

<표지>

(뒷면) (옆면)

(앞면)

<p>3cm</p> <p>과제번호</p> <p>유라시아철도추진을위한철도상호호환및연계기술개발과제 기획보고서</p> <p>5cm</p>	<p>4cm</p> <p>R&amp;D Report</p> <p>(견고닥 25p)</p>	<p>Land Infrastructure and Transport</p>	<p>국토교통과학기술진흥원</p> <p>국토교통부</p> <p>3cm</p> <p>(견고닥 17p)</p>	<p>국토교통연구기획사업 (견고닥13p)</p> <p>3cm</p> <p>0.5cm R&amp;D / ○○○○-○○○</p> <p>2.5cm 9cm</p> <p>(견고닥31p) 5cm</p> <p><b>유라시아철도 추진을 위한 철도 상호호환 및 연계기술 개발 과제 기획보고서</b></p> <p>(0.1cm)</p> <p>2014. . .</p> <p>0.15cm (견고닥15p)</p> <p><b>(별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)</b></p> <p>주관연구기관 / 한국철도기술연구원  공동연구기관 / 한국교통연구원  위탁연구기관 / 한국건설기술연구원</p> <p>(견고닥 15.5p)</p> <p>(백색바탕)</p> <p><b>국 토 교 통 부</b>  <b>국토교통과학기술진흥원</b></p> <p>(견고닥 20p)</p>
---	---	--	---	---

## <표지-뒷면>

### 주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통부연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통부연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

## 제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 "유라시아철도 추진을 위한 철도 상호호환 및 연계기술 개발 과제 기획에 관한 연구"과제의 보고서로 제출합니다.

2014 . . .

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원  
주관연구책임자 : 나희승 책임연구원  
연구원 : 박정준 선임연구원  
" : 윤혁진 선임연구원  
" : 최찬용 선임연구원  
" : 박 영 책임연구원  
" : 박철민 선임연구원  
" : 문형석 책임연구원  
" : 김경태 책임연구원  
" : 조용현 선임연구원  
" : 박찬배 선임연구원  
" : 김성일 책임연구원  
" : 권삼영 책임연구원  
" : 김용규 수석연구원  
" : 장승호 선임연구원  
" : 사공명 책임연구원  
" : 윤재찬 연구원  
공동연구기관명 : 한국교통연구원  
공동연구책임자 : 최진석 연구위원

# 보고서 요약서

과제고유번호		해당단계 연구기간		단계구분	(해당단계)/ (총단계)
연구사업명		국토교통연구개발기획사업			
연구과제명	대과제명	-			
	세부과제명	유라시아철도 추진을 위한 철도 상호호환 및 연계기술 개발 과제 기획			
연구책임자	나희승	해당단계 참여 연구원수	총 : 22명 내부 : 22명 외부 : 명	해당단계 연구비	정부 : 10,000천원 기업 : 천원 계 : 10,000천원
		총연구기간 참여 연구원수	총 : 22명 내부 : 22명 외부 : 명		총연구비
연구기관명 및 소속부서명	한국철도기술연구원/ 대륙철도연계팀		참여기업명	-	
국제공동연구	상대국명 :	-	상대국연구기관명 :	-	
위탁연구	연구기관명: 한국건설기술연구원		연구책임자 : 김영진		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	206
<p>○ 우리 정부는 아시아와 유럽을 잇는 교통, 물류의 대동맥인 유라시아철도사업을 구상하고 있으며, 유라시아 복합 물류 네트워크를 구축하고, 실크로드 익스프레스(SRX)를 실현하고자 함</p> <p>○ 최근 동북아 및 유라시아 육상운송 환경의 정치적 변화와 시장의 변화, 니즈의 변화, 시설과 장비의 변화, 그리고 운송기업의 변화등 한반도와 동북아의 교통물류환경이 급변함에 따라 유라시아철도 연계구축에 대비한 실제 적용 가능한 핵심연구가 필요하며, 유라시아철도구상 실현을 위하여 유라시아철도 상호호환 및 연계기술 개발기획(안)을 제시할 필요 있음</p> <p>○ 남북한 철도를 연결하여 유라시아 대륙철도와 효율적으로 연계시키기 위해서는 연결 또는 연계시기를 기준으로 하여 시설/차량분야와 운영분야의 현황을 면밀히 조사하여 그 차이점을 분석하고, 상호 연계 및 상호 운영성(Interoperability) 향상 기술을 개발하여야 함</p> <p>○ 북한 및 시베리아 영구동토지대 철도의 도상, 노반 안정화 및 철도 주변 시설물 동상·용해 피해방지대책 연구를 위한 사전 기획 연구</p> <p>○ 북한, 러시아의 철도 시설물 설계, '시공 기준, 지방 분석을 위한 기획 연구</p>					
색인어 (각 5개 이상)	한글	유라시아철도, 상호호환, 연계, 남북철도, 궤간가변열차			
	영어	Eurasian-railway, interoperability, connectivity, Trans-Korea railway, Automatic Variable Gauge Train			

# 목 차

1장. 연구과제 개요 .....	1
1절. 기획연구의 개요 .....	1
1. 기획연구의 추진배경 .....	1
2. 기획연구의 필요성 .....	2
3. 기획연구 목표 및 추진방향 .....	4
2장. 기술개발 전략 수립 .....	7
1절. 국내외 정책동향 및 분석 .....	7
1. 국내 정책동향 및 분석 .....	7
2. 국외 경제동향 및 분석 .....	11
2절. 국내외 경제동향 및 분석 .....	15
1. 국내외 경제동향 및 분석 .....	15
3절. 국내외 기술개발 동향 및 분석 .....	21
1. 유라시아철도 상호운영 및 연계 기술 개발 .....	21
2. 유라시아철도 운영을 위한 차량 기술 개발 .....	36
3. 남북 및 유라시아철도 상호호환을 위한 철도 인프라 기술 개발 .....	80
4. 유라시아철도 물류기술 개발 .....	96
4절. 후보과제 도출 및 정의 .....	105
3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략 .....	108
1절. 비전 및 목표 .....	108
2절. 시나리오 및 과제별 기술로드맵 .....	109
3절. 연구개발과제 구성 .....	120
4장. 연구개발과제 주요내용 및 기대효과 .....	121
1절. 연구개발과제 주요내용 .....	121
2절. 연구개발과제 활용방안 .....	131
3절. 기대효과 .....	135

5장. 연구개발과제 소요예산 .....	139
1절. 연구일정에 따른 인력계획 .....	139
2절. 소요예산 산정 .....	140
참고자료 1. 연구개발과제 과제카드 .....	147
참고자료 2. 유라시아철도 상호연계기술(HW) 로드맵 .....	195
참고자료 3. 유라시아철도 통합운영기술(SW) 로드맵 .....	198
참고자료 4. 유라시아철도 기술과제 공간 mapping .....	206

# 1장. 연구과제 개요

## 1절. 기획연구의 개요

### 1. 기획연구의 추진배경

- 남북철도가 연결되어 남북경협이 활성화되면, 동북아 및 유라시아철도 네트워크가 급속히 형성될 것이고, 국제철도화물의 고속화·대용량화는 유라시아철도의 新 기술수요를 창출할 것임. 이를 위해 유라시아 횡단철도와 연계하기 위한 핵심 상호연계기술 개발이 시급함
- 남북 및 유라시아철도 연결을 위한 유라시아철도 상호 호환·연계 기술개발 기획
  - 남북 및 유라시아 국제철도 연계 및 유라시아철도 안전성·신뢰성 확보를 위한 인터페이스 기술개발 기획
  - 유라시아철도 통합 관리·운영체계 연구기획 및 각종 규격, 철도 설계·시공 등을 고려한 철도기준체계의 호환성 연구기획
- 유라시아철도 추진을 위한 국내·외 동향 분석
  - 국외 이종(異種)시스템 극복을 위한 철도연계 동향 분석
  - 국외 철도 통합운영체계 동향 분석
  - 국내 남북철도 및 대륙철도 상호연계 동향 분석
- 유라시아철도 추진을 위한 철도기술개발 전략 수립
  - 국가별 상이한 기후 등 철도운영 환경변화에 따른 국가간 연계 운영을 위한 철도차량제작기술 도출
  - 이종(異種)시스템간 연계·호환을 위한 궤도, 신호, 통신, 전력 등 분야별 기술 도출
  - 영구동토지역 철도 설계·시공기술 도출
- 북한 및 시베리아 영구동토지대 철도의 도상, 노반 안정화 및 철도 주변 시설물 동상·융해 피해방지대책 연구를 경제적, 효율적으로 수행하기 위한 사전 기획 연구

- 북한 및 러시아의 철도 도상, 노반, 철도변 시설물 설계, 시공 관련 기준, 지방 분석 연구를 경제적, 효율적으로 수행하기 위한 기획연구
- 유라시아철도 통합·호환 운영을 위한 철도통합 관리·운영체계 및 철도 기준체계 호환성 연구기술 도출
- **(유라시아 이니셔티브 이행)** 부산-북한-러시아-중국-중양아-유럽 교통물류망 연결, 북극해항로 개발 및 연계 추진 등을 통한 실크로드 익스프레스(SRX) 구현
- **(유라시아철도연결 필요)** 한반도 종단철도(TKR)와 유라시아철도(TSR, TCR)를 연결 운행함으로써, 유라시아 역내 국가간의 경제협력 촉진 및 한반도 평화통일 기반 마련
- **(국제운송로 확보 필요)** 새로운 에너지·자원 거점 확보에 따른 대안 수송로의 필요성이 대두되고 있는 실정

## 2. 기획연구의 필요성

### 가. 과제 추진의 필요성

- 최근 동북아 및 유라시아 육상운송 환경의 정치적 변화와 시장의 변화, 니즈의 변화, 시설과 장비의 변화, 그리고 운송기업의 변화등 한반도와 동북아의 교통물류환경이 급변함에 따라 유라시아철도 연계구축에 대비한 실제 적용 가능한 핵심연구가 필요
- 유라시아 국가 철도시스템의 상이성에 따른 기술적 문제점 정량화 및 기술호환체계의 수립이 요구됨
- 국가별 기후 등 철도운영의 급격한 환경변화에도 국가간 연계 운행이 가능한 기술개발이 요구됨
- 유라시아 국가 철도 운영을 위해 궤도 등 선로구축물, 신호, 통신, 전력 등 분야별 이종(異種)시스템간 상호 운용성(Interoperability) 기술개발이 요구됨
- 유라시아 대륙권 철도규격을 비교하여 국제철도기준의 호환성체계 수립이 시급함
- 남북철도가 연결되고 유라시아철도와 연계시 국제철도 통합 관리·운영체계가 요구됨
- 2013년 9월 7일 쟁트 페테르부르크 G20 회담에서 박근혜 대통령과 러시아 푸틴 대통령이 합의한 한국-시베리아 -모스크바- 유럽 연결 철도 사업은 국가간

의 약속이자 정치적, 외교적 이익을 포함하고 있는 국책사업이므로 이와 관련된 연구를 위한 예산은 정부에서 지원하는 것이 타당

- 철도는 국가 재산이며, 교통사고 등 재난이 발생할 경우 수 많은 인명, 재산상 피해가 발생하고, 국가 인프라 시설의 기능이 마비되어 산업활동이 위축될 수도 있으므로 정부 예산 투입이 필요
- 개발된 기술은 국내 철도의 유지보수비 절감과 수명연장에도 활용할 수 있으므로 연구 예산을 정부가 지원하는 것이 필요

#### 나. 국가정책목표와의 관련성

- 국토종합계획 수정계획의 주요 내용
  - 동북아의 통합 교통·물류체계 구축을 위한 국제협력 강화
  - 한반도 종단철도(TKR: 경의선, 동해선)와 대륙철도(TCR, TSR, TMR, TMGR)와의 연결을 위한 협력 추진
- 국가기간교통망계획 수정계획의 주요 내용
  - 동북아 단일교통시장(Single Transport Market)의 기틀 마련
  - 아시안 하이웨이(Asian Highway) 및 아시아 횡단철도(TAR)의 연결추진
  - 남북간 교류확대에 대비한 종합교통망 구축
- 국가철도망구축계획
  - 남북 및 대륙철도 연결노선 완비
  - 남북 관계 개선에 따른 남북한 철도 운행에 대비하여 남북철도 시스템 통합 및 기술 교환 추진함.
- 국가물류기본계획 수정계획의 주요 내용
  - 대륙철도 연계사업 추진
  - 남북철도연계사업 지속적 추진
- 본 연구는 과거 지속적으로 수행하여온 철도(연) 연구 분야 중 하나임
  - 남북철도 및 대륙철도 연계기술 연구개발

### 3. 기획연구 목표 및 추진방향

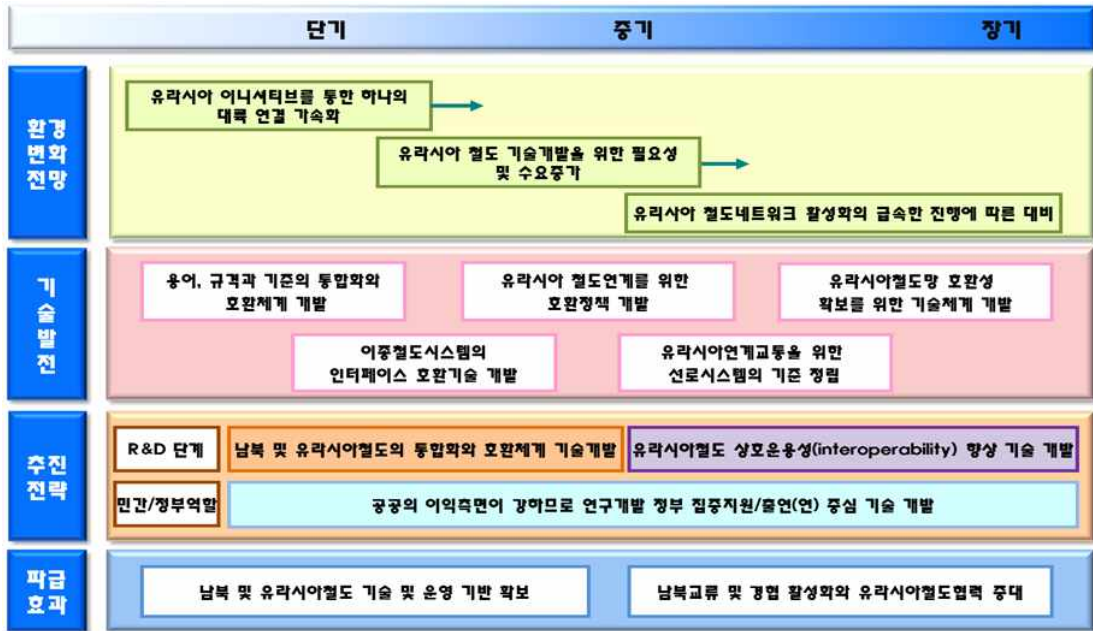
#### 가. 연구 추진 중점 목표

연구기관	중점 연구목표
한국철도기술연구원 (주관연구기관)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 추진을 위한 국내·외 동향 분석               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국외 이종(異種)시스템 극복을 위한 철도연계 동향 분석</li> <li>- 국외 철도 통합운영체계 동향 분석</li> <li>- 국내 남북철도 및 대륙철도 상호연계 동향 분석</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아철도 추진을 위한 철도기술개발 전략 수립               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가별 상이한 기후 등 철도운영 환경변화에 따른 국가간 연계운행을 위한 철도차량제작기술 도출</li> <li>- 이종(異種)시스템간 연계·호환을 위한 궤도, 신호, 통신, 전력 등 분야별 기술 도출 및 기술로드맵 작성</li> </ul> </li> </ul>
한국교통연구원 (공동연구기관)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 추진 로드맵 작성               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아철도 추진동향 분석</li> <li>- 유라시아철도 운영을 준비하기 위한 로드맵 구상</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아철도 효율적 운영방안               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아철도 운영을 위한 다자간 협력 방안</li> <li>- 시설공유, 운영협력을 위한 노선 발굴</li> <li>- 유라시아철도 운영 관리시스템 구상</li> </ul> </li> </ul>
한국건설기술연구원 (위탁연구기관)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 및 시베리아 영구동토지대 철도 도상, 노반 안정화 및 철도 주변 시설물 동상·음해 피해방지대책 연구를 위한 사전 기획연구</li> <li>○ 북한 및 러시아의 철도 도상, 노반, 철도변 시설물 설계·시공 관련 기준, 시방 분석을 위한 기획연구</li> </ul>

## 나. 추진체계 방향

- 최근 동북아 및 유라시아 육상운송 환경의 정치적 변화와 시장의 변화, 니즈의 변화, 시설과 장비의 변화, 그리고 운송기업의 변화 등 한반도와 동북아의 교통물류환경이 급변함에 따라 유라시아철도 연계구축에 대비한 핵심연구를 발굴함
- 단계별로 추진하는 유라시아철도의 상호호환 및 연계기술 개발을 위해 초기단계에 요구되는 미래핵심요소기술과 중장기 기술개발 분야를 인프라분야(H.W), 운영시스템분야(H.W&S.W), 기반역량강화분야(Network)로 분류하여 연구 추진
  - 남북 및 유라시아철도 미래핵심요소기술개발을 위한 전문화분야를 선정하고, 이를 중단기적으로 우선순위가 높은 분야와 단계별 중장기적 과제에 필요한 핵심요소기술을 선별
  - 단기적으로 성과가 가능한 초기 대응형 핵심기술개발을 추진하고, 중장기적으로 유라시아 교통로 진출에 필요한 실용주의적 대륙형 미래핵심요소기술 개발 추진
- 본 연구는 철도고유의 장점인 종합기술분야를 총망라하는 연구로서 남북 및 유라시아철도연계운행을 정책, 기술, 국제적 환경까지 고려한 융합 연구추진
- 특히 유라시아철도 추진을 위한 철도 상호호환 및 연계기술 개발계획은 유라시아철도시스템 상호운영성(interoperability) 확보기술 개발(안)과 국제철도 연계성 확보를 위한 기술체계 구축(안)으로 분류하여 다음과 같이 기획 추진
- 본과제의 시나리오를 위하여 지역적 범위를 1) 남북 및 동북아 2) 유라시아 차원으로 분류하고, 특히 유라시아철도 추진을 위한 철도 상호호환 및 연계기술 개발계획은 유라시아철도시스템 상호운영성(interoperability) 확보기술 개발(안)과 국제철도 연계성 확보를 위한 기술체계 구축(안)으로 분류하여 기획 추진
- 시나리오별로 구체화하여 제한된 연구기간내 기술기획을 구체화함
- 선도적·능동적으로 대처하는 남북 및 유라시아 교통물류망의 상호연계기술에 주안점을 둘 것이며, 기획과정에서 중점기술에 대한 목표사양 제시
- 유라시아철도 관련국의 연계성에 따라 기술별 자료 확보를 추진할 예정이며, 이와 관련하여 국내외 교통대학과의 협업 추진

〈유라시아철도 추진을 위한 철도 상호호환 및 연계기술 개발〉



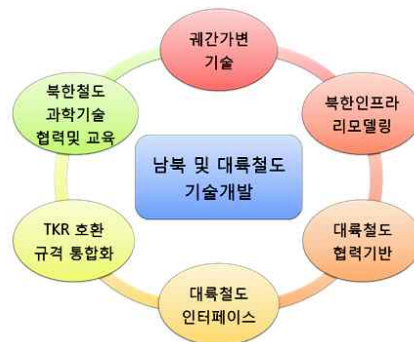
## 2장. 기술개발 전략 수립

### 1절. 국내외 정책동향 및 분석

#### 1. 국내 정책동향 및 분석

##### 가. 기술적 정책동향

- 한국철도기술연구원은 남북 및 대륙형 철도 미래핵심요소기술개발을 위한 6대 전문화분야를 선정하고, 이들 중단기적으로 우선순위가 높은 분야와 단계별 중장기적 과제에 필요한 핵심요소기술을 선별
- 단기적으로 성과가 가능한 초기 대응형 핵심기술개발을 추진하고, 중장기적으로 대륙교통로 진출에 필요한 실용주의적 대륙형 미래핵심 요소기술개발 수행



##### < 남북 및 대륙철도 미래핵심요소 기술 6대 전문화분야 >

- 국내 철도 태백선, 영동선, 충북선, 경원선, 경부선, 전라선 등 국내 재래선에서는 매년 겨울 철도 자갈궤도의 동상피해가 190여 개소 길이 8km 이상에서 발생하고 있으며, 이를 복구하기 위해 수 많은 KORAIL 직원들의 노력이 동원되고 있고, 많은 보수 예산이 집행되고 있음
- 2018년의 평창 동계 올림픽에 대비한 원주- 강릉간 고속철도 건설이 본격적으로 추진되면서 철도 터널, 철도용 교량 등 구조물이나 철도변 사면 등 시설물의 동상 및 동결 융해 피해에 대한 연구 필요성이 높아지고 있음. 또한 최근 북한과의 관계 개선에 따라 북한내 철도 건설 지원 사업이 전개될 전망으로서 동토지대 철도 구조물의 동상이나 동결 융해 피해 대책에 대한 연구가 필요하며, 시베리아 횡단철도사업 추진과 연계하여 북한 철도 궤도의 동상 안정성 및 철도변 시설물의 동결·융해방지 기술에 대한 연구가 필요할 것으로 전망됨

- 철도 도상이나 노반의 기술관련 연구로서는 한국철도기술연구원의 신민호가 “철도 노반의 분니 대책”에 대하여 연구한 바 있음. 한국철도기술연구원의 이진욱, 최찬용, 이성욱 등(2005)은 국내 철도 노반의 분니 실태 조사 및 분석을 연구한 바 있음
- 이승열, 김영철 등(2010)은 페타이어 칩을 활용한 철도 노반 동상 저감에 대하여 실험 연구를 수행 한 바 있음
- 한국건설기술연구원 Geo-인프라연구실의 김영진은 “철도구조물의 동해방지공법 및 설계, 시공, 유지관리지침 -도상 및 노반의 동상 안정성을 중심으로-”에 대한 연구를 2011년 9월 30일부터 2013년 7월 30일까지 수행하였음
- 그러나 아직 국내에서는 북한 철도나 시베리아 등 동토지대에 건설되는 철도 궤도의 동상 안정성이나 철도 주변 시설물의 동해 방지에 대한 연구는 이루어진 바 없음

#### 나. 사회적 정책동향

- 2008년 세계적 경제위기 이후 빈부격차 및 세대 갈등 등 사회적 불안 증가
  - 저성장 경제구조가 정착됨에 따라 미취업 청년의 증가로 사회적 활력 저하
  - 기대수명의 꾸준한 증가에도 전통산업 종사자의 조기 은퇴 가속화
  - 도전적 청년과 경험이 많은 은퇴자들을 활용할 수 있는 북방 연계 신규 비즈니스 기회제공을 통한 사회갈등 해소 추진
- 남북 긴장의 지속으로 인한 북핵, 군사충돌 등 안보위기 상황 지속
  - 남북교류를 통한 긴장완화 및 남북경제협력 확대 필요
  - 2018년 평창 동계올림픽 계기 획기적인 남북관계 개선 추진 필요

#### 다. 경제적 정책동향

- 국내 축적된 철도기술에 대한 국제적 활용 성공사례 확보
  - 고속철도차량은 물론 기타 다양한 분야의 철도기술 향상은 있었으나 국내가 아닌 외국에 적용·성공한 사례는 많지 않음
  - 우선 남북, 이후 중국, 러시아 등에서 활용 가능한 기술의 국제적 공인 가능

- 중국의 동북3성, 러시아 연해주의 경제성장 동력의 효과적 활용 추진
  - 중국의 동북공정을 통해 최근 급성장 중인 동북3성과의 물류, 자본, 기술의 교류를 통해 해당지역의 경제성장 활용 필요
  - 나진-하산 프로젝트 등 러시아의 연해주 개발정책을 활용하여, 남·북·러 3국의 경제협력을 추진하고 북한의 희토류 등 자원개발 참여 필요

라. 최근 정부의 유라시아 이니셔티브와 정책 및 기술동향 분석

- 최근 유라시아 이니셔티브 선언 후속 조치 및 지난 11월 13일 있었던 한·러 정상회담의 후속 조치와 관련 ‘2014년 유라시아철도망 사업’ 구상이 필요 함.
- 유라시아철도사업 구상 방향은 유라시아 복합물류 네트워크 구축과 실�크로드 익스프레스(SRX) 추진 임.
  - 2013 유라시아 컨퍼런스에서 박근혜정부는 ‘유라시아 이니셔티브’를 발표하고, 새로운 유라시아를 건설을 위해 ‘하나의 대륙’, ‘창조의 대륙’, 평화의 대륙 ‘을 제안함
  - 이를 위해 유라시아 복합 물류 네트워크를 구축하고, 실�크로드 익스프레스를 실현하고자 함
- 또한 러시아 극동지역, 중국 동북 3성에서 남·북·러, 남·북·중 3각 협력을 적극 추진할 것임을 강조함.
- 최근 동북아 및 유라시아 육상운송 환경의 변화와 시장의 변화, 니즈의 변화, 시설과 장비의 변화, 그리고 운송기업의 변화 등 한반도와 동북아의 교통물류 환경이 급변함에 따라 유라시아철도 연계구축에 대비한 실제 적용 가능한 핵심 과제가 필요
- 유라시아철도망 사업’은 한반도 종단철도(TKR)와 유라시아철도(TSR, TCR)를 연결 운행함으로써, 유라시아 역내 국가간의 경제협력 촉진 및 한반도 평화통일 기반을 마련할 것임
- 남북 및 유라시아철도 협력환경을 종합 검토하여 정치적 경제적 효과 등이 극대화되는 사업 추진
- 현재 주로 해상으로 수송되는 화물의 육로전환으로 운송시간의 단축, 운송운임의 절감, 통과지역의 발전 등을 고려한 “유라시아철도망” 구축
- “유라시아철도망” 사업구상의 비전은 “유라시아 복합물류 네트워크” 구축과 “실�크로드 익스프레스(SRX)” 추진 임.

- 유라시아 이니셔티브 선언 후속 조치와 관련 ‘유라시아철도망 사업’을 견인할 ‘남북 및 유라시아철도 이니셔티브’가 필요



< 유라시아 이니셔티브와 실크로드 익스프레스(SRX) >

- 정부는 ‘유라시아 이니셔티브’를 발표하고, 새로운 유라시아를 건설을 위해 ‘하나의 대륙’, ‘창조의 대륙’, 평화의 대륙 ‘을 제안함
- 유라시아 이니셔티브 선언 후속 조치와 관련 ‘유라시아철도망 사업’을 견인할 ‘남북 및 유라시아철도 이니셔티브’가 필요
- 남북 및 유라시아철도 이니셔티브를 실현하기 위하여 1) 정부 정책선도 2) 유라시아철도 글로벌협력 3) 유라시아철도 기술개발 필요

## 2. 국외 정책 동향 및 분석

### 가. 중국의 정책동향

- 제11차5개년계획(2006-2010년)에서의 철도계획
  - 전국 철도영업 구간을 9만km로 연장
  - 연장 영업구간 중 고속철도는 7,000km 건설
- 제12차5개년계획(2011-2015년)에서의 철도계획
  - 전국 철도 영업거리를 12만 km로 확대, 내륙부 철도 5만km를 정비
  - 복선화율 50% 이상, 전철화율 60% 이상 달성
- 동북지역 진흥계획상의 철도계획
  - 중국 국무원은 2007년 8월 국가발전개혁위원회의 동북진흥판공실이 작성한 ‘동북진흥계획’을 승인하고 공식적으로 발표

〈 창지투개발계획 100개 중점건설프로젝트(대외통로 건설사업)〉

프로젝트명	연장/투자비	건설기한
빠따오-싼허-칭진 경내구간 고속화 도로	47km/ 총 28억 위안	2015년
훈춘-취엔허-라진 경내구간 고속화 도로	39km/ 총 23억 위안	2015년
허룽-난핑-칭진 경내구간 고속화 도로	50km/ 총 30억 위안	2015년
훈춘-장링즈-블라디보스톡 고속화 도로	14km/ 총 8억 위안	2015년
투먼-남양-두만강-햇산 철도 공동 현대화	126km/ 총 24억 3천만 위안	2020년
중국-조선 청진간 철도 현대화	171.1km/ 총 20억 위안	2020년
허룽-난핑-무산 철도 건설	53.5km/ 총 16억 위안	2015년
투먼-라진 철도 철도 현대화	158.8km/ 총 12억 7천만 위안	2020년
룽징-카이산툰 철도세관 및 철도 건설	2.5km/ 총 1억 5천만 위안	2020년
취엔허, 투먼, 사타자, 카이산툰, 쟈허, 난핑통상구 교량 현대화	2,152m/총 5억 위안	-
훈춘, 춘화 분수령 중-러간 국경 통상구 건설	춘화분수령통상구개척/ 총 2억 위안	2020년
중-러 인접지역 교통기초시설 현대화	훈춘철도통상구/ 총 3억위안	-

- 창춘-지린 도시간 250km/h의 고속철도는 2010년말에 개통. 길림-훈춘간 고속 철도는 2010년 착공
- 대외통로부문 추진계획: 창지투 선도구 발전계획에서 대외운송로를 포함한 발

전계획으로는 2010년까지 기반조성작업

- 2단계인 2012년까지 북한과 러시아의 항구인프라 건설 및 중국-몽골 대통로를 건설, 2020년까지의 장기계획을 수립
- 대외운송로 관련 창지투 선도구 계획의 100개 중점 프로젝트중 대외운송로 부문은 12개, 173.5억 위안이 투자
- 티베트 독립을 원천적으로 차단하기 위하여 중국은 난주 - 티베트간 1,956km 길이의 고속철도를 2006년 준공하였음. 이 고속철도는 세계최초로 영구동토구간 400km를 통과하는 고속철도로서 차량, 궤도, 노반, 철도용 구조물 등에 온갖 첨단 기술이 함축되어 있음.



< 중국철도의 중장기발전계획 >

#### 나. 러시아의 정책동향

##### ○ 「러시아의 교통전략 2030」

- 2010-2030년 동안 최대 106조 루블 내지 최소 70조 루블 투자 전망
- 실행목표: 단일 운송권역 구축, 화물 수송 접근성 및 물류서비스 보장, 여객 수송 접근성 및 운송서비스 보장, 세계운송망 편입 및 통과수송잠재력 실현, 교통안전향상, 녹색교통 실현

○ 「 극동·바이칼 지역 사회경제발전 」

- 2014 - 2025년 간 연방예산 3조 8,000억 루블 투입

- 「 극동·바이칼 지역 교통인프라 개발 」 을 하위 프로그램으로 포함

〈2010-2020년 러시아 주요 철도투자사업〉

철도 정비 사업 명	투자액 (10억 루블)
북서부 항만 연결 철도	350.0
남부항만 연결 철도	160.0
서시베리아지역 철도	171.2
시베리아철도(TSR)	193.0
바이칼아무르(BAM) 철도	870.0
메쥐도레츠크-아바간-타이세트 구간 철도	72.0
모스크바 주변지역 철도	423.0
합계	2,239.2

〈극동 러시아지역의 교통관련 프로젝트 개발계획〉

구분	연방프로그램		지역프로그램		합계
	-2015	2016-2030	-2015	2016-2030	
철도	10	10	13	19	50
도로	3	8	6	5	19
항공	5	0	25	8	38
해운	11	6	6	3	21
내륙수운	2	2	1	16	19
합계	31	26	51	51	147

○ 푸틴 러시아 대통령은 블라디보스톡에서 모스크바까지 시베리아를 횡단하는 철도를 건설하여 철의 실크로드를 재현하려는 야심찬 계획을 가지고 있음. 또한 모스크바에서 카잔(타타르공화국 수도)까지 1600km 구간을 시속 400km로 달리는 고속철도를 건설할 계획을 수립하였음

○ 한편 러시아는 이르쿠츠크 천연가스를 매설관을 통하여 중국 및 몽고의 몇몇 도시와 블라디보스까지 운송하는 시베리아 횡단 파이프라인의 2단계 건설사업

을 2014년 8월 착공하여 동북아에서 에너지 확보를 통한 정치적 영향력을 높여  
려는 정책을 펼치고 있음

- 또한 러시아 정부는 북극해의 석유, 가스 등의 자원개발이나 시베리아의 삼림  
등 자원개발에 많은 힘을 쏟고 있으며 이 자원들을 유럽이나 아시아 국가에 공  
급하려는 야심찬 사업을 펼치고 있음
- 따라서 에너지가 부족한 우리 나라는 시베리아 삼림 자원 및 시베리아 천연가  
스, 석탄 등의 에너지를 철도를 통하여 도입하는 방안에 대하여 깊은 관심을  
갖고 시베리아 횡단철도 사업에도 국가적 차원에서의 참여가 필요함



< 러시아철도의 중장기발전계획 >

## 2절. 국내외 경제동향 및 분석

### 1. 국내외 경제동향 및 분석

#### 가. 시장환경

- 유라시아경제권은 그 규모가 인구 24.3억 인, GDP 27.8조 달러로 세계 최대
  - 유럽 경제권은 인구 5.1억 인, GDP 14.6조 달러 수준
  - 북아메리카경제권(NAFTA)의 규모는 인구 4.7억 인, GDP 16.5조 달러 수준
  - 다시 말해 EU, NAFTA에 비해 인구는 5배, 경제규모는 2배 수준
- SRX로 한국은 대륙과 직접 연결
  - 대륙과 해양 연결하는 지경학적 이점으로 한반도의 전략적 가치 증대
  - 중앙아시아 국가, 몽골 등이 해양으로 나가는 항구 역할
  - 부산항은 세계적인 허브항만으로 성장이 예상

#### 나. 산업구조 및 경쟁력

- 이미 세계 곳곳에 진출한 우리나라의 경제활동 영역을 TSR·TCR 경유 지역으로 넓혀 해당 지역 국가와 경제 협력 및 진출 필요
  - SR 경유 국가는 몽골, 벨라루스, 폴란드, 에스토니아, 라트비아, 리투아니아, 체코, 슬로바키아, 우크라이나, 루마니아, 보스니아-헤르체코비나 등으로 현재 연간 경제성장률이 2.9~6.7%에 달함
  - TCR 경유 국가는 카자흐스탄, 우즈베키스탄, 투르크메니스탄, 타지키스탄, 키르기스스탄 등으로 경제성장률은 3.8~8.5%에 이르고 있음
  - 이는 북미 1.8, 유럽 2.6% 보다는 높고 남미의 3.1%를 넘어서는 수치임
- 현재 한국과 TSR·TCR 경유 지역 국가의 무역규모는 매우 높음
  - 2013년 교역수준은 ASEAN 1,353억, 중남미 547억
  - 같은 기간 EU 1,051억, 북미 1,135억
  - 중국, 러시아를 포함하는 TCR-TSR 접경국가와는 교역량이 2,699억으로 최다

- 2013년 중량 기준 우리나라의 주요 수출품목은 석유·석탄, 광석이 76.03%를 차지하고 있어 전체의 3/4을 상회하고 있음. 이에 비해서 주요 수입품목은 석유·석탄, 철강, 유기화합물, 플라스틱, 선박, 소금·토석, 자동차, 철강제품, 기계·컴퓨터 등 다양한 형태를 보이고 있음. 석유·석탄의 수출은 주로 석유 완제품의 수출이 대부분을 차지하고 있으며, 이를 제외한 다양한 형태의 품목들은 주로 컨테이너에 적재되어 수출되고 있는 실정임

〈주요수출입 상위품목〉

수출			수입		
품목명	수출중량	누적비율	품목명	수입중량	누적비율
석유·석탄	58,447,954	31.62%	석유·석탄	332,144,796	62.04%
철강	26,202,670	45.79%	광석	74,866,749	76.03%
유기화합물	17,226,589	55.11%	철강	30,008,890	81.64%
플라스틱	13,689,177	62.51%	곡물	14,127,994	84.27%
선박	11,044,643	68.49%	소금·토석	10,288,953	86.20%
소금·토석	10,806,646	74.33%	유기화합물	8,177,729	87.72%
자동차	8,169,165	78.75%	목재	8,077,512	89.23%
철강제품	5,397,113	81.67%	조제사료	6,446,083	90.44%
기계·컴퓨터	5,326,594	84.55%	무기화합물	4,142,800	91.21%
무기화합물	5,216,691	87.38%	펄프	3,992,316	91.96%
총계	184,865,275	100.00%	총계	535,330,253	100.00%

단위: 톤 자료: 수출입무역통계 홈페이지(<http://www.customs.go.kr>) 자료 재구성

- 특히 수입품목 중에서 석탄의 경우 주로 호주, 인도네시아, 러시아 연방, 캐나다, 미국, 중국, 베트남 등으로부터 수입하고 있으며, 대부분 장거리 이동으로 인해서 물류비의 부담이 많은 실정이다. 또한 광석의 경우에도 호주, 브라질, 남아프리카공화국, 캐나다, 인도 등으로부터 수입하고 있어 수송거리가 매우 긴 경향을 보이고 있음

〈석탄(HS코드 2701) 및 광석(HS코드 2601) 주수입국〉

석탄			광석		
국가명	수입중량	수입금액	국가명	수입중량	수입금액
합계	126,569,795	12,951,004	합계	63,371,869	8,354,209
호주	50,450,833	5,733,466	호주	45,738,764	5,983,814
인도네시아	36,686,231	2,638,707	브라질	13,672,709	1,827,860
러시아 연방	15,250,836	1,560,987	남아프리카공화국	2,787,501	386,506
캐나다	12,883,327	1,586,847	캐나다	553,787	71,164
미국	6,060,274	761,369	인도	389,828	50,740
중국	3,242,667	455,296	우크라이나	139,568	22,349
베트남	1,123,460	112,461	인도네시아	86,408	11,345

단위: 천USD, 톤 자료: 수출입무역통계 홈페이지(<http://www.customs.go.kr>) 자료 재구성

- 이에 비해서 자원부국으로 알려진 중국으로부터의 석탄 및 광석 수입은 미미한 실정으로서 중국의 경우 자국 내수 수요가 많아서 수출에 적극적이지 않은 점이 작용하고 있다. 러시아의 경우 수출은 많지 않은 수준이며, 수입의 경우 석탄을 연간 1500만톤 정도 수입하고 있으나 광석은 미미한 실정임

〈중국과의 수출입 품목〉

주요 수출품목			주요 수입품목		
품목명	수출중량	수출금액	품목명	수입중량	수입금액
합계	39,645,281	145,869,498	합계	38,061,930	83,052,877
유기화합물	10,922,740	15,003,824	철강	9,489,632	6,749,542
석유·석탄	10,610,234	8,912,000	석유·석탄	4,516,444	1,343,572
플라스틱	4,657,037	10,761,235	석재제품	2,519,184	760,845
철강	4,203,956	3,639,803	소금·토석	2,221,102	319,365
무기화합물	1,596,866	778,686	철강제품	2,126,063	3,640,062
선박	801,758	1,236,144	무기화합물	1,997,636	1,742,018
기계·컴퓨터	763,612	14,274,721	조제사료	1,536,270	540,370
소금·토석	744,266	74,741	유기화합물	1,125,606	2,570,684
자동차	667,124	6,934,723	도자제품	1,085,181	661,903
광석	585,664	74,219	기계·컴퓨터	1,025,563	9,483,389

단위: 천USD, 톤 자료: 수출입무역통계 홈페이지(<http://www.customs.go.kr>) 자료 재구성

〈러시아와의 수출입 품목〉

주요 수출품목			주요 수입품목		
품목명	수출중량	수출금액	품목명	수입중량	수입금액
합계	2,398,755	11,149,103	합계	27,488,525	11,495,500
자동차	544,050	5,348,927	석유·석탄	24,515,245	8,537,558
플라스틱	349,402	727,411	철강	1,532,702	742,568
소금·토석	331,220	16,093	목재	383,179	120,926
철강	239,524	277,009	어류	288,500	587,853
기계·컴퓨터	209,052	1,603,285	알루미늄	245,712	543,181
지와판지	65,632	79,141	곡물	194,252	50,467
전기제품	61,979	1,059,990	펄프	181,486	110,178
선박	59,711	83,387	광석	31,916	127,349
철강제품	58,793	143,667	철강제품	21,290	20,830
고무제품	54,901	260,120	비료	16,796	7,094

단위: 천USD, 톤 자료: 수출입무역통계 홈페이지(<http://www.customs.go.kr>) 자료 재구성

- 또한 최근 자원개발에 주력하고 있는 몽골과의 교역은 거의 이루어지지 않고 있지만 향후 향후 남북철도 연결에 따른 몽골의 석탄, 광석 등의 자원을 수입할 수 있는 여건이 마련된다면 현재의 수입루트에 비해서는 물류비를 대폭적으로 절감할 수 있을 것으로 판단됨

광산명	광물자원	위치	매장량
타반톨고이(TavanTolgoi)	석탄	어른고비(Umnugobi)[토그체치(Tsogttsetsii)]	65억 톤
오유톨고이(OyuTolgoi)	동, 금	어른고비[칸보그드(Khanbogd)]	광석 27억 톤(동 2,540만 톤/ 금 1,028톤)
투무르테이(Tomortei)	철	셀렝게(Selenge)[쿤데르(Khuder)]	광석 2억 2,930만 톤(철 51.2% 함)
보로(Boroo)	금	셀렝게(Selenge)[바양골(Bayangol)]	광석 2만 4,500톤(1톤당 금 1.6g 함)
도르너드(Dornod)	우라늄	도르너드(Dornod)[다시발바르(Dashbalbar)]	광석 28,868톤(산화우라늄 0.175% 함유)
나린 수카이트(Nariin Sukhait)	석탄	어른고비(Umnugobi)[구르반테스(Gurvantess)]	1억 2,550만 톤
바가누르(Baganuur)	석탄	울란바토르(Ulaanbaatar)[바가노르(Baganuur)]	6억 톤
시베 어버(Shivee Ovoo)	석탄	고비쑤베르(Gobisumber)[시비고비(ShiveeGobi)]	6억 4,620만 톤
타간 수바르가(Tsagaan Suvarga)	동, 몰리브덴	도르노고비(Dornogobi)[만다(Mandah)]	산화물 1,064만 톤(동 0.42%, 몰리브덴 0.011% 함유)
에르데넷(Erdenet)	동, 몰리브덴	오르콘(Orkhon)[바양홍고르(Bayan-Ondor)]	광석 12억 톤(동 0.51%, 몰리브덴 0.012% 함유)
마르다이(Mardai)	우라늄	도르너드[다시발바르(Dashbalbar)]	광석 1,104톤(산화우라늄 0.119% 함유)
구르반 부라그(Gurvan Bulag)	우라늄	도르너드(다시발바르)	광석 16,073톤(산화우라늄 0.152% 함유)
부렌칸(Buren Khaan)	인	쿽스굴(Khubsgul)[수흐바토르(Sukhbaatar)]	광석 1억 9,224톤(산화인 21.2% 함유)
투무르테인 오보(Tomortein Ovoo)	아연	수흐바토르(Sukhbaatar)(수흐바토르)	광석 7만 7,000톤(아연 11.5% 함유)
아즈갓(Asgat)	은	바양얼기(Bayan-Ulgii)[노곤누르(Nogoonuur)]	광석 6만 4,000톤(1톤당 은 351.08g 함유)

<몽골 자원개발 계획>

자료: 몽골의 자원 개발과 경제 발전, 외교부 (네이버 지식 백과)



<몽골의 15개 전략광산 지대>

몽골의 자원 개발과 경제 발전, 외교부 (네이버 지식 백과)

- 따라서 향후 이러한 여건을 고려하여 물류 분야에서는 몽골, 러시아로부터의 석탄, 광석 등 원료 수입이 증가할 것으로 예상되어 이와 관련된 철도 인프라의 확충이 요구된다. 또한 효율성이 높은 철도화차 및 관련 컨테이너에 대한 개발도 준비해야 할 것임

#### 다. 국내외 시장 및 산업동향

- 최근 동북아는 중국의 WTO가입으로 세계 3대 교역권(EU, NAFTA, 동북아)의 하나가 되었으며, 경제대국 일본과 중국 사이에 위치한 한반도가 유라시아 대륙의 경제활동과 국제 물류의 최적지로 그 역할이 부상하고 있음. 따라서 시장 환경은 해당 기술 개발 면에서 긍정적 방향으로 나아가고 있음.
- 유라시아횡단철도망, 컨테이너 블럭트레인과 관련하여 UN-ESCAP, UNDP, TRESECA, OSJD 및 CCTST등과 같은 국제기구는 유라시아철도의 효율적 연계를 통한 국제 물류운송망 연구를 활발히 하고 있음.
- 2013년 9월 러시아 상트페테르부르크에서 개최된 주요 20개국(G20) 정상회의시, 한·러 정상간에 유라시아 이니셔티브의 일환으로 우리나라 철도기술이 시베리아 횡단철도 건설에 참여하는 등 시베리아 개발협력방안을 논의한 바 있음
- 우리 정부는 이를 통해 아시아와 유럽을 잇는 교통, 물류의 대동맥인 유라시아철도사업을 구상하고 있으며, 유라시아 복합 물류 네트워크를 구축하고, 실크로드 익스프레스(SRX)를 실현하고자 함
- 최근 유라시아이니셔티브 선언 후속 조치 및 지난 11월 13일 있었던 한러 정상회담의 후속 조치와 관련 ‘2014년 유라시아철도망 사업 구상이 필요함.
- 유라시아철도사업 구상 방향은 유라시아 복합물류 네트워크 구축과 실크로드 익스프레스 추진임
- 2013 유라시아 컨퍼런스에서 정부는 ‘유라시아 이니셔티브’를 발표하고, 새로운 유라시아를 건설을 위해 ‘하나의 대륙’, ‘창조의 대륙’, ‘평화의 대륙’을 제안함
- 이를 위해 유라시아 복합 물류 네트워크를 구축하고, 실크로드 익스프레스를 실현하고자 함
- 또한 러시아 극동지역, 중국 동북 3성에서 남·북·러, 남·북·중 3각 협력을 적극 추진할 것임을 강조함
- 하지만 현재 유라시아 복합물류 네트워크와 실크로드 익스프레스와 관련하여 아직 별다른 구상이 나온 바 없음.

### 3절. 국내외 기술개발 동향 및 분석

#### 1. 유라시아철도 상호운영 및 연계 기술 개발

##### 가. 열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 운영효율화 기술 개발

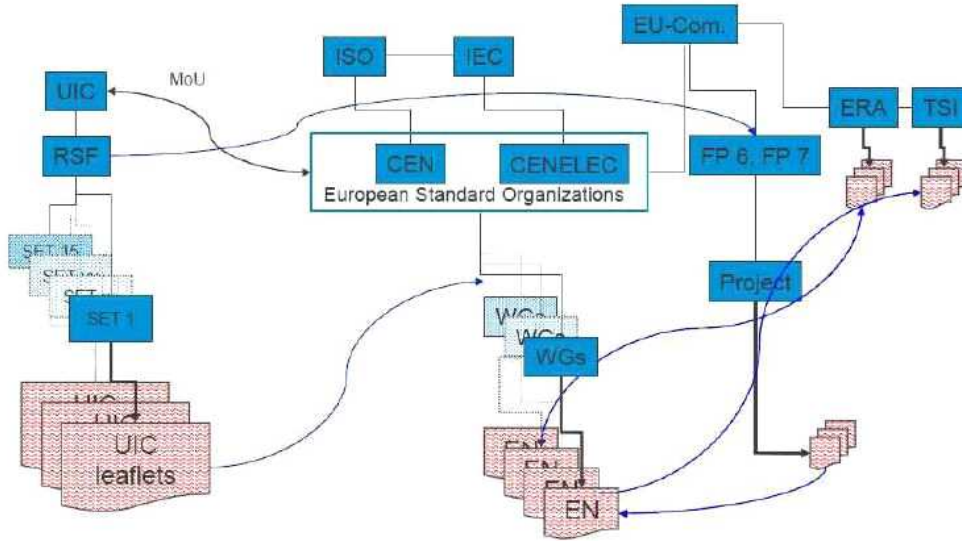
- SRX철도사업은 남북한 철도를 연결하고 중국과 러시아 등을 거쳐 유럽까지 이어지는 철도교통망을 구축하는 사업으로 국제철도협력기구(OSJD)회의에서 SRX(유라시아 횡단철도)사업에 대한 철도협력이 논의되고 있음.
- 많은 철도 강국들은 철도관련 미래 신기술의 개발뿐만 아니라 자국 모델의 활발한 해외진출을 통해 세계 철도표준 규격의 선점효과를 노리고 동시에 수익 극대화를 위한 다양한 전략을 모색하고 있음.
- 서로 다른 국가가 철도를 운행하기 위해서는 표준화된 규격이 요구되며, 이를 통해 운영 효율화를 기하고 있으며, 유럽에서는 정부정책지침에서 유럽각국의 상이한 철도노선 상에서의 기술운영성 및 상호 호환성 확보차원에서 TSI를 법령형태로 규정한 상태임.
- 국외에서는 정부주도 뿐만 아니라 민간주도의 인증체계인 UNIFE(유럽철도산업협회)와 IRIS(국제철도산업규격) 인증제도를 활용하고 있으며, 유럽에 진출하기 위해서는 IRIS인증서의 제시가 필요한 실정임.
- ※ 유럽철도산업협회(IRIS)는 철도시스템에 대한 품질경영시스템을 관리하기 위해 개정된 철도분야의 특화된 국제규격임.
- 남북한뿐만 아니라 유럽으로 철도를 운행하기 위해서는 열차상호 운행을 위해 규격을 표준화시키고, 표준화된 기준을 바탕으로 철도용품의 성능인증체계 등을 도출할 필요가 있다.
- 또한 향후 국경지역 및 접속구간에 대한 인프라 호환성과 효율적인 운영을 위한 규격 및 제도 등의 수립이 필요함.
- EU의 정책 지침 하에서 유럽각국의 상이한 철도노선 상에서의 기술운영성 및 상호 호환성 확보가 관건이라고 할 수 있으며, EU에서는 이를 위해 상호운영성 확보를 위한 기술시방서(TSD)를 법령형태로 규정하고, TSI에 대한 개별용품/시스템의 적합 여부를 판단하기 위하여 범유럽 통합규격인 EN 규격을 제정 적용하고 있음.



- 개요**
  - 철도용품과 시스템 공급체계 개선을 통한 철도용품의 품질/신뢰성 향상에 목적
  - ISO 9001 기본으로 하여 철도용품의 품질관리체계(Cost, Risk, RAMS, LCC 포함) 평가
  - 승인된 인증기구(현재 14개 기관)에 의해 예비/인증/감독/갱신 심사 수행
- 효과**
  - 제작사 자체와 생산용품의 품질에 대한 공식적 인증
  - 철도산업분야에서 국제적으로 인정
  - UNIFE의 DB에 등록되면서, 시스템 제작자가 개별부품의 DB를 공유하게 됨
- 현황**
  - 2007년 11월 표준 제정 이후, 2009년 6월 244개 인증서 교부
  - 2010년 기준, 5개 대륙 23개 국가에서 500여 관련 기업들이 인증을 획득
  - 유럽, 철도차량 부품 중심으로 일종의 Indispensible Certi. 로 인식되어 가고 있는 상황

<국의 정부주도의 TSI와 EN 및 IRIS 인증체계>

- 일반적으로 TSI가 강제화된 규정인 반면, EN은 권고규격이나, 범유럽 철도시장의 규모가 세계철도시장을 상당부분을 차지하고 있기 때문에 국제표준규격처럼 인식되고 적요되고 있음.
- 국내에서는 종합시험선 구축을 통해 상호 다른 철도운영시스템을 연계하고 복잡다양한 기술적 문제들을 내포되어 있음.
- 유럽 연합의 철도 표준규격과 다국간 상호운행 규격(TSI) 완성에 후속한 기술 경쟁의 가속화 등이 최근에 나타난 기술 변화의 추세이며, 영국 및 유럽의 경우 복수의 규격에 의해 세밀하게 내용이 규정됨.
- 글로벌 표준화 및 진출국의 현황을 파악하기 위해서는 표준화 추진체계에 대한 이해와 기준에 대한 정립이 필요함



철도분야 유럽 표준화 추진 체계



글로벌 상용기준체계의 변화

<참고문헌: 철도시스템 글로벌시장 진출체계 및 기반구축, 3차년도보고서>

- TSI(Technical Standard for Interoperability)
  - Revised HS TSI on Control-command and signalling (07.11.2006)
  - Revised HS TSI on Infrastructure (20.12.2007)
  - Revised HS TSI on Rolling Stock (21.02.2008)
  - Revised HS TSI on Operation (01.02.2008)
  - Revised HS TSI on Energy (06.03.2008)
  - TSI on “Safety in railway tunnels“ (20.12.2007)
  - TSI on “Accessibility of persons with reduced mobility“ (21.12.2007)

- 국내에서는 국제경쟁력 향상을 위한 철도건설 기술기준 선진화방안 연구를 통해 해외철도 사업 진출을 위한 기준을 비교분석하고 국제수준에 부합되는 철도 건설기준(안)을 마련하고 있음.
- 본 연구의 핵심기술은 남북한 열차상호 운영을 위한 기준수립 및 동북아와 유럽으로 확장된 성능을 인증체계를 구축하고 국경 통과구간에 대한 인프라의 최적 및 효율화를 위한 기술임. 본 연구에서 추진하고자 하는 주요내용은 아래와 같다.
- 열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 표준사양 구현
  - 남북한 및 다 국가간 화물열차 상호운영 기술사양서(안) 개발
    - 남북한 열차상호운행을 위한 방법론 및 개념설계
    - 다 국가간 열차상호운행을 위한 선로구축물 운영 및 기준분석
    - 남북한 및 다 국가간 화물열차 상호운영 기술사양서(안) 개발
  - 유라시아 열차상호운전 선로구축물 통합운영 및 고속화 기반연구
- 다국가간 열차상호운행 확보를 위한 성능인증체계구축
  - 남북한 및 다 국가간 일반철도 선로구축물 성능인증 체계 구축
    - 상호운영을 위한 선로구축물 품질 및 성능인증 체계
- 국제철도 운영을 위한 선로구축물 호환성 연구개발
  - 국경 통과 접속구간 인프라 호환성 및 효율화 연구
  - 저비용 고효율 환승 및 환적장 최적설계

#### 나. 남북한 통합형 철도인프라 표준화 기술

- 극동·동시베리아의 국제철도망과 한국과 러시아의 철도협력의 가능성은 UNESCAP의 아시아 횡단철도사업(TAR:Train Asian Railway) 추진을 계기로 시작되어 남북한간의 경의선, 동해선 철도망 연결사업, 한러 정상회담 등을 거치면서 본격화됨.
- 북한에 막혀 대륙 진출에 어려움이 많은 남한과는 달리 북한은 러시아, 중국과 연결되어 있기 때문에 철도 현대화가 계획대로 추진된다면 TCR(Trans China Railway), TSR(Trans Siberian Railway)등과 직접적으로 연결되어 더 높은 부가가치를 창출할 있음.
  - 실크로드 익스프레스(SRX) 현실화를 위한 북한철도 현대화방안 마련이 요구되며, 이는한반도 공동번영을 위한 인프라 구축차원에서 북한철도의 현대화를 추진하여야 함.
- 사업초기에는 저비용, 정부 주도형의 파급효과가 큰 시범사업이 필요하고, 이후 고비용 국제투자가 가능한 민간참여의 대규모사업으로 확대하는 단계별 전략이 필요
  - 북한의 철도는 현재 시설이 오래되고, 대부분 시속 30km 내외의 저속운행하고 있으며, 평양~신의주의 경의선 구간 시속 60~70km 수준임.
- 본 연구는 사업 초기형 기술개발 단계로서 화물수송을 확대와 운영효율을 위한 속도향상방안을 수립하여 선순환구조를 창출하여 국제 경쟁력을 확보하는 기술임.
- 현재 남북한 철도 인프라의 상태 및 기술의 격차가 매우 심하며 철도의 안전성 증대 및 운영 유지비 절감을 도모할 수 있는 철도의 유지체계 대한 표준화가 추진되어야 함. 또한 자국의 열차의 손상과 피해를 최소화하기 위한 유지보수 및 점검 항목을 표준이 필요함.
  - 적정기술(AP)에 의한 통합형 철도인프라 표준화 및 정보화 기술이 필요함.
  - 남북한 기술격차가 매우 크기 때문에 적절한 수준에서의 표준화시킬 수 있는 항목도출이 요구됨.
  - 남북한 상호 열차운행에 따라 자국의 열차의 손상과 피해를 최소화하기 위한 기술로서 이러한 목표달성을 위한 세부기술로서, 효율적이며 체계적인 유지보수 체계를 구축하고 최적의 열차운행 조건을 확보할 있는 궤도관리기술, 궤도 구성품이 건전성 확보를 위한 기준, 검사 및 점검의 과학화 및 첨단화 요구됨.

- 남북철도의 기술통합의 효율적인 관리를 위해 열차운영을 공통적으로 실행할 수 있는 방안이 수립되고 하부 시스템의 유기적인 체계를 구축하고 이와 관련된 전담 기구들을 통해 표준화 및 규정을 정비하고 이를 바탕으로 실질적인 프로젝트를 추진하여야 함.
- 본 연구에서는 열차운영을 공통적으로 실행할 수 있는 방안에서 인프라에 대한 설계, 유지관리 및 보수체계를 확립하고 표준화 시키고 정보화시켜 활용성을 극대화 시키는 연구임.

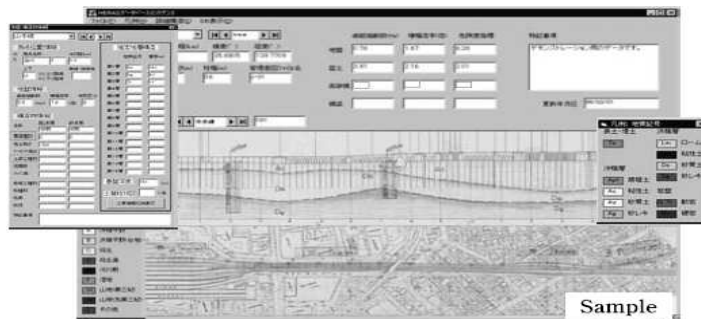
다. 남북(유라시아) 철도 안전관리 상호호환 및 연계 기술개발

- 유럽의 경우 InteGRail(INTElligent inteGration of RAILWay systems) 프로젝트 (2005년~2009년)를 통하여 서로 상이한 철도 정보 시스템들 사이의 상호운용성을 제공하기 위한 표준 플랫폼을 개발하였음.
  - 차량 관리, 운행, 교통 관리, 인프라 관리 등의 서로 다른 도메인의 시스템들 및 유럽의 서로 다른 국가의 철도 시스템들 사이의 협업을 가능하게 하여 전체 철도 시스템의 성능향상
  - 분산된 시스템들 사이에 실시간 정보를 교환하기 위한 프로토콜 표준인 SIRI(Service Interface for Real Time Information)를 개발 중임.



< InteGRail의 주요 계층도 >

- 또한 InteGRail을 통해 철도 운영관리 분야에서 열차-열차간, 열차-인프라간 정보를 공유하고 철도 정보를 통합 관리를 통해 철도 운영의 효율화 및 최적화를 목표로 하고 있음.
- 프랑스는 1985년부터 선로의 안전성을 강화하는 ASTEE(실시간 열차 추적 자동화) 연구를 수행하여 차세대 열차제어시스템 개발을 수행중임.
- 일본의 경우에는 철도기술연구소(RTRI)를 중심으로 철도사고 대응 의사결정 지원시스템에 대한 연구를 수행중임.



<일본 철도사고 대응 의사결정지원시스템 HERAS>

- 선진국에서는 취약구간의 선로 감시를 위해서 분포형 광섬유 센서, 레이저 스캐닝 시스템, 확률론적 상태분석 및 예측관리 기술에 관한 연구가 활발히 진행

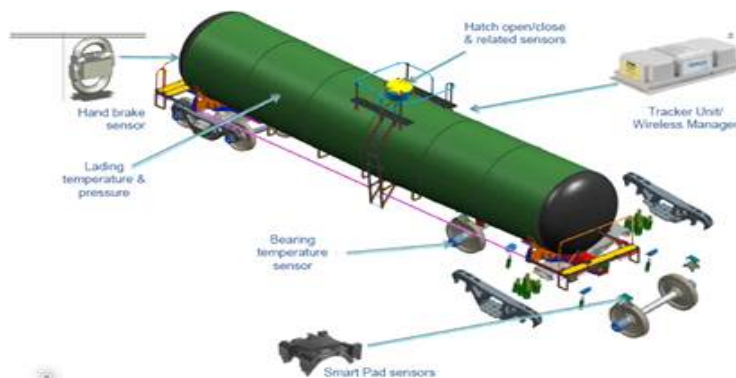
되고 있음.

- 일본의 경우에는 철도기술연구소(RTRI), 토목연구소(PWRD), 국토기술연구센터(JICE)를 중심으로 전기비저항탐사, 지중레이더탐사, 탄성파탐사, 분포형 광섬유 센서 응용 등 취약구간 선로 구조물에 대한 비파괴 물리탐사 적용연구가 진행되고 있음.



<분포형 광섬유 센서를 이용한 취약구간 감시(일본 RTRI)>

- 유럽은 방법론, DB구축, 프로그램 개발에 관한 많은 연구가 진행 중이며, 주요 연구기관으로 네덜란드 CML, IVAM, Pre-consulting 등과 프랑스 Ecobilan, 독일 IKP-PE, 스웨덴 IVL, CPM, 영국 Boustead Consulting 등이 있음.
- 미국 Amsted Rail은 INOX remote asset monitoring 시스템을 개발하였으며, 이 시스템은 유류 탱크차 및 화물 열차 등 구동 전력을 공급할 수 없는 철도차량에 배터리를 이용하여 작동하며 핸드브레이크나 베어링 등에 무선 센서를 부착하여 위성통신 또는 CDMA 통신이 가능한 장치를 경유하여 원격에서 열차의 상태를 모니터링 할 수 있도록 구현됨.



<INOX monitoring system>

- 현재는 유라시아 국가별 철도 안전시스템들이 독립적으로 운영되며, 시스템간 상호 연동을 지원하지 않음
- 유라시아철도망과 연관된 국가들에서 자체적으로 운용중인 철도안전 시스템의 연계를 위해서는 표준화된 인터페이스 개발, 네트워크 구축이 우선적으로 요구됨.

