녹색물류전환사업 등 다양한 정책으로 배기가스저감장치 부착, 저공해엔진 개조 등의 지원사업을 시행

○ 친환경 차량 도입을 희망하는 기업 출현

- 선진 기업들을 중심으로 업체 소유의 배송차량을 친환경 차량으로 신규구매하거나 개조하는 방안을 검토하고 있음

□ 위협 요인

○ 미국, 일본, 유럽 등 경쟁국가들의 기술개발 가속화

- 미국, 일본, 유럽 등 경쟁국가들은 2000년 초부터 물류트럭에 대한 친환경 기술개발의 필요성을 인지하고 전기차, 하이브리드 전기차 등에 대한 연구 및 제품 생산을 진행하고 있으며, 미국 Fedex 社는 하이브리드 디젤-전기 트럭인 E700을 개발, 운용 평가 중임

○ 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조로 인한 공차 중량 증가 시 적재량 감소에 따른 우려

- 하이브리드 모듈 장착, 구동부 구조변경 등 친환경 택배트럭으로 개조함에 따라 발생하는 공차중량 증가, 적재량 감소는 실수요자에게 치명적인 단점으로 작용

○ 기존 디젤 트럭 대비 성능(속도, 가속도) 저하에 대한 우려

- 친환경 트럭으로 개조됨으로써 트럭의 속도 및 가속도, 등판성능 등 일반트럭 대비 성능 저하 발생 시 시장 보급에 어려움 예상

○ 과도한 트럭 개조비용에 대한 우려

- 개조비용은 택배트럭 차주에게 있어 가장 민감한 요소로 하이브리드 친환경 택배트럭으로의 개조 비용이 차주에게 경제적으로 부담스러운 수준이 되면 실용화 및 보급에 걸림돌이 될 가능성이 있음

○ 디젤 차량 기반 R&D 예산투자에 소극적인 정부 시각

- 높은 연비 등의 장점에도 불구하고 질소산화물 배출로 환경오염 차량으로 취급받는 디젤차에 대한 R&D 투자라는 측면에서 예산투자에 대한 소극적인 태도가 기술개발을 저해할 수 있음

다. 환경요인 극복전략

○ (SO전략) 본 사업의 강점(Strengths)을 최대한 활용하는 공격적 전략(Aggressive strategy, Maxi-Maxi 전략) 차원에서 즉각적인 실행이 가능한 전략을 구사할 필요
- 국내보유기술에 기반한 R&D 성공사례로 본 기술을 홍보하는 노력을 추진할 필요가 있음
- 본 기술을 통해 트럭의 연비 향상과 연료비 절감시킬 수 있으므로 그 효과를 정량화하고 정량화된 효과를 지속적으로 홍보할 필요가 있음
- CO2 감축, 미세먼지 배출량 감소 등 환경 오염물질 감축 효과도 정량화하고 정량화된 효과를 지속적으로 홍보할 필요가 있음
- 본 기술의 도입을 긍정적으로 검토 중에 있고, Test-Bed에 필요한 자원을 제공할 의사를 표명하고 있는 기업들과 긴밀한 협조관계를 유지할 필요가 있음

○ (ST전략) 본 사업의 위협요인을 피하면서 강점을 발휘할 수 있는 다각화전략(diversification, Mini-Maxi전략) 차원에서 위협요소가 영향을 덜 미치거나 위협을 분산 할 수 있는 전략을 구사할 필요
- 친환경 차량 기술개발과 관련하여 미국, 일본, 유럽 등 선진국과의 기술격차를 최소화하기 위해 국내기술을 활용하여 신속한 기술개발을 할 필요가 있음
- 디젤트럭의 온실가스배출량을 획기적으로 저감시켜주는 본 기술의 강점에 기반하여 타 에너지원 차량으로의 전환이 어려운 소형트럭에 꼭 필요한 기술이라는 인식을 공유하고, 정량적 효과를 기반으로 추진 근거를 마련할 필요가 있음
- 개조 시 성능저하, 개조비용 발생 우려에 대한 정량적 검토 수행 및 이를 바탕으로 한 택배차량 차주 설득 방안 마련이 필요함

○ (WO전략) 본 사업의 기회를 살리기 위해 약점을 해소하기 위해 구사하는 우회전략(Turnaround strategy, Maxi-Mini전략) 차원에서 상당한 기간이 소요되는 약점강화와는 별개로 신속한 대응을 위한 별도의 전략을 구사할 필요
- 본 기술의 도입을 긍정적으로 검토 중에 있고, Test-Bed에 필요한 자원을 제공할 의사를 표명하고 있는 기업들과 긴밀한 협조관계를 유지하기 위해서는 본 기술개발 과정에 해당 기업의 참여비중을 확대하는 방안도 고려할 필요가 있으며, 정부 R&D로 Test-Bed를 구축할 수 있는 방안이 필요함
- Test-Bed구축을 포함한 본격적인 기술개발 단계로 나아가기 위해서는 중앙정부와 지자체, 연구개발자, 민간업계 간의 긴밀한 협력이 강화되어야 하며 지원사업과 제도 개선등을 통해 성공적인 실용화와 보급으로 이어질 수 있도록 노력이 필요

○ (WT전략) 본 사업의 약점을 강화하고 위협을 피하기 위해서 방어전략(defensive strategy, Mini-Mini전략) 수립도 필요함
- 대규모 신기술 R&D 예산투자에 실패를 우려하여 소극적으로 대처하는 정부부처 공무원들의 태도를 바꾸어 정부의 대형R&D 추진하기 위해서는 기술개발에 열정을 갖고 있는 국토부 등 관련 담당 부처와의 협력을 증대시킬 필요가 있음
- 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조로 인해 발생하는 적재 용량 감소 문제를 해결할 수 있는 적재함 용량 확장 관련 신기술 개발을 병행할 필요가 있음
- 경쟁 국가들의 기술 추격을 위한 기술관련 특허출원 등 국내기술 보호방안 강구해야함
- 미국, 일본 유럽 등 경쟁 국가들의 상용화 기술개발이 시행되고 있어 유사 기술 상용화에

적극적인 국가 및 기술동향 파악이 필요함

라. 핵심 성공요소 및 종합 전략

□ 핵심성공요소

○ 이상의 전략방안을 토대로 새로이 사업의 핵심성공요소를 도출해 보면 다음과 같음

- 첫째, 국내 보유기술에 기반한 실 기술 개발 수행
- 둘째, 기술의 효과적인 실용화와 상용화를 위한 법·제도 개선 도모
- 셋째, 구체적이고 보수적인 타당성 조사와 기술개발 효과의 정량화
- 넷째, 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조로 인한 성능저하 및 적재량 감소를 우려하는 실소유주 설득
- 다섯째, 중앙정부와 지자체, 연구개발자, 민간업계 간의 긴밀한 협력

□ 종합전략

○ 본 사업의 성공가능성을 높이기 위해서는 중앙정부와 지자체, 연구개발자, 민간업계 간의 긴밀한 협력 하에 국내 보유기술에 기반한 기술개발을 수행하고, 구체적이고 보수적인 타당성 조사를 통해 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조로 인한 성능저하 및 적재량 감소를 우려하는 실소유주를 설득해야 하며 기술의 실용화를 위한 법·제도적 지원을 도모하여야 한다는 결론을 얻을 수 있음

제 2절 기술적 타당성 검토

1. 기존 연구개발과의 중복성

○ 기존 연구와 본 세부기획과제와의 중복성은 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 제공하고 있는 NDSL(National Discovery for Science Leaders)을 활용하여 수행한 기존 R&D연구과제, 논문, 특허검색 결과를 토대로 이루어졌음.

○ “도심형 소형화물 택배 차량의 전기자동차 개조 및 실증” 과제는 최대 주행거리가 130 km인 전기 파워트레인 개조를 통한 소형 화물 택배차량 개발을 목표로 하고 있음. 반면, 본 연구는 기존 디젤 엔진과 전기 모터를 모두 활용하는 하이브리드 디젤 전기 트럭 개조를 주요한 목표로 설정하고 있기 때문에 본 연구와 선행연구는 큰 차이점을 갖는 것으로 파악됨.

○ “경승용 전기차 및 LPi 플러그인 하이브리드자동차 개조차량의 기술성 및 경제성 평가” 과제는 외부 충전기 inlet을 포함한 전기차 및 LPG 엔진을 기반으로 한 LPI 하이브리드차로의 개조를 통해 경상용 우편택배차량의 연비를 개선하고자함. 외부 충전을 요하기 때문에 추가 인프라가 필요한 한계가 있었음. 반면, 본 연구는 외부 충전 없이 디젤 엔진 위주의 디젤-전기 파워트레인으로의 개조를 통해 택배 트럭의 연비 및 배기가스 개선을 목표로 하기 때문에 선행연구와의 차별성을 갖추고 있음.

○ “소형 상용급 RE-EV 부품 System Integration 기술 개발” 과제는 외부 전원을 통해 충전 된 배터리 에너지를 사용하는 전기모터를 주 동력원으로 사용하고 엔진은 부족한 배터리 용량을 보조하기 위한 보조 수단으로만 사용하는 파워트레인 기술을 다루고 있음. 모터를 주된 동력원으로 사용하기 때문에 큰 용량의 모터를 사용해야 함으로 개조시 높은 비용을 요구하는 한계가 있음. 반면, 본 과제에서는 기존 디젤 엔진을 주로 사용하여 차량을 구동하며 모터는 엔진 동력을 보조하거나 저속 구간에서만 제한적으로 차량을 구동하도록 함으로써 작은 용량(저비용)의 모터를 통해 가격 대비 우수한 효율의 하이브리드 파워트레인 구현이 가능한 기술임. 따라서, 본 과제는 기존 과제와 다른 형태의 파워트레인을 다루고 있고 개조 비용 면에서 우위성을 갖는 것으로 판단 됨.

○ “디젤 하이브리드 차량 개조에 따른 배기배출물 영향 평가” 연구는 2개의 모터/제너레이터를 추가하여 각각 구동용 모터와 발전용 모터로 사용 될 수 있도록 하는 파워트레인을 채택하여 하이브리드차 SUV로 개조한 후 배기 배출물의 영향을 평가하였음. 반면, 본 과제는 기존 디젤 트럭에 1개의 구동용/발전용 모터를 사용하여 병렬형 하이브리드 디젤-전기 트럭으로 개조하기에 관련성이 낮다고 파악됨.

○ “병렬형 디젤 하이브리드 전기 자동차 최적화” 연구는 SUV 차량 하이브리드 시스템을 추가하여 디젤 엔진이 가장 효율적으로 작동하는 구간에서 작동할 수 있도록 주행 전략을 구성하고 시뮬레이션을 통해 성능을 평가하였으나 본 연구에서는

하이브리드 디젤-전기 트럭의 연비 성능을 최대화하는 파워트레인 제어 전략을 개발하고 실제 차량을 개조 하여 성능을 평가하는 연구라는 점에서 관련성이 낮다고 파악됨.

○ 유사연구 분석 결과, 온실 가스 및 미세먼지의 주범인 디젤 트럭을 하이브리드로 개조한 연구 사례가 없었음. 타 연구들과 달리, 본 연구는 기 운행 중인 디젤 택배 트럭의 실 운행 패턴을 분석해, 핵심요소 사양을 선정하고, 최적의 하이브리드 파워트레인 구조를 선정 및 설계함으로서 기 장착된 엔진 및 전장부품을 개발된 모듈과 함께 제어할 수 있도록 하고자 함.

2. 기술개발 계획의 우수성

○ 전자상거래 활성화로 인해 국내 택배산업 시장이 급격히 성장하고 있음. 이에 따라, 택배용 소형 화물차량의 수요 또한 증가하고 있음.

- 13세 이상 국민 1인당 택배 이용 횟수는 `00년 연 3.0회에서 `13년 연 35.7회로 급격히 증가함.
- `13년 기준, 1.5톤 미만 택배용 화물차량은 영업용 24,721대, 자가용 12,031대로, 총 36,734대로 조사됨.
- `14년도 국내의 택배 물동량은 16억 232만 개로 전년대비 7.8% 성장한 것으로 집계되었으며, 매출액은 3조 9,700억 원으로 전년대비 6.4% 성장한 것으로 집계됨.
- 향후에도 인터넷 쇼핑몰의 성장과 해외직구 등의 확대로 인해 택배시장 역시 지속적인 성장세를 보일 것으로 예상됨.

○ 한국교통연구원의 화물운송시장 실태조사 자료에 따르면, 최근 5년간 등록된 화물차의 약 95%가 디젤 차량임. (2011년 95.0%, 2012년 94.6%, 2013년 92,6%, 2014년 97.1%, 2015년 95.7%).

○ 기존 경유 차량의 경우 빈번한 정차 및 가·감속으로 인해, 복합연비(9km/l 내외) 대비 낮은 실 운행연비(일평균 3.0km/l)는 물류비용 상승의 중요 원인임.

- `14년 전체 국가물류비의 71.2%를 수송비가 차지하였으며, 이 중 도로운송비가 96.5%를 차지함. 수송에너지 비용의 20% 상승은 운송비를 약 4.8% 증가시킴.

○ 또한, 기존 경유 차량의 경우, 다량의 미세먼지 및 온실가스를 배출하고 있음.

- 서울시 초미세먼지의 52%가 교통 분야(자동차, 건설기계 등)에서 발생하며, 초미세먼지의 주원인인 질소산화물(NOx)은 경유차가 67%로 가장 높고, 차종별로는 화물차와 건설기계가 54%로 높은 비율을 차지함.
- 경유 차량에 의해 발생되는 미세먼지 배출량은 전국 도로이동에 따른 총 배출량의 약 62%인 12,969톤을 차지
- 또한 화물차 중 경유화물차의 비율이 2015년도 화물차 신규 등록대수 기준 95% 이상을 차지하며 총 경유차 중 경유화물차가 발생시키는 미세먼지 배출량 비율은 약 68%를 차지함.
- 환경부에서는 2005년부터 10년 동안 예산 1조 8천억 원을 들여 경유차 82만대에 배기가스 후처리장치를 보급하였으나 감축 효과는 미미하였음.

- 2008년 경유자동차 배기가스 저감 사업 추진실태 감사 보고서에 따르면, 착수 당시 환경부는 수도권 대기환경개선 기본계획에 따라 미세먼지 농도를 40㎍까지 낮춘다는 목표를 세웠으나 2014년 기준 미세먼지 농도는 44㎍을 기록하였음.
- 빈번한 정차 및 정체로 인해 저속주행이 많은 도심택배 트럭에 부합하는 새로운 정부 사업이 요구됨.

○ 물류비 인상 억제와 배기가스 저감을 위해, 디젤 택배차량의 고 효율화를 위한 핵심기술 개발이 요구됨. 이를 위해 전기 자동차 개조 사업, LPG 완성차 사업 등이 추진 되어왔으나 시장 확보에 실패함.

- 전기자동차의 높은 시장 진입 가격(약 3000만원 이상)과 높은 무게 증가량 200kg 이상으로 인해 시장 확보에 실패함 (GM대우 라보 3780만 원/대당, 환경부 전기자동차 4735만원/대당, 디아이씨社 전기자동차 3000만 원/대당).
- 택배운송 시장의 낮은 시장 진입 가격을 반드시 반영해야함. (중고차 기준 1500만 원 내외).
- LPG 완성차 사업은 인프라 구축이 어렵고, 실 운행 중인 95%이상의 디젤 택배차량에서 배출되는 배출 가스 저감 및 연비 향상이 불가함.

○ 따라서 친환경/고효율/저비용 디젤 택배차량을 위한 획기적인 기술적 대안이 필요함.

○ 국내 연구기관이 신개념 하이브리드 디젤-전기 파워트레인(eMT, CGST 등) 기술을 개발 및 실차 시험을 수행한 바 있으며, 관련 기술에 대한 특허를 보유 중임.

- 신개념 친환경 하이브리드 기술(eMT, CGST 등)의 경우 하이브리드 트럭 개조가 가능한 기술로서, 기존 디젤 택배 트럭의 낮은 실 운행연비, 운전 편의성, 환경 친화성 등의 문제를 개선할 수 있는 획기적인 기술임.
  * 온실 가스 및 미세먼지로 인한 대기오염 저감이 가능함.
  * 복합연비 대비 실 운행연비 향상으로 물류비용 절감이 가능함.
  * 클러치 리스 시스템을 운용을 통한 운전 편의성 증대가 가능함.
  * 하이브리드 물류차량의 본격적 상용화 및 품질개선이 가능함.
- 국내에서 개발된 eMT(electrified Manual Transmission) 기술은 클러치를 제거하는 대신 엔진 출력축에 연결된 모터의 속도제어를 통해 변속조작을 반자동화함으로서 클러치 사용으로 발생하는 문제(불편함, 변속충격 등)를 해결하였음.
  * 수동 변속기(manual transmission)는 변속장치 중 가장 높은 효율(97%)을 갖지만, 변속 시 클러치 조작이 필요하며 변속 충격이 발생함.
  * 변속을 하지 않을 경우 모터의 동력을 엔진 출력에 더해주는 것으로 병렬 하이브리드 모드 구현이 가능하기 때문에 기존의 승용차용 하이브리드 기술과는 근본적으로 다른 새로운 저가형 하이브리드 기술임.
- eMT와 함께 개발된 하이브리드 기술인 CGST(Clutchless Geared Smart Transmission)는 유성기어(planetary gear-set, PGS), 전기모터, 그리고 이중 입력 축 변속기(dual input ger box)를 이용하여 클러치와 같은 마찰 기반의 동력 제어 장치 없이 변속 및 모드 전환을 수행할 수 있음.
  * 기어를 연결하는 싱크로메쉬의 연결 조합에 따라 크게 4가지의 주행 모드 (parallel hybrid, power-merge hybrid, engine-only, motor-only)가 가능함.
  * 구조적 간결성에도 불구하고, 유연한 엔진 구동 및 빠르고(0.7~0.8초) 부드러운 변속 성능을 보임.

○ 택배 운송환경에 최적화된 친환경/고효율/저비용 하이브리드 디젤-전기 트럭의 핵심 기술 개발 및 시험차량 적용을 위한 실증 기술 개발이 필요함.

- 디젤 트럭을 하이브리드 차량으로 개조하기 위한 물류환경 분석기술, 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 개조 설계 기술 개발이 필요함.
- 하이브리드 디젤-전기 트럭의 효과적인 제어를 위한 파워트레인 제어기술, 전력시스템 및 제어기 구현 기술 개발이 필요함.
- 하이브리드 디젤-전기 트럭의 시장보급을 위해 차량의 성능을 평가하고, 테스트베드를 구축하여 개발기술의 실증을 진행하며 실용화를 위해 법제도를 검토하고 비즈니스모델을 마련하는 것이 필요함.

○ 과제 추진기간(총 5년)을 고려하였을 때, 실용화 연도는 2020년 이후로 예상됨.

○ 2005년 이후 출시된 디젤 차량의 경우, DPF가 의무 장착되어 있고, 디젤 트럭의 운행 기간이 15년 이내이므로, 실용화 시점에서는 DPF 미적용 차량이 거의 존재하지 않을 것으로 예상함.

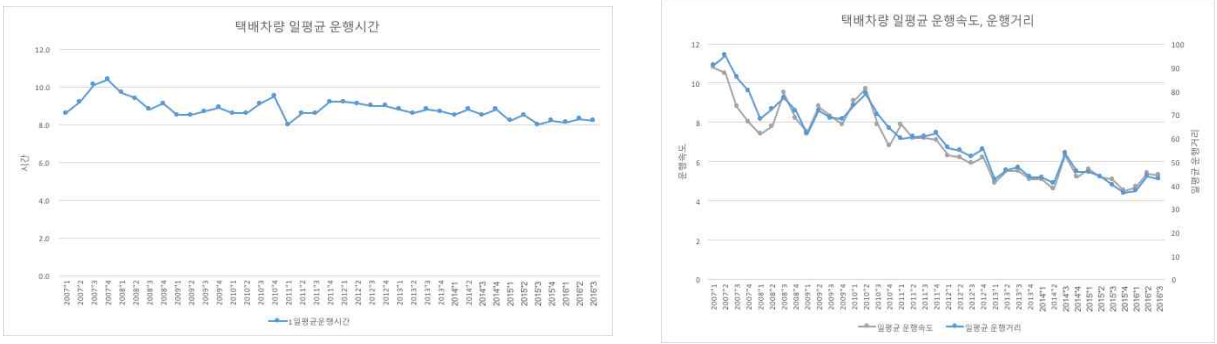
○ 이를 고려하여 DPF 적용 차량을 대상으로 기술개발을 수행하는 것이 바람직함.

가. 중점 추진분야 1:
개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발

□ 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발

○ 소형 택배트럭 운행환경 분석기술이란 차량 운행 시 차량속도, 엔진회전수, 브레이크 신호, GPS, 가속도 센서 등을 포함한 운행정보를 수집하고, 이를 GIS와 연계하여 운행 빅데이터를 분석하며, 이를 통해 실제 물류환경을 대표하는 운행 사이클을 생성할 수 있는 기술을 말함.

○ 택배차량의 분기별 일평균 운행시간, 운행거리, 운행속도의 경향은 아래 그림과 같음. 2007년 택배시장 활성화 이후, 2013년부터 택배차량의 운행특성이 일정한 값으로 수렴하는 것을 볼 수 있음.



