

R&D  
2014-  
연구기  
획-T

도  
시  
철  
도  
부  
품  
호  
환  
및  
표  
준  
모  
듈  
기  
술  
개  
발  
기  
획  
연  
구  
보  
고  
서

Land Transport  
R&D Report

2014.03

국  
토  
교  
통  
부  
국  
토  
교  
통  
과  
학  
기  
술  
진  
흥  
원

미래철도기술개발사업

R&D / 2014-연구기획-T

## 도시철도 부품호환 및 표준모듈 기술 개발 기획 연구보고서

2014. 06.

주관연구기관 / 한국철도기술연구원  
공동연구기관 / 한국철도차량엔지니어링  
(주)우진산전

국 토 교 통 부  
국토교통과학기술진흥원





# 제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

본 보고서를 “도시철도 부품호환 및 표준모듈 기술 개발” 기획 연구의 기획 보고서로 제출합니다.

2014. 06.

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원

주관연구책임자 : 정종덕

연구원 : 조용현, 류상환

최경진, 이우동

은정근, 이장무

조봉관, 백승현

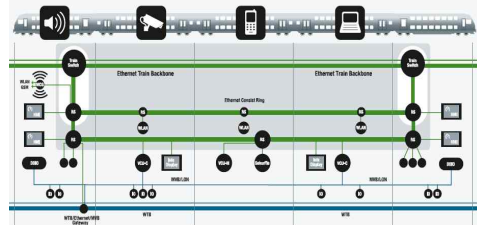
공동연구기관명 : 한국철도차량엔지니어링

공동연구기관명 : (주)우진산전

# 요약문

<b>과제명</b>	도시철도 부품호환 및 표준모 둘 개발 연구	<b>과제규모</b>	사업단( ), 연구단(●), 일반과제( )																								
<b>기획연구 시행여부</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기획과제명 : 도시철도 부품호환 및 표준모듈 개발 기획연구</li> <li>○ 수행기관 : 한국철도기술연구원(주관), 한국철도차량엔지니어링, (주)우진산전, (주)현대로템, (주)유진기공</li> <li>○ 주관연구책임자 : 정종덕</li> </ul>																										
<b>1. 기술개발 목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구</li> <li>- 철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구</li> <li>- 강소 중소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발</li> </ul> </li> <li>○ <b>철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구</li> <li>- 철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구</li> <li>- 철도안전법 및 국제 안전성(IEC 61508) 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발</li> <li>- 중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발</li> <li>- 철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발</li> </ul> </li> <li>○ <b>철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발</li> <li>- 중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발</li> <li>- 설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발</li> <li>- 중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업</li> </ul> </li> <li>○ <b>철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구</li> <li>- 철도부품의 해외진출을 위한 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구</li> <li>- 철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구</li> <li>- 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업</li> </ul> </li> <li>○ <b>철도 부품산업의 기초융합 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 네트워크 기초융합 기술 연구</li> <li>- 철도차량 설계 기초융합 기술연구</li> </ul> </li> </ul>																										
<b>2. 기술개발 동향</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(철도차량의 부품 호환성 없음)</b> 국내 도시철도 전동차/주요장치/부품의 상호 호환성이 나 교체 가능성이 없어 철도부품 산업이 소량다품종으로 규모의 경제를 실현할 수 없음</li> </ul> <div data-bbox="422 1265 1380 1478"> <p>작은 시장 규모* → 경제성과 수익성 확보 한계 → 대입외면, 중소기업 중심 산업구조</p> <p>대표적 다품종 소량생산 산업 → 규모의 경제 실현 불가능 → 철도차량 부품의 수리·재생산 비용 높음 → 저가 입찰방식의 철도부품 구매 → 우수인력 확보 어려움, 기술개발 투자 한계</p> <p>외국 기술 도입 및 부품 납품 위주 사업 전개 → 자체 기술 확보 어려움</p> <p>* 철도차량부품업체 2010중 매출액 약 7,400억 원(중계장)</p> </div> <p>국내 도시철도 주요장치 제작사 현황      철도차량 부품산업 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(자동차분야 소프트웨어 국제 표준화 동향)</b> 자동차 산업은 1990년대 통합모듈 제어 방식으로 진화. 공통 부품모듈을 다양한 차량모델에 적용하고, 유사 부품모듈로 제조 원가를 낮춤. 완성차업체/부품공급회사/IT 기술업체들이 협력하여 자동차 전장 소프트웨어의 재사용성과 안전성 및 응용소프트웨어의 하드웨어 의존성 제거 등을 목표로 전장 소프트웨어 플랫폼(AUTOSAR) 표준화 진행.</li> <li>○ <b>(항공 표준화 관리 정책)</b> 항공산업은 ATA spec 100, 2000, 2200 등의 부품 표준화 규정을 통하여 제작사가 다르더라도 모양, 형식, 규격과 각종 정비지침서 등을 표준화하여 부품의 호환성과 연속성을 유지함. 철도부품산업에 비하여 항공산업은 일정한 생산규모와 부가가치를 위한 기술경쟁력을 갖추</li> </ul> <div data-bbox="470 1881 981 2049"> <table border="1"> <caption>부품산업 부가가치 현황 (부품소재통계종합정보망)</caption> <thead> <tr> <th>연도</th> <th>철도차량부품 및 관련장치</th> <th>항공기용 엔진 및 부품</th> <th>수송기계부품</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2007년</td> <td>149,294</td> <td>1,404,911</td> <td>195,295,205</td> </tr> <tr> <td>2008년</td> <td>182,195</td> <td>2,126,553</td> <td>1,003,873</td> </tr> <tr> <td>2009년</td> <td>187,302</td> <td>2,547,237</td> <td>1,316,475</td> </tr> <tr> <td>2010년</td> <td>261,901</td> <td>2,808,549</td> <td>41,589,334</td> </tr> <tr> <td>2011년</td> <td>276,466</td> <td>49,478,038</td> <td>1,924,503</td> </tr> </tbody> </table> </div>			연도	철도차량부품 및 관련장치	항공기용 엔진 및 부품	수송기계부품	2007년	149,294	1,404,911	195,295,205	2008년	182,195	2,126,553	1,003,873	2009년	187,302	2,547,237	1,316,475	2010년	261,901	2,808,549	41,589,334	2011년	276,466	49,478,038	1,924,503
연도	철도차량부품 및 관련장치	항공기용 엔진 및 부품	수송기계부품																								
2007년	149,294	1,404,911	195,295,205																								
2008년	182,195	2,126,553	1,003,873																								
2009년	187,302	2,547,237	1,316,475																								
2010년	261,901	2,808,549	41,589,334																								
2011년	276,466	49,478,038	1,924,503																								

- **(모듈화 선진 기술)** 철도차량 선두주자인 봄바르디어는 철도 부품 간의 호환성과 설계 유연성을 위하여 표준모듈 기술과 차세대 철도 표준네트워크(TCN 3.0) 및 소프트웨어화로서 호환성과 개발 유연성 확보



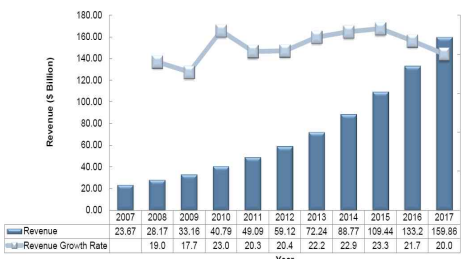
봄바르디어 철도차량 네트워크(TCN) 체계



봄바르디어 철도차량용 제어모듈

- **(국내의 부족한 소프트웨어 인터페이스 기술)** 1995년 5호선 철도 제어시스템(TCMS) 도입되고 제어시스템/철도표준네트워크 국산화. 그러나 소프트웨어의 표준규약과 통신규약의 미비로 시스템통합 기능 확장되지 못하고 선진기술과 20년의 차이가 발생

- **(임베디드SW 시장 급성장과 철도안전법의 안전 요구)** 자동화 기기의 증가로 임베디드SW 시장이 급성장하고 안전요구도 증가. 철도안전법에서 SW에 대한 안전성이 요구될 예정이나 국내 중소기업의 안전소프트웨어 기반은 매우 취약



임베디드SW 시장의 성장

	전체	유무선 통신 기기	정보/가전 기기	자동차	산업 자동화	사무 자동화	국방/항공 우주	의료 장비	건설	조선/해양
사례수	125	56	20	12	19	6	6	3	2	1
임베디드 OS	48.0	51.2	46.5	51.7	42.6	31.7	30.8	56.7	82.5	70.0
미들웨어	53.9	53.8	57.0	60.8	48.4	40.8	38.3	76.7	75.0	80.0
응용 SW	68.3	69.3	62.3	77.1	67.4	55.0	65.0	90.0	65.0	90.0
개발 도구	45.9	48.6	50.0	48.3	38.4	35.8	36.7	46.7	42.5	50.0

\* 출처: 임베디드 SW 산업실태조사, KESIC, 2011

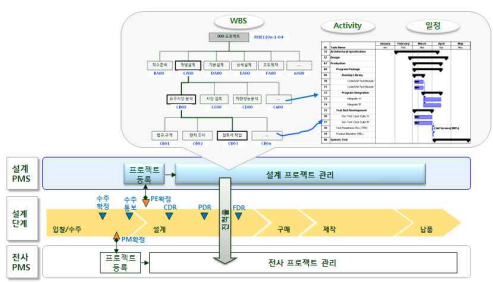
임베디드SW 국내 기술 수준

- **(취약한 국내 임베디드SW 환경)** 국내 임베디드SW기술은 외국에 비하여 매우 열악 (자동차 51% 수준). 특히 임베디드OS환경은 외국기술에 대부분 잠식된 상태로 중소기업이 응용소프트웨어 개발에 매우 어려움

- **(20년 낙후된 국내 철도의 협업/동시 설계 기술)** 서울시5호선 전동차를 납품(1996년)한 스웨덴 ABB로부터 Bombardier, Siemens 등의 선진 철도제작사는 협업/동시 설계 기술을 바탕으로 제작설계에서 높은 생산성과 경쟁 우위를 유지하고 있음



통합 설계 프로세스



국내 차량제작사의 통합설계 환경

- **(취약한 국내 통합설계 환경)** 국내 철도차량제작사는 통합설계 환경을 일부(30%) 구축, 차량제작사와 부품기업 간 및 중소기업 간의 협업/동시 설계환경은 전무한 상태
- **(국내외 철도차량/부품의 신뢰성 요구 증가)** 해외 수출은 물론 국내 철도 시장에서 철도 차량과 부품의 신뢰성이 필수이나 국내 철도부품의 신뢰성 정보는 전무함

3. 기술개발 필요성

- **(항공산업과 호환성 관리 정책)** 항공산업과 같은 철도차량 구성품/부품의 고유번호로서 제품의 호환성과 교체가능성을 알 수 있고 정비방법/안전관리 방법 등을 동일하게 관리할 수 있도록 표준 관리체계가 필요
- **(철도안전법에 부품 표준관리 시행 필요)** 철도부품의 정립된 표준화 관리 방안은 철도안전법 형식승인제도(2014년7월 시행)의 효과를 가속시켜 부품에 대한 형식승인

이 기업에게 지속적인 기술을 보호하고 생산을 확보할 수 있게 하여 제도의 시행 효과를 극대화할 것으로 예상됨

- **(철도차량 모듈화 기술 필요)** 개방된 통신네트워크, 제어모듈, 소프트웨어 등을 기반으로 하는 선진 모듈화기술은 하드웨어와 소프트웨어, 통신 등을 모두 통합하는 기술로서 국내 철도부품 기술이 선진기술로 발전하기 위하여 꼭 확보해야하는 기술임
- **(구성품 모듈화 지원 기술의 필요)** 산업용으로 사용되는 많은 모듈화 지원 네트워크 기술 중에 철도표준네트워크(TCN)과 적합한 로컬네트워크 기술을 선정하고 표준제어 모듈과의 인터페이스 표준을 확보하는 연구가 구성품/부품의 모듈화 기반 기술로서 필요함
- **(국내 철도부품 중소기업 소프트웨어화 필수 기반 기술)** 열악한 중소기업이 비싼 해외제품이나 안전성 인증된(최소 10억 추가비용) 제품을 구매하여 개발하기에는 위험성이 커 영세 철도부품 기업은 소프트웨어화를 포기할 수밖에 없는 상태로 국내에서 공급되고 쉽게 AS가 지원되는 제품이 필요
- **(모듈화/소프트웨어화 기반 기술)** 1990년대부터 해외 철도분야와 자동차, 의료 분야 등은 소프트웨어화로 기능/성능 모듈화와 재사용성을 확보하여 왔으나 우리나라의 경우 아직 코드 단위의 원시적 프로그래밍 방법으로 소프트웨어 재사용성이나 유연성이 해외기술에 20년 이상 뒤처진 상태임
- **(산업자동화 분야에 첨단 IT·SW을 접목 기술)** 우리나라의 IT·SW에 대한 국제적인 인지도는 날로 상승하는 반면 산업분야는 해외 기술에 대부분 선점되어 있어 산업분야에 우리나라의 첨단 IT·SW 기술을 접목하는 것이 필요함
- **(기업 간 협력형 동시 설계 기술)** 중소기업의 경쟁력과 해외 진출을 위하여 설계 능력을 향상시키고 소기업 간 협력에 의한 시너지 효과를 가질 수 있는 협력형 동시설계 기술의 개발이 필요함
- **(철도 부품의 신뢰성 성장 지원 제도 구축)** 철도 차량과 부품의 경쟁을 위하여 철도 부품의 신뢰성 확보가 필수적이며 신뢰성 성장을 지원함으로써 고신뢰 장수명의 부품으로 기술 향상을 도모

○ **정부 정책과의 부합여부**

- 박근혜 정부 국정과제 관련하여 아래와 같은 정책에 부합
  - (1-1-5) 중소·중견기업의 수출경쟁력 강화
  - (1-1-6) 동반성장 등 협력적 기업생태계 조성
  - (1-1-7) IT·SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화
  - (1-1-8) 과학기술을 통한 창조경제 기반 조성
  - (1-1-14) 서비스산업 전략적 육성 기반 구축
- 제2차 철도산업발전기본계획('11)
  - 수출주도형 연구개발추진
- 국토교통부 '철도부품 강소기업 육성 R&D 지원방안'(2013)
  - 한국형 인증제도·표준 구축
  - 신뢰성 확보 지원 및 한국형 인증제도·표준 구축

○ **정부 지원의 필요성**

- **(국가 표준 활동)** 표준 인터페이스와 표준모듈 규약을 개발하고 표준화하는 연구로 철도 부품산업의 기반을 조성하기 위하여 정부의 지원이 필요
- **(철도 부품 기업의 해외 진출 지원 기술)** 영세한 철도부품 기업들에 대한 기반 기술을 공급하는 연구로 종업원 50인 이하 250여개 영세 철도부품 기업에 필요한 기술임
- **(국가 정책 실현에 필요한 기술)** 철도안전법의 형식승인제도나 자동차의 기능안전(ISO 26262)등의 정부 정책의 실현에 필요한 기술임
- **(중소기업 간 협력형 미래 산업 구조 필요)** 작은 기술 기업 간의 협력형 산업 구조를 형성하기 위한 기초 기술로 국가의 지원이 필요함
- **(관련 기관 간 융합/협동 제도 구축)** 철도산업의 해외 진출에 필요한 철도부품의 신뢰성 확보하기 위한 연구로 현재까지의 고비용 구조가 아닌 기관 간의 융합에 의하여 저비용 인증 구조를 구축하는 것으로 체계의 구축을 국가가 제공하여야 함

<p><b>4. 기술개발 추진전략</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 과제에서는 철도 전문 연구기관 및 전자/SW 기술 연구기관, 학계, 철도제작사, 운영기관 등의 융합/협력이 필요한 개발사업으로 각 분야의 전문가들로 구성된 연구단으로 추진</li> <li>○ 운영/유지보수의 효율성과 대량소품종 생산형 중소기업으로 성장을 목적으로 하는 부품/모듈 표준화 방향과 향후 국내 철도부품산업에서 강소형 중소기업 육성과 철도산업의 선진고도화를 위한 선진기술기반 구축 방향 등 두 개의 큰 연구 전략으로 추진함</li> <li>○ 본 과제의 성과품은 중소기업의 부품설계 및 생산에 활용되는 기반 기술 및 도구로서 해외 기술을 대체하여 보급하는 정책적 방안 연구가 필요함</li> <li>○ 국내에 이미 개발되어 있는 기술은 철도 분야에 최적화하는 과제로 진행하며 각 기술이나 상용화 제품 간의 인터페이스 및 기준, 표준 등을 개발함</li> <li>○ 철도부품 산업 및 소프트웨어화 설계 기술 등의 국내 산업과 중소기업의 해외진출을 위한 신 성장동력 기반 기술을 개발</li> </ul>
<p><b>5. 세부과제별 연구내용</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>(1세부) 철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구</li> <li>- 철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구</li> <li>- 강소 중소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발 연구</li> </ul> </li> <li>○ <b>(2세부) 철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 표준 제어모듈 인터페이스 기술 연구</li> <li>- 철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구</li> <li>- 철도안전법 및 국제 안전성(IEC 61508) 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발</li> <li>- 중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발</li> <li>- 철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발</li> </ul> </li> <li>○ <b>(3세부) 철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발</li> <li>- 설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발</li> <li>- 중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발</li> <li>- 중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업</li> </ul> </li> <li>○ <b>(4세부) 철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구</li> <li>- 철도부품의 해외진출을 위한 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구</li> <li>- 철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구</li> <li>- 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업</li> </ul> </li> <li>○ <b>(5세부) 철도 부품산업의 기초융합 연구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 네트워크 기초융합 기술 연구</li> <li>- 철도차량 설계 기초융합 기술 연구</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>6. 연구수행 체계</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 과제 총괄은 각 세부과제에 철도분야의 특성을 반영하고 세부과제 간 연계를 위하여 철도분야 전문연구 역량을 보유한 기관이 담당</li> <li>○ 1과제는 철도부품의 표준 구성체계를 객관적으로 수립하고 정책적인 대안으로 제시할 수 있는 기관이 담당하고 철도 운영기관과 철도차량 제작사, 철도 부품업체 등이 참여하여 철도 전반 분야의 의견과 연구능력을 통합하여 추진</li> <li>○ 2과제는 철도 구성품/부품 모듈화의 핵심인 제어모듈 및 소프트웨어 기반 기술에 대한 표준을 확립할 수 있는 연구역량을 갖춘 기관과 학계 등이 참여하여 표준을 수립하고 철도부품 기업의 참여로 표준제어모듈과 구성품 내 인터페이스 기술을 개발하고 적용성 연구를 위한 시범사업으로 추진</li> <li>○ 3과제는 선진 설계기술을 벤치마킹하고 철도 수요 기업과 철도 연구기관의 협업 체계로 연구를 주도하며 관련 세부 기술을 갖춘 기관의 참여로 동시 설계를 위한 인터페이스 도구를 개발</li> <li>○ 4과제는 연구기관/시험,검사기관/운영기관/유지보수기관을 융합하여 신뢰성성장을 지원할 수 있는 공동체계를 구축하며, 신뢰성성장 지원을 위한 표준 절차와 지원 도구를 개발함</li> </ul>

○ 5과제는 대학과 기술과 연구 역량을 갖춘 기업 간의 융합연구로서 철도부품에 대한 기초기술을 연구하여 다른 세부과제에 기초기술을 제공함

**7. 기술개발 최종성과물**

최종성과물	성공여부 평가 항목	개발목표치	판정기준
1-1. 철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준화/표준모듈/인터페이스 연구 표준서	표준화 방안 및 운영 방안 규정 제정	제정	표준이나 기준을 운영할 수 있는 방안을 선정하고 제정함
1-2. 철도차량 표준부품 정보화 시스템	정보 시스템 개발	개발 성공	시범 사업 실시
2-1. 철도차량 제어모듈의 표준 인터페이스 표준서	표준이나 기준 제정	제정	표준이나 기준을 운영할 수 있는 방안을 선정하고 제정함
2-2. 철도차량 소프트웨어 인터페이스 표준서	표준이나 기준 제정	제정	표준이나 기준을 운영할 수 있는 방안을 선정하고 제정함
2-3. 안전 소프트웨어(RTOS & Tool) 개발	표준 인터페이스나 표준 규약 적용	적용 성공	개발 성공
	안전성 인증 확보 (IEC 61508)	Level A	Level A
2-4. 표준 제어모듈 적용 구성품 개발	표준 인터페이스와 표준 규약 적용	적용 성공	개발 성공
3-1. 철도차량 설계 절차 및 단계별 인터페이스 표준서	표준이나 기준 제정	제정	표준이나 기준을 운영할 수 있는 방안을 선정하고 제정함
3-2. 기업 간 설계 인터페이스 변환 도구(소프트웨어) 개발	설계 표준 반영	적용 성공	개발 성공
3-3. 설계 각 단계별 설계 자동화 지원 도구(소프트웨어) 개발	표준 인터페이스나 표준 규약 적용 개발	적용 성공	개발 성공
3-4. 기업 간 협업형 동시 설계 시범 개발	표준 절차 확립 제품 개발 성공	적용 성공	개발 성공
4-1. 철도 부품 신뢰성 기준 및 표준서	표준이나 기준 제정	제정	표준이나 기준을 운영할 수 있는 방안을 선정하고 제정함
4-2. 철도부품 신뢰성 성장 운영 매뉴얼 및 전문가 양성	융합 체계 구축	체계 구축	시범 사업 실시
4-3. 신뢰성 성장 지원 정보화 시스템 (운영지원 전산도구)	신뢰성 지원 체계 반영한 운영 시스템 개발	개발 성공	시범 사업 실시

**8. 성과활용 방안**

- 국내 철도부품 관련 기관의 연합체로서 ‘표준호환위원회’ 운영
- 국내 철도 제작사와 중소기업에 제품 개발에 적용
- 철도 부품 기업의 해외진출 지원 기술
- 철도 운영기관의 유지보수 효율성 개선에 활용
- 국내 철도 표준규격 제정에 활용
- 국제 철도분야 표준화 활동 및 표준화 제안

**9. 기술개발 기대효과**

- 경제적
  - 철도부품 기업의 매출 신장 및 기업의 성장, 해외 수출 확대 기대
  - 철도 부품분야의 강소기업 성장 기대
  - 철도분야 설계 생산성 증가 및 해외 경쟁력 확보
  - 철도 부품 분야의 강소기업 육성
  - 철도 부품 모듈화로 철도차량/부품 생산성 증대 및 경쟁력 강화
- 기술적
  - 철도 차량 및 부품, 유지보수 등에 모듈화 유연성/재사용성 확대
  - 철도차량 부품 전문 강소기업 육성을 위한 기반 기술 확보
  - 철도 부품 독자 설계 기술 확보 및 대기업-중소기업 간 협력 설계 기술 확보
  - 국내 우수 IT기술의 철도분야 도입 기술 확보

	○ 정책적 - 박근혜 정부의 국정과제의 중소기업 정책, 강소기업 육성 정책의 실제적인 효과 기대						
10. 연구개발 과제 규모	구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도 이후
	연차별 연구비 (백만원)	정부	2,000	5,100	7,200	6,900	3,800
		민간	580	1,410	2,330	2,230	950
	합 계		2,580	6,510	9,530	9,130	4,750
	총 연구비 (백만원)	정부	25,000		총 연구기간	5 년	
		민간	7,500				
총합계		32,500		연도별 평균소요인력	48 명		



# 목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성 .....	1
1절. 기술의 정의 .....	1
2절. 필요성 .....	7
1) 관련 현황 및 문제점 .....	7
2) 본 연구개발의 필요성 .....	8
2장. 철도 부품 호환 및 표준모듈 국내외 동향 .....	15
1절. 국내 철도 정책동향 .....	15
2절 철도 산업 동향 .....	19
1) 국내 철도 시장 동향 및 경쟁력 .....	19
2) 해외 철도 시장 동향 .....	28
3절 철도 구성품/부품의 모듈화 기술동향 .....	31
1) 제동장치 및 공기압장치 관련 모듈화 동향 .....	31
2) 철도 선진 제작사 모듈화 동향 .....	35
4절 철도 부품의 표준화/호환성 현황 .....	42
1) 국내 철도 표준화 현황 .....	42
2) 국외 철도의 표준화 현황 .....	45
3) 국내 도시철도차량의 호환성 현황 및 검토 .....	49
4) 철도 운영기관의 운영 현황 .....	64
(1) 국내 철도 운영기관 및 철도 제작사의 BOM관리 현황 .....	64
(2) 국내 철도 유지보수 현황 .....	70
(3) 국외 철도 유지보수 현황 .....	82
(4) 도시철도 운영기관 기술수요 조사 .....	84
3장. 국내외 관련 기술 동향 .....	93
1절 항공산업의 부품 호환성 국내외 동향 .....	93
2절 국내외 모듈화 기술 동향 .....	98
1) 자동차 분야 모듈화 동향 [1] .....	98

2) 철도차량 표준 네트워크(TCN) 동향 .....	102
3) 소프트웨어화 기반 도구 국내외 동향 .....	105
3절 철도분야 설계 기술 동향 .....	114
1) 국내 철도차량 제작사 설계 자동화 현황 .....	114
2) 국내외 제품수명주기 관리 도구 (PLM) 동향 .....	117
4절 국내외 신뢰성 동향 .....	120
4장. 모듈화 및 표준화 관련 기술 특허 및 시장 분석 .....	129
1절 TCN 선행기술 동향분석 .....	129
2절 PLM 선행기술 동향분석 .....	136
3절 철도차량 핵심부품 선행기술 동향분석 .....	145
4절 임베디드 소프트웨어 시장 분석 .....	203
5절 글로벌 CAD 및 모델링 소프트웨어 시장 분석 .....	206
5장. 기술개발 방안 .....	211
1절 호환표준 및 모듈화 기술개발 추진 방안 .....	211
2절 철도차량용 제어모듈의 모듈화 기술 개발 방안 .....	225
3절 동시/협업 설계 기술 개발 방안 .....	234
4절 신뢰성 성장 지원 .....	239
6장. 과제구성 및 추진전략 .....	245
1절. 비전 및 목표 .....	245
2절. 추진전략 .....	247
3절. 연구개발과제 구성 .....	250
4절. 세부과제별 연구목표 및 주요내용 및 추진방법 .....	259
5절. 세부 과제간의 연계관계 .....	272
6절. 연구수행체계 제안 .....	273

7장. 사전타당성 검토 .....	276
1절. 정책적 타당성 .....	276
2절. 기술적 타당성 .....	278
3절. 경제적 타당성 .....	279
8장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정 .....	284
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획 .....	284
2절. 소요예산 산정 .....	285
9장. 과제 제안요구서 .....	290
1. 1세부 과제 제안요구서(RFP) .....	290
2. 2세부 과제 제안요구서(RFP) .....	299
3. 3세부 과제 제안요구서(RFP) .....	311
4. 4세부 과제 제안요구서(RFP) .....	320
참 고 문 헌 .....	329
부    록 .....	330



# 1장. 기술의 정의 및 필요성

## 1절. 기술의 정의

□ 도시철도 부품호환 및 표준모듈 기술은 철도차량 부품 간이나 구성품 간의 교체/호환 가능성을 확보하기 위하여 기본적인 인터페이스와 기능, 성능을 호환시키기 위한 기술을 의미

- 철도산업의 경쟁력 제고를 위하여 선진 기술을 추월할 수 있는 기반 기술
- 특히 철도 부품산업의 독자 경쟁력을 위하여 필수적인 기반 기술로 국가가 중소기업에 제공되어야 하는 공공적 특성을 가진 기술

비전 : 철도 차량/부품산업의 세계 1위 경쟁력 확보

제목 : 도시철도 부품호환 및 표준모듈 기술 개발

목표 : 철도 산업의 부품 호환 및 모듈화, 소프트웨어화 기반 구축

연구목적 : 철도 차량/부품의 세계 1위 경쟁력 확보를 위한  
표준 설계/부품/모듈/소프트웨어 기반 기술 확보

연구내용 :

- 철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구
- 철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구
- 철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발
- 철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구
- 철도 부품산업의 기초 융합 기술 연구

그림 1 도시철도 부품호환 및 표준모듈 기술 개발의 구성

□ 도시철도 부품호환 및 표준모듈 기술 개발의 세부연구에 대한 기술 정의는 다음과 같음

○ **철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구**

- 철도차량 부품의 표준화 및 표준 모듈, 표준 인터페이스를 정의하고 부품의 개발에 따른 표준화 발전방향을 제시하기 위한 연구임
- 철도 부품 제작사와 차량 제작사 및 철도 운영기관 등의 부품 체계를 표준화시키기 위한 목적
- 철도부품 체계를 점차적인 대량소품종 체계로 단순화하기 위한 연구
- 철도차량 부품 기업의 경쟁력을 강화하고 운영기관의 부품관리와 수급성을 개선하기 위한 목표를 가짐

○ **철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구**

- 항공, 자동차, 선진 철도제작사 등이 선도하고 있는 부품 모듈화의 기반 기술인 제어모듈과 구성품/부품 내 로컬네트워크(통신) 기술을 개발하고 자동차 분야 AUTOSAR와 같은 소프트웨어 모듈화 기술을 개발함으로써 철도차량 부품의 기능/성능에 대한 유연성을 확보하는 기술
- 제어모듈과 로컬 네트워크를 정의하고 제어모듈/네트워크/소프트웨어 간 표준 인터페이스를 개발하여 표준으로 규약화하는 목표를 가짐
- 중소기업은 표준 규약을 운영/이용하기 위한 기초도구로서 표준규약을 만족하는 소프트웨어개발도구가 필요하며 중소기업에 배포되어 제어모듈/네트워크/소프트웨어화에 적용됨
- 철도선진제작사 봄바르디어는 1990년대부터 MITRAC시스템이라는 표준모듈 시스템을 운용중이며 자동차분야는 2000년대 초반에 AUTOSAR라는 자동차 전자장치와 소프트웨어에 대한 국제 표준화를 진행하였음
- 표준 규약과 기반 기술은 기본적으로 국제적 수준의 안전성이 확보되어야 함

○ **철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발**

- 철도 부품 기업 간에 기술과 제품의 특성을 조합하여 철도차량에 필요한 기술로 향상화 시킬 수 있는 협업형 동시설계 기술을 개발하는 연구임
- 철도 부품기업들 간의 설계 능력이 차이가 많아 협업이 어려운 점을 표준설계 절차와 인터페이스를 규약화하고 표준도구를 제공함으로써 설계능력 차이를 극복하고 선진 설계 수준으로 향상시킬 수 있는 기반 기술을 제공하는 연구
- 설계 각 단계에서 요구되는 자동화도구는 영세한 중소기업이 개발할 수 없는 표준도구의 성격을 가짐
- 국내 IT 및 통신 기술을 기반으로 다른 기업 간에 설계와 개발을 분담하는 개발/설계 지원 도구 기술을 말하며 본 연구에서는 국내 철도산업에서 적용하고 있는 다양

한 지원도구간의 표준 설계 인터페이스와 변환 기술을 개발

○ **철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구**

- 영세한 철도 부품기업의 해외진출에 필수적인 신뢰성에 대한 요구를 신뢰성 체계로부터 신뢰성 시험, 신뢰성 평가 등 기업의 생산 전주기에 동반하여 지원할 수 있는 체계 구축을 위한 연구임
- 기존의 R&D와 신뢰성 시험 중심의 체계를 중소기업에 대한 체계구축 및 설계 지원, 신뢰성 정보수집, 신뢰성 정보시스템 등을 구축하는 목표임
- 고비용 신뢰성 평가를 영세한 철도부품 기업이 저비용으로 활용할 수 있어야 하며 해외 진출을 위한 기초적인 신뢰성 설계 기술에 대한 지속적인 지원 체계가 필요함

○ **철도 부품산업의 기초융합 기술 연구**

- 표준 부품 및 부품 모듈화에 필요한 기초 기술을 개발하는 연구로서 대학과 기술 보유 기업 간의 기초 융합 연구임

표 1 세부 항목별 기술 개념

세부분류	주요 구성기술 내용
<p style="text-align: center;"><b>철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 철도차량 부품의 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구 개발</li> <li>· 철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구</li> <li>· 강소 중소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 개발</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구</li> <li>· 철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구</li> <li>· 철도안전법 및 국제 안전성(IEC61508) 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발</li> <li>· 중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발 도구 개발</li> <li>· 철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발</li> <li>· 설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발</li> <li>· 중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발</li> <li>· 중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업</li> </ul>

세부분류	주요 구성기술 내용
철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구</li> <li>· 철도부품의 해외진출을 위한 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구</li> <li>· 철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구</li> <li>· 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업</li> </ul>
철도 부품산업의 기초융합 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 철도차량 네트워크 기초융합 기술 연구</li> <li>· 철도차량 설계 기초융합 기술연구</li> </ul>

## 용어정의

### ○ 표준화

[일반] 표준이나 기준(규격) 등을 만들어 사용함으로써 합리적인 활동을 조직적으로 행하는 것. 표준화의 대상이 되는 것은 품질·형상·치수·성분·시험 방법 등으로 이들에 일정한 표준을 정하여 호환성(互換性)을 높임

[철도] 특정 용도 또는 특정 부분에 대해서 치수·부재·마무리 등을 표준으로 하여 규격화한 것

[본 연구] 부품의 공통화에 필요한 요소들을 규정하여 규격화하는 것. 이전에는 표준품을 표준규격으로 정의하는 활동이었으나 본 연구에서는 제품간의 인터페이스가 표준화의 중심이 될 것으로 예상됨

### ○ 모듈화

[기존] 작업성과 생산성의 향상을 위하여 사전 생산이 가능한 구조로 부분화 시키는 것

[본 연구] 호환성과 교체성 및 재사용성을 강화하기 위하여 교체 가능한 구조로 부분화 시키는 것으로 상호 호환성과 독립성 등이 만족되어야 함

즉) 제어모듈의 다양한 활용과 이 기종 간 교체 가능성 등을 높이는 구조 등의 예이며 소프트웨어에서는 이전에 개발되었던 소프트웨어 모듈을 다른 설계에 재사용성을 높이기 위한 구조화시키는 것을 의미함

### ○ 소프트웨어화

[본 연구, 자동차, 항공, 철도] 기존의 기계부품의 조합이나 회로의 조합, Firmware 방식 등으로 기능과 성능을 구현하던 방식을 소프트웨어 설계 방식으로 전

환하는 것으로 설계/제작의 유연성과 유지보수 유연성을 확보하기 위한 방안임

#### ○ 호환성

[본 연구 및 산업계] 서로 다른 방식의 시스템끼리 변경 없이 공통으로 사용할 수 있거나 접속/연결/사용이 가능한 것 또는 변경 없이 접속/연결/사용이 가능한 정도

#### ○ 로컬 네트워크

[일반] 기존의 ‘로컬 네트워크’는 큰 시스템으로 구축된 네트워크에 대하여 부분적인 그룹 내의 통신을 말함

[본 연구] 기존의 국제표준화된 철도차량표준네트워크(TCN)은 차량 간이나 차량 내의 구성품 간의 통신을 정의하고 있으나 구성품 내나 부품 내 모듈 간의 통신은 개발적인 통신을 사용하고 있음. 본 연구에서는 구성품 내의 모듈이나 부품 간을 통신으로 제어할 수 있는 방식을 ‘로컬 네트워크’로 정의함

#### ○ 개발도구(개발지원도구)

[소프트웨어] 프로그램을 제작/개발에 사용되는 기초 프로그램으로 어셈블러, 에디터, 컴파일러 및 하드웨어 드라이버 등을 제공.

[기계, 전기 설계] 설계를 지원하기 위하여 컴퓨터상에서 사용되는 그래픽 프로그램으로 도면 작성 및 각종 설계분석을 지원함

[본 연구] 소프트웨어 개발도구 및 설계 지원도구, 소프트웨어 그래픽 설계 지원 도구 등을 모두 포함하는 광범위한 설계 지원 도구를 망라한 의미

#### ○ 자동화 도구

[기계, 생산] 기계나 자동차 등으로 생산에 기계나 컴퓨터의 활용으로 사람의 개입을 최소화하기 위한 생산 도구

[본 연구] 설계 단계에서 사람의 개입을 최소화하기 위한 설계 자동화 도구

#### ○ 협업

[산업계] 여러 개의 기업이 제품 개발, 원자재 구매, 생산, 판매 등에서 각각의 전문적인 역할을 분담하여 상호보완적으로 제품을 개발·생산·판매하거나 서비스를 제공

[본 연구] 특히 제품을 생산하기 이전 단계인 제품개발 단계와 설계 단계의 기업 간의 전문적인 역할 분담을 의미

○ 동시설계(동시병행설계)

[산업계, 본 연구] 제품의 설계에서 생산에 이르기까지 각 과정의 작업을 동시에 수행함으로써 설계 리드 타임을 획기적으로 단축시키는 기법

○ 신뢰성 성장

[산업계, 본 연구] 신뢰성성장은 시험, 분석, 시정조치(Test, Analyze, and Fix, TAAF) 프로그램에 따라 설계 및 제조상의 결함을 발견하고, 이를 시정 조치함으로써 시간이 지남에 따라 신뢰성이 향상되는 과정

## 2절. 필요성

### 1) 관련 현황 및 문제점

- (창조경제 패러다임) 박근혜 정부는 과학기술을 기반으로 한 국민 행복, 중소기업 육성, 일자리 창출 등을 주요 국정과제로 제시
  - 철도산업은 일자리 창출 효과가 크고, ICT 등 첨단산업과 연계가 밀접한 종합 제조업으로 세계철도시장은 연 200조원 규모
    - \* 매출액 10억당 고용창출효과('11 한국은행) : 철도차량 2.5, 선박 2.4, 자동차 1.1
  - 자동차, 조선 등에 비해 우리나라의 세계철도시장 점유율은 1%에 불과
    - \* 세계시장규모(우리나라 점유율) : 자동차 1,200~1,500조원(8%), 조선 100조원(40%)
- (우리나라 기술수준) 철도기술의 발전과 건설·운영 경험 축적\*으로 기술 수입단계에서 해외 진출을 적극 추진할만한 수준에 도달
  - \* 경부 고속선 건설·운영 및 KTX 국산화, 도시철도 차량 수출(연 1.5~2조원) 등
  - 특히, 철도부품분야는 안정적인 유지보수 시장이 형성되어 있어 높아진 기술력과 인지도를 바탕으로 부품 중소기업 육성에 적합
- (철도시장 성장성) 각국의 도시화, 에너지 위기, 환경에 대한 관심 증가 등으로 매년 2~3%씩 꾸준히 성장 중<sup>1)</sup>
  - 핵심기술을 보유한 북미·유럽회사들이 차량과 신호제어 분야 등 주요시장을 선점한 가운데, 중국은 내수시장을 바탕으로 급부상 중
    - \* (차량) 봄바르디어(캐), 지멘스(독), 알스톰(프) 등 Big 3와 중국기업이 60% 점유 (부품) 강소기업 과점체제(제동장치 : Knorr-Bremse / 신호제어 : 안살도 등)
  - 유지보수 시장규모는 차량 50%, 인프라 70%, 시스템 60%이며, 향후 유지보수 (After-Sales) 시장의 성장 잠재력이 가장 높을 것으로 전망
- (대기업 주도) 철도차량, 신호제어 등 통합시스템으로 발주되는 특성상 주로 대기업이 참여하며 최초 공급부터 유지보수 시장까지 독점
  - 중소기업들은 대기업의 협력업체가 되어 대기업과 함께 납품하거나, 유지보수 시장을 중심으로 틈새시장 영위
- (신뢰성 중시) 신기술을 개발하더라도 수요처인 운영기관은 사용실적이나 해외인증 등을 요구하므로 상용화까지 진입장벽이 높음
  - 유럽은 TSI(상호운영 기술기준), 북미는 AAR(북미 철도협회) 인증 등 국가별·지

1) '2010년 200조원 → '2016년 230조원(UNIFE, 유럽철도산업협회, '12)

역별로 차량, 부품 등에 대한 인증제도를 운영 중

□ (자국산업 보호) 세계 각국은 자국내 철도산업을 보호·육성하기 위해 **입찰방식 제한\***, **국제표준 및 인증제도 등 기술장벽**을 적극 활용

\* 미국(Buy America : 재료비 60% 자국제품 사용, 최종조립은 국내), 중국(70% 이상 자국부품 사용), 브라질(30% 이상 자국제품 사용) 등

□ (세계 부품시장 진출 필요성) 세계 철도차량 시장에서도 유지보수 등 판매후서비스 (After-Sales Services)가 차지하는 비중이 50% 수준으로, 2011년 기준 385억달러(58조원) 수준임. '09년부터 非유럽권을 중심으로 도시철도 시스템, 전장품류 등 수출 중이며 향후 해외시장 진출 확대 필요

\* 한국 철도부품 9천9백만불 흑자(12년, 무역협회) : 수출 183백만\$ / 수입 84백만\$

□ (정부개입에 의한 부품산업 육성) 철도산업도 대규모 설비투자와 연계되는 '**규모의 경제**', 초경량·초내열·고강도 부품개발이 다른 산업에까지 '**공정적 외부성**' 창출, **높은 고용창출 효과** 등에 있어 항공산업과 유사. **정부의 적극적인 개입을 통한 부품산업 육성필요**

\* 매출액 10억원당 고용 창출효과 (한국은행 자료) : 철도차량 2.5, 선박 2.4, 자동차 1.1

□ (도시철도 부품 표준모듈 필요성) 철도차량도 항공기와 같이, 높은 안전성과 신뢰성이 요구됨에 따라, 제작단계부터 형식인증과 같은 품질인증 체계가 필수적임. 도시철도 표준모듈 구성을 통해 **시험인증의 규격화간소화**를 제고할 수 있으며, 제작사별 상이한 부품을 **소품종 대량생산 방식**으로 **효율화** 할 수 있음

\* (철도차량의 부품 호환성 없음) 국내에서 운용되고 있는 도시철도의 전동차, 주요장치 및 부품에 대한 상호 호환성이나 교체 가능성이 거의 없어 소량다품종으로 철도부품 산업에서 규모의 경제를 실현할 수 없음

□ (협소한 내수시장) 철도차량 분야 연 5천억원 내외의 **작은 시장규모와 불규칙한 차량발주**로 인해 대부분의 기업이 영세한 규모

\* 대기업 현대로템(세계 차량시장 점유율 2%), 중견기업 우진산전 외 231개 업체 중 94%(218개)가 임직원 50인 이하의 영세 중소기업체

## 2) 본 연구개발의 필요성

□ 철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구

- (항공산업과 같은 호환성 관리 정책 필요) 철도차량 구성품/부품의 고유번호로서 제품의 호환성과 교체가능성을 알 수 있고 정비방법/안전관리 방법 등을 동일하게 관리할 수 있도록 표준 관리체계가 필요

- **(철도 부품산업의 강소기업 육성을 위하여 호환성 관리 시급)** 국내 철도차량 부품 산업에서 강소기업이 성장하기 위해서는 지속적인 생산이 확보되고 개발된 기술이 보호될 수 있는 규모의 경제수준이 확보되어야 하며 소량다품종 구조에서 대량소품종 구조로 변화시키려면 철도부품의 표준 관리체계가 필요함
- **(철도 부품의 기업 간 기술 분산 체계 구축에 필요)** 국내의 소규모 철도부품 기업 구조에서는 기업 간의 협조 체계에 의한 구성품 생산 체계가 필요하며 특화된 기술 영역을 보호하고 기업간의 협조 체계를 구성하고 유지하기 위하여 철도부품 표준 관리체계가 필요함.
- **(철도 유지보수산업의 활성화 및 지속성장을 위한 체질 개선 필요)** 앞으로 철도 유지보수 시장은 점차 증가될 예정이며 동남아, 중국 등의 유지보수 시장 진출을 위한 합리적인 유지보수 체계를 갖추고 차량과 부품별로 서로 정비방법이 다른 비효율적인 정비체계의 기반을 개선하기 위하여 철도부품의 표준 관리체계가 필요함
- **(철도안전법 시행에 맞춰 부품 표준관리 시행 필요)** 철도부품의 정립된 표준화 관리 방안은 철도안전법 형식승인제도(2014년7월 시행)의 효과를 가속시켜 부품에 대한 형식승인이 기업에게 지속적인 기술을 보호하고 생산을 확보할 수 있게 하여 제도의 시행 효과를 극대화할 것으로 예상됨

#### □ 철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구

- **(국내 철도차량의 모듈화 기술 확보 필요)** 개방된 통신네트워크, 제어모듈, 소프트웨어 등을 기반으로 하는 선진 모듈화기술은 하드웨어와 소프트웨어, 통신 등을 모두 통합하는 기술로서 국내 철도부품 기술이 선진기술로 발전하기 위하여 꼭 확보해야하는 기술임
- **(철도 부품산업의 해외 진출을 위한 국제 표준 기술 확보 필요)** 해외 철도 부품기술의 추세는 철도차량네트워크를 기반으로 하고 있어 국내 부품산업이 해외로 진출하기 위해서는 기업이 쉽게 접근할 수 있는 표준 기술(국제표준(TCN) 및 로컬네트워크 등)이 확보되어야 함
- **(국내 철도부품 중소기업에 소프트웨어화 필수 기반 기술)** 열악한 중소기업이 비싼 해외제품이나 안전성 인증된(최소 10억 추가비용) 제품을 구매하여 개발하기에는 위험성이 커 영세 철도부품 기업은 소프트웨어화를 포기할 수 밖에 없는 상태로 국내에서 공급되고 쉽게 AS가 지원되는 제품이 필요
- **(철도안전법과 산업의 안전성 요구에 필수 기술)** 자동차에서 필수 인증으로 요구되는 소프트웨어의 기능안전과 앞으로 철도안전법에서 요구가 예상되는 소프트웨어 안전성에서 필수적으로 갖춰야 하는 소프트웨어 기반 기술임

