

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 "도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 시스템
개발 기획"과제의 최종보고서로 제출합니다.

2014. 6.

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원

주관연구책임자 : 김 경 태

연 구 원 : 권 용 장

연 구 원 : 김 학 성

연 구 원 : 원 종 윤

연 구 원 : 박 준 서

연 구 원 : 양 근 율

보 고 서 요 약 서

과제고유번호	2013-연구기획-W	해 당 단 계 연 구 기 간	2013.12.24~ 2014.6.23	단 계 구 분	1차년도 /1차년도
연 구 사 업 명		국토교통기술연구개발사업			
연 구 과 제 명	대 과 제 명	도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화시스템 개발 기획			
	세부과제명				
연 구 책 임 자	김 경 태	해당단계 참 여 연구원수	총 : 6명 내부 : 6명 외부 : 0명	해당단계 연 구 비	정부 : 64,000천원 기업 : 천원 계 : 64,000천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 6명 내부 : 6명 외부 : 0명	총연구비	정부 : 64,000천원 기업 : 천원 계 : 64,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국철도기술연구원 녹색교통물류시스템공학연구소		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요 약				보고서면수	280
○도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 시스템 개발을 위한 조사·분석, 개념 및 요구사항 정립, 세부 구성요소 및 요소기술 도출, 기술개발을 위한 세부전략 도출, 기술개발의 타당성 분석, 실용화를 위하여 검토가 필요한 관련 법 및 제도 조사·분석 등 기술개발 기획을 수행하였음 - 화물 규격화 및 이송시스템 기술 - 도시철도차량 이용 수송시스템 기술 - 인프라 및 운영시스템 기술 - 테스트 베드					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	도시화물철도, 공동물류, 화물배송, 화물이송시스템, 도심물류센터			
	영 어	Urban Freight Rail, Joint Logistics, Freight Distribution, Freight Handling System, Urban Logistics Center			

제 목 차 례

제1장 기술의 정의 및 필요성	3
1.1. 기술의 정의	3
1.1.1. 개발기술의 정의	3
1.1.2. 기술의 분류	7
1.1.3. 기술의 내용	8
1.2. 연구개발 배경 및 필요성	10
제2장 국내외 동향 및 환경 분석	19
2.1. 국내외 정책동향	19
2.1.1. 국내 정책동향	19
2.1.2. 해외 정책동향	23
2.2. 국내외 시장현황	27
2.2.1. 국내 시장현황 분석	27
2.2.2. 국외 시장현황 분석	35
2.3. 국내외 기술동향	44
2.3.1. 유사과제 분석	44
2.3.2. 특허기술 분석	45
2.3.3. 논문 분석	55
2.4. 기술수준 분석	61
2.4.1. 연구기관	62
2.4.2. 도시철도 운영기관 및 기타 단체	64
2.4.3. 수직·수평 이송장비 및 철도 차량 제작회사	65
2.4.4. 기술수준 분석	67

2.5. 종합분석	72
-----------------	----

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략 79

3.1. 비전 및 목표	79
3.1.1. 비전 및 목표 설정	79
3.1.2. 기술개발에 따른 미래상	81
3.2. 연구개발 후보과제 도출	85
3.2.1. 물류 프로세스 분석	85
3.2.2. 기술수요조사	91
3.2.3. 연구개발 후보과제 도출	98
3.2.4. 우선순위 평가 및 최종 후보과제 도출	101
3.3. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표	112
3.3.1. 핵심기술요소(CTE) 도출	112
3.3.2. 기술성숙도(TRL) 단계별 목표	114
3.4. 연구개발과제 구성	115
3.5. 세부과제 주요 내용 및 추진전략	117
3.6. 과제별, 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	129
3.7. 성과활용 방안	130
3.7.1. 시범노선의 선정	130
3.7.2. 인프라 활용모델	132
3.7.3. 법/제도 검토	134
3.8. 연구수행체계	138

제4장 사전 타당성 검토	143
4.1. 정책적 타당성	143
4.1.1. 국가 정책과의 연관성	143
4.1.2. 정부지원의 필요성	146
4.2. 기술적 타당성	148
4.3. 경제적 타당성	149
4.3.1. 수송수요 분석	149
4.3.2. 비용 분석	154
4.3.3. 편익 분석	158
4.3.4. 경제성 분석	166
4.3.5. 사업성 분석	167
4.4. 타당성 검토 종합	170
 제5장 연구투입 소요예산 산정	 177
5.1. 인력투입계획	177
5.2. 소요예산 산정	178
 제6장 과제 제안요구서	 185
6.1. 과제 제안요구서	185
6.2. 평가기준 설정	195
 참고문헌	 197
 부록	 199

표 차례

<표 1.1> 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술의 분류	7
<표 1.2> 국가물류비 추이	11
<표 1.3> 권역별 국내화물 물동량 현황	12
<표 1.4> 전국 교통혼잡비용	12
<표 1.5> 연도별 편의점 매장수 추이	14
<표 1.6> 국내 연도별 유가 추이 및 연평균 증가율	14
<표 1.7> UDC 운영을 통한 일주일 단위 기준 성과분석 (2002년 기준)	16
<표 2.8> 국내 화물수송량 및 분담률	27
<표 2.9> 영업용 화물자동차 등록대수	28
<표 2.10> 연도별 물류시장 현황	28
<표 2.11> 국내 택배시장 규모 추이	29
<표 2.12> 수도권 지역의 물류단지 및 물류센터	30
<표 2.13> 서울 지하철 노선 현황	31
<표 2.14> 노선별 연도별 여객수송현황	32
<표 2.15> EU 27개국 수단별 화물수송추이	36
<표 2.16> 미국 각 수단 및 연계수단별 수송량 현황	37
<표 2.17> 일본 수단별 수송량 및 분담률 현황	37
<표 2.18> 영국 수단별 화물수송량	38
<표 2.19> 중국 수단별 화물수송량	39
<표 2.20> 국가 R&D 사업 중 도심 지하 철도 물류 관련 세부 과제	44
<표 2.21> 관련 주요 보고서 및 연구목적	44
<표 2.22> 특허분석 기준	45
<표 2.23> 기술별 특허 검색 조합식 및 대상특허건수	45
<표 2.24> 주요 핵심특허 현황	52
<표 2.25> 논문 분석 기준	55
<표 2.26> 기술별 논문 검색 조합식 및 대상논문건수	55
<표 2.27> 주요 피인용 논문 현황	59
<표 2.28> 3년 內 발표논문 중 피인용수 높은 논문(Hot Paper) 현황	59
<표 2.29> 국내외 연구개발 인프라 개요 정리	61
<표 2.30> SWOT 분석	75

<표 3.31> 연구수행에 따른 도심물류시스템 변화	80
<표 3.32> 기술수요 응답자 현황	93
<표 3.33> 기술수요조사 결과	94
<표 3.34> 우선순위 평가기준	102
<표 3.35> 우선순위 평가 결과 (전략성)	105
<표 3.36> 우선순위 평가 결과 (기술성)	107
<표 3.37> 우선순위 평가 결과 (경제성)	108
<표 3.38> 우선순위 평가 결과 (시장성)	109
<표 3.39> 핵심기술요소(CTE) 후보	112
<표 3.40> 핵심기술요소(CTE) 선정	113
<표 3.41> 핵심기술요소(CTE) 목록	113
<표 3.42> 기술성숙도 단계별 목표	114
<표 3.43> 연구의 내용	116
<표 3.44> 화물 규격화 기술	117
<표 3.45> 역사 내 화물 이송시스템 기술	118
<표 3.46> 화물수송차량 화물 적재 및 배치 기술	119
<표 3.47> 화물수송차량 스케줄링 기술	120
<표 3.48> 화물전용차량 내 적재시스템 기술	121
<표 3.49> 화물전용차량 화물 반출/반입 기술	122
<표 3.50> 도시철도 시설의 화물전용공간 DB 구축	123
<표 3.51> 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축	124
<표 3.52> 도심물류 공동화 시스템 적용성 분석	125
<표 3.53> 공동물류 운영시스템 기술	126
<표 3.54> 시범사업 구축 및 보급방안 수립	127
<표 3.55> 연차별 예산 종합	129
<표 3.56> 수도권 지하철 노선 현황	130
<표 3.57> 수도권 지하철 차량기지현황	131
<표 3.58> 6호선 활용 가능한 역사 정리	133
<표 3.59> 도시철도 물류기능 도입 관련 법	135
<표 4.1> 공동물류시스템과 연관되는 물류계획 내의 정책	145
<표 4.2> 편의점 배송차량 톤급별 운행빈도	149
<표 4.3> 배송센터에서 첫 번째 점포까지의 평균운행거리	150
<표 4.4> 4량 1편성 제작 및 시험 비용	154

<표 4.5> 차량기지 개량 비용	155
<표 4.6> 역사 내 이송시스템 설치 비용	156
<표 4.7> 역사 개량 비용	156
<표 4.8> 차량 내 자동 상하역 컨베이어 설치 비용	157
<표 4.9> 인건비 산정	157
<표 4.10> 제경비 산정	157
<표 4.11> 수도권역의 차량 1대당 평균 통행시간가치	160
<표 4.12> 도로유형별 교통사고 발생비율	161
<표 4.13> 도로 교통사고비용 원단위(2011년 기준)	161
<표 4.14> 서울시의 도로수단별 수요, 재차인원, 평균통행거리	164
<표 4.15> 모형식 구축에 활용한 자료	165
<표 4.16> 도심물류 공동화 시스템 도입에 따른 편익	166
<표 4.17> 경제성 분석 결과	167
<표 4.18> 운영회사의 부담 비용 정리	168
<표 4.19> 운영회사의 수입 정리	169
<표 4.20> 사업성 분석 결과	169
<표 5.21> 연차별 연구 구성	178
<표 5.22> 인프라 및 운영시스템 개발 연차별 연구개발비	179
<표 5.23> 화물 규격화 및 이송시스템 기술 연차별 연구개발비	179
<표 5.24> 도시철도차량 이용 수송시스템 기술 개발 연차별 연구개발비	180
<표 5.25> 테스트 베드 구축 및 검증 연차별 연구개발비	180
<표 5.26> 연차별 연구개발비 총액	181

그림 차례

<그림 1.1> 택배산업 성장률 추이	13
<그림 2.2> 21세기 녹색성장을 선도하는 글로벌 물류 강국	19
<그림 2.3> 일본의 모달시프트 전후 사례	26
<그림 2.4> 수도권 상온 및 냉동 창고 등의 분포지	30
<그림 2.5> 수도권 지하철 차량기지 및 물류거점 위치	32
<그림 2.6> 지하철역 주변 철도시설물과 도로	33
<그림 2.7> 공항철도 수하물 서비스	34
<그림 2.8> ACTTube	35
<그림 2.9> 프랑스 TramFret	39
<그림 2.10> 독일 드레스덴의 화물 트램	40
<그림 2.11> 일본 지하철 택배	40
<그림 2.12> 미국의 TubeXpress	41
<그림 2.13> 독일의 CargoCap	42
<그림 2.14> 네덜란드 OLS ASH	43
<그림 2.15> 일본의 대심도 지하 수도권 물류시스템	43
<그림 2.16> 출원년도 및 국가별 출원추이	47
<그림 2.17> 세부기술별 특허출원동향	48
<그림 2.18> 주요 출원인 동향	49
<그림 2.19> 연도별 주요 출원인 동향	49
<그림 2.20> 특허 등고선 맵	50
<그림 2.21> 세부기술별 특허 등고선 맵	51
<그림 2.22>> 핵심특허 도면	53
<그림 2.23> 핵심특허(US6974928B2) 평가 결과	53
<그림 2.24> 연도별 논문 발표 추이 및 주요 등재 저널	57
<그림 2.25> 논문 발표 주요 국가	58
<그림 2.26> 논문 발표 주요 저자	58
<그림 2.27> 논문 발표 주요 연구기관	58
<그림 2.28> 국가별 기술분포(방사형)	68
<그림 2.29> 기술별/국가별 기술분포(버블형)	69
<그림 2.30> 국가별 출원건수 및 시장확보지수	69

<그림 2.31> 국가별 인용도지수	70
<그림 2.32> 국가별 영향력지수 및 기술력지수	71
<그림 3.33> 비전 및 목표	80
<그림 3.34> 도시물류 현황 (전체 물류 프로세스)	81
<그림 3.35> 도시물류 현황 (배송 네트워크)	82
<그림 3.36> 기존 배송센터 통합 개념도	83
<그림 3.37> 도심물류 미래상의 공간적 개념도	83
<그림 3.38> 도시철도 이용 도심물류 공동화 시스템 미래상	84
<그림 3.39> 도시철도 시설 이용 도심물류 공동화 시스템 물류 프로세스	85
<그림 3.40> 화물 환적 개념 (차량기지 물류센터)	86
<그림 3.41> 화물 환적 개념 (차량기지 DC)	86
<그림 3.42> 열차수송 개념 (차량기지 물류센터=>역사 DC, 차량기지 DC)	87
<그림 3.43> 화물 하역 개념 (지하역사)	87
<그림 3.44> 화물 하역 개념 (지하역사 승강장 이용시)	88
<그림 3.45> 화물 하역 개념 (지상역사)	88
<그림 3.46> 화물 이송 개념 (지하역사)	89
<그림 3.47> 화물 이송 개념 (지하역사 승강장 이용시)	89
<그림 3.48> 화물 이송 개념 (지상역사)	90
<그림 3.49> 화물 분류 개념 (출하장)	90
<그림 3.50> 단말 배송 개념 (출하장)	91
<그림 3.51> 기술수요 응답자 분포도	93
<그림 3.52> 도심물류 공동화 기술트리(안)	98
<그림 3.53> 기술 우선순위 결정 모형	104
<그림 3.54> 최종 기술트리	111
<그림 3.55> 기술개발 일정	129
<그림 3.56> 차량기지 및 수도권 물류센터 분포	132
<그림 3.57> 6호선 시범노선 활용도	132
<그림 3.58> 6호선 활용가능한 역사 분포도	133
<그림 3.59> 연구수행체계 제안	138
<그림 4.1> 국가물류 기본계획의 비전 및 목표	144
<그림 4.2> 21세기 녹색성장을 선도하는 글로벌 물류강국	146
<그림 4.3> 기존 배송센터 통합 운영 개념	151
<그림 4.4> 차종별 · 속도별 차량운행비용 변화도	159

<그림 4.5> 회귀모형식 (대수 기준)	164
<그림 4.6> 회귀모형식 (대기로 기준)	164

제 1 장 기술의 정의 및 필요성

1.1. 기술의 정의

1.2. 연구개발 배경 및 필요성

제1장 기술의 정의 및 필요성

1.1. 기술의 정의

1.1.1. 개발기술의 정의

- ‘도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 시스템 개발’은 기존 화물 트럭차량을 이용하여 도심 내로 화물을 운송하던 방식이 아닌 도심 내 구축된 철도시설을 통해 철도차량을 활용하여 화물을 운송하는 방식이라고 할 수 있음
- 이는 도심 내로 유입되는 화물차량을 감소시켜 도심으로 유입되는 화물차량을 최소화하여 교통체증 완화 및 이산화탄소 배출량을 저감하고 또한 새로운 수익 창출과 일자리 창출 등에 기여함
- 향후 교통 혼잡에 따른 사회적 비용 최소화, 물류비 절감, 화물운송차량의 도심 집중화 억제, 도시철도 경영 혁신, 국가 정책 과제인 녹색물류 활성화 등을 위해 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 시스템 개발을 위한 연구 사업을 추진하도록 함
- 본 과제는 도심 내 철도시설을 이용하여 화물 수송을 위한 연구 과제로서, 총 3개의 핵심기술로 구성되어 있음
 - 화물 규격화 및 이송시스템 기술
 - 화물 규격화 기술
 - 화물 이송시스템 기술
 - 도시철도차량 이용 수송시스템 기술
 - 화물수송차량 화물 적재 및 배치 기술
 - 화물수송차량 스케줄링 기술
 - 전용차량 내 적재시스템 기술
 - 전용차량의 화물 반출/반입 기술
 - 인프라 및 운영시스템 기술

- 도시철도 시설의 화물전용공간 DB구축
- 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축
- 도심물류 공동화 시스템 적용성 분석(관련 법/제도, 본 사업의 경제성/사업성 확보 가능성, 운영방안 등)
- 공동물류 운영시스템 기술

가. 화물 규격화 및 이송시스템 기술

(1) 기술 정의

- 화물 규격화 및 이송시스템 기술은 타 운송수단과의 환적 연계를 고려하여 철도 차량으로 적재되어야 할 화물의 양을 최대화시키고 또한 화물 이동거리 최소화, 서로 다른 장치 간 호환성 등을 고려하여 차량기지 및 도심 역사에 환적 기능을 부여하여 화물 자동화 이송시스템 구현을 통해 지상으로 신속 및 안전하게 화물을 운반하기 위한 기술임
- 본 기술은 화물 규격화 기술, 화물 이송시스템 기술로 구성되어 있음
 - 화물 규격화 기술은 운송되어야 할 주요 대상화물에 대해 규격 및 특성을 분석하여 전용 수송용기의 규격을 설정하고 또한 품목별 배송 단위화 및 패키징 기술을 통해 화물의 품질 안전성을 유지시킬 수 있도록 하는 기술임
 - 또한 규격화된 전용 수송용기를 통해 철도차량 내 적재되어야 할 화물의 양을 최대화 시키며 이를 통해 운송비용을 최소화할 수 있도록 기여하는 기술임
 - 화물 이송시스템 기술은 철도차량 내 적재된 화물을 반출하여 지상으로까지 안전하게 운반하기 위한 자동화 이송기술이며 수평/수직 이송기기간의 연계뿐만 아니라 표준화, 모듈화를 통해 다른 철도시설 공간에도 신속히 적용될 수 있도록 하는 기술임
 - 이 외에도 수평/수직 이송기기에 대한 실시간 상태모니터링 및 제어기술을 통해 유사시 긴급대응 할 수 있도록 지원해줄 수 있는 기술임

(2) 필요성

- 본 과제에서 개발하고자 하는 화물 규격화 및 이송시스템 기술 개발은 타 운송수단과 환적 연계를 고려하여 철도차량 내 화물 적재율 최대화를 통한 운송비 절

감에 기여하고 적재된 화물의 안전성을 충분히 고려하기 위한 핵심 기술임

- 또한 도심 거점 역사에 정차한 차량 내 적재된 화물을 신속히 지상으로 반출하거나 반품 및 회수 등을 고려하여 철도차량 내로 재반입 시키기 위한 핵심 기술임
- 본 기술은 수평 및 수직 이송장치의 상호 연계성을 충분히 고려하여 개발되어야 하며 실시간 감지 및 제어할 수 있도록 개발되어야 함

나. 도시철도차량 이용 수송시스템 기술

(1) 기술 정의

- 도시철도차량 이용 수송시스템 기술은 여객차량의 운행에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 화물이 철도차량 내로 반입 및 반출활동을 수행할 수 있도록 하며 또한 공간적으로 제한된 차량의 화물 적재능력 및 효율성 제고하고 발생된 수요에 대해 유연한 대응, 정시성, 신속성 등을 고려할 수 있는 핵심 기술임
- 본 기술은 화물수송차량 화물 적재 및 배치 기술, 화물수송차량 스케줄링 기술, 전용차량 내 적재시스템 기술, 전용차량의 화물 반출/반입 기술로 구성됨
 - 화물수송차량 화물 적재/배치 기술은 기존 여객차량의 내부시설을 고려하여 화물을 적재 및 배치하고 운행시 안전성을 고려한 화물 고정뿐만 아니라 여객차량의 내장재를 보호할 수 있는 장비를 개발하기 위한 기술임
 - 화물수송차량 스케줄링 기술은 화물전용차량의 정거장별 정차횟수 및 운행패턴 등을 분석하여 차량의 투입 다이어를 확보하는 기술임
 - 전용차량 내 적재시스템 기술은 화물전용 철도차량의 제한된 공간 내 적재공간을 최대화하여 적재 효율을 향상 시키고 화물의 자동화된 다단적재가 가능하도록 하는 기술임
 - 전용차량의 화물 반출/반입 기술은 철도차량 내로 화물을 신속 및 안전하게 반입시키고 또한 거점 역사에 도착한 화물을 수평 자동이송기와 연계하여 안전하게 반출하기 위한 핵심 기술임

(2) 필요성

- 본 과제에서 개발하고자 하는 도시철도 차량 이용 수송시스템 기술은 객차 및

전용차량을 통해 화물을 운송하기 위한 핵심 기술임

- 이는 기존 객차의 내장재를 보호할 뿐만 아니라 차량 이동시 화물을 고정하여 안전성 향상에 기여할 수 있으며 또한 객차의 화물배치 최적화, 전용차량의 다단적재시스템을 통해 제한된 차량 공간 효율성을 증가시킬 수 있음
- 본 기술은 철도차량 내 적재된 화물의 위치 및 상태를 실시간 검지할 수 있어야 하며 철도차량 적재시스템과 반출입 시스템이 충돌없이 서로 연계될 수 있도록 개발되어야 함

다. 인프라 및 운영시스템 기술

(1) 기술 정의

- 인프라 및 운영시스템 기술은 초기투자비용을 최소화하기 위해 기존 도시철도의 인프라 시설을 최대한 활용한 물류기능 부여를 통한 시스템을 구축하며 또한 이를 통합적으로 운영 및 관리할 수 있는 기술임
- 본 기술은 도시철도 시설의 화물전용공간 DB, 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축, 도심물류 공동화시스템 적용성 분석, 공동물류 운영시스템 기술로 구성되어 있음
 - 도시철도 시설의 화물전용공간 DB는 향후 수요증가로 인한 빠른 적용 및 확장 가능하도록 철도시설에 대한 유형 및 규모 등에 대한 조사를 통해 분류 및 활용가능성에 대한 분석을 거쳐 이에 대한 DB시스템을 구축하는 것임
 - 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축은 화물전용공간 내에 물류기능 부여 및 수행을 위한 표준화된 레이아웃 설계 가이드라인 구축임
 - 도심물류 공동화시스템 적용성 분석은 관련 법/제도, 경제성/사업성 등의 분석을 통해 비즈니스 모델을 발굴하고 시스템 운영 방안을 제시하기 위한 분석임
 - 공동물류 운영시스템 기술은 화물에 대한 정보를 실시간 모니터링하고 물류 시스템 프로세스를 통합적으로 관리할 수 있도록 하는 기술임

(2) 필요성

- 본 과제에서 개발하고자 하는 인프라 및 운영시스템 기술은 도시철도 시설에

대한 물류활동기능 부여 및 시스템 통합적 관리를 위한 핵심 기술임

- 이는 도시철도 시설을 활용하기 위한 관련 법/제도, 경제성/사업성 등에 대해 충분히 분석하여 사업성을 고려하고 비즈니스 모델 및 운영방안을 마련해야하기 때문에 필요함

1.1.2. 기술의 분류

- 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발은 다음과 같이 분류함

<표 1.1> 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술의 분류

중분류	소분류	비고
화물 규격화 및 이송시스템 기술	화물 규격화 기술	타 수단과 환적 연계 및 주요 운송품목에 대한 화물 규격화 기술개발
	화물 이송시스템 기술	철도차량 내 적재된 화물을 반출하거나 반입 또는 회수되어야할 용기를 재반입시키기 위한 기술
도시철도 차량 수송시스템 기술	화물수송차량 화물 적재 및 배치 기술	여객차량의 내장재를 보호하면서도 화물의 적재량 최대화 및 안전성을 향상시키기 위한 기술
	화물수송차량 스케줄링 기술	여객차량 운행에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 화물전용차량을 운행할 수 있도록 하는 투입 다이어를 확보하는 기술
	전용차량 내 적재시스템 기술	제한된 공간 활용을 최대화 하기 위해 화물의 다단적재가 가능하도록 하며 또한 철도차량별 화물의 적재위치를 배정해줄 수 있는 기술
	전용차량의 화물 반출/반입 기술	철도차량 내 화물의 반입 및 반출을 위해 차량시스템과 반출입 시스템을 연계하고 적재된 화물의 위치 및 상태를 감지할 수 있는 기술
인프라 및 운영시스템 기술	도시철도 시설의 화물전용공간 DB구축	도시철도 시설별 화물전용공간 유형 및 규모조사를 통해 이에 대한 분류 및 활용가능성을 분석하여 DB시스템 구축
	화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축	화물전용공간의 물류기능 부여 및 수행을 위해 표준레이아웃 설계 가이드라인 구축
	도심물류 공동화 시스템 적용성 분석(법/제도, 경제성/사업성, 운영방안)	도시철도 시설 활용을 위한 관련 법, 제도, 경제성 및 사업성 분석을 통해 비즈니스 모델 발굴 및 운영방안 제시
	공동물류 운영시스템 기술	철도차량 및 화물정보, 품질에 대한 실시간 모니터링 및 표준 인터페이스 기술

1.1.3. 기술의 내용

- 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발은 화물 규격화 및 이송시스템 기술, 도시철도 차량 수송시스템 기술, 인프라 및 운영시스템 기술, 테스트 베드로 구성되며 이에 대한 내용은 다음과 같음

가. 화물 규격화 및 이송시스템 기술

- 화물 규격화 기술
 - 품목별 특성을 고려한 수송용기 기술
 - 품목별 배송단위 및 품질유지를 고려한 패키징 기술
- 화물 이송시스템 기술
 - 수평/수직 이송시스템 기술 및 연계 기술
 - 수평/수직 이송시스템 상태 모니터링 및 제어기술
 - 화물이송시스템 유지보수 및 유사시 긴급대응 기술

나. 도시철도차량 이용 수송시스템 기술

- 화물수송차량 화물 적재 및 배치 기술
 - 객차 내장재 보호장비 기술
 - 객차 내 화물배치 최적화 기술
 - 객차 내 화물 적재 및 고정 기술
- 화물수송차량 스케줄링 기술
 - 화물전용차량 정거장별 정차횟수 및 운행패턴 분석을 통한 전용차량 투입 다
이아 확보 기술
- 전용차량 내 적재시스템 기술
 - 철도차량 내 화물 다단적재시스템 기술
 - 철도차량 내 물류설비의 공간배치 기술

- 도시철도 차량별 화물 및 적재위치 배정 기술
- 전용차량 내 화물 반입/반출 기술
 - 화물 반출/반입을 위한 연결장치 및 연계 기술
 - 철도차량 시스템과 반출입시스템의 인터페이스 기술
 - 차량 내 적재된 화물의 위치 및 상태 검지 기술

다. 인프라 및 운영시스템 기술

- 도시철도 시설의 화물전용공간 DB
 - 도시철도 시설별 화물전용공간 유형 및 규모조사를 통해 이에 대한 분류 및 활용가능성을 분석하여 DB시스템 구축
- 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축
 - 화물전용공간의 물류기능 부여 및 수행을 위해 표준레이아웃 설계 가이드라인 구축
- 도심물류 공동화시스템 적용성 분석
 - 도시철도 시설 활용을 위한 관련 법, 제도, 경제성 및 사업성 분석을 통해 비즈니스 모델 발굴 및 운영방안 제시
- 공동물류 운영시스템 기술
 - 철도차량 및 화물정보, 품질에 대한 실시간 모니터링 기술
 - 화물정보 표준 인터페이스 기술

1.2. 연구개발 배경 및 필요성

- 최근 도심 내 철도 화물 운송은 교토의정서에서 발표한 선진국의 온실가스 배출량 저감 목표에 따라 해외에서도 기술 개발이 진행되고 있는 상태이며, 여객 수송 중심인 기존 철도 인프라를 활용하여 도심 내로 유입되는 화물을 운송하는 기술임
 - 도심 내 철도를 이용한 화물 운송에 대한 기술 구현을 위해 기존 인프라를 활용한 지상에서 화물을 운송하는 트램 방식과 신규 인프라를 설계하여 지하에서 화물을 운송하는 방식이 있음
 - 신규 인프라 설계는 막대한 초기투자비용이 소요되고 아직까지 기초적인 수준에 그치고 있으며 통합 시스템적인 기술은 찾아보기 어려움
 - 본 연구과제와 관련된 기술개발은 국내에서 아직 전무한 상태이며, 해외에서도 초기 단계임
- 본 연구의 국내 기술개발을 통하여 도심 내 공동물류시스템 실용화로 관련된 분야의 기술개발을 촉진하고 해외시장을 선점할 수 있음
 - 철도시설을 이용한 물류핵심기술을 확보함으로써 물류 경쟁력을 향상시키고 확대적용을 통하여 시장을 확대할 수 있음
 - 또한 공동물류시스템 개발을 통한 도심 내 물류 프로세스를 새롭게 정립하여 효율성을 제고할 수 있는 시스템 모델 구축이 가능함
- 국내 화물물동량은 2011년 7억 7,190만 톤으로 꾸준히 증가 추세를 보이고 있으며, 수단별로는 도로화물이 80%를 상회하고 있으나 철도 및 해운의 분담률은 지속적으로 하락하는 등 고비용 구조를 가지고 있음
 - 장래에도 도로 중심의 수송은 고착화 될 것으로 전망되어, 2020년 톤-km 기준 국내 화물의 총 물동량은 1,796억 톤-km로 추정되고 있으며, 수단별로는 도로 운송 76.3%, 철도운송 8.0%, 연안해운 15.6%, 항공 0.12% 순으로 예상됨¹⁾
 - 우리나라는 국가 경제의 90% 이상을 무역에 의존하는 수출주도형 통상국가

1) 국토해양부, 국가물류기본계획 수정계획(2011~2020), 2011

이므로 물류산업은 국가산업의 경쟁력을 좌우하는 핵심요소이지만, 2012년 우리나라 물류경쟁력을 나타내는 LPI(Logistics Performance Index) 평가는 세계 19위 수준으로 국내 교역규모에 비하여 상당히 낮은 수준임

- 이러한 수송구조 하에서 국가물류비는 2006년 100조 원을 돌파한 이후 2010년 131조 원으로 GDP대비 11.1%에 달하며 물류 산업이 국가 성장동력의 중요한 산업으로 부각되고 있지만, 국가물류활동 부가가치비율은 GDP 대비 6.3%에 그쳐 물류운영의 효율성이 중요한 이슈로 부각되고 있음²⁾

<표 1.2> 국가물류비 추이

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
국가물류비	90,114	87,889	95,792	100,515	107,479	120,262	115,785	130,694
GDP대비 물류비 비율	11.8	10.6	11.1	11.1	11	11.7	10.9	11.1
국가물류활동 부가가치	60,902	55,537	59,670	60,758	62,704	65,626	64,809	73,606
GDP대비 국가물류 활동 부가가치 비율	7.9	6.7	6.9	6.7	6.4	6.4	6.1	6.3
단위물류비 (원/ton)	56,990	51,168	54,751	56,297	57,215	61,807	60,494	65,446
단위수송비(원/ton-km)	520.1	463.9	507.1	516.2	538.6	515.6	557.0	618.7

자료: 한국교통연구원, 2010 국가물류비 산정 및 추이분석, 2012(국토교통통계누리 재인용)

- 국내 화물물동량의 권역별 분포를 보면 수도권 물동량의 유입 및 유출 비율(톤 기준)이 각각 전국물동량의 67.0%, 73.4%로서 수도권에 물동량이 집중되는 경향을 보이고 있음
 - 2008년도 수도권-전국 물동량을 살펴보면, 수도권이 70%로 가장 높고 충남이 10.3%, 강원과 충북이 각각 3.6%로 그 뒤를 따르고 있음³⁾
 - 수도권 광역화에 따라 인구 및 각종 기업이 수도권에 집중되고 도심 내 소비자 요구의 다양화 현상은 운송차량의 도심유입을 증가시키고 있음

2) 한국교통연구원, 2010 국가물류비 산정 및 추이분석, 2012 (국토교통통계누리에서 재인용)

3) 한국교통연구원, 수도권 도시물류시설 효율성 강화 방안 연구, 2011

<표 1.3> 권역별 국내화물 물동량 현황

단위: 백만톤-km

구분	물동량			비중		
	유입	유출	소계	유입	유출	소계
수도권	176,438,292	176,438,292	352,876,584	67.0	73.4	70.0
부산	13,963,859	12,041,795	26,005,655	5.3	5.0	5.2
대구	533,982	486,900	1,020,882	0.2	0.2	0.2
광주	982,532	231,552	1,214,084	0.4	0.1	0.2
대전	1,377,785	3,053,127	4,430,912	0.5	1.3	0.9
울산	3,721,466	968,634	4,690,100	1.4	0.4	0.9
강원	11,376,951	8,185,368	19,562,319	4.3	3.4	3.9
충북	9,990,488	8,357,591	18,348,079	3.8	3.5	3.6
충남	29,973,100	21,991,902	51,965,003	11.4	9.1	10.3
전북	3,060,016	2,442,690	5,502,706	1.2	1.0	1.1
전남	4,803,795	1,367,552	6,171,347	1.8	0.6	1.2
경북	5,146,281	2,331,820	7,478,101	2.0	1.0	1.5
경남	2,075,803	2,513,700	4,589,504	0.8	1.0	0.9
제주도	-	-	-	-	0.0	0.0
계	263,444,353	240,410,924	503,855,276	100.0	100.0	100.0

자료: 한국교통연구원, 수도권 도시물류시설 효율성 강화방안 연구, 2011

- 화물의 소량·다빈도화 및 수도권의 물류 집중에 따른 화물자동차 운행의 증가는 유류비 상승과 맞물려 2010년 기준 28.5조 원의 전국 교통혼잡비용을 발생시키고 있으며, 이 중 서울시는 7.95조 원으로 28%의 높은 비중을 차지함

<표 1.4> 전국 교통혼잡비용

단위: 조원, %

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
전국	22.8	23.1	23.5	24.6	25.9	26.9	27.7	28.5
서울시	5.64	5.72	6.10	6.74	7.10	7.23	7.46	7.95

자료: 한국교통연구원, 전국 교통혼잡비용 산출과 추이 분석, 2011

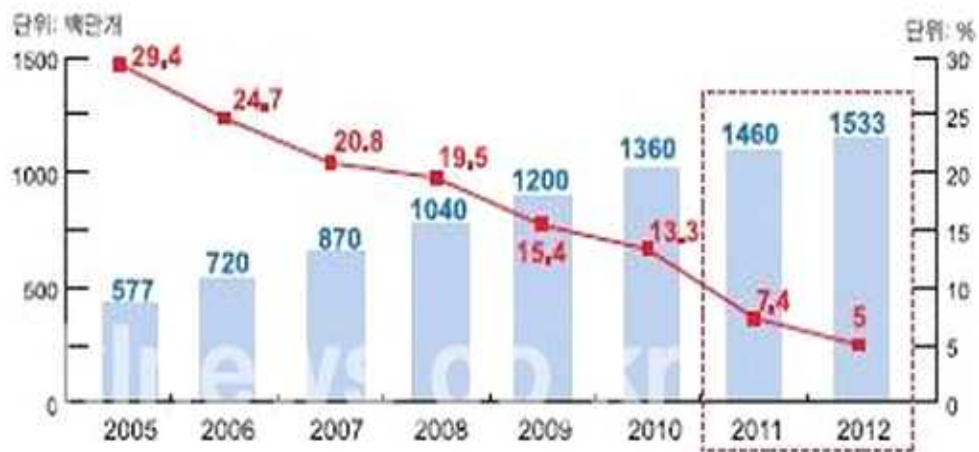
- 또한 급속한 도시화로 인하여 도심의 대기오염, 온실가스, 소음 등의 문제가 제기되고, 이에 따른 교통 환경비용은 16.5조원(2008년 기준)에 달하고 있음
 - 우리나라의 육상물류수송체계는 도로에 편중되어있어 도로정체 심화에 따른

이산화탄소 배출량 증가, 에너지 소비량 증가 등 높은 사회적 비용을 초래하고 있음

- 물류분야의 탄소배출 현황을 보면 운송부문이 1990년부터 2006년까지 연평균 5.7% 증가되었으며, 보관과 하역 부문의 오염물질 배출도 지속적으로 증가하고 있음

○ 수도권 도심 내의 소매유통점포수는 지속적으로 증가⁴⁾ 추세에 있으나, 이미 수도권 인근 소재 물류센터 역할비중은 포화상태에 있으므로, 도심으로 유입되는 화물 물동량 및 차량의 지속적인 증가로 인해 도심 내 교통혼잡비용 및 환경비용은 향후 더욱 가속화될 것으로 보임

- 택배산업은 매출 기준으로 2001년 약 1조 원에서 2009년 약 2.7조 원으로 급격히 성장하였고, 물량기준으로 연평균 17.6%의 성장률을 보이고 있음⁵⁾
- 택배산업은 물가의 상승 및 소비품목의 다품종 소량화로 인해서 고객이 온라인 시장을 선호함에 따라 다른 물류업종보다 높은 성장을 할 것으로 예상됨



<그림 1.1> 택배산업 성장률 추이

자료: 물류신문사 기사(2011.12)

- 공정거래위원회에 의하면, 연도별 오픈되는 편의점 매장은 2010년 16,506개,

4) 2000년 대비 경기도내 슈퍼 수는 14,678개로 19.1% 감소, 편의점은 4,165개로 약 7배(685.8%) 증가한 것으로 나타났다(경기도, 2010년 기준 경기도 사업체 조사분석, 2012. 06. 20.)

5) 한국철도기술연구원, 고속화물철도 수송시스템 기술개발 기획연구, 2012

2011년 20,793개, 2012년 10월말 23,687개로 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있음

<표 1.5> 연도별 편의점 매장수 추이

구분	CU	GS25	세븐일레븐	바이더웨이	미니스톱
2008	4,142	3,370	1,995	1,224	1,071
2009	4,666	3,909	2,186	1,494	1,200
2010	5,345	5,011	3,093	1,655	1,402
2011	6,686	5,307	4,615	1,675	1,510
2012년 10월말	7,747	6,958	5,820	1,866	1,296

자료: 공정거래위원회 홈페이지 (www.ftc.go.kr)

- 국가물류비용 증가의 요인이면서도 가장 큰 영향을 미치는 유가의 경우도 지속적으로 상승할 것으로 전망되어, 유가 상승에 따른 물류기업의 손실은 육상운송에 집중될 것으로 전망되어 이를 회피하기 위한 전략이 필요함
- 유가 10US\$ 상승 시 물류기업의 경영실적은 육상운송의 경우 운영원가가 평균 5.30% 상승하며, 매출액과 영업이익은 각각 4.35%, 5.72% 감소함⁶⁾

<표 1.6> 국내 연도별 유가 추이 및 연평균 증가율

단위: 원/ℓ

구분	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	연평균 증가율
보통 휘발유	1,249	1,433	1,493	1,526	1,693	1,601	1,711	1,930	1,986	4.05%
자동차용 경유	613	1,080	1,229	1,273	1,615	1,398	1,503	1,746	1,807	9.89%

주: 유가가격 소수점 첫째 자리에서 반올림함

자료: 한국석유공사, 2013, 정리하여 발췌

- 정부는 2013년 21세기 글로벌 물류강국실현이라는 비전을 내세우며 물류산업의 발전과 경쟁력을 강화하기 위한 정책으로 저탄소 녹색성장을 견인하는 저탄소

6) 대한상공회의소 보도자료, 유가상승에 따른 물류업계 경영실태 및 애로조사, 2011.03.11

형 물류산업구조 개편, 기업의 자발적 온실가스 관리 및 역량강화, 온실가스 감축 프로그램 지원강화, 온실가스 감축을 위한 제도적 기반 마련이라는 4대 중점 과제로 선정하였음⁷⁾

○ 정부는 2020년까지 교통부문 온실가스를 1,192만 톤 감축하도록 목표를 제시하고 공로에서 철도로의 수단전환을 적극 권장하고 있음

- 이러한 온실가스 감축 목표를 실현하기 위해 도로에 치우친 화물 운송을 철도운송으로 전환한다면, 현 녹색물류정책의 실질적 성장을 도모할 수 있을 것임
- 환경 및 에너지 문제는 앞으로도 더욱 심화될 것이며 탄소배출권 등 강제적 의무이행의 요구에 대비해 저탄소 고에너지의 효율적 수단으로의 전환이 시급한 사항임

○ 이러한 정부정책에 부응하기 위해서는 국가적인 혼잡비용 및 사회적 비용의 상당한 부분을 차지하고 있는 수도권 물류 시스템을 도로 위주의 수송에서 보다 친환경적인 철도시설 등을 활용한 물류시스템으로 변화시켜야 함

- 심각한 도심 진입병목과 도심지 도로혼잡 유발을 완화하기 위해 도심의 철도시설을 활용한 도심물류 공동화시스템의 개발이 필요함
- 도시물류센터(Urban Distribution Centers)는 도시지역으로 유출입 되는 화물의 효과적인 수송을 위해 통합적인 화물환적을 관장하는 도시물류시설로서, 화물수단의 적재율을 높여 실제 화물운송을 위해 활용되는 화물자동차의 수를 최소화함으로써, 도시 내 교통체증을 완화하고 공해도 저감하는 시설을 의미함
- 영국 Heathrow 공항의 통합소매센터의 사례에서 도시물류센터를 운영함으로써 비용절감효과 등을 분석한 선행연구에 따르면, 배송건수, 배송시간, 배송비용 등 전체적인 물류비용이 대폭 감소하는 것으로 나타남⁸⁾

7) 경남정책, 2013년 물류정책 및 시장전망, 2013

8) 한국교통연구원, 도시물류센터를 통한 도시화물운송 효율성 제고 방안, 2011

<표 1.7> UDC 운영을 통한 일주일 단위 기준 성과분석 (2002년 기준)

구 분	주 당 배송건수	경유지 1개소 배송시간(분)	배송건당 경유지 수	전체 배송시간	주당 전체 배송비용 (파운드)
UDC 미운영	115	45	3	258.75	5,175
UDC 운영	115	12	1	23	460

자료: NY DOT(2011), Urban Distribution Centers : A Means to Reducing Freight Vehicle Miles Traveled

- 도심물류 공동화 시스템 구축에 따른 잠재적 이용수요도 충분한 것으로 판단됨에 따라 조속히 연구개발을 시행할 필요성이 있음
 - 공동물류를 구축하는 데 있어 중요한 요소인 제3자 물류 활용률(2011년 기준)은 56.0%로 나타나 전년 대비 3.9% 증가하였으며, 2005년 이후 꾸준히 증가하고 있는 추세임을 고려할 때 도시에 공동물류 시스템을 구축함으로써 수단 전환할 수 있는 수요가 확보될 수 있음
 - 도심물류 공동화 시스템의 구축에 따른 주요 대상수요는 택배 및 편의점과 같은 소매점의 수요로서 지속적인 성장세를 유지하고 있는 업종으로서 관련 업종의 도심유입 트럭수요를 철도로 전환함으로써 도심혼잡비용 및 환경비용 절감과 에너지 사용량을 줄일 수 있으며, 향후 실용화 시 사업성 확보에도 긍정적으로 작용할 것임
 - 2020년까지 도심물류를 이용하여 주목받는 주요 산업으로는 의류, 소매업, 식품료산업으로 예상됨⁹⁾에 따라 이러한 산업에서 요구되는 물류수요에 맞추어 기술개발 방향 설정이 필요

9) Frost & Sullivan, Global Mega Trends and their Implications on Urban Logistics, 2013

제 2 장 국내외 동향 및 환경 분석

2.1. 국내외 정책동향

2.2. 국내외 시장현황

2.3. 국내외 기술동향

2.4. 기술수준 분석

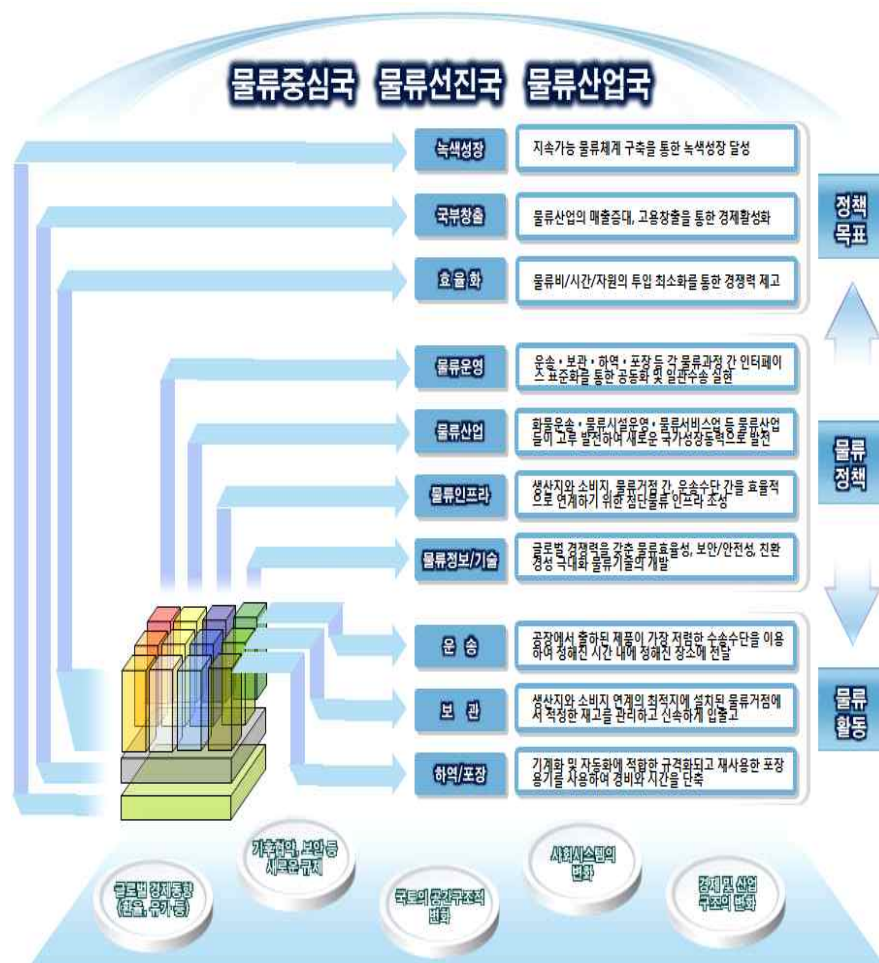
2.5. 종합분석

제2장 국내외 동향 및 환경 분석

2.1. 국내외 정책동향

2.1.1. 국내 정책동향

- 정부는 2014년에 ‘21세기 국가발전을 선도하는 글로벌 물류산업’이란 비전 아래 물류산업 체질개선, 물류체계의 효율화, 제3자 물류활성화, 물류운송시장 체질개선, 녹색물류 전환사업 전환 등 친환경 물류를 통한 부가가치 창출, 체계적 물류인력 양성 등 제시하여 수행할 예정임¹⁰⁾



<그림 2.2> 21세기 녹색성장을 선도하는 글로벌 물류 강국

10) 물류신문사, 2012-13년 물류시장 회고와 전망 : 정책부문, 2012. 12

- 최근 창조경제의 해법으로 물류산업의 선진화를 제시하면서 정부와 민간의 자발적인 협약을 통해 물류에너지 및 온실가스 감축 목표를 설정하고 이행하는 물류에너지 목표관리제에 보다 많은 기업이 참여하도록 유도함
 - 세부적으로는 정책설명회, 화물차 연비왕 선발대회, UCC 공모, 녹색물류실태조사, 녹색물류경영컨설팅, 민관협력기구인 녹색물류협의기구, 우수녹색물류 실천기업 지정제 등에 대한 물류정책기본법 하위법령의 제·개정 및 운영을 시행해 친환경 물류를 위한 제도적 기반을 구축함
 - 협약체결 회사 수는 '10년 11개에서 '13년 110개로 크게 늘었으며 각 회사들은 모달시프트(철도운송·해상운송), 경제운전 등을 중점 추진하여 물류시설의 에너지사용량을 관리함
- 물류정책의 기본계획이라 할 수 있는 '국가물류기본계획 수정계획(20112020)'에서는 국가산업의 대외경쟁력 강화, 국부창출에 기여하는 신성장동력산업으로 발전 및 지속가능한 물류산업을 위한 기반 조성 등의 목표를 설정하였으며, 세부적인 추진 과제 부분 내용은 다음과 같음
 - 지역물류 효율화를 위한 도시물류에 대한 경쟁력 확보
 - 도심 내 물류체계 개선을 위한 도시물류기본계획 수립 지침을 마련하고 해당 지침을 반영하여 광역 도시물류기본계획을 수정하여 추진함
 - 도심형 물류시설에 대한 입지 규제 분석과 도시계획과의 연계를 위한 관련 법·제도에 대한 개선방안을 도출함
 - 철도역 등 도심 내 교통거점시설 재개발시 물류기능을 포함토록 의무화하는 방안 추진하고 도심내 재래유통시설의 물류기능 합리화를 위한 개선사업을 지속적으로 추진함
 - 철도물류 활성화 및 효율화를 위한 종합지원체계 구축
 - 철도로의 수송체계 전환과 타 운송수단과의 연계 및 일관수송체계를 강화할 수 있는 방향으로 철도운영시스템을 개선함
 - 철도시설을 활용한 새로운 물류개선사업을 발굴하여 철도운영효율화 및 수송력 증강을 추진함

- 신개념 화물운송시스템 도입 및 확산을 위한 R&D 추진
 - ▣ 친환경성, 안전성, 효율성 등이 확보된 미래형 물류시스템을 개발하기 위한 R&D 추진 계획을 수립함
 - ▣ 친환경 대량자동운송시스템 등의 화물 운송 개념 전환을 도모하기 위해 신기술 도입의 타당성 검토 및 기술 개발을 추진함
 - ▣ 타 운송수단과의 연계기술에 대한 개발을 통하여 복합일관수송체계를 확대함

- 최근 수립된 세부시행계획인 국가교통물류발전 시행계획(2013. 5)에서는 도로화물을 철도·항만으로의 전환을 적극 유도하고 공동물류에 대해 지속적으로 지원함
 - 도로에서 철도·연안해운으로 전환하는 화물에 대한 보조금 지원사업을 통해 3,123톤의 화물을 전환하고 CO2 28.8만톤 감축
 - 철도물류 활성화를 위해 양방향 신호시스템을 구축하고(23개소) 맞춤형 직통 전세열차 운행을 확대(1일 30회 → 40회)
 - 도로수송에서 친환경 운송수단인 철도·연안해운으로 전환한 화물에 대해 보조금을 지원하여 운송모드 전환 유도
 - 공동물류를 활성화하기 위해 지자체와 민간기업을 대상으로 다양한 공동물류 사업유형을 발굴·지원('13년 신규, 50% 지원)

- 지방정부차원에서도 녹색물류교통활성화를 위한 다양한 정책이 추진 중이며 서울시 물류기본계획은 도시물류기반강화, 지속가능한 물류체계구축, 도시경제 활성화 지원 등 3가지 목표를 중심으로 6개 분야 27개 단위 과제로 구성됨
 - 주요과제는 노후화된 서부 트럭터미널과 동부 화물터미널 재정비, 물동량 발생지점 건축물 내 화물조업 주차공간확보 의무화, 지역중심도시형 물류공동화 추진, 지하철 네트워크를 활용한 그린 물류시스템 등으로 구성됨
 - 심각한 교통정체와 대기오염 문제를 해소하고자 도시철도 네트워크를 활용한 그린물류시스템을 구축하기 위해 역세권 지역에 별도의 물류공간을 확보함
 - 친환경 수송수단을 활용한 물류서비스 확대와 부도심 주요환승역, 철도차량기지 등의 중심 거점을 확보하여 소형화물(택배화물)위주의 물류체계를 구축