<그림 58> 택배차량 일평균 운행시간 및 일평균 운행속도·운행거리

<표 81> 택배차량 운행통계 (2013~2016)

	일평균 운행시간(시간)	일평균 운행거리(km)	일평균 운행속도(km/h)
평균	8.5	43.5	5.2
표준편차	0.28	4.11	0.45

- 상기 표를 참고하여, 택배차량의 운행환경은 일평균 운행시간 8.5시간, 일평균 운행거리 43.5km, 일평균 운행속도 5.2km/h로 정리 가능함.

○ 현재 국내에서는 가솔린 및 가스 승용 차량에 대하여 1987년부터 미국 LA 도심지역 차량 흐름을 반영한 CVS-75 주행모드(FTP-75라고도 함)를 사용하여 성능을 평가하고 있고, 디젤 차량은 2004년부터 유럽의 NEDC 주행모드를 사용하여 성능을 평가 중 임.

○ 다만, 해외 지리 조건 하에서 택배 차량이 아닌 일반 디젤 차량의 성능평가를 목적으로 개발된 표준 사이클은 도심 택배의 실제 물류특성을 반영하지 못함. 현재까지 소형 택배트럭의 물류 특성과 국내 지리 특성을 효과적으로 반영할 수 있는 대표 운행 사이클이 제안된 바 없었음.

- 택배 차량은 빈번한 정차 및 가·감속으로 인해 낮은 일평균 운행속도(5.2km/h)를 가지며 복합연비(9km/l 내외) 대비 낮은 실 운행연비(일평균 3.0km/l)를 가짐.
- 물류특성을 반영할 수 있는 대표 인자로는 최대 속도, 평균 속도, 유휴시간 비율 등이 있음.
- FTP-75은 최대 속도, 평균 속도, 유휴시간 비율 측면에서 실 택배 차량의 운행기록 데이터와 상당한 차이를 보임.
- 국립환경과학원에서 개발한 NIER 모드 1과 2는 실 택배 차량의 운행기록 데이터와 최대 속도, 평균 속도 측면에서는 유사하나, 유휴시간 비율에서 차이가 있음.

○ 따라서, 실 택배차량의 운행기록 데이터를 기반으로 하며, 택배차량운행실태조사 통계(2013년 이후 기준) 상의 주행 특성을 가지는 대표 운행 사이클 생성이 요구됨.

○ 생성된 대표 운행 사이클을 활용하여 하이브리드 디젤-전기 트럭에 사용할 핵심부품의 사양을 최적화할 경우, 배기가스 저감, 연비 향상, 물류비 절감 등 긍정적 효과가 기대됨.

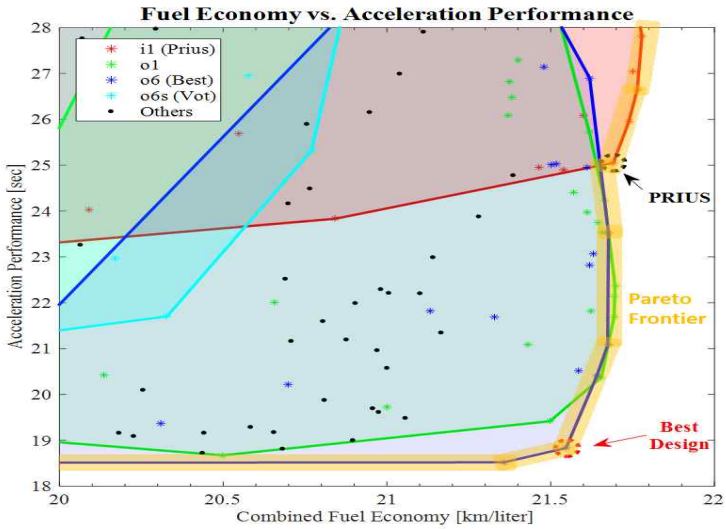
□ 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발

○ 빅데이터 분석을 통해 파악된 택배 운송 환경 정보를 바탕으로 하이브리드 파워트레인 시스템의 구동 효율을 높이기 위한 모터와 배터리 시스템 등 핵심요소의 사양 결정이 필요함.

○ 하이브리드 파워트레인 핵심요소의 사양 결정은 디자인 영역(모터 출력, 배터리 용량 등)에서 비용함수(연료 소모량, 배기 가스량, 핵심부품 중량 등)를 최소화하는 최적화 문제로 접근할 수 있음.

○ 이를 통해 대표 운행 사이클을 기반으로 설계변수 및 제한 조건을 구하고, 최적화 문제를 설정하여, 해당 파워트레인에 대한 핵심요소의 최적 사양을 결정할 수 있고 핵심부품의 성능 향상을 기대할 수 있음.

○ 하이브리드 파워트레인의 후보군 및 사양을 결정하고, 아래 그림과 같이 잠재성능 평가 및 효율 예측을 통해 최적화된 모델 도출이 가능함.



<그림 59> 하이브리드 차량 파워트레인 잠재 성능 평가맵 사례

□ 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발

○ 핵심부품의 모듈화를 통해 양산 단가 절감, 교체 용이성 확보, 개조 및 유지보수비용 절감이 가능함.

○ 이를 통해 생산 단가를 낮출 수 있으며 제품경쟁력의 향상을 기대할 수 있음.

○ 정적해석, 동역학해석, 진동해석, 충돌해석 등을 통해 모듈의 구조 안전성 및 신뢰성 확보가 가능함.

○ 기존 차량의 장치(공조시스템, 파워핸들 등)를 개조된 하이브리드 차량에 적합하게 개량하여, 컴포넌트(부품), 서브시스템(파워트레인), 시스템(차량) 등 레벨 별 구조 안전성 및 신뢰성을 확보할 수 있는 기술의 개발이 기대됨.

나. 중점 추진분야 2:

배기가스 감축 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발

□ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발

○ 차량의 상태에 따라 최적의 구동 모드(EV모드, Engine 모드, Recharging 모드, 회생제동)를 선택하고 동력원(엔진, 모터)간의 동력을 분배하는 제어 알고리즘의 구현이 가능함.

□ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발

○ 테스트 벤치를 통해 모터의 구동력 및 회생제동력 제어 성능을 실험적으로 검증할 수 있으며 이를 통해 하이브리드 디젤-전기 택배트럭의 효율적 전력 관리가 가능함.

○ 또한, 배터리 관리 모듈을 구축하여 셀간 SOC 편차를 줄이기 위한 셀 밸런싱 기술의 확보가 기대됨.

□ 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발

○ 디젤-전기 하이브리드 트럭의 제어기 구현을 위해 PDU(Power Distribution Unit), MCU(Motor Control Unit), BMS(Battery Management System) 등을 통합 시스템으로 구축할 필요가 있음.

○ 이를 위해 CAN통신을 이용한 내부 및 외부 시스템들의 상호 정보 교환에 기반을 둔 통합된 제어 시스템의 구축이 가능하며, 기동 순차제어 시험, 인버터 성능시험, 배터리 제어 성능 확인 시험, 기타 전장품 기동 시험 등 종합 성능평가가 가능함.

다. 중점 추진분야 3:

하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술 개발

□ 개조차량 성능 평가 및 승인

○ 운행되고 있는 자동차에 대한 개조 및 구조변경을 위해서 제원의 변경, 구조 및 장치의 안전성, 동력성능 등 법규에 따른 하이브리드 평가기술 개발이 가능함.

- 최초 개발 컨셉에서부터 개발차량의 구조적인 변경 항목 등에 대한 안전성, 동력성능 등 법규에 규정한 구조변경 항목 및 범위에 해당하는지에 대한 기술검토 단계를 적용함으로서 실질적으로 도로운행을 위한 법규 검토 및 가이드라인 제시
- 개발단계의 부품 및 최종성과물에 대해 국내 최고의 자동차 전문공인기관으로부터 부문별 성능에 대한 평가 단계를 거쳐 체계적인 기술 인증 절차 구축

○ 개발 차량에 장착될 부품에 대한 내구, 안전, 성능 등에 대한 평가기술 개발이 가능함.

- 개발되는 디젤-전기하이브리드 트럭에 장착될 핵심 부품 및 모듈에 대한 안전, 내구성능 등 기초 평가 항목 및 방법 개발
- 튜닝 부품 및 모듈에 대한 인증기반 설계기준(안) 도출을 통한 체계적인 개발 평가안 제시

□ 테스트베드 구축 및 실증

○ 개발되는 하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술의 현장 적용성을 높이고 보다 빠른 현장 보급을 위해서는 과제 추진과 함께 테스트베드 구축 및 실증 계획이 함께 추진되어야 함.

- 연구의 초기부터 테스트베드 구축 기업이 참여하면서 기술개발단계에 실제 업무환경에서 필요로 하는 사항을 반영함에 따라 시장 적용을 위한 기술의 보정 단계를 최소화 할 수 있음.
- 실제 테스트베드가 연구에 포함되면서 관련 기업들의 관심도를 높이고, 이에 따라 기술 개발

완료 시 보급에 참여도를 높일 수 있는 부가적인 효과도 기대할 수 있음.

□ 하이브리드 디젤-전기 트럭 실용화 기술

○ 개발되는 디젤-전기하이브리드 트럭 기술이 시장에 보급되고 이에 따른 연료소비 및 온실가스배출 저감 등의 기대효과를 최대화하기 위해서는 법·제도 등을 활용한 지원과 비즈니스모델 개발 등이 필요함.

- 기술 도입 초기에 법·제도적인 지원 방안을 활용할 경우 초기 사용자들의 기술 적용에 대한 거부감을 감소시키고, 참여에 대한 동기부여가 가능함.
- 본 기술의 도입 효과 및 시장 적용성이 검증 되면 정부의 지원을 최소화 하면서 기술의 확산이 가능한 비즈니스모델 발굴이 기대됨

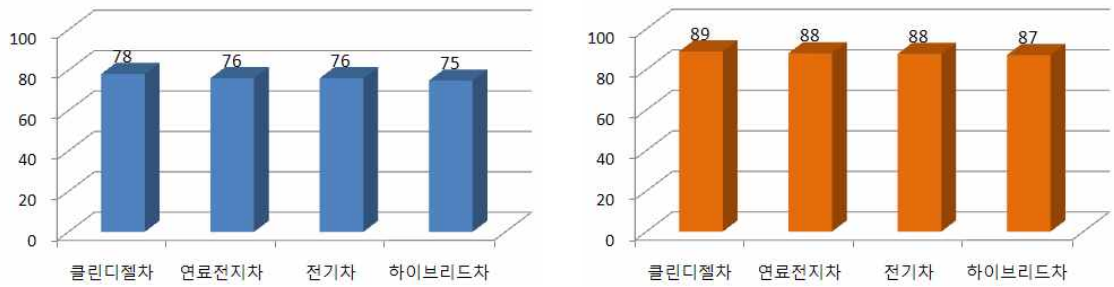
3. 기술 수준 및 개발 성공 가능성

가. 기술 수준

□ 친환경 차량의 기술수준

○ 2009년 전국경제인연합에서 국내 자동차 산·학·연 전문가 45인을 대상으로 실시한 설문조사에 의하면 친환경 자동차의 국내 기술수준은 선진국대비 76%(3~4년 격차) 수준이고, 2020년에는 88%(1~2년 격차) 수준이 될 것으로 조사됨.

○ 그 중 하이브리드 자동차 분야의 기술수준은 2009년 75%, 2020년 87% 수준일 것으로 조사되었으며, 최고 기술선진 국가로는 2009년 및 2020년 모두 일본으로 조사됨.



2009년 - 76%　　2020년 - 88%

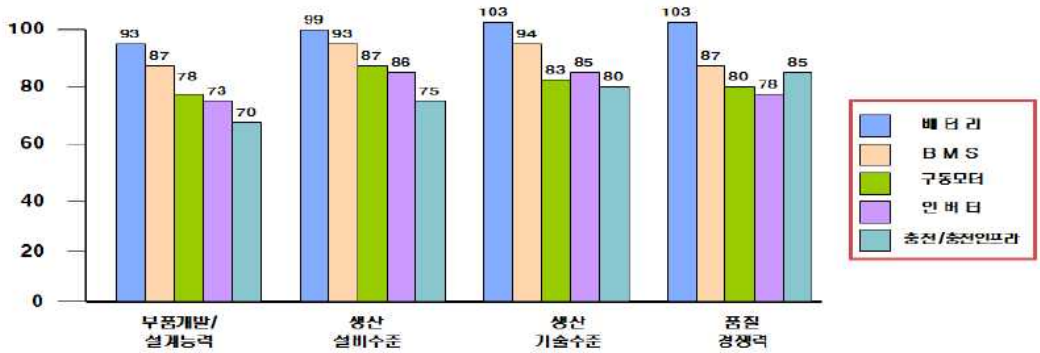
<그림 60> 선진국 대비 국내 기술수준(선진국=100)
자료: 전국경제인연합회, “자동차산업의 미래: 그린카 현황 및 전망”, 2009년

○ 2012년 KDB산업은행의 「국내 전기자동차 기술 경쟁력 분석」에 따르면, 4가지 요소(부품개발/설계능력, 생산설비수준, 생산기술 수준, 품질경쟁력)를 중심으로 하는 주요 부품의 국내 기술경쟁력 수준이 아래 그림과 같이 조사됨.

○ 이 중 본 과제와 관련된 하이브리드 자동차의 핵심부품인 모터 및 BMS 등의

부품개발/설계능력 수준은 각각 선진국 대비 78%, 87%로 조사됨.

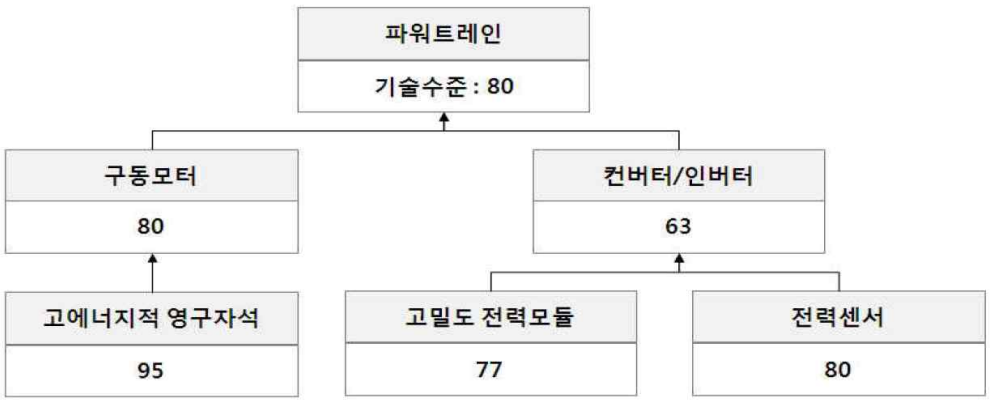
	부품개발/설계능력	생산 설비수준	생산 기술수준	품질 경쟁력
배 터 리	93	99	103	103
B M S	87	93	94	87
모 터	78	87	83	80
인 버 터	73	86	85	78
충전 및 인프라	70	75	80	85



<그림 61> 국내 주요 자동차부품산업의 요소별 기술경쟁력 분석(선진국=100)
자료: KDB산업은행, “국내 전기자동차 기술 경쟁력 분석”, 2012년

○ 2009년 한국에너지자원기술기획평가원 공청회 자료에 따르면 전기동력 시스템, 구동 모터 등 파워트레인 시스템의 국내 기술수준은 선진국 대비 80% 수준인 것으로 조사됨.

○ 또한 고효율·고밀도 컨버터/인버터의 기술 수준이 타 부품대비 낮은 수준인 것으로 조사됨.



<그림 62> 파워트레인 Supply Chain별 기술수준(선진국=100)
자료: 한국에너지자원기술기획평가원 공청회 자료, 2009년

□ 하이브리드 디젤-전기 택배 트럭 관련 기술수준

○ 미국의 대표적인 물류업체인 FedEx, UPS 등은 기존 택배 차량을 하이브리드 차량으로 개조하여 실제로 운영하고 있음.

○ 해당 차량의 파워트레인을 개발한 Eaton 社의 병렬형 하이브리드 시스템은 자동 변속기와 자동화 수동 변속기를 기반으로 하며 최고 선진 기술수준으로 볼 수 있음.

○ 하지만 국내 물류업체 중에는 기존 택배 차량을 하이브리드 디젤-전기 차량으로 개조한 사례는 없고 전기자동차로 개조한 사례는 있음.

- 택배 트럭 개조 연구를 수행한 디아이씨 社의 경우 1톤 상용차를 주행거리 연장형 하이브리드로 개조한 사례가 있으며 이는 전기차에 가까운 직렬형 하이브리드 구조임.
- 하지만 개조비용이 높다는 문제를 안고 있기 때문에, 저비용/고효율 택배 차량을 위한 하이브리드 개조 기술 개발에는 부적합 함.

○ KAIST에서 개발한 eMT는 기존 대부분의 상용 트럭에서 사용되는 수동변속기를 기반으로 한 병렬형 하이브리드 기술로, 최소한의 개조로 하이브리드화 할 수 있는 저비용 솔루션으로 평가되며 선진국 대비 유사한 기술수준으로 개발이 가능할 것으로 보임.

나. 개발 성공 가능성

□ 기존 연구 성공사례

○ KAIST에서는 대우자동차(현 GM)의 다마스(0.5톤 트럭)를 하이브리드 구조로 개조한 사례가 있으며 개발한 파워트레인 제어 알고리즘을 개조 차량에 적용하여 시운전을 성공적으로 마쳤음.

- 개조에서 적용한 eMT 구조는 학위논문[3], 해외 특허등록[5] 등을 통해 연구적 가치를 인정받은 파워트레인으로서 기존의 수동변속기를 유지하면서 1개의 모터를 추가하는 최소한의 개조로도 하이브리드화가 가능하다는 것을 검증함.
- 파워트레인 제어 알고리즘을 통해 1,2단에서는 EV 모드, 3단 이상에서는 엔진 모드를 구현함으로써 엔진의 효율이 낮은 저속에서는 전기에너지로 차량 구동이 가능하다는 것을 보임.

○ 본 과제에서 대상으로 하는 1.5톤 미만 디젤 수동변속기 트럭은 KAIST에서 개조한 다마스와 차중/엔진 출력 차이가 존재하나, 유사한 파워트레인 구조를 가지고 있기 때문에 대상 디젤 트럭을 eMT 혹은 개선된 유사 구조로 개조하기 위한 기술 개발에 효과적으로 적용 가능할 것으로 예상함.

○ 또한, 다마스 대상의 실차 테스트에서 모터의 속도 제어를 통한 지능형 변속 제어와 모터의 토크 제어를 통한 EV 모드 구현, 그리고 엔진 시동 제어를 통한 EV 모드에서 엔진 모드로의 전환이 검증되었으므로, 병렬형 하이브리드 모드에서의 모터와 엔진 동력 분배 제어 기술, 모드 전환 제어 기술이 추가로 보강된다면 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술의 성공적인 개발이 예상됨.

□ 개조 부분 통합에 따른 기술 적합성 확보 방안

○ 개조 모듈(파워트레인 개조 모듈, 전력시스템 모듈, 제어 모듈 등)의 개별 개발 단계에서 모듈 간의 상호작용 및 그로 인한 악조건을 미리 고려함으로써 모듈 간의 통합 단계에서 연구목표 성능을 확보할 수 있을 것으로 예상함.

- 전력시스템 모듈과 제어 모듈은 제어기 실차환경 시뮬레이터와의 연동 테스트를 통하여 실제 개조 차량의 구동 상황을 고려한 개발이 가능함.
- 예를 들어, 차량의 구동 상황에 따라 발생할 수 있는 악조건들(엔진보조장치 사용으로 인한 추가 전력 사용 등)을 전력시스템 모듈에 부가할 수 있으며, 이러한 상황을 제어 모듈 개발에 적용할 수 있음.
- 또한, 전력시스템 모듈이 발생하는 전자기파가 제어 및 센싱 모듈에 미치는 간섭을 최소화하기 위하여 각 모듈의 개발 단계에서 간섭 저감을 위한 연구가 선행되어야 함.