- **(구성품 모듈화 지원 기술의 필요)** 산업용으로 사용되는 많은 모듈화 지원 네트워크 기술 중에 철도표준네트워크(TCN)과 적합한 로컬네트워크 기술을 선정하고 표준 제어모듈과의 인터페이스 표준을 확보하는 연구가 구성품/부품의 모듈화 기반 기술로서 필요함
- **(모듈화하는 선진 기술에서 소프트웨어화를 위한 기반 기술)** 1990년대부터 해외 철도분야와 자동차, 의료 분야 등은 소프트웨어화로 기능/성능 모듈화와 재사용성을 확보하여 왔으나 우리나라의 경우 아직 코드 단위의 원시적 프로그래밍 방법으로 소프트웨어 재사용성이나 유연성이 해외기술에 20년 이상 뒤쳐진 상태임
- **(개발 기업의 독점 구조에서 기반 기술 공개 구조 변화 필요)** 철도차량네트워크와 제어장치 기술은 이미 국내에서 개발되어 상용화되었으나 일부 기업의 독점적 구조로서 기술의 발전 추세를 따라가지 못하고 선진 기술을 흡수하지 못하고 있으나 향후 철도 부품기업의 동반성장을 위해서는 기반 기술은 공개구조를 가져야 하며 비영리 기관에 의한 기술이전이 필요한 기술임
- **(국가가 지원해야하는 기초 산업)** 이 기술은 철도부품 산업뿐 아니라 자동차/조선/의료/공장자동화 등의 산업계 전반에 사용되는 소프트웨어 기반기술로 개발 비용과 안전성 인증 등에 국가가 지원해야하는 기술임
- **(해외 기술 잠식에 대한 대응 기술 필요)** 국내 시장은 해외 기술이 대부분 잠식되어 있는 상태로 산업용 소프트웨어에 대한 안전성 요구가 지속적으로 커질 경우 국내 산업용 소프트웨어 시장에 타격이 있을 뿐 아니라 향후 해외 수출에 지장이 생길 수 있어 이에 대응할 수 있는 국내 기술이 필요하며 대응기술로 인하여 해외 제품의 가격 인하, 서비스 개선 등의 효과를 기대할 수 있음.
- **(산업분야와 산업자동화 분야에 첨단 IT-SW을 확산시키기 위한 필수 기술)** 우리나라의 IT-SW에 대한 국제적인 인지도는 날로 상승하는 반면 산업분야는 해외 기술에 대부분 선점되어 있어 산업분야에 우리나라의 첨단 IT-SW 기술을 접목하는 것이 필요함

#### □ 철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발

- **(중소기업에서 활용 가능한 협력형 동시 설계 인터페이스 기술 필요)** 전체적인 PLM의 개발이 아닌 중소기업 간에 활용하기 위한 설계 업무 간의 인터페이스를 규정하고 변환하는 소프트웨어 모듈을 공급함으로써 기업이 구축하고 있는 시설을 그대로 활용하여 여러 기업 간의 동시 설계 기술가 가능하도록 인터페이스를 개발
- **(설계도구에 제한 받지 않는 상호 호환형 인터페이스 필요)** 중소기업 간에 구축된 설비의 차이로 설계 협력이 어려움을 호환이 가능하도록 플랫폼을 제공함으로써 기업

간의 협력 설계로서 설계 기간을 단축하고 설계 능력을 향상

- **(협력형 설계가 가능하도록 표준 설계 절차 필요)** 중소기업의 설계 수준에서 격차가 있어 설계의 협력이 어려우므로 중소기업에서 수행 가능한 표준 설계 절차를 확립하고 표준설계절차의 정착을 위하여 각 설계 단계에서 사용 가능한 자동화 도구의 개발이 필요함
- **(중소기업 설계 경쟁력 향상으로 해외 경쟁력 향상 필요)** 중소기업의 기초 설계 능력을 향상시키고 고부가가치 기술로 전환하여 전문인력이 중소기업에 유입될 수 있도록 기반을 조성하며 해외 경쟁이 가능하도록 설계 기술 기반 향상에 필요
- **(해외 기술 잠식에 대한 대응 기술 필요)** 국내의 CAD, PLM 시장은 해외 기술이 대부분 잠식하고 있어 고부가가치 국내 기술 산업으로 성장하지 못하고 있어 국내 기술의 저변확대로 국내 시장을 확보하여 CAD, PLM 시장의 해외 진출 기반을 마련 필요

#### □ 철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구

- **(국내 철도 차량과 부품 산업의 해외 수출에 신뢰성 필요)** 해외 철도차량의 수출과 철도 부품의 동반 수출을 위하여 부품에 대한 신뢰성이 필요하며 신뢰성이 확보된 부품만이 해외 진출이 가능함
- **(철도 유지보수성과 운영에 고신뢰 및 장수명 제품 필요)** 철도차량에 대한 유지보수 시장이 확대됨에 따라 철도 부품의 유지보수성이 운영기관 유지보수 효율에 영향을 미치므로 고신뢰/장수명의 부품 필요
- **(저비용의 신뢰성 인증이 중소기업에 필요)** 중소기업의 성장을 위해서는 저비용의 신뢰성 인증 방안의 제공이 필요
- **(중소기업 제품의 품질/안전의 경쟁력 향상에 필요)** 강화되는 안전/품질 요구에 기초 정보가 되는 신뢰성이 필요하며 중소기업에서 제품의 신뢰성은 대외 경쟁력을 강화할 것임

#### □ 철도 부품산업의 기초융합 기술 연구

- **(국내 철도 부품의 기초기술 역량 확보)** 해외에 비하여 취약한 부품 기초기술에서 학계와 산업계의 기초 연구환경을 조성하고 부품에 대한 기초기술을 확보함으로써 향후 부품기술을 선도할 수 있는 기반 구축과 역량 증대

## □ 정부 정책과의 부합여부

### ○ 박근혜 정부 국정과제 관련하여 아래와 같은 정책에 부합

#### 1. 창조경제

- (1-1-5) 중소·중견기업의 수출경쟁력 강화
- (1-1-6) 동반성장 등 협력적 기업생태계 조성
- (1-1-7) IT·SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화
- (1-1-8) 과학기술을 통한 창조경제 기반 조성
- (1-1-14) 서비스산업 전략적 육성 기반 구축

### ○ 제2차 철도산업발전기본계획( '11)

- 수출주도형 연구개발추진

### ○ 국토교통부 ‘철도부품 강소기업 육성 R&D 지원방안’ (2013)

- 중소기업 맞춤형 R&D지원사업
- 한국형 인증제도·표준 구축
- 신뢰성 확보 지원 및 한국형 인증제도·표준 구축

## □ 정부지원 연구개발의 필요성

- (국가 표준 활동) 표준 인터페이스와 표준모듈 규약을 개발하고 표준화하는 연구로 철도 부품산업의 기반을 조성하기 위하여 정부의 지원이 필요
- (철도 부품 기업의 해외 진출 지원 기술) 영세한 철도부품 기업들에 대한 기반 기술을 공급하는 연구로 종업원 50인 이하 250여개 영세 철도부품 기업에 필요한 기술임
- (국가 정책 실현에 필요한 기술) 철도안전법의 형식승인제도나 자동차의 기능안전(ISO 26262)등의 정부 정책의 실현에 필요한 기술임
- (중소기업 간 협력형 미래 산업 구조 필요) 작은 기술 기업 간의 협력형 산업 구조를 형성하기 위한 기초 기술로 국가의 지원이 필요함
- (관련 기관 간 융합/협동 제도 구축) 철도산업의 해외 진출에 필요한 철도부품의 신뢰성 확보하기 위한 연구로 현재까지의 고비용 구조가 아닌 기관 간의 융합에 의하여 저비용 인증 구조를 구축하는 것으로 체계의 구축을 국가가 제공하여야 함





## 2장. 철도 부품 호환 및 표준모델 국내외 동향

### 1절. 국내 철도 정책동향



그림 2 철도 정책의 연관성

#### □ 박근혜 정부의 국정목표

박근혜정부는 국정비전을 「국민행복, 희망의 새 시대」로 제시하고, 국정비전 달성을 위한 5대 국정목표를 ①일자리 중심의 창조경제 ②맞춤형 고용·복지 ③창의교육과 문화가 있는 삶 ④안전과 통합의 사회 ⑤행복한 통일시대의 기반구축으로 선정하여 140개 국정과제를 제시하고 실천하고 있음. 이중 ‘일자리 중심 창조경제’에서 ‘중소·중견기업의 수출경쟁력 강화’ 및 ‘동반성장 등 협력적 기업 생태계 조성’은 수출 비중이 33%에 불과한 중소·중견기업의 세계 시장 진출과 성장할 수 있는 선도 기술화하고 IT와의 융합에 의한 혁신을 강조하고 있다.

#### □ 미래창조과학부

미래창조과학부는 과학기술을 통한 신시장 및 일자리를 창출하는 창조경제 국가발전 패러다임으로 전환하고 기술의 융·복합화 가속, 개방형 혁신강화, 삶의 질 향상 등 과학기술 환경변화에 대응한 R&D 정책 수요 증대에 따라 「2014년도 정부연구개발투자방향 및 기준(안)」을 발표(2013.4.24.)

기술 분야별 투자방향에서 건설·교통 분야에 대한 중기투자방향, ‘14년도 투자방향 및 효율화 방향에서 철도 부품 국산화에 관련된 내용이 포함되어 있음

#### □ 국토교통부

국토교통부는 박근혜 정부의 창조경제 패러다임에 따라 철도 중소기업 육성을 통한 일자리 창출과 국민행복을 핵심목표로 한 새로운 철도 R&D 비전과 전략을 발표하였으며, 새로운 전략에는 중소기업을 육성하여 해외시장을 공략하기 위한 중점 추진분야와 지원전략을 담고 있음

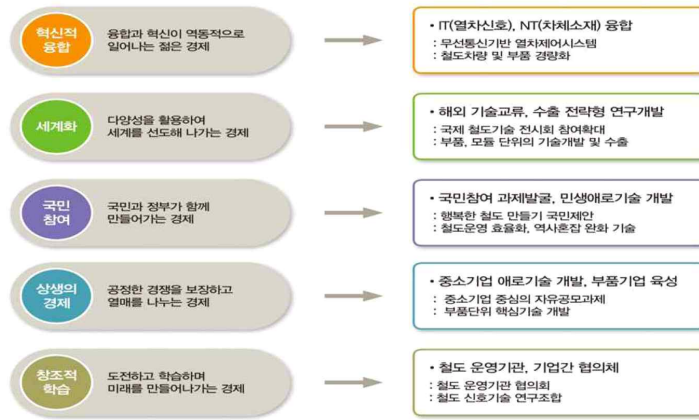


그림 3 창조경제 실천형 철도 R&D 추진방향

[철도차량 정책 환경] 국내 철도산업에 대한 정책은 2003년 제정된 [철도산업발전기본법]을 바탕으로 현재 제2차 ‘철도산업발전기본계획’ (2011~2015)이 고시되었으며 (2011년 5월) 또한 국토교통부의 업무편람으로 추진

- 철도차량 산업은 철도사업과 철도시설 등 철도시스템과 밀접한 관계가 있으므로 제 2차 철도산업발전기본계획의 현황 및 계획을 통하여 차량 및 부품산업과 관련하여 추진되는 산업육성 정책은 다음과 같음

**\* [제2차 철도산업발전 기본계획의 목표 및 추진과제]**

1. 계획의 비전 및 목표

가. (생략)

나. 목표

철도 수송 분담률의 획기적 제고

- (여객) 지역 간 수송인 km 기준 : 15.9%('08) ⇨ 24%('15)
- (화물) 철도화물 수송톤 km 기준 : 8.1%('08) ⇨ 15%('15)

세계 최고수준의 철도안전 확보

- 대형사고 발생 건 수 : Zero(0)
- 열차운행 백만km 당 운전사고 : 0.10.8건('10) ⇨ 0.100건('15)
- 열차운행 백만km 당 사망자 : 0.69인('10) ⇨ 0.38인('15)

철도 선진국 수준으로 철도기술력 제고

- 선진국 대비 철도기술 수준 : 74%('09) ⇨ 95%('15)
- 고속열차 최고속도 향상 : 350km/h('09) ⇨ 430km/h('15)

해외 철도시장 진출 확대

- 철도 세계차량시장 점유율 증대 : 2%('09) ⇨ 4%('15)

2. 기본방향

선진국 수준의 철도기술 개발, 글로벌 경쟁력을 갖춘 고급 철도인력 양성 등을 통해 해외철도 진출기반 강화

- 철도 제조업 육성 및 수출주도형 R&D 투자 확대 등
- 미래 선도 기술개발 촉진, 상용화 촉진 기반 구축 등

○ 산·학·연을 연계한 고급 철도 전문인력 양성체계 확립

### 3. 추진과제

[표 16] 추진과제의 일부

6대 중점분야	27개 추진과제
4. 철도 제조업 육성 및 기술개발 촉진	가. 철도 제조업 육성방안 수립·시행
	나. 수출 주도형 연구개발 추진
	다. 미래 선도 기술개발
	라. 철도 인프라 기술수준 제고
5. 해외 철도시장 진출 확대	가. 해외진출 지원체계 공고화
	나. 해외진출 기반 및 활동 강화
	다. 국제 철도협력 활성화
6. 철도분야 핵심 전문 인력 양성	철도 핵심인력 양성 마스터플랜 수립 시행

○ 추진과제 중 철도제조업 육성 및 수출주도형 기술개발과 관련된 정책의 기본 방향에서 추진 내용은 다음과 같다.(제2차 철도산업발전 기본계획 참조)

#### □ 추진계획 1(제조업 육성)

○ 철도 핵심부품 기술개발 지원('12~'15)

- 기술 경쟁력이 부족한 철도부품 중 시장성, 기술개발 효과 등을 종합적으로 검토 하여 기술개발 후보과제 도출
- 도출된 후보과제의 우선순위에 따라 단계적으로 공동 개발(공사, 공단, 연구원 및 민간업체) 추진

○ 철도 제조업 활성화를 위한 제도개선 추진('11~'15)

- 철도차량 및 부품의 인증비용 및 기간 단축을 위해 제품별 인증체계를 설계·제작자 인증체제로 전환
  - \* 자동차, 항공기 제조 산업 : 설계·제작자 인증체계
- 저가입찰에 따른 품질저하를 방지하기 위하여 철도부품\* 안전인증체계를 구축하고, 인증제품 사용을 의무화
  - \* 철도안전과 직결된 철도부품(차량·시설)을 선정하여 고시

○ 철도제품의 상용화 촉진을 위한 기반 마련('11~'15)

- 철도제품의 상용화 촉진 및 안전성 강화를 위해 「철도 종합시험선로구축」 추진
- 철도 종합시험선로 구축과 연계하여, 철도제품 실내시험 및 현장 시험기준 정립 추진
- 차량 등에 반복적으로 사용되는 철도부품의 표준화 지원을 위해 “철도부품의 표준화 계획” 수립('11~)

#### □ 기대효과

- 철도 핵심부품·장치의 기술 경쟁력 제고 및 철도 제조업 활성화 기대
- 철도제품 상용화로 부품개발비용이 감소하고, 성능개선이 촉진될 것으로 기대

#### □ 투자계획

[표 3-17] 연도별 투자계획

(단위 : 억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015
소 계	28	53	131	1,064	931
철도종합시험선로	28	46	123	992	885
철도핵심부품 고도화	-	7	8	72	46

\* 투자재원 : 출연금(민간 참여시 Matching fund)

□ 추진계획 2 (수출 주도형 연구개발)

- 「차세대 고속철도 기술개발」 추진 ('07~'12)
  - 미래 고속철도 수요변화에 대응하여 동력 분산식 고속열차 기술개발을 확보하고 최고속도 시험 추진 (430km/h)
- 430km/h급 고속철도 인프라 기술개발 ('10~'14)
  - 430km/h급 고속철도 운용을 위한 전차선, 선로, 소음 등 철도 인프라 핵심기술에 대한 기술 개발 추진
- 「차세대 고속철도 기술개발」 후속과제 추진 ('13~'15)
  - 인프라 R&D 연계, 시스템 성능개선안정화, 고속철도 운행 해석기술 개발, 유도급전 기술 검토 등 추진
- 「도시형 자기부상열차 실용화」 추진 ('06~'12)
  - 110km/h급 무인 자기부상열차 개발 및 시범노선(7km) 구축을 추진하고, 시범운행 등을 통해 성능 및 신뢰성을 시험
- 「무가선 저장트랩 기술개발」 추진 ('09~'13)
  - 2차 전지 기술을 활용한 고효율·초경량 무가선 저장트랩 시스템 개발 및 시험선 테스트를 추진

□ 기대효과

- 미래 고속철도 기술 경쟁력 확보로 해외진출 가능성 제고
- 첨단 도시철도 기술력 확보로 국제 경쟁력 강화

□ 투자계획

< 연도별 투자계획 >

(단위: 억원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015
소 계	377	378	715	-	-
차세대 고속철도 기술개발 (차량 및 인프라 기술)	60	58	230	-	-
무가선 저장트랩	46	40	45	-	-
도시형 자기부상열차 시범노선 구축	271	280	440	-	-

\* 투자재원 : 출연금(민간 참여시 Matching fund)

□ 국토교통과학기술진흥원

기존 건설교통 R&D 중장기계획( '08~' 12)이 마무리됨에 따라 후속계획으로 미래 여건 변화에 대응하고 현행 과학기술정책 및 녹색성장 기조에 부합하는 효과적인 투자전략 수립의 필요성이 대두되어 건설교통 R&D 중장기 계획(2013~2017) 수립

철도기술연구의 비전과 목표 실현을 위해 4대 중점추진분야를 도출하고, 이를 9대 전략프로젝트 및 62개 중점과제로 추진하고 있으며, 박근혜 정부의 창조경제 패러다임에 맞추어 국토교통부의 철도 강소기업 육성을 통한 일자리 창출 및 해외 경쟁력 강화와 신시장 창출을 위한 새로운 철도 R&D 비전과 전략을 추진하고 있음



그림 4 강소기업 육성 비전 및 목표

## 2절 철도 산업 동향

### 1) 국내 철도 시장 동향 및 경쟁력

[내수 위주 영세 철도 부품기업] 국내 전동차 부품의 90~95%가 국내 부품 기업 제품이며 KTX-산천의 국산화율도 90% 그러나 해외 수출 철도차량의 국산 부품 비율은 20~30%에 불과. 핵심부품은 외국 제품을 대부분 사용.

- 철도부품업체는 우진산전, 유진기공산업, 현대중공업, 샬롬엔지니어링 등 250여 개의 업체. 철도관련 매출액이 60%이상 차지하는 업체는 50개에 불과하며 메이저급은 없음

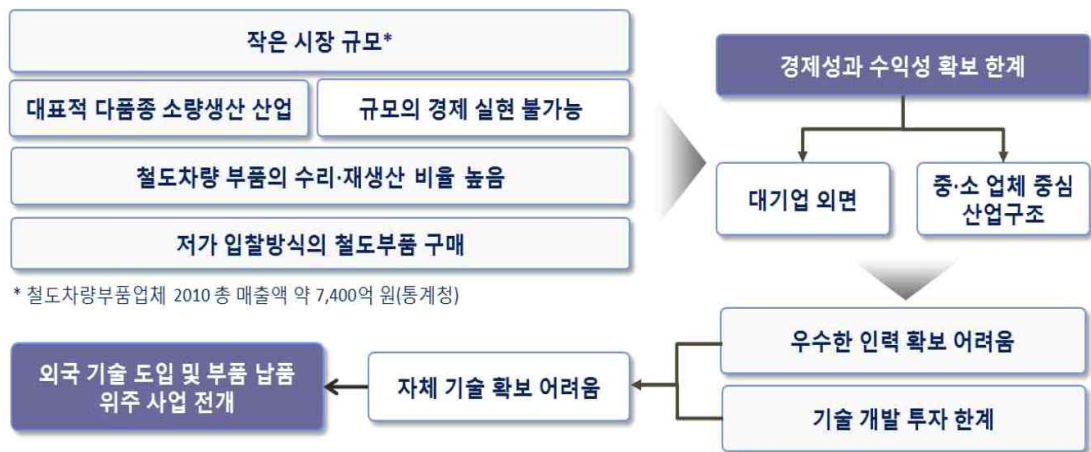


그림 5 철도차량 부품산업 특성

[수송기계 최하위 생산현황] 수송기계부품산업 전반의 상승추세와 유사하게, 항공기 부품 및 철도차량 부품 생산도 전반적으로 증가추세에 있음. 다만, 항공기 부품생산의 증가추세가 철도차량 부품보다 더 높게 나타나고 있음

(단위 : 백만원)

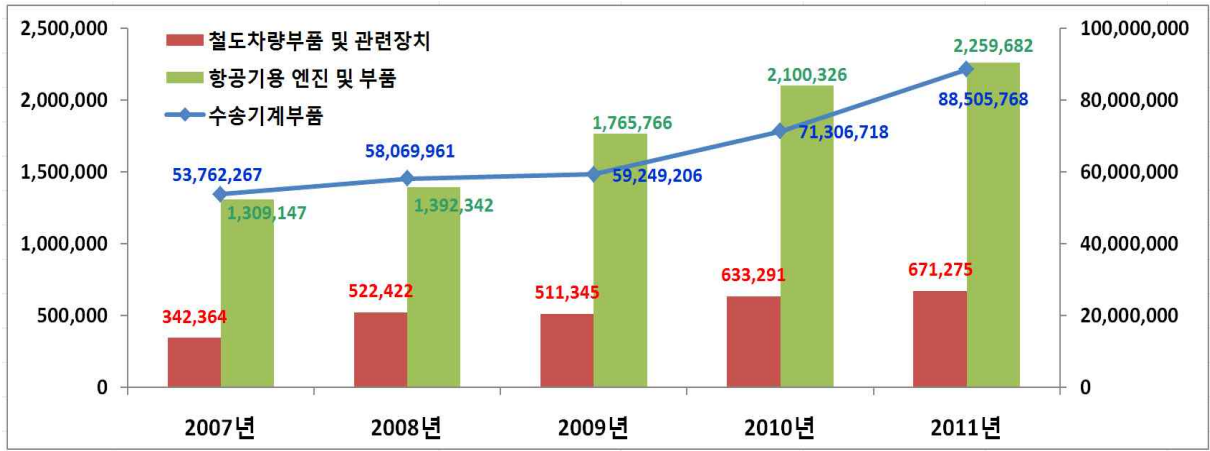


그림 6 수송기계분야 부품산업 생산현황

\* 출처 : 부품소재 통계종합정보망(<http://www.mctnet.org>)

\*\* 수송기계부품은 항공기, 철도차량 뿐만 아니라, 자동차, 선박, 모터사이클, 자전거 등이 모두 포함됨

\*\*\* <표1>과는 통계자료 작성 기준 등에서 다소 차이가 있는 것으로 보이며, 항공기용 엔진 및 부품에 항공산업 전반이 포함된 것으로 추정됨

[철도차량산업의 국내 산업에서 위치] 한국은행의 산업 연관표와 같이 일반 제조업에서 2005년과 2009년에 약 23% 성장한 반면 철도차량제조업은 2,837억 원에서 6,042억 원으로 약 212%의 큰 성장을 나타내고 있으나 2000년의 91,340억 원에서 2009년 46,884억 원으로 약 50%가 감소를 보여 철도차량제조업의 국내시장 규모가 주문방식의 발주에 따라 일정치 않고 특수 수요(고속전철)에 변화가 심함. 통계청의 수송기관의 출하액비교표와 고용인력 비교에서도 다른 산업에 비하여 매우 취약함

표 2 철도차량산업의 국가경제상 위치

구 분	부가가치 규모(억원)			전산업 대비 비중(%)		
	2000	2005	2009	2000	2005	2009
철도산업	91,340	32,928	46,884	1.52	0.39	0.45
철도차량제조업	763	2,837	6,042	0.01	0.03	0.06
철도건설업	79,860	10,576	18,289	1.33	0.12	0.17
철도시설	74,208	7,964	13,617	1.24	0.09	0.13
지하철시설	5,652	2,612	4,672	0.09	0.03	0.04
철도운송업	10,717	19,515	22,553	0.18	0.23	0.22
철도여객운송	10,098	18,411	21,204	0.17	0.22	0.20
철도화물운송	619	1,103	1,349	0.01	0.01	0.01
전산업	5,996,451	8,519,822	10,479,059	100.00	100.00	100.00
제조업	1,362,320	1,973,975	2,425,449	22.72	23.17	23.15
건설업	436,387	681,413	755,638	7.28	8.00	7.21
운수업	213,450	337,245	380,884	3.56	3.96	3.63

\* 자료 : 한국은행, 산업연관표(매 5년마다 발표되는 자료임)

표 3 2011년 여타 수송산업과 출하액 비교표 (억원)

제조업 (C10~33)	자동차 및 트레일러 제조업(C30)	선박 및 보트 건조업 (C311)	철도장비제조업 (C312)	항공기, 우주선 및 부품제조업(C313)
14,913,513	1,693,508	773,559	27,768	32,697

\* 자료 : 통계청 광공업통계 조사표

표 4 2011년 여타 수송산업과 고용인력 비교표(명)

제조업 (C10~33)	자동차 및 트레일러 제조업(C30)	선박 및 보트 건조업(C311)	철도장비제조업 (C312)	항공기, 우주선 및 부품제조업(C313)
2,694,782	288,089	138,248	5,501	10,186
100	10.7	5.1	0.2	0.4

\* 자료 : 통계청 광공업통계 조사표

[유럽의 철도중심 SOC 교통정책] 유럽 2020 전략의 핵심인 스마트, 지속가능, 사회통합 성장을 위한 철도 중심의 범 유럽 교통망계획에서 철도망 투자가 약 77%, 도로 9.7%에 불과하여 철도선진국의 교통정책 지표를 보이고 있음

표 5 범 유럽 교통망계획('07~'13)

구 분	철 도			도 로	기 타	합 계
	고속철도	일반철도	소 계			
투자액 (억유로)	642.2	533.4	1,157.6	145.7	202.7	1,506.0
비율(%)	41.5	35.4	76.97	9.7	13.4	100

\*자료 : 유럽연합

[철도건설에 상대적 투자 소홀] 우리나라의 경우 철도건설에 대한 상대적 투자의 소홀이 철도산업에 있어서의 기술혁신 과정을 불가능하게 하였으며 따라서 첨단기술력 부족으로 인한 선진국 차량의 수입은 핵심부품의 지속적인 해외의존을 초래하였다. 핵심부품의 수입 의존적 수급구조는 전문 부품업체의 성장을 어렵게 했으며, 이것이 현재에는 우리나라 철도차량 부품산업의 구조적 취약성의 한 부분으로 되어가고 있음. 국토해양부 2011년 철도업무편람의 연도별 SOC투자현황을 보면 우리나라 철도 투자비중이 선진국 유럽의 철도투자와 비교될 수 없이 저조함

표 6 연도별 SOC 투자 현황(억원)

구 분	2006		2007		2008		2009		2010	
	금액	%	금액	%	금액	%	금액	%	금액	%
SOC 계	184,236	100	184,218	100	206,207	100	254,974	100	251,106	100
(증가율)	(0.9)		(0.0)		(11.9)		(23.6)		(Δ1.5)	
도 로	73,567	40.0	75,330	40.9	80,682	39.1	95,850	37.6	80,038	31.9
철 도	32,941	17.9	34,625	18.8	38,869	18.9	47,654	18.7	42,020	16.7
도시철도	12,953	7.0	12,845	7.0	13,853	6.7	15,898	6.2	11,492	4.6
해운항만	19,402	10.5	20,622	11.2	20,491	9.9	21,298	8.4	18,617	7.4
항공 및 공항	3,918	2.1	3,334	1.8	2,109	1.1	592	0.2	666	0.3
물류 등 기타	10,081	5.5	10,746	5.8	16,125	7.8	22,264	8.7	22,386	8.9

\* 자료 : 국토해양부 2011 철도업무 편람

[증가 추세 사업체현황] 수송기계부품산업이 2008~2009년의 글로벌 경제위기 시기에 사업체 개수가 전반적으로 감소하였다가, 2010년부터 다시 증가하는 것으로 나타남. 다만, 철도차량 부품 사업체는 2010년까지 지속적으로 증가하였고, 2011년 다소 감소한 것으로 나타남

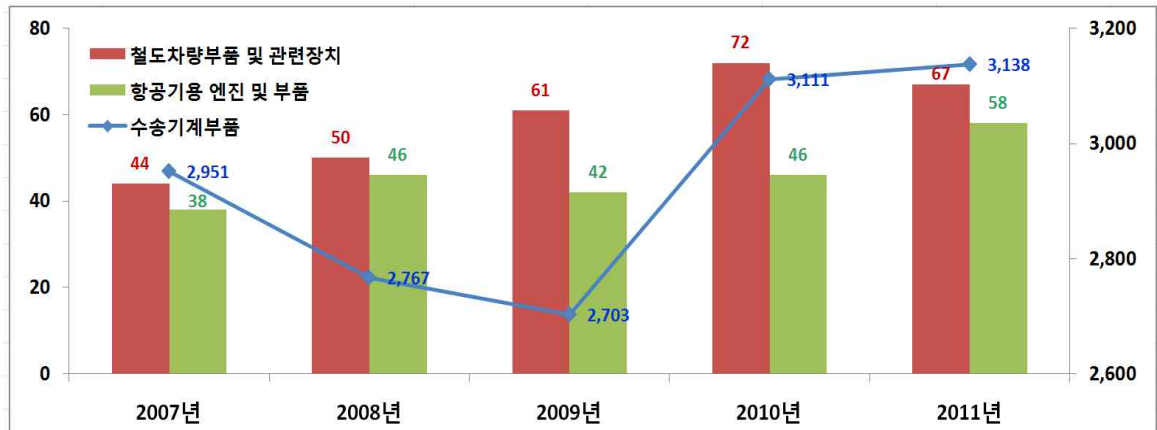


그림 7 수송기계분야 부품산업 사업체 현황

(단위 : 개)

\* 출처 : 부품소재통계종합정보망(<http://www.mctnet.org>)

[큰 증가율의 종업원 현황] 수송기계부품산업이 2008~2009년 정체가 이후 종업원 수가 증가추세에 있으며, 항공기 부품산업은 2008~2009년 대폭적인 인원 감소이후 2010년부터 다시 증가하는 것으로 나타남. 다만, 철도차량 부품산업 종업원 수는 매년 지속적인 증가추세를 보이고 있으며, 고용증가 비율이 항공기 부품산업보다 매우 크게 나타남

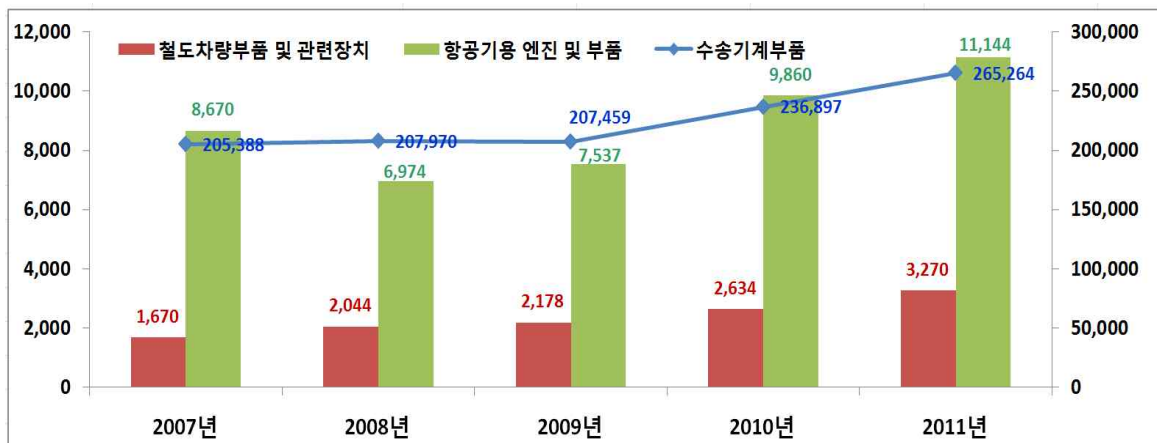


그림 8 수송기계분야 부품산업 종업원 현황

(단위 : 명)

\* 출처 : 부품소재통계종합정보망(<http://www.mctnet.org>)

[정체된 부가가치 현황] 수송기계부품산업이 2010년부터 크게 증가하고 있으며, 항공기 부품산업도 2010년을 정점으로 부가가치가 크게 증가하였음. 다만, 철도차량 부품산업의 부가가치는 최근 2,600~2,700억원 수준에서 정체되어 있는 것으로 나타남

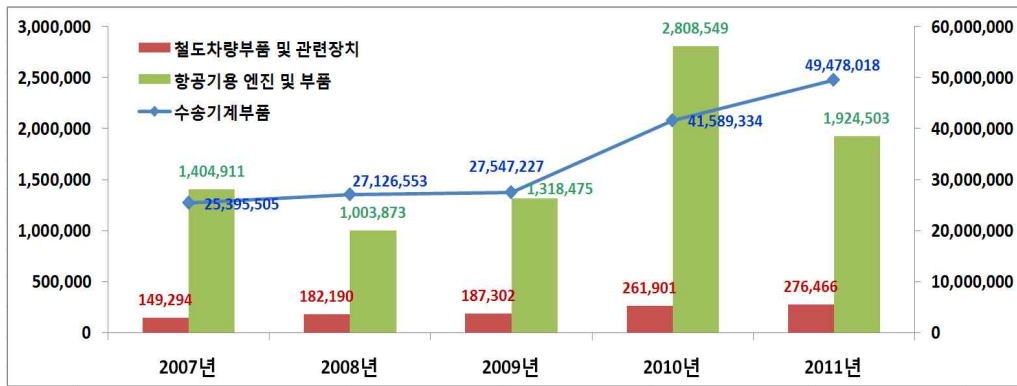


그림 9 수송기계분야 부품산업 부가가치 현황 (단위 : 백만원)

\* 출처 : 부품소재통계종합정보망(<http://www.mctnet.org>)

표 7 '07~'12 연도별 내수시장 규모(억원)

구 분	연간평균	2007	2008	2009	2010	2011	2012
전체시장	7,429	8,087	6,478	6,659	4,742	5,044	13,562
(고속전철)	(1,767)	(2,464)	(1,445)				(6,691)

※주) 국내 H제작사 자료(2013년)

- 최근 6년간( '07~ '12년) 국내 철도차량 신조시장을 나타내고 있으며, 연평균 7,429억 원(고속전철 제외 시 5,662 억 원)으로 전 세계시장 약 55조원의 1.35 %에 이르는 상대적으로 적은 규모이지만, 2012년에는 고속철도차량을 포함하여 1조 3,562억 원으로 국내 철도망 고속화 정책에 따라 향후 성장세가 예상된다
- 내수시장의 규모는 국내 차량제작사 공급능력에 비하면 50 %에 못 미치는 수준으로 해외수주량이 반드시 확보되어야 하는 상황. 2012년 한해로 보면 적정량의 공급량을 유지함을 나타내고 있어 수급 불균형에 대한 준비가 필요할 것으로 판단되며, 해외수주가 증가할 경우에는 차량제작사의 공급능력에 어려움이 예상된다
- 최근 5년간( '07~ '11년) 철도차량별 발주경향을 살펴보면 전동차가 주류를 이룸

표 8 차종별 발주현황(억원)

구 분	2007	2008	2009	2010	2011	합 계
고속전철	2,464	1,445	0	0	0	3,909
준고속전철	444	0	1,416	0	2,421	4,281
광역전동차	2,021	2,160	428	1,685	1,211	7,505
메트로전동차	3,158	0	0	1,275	0	4,433
경전철	0	2,873	1,628	0	0	4,501
전기기관차	0	0	3,186	1,782	53	5,021
디젤기관차	0	0	0	0	1,359	1,359
합 계	8,087	6,478	6,658	4,742	5,044	31,009

※주) 국내 H제작사 자료(2013년)

- 전국의 철도망 복선전철화 및 고속화가 진행 되는 추세에 따라 간선형 전동차인 준 고속전동차(150 km/h급 이상)가 점점 증가하며 반면 대도시 도시철도건설이 마무리 단계에 있어 메트로 전동차의 수요는 현저히 감소하고 있지만 대도시의 지선과 지방 중소도시를 중심으로 한 신교통 수단(경전철 등)이 대체하는 추세

[증가 추세 무역현황] 수송기계부품산업이 20년간 지속적으로 수출과 무역수지에서 모두 증가추세에 있음. 항공기 부품산업과 철도차량 부품산업 모두 수출과 무역수지에서 증가추세지만, 철도차량 부품은 무역수지에서 2009년부터 흑자로 전환되는 등 증가 비율이 더 크게 나타나고 있음

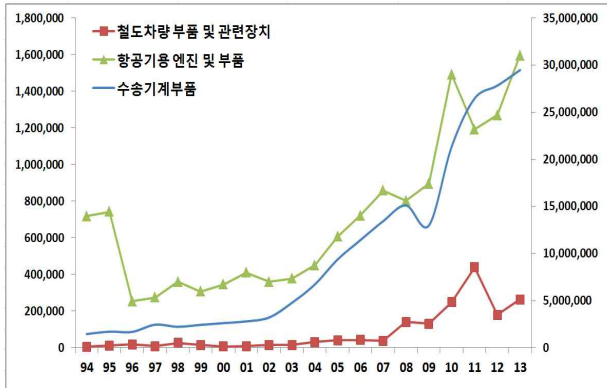


그림 10 연도별 수출현황

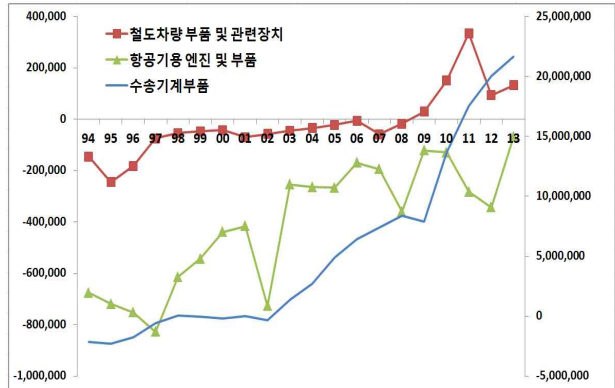


그림 11 연도별 무역수지 현황

표 9 수송기계 부품 수출입 현황

(단위 : 천불)

년도	수송기계부품			철도차량 부품 및 관련장치			항공기용 엔진 및 부품		
	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지
94	1,464,673	3,608,136	-2,143,463	4,860	150,284	-145,424	717,549	1,393,558	-676,009
95	1,711,141	4,024,703	-2,313,562	11,423	256,087	-244,664	742,984	1,461,869	-718,885
96	1,690,975	3,468,771	-1,777,796	19,011	201,440	-182,429	254,029	1,005,956	-751,927
97	2,453,111	3,058,060	-604,949	8,548	82,924	-74,376	275,176	1,102,237	-827,061
98	2,232,093	2,192,226	39,867	26,992	80,908	-53,916	360,370	974,528	-614,158
99	2,438,323	2,477,216	-38,893	16,151	63,307	-47,156	307,801	850,940	-543,139
00	2,620,788	2,787,981	-167,193	7,867	50,376	-42,509	346,214	785,104	-438,890
01	2,804,780	2,805,473	-693	9,028	78,277	-69,249	409,792	825,661	-415,869
02	3,215,310	3,570,352	-355,042	15,379	72,678	-57,299	360,225	1,087,230	-727,005
03	4,777,690	3,419,714	1,357,976	15,283	59,806	-44,523	377,565	631,569	-254,004
04	6,719,589	3,995,269	2,724,320	31,247	65,898	-34,651	450,943	714,500	-263,557
05	9,379,378	4,468,897	4,910,481	40,982	62,356	-21,374	607,386	873,783	-266,397
06	11,430,053	5,018,394	6,411,659	42,819	48,086	-5,267	722,349	891,803	-169,454
07	13,450,806	6,070,393	7,380,413	37,141	96,167	-59,026	859,237	1,053,502	-194,265
08	15,115,320	6,729,086	8,386,234	141,568	158,436	-16,868	802,809	1,162,843	-360,034
09	12,982,426	5,107,816	7,874,610	131,474	102,269	29,205	895,138	1,016,650	-121,512
10	21,353,425	7,671,670	13,681,755	249,744	99,415	150,329	1,491,533	1,621,203	-129,670
11	26,444,524	8,898,005	17,546,519	439,318	104,835	334,483	1,192,013	1,474,693	-282,680
12	27,824,443	7,811,582	20,012,861	179,350	85,383	93,967	1,270,286	1,612,817	-342,531
13	29,488,115	7,814,188	21,673,927	263,954	131,131	132,823	1,595,001	1,663,627	-68,626

\* 출처 : 부품소재통계종합정보망(<http://www.mctnet.org>)

- 같은 기간에 수입은 변화가 미미하여 수입부품 및 차량의 수입패턴이 고정적임을 볼 수 있지만 국내 생산규모는 국내 내수시장의 협소로 내수와 수출을 합하여 약 1조 5천 억원대에 달함
- 국내 생산규모는 수출물량의 국산부품 평균적용율 50 %를 감안하고 내수시장의 수입품적용을 감안할 때 실제규모는 약 1조원 대의 규모로 추정. 내수시장의 수입부품 사용량이 있어 철도차량 부품업체는 많은 부품 기업이 어려운 환경에 있으며, 전문 기술인력 확보와 기술개발의 의욕을 고취하기 힘든 시장규모임
- 이는 국내 차량제작사 및 부품업체 규모 대략 250개사와 제조업 정상 평균가동률

80%(공급능력 전동차 1,400량 × 0.8 = 1,120량 × 15억 = 16,800억원)로 가정할 때 전체 평균가동을 47.6 %에 불과하여 철도차량 부품만을 제조하는 기업이 생존하기 어려운 매우 작은 매출규모임

- 품목별 동향을 보면 수입보다 수출이 크게 앞서는 품목들은 외부 전원에 의해 움직이는 철도용 기관차, 전동차와 철도 또는 궤도용 차량의 기타 부분품들이 있다. 우리나라 주요 수출품은 전동차(도시철도)이며 부분품은 현지조립. 제작을 위한 CKD, SKD형태의 부분품들 위주
- 또한 수출보다 수입이 주를 이루는 품목은 대차와 그 부분품, 혹과 그 밖의 연결장치, 완충장치와 부분품, 기관차용의 기타 부분품, 신호. 안전 교통관제용기기 및 부분품, 컨테이너 류 등이 있음
- 그 밖에 생략된 공기식 제동장치와 그 부분품 및 기타 제동장치와 부분품은 거래량이 크지 않으며 수출량과 수입량이 미소한 차이를 보이고 있다.

표 10 '08~'12 철도차량 및 부품의 품목별 수출입 통계(백만불)

품목 (HSK)	품 목 명	구 분	'08	'09	'10	'11	'12
860110	외부 전원에 의하여 주행하는 철도용 기관차	수 출	0.3	42.7	114.0	12.5	0
		수 입	8.1	0	0	0	0.1
860210	디젤 전기기관차	수 출	0.1	0.2	2.2	27.1	0
		수 입	0	0.2	0	0.1	0
860290	기타의 철도용 기관차 및 탄수차	수 출	161.7	52.8	23.4	77.3	8.3
		수 입	0	0	0	0	0
860310	외부 전원으로 주행하는 것	수 출	86.4	11.7	243.0	149.0	574.8
		수 입	11.6	38.5	19.7	77.5	40.5
860390	기타	수 출	104.5	52.1	0	0.6	0
		수 입	0	0.3	0.6	0.1	0
860400	철도나 궤도의 유지용이나 보수용차량	수 출	0	0.1	0.1	1.3	0
		수 입	1.0	18.5	9.6	0.6	0.5
860500	철도나 궤도용 객차(자주식 제외),수화물차, 우편차와 그밖의 특수용도차	수 출	0	0	0	14.5	1.6
		수 입	0	0	0.8	0	0
860699	철도 또는 궤도용의 기타 화차(비자주식의 것)	수 출	3.0	8.7	7.0	6.5	18.0
		수 입	0	0	0	0	0
860712	기타의 보우기와 비셀보우기	수 출	1.6	21.8	24.0	33.8	31.3
		수 입	7.6	11.9	3.5	7.4	1.2
860719	기타(부분품을 포함한다)	수 출	24.6	11.0	10.6	15.6	23.6
		수 입	32.5	24.1	20.2	22.7	21.3
860730	혹과 그 밖의 연결장치,완충장치와 이들의 부분품	수 출	1.7	1.5	3.3	1.0	2.0
		수 입	10.7	8.8	15.9	13.8	12.5
860791	기관차용의 기타 부분품	수 출	0.3	0.2	0.9	0.4	3.8
		수 입	47.8	13.4	12.2	12.3	14.5
860799	철도 또는 궤도용 차량의 기타 부분품	수 출	99.8	88.8	207.3	382.4	112.6
		수 입	21.0	21.3	22.7	22.9	14.5
860800	철도나 궤도용 장치물, 철도.궤도.내륙수로. 주차장.항만.비행장에서 사용되는 기계식의 신호.안전 교통관제용기기 및 이들 부분품	수 출	6.2	8.0	4.4	28.0	3.3
		수 입	30.8	19.6	15.9	21.1	17.6
860900	컨테이너(액체운반용을 포함하며, 하나 이상의 운송수단으로 운반하도록 특별히 설계되거나 구조를 갖춘 것)	수 출	22.2	31.9	33.2	80.2	70.0
		수 입	33.2	39.2	53.4	89.7	94.6
합 계		수 출	496.2	298.2	644.1	728.9	785.7
		수 입	176.5	157.1	146.0	179.0	125.6

※ 주) KITA, 거래량이 미미한 860120(축전지 기관차), 860610(탱크차), 860711(구동식 보우기),860721(공기식 제동장치와 부분품), 860729(기타제동장치와 부분품)은 표기생략

표 11 한국 철도차량의 권역별 차종별 수출현황(2010년 3월 기준)(량)

구 분	전동차	디젤 동차	경전철	디젤 기관차	전기 기관차	객차	화차	소계	%
아시아	962	108	28	20	-	1,108	2,634	4,860	48.8
오세아	-	-	-	-	-	-	1,550	1,550	15.6
아주	-	-	-	11	-	60	977	1,048	10.5
중동	-	122	-	20	-	17	834	993	10.0
유럽	163	207	70	-	-	-	300	740	7.4
북미	-	-	40	-	-	8	603	651	6.5
남미	104	-	-	-	-	-	-	104	1.0
CIS	4	-	-	-	-	-	-	4	0.0
소계	1,233	437	138	51	-	1,193	6,898	9,950	100.0
%	12.4	4.4	1.4	0.5	-	12.0	69.3	100.0	

※ 주) 국내 H제작사

- 최근 중국, 체코 등의 국가에서 생산되는 제품 중에서 국산품질과 차이가 없는 부품은 국내 제품과의 가격경쟁에 앞서고 있어 국내 제조기업을 위협하는 현실이 발생하고 있음. 기업의 경쟁력 제고에 필요한 제품에 대하여 글로벌 소싱을 대비하기 위한 원천기술과 시스템기술의 확보가 절실히 필요한 실정이다.