- 유라시아 통과중인 우리나라 철도차량의 정확한 위치와 상황을 추적하고 관리하는 기술 개발이 필요

본 연구를 통해 도출될 수 있는 과제는 다음과 같음

- 유라시아 다중 철도사고 시나리오 기반 대응 지원 시스템 개발
  - 국가 및 환경을 고려한 다중 철도사고 시나리오 개발
  - 골든타임 확보를 위한 최적 대응 지원 시스템 개발
  - 사고 원인별 긴급대응을 위한 다자간 상호 연계체계 구축
- 유라시아철도 안전관계 상호호환 기술 개발
  - 유라시아 운행 철도차량 고정밀 위치추적 기술 개발
  - 계측기반 철도사고 감시 및 다국가 유무선 네트워크 구축
  - 다차원 사고 데이터 신속보고/표출 시스템 구축
- 북한 통과지역 취약형태별 구간감시 기술 개발
  - 북한철도의 지역적 특성을 반영한 취약유형 분류
  - 취약 인프라 시설물 스마트 영상 감시 기술 개발
  - 취약 구간 열차통과중 침하 실시간 감시 기술 개발
  - 안전도 평가를 위한 다차원 융합정보 분석 기술 개발
  - 고신뢰성 통신네트워크를 이용한 안전도 정보확산 기술 개발
- 철도화물의 안전/보안을 위한 모니터링 시스템 기술 개발
  - 실시간 철도화물 위치 추적 및 통관 모니터링 기술 개발
  - 철도화물 보안관리 및 유지 기술 개발

라. 유라시아(남북)철도 교통계획 기술 개발

- 2012년 한국교통연구원과 명지대학교는 국토해양부 지원을 받는 ‘교통정책지원 및 분석시스템개발’ 연구를 수행하였으며, 그 결과 교통수요 분석시간을 단축시킬 수 있는 획기적인 기술을 개발함
  - 예를 들어 우리나라 전국 규모의 도로교통수요를 분석하는데 3시간~8시간 정도 소요되지만, 이번에 개발된 기술을 이용하면 15분~20분 정도로 분석시간을 단축시킬 수 있음
  - 또한 분석의 정밀성을 향상시켜, 각종 교통관련 SOC 투자사업들의 타당성을 보다 정확하고 객관적으로 평가할 수 있을 것으로 기대함
- 현재 진행되고 있는 제3차 국가철도망 구축계획에서는 남북한 통합철도망 기반 구축을 위한 연결가능 철도망 검토 및 대륙철도 연계를 위한 최적 노선 평가를 연구에 포함하고 있음
  - 남북한 원활한 연결을 위한 선로용량 추가 확보 및 Missing-Link 연결의 필요성 검토 추진

마. 남북(유라시아) 철도운영 지원기술 개발

- 유럽철도교통관리시스템(ERTMS,European Rail Traffic Management System) 초기 유럽철도 상호호환성을 보장하기 위해 만들어 졌으나 현재는 글로벌 신호시스템의 표준으로 자리잡아 가고 있음
- 현재 유럽은 물류 수송 비용을 절감하고 수송 효율화를 위해 ERTMS (European Rail Traffic Management System, 유럽철도 교통관리시스템)의 ETCS(European Train Control System, 유럽 열차제어시스템)에 의해 표준 규격을 제정하여 열차운전 제어시스템을 통일하고 있으므로 우리나라도 장래 해외시장 진출과 대륙철도와의 연결을 감안하여 국제적으로 통일되어 있는 ERTMS/ETCS 규격으로 차상신호시스템 개발 등이 필요
- 화물 컨테이너 모니터링은 물동량의 규모면에서 해상에서 많은 발전이 있었음
  - 해운과 테레와의 높은 연관성 때문에 해운·항만에 대한 보안강화의 필요성이 전 세계적으로 강조되고 있음
- 화물 컨테이너의 지속적인 위치 추적 및 투명성을 높이기 위하여 IoT(Internet of Things) 기술도입이 요구되고 있음
  - 화물 컨테이너 모니터링을 위한 IoT 기술은 IoT 데이터 인식기술, 보안기술, 처리기술 및 저장방법, 액츄에이터 기술, 통신기술, 위치추적기술, 장치타입, 센서기술 등의 다양한 기술이 있음
- 화물 컨테이너 문 개폐 및 상태 모니터링을 위하여 1회 기계적 봉인 장치인 Seal를 시작으로 2000년대 중반 능동형 RFID 기술을 이용한 E-Seal과 CSD로 발전하였음



<화물 컨테이너 전자봉인장치(E-Seal 제품군)>

자료: 한국방송통신전파진흥원, 「화물 컨테이너 추적 모니터링 기술의 미래-IoT 기술의 도입」, 방송통신기술 2013년 제25호



<화물 컨테이너 전자보안장치 (CSD 제품군): (좌) Savi Technology (우) GE Security>  
자료: 한국방송통신전파진흥원, 「화물 컨테이너 추적 모니터링 기술의 미래-IoT 기술의 도입」, 방송통신기술 2013년 제25호

- E-Seal과 CSD는 리더가 설치된 거점 지역에서만 가능하지만, ACDS (Advanced Conveyance Security Device)는 시간적/공간적 제약을 극복하기 위하여 이동통신 및 위성통신 등 기존 통신 인프라를 활용하여 지속적인 위치추적이 가능하도록 함

바. 유라시아철도 글로벌 협력 지식네트워크 강화 연구

- 최근 동북아 및 유라시아 육상운송 환경이 급변함에 따라 유라시아철도 연계구축에 대비한 유라시아철도 글로벌 협력을 추진할 필요가 있음
- 정부는 유라시아 시대의 국제협력을 강화하기 위한 유라시아 이니셔티브를 제안하였으나 유라시아철도 이니셔티브 및 실크로드 익스프레스와 관련하여 구체적인 구상이 나온 바 없음
- 유라시아 지역의 다자간 과학기술협력 미흡
  - 현재 우리나라 미래창조과학부와 한국연구재단이 주도하는 유라시아 지역 내 다자간 과학기술 협력사업은 한중일협력과 한-EU협력에 국한되고 있음.
  - 러시아와 중국이 구 소련 지역 및 사회주의 체제전환국 등을 중심으로 다자간 과학기술협력과 공동연구를 추진하고 있으나, 한국은 포함되지 않았음.
  - 여타 과학기술협력사업들은 대부분 양자간 협력사업이고, 이마저도 유라시아 전역의 주요 국가들을 모두 포함하지 못하고 있음.
- 따라서 본 사업에서는 유라시아철도 글로벌 협력을 양자간 협력 위주로 근거리 지역에서 장거리 지역으로 확대하면서 최근 유라시아철도 및 협력 동향을 조사 분석하고, 미래 철도협력방안으로 유라시아철도 전역으로 확대하는 유라시아철도 지식네트워크 구축
- 정부는 ‘유라시아 이니셔티브’를 발표하고, 새로운 유라시아 건설을 위해 ‘하나의 대륙’, ‘창조의 대륙’, ‘평화의 대륙’을 제안함

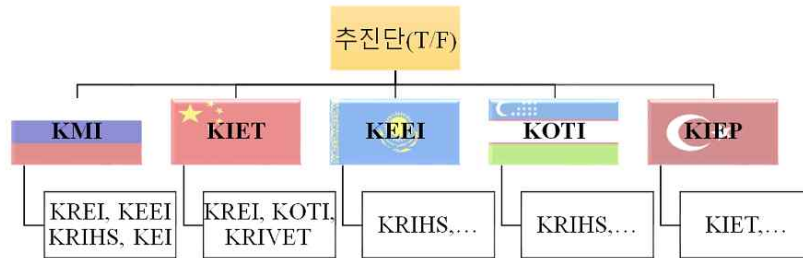


- 경제인문사회연구회는 ‘유라시아 이니셔티브’의 구체적인 협력방안을 선도적으로 마련하기 위하여 (가칭) ‘유라시아 지식네트워크’ 구축 사업을 진행 중임
  - 유라시아 지역의 주요 거점 국가를 순회하며 정책토론회를 개최하고 지식네트

워크 구축

- 해당 국가의 정부관계자, 연구기관, 현지 진출 한국기업 관계자 등이 동시에 참여하여 입체적인 협력방안 논의

【유라시아 지식네트워크 추진 체계(안)】



- o 실크로드 익스프레스(SRX)는 한반도 종단철도(TKR) - 시베리아 횡단철도(TSR) 중국횡단철도(TCR) - 유럽철도와 연결하여 빠르고 안전한 유라시아철도 네트워크를 구축하기 위한 것으로 유라시아철도 글로벌 협력을 위한 네트워크 강화가 필수적임



- o 주요연구활동은 다음과 같음
- o 유라시아철도 주요국가의 주관연구기관 중심으로 ‘유라시아철도 지식네트워크’ 사업 추진단 구성
  - 추진단은 참여기관과 협력하여 해당 국가 기술정책토론회 총괄 관리 및 국가별(지역별) 기술정책보고서 작성
- o 동북아 및 유라시아철도지역의 주요 거점 국가를 순회하며 기술정책토론회를 개최하고 유라시아철도 지식네트워크 구축
  - 해당 국가의 자국철도 및 국제철도 정부관계자, 연구기관, 현지 진출 한국기업

관계자 등이 동시에 참여하여 입체적인 협력방안 논의

- 지속가능한 유라시아철도 글로벌 협력사업 추진, 홍보, 성과확대
  - 유라시아철도 기술정책보고서로 출간하여 ‘유라시아철도이니셔티브’의 구체적인 협력방안을 제시
- 한·유라시아철도 연구기관 간 국제철도협력 및 우리기업의 시장진출 지원
- 실�크로드 익스프레스(SRX) 구현을 위한 남북·유라시아철도 기술개발 및 국제협력
- 유라시아 국제철도 네트워크 구축 및 협력방안 제시
- 유라시아철도 국제협력을 위한 양자 및 다자간(국제기구 포함) 협력체 활동 강화
- 실�크로드 익스프레스(SRX) 실현을 위한 정책 및 R&D 과제 도출 및 국제연구협력
- 실�크로드 익스프레스(SRX) 실현을 위한 유라시아철도 상호연계기술개발, 유라시아철도 통합운영 체계 구축
- 장기적으로 동북아 및 유라시아철도 R&D 허브 구축

## 2. 유라시아철도 운영을 위한 차량 기술 개발

### 가. 유라시아철도 차량 내한성 강화기술 개발

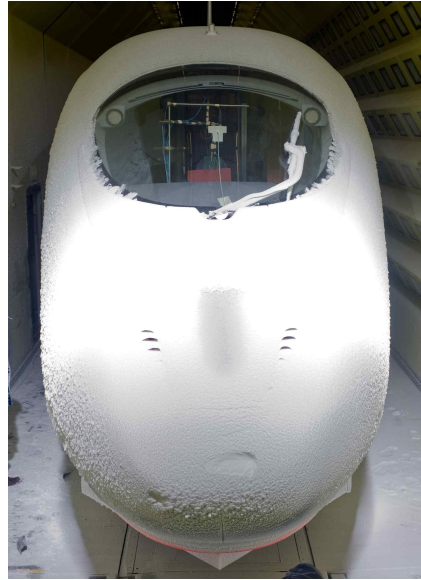
- 토카이 신칸센은 빙설 대책으로 선로 및 차량 측면에서의 다양한 기술을 적용하고 있음
  - 선로측면에서는 선로변에 설치된 산수장치설비를 이용하여 선로위에 온수를 뿌려 눈입자의 점착성을 증가시켜 눈이 열차주행의 바람으로 휘날림을 방지
  - 차량에 대해서는 전장품의 피해를 막기 위해서 차량의 하부구조에 프레임을 조합하여 하부구조를 강판으로 피복한 바디프레임 구조 적용
  - 집전 팬터그래프의 역상력을 눈의 무게에 짓눌리지 않도록 강화하여 사용
  - 전장품의 동결로 인한 불량 작동을 방지하기 위해 히터를 사용하며, 빙설 카바를 장착하여 동결에 의한 기능저하를 방지하는 기술을 적용



< 정차 중인 도카이도 신칸센 >

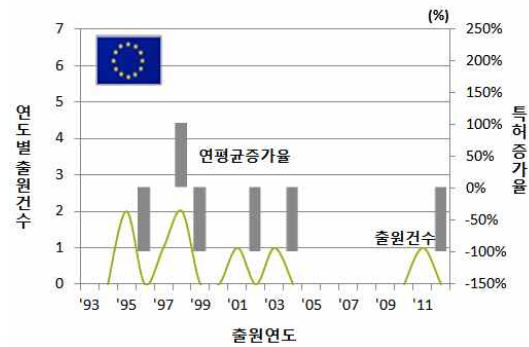
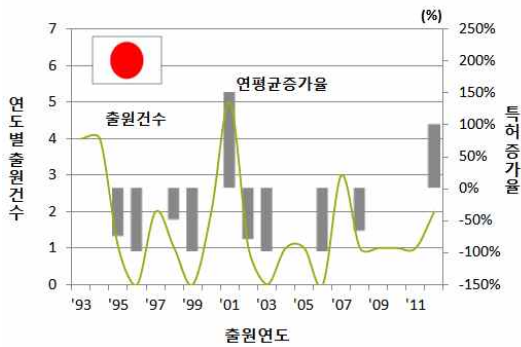
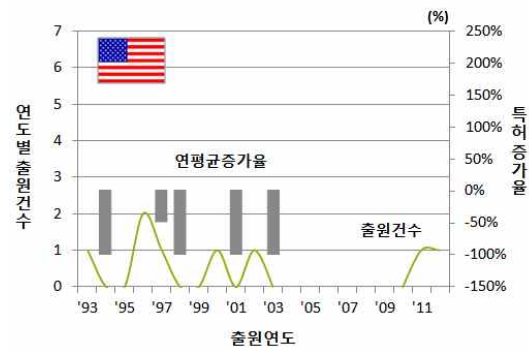
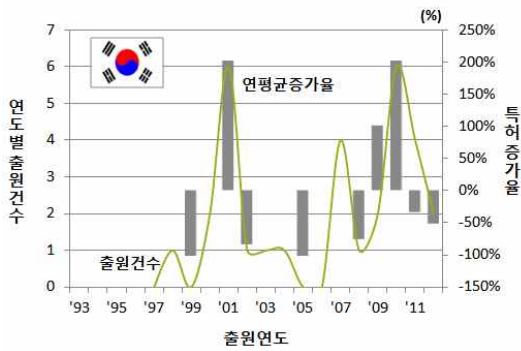
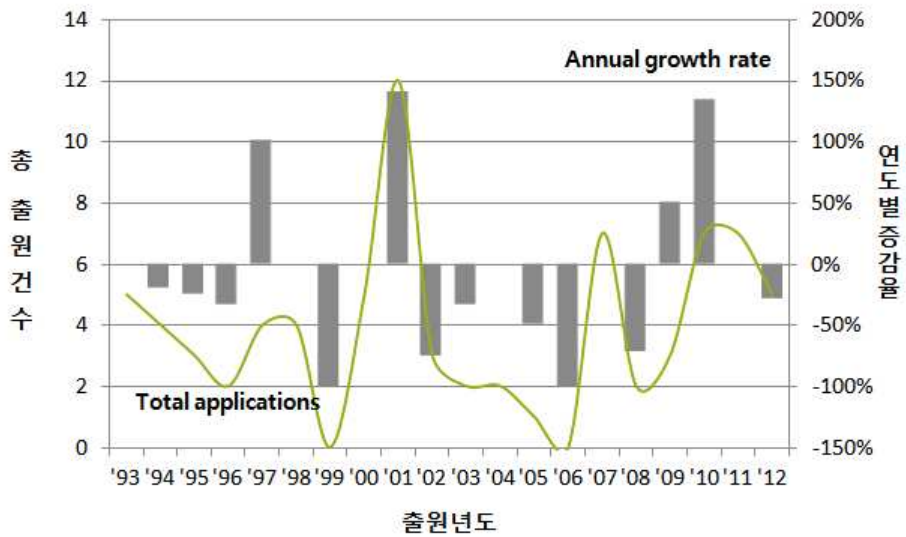
- 북한과 중국, 러시아는 상호 국제열차를 운영하고 있기 때문에 내한성에 대한 고려가 상당부분 이루어지고 있음.
  - 주행장치, 연결장치, 제동장치, 윤활유에 대해서는 내한규정 및 요구기준을 갖추고 있음.
  - 차체구조물 및 대차 프레임의 경우에는 내한성 관련의 별도 규정이 없음.
- 국내에서는 유라시아 기후 환경을 고려한 철도차량 설계 및 제작에 관한 경험이 부족하여 관련 기술을 보유하고 있지 못한 상황임

- 로템에서는 우크라이나 준고속(160km/h) 간선형 전동차(9량 1편성)를 수출하였으나, 혹한환경에서 잦은 고장을 일으켜 운행중단과 추가적인 보완이 수행되고 있음
- 기온, 습도, 눈보라 등의 환경 변수를 고려하여 철도차량의 환경변화에 영향을 받는 부분들(전장품, 액체류, 스프링 등)의 내한성을 강화하는 기술개발 필요



< 러시아 수출을 위해 내한성 시험 중인 Siemens Velaro (Rail Tech Arsenal, 빈, 오스트리아)>

(1) 주요출원국 연도별 특허동향



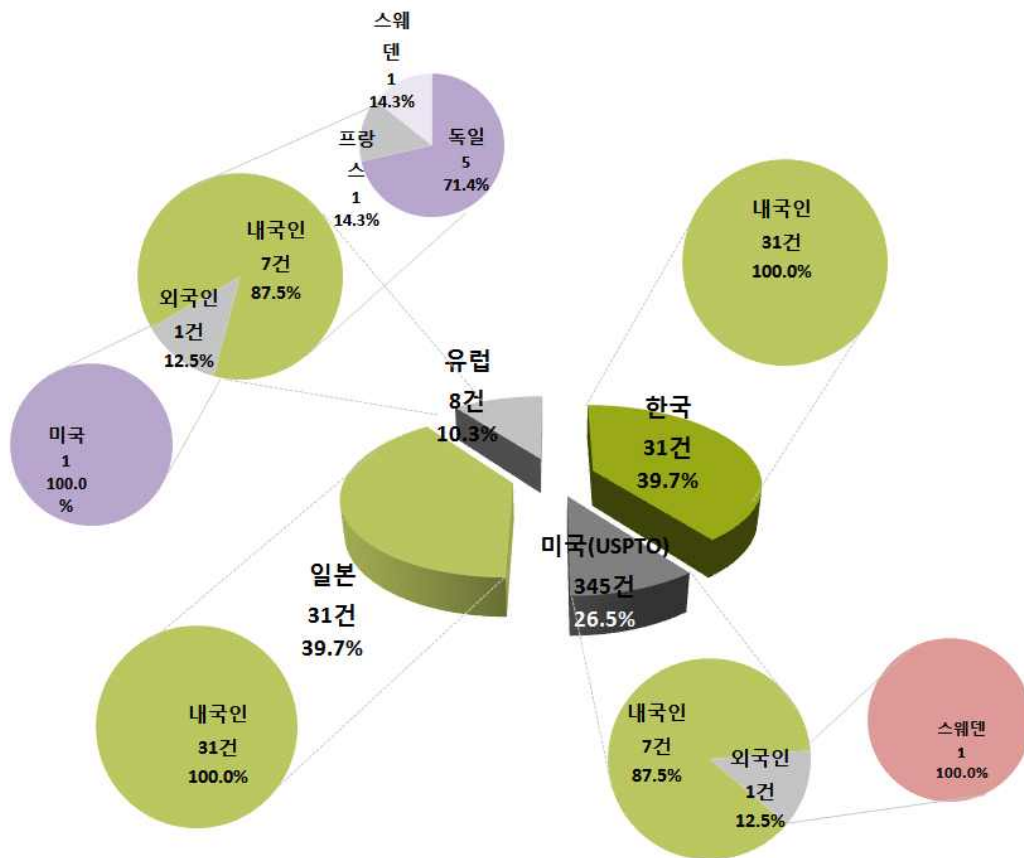
전체 연도별 동향

- 유라시아철도 운용을 위한 철도차량 내한성 강화기술 개발분야의 전체 20년간 출원동향을 살펴보면 2000년에 가장 높은 출원을 기록하였고, 그 이후로 감소세를 보이다 2006년에 다시 높은 출원을 기록하는 등 증감을 반복하고 있음
- 국가별 출원동향을 살펴보면, 한국의 경우 주요국들에 비해 출원이 활발하게

이루어지고 있음을 알 수 있음

- 미국의 경우, 2003년까지는 출원이 증감하는 경향으로 보이다가 그 이후 2009년까지는 출원이 없는 상태였음. 최근 2010년부터 출원이 다시 이루어지기 시작함
- 일본의 경우 전반적으로 급등락을 반복하고 있으며, 유럽의 경우도 1993년부터 2004년까지 증감을 반복하고 있음을 알 수 있음. 그러나 일정한 경향을 보이지는 않고 있음

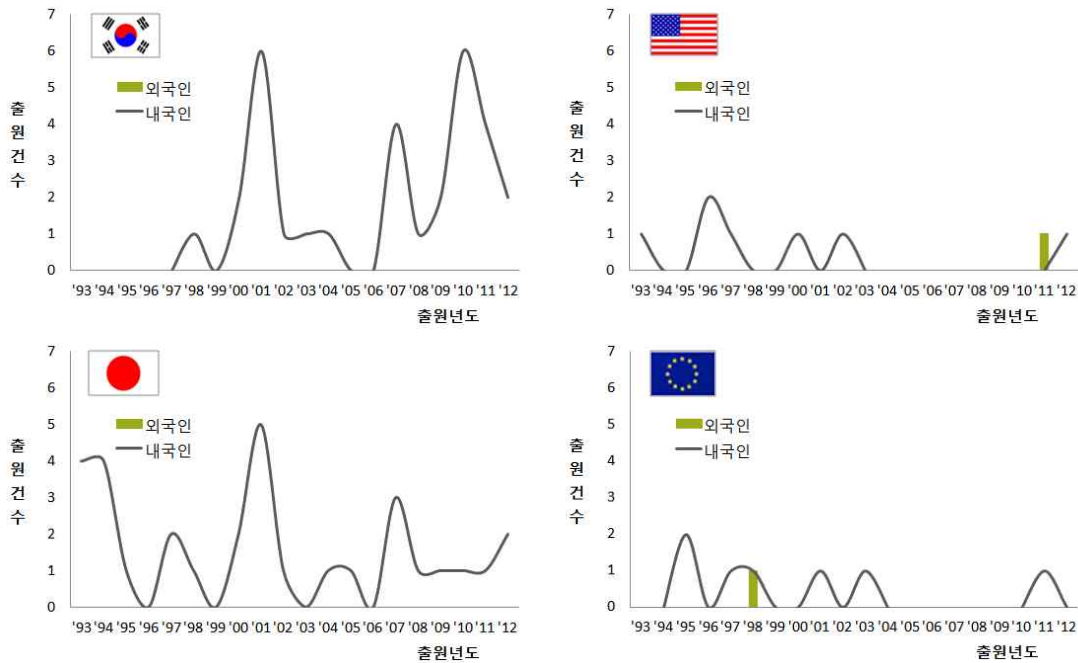
(2) 주요출원국 내·외국인 특허출원 현황



주요출원국 내·외국인 특허출원현황

- 주요출원국의 내·외국인 출원현황을 살펴보면 한국의 경우 내국인의 출원이 전부를 차지하고 있음을 알 수 있음
- 미국의 경우, 내국인의 출원비율이 87% 이상을 차지하고 있으며, 외국인의 출원 건수는 1건을 기록하고 있으며 스웨덴이 출원을 하였음을 알 수 있음

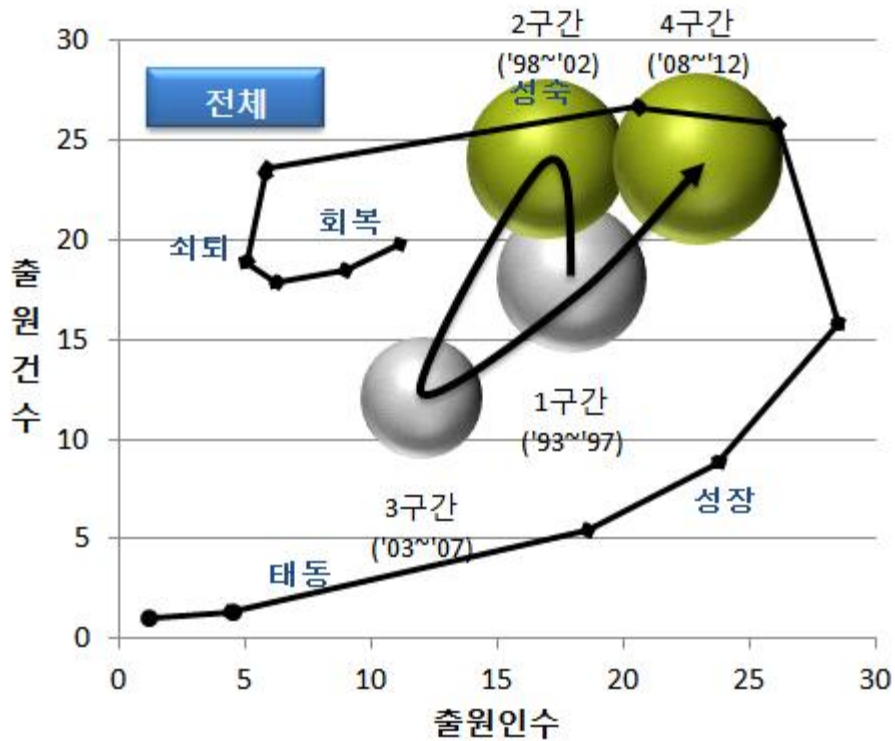
- 일본의 경우 일본 내국인의 출원이 전부를 차지하고 있음을 알 수 있음
- 유럽의 경우, 내국인의 비율이 77%를 차지하고 있으며, 외국인의 경우 미국이 1건의 출원을 하였음을 알 수 있음



연도별 주요출원국 내·외국인 특허출원현황

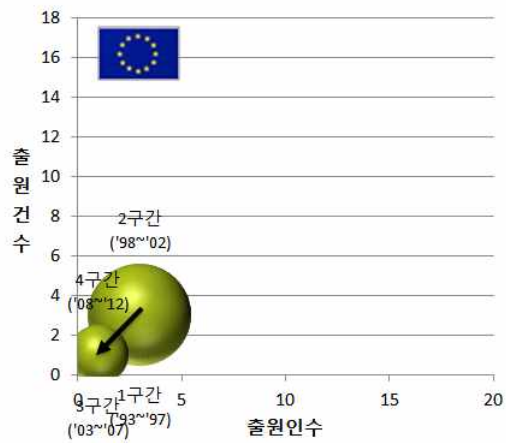
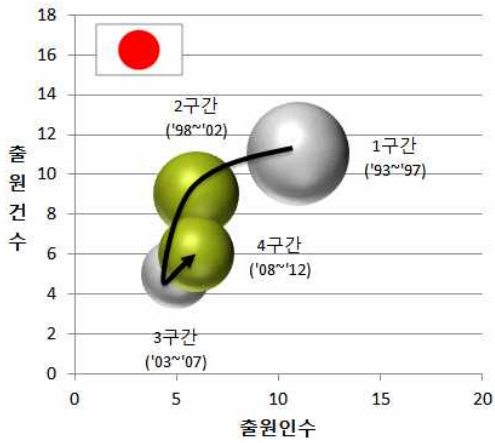
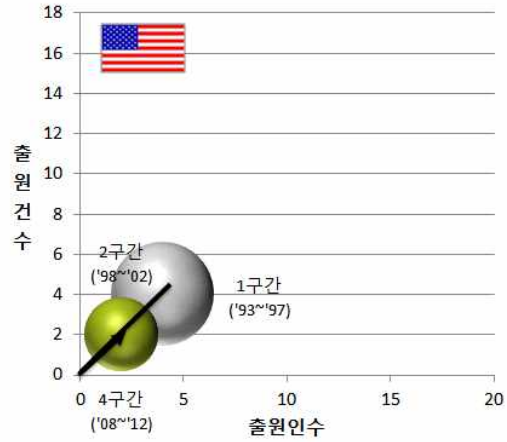
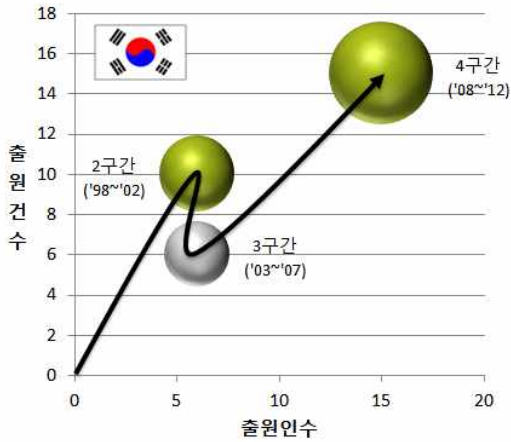
- 연도별 주요출원국의 내·외국인 출원현황을 보면, 한국의 경우 외국인의 출원이 없는 가운데 한국인의 출원의 경우 1997년부터 일정한 규모로 이루어지고 있음을 알 수 있음
- 미국의 경우, 내국인의 출원이 대부분으로 1993년부터 2002년까지 일정한 등락을 반복하였으나, 2003년부터 2011년까지는 출원이 이루어지지 않았음을 알 수 있음
- 일본의 경우, 내국인의 출원이 전부를 차지하고 있으며, 전년도에 걸쳐 등락을 반복하면서 출원규모를 유지하고 있음을 알 수 있음
- 유럽의 경우, 내국인의 출원이 대부분을 차지하는 가운데 2004년부터 2010년 사이에 출원이 이루어지지 않았음을 보여주고 있음

(3) 기술 성장단계 파악



주요 4개국 통합 기술 성장단계

- 유라시아철도 운용을 위한 철도차량 내한성 강화기술 개발분야의 유효 특허수가 매우 적어 일정한 경향을 언급하기에는 무리가 있으나, 그래프 상에 나타난 패턴을 기반으로 보면 본 기술분야는 성숙기, 쇠퇴기 및 다시 회복하는 경향을 보이고 있음을 알 수 있음



### 국가별 기술성장 단계

- 국가별 기술성장 단계를 살펴보면, 한국의 경우 2구간에서 3구간 사이에 출원 건수의 감소 경향을 보이고 있으나 전체적으로 성장기의 모습을 보이고 있음
- 미국의 경우, 1구간에서 3구간 사이에 출원 건수와 출원인 수가 함께 감소하다가 4구간부터 동반상승하는 경향을 보여, 쇠퇴기에서 성장기로 돌아선 것을 알 수 있음
- 일본의 경우, 출원 건수와 출원인 수가 크게 감소하다가 다시 반등하는 경향을 보이고 있음
- 유럽의 경우, 전반적으로 쇠퇴기의 양상을 보이고 있음을 알 수 있음

## (5) 주요연구내용

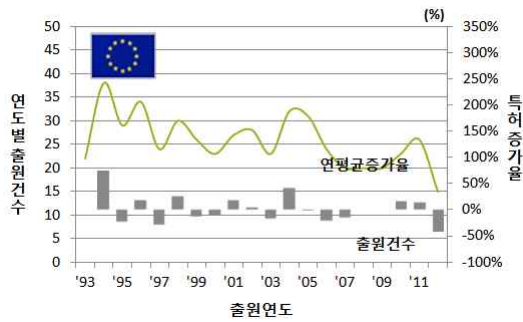
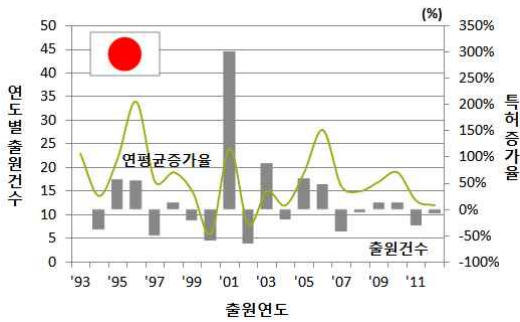
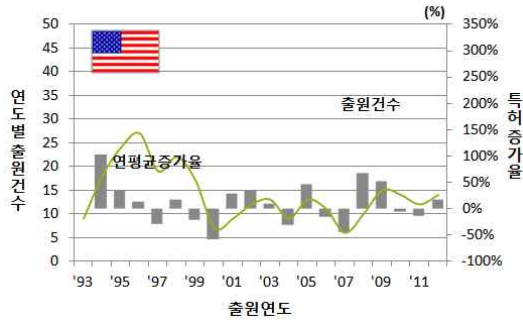
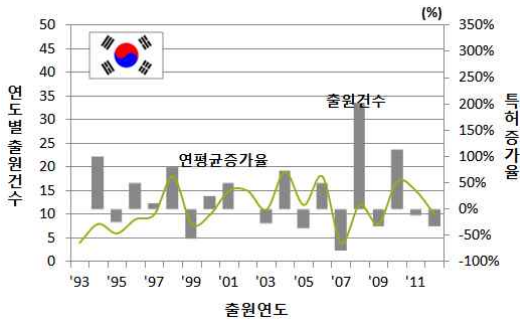
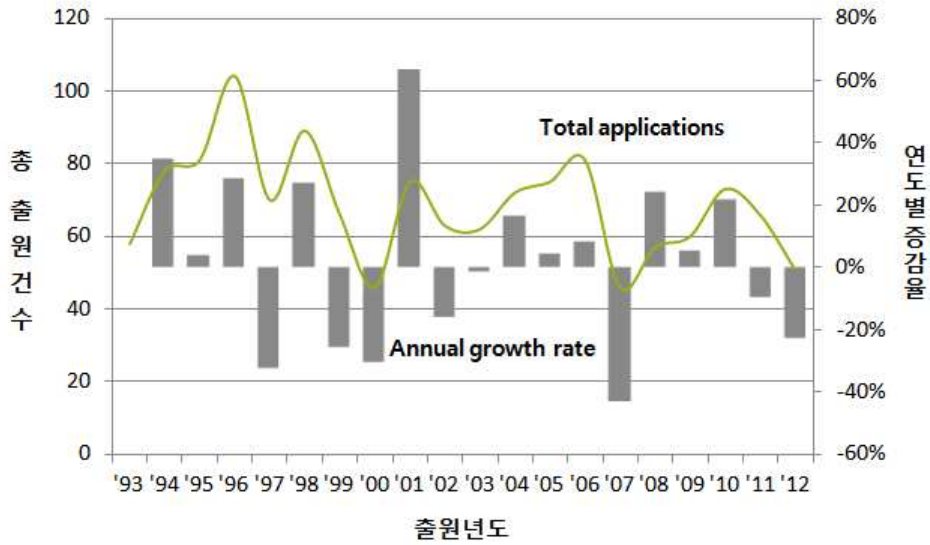
주요 연구 내용은 다음과 같이 정리 될 수 있는데

- 철도차량 내한성 향상 기술 개발
  - 냉각팬 및 전기계통의 흡입 눈보라 분리 기술 개발
  - 스노우패킹에 의한 외부노출 스프링 및 고무호스류 기능저하 방지 기술 개발
  - 제설형 전두부 스노우 플라워 장치 개발
  - 착설방지를 위한 지붕구조 설계
  - 철도차량 출입문 동파 방지 기술 개발
- 철도차량 상하부 외부노출 전장품 동결방지를 위한 지능형 발열패드 개발
  - CNT 나노소재를 이용한 발열 페이스트 개발
  - 분포형 광섬유를 이용한 지능형 동결감지 기술 개발
- 철도차량 내한성 시험평가 기술 개발
  - 내한성 성능평가 장비 구축
  - 극저온 환경의 철도차량 시험 평가 표준(안) 개발

나. 유라시아 공동화차 핵심기술 개발 (통합연결기, 제동디스크)

- 향후 남북철도가 연결되고 유라시아 대륙으로의 진출이 가능해진다면 여객과 화물의 교류를 통해 상호 국가간 화차가 교류하게 되는 상황이 발생함
- OSJD의 협약에 따르면 국경 통과시 기관차 및 승무원이 자국의 것으로 교체하지만, 객차 및 화차는 그대로 사용하고 있음
- 물류 조건에 있어서 우리나라의 화차가 20량 편성인데 반해 대륙의 중국은 50량, 러시아는 70량의 화차를 편성하여 운행하고 있으며, 이로 인한 규모의 경제로 인한 효율의 차이를 보이고 있음
- 때문에 국내 화차가 중국 러시아 등에서 운행되기 위해서는 그들의 조건에 맞는 성능을 갖추어야 할 필요가 있음
- 기존 화차는 대부분 표준화되어 있기 때문에 궤간의 차이로 인한 문제를 제외한다면, 중련편성 시 고려되어야 할 필수적인 부분은 화차연결기와 제동장치의 요구조건을 대륙기준에 맞추어 상향시킬 필요가 있음
- 때문에 이에 대한 기술 확보 및 나아가 남북중에서 동시에 운행가능한 유라시아 공동화차를 개발할 필요가 있음
- 주요출원국 기술개발 활동현황은 다음과 같음

(1) 주요출원국 연도별 특허동향

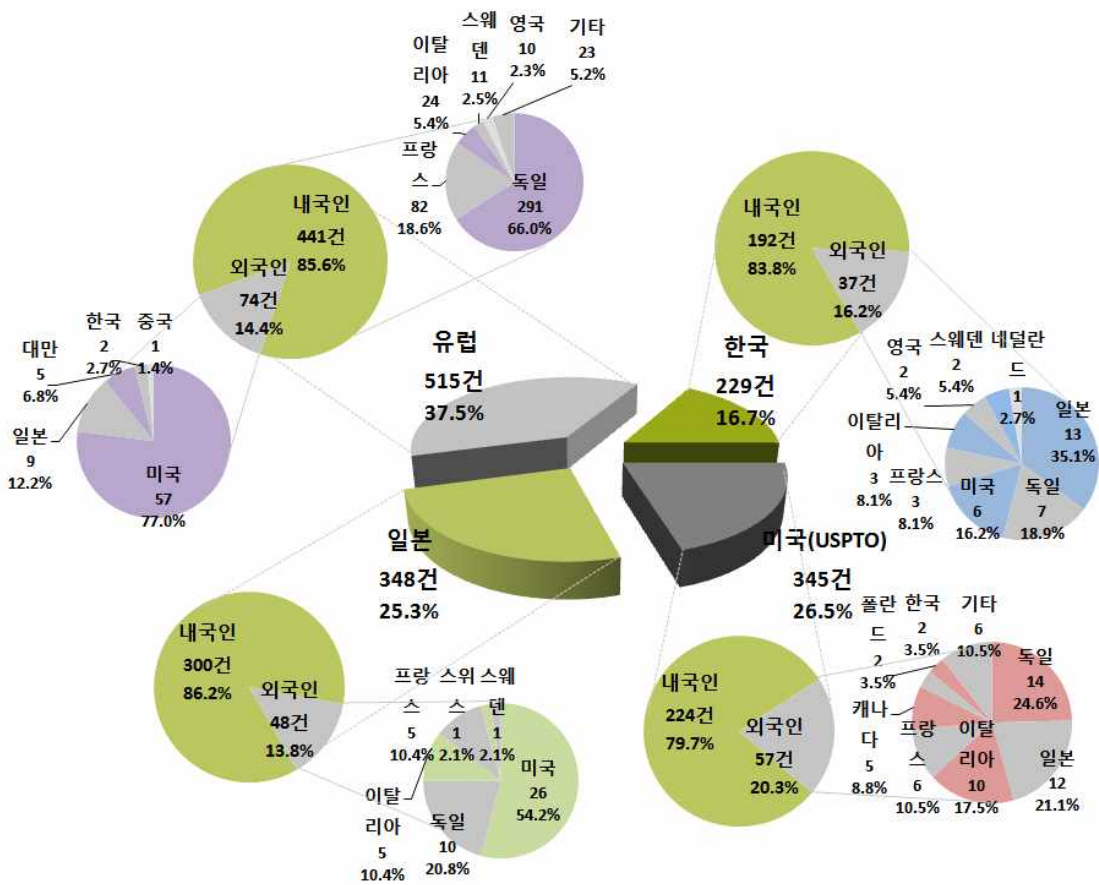


전체 연도별 동향

- 유라시아 공동화차 핵심기술 개발(통합연결기, 제동디스크) 분야의 전체 20년간 출원동향을 살펴보면 증감을 반복하고 있으며 90년대 중반에 최대 출원건 수를 기록한 후, 전반적으로 최대출원 건수가 감소하는 경향을 보이고 있음
- 출원건 수의 연증감율에 있어서 2000년 초반에 급격히 상승을 기록하였고, 2006년경에 급격히 감소한 기록을 보이고 있음을 알 수 있음

- 국가별 출원동향을 살펴보면, 한국의 경우 증감을 반복하는 경향을 보이고 있으며 2008년경에 큰 폭으로 출원이 증가함을 보이고 있음을 알 수 있음
- 미국의 경우, 90년대 초반부터 후반까지 출원건 수가 많이 이루어졌으며, 그 이후로 계속 출원 건수의 변동폭이 크지 않은 경향을 보이고 있음
- 일본의 경우 90년대 중반과 2000년대 중반에 큰 폭으로 출원이 이루어진 때가 있으며, 전체적으로 다른 국가들에 비하여 출원규모가 큰 것으로 보임
- 유럽의 경우, 90년대 초반부터 2000년대 중반까지 출원수가 일정한 증감을 보이나 전반적으로 일정한 규모의 출원을 유지하고 있는 것으로 보이며, 2000년대 중반부터 감소경향을 보이는 것으로 보임

(2) 주요출원국 내·외국인 특허출원 현황

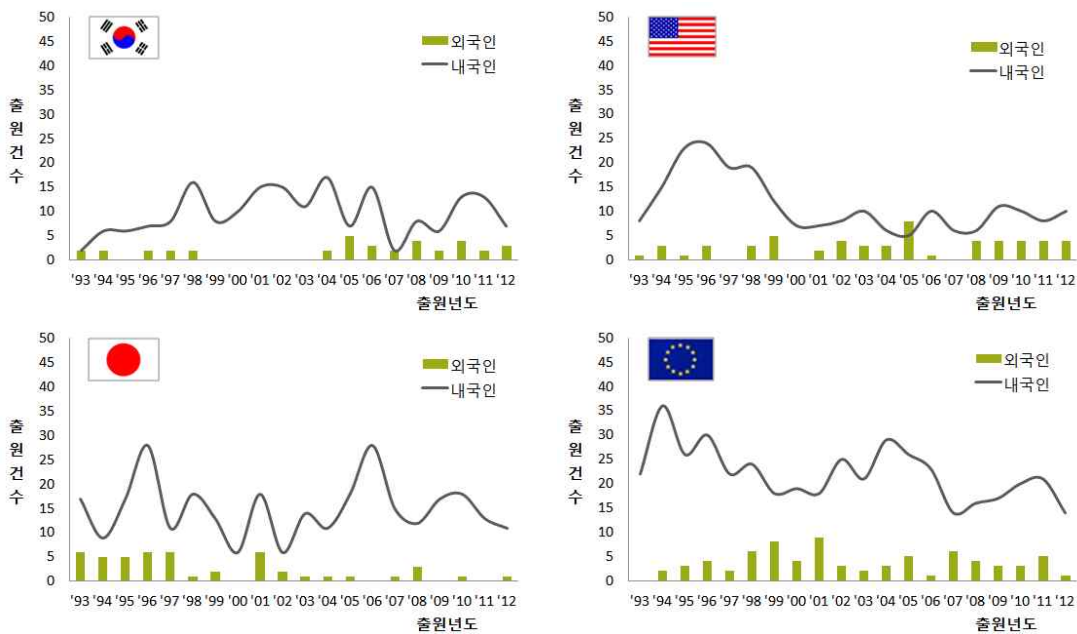


주요출원국 내·외국인 특허출원현황

- 주요출원국의 내·외국인 출원현황을 살펴보면 한국의 경우, 대부분 내국인이 출원의 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있음. 외국인의 출원에 있어서 일본,

미국 및 독일 출원이 과반수 가까이를 차지하고 있음

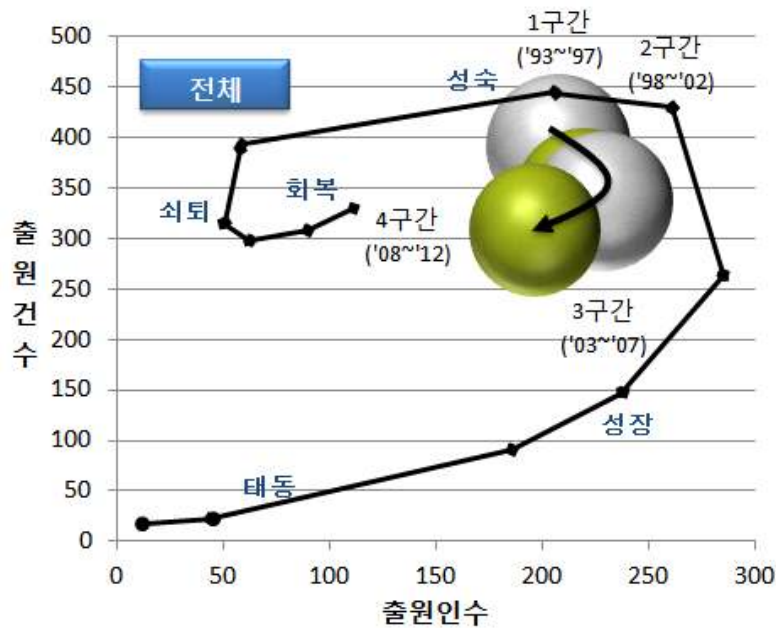
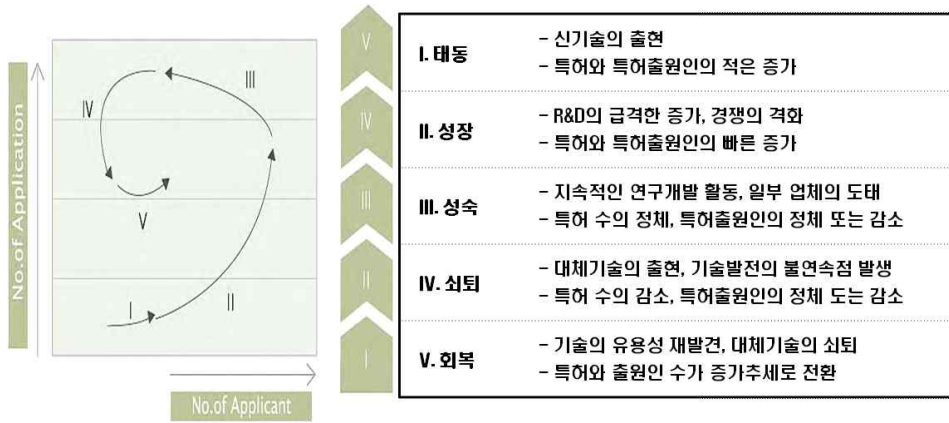
- 미국의 경우 내국인의 비율이 약 80%를 차지하고 있음을 알 수 있으며, 외국인의 출원에 있어서는 독일, 일본, 이탈리아 출원이 과반수 이상을 차지하고 있음
- 일본의 경우 일본 내국인의 출원비율이 86%를 차지하고 있으며, 외국인의 경우 미국이 54%로 압도적으로 많은 가운데 그 뒤를 이어 독일, 이탈리아, 프랑스가 많은 출원을 하고 있음
- 유럽의 경우, 내국인의 비율이 85%를 차지하고 있으며, 외국인의 경우 미국인이 57%를 차지하고 있으며, 그 뒤를 일본이 차지하고 있음을 알 수 있음



### 연도별 주요출원국 내·외국인 특허출원현황

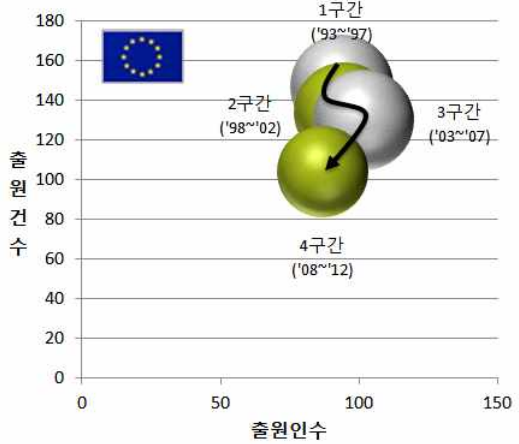
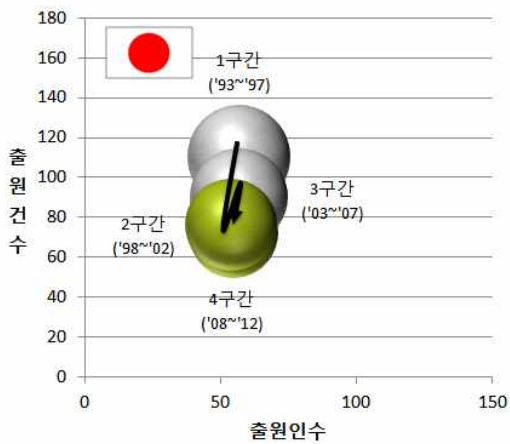
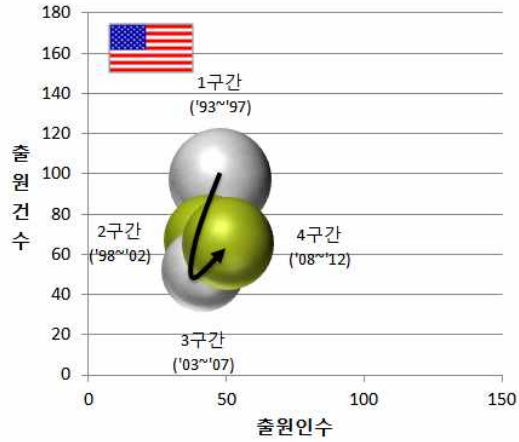
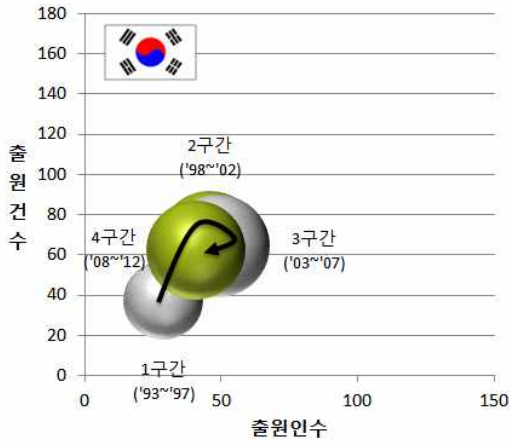
- 연도별 주요출원국의 내·외국인 출원현황을 보면, 한국의 경우 2004년 이후로 외국인이 꾸준히 한국에서 출원을 하고 있음을 알 수 있음
- 미국의 경우, 내국인의 출원이 90년대 초반부터 지속적으로 감소하는 가운데, 외국인은 일정한 출원건수를 계속 유지하고 있는 것으로 보임
- 일본의 경우, 내국인의 출원이 계속 증감하는 경향을 보이고 있는 가운데, 외국인의 출원은 90년대 초/중반에 일정한 규모를 유지하다가 2000년대 초반부터는 출원이 극히 미미한 수준으로 이루어지고 있음을 알 수 있음
- 유럽의 경우, 내국인의 출원은 점진적으로 감소하는 경향을 보이고 있는 가운데, 외국인은 지속적으로 일정한 규모로 출원을 유지하고 있는 것을 알 수 있음

(3) 기술 성장단계 파악



주요 4개국 통합 기술 성장단계

- 유라시아 공동화차 핵심기술 개발(통합연결기, 제동디스크) 분야의 주요 4개국 기술 성장단계를 살펴보면, 특허출원 건수가 정체되고 있는 가운데 출원인이 약간 증가하다가 출원 건수 및 출원인 수가 동반하락 하여 쇠퇴기의 경향을 보이는 것으로 판단됨



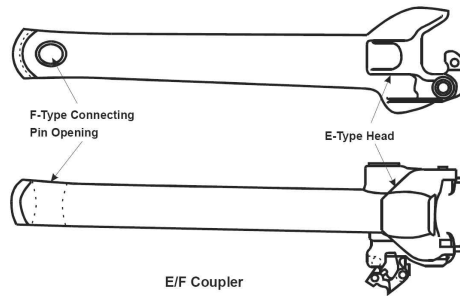
### 국가별 기술성장 단계

- 국가별 기술성장 단계를 살펴보면, 한국의 경우 출원건 수 및 출원인 수의 동반증가 등 성장기를 보인 후 성숙기를 거쳐 쇠퇴기를 보이고 있음을 알 수 있음
- 미국의 경우, 출원 건수와 출원인 수가 함께 소폭으로 감소하는 쇠퇴기를 보이다가 다시 회복기를 맞이한 것으로 보임
- 일본의 경우, 출원 건수와 출원인 수가 소폭으로 감소하면서 쇠퇴기를 보이다가 다시 회복한 후 다시 쇠퇴기를 보이고 있음을 알 수 있음
- 유럽의 경우, 쇠퇴기와 회복기 및 다시 쇠퇴기를 반복하고 있음을 알 수 있음

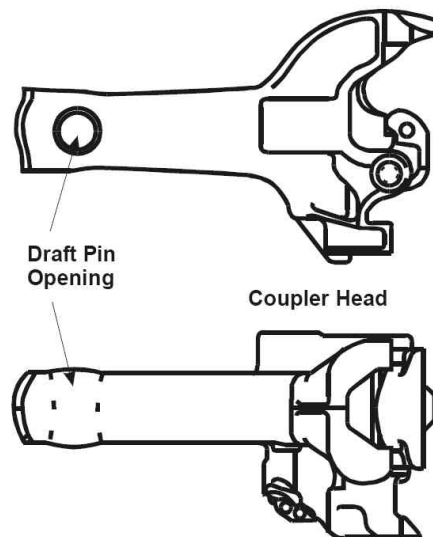
#### (4) 주요연구내용

주요 연구 내용은 다음과 같이 정리 될 수 있는데

##### ○ 화차 연결기 호환 기술

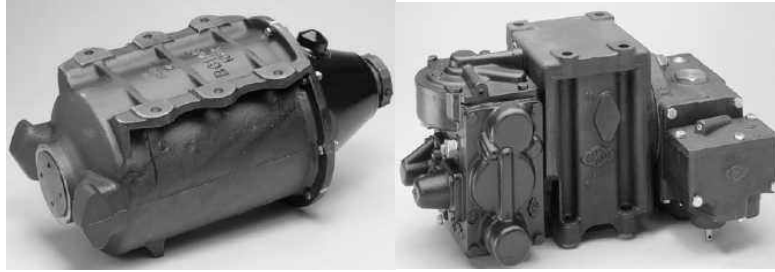


- 이종 화차 연결기 호환 운영 개발 기술
- 대량 편성에 따른 국내 화차 대륙철도 적용 가용성 기술 분석
- 혼합 편성에 따른 국내 화차 대륙철도 성능검토 및 설계변경
- 대량 편성에 따른 유라시아철도 표준 연결기 사양 제시
- 대량 편성에 따른 유라시아철도 표준 연결기 안전성 분석



##### ○ 혼합편성, 대량편성 화차 제동장치 호환기술

- 남북중 혼합편성 화차 제동장치 성능 검토 및 가용성 설계



<Brake Cylinder>

<Brake Cylinder valve>

- 남북중 혼합편성 화차 제동장치 성능 시뮬레이션 분석( 감압속도, 감압속도, 보조공기통 제동통용적)
- 대량 편성에 따른 국내 화차 대륙철도 적용 가용성 기술 분석
- 대량 편성에 따른 유라시아철도 제동 공압장치 용량 및 연결호스 커넥트 호환 기술개발



<비상보조 공기저장장치>

- 대량 편성에 따른 유라시아철도 표준 연결기 안전성 분석

## 다. 유라시아 LNG 혼소엔진 기술 개발

### (1) 기술개발 현황



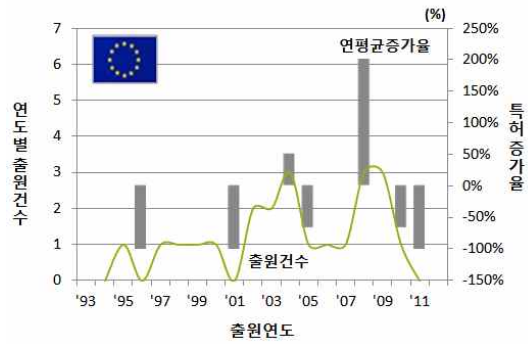
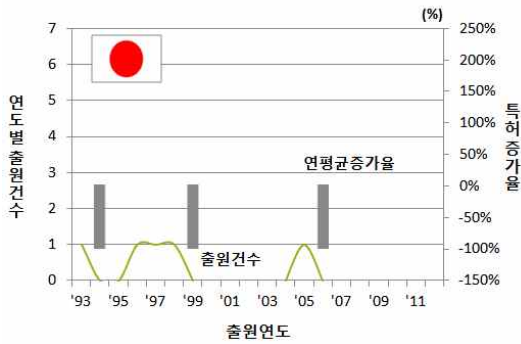
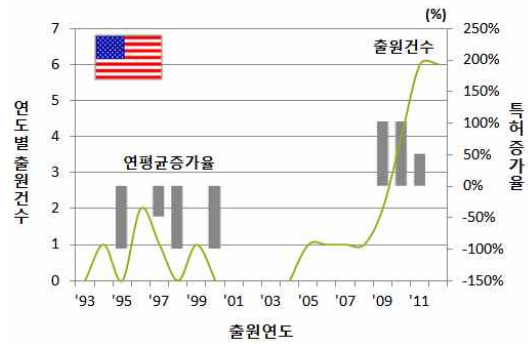
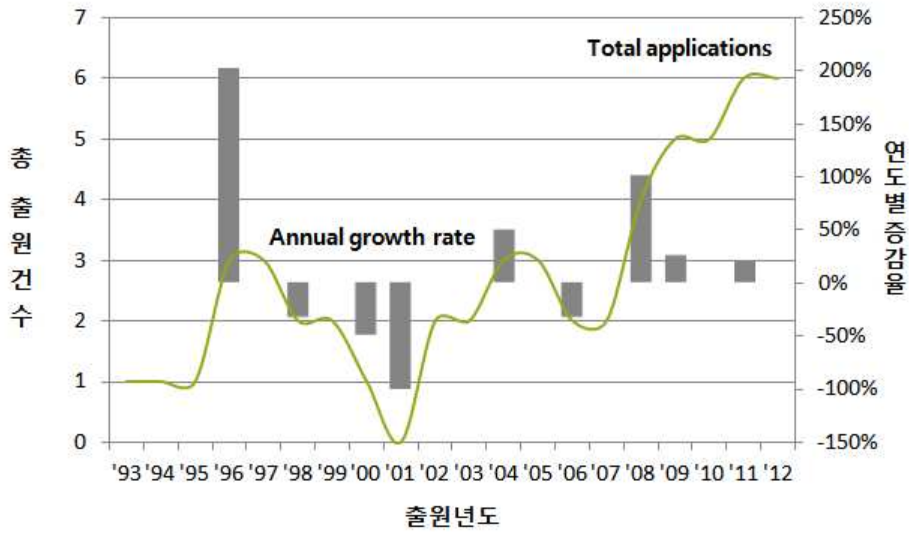
<미국 LNG 차량 최소편성 사례>

- 북미 지역에서 디젤의 비용 상승과, 친환경적인 연료 적용의 대안으로 액화 천연 가스 (LNG)를 철도에 적용하는 연구가 진행되었음. 미국과 캐나다는 철도화물 네트워크 대륙에 걸쳐 약 225,000킬로미터로 전차선에 크게 의존 유럽과 러시아와는 달리 유일한 연료 원인 디젤에 의존하여 미국의 화물 철도는 운행되어왔음
- 미국은 지난 15 년 동안 연료 소비의 개선을 추구에도 불구하고 불구하였음에도 불구하고 1급 화물철도는 여전히 상승하는 계속 디젤의 가격으로 어려움을 겪고 있음 미 해군의 뒤에 미국에서 두 번째 디젤 소비자인 철도는 2012 년 5,010,000,000 리터를 소비했다. 이러한 비용을 절감을 목표로 (LNG)는 미국철도산업의 대안으로 자리잡고 있음

## (2) LNG 차량 적용 노력

- 기관차 LNG 연료를 제공 할 수 있는 방법은 여러 가지가 있음. 특히 LNG 생산 공장에 적합한 프로세스와 연료공급 차량 인프라 시스템에 대한 연구가 필요함. LNG 철도차량은 급유시간은 길지만 한번 급유하면 디젤보다 많은 거리를 운행 할수 있으며 발화온도를 기준으로 보더라도 고온에서 발화되지 않아 안전함.
- LNG 탱크는 극저온에서 견디고 충격에 강한 이중 탱크로 구성됨. 알루미늄이 종종 사용되지만, 일반적으로 스테인레스 스틸이 적용됨.
- 내부 탱크는, 유연한 소재로 만들고 탄소 강철 또는 스테인리스 외부 탱크를 처리함. 진공 탱크 내부와 외부 사이의 공간에 생성되게 함.
- 미국은 기존의 기관차를 개조하기 위해 신속하게 연구를 진행 중이며, 이 연구는 완료되기까지 1-2년 걸릴 것으로 예측됨.
- 미국 LNG 철도차량의 엔진은 내장 된 프로그램에 대해 구체적으로 변경됨에 저장된 LNG와, 에너지 변환 (ECD)에 의해 제공된 키트를 사용하여 90 %의 LNG와 10 %의 디젤 엔진을 사용하도록 개조되었음. 미국은 디젤 대 천연 가스의 장기 가격보고 및 LNG 기관차 및 인프라에 필요한 막대한 자본 투자에 지원을 계획하고 있음.