제 3절 경제적 타당성 검토

○ “택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 기술”에 따른 유류비 및 온실가스 절감에 따른 경제적 타당성 효과를 분석함

- “택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 기술”의 경제적 타당성을 분석하기 위하여 기술 도입에 따른 교체가능 택배차량 수요 추정과 편익 및 비용을 산정하여 경제성 분석을 수행함
- 본 연구는 경제성 분석을 위해 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭으로 개조하는데 따른 유류비 절감 편익과 온실가스 절감 편익으로 설정하였으며, 사회적 비용은 총 4차년도에 걸쳐 투입되는 R&D 비용으로 가정함

○ 경제성 분석에 앞 서 본 연구는 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발하는 것으로 현재 택배차량의 차령을 고려하여 분석 범위를 설정함

- 2015년 4/4분기 중 택배화물의 차령 분석결과, 15년 이하 차량 비율이 전체의 95.8%를 차지하고, 10년 이하 차량의 비율이 70.4%로 나타나, 본 연구는 분석기간을 10년 또는 15년으로 설정함

<표 82> 택배차량 차령분포 비율

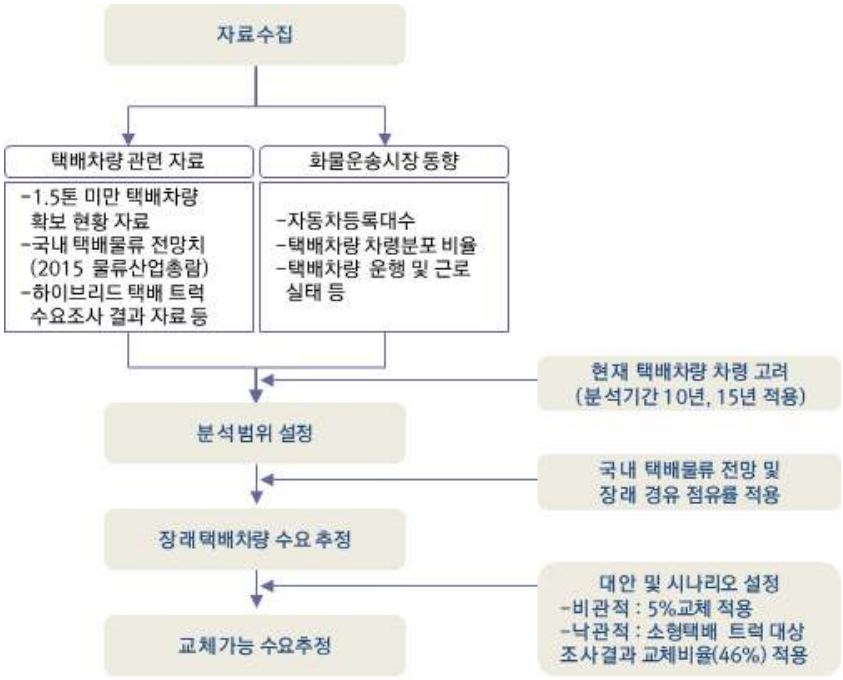
구분	차령분포 비율
5년 이하 (2011～2015)	35.18%
5년 초과～10년 이하 (2006～2010)	35.18%
10년 초과～15년 이하 (2001～2005)	25.41%
15년 초과 (2000년 이전)	4.23%
합계	100.00%

주: 2015년 차령집계 시 5년 이하 연식은 2010년 이후 연식을 의미
자료: 한국교통연구원(2015), 2015년 화물운송시장동향: 2015년 제4호 4/4분기 통권 44호

1. 수요 추정

○ 본 연구는 1.5톤 미만 택배차량 확보 현황 자료 및 택배차량 평균 차령 조사 자료, 국내 택배물류 전망 자료를 이용하여 장래 택배차량 수요를 산정함

- 장래 택배차량 수요에 장래 경유 점유율과 교체가능 비율을 고려하여 교체가능 택배차량 대수를 예측함



<그림 63> 교체가능 택배차량 장래 수요 추정 과정

○ 하이브리드 디젤-전기트럭은 1.5톤 미만 택배차량에 적용하는 것으로 통합물류협회의 1.5톤 미만 택배차량 확보현황 자료에 제시한 45,497대(2015년 12월말 기준)임

- 택배차량 확보 현황 중 영업용이 32,486대(71.4%)이며, 비영업용이 13,011대로 전체 택배차량의 28.6%를 차지함

<표 83> 택배차량(1.5톤 미만) 확보 현황(`15.12.31 기준)

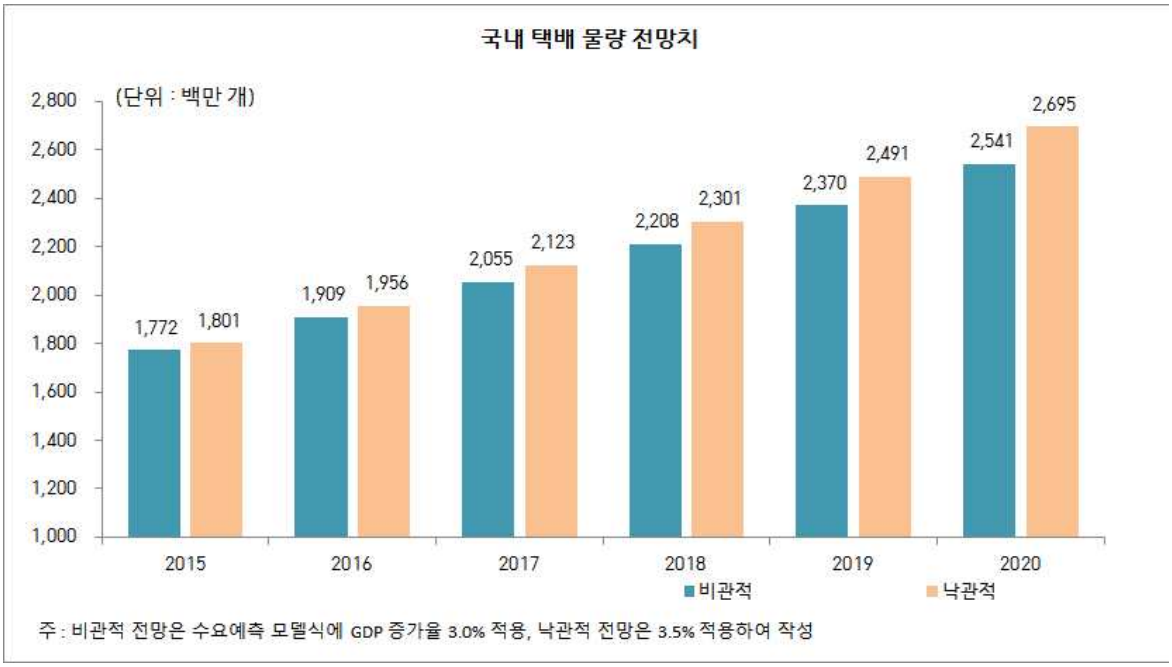
구분	영업용	자가용	합계
택배차량(1.5톤 미만)	32,486	13,011	45,497

자료: 통합물류협회 내부자료(`15.12.31 기준)

○ 2015 물류산업총람에 따르면, 인터넷 쇼핑몰 및 해외직구시장의 성장으로 인해 2020년에는 2015년 대비 43.4%~49.6% 증가한 25.4억~27.0억 박스로 전망함

- 본 연구는 장래 택배차량 수요를 예측하기 위해 2015년~2020년 연평균 증가율 7.48%를 적용[3]하여, 2021년, 2025년 택배차량 대수를 예측함
- 장래 택배차량 수요에 따른 2개 대안으로 설정함
  - 대안 1: 2021년 이후 장래 택배차량은 2021년 택배차량 대수와 동일하다고 가정함
  - 대안 2: 2031년, 2036년 장래 택배차량은 2025년 이후 택배차량 대수와 동일하다고 가정함

3) 본 연구에서는 비관적 전망치를 이용하여 연평균 증가율을 적용함



주: 비관적 전망은 수요예측 모델식에 GDP 증가율 3.0% 적용, 낙관적 전망은 3.5% 적용

<그림 64> 국내 택배 물량 전망치

○ 장래 택배차량 중 교체가능 잠재수요를 산정하기 위해 국토교통부에서 제공하고 있는 2015년 12월 기준 연료별 화물자동차의 등록대수 자료를 활용함

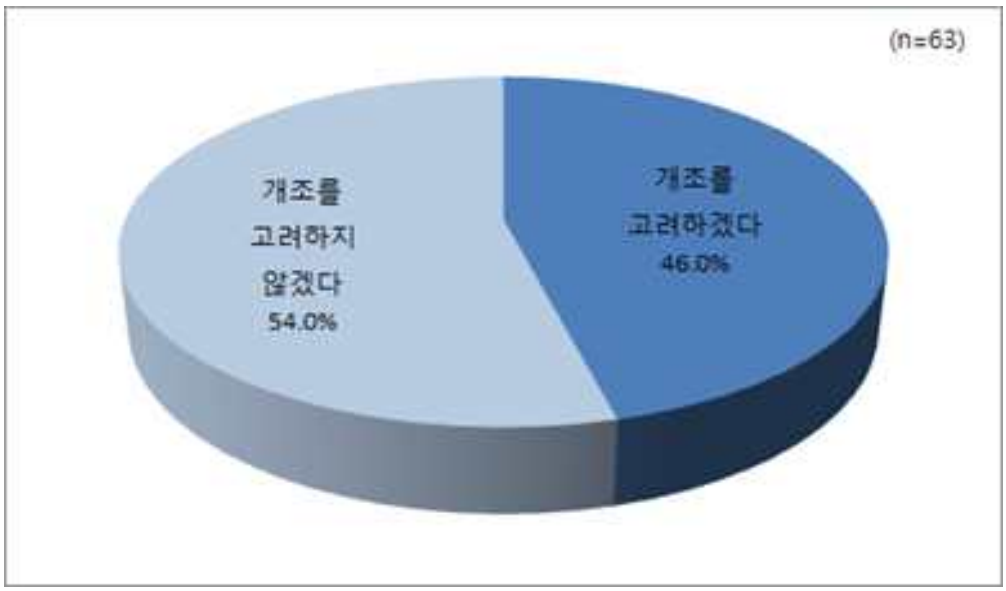
- 현재 본 연구 대상인 경유 화물차량의 점유율은 92.8%이나, 본 연구에서는 향후 LNG혼소트럭 및 전기화물차 등 점유율 증가가 예상된 바, 장래 경유시장 점유율을 80%로 가정하여 장래 택배차량 대수를 산정함

<표 84> 연료별 화물차량 등록대수 현황(`15.12.31 기준)

구분	비사업용	사업용	계
휘발유	9,401	18	9,419
경유	2,870,484	315,510	3,185,994
엘피지	146,111	15,439	161,550
등유	0	1	1
전기	18	0	18
CNG	1,259	10	1,269
기타연료	22,601	52,085	74,686
총계	3,049,874	383,063	3,432,937

○ 본 연구는 하이브리드 소형택배 차량 개발 시 교체의사 비율을 파악하기 위해 수요조사를 수행함

- 조사결과, 기술 개발 시 “개조를 고려하겠다”는 응답 비율(46.0%)을 반영하여 교체가능 택배차량 대수를 산정함



<그림 65> 하이브리드 수요 조사 중 교체의사 비율

○ 본 연구는 경제성 분석을 위해 장래 택배차량 증가율 적용 범위에 따라 2개의 대안과 기술 개발시 교체비율에 따른 각각 2개의 시나리오를 설정함

<표 85> 시나리오 설정

대 안			내 용
대안 1 (2021년까지 장래 택배 차량 증가율 반영)	시나리오 1-1	비관적 시나리오	2021년 이후 택배차량이 2021년과 동일하며, 기술개발 시 교체비율 5% 적용
	시나리오 1-2	낙관적 시나리오	2021년 이후 택배차량이 2021년과 동일하며, 수요조사를 반영한 교체비율 46% 적용
대안 2 (2025년까지 장래 택배 차량 증가율 반영)	시나리오 2-1	비관적 시나리오	2025년 이후 택배차량이 2025년과 동일하며, 기술개발 시 교체비율 5% 적용
	시나리오 2-2	낙관적 시나리오	2025년 이후 택배차량이 2025년과 동일하며, 수요조사를 반영한 교체비율 46% 적용

○ 본 연구는 2021년, 2025년, 2030년, 2035년의 교체가능 택배차량 대수를 산정함

- 대안 1의 교체가능 택배대수 산정 결과, 시나리오 1-1의 경우 2021년 이후 2,805대로 산정되었으며, 시나리오 1-2의 경우 2021년 이후 25,804대로 산정됨

- 대안 2의 교체가능 택배대수 산정 결과, 시나리오 2-1의 경우 2021년에 2,805대, 2025년 이후에는 3,742대로 산정되었으며, 시나리오 2-2의 경우 2021년에 25,804대, 2025년 이후에는 34,428대로 산정됨.

<표 86> 기술적용 가능 대수 및 교체 택배차량 대수

구분	장래 택배차량 대수		잠재 택배차량 대수		교체가능 택배차량 대수			
	대안 1	대안 2	대안 1	대안 2	대안 1		대안 2	
					1-1	1-2	2-1	2-2
2015년	45,497	45,497	-	-	-			
2021년	70,118	70,118	56,095	56,095	2,805	25,804	2,805	25,804
2025년	70,118	93,554	56,095	74,844	2,805	25,804	3,742	34,428
2030년	70,118	93,554	56,095	74,844	2,805	25,804	3,742	34,428
2035년	70,118	93,554	56,095	74,844	2,805	25,804	3,742	34,428

주: 장래 택배차량 대수는 장래 택배물량 전망치를 적용한 것으로 대안 1은 2021년까지만 택배차량 증가율을 적용한 것이며, 대안 2는 2025년까지 택배차량 증가율 적용
잠재 택배차량은 장래 택배차량 대수에 경유시장 점유율 80%를 적용하여 산정함
자료: 통합물류협회 내부자료(`15.12.31 기준)

2. 편익 산정

□ 유류비 절감 편익

○ 유류비 절감 편익은 기술 개발 전·후 평균 연비 차이에 대한 연료소비량을 나타낸 것으로, 개발 전·후에 대한 연료소비량에 경유가격을 곱한 후 교체 택배차량 대수에 대해 유류비 절감액을 산출함

- 대당 개발 전후 유류소비 감축량은 테스트베드 결과를 활용하여 산정하고 이를 경유 가격에 곱하여 연료비용 절감액을 산정함

유류비 절감 편익 = [개발 전 유류비 - 개발 후 유류비]

- 유류비 = 연평균 연료소비량(L)[4] × 경유가격(원/리터)[5]

○ 본 연구는 기술개발 존·후 평균 연비를 산정하기 위해 하이브리드 소형트럭에 대한 ADVISOR (Advanced Vehicle Simulator) 기반의 MATLAB 주행 시뮬레이션[6] 수행함

- 시뮬레이션 결과, 현재 1톤 트럭(봉고3) 연비는 3.49km/L로 나타났으며, 기술적용(eMT로

4) 연평균 연료소비량(L/년)=월평균 적재운행일수(일/개월)×일평균 운행거리(㎞/일)/평균연비(㎞/L) ×12(개월/년)
5) 2015년 연평균 경유가격 1,299.57 원/리터 적용(한국석유공사 석유정보망)
6) ADVISOR에서 제공되는 특정 모델의 엔진, 모터, 배터리 맵 데이터와 각 구성요소의 효율과 구동 제한 조건을 통해 현실을 반영하여 시뮬레이션을 구현함

개조) 1톤 트럭연비는 4.54km/h로 약 30% 연비가 개선되는 것으로 나타남

○ 따라서 하이브리드 디젤-전기트럭 기술개발을 통한 차량 1대 당 평균 연비가 30%로 개선되었을 경우, 1대당 연간 95만원 유류비가 절감되는 것으로 분석됨

<표 87> 대당 유류비 절감 원단위

구분	평균 연비 (km/L)	연평균 연료소비량 (L/km·년)	경유단가 (원/L)	유류비 절감 효과 (원/년)
개발전	3.49	3,155	1,299.57	4,099,790
개발후	4.54	2,427	1,299.57	3,153,684
대당 유류비 절감 비용 원단위				946,105

주: 연평균 연료소비량 산정시 월평균 적재운행일수(25일/개월)와 일평균 운행거리(36.7km/일)는 2015년 화물운송시장동향: 2015년 제4호 4/4분기 통권 44호 자료를 이용함

○ 연도별 유류비 절감 편익 산정 결과, 시나리오 1-1은 연도별 2,654백만 원/년, 시나리오 1-2는 연도별 24,413백만 원/년으로 분석됨.

- 시나리오2-1의 경우 2021년 2,654백만원/년, 2025년/2030년/2035년 3,540백만 원/년으로 나타났으며, 시나리오 2-2는 2021년 24,413백만원/년, 2025년/2030년/2035년 32,573백만 원/년으로 분석됨.

<표 88> 연도별 유류비 절감 편익

구분	시나리오 1-1 (21년까지 증가율 반영, 교체비율 5%)		시나리오 1-2 (21년까지 증가율 반영, 교체비율 46%)	
	개조차량 대수(대)	유류비 절감 편익 (백만원/년)	개조차량 대수(대)	유류비 절감 편익 (백만원/년)
2021년	2,805	2,654	25,804	24,413
2025년	2,805	2,654	25,804	24,413
2030년	2,805	2,654	25,804	24,413
2035년	2,805	2,654	25,804	24,413
구분	시나리오 2-1 (25년까지 증가율 반영, 교체비율 5%)		시나리오 2-2 (25년까지 증가율 반영, 교체비율 46%)	
	개조차량 대수(대)	유류비 절감 편익 (백만원/년)	개조차량 대수(대)	유류비 절감 편익 (백만원/년)
2021년	2,805	2,654	25,804	24,413
2025년	3,742	3,540	34,428	32,573
2030년	3,742	3,540	34,428	32,573
2035년	3,742	3,540	34,428	32,573

□ 온실가스 절감 편익

○ 온실가스 절감 편익은 기술 개발 전·후 온실가스 배출비용 차이를 나타낸 것으로, 개발 전·후에 대한 CO2배출량에 CO2가격을 곱한 후 교체 택배차량 대수에 대해 온실가스 절감액을 산출함

- 연료 사용량을 직접 측정할 수 있는 경우에는 연료법에 따라 순발열량과 온실가스 배출계수를 이용하여 CO2 배출량을 구할 수 있음

온실가스 절감 편익 = [개발 전 온실가스 비용- 개발 후 온실가스 비용]

- 온실가스 비용 = CO_2 배출량(tCO_2) × CO_2 가격(원/tCO_2)[7]
- CO2 배출량=연료소비량(L/년) × 순발열량(MJ/L) × 환산계수[8] × 온실가스 배출계수($kgCO_2/TJ$)

○ 본 연구는 온실가스 배출량 산정을 위해 2014년 환경부에서 고시한 「온실가스 에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」 별표 22의 경유의 순발열량(35.3MJ/L)과 이산화탄소 배출계수(74,100 kgCO2/TJ)를 적용함

<표 89> 연료별 국가 고유 발열량(에너지법 시행규칙 별표)

연료명	단 위		총발열량	순발열량
	에너지법 시행규칙 상	TJ로 환산시		
원유	MJ/kg	TJ/Gg	44.9	42.2
휘발유	MJ/L	TJ/1000㎥	32.6	30.3
등유	MJ/L	TJ/1000㎥	36.8	34.3
경유	MJ/L	TJ/1000㎥	37.7	35.3
B-A유	MJ/L	TJ/1000㎥	38.9	36.4
B-B유	MJ/L	TJ/1000㎥	40.5	38.0
B-C유	MJ/L	TJ/1000㎥	41.6	39.2
프로판	MJ/kg	TJ/Gg	50.4	46.3
부탄	MJ/kg	TJ/Gg	49.6	45.6
나프타	MJ/L	TJ/1000㎥	32.3	30.0
용제	MJ/L	TJ/1000㎥	33.3	31.0
항공유	MJ/L	TJ/1000㎥	36.5	34.1
아스팔트	MJ/kg	TJ/Gg	41.5	39.2
윤활유	MJ/L	TJ/1000㎥	39.8	37.0
석유코크스(고체)	MJ/kg	TJ/Gg	33.5	31.6
부생연료1호1)	MJ/L	TJ/1000㎥	36.9	34.3
부생연료2호2)	MJ/L	TJ/1000㎥	40.0	37.9
천연가스(LNG)	MJ/kg	TJ/Gg	54.6	49.3
도시가스(LNG)	MJ/N㎥	TJ/1,000,000N㎥	43.6	39.4
도시가스(LPG)	MJ/N㎥	TJ/1,000,000N㎥	62.8	57.7
국내무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	18.9	18.6
연료용 수입무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	21.0	20.6
원료용 수입무연탄	MJ/kg	TJ/Gg	24.7	24.4
유연탄(연료용)	MJ/kg	TJ/Gg	25.8	24.7
유연탄(원료용)	MJ/kg	TJ/Gg	29.3	28.2
아역청탄	MJ/kg	TJ/Gg	22.7	21.4
코크스(석탄)	MJ/kg	TJ/Gg	29.1	28.9
전력(발전기준)	MJ/kWh	TJ/GWh	8.8	8.8
전력(소비기준)	MJ/kWh	TJ/GWh	9.6	9.6

자료: 환경부,「온실가스에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」별표22, 2014.

주: "총발열량"이란 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말함
온실가스 배출량 산정 시 순발열량을 사용하며, 에너지사용량을 집계할 경우 총발열량을 사용함
1cal = 4.1868J, MJ = 106 J 로 함
Nm3은 0℃, 1기압 상태의 단위체적(세제곱미터)을 말함

7) CO_2 가격은 OECD(2016), Effective Carbon Rates on Energy 보고서에서 적정금액인 30유로~50유로 중 30유로로 가정하였으며, 1유로 당 1,286.18원(2015년 12월 기준) 환율을 적용함
8) $1TJ=10^6MJ$

<표 90> 연료별 국가고유 배출계수

구분	연료	탄소 배출계수 (tC/TJ)	이산화탄소 배출계수 (kgCO2/TJ)
석유 (16)	휘발유	20.0	73,300
	등유2호(실내등유)	19.6	71,900
	등유1호(보일러등유)		
	경유	20.2	74,100
	B-A유	20.4	74,800
	B-B유	20.5	75,200
	B-C유	20.6	75,500
	나프타	19.2	70,400
	용제	19.3	70,800
	항공유(JET-A1)	19.8	72,600
	아스팔트	21.6	79,200
	윤활유	19.9	73,000
	부생연료 1호	19.7	72,200
	부생연료 2호	21.0	77,000
	프로판	17.6	64,500
	부탄	18.1	66,400
가스 (2)	천연가스(LNG)	15.3	56,100
	도시가스(LNG)		
	도시가스(LPG)	17.6	64,500
석탄 (6)	국내무연탄	30.5	112,000
	수입무연탄(연료용)	28.6	105,000
	수입무연탄(원료용)	29.2	107,000
	유연탄(연료용)	26.0	95,300
	유연탄(원료용)	26.2	96,100
	아역청탄	26.2	96,100

자료: 환경부,「온실가스에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」별표22, 2014.