[규모의 경제 실현 불가능 철도부품 산업] 국내 철도차량 관련 기업은 2007년 이후 지속적으로 증가하고 있지만, 대부분 임직원 수 50인 이하의 중소 영세 기업임. 현대 로템(주)은 차량제작사로서 국내 철도차량 시장을 독점하고 있으며, 철도차량 부품 시장에서도 지배력을 강화하고 있음

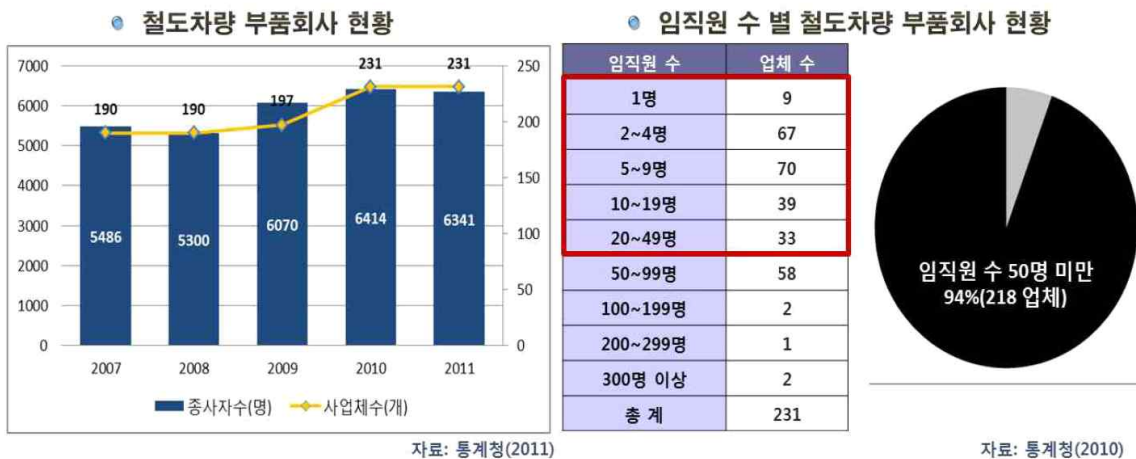


그림 12 철도차량 부품기업 현황

- 한국의 철도차량 및 부품제조기업은 1999년 차량 3사가 흡수 합병된 후 다수의 부품기업 폐업과 일부 새로운 부품기업이 등장하는 과정을 거쳐 2012년 현재 한국철도차량공업협회에 가입한 차량사 및 부품사의 현황은 표 14과 같고 협회에 회원가입을 하지 않은 기업을 포함하면 약 250여개에 이릅니다

표 12 한국철도차량공업 제조기업 및 협회 회원사 현황

구 분	업체(업체수)	제조 내용	회원사
차량제작사	현대로템	전동차,고속전철,경전철,기관차, 자기부상차 제작	5
	우진산전	고무차륜 경전철 제작	
	로윈	도시철도차량, 모노레일 제작	
	성신RST	특수차, 화차, 객차 제작	
기장부문 부품	21개	1,2,3차 부품	7
대차부문 부품	45개	1,2,3차 부품	12
신호부문 부품	13개	1,2,3차 부품	4
의장부문 부품	43개	1,2,3차 부품	9
전기부문 부품	49개	1,2,3차 부품	16
전장부문 부품	26개	1,2,3차 부품	10
제동부문 부품	7개	1,2,3차 부품	2
소계	208개	소 계	65

\*자료 : 한국철도차량공업협회 회원사 현황

**[기술국산화로 외산 철도차량 도입가격 인하]** KTX-산천(로템)은 KTX (Alstom) 대비 약 6% 저렴하게 도입하여 총 920억원의 구입 비용 절감 [KTX : 31억/량(물가상승률 고려), KTX-산천 : 29억/량], 경량전철의 경우 기술국산화 후 초기 제시가격 대비 약 30% 인하

**[독자 설계 능력 부족]** 세계적인 경쟁상황 속에서 부품업체가 생존하기 위해서는 독자적인 설계능력의 확보가 시급한 과제임. 우리나라 철도차량 부품업체의 경우 독자적인 설계능력은 선진국의 20~30% 수준으로 가장 낙후되어 있으며 부품산업의 취약점으로 지적되고 있는 상황임. 전장품의 경우, 향후 전체 철도차량부품에서 차지하고 있는 비율이 60% 이상 될 것으로 예상되나 전장부품은 기술발전 속도가 빠르고 독립적인 주요 대규모 부품업체에 의해 세계시장이 주도되고 있는 실정이어서 이들 전장품에 대한 기술 경쟁력 강화를 위한 노력이 시급함.

**[국내 철도차량 제작사 경쟁력]** 2011년 미국 BART(San Francisco Bay Area Transit District) 전동차 사업(865량)에 참여한 차량제작사의 평가결과에 의하면 가격 경쟁력은 1위업체인 봄바르디에에 비하여 55.8%, 기술경쟁력은 64.4%로서 종합 60.8% 수준

표 13 2011년 BART 전동차 입찰결과

\* Buy America(B/A) : 기본 조건인 재료비 60% 초과 경우, 초과분 각 %당 0.25% 가산점 부과 (최대 10% 가산점)

구분	평가점수 (1위 대비 %)			비고
	가격	기술	종합	
봄바르디에	33.00 (100%)	46.70 (100%)	79.70 (100%)	B/A:66%
알스툼	31.83 (96.5%)	41.39 (88.6%)	73.22 (91.9%)	B/A:95%
현대로템	18.42 (55.8%)	30.05 (64.4%)	48.47 (60.8%)	B/A:70%

표 14 해외 철도수출 주요국가 요구사항

주요지역/국가	수출 환경 및 시장 특성	주요적용규격	HR 주력 상품
North America	Buy America 등 어려움	AAR, ASTM, EN	EMU
South America	최대 60% 국산화 요구	UIC, EN	EMU
European countries	Big 3 점유시장으로 접근어려움	UIC, EN	EMU
HK, Singapore	기술수준이 높으며 경쟁과다	UIC, EN, BS	EMU
East Asia	저가시장, 소량발주	UIC	EMU, Loco
China	전장품만 발주(국산화 40%이상)	UIC, EN	추진장치 일부
India	Big 3와 경쟁, 광궤	UIC, EN, BS	EMU
Turkey	Big 3와 경쟁, 현지화 공장설립	UIC, EN	EMU, DMU
Russia	Big 3 합자점유시장	GOST, EN	-
CIS	Big 3와 경쟁, 광궤	GOST, EN	EMU
Australia, New Zealand	Big 3와 경쟁	UIC, BS, EN	EMU
Japan	시장진입 불가	JIS	-
Africa	Big 3와 경쟁, 현지화 요구	UIC, EN	EMU

**[안전 등 요구사항 강화]** 최근 고속철도차량이나 기관차를 포함하는 일반 철도차량은 유럽연합이 주도하는 유럽철도상호운영기술사양 (TSI: Technical specifications for Interoperability)과 이 사양이 권고 또는 강제하는 유럽철도차량규격이 요구되는 추세로 국내 철도차량제작사나 철도부품 제작사는 요구사항에 매우 취약한 상태임

## 2) 해외 철도 시장 동향

**[철도 차량제작사 Big 3]** 철도 차량 제조업체 빅3 Bombardier(캐나다), Alstom(프랑스), Siemens(독일) 등 3사는 본래 철도차량 업체로 출발, 차량부품 및 신호통신부품도 겸하고 엔지니어링 능력을 제고하는 동시에 1990년대 후반에는 유지보수 서비스 업무로 시장 확대, 이로써 철도 종합 차량업체로서 종합 철도 시스템 공급자(Integrated rail system supplier)로 자칭하게 됨.

**[미국]** 미국의 GM 및 GE 2사는 화물 철도가 발달한 미국의 철도 사업을 반영하여 디젤기관차 분야에서 세계를 선도하고 있으며 두 회사 모두 서비스(기관차의 유지보수, 수리)분야에서 매출을 신장시키며 3대 업체에 이은 점유율(16%)를 확보하고 있음

**[일본]** 일본(차체 주요 5사 : 가와사키중공업, 히타치, 니혼차량, 긴키차량, 도큐차량) 이외에 Ansaldo-Breda(이탈리아), CAF(스페인), TALGO(스페인), SCODA(체코), ROTEM(한국)이 자국 및 특정 지역·분야에서 강점을 발휘하며 각축을 벌이고 있으며, 중국(중국북방기차차량공업집단공사 CNR, 중국남방기차차량공업집단공사 CSR) 업체도 해외시장을 틈틈이 엿보고 있음

[거대자본과 보호정책] 철도 선진국들은 철저한 자국산업 보호와 육성을 위한 국가차원의 정책지원 아래 거대 자본과 첨단 기술로 부품산업의 해외시장 진출을 적극 지원

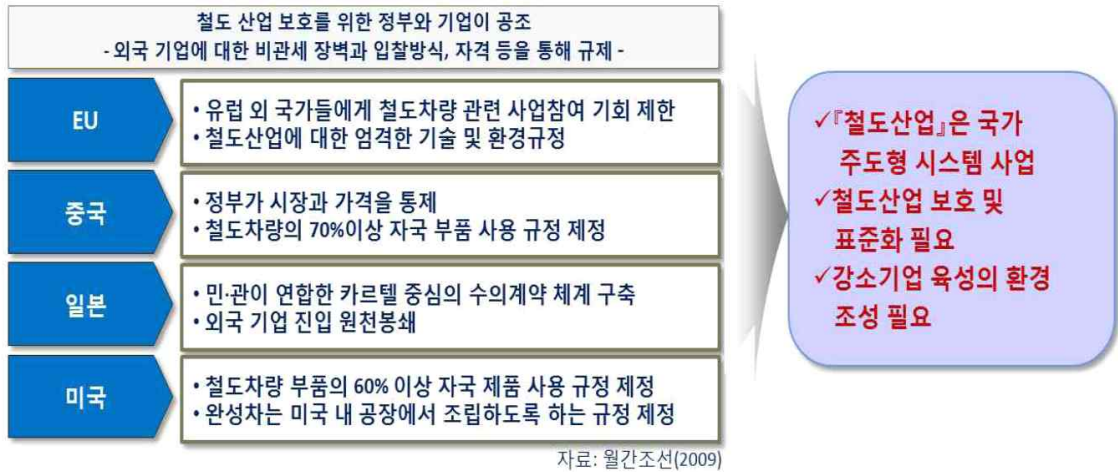
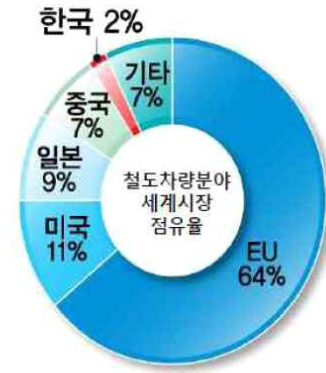
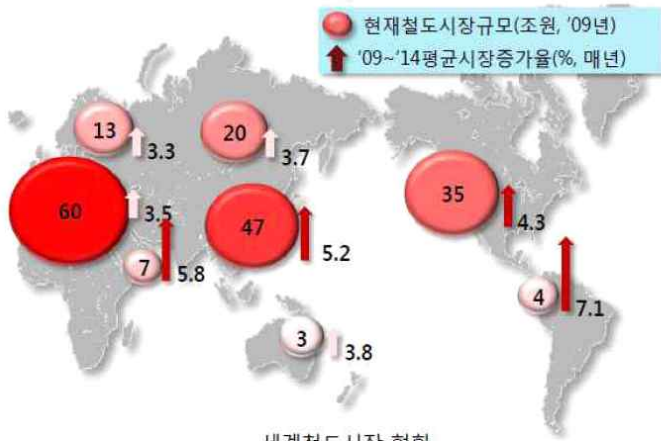


그림 13 주요 철도 선진국 철도부품산업 보호정책

표 15 국외 자국부품사용 의무화 정책

국가	조 건
미국	Buy America 조건 (미 연방자금 활용 사업) - 계약가 중 재료비의 60% 미국산 부품 활용 - 최종조립은 미국내 수행(미국에서, 미국인이) ※ 시행청 자체자금 구입의 경우 조건변경 가능하며, 통상적으로 더 강화됨 (뉴욕메트로의 경우 100% 미국산 부품활용 조건)
중국	총 계약가의 70%이상 자국 부품 사용 의무화(차량) ※ 전장품 계약의 경우 40%이상 자국 부품 사용 의무화
터키	계약가 중 재료비의 25~30% 자국 부품 사용 의무화
브라질	계약가 중 재료비의 30%이상 자국 부품 사용 의무화
대만	계약가 중 재료비의 20%이상 자국 부품 사용 의무화
우크라이나	현지 생산 조건(현지 공장 설립)

[세계 철도 시장] 세계철도시장은 년 간 약 4.5% 성장하여 2015년에는 약 250조원의 거대시장으로 성장 예상되고, 고속철도시장은 2008년 61조원, 향후 연간 4.1%씩 지속적 성장 예상됨. 국내 철도산업의 경우 국내 발주 및 외국 OEM에 의존하다보니, 차량분야 세계시장 점유율은 2% 수준으로 낮은 것으로 밝히고 있음



\*출처:The worldwide market for railway technology, SCI('10) 및 제2차 철도산업발전기본계획(11.5)

그림 14 세계 철도시장 점유율

**[소프트웨어 시장으로 변모]** 세계 각국의 시장은 하드웨어에서 소프트웨어 중심의 시장으로 변모하고 있음. 소프트웨어는 기술과 운영, 이를 바탕으로 하는 서비스 시장이 주를 이루고 있는데 성장률이 타 분야보다 높음. 철도인프라 1.4%, 차량 1.9%, 신호 보안 제어관리시스템 1.6%, 서비스 2.6%, 이러한 철도산업의 규모를 타산업과 비교해 보면, 자동차는 1조 3,500억 유로, 항공기 800억 유로, 조선의 경우 350억 유로로 자동차가 철도의 20배, 항공기는 비슷하며, 조선은 1/2 정도임

### 3절 철도 구성품/부품의 모듈화 기술동향

#### 1) 제동장치 및 공기압장치 관련 모듈화 동향

##### (1) 국내기술동향

[Scale down 공기제동 시스템] 최근 차량의 다양화 및 최소화 추세에 따라 경전철 및 바이모달(Bi-modality)등 저상용 차량등에 적용이 가능한 소형화 위주의 모듈화진행



그림 15 코레일 간선형 전동차 138량 적용품(모델명 : YB34)



그림 16 기능축소형 및 대차제어 전용 모듈형 공기제동제어장치



그림 17 기능확장형 모듈형 공기제동제어장치

**[제동작용장치(BOU)의 소형화/모듈화]** 이전의 공기 제동작용장치(BOU)의 경우 구성품의 수가 많을 뿐만 아니라 유니트의 사이즈가 크며 중량 또한 대단히 무거우나, 최근의 제동작용장치(BOU)의 경우 구성품의 수가 적을 뿐만 아니라 유니트의 사이즈가 작고 중량 또한 대단히 가벼워짐

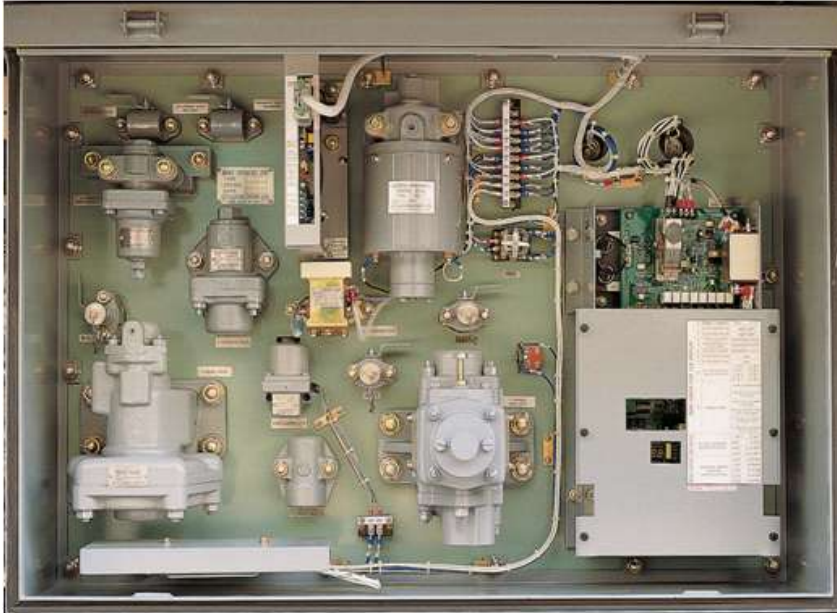


그림 18 과천선 전동차  
제동작용장치(BOU)  
형상(모델명 : YN40)  
※ YN40 BOU-M사이즈:  
1,198mmx616mmx730mm,  
중량 : 약 216kg  
(보안제동 관련계통 별도)

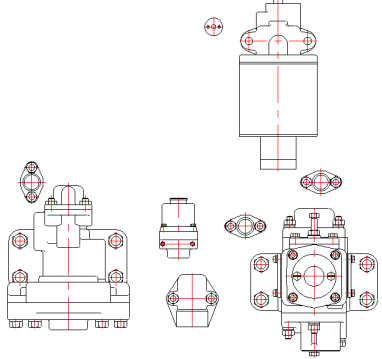



그림 19 ITX-새마을 전동차  
BOU 형상(모델명 : YB34)  
※ YB34 BOU사이즈: 800mm x  
523mm x 460mm,  
중량 : 약 75kg  
(보안제동 관련계통 포함)

**[집중형 통합패널 적용]** 소형화 설계가 가능한 이유는 각종 기능부품(주로 밸브)을 패널의 넓은 영역에 개별 분산 배치하는 방식에서 최근 각종 밸브를 모듈화하고 기능을 집약화하여 소형화함

예로서 과천선 전동차 제동작용장치(BOU)의 주요구성품인 EPL 전공변환밸브, J 중계밸브, F 응하중밸브, VM28 전자밸브, D 복식체크밸브, 압력센서, 테스트피팅 등이 ITX-새마을 전동차의 제동작용장치(BOU)에서는 MBV32 전공제동밸브 하나로 대체됨

표 16 장치 통합 및 모듈화 예

항목	과천선 전동차 BOU (BOU에서 해당품목만 발체)	ITX-새마을 전동차 BOU (BOU에서 해당품목만 발체)
대상품 형상		
대상 품목	EPL 전공변환밸브, J중계밸브, F하중밸브, VM28 전자밸브, D복식체크밸브, 압력센서, 테스트피팅	MBV32

[무급유 식 공기압축기 기술 동향] 공기압축기의 형식은 급유식 스크류형(Lubricated screw compressor), 급유식 피스톤형(Lubricated piston compressor), 무급유식 피스톤형(Oil free piston compressor), 무급유식 스크롤형(Oil free scroll compressor)으로 구분됨. 향후 유지보수 측면에서 강점이 있는 오일 프리 공기압축기가 시장 선도 예상됨

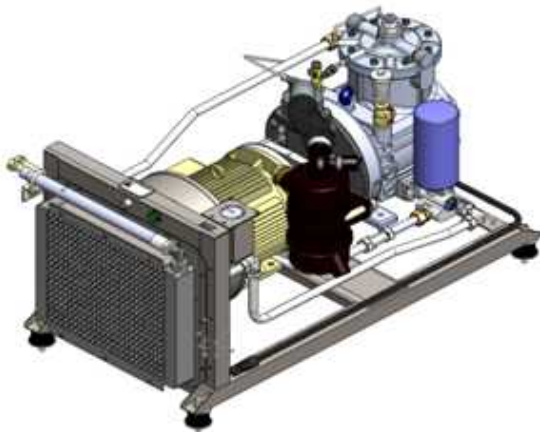


그림 20 코레일 간선형 전동차 138량  
적용품(모델명 : JSC-15FD)

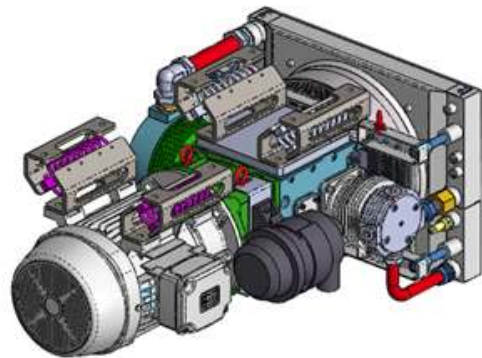


그림 21 무급유식 피스톤형(Oil free piston  
compressor) 공기압축기

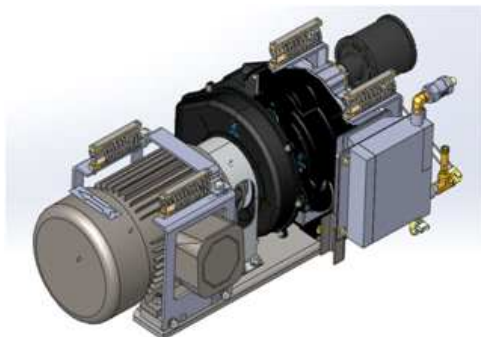


그림 22 무급유식 스크롤형(Oil  
free scroll compressor)  
공기압축기

(2) 국외 제동장치 모듈화 기술동향

[소형/집중형 모듈화] 최근 소개되고 있는 국외 제작사의 모듈형 제동시스템으로 차량의 요구조건에 따라 다양하게 모듈 형식으로 구성되고 있음



그림 23 해외 제작사의 공기제동제어장치 모델(KNORR-BREMSE)



그림 24 해외 차량의 공기제동 모듈의 적용 예

[경량 무급유 공기압축기] 공기압축기는 유지보수 측면에서 강점이 있는 오일 프리 공기압축기가 주류를 이루고 있으며, 특별한 용도로 사용되는 모델들이 다양하게 적용되고 있다. 경량형 공기압축기 모델의 경우 차량의 공기소비량에 맞도록 작은 용량의 공기압축기와 부속기기로 모듈화 적용하고 있음



그림 25 저소음, 오일 프리형 공기압축기 모델



그림 26 경량형 공기압축기 모델

## 2) 철도 선진 제작사 모듈화 동향

**[봄바르디어 모듈화]** 해외 봄바르디어사의 경우 철도차량 네트워크기술과 표준 제어장치 기술을 바탕으로 철도차량 부품을 모듈화하여 철도차량시스템의 기능과 성능을 최적화, 소프트웨어화하여 최상의 설계/제작 생산성을 유지

**[MITRAC 시스템]** 봄바르디어의 표준형 제어·통신 및 열차관리시스템으로 추진제어 및 차량내 통신, 운영·유지보수 데이터 처리, 차량-지상 무선통신으로 정보 업데이트 및 실시간 모니터링 등을 처리하는 핵심 제어 모듈

- 세계최초의 IP 기반 플랫폼 채용으로 기능 선택 및 유지보수 효율 향상, 운영자 수의 개선, 비용 절감, 제작자 경쟁력 향상을 지향



그림 27 봄바르디어 MITRAC시스템 제어모듈

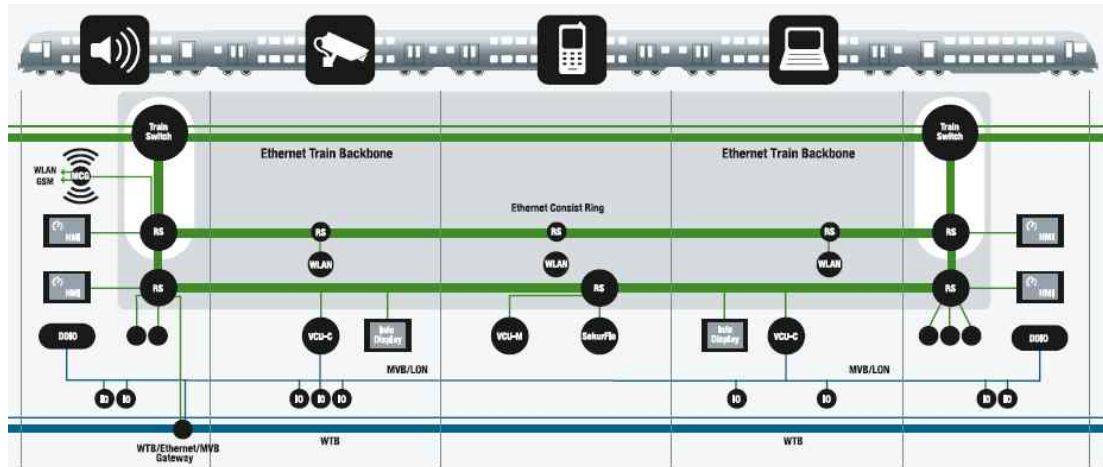


그림 28 MITRAC 시스템 네트워크

[MITRAC 주요특징] 하나의 시스템으로 모든 철도에 적용하도록 표준형으로 개발, 기능별 확장 가능한 개방형 아키텍처의 모듈화 방식, 다른 시스템과 인터페이스·통합이 용이, 차종·편성량 등에 맞게 다양한 모듈로 조정 적용이 가능, 표준형 IP 기반 분산 시스템으로 유지보수 효율 향상, 멀티태스킹 및 통신, 진단·원격 액세스, 엔터테인먼트 제공

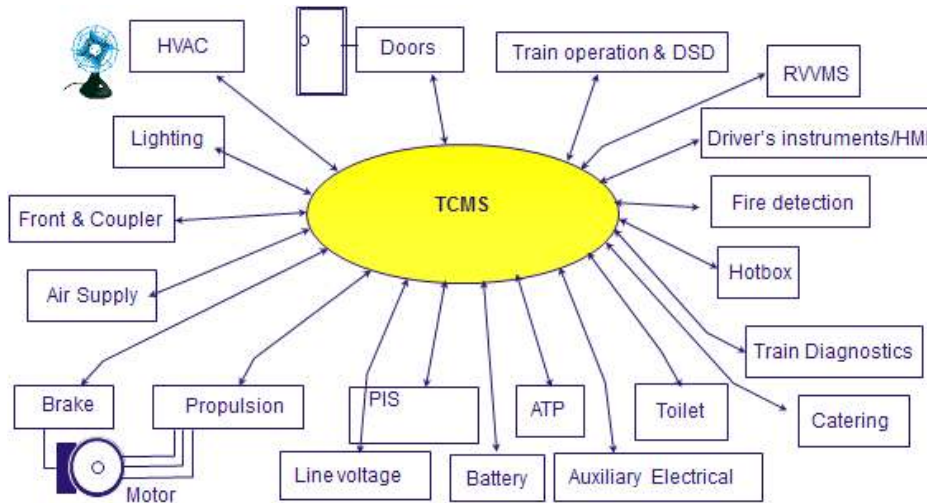


그림 29 MITRAC 시스템 기능 계통도

## 2-1) 유럽연합의 모듈형 차량시스템 연구 동향

- 유럽연합이 지원하는 MODTRAIN(유럽연합 철도시스템의 혁신적인 모듈형 차량시스템) 프로젝트에 참여하고 있는 연구진은 유럽 대륙 전 철로를 주행하게 될 미래 유럽 공동기차의 개발을 목적으로 하였음
- MODTRAIN 프로젝트를 위해 투자된 총 예산은 3040만 유로인데, 이 중에서 1690만 유로는 유럽연합에서 지원되었고, 나머지 1350만 유로는 프로젝트에 참여하고 있는 37개 참여업체들에 의해서 부담
- 2004년 2월 1일에 시작하여 2008년 1월 말까지 만 4년 동안 수행, 유럽의 철도

노선은 각 나라마다 차량시스템, 정부 규제, 신호시스템 등의 차이를 표준화 모듈화가 요구되었으며, MODTRAIN 프로젝트는 유럽국가 간에 조화와 호환이 이루어질 수 있도록, 국제 규격을 개발하는 것이 목적임

- 열차가 국경을 넘어다니는 빈도는 점점 더 커지게 되면서 기관사이 서로 유사한 환경에서 운영을 할 수 있어야 하며, 냉방장치, 도어 개폐, 혹은 승객과의 커뮤니케이션 시스템 등 더 많은 운영시스템이 호환성을 가질 수 있어야 한다는 필요성이 제기됨
- 37개 파트너 업체들은 4년간의 연구개발을 통해 상호 호환성을 가지는 동력차와 객차의 기능적, 전기적, 기계적 인터페이스를 결정하였고, 유럽의 열차 승객과 기관사들을 위해서 트랙션 시스템(traction system)과 브레이크, 트랙션 컨트롤(traction control)은 물론 실내 장식까지 다시 디자인함

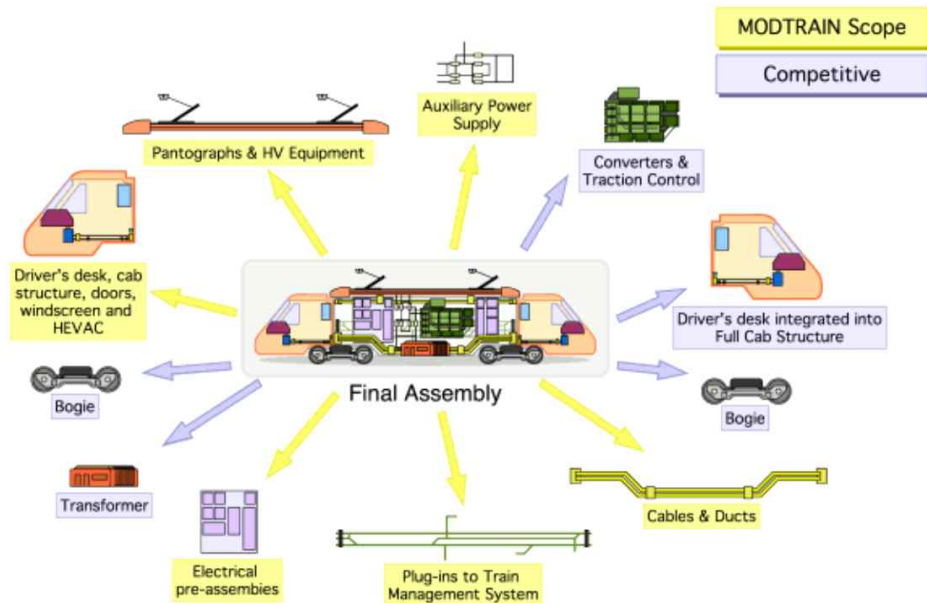


그림 30. MODTRAIN 연구 범위

- 차량시스템과 각각의 하위시스템을 개선하기 위하여 시스템과 구성 요소에 대한 공통 인터페이스를 정의하는 방식으로 모듈화 접근
  - 시스템 설계의 모듈화
  - 핵심 모듈의 상호 운용성
  - 부품의 호환성
  - 전체 수명주기 비용 감소
- MODLINK는 MODTRAIN 프로젝트 내에서 크게 차지하고 있으며, 모듈형 MMI와 열차-열차 사이의 데이터 연결

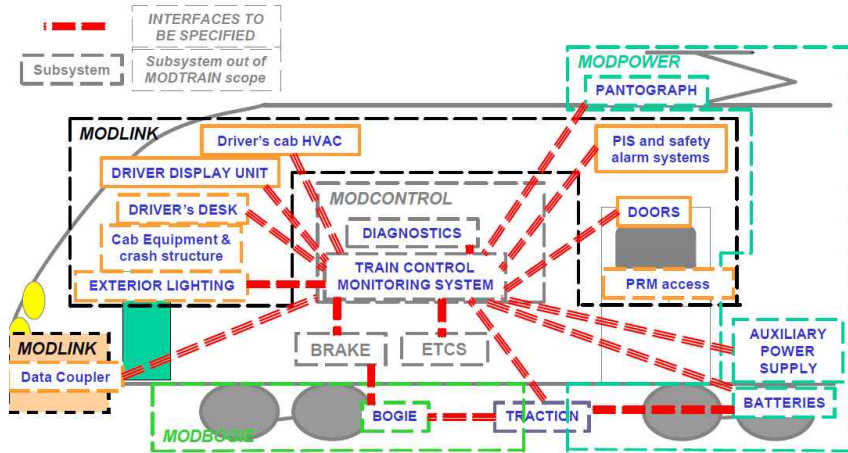


그림 31 MODLINK 계통도

- 도시 대중교통시스템의 차세대 모듈형 방식
  - 시스템 설계의 모듈화
  - 핵심 모듈 및 구성 요소의 호환성
  - 새로운 핵심 모듈의 경험적 설계 및 실험

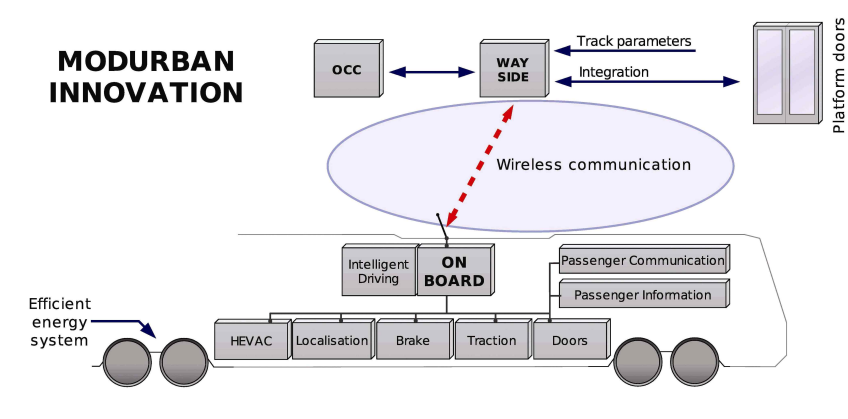


그림 32 도시 대중교통시스템의 차세대 모듈형 방식

## 2-2) Bombardier의 기술동향

- Bombardier FLEXITY Swift 차량



그림 33 Bombardier FLEXITY Swift 차량

- Bombardier FLEXITY Swift 차량 모듈 제조 개념
  - 개발시간 감소 (30 ~ 40% 제작시간 감소)
  - 차량운영사의 요구사항을 맞는 개별 모듈의 사용(모듈 인터페이스 정의)
  - 운영자의 최대 유연성 : 손상된 모듈을 신속하고 손쉽게 교환

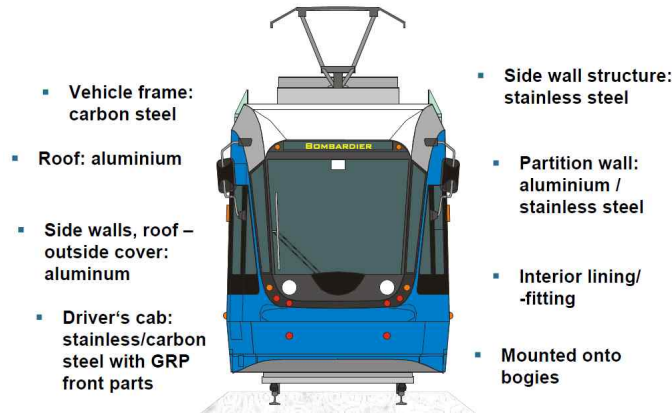
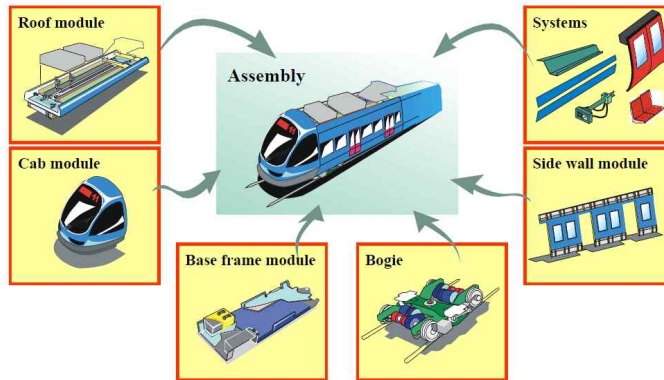


그림 34 Bombardier FLEXITY Swift 제조개념

## 2-3) MITSUBISHI ELECTRIC CO.의 기술동향

- SiC Power Module
  - 미쓰비시는 세계 최초 SiC 트랜지스터와 SiC 다이오드로 만든 전력 모듈제작, 1,500 V DC 급전방식의 철도차량 인버터시스템
  - 종래의 절연 게이트 바이폴라 트랜지스터 (IGBT) 전력 모듈에 비해 전력 손실, 크기 및 무게 감소
  - 미쓰비시 전기의 SiC Power Module은 전력 소모량을 감소할 뿐만아니라 일본의 신간선 등 고성능 열차에 사용되는 기기의 크기 및 무게를 줄여줄 것으로 예상

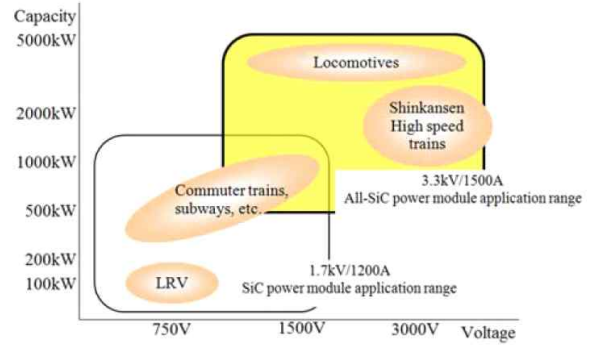
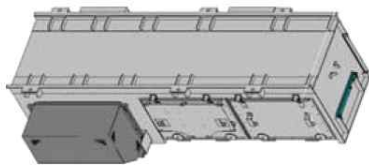
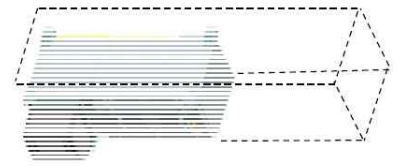
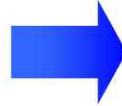


그림 35 SiC Power Module형 인버터 및 적용 범위

- 크기 및 중량은 기존의 IGBT 파워 모듈보다 크기는 65% 감소, 중량은 약 30% 감소



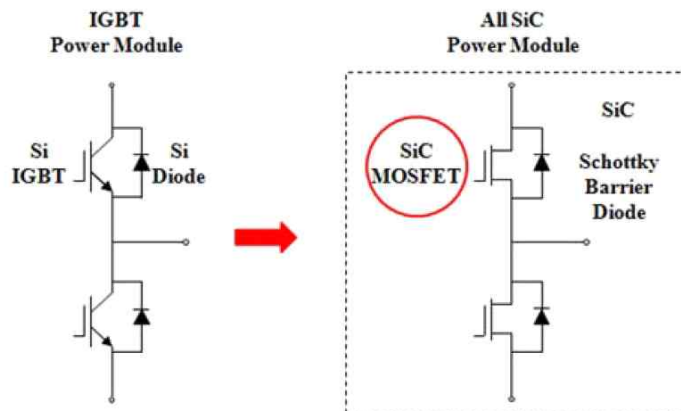
Conventional traction inverter with IGBT power modules



All-SiC traction inverter

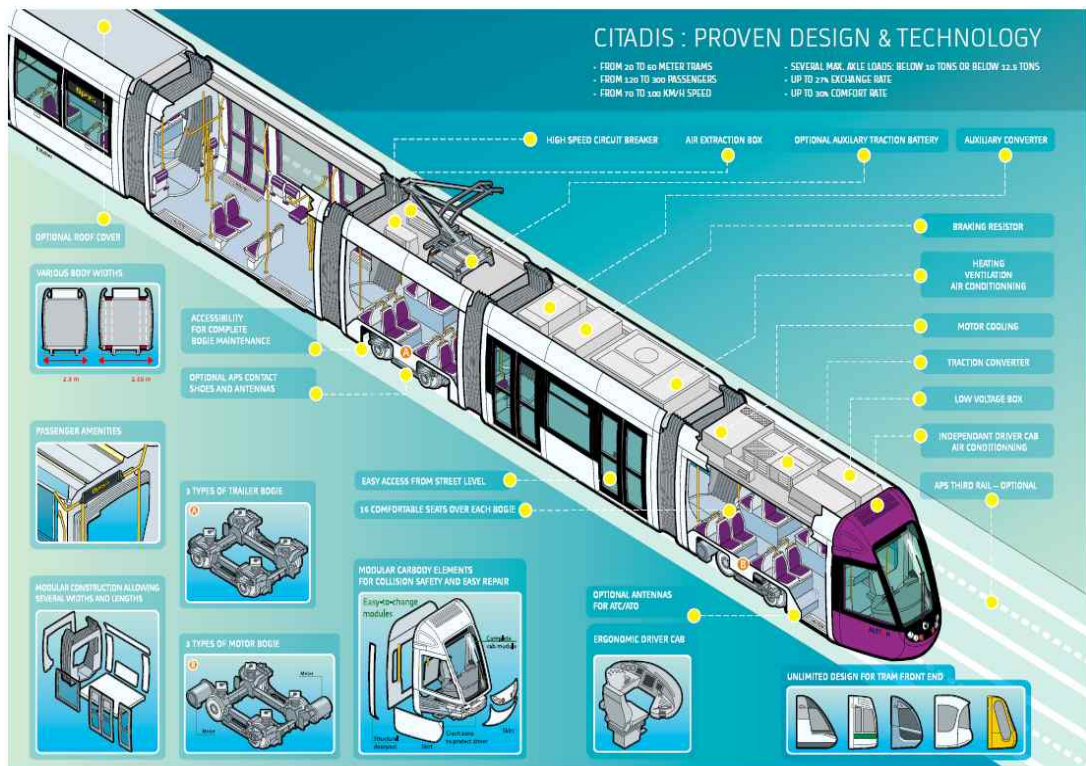
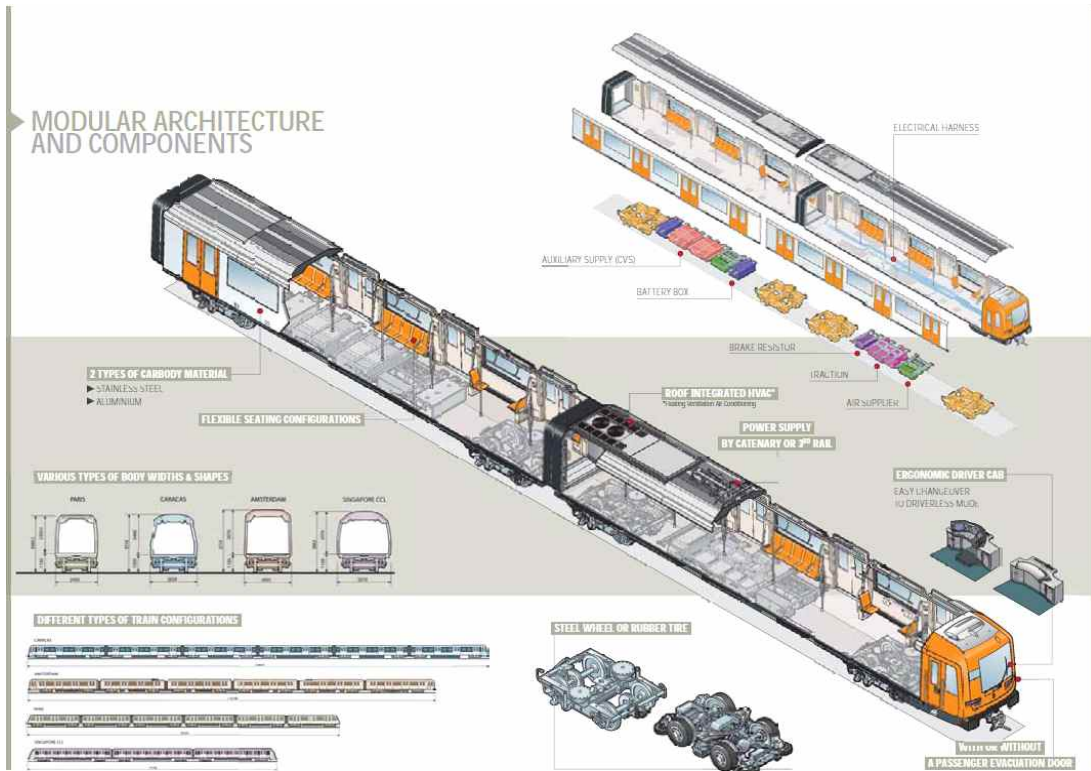


- 구성 요소의 수는 인버터 회로의 위상 당 하나의 패키지로의 SiC 트랜지스터 및 다이오드를 통합함으로써 감소



## 2-4) ALSTOM의 기술동향

○ 차량시스템 모듈형 아키텍처 및 구성 요소



## 4절 철도 부품의 표준화/호환성 현황

**[도시철도 표준화 사업]** 도시철도의 성능과 안전성, 운영 효율성 향상을 위한 도시철도 표준화 기준 연구 및 국내 도시철도 기술 향상과 표준화 기준의 검증을 위한 핵심 장치 기술개발하는 사업으로 1단계(1995. 08 ~ 2006. 12) 표준화기반 구축, 2단계(2007. 07 ~ 2012. 07) 표준화체계 완성로 진행됨. 전동차 표준사양, 안전기준, 성능 시험기준, 정밀진단기준, 품질인증기준 연구 및 전동차 핵심장치기술(종합제어장치, 견인전동기, VVF인버터, 알루미늄차체) 개발, 표준전동차 국산화 개발을 수행함

**[운영기관 독자 표준화]** 한국철도공사(KORAIL)의 경우 국가기관(철도청)일 때부터 유지 해온 표준규격을 관리하여 왔으며 이후 철도용품표준규격(KRS)으로 국가에 의하여 관리되고 있음. 그 외 각 운영기관이 독자적인 규격을 별도로 운영하고 있음. 국가 규격으로 도시철도용품인증을 위한 국가규격이 있으나 인증을 위한 목적으로 표준의 효과를 보이지 못함

**[BOM 등의 표준화 부재]** BOM은 제작사(현대로템 등)에서 작성하는 것으로 현재 제작사 자체 도면번호를 차용하여 사용하고 있으며, 운영기관의 자재관리번호는 각 운영기관별로 달리 관리를 하고 있음. BOM과 자재관리번호는 일치하지 않으며 각 운영기관이나 설계가 다른 차량 별로 표준화된 일관성은 없음. KORAIL의 경우 KOVIS System을 이용하여 자재관리를 하고 있으나 자재관리시스템으로 동종이나 표준사양 등의 일관성은 유지하지 못하고 있음.

**[운영기관/차량 별 호환성 없음]** 현재 국내에서 운영되고 있는 도시철도 차량은 매우 다양한 제작사가 납품하였으며, 구성품의 제작사도 매우 다양함. 이로 인하여 운영기관이나 차량 간의 구성품과 부품에 대한 호환성은 거의 없음. 운영사에서 차량을 제작발주할 때 먼저 생산된 차량과 호환성을 맞추도록 요구하고 있으나 구성품이나 부품의 발전에 따라 호환성이 유지되지 않는 경우도 많음.