- 하는 등 화물 차량을 최소화하기 위한 물류서비스 구조를 형성하고자 함
 - 특히, “지하공간, 역세권, 철도 차량기지 등을 이용한 물류시스템 구축”을 언급하는 등 도시철도를 활용한 도심물류시스템 개발에 관심을 보임
 - 지하물류시스템 구축, 철도 중심의 소형화물 물류체계 구현으로 화물자동차 이용을 최소화한 물류서비스 구조 형성
 - 예를 들어 지하철 택배, 도심내 물류시설 구축 등의 관점에서 접근 가능하나 제도적 지원방안에 대한 검토가 필요함
 - 유동인구가 많은 밀집지역에 소비자가 방문하여 찾아가는 물류서비스 제공
- 서울특별시(2012. 09. 20)는 지속가능한 물류체계를 완성하기 위해 물류정책 기본법에 따라 향후 10년을 목표로 서울특별시 물류기본계획을 수립 및 공포하였음
- 물류기본계획은 도시물류기반강화, 지속가능한 물류체계구축, 도시경제 활성화 지원 등 3가지 목표를 중심으로 6개 분야 27개 단위 과제로 구성됨
 - 주요과제는 노후화된 서부 트럭터미널과 동부 화물터미널 재정비, 물동량 발생지점 건축물 내 화물조업 주차공간 확보 의무화, 지역중심도시형 물류공동화 추진, 지하철 네트워크를 활용한 그린 물류시스템 등으로 구성됨
 - 심각한 교통정체와 대기오염 문제를 해소하고자 도시철도 네트워크를 활용한 그린물류시스템을 구축하기 위해 역세권 지역에 별도의 물류공간을 확보함
 - 친환경 수송수단을 활용한 물류서비스 확대와 부도심 주요환승역, 철도 차량기지 등의 중심 거점을 확보하여 소형화물(택배화물) 위주의 물류체계를 구축하는 등 화물차량 최소화를 위한 물류서비스 구조를 형성하고자 함
- 다른 관련법에서도 도시물류 및 친환경 수송수단으로의 수단 전환을 유도하기 위한 내용이 포함되어 있음
- 물류정책기본법은 제59조와 제60조에서 환경친화적 물류의 촉진과 친환경적 운송수단으로의 전환촉진의 내용을 담고 있으며, 동법 시행령 제48조에서는 구체적인 지원대상 및 지원내용을 명시하고 있음
 - 지속가능교통물류발전법은 제16조에 온실가스배출 감축 조치 내용을 포함하고 있으며, 제28조에서는 환경친화적 교통수단의 운행 확대 지원에 대한 내

용이 있으며, 동법 시행령 제29조에는 구체적으로 통행 우선권 부여, 정보화 사업 지원, 교통수단의 대체 지원 등을 담고 있음

- 국가통합교통체계효율화법은 시행령 제35조에서 연계교통체계 구축 등의 재원부담 내용으로서 교통물류거점의 연계도로 및 연계철도에 대한 지원을 명시하고 있음

2.1.2. 해외 정책동향

- 유럽의 주요 국가에서는 도로운송 물동량을 다른 운송수단으로 분산하는 정책을 적극 추진 중이며 이 일환으로 ‘복합운송(intermodal)’을 확대함.
 - 복합운송의 능력을 크게 개선하기 위해 ‘경쟁적이고 효율적인 운송네트워크의 구성’, ‘철도수송 확대’, ‘연안 해상수송의 잠재성 현실화’, ‘정보통신시스템의 개선’, ‘마르코폴로 프로그램 수행’ 등을 핵심정책으로 구상 중임

가. 영국

- 영국의 철도는 민영화를 통해 민간부문에서 15억 파운드 이상의 투자를 유치하였고, 10년 동안 50%의 성장하였음¹¹⁾
- 전체 내륙운송에서 철도의 시장점유율이 11%이상 증가하여 타 운송수단의 과도한 부담을 낮추고 환경오염 피해를 상당부분 감소시켰음
- 이에 따라 하나의 조직으로 운영되던 철도 산업이 1개의 선로 회사, 25개의 여객운행 회사, 3개의 화물운송 회사, 3개의 열차임대 회사, 13개의 유지·보수 회사 등 기능별·지역별로 나뉨
- 영국의 철도화물수송량은 1953년 370억톤/km에서 1995년 130억톤/km까지 감소하였으나, 정부의 노력으로 2008년에는 210억톤/km으로 증가함
- 철도화물이 증가한 이유 중 하나는 철도 육성을 위해 정부에서 철도관련 보조금을 늘여왔기 때문이며 철도화물 네트워크 구축과 대규모 보조금 지원으로 철도화물 톤/km를 80% 증가시키기 위하여 지속적으로 노력하고 있는 상황임
- 지속가능한 발전을 위한 런던의 도시물류전략¹²⁾은 다음과 같음

11) 조성우, 박명섭, 영국철도운송 특성 및 시사점, 로지스틱스 연구, 2012.03.31

12) 이지선, 영국 런던의 사례를 통해 본 지속가능한 도시물류전략, 물류브리프 5, 6월, 2011

- 런던교통국은 런던의 경제성장에 대한 계획에 따라 2025년까지 물류수요가 15% 증가할 것으로 전망하여 도시물류에 대한 실현을 위한 런던 화물운송 계획을 수립함
- 런던의 화물운송계획의 비전은 런던을 통해 이루어지는 모든 화물에 대한 흐름의 안전성, 신뢰성, 효율성을 높일 수 있는 지속가능한 발전과 조화를 이루는 도시물류 구현을 목적으로 함
- 지속가능한 화물운송 계획을 실현하기 위해 런던교통국은 파트너십 형성, 타 프로젝트와의 연계, 데이터 및 모델링 등 화물운송관련 지식 및 정보체계 구축의 3대 추진전략을 수립함
- 3대 추진전략 중 하나인 타 프로젝트와의 연계는 이산화탄소 배출 저감과 관련하여 철도나 해운으로의 연계를 통하여 도시물류 계획을 실행함에 있어 계획 목표 달성의 실현가능성 및 예산절감 효과를 기대함

나. 프랑스

- 프랑스는 1997년 SNCF(철도공사)와 RFF(철도시설공단)으로 분할하는 철도 구조개혁을 실시하였음
 - RFF와 SNCF의 역할은 분담되었지만 RFF는 시설투자와 유지보수 업무를 직접 담당하지 않고 SNCF에 위탁하고 있어 실제로는 SNCF의 기존 업무 중 투자계획과 재원조달 부문만 정부로 이관된 것임
 - RFF는 SNCF의 기반시설을 소유하는 대신, 이 시설의 대가로 SNCF의 부채 중 1,342억 프랑을 인수하는 형식으로 운영하였음
 - 1997년 RFF는 위탁관리비(168억 프랑), 감가상각비(55억 프랑), 금융비용(100억 프랑)을 지출하였지만, 시설사용료 수입(59억 프랑)은 위탁관리비의 약 35%, 총 지출액의 18% 수준에 불과하였음
- 정부의 재정지원에도 불구하고 RFF의 부채는 계속 증가하였음
 - 철도개혁 이후 프랑스의 화물수송량은 2000년까지 지속적으로 감소함
 - 2003년 SNCF 영업 손실의 1/3이 철도화물이 차지하였으며 그 비용은 4.5억 유로에 달하였음

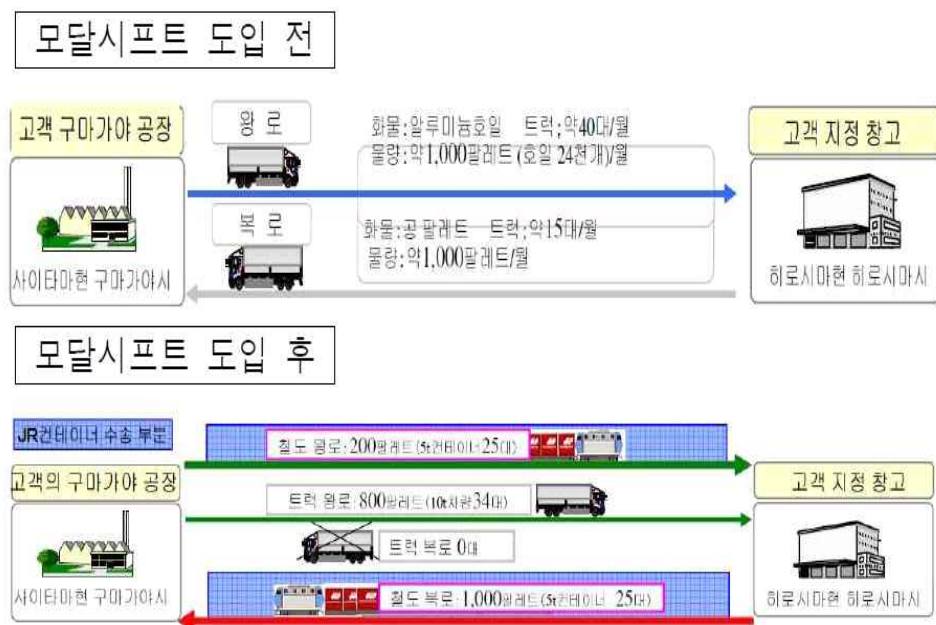
- 문제 해결을 위해 철도화물수송재건 계획을 발표하였고, 이 계획에 의해 3년간 21억 유로의 보조금이 투입됨
 - 하지만 2006년 화물매출액은 66.9억 유로로 3.7%증가하였지만 2.3억 유로의 손실을 기록함
 - 최근 민영화에 따른 적자를 보전하기 위해서 SNCF와 RFF으로 분리해 운영되던 프랑스 철도시스템을 다시 하나로 통합하기로 결정함
- 프랑스 철도는 유럽연합의 지침에 따라 철도의 시설과 운영을 분리하는 상·하 분리체제를 과감히 탈피하고 상·하 통합체제로의 전환을 선언함
 - 철도여객서비스와 기간시설을 분리하여 관리하는 기존의 운영체제로는 연간 10억~15억의 추가적인 비용이 발생하기 때문에 적자의 만회를 위해서 철도시스템의 통합을 결정함

다. 독일

- 독일은 전국 교통망을 종합적으로 발전시키기 위한 「국가수송망 정비계획(Federal Traffic Routes Plan '85 or BVMP '85)」을 실시하였음
 - 5년마다 수정·보완되는 이 계획은 향후 10년에 걸친 수송정책 분야의 움직임을 설정하는 것으로, 현재 실행될 계획뿐 아니라 향후에 추진 될 계획도 포함되어 있음
- 현재 독일은 교통량 증가로 인한 독일 도로 11,000km 중 약 10%는 매일 주차장 수준으로 교통 혼잡이 발생하고 있으며 교통량 증가와 함께 약 1,000억 유로의 사회비용이 발생하고 있음
- 이에 대한 주요 대책으로 CargoCap 프로젝트를 실시하였는데 이는 도심 내 지하에 파이프라인을 설치한 뒤 무인화차를 통해서 화물을 운송하는 방식으로 소음과 배기가스를 배출하지 않아 환경적 측면에서 기여할 수 있는 것으로 나타남
 - 지상 화물운송에 의한 도로교통수요를 대체함으로써 온실가스 감축과 화물운송의 신뢰성과 속도 향상 효과를 도모할 수 있을 것으로 기대됨

라. 일본

- 일본은 최근 경제재건과 성장을 지원하는 물류시스템 구축을 테마로 하는 ‘종합 물류정책대강’(2013~2017)을 발표하고 효율적인 물류실현과 환경부하 저감, 안전·안심의 확보를 위한 노력 등 국제 경쟁력을 갖춘 동시에 지속가능한 녹색성장을 적극 추진할 계획임
 - 세부적으로는 일본 물류시스템의 해외전개, 타 업종간의 공동수송 등 물류효율화와 사업구조개선, 화물차 운행관리, 도로에서 철도·해운으로의 모달시프트, 친환경 차량도입 지원 등 총 10개 시책과 58개 항목을 제시함.
- 이와 함께 각종 정책에서 지구온난화 문제에 대한 대책으로 환경오염이 적은 철도 또는 내항해운을 활용하여 화물을 운송하는 정책을 추진하였고, 지구온난화대책추진대강에서는 철도화물운송의 추진과 운송력 증강 등을 목표로 철도의 활용을 추진하고 있음
- 도로수송에서 철도수송으로 모달시프트 한 히로시마 납품알루미늄 호일수송 사례는 다음과 같음



<그림 2.3> 일본의 모달시프트 전후 사례

출처: 녹색물류산업의 동향 및 시사점, 국토연구원, 2011

2.2. 국내외 시장현황

2.2.1. 국내 시장현황 분석

- 국내 화물수송량 및 분담률을 보면 수단별로는 도로운송이 70% 이상으로서 대부분을 차지하고 있고 분담률도 2006년 76.6%에서 2012년 82.1%로 계속 증가 추세임
 - 상대적으로 철도화물은 6.3%에서 4.5%로, 해운화물은 17.1%에서 13.3%로 분담률이 감소하고 있음

<표 2.8> 국내 화물수송량 및 분담률

단위: 천 톤, %

구분		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
철도	수송량	43,341	44,562	46,805	38,898	39,217	40,012	40,309
	분담률	6.3	6.2	6.4	5.1	5.0	5.2	4.5
공로	수송량	529,278	550,264	555,801	607,480	619,530	621,474	732,918
	분담률	76.6	76.9	76.2	79.2	79.6	80.5	82.1
해운	수송량	117,805	120,079	126,964	120,031	119,022	110,135	119,057
	분담률	17.1	16.8	17.4	15.7	15.3	14.3	13.3
항공	수송량	355	316	254	268	262	281	265
	분담률	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
합계	수송량	690,779	715,221	729,824	766,677	778,031	771,902	892,549

자료: 국토해양부, 국토해양통계연보, 2012

- 영업용 화물자동차수 등록대수는 2005년 321,700대에서 2012년 354,010대로 연평균 1.38%의 증가율을 보임
 - 서울시의 자동차 등록대수는 점진적인 감소 추세이지만 인천 및 경기도는 전국의 영업용 화물자동차 등록대수의 증가율보다 높은 1.93% 수준임
 - 전국 영업용 화물자동차 등록대수 중 서울시는 14.75%, 인천시 및 경기도는 32.16%를 차지해 수도권이 약 46.91%로 수도권에 집중되는 경향을 보이고 있음
 - 화물자동차의 증가로 인해 도심의 교통 혼잡, 물류비용의 증가, 도로 시설의 유지보수 등의 사회적 문제가 발생하고 있음

<표 2.9> 영업용 화물자동차 등록대수

구분	서울시	인천시 및 경기도	전국
2005	52,978	99,614	321,700
2006	53,497	101,767	326,794
2007	53,319	105,967	334,584
2008	53,166	107,867	338,711
2009	52,767	109,179	341,745
2010	52,561	110,940	345,805
2011	52,694	112,464	351,197
2012	52,209	113,859	354,010
연평균증가율	0.21%	1.93%	1.38%

자료: 국토해양통계누리 (연도별, 시도별 자동차등록대수현황, 2013)

- 국내 물류산업은 매출 90.6조 원으로 약 16.8만 개 업체에 약 56만 명이 종사하는 국내 9위 산업(매출액, 2009년 기준)으로 국토교통부는 2012년 물류산업을 더욱 발전시키기 위해 녹색물류기업 등 각 분야별 우수업체를 발굴하여 인증을 수여했으며, 우리 기업의 해외진출 지원을 강화하는 정책을 시행하였음
- 물류산업의 매출액은 평균 16.6%의 높은 증가추세를 보이고 있으며, 업종별로는 화물운송업의 매출 증가세가 평균 18.06%로 가장 높고, 물류시설운영업이 13.93%, 물류서비스업은 5.92%의 성장세를 보임

<표 2.10> 연도별 물류시장 현황

단위: 십억 원

구분		2005	2006	2007	2008	증가율
매출액	전체	57,106	57,938	67,704	90,600	16.63
	화물운송업	49,003	49,503	58,481	80,630	18.06
	물류시설운영업	1,187	1,190	1,355	1,755	13.93
	물류서비스업	6,914	7,246	7,869	8,215	5.92

자료: 국토해양부, 국가물류기본계획 수정계획(2011~2020), 2011

- 2012년 택배산업의 시장 규모는 3조 8,000억 원에 달해, 2011년 3조 5,200억 원보다 약 8% 성장하였음
- 2012년 국내 택배 물동량은 약 15억 4,400만 개로, 2011년도의 14억 3,000만개

대비 8% 증가하였음

- 택배산업은 과거 두 자릿수 성장에서 한 자릿수 성장에 그치는 등 고속성장세가 다소 위축되는 추세를 보이고 있는데, 이는 경기 악화와 소비침체로 택배회사의 시장이 위축되었음에도 불구하고 타 산업에 비하여 높은 성장세를 이어가고 있음
- 택배시장의 과잉경쟁으로 인해서 택배 단가가 하락하는 추세가 계속됨에 따라, 업체들은 가격인상 운동과 저단가 영업 자제를 통해 가격의 안정화를 꾀하고 있음

<표 2.11> 국내 택배시장 규모 추이

단위: 백만 개

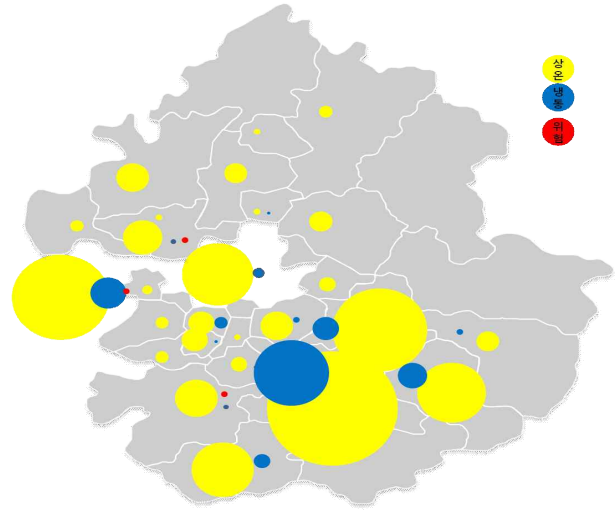
구 분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년
수량	577	720	870	1,040	1,200	1,331	1,430	1,544
증가율	29.4%	24.7%	20.8%	19.5%	15.4%	10.9%	7.4%	8.0%

자료: 물류신문사, 2012/2013 물류시장 회고와 전망 세미나, 2012

- 물류관련 거점 및 시설 설치는 전국적으로 발생 및 소비되는 물동량을 효율적으로 관리하기 위해 지역 간 균형을 고려하여 배치하였지만, 인구밀집도가 높은 서울 및 수도권 주변을 중심으로 물동량이 편중되어 운영되고 있음
 - 내륙물류 거점은 수도권의 군포와 의왕, 그리고 수도권 북부인 파주에 건설되어 있고, 전국의 균형적 발전을 위해 호남권, 충청권, 대경권, 동남권으로 건설되어 있으나, 실제 수도권 이외의 물류거점들은 운영 비중이 현저히 낮게 나타나고 있음
 - 물류단지 또한 지방권역의 활성화를 위해 중소도시 이상 지역에 설치하였으나, 대형소비처인 서울 수도권, 대전, 그리고 특정지역(자동차부품)인 울산지역 등을 제외한 물류단지 대부분의 운영효율성이 현저히 낮음
- 서울 수도권역의 물류시설은 대형 소비처를 배후하고 있어, 물류관련 시설이 다양하게 분포되어 있으나, 도심지의 물류시설은 부족한 실정임
 - 수도권 인접지역 물류거점의 필요성은 인식되고 있지만, 건설비용을 고려한

사업성이 낮아, 점차 중부권역
(안성 이하)으로 진입도로의
상황을 고려하여 재배치되고
있는 실정임

- 도심지역의 물류센터들은 건
설한지 오래되었거나 규모가
적은편이며, 최근 장지동 및
경인 아라뱃길, 동탄 등에 물
류단지 조성을 통해 규모화와
현대화 시설로 도심물류의 효
율성을 기대할 수 있음



<그림 2.4> 수도권 상온 및 냉동 창고 등의
분포지

- 대부분 상온창고이며 인천항 배후지 및 경부선 축을 중심으로 냉동 및 냉장
창고가 다소 형성되어 있음

<표 2.12> 수도권 지역의 물류단지 및 물류센터

지역		일반상온	냉동냉장	위험물	지역		일반상온	냉동냉장	위험물
서울 특별시	강동구	1			경 기 도	동두천시	2		
	강서구	11	2			부천시	3		
	구로구	4				성남시	10	2	
	금천구	1				수원시	5	1	
	도봉구	1				시흥시	4		1
	성동구	8				안산시	4		
	양천구	5				안성시	1	1	
	영등포구	8	1			안양시	8	4	
	용산구	2				양주시	7		
	은평구	1				여주군	7	2	
인천 광역시	남구	6				용인시	81	23	
	동구	6				의왕시	1		
	서구	8	1	1		의정부시	1		
	중구	39	10	1		이천시	41	9	
경기도	고양시	12	1	2		일산시	2		
	광주시	29	8			파주시	10	1	
	구리시	2	1			평택시	19	5	
	군포시	8	1			포천시	4		
	김포시	4				하남시	5		
	남양주시	7				화성시	13	2	2

자료: 한국무역협회, 전국 영업용 물류센터 실태조사보고서, 2007

- 물류시설도 상온창고가 대부분을 차지하고 있으며, 수도권 접근 및 지방으로의 수송이 원활한 용인, 수원 등에 많이 분포되어 있으며, 냉장 및 냉동 창고도 용인, 수원 등에서만 운영되고 있는 실정임
- 수도권에서 운행되는 전철은 서울시에서 운영하는 9개 노선 316.8km 외에 한국철도공사에서 운영하는 10개 노선 479km, 코레일 공항철도에서 운영하는 1개 노선 61km와 인천시에서 운영하는 1개 노선 29.4km가 있음
 - 수도권 내 노선은 전철 7개 노선 147.9km, 일반철도는 12개 노선 350.5km이며, 서울시와 인천시를 포함한 수도권을 연결하는 형태임
 - 서울시 도시철도 노선은 여객을 수송하는 데만 중점을 두어 화물을 수송하는 노선은 없었으며, 그 중 여객을 가장 많이 수송한 노선은 2호선으로 분석됨
- 서울 수도권을 중심으로 하여 동서남북으로 차량기지가 분포되어 있으며, 차량기지에 물류센터(Depot)를 설치 및 운영할 경우, 동서남북을 축으로 다양하게 물류거점을 설계 및 구축할 수 있음
 - 실제 수도권에 화물을 공급하고 있는 물류센터들은 대부분 용인, 이천, 광주 지역인 서울 동남권역에 밀집되어 있어, 상품의 원활한 공급과 공급 차량의 운행거리를 최소화하기 위해서는 군포 및 인천 등의 차량기지를 적극적으로 활용할 필요가 있음

<표 2.13> 서울 지하철 노선 현황

구 분		1호선	2 호 선			3호선	4호선	5호선	6호선	7호선	8호선	9호선	
			순환	지선									
구 간		서울역 ~ 청량리	성수 ~ 성수	신설동 ~ 성수	신도림 ~ 까치산	지축 ~ 오금	당고개 ~ 남태령	방화~ 상일동/ 마천	응암 ~ 봉화산	장암 ~ 온수	암사 ~ 모란	개화 ~ 신논현	
영업거리		7.8	48.8	5.4	6	38.2	31.7	52.3	35.1	46.9	17.7	27.0	
역 수		10	43	4	3	34	26	51	38	42	17	25	
평일 운행회수		550	552	226	224	410	498	461	342	410	312	536	
운행 시각	RH	3.0	2.5	7	10	3.0	2.5	2.5	3.5	2.5	4.5	5~5.5	(급) 10~13
	NH	5.0	6.0	10	10	6.5	5.5	6.0	8.0	12	8.0	6.5	13
전동차수		160	790	20	24	490	470	608	328	505	120	144	

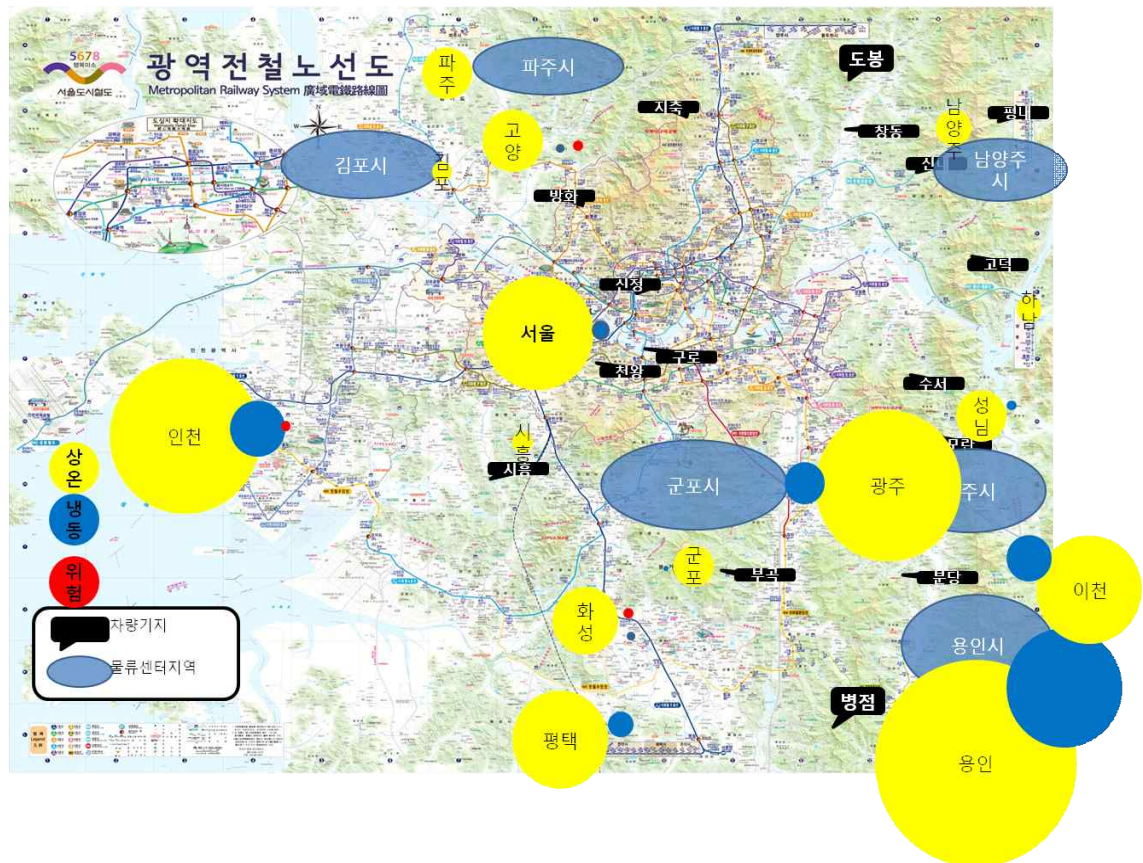
자료: 서울시, 교통관련 통계자료, 2011.12

<표 2.14> 노선별 연도별 여객수송현황

단위: 천 명

연도	서울 메트로				서울특별시 도시철도공사				서울시 메트로 9호선
	1호선	2호선	3호선	4호선	5호선	6호선	7호선	8호선	
2005	171,943	698,775	259,165	306,528	305,607	153,780	297,654	83,840	
2006	169,903	699,222	257,543	304,327	300,028	158,188	297,895	82,302	
2007	169,635	707,328	256,172	298,621	297,273	158,442	298,281	81,920	
2008	168,096	727,057	256,547	295,222	298,450	162,045	302,945	83,483	
2009	163,860	732,037	257,501	297,131	292,496	164,820	302,714	82,480	
2010	164,409	731,847	275,466	303,625	296,457	177,622	315,541	84,404	97,145
2011	170,110	747,577	282,997	308,842	301,380	182,790	328,844	86,052	109,567

자료: 한국철도공사, 통계로 보는 한국철도 2012, 부분 정리하여 발췌



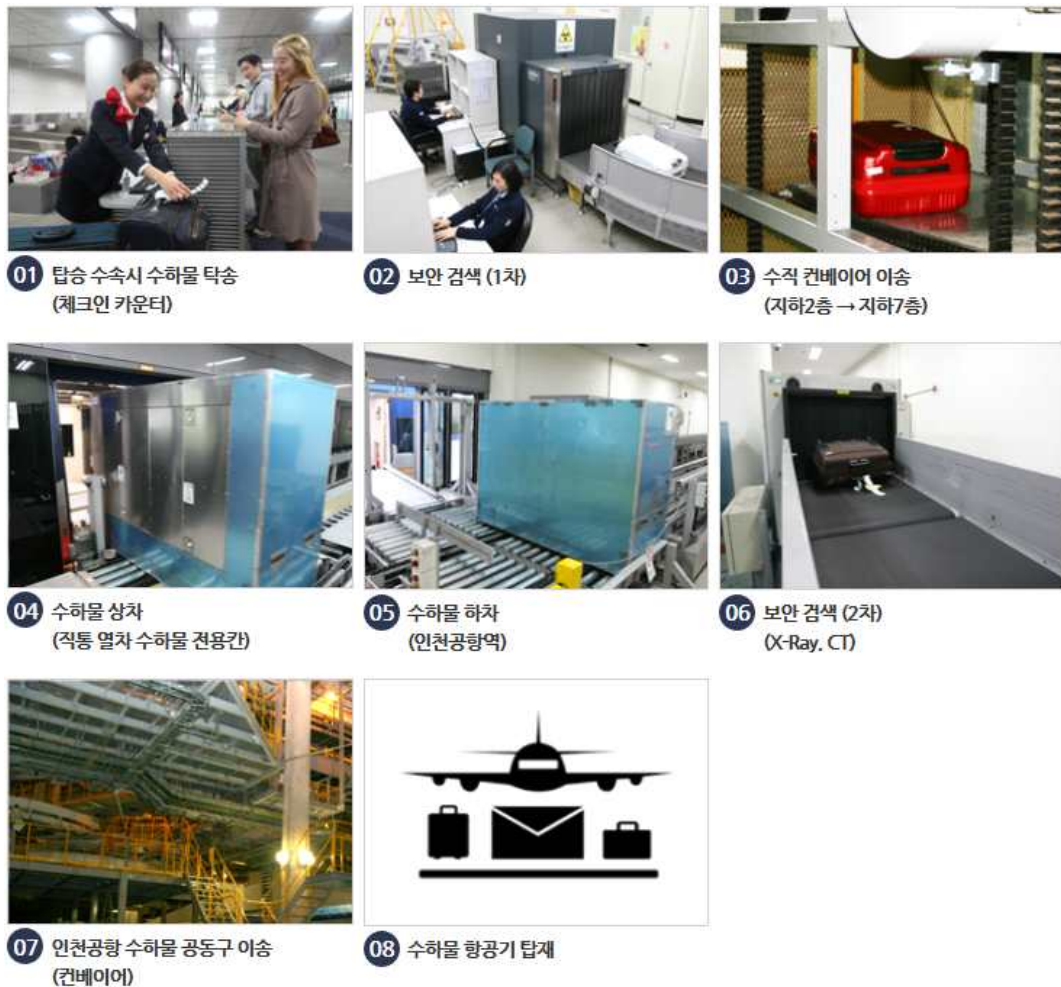
<그림 2.5> 수도권 지하철 차량기지 및 물류거점 위치

- 서울권역에 입지한 약 300여개의 철도역을 모두 이용할 수는 없으며, 기존 가로망에 대한 영향이나 지하공간 확보 조건 등에 따라서 선별적으로 활용하는 방향으로 물류 프로세스를 구축해야 함
 - 지하철역 주변은 주요 가로망과 연결되어 있으며, 주요 혼잡지역 중의 하나로 인식되고 있음
 - 따라서 화물차나 친환경차량이 지하구간에서 지상으로 이동할 때 기존의 가로망으로의 영향을 최대한 줄일 수 있어야 함
 - 특히 환승역이나 상업시설이 밀집된 지역에 입지한 지하철역을 활용할 경우 지상구간과 지하구간을 이동하는 배송차량이 원활하게 진입할 수 있으면서 기존의 도로교통에 지장을 주지 않도록 물류 프로세스를 구축해야 함



<그림 2.6> 지하철역 주변 철도시설물과 도로

- 서울역에서 인천공항까지 운행하는 공항철도는 서울역에 도심공항터미널을 운영하고 있으며, 승객들의 편의를 위해서 수하물 탁송 서비스를 제공하고 있음
 - 수하물의 탁송 과정은 8단계로 구분되며, 특히 열차에 적합한 수하물 전용용기에 수하물을 적재하여 수송하고 있음
 - 향후 도심으로 배송되는 다양한 규격의 소형박스를 규격화하거나 전용용기 개발에 이 개념을 활용할 필요가 있음



<그림 2.7> 공항철도 수하물 서비스

자료: 공항철도 홈페이지 (www.arex.or.kr)

- ACTTube는 고정경로를 이용한 컨테이너 운송시스템으로 독일의 CargoCap과 유사한 형태를 가지고 있지만, 국내에서 독자적인 기술로 개발한 운송시스템임
 - 지하에 매설된 Tube를 따라서 화차가 자동으로 지정된 경로에 화물을 운송하는 방식으로 최대 5톤까지 적재가 가능하도록 설계되었으며, 화물의 특성 또는 안전을 고려한 냉동, 무진동 캡슐 등의 특수 캡슐도 개발이 가능한 상태임
 - 무선 네트워크를 통해 위치파악, 실시간 제어가 가능하며, RFID Tag를 부착한 파렛트 단위로 자동 상·하역이 가능하도록 설계되었기 때문에 목적지까지 화물을 자동으로 운송할 수 있음
 - 현재 노선 개발에 막대한 비용이 소요되기 때문에 도시간의 장거리 수송은

현 단계에서 무리가 있고, 주요수송 구간을 중심으로 단거리 설비를 위주로 시설 개발이 고려되고 있음



<그림 2.8> ACTTube

자료: 지하 화물운송 시스템 기술개발 기획, 한국교통연구원, 2011

2.2.2. 국외 시장현황 분석

가. EU(유럽연합)

- EU 27개국의 화물수송량은 2010년에 3,831억 톤/km로서 2009년 대비 3.9% 증가하였지만, 전체적으로 수송량이 하락세를 보이고 있음
 - 2009년 대비하여 전체적인 화물수송량이 증가하였지만, 2006년부터의 추세를 살펴보면 화물수송량이 꾸준히 감소하고 있음
- 수단별 분담률의 변화를 살펴보면 도로의 경우 2006년 45.5%에서 2009년 45.8%로 거의 변화가 없지만 철도는 0.5% 감소하는 것으로 나타났으며, 파이프라인을 제외한 타 교통수단은 거의 변화가 없는 것으로 나타남

<표 2.15> EU 27개국 수단별 화물수송추이

단위: 십억 톤키로, %

수송량 (분담률)	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
도로	1,848 (45.5)	1,914 (45.9)	1,881 (46.0)	1,690 (46.5)	1,756 (45.8)
철도	435 (10.7)	448 (10.7)	440 (10.7)	361 (9.9)	390 (10.2)
내륙운하	13 (3.4)	145 (3.5)	145 (3.6)	130 (3.6)	147 (3.8)
파이프라인	136 (3.3)	130 (3.1)	125 (3.1)	119 (3.3)	121 (3.1)
해운	1,505 (37.0)	1,532 (36.7)	1,498 (36.6)	1,336 (36.7)	1,415 (36.9)
항공	3 (0.1)	3 (0.1)	3 (0.1)	2 (0.1)	3 (0.1)
계	4,064	4,173	4,091	3,639	3,831

자료: EU, EU transport in figures, 2012

나. 미국

- 미국의 화물수송량은 연평균 1.2%씩 증가하는 추세를 나타내고 있으며 특히, 철도화물수송량은 연평균 2.5%의 증가율로 성장하여 전체 수단 중 42.7%의 높은 수송 분담률을 가지고 있음
- 미국은 전국을 사업권역으로 하는 연방여객철도공사(Amtrak)와 14개 지하철 사업자, 25개 경량철도 사업자, 19개 통근철도 사업자가 여객수송서비스를 제공하고 있고 화물철도의 경우, 8개의 1급 화물철도회사를 비롯한 570여 화물철도사업자가 서비스를 제공하고 있음
- 미국 철도업계는 철도운송 시장의 활성화를 위해 철도망을 확장 및 유지보수에 대한 지속적인 투자를 진행하고 있음
 - 유가 상승을 통해 장거리 운송 트럭의 경쟁력이 약화됨에 따라 철도를 통한 운송수요가 증가하였으며 또한 아시아와 미국 간의 교역량 증가에 따라 2003년 이후 철도 노선이 많지 않은 미국 남부를 포함한 전역에 철도에 대한 수요가 폭증하였음
 - 철도는 화물 자동차에 비해 연료 소모량이 1/3밖에 되지 않기 때문에 유가상

승에 따른 운송수요가 증가하였으며 또한 환경운동가들의 지지를 받고 있음

- 미국 통계국에서 발표한 자료에 의하면, 2007년 기준 트럭 화물 운송량은 2002년에 비해 증가한 반면에 철도를 이용한 화물 운송량은 감소하였음
 - 그러나 트럭과 철도를 연계하여 화물을 운송하는 양은 2002년과 대비하여 5배 이상 증가하였음

<표 2.16> 미국 각 수단 및 연계수단별 수송량 현황

단위: 천 톤

연도	트럭	철도	해운	항공	트럭-철도	트럭-해운	철도-해운
2002	7,842,836	1,873,884	681,227	3,760	42,984	23,299	105,107
2007	8,778,713	1,861,307	403,689	3,611	225,589	145,521	54,878

자료: U.S. Census Bureau, Statistical Abstract of the United States, 2012

다. 일본

- 일본은 화물수송량의 수송분담률은 균등한 분포를 보이고 있으며, 2009년 기준 3.60억 톤 수준으로 타 수송수단과 비교하여 공로의 수송분담률이 매년 증가하고 있음

<표 2.17> 일본 수단별 수송량 및 분담률 현황

단위: 십만 톤, %

구분	연도	철도	공로	항만	항공
수송량 (분담률)	2005	101.4 (24.8)	113.7 (27.8)	91.6 (22.4)	101.9 (24.9)
	2006	102.6 (24.7)	117.3 (28.3)	88.4 (21.3)	106.8 (25.7)
	2007	102.9 (24.6)	121.3 (29.0)	86.0 (20.5)	108.3 (25.9)
	2008	102.6 (25.3)	121.0 (29.9)	83.8 (20.7)	97.9 (24.2)
	2009	89.4 (24.8)	114.1 (31.6)	70.1 (19.4)	87.3 (24.2)

자료: 일본 통계청

라. 영국

- 영국철도의 민영화 이후에 수송량이 증가하였지만 과도한 세분화로 인한 문제점이 지속적으로 제기되었으며 공로 수송이 대부분 차지하여 2009년 수송분담률이 88.76%로 나타남

<표 2.18> 영국 수단별 화물수송량

단위: 백만 톤, %

구분	연도	철도	공로	항만
수송량 (분담률)	2005	105 (4.99)	1,868 (88.70)	133 (6.32)
	2006	108 (4.97)	1,940 (89.24)	126 (5.80)
	2007	102 (4.58)	2,001 (89.77)	126 (5.65)
	2008	103 (4.92)	1,868 (89.21)	123 (5.87)
	2009	87 (4.96)	1,556 (88.76)	110 (6.27)

자료: www.dft.gov.uk/pgr/statistics

마. 중국

- 중국의 화물수송량은 연간 12.3% 수준으로 급속한 성장을 이루고 있으며, 수단별 수송량은 공로, 항만, 철도 순으로 나타남
- 수송분담률의 경우, 공로가 가장 큰 비중을 차지하고, 항공이 가장 작은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타남
 - 공로운송은 2006년부터 2010년까지 2.89%의 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있으나, 철도 및 항만은 각각 2.98%와 0.54%의 감소추세를 보이고 있음

<표 2.19> 중국 수단별 화물수송량

단위: 만 톤, %

구분	연도	철도	공로	항만	항공
수송량 (분담률)	2006	288,224 (14.39)	1,466,347 (73.81)	248,703 (12.41)	349 (0.02)
	2007	314,237 (14.06)	1,639,432 (73.34)	281,199 (12.58)	402 (0.02)
	2008	330,354 (13.00)	1,916,759 (75.40)	294,510 (11.59)	408 (0.02)
	2009	333,348 (11.99)	2,127,834 (76.52)	318,996 (11.47)	446 (0.02)
	2010	364,271 (11.41)	2,448,052 (76.70)	378,949 (11.87)	563 (0.02)

자료: 중국 통계청

바. 운영 사례

(1) 기존 인프라 활용

○ 프랑스 TramFret

- 2011년 12월 파리교통당국(RATP)과 광역교통국(STIF)은 공동으로 도로 혼잡을 해소하기 위한 TramFret이라는 방안을 제시함
- TramFret은 Offpeak시 8km의 시험 구간과 여객 수송 Trams 사이에 두 편 의 빈 Tram을 투입하여 도심 상가에 시범적으로 운영하고 성공 시 추후 확장할 예정임



<그림 2.9> 프랑스 TramFret

○ 독일 드레스덴

- 독일의 Schalke steel machines Ltd에서 개별적인 운행방식을 적용하여 사용 중이며, 폭스바겐 차량의 부품을 도심 시내로 진입시키기 위해 물류 운행 효율성과 개선을 고려하여 5량 1편성으로 50kph로 주행함
- 전차선, 철제바퀴, 트램 노선을 이용하며, 정규 노선을 확보하여 정규 운송 서비스를 제공하고 트램 노선의 혼잡 시 도시 철도 본선을 이용하여 운송함



<그림 2.10> 독일 드레스덴의 화물 트램

○ 일본 지하철 택배

- 일본의 삿포로시 교통국인 도시형 신물류 연구회, 야마토 운수 등에서는 지하철 인프라와 차량을 개량하지 않고 이동형 캐리어를 사용하여 화물 운송에 대한 시험을 총 2회에 걸쳐 실시함



<그림 2.11> 일본 지하철 택배

- 대상 화물은 도심으로 배송되는 택배 화물이며, 1차 실험결과 도심 유입 트

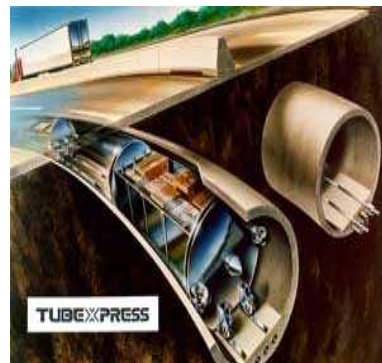
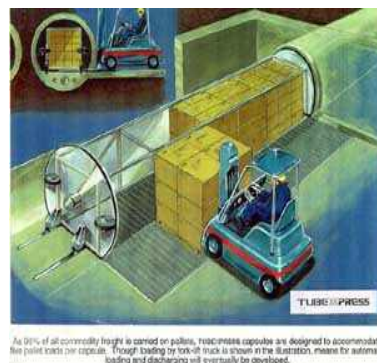
력 28대 중 3대를 감소, 2차 실험 결과 12대 중 3대를 감소시킴

- 각 대상 구간은 1차는 야마토 운수 삿포로 베이스 ~ 오도리 택배 센터, 2차는 야마토 운수 삿포로 베이스 ~ 디포지트 센터임

(2) 신규 인프라 활용

○ TubeXpress, 미국

- 튜브화물운송이란, 파이프라인의 규격에 맞게 캡슐을 설계하고 이러한 캡슐을 철도 차량에 화물을 적재하여 물류거점 간에 화물을 운반하는 시스템이라고 할 수 있음
- TubeXpress는 지하 튜브 통로를 이용하여 컨테이너를 자동으로 운송하는 시스템으로써 미국연방고속도로 관리청에서의 첨단 화물운송에 관한 연구 프로젝트 중 하나이며, 국가교통시스템센터에 의해 기술 및 경제적 타당성에 대한 검토가 진행중임
- 튜브의 통로는 콘크리트를 이용한 파이프라인으로 구축되고 직경 2m 내에 만들어진 철로를 따라 선형모터를 이용하여 구동되는 방식이며 시속은 36 ~ 90km/h임



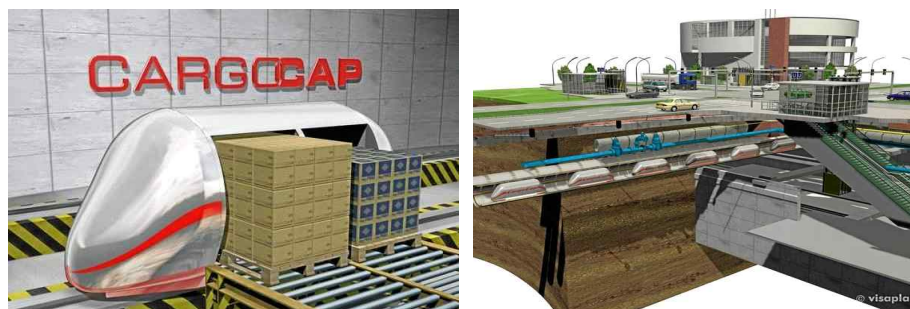
<그림 2.12> 미국의 TubeXpress

○ CargoCap, 독일

- 독일 CargoCap은 도심 내의 교통 혼잡으로 유발되는 막대한 사회비용을 절감하는 것을 목적으로 디트리히 슈타인 교수가 이끄는 독일 보훔 대학의 연

구팀에서 연구를 수행하고 있음

- 인구 및 공장의 밀집도가 높은 지역의 교통량 해소 및 부담을 저감하기 위해 직경 1.6m에서 2.0m의 지하 파이프라인 관로를 이용하여 24시간 무인 자동 으로 화물을 수송하는 지하 수송망 건설에 대한 연구를 진행하고 있음
- 운송 장비인 캡(Cap)간의 간격은 2m이며, 이 간격으로 인해 캡의 이동속도를 감속하지 않은 상태에서 화물을 하역 및 분기하는 시스템이 가능함
- 또한 차량의 고장으로 통로의 폐쇄에 대비하고자 각 차량 내에 복수 개의 모터를 장착하고 있음
- CargoCap은 지상 모델 실험을 2006년에 완료하였으며, 유럽표준파렛트인 T12를 2개 적재하여 캡이라고 불리는 반송차들을 연결 및 제어하는 시험운행을 진행 중에 있음
- Cap에는 무접점 에너지 공급 시스템, IT, RFID 기술이 적용되었으며 대형상가들이 밀집하고 있는 지역의 인근과 조립 생산공장지역에 역사를 설정할 수 있음
- 목표는 운송 범위가 130km 반경 지역 내로 설계가 이루어지고 있으며, 500볼트의 전기로 구동하고 중앙 조정실에서 무인으로 자동 조절하는 화물 캡술 시스템 개념임

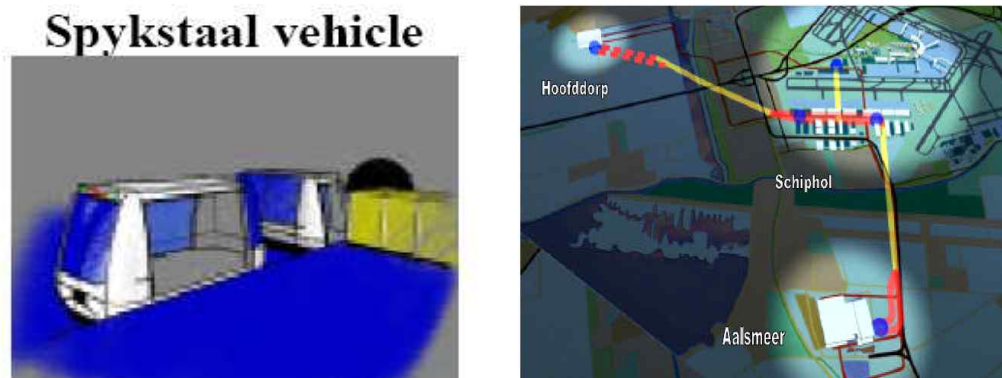


<그림 2.13> 독일의 CargoCap

○ OLS ASH, 네덜란드

- 네덜란드 OLS ASH는 1995년부터 전체 교통망의 한 부분으로 지하 운송시스템에 대한 타당성 조사가 이루어져, 1998년 최초 계획이 제시됨

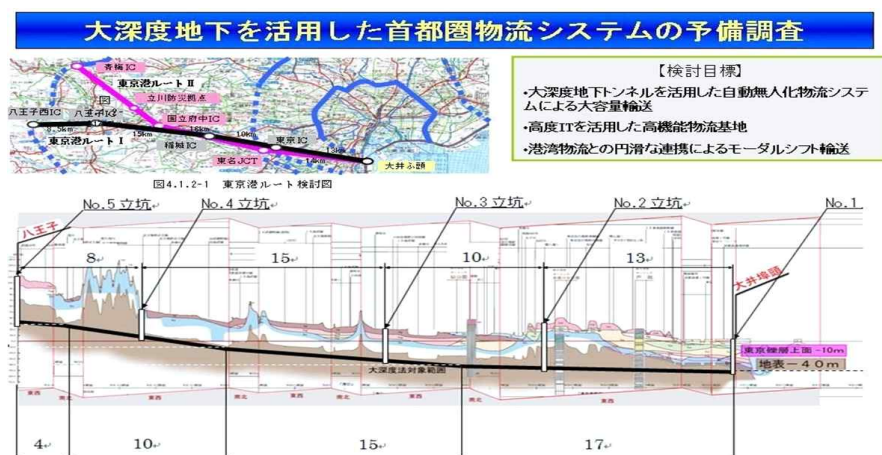
- 첫 번째 시범프로젝트로 선정된 스키폴 공항, 화훼단지, 알스미르(Alasmeer), 후프도로프(Hoofddorp)를 고속철도로 연계하는 시스템을 구축하여 화훼와 시급을 다루는 화물 운송을 지원하고자 했음
- 1999년 기본 설계가 완성되었으나, 비용증대, 정치적 지원 부족, 물류부문에 서의 관심부족으로 2002년 사업이 중단되었고 3종류의 차량이 제시됨



<그림 2.14> 네덜란드 OLS ASH

○ 대심도 지하 수도권 물류 시스템, 일본

- 일본 대심도 지하 수도권 물류시스템은 2001년 이후 대심도 지하를 이용하여 진행되고 있는 사업으로 2009년 도쿄항에서 하치오지시 까지 약 50KM를 대심도 지하터널로 연결하는 계획에 대한 예비 조사가 실시됨
- 무인 자동화 운송시스템과 IT 기술 등이 적용될 예정임



<그림 2.15> 일본의 대심도 지하 수도권 물류시스템

2.3. 국내외 기술동향

2.3.1. 유사과제 분석

- 국가과학기술정보센터(www.ndsl.kr), 국가과학기술정보서비스(www.ntis.go.kr) 등의 사이트를 통해 본 연구과제의 사업과 관련된 보고서 대해 주요 키워드로 검색하였음
- 국가 R&D 사업 중 ‘도심 철도 물류’, ‘도심 지하 물류’의 키워드로 검색된 2012년도까지 수행된 사업의 세부과제는 단, 한 건만 검색되었으며, 과제명과 사업명 등에 대한 내용은 아래와 같음

<표 2.20> 국가 R&D 사업 중 도심 지하 철도 물류 관련 세부 과제

부처	사업명	연도	과제명
국토교통부	건설교통연구 기획사업	2011 ~2012	대심도 교통·물류 네트워크 구축 기술 기획

- 국토교통부의 ‘대심도 교통물류 네트워크 구축 기술 기획’의 과제는 다층형으로 서로 교차하는 지하 교통 네트워크인 지하도로, GTX 등을 구축하는 데 요구되는 핵심 전략 기술들을 개발하는 내용이기 때문에 본 연구과제와는 차이가 있음
- 세부사업 외에도 관련된 보고서들을 검색한 결과에 대한 내용은 다음과 같으며, 도심 내 철도를 이용한 공동물류시스템 개발을 진행한 연구는 부재하다고 볼 수 있음

<표 2.21> 관련 주요 보고서 및 연구목적

보고서명	저자, 연구기관, 발주기관	연구목적
수도권 도시물류 시설 효율성 강화 방안	서상범, 한국교통연 구원, 국토교통부	· 도심 고밀화의 지속, 소량·다빈도 운송 및 택배산업의 활성화 등 물류환경 변화로 도시 물류활동 비중증가 · 반면 도심 내 물류시설 부족, 여객통행 위주 교통계획 등 물류기반이 취약하여 도시 물류활동에 대한 비효율화 심화 · 그간, 물류정책은 수출입 및 지역간 물동량 처리를 위한 대규모 거점 시설 확충에 치중, 도시물류 개선 미흡 → 도심 내 물류시설의 체계적인 확충과 효율화를 통해 도시 물류 기능을 개선할 수 있는 종합적인 전략 마련 필요

2.3.2. 특허기술 분석

가. 특허 분석의 범위

- 본 연구 개발의 특허분석 범위는 Thomson Innovation의 분석 DB를 활용하였으며 1990년 1월 이후부터 출원공개 및 등록공고된 한국, 미국, 유럽, 일본, 중국을 분석대상으로 하였음

<표 2.22> 특허분석 기준

구 분	분석 기준				
특허검색 DB	Thomson Innovation				
검색국가	미국	유럽	일본	한국	중국
	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원
분석구간	1990년 1월 1일 이후				
검색범위	Title, Abstract, Claim				