주: 에너지법 시행규칙에 의해 `11년에 고시된 발열량 기준으로 개발된 본배출계수는 `12년~`16년 온실가스 배출량 산정에 적용
등유1호(보일러 등유)의 판매가 `11.7.1부터 폐지되어 등유2호(실내)를 등유계수로 변경
석유코크의 온실가스를 산정해야하는 경우 `06년 발열량 기준 석유코크 배출계수를 사용

○ 하이브리드 디젤-전기트럭 기술개발을 통한 차량 1대 당 연평균 연료소비량이 절감되었을 경우, 1대당 연간 7.3만원 온실가스 비용이 절감되는 것으로 분석됨

<표 91> 대당 유류비 절감 원단위

구분	연평균 연료소비량 (L/년)	발열량 (MJ/L)	배출계수 (kgCO2/TJ)	CO2가격 (원/tCO2)	온실가스 절감 효과 (원/년)
개발전	3,155	35.3	74,100	38,585	318,403
개발후	2,427	35.3	74,100	38,585	244,926
대당 온실가스 절감 비용 원단위					73,478

주: 연평균 연료소비량 산정시 월평균 적재운행일수(25일/개월)와 일평균 운행거리(36.7km/일)는 2015년 화물운송시장동향: 2015년 제4호 4/4분기 통권 44호 자료를 이용함

○ 연도별 온실가스 비용 절감 편익 산정 결과, 시나리오 1-1은 연도별 206백만 원/년, 시나리오 1-2는 연도별 1,896백만 원/년으로 분석됨

- 시나리오2-1의 경우 2021년 206백만원/년, 2025년/2030년/2035년 275백만 원/년으로 나타났으며, 시나리오 2-2는 2021년 1,896백만원/년, 2025년/2030년/2035년 2,530백만 원/년으로 분석됨

<표 92> 연도별 온실가스 비용 절감 편익

구분	시나리오 1-1 (21년까지 증가율 반영, 교체비율 5%)		시나리오 1-2 (21년까지 증가율 반영, 교체비율 46%)	
	개조차량 대수(대)	온실가스비용 절감 편익 (백만원/년)	개조차량 대수(대)	온실가스비용 절감 편익 (백만원/년)
2021년	2,805	206	25,804	1,896
2025년	2,805	206	25,804	1,896
2030년	2,805	206	25,804	1,896
2035년	2,805	206	25,804	1,896
구분	시나리오 2-1 (25년까지 증가율 반영, 교체비율 5%)		시나리오 2-2 (25년까지 증가율 반영, 교체비율 46%)	
	개조차량 대수(대)	온실가스비용 절감 편익 (백만원/년)	개조차량 대수(대)	온실가스비용 절감 편익 (백만원/년)
2021년	2,805	206	25,804	1,896
2025년	3,742	275	34,428	2,530
2030년	3,742	275	34,428	2,530
2035년	3,742	275	34,428	2,530

3. 비용 산정

○ 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 기술의 경제성 분석을 위한 사회적 비용은 연차별 R&D 비용으로 산정하였으며, 디젤-전기 소형트럭 기술 개발은 총 4차년도에 걸쳐 진행됨

○ 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발은 하이브리드 디젤-전기 트럭 실용화 기술, 개조 기술, 제어 기술로 구성함

- (1세부) 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술은 물류환경 분석, 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 설계 및 개조 기술로 구성
- (2세부) 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술은 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 제어 기술, 전력시스템 관리 기술, 제어기 구현 기술로 구성
- (3세부) 하이브리드 디젤-전기 트럭 실용화 기술은 시장성 및 경제적 타당성 검토, 개조사업 활성화를 위한 법제도적 보완, 개조차량 성능 평가 및 승인 방안 검토로 구성됨

○ 사회적 비용 산정 결과, 2017년 정부출연금 비용은 1,000백만원이며, 2018년 5,000백만원, 2019년 5,000백만원, 2020년 4,500백만원임

<표 93> 대안별 비용추정 결과(정부출연금 기준)

(단위: 백만원/년)

구분	비용
2017년	1,000
2018년	5,000
2019년	5,000
2020년	4,500
합계	14,500

4. 경제성 분석

○ 경제성 분석은 택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발로 인한 유류비 및 온실가스 비용 절감에 대해 사회경제 전반에 미치는 경제적 효과를 분석하여 투자사업의 적정성 판단과 기술개발 효과를 극대화 시킬 수 있는 방안을 제시할 것임

- 이를 위해 일반적으로 사용되는 경제성 분석 기법을 도입하였으며, 비용 및 편익항목 설정 산정방법 및 공신력 있는 자료의 원단위 적용 등의 사항을 준수할 것임

<그림 66> 경제성 분석 수행과정

□ 분석방법 및 평가지표

○ 경제성 분석은 비용과 편익을 화폐가치로 환산하여 비교·분석함으로써 경제적인 타당성을 추정하는 것으로, 분석과정에서 평가자의 주관이 개입될 여지가 적고 균일한 척도로 비교가 가능한 비용·편익분석에 의해 산정함

- 경제성 분석의 평가지표는 편익/비용비율(B/C Ratio), 순현재가치(NPV), 내부수익율(IRR) 등이 보편적으로 이용되고 있음

○ 편익비용 비율(B/C)

- 편익/비용 비율이란 총 편익과 총비용의 할인된 금액의 비율, 즉 장래에 발생될 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 것임. 일반적으로 편익/비용 비율 ≥1이면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{편익·비용비율}(B/C\text{비}) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} \Big/ \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서, B_t = 매년도 편익, C_t = 매년도 비용

r = 실질할인율(5.5%), n = 분석기간

○ 순 현재가치(NPV)

- 순 현재가치(Net Present Value, NPV)는 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준년도의 현재가치로 할인하여 총 편익에서 총비용을 제한 값이며, 순 현재가치 ≥0이면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{순현재가치}(NPV) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

○ 내부수익률(IRR)

- 내부수익률(Internal Rate of Return, IRR)은 편익과 비용의 현재가치로 환산된 값이 같아지는 할인율 R을 구하는 방법으로, 사업의 시행으로 인한 순 현재가치를 0으로 만드는 할인율임. 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{내부수익률}(IRR) = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t} \text{ 의 조건을 만족하는 } r$$

□ 경제성 분석 결과

○ 본 연구는 경제성 분석에 있어 기준년도는 2015년, 분석기간은 기술개발 기간 4년과 개통년도는 2021년으로 설정하였으며, 택배차량의 내구년수를 10년과 15년으로 가정하여 분석함. 또한 사회적 할인율은 5.5%로 가정함

- 택배차량의 차령을 고려하여 최종 분석년도를 다음과 같이 2가지로 구분함

<표 94> 경제성 분석년도 설정

구분	분석범위	
	택배차량 내구년수(분석기간) 10년	택배차량 내구년수(분석기간) 15년
기준년도	2015년	2015년
기술개발 기간(4년)	2017년-2020년	2017년-2020년
분석년도(개통년도)	2021년	2021년
최종분석년도	2030년	2035년

○ 이러한 가정 하에 수행된 경제성 분석 결과, B/C가 1.39~20.72로 모든 시나리오에서 경제적 타당성을 확보하는 것으로 분석됨

- 택배차량 내구년수 10년일 때 경제성 분석 결과, B/C가 1.39~15.07로 분석됨
  - 시나리오 1-1의 경우 B/C가 1.39, NPV 4,622백만 원, IRR 11,29%로 나타났으며, 시나리오 1-2는 B/C가 13.72, NPV가 151,031백만 원, IRR이 77.72%, 시나리오 2-1은 B/C가 1.64, NPV가 75,71백만 원, IRR이 13.93%, 시나리오 2-2는 B/C가 15.07, NPV가 166,991백만 원, IRR이 79.06%로 분석됨

- 택배차량 내구년수 15년일 때 경제성 분석 결과, B/C가 1.85~20.72로 분석됨
  - 시나리오 1-1의 경우 B/C가 1.85, NPV 10,092백만 원, IRR 14.36%로 나타났으며, 시나리오 1-2는 B/C가 17.02, NPV가 190,184백만 원, IRR이 77.79%, 시나리오 2-1은 B/C가 2.25, NPV가 14,869백만 원, IRR이 16.90%, 시나리오 2-2는 B/C가 20.72, NPV가 234,135백만 원, IRR이 79.22%로 분석됨
  -

<표 95> 경제성 분석 결과(택배차량 내구년수 10년)

구분	택배차량 내구년수(분석기간) 10년			
	1-1	1-2	2-1	2-2
총 할인편익(백만원)	16,493	162,901	19,442	178,862
총 할인비용(백만원)	11,871	11,871	11,871	11,871
B/C	1.39	13.72	1.64	15.07
NPV (백만 원)	4,622	151,031	7,571	166,991
IRR(%)	11.29%	77.72%	13.93%	79.06%

<표 96> 경제성 분석 결과(택배차량 내구년수 15년)

구분	택배차량 내구년수(분석기간) 15년			
	1-1	1-2	2-1	2-2
총 할인편익(백만원)	21,962	202,055	26,740	246,006
총 할인비용(백만원)	11,871	11,871	11,871	11,871
B/C	1.85	17.02	2.25	20.72
NPV (백만 원)	10,092	190,184	14,869	234,135
IRR(%)	14.36%	77.79%	16.90%	79.22%

5. 경제사회적 파급효과

○ 본 연구는 택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발에 따른 경제사회적 파급효과를 분석함

- 기술 개발에 따른 경제사회적 파급효과는 건설투자제고 효과, 고용창출효과, 소비 진작 효과, 경제성장률 제고효과, 생산유발, 부가가치 창출 효과 등의 다양하게 분석할 수 있으나 일반적으로 생산유발, 부가가치 창출, 고용유발효과를 경제적 파급효과를 분석함
- 본 연구에서는 기술 개발에 따른 경제사회적 파급효과의 다양한 요소 중에서 고용유발 효과를 산정하였음

□ 산출방법

○ 한국은행 산업연관표 중 취업(고용)유발계수는‘특정 산업부문에 대한 최종수요가 1단위(10억 원) 발생할 경우 해당 산업을 포함한 모든 산업에서 직·간접적으로

유발되는 취업자(피용자) 수'로 정의됨

- 본 연구에서는 기술 개발 및 생산 단위비용 당 고용유발계수를 적용하여 고용유발 효과를 산정함

기술 개발 및 생산 총 비용 × 고용유발계수

○ 신규 수송 장비의 제조는 지역 관련 산업의 매출에 직·간접적 영향을 미치므로 이에 대한 파급효과를 산정함

- 본 도출 기술과 관련된 자동차와 연구개발 부문의 고용유발계수는 다음과 같음

<표 97> 2014년 기준 부문별 고용유발계수(중분류)

구분	고용유발계수(인/십억 원)
자동차	6.9
연구개발	11.3

자료 : 한국은행, 산업연관표 전자조사시스템, 2014

○ 제시된 고용유발계수를 활용하여 각 세부과제별 투자 금액을 곱하여 파급효과를 산정함

○ 본 연구는 고용창출효과를 분석하기 위해 연구개발 분야와 해당산업의 기술 제작 분야로 구분함

- 연구개발 분야에 대한 고용창출효과는 R&D 연구비용을 활용하여 경제적 파급효과를 분석함
- 해당산업의 기술제작 분야는 일정 보급기간 동안 장비가 개발되어 생산되는 제작비용을 반영하여 고용유발효과를 분석함

연구개발 투자비용 = R&D 총 연구비용 기술제작 투자비용 = 단위 제작비용 × 교체주기까지의 해당기술 성과물 수요

○ 택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 기술의 세부과제별 성과물 제작비용은 다음 표와 같이 가정하여 분석함

- 본 연구의 성과물인 하이브리드 디젤-전기트럭 개조모듈은 1.5톤 미만 택배차량에 적용하는 것으로, 택배차량의 차령을 고려해 10년 또는 15년 동안의 교체가능 택배차량 대수를 적용함
- 앞서 언급했듯이 10년 동안 교체가능 총 택배차량 대수(28,045대/10년)는 10년 동안 가장 비관적인 시나리오 1-1의 결과인 2,805대/년을 곱하여 산정함
- 앞서 언급했듯이 15년 동안 교체가능 총 택배차량 대수(42,068대/15년)는 15년 동안 가장 비관적인 시나리오 1-1의 결과인 2,805대/년을 곱하여 산정함
  - 따라서 5년 동안 총 연구개발 비용은 15,000백만 원이 투입되며, 1대 당 제작비용 500만원씩 15년 동안 하이브리드 택배차량 보급·개조를 가정함

<표 98> 하이브리드 디젤-전기 트럭 개발비용 및 고용계수

기술명	성과물	연구개발 비용 (백만 원)	제작비용 (백만 원/대)	고용 유발계수 (인/십억 원)	비고
하이브리드 디젤-전기 트럭(1.5톤 미만) 개발 기술	하이브리드 디젤-전기 트럭 개조모듈	15,000	5.0	(자동차) 6.8 (연구개발) 11.3	연구개발 분야 5년간 고용효과 자동차 제조분야 15간 고용효과

□ 경제사회적 파급효과 분석결과

○ 경제사회적 파급효과를 산정하는 제시된 방법에 기초하여 앞서 제시된 2개 산업(연구개발, 자동차)에 대한 고용유발효과를 산정함

- 하이브리드 디젤-전기 트럭 기술 개발의 총 사업비용에 따른 고용유발 효과는 택배차량 내구년수 10년 동안 총 1,143명이며, 15년 동 안 총 1,629명의 고용 창출이 가능함
  - 연구개발에 따른 고용창출효과는 5년 동안 172명이며, 연간 34명의 고용창출이 가능함
  - 기술제작에 따른 고용창출효과는 10년 동안 총 9,71명, 15년 동안 1,457명이며, 연간 97명의 고용창출이 가능함.

<표 99> 하이브리드 디젤-전기트럭 분야 과제별 고용유발효과

구분		총 고용유발효과	연간 고용유발효과
연구개발	연구개발기간 5년	172	34
기술제작	택배차량 내구년수 10년	971	97
	택배차량 내구년수 15년	1,457	
합계	연구개발 기간 5년 + 택배차량 내구년수 10년	1,143	131
	연구개발 기간 5년 + 택배차량 내구년수 15년	1,629	

주: 연구개발기간은 R&D 연구기간인 5년, 기술제작기간은 차령을 고려하여 10년 또는 15년으로 가정

6. 과학 기술적 파급효과

○ 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조기술은 하이브리드 디젤 차량을 비롯한 친환경 차량 개발 기술에 다양한 기술적 파급효과를 가져 올 것으로 예상함

- 기존 디젤 차량을 하이브리드 차량으로 개조하는 본 기술은 디젤-전기 하이브리드 상용 완성차 개발에도 영향을 미칠 것으로 예상됨
  * 하이브리드 트럭의 배터리, 모터 등의 부품사양을 결정하는 파워트레인 설계기술에 기반 기술로 활용이 가능
  * 소형 상용/승용 하이브리드 차량의 파워트레인 제어 기술, 전력시스템 개발 기술에 활용이 가능
- 본 기술은 하이브리드 디젤-전기 이외에 다양한 친환경 연료를 사용하는 차량으로의 개조기술 개발에도 기술적 활용이 가능할 것임
  * 배터리를 활용하는 친환경 차량의 파워트레인 설계, 전력시스템 개발 등에 활용이 가능
  * 다양한 하이브리드 차량의 차량 제어기 설계 및 개조 기술에 활용이 가능
  * 친환경 차량으로 개조하기 위한 전장부품 인테그레이션 및 핵심부품 모듈화 기술에 활용 가능
- 또한 본 기술은 도심지역 내 주로 운행되는 차량들의 운행환경을 분석하고 온실가스 배출을 저감하기 위한 성능목표 설정 및 평가를 위한 기본 틀을 설정하는 데에도 다양하게 참고 될 수 있을 것임

○ 또한 본 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조기술은 일반 차량 기술에도 기술적 파급효과를 가져 올 것으로 예상함

- 최근 사용이 점차 증가하고 있는 공회전제한시스템(ISG)의 제어기술, 수동변속기의 지능형 변속제어기술 등 일반 차량에도 적용이 가능한 다양한 기술에 활용이 가능할 것임

<표 100> 주요 세부 기술별 과학기술적 파급효과

세부 기술 구분	본 기술의 활용 가능 기술	장래 파급효과
소형 택배트럭 운행환경 분석기술	▪ 하이브리드 파워트레인 설계 및 평가 ▪ 연비 및 배기가스 방출량 최적화기술	▪ 하이브리드 차량 개발 시 배터리, 모터 등의 부품 사양 결정에 활용되어 하이브리드 파워트레인 설계기술이 실현되는데 기반이 될 수 있음 ▪ 완성차량의 연비 또는 배기가스 방출량의 예측을 통해 기술의 신뢰성을 평가하는데 활용 가능 ▪ 운행 비용 절감을 위한 운행경로 최적화 기술이 실현의 기반기술로 활용 가능
하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술	▪ 온실가스 저감을 위한 친환경 자동차 기술 ▪ 디젤-전기 하이브리드 파워트레인 개조 설계 기술	▪ 기존 차량의 구조변경을 위한 개조사업 기반기술의 확보가 가능함. ▪ 경량화 설계를 통한 저가형 디젤-전기 하이브리드 트럭 개발이 가능함.
하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술	▪ 전장부품 인테그레이션 기술 ▪ 개조차량 내구 신뢰성 분석 기술	▪ 개조 및 유지보수비용의 절감이 가능한 기술개발이 가능함 ▪ 친환경차량 개조가 용이한 모듈화 기

	▪ 핵심 부품 모듈화 기술	술에 활용이 가능함
하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술	▪ 병렬형 하이브리드 파워트레인 제어 기술 ▪ 일반 차량의 ISG 제어 기술 ▪ 수동변속기의 지능형 변속 제어 기술	▪ 소형 승용 혹은 상용 하이브리드 파워트레인 제어 기술의 개발 기간과 비용을 감소시킬 수 있음 ▪ 디젤 혹은 가솔린 차량의 ISG 기능 개조 사업에 대한 기반기술이 될 수 있음. ▪ 기계적 효율이 높은 지능형 수동 변속 제어시스템의 보급을 촉진할 수 있음.
하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술	▪ 하이브리드 및 전기 차량의 전력 시스템 관리 기술	▪ 상용 하이브리드 차량의 전력 시스템 개발 비용을 저감시킬 수 있음.
하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술	▪ 하이브리드 차량 제어기 설계 기술 ▪ 기존 차량 탑재 제어기와의 인터페이스 설계 기술	▪ 다양한 형태의 하이브리드 차량 제어기 설계 기술 개발의 기반 기술이 될 수 있음. ▪ 디젤-전기 혹은 가솔린-전기 시스템 개조 개발 비용을 저감시킬 수 있음.

제 6장 자원투입 계획

제 1절 인력투입계획

1. 전체사업 인력투입계획

□ 연차별 연구 인력 투입계획

구분		총 개발인력(명)				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	계
계	책임연구원	2.10	5.58	6.76	6.61	21.04
	연구원	2.59	8.35	9.69	8.64	29.27
	연구보조원	4.07	10.19	12.80	11.08	38.14
	보조원	2.57	8.51	10.25	8.88	30.21
	합 계	11.33	32.63	39.49	35.21	118.65

2. 중점 추진분야별 인력투입계획

□ 중점 추진분야 1:
개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발

구분		총 개발인력(명)				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	계
계	책임연구원	0.75	1.74	1.99	1.75	6.23
	연구원	1.19	3.77	4.22	2.33	11.51
	연구보조원	1.49	4.05	4.45	2.56	12.56
	보조원	0.99	2.94	2.94	2.35	9.21
	합 계	4.42	12.50	13.60	8.98	39.51

□ 중점 추진분야 2:

배기가스 저감 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발

구분		총 개발인력(명)				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	계
계	책임연구원	0.95	1.74	2.49	2.02	7.21
	연구원	0.99	2.17	2.97	2.36	8.49
	연구보조원	1.49	3.05	4.20	2.70	11.45
	보조원	0.99	2.74	3.19	2.50	9.41
	합 계	4.42	9.70	12.85	9.58	36.56

□ 중점 추진분야 3:

하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술

구분		총 개발인력(명)				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	계
계	책임연구원	0.40	2.09	2.27	2.84	7.60
	연구원	0.40	2.41	2.50	3.96	9.26
	연구보조원	1.09	3.09	4.14	5.81	14.14
	보조원	0.60	2.84	4.13	4.03	11.59
	합 계	2.49	10.42	13.04	16.64	42.59

제 2절 소요예산 투입계획

1. 예산 산정 방법

□ 세부과제별 상향식 (Bottom up) 방식으로 전체 사업 소요예산을 산출한 후 정부 예산안에 맞도록 배분함

○ 항목별 예산산정을 위하여 '국토교통부소관 연구개발사업 운영규정'에 포함되어있는 '별표 2 연구 개발비 비목별 계상기준'을 작성기준으로 활용

○ 인건비 기준은 2017년 학술연구용역 인건비 기준단가의 참여율 100% 기준으로 연봉을 계산한 후 인건비 단가를 예산 작성에 적용

- 책임연구원 7,465만원, 연구원 5,724만원, 연구보조원 3,826만원, 보조원 2,870만원을 적용함

○ 세부 소요예산 내역은 중점 추진분야별 연구 내용을 토대로 장비개발이나 현장 실험과 같은 연구비 규모가 커야하는 세부기술에 예산을 추가 배치하였음.