(3) 주요출원국 연도별 특허동향



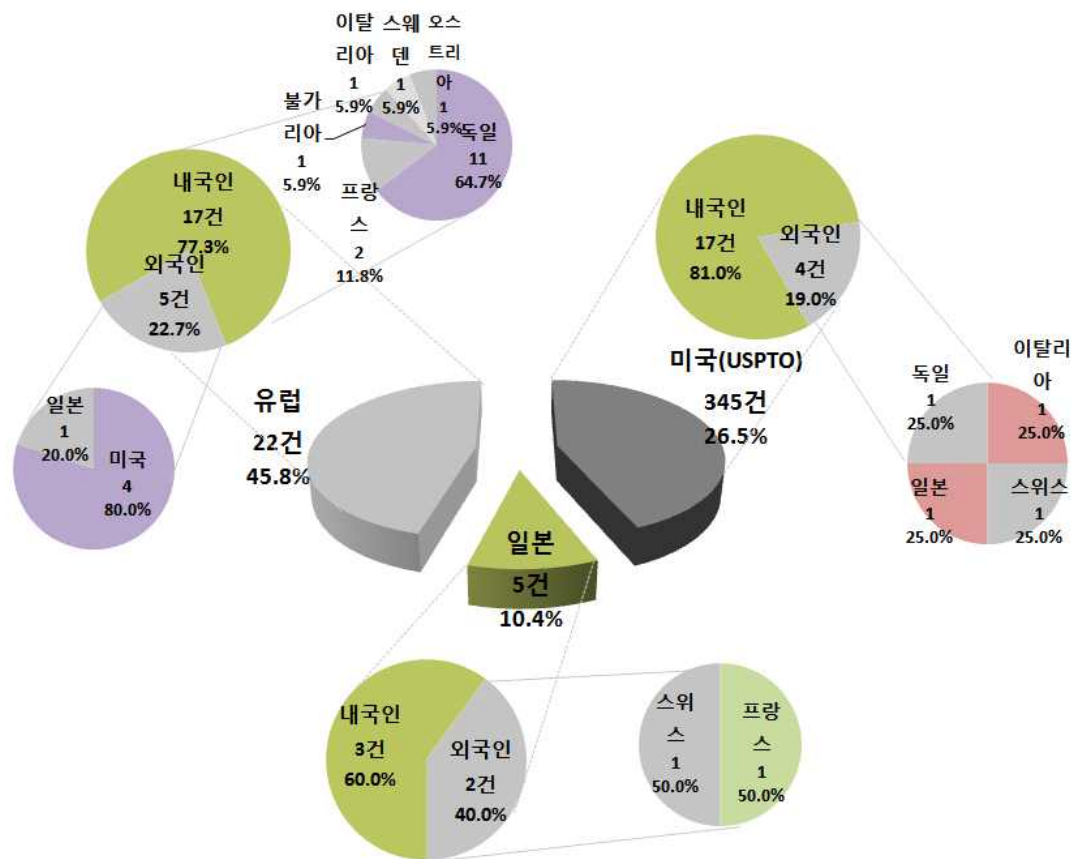
전체 연도별 동향

- 유라시아 LNG 혼소엔진 기술개발분야의 전체 20년간 출원동향을 살펴보면 90년대 중반(1996년)에 가장 높은 출원을 기록하였고, 그 이후로 감소세를 보이다 2001년부터 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있음을 알 수 있음
- 국가별 출원동향을 살펴보면, 미국의 경우, 90년대 초반부터 2000년까지 등락을 반복하다가 2000년부터 2004년까지 출원이 없다가 2004년 이후 지속적으로 출원

원이 증가함을 알 수 있음

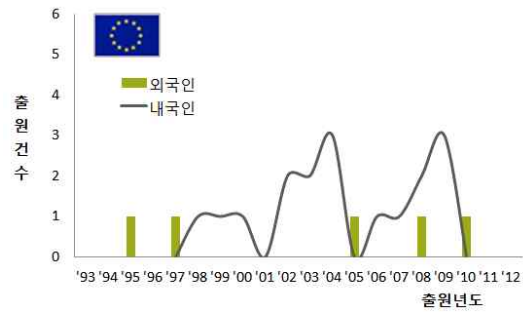
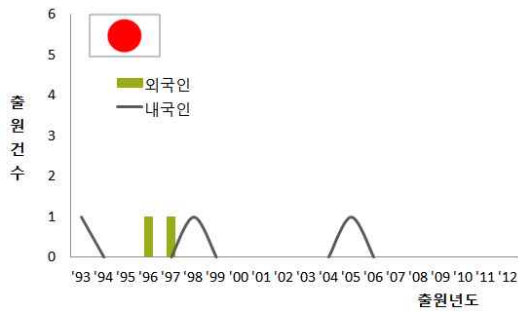
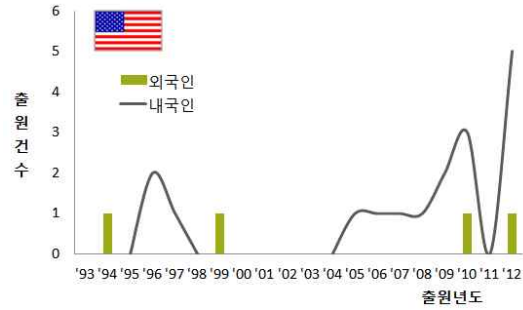
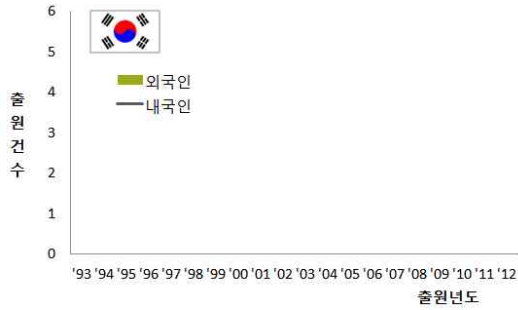
- 일본의 경우 90년대 후반까지 소규모로 출원이 이루어졌으나 2006년 이후로는 출원이 이루어지지 않고 있음
- 유럽의 경우, 출원이 증감을 반복하는 가운데, 90년대 초반부터 전반적으로 출원이 증가하는 경향을 보이고 있는 것으로 보임

(4) 주요출원국 내·외국인 특허출원 현황



주요출원국 내·외국인 특허출원현황

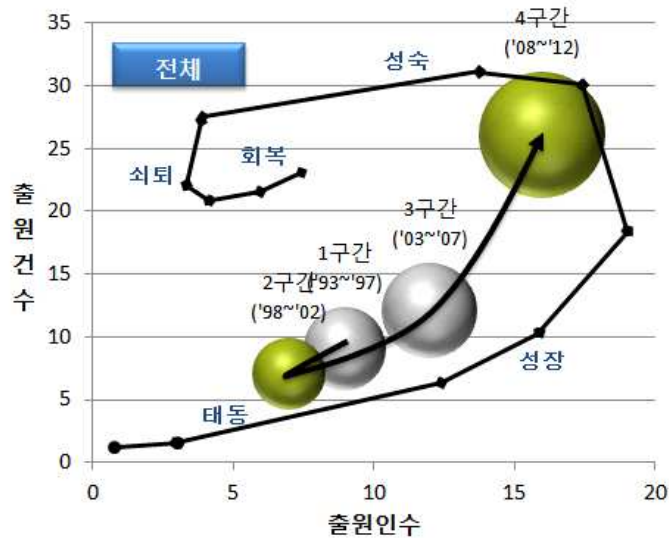
- 주요출원국의 내·외국인 출원현황을 살펴보면 미국의 경우, 내국인의 출원비율이 81%로 출원의 대부분을 차지하고 있으며, 외국인의 출원에 있어서 일본, 독일, 스위스, 이탈리아가 각각 1건씩 출원을 하였음을 알 수 있음
- 일본의 경우 일본 내국인의 출원 건수가 3건, 외국인이 2건의 출원을 하고 있으며, 외국인의 경우는 스위스, 프랑스가 각각 1건씩 출원을 하였음
- 유럽의 경우, 내국인의 비율이 77%를 차지하고 있으며, 외국인의 경우 미국, 일본이 각각 4건, 1건의 출원을 하였음을 알 수 있음



연도별 주요출원국 내·외국인 특허출원현황

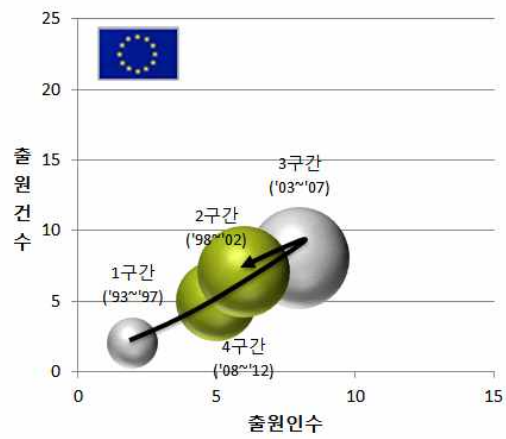
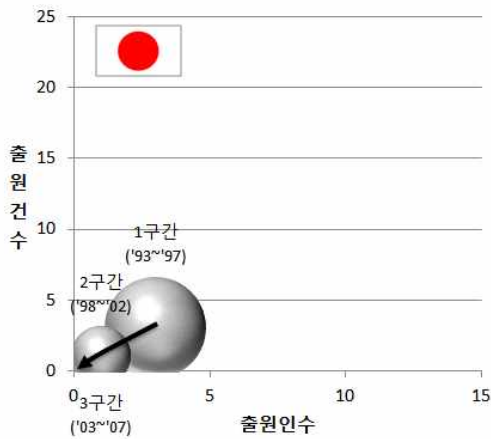
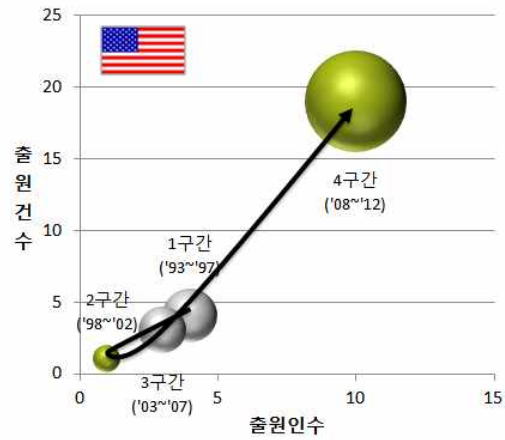
- 연도별 주요출원국의 내·외국인 출원현황을 보면, 한국의 경우 전혀 출원이 이루어지지 않았음을 알 수 있음
- 미국의 경우, 내국인의 출원이 1995년-1998년에 이루어졌으며, 2004년이후부터 일정한 출원규모를 유지하고 있음. 외국인은 특별한 출원경향은 없이 특정 연도에 이루어졌음을 알 수 있음
- 일본의 경우, 내국인의 출원이 특정 연도 구간에 이루어졌음을 알 수 있으며, 외국인의 경우도 일정한 경향을 말하기 어려운 양상을 보이고 있음
- 유럽의 경우, 내국인의 출원은 1997년이후에 일정한 등락을 보이고는 있으나, 일정한 규모의 출원을 하고 있음을 알 수 있으며, 외국인의 경우는 특정 연도에 간헐적으로 이루어지고 있음을 알 수 있음

(5) 기술 성장단계 파악



주요 4개국 통합 기술 성장단계

- 유라시아 LNG 혼소엔진 기술개발분야의 주요 4개국 기술 성장단계를 살펴보면, 1구간에서 2구간 사이에 출원 건수 및 출원인 수의 동반하락을 수반하다가 2구간부터 4구간에 걸쳐 출원 건수 및 출원인 수가 동반상승하는 경향을 보여 쇠퇴기를 보이다가 지속적인 성장세를 보이고 있는 것으로 보임



### 국가별 기술성장 단계

- 국가별 기술성장 단계를 살펴보면, 미국의 경우, 1구간에서 2구간 사이에 출원건수와 출원인 수가 함께 감소하다가 2구간부터 4구간에 걸쳐 동반상승하는 경향을 보여, 쇠퇴기에서 성장기로 돌아선 것을 알 수 있음
- 일본의 경우, 출원건수와 출원인 수가 크게 감소하면서 쇠퇴기를 보이고 있음
- 유럽의 경우, 1구간에서 3구간까지 성장기를 보이다가 쇠퇴기로 변하는 양상을 보이고 있음

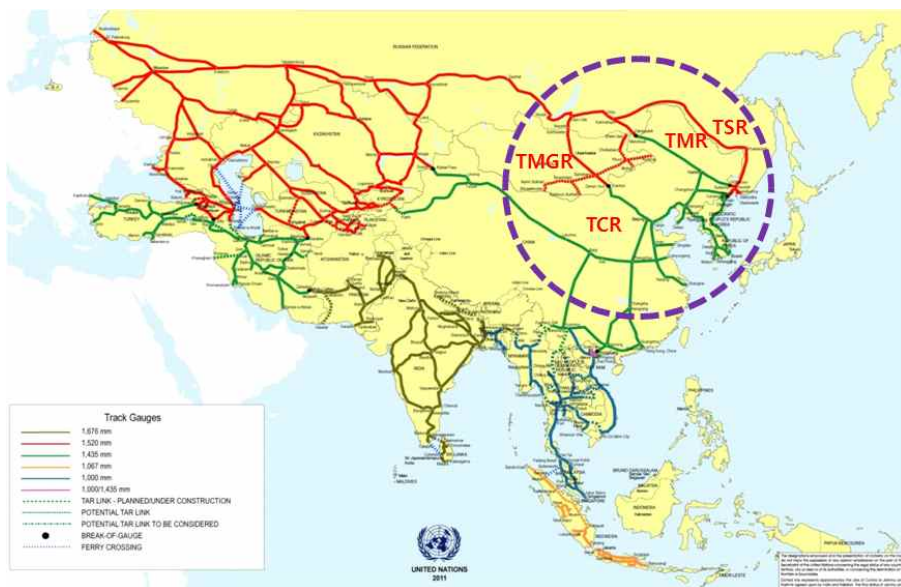
(6) 주요연구내용

주요 연구 내용은 다음과 같이 정리 될 수 있는데

- LNG 구조체 차체연구
  - 기존 디젤차량 LNG 개조기술연구, LNG 신조차량개발연구
  - LNG 연료공급탱크 철도차량 개발 연구/ LNG 차량 연료탱크 유연성 장착성 호환성 연구
  - 철도차량용 안전 2중 2종재 LNG 탱크개발 연구
  - LNG 충돌안전성 연구, 유연체 차체구조물 연구
- LNG 차량 연료 운영 효율연구
  - 연료기관차의 연료주입방식 연구
  - 디젤 /LNG 혼합 운영기술 연구/ LNG ↔ 디젤 변환 시스템 개발연구
  - LNG의 압력관리 안전장치 및 운영유지보수 기술개발
  - 급유정지 최적화 연료공급 시스템 연구
  - 기타 유사연료 호환성 검토 연구 (CNG)
- LNG 차량 안전 경제성분석 연구
  - 연료공급 시스템 내한성 개발 연구
  - LNG 장기연료가격분석 및 러시아 현지 공급특성을 고려한 운영 경제성분석
  - LNG 차량 KS 규격개발연구, 러시아 규격 호환성 검토 연구

라. 궤간가변대차 핵심기술 개발

- 남북철도(경의선 및 동해선)가 운영되면 우리나라가 동북아의 21세기 교통 물류 중심지로 도약할 수 있는 기회임 (철도 수송 분야는 대용량·장거리 운송에 적합함)
- 구소련 국가들과의 국경에서 궤간 차이가 (1435mm, 1520mm) 발생하여 동북아 철도 네트워크 활성화에 걸림돌이 되고 있음
- 대륙철도의 러시아, 카자흐, 몽골, 중국 국경에서 궤간 차이로 인한 환적 및 대차 교환 과정에 정체 현상이 발생하고 있으며 여객열차의 경우 시간지연과 승객불편이 초래됨. 남북철도가 운영될 경우 한국, 중국-러시아 국경에서도 궤간 차이로 인해 동일한 상황이 발생함
- 궤간 차이를 극복하는 방법은 궤간 수정, 환적, 대차 교환, 궤간가변 장치 방안 등이 있음. 이중에서 궤간 수정은 막대한 비용과 노력이 드는 방법으로 경제성 등에서 실행이 어려움. 환적과 대차 교환에 의한 방법은 여러 국가에서 행해지고 있으나 시간 지연, 인프라 등의 투자 비용 등으로 화물 수송량 증대의 걸림돌이 됨 (아래 표 참조)
- 궤간가변 장치를 이용하는 경우 국경에서 특정 부품을 장착하거나 제거하기 위하여 멈출 필요가 없으며 궤간 변경 속도 또한 비교적 매우 빠름 (변환 구간 통과속도: 10~30 km/h). 궤간 변경 지점에서도 정속한 운행이 가능하고 위험물 수송에도 적합함. 스페인-프랑스, 폴란드-리투아니아 간의 운행에서 상용화 되어 검증됨



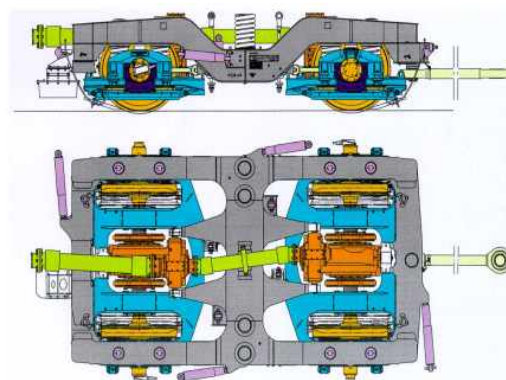
< 동북아 및 유라시아철도의 궤도차이 >

<궤간 차이를 극복하는 방법 비교>

방법	장점	단점
환적	<ul style="list-style-type: none"> <li>•기술적 관점에서 가장 간단함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•환적으로 인한 시간 지연이 심함 (국경에서의 환적으로 평균 2일반의 수송기간 추가됨)</li> <li>•철도 화물에서의 수송량 증대의 걸림돌이 됨</li> <li>•특수한 격납고가 필요함</li> <li>•크레인, 차량 이용비 등 고비용 요구됨</li> <li>•화물의 물리적 취급은 파손, 유실의 위험을 증가시킴</li> <li>•매우 노동집약적임</li> </ul>
대차 교환	<ul style="list-style-type: none"> <li>•화물 분실, 손상 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•대차교환으로 인한 시간 지연 있음 (25량 한 열차의 경우 약 3~6시간)</li> <li>•대차교환 공장, 리프팅 잭, 교환 인력 등을 요구함</li> <li>•충분한 수의 대차 및 적재소가 필요함</li> <li>•여객 열차, 심야의 경우 승객 불편 초래</li> </ul>
궤간 가변 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>•궤간변경 속도 10~30 km/h (수분 내외 소요)</li> <li>•위험물 수송에 적합</li> <li>•정속한 운행 제공</li> <li>•환적, 대차교환 인프라 투자 비용 절감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•초기 개발 비용 및 대차 개조 비용 소요</li> <li>•초장거리 (3,000km 이상) 운행 시 유지보수 관련 대비책 강화 필요</li> </ul>

(1) 스페인

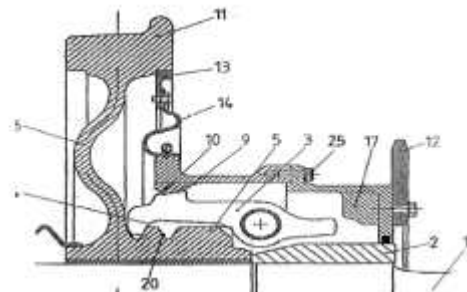
- 유럽 철도의 대부분은 표준궤간 1435mm를 채용하고 있지만, 스페인은 광궤 (1668mm)를 채용하고 있어, 스페인과 유럽 각국 사이에 직통 운전이 불가능함
- 때문에 스페인 국철은 1966년 7월에 3가지 조건을 만족시키는 조건으로 전 세계를 대상으로 궤간 가변 대차의 아이디어를 공모함
  - 2축 대차방식으로, 대차의 유지보수가 종래의 차량 기지에서 가능할 것
  - 궤간 가변 운축의 형태의 상이와 손상이 용이하게 검지 가능할 것
  - 주행 10만km, 궤간변환 횟수 1000회 사이에서는 유지보수를 행하지 않고도 주행이 가능할 것
- 이 공모에서 기술적 완성도가 높게 평가된 Talgo 방식의 궤간 가변 대차가 선정되었으며, 1968년 여객열차 (Talgo RD)를 개발하여 1969년 5월에 바르셀로나에서 제나바간의 특급열차에 채용되어 실용화함
- 운전속도는 220km/h이며, 마찰에 의한 차량 하중 지지 방식과 운축은 독립회전 방식
- 스페인의 Talgo사는 세계 최초로 궤간가변차량을 실용화하였으며, 신뢰성 측면에서도 200만회 이상 무사고 궤간가변 운영을 기록
- 시베리아 화물수송을 위한 궤간가변 기관차 및 화차를 개발 중으로 Talgo사는 Adtranz사와 궤간가변기구를 장착한 전기기관차도 개발하였으며 Talgo XXI는 다양한 동력방식(교류25kV, 직류 3kV, 디젤)에 대응 가능하도록 되어있음
- 스페인에서는 Talgo사 이외에도 최근 CAF사에 의하여 여객용 “BRAVA” 궤간가변장치를 개발



<스페인 Talgo XXI 궤간가변대차>

## (2) 독일

- 표준궤간의 동유럽 국각와 광궤의 구 소련간의 철도운송을 추진하기 위해, 구 동독 국철은 1940년대부터 각종 궤간 가변 운축을 연구하여 1960년 경에는 그들의 성과를 발전시킨 DBAG/RAFIL-III형 운축을 개발하여 30수량의 화차와 일부의 여객차에 채용하여 시험운용 한 바 있음
- 그 후 DBAG/RAFIL-III 모델을 한층 더 개량한 것이 DBAG/RAFIL-IV형 운축으로 1970년경까지 개발
- 독일 철도 화물회사에서는 전술한 DBAG/RAFIL-IV형 운축을 개량한 V형 궤간 가변 운축을 4량의 화차와 영업열차에 장착하여 약 1,000km마다 궤간 변환을 행하면서 시험함
- 이 V형 궤간가변 운축은 독일철도 민덴 연구소와 Radsatzfabrik Ilsenburg사가 공동으로 개발한 것으로 지상의 궤간 변환장치의 길이는, 표준궤간 및 광궤 1,520mm 용은 16m, 표준궤간 및 광궤 1,668mm 용은 28m로 하고 있으며, 이 V형 궤간가변 운축은 스페인, 핀란드, 폴란드 등에서 시험을 수행함

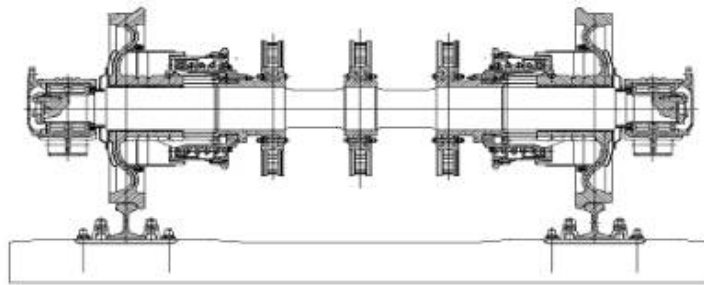


<독일의 궤간가변 운축>

## (3) 폴란드

- 폴란드는 화차, 객차 및 동력차량용 궤간가변 운축 SUW2000을 개발하였음.
- 폴란드 철도는 표준궤간이지만 구소련의 리투아니아(1,543mm)와 직통운행을 하기 위하여 SUW2000형 궤간가변 대차를 개발하였음.
- 운행속도는 100~200km/h, 궤간 변경 속도는 최대 30km/h이며, 변환시 차량 하중 지지가 없는 방식
- SUW2000 궤간가변 시스템을 2000년부터 여객 및 화물용 대차로서 영업 운행에 적용
- 여객 열차는 Warszawa와 Lithuania의 Vilniue 사이를 운행하고 있고, 화물 열차는 Szezecinek의 Mielec에서 Lithuania의 Ruda로 운행하는 노선에 이용

- 화물열차는 25톤의 축중, 120km/h의 운행이 가능하며, 또한 2003년 5월과 2003년 8월에는 각각 우크라이나와 벨라루스 및 러시아간에 궤간가변 여객열차를 운행하도록 하는 협정을 맺음
- 이로서 Warszawa, Minsk와 모스크바 간의 운행시간을 19시간 30분에서 14시간 35분으로 단축하고 더 나아가 12시간 내로 단축하는 것을 목표로 함



<화차 1435/1520, 1435/1668mm 궤간용 SUW 2000 윤축>

#### (4) 일본

- 일본의 궤간가변 열차는 일본철도건설공단이 국토교통성으로부터 전액 국고 조성사업으로 개발계획을 책정, 관리하여 구체적인 기술개발에 있어서 RTRI(일본철도기술연구소)에 위탁하여 공동으로 개발
- 1994년 부터 1996년까지 3년간 궤간가변 열차의 핵심기술들 즉, 모터, 궤간변환장치들이 개발되었고, 현재에는 주행시험으로 안전성과 신뢰성을 확인하는 실증시험의 단계에 있음
- 실증시험은 크게 나누어 국내 예비시험, 미국 푸에블로 시험선 시험, 국내 확인 시험의 세 가지로 나누어 수행함



[Type A (Hub motor drive)]



[Type B (Gear drive)]



<일본에서 개발 및 시험 중인 궤간변경 설비와 궤간가변 대차>

(5) 한국

- 우리나라의 궤간가변 장치(KGCW-1)는 국토해양부로부터 국고를 지원받아 한국 철도기술연구원이 주관연구기관으로 KGCW-1를 개발하였음
- 2003년부터 2008년까지 5년간 궤간가변 장치의 핵심기술을 개발하고 시험 평가 하였다. 운행속도는 최고 120km/h, 궤간 변경 속도는 10~30km/h이며, 변환 시 차량 하중 지지가 없는 방식
- 200km/h 급 (초기목표 100km/h 급) 궤간가변 대차개발과 철도차량용 궤간가변 윤축시스템 독자생산 특허보유



<동북아 국가간 대차특성을 고려한 모듈형 궤간가변대차 개발>

- 궤간가변대차 간이 시험선(15m) 구축 및 주행시험 실시를 성공적으로 진행함
  - 간이시험선은 광궤, 궤간변환 구간, 표준궤의 3구간으로 구성
  - 궤간변환을 위한 차륜 릴리스 및 잠금장치 해제 가이드레일 설계
  - 궤간가변대차 자율 구동을 위한 구동 시스템 설계

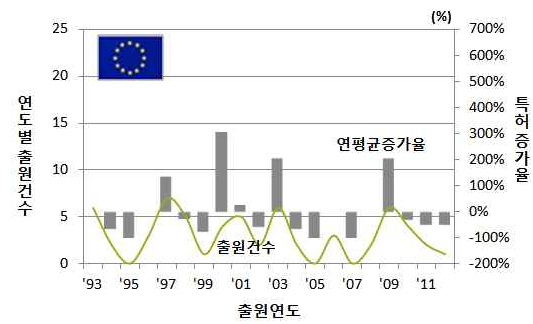
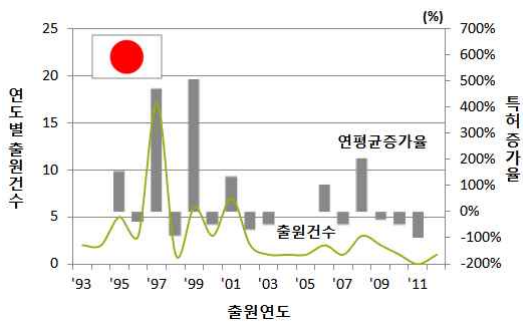
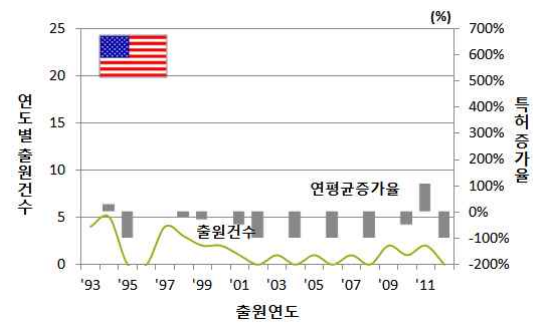
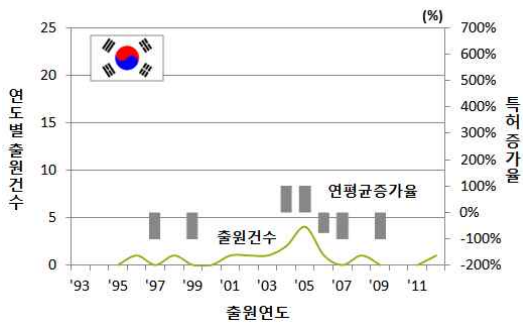
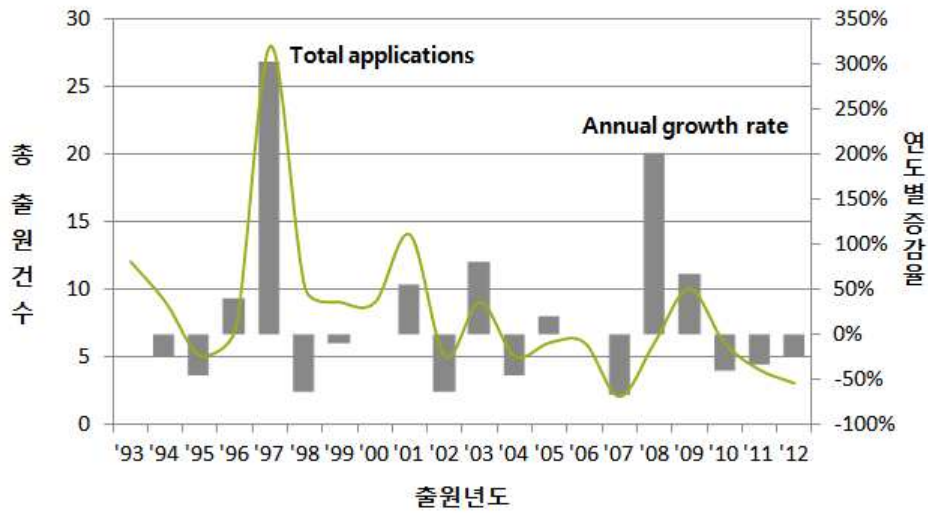


<프리캐스트 슬래브 궤도(PSTS) 및 레일 설치 (15m)>



<시험선 구간의 궤간가변대차 주행시험 수행>

(6) 주요출원국 연도별 특허동향

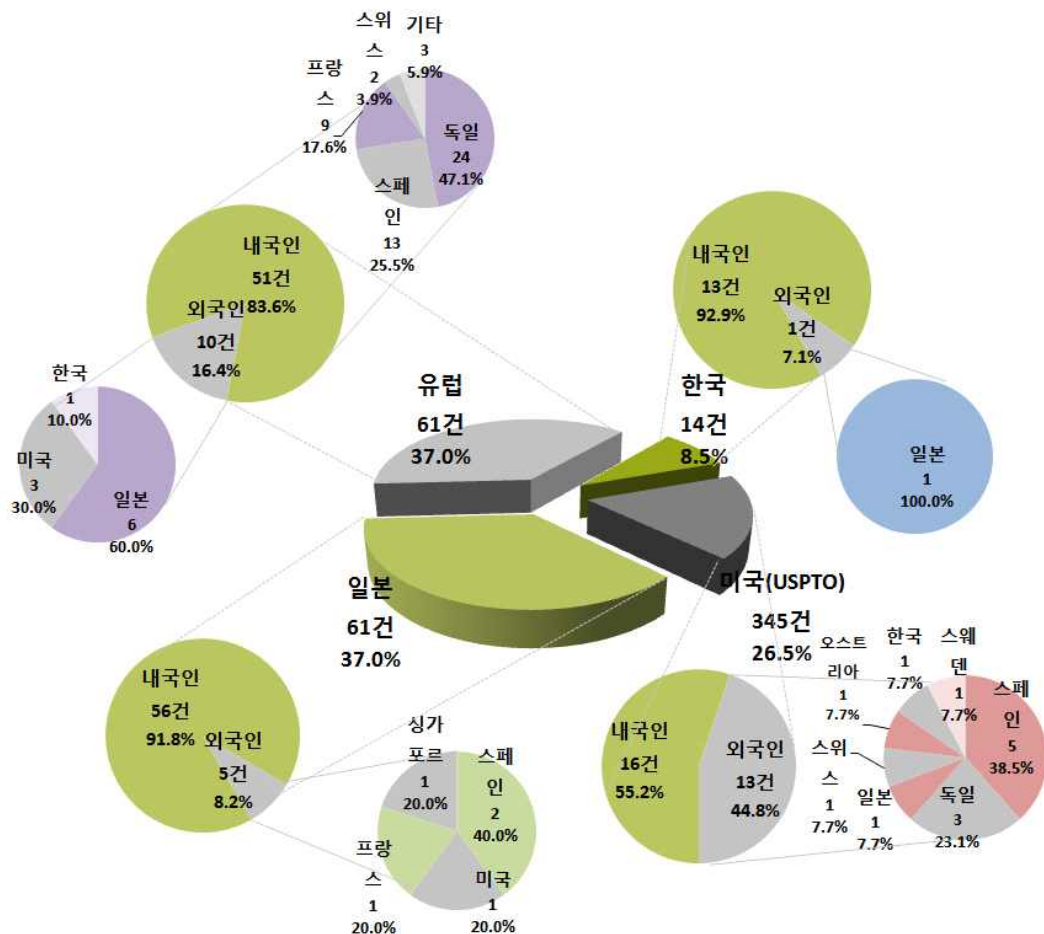


전체 연도별 동향

- 1990년대 중반 (1996년)에 가장 높은 출원을 기록하였고, 그 이후로 증감을 반복하는 가운데 전반적으로 감소일로를 걷고 있음을 알 수 있음
- 출원건 수의 연증감율에 있어서 1990년대 중반 및 2000년대 중반 급격히 상승을 기록하였음을 알 수 있음

- 국가별 출원동향을 살펴보면, 한국의 경우 증감을 반복하는 경향을 보이고 있으며 2000년부터 2005년 사이에 출원이 점진적으로 증가하는 경향을 보이고 있음을 알 수 있음
- 미국의 경우, 90년대 중반의 일부를 제외하고 2000년도까지 일정한 출원규모를 유지하였으나 그 이후로는 출원건 수가 매우 미미한 수준을 보이고 있음. 다만, 2008년도부터 일정한 건수로 유지하고 있음을 알 수 있음
- 일본의 경우 90년대 중반부터 2000년대 초반까지 많은 출원이 이루어졌음을 알 수 있으며, 그 이후로는 계속 감소일로에 있음
- 유럽의 경우, 출원이 증감을 반복하고 있으며 특히, 주기적으로 출원건 수의 증감을 보이고 있는 것으로 보임

(7) 주요출원국 내·외국인 특허출원 현황

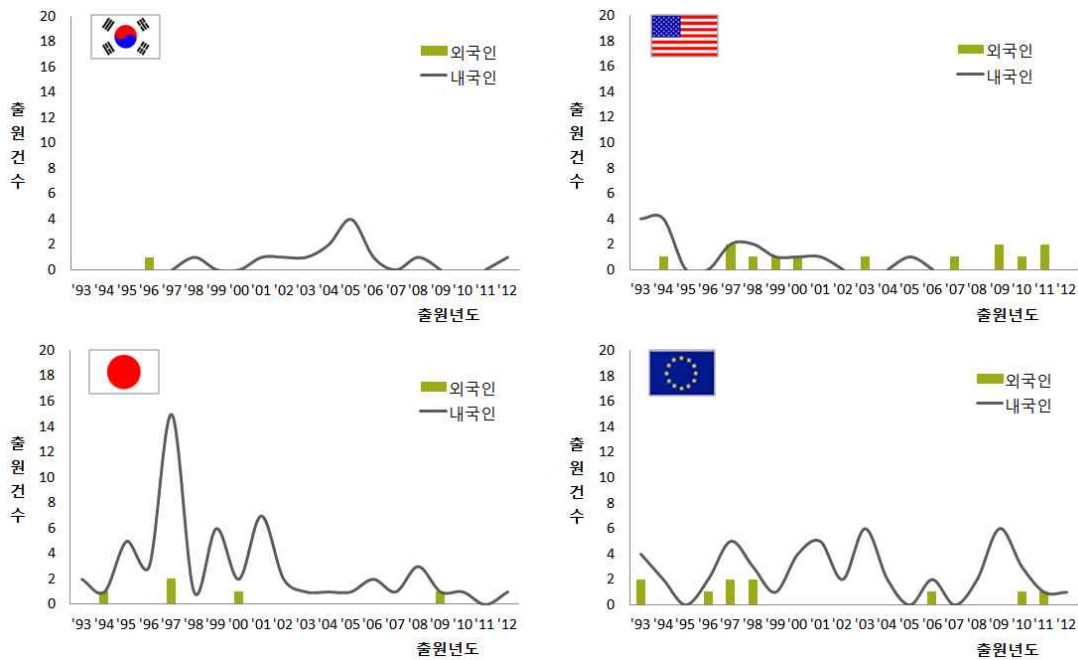


주요출원국 내·외국인 특허출원현황

- 주요출원국의 내·외국인 출원현황을 살펴보면 한국의 경우, 내국인이 출원의

거의 전부를 차지하고 있으며, 외국인의 출원에 있어서 일본이 출원을 하였음을 알 수 있음

- 미국의 경우 내국인의 비율이 55%, 외국인의 비율이 약 45%로 내/외국인의 비율이 비스한 경향을 보이고 있음을 알 수 있으며, 외국인의 출원에 있어서는 스페인, 독일이 출원의 과반수 이상을 차지하고 있음
- 일본의 경우 일본 내국인의 출원비율이 92%로 압도적으로 많으며, 외국인의 경우 스페인, 미국, 싱가포르, 프랑스가 출원을 하였음을 알 수 있음
- 유럽의 경우, 내국인의 비율이 83%를 차지하고 있으며, 외국인의 경우 일본, 미국, 한국 순으로 출원을 많이 하였음을 알 수 있음

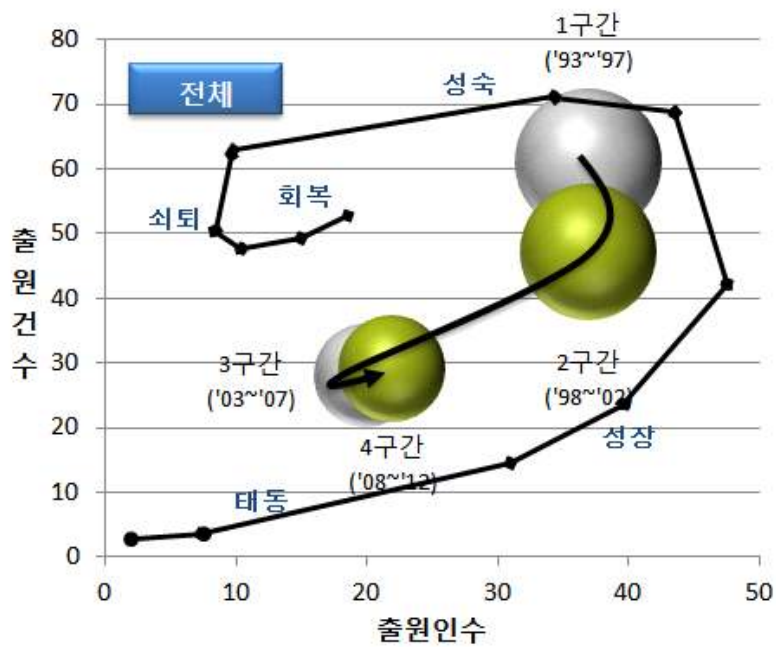


### 연도별 주요출원국 내·외국인 특허출원현황

- 연도별 주요출원국의 내·외국인 출원현황을 보면, 한국의 경우 2000년 이후로 출원이 늘어나는 경향을 보이고 있으며 2009-2010년도에는 출원이 발생하지 않았음을 알 수 있음
- 미국의 경우, 내국인의 출원이 90년대 초반부터 지속적으로 감소함을 알 수 있으며, 이에 반하여 외국인은 2009년 이후로 꾸준히 출원을 하고 있음
- 일본의 경우, 90년대 초반부터 2000년대 초반까지 많은 출원을 하였으나, 그 이후로는 출원이 많이 감소하였고, 외국인의 출원도 활발하지 않은 것으로 보임
- 유럽의 경우, 내국인의 출원은 일정한 주기를 가지며 증감을 반복하고 있음을

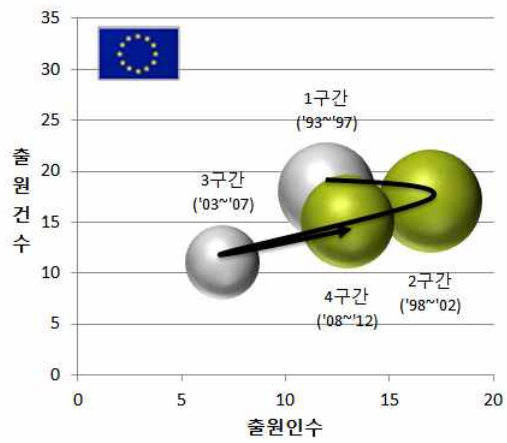
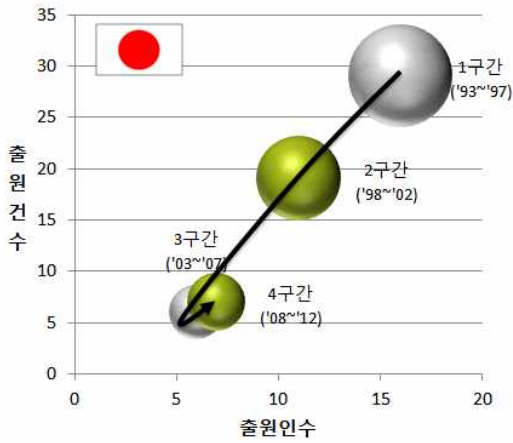
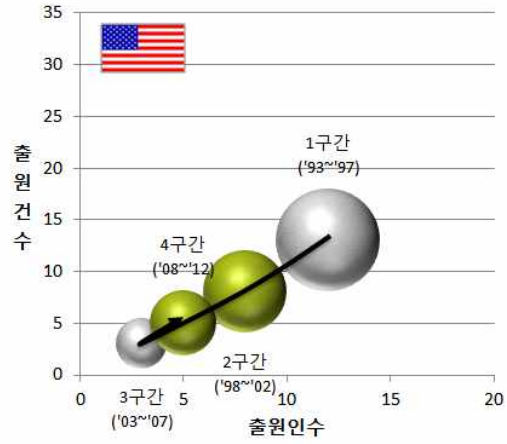
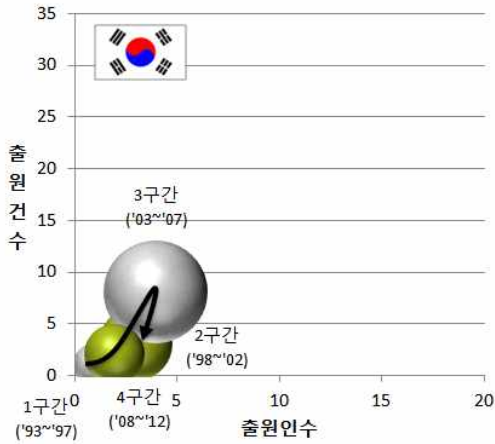
알 수 있으며, 외국인의 경우 1998년까지 출원을 유지하다가, 2009년까지는 출원이 거의 이루어지지 않음을 보이고 있음

(8) 기술 성장단계 파악



주요 4개국 통합 기술 성장단계

- 구간가변대차 핵심기술분야의 주요 4개국 기술 성장단계를 살펴보면, 특허출원 건수가 감소하는 가운데 출원인 수는 증가하다가 출원 및 출원인 수 모두 감소를 보이다가 다시 증가경향을 보이고 있음을 알 수 있음
- 즉, 전반적으로 쇠퇴기를 보이다가 다시 회복기를 보이고 있는 것으로 보임



### 국가별 기술성장 단계

- 국가별 기술성장 단계를 살펴보면, 한국의 경우 출원건 수 및 출원인 수의 동반증가 등 성장기를 보인 후 출원 건수 및 출원인이 동반 감소하는 쇠퇴기로 접어드는 것으로 보임
- 미국의 경우, 출원 건수와 출원인 수가 함께 지속적으로 감소하는 쇠퇴기를 보이다가 다시 반등한 것을 알 수 있음
- 일본의 경우, 출원 건수와 출원인 수가 크게 감소하면서 쇠퇴기를 보이다가 다시 반등하는 경향을 보이고 있음
- 유럽의 경우, 성숙기와 쇠퇴기를 보이다가 다시 성장기의 모습을 보이고 있는 것으로 보임을 알 수 있음

마. 표준궤/광궤 호환구간 지상변환설비 설계 및 제작

- 극동·동시베리아의 국제철도망과 한국과 러시아의 철도협력의 가능성은 UNESCAP의 아시아 횡단철도사업(TAR:Train Asian Railway) 추진을 계기로 시작되어 남북한간의 경의선, 동해선 철도망 연결사업, 한러 정상회담 등을 거치면서 본격화되기 시작하였음
- 유라시아철도네트워크를 가시화시키기 위해서는 TKR과 TSR, TCR, TMR, TMGR, 그리고 유럽과의 철도 운행 연계 시에 두 번의 이종궤간 지점을 통과해야 하는 문제점을 안고 있다. 따라서 우선적으로 검토하여야 할 것은 궤도 궤간 불일치 구간에 있어서의 운행방식과 증장기적으로는 환적시간 지연에 따른 다양한 문제점을 해결할 수 있는 방안이 도출되어야 함.
- 이러한 문제점을 확보하기 위해 국내에서는 상이한 궤간의 선로를 대차교환이나 환적없이 신속하고 안전하게 직결 운행할 수 있는 궤간가변 고속대차가 개발되었음
- 초기 일본의 궤간가변대차는 독립차륜회전방식대차와 좌우차륜일체 회전방식대차로 개발되어 개발된 차량을 미국 시험선(TTCl)에서 약 2년간 최고속도 246km/h주행으로 60만킬로 주행시험과 궤간변환시험은 총 2,084회 실시하였음. 스페인의 궤간 가변대차는 최고속도 220km/h 로 대응가능한 궤간은 표준궤 광궤(1668mm, 1524mm)로 궤간변환속도는 15km/h 주행할 수 있으며, 폴란드는 SUW형 궤간가변대차를 2000년 초반에 실용화하여 여객용으로 160km/h, 화차용으로 120km/h 속도 주행
- 국내의 경우 궤간가변 고속대차는 시속 200km대의 고속주행이 가능하며, 궤간의 차이가 발생한 지점에서도 멈추지 않고 시속 10~30km의 속도로 운행할 수 있으며 기존에 개발된 폴란드 제품(SUW 2000)과 비교하면 핵심부품인 잠금장치의 무게를 최대 40%, 부품수는 절반으로 줄여 고속화와 장거리운행, 유지 보수성을 대폭 향상시켰음.
- 궤간가변대차 개발품의 실용화를 위해서는 세계철도연맹(UIC)에서 제시하는 기준인 500회 궤간변경, 10만km 실제 주행을 마쳐야 실용화를 시킬 수 있음. 따라서 차량개발과 연계한 표준궤/광궤 호환구간에 대한 지상설비에 대한 성능을 평가할 수 있는 연구가 필요함.
- 정부는 철도 주요자재의 성능검증과 국산화를 촉진시키기 위하여 철도종합시험선로 구축사업을 2015년까지 추진하고 철도종합시험선로 구축이 완료되면 수입품에 의존하고 있는 철도용품 및 시스템의 국산화가 가능하고 시운전기간 단축도 기대됨.

〈 철도종합시험선로 구축사업 개요 〉

- 총연장 : 14.5Km (한국철도시설공단 오송기지(충북) 일대)
- 사업기간 : 2011 ~ 2015년
- 총사업비 : 2,128억원(2011년 20억원)
- 운영주체(잠정) : 한국철도시설공단(관리), 한국철도기술연구원(시험)



- 본 연구에서는 철도종합시험선로를 적극적으로 활용하여 궤간가변대차의 성능을 확인하고 검증하여 200km/h 이상의 속도대역에서 세계철도연맹(UIC)에서 요구하는 성능을 만족시킬 수 있도록 하는 것이 본 연구의 목적임.
- 대륙철도 궤간가변대차 개발에 따른 인프라 핵심기술은 표준궤/광궤 호환구간에 대한 지상설비의 선로기술과 정비 및 운행 시스템의 표준기술, 그리고 주행 안전성을 평가하는 것이 주 핵심기술임.

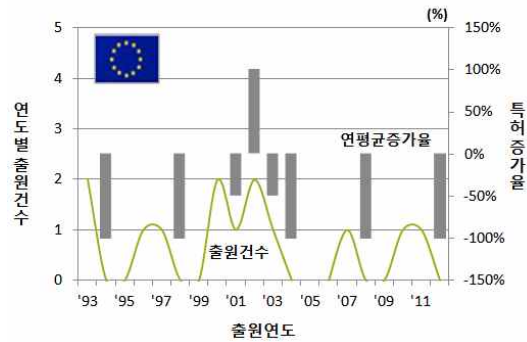
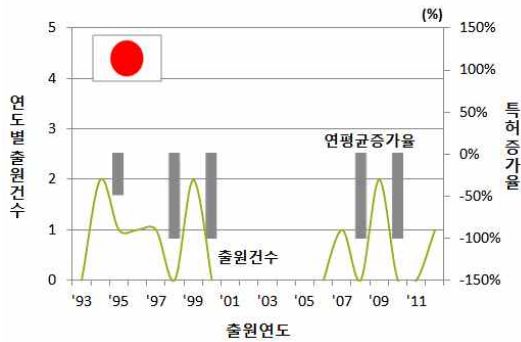
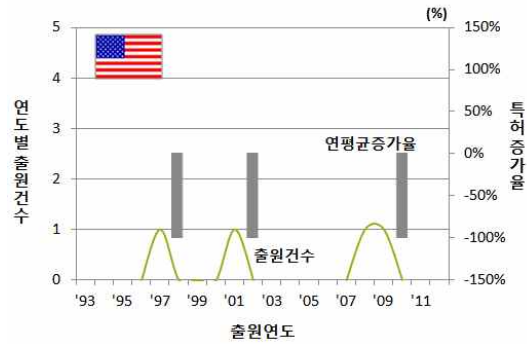
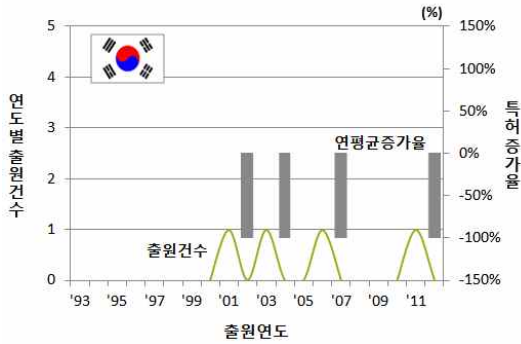
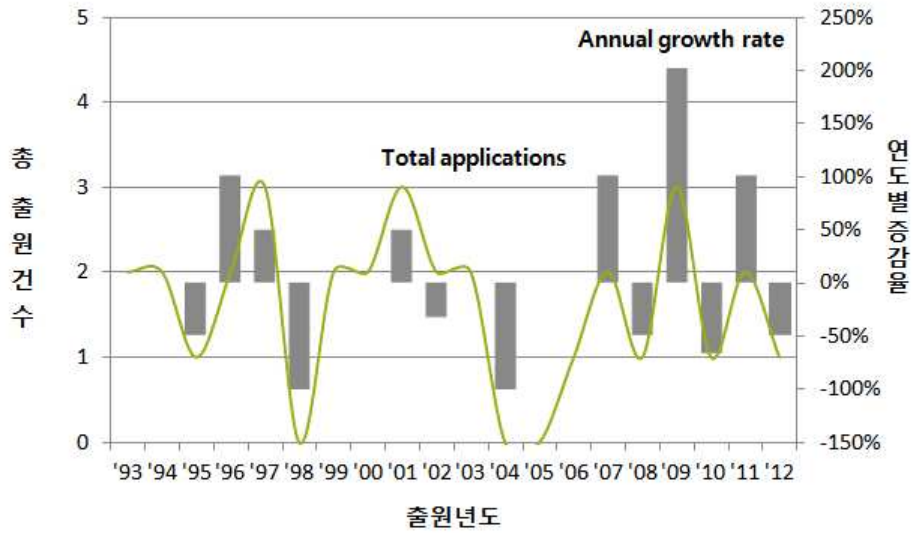
- 궤도 주행안전성 평가항목 및 기준

〈표 1〉 일본과 독일의 고속열차 궤도측정기준

구분	일본 신칸센 기준		독일고속철도 기준	측정값 (348km/h)	성능평가
	표준치	참고치			
윤중	최대치	300kN(30tf)	200kN(20tf)	7,496tf	기준이내
	최소치	25kN(2,5tf)	35kN(2,5tf)		
혈압	68kN(6,8tf)	40kN(4,0tf)		0,916tf	
레일수직변위	4mm	3mm	1,5mm	0,330mm	
레일수평변위	2mm	1,5mm	1,5mm 이하	0,399mm	
침목수직변위	3mm	2mm	1mm 이하	0,288mm	
레일응력(편진폭)	150N/mm <sup>2</sup>	100N/mm <sup>2</sup>	70N/mm <sup>2</sup>	43,84N/mm <sup>2</sup>	

- 궤간 호환구간에 대한 쾌적한 운영을 위한 선로의 궤도 구성품 제작기술과 궤도 설계 및 시공기술 등 인프라 시스템 구축을 위한 중요한 기술로서 구조적 안정성확보, 최적단면 및 표준단면, 시험 및 성능평가를 실시하여 실용화를 추진할 것임

(1) 주요출원국 연도별 특허동향

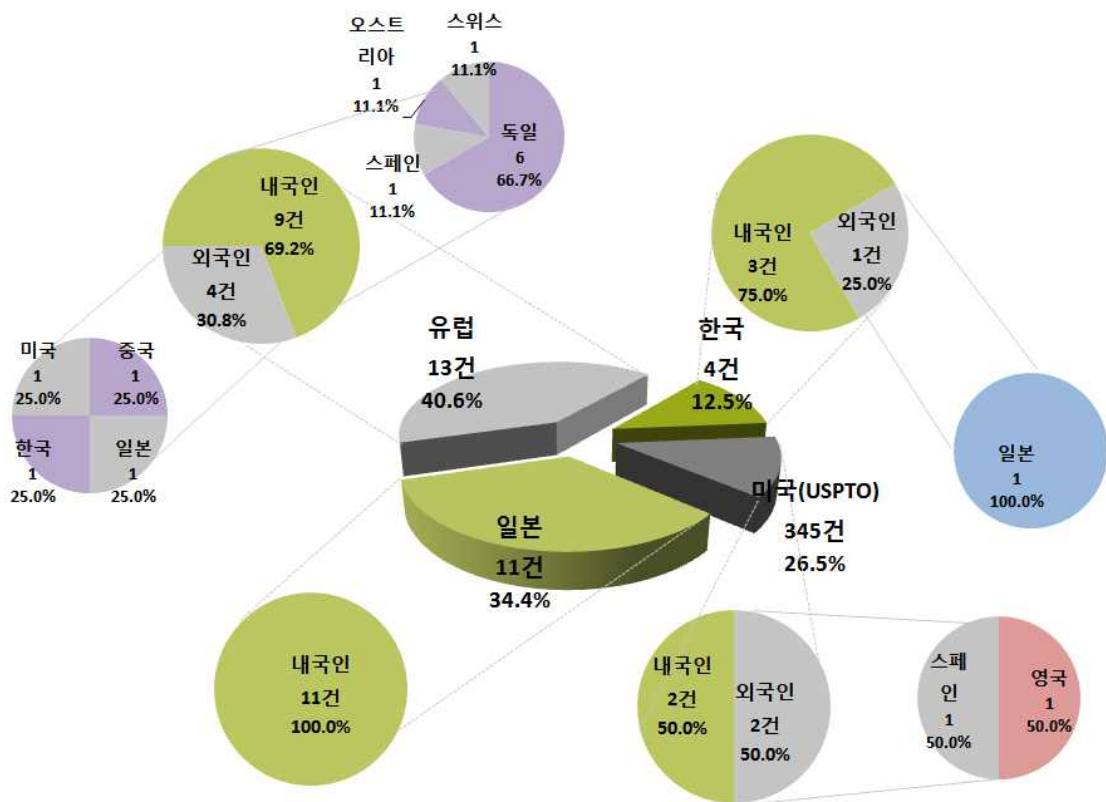


전체 연도별 동향

- 표준계/광계 호환구간 지상변환설비 설계 및 제작기술분야의 전체 유효건 수가 32건에 불과하여 20년간의 출원동향에 대하여 언급하는 것은 의미가 없는 것으로 보임
- 정량그래프를 기준으로 경향을 보면, 2006년이후로 증감을 반복하면서 일정한 출원이 이루어지고 있음을 알 수 있음

- 국가별 출원동향을 살펴보면, 한국과 미국의 경우는 출원 건수가 너무 작아서 일정한 경향을 논하는 것이 무의미한 것으로 보임
- 일본의 경우 2000년대 초반에 출원이 이루어지지 않은 점을 제외하고 일정한 출원건을 유지하고 있음을 알 수 있음
- 유럽의 경우, 다른 주요국가에 비해 출원이 일정한 규모로 이루어지고 있음을 알 수 있음

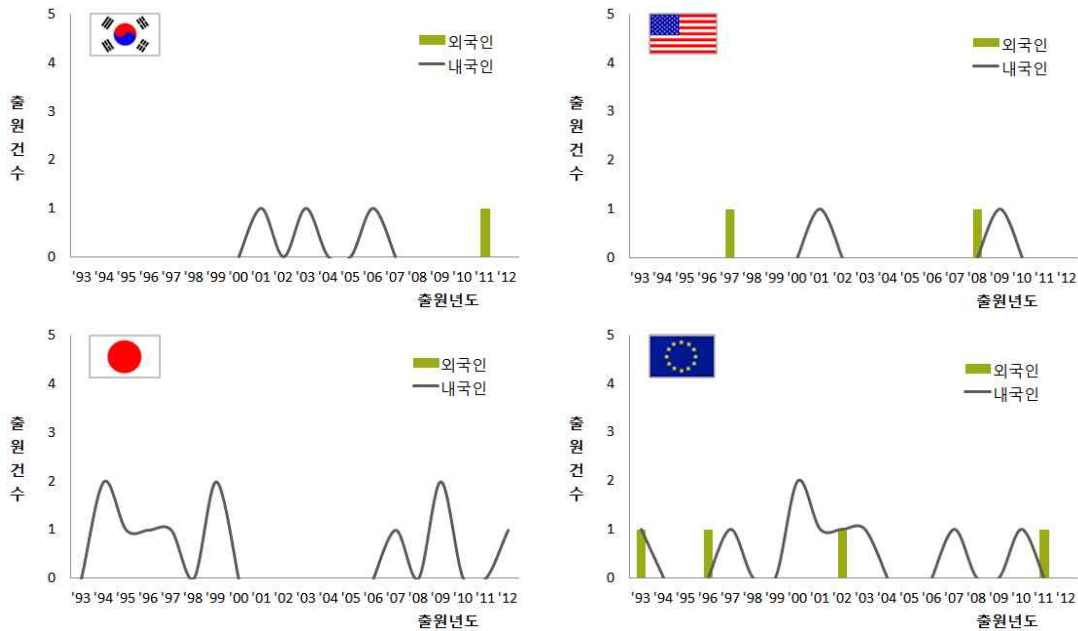
(2) 주요출원국 내·외국인 특허출원 현황



주요출원국 내·외국인 특허출원현황

- 주요출원국의 내·외국인 출원현황을 살펴보면 한국의 경우, 전체 출원건이 4건이고 그 중에 내국인이 3건, 외국인이 1건을 출원을 하였음
- 미국의 경우 전체 출원건이 4건이며, 내국인 및 외국인이 각각 2건씩 차지하고 있음을 알 수 있음
- 일본의 경우 전체 출원건이 11건이며 모두 내국인이 출원을 하였음을 알 수 있음
- 유럽의 경우, 전체 출원건이 13건이며, 내국인이 9건, 외국인이 4건을 출원하였

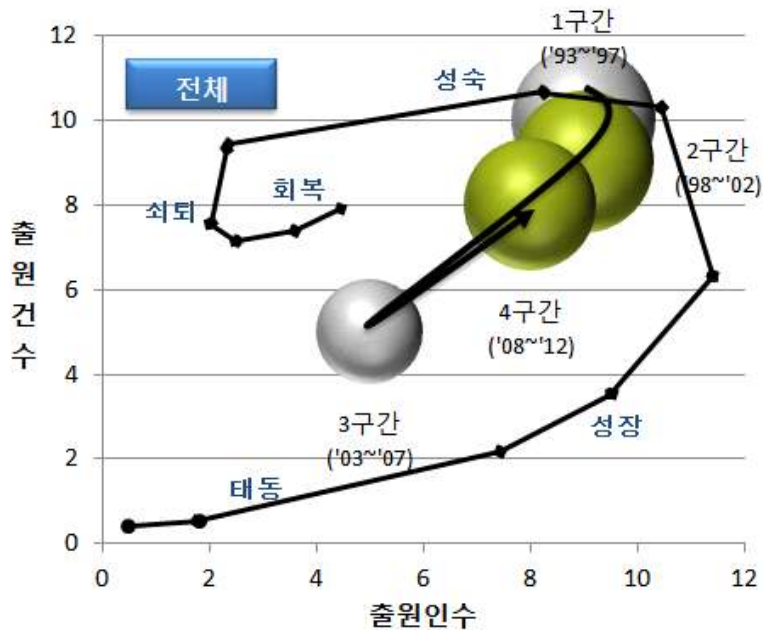
음을 알 수 있음. 특히 유럽의 경우 중국인이 1건의 출원을 하고 있음을 알 수 있음



#### 연도별 주요출원국 내·외국인 특허출원현황

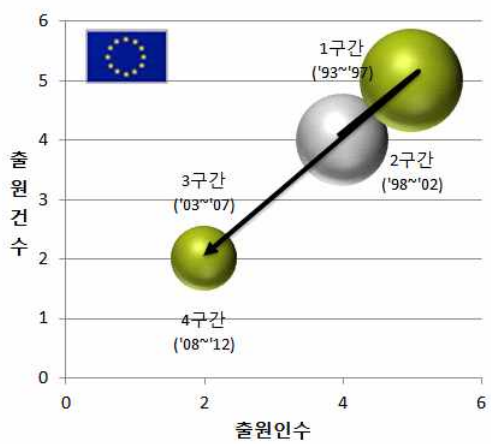
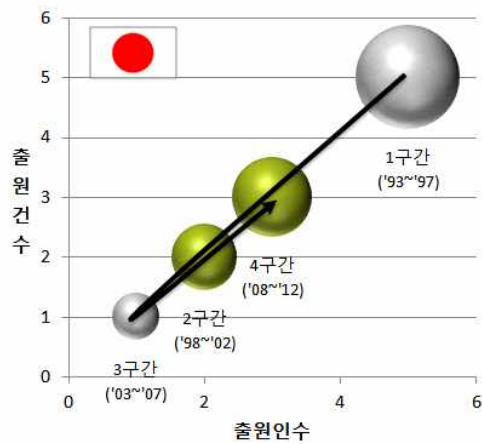
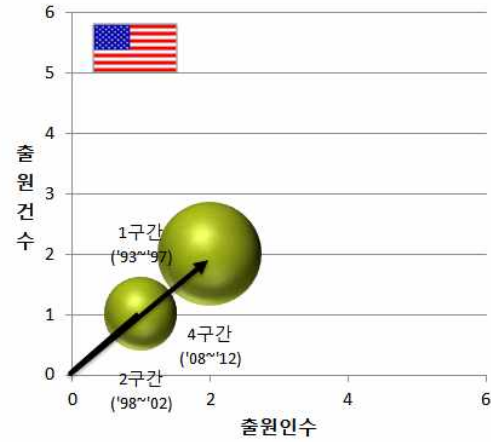
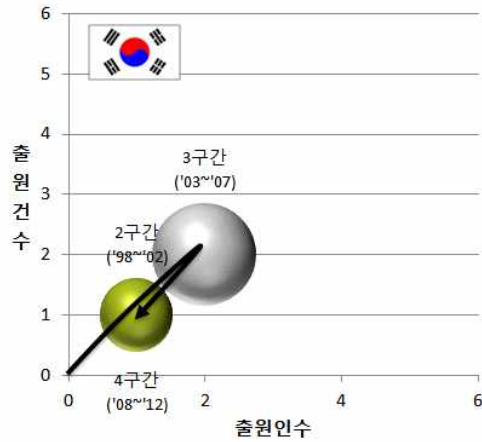
- 연도별 주요출원국의 내·외국인 출원현황을 보면, 한국의 경우 2000년부터 2007년 사이에 출원이 이루어짐을 알 수 있으며, 외국인의 경우 2011년에 출원을 한 것으로 확인됨
- 미국의 경우, 내국인의 출원이 2000년부터 2002년 사이, 2008년부터 2010년 사이에 이루어졌으며, 외국인은 1997년과 2008년에 출원을 하였음을 알 수 있음
- 일본의 경우, 2000년부터 2006년 사이에 출원이 전혀 이루어지지 않은 특징을 보이고 있으며, 외국인은 출원실적은 전혀 없음
- 유럽의 경우, 내국인의 출원은 일정한 증감을 보이고 있는 가운데, 외국인의 출원이 일정 연도에 띄엄띄엄 이루어지고 있음을 알 수 있음

(3) 기술 성장단계 파악



주요 4개국 통합 기술 성장단계

- 표준계/광계 호환구간 지상변환설비 설계 및 제작기술분야의 유효 특허수가 매우 적어 일정한 경향을 언급하기에는 무리가 있으나, 그래프 상에 나타난 패턴을 기반으로 보면 본 기술분야는 쇠퇴기를 보이다가 다시 반등하는 경향을 보여 회복기의 단계에 있는 것으로 볼 수 있음



### 국가별 기술성장 단계

- 국가별 기술성장 단계의 경우, 각 국가의 출원 건수가 매우 적기 때문에 일정한 경향을 논하기는 어려우나, 그래프 상에 나타난 버블의 형태를 기준으로 언급하면 다음과 같음
- 한국의 경우 성장기를 보이다가 쇠퇴기로 급격하게 변화를 보이고 있으며, 미국의 경우 쇠퇴기에서 성장기로 반등을 하고 있음을 알 수 있음
- 일본의 경우, 출원 건수와 출원인 수가 크게 감소하면서 쇠퇴기를 보이다가 다시 반등하였음을 알 수 있음
- 유럽의 경우, 성장기를 보이다가 지속적으로 쇠퇴기를 보이고 있음을 알 수 있음

#### (4) 주요연구내용

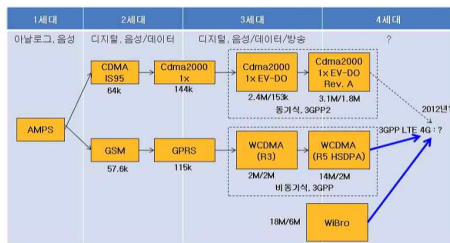
주요 연구 내용은 다음과 같이 정리 될 수 있는데

- 표준궤/광궤 호환구간 지상변환설비 설계 및 제작
  - 호환구간 테스트베드 기본설계 및 시스템 설계
    - 지상설비 요구사항 도출 및 구축계획(안)
  - 궤간 호환구간 지상변환설비 표준설계 및 제작
    - 호환구간 통과속도 메카니즘에 따른 특성 및 조사분석
    - 호환구간 지상변환 설비
- 표준궤/광궤 호환구간 테스트베드 구축(종합시험선 및 폐선부지) 및 성능검증
  - 호환구간 테스트베드 구축 및 시스템 설계
  - 지상변환구간 인터페이스 성능검증
    - 궤도/신호전력/노반 호환시험선로를 이용한 실증연구
  - 대차 및 지상변환 설비 안정화 및 실용화 기술

### 3. 남북 및 유라시아철도 상호호환을 위한 철도 인프라 기술 개발

#### 가. 유라시아철도 연계를 위한 신호/통신 상호운영 방안 연구

- 국내 신호/통신 기술은 무선제어기술을 기반으로 연구가 진행되고 있는 반면 북한은 투표 위주의 낙후 시스템을 운영하고 있음
  - 북한의 신호시스템이 낙후된 점을 감안할 때 신호시스템은 국내기술을 활용하는 방안을 검토할 필요가 있음
- 유럽등의 선진국에서도 무선기반 열차제어기술 연구 중이며, 특히 GSM-R을 이용하여 무선열차제어기술 ETCS level 3 개발 중임



<열차 제어를 위한 통신기술발전동향>

<열차 신호/통신 발전 동향>

- 중국과 러시아 모두 ETCS level 2에 해당되는 기술을 보유/운영하고 있으며, 국내 신호기술과 호환을 위한 상호 운영기술을 확보할 필요가 있음
- 본 연구에서 추진하고자 하는 주요내용은 아래와 같음
- 신호/통신 시스템의 효율적 상호운영을 위한 기반기술 분석
  - 남북 및 대륙철도의 신호/통신 시스템의 불일치에 따른 열차 상호운영 기반기술 분석
  - 신호/통신 시스템의 효율적 상호운영을 위한 시나리오 도출 및 검토
- 국가 간 신호/통신 효율적 상호운영을 위한 최적기술 개발
  - 각국의 신호/통신 시스템에 대한 정확한 현황 조사 및 분석
  - 국가 간 상이한 신호/통신 시스템의 상호운영에 따른 경제성 분석
  - 신호/통신 시스템의 경제적이고 효율적인 상호운영 매뉴얼 개발
- Overlab 구간에서의 안전한 신호/통신 시스템 전환 기술 개발
  - 각 국의 신호/통신 시스템 분석 자료를 활용한 최적 전환 기술 개발
  - 열차 안전을 확보하는 신호/통신 시스템 전환기술의 안전성 분석
  - 신호/통신 전환시스템의 다중 안전화 방안 연구 및 기술개발

나. 전기철도 상호운영을 위한 기반기술 분석

(1) 남북 전기철도 전철/전력 기술 동향 분석

- 북한의 전기철도 공급전압은 DC 3,000 V로 남한의 AC 25,000 V 또는 DC 1,500 V와는 많은 차이를 보이고 있음, 특히 DC 3,000 V의 경우 국내에서의 도시철도 DC 1,500V와도 차이를 보이고 있어 DC 3,000V 레벨의 전력방식 변경에 따른 연구가 필요함
- 전차선로의 조가방식은 심플 카테너리로 비슷하나 조가선과 전차선의 선종이 상이함. 특히 북한의 경우 DC 3kV를 광역철도에 활용하고 있으므로 이에 따른 전차선로의 선종, 브라켓, 지지대자등 전차선로 부품에 대한 분석이 필요함. 특히 DC 3kV를 국내 전차선로 광역철도 전압 레벨인 AC 25kV로 효율적 교체방안이 필요하다. 현재 우리나라는 고속철도 도입이후 전철화율이 지속적으로 증가하여 현재 50% 수준이 2020년에는 72%까지 증가할 것으로 예상하고 있음
- 또한 전기철도의 고속화, 대형화 신규 열차 도입에 따라 철도시스템의 집전분야의 역할이 지속적으로 증가하고 있어 전기차량을 남북 및 대륙철도 연계에 활용하는 연구가 필요함. 교류전기철도는 직류전기철도에 비해서 운영비용과 유지보수비용이 저렴함
- 교류전기철도는 직류전기철도에 비해서 장거리 송전이 가능하여 변전소 수가 감소하고, 정류기와 같은 설비가 없어 변전설비가 간단하므로 송변전 및 급전사령실의 구조가 단순화 되어 유지보수비를 절감할 수 있음

<직류전기철도와 교류전기철도 방식의 변전설비 수>

노선명	영업거리	변전설비		
		변전실	구분소	계
서울메트로 (1~4호선)	134.9km	41	3	44
한국고속철도 (서울역~동대구)	270km	5	19	24

- 또한 교류전기철도는 GIS화 되어 있어 직류전기철도에 비해서 점검이 용이하고 고장발생이 적어 작업량이 감소한다. 그리고, 교류전기철도는 직류전기철도에 비해서 전력사용량이 약 30% 감소한다. 그러나 북한철도인 전력방식을 단순하게 바꾸는 것은 전력공급 방식이 상이하고 철도운영체계가 바뀔수 있으므로 신중하게 접근하여야 한다. 아래표에 남북한 급전방식을 비교하였다.