- 특허 검색의 분석 대상에 대한 기술 분류는 다음과 같이 보다 세분화하였으며, 기술별 특허검색 조합식을 작성하여 대상특허건수를 분석한 결과 총 유효특허는 244건으로 분석되었음

<표 2.23> 기술별 특허 검색 조합식 및 대상특허건수

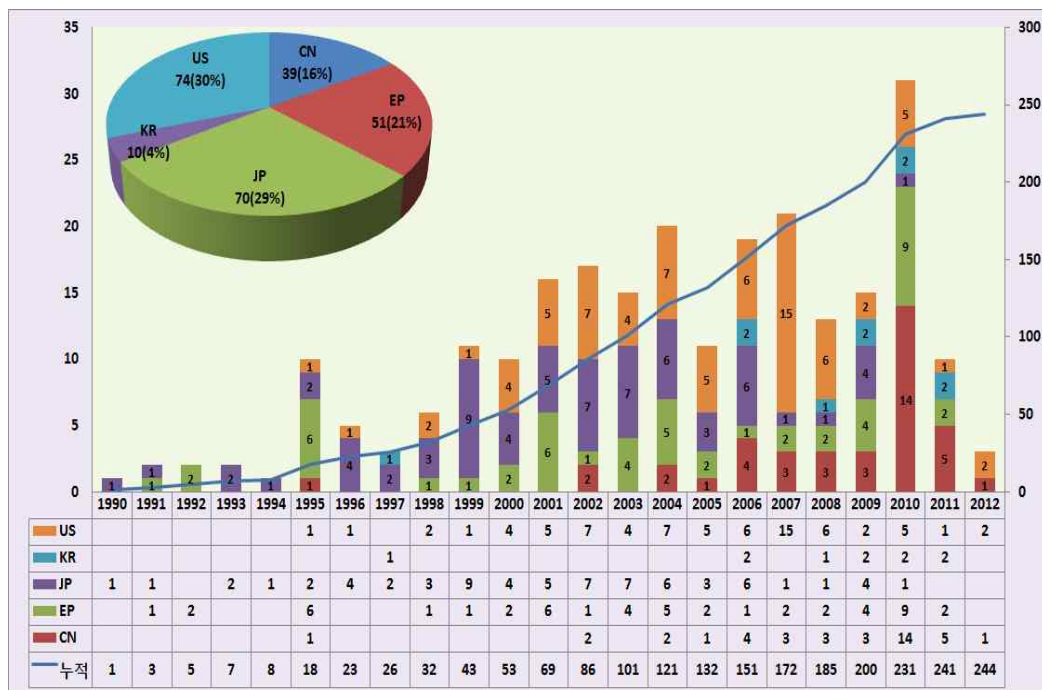
기술구분	검색 조합식	대상 특허건수
A. 도시철도 인프라기술		
AA. 차량기지 AB. 도심 역사 AC. 지상 출하장	ALL=((Logistics or forwarding or distribution)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=(depot or base or warehouse or station or infrastructure or (shipping adj point));	751건
B. 도시철도 차량기술		
BA. 상하역 적재 시스템	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=((auto or automatic) near2 (load* or unload* or positioning)) or palletizer);	42건
BB. 차량 개발	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=((cold adj storage) or freezing or refrigeration or frozen or chilled);	375건

기술구분		검색 조합식	대상 특허건수
BC. 화물 적재 최적화	BC. 화물 적재 최적화	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=((loading adj rate) or load* or capacity or carrying) near4 (optimiz* or optimum);	24건
	BD. 화물봉인 및 안전운송	CTB=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND TI=(seal or security or safety);	244건
	BE. 환경관리시스템 BF. 통합 제어시스템	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=((environment or integrated or consolidated) near4 (control or management));	90건
C. 규격화 및 이송시스템			
CA. 화물 규격화	CA. 화물 규격화	CTB=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=(transport* near3 (package or container));	224건
	CB. 화물 이송시스템 CC. 이송시스템 연계	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=((vertical* or horizontal*) near3 (transport or transfer));	54건
	CD. 모니터링	CTB=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=((monitoring or inspection or detection) near4 (information or data or datum));	142건
D. 배송시스템			
DA. 운송장비	DA. 운송장비	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND ALL=((electric or eco*friendly) near3 (cart or trolley or hand*truck or (hand adj carrier)));	29건
	DB. 배송계획 DC. 회수 물류시스템	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND ALL=((final or reverse) near4 (delivery or networks or routing));	110건
E. 운영시스템			
EA. 인터페이스	EA. 인터페이스	CTB=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=(interface or (mutual adj cooperation));	355건
	EB. 통합제어 및 성과관리	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND ALL=((performance near3 measurement));	32건

나. 특허 기술 동향

(1) 출원년도 및 국가별 특허출원 동향

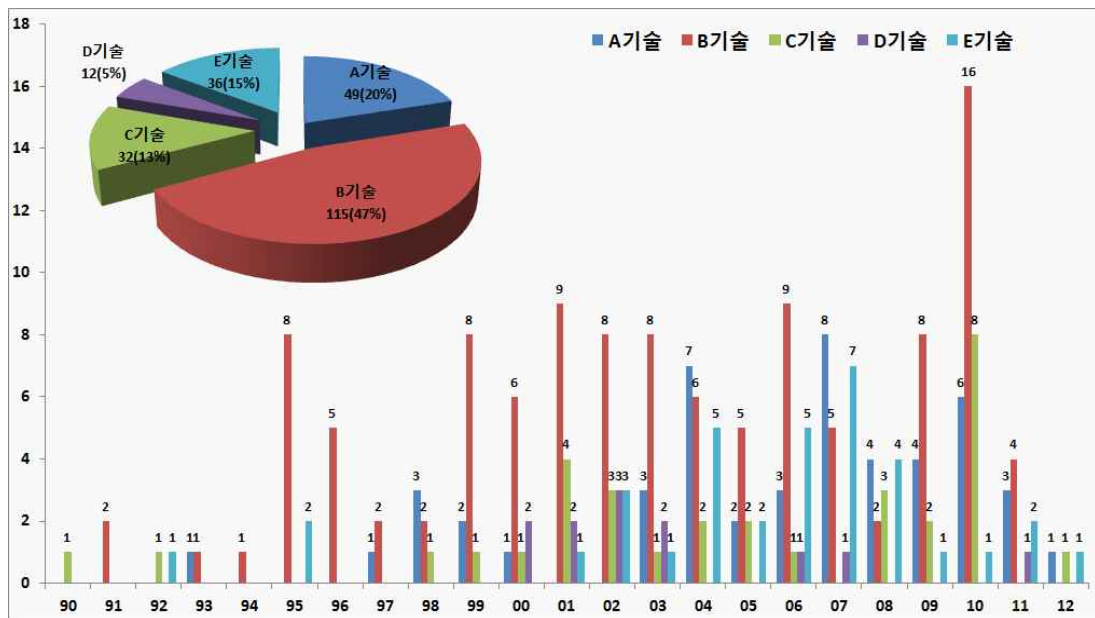
- 도심 내 도시철도 시설물을 이용한 도심물류 공동화 기술개발 분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면, 1990년부터 현재까지 총 244건의 유효특허가 출원되고 있으며, 2000년대 초반부터 국가별 年 평균 3~4건씩의 특허가 꾸준히 출원되고 있음
- 국가별 출원현황을 보면 미국이 30%로 최다 출원이며, 일본, 유럽, 중국, 한국의 순서로 출원이 이루어지고 있음
- 최다 출원국인 미국은 2007년 15건을 정점으로 특허출원이 다소 정체상태에 있는 반면, 중국은 전체 특허의 약 75%를 2007년 이후에 출원하고 있어 최근 기술 상승세가 매우 높게 나타나고 있음
- 우리나라는 출원 건수가 많이 미흡한 수준이지만, 최근 들어 특허가 지속적으로 출원되고 있어 관련 분야 관심이 증가하고 있다고 판단할 수 있음



<그림 2.16> 출원년도 및 국가별 출원추이

(2) 세부기술별 특허출원 동향

- 도시철도 차량기술(B기술) 분야가 특허 출원건수가 가장 많으며 최근에도 높은 수준의 특허 출원건수를 유지하고 있음
- 두 번째로 도시철도 인프라 기술(A기술) 분야에 대한 특허 출원이 많으며 철도 차량기지, 도심 역사 등과 관련된 인프라 개발 분야에 대한 관심이 지속적으로 유지되고 있는 것으로 판단됨
- 화물 규격화 및 이송시스템 기술(C기술) 분야는 A기술, B기술과 비교하여 특허 건수는 적은 편이지만, 2010년 8건 등 최근 상승세가 높게 나타나고 있으며 최근 Transportation container inspection system, Adjustable storage container 등에 대한 기술개발이 많이 이루어지고 있음

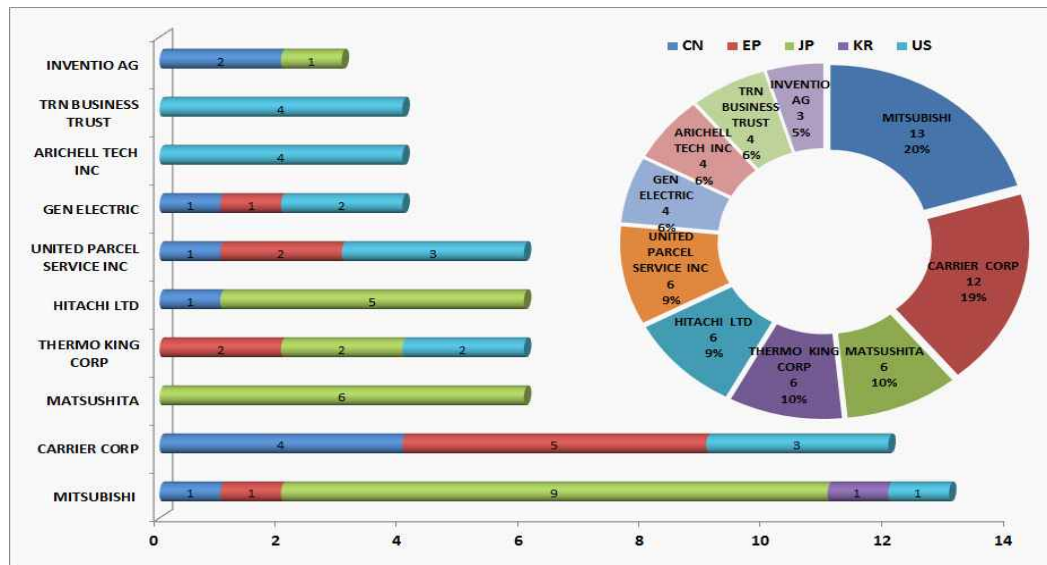


<그림 2.17> 세부기술별 특허출원동향

(3) 주요 출원인 분석

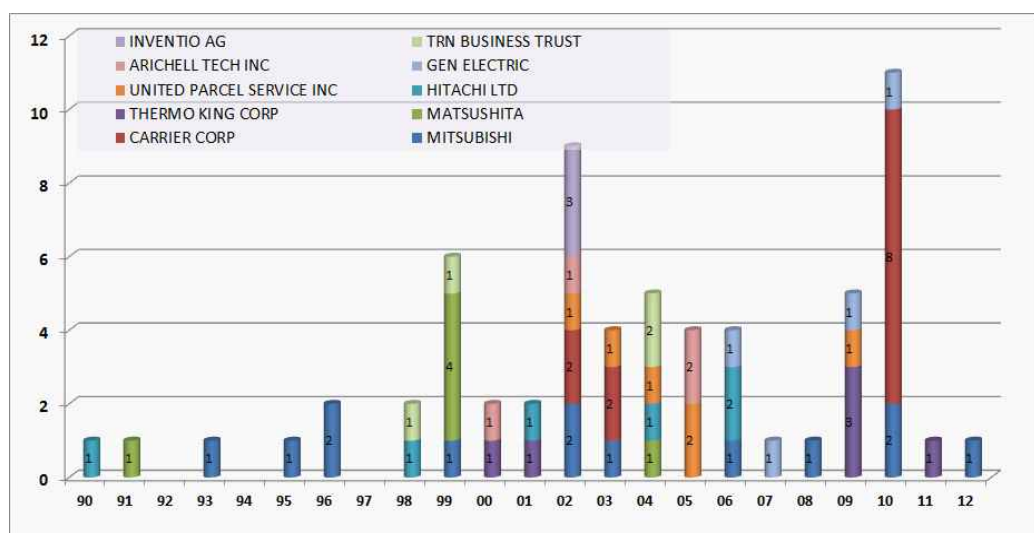
- 도심 내 도시철도 시설물을 이용한 도심물류 공동화 기술 분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, 日 MITSUBISHI, MATSUSHITA, 美 CARRIER CORP, THERMO KING CORP 등의 회사들이 출원을 많이 하고 있음

- 특허 출원 성향을 보면 일본 기관들은 대부분 자국을 중심으로 특허를 출원하고 있는 반면, 미국 업체는 자국뿐 아니라 유럽, 중국, 일본 등에 다양하게 출원하고 있음



<그림 2.18> 주요 출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허출원을 보면 최다 출원인인 MITSUBISHI는 꾸준히 특허를 출원하고 있는 반면, CARRIER CORP는 최근 급격하게 많은 특허를 출원하고 있음을 알 수 있음

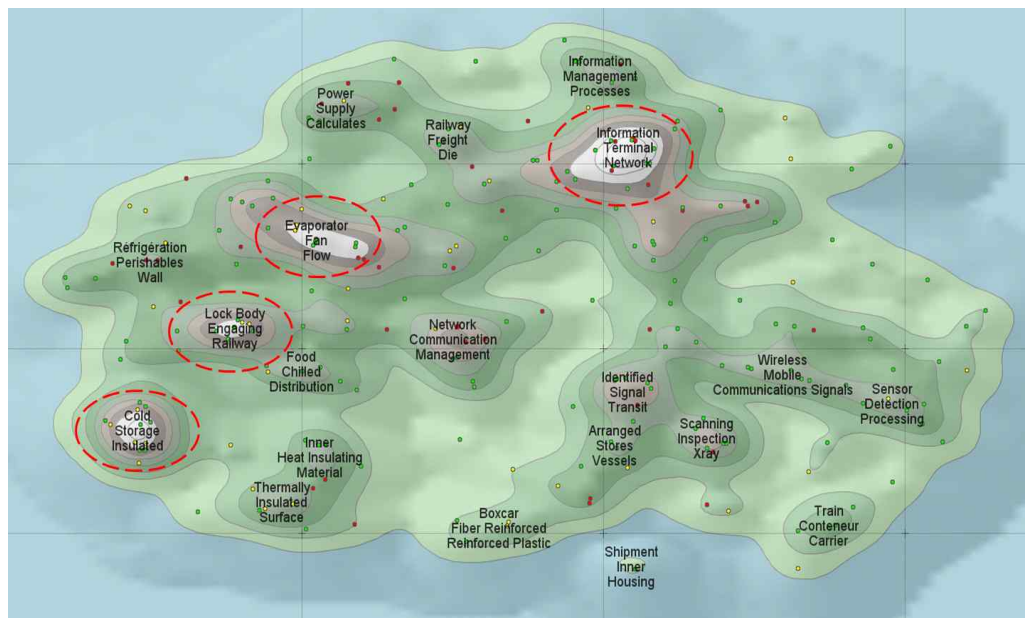


<그림 2.19> 연도별 주요 출원인 동향

(4) 기술분야 특허 분포도

(가) Text mining을 통한 특허 분포

- 도심 내 도시철도 시설물을 이용한 도심물류 공동화 기술관련 검색결과 결과 2,472건 중 검색 특허 중 최종 244건의 유효 특허기술이 분포함
- 등고선 꼭지점이 높은 Cold Storage Insulated, Lock body Engaging Railway, Evaporator Fan Flow, Information Terminal Network 등 4개 기술에 특허가 많이 분포하고 있어 관련 분야가 기술 집중도가 높은 기술임을 알 수 있음
- 특허 최근 특허기술 분석결과 Adjustable storage container for storing vials for long term use, railway loading and unloading vehicle of 3G remote video transmission system 등이 많이 나타나고 있어 관련기술이 최근 동향임을 알 수 있음



<그림 2.20> 특허 등고선 맵

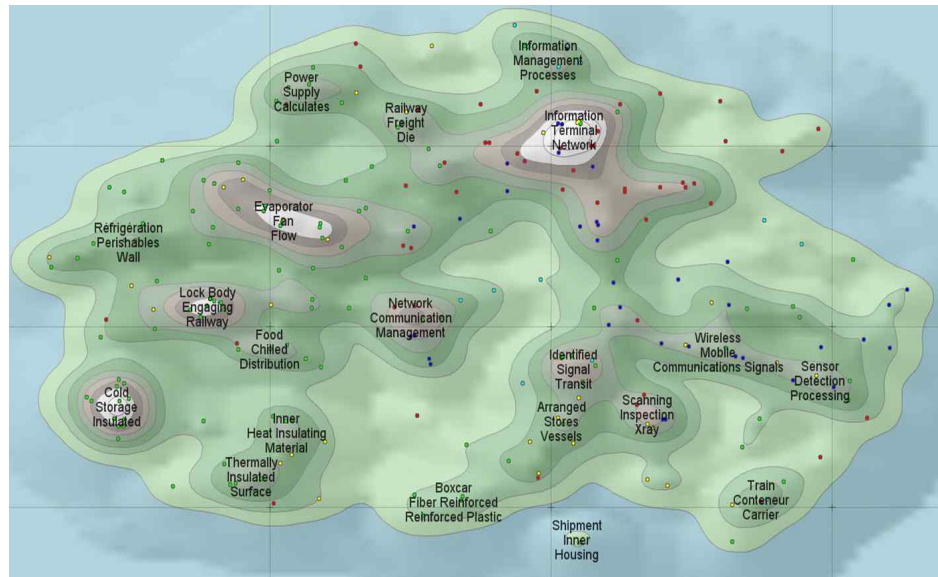
주: ● 2010년 이후, ● 2000-2009, ● 1990-1999

(나) 핵심기술(중분류 기준)을 통한 특허 분포

- 도시철도차량 수송시스템 기술(B기술) 분야의 경쟁이 치열하며, 美 CARRIER

CORP, 日 MITSUBISHI, MATSUSHITA 등이 관련 기술을 주도하고 있음

- 한국철도기술연구원(KRRI)은 도시철도 인프라 기술(A기술), 도시철도 차량기술(B기술)에 각 1건씩 총 2건의 관련 특허를 보유하고 있는 것으로 나타나 향후 관련분야 기술개발이 시급한 것으로 판단됨



<그림 2.21> 세부기술별 특허 등고선 맵

주: ■ A기술(인프라기술), ■ B기술(차량기술), ■ C기술(화물 이송기술), ■ D기술(배송시스템기술), ■ E기술(공동물류시스템 운영관리기술)

(5) 주요 핵심특허 분석

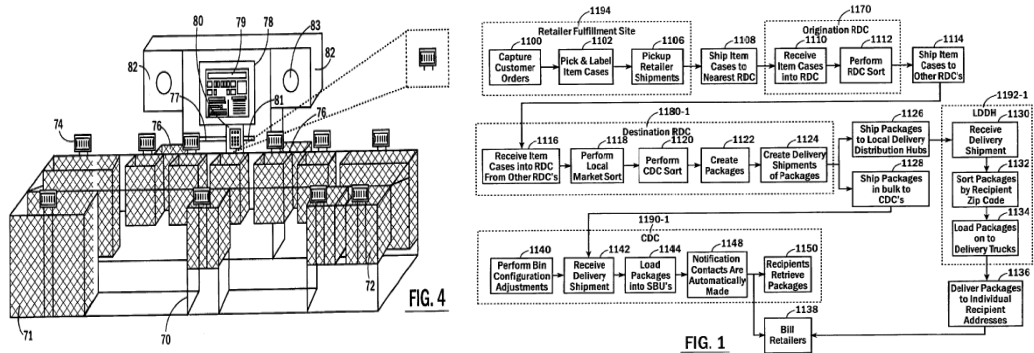
- 효율적인 화물수송 및 보관을 위한 방법(장치)에 대한 BREAKTHROUGH LOGISTICS CORP(미국)의 등록특허 US6974928B2 건의 피인용 건수가 68건으로 가장 많고, 다음으로 화물수송차량의 최적용량에 대한 ARICHELL TECH INC의 미국특허가 피인용건수가 많음
- 기타 컨테이너 온도조절, 화물 추적시스템 등과 관련된 특허들이 피인용 건수가 많으며, 이러한 특허들을 중심으로 주요 특허를 선정하여 핵심특허 권리 분석을 할 수 있음

<표 2.24> 주요 핵심특허 현황

공개번호	발명의 명칭	출원인 정리	피인용수 (Forward)
US6974928B2	Method and apparatus for efficient package delivery and storage	BREAKTHROUGH LOGISTICS CORP	68
US6937992B1	Transport vehicle capacity maximization logistics system and method of same	ARICHELL TECH INC	56
US6825766B2	Industrial data capture system including a choke point portal and tracking software for radio frequency identification of cargo	GENEI IND INC	56
US6138580A	Temperature controlled composite boxcar	TRN BUSINESS TRUST	38
US6367391B1	Railway car with composite box structure formed from molded components	TRN BUSINESS TRUST	21
US20040226309A1	Temperature controlled, pallet-sized shipping container	BROUSSARD K W	20
US5660057A	Carbon dioxide railroad car refrigeration system	TYREE L	19
US6550829B1	Cargo security seal	DOBSON DEWAYNE L	17
US20010035410A1	Freight container, system, and method for shipping freight	FEDERAL EXPRESS CORP	15
US6508076B1	Duct system for temperature-controlled cargo containers	THERMO KING CORP	15

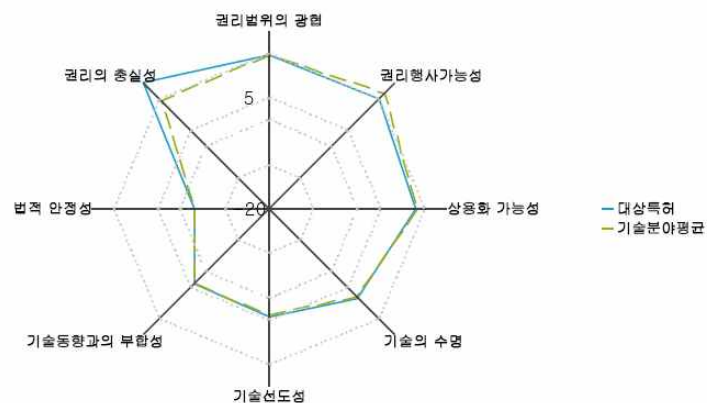
- 피인용수가 가장 많은 BREAKTHROUGH LOGISTICS CORP의 미국 등록특허 US6974928B2 건은 저장소나 받는 사람이 물품의 셀프 서비스 검색을 용이하게 하기 위해 자동화 된 스토리지 시스템에 관한 특허임
- 2001년 3월 16일 출원 후 PCT 출원 등록 되어 있으며 패밀리 특허 수 20여개로 향후 연구 분야 설정 또는 침해대상특허 조사 등에 있어서 미국특허를 면밀히 검토하는 것이 필요함
- 특허청 발명진흥회의 특허분석 평가시스템(SMART3)를 활용하여, 미국 등록특허 US6974928B2에 대해 상세분석한 결과, 종합평가점수가 75.9 점으로 AAA로 평가되었음
 - 전체 미국 등록특허 中 상위 2.9%에 위치하는 우수특허임. 특히 명세서가 풍부하게 작성되어 있으며, 청구항 수가 45개로 많아 다양한 기술적 관점을 권리화하였음.

- 미국 內 패밀리특허가 7건, 미국 外의 해외 패밀리특허가 13건으로 시장확보력도 높게 평가됨
- 권리성 31.3점, 기술성 16.7점, 활용성 27.9점으로 전기/전자/IT의 평균인 권리성 24.8점, 기술성 15.1점, 활용성 28.3점에 비하여 권리성과 기술성이 높게 평가되었으며 활용성은 상대적으로 낮게 평가됨



<그림 2.22>> 핵심특허 도면

평가지표	점수	등급	대분류(전기/전자/IT)			중분류(전기/전자/IT)			소분류(컴퓨터기술)		
			백분위(%)	평균	표준편차	백분위(%)	평균	표준편차	백분위(%)	평균	표준편차
권리성 (40점)	31.3	AAA	0.7	24.8	2.6	0.7	24.8	2.6	1.2	24.8	2.6
기술성 (20점)	16.7	AA	7.1	15.1	0.9	7.2	15.1	0.9	8.3	15.1	1.0
활용성 (40점)	27.9	B	63.5	28.3	1.6	63.4	28.3	1.6	59.6	28.3	1.7
총점 (100점)	75.9	AAA	2.9	68.2	3.9	2.9	68.2	3.9	4.3	69.2	4.0



※ 백분위(%) : 동일한 기술분야내에서 평가 점수별 순위에 대한 백분위 상의 위치

<그림 2.23> 핵심특허(US6974928B2) 평가 결과

(6) 특허 분석 결론

- 도심 내 도시철도 시설물을 이용한 도심물류 공동화 기술 분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면, 1990년부터 현재까지 총 244건의 특허가 출원되고 있으며, 미국이 74건(30%)로 최다 출원 국가이며, 일본이 70건(29%)로 이 분야 기술을 선도하고 있음
- 특허 출원 상위 출원인을 분석한 결과, 日 MITSUBISHI, MATSUSHITA, 美 CARRIER CORP, THERMO KING CORP 등의 회사들이 출원을 많이 하고 있음.
- 대체로 일본기업들이 대부분 자국을 중심으로 특허를 출원하고 있는 반면, 미국 업체는 자국뿐 아니라 유럽, 중국, 일본 등에 다양하게 출원하고 있음
- 미국은 특허출원 건수뿐만 아니라, 시장 확보력을 의미하는 해외 Family Patent 수도 가장 많고, 피인용수도 가장 높아 원천특허의 비율이 가장 높게 나타나고 있음
 - 이에 따라 다른 국가보다 월등히 높은 기술력지수를 보여주고 있어 미국 특허가 量的·質的으로 가장 경쟁력이 높은 것으로 판단되며, 미국 특허를 중심으로 세부 선행기술에 대한 분석이 필요함
- 한국의 경우 특허건수, 시장확보력, 인용도 등 기술영향력 등 대부분의 지수에서 가장 낮은 수준을 보이고 있어, 관련 분야 기술의 고도화가 시급히 요구되는 상황임
- 이상의 전체 기술에 대한 특허분석을 근거로 하여 보다 핵심기술에 대해서는 추가적인 상세 분석¹³⁾을 실시하였으며, 그 결과는 부록에 수록하였음
 - 도시철도 차량의 화물 반출/반입을 위한 연결장치
 - 철도 차량 내 화물 적재 기술
 - 대상화물의 단위화를 위한 패키징 기술
 - 수평 및 수직 화물 이송시스템 기술

13) 국토교통과학기술진흥원의 요청에 따라 한국지식재산전략원에 의뢰하여 수행하였음

2.3.3. 논문 분석

가. 논문 분석의 범위

- 논문 분석의 기준은 다음과 같음

<표 2.25> 논문 분석 기준

구 분	분석 기준
논문검색 DB	Web of Science, Thomson Innovation
분석구간	1990.01.01. ~ 2013.5.13
검색범위	Title, Abstract

- 논문 검색의 분석 대상에 대한 기술 분류는 다음과 같이 특허분석과 동일하게 설정하여 분석하였음

<표 2.26> 기술별 논문 검색 조합식 및 대상논문건수

기술구분	검색 조합식	대상 논문건수
A. 도시철도 인프라기술		
AA. 차량기지 AB. 도심 역사 AC. 지상 출하장	ALL=((Logistics or forwarding or distribution)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CIB=(depot or base or warehouse or station or infrastructure or (shipping adj point));	583건
B. 도시철도 차량기술		
BA. 상하역 적재 시스템	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CIB=((auto or automatic) near2 (load* or unload* or positioning) or palletizer);	15건
BB. 차량 개발	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CIB=((cold adj storage) or freezing or refrigeration or frozen or chilled);	70건
BC. 화물 적재 최적화	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CIB=((loading adj rate) or load* or capacity or carrying) near4 (optimiz* or optimum);	127건
BD. 화물봉인 및 안전운송	CIB=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj	83건

기술구분	검색 조합식	대상 논문건수
BE. 환경관리시스템 BF. 통합 제어시스템	car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND TI=(seal or security or safety);	
	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=((environment or integrated or consolidated) near4 (control or management));	286건
C. 규격화 및 이송시스템		
CA. 화물 규격화	CTB=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=(transport* near3 (package or container));	86건
CB. 화물 이송시스템 CC. 이송시스템 연계	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=((vertical* or horizontal*) near3 (transport or transfer));	87건
CD. 모니터링	CTB=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=((monitoring or inspection or detection) near4 (information or data or datum));	28건
D. 배송시스템		
DA. 운송장비	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND ALL=((electric or eco*friendly) near3 (cart or trolley or hand*truck or (hand adj carrier)));	30건
DB. 배송계획 DC. 회수 물류시스템	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND ALL=((final or reverse) near4 (delivery or networks or routing));	68건
E. 운영시스템		
EA. 인터페이스	CTB=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND CTB=(interface or (mutual adj cooperation));	178건
EB. 통합제어 및 성과관리	ALL=((Logistics or forwarding or distribution or freight or cargo or goods)) near4 ((railway or railroad or locomotive or train*1 or (rail adj car) or transit or tram or (rolling adj stock) or train or (urban adj rail*) or subway or metro))) AND ALL=((performance near3 measurement));	98건

나. 논문 기술 동향

(1) 연도별 논문 발표 추이 및 주요등재저널 동향

- 도시철도 차량기술 분야(B기술)의 논문이 가장 많이 발표되고 있으며, 그 다음으로 도시철도 인프라 기술(A기술) 부분이 많이 발표되고 있음
- 나머지 분야의 논문발표는 도시철도 차량기술 분야와 도시철도 인프라 기술 분야에 비해 상대적으로 매우 적지만, 최근 화물 규격화 및 이송시스템 기술 분야(C기술)에서 논문발표가 꾸준히 증가하고 있는 추세임
- 저널별 논문현황을 보면 유럽 ELSEVIER SCIENCE BV, 미국 IEEE-INST ELECTRICAL ELECTRONICS 등 유럽과 미국의 저널에서 많은 논문이 발표되고 있음

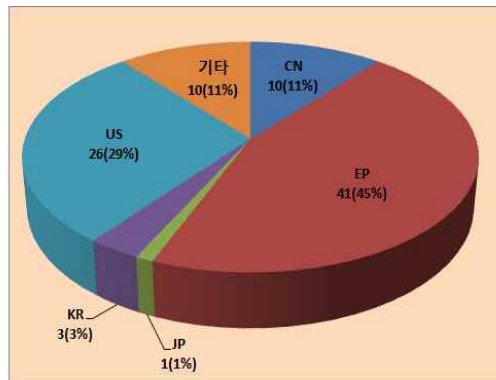


<그림 2.24> 연도별 논문 발표 추이 및 주요 등재 저널

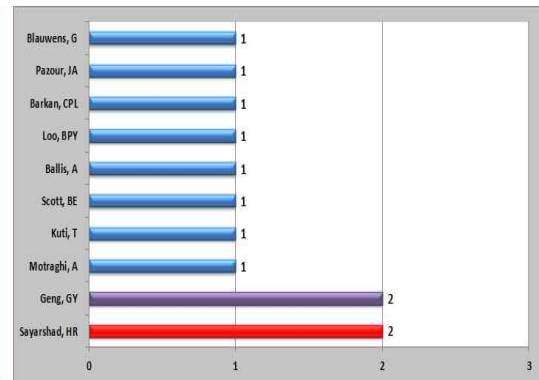
(2) 국가별, 주요연구기관, 주요저자 분석

- 도심 내 도시철도 시설물을 이용한 도심물류 공동화 기술개발 분야 논문은 대부분 유럽과 미국의 기관에서 발표되고 있으며, 중국, 일본, 한국 등 아시아지역은 논문실적이 낮은 상황임
- 또한, 논문 발표 주요저자 분석 결과 인도 Mazandaran Univ Sci & Technol의 Sayarshad, HR 박사, 중국 Chinese Acad Sci, Geng, GY박사가 각각 2건으로

최다저자로 나타남

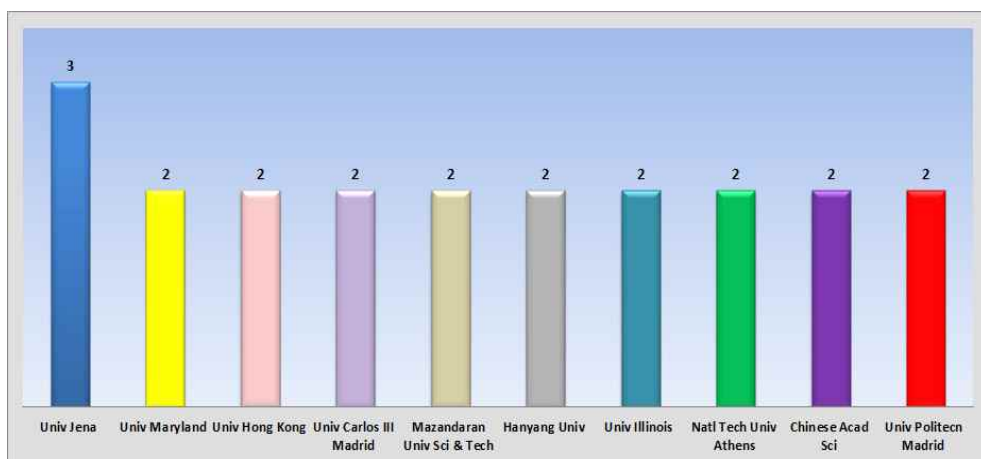


<그림 2.25> 논문 발표 주요 국가



<그림 2.26> 논문 발표 주요 저자

- 주요 연구기관별 논문분석 결과, 이 분야 최다 연구기관은 독일의 Univ Jena로 3건이며, 미국 Univ Maryland, 중국 Univ Hong Kong 등이 2건으로 관련 기술을 선도하고 있음



<그림 2.27> 논문 발표 주요 연구기관

(3) 주요 핵심논문 분석

- 도시/지역 간 공산품에 대한 운송비용 감소와 관련된 Harvard大 Glaeser, EL 교수의 논문이 피인용 89건으로 가장 많음
- 기타 물류공급관리 모델, 컨테이너 물류 최적화, 도로/철도 운송의 위험도 분석 등과 관련된 논문이 피인용수가 높은 것으로 보아 핵심 논문 분야로 파악됨

<표 2.27> 주요 피인용 논문 현황

번호	논문 제목	저널명	발표년도	피인용수
1	Cities, regions and the decline of transport costs	SPRINGER-VERLAG	2004	89
2	Managing supply chain inventories: A multiple retailer, one warehouse, multiple supplier model	ELSEVIER SCIENCE BV	1999	70
3	Performance metrics in supply chain management	PALGRAVE PUBLISHERS LTD	2003	67
4	Railway timetabling using Lagrangian relaxation	OPERATIONS RESEARCH SOC AMER	1998	40
5	A fault diagnosis expert system for distribution substations	IEEE-INST ELECTRICAL ELECTRONICS ENGINEERS INC	2000	37
6	Generating scenarios for simulation and optimization of container terminal logistics	SPRINGER-VERLAG	2004	32
7	COOPERATIVE WORK AND DECISION-MAKING IN EMERGENCY MANAGEMENT	UNIV FRANCE	1993	29
8	Spatial distribution of particulate matter (PM10 and PM2.5) in Seoul Metropolitan Subway stations	ELSEVIER SCIENCE BV	2008	23
9	Improved empty freight car distribution	OPERATIONS RESEARCH SOC AMER	1998	21
10	RISK ANALYSIS OF THE TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS BY ROAD AND RAIL	ELSEVIER SCIENCE BV	1993	20

- 최근 3년 내 발표 논문 중 피인용수가 높은 논문(Hot Paper)을 보면 철도화물 스케줄링, 철도네트워크 트래픽 최소화, 도시화물 운송 분석 등의 연구내용이 주로 발표되고 있어 관련 분야 연구가 최근 주목받고 있는 분야임

<표 2.28> 3년 내 발표논문 중 피인용수 높은 논문(Hot Paper) 현황

번호	논문 제목	저널명	발표년도	피인용수
1	Scheduling Freight Trains in Rail-Rail Transshipment Yards	INFORMS	2011	3
2	Intermodal Container Flow Simulation Model and Its Applications	NATL ACAD SCIENCES	2011	3
3	Traffic optimization in railroad networks using an algorithm mimicking an amoeba-like organism, Physarum plasmodium	ELSEVIER SCI LTD	2011	2
4	Analysis of urban freight by rail using event based simulation	ELSEVIER SCIENCE BV	2012	2
5	An Investigation of Container Train Service Provision and Load Factors in Great Britain	EDITORIAL BOARD EJTIR	2011	1

(4) 논문 분석 결론

- 도심 내 도시철도 시설물을 이용한 도심물류 공동화시스템 기술 분야의 전체적인 논문동향을 살펴보면, 1990년부터 현재까지 총 97건의 SCI 논문이 발표되고 있으며, 미국과 유럽의 기관에서 전체 논문의 74%를 발표하고 있음
- 매년 논문발표가 증가추세에 있는 것을 볼 때, 전세계적으로 기술개발에 대한 관심이 증가하고 있는 것으로 보여지며, 네덜란드 ELSEVIER SCIENCE BV, 영국 PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD 및 ELSEVIER SCI LTD 저널을 통해 가장 많은 논문이 발표(39건)되고 있음. 이 분야 최다 연구기관은 독일 Univ Jena로 3건을 발표하였으며, 미국 Univ Maryland 등이 2건의 논문을 발표하고 있음
- 피인용도가 높은 핵심이 되는 논문을 많이 발표하고 있는 저널로서, 미국 SPRINGER-VERLAG, 네덜란드 ELSEVIER SCIENCE BV, 영국 ELSEVIER SCI LTD 등의 저널에 발표된 논문을 중심으로 선행기술을 우선 검토할 필요가 있음

2.4. 기술수준 분석

- 국내·외 연구기관 및 공공기관과 자동화장비 제작회사 등의 연구개발을 위한 인프라를 구분하여 정리하면 다음과 같으며, 주요 기관별 사업 및 연구에 대한 내용도 제시하였음

<표 2.29> 국내외 연구개발 인프라 개요 정리

구분	연구기관	도시철도 운영기관	협회	수직·수평 이송장비 제작회사	철도차량 제작회사
국내	한국철도기술연구원 한국해양수산개발원 한국교통연구원 한국전자통신연구원 한국개발연구원 국토연구원 한국기계연구원 산업연구원 교통물류연구원 삼성경제연구소 LG경제연구원 현대경제연구원 한진물류연구원 한국물류정보통신	서울메트로 서울도시철도공사 한국철도공사 부산교통공사 광주도시철도공사 대전도시철도공사 대구도시철도공사 인천메트로	한국통합물류협회 (기업물류연구팀) 한국물류산학연합회 한국 파렛트 컨테이너 협회 한국항만물류협회 한국해운물류협회 한국무역협회 (국제물류지원단) 한국국제물류협회 물류산학연합회	경원기계 동부콘베어시스템 보우시스템 은성 인더스코리아 대명 콘베어 시스템 현대 엘리베이터 신흥기계 신성 FA 한국콘베어공업 조신시스템 우양산기 대농엔지니어링	현대로템 로윈 우진산전 SLS 중공업 성신산업 디자인리미트 태양중공업
국외	일본 로지스틱스 협회 일본 신카이 교통시스템 대만 물류협회 중국 물류연맹 중국 물류협회 유럽 물류협회 캐나다 전문 물류센터 물류국제사회 싱가포르 물류협회			Hokusho Okura Pesmel Joloda Daifuku Vanderlande Industries B.V Ancra	중국남차 고빈유한공사 봄바르디어 중국북차 집단 알스톰 지멘스 트렌스마 쉬홀딩 CAF 가와사키 중공업 제너럴 일렉트릭 운수부문

2.4.1. 연구기관

가. 한국철도기술연구원(녹색교통물류시스템공학연구소)

○ 설립목적

- 첨단 및 핵심 원천기술에 대한 개발을 통한 철도교통물류분야의 신성장 동력 창출

○ 주요기능

- 차세대 철도시스템 및 대중교통시스템 연구개발
- 철도부문 핵심원천 기술에 대한 연구개발
- 차세대 대중교통시스템 기술 개발
- 초고속 철도 및 안전 기반 기술 개발
- 철도 친환경 및 에너지 기술 개발
- 신에너지 바이모달 수송시스템 기술 개발
- 차세대 첨단 도시철도 시스템 기술 개발
- 무가선 저상트램 시스템 개발

○ 관련사업 및 연구

- 국가물류표준화 관련 기술개발 및 실용화
- 국가물류시스템 및 산업의 효율화와 첨단화에 관한 연구 및 기술개발
- 국가물류정책 수립에 관한 연구
- 교통, 물류, 환경 분야에 대한 융복합 연구

나. 한국교통연구원(물류정책·기술본부)

○ 설립목적

- 교통정책 기술을 연구 및 개발하고 이에 관련된 국내외 각종 정보를 수집, 조사, 분석하여 교통 분야 발전에 기여함
- 국가경쟁력 제고를 위하여 지속가능한 교통체계 추진 정책을 제시하고 교통

관련 기초자료의 구축 및 핵심기술 개발을 통한 교통산업 발전을 도모함

○ 주요기능

- 국가의 신성장동력으로 저비용 고효율의 첨단화된 녹색물류체계 구축을 통해 제조업, 유통업, 농·수산업 등 우리나라 주요 산업의 국제경쟁력이 한 단계 발전할 수 있는 국가 물류정책 수립 전반에 관한 연구를 수행
- 물류기술 및 물류시장 선진화 기반을 조기에 확립하고 국가경쟁력을 강화시키기 위한 연구를 수행

○ 관련사업 및 연구

- 친환경 녹색물류 정책개발
- 녹색교통 중심의 미래도시 개발전략과 추진방안 연구
- 화물운송시장 및 물류기술개발 동향 분석 및 제공
- 정보화 및 표준화 사업 연구

다. 한국해양수산개발원

○ 설립목적

- 해양, 수산 및 해운항만과 관련하여 종합적·체계적으로 조사 및 연구하고 각종 동향과 정보를 신속히 수집·분석·보급함으로써 해양, 수산 및 해운항만 분야의 발전에 기여함

○ 주요기능

- 항만에서의 재해 및 재난영향과 대응 방안 연구
- 연안해상 교통 온실가스 인벤토리 구축방안 연구
- 항만 하역 및 안전관리 선진화 방안 연구
- 항만배후단지 수요 산정을 위한 원단위 산출 연구
- 선박 공급 과잉시대의 해운기업 경영전략 연구

○ 관련사업 및 연구

- 항만물동량 추정 및 항만시설수요 산정
- 항만물류정보화(Port-MIS, RFID, SP-IDC 등)
- 제3자 물류기업 육성 및 SCM
- 세계 해운시황 관련 정보 및 동향 분석
- 항만물류기술정책, 항만 및 화물 보안

2.4.2. 도시철도 운영기관 및 기타 단체

가. 서울 도시철도공사

○ 설립목적

- 서울특별시 지하철 5,6,7,8호선의 운영으로 도시교통의 발전과 안전하고 신속한 대중교통수단을 제공하여 시민의 복리 증진에 기여함
- 경영혁신을 통하여 보다 양질의 서비스를 제공하는 새로운 지하철 문화를 창출

○ 사업영역

- 재해&사고의 신속 정확한 대응
- 시설&전동차 노후화 근원적 개선
- 신뢰성분석 & 정비 강화로 선제적 대응
- 서비스 고도화를 위한 VOC 분석적 접근
- 과학적 관리로 클린 환경 업그레이드
- 운수&부대사업 강화를 통한 수익향상
- 신사업 & 해외진출 등 수익모델 발굴 확대
- 기술&업무혁신으로 생산적 비용절감
- 인적역량 강화로 미래 성장동력 확보

○ 관련사업

- 운수사업 추진
- 온실가스·에너지 목표관리제 추진

- 수송효율 극대화를 위한 열차운행

나. 한국통합물류협회(기업물류연구팀)

○ 설립목적

- 해양, 수산 및 해운항만과 관련하여 종합적·체계적으로 조사 및 연구하고 각종 동향과 정보를 신속히 수집·분석·보급함으로써 해양, 수산 및 해운항만 분야의 발전에 기여함

○ 주요기능

- 물류산업과 물류기업 기초 자료 수집 및 분석
- 기업의 경영혁신과 경쟁력 강화를 위한 제도 개선방안 연구
- 공공기관, 산업계, 협회 회원사의 수탁과제 연구
- 기업물류 성공 사례 제공 및 홍보

○ 관련사업 및 연구

- 기업물류 현황파악을 위한 기초자료와 통계자료 조사 및 분석
- 제3자 물류의 보급 및 활성화 방안 연구
- 국내외 선진 물류기업 벤치마킹 사례 연구
- 대형물류거점시설(SOC)의 개발 및 운영에 관한 연구
- 물류시설 관련 단체표준 제정을 통한 물류시설 표준화 활동 연구

2.4.3. 수직·수평 이송장비 및 철도 차량 제작회사

가. 현대로템

○ 설립목적

- 해양, 수산 및 해운항만과 관련하여 종합적·체계적으로 조사 및 연구하고 각종 동향과 정보를 신속히 수집·분석·보급함으로써 해양, 수산 및 해운항만 분야의 발전에 기여함

○ 사업영역

- 철도차량의 핵심 전장품인 열차종합제어관리장치(TCMS), 견인전동기, 추진 제어장치, 보조전원장치 등 생산
- 시스템 턴키 공급 및 운영유지보수 역량 구축
- 지상무기체계 연구개발 및 생산 체계 구축
- 제철설비사업, 환경오염 방지 및 폐기물 처리 등의 환경설비사업
- 에너지자원고갈 및 지구 환경오염 문제 등의 풍력발전설비 사업

○ 관련사업

- 철도 차량 시스템 성능 및 인터페이스
- 시스템 통합 시험 및 검증
- 조달관리
- 시스템 유지보수
- 소음 및 진동관리

나. 로윈

○ 설립목적

- 친환경적이고 녹색성장산업인 철도차량의 기술 개발 및 제작으로 녹색 신교통 문화에 기여하고 특히 모노레일 사업을 필두로 친환경적 미래 신교통 차량의 첨단 기술 개발 및 제작을 선도함

○ 사업영역

- 화차 및 관광용 특수 객차 제작 사업
- 노후화된 디젤 기관차 차체, 엔진, 전기장치, 대차 등의 개선 사업
- 전동차 개발 및 제작 사업
- EMU 리엔지니어링을 통한 전동차 개조 사업
- 경제성, 친환경성, 안전성, 편의성을 고려한 모노레일 사업
- 관련사업 및 연구

- EMU 개조 또는 기존 M, T차를 MC, TC 차량으로 시스템 개조
- 철도 화물 수송에 용이한 화차 제작

다. 현대엘리베이터(물류자동화시스템)

○ 설립목적

- 엘리베이터, 에스컬레이터, 무빙워크 등 승강기 부문을 비롯해 주차설비, 물류자동화시스템, PSD(승강장스크린도어)등으로 최고의 이동효율을 창출하는 종합 솔루션을 제공하기 위함

○ 사업영역

- 초고층 자동창고, 수동 Rack, 입출고 RTV 등의 시스템을 갖추고 통합물류정보시스템을 구축하여 식료품의 보관, 배송 등을 효율적으로 운영하는 자동창고 시스템 사업
- 집객 랙, 날본 분류기, 박스분류기 등을 갖추고 통합물류정보시스템을 구축하여 출판물의 보관, 배송, 반품, 유통정보를 체계적으로 관리하는 물류센터 사업
- 종합물류 IT컨설팅, 항공물류시스템, 공정물류 자동화시스템 등의 사업

○ 관련사업 및 연구

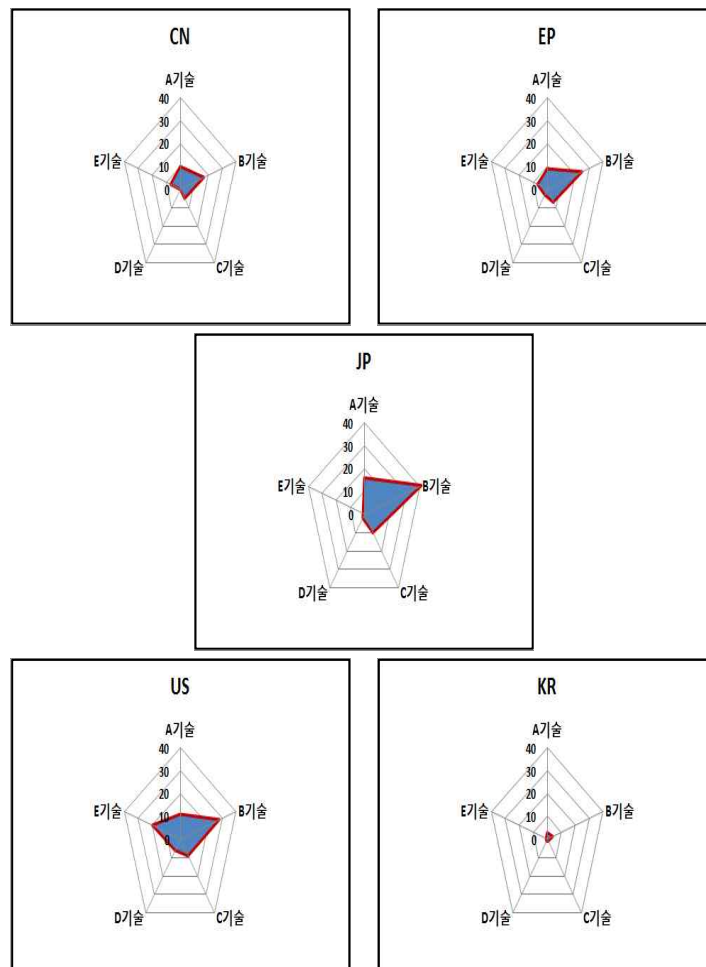
- 물동량에 대한 고속 처리로 신속한 공정 연계가 가능하며, 신뢰도가 높은 장비 선정으로 안정적인 시스템 운영 기능과 3차 시뮬레이션을 통한 최적 운영방안 및 장비 대수를 산정하는 공정물류자동화 시스템 사업
- 소팅시스템을 비롯한 생필품에서 의약품, 도서, 택배 화물, 의류 등의 물류센터 구축 경험으로 효율적이고 경쟁력 있는 센터 구축 사업
- Machine Control, Machine Status, Layout Description 등의 물류와 관련된 모든 IT컨설팅과 시스템 구축 서비스 사업

2.4.4. 기술수준 분석

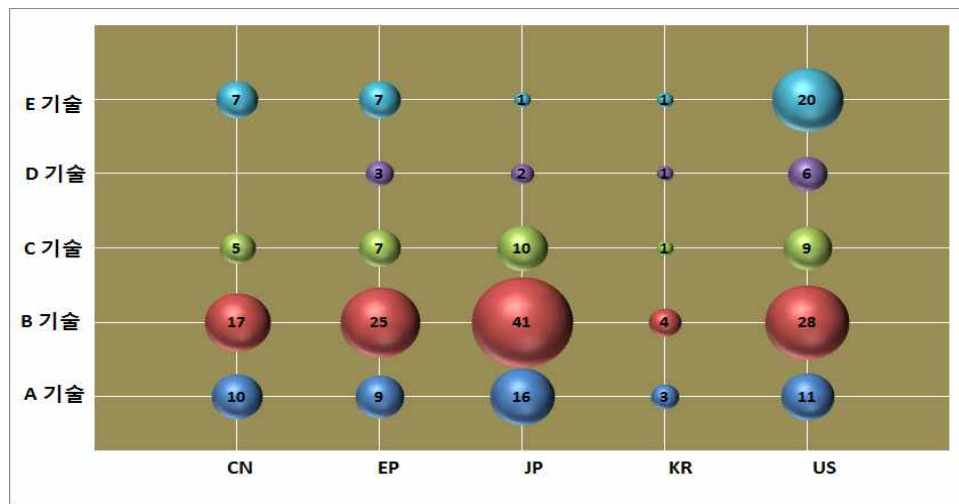
- 기술수준 분석은 국가별로 기술 분포를 알아보고, 국가별로 특허분포 지수분석을 통해 파악하였음