○ 참여율은 일괄 20%로 산정함.

○ 간접비는 기관과 학교의 참여를 고려하여 전체예산대비 15%를 기준으로 작성하였음

○ 민간부담금은 참여기업 2개 이상 중소기업 비율 3분의 2이상 참여를 고려하여 총 연구개발비의 25%를 민간부담으로 계상함.

○ 민간부담금은 전체 소요예산을 책정하는 데에만 활용하고 항목별 소요예산에서는 고려하지 않음.

○ 예상 항목별 소요예산은 정부출연금에 해당하는 예산으로만 작성함.

○ 본 연구는 약 4년간 총 연구비 145억 원(정부출연금)이 소요

2. 전체사업 소요예산

□ 정부출연금 소요예산

(단위 : 백만 원)

분류	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
총괄	1,000	5,000	5,000	3,500	14,500
중점 추진분야 1	450	1,700	1,700	850	4,700
중점 추진분야 2	350	2,300	2,000	750	5,400
중점 추진분야 3	200	1,000	1,300	1,900	4,400

□ 총괄 소요예산 (민간부담금 포함)

(단위: 백만 원)

구분	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		합계
	금액	%	금액	%	금액	%	금액	%	
정부출연금	1,000	75%	5,000	75%	5,000	75%	3,500	75%	14,500
민간 부담금	333	25%	1,667	25%	1,667	25%	1,167	25%	4,833
합계	1,333	100%	6,667	100%	6,667	100%	4,667	100%	19,333

3. 중점 추진분야별 소요예산 (민간부담금 포함)

□ 중점 추진분야 1:

개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	55.90	130.21	148.86	130.29	465.26
	연구원	57.24	68.35	215.83	241.59	133.16	658.93
	연구보조원	38.26	57.02	155.03	170.34	98.00	480.39
	보조원	28.70	28.33	84.26	84.25	67.40	264.24
소 계			209.61	585.32	645.04	428.85	1868.81
직접비	연구장비/재료비		149.56	950.44	864.46	309.77	2274.23
	연구활동비		36.00	55.00	64.38	37.62	193.00
	과제추진비		31.00	45.00	63.38	30.44	169.82
	연구수당		23.84	64.90	63.43	43.65	195.82
소 계			240.39	1115.35	1055.63	421.48	2832.86
간접비			150.00	566.00	566.00	283.00	1565.00
총 계			600.00	2266.67	2266.67	1133.33	6266.67

○ 1-1. 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	17.92	33.59	33.59	33.59	118.69
	연구원	57.24	17.24	82.43	68.69	34.34	202.7
	연구보조원	38.26	20.23	27.55	22.96	32.14	102.88
	보조원	28.70	13.78	34.44	34.44	17.22	99.88
소 계			69.17	178.01	159.68	117.29	524.15
직접비	연구장비/재료비		0.00	45.00	0.00	0.00	45.00
	연구활동비		7.00	10.50	21.00	11.50	50.00
	과제추진비		7.00	7.50	12.00	6.50	33.00
	연구수당		7.00	20.00	22.00	10.00	59.00
소 계			21.00	38.00	55.00	28.00	142.00
간접비			30.00	87.00	71.00	48.00	236.00
총 계			120.17	303.01	285.68	193.29	902.15

○ 1-2. 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	17.92	53.75	53.75	44.79	170.21
	연구원	57.24	25.76	72.12	76.93	41.21	216.02
	연구보조원	38.26	27.55	78.41	80.35	41.32	227.63
	보조원	28.70	3.44	20.66	20.66	16.98	61.74
소 계			74.67	224.94	231.69	144.30	675.60
직접비	연구장비/재료비		125.00	585.00	740.00	180.00	1630.00
	연구활동비		17.50	27.00	25.50	16.00	86.00
	과제추진비		13.00	16.50	21.00	12.50	63.00
	연구수당		9.00	21.00	21.00	13.00	64.00
소 계			39.50	64.50	67.50	41.50	213.00
간접비			80.00	291.00	346.00	122.00	839.00
총 계			194.17	580.44	645.19	307.8	1727.6

○ 1-3. 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	17.92	44.79	53.75	53.75	170.21
	연구원	57.24	27.48	61.82	86.55	48.08	223.93
	연구보조원	38.26	15.15	55.09	92.71	48.21	211.16
	보조원	28.70	5.25	20.66	20.66	17.22	63.79
소 계			65.8	182.36	253.67	167.26	669.09
직접비	연구장비/재료비		25.00	320.00	125.00	130.00	600.00
	연구활동비		14.00	25.50	25.00	17.50	82.00
	과제추진비		7.00	16.00	21.00	9.00	53.00
	연구수당		8.00	21.00	22.00	15.00	66.00
소 계			29.00	62.50	68.00	41.50	201.00
간접비			40.00	188.00	149.00	113.00	490.00
총 계			134.8	432.86	470.67	321.76	1360.09

□ 중점 추진분야 2:

배기가스 저감 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	70.83	130.21	186.19	150.81	538.03
	연구원	57.24	56.90	124.24	170.04	135.06	486.24
	연구보조원	38.26	57.02	116.77	160.78	103.48	438.05
	보조원	28.70	28.33	78.52	91.43	71.70	269.97
소 계			213.09	449.74	608.43	461.05	1732.30
직접비	연구장비/재료비		89.92	1839.73	1305.01	165.32	3399.97
	연구활동비		27.87	86.81	80.88	37.51	233.06
	과제추진비		19.26	32.40	46.36	32.12	130.14
	연구수당		23.53	45.00	60.00	54.00	182.53
소 계			160.58	2003.93	1492.24	288.95	3945.70
간접비			93.00	613.00	566.00	250.00	1522.00
총 계			466.67	3066.67	2666.67	1000.00	7200.00

○ 2-1. 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	35.42	52.08	53.20	50.27	190.97
	연구원	57.24	28.45	41.41	42.51	45.02	157.39
	연구보조원	38.26	38.02	58.39	58.46	68.99	223.86
	보조원	28.70	14.17	31.41	30.48	35.85	111.91
소 계			116.06	183.29	184.65	200.13	684.13
직접비	연구장비/재료비		18.00	1145.00	85.00	0.00	1248.00
	연구활동비		16.00	35.00	29.00	17.00	97.00
	과제추진비		10.00	14.00	14.00	14.00	52.00
	연구수당		13.50	19.00	19.50	25.00	77.00
소 계			39.50	68.00	62.50	56.00	226.00
간접비			51.00	349.00	99.00	86.00	585.00
총 계			206.56	600.29	346.15	342.13	1495.13

○ 2-2. 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	17.71	52.08	106.39	50.27	226.45
	연구원	57.24	14.23	62.12	106.27	45.02	227.64
	연구보조원	38.26	9.50	43.79	87.70	17.25	158.24
	보조원	28.70	7.08	31.41	45.71	17.93	102.13
소 계			48.52	189.4	346.07	130.47	714.46
직접비	연구장비/재료비		7.00	425.00	820.00	135.00	1387.00
	연구활동비		6.00	35.00	45.00	10.00	96.00
	과제추진비		4.00	14.00	26.00	8.00	52.00
	연구수당		5.50	19.00	34.00	15.00	73.50
소 계			15.50	68.00	105.00	33.00	221.50
간접비			19	208	356	100	683.00
총 계			83.02	465.4	807.07	263.47	1618.96

○ 2-3. 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	17.71	26.04	26.60	50.27	120.62
	연구원	57.24	14.23	20.71	21.25	45.02	101.21
	연구보조원	38.26	9.50	14.60	14.62	17.25	55.97
	보조원	28.70	7.08	15.70	15.24	17.93	55.95
소 계			48.52	77.05	77.71	130.47	333.75
직접비	연구장비/재료비		15.00	70.00	200.00	30.00	315.00
	연구활동비		6.00	14.00	10.00	11.00	41.00
	과제추진비		4.00	5.00	6.00	8.00	23.00
	연구수당		5.50	8.00	7.50	15.00	36.00
소 계			15.50	27.00	23.50	34.00	100.00
간접비			23.00	56.00	107.00	65.00	251.00
총 계			87.02	160.05	208.21	229.47	684.75

□ 중점 추진분야 3:
하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	29.86	155.84	169.45	212.16	567.31
	연구원	57.24	22.90	137.84	142.89	226.41	530.03
	연구보조원	38.26	41.72	118.16	158.50	222.46	540.83
	보조원	28.70	17.22	81.41	118.43	115.68	332.74
소 계			111.70	493.25	589.26	776.71	1970.92
직접비	연구장비/재료비		19.64	350.20	540.15	974.74	1884.72
	연구활동비		30.65	61.90	65.76	43.08	201.39
	과제추진비		23.68	45.99	47.16	23.80	140.64
	연구수당		15.00	49.00	58.00	77.00	199.00
소 계			88.97	507.09	711.07	1118.62	2425.75
간접비			66.00	333.00	433.00	638.00	1470.00
총 계			266.67	1333.33	1733.33	2533.33	5866.67

○ 3-1. 개조 차량 성능 평가 및 승인

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	연구원	57.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	연구보조원	38.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	보조원	28.70	36.72	81.57	164.30	3.46	286.05
소 계			36.72	81.57	164.3	3.46	286.05
직접비	연구장비/재료비		19.60	350.00	540.00	299.00	1208.60
	연구활동비		46.5	184.7	290.5	370.8	892.50
	과제추진비		20.00	60.00	85.00	83.00	248.00
	연구수당		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
소 계			66.50	244.70	375.50	453.80	1140.50
간접비			11.00	78.00	113.00	74.00	276.00
총 계			114.22	404.27	652.8	531.26	1702.55

○ 3-2. 테스트베드 구축 및 실증

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	0.00	0.00	0.00	161.24	161.24
	연구원	57.24	0.00	0.00	0.00	164.85	164.85
	연구보조원	38.26	0.00	0.00	0.00	9.18	9.18
	보조원	28.70	0.00	0.00	0.00	5.17	5.17
소 계			0.00	0.00	0.00	340.44	340.44
직접비	연구장비/재료비		0.00	0.00	0.00	675.00	675.00
	연구활동비		0.00	0.00	0.00	23.00	23.00
	과제추진비		0.00	0.00	0.00	18.00	18.00
	연구수당		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
소 계			0.00	0.00	0.00	41.00	41.00
간접비			0.00	0.00	0.00	103.00	103.00
총 계			0.00	0.00	0.00	484.44	484.44

○ 3-3. 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	구분					소계
		단가 (연봉)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	
인건비	책임연구원	74.65	49.27	250.82	268.74	197.08	765.91
	연구원	57.24	17.17	137.38	147.60	130.51	432.66
	연구보조원	38.26	8.54	17.22	5.74	76.52	108.02
	보조원	28.70	0.00	6.26	2.87	28.70	37.83
소 계			74.98	411.68	424.95	432.81	1344.42
직접비	연구장비/재료비		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	연구활동비		28.30	65.00	35.30	35.30	163.90
	과제추진비		14.70	24.00	13.20	13.20	65.10
	연구수당		3.70	18.00	15.50	13.50	50.70
소 계			46.70	107.00	64.00	62.00	279.70
간접비			11.00	60.00	51.00	48.00	170.00
총 계			132.68	578.68	539.95	542.81	1794.12

4. 연차별 직접비 소요내역 (민간부담금 포함)

□ 1차년도

단위 : 백만 원

구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기트럭 개조 기술개발	1-1	전문가 활용비: 1.5	국내출장비: 3	
		교육훈련비: 1.5	사무용품비: 2	
		문헌구입비: 1	회의비: 2	
		세미나 개최비: 1		
		학회참가비: 2		
	소계	7	7	
	총계	14		
	1-2	국외출장비: 8	국내출장비: 4	차량 구입: 20
		전문가 활용비: 3	사무용품비: 3	연구용 배터리 팩: 10
		교육훈련비: 1.5	회의비: 2	디젤-전기 하이브리드 化 파워트레인 모듈: 60
		문헌구입비: 1	연구장비 유지비: 4	핵심요소 설계 및 제작: 35
		세미나 개최비: 2		
		학회참가비: 2		
	소계	17.5	13	125
	총계	143		
	1-3	국외출장비: 7	국내출장비: 3	구조해석용 프로그램: 25
		전문가 활용비: 2	사무용품비: 2	
		교육훈련비: 1	회의비: 2	
		문헌구입비: 1		
		세미나 개최비: 1		
		학회참가비: 2		
	소계	14	7	25
	총계	46		

구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기	2-1	국외출장비: 6	국내출장비: 4	전산해석용 기기: 6
		전문가 활용비: 2	사무용품비: 3	ISG 테스트벤치 제작비:12
		교육훈련비: 2	회의비: 3	
		문헌구입비: 2		
		세미나 개최비: 1		
		학회 및 세미나 참가비: 3		
	소계	16	10	18
	총계	44		
	2-2	국외출장비: 3	국내출장비: 2	모터 다이나모미터 제작비: 7

트럭 제어 기술개발		전문가 활용비: 1	사무용품비: 1	
		교육훈련비: 1	회의비: 1	
		학회 및 세미나 참가비: 1		
	소계	6	4	7
	총계	17		
	2-3	전문가 활용비: 3	국내출장비: 2	차량 CAN 통신 인터페이스 개발비: 15
		교육훈련비: 1	사무용품비: 1	
		문헌구입비: 1	회의비: 1	
		학회 및 세미나 참가비: 1		
	소계	6	4	15
	총계	25		
구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기트럭 시험 및 실용화 기술	3-1	국외출장비: 5	국내출장비: 8	차량 구입: 10
		복사 제본비: 5	사무용품비: 3	ISG 시험 재료 구매: 9.6
		전문가 활용비: 2	회의비: 9	
		교육훈련비: 2		
		용역수수료: 3		
		문헌구입비: 3		
		기술정보 수집비: 20.5		
		세미나 개최비: 3		
		학회 및 세미나 참가비: 3		
	소계	46.5	20	
	총계	66.5		
	3-2	0	0	0
	소계	0	0	0
	총계	0		
	3-3	복사 제본비: 5	국내출장비: 8	
		전문가 활용비: 13	사무용품비: 1.2	
		위탁정산 수수료: 2.3	회의비: 5.5	
		세미나 개최비: 8		
	소계	28.3	14.7	0
	총계	43		

□ 2차년도

단위 : 백만 원

구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기트럭 개조 기술개발	1-1	국외출장비: 3	국내출장비: 4	전산해석용 워크스테이션: 45
		전문가 활용비: 1	사무용품비: 2	
		교육훈련비: 2	회의비: 1.5	
		문헌구입비: 1.5		
		세미나 개최비: 1		
		학회참가비: 2		
	소계	10.5	7.5	45
	총계	63		
	1-2	국외출장비: 13	국내출장비: 7	차량 구입: 100
		전문가 활용비: 3.5	사무용품비: 4	연구용 배터리 팩: 10
		교육훈련비: 2.5	회의비: 2	디젤-전기 하이브리드 化 파워트레인 모듈: 300
		문헌구입비: 2	연구장비 유지비: 3.5	핵심요소 설계 및 제작: 175
		세미나 개최비: 2		
		학회참가비: 4		
	소계	27	16.5	585
	총계	628.5		
	1-3	국외출장비: 12	국내출장비: 7	차량 개조 관련 장비: 260
		전문가 활용비: 3.5	사무용품비: 4	핵심요소 성능 해석 프로그램: 60
		교육훈련비: 2.5	회의비: 1.5	
		문헌구입비: 1.5	연구장비 유지비: 3.5	
		세미나 개최비: 2		
		학회참가비: 4		
	소계	25.5	16	320
	총계	361.5		

구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기트럭 제어	2-1	국외출장비: 15	국내출장비: 6	차량 다이나모미터: 600
		복사 제본비: 2	사무용품비: 3	차량 성능측정환경 유지장치: 200
		전문가 활용비: 4	연구장비 유지비: 2	미세먼지 및 배기가스 측정 장비: 300
		교육훈련비: 4	회의비: 3	차량 시뮬레이터: 5
		문헌구입비: 3		제어모듈 테스트벤치 제작비: 40
		세미나 개최비: 2		
		학회 및 세미나 참가비: 5		
	소계	35	14	1,145
	총계	1194		
	2-2	국외출장비: 15	국내출장비: 6	연구용 배터리 팩: 125
		복사 제본비: 2	사무용품비: 3	모터 다이나모미터 제작비: 50
		전문가 활용비: 4	연구장비 유지비: 2	모터 드라이버 개발비: 100
		교육훈련비: 4	회의비: 3	배터리 팩 개발비: 150
		문헌구입비: 3		
		세미나 개최비: 2		

기술개발		학회 및 세미나 참가비: 5		
	소계	35	14	425
	총계	474		
	2-3	국외출장비: 3	국내출장비: 2	차량 CAN 통신 인터페이스 개발비: 70
		전문가 활용비: 6	사무용품비: 1	
		교육훈련비: 2	회의비: 2	
		문헌구입비: 1		
		세미나 개최비: 1		
		학회 및 세미나 참가비: 1		
	소계	14	5	70
	총계	89		
구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기트럭 시험 및 실용화 기술	3-1	국외출장비: 20	국내출장비: 25	차량 구입: 50
		복사 제본비: 10	사무용품비: 15	ISG 시험샘플 구매: 60
		자동차 보험료: 1	회의비: 25	구동 측정 센서: 20
		전문가 활용비: 10		시험용 배터리 팩: 50
		교육훈련비: 3		시험 data 로깅 장치: 60
		용역수수료: 102.7		ISG 구동제어 시험장치: 50
		문헌구입비: 5		진공, 유압 성능시험기: 50
		기술정보 수집비: 5		
		세미나 개최비: 20		
		학회 및 세미나 참가비: 8		
	소계	184.7	60	350
	총계	594.7		
	3-2	0	0	0
	소계	0	0	0
	총계	0		
	3-3	국외출장비: 20	국내출장비: 10	
		복사 제본비: 8	사무용품비: 4	
		전문가 활용비: 20	회의비: 10	
		위탁정산 수수료: 5		
		세미나 개최비: 12		
	소계	65	24	0
	총계	89		

□ 3차년도

단위 : 백만 원

구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기트럭 개조 기술개발	1-1	국외출장비: 12	국내출장비: 8	
		전문가 활용비: 2	사무용품비: 2	
		교육훈련비: 2	회의비: 2	
		문헌구입비: 2		
		세미나 개최비: 1		
		학회참가비: 2		
	소계	21	12	0
	총계	33		
	1-2	국외출장비: 11	국내출장비: 8	차량 구입: 90
		전문가 활용비: 3	사무용품비: 3	연구용 배터리 팩: 15
		교육훈련비: 3	회의비: 2	디젤-전기 하이브리드 化 파워트레인 모듈: 270
		문헌구입비: 3	연구장비 유지비: 8	핵심요소 설계 및 제작: 365
		세미나 개최비: 1.5		
		학회참가비: 4		
	소계	25.5	21	740
	총계	786.5		
	1-3	국외출장비: 12	국내출장비: 8	차량 개조 관련 장비: 125
		전문가 활용비: 3	사무용품비: 3	
		교육훈련비: 3	회의비: 2	
		문헌구입비: 2	연구장비 유지비: 8	
		세미나 개최비: 2		
		학회참가비: 3		
	소계	25	21	125
	총계	171		

구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기트럭 제어 기	2-1	국외출장비: 13	국내출장비: 6	제어알고리즘 검증용 하드웨어: 45
		복사 제본비: 2	사무용품비: 3	제어모듈 테스트벤치 제작비: 40
		전문가 활용비: 4	연구장비 유지비: 2	
		교육훈련비: 4	회의비: 3	
		문헌구입비: 1		
		세미나 개최비: 1		
		학회 및 세미나 참가비: 4		
	소계	29	14	85
	총계	128		
	2-2	국외출장비: 21	국내출장비: 10	연구용 모터: 30
		복사 제본비: 2	사무용품비: 6	연구용 배터리 팩: 200
		전문가 활용비: 6	연구장비 유지비: 6	모터 드라이버 개발비: 200
		교육훈련비: 4	회의비: 4	배터리팩 개발비: 250
		문헌구입비: 2		에너지 흐름 모니터링 시스템 개발 및 제작비: 140
		세미나 개최비: 2		
		학회 및 세미나 참가비: 8		

술개발				
	소계	45	26	820
	총계	891		
	2-3	국외출장비: 3	국내출장비: 3	통합 제어모듈 개발 및 제작비: 200
		전문가 활용비: 4	사무용품비: 1	
		교육훈련비: 1	회의비: 2	
		문헌구입비: 1		
		학회 및 세미나 참가비: 1		
	소계	10	6	200
	총계	216		
구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술	3-1	국외출장비: 10	국내출장비: 43	전자장치 계측 센서: 60
		복사 제본비: 7	사무용품비: 14	구동모터 내구시험장치: 150
		자동차 보험료: 1	회의비: 28	배터리 충방전 시험장치: 100
		전문가 활용비: 4		동력평가 자동제어장치: 100
		용역수수료: 243		주행, 제동 시험 지그 제작: 100
		문헌구입비: 3		일반안전 시험재료: 30
		기술정보 수집비: 5		
		세미나 개최비: 11.5		
		학회 및 세미나 참가비: 6		
	소계	290.5	85	540
	총계	915.5		
	3-2	0	0	0
	소계	0	0	0
	총계	0		
	3-3	국외출장비:10	국내출장비: 6.5	
		복사 제본비: 5	사무용품비: 1.2	
		전문가 활용비: 10	회의비: 5.5	
		위탁정산 수수료: 2.3		
		세미나 개최비: 8		
	소계	35.3	13.2	0
	총계	48.5		