<남북 급전 방식의 비교>

구 분	남한 급전방식 (25kV AC)	북한 급전방식(3000V DC)
특 징	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 고전압으로 인한 전차선 전류가 적어 전력손실이 적음</li> <li>● 원거리 송전에 적합하여 변전소 간격을 넓힘</li> <li>● 변전설비가 간단하여 경제적 건설 가능</li> <li>● 통신선에 대하여 유도장해를 발생시키는 결점이 있어 전차선에 흡상 변압기나 단권변압기를 사용하여 유도장해를 경감시켜야 함</li> <li>● 주로 장거리 간선전철에 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 우리나라 지하철에서는 1500V DC를 사용</li> <li>● 직류급전 방식은 수용밀도가 높은 지역에서 운전이 가능하고 유도장애가 없는 이점 등으로 대도시 전철(중전철)에 유리한 방식</li> <li>● 남한의 DC 1500V방식보다 전압이 두 배로 높아 변전소 설치 간격을 넓힐 수 있음</li> </ul>

(2) 국외 전력방식 변화 및 DC3kV 리뉴얼 기술 분석

- 현재 북한(DC3kV), 러시아(DC3kV, AC25kV), 중국(25kV)등은 전기철도 전력공급 방식이 불일치 하며 전차선, 장력등 전철설비 설계 자료 상호 불일치하는 것으로 조사되었음. 특히 북한 전력 공급방식은 러시아와 동일하며 국내에는 DC 3kV에 대한 시공사례 및 부품, 시공실적이 없으므로 국외 사례를 최대한 획득하여 향후 실용적 교체를 위한 연구결과에 적극 활용할 필요가 있음.
- 국외의 경우 3kV 전철설비 분야에 전문성을 가진 스페인인은 세계 3번째로 고속철도를 운행하는 나라이며 기술 선진국이며 최근 DC3kV를 25kV로 리뉴얼한 것으로 조사되었음. 스페인 DC 급전 체계는 일반적으로 표준 DC 3kV, Maximum permanent : DC 3.6kV, Maximum no permanent : DC 3.9kV 및 Minimum permanent : DC 2kV. 이러한 전압 지표들은 유럽 표준 EN-50163에 명시되어 있음.
- DC 3kV의 설계 속도는 위 급전 체계에서 전철의 최대 속도는 220km/h이며 환경적 조건으로 주변 기온은 -15℃ ~ 45℃ 이다. DC 3kV->AC 25kV으로의 전압 변경 관련 최근 스페인에서 관련 리뉴얼이 이루어지고 있는 것으로 조사되었음.
- 스페인은 seville 역사에서는 DC3kV 전차선로의 틀은 유지하고 전차선들을 이중으로 포설하여 지지용 애자만을 변경하여 전압 방식을 변경한 사례가 있음. 이와 같이 전차선-전력설비 리뉴얼에 따른 기존 부품 활용현황은 위와 마찬가지로 모든 DC설비를 AC에

저속 부근 150km/h이하에서는 충분히 사용하므로 전력설비를 일부 교체만으로도 충분히 전압레벨 교체가 가능한 사례임. 따라서 아래 그림과 같이 교차지점이외에 속도대역 별로 전철화에 대한 신중한 리뉴얼 접근이 필요함.



<DC3kV 분기점 (스페인 CA220)>

**DC 3000 V to AC 25000 V system change in the high speed line SEVILLA-CADIZ**



<b>OCL renewal budget</b>	
<b>PILLAR, PORTAL FRAMES AND POLES</b>	<b>875.000,00 \$</b>
<b>OCL SET</b>	<b>1.475.000,00 \$</b>
<b>WIRES AND FEEDERS</b>	<b>3.850.000,00 \$</b>
<b>EQUIPMENTS</b>	<b>925.000,00 \$</b>
<b>DISMANTLINGS</b>	<b>750.000,00 \$</b>
<b>TOTAL</b>	<b>7.875.000,00 \$</b>
Working period: 18 months	

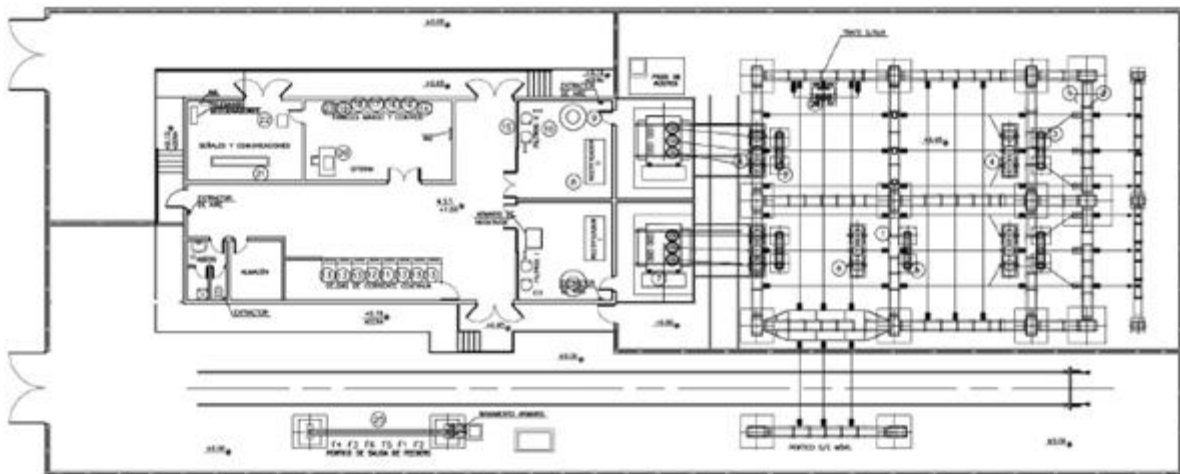
<AC25kV 및 DC3kV 연결구간 (스페인)>



조립식 부품 및 부분 리뉴얼 (Spain)

<스페인 DC3kV 전철 및 전력설비 리뉴얼 시공사진>

- 스페인 표준 DC 3kV 변전소의 구성은 아래 그림과 같으며 DC 3kV 변전소는 AC 배전 및 보호 장치, 변압 및 정류 장치, DC 배전 및 보호 장치, 제어 시스템 및 보조 서비스 장치로 구성되어 있음

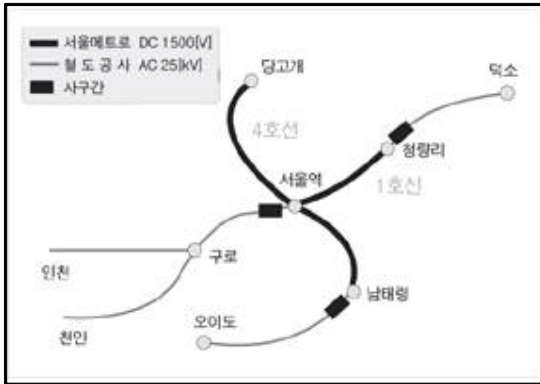


<DC 3kV 변전소 구성 조감도>

다. AC25kV-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 기반 기술 검토

(1) 국내 기술동향 분석

- 도시철도가 아닌 간선철도 또는 고속철도의 전철 전력의 경우, 남한의 전기철도는 AC25kV, 북한은 DC3kV를 사용하고 있으며, 전력 계통에 있어서도 큰 차이점을 보이고 있음.
- 현재 교류/직류 겸용 추진시스템 관련 국내 기술수준은 수도권 전철 1, 4호선에 적용이 되어 있는 DC1500V/AC25kV 겸용 추진시스템 기술이 유일하며, 이는 초창기 일본으로부터 기술을 이전해 왔으며, 현재는 현대로템 및 우진산전 등이 DC1500V/AC25kV 겸용 추진시스템 기술을 보유하고 있으며, DC3kV 추진시스템의 경우 현대로템이 관련 기술을 일부 보유하고 있음.
- 현재 국내에는 AC/DC 겸용 추진시스템을 탑재한 기관차 기술은 보유하고 있지 않음.



<수도권 AC25kV/DC1500V 운영 노선(좌)과 수도권 전철 4호선 차량(우)>

- 국내 전기철도차량용 추진시스템의 경량화 기술 현황을 살펴보면 다음과 같음.
  - VVVF 인버터 제어방식을 대부분의 전동차 제어 방식으로 적용하고 있으며, 견인전동기로 농형유도전동기를 사용하고 있으며, 고속철도의 경우, KTX는 GTO Thyristor 인버터와 권선형 동기전동기를 채용하고 있고, 한국형 고속열차 KTX II(산천)는 IGBT 소자 방식의 인버터와 유도전동기를 채용하고 있으며, 최근 개발이 완료되어 시험운행 중인 HEMU430X는 IGBT 소자 방식의 인버터와 유도전동기 및 영구자석 동기전동기를 채용하고 있음.
  - 하지만 국내에서는 철도차량용 주변압기, 주전력변환장치, 견인전동기의 고출

력밀도화를 통한 경량화 기술에 대한 구체적인 연구실적은 없음.

- 보조전력변환장치 부분에서는 한국철도기술연구원이 대전도시철도공사 및 (주)브이씨텍과 공동으로 2013년도에 도시철도차량용 150kVA급 초경량 보조전력변환장치 개발 완료함. 8kHz 고주파 변압기 적용을 통하여 기존 시스템 대비 체적 68% 및 중량 53% 경량화 달성

 <b>독일 SMA사 Ultra-light APU</b>	<table border="1"> <tr> <td>Power</td> <td>153.7kVA</td> </tr> <tr> <td>Dimensions</td> <td>1,500x 1,700x 560 (1.428m<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>Approx. 900kg</td> </tr> </table>	Power	153.7kVA	Dimensions	1,500x 1,700x 560 (1.428m <sup>3</sup> )	Weight	Approx. 900kg
Power	153.7kVA						
Dimensions	1,500x 1,700x 560 (1.428m <sup>3</sup> )						
Weight	Approx. 900kg						
 <b>대전 도시철도공사 APU</b>	<table border="1"> <tr> <td>Power</td> <td>150kVA</td> </tr> <tr> <td>Dimensions</td> <td>3,000x 1,000 x 650 (1.95m<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>Approx. 1,500kg</td> </tr> </table>	Power	150kVA	Dimensions	3,000x 1,000 x 650 (1.95m <sup>3</sup> )	Weight	Approx. 1,500kg
Power	150kVA						
Dimensions	3,000x 1,000 x 650 (1.95m <sup>3</sup> )						
Weight	Approx. 1,500kg						
 <b>조경량 보조전원장치</b>	<table border="1"> <tr> <td>Power</td> <td>150kVA</td> </tr> <tr> <td>Dimensions</td> <td>2,100x 975 x 650 (1.33m<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>798kg</td> </tr> </table>	Power	150kVA	Dimensions	2,100x 975 x 650 (1.33m <sup>3</sup> )	Weight	798kg
Power	150kVA						
Dimensions	2,100x 975 x 650 (1.33m <sup>3</sup> )						
Weight	798kg						

<국내외 150kVA급 보조전원장치 크기 및 중량 비교>

- 오히려 고출력밀도 견인전동기의 핵심요소기술에 대한 연구는 전기자동차를 중심으로 중점 수행되고 있으며, 주로 영구자석 동기전동기의 고출력밀도화 연구가 진행 중임. 현대자동차는 IPMSM을 HEV용 아반떼 모델에 적용하여 2009년에 양산을 시작하였으며, 하이젠에서는 유압펌프에 사용되는 전동기에 IPMSM을 적용하여 상용화함. 기존의 3상 유도전동기를 대체하여 약 50%의 소형화, 경량화 및 전력 손실 절감을 달성함.
- 기존 전동기를 제작하는 효성중공업, LG 이노텍 등을 중심으로 IPMSM의 상용화를 위해 꾸준히 연구중에 있으며 특히 Traction 분야, Direct Drive 분야, Compressor 분야 등의 시장규모가 커질 것으로 기대되어 적용 가능성을 타진 중임.

## (2) 국외 기술동향 분석

- o 유럽/일본에서는 각 나라별로 전원 공급방식이 다르기 때문에, 이에 대한 해결책으로써 멀티전원 추진시스템에 대한 연구가 활발히 진행되어, 전압 공급체계가 다른 각 도시와 도시, 나라와 나라를 연결시켜 줄 수 있는 멀티전원 추진장치를 탑재한 철도차량이 각 영업노선에서 운행중임. 특히 유럽의 경우에는 철

도차량이 자국 내 뿐만 아니라 국가 간을 운행하는 노선이 점차 증대됨에 따라 2전기식, 3전기식 및 4전기식을 채용한 차량이 점차 늘어나고 있는 추세임.

- 대표적으로 봄바디어 TRAXX(Transnational Railway Applications with eXtreme fleXibility) 기관차. 여객용 모델과 화물용 모델 존재. 전기용 TRAXX는 유럽 내에서 사용하는 다양한 전압을 지원함. 교류 15kV/25kV 뿐만 아니라 직류 3kV/1.5kV에서도 작동함. 직류 1.5kV 하에서는 최고 출력이 4000 kW로 제한되며, 견인력은 이에 영향받지 않으며, 추가 직류 장치 때문에 교류용 차량보다 1톤 정도 더 무거움.

〈TSR 노선 경유 국가별 전기철도 사용전압 현황〉

구분	남한	북한	러시아	벨로루시	폴란드	독일
사용전압	25kV/60Hz (교류)	3kV (직류)	25kV/50Hz (교류)		3kV (직류)	15kV/10.7Hz 25kV/50Hz (교류)



〈봄바디어 TRAXX AC/DC 겸용 기관차〉

- 국외 전기철도차량용 추진시스템의 경량화 기술 현황을 살펴보면 다음과 같음.
  - 독일 지멘스와 캐나다 봄바르디아 두회사가 전세계 차량 공급을 주도하고 있으며, 프랑스의 알스톰이 괄목할만한 성장을 이루고 있으며, 속도향상에 따른 궤도 부담하중의 최소화를 위해 차량시스템의 축중 감소 기술 개발에 주력중이며 일환으로 전장품을 비롯한 추진시스템의 경량화를 추진 중임.
  - 일본 고속철의 경우, 300 Series부터는 기존선에서 속도 향상을 위한 제어기능 향상, 경량고출력 유도전동기 적용 등 추진시스템 중량 최소화에 주력하였으며, 프랑스의 경우, TGV-D 3세대 차량부터 동기전동기 및 강제 순환식 냉각 방식을 채용하였으며, TGV-POS의 견인전동기는 0.862 kW/kg의 출력밀도를 내는 유도전동기를 채용하였으며, 다음 세대 AGV는 1 kW/kg의 출력밀도를

달성하였음 독일의 ICE 경우, 일본의 신간선과 같이 PWM 방식의 컨버터와 전압형 인버터 방식으로 견인전동기는 유도전동기(농형)방식을 채택하여 사용하고 있음.



<추진시스템 경량화 기술이 적용된 TGV-POS 시제 차량(좌), TGV Duplex(중앙), AGV 시제차량(우)>

- 일본 도시바의 주전력변환장치와 보조전원장치 경량화 기술을 살펴보면, 경량화를 위해 추진 및 보조전원장치를 조합한 주전력변환장치를 개발하였으며, 비용 절감 및 경량화에 대한 요구조건을 만족시키기 위해서 추진과 보조전원장치를 하나의 장치로 통합한 C-PCU라는 시스템을 개발함. 이러한 통합시스템은 IGBT의 기술과 마이크로프로세서의 제어기술에 기반으로 경량화, 소형 크기 그리고 전동차 내부의 케이블을 최소화하여 기존의 중량을 35%까지 줄임. 추가적으로 도시바는 보조전원장치에 대하여 경량화 낮은 소음, 고밀도화 및 고성능화하였으며, 보조전원장치는 2레벨 IGBT인버터로 구성하였고, 250kVA용량까지 개발함.

**C-PCU achieves 35% Weight Reduction**

- C-PCU: PCU + APU
- Weight 0.65:1
- Size 0.90:1

This dual mode system ensures high redundancy against component failures.

*C-PCU for Hiawatha LFLRV*

<일본 도시바의 추진 및 보조전원장치 통합장치>



**Products**

- Capacity 250kVA  
Weight 1400kg  
Shape 2850×980×790 (mm)
- Capacity 150kVA  
Weight 1280kg  
Shape 3650×980×706 (mm)  
System Double queued series
- Capacity DC37.5~18kW, AC120~13kVA  
Weight 545kg  
Shape 2405×650×500 (mm)

**Selling Points**

- Adopt IGBT in the switching element. (Miniaturization and Noise reduction)
- Instantaneous voltage vector control method.
- Semiconductor circuit breaker (High reliability)

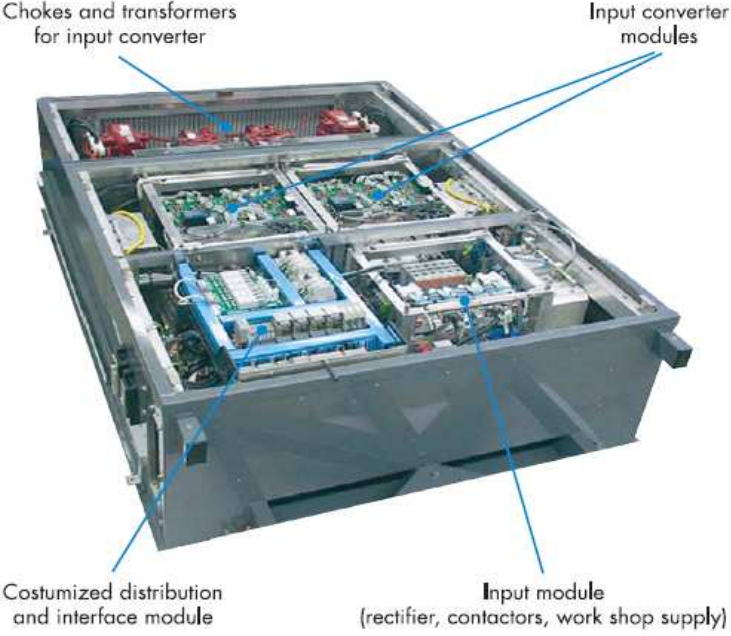
<일본 도시바의 경량화된 보조전원장치>

- 독일 SMA Railway의 초경량 보조전원장치 기술의 경우, 보조전원장치의 모듈화로 대부분의 프로젝트의 요구사항에 쉽게 적용이 가능하도록 개발함(입력전압의 크기 및 용량에 따라 직렬/병렬연결 사용). 또한 높은 스위칭주파수에 의해 같은 용량대비 트랜스포머의 크기 및 중량을 현저하게 줄임(70kVA 강제냉각 고주파 변압기는 35kg, 기존의 단상 50Hz 변압기의 중량은 220kg로 줄임). SMA의 초경량화 기술은 1,500VDC와 정격출력용량이 3상 380V, 280kVA 이고 110V, 32kW인 시스템의 중량이 2,200kg으로 기존의 50Hz 시스템에 비하여 약 1,000kg 경량화한 기술임.



< 독일 SMA Railway사의 기존 보조전원장치 제품과 경량화된 최신제품의 비교>

<독일 SMA Railway사의 초경량 보조전원장치 상세사양>

Item		Specification	Remark
Method	Main Circuit	High-Frequency DC/DC + Inverter	
	Control Method	Resonance High-Frequency Switching Constant Voltage Constant Frequency	S.F: 20khz
	Cooling	Natural Air Cooling	
	Weight	2,200kg	
Input	Rated Power	312KVA	
	Rated Voltage	DC 1500V	
Output	Output Voltage	2 × 140kVA (3Phase AC380V)	
		DC110V(2 × 16kW)	
Apparatus example (MEE-NT)	 <p>Chokes and transformers for input converter</p> <p>Input converter modules</p> <p>Input module (rectifier, contactors, work shop supply)</p> <p>Customized distribution and interface module</p>		

라. 초기 대응형 남북한 선로구축물 실용적 교체 및 평가기술

- 북한철도 인프라구조물에 대한 활용 가능한 구조물에 대한 신속한 활용을 통하여 철도망 보급률 증대가 필요함
- 기존 북한시설물 개량방안 수립을 위해 북한, 러시아 철도전문가로 구성된 개성~두만강구간 972km 조사결과 구조물 실태결과 전면적인 개량보다는 부분적인 보수, 보강 및 정밀검사를 수행하고 보수보강 방안으로 추진이 필요함.
  - 국내 기존 구조물과 달리 매우 취약한 구조 및 재료특성을 고려하여 구조물에 대한 급속 보강기술 확보
  - 북한철도는 시설 낙후로 열차 저속운행, 열차운행 안전 등 문제점이 있는데 남한철도는 서해 쪽은 경의선만이 북한철도와 직접 연결되어 있으며 동해 쪽 강릉~제진은 Missing Link 즉 단절구간이기에 북한철도와 직접 연결되지 않는 상태임
- 북한철도 현대화 선로구축물의 기본계획 방향으로 1단계(3년)으로 신호, 신호통신, 차량, 전력분야에 대한 기본설계를 통해 우선개통하고, 2단계(4년)에서는 각 분야별 보수보강 및 우선 시공분야를 건설하여 운영, 3단계(3년)에서는 속도향상을 위한 잔여부분 건설하는 것으로 경제적인 방안으로 평가되고 있음.
- 이러한 북한 현대화 시나리오에서 1단계와 2단계에 해당하는 기술항목으로 실용적인 교체기술과 평가기술을 통해 경제적이면 선순환고리형 현대화 모델을 적용하는 것이 필요함.
- 선로개량의 우선순위를 결정하는 단순한 모델로 국한되지 않고 북한의 특수한 상황과 물동량 등을 고려하여 데이터분석 틀과 다양한 상황에서 적절하게 활용할 수 있는 의사결정지원시스템이 필요하며, 본 연구는 초기 대응형 남북한 선로구축물에 대한 실용적인 교체기술과 평가기술을 확보하는 것을 본 연구의 배경임.
- 남북한 철도산업, 철도망은 남북한뿐만 아니라 주변국의 정치문제에 의해 오랜 시간동안 답보한 상태지만, 2000년 초반에 남북경협과 경의선 복원사업으로 남북한의 철도건설 사업을 추진한 바 있음.
- 유라시아 지역의 공동경제발전과 철도협력을 위해 OSJD 가입과 남북한 철도의 협력방안 와 교류활성화를 위해 다양한 창구활용하고 있으며, 유라시아철도의 유일한 미연결 구간에 대한 방안연구와 남북한 상이한 철도시스템과 운영상 문제점을 최소화하고 효율적인 연계방안을 제시하기 위한 방안 많은 연구가 진행됨.

- 철도 선형에 존재하는 다양한 구조물(터널, 교량, 흙구조물, 궤도상태 등)을 고려한 선로노후도 평가시스템을 개발하여 노후도 점수를 통해 개량우선순위 도출
- 선로개량 우선순위를 결정하는 모델에 대하여 고 여러 가지 의사결정 문제를 해결하기 위하여 복수의 대안을 개발하고 비교, 평가하여 최적방안을 선택하는 의사결정모델 적용
- 구조물에 대한 비파괴 탐사를 통한 건전도 평가기술과 한국시설관리공단에서는 구조물에 대한 상태평가 기준개정과 프로그램화하여 보다 쉽게 구조물의 상태를 평가할 수 있는 기반 확대
- 일본, 유럽, 국내 도로 등 다양한 터널확폭기술을 통해 노후화된 터널을 개량하고 수명연장하여 활용하고 있음.
  - 해외 터널확폭은 일본, 유럽의 경우 2005년부터 노후 터널에 대하여 리모델링 하거나 확폭한 사례가 40여건 이상 발생하고 있으며 공사가 서서히 증가되고 있음.
- 본 연구에서 추진하고자 하는 주요내용은 아래와 같음
- 북한철도 사업추진 기반강화기술
  - 남북한 철도교통망 체계 및 DB구축
    - 철도교통망 영상정보 DB 구축 및 고속처리 시스템 구축
  - 남북한 철도시설 통합운영방안 수립
    - 시나리오별 철도시설의 개량화 방안 수립
  - 철도설계 전과정 토탈 자동화 설계지원기술(북한철도 현대화 지원기술)
    - 철도전용 궤도/구조물/최적선형/전차선/IF 애플리케이션 개발
    - 열차운전성능해석 및 물동량 추정 시뮬레이션 모듈 인터페이스 개발
    - 철도건설 사업비 예측시스템 모듈 인터페이스 개발
- 선로구간 노후도 평가 및 의사결정 시스템 개발
  - 실용적 상호운영(하드웨어, 소프트웨어)을 위한 선로구간별 노후도 평가기술
    - 선로구축물 노후도 평가 및 개량우선순위 기술
  - 초기대응형 의사결정시스템 개발
    - 북한철도 건설 진출 전략구축 및 데이터/프로세스 모형화 구축
    - 데이터베이스 및 의사결정시스템 시스템 구현

- 북한철도 구조물 급속 보수보강 기술개발
  - FRP 거푸집 및 내부 고성능 충전시멘트 복합체
    - 구조물 급속 보수보강 시공기술개발
  - 내부 충전용 고성능 섬유보강 시멘트 복합체기술개발
    - 한랭지역 내구성 및 사용성 확보기술
- 터널화폭기술 프로토타입 및 실용화 기반개발
  - 상/하로기술 개발
  - 테스트베드 구축 및 성능평가 및 실용화 기술개발

마. 북한 내 기존 철도 구조물의 경제적 보강 및 활용 기술

- 최근 세계적으로 철도에서는 유지 및 보수작업의 편리를 위하여 콘크리트궤도를 채택하는 추세이나 북한은 아직 모든 노선에서 자갈궤도를 운용하고 있음 또한 경제 사정으로 인하여 자주 자갈궤도를 보수하지 못하는 관계로 자갈궤도에 분니 및 진흙이 많이 혼재되어 있는 구간이 길다. 따라서 궤도가 제 기능을 충분히 발휘하지 못할 뿐만 아니라 겨울철 동상 피해를 많이 입고 있다. 노선에 따라서는 겨울철 동상피해가 심해 한 달 정도 철도 운영을 하지 못하는 노선도 있는 실정임
- 철도 제방은 홍수 시 피해로 군데군데 파인 곳이 많으며 복구작업이 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정임. 그러므로 열차가 빠른 속도로 안전하게 달리기 위해서는 철도용 제방, 노반 및 도상의 신속한 지지력 평가기술이 필요하고, 빠르게 보수 보강하는 기술 개발도 필요함
- 북한의 철도용 터널은 넓고 누수가 심하여 콘크리트 라이닝이 파손된 곳이 많고, 겨울철에는 고드름이 얼어 차량 운행 시 안전성이 위협받고 있는 형편임
- 일본, 유럽, 미국 등의 철도에서는 분니 발생 등으로 인하여 취약해진 궤도 및 노반의 지지력, 건전도 평가나 공동 탐사 시 시간이 많이 걸리는 종래의 평판 재하시험 대신 GPR(Ground Penetration Radar)이나 FWD(Fall Weight Deflectometer), DCP(Dynamic Cone Penetration), SASW(Spectral Analysis of Surface Wave)등을 이용하는 기술을 개발하고 있음. 또한 훼손된 자갈궤도의 복구를 위해서 현장 발생 ballastd에 그라우팅을 하여 보강하는 기술이나, 물유리계와 폴리머 혼합체를 자갈궤도에 충전하여 보강하는 기술 등을 연구하는 한편 취약한 도상 및 노반을 Geogrid , Geotextile 등을 사용하여 보강하는 기술과 동상이 발생한 자갈궤도를 치환하는 방법(자갈치기) 대신 XPS를 사용하여 동상을 원천적으로 차단하는 기술을 개발하고 있음
- 일본(북해도)이나 북유럽, 알래스카, 캐나다의 철도에서는 동상이나 동결융해에 취약한 철도 터널에 대해서는 SP이론에 의한 배면 지반의 동상성 평가와 터널 외기온도, 내부 온도, 누수 온도, 누수량 등을 평가하는 산정식의 개발 및 누수 차단 sheet 개발, 단열재 사용을 통한 터널 내부 보온기술이나 전기가열, heat pipe 등을 사용한 적극적 터널 내부 동해방지 기술 등을 연구 개발하고 있음

바. 북한 내 신설 철도구조물의 경제적 건설 기술

- 북한 내 신설 철도를 경제적으로 건설하기 위해서는 차량 통행시 안전성을 확보하면서도 철도 노반 및 도상, 제방을 경제적이고 신속히 건설할 수 있는 재료 개발 및 건설공법의 개발이 필요함
- 일본, 유럽, 미국, 중국의 철도에서는 취약한 노반, 궤도를 경제적으로 보강하기 위해 ballast를 Geo-textile, Rubber-grid, Geo-cell 등으로 보강하여 소음, 진동을 차단하는 기술을 개발하고 있고, 연약지반을 통과하는 철도용 제방 축조시 종래의 흙 제방 대신 쇄석이나 XPS, 타이어 조각 등을 흙과 혼합하여 사용함으로써 철도용 제방의 중량을 경량화시키는 기술 개발 연구가 이루어지고 있음

#### 4. 유라시아철도 물류기술 개발

##### 가. 양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발

- 국내 철도화차는 유개차, 무개차, 조차, 평판차 등으로 구분할 수 있으며, 전체 화차의 85% 이상을 차지하고 있는 무개차(호퍼차, 일반무개차), 벌크시멘트차, 평판차 등이 주를 이루고 있음. 이 중에서 무개차, 벌크시멘트차는 각각 석탄, 광석, 벌크시멘트를 주로 수송하는 화차로서 전용화차의 단점을 극복하기 위한 다양한 형태의 벌크수송용기의 개발로 점진적으로 평판차로 대체될 것으로 기대됨.
- 컨테이너는 국제적으로 표준화된 20ft, 40ft 규격이 활성화되어 있으며, 제작단가가 상대적으로 낮은 중국이 전세계 해상용 컨테이너 생산량의 대부분을 차지하고 있으며, 관련 기술도 활성화되어 있는 실정임. 국제적으로 규격화된 컨테이너 이외에도 다양한 컨테이너가 개발되어 있으나, 기존의 표준화된 컨테이너와 동일하게 취급할 수 없는 등의 문제점은 있으며, 화물 특성에 맞는 컨테이너를 개발하여 해당 용도로만 사용되고 있는 실정임.



<국내 상용화된 운송용 컨테이너 종류>

자료: 철도화차 운영효율 향상을 위한 일관수송용기 개발,  
한국철도기술연구원, 2012

- 표준화된 컨테이너 이외에 특수 기능을 수행할 수 있는 컨테이너 제작 기술은 차별화된 기술을 보유한 국가는 없는 것으로 판단되며, 새로운 컨테이너의 개발은 다양한 물류 환경에서 사용할 수 있도록 그 기능을 정의하고 현장에 최적인 컨테이너를 설계하는 부분에서 차별성을 확보하여야 함.

- 향후 개발될 컨테이너는 표준화된 컨테이너를 취급하는 각종 장비와 호환성을 갖추면서 각 사용 목적에 맞는 구조로 설계가 되어야 시장성을 확보할 수 있을 것임.
- 2007년에 시작된 국가 R&D 사업인 “국가물류표준 종합시스템 개발”에서 일반 무개차의 적재함을 탈부착할 수 있는 연구가 이루어졌으며, 이후 무개형 컨테이너, 덤프형 컨테이너, 호퍼형 컨테이너, 시멘트용 컨테이너 등의 개발이 활발하게 이루어졌음



<20ft 무개형 컨테이너>

자료: 철도화차 운영효율 향상을 위한 일관수송용기 개발, 한국철도기술연구원, 2012



<20ft 호퍼형 컨테이너>

자료: 철도화차 운영효율 향상을 위한 일관수송용기 개발, 한국철도기술연구원, 2012



<20ft 시멘트용 컨테이너>

자료: 철도화차 운영효율 향상을 위한 일관수송용기 개발, 한국철도기술연구원, 2013

- 컨테이너화에 의한 일반화물 철도수송 사례는 일본에서 활성화되어 있으나, 일본의 현실에 맞게 주로 소형으로 개발되어 활용되고 있음. 일본의 경우 밀폐형 무개차로 폐기물, 석고, 광재 등을 운송하고 있음. 국외에서 생산되어 상용화되어 있는 운송용 컨테이너 및 트레일러는 다음과 같으며, 각 국가별 특성에 따라 국내에서 사용되지 않는 컨테이너도 있지만 기술수준은 국내와 크게 다르지 않은 것으로 판단됨.



**Hybrid Centerbeam**  
The FlexiBeam™ Hybrid Center Beam Car is the optimal car for hauling forest and steel products. The shorter high-strength center beam partition allows easy loading of steel and other products with overhead cranes.



**Aluminum BethGon® II**  
The BethGon® II railcar promises more carrying capacity, yet the same structural integrity customers have come to expect.



**Mill Gondola**  
FreightCar America offers several mill gondola cars available in both standard and heavy duty configurations. These cars feature FreightCar America's exclusive one-piece cold rolled center sill, cast draft sills, pinned side to end connections, and your choice of welded or riveted sides.



**AutoFlood III™ Aluminum Hopper Car**  
An outside stake, automatic discharge hopper car, is as rugged and versatile as the AutoFlood II™.



**VersaCoil**  
Joining our "FreightCar Stars" portfolio are the VersaCoil™ Steel Coil Cars, named for their loading versatility. FreightCar America offers a five, seven and nine transverse trough design with an optional lightweight insulated aluminum or steel cover.



**Hybrid BethGon®**  
Combines stainless steel and aluminum to provide extra capacity and durability to meet requirements for moving eastern coal.



**Woodchip Cars**  
FreightCar America has applied its BethGon twin tub design to a gondola for use in the municipal waste and woodchip markets to provide increased payload hauling capacity. This car can be configured with or without a roof for municipal waste or other high volume, low-density commodities.



**AutoFlood II™ Aluminum Hopper Car**  
Aerodynamic Rotary or Automatic Discharge with Patented MegaFlo™ Doors.



**Aluminum BethGon® II AeroFlo™**  
Lightweight. Aerodynamic. Optimum Long Haul Efficiency.



**VersaFlood™ hybrid steel and aluminum aggregate car**  
Features lower tare weight, more capacity and dramatically improved operation advantages for moving sand, rock or minerals.



**Triple Hopper**  
Ideally suited to haul petroleum coke, taconite pellets, iron ore, limestone, aggregates, or any type of coal.



**Aggregate**  
Features riveted sides, and floor slope sheets that range from 45° to 60° to handle maximum loading capacity and efficient unloading of different aggregates.



**Quad Hopper**  
Manual or air operated door system capable of opening each pocket individually or all four pockets at the same time.



**Ballast**  
Features an all steel, open top car with riveted side construction and a load capacity of over 110 tons.



**Ore**  
Features FreightCar America's patented one-piece cold-rolled center sill for years of reliable service.

### <국의 상용화된 트레일러 및 컨테이너>

자료: 철도화차 운영효율 향상을 위한 일관수송용기 개발, 한국철도기술연구원, 2012

- 다음의 표에서 보는 바와 같이 대륙별 화차 보유 및 제조업체는 전세계적으로 폭넓게 분포하고 있음을 알 수 있음

<대륙별 화차 보유 및 제조업체>

구분	화차 보유율 상위 국가	화차제조시장 점유율 상위 업체
서유럽	독일, 프랑스, 이태리	Trinity, Greenbrier, Tatravagonka
동유럽	폴란드, 루마니아, 체코	Trinity, Lostr, Romvag
남미	브라질, 멕시코, 아르헨티나	Amsted Masion, Trinity, Greenbrier
북미	미국, 캐나다	Trinity, Greenbrier, Freight America
아프리카	남아공, 이란, 이집트	Transwerk, Kwik Fab, Wagon Pars
아시아	중국, 인도, 파키스탄	China Southern, Texmaco

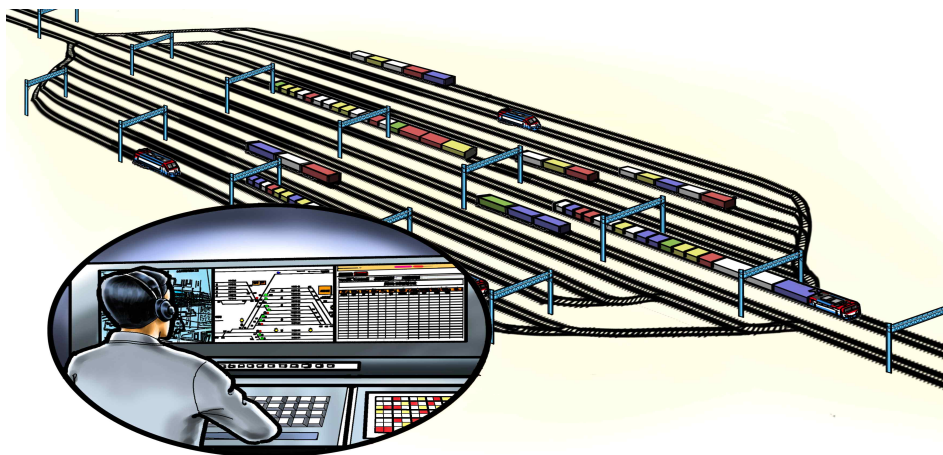
자료: The Worldwide Market for Railway Technology 2007-2011, SCI Verkehr GmbH

나. 환적터미널에서의 연계성/효율성 확보를 위한 운영시스템 개발

- 주요 국가들의 물류시스템 구축은 연계운송망 구축, 프로세스 통합 및 효율화, 물류정보서비스 제공 등으로 나타나고 있으며, 특히 네덜란드, 싱가포르, 일본 등에서 철도를 포함한 다양한 운송수단 및 인프라에 대한 연계와 복합일관운송, 화물추적정보 관리 등에 관심을 보이고 있음
- 원격 유지보수 등의 작업을 위해 SNCF, Siemens, Alcatel, 독일철도(DB) 등 유럽의 철도운영기관 및 주요 제작사가 참여하여 유럽 철도를 위한 광대역/융합 통신시스템을 개발하는 프로젝트가 진행 중에 있고 이러한 통신시스템은 물류 정보 활용에 도움을 줄 것임
- 국내 철도공사에서는 철도물류정보서비스(<http://logis.korail.go.kr>)를 2000년 2월부터 제공하고 있음. 그 주요내용은 인터넷 환경에서 화주들이 직접 철도화물 운송 업무를 처리하고 전자문서 내용을 웹에서 입력할 수 있게 하였으며 업무 처리 절차를 개선하여 EDI와 인터넷의 연계시스템을 구축하여 물류정보를 공유할 수 있도록 하였음. 또한 열차운행정보와 각종 수송실적을 실시간 조회할 수 있어 철도중심의 현행업무를 사이버물류 서비스로의 기반을 다지는 초석으로 삼고자 하였음.
- 이 서비스는 고속철도 개통을 계기로 인터넷으로 화물위치추적, 열차운행정보, 화물운송업무 처리가 가능하도록 하여 개선되었음. 새로운 철도물류정보시스템은 다양한 철도화물운송 통계 및 분석자료 제공은 물론 열차조성내역, 화물운송통지서 현황, 화물인도명세서, 통계 및 실적자료 등 주요한 화물운송업무 서식 기능을 제공하는 한편 기존 컨테이너화물 위주의 업무처리 기능을 일반화물까지 전자문서교환시스템(EDI)을 확대하여 인터넷에서 EDI로 화물운송업무를 처리할 수 있음.
- 철도운영정보시스템(KROIS)은 철도화물 운송업무의 종합관리시스템으로 계약관리, 수탁관리, 인도처리, 후급운임청구 및 실적관리 등의 업무를 지원하며, 주요 기능으로는 화물운송에 관련된 기초자료, 계약관리 및 안내, 화물운송통지서 및 제요금표 발행, 후급화물운임 청구 및 미수금관리, EDI에 의한 화물수탁업무 처리 등이 있음.
- 시뮬레이션을 통하여 의왕 ICD의 처리용량을 유추하고, 요구되는 화물 처리용량이 증가될 경우 터미널의 처리용량을 결정하게 되는 핵심인자 중 병목요소를 파악하고, RFID를 활용한 정보동기화 효과를 유추하는 노력도 수행하고 있음. 그리고 터미널 설계 대안을 생성하는 전문가 시스템, 열차와 트럭의 도착패턴을 생성하는 생성기, 적하역 최적계획 시스템, 성능 분석 시스템을 연동하여 철

도 물류터미널 설계 및 분석 시스템을 완성하고자 노력을 하고 있음(김경희, 2009). 또한 철도공사는 아래와 같은 물류정보 전산망 구축으로 서비스를 강화하고 있음(한국철도공사, 2009).

- 부산진CY Gate자동화 시스템 구축( '99. 11)
  - 철도물류정보시스템(Web Site) 서비스 개시(' 01. 2)
  - 철도운송장 접수 프로그램(KROIS) 개선('06. 12)
  - 물류시설 DB 구축('07. 5)
  - 화차운용 최적화시스템 구축완료(' 08.7 ~ ' 09.12)
- 향후 물류분야에서는 실시간 화물 상태관리와 정보의 가시성 확보, 화물의 안전성 확보, 통합정보의 전달, 통합적인 물류관리 등이 요구될 것으로 전망됨. 유라시아철도와의 연계에서는 서로 상이한 운영체계가 만나는 환적터미널이 얼마나 효율적으로 운영되는가에 따라 물류서비스의 질이 결정될 것으로 예견된다. 따라서 세관 통과, 화물열차간 환적시스템, 열차의 적시 운행이 가능하도록 하는 운영시스템 등이 조화를 이루어야 함.
- 특히 이러한 제반 여건을 고려하여 국내의 시점역의 입지 선정과 더불어 연결노선의 선정, 환적역(국경역)의 현황 및 개선사항, 열차스케줄링 등과 관련된 기술이 개발되어야 함. 특히 환적터미널에서는 최적 환적을 위해서 필요한 자동화 수준의 설정이 필요하며, 실시간 화차위치 인식시스템, 위치 기반의 야드관리시스템 등의 도입 가능성도 검토될 필요가 있음.

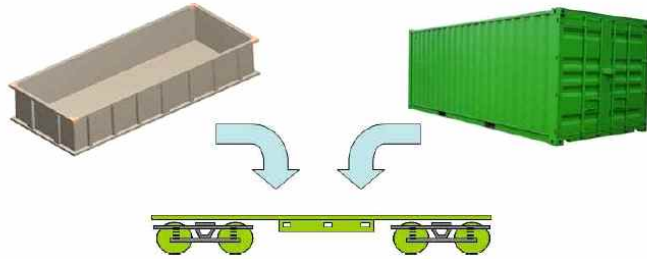


<환적 터미널 운영 개념도>

자료: 한국철도기술연구원, 『미래 물류기술 로드맵 수립 연구(II) - 철도분야 미래 유망 물류기술 기획 -』, 2012.12

다. 남북철도 물류 사업화 기술 개발

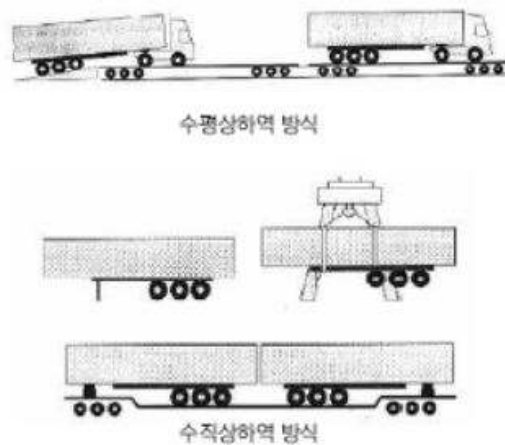
- 철도화물수송에 있어 수요의 계절별 편차에 의한 유휴화차의 문제와, 방향별 편차에 의한 공차운행 증가의 문제를 해결하기 위하여 탈부착시 수송용기를 활용한 다목적 화차개발 연구가 진행됨



자료: 한국철도기술연구원 외(2009), 「일관수송 중심의 물류표준체계 구축 연구」

<그림> 탈부착시 수송용기 개념도

- DMT (Dual Mode Trailer)는 철도와 도로 모두 이용이 가능하도록 하는 고안전 일관수송시스템으로 철도 화물 컨테이너 효율적인 환적을 가능하게 하는 기술
  - 세계에서 운영 또는 개발되고 있는 DMT 수송시스템은 피기백 (Piggyback), 바이모달(Bimodal), 화차회전형, 평행 이적재형으로 구분 됨
- 피기백(Piggyback)방식은 트럭 또는 트레일러를 평장물차에 실어 수송하는 시스템으로 자동차와 철도의 복합 수송방식을 의미함
  - TOFC(Trailer On FlatCar)방식으로 불리는 미국식과 캔거루 방식으로 불리는 유럽식, 일본식으로 구분함



<그림> 피그백 방식의 DMT 수송시스템

- 바이모달은 도로용의 2개 차축과 철도용 1개 차축 등 2종류의 주행장치를 바탕으로 도로와 철도를 별도의 화차없이 운행할수 있도록 만든 시스템
- 화차회전형은 화차를 회전시켜 트레일러를 화차에 적재하는 방식이며, 화차를 회전시키는 방법에 따라 Modalohr, Cargo Speed, Flexiwaggon 등 3개 시스템으로 구분함
- 수평 이적재형은 트레일러를 수평으로 이적재하는 방식으로 Cargo Beamer와 Cargo Domino로 구분함
  - Cargo Beamer는 화물의 수평 이적재를 위한 설비가 지상과 화차에 설치되었으나, Cargo Domino는 트레일러와 화차에 설치되어 있음
- 2011년 ‘철도 물류 활성화를 위한 DMT 수송시스템 개발’ R&D과제를 통하여 수평이송장치(Horizontal Transfer System, HTS)개발하였으며, 이를 화물트럭용 트레일러에 장착하여 환적 및 서틀운송을 병행할수 있도록 함으로서 하역작업 시간을 대폭 단축 할것으로 기대함

#### 4절. 후보과제 도출 및 정의

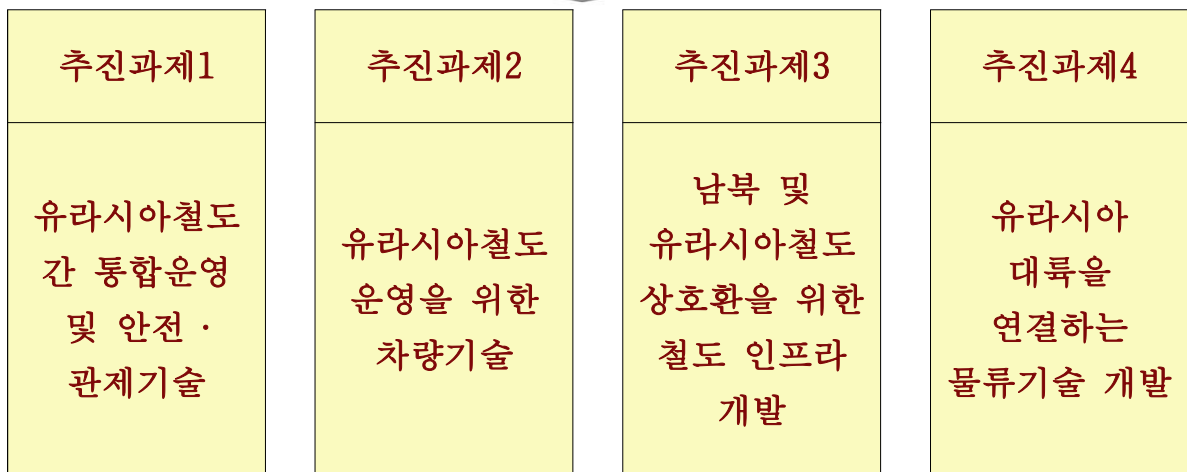
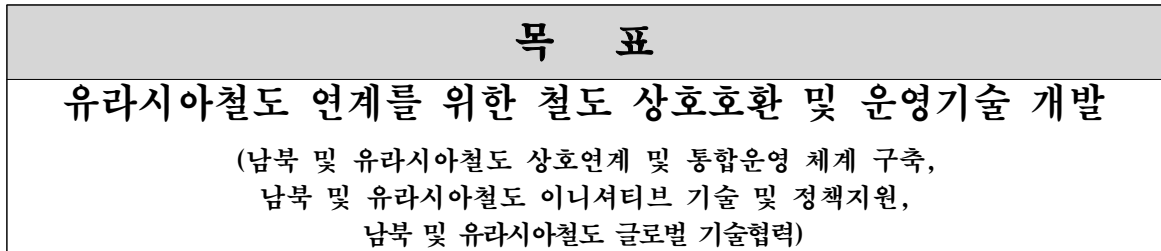
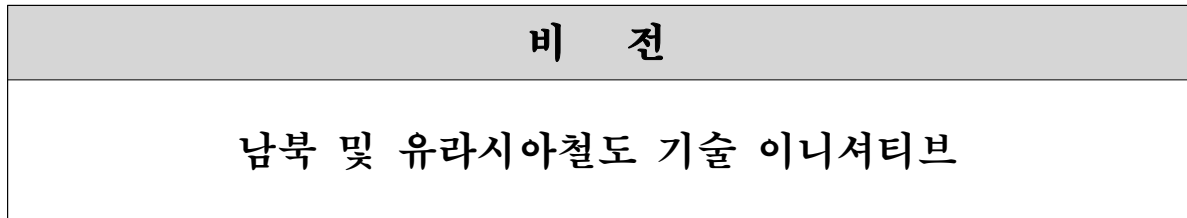
연번	후보과제명	후보과제 정의
1	열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 운영효율화 기술 개발	○본 연구의 핵심기술은 남북한 열차상호 운영을 위한 기준수립 및 동북아와 유럽으로 확장된 진출대상국의 기준을 분석하고 국내 차량이 다국적으로 통과할 경우 이에 맞는 성능과 점검을 위한 인증체계를 구축하고 국경 통과구간에 대한 인프라 최적 및 효율화를 위한 기술임.
2	남북한 통합형 철도인프라 표준화 기술	○열차운행을 공통적으로 실행할 수 있는 방안에서 인프라에 대한 설계, 유지관리 및 보수체계를 확립하고 표준화 시키고 정보화시켜 활용성을 극대화 시키는 연구임.
3	남북(유라시아) 철도 안전관리 상호호환 및 연계 기술개발	○유라시아철도 운행 열차의 다국가 안전관제 및 대응 상호호환 및 연계 체계를 구축하여, 철도사고 발생시 신속한 대응을 지원하는 기술
4	유라시아(남북)철도 교통계획 기술 개발	○유라시아 시대를 대비하여 효율적인 철도투자를 이끌수 있는 체계적이고 포괄적인 철도 교통계획 기술 개발 - 유라시아철도의 단계별 철도연계 수요예측 기술 개발 - 유라시아철도 통합철도망 구축을 위한 최적 노선 및 역 선정 기술 개발 - 유라시아철도 통합철도망 구축에 따른 경제성 평가 및 경제과급효과 분석 기술 개발
5	남북(유라시아) 철도운영 지원기술 개발	○남북 및 유라시아철도 운영에 따라 발생할수 있는 문제점을 미리 검토하고 열차의 안정적·효율적인 운영을 확보하고 한정된 철도시설을 이용하여 최대한의 수송서비스를 제공할수 있는 기술 개발 - 단기·중기·장기적 남북 및 유라시아철도의 효율적 철도 운영계획 지원기술 개발 - 열차운영 관련 비용정산 및 요금 정산 지원기술 개발 - 유라시아철도망에서의 철도상품 개발 및 타당성 검토기술 개발

6	유라시아철도 글로벌 협력 지식네트워크 강화 연구	○ 실크로드 익스프레스(SRX)를 구체화하기 위한 유라시아철도 글로벌 협력 강화
7	유라시아철도 차량 내한성 강화기술 개발	○ 남북 및 유라시아 환경에서 철도차량 운용시 신뢰성을 확보하기 위한 내한성 향상 및 시험평가 기술
8	유라시아 공동화차 핵심기술 개발 (통합연결기, 제동디스크)	○ 유라시아(남북중러)가 함께 운용할 수 있는 공동화차 핵심기술(통합연결기, 제동디스크 등)을 개발하고 이를 시제품에 적용하여 검증하는 기술
9	유라시아 LNG 혼소엔진 기술 개발	○ 유라시아 지역에 풍부한 LNG를 기존 디젤 기관차 엔진의 연료로 활용하기 위한 연료주입구 및 연료탱크 등의 대체 및 안전성 확보 기술
10	궤간가변대차 핵심기술개발	○ 표준궤와 광궤의 이중궤간을 극복할 수 있는 궤간가변 윤축의 최적화 설계 및 제2세대 궤간가변 윤축 기술 개발하고 대차 및 선로구축물간 인터페이스 성능 검증하는 기술
11	표준궤/광궤 호환구간 지상변환설비 설계 및 제작	○ 궤간가변대차 개발에 따른 호환 및 지상 인프라 기술로서 핵심기술은 표준궤/광궤 호환구간에 대한 지상설비의 선로기술과 정비 및 운행 시스템의 표준기술, 그리고 주행안전성을 평가하는 것이 주 핵심기술임.
12	유라시아철도 연계를 위한 신호/통신 상호운영 방안 연구	○ 유라시아 국가간 철도 상호운영을 위해 각국의 신호/통신 기술을 분석하고, 효율적인 운영방안을 도출하며, 국내 KP 개량 및 일원화를 통해 유라시아 연계 기반기술을 마련함
13	전기철도 상호운영을 위한 기반기술 분석	○ 남북 및 대륙철도 운행에 따라 전기철도의 효율적 상호운영을 위해 핵심설비인 전철, 전력설비의 실용적연계 기반기술 도출하고 단기/장기 운영방안과 교체/리뉴얼을 위한 기술기반 연구 수행
14	AC25kV-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 기반 기술 검토	○ 빠르고 안전한 남북철도 및 유라시아철도 네트워크 구축을 위해서는 남북철도 및 대륙철도망과 연계 사용이 가능한 추진시스템의 개발이 필요하기 때문에 대륙철도 연계용 AC25kV-DC3kV 겸용