### 1) 국내 철도 표준화 현황

**[철도관련 표준규격]** 현재 국내에서 운영되고 있는 철도 관련 표준규격은 KS와 KRS, 도시철도용품품질시험기준, 도시철도표준규격 및 철도안전법에 의한 기술규격 등으로 다양

- KS 규격 중 철도관련규격 : 145건
- 한국철도표준규격(KRS) : 217건
- 도시철도용품품질시험기준 : 84건
- 도시철도표준규격 : 17건

표 17 KS의 철도관련 규격

구 분	시설 I	시설 II	철도차량	기 타	계
KS	10	12	63	1	86
KS ISO/IEC	4	28	23	4	59
계	14	40	86	5	145

[철도안전법의 관련 규격 통합] 국토교통부는 2012년 규격관리업무를 철도안전법으로 통합관리함으로 한국철도표준규격은 철도안전법 제34조(표준화)의 규정에 따라 제정 또는 개정되어 관리 되는 규격으로 철도의 안전과 호환성의 확보 등을 위하여 철도 차량 및 철도용품의 표준규격을 정하여 철도운영자 또는 철도차량을 제작·조립 또는 수입하고자 하는 자에게 이를 권고할 수 있도록 하고 있다.

- 한국철도표준규격이 제정되기 이전 철도분야의 표준 활동은 구)철도청에서 물품관리법 제6조(표준화)의 규정에서 정한 정부 각 기관에서 공통적으로 사용하는 주요 물품에 관하여 표준을 정하고 규정에 따라 주요물품의 구매를 위한 시방서 제정하였음
- 현재에도 철도관련 국가 표준규격 이외에 각 운영기관별로 제작시방서를 채택하여 표준화 형태로 관리하고 있으나 각 운영기관이나 운영기관 내에서도 부품 표준화를 위한 명확한 활동은 보이지 않고 있음

○ 한국철도 표준규격 취지

철도의 안전과 호환성의 확보를 목적으로 철도차량 및 철도시설용품에 대한 국가의 표준규격을 정함으로써 철도 운영자 및 철도차량을 제작/조립 또는 수입 하고자 하는 자에게 이를 권고하기 위함.  
단, 산업표준화법에 의한 한국산업규격(KS)이 제정되어 있는 경우에는 KS에 따름.



그림 36 한국철도표준규격

표 18 한국철도표준규격의 분류

대분류	중분류	분류기호
철도시설용품	가. 토목용품 (Civil)	CV
	나. 궤도용품 (Track)	
	다. 건축용품 (Architecture)	AC
	라. 전철전력용품 (Power)	PW
	마. 신호용품 (Signal)	SG
	바. 통신용품 (Communication)	CM
철도차량용품	가. 차체설비용품 (Car Body)	CB
	나. 주행장치용품 (Running)	RN
	다. 제동장치용품 (Braking)	BR
	라. 추진장치용품 (Propulsion)	PR
	마. 보조전원장치용품 (Auxiliary Power)	AP
	바. 차상신호장치용품 (Cab Signal)	CS
	사. 운전자보안장치용품 (Operator Security)	OS
	아. 종합제어장치용품 (Composite Control)	CC
	자. 연결장치용품 (Coupling)	CP
	차. 그 밖의 장치용품 (Equipment)	EQ

국내에서 철도차량을 위하여 다수의 표준화사업과 표준화 연구가 진행된 바 있다.

**[도시철도 표준화 사업]** 도시철도의 성능과 안전성, 운영 효율성 향상을 위한 도시철도 표준화 기준 연구 및 국내 도시철도 기술 향상과 표준화 기준의 검증에 위한 핵심 장치 기술개발하는 사업으로 1단계(1995. 08 ~ 2006. 12) 표준화기반 구축, 2단계 (2007. 07 ~ 2012. 07) 표준화체계 완성로 진행됨. 전동차 표준사양, 안전기준, 성능 시험기준, 정밀진단기준, 품질인증기준 연구 및 전동차 핵심장치기술(종합제어장치, 견인전동기, VVF인버터, 알루미늄차체) 개발, 표준전동차 국산화 개발을 수행함

**[직류 전동차 성능시험기준]** 2000년 5월 17일 건설교통부고시 제2000-126호로 제정고시 된 직류전동차의 납품 시 수행되는 성능시험을 위하여 ‘도시철도차량의 성능시험에 관한기준’을 제정

**[직·교류 전동차 표준규격]** 국내 신분당선전동차, KORAIL 경춘선 전동차, KORAIL 간선형 전기동차(온양선), 서울시 7호선 전동차, 부산시 4호선 경량전철 등의 기술규격 조사와 신기술 및 국제통용규격에 대한 연구/조사로 직·교류전동차 표준규격 제정.

**[직·교류 전동차 성능시험]** 표준화사업으로 제정된 ‘도시철도차량의 성능시험에 관한 기준’은 직류 1500 V를 사용하는 직류 전동차 시험 기준과 교류 및 직/교류 겸용 전동차의 시험을 위한 시험기준 제정

- 가선전압의 종류에 따라 구성품 시험은 물론, 완성차시험 및 본선시운전에서 시험항목과 절차 등이 일부 변경되어야 하기 때문임. 공급전압에 관계없이 모든 전동차에 대하여 공통적으로 적용되어야 할 시험의 기준과 방법을 결정

**[도시철도용품의 품질인증요령]** “도시철도차량용품의 품질인증 요령”은 품질인증 대상, 품질규격서, 품질인증 심의기구, 품질평가, 사후관리, 처분사항, 수수료 등의 제도시행에 필요한 세부적인 내용에 대하여 규정하고 있음. 품질인증은 품질관리체계 평가와 시험으로 나누어 실시하며, 품질관리체계평가는 도시철도차량용품 품질인증 신청업체의 지속적인 용품 생산 능력 및 품질보증 능력이 있는지를 평가한 후 품질시험을 시행

## 2) 국외 철도의 표준화 현황

간선철도의 표준은 크게 유럽식 모델과 일본식 모델로 나누며 최근 중국이 고속철도의 급속한 발전을 이루고 있으나 중국 시스템은 현재 두개의 기존 모델(유럽 및 일본)로 부터 노하우를 전수받아 건설하고 있고 전체 철도 시스템이 방대하므로 거의 독자적인 모델로 가고 있다.

**[유럽 표준화 모델]** 유럽 모델은 상호운영성을 목표로 한 기술조화/공동마켓/공동안전 접근/상호운영성을 목표로 한 유럽 모델의 철도 표준을 지향하고 있음

- 유럽의 철도 시스템은 복잡하다. 5 종류의 전력 공급시스템(25 kV 50 Hz AC, 15 kV 16 2/3 Hz, 15 kV DC, 3 kV DC 등)과 21개의 신호시스템, 5개의 철도 궤도 시스템, 5종류의 축중 시스템, 6개의 차량한계, 그리고 각 나라마다 철도 운영규칙을 가지고 있다.
- 그래서 유럽은 간선철도(고속철도)의 표준화를 조화된 기술의 조화를 목표로 EC의 지침서에 의해 안전 및 상호운영성에 대한 표준을 목표로 하고 있으며 이는 기존의 UIC나 IEC 기준을 그대로 사용하면서 고속전철 및 기존선에 대한 최소 요구사항을 의무조항으로 규정하여 2010년부터 상호 운영성 기술사양(TSI) 법의 효력을 발생 시키고 있다. 이러한 상호운영성에 대한 표준화 목적은 다음과 같다.

- 안전에 대한 공동접근 방안 정의
- 상호운영성의 진작
- 적합성 평가 방법의 상호 인정
- 공동 시장의 창조
- 모든 EU 국가의 단일 등록형식 수립
- 유럽 공동 안전접근방법 수립

- 과거의 유럽은 규제적 협약(COTIF, AGC, AGTC 등)/국제규정 (UIC, RIV, RIC, EN 등)/국내법 (상호 인식 혹은 상호 인식없이)에 의해 철도의 규격을 활용하였으나
- 현재는 유럽연합의 유럽철도기구 (ERA : European Railway Agency)가 중심이 되어 철도에 대한 EC 지침서 98/49/EC에 의해 철도의 안전, 상호운영성 (고속철도 및 기존선)에 대한 지침을 제정하였고 이를 중심으로 상호운영성 기술사양서(TSI : Technical Specification for Interoperability)를 제정 활용하고 있다. 상호운영성 기술사양서 (TSI)는 기반시설(선로, 교량, 터널, 고가교 등), 신호, 차량, 에너지 (4개 : 구조적 서브시스템), 운영/관리, 유지보수(2개 기능적 서브시스템) 등으로 세분화하여 기술사양서를 제정 하였으며 필수 요구사항에 대해서는 의무조항으로 EN의 의무 표준을 따르도록 하였다.
- 유럽철도기구 (ERA)는 유럽전체의 철도분야의 안전체계와 기술체계를 정립하였고 안전체계는 EU 지침서 2004/49/EC 에 유럽연합 회원국에 철도안전담당(NSA : Nation Safety Authority)에 의해 철도 안전을 관리토록 하고 나라별 철도안전시스템을 구축하도록 하였으며 철도사고조사 위원회(RAIB)를 두어 사고조사에 대한 보고를 시행토록 하였고 안전방안에 대해서는 공동안전방안을 개발 위기관리에 대처하고 있다.



그림 37 유럽의 철도표준체계

- 유럽은 98년에 EC 지침서 98/49/EC에 의해 철도의 상호운영성 (고속철도 및 기존선)에 대한 지침을 제정하였고 이를 중심으로 상호운영성 기술사양서(TSI :

Technical Specification for Interoperability) 를 제정하여 2012년부터 실제 적용하고 있다. 고속전철에 대한 상호 운영성 사양서 내용은 다음과 같다.

표 19 고속전철에 대한 상호 운영성 사양서 내용

No	내용	유럽지침서	개정일자	비고
1	상호운영성 차량 기술사양서	2008/232/EC	2008.2.21	308페이지
2	상호운영성 선로 기술사양서	2008/217/EC	2007.12.20	
3	상호운영성 제어/명령기술사양서	2006/860/EC	2006.11.07	
4	상호운영성 운영 기술사양서	2008/231/EC	2008.02.01	
5	상호운영성 에너지 기술사양서	2008/284/EC	2008.06.03	
6	상호운영성 터널에서 안전 기준	2008/163/EC	2008.12.08	
7	상호운영성 장애인 설비	2008/164/EC	2008.12.08	

- 상호운영성 기술사양서에서 요구되는 EN 규격은 유럽연합회원국은 그 규격을 의무적으로 적용해야 한다(EN 의무규격)

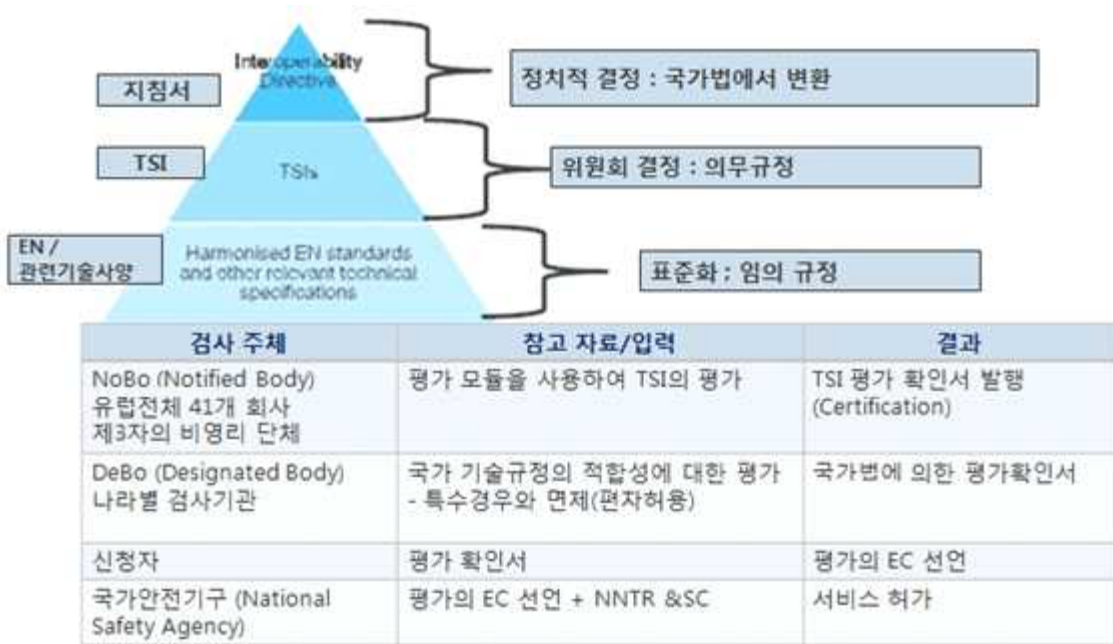


그림 38 유럽의회 지침에 따른 TSI 규정 적합성 검사기관

[유럽에서 표준의 다른 상태]

- 계약적 규격 : 계약적 규격은 국제규격(IEC, ISO), 유럽 규격(EN), 국가규격 (NF, BSI, DIN etc) 또는 협회 규격(UIC, SAE, etc.)이 될 수도 있고, 이 계약적 규격은 순수한 계약적 가치를 가지며 당사자는 그들을 적용하는 데는 자유로우며 상호 협정에 의하지 않음
- EN 협의 표준 (주어진 지침서 하에서) : EN 협의 표준은 유럽시행규칙에 의해 시행되는 것으로 필수요구조건의 적합성평가의 기준이 된다. 이 표준의 적용은 자발적이지만 시행규칙의 적합성 평가에 의해 제3자(지정기관)에 의해 인증 받음

- EN 의무 규격 : 어떤 경우에는 합의된 규격이 직접적으로 지침 또는 TSI에 인용되는 경우는 규정자체가 의무사항이 되고 그 표준의 그 적용도 의무사항이 되며 규격은 공급 계약의 의해 공급자에게 부가됨

**[일본철도의 표준화(JIS/JR)]** 기술 특성에서 일본 모델은 극단적인 고유의 시스템을 갖고 있으며 (단일 국가가 아주 특수한 교통 수요와 제약 조건을 가지고 있음) 기존 철도와 도시근교 철도와 완전히 구별되어 있으며 고유의 규정과 표준에 의해 관리되고 있음. 모든 철도의 구매는 외국 경쟁자와는 폐쇄적이고, 운영자와 제작사 사이에 강한 유대적 관계를 가지며 시스템 안전면에서도 강한 유대관계를 갖고 신뢰하고 있으며 국제 공개 입찰은 없음.

- 법률체계를 정비하여(2002년) 종래의 812 철도관련 법률을 현재 120개 법률 + 기술 표준 + 지침서를 가지고 안전을 최우선하고 모든 표준 및 규정을 운영



그림 39 일본의 철도관련법과 기술기준 체계(2002년 개정)

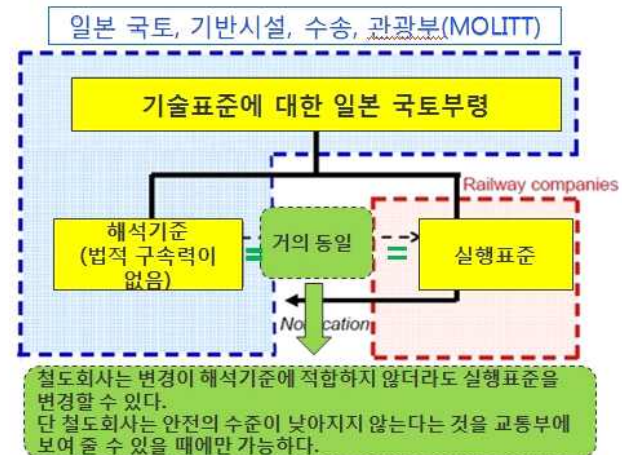


그림 40 일본의 안전법 및 기술체계 하위부분의 상세

**[중국철도의 표준화(MOR)]** 중국의 획기적인 고속철도 건설의 연장으로 고속철도에서 유럽 및 일본을 앞지르고 있으며 이에 따라 독자적인 표준화를 모색하고 있다. 중국철도는 철도부 산하에 철도 표준 기술 검토위원회를 두고 11개의 기술위원회를 두고 있다. 기술위원회는 디젤기관차 기술위원회, 전기기관차 기술위원회, 차량기술위원회, 기관차 및 차량재료 및 제작공정기술 위원회, 의사소통 및 신호연구 설계기술위원회, 철도연구 개발 통신/신호 기술위원회, 철도 설계기술 위원회, 엔지니어링 기계 기술위원회, 에너지 절감 및 환경보호/건강/안전 기술위원회, 전철화 엔지니어링 기술위원회, 표준 및 측정 기술위원회 등이다. 11개의 기술 위원회 아래에는 각 실무 그룹을 두고 있다.

표 20 중국철도의 기술위원회

위원회	하위그룹	비고
디젤기관차 기술위원회	실무그룹	
전기기관차 기술위원회	“	
차량기술위원회	“	
기관차 및 차량 재료 및 제작공정기술 위원회	“	
의사소통 및 신호연구 설계 기술위원회	“	
철도 연구개발 통신/신호 위원회	“	
철도 설계 기술 위원회	“	
엔지니어링 기계 기술위원회	“	
에너지 절감 및 환경보호/건강/안전 기술위원회	“	
전철화 엔지니어링 기술위원회	“	
표준 및 계측 기술위원회	“	

- 고속전철의 기술표준 시스템은 시스템 통합 및 요구사항 기술 표준 시스템, EMU 기술표준 시스템, 선로 엔지니어링/유지보수 기술표준 시스템, 신호통신 기술표준 시스템, 전력공급 기술표준 시스템, 운영 기술표준 시스템, 여객서비스 기술표준 시스템 등으로 7개의 기술표준 시스템으로 구성하고 있다.

표 21 중국의 고속철도 기술표준 시스템

기술 시스템 분야	기술표준 시스템	하부기술표준
고속철도 기술 표준시스템	0 시스템통합 및 요구사항 기술표준	
	1 EMU 기술표준	
	2 선로엔지니어링 및 유지보수 기술 표준	1)일반, 기본, 시스템 통합 2) 선로표준 3) 지반표준 4) 교량/배수로 5) 터널 6) 유지보수, 검사기술 및 기계 표준 7) 재양방지/비상표준 8) 기타 표준
	3 신호통신 기술표준	
	4 전력공급 기술표준	
	5 운전 파견 기술표준	
	6 여객서비스 기술표준	

### 3) 국내 도시철도차량의 호환성 현황 및 검토

[운영기관/차량 별 호환성 없음] 현재 국내에서 운영되고 있는 도시철도 차량은 매우 다양한 제작사가 납품하였으며, 구성품의 제작사도 매우 다양함. 이로 인하여 운영기관이나 차량 간의 구성품과 부품에 대한 호환성은 거의 없음. 운영사에서 차량을 제작발주할 때 먼저 생산된 차량과 호환성을 맞추도록 요구하고 있으나 구성품이나 부품의 발전에 따라 호환성이 유지되지 않는 경우도 많음. 다음 현황 및 장치별 호환성 검토 표 참조

구 분	서울메트로				서울도시철도공사				서울 9호선
	1호선	2호선	3호선	4호선	5호선	6호선	7,8호선		
							1차분	2차분	
최종 납품일	'02.5.22	'08.12.9	'10.3.23	'95.8.12	'96.8.14	'00.6.23	'96.7.31	'00.9.20	1단계:'09.4.1 2단계:'11.10.15
편성수	16 (10량/편성)	88 (10량/편성)	49 (10량/편성)	47 (10량/편성)	76 (8량/편성)	41 (8량/편성)	32 (8량/편성)	51 (8량/편성)	36 (4량/편성)
량수	160	834	490	470	608	328	226	399	144
주 계약자	Rotem (현대정공)	현대로템	현대로템	현대정공 대우중공업	Rotem (현대정공)	Rotem (현대정공)	Rotem (대우중공업)	Rotem (한진중공업)	현대로템
주요장치 제작사	로템 등 12개사	로템 등 13개사	로템 등 13개사	대우 등 12개사	ABB 외 9개사	미쓰비시 외 10개사	GEC, 알스통 외 10개사	도시바 외 11개사	알스통 외 20개사

구 분	부산				대구		인천		
	1호선	2호선	3호선	4호선	1호선	2호선	1호선		2호선
							1차분	2차분	
최종 납품일	'97.12.31	'02.3.17	'05.8.26.	'10.4.25	'97.8.30	'05.4.22	'99. 6. 4	'08.9.9	'14.7월 (예정)
편성수	45 (8량/편성)	56 (6량/편성)	20 (4량/편성)	17 (6량/편성)	34 (6량/편성)	30 (6량/편성)	25 (8량/편성)	9개 (8량/편성)	37개 (2량/편성)
량수	360	336	80	102	204	180	200량	72량	74량
주 계약자	Rotem (현대정공)	Rotem	Rotem	우진산전	한진중공업	Rotem (현대정공)	대우중공업	현대로템	현대로템
주요장치 제작사	미쓰비시 외 11개사	Alstom 외 13개사	Rotem 외 6개사	미쓰비시 외 12개사	지멘스 외 10개사	Rotem 외 8개사	ALSTOM (영국,프랑스)	현대로템	SKODA (체코)

구 분	광주 1호선	대전 1호선	신분당선	한국철도공사		
				1호선	3호선 (일산선)	4호선 (안산·과천선)
최종 납품일	'07. 5.	'06.7.4	'11.1.24	'13. 8월	'95.12월	'94.1월
편성수	23 (4량/편성)	21 (4량/편성)	12 (6량/편성)	3 (10량/편성)	16 (10량/편성)	30 (10량/편성)
량수	92	84	72	30	160	300
주 계약자	현대로템	현대로템	현대로템	현대로템	현대로템 (현대정공)	현대로템 (한진/현대/대우)
주요장치 제작사	-	SIEMENS 외 개사	현대로템	우진산전 외 9개사	우진산전 외 10개사	우진산전 외 9개사

표 22 국내 도시철도 주요장치 제작사 현황

표 23 국내 도시철도차량 구성품 주요제작사 현황 (1/2)

구 분	서울메트로				서울도시철도공사				서울 9호선	부산			
	1호선	2호선	3호선	4호선	5호선	6호선	7,8호선			1호선	2호선	3호선	4호선
							1차분	2차분					
VVVF	미쓰비시	현대로템	현대로템	미쓰비시 알스톱	ABB (스웨덴)	미쓰비시 (일본)	GEC알스톱 (영국)	도시바 (일본)	현대로템	미쓰비시 (일본)	Alstom (프랑스)	Rotem	미쓰비시 (일본)
TCMS	미쓰비시	현대로템	현대로템	미쓰비시 이건산전	ABB (스웨덴)	미쓰비시 (일본)	GEC알스톱 (영국)	도시바 (일본)	현대로템	미쓰비시 (일본)	Alstom 우진산전	Rotem	우진산전
ATC	히타치 (ATS)	-	현대로템	유니언스 위치	US&S (미국)	GRS (미국)	US&S (미국)	US&S (미국)	알스톱	일본신호 (일본)	Bombardier (ADtranz)	Rotem	교산 (일본)
ATO	-	지멘스	-	-	ABB (스웨덴)	GRS (미국)	ABB (스웨덴)	US&S (미국)	알스톱	일본신호 (일본)	Bombardier (ADtranz)	Rotem	히타치 (일본)
SIV	미쓰비시	현대로템	현대로템	미쓰비시 대우	ABB (스웨덴)	미쓰비시 (일본)	대우중공 업	도시바 (일본)	현대로템	미쓰비시 (일본)	Alstom (벨기에)	Rotem	우진산전
대차	로템	현대로템	현대로템	현대 대우	Rotem (현대정공)	Rotem (현대정공)	Rotem (대우)	Rotem (한진)	현대로템	Rotem 정신RST	서경기공	Rotem	일본차량 (일본)
제동장 치	크노르, 멜코	유진기공	유진기공	크노르 나브코	Knorr (독일)	유진기공	유진기공	유진기공	유진기공	Knorr (독일)	NABCO, 유진기공	유진기공	유진기공
주공기 압축기	크노르	유진기공	유진기공	크노르 나브코	Knorr (독일)	유진기공	유진기공	유진기공	유진기공	Knorr (독일)	유진기공	유진기공	Atlascopco (이탈리아)
견인 전동기	미쓰비시	현대로템	현대로템	GEC	ABB (스웨덴)	미쓰비시 (일본)	GEC알스톱 (영국)	도시바 (일본)	현대로템	미쓰비시 (일본)	Alstom, Rotem	Rotem	효성
드라이 빙기어	에스코	도요덴키	도요덴키	미쓰비시	ABB (스웨덴)	현대우주항공 GEC알스톱	HYGATE (영국)	은유항공정밀 GEC알스톱 HYGATE	유진기공	미쓰비시 (일본)	GEC-AG, HYGATE (영국)	유진기공	S&T중공업
기어 커플링	에스코	에스코	에스코	하이게이트 나브코	ABB (스웨덴)	현대우주항공 GEC알스톱	HYGATE (영국)	RONOLD HYGATE	유진기공	미쓰비시 (일본)	Renold (미국)	유진기공	마쓰이제작소 (일본)
축상 베어링	NSK (일본)	NSK (일본)	NSK (일본)	NSK (일본)	NSK (일본)	NSK (일본)	NSK (일본)	NSK (일본)	NTN (일본)	SKF (스웨덴)	SKF (스웨덴)	FAG (독일)	SKF (스웨덴)
차 룰	MANSHAN	MANSHAN	MANSHAN	MANSHAN	기아 특수강	중국 마강	기아 특수강	중국 마강	만산	기아 특수강	기아 특수강 마안산	마안산 (중국)	미쉐린
차 축	기아 특수강	JINXI	JINXI	기아 특수강	기아 특수강	기아 특수강	기아 특수강	기아 특수강	진시	기아 특수강	기아 특수강	마안산	S&T중공업
출입문 장치	우리전기	홍일기업	홍일기업	우리전기	우리전기 원진전자	유진차전	우리전기	우리전기	유진기공	대흥 우리전기	유진기공	우리전기	ADSrail
방송장 치	고구려EN G	고구려EN G	고구려EN G	고구려ENG 튜브캡	기쁜	기쁜	한영전자	기쁜	부원테크	우진산전	세전시스 텍	세전시스 텍	우진산전
객실 표시기	우진산전	CMK	튜브캐스 트	우진산전	삼익전자	호산실업	우진산전	우진산전	튜브캐스 터	호산실업, 탐시스템	호산실업	탐시스템	우진산전
설정기	고구려EN G	고구려EN G	고구려EN G	고구려ENG 튜브캡	현대정보 기술	호산실업	우진산전	우진산전	우진산전	호산실업, 탐시스템	호산실업	탐시스템	우진산전

표 24 국내 도시철도차량 구성품 주요제작사 현황(2/2)

구분	대구		인천			광주 1호선	대전 1호선	신분당선	한국철도공사		
	1호선	2호선	1호선		2호선				1호선 (구로차량)	3호선 (일산선)	4호선 (안산·과천선)
			1차분	2차분							
VVVF	지멘스 (독일)	Rotem (현대정공)	ALSTOM (영국)	현대로템 (한국)	SKODA (체코)	현대중공업	현대중공업	현대로템	우진산전	MELCO (우진산전)	우진산전
TCMS	지멘스 (독일)	-	ALSTOM (프랑스)	현대로템 (한국)	현대로템 (한국)	로템	현대로템	현대로템	우진산전	MELCO (우진산전)	우진산전
ATC	-	Rotem (현대정공)	SIEMENS (독일)	SIEMENS (독일)	탈레스 (캐나다)	로템	SIEMENS (독일)	현대로템	현대로템	유니온스위치 (미국)	유니온스위치 (미국)
ATO	GRS (미국)	알스툼 (프랑스)	SIEMENS (독일)	SIEMENS (독일)	탈레스 (캐나다)	로템	SIEMENS (독일)	유진	-	-	-
SIV	GRS (미국)	알스툼 (프랑스)	ALSTOM (벨기에)	현대로템 (한국)	SKODA (체코)	로템	현대로템	국제전기	현대로템	우진산전	우진산전
대차	청계기전	Rotem (현대정공)	대우중공업 (한국)	현대로템 (한국)	현대로템 (한국)	로템	유진기공산업	현대로템	현대로템	현대정공	현대정공
제동장치	한진중공업	Rotem (현대정공)	BC, BBU (NABCO, 유진)	BC, BBU, (유진)	BC, BBU, (유진)	NABCO 유진기공	유진기공산업	현대로템	유진기공	크노르 (독일)	유진기공
주공기 압축기	나부코 (일본)	유진기공	유진기공 (한국)	유진기공 (한국)	유진기공 (한국)	유진기공	유진기공산업	유진기공	유진기공	크노르 (독일)	유진기공
견인 전동기	유진기공	유진기공	ALSTOM 대우중공업	현대로템 (한국)	SKODA (체코)	로템	현대로템	유진기공	현대로템	현대정공 (미스비시)	도시바 (일본)
드라이 빙기어	지멘스 (독일)	Rotem (현대정공)	HYGATE	HYGATE	IGWatteeuw (체코)	유진기공	유진기공산업	현대로템	유진기공	유진기공	유진기공
기어 커플링	HYGATE (영국)	유진기공	HYGATE	나라코퍼레이션 (한국)	IGWatteeuw (체코)	-	ESCO(벨기 에)	유진기공	나라코퍼레이션 (한국)	하이케이트 (영국)	하이케이트 (영국)
축상 베어링	HYGATE (영국)	ESCO (벨기에)	FAG(독일)	NTN (일본)	NTN (일본)	NSK	세플러코리아	유진기공	NSK (일본)	NSK (일본)	NSK (일본)
차륜	NSK (일본)	FAG (독일)	삼미특수강	뉴텍RS (중국)	보나트랜스 (체코)	기아특수강	MAANSHAN (중국)	SKF	뉴텍 (중국소재)	기아 특수강	기아 특수강
차축	기아 특수강	만산(중국)	삼미특수강	뉴텍RS (중국)	보나트랜스 (체코)	기아특수강	세아베스틸	뉴텍 RSI(Jinxi)	뉴텍 (중국소재)	기아 특수강	기아 특수강
출입문 장치	기아 특수강	기아특수강	우리전기, IFE	KNORR IFE	홍일기업 (한국)	한국화야마, CURTIS, ADSRail	Faiveley(프 랑스)	뉴텍 RSI(Jinxi)	소명	우리전기	우리전기
방송장 치	우리전기 (204량)	유진기공 (180량)	세전시스텍 (한국)	튜브캐스트 (한국)	우진산전 (한국)	성호전자	성우전자	BODE	고구려엔지 니어링	세전시스텍	세전시스텍
객실 표시기	세전시스텍	세전시스텍	세전시스텍 (한국)	튜브캐스트 (한국)	우진산전 (한국)	-	CMK	HUNTER	큐브게스트	세전시스텍	세전시스텍
설정기	세전시스텍	우진산전	세전시스텍 (한국)	튜브캐스트 (한국)	우진산전 (한국)	-	CMK	HUNTER	큐브게스트	세전시스텍	세전시스텍

표 25 종합제어장치(TIS/TGIS/TCMS) 호환 현황

운영 기관	차종			호환여부	비고
	노선	제작사	편성		
코레일	경부선 경인선 광명서들	koito	0	-	우진산전(W)로 개량됨
		현대로템	1	없음	우진산전(W)로 개량예정
		우진산전(T)	18	우진산전(T)	
		우진산전(W)	70	우진산전(W)	
	중앙선	우진산전(W)	21	우진산전(W)	
	경의선	우진산전(W)	23	우진산전(W)	
	과천선	우진산전(W)	30	우진산전(W)	
	분당선	우진산전(T)	6	우진산전(T)	
		koito	6	Koito	
	수인선	우진산전(W)	39	우진산전(W)	
우진산전(W)		12	우진산전(W)		
일산선	미즈비시	16	서울메트로 1호선 미즈비시		
서울메트로	1호선	미즈비시	10	4호선	현대정공(현대로템)
	2호선	히타치	5	없음	저항제어전동차 4량 1편성 6량 4편성
		미즈비시	22	없음	초퍼제어전동차
		GEC	23	없음	초퍼제어전동차
	3호선	현대로템	38	서울 3호선	10량 34편성 4량 4편성
		GEC	150	없음	초퍼제어전동차
	4호선	현대로템	340	서울 2호선	
		미즈비시	9	일산선 호환	401~409 DV
		미즈비시	13	1호선 호환	451~463 ADV
		우진산전	17	코레일 우진산전(W)	410~426 DV
	하진전자	8	없음	464~471 ADV	
서울도시철도	5호선	ABB	46	없음	1차분
		ABB	30	없음	2차분
	6호선	미즈비시	41	없음	
		GEC	17	8호선 GEC	
		도시바	46	8호선 도시바	
	7호선	도시철도공사	7	없음	
GEC		15	7호선 GEC		
8호선	도시바	7	7호선 도시바		
부산	1호선	미즈비시		없음	
		현대정공		없음	
	2호선	우진산전	28	없음	우진산전으로 개량됨
우진산전		28	없음	우진산전으로 개량됨	
3호선	현대로템	20	현대로템		
대구	1호선	지멘스	27	없음	
		우진산전	7	우진산전	일부 PCB호환
2호선	현대로템	30	현대로템		
인천	1호선	알스톰	25	부산 2호선	
		현대로템	9	현대로템	
대전	1호선	현대로템	21	현대로템	
광주	1호선	현대로템	23	현대로템	

표 26 추진제어장치 호환 현황

운영기관	차종			호환여부	비고	
	노선	제작사	편성			
코레일	경부선 경인선 광명서들	우진산전(GTO)	58	우진산전(GTO)	우진산전(GTO) 또는 우진산전(IGBT)  *병점기지- 1편성분 차량 납품시 GTO 2대와 IGBT 3대 조합으로 구성되었었음. 따라서 2대를 IGBT로 교체	
		우진산전(IGBT)	10	우진산전(IGBT)		
	중앙선	우진산전(IGBT)	21	우진산전(IGBT)		
	경의선	우진산전(IGBT)	23	우진산전(IGBT)		
	과천선	우진산전(GTO)	20	우진산전(GTO)		
		우진산전(IGBT)	10	우진산전(IGBT)		
	분당선	우진산전(GTO)	18	우진산전(GTO)		
		우진산전(IGBT)	10	우진산전(IGBT)		
수인선	우진산전(IGBT)	12	우진산전(IGBT)			
서울메트로	1호선	미즈비시	10	서울 4호선 미즈비시(ADV)	현대정공(현대로템)	
		히타치	6	KORAIL 저항	저항차	
	2호선	히타치	5	KORAIL 저항 서울 1호선	저항제어전동차 4량 1편성, 6량 4편성	
		미즈비시	22	부산 1호선 일부	초퍼제어전동차	
		GEC	23	서울 3호선	초퍼제어전동차	
	3호선	현대로템	38	서울 3호선	10량 34편성, 4량 4편성	
		GEC	15	서울 2호선	초퍼제어전동차	
		현대로템	34	서울 2호선		
	4호선	미즈비시	9	코레일 일산선	401~409 DV	
		미즈비시	13	서울 1호선	451~463 ADV	
		GEC	17	7호선, 8호선 GEC 일부	410~426 DV	
		GEC	5		464, 465, 477, 478, 479 ADV	
	서울도시철도	5호선	ABB	75		
			다원시스	1		
		6호선	미즈비시	41		
GEC			17	8호선, 4호선 GEC		
도시바			46	8호선 도시바		
7호선		도시철도공사	7			
		GEC	15	7호선, 4호선 GEC		
		도시바	7	7호선 도시바		
부산		1호선	미즈비시	45	서울 2호선	초퍼제어차량
		2호선	GEC	48	인천 1호선 일부	
	우진산전		8	인천 1호선 우진산전	우진산전으로 개량됨	
대구	3호선	현대로템	20	없음		
	1호선	지멘스	34	없음		
인천	2호선	현대로템	30	현대로템		
		알스톰	23	부산 2호선 일부		
	1호선	우진산전	2	부산 2호선 우진산전	우진산전으로 개량됨	
대전	1호선	현대로템	9	현대로템		
		현대로템	21	현대로템		
광주	1호선	현대로템	23	현대로템		

표 27 보조전원장치 호환 현황

운영기관	차종			호환여부	비고
	노선	제작사	편성		
코레일	경부선 경인선 광명서틀	도시바			
		미즈비시			
		청계기전			
		우진산전			
		현대로템			
	중앙선	현대로템	21	현대로템	
	경의선	현대로템	23	현대로템	
	과천선	도시바	30		
		미즈비시			
		청계기전			
		우진산전	13	우진산전	
		현대로템			
	분당선	도시바			
		미즈비시			
		청계기전			
		우진산전	9	우진산전	
수인선	현대로템		현대로템		
	현대로템	12	현대로템		
일산선	미즈비시	16	서울 4호선 미즈비시		
서울메트로	1호선	별도 표(서울메트로 SIV현황) 참조			
	2호선				
	3호선				
	4호선				
서울도시철도	5호선	ABB	75	없음	
		다원시스	1	없음	
	6호선	미즈비시	41	없음	
		대우	17	8호선 대우	
		도시바	46	8호선 도시바	
	8호선	도시철도공사	7	없음	
대우		15	7호선 대우		
부산	1호선	도시바	7	7호선 도시바	
		미즈비시	45	서울 2호선	초퍼제어차량
	2호선	GEC	48	인천 1호선 일부	
대구	1호선	우진산전	8	인천 1호선 우진	우진산전으로 개량됨
		현대로템	20		
인천	1호선	청계기전	34	없음	
		현대로템	30		
		알스툼	23	부산 2호선 일부	
대전	1호선	우진산전	2	부산 2호선 우진	우진산전으로 개량됨
		현대로템	9		
광주	1호선	현대로템	21		
		현대로템	23		




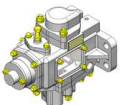
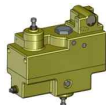
표 28 출입문 제어장치 호환 현황

운영기관	차종			호환여부	비고
	노선	제작사	편성		
코레일	경부선 경인선 광명서틀	공기식	54		일부 소프트웨어 변경시 호환됨
		소명	35	호환(코레일)	
	중앙선	소명	21	호환(코레일)	
	경의선	소명	23	호환(코레일)	
	과천선	공기식	30		
	분당선	공기식	24		
		소명	14	호환(코레일)	
		홍일기업	5	없음	
	수인선	소명	12	호환(코레일)	
	경춘선	소명	15	호환(코레일)	
일산선	공기식	16			
서울메트로	1호선	공기식	10		
	2호선	공기식	45		
		소명	28	서울 4호선	
	3호선	공기식	48		
	4호선	전기식	13		
소명		34	서울 2호선		
서울시철도	5호선	공기식	76		
	6호선	공기식	41		
	7호선	공기식	63		
		ADS rail	7	없음	
8호선	공기식	22			
부산	1호선	공기식	45		
	2호선	공기식	48		
	3호선		20		
대구	1호선	공기식	34		
	2호선	공기식	30		
인천	1호선	공기식	25		
			9		
대전	1호선		21		
광주	1호선	ADS rail	13	없음	
		ADS rail	10	없음	

표 29 서울메트로 전동차 SIV 제작사 현황

편성	SIV 제작사			기지	편성	SIV 제작사			기지
101~110	현대(일)	현대(일)	현대(일)	군자	316~320	대우	대우	대우	지축
111, 3, 5 3개편성	148AS	148AS	148AS	군자	321~333	로템	로템	로템	수서
112, 4, 6 3개편성	CLG366A	CLG366A	CLG366A	군자	334~335	우진180	우진180	G785CX	수서
201~205	로템	로템	로템	신정	336~340	로템	로템	로템	수서
206~214	MG	우진180	MG	신정	341~344	대우	대우	대우	수서
215~231	로템	로템	로템	신정	345~348	우진180	우진180	G785CX	수서
232~239	우진140	우진180	우진140	신정	349	로템	로템	로템	수서
240~244	MG	우진140	MG	신정	371	우진180	우진180	우진180	지축
245~260	로템	로템		신정	372~375	현대(일)	현대(일)	현대(일)	지축
261~272	로템	로템	로템	군자	376	우진180	우진180	우진180	지축
273~278	대우	대우	대우	군자	377~383	현대(일)	현대(일)	현대(일)	지축
279	우진180	대우	태안	군자	384~385	우진180	우진180	우진180	지축
280	우진180	대우	우진180	군자	386	현대(일)	현대(일)	현대(일)	지축
281~283	태안	대우	태안	군자	401~409	현대(일)	현대(일)	현대(일)	창동
284	우진180	대우	우진180	군자	410~426	대우180	대우180	대우180	창동
285~292	G785CX	대우	G785CX	군자	451~463	현대(일)	현대(일)	현대(일)	창동
293~295	대우	대우	대우	군자	464~469	대우180	대우180	대우180	창동
301~315	로템	로템	로템	지축	470~471	우진180	우진180	우진180	창동
					471	우진180	우진180	우진180	창동

표 30 국내 철도차량 제동장치 호환성 검토

구분	코레일 일반형 EMU 타입	도시철도 EMU타입(구형)	도시철도 EMU타입(신형)	최신적용타입	호환성검토
공기제동장치					호환불가
상용제동전자밸브	① EPL 전공변환밸브 	①EPR2A전공제동밸브 (통합 모듈형) -MFC1A 상용제동전자밸브 -VM28-1A비상제동전자밸브 -중계밸브부	①EP100전공제동밸브 (통합 모듈형) -MFC1C 상용제동전자밸브 -VM28-3A 비상제동전자밸브 -중계밸브부	①MBV전공제동밸브 (통합모듈형) -상용전자밸브 -비상전자밸브 -중계밸브부 -응하중밸브부 -압력센서 -압력점검구	호환불가
비상제동전자밸브	② VM28-1A 전자밸브 				호환불가
	③ D복식역지밸브 				호환불가
중계밸브	④ J중계밸브 				호환불가
응하중밸브	⑤ F응하중밸브 	⑥ F응하중밸브 	⑤ F응하중밸브 		호환불가

구분	코레일 일반형 EMU 타입	도시철도 EMU타입(구형)	도시철도 EMU타입(신형)	최신적용타입	호환성검토
압력센서	⑥ KAET1 공전변환기에 포함 	③ PET 압력센서유닛	③ PSME 압력센서 		도시철도EMU-최신적용타입 간 호환 가능
압력점검구	⑦ 압력점검구 	⑦ 압력점검구 	⑦ 압력점검구 		호환가능
강제완해밸브	⑧ VM13-1H 전자밸브 	-	⑤YM321A전자밸브 	②YM331A전자밸브 	도시철도EMU-최신적용타입 간 내부 부품 호환 가능
	⑨ Y절환밸브 	-			

구분	코레일 일반형 EMU 타입	도시철도 EMU타입(구형)	도시철도 EMU타입(신형)	최신적용타입	호환성검토
보안제동밸브	⑩ L3 압력조정밸브 	-	⑥ L3 압력조정밸브 	③SCV전자밸브 (통합모듈형) - 압력조정밸브부 - 전자밸브부 	코레일일반형EMU-도시철도EMU간호환가능 최신적용타입내부부품은호환가능
	⑪ VM15-1A 전자밸브 	-	⑦ YM320A 전자밸브 		호환불가
적용프로젝트 (BOU내부밸브를 제품 간 호환 가능)	과천선전동차 중앙선전동차 수인선전동차 분당선전동차 경의선전동차 대구1호선전동차 서울4호선전동차 서울7&8호선전동차(구)	서울6&7&8호선(신) 부산2호선 인천1호선	서울2&3&9호선전동차 부산3&4호선전동차 신분당선전동차 대구2호선전동차 대전1호선전동차 인천공항철도 송도연장선 온양선전동차등	대구3호선모노레일 경춘선좌석형전동차 간선형전동차 인천2호선경전철 우이선설경전철	같은 형식의 BOU내부의 밸브류 등은 각 운영처별 호환 가능
비고	보안제동밸브 별도구성				-

표 31 국내 철도차량 주요 전장품 호환성 검토

구분	제작사	호환여부	코레일	서울메트로	서울도시철도공사	부산교통공사	대구도시철도공사	인천교통공사	광주도시철도공사	대전도시철도공사	기타
TIS/TGIS/TCMS	우진산전(W)	호환가능	-경부선/경인선/광명선(81편성) - 중앙선(21편성) - 경의선(23편성) - 과천선(30편성) - 분당선(39편성) - 수인선(12편성)	-서울4호선(17편성)							
	로템	호환가능		-서울2호선(34편성)			- 대구2호선(30편성)	- 인천1호선(9편성)	- 광주1호선(23편성)	-대전1호선(20편성)	
	도시바	호환가능									
	미쓰비시	호환가능	- 일산선(16편성)	-서울4호선(22편성)							
	GEC	호환가능									
	우진산전(T)	호환가능	-경부선/경인선/광명선(18편성) - 분당선(6편성)								
		호환안됨	-경부선/경인선/광명선(1편성)	-서울4호선(8편성)							

구분	제작사	호환여부	코레일	서울메트로	서울도시철도공사	부산교통공사	대구도시철도공사	인천교통공사	광주도시철도공사	대전도시철도공사	기타
추진장 치(VVVF, C/I)	우진산전 (IGBT)	호환가능	-경부선/경인선/광명 선(42편성) -중앙선(21편성) -경의선(23편성) -과천선(10편성) -분당선(39편성) -수인선(12편성)								
	미쓰비시	호환가능	- 일산선(16편성)	-서울1호선 (10편성) -서울2호선 (45편성) -서울4호선 (22편성)	-서울6호선 (41편성)	-부산1호선 (45편성)					
	우진산전 (GTO)	호환가능	-경부선/경인선/광명 선(58편성) -과천선(20편성) -분당선(6편성)								
	도시바	호환가능			-서울7호선 (46편성) -서울8호선 (7편성)						
	로템	호환가능					-대구2호선 (30편성)	-인천1호선 (9편성)		-대전1호선 (20편성)	
	GEC	호환가능		-서울4호선 (17편성)	-서울7호선 (17편성) -서울8호선 (15편성)						
		호환안됨		-서울4호선 (3편성)	-서울5호선 (76편성) -서울7호선 (7편성)		-대구1호선 (34편성)				-141편성

구분	제작사	호환여부	코레일	서울메트로	서울도시철도공사	부산교통공사	대구도시철도공사	인천교통공사	광주도시철도공사	대전도시철도공사	기타
보조전원장치(SIV)	로템	호환가능	-중앙선(21편성) -경의선(23편성) -수인선(12편성)	-서울2호선 (34편성)		-부산3호선 (20편성)	-대구2호선 (30편성)	-인천1호선 (9편성)	-광주1호선 (23편성)	-대전1호선 (20편성)	
	미쓰비시(1)	호환가능		-서울2호선 (45편성)		-부산1호선 (45편성)					
	미쓰비시(2)	호환가능	- 일산선(16편성)	-서울1호선 (10편성) -서울4호선 (22편성)							
	미쓰비시(3)	호환가능		-서울3호선 (48편성)							
		호환안됨		-서울3호선 (5편성) -서울4호선 (3편성)	-서울5호선 (76편성) -서울6호선 (41편성) -서울7호선 (70편성) -서울8호선 (22편성)	-부산2호선 (48편성)	-대구1호선 (34편성)	-인천1호선 (25편성)			-52편성

※ 기타 부분에 있는 편성의 경우 호환성 확인이 어려워 호환성이 없는 것으로 사료됨

※ 서울메트로 차량 전장품 중 SIV의 경우 제작사가 다양하고 편성별로 서로 다른 제작사의 장치가 혼재되어 있어 호환성 확인이 어려움.