□ 4차년도

단위 : 백만 원

구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기트럭 개조 기술개발	1-1	국외출장비: 6	국내출장비: 3	
		전문가 활용비: 1.5	사무용품비: 2	
		교육훈련비: 1.5	회의비: 1.5	
		문헌구입비: 1		
		세미나 개최비: 1		
		학회참가비: 1		
	소계	11.5	6.5	0
	총계	18		
	1-2	국외출장비: 7	국내출장비: 4	차량 구입: 50
		전문가 활용비: 3	사무용품비: 2	연구용 배터리 팩: 2.5
		교육훈련비: 1	회의비: 1.5	디젤-전기 하이브리드 化 파워트레인 모듈: 25
		문헌구입비: 1	연구장비 유지비: 5	핵심요소 설계 및 제작: 102.5
		세미나 개최비: 2		
		학회참가비: 2		
	소계	16	12.5	180
	총계	208.5		
	1-3	국외출장비: 7	국내출장비: 5	파워트레인 양산 플랫폼 구축비: 130
		전문가 활용비: 3.5	사무용품비: 2	
		교육훈련비: 2	회의비: 2	
		문헌구입비: 1		
		세미나 개최비: 2		
		학회참가비: 2		
	소계	17.5	9	130
	총계	156.5		

구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기트럭 제어	2-1	국외출장비: 6	국내출장비: 6	
		복사 제본비: 2	사무용품비: 3	
		전문가 활용비: 4	연구장비 유지비: 2	
		교육훈련비: 1	회의비: 3	
		문헌구입비: 1		
		세미나 개최비: 1		
		학회 및 세미나 참가비: 2		
	소계	17	14	0
	총계	31		
	2-2	국외출장비: 3	국내출장비: 4	전력시스템 개조 키트 개발비: 85
		복사 제본비: 1	사무용품비: 2	전력시스템 개조 키트의 양산 플랫폼 구축: 50
		전문가 활용비: 2	회의비: 2	
		교육훈련비: 1		
		세미나 개최비: 1		
		학회 및 세미나 참가비: 2		

기술개발	소계	10	8	135
	총계	153		
	2-3	국외출장비: 3	국내출장비: 4	통합 제어모듈 양산 플랫폼 구축: 30
		전문가 활용비: 4	사무용품비: 1	
		교육훈련비: 1	회의비: 3	
		문헌구입비: 1		
		세미나 개최비: 1		
		학회 및 세미나 참가비: 1		
	소계	11	8	30
	총계	49		
구분		직접비(연구수당 제외)		
		연구활동비	과제추진비	연구장비 재료비
하이브리드 디젤-전기트럭 시험 및 실용화 기술	3-1	국외출장비: 10	국내출장비: 45	성능 효과검증 시험용 지그 제작: 195
		복사 제본비: 7	사무용품비: 10	성능 효과검증 시험용 소모품: 104
		자동차 보험료: 1	회의비: 28	
		전문가 활용비: 4		
		교육훈련비: 3		
		용역수수료: 47.8		
		문헌구입비: 3		
		기술정보 수집비: 5		
		세미나 개최비: 9		
		학회 및 세미나 참가비: 15		
		실증사업을 위한 시범 운영: 266		
	소계	370.8	83	299
	총계	752.8		
	3-2	복사 제본비: 10	국내출장비: 10	부대경비: 75
		전문가 활용비: 10	회의비: 8	시작품 제작 및 유지보수: 600
		위탁정산 수수료: 3		
	소계	23	18	675
	총계	716		
	3-3	국외출장비:10	국내출장비: 6.5	
		복사 제본비: 5	사무용품비: 1.2	
		전문가 활용비: 10	회의비: 5.5	
		위탁정산 수수료: 2.3		
		세미나 개최비: 8		
	소계	35.3	13.2	0
	총계	48.5		

제 7장 과제공모 방안

제 1절 과제제안 요구서 (RFP)

<table>
<tr><td>연구과제명</td><td colspan="2">택배차량용 디젤 트럭의 하이브리드 개조기술 개발 및 실용화 연구</td></tr>
<tr><td colspan="2">1. 연구개발 목표</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">○ 택배 운송환경에 최적화된 친환경/고효율/저비용 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발 및 시험차량 적용을 위한 실증 기술 개발

- 소형 택배(1.5톤 미만) 디젤 트럭을 하이브리드 차량으로 개조하기 위한 물류환경 분석기술, 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 개조 설계 기술 개발
* 국내 도심 택배물류의 운행 특성을 반영한 대표 운행 사이클 생성
* 개조 원가: 500만원 이내 (보조금 및 판매자 이윤 등이 제외된 양산 모듈 제작비용)
* 개조 중량 증가: 100 kg 미만

- 하이브리드 디젤-전기 트럭의 효과적인 제어를 위한 파워트레인 제어 기술, 전력시스템 및 제어기 구현 기술 개발
* 주행성능(등판능력, 최고속도, 엔진 출력 등) : 개조 전 대비 동일 수준 또는 그 이상
* 연비: 대표 운행 사이클 상에서 개조 전 대비 30% 향상[1)]
* 온실가스 배출량: 대표 운행 사이클 상에서 개조 전 대비 20% 감축[1)]
* 미세먼지 배출량: 대표 운행 사이클 상에서 개조 전 대비 20% 감축[1)]
· Euro 4(DPF 미장착) 트럭 미세먼지 배출량(PM) 20% 감축
· Euro 5(DPF 장착) 트럭 미세먼지 입자개수(PN) 20% 감축
[1)]산업통상자원부의 표준 온실가스 배출량 및 연료소비율 시험방법에 의거

- 하이브리드 디젤-전기 트럭의 시장보급을 위한 차량 성능 평가, 테스트 베드 구축·기술 실증, 관련 법제도 마련 및 비즈니스모델 개발</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. 연구개발 필요성 및 기술동향</td><td></td></tr>
<tr><td>연구개발
필요성</td><td colspan="2">○ 전자상거래 활성화로 인해 국내 택배산업 시장이 급격히 성장하고 있으며, 이에 택배용 소형 화물차량의 수요 또한 증가하고 있음

○ 한국교통연구원의 화물운송시장 실태조사 자료에 따르면, 최근 5년간 등록된</td></tr>
</table>

	화물차의 약 95%가 디젤 차량 - 화물차량 등록 대수: 2011년 95.0%, 2012년 94.6%, 2013년 92,6%, 2014년 97.1%, 2015년 95.7% ○ 기존 경유 차량의 경우 빈번한 정차 및 가·감속으로 인해, 복합연비(9km/l 내외) 대비 낮은 실 운행연비(일평균 3.0km/l)는 물류비용 상승의 중요 원인임. - '14년 전체 국가물류비의 71.2%를 수송비가 차지하였으며, 이 중 도로 운송비가 96.5%를 차지 ○ 또한, 기존 경유 차량의 경우 다량의 미세먼지 및 온실가스를 배출하고 있음. - 경유 차량에 의해 발생되는 미세먼지 배출량은 전국 도로이동에 따른 총 배출량의 약 62%인 12,969톤을 차지 ○ 물류비 인상 억제와 배기가스 저감을 위해, 전기 자동차 개조 사업, LPG 완성차 사업 등 정부 사업들이 추진 되어왔으나, 높은 모듈 가격(약 3000만 원 이상)과 높은 중량 증가(200kg 이상)로 인해 시장 확보 실패 ○ 따라서 택배 운송환경에 최적화된 친환경/고효율/저비용 하이브리드 디젤-전기 트럭의 개조 기술 개발 및 시험차량 적용을 위한 실증 기술 개발 필요
기술동향	○ 정부 연구개발 동향 - 전 세계적으로 저공해 차량에 대한 개발 및 보급 노력이 계속되고 있으며 독일 등 주요 선진국을 중심으로 적극적인 보급 정책을 추진 중에 있음 - 중장기를 목표로 저공해 차량 개발 및 보급을 위한 정부 정책은 많지만 승용차 위주의 정책이 대부분이고, 대기오염물질 배출의 다수를 차지하는 화물운송차량에 대한 정책은 아직 부족한 상황임 * 특히, 현재 보급되어 있는 화물운송차량들 중 미세먼지발생의 주범으로 여겨지는 노후화된 디젤 화물차량에 대한 개선 정책이 요구됨 * 대기환경보전법과 수도권 대기환경개선에 관한 특별법 등에 의해 화물자동차의 대기오염을 저감시키는 사업들을 정부 및 지자체에서 지원하고 있으나, 대당 1천만 원 이상의 높은 비용이 소요됨 * 환경부에서 2005년부터 10년 동안 예산 1조 8천억 원을 들여 경유차 82만대에 배기가스 후처리장치를 보급하였음 ○ 민간 연구개발 동향 - 미국, 일본에서는 2000년 초부터 물류트럭에 대한 친환경 기술개발의 필요성을 인지하고 전기차, 하이브리드 전기차 등에 대한 연구 및 제품 생산을 진행 중임

	* 하이브리드 차량 관련 특허는 '95년대 이후 배기가스 및 연비규제 강화에 따라 출원수가 증가하고 있으며 '11년 이후 급증하고 있는 것으로 나타남. - 친환경 하이브리드 완성차 기술은 자동차 제조회사들의 활발한 연구개발 및 상용화로 인해 성숙 단계이나, 완성차 위주 연구개발이 이루어지고 있음 * 기존 운행 중인 디젤 차량의 친환경 자동차로의 개조 기술 개발·적용 등 근본적 대안 미흡함 - 국내에서 소형 상용차를 전기 트럭으로 개조한 사례들이 있었으나, 고용량 배터리 탑재, 과도한 개조 원가 및 무게 증가량 상승으로 인해 실용화에 실패함 - 국내에서 신개념 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 기술 개발 및 실차 시험을 수행한 바 있으며, 관련 기술에 대한 특허를 보유 중임 * 하이브리드 트럭으로 개조하기 위한 획기적인 기술로서, 기존 디젤 택배트럭의 낮은 운행연비, 운전 편의성, 환경 친화성 등의 문제를 저비용으로 개선할 수 있는 기술임
3. 연구개발 내용	
	[중점 추진분야 1] **개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발** **(1-1) 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발 (TRL 7)** ○ 차량운행 및 물류정보 수집 - 대도시(5대 광역시)에서 운행되는 1.5톤 미만 택배차량의 디지털 운행기록계 자료 수집 - 택배 회사의 배송정보 시스템을 활용하여 배송 위치와 수화물 무게 등 택배물류 정보 수집 - 수집된 표본자료의 대표성 검증 * 물류 환경실태조사 보고서 등 기존 통계 수치들과 비교 검증 수행 ○ 지리정보 시스템을 연계한 물류 택배 환경 빅데이터 분석 - 수집된 물류 정보를 분석하여 차량 궤적의 효율성, 연비 등 택배물류 차량 운영관리(Fleet Management) 효율성 분석 - 운행기록계와 물류정보의 복합적 분석을 통한 택배 차량 운행의 핵심 속성 도출 - 실제 운행한 도로의 정보를 활용하여 평균 경사도 등 차량 성능에 영향을 미칠 수 있는 요소 도출 및 분석

	○ 대표 운행 사이클 생성기술 개발 - 다수의 택배 물류 차량으로부터 수집된 대규모 데이터 군집분석 - 실 차량 운행기록 기반 대표사이클 도출 기법 개발 - 수집된 자료를 분석하여 현 택배물류 차량의 운행환경을 대표할 수 있는 운행사이클 제시 - **(1-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발 (TRL 8)** ○ 파워트레인 구조 배열 선정 기술 개발 - 하이브리드 파워트레인 구조 선정 및 요소 배치 기술 개발 ○ 구성 요소의 사양 및 성능 최적화 기술 개발 - 하이브리드 파워트레인 구성 요소 최적 사양 선정 기술 개발 - 구조 최적설계, 경량소재 적용 등 핵심부품 경량화 기술 개발 ○ 파워트레인 최대 성능 기술 개발 - 하이브리드 파워트레인의 최대 성능 기술 개발 **(1-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발 (TRL 8)** ○ 핵심부품 모듈화 기술 개발 - 무게 경량화·양산 단가 절감·교체 용이성 향상 등을 목적으로 다수의 부품을 하나의 어셈블리로 일체화하는 기술 개발 ○ 시스템 인테그레이션 기술 개발 - 공조시스템, 파워핸들 등 기존 차량의 시스템에 맞춰진 장치 및 부품들을 개조된 하이브리드 차량에 적합하게 개량하고 최적의 위치에 재배치하는 기술 개발 ○ 구조 안전성 및 내구신뢰성 분석 수행 - 하이브리드 시스템이 일정 기간 동안 정해진 운영 환경 하에서 파손 없이 구조 안전성을 분석하는 기술 개발 **[중점 추진분야 2]** **배기가스 저감 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발** **(2-1) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 파워트레인 제어 기술 개발 (TRL 8)** ○ 동력 분배 제어 기술 개발

	- 최적 구동 모드 결정 기술 개발 - 최적 동력 분배 비율 결정 기술 개발 - 엔진 정지 조건 도출 기술 개발 - 엔진 정지 및 재시동 구현 기술 개발 - 회생에너지 최대화를 위한 제동력 결정 기술 개발 ○ 수동변속기의 지능형 변속 제어 기술 개발 - 운전자 변속의도 예측 기술 개발 - 변속시 수동변속기의 속도 동기화 제어 기술 개발 **(2-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발 (TRL 8)** ○ 배터리 관리 기술 개발 - 배터리 SOC 추정 기술 개발 - 배터리 과방전 및 과충전 방지 기술 개발 - 배터리 온도 및 위험상황 모니터링 기술 개발 - 배터리 셀 밸런싱 기술 개발 ○ 모터 속도 및 토크 제어 로직 설계 기술 개발 - 전기모드 구동 및 회생제동을 위한 토크제어 기술 개발 - 지능형 변속을 위한 속도제어 기술 개발 ○ 에너지 흐름 모니터링 서비스 기술 개발 - 에너지 흐름 모니터링을 위한 GUI 개발 - GUI 디스플레이 장치 개발 **(2-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발 (TRL 8)** ○ 개조 차량용 제어기 설계 기술 개발 - 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 로직의 소프트웨어 구현 기술 개발 - 제어기 하드웨어 설계 기술 개발 ○ 기존 차량 제어기와의 인터페이스 기술 개발 - 기존 차량에 내제되어 있는 제어 모듈들과 개조 시스템 제어 모듈간의 통신 및 상호 연계 제어 기술 개발 **[중점 추진분야 3]** **하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술** **(3-1) 개조차량 성능 평가 및 승인 (TRL 8)**

	○ 부품 및 모듈에 대한 성능평가 및 개조시험 방법 개발 - 개조 단품에 대한 구조 안전성, 내구성 및 신뢰성 관련 성능평가 - 부품별 인증 기준 연구 - 부품 실용화 기술검증 ○ 실차 시험을 통한 성과물 검증 및 시험방법 개발 - 디젤트럭 중량별 특성연구(제동/연비/배기가스 등) - 실차기반 제동, 조향 등 안전성 시험평가 - 실차기반 연비/배기가스 성능평가 - 냉난방시스템 사용에 따른 연비 효율평가 - 실차 실증사업을 통한 성능효과 및 고도화기술 검증 ○ 개조차량 승인방안 마련 - 디젤-하이브리드 트럭 개조 시험방법 동향조사 - 디젤/HEV 제원분석 - 개조 시험항목 선정 - 자동차 개조 세부업무규정 적용방안 검토 **(3-2) 테스트베드 구축 및 실증 (TRL 7~8)** ○ 실수요처 논의를 통한 투입대수 및 노선 선정 - 효과 측정을 위한 차량 투입대수 결정 - 다양한 운행 환경을 고려한 투입 대상 노선 선정 ○ 차량장착 및 데이터 수집방안 도출 - 기존 차량 장착조건 결정 - 장착전후 데이터 수집 및 비교방안 도출 ○ 차량 장착 및 운행결과 수집 - 차량 장착 수행 - 장착전후 운행결과 수집 및 관리 ○ 운행효과 분석 - 운행결과 정리 및 운행효과 분석 **(3-3) 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술 (TRL 8)** ○ 시장 보급방안 도출 - 구매의향조사 시행 - 시장규모 및 보급비용 산정 - 개조사업자 선정방안 도출

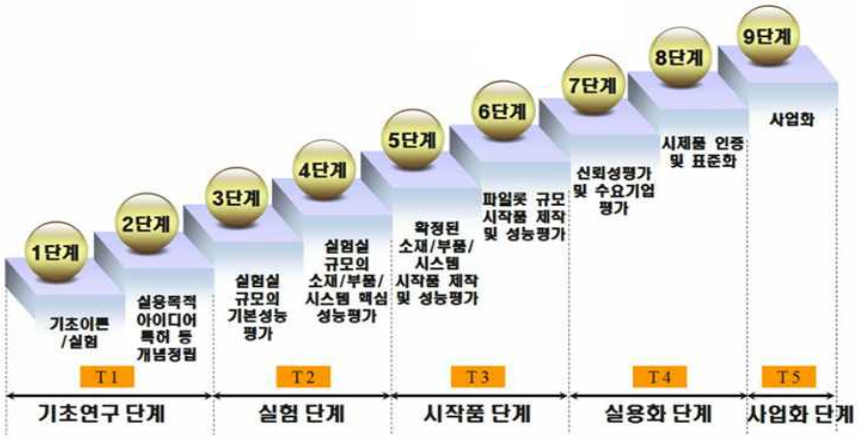
	○ 홍보 및 보급전략 수립 - 홍보대상 설정 및 홍보방안 도출 - 대상군별 보급전략 수립 ○ 법·제도적 지원방안 연구 - 구매·개조비용 지원 등 기존 지원사업 활용방안 마련 - 기타 법·제도 개선 및 신규 지원방안 마련 ※ 개조차량의 교통사고 처리 관련규정 및 자동차 보험 관련 내용 연구 (예. 위험변경 통지의무(개조) 및 비개조차량 대비 위험요율 제시 등) ※ 개조차량의 보증 관리 방안 마련 등
4. 연구개발 추진방법	
추진전략	○ 각 단위과제별로 연구기간 내 현장적용이 가능한 기술, 기술별 달성목표에 대한 검증방법, 내용 및 검증시기 등 제시 ○ 각 단위과제별 최종 성과물의 현장적용을 위한 구체적 방안(계획) 수립 ○ 개발결과물의 특허출원 등을 통한 실수요처 기술이전 적극 추진 및 현장 활용성 제시 ○ 총 연구기간 내 단계별 연구개발 목표 설정 및 실현 전략 제시 ○ 개발 기술의 실용화를 위해 수요처(물류업체 등), 제작사(개조사업 등) 등 산·학·연 공동연구 수행을 통한 기술개발 상용화, 성능수준 및 기술기준 제안
추진체계	○ 본 “택배차량용 디젤 트럭의 하이브리드 개조기술 개발 및 실용화 연구” 과제는 “일반과제”로 추진 ○ 주관연구기관은 과제시점부터 종료까지 동일기관이 연구를 수행하여야 하며, 과제수행 역할을 고려하여 구성 - 각 세부과제는 선정된 주관연구기관과 협약을 체결하여 연구 수행함. 이후에는 착수시점부터 주관연구책임자(기관)와 적극적인 협력관계 설정 등을 통해 연구를 수행해야 함 ○ 연구의 효율성 및 시너지를 극대화하기 위한 산·학·연 추진체계 구성 ○ 과다한 연구기관 및 연구인력 참여를 지양하고 반드시 필요한 기관 및 인력으로 구성[1]하여 연구 효율성 확보 [1] 택배물류업체 등 개조차량의 수요처를 연구추진체계에 포함 필요 ○ 본 과제의 특성상 하이브리드 디젤-전기 트럭의 연구개발과 이를 실용화

	하기 위한 기술 개발의 유기적 연계 필요 - 1단계: 개조 설계, 파워트레인 제어, 성능 평가 및 승인을 위한 연구 (1~3차년도) - 2단계: 시장 보급 및 실용화를 위한 연구 (3~4차년도)
5. 최종성과물	
	[중점 추진분야 1] **개조비용 절감 및 신뢰성 확보를 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발** **(1-1) 소형 택배트럭 운행환경 분석기술 개발** ○ 대표 물류 사이클 (보고서) **(1-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭용 파워트레인 설계 기술 개발** ○ 핵심요소 사양 도출기술 ○ 핵심요소 최적화 기술 ○ 하이브리드 디젤-전기 파워트레인 설계 기술 **(1-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조 기술 개발** ○ 구조 신뢰성 분석 기준 ○ 부품 모듈화 지침서 ○ 개발 프로세스 **[중점 추진분야 2]** **배기가스 저감 및 연비 향상을 위한 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어 기술 개발** **(2-1) 하이브리드 디젤-전기 트럭 파워트레인 제어 기술 개발** ○ 하이브리드 디젤 - 전기 트럭 파워트레인 제어 기술 ○ 공회전 제한(Idle Stop & Go)을 위한 엔진 제어 기술 **(2-2) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 전력 시스템 관리 기술 개발** ○ 배터리팩 실시간 모니터링 및 관리 모듈 ○ 배터리팩 온도 관리 시스템 ○ 에너지 흐름 모니터링 서비스 개발 **(2-3) 하이브리드 디젤-전기 트럭의 제어기 구현 기술 개발** ○ 하이브리드 디젤-전기 트럭 제어기 ○ 트럭 제어기와 엔진 ECU 간 인터페이스 모듈