가. 국가별 기술 분포

- 출원국가별 세부기술 특허분포를 살펴본 결과 미국은 전반적으로 모든 기술분야에 높은 수준의 특허를 보유하고 있으며, 특히 운영시스템 기술(E기술)이 다른 나라에 비해 높게 나타나고 있음
- 일본은 도시철도 차량기술(B기술)에 대한 집중도가 높게 나타나고 있는 반면, 운영시스템 기술분야(E기술)는 낮게 나타나고 있음
- 한국의 경우 모든 분야에서 특허가 가장 낮은 수준으로, 향후 기술 확보가 시급한 상황으로 판단됨



<그림 2.28> 국가별 기술분포(방사형)

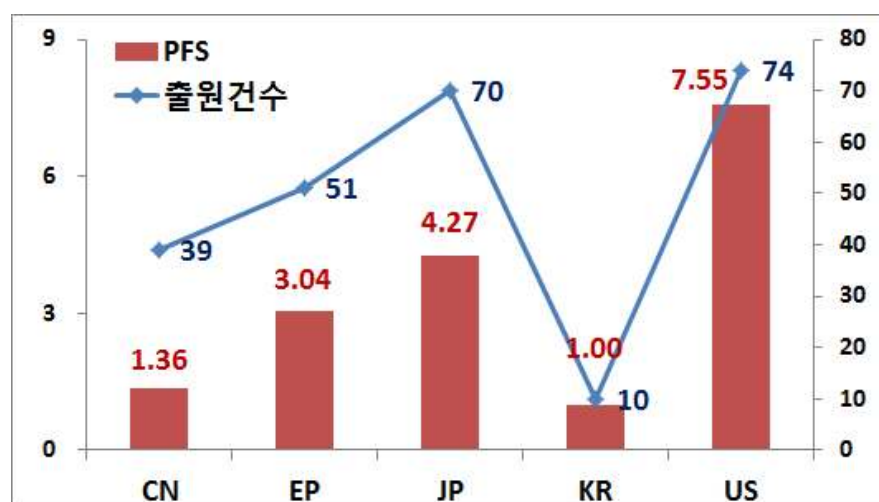


<그림 2.29> 기술별/국가별 기술분포(버블형)

나. 국가별 특허분포 지수분석

(1) 시장확보지수 (PFS : Patent Family Size)

- 특정 국가에서 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 때 해외에 특허를 출원하므로, Family Patent 數가 많을 때 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 이를 시장확보력의 지표로 사용함
- 국가별 시장확보지수(PFS) = ($\sum$ 해당국가 특허別 패밀리) / 해당국가 특허건수



<그림 2.30> 국가별 출원건수 및 시장확보지수

○ 분석 결과

- 미국의 시장확보지수(PFS)가 7.55로 가장 높게 나타남
- 미국 다음으로는 일본, 유럽의 시장 확보력이 높게 나타남
- 중국의 경우 특허 건수에 비해 시장 확보력이 낮게 나타나고 있음
- 한국은 특허 출원건수도 적고, 시장 확보력도 가장 낮은 것으로 평가됨

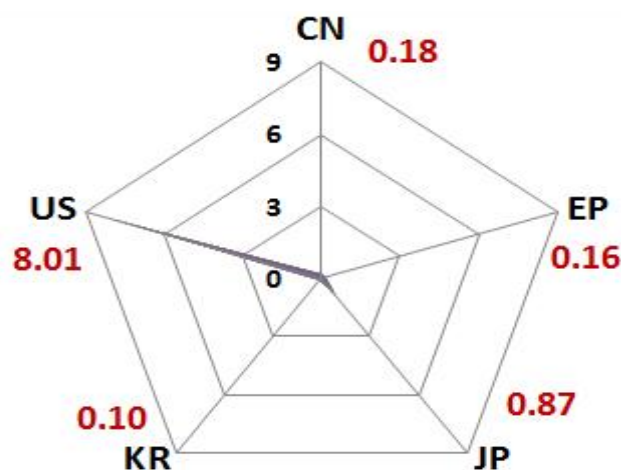
(2) 인용도지수 (CPP : Cites Per Patent)

- 특정 국가의 특허들이 이후 등록되는 특허들에 의해 인용되는 횟수가 많을수록 기술경쟁력이 높으므로, 인용도지수(CPP)가 클수록 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 정도를 나타내는 지표로 사용함

- 국가별 인용도 지수(CPP) = ($\sum$ 해당국가 특허別 피인용수) / 해당국가 특허 건수

○ 분석 결과

- 미국의 인용도지수(CPP)가 8.01로 가장 높게 나타남
- 미국이 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 것으로 판단할 수 있음
- 반면, 일본은 특허건수에 비해 인용도지수(CPP)가 많이 낮아, 원천특허/핵심특허 비중이 상대적으로 낮은 것으로 판단할 수 있음



<그림 2.31> 국가별 인용도지수

(3) 영향력지수(Patent Impact Index) 및 기술력지수(Technology Strength)

- 영향력지수는 특정 국가가 소유한 기술의 질적수준을 측정하는 지수이며, 기술력지수는 특정 국가의 기술보유 양적수준(특허건수)과 영향력지수(질적수준)을 함께 나타냄

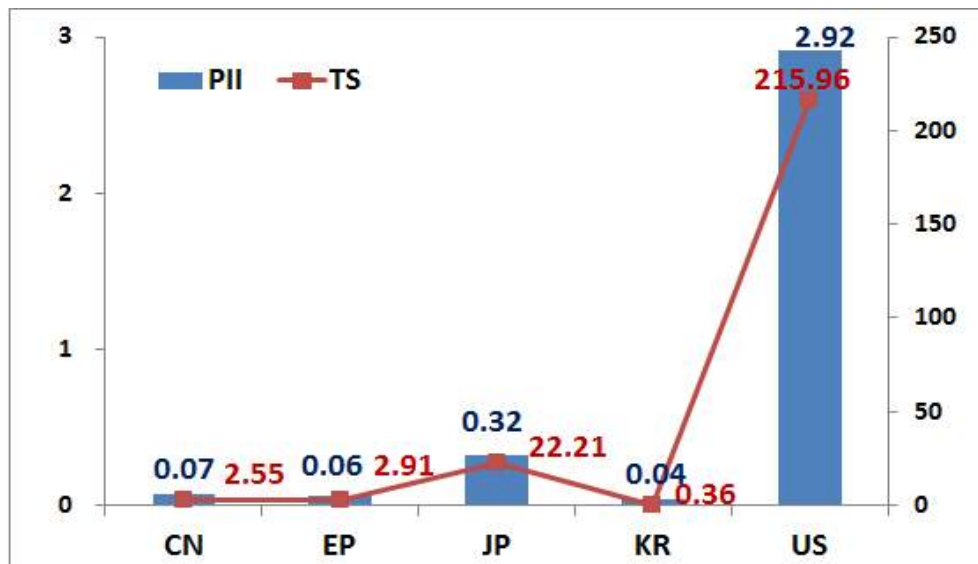
- 계산식

- 국가별 영향력 지수(PII) = 해당국가 특허 인용도지수 / 전체(모든국가) 특허 인용도지수

- 국가별 기술력 지수(TS) = 해당국가 특허건수 × 해당국가 영향력 지수

- 분석결과

- 미국의 영향력지수(PII)가 2.92로 가장 높게 나타나 질적 수준에서 가장 경쟁력 있는 것으로 보여짐
 - 양적 수준(특허건수)을 고려한 기술력지수(TS)에서도 미국이 215.96으로 다른 나라에 비해 월등하게 높게 나타남
 - 우리나라는 영향력지수, 기술력 지수 모두 최하위 수준으로, 향후 지속적인 기술역량 강화가 필요함



<그림 2.32> 국가별 영향력지수 및 기술력지수

2.5. 종합분석

○ 국내외 동향 및 환경 분석 결과를 정리하면 다음과 같음

- 최근 선진국의 물류정책은 지속가능한 녹색정책을 위한 도심 내 지하 화물 운송, 친환경적인 철도 화물 수송 강화, 저공해 차량의 개발 및 보급 등의 물류활동을 중시하고 있는 추세이며, 도심 내 교통혼잡에 따른 사회적 비용과 환경적 기후변화에 따르는 온실가스 배출량에 대응하기 위한 체계적인 지원이 이루어지고 있음
- 국내의 경우, 과거에는 단위적 물류기술에 대한 효율성을 중시하였으나, 최근에는 지속가능한 저탄소 녹색성장의 필요성을 인식하여 본격적으로 녹색물류체계 구축에 대한 지원 정책을 수립하고 있으며, 장기적인 관점에서는 지속가능한 환경친화적 물류체계를 통해 동북아를 넘어 동아시아권에서의 경제적 리더십을 구축하는 추진체계를 정립해 나가고 있음
- 전세계 물류시장은 지속적으로 교역규모가 성장하는 추세를 보이고 있으며, 이에 글로벌 물류서비스에 대한 제공뿐만 아니라 물류시장을 선도하기 위한 지속가능한 환경친화적 녹색물류체계 구축과 국가적 물류비를 절감하기 위한 경쟁력 확보에 관심이 집중되기 시작함
- 세계물류시장의 성장에 힘입어 국내 물류산업도 지속적으로 성장하고 있으나 운송수단 간의 연계 전환 기술의 부진, 한 가지 수단으로 편중된 화물 수송 방식 등으로 인한 사회적 비용 및 물류비용의 증가와 온실가스 배출량 증가는 국가적인 문제로 떠오르고 있음
- 국내 화물 수송량의 증가에 따라 국가물류비의 수송부문의 단위 물류비는 다른 기능에 비해 큰 폭으로 증가하였으며, 이에 대한 물류비를 절감할 수 있는 새로운 방안이 필요할 것으로 판단됨
- 환경에 대한 인식 부족, 지나치게 편중된 수송 분담률, 상대적으로 높은 국가물류비, 온실가스 저감을 위한 기술 개발의 저조 등의 문제점으로 인해 지속가능한 녹색물류체계 구축을 위한 국내의 물류산업 경쟁력은 교역규모에 비해 상당히 낮은 수준임
- 과거 전통적인 도심 내 철도의 기능은 여객을 수송하는 기능에만 치우쳐 있

었지만, 최근 교통 혼잡으로 인한 사회적 비용과 물류비용의 증가에 따라 철도를 이용하여 화물을 수송할 수 있는 서비스를 제공하기 위한 기술 개발이 이루어지고 있음

- 최근 물류선진국은 도심 내 철도를 이용하여 화물을 수송하기 위해 기존 인프라를 활용한 트램 방식 또는 신규 인프라 개발을 통한 지하물류시스템 기술 개발 등으로 지속가능한 물류체계 구축과 화물수송의 효율성을 극대화하기 위해 노력하고 있음
 - 철도를 이용하여 지하 내의 화물을 운송하기 위해 장비의 기계적인 기능뿐만 아니라 이송 장비 간의 연계 및 관련 정보시스템과의 통합된 기능을 제공하는 소프트웨어 시스템 개발이 필요함
 - 본 연구 개발과 관련된 기술에 대하여 국내 연구 기관으로는 한국철도기술연구원 녹색교통물류시스템공학연구소, 한국교통연구원, 한국통합물류협회 등의 3개의 기관이 있는 것으로 나타남
 - 관련 업체의 부분을 살펴보면 현대로템 등 6개의 업체가 국내의 철도차량을 제작 및 개량하고 있는 회사로 나타났으며, 또한 현대엘리베이터를 포함한 13개의 업체가 수직·수평 이송 장비를 제작하고 있는 것으로 나타남
- 도심 내 철도시설을 이용한 공동물류시스템의 강점은 우리나라가 도심 내 기존 철도망에 대한 인프라 시설이 잘 구축되어 있으며 온실가스를 저감하고자 저탄소 녹색물류체계 구축을 위한 연구개발을 지속적으로 추진하고 있다는 점임
- 약점으로는 화물 차량으로 제품을 운송하는 것에만 집중함으로써 새로운 공동물류시스템에 대한 관심 및 연구개발이 부족하였고, 특히 도심 내 철도 시설을 이용하여 공동물류시스템 구축에 대한 연구 개발은 전무하였음
- 기회요인을 살펴보면, 전세계적으로 컨테이너 물동량이 증가함에 따라 국내 물류시장도 지속적으로 성장하고 있으며, 온실가스를 저감하고자 하는 녹색물류체계에 대한 국가정책이 설정됨에 따라 공동물류시스템을 위한 물류분야의 투자 및 관심이 증가하고 있음
- 위협요인을 살펴보면, 일부 선진국에서는 이미 도심 내에서 발생하는 물동량을 처리하기 위해 친환경적인 철도시설을 이용하여 화물을 도심 내로 유입하고 있

으며, 이에 대한 시장 선점 및 기술 보호로 인해 어려움을 겪고 있음

○ SO(강점-기회) 전략

- 지속적으로 국내 물류시장이 성장함에 따라 녹색물류체계 구축에 대한 경쟁력을 확보하기 위해 도심 내 물류환경에 적합한 공동물류시스템을 도입하여 도심 내에서 발생하는 사회적 비용 및 온실가스 배출량 저감 추진함
- 최근 화물의 안전성에 대한 개선 요구가 증가하고 있으므로 화물의 상·하역 및 적재에 대한 작업을 자동화된 시스템을 통해 화물의 안전성을 향상시킴
- 본래 철도 차량의 차고지 역할만 해오던 차량 기지를 부가서비스를 제공할 수 있는 물류센터로 활용하여 초기 투자비용을 최소화하며 선진화된 IT 기술의 도입 및 통합 활용으로 차량기지에서의 IT 융합화를 추진함

○ ST(강점-위협) 전략

- 일부 선진국에서는 도심 내 철도 시설을 이용한 공동물류시스템 구축에 대한 실용화된 사례가 있으므로 선진국의 기술력에 대한 벤치마킹 또는 독자적인 기술을 개발함으로써 국내외 시장을 확보함
- 단순히 도심 내 화물 유입을 철도 시설을 이용하여 운송하는 것이 아니라 IT기술을 융합하여 통합시스템을 제어할 수 있는 개발로 경쟁력을 확보함
- 도심 내에서 발생하는 사회적 비용뿐만 아니라 온실가스 배출량이 지속적으로 증가하고 있기 때문에 도심 내 공동물류시스템에 대한 연구개발로 경제성을 확보할 수 있도록 추진함

○ WO(약점-기회) 전략

- 공동물류시스템 분야의 연구개발에 대한 정부의 투자가 타 분야 연구개발에 비해 현저히 적었으나 녹색물류체계 구축을 위한 물류정책이 주요 국가정책으로 설정되어 있으므로 이를 바탕으로 정부의 지원을 통한 혁신적인 도심 내 공동물류시스템 구축을 추진함
- 저탄소 녹색물류체계 구축의 필요성에 따라 현재까지 연구가 부족했던 도심 내 공동물류시스템 기술에 대한 개발을 추진하도록 하고 관련된 기술 분야의 특허는 기존 인프라 시설을 활용하여 응용하는 연구 개발이 부족했으므로

로 응용 분야에 중점을 두고 연구개발을 추진함

○ WT(약점-위협) 전략

- 국내 환경과 적합한 차세대 물류기술을 도입하기 위해 도심 내로 유입되는 물동량을 처리하는데 대부분을 차지했던 작업자의 역할을 보완 및 대체할 수 있도록 차량 내 화물 상·하역 및 적재시스템을 자동화하여 이를 활용하도록 함
- 기존 선진국에서 보유한 특허 및 기술과 차별화되도록 녹색물류체계 구축을 위한 통합된 공동물류시스템을 개발함

<표 2.30> SWOT 분석

SWOT 분석을 통한 전략적 방향 도출	O(기회)	T(위협)
	▪ 지속적인 물류 시장 및 3PL 시장의 성장 ▪ 녹색물류체계를 위한 공동물류시스템 구축이 중요 국가물류정책으로 설정됨 ▪ 제품의 안전성 향상에 대한 개선 요구가 높아지고 있는 실정임	▪ 철도시설을 이용한 공동물류시스템에 대한 연구 및 기술력이 부진함 ▪ 국내 화주기업의 자가물류선호 및 지원정책 ▪ 선진국에서 자국 기술력을 보호함에 따른 후발주자의 애로 ▪ 도심 내 유입되는 화물 차량의 증가로 인한 교통 혼잡도, 사회적 비용, 온실가스 배출량 등의 증가
S(강점)	SO(강점-기회)전략	ST(강점-위협)전략
▪ 도심 내로 화물을 운송하기 위한 활용할 수 있는 기존 인프라 시설을 보유 ▪ 국내의 IT 기술력으로 통합된 시스템을 개발하는 기술력은 높은 수준 ▪ 녹색물류체계를 위한 공동물류시스템 연구개발이 지속적으로 추진됨	▪ 도심 내로 유입되는 화물의 물류환경에 적합한 공동물류시스템 개발로 물류 경쟁력 강화 ▪ 상하역 및 적재시스템을 자동화하여 제품의 안전성을 개선하고 향상 ▪ 선진화된 IT 기술의 도입 및 활용으로 차량기지의 IT 융합화를 추진	▪ 선진국의 기술력을 벤치마킹하거나 또는 독자적인 기술개발을 통하여 국내외 시장을 확보 ▪ 단순한 철도를 이용한 화물 운송이 아니라 IT기술이 융합된 통합시스템 개발로 경쟁력을 확보 ▪ 지속적으로 증가하는 온실가스 배출량뿐만 아니라 사회적 비용 및 물류비용에 대한 경제성을 확보
W(약점)	WO(약점-기회)전략	WT(약점-위협)전략
▪ 공동물류시스템 분야에 대한 연구개발 위한 정부의 투자가 타 분야에 비해 현저히 적었으며, 연구 개발도 부진 ▪ 기존 인프라 시설을 활용한 응용된 연구가 부족 ▪ 화물을 상하역 및 적재하는데 대부분 인력을 요구	▪ 국가 정책에 부합되는 정부의 지원을 통한 공동물류시스템 구축을 추진 ▪ 저탄소 녹색물류체계 구축의 필요성을 만족시킬 공동물류시스템 기술을 개발 ▪ 기존 인프라 시설을 활용 및 응용하는데 중점을 두고 연구 개발을 추진	▪ 국내 물류환경과 적합한 차세대 물류기술을 도입 ▪ 작업자의 역할을 보완 및 대체할 수 있는 차량 내 화물 상하역 및 적재시스템의 자동화를 추진 ▪ 기존 선진국에서 보유한 기술과 차별화 되는 통합된 공동물류시스템을 개발

제 3 장 연구개발과제 구성 및 추진전략

3.1. 비전 및 목표

3.2. 연구개발 후보과제 도출

3.3. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

3.4. 연구개발과제 구성

3.5. 과제별, 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

3.6. 성과활용 방안

3.7. 연구수행체계

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

- 본 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술의 경우 관련 이해관계자와의 협업 체계가 매우 중요함
 - 기술개발 전략의 수립과 사전 타당성 검토를 함에 있어 이해관계기관인 도시철도 운영사, 화주, 물류회사 등과 약 10여 차례에 걸친 자문회의 등을 통해서 충분히 사전 협의를 거쳐 진행하였음
 - 본 기술개발의 후보과제 도출과 요구사항 분석 시에도 관련기관의 전문가를 활용하였으며, 실용화와 관련해서는 화주, 운영사의 관점에서 사업성이 있는지를 객관적으로 검증하기 위해서 관련 화주와의 자문 및 인터뷰를 통해서 분석 결과를 제시하였음
- 특히 시범노선의 선정과 활용 모델의 경우 이해관계기관의 의견을 반영하여 구축하였고 자문회의를 통해서 검증하였음

3.1. 비전 및 목표

3.1.1. 비전 및 목표 설정

- 기존의 도시철도 시설을 이용한 도시 공동물류시스템을 구축함으로써 초기 투자비용을 최소화하고 기업의 핵심비용 요인인 기업물류비용과 도심 내 화물 운송차량의 집중화를 억제하여 교통혼잡비용과 환경부담비용을 절감함
- 더불어 화물운송차량의 도시집중화현상을 억제하고 도시철도의 경영혁신을 기여하며 국가정책과제인 녹색물류와 공동물류 실현을 목표로 하여 국가 녹색 물류체계를 구축함
 - 도심 내 철도시설을 이용한 공동물류시스템 기술 과제는 “도심 내 공동물류시스템을 통한 녹색물류체계 구축”을 비전으로 설정하였음
 - 또한 물류경쟁력 향상, 물류비용 절감, 사회적 비용 절감, 온실가스 배출량 저감을 목표로 설정하였음

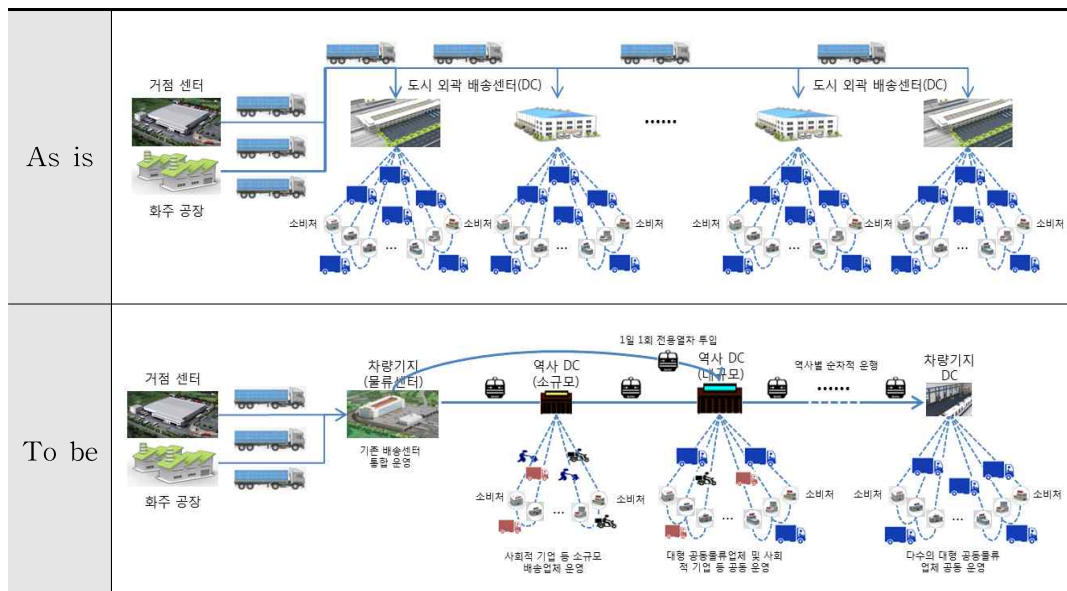
도심 내 공동물류시스템을 통한 녹색물류체계 구축



<그림 3.33> 비전 및 목표

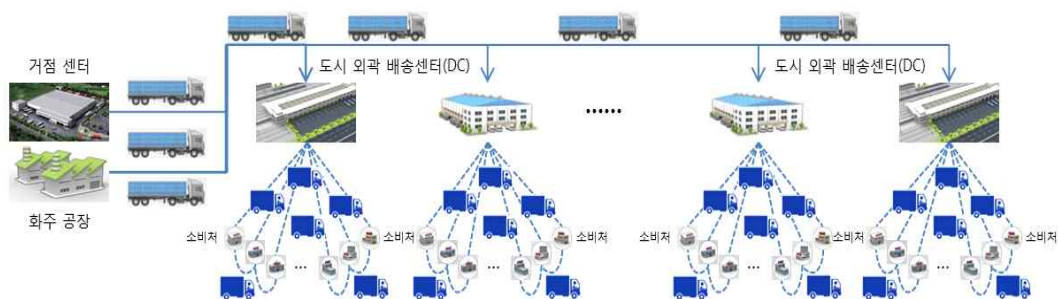
- 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술개발의 목표는 현 정부에서 추진하는 창조경제 구축과 이를 통한 온실가스 배출 저감을 위하여 도심 내 도시철도를 이용한 공동물류시스템을 실현하기 위한 화물 규격화 및 이송시스템, 도시철도 화물수송시스템, 운영시스템 기술의 개발과 향후 실용화를 위한 테스트 베드 구축 및 검증임
- 도심 내 기존 철도 인프라를 최대한 활용하는 동시에 초기 투자비용을 최소화하여 화물을 수송하기 위한 핵심기술 개발과 화주 및 소비처의 요구를 충족하는 현장에 적합한 시스템 개발을 통해서 도심 내 교통 혼잡 비용과 기업의 운송비용 및 환경적 부담 비용을 절감하여 지속가능한 저탄소 녹색 성장을 실현하는데 기여하고자 함

<표 3.31> 연구수행에 따른 도심물류시스템 변화



3.1.2. 기술개발에 따른 미래상

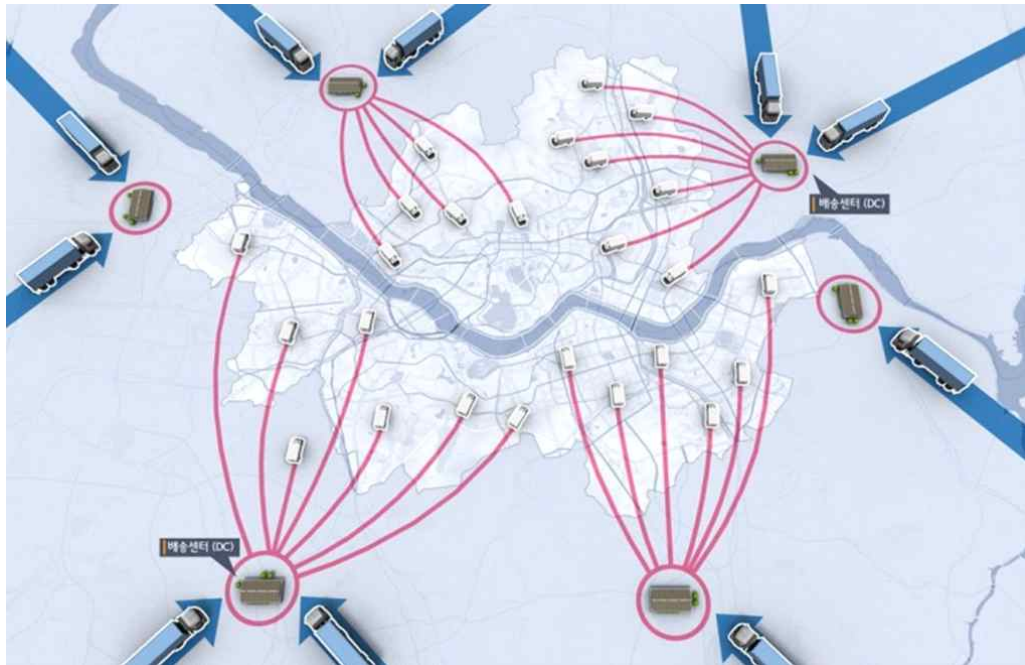
- 국내 물류산업은 2009년 기준 매출 75조원으로 매출액은 16.6%의 높은 증가세를 보이고 있고 이러한 물류시장의 확대와 매출액 증가에도 불구하고 GDP 대비 국가물류비는 지속적으로 증가하고 있음
- 국토교통부의 국토해양통계연보(2012년 기준)의 자료에 의하면, 공로운송의 화물 분담률은 2006년 76.6%에서 2011년 80.5%로 지속적으로 증가하는 추세이며, 국내 운송부문의 이산화탄소 배출량은 1990년도부터 2006년도까지 연평균 5.7%의 증가율을 보이고 있음
- 따라서 국가물류비용을 절감하기 위해서는 국내의 일원화된 수송수단이 아닌 타 운송수단과 연계하여 이를 활용할 수 있는 수송구조로 변경되어야 함
 - 공로운송은 신속한 배차에 따른 문전서비스가 가능하고 수요 변동에 따라 적기에 탄력적으로 대처할 수 있으며, 다양한 차량으로 소비자의 요구(Needs)를 충족시킬 수 있는 장점을 갖고 있음



<그림 3.34> 도시물류 현황 (전체 물류 프로세스)

- 그러나 도심 내에서 발생하는 온실가스 배출량, 도로혼잡으로 초래되는 사회적 비용, 낮은 에너지 효율성 등을 고려한다면, 새로운 친환경적인 녹색물류 체계를 위한 기술개발이 절실히 요구됨
- 위의 그림에서 보는 바와 같이 도시 외곽의 배송센터로 간선수송이 발생하고 있으며, 배송센터에서 도심 내 소비처로는 일괄적으로 트럭을 이용하여 수송하고 있는 방식을 유지하고 있음

- 따라서 배송센터와 소비자 사이의 배송거리가 지나치게 길어짐으로써 트럭 1대당 담당할 수 있는 점포수가 제한적이며, 이를 보완하기 위해서 대형트럭이 도심까지 운행하고 있음
- 또한 각 점포에 도달한 대형트럭이 조업을 위해 주차함으로써 주변 교통 여건에 악영향을 주고 있음



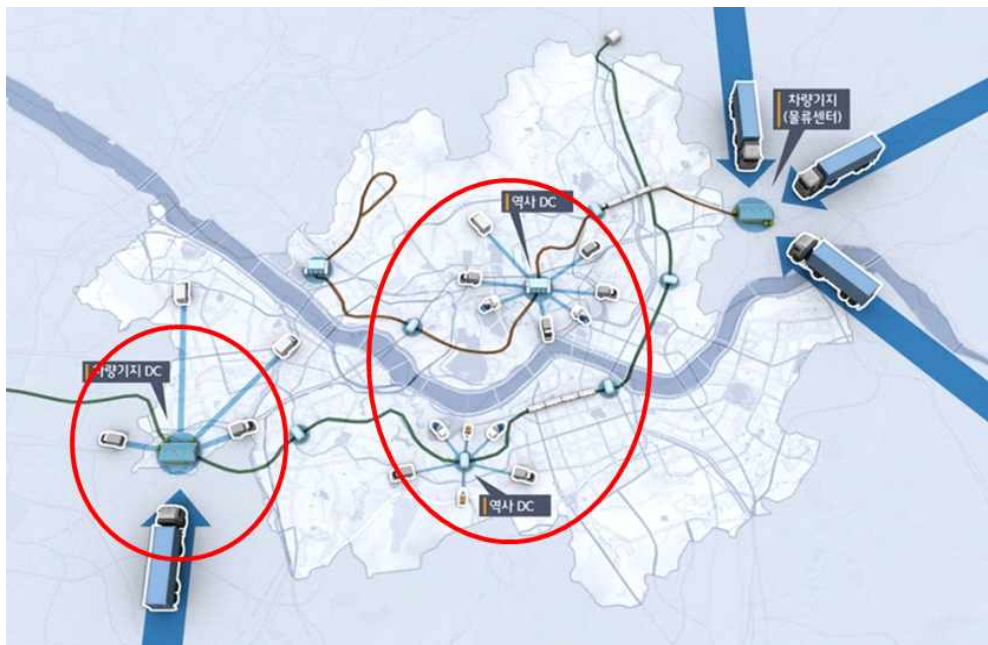
<그림 3.35> 도시물류 현황 (배송 네트워크)

- 철도운송은 중장거리 운송시 낮은 단위당 비용과 대량화물수송, 연중무휴서비스, 높은 안전도, 정시성 등의 이점을 갖으나 시발역과 종착역 사이로만 화물이 운송되고 있으며, 화물 환적 과정에서 발생하는 시간 및 비용과 고객 수요에 대응하기위한 유연성이 부족하지만 도시물류의 경우 트럭 간의 환적시스템은 배송센터가 도시 외곽에 위치하고 있어, 도심으로의 접근성이 떨어지고 있음
- 도시 경계권에 위치한 차량기지를 물류센터로 개발하여, 도심까지 철도로 연결할 경우 배송거리가 짧아져 보다 효율적인 배송시스템 구축이 가능함



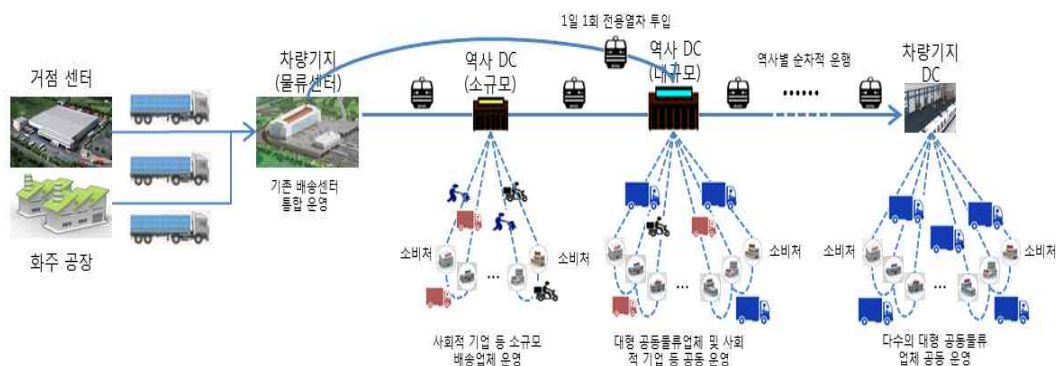
<그림 3.36> 기존 배송센터 통합 개념도

- 도시철도를 이용하여 도심물류 공동화 시스템을 도입할 경우 서울 경계의 차량기지에서 역사 및 반대편 차량기지를 활용하여 도심으로 친환경 수송수단을 활용하여 배송할 수 있는 여건이 마련됨



<그림 3.37> 도심물류 미래상의 공간적 개념도

- 역사 DC는 화물의 분류 기능만을 수행하여 대형 트럭이 도심으로 진입하는 대신에 물류센터가 구축된 차량기지에서 도심까지는 화물 전용열차를 이용하여 수송할 수 있음
- 역사 DC에는 화물 전용열차(8량 1편성) 중에서 1~2량을 할당하여 여객 비첨두 시간에 1일 10회 정도 서비스하고, 대규모 역사 DC에는 여객열차 종료 시점에 열차 1편성을 배정하여 대량수송을 가능하게 함
- 차량기지 DC의 경우 기존의 배송센터를 통합하여 차량기지 물류센터에서 공급하는 물동량을 여객의 간섭 없이 처리할 수 있도록 함



<그림 3.38> 도시철도 이용 도심물류 공동화 시스템 미래상

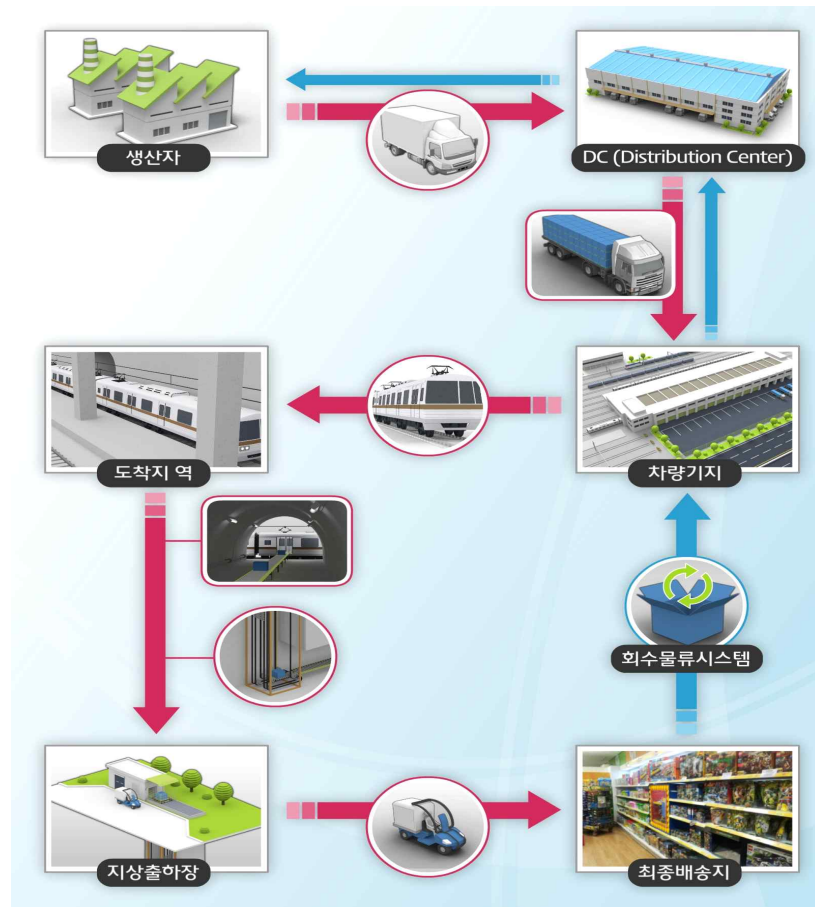
- 도시철도를 이용한 도심물류 공동화 시스템이 실현될 경우 도시 내의 다양한 물류서비스의 제공 및 도심의 화물트럭 제한 등 정부정책의 실효성도 높아질 수 있음
- 사회적 기업이 도시의 단말배송사업에 참여할 수 있으며, 역사 DC에 입주하여 실버인력, 일시적 구인난을 겪는 청년인력 등 도시의 일자리 창출에도 기여할 수 있음
- 또한 지하철 무인택배함 등의 수요가 증가함에 따른 수요에도 적극적으로 대응할 수 있음
- 도심 내 화물트럭 통행제한구역 설정 시 환경친화적인 배송수단을 활용하여 배송이 가능함

3.2. 연구개발 후보과제 도출

- 연구개발 후보과제 도출을 위해서 우선적으로 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화시스템의 물류 프로세스를 분석하였으며, 기술수요조사와 전문가 평가를 통해서 최종 후보과제를 도출하였음

3.2.1. 물류 프로세스 분석

- 도시철도 시설 이용 도심물류 공동화시스템의 물류 프로세스는 다음과 같음

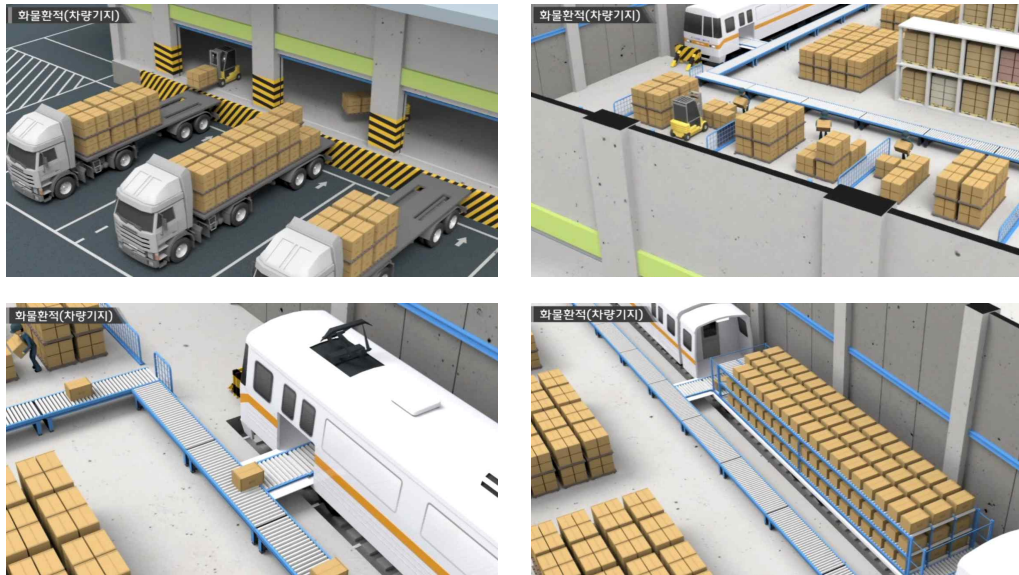


<그림 3.39> 도시철도 시설 이용 도심물류 공동화 시스템 물류 프로세스

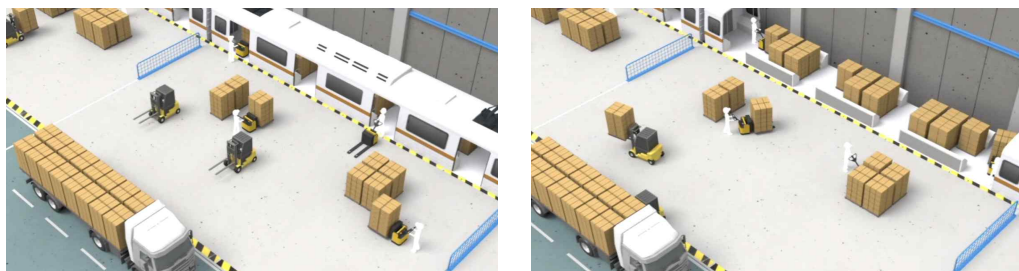
- 물류 프로세스를 단계별로 상세하게 분석하여 기술수요조사에 활용하였으며, 단계별 분석을 통해서 기존 가로망에 대한 영향을 최소화하고 물류 프로세스의 간접적인 검증자료로도 활용하였음

○ 화물 환적 (차량기지 물류센터)

- 차량기지 물류센터에서는 물류센터 보관창고에서 철송장까지 다양한 이송수단에 의해서 화물이 이동하며, 철송장에서는 각종 상하역 장비를 활용하여 신속하게 철도차량으로 화물을 적재함



<그림 3.40> 화물 환적 개념 (차량기지 물류센터)



<그림 3.41> 화물 환적 개념 (차량기지 DC)

○ 철도 수송 (차량기지 물류센터 => 도심 내 역사)

- 차량기지에서 화물 적재가 완료된 철도차량은 도심 내 역사 DC까지 여객 비첨두시간을 활용하여 수송하며, 여객열차에 지장을 주지 않기 위해서 신속한 상하역이 필요함

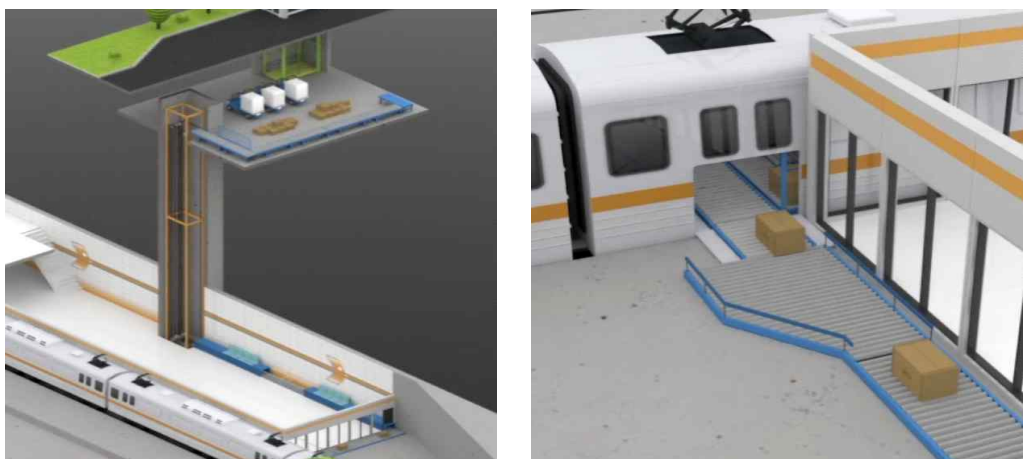


<그림 3.42> 열차수송 개념 (차량기지 물류센터=>역사 DC, 차량기지 DC)

- 대규모 역사 DC의 경우 여객열차 운행이 끝난 시점에 대량화물을 공급할 수 있으며, 반대편 차량기지(환적 기능만 수행)는 여객 취급을 하지 않기 때문에 정기적으로 열차의 운행이 가능함

○ 화물 하역 (역 정거장 및 화물전용공간)

- 화물의 하역은 각 역 DC 및 차량기지 DC의 화물취급 규모에 맞는 적절한 방법의 검토가 필요함
- 화물의 하역뿐만 아니라 역사에서의 화물 취급은 기존의 역사시설을 이용하고 있는 승객의 이동성과 편리성, 안전성을 저해하지 않도록 하여야 함
- 하역 과정에서는 승객이 접근할 수 없도록 스크린도어가 차단 역할을 함
- 승강장을 이용할 경우에는 여객 서비스 종료 시점 이후에 승강장이 폐쇄된 상황에서 하역함으로써 승객과의 접촉을 피할 수 있음



<그림 3.43> 화물 하역 개념 (지하역사)



<그림 3.44> 화물 하역 개념 (지하역사 승강장 이용시)

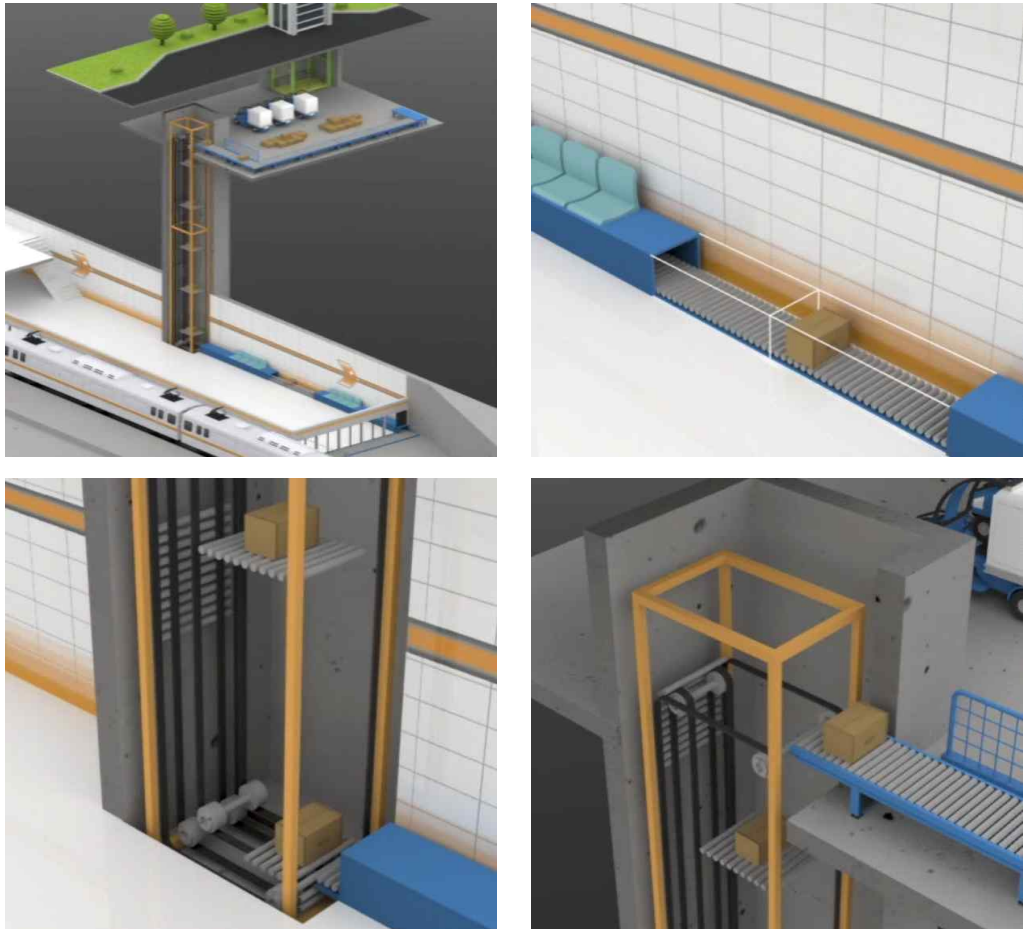


<그림 3.45> 화물 하역 개념 (지상역사)

○ 화물 이송 (정거장, 화물전용공간에서 역사 내 출하장)

- 하역 장소에서 출하장까지 수평 또는 수직 이송장치(컨베이어 또는 엘리베이터)를 활용하여 화물을 이송함
- 화물의 이송 과정에서도 기존의 역사시설을 이용하고 있는 승객의 이동성과 편리성, 안전성을 저해하지 않도록 하여야 함
- 컨베이어의 이동경로는 승강장의 벽면과 붙고 밀폐되는 구조로 설계되어야 함. 특히 컨베이어의 상부에는 의자 등의 편의시설을 배치하는 등 기존 승객이 이용하던 공간 침해를 최소화함
- 또한 각 이송장치는 모두 밀폐구조로 설계하여 승객이 접근할 수 없도록 하여 승객의 안전사고를 예방하여야 함
- 승강장을 이용할 경우에는 여객 서비스 종료 시점 이후에 승강장이 폐쇄된

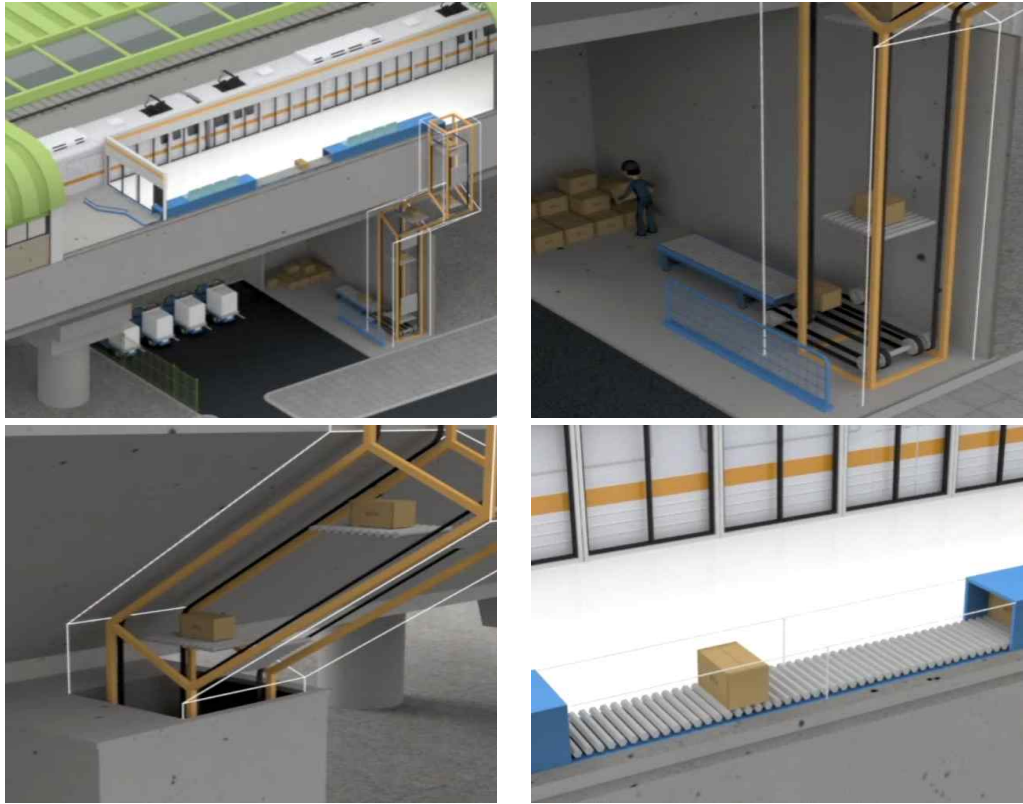
상황에서 하역 및 이송작업을 함으로써 승객과의 접촉을 피할 수 있음



<그림 3.46> 화물 이송 개념 (지하역사)



<그림 3.47> 화물 이송 개념 (지하역사 승강장 이용시)



<그림 3.48> 화물 이송 개념 (지상역사)

○ 화물 분류 (출하장)

- 출하장에 도착한 화물은 최종 목적지 별로 차량에 적재하도록 분류함



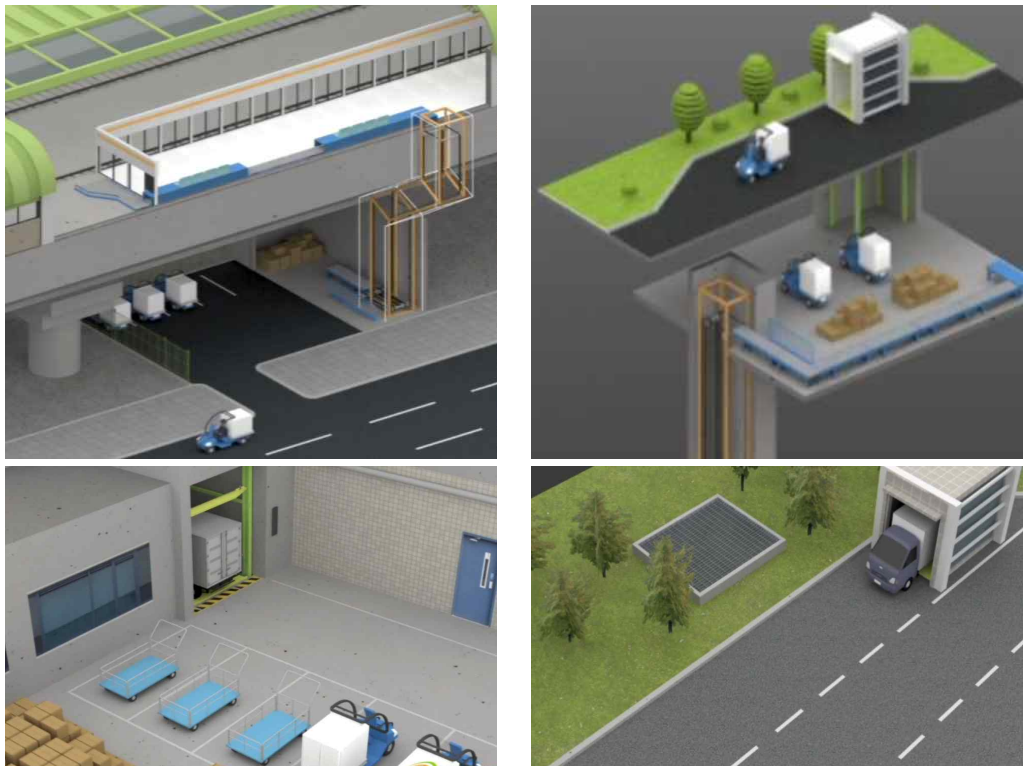
<그림 3.49> 화물 분류 개념 (출하장)

○ 단말차량 적재 및 단말 배송

- 단말차량 적재 후 배송은 화물차 전용 엘리베이터 또는 램프 시설 등을 설치하여 지상부에 주정차 베이를 확보하도록 하여, 화물차 출입으로 인한 주변

교통 상황에 대한 영향을 최소화하도록 함

- 또한 출하장은 기존 여객시설과 분리하여 여객의 수송 및 안전성에 영향을 주지 않도록 함. 이상과 같이 모든 물류 프로세스 상에서 화물수송은 여객과 완벽하게 공간적 또는 시간적으로 분리되므로 현재의 도시철도의 기능인 여객수송에 대한 영향을 최소화할 수 있고, 지상부에서의 차량 주정차가 없도록 하여 역 주변 교통소통에의 영향도 최소화할 수 있을 것임



<그림 3.50> 단말 배송 개념 (출하장)

- 이상과 같이 물류 프로세스를 정의하였으며, 기술동향조사에서 도출된 기술트리와 함께 기술수요조사시에 기초자료로 활용하였음.