		<p>Multi-power Source 추진시스템 기술 개발 과제 도출</p> <p>○본 과제에서는 AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 설계 기술과 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템 최적화 및 성능평가 기술 및 차량 적용을 통한 신뢰성 확보/상용화 기술을 개발하고자 함</p>
15	초기 대응형 남북한 선로구조물 실용적 교체 및 평가기술	<p>○초기대응형으로 북한 철도 현대화를 위한 전초단계에서의 기술요구항목으로 선로노후도 평가시스템 개발과 의사결정모델로 확장하여 복수의 대안을 도출하여 실용적인 대안을 구축하여 유연하고 경제적인 교체평가기술이며, 일부 북한 구조물을 활용할 수 있는 공법을 개발하여 초기에 상업적 운영 목표를 달성할 수 있는 기술</p>
16	북한 내 기존 철도 구조물의 경제적 보강 및 활용 기술	<p>○북한내 철도용 노후 터널 및 취약한 노반, 궤도의 신속하고도 경제적인 보수 보강 기술</p>
17	북한 내 신설 철도구조물의 경제적 건설 기술	<p>○북한내 신설 철도의 경제적, 고기능적 노반 및 궤도 건설기술</p>
18	양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발	<p>○국내 주 수입품목인 석탄, 광석 등의 벌크화물과 주 수출품목인 컨테이너 화물을 동시에 수송할 수 있도록 평판화차에 장착될 수 있는 수송용기</p>
19	환적터미널에서의 연계성/효율성 확보를 위한 운영시스템 개발	<p>○유라시아철도를 이용하기 위한 국경역의 환적터미널에서 세관 통과, 궤간 차이 등의 환경을 고려하여 효율적으로 환적이 이루어질 수 있도록 운영시스템을 구축</p>
20	남북철도 물류 사업화 기술 개발	<p>○철도물류 수송 경쟁력 확보를 위한 철도물류의 효율화를 위한 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물류 효율화를 위한 공동 물류기지 개발</li> <li>- 남북, 중국, 러시아 공동 물류수송 노선 개발</li> <li>- 철도화물 활성화를 위한 공동화차 운영관리 기술 및 공동 대량 환적 시스템 설계 기술 개발</li> </ul>

### 3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

#### 1절. 비전 및 목표

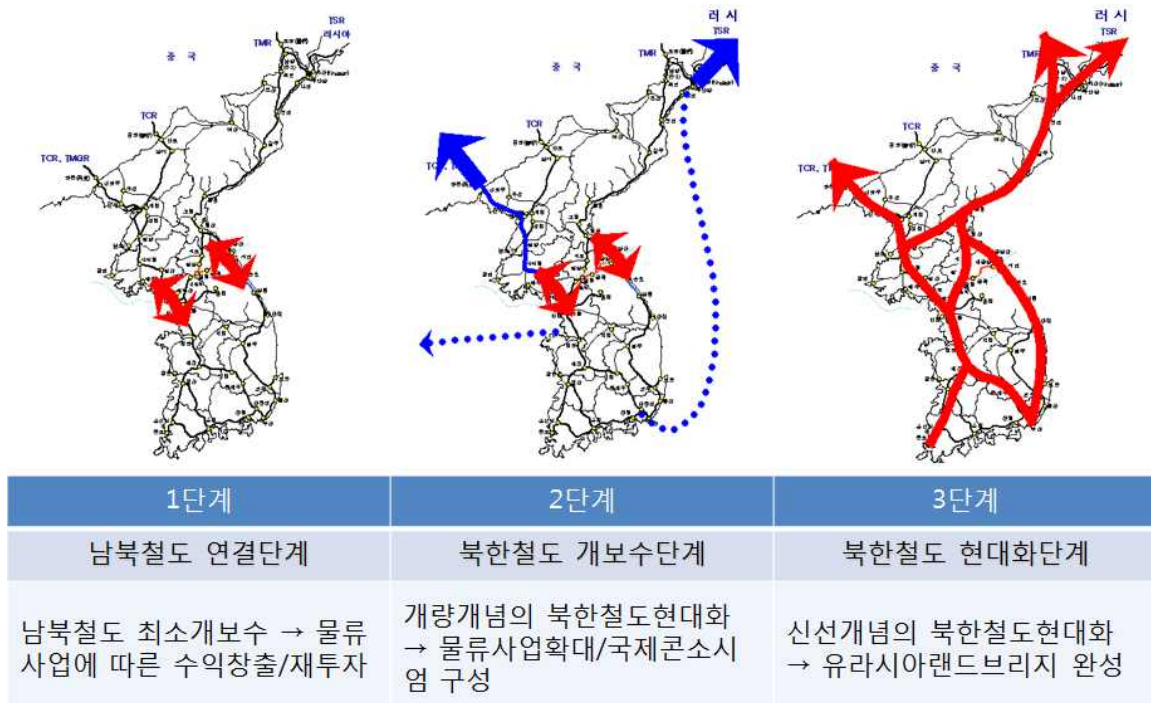


## 2절. 시나리오 및 과제별 기술 로드맵

### 1. 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계 시나리오

- 남북철도를 연결하여 유라시아철도와 연계하기 위해서는 남북철도의 단계별 추진 전략과 이에 따른 다자간 철도협력이 필요함
  - 막연한 사업계획보다 실현 가능한 것부터 단계별로 추진하는 것이 필요함
  - 초기에는 저비용·정부주도형의 파급효과가 큰 시범사업(화물철도운영, 개보수사업)을 추진하고, 이후 고비용·국제투자가 가능한 민간 참여의 대규모사업(고속화·복선화사업)으로 확대해 가야함
- 이를 위해 단계별 북한철도현대화와 국제물류사업의 선순환 구조를 창출하여 한국철도의 경쟁력을 확보하는 시나리오 필요
- 「남북철도 최소개보수 → 물류사업에 따른 수익창출/재투자 → 개량개념의 북한철도현대화 → 물류사업확대/국제콘소시엄 구성 → 신선키념의 북한철도현대화 → 유라시아랜드브리지 완성」로 이어지는 남북철도의 단계별 국제경쟁력 제고방안이 필요

<남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 단계별 북한철도현대화 시나리오>



- 한국철도가 동북아물류의 핵심적 역할을 하기 위해서는 남한철도의 철도물류 중심 역량확충, 북한철도현대화, 다양한 철도물동량 루트의 개발, 주요 간선철도망의 전철화 및 시설·장비개량, 고속·대량수송을 위한 간선 및 기간철도망 확충, 글로벌 물류정보시스템 구축, 한국고속철도의 대륙진출 등이 필요
- **【남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 단기 전략】**
  - 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 “북한의 철도 인프라 개발 로드맵의 업그레이드” 기획
  - 초기에는 저비용·정부주도형의 과급효과가 큰 시범사업(화물철도운영, 개보수사업)을 추진하고, 이후 고비용·국제투자가 가능한 민간 참여의 대규모사업(고속화·복선화사업)으로 확대해 가야함
  - 향후 개성공단의 물자·생산품 수송뿐만 아니라 인도적 지원물자·교역물자 수송, 남북근로자 통근, 개성관광열차 등으로 외연을 확대
  - 남·북·러 간 나진-하산 프로젝트 착수
  - 선양~평양~서울~부산을 잇는 국제 컨테이너 전용열차의 운행추진
- **【남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 중장기 전략】**
  - 남·북·중 간 선양~평양~서울~부산을 잇는 국제 컨테이너 전용열차사업 착수
  - ‘남북철도 연결사업’과 ‘TKR-TSR 철도연계사업’에 새로운 추동력을 제공하기 위해 국제철도협력을 통한 북한철도현대화를 공론화
  - 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 UNDP, UNESCAP, OSJD 등 국제기구와의 유라시아철도운송협력 강화
  - 동북아교통장관회의로 발전시키고, 다자간 국제철도 협력기구인 동북아철도협력기구 구축
- 특히 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 한반도의 단계별 철도망 구축은 미연결 철도구간 복원단계, 북한철도의 개량화 방안 수립 및 착수단계, 북한 주요간선의 복선화 단계 등 3단계로 나누어 볼 수 있음
- 제 1단계 : 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 미 연결 철도구간의 복원
  - 경의선, 경원선, 금강산선, 동해선 등의 철도구간 복원

- 경의선 : 개성공단지원 및 물자수송 유리, 수도권연결의 상징적 효과
- 동해선 : 관광노선으로 민간차원의 교류를 촉진할 수 있는 노선
- 경원선 : 대표적 간선철도, 연계물자수송 및 경제공동체 활성화 노선
- 제 2단계 : 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 북한철도의 개량 방안 수립 및 착수
  - 경의선, 경원선, 동해선 등의 개량
  - 초기 물동량은 작기 때문에 최소의 개보수부터 시작하여 물동량 증가 추이에 따라 선로용량 및 속도향상을 위한 사업추진
- 제 3단계 : 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 북한 주요간선의 복선화
  - 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 복선 전철화 및 노후시설개량
  - 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 일반철도차량 및 고속철도차량의 운행이 가능한 수준
- 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 북한철도 노선 건설 추진은 약 10년으로 하여 3단계로 구분하여 단계별로 추진하여 2단계 완료 시 기본노선에 대한 보수보강을 마무리하고 3단계에서 속도향상을 위한 건설을 추진하는 방안이 타당하다고 봄
  - 1단계 (3년) : 선로, 신호통신, 차량, 전력분야에 대한 기본안 수립 및 기본설계
  - 2단계 (4년) : 각 분야별 보수보강 및 우선 시공분야 건설
  - 3단계 (3년) : 속도향상을 위한 잔여부분 건설
- 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 철도노선의 개량을 위해서는 노선에 대한 조사, 설계, 공사로 크게 나누어 볼 수 있으며, 선로의 취약부분부터 시작하여 구간을 약 4~8개 공구로 나누어 약 10년 정도의 조사, 설계, 시공 단계로 나누어 추진하는 것이 바람직하다고 사료됨
  - 1단계 (2년) : 노선 세부조사 및 기본설계
  - 2단계 (2년) : 노선 세부설계 및 단계별 추진안 마련
  - 3단계 (4년) : 보수보강 취약 노선 건설
  - 4단계 (2년) : 속도향상을 위한 나머지 구간 보수 보강
- 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 철도차량에 대한 단계별 추진 방

안은 우선 남한의 디젤기관차를 공급하여 노선에 투입하여 운행하되 노선의 보수보강에 맞춰 전기기관차 및 공동화차를 신조하여 연계 운행하는 것이 바람직한 것으로 판단됨

- 1단계 (3년) : 디젤기관차 제공 및 전기기관차, 공동화차 설계
- 2단계 (2년) : 전기기관차 및 공동화차 시제품 제작
- 3단계 (2년) : 잔여 필요 수량 제작
- 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 북한 철도의 전기 및 신호 통신 분야의 경우 6년을 기본기간으로 추진하여 단계별로 추진함
  - 1단계 (1년) : 신호통신 및 급전분야 세부조사 및 기본설계
  - 2단계 (1년) : 신호통신 및 급전분야 단계별 추진안 및 세부설계
  - 3단계 (2년) : 신호통신 및 급전분야 우선 시공분야 건설
  - 4단계 (2년) : 속도향상을 위한 잔여구간 건설
- 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 한반도의 종합철도망을 구축하기 위해서는 남한과 북한 공히 균형 있는 철도시스템을 구축하여 효율적인 철도망을 구성하는 것이 중요하기 때문에, 이를 위해 남북한의 상이한 철도시스템, 특히 철도시설분야 즉, 궤도, 철도구조물, 전력, 신호 분야를 중심으로 남북한 및 유라시아철도시스템 현황 및 연계방안을 위한 기술개발이 시급히 추진되어야 함
  - 또한 남북한 철도를 연결하여 열차를 운행시키기 위해서는 연계시기를 기준으로 하여 시설분야 뿐만 아니라 운영분야의 현황을 면밀히 조사하여 그 차이점을 분석하고, 운행에 따른 문제점이 무엇인지 먼저 파악하여 종합적인 측면에서 효율적인 철도수송을 위한 남북 및 유라시아철도 시스템 연계방안을 도출하고 이를 위한 기술개발이 필요함
- 특히 남·북간 철도운영 효율성 측면을 고려한 북한철도 현대화에 대한 연구와 한반도중단철도(TKR)를 TSR, TCR 등 유라시아 횡단철도와 연계하기 위한 핵심 상호연계 및 통합 운영 기술 개발이 매우 주요함
- 단기적으로 성과가 가능한 미래 핵심기술개발을 추진하여, 중장기적으로 대륙 교통로 진출을 견인하는 동북아경제권의 新 성장 동력을 확보
  - 남북철도가 연결되어 남북경협이 활성화되면, 동북아 철도 네트워크가 급속히 형성될 것이고, 철도화물의 고속화·대용량화는 대륙철도의 新 기술수요를 창출할 것임

2. 유라시아철도 상호연계기술(HW) (※상세내역 참고자료2. 142p.참조)

분류	단기	중기	장기
철도차량	<input type="checkbox"/> 초기대응형 유라시아철도 상호연계 차량기술 개발 <input type="checkbox"/> 동북아 역내 순환을 위한 차량 핵심기술 개발 <input type="checkbox"/> 유라시아 횡단을 위한 대용량 물류환적 시스템 기술 개발 <input type="checkbox"/> 유라시아 통합연결기 핵심기술 개발 <input type="checkbox"/> 남북중 공동화차 핵심기술 개발	<input type="checkbox"/> 실용주의적 유라시아철도 상호연계 차량기술 개발 <input type="checkbox"/> 동북아 역내 순환을 위한 차량 핵심기술 개발 <input type="checkbox"/> 유라시아 횡단을 위한 대용량 물류환적 시스템 기술 개발 <input type="checkbox"/> 유라시아 통합연결기 시험운전 및 상용화 <input type="checkbox"/> 남북중 공동화차 상용화 기술 개발	<input type="checkbox"/> 유라시아철도 상호연계 차량 기술 실용화 <input type="checkbox"/> 유라시아철도기술 적용 종합 시험용 시제차량 제작(1~2량) <input type="checkbox"/> 대륙철도 시험선 시운전 및 성능 검증
	<input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 기관차 기술 개발 <input type="checkbox"/> 천연가스 엔진 개발 <input type="checkbox"/> 천연가스 엔진 연계 추진시스템 개량 기술 개발 <input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 기관차 시스템 기본설계 <input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 기관차 상세설계 및 핵심부품 사양결정	<input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 기관차 상용화 기술개발 <input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 기관차 시제차량 제작 <input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 추진체 및 인프라 기술 개발 <input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 충전 및 운영 기술 개발	<input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 기관차 실용화 신뢰성 향상기술개발 <input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 기관차 표준화 연구 <input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 기관차 유지보수 운영기술개발연구 <input type="checkbox"/> 유라시아 LNG 추진체 신뢰성 향상연구
		<input type="checkbox"/> 산악철도 적용성 검토 연구 <input type="checkbox"/> 북한 지역 적용가능 노선 선정 및 타당성 검토 <input type="checkbox"/> 최적 산악철도 기술 선정 및 경제적 시공방안 도출	
	<input type="checkbox"/> AC25kV-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 설계 기술 개발 <input type="checkbox"/> AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 설계	<input type="checkbox"/> 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템 최적화 및 성능평가 기술 개발 <input type="checkbox"/> AC-DC 겸용 듀얼 추진시스템 최적화 및 경량화 연구 <input type="checkbox"/> AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 시제품 제작 <input type="checkbox"/> AC25kV(주파수 가변) 및 DC3kV 추진시스템 조합 성능시험을 위한 Test-bed 구축 및 성능평가 연구	<input type="checkbox"/> 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템의 차량 적용을 통한 신뢰성 확보 및 상용화 기술 개발 <input type="checkbox"/> 대륙철도 연계용 Multi-Power Source (AC25kV(50Hz-60Hz)-DC3kV, DC1.5kV) 추진시스템의 구간가변열차 적용 시험평가 및 신뢰성 확보 기술 개발 <input type="checkbox"/> Multi-Power Source (AC25kV(50Hz~60Hz), DC3kV, DC1.5kV) 추진시스템 실용화 및 국산화 기술 개발
	<input type="checkbox"/> 철도차량 주요부품 내한성 강화 기술 개발 <input type="checkbox"/> 철도차량 상하부 외부 노출	<input type="checkbox"/> 철도차량 유라시아 혹한환경 극복 기술 개발 <input type="checkbox"/> 철도차량 전두부 쇄빙 성능	

	<p>전장품 내한성 향상 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 내한성 강화 소재 대차 및 차체 적용 기술 개발</li> <li>○ 내한성 시험평가 기준 수립</li> </ul>	<p>향상 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전기기기 내장 내설형 차체 설계 기술 개발</li> <li>○ 철도차량 출입문 동파방지 기술 개발</li> </ul>	
<p>궤도 도목</p>	<p>□표준궤/광궤 호환구간 지상 변환설비 설계 및 제작</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 호환구간 테스트베드 기본설계 및 시스템 설계</li> <li>○ 궤간 호환구간 지상변환설비 표준설계 및 제작</li> </ul>	<p>□표준궤/광궤 호환구간 테스트베드 구축 및 성능검증</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 호환구간 테스트베드 구축 및 시스템 설계</li> <li>○ 지상변환구간 및 인터페이스 성능 검증</li> <li>○ 대차 및 지상변환 설비 안정화 및 실용화 기술개발</li> </ul>	<p>□대륙철도 호환 종합시험선로 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 표준궤/광궤 변환 가능 종합 시험선 구축(종합시험선로 및 폐선부지 활용, 대륙형 신호전력 호환 시험선 동시 구축)</li> </ul>
	<p>□열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 표준사양 구현</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북한 열차상호운행을 위한 방법론 및 표준사양 선정</li> <li>○ 다 국가간 열차상호운행을 위한 선로구축물 운영 및 기준분석</li> <li>○ 남북한 및 다국가간 화물열차 상호운영 기술사양서(안) 개발</li> <li>○ 국제철도 운영을 위한 선로구축물 호환성 연구개발</li> </ul>	<p>□다국가간 열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 및 운영 효율화 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북한 및 다 국가간 일반철도 선로구축물 상호운영 기술 사양서(안)</li> </ul>	<p>□유라시아 열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 통합 운영 구현</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고속열차 투입을 위한 유라시아 열차상호운행을 위한 연계기술</li> </ul> <p>□유라시아 선로구축물 고속화 및 운영 효율화 기반연구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고속철도 활용방안 수립 및 고속화물열차 혼용 운영기술</li> </ul>
		<p>□남북한 통합형 철도인프라 표준화 정보화기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 선로구축물 선로체계 표준화</li> <li>○ 유지보수체계 표준화 및 정보화</li> </ul>	
	<p>□초기 대응형 남북한 선로구축물 실용적 교체 및 평가기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한철도 사업추진 기반강화 기술</li> <li>○ 선로구간 노후도 평가 및 의사결정 시스템 개발</li> <li>○ 북한철도 구조물 급속 보수 보강 기술개발</li> <li>○ 터널화폭기술 프로토타입 및 실용화 기반개발</li> </ul>		
	<p>□북한 내 기존 철도 구조물의 경제적 보강 및 활용 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 철도용 터널의 안정성</li> </ul>	<p>□북한 내 기존 철도 구조물의 경제적 보강 및 활용 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 기존선 철도 사면의 안</li> </ul>	

	<p>평가 및 경제적 보강 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 철도교량 상부구조 및 Timber 기초의 안정성 평가와 경제적 보강 기술</li> <li>○ 북한 철도용 교량의 안정성 평가 및 경제적 보강 기술</li> <li>○ 북한 철도 난조건 지반 통과 도상 · 노반의 안정성 평가 및 경제적 보강 기술</li> </ul>	<p>정성 평가와 신속 보강기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 약천후 시 북한 철도 주변 시설물 안정성 확보 기술</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 북한 내 신설 철도구조물의 경제적 건설 기술</li> <li>○ 북한 신설선 궤도 형식 선정 · 평가 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 북한 내 신설 철도구조물의 경제적 건설 기술</li> <li>○ 북한-인접국간 신설선 궤도 형식별 안정적·경제적 축조 기술 개발</li> </ul>	
전철 전력 상호 운영 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 전철/전력 설비의 실용적 상호 운영을 위한 기반기술 분석</li> <li>○ 남북 및 대륙철도의 계통 변화에 따른 전기철도 상호운영 기반기술 분석</li> <li>○ 급속/부분 리뉴얼을 통한 전기철도 전철/전력 단기 안정화 운영기술 분석</li> <li>○ 남북 철도의 전기철도 연계를 위한 전철전력 교체/리뉴얼 경제성 분석</li> <li>○ 전기철도 상호 운영에 따른 차량-전차선간 인터페이스 기반기술 분석</li> <li>□ 국가간 전압레벨 변화에 따른 전기철도 안정화 운영 기술 개발</li> <li>○ 북한철도의 급전시스템의 전압레벨 동일화 방안 및 조립/이동식 변전소 적용방안 분석</li> <li>○ 북한 전철전력 급전시스템과의 전압레벨 동일화 방안</li> <li>○ 전압레벨 변경에 따른 교체 기술 분석</li> <li>○ 수퍼그리드등 국가간 전압레벨 교차 운영에 따라 철도 운행 방안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 안정성이 향상된 전차선로 및 전력설비 핵심 리뉴얼 개발</li> <li>○ 전기철도 차량의 안정 전력 공급을 위한 전력체계 분석</li> <li>○ 상호운영 기준에 따른 설계 및 교체 기술</li> <li>○ 전력 및 계통설비 핵심 리뉴얼 기술 개발</li> <li>○ 리뉴얼 구간 조립식 계통 및 전철시스템 적용 기술</li> <li>○ 속도별 상호운영 기준 및 성능인증 체계 구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 고속차량 상호운영에 따른 DC3kV 전철 · 전력설비의 교체 기술</li> <li>○ 전압 레벨 (DC3kV-→AC25kV) 교체 기술</li> <li>○ 실증 Test-bed 구축 및 시험 평가</li> </ul>
신호/통신	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 남북 신호/통신 인터페이스 호환을 위한 기초 자료 검토</li> <li>○ 남북한의 신호/통신 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 남북 열차 연계를 위한 신호 시스템 상호운영 방안 확보</li> <li>○ 남북 신호/통신 시스템의</li> </ul>	

<p>기초 데이터 확보 및 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○북한 노후된 신호/통신 시스템 개량 및 보수를 통한 활용</li> <li>○남북 신호 시스템 호환성 검토</li> <li>○국제철도 무선통신 일원화 서비스 검토</li> <li>○남북 철도 연계를 위한 KP 데이터 확보 및 조정</li> <li>□유라시아철도 연계를 위한 신호/통신 시스템 기술 조사 및 공유방안 확보</li> <li>○유라시아철도 신호/통신 시스템 기초 자료 조사 및 분석</li> <li>○유라시아 신호/통신 SW/HW 공유 방안 확보</li> <li>○신호/통신 Overlap 구간의 효율적 열차 연계기술 개발</li> <li>○유라시아철도 연계를 위한 KP 데이터 확보 및 조정</li> </ul>	<p>SW/HW 공유 방안 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○남북 신호/통신 시스템의 overlap구간의 효율적 열차 연계기술 개발</li> <li>○남북 철도 연계를 위한 KP 데이터 확보</li> <li>□유라시아철도 연계를 위한 신호/통신 시스템 상호운영 방안 확보</li> <li>○대륙철도 신호/통신 시스템의 SW/HW 공유 방안 확보</li> <li>○국가간 신호/통신 시스템의 overlap구간의 효율적 열차 연계기술 개발</li> <li>○유라시아철도 연계를 위한 KP 데이터 확보</li> </ul>	
---	--	--

3. 유라시아철도 통합운영 기술(SW) (※상세내역 참고자료3. 145p.참조)

분류	단기	중기	장기
운영/ 물류	<input type="checkbox"/> 국가간 기술 표준 체계 구축 ○TSI를 활용한 국경운영체 계 분석 ○TSI 동북아 적용에 따른 협력체계 구축 ○TSI 표준체계 국내 적용에 따른 기술사항 분석 ○TSI 기반 차량-인프라간 인터페이스 인증 체계 구 축	<input type="checkbox"/> 국가간 상호운영 기술 기 반 구현 ○국가간 상호운영에 따른 기술기준 구축 ○상호운영 개시전 안전운영 체계 구현 ○상호운영에 따른 차량-인 프라 인터페이스 인증장치 기반 구축	
		<input type="checkbox"/> SCS (Silent Cargo(Container) System) 개발-1(Proto-type) ○차량의 횡방향 및 종방향 동요 등 이상현상으로부터 화물(컨테이너)을 보호할 수 있는 자기부상원리를 이용한 동요 저감 시스템 개발 ○고부가가치 화물 보호를 이용한 친환경 온도보상 컨테이너 개발	<input type="checkbox"/> SCS (Silent Cargo(Container) System) 개발-2(실물 적용) ○차량의 횡방향 및 종방향 동요 등 이상현상으로부터 화물(컨테이너)을 보호할 수 있는 자기부상원리를 이용한 동요 저감 시스템 개발 ○고부가가치 화물 보호를 이용한 친환경 온도보상 컨테이너 개발
	<input type="checkbox"/> 양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발 ○T몽골/중국/러시아로부 터의 벌크화물 수입과 컨테 이너 수출과의 방향별 수 송품목의 차이를 극복하기 위한 컨테이너 수송이 가 능한 벌크 수송용기 개발		
	<input type="checkbox"/> 환적터미널에서의 연계성/ 효율성 확보를 위한 운영 시스템 개발 ○국내 시점역의 최적 입지 선정 ○환적터미널의 설계기준 정 립 ○환적터미널에서 적시에 환 적이 이루어질 수 있도록 스케줄링 기술 개발		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>□남북 (철도)물류 효율화 시스템 기술</li> <li>○(공동)물류단지 개발 기술</li> <li>○남북 철도화물 활성화를 위한 남북 공유화차 운영 기술</li> <li>○철도화물 수송 효율화 시스템 설계 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□남북, 중국, 러시아 루트 물류협력 기술</li> <li>○(공동)물류단지 개발 기술</li> <li>○(공동)물류수송 노선 개발 기술</li> <li>○동북아 철도화물 활성화를 위한 동북아 공유화차 운영기술</li> <li>○철도화물 수송 효율화 시스템 설계 기술</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>□남북 (철도)교통계획 수립 시스템 기술</li> <li>○철도노선 및 철도역 선정 기술 개발</li> <li>○남북, 남북중, 남북러 철도 연계 기반 수요예측 기술</li> <li>○남북 기반 동북아 연결사업의 타당성 검토 기술</li> <li>□동북아 (철도)교통계획 수립 시스템 기술</li> <li>○동북아 물류협력을 위한 철도노선 및 철도역 선정 기술 개발</li> <li>○동북아 최적 철도연결사업 개발 및 타당성 검토 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□유라시아 (철도)교통계획 수립 시스템 기술</li> <li>○유라시아 물류협력을 위한 철도노선 및 물류단지 개발 기술</li> <li>○유라시아 고속 철도수송루트 개발 및 최적 물류 협력계획 기술</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>□남북 철도운영기술 및 운영지원 기술 개발</li> <li>○남북철도 운영계획 기술</li> <li>○남북철도 운영기술</li> <li>○남북철도 시설이용 관련 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□동북아 통합철도운영기술 및 운영지원 기술 개발</li> <li>○통합 철도 운영계획 기술</li> <li>○통합철도운영기술</li> <li>○동북아철도 시설이용 관련 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□유라시아철도수송 실용화 기술</li> <li>○유라시아철도수송 이용 분석 및 예약 기술</li> <li>○유라시아철도서비스 사업화 기술</li> </ul>
유라시아 철도 운영을 위한 통합 안전 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>□유라시아철도 운영을 위한 안전체계 연계 기술 개발</li> <li>○철도 운영을 위한 국가별 철도안전 법/규정 호환 방안 수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□유라시아철도안전 상호호환 인증체계 구축 기술 개발</li> <li>○유라시아철도 운영 상호호환 안전인증 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□유라시아철도 통합 운영을 위한 안전체계 구축 기술 개발</li> <li>○유라시아철도 통합 안전관리 체계 구축 방안 수립</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>□유라시아철도 운영 환경을 고려한 안전관리 기술 개발</li> <li>○북한 통과지역 취약형태별 구간감시 기술 개발</li> <li>○철도화물의 안전/보안을 위한 모니터링 시스템 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□유라시아철도 안전관리 시스템 상호호환 기술 개발</li> <li>○유라시아철도 안전관제 상호호환 기술 개발</li> <li>○유라시아 다중 철도사고 시나리오 기반 대응 의사결정 지원 시스템 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□유라시아철도 운영을 위한 통합 안전관리 플랫폼 개발</li> <li>○유라시아철도 운영 열차의 실시간 통합안전관리 플랫폼</li> </ul>

유지 관리		<input type="checkbox"/> 대륙철도 유지관리 시스템 핵심기술 개발 ○ 한국/대륙철도 차량 통합 현장 유지보수 가용기술 개념설계 ○ 한국/대륙철도 통합 현장 유지보수 가용기술 상세설 계	<input type="checkbox"/> 대륙철도 유지관리 시스템 실용화 기술 개발 ○ 한국/대륙철도 통합 현장 유지보수 가용기술 실용화 를 위한 한러 통합정비시 험 정비창 구축
----------	--	---	--

### 3절. 연구개발과제 구성

구분	과제명
연구단 총괄	유라시아철도 연계를 위한 상호호환 및 운영 기술 개발
1세부과제	유라시아철도 상호운영 및 연계 기술 개발
1-1	유라시아철도 기술기준 상호호환 및 표준화 연구
1-2	유라시아철도 안전·관제 기술 개발
1-3	유라시아철도 통합 운영 기술 연구
1-4	유라시아철도 글로벌 협력 지식네트워크 강화 연구
2세부과제	유라시아철도 운영을 위한 차량 기술 개발
2-1	유라시아철도 차량 내한성 강화기술 개발
2-2	유라시아 공동화차 핵심기술 개발
2-3	유라시아 LNG 혼소엔진 기술 개발
2-4	궤간가변대차 및 지상변환장치 핵심기술 개발
3세부과제	남북 및 유라시아철도 상호호환을 위한 철도 인프라 기술 개발
3-1	유라시아철도 인프라 호환성 및 효율화 연구
3-2	북한철도 인프라 평가기술 및 경제적 개량·건설 기술 개발
4세부과제	유라시아철도 물류기술 개발
4-1	양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발
4-2	남북 및 유라시아철도 물류단지 개발 기술

## 4장. 연구개발과제 주요내용 및 기대효과

### 1절. 연구개발과제 주요내용

구분	과제명	주요내용	최종 성과물
연구단 총괄	유라시아철도 연계를 위한 상호호환 및 운영 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 상호운영 및 연계 기술 개발</li> <li>○ 유라시아철도 운영을 위한 차량 기술 개발</li> <li>○ 남북 및 유라시아철도 상호호환을 위한 철도 인프라 기술 개발</li> <li>○ 유라시아철도 물류기술 개발</li> </ul>	세부과제 참고
1세부과제	유라시아철도 상호운영 및 연계 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 기술기준 상호호환 및 표준화 연구</li> <li>○ 유라시아철도 안전·관제 기술 개발</li> <li>○ 유라시아철도 통합 운영 기술 연구</li> <li>○ 유라시아철도 글로벌 협력 지식네트워크 강화 연구</li> </ul>	세세부과제 참고
1-1	유라시아철도 기술기준 상호호환 및 표준화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 표준사양 구현                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 및 다 국가간 화물열차 상호운영 기술사양서(안)35 개발</li> <li>· 남북한 열차상호운행을 위한 방법론 및 개념설계</li> <li>· 다 국가간 열차상호운행을 위한 선로구축물 운영 및 기준분석</li> <li>· 남북한 및 다 국가간 화물열차 상호운영 기술사양서(안) 개발</li> </ul> </li> <li>- 유라시아 열차상호운전 선로구축물 통합 운영 및 고속화 기반연구</li> <li>○ 다국가간 열차상호운행 확보를 위한 성능인증체계구축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 및 다 국가간 일반철도 선로구축물 성능인증 체계 구축</li> <li>· 상호운영을 위한 선로구축물 품질 및 성능인증 체계</li> </ul> </li> <li>○ 국제철도 운영을 위한 선로구축물 호환성 연구개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국경 통과 접속구간 인프라 호환성 및</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기술사양서</li> <li>○ 성능인증체계도 및 기준</li> <li>○ 환승 및 환적 요구사양서</li> <li>○ 선로유지보수 기준서(안)</li> <li>○ 품질인증 및 표준규격서(안)</li> </ul>

			<p>효율화 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저비용 고효율 환승 및 환적장 최적설계</li> </ul> <p>○유지보수체계 표준화</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유지보수 표준화체계 구축</li> <li>· 통합형 시설물 유지보수 체계 구축</li> <li>· 통합형 유지보수 품질인증 및 표준규격</li> <li>· 성능시험 기준 및 품질인증요령 개발</li> <li>· 통합형 유지관리 기록 및 이력관리 정보화</li> </ul>	
1-2	유라시아철도 안전·관제 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○유라시아 운행 철도차량 고정밀 위치추적 기술 개발</li> <li>○계측기반 철도사고 감시 및 다국가 유무선 네트워크 구축</li> <li>○다차원 사고 데이터 신속보고/표출 시스템 구축</li> <li>○국가 및 환경을 고려한 다중 철도사고 시나리오 개발</li> <li>○폴든타임 확보를 위한 최적 대응 지원 시스템 개발</li> <li>○사고 원인별 긴급대응을 위한 다자간 상호 연계체계 구축</li> <li>○북한철도의 지역적 특성을 반영한 취약유형 분류</li> <li>○취약 인프라 시설물 스마트 영상 감시 기술 개발</li> <li>○분포형 광섬유 센서를 이용한 취약 구간 열차통과중 짐하 실시간 감시 기술 개발</li> <li>○안전도 평가를 위한 다차원 융합정보 분석 기술 개발</li> <li>○고신뢰성 통신네트워크를 이용한 안전도 정보확산 기술 개발</li> <li>○실시간 철도화물 위치 추적 및 통관 모니터링 기술 개발</li> <li>○철도화물 보안관리 및 유지 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 안전관제 플랫폼</li> <li>○철도사고 대응 지원 시스템</li> <li>○북한 통과지역 취약구간 감시 시스템</li> <li>○철도화물 모니터링 시스템</li> </ul>	

	<p>1-3</p>	<p>유라시아철도 통합 운영 기술 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북, 남북중, 남북러 철도연계 기반 수요 예측 기술</li> <li>- 물류 및 관광 연계 관점의 수요 예측</li> <li>○ 남북 및 동북아 철도노선 및 철도역 선정 기술</li> <li>- 기존 노선을 활용한 효율적 노선 및 역 선정 기술</li> <li>○ 남북 기반 동북아 연결사업의 타당성 검토 기술</li> <li>- 기존의 편익과 다른 정성적 편익 계량화 추진</li> <li>- 남북 철도연결 비용 추정</li> <li>○ 유라시아 물류협력을 위한 철도노선 및 물류단지 개발기술</li> <li>- 자원 및 산업(물류) 단지 수요에 기반한 최적 계획 기술 개발</li> <li>○ 유라시아 고속 철도수송루트 개발 및 최적 물류 협력계획 기술</li> <li>- 수송 물품별 경제적 효과성 분석기술</li> <li>- 유라시아철도수송의 지역경제 효과 분석 기술</li> <li>○ 유라시아철도 추진에 따른 철도 운영계획 기술</li> <li>- 남북철도 연결과 동북아 통합철도망을 위한 선로용량 추정기술</li> <li>- 선로상태 기반 속도 및 중량 관리기술</li> <li>- 선로상태, 수요 등을 감안한 최적 열차 계획수립 기술</li> <li>○ 남북철도 및 통합철도 운영기술</li> <li>- 여객 및 화물 열차 위치추적 기술</li> <li>- 열차운영 장애 사전예측 기술</li> <li>- 배차 및 역 정차 지원 기술</li> <li>○ 남북철도 및 동북아 철도 시설이용 관련 기술</li> <li>- 시설이용료, 차량사용료, 유지보수비 계산 및 정산 기술</li> <li>- 연결운임 계산 및 정산 기술</li> <li>○ 유라시아철도수송 이용 분석 및 예약 기술</li> <li>- 화주 대상 비용편익 분석 애플리케이션 (또는 모형) 개발</li> <li>- 유라시아철도수송 예약 및 결제 시스템 구축 기술</li> <li>○ 유라시아철도서비스 사업화 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 연계 기반 수요예측 방안 구축</li> <li>○ 유라시아철도 사업 경제적 타당성 분석 방법론 제시</li> <li>○ 철도노선 및 물류단지 선정 방안 구축</li> <li>○ 철도 시설이용료 계산 및 정산 시스템</li> <li>○ 남북철도 및 통합철도 운영 계획 시스템</li> <li>○ 유라시아철도 철도 수요 분석 및 예약 시스템</li> </ul>
--	------------	---------------------------	---	---

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- ‘유로스타’와 같은 유라시아철도사업자 구성 지원기술</li> <li>- 유라시아철도연결 비즈니스 모델 개발</li> </ul>	
1-4	유라시아철도 글로벌 협력 지식네트워크 강화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 주요국가의 주관연구기관 중심으로 ‘유라시아철도 지식네트워크’ 사업 추진단 구성</li> <li>- 추진단은 참여기관과 협력하여 해당 국가 기술정책토론회 총괄 관리 및 국가별(지역별) 기술정책보고서 작성</li> <li>○ 동북아 및 유라시아철도지역의 주요 거점 국가를 순회하며 기술정책토론회를 개최하고 유라시아철도 지식네트워크 구축</li> <li>- 해당 국가의 자국철도 및 국제철도 정부 관계자, 연구기관, 현지 진출 한국기업 관계자 등이 동시에 참여하여 입체적인 협력방안 논의</li> <li>지속가능한 유라시아철도 글로벌 협력사업 추진, 홍보, 성과확대</li> <li>- 유라시아철도 기술정책보고서로 출간하여 ‘유라시아철도이니셔티브’의 구체적인 협력방안을 제시</li> <li>○ 한·유라시아철도 연구기관 간 국제철도 협력 및 우리기업의 시장진출 지원</li> <li>○ 실�크로드 익스프레스(SRX) 구현을 위한 남북·유라시아철도 기술개발 및 국제협력</li> <li>○ 유라시아 국제철도 네트워크 구축 및 협력방안 제시</li> <li>○ 유라시아철도 국제협력을 위한 양자 및 다자간(국제기구 포함) 협력체 활동 강화</li> <li>○ 실�크로드 익스프레스(SRX) 실현을 위한 정책 및 R&amp;D 과제 도출 및 국제연구협력</li> <li>○ 실�크로드 익스프레스(SRX) 실현을 위한 유라시아철도 상호연계기술개발, 유라시아철도 통합운영 체계 구축</li> <li>○ 장기적으로 동북아 및 유라시아철도 R&amp;D 허브 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 지식네트워크 사업 추진단 구성안</li> <li>○ 주요국가별 기술정책보고서</li> <li>○ 기술정책토론회 개최 및 유라시아철도 지식네트워크 구축</li> </ul>	

2세부과제	유라시아철도 운영을 위한 차량 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 차량 내한성 강화기술 개발</li> <li>○ 유라시아 공동화차 핵심기술 개발</li> <li>○ 유라시아 LNG 혼소엔진 기술 개발</li> <li>○ 궤간가변대차 및 지상변환장치 핵심기술 개발</li> </ul>	세세부과제 참고
2-1	유라시아철도 차량 내한성 강화기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 냉각팬 및 전기계통의 흡입 눈보라 분리 기술 개발</li> <li>○ 스노우패킹에 의한 외부노출 스프링 및 고무호스류 기능저하 방지 기술 개발</li> <li>○ 제설형 전두부 스노우 플라워 장치 개발</li> <li>○ 착설방지를 위한 지붕구조 설계</li> <li>○ 철도차량 출입문 동파 방지 기술 개발</li> <li>○ CNT 나노소재를 이용한 발열 페이스트 개발</li> <li>○ 분포형 광섬유를 이용한 지능형 동결감지 기술 개발</li> <li>○ 혹한, 눈보라 등 모사를 위한 내한성 성능평가 장비 구축</li> <li>○ 극저온 환경의 철도차량 시험 평가 표준(안) 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 차량용 주요부품</li> <li>○ 동결방지를 위한 지능형 발열패드</li> <li>○ 유라시아 환경 내한성 시험평가 장비</li> <li>○ 내한성 인증을 위한 시험 기준 및 규정</li> </ul>
2-2	유라시아 공동화차 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 화차 연결기 호환 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이중 화차 연결기 호환 운영 개발 기술</li> <li>- 대량 편성에 따른 국내 화차 대륙철도 적용 가용성 기술 분석</li> <li>- 혼합 편성에 따른 국내 화차 대륙철도 성능검토 및 설계변경</li> <li>- 대량 편성에 따른 유라시아철도 표준 연결기 사양 제시</li> <li>- 대량 편성에 따른 유라시아철도 표준 연결기 안전성 분석</li> </ul> </li> <li>○ 혼합편성, 대량편성 화차 제동장치 호환 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북중 혼합편성 화차 제동장치 성능 검토 및 가용성 설계</li> <li>- 남북중 혼합편성 화차 제동장치 성능 시뮬레이션 분석(감압속도, 감압속도, 보조공기통 제동통용적)</li> <li>- 대량 편성에 따른 국내 화차 대륙철도 적용 가용성 기술 분석</li> <li>- 대량 편성에 따른 유라시아철도 제동 공</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 연결기 사양조사서</li> <li>○ 유라시아 통합 연결기 시제품</li> <li>○ 남북중 공동화차 시제품</li> <li>○ 공동화차 기술 표준화 명세서</li> <li>○ 성능보고서</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 압장치 용량 및 연결호스 커넥트 호환 기술개발</li> <li>- 대량 편성에 따른 유라시아철도 표준 연결기 안전성 분석</li> <li>○ 남북중 공동화차 시제품 차량 제작 및 성능 검증</li> <li>○ 남북중 공동화차 시운전 신뢰성 유지보수 기술개발</li> <li>○ 남북중 공동화차 운영조건을 고려한 기술표준화 사양 제시</li> <li>○ 유라시아철도기술 적용 종합시험용 시제 차량 제작(1-2량)</li> <li>○ 대륙철도 시험선 시운전 및 성능 검증</li> </ul>	
2-3	유라시아 LNG 혼소엔진 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ LNG 구조체 차체연구</li> <li>- 기존 디젤차량 LNG 개조기술연구, LNG 신조차량개발연구</li> <li>- LNG 연료공급탱크 철도차량 개발 연구/ LNG 차량 연료탱크 유연성 장착성 호환성 연구</li> <li>- 철도차량용 안전 2중 2종재 LNG 탱크개발 연구</li> <li>- LNG 충돌안전성 연구, 유연체 차체구조물 연구</li> <li>○ LNG 차량 연료 운영 효율연구</li> <li>- 연료기관차의 연료주입방식 연구</li> <li>- 디젤 /LNG 혼합 운영기술 연구/ LNG ↔ 디젤 변환 시스템 개발연구</li> <li>- LNG의 압력관리 안전장치 및 운영유지보수 기술개발</li> <li>- 급유정지 최적화 연료공급 시스템 연구</li> <li>- 기타 유사연료 호환성 검토 연구 (CNG)</li> <li>○ LNG 차량 안전 경제성분석 연구</li> <li>- 연료공급 시스템 내한성 개발 연구</li> <li>- LNG 장기연료가격분석 및 러시아 현지 공급특성을 고려한 운영 경제성분석</li> <li>- LNG 차량 KS 규격개발연구, 러시아 규격 호환성 검토 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아LNG 혼소엔진 요구 사양서</li> <li>○LNG 안전장치 설계서</li> <li>○충돌안전성 검증보고서</li> <li>○차체검토서</li> <li>○경제성보고서</li> </ul>
2-4	궤간가변대차 및 지상변환장치 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동북아 역내 순환을 위한 차량 핵심기술 개발</li> <li>- 궤간가변 윤축 최적화 설계 및 제2세대 궤간가변 윤축 기술 개발</li> <li>- 대차 및 선로구축물간 인터페이스 성능 검증</li> <li>○표준궤/광궤 호환구간 지상변환설비 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○제2세대 궤간가변윤축 설계서 및 시제품</li> <li>○ 대차/선로구축물간 인터페이스 명세서</li> <li>○성능보고서</li> </ul>

			<p>및 제작</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호환구간 테스트베드 기본설계 및 시스템 설계</li> <li>· 지상설비 요구사항 도출 및 구축계획(안)</li> <li>- 궤간 호환구간 지상변환설비 표준설계 및 제작</li> <li>· 호환구간 통과속도 메카니즘에 따른 특성 및 조사분석</li> <li>· 호환구간 지상변환 설비 성능기준</li> </ul> <p>○표준궤/광궤 호환구간 테스트베드 구축(종합시험선 및 폐선부지) 및 성능검증</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호환구간 테스트베드 구축 및 시스템 설계</li> <li>· 종합시험선로 테스트베드 최적 노선 현장조사</li> <li>· 테스트베드 시스템 설치 및 구축</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지상변환구간 인터페이스 성능검증</li> <li>· 궤도/신호전력/노반 호환시험선로를 이용한 실증연구</li> <li>- 대차 및 지상변환 설비 안정화 및 실용화 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○표준궤/광궤 호환구간 지상변환 표준사항서</li> <li>○시험절차서</li> <li>○테스트베드</li> <li>○성능보고서</li> </ul>
3세부과제	<b>남북 및 유라시아철도 상호호환을 위한 철도 인프라 기술 개발</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○유라시아철도 인프라 호환성 및 효율화 연구</li> <li>○북한철도 인프라 평가기술 및 경제적 개량·건설 기술 개발</li> </ul>	세세부과제 참고	
3-1	유라시아철도 인프라 호환성 및 효율화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 신호/통신 시스템의 효율적 상호운용을 위한 기반기술 분석</li> <li>- 남북 및 대륙철도의 신호/통신 시스템의 불일치에 따른 열차 상호운용 기반기술 분석</li> <li>- 신호/통신 시스템의 효율적 상호운용을 위한 시나리오 도출 및 검토</li> <li>○국가 간 신호/통신 효율적 상호운용을 위한 최적기술 개발</li> <li>- 각국의 신호/통신 시스템에 대한 정확한 현황 조사 및 분석</li> <li>- 국가 간 상이한 신호/통신 시스템의 상호운용에 따른 경제성 분석</li> <li>- 신호/통신 시스템의 경제적이고 효율적인 상호운용 매뉴얼 개발</li> <li>○Overlab 구간에서의 안전한 신호/통신 시스템 전환 기술 개발</li> <li>- 각 국의 신호/통신 시스템 분석 자료를 활용한 최적 전환 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○신호/통신 상호운용 시나리오</li> <li>○경제성분석 보고서</li> <li>○신호/통신 전환 기술 보고서</li> <li>○안전성검토 보고서</li> <li>○남북간 전기철도 상호운용 매뉴얼</li> <li>○DC3kV 전압레벨 교체 및 부분리뉴얼 설계 및 시공(안)</li> <li>○전기철도 운행에 따른 경제성 분석 결과</li> </ul>	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 열차 안전을 확보하는 신호/통신 시스템 전환기술의 안전성 분석</li> <li>- 신호/통신 전환시스템의 다중 안전화 방안 연구 및 기술개발</li> <li>○ 전철/전력 설비의 실용적 상호 운영을 위한 기반기술 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북 및 대륙철도의 계통 변화에 따른 전기철도 상호운영 기반기술 분석</li> <li>- 단기/부분 리뉴얼을 통한 전기철도 전철/전력 안정화 및 운영기술 도출</li> <li>- 남북 철도의 전기철도 연계를 위한 전철 전력 교체/리뉴얼 경제성 분석</li> <li>- 전기철도 상호 운영에 따른 차량-전차선 간 인터페이스 기반기술 분석</li> </ul> </li> <li>○ 국가간 전압레벨 변화에 따른 전기철도 안정화 운영 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한철도의 급전시스템의 전압레벨 동일화 방안 및 조립/이동식 변전소 적용방안 분석</li> <li>- 북한 전철전력 급전시스템과의 전압레벨 동일화 방안</li> <li>- 전압레벨 변경에 따른 교체기술 분석</li> <li>- 수퍼그리드 계통연계에 따른 국가간 전기철도운영 방안 도출</li> </ul> </li> <li>○ AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 설계 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아 각국 철도차량용 추진시스템 기술 분석</li> <li>- AC25kV용 고출력밀도 주변압기 설계 기술 개발</li> <li>- AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼모드 전력변환장치 최적 Topology 연구 및 설계 기술 개발</li> <li>· 구성품 최소화를 위한 듀얼모드 전력변환장치 최적 Topology 연구</li> <li>· 가선전압 변동에 유연한 듀얼모드 전력변환장치 최적 Topology 연구</li> <li>- 밀폐형 강제통풍방식의 고출력밀도 구동모터 및 구동계 설계 기술 개발</li> <li>- 가선전압 변동 및 순간정전에 대비한 차상전력 안정화 시스템 연구</li> </ul> </li> <li>○ 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템 최적화 및 성능평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- AC-DC 겸용 듀얼 추진시스템 최적화 및 경량화 연구</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC25kV-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 설계 (안)</li> <li>○ 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템 성능평가 (안)</li> <li>○ 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템의 상용화 (안) 및 시제품</li> </ul>
--	--	--	--	---

			<ul style="list-style-type: none"> <li>· 차량용변압기(반도체 소자 적용 Solid State Transformer), 주전력변환장치(컨버터/인버터), 보조전력변환장치, 견인전동기 포함 최적화 및 경량화 기술 개발</li> <li>· 극한 조건에서의 추진시스템 신뢰성 확보 방안 연구</li> <li>- AC25kV(50Hz-60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 시제품 제작</li> <li>- AC25kV(주파수 가변) 및 DC3kV 추진시스템 조합 성능시험을 위한 Test-bed 구축 및 성능평가 연구</li> <li>○ 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템의 차량 적용을 통한 신뢰성 확보 및 상용화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대륙철도 연계용 Multi-Power Source (AC25kV(50Hz-60Hz) -DC3kV, DC1.5kV) 추진시스템의 구간가변열차 적용 시험평가 및 신뢰성 확보 기술 개발</li> <li>- Multi-Power Source (AC25kV(50Hz-60Hz), DC3kV, DC1.5kV) 추진시스템 실용화 및 국산화 기술 개발</li> </ul> </li> </ul>	
3-2		<p style="text-align: center;">북한철도 인프라 평가기술 및 경제적 개량·건설 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한철도 사업추진 기반강화기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 철도교통망 체계 및 DB구축</li> <li>· 철도교통망 영상정보 DB 구축 및 고속처리 시스템 구축</li> <li>- 남북한 철도시설 통합운영방안 수립</li> <li>· 시나리오별 철도시설의 개량화 방안 수립</li> <li>○ 선로구간 노후도 평가 기술연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실용적 상호운영(하드웨어, 소프트웨어)을 위한 선로구간별 노후도 평가기술</li> <li>· 선로구축물 노후도 평가 및 개량우선순위 기술</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 북한철도 구조물 급속 보수보강 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- FRP 거푸집 및 내부 고성능 충전시멘트 복합체 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 구조물 급속 보수보강 시공기술개발</li> </ul> </li> <li>- 내부 충전용 고성능 섬유보강 시멘트 복합체기술개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 한랭지역 내구성 및 사용성 확보기술</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 터널화폭기술 프로토타입 및 실용화 기반 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상/하로기술 개발</li> <li>- 테스트베드 구축 및 성능평가 및 실용화 기술개발</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한철도망 DB</li> <li>○ 기술사양서</li> <li>○ 노후도 및 상태평가 점검서</li> <li>○ 터널화폭 공사 시방서(안)</li> <li>○ 노후터널 보강 단열 및 방수 겸용 sheet 및 그의 적용기술</li> <li>○ 취약 자갈레도 보강 물유리-폴리머충진공법</li> <li>○ 노반 및 도상의 동상 원천 차단기술</li> <li>○ rubber grid와 PE골재 활용 자갈레도 보강재</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>○노후 터널 누수 및 동상 피해 신속 복구 기술개발:</li> <li>-방수 및 단열 겸용 sheet 활용 노후터널 보강기술</li> <li>○난조건 지반의 노반·궤도 안정성 평가 및 경제적 보수 보강기술 개발:</li> <li>-물유리·폴리머 충전 취약 자갈궤도 보강기술</li> <li>-XPS 활용 철도 노반, 도상의 동상피해 원천 차단 기술</li> <li>○ rubber-grid와 PE골재 활용 진동, 소음, 동상 차단용 경제적 자갈궤도 설계, 시공 기술</li> </ul>	
4세부과제	<b>유라시아철도 물류기술 개발</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발</li> <li>○남북 및 유라시아철도 물류단지 개발 기술</li> </ul>	세세부과제 참고
4-1	양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발		<ul style="list-style-type: none"> <li>○수송대상품목 설정</li> <li>○물류 프로세스 분석</li> <li>○벌크 수송용기 요구사항 분석 및 설계</li> <li>○벌크 수송용기 시제품 제작 및 검증</li> <li>○벌크 수송용기 완제품</li> </ul>	○컨테이너수송 겸용 벌크 수송용기
4-2	남북 및 유라시아철도 물류단지 개발 기술		<ul style="list-style-type: none"> <li>○국내 시점역의 최적 입지 선정</li> <li>○환적터미널의 현황 및 요구조건 분석</li> <li>○환적터미널 효율 극대화를 위한 자동화 수준 정립</li> <li>○환적터미널에서의 적시 환적을 위한 스케줄링 기술 개발</li> <li>○ 공동 물류단지 개발 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단기적으로 개성공단 물류 효율화를 위한 물류기지 개발</li> <li>- 중기적으로 국경지역(단둥, 핫산 등) 물류 효율화를 위한 물류기지 개발</li> </ul> </li> <li>○공동 물류수송 노선 개발기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물류 효율화를 위한 신규노선 개발 기술</li> <li>- 산업단지 특성 및 생산제품을 고려한 최적 물류협력 계획 기술</li> </ul> </li> <li>○철도화물 활성화를 위한 공유화차 운영기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단기적으로 남북을 우선 추진하며, 중기적으로 중국, 러시아가 공동으로 참여할수 있는 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○철도화물 대량 환적 시스템 설계 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동북3성(중국) 및 러시아 물류수요 공급을 위한 철도화물 대량환적 시스템 설계 기술</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 연계 화물열차 운영시스템</li> <li>○물류 효율화를 위한 물류기지 개발전략 제시</li> <li>○공동 물류수송 노선 개발 전략 제시</li> <li>○공유화차 운영 기술서</li> </ul>

## 2절. 연구개발과제 활용방안

구분	과제명	최종 성과물	최종 수요처	활용방안
연구단 총괄	유라시아철도 연계를 위한 상호호환 및 운영 기술 개발	세부과제 참고		
1세부과제	유라시아철도 상호운영 및 연계 기술 개발	세세부과제 참고		
1-1	유라시아철도 기술기준 상호호환 및 표준화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기술사양서</li> <li>○ 성능인증체계도 및 기준</li> <li>○ 환승 및 환적 요구사항서</li> <li>○ 선로유지보수 기준서(안)</li> <li>○ 품질인증 및 표준규격서(안)</li> </ul>		
1-2	유라시아철도 안전·관제 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 안전관제 플랫폼</li> <li>○ 철도사고 대응지원 시스템</li> <li>○ 북한 통과지역 취약구간 감시 시스템</li> <li>○ 철도화물 모니터링 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도공사 등 운영기관</li> <li>○ 현대 로템 등 국내외 유라시아 운행 철도차량 제작 업체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 운행 철도차량에 적용</li> <li>○ 중국, 러시아 등 국외 철도차량에 수출</li> </ul>
1-3	유라시아철도 통합 운영 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도연계 기반 수요예측 방안 구축</li> <li>○ 유라시아철도 사업 경제적 타당성 분석 방법론 제시</li> <li>○ 철도노선 및 물류단지 선정방안 구축</li> <li>○ 철도 시설이용료 계산 및 정산 시스템</li> <li>○ 남북철도 및 통합철도 운영계획 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내외 철도차량 부품 제작 업체</li> </ul>	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 철도 수요 분석 및 예약 시스템</li> </ul>		
	1-4	유라시아철도 글로벌 협력 지식네트워크 강화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 지식네트워크 사업추진단 구성안</li> <li>○ 주요국가별 기술 정책보고서</li> <li>○ 기술정책토론회 개최 및 유라시아철도 지식네트워크 구축</li> </ul>		
	2세부과제	<b>유라시아철도 운영을 위한 차량 기술 개발</b>	세세부과제 참고		
	2-1	유라시아철도 차량 내한성 강화기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도차량용 주요부품</li> <li>○ 동결방지를 위한 지능형 발열패드</li> <li>○ 유라시아 환경 내한성 시험평가 장비</li> <li>○ 내한성 인증을 위한 시험 기준 및 규정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도공사 등 운영기관</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 운행 철도차량에 적용</li> <li>○ 중국, 러시아 등 국외 철도차량에 수출</li> <li>○ 가변대차시스템 성능안정화</li> </ul>
	2-2	유라시아 공동화차 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 연결기 사양조사서</li> <li>○ 유라시아 통합연결기 시제품</li> <li>○ 남북중 공동화차 시제품</li> <li>○ 공동화차 기술표준화 명세서</li> <li>○ 성능보고서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현대 로템 등 국내외 유라시아 운행 철도차량 제작 업체</li> <li>○ 국내외 철도차량 부품 제작 업체</li> <li>○ 가변대차 운영국 및 수입국</li> <li>○ 정부</li> <li>○ 설계업체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가변대차 시스템 시험선로 활용</li> <li>○ 기준 및 규격제정 지원기술</li> <li>○ 환적 및 환적장 설계활용</li> </ul>
	2-3	유라시아 LNG 혼소엔진 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 LNG 혼소엔진 요구사양서</li> <li>○ LNG 안전장치 설계서</li> <li>○ 충돌안전성 검증 보고서</li> <li>○ 차체검토서</li> <li>○ 경제성보고서</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량의 교환 없이 빠르게 인접 국가로의 이동이 가능해지기 때문에 여객이나 화물 운행시간 및 비용을 크게 단축 가능</li> </ul>
	2-4	궤간가변대차 및 지상변환장치 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제2세대 궤간가변윤축 설계서 및 시제품</li> </ul>		

			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대차/선로구축물 간 인터페이스 명세서</li> <li>○ 성능보고서</li> <li>○ 표준궤/광궤 호환 구간 지상변환 표준사양서</li> <li>○ 시험절차서</li> <li>○ 테스트베드</li> <li>○ 성능보고서</li> </ul>		
3세부과제	<b>남북 및 유라시아철도 상호호환을 위한 철도 인프라 기술 개발</b>	세세부과제 참고			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Multi-power Source 추진시스템을 대륙철도 연계차량에 적용</li> <li>○ 타 분야의 멀티전원 전력변환장치 등을 필요로 하는 곳에 기술 파급</li> <li>○ 우선개발 노선 선정자료활용</li> <li>○ 급속 및 저비용 교체기술 활용</li> <li>○ 터널확폭기술활용</li> <li>○ 기준 및 규격제정 지원 및 기초자료</li> <li>○ 남북한 철도운영 기준활용</li> <li>○ 북한철도, 시베리아 횡단철도 사업 진출 시 활용하며, 연구 결과를 국내 철도에도 적용하여 철도성능 향상 및 유지보수예산 절감</li> <li>○ 연구 결과를 북</li> </ul>
3-1	유라시아철도 인프라 호환성 및 효율화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 신호/통신 상호운영 시나리오</li> <li>○ 경제성분석 보고서</li> <li>○ 신호/통신 전환기술 보고서</li> <li>○ 안전성검토 보고서</li> <li>○ 남북간 전기철도 상호운영 매뉴얼</li> <li>○ DC3kV 전압레벨 교체 및 부분리뉴얼 설계 및 시공(안)</li> <li>○ 전기철도 운행에 따른 경제성 분석 결과</li> <li>○ AC25kV-DC3kV 겸용 듀얼 추진 시스템 설계(안)</li> <li>○ 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템 성능평가(안)</li> <li>○ 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템의 상용화(안) 및 시제품</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국가/정부</li> <li>○ 시공사 및 설계업체</li> <li>○ 철도운영처</li> <li>○ 한국철도시설공단</li> </ul>		
3-2	북한철도 인프라 평가기술 및 경제적 개량·건설 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한철도망 DB</li> <li>○ 기술사양서</li> <li>○ 노후도 및 상태</li> </ul>			

			<ul style="list-style-type: none"> <li>평가 점검서</li> <li>○터널확폭 공사시 방서(안)</li> <li>○노후터널 보강 단열 및 방수겸용 sheet 및 그의 적용기술</li> <li>○취약 자갈궤도 보강 물유리·폴리머충진공법</li> <li>○노반 및 도상의 동상 원천차단기술</li> <li>○ruber grid와 PE 골재 활용 자갈궤도 보강재</li> </ul>		<p>한철도, 시베리아 철도 사업 참여시 활용하며, 국내철도에도 적용하여 철도 성능향상과 유지보수 예산 절감</p>
4세부과제	<b>유라시아철도 물류기술 개발</b>	세세부과제 참고			○컨테이너 제작업체와의 실시계약을 통한 실용화
4-1	양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발	○컨테이너수송 겸용 벌크 수송용기		○컨테이너 제작업체	○철도운영회사의 열차 운영시스템에 반영
4-2	남북 및 유라시아철도 물류단지 개발 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○유라시아철도 연계 화물열차 운영시스템</li> <li>○물류 효율화를 위한 물류기지 개발전략 제시</li> <li>○공동 물류수송 노선 개발 전략 제시</li> <li>○공유화차 운영기술서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○철도운영회사</li> <li>○정부부처 및 지자체</li> <li>○한국철도공사</li> <li>○한국철도시설공단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○유라시아철도 추진을 위한 효율적인 철도 네트워크 망 구성</li> <li>○유라시아철도 추진을 위한 효율적인 철도 네트워크 운영방안 구상</li> <li>○남북, 동북아, 유라시아에 걸쳐 물류수송의 효율화 구상</li> </ul>	