	[중점 추진분야 3] **하이브리드 디젤-전기 트럭 시험 및 실용화 기술** **(3-1) 개조차량 성능 평가 및 인증** ○ 부품별 인증기반 설계기준(안) ○ 개조차량 관리규정(안) 및 안전기준(안) ○ 각 부품 시험방법서 ○ 개조차 검사 승인 ○ 친환경차량 정부지원책 **(3-2) 테스트베드 구축 및 실증** ○ 하이브리드 디젤-전기 트럭 개조차량 시제품 2차종 ○ 테스트베드 운영 결과보고서 **(3-3) 하이브리드 디젤-전기트럭 실용화 기술** ○ 관련 법제도 개정(안) 및 세부 지침(안) ○ 비즈니스모델
6. 기대효과	
	○ 미세먼지 및 온실가스 감축 - 서울시에서 시행한 '전기트럭 실증사업: 시민 실생활과 밀접한 택배차 등 소형 화물차'에 따르면, 1톤 전기트럭 1대당 연간 이산화탄소 1.83톤, 질소산화물 8.88톤 감축이 가능할 것으로 예상 - 택배 운송의 특성상 단거리(일평균 운행거리 42.4km)에서의 빈번한 정차 및 가감속 발생(일 평균 운행속도 4.9km/h)하며, 이로 인한 실 운행연비(일 평균 3.0km/l) 낮음 - 하이브리드 디젤-전기 개조 트럭은 저속 주행 시 모터를 사용하고 고속 주행 시에 엔진을 사용. 따라서, 저속 주행 위주의 택배운송의 특성을 고려할 때, 전기트럭과 유사한 효과가 있을 것으로 예상 - 전기 배터리를 사용하는 저속 주행이 80% 가량으로 가정하면, 경유를 사용하는 화물차가 발생시키는 대기오염물질을 65% 가량 감축시킬 수 있을 것으로 예상 - 따라서 연간 151천 톤의 질소산화물과 11천 톤의 미세먼지 및 초미세먼지를 감축시킬 것으로 추정

	○ 연료비 절감으로 물류업체 경쟁력 향상 - '14년 택배화물차주의 평균 유류비는 36.7만원/월(총 지출액의 35.5%)으로 현재의 실 운행연비 3.49km/l를 4.54km/l로 향상할 경우, 연간 95만원/대의 유류비 절감이 가능하며 이를 전체 택배차량('15년 기준 45,497대)으로 모두 적용 시, 최대 432억 원/년의 비용 절감효과 발생 * 택배화물차주의 유류비 감소는 전체 물류비의 감소를 가져오게 되어, 물류 서비스를 이용하는 소비자의 부담을 줄일 수 있음
7. 사업기간 및 소요예산	
	○ 총 연구기간: 2017.7~2020.12 (42개월) - 1차년도 : 2017.7.~2017.12. (약 6개월) - 2차년도 : 2018.1.~2018.12. (12개월) - 3차년도 : 2019.1.~2019.12. (12개월) - 4차년도 : 2020.1.~2020.12. (12개월) ○ 총 정부출연금: 14,300백만원 이내 - 1차년도 정부출연금: 956백만원 이내 - 2차년도 정부출연금: 5,000백만원 이내 - 3차년도 정부출연금: 5,000백만원 이내 - 4차년도 정부출연금: 3,344백만원 이내 ※ 2차년도 이후 연차별 연구개발비는 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구개발비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능
8. 기타	
	○ 본 과제의 보안등급은 “일반과제”임 ○ 일반연구 컨소시엄 신청자는 반드시 세부과제의 주관연구책임자 또는 총괄 과제의 연구책임자로 참여하여야 함 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함. ○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록

	연구개발 계획서를 작성하여야 함 * www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함 * 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음 ○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시 ○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRL을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시 * (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시 ○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정) 계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함 * 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능 ○ 연구성과의 현장검증, 실용화 및 사업화 추진계획 필히 제시 - 신청자는 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시 - 신청자는 현장실증시험 등을 통한 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 필히 제시 ○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진 시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함 ○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가

	활용계획을 연구계획에 포함 ○ 추후 연구개발 계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용 및 연구개발비는 조정될 수 있음 ○ 핵심기술(CTE)별 현시점과 개발 완료시 기술성숙도(TRL) 목표를 설정  ○ 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항 - 주기적 특허 및 시장 동향 조사 실시 - 총 연구기간 중 최소 2회(중간/종료 단계) 이상의 연구 성과 점검 및 파급효과 분석을 실시(별도 보고서 제출) - 실용화 대상 기술에 대한 기술설명서(SMK)를 작성하여, 연구개발 완료 시점에 제출 ○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우,「국가연구시설장비 공동 활용 서비스」 우선 검색 활용 * http://nfec.ntis.go.kr ○ 기타 세부적인 연구내용, 주요 성과물, 세부과제별 연구비(안) 등은 '택배 운송에 최적화된 친환경 하이브리드 디젤-전기 소형트럭 개발 기획' 기획보고서 참조

제 2절 선정평가 방법

1. 평가 항목

기준항목	세부항목	배점
연구개발목표 (20점)	최종 목표/성과목표의 명확성, 타당성, 창의성	10
	연차별 연구목표/성과목표(지표) 설정의 적절성, 구체성	10
연구개발내용 (20점)	최신 기술동향 분석 및 사전계획의 충실성	5
	목표달성을 위한 연구내용, 예상성과의 적절성 및 실현가능성	5
	세부과제 구성의 타당성 및 연계성	5
	연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성	5
추진전략 및 계획 (30점)	연구개발 추진전략 및 방법의 적정성, 구체성, 타당성	10
	연구수행체계 구성의 타당성 및 연구진의 전문성	10
	연구기관의 연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성	10
기술개발의 실용성 및 경제성 (20점)	연구성과 활용 시나리오의 적절성 및 구체성	5
	연구성과 실용화 및 정책제안 가능성	10
	개발 기술의 기대성과(기술적/경제적) 및 파급효과	5
연구책임자의 전문성 및 관리능력 (10점)	연구역량(관련분야 연구경험) 및 관리능력	5
	연구윤리 수준	5
※ 총점은 100점이며, 총점의 60% 미만인 경우에는 탈락		

부합성 평가	평가위원 과반수 이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정 시 탈락 조치
중복성 평가	평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정 시 탈락 조치

가. 연구개발 목표

○ 하이브리드 디젤-전기 택배트럭 개조 관련 핵심개발 과제 도출을 목적으로 최종목표에 부합되도록 과제 구성과 연차별 목표 및 최종목표를 설정하여 제시

○ 연차별 목표 및 최종목표의 달성에 대한 정량적인 평가를 위하여 국토교통부 R&D 성과 지표에 따라 명확한 성과지표 설정과 평가기준 제시

나. 연구개발 내용

○ 기술개발과 실현을 위한 체계적이고 실천적인 과제 구성이 필요함.
○ 기획과제에서 제시한 연구목표 및 기술개발 요청사항에 대하여 제안과제의 적정성, 상향된 목표 제시여부 평가
○ 체계적인 과제 구성 여부 평가
○ 최종목표 달성을 위한 과제 간 연계 여부 및 과제 간 개발사항의 중복 여부 및 차별성, 적정성 평가

다. 추진전략 및 계획

○ 연구개발 성과목표·지표체계, 실용성 검증 및 사업화 추진계획 등을 연구개발계획서에 필히 제시하며 이를 통해 향후 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진 시 역할이 명확하여야 하며 연구개발 결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함.
○ 지원한 기관 및 연구진은 기초/원천기술, 응용기술, 실용화기술 등 과제성격에 따른 성과물을 얻을 수 있는 기관 및 연구진 판단
○ 하이브리드 디젤-전기 택배트럭 개조 사업의 성공적 수행을 위한 산, 학, 연의 기관구성의 적정성 및 연계성
○ 과제의 단계별 추진사항이 연구목표 달성을 위해 타당한가를 평가하고 연구개발 사항과 이를 위한 구체적 추진방안 수립 여부
○ 과제의 목표달성을 위한 연구기간의 단계설정과 연구개발비의 적정하게 편성 여부

라. 기술개발의 실용성 및 경제성

○ 주관연구기관 선정의 우선순위는 하이브리드 개조 분야에서 기술경쟁력의 확보 가능성, 성능평가 및 승인의 용이성, 시장점유율 확대 방안의 체계성 등에 초점을 두어 선정함.
○ 현재의 성능과 비교하여, 목표한 개발기술의 정성적 또는 정량적 평가 여부
○ 연구기관 또는 참여기관을 통한 개발기술의 실용화 및 사업화 방안이 성과지표의 구체적 항목으로 제시 여부
○ 개발되는 과제 결과는 실험실 내의 제한된 범위와 조건과는 달리 현장의 여건과 환경을 고려한 실질적이고 실현가능한 기술 여부
○ 개발기술의 경제적 기대성과로서 투자 및 파급효과 등에 대한 평가방안이 구체적으로 제시 여부

마. 연구책임자의 전문성 및 관리능력

○ 연구책임자는 주요 연구추진분야 간에 유기적인 결합이 원활하게 이루어지도록 할 필요가 있음.
○ 연구책임자는 참여 연구기관과의 협조체제 구축은 물론 과제 내에서 진행되는 과제 관리, 대외기술협력 등 해당 사업의 원활한 추진을 위한 역할을 수행해야 함.
○ 연구책임자는 국토교통부에서 실시하는 해당분야의 산업육성, 발전정책 및 종합계획 수립 등 관련 업무 추진 시, 기술자문 및 적극적인 업무협조 역할을 수행해야 함.

참 고 문 헌

1. 김선제, 클러치가 없는 병렬형 하이브리드 파워트레인 메커니즘에 대한 연구, KAIST 박사학위논문 (지도교수: 김경수), 2015.2
2. Kim, S. J., et al. "Fuel economy assessment of novel multi-mode parallel hybrid electric vehicle." International Journal of Automotive Technology 16.3 (2015): 501-512.
3. 손희운, 하이브리드 전기자동차를 위한 지능형 반자동 기어 변속 메커니즘 연구, KAIST 석사학위논문 (지도교수: 김경수), 2016.2
4. San Yoon, Yong, Sun Je Kim, and Kyung Soo Kim. "Gearbox having multiple input axles and transmission device using the same." U.S. Patent Application No. 13/435,492.
5. San Yoon, Yong, et al. "Hybrid vehicle having interactive manual transmission and control method therefor." U.S. Patent Application No. 14/897,704.
6. Anderson, Garrett, and Robert Harrison. Hybrid Distribution Trucks: Costs and Benefits. No. SWUTC/11/476660-00080-1. Southwest Region University Transportation Center, Center for Transportation Research, University of Texas at Austin, 2011.
7. Kim, Hyunjun, and Dongsuk Kum. "Comprehensive Design Methodology of Input-and Output-Split Hybrid Electric Vehicles: In Search of Optimal Configuration." IEEE/ASME Transactions on Mechatronics (2016).
8. 권순호, et al. "디젤 하이브리드 차량 개조에 따른 배기 배출물 영향 평가." 한국자동차공학회논문집 23.5 (2015): 537-544.
9. 염기태, et al. "병렬형 디젤 하이브리드 전기 자동차 최적화." 한국자동차공학회논문집 19.6 (2008): 26-32.
10. 환경부, 한국전기연구원, 한국환경산업기술원, “도심형 소형화물 택배 차량의 전기자동차 개조 및 실증”, 환경부, 2016.
11. 환경부, 한국에너지기술연구원, 자동차부품연구원, “경승용 전기차 및 LPi 플러그인 하이브리드자동차 개조차량의 기술성 및 경제성 평가”, 환경부, 2011.
12. 산업통상자원부, 한국산업기술진흥원, “소형 상용급 RE-EV 부품 System Integration 기술 개발”, 산업통상자원부, 2015.
13. Lu, Languang, et al. "A review on the key issues for lithium-ion battery management in electric vehicles." Journal of power sources 226 (2013): 272-288.

부록 1. 수요조사 설문지

1. 하이브리드 트럭 개발을 위한 평가항목 도출 및 계층구조모형 설정을 위한 설문조사

안녕하세요? 귀하의 무궁한 발전을 기원합니다.
현재 카이스트에서는 기존의 택배트럭을 **하이브리드 트럭(모터와 엔진으로 구동)**으로 개조하는 기술을 연구하고 있습니다.
하이브리드 택배트럭은 고연비로 인한 유류비 감소와 배기가스의 절감 효과를 가져올 것으로 기대하며, 본 연구를 위해 *택배트럭 개조 개발자 (기업)* 분들의 의견을 파악하고자 합니다.

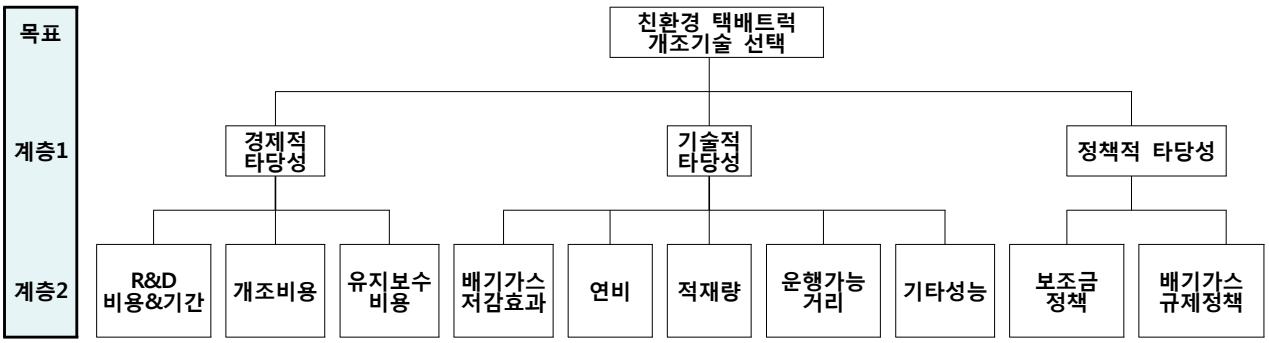
바쁘신 중에 시간을 할애해 주셔서 감사드리며, 본 조사와 관련된 문의사항은 아래의 연락처로 문의하시면 성심 성의껏 말씀
드리겠습니다. 설문에 응해 주신 모든 분들께 감사드립니다.

■ **주관기관 : 카이스트 (한국과학기술원)**
■ **제출처 : 권영민, email : ymkwon@kaist.ac.kr**

※ 다음은 인적사항에 대한 질문입니다.

응답자 성명		설문조사일	2016년 ( )월 ( )일

※ 소형 택배 트럭은, 경유 사용 및 운행 조건으로 인해 배기가스 배출의 주범으로 여겨지고 있습니다. 이에 카이스트 연구진은 친환경 소형택배트럭 개발과정에 고려되어질 속성들에 대한 상대적 중요도 평가를 의사결정계층(AHP)분석으로 실시하고자 합니다. 아래의 그림은 본 연구의 AHP모형도를 나타내고 있습니다.
설문 문항에 사용되는 요인에 관한 간략한 설명을 읽으신 후, 친환경 소형택배트럭 개발을 위한 기술대안들을 선택할시 어떠한 속성(항목)들이 상대적으로 중요하게 고려되어야 하는지 응답해 주시길 바랍니다.



<설문작성 요령>

귀하께서 차량 구입 시, 차량가격과 연비를 비교하는 상황이라고 가정해봅시다. 아래의 <표>에서 '차량가격'과 '연비'가 동일하게 중요하다 생각한다면 '1'을 선택. '차량가격'이 '연비'보다 약간 중요하면 왼쪽 3을, 중요하면 왼쪽 5를, 매우 중요하면 왼쪽 7을, 극단적으로 중요하면 왼쪽 9를 선택하시길 바랍니다. 또한 '2'는 '1'과 '3'의 중간정도일 때 표시하며, '4', '6', '8'도 동일하게 앞 뒤 중요도의 중간정도일 때 응답하시길 바랍니다. 반대로, '연비'가 '차량가격'보다 약간 중요하면 오른쪽 3을, 중요하면 오른쪽 5를, 매우 중요하면 오른쪽 7을, 극단적으로 중요하면 오른쪽 9를 선택하시길 바랍니다.

평가항목	매우 중요								같다								매우 중요	평가항목
	<----------					-							>	----------				
차량가격	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	연비

문1. 다음은 친환경 택배트럭 개발을 위한 기술 대안들에 대한 상대적 중요도를 묻는 문항입니다. 친환경 택배트럭 개조 기술 개발 시 고려하는 요인은 크게 ①경제적 타당성, ②기술적 타당성, ③정책적 타당성 등으로 구분할 수 있습니다. 이러한 3가지 평가 기준 사이의 상대적 중요도를 1:1로 비교하고, 귀하의 생각과 가장 일치하는 번호를 선택해 주시기 바랍니다.

① **경제적 타당성** : 친환경 택배트럭 개조 기술을 개발하는데 필요한 R&D비용과 차량 개조 및 유지에 드는 비용

② **기술적 타당성** : 친환경 택배트럭으로 개조 후 차량의 향상된 기술 수준 및 완성도

③ **정책적 타당성** : 친환경 택배트럭 개조를 위한 정부의 보조금 규모 및 노후 디젤트럭 규제 강도

평가항목	매우중요									같다								매우중요	평가항목
경제적 타당성	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		기술적 타당성
경제적 타당성	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		정책적 타당성
기술적 타당성	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		정책적 타당성

문2. 다음은 친환경 택배트럭 개발을 위한 기술 대안들 중 '경제적 타당성'에 대한 상대적 중요도를 묻는 문항입니다. '경제적 타당성'의 기준은 크게 ①R&D 비용 및 시간, ②개조 비용, ③유지보수 비용 등으로 구분할 수 있습니다. 이러한 3가지 평가 기준 사이의 상대적 중요도를 1:1로 비교하고, 귀하의 생각과 가장 일치하는 번호를 선택해 주시기 바랍니다.

① **R&D 비용 및 시간 :** 친환경 택배트럭으로 개조시키는 기술을 개발하는데 소요되는 비용 및 시간

② **개조 비용** : 친환경 택배트럭으로 개조시키는 과정에서 소요되는 모든 비용

③ **유지보수 비용** : 친환경 택배트럭을 운행함으로써 발생하는 유지보수 비용

평가항목	매우중요									같다								매우중요	평가항목
R&D 비용 및 시간	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		개조 비용
R&D 비용 및 시간	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		유지보수 비용
개조 비용	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		유지보수 비용

문3. 다음은 친환경 택배트럭 개발을 위한 기술 대안들 중 '정책적 타당성'에 대한 상대적 중요도를 묻는 문항입니다. '정책적 타당성'의 기준은 크게 ①보조금 정책, ②배기가스 규제 정책 등으로 구분할 수 있습니다. 이러한 2가지 평가 기준 사이의 상대적 중요도를 1:1로 비교하고, 귀하의 생각과 가장 일치하는 번호를 선택해 주시기 바랍니다.

① **보조금 정책 :** 친환경 택배트럭으로 개조함에 발생하는 비용에 대한 정부 및 지자체의 보조금

② **배기가스 규제 정책** : 오염물질 배출량이 높은 디젤트럭의 대도시 진입 금지 등의 배기가스 규제 정책의 강제성

평가항목	매우 중요									같다								매우 중요		평가항목
보조금 정책	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			배기가스 규제 정책

문4. 다음은 친환경 택배트럭 개발을 위한 기술 대안들 중 '기술적 타당성'에 대한 상대적 중요도를 묻는 문항입니다. '기술적 타당성'의 기준은 크게 ①배기가스 저감 효과, ②연비, ③적재량, ④운행가능 거리, ⑤ 기타성능등으로 구분할 수 있습니다. 이러한 5가지 평가 기준 사이의 상대적 중요도를 1:1로 비교하고, 귀하의 생각과 가장 일치하는 번호를 선택해 주시기 바랍니다.

① **배기가스 저감** : 일반트럭 대비 친환경 트럭 운행 시 감소되는 PM, NOx등의 환경오염물질

② **연비** : 일반트럭이 친환경 트럭으로 개조됨으로써 개선되는 단위 연료당 주행거리 비율

③ **적재량** : 일반트럭과 비교하였을 시 개조된 친환경 트럭의 적재중량 감소 (혹은 공차중량 증가)

※ 관련법상 트럭의 총중량은 증가 불가. 하이브리드 트럭 개조로 인한 공차중량 증가 시 적재량 감소

④ **운행가능 거리 :** 연료를 최대로 주유했을 시 운행가능 한 친환경 트럭의 최대 운행 가능거리

⑤ **기타성능 :** 친환경 트럭으로 개조됨으로써 변하는 트럭의 속도 및 가속도 (출력/토크 등)

평가항목	매우 중요									같다								매우 중요		평가항목
배기가스 저감	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			연비
배기가스 저감	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			적재량
배기가스 저감	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			운행가능 거리
배기가스 저감	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			기타성능
연비	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			적재량
연비	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			운행가능 거리
연비	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			기타성능
적재량	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			운행가능 거리
적재량	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			기타성능
운행가능거리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨			기타성능

- 설문에 응답해 주셔서 감사합니다 -

2. 친환경 소형트럭 개발을 위한 기술적 최적대안 선정을 위한 설문조사

안녕하세요? 귀하의 무궁한 발전을 기원합니다.
현재 카이스트에서는 기존의 택배트럭을 **하이브리드 트럭(모터와 엔진으로 구동)**으로 개조하는 기술을 연구하고 있습니다.
하이브리드 택배트럭은 고연비로 인한 유류비 감소와 배기가스의 절감 효과를 가져올 것으로 기대하며, 본 연구를 위해 *택배트럭 개조 개발자 (기업)* 분들의 의견을 파악하고자 합니다.