#### 4) 철도 운영기관의 운영 현황

##### (1) 국내 철도 운영기관 및 철도 제작사의 BOM관리 현황

[철도차량제작사 및 철도운영기관의 부품관리 체계 다름] 철도차량의 구성품/부품 체계인 BOM체계와 부품관리번호가 호환되지 않아 철도운영기관 내에서도 동일한 부품을 구분할 수 없어 부품제작사의 지속적이고 연속적인 제품 생산이 불가능함

[BOM(Bill of Material)의 정의] 완제품을 만드는데 소요되는 모든 부품의 모단계, 자단계 등의 레벨단계, 소요량 등의 정보 및 필요에 따라 공정 및 작업방법 등의 정보를 담고 있는 분류체계를 의미

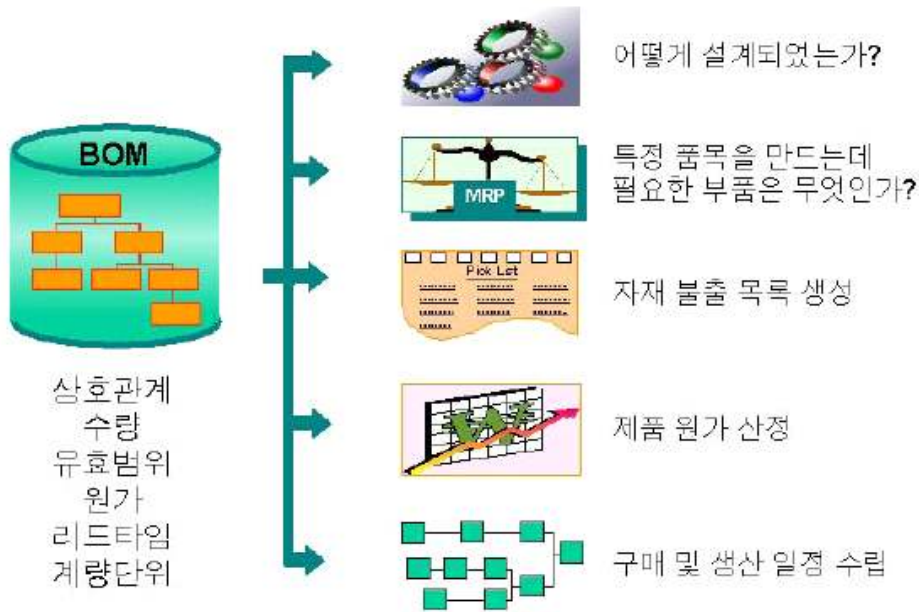
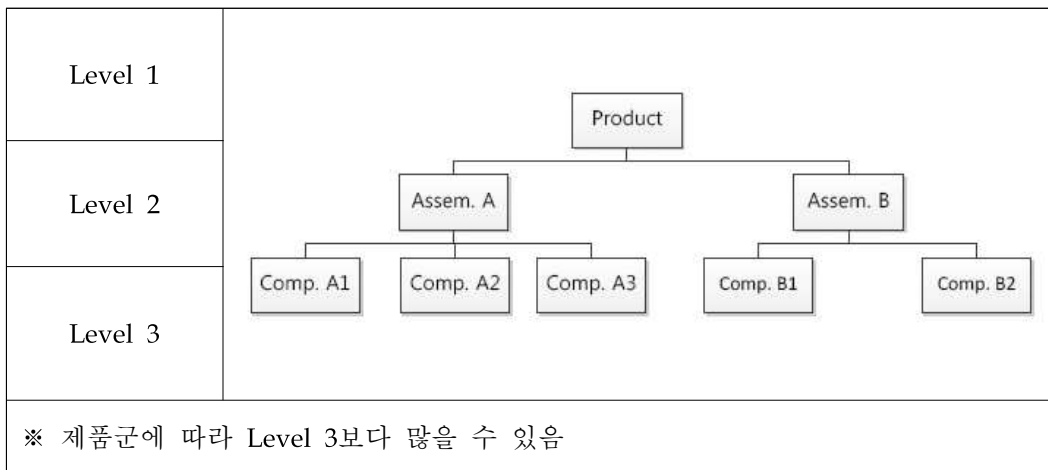


그림 41 BOM의 용도

[BOM의 일반적인 단계]



**[BOM의 종류]** 일반적으로 용도에 따라 BOM을 분류하면 다음과 같다.

- **Engineering BOM** : 설계 부서에서 사용하는 BOM이며 제품 설계는 고객의 요구사항이나 기능(Function) 중심으로 만들어지는 특징이 있음.
- **Manufacturing BOM 또는 Production BOM** : 생산관리부서 및 생산 현장에서 사용되는 BOM이며 MRP(Material Requirements Planning)시스템에서 사용되는 BOM임
- **Planing BOM** : 생산관리부서 및 판매, 마케팅 부서에서 사용되는 BOM이며 생산계획(Production Planning), 기준일정계획(MPS : Master Production Scheduling)에서 사용됨.
- **Modular BOM** : 생산전략(Manufacturing Strategy)에서 자주 사용하는 주문자 조립(Assemble-To-Order) 형태의 전략을 취하는 기업체에서 만드는 기업에서 활용
- **Percentage BOM** : 제품군을 구성하는 제품 또는 제품의 구성하는 부품의 양을 정수로 표현하는 것이 아니라, 백분율로 표현한 BOM임.

**[국내 운영기관의 BOM 관리현황]** 국내 철도차량 BOM의 분류 및 관리체계는 아직 표준화되어 있지 않기 때문에 각 운영기관에 따라 자체 실정에 맞게 기준을 수립하여 BOM을 관리하고 있으며 이렇게 관리하는 BOM은 신뢰성 시스템과 연계하여 유지보수분야에도 적용하는 추세이다.

한국철도공사	서울도시철도공사	서울메트로
레벨 7까지 분류되며 관리 수준은 레벨 6까지	15개 장치별로 구분, 호선 및 차종별 레벨4까지 분류되어 있으며 신뢰성 시스템과 연계하여 BOM 표준화 관리 추진	차종별 관리품목을 설정하여 Master Bom[레벨1에서 레벨 5까지] 구축 & 신뢰성 시스템과 연계하여 관리

신분당선주식회사	대전도시철도공사	광주도시철도공사
레벨 8까지 추진하고자 계획하고 있으나 고장사항 분석과 연계되어 장기간의 시간이 소요됨에 따라 주요항목을 발췌하여 신뢰성 시스템과 연계하여 레벨 3까지 관리	레벨 5까지 분류·관리하고 있으며 이를 근거로 물품번호분류표를 구성하여 유지보수 관련업무와 연계하여 활용	레벨 6까지 분류되며 현재 레벨 4까지 관리

(광주도시철도공사) Level 1에서 Level 6까지 분류하고 있으나 관리는 Level 4  
까지 관리하고 있으며 아래는 List 중 대차부분에 해당하는 부분임.

물품	용역	분류	순환	원명	TYPE	장치	BOM TREE						
분류번호	물품번호	번호	예비품			분류	1	2	3	4	5	6	7
0111090000	0111090000	0111090000		대차장치		대차장치							
0111090001	0111090001	0111090001		BOGIE ASS'Y(TC)		부수대차							
0111090002	0111090002	0111090002		BOGIE FRAME ASS'Y(Tc FRONT)		대차프레임(TC,1대차)							
0111090003	0111090003	0111090003		BOGIE FRAME(TC FRONT)		프레임							
0111090004	0111090004	0111090004		SIDE FRAME		사이드프레임							
0111090005	0111090005	0111090005		SIDE FRAME	t9					사이드프레임			
0111090006	0111090006	0111090006		BOTTOM PLATE	t12					바닥플레이트			
0111090007	0111090007	0111090007		AXLE SPRING SEAT(B)						액셀스프링시트			
0111090008	0111090008	0111090008		AXLE SPRING SEAT	t16					액셀스프링시트			
0111090009	0111090009	0111090009		STIFFENER	t9					보강재			
0111090010	0111090010	0111090010		SEAT	t12					시트			
0111090011	0111090011	0111090011		STIFFENER	t9					보강재			
0111090012	0111090012	0111090012		STIFFENER	t9					보강재			
0111090013	0111090013	0111090013		STIFFENER	t9					보강재			
0111090014	0111090014	0111090014		STIFFENER	t9					보강재			
0111090015	0111090015	0111090015		PARTITION PANNEL	t3.2					패널, 분할			
0111090016	0111090016	0111090016		BRACKET	t9					브라켓			
0111090017	0111090017	0111090017		SEAT	t9					시트			
0111090018	0111090018	0111090018		STOPPER	t25					스토퍼			
0111090019	0111090019	0111090019		SEAT	t9					시트			
0111090020	0111090020	0111090020		SPRING SEAT	t16					스프링시트			
0111090021	0111090021	0111090021		STIFFENER	t9					보강재			
0111090022	0111090022	0111090022		STIFFENER	t9					보강재			
0111090023	0111090023	0111090023		SEAT	Ø85					시트			
0111090024	0111090024	0111090024		NUT HEX(TYPE1)	M16					너트, 육각			
0111090025	0111090025	0111090025		TRANSOM ASS'Y(Tc)						트랜스			
0111090026	0111090026	0111090026		TRANSOM PIPE	Ø165.2Xt14.3					파이프			
0111090027	0111090027	0111090027		TRANSOM SUPPORT BRACKET						서포트브라켓			
0111090028	0111090028	0111090028		UPPER PLATE	t12					상부플레이트			
0111090029	0111090029	0111090029		LOWER PLATE	t12					하부플레이트			
0111090030	0111090030	0111090030		SIDE PLATE	t10					측면플레이트			
0111090031	0111090031	0111090031		LAT. SUPPORT BRACKET	t12					서포트브라켓			
0111090032	0111090032	0111090032		STIFFENER	t10					보강재			
0111090033	0111090033	0111090033		STIFFENER	t10					보강재			
0111090034	0111090034	0111090034		STIFFENER	t10					보강재			
0111090035	0111090035	0111090035		BRAKE HANGER BRACKET						브라켓, 브레이크행거			
0111090036	0111090036	0111090036		UPPER PLATE	t12					상부플레이트			
0111090037	0111090037	0111090037		LOWER PLATE	t12					하부플레이트			
0111090038	0111090038	0111090038		BRACKET	t12					브라켓			
0111090039	0111090039	0111090039		BRACKET	t12					브라켓			
0111090040	0111090040	0111090040		BRACKET	t12					브라켓			
0111090041	0111090041	0111090041		FIXED POINT BRACKET	t12					고정브라켓			
0111090042	0111090042	0111090042		BUSH(C23X12)	JIS E4112					부시			
0111090043	0111090043	0111090043		MONO LINK BRACKET(Tc)						브라켓, 모노링크(TC)			
0111090044	0111090044	0111090044		UPPER PLATE	t12					상부플레이트			
0111090045	0111090045	0111090045		LOWER PLATE	t10					하부플레이트			
0111090046	0111090046	0111090046		STIFFENER	t10					보강재			
0111090047	0111090047	0111090047		STIFFENER						보강재			
0111090048	0111090048	0111090048		END CAP						엔드캡			
0111090049	0111090049	0111090049		LIFTING STOPPER						리프팅스토퍼			
0111090050	0111090050	0111090050		PLATE						플레이트			
0111090051	0111090051	0111090051		LEVELLING VALVE SEAT						레벨링밸브시트			
0111090052	0111090052	0111090052		GAURD BRACKET						브라켓, 가드			
0111090053	0111090053	0111090053		BRACKET	t9					브라켓			
0111090054	0111090054	0111090054		STIFFENER	t9					스티프너			
0111090055	0111090055	0111090055		AXLE SPRING SEAT(A)						액셀스프링시트(A)			
0111090056	0111090056	0111090056		NAME PLATE						명판			

(한국철도공사) Level 1에서 Level 7까지 정리하고 있으나 관리는 Level 6까지 관리하고 있으며 아래는 List 중 대차부분에 해당하는 부분임.

No	Level	계통별 부품 레벨 관리(Item Description)								영문 명칭
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	
1	1	특고압기기								High Voltage Equipment
3497	1	대차 및 연결장치								Bogie and Coupler System
3498	2	대차(Bg, TC전위)								Bogie Assy, TC-Front
3499	3	대차 프레임 조립체, TC 전위								Bogie Frame Assy, TC-Front
3500	4	대차 프레임, TC 전위								Bogie Frame, TC-Front
3501	4	차압밸브								Differential Valve
3502	5	몸체								Body
3503	5	무두렌치								Screw
3504	5	밸브 조립품								Valve Assy
3505	5	스프링 시트								Spring Seat
3506	5	밸브 스프링								Valve Spring
3507	5	와셔								Washer
3508	5	보넷 너트								Bonnet Nut
3509	5	필터								Filter
3510	5	리테이닝 링								Retaining Ring
3511	5	오링								O-Ring
3512	5	록킹 와이어								Locking Wire
3513	5	심								Shim
3514	4	육각 볼트								Hex Bolt
3515	4	스프링 와셔								Spring Washer
3516	4	플러그								Plug
3517	4	스틸 와이어								Steel Wire
3698	3	센터 피봇 조립체								Center Pivot Device
3699	4	센터 피봇 장치								Center Pivot
3700	4	모노링크 브래킷								Mono Link Bracket
3701	4	모노링크 조립체								Mono Link Assy
3702	5	모노링크								Mono Link
3703	5	모노링크 고무부시								Mono Link Rubber Bush
3704	6	고무								Rubber
3705	6	내부								Inner
3706	6	외부								Outer
3707	4	링 댐퍼								Later Damper
3708	5	외부 튜브 조립품								Outer Tuber Assy
3709	5	피스톤 로드 조립품								Piston Rod Assy
3710	5	끼임 잠금 링 조립품								Threaded Locking Assy
3711	5	피스톤 로드 씰								Piston Rod Seal
3712	5	앵귤러 링 와셔								Angular Ring Washer
3713	5	오링								O-ring
3714	5	피스톤 로드 가이드								Piston Rod Guide
3715	5	공기 유입 배플								Anti-Aeration Baffle

(국내 차량제작사의 BOM 관리현황) 초기에는 설계부서에서 최상위 레벨에서 부터 최하위 레벨까지 관리하였으나 현재는 모듈 단위로 정리하며 그 이하 단위는 부품 제작사에서 관리하고 있음

Plant	WBS요소	자재	자재내역	업체명	발주담당자
R100	RNE1101-P	RB03620-NE1'	(사내외주)대차 최종 도장(		
R100	RNE1101-P	RB03620-NE1'	(사내외주)대차 최종 도장(		
R100	RNE1101-P	RB03620-NE1'	(사내외주)대차 최종 도장(		
R100	RNE1101-P	RB03620-NE1'	(사내외주)대차 최종 도장(		
R100	RNE1101-P	RB03620-NE1'	(사내외주)대차 최종 도장(		
R100	RNE1101-P	RB03620-NE1'	(사내외주)대차 최종 도장(		
R100	RNE1101-P	RB08600-NE1'	(사내외주)대차 차입,M' ;		
R100	RNE1101-P	RB08600-NE1'	(사내외주)대차 차입,M1' ;		
R100	RNE1101-P	RB08600-NE1'	(사내외주)대차 차입,M2' ;		
R100	RNE1101-P	RB08600-NE1'	(사내외주)대차 차입,T' ;		
R100	RNE1101-P	RB08600-NE1'	(사내외주)대차 차입,TC' ;		
R100	RNE1101-P	RB08600-NE1'	(사내외주)대차 차입,TC ;		
R100	RNE1101-P	RBA00102DDC PLUG,HEXAGON			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA00102DDC PLUG,HEXAGON			
R100	RNE1101-P	RBA01001DDC BOGIE FRAME,ASSEMBLY			
R100	RNE1101-P	RBA01002DDC BOGIE FRAME,ASSEMBLY			
R100	RNE1101-P	RBA02001DDC PIPE,,			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA02001DDC PIPE,,			
R100	RNE1101-P	RBA02001DDC PLATE,,			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA02001DDC PLATE,,			
R100	RNE1101-P	RBA02001DDC SEAT,,			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA02001DDC SEAT,,			
R100	RNE1101-P	RBA02001DDC BRACKET,,			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA02001DDC BRACKET,,			
R100	RNE1101-P	RBA02001DDC BOGIE FRAME HEAT,T			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA02001DDC BOGIE FRAME HEAT,T			
R100	RNE1101-P	RBA02002DDC BOGIE FRAME HEAT,M			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA02002DDC BOGIE FRAME HEAT,M			
R100	RNE1101-P	RBA10-CUT-D 설계원가절감			
R100	RNE1101-P	RBA10001DDC PLATE,CENTER UPPER			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA10001DDC PLATE,CENTER UPPER			
R100	RNE1101-P	RBA10001DDC SEAT,AIR SPRING			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA10001DDC SEAT,AIR SPRING			
R100	RNE1101-P	RBA10001DDC STIFFENER			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA10001DDC STIFFENER			
R100	RNE1101-P	RBA10001DDC STIFFENER			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA10001DDC STIFFENER			
R100	RNE1101-P	RBA10001DDC PLATE			
R100	RNE1101-P-ETC-ε	RBA10001DDC PLATE			
R100	RNE1101-P	RBA10001DDC STIFFENER			

[BOM 표준화의 필요성] 운영기관 별, 차량제작사 별 BOM을 확인한 결과 동일한 제품명일지라도 관리번호가 상이한 경우, BOM 구성이 다른 부분이 나타나고 있음.

○ 동일제품 / 관리번호 상이

제품명	한국철도공사	광주도시철도공사	차량제작사
	관 리 번 호		
접지브러쉬 [Earth Brush]	1007589	01110900528	RNE1101-P RET40001DJ0
차륜	1007753	01110900160	RNE1101-P-ETC-S RBB11001DJ0

○ BOM 구성이 다른 경우

	한국철도공사	광주도시철도공사	차량제작사
Level 1	대차 및 연결장치	구동/부수대차	Bogie Frame Ass'y Pipe Seat Bracket Stiffener Plate Etc.....
Level 2	대차	대차프레임	
Level 3	대차프레임 조립체	프레임	
Level 4	대차프레임	사이드프레임	
Level 4	차압밸브		
Level 5	몸체	사이드프레임	
	무두렌치	바닥플레이트	
	밸브조립품	액슬스프링시트	
	스프링시트	보강제	
	밸브스프링	시트	
	와셔	보강제	
	보넛너트	보강제	
	필터	보강제	
	리테이너 링	보강제	
	오링	판넬, 분할	
	록킹와이어	브라켓	
	심	시트	
	-	스토퍼	
	-	시트	
-	스프링시트		
-	보강제		
-	보강제		
-	시트		
-	너트, 육각		
Level 4	육각볼트	-	
	스프링 와셔	-	
	플러그	-	
	스틸와이어	-	

(표준 BOM 적용사례) 방위사업청의 경우 기관별로 분산 운용되는 규격관리, 목록 관리, 형상관리 등 3개 정보체계를 통합해 BOM(자재명세서, Bill of Materials)을 기반으로 하면서 하위단계 부품까지 국방표준정보를 구조적으로 관리하고 표준화 업무의 모든 과정을 온라인화해 업무진행사항 및 정보를 실시간 지원하게 하는 시스템인 국방표준시스템을 운영중임. 표준화 업무의 효율성과 정보관리 서비스를 향상시키고 각종 기술자료의 품질관리를 통해 데이터의 정확성과 신뢰성을 확보, 수출할 때에도 각종 기술 자료, 목록화 자료 등을 체계적이고 과학적인 시스템을 통해 지원하게 될 수 있도록 관리 중임.

(철도차량의 BOM 표준화) 운영기관의 차량시스템별, 환경적인 요건 등의 요구사항이 다름에 따라 표준화된 BOM은 구축되기 어려움, 표준화된 데이터베이스 BOM 구축 필요(공통사양과 개별사양으로 구분, 차량의 성능이 발전될 때마다 개별사양을 추가적으로 삽입, 공통사양은 표준화를 통해 제품 간의 공용화율을 높임으로써 다품종 품목에서 소품종 품목으로 전환, 검증된 부품을 사용하여 품질안정화, 불량으로 인한 생산 Lead Time 단축 등의 효과가 발생 예상.

## (2) 국내 철도 유지보수 현황

**[유지보수성의 의미]** “어떤 시스템을 정상적으로 또는 운전상태로 유지하기 위해 필요한 모든 것”이라 할 수 있으며 한 아이템의 Life Cycle동안 실행하는 어떤 기술적, 행정적 관리활동으로 요구기능을 달성할 수 있는 범위 내의 조건으로 복원시키거나 이러한 범위 이내로 유지하도록 계획된 활동임

**[NF EN 13 306, NF X 60 000 및 EN 50126에 의한 의미]** 프랑스 철도가 사용하는 NF EN 13 306 표준, NF X 60 000 및 유럽 신뢰성 규격 EN 50126에 의하면 유지보수 관리란 가능한 최선의 기술적 경제적 조건 하에서 비용, 품질, 신뢰성 환경 등의 목적과 목표를 달성하는게 기여하는 모든 활동을 행하는 통제를 말함

**[검수의 의미]** 디젤차량과 같이 차량의 구성이 차체, 차륜, 주행장치와 같은 기계요소로 제작되어 비교적 구조가 간단한 차량의 유지보수는 장비의 육안검사, 기능시험, 분해조립 등 장비의 검사와 수선활동을 의미했기 때문에 “검수”라는 용어를 사용함

**[유지보수의 발달]** 기술의 발달에 따른 철도차량기술이 급격히 발전됨에 따라 전력전자 반도체 제어기술, 열차종합제어장치, 관련된 컴퓨터 기술, 정보통신기술 등이 업그레이드된 기술이 도입되어 사용되고 있으며 자동화된 모니터링 시스템과 원격제어 기술 등의 발전으로 무인감시장치 및 데이터 정보 전송과 실시간 통시이 중요한 역할을 하게됨에 따라 많은 량의 데이터 분석이나 투입인력관리, 보수품관리, 작업공정관리를 통한 비용의 관리와 유지보수를 최적화하고 고장을 예측하는 단계의 신뢰성 유지보수(RCM)활동 등 유지보수기준을 정하고 개선하는 복잡하고 정교한 기술 활동 등을 포함하는 유지보수로 업그레이드 됨

		제3세대 정비
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상태 모니터링</li> <li>- 신뢰도 가용도 설계</li> <li>- FMEA 분석</li> <li>- 전문가 시스템</li> <li>- 높은 장비 가용성 및 신뢰성</li> <li>- 최고의 안전성</li> <li>- 환경 무손상</li> <li>- 장비 수명 연장</li> <li>- 높은 비용 효율</li> </ul>
	제2세대 정비	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계획된 대수선</li> <li>- 계획 및 제어작업 시스템</li> <li>- 높은 장비 가용성</li> <li>- 장비 수명 연장</li> <li>- 저비용</li> </ul>	
제1세대 정비		
- 고장발생 시 정비		

	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000(년도)
단 계					Predictive		Proactive
정비방 침	No Maintenance	Breakdown	Preventive				
중점 고려사 항	<ul style="list-style-type: none"> <li>정비불필요</li> <li>Cash Flow 최대화</li> <li>단기 생산량 최대화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고장이 발생하면 정비수행</li> <li>고장에 대한 긴급정비</li> <li>신속한 정비가 우선</li> <li>근면성 강조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고장이 발생 전에 정비수행</li> <li>계획되지 않은 가동정지 최소화</li> <li>고장방지를 위한 계획 활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기법을 적용하여 고장을 제거하고 비용과 이윤을 최적화</li> <li>고장 사전진단 기법적용</li> <li>비용과 이윤을 최적화 하기 위한 설비개선 및 정비방법 이용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고장의 근원을 모두 제거</li> <li>비용의 효율성을 고려하여 고장의 근본원인을 모두 제거함으로써 고장의 사전 봉쇄</li> </ul>		

그림 42 정비정책의 변화

**[신뢰성을 기반으로 하는 유지보수 (RCM)]** RCM은 발생 가능한 고장, 고장의 성장과정 (Failure mechanism) 및 수행되어야 할 정비절차의 견지에서 시스템을 평가하는 조직적인 분석 방법이며 고장의 성장과정과 관련된 기능에 대해 최적의 정비방법을 설정하여 총 생명주기에 걸쳐 신뢰성, 안전성을 증가시키기 위한 논리적 선택기준이 되기 때문에 신뢰성을 기반으로 한 유지보수 체계를 갖추어 활용하고 있음.

**[국내 운영기관의 유지보수]** 국내의 철도운영기관은 한국철도공사, 광주도시철도공사 등을 포함하여 9개 기관, 그리고 부산-김해 경전철을 포함한 민자철도 5개 기관으로 이루어져 있으며 유지보수는 중정비와 경정비로 구분되어 있으며 유지보수(중정비, 경정비)는 자체적으로 조직을 만들어 시행하는 경우, 외부의 전문기관에 위탁하는 경우 등이 있음

표 32 중정비 내용

구분	약호	내용	
저항차 정기 검사	중정비2 GI-2	차량 전반에 대한 검사, 수선, 분해, 성능시험 시행 및 주요장치를 완전 분해검사 또는 교환하는 것	
	중정비4 GI-4	차량 전반에 대한 검사, 수선, 분해, 성능시험 시행 및 주요장치를 완전 분해검사 또는 교환하는 것	
인버터 차량 정기 검사	중정비 3,4 GI-3 GI-4	차량 전반에 대한 검사, 수선, 분해, 성능시험 시행 및 주요장치를 완전 분해검사 또는 교환하는 것	
	중정비 6,7 GI-6 GI-7	차량 전반에 대한 검사, 수선, 분해, 성능시험 시행 및 주요장치를 완전 분해검사 또는 교환하는 것	
비 정기 검사	차륜 교환 NWC	차륜의 두께가 마모 한도에 도달하였을 때와 차륜이 균열 및 파손되었을 때 차륜을 교환하기 위하여 시행하는 검사	
	임시 검사 부품 수선	T	운전사고 이외의 원인으로 고장이 발생하였을 때 또는 고장 발생 우려가 예상될 때 그 부분의 기능상태를 확인하고 필요한 검수를 하는 것
		R	전기동차 검수에 필요한 주요부품 수선에 관한 사항
특 종 검 수	R	철도사고로 인해 검수를 요하거나 검수계획에 의한 개량, 개조, 재생 등을 시행하는 검수	

표 33 외부 위탁 유지보수 현황

운영기관	유지보수 종류	유지보수 업체
한국철도공사 KTX	중정비	K 회사
	경정비	R 회사
한국철도공사 전동차	중정비	R 회사
신분당선	경정비	R 회사
서울메트로	경정비	R 회사
서울도시철도공사	경정비	S 회사
	중정비	
부산교통공사	중수선	S 회사 & W 회사
인천교통공사	경정비	J 회사
	중정비	D 회사
대구도시철도	중정비	S 회사
대전도시철도	경정비	Y 회사
	중정비	P 회사
광주도시철도	경정비	S 회사
	중정비	
공항철도	경정비	Y 회사
	중정비	
9호선 메인트란스	경정비	G 회사
	중정비	R 회사

[한국철도공사 유지보수조직] 경정비는 서울본부의 지역본부, 중정비는 대전철도차량정비단 등에서 담당하고 있음. 각 기관별 유지보수 체계는 차량시스템, 기관별 특성에 따라 차이가 있을 수 있으나 큰 맥락은 유사한 것으로 보아지므로 철도공사의 유지보수체계를 중점적으로 다루었으며 광주도시철도공사의 경우는 계약방침 수립에서 자재입고, 불출까지 전반적인 내용을 기술하였음.

- **한국철도공사의 유지보수 개요** : 한국철도공사의 유지보수는 자체 규정 및 지침으로 ‘철도차량 유지보수 규정’ 및 ‘철도차량 유지보수 지침’을 따르도록 되어 있다.

○ **임시검수 및 특종검수**

① **임시검수** : 부분적인 상태 및 기능을 확인하고 기본검수 시행

- 운전사고 이외의 원인으로 고장이 발생한 경우
- 철도차량을 신규로 제작 또는 도입하였을 때의 최초사업 전
- 기타 주관 부서장이 필요하다고 인정한 때

② **특종검수** : 다음 중 하나에 해당하는 경우 기본검수를 시행하고, 격돌에 의한 연결기의 파손부위 등이 발생한 차량은 입창 후 정비

- 충돌, 탈선, 추돌, 화재 등 철도사고로 차량이 손상된 경우
- 개량, 개조, 재생 등을 시행한 경우
- 기타 주관 부서장이 필요하다고 인정한 때

○ **시험운전** : 차량의 유지보수를 시행한 후 필요 시 열차안전운행확보와 도중

고정 방지를 시행함.

○ 검수 종류 및 기준 : 차종별·차형별 검수종류 및 검수기준은 다음 표와 같다. 다만, 차량기술단장 및 물류본부장은 천재지변 등 이례사항 발생으로 정 상적인 검수업무가 어려운 경우에는 지역본부장 및 철도차량정비단장으로 하여금 한시 검수를 하게 할 수 있다.

- 중정비2(객차): 400,000km(32개월) 다만, 신조 후 1회(객차에 한함)
- 경정비1, 경정비6, 중정비1, 중정비2(화차로 제한함)

• **한국철도공사의 유지보수 현황** : 2012년 차량보유현황과 시흥차량사업소를 방문하여 확인한 내용은 다음과 같음

표 34 차량보유 현황

고속 철도차량	동차	기관차 [전기/디젤]	객화차 발전차 기중기	전기 동차	간선형 전기동차	ITX	계
1,160	397	519	13,790	2,363	32	64	18,325

※ 전기동차 점유율 : 13.4%

※ 자료 출처 : 철도산업정보센터 2012년 철도통계연보

• **시흥차량사업소 현황** : 유지보수품의 수급 및 고장 정보 등은 차량사업소의 기술부서에서 담당, 부품의 불출은 종이로 된 자재청구서로 이루어지고 있음

○ 차량의 제작년도, 차량시스템, 차량제작사, 차량운행여건 등이 다르기 때문에 제품의 표준화는 큰 의미가 없으며 외자품의 경우 발주 후 입고시점이 1년이상 최장 2년 이상으로 장기간 소요됨에 따라 유지보수품의 재고 관리가 어려움, 동일 성능, 동일 사양을 가진 국내 개발품의 필요가 절실. 그러나 동일한 제품을 개발하더라도 신뢰성에 대한 자료가 부족하기 때문에 운영기관에서 바로 적용키 어려운 실정임.

○ 2013년도 차량 고장 발생현황 : 2013년도 목표 대비 32% 증가 [12→18건]

구분	'12년 실적		'13년 목표		'13년 실적		목표대비	
	건수	백만km당	건수	백만km당	건수	백만km당	건수	백만km당
실적	12	0.034	12	0.034	18	0.050	6 增	0.016 增

○ 2013년도 차량 원인별 발생현황

구분	계	부품결합			인적요인		기 타			
		재질 노후	재질 불량	제작 결함	검수 소홀	취급 불량	원인 불명	일시적 장애	외부 요인	기타
'12년	12	1	6	3	1	0	0	1	0	0
'13년	건	18	2	7	6	2	0	0	1	0
	비율(%)	100	11	39	33	11	0	0	6	0
전년대비	6	1	1	3	1	0	0	0	0	0

○ 2013년도 차량 장치별 유지보수 발생현황

구분	계	특 고압	주 회로	고압 보조	저압 보조	운전 실	열차 정보	열차 보안	배전 반	차체/ 실내	공기/ 제동 제어	대차/ 제동	
'12년	12	2	2	2	1	0	0	0	0	0	5	0	
'13년	건	18	7	1	1	2	1	1	0	2	0	3	0
	비율(%)	100	39	6	6	11	6	6	0	11	0	17	0
전년 대비	6	5	△1	△1	1	1	1	0	2	0	△2	0	

- 재질불량 및 신조차량 제작결함, 장기 사용에 의한 부품노후, 예방정비 미흡에 의해 장애가 전년대비 큰 폭으로 증가함
- BOM 관리 : 레벨 7까지 분류되며 관리 수준은 레벨 6까지 임.
- 유지보수품목 관리 KOVIS System을 운용 중이며, 이 시스템을 통해 자재의 재고량, 이력관리 등의 정보를 확인할 수 있음. 일정한 규칙을 가지고 자재번호가 부여되는 것이 아니기 때문에 자재번호 만을 가지고 해당 부품의 취부 개소를 확인하기 어려우며, 자재내역 등 더 많은 정보를 필요로 한다. 이것은 곧, 일상적인 유지보수 체계에서는 유지보수성을 저하한다고 단정하기 어려울 수 있겠지만, 사고 등의 긴급 상황 또는 신규 인력 채용에 따른 업무 파악 미비 등의 상황에서 유지보수성 효율을 저감시키는 요인이 됨.

[부산교통공사의 유지보수 현황] 2012년 기준으로 776량 보유

- 유지보수용 부품 수급의 애로사항 : 협력업체의 영세성으로 인하여 납기를 준수하지 못하는 경우, 철도용품만을 전문적으로 취급하는 협력업체의 필요성 절실 및 협력업체의 제작 과정이 열악, 품질에 대한 신뢰성 관리가 안되고 있음
- 유지보수품의 수급 : 외자부품 발주시 견적 6개월, 발주시 입고까지 약 1.5년이 소요되어 약 2년이 소요됨, 개발 국산품의 경우, 신뢰성 확보가 검증이 되지 않아 예기치 못한 고장이 발생하는 경우가 있음
- BOM 관리체계 : BOM으로 관리하고 있는 것은 총 6000여종 이나 약 187~200종 정도 관리
- 유지보수 효율성 향상추진 요건 : 유사부품이나 각 기관/노선간 동일부품(유사부품)이 BOM과 연동되어 동일하게 관리, 운영기관별 운영시스템과 BOM 관리체계가 다르더라도 최소한의 관리 레벨을 맞추면 효율성이 향상 추정, 부품의 정비방법, 유지보수방법의 표준화가 필수적임

[서울도시철도공사의 유지보수 및 고장발생 현황] 2012년 기준으로 1,561량 보유

- 유지보수용 부품 수급의 애로사항 : 소량 구매 시 시험 비용등과 같은 신뢰성 비용 때문에 수급이 어려움, 품질에 대한 신뢰성 관리가 되고 있는 제품 수급이 어려움[차량 제작 시부터 부품 또는 구성품을 공급한 원 제작사가 끝까지

품질을 확보하고 지속적인 생산을 할 수 있도록 정책적인 지원 필요]

- BOM 관리체계 : 5개 장치별로 구분, 호선 및 차종별 레벨4까지 분류되어 있으며 신뢰성 시스템과 연계하여 BOM 표준화관리 추진, RCM을 이용하여 부품 신뢰성 관리 추진

표 35 호선별(차종별) BOM 현황

구분	장치	LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3	LEVEL4	
5호선	1차분	15	129	1189	5999	4679
	2차분	16	128	1007	5598	5745
6호선		16	133	1236	4356	6027
7호선	1차분	16	112	987	5767	6450
	2차분	16	137	1093	5266	7314
	3차분	13	107	1024	5718	7440
8호선	1차분	16	112	965	5590	6307
	2차분	16	137	1901	5261	7314

- 유지보수 효율성 향상추진 요건 : 부품의 신뢰성을 높이는 프로세서가 필요, 철도산업 클러스터 등을 구축해서 출연연 및 부품업체가 시너지 효과를 높이고, 부품제작, 유지보수 등에 활용할 수 있는 지원책 필요, 특허권처럼 활용하여 원제작사[개발자]에게 일정 부품 제작 및 공급 등의 권한 부여, FTA 등 경쟁입찰을 제한하는 요소가 있을 수 있으니 추가적으로 전반적인 검토가 필요
- 고장발생 현황 : 2009. 01. 01 ~ 2014. 02. 28. [약 5년간]

구분	계	5호선	6호선	7&8호선 (1차분)	7&8호선 (2차분)	
영업운행	-	1995	2000	1996	1999	
주행거리 (백만km)	98.724	36.334	18.457	15.759	28.174	
고장 현황 (건)	발생 건수	2,450	1,033	294	549	574
	백만 Km당 고장을	24.8	28.4	15.9	34.8	20.4

- 장치별 고장현황

구분	계	공기제동	설비 (출입분)	인버터	전기	컴퓨터	기타
계	24.8	4.5	1.9	7.9	2.7	5.6	2.2
5호선	28.4	3.1	1.6	<b>12.4</b>	2.5	6.5	2.4
6호선	15.9	3.5	2.2	1.7	1.8	<b>5.0</b>	1.8
7&8호선 (1차분)	34.8	8.4	1.7	<b>11.2</b>	4.7	5.6	3.2
7&8호선 (2차분)	20.4	4.6	2.2	4.5	2.6	<b>5.0</b>	1.6

**[서울메트로의 유지보수 및 고장발생 현황] 2012년 기준으로 1,954량 보유**

- 유지보수용 부품 수급의 애로사항 : 협력업체의 제작 과정이 열악함 : 자동화 공정이 아니라 수 작업 공정이 대다수임, 초도품과 양산품의 품질이 균일하지 않음[특히 고무류 제품의 경우 부품의 품질이 균질하지 않고 마땅한 시험방법이 없음],
- BOM 관리체계 : 차종별 관리품목을 설정하여 Master Bom[레벨1에서 레벨 5까지] 구축 & 신뢰성 시스템과 연계하여 관리

1 Level	2 Level	3 ~ 5 Level
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전동차 관리규정 43조 전동차 고장의 장치별 고장분류(12종)</li> <li>① 주회로장치</li> <li>② 제어회로장치</li> <li>③ 보조회로장치</li> <li>④ 출입문장치</li> <li>⑤ 차체 및 연결장치</li> <li>⑥ 제동장치</li> <li>⑦ 대차 및 주행장치</li> <li>⑧ ATS/ATC 장치</li> <li>⑨ 열차종합정보장치 등</li> <li>⑩ 공기조화장치</li> <li>⑪ 고객서비스장치</li> <li>⑫ 기타</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전 차종을 총괄할 수 있는 장치별 주요장치(명칭)로 구분</li> <li>① 주회로장치                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 판타그래프</li> <li>- 피뢰기</li> <li>- 인버터 BOX</li> <li>- 컨버터/인버터 BOX 등</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 각 차종별 2 Level 하부장치로 순차 하위 Level 구분</li> <li>- 판타그래프</li> <li>·습판체</li> <li>·상부틀</li> <li>·하부틀</li> <li>·균형장치 등</li> </ul>

- 유지보수 효율성 향상추진 요건 : 제품의 표준화보다는 품질 신뢰성관리가 되고 있는 제품이 필요함.
- 고장발생 현황 : 2009년 ~ 2013년

구 분	평 균	'13년	'12년	'11년	'10년	'09년
전동차 보유량	-	1,954	1,954	1,954	1,954	1,944
발생건수	0	0	0	0	0	0
량당 장애율	0	0	0	0	0	0
백만Km당 장애율	0	0	0	0	0	0

**[광주도시철도공사의 유지보수 및 고장발생 현황] 2012년 기준으로 92량 보유**

- 유지보수용 부품 수급의 애로사항 : 품질에 대한 신뢰성 관리가 되고 있는 제품 수급이 어려움
- BOM 관리체계 : 레벨 6까지 분류되며 현재 레벨 4까지 관리
- 유지보수 효율성 향상추진 요건 : 제품의 표준화보다는 품질 신뢰성관리가 되고 있는 제품 필요, 주요 제품에 대한 내구연한 필요[예방정비]

○ 고장발생 현황 : 2013년 기준

장치구분	분기별				총계
	1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기	
TCMS	5	21	21	14	61
ATC/ATO/TWC	26	29	24	31	110
VVVF인버터	2	12	21	9	44
정지형인버터(SIV)	14	11	16	5	46
판토타그래프	11	4	6	5	26
L/B박스	0	1	1	0	2
주공기압축기(CM)	0	6	5	2	13
주공기압축기제어박스(CMSB)	0	3	0	4	7
견인전동기(TM)	0	0	0	0	0
구동기어	0	0	0	0	0
블록브레이크(M)	1	0	1	4	6
디스크브레이크(TC)	0	1	3	0	4
출입문장치	10	26	57	29	122
총 계	69	114	155	103	441



○ 열차지연 현황

번호	발생일시	발생소	지연차	지연분	장치별	지연원인	비고
1	2. 20	상무하선	1001 (123편성)	4분 29초	출입문	출입문 DCU 고장	
2	6. 13	금4가하선	1165 (102편성)	4분 40초	출입문	출입문 DCU 고장	
3	6. 20	도산상선	1204 (109편성)	4분 40초	CC	TC-CC 통신고장	
4	7. 24	도산상선	1074 (104편성)	4분 55초	TCMS	VCPU2 보드 불량	

[유지보수에서 표준화] 차량의 제작시기, 차량시스템(저항제어차량, VVVF 차량), 제작사에 따라 제품 사양이 상이하기 때문에 호환이 안되는 부분 발생, 이에 따른 문제점인 물품수급 및 유지보수 효율성 저하, 자재관리 시스템의 이원화 관리 등이 발생.

(제품의 이원화 관리) 차량시스템이 다름에 따른 이원화 관리 사례

자재번호	자 재 내 역
1007436	차단기(전기):KRCS B096 주차단기조립(인버터) 1494-10070
1007437	차단기(전기):KRCS B096 주차단기조립(저항차) 1494-10070

(유지보수성에 미치는 부품표준화)

- **부품 표준화의 문제점** : 한국철도공사의 차량보유 현황을 살펴보면 차량시스템이 다른 차종을 운영하고 있으며 또한 이를 근거로 유지보수품목도 관리하고 있음. 차량시스템 특성에 따른 제품 등이 적용되고 있는 바, 부품의 표준화를 이룬다 하더라도 관리항목은 여전히 구분되어야 하기 때문에 효과성 향상의 효과는 미비할 것임. 운영기관의 요구사항인 설계단계부터 폐기까지 품질 신뢰성이 관리되고 있는 제품이 안정적으로 수급될 수 있는 방안이 수립이 되어야 함. 이러한 신뢰성이 확보된 제품이 개발·관리된다면 유지보수의 효율적인 운영과 부품의 표준화도 정착될 것임.
- **철도전문가 견해** : 철도차량의 유지보수를 위해서는 동일모델의 최소 보유 동력 차량은 200량 이상 보유해야 산업체도 경제성을 이유로 개발 및 유지보수용 보수품 공급에 참여할 수 있다고 함
- **한국철도공사에서 운영중인 8000대형 전기기관차** : 도입 90량과 국산개발 4량 총 보유 94량인 2013년 초반 40년 동안 긴 세월을 다품종 소량의 보수품을 운용하면서 고가의 보수품 공급과 저품질을 경험하고 있음
- **부품표준화가 필요한 시점** : 새로운 차량시스템을 갖춘 차량의 제작·설계 단계 과정에서 필요함, 철도차량 부품의 규격에 대한 체계적인 관리를 통하여 표준화 및 신뢰성이 확보된 제품을 적용하게 되면 생산 Lead Time의 단축, 제품 수급의 안정화, 영업운행 초기 안정적인 운영기반을 조성할 수 있으며 유지보수분야에서도 관리비용의 절감 등의 효과를 거둘 수 있을 것임.

[서울도시철도공사 주요장치 운영사례] 서울도시철도공사의 경우 1995년 스웨덴 ABB의 전장품이 도입되었으며 호환성이 유지가 되지 못하고 대체품의 품질로 유지보수에 어려움을 겪고 있음

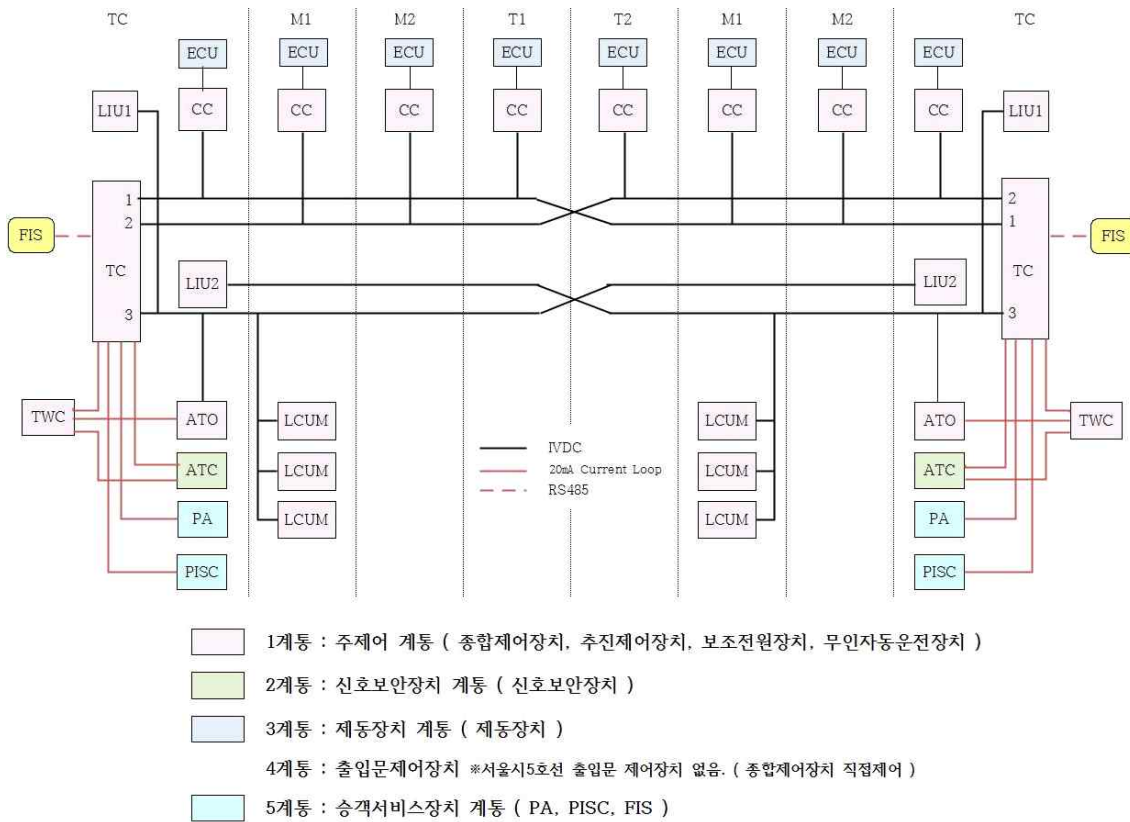


그림 43. 5호선 차량시스템 계통도

### (제어장치류 유지보수)

#### ○ 컴퓨터(TCMS, ATO, ATC) 정비 설비

- 컴퓨터 정비 후 기능시험을 위한 구형 시험기(시뮬레이터)를 운용하고 있어 노후화됨
- 시험기와 구동 프로그램이 노후화되고 단종부품으로 구성되어 있어 고장에 대한 대처 및 업그레이드가 어려움



그림 44. TCMS시험기(Simulator)



그림 45. 차상컴퓨터 시험기



그림 46. ATO 시험기



그림 47. ATC 시험기

○ 5호선 Mascon

- 5호선 Mascon.은 5호선용으로 개발된 전용 구성품으로서 마모고장, 부품고장 등이 발생하고 있으나, 대체가 어려우며 새로운 개발을 고려한 대안이 필요한 상태임



그림 48. 마스콘 (5호선)

○ 컴퓨터 내부 보드 상태

- 5호선에 적용된 컴퓨터는 외국에서 개발된 제품이며 교체를 위한 보드가 단종되었으며, 내부 부품도 상당수가 단종 상태로서 동일사양으로 고장수리를 실시하고 있으나 고장수리 후 동일한 성능을 보장하기 어려운 상태임
- 보드단위의 고장수리가 아닌 부품단위의 고장수리가 실시되어 있어 내구연한이 다가올수록 고장수리비용의 증대가 예상되어 전 시스템의 교체 검토가 필요함



그림 49. TCMS 입출력보드



그림 50. TCMS 전원보드

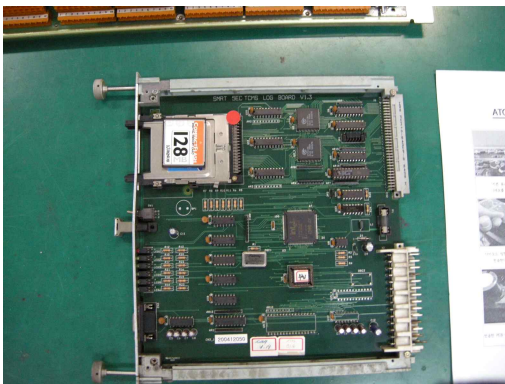


그림 51. TCMS 기록보드



그림 52. 전원장치

○ 인버터(VVVF인버터, 보조전원장치)

- 인버터는 전동차의 하부에 장착되어 열악한 환경에서 운용되는 장비로서 환경에 의한 노후화가 급격히 진행되어, 고무류/전자부품 등의 열화가 진행된 상태임.
- 외국제품의 단종으로 노후화에 따른 교체도 어려운 상태이며, 전자 부품단위의 정비/약품에 의한 먼지제거/진동/온도로 인한 냉납 발생 정비 등 어려운 정비 작업을 수동으로 실시하고 있으며, 여러 가지 어려움으로 외주 정비도 어려운 상태임.