3.2.2. 기술수요조사

- 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발을 위해서는 6단계(환적, 수송, 하역, 이송, 분류, 단말배송)의 프로세스가 유기적으로 움직일 필요가 있음
- 원활한 프로세스의 흐름을 위한 각 단계별 기술 개발이 필요하며 국내에는 도

시철도를 이용한 도심물류 공동화 시스템이 시행된 사례가 없어 해당 단계별 전문가의 기술적 조언 및 검토가 필요한 실정임

○ 이에 본 연구의 개발방향을 확립하고 필요한 기술수요를 파악하기 위해 철도·물류 전문가의 대상으로 한 기술수요조사를 실시하였음

○ 조사 목적

- 도시철도를 이용한 도심물류 공동화 기술에 대해 철도 및 물류전문가들의 의견을 수렴하여 연구 방향을 설정하고 기술수요를 파악하기 위함

○ 조사 대상

- 학계 : 해당 분야에서 활동하고 있는 대학 교수
- 산업계 : 철도 및 물류 관련 산업에서 근무하고 있는 경력 10년 이상의 실무자
- 운영사 : 철도 운영기관에서 근무하고 있는 경력 10년 이상의 실무자
- 연구원 : 철도관련 연구기관에 근무하고 있는 연구원
- 협회 : 철도관련 협회에 근무하고 있는 경력 10년 이상의 실무자

○ 조사 방법

- 자문위원들을 대상으로 기술동향에서 도출된 기술트리와 함께 도심물류 공동화 기술 개발에 대한 프로세스를 설명하고 다음의 항목에 대한 자문을 요청하였음

- 연구개발 과제명
- 연구개발 과제의 목표
- 연구개발 내용
- 연구개발 과제의 규모
- 연구개발과정에서 주체별 역할

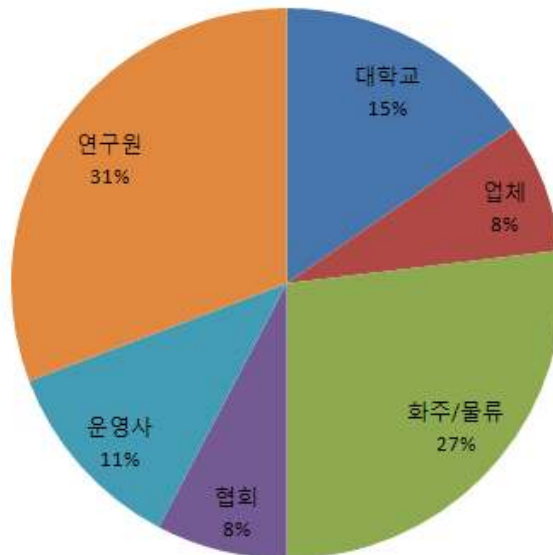
- 자문위원들을 통해 도출된 기술수요에 대해 과제의 중복성, 과제의 규모, 과제의 내용 등에 대한 평가를 위해 최종적으로 자문위원회를 소집하여 내부 연구진과의 회의를 통해 기술트리를 구성하였음

○ 응답자 특성

- 응답자의 업종별 특성을 살펴보면 연구원의 비율이 31%로 가장 많으며 그 뒤로 화주/물류 27%, 대학교 15%, 운영사 12% 순임

<표 3.32> 기술수요 응답자 현황

구분	대학교	산업계			협회	운영사	연구원	합계
		업체	화주/물류	계				
인원(명)	4	2	7	9	2	3	8	26
비율	15.4%	7.7%	26.9%	34.6%	7.7%	11.5%	30.8%	100.0%



<그림 3.51> 기술수요 응답자 분포도

○ 조사결과

- 기술수요조사 답변을 바탕으로 자문위원회와 내부연구진의 회의를 통해 최종적으로 25개의 연구개발 기술과제가 도출되었으며 세부내용은 다음의 표와 같음
- 조사된 기술수요조사를 바탕으로 유사한 성격의 과제를 카테고리화 하였으며 우선순위 도출을 위한 기술트리 작성의 기초자료로 활용하였음

<표 3.33> 기술수요조사 결과

기술과제명	내용
화물전용공간 DB 구축	▪ 목적 · 도시철도 시설 중 화물을 전용으로 활용할 수 있는 공간에 대한 데이터베이스 구축 ▪ 내용 · 도시철도 시설별 화물전용공간 유형 조사 · 도시철도 시설별 화물전용공간 DB 구축
화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축	▪ 목적 · 도시철도 시설의 화물전용공간의 이용효율 극대화 위한 표준 레이아웃 설계 가이드라인 구축 ▪ 내용 · 화물전용공간의 표준 레이아웃 설계 및 가이드라인 구축 · 화물전용공간 물류기능 부여
반·출입 시스템	▪ 목적 · 도시철도차량을 대상으로 한 화물 반·출입시 내·외부 시설 연결장치 개발 ▪ 내용 · 화물 반·출입을 위한 연결장치 개발 · 차량 내 이송장치 및 차량 밖 이송장치와의 연계 기술 개발
철도차량 시스템과 반출입 시스템의 인터페이스 기술 개발	▪ 목적 · 각 정거장(Stations)에서 주어진 시간 내에 신속하게 화물의 반입/반출을 위해 철도차량의 도어시스템과 반출입 시스템 간의 인터페이스 기술 개발 ▪ 내용 · 철도차량의 도어시스템과 연결 장치의 신호 연동 기술 · 차량 내 화물 반입 및 차량 밖 화물 반출의 정보 교환 기술
수송용기 위치 및 상태 감지 기술	▪ 목적 · 차량 내 적재된 화물의 위치를 실시간 감지하여 각 화물별 목적지에 정확히 반출하고, 차량 내에서의 화물의 상태 및 품질유지를 위해 실시간으로 모니터링하기 위함 ▪ 내용 · 철도차량 내 적재된 화물의 실시간 위치감지기술 · 적재된 화물의 상태에 대한 정보 획득 기술 · 차량 내 화물의 품질유지를 위한 온도, 습도 등의 센싱기술
철도차량 내 화물 적재시스템 기술	▪ 목적 · 차량 내 물류활동을 효율적으로 수행할 수 있는 화물 적재 시스템의 개발 ▪ 내용 · 차량 내 물류기능 및 프로세스 분석 · 차량 내 물류기능 및 프로세스에 적합한 다단 적재시스템 개발 · 차량 내 설비의 공간배치기술 개발
철도차량 내 화물 배치 기술	▪ 목적 · 차량 내 화물의 반입, 반출 및 적재시스템을 고려한 최적의 화물 배치 기술 개발

기술과제명	내용
	▪ 내용 · 도시철도 차량별 화물 배정 기술 · 반출입 순서를 고려한 차량 내 화물 적재위치 배정 기술
화물전용차량 스케줄링 확보 기술	▪ 목적 · 화물전용차량의 운행패턴을 고려한 여객차량의 운행 안전성 확보와 화물 운송의 극대화 및 정시성 확보를 위한 기술 ▪ 내용 · 화물전용차량 정거장별 정차횟수 분석 · 화물전용차량 주행 성능을 고려한 운행패턴 분석 · 화물전용열차 투입 다이어라 확보 기술
화물전용 차량의 원활한 운행을 위한 신호시스템 운영기술 개발	▪ 목적 · 화물전용차량 운행에 따른 열차의 안전운행을 확보하기 위한 신호시스템 운영기술 개발 ▪ 내용 · 다양한 정차위치를 고려한 신호시스템 운영 기술 개발 · 현 운행시스템 하에 화물 전용열차에 대해 적용 가능한 신호시스템 운영기술 개발
도시철도 화물수송을 위한 수송용기 기술 개발	▪ 목적 · 도시철도 시설을 이용하는 화물의 신속성, 정확성, 취급성을 제고하기 위한 표준화된 수송용기 개발 ▪ 내용 · 대상화물의 적재율 극대화를 위한 수송용기 규격 설정 · 화물 품목별 특성을 고려한 수송용기 개발
대상화물의 단위화를 위한 패키징 기술	▪ 목적 · 화물을 보호하기 위한 패키징 기술 개발 ▪ 내용 · 대상화물의 규격분석 · 대상화물의 적재율 극대화를 위한 패키징 방법 개발 · 화물 품목별 특성 및 품질유지를 고려한 패키징 기술 개발
수평 및 수직 화물이송시스템 기술 개발	▪ 목적 · 철도 인프라 시설 내 화물을 신속하고 안전하게 이송하기 위한 수평 및 수직 이송시스템 기술 개발 ▪ 내용 · 수평/수직 컨베이어 이송시스템 기술 개발 · 수평/수직 컨베이어 이송시스템 연계 기술 개발
화물전용공간 효율적 활용을 위한 화물이송시스템 표준화 기술	▪ 목적 · 화물전용공간 내 화물의 환적 및 반입, 반출 등을 효율적으로 수행하기 위한 화물이송시스템 개발 및 표준화 ▪ 내용 · 화물이송시스템 구축을 위한 화물전용공간 규격화 · 화물이송시스템의 모듈화 및 표준화 · 환적수요 및 환적대상 열차운행시각에 따른 적절한 이송/보관시설 설계
실시간 컨베이어 이송시스템 제어	▪ 목적 · 화물전용공간 내 컨베이어 설비의 작동상태 모니터링 및 예

기술과제명	내용
및 관리 기술	기치 못한 설비 기기에서 발생할 수 있는 사고에 대해 신속히 대응하기 위한 실시간 제어 및 관리 기술 개발 ▪ 내용 · 컨베이어 이송시스템 상태 모니터링 기술 개발 · 컨베이어 이송시스템 제어 기술 개발 · 화물이송시스템 유지보수 및 고장시 대응기술 개발
도시 철도 DB구축 및 배송 네트워크 설계 기술 개발	▪ 목적 · 구체적인 품목별, 화주별 전환수요를 파악하고, 이 화물 수요를 지하철의 잉여 용량에 배정하기 위하여 필요한 인프라, 거점의 수와 위치 등을 고려한 네트워크 구축 ▪ 내용 · 화주의 설문조사를 기반으로 한 전환수요 산출 · O/D matrix 도출 및 비용함수 도출 · Multimodal Network Design Problem(MNDP) 구축
최종 수요지 배송을 위한 운송장비 기술	▪ 목적 · 도심 내 온실가스 저감 및 녹색물류체계 구축을 위해 최종수요지에 화물을 배송하기 위한 친환경 운송장비 개발 ▪ 내용 · 일일배송 물동량을 고려한 최적의 친환경 운송장비 개발 · 친환경 운송장비의 적재함 표준화
최종 배송 네트워크 계획 및 설계기술	▪ 목적 · 배송되어야 할 화물을 정시에 배송하기 위한 배송 네트워크 계획 및 설계기술 개발 ▪ 내용 · 최종 수요처 입지 및 짐착시간/배송물동량 분석 · 배송차량 및 경로 할당계획 구축 · 이례상황 발생시 대응기술
회수물류시스템 기술	▪ 목적 · 반품 및 수송용기 회수 등을 위한 회수물류시스템 구축 ▪ 내용 · 회수물류 네트워크 설계기술 개발 · 반품원인 확인시스템 개발
철도차량 및 화물정보에 대한 실시간 모니터링 기술	▪ 목적 · 차량 및 화물의 이동경로 및 배송상태에 대한 정보를 제공하여 전체 물류프로세스에 대한 관리와 고객의 정보요구에 신속히 대응하기 위한 기술 개발 ▪ 내용 · 화물전용 철도차량 운행 모니터링 기술 · 화물의 위치추적 등 이동경로 모니터링 기술
전용 철도차량 내 화물 품질 유지를 위한 모니터링 기술	▪ 목적 · 철도차량 내 적재된 화물에 대한 품질유지를 위해 차량 내 온도, 습도 등 화물 품질에 영향을 미칠 수 있는 요인들에 대한 모니터링 및 제어 기술

기술과제명	내용
	▪ 내용 · 화물전용차량 내 온도, 습도 등에 대한 센싱 및 제어기술 · 외부충격에 따른 화물 파손 및 손상 등의 감지 및 대응기술
화물정보 표준 인터페이스 기술	▪ 목적 · 생산자 및 소비자를 포함한 화물이동의 전체 물류프로세스 상에서 화물정보의 원활한 흐름을 확보하기 위한 기술 개발 ▪ 내용 · 화주의 화물정보시스템과 공동물류시스템간의 호환성을 위한 인터페이스 표준화 기술 개발
공동물류시스템 물류프로세스 통합관리기술	▪ 목적 · 도심 내 철도시설을 이용한 공동 물류시스템을 보다 효율적 이면서도 안전하게 운영하기 위해 예측단계, 계획단계, 운영 단계, 성과관리단계 등 물류프로세스 내 모든 활동들을 일괄적으로 통합 관리하기 위함 ▪ 내용 · 공동물류시스템 수요예측 시스템 개발 · 수요에 대응한 배송계획 수립 및 운영기술 · KPI(Key performance index)등 성과관리 시스템 구축
도심 공동물류시스템 비즈니스 모델 발굴	▪ 목적 · 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화시스템 기술 개발 의 검증 및 향후 상용화를 위한 비즈니스 모델 발굴 ▪ 내용 · 기존 도심물류 배송시스템의 유형 분류 · 사업성을 고려한 비즈니스 모델 발굴 · 시범사업을 위한 테스트베드 구축 및 운영 · 개발기술의 검증 및 보완
경제성 및 사업성 분석	▪ 목적 · 반품 및 수송용기 회수 등을 위한 회수물류시스템 구축 ▪ 내용 · 회수물류 네트워크 설계기술 개발 · 반품원인 확인시스템
도심 공동물류시스템 구축 관련 법, 제도 분석	▪ 목적 · 도심 공동물류시스템 구축을 위한 관련 법, 제도적 제약사항을 사전에 분석함으로써 시스템 구축시 요구조건으로 반영하고 제도적 개선사항을 도출하기 위함 ▪ 내용 · 도심 철도시설 내 화물을 운송하기 위한 관련 법, 제도 분석 · 법, 제도적 관점에서의 시스템 요구조건 도출 · 법, 제도적 개선사항 제안

3.2.3. 연구개발 후보과제 도출

- 철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발을 위한 연구과제를 구성하기 위해 기술수요조사 결과를 토대로 하여 사전단계로 기술트리를 구성하였음



<그림 3.52> 도심물류 공동화 기술트리(안)

- “철도 시설을 이용한 도시 공동물류시스템의 기술개발“의 과제의 목표는 현 정부에서 추진하는 창조경제 구축과 이를 통한 온실가스 배출 저감을 위하여 도시 공동물류시스템을 실현하기위해 도심 내 철도를 통한 화물 수송 시스템의 개발 및 실용화이며, 이를 달성하기 위해 필요한 기술을 중심으로 연구과제를 구성하였음
- 본 연구는 화물 규격화 및 이송시스템 기술, 도시철도차량 이용 수송시스템 기술, 인프라 및 운영시스템 기술, 테스트 베드로 크게 4개의 항목으로 구분하였고 그에 따른 연구 기술을 도출하였음.

- 연구개발 기술항목은 총 10가지로 도출되었으며 각 항목의 주요 연구내용은 다음과 같음
- 화물 규격화 및 이송시스템 기술은 화물 규격화 기술, 화물 이송시스템 기술로 구성됨. 화물 규격화 기술은 도시철도 시설을 이용하는 화물의 신속성, 정확성, 취급성을 제고하고자 하는 목표를 가지며 화물의 수송, 보관, 취급 등에서 유연성 확보 및 화물을 보호하기 위한 표준화된 수송용기 또는 패키징 기술을 개발하고자 함. 화물 이송시스템 기술은 철도 인프라 시설 내 화물전용공간에서 화물을 신속하고 안전하게 이송하기 위한 수평 및 수직 이송시스템, 반입 및 반출 시스템, 사고대응 실시간 제어 및 관리 기술 개발을 하고자 함. 연구과제의 주요 연구내용은 아래와 같음
 - 화물 규격화 기술
 - 대상화물 규격분석을 통한 수송용기 규격 설정
 - 품목별 특성을 고려한 수송용기 기술
 - 품목별 배송단위 및 품질유지를 고려한 패키징 기술
 - 화물 이송시스템 기술
 - 수평/수직 이송시스템 기술 및 연계 기술
 - 화물이송시스템 구축을 위한 전용공간 규격화
 - 화물이송시스템 표준화 및 모듈화
 - 이송시스템 상태 모니터링 및 제어 기술
 - 이송시스템 유지보수 및 유사시 긴급대응 기술
- 도시철도차량 이용 수송시스템 기술에서는 화물수송차량 스케줄링 기술, 전용차량내 적재시스템 기술, 전용차량의 반출/반입 기술로 구성되며 차량 내 반입 및 반출 시스템을 고려한 최적의 화물 배치 및 적재 시스템 개발을 목표로 함. 또한 기존 여객차량의 운행 안전성을 확보하며 화물차량을 이용한 운송을 극대화할 수 있는 운영시스템을 개발하고자 함. 주요내용은 아래와 같음.
 - 화물수송차량 스케줄링 기술
 - 화물전용차량 정거장별 정차횟수 및 운행패턴 분석

- 화물전용차량 투입 다이아 확보 기술
- 화물전용차량 적재시스템 기술
 - 차량 내 화물 다단적재시스템 기술
 - 차량 내 물류설비 배치 기술
- 화물전용차량 반입/반출 기술
 - 화물 반입/반출을 위한 연결장치 및 연계 기술
 - 차량 내 화물 위치 및 상태 검지 기술
- 도시철도를 이용하여 화물을 운송하기 위한 필수조건인 인프라와 운영시스템 기술개발에서는 도시철도 시설의 화물전용공간 DB 구축, 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축, 도심물류 공동화 시스템 적용성 분석, 공동물류 운영시스템 기술로 구성되며 주요 연구내용은 아래와 같음
 - 도시철도 시설의 화물전용공간 DB 구축
 - 도시철도 시설별 화물전용공간 조사 및 활용가능성 분석
 - DB시스템 구축
 - 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축
 - 화물전용공간 물류기능 수행을 위한 표준 레이아웃 설계
 - 표준 레이아웃 설계를 위한 가이드라인 구축
 - 도심물류 공동화 시스템 적용성 분석
 - 관련 법제도 분석
 - 경제성/사업성 분석 및 운영 방안 도출
 - 공동물류 운영시스템 기술
 - 철도차량 및 화물정보, 품질에 대한 실시간 모니터링 기술
 - 공동물류시스템 물류프로세스 통합관리 기술

3.2.4. 우선순위 평가 및 최종 후보과제 도출

가. 요구사항 및 우선순위 평가

(1) 조사 개요

○ 조사 목적

- 도시철도를 이용한 도심물류 공동화 기술 개발에 대한 전문가들의 의견을 수렴하고 후보과제들의 우선순위를 도출하기 위함

○ 조사 대상

- 학계 : 해당 분야에서 활동하고 있는 대학 교수
- 철도운영기관 : 철도 운영기관에서 근무하고 있는 경력 10년 이상의 실무자

○ 조사 방법

- 도심물류 공동화 기술 개발에 대해 자문위원들을 대상으로 집중인터뷰 방식으로 진행

(2) 조사 항목

- 평가기준을 설정하기 위해 본 기획연구에서는 기존 문헌들을 검토하여 가능한 모든 평가기준을 추출하고 과제의 성격과 부합하는 기준을 마련하였음
- 평가기준의 선정은 다음과 같은 세 가지의 기준 선정원리, 즉, 항목 간 독립성을 유지하는 상호배타성(Exclusiveness), 상위항목에 대한 하위항목의 종속성이 확보되는 완전결합성(Completeness), 처리 가능한 항목수를 유지하는 적정규모성(Optimum size)이라고 하는 3대 기본원리를 충족시켜야 함
- 기존 문헌검토를 통해 전략성, 시급성, 기술성, 사회성(공공성), 경제성, 시장성을 도출하고 연구진의 검토를 거쳐 평가대상 과제의 속성에 맞는 평가기준으로 확정하였음
- 본 기획연구과제에서 도출된 평가기준은 도심물류 공동화 기술개발의 니즈를 반영하여 전략성, 기술성, 경제성, 시장성 4개로 선정하였음

<표 3.34> 우선순위 평가기준

대항목	소항목	소항목 개념
전략성	전략과의 부합성	해당 기술이 정부가 추진하고자 하는 중장기 연구개발 전략에 부합되는 정도를 의미함. ※국가 R&D 연구개발 과제목표 및 기획과제의 추진 전략과의 부합성
	전략적 시급성	전략적으로 해당 기술을 적용해야 되는 시간적 시급성을 의미함
기술성	기술실현성	현재의 기술수준 등 기타 조건을 고려할 때 해당 기술이 실현될 가능성을 의미함.
	기술우위성	해당 과제의 기술적 독창성의 크기로서, 해당 연구분야의 기여도(선도기술 및 원천기술 확보)가 높을 것으로 예상되는 정도를 의미함
경제성	사업화가능성	해당 기술이 개발된 후 제품화/사업화의 가능 정도를 의미함
	투자수익성	해당 기술의 개발비에 대한 수익의 비율의 크기를 의미함
시장성	시장규모	해당 기술의 시장규모의 크기를 의미함.
	시장성장성	해당 기술의 시장의 성장가능성을 의미함.

(가) 전략성

- 국가연구개발 사업의 규모가 점차 대형화되고 연구기간이 길어짐에 따라 연구개발 사업의 전략에 부합하는 기획의 중요성이 대두됨
- 세계적으로 온실가스 저감을 위한 국제적 노력이 강화됨에 따라 철도분야의 친환경성 부각되는 추세임. 철도와 관련된 국가 상위 기본계획에서는 온실가스 저감 및 에너지 절약, 자원재활용 등의 목표가 제시되고 있으며 이를 달성하기 위한 정책적/제도적 노력과 함께 다양한 상세계획들이 수립되고 있음
- 정부의 저탄소 녹색성장 정책이 강력하게 추진되고 있는 가운데, 철도부문에 대한 투자의 필요성과 중요성이 점차 강조되고 있으며 부처 예산의 증감현황에서도 국토해양부의 정책적 의지가 반영되고 있음

(나) 기술성

- 기술개발을 통해 관련 산업에서 경쟁력을 확보하기 위해서는 기존 산업에서 활동하고 있는 주요 경쟁자 및 잠재 경쟁주체들의 기술개발 및 사업추진 동향에

대한 꾸준한 파악 및 분석이 요구되며, 기술수준에 맞는 연구개발 목표 설정이 중요함

- 현재 도시철도를 이용한 물류에 대해 시행하고 있는 지자체가 없으나 도심내 교통혼잡, 도시물류의 신교통수단과 관련하여 향후 시장 확대 및 기술경쟁력 강화를 위해서는 공공부문의 역할이 중요함
- 역량 있는 연구기관과 민간 기업들이 참여하여 시장을 형성 및 발전시켜 나갈 수 있도록 초기 시장을 주도하는 한편, 해외 기업들에게 시장을 잠식당하지 않도록 하기 위해서는 연구개발투자를 통한 기술경쟁력 확보가 우선시되어야 함
- 현재의 기술수준 등 국내외 기술개발 환경을 고려할 때 해당 기술이 국내에서 충분히 실현될 가능성이 있는 연구개발 과제가 선정 되어야 하며, 국가 연구개발 사업의 기획 시 해당 연구 분야의 기술경쟁력 확보에 기여 할 수 있는 선도 기술 및 원천기술 확보 가능성이 높은 기술이 선정 되어야 함
- 공동물류 운영시스템 기술 개발, 개발 기술의 도시철도 시스템 연계, 철도 및 관련 산업 육성, 온실가스 저감을 통한 친환경성 제고를 위한 연구개발 니즈를 반영하고, 해당 기술 분야에서 기술실현성, 기술우위성을 고려하는 평가기준을 선정하여 평가함

(다) 경제성

- 철도부문의 국가연구개발사업의 예산규모가 확대됨에 따라 연구개발 사업의 실패 또는 성과 미비에 따른 예산 낭비를 방지하고 연구개발 투자 효율성을 증대시키기 위한 미래핵심기술의 선정이 중요함
- 해당 기술이 개발된 후 제품화/사업화를 통하여 즉시 활용 가능하며, 연구개발 투자 대비 수익성이 높은 기술을 선정하기 위하여 연구개발 투자의 효율성을 고려한 평가기준으로 사업화 가능하고 투자 수익성을 평가기준으로 선정

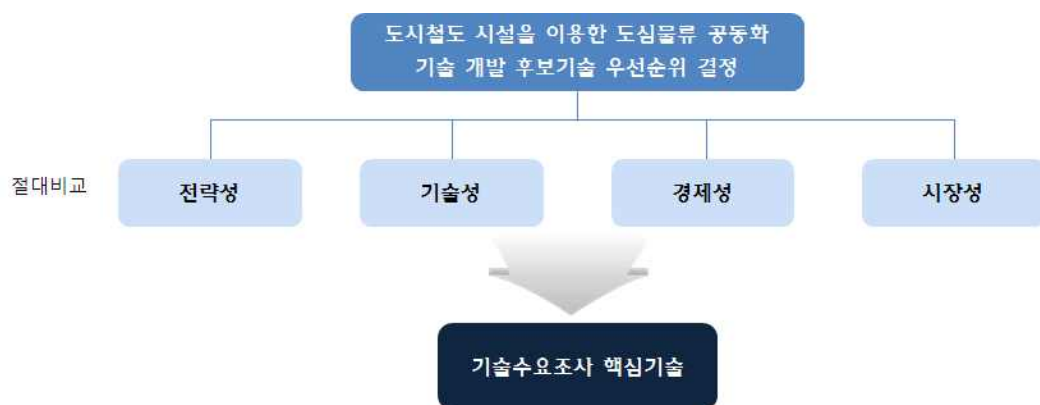
(라) 시장성

- 도심내 도로 교통혼잡을 줄일 수 있는 유일한 수단으로 모색되며 향후 도시물류의 대체 교통수단으로서 성장할 경우, 경제적 파급효과가 클 것으로 추산됨

- 국내 기술력 확보 및 제고를 통해 해외 기술의존도를 낮추고, 연구개발 성과로부터 이익을 창출하고, 경제적 파급효과를 고려하기 위한 지표로써, 향후 미래 핵심기술의 시장규모 및 시장 성장성을 평가기준으로 고려함

(3) 평가모형

- 「도시철도를 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발」의 우선순위 선정을 위한 평가기준 및 평가대안은 아래와 같은 계층구조로 구성됨



<그림 3.53> 기술 우선순위 결정 모형

- AHP 계층구조는 후보과제 우선순위 설정하기 위해 구성되며, 평가기준은 크게 4가지 평가되며, 평가 항목간의 가중치는 쌍대비교방법으로 중요도를 도출하는 것이 좋으나 평가대안의 수가 너무 많으면 쌍대비교의 횟수가 기하급수적으로 증가하기 때문에 상대측정이 불가능하여 실질적으로 AHP를 적용하기가 어려우므로, 대안의 수가 10개 이상인 경우에는 평가기준에 따른 절대측정방법을 취함
- 절대비교는 경험을 통해 얻게 된 표준을 기억 속에 갖고서 대안을 비교하는 경우인데 AHP에서 계층의 요소 간 1 대 1로 쌍대비교를 행하는 상대측정과는 달리, 절대비교를 통한 절대측정은 각 기준별로 등급화 되어있는 척도 또는 강도(intensity)에 따라 독립적인 대안에 한 번에 하나씩 순위를 부여하기 위해 이용됨
- 대개 쌍대비교가 곤란하다고 알려져 있는 10개 이상의 대안의 수인 경우에는

평가기준에 따라 절대비교를 통한 절대측정방식을 취하는 것이 바람직함. 이 접근방식은 기준의 강도(intensity)에 대한 우선순위를 설정할 수만 있다면 언제든지 사용이 가능함

- 본 연구에서는 평가기준들에 대한 강도(intensity)를 5점 척도로 평가하여, 중요도가 부여된 평가항목들과 최종적으로 취합하여 후보과제들의 우선순위를 정하게 됨

(4) 조사결과

(가) 전략성

- 기술의 전략성 항목과 관련하여 자문위원들의 연구과제별 우선순위 결과는 다음과 같음

<표 3.35> 우선순위 평가 결과 (전략성)

구분	배점평균	우선순위
도시철도시설의 화물전용공간 DB구축	4.4	2
화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축	4.2	4
차량내 화물 반입/반출 기술	3.8	6
차량내 화물적재 기술	3.8	6
화물수송차량 스케줄링 기술	3.4	9
화물 규격화 기술	4	5
화물 이송시스템 기술	3.2	11
화물배송시스템기술	3.4	9
공동물류 운영시스템 기술	3.8	6
도심물류 공동시스템 적용성 검토	5	1
시범사업 구축 및 보급방안 수립	4.4	2

○ 자문위원 의견

- 화물전용공간 DB 구축, 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축 사업의 경우, 만약에 본 사업의 취지에 따라 사업이 현실화 되지 않는다 하더라도 향후 도심 철송 기지를 도시물류 거점으로 활용할 것을 대비하여 높은 전략적 점수를 부여할 수 있음

- 공동물류 운영시스템 기술 사업의 경우, 철도역을 기중점으로 하는 수배송 시스템 뿐만아니라, 일반적인 단거리 수배송 시스템을 혁신할 수 있는 표준화된 시스템으로 거듭날 수 있을 것으로 기대하고, 이것은 정부가 추진하고자 하는 공동물류 활성화의 취지와 부합하므로 높은 점수를 부여하였음
- 시범사업 구축 및 보급방안 수립 사업의 경우, 테스트베드를 시행함에 따라 연구단계에서 예측하거나, 고려하지 못한 상황과 요인들을 파악할 수 있기 때문에 반드시 필요함. 이런 예측치 못했던 요인들은 사업의 양적 요인으로 작용 할 수도 있으리라 판단 (예컨대, 수요의 증가와 그로인한 단가 할인)
- 해당 사업의 적합성에 대한 근거도출이 우선될 필요가 있어 도심물류 공동화에 따른 적용성/효과 및 보급방안에 대한 사전적인 검토가 시급할 것으로 판단됨
- 화물이송시스템의 경우는 단계적인 접근이 필요할 것으로 판단됨. 즉, 큰 그림에서 도심철도 운송체계에 대한 설계/연구가 우선되고, 철도차량 내에서 이루어지는 화물의 반입/반출 및 적재운영에 대한 기술개발은 상대적으로 우선순위는 낮을 것으로 판단됨
- 화물전용공간 DB구축의 경우는 현실적으로는 일시적인 현황조사에 국한될 가능성이 높으므로, 화물전용공간 확보 방안, 도심 물류공동화의 대상이 되는 화물이송수요에 대한 부분이 병행될 필요가 있음
- 공간과 수요에 대한 동시조사가 필요하고 수요분석 및 공간형태 분석을 통해서 화물규격화에 대한 연구가 진행될 필요가 있음

(나) 기술성

- 기술성 항목과 관련하여 자문위원들의 연구과제별 우선순위 결과는 다음과 같음
- 자문위원 의견
 - 기술의 실현 가능성과 우위성을 같은 항목으로 묶어서 상호 trade-off가 발생함.
 - 화물 반입/반출, 적재 기술은 실현가능성은 높으나, 기술적 우위성은 떨어짐
 - 화물차량기술과 물류이송체계기술의 결합이 예상되는 기술로, 화물차량운영

기술이 확보가 된다는 전제하에서 기타의 해당과제에 대한 기술실현성은 전반적으로 충분히 가능할 것으로 판단됨

- 도심철송을 이용한 운영(관리)분야에 대해서는 세계 처음 시도로 충분한 연구가 필요하며, 또한 열차 운행에 있어서 기존 승객용 열차에 피해를 주지 않고 운영되어야 하는 기술이 요구됨

<표 3.36> 우선순위 평가 결과 (기술성)

구분	배점평균	우선순위
도시철도시설의 화물전용공간 DB구축	4.6	1
화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축	4	2
차량내 화물 반입/반출 기술	4	2
차량내 화물적재 기술	4	2
화물수송차량 스케줄링 기술	3.8	6
화물 규격화 기술	3.8	6
화물 이송시스템 기술	3.8	6
화물배송시스템기술	3.8	6
공동물류 운영시스템 기술	4	2
도심물류 공동시스템 적용성 검토	3.4	11
시범사업 구축 및 보급방안 수립	3.6	10

(다) 경제성

- 연구과제의 경제성 항목과 관련하여 자문위원들의 연구과제별 우선순위 결과는 다음과 같음
- 자문위원 의견
 - 화물 규격화, 이송시스템 기술, 배송시스템 기술은 일반화의 가능성이 그리 높지 않기 때문에 투자수익성은 떨어진다고 보여짐
 - 하지만, 화물전용공간 DB 구축, 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축은 향후 기초자료로서 이용될 수도 있기 때문에 그 수익성은 보장된다고 사료됨
 - 시범사업의 경험은 그 사업 자체의 투자수익 실패와 성공을 떠나 장기적 차

원에서 또 다른 실패를 예방할 수 있는 차원에서 장려되어야 함. 단, 시범사업의 규모의 적정성에 따라 투자수익이 달라질 수 있음

- 도심내에서의 화물이송체계와 소비자 관점에서 도심철도와 소비자간의 화물이송연계시스템 및 화물의 분류(Sortation)/결합(Merge)에 대한 연계성까지 검토될 필요가 있음. Last-mile delivery 운영체계에서 이러한 부분은 해소될 것으로 기대됨
- 현황분석 및 적용방안의 경우는 연구에 대한 충분한 경제성에 대한 확보는 가능하겠으나, 기타의 핵심운영기술의 경우는 실제 운영수요와 투입비용에 대한 근거가 있어야 판단이 가능할 것으로 사료됨
- 화물 운반 기계설비 분야는 운영의 효율과 유지관리분야에 도움이 될 것으로 사료되나, 고비용이 투입되는 관계로 경제성에 있어 효과를 따져봐야 할 듯함
- 초기에는 저비용 고효율을 극대화 하는 방안으로 사업을 진행시켜야 할 것으로 판단됨

<표 3.37> 우선순위 평가 결과 (경제성)

구분	배점평균	우선순위
도시철도시설의 화물전용공간 DB구축	4.2	3
화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축	3.8	5
차량내 화물 반입/반출 기술	3.2	9
차량내 화물적재 기술	3.4	7
화물수송차량 스케줄링 기술	2.8	11
화물 규격화 기술	3.2	9
화물 이송시스템 기술	3.4	7
화물배송시스템기술	3.6	6
공동물류 운영시스템 기술	4.2	3
도심물류 공동시스템 적용성 검토	4.4	1
시범사업 구축 및 보급방안 수립	4.4	1

(라) 시장성

○ 시장성 항목과 관련하여 자문위원들의 연구과제별 우선순위 결과는 다음과 같음

<표 3.38> 우선순위 평가 결과 (시장성)

구분	배점평균	우선순위
도시철도시설의 화물전용공간 DB구축	4.2	1
화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축	3.8	3
차량내 화물 반입/반출 기술	3.4	9
차량내 화물적재 기술	3.4	9
화물수송차량 스케줄링 기술	3.2	11
화물 규격화 기술	3.8	3
화물 이송시스템 기술	3.6	6
화물배송시스템기술	3.8	3
공동물류 운영시스템 기술	4.2	1
도심물류 공동시스템 적용성 검토	3.6	6
시범사업 구축 및 보급방안 수립	3.6	6

○ 자문위원 의견

- 전반적으로 향후 도심 화물열차의 관심이 높아지면 그 시장규모는 커질 전망이나, 현재로서는 이를 예상하기 매우 어려운 실정임. 단, 장기적으로 인구변동이 크지 않을 것을 감안하면 유류비 상승으로 인한 철도의 용량증대가 예측됨에 따라, 화물전용공간 DB 구축, 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축의 시장성은 점점 커질 전망이다. 한편, 화물배송시스템 기술, 공동물류 운영시스템 기술과 관련된 도시물류의 수배송 시스템 또한 그 중요성이 커지리라 판단됨.
- 단, 화물 반입/반출 기술, 적재 기술, 운행 기술과 관련하여 사업의 규모가 커진다고 하더라도 그 규모가 커질지에는 확신이 없음
- 시범사업 자체의 시장 성장성은 그 자체로 그리 크지 않을 것으로 사료됨
- 도심철송은 기존 승객중심의 수송수단임으로 화물운송에 한계가 있을 것이

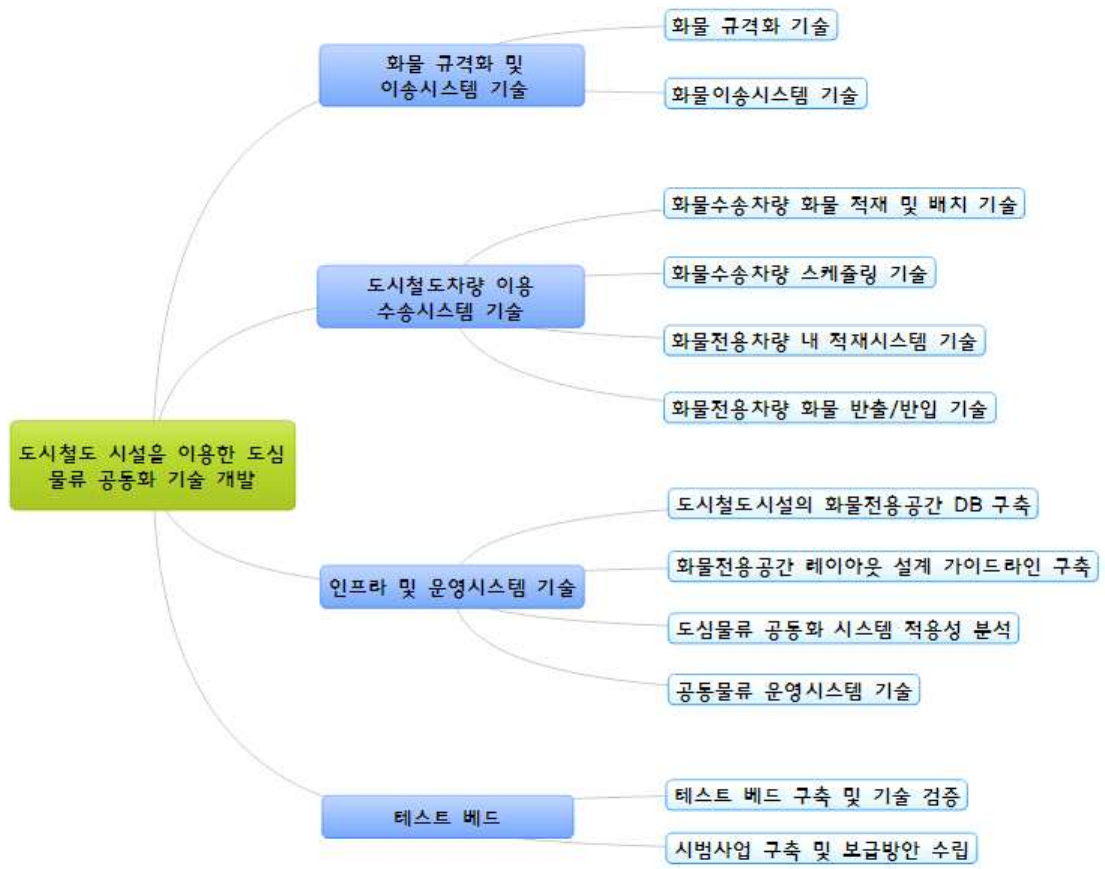
며, 역사 인프라도 고객중심으로 운영되고 있는 시설임을 감안할 때 일정부분 투자금이 발생될 수 있음

(마) 종합결과

- 인프라와 운영시스템과 관련된 과제의 경우 전략성, 시장성, 경제성 항목에서 대다수 높은 우선순위를 나타내고 있음.
- 단, 본 기획연구의 경우 연구과제 하나가 누락될 경우 전체 과제의 흐름에 영향을 줄 수 있는 여지가 있음
- 자문위원 대다수가 초기 고정비용(열차제작비, 인프라 개선비 등)에 대해 상당히 부정적인 견해를 가지고 있으며 이에 대한 대안으로 단계별 기술 개발을 추천함. 즉, 현재 도시철도의 인프라를 최대한 이용하는 방안을 1단계로 두고 DB 구축, 수송용기 개발, 이송시스템 기술 개발을 먼저 완료하는 것으로 추천
- 2단계에서 화물전용차량 제작, 공동물류 운영시스템 기술 개발, 테스트 베드 등 기존의 여객과 분리된 화물전용 운송시스템과 관련한 기술을 개발하는 순차적 개발 방법을 도입하는 것을 대다수 자문위원이 동의하고 있음
- 결론적으로 단계별 개발방법의 경우 초기 고정비용의 부담이 없으며 기존 시설에서 운영시스템을 약간 변동하는 것으로 큰 위험성이 없음
- 모든 상황을 고려한 결과 도심 공동물류 공동화 기술 개발에서 도출된 과제들은 단계별로 추진할 필요성이 있음
 - 1단계 기술 개발단계에서는 객차를 이용한 화물운송 방안임을 감안하여 객차 내 화물 적재 및 배치 기술이 신규과제로 투입되었으며 고정비용을 최소화할 수 있는 방안으로 선정되었음

나. 최종 후보과제 도출

- 본 연구개발을 위한 자문위원들의 기술수요 및 우선순위 평가에 의해 최종적으로 테스트 베드를 제외하고 하부과제 3개에 10개의 기술이 도출되었으며, 그 내용은 다음과 같음



<그림 3.54> 최종 기술트리

3.3. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

- 본 절에서는 앞서 도출된 기술에 근거하여 핵심기술요소¹⁴⁾를 선정하고, TRL¹⁵⁾ 목표를 도출하였음

3.3.1. 핵심기술요소(CTE) 도출

- 우선 핵심기술요소 도출을 위한 후보기술은 앞에서 도출한 10개 기술로 정의하였음

<표 3.39> 핵심기술요소(CTE) 후보

No.	기술명
CTE 후보1	화물 규격화 기술
CTE 후보2	역사 내 화물 이송시스템 기술
CTE 후보3	화물수송차량 화물 적재 및 배치 기술
CTE 후보4	화물수송차량 스케줄링 기술
CTE 후보5	화물전용차량 내 적재시스템 기술
CTE 후보6	화물전용차량 화물 반출/반입 기술
CTE 후보7	도시철도 시설의 화물전용공간 DB 구축
CTE 후보8	화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축
CTE 후보9	도심물류 공동화 시스템 적용성 분석
CTE 후보10	공동물류 운영시스템 기술

- 핵심기술요소 선정은 6가지의 체크리스트를 활용하여 선정하였으며, 각 후보과 제별 평가내역은 다음과 같음
 - 최종 선정된 핵심기술요소는 화물 규격화 기술과 화물전용차량 내 적재시스템 기술, 공동물류 운영시스템 기술이 선정되었음

14) 핵심기술요소(CTE, Critical Technology Elements)는 연구의 성패를 좌우하는 중요한 기술로서 연구목표를 달성하기 위해 충족되어야 할 필수기술이며, CTE는 그 자체로 시연이 가능하고 측정이 가능한 기술이어야 함

15) 기술성숙도(TRL, Technology Readiness Level)는 개발기술의 성숙도 또는 이행단계를 평가하기 위한 정량화된 측정지표로서 시스템, 공법·기법, 재료·자재, 소프트웨어, 장비·장치 등 최종성과물 유형별로 기초연구, 실험, 시제품, 실용화, 양산의 R&D 5단계와 9개 세부단계로 분류함

<표 3.40> 핵심기술요소(CTE) 선정

체크리스트	후보 1	후보 2	후보 3	후보 4	후보 5	후보 6	후보 7	후보 8	후보 9	후보 10	비고
1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?	○					○					반드시 충족
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한(실패)위험이 예상되는가?											하나 이상 충족
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가?						○					
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?			○	○							
5. 해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?	○		○	○		○				○	
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?						○					
핵심기술요소(CTE) 선정여부	○	×	×	×	×	○	×	×	×	×	

○ 핵심기술요소에 대한 최종성과물 유형과 최종 TRL은 다음과 같음

<표 3.41> 핵심기술요소(CTE) 목록

No.	기술명	최종성과물 유형	최종 TRL
CTE 1	화물 규격화 기술	공법·기법	TRL 8
CTE 2	화물전용차량 화물 반출/반입 기술	장비·장치	TRL 8

3.3.2. 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

○ 도출된 핵심기술요소의 단계별 목표는 다음과 같음

- 화물 규격화 기술의 경우 2차년도까지 7단계를 완성하고, 테스트베드 구축을 하는 5차년도에 TRL 8단계를 검증함
- 화물전용차량 화물 반출/반입 기술의 경우 3차년도에 연구를 착수하여 TRL 4단계를 거쳐서 4차년도에는 TRL 7단계까지 완성하는 것으로 목표를 설정하였음. 또한 시험운영 과정을 진행하여 최종 TRL 8단계까지 달성하는 것으로 목표를 설정함

<표 3.42> 기술성숙도 단계별 목표

연구과제명		도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발		유형	공법·기법, 장비·장치		
프레임워크		선행단계	시제품 제작		현장적용	제품화/실용화	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도 (종료)
마일스톤 일정		‘14.07	‘16.01	‘17.01	‘18.01	‘19.01	‘20.01
No.	기술명						
CTE 1	화물 규격화 기술	TRL 3	TRL 5	TRL 7			TRL 8
CTE 2	화물전용차량 화물 반출/반입 기술	TRL 3			TRL 4	TRL 7	TRL 8

3.4. 연구개발과제 구성

- 주요 연구내용은 화물 규격화 및 이송시스템 기술, 도시철도차량 이용 화물 수송시스템 기술, 도시철도 인프라 및 운영시스템 기술, 테스트베드 구축으로 구성됨
- 화물 규격화 및 이송시스템 기술
 - 화물 규격화(패키징, 수송용기 등) 기술
 - 역사 내 화물 이송시스템 기술
- 도시철도차량 이용 화물 수송시스템 기술
 - 화물수송차량의 화물 적재 및 배치 기술
 - 화물수송차량 스케줄링 기술
 - 화물전용차량 내 적재시스템 및 화물 반출/반입 기술
- 도시철도 인프라 및 운영시스템 기술
 - 도시철도 시설의 화물전용공간 DB 구축
 - 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축
 - 도심물류 공동화 시스템 적용성 분석(경제성/사업성, 법/제도, 운영 방안 등)
 - 공동물류 운영시스템 기술
- 테스트베드 구축
 - 1단계 사업 테스트 베드 및 검증
 - 2단계 사업 시범사업 사이트 구축 및 보급방안 수립
- 주요 연구개발 성과물
 - 도시철도 화물 규격화 기술 (표준용기, 패키징 방법 등)
 - 역사 내 화물 수직/수평 이송시스템 기술
 - 도시철도 이용 화물수송시스템 구축을 위한 화물수송차량 화물 적재 및 배치 기술, 화물수송차량 스케줄링 기술, 화물전용차량 내 적재시스템, 화물전용차

량의 반출/반입 장치

- 공동물류 운영시스템

<표 3.43> 연구의 내용

중분류	세분류	연구 내용
화물 규격화 및 이송시스템 기술	화물 규격화(패키징, 수송용기 등) 기술	· 도시철도 화물수송을 위한 수송용기 기술 개발 · 대상화물의 단위화를 위한 패키징 기술
	역사 내 화물 이송시스템 기술	· 수평 및 수직 화물이송시스템 기술 개발 · 화물전용공간 효율적 활용을 위한 화물이송시스템 표준화 기술 · 실시간 컨베이어 이송시스템 제어 및 관리 기술
도시철도 차량 이용 화물 수송시스템 기술	화물수송차량의 화물 적재 및 배치 기술	· 객차 내장재 보호장비 기술 · 객차 내 화물배치 최적화 기술 · 객차 내 화물 적재 및 고정 기술
	화물차량 스케줄링 확보 기술	· 화물차량 정거장별 정차횟수 분석 · 화물차량 주행 성능을 고려한 운행패턴 분석 · 화물열차 투입 다이어 확보 기술
	전용차량 내 화물 반출/반입 기술	· 도시철도 차량의 화물 반출/반입을 위한 연결 장치 개발 · 철도차량 시스템과 반출입 시스템의 인터페이스 기술 개발 · 차량 내 적재된 화물의 위치 및 상태 검지 기술
	전용차량 내 화물 적재시스템 기술	· 철도차량 내 화물 다단적재시스템 기술 · 철도차량 내 물류설비의 공간배치 기술
도시철도 인프라 및 운영시스템 기술	도시철도 시설의 화물전용공간 DB구축	· 도시철도 시설의 화물전용공간 DB구축
	화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인	· 화물전용공간의 물류기능 부여 · 화물전용공간별 물류기능 수행을 위한 유형, 규모별 표준 레이아웃 설계 · 표준 레이아웃 설계 가이드라인 구축
	도심물류 공동화 시스템 적용성 분석	· 사업성을 고려한 비즈니스 모델 발굴 · 도심 철도시설 내 화물을 운송하기 위한 관련 법, 제도 분석 · 경제성 및 사업성 분석
	공동물류 운영시스템 기술	· 철도차량 및 화물정보에 대한 실시간 모니터링 기술 · 철도차량 내 화물 품질유지를 위한 모니터링 기술 · 화물정보 표준 인터페이스 기술 · 공동물류시스템 물류프로세스 통합관리기술
테스트 베드 구축		- 1단계 사업 테스트 베드 및 검증 - 2단계 사업 시범사업 사이트 구축 및 보급방안 수립

3.5. 세부과제 주요 내용 및 추진전략

가. 세부과제 주요 내용

- 개발기술 단위로 연구개발과제명 및 목표, 연구개발내용, 기술개발 필요성 및 중복성 검토, 연구개발과제의 규모, 기대효과 및 파급효과, 최종성과물 등의 내용을 포함한 과제카드를 작성하였음