### 3절. 기대효과

#### 1. 기술적 기대성과

- 남북철도(경의선 및 동해선)가 완공되면 유라시아철도를 연계하여 21세기 교통 물류 중심지로 도약할 수 있는 기회가 될 것임
- 유라시아 대륙 연계철도망과 연계하여 한반도를 시점으로 하는 철도망의 구축이 가능해 짐으로서 경제적 효과를 기대할 수 있음. 유라시아 대륙철도망과 연계하여 한반도를 시점으로 하는 철도망의 구축이 가능해짐으로써 물류 수송비의 획기적 절감이 기대됨 (남북간 수송 물류비는 1/5 수준으로 절감되고, 유럽 물동량의 경우수송기간은 8-15일 정도 단축)
- TKR ~ TSR, TCR, TMR, TMGR ~ 유럽 연계 시 유라시아철도 네트워크 통합기술 개발에 관련국이 경쟁적으로 참여할 것으로 예상
- 유라시아철도 연결에 따른 남북한 철도 운송수입 증대(운송수입은 북한이 약 1억불 남한이 약 7천7백만 불 정도 전망)
- 유라시아 국가 간 이중 철도시스템에 대한 인터페이스 및 통합기술의 확보로 철도 엔지니어링 기술의 해외진출이 증대될 것으로 기대됨
- 유라시아철도사업 진출 시 영구동토지대에서 철도 시설물 동해재난 사전 차단: 철도 구조물의 안정성 증대 , 수명 연장 및 유지 보수 예산 절감

#### 2. 사회·경제적 파급효과

- 남북철도가 연결되어 남북경협이 활성화되면, 동북아 철도 네트워크가 급속히 형성될 것이고, 철도화물의 고속화·대용량화는 유라시아철도의 새로운 기술수요를 창출할 것임
- 유라시아철도의 핵심기술인 시스템 인터페이스 및 통합기술의 한 단계 진일보로 현재 많은 부분 외국기술자에게 의존하는 철도기술에 대한 대체 수입효과가 기대됨
- 유라시아 국가 간 연계 운행할 수 있는 철도차량제작기술(하이브리드, 내한성, 다중신호시스템, 위성을 이용한 운영정보 등의 기술)을 확보함으로써 철도차량의 해외수출 증대와 그에 따른 철도차량산업의 활성화가 크게 기대됨
- 북한 및 유라시아철도에 대해 기술적으로 접근이 가능함으로써 통일 또는 상호

- 교류 시 철도차량의 정비를 효과적으로 수행할 수 있음
- 북한, 아시아 각국, 유럽까지 유라시아 각국의 차량의 교체나 환적 없이 직송할 수 있는 철도 수송 서비스를 제공함으로써 물류비와 수송기간의 대폭 절감에 의한 국가 경쟁력 제고
- 화물운송량이 증가할 경우 이중궤간 국경에서 병목현상 해소
- 표준궤 및 광궤용 시스템 설계, 제작 및 시험기술을 확보하여, 선진철도기술 보유하며 궤간가변장치 기술로 위험 및 독성화물처리에 유리한 친환경적시스템을 구축할 수 있음
- 개발된 기술의 국내 철도에 적용 : 안전한 승객 및 화물 수송
- 한러북 사이의 정치적 우호 증진/ 경제 협력 증진
- 러시아나 북한 진출하려는 기업의 영업활동 활성화

### 3. 활용방안

- 통일 전이라도 유라시아철도협력을 통한 남북한 관계개선이 가능
- 유라시아철도를 이용한 상호교류 및 관광의 기회도 증대
- 향후 통일비용을 크게 절감시킬 수 있을 것으로 기대됨
- 유라시아 대륙철도 연결은 한반도의 아시아태평양 물류중심 국가로의 도약 계기로서 뿐만 아니라, 나아가 관련 모든 당사국에 호혜적인 유라시아 지역의 기술경제 문화 공동체 형성에 기여할 것임
- 철도의 북한 진출 및 지원 시 활용
- 국내 철도 시설물의 동결 응해 피해 방지에 활용

#### 4. 기대효과 총괄표

구분	과제명	성과(편의)
연구단 총괄	유라시아철도 연계를 위한 상호호환 및 운영 기술 개발	
1세부과제	유라시아철도 상호운영 및 연계 기술 개발	
1-1	유라시아철도 기술기준 상호호환 및 표준화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도의 효과적 연결               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도수송으로 부가가치 생산</li> <li>- 철도연결의 투자비용 감소</li> </ul> </li> <li>○ 철도기술의 표준화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 표준화에 따른 대량생산으로 가격경쟁력 확보</li> <li>- 세계 철도시장에 경쟁력 입증</li> </ul> </li> </ul>
1-2	유라시아철도 안전·관제 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도신뢰성 기반 영업환경 구축               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도수송 사업자 영업비용 감소</li> <li>- 화주의 신뢰회복을 통한 수요확보</li> </ul> </li> <li>○ 철도사고 복구비용 효율화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사고 및 재난 복구의 효율성 제고</li> <li>- 사고대응 관리비용 절감</li> </ul> </li> <li>○ 철도화물수송 관련 물류비용 절감               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통과비용 절감</li> <li>- 화물보완을 통한 수요 확대</li> </ul> </li> </ul>
1-3	유라시아철도 통합 운영 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수요기반 계획으로 비용 절감               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 적정 투자규모 계획을 통한 투자비 절감</li> <li>- 적정 열차공급 계획으로 사업 효과성 제고</li> <li>- 기존 열차운행을 감안한 최적 열차계획 수립으로 시설이용 극대화</li> </ul> </li> <li>○ 철도운영 신뢰성 제고로 유라시아 철도에 대한 수요 증대               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국제철도 이용확대로 운송사업 및 다양한 형태의 부가가치 생산</li> <li>- 비효과적 열차운행 자제로 비용 절감</li> </ul> </li> </ul>
1-4	유라시아철도 글로벌 협력 지식네트워크 강화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도관련 정보공유를 통한 효과적 철도연계 계획 수립 역량 확보               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연계에 따른 성과 즉시 실현 및 극대화 가능</li> </ul> </li> <li>- 구체적인 국제협력 기반 구축을 통한 경제협력 등 다양한 형태의 협력 지원</li> </ul>

2세부과제	<b>유라시아철도 운영을 위한 차량 기술 개발</b>	
2-1	유라시아철도 차량 내한성 강화기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도차량 기술개발에 따른 시장 확대 및 차량 내구성 개선</li> <li>- 한랭지역에 적합한 철도차량시장 진출 확대</li> <li>- 유라시아 철도차량과 함께 국내 철</li> </ul>
2-2	유라시아 공동화차 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공동화차 기술개발로 초기투자비용 절감, 협력 확대</li> <li>- 화차 공동이용을 통한 제작 및 관리비용 절감</li> <li>- 화차관련 공동기술개발로 관련 해외 시장 확대</li> </ul>
2-3	유라시아 LNG 혼소엔진 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 엔진 개발로 신규 시장 개척</li> <li>- 천연가스 활용 차량수요 확보</li> <li>- 특수상황용 차량 수요 확보</li> <li>○ 유라시아 철도 연결을 통한 교류 확대시 연료비용 절감</li> <li>- 천연가스 자원 활용, 비용 절감</li> </ul>
2-4	궤간가변대차 및 지상변환장치 핵심기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 열차통과 절차 및 시간 단축</li> <li>- 환적비용 절감</li> <li>- 열차통과 시간 단축 효과</li> </ul>
3세부과제	<b>남북 및 유라시아철도 상호호환을 위한 철도 인프라 기술 개발</b>	
3-1	유라시아철도 인프라 호환성 및 효율화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제어 및 관리 효율성 개선</li> <li>- 열차운영 관련 안정성 제고로 수요자 신뢰 구축(수요 증가)</li> <li>- 유라시아 철도의 열차운영 비용 절감</li> </ul>
3-2	북한철도 인프라 평가기술 및 경제적 개량·건설 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 계획적인 인프라 개선으로 투자비용 절감</li> <li>- 불필요한 투자 최소화로 시설개량 비용 절감</li> <li>- 수요기반 시설개량 지원으로 비용대비 효과성 극대화</li> </ul>
4세부과제	<b>유라시아철도 물류기술 개발</b>	
4-1	양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수송용기 개발을 통한 고정자산의 효과적 관리로 비용 절감</li> <li>- 주요 수송물을 고려한 용기개발로 수요(교류) 확대</li> <li>- 고정자산의 공동관리 여건이 확보되어 비용 절감</li> </ul>
4-2	남북 및 유라시아철도 물류단지 개발 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 철도물류 사업성 제고로 국제교류 활성화 및 지역 경제 활력 제고</li> </ul>

## 5장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정

### 1절. 연구일정에 따른 인력계획

#### 1. 연차별 투입 연구인력

		연구단소요인력					(단위 : 명)
세부과제		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
총괄		359	588	771	457	368	2,543
1세부	1구성기술	138	222	218	143	94	815
	2구성기술	84	150	141	84	42	501
	3구성기술	19	29	34	24	19	125
	4구성기술	15	23	23	15	13	89
	계	20	20	20	20	20	100
2세부	1구성기술	90	177	359	177	149	952
	2구성기술	13	31	38	31	13	126
	3구성기술	9	19	19	19	9	75
	4구성기술	8	17	42	17	17	101
	계	60	110	260	110	110	650
3세부	1구성기술	112	160	164	122	112	670
	2구성기술	10	16	20	20	10	76
	계	102	144	144	102	102	594
4세부	1구성기술	19	29	30	15	13	106
	2구성기술	5	8	11	3	3	30
	계	14	21	19	12	10	76

## 2절. 소요예산 산정

### 1. 산정개요

- 세부과제별 기획위원회를 구성, 기획위원에 의한 상향식(Bottom up)방법으로 예산을 산출함
- 최소연구단위인 세세부과제를 수행하는데 소요되는 적정 비용을 산정하고, 이를 토대로 세부과제의 연구비를 산정하여 총 사업예산 규모를 확정함
- 해당 과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월 기준 단가는 대학 조교수급 기준 4,300,000원으로 작성
- 기준단가는 2011년도 회계예규 “예정가격작성기준“ 학술연구용역 인건비기준단가의 대학 조교수 수준 참고)
- 과제난이도, 기술준비도에 따라 증액률, 확장률을 결정하여 예시와 같이  $\sqrt{\quad}$ 로 표기
- 항목별 예산은 국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정의 ‘별표 2 연구개발비비목별 계상기준’을 작성기준으로 활용함
- 민간예산 산정이 어려울시 전체예산의 25%로 가정
- 정책연구는 민간부담금을 산정하지 않음

## 2. (연구단) 유라시아철도 추진을 위한 철도 상호호환 및 연계기술 개발 과제 소요예산

### 가. 총괄 소요예산

(단위 : 백만원)

세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)
1 유라시아철도 상호운영 및 연계 기술 개발	5,240	7,910	8,510	5,975	4,540	32,175	30%
2 유라시아철도 운영을 위한 차량 기술 개발	5,100	10,900	15,800	10,900	6,300	49,000	46%
3 남북 및 유라시아철도 상호호환을 위한 철도 인프라 기술 개발	3,665	5,085	5,355	4,455	3,565	22,125	21%
4 유라시아철도 물류기술 개발	700	1,100	1,100	600	500	4,000	4%
합계						107,300	100%

나. 예산 항목별 소요예산

(1) 연구단 총괄

(단위 : 천원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	
1) 인건비	내/외부 인건비	8,287,743	14,826,865	18,816,434	12,798,120	8,592,264	63,321,426	59.0%	
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재및 시설비	430,000	700,000	450,000	450,000	520,000	2,550,000	2.4%
		시작품 제작비	640,000	1,130,000	1,030,000	1,250,000	570,000	4,620,000	4.3%
		재료비	140,521	135,125	145,185	122,188	139,957	682,976	0.6%
	연구활동비	여비	821,541	1,186,148	1,505,312	1,080,081	735,125	5,328,207	5.0%
		수용비및수수료	735,046	889,610	1,128,984	852,234	661,419	4,267,293	4.0%
		기술정보활동비	1,070,173	1,630,953	2,069,805	1,464,025	1,042,403	7,277,359	6.8%
	연구수당	1,243,160	2,224,028	2,822,463	1,919,717	1,288,838	9,498,206	8.9%	
3) 간접비		1,336,816	2,272,271	2,796,817	1,993,635	1,354,994	9,754,533	9.1%	
4)	합계	14,705,000	24,995,000	30,765,000	21,930,000	14,905,000	107,300,000	100.0%	

(2) 세부과제별 소요예산

(가) 1세부과제

(단위 : 천원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	
1)	인건비	2,910,611	4,568,333	4,947,408	3,322,627	2,475,561	18,224,540	56.6%	
2)	연구장비재료비	연구기자재및 시설비	300,000	450,000	450,000	450,000	300,000	1,950,000	6.1%
		시작품 제작비	150,000	300,000	300,000	300,000	200,000	1,250,000	3.9%
		재료비	35,041	45,247	59,995	30,143	37,712	208,138	0.6%
	연구활동비	여비	291,061	365,466	395,792	265,810	198,044	1,516,173	4.7%
		수용비및수수 료	261,954	274,099	296,844	199,357	222,800	1,255,054	3.9%
		기술정보활동 비	378,379	502,516	544,214	365,488	321,822	2,112,419	6.6%
		연구수당	436,591	685,249	742,111	498,394	371,334	2,733,679	8.5%
3) 간접비		476,363	719,090	773,636	543,181	412,727	2,924,997	9.1%	
4)	합계	5,240,000	7,910,000	8,510,000	5,975,000	4,540,000	32,175,000	100.0%	

(나) 2세부과제

(단위 : 천원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	
1)	인건비	2,879,280	6,534,417	10,074,384	6,663,830	3,729,441	29,881,352	61.0%	
2)	연구장비재료비	연구기자재및 시설비	80,000	200,000	0	0	220,000	500,000	1.0%
		시작품 제작비	290,000	530,000	230,000	550,000	250,000	1,850,000	3.8%
		재료비	33,823	30,909	29,501	29,731	36,057	160,021	0.3%
	연구활동비	여비	287,928	522,753	805,950	533,106	298,355	2,448,092	5.0%
		수용비및수수 료	259,135	392,065	604,463	399,829	223,766	1,879,258	3.8%
		기술정보활동 비	374,306	718,785	1,108,182	733,021	410,238	3,344,532	6.8%
		연구수당	431,892	980,162	1,511,157	999,574	559,416	4,482,201	9.1%
3) 간접비		463,636	990,909	1,436,363	990,909	572,727	4,454,544	9.1%	
4)	합계	5,100,000	10,900,000	15,800,000	10,900,000	6,300,000	49,000,000	100.0%	

## (다) 3세 부과제

(단위 : 천원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	
1) 인건비	내/외부 인건비	2,136,240	3,138,600	3,245,598	2,529,308	2,180,450	13,230,196	59.8%	
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재및 시설비	50,000	50,000	0	0	0	100,000	0.5%
		시작품 제작비	100,000	150,000	300,000	300,000	0	850,000	3.8%
		재료비	41,547	28,688	24,348	31,919	35,650	162,152	0.7%
	연구활동비	여비	213,624	251,088	259,647	252,930	218,045	1,195,334	5.4%
		수용비및수수료	192,261	188,316	194,735	227,637	196,240	999,189	4.5%
		기술정보활동비	277,711	345,246	357,015	328,810	283,458	1,592,240	7.2%
	연구수당	320,436	470,790	486,839	379,396	327,067	1,984,528	9.0%	
3) 간접비		333,181	462,272	486,818	405,000	324,090	2,011,361	9.1%	
4)	합계	3,665,000	5,085,000	5,355,000	4,455,000	3,565,000	22,125,000	100.0%	

(라) 4세 부과제

(단위 : 천원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	
1) 인건비	내/외부 인건비	361,612	585,515	549,044	282,355	206,812	1,985,338	49.6%	
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재및 시설비	0	0	0	0	0	0	0.0%
		시작품 제작비	100,000	150,000	200,000	100,000	120,000	670,000	16.8%
		재료비	30,110	30,281	31,341	30,395	30,538	152,665	3.8%
	연구활동비	여비	28,928	46,841	43,923	28,235	20,681	168,608	4.2%
		수용비및수수료	21,696	35,130	32,942	25,411	18,613	133,792	3.3%
		기술정보활동비	39,777	64,406	60,394	36,706	26,885	228,168	5.7%
	연구수당	54,241	87,827	82,356	42,353	31,021	297,798	7.4%	
3) 간접비		63,636	100,000	100,000	54,545	45,450	363,631	9.1%	
4)	합계	700,000	1,100,000	1,100,000	600,000	500,000	4,000,000	100.0%	



# 참고자료 1. 연구개발과제 과제카드

## 1세부과제 : 유라시아철도 상호운영 및 연계 기술 개발

1. 과제명	열차상호운영 확보를 위한 선로구축물 운영효율화 기술 개발
<p>2. 연구목적 및 배경</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ SRX철도사업은 남북한 철도를 연결하고 중국과 러시아 등을 거쳐 유럽까지 이어지는 철도 교통망을 구축하는 사업으로 국제철도협력기구(OSJD)회의에서 SRX(유라시아 횡단철도)사업에 대한 철도협력이 논의되고 있음.</li> <li>○ 많은 철도 강국들은 철도관련 미래 신기술의 개발뿐만 아니라 자국 모델의 활발한 해외진출을 통해 세계 철도표준 규격의 선점효과를 노리고 동시에 수익 극대화를 위한 다양한 전략을 모색하고 있음.</li> <li>○ 서로 다른 국가가 철도를 운행하기 위해서는 표준화된 규격이 요구되며, 이를 통해 운영 효율화를 기하고 있으며, 유럽에서는 정부정책지침에서 유럽각국의 상이한 철도노선 상에서의 기술운영성 및 상호 호환성 확보차원에서 TSI를 법령형태로 규정한 상태임.</li> <li>○ 국외에서는 정부주도 뿐만 아니라 민간주도의 인증체계인 UNIFE(유럽철도산업협회)와 IRIS(국제철도산업규격) 인증제도를 활용하고 있으며, 유럽에 진출하기 위해서는 IRIS인증서의 제시가 필요한 실정임.</li> <li>※ 유럽철도산업협회(IRIS)는 철도시스템에 대한 품질경영시스템을 관리하기 위해 개정된 철도분야의 특화된 국제규격임.</li> <li>○ 남북한뿐만 아니라 유럽으로 철도를 운행하기 위해서는 열차상호 운영을 위해 규격을 표준화시키고, 표준화된 기준을 바탕으로 철도용품의 성능인증체계 등을 도출할 필요가 있다.</li> <li>○ 또한 향후 국경지역 및 접속구간에 대한 인프라 호환성과 효율적인 운영을 위한 규격 및 제도 등의 수립이 필요함.</li> </ul>
<p>3. 연구개발목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 열차상호 운영을 확보를 위한 선로구축물 운영효율화 기술연구             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 및 다국가간 화물열차/일반열차/고속열차 상호운영을 위한 기술사양서(안)</li> <li>- 남북한 철도 용품 및 현장시험 기준정립/용품성능인증체계 표준화</li> <li>- 국제철도 운영을 위한 국경접속구간 인프라 호환 및 효율화연구</li> </ul> </li> </ul>
<p>4. 국내외 기술동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ EU의 정책 지침 하에서 유럽각국의 상이한 철도노선 상에서의 기술운영성 및 상호 호환성 확보가 관건이라고 할 수 있으며, EU에서는 이를 위해 상호운영성 확보를 위한 기술시방서(TSI)를 법령형태로 규정하고, TSI에 대한 개별용품/시스템의 적합 여부를 판단하기 위하여 범유럽 통합규격인 EN 규격을 제정 적용하고 있음.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>EU 정책지침 상호운영성 기술시방서 : TSI (Technical Specification for Interoperability) EN Standard</p> </div> <div style="display: flex; gap: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>EN (레도)</p> <p>레일</p> <p>침목 및 지지계</p> <p>레일계열장치</p> <p>분기기</p> <p>레도선형 품질</p> <p>레도선형 설계</p> <p>레도사로 승인</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>KRS (레도)</p> <p>레일</p> <p>침목 및 지지계</p> <p>레일계열장치</p> <p>분기기</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p><b>개요</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 철도용품과 시스템 공급체계 개선을 통한 철도용품의 품질/신뢰성 향상에 목적</li> <li>• ISO 9001 기반으로 하여 철도용품의 품질관리체계(Cost, Risk, RAMS, LCC 포함) 평가</li> <li>• 승인된 인증기구(현재 14개 기관)에 의해 예비/인증/감육/경신 심사 수행</li> </ul> <p><b>요점</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 제작사 자체와 생산용품의 품질에 대한 공식적 인증</li> <li>• 철도산업분야에서 국제적으로 인정</li> <li>• UNIFE의 DB에 등록되면서, 시스템 제작자가 개별부품의 DB를 공유하게 됨</li> </ul> <p><b>현황</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2007년 11월 표준 제정 이후, 2009년 6월 244개 인증서 교부</li> <li>• 2010년 기준, 5개 대륙 23개 국가에서 500여 관련 기업들이 인증을 획득</li> <li>• 유럽, 철도차량 부품 중심으로 일종의 Indispensible Certi. 로 인식되어 가고 있는 상황</li> </ul> </div> <p style="text-align: center;"><b>[국외 정부주도의 TSI와 EN 및 IRIS 인증체계]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일반적으로 TSI가 강제화된 규정인 반면, EN은 권고규격이나, 범유럽 철도시장의 규모가 세계철도시장을 상당부분을 차지하고 있기 때문에 국제표준규격처럼 인식되고 적요되고 있음.</li> </ul> </div>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내에서는 종합시험선 구축을 통해 상호 다른 철도운영시스템을 연계하고 복잡다양한 기술적 문제들을 내</li> <li>○ 유럽 연합의 철도 표준규격과 다국간 상호운행 규격(TSI) 완성에 후속한 기술 경쟁의 가속화 등이 최근에 나타난 기술 변화의 추세이며, 영국 및 유럽의 경우 복수의 규격에 의해 세밀하게 내용이 규정됨.</li> </ul>						
<b>5. 기술개발 필요성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 서로 다른 국가가 철도를 운행하기 위해서는 표준화된 규격이 요구되며, 이를 통해 운영 효율화를 기하고 있으며, 유럽에서는 정부정책지침에서 유럽각국의 상이한 철도노선 상에서의 기술운영성 및 상호 호환성 확보차원에서 TSI를 법령형태로 규정한 상태임.</li> <li>○ 국외에서는 정부주도 뿐만 아니라 민간주도의 인증체계인 UNIFE(유럽철도산업협회)와 IRIS(국제철도산업규격) 인증제도를 활용하고 있으며, 유럽에 진출하기 위해서는 IRIS인증서의 제시가 필요한 실정임.</li> <li>○ 남북한 경의선 시범사업을 통해 구현된 다양한 기준에 대한 국제규격과 비교 등 선행연구를 통해 합리적인 기술사양서 개발 필요</li> <li>○ 국내 철도차량에 대한 성능을 유지하고 관리할 수 있는 기준 마련이 선행되어야 함. 유럽 기준에 의거하여 남북한 철도환경에 부합되는 표준사양 도출이 요구됨.</li> </ul>						
<b>6. 주요연구 개발내용</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 표준사양 구현 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 및 다 국가간 화물열차 상호운영 기술사양서(안) 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 남북한 열차상호운행을 위한 방법론 및 개념설계</li> <li>• 다 국가간 열차상호운행을 위한 선로구축물 운영 및 기준분석</li> <li>• 남북한 및 다 국가간 화물열차 상호운영 기술사양서(안) 개발</li> </ul> </li> <li>- 유라시아 열차상호운전 선로구축물 통합운영 및 고속화 기반연구</li> </ul> </li> <li>○ 다국가간 열차상호운행 확보를 위한 성능인증체계구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 및 다 국가간 일반철도 선로구축물 성능인증 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 상호운영을 위한 선로구축물 품질 및 성능인증 체계</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 국제철도 운영을 위한 선로구축물 호환성 연구개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국경 통과 접속구간 인프라 호환성 및 효율화 연구</li> <li>- 저비용 고효율 환승 및 환적장 최적설계</li> </ul> </li> </ul>						
<b>7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</b>	<b>최종성과물</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 열차상호운행을 위한 남북 및 다국간 기술사양서</li> <li>○ 열차상호운행을 위한 남북 및 다국간 품질 및 성능인증체계 및 기준서</li> <li>○ 국경 통과구간의 환적장 설계 및 요구사양서</li> </ul>					
	<b>활용방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 초기 열차상호운전 기준 매뉴얼 및 기초자료</li> <li>○ 국내차량 다국간 운영을 위한 기술지원서</li> <li>○ 국내 운행차량의 성능확보를 위한 품질 및 인증서</li> <li>○ 환적장 최적설계를 위한 설계자료 활용</li> </ul>					
<b>8. 연구개발 과제의 규모</b>	<b>구분</b>		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	<b>연차별 연구비 (백만원)</b>	정부	500	800	700	500	500
		민간(추정)	100	100	100	100	100
	<b>합 계</b>		600	900	800	600	600
	<b>총연구비 (백만원)</b>	정부	3,000			<b>총 연구기간</b>	5년
민간		500					
총합계		3,500			<b>연도별 평균소요인력</b>	50명	

<p><b>9. 기대효과 및 파급효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TSI(열차상호운영표준)을 통해 선로구축물 운영기준을 제정하여 합리적이며 효율적인 남북 통합운영 구축</li> <li>○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 열차상호운명을 위한 정부주도 기준 정립을 통해 최소 운영기준 기술 확보</li> <li>- 열차 상호인증/체계 표준화를 통해 경제적인 기준 확보</li> </ul> </li> <li>○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 철도 상호운전을 위한 기준 및 규격의 통일</li> <li>- 국경 접속구간 효율적 접근전략을 통해 최적화 설계기법 제시</li> </ul> </li> </ul>
----------------------------------	---

1. 과제명	남북한 통합형 철도인프라 표준화 기술
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 극동-동시베리아의 국제철도망과 한국과 러시아의 철도협력의 가능성은 UNESCAP의 아시아 횡단철도사업(TAR:Train Asian Railway) 추진을 계기로 시작되어 남북한간의 경의선, 동해선 철도망 연결사업, 한러 정상회담 등을 거치면서 본격화됨.</li> <li>○ 북한에 막혀 대륙 진출에 어려움이 많은 남한과는 달리 북한은 러시아, 중국과 연결되어 있기 때문에 철도 현대화가 계획대로 추진된다면 TCR(Trans China Railway), TSR(Trans Siberian Railway)등과 직접적으로 연결되어 더 높은 부가가치를 창출할 있음. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실크로드 익스프레스(SRX) 현실화를 위한 북한철도 현대화방안 마련이 요구되며, 이는 한반도 공동번영을 위한 인프라 구축차원에서 북한철도의 현대화를 추진하여야 함.</li> </ul> </li> <li>○ 사업초기에는 저비용, 정부 주도형의 파급효과가 큰 시범사업이 필요하고, 이후 고비용 국제투자가 가능한 민간참여의 대규모사업으로 확대하는 단계별 전략이 필요 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한의 철도는 현재 시설이 오래되고, 대부분 시속 30km 내외의 저속운행하고 있으며, 평양~신의주의 경의선 구간 시속 60~70km 수준임.</li> </ul> </li> <li>○ 본 연구는 사업 초기형 기술개발 단계로서 화물수송을 확대와 운영효율을 위한 속도향상 방안을 수립하여 선순환구조를 창출하여 국제 경쟁력을 확보하는 기술임.</li> <li>○ 현재 남북한 철도 인프라의 상태 및 기술의 격차가 매우 심하며 철도의 안전성 증대 및 운영 유지비 절감을 도모할 수 있는 철도의 유지체계 대한 표준화 및 정보화가 추진되어야 함. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 적정기술(AP)에 의한 통합형 철도인프라 표준화 및 정보화 기술이 필요함.</li> </ul> </li> <li>○ 남북철도의 기술통합의 효율적인 관리를 위해 열차운영을 공통적으로 실행할 수 있는 방안이 수립되고 하부 시스템의 유기적인 체계를 구축하고 이와 관련된 전담 기구들을 통해 표준화 및 규정을 정비하고 이를 바탕으로 실질적인 프로젝트를 추진하여야 함.</li> <li>○ 본 연구에서는 열차운영을 공통적으로 실행할 수 있는 방안에서 인프라에 대한 설계, 유지관리 및 보수체계를 확립하고 표준화 시키고 정보화시켜 활용성을 극대화 시키는 연구임.</li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도인프라 선로체계 및 유지보수체계 표준화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 철도시설 통합운영 방안 수립</li> <li>- 유지보수 체계 표준화</li> </ul> </li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대륙철도연계를 위한 북한철도 현대화 기본계획 구상 및 연구용역을 수행하여 북한철도에 대한 실태조사 경제성 사업가능성 평가하였으며, 북한철도 현대화를 위한 기준분석 및 현대화 방안을 마련하였음.</li> <li>○ 남북철도 연결 및 철도시험운행에 따른 향후 북한경제 활성화와 한반도 철도망구축 및 대륙철도 연계운행을 위한 북한철도 현대화의 단계별 추진계획을 수립 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현대화 사업으로 남한이 자재 생산·공급을 맡고, 북한이 인력 지원과 기본자재를 생산하는 등 남·북 간 협력체제를 마련 등 구체적인 방향 등이 설정됨.</li> </ul> </li> <li>○ 나진-하산 철도(나진항 포함) 현대화 사업 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도현대화 사업으로 54km 길이의 철로 개보수(1,435mm의 표준궤와 1,520mm의 광궤의 복합궤), 18개의 교량, 12개의 배수관, 3개의 터널(총 길이 4.5km) 건설되고 신호, 중앙통제, 차단, 통신 관련 최신장비가 설치되어 약 2.8억불이 투자됨.</li> </ul> </li> </ul>
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북한이 각각 다른 기준에 의하여 시설물이 설치되어 있지만, 시설물의 표준화는 안전성을 확보하는 기본적인 요건임. 따라서 남북한의 철도의 표준화와 정보화는 통합에 따른 철도투자예산의 불필요한 낭비요인을 줄이는 요인이라고 할 수 있음.</li> <li>○ 투자된 철도시설에 대한 장기적인 양호한 상태로 유지하기 위해서는 지속적인 점검과 조사를 실시하여야 하며, 손상정도에 대한 연차적인 보수, 보강 등 유지관리의 체계에 대한 통합이 필요함. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개별적인 유지관리 기준 및 체계로 운영할 경우 철도 차량의 손상, 피로, 부품의 손상 등 다양한 문제를 야기할 수 있기 때문에 유지관리체계 및 기준이 마련되어야 함.</li> <li>- 열차가 세계 어느 곳에 있더라도 적절한 유지보수가 이루어져야 하며, 표준화된 유지보</li> </ul> </li> </ul>

	<p>수체계 수립이 필요함.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북한 철도기술의 통합은 단기적으로 기술적인 통합방안을 수립하고 장기적인 측면에서는 열차운행능력의 향상, 경제성, 유지보수의 효율성 확보에 중점가치를 두어야 함. 이를 위해 선로체계의 표준화와 유지보수 체계의 표준화기술은 중기적인 측면에서 중요한 요소기술이라고 할 수 있음.</li> <li>○ 남북철도의 기술통합의 효율적인 관리를 위해 열차운영을 공통적으로 실행할 수 있는 방안이 수립되고 하부 시스템의 유기적인 체계를 구축하고 이와 관련된 전담 기구들을 통해 표준화 및 규정을 정비하고 이를 바탕으로 실질적인 프로젝트를 추진하여야 함.</li> <li>○ 본 연구에서는 열차운영을 공통적으로 실행할 수 있는 방안에서 인프라에 대한 설계, 유지관리 및 보수체계를 확립하고 표준화 시키고 정보화시켜 활용성을 극대화 시키는 연구임.</li> </ul>																																												
<p><b>6. 주요연구 개발내용</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 선로구축물 선로체계 표준화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선로구축물 선로체계 표준</li> </ul> </li> <li>○ 유지보수체계 표준화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유지보수 표준화체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 통합형 시설물 유지보수 체계 구축</li> <li>• 통합형 유지보수 품질인증 및 표준규격</li> <li>• 성능시험 기준 및 품질인증요령 개발</li> <li>• 통합형 유지관리 기록 및 이력관리 정보화</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>																																												
<p><b>7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</b></p>	<p><b>최종성과물</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 통합형 건설기준 및 기준서(안)</li> <li>○ 남북 통합형 선로유지보수 기준서(안)</li> <li>○ 품질인증 및 표준규격(안) 활용</li> </ul>																																											
	<p><b>활용방안</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 열차상호운행을 위한 유지보수 기준의 통합</li> <li>○ 유지관리 기록의 공유 및 이력관리 체계 수립</li> <li>○ 품질인증 및 표준규격(안) 활용</li> </ul>																																											
<p><b>8. 연구개발 과제의 규모</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">구분</th> <th style="text-align: center;">1차연도</th> <th style="text-align: center;">2차연도</th> <th style="text-align: center;">3차연도</th> <th style="text-align: center;">4차연도</th> <th style="text-align: center;">5차연도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">연차별 연구비 (백만원)</td> <td style="text-align: center;">정부</td> <td style="text-align: center;">500</td> <td style="text-align: center;">1000</td> <td style="text-align: center;">1000</td> <td style="text-align: center;">500</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">민간(추정)</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">합 계</td> <td style="text-align: center;">600</td> <td style="text-align: center;">1,200</td> <td style="text-align: center;">1,200</td> <td style="text-align: center;">600</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">총연구비 (백만원)</td> <td style="text-align: center;">정부</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">3,000</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;"><b>총 연구기간</b></td> <td colspan="2" rowspan="2" style="text-align: center;">4 년</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">민간</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">600</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">총합계</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">3,600</td> <td style="text-align: center;"><b>연도별 평균소요인력</b></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">50 명</td> </tr> </tbody> </table>	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도	연차별 연구비 (백만원)	정부	500	1000	1000	500		민간(추정)	100	200	200	100		합 계		600	1,200	1,200	600		총연구비 (백만원)	정부	3,000		<b>총 연구기간</b>	4 년		민간	600		총합계	3,600		<b>연도별 평균소요인력</b>	50 명		
구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도																																							
연차별 연구비 (백만원)	정부	500	1000	1000	500																																								
	민간(추정)	100	200	200	100																																								
합 계		600	1,200	1,200	600																																								
총연구비 (백만원)	정부	3,000		<b>총 연구기간</b>	4 년																																								
	민간	600																																											
	총합계	3,600		<b>연도별 평균소요인력</b>	50 명																																								
<p><b>8. 기대효과 및 파급효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 철도 기술 통합의 효과적인 추진을 위한 요소기술 확립 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도 통합운영을 위한 인프라 분야에서의 표준화를 통해 실질적이며 안전성이 확보된 프로젝트 추진에 기여</li> </ul> </li> <li>○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 철도체계 구축은 운송거리가 1,000km 이상의 철도환경이 변화되고 낙후된 북한 경제개발에 효과적으로 지원</li> </ul> </li> <li>○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합운영을 기반으로 한 유지관리체계 표준화 및 정보화 기틀</li> <li>- 북한철도 개량화방안 수립의 방향성 제고 및 시범사업에 실질적인 통합방안 기술제공</li> </ul> </li> </ul>																																												


1. 과제명	남북(유라시아) 철도 안전관리 상호호환 및 연계 기술개발
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최근 아시아와 유럽을 잇는 교통, 물류의 대동맥인 유라시아철도사업을 통한 유라시아 복합 물류 네트워크 구축이 구체화 되고 있으며, 관련 국가간 긴밀한 협의가 수행되고 있음.</li> <li>- 남북 및 유라시아철도 연계에 대비하여 안전확보 측면에서 기술적으로 해결해야 할 문제점들을 분석하고 이에 대한 해결책을 제시할 필요가 있음.</li> <li>- 남북경협, 동북아 및 유라시아철도 네트워크의 운용 및 발전을 위해서는 안전관리 핵심 상호연계 기술 개발이 시급함.</li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 운행 열차의 다국가 안전감시 및 대응 상호호환 및 연계 체계를 구축하여, 신속한 철도사고 대응 의사결정을 지원하는 기술 개발</li> <li>- 북한철도 취약구간 감시기술 개발</li> <li>- 유라시아철도 안전감시 상호호환 기술 개발</li> <li>- 유라시아 다중 철도사고 시나리오 기반 대응 의사결정 지원 시스템 개발</li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유럽의 경우 InteGRail(INTElligent inteGRation of RAILway systems) 프로젝트(2005년~2009년)를 통하여 서로 상이한 철도 정보 시스템들 사이의 상호운용성을 제공하기 위한 표준 플랫폼을 개발하였음.</li> <li>- 차량 관리, 운행, 교통 관리, 인프라 관리 등의 서로 다른 도메인의 시스템들 및 유럽의 서로 다른 국가의 철도 시스템들 사이의 협업을 가능하게 하여 전체 철도 시스템의 성능 향상</li> <li>- 분산된 시스템들 사이에 실시간 정보를 교환하기 위한 프로토콜 표준인 SIRI(Service Interface for Real Time Information)를 개발 중임.</li> <li>○ 선진국에서는 취약구간의 선로 감시를 위해서 분포형 광섬유 센서, 레이저 스캐닝 시스템, 확률론적 상태분석 및 예측관리 기술에 관한 연구가 활발히 진행되고 있음.</li> <li>- 일본의 경우에는 철도기술연구소(RTRI), 토목연구소(PWRI), 국토기술연구센터(JICE)를 중심으로 전기비저항탐사, 지중레이더탐사, 탄성파탐사, 분포형 광섬유 센서 응용 등 취약구간 선로 구조물에 대한 비파괴 물리탐사 적용연구가 진행되고 있음.</li> <li>- 유럽은 방법론, DB구축, 프로그램 개발에 관한 많은 연구가 진행 중이며, 주요 연구기관으로 네덜란드 CML, IVAM, Pre-consulting 등과 프랑스 Ecobilan, 독일 IKP-PE, 스웨덴 IVL, CPM, 영국 Boustead Consulting 등이 있음.</li> </ul>
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현재는 유라시아 국가별 철도 안전시스템들이 독립적으로 운영되며, 시스템간 상호 연동을 지원하지 않음</li> <li>- 유라시아철도망과 연관된 국가들에서 자체적으로 운용중인 철도안전 시스템의 연계를 위해서는 표준화된 인터페이스 개발, 네트워크 구축이 우선적으로 요구됨.</li> <li>- 유라시아 통과중인 우리나라 철도차량의 정확한 위치와 상황을 추적하고 관리하는 기술 개발이 필요</li> <li>○ 북한통과구간 내에는 적절히 유지보수되지 못한 선로, 교량, 터널, 사면 등 시설물 취약구간이 다수 존재하므로, 이 구간내를 통과하는 열차의 안전을 확보하기 위한 기술이 필요</li> <li>○ 유라시아에서 발생할 수 있는 다양한 철도사고에 대응하기 위하여, 사전에 시나리오를 구축하여 원거리에서 신속한 대응을 수행할 수 있는 기술 개발이 필요</li> </ul>
6. 주요연구 개발내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 통과지역 취약형태별 구간감시 기술 개발</li> <li>- 북한철도의 지역적 특성을 반영한 취약유형 분류</li> <li>- 취약 인프라 시설물 스마트 영상 감시 기술 개발</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 취약 구간 열차통과중 침하 실시간 감시 기술 개발</li> <li>- 안전도 평가를 위한 다차원 융합정보 분석 기술 개발</li> <li>- 고신뢰성 통신네트워크를 이용한 안전도 정보확산 기술 개발</li> <li>○ 유라시아철도 안전관제 상호호환 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아 운행 철도차량 고정밀 위치추적 기술 개발</li> <li>- 계측기반 철도사고 감시 및 다국가 유무선 네트워크 구축</li> <li>- 다차원 사고 데이터 신속보고/표출 시스템 구축</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 다중 철도사고 시나리오 기반 대응 의사결정 지원 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가 및 환경을 고려한 다중 철도사고 시나리오 개발</li> <li>- 골든타임 확보를 위한 최적 대응 의사결정 지원 시스템 개발</li> <li>- 사고 원인별 긴급대응을 위한 다차원 상호 연계체계 구축</li> </ul> </li> <li>○ 철도화물의 안전/보안을 위한 모니터링 시스템 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실시간 철도화물 위치 추적 및 통관 모니터링 기술 개발</li> <li>- 철도화물 보안관리 및 유지 기술 개발</li> </ul> </li> </ul>						
7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	<b>최종성과물</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 안전관제 플랫폼</li> <li>○ 북한철도 인프라 취약구간 감시 시스템</li> <li>○ 철도화물 추적 및 통관 모니터링 시스템</li> </ul>					
	<b>활용방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 통과 철도열차 안전 확보를 위한 국가차원의 시스템으로 활용</li> <li>○ 통일시 초기 북한철도 즉시 활용을 위한 필수기술로 활용</li> <li>○ 국내 유라시아철도 화물수송기관 및 철도차량 운영기관 활용</li> <li>○ 국외 유라시아철도망과 연계된 국가들로 시스템 수출</li> </ul>					
8. 연구개발 과제의 규모	<b>구분</b>		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	<b>연차별 연구비 (백만원)</b>	정부	2,000	3,000	3,500	2,500	2,000
		민간(추정)	700	1,000	1,200	900	700
	<b>합 계</b>		2,700	4,000	4,700	3,400	2,700
	<b>총연구비 (백만원)</b>	정부	13,000			<b>총 연구기간</b>	5 년
민간		4,500					
총합계		17,500			<b>연도별 평균소요인력</b>	25 명	
9. 기대효과 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 및 유라시아 통합철도망 운영을 위한 철도 안전성 확보</li> <li>○ 국가별로 독립되어 분산·관리되는 재해위험정보를 이용하여 적절한 사고대응을 수행할 수 있도록 기반기술 확보</li> <li>○ 유라시아철도 운행시 발생될 수 있는 철도사고 정보를 신속하게 연동하여 초기단계에 대응함으로써 피해 최소화</li> <li>○ 유라시아철도의 핵심기술인 시스템 인터페이스 및 안전관리 네트워크 구축 기술의 한 단계 진일보로 현재 많은 부분 외산에 의존하는 철도기술에 대한 대체수입효과가 기대됨.</li> </ul>						

1. 과제명	유라시아(남북)철도 교통계획 기술 개발
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 우리나라에서는 철도투자를 효율적 체계적으로 수행하기 위하여 중장기(10년 단위) 국가 철도망 구축계획을 수립하고 있으며, 이를 바탕으로 국가철도망 구축방안 및 투자우선순위를 제기하고 있음</li> <li>○ 유라시아철도사업은 기존의 남북간의 철도망 구상을 넘어 새로운 유라시아 협력시대를 포괄하는 대규모 사업이 됨</li> <li>○ 국가간 유라시아 경제주도권을 잡기 위하여 철도망을 중심으로 한 다양한 정책을 제시하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- EU는 동유럽국가회원국 확대 및 유럽통합철도망 구축</li> <li>- 러시아는 신동방정책 및 TSR 현대화 및 한반도 연장</li> <li>- 중국은 신실크로드 경제권 및 TCR중앙아시아 연장</li> <li>- 미국은 실크로드 경제권 제안</li> </ul> </li> <li>○ 본 연구목적은 유라시아 시대를 대비한 효율적인 철도투자를 이끌수 있는 체계적이고 포괄적인 철도 교통계획 기술 개발에 있음</li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도의 단계별 철도연계 수요예측 기술개발</li> <li>○ 유라시아철도 통합철도망 구축을 위한 최적 노선 및 역 선정 기술 개발</li> <li>○ 유라시아철도 통합철도망 구축에 따른 경제성 평가 및 경제파급효과 분석 기술 개발</li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현재 진행되고 있는 제3차 국가철도망 구축계획에서는 남북한 통합철도망 기반 구축을 위한 연결가능 철도망 검토 및 대륙철도 연계를 위한 최적 노선 평가를 연구에 포함하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 원활한 연결을 위한 선로용량 추가 확보 및 Missing-Link 연결의 필요성 검토</li> </ul> </li> <li>○ 2012년 한국교통연구원과 명지대학교는 국토해양부 지원을 받는 ‘교통정책지원 및 분석 시스템개발’ 연구를 수행하였으며, 그 결과 교통수요 분석시간을 단축시킬 수 있는 획기적인 기술을 개발함 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 예를 들어 우리나라 전국 규모의 도로교통수요를 분석하는데 3시간~8시간 정도 소요되지만, 이번에 개발된 기술을 이용하면 15분~20분정도로 분석시간을 단축시킬수 있음</li> <li>- 또한 분석의 정밀성을 향상시켜, 각종 교통관련 SOC 투자사업들의 타당성을 보다 정확하고 객관적으로 평가할수 있을것으로 기대함</li> </ul> </li> </ul>
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유럽과 아시아 지역 간 물적·인적 교류의 지속적 증가에 따른 유라시아철도 사업을 중심으로 하는 국제경쟁력 강화를 위한 단계별 철도 교통계획의 필요성 제기</li> <li>○ 사업의 타당성 분석을 통한 자원의 효율적인 배분 계획 수립의 필요성</li> </ul>
6. 주요연구 개발내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북, 남북중, 남북러 철도연계 기반 수요예측 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물류 및 관광 연계 관점의 수요 예측</li> </ul> </li> <li>○ 남북 및 동북아 철도노선 및 철도역 선정 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 노선을 활용한 효율적 노선 및 역 선정 기술</li> </ul> </li> <li>○ 남북 기반 동북아 연결사업의 타당성 검토 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존의 편익과 다른 정성적 편익 계량화 추진</li> <li>- 남북 철도연결 비용 추정</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 물류협력을 위한 철도노선 및 물류단지 개발기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자원 및 산업(물류) 단지 수요에 기반한 최적 계획 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 고속 철도수송루트 개발 및 최적 물류 협력계획 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수송 물품별 경제적 효과성 분석기술</li> <li>- 유라시아철도수송의 지역경제 효과 분석 기술</li> </ul> </li> </ul>

7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 유라시아철도연계 기반 수요예측 방안 구축</li> <li>◦ 유라시아철도 사업 경제적 타당성 분석 방법론 제시</li> <li>◦ 철도노선 및 물류단지 선정방안 구축</li> </ul>				
	활용방안		◦ 유라시아철도 추진을 위한 효율적인 철도 네트워크 망 구성				
8. 연구개발 과제의 규모	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	300	500	500	200	200
		민간(추정)	-	-	-	-	-
	합 계		300	500	500	200	200
	총연구비 (백만원)	정부	1,700		총 연구기간	5 년	
		민간	-				
총합계		1,700		연도별 평균소요인력	7 명		
9. 기대효과 및 파급효과	◦ 유라시아철도 추진을 통한 유라시아 지역의 경제·사회·문화 공동체를 촉진하는 미래의 신성장동력						

1. 과제명	<b>남북(유라시아) 철도운영 지원기술 개발</b>
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2013년 한국정부는 새로운 유라시아 건설을 위해 하나의 대륙을 통한 유라시아 경제권 구축, 창조적 대륙을 통한 세계경제의 활성화, 평화의 대륙을 통한 한반도 및 동북아 평화 정착을 구상함 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정치적 이해관계가 복잡한 지역 여건 상 인적교류보다는 화물의 교류가 우선될 가능성이 높으며, 이때 철도화물이 우선적인 목표가 될 전망</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아철도사업은 국제 화물 철도망이 우선적으로 활용되다가 장기적으로는 지역관광을 위한 여객 수송도 발전할 것으로 예측됨 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초기 동북상성과의 물자교류를 시작으로 남북중의 교역확대로 이어질 것으로 보임</li> <li>- 물류수송이 원활하게 이루어지기 시작하면, 문화 및 역사 등 관광자원의 가치가 높아지고 많은 관광수요도 기대할 수 있을 것임</li> </ul> </li> <li>○ 본 과제의 연구목적은 남북 및 유라시아철도 운영에 따라 발생할수 있는 문제점을 미리 검토하고 열차의 안정적·효율적인 운영을 확보하고 한정된 철도시설을 이용하여 최대한의 수송서비스를 제공할수 있는 기술을 개발하도록 함</li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 단기·중기·장기적 남북 및 유라시아철도의 효율적 철도 운영계획 지원기술 개발</li> <li>○ 열차운영 관련 비용정산 및 요금정산 지원기술 개발</li> <li>○ 유라시아철도망에서의 철도상품 개발 및 타당성 검토기술 개발</li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유럽철도교통관리시스템(ERTMS, European Rail Traffic Management System) 초기 유럽철도 상호호환성을 보장하기 위해 만들어 졌으나 현재는 글로벌 신호시스템의 표준으로 자리잡아 가고 있음</li> <li>○ 현재 유럽은 물류 수송 비용을 절감하고 수송 효율화를 위해 ERTMS (European Rail Traffic Management System, 유럽철도 교통관리시스템)의 ETCS(European Train Control System, 유럽 열차제어시스템)에 의해 표준 규격을 제정하여 열차운전 제어시스템을 통일하고 있으므로 우리나라도 장래 해외시장 진출과 대륙철도와의 연결을 감안하여 국제적으로 통일되어 있는 ERTMS/ETCS 규격으로 차상신호시스템 개발 등이 필요</li> <li>○ 화물 컨테이너 모니터링은 물동량의 규모면에서 해상에서 많은 발전이 있었음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해운과 테레와의 높은 연관성 때문에 해운·항만에 대한 보안강화의 필요성이 전 세계적으로 강조되고 있음</li> </ul> </li> <li>○ 화물 컨테이너의 지속적인 위치 추적 및 투명성을 높이기 위하여 IoT(Internet of Things) 기술도입이 요구되고 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화물 컨테이너 모니터링을 위한 IoT 기술은 IoT 데이터 인식기술, 보안기술, 처리기술 및 저장방법, 액추에이터 기술, 통신기술, 위치추적기술, 장치타입, 센서기술 등의 다양한 기술이 있음</li> </ul> </li> <li>○ 화물 컨테이너 문 개폐 및 상태 모니터링을 위하여 1회 기계적 봉인 장치인 Seal를 시작으로 2000년대 중반 능동형 RFID 기술을 이용한 E-Seal과 CSD로 발전하였음</li> </ul> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">&lt;그림&gt; 화물 컨테이너 전자봉인장치(E-Seal 제품군)</p>

	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">&lt;그림&gt; 화물 컨테이너 전자보안장치 (CSD 제품군): (좌) Savi Technology (우) GE Security</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ E-Seal과 CSD는 리더가 설치된 거점 지역에서만 가능하지만, ACDS (Advanced Conveyance Security Device)는 시간적/공간적 제약을 극복하기 위하여 이동통신 및 위성통신 등 기존 통신 인프라를 활용하여 지속적인 위치추적이 가능하도록 함</li> </ul>																																																	
<b>5. 기술개발 필요성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도환경이 다른 국가간 철도 운영을 위하여 지역의 특성을 고려한 운영계획이 선행적으로 이루어져야 함</li> <li>○ 국가간 철도 사용에 따른 요금 정산 및 시설 사용료에 대한 명확한 규정을 통하여 추후에 발생할수 있는 분쟁을 미연에 방지하도록 함</li> </ul>																																																	
<b>6. 주요연구 개발내용</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 추진에 따른 철도 운영계획 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북철도 연결과 동북아 통합철도망을 위한 선로용량 추정기술</li> <li>- 선로상대 기반 속도 및 중량 관리기술</li> <li>- 선로상대, 수요 등을 감안한 최적 열차계획수립 기술</li> </ul> </li> <li>○ 남북철도 및 통합철도 운영기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 여객 및 화물 열차 위치추적 기술</li> <li>- 열차운영 장애 사전예측 기술</li> <li>- 배차 및 역 정차 지원 기술</li> </ul> </li> <li>○ 남북철도 및 동북아 철도 시설이용 관련 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시설이용료, 차량사용료, 유지보수비 계산 및 정산 기술</li> <li>- 연결운임 계산 및 정산 기술</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아철도수송 이용 분석 및 예약 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화주 대상 비용편익 분석 애플리케이션(또는 모형) 개발</li> <li>- 유라시아철도수송 예약 및 결제 시스템 구축 기술</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아철도서비스 사업화 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- ‘유로스타’와 같은 유라시아철도사업자 구성 지원기술</li> <li>- 유라시아철도연결 비즈니스 모델 개발</li> </ul> </li> </ul>																																																	
<b>7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</b>	<b>최종성과물</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도 시설이용료 계산 및 정산 시스템</li> <li>○ 남북철도 및 통합철도 운영계획 시스템</li> <li>○ 유라시아철도 철도 수요 분석 및 예약 시스템</li> </ul>																																																
	<b>활용방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 추진을 위한 효율적인 철도 네트워크 운영방안 구상</li> </ul>																																																
<b>8. 연구개발 과제의 규모</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">구분</th> <th style="text-align: center;">1차연도</th> <th style="text-align: center;">2차연도</th> <th style="text-align: center;">3차연도</th> <th style="text-align: center;">4차연도</th> <th style="text-align: center;">5차연도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">연차별 연구비 (백만원)</td> <td style="text-align: center;">정부</td> <td style="text-align: center;">400</td> <td style="text-align: center;">600</td> <td style="text-align: center;">600</td> <td style="text-align: center;">500</td> <td style="text-align: center;">400</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">민간(추정)</td> <td style="text-align: center;">140</td> <td style="text-align: center;">210</td> <td style="text-align: center;">210</td> <td style="text-align: center;">175</td> <td style="text-align: center;">140</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>합 계</b></td> <td style="text-align: center;">540</td> <td style="text-align: center;">810</td> <td style="text-align: center;">810</td> <td style="text-align: center;">675</td> <td style="text-align: center;">540</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">총연구비 (백만원)</td> <td style="text-align: center;">정부</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">2,500</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;"><b>총 연구기간</b></td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">5년</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">민간</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">875</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">총합계</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">3,375</td> <td style="text-align: center;"><b>연도별 평균소요인력</b></td> <td style="text-align: center;">11명</td> </tr> </tbody> </table>	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도	연차별 연구비 (백만원)	정부	400	600	600	500	400	민간(추정)	140	210	210	175	140	<b>합 계</b>		540	810	810	675	540	총연구비 (백만원)	정부	2,500			<b>총 연구기간</b>	5년	민간	875			총합계	3,375			<b>연도별 평균소요인력</b>	11명					
구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도																																												
연차별 연구비 (백만원)	정부	400	600	600	500	400																																												
	민간(추정)	140	210	210	175	140																																												
<b>합 계</b>		540	810	810	675	540																																												
총연구비 (백만원)	정부	2,500			<b>총 연구기간</b>	5년																																												
	민간	875																																																
	총합계	3,375			<b>연도별 평균소요인력</b>	11명																																												
<b>9. 기대효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도연계가 정책적으로 결정되면 즉각 교류가 시작될 수 있는 여건 마련</li> </ul>																																																	

**및 파급효과**

- 남북교류 확대에 따른 지역 긴장완화
- 한중, 한러 물류 및 여객 수송서비스 확보로 지역 내 교류 활성화
- 유라시아철도협력으로의 발전 가능성 제고
- 국경이라는 장벽을 넘어서는 기술개발 경험을 바탕으로 동남아 등 국경이 다수 존재하는 지역으로의 철도사업 진출
- 열차계획, 철도기술 통합화 등의 기술 개발

1. 과제명	유라시아철도 글로벌 협력 지식네트워크 강화 연구
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최근 동북아 및 유라시아 육상운송 환경이 급변함에 따라 유라시아철도 연계구축에 대비한 유라시아철도 글로벌 협력을 추진할 필요가 있음</li> <li>○ 정부는 유라시아 시대의 국제협력을 강화하기 위한 유라시아 이니셔티브를 제안하였으나 유라시아철도 이니셔티브 및 실�크로드 익스프레스와 관련하여 구체적인 구상이 나온 바 없음</li> <li>○ 유라시아 지역의 다자간 과학기술협력 미흡 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 우리나라 미래창조과학부와 한국연구재단이 주도하는 유라시아 지역 내 다자간 과학기술 협력사업은 한중일협력과 한-EU협력에 국한되고 있음.</li> <li>- 러시아와 중국이 구 소련 지역 및 사회주의 체제전환국 등을 중심으로 다자간 과학기술협력과 공동연구를 추진하고 있으나, 한국은 포함되지 않았음.</li> <li>- 여타 과학기술협력사업들은 대부분 양자간 협력사업이고, 이마저도 유라시아 전역의 주요 국가들을 모두 포함하지 못하고 있음.</li> </ul> </li> <li>○ 따라서 본 사업에서는 유라시아철도 글로벌 협력을 양자간 협력 위주로 근거리 지역에서 장거리 지역으로 확대하면서 최근 유라시아철도 및 협력 동향을 조사 분석하고, 미래 철도협력방안으로 유라시아철도 전역으로 확대하는 유라시아철도 지식네트워크 구축</li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실�크로드 익스프레스(SRX)를 구체화하기 위한 유라시아철도 글로벌 협력</li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정부는 ‘유라시아 이니셔티브’ 를 발표하고, 새로운 유라시아 건설을 위해 ‘하나의 대륙’, ‘창조의 대륙’, ‘평화의 대륙’ 을 제안함</li> </ul> <div data-bbox="571 1025 1203 1368" data-label="Image"> <p>유라시아를 '하나의 대륙'으로 연결하는 구체적인 방안</p> <p>① 유라시아 대륙을 개방해 유라시아의 경제 활성 연계</p> <p>② 유라시아 에너지 네트워크 구축 - 중국 및 중앙아시아 석유-가스 공동 개발</p> <p>③ 실�크로드 익스프레스(SRX)</p> <p>④ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑤ 유라시아 철도 네트워크 구축 - 중국 및 중앙아시아 석유-가스 공동 개발</p> <p>⑥ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑦ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑧ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑨ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑩ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑪ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑫ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑬ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑭ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑮ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑯ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑰ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑱ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑲ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>⑳ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉑ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉒ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉓ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉔ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉕ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉖ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉗ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉘ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉙ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉚ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉛ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉜ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉝ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉞ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㉟ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊱ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊲ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊳ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊴ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊵ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊶ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊷ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊸ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊹ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊺ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊻ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊼ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊽ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊾ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>㊿ 유라시아 철도 네트워크 구축</p> <p>《박근혜 대통령의 유라시아 외교 이니셔티브》</p> <p>1. 유라시아 대륙을 '하나의 대륙'으로 연결하고, '창조의 대륙'으로 건설한다.</p> <p>2. 창조의 대륙 - 창조경제 추진으로 유라시아 지역을 한 세계의 창조역단으로</p> <p>3. 평화의 대륙 - 한반도 평화 프로세스와 동북아 평화협력 구상으로 경제 활성화와 문화교류의 큰 장벽인 평화와 안보 위협 해금</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경제인문사회연구회는 ‘유라시아 이니셔티브’의 구체적인 협력방안을 선도적으로 마련하기 위하여 (가칭) ‘유라시아 지식네트워크’ 구축 사업을 진행 중임 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아 지역의 주요 거점 국가를 순회하며 정책토론회를 개최하고 지식네트워크 구축</li> <li>- 해당 국가의 정부관계자, 연구기관, 현지 진출 한국기업 관계자 등이 동시에 참여하여 입체적인 협력방안 논의</li> </ul> </li> </ul> <div data-bbox="667 1621 1114 1653" data-label="Caption"> <p>【유라시아 지식네트워크 추진 체계(안)】</p> </div> <div data-bbox="491 1682 1299 1935" data-label="Diagram"> <pre> graph TD     T["추진단(T/F)"] --&gt; KMI     T --&gt; KIET     T --&gt; KEEI     T --&gt; KOTI     T --&gt; KIEP     KMI --&gt; KMI1["KREI, KEEI, KRIHS, KEI"]     KIET --&gt; KIET1["KREI, KOTI, KRIVET"]     KEEI --&gt; KEEI1["KRIHS, ..."]     KOTI --&gt; KOTI1["KRIHS, ..."]     KIEP --&gt; KIEP1["KIET, ..."]   </pre> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실�크로드 익스프레스(SRX)는 한반도 종단철도(TKR) - 시베리아 횡단철도(TSR) - 중국횡</li> </ul>


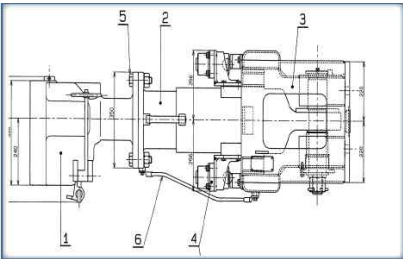
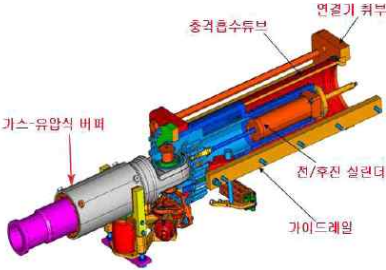
	<p>단철도(TCR) - 유럽철도와 연결하여 빠르고 안전한 유라시아철도 네트워크를 구축하기 위한 것으로 유라시아철도 글로벌 협력을 위한 네트워크 강화가 필수적임</p> 	
<p><b>5. 기술개발 필요성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 협력을 통해 대륙권역별 특성현황과 차이를 분석하고 국제철도 연계운행을 위한 정책적 기술적 문제점 정량화하고 호환체계를 구축할 목적으로 추진</li> <li>○ 또한 우리나라의 지정학적 위치를 활용하고, 동북아 및 유라시아지역 철도기술 협력의 가교 역할을 통해 중장기적으로 동북아 및 유라시아철도 R&amp;D 허브 역할을 수행하려는 목적으로 추진</li> <li>○ 유라시아철도 글로벌 협력을 통한 운행환경 구축 및 실크로드 익스프레스(SRX)를 구체화하기 위한 양자(남북, 한러, 한중) 및 다자간(UNESCAP, UNDP, OSJD 등) 유라시아철도 이니셔티브 협력을 강화할 필요가 있음</li> </ul>	
<p><b>6. 주요연구 개발내용</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 주요국가의 주관연구기관 중심으로 ‘유라시아철도 지식네트워크’ 사업 추진단 구성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 추진단은 참여기관과 협력하여 해당 국가 기술정책토론회 총괄 관리 및 국가별(지역별) 기술정책보고서 작성</li> </ul> </li> <li>○ 동북아 및 유라시아철도지역의 주요 거점 국가를 순회하며 기술정책토론회를 개최하고 유라시아철도 지식네트워크 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해당 국가의 자국철도 및 국제철도 정부관계자, 연구기관, 현지 진출 한국기업 관계자 등이 동시에 참여하여 입체적인 협력방안 논의</li> </ul> </li> <li>○ 지속가능한 유라시아철도 글로벌 협력사업 추진, 홍보, 성과확대 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아철도 기술정책보고서로 출간하여 ‘유라시아철도이니셔티브’의 구체적인 협력방안을 제시</li> </ul> </li> <li>○ 한·유라시아철도 연구기관 간 국제철도협력 및 우리기업의 시장진출 지원</li> <li>○ 실크로드 익스프레스(SRX) 구현을 위한 남북·유라시아철도 기술개발 및 국제협력</li> <li>○ 유라시아 국제철도 네트워크 구축 및 협력방안 제시</li> <li>○ 유라시아철도 국제협력을 위한 양자 및 다자간(국제기구 포함) 협력체 활동 강화</li> <li>○ 실크로드 익스프레스(SRX) 실현을 위한 정책 및 R&amp;D 과제 도출 및 국제연구협력</li> <li>○ 실크로드 익스프레스(SRX) 실현을 위한 유라시아철도 상호연계기술개발, 유라시아철도 통합운영 체계 구축</li> <li>○ 장기적으로 동북아 및 유라시아철도 R&amp;D 허브 구축</li> </ul>	
<p><b>7. 기술개발</b></p>	<p><b>최종성과물</b></p>	<p>○유라시아 지식네트워크 사업추진단 구성안</p>