그림 53. 정비 중인 VVVF인버터



그림 54. VVVF인버터 상부



그림 55. VVVF 제어보드(정비 전/후)

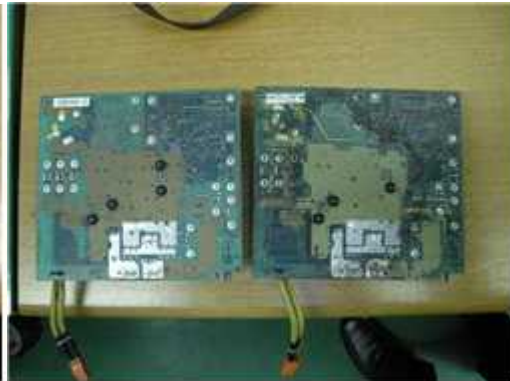


그림 56. VVVF 제어보드(정비 전/후)

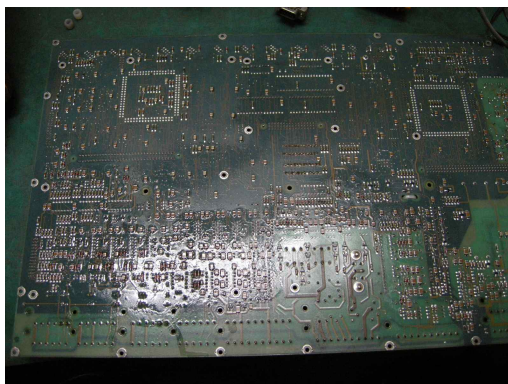


그림 57. VVVF 제어보드 (후면)



### (3) 국외 철도 유지보수 현황

[프랑스 철도의 유지보수] 프랑스 국철의 차량분야 본부 조직은 차량관리와 차량기술 및 지원부서로 구성되어 있으며 차량관리에서는 유지보수, 규정설정 및 변경, 차량의 개조 등 전반적인 사항 결정을 하며 고속철도차량만 별도로 관리하는 TGV 유지관리 부서인 MTT가 있으며 차량유지보수는 대부분 자체 실시하고 있음.

프랑스의 유지보수는 예방검수 및 조건적인 유지보수 및 5단계의 레벨로 구분되어 있으며 레벨 1은 안전검사 및 서비스 상태감시, 레벨 2는 주기검사, 레벨 3은 주요 부품의 교체, 레벨 4, 5는 대차와 부품의 분해검사, 수선, 차량개조로 되어 있음.

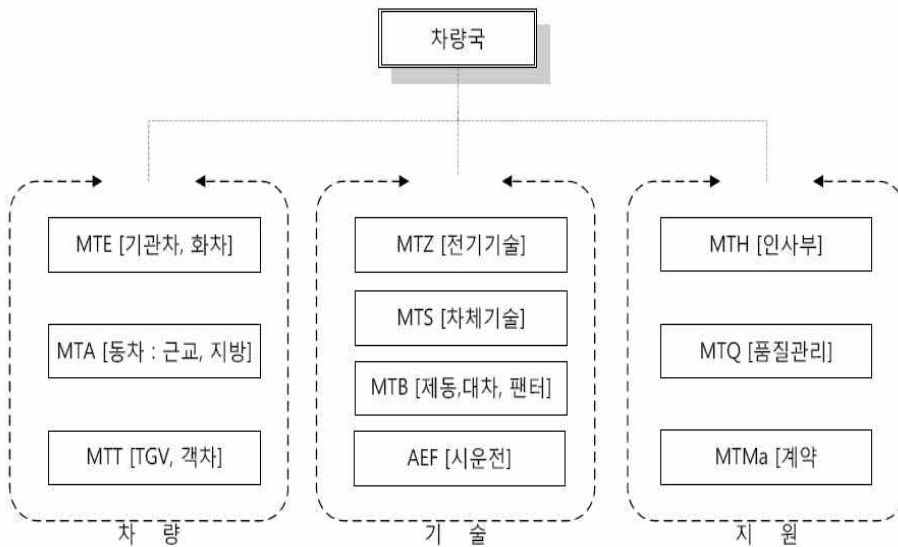


그림 58 프랑스 철도 차량분야 조직

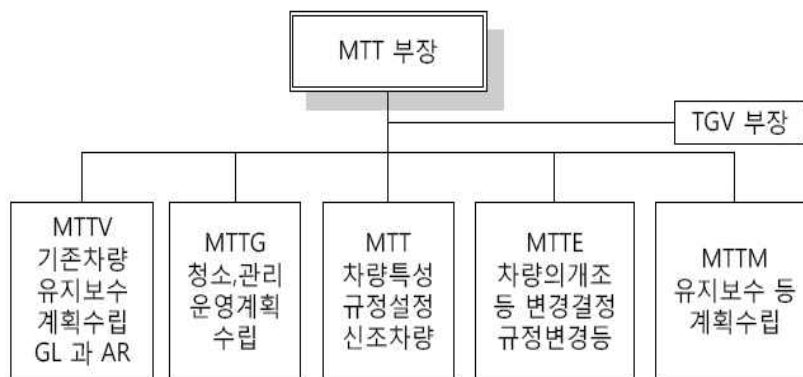


그림 59 프랑스 철도 TGV 전담 조직

고속철도차량을 전담 관리하는 TGV 전담조직은 차량 유지보수 등 계획을 수립하는 MTTM, 신조차량을 개발하거나 차량 특성을 관리하는 MTTP, 유지보수 규정 설정 차량의 개조 등 변경 결정하고 규정 변경을 담당하는 MTTE로 구성되어 있음.

표 36 담당업무 및 정비수준

차량사무소[EIM]	정비창[EIMM]
1~3단계의 작업을 시행하는 TGV 유지보수 기지	4~5단계의 작업을 시행하는 중수선기지
<ul style="list-style-type: none"> <li>* 차량의 주기점검 임의의 우발적인 기능저하 검수 [사후 유지보수], 표준측정[조건적 유지보수]</li> <li>* 주요부품의 교환 사고에 의한 기능저하[사후 유지보수 기준에 맞는 정비[조건적 유지 보수], 잠정적 고장을 포함한 검수[체계적 유 지보수], 계획된 유지보수</li> </ul>	분해된 차량, 부품의 재생, 차량의 재상, 복구, 차량도색, 차량의 계획된 중수선, 차량 개조 등

**[일본철도의 유지보수]** 신간선의 유지보수 시스템이 일본철도 차량기술을 대표한다고 볼 수 있으며 안전 확보를 위해 열차운영시스템의 상호 인터페이스 측면에서 차량, 궤도, 신호, 전력설비와 구조물 등 광범위하게 상세한 유지보수 절차와 규정을 정하고 지속적으로 보수정보를 수집, 분석해서 검수규정을 관리하고 있음.

일본의 철도차량유지보수 정책은 국토교통성령에 의해 기본적인 통제를 받고 있으며 정비정책은 예방정비의 원칙에 기초하여 주행거리와 경과일수, 연수에 의한 정기검사시스템을 규정하여 최소한의 검사에 대한 기본을 규제하고 세부적인 검사내용에 대하여는 민간철도회사에서 자율적으로 정하도록 하고 있음.

- (1) 교번검사 : 30일 또는 주행거리가 3만km를 초과하지 않는 범위에서 어느 쪽이나 먼저 도달할 때 시행하며 차량의 상태와 기능을 점검
- (2) 대차검사 : 1년 또는 45만km를 초과하지 않는 범위에서 어느 쪽이나 먼저 도달할 때 시행하며 주행부인 대차 주변의 견인전동기 동력전달장치, 현수장치 및 제동장치의 주요 부분에 대하여 시행
- (3) 전반검사 : 2년 또는 90만km를 초과하지 않는 범위에서 어느 쪽이나 먼저 도달할 때 시행하며 차량의 주요 부분을 분해하여 전반적인 검수를 시행하고 있음.

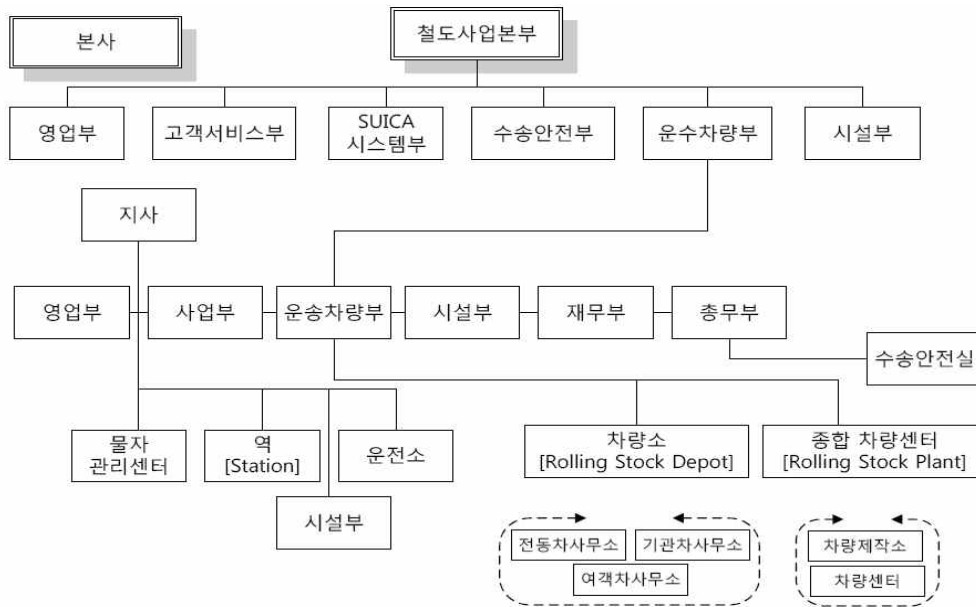


그림 60 일본 유지보수 조직

차량의 직접 유지보수는 차량사무소와 종합차량센터에서 행해지며 경수선을 주로 담당하는 차량사무소와 1년, 2년 이상 주기의 중수선을 주로 담당하는 종합차량센터의 구조로 이루어져 있음

#### (4) 도시철도 운영기관 기술수요 조사

##### 가) 운영기관 현황 및 기술수요 조사

###### ○ 운영 현황 조사 및 기술 수요 조사

- 목적 : 도시철도 운영 현황 조사 및 철도부품 호환/모듈화 기술수요 조사
- 조사기간 : 2014년 4월 16일 ~ 5월 20일
- 조사대상 : 철도운영기관 종사자 및 철도전문가
- 조사방법 : 표적집단면접법(FGI, Focus Group Interview)
  - 전문지식을 보유한 조사자가 철도전문가 및 철도운영기관 종사자 등의 소수 응답자 집단을 대상으로 도시철도 부품호환 및 표준모듈에 대한 주제를 가지고 자유로운 토론을 벌여 필요한 정보를 심층적으로 획득하는 방법

###### ○ 관련 사진



○ 주요 조사 결과

조사대상	주요 조사 결과
서울메트로 본사	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 부품 표준화와 모듈화에 대한 이해와 추진이 필요함</li> <li>■ 양질의 부품 공급을 저해하는 요인으로 최저가 입찰제의 보완 필요</li> <li>■ 부품의 신뢰성 향상을 위한 제도개선이 필요</li> </ul>
서울메트로 신정기지	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 부품 표준화와 모듈화가 유지보수에 필요하며 적극 추진 요구</li> <li>■ 현장에서는 부품의 교체보다는 부품의 재생부분에 관심이 더 큼</li> <li>■ 복수의 검증되고 신뢰성 확보된 부품공급사를 필요함</li> <li>■ 양질의 부품 공급을 위하여 최저가 입찰제 개선 필요</li> <li>■ 부품의 신뢰성 향상에 대하여 정부기관 및 출연연에서 주도적인 역할을 바람</li> </ul>
서울도시철도공사 도봉기지	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 부품 표준화와 모듈화의 적극 추진 공감함</li> <li>■ 최저가 입찰제의 개선 필요</li> <li>■ 부품의 신뢰성 향상에 대한 정부나 연구기관의 역할 필요</li> </ul>
부산교통공사 호포기지	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 부품 표준화와 모듈화에 대한 이해와 추진취지에 대하여 공감함</li> <li>■ 현장에서는 부품 재생에 대한 대체 기술 필요</li> </ul>
광주도시철도공사 용산기지	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 부품 표준화와 모듈화에 대한 이해와 추진취지에 대하여 공감함</li> <li>■ 검증된 부품공급사의 육성을 위한 대책 필요</li> <li>■ 제어모듈의 표준화로서 호환성 확보 필요</li> </ul>
한국철도공사 광역차량	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 부품 표준화와 모듈화에 대한 이해와 추진 필요 공감함</li> <li>■ 검증되고 신뢰성이 확보된 부품공급사를 필요</li> <li>■ 부품의 신뢰성 향상에 대하여 정부기관 및 출연연에서 주도적인 역할을 바람</li> </ul>

## 나) 철도 중소기업 전문가 간담회

### ○ 철도부품 강소기업 육성을 위한 철도관련기관 전문가 간담회

- 목적
  - 부품호환 및 표준모듈에 대한 개념 정의 및 목표 설정
  - 철도부품 표준모듈화를 통한 강소기업의 협업 및 육성전략
- 일시 : 2014년 4월 15일 (화), 15시
- 장소 : 한국철도기술연구원 7동 101호 회의실
- 참석대상 : 철도부품 제작사 및 운영기관의 철도전문가 6명

### ○ 간담회 관련 사진

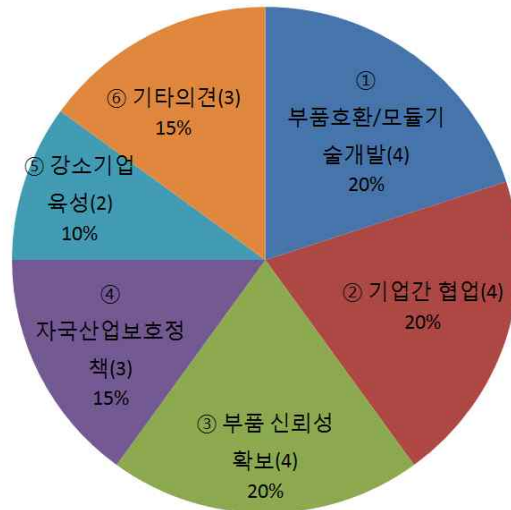


### ○ 중소기업 전문가 간담회 결과

전문가	자문의견
A 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내시장만으로는 강소기업 육성의 어려움이 있으므로, 해외시장 진출을 통해 시장을 확대해나갈 수 있는 강소기업 육성 필요</li> <li>- 해외시장 진출 및 경쟁력 확보를 위해서는 부품의 표준화 및 표준 모듈의 개발이 요구됨</li> <li>- 차량제작사와 부품제작사의 적극적인 협력 관계 필요</li> </ul>
B 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 철도차량 부품사의 생산 시장 확보를 위해 Buy Korea와 같은 규제정책 실시하여 최소한의 보호막을 유지시키는 것이 필요</li> <li>- 기술의 표준화, 모듈화를 위해서는 개발 프로세스의 정립, 협업, 인터페이스 등의 제도적인 방안 필요하며, 시행청 및 정부기관의 정책적 일관성 유지가 필요</li> <li>- 철도안전법 개정으로 성능입증을 위한 절차가 도입되었으나 많은 비용이 요구됨에 따라 인증시 정부의 기술적, 제도적, 금전적 지원이 필요</li> <li>- 인증을 통해 성능이 입증된 제품에 대해 지속적인 시장확보를 위한 제도적 지원 필요</li> </ul>

전문가	자문의견
C 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일정 비율의 국내 차량부품이 적용될 수 있는 제도 마련 필요</li> <li>- 철도차량 부품의 신뢰성 및 안전성 확보를 위한 인증제도 구축 및 지원 필요</li> <li>- 다품종소량에서 대량소품종으로 할 수 있도록 차량시스템의 표준화 필요</li> <li>- 차량제작사와 부품제작사의 적극적인 협력 필요</li> </ul>
D 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 부품제작사의 글로벌 경쟁력확보를 위해서는 부품생산의 혁신 및 부품의 표준화/모듈화 필요, 최저가 입찰경쟁에 대한 제도개선, 계획생산 등이 가능하도록 구매계획의 현실화, 기술인프라 구축 및 지원, 융복합기술 확보 필요</li> <li>- 전략적 기술개발 품목 선정, 해외기술이전 등의 기술개발 지원 등을 통해 수입부품의 국산화</li> </ul>
E 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도시장에 대한 전반적인 우호적 시장확보 정책에 대한 검토가 필요(현지화 전략, Buy Korea 전략, 국내인증제도 시행 등)</li> <li>- 해외 철도차량 제작사의 표준 모델을 벤치마킹, 국내 철도차량 제작사와 부품제작사와의 협업체계 및 정부지원 체계 필요, 성능인증을 위한 환경조성</li> </ul>
F 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 표준 모듈에 대한 명확한 개념정의 필요</li> <li>- 신뢰성 분야, 기업간 협업, 중소기업 경쟁력 강화 방안 등에 대한 구체적인 기획 필요</li> <li>- 신뢰성 확보를 위해 국제인증규격에 대한 인증 지원체계 구축</li> <li>- 차량 배선 절감 등을 통한 가격 경쟁력 확보를 위한 기술개발 필요</li> </ul>

○ 분석결과



- ① 부품호환 및 표준모듈, 표준화 차량시스템 기술개발 필요(4건, 20%)
- ② 차량제작사 및 부품제작사간 협업 필요  
(4건, 20%)
- ③ 부품의 신뢰성, 안전성 확보를 위한 정책마련 및 정부지원 필요(4건, 20%)
- ④ 자국산업보호정책 마련(Buy Korea 정책)  
(3건, 15%)
- ⑤ 경쟁력 확보를 위한 강소기업 육성(2건, 10%)
- ⑥ 기타의견(3건, 15%)
  - 성능인증을 통한 지속적인 시장확보방안 마련
  - 수입부품에 대한 국산화 개발
  - 해외기술에 대한 벤치마킹 등

○ 간담회 결론

- 부품호환 및 표준모듈 개발 시 H/W도 제작하여 S/W를 검증하여 그 결과로 표준 규격을 제정할 수 있도록 검토가 필요함
- 기술의 표준화, 모듈화를 위해서 개발 프로세스 정립, 협업, 인터페이스 등 기술적인 부분을 실행하기 위한 정부기관의 제도적인 방안이 필요함.
- 과잉경쟁을 유발하는 최저가 입찰경쟁 제도에 대한 정부의 구매체계 개선 검토
- 철도산업에 대한 확보정책으로 buy korea 전략이 요구됨
- 경쟁력을 갖추기 위해서 신뢰성/안정성 정보가 지원된 국내 인증제도 구축이 필요

#### 4-4) 철도 운영기관 표준부품/모듈화 공청회

##### ○ 기획연구 성과발표와 운영기관의 의견 청취 및 수요 조사를 위한 공청회

###### - 목적 :

- 부품호환 및 표준모듈에 대한 기획 연구 성과 발표를 통하여 운영기관의 의견을 청취하고 기술 수요를 확인하여 기획보고서에 반영하고자 함
- 기획연구 결과물을 운영기관과 함께 공유하여 운영기관의 애로기술 해소, 부품호환성 향상과 유지보수 효율화 등 안정성 향상과 운영비 절감방안을 확보하고자 함

- 일시 : 2014년 6월 20일 (금), 14:00 ~ 18:00

- 장소 : 부산교통공사 호포차량사업소 종합청사 홍보장

- 참석대상 : 도시철도 운영기관 참석자 및 연구기획 관련자 등

##### ○ 공청회 관련 사진



○ 공청회 주요 내용

전문가	자문의견
A 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 부품호환성을 위한 운영기관 별 호환품을 도출해야 함</li> <li>■ 공통부품개발과 표준모듈의 국제화를 통한 기본 부품의 업그레이드가 필요함</li> <li>■ 과제 수행 시 운영기관, 부품제조업체, 차량제작업체들과 협의가 요구함</li> <li>■ 정부차원에서 정책적 지원이 절실히 요구됨               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 강소기업 육성을 위한 Buy Korea 정책강화 필요</li> <li>- 시험인증 및 품질인증 시 일부 보조가 필요함</li> <li>- 영세한 부품산업기업 육성을 위한 기술지원 정책이 필요함</li> </ul> </li> </ul>
B 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 다양한 협력업체를 대상으로 할 경우 표준설정에 어려움이 예상됨</li> <li>■ 상용 S/W를 활용한 협업/동시 설계를 통해 협력업체의 기술 향상이 기대됨</li> <li>■ 각 협력업체마다 S/W 선정/사용되기 전에 표준을 정의할 필요가 있음</li> <li>■ 표준관련 사항의 정착을 위해선 top-down 형태의 접근이 이루어져야 하며,</li> <li>■ 해당 과제에서 제안한 각 세부과제는 top-down 형태로 진행될 것을 확신함</li> <li>■ 영향력이 높은 순서로 철도차량의 부품을 선별하는 것이 효과적임</li> </ul>
C 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 표준화 및 모듈화가 다른 산업분야에서 성공한 사례가 있으며, 국내 철도 부품 분야에서 이러한 시도가 이루어지고 있다는 점은 긍정적임</li> <li>■ 철도부품 제조기업 만으로는 극복하기 어려운 한계가 있으므로, 정부차원의 종합적인 지원책이 필요함</li> <li>■ 운영기관의 문제점과 산업체의 애로사항을 반영하여 제품마다의 표준화 전략을 수립해야함</li> <li>■ 기술 인력 및 전문가 지원을 통해 제조기업의 설계기술 확보가 중요함</li> <li>■ 경쟁력 확보로 인한 시장 확대와 매출증대의 가능성 및 경제성 검토가 필요함</li> </ul>

전문가	자문의견
D 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 국내 표준과의 연계, 시장 확보 기능 및 국가 주도의 표준모듈의 국제 표준화가 필요함</li> <li>■ 표준화와 별도로 상호 호환성, 운용성을 보장하는 단체가 필요함</li> <li>■ Open source를 통한 S/W의 공유와 버전관리 기관이 필요함</li> <li>■ S/W를 위한 Common platform 구축이 요구됨</li> <li>■ TCN에도 유연성을 위해 무선 적용과 클라우드 제어시스템 구축이 요구됨</li> </ul>
E 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 구체적인 세부전략이 요구되며, 운영기관 측면에서 접근하기 어려움이 있음</li> <li>■ 기존 차량의 경우 부품 단종 등의 이유로 적용하기 어려움이 있음</li> </ul>
F 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 과제의 실용화 측면에서 본 과제의 적용가능성 검토 필요</li> </ul>
G 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 철도산업의 특성상 주문자 생산방식의 부품개발이 이루어지 있는 현재 상황에서 본 과제의 실용화 가능성 여부</li> <li>■ 과제 성과에 대한 평가기준이 관련 기관과 업체에 따라 상이한 이해관계를 가지고 있으며, 강소기업 육성전략이 특정 회사가 독점하는 부작용을 우려함</li> </ul>
H 위원 I 위원	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 독과점 문제 제시와 신뢰성에 대한 과제 방향 질의</li> <li>■ 표준화를 통해 기업 고유의 기술이 유출될 수 있는 부작용 우려</li> </ul>

## ○ 결론

- 부품 호환성 및 표준화를 위한 정부/운영기관/연구원/기업 다각적 협력 필요
- 철도부품분야의 표준화 및 모듈화 필요
- 동시/협업 설계를 위한 철도 통합 개발환경 구축 필요
- 강소기업 육성을 위한 buy korea 정책강화의 필요
- 정부차원에서 정책적 지원을 통한 기술지원과 제도 마련 필요
- 다양한 제조기업과 운영기관과의 긴밀한 협조를 통한 유연성을 가진 표준화 전략 수립 필요



### 3장. 국내외 관련 기술 동향

#### 1절 항공산업의 부품 호환성 국내외 동향

##### □ 항공 부품산업 현황

[항공기 세계시장] 세계 항공산업 시장규모는 2010년 기준 4천억달러 수준이며, 2020년까지 6천억달러 수준까지 성장할 것으로 예상됨. 완제기 시장보다, 부품·장비 및 정비 (MRO) 부문 시장규모가 더 크게 나타나고 있음

[국가별 항공산업 현황] 미국이 세계 시장의 40% 이상(1,874억 달러)을 점유하고 있으며, 유럽과 함께 세계시장을 주도하고 있음. 우리나라는 군용기와 부품을 중심으로 하여, 2012년 기준 27억달러 수준으로 세계 15위 규모를 나타내고 있음

[우리나라 항공산업 현황] 우리나라 항공산업 규모는 2012년 생산기준 27억달러 수준이며, 내수와 수출이 절반씩 차지하고 있음. 순수 항공기 부품산업은 2012년 생산기준 16억 달러 수준이며, 기체와 엔진 부품이 대부분을 차지하고 있음

표 37 국내 항공산업 품목별 인도(생산) 현황 (단위 : 백만불)

구 분		2011년	2012년	2013년(전망)	
항 공	완제기	953	1,005	1,318	
	부 품	기체	694	916	1,172
		엔진	436	426	482
		전자	58	86	121
		보기	102	167	141
		소재	15	4	6
소 계		2,258	2,604	3,240	
우 주	발사체	10	24	28	
	위성체	89	69	70	
	지상장비	1	-	-	
	소 계	100	93	98	
합 계		2,358	2,697	3,338	

\* 출처 : 한국항공우주산업진흥협회, 항공우주산업 2012년 실적 및 2013년 전망

##### □ 항공기 부품산업 특성

[고도의 기술성·신뢰성] 여러 종합기술이 접목되는 지식집약적, 첨단 기술집약적인 산업으로, 신소재 및 제조공정에 관련한 기초기술 수요가 많은 첨단재료기술의 집합체

[고부가가치 및 고용창출효과] 항공기용 부품은 고도의 기술을 바탕으로 단위당 가격이 매우 높아 고부가가치 유발. 항공기 부품산업은 관련산업의 다양화를 유발시켜 고용창출효과도 매우 높음

\* 항공기 엔진부품 : 원소재 및 단위부품의 가격비중이 전체 제조원가의 40% 이상 차지

[R&D, 투자비용 회수 장기화] 항공완제기 제작산업 자체가 대규모 설비투자를 통한 생산시설의 확보가 필수적인 “규모의 경제”, “범위의 경제” 산업임. 항공기 부품산업은 **다품종 소량 생산방식** 때문에 투자된 비용의 회수에 장기간 소요

[중소기업형 다품종 소량생산] 항공기는 주문에 의해 연간 생산량이 소량 수준에서 결정되지만, 부품의 종류와 수는 수십만종이기에 항공기 부품산업에서는 다품종 소량생산 방식이 적용. 또한 부품 제작과정에서 고도의 정밀성이 요구되어, 중소기업에서 장기계약에 의한 주문식 소량 생산하는 특성을 보임

[인증 중요성] 항공기부품을 수출하기 위해서는 기술적 생산능력 뿐만 아니라, 외국의 항공기 제작회사로부터 유자격업체로 인정받아야만 부품의 제작생산을 위한 수주 가능

[수요의 소수성·연속성] 항공기는 극단적인 안정성이 요구되는 제품으로 필수부품의 주기적인 교환빈도 및 부품 소모성이 매우 높음. 주요 핵심부품의 생산규모는 완제기 생산이 중단된 이후에도 상당기간 계속되는 연속성이 강함

#### □ 항공기 부품의 호환성 구조

항공기 부품에 대한 **표준화 및 호환을 통해 유지보수 및 운영효율성을 제고**하기 위해, 부품구조의 복잡성에 관계없이 세 가지 중 하나로 분류하여 운용

[Standard Part] 수량으로 볼 때 가장 많이 사용되는 fastener 류를 포함하여 각종 bolt, nut, bearing, seal, gasket 등, 일반적으로 공통으로 사용되고 있는 작은 부품을 의미함. 이미 산업 표준으로 나와 있는 부품 분류를 사용함으로써, 설계·제작·인증의 간소화·표준화를 달성하고 운용·정비를 효율적으로 수행할 수 있음

(국가표준) 국가적 수준에서 공인된 표준화 기관에 의해 채택되어 일반에게 공개되는 표준으로서, ASA(미국표준), KS(한국산업규격), JIS(일본공업규격) 등이 있음

(업계표준) 세계자동차공학회(SAE, Society of Automotive Engineers), 美 항공운송협회(ATA: Air Transport Association) 등이 모든 민간 항공기에 대해 공통으로 참조하는 표준

- 항공기 제작사의 Part Number는 공통적인 Number로 표준화
- 제작사 Number는 Drawing과도 연관성이 있으며 일정한 규칙이 있음.
- ATA에 규정한 Number에 따라 Drawing Number를 부여하며, 하위 Part Number도 일정한 규칙으로 정하여 Part Number만 보면 어디에 들어가는 부품인지 추측이 가능함
- 개조 등에 따라 변경되면 그 사실을 쉽게 알 수 있도록 Suffix를 붙인다든가 하는 방법으로 변경시킴. 이에 대한 기준이 항공기 민간규정인 ATA 100(현재는

ATA Spec 2000, 2200등으로 디지털화)로 규정됨.

- ATA Spec은 항공기의 정비관련 각종 지침서를 표준화하여 제작사는 다르더라도 모양, 형식, 규격, 내용은 동일하게 표준화한 정비매뉴얼을 발행하도록 제작사에 기준을 제시하여 현재 항공업계에서 정착되어 성공적으로 시행 중

(**군용표준**) 미군 조달사양서(MIL : Military Specification), 미 군용항공기관 표준부품 번호(MS : Military Standard) 등 군용 항공기 부품에 대한 표준 제공

[**TSO(Technical Standard Order) Part**] 어느 정도의 복잡성을 갖는 항공 장비품이며 tire, brake, seat, galley, lavatory, instrument 등 수백 가지 공통적인 장비품을 TSO 로 지정하여 운영. Standard part와 마찬가지로 이미 표준으로 나와 있는 TSO 인증 제품 중에서 선택 사용도 가능하며, 새로 만들 경우에도 TSO를 만족 시켜야 하므로 표준화 목적 달성은 물론 인증 간소화의 이점 제공

- \* TSO는 운영자 편의성이나 제품 표준화 보다는 인증과정의 표준화, 절차 간소화를 주목적으로 하여 운영되고 있음 (Simplification for Certification, Standardization, Commonality)

[**Type Specific Part**] 항공기 부품 이해를 위해 정의한 용어로서, 해당 기종에만 effectivity를 갖는 고유(설계) 부품으로, Standard part 또는 TSO Part가 아닌 모든 부품을 의미함

(**Designed under TC**) Design이란 제품이 고유 목적을 달성할 수 있도록 형상, 크기, 강도, 제작방법 등을 정리하여 표현한 것으로, 항공기 형식승인을 위해서는 우선 Type Design이 필요

- \* TC(Type Certificate)이란 민원인이 작성하여 제출한 Type Design을 국가 기관이 안전성이나 적합성을 면밀히 검토 후, 법 기준에 합당 할 경우 발행하는 공식문서

- \* 현행법령에 의하면 항공기, 엔진, 프로펠러가 형식승인 대상임

(**Designed under STC**) STC(Supplemental TC)는 TC 제품에 중요한 변화(형상, 성능, 안전성, 중요장비 변경 등)가 있을 경우, 이 변화에 대한 Design을 수행하여 인증 받는 제도임. 제출자격은 TC 소유자 이외의 제3자도 가능

(**Designed under PMA**) PMA(Parts Manufacturer Approval, 부품제작자 증명)란 Type Design에 의해 소개된 부품을 Type Design 소유자 이외의 제3자가 동일하게 제작 하여 정부기관의 승인을 얻은 부품을 의미함

[**부품 호환목적**] 수많은 항공기 부품을 기종에 따라 호환하여 활용할 수 있도록 함으로써, 유지보수 비용절감 및 부품조달 편의제고, 새로운 기종에 대한 영업·마케팅 우위 확보, 호환가능한 부품의 성능향상 촉진 등을 달성할 수 있음

- \* **부품호환 주요목적** : Maintenance Convenience, Sales and Marketing Strategy, Product Improvement

- \* **항공기 부품호환 사례** : 대한항공에서 2013년 구매한 美 Boeing社의 747-8 기종이 기존 747-8과 73%까지 부품호환이 가능한 것으로 제시

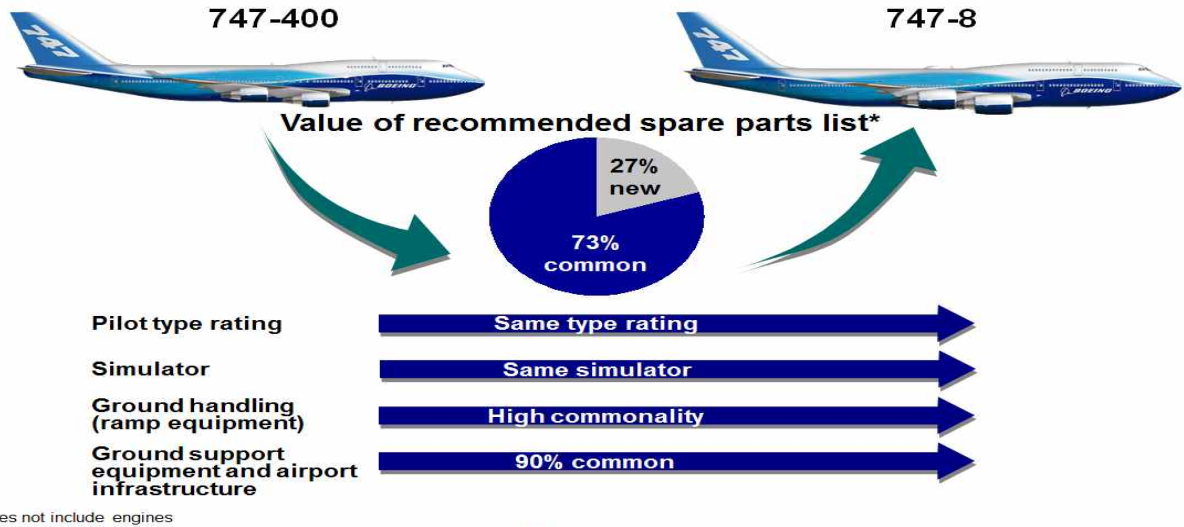


그림 61 747-400 기종과 747-8 기종 간 호환성 비교 \* 출처 : The Boeing Company

[부품 호환 운영방식] 항공기 부품의 유형에 따라, 기종 간 호환 활용하는 방식으로 ① 형상 구조기능과 무관하게 호환불가로 활용하는 방식, ②상위 기종에서 하위 기종으로 일방향 장착만 가능한 방식, ③자유롭게 상호 호환가능한 방식의 세 가지로 구분됨

- (Non Interchangeable) : 형상 구조 기능과 무관하며 호환 불가인 부품, 즉 외관과 재질 등이 동일하고 부품의 기능이 동일한 경우에도 Part Number가 상이한 경우에는 상호호환 불가
- (One Way Interchangeable) : 개조에 의해, 원래 장착된 부품보다 우수한 부품으로 개조하였을 경우에, New Part를 Old Part 대신 사용 가능하나, Old Part를 New Part 떼어낸 자리에 장착할 수 없음.
- (Two Way Interchangeable) : 개조에 의해 부품이 변경 되었을 경우 Old Part와 New Part 사이에 아무런 제한 없이 호환할 수 있도록 허용한 부품

[항공기 부품 표준모듈] 항공기 부품의 제작 및 유지보수 편의를 제고하고, 정비작업 및 주기의 최적화를 위해, 엔진 및 중요 구성품에는 모듈 개념이 적용 됨. 또한 대형 항공기는 대략 1,000여개의 정비 항목을 가지고 있으며, 항목 별 고유의 주기 및 Task를 가지고 있으므로 동일·유사한 항목을 그룹핑하여 수행함으로써 정비기간 및 비용을 단축함.

[항공기 엔진모듈 구성] 항공기 엔진은 총 14개의 모듈로 설계되어 있고, 10개의 Build Group과 4개의 Major Assemblies로 구성됨. 엔진의 각 모듈이 해당 Soft Time 기준에 해당될 경우 중정비(Heavy Maintenance) 작업을 수행하도록 운행경험에 의해 유지보수 표준화

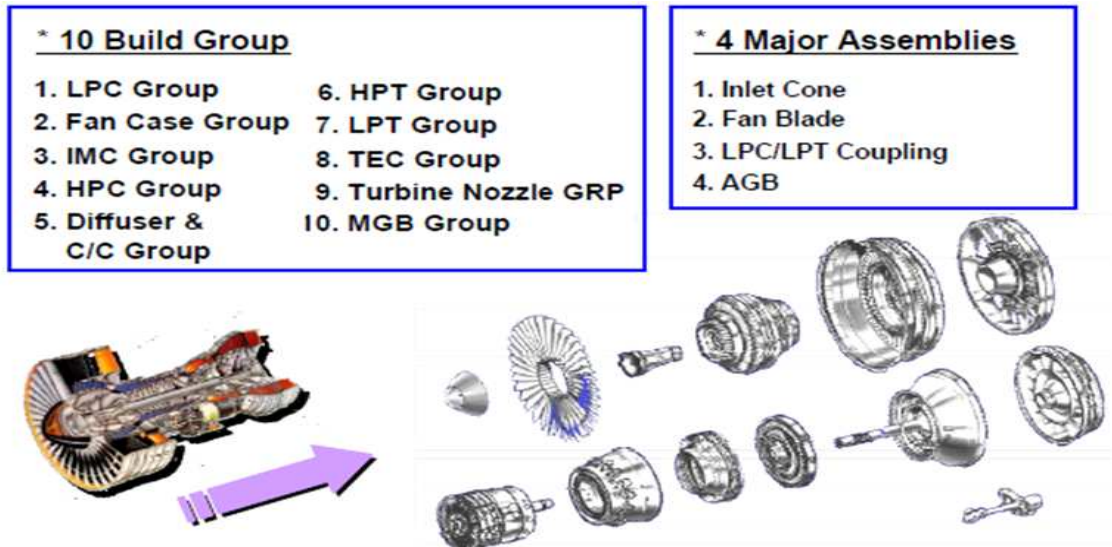


그림 62 Engine (PW4000 Series) 모듈화 구성사례

[항공기 부품 교환방식] 항공기 부품 성격에 따라 정비메뉴얼에 의한 주기적 오버홀 분해·교체 품목(Life Limited Part, Hard Time Component), 운항·정비 중 점검에 따른 부품교환 품목으로 구분됨

- \* Life Limited Part : Failure 발생 시 치명적인 영향을 미칠 수 있는 부품 (엔진 장착부, 착륙장치 장착부 등)은 일정 시간 도달 후 폐기처분
- \* Hard Time Component : 항공기에서 주기적으로 장탈하여 분해점검, 수리, 오버홀 등을 하는 항목이며 Landing Gear, Engine, 기타 부품
- \* 결함 부품 교환(Reactive) : 항공 운항 또는 정비 중 발견된 결함에 대한 수정 작업으로 부품 교환
- \* 기타 예방정비

[항공기 부품 교체제어] 수많은 항공기 부품을 효율적으로 교체하기 위해, 컴퓨터에 의한 자동화된 장탈기록 및 주기관리를 수행함

- \* 항공기 부품 교체 제어방식 : Computerized Time and Cycle Tracking, Computerized Job Ordering, Execution and Entry into System, Record Keeping by Computerized System

## 2절 국내외 모듈화 기술 동향

### 1) 자동차 분야 모듈화 동향 [1]

[자동차 제어 방식 발전] 자동차 산업은 1990년대 부품 모듈의 개별 제어 수준에서 점차 통합모듈 제어방식으로 진화, 디자인에서 편의성/안전 등의 서비스 개발로 추진, 향후 차량의 80% 이상의 혁신은 전기전자 시스템을 기반으로 함

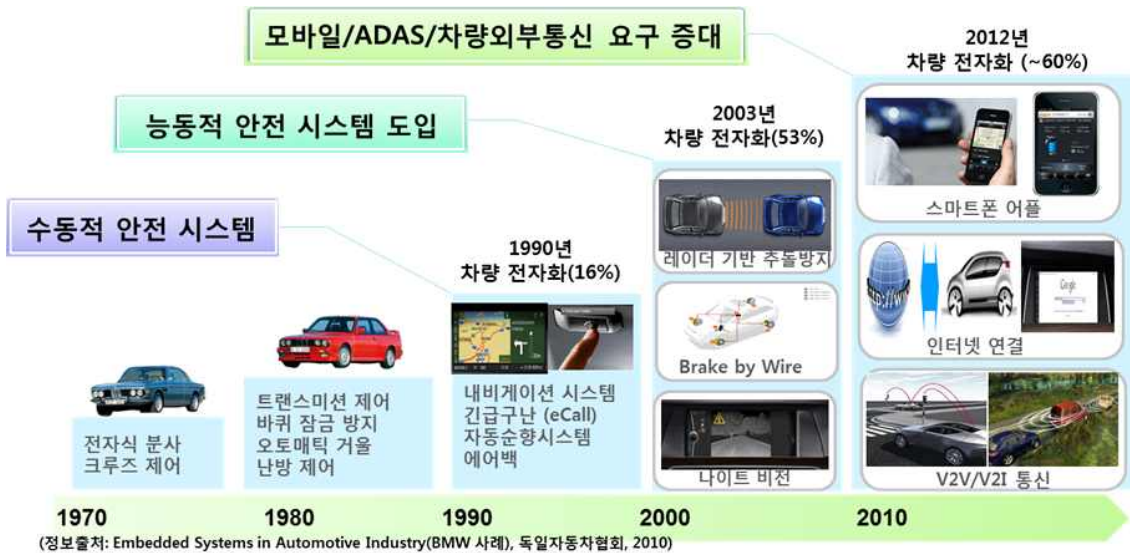


그림 63 차량부품의 급격한 전자화 진행

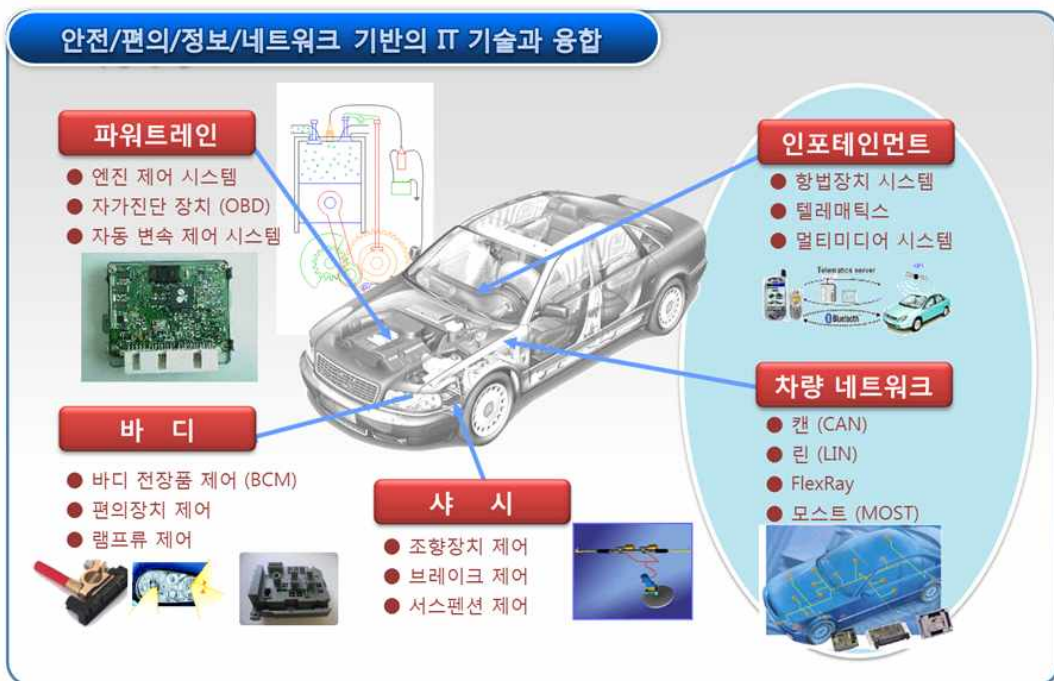


그림 64 차량 부품의 IT기술화

[자동차 부품 모듈화/표준화 AUTOSAR] 자동차 공통 부품모듈을 다양한 차량 모델에 적용하고 제조원가를 낮추고자 전세계 완성차업체, 부품공급회사 및 IT 기술 업체들이 협력하여 자동차 전장 소프트웨어의 재사용성과 안전성 및 응용 소프트웨어의 하드웨어 의존성 제거 등을 목표로 전장 소프트웨어 플랫폼 AUTOSAR 표준화

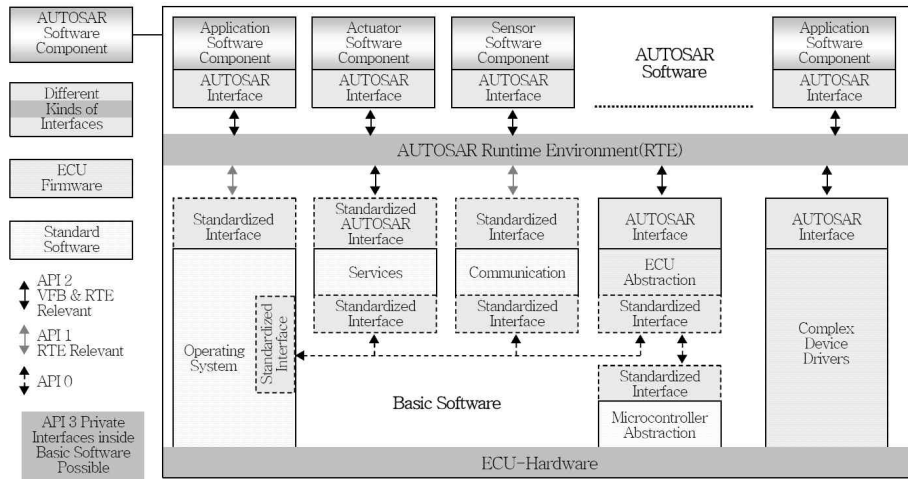


그림 65 AUTOSAR 소프트웨어 아키텍처

[AUTOSAR 표준 배경 및 동향] 해외 선진 자동차 업계는 자동차 임베디드 시스템의 기술 혁신을 위해 표준 플랫폼 및 개발 방법론으로 AUTOSAR 표준화. AUTOSAR는 하드웨어와 소프트웨어의 분리를 통하여 소프트웨어의 재사용성 및 확장성의 향상 및 신규 서비스들을 빠르고 신뢰성 있게 개발 도모

[AUTOSAR 활동] AUTOSAR는 2003년 6월 자동차의 전기/전자 아키텍처에 대한 공개 표준 제정을 목표로 유럽, 일본, 미국 등의 자동차 제조업체들과 부품 제조업체들이 공동으로 참여하는 협력체로 탄생. 2009년 10월 9개의 코어 파트너, 57개의 프리미엄 멤버, 86개의 관련 멤버 및 10개의 개발 멤버로 구성. Phase 2(2007~2009년) 규격화 완료하고 규격 4.0을 공개. Phase3(2010~2012년)은 멀티코어 프로세서의 지원, 기능 안전성을 위한 기능 추가 진행 중. 현대자동차와 ETRI가 프리미엄 멤버로 활동

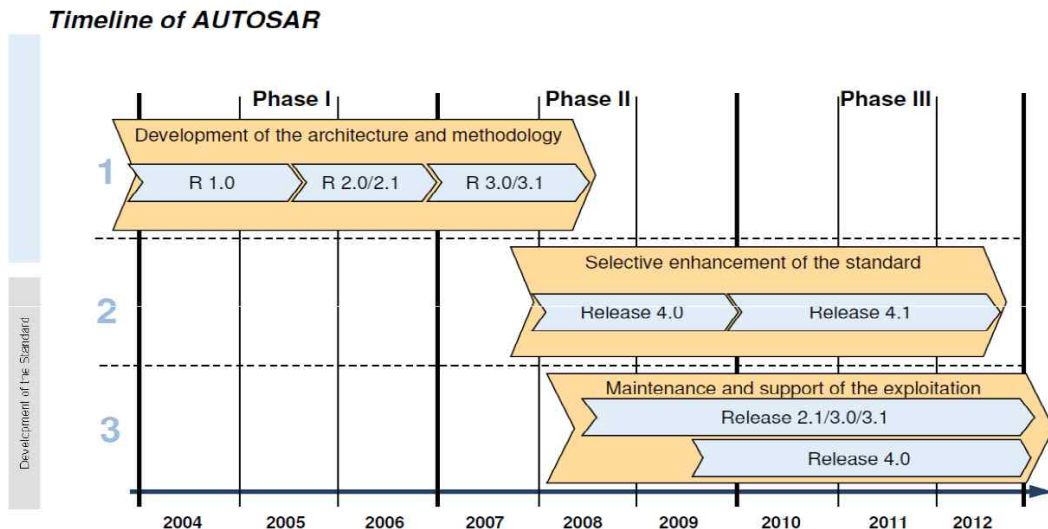


그림 66 AUTOSAR 표준화 현황

[**하드웨어/소프트웨어 재사용성 확대 및 호환성 개선**] 제어장치와 소프트웨어의 활용이 점점 증가하고 복잡해짐에 따라 하드웨어와 소프트웨어의 재사용성을 확보함으로써 생산비용을 절감하고 개발기간을 단축. 특히 공개표준 플랫폼을 적용함에 따라 다양한 부품제작사의 참여가 확대되며 차량사와 제작사 간의 설계 호환성이 증대됨

[**안전성 확보**] 전장 하드웨어와 소프트웨어 분리를 통하여 소프트웨어 재사용성과 확장성을 높이고, 복잡해지는 전장 소프트웨어를 보다 빠르고 신뢰성 있게 개발. AUTOSAR는 규격 적합성 시험(conformance testing) 표준화를 통해 구체적이고 실질적인 전장 소프트웨어의 신뢰성과 안전성 확보를 위한 기능 시험 가이드라인 제시.