(1) 화물 규격화 및 이송시스템 기술

- 화물 규격화 기술과 역사 내 화물 이송시스템 기술로 구성되며, 각각의 기술에 대한 과제 카드는 다음과 같음

<표 3.44> 화물 규격화 기술

과제명	화물 규격화 기술					
목표	▪ 도시철도 시설을 이용하는 화물의 신속성, 정확성, 취급성을 제고하고 화물의 수송, 보관, 취급 등에서 유연성 확보 및 화물을 보호하기 위한 표준화된 수송용기 개발 또는 패키징 기술 개발					
연구내용	▪ 도시철도 화물수송을 위한 수송용기 기술 개발 · 대상화물의 규격분석 · 대상화물의 적재율 극대화를 위한 수송용기 규격 설정 · 화물 품목별 특성을 고려한 수송용기 개발 ▪ 대상화물의 단위화를 위한 패키징 기술 · 대상화물의 규격분석 · 대상화물의 적재율 극대화를 위한 패키징 방법 개발 · 화물 품목별 특성 및 품질유지를 고려한 패키징 기술 개발					
기술개발 필요성	▪ 운송되어야 할 주요 화물 품목군에 대한 크기 및 특성 등을 고려하여 차량 내 제한된 공간을 최대한 활용하고 설비된 기기에 적합한 화물전용 수송용기 개발 필요 ▪ 화물의 품질보존 및 안전성 등을 고려하고 이를 단위화하기 위한 패키징 기술 필요					
중복성	▪ 해당사항 없음					
기대효과 및 파급효과	▪ 다양한 화물의 크기를 고려한 전용 수송용기 또는 패키징 기술을 개발함으로써 화물 적재율 및 안전성 등 향상					
성과물	▪ 화물전용차량 수송용기 또는 화물 패키징 기술					
활용 방안	▪ 철도차량 내 설비된 기기 및 제한된 공간을 최대한 활용하기 위해 활용 ▪ 패키징이 필요한 화물에 대한 안전성을 고려하기 위해 활용					
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
연차별연구비 (정부+민간)	300백만원	450백만원				

<표 3.45> 역사 내 화물 이송시스템 기술

과제명	역사 내 화물 이송시스템 기술				
목표	▪ 철도 인프라 시설 내 화물전용공간에서 화물을 신속하고 안전하게 이송하기 위한 수평 및 수직 이송시스템 기술 개발 ▪ 여객과 분리하고 주어진 화물전용공간을 최적으로 활용하면서 화물의 환적 및 반입, 반출 등을 수행하기 위한 화물이송시스템 개발 및 표준화 ▪ 화물전용공간 내 컨베이어 설비의 작동상태 모니터링 및 예기치 못한 설비 기기에서 발생할 수 있는 사고에 대해 신속히 대응하기 위한 실시간 제어 및 관리 기술 개발				
연구내용	▪ 수평 및 수직 화물이송시스템 기술 개발 · 수평 컨베이어 이송시스템 기술 개발 · 수직 컨베이어 이송시스템 기술 개발 · 수평 및 수직 컨베이어 이송시스템 연계 기술 개발 ▪ 화물전용공간 효율적 활용을 위한 화물이송시스템 표준화 기술 · 화물이송시스템 구축을 위한 화물전용공간 규격화 · 화물이송시스템의 모듈화 및 표준화 ▪ 실시간 컨베이어 이송시스템 제어 및 관리 기술 · 컨베이어 이송시스템 상태 모니터링 기술 개발 · 컨베이어 이송시스템 제어 기술 개발 · 화물이송시스템 유지보수 및 고장시 대응기술 개발				
기술개발 필요성	▪ 화물전용공간 내 신속성, 안전성 등을 고려하여 화물을 이송하기 위해 철도시설 내에 설비될 수 있는 수평 및 수직 이송시스템 기술 필요 ▪ 화물전용으로 활용될 수 있는 공간 규격화뿐만 아니라 화물이송시스템 모듈화, 표준화 등으로 철도시설 내 제한된 공간 효율성 향상 ▪ 컨베이어 기기에서 발생할 수 있는 충돌, 고장 등에 신속히 대응하기 위해 이를 실시간 제어 및 관리할 수 있는 기술 필요				
중복성	▪ 해당사항 없음				
기대효과 및 파급효과	▪ 철도 인프라 시설 내 표준화, 모듈화 등을 고려한 화물이송시스템을 구축함으로써 제한된 시설 공간을 효율적으로 활용가능 ▪ 화물의 운반활동뿐만 아니라 컨베이어 기기의 실시간 모니터링 및 제어를 통해 유사시 신속히 대응하여 고객화물의 정시성 및 안전성 등 기여				
성과물	▪ 철도시설 내 화물전용 수평 및 수직 컨베이어 이송기기 ▪ 화물이송시스템 ▪ 수평 및 수직 컨베이어 실시간 연계 및 제어·관리시스템				
활용 방안	▪ 철도시설 내 물류기능을 부여하기 위해 활용				
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별연구비 (정부+민간)	350백만원	550백만원			

(2) 도시철도 차량 이용 수송시스템 기술

- 화물수송차량의 화물 적재 및 배치 기술, 화물수송차량 스케줄링 기술, 화물전용차량 내 적재시스템 기술, 화물전용차량의 화물 반출/반입 기술로 구성됨

<표 3.46> 화물수송차량 화물 적재 및 배치 기술

과제명	화물수송차량 화물 적재 및 배치 기술				
목표	▪ 객차의 제한된 차량 공간을 최대한 활용하여 차량 내 물류활동 기능을 성공적으로 수행할 수 있도록 화물 고정장치, 내장재 보호장비, 반출입 보조장치 등의 화물 적재 기술 개발				
연구내용	▪ 객차 내 화물 적재 기술 · 객차 내 화물의 공간배치기술 개발 · 객차 내 물류기능 및 프로세스에 적합한 보호장비, 고정장치 등의 개발 ▪ 도시철도 차량의 화물 반출입을 위한 보조장치 개발 · 승강장과 차량 간의 간격 및 높이차 등을 극복하기 위한 보조 연결장치 개발				
기술개발 필요성	▪ 철도차량의 제한된 공간 내 화물 적재율을 최대화하기 위해 공간배치 기술 개발 필요 ▪ 적재된 화물의 안전성 향상에 기여하기 위해 보호장비, 고정장치 등 개발 필요 ▪ 물류기능부여 및 화물의 반입/반출활동을 수행하기 위해 차량 내 /외부 보조 연결장치 개발 필요				
중복성	▪ 해당사항 없음				
기대효과 및 파급효과	▪ 철도차량의 제한된 공간을 고려한 화물 공간배치기술을 통해 적재공간 최대화 가능 ▪ 보호장비, 고정장치 등을 이용하여 차량 내 화물에 대한 안정성 향상 기여 ▪ 보조 연결장치를 통해 화물 신속하고 안전한 반/출입 활동 가능				
성과물	▪ 차량 내 화물 공간배치시스템 ▪ 보호장비 및 고정장치 ▪ 외부시설과 연계하여 화물 반출/입을 가능하게 하는 보조장치				
활용 방안	▪ 철도차량 이동 및 정차시 화물의 안전성 향상에 기여하기 위해 보호장비 및 고정장치 활용 ▪ 화물 반출/입 활동을 위해 활용				
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별연구비 (정부+민간)	275백만원	475백만원			

<표 3.47> 화물수송차량 스케줄링 기술

과제명	화물수송차량 스케줄링 기술				
목표	▪ 화물차량의 다양한 운행패턴을 고려하여 여객차량의 운행 안전성을 확보하면서 화물 운송의 극대화 및 정시성 확보를 위한 기술				
연구내용	▪ 화물차량 스케줄링 확보 기술 · 화물차량 정거장별 정차횟수 분석 · 화물차량 주행 성능을 고려한 운행패턴 분석 · 화물열차 투입 다이어라 확보 기술				
기술개발 필요성	▪ 기존 여객차량의 운행 안전성을 유지하고 각 정거장별 정차횟수 및 운행패턴 등을 분석하여 화물차량의 운행 스케줄링을 확보할 수 있는 기술 필요				
중복성	▪ 해당사항 없음				
기대효과 및 파급효과	▪ 화물차량의 최적화된 운행계획을 수립함으로써 고객에게 배송되어야 할 화물의 정시성 및 안전성 등 제고				
성과물	▪ 화물차량 운행계획시스템				
활용 방안	▪ 화물 철도차량 정기운행계획 ▪ 화물 철도차량 긴급투입계획				
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별연구비 (정부+민간)	100백만원				

<표 3.48> 화물전용차량 내 적재시스템 기술

과제명	화물전용차량 내 적재시스템 기술				
목표	- 제한된 차량 공간을 최대한 활용하여 차량 내 물류활동 기능을 성공적으로 수행할 수 있는 화물 적재시스템 개발 - 차량 내 화물의 반입, 반출 및 적재시스템을 고려한 최적의 화물 배치기술 개발				
연구내용	- 철도차량 내 화물 적재시스템 기술 - 차량 내 물류기능 및 프로세스 분석 - 차량 내 물류기능 및 프로세스에 적합한 적재시스템 개발 - 차량 내 설비의 공간배치기술 개발 - 철도차량 내 화물 배치 기술 - 도시철도 차량별 화물 배정 기술 - 반출입 순서를 고려한 차량 내 화물 적재위치 배정 기술				
기술개발 필요성	- 철도차량의 제한된 공간 내 화물 적재율을 최대화하기 위해 적재시스템 및 공간배치 기술 등 필요 - 고객 수요지에 따라 화물의 정확한 반출을 위해 차량별 화물 배정 및 화물 적재위치 기술 등 필요				
중복성	해당사항 없음				
기대효과 및 파급효과	- 철도차량의 제한된 공간 내에 설비되어야할 기기의 공간배치기술 및 화물 적재시스템을 통하여 화물 적재공간 최대화 - 고객 수요지에 따라 화물의 위치배정 및 적재함으로써 화물 정시율 및 효율성 향상 기여				
성과물	- 철도차량 내 화물 다단 적재시스템 - 차량 내 공간 설비 배치시스템 - 차량별 화물 배치시스템				
활용 방안	- 전용차량 내 화물 다단적재기능 수행에 활용 - 제한된 차량 공간 내 설비기기 배치에 활용 - 차량 내 수요지별 화물 적재에 활용				
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별연구비 (정부+민간)	250백만원	300백만원			

<표 3.49> 화물전용차량 화물 반출/반입 기술

과제명	화물전용차량 화물 반출/반입 기술				
목표	▪ 화물의 반출·입 활동이 원활하게 이루어지도록 하기 위해 철도차량 내·외부 시설을 서로 연계하는 연결 장치 개발 ▪ 주어진 시간 내에 신속하게 화물의 반입/반출을 위해 철도차량의 도어시스템과 반출입 시스템 간의 인터페이스 기술 개발 ▪ 철도차량 내 적재된 화물에 대한 상태 및 품질보존을 위한 실시간 위치검지기술 개발				
연구내용	▪ 도시철도 차량의 화물 반출/반입을 위한 연결 장치 개발 · 화물 반출/반입을 위한 연결장치 개발 · 차량 내 이송장치 및 차량 밖 이송장치와의 연계기술 개발 ▪ 철도차량 시스템과 반출입 시스템의 인터페이스 기술 개발 · 철도차량의 도어시스템과 연결 장치의 신호 연동 기술 · 차량 내 화물 반입 및 차량 밖 화물 반출의 완료정보 교환 기술 ▪ 차량 내 적재된 화물의 위치 및 상태 검지 기술 · 철도차량 내 적재된 화물의 실시간 위치검지기술 · 적재된 화물의 상태에 대한 정보 획득 기술 · 차량 내 화물의 품질유지를 위한 온도, 습도 등의 센싱기술				
기술개발 필요성	▪ 화물운송기능을 부여하기 위해 철도차량과 내·외부시설을 서로 연계시킬 수 있는 연결장치 및 인터페이스 기술 필요 ▪ 주어진 시간 내에 신속하게 화물의 반입/반출을 위해 철도차량의 도어시스템과 반출입 시스템 간의 인터페이스 기술 개발 ▪ 철도차량 내 적재된 화물에 대한 상태 및 품질보존을 위한 실시간 위치검지기술 개발				
중복성	▪ 해당사항 없음				
기대효과 및 파급효과	▪ 철도시설 및 차량을 상호 연계함으로써 철도차량으로 화물을 운송할 수 있는 미래형 도시철도물류 모달시프트 시스템 구축 기여 ▪ 차량 내 적재된 화물의 위치 및 상태 등을 검지하여 화물의 정시성, 안전성 등 제고 가능				
성과물	▪ 차량 및 시설간 연계 장치 시스템 ▪ 인터페이스 시스템 ▪ 실시간 화물 검지 센서 ▪ 화물 상태 모니터링 시스템				
활용 방안	▪ 철도차량 내 화물 반·출입 기능 수행을 위해 활용 ▪ 차량 내 화물 검지 및 상태 모니터링 수행을 위해 활용				
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별연구비 (정부+민간)	400백만원	370백만원			

(3) 인프라 및 운영시스템 기술

- 도시철도 시설의 화물전용공간 DB 구축, 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축, 도심물류 공동화시스템 적용성 분석, 공동물류 운영시스템 기술로 구성됨

<표 3.50> 도시철도 시설의 화물전용공간 DB 구축

과제명	도시철도 시설의 화물전용공간 DB 구축				
목표	▪ 차량기지, 역사 내 지하시설 등 철도시설에서 화물전용으로 활용할 수 있는 공간에 대한 DB를 구축함으로써 시설별 유형분류 및 활용가능성 분석 등을 도심물류 공동화시스템 기초자료로 활용				
연구내용	▪ 도시철도 시설별 화물전용공간 유형 및 규모 조사 ▪ 도시철도 시설별 화물전용공간 DB 구축				
기술개발 필요성	▪ 철도시설 내에 물류활동을 수행할 수 있는 기능을 부여하기 위해서는 화물전용공간으로 활용될 수 있는 공간에 대한 기초적인 조사 및 분석과정 필요 ▪ 화물전용으로 활용될 수 있는 공간에 대한 구조 및 특성 등을 파악하여 이를 유형별 분류과정을 통해 전용 DB 구축				
중복성	▪ 해당사항 없음				
기대효과 및 파급효과	▪ 철도시설 내부 공간의 유형, 구조, 특성 등을 고려하여 물류기능을 수행하기에 적합한 인프라 시설 선정 ▪ 향후 화물전용공간으로 활용되길 원하는 다른 철도시설에 대하여 구축된 DB의 자료를 바탕으로 빠른 판단 및 적용가능				
성과물	▪ 도시철도시설 화물전용공간 DB				
활용 방안	▪ DB를 통해 화물전용공간으로 활용될 수 있는 철도시설 선정에 활용				
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별연구비 (정부+민간)	250백만원				

<표 3.51> 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축

과제명	화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축				
목표	▪ 도시철도 시설 내 화물전용공간의 이용 효율 극대화를 위해 시스템 초기 구축 비용 및 운영비용 절감에 기여				
연구내용	▪ 화물전용공간의 물류기능 부여 ▪ 화물전용공간별 물류기능 수행을 위한 유형, 규모별 표준 레이아웃 설계 ▪ 표준 레이아웃 설계 가이드라인 구축 ▪ 도시철도 시설 이용 도심물류 공동화 시스템 구축 대안 제시				
기술개발 필요성	▪ 기존 여객운송 중심의 도시철도 인프라 시설을 고려하여 각 유형 및 규모에 따라 적합한 물류활동 기능 부여 ▪ 초기투자비용, 운영비용, 공간활용도 등 효율성 최대화				
중복성	▪ 해당사항 없음				
기대효과 및 파급효과	▪ 표준화된 레이아웃 설계 가이드라인을 구축함으로써 초기에 소요되는 비용 최소화 및 화물전용 활용공간 최대화 ▪ 철도시설에 대한 추가적인 개발 필요시 레이아웃 설계 가이드라인을 통하여 빠른 판단 및 적용 가능				
성과물	▪ 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인				
활용 방안	▪ 물류활동 기능수행을 고려한 공간 설계에 활용				
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별연구비 (정부+민간)	500백만원				

<표 3.52> 도심물류 공동화 시스템 적용성 분석

과제명	도심물류 공동화 시스템 적용성 분석				
목표	▪ 기술 개발 검증 및 상용화를 위한 비즈니스 모델 발굴 ▪ 관련 법, 제도적 제약사항에 대한 사전분석을 통해 제도적 개선 사항 도출 및 반영 ▪ 공공성 관점에서의 투자 타당성 검토 및 안정적인 운영가능성의 근거 제시				
연구내용	▪ 사업성을 고려한 비즈니스 모델 발굴 ▪ 도심 철도시설 내 화물을 운송하기 위한 관련 법, 제도 분석 · 서울특별시 물류기본계획, 물류정책기본법, 지속가능교통물류발전법, 소방관련법, 도시철도법, 철도안전법 등 · 법, 제도적 관점에서의 시스템 요구조건 도출 · 법, 제도적 개선사항 제안 ▪ 경제성 및 사업성 분석 · 시스템 구축 시나리오 설정 · 대안별 경제성 및 사업성 분석				
기술개발 필요성	▪ 기술개발의 시행착오 감소 ▪ 실용화 가능성 및 안정적인 운영가능성 증대 ▪ 실용화에 걸림돌로 작용될 수 있는 외부환경(법, 제도) 요인 제거				
중복성	▪ 해당사항 없음				
기대효과 및 파급효과	▪ 도심 내 물류 공동화시스템을 새롭게 정립하여 물류프로세스 효율성을 제고할 수 있는 비즈니스 모델 제시 ▪ 관련 법/제도적 관점에서의 요구조건 도출 및 개선사항을 제안하여 신 녹색물류체계 구축 ▪ 시범사업 시스템 구축전 경제성 및 사업성을 분석하여 실용화 가능성 및 안정적인 운영가능성 증대 기여				
성과물	▪ 도심물류 공동화시스템 비즈니스 모델 ▪ 법/제도적 관점의 요구조건 및 개선사항 ▪ 경제성 및 사업성 분석				
활용 방안	▪ 관련 법/제도적 관점에서의 개선될 사항에 대해 적절히 반영하여 실용화 가능성 증대 기여 ▪ 경제성 및 사업성 분석을 통한 초기 투자 타당성 검증				
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별연구비 (정부+민간)	225백만원	325백만원			

<표 3.53> 공동물류 운영시스템 기술

과제명	공동물류 운영시스템 기술				
목표	▪ 차량 및 화물의 이동경로 및 배송상태에 대한 정보를 관리자에게 제공하여 전체 물류프로세스에 대한 관리를 가능하게 하고 고객의 정보요구에 신속히 대응하기 위한 기술 개발 ▪ 도심 내 철도시설을 이용한 공동 물류시스템을 보다 효율적이면서도 안전하게 운영하기 위해 예측단계, 계획단계, 운영단계, 성과관리단계 등 물류프로세스 내 모든 활동들을 통합적으로 관리				
연구내용	▪ 철도차량 및 화물정보에 대한 실시간 모니터링 기술 · 철도차량 운행 모니터링 기술 · 화물의 위치추적 등 이동경로 모니터링 기술 ▪ 철도차량 내 화물 품질유지를 위한 모니터링 기술 ▪ 화물정보 표준 인터페이스 기술 ▪ 공동물류시스템 물류프로세스 통합관리기술 · 공동물류시스템 수요예측 시스템 개발 · 수요에 대응한 배송계획 수립 및 운영기술 및 성과관리				
기술개발 필요성	▪ 철도차량으로 운송되어야 할 화물의 품질강화 및 안전성 등을 유지하기 위해 화물을 실시간 감지할 수 있는 센싱 및 제어기술 필요 ▪ 화물의 위치 및 진행상황을 모니터링하여 고객에게 실시간 제공할 수 있는 서비스 요구 ▪ 공동물류시스템 내 모든 물류활동을 통합적으로 운영 및 관리할 수 있는 시스템 필요				
중복성	▪ 해당사항 없음				
기대효과 및 파급효과	▪ 철도차량 내 적재된 화물의 품질을 강화하기 위한 모니터링 기술과 화물의 위치 에 대한 정보를 고객에게 제공함으로써 고객 클레임 해소 및 만족도 향상 기여 ▪ 불확실한 시장 수요에 유연하게 대응할 수 있는 효율적인 계획 수립 가능 ▪ 물류프로세스 내 모든 활동들에 대한 성과를 지속적으로 반영 및 관리함으로써 운송비 절감 및 물류서비스망 개선				
성과물	▪ 화물 정보 및 위치 등 실시간 모니터링 시스템 ▪ 인터페이스 표준화 시스템 ▪ 공동물류시스템				
활용 방안	▪ 화물에 대한 정보를 고객에게 제공하기 위해 활용 ▪ 서로 다른 시스템을 연계하기 위해 활용 ▪ 기존 물류프로세스를 지속적으로 개선하기 위해 활용				
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별연구비 (정부+민간)	900백만원	930백만원			

(4) 시범사업 구축 및 보급방안 수립

<표 3.54> 시범사업 구축 및 보급방안 수립

과제명	시범사업 구축 및 보급방안 수립				
목표	▪ 도심물류 공동화시스템의 이해관계자인 고객사, 철도운영회사 등을 대상으로 요구사항 분석 및 시범사업 계획을 진행하여 실용화 가능성 증대 기여 ▪ 제한적 대상 및 규모를 선정하여 시범적으로 구축 및 운영함으로써 관련 문제점 및 개선사항 보완 ▪ 현실적인 시범운영 결과 및 효과를 제시하여 연구개발 성과물의 실용화 확산 및 촉진 등 기여				
연구내용	▪ 시범 시스템 요구사항 분석 ▪ 시범운영 계획 수립 ▪ 시범사업 구축 ▪ 시범운영 및 보완사항 도출 ▪ 시스템 및 기술보완				
기술개발 필요성	▪ 잠재적 고객 및 철도운영회사와의 협조체계 구축 ▪ 시범 시스템 내 현장 요구사항 적절히 반영 ▪ 도심물류 공동화시스템 실용화 검증 ▪ 시스템의 실질적인 운영을 통해 기술적 및 시스템적 보완사항 도출 ▪ 기술개발 내용의 최종 점검 ▪ 보완사항에 대한 적절한 반응을 통해 실용화 가능성 증대				
중복성	▪ 해당사항 없음				
기대효과 및 파급효과	▪ 도심 내 물류 공동화시스템을 새롭게 정립하여 물류프로세스 효율성을 제고할 수 있는 비즈니스 모델 제시 ▪ 관련 법/제도적 관점에서의 요구조건 도출 및 개선사항을 제안하여 신 녹색물류체계 구축 ▪ 시범사업 시스템 구축전 경제성 및 사업성을 분석하여 실용화 가능성 및 안정적인 운영가능성 증대 기여				
성과물	▪ 시범 시스템 요구사항 ▪ 시범운영 계획 ▪ 시범운영 보완사항				
활용 방안	▪ 관련 이해관계자의 요구사항 분석하여 시범운영 계획 수립시 적절히 반영 ▪ 시범시스템 및 기술부문 내에 보완사항 등을 통해 실용화 가능성 증대				
예산	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
연차별연구비 (정부+민간)	1,050백만원	4,500백만원			

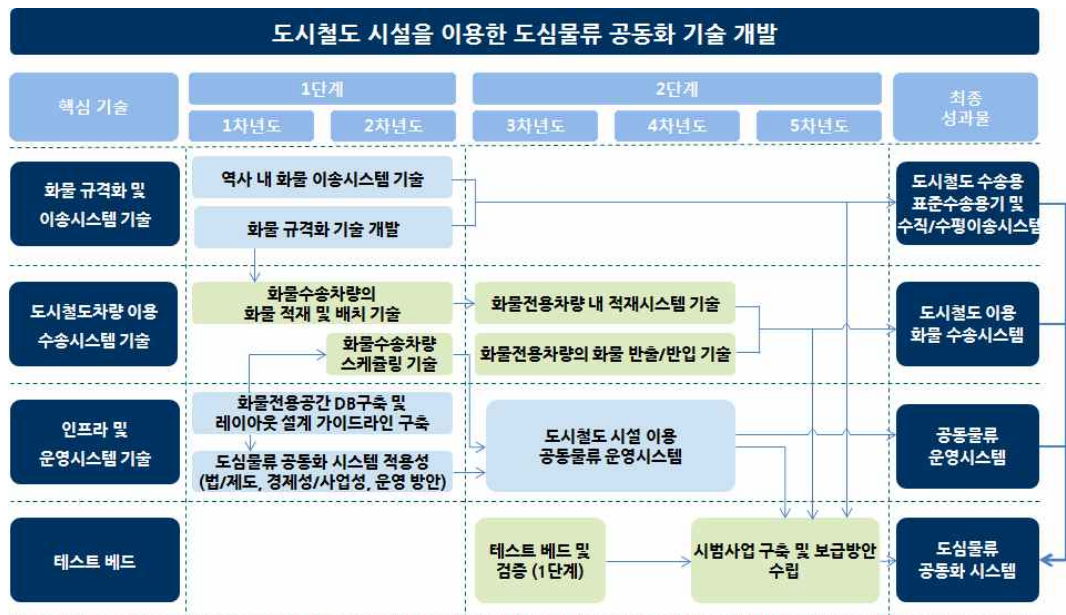
나. 기술개발 전략 수립

- 본 연구에서 개발대상으로 하는 도심 내 철도시설을 이용한 공동물류시스템 기술 개발은 국내에서 진행된 사례가 없음
 - 이에 따라 본 연구의 공동물류시스템이 사용되어야 할 환경 및 이해관계자들의 니즈를 분석하고 이를 바탕으로 시스템 개발을 위한 요구사항을 도출하는 것이 우선적으로 이루어져야함
 - 또한 관련 시장 및 물류프로세스에 대한 이해를 바탕으로 도출된 요구사항을 개발하고자 하는 시스템 내에 적절히 반영되어야 함
- 본 연구의 기술개발이 성공적으로 추진되기 위해서는 철도 인프라, 화물 상·하역, 철도차량, 운영시스템 등과 관련된 다양한 기관의 참여가 요구되며, 이를 실용화하기 위해서는 관련기관의 협조 및 역할이 중요함
 - 주관연구기관 : 연구 총괄, 개발시스템의 기능 정의 및 시범운영을 통한 검증
 - 참여기업 : 시범운영을 위한 인프라시설 구축 및 기술개발
 - 화주, 물류업체, 협회 : 시범운영을 위한 협조 및 요구사항 도출
- 기술개발의 시행착오를 줄이기 위하여 주요 핵심이 되는 기능에 대한 시뮬레이션 및 프로토타입(Prototype) 제작을 통하여 기술적 검증이 필요함
 - 특히 철도차량과 이송장비간의 연계를 위한 기술 확보 위해 프로토타입 제작
 - 실제 작업 현장에서의 근무조건을 고려한 기능 검증
 - 본 연구의 대상을 실용화하기 위해서는 시범적 운영을 통한 인프라시설 및 개발 장비에 대한 검증이 필요함
 - 화물철도차량 및 이송장치 간의 단순 기능검증은 현장에서 시험 및 보완하도록 함
 - 전체 물류프로세스에 대한 검증은 시범운영을 하기위해 선정된 차량기지, 노선 등을 대상으로 레이아웃 설계 및 이송장비의 설치로 검증
 - 또한 실용화의 걸림돌로 작용할 수 있는 각종 규제 및 제도에 대한 정책적 사항의 검토가 필요함

3.6. 과제별, 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

○ “도시철도시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발” 과제의 예상되는 기술개발 일정은 다음과 같음

- 총 5개년도로 구성하였으며, 차량기지에 물류센터 구축은 인허가 사항과 밀접한 연관이 있어, 본 기술개발은 단계적으로 추진하는 것으로 하였음
- 1단계에서는 화물수송을 기존의 객차를 이용하여 수송할 수 있는 기술 위주로 구성하였으며, 2단계에서는 향후 차량기지 물류센터화가 현실화될 경우 전용열차 기술의 개발 및 공동물류 운영시스템 기술 개발을 계획하였음



<그림 3.55> 기술개발 일정

○ 본 기술개발을 위해서 소요되는 예산은 총 5개년에 125억원(정부 93.75억원, 민간 31.25억원)이 소요될 것으로 예상됨

<표 3.55> 연차별 예산 종합

단위: 백만원

구분내역	연도					합계
	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	
예산	500 (167)	2,350 (783)	1,500 (500)	1,650 (550)	3,375 (1,125)	9,375 (3,125)

3.7. 성과활용 방안

3.7.1. 시범노선의 선정

- 차량기지 입지, 주요 간선 도로망과의 접근성, 현행 여객열차와의 복합운영 용이성, 터널 환기구 활용 가능성 등을 고려하여 수도권 지하철 노선 중 최적의 노선을 선정함
- 시범운영의 대상선정을 위한 여러 고려요인들 중 테스트베드 구축의 현실성을 고려하여 실현 용이성에 주안점을 두고 검토함

<표 3.56> 수도권 지하철 노선 현황

구분	노선	역수	영업 거리 (km)	운행시간							운행시격		운행 횟수	
				역명	첫차			막차			출 퇴 근	평 시		
					상행	평일	토 요 일	공 휴 일	평일	토 요 일				공 휴 일
S E O U L M E T R O	1	10	7.8	소요산	05:15	05:30	05:30	23:38	23:35	23:30	30	40	550	
				천안	05:00	05:00	05:00	24:06	24:08	24:06				
				인천	05:00	05:00	05:00	23:43	23:43	23:43				
	2	50	60.2	성수	05:30	05:30	05:30	24:43	24:42	24:43	23	60	1,002	
				까치산	05:30	05:30	05:30	24:53	23:47	23:47				
	3	34	38.2	대화	05:16	05:30	05:30	24:36	23:36	23:36	30	65	410	
				오금	05:31	05:25	05:28	24:27	23:27	23:27				
	4	26	31.7	당고개	05:30	05:30	05:30	24:25	23:25	23:25	25	55	498	
				오이도	05:13	05:14	05:14	24:23	23:22	23:22				
	서 울 도 시 철 도 공 사	5	51	52.3	방화	05:30	05:30	05:30	24:37	23:33	23:33	25 ~ 30	60 ~ 80	461
마천					05:31	05:33	05:33	24:29	23:40	23:40				
상일동					05:30	05:30	05:30	24:15	23:40	23:40				
6		38	35.1	응암	05:37	05:37	05:37	24:02	23:09	23:09	40	80	342	
				봉화산	05:30	05:30	05:30	24:45	23:51	23:51				
7		42	46.9	장암	05:35	05:35	05:35	24:22	23:29	05:35	25 ~ 30	60	410	
				부평구청	05:31	05:31	05:31	24:29	23:43	05:31				
8		17	17.7	암사	05:30	05:30	05:30	24:31	23:50	23:50	45	80	312	
				모란	05:30	05:30	05:30	24:36	23:44	23:44				
서울시 메트로 9호선		9	25	27.0	신논현	05:38	05:38	05:38	24:40	23:38	23:38	급행: 10.0 일반: 5.0	급행: 13.0 일반: 6.5	536
	개화				05:28	05:30	05:30	24:30	23:40	23:30				

자료: 한국철도기술연구원, 통계로 보는 한국철도 2012, 2012

주: 출퇴근시간은 07:00~09:00, 18:00~20:00

○ 본 연구 과제의 시범적용을 위해 수도권 지하철 노선 중 화물열차의 투입 용이성 등 실현성 측면을 고려한 결과, 서울의 1~9호선 중 6호선의 시범실시가 가장 타당한 것으로 분석되었음

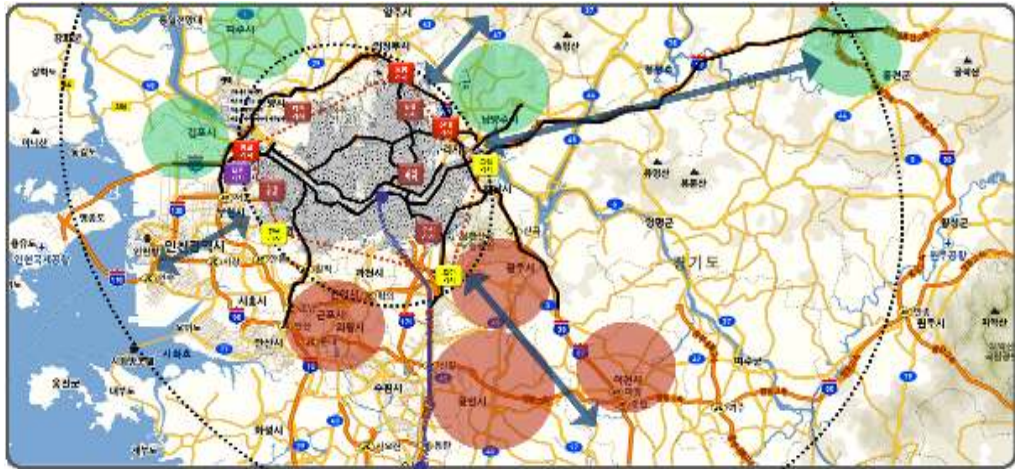
- 여객수송을 주요 목적으로 하는 노선의 특성상, 향후 본 연구과제의 실질적 시범 적용을 위해서는 여객열차와의 적정시격 확보가 관건이며, 시격이 비교적 조밀한 타 노선에 비해 6호선이 화물열차의 시범운행에 가장 적합함

<표 3.57> 수도권 지하철 차량기지현황

구분	노선	차량기지 현황			
		사업소명	위치	면적 (m ²)	인접도로
S E O U L M E T R O	1	군자	성동구 용답동	212,000	천호대로, 동부간선도로
	2	신정	양천구 신정동	223,435	고척로, 중앙로
		수서	강남구 수서동	196,795	새말로, 밤고개로, 탄천동로
	3	지축	경기도 고양시	310,745	삼송로, 통일로
	4	창동	도봉구 상계동	181,819	노원로, 동부간선도로
서 울 도 시 철 도 공 사	5	방화	강서구 개화동	170,965	올림픽대로
		고덕	강동구 강일동	255,866	서울외곽순환고속도로, 아리수로, 상일로
	6	신내	중랑구 신내동	190,140	용마산로, 북부간선도로
	7	도봉	의정부시 장암동	258,000	서계로, 동일로
		천왕	구로구 천왕동	197,026	두길로, 광남로
	8	모란	성남시 여수동	162,500	서울외곽순환고속도로, 분당수서간 고속도로, 여수대로
서울시 메트로 9호선	9	김포	강서구 개화동	379,683	인천국제공항고속도로

자료: 한국철도기술연구원, 통계로 보는 한국철도 2012, 2012

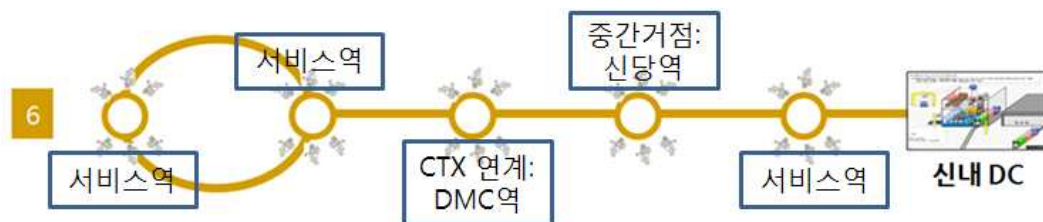
- 수도권 물류센터와의 인접성 측면에서는 동남권에 인접한 5호선이 다소 유리하나, 모든 기지가 수도권 주요 간선 도로망과 루프형으로 연결되어 접근 용이성 관점에서 물류센터와의 인접성 문제는 상쇄 가능함



<그림 3.56> 차량기지 및 수도권 물류센터 분포

3.7.2. 인프라 활용모델

- 기본 도심 공동물류시스템 모델의 5가지 영역 중, 6호선 인프라를 활용한 시범 사업의 주요 영역은 차량기지, 화물전용열차, 역사 승강장 활용 등 3가지 영역으로 분류됨
- 6호선 구간 중 이용가능 시설은 다음과 같음
 - 신내 차량기지는 물류센터 또는 환적 기능의 배송센터로서 활용할 수 있으며, 신당역에 대규모 역사 DC를 확보할 수 있는 공간을 마련할 수 있음
 - 또한 DMC역은 향후 CTX와의 연계에 가장 적합한 역으로 간선수송과 지선수송의 환적센터로 활용할 수 있음



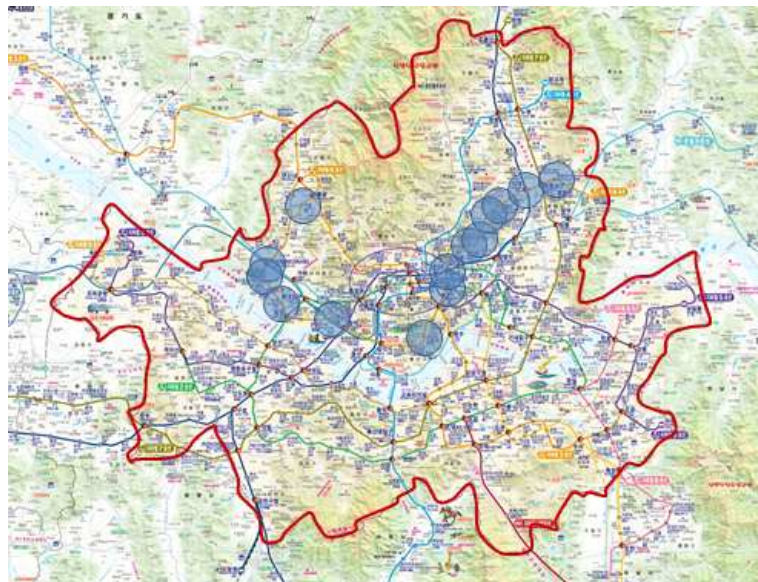
<그림 3.57> 6호선 시범노선 활용도

- 6호선의 활용 가능한 역사는 모두 14개로서 수요에 대응하여 전략적으로 서비스역의 선택이 가능하며, 신당역과 DMC역의 경우 대형공간을 확보할 수

있는 것으로 분석되었음

<표 3.58> 6호선 활용 가능한 역사 정리

순번	역명	유휴공간		형식	층수	외부 출입구	비고
		내부	외부				
2	역촌	B4사무실등	-	단선	지하4층	돌출식	
9	디지털미디어시티	B2식당등	-	상대식	B2-F1	양측식	대형공간
10	월드컵경기장	B1영업관리소,문서고등	-	상대식	지하3층	통합식	
12	망원	B2계단밀창고	-	상대식	지하2층	통합식	
16	대흥	B1사무실군집	-	섬식	지하3층	통합식	
22	한강진	-	천창 옆 공간	상대식	지하4층	돌출식	
26	신당	B1-B39호선통로	-	섬식	지하3층	통합식	환승(2호선)
27	동묘앞	B2소장실	-	섬식	지하3층	통합식	환승(1호선)
30	안암	B1 대기실	-	상대식	지하3층	통합식	
31	고려대	B3창고	-	상대식	지하4층	중앙식	
32	월곡	B1창고	-	상대식	지하3층	종점식	
33	상월곡	B2창고	-	2섬식	지하3층	통합식	
35	석계	B3계단밀창고	-	상대식	지하3층	종점식	환승(1호선)
37	화랑대	B1창고	천창 옆 화단	상대식	지하2층	통합식	



<그림 3.58> 6호선 활용가능한 역사 분포도

3.7.3. 법/제도 검토

- 도시철도시설을 이용한 도심물류 공동화시스템이 성공적으로 상용화되기 위해서는 각종 인허가와 관련된 법률을 체계적으로 검토하고 정부 기관과의 협력을 통하여 관련 규정과 법률을 수정 또는 제정을 추진하도록 함
- 도시철도 물류기능 도입과 관련된 법으로는 ‘물류정책기본법’, ‘지속가능교통물류발전법’, ‘국가통합교통체계효율화법’, ‘철도산업발전기본법’, ‘철도사업법’, ‘도시철도법’ 등이 있음
 - ‘물류정책기본법’에서는 물류 공동화·자동화 촉진(제23조), 환경친화적 물류의 촉진(제59조), 환경친화적 운송수단으로의 전환촉진(제60조) 등을 규정하고 있으며, 물류정책기본법시행령에서 전환 지원대상과 내용을 규정
 - ‘지속가능교통물류발전법’에서는 온실가스배출 감축 조치(제16조), 전환교통 지원(제21조), 환경친화적 교통물류시설 개발(제26조), 환경친화적 교통수단의 운행 확대 지원(제28조) 등이 명시
 - ‘철도사업법’, ‘도시철도법’ 등 철도 관련법에서는 철도시설 및 철도사업의 정의에 물류시설을 포함하고 있을 뿐 철도물류 관련 지원 제도는 미비함
- 물류시설 설치에 관한 일반 규정으로서 도시철도시설의 건설 및 변경 시에는 ‘도시철도법’을 우선적으로 따르며, 안전에 관한 사항은 ‘철도안전법’을 따름
 - ‘철도안전법’에는 열차운행 관련된 기관사 및 철도차량에 대한 안전규정이 주 내용이며, 철도시설에 관한 조항은 제25조(철도시설의 기술기준)이 유일함
 - 도시철도의 경우 세부적인 건설기준에 관한 사항은 국토교통부령 ‘도시철도 건설규칙’을 따르도록 되어 있음
 - 본 기술개발을 위한 도시철도시설의 변경을 위해서는 ‘도시철도사업계획’을 수립하여 국토교통부장관의 승인이 필요하며, 본 승인이 이루어질 경우 다른 관계 법률은 인가·허가 등이 있는 것으로 봄
 - 동 법에서 명시하고 있는 인가·허가 등 관계 법률은 23개 이며, 이 중 도시철도 역사 내 물류 관련시설을 설치 시 검토가 필요한 관계 법률은 ‘소음·진동관리법’, ‘사도법’, ‘소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률’ 등 3개임

<표 3.59> 도시철도 물류기능 도입 관련 법

구분	관련내용
물류정책기본법	▪ 새로운 물류시설을 건설하거나 기존 물류시설을 정비할 때 주요 물류거점시설 및 운송수단과의 연계성 고려(제22조) ▪ 물류공동화 및 물류자동화 추진 시 자금 지원(제23조) ▪ 물류산업의 경쟁력 강화 시책 강구 및 자금조달 지원(제36조) ▪ 환경친화적 물류활동 추진을 위한 시책 마련, 기존 물류시설·장비·운송수단을 환경친화적인 물류시설·장비·운송수단으로 변경시 행정적·재정적 지원(제59조) ▪ 환경친화적인 운송수단으로의 전환을 권고하고 지원(제60조)
지속가능 교통물류발전법	▪ 교통물류체계를 전환하거나 조정함으로써 온실가스 배출량을 감축하도록 조치(제16조) ▪ 대형중량화물에 대하여 환경친화적이고 효율적인 운송대책을 마련(제20조) ▪ 전환교통을 촉진하기 위하여 환승·환적(換積) 시설 및 장비의 설치대책을 마련, 전환교통 보조금 지원(제21조) ▪ 교통물류시설이 환경에 미치는 부정적인 영향 최소화, 교통물류시설개발사업시 환경적 편익과 비용을 고려(제26조) ▪ 환경친화적 교통기술 개발사업을 추진하고 이를 지원(제27조) ▪ 환경친화적 교통수단의 운행 확대를 위해 교통물류가격의 감면 등 지원(제28조)
국가통합교통 체계효율화법	▪ 효율적인 연계교통체계를 구축·관리하기 위하여 교통물류거점을 지정·고시, 교통물류거점을 중심으로 하는 연계교통체계를 구축(제37조)
철도산업발전 기본법	▪ 철도시설 투자를 추진함에 있어 사회적·환경적 편익을 고려(제7조) ▪ 철도산업의 육성·발전을 촉진하기 위하여 지원 가능(제8조) ▪ 철도기술전반에 대한 연구 및 개발에 노력(제11조)
철도사업법	▪ "철도사업"이란 다른 사람의 수요에 응하여 철도차량을 사용하여 유상(有償)으로 여객이나 화물을 운송하는 사업을 말한다.(제2조) ▪ 공공교통을 목적으로 하는 선로 및 다음 각 호의 공동 사용시설을 관리하는 자는 철도사업자가 그 시설의 공동 활용에 관한 요청을 하는 경우 협정을 체결하여 이용할 수 있게 하여야 한다.(제31조) 1. 철도역 및 역 시설(물류시설, 환승시설 및 편의시설 등을 포함)
도시철도법	▪ "도시철도시설"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 시설(부지를 포함)을 말한다.(제3조) 가. 도시철도의 선로, 역사(驛舍) 및 역무시설(물류시설, 환승시설 및 편의시설 등을 포함) ▪ "도시철도사업"이란 도시철도와 관련된 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 활동을 말한다.(제3조) 나. 도시철도시설을 이용한 여객 및 화물 운송

○ 물류시설은 현재 '도시철도법'에서 정의하고 있는 도시철도시설에 포함되어 있으나 도시철도사업에 물류사업은 명확하게 명시되어 있지 않음

- 이를 개정하기 위해 운영회사는 도시철도사업에 물류사업 등 부대사업에 대해 구체적으로 명시하기 위해 ‘도시철도법’ 개정을 추진하였으며, 그 개정안이 일부 통과하여 도시철도부대사업에 대한 구체적인 내용이 포함되어 2014년 11월 시행에정에 있음

도시철도법 제3조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 1~3. (생략) 4. "도시철도사업"이란 도시철도와 관련된 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 활동을 말한다. 가. 도시철도시설의 건설 나. 도시철도시설을 이용한 여객 및 화물 운송 다. 도시철도차량의 정비 및 열차의 운행 관리 라. 도시철도시설·도시철도차량·도시철도부지 등을 활용한 부대사업 개발 및 서비스 5~7. (생략) 도시철도법(개정안, 2014. 11. 22 시행) 1~5. (생략) 6. "도시철도운송사업"이란 도시철도와 관련된 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사업을 말한다. 가. 도시철도시설을 이용한 여객 및 화물 운송 나. 도시철도차량의 정비 및 열차의 운행 관리 다. 삭제 6의2. "도시철도부대사업"이란 도시철도시설·도시철도차량·도시철도부지 등을 활용한 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사업을 말한다. 가. 도시철도와 다른 교통수단의 연계운송사업 나. 도시철도 차량·장비와 도시철도용품의 제작·판매·정비 및 임대사업 다. 도시철도시설의 유지·보수 등 국가·지방자치단체 또는 공공법인 등으로부터 위탁받은 사업 라. 역세권 및 도시철도시설·부지를 활용한 개발·운영 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업 마. 「국가통합교통체계효율화법」에 따른 복합환승센터 개발사업으로서 대통령령으로 정하는 사업 바. 「물류정책기본법」에 따른 물류사업으로서 대통령령으로 정하는 사업 사. 「관광진흥법」에 따른 관광사업으로서 대통령령으로 정하는 사업 아. 「옥외광고물 등 관리법」에 따른 옥외광고업으로서 대통령령으로 정하는 사업 자. 가목부터 아목까지의 사업과 관련한 조사·연구, 정보화, 기술 개발 및 인력 양성에 관한 사업 차. 가목부터 자목까지의 사업에 딸린 사업으로서 대통령령으로 정하는 사업 7~9. (생략)

- 그러나 일반 도시철도역과는 다르게 현재 서울시 도시철도 차량기지는 개발제한구역으로 지정되어 있어 물류센터 건립에 있어 자유롭지 못함
- 차량기지는 ‘도시철도법’ 및 ‘개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법’(이하 개특법)에 적용받기 때문에 차량기지에 물류센터 건립을 위해서는 위 법령의 검토가 필요

- ‘개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법’(이하 개특법) 제12조(개발제한구역에서의 행위제한)에 따르면 ‘도로, 철도 등 개발제한구역을 통과하는 선형(線形)시설과 이에 필수적으로 수반되는 시설’에 대해서 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수 또는 구청장의 허가를 받아 건축물의 건축 또는 공작물의 설치 등을 수행할 수 있음

개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법

제12조(개발제한구역에서의 행위제한) ① 개발제한구역에서는 건축물의 건축 및 용도변경, 공작물의 설치, 토지의 형질변경, 죽목(竹木)의 벌채, 토지의 분할, 물건을 쌓아놓는 행위 또는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제11호에 따른 도시·군계획사업(이하 “도시·군계획사업”이라 한다)의 시행을 할 수 없다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하려는 자는 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수 또는 구청장(이하 “시장·군수·구청장”이라 한다)의 허가를 받아 그 행위를 할 수 있다.

1. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 건축물이나 공작물로서 대통령령으로 정하는 건축물의 건축 또는 공작물의 설치와 이에 따르는 토지의 형질변경

가. (생략)

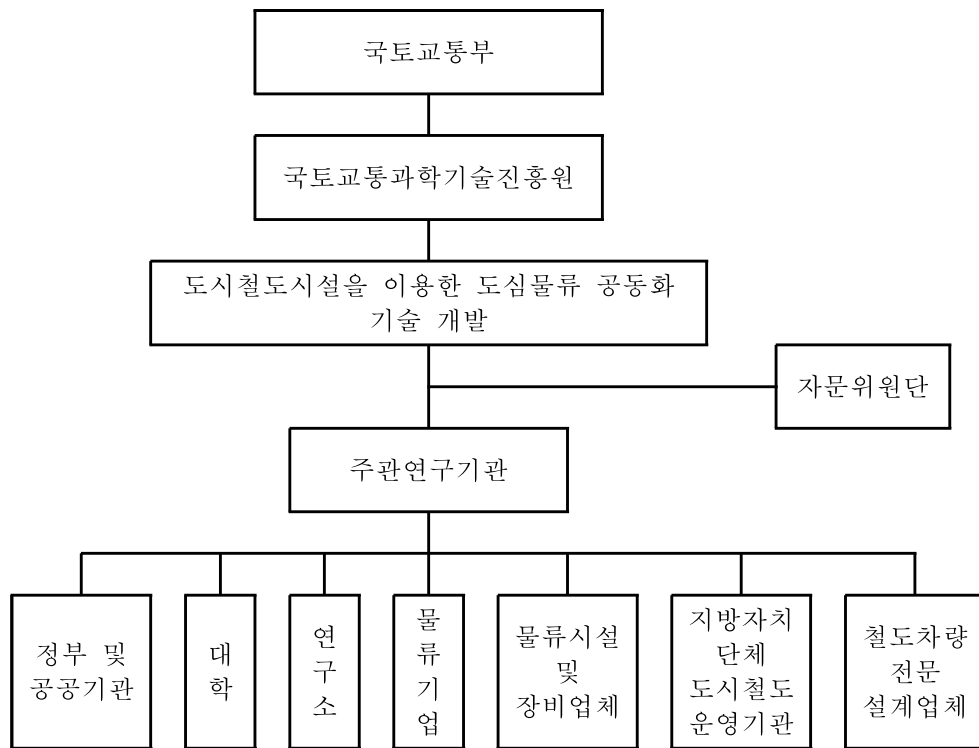
나. 도로, 철도 등 개발제한구역을 통과하는 선형(線形)시설과 이에 필수적으로 수반되는 시설

다. ...(생략)

- 그러나 물류센터의 경우 선형시설 또는 이에 필수적으로 수반되는 시설에 부합되는지 불분명하기 때문에 이에 대한 법령해석이 필요하며, 만약 법률적으로 개발제한구역 내에 물류센터 건립이 불가하다면 ‘개특법’에 대한 법령 개정이 필요함

3.8. 연구수행체계

- “도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발” 과제의 성공적인 추진을 위한 연구수행체계는 다음과 같음



<그림 3.59> 연구수행체계 제안

- 산·학·연 공동 연구를 추진하여 연구의 완성도를 높이고 자문위원단을 구성하여 물류 전문가를 효율적으로 이용하며 하드웨어 전문가, 소프트웨어 전문가, 현장의 요구사항을 반영하기 위한 물류업체 등으로 구성함
- 특히 도시철도 운영기관은 본 사업이 상용화될 경우 직접적으로 이용가능한 기관으로서 반드시 본 사업에 참여가 필요함
- 본 과제는 기술별로 연관관계가 높고 범용적으로 널리 사용이 가능한 핵심기술을 개발하기 위해서는 전체를 총괄 및 통합할 수 있는 공공연구기관을 주관기관으로 추진함
- 주요 연구 분야는 인프라 및 운영시스템 기술, 화물 규격화 및 이송시스템

기술, 철도수송 기술, 정보통신 기술 등이며, 각 연구 분야를 총괄할 수 있는 공공연구기관이 주관함으로써 개발된 연구기술이 국내 물류산업에 전반적인 경쟁력을 향상시킬 수 있도록 함

- 주관기관에서는 연구진행 상황 및 내용에 대해 관리하며 보다 빠른 상용화를 위해서는 참여기업들의 적극적 참여 및 주도로 추진되어야 함

제 4 장 사전 타당성 검토

4.1. 정책적 타당성

4.2. 기술적 타당성

4.3. 경제적 타당성

4.4. 타당성 검토 종합

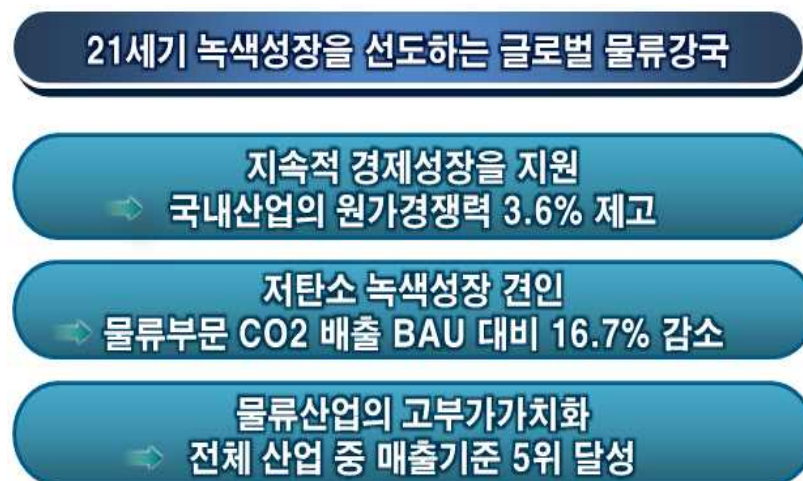
제4장 사전 타당성 검토

4.1. 정책적 타당성

4.1.1. 국가 정책과의 연관성

- ‘도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술’은 신규 인프라 구축을 위해 투자하는 것이 아니라 기존 인프라를 최대한 활용해 비용을 최소화하고 도심 내 유입되는 화물 트럭의 운행대수 및 운행거리를 감소시켜 온실가스 저감에 기여하면서 각 시스템과 기타 장비와의 연계를 고려한 종합적 개발의 내용을 담고 있음
- 국토교통부 소관의 법률인 물류정책기본법, 지속가능교통물류발전법, 국가 통합 교통체계효율화법과 정책 및 계획에서 온실가스 저감을 위한 연계교통체계 구축 개발을 지원하고 있으며, 본 기술 개발 사업은 도시 공동물류시스템 기술에 관한 것임
- 물류정책기본법에서는 제59조 ‘환경친화적 물류의 촉진’, 제60조 ‘친환경적 운송 수단으로의 전환 촉진’ 등을 시행하도록 하고 있으며, 배출가스를 저감하거나 배출가스를 저감할 수 있는 운송수단으로 전환하는 경우에 대한 지원 가능성(제48조)도 명시되어 있음
- 지속가능교통물류발전법에서는 제2장 제14조 ‘지속가능성 관리 지표 및 기준’, 제3장 제16조 ‘온실가스 배출 감축 조치’ 등을 시행하도록 하고 있으며, 지속가능 교통물류체계의 발전을 촉진하기 위해 환경 친화적 교통 기술 개발 사업을 추진하고 이를 지원하도록 명시되어 있음(제27조)
- 또한 상기 법률과 관련된 국가물류기본계획(2011-2020)에서도 신성장 동력 산업으로 발전 및 지속가능한 물류산업을 위한 기반 조성을 목표로 설정하고 탄소 저감을 위한 도심 내 물류체계 개선을 지속적으로 추진하고 있음
- 이외에도 지속가능교통물류계획, 국가기간교통망계획에서도 물류부문의 온실가스 배출 및 에너지의 효율적 관리를 통해 저탄소 물류체계를 구축하기 위한 계획이 추진되고 있음

- 국토교통부 소관의 지난 물류계획의 흐름을 살펴보면, 과거에는 단위물류기술에 대한 효율성에 집중하였으나 최근에는 저탄소 녹색성장 실현을 위한 운송 수단 간의 연계체계 구축 및 지속가능한 물류체계 구축을 중요시 하고 있음
- 국가물류 기본계획 수정계획(2011-2020)에서는 21세기 저탄소 녹색성장을 선도하는 글로벌 물류강국이라는 비전 아래 동북아를 넘어 동아시아권에서의 경제적 리더십을 물류산업을 통해 구축하고 주변국과의 협력적 경쟁관계를 통해 이를 달성코자 하는 정책 의지를 표현하고 있음



<그림 4.1> 국가물류 기본계획의 비전 및 목표

- 국내 기업의 글로벌 가격 경쟁력 개선 : 매출액 대비 물류비를 9.1%에서 5.5% 수준으로 낮춰 글로벌 가격 경쟁력을 3.6% 개선
- 물류를 통한 국부창출 : 국가전체 산업 매출액 대비 물류산업 매출 비중을 3.65%에서 5.0%까지 높임
- 지속가능한 물류산업을 위한 기반 조성 : 물류분야의 이산화탄소 배출량을 BAU 대비 16.7%감소시킴
- 이러한 의지에 대한 달성을 위하여 철도로의 수단전환(Modal Shift)분야에서는 철도를 이용하는 복합운송업체에 대한 인센티브 제공을 위한 규정 및 재원을 마련하고 철도 운영 효율화 및 수송력 증강을 추진하는 E&S 시스템, DMT 등의 신기술 개발을 추진하고 있음
- 지속가능교통물류계획에서는 저탄소 녹색성장 추진의 기본 원칙과 저탄소 녹색

색성장 국가 전략과의 조화를 이루는 계획 아래 녹색교통수단으로의 전환 촉진, 철도 화물 활성화 지원, 문전수송(Door to Door)이 가능한 철도 복합연계서비스 강화를 통한 철도부문 수송경쟁력 확보를 도모하고 있음

- 또한 국가기간교통망계획 제2차 수정계획에서도 저탄소 녹색성장형 교통체계에 대한 과제를 추진하고 있으며, 녹색물류를 위한 철도 및 연안해운의 화물 운송량 증대 및 증강을 위한 시설 개량이 추진되고 있음

○ 도심 내 철도 시설을 이용한 공동물류시스템 개발을 통해 국가정책에서 달성코자 하는 물류 분야의 연계수단 및 기술 구현, 경쟁력 향상, 녹색 및 지속가능한 물류체계 구축이 가능함

- 도심 내 철도를 이용한 화물 운송은 친환경 녹색교통수단으로 전환함으로써 도심 내 진입하는 화물 차량을 감소시키고 온실가스 배출량을 저감하는데 핵심이 되는 구축 체계임
- 기존 철도 인프라를 최대한 활용함으로써 초기에 투자되는 비용을 절감하고 철도 인프라를 통해 지속적인 확장이 가능하여 저탄소 녹색성장 물류정책 실현을 위한 물류 경쟁력을 향상시킴

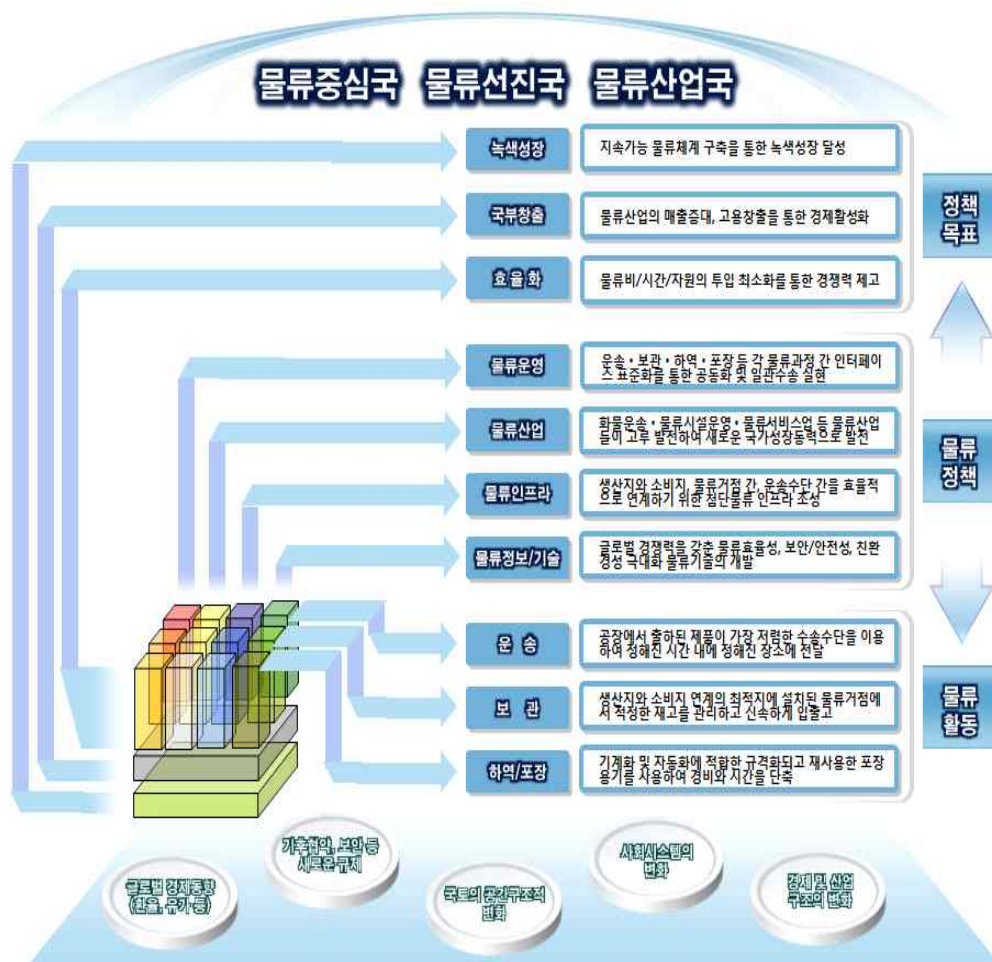
○ 이러한 관련된 계획에서 제시하는 정책에서 살펴볼 수 있는 도심 내 철도시설을 이용한 공동물류시스템과의 연관성은 다음의 표와 같음

<표 4.1> 공동물류시스템과 연관되는 물류계획 내의 정책

계획	연관 정책
국가물류기본계획 수정계획	- 지역물류 효율화를 위한 도시물류 경쟁력 확보 - 신개념 화물운송시스템 도입 및 확산을 위한 R&D 추진 - 철도물류 활성화 및 효율화를 위한 종합지원체계 구축
지속가능 교통물류계획	- 전환교통(Modal Shift) 추진 - 철도화물 활성화 지원
국가기간 교통망계획	- 철도·연안해운 위주의 녹색물류체계 구축 - 미래형 첨단 녹색교통수단 개발 및 활성화 - 교통·물류 효율성 제고를 위한 인터모달리즘 기술 개발

4.1.2. 정부지원의 필요성

- 정부가 추진하는 국가물류 기본계획 수정계획(2011-2020)의 21세기 녹색성장을 선도하는 글로벌 물류강국을 위해 다양한 물류활동을 효과적으로 관리하고 녹색성장, 국부창출, 효율화 등의 정책적 목표와 일관성을 유지하는 유기적인 관리 체계를 다음과 같이 구현됨



<그림 4.2> 21세기 녹색성장을 선도하는 글로벌 물류강국

- 또한 지속가능교통물류계획에서는 지속가능교통물류체계의 구현을 위해 기존 교통물류 부문의 수단간 투자에 대한 비율을 조정함
 - 철도부문 투자비율은 2010년 24.9%였으나, 2011년에서 2020년간 평균 38.9%로 확대

- 도로부문 투자비율은 2010년 45.8%였으나, 2011년에서 2020년간 평균 37.9%로 감소
- 도심 내 교통 혼잡으로 발생하는 사회적 비용 및 온실가스 발생량의 증가에 따라 정부에서 추진하는 물류산업의 지속가능한 성장역량에 대한 확보와 친환경 녹색물류체계를 구축하는 정책적 목표 달성을 위한 도심 내 철도로의 수단전환 (Modal Shift)에 대한 새로운 기술 개발이 요구됨
 - 2020년 도로, 철도, 해운, 항공부문의 온실가스 배출량은 약 9,512만 톤, 81만 톤, 326만 톤, 129만 톤으로 예상됨
 - 교통수단별 화물 수요는 가장 높은 분담률을 갖는 도로부문의 화물통행수요는 2008~2020년간 연평균 증가율 1.66%, 철도부문 2.47%, 항공부문 2.43%, 해운부문 2.00%로 예상됨
- 국내의 육상물류수송체계는 도로에 지나치게 편중되어있고 철도 인프라를 소유하지 않은 물류기업에서 이를 활용하여 연구를 개발하기에는 역량이 부족한 실정임
 - 물류기업의 경우, 연구개발에 대한 투자보다는 물류서비스를 제공하는 데에만 집중하고 있는 상황임
 - 또한 철도 인프라를 활용함에 따라 물류기업에서 기술적 개발의 어려움으로 기술 개발이 진행되지 못하고 있으며 연구개발 분야에 대한 투자에 소극적
- 도심 내 철도시설을 이용한 공동물류시스템의 적용을 통해 도심 교통혼잡으로 인한 사회적 비용 및 온실가스 배출량 저감으로 지속가능한 녹색 물류체계에 대한 구축이 가능함
- 또한 철도시설을 이용한 물류사업은 기존의 화주 및 물류업체를 대상으로 하기 때문에 택배업체, 화물연대 등 기존의 이권단체와의 관련성이 적어 분규의 여지가 없을 것으로 판단됨
- 국가 정책에 부합함으로써 국가 경쟁력 확보를 위해 정부 차원에서의 도심 내 화물 운송 관련 기술의 확보가 필요함
 - 국내 물류기업들이 자체적으로 연구 개발하기에 어려운 도심 내 철도를 이용

한 화물 운송에 대한 기술 개발로 범사회적 물류공동화의 역량 강화뿐만 아니라 국가경쟁력의 향상에 대한 기반을 마련함

4.2. 기술적 타당성

- 철도를 이용한 화물 운송과 관련하여 기존의 기술개발 사업에서는 대부분 벌크 화물, 컨테이너 등의 운송에 집중되어온 반면, 도심 내로 유입되는 화물을 철도를 이용하여 운송하는 기술개발은 전무함
 - 도심 내의 기존 철도 인프라를 활용하여 화물을 운송하고 공동물류시스템을 실현할 수 있는 새로운 기술 개발이 필요한 시점이라고 할 수 있음
- 최근 도심 내 철도 화물 운송은 교토의정서에서 발표한 선진국의 온실가스 배출량 저감 목표에 따라 해외에서도 기술 개발이 진행되고 있는 상태이며, 여객 수송 중심인 기존 철도 인프라를 활용하여 도심 내로 유입되는 화물을 운송하는 기술이기 때문에 기술적 난이도가 높다고 할 수 있음
 - 컨베이어 등의 이송기기를 이용하여 화물을 운송하는 기술은 국내에서도 거점 또는 지역물류센터에서 많이 사용되고 있는 기술이지만, 본 연구에서 개발하고자 하는 기술은 도심 내 지하 철도차량 내에 적재된 화물을 지상으로 이송시키고자 하는 기술임
 - 또한 철도 차량의 제한된 정차 시간 내에 화물을 신속하고 정확하게 반출하고 상호 연계하여 안전하게 이송시킬 수 있는 화물 이송시스템 기술임
- 본 연구과제와 관련된 기술개발은 국내에서 아직 전무한 상태이며, 해외에서도 초기 단계임
 - 도심 내 철도를 이용한 화물 운송에 대한 기술 구현을 위해 기존 인프라를 활용한 지상에서 화물을 운송하는 트램 방식과 신규 인프라를 설계하여 지하에서 화물을 운송하는 방식이 있음
 - 신규 인프라 설계는 막대한 초기투자비용이 소요되고 아직까지 기초적인 수준에 그치고 있으며 통합 시스템적인 기술은 찾아보기 어려움

4.3. 경제적 타당성

4.3.1. 수송수요 분석

- 본 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 시스템 구축에 따른 이용가능 품목은 경량재 화물을 대상으로 하였음
- 관련 화주를 대상으로 한 여러 차례의 자문회의를 거쳐서 최종적으로 편의점(CVS) 물동량 중에서 공산품과 서울시에 산재한 약국, 백화점, 소매점포로 배송되는 화장품, 의약품, 식음료를 대상으로 하였음
 - 기타 KTX 특송과 같은 특송택배, 지하철 무인택배함과 관련된 택배화물 등도 대상 품목으로 설정할 수 있으나, 편의점 품목 및 화장품, 의약품, 식음료에 비해서 물동량 수준이 미미한 수준인 것으로 판단되어 제외하였음
 - 향후 보다 상세한 비즈니스 모델의 구축 및 서비스 수준이 설정되면 추가적으로 분석이 요구됨

가. 편의점 수요 분석

- 편의점 물동량은 전체 시장의 약 31%를 차지하고 있는 A사의 1개월 배송현황 자료¹⁶⁾를 근거로 하여 전수화하였음
- 서울시 편의점 배송차량은 1톤, 1.3톤, 1.4톤, 2.5톤, 4.5톤, 5톤의 차량이 운행하고 있으며, 일평균 1,291대의 차량이 운행하고 있음

<표 4.2> 편의점 배송차량 톤급별 운행빈도

단위: 대/일, %

톤급		빈도(A사)	빈도(전체)	비율	
소형	1	99	357	27.7	30.9
	1.3, 1.4	12	41	3.2	
중형	2.5	231	831	64.4	69.1
	4.5	6	22	1.7	
	5	11	40	3.1	
소계		400	1,291	100.0	

16) 2013년 4월의 점포별 피킹건수 및 대면조사 자료를 활용하였고, 차량의 운행관련 자료는 2010년 4월 자료 활용

- 서울시에 위치한 편의점에 배송하는 차량이 배송센터에서 출발하여 첫 번째 점포까지의 평균운행거리는 39.9km, 마지막 점포까지의 평균운행거리는 60.3km인 것으로 분석되었음
 - 1개 차량당 서비스하는 점포수는 평균 15.0개소로 분석됨
 - 점포와 점포 사이의 운행거리는 평균 1.36km인 것으로 분석되었음
 - 마지막 배송 점포에서 배송센터까지 회송거리는 자료가 불충분하여 도출할 수 없었으며, 본 경제성 분석에서는 회송거리는 첫 번째 점포까지의 운행거리와 동일한 것으로 가정함.

<표 4.3> 배송센터에서 첫 번째 점포까지의 평균운행거리

단위: km

구분	매일 배송차량	주2회 배송차량	일평균 (가중평균)
첫 번째 점포까지	38.7	66.6	39.9
마지막 점포까지	58.9	91.7	60.3
차이	20.2	25.1	20.4
평균 운행점포수	14.8	19.0	15.0

- 편의점 물동량의 경우 공산품, 비식품, 냉장냉동, FF(김밥, 샌드위치 등)로 구분할 수 있으며, 일평균 공산품 1회, 냉장냉동 1회, FF 2회, 비식품은 주 2회 정도 배송하고 있으며, 편의점 브랜드에 따라서 다소의 차이는 발생하는 것으로 파악되었음
 - 편의점 물동량 중에서 도심철송을 이용하여 수송가능한 품목은 공산품으로 설정하였으며, 공산품의 비율이 약 50~70% 수준을 차지하는 것으로 파악됨에 따라 본 분석에서는 보수적인 관점에서 공산품의 비율을 50%로 적용함
- 차량기지에 물류센터 구축이 허용될 경우 2개의 차량기지에 물류센터를 건립하고, 2개의 차량기지는는 환적 기능을 부여할 경우 수도권의 편의점 물동량을 흡수할 수 있는 것으로 분석되었음
 - 차량기지 물류센터는 기존의 편의점 배송센터(보관 기능 포함)를 통합하여 운영할 수 있으며, 환적 기능을 수행하는 차량기지 DC(보관 기능 없음)를 운

영하여 차량기지 물류센터와 차량기지 DC 간을 철도로 대량, 정시에 수송함으로써 차량기지 DC에서 적시에 배송이 이루어질 수 있도록 함



<그림 4.3> 기존 배송센터 통합 운영 개념

- 도심철송 시스템 도입에 따른 서울시의 트럭운행거리는 기존의 배송센터에서 첫 번째 배송해야 할 점포까지의 거리가 줄어들 것으로 기대됨. 서울시의 차량기지 및 도심 DC에서 첫 번째 배송해야 할 점포까지의 거리는 기존의 39.9km에서 5km 이내로 줄어들 것으로 판단되지만, 보수적인 접근을 통해서 최대 10km로 가정하여 차량 1대당 약 30km 정도 줄어드는 것으로 산정하였음
- 따라서 편의점 물동량이 도심철송으로 전환됨에 따라 수도권에서의 트럭통행거리가 줄어드는 트럭은 일평균 운행대수인 1,291대의 50% 수준인 645대 수준으로 분석되었음
 - 또한 배송트럭의 도심 점포로의 접근성이 향상되어 첫 번째 점포까지의 도착 시간 및 마지막 점포에서의 회송시간이 줄어들에 따라 1개 트럭이 담당할 수 있는 점포수가 증가할 것으로 예상되며, 이는 배송업체의 비용 절감으로 이어질 수 있음
 - 그러나 배송트럭의 대수는 감소하여도 배송트럭의 배송거리는 감소하지 않을 것이기 때문에 편익 산정 시에 고려하지 않는 것으로 하였음

- 도시철도로 수송하는 공산품 물동량을 박스 단위로 환산하면 일평균 약 67,161 박스 수준(평균 중량 15.4kg)인 것으로 분석되었으며, 화물전용열차의 수송능력은 적재공간을 약 131m³(19.5*2.8*2.4) 확보할 수 있어 량당 1,298박스 정도를 수송할 수 있는 것으로 분석되었음
 - 8량 1편성을 기준으로 할 경우 1편성당 10,384박스를 수송할 수 있으며, 1일 10회 운영할 경우 103,384박스를 처리할 수 있는 수준임
 - 따라서 편의점 물동량은 전체 수송능력의 약 64.7%를 차지할 것으로 분석되어 도시철도를 이용하여 수송하는 데에 문제가 없을 것으로 판단됨

나. 경량재(의약품, 화장품 등) 수요 분석

- 경량재 물동량은 전체 시장의 약 40.2%를 차지하고 있는 B사의 2013년 배송물동량 자료¹⁷⁾를 근거로 하여 전수화하였음
- B사의 서울시 2013년 연간 물동량은 4,644천 박스 수준으로서 배송 1건당 평균 2.59박스를 배송하고 있음.
 - 물량은 박스 단위로 처리하고 있으며, 박스의 규격은 가로, 세로, 높이의 합이 120cm 이하인 것을 대상으로 하고 있으며, 편의점에서 취급하는 박스의 크기에 비해서 크기는 작은 수준임
 - 배송차량은 1.4톤, 2.4톤 트럭이 약 2:1 정도로 구성되어 있으며, 트럭 1대당 평균 250박스 정도를 배송하고 있음
- 이상의 자료를 토대로 하여 서울시 전체 수요는 일평균 33,461박스/일로서 134대의 트럭이 배송하는 것으로 분석되었으며, 본 분석에서는 경량재 화물은 역사 DC에서 취급하는 것으로 할 경우 전체 물동량을 확보하기 위해서는 대규모 역사 DC를 4개 수준 확보하는 것이 필요한 것으로 분석되었으며, 본 분석에서는 전환량을 62.5%(20,913박스, 84대)로 설정하였음
 - 대규모 역사의 경우 1개소당 8,365박스, 소규모 역사의 경우 1개소당 697박스를 처리하는 것으로 설정하였음

17) 2013년 전체의 재경권 물동량 자료를 확보하여 분석하였음

- 대규모 역사 DC 2개소와 소규모 역사 DC 6개소를 운영할 경우 전체 물동량의 62.5%를 처리할 수 있음
- 서울시에 위치한 점포에 배송하는 차량이 배송센터¹⁸⁾에서 출발하여 첫 번째 점포까지의 평균운행거리 자료는 파악할 수 없었음
 - 본 분석에서는 편의점의 자료를 차용하는 것으로 하였음
 - 앞에서 분석된 바와 같이 편의점의 경우 배송센터가 보관 기능도 하고 있기 때문에 상대적으로 경량재 배송센터보다 외곽에 위치하고 있음
 - 따라서 편의점 분석에서 도출된 절감거리인 30km의 절반 수준인 15km를 경량재를 배송하는 트럭의 절감거리로 설정하였음
- 경량재 배송센터의 경우에도 서울 외곽에 위치하고 있어, 도심의 도시철도역 중에서 대규모 역사 DC를 구축할 경우 기존의 배송센터를 통합하는 효과가 있을 것으로 분석되며, 비용 절감 요인이 됨
 - 편의점의 경우와 마찬가지로 배송트럭의 도심 점포로의 접근성이 향상되어 첫 번째 점포까지의 도착시간 및 마지막 점포에서의 회송시간이 줄어들어 따라 1개 트럭이 담당할 수 있는 점포수가 증가할 것으로 예상되며, 이는 배송업체의 비용 절감으로 이어질 수 있음
 - 그러나 배송트럭의 대수는 감소하여도 배송트럭의 배송거리는 감소하지 않을 것이기 때문에 편익 산정 시에 고려하지 않는 것으로 하였음
- 앞에서 산정한 량당 수송박스수를 적용하면 경량재 물동량은 도시철도 수송능력의 약 16.2%로서 편의점 물동량과 합쳐서 전체 도시철도 수송능력의 약 80.9% 수준으로 적정한 것으로 분석됨.
 - 경량재 물동량의 박스 단위는 편의점 물동량의 박스 단위에 비해서 그 부피 및 무게가 작기 때문에 1량당 수송할 수 있는 박스수는 1,298박스보다 더 많을 것으로 예상됨 (부피에 의해서 수송능력이 좌우되므로 최대 1량당 2,000박스도 가능한 수준)
 - 따라서 물동량 수준은 전체 도시철도 수송능력의 약 75.2% 수준까지 줄어들

18) 경량재 화물의 경우 배송센터는 환적 기능만 수행

것으로 분석되어 도시철도를 이용하여 수송하는 데에 문제가 없을 것으로 판단됨

- 또한 일반적으로 화물수송의 경우 적재율을 80% 수준으로 보고 있으므로, 나머지 5%는 소규모의 물동량을 추가적으로 확보하기 위한 전략이 필요함

4.3.2. 비용 분석

가. 초기 투자비 분석

- 도시철도 시설 이용 도심물류 공동화 시스템을 구축하기 위한 초기 투자비는 차량구입비, 이송시스템 설치비, 인프라 개량비로 구분할 수 있음
- 화물전용차량의 경우 4량 1편성(Tc-M-M'-Tc) 제작 시의 단가는 다음의 표와 같이 약 109억 원 수준으로 매우 높은 수준임
 - 1편성 제작 시의 단가가 이렇게 높은 것은 철도차량 제작이 일상적, 연속적으로 발생하지 않기 때문임
 - 차량제작사는 발주 후 차량을 제작하기 위한 설비, 인력 등을 갖추기 때문에 소량의 차량을 제작하는 단가는 높은 특성을 보임

<표 4.4> 4량 1편성 제작 및 시험 비용

단위 : 천원

항목	단가	수량	금액	비고
Tc 신조	2,330,000	2	4,660,000	
M 신조	2,030,000	2	4,060,000	
성능시험	200,000	1	200,000	
종합시험	100,000	1	100,000	연구원 및 운영사 인건비 제외
매뉴얼 및 경비	300,000	1	300,000	
간접비			1,584,400	
계			10,904,400	

- 본 연구에서는 8량 6편성 도입을 하는 것으로 설정하였으므로, 별도의 견적이 아닌 최근 차량도입 실적자료를 활용하여 차량단가를 설정하였음
 - 전용차량 구입비는 최근 도입된 SR 차량의 구입단가인 10.3억원/량으로 설정

하였으며, 화물전용차량의 경우 차량 내 내장재, 냉방장치 등을 줄일 수 있어 비용이 더 떨어질 수 있을 것으로 예상됨

- 인프라 개량은 기지 개량비용, 역사 개량비용으로 구분할 수 있으며, 기지개량은 임시검사고내 전차선 신설, 화물차량 진출입로 확보, 오피스 및 분류공간 구획 등으로 개소당 12.34억원이 소요될 것으로 판단됨

<표 4.5> 차량기지 개량 비용

단위 : 천원

구분 (공종)		단위	수량			단가	금액	비고
			가로	세로	합계			
임시 검사고 선로	H빔+철판	톤	180	0.5	90	3,600	324,000	임시검사고 선로 하부크기: 1.5*1.5*180m
	시멘트성형	m ²	1.5	180	270	100	27,000	
	고무판	m ²	1.5	180	270	10	2,700	
에폭시 페인트		m ²	18	180	3,240	20	64,800	1mm
게이트추가		m			5	3,000	15,000	경비실 제외
사무실 및 분류창고		m ²	2	180	360	200	72,000	
출입문 앞 도로, 화단 철거		m ²	30	30	900	200	180,000	
폐기물, 정리비 등		식	총 금액의 20%			685,500	137,100	폐기물, 정리비, 경비
경비 등		식	총 금액의 50%			822,600	411,300	보험료, 안전관리비, 법정이윤, 부가세 등
합계							1,233,900	

- 역사 개량비용은 화물 엘리베이터 설치 및 시설물 이전 등 개소당 4.26억 원, 지상 출하장 주정차 베이 설치는 개소당 0.05억 원 등으로 개소당 4.31억원이 소요될 것으로 판단됨. 또한 역사 내의 이송시스템은 개소당 2.54억원이 소요됨

<표 4.6> 역사 내 이송시스템 설치 비용

단위 : 천원

구분 (항목)		단가/m	A_Type	B_Type	C_Type
수평	길이(m)	-	24	11	17
	직각 Transfer	5,000	120,000	55,000	85,000
	Accum. Roller Conveyor	1,646	39,504	18,106	27,982
	구조물	1,500	36,000	16,500	25,500
수직	길이(m)	-	29	14	16
	이송기기	4,231	122,699	59,234	67,696
CV제어 및 동력공사			30,000		
소계			348,203	178,840	236,178
평균설치비용(단위:1EA)			254,407		

<표 4.7> 역사 개량 비용

단위 : 천원

구분(공종)		단위	수량			단가	금액	비고
			가로	세로	합계			
적재창고(승강장)		식			1	40,000	40,000	I센터 공사비 참조
통로의자신설		m			70	100	7,000	
통로 천공 및 보강	철거	개소			5	2,000	10,000	공기구 반입, 야간, 천공, 정리, 보강 등
	통로문 설치	개소			5	3,000	15,000	특수문
설비이설 관련 고려		식	공사비의 50%			25,000	12,500	
적재구조물 신설 (역사 내)		m ²	5	10	50	1,000	50,000	
화물E/V설치		m			12	10,000	120,000	승강편의시설 공사비 참조
폐기물, 정리비 등		식	총 금액의 20%			214,500	42,900	폐기물, 정리비, 경비
경비 등		식	총 금액의 50%			257,400	128,700	보험료, 안전관리비, 법정이윤, 부가세 등
합계							426,100	

- 화물의 자동 반출 및 반입을 위한 전용차량 내 컨베이어 설치비는 량당 5.94억 원이 소요될 것으로 예상됨

<표 4.8> 차량 내 자동 상하역 컨베이어 설치 비용

단위 : 천원

구분 (항목)	단가(단위: 천원)
직각 Transfer	144,000
Accum. Roller Conveyor	300,000
게이트 컨베이어	30,000
구조물	20,000
CV 제어 동력공사	100,000
합계	594,000

○ 운영비는 기지, 열차운영 관련 인건비와 제경비로 구분할 수 있음

- 물류센터 기능을 하는 차량기지 1개소당 연간 4.66억원, 열차운영 관련 연간 인건비 3.76억원/노선으로 산정되어 연간 인건비는 8.42억원/노선으로 산정되었음

<표 4.9> 인건비 산정

단위 : 천원

구분		인원	월단가	월비용	연비용
기지	관리	5	4,164	20,820	249,840
	시설운영	10	1,800	18,000	216,000
열차운영	승무	4	4,164	16,656	199,872
	관제	2	4,164	8,328	99,936
	정비	3	2,107	6,321	75,852
계		24	16,399	70,125	841,500

- 인건비를 제외한 제경비(전력료, 장비 수선료, 관관비 등)는 6호선 운영원가를 기준으로 산출하였으며 24.75억원/노선으로 산정됨

<표 4.10> 제경비 산정

단위 : 천원

구분	단가	산식	월비용	연비용
제경비 및 관관비	8,373,500	경비의 2.5% (여객열차 운행횟수 대비 화물열차 운행횟수 비율 적용)	206,244	2,474,926

- 따라서 운영비는 차량기지 물류센터 1개소, 차량기지 DC 1개소, 1일 화물열차 운행횟수 5회, 서비스역수 4개역 기준으로 33.16억원/년으로 분석됨

4.3.3. 편익 분석

가. 편익의 구성 요소

- 일반적으로 「도로·철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구(제5판)」(한국개발연구원, 2008)에 따라 차량운행비용 절감, 통행시간비용 절감, 사고감소 비용, 환경비용 절감의 4가지 항목에 대해 편익을 고려하고 있음
- 차량운행비용 절감 편익(*VOCS*)
 - 교통사업 시행 시 통행거리가 단축되고 통행속도가 증가함에 따라 차량운행비용이 감소되는 효과가 발생함
 - 차량운행비용은 통상 고정비와 변동비로 구분되며, 고정비는 차량의 감가상각비, 보험료 및 제세공과금으로 구성되고, 변동비는 유류비, 엔진오일비, 타이어 마모비, 유지관리비 등으로 구성됨
 - 이 가운데 제세공과금은 단순한 이전지출로서 경제적 비용이 아니고, 보험료는 교통사고의 발생 가능성에 대비한 비용으로서 예비타당성조사에서는 교통사고비용을 별도로 산정하므로 차량운행비용 절감편익에서는 제외함
 - 따라서 예비타당성조사의 차량운행비용산정에는 유류비, 엔진오일비, 타이어 마모비, 유지관리비, 감가상각비만을 고려하며 산식은 다음과 같음

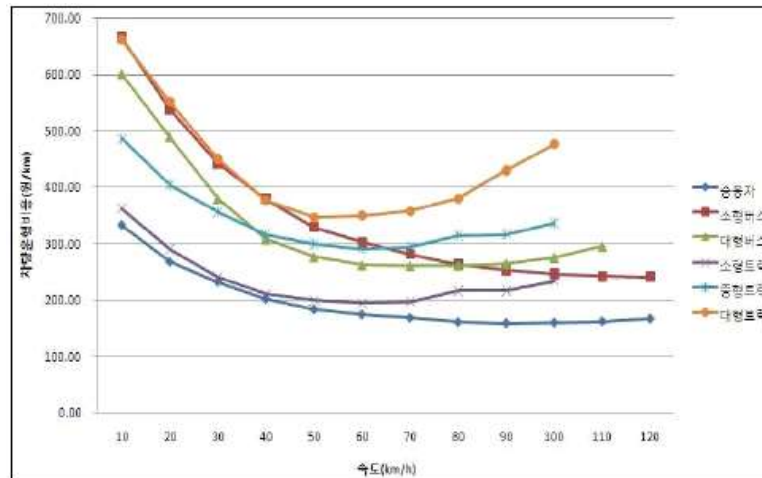
$$VOCS = VOC_{\text{사업미시행}} - VOC_{\text{사업시행}}$$

$$VOC = \sum_l \sum_{k=1}^3 (D_{kl} \times VT_k \times 365)$$

여기서, D_{kl} = 링크1의 차종별 대·km

VT_k = 해당 속도에 따른 차종별 차량운행비용

k = 차종(1:승용차, 2:버스, 3:화물차)



<그림 4.4> 차종별 · 속도별 차량운행비용 변화도

자료: 「도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)」 (한국개발연구원, 2008)

○ 통행시간비용 절감 편익

- 예비타당성조사에서는 통행배정의 결과로 산출된 직접 영향권 내 링크의 통행시간과 차종별 교통량의 곱을 이용하여 통행시간 절감편익을 산정함
- 즉, 사업 미시행 시와 사업 시행 시에 대해 수단별로 산출된 총통행시간에 차종별 통행시간가치를 적용하여 총통행시간비용을 각각 산출한 후 양자의 차액을 통행시간 절감편익으로 산정함
- 각 분석연도의 통행시간 절감편익(The Valuation of Travel Time Savings: VOTS) 계산식은 다음과 같음

$$VOTS = VOT_{\text{사업미시행}} - VOT_{\text{사업시행}}$$

$$VOC = \left\{ \sum_l \sum_{k=1}^3 (T_{kl} \times P_k \times Q_{kl}) \right\} \times 365$$

여기서, T_{kl} = 링크1의 차종별 통행시간

P_k = 차종별 시간가치

Q_{kl} = 링크1의 차종별 통행량

k = 차종(1:승용차, 2:버스, 3:화물차)

- 예비타당성조사에서는 근로시간과 근로자의 임금자료를 분석하여 통행시간가

치를 적용하고 있음

- 노동부의 임금구조조사에 따르면, 시간당 임금의 경우 승용차 운전자 14,405원/인·시간, 버스 운전자 8,481원/인·시간, 트럭 운전자 12,284원/인·시간으로 하고 여기에 인건비성 경비 부분을 감안하여 산정한 시간가치는 승용차 운전자가 18,626원/인·시간, 버스 운전자가 10,228원/인·시간, 트럭 운전자는 16,571원/인·시간을 적용함

<표 4.11> 수도권외의 차량 1대당 평균 통행시간가치

구분	승용차		버스(대당)		트럭		철도	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.22	1.09	1.46	11.49	1.00	0.00	0.08	0.92
시간가치(원)	18,626	6,091	18,626 (0.466인)	3,036	16,571	-	18,626	3,729
시간가치(원/대·시)	4,177	6,668	18,797	23,161	16,571		1,423	3,444
평균 시간가치(원)	10,844		53,681		16,571		4,867	

○ 교통사고비용 절감 편익(VACS)

- 교통사고비용은 ‘교통사고로 발생한 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관 없이 화폐가치로 환산한 것’을 의미함
- 교통사고비용에는 의료비용, 교통사고 피해자의 생산손실비용, 물질적 피해비용, 정신적 피해비용, 경찰 및 보험회사의 교통사고처리 비용과 법적인 문제가 야기된 경우의 법정비용 등 행정비용이 포함됨
- 교통사고비용 절감편익은 다음과 같이 우선 통행배정 결과로 산출된 링크 교통량에 링크 길이를 곱하여 고속국도, 국도, 지방도의 도로유형별로 억대-km를 산출하고, 도로유형별 교통사고 사상자 수와 교통사고비용의 원단위를 곱하여 사업 시행과 사업 미시행에 대해 교통사고비용을 산출한 후 그 차이를 활용하여 교통사고비용 절감편익을 산출함

$$VACS = VAC_{\text{사업미시행}} - VAC_{\text{사업시행}}$$

$$VOC = \sum_{t=1}^3 \sum_{s=1}^4 (A_{ts} \times P_s \times VL_t)$$

여기서, A_{ts} = 도로부문 사고유형별 1억대·km당 교통사고 사상자수(인적피해), 사고건수(물적피해)

P_s = 사고유형별 사고비용(만원/인, 만원/건)

VL_t = 연간 도로유형별 억대·km

t = 도로유형(1:고속도로, 2:일반국도, 3:지방도)

s = 사고유형(1:사망, 2:부상, 3:차량, 4:대물)

<표 4.12> 도로유형별 교통사고 발생비율

도로 유형	인적피해(인)		물적피해(건)	
	1억대·km당 사망자수	1억대·km당 부상자수	1억대·km당 차량손해 사고건수	1억대·km당 대물피해 사고건수
고속도로	0.79	16.97	107.35	72.75
일반국도	3.11	107.27	914.40	619.63
지방도	2.40	73.61	689.92	467.51

주: 1) 기타 도로는 제외하였음.

2) 물적피해 사고건수의 경우는 추정사고건수임.

출처: 1) 경찰청, 『교통사고통계』, 2008.

2) 건설교통부, 『2007 도로교통량통계연보』, 2008.

3) 도로교통공단, 『07. 도로교통 사고비용의 추계와 평가』, 2008.

4) 보험개발원, FY2007 종목별 총괄손해상황(미 발간자료), 2008.

<표 4.13> 도로 교통사고비용 원단위(2011년 기준)

단위: 만원

구분	인적피해(인)		물적피해(건)	
	사망	부상	차량손해	대물피해
사상자 1명당 (PGS 포함)	67,327	2,752	127	137

주: 1) PGS 제외 비용 = 순평균비용(위자료, 장례비, 생산손실비, 의료비 및 기타)+교통경찰비용+ 보험행정비용

2) 부상의 경우에는 PGS 비용 중 가중평균 값을 적용

3) 2007년 기준비용에 소비자물가지수(1.076)를 적용하여 2009년 기준으로 보정한 금액임.

자료: 1) 도로교통안전관리공단, 『07. 도로교통 사고비용의 추계와 평가』, 2008.

2) 한국교통연구원, 『2005년 교통사고비용 추정』, 2007.

○ 환경비용 절감 편익

- 교통시설사업을 시행함으로써 발생하는 대기오염비용은 기본적으로 다음 3단계를 거쳐서 산정됨

- 첫째, 자동차 주행으로 인해 발생하는 오염물질별 배출계수를 산정함
- 둘째, 오염물질별 대기오염비용 원단위를 산출함
- 셋째, 사업 시행으로 인한 오염원별, 오염물질 배출량의 변화를 산정하고, 이를 오염물질별 대기오염비용 원단위를 곱하여 화폐가치화 함
- 대기오염 비용($VOPCS$)

$$VOPCS = VOPC_{\text{사업미시행}} - VOPC_{\text{사업시행}}$$

$$VOC = \sum_l \sum_{k=1}^3 (D_{kl} \times VT_k \times 365)$$

여기서, D_{kl} = 링크별(l), 차종별(k) 대·km

VT_k = 차종별(k) 해당 링크 주행속도의 km당 대기오염비용

k = 차종(1:승용차, 2:버스, 3:화물차)

- 사업 미시행시와 사업 시행 시의 발생 소음도 차이를 구한 후, 유지비용법을 적용하여 단위소음량(1dB) 저감을 위해 필요한 유지관리비용(방음벽 설치비용) 원단위를 곱해 사업 시행으로 인한 소음영향을 화폐가치화 함
- 소음 비용($VONCS$)

$$VONCS = VONC_{\text{사업미시행}} - VONC_{\text{사업시행}}$$

$$VOC = \sum_l \sum_{k=1}^3 (P \times l_{ij} \times L_{ij})$$

여기서, P = 소음비용의 원단위

l_{ij} = 대상노선 연장길이

L_i = 예측소음도

i = 도로 및 철도 구분(일반도로, 고속도로, 일반철도, 고속철도 등)

j = 영향권 내 개별 링크

나. 편익의 산출

- 본 연구에서는 편익의 산출을 위해서 앞서 수요분석에서 도출한 도심철송 사업을 시행하였을 때의 절감할 수 있는 트럭 통행대수 및 통행거리를 이용하였음

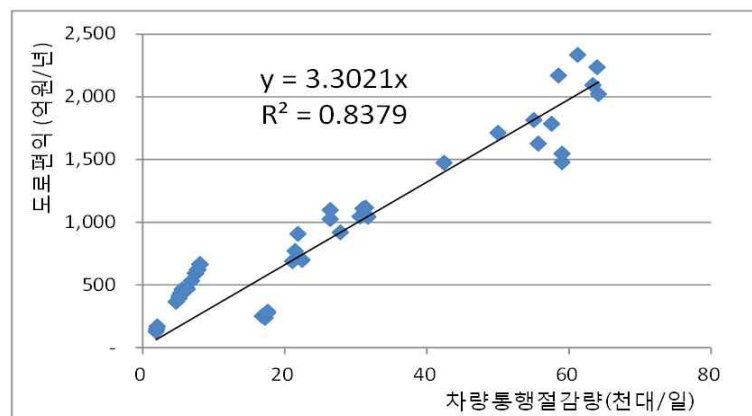
- 원칙적으로는 교통 네트워크를 구축하여 사업 미시행과 시행 시의 경우를 비교하여 산정하여야 하지만 전체 교통 네트워크를 구축하더라도 본 사업의 시행과 관련하여 절감 가능한 트럭 통행량이 1,000대 수준으로서 승용차, 버스, 트럭의 총 통행량에 비해서 매우 작아 오차의 발생이 더 클 수 있음
 - 따라서 본 분석에서는 선행 철도사업 타당성 분석에서 도로에서 철도로 전환된 차량수와 산출된 편익 사이의 회귀모형을 구축하여 편익을 산출하도록 하였음
- 우선 회귀모형 구축을 위해서 본 연구에서 활용한 수도권을 대상으로 한 철도 관련 사업은 다음과 같음
- 월곶-판교 복선전철사업 (2010)
 - 성남 경전철 1호선 사업 (2007)
 - 동두천-연천 복선전철 사업 (2009)
 - 인덕원-병점 전철 사업 (2007)
 - 서울지하철 9호선 2단계 사업 (2005)
 - 경원선 전철 연장(동안-소요산) 사업 (2003)
- 이상의 선행연구 자료로부터 총 47개의 통행 전환량과 편익을 활용하여 기초자료를 구축하였음
- 각 사업별로 사업 미시행시의 도로 통행량과 사업 시행 시의 도로 통행량을 비교하여 통행 전환량을 우선 산정하였음 (통행/일)
 - 다음으로 통행 단위를 차량 단위로 환산하기 위해서 도로 통행수단별 분담비율과 재차인원, 평균통행거리 자료를 이용하였음
 - 승용차 기준대수는 수요 전환량에 도로수단별 수요 분담률과 승용차 환산계수를 곱하고, 재차인원으로 나누어 수단별로 산정한 후 합산하였음
 - 승용차 기준 차량키는 기준대수 산정 방식에서 수단별 평균통행거리를 곱하는 과정을 추가하여 산정하였음

<표 4.14> 서울시의 도로수단별 수요, 재차인원, 평균통행거리

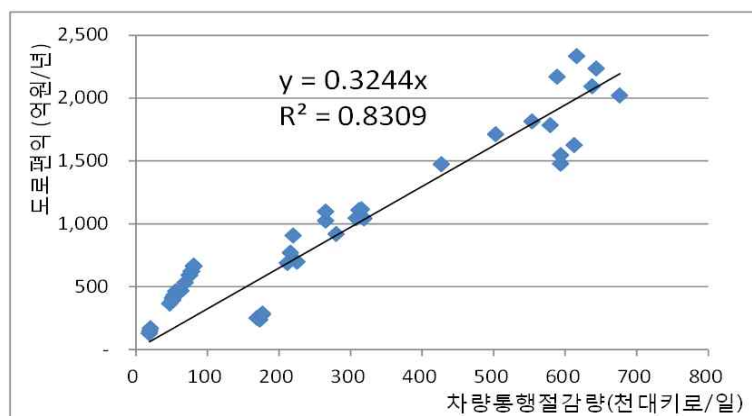
수단	수요	수요 분담률	재차인원	승용차 환산계수	평균통행거리
승용차	8,306	0.4333	1.27	1.0	12.8900
버스	8,882	0.4633	12.95	2.0	6.3600
택시	1,981	0.1033	1.54	1.0	6.4500

주: 분담률은 “2011년 서울통계연보 기준”으로 작성, 재차인원 및 승용차 환산계수는 예비타당성조사 지침 p.279, 280 참조, 평균통행거리는 “여객 기종점통행량 전수화 및 장래수요예측 공동조사(제1편 전수화)” p. 182 참조

- 회귀모형식은 절감되는 도로통행량을 승용차 대수로 환산한 경우와 승용차 대기로 환산한 경우의 2가지에 대해서 모형을 구축하였으며, 두 모형 모두 결정계수가 0.83 이상으로 사용하기에 적합한 수준인 것으로 분석됨



<그림 4.5> 회귀모형식 (대수 기준)



<그림 4.6> 회귀모형식 (대기로 기준)

<표 4.15> 모형식 구축에 활용한 자료

사업명	예측 년도	통행량 (통행/일)			승용차 기준		도로 편익
		미시행	시행	전환량	대수	대키로	
월곶 - 관교	2019	8,371,100	8,487,114	116,014	51,520	586,858	162,611
	2021	8,648,098	8,781,833	133,735	59,390	676,499	202,064
	2026	8,482,467	8,597,211	114,744	50,956	580,433	181,390
	2031	8,269,287	8,373,501	104,214	46,280	527,167	171,142
	2036	7,934,569	8,023,027	88,458	39,283	447,465	147,282
성남 경량전철	2014	8,146,691	8,181,794	35,103	15,589	177,569	24,990
	2019	8,447,732	8,483,648	35,916	15,950	181,681	23,600
	2024	8,566,418	8,602,726	36,308	16,124	183,664	27,420
	2029	8,603,308	8,639,846	36,538	16,226	184,828	27,460
	2034	8,639,376	8,676,076	36,700	16,298	185,647	28,490
동두천 - 연천	2017	195,119	209,481	14,362	6,378	72,650	53,200
	2021	207,118	222,680	15,562	6,911	78,720	59,190
	2026	208,124	224,281	16,157	7,175	81,730	62,270
	2031	210,142	226,935	16,793	7,458	84,948	66,410
	2017	195,119	204,943	9,824	4,363	49,695	36,610
	2021	207,118	217,803	10,685	4,745	54,050	41,150
	2026	208,124	219,249	11,125	4,940	56,276	43,400
	2031	210,142	221,727	11,585	5,145	58,603	46,260
	2017	195,119	205,852	10,733	4,766	54,293	39,390
	2021	207,118	222,680	15,562	6,911	78,720	59,190
	2026	208,124	224,281	16,157	7,175	81,730	62,270
	2031	210,142	226,935	16,793	7,458	84,948	66,410
	2017	195,119	208,206	13,087	5,812	66,201	46,830
	2021	207,118	222,680	15,562	6,911	78,720	59,190
	2026	208,124	224,281	16,157	7,175	81,730	62,270
	2031	210,142	226,935	16,793	7,458	84,948	66,410
인덕원 - 병점	2017	8,199,317	8,265,411	66,094	29,351	334,337	104,175
	2021	8,408,395	8,472,215	63,820	28,342	322,834	104,541
	2026	8,557,134	8,621,763	64,629	28,701	326,926	110,920
	2031	8,705,843	8,771,211	65,368	29,029	330,664	111,550
	2017	8,199,317	8,246,051	46,734	20,754	236,404	69,742
	2021	8,408,395	8,452,337	43,942	19,514	222,281	68,720
	2026	8,557,134	8,601,889	44,755	19,875	226,393	77,074
	2031	8,705,843	8,751,440	45,597	20,249	230,653	90,637
	2017	8,199,317	8,331,439	132,122	58,673	668,340	209,288
	2021	8,408,395	8,541,697	133,302	59,197	674,309	223,572
	2026	8,557,134	8,684,754	127,620	56,674	645,567	233,353
	2031	8,705,843	8,827,811	121,968	54,164	616,976	216,989
서울 지하철 9호선	2016	8,369,000	8,492,000	123,000	54,623	622,196	147,800
	2021	8,643,000	8,766,000	123,000	54,623	622,196	154,600
	2031	8,749,000	8,869,000	120,000	53,290	607,021	178,400
	2016	8,369,000	8,427,000	58,000	25,757	293,393	91,900
	2021	8,643,000	8,698,000	55,000	24,425	278,218	102,400
	2031	8,749,000	8,804,000	55,000	24,425	278,218	109,600
경원선 전철연장	2011	25,855	29,803	3,948	1,753	19,971	12,924
	2016	26,841	30,944	4,103	1,822	20,755	14,903
	2021	27,829	32,086	4,257	1,890	21,534	16,804

- 수요 분석에서의 트럭 전환량과 회귀모형식을 이용하여 도로편익을 산정하였음
 - 우선 편의점 전환량은 645대이며, 소형이 30.9%, 중형이 69.1%를 차지하고 있으며, 수도권외의 트럭환산계수인 소형 1.3, 중형 3.7을 적용하여 승용차로 환산하면 3,819대/일인 것으로 분석되었음
 - 경량재 화물의 경우 모두 소형 트럭으로 수송하고 있어 환산계수 1.3을 적용하여 승용차 대수로 환산하면 218대/일로 분석됨
 - 따라서 도심물류 공동화 시스템 구축에 따른 절감트럭수를 승용차로 환산하면 4,037대/일로 산정됨
 - 또한 통행거리 단위로 산정하면 117,526대키로/일 수준인 것으로 분석됨
 - 이상의 자료를 활용하여 연간 절감편익을 산정하면 다음의 표와 같이 13.3억 원에서 38.1억 원 수준으로 분석되었음