최종성과물 및 활용방안		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주요국가별 기술정책보고서</li> <li>○ 기술정책토론회 개최 및 유라시아철도 지식네트워크 구축</li> </ul>					
	활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 공동협력을 위한 R&amp;D 과제 도출 및 국제협력에 활용</li> </ul>					
8. 연구개발 과제의 규모	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	500	500	500	500	500
		민간(추정)	-	-	-	-	-
	합 계		500	500	500	500	500
	총연구비 (백만원)	정부	2,500		총 연구기간	5 년	
민간		-					
총합계		2,500		연도별 평균소요인력	20 명		
9. 기대효과 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 통합철도망 실현을 위한 유라시아 복합물류 네트워크 구축 및 실크로드 익스프레스(SRX) 구체화를 위한 국제적 협력 네트워크 구축</li> <li>○ 유라시아철도 이니셔티브 정책선도, 발전계획 및 실천방안 수립</li> <li>○ 남북 및 유라시아철도 연계를 위한 이종(異種)시스템간 상호 운용(Interoperability) 체계 확보</li> <li>○ “유라시아 통합철도망” 실현을 위한 “유라시아 복합물류 네트워크” 구축과 “실크로드 익스프레스(SRX)” 추진</li> <li>○ 중장기적으로 동북아 및 유라시아철도 R&amp;D 허브 역할을 수행</li> </ul>						

## 2세부과제 : 유라시아철도 운영을 위한 차량 기술 개발

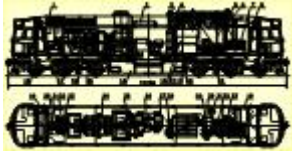
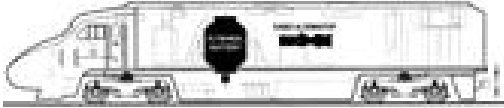

1. 과제명	유라시아철도 차량 내한성 강화기술 개발
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 및 유라시아철도가 연결되어 철도차량이 운행되기 시작하면, 국가별 기후 등 철도운영의 급격한 환경변화에도 지속적인 국가간 연계 운행을 보장하여야 함               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한 및 유라시아 극한지역 겨울철 최저온도가 영하 30도 이하인 점을 고려해, 철도차량 운행시 발생할 수 있는 추위, 눈보라 등의 환경에 적합한 철도차량 설계 및 제작 기술 개발이 시급히 요구됨</li> <li>- 해외 철도 사업 진출은 국가의 이미지에 큰 영향을 미치므로, 유라시아철도 운행시 안전성·신뢰성 확보를 위한 기술 확보가 필요함</li> </ul> </li> </ul>
3.연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 및 유라시아 환경에서 철도차량의 신뢰성을 확보하기 위한 내한성 향상 및 시험평가 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 내한성 향상 기술 개발</li> <li>- 철도차량 상하부 외부노출 전장품 동결방지를 위한 지능형 발열패드 개발</li> <li>- 철도차량 내한성 시험평가 기술 개발</li> </ul> </li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 토카이 신칸센은 빙설 대책으로 선로 및 차량 측면에서의 다양한 기술을 적용하고 있음               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선로측면에서는 선로변에 설치된 산수장치설비를 이용하여 선로위에 온수를 뿌려 눈입자의 점착성을 증가시켜 눈이 열차주행의 바람으로 휘날림을 방지</li> <li>- 차량에 대해서는 전장품의 피해를 막기 위해서 차량의 하부구조에 프레임을 조합하여 하부구조를 강판으로 피복한 바디프레임 구조 적용</li> <li>- 집전 팬터그래프의 역상력을 눈의 무게에 짓눌리지 않도록 강화하여 사용</li> <li>- 전장품의 동결로 인한 불량 작동을 방지하기 위해 히터를 사용하며, 빙설 카바를 장착하여 동결에 의한 기능저하를 방지하는 기술을 적용</li> </ul> </li> <li>○ 북한과 중국, 러시아는 상호 국제열차를 운영하고 있기 때문에 내한성에 대한 고려가 상당부분 이루어지고 있음.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주행장치, 연결장치, 제동장치, 윤활유에 대해서는 내한규정 및 요구기준을 갖추고 있음.</li> <li>- 차체구조물 및 대차 프레임의 경우에는 내한성 관련의 별도 규정이 없음.</li> </ul> </li> </ul>
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내에서는 유라시아 기후 환경을 고려한 철도차량 설계 및 제작에 관한 경험이 부족하여 관련 기술을 보유하고 있지 못한 상황임               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로템에서는 우크라이나 준고속(160km/h) 간선형 전동차(9량 1편성)를 수출하였으나, 혹한환경에서 잦은 고장을 일으켜 운행중단과 추가적인 보완이 수행되고 있음</li> <li>- 기온, 습도, 눈보라 등의 환경 변수를 고려하여 철도차량의 환경변화에 영향을 받는 부분들(전장품, 액체류, 스프링 등)의 내한성을 강화하는 기술 개발이 필요함</li> </ul> </li> </ul>
6. 주요연구 개발내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도차량 내한성 향상 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 냉각팬 및 전기계통의 흡입 눈보라 분리 기술 개발</li> <li>- 스노우패킹에 의한 외부노출 스프링 및 고무호스류 기능저하 방지 기술 개발</li> <li>- 제설형 전두부 스노우 플라워 장치 개발</li> <li>- 착설방지를 위한 지붕구조 설계</li> <li>- 철도차량 출입문 동파 방지 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 철도차량 상하부 외부노출 전장품 동결방지를 위한 지능형 발열패드 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- CNT 나노소재를 이용한 발열 페이스트 개발</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 분포형 광섬유를 이용한 지능형 동결감지 기술 개발</li> <li>○ 철도차량 내한성 시험평가 기술 개발</li> <li>- 내한성 성능평가 장비 구축</li> <li>- 극저온 환경의 철도차량 시험 평가 표준(안) 개발</li> </ul>						
7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	<b>최종성과물</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 운용용 내한성 강화 철도차량 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 내한성 향상 부품 및 지능형 발열패드 장착</li> </ul> </li> <li>○ 철도차량 내한성 시험평가 장비(실차 시험)</li> </ul>				
	<b>활용방안</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 철도차량 운용기관의 유라시아철도 차량으로 활용</li> <li>○ 유라시아철도 연결시 열차 투입을 위한 환경을 고려한 우선 기술로 활용</li> <li>○ 국외 유라시아철도차량 운행국가로 수출</li> <li>○ 동북아 극한지역 해외 철도사업 진출</li> </ul>				
8. 연구개발 과제의 규모	<b>구분</b>		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	<b>연차별 연구비 (백만원)</b>	정부	2,000	5,000	6,000	5,000	2,000
		민간(추정)	700	1,700	2,000	1,700	700
	<b>합 계</b>		2,700	6,700	8,000	6,700	2,700
	<b>총연구비 (백만원)</b>	정부	20,000		<b>총 연구기간</b>	5 년	
민간		6,800					
총합계		26,800 (장비구축예산 14,000 포함)		<b>연도별 평균소요인력</b>	25 명		
9. 기대효과 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 국가 간 연계 운행할 수 있는 내한성 강화 철도차량제작기술을 확보함으로써 철도차량의 해외수출 증대와 그에 따른 철도차량산업의 활성화가 크게 기대됨</li> <li>○ 북한 및 유라시아철도에 대해 기술적으로 접근이 가능함으로써 통일 또는 상호 교류 시 신속한 철도차량의 투입을 수행할 수 있음</li> <li>○ 해외철도 진출을 위한 우리나라 철도기술 향상 및 유라시아철도시장 진출</li> </ul>						


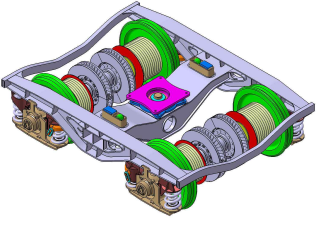


1. 과제명	유라시아 공동화차 핵심기술 개발 (통합연결기, 제동디스크)
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북한과 중국은 표준궤(1450mm)이며, 북한의 경의선을 통하여 중국국경을 환적없이 통과할 경우 서울에서 북경까지 약 2 일의 시간이면 화물이 수송 가능함</li> <li>○ 하지만, 남북한 및 중국은 각기 다른 화차 규격 및 허용충충을 지니고 있기 때문에 부산-오봉-심양-베이징 간 국제화물열차를 운행하기 위해서는 남북중이 함께 사용가능한 공동화차를 개발할 필요가 있음</li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아(남북중러)가 함께 운용할 수 있는 공동화차 핵심기술(통합연결기, 제동디스크 등)을 개발하고 이를 시제품에 적용하여 검증 및 실용화</li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ KTX의 연결기는 AAR 연결기와 유압 완충기로 구성되어 있으며, 성능의 경우 열차와 4.8km/h의 속도로 충돌 연결시 유압완충기가 최대 120mm의 압축변위가 일어나며, 84KJ의 충돌에너지를 흡수함</li> <li>○ 기관차와 연결기 높이차로 연결이 가능하도록 너클이 아래로 처짐 (KTX 연결기 높이 1025mm)</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ KTX 산천의 연결기는 밀차연결장치와 유압완충기 및 변형튜브로 구성되어 있으며, 유압완충기의 경우 최대 160KJ의 에너지를 흡수함</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 객화차 연결장치의 경우 객차는 밀착시 연결기에 싱글형 고무완충기를 사용하며 고무의 완충능력은 120톤임</li> <li>○ 이에 반해 화차의 연결장치는 AAR형 연결기와 더블형 고무완충기를 사용하며, 고무 완충능력은 220톤임</li> </ul>
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 향후 남북철도가 연결되고 유라시아 대륙으로의 진출이 가능해진다면 여객과 화물의 교류를 통해 상호 국가간 화차가 교류하게 되는 상황이 발생함</li> <li>○ OSJD의 협약에 따르면 국경 통과시 기관차 및 승무원이 자국의 것으로 교체하지만, 객차 및 화차는 그대로 사용하고 있음</li> <li>○ 물류 조건에 있어서 우리나라의 화차가 20량 편성인데 반해 대륙의 중국은 50량, 러시아는 70량의 화차를 편성하여 운행하고 있으며, 이로 인한 규모의 경제로 인한 효율의 차이를 보이고 있음</li> <li>○ 때문에 국내 화차가 중국 러시아 등에서 운행되기 위해서는 그들의 조건에 맞는 성능을 갖추어야 할 필요가 있음</li> <li>○ 기존 화차는 대부분 표준화되어 있기 때문에 궤간의 차이로 인한 문제를 제외한다</li> </ul>

	<p>면, 중련편성 시 고려되어야 할 필수적인 부분은 화차연결기와 제동장치의 요구조건을 대륙기준에 맞추어 상향시킬 필요가 있음</p> <p>○ 때문에 이에 대한 기술 확보 및 나아가 남북중에서 동시에 운행가능한 유라시아 공동화차를 개발할 필요가 있음</p>																																																																																									
<p><b>6. 주요연구 개발내용</b></p>	<p>○ 화차 연결기 호환 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이중 화차 연결기 호환 운영 개발 기술</li> <li>- 대량 편성에 따른 국내 화차 대륙철도 적용 가용성 기술 분석</li> <li>- 혼합 편성에 따른 국내 화차 대륙철도 성능검토 및 설계 변경</li> <li>- 대량 편성에 따른 유라시아철도 표준 연결기 사양 제시</li> <li>- 대량 편성에 따른 유라시아철도 표준 연결기 안전성 분석</li> </ul> <p>○ 혼합편성, 대량편성 화차 제동장치 호환기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한국/러시아/중국 혼합편성 화차 제동장치 성능 검토 및 가용성 설계</li> <li>- 한국/러시아/중국 혼합편성 화차 제동장치 성능 시뮬레이션 분석 (감압속도, 감압속도, 보조공기통 제동통용적)</li> <li>- 대량 편성에 따른 국내 화차 대륙철도 적용 가용성 기술 분석</li> <li>- 대량 편성에 따른 유라시아철도 제동 공압장치 용량 및 연결호스 커넥트 호환기술 개발</li> <li>- 대량 편성에 따른 유라시아철도 표준 연결기 안전성 분석</li> </ul>																																																																																									
<p><b>7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</b></p>	<p><b>최종성과물</b></p>	<p>○유라시아 연결기 사양조사서</p> <p>○유라시아 통합연결기 시제품</p> <p>○남북중 공동화차 시제품</p> <p>○공동화차 기술표준화 명세서</p> <p>○성능보고서</p>																																																																																								
	<p><b>활용방안</b></p>	<p>○ 동북3성 지역 내 남북중 공동화차 운영 등에 활용</p>																																																																																								
<p><b>8. 연구개발 과제의 규모</b></p>	<table border="1" data-bbox="395 1659 639 1919"> <thead> <tr> <th colspan="2">구분</th> <th>1차연도</th> <th>2차연도</th> <th>3차연도</th> <th>4차연도</th> <th>5차연도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td> <td>정부</td> <td>500</td> <td>1,000</td> <td>1,000</td> <td>1,000</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>민간(추정)</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td colspan="2">합 계</td> <td>600</td> <td>1,200</td> <td>1,200</td> <td>1,200</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">총연구비 (백만원)</td> <td>정부</td> <td colspan="3">4,000</td> <td rowspan="2">총 연구기간</td> <td rowspan="2">5 년</td> </tr> <tr> <td>민간</td> <td colspan="3">800</td> </tr> <tr> <td>총합계</td> <td colspan="3">4,800</td> <td>연도별 평균소요인력</td> <td>15 명</td> </tr> </tbody> </table>	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도	연차별 연구비 (백만원)	정부	500	1,000	1,000	1,000	500	민간(추정)	100	200	200	200	100	합 계		600	1,200	1,200	1,200	600	총연구비 (백만원)	정부	4,000			총 연구기간	5 년	민간	800			총합계	4,800			연도별 평균소요인력	15 명	<table border="1" data-bbox="639 1659 1377 1919"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>1차연도</th> <th>2차연도</th> <th>3차연도</th> <th>4차연도</th> <th>5차연도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>연차별 연구비 (백만원)</td> <td>500</td> <td>1,000</td> <td>1,000</td> <td>1,000</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>민간(추정)</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>합 계</td> <td>600</td> <td>1,200</td> <td>1,200</td> <td>1,200</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>총연구비 (백만원)</td> <td colspan="3">4,000</td> <td rowspan="2">총 연구기간</td> <td rowspan="2">5 년</td> </tr> <tr> <td>민간</td> <td colspan="3">800</td> </tr> <tr> <td>총합계</td> <td colspan="3">4,800</td> <td>연도별 평균소요인력</td> <td>15 명</td> </tr> </tbody> </table>					구분	1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도	연차별 연구비 (백만원)	500	1,000	1,000	1,000	500	민간(추정)	100	200	200	200	100	합 계	600	1,200	1,200	1,200	600	총연구비 (백만원)	4,000			총 연구기간	5 년	민간	800			총합계	4,800			연도별 평균소요인력	15 명
구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도																																																																																				
연차별 연구비 (백만원)	정부	500	1,000	1,000	1,000	500																																																																																				
	민간(추정)	100	200	200	200	100																																																																																				
합 계		600	1,200	1,200	1,200	600																																																																																				
총연구비 (백만원)	정부	4,000			총 연구기간	5 년																																																																																				
	민간	800																																																																																								
	총합계	4,800			연도별 평균소요인력	15 명																																																																																				
구분	1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도																																																																																					
연차별 연구비 (백만원)	500	1,000	1,000	1,000	500																																																																																					
민간(추정)	100	200	200	200	100																																																																																					
합 계	600	1,200	1,200	1,200	600																																																																																					
총연구비 (백만원)	4,000			총 연구기간	5 년																																																																																					
민간	800																																																																																									
총합계	4,800			연도별 평균소요인력	15 명																																																																																					
<p><b>8. 기대효과 및 파급효과</b></p>	<p>○ 남북중 공동의 활용이 가능한 국제화물열차를 운행하여 2일만에 서울-북경의 물류라인을 완성함</p> <p>○ 동북3성 지역 내 교환이 가능한 남북중 공동화차 운영 등에 활용</p> <p>○ 북한 내 진입 후 회수되지 않는 화차에 대한 문제를 해결할 수 있는 방안 수립</p> <p>○ 화차에 대한 규격을 통일 함으로써 역내 물류 활성화 기대</p>																																																																																									

1. 과제명	유라시아 LNG 기관차 기술개발
<p>2. 연구목적 및 배경</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 광대한 지역에 운영되는 유라시아철도에 적합한 연료공급 장치 및 인프라에 대한 기술이 요구됨</li> <li>○ 시베리아 유라시아가 철도차량 운행시 가선공급방식의 막대한 인프라 비용에 대한 대책이 필요함</li> <li>○ 러시아, 한국, 유럽의 유지보수체계의 상이함을 극복할 수 있는 단순한 구조의 동력차와 유지보수 간소화 설계가 요구됨</li> <li>○ 러시아, 한국, 유럽 차량 통합 설계가 가능한 소형 고효율 추진장치의 개발이 필요</li> <li>○ 역간거리가 길고 고속으로 운행되는 유라시아 기관차 개발이 필요함.</li> <li>○ 유라시아철도 운영시 화차와 기관차에 대한 분리된 기술적 대안 필요 (객차 : LNG 기관차, 화차 : DMU)</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>가스터빈 내장형 일본 기바 391형 기관차</p> </div>
<p>3. 연구개발목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 LNG 기관차 요소기술개발</li> <li>○ 유라시아 LNG 기관차 운영기술개발</li> </ul>
<p>4. 국내외 기술동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 속도형 고속압축기로 공기를 계속적으로 압축하고, 압축된 공기 중에 연료를 분사, 연속적으로 연소시킨다. 이때 발생하는 연소가스로 터빈을 구동시키면 출력에 비하여 소형, 경량의 열기관이 얻어지는데 이것이 바로 가스터빈이다. 1953년 영국의 Rover gas turbine Co.가 개발한 가스터빈 자동차는 당시 기관출력 74kW, 최고속도 140km/h를 기록하였다.</li> <li>○ 프랑스 TGV 001는 가스터빈전기기관차로 알스톰에서 제작하여 최고속도 250-300km/h로 운영</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>TGV 001 프랑스</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ APT-E(Advanced Passenger Train- Experimental) Program <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영국에서 개발</li> <li>- 가스터빈 추진 고속철도 최고속도 152 km/h 기록</li> </ul> </li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>APT-E 영국</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kolhozskovo, Kaluzskovo Plant</li> </ul>

	<p>- 러시아에서 개발, 유라시아 적용에 관련된 광범위한 자료보유</p>  <p style="text-align: center;">러시아</p> <p>○ NGHSR : Next Generation High Speed Rail Program:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가스터빈을 구동 시스템으로 한 기존 열차의 고속화 프로그램</li> <li>- 차세대 가스터빈 추진 고속열차 개발의 완료 단계에 있음</li> </ul>   <p style="text-align: center;">미국</p>
<p><b>5. 기술개발 필요성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 광대한 유라시아철도에 적합한 기관차 기술 개발이 필요함</li> <li>○ 전력공급이 필요 없는 고효율 저비용 연료공급 차량 개발이 요구됨</li> <li>○ 러시아, 한국, 유럽의 유지보수체계의 상이함을 극복할 수 있는 유지보수 최소화 차량의 개발이 요구됨</li> <li>○ 러시아, 한국, 유럽 차량 통합 설계가 가능한 소형 고�출력 추진장치의 개발이 필요</li> <li>○ 역간거리가 길고 고속으로 운행되는 유라시아 기관차 개발이 요구됨</li> <li>○ 유라시아철도에 필요한 유지보수가 최소화 되는 LNG 기관차의 개발이 필요 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 맥동(pulsation)이 없는 정속한 운전을 가능</li> <li>· 왕복운동부품이 없음</li> <li>· 회전부품도 압축기와 구동터빈</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 운행 연료공급의 용이한 기관차 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 질이 낮은 연료를 사용할 수 있음.</li> <li>· 연소압력이 낮고 또 연소가 계속적으로 진행</li> </ul> </li> <li>○ 질량당 단위 출력의 경량성 확보 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 가스터빈 1.6kg/kW-2.7kg/kW</li> <li>· 디젤기관 4kg/kW-9.5kg/kW</li> </ul> </li> <li>○ 설계가 용이한 기관차 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 같은 출력의 디젤기관에 비해 크기가 작고 설치공간도 적음</li> </ul> </li> <li>○ 유지보수성 확보가 필요함 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 수명이 길다</li> </ul> </li> <li>○ 친환경성 적인 기관차 개발이 요구됨 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 배기가스 유해배출물 수준이 낮음</li> </ul> </li> <li>○ 운영성 확보가 용이한 차량개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 고풍력 장거리 운영에 적합하다.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>6. 주요연구 개발내용</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ LNG 구조체 차체연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 디젤차량 LNG 개조기술연구, LNG 신조차량개발연구</li> <li>- LNG 연료공급탱크 철도차량 개발 연구/ LNG 차량 연료탱크 유연성 장착성 호환성 연구</li> <li>- 철도차량용 안전 2중 2종재 LNG 탱크개발 연구</li> <li>- LNG 충돌안전성 연구, 유연체 차체구조물 연구</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ LNG 차량 연료 운영 효율연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연료기관차의 연료주입방식 연구</li> <li>- 디젤 /LNG 혼합 운영기술 연구/ LNG ↔ 디젤 변환 시스템 개발연구</li> <li>- LNG의 압력관리 안전장치 및 운영유지보수 기술개발</li> <li>- 급유정지 최적화 연료공급 시스템 연구</li> <li>- 기타 유사연료 호환성 검토 연구 (CNG)</li> </ul> </li> <li>○ LNG 차량 안전 경제성분석 연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연료공급 시스템 내한성 개발 연구</li> <li>- LNG 장기연료가격분석 및 러시아 현지 공급특성을 고려한 운영 경제성분석</li> <li>- LNG 차량 KS 규격개발연구, 러시아 규격 호환성 검토 연구</li> </ul> </li> </ul>						
7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물		<ul style="list-style-type: none"> <li>○유라시아LNG혼소엔진 요구사양서</li> <li>○LNG 안전장치 설계서</li> <li>○충돌안전성 검증보고서</li> <li>○차체검토서</li> <li>○경제성보고서</li> </ul>				
	활용방안		○친환경 연료를 활용한 대륙철도용 운송열차로 활용				
8. 연구개발 과제의 규모	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	500	1,000	2,500	1,000	1,000
		민간(추정)	100	200	500	200	200
	합 계		600	1,200	3,000	1,200	1,200
	총연구비 (백만원)	정부	6,000		총 연구기간	5 년	
민간		1,200					
총합계		7,200		연도별 평균소요인력	20 명		
9. 기대효과 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사회적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아 운영가능 철도기술의 축적을 통한 미래교통 네트워크 대비</li> </ul> </li> <li>○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연료절감에 따른 운영비용 절감</li> <li>- 물동량 및 승객 증가에 따른 유라시아 교통 네트워크 대비</li> </ul> </li> <li>○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- LNG Turbo train 동력전달장치 및 주요 요소기술력 확보</li> <li>- LNG 운영기술력 확보를 통한 LNG 사용화 기술 확보</li> </ul> </li> </ul>						

1. 과제명	궤간가변대차 핵심기술개발
<p>2. 연구목적 및 배경</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 우리 정부는 아시아와 유럽을 잇는 교통, 물류의 대동맥인 유라시아철도사업을 구상하고 있으며, 유라시아 복합 물류 네트워크를 구축하고, 실크로드 익스프레스(SRX)를 실현하고자 함</li> <li>○ 최근 동북아 및 유라시아 육상운송 환경의 정치적 변화와 시장의 변화, 니즈의 변화, 시설과 장비의 변화, 그리고 운송기업의 변화등 한반도와 동북아의 교통물류환경이 급변함에 따라 유라시아철도 상호연계를 위한 기술의 수요가 커지고 있음</li> <li>○ 남북한 철도를 연결하여 유라시아 대륙철도와 효율적으로 연계시키기 위해서는 연결 또는 연계시기를 기준으로 하여 차량기술에서 필요한 상호 연계 및 상호 운영성 향상 기술을 개발하여야 함</li> </ul>
<p>3. 연구개발목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동북아 역내 순환을 위한 차량 핵심기술 개발</li> </ul>
<p>4. 국내외 기술동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Talgo(스페인)은 모듈형 궤간가변운축 설계기술을 보유하고 있으며, RTRI(일본)는 호환성 성능을 지닌 변환 레일 설계기술을 보유하고 있음</li> <li>○ 일본은 호환성을 가지는 변환레일 설계, 실시간 모니터링 시스템 축소모형 구축</li> <li>○ 한국형 궤간가변대차 설계, 제작, 시험, 진단 독자기술 보유</li> </ul> <div style="text-align: center;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기술 개발 완료시 도입단계에서 경쟁단계로 진입할 것으로 예상됨</li> <li>○ '13년 동북아교통회랑 전시회 출품했으며, 실용화를 위해 동북아역내국가간 다자협력 추진 필요</li> <li>○ 200km/h 급 (초기목표 100km/h 급) 궤간가변 대차개발과 철도차량용 궤간가변 운축시스템 독자생산 특허보유</li> </ul> <div style="text-align: center;">   </div> <p style="text-align: center;">&lt;동북아 국가간 대차특성을 고려한 모듈형 궤간가변대차 개발&gt;</p>
<p>5. 기술개발 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북철도가 연결되어 남북경협이 활성화되면, 동북아 및 유라시아철도 네트워크가 급속히 형성될 것이고, 국제철도화물의 고속화·대용량화는 유라시아철도의 新 기술수요를 창출할 것임. 이를 위해 유라시아 횡단철도와 연계하기 위한 핵심 상호연계기술 개발이 시급함</li> <li>○ 최근 동북아 및 유라시아 육상운송 환경의 정치적 변화와 시장의 변화, 니즈의 변화, 시설과 장비의 변화, 그리고 운송기업의 변화등 한반도와 동북아의 교통물류환경이 급변함에 따라 유라시아철도 연계구축에 대비한 실제 적용 가능한 핵심연구가 필요</li> </ul>
<p>6. 주요연구 개발내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동북아 역내 순환을 위한 차량 핵심기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 궤간가변 운축 최적화 설계</li> <li>- 제2세대 궤간가변 운축 기술 개발</li> <li>- 대차 및 선로구축물간 인터페이스 성능 검증</li> </ul> </li> </ul>

7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제2세대 궤간가변윤축 설계서 및 시제품</li> <li>○ 대차/선로구축물간 인터페이스 명세서</li> <li>○ 성능보고서</li> </ul>				
	활용방안		○ 남북/러 또는 중국/몽골, 중국/중앙아시아의 이종궤간 지역의 환적환승을 대체				
8. 연구개발 과제의 규모	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	500	500	500	500	500
		민간(추정)	100	100	100	100	100
	합 계		600	600	600	600	600
	총연구비 (백만원)	정부	2,500		총 연구기간	5 년	
민간		500					
총합계		3,000		연도별 평균소요인력	10 명		
8. 기대효과 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국가 간 연계 운행할 수 있는 철도차량제작기술(하이브리드, 내한성, 다중신호시스템, 위성을 이용한 운영정보 등의 기술)을 확보함으로써 철도차량의 해외수출 증대와 그에 따른 철도차량산업의 활성화가 크게 기대됨</li> <li>○ 유라시아철도의 핵심기술인 시스템 인터페이스 및 통합기술의 한 단계 진일보로 현재 많은 부분 외국기술자에게 의존하는 철도기술에 대한 대체 수입효과가 기대됨</li> <li>○ 북한, 아시아 각국, 유럽까지 차량의 교체나 환적 없이 직송할 수 있는 철도 수송 서비스를 제공함으로써 물류비와 수송기간의 대폭절감에 의한 국가 경쟁력 제고</li> <li>○ 표준궤 및 광궤용 시스템 설계, 제작 및 시험기술을 확보하여, 선진철도기술 보유하며 궤간가변장치기술로 위험 및 독성화물처리에 유리한 친환경적 시스템을 구축할 수 있음</li> <li>○ 화물운송량이 증가할 경우 이종궤간 국경에서 병목현상 해소</li> <li>○ 남북철도가 연결되어 남북경협이 활성화되면, 동북아 철도 네트워크가 급속히 형성될 것이고, 철도화물의 고속화·대용량화는 대륙철도의 새로운 기술수요를 창출할 것임</li> <li>○ 국가 간 이종 철도시스템에 대한 인터페이스 및 통합기술의 확보로 철도 엔지니어링 기술의 해외진출이 증대될 것으로 기대됨</li> </ul>						

1. 과제명	표준궤/광궤 호환구간 지상변환 설계기술
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 극동·동시베리아의 국제철도망과 한국과 러시아의 철도협력의 가능성은 UNESCAP의 아시아 횡단철도사업(TAR:Train Asian Railway) 추진을 계기로 시작되어 남북한간의 경의선, 동해선 철도망 연결사업, 한러 정상회담 등을 거치면서 본격화되기 시작하였다.</li> <li>○ 유라시아철도네트워크를 가시화시키기 위해서는 TKR과 TSR, TCR, TMR, TMGR, 그리고 유럽과의 철도 운행 연계 시에 두 번의 이종궤간 지점을 통과해야 하는 문제점을 안고 있다. 따라서 우선적으로 검토하여야 할 것은 궤도 궤간 불일치 구간에 있어서의 운행방식과 중장기적으로는 환적시간 지연에 따른 다양한 문제점을 해결할 수 있는 방안이 도출되어야 함.</li> <li>○ 이러한 문제점을 확보하기 위해 국내에서는 상이한 궤간의 선로를 대차교환이나 환적 없이 신속하고 안전하게 직결 운행할 수 있는 궤간가변 고속대차가 개발되었다. 궤간가변 고속대차는 시속 200km대의 고속주행이 가능하며, 궤간의 차이가 발생한 지점에서도 멈추지 않고 시속 10~30km의 속도로 운행할 수 있으며 기존에 개발된 폴란드 제품(SUW 2000)과 비교하면 핵심부품인 잠금장치의 무게를 최대 40%, 부품수는 절반으로 줄여 고속화와 장거리운행, 유지 보수성을 대폭 향상시켰음.</li> <li>○ 개발품의 실용화를 위한 세계철도연맹(UIC) 기준인 500회 궤간변경, 10만km 실제 주행을 진행하고 궤간가변대차를 실용화할 예정에 있다. 따라서 차량개발과 연계한 표준궤/광궤 호환구간에 대한 지상설비에 대한 연구가 필요한 시점임.</li> <li>○ 따라서 개발된 대차시스템에 대한 성능을 평가하고 지상시스템에 대한 최적화되고 표준화된 설계기술을 확보할 필요가 있다.</li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 궤간가변 고속대차의 실용화 지원을 위한 테스트베드 구축 및 지상변환 설비의 설계기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주행시험을 위한 기본 및 상세설계</li> <li>- 대차 및 지상변환 설비의 안정화 및 상용화 기술개발</li> <li>- 표준궤/광궤 변환 가능한 종합시험선 구축</li> </ul> </li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내의 경우 궤간가변 고속대차는 시속 200km대의 고속주행이 가능하며, 궤간의 차이가 발생한 지점에서도 멈추지 않고 시속 10~30km의 속도로 운행할 수 있으며 기존에 개발된 폴란드 제품(SUW 2000)과 비교하면 핵심부품인 잠금장치의 무게를 최대 40%, 부품수는 절반으로 줄여 고속화와 장거리운행, 유지 보수성을 대폭 향상시킨 대차개발 완료.</li> <li>○ 향후 세계철도연맹(UIC) 기준인 500회 궤간변경, 10만km 실제 주행을 진행하고 궤간가변대차를 실용화할 예정임</li> <li>○ 국내에서는 2016년도에 종합시험선 구축을 통해 상호 다른 철도운영시스템을 연계하고 복잡 다양한 기술적 문제들을 해결할 수 있는 철도시험선이 완공 예정임.</li> <li>○ 초기 일본의 궤간가변대차는 독립차륜회전방식대차와 좌우차륜일체 회전방식 대차로 개발되어 개발된 차량을 미국 시험선(TTCI)에서 약 2년간 최고속도 246km/h주행으로 60만킬로 주행시험과 궤간변환시험은 총 2,084회 실시하였음.</li> <li>○ 스페인의 궤간 가변대차는 최고속도 220km/h 로 대응가능한 궤간은 표준궤 광궤(1668mm, 1524mm)로 궤간변환속도는 15km/h 주행할 수 있으며, 폴란드는 SUW형 궤간가변대차를 2000년 초반에 실용화하여 여객용으로 160km/h, 화차용으로 120km/h 속도 주행</li> </ul>
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TCR/TMR/TSR로 연계되는 유라시아철도네트워크 형성은 상호 다른 철도운영시스템을 연계한다는 측면에서 복잡다양한 기술적인 문제를 내포하고 있으며, 이러한 측면에서 개발/적용 시스템에 대한 현장적용의 사전평가가 가능한 연구개발이 필요함.</li> <li>○ 개발품의 실용화를 위한 전제조건을 충족하기 위한 실증연구가 필요함. 이에 철도시험선 또는 폐선부지의 활용을 통해 개발대차의 성능 인증이 필요</li> <li>○ 대차기술 뿐만 아니라 지상설비의 안정성 및 인터페이스를 검토하여 궤간가변 열차의 철도 전체시스템에 대한 기술적 항목 검토가 필요함.</li> <li>○ 동북아 논스톱 물류서비스 구현을 위한 궤간가변대차의 실용화를 위한 필요기술</li> <li>○ 환적방식과 궤간가변방식의 LCC분석 및 B/C분석결과 다양한 수송시나리오에서 궤간가변</li> </ul>

	방식의 경제성이 뛰어나며, 궤간가변장치를 이용한 컨테이너 수송의 효율성은 수송거리가 짧을 수록 그리고 궤간변경지점이 많을수록 경제적임.						
<b>6. 주요연구 개발내용</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 표준궤/광궤 호환구간 지상변환설비 설계 및 제작 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호환구간 테스트베드 기본설계 및 시스템 설계 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지상설비 요구사양 도출 및 구축계획(안)</li> </ul> </li> <li>- 궤간 호환구간 지상변환설비 표준설계 및 제작 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 호환구간 통과속도 메카니즘에 따른 특성 및 조사분석</li> <li>• 호환구간 지상변환 설비 성능기준</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 표준궤/광궤 호환구간 테스트베드 구축(종합시험선 및 폐선부지) 및 성능검증 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 호환구간 테스트베드 구축 및 시스템 설계 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 종합시험선로 테스트베드 최적노선 현장조사</li> <li>• 테스트베드 시스템 설치 및 구축</li> </ul> </li> <li>- 지상변환구간 인터페이스 성능검증 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 궤도/신호전력/노반 호환시험선로를 이용한 실증연구</li> </ul> </li> <li>- 대차 및 지상변환 설비 안정화 및 실용화 기술</li> </ul> </li> </ul>						
<b>7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</b>	<b>최종성과물</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 표준궤/광궤 호환구간 지상변환 표준사양서</li> <li>○ 시험절차서 및 테스트베드 구축</li> <li>○ 성능보고서</li> </ul>					
	<b>활용방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개발된 가변대차시스템에 대한 장기성능 확보를 위한 기술지원</li> <li>○ 가변대차시스템 안정성 검증</li> <li>○ 지상호환시스템의 IF 검증 및 안정화</li> <li>○ 궤간 호환구간의 시공성 평가</li> </ul>					
<b>8. 연구개발 과제의 규모</b>	<b>구분</b>		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	<b>연차별 연구비 (백만원)</b>	정부	500	1,000	2,500	1,000	1,000
		민간(추정)	100	200	500	200	200
	<b>합 계</b>		600	1,200	3,000	1,200	1,200
	<b>총연구비 (백만원)</b>	정부	6,000			<b>총 연구기간</b>	5 년
민간		1,200					
총합계		7,200			<b>연도별 평균소요인력</b>	120 명	
<b>9. 기대효과 및 파급효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 및 대륙철도 종합기술개발의 궤간가변대차의 실용화 및 상용화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개발품의 실용화를 위한 실증연구와 지상변환설비와의 인터페이스 검증을 통해 대륙형 철도 미래핵심요소기술의 선도</li> <li>- 궤간가변대차 기술을 더욱 발전시켜 동북아 통합 철도물류체계 구축에 기여</li> </ul> </li> <li>○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환적방식에서 발생하는 환적시간지연, 환적에 필요한 공간, 보관장소, 보관 서비스 등 추가적인 비용저감</li> </ul> </li> <li>○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북철도최소개보수 → 물류사업에 따른 수익창출/재투자 → 개량개념의 북한철도현대화 → 물류사업확대/국제콘소시엄구성 → 신선개념의 북한철도현대화 → 남북·동북아철도망 완성' 으로 이어지는 남북철도의 시나리오 단계별 요소 기술의 확보</li> </ul> </li> </ul>						

# 3세부과제 : 남북 및 유라시아철도 상호호환을 위한 철도 인프라 기술 개발

1. 과제명	유라시아철도 연계를 위한 신호/통신 상호운영 방안 연구
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 및 유라시아철도 연계를 위한 신호/통신 시스템의 효율적 상호 운영을 위한 기반기술 분석</li> <li>- 철도 운행의 안전 확보를 위해 가장 중요한 신호/통신 시스템의 남북 철도 연계를 위한 북한의 신호/통신 시스템 자료 조사 및 분석</li> <li>- 남과 북의 신호 시스템 호환성 검토를 통한 효율적 운영을 위한 기반 기술 구축</li> <li>- 유라시아철도연계를 위한 국가 간 신호/통신 시스템 상호운영 기반기술 조기 획득</li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북철도 연계를 위한 효율적 상호 운영 방안을 위한 기반기술 분석</li> <li>- 단기적으로 남북 철도 연계를 위한 신호/통신 시스템 자료 조사 및 분석</li> <li>- 북한의 낡은 신호/통신 시스템 개량 및 유지보수 방안 분석</li> <li>- 남북 철도의 신호 시스템 호환성 검토를 통한 효율적 운영방안 제시</li> <li>○ 유라시아철도 연계를 위한 효율적 상호 운영방안 분석</li> <li>- 국가 간 신호/통신 시스템의 차이를 분석하여 효율적인 상호운영 방안 분석</li> <li>- 유라시아 각국의 신호/통신 시스템 호환성 및 활용방안 분석</li> <li>- 각 국의 신호/통신 시스템의 활용을 위한 최적 전환기술 개발</li> <li>- 장기적으로 유라시아철도 연계를 위한 효율적 운영방안 분석</li> <li>○ 유라시아철도 연계를 위한 KP 개량 및 일원화 방안</li> <li>- 현재의 국내 KP를 부산 기점으로 조정하여 유라시아 전체로 확대</li> <li>- 열차의 효율적 상호운영을 위해 통일된 기준의 KP 데이터 확보</li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 신호/통신 기술은 무선제어기술을 연구               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내에서는 무선기반의 신호/통신 시스템으로 첨단 열차제어 기술을 연구</li> <li>- 그러나 북한은 낙후된 시스템을 운영</li> <li>- 국내의 신호/통신 시스템은 안전성과 효율성을 높이기 위해 발전</li> </ul> </li> <li>○ 유럽등의 선진국에서도 무선기반 열차제어기술 연구               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유럽표준의 신호/통신 시스템을 개발하여 운영 중</li> <li>- GSM-R을 이용하여 무선열차제어기술 ETCS level 3 개발 중</li> </ul> </li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="403 1507 855 1742"> <p>&lt;열차 제어를 위한 통신기술발전동향&gt;</p> </div> <div data-bbox="869 1496 1353 1742"> <p>&lt;열차 신호/통신 발전 동향&gt;</p> </div> </div>
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도연계를 위한 안전과 밀접한 신호/통신 시스템의 상호 운영기술 확보가 필요</li> <li>- 열차 운행에 필수 요소인 신호/통신 기술에 대한 정확한 기초 자료 확보가 필요</li> <li>- 북한의 신호/통신 시스템의 리뉴얼 및 유지보수에 대한 방안 확보 필요</li> <li>- 각 국의 신호 시스템의 차이와 연계성에 대한 분석이 필요</li> <li>- 국가 간 신호/통신 시스템의 불일치 및 다양성에 따른 열차 상호운영 시나리오의 조기</li> </ul>

	<p>분석 및 최적화가 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신호/통신 시스템의 over lab 구간에서의 변환 및 상호 호환기술 확보가 필요</li> <li>- 신호/통신 시스템의 차별성에 따른 안전상의 문제 해결을 위한 효율적 전환 기술에 대한 연구가 필요</li> <li>- 열차 상호운영의 효율성 향상을 위한 신호/통신 시스템의 상호 운영방안에 대한 경제적 분석 필요</li> <li>- 장기적인 열차 운영에 따른 상호 운영방식에 대한 신호/통신 시스템 운영에 대한 연구필요</li> <li>- 경제적인 상호 운영방식에 대한 분석 및 최적안 도출이 필요</li> </ul> <p>○ 유라시아철도 연계를 위해 일원화된 KP 기준 활용 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대륙 철도 연계를 위한 기초 작업으로 KP를 통일하는 기술 분석 및 기초연구 필요</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;사고예방을 위한 안전성 확보의 중요성&gt;</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;신호/통신의 대륙철도 연계&gt;</p> </div> </div>
--	---

<b>6. 주요연구 개발내용</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 신호/통신 시스템의 효율적 상호운영을 위한 기반기술 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북 및 대륙철도의 신호/통신 시스템의 불일치에 따른 열차 상호운영 기반기술 분석</li> <li>- 신호/통신 시스템의 효율적 상호운영을 위한 시나리오 도출 및 검토</li> </ul> </li> <li>○ 국가 간 신호/통신 효율적 상호운영을 위한 최적기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각국의 신호/통신 시스템에 대한 정확한 현황 조사 및 분석</li> <li>- 국가 간 상이한 신호/통신 시스템의 상호운영에 따른 경제성 분석</li> <li>- 신호/통신 시스템의 경제적이고 효율적인 상호운영 매뉴얼 개발</li> </ul> </li> <li>○ Over lab 구간에서의 안전한 신호/통신 시스템 전환 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 국의 신호/통신 시스템 분석 자료를 활용한 최적 전환 기술 개발</li> <li>- 열차 안전을 확보하는 신호/통신 시스템 전환기술의 안전성 분석</li> <li>- 신호/통신 전환시스템의 다중 안전화 방안 연구 및 기술개발</li> </ul> </li> </ul>
---------------------	---



<b>7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</b>	<p><b>최종성과물</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○신호/통신 상호운영 시나리오</li> <li>○경제성분석 보고서</li> <li>○신호/통신 전환기술 보고서</li> <li>○안전성검토 보고서</li> </ul>	
	<p><b>활용방안</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 및 유라시아 국가 간 운영시 신호/통신의 안전성 확보 및 열차운행 시 상호운영 안정화에 기여</li> </ul>	

<b>8. 연구개발 과제의 규모</b>	<b>구분</b>		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	200	300	400	400	200
		민간(추정)	70	105	140	140	70
<b>합 계</b>			270	405	540	540	270

	총연구비 (백만원)	정부	1,500	총 연구기간	5 년
		민간	525		
	총합계	2,025	연도별 평균소요인력	6 명	
<b>9. 기대효과 및 파급효과</b>	<p>○ 남북 및 대륙철도 연계에 필요한 신호/통신 시스템의 경제적인 연계방안 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 시스템 개발이 아닌 각 국의 기존 신호/통신 시스템 활용을 통한 경제적이고 신속한 상호 연계기술 확보</li> <li>- 각 국의 신호시스템 통합에 따른 부작용 해소(통합 시스템 개발에 따른 예산 증가 및 시간 손실, 통합 시스템 선정에서 발생될 문제 사전 차단)</li> <li>- 효율적인 연계를 통한 경제성 확보</li> <li>- 개별 신호/통신 시스템의 변환에 필요한 안전한 전환기술 개발에 따른 열차 운행 안전성 확보</li> <li>- 안전한 신호/통신 기술의 기존 철도 적용을 통한 국내 철도 운영 안전성 확보 가능</li> </ul>				

1. 과제명	전기철도 상호운영을 위한 기반기술 분석
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 및 대륙철도 운행에 따라 효율적 상호 운영을 전기철도 운행 시 핵심설비인 전철, 전력설비의 상호 운영을 위한 기반기술 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단기적인 운영 이외에 장기적인 운영과 그린철도, 속도향상등 다양한 상황에 따라 전기 철도 상호운행 기술이 필수적이므로 이에 따른 기반기술 조기 분석</li> <li>- 국가간 송전전압 특성에 따른 전기철도 운영기반 기술을 조기에 분석하여 남북 및 대륙 철도 운영에 따른 기반기술 구축</li> <li>- 현재 80% 정도인 북한 철도의 전기철도 리뉴얼에 따라 전력특성과 운영 차량의 특성에 따른 전철전력 부분의 인터페이스 운영기반기술 조기 획득</li> </ul> </li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전철/전력 설비의 실용적 상호 운영을 위한 기반기술 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북 및 대륙철도의 계통 변화에 따른 전기철도 상호운영 기반기술 분석</li> <li>- 급속/부분 리뉴얼을 통한 전기철도 전철/전력 단기 안정화 운영기술 분석</li> <li>- 남북 철도의 전기철도 연계를 위한 전철전력 교체/리뉴얼 경제성 분석</li> <li>- 북한철도의 급전시스템의 전압레벨 동일화 방안 및 조립/이동식 변전소 적용방안 분석</li> <li>- 전기철도 상호 운영에 따른 차량-전차선간 인터페이스 기반기술 분석</li> </ul> </li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ EU는 국가간 상호운영을 전기철도를 이용하고 일반 및 고속철도 운영 중 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전력공급방식 및 전철전압이 DC3kV, 25kV를 혼합 운영 중</li> <li>- 노후화 DC3kV는 부분 리뉴얼을 통해 효율적 교체를 통해 전기철도 운영 중</li> </ul> </li> <li>○ 전력 공급 방식 변화에 따른 전철 및 전력설비의 상호 운영 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한(DC3kV), 러시아(DC3kV, AC25kV), 중국(25kV)등 전력방식 불일치</li> <li>- 전차선, 장력등 전철설비 설계 자료 상호 불일치</li> <li>- 북한 전력 공급방식은 러시아와 동일</li> </ul> </li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>DC3kV 부분리뉴얼 (전력)</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>전차선로 부분리뉴얼 (스페인)</b></p> </div> </div> <p style="text-align: center;">조립식 부품 및 부분 리뉴얼 (Spain)</p>
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 전기철도 리뉴얼을 위한 기술 우위 선정 필요 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한 전기철도의 전면 리뉴얼은 대규모 투자가 필요함</li> <li>- 러시아는 DC3kV가 일반철도로 북한철도와 전력공급/전철설비 설계방식이 동일</li> <li>- 따라서 초기에 국내기술을 이용하여 단기/급속 운영에 따른 부분적 리뉴얼 및 교체기술 조기 획득 필요</li> </ul> </li> <li>○ 전철화 확대기조로 남북 및 대륙철도를 전기철도로 대응할 기반기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전철화는 세계적인 추세로 중장기적인 기술개발 이외에 초기 대응방식의 기반기술 필요</li> <li>- 전기철도 상호운영 기반 시나리오를 단기/장기 관점에서의 경제적/효율화 분석 필요</li> <li>- 국가간 송전전압 불일치 및 다양성에 따라 전기철도 운영시나리오 조기 분석 필요</li> <li>- 수퍼그리드등 국가간 전압 레벨 교차 운영에 따라 철도운행 방안 마련 필요</li> </ul> </li> </ul>

**DC 3000 V to AC 25000 V system change in the high speed line SEVILLA-CADIZ**

<유럽 DC3kV-AC25kV 경계구간> <국가간 전기운영 수퍼그리드>

- 6. 주요연구 개발내용**
- 전철/전력 설비의 실용적 상호 운영을 위한 기반기술 분석
    - 남북 및 대륙철도의 계통 변화에 따른 전기철도 상호운영 기반기술 분석
    - 급속/부분 리뉴얼을 통한 전기철도 전철/전력 단기 안정화 운영기술 분석
    - 남북 철도의 전기철도 연계를 위한 전철전력 교체/리뉴얼 경제성 분석
    - 전기철도 상호 운영에 따른 차량-전차선간 인터페이스 기반기술 분석
  - 국가간 전압레벨 변화에 따른 전기철도 안정화 운영 기술 개발
    - 북한철도의 급전시스템의 전압레벨 동일화 방안 및 조립/이동식 변전소 적용방안 분석
    - 북한 전철전력 급전시스템과의 전압레벨 동일화 방안
    - 전압레벨 변경에 따른 교체기술 분석
    - 수퍼그리드등 국가간 전압 레벨 교차 운영에 따라 철도운영 방안

<b>7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</b>	<b>최종성과물</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북간 전기철도 상호운영 매뉴얼</li> <li>○ DC3kV 전압레벨 교체 및 부분리뉴얼 설계 및 시공(안)</li> <li>○ 전기철도 운영에 따른 경제성 분석 결과</li> </ul>
	<b>활용방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북간 전기철도 운영 전/후 상호운영 체계 구축</li> <li>○ DC 3kV 전차선로 및 전력설비 설계 및 운영에 활용</li> <li>○ 남북 및 대륙철도 운영전 전철화 및 비전철화 경제적 효과 분석</li> </ul>

		구분					
		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도	
<b>8. 연구개발 과제의 규모</b>	<b>연차별 연구비 (백만원)</b>	정부	200	300	400	400	200
		민간(추정)	70	105	140	140	70
	<b>합 계</b>		270	405	540	540	270
	<b>총연구비 (백만원)</b>	정부	1,500		<b>총 연구기간</b>	5 년	
		민간	525				
	총합계	2,025			<b>연도별 평균소요인력</b>	6 명	

<p><b>8. 기대효과 및 파급효과</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 단기적인 철도연계이후 전기철도 운영에 대한 기반기술 및 경제성 분석을 통해 전기철도기반의 차량/전력/전차선등 성장 동력 확보</li> <li>- 중장기적 운행 방안인 전기철도를 조기에 분석하여 경제성 및 관련기술 운영에 따른 시나리오를 조기에 마련하여 전기철도 확대에 따른 기반기술 구축</li> <li>- 국내와 전압레벨이 상이한 북한 철도 전기철도에 대한 기술에 대한 기술 선점</li> <li>- 초기에 국내기술을 이용하여 단기/급속 운행에 따른 부분적 리뉴얼 및 교체기술 조기 획득</li> <li>- 슈퍼그리드등 국가간 전압 레벨 교차 운영에 따라 철도운영 방안 조기 마련</li> <li>- 국내 전기철도 시장의 기술 확대를 위한 기초/기반 기술 마련</li> </ul>
----------------------------------	--

**1. 과제명** AC25kV-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 기반 기술 검토

- 전철 전력의 경우 남한의 전기철도는 AC25kV, 북한은 DC3kV를 사용하고 있으며, 전력 계통에 있어서도 큰 차이점을 보이고 있음
- 북한의 인프라를 그대로 유지하면서 남한의 표준화 사양을 접목하는 형식 또는 향후 유라시아철도와의 연계를 고려해 국제철도의 규격에 맞게 표준화하는 것이 가장 적합할 것으로 판단됨.
- 따라서, 빠르고 안전한 남북철도 및 유라시아철도 네트워크 구축을 위해서는 남북철도 및 대륙철도망과 연계 사용이 가능한 추진시스템의 개발이 필요함

**2. 연구목적 및 배경**

<TSR 노선 경유 국가별 전기철도 사용전압 현황>

구분	남한	북한	러시아	벨로루시	폴란드	독일
사용전압	25kV/60Hz (교류)	3kV (직류)	25kV/50Hz (교류)		3kV (직류)	15kV/10.7Hz 25kV/50Hz (교류)

- 가선전압 변동 및 순간정전(북한철도), 극한(시베리아 철도)의 조건에서의 추진시스템의 신뢰성 확보 기술 개발이 필요함
- 기존의 차량용 변압기와 전력변환장치의 경량화 및 고효율화에 대한 요구가 증대되고 있음

**3. 연구개발목표**

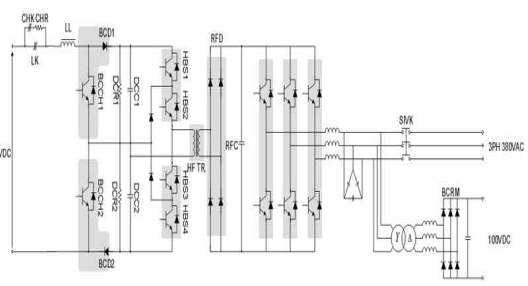
- 대륙철도 연계용 AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 Multi-power Source 추진용 전력변환시스템 기술 개발
  - AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼 추진용 전력변환시스템 설계 기술 개발
  - 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진용 전력변환시스템 경량화, 최적화 및 성능평가 기술 개발
  - 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진용 전력변환시스템의 차량 적용을 통한 신뢰성 확보 및 상용화 기술 개발

**4. 국내외 기술동향**

- 국내
  - 현재 교류/직류 겸용 추진시스템 관련 국내 기술수준은 수도권 전철 4호선에 적용이 되어 있는 DC1500V/AC25kV 겸용 추진시스템 기술이 유일하며, 현대로템의 경우, DC3kV 추진시스템 기술을 일부 보유하고 있음.
  - 한국철도기술연구원은 고주파 DC/DC 컨버터 기술을 적용하여 도시철도차량용 1500V, 150kVA급 보조전원장치 경량화 기술 보유하고 있음.