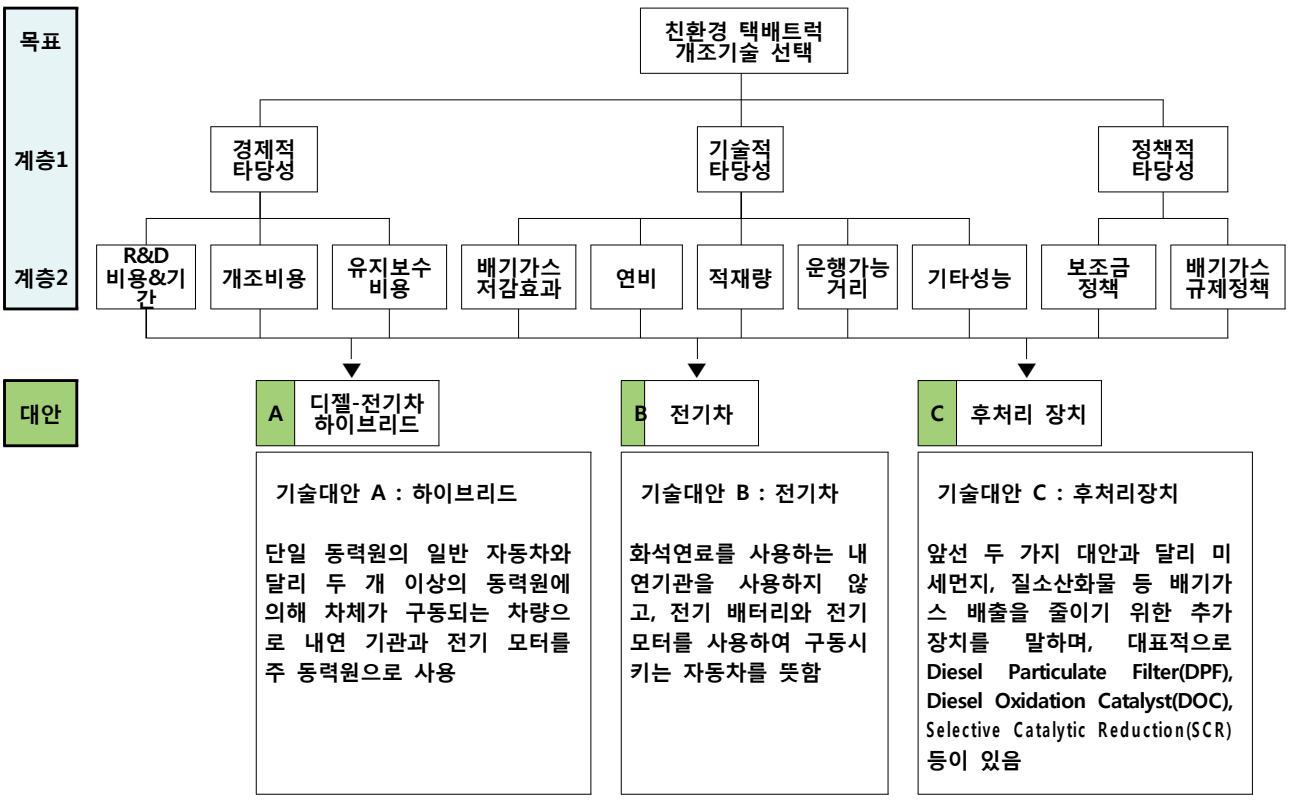
바쁘신 중에 시간을 할애해 주셔서 감사드리며, 본 조사와 관련된 문의사항은 아래의 연락처로 문의하시면 성심 성의껏 말씀
드리겠습니다. 설문에 응해 주신 모든 분들께 감사드립니다.

■ **주관기관 : 카이스트(한국과학기술원)**
■ **제출 및 문의처 : 강남우 교수, email : nwkang@kaist.ac.k**

※ 다음은 인적사항에 대한 질문입니다.

응답자 성명		설문조사일	2016년 ( )월 ( )일

※ 소형 택배 트럭은, 경유 사용 및 운행 조건으로 인해 배기가스 배출의 주범으로 여겨지고 있습니다. 이에 카이스트 연구진은 친환경 소형택배트럭 대안기술 개발 선정을 위한 의사결정계층(AHP)분석으로 실시하고자 합니다. 아래의 그림은 본 연구의 AHP모형도를 나타내고 있습니다.
설문 문항에 사용되는 요인에 관한 간략한 설명을 읽으신 후, 친환경 소형택배트럭 개발을 위한 대안 기술들 중 어떠한 대안이 중요하다고 생각하는지 판단 후 설문에 응답 해주시길 바랍니다.



<설문작성 요령>

귀하께서 차량 구입 시, 차량회사 별 브랜드 이미지를 비교하는 상황이라고 가정해봅시다. 아래의 <표>에서 '현대자동차'와 '쌍용자동차'의 브랜드 이미지가 동일하다 생각한다면 '1'을 선택. '현대자동차'의 브랜드 이미지가 '쌍용자동차'보다 약간 선호하면 왼쪽 3을, 선호하면 왼쪽 5를, 매우 선호하면 왼쪽 7을, 극단적으로 선호하면 왼쪽 9를 선택하시길 바랍니다. 또한 '2'는 '1'과 '3'의 중간정도일 때 표시하며, '4', '6', '8'도 동일하게 앞 뒤 중요도의 중간정도일 때 응답하시길 바랍니다. 반대로, '쌍용자동차'의 브랜드 이미지를 '현대자동차'보다 약간 선호하면 오른쪽 3을, 선호하면 오른쪽 5를, 매우 선호하면 오른쪽 7을, 극단적으로 선호하면 오른쪽 9를 선택하시길 바랍니다.

※ 아래의 예시는 '현대자동차'의 브랜드 이미지를 '쌍용자동차'와 비교하였을 시 **매우 선호하는** 경우를 나타낸 것입니다.

선택대안	극단적 선호		매우 선호		선호		약간 선호		같다		약간 선호		선호		매우 선호		극단적 선호		선택대안
현대자동차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		쌍용자동차

문1. R&D 비용 및 시간과 관련하여 어떤 대안의 개발이 더 효율적이거나 바람직하다고 생각하십니까?

① **R&D 비용 및 시간 :** 친환경 택배트럭으로 개조시키는 기술을 개발하는데 소요되는 비용 및 시간

선택대안	극단적 선호							<---------- 같다 ---------->								극단적 선호		선택대안
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	전기차
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	후처리 장치
전기차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	후처리 장치

문2. 개조 비용과 관련하여 어떤 대안의 개발이 더 효율적이거나 바람직하다고 생각하십니까?

② **개조 비용** : 친환경 택배트럭으로 개조시키는 과정에서 소요되는 모든 비용

선택대안	극단적 선호							<---------- 같다 ---------->								극단적 선호		선택대안
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	전기차
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	후처리 장치
전기차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	후처리 장치

문3. 유지보수 비용과 관련하여 어떤 대안의 개발이 더 효율적이거나 바람직하다고 생각하십니까?

③ **유지보수 비용** : 친환경 택배트럭을 운행함으로써 발생하는 유지보수 비용

선택대안	극단적 선호							<---------- 같다 ---------->								극단적 선호		선택대안
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	전기차
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	후처리 장치
전기차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	후처리 장치

문4. 정부에서 보조금 정책을 수립할 때 어떤 대안의 개발이 더 효율적이거나 바람직하다고 생각하십니까?

④ **보조금 정책 :** 친환경 택배트럭으로 개조함에 발생하는 비용에 대한 정부 및 지자체의 보조금

선택대안	극단적 선호									같다								극단적 선호	선택대안
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		전기차
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치
전기차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치

문5. 정부에서 배기가스 규제 정책을 시행할 때 어떤 대안의 개발이 더 효율적이거나 바람직하다고 생각하십니까?

⑤ **배기가스 규제 정책** : 오염물질 배출량이 높은 디젤트럭의 대도시 진입 금지 등의 배기가스 규제 정책의 강제성

선택대안	극단적 선호									같다								극단적 선호	선택대안
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		전기차
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치
전기차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치

문6. 배기가스 저감량을 고려하였을 시 어떤 대안의 개발이 더 낫거나 바람직하다고 생각하십니까?

⑥ **배기가스 저감** : 일반트럭 대비 친환경 트럭 운행 시 감소되는 PM, NOx등의 환경오염물질

선택대안	극단적 중요									같다								극단적 중요	선택대안
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		전기차
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치
전기차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치

문7. 연비를 고려하였을 시 어떤 대안의 개발이 더 효율적이거나 바람직하다고 생각하십니까?

⑦ **연비** : 일반트럭이 친환경 트럭으로 개조됨으로써 개선되는 단위 연료당 주행거리 비율

선택대안	극단적 중요									같다								극단적 중요	선택대안
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		전기차
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치
전기차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치

문8. 적재량과 관련하여 어떤 대안의 개발이 더 효율적이거나 바람직하다고 생각하십니까?

⑧ **적재량** : 일반트럭과 비교하였을 시 개조된 친환경 트럭의 적재중량 감소 (혹은 공차중량 증가)

※ 관련법상 트럭의 총중량은 증가 불가. 하이브리드 트럭 개조로 인한 공차중량 증가 시 적재량 감소

선택대안	극단적 중요									<---------- 같다 ---------->								극단적 중요	선택대안
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		전기차
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치
전기차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치

문9. 운행가능 거리를 고려하였을 시 어떤 대안의 개발이 더 효율적이거나 바람직하다고 생각하십니까?

⑨ **운행가능 거리 :** 연료를 최대로 주유했을 시 운행가능 한 친환경 트럭의 최대 운행 가능거리

선택대안	극단적 중요									<---------- 같다 ---------->								극단적 중요	선택대안
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		전기차
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치
전기차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치

문10. 기타성능을 고려하였을 시 어떤 대안의 개발이 더 효율적이거나 바람직하다고 생각하십니까?

⑩ **기타성능 :** 친환경 트럭으로 개조됨으로써 변하는 트럭의 속도 및 가속도

(출력/토크에 더불어 등판성능, 엔진진동 시 NVH, 변속기 NVH 등을 포함)

선택대안	극단적 중요									<---------- 같다 ---------->								극단적 중요	선택대안
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		전기차
디젤-전기차 하이브리드	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치
전기차	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		후처리 장치

- 설문에 응답해 주셔서 감사합니다 -

ID			

3. 하이브리드 택배 트럭 수요조사

안녕하세요? 귀하의 무궁한 발전을 기원합니다.
저희는 카이스트(한국과학기술원)로부터 본 조사를 의뢰받은 리서치랩입니다. 현재 카이스트에서는 기존의 택배트럭을 **하이브리드 트럭(모터와 엔진으로 구동)**으로 개조하는 기술을 연구하고 있습니다.
하이브리드 택배트럭은 고연비로 인한 유류비 감소와 배기가스의 절감 효과를 가져올 것으로 기대하며, 본 연구를 위해 실제 택배트럭 소유자/운전자 분들의 의견을 파악하고자 합니다.
본 조사에 기재된 내용은 통계법 제33조(비밀보호) 및 제34조(통계종사자 의무)의 규정에 따라 통계적 목적으로만 사용되어짐과 동시에 차주의 개별적인 사항은 일체 비밀이 보장됨을 알려드립니다.
바쁘신 중에 시간을 할애해 주셔서 감사드리며, 본 조사와 관련된 문의사항은 아래의 연락처로 문의하시면 성심 성의껏 말씀
드리겠습니다. 설문에 응해 주신 모든 분들께 감사드립니다.

■ **주관기관 : 카이스트(한국과학기술원)**
■ **설문조사 수행기관(위탁기관) : (주)리서치랩**
■ **제출 및 문의처 ㈜리서치랩 홍지문 대리 (hjm@relab.net) Tel : 02-559-2794 Fax : 02-559-2797, 2799**

면접원 성명		면접일	2016년 ( )월 ( )일

본 설문은 **현재 보유 혹은 운전 하시는 택배 트럭의 하이**
브리드 개조 의사를 묻는 것입니다. 개조를 선택하실 때 다음의 4가지 항목을 고려하시게 됩니다. 연비 향상 효과는 개조로 인해 얻으실 수 있는 혜택이며, 나머지 항목은 개조로 인해 발생하는 단점입니다.

1) 연비 향상 효과(%) : 개조 후 연비가 향상 되는 정도
2) 개조 비용(원) : 개조에 필요한 비용
3) 유지 비용(원/년) : 개조 후 매년 발생하는 유지비. 배터리
교체 등으로 드는 비용임
4) 적재량 감소(kg) : 개조로 인해 차량 무게가 증가하여 발생
하는 적재량의 감소

앞으로 20개의 질문을 통해, 위의 4가지 항목의 내용이 적힌 세 가지의 개조 옵션을 보여드릴 예정입니다. 세 가지 옵션 중 마음에 드시는 개조 옵션이 있을 경우 하나를 선택해
주시고, 없으실 경우 "개조 안함"을 선택해 주십시오.

※ **(문1~문20)** 각 문항별로 다음의 **세 가지 개조 옵션**들 중
가장 마음에 드는 것이 있으시면 선택해 주세요. 마음에 드는 개조옵션이 없을 경우 개조하지 않음을 선택해 주십시오.

문1.

구분	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	50%	30%	40%	-
개조비용	무료	1,000만원	600만원	
유지비용 (년간)	70만원	40만원	30만원	
적재량 감소	-300kg	-100kg	-150kg	
선택(√)	□	□	□	□

문2.

구분	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	40%	30%	50%	-
개조비용	300만원	600만원	1,000만원	
유지비용 (년간)	50만원	30만원	30만원	
적재량 감소	-300kg	-200kg	-150kg	
선택(√)	□	□	□	□

문3.

구분	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	60%	50%	30%	-
개조비용	무료	600만원	300만원	
유지비용 (년간)	40만원	30만원	30만원	
적재량 감소	-100kg	-150kg	-200kg	
선택(√)	□	□	□	□

문4.

구분	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	60%	30%	60%	-
개조비용	무료	300만원	300만원	
유지비용 (년간)	50만원	40만원	40만원	
적재량 감소	-300kg	-100kg	-300kg	
선택(√)	□	□	□	□

문5.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	30%	60%	50%	-
개조비용	1,000만원	300만원	1,000만원	
유지비용 (년간)	50만원	70만원	40만원	
적재량 감소	-100kg	-150kg	-200kg	
선택(√)	□	□	□	□

문6.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	40%	60%	30%	-
개조비용	무료	무료	1,000만원	
유지비용 (년간)	50만원	70만원	40만원	
적재량 감소	-100kg	-150kg	-300kg	
선택(√)	□	□	□	□

문7.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	50%	50%	60%	-
개조비용	무료	600만원	300만원	
유지비용 (년간)	40만원	30만원	50만원	
적재량 감소	-100kg	-200kg	-150kg	
선택(√)	□	□	□	□

문8.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	40%	30%	40%	-
개조비용	600만원	300만원	무료	
유지비용 (년간)	50만원	50만원	70만원	
적재량 감소	-300kg	-300kg	-150kg	
선택(√)	□	□	□	□

문9.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	60%	50%	60%	-
개조비용	600만원	무료	무료	
유지비용 (년간)	30만원	50만원	30만원	
적재량 감소	-100kg	-100kg	-200kg	
선택(√)	□	□	□	□

문10.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	30%	40%	30%	-
개조비용	600만원	1,000만원	300만원	
유지비용 (년간)	30만원	70만원	50만원	
적재량 감소	-300kg	-150kg	-300kg	
선택(√)	□	□	□	□

문11.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	40%	50%	30%	-
개조비용	1,000만원	600만원	무료	
유지비용 (년간)	40만원	70만원	50만원	
적재량 감소	-100kg	-150kg	-200kg	
선택(√)	□	□	□	□

문12.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	40%	40%	30%	-
개조비용	1,000만원	무료	300만원	
유지비용 (년간)	40만원	70만원	40만원	
적재량 감소	-300kg	-200kg	-200kg	
선택(√)	□	□	□	□

문13.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	50%	50%	60%	-
개조비용	600만원	무료	무료	
유지비용 (년간)	30만원	30만원	40만원	
적재량 감소	-100kg	-300kg	-150kg	
선택(√)	□	□	□	□

문14.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	40%	30%	50%	-
개조비용	1,000만원	무료	1,000만원	
유지비용 (년간)	70만원	30만원	70만원	
적재량 감소	-100kg	-300kg	-200kg	
선택(√)	□	□	□	□

문15.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	40%	40%	50%	-
개조비용	600만원	300만원	600만원	
유지비용 (년간)	50만원	70만원	30만원	
적재량 감소	-100kg	-100kg	-200kg	
선택(√)	□	□	□	□

문16.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	50%	30%	40%	-
개조비용	300만원	1,000만원	무료	
유지비용 (년간)	40만원	30만원	50만원	
적재량 감소	-200kg	-100kg	-200kg	
선택(√)	□	□	□	□

문17.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	40%	60%	30%	–
개조비용	600만원	1,000만원	600만원	
유지비용 (년간)	70만원	70만원	30만원	
적재량 감소	–300kg	–300kg	–200kg	
선택(√)	□	□	□	□

문18.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	50%	50%	60%	–
개조비용	600만원	무료	1,000만원	
유지비용 (년간)	40만원	40만원	70만원	
적재량 감소	–100kg	–150kg	–100kg	
선택(√)	□	□	□	□

문19.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	30%	50%	30%	–
개조비용	1,000만원	600만원	300만원	
유지비용 (년간)	50만원	30만원	70만원	
적재량 감소	–150kg	–300kg	–100kg	
선택(√)	□	□	□	□

문20.

	1) 옵션A	2) 옵션B	3) 옵션C	4) 개조안함
연비향상 효과	60%	50%	50%	–
개조비용	무료	무료	600만원	
유지비용 (년간)	40만원	30만원	30만원	
적재량 감소	–100kg	–150kg	–100kg	
선택(√)	□	□	□	□

※ 다음의 문항은 귀하께서 현재 보유 및 운행하고 계시는 택배트럭 차량에 대한 질문입니다.

문21. 귀하는 **어떠한 유형**으로 택배트럭을 **소유**하고 계십니까?

① **개인 사업자** : 트럭을 소유하고 운전도 하시는 분 **☞문22로 이동**

② **회사 대표** : 트럭들을 소유하고 직원을 통해 사업을 하시는 분 → (회사이름 :_____) **☞문21-1로 이동**

③ **회사 직원** : 회사트럭을 운전하시는 분 → (회사이름 :_____) **☞문22로 이동**

문21-1. (문21의 ②응답자만) 회사 대표이신 경우 **보유하신 택배트럭은 몇 대** 입니까?

	대

문22. 현재 귀하께서 보유하고 계시는 **차량의 정보**를 알려 주시기 바랍니다.(여러 대이신 경우 **대표차량** 기재)

메이커(제조사)	
모델명	
톤(t)	

문23. 귀하의 **월 평균 유류비**는 얼마입니까?

※ **만원 단위**로 기입해 주십시오.

유류비		만원

문24. 귀하께서 보유하고 계신 택배 트럭의 **현재까지의 주행거리(km)** 및 **최종 목표 주행거리(km)**를 응답해 주십시오.

현재까지의 주행거리		km
목표 주행거리		km

문25. 귀하의 **하루 평균 주행거리**는 몇 km 입니까?

하루평균 주행거리		km

문26. 귀하의 택배트럭 주행시 **실제 연비**는 얼마입니까?

실 운행연비		km/l

문27. 귀하께서는 택배트럭에 평균적으로 **적재가능 무게의**
몇 %를 실으십니까?

① 50% 이하 ② 51% ~ 60%
③ 61% ~ 70% ④ 71% ~ 80%
⑤ 81% ~ 90% ⑥ 91% ~ 100%
⑦ 100% 이상

문28. 귀하께서는 현재 운행하고 계시는 택배트럭을 **하이브리드로 개조하는 것에 대해 고려**해 보시겠습니까?

① 개조를 고려하겠다 ☞**문28-1로 이동**
② 개조를 고려하지 않겠다 ☞**문28-2로 이동**

문28-1. (문28의 ①응답자만) 개조를 고려하신다면, 이유는
무엇입니까?

문28-2. (문28의 ②응답자만) 개조를 고려하지 않으신다면,
이유는 무엇입니까?

※ 다음은 인적사항에 대한 질문입니다.

DQ1. 귀하는 **택배 관련 업무**를 **몇 년 동안** 하셨습니까?

	년		**개월**

DQ2. 귀하의 **연간소득**은 얼마입니까?

① 1,000만원 이하 ② 1,001 만원 ~ 1,500 만원
③ 1,501 만원 ~ 2,000 만원 ④ 2,001 만원 ~ 2,500 만원
⑤ 2,501 만원 ~ 3,000 만원 ⑥ 3,001 만원 ~ 3,500 만원
⑦ 3,501 만원 ~ 4,000 만원 ⑧ 4,001 만원 ~ 4,500 만원
⑨ 4,501 만원 ~ 5,000 만원 ⑩ 5,001 만원 ~ 6,000 만원
⑪ 6,001 만원 ~ 7,000 만원 ⑫ 7,001 만원 ~ 8,000 만원
⑬ 8,001 만원 이상

응답자 성명	
전화번호	

- 설문에 응답해 주셔서 감사합니다 -

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업의 연구보고서입니다.

2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.