<표 4.16> 도심물류 공동화 시스템 도입에 따른 편익

구분	모형계수	절감량(대, 대키로)	편익(백만원)
대수 기준	3.3021	4,037	13,331
대키로 기준	0.3244	117,526	38,124
평균			25,727

- 대수 기준으로 산정한 것보다 대키로 기준으로 산정한 것이 약 3배 정도 높은 것은 수도권의 여객 평균통행거리가 10km 내외인 데 비해서, 절감되는 트럭 1대당 통행거리 절감량이 편의점은 30km, 경량재 화물은 15km로서 길기 때문인 것으로 분석됨
- 본 연구에서는 2가지 모형에서 산출된 값의 평균을 적용하는 것으로 하였음

4.3.4. 경제성 분석

- 경제성 분석을 위한 전제 조건은 다음과 같음
 - 분석의 기준년도는 2013년으로 함
 - 분석기간은 2020년도를 개통년도로 하여, 30년간 분석
 - 사회적 할인율은 5.5%를 적용

- 차량의 내구연한은 25년으로 설정하며, 감가상각은 정액법으로 산정하고 잔존가치는 10%로 함
 - 개통년도 이후 시스템 안정화 및 관련수요 발생으로 도심철송으로의 물동량 규모가 확대될 것으로 예상되지만, 현 시점에서는 정확한 증가율을 반영하기 곤란하므로 물동량 규모는 변화가 없는 것으로 설정하며, 운영비의 규모도 일정한 것으로 가정함
- 경제성 분석 결과 비용편익비는 2.51, 순현재가치는 154,573백만원, 내부수익률은 33.2%로 예측되어 경제성이 있는 것으로 분석됨

<표 4.17> 경제성 분석 결과

단위: 백만원, %

구분	비용편익비	순현재가치	내부수익률
결과	2.51	154,573	33.2

4.3.5. 사업성 분석

- 사업성 분석을 위한 사업비 및 운영비 산정은 도시철도 운영회사에 의뢰하여 분석하였음
 - 실질적인 사업성을 도출하기 위해서 도시철도 운영회사의 관점으로 범위를 좁혀서 분석하였으며, 관련 비용 중에서 운영회사가 부담하는 부분만 반영함
- 서울도시철도 6·7호선을 통해서 기지간 거점수송을 실시하며, 신내차량기지는 물류센터 기능을 도입하고 천왕차량기지는 환적기능만을 도입하여 운영함
- 환적기능을 담당하는 천왕차량기지는 주변 물류센터 2개소를 통합 운영하는 규모로 설정
 - 운영 차량 8량 2편성, 편성당 1회/일 운행, 화물전용 차량 개발
 - 물류센터(신내기지)의 경우 입점업체가 개발하는 방안으로 추진하여 기지 개량을 위한 비용은 환적센터(천왕기지)의 건설비만 반영
- 인력은 기지 및 역사 내 화물 상하역 작업을 위한 인력 11명 활용

- 총 책임자 1명, 지게차 운전자 2명, 화물 운반 인력 4명 등 7인이 신당역 수송을 담당하며, 2인은 천왕기지 수송 감독 체제로 운영하며, 근무자 휴일을 위한 2인을 포함
- 근무시간은 총 9시간으로 기지 및 역사 작업시간 7시간, 이동시간 1시간, 휴식시간 1시간 등을 포함

○ 운영회사가 부담해야 할 비용은 다음의 표와 같음

<표 4.18> 운영회사의 부담 비용 정리

항목		산출기준	비용 (백만원)	비고
건설 및 장비비	기지 내 정비	1식	351	화물 하역공간, 게이트 등
	역사 내 수평·수직 이송설비	1식	300	자동화 설비
	역사-지상간 차량용 승강기	1식	100	지하 1층, 5톤 트럭 기준
	역사 토목공사	1식	200	수직이송설비, 차량용 승강기 설치를 위한 공사
	운송장비	2,000(만원)×2(대)+ 50(만원)×4(대)	42	지게차 2대(내구연한 10년), 핸드파렛트 4대(내구연한 5년)
	차량개발비	(10.3억원×8량)×2편성	16,480	SR전동차 개발비 적용(10.3억원/량)
	소계		17,473	-
운영비	화물취급 인력	2,500(만원)×2(명) + 2,500 (만원)×9(명)×1.5(야간근무)	388	9명(관리 1명, 지게차 운전 2명, 화물운반 4명, 교대 2명)
	기관사, 관제사, 역직원 시간외 근무수당	통상임금×1.5÷209×480 (추가근무시간)×3(명)	27	2(시간/일)×20(일)×12(월), 공사 대표호봉 임금 적용
	수도광열비, 지급수수료 등	연간지출액÷열차운행(영업) 횟수×연간 운행횟수	237	2012년 열차 1회 운행당 공사 매출원가 및 판관비 (인건비, 감가상각비 제외)
	급전시간 증가에 따른 추가 전력	-	-	추후 검토 필요
	이송설비 소요 전력	-	-	
	열차 회송 시 추가 인건비 등	-	-	
	기타 물류사업 도입에 따른 부의 효과	-	-	
	소계		652	-
총계			18,125	-

주: 상기 내용은 개략적 비용산정으로 운영방식, 시설 및 설비 상황 등에 따라 변동 가능성이 있음

○ 운영회사의 수입은 다음과 같이 산정함

<표 4.19> 운영회사의 수입 정리

항목		산출기준	비용 (백만원)	비고
수익	운수수익	- 물류센터 2개소 운영비 100(억 원) × (0.05~0.1) - 12,000(박스/일) × 20(일/월) × 12(월) × (50~100)(원/박스)	644 ~ 1,288	- 물류센터 운영비(50억) 약 5~10% 절감 가능 - 1,500박스/량, 71(박스/파렛트)
	물류센터 임대수익	35,000(원/평)×2,100(평)×12(월)	882	물류센터 통합 1,500평 및 신당역 600평, 임대료 35,000원/평
총계			1,526 ~ 2,170	-

○ 이상의 자료를 근거로 하여 사업성을 분석하였으며, 분석의 전제는 다음과 같음

- 기준년도 : 2014년
- 분석기간 : 사업 준비기간 1년+운영기간(20년)
- 할 인 율 : 4%(공사채 2%+스프레드 2%)
- 시나리오 1 : 보수적 관점에서 분석 (운송수입 연 644백만원 적용)
- 시나리오 2 : 중도적 관점에서 분석 (운송수입 연 966백만원 적용)
- 시나리오 3 : 낙관적 관점에서 분석 (운송수입 연 1,288백만원 적용)

○ 분석 결과 시나리오 1과 2는 사업성이 없는 것으로 분석되었음

- 낙관적 관점에서의 분석인 시나리오 3은 사업성이 있는 것으로 분석되었으나, 운송수입이 연간 12.9억 수준이 되어야 한다는 전제조건 하에 가능함

<표 4.20> 사업성 분석 결과

구분	NPV(백만원)	수익성지수
시나리오 1	-5,247	0.80
시나리오 2	-871	0.97
시나리오 3	3,505	1.13

4.4. 타당성 검토 종합

- 국토교통부 소관의 법률(물류정책기본법, 지속가능교통물류발전법, 국가통합교통체계효율화법)과 정책 및 계획에서 운송수단의 수단전환에 대한 개발을 지원하고 있으며, 본 기술개발 사업은 도시 공동물류시스템 구축에 관한 것으로서 국가정책과의 일관성을 보이고 있어 정책적 타당성을 가짐
 - 도심 내 철도시설을 이용한 공동물류시스템 개발을 통해 국가정책에서 달성하고자 하는 물류 분야의 연계수단 및 기술 구현, 경쟁력 향상, 녹색 및 지속가능한 물류체계 구축이 가능함
- 국가 정책에 부합함으로써 국가 경쟁력 확보를 위해 정부 차원에서의 도심 내로 유입되는 화물 운송과 관련된 기술 확보가 필요하고 국내 도심 내 철도를 이용한 화물 운송 기술을 통하여 범사회적 물류공동역량의 강화뿐만 아니라 국가 경쟁력 향상에 대한 기반을 마련할 수 있음
- 철도를 이용한 화물 운송과 관련하여 기존 기술개발 사업에서 수행된 내용은 대부분 벌크화물, 컨테이너 등의 운송에 집중되어온 반면, 도심 내로 유입되는 화물을 철도를 이용하여 운송하는 기술 개발은 전무함
 - 해외에서는 기존 인프라를 활용하여 화물을 운송하는 트램 방식과 신규 인프라를 설계하여 화물을 운송하는 방식이 있으나, 신규 인프라 설계는 막대한 초기투자비용이 소요되고 아직까지 설계단계에 그치고 있으며 통합시스템적인 기술은 찾아보기 어려움
 - 컨베이어 등의 이송장비를 이용하여 화물을 운송하는 기술은 국내에서도 거점 및 지역물류센터에서 많이 사용되고 있는 기술이지만, 본 연구에서 개발하고자 하는 기술은 도심 내 지하 철도차량 내에 적재된 화물을 지상으로 이송시키고자 하는 기술임
- 본 연구의 기술 개발을 통해 도심 내 화물 운송에 대한 효율성을 극대화하고 비용절감 및 온실가스 배출량을 저감할 수 있기 때문에 개발적인 타당성이 있다고 할 수 있음
 - 특히 현재 국가 R&D로 개발이 완료된 “다층형 화물이송시스템 기술개발”에

서 개발한 기술을 이송시스템에 접목할 수 있고, 현재 진행 중인 “CTX 물류 시스템 개발” 기술과는 간선, 지선 수송 기능을 연계한다면 물류서비스의 완결성을 높일 수 있을 것임

- 도시철도 시설을 이용한 도심물류 시스템의 구축과 관련된 기술은 충분히 확보할 수 있는 것으로 판단되며, 성공적인 실용화를 위해서는 정책적인 지원이 필수적임

○ 경제성 분석 결과 본 사업은 충분히 의미 있는 것으로 분석되었으며, 비용편익비는 2.51, 순현재가치는 154,573백만원, 내부수익률은 33.2%로 예측되었음

○ 운영회사의 관점에서 사업성을 분석한 결과 낙관적인 시나리오에서는 사업성이 확보될 수 있는 것으로 분석되었지만, 보수적 관점 및 중도적인 관점에서는 사업성을 확보할 수 없는 것으로 분석되었음

- 기존의 배송비에 비해서 도시철도를 이용한 배송망을 갖출 경우 약 13% 정도의 배송비 증가 요인으로 인해 사업성 확보 저해 요인으로 작용함
- 그러나 차량기지에 물류센터가 구축되고, 기존의 배송센터가 통합되어 물류센터에 입주하는 등 철도수송을 위한 여건이 개선되어 연간 수송수입이 증가한다면 사업성은 확보될 수 있을 것임

○ 본 사업의 추진을 위해서는 도시철도차량기지에 물류센터가 구축되어야 한다는 선결조건이 있으며 이를 해결하기 위해서는 차량기지가 주로 개발제한구역에 위치하고 있기 때문에 각종 인·허가가 필요함

○ 또한 사업성 분석 결과 현재의 배송환경 하에서는 사업성을 확보할 수 없는 것으로 분석되었으며, 사업성 확보를 위한 적정 운송수입의 확보는 현재 매우 열악한 수준인 배송비의 현실화 등의 여건 변화가 필요함

○ 따라서 본 사업은 선결조건이 해결된 이후에 추진하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

- 선결조건이 해결된 이후 도시철도를 이용한 배송서비스 구축은 본 연구에서 제시된 과제를 선별하여 추진할 필요가 있음
- 또한 본 연구에서 제시한 서비스 모델 중에서 차량기지 간의 간선수송(중간

정차역 없이 직접 연결), 대규모 도심역사에 1일 1회 수송(여객수송 종료 시점에 수송), 다수의 소규모 역사에 수송(여객 비첨두시간을 이용)에 대해서 수익성이 있는 서비스를 단계별로 도입하여 사업성 확보할 필요가 있음

○ 도심물류 공동화 시스템의 개발 본 사업 추진에 따른 기술적인 측면의 효과는 다음과 같음

- ‘도시철도시설을 이용한 도심물류 공동화 시스템’은 기존 도시철도의 인프라와 운영기술을 최대한 활용하여 여객운송 중심의 도시철도 서비스에 화물운송을 추가함으로써 관련 철도 서비스 및 시설, 차량, 장비 분야에 대한 기술을 개발하는 것이므로 국가 친환경 녹색물류에 대한 물류에너지 관리로서 그 기술적 가치가 높다고 판단됨
- 또한 차량 기지 및 역사 내·외부 환적 연계 시스템을 개발하여 철도 화물 수송에 대한 완결성과 효율성을 개선하고 표준화된 물류 정보화와 상·하역 시스템 체계의 혁신을 통해 미래형 도시철도물류 모달시프트 시스템을 구축할 수 있음
- 도시철도를 이용한 공동물류의 기술개발 범위는 친환경적으로 도심 내의 화물 유입 및 유출에 대한 효율성을 높이고 대량수송을 하기 위해 필요한 기술을 포괄하며, 세부적으로는 도시철도 역사내의 화물 반입·반출을 위한 수직·수평 이송장치, 여객 차량과 화물 차량을 분리하기 위한 운영관리시스템, 역사 내 화물 환적 시스템 및 화물 추적 관리 시스템 등은 향후 타 도시 교통망과 연계하여 확장이 가능하거나 적용될 수 있을 것임
- 이 외에도 인천공항, 김포공항으로 도착하는 화물의 시간적 가치가 높은 항공화물의 경우에도 기존 구축된 철도 인프라와 연계하여 운송한다면 수요자에게 더욱 신속하게 배송을 완료할 수 있을 것으로 기대함

○ 도심물류 공동화 시스템의 개발에 따른 사회·경제적 파급 효과는 다음과 같음

- 철도시설을 이용한 공동물류시스템 개발을 통하여 도심 내로 유입되는 화물 차량 수 감소
- 도심 내 화물 자동차 운행 감소에 따른 기업의 유류비용 및 물류비용이 절감

및 화물 차량 교통사고율 감소

- 화물 차량의 대기 및 정차시간을 감소로 인한 교통 혼잡도, 사회적 비용 등 감소
- 화물의 시간적 가치가 높은 제품의 정시성, 품질 안정성, 유통산업의 경영환경 등 개선
- 효율적인 공동물류시스템 개발을 통하여 화물 안전 및 작업 여건 등 개선

제 5 장 연구투입 소요예산 산정

5.1. 인력투입계획

5.2. 소요예산 산정

제5장 연구투입 소요예산 산정

5.1. 인력투입계획

- 도심물류 공동화 기술 개발 목표를 달성하기 위해서 핵심기술을 바탕으로 분류한 공동연구과제별로 전문인력을 배치하여 연구를 추진함
- 주관연구기관에서 수행할 업무와 공동연구기관에서 수행할 업무를 구분하도록 하며, 참여 인력의 전문 분야에 따라 연구업무를 구분하여 배치함
- 주관연구기관의 주요 연구추진사항을 중점으로 인력을 배치하도록 하며, 자문기관 및 위탁기관, 용역기관에서 협력할 연구에 대해서도 전담하도록 하며, 공동연구기관에서는 관련 핵심기술의 개발과 적용성 검토 등을 수행하도록 함
 - 연구 초기에는 도시철도 시설의 물류전용공간 파악과 적용성 분석을 위해서 리서치기관과 대학, 가이드라인 설계를 위한 엔지니어링 회사의 참여가 필요
 - 주관연구기관과 공동연구기관은 단계적으로 확보된 원천 및 핵심 기술을 바탕으로 실용화 시제품을 개발하도록 체계적으로 계획함
 - 각 협동연구분야에 대한 연구내용과 성과품이 연계될 수 있도록 인력을 투입하며, 본 연구의 경우 전체 시스템의 구축이 최종 목적이므로 각각의 연구를 전체적으로 통합하고 검증할 수 있도록 계획함
 - 본 시스템의 적용성과 성능 수준을 높이기 위해서 철도운영기관과 화주의 적극적인 참여가 요구되며, 초기 현황조사 및 적용성 검증부터 적극적인 참여를 통해서 실질적으로 테스트 베드 구축 및 운영에도 적극적인 참여가 가능하도록 계획함
- 본 사업의 성공적 추진을 위한 단위과제별로 연차별 소요인력을 산정한 결과는 다음과 같으며, 연차별로 19~33인이 투입되며, 전체적으로는 140인이 본 연구를 수행하도록 계획하였음

<표 5.21> 연차별 연구 구성

구분	투입인원					
	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	소계
1. 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발	19	33	28	28	32	140
1-1. 인프라 및 운영시스템 개발	4	12	16	16	-	48
1-2 화물 규격화 및 이송시스템 기술 개발	11	13	-	-	-	24
1-3 도시철도차량 이용 수송시스템 기술 개발	4	8	10	10	-	32
1-4 테스트 베드 구축 및 검증	-	-	2	2	32	36

5.2. 소요예산 산정

○ 단위과제별로 연구 특성을 고려하여 소요예산을 산정한 후 합산하여 전체 소요예산을 계획하였음

- 인프라 및 운영시스템 개발은 4차년도까지 수행하며, 총 예산은 31.3억 원 수준이며, 정부출연금 25.0억 원, 기업부담금 6.3억 원으로 계획함
- 화물 규격화 및 이송시스템 개발은 2차년도까지 수행하며, 총 예산은 16.5억 원 수준이며, 정부출연금 11.0억 원, 기업부담금 5.5억 원으로 계획함
- 도시철도차량 이용 수송시스템 기술 개발은 4차년도까지 수행하며, 총 예산은 21.7억 원 수준이며, 정부출연금 13.7억 원, 기업부담금은 8.0억 원으로 계획함
- 테스트 베드 구축 및 검증은 3차년도부터 5차년도까지 수행하며, 총 예산은 55.5억 원 수준이며, 정부출연금 44.3억 원, 기업부담금은 11.3억 원으로 계획함

<표 5.22> 인프라 및 운영시스템 개발 연차별 연구개발비

단위: 백만원, %

구분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		합계	
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
미지급인건비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
지급인건비	현금	60	26	316	29	200	22	187	20	-	-	762	24
	현물	-	-	90	8	225	25	270	29	-	-	585	19
외부인건비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소계		60	26	406	38	425	47	457	49	-	-	1,347	43
연구장비재료비	현금	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	현물	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연구활동비		36	16	214	20	246	27	242	26	-	-	738	24
연구과제추진비		9	4	45	4	35	4	35	4	-	-	123	4
연구수당		12	5	63	6	40	4	37	4	-	-	152	5
소계		57	25	323	30	320	36	314	34	-	-	1,013	32
위탁연구개발비		86	38	194	18	-	-	-	-	-	-	280	9
간접비		24	11	151	14	154	17	160	17	-	-	489	16
정부출연금		226	100	974	91	650	72	630	68	-	-	2,480	79
기업부담금	현금	-	-	10	1	25	3	30	3	-	-	65	2
	현물	-	-	90	8	225	25	270	29	-	-	585	19
	소계	-	-	100	9	250	28	300	32	-	-	650	21
합계		226	100	1,074	100	900	100	930	100	-	-	3,130	100

<표 3.23> 화물 규격화 및 이송시스템 기술 연차별 연구개발비

단위: 백만원, %

구분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		합계	
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
미지급인건비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
지급인건비	현금	22	7	93	7	-	-	-	-	-	-	115	7
	현물	107	35	388	29	-	-	-	-	-	-	495	30
외부인건비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소계		129	42	481	36	-	-	-	-	-	-	610	37
연구장비재료비	현금	79	25	474	35	-	-	-	-	-	-	553	33
	현물	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연구활동비		69	22	265	20	-	-	-	-	-	-	334	20
연구과제추진비		17	5	53	4	-	-	-	-	-	-	70	4
연구수당		12	4	48	4	-	-	-	-	-	-	60	4
소계		176	57	841	63	-	-	-	-	-	-	1,016	62
위탁연구개발비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
간접비		5	2	19	1	-	-	-	-	-	-	24	1
정부출연금		190	62	910	68	-	-	-	-	-	-	1,100	67
기업부담금	현금	12	4	43	3	-	-	-	-	-	-	55	3
	현물	107	35	388	29	-	-	-	-	-	-	495	30
	소계	119	38	431	32	-	-	-	-	-	-	550	33
합계		310	100	1,340	100	-	-	-	-	-	-	1,650	100

<표 5.24> 도시철도차량 이용 수송시스템 기술 개발 연차별 연구개발비
단위: 백만원, %

구분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		합계	
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
미지급인건비													
지급인건비	현금	12	9	48	7	34	5	33	5	-	-	127	6
	현물	43	33	227	32	225	35	223	33	-	-	718	33
외부인건비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소계		55	42	275	38	259	40	256	38	-	-	845	39
연구장비재료비	현금	32	24	222	31	189	29	223	33	-	-	666	31
	현물	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연구활동비		23	17	117	16	116	18	106	16	-	-	363	17
연구과제추진비		11	9	52	7	43	7	43	6	-	-	150	7
연구수당		5	4	26	4	20	3	20	3	-	-	70	3
소계		71	55	417	58	369	57	392	59	-	-	1,249	58
위탁연구개발비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
간접비		5	4	27	4	22	3	22	3	-	-	76	4
정부출연금		83	64	467	65	400	62	420	63	-	-	1,370	63
기업부담금	현금	5	4	25	4	25	4	27	4	-	-	82	4
	현물	43	33	227	32	225	35	223	33	-	-	718	33
	소계	48	36	252	35	250	38	250	37	-	-	800	37
합계		131	100	719	100	650	100	670	100	-	-	2,170	100

<표 5.25> 테스트 베드 구축 및 검증 연차별 연구개발비
단위: 백만원, %

구분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		합계	
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
미지급인건비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
지급인건비	현금	-	-	-	-	66	15	45	8	364	8	476	9
	현물	-	-	-	-	-	-	-	-	506	11	506	9
외부인건비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소계		-	-	-	-	66	15	45	8	870	19	982	18
연구장비재료비	현금	-	-	-	-	186	41	376	63	1,500	33	2,062	37
	현물	-	-	-	-	-	-	-	-	506	11	506	9
연구활동비		-	-	-	-	88	20	52	9	514	11	655	12
연구과제추진비		-	-	-	-	19	4	14	2	264	6	297	5
연구수당		-	-	-	-	13	3	9	2	73	2	95	2
소계		-	-	-	-	306	68	452	75	2,857	63	3,615	65
위탁연구개발비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
간접비		-	-	-	-	77	17	103	17	772	17	953	17
정부출연금		-	-	-	-	450	100	600	100	3,375	75	4,425	80
기업부담금	현금	-	-	-	-	-	-	-	-	113	3	113	2
	현물	-	-	-	-	-	-	-	-	1,013	23	1,013	18
	소계	-	-	-	-	-	-	-	-	1,125	25	1,125	20
합계		-	-	-	-	450	100	600	100	4,500	100	5,550	100

- 전체 예산은 125.0억 원이며, 정부출연금 93.95억 원, 기업부담금 31.05억 원으로 계획하였음

<표 5.26> 연차별 연구개발비 총액

단위: 백만원, %

구분		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		합계	
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
미지급인건비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
지급인건비	현금	93	14	457	15	301	15	265	12	364	8	1,480	12
	현물	150	22	705	23	450	22	493	22	506	11	2,304	18
외부인건비		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
소계		243	37	1,162	37	751	38	758	34	870	19	3,785	30
연구장비재료비	현금	110	17	696	22	375	19	599	27	1,500	33	3,281	26
	현물	-	-	-	-	-	-	-	-	506	11	506	4
연구활동비		127	19	596	19	450	23	401	18	514	11	2,089	17
연구과제추진비		37	6	151	5	97	5	91	4	264	6	640	5
연구수당		29	4	137	4	73	4	66	3	73	2	378	3
소계		304	46	1,580	50	995	50	1,158	53	2,857	63	6,894	55
위탁연구개발비		86	13	194	6	-	-	-	-	-	-	280	2
간접비		34	5	197	6	254	13	285	13	772	17	1,541	12
연구개발비총액	현금	517	78	2,428	77	1,550	78	1,707	78	3,488	78	9,690	78
	현물	150	22	705	23	450	22	493	22	1,013	23	2,811	22
	총액	667	100	3,133	100	2,000	100	2,200	100	4,500	100	12,500	100
정부출연금		500	75	2,350	75	1,500	75	1,650	75	3,375	75	9,375	75
기업부담금	현금	17	3	78	2	50	2	57	3	113	3	315	3
	현물	150	22	705	23	450	22	493	22	1,013	23	2,811	22
	소계	167	25	783	25	500	25	550	25	1,125	25	3,125	25
합계		667	100	3,133	100	2,000	100	2,200	100	4,500	100	12,500	100

제 6 장 과제 제안요구서(RFP)

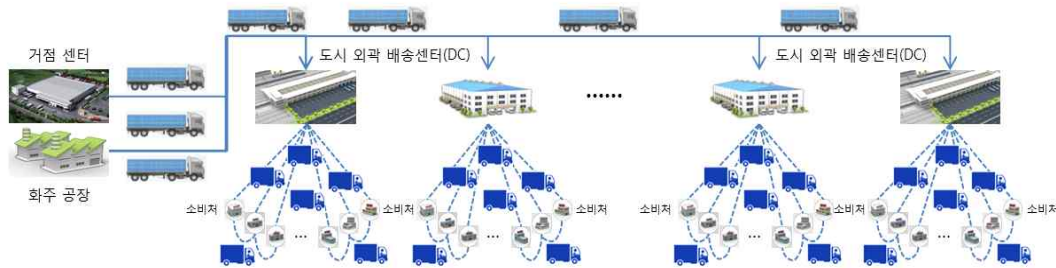
제6장 과제 제안요구서

6.1. 과제 제안요구서

연구과제명	도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 현 정부에서 추진하는 창조경제 구축과 이를 통한 온실가스 배출 저감을 위하여 도심 내 도시철도를 이용한 공동물류시스템을 실현하기 위한 화물 규격화 및 이송시스템, 도시철도 화물수송시스템, 운영시스템 기술의 개발 ○ 도심 내 기존 철도 인프라를 최대한 활용하는 동시에 초기 투자비용을 최소화하여 화물을 수송하기 위한 핵심기술 개발과 화주 및 소비처의 요구를 충족하는 현장에 적합한 시스템 개발 - 화물 규격화 및 이송시스템 기술 - 도시철도 차량 수송시스템 기술 - 인프라 및 운영시스템 기술 - 테스트 베드
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	□ 연구개발 필요성 ○ 수도권 광역화에 따라 인구 및 각종 기업이 수도권 내로 집중되고 있으며 도심 내 소비자 요구의 다양화 현상은 화물차량의 도심유입을 증가시키고 있음 ○ 수도권 물동량의 유입 및 유출비율(톤기준)은 각각 전국 물동량의 67.0%, 73.4%이며, 2008년도 수도권 및 전국 물동량에서는 수도권이 70%로 가장 높고 충남이 10.3%, 강원 및 충북이 각각 3.6%로 그 뒤를 따르고 있음 ○ 2020년 톤-km기준으로 국내 화물의 총 물동량은 1,796억 톤-km로 추정되고 있으며, 수단별로는 도로운송 76.3%, 철도운송 8.0%, 연안해운 15.6%, 항공 0.12%순으로 예상됨 ○ 연도별 오픈되는 편의점 매장은 2010년 16,506개, 2011년 20,793개, 2012년 10월말 23,687개로 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있음 ○ 이러한 수도권 도심 내의 소매유통점포수는 지속적으로 증가추세에 있으나, 이미 수도권 인근 소매 물류센터의 역할비중은 포화상태에 있음 ○ 국내의 육상물류 수송체계는 도로에 지나치게 편중되어 있어 도로정체 심화에 따른 이산화탄소 배출량 증가, 에너지 소비량 증가 등 높은 사회적 비용을 초래하고 있음 ○ 물류분야의 탄소배출 현황은 국내 운송부문의 CO2 배출량이 1990년도부터 2006년까지 연평균 5.7% 성장하였으며, 2006년 기준 에너지 소비로 인한 온실가스 배출량 중 수송부문은 18.09%를 차지하고 있음 ○ 또한, 급속한 도시화로 인하여 2008년 기준 교통 환경비용은 16.5조원에 달하고 있으며, 심각한 도심 진입병목과 도심지 도로혼잡의 유발은 국가물류비용을 증가시키는데 막대한 사회적

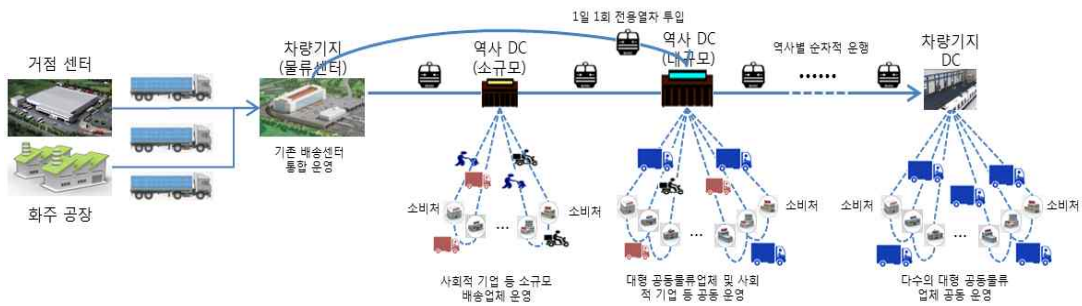
비용의 발생원인이 되고 있음

- 따라서 정부는 2020년까지 교통부문의 온실가스를 1,192만 톤 감축하도록 목표를 제시하였고 공로에서 친환경적인 철도로의 수단전환을 적극 권장하고 있으며, 이를 이행하기 위해 도시 내 철도시설을 이용하여 공동물류시스템에 대한 기술 개발 및 구축이 절실히 필요함



<현행 도심 화물배송 개념도>

- 정부의 정책 부합, 녹색물류체계 구축, 온실가스 저감 등을 고려한 친환경 수송시스템 기술개발 필요
- 기존 여객철도 중심으로 운영되던 시스템에 대해 물류기능 부여 및 실용화를 위한 관련 법/제도적 분석 필요
- 본 연구과제의 시범사업화 이전에 물동량, 수익성, 처리량 등을 고려한 인프라 시설 및 지하철 노선 선정 등이 필요



<도시철도 시설을 이용한 도심 화물배송 개념도>

- 수도권 등 도시권에서 운영중인 도시철도의 인프라(선로, 역사공간, 차량기지 등) 및 철도 차량을 활용하여 초기 투자비용을 최소화
- 지속적으로 증가하는 온실가스 배출량뿐만 아니라 유류비 상승에 대응한 사회적 비용 및 물류 비용에 대한 경제성 확보
- 화물 반출/입 및 적재시스템 자동화를 통하여 제품 안전성에 대한 개선 및 정시성을 확보하고 에너지 절감과 이산화탄소 배출량 감소 인한 저탄소 녹색성장 기여
- 도로 중심의 도심 내 물류망 개편으로 지능형 도심 물류체계로의 전환과 물류센터의 도심 근접성 개선으로 사회적 비용절감의 새로운 패러다임
- 국내 기술로 개발된 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 시스템 개발을 통하여 해외시장 선점 및 기술측면에서의 선도적 역할을 할 수 있음

□ 기술동향

- 해외 선진국에서는 특정 주행로를 따라 운행하는 궤도시스템과 주행 경로가 특정 지어지지 않은 무궤도 시스템으로 나뉘며, 기존 인프라 시설을 활용한 TramFret, Dresdener 등과 신규 인프라 시설을 설계한 Cargo trams 등으로 물류효율성을 극대화하고 있음

[기존 인프라를 활용한 기술동향]

[국외동향]

1) 프랑스, Tramfret

- 2011년 12월 파리교통당국(RATP)과 광역교통국(STIF)에서 공동으로 도심 내 도로 혼잡을 해소하기 위해 Tramfret 방안 제시
- Off-peak시 8km의 시험 구간과 여객 수송 Trams 사이에 두 편의 빈 Tram 투입
- 도심 상가를 중심으로 시범적 운영을 통해 성공시 추후 확장 예정



2) 독일, 드레스덴

- Schalke steel machines Ltd에서 개별적 운행방식을 적용하여 활용 중
- 폭스바겐 차량 부품을 도심 시내로 진입시키기 위해 물류 운행 효율성 및 개선을 고려하여 5량 1편성으로 50kph 주행
- 전차선, 철제바퀴, 트램 노선을 이용 및 정규 노선 확보를 통해 정규 운송 서비스 제공
- 트램 노선 혼잡시 도시 철도 본선을 이용하여 운송



- 도시철도를 이용한 공동물류시스템은 도심 내의 화물 유입 및 유출에 대한 효율성을 높이고 대량수송 하기 위해 필요한 기술을 포괄하며, 세부적으로 화물 반입·반출을 위한 연결장치, 화물을 운반하기 위한 수직·수평 이송장치, 화물수송차량 스케줄링 기술 등은 통합적으로 관리하여 정보를 제공해줄 수 있는 운영 시스템적인 개발이 필요함
-

3) 일본, 지하철 택배

- 삿포로시 교통국인 도시형 신물류 연구회, 야마토 운수 등에서 주관하여 진행
- 지하철 인프라 및 차량을 개량하지 않고 이동형 캐리어만 활용하여 운송
- 총 2회에 걸쳐 시험 실시

○ 주 대상화물 : 택배화물

○ 대상구간

- 1차: 야마토 운수 삿포로 베이스 ~ 오도리 택배 센터
- 2차: 야마토 운수 삿포로 베이스 ~ 디포지트 센터

○ 결과

- 1차: 도심 유입 화물트럭 28대 중 3대 감소
- 2차: 도심 유입 화물트럭 12대 중 3대 감소



[신규 인프라를 활용한 기술동향]

[국내동향]

1) 한국, ACTTube

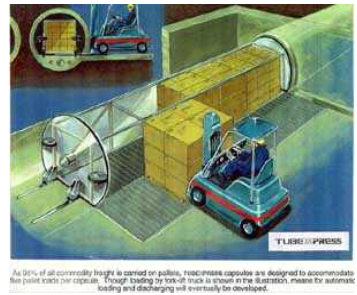
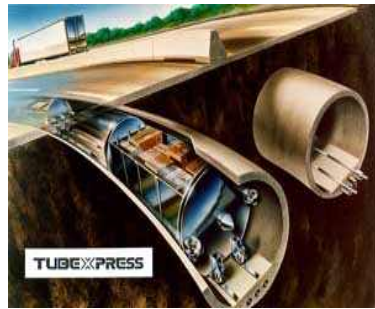
- 고정경로를 이용한 컨테이너 운송시스템
- 지하에 매설된 Tube를 따라 화차가 자동으로 지정된 경로에 화물을 운송하는 방식
- 화물은 최대 5톤까지 적재가 가능하며 화물의 특성 또는 안전을 고려하여 냉동, 무진동 캡슐 등의 특수 캡슐 개발
- 무선 네트워크를 통해 위치파악, 실시간 제어 가능
- RFID Tag를 부착한 파렛트 단위로 자동 상·하역 가능
- 노선 개발에 대한 막대한 비용이 소요되기 때문에 주요수송 구간을 중심으로 단거리 위주의 시설 개발 가능



[국외 동향]

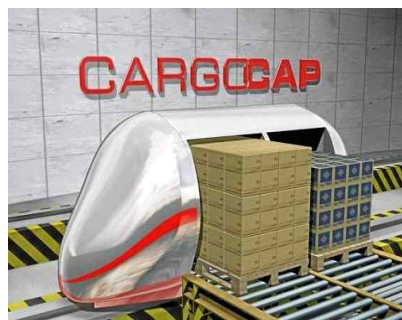
1) 미국, TubeXpress

- 지하 튜브 통로를 이용하여 컨테이너를 자동으로 운송하는 시스템
- 미국연방고속도로 관리청 내 첨단 화물운송 연구 프로젝트
- 튜브의 통로는 콘크리트를 이용한 파이프라인으로 구축
- 직경 2m 내의 철로를 따라 선형모터를 이용하여 구동되는 방식(시속 36 ~ 90km/h)



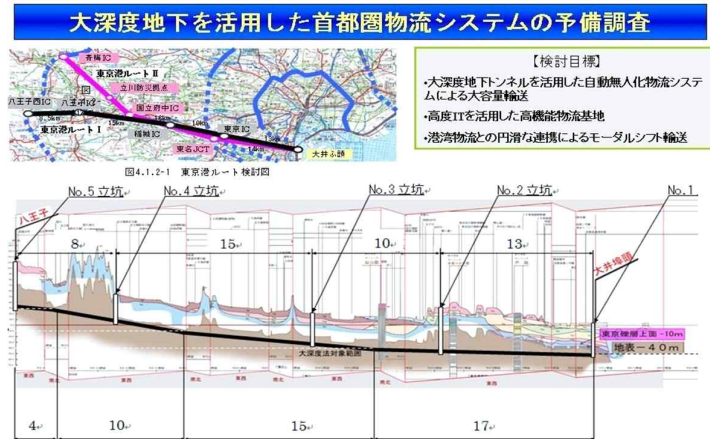
2) 독일, CargoCap

- 도심 내의 교통 혼잡으로 유발되는 막대한 사회비용 절감 목표
- 인구 및 공장의 밀집도가 높은 지역 대상으로 교통량 해소 및 부담 저감
- 직경 1.6m에서 2.0m의 지하 파이프라인 관로 이용
- 24시간 무인 자동 화물 운송시스템
- 운송 장비인 캡(Cap)간의 간격은 2m이며, 캡의 이동속도를 감속하지 않은 상태에서 화물 하역 및 분기하는 시스템
- 또한 차량 고장으로 통로 폐쇄에 대비하고자 차량 내 복수 개의 모터 장착
- 지상 모델 실험 2006년 완료
- 유럽표준파렛트 T12를 2개 적재하여 연결 및 제어하는 시험 운행 진행 중
- Cap에는 무접점 에너지 공급 시스템, IT, RFID 기술 적용
- 대형 상가들이 밀집하고 있는 지역의 인근 및 조립 생산공장지역 대상
- 운송 범위는 반경 130km 내로 500볼트의 전기 구동 및 중앙 조정실에서 무인으로 통제하는 화물 캡슐 시스템



3) 일본, 대심도 지하 수도권 물류시스템

- 2001년 이후 대심도 지하를 이용하여 진행되고 있는 사업
- 2009년 도쿄항에서 하치오지시까지 약 50km를 대심도 지하터널로 연결하는 계획에 대한 예비조사 실시
- 무인 자동화 운송시스템 및 IT 기술 등 적용



3. 연구개발내용

○ 화물 규격화 및 이송시스템 기술

- 화물 규격화(패키징, 수송용기 등) 기술
 - 도시철도 화물수송을 위한 수송용기 기술 개발
 - 대상화물의 단위화를 위한 패키징 기술
- 역사 내 화물 이송시스템 기술
 - 수평 및 수직 화물이송시스템 기술 개발
 - 화물전용공간 효율적 활용을 위한 화물이송시스템 표준화 기술
 - 실시간 컨베이어 이송시스템 제어 및 관리 기술

○ 도시철도 차량 이용 화물 수송시스템 기술

- 화물수송차량의 화물 적재 및 배치 기술
 - 객차 내장재 보호장비 기술
 - 객차 내 화물배치 최적화 기술
 - 객차 내 화물 적재 및 고정 기술
 - 화물차량 스케줄링 확보 기술
 - 화물차량 정거장별 정차횟수 분석
 - 화물차량 주행 성능을 고려한 운행패턴 분석
-

-
- 화물열차 투입 다이어 확보 기술
 - 전용차량 내 화물 반출/반입 기술
 - 도시철도 차량의 화물 반출/반입을 위한 연결 장치 개발
 - 철도차량 시스템과 반출입 시스템의 인터페이스 기술 개발
 - 차량 내 적재된 화물의 위치 및 상태 검지 기술
 - 전용차량 내 화물 적재시스템 기술
 - 철도차량 내 화물 다단적재시스템 기술
 - 철도차량 내 물류설비의 공간배치 기술
- 도시철도 인프라 및 운영시스템 기술
- 도시철도 시설의 화물전용공간 DB구축
 - 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 구축
 - 화물전용공간의 물류기능 부여
 - 화물전용공간별 물류기능 수행을 위한 유형, 규모별 표준 레이아웃 설계
 - 표준 레이아웃 설계 가이드라인 구축
 - 도심물류 공동화 시스템 적용성 분석
 - 사업성을 고려한 비즈니스 모델 발굴
 - 도심 철도시설 내 화물을 운송하기 위한 관련 법, 제도 분석
 - 경제성 및 사업성 분석
 - 공동물류 운영시스템 기술
 - 철도차량 및 화물정보에 대한 실시간 모니터링 기술
 - 철도차량 내 화물 품질유지를 위한 모니터링 기술
 - 화물정보 표준 인터페이스 기술
 - 공동물류시스템 물류프로세스 통합관리기술
- 테스트 베드 구축
- 1단계 사업 테스트 베드 및 검증
 - 2단계 사업 시범사업 사이트 구축 및 보급방안 수립
- 이상의 연구개발 내용 중에서 핵심요소기술은 다음의 조건을 충족하도록 하여야 함
-

[핵심요소기술의 기술성숙도 단계별 목표]

연구과제명		도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 기술 개발		유형		공법 · 기법, 장비 · 장치		
프레임워크			선행단계	시제품 제작		현장적용	제품화/실용화	
마일스톤			현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
				1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도 (종료)
마일스톤 일정			‘14.07	‘16.01	‘17.01	‘18.01	‘19.01	‘20.01
No.	기술명							
CTE 1	화물 규격화 기술		TRL 3	TRL 5	TRL 7			TRL 8
CTE 2	화물전용차량 화물 반출/반입 기술		TRL 3			TRL 4	TRL 7	TRL 8

4. 연구개발 추진 방법	
---------------	--

□ 추진전략

- 본 연구의 단계별 목표를 수립하고 그에 적합한 추진전략 및 일정계획을 수립
- 공공부문, 관련 기업 등 기술 수요처와 유기적 협조체제 구축
 - 실제 현장에 연구성과를 적용시킬 수 있도록 관련된 기술 수요처의 의견 수렴
 - 현장 요구 및 애로사항 등의 의견을 연구개발에 반영
- 외부 관련 전문가 자문
 - 해외 선진국의 기술에 대한 지속적인 벤치마킹을 위한 외국 기업체 및 연구기관과의 협력 추진
 - 본 연구과제의 성공률 제고를 위한 자문회의 등을 통한 내·외부 전문가 의견수렴
 - 유사 선진시스템 및 적용사례에 대한 조사
- 연구개발 계획서에는 구체적으로 연구에 대한 방법론이 반드시 제시되어야함

□ 추진체계

- 파다한 기관수 참여 및 연구계획에 대한 편성으로 연구의 추진체계의 비효율성을 연구신청자는 최대한 지양해야하며, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구를 추진하는데 있어 효율성을 도모해야함
- 본 연구의 연구진 참여율을 높여 연구에 대한 집중도를 제고해야함
- 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 시스템의 활용 및 실용화를 증대시키기 위해 관련된 공공기업, 기업체 등을 포함하여 연구진을 구성해야함

5. 최종성과물	
----------	--

- 연구과제 보고서
- 도시철도 화물 규격화 기술 (표준용기, 패키징 방법 등)
- 역사 내 화물 수직/수평 이송시스템 기술

- 도시철도 이용 화물수송시스템
- 화물수송차량 화물 적재 및 배치 기술
- 화물수송차량 스케줄링 기술
- 화물전용차량 내 적재시스템
- 화물전용차량의 반출/반입 장치
- 공동물류 운영시스템
- 특허 및 논문

6. 기대효과

- 기존 여객운송 중심의 도시철도 서비스에 화물 운송기능을 부여함으로써 국가 친환경 녹색물류에 대한 물류에너지 관리 기반 구축 마련
 - 철도시설을 이용한 공동물류시스템 개발을 통하여 도심 내로 유입되는 화물 차량 수, 유류 비용 및 물류비용, 화물 차량 교통사고율 감소
 - 기존 간선 및 지선을 모두 이용하던 화물차량을 도심 밖의 간선망을 이용하도록 하고, 도심에서는 철도가 수송함으로써 효율적인 물류시스템 구축 가능
 - 화물의 정시성, 품질 안정성, 유통산업의 경영환경, 화물 및 작업자의 안전도, 여건 등 개선
 - 향후 실버택배 등과 연계 가능하여 노인 일자리 창출 가능
 - 서울시에 우선 적용 후 타 도시 교통망과 연계하여 확장 및 적용 가능
- 도심 내 철도시설을 이용한 공동물류시스템을 통하여 물류비용절감 및 녹색성장 기여
 - 도심을 심한 국내유가상승에 대응한 운송비용 감소
 - 도심으로 유입된 화물 차량의 대기시간 감소를 통한 회전율 증가로 사회적 비용, 운송비용 등을 절감
 - 트럭의 대기시간 감소, 운행 차량수 감소 등을 통한 에너지 절감 및 이산화탄소 배출량 감소로 저탄소 녹색성장에 기여
- 국내의 기술개발을 통한 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 시스템에 대한 실용화로 해외기술 대체 효과와 관련분야의 기술개발 촉진을 통한 해외시장 개척 및 선점
 - 선도형 공동물류시스템 핵심기술 확보를 통한 물류 기술력 향상 및 관련분야 확대 적용을 통한 시장 확대
- 도시철도 시설을 이용한 도심물류 공동화 시스템 개발을 통해 도심지 물류체계를 새롭게 정립하여 물류 전체 효율성을 제고할 수 있는 자동화 공동물류시스템 모델 제시

7. 사업기간 및 소요예산

- 연구기간 : 5년
- 연구예산 : 총 125.0억원

※ 정부출연금은 향후 선정평가 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 부담금은 연차별로 “국토해양부 소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가적 부담이 가능함

※ 연구비에 대한 구체적인 산정내역을 제시해야하고, 예산산정 근거가 명확하지 않거나 타당성이 부족할 경우엔 축소 조정이 가능함

8. 기타

- 연구성과에 대한 1차년도 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속적 지원여부 결정
- 본 연구의 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 연구내용, 기간, 개발비를 작성
 - 과제 목적의 달성을 위해 요구되는 세부 연구내용은 일부분 추가할 수 있으나, 그 사유 및 근거를 명확히 제시
- 과제 신청자는 연구개발 성과목표, 지표 등을 연구개발계획서에 제시
 - 연구개발 성과목표 및 지표별 달성목표치, 가중치 등을 연구개발 계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안 제시
 - 제시한 성과지표에 건설기술혁신사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 가능
- ※ 과제선정 후, 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도 점검, 관리, 평가 등의 근거자료 활용
 - 연구성과의 실용화(정책제안)로 예상되는 기술, 경제, 사회 및 문화적 파급효과와 산출근거 제시
 - 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야함
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행 실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확해야하며, 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 국제공동연구, 외부 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술의 해외 선도기관과 공동연구에 대한 방안을 추진하거나 외부 전문가를 활용하고자 하는 계획을 연구계획에 포함
- 이미 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용 방안을 연구계획에 포함하고, 또한 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
- ※ <http://rndgate.ntis.go.kr>, www.kictep.re.kr 열린정보 등에서 유사과제 목록을 참조
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법, 목표 등에서 차별화된다면 이를 포함하여도 무방하지만 그 근거를 명확히 제시해야함
- ※ 연구개발 수행 중 과제 중복성이 사후 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의해 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없을 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구관리 전문기관(한국건설교통기술평가원)은 필요시 선정된 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정 및 보완(연구기간 변경, 목표, 내용, 범위 등의 구체화·명확화)할 수 있음
- 상시제안공모 과제제안자가 본 과제의 주관(공동)연구책임자로 참여시 가점(2점) 부여

6.2. 평가기준 설정

연구내용	주요성과물	성과지표
인프라 및 운영시스템 개발	- 도시철도시설 화물전용공간 DB - 화물전용공간 레이아웃 설계 가이드라인 - 화물 정보 및 위치 등 실시간 모니터링 시스템 - 표준 인터페이스 시스템 - 공동물류 통합운영시스템 - 도심물류 공동화시스템 비즈니스 모델 - 경제성 및 사업성 분석 보고서 - 법·제도적 요구조건/개선사항	- 통합 레이아웃 설계 활용성 - 인터페이스 범용성 - 전환수요 예측모형의 정확도 - 도심지 내 철도차량을 활용한 화물운송 가능여부에 대한 법적 타당성 근거제시
		- 국내 게재 - 학술발표 - 특허 - 프로그램 - 표준화
화물 규격화 및 이송시스템 기술 개발	- 수송용기 - 수평·수직 이송기기 - 수평·수직 이송기기 연계 및 제어관리시스템 - 수평·수직 이송기기 상태 모니터링 시스템	- 철도차량 도어크기를 고려한 수송용기 - 화물 처리속도/처리량 - 화물 안정성/취급편의성 - 인터페이스 범용성
		- 학술대회 발표 - 프로그램
도시철도차량 이용 수송시스템 기술 개발	- 차량 내 화물 공간배치시스템 - 화물 보호장비 및 고정장치 - 외부시설과 연계하여 화물 반출/입을 가능하게 하는 보조장치 - 화물차량 운행계획시스템 - 화물 다단 적재시스템 - 차량 내 공간 설비 배치시스템 - 차량별 화물 배치시스템 - 차량 및 시설간 연계 장치 시스템 - 실시간 화물 검지 센서 - 화물 상태 모니터링 시스템	- 화물 최대 수송용량(톤/량) - 화물 상·하역 소요시간(시간/수송용기) - 철도차량 공간효율성 - 화물 안정성/취급편의성 - 인터페이스 범용성
		- 학술대회 발표 - 프로그램
테스트 베드 구축 및 검증	- 시범사업 계획 및 평가항목 개발보고서 - 시범시스템 평가 결과보고서	- 철도차량 호환 및 요구장비, 이송기기 등에 대해 시험 가능한 테스트 지역 선정 - 계획/평가항목의 적정성
		학술대회 발표

참 고 문 헌

- 경기도, 2010년 기준 경기도 사업체 조사분석, 2012.06
- 경남정책, 2013년 물류정책 및 시장전망, 2013
- 국토연구원, 녹색물류산업의 동향 및 시사점, 2011
- 국토해양부, 국가물류기본계획 수정계획(2011~2020), 2011
- 국토해양부, 국토해양통계연보, 2012
- 국토해양통계누리 (연도별, 시도별 자동차등록대수현황, 2013)
- 대한상공회의소 보도자료, 유가상승에 따른 물류업계 경영실태 및 애로조사, 2011.03.11
- 물류신문사, 2012-13년 물류시장 회고와 전망 : 정책부문, 2012. 12
- 물류신문사, 2012/2013 물류시장 회고와 전망 세미나, 2012
- 서울시, 교통관련 통계자료, 2011.12
- 이지선, 영국 런던의 사례를 통해 본 지속가능한 도시물류전략, 물류브리프, 2011
- 조성우, 박명섭, 영국철도운송 특성 및 시사점, 로지스틱스 연구, 2012
- 한국교통연구원, 2010 국가물류비 산정 및 추이분석, 2012
- 한국교통연구원, 수도권 도시물류시설 효율성 강화 방안 연구, 2011
- 한국교통연구원, 전국 교통혼잡비용 산출과 추이 분석, 2011
- 한국교통연구원, 지하 화물운송 시스템 기술개발 기획, 2011
- 한국교통연구원, 도시물류센터를 통한 도시화물운송 효율성 제고 방안, 2011
- 한국무역협회, 전국 영업용 물류센터 실태조사보고서, 2007
- 한국석유공사, 2013, 정리하여 발췌
- 한국철도공사, 통계로 보는 한국철도 2012
- 한국철도기술연구원, 고속화물철도 수송시스템 기술개발 기획연구, 2012
- EU, EU transport in figures, 2012
- U.S. Census Bureau, Statistical Abstract of the United States, 2012
- Frost & Sullivan, Global Mega Trends and their Implications on Urban Logistics, 2013
- NY DOT(2011), Urban Distribution Centers : A Means to Reducing Freight Vehicle Miles Traveled
- <http://www.ftc.go.kr>(공정거래위원회 홈페이지)

<http://radar.ndsl.kr>(NDSL 동향 홈페이지)

<http://www.landmark.re.kr>(국토교통정보센터 홈페이지)

<http://www.stat.go.jp>(일본 통계청 홈페이지)

<http://www.statistics.gov.uk>(영국 통계청 홈페이지)

<http://www.stats.gov.cn>(중국 통계청 홈페이지)

부록

1. 핵심기술 특허조사