[**차량 기능 안전성 표준 ISO 26262**] 전통적으로 차량의 기능별로 관련 규정과 지침 및 형식승인을 통해 차량 안전 보장을 요구해 왔으나, 최근 차량이 기계장치 중심에서 전기전자장치 중심으로 발전하고 차량 기능 간 통합 및 교류가 증가하면서 선진국을 중심으로 기존의 기계장치 중심의 형식승인을 전자장치 중심으로 강화한 규정 및 지침으로 변화. 이에 기능안전 표준인 IEC 61508을 자동차 분야에 적용해 ISO 26262를 제정. BMW, Daimler, GM, Bosch 등의 글로벌 자동차 메이커 및 공급업체들은 ISO 26262를 자체 개발프로젝트에 도입

[**새로운 지원도구의 필요성**] ISO 26262의 요구사항을 충족하기 위해서는 차량의 개발초기부터 체계적인 재난 분석, 적절한 ASIL 결정, 전체 생명주기의 다양한 안전 관리 활동 요구. 문서화된 증거로 입증 필요함에 따라 새로운 개념의 지원도구 필요

[**ISO 26262의 국내 영향**] ISO 26262는 차량의 개발 초기에서부터 생산, 폐기에 이르는 전체 생명주기에 걸친 안전 관련 요구사항을 제시. 개발 조직에 효율적으로 구현되어야 하며, 성숙된(matured) 개발프로세스 역량이 요구됨

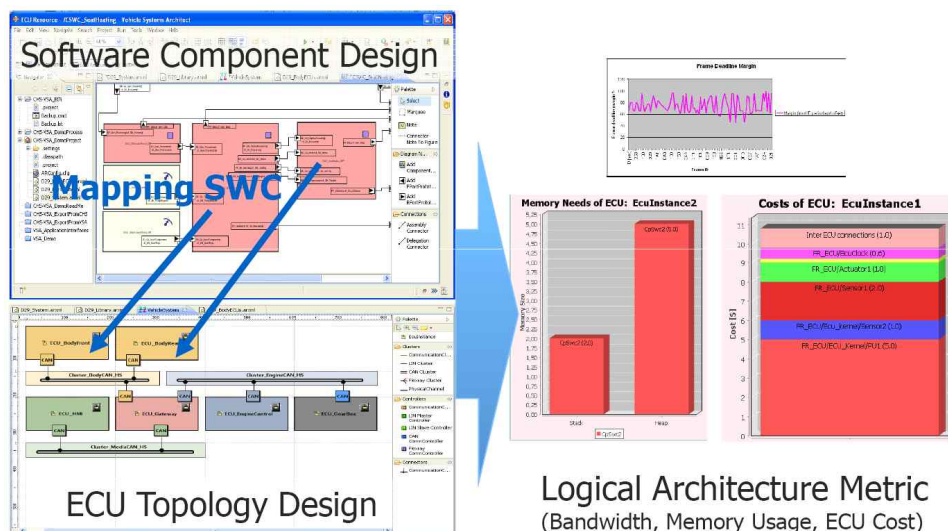


그림 67 AUTOSAR의 SW & HW 모듈화 및 자동화

[국내 ISO26262 동향] 지식경제부 기술표준원은 국내 자동차 제조사 및 부품사의 전장 부품에 대한 기능안전성 확보와 기술경쟁력 제고를 위하여 ‘자동차 기능안전 (Functional Safety)’ 표준(ISO 26262)을 국가표준으로 제정한다고 발표

- 또한, 자동차 부품의 해외 수출을 위해서는 ISO 26262의 적용이 사실상 의무 사항 (De Facto)으로 여겨지고 있음
- 향후, 기술표준원에서는 자동차 기능안전 지침서를 개발, 보급하고 전문가 양성 및 기능안전 프로세스를 구축하여, 점차 증가하는 ISO 26262 요구에 대한 국내 조기 정착과 국내 자동차 업계의 기술 향상 및 소비자 안전을 향상시킬 계획임

[폭스바겐 새로운 모듈화 전략 추진] 글로벌 완성차 업계는 비용을 절감하고 다양한 고객 욕구에 대응하기 위해 자동차 제조 방식의 혁신을 추진. 독일 폭스바겐은 자동차를 장난감인 레고 블록을 조립하듯 생산하는 플랫폼화를 넘어 레고화를 추진. 다른 차급에도 갖다 쓸 수 있는 유연한 플랫폼을 바탕으로 두고 ‘툴킷’이라는 표준화된 부품을 조립해 하나의 차량을 만드는 ‘모듈러툴킷 전략’ 추진 (경향신문 2014.6.15. 기사)

- 모듈러 툴킷 전략은 모듈을 먼저 기획한 뒤 모듈의 조합을 통해 제품을 제작
- 제조원가를 20% 줄이고, 제품 개발 기간 역시 30% 정도 단축, MQB 플랫폼의 경우 각종 엔진을 차량에 고정하는 위치를 통일하여 현존하는 파워 트레인 90%이상을 소화할 수 있는 구조로서 가솔린, 디젤 등 기존 내연기관뿐 아니라 하이브리드, 전기차까지 활용



그림 68 폭스바겐 모듈화 전략

- 일본 업체들도 폭스바겐과 유사한 전략을 추진 중이다. 닛산은 공통 모듈 패밀리 (CMF)라는 차량 설계방식을 진행하고 있다. 여러 플랫폼에 공통으로 들어갈 모듈을 5가지로 표준화하는 것이다. 도요타 역시 도요타 뉴 글로벌 아키텍처(TNGA) 전략을 추진하고 있다.

## 2) 철도차량 표준 네트워크(TCN) 동향

### □ TCN의 국내 현황

[한국형 고속철도 개발 사업] G7 한국형 고속철도 개발 사업(1998년)에서 IEC61375 TCN 을 선제적으로 채택하여 구현함

- 네트워크를 통한 열차제어 및 진단/감시 등 철도차량 전체 기능의 통합에 있으나, 현재 국내는 단순한 감시 기능만 적용, 활용 비용과 효율이 낮음
- 국내 TCN의 경우 네트워크의 1,2계층만 사용하고, 상위 프로토콜에 대한 표준화된 규정이 미비하여 활용에 대한 호환성이 없음
- TCN이 국가 표준으로 활용되지 못하고 수입 전장품의 경우 TCN을 지원하지 않아 호환성 및 효율성이 매우 떨어짐

[TCN 상위계층 표준규약 제정 시급] TCN에 기반한 상위 계층의 표준 규약을 시급히 제정하여 열차간, 전장품간의 호환성과 상호 운용성을 담보하여 부품의 모듈화 및 소프트웨어화, 소프트웨어 모듈화를 가속시킬 필요가 있음

- 1999년 TCN 1.0 표준 제정 이후 TCN 표준은 계속 발전하여 현재 3.0 표준 제정이 논의되고 있으나, 이에 대한 국내 대응은 미비함

<b>INTEGRAL 2005</b>	UNIFE, ALSTOM, ANSALDOBREDA, BOMBARDIER, SIEMENS, D'APPOLONIA, FAV, AEA, ATSF, CAF, NORTEL, LABS, FAR Systems, MERMEC, TRENITALIA, RFI, ATOC, CD, MAV, UNICONTROLS, Strukton, Deuta-Werke, Heriot-Watt, IMEC, OFFIS, Televic, Seebyte, Kontron, University of Chile, INRETS, Wireless Future, University of Birmingham, RENFE, ARGE Korridor X, VR, Network Rail, Prorail, SNCF, UIC, RFF
<b>MODTRAIN 2004</b>	EU, UNIFE, AKSTOM, ASB, BT, SIEMENS, UIC, FAV, ABB, FAR, D'Apollonia, Frensisemi, KMT, Knorr, D2S, Lucchini, Polit.Milano, Uni.Firenze, TUV, IWM, Deuta, ARCC, TUB, IAS, VUT, UPC, RIA, FIF, VDB, ASSIFER, ERCIM, IST, IFE, Lumikko, DB, TRENITALIA, SNCF
<b>EUROMAIN 2002</b>	EU, BT, SIEMENS, AnsaldoBreda, ATSF, LAB, Alstom, AtosOrigin, FAR Systems, Silogic, CAF, DB, OEBB, RENFE, FS, SNCF
<b>TRAINCOM 2000</b>	EU, ADtranz, Firema, SIEMENS, Ansaldo, LAB, Alstom, Atos, Far, Silogic, CAF, DB, RENFE, FS
<b>UIC 5R 1999</b>	UIC, ERRI, ERS, ADtranz, Firema, SIEMENS, Ansaldo, Alstom, Traxis, ELIN, Focon, EKE, DB, NS, FS, ÖBB, SNCF, CKD
<b>ROSIN 1996</b>	EU, ADtranz, Firema, SIEMENS, Ansaldo, LAB, Alstom, CAF, DB, FS, ÖBB, SNCF, Eusko Tren
<b>IGZ 1994</b>	ABB, AEG, Firema, SIEMENS, ERRI, Holec
<b>JDP 1990</b>	ABB, AEG, Firema, SIEMENS

그림 69 TCN 표준 참여 기업

□ TCN의 활용에 대한 국제 동향

[선진 철도 제작사가 모두 참여] TCN 표준은 1990년 ABB, AEG, Siemens, Firema 사간에 JDP(Joint Development Project)으로 시작되어 현재는 선진 차량제작사, 전장품 제작사, 사업자가 모두 참여하는 광범위한 그룹의 지지를 받고 있음.

- 유럽에서는 TCN 표준과 병행하여 TCN의 활용에 관한 상위계층에 대한 표준이 UIC(International Railway Union)에서 제정되어 사용 중

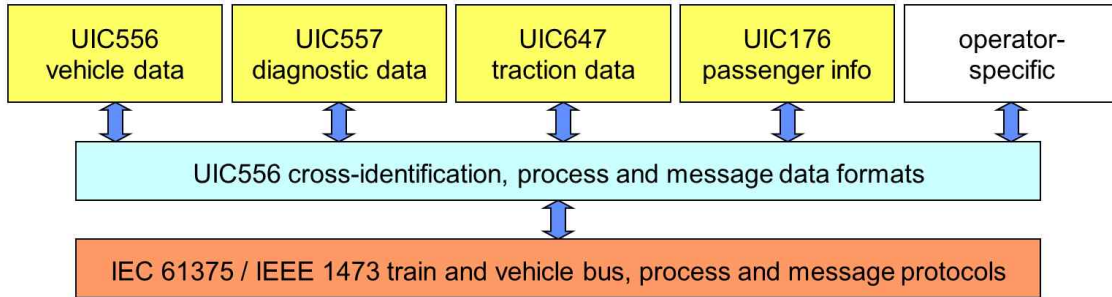


그림 70 UIC 표준

- TCN 3.0에는 통신 매체에 대한 표준과 더불어 응용계층간의 표준으로 TRDP 표준을 제시함으로써 수직적 표준제정을 목표로 함.

표 38 TCN 국제표준규격 현황

61375-1	TCN General Architecture
61375-2-1	WTB(Wired Train Bus)
61375-2-2	WTB Conformance Test
61375-2-3	WTB Communication Profile
61375-2-4	WTB Application Profile
61375-2-5	ETB(Ethernet Train Backbone)
61375-2-6	On-board to Ground Communication
61375-3-1	MVB(Multi-function Vehicle Bus)
61375-3-2	MVB Conformance Test
61375-3-3	CCN(CAN-open Consist Network)
61375-3-4	ECN(Ethernet Consist Network)

□ TCN의 기술적 효과

[상호운영성을 위한 표준모델] TCN은 열차제어와 진단-감시에 필요한 전장품간의 상호 운용성을 보장하기위한 표준으로 TCN의 도입을 통하여 열차제어 및 진단-감시에 표준모델을 구축할 수 있음

[표준 모듈과 소프트웨어화를 지원하는 네트워크] 표준화된 전장품 하드웨어와 소프트웨어를 통하여 도입단가 및 유지보수를 포함한 운용비용을 절약할 수 있으며 전장품 개발사, 차량제작사 및 운용사 모두에서 전문화된 인력관리를 통하여 장애의 최소화 및 응급 상황에 대한 대처가 용이함

[부품 수출에 모듈화 채용 필요] TCN은 국제 표준으로 유럽, 중국, 북남미 등 대부분의 국가에서 표준으로 사용하고 있어 국내 철도 차량이나 부품의 수출을 위해서는 필수적으로 적용되어야 함

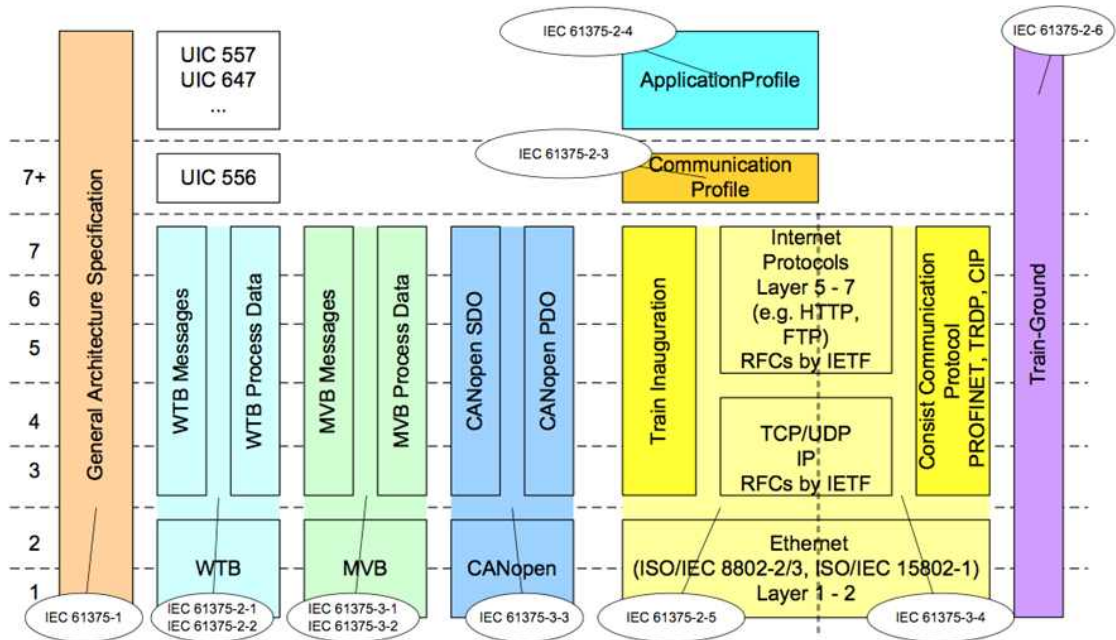


그림 71 TCN 응용계층 표준 스택

□ TCN 향후 발전 방향

[다양한 통신매체의 개방형 확대] TCN 3.0은 기존 WTB-MVB 이외에도 CAN, Ethernet 등 다양한 통신 매체를 지원하는 개방형 모델로 발전하고 있음

[승객서비스, 멀티미디어 강화] 승객에 대한 인터넷 서비스와, 멀티미디어 서비스 등 제어 및 진단의 고유 목적 이외의 다양한 서비스와 결합하는 형태로 진화

- 멀티미디어 시스템 표준인 IEC62580의 멀티미디어 서비스를 지원하기 위한 다양한 서비스 계층을 TCN 3.0 Application Framework에 포함 진행 중

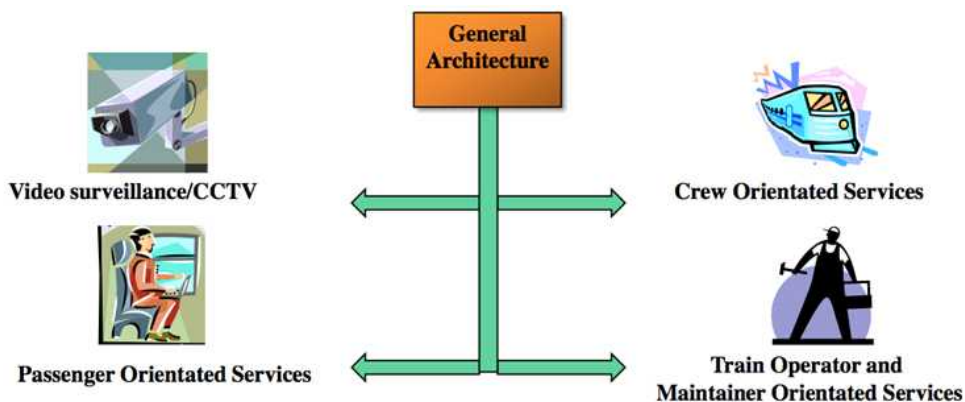


그림 72 TCN의 열차 내 멀티미디어 서비스

[TCN과 WG46, IEEE P1901] TCN의 네트워크 매체로 전력선(Power Line)을 활용한 전력 선통신(Power Line Communication; PLC)에 대한 연구가 진행 중. 특히 IEEE P1901 및 IEEE P1473 위원회와 공동으로 고속 PLC(Ethernet on Power Line)를 활용한 열차 제어 통신망(TCN) 구축에 관한 연구 진행 중

- Ethernet on PLC를 활용할 경우 TCN 3.0에서 제정하는 Ethernet 기반의 Communication Profile 및 Application Profile을 수정 없이 사용할 수 있으며, 별도의 통신케이블이 필요 없는 획기적인 기술적 진보가 예상됨

[Wireless와 TCN] 열차의 운행을 제어하는 지상신호 연계 제어시스템(ATC/ATO)에 무선 망의 도입(Wireless Wayside Communication)이 활발하게 진행되고 있음.

- Wayside 통신망으로는 GSM/R, Wifi, Wibro 등 다양한 무선통신망이 적용되고 있으나, 최근에는 고속 실시간 보장 LTE 통신망을 기반으로 하는 LTE/R 통신망으로 표준화가 진행 중에 있음
- 열차 안전성을 보장하기 위하여 제어용으로 무선통신망을 사용하지 않으며 승객을 위한 멀티미디어 서비스, 열차 안내 시스템 등에는 고속 무선랜(802.11n) 기반의 무선통신을 사용하고 있음
- 특히 차량 간(객차와 객차 사이) 통신에 무선통신을 도입할 경우 열차의 분리 결합이 용이하고, 광케이블의 결선 불량에 따른 오작동의 가능성을 줄일 수 있어 확대 적용이 기대됨

### 3) 소프트웨어화 기반 도구 국내외 동향

#### □ 국내 기술 동향

[기술 개념] 항공 분야 고신뢰 인증(DO-178B Level A)을 획득한 항공 표준 API (ARINC 653) 준수 운영체제(Qplus-AIR) 및 DDS 표준을 준수하는 통신 미들웨어 (EDDS) 연동 항공 시스템



그림 73 국방·항공 OS 및 표준 통신 미들웨어 기술 개념도

**[기술개발 필요성]** 미국의 수출 제한 품목(ITER)으로 국산화 필수

- 우리나라 국방·항공용의 소프트웨어의 기술력은 선진국의 60% 수준에 불과하고, 기술력 국산화율은 20%대에 머물고 있는 실정
- 현재 한국의 통신 미들웨어는 전량 외산 소프트웨어에 의존해서 신기술 적용의 어려움과 국방 정보 유출 등의 위험성이 높음

**[기술 분류 및 특성]**

기술 분류	기술 특성
시스템 소프트웨어	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CPU 리소스 보장을 위한 Partition Scheduling 기술</li> <li>• 모듈화된 확장 구조를 위한 하드웨어 다중 채널 간 동기화 및 통신모듈</li> <li>• 입출력 다중화 및 다양한 BSP 등을 관리할 수 있는 System Management 기능</li> <li>• H/W에 독립된 다양한 주변장치와의 인터페이스 지원</li> <li>• 지원되는 API는 ARINC 653과의 호환성 유지</li> </ul>
OS 모니터링 소프트웨어	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RTOS 커널 모니터링 기술</li> <li>• On-chip 디버그 모니터링 기술</li> <li>• 실시간 비간섭(Real-Time Non-Intrusive) 모니터링 기술</li> <li>• Processor 제어기능</li> </ul>
Embedded IDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 커널 모듈 생성 및 시각화 설계 기술</li> <li>• EEPROM 프로파일 생성 및 편집기술</li> <li>• 응용 프로젝트 개발을 위한 지원도구 개발</li> <li>• 데이터 Fusing 및 Restoring 기술</li> </ul>

**[국내 기술 수준]**

기술 분류	기술 수준
시스템 소프트웨어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미국 항공 인증 기준 DO-178B Level A 인증</li> <li>- 항공 운영체제 표준 ARINC 653 지원</li> <li>- 국내 최초 비행 시험 통과 RTOS</li> <li>- 부팅 시간 : 0.82초</li> <li>- 파티션당 최대 지원 process 개수: 64</li> <li>- 파티션 간 통신 overhead (파티션내 통신 대비): 10% 미만</li> </ul>
OS 모니터링 소프트웨어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시스템의 행위에 영향이 없는 nonintrusive 모니터링 기술 (SW 기반 구현으로는 세계 최초)</li> <li>- 실시간 모니터링 대상 수: 5</li> <li>- 실시간 모니터링 성능 : 10 Data/Frame</li> </ul>
Embedded IDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3가지 타입의 개발자 지원                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 커널 개발자</li> <li>· 응용 개발자</li> <li>· 테스트 수행자</li> </ul> </li> </ul>

**[국내 국방항공용 RTOS R&D 플랫폼 개발]**

- o ‘무인기용 표준 소프트웨어 솔루션 및 Test-bed 개발’ 과제의 일환으로, 수출제한조치에 의해 기술보호가 되고 있는 무인기 핵심 소프트웨어인 표준 소프트웨어 플랫폼의 국산 개발
- ETRI가 개발을 담당한 부분은 무인기 탑재 시스템 소프트웨어로서, 무인기용 표준 소프트웨어 솔루션에 최적화된 안전필수 시스템에 적용이 가능한 탑재 시스템 소프트웨어임
- 본 기술은 항공뿐만 아니라 안전성이 중요한 모든 시스템에 적용이 가능하며, 현재 원자력 및 철도 분야에 적용할 수 있는 기술임

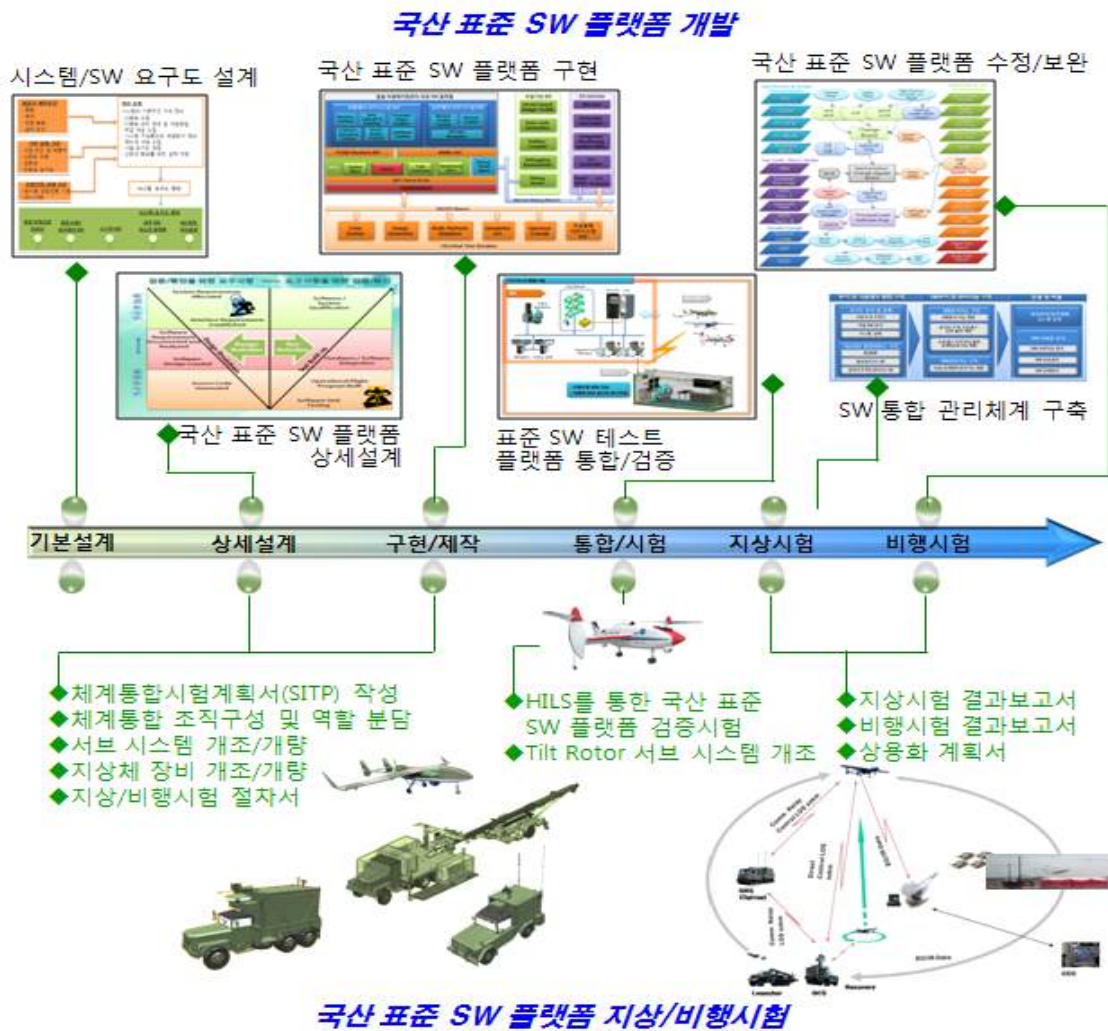


그림 74 무인기용 표준 소프트웨어 솔루션 및 Test-bed 개발 R&D 연관도

**[항공용 안전 RTOS 개발]** ETRI는 국내 최초로 ARINC-653을 준수하는 항공기용 RTOS인 Qplus-AIR와 개발 환경인 Esto-AIR를 개발

- 다수의 응용프로그램이 완전 독립적으로 운영하여 일부 오류가 전체 시스템에 영향을 미치지 않도록 설계되어 신뢰성을 보장
- 첨단 항공기에서 요구되는 새로운 모듈화 기술인 IMA (Integrated Modular Architecture) 플랫폼의 핵심 시스템 SW
- 국제 항공 SW 인증 표준인 ‘DO-178B’ 를 준수하여 안전성 최상위 등급 ‘Level A ‘를 획득

특하고 국내 유일하게 비행시험을 통해 안전성 검증 받은 플랫폼

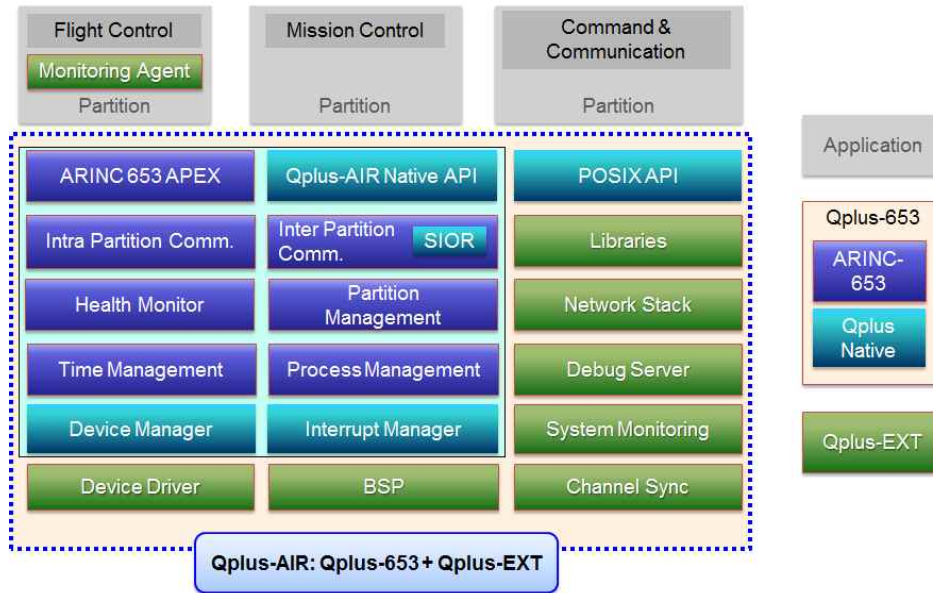


그림 75 Qplus-AIR 구조

[MDS Tech의 NEOS] MDS tech가 NEOS를 개발. 2009년 항공 SW 인증 표준인 DO-178B의 Level A 인증을 획득. 고신뢰 SW 표준 인터페이스 (ARINC-653)를 준수한 실시간 OS는 아니며, IMA등의 최신의 항공 플랫폼 기술에 적합한 신뢰성을 보장하기 어려움

[임베디드 SW의 국내 기술 수준] 임베디드 SW 기술은 유무선 통신 부분 51.2%, 자동차 임베디드 OS 부분 51.7% 로 개발 응용 SW에 비해서 훨씬 낮은 기술 수준을 보임

- 임베디드 SW 기술선진국 수준에 도달하기 위해서 소요되는 기간은 유무선통신 임베디드 OS는 4.0년, 자동차용 임베디드 OS는 3.4년으로 평가
- HW 개발에 치중한 결과 임베디드 SW의 국산화율은 1~15%에 불과하며 휴대폰의 국산화 비율은 높으나, 타분야의 핵심 SW는 대부분 외산에 의존

표 39 기술선진국 대비 국내 임베디드 SW 기술 수준

(Base : 전체, 단위: 개,%)

\* 출처: 임베디드 SW 산업실태조사, KESIC, 2011

	전체	유무선 통신	정보/가전 기기	자동차	산업 자동화	사무 자동화	국방/항공/우주	의료 장비	건설	조선/해양
사례수	125	56	20	12	19	6	6	3	2	1
임베디드 OS	48.0	51.2	46.5	51.7	42.6	31.7	30.8	56.7	82.5	70.0
미들웨어	53.9	53.8	57.0	60.8	48.4	40.8	38.3	76.7	75.0	80.0
응용 SW	68.3	69.3	62.3	77.1	67.4	55.0	65.0	90.0	65.0	90.0
개발 도구	45.9	48.6	50.0	48.3	38.4	35.8	36.7	46.7	42.5	50.0

표 40 기술선진국 대비 국내 임베디드 SW 기술 격차

(Base : 전체, 단위: 개,%)

\* 출처: 임베디드 SW 산업실태조사, KESIC, 2011

	전체	유무선 통신	정보/ 가전 기기	자동차	산업 자동차	사무 자동차	국방/ 항공/ 우주	의료 장비	건설	조선/ 해양
사례수	125	56	20	12	19	6	6	3	2	1
임베디드 OS	3.7	4.0	3.1	3.4	3.5	3.0	6.0	3.0	1.8	5.0
미들웨어	3.0	3.5	2.3	2.5	2.8	2.5	4.7	1.3	2.0	3.0
응용 SW	1.8	2.1	1.7	1.1	1.7	1.4	2.7	0.3	3.0	1.0
개발 도구	4.0	4.1	3.1	4.6	4.3	2.2	5.3	3.7	6.0	5.0

표 41 임베디드 SW 국산화 비율

구분	휴대폰	자동차	로봇	조선	국방
임베디드 SW 국산화 비율	15%	5%	5%	4%	1%

□ 국내 타분야의 임베디드 소프트웨어 기술 동향

① 자동차 (참고자료)

☞ 차량용 임베디드 SW 기술현황 및 전망

☞ 주요내용

- 세계 차량용 임베디드 SW 시장규모는 약 2,200억 달러('10년 기준)
- 우리나라 차량용 임베디드 SW 시장규모는 약 6조원(전체 자동차 시장의 4.5%)
- 대표적인 글로벌 기업은 KPIT(인도, 차량 주요SW(통합전자제어장치) 개발 전문 기업) 등이 있으며, 완성차 업체 등이 상당 부분의 기술경쟁력 확보
- 국내 주요 임베디드 SW 기업(전장업체 포함)으로는
  - 현대모비스(텔레매틱스시스템, 차선이탈 경고시스템, 어드밴스드에어백 등)
  - 만도(후측방경고시스템, 차세자세제어장치(ESV), 스마트크루즈컨트롤 등)
  - 캐피코(차량용반도체, 소프트웨어플랫폼, 엔진컨트롤유닛(ECU) 등)
- 국내 자동차 분야 임베디드 SW기술은 선진국에 비해 1~2.5년 격차\*를 보이며, 인포테인먼트 분야에 치중
  - \* 운영체제(2.5년), 미들웨어(1.8년), 응용SW(0.9년) 등
- '15년 2,900억 달러로 성장하는 차량용 임베디드SW 세계시장에서 우리 SW기업이 생존하기 위해서는 미래형 자동차의 하드웨어 제어 임베디드 SW개발이 긴급

## 2] 조선 (참고자료)

### ☞ 조선분야의 IT융합 현황 및 전망

#### ☞ 주요내용

- 세계 조선분야 IT기자재 시장규모는 약 10조원(11년 기준, 완제품 시장의 2%)
- 우리나라 조선분야 IT기자재 시장규모는 약 1조원('11년 기준, 완제품 시장규모의 1.25%)
- 대표적인 글로벌 기업으로는
  - KONGSBERG(노르웨이, 군수·선박·해양자동화 솔루션 전문기업)
  - NAPA(핀란드, 선박설계 및 운영 솔루션)
  - ENIRAM(핀란드, 선박 성능 최적화 솔루션)
- 우리나라 주요 임베디드SW기업으로 부산테크만(연매출 30억원) 등이 있으나, 조선전문SW기업은 전무한 상황
- 우리 조선업은 세계 1위(전 세계 발주량의 35% 수주)이나, 항해설비, 통신장비, 레저 분야의 기자재는 선진국에 비해 열세
  - \* 국가간 조선 기자재 부품/소재 경쟁력 지수: 유럽(94.8), 일본(82.5), 미국(82.1), 한국(68.1) 順
- 이에, 우리SW기업은 차세대 기술인 Green ship/Smart ship 솔루션을 확보하는 것이 향후 조선IT융합 시장 점유율 확대에 유리
  - \* '20년 세계 조선IT융합 시장은 350억 달러에 달할 전망이며, 조선 내 IT융합 장비 비중도 현재 선가 대비 6%에서 15%까지 ↑

## 3] 항공 (참고자료)

### ☞ 항공분야의 IT융합 현황 및 전망

#### ☞ 주요내용

- 세계 항공분야 IT융합 시장규모는 845억달러('12년 기준)
- 국내 항공분야 IT융합 시장규모는 46억('12년 기준)이며, 이 중 임베디드SW부분은 약 1.3억달러로 추정
- 대표적인 글로벌 기업은 BAE 시스템즈(영국, 방위산업)로 세계 항공전자 부분 시장의 60% 점유
- 국내 주요기업은 MDS테크놀로지(국방·항공용RTOS 솔루션 등)이 있으며, MDS테크놀로지서 국내최초로 개발한 RTOS는 T-50에 탑재
- 타산업에 비해 진입장벽이 높은 국방·항공분야에서 우리SW업체가 성장하기 위해서는 글로벌 기업의 주력분야(실시간 운영체제 등)보다
  - 항공기 소음 저감 및 객실 환경 향상(인포테인먼트 등) 관련 기술
  - 실시간 영상합성 기술
  - 음성명령 인식 기술 등이 유리

## □ 국외 임베디드 소프트웨어 기술 동향

### [VxWorks-653]

- 세이프티 크리티컬 IMA 플랫폼을 위한 리얼타임 OS인 ARINC 653 스펙을 만족하는 윈드리버의 리얼타임 OS
- 프리스케일 e600 파워 아키텍처용을 기반으로 하여 개발
- 커티스 라이트 컨트롤(Curtiss-Wright Controls)의 VPX6-185와 윈드리버 SBC8641D 보드를 위한 새로운 BSP(Board Support Packages)를 제공
- 하드웨어 지원은 GE 인텔리전트 플랫폼 (GE Intelligent Platforms)의 V7768 보드를 위한 BSP를 포함하여 Intel 32비트 프로세서 아키텍처까지 지원
- 보잉 787 드림라이너를 포함한 40가지 이상의 기체에서 180개 이상의 서브시스템에 전 세계 100여 고객들에 의해 사용
- 시간 및 공간의 두 영역의 엄격한 스케줄링을 제공하고 있으며, 사용자 어플리케이션을 각기 다른 DO-178B 인증 레벨을 갖는 파티션에 위치시킬 수 있음

### [INTEGRITY-178B]

- 1982년 설립된 세계 최대 임베디드 소프트웨어 솔루션 회사인 그린힐스가 자체 개발한 실시간 OS
- ARINC653 표준에 기반하여, time/space partitioning 기능을 제공하고 있으며, 최신의 전투기인 F-35 JSF의 기반 운영체제로 IMA 아키텍처 기반의 최신 항공기에 다수 적용
- 미국 NIAP (National Information Assurance Partnership)로부터 세계 최고의 보안등급인 EAL6+ 인증을 획득한 제품으로 모바일 장치와 항공전자, 산업용 제어, 자동차용 전자장비, 네트워크 및 의료장비 등에 광범위하게 적용

### [QNX neutrino RTOS]

- 마이크로 커널 기반의 실시간 운영체제로 자동차/산업기기/의료 기기 등에 폭 넓게 사용되고 있음
- QNX의 Car platform을 필두로 한 자동차 산업계에서 다수의 점유율을 차지하고 있으며, 텔레매틱스 및 인포테인먼트 시스템에서 운전 보조 장치에 까지 폭넓은 자동차 장비에 적용이 가능한 실시간 운영체제
- 산업계의 소프트웨어 안전 표준인 IEC61508의 Safety Integrity Level 3을 만족하여 개발되었으며, 국내외의 원전 시스템에 적용된 사례가 있음

## □ 국외 기술 수준

- 의료, 철도, 원자력, 산업자동화, 자동차 등의 실시간 Safety-Critical 분야들에서 기능의 전자화 및 복잡도가 늘어나면서 시스템 통합 추세가 대세를 이루고 있으며 따라서 고신뢰 파티셔닝 운영체제의 요구가 점차 늘어나고 있음
- 고신뢰성이 요구되는 항공 분야에서는 WindRiver의 VxWorks, GreenHills의 Integrity

등 ARINC 653 API 표준을 지원하는 실시간 OS의 사용이 증가하고 있음

- ARINC 653은 IMA(Integrated Modular Avionics) 시스템에서 OS와 응용프로그램 간의 표준 API인 APEX(APlication/EXecutive)를 제공하고 응용 간 오류의 전이를 방지하는 파티셔닝 기능을 제공
- 자동차분야에서도 OSEK/AUTOSAR와 같이 특정한 API나 OS 모델을 정의한 실시간 OS에 대한 적용 사례가 증가하고 있으며 또한 여러 ECU를 통합하여 하나의 ECU에서 복수의 응용을 수행하기 위한 파티셔닝 구조를 채택하고 있음

## □ 임베디드 SW 시장 동향

**[임베디드SW 시장 급성장 예상]** 자동차, 항공기, 선박 등에 내재되어 기기를 제어·작동하는 임베디드SW 시장이 향후 5년간 연평균 9% 이상 급성장할 것으로 전망됨에 따라 정부가 집중적인 육성방안 마련

- 임베디드SW : 자동차·항공기 등에 내장(Embedded)되어 대상기기를 작동·제어하는 소프트웨어로서, 고신뢰성·고안정성이 요구되고, 제품의 가치경쟁력을 좌우하는 다품종 소량형 SW
- 임베디드SW는 산업과의 긴밀한 연관성을 이유로 일반 SW와는 별도로 산업부에서 관장기로 결정된 바 있으며, 고도의 신뢰성이 요구되고 HW와 결합하여 제품 전반의 고부가가치화에 기여한다는 특징을 가짐
- 이날 산업부는 발표자료를 통해 ‘12년 17조원 규모인 국내 임베디드SW 시장이 ‘17년에는 27조원(연평균 9.1%↑) 규모로 성장할 것이며,
  - 자동차(6조원), 유무선통신(4조원), 정보·가전기기(1조원), 조선(1조원) 등이 그 성장을 주도할 것이라고 전망하였다.