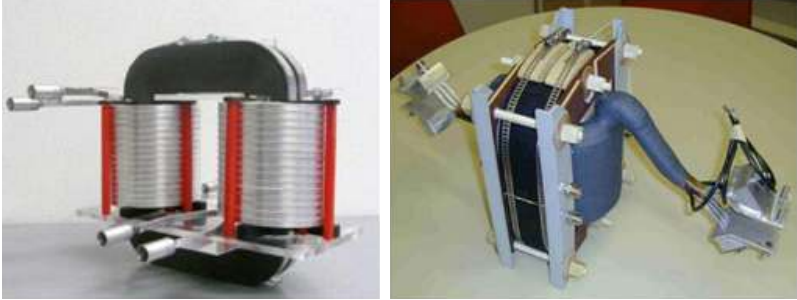


<수도권 전철 4호선>

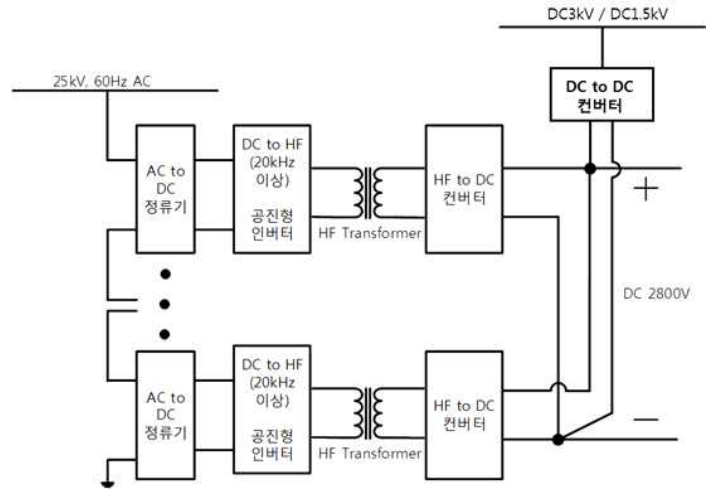


<한국철도기술연구원의 1500V, 150kVA급 보조전원장치>

- 국외
  - 유럽/일본에서는 각 나라별로 전원 공급방식이 다르기 때문에, 이에 대한 해결책으로써 멀티전원 추진시스템에 대한 연구가 활발히 진행되어, 전압 공급체계가 다른 각 도시와 도시, 나라와 나라를 연결시켜 줄 수 있는 멀티전원 추진장치를 탑재한 철도차량이 각 영업노선에서 운행중임.
  - 대표적으로 봄바디어 TRAXX(Transnational Railway Applications with extreme fleXibility)

	<p>기관차. 여객용 모델과 화물용 모델 존재. 전기용 TRAXX는 유럽 내에서 사용하는 다양한 전압을 지원함. 교류 15kV/25kV 뿐만 아니라 직류 3kV/1.5kV에서도 작동함. 직류 1.5kV 하에서는 최고 출력이 4000 kW로 제한되며, 견인력은 이에 영향받지 않으며, 추가 직류 장치 때문에 교류용 차량보다 1톤 정도 더 무거움.</p> <p>- 차량용 변압기 포함 전력변환장치의 경량화 및 효율향상을 위하여 국외에서 다양한 연구가 진행 중에 있으며, Siemens는 450kW/5.6kHz급 고주파 변압기를 개발하였으며, 봄바디어는 350kW/8kHz급 고주파 변압기를 개발하여 주전력변환장치나 보조전원장치 경량화 기술 보유하고 있음.</p>  <p style="text-align: center;">&lt;봄바디어 TRAXX 교류/직류 겸용 기관차&gt;</p>  <p style="text-align: center;">&lt;Siemens의 450kW/5.6kHz급 고주파 변압기(좌)와 봄바디어의 350kW/8kHz급 고주파 변압기(우)&gt;</p>
<p><b>5. 기술개발 필요성</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현재 유럽의 경우에는 철도차량이 자국 내 뿐만 아니라 국가 간을 운행하는 노선이 점차 증대됨에 따라 2전기식, 3전기식 및 4전기식을 채용한 차량이 점차 늘어나고 있는 추세임.</li> <li>○ 멀티전원 추진시스템을 채용한 철도차량은 전원공급방식이 상이한 다른 도시나 국가를 차량의 교환 없이 운행하기 때문에, 운행시간을 단축할 수 있음.</li> <li>○ 타 교통수단과의 경쟁에서 철도가 우위를 점하기 위해서는 속도향상이 무엇보다도 요구되는데, 멀티전원 추진시스템은 이러한 필요성을 해결해 줄 수 있음.</li> <li>○ 국내에서도 남북한 철도 연결과 중국 및 러시아를 통해 유럽과 아시아를 연결하기 위해서는 멀티전원 추진시스템에 대한 연구개발이 반드시 선결되어야 함.</li> <li>○ 전철 전력의 경우 남한의 전기철도는 AC25kV, 북한은 DC3kV, 러시아 및 중국은 AC25kV를 사용하고 있기 때문에 한가지 전원방식의 차량으로는 국가 간 연계 사용이 불가능한 상황이며, 빠르고 안전한 남북철도 및 유라시아철도 네트워크 구축을 위해서는 남북철도 및 대륙철도망과 연계 사용이 가능한 멀티전원 추진시스템의 개발이 필요함.</li> <li>○ 가선전압 변동 및 순간정전(북한철도), 극한(시베리아 철도)의 조건에서의 추진시스템의 신뢰성 확보 기술 개발이 필요함.</li> </ul>
<p><b>6. 주요연구 개발내용</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼 추진용 전력변환시스템 설계 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 유라시아 각국 철도차량용 추진시스템 기술 분석</li> <li>• Solid State Transformer(SST) 기술 적용한 고출력밀도 추진용 전력변환시스템 설계 기술 개발</li> <li>• AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼모드 전력변환장치 최적 Topology 연구 및 설계 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구성품 최소화를 위한 듀얼모드 추진용 전력변환장치 최적 Topology 연구</li> <li>- 가선전압 변동에 유연한 듀얼모드 추진용 전력변환장치 최적 Topology 연구</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

- 가선전압 변동 및 순간정전에 대비한 차상전력 안정화 시스템 연구
- 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진용 전력변환시스템 최적화 및 성능평가 기술 개발
  - AC-DC 겸용 듀얼 추진용 전력변환시스템 최적화 및 경량화 연구
    - Solid State Transformer 기술 적용한 주전력변환장치용 컨버터 최적화 및 경량화 기술 개발
    - 극한 조건에서의 추진용 전력변환시스템 신뢰성 확보 방안 연구
  - AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼 추진용 전력변환시스템 시제품 제작
  - AC25kV(주파수 가변) 및 DC3kV 추진시스템 조합 성능시험을 위한 Test-bed 구축 및 성능평가 연구
- 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진용 전력변환시스템의 차량 적용을 통한 신뢰성 확보 및 상용화 기술 개발
  - 대륙철도 연계용 Multi-Power Source (AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV, DC1.5kV) 추진용 전력변환시스템의 구간가변열차 적용 시험평가 및 신뢰성 확보 기술 개발
  - Multi-Power Source (AC25kV(50Hz~60Hz), DC3kV, DC1.5kV) 추진용 전력변환시스템 실용화 및 국산화 기술 개발



7. 기술개발  
최종성과물 및  
활용방안

<b>최종성과물</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC25kV-DC3kV 겸용 듀얼 추진용 전력변환시스템 설계(안)</li> <li>○ 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진용 전력변환시스템 성능평가(안)</li> <li>○ 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진용 전력변환시스템의 상용화(안) 및 시제품</li> </ul>
<b>활용방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Multi-power Source 추진시스템을 대륙철도 연계차량에 적용           <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ 차량의 교환 없이 빠르게 인접 국가로의 이동이 가능해지기 때문에 여객이나 화물 운행시간 및 비용을 크게 단축 가능</li> </ul> </li> <li>○ 타 분야의 멀티전원 전력변환장치 등을 필요로 하는 곳에 기술 파급</li> </ul>

구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도	
8. 연구개발 과제의 규모	연차별 연구비 (백만원)	정부	350	600	600	600	350
		민간(추정)	100	100	100	100	100
	합 계		450	700	700	700	450
총연구비 (백만원)	정부	2,500			총 연구기간	5 년	
	민간	500					

		총합계	3,000	연도별 평균소요인력	3 명
9. 기대효과 및 파급효과	○ 경제적 효과	- 멀티전원 추진시스템을 대륙철도 연계차량에 적용 시 차량의 교환 없이 빠르게 인접 국가로의 이동이 가능해지기 때문에 여객이나 화물 운행시간 및 비용을 크게 단축할 수 있음.			
	○ 기술적 효과	- 철도차량용 멀티전원 추진장치 개발 기술의 확보 및 기술 자립 - 멀티전원 추진시스템을 대륙철도 연계차량에 적용 시 차량의 교환 없이 빠르게 인접 국가로의 이동이 가능해짐. - 타 분야의 멀티전원 전력변환장치 등을 필요로 하는 곳에 기술 파급이 가능			

1. 과제명	초기 대응형 남북한 선로구축물 실용적 교체 및 평가기술
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한철도 인프라구조물에 대한 활용 가능한 구조물에 대한 신속한 활용을 통하여 철도망 보급률 증대가 필요함</li> <li>○ 기존 북한시설물 개량방안 수립을 위해 북한, 러시아 철도전문가로 구성된 개성~두만강 구간 972km 조사결과 구조물 실태결과 전면적인 개량보다는 부분적인 보수, 보강 및 정밀검사를 수행하고 보수보강 방안으로 추진이 필요함. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 기존 구조물과 달리 매우 취약한 구조 및 재료특성을 고려하여 구조물에 대한 급속 보강기술 확보</li> <li>-북한철도는 시설 낙후로 열차 저속운행, 열차운행 안전 등 문제점이 있는데 남한철도는 서해 쪽은 경의선만이 북한철도와 직접 연결되어 있으며 동해 쪽 강릉~제진은 Missing Link 즉 단절구간이기에 북한철도와 직접 연결되지 않는 상태임</li> </ul> </li> <li>○ 북한철도 현대화 선로구축물의 기본계획 방향으로 1단계(3년)으로 신호, 신호통신, 차량, 전력분야에 대한 기본설계를 통해 우선개통하고, 2단계(4년)에서는 각 분야별 보수보강 및 우선 시공분야를 건설하여 운영, 3단계(3년)에서는 속도향상을 위한 잔여부분 건설하는 것으로 경제적인 방안으로 평가되고 있음.</li> <li>○ 이러한 북한 현대화 시나리오에서 1단계와 2단계에 해당하는 기술항목으로 실용적인 교체기술과 평가기술을 통해 경제적이면 선순환고리형 현대화 모델을 적용하는 것이 필요함.</li> <li>○ 선로개량의 우선순위를 결정하는 단순한 모델로 국한되지 않고 북한의 특수한 상황과 물동량 등을 고려하여 데이터분석 툴과 다양한 상황에서 적절하게 활용할 수 있는 시스템이 필요</li> <li>○ 따라서, 초기 대응형 남북한 선로구축물에 대한 실용적인 교체기술과 평가기술을 확보하는 것을 본 연구의 배경임.</li> </ul>
3.연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초기대응형 남북한 선로구축물 실용적 교체기술 및 평가기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 현대화 시나리오에 따른 선로구축물 기본설계 및 전략수립 기술</li> <li>- 초기대응기술 기반에서의 선로구축물 실용적 교체 기술</li> <li>- 북한철도 구조물 급속보수보강 기술개발</li> <li>- 터널확폭기술 프로토타입 및 실용화 기반기술 개발</li> </ul> </li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북한 철도산업, 철도망은 남북한 뿐만아니라 주변국의 정치문제에 의해 오랜 시간동안 담보한 상태지만, 2000년 초반에 남북경협과 경의선 복원사업으로 남북한의 철도건설 사업을 추진한 바 있음.</li> <li>○ 유라시아 지역의 공동경제발전과 철도협력을 위해 OSJD 가입과 남북한 철도의 협력방안과 교류활성화를 위해 다양한 창구활용하고 있으며, 유라시아철도의 유일한 미연결 구간에 대한 방안연구와 남북한 상이한 철도시스템과 운영상 문제점을 최소화하고 효율적인 연계방안을 제시하기 위한 방안 많은 연구가 진행됨.</li> <li>○ 철도 선형에 존재하는 다양한 구조물(터널, 교량, 흙구조물, 궤도상대 등)을 고려한 선로 노후도 평가시스템을 개발하여 노후도 점수를 통해 개량우선순위 도출</li> <li>○ 선로개량 우선순위를 결정하는 모델에 대하여 고 여러 가지 의사결정 문제를 해결하기 위하여 복수의 대안을 개발하고 비교, 평가하여 최적방안을 선택하는 의사결정모델 적용</li> <li>○ 구조물에 대한 비파괴 탐사를 통한 건전도 평가기술과 한국시설관리공단에서는 구조물에 대한 상태평가 기준개정과 프로그램화하여 보다 쉽게 구조물의 상태를 평가할 수 있는 기반 확대</li> <li>○ 일본, 유럽, 국내 도로 등 다양한 터널확폭기술을 통해 노후화된 터널을 개량하고 수명연장하여 활용하고 있음. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해외 터널확폭은 일본, 유럽의 경우 2005년부터 노후 터널에 대하여 리모델링하거나 확</li> </ul> </li> </ul>

	<p>폭한 사례가 40여건 이상 발생하고 있으며 공사가 서서히 증가되고 있음.</p>						
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남한과 북한의 철도시스템은 상이한 철도시스템으로 남북한 통일시 단순한 남북한 열차 운행에는 문제가 없을 수 있으나, 효율적이고 상업적인 운영하기에는 어려울 것으로 판단됨. 따라서 상업적 운영의 의미를 부여할 수준으로 인프라를 개량할 수 기술적 학술적 경영적 평가시스템 도입이 필요.</li> <li>○ 북한철도의 현대화는 필수적인 항목이지만 북한철도의 노후화 진단없이 현대화 사업을 계획하는 것은 막대한 재원조달 방안과 북한철도 활용계획을 수립할 수 없음.</li> <li>○ 본 과제의 구성은 크게 초기대응형으로 북한 철도 현대화를 위한 전초단계에서의 기술요구항목으로 선로노후도 평가시스템개발과 의사결정모델로 확장하여 복수의 대안을 도출하여 실용적인 대안을 구축하여 유연하고 경제적인 교체평가기술 확립.</li> <li>○ 일부 북한 구조물을 활용할 수 있는 공법을 개발하여 초기에 상업적 운영 목표를 달성할 수 있는 기술 지원할 수 있는 요소기술을 확보할 필요가 있음. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교량, 터널의 급속보강 및 교체기술</li> </ul> </li> </ul>						
6. 주요연구 개발내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한철도 사업추진 기반강화기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 철도교통망 체계 및 DB구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 철도교통망 영상정보 DB 구축 및 고속처리 시스템 구축</li> </ul> </li> <li>- 남북한 철도시설 통합운영방안 수립 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 시나리오별 철도시설의 개량화 방안 수립</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 선로구간 노후도 평가 기술연구 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실용적 상호운영(하드웨어, 소프트웨어)을 위한 선로구간별 노후도 평가기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 선로구축물 노후도 평가 기술 및 개량우선순위 기술</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 북한철도 구조물 급속 보수보강 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- FRP 거푸집 및 내부 고성능 충전시멘트 복합체 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 구조물 급속 보수보강 시공기술개발</li> </ul> </li> <li>- 내부 충전용 고성능 섬유보강 시멘트 복합체기술개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 한랭지역 내구성 및 사용성 확보기술</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 터널확폭기술 프로토타입 및 실용화 기반개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상/하로기술 개발</li> <li>- 테스트베드 구축 및 성능평가 및 실용화 기술개발</li> </ul> </li> </ul>						
7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북한 철도교통망 통합 DB 구축 시스템</li> <li>○ 시나리오별 개량화 방안 수립기술</li> <li>○ 노후도 및 상대평가 점검서</li> <li>○ 터널확폭 공사시방서(안)</li> </ul>					
	활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초기대응을 위한 북한 개량사업 기초자료</li> <li>○ 북한철도망 통계분석을 위한 DB</li> <li>○ 터널확폭기술을 통한 기존 시설물 활용 평가기술</li> <li>○ 급속 및 고성능 구조물 보수보강 기술</li> </ul>					
8. 연구개발 과제의 규모	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	1,000	1,500	1,500	1,000	1,000

		민간(추정)	300	700	700	300	200
	<b>합 계</b>		1,300	2,200	2,200	1,300	1,200
	<b>총연구비 (백만원)</b>	정부	6,000		<b>총 연구기간</b>	5 년	
		민간	2,200				
		총합계	8,200		<b>연도별 평균소요인력</b>	100 명	
<b>9. 기대효과 및 파급효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 신속한 초기대응형 북한철도 연계기술 확보 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실용적 기반의 남북한 철도연계기술 및 북한 철도 현대화 시나리오에 부합한 1,2단계 수준의 연구개발을 통해 적정기술 확보</li> </ul> </li> <li>○ 경제적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전면개보수 개념이 아닌 부분 활용 및 평가 진단기술을 통한 활용 가능한 구조물을 확대하여 경제적이며 합리적인 개량비용 확보</li> <li>- 남한의 고도 기술을 이용하여 평가하고 북한상황에 적합한 적정기술을 도입함으로써 통일비용 저감</li> </ul> </li> <li>○ 기술적 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북 통일에 따른 북한 철도 현대화 시나리오 전략수립 및 평가, 우선순위 모델, 의사결정모델의 확보</li> <li>- 국내 고수준의 급속보수보강에 대한 적용 및 수명연장 평가/개량기술의 확보</li> <li>- 철도 터널확폭 시공기술 선도</li> </ul> </li> </ul>						

1. 과제명	북한 내 기존 철도 구조물의 경제적 보강 및 활용 기술	
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최근 한국과 러시아 정상 간의 유라시아철도 연결사업 공동 추진 협의에 의거, 한국 철도 기술이 북한 및 러시아에 진출할 기회가 매우 커졌음. 특히 북한 철도 관련 제반 기술에 대한 사전 연구·개발을 통해 북한 기존 철도를 경제적으로 보강, 활용할 수 있는 방안을 도출함으로써 남북간 정치적, 경제적, 과학기술적 관계 개선을 이루는 한편, 연구 개발된 기술을 국내 철도에도 적용하여 국내 철도 시설의 성능 개선과 유지보수 예산 절감에 기여하고자 함.</li> </ul>	
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 내 기존 철도 관련 구조물 및 시설물의 경제적 보강과 활용기술</li> <li>- 북한 철도용 구조물 및 관련 시설물의 안정성 평가 기술 연구</li> <li>- 북한 철도용 구조물 및 관련 시설물의 경제적 보수 보강기술 개발</li> </ul>	
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 미국(알래스카), 캐나다: 노후 또는 기상악화로 취약해진 철도용 제방, 자갈궤도, 노반에 대해 SPO이론에 의한 동상성 평가와 동상량, 동상력 평가 및 FWD, GPR에 의한 지지력 평가나 공동(cavity) 탐사 기술을 연구하고 있음</li> <li>②일본, 러시아, 스웨덴 : 난조건 지반 통과 궤도의 안정화를 위해 Water Glass와 폴리머 충진을 통한 보강기술을 연구하고 있고, 자갈치기 대신 XPS를 활용한 동상 원천 차단 기술을 개발하고 있음.</li> <li>③ 독일, 일본(북해도) : 각종 비파괴 기법을 이용한 노후 철도 터널의 누수, 균열 탐지 기술과 터널 배면 지반에 대한 외기온도, 터널 내부 온도, 누수량 등에 따른 동해 평가와 단열 및 누수 검출 sheet 개발, heat pipe 등에 의한 적극적 동해 차단 기술개발 중에 있음</li> </ul>	
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 철도 구조물에 대한 제반 기술을 사전 연구 개발함으로써 북한의 기존 철도를 경제적으로 보강, 활용할 수 있음 : 남북간 정치적, 경제적, 과학기술적 관계 개선에 기여.</li> <li>○연구 개발된 기술을 국내 철도에도 적용하여 철도 시설의 성능 개선과 유지보수 예산 절감</li> </ul>	
6. 주요연구 개발내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)철도용 노후 터널의 안정성 평가와 누수·균열·동결피해 방지 및 경제적 보강기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>○근적외선 주행 촬영, 레이저 scanner, 전기식 변위계, 광 fiber 등을 이용한 터널 내 누수·균열 탐지와 안정성 평가 기술 개발</li> <li>○외기 온도, 터널 내부 온도, 풍속을 고려한 터널 배면지반·양반 종류별 SPO이론에 의한 동상성 평가와 동결침투 피해 평가 기술</li> <li>○노후 터널 보수 보강용 차수·단열 검출 sheet재 개발과 그의 적용을 통한 노후 터널 경제적 보수 보강공법</li> </ul> </li> <li>(2)취약한 자갈궤도·노반의 안정성 평가 및 경제적 보강기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ FWD, GPR, DCP 등을 이용한 취약 제방 및 노반, 궤도의 신속한 안정성 평가 기법 도출</li> <li>○ 배수 및 지지력 불량 자갈궤도에 대한 Water Glass·폴리머 충진 신속 보수, 보강공법 개발</li> <li>○ XPS와 PE골재 이용 자갈궤도와 노반의 동상, 융해침하 원천 차단 및 경제적 보수 보강 기술 개발</li> </ul> </li> </ul>	
7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 노후 터널 방수 및 단열검출 sheet 개발과 복구 기술</li> <li>○ 취약 자갈궤도 보수 보강용 물유리(water glass)·폴리머 충진공법 설계, 시공 기술</li> <li>○노반 및 자갈궤도의 동상 원천 차단 공법</li> </ul>
	활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 철도, 시베리아횡단철도 사업 진출시 활용하며, 연구 결과를 국내 철도에도 적용하여 철도 성능 향상 및 유지보수예산 절감</li> </ul>

	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	8. 연구개발 과제의 규모	연차별 연구비 (백만원)	정부	600	600	600	600
민간(추정)			150	150	150	150	150
합 계		750	750	750	750	750	
총연구비 (백만원)		정부	3750			총 연구기간	5 년
	민간	750					
	총합계	4500			연도별 평균소요인력	10 명	
9. 기대효과 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남한 및 북한 철도 구조물의 성능 향상과 유지보수 예산 절감</li> <li>○ 노후 철도 터널 보수 보강 기술 개발로 열차 통행 시 안정성 증대</li> <li>○ 방수·단열 sheet 등 건설 소재 산업의 발달</li> <li>○ 철도 구조물(터널, 궤도, 노반) 설계, 시공 기술 up grade</li> </ul>						

1. 과제명	북한 내 신설 철도구조물의 경제적 건설 기술						
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최근 한국과 북한의 관계 개선 움직임이 커짐에 따라 한국 철도 기술이 북한 철도 건설 사업에 참여할 가능성이 날로 커지고 있음.</li> <li>○ 따라서 첨단 궤도 축조 기술을 사전에 연구 개발하여 국내 철도 기술의 해외 진출 시 활용하는 한편, 개발된 기술을 국내 철도에도 적용하여 철도의 선진화에 기여하고자 함.</li> </ul>						
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 내 신설 철도 구조물의 경제적, 안정적 건설 기술</li> </ul>						
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 일본, 독일: 소음 진동 피해가 적은 궤도 개발 등 콘크리트 궤도, 자갈 궤도의 경제적, 환경 안정적 축조 기술을 활발히 연구하고 있음</li> <li>②미국, 중국 :열차 주행 시 차량 안정성을 확보하면서 철도 궤도, 노반을 경제적으로 건설할 수 있는 rubber-grid, geo-cell, geo grid 등으로 보강하는 기술, 연약지반 상에 축조되는 철도용 제방의 중량을 줄일 수 있는 기술, Air Duct, Thermal syphon 설치 등에 의한 전천후 도상, 노반 안정화 기술을 연구하고 있음.</li> </ul>						
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한에 신설할 철도 관련 최신 기술을 연구 개발함으로써 남북 통일 시 또는 국내 철도의 북한 철도 건설 사업 참여 시 활용</li> <li>○ 개발된 기술을 국내 철도에도 적용하여 기술 선진화와 성능 개선에 기여</li> </ul>						
6. 주요연구 개발내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>①북한 신설선 궤도, 노반의 경제적, 안정적 건설 기술</li> <li>○ rubber-grid와 플라스틱골재 활용 자갈궤도의 설계, 시공 기술 개발 : 소음, 진동, 동상 방지 및 지지력 향상 자갈궤도 축조기술</li> <li>②북한 - 인접국간 기후, 지형 등을 고려한 궤도, 노반의 안정적 축조기술</li> <li>○ Air duct, Thermal syphon으로 보강된 내한성 향상 노반, 궤도 축조 기술</li> </ul>						
7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ rubber grid와 플라스틱골재로 보강된 자갈궤도 설계, 시공 기술</li> <li>○ 내한성 향상 노반 및 궤도 건설용 소재</li> </ul>					
	활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 철도, 시베리아횡단철도, 중국 및 몽골 철도 사업 진출 시 활용하며, 연구 결과를 국내 철도에도 적용하여 철도 구조물의 성능 향상과 유지보수예산 절감</li> </ul>					
8. 연구개발 과제의 규모	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	500	500	500	500	500
		민간(추정)	125	125	125	125	125
	합 계		625	625	625	625	625
	총연구비 (백만원)	정부	2500			총 연구기간	5 년
민간		625					
총합계		27000			연도별 평균소요인력	9 명	
8. 기대효과 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도망 구축 사업이나 북한 내 철도 건설 사업 참여 시 국내 철도가 기술적 주도권 장악</li> <li>○ 연구 개발된 기술을 국내 철도에도 적용하여 철도 구조물의 성능 선진화에 기여</li> <li>○ 건설 소재 산업의 발달</li> <li>○ 전천후 철도 구조물 설계, 시공 능력 up grade</li> </ul>						

## 4세부과제 : 유라시아철도 물류기술 개발

1. 과제명	양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도물류는 친환경, 대량수송의 성격을 띠고 있어 물류 분야에서 그 중요성이 높지만, 품목별 전용열차 개념의 운행과 방향별 수송품목의 차이로 인하여 국내의 양방향 수송은 활성화되지 않아 공차운행이 많은 상황임</li> <li>○ 향후 대륙철도와의 연결시에는 이러한 문제로 인한 공차운행이 크게 증가할 것으로 예상됨에 따라 이에 대한 대비가 필요함</li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 몽골/중국/러시아로부터의 벌크화물 수입과 컨테이너 수출과의 방향별 수송품목의 차이를 극복하기 위한 컨테이너 수송이 가능한 벌크 수송용기 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반 벌크화물(석탄, 광석 등)과 해상용 컨테이너를 동시에 적재할 수 있는 무개형 컨테이너 개발</li> </ul> </li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 기술동향               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 벌크 컨테이너(후면 하화방식, 옆면 하화방식, 시멘트 수송용기 등)가 완성품 수준으로 개발되었으나 컨테이너를 동시에 적재할 수 있는 형태는 시제품 수준에서 검토되었음</li> </ul> </li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국외 기술동향               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 컨테이너가 개발되고 있으나, 컨테이너와 벌크화물을 동시에 적재할 수 있는 수송용기는 개발된 사례 없음</li> </ul> </li> </ul>
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 향후 남북철도의 연결에 따른 국내철도와 대륙철도와의 연계가 현실화될 경우 국내의 수출품목은 주로 컨테이너인 데 비해서 수입품목은 벌크화물이 주가 될 것으로 예견됨에 따라 현재의 전용화차 개념에서는 장거리의 공차운행이 필연적으로 발생할 수밖에 없는 상황임</li> <li>○ 따라서 이러한 공차운행을 최소화하기 위해 컨테이너를 포함한 다양한 품목을 수송할 수 있는 벌크 수송용기의 개발이 요구됨</li> <li>○ 국내 벌크화물은 주로 호주, 브라질, 캐나다, 인도네시아, 러시아 등으로부터 수입되고 있으나, 향후 대륙철도 연계 시 몽골의 광산과의 철도노선을 우리기술로 건설하여 주요 자원을 확보할 수 있고, 관련 물류비용도 줄일 수 있음</li> </ul>



**6. 주요연구 개발내용**

- 벌크 수송용기 효과분석 및 요구조건 분석
  - 물류 프로세스 분석 및 효과 분석
  - 양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 요구조건 분석
- 벌크 수송용기 설계 및 시제품 개발
- 벌크 수송용기 시험운영 및 검증
- 벌크 수송용기 운영을 위한 법/제도 개선 방안
- 벌크 수송용기 운영 전략 수립

<b>7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</b>	<b>최종성과물</b>	○ 컨테이너 수송이 가능한 벌크 수송용기
	<b>활용방안</b>	○ 향후 남북철도 연결에 따른 대륙철도와 국내철도 연결 시에 철도를 이용한 수출입 물동량 수송에 활용


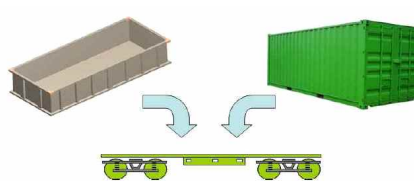
<b>구분</b>		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
		<b>연차별 연구비 (백만원)</b>	정부	150	225	300
민간(추정)	50		75	100	25	25
<b>합 계</b>		200	300	400	100	100
<b>총연구비 (백만원)</b>	정부	825		<b>총 연구기간</b>	5 년	
	민간	275				
	총합계	1,100		<b>연도별 평균소요인력</b>	6 명	

**9. 기대효과 및 파급효과**

- 국내 수입품목과 수출품목의 차이에 따른 공차운행 발생을 효과적으로 감소시킴으로서 물류비용 절감
- 철도를 이용한 양방향 수송의 실현으로 철도물류의 경쟁력 강화
- 동북아로부터의 원료 수입비용 절감 및 국내철도기술의 몽골 진출

1. 과제명	<b>환적터미널에서의 연계성/효율성 확보를 위한 운영시스템 개발</b>	
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일반적으로 철도수송은 도로에 비해서 보다 친환경적이면서 대량수송이 가능하다는 장점을 가지고 있음</li> <li>○ 그러나 철도수송의 최대 약점은 문전수송이 가능하지 않고, 도로수송에 비해서 환적이 자주 발생한다는 단점을 가지고 있음</li> <li>○ 국내철도와 대륙철도와의 연계시에 환적터미널에서의 철도간 환적이 체계적, 효율적으로 이루어지기 위해서는 안정적인 스케줄 확보를 위한 운영시스템의 개발이 요구됨</li> </ul>	
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세관 검사와 더불어 국제간 철도수송에서는 병목구간으로 작용하는 국경역 등 환적터미널에서의 철도간 환적시간을 효율화하기 위한 운영시스템을 개발함</li> </ul>	
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 기술동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 화물역에서의 환적은 주로 철도와 도로수단간의 환적이 주를 이루고 있으며, 하역장비(컨테이너의 경우 리치스태커, 벌크화물의 경우 굴착기 등)를 활용하고 있음</li> <li>- 항만에서도 직접적인 환적은 선박과 트럭, 철도와 트럭 간의 환적이 발생하고 있으며, 환적을 효율화하기 위한 각 수단의 항만 내 입지 및 연계 등이 중요</li> </ul> </li> <li>○ 국외 기술동향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대형철도터미널에서는 철도와 철도의 환적이 이루어지고 있으나, 주로 화차 단위로 열차를 재구성하는 형태가 많음</li> <li>- 세관 통과 및 국경 통과시에는 화차 단위가 아닌 화물의 환적이 주로 이루어지고 있음</li> </ul> </li> </ul>	
5. 기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 향후 남북철도의 연결에 따른 국내철도와 대륙철도와의 연계가 현실화될 경우 화차의 공동사용은 현실적으로 불가능함</li> <li>○ 따라서 환적터미널에서 품목 단위의 환적이 발생할 수밖에 없으므로, 이를 고려한 열차 스케줄의 조정 등 운영시스템의 개발이 필요함</li> </ul>	
6. 주요연구 개발내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 시점역의 최적 입지 선정</li> <li>○ 환적터미널의 설계기준 정립 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도와 철도간의 최적 환적을 위한 레이아웃 설계</li> <li>- 자동환적을 위한 물류기술의 접목 및 개발</li> </ul> </li> <li>○ 적시 환적 지원을 위한 스케줄링 기술 개발</li> </ul>	
7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 환적터미널 설계 기준</li> <li>○ 국경통과 및 화차간 환적을 고려한 화물열차 운영시스템</li> </ul>
	활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 개발한 환적터미널 설계 기준을 협력국가의 환적터미널 정비 및 개선 시에 반영</li> <li>○ 대륙철도 연결에 따른 기관사, 화물열차의 최적 운영을 위한 보조 시스템으로 활용</li> </ul>

	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	8. 연구개발 과제의 규모	연차별 연구비 (백만원)	정부	200	300	300	150
민간(추정)			0	100	100	50	50
합 계		200	400	400	200	200	
총연구비 (백만원)		정부	1,100		총 연구기간	5 년	
		민간	300				
	총합계	1,400		연도별 평균소요인력	10 명		
9. 기대효과 및 파급효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 환적 시간 절감으로 인한 철도물류의 경쟁력 제고</li> <li>○ 최적 운영시스템 구축으로 철도수송의 약점 중 하나인 대기기간 절감</li> </ul>						

1. 과제명	남북철도 물류 사업화 기술 개발
2. 연구목적 및 배경	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현재 유라시아 지역에서는 한국·미국·중국·러시아·EU 등이 경제 주도권을 잡기 위해 경쟁하는 21세기 'New Great Game'이 진행 중 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 예를 들어 중국의 동북공정에 대응하기 위해 미국은 실크로드 경제권 제안과 러시아의 신동방 정책 및 TSR 현대화 및 한반도 연장을 구상</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 경제권은 EU, NAFTA에 비해 인구는 5배, 경제규모는 2배 수준을 보임 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아 경제권 인구는 24.3억이며, GDP는 27.8조 달러 규모</li> </ul> </li> <li>○ 한반도는 SRX로 대륙과 연결되어 대륙과 해양 연결하는 지경학적 이점 부각으로 유라시아 경제권의 관문역할을 수행함 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 내륙국가(중앙아시아 국가, 몽골 등)가 해양으로 나가는 항구로 기능</li> <li>- 부산항은 세계적인 허브항만으로 성장 가능</li> </ul> </li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아의 중심인 시베리아, 몽골 등은 개발되지 않은 지하자원은 물론 지구온난화에 따른 미래 인류 최대의 경작지로 부각될 가능성이 매우 높음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이들 자원들은 시장을 만나야 그 가치가 높아질 것이기 때문에 효율적인 대량수송수단의 확보가 매우 중요함</li> <li>- 현재 TSR 및 TMGR 등이 연결되어 있으므로 이를 활용한 철도물류수송이 주목되는 이유</li> </ul> </li> <li>○ 결국 유라시아 경제권은 철도물류 수송 경쟁력 확보가 핵심이며, 이를 높이기 위하여 철도물류의 효율화가 매우 절실히 필요함 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도수송은 벌크화물의 장거리 대량화물 수송 및 폭설등 기상악화 시에도 원하는 장소의 수송의 가능한 장점을 지니고 있지만, 복잡한 수송단계와 여러 번 발생하는 환적 등으로 인한 최종 목적지까지의 완결성이 부족한 단점을 가지고 있음</li> </ul> </li> </ul>
3. 연구개발목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 물류 효율화를 위한 공동 물류기지 개발</li> <li>○ 남북, 중국, 러시아 공동 물류수송 노선 개발</li> <li>○ 철도화물 활성화를 위한 운영기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공동화차 운영 관리 기술</li> <li>- 공동 대량 환적 시스템 설계 기술</li> </ul> </li> </ul>
4. 국내외 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도화물수송에 있어 수요의 계절별 편차에 의한 유휴화차의 문제와, 방향별 편차에 의한 공차운행 증가의 문제를 해결하기 위하여 탈부착식 수송용기를 활용한 다목적 화차 개발 연구가 진행됨</li> </ul>  <p style="text-align: center;">&lt;그림&gt; 탈부착식 수송용기 개념도</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중국 동북 지방의 물류를 겨냥한 훈춘 국제물류단지사업은 향후 동북아 물류 중심지로서의 역할이 기대되는 전략적 요충지로 기대됨</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 훈춘시는 중·러·북 3국 접경의 전략적 요충지로서, 중국의 ‘창지투’ 개발계획의 핵심 도시임</li> <li>○ 현재 국제물류 분야에서 활용되는 컨테이너는 공유를 원칙으로 운용되고 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 그 원칙과 절차를 기반으로 화차에도 적용 추진</li> </ul> </li> <li>○ DMT (Dual Mode Trailer)는 철도와 도로 모두 이용이 가능하도록 하는 고안전 일관수송시스템으로 철도 화물 컨테이너 효율적인 환적을 가능하게 하는 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세계에서 운영 또는 개발되고 있는 DMT 수송시스템은 피기백 (Piggyback), 바이모달 (Bimodal), 화차회전형, 평행 이적재형으로 구분 됨</li> </ul> </li> <li>○ 2011년 ‘철도 물류 활성화를 위한 DMT 수송시스템 개발’ R&amp;D과제를 통하여 수평이송장치(Horizontal Transfer System, HTS)개발하였으며, 이를 화물트럭용 트레일러에 장착하여 환적 및 셔틀운송을 병행할수 있도록 함으로서 하역작업 시간을 대폭 단축 할것으로 기대함</li> </ul>						
<b>5. 기술개발 필요성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 추진은 단절·분리된 유라시아를 하나의 대륙으로 만드는 필수 기반시설로서, TSR·TCR 경유 지역 국가와 경제 협력 및 진출의 증대로 현 저성장시대의 새로운 성장동력을 확충할수 있는 기회로 자리잡음</li> <li>○ 한국경제 교역의 1/3은 중국·일본·러시아를 포함한 동북아 역내국가 간의 무역으로, 이들 국가간의 교역을 지속적으로 증가하고 있으며, 이를 수용하기 위하여 동북아 유라시아 주요 국가간 효율적 철도물류를 위한 기술 개발이 필요함</li> </ul>						
<b>6. 주요연구 개발내용</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공동 물류단지 개발 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단기적으로 개성공단 물류 효율화를 위한 물류기지 개발</li> <li>- 중기적으로 국경지역(단동, 핫산 등) 물류 효율화를 위한 물류기지 개발</li> </ul> </li> <li>○ 공동 물류수송 노선 개발기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물류 효율화를 위한 신규노선 개발 기술</li> <li>- 산업단지 특성 및 생산제품을 고려한 최적 물류협력 계획 기술</li> </ul> </li> <li>○ 철도화물 활성화를 위한 공유화차 운영기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단기적으로 남북을 우선 추진하며, 중기적으로 중국, 러시아가 공동으로 참여할수 있는 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 철도화물 대량 환적 시스템 설계 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동북3성(중국) 및 러시아 물류수요 공급을 위한 철도화물 대량환적 시스템 설계 기술</li> </ul> </li> </ul>						
<b>7. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</b>	<b>최종성과물</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 물류 효율화를 위한 물류기지 개발전략 제시</li> <li>○ 공동 물류수송 노선 개발 전략 제시</li> <li>○ 공유화차 운영기술서</li> </ul>					
	<b>활용방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북, 동북아, 유라시아에 걸쳐 물류수송의 효율화 구상</li> </ul>					
<b>8. 연구개발 과제의 규모</b>	<b>구분</b>		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	300	400	300	300	200
		민간(추정)	-	-	-	-	-
	<b>합 계</b>		300	400	300	300	200
	총연구비 (백만원)	정부	1,500			<b>총 연구기간</b>	<b>5 년</b>
민간		-			<b>연도별 평균소요인력</b>		<b>5명</b>
총합계		1,500					
<b>9. 기대효과 및 파급효과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세계 최대 규모 유라시아 경제권 조성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아 경제권은 EU, NAFTA에 비해 인구는 5배, 경제규모는 2배 수준을 보임</li> </ul> </li> </ul>						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한반도가 내륙국가의 부존자원 수출기지화 효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 몽골 등 내륙국가의 자원을 동해안 항구(강릉-속초등)를 통해 수출</li> </ul> </li> <li>○ 수출입 제품 운송기간 단축으로 수송비용 절감에 따른 기업 경쟁력 제고 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해상운송에 비해 운송기간은 절반으로 줄고, 수송비용이 30% 절감</li> </ul> </li> </ul>
--	--

## 참고자료 2. 유라시아철도 상호연계기술(HW) 로드맵

구분	분류	단기	중기	장기
유라시아 철도 상호연계 기술 (HW)	철도차량	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 초기대응형 유라시아철도 상호연계 차량기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동북아 역내 순환을 위한 차량 핵심기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 궤간가변 윤축 최적화 설계 및 제2세대 궤간가변 윤축 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 횡단을 위한 대용량 물류환적 시스템 기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대용량 물류환적 시스템 차량 적용성 검토 및 개념설계</li> <li>- 리프트타입 컨테이너 동시 상하역 시스템 핵심기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 통합연결기 핵심기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아 연결기 사양조사 및 기술 분석</li> <li>- 유라시아 통합연결기 설계 및 표준화 사양제시</li> <li>- 유라시아 통합연결기 시제품 제작 및 성능 검증</li> </ul> </li> <li>○ 남북중 공동화차 핵심기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북중 화차 간 사양분석 및 상호연계 사양 도출</li> <li>- 남북중 공동화차 초도 시스템 제안 및 핵심사양 결정</li> <li>- 남북중 공동화차 상세설계 및 시스템 핵심부품 개발</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>□ 유라시아 LNG 기관차 기술개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 천연가스 엔진 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고압 직접분사 기술 개발</li> <li>- 고출력밀도 터빈발전기 기술 개발</li> <li>- 천연가스 연료시스템 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 천연가스 엔진 연계 추진시스템 개량 기술 개발</li> <li>○ 유라시아 LNG 기관차 시스템 기본설계</li> <li>○ 유라시아 LNG 기관차 상세설계 및 핵심부품 사양결정</li> </ul> </li> <li>□ AC25kV-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 설계 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 설계                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아 각국 철도차량용 추진시스템 기술 분석</li> <li>- 가선전압 변동에 유연한 듀얼 추진시스템 설계</li> <li>- 가선전압 변동 및 순간정전에 대비한 차상전력 안정화 시스템 연구</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>□ 철도차량 주요부품 내한성 강화 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도차량 상하부 외부 노출 전장품 내한성 향상 기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 눈보라 및 스노우패킹 대응 전장품 설계 및 제작 기술</li> </ul> </li> <li>○ 내한성 강화 소재 대차 및 차체 적용 기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 적용 부위별 내한성 강화 소재 설계 최적화 기술</li> <li>- 극저온 환경에서의 대차 실시간 안전성 확보 기술</li> </ul> </li> <li>○ 내한성 시험평가 기준 수립                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 내한성 강화소재 물성 평가 방법 및 설비</li> <li>- 극저온 환경의 철도차량 시험 평가 표준(안)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 실용주의적 유라시아철도 상호연계 차량기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동북아 역내 순환을 위한 차량 핵심기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대차 및 선로구축물간 인터페이스 성능 검증</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 횡단을 위한 대용량 물류환적 시스템 기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 컨테이너 일괄 상하역용 크레인 시스템 시제품 제작</li> <li>- 테스트 베드 구축 및 대차/크레인 간 상호 인터페이스 검증</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 통합연결기 시험운전 및 상용화                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아 통합연결기 적용 차량 편성 기술개발</li> <li>- 유라시아 통합연결기 적용 차량 시험운전 및 상용화</li> </ul> </li> <li>○ 남북중 공동화차 상용화 기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북중 공동화차 시제품 제작 및 성능 검증</li> <li>- 남북중 공동화차 시운전 신뢰성 유지보수 기술개발</li> <li>- 남북중 공동화차 운영조건을 고려한 기술표준화 사양 제시</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>□ 유라시아 LNG 기관차 상용화 기술개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 LNG 기관차 시제품 제작</li> <li>○ 유라시아 LNG 추진체 및 인프라 기술 개발</li> <li>○ 유라시아 LNG 충전 및 운영 기술 개발</li> </ul> </li> <li>□ 산악철도 적용성 검토 연구               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 지역 적용가능 노선 선정 및 타당성 검토</li> <li>○ 최적 산악철도 기술 선정 및 경제적 시공방안 도출</li> </ul> </li> <li>□ 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템 최적화 및 성능 평가 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC-DC 겸용 듀얼 추진시스템 최적화 및 경량화 연구                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량용변압기, 주전력변환장치(컨버터/인버터), 보조전력변환장치, 견인전동기 포함 최적화 및 경량화 기술 개발</li> <li>- 극한 조건에서의 추진시스템 신뢰성 확보 방안 연구</li> </ul> </li> <li>○ AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 시제품 제작</li> <li>○ AC25kV(주파수 가변) 및 DC3kV 추진시스템 조합 성능시험을 위한 Test-bed 구축 및 성능평가 연구</li> </ul> </li> <li>□ 철도차량 유라시아 혹한환경 극복 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도차량 전두부 쇄빙 성능 향상 기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제설형 전두부 스노우 플라워 장치</li> </ul> </li> <li>○ 전기기기 내장 내설형 차체 설계 기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기기기를 차체 하부에 내장하는 바디 마운트 구조</li> <li>- 착설방지를 위한 철도차량 지붕구조 설계</li> </ul> </li> <li>○ 철도차량 출입문 동파방지 기술 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 빙설 커버 및 히터를 적용한 동결 억제 장치</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 유라시아철도 상호연계 차량기술 실용화               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도기술 적용 종합시험용 시제품차량 제작(1~2량)</li> <li>○ 대륙철도 시험선 시운전 및 성능 검증</li> </ul> </li> <li>□ 유라시아 LNG 기관차 실용화 신뢰성 향상기술개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 LNG 기관차 표준화 연구</li> <li>○ 유라시아 LNG 기관차 유지보수 운영기술개발연구</li> <li>○ 유라시아 LNG 추진체 신뢰성 향상연구</li> </ul> </li> <li>□ 대륙철도 연계용 Multi-power Source 추진시스템의 차량 적용을 통한 신뢰성 확보 및 상용화 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대륙철도 연계용 Multi-Power Source (AC25kV(50Hz~60Hz)-DC3kV, DC1.5kV) 추진시스템의 궤간가변열차 적용 시험평가 및 신뢰성 확보 기술 개발</li> <li>○ Multi-Power Source (AC25kV(50Hz~60Hz), DC3kV, DC1.5kV) 추진시스템 실용화 및 국산화 기술 개발</li> </ul> </li> </ul>

	<p>□ 표준궤/광궤 호환구간 지상변환설비 설계 및 제작</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 호환구간 테스트베드 기본설계 및 시스템 설계 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지상설비 요구사항 도출 및 기본설계</li> </ul> </li> <li>○ 궤간 호환구간 지상변환설비 표준설계 및 제작</li> </ul> <p>□ 열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 표준사항 구현</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북한 열차상호운행을 위한 방법론 및 표준사항 선정</li> <li>○ 다 국가간 열차상호운행을 위한 선로구축물 운영 및 기준분석</li> <li>○ 남북한 및 다국가간 화물열차 상호운영 기술사업서(안) 개발</li> <li>○ 국제철도 운영을 위한 선로구축물 호환성 연구개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국경 통과 접속구간 인프라 호환성 및 효율화 연구</li> <li>- 환승 및 환적장 설계 방안 연구</li> </ul> </li> </ul> <p>□ 초기 대응형 남북한 선로구축물 실용적 교체 및 평가기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한철도 사업추진 기반강화기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북한 철도교통망 체계 및 DB구축</li> <li>- 남북한 철도시설 통합운영방안 수립</li> <li>- 철도설계 전과정 도달 자동화 설계지원기술(북한철도 현대화 지원기술)</li> </ul> </li> <li>○ 선로구간 노후도 평가 및 의사결정 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실용적 상호운영(하드웨어, 소프트웨어)을 위한 선로구간별 노후도 평가기술</li> <li>- 초기대응형 의사결정시스템 개발</li> </ul> </li> <li>○ 북한철도 구조물 급속 보수보강 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- FRP 거푸집 및 내부 고성능 충전시멘트 복합체</li> <li>- 내부 충전용 고성능 섬유보강 시멘트 복합체기술개발</li> </ul> </li> <li>○ 터널화폭기술 프로토타입 및 실용화 기반개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상/하로기술 개발</li> <li>- 테스트베드 구축 및 성능평가 및 실용화 기술개발</li> </ul> </li> </ul> <p>□ 북한 내 기존 철도 구조물의 경제적 보강 및 활용기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 철도용 터널의 안정성 평가 및 경제적 보강 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한 철도용 노후 터널의 안정성 평가 및 열차 등급과 속도를 고려한 경제적 보강기술</li> </ul> </li> <li>○ 북한 철도교량 상부구조 및 Timber 기초의 안정성 평가와 경제적 보강 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도교량 형식별 상부 구조 안정성 평가 및 경제적 보강 기술</li> <li>- 철도교량 노후 timber기초의 성능 평가 및 경제적 보강 기술</li> </ul> </li> </ul>	<p>□ 표준궤/광궤 호환구간 테스트베드 구축 및 성능검증</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 호환구간 테스트베드 구축 및 시스템 설계</li> <li>○ 지상변환구간 및 인터페이스 성능 검증</li> <li>○ 대차 및 지상변환 설비 안정화 및 실용화 기술개발</li> </ul> <p>□ 다국가간 열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 및 운영 효율화 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북한 및 다 국가간 일반철도 선로구축물 상호운영 기술사업서(안) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상호운행을 위한 선로구축물 운영효율화 기술</li> <li>- 속도에 따른 안전 및 성능인증 체계 구현</li> </ul> </li> </ul> <p>□ 남북한 통합형 철도인프라 표준화 정보화기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 선로구축물 선로체계 표준화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선로구축물 선로체계 표준화</li> </ul> </li> <li>○ 유지보수체계 표준화 및 정보화 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유지보수 표준화체계 구축</li> <li>- 효율적인 유지관리 정보화</li> </ul> </li> </ul> <p>□ 북한 내 기존 철도 구조물의 경제적 보강 및 활용 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 기존선 철도 사면의 안정성 평가와 신속 보강기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한의 지질조건 및 기후 특성을 고려한 녹색토공법 선정 기준 , soil nailing, rock anchor, rock bolt , 계비온 공법 등 최적 사면 보호 및 보강 공법 적용 기준 도출</li> </ul> </li> <li>○ 악천후 시 북한 철도 주변 시설물 안정성 확보 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 집중호우 시 철도 주변 시설물 안정화 기술</li> </ul> </li> </ul>	<p>□ 대륙철도 호환 종합시험선로 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 표준궤/광궤 변환 가능 종합시험선 구축(종합시험선로 및 폐선부지 활용, 대륙형 신호전력 호환 시험선 동시 구축)</li> </ul> <p>□ 유라시아 열차상호운행 확보를 위한 선로구축물 통합 운영 구현</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고속열차 투입을 위한 유라시아 열차상호운행을 위한 연계기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고속철도 선로구축물 안전 및 성능인증 체계 구현</li> <li>- 고속화 대응 국제표준 및 상호인증 체계 구현</li> <li>- 국제운송협정 및 법규검토</li> </ul> </li> </ul> <p>□ 유라시아 선로구축물 고속화 및 운영 효율화 기반연구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고속철도 활용방안 수립 및 고속화물열차 혼용 운영기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고속철도 국경간 열차운행 및 연계운행 방안연구</li> <li>- 고속화물열차 혼용운행 적용성 연구</li> </ul> </li> </ul>
--	---	--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북한 철도용 교량의 안정성 평가 및 경제적 보강 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상부구조: 거더 처짐 계측 등을 통한 안정성 평가와 처짐 복원용 외부 tension 공법</li> <li>- 하부구조: 나무말뚝 기초의 상태 평가기술 및 경제적 보강 기술</li> </ul> </li> <li>○ 북한 철도 난조건 지반 통과 도상·노반의 안정성 평가 및 경제적 보강 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한내 연약지반, 동상민감지반, 노후 제방 통과 철도 도상과 노반의 안정성 평가 및 경제적 보강 기술</li> </ul> </li> <li>□ 북한 내 신설 철도구조물의 경제적 건설 기술</li> <li>○ 북한 신설선 궤도 형식 선정·평가 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- FRP 콘크리트궤도 설계 시공 기술 개발(조립식) : 고강도, 내구성 향상 →장기적 유지 보수비 절감</li> <li>- rubber-grid 삽입 자갈궤도 설계, 시공 기술 개발:소음, 진동, 동상방지 및 지지력 향상→유지 보수비 대폭 절감</li> <li>- 북한, 러시아, 중국의 철도 구조물 설계, 시공 기준 분석 및 남북 공용 시방서 작성</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 폭설 시 열차 콘트롤 시스템 및 철도 시설물 제설 종합대책</li> <li>□ 북한 내 신설 철도구조물의 경제적 건설 기술</li> <li>○ 북한-인접국간 신설선 궤도 형식별 안정적·경제적 축조 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- air duct, thermal syphon 설치 겨울철 노반, 도상 보호 자갈궤도 축조기술 개발</li> </ul> </li> </ul>	
전철전력 상호 운영기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 전철/전력 설비의 실용적 상호 운영을 위한 기반기술 분석</li> <li>○ 남북 및 대륙철도의 계통 변화에 따른 전기철도 상호운영 기반기술 분석</li> <li>○ 급속/부분 리뉴얼을 통한 전기철도 전철/전력 단기 안정화 운영기술 분석</li> <li>○ 남북 철도의 전기철도 연계를 위한 전철전력 교체/리뉴얼 경제성 분석</li> <li>○ 전기철도 상호 운영에 따른 차량-전차선간 인터페이스 기반기술 분석</li> <li>□ 국가간 전압레벨 변화에 따른 전기철도 안정화 운영 기술 개발</li> <li>○ 북한철도의 급전시스템의 전압레벨 동일화 방안 및 조립/이동식 변전소 적용방안 분석</li> <li>○ 북한 전철전력 급전시스템과의 전압레벨 동일화 방안</li> <li>○ 전압레벨 변경에 따른 교체기술 분석</li> <li>○ 슈퍼그리드등 국가간 전압 레벨 교차 운영에 따라 철도운영 방안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 안정성이 향상된 전차선로 및 전력설비 핵심 리뉴얼 개발</li> <li>○ 전기철도 차량의 안정 전력공급을 위한 전력체계 분석</li> <li>○ 상호운영 기준에 따른 설계 및 교체 기술</li> <li>○ 전력 및 계통설비 핵심 리뉴얼 기술 개발</li> <li>○ 리뉴얼 구간 조립식 계통 및 전철시스템 적용 기술</li> <li>○ 속도별 상호운영 기준 및 성능인증 체계 구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 고속차량 상호운영에 따른 DC3kV 전철·전력설비의 교체기술</li> <li>○ 전압레벨 (DC3kV→AC25kV) 교체기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전차선로 전압레벨 교체에 따른 리뉴얼 기술</li> <li>- 변전소 및 계통설비 교체 기술</li> <li>- 차량운행 중 전철/전력설비 교체기술</li> </ul> </li> <li>○ 실증 Test-bed 구축 및 시험 평가</li> </ul>
신호/통신	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 남북 신호/통신 인터페이스 호환을 위한 기초 자료 검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북한의 신호/통신 시스템 기초 데이터 확보 및 분석</li> <li>○ 북한 노후된 신호/통신 시스템 개량 및 보수를 통한 활용</li> <li>○ 남북 신호 시스템 호환성 검토</li> <li>○ 국제철도 무선통신 일원화 서비스 검토</li> <li>○ 남북 철도 연계를 위한 KP 데이터 확보 및 조정</li> </ul> </li> <li>□ 유라시아철도 연계를 위한 신호/통신 시스템 기술 조사 및 공유방안 확보 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 신호/통신 시스템 기초 자료 조사 및 분석</li> <li>○ 유라시아 신호/통신 SW/HW 공유 방안 확보</li> <li>○ 신호/통신 Overlap 구간의 효율적 열차 연계기술 개발</li> <li>○ 유라시아철도 연계를 위한 KP 데이터 확보 및 조정</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 남북 열차 연계를 위한 신호 시스템 상호운영 방안 확보 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북 신호/통신 시스템의 SW/HW 공유 방안 확보</li> <li>○ 남북 신호/통신 시스템의 overlap구간의 효율적 열차 연계기술 개발</li> <li>○ 남북 철도 연계를 위한 KP 데이터 확보</li> </ul> </li> <li>□ 유라시아철도 연계를 위한 신호/통신 시스템 상호운영 방안 확보 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대륙철도 신호/통신 시스템의 SW/HW 공유 방안 확보</li> <li>○ 국가간 신호/통신 시스템의 overlap구간의 효율적 열차 연계기술 개발</li> <li>○ 유라시아철도 연계를 위한 KP 데이터 확보</li> </ul> </li> </ul>	

### 참고자료 3. 유라시아철도 통합운영기술(SW) 로드맵

구분	분류	단기	중기	장기
유라시아 철도 통합운영 기술 (SW)	운영/ 물류	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국가간 기술 표준 체계 구축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ TSI를 활용한 국경운영체계 분석</li> <li>○ TSI 동북아 적용에 따른 협력체계 구축</li> <li>○ TSI 표준체계 국내 적용에 따른 기술사항 분석</li> <li>○ TSI 기반 차량-인프라간 인터페이스 인증 체계 구축</li> </ul> </li> <li>□ 양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 몽골/중국/러시아로부터의 벌크화물 수입과 컨테이너 수출과의 방향별 수송품목의 차이를 극복하기 위한 컨테이너 수송이 가능한 벌크 수송용기 개발</li> </ul> </li> <li>□ 환적터미널에서의 연계성/효율성 확보를 위한 운영시스템 개발                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 시점역의 최적 입지 선정</li> <li>○ 환적터미널의 설계기준 정립</li> <li>○ 환적터미널에서 적시에 환적이 이루어질 수 있도록 스케줄링 기술 개발</li> </ul> </li> <li>□ 남북 (철도)물류 효율화 시스템 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ (공동)물류단지 개발 기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개성공단 물류 효율화를 위한 물류기지 개발</li> </ul> </li> <li>○ 남북 철도화물 활성화를 위한 남북 공유화차 운영기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북을 넘어 남북중 공동화차 운영기술</li> </ul> </li> <li>○ 철도화물 수송 효율화 시스템 설계 기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동북3성(중국) 물류수요 공급을 위한 남북 공동 대량환적 시스템 설계</li> <li>- 물류 운송 최적 인프라 설계</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 국가간 상호운영 기술 기반 구현                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국가간 상호운영에 따른 기술기준 구축</li> <li>○ 상호운영 개시전 안전운영체계 구현</li> <li>○ 상호운영에 따른 차량-인프라 인터페이스 인증장치 기반 구축</li> </ul> </li> <li>□ SCS (Silent Cargo(Container) System) 개발-1(Proto-type)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량의 횡방향 및 종방향 동요 등 이상현상으로부터 화물(컨테이너)을 보호할 수 있는 자기부상원리를 이용한 동요 저감 시스템 개발</li> <li>○ 고부가가치 화물 보호를 이용한 친환경 온도보상 컨테이너 개발</li> </ul> </li> <li>□ 남북, 중국, 러시아 루트 물류협력 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ (공동)물류단지 개발 기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국경지역(단동, 핫산 등) 물류 효율화를 위한 물류기지 개발</li> </ul> </li> <li>○ (공동)물류수송 노선 개발 기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국경지역 물류 효율화를 위한 신규노선 개발기술</li> <li>- 산업단지 특성 및 생산제품을 고려한 최적 물류협력 계획 기술</li> </ul> </li> <li>○ 동북아 철도화물 활성화를 위한 동북아 공유화차 운영기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북, 중국, 러시아가 모두 참여하는 공동화차 운영·관리 기술</li> </ul> </li> <li>○ 철도화물 수송 효율화 시스템 설계 기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동북3성, 하산, 바나노프스키 등 국경지역 물류수송 효율화를 위한 공동 대량환적 시스템 설계 기술</li> <li>- 물류 운송 최적 인프라 설계</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ SCS (Silent Cargo(Container) System) 개발-2(실물 적용)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량의 횡방향 및 종방향 동요 등 이상현상으로부터 화물(컨테이너)을 보호할 수 있는 자기부상원리를 이용한 동요 저감 시스템 개발</li> <li>○ 고부가가치 화물 보호를 이용한 친환경 온도보상 컨테이너 개발</li> </ul> </li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 남북 (철도)교통계획 수립 시스템 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도노선 및 철도역 선정기술 개발                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 노선 활용 기반 신규 노선 및 역 선정 기술</li> </ul> </li> <li>○ 남북, 남북중, 남북러 철도연계 기반 수요예측 기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물류 및 관광 연계 관점의 수요 예측</li> </ul> </li> <li>○ 남북 기반 동북아 연결사업의 타당성 검토 기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존의 편익과 다른 정성적 편익 계량화 추진</li> <li>- 남북 철도연결 비용 추정</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>□ 동북아 (철도)교통계획 수립 시스템 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동북아 물류협력을 위한 철도노선 및 철도역 선정 기술 개발                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 노선 활용 기반 신규 노선 및 역 선정 기술</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 유라시아 (철도)교통계획 수립 시스템 기술                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아 물류협력을 위한 철도노선 및 물류단지 개발 기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자원 및 산업(물류)단지 수요에 기반한 최적 계획기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 고속 철도수송루트 개발 및 최적 물류 협력계획 기술                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수송 물품별 경제적 효과성 분석기술</li> <li>- 유라시아철도수송의 지역경제 효과 분석 기술</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동북아 최적 철도연결사업 개발 및 타당성 검토 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경제적 편익은 물론 외교, 안보 관점의 편익 계량화 추진</li> <li>- 동북아 철도연결의 단계적 비용 추정</li> </ul> </li> </ul>		
	<input type="checkbox"/> 남북 철도운영기술 및 운영지원 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남북철도 운영계획 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남북철도 연결을 위한 선로용량 추정기술</li> <li>- 선로상태 기반 속도 및 중량 관리기술</li> <li>- 선로상태, 수요 등을 감안한 최적 열차계획수립 기술</li> </ul> </li> <li>○ 남북철도 운영기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 여객 및 화물 열차 위치추적 기술</li> <li>- 열차운영 장애 사전예측 기술</li> <li>- 배차 및 역 정차 지원기술</li> </ul> </li> <li>○ 남북철도 시설이용 관련 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시설이용료, 차량사용료, 유지보수비 계산 및 정산 기술</li> <li>- 연결운임 계산 및 정산 기술</li> </ul> </li> </ul>	<input type="checkbox"/> 동북아 통합철도운영기술 및 운영지원 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 통합 철도 운영계획 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동북아 통합철도망의 선로용량 추정기술</li> <li>- 선로상태 기반 속도 및 중량 관재기술</li> <li>- 선로상태, 수요 등을 감안한 최적 열차계획수립 기술</li> </ul> </li> <li>○ 통합철도운영기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 여객 및 화물 열차 위치추적 기술</li> <li>- 열차운영 장애 사전예측 기술</li> <li>- 배차 및 역 정차, 통관 지원기술</li> </ul> </li> <li>○ 동북아철도 시설이용 관련 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시설이용료, 차량사용료, 유지보수비 계산 및 정산 기술</li> <li>- 연결운임 계산 및 정산 기술</li> </ul> </li> </ul>	<input type="checkbox"/> 유라시아철도수송 실용화 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도수송 이용 분석 및 예약 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화주 대상 비용편익 분석 애플리케이션(또는 모형) 개발</li> <li>- 유라시아철도수송 예약 및 결제 시스템 구축 기술</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아철도서비스 사업화 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>- ‘유로스타’와 같은 유라시아철도사업자 구성 지원기술</li> <li>- 유라시아철도연결 비즈니스 모델 개발</li> </ul> </li> </ul>
유라시아 철도운행을 위한 통합안전 관리	<input type="checkbox"/> 유라시아철도 운영을 위한 안전체계 연계 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도 운영을 위한 국가별 철도안전 법/규정 호환 방안 수립 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전관련 법/규정 상호 협의체 구축</li> <li>- 각국 철도 안전관리체계(규정) 연계 방안 도출</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아철도 운영 환경을 고려한 안전관리 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한 통과지역 취약형태별 구간감시 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북한철도의 지역적 특성을 반영한 취약유형 분류</li> <li>- 취약 인프라 시설물 스마트 영상 감시 기술 개발</li> <li>- 취약 구간 열차통과중 침하 실시간 감시 기술 개발</li> </ul> </li> <li>- 안전도 평가를 위한 다차원 융합정보 분석 기술 개발</li> <li>- 고신뢰성 통신네트워크를 이용한 안전도 정보확산 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ 철도화물의 안전/보안을 위한 모니터링 시스템 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실시간 철도화물 위치 추적 및 통관 모니터링 기술 개발</li> <li>- 철도화물 보안관리 및 유지 기술 개발</li> </ul> </li> </ul>	<input type="checkbox"/> 유라시아철도안전 상호호환 인증체계 구축 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 운행 상호호환 안전인증 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가별 안전성 인증을 위한 상호호환 인증 항목/기준 개발</li> <li>- 안정성 호환을 위한 유라시아 상호호환 안전인증 설비 구축</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아철도 안전관리 시스템 상호호환 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유라시아 운행 철도차량 고정밀 위치추적 기술 개발</li> <li>- 계측기반 철도사고 감시 및 다국가 유무선 네트워크 구축</li> <li>- 다차원 사고 데이터 신속보고/표출 시스템 구축</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아 다중 철도사고 시나리오 기반 대응 의사결정 지원 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가 및 환경을 고려한 다중 철도사고 시나리오 개발</li> <li>- 골든타임 확보를 위한 최적 대응 의사결정 지원 시스템 개발</li> <li>- 사고 원인별 긴급대응을 위한 다자간 상호 연계체계 구축</li> </ul> </li> </ul>	<input type="checkbox"/> 유라시아철도 통합 운영을 위한 안전체계 구축 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유라시아철도 통합 안전관리 체계 구축 방안 수립 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합 운영을 위한 안전관리 조직/방안 도출</li> <li>- 유라시아철도 통합 안전관리체계 개발</li> </ul> </li> <li>○ 유라시아철도 운영을 위한 통합 안전관리 플랫폼 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합 위기관리 체계 및 시나리오 구축</li> <li>- 통합 안전 관제/운영 플랫폼 개발</li> <li>- 통합안전관리 플랫폼 운영 기술 개발</li> </ul> </li> </ul>
유지관리		<input type="checkbox"/> 대륙철도 유지관리 시스템 핵심기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한국/대륙철도 차량 통합 현장 유지보수 가용기술 개념설계</li> <li>○ 한국/대륙철도 통합 현장 유지보수 가용기술 상세설계</li> </ul>	<input type="checkbox"/> 대륙철도 유지관리 시스템 실용화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한국/대륙철도 통합 현장 유지보수 가용기술 실용화를 위한 한러 통합정비시험 정비장 구축</li> </ul>

# 참고자료 4. 유라시아철도 기술과제 공간 mapping

## 유라시아 (중앙아시아, 유럽)

- 유라시아 LNG 기관차 기술
- 대륙철도 호환 중합시험선로 구축 (광궤 포함)
- 대용량 물류환적 시스템 기술 (중국, 러시아)
- 다국가간 열차상호운행 확보를 위한 선로구축 및 운영 효율화 기술 (북한, 중국, 러시아, 유라시아 공통)
- 고속열차 투입을 위한 유라시아 열차상호운행을 위한 연계기술
- 고속화열차 혼용 운영기술
- 국가간 전압레벨 변화에 따른 안정화 운영 기술 개발 (북한, 중국, 러시아, 유라시아 공통)
- 유라시아 철도 연계를 위한 신호/통신 시스템 기술 조사 및 공유방안 확보
- 국가간 기술 표준 체계 구축 (TSI)
- 유라시아 철도교통계획 수립 시스템 기술
- 유라시아 철도수송 실용화 기술
- 유라시아 철도안전 상호호환 인증체계 구축 기술
- 대륙철도 유지관리 시스템 실용화 기술 개발

## 중국 (국경, 동북3성)

- 남북중 공동화차 기술 개발 (남북 공유 화차 포함)
- SCS (Silent Cargo(Container) System) 개발
- 양방향 화물 수송을 위한 벌크 수송용기 개발 (몽골, 중앙아시아, 러시아 포함)
- 동북아 철도교통계획 수립 시스템 기술 (러시아)
- 동북아 통합철도운영기술 및 운영지원 기술 개발 (러시아)

## 러시아 (국경, 시베리아)

- 궤간가변 대차 기술 개발
- 표준궤/광궤 호환구간 지상변환설비 기술 개발
- 유라시아 통합연결기 핵심기술 개발 (북한 포함)
- 철도차량 주요부품 내한성 강화 기술 개발
- 유라시아 철도 운행 환경을 고려한 위험도 관리 기술 (북한, 중국, 유라시아 포함)

## 러시아 철도

- 궤간: 1520 mm
- 사용전압: 25kV/50Hz(교류)  
3kV(직류)
- 신호: KLUB-U (ETCS lv2 해당)
- 최고속도(여객): 160km/h
- 최고속도(화물): 90km/h
- 최대축중: 23.5t

## 북한 철도

- 궤간: 1435 mm
- 사용전압: 3kV(직류)
- 신호: 토포, 길표 (일부 ATS)
- 최고속도(여객): 60km/h
- 최고속도(화물): 40km/h
- 최대축중: 25t (16.8t)

## 남북 철도 (국경, 북한)

- 북한철도 차량 리뉴얼을 통한 안정적 운행방안 분석
- 열차상호운행 확보를 위한 선로구축을 기술
- AC25kV-DC3kV 겸용 듀얼 추진시스템 설계기술개발
- 개량개념의 북한철도 현대화 기술개발
- 선로구간 노후도 평가 및 의사결정 시스템 개발
- 터널확폭기술 프로토타입 및 실용화 기반 개발
- 남북 통합형 철도인프라 표준화 및 정보화기술
- 북한내 신설철도의 경제적 건설 기술
- AC25kV-DC3kV 전철 전력설비의 상호운영기반 구축
- 속도향상을 위한 DC3kV 전철설비 핵심부품개발기술
- 남북 신호/통신 인터페이스 호환 기술
- (공동)물류단지 개발 기술
- (공동)물류수송 노선 개발 기술
- 남북 철도운영기술 및 운영지원 기술 개발



번호	노선	종류	길이(km)	비고
1	평양-신의주	고속	186	
2	평양-남포	고속	224	
3	평양-남포	고속	281	
4	평양-남포	고속	345	
5	평양-남포	고속	376	
6	평양-남포	고속	564	
7	평양-남포	고속	1,385	
8	평양-남포	고속	2,211	
9	평양-남포	고속	2,562	
10	평양-남포	고속	4,500	
11	평양-남포	고속	635	
12	평양-남포	고속	1,080	
13	평양-남포	고속	4,269	

번호	노선	종류	길이(km)	비고
1	평양-신의주	고속	186	
2	평양-남포	고속	224	
3	평양-남포	고속	281	
4	평양-남포	고속	345	
5	평양-남포	고속	376	
6	평양-남포	고속	564	
7	평양-남포	고속	1,385	
8	평양-남포	고속	2,211	
9	평양-남포	고속	2,562	
10	평양-남포	고속	4,500	
11	평양-남포	고속	635	
12	평양-남포	고속	1,080	
13	평양-남포	고속	4,269	