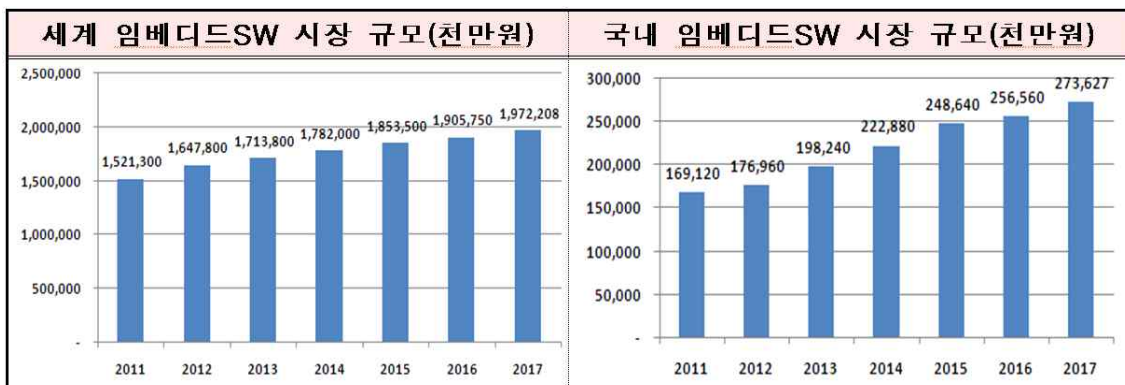


그림 76 국내 산업별 임베디드SW 시장 규모('11년 기준)

**[모듈화 빠르게 진행]** 최근, 제조업의 전장화가 빠르게 진행되고 제품의 지능화·첨단화가 필수요소로 인식되면서 임베디드 SW의 중요성이 급격히 증가 자동차의 전장화율 전망(NIPA, '10) : ( '00) 22% → ( '10) 35% → ( '20) 50%, 완제품 대비 임베디드 SW 부가가치 창출 비중( '12) : 산업자동화 41.7%, 의료기기 37.4%, 자동차 29.8%, 조선 13.5% 등(임베디드SW 산업협의회) 시장 및 기업 현황

- ‘12년 임베디드 SW 국내시장은 약 17조원\* 규모로 향후 5년간 매년 9.1%씩 급성장하여 ’ 17년에는 27조원이 될 것으로 예상
  - 자동차(6조원), 유 무선통신(4조원), 정보 가전기기(1조원), 조선(1조원) 順 세계 임베디드SW 시장 규모(억원) 국내 임베디드SW 시장 규모(억원)

**[기술 경쟁력]** 자동차, 조선 등의 세계적 경쟁력에도 불구하고 핵심 임베디드 SW는 해외 기업에 의존하고 있는 실정

- 국내 임베디드 SW의 기술수준은 선진국 대비 약 50% 수준으로, 개발도구 4.1년, OS 4.0년, 미들웨어 3.3년, 응용SW 2.6년 격차 구분 평균 임베디드OS 미들웨어 응용SW 개발도구
- 산업 분야별로는 스마트가전 66%, 자동차 61%, 조선 50% 수준
  - ⇒ 자동차, 스마트가전 등 주력산업과 연계하여 핵심 플랫폼 기술 개발 등 임베디드 SW 기술경쟁력 제고 추진 중

## □ RTOS 파급효과

**[국산화 수요가 매우 큰 기술]** 철도 차량의 시스템 SW는 안정성을 이유로 외산제품이 주를 이루고 있음

**[표준화를 통한 재사용성에 효과가 큰 기술]** 고신뢰 RTOS는 철도차량 부품 개발 시 반복적으로 사용되는 플랫폼으로 국가 표준화를 통한 재사용이 시급한 기술. 철도차량의 기능 증가와 복합 체계화로, 기능/성능의 소프트웨어화에 임베디드 SW 및 RTOS의 역할 및 비중이 점차 커지고 있음

**[개발 비용 및 기간의 단축을 위한 모듈화 기술]** 신규 개발 기간 단축으로 경제성에 효과적이며 소프트웨어 플랫폼 도입으로 철도부품 SW의 재사용성을 향상시켜 개발 및 시험평가 기간을 단축함으로써 상용화 시점을 앞당길 수 있음

**[철도부품 SW 운영 및 유지보수성 향상]** 소프트웨어의 하드웨어 의존적인 부분을 계층화 및 추상화함으로써 하드웨어 변경에 따른 영향성을 최소화하여 하드웨어 단종 등에 대한 대처가 용이. 파티셔닝 구조를 통해 응용들 간 독립성을 제공하여 서로 다른 criticality를 가지는 응용들이 하나의 시스템에서 독립적으로 수행이 가능하고 동시에 소프트웨어 변경이나 upgrade에 따른 영향성을 최소화

- 외산 RTOS의 경우 고가의 유지보수비 및 운영비를 요구하며 대응 속도도 늦은 단점이 있는 반면 국산의 경우는 낮은 비용 뿐 아니라 빠른 대응과 기능의 확장이나 변경에 유연한 장점이 있음

**[시스템 업그레이드나 파생형(변형) 응용 개발 용이]** 철도차량 서브시스템에 독립적인 소프트웨어 구조를 제공하므로 안전성과 서브시스템의 추가 및 변경에 따른 소프트웨어 영향을 최소화

### 3절 철도분야 설계 기술 동향

#### 1) 국내 철도차량 제작사 설계 자동화 현황

[PLM 구축] 국내 철도차량제작사는 동시/협업 설계 프로세스를 CATIA V5와 ENOVIA V6를 기반으로 도입하고 설계 검증(DPA)를 운용 중이며 BOM체계와 PMS 설계 프로젝트 관리 체계 및 전기설계 지원 도구인 WDPS(Wiring Diagram Producing System)을 구축하였음

- 국내 철도차량제작사의 PLM은 설계부분의 30%정도 완성도로 전체적인 설계 사이클 관리에는 어려움이 있음
- 전기설계 분야 자동화는 거의 일부분만을 지원하고 있어 나머지는 사람에 작업에 의존하고 있어 PLM시스템과 직접적인 인터페이스는 불가능함

[중소기업과 협업/동시 설계 안됨] 철도 부품 중소기업과는 도면의 공유 정도로서 기업 간의 협업/동시 설계는 구축되어 있지 않아 설계 비효율성이 극히 높음

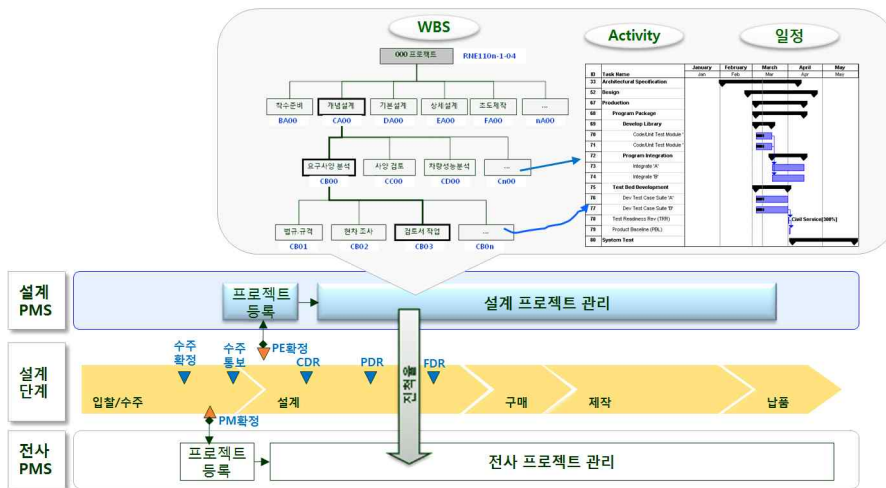


그림 77 국내 철도차량제작사 PLM 흐름

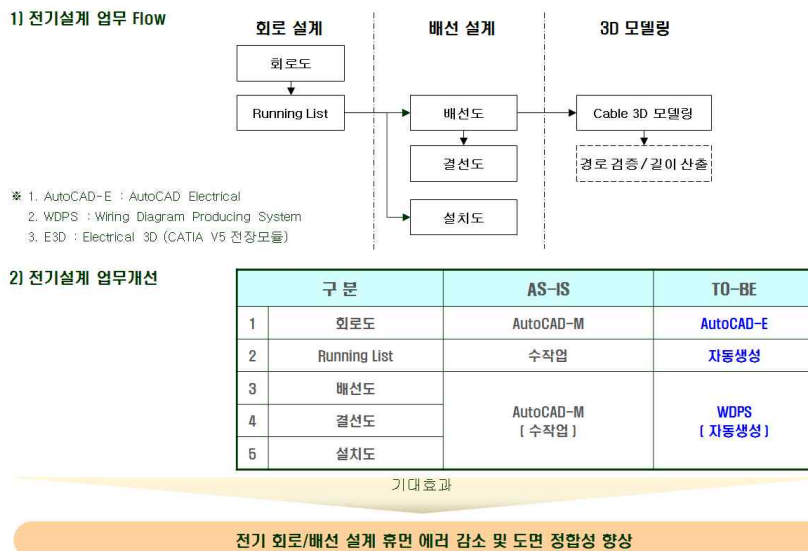


그림 78 국내 철도차량 제작사 WDPS 흐름

[**모듈화/소프트웨어화 지원 미비**] 제어모듈과 소프트웨어화에 필요한 자동화 시스템은 갖춰져 있지 않아 별도의 설계로 제작되고 있어 협업/동시 설계는 불가능한 구조임

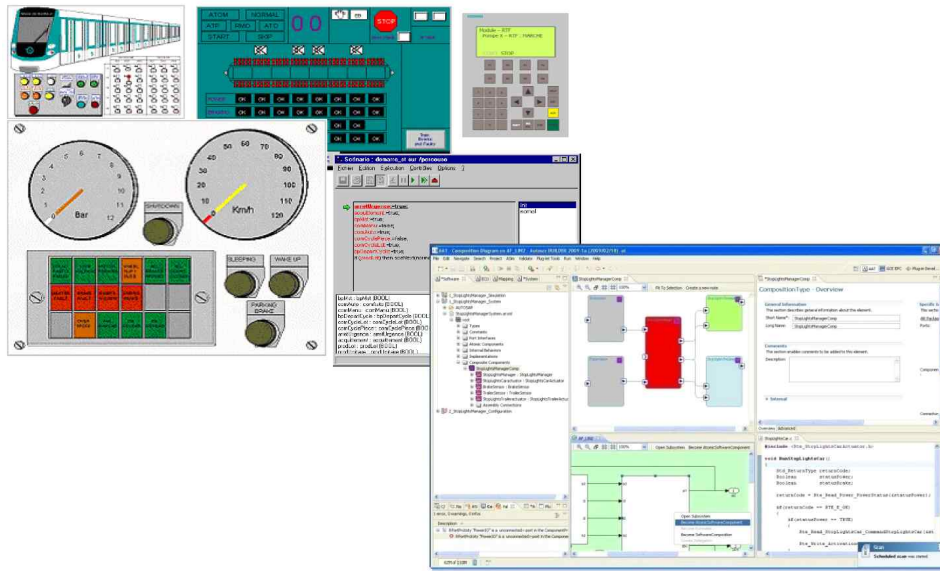


그림 79 제어모듈 하드웨어와 소프트웨어 자동화(Dssault Systems)

[**분석 시스템과 연계 없음**] 신뢰성 및 안전성 분석에 필요한 지원도구는 구축되어 있지 않아 외부 전문가에 의해 실시되고 있음

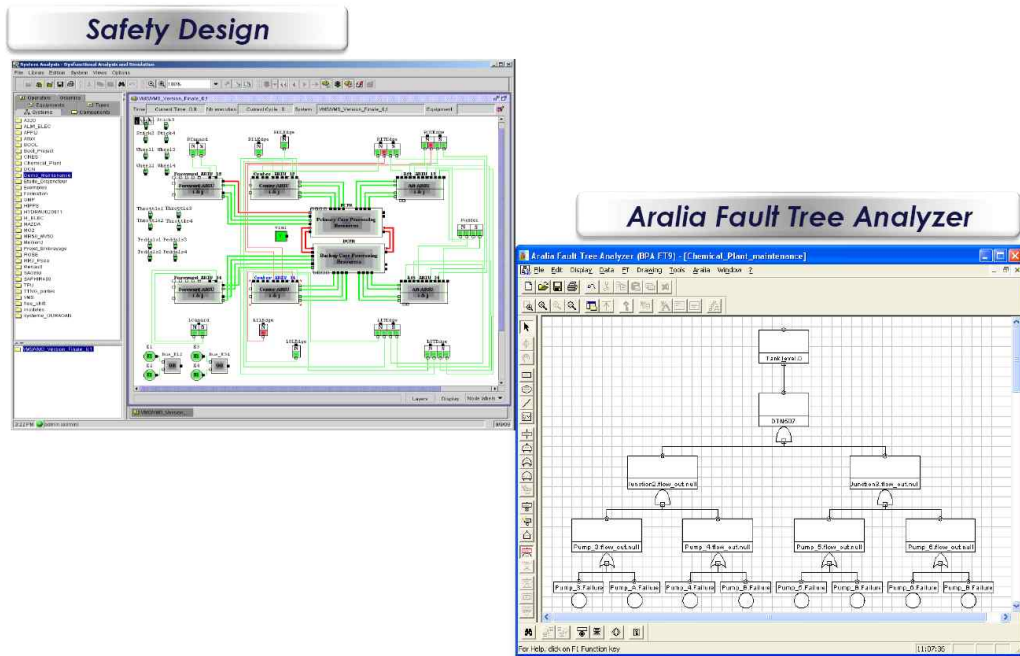


그림 80 안전성 및 위험도 분석 자동화 (Dssault Systems)

[**폐쇄형 구조**] 정보나 표준, 기준 등이 기업의 정보보호정책으로 보호되는 폐쇄적 구조로 다른 기업과 협업형 체계를 갖추기 어려움. 협업형 동시 설계 체계를 구축하기 위해서는 표준 / 기준 / 규약 등에 의한 개방성이 필요하며 이는 업계 자율에 의해서나 국가의 표준에 의해서 규정되어야 함

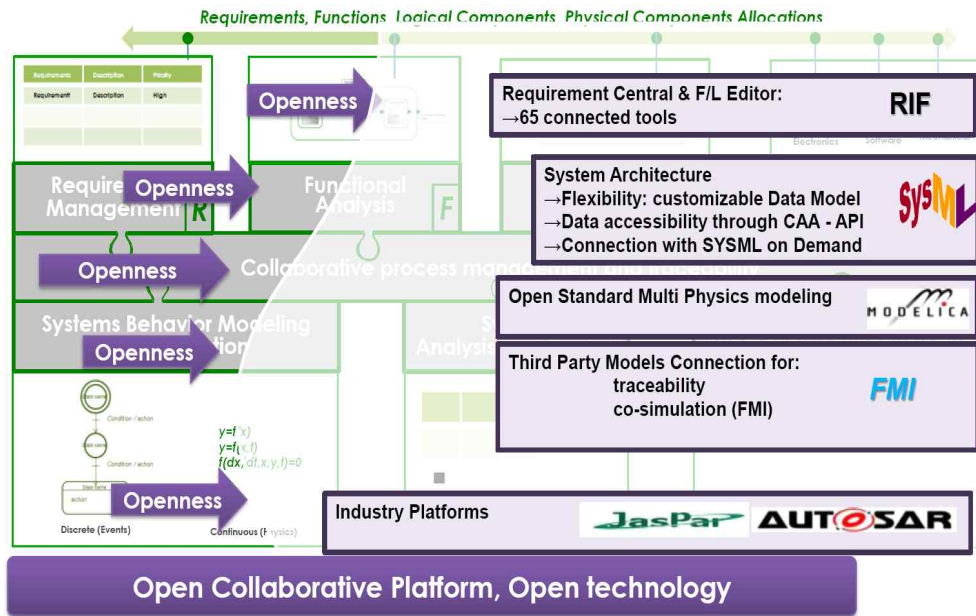


그림 81 PLM의 개방성 (Dassault Systems)

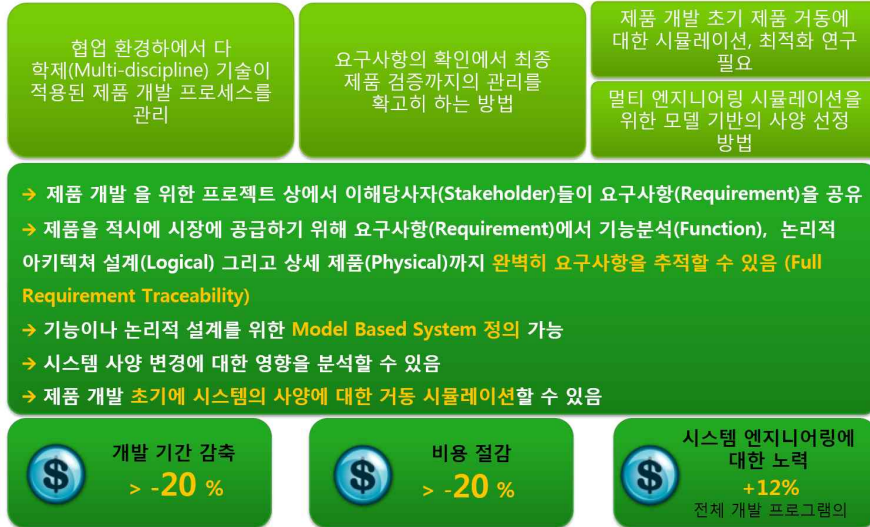


그림 82 PLM의 개방성 (Dassault Systems)

[국내 철도차량 제작사 경쟁력] 2011년 미국 BART(San Francisco Bay Area Transit District) 전동차 사업(865량)에 참여한 차량제작사의 평가결과에 의하면 가격 경쟁력은 1위업체인 봄바르디에에 비하여 55.8%, 기술경쟁력은 64.4%로서 종합 60.8% 수준

표 42 2011년 BART 전동차 입찰결과

※ Buy America(B/A) : 기본 조건인 재료비 60% 초과 경우, 초과분 각 %당 0.25% 가산점 부과 (최대 10% 가산점)

구분	평가점수 (1위 대비 %)			비고
	가격	기술	종합	
봄바르디에	33.00 (100%)	46.70 (100%)	79.70 (100%)	B/A:66%
알스툼	31.83 (96.5%)	41.39 (88.6%)	73.22 (91.9%)	B/A:95%
현대로템	18.42 (55.8%)	30.05 (64.4%)	48.47 (60.8%)	B/A:70%

- 현재 국내 부품 기술 부분의 경쟁력을 볼 때 부품 자체 기술력보다 차량 전체 엔지니어링 및 모듈화, 소프트웨어화, 설계 경쟁력 등에서 차이가 발생하는 것을 분석됨

## 2) 국내외 제품수명주기 관리 도구 (PLM) 동향

### □ PLM(Product Lifecycle Management)

[PLM] 제품 관련 정보를 협업적인 방법으로 생성 및 관리하고 배포하여 사용하기 위한 여러 솔루션들을 통합적이고 전략적으로 활용하는 접근 방법

- 설계 및 제품 공급 협력사, 고객 등 확장된 기업 환경을 지원
- 제품의 개념단계부터 제품수명이 다 할 때까지 모든 정보를 관리
- 사람, 프로세스, 비즈니스 시스템 및 정보를 모두 통합

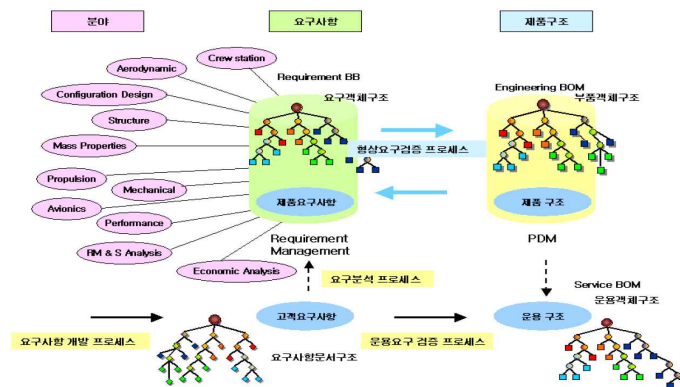


그림 83 PLM의 연계 구조

[PLM 업계 동향] CAD 기반 솔루션은 Dassault System의 ENOVIA, PTC의 Windchill, Siemens의 Teamcenter가 있음. UGS의 Teamcenter는 Siemens로 인수/합병되어 Siemens PLM Software로 변경됨. SAP은 자사의 ERP 솔루션을 확장하여 PLM 솔루션을 개발, 오라클은 Agile사를 인수하여 Agile PLM 확보. 조선 및 플랜트 CAD는 Intergraph의 SmartPlant Foundation, AVEVA의 Net, Bentley Systems의 AssetWise가 있음. 국내의 경우, 이눅스의 DynaPDM과 성우시스템의 TeamPlus가 있으나 시장 점유율은 높지 않음

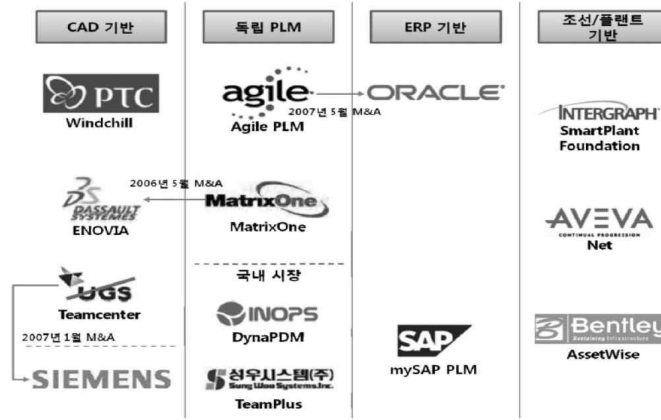


그림 84 PLM 업계 동향

**[국내 PLM 구축 현황]** 자동차 산업의 PLM은 안정화 단계에 접어들었음, 현대기아자동차는 2011년 말까지 글로벌 ERP 확대 구축 사업을 마무리 지을 예정. 전자 산업 PLM 적용은 2010년부터 삼성전자가 차세대 PLM시스템을 적용하였으며 지속적인 투자를 하고 있으며 ERP, SCM 시스템 고도화와 확대 구축에 초점을 맞췄음. 건설 업계는 해외사업장의 글로벌 사업지원을 위한 프로젝트관리시스템(PMIS)을 구축하고 PMIS는 PLM의 핵심 기능인 도면 및 문서관리, 설계 협업관리, 프로그램 관리 등의 기능을 갖출 것으로 예상됨.

**[국내 조선 PLM]** 2011년부터 조선업계는 조선전용 차세대 PLM시스템 구축에 집중 투자. 특히 대형 조선 산업의 PLM은 타 산업과는 달리 선박 설계에 소요되는 시간을 줄이는 것에서 벗어나 선박의 건조와 운항, 폐기에 이르기까지 모든 과정을 PLM 관리 시스템으로 확장. 특히 대우조선해양은 2011년부터 선박설계 전용 차세대 CAD, 차세대 조선 PLM시스템을 구축하기 위한 정보화 사업 진행 중

No	Company	Industry	Core PLM	License Count	CAD Tool	Memo (Interface)
1	Alstom Transport (France)	Transportation	Teamcenter	1,800	CATIA V5	SAP ERP
2	Bombardier Transportation (Germany)	Transportation	Teamcenter	2,910	CATIA V5	SAP ERP
3	Vossloh (Spain)	Transportation	Teamcenter	100	NX	
4	National Steel Car (Canada)	Transportation	Teamcenter	50	SolidEdge	
5	GE Transportation (USA)	Transportation	Teamcenter	Site	NX	
6	Toshiba Transportation (Japan)	Transportation	Teamcenter	Site	NX	
7	Lohr (France)	Transportation	Teamcenter	200	NX	
8	Talgo Patentes (Spain)	Transportation	Teamcenter	N/A	NX	
9	CSR (China) - Zhuzhou Electric Locomotive - Meishan Rolling Stock - Shijiazhuang Rolling Stock - Chengdu Locomotive & Rolling Stock - Yangtze Rolling Stock	Transportation	Teamcenter	N/A	NX	
10	CNR (China) - Dalian Locomotive & Rolling Stock - QIQIHAR Railway Rolling Stock	Transportation	Teamcenter	N/A	Pro/E	

그림 85 해외 철도제작사 PLM 구축 현황

**[PLM 기술변화 전망]** 각기 다른 필요에 의해 이기종의 솔루션을 사용하고 있는 경우 데이터의 이전이 원활하지 못해 프로세스가 중복되는 것은 물론 IT시스템의 통합이 이뤄지기 어렵기 때문에 이에 대한 해결 방법이 요구됨

- 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing) 기술 결합: 현재의 온라인을 통한 협업 솔루션에서 나아가 클라우드 컴퓨팅을 통한 전 관계자들의 협업으로 확장되고, 3D 기술의 영역확대에 따른 3D 융합기술 역시 개발 과제로 대두

[국내 PLM 시장] 2011년 ‘한국 산업자동화시장 전망보고서’에서 2010년 국내PLM 시장규모는 2009년에 비해 13.6% 성장한 5,065억 원 규모이며, 2011년에는 22% 성장한 6,179억 원 규모로 예상. 급격한 성장은 없었으나, 국내 경기가 살아남에 따라 성장할 것으로 전망

[해외 PLM 시장] 해외 PLM 시장은 매년 7%대의 성장해 왔으나 북미 시장의 축소나 원유의 상승 요인에 의해 향후 성장 페이스는 둔화할 것으로 추측되어 세계 시장은 향후는 연 6%전후의 성장 예상

## 4절 국내외 신뢰성 동향

### □ 국내 부품 신뢰성 동향

[신뢰성 향상 기반 구축 사업] 국내에서는 산자부를 중심으로 부품·소재 분야별 신뢰성 평가센터는 신뢰성 평가와 인증을 위한 인프라를 구축하여 기업의 신뢰성 향상을 지원



그림 86 신뢰성 향상 기반 구축 사업 체계



그림 87 신뢰성 향상 기반 구축사업 성과

[신뢰성 향상 기반 구축사업 성과] 사업은 인프라구축 및 신뢰성인증 1138건, 활용도증가 18,422기업 활용, 국제 상호인증과 매출증대 57% 등의 성과

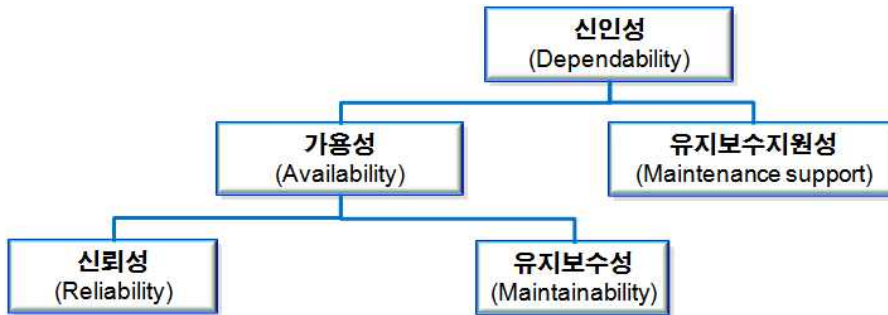


그림 88 신뢰성의 개념

[중소기업 신뢰성 수준] 대부분의 소재·부품 중소기업들은 신뢰성 전문인력 및 자체 추진역량 등의 부족으로 신뢰성 활동에 한계가 있으며 특히 철도부품기업은 신뢰성 개념조차 접하지 못함

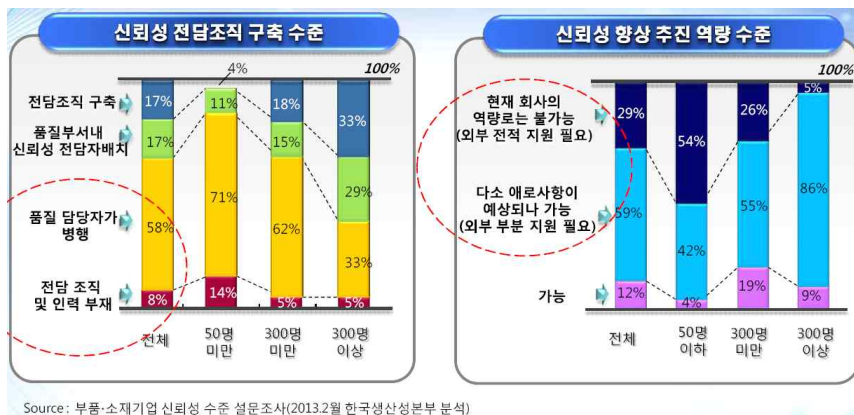


그림 89 중소기업 신뢰성 수준

[신뢰성의 개념]

(RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety) ) 아이템 설계, 제작 단계에서부터 고려되고 시행되는 신뢰성 활동임.

- **Reliability** : 주어진 기간동안 주어진 조건에서 요구 기능을 수행할 수 있는 아이템의 능력 [KS A 3004]



그림 90 신뢰성의 정의

- **Availability** : 주어진 시간에서 장비가 가용할 확률
- **Maintainability** : 장비가 고장났을 때 규정된 기술요원이 가용한 자원을 이용하여 주어진 시간에 주어진 성능을 원상복귀 시킬 수 있는 확률
- **Safety** : 리스크가 없는 상태
- **신인성** : 가용성 성과와 그에 영향을 주는 인자들을 설명하는데 사용되는 집합적인 용어이며 제품의 전 수명주기에 대하여 프로세스 검증

개념설계	기초설계	제작	납품 및 설치	사후관리
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 요구사항에 대한 개념 수립</li> <li>○ 제품의 신인성과 수명주기 비용의 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 관련 제품의 정보의 문서화</li> <li>○ 신인성 설계 규격의 적합성, 설계의 검증과 확인</li> <li>○ 형상관리가 제품식별, 추적 및 통제를 위해서 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제품의 제작 및 프로세스가 반복, 시스템 부품들이 조립</li> <li>○ 시험결과와 검증과 확인을 통해서 규정된 성능목표에 합당하고 일률적인 품질 결과를 위한 과정수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제품을 적용 및 운용을 위해서 장소에 납품·설치하는 단계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제품을 그의 의도하는 목적에 대하여 사용하는 단계</li> <li>○ 제품의 지속적인 모니터링</li> <li>○ 제품을 사용하고 종결하고, 폐기 및 재생 등의 폐기 단계</li> </ul>
신뢰성 검증 →	신뢰성 검증 →	신뢰성 검증 →	신뢰성 검증 →	신뢰성 검증 →
신인성 관리 →				

(관련 규격의 적용 분야)

○ MIL-STD-785B의 내용

Task	내 용
Task 100	프로그램 감독과 관리
101	신뢰성 프로그램 추진 계획
102	공급업자 신뢰성 인증 및 계획
103	프로그램 심사
104	FRACAS [Failure reporting, analysis & corrective action system]
105	고장분석 위원회
Task 200	설계 및 평가
201	신뢰성 모델링
202	신뢰성 배분
203	신뢰성 예측
204	FMECA [고장모드 영향 치명도 평가]
205	SCA [Sneak circuit analysis]
206	전자 부품 / 회로 공차 분석
207	부품 프로그램
208	중요 부품명세
209	기능시험, 보관, 운반, 포장, 취급, 정비에서의 신뢰성 평가
Task 300	개발 및 제조시험
301	환경시험
302	신뢰성 성장관리 프로그램
303	신뢰성 인증 프로그램
304	제조 신뢰성 보증시험

○ 규격의 적용 분야

IEC 60300	IEC 62278	MIL-STD-785B
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 특정 제품 요구를 만족시키기 위한 신뢰성 경영시스템의 세부계획과 실행</li> <li>◦ 제품, 유형, 크기에 관계 없이 모든 수명주기 단계 와 모든 조직에 적용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 전체 철도노선에서부터 노선에의 주요 시스템</li> <li>◦ 주요 시스템 구성요서 등               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 시스템</li> <li>- 기존 시스템에 통합된 새로운 시스템</li> <li>- 철도인증기관과 관련 산업체</li> </ul> </li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 표준의 적용           <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 미국 국방성 계약의 구체화된 획득</li> <li>◦ 직무 상태 제안의 요구</li> </ul> </li> <li>◦ 정부조직 내에서 요구되는 개발</li> <li>◦ 제품의 신뢰성 프로그램 요구</li> <li>◦ 시스템과 장치의 초기배치에 선택적으로 적용</li> <li>2) 직무기술에 적용           <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 정부 규칙</li> <li>◦ 특정한 시스템들</li> <li>◦ 장치 프로그램 타입, 크기</li> </ul> </li> <li>3) 지침에 적용           <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 표준 · 상세한 직무 기술</li> </ul> </li> </ol>

○ 신뢰성 프로그램

IEC 60300	IEC 62278	MIL-STD-785B
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 수명주기에 따라 신뢰성 있는 제품 실현계획</li> <li>◦ 신뢰성 프로그램 맞춤 제작</li> <li>◦ 시스템과 소프트웨어               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시스템 구조</li> <li>- 내고장성 설계</li> <li>- 내고장성 완화과정</li> <li>- 관련 품질 보증</li> </ul> </li> <li>◦ 인적 요인               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간·기계 인터페이스 설계</li> <li>- 운영과 유지보수</li> <li>- 인간 운영의 안전성</li> <li>- 시스템 유지, 사용, 처리</li> <li>- 신뢰성 측정, 분석, 개선</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 제품의 수명주기</li> <li>◦ 수명주기에 필요한 모든 RAMS 업무               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 책임 직원과 필요한 RAMS 자원</li> <li>◦ 문서화된 RAMS 관리</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 신뢰성 프로그램 계획 [TASK 101]</li> <li>◦ 신뢰성 프로그램 검토 [TASK 103]</li> <li>◦ 신뢰성 예측 [TASK 203]</li> <li>◦ 신뢰성 개발/성장 테스트 [RDGT] 프로그램 [TASK 302]</li> <li>◦ 정성적인 신뢰성 테스트 [RQT] 프로그램 [TASK 303]</li> <li>◦ 제품 신뢰성 수용 테스트 [PRAT] 프로그램 [TASK 304]</li> </ul>

**[부품 소재 신뢰성 향상의 필요성]** 신뢰성은 제품의 최초 품질을 수명기간동안 유지할 수 있는 특성을 의미하며 미국, 일본 등의 주요 선진국은 50년 이상의 신뢰성 역사를 가지며 세계 최고의 신뢰성 수준을 보유하고 있음. 특히 미국의 경우 1940년 군사 및 우주항공분야를 중심으로 신뢰성의 개념이 도입되어 현재 세계 최고의 신뢰성 평가기법을 보유하고 있는 것으로 알려져 있음

**(국내 신뢰성 동향)** 2001년 부품 소재 특별법을 제정하고 국산 부품 소재의 신뢰성 향상을 위한 지원, 국산 부품 소재의 신뢰성[고장, 내구수명]을 선진국 수준으로 향상시키기 위한 신뢰성평가 인프라를 조성하고 부품 소재기업의 신뢰성평가 인증을 지원, 2003년부터 부품소재기업의 필드고장 해결 및 내구수명 연장 지원을 통한 신뢰성 기반기술 확산 추진, 2007년~2009년간 32개 과제를지원하여 국산 부품소재의 신뢰성 향상을 통한 수입대체 및 국내 부품소재기업의 시장진입 지원, 2000년부터 10여년간 산업용 부품/소재와 자동차 부품 등에 대한 신뢰성 확보를 위하여 국가 예산 약 5 000억원이 투입된 “신뢰성 평가 기반 구축 사업”이 실시됨.

업체 명	내 용
한국야금	소수의 글로벌 기업들이 세계 시장을 점유하고 있는 절삭공구의 핵심 부품[인서트] 시장에서 신뢰성을 확보하여 수입 대체 효과
에나인더스트리	크라이슬러에 납품하는 자동차 부품[엔진 고정용 마운트]에 대하여 부품업체의 고 신뢰성을 요구하였으며 에나인더스트리는 이를 만족시켜 수출 증대 효과

업체 명	내 용
우리산업	자동차용 공기 가열식 난방예열장치의 수출이 전무하던 상황에서 신뢰성을 획기적으로 향상하여 북미 GM 크라이슬러 등으로 신규 수출하여 세계 시장 점유율 확대

□ 국외 부품 신뢰성 동향

[선진국 신뢰성 정책] 미국은 1940년대 군사, 우주항공 분야를 중심으로 신뢰성 개념 도입 후 최고의 신뢰성 평가 기법 보유. 일본은 일본인정원(JAB)는 기업소속 민간 신뢰성 평가기관의 평가능력에 대한 인증 수행. 유럽은 안전과 연관된 신뢰성 평가를 강화하고 표준화 등으로 소재부품에 대한 장기간에 정부의 지속적으로 지원

- 미국 : 우주항공, 국방 등 국가 주요 산업에 대한 신뢰성 강화, NASA의 경우 모든 프로그램 및 프로젝트의 개발과 운용 단계에 신뢰성 프로그램이 의무화 되어 있음, 국방부의 경우 2008년 9월에 배포된 "Report of Reliability Improvement Group"을 통해 군수산업의 신뢰성 향상을 추진, Consumer Reports, Buyers Laboratory Inc. 등 민간 중심의 품질·신뢰성 평가 강화, 정부 출연 연구원의 부품소재 관련 R&D사업에 신뢰성연구를 함하여 추진.

연구 기관	내 용
Wyle Laboratory	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1949년 설립되어 기업이나 정부의 의뢰에 따라 신뢰성 평가를 수행하는 시험평가 기관</li> <li>● 약 20여년간 신뢰성 평가 경험을 바탕으로 시험방법, 재료물성에 대한 DB 구축 및 분야별 전문가를 보유하고 업체의 요구에 즉각 대응체제 구축</li> </ul>
NASA Headquarters Code Q [Office of Safety and Mission Assurance]	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 국방부문과 함께 미국의 신뢰성 기술을 발전시킨 신뢰성 분야의 중심</li> <li>● 2-stage QFD[Quality Function Deployment], 고장물리 [Physics of Failure] 등의 최신 신뢰성 평가기술을 개발하여 신뢰성 평가 시 적용</li> </ul>
SRI [Standard Research Institute International]	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 스탠포드 대학에서 1946년 설립한 민간 연구기관</li> <li>● 정보과학 및 소프트웨어 개발, 센서 및 측정 시스템, 제품설계 및 엔지니어링 등 광범위한 분야에서 연구개발 수행</li> </ul>

- **일본** : 정부 출연 R&D 사업에서 신뢰성을 필수 요소로 고려하고 있음. 경제산업성 주도로 추진하고 있는 광전자 통신분야 디바이스의 표준화 및 연료전지 개발 프로젝트에 신뢰성 관련 표준화 업무를 반영, 미국의 CALiPER 프로그램과 같이 OITDA 프로그램을 통해 디바이스의 신뢰성 및 안전 관련 표준화 프로젝트를 수행, 기업 연구소 등 민간분야의 신뢰성 향상 지원 강화. 일본인정원에서는 TDK, 호리바분석센터 등 기업 소속 민간 신뢰성평가센터의 신뢰성평가 능력에 대한 인증을 수행, 정부로부터 인정받은 민간 신뢰성평가센터의 신뢰성 시험 데이터는 국제적으로 보증

연구기관	내용
일본전자 부품신뢰성센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전자부품의 품질인증, 기업의 품질시스템 심사 및 전자부품, 전자기기의 시험·검사 업무수행을 위해 설립</li> <li>● 주요 기능               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전자부품의 신뢰성 인증시험 및 데이터 교환</li> <li>○ 신뢰성에 관한 조사·연구 및 규격·기준의 작성</li> <li>○ 전자부품 및 기기의 시험 및 정밀 측정 등</li> </ul> </li> </ul>
기계진흥협회 기술연구소	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 기계산업체의 경영개선, 기술개발 및 기타 기계공업발전을 목적으로 설립</li> <li>● 기계류 부품에 대한 신뢰성 평가, 고장해석 업무 수행</li> </ul>
통상산업성 제품평가 기술센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 제품사고, 고장사례 D/B 구축 및 제품의 신뢰성-안전성 향상을 위한 기반 구축 사업 수행 [정부 자금으로 업무 진행]</li> </ul>
도레이 리서치 센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 시험분석 능력은 세계 최고 수준</li> <li>● 해외 유명 시험기관과의 제휴</li> </ul>

- **EU** : 정부 차원의 신뢰성 중점연구 추진, 알스톰사의 Railway Test Center 에서는 철도차량용 부품소재 및 철도차량의 신뢰성 검증을 위해 실제 필드테스트를 수행하고 그 결과를 인증, 독일의 경우 철도 항공분야 전자부품 소재를 중심으로 선진 신뢰성기술을 보유하고 있으며 관련 분야에 대한 신규개발 및 연구를 수행
- **프랑스** : 원자력 및 군사부문과 항공분야의 안전성을 확보하기 위한 개념에 서 시작, 민간에서도 신뢰성 평가분석자료 등 신뢰성 공학을 바탕으로 한 수명예측 기술 등은 최근에 와서 확대·적용되는 추세임.

연구기관	내용
DCE [European Technological Expertise Center] : CEAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 프랑스 국방부 산하기관으로 방산제품과 항공기에 대한 신뢰성 및 품질평가 수행</li> <li>● 20 여개의 시험평가센터에서 구조재료, 전장품, 안전 및 환경 등의 연구 수행</li> </ul>

CEA [원자력 연구소]	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 45년에 설립된 원자력 연구기관</li> <li>● 방위산업, 원자력, 에너지관련 분야에서 약 1 200개의 프랑스 중소기업과 협력하여 연구개발 진행중</li> </ul>
------------------	--

- **독일** : 철도, 항공분야 및 전자부품을 중심으로 최첨단 평가 · 분석장비 및 평가 규격 등 인프라에 대한 투자가 오래전부터 이루어져 특히 고장분석기술 등의 연구 진행 중

연구 기관	내 용
TUV	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 130 여년전 스팀보일러에 대한 안전법규 제정을 시작으로 설립된 유럽 최대의 민간인증기관으로 안전성 및 품질평가에 중점</li> <li>● 제품에 대한 평가를 연구기관과 소비자가 함께 실시</li> </ul>
Fraunhofer IZM in Berlin	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 정부와 민간이 공동으로 투자하여 설립한 전바부품 전문 연구기관</li> <li>● 1989년 정부에서 약 1 500억원을 투자하여 평가인프라 구축 후 매년 운영자금의 30%를 지원받고 있으며 나머지는 기업의 R&amp;D 자금으로 운영됨.</li> </ul>

(해외업체별 신뢰성 동향) 고신뢰성 제품의 개발 및 생산을 위해 기획단계부터 양산까지 전단계에 걸친 신뢰성 업무의 표준화 실시

업체 명	내 용
덴소	안전 환경 안락 편의를 추구하는 EcoVision 2015 달성전략으로 고신뢰성 고품질을 위한 시스템을 구축하고 개발초기 단계부터 최고경영자가 참여하여 신뢰성 향상 업무 추진
GM	자동차용 전장부품의 신뢰성 및 성능 요구사항에 대한 적합성 평가를 위한 절차를 표준화하여 규격화
INTEL, SONY NEC	Quality and Reliability Handbook을 활용하여 표준화된 신뢰성 프로그램 구축 및 운영
DELPHI	신뢰성 역량강화를 위해 신뢰성 설계[Design for Reliability] 및 신뢰성 프로그램 계획[Reliability program Plan] 가이드라인 개발





## 4장. 모듈화 및 표준화 관련 기술 특허 및 시장 분석

본 기획과제는 철도차량에 적용되는 표준모듈화 방안에 대한 기획과제로 표준 모듈 시범 적용을 위한 대상은 연구사업의 1차년도에 선정/수립될 예정이며 본 보고서에는 모듈화 및 설계 관련 기술과 철도 구성품에 대한 특허/시장에 대한 분석결과를 보인다.

### 1절 TCN 선행기술 동향분석

#### 1 특허 분석

##### 1-1 특허 분석 범위

구분	분석 기준				
특허검색 DB	Thomson Innovation				
검색국가	미국	유럽	일본	한국	중국
	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원
분석구간	1990.01.01.~2014.03.05				
검색범위	Title, Abstract, Claim				

##### 1-2 기술검색 조합식

기술구분	검색 조합식	관련특허
TCN	(CTB=(TCN or (Train adj (Communicat* or Control) near4 Network))) AND (CTB=((railway or railroad or locomotive or trains or tram or (rolling adj stock) OR (rail* near2 (vehicle or car)) or subway or metro*)))	54

##### 1-3 특허기술 동향

#### (1) 출원년도 및 국가별 특허출원 동향

- 철도차량 통신 네트워크(TCN) 분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면, 1990년부터 현재까지 총 54건의 관련 특허가 출원되고 있으며, 2000년대 중반이후 年 평균 5건의 특허가 꾸준히 출원되고 있음

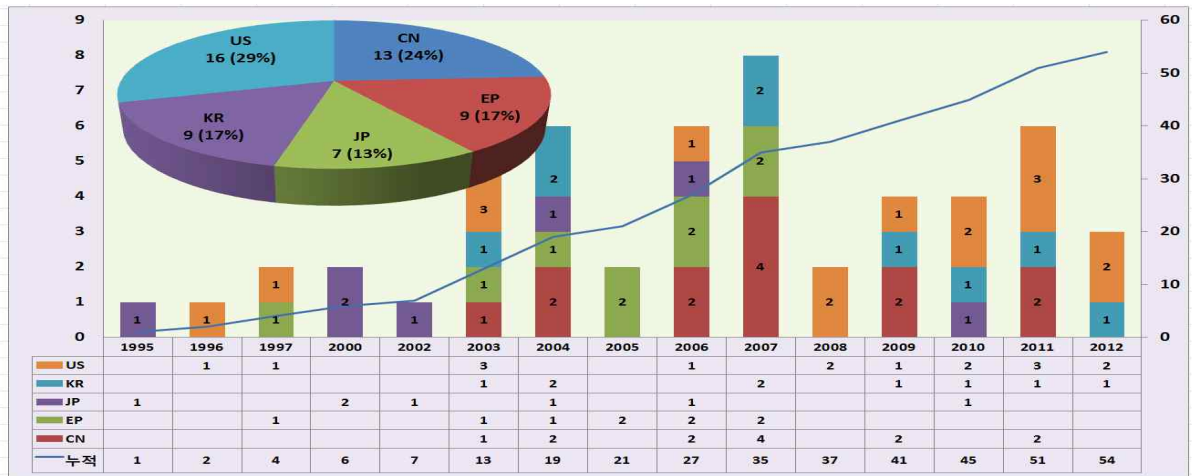


그림 91 출원년도 및 국가별 출원추이

- 국가별로는 미국이 30%(16건)으로 최다이며, 중국, 유럽, 한국, 일본의 순으로 출원되고 있음. 최다 출원국인 미국은 2008년 이후 10건의 특허를 출원하여 최근 기술상승세가 높게 나타나고 있음
- 하지만 관련특허가 총 54건에 불과하여 국가별, 시계열별 출원동향을 일반화하는 데에는 다소 무리가 있다고 보여짐

(2) 주요 출원인 분석

- 철도차량 통신 네트워크(TCN) 분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 출원인을 살펴보면, 日 HITACHI, 獨 SIEMENS, 美 GE 등의 글로벌 기업들이 나타나고 있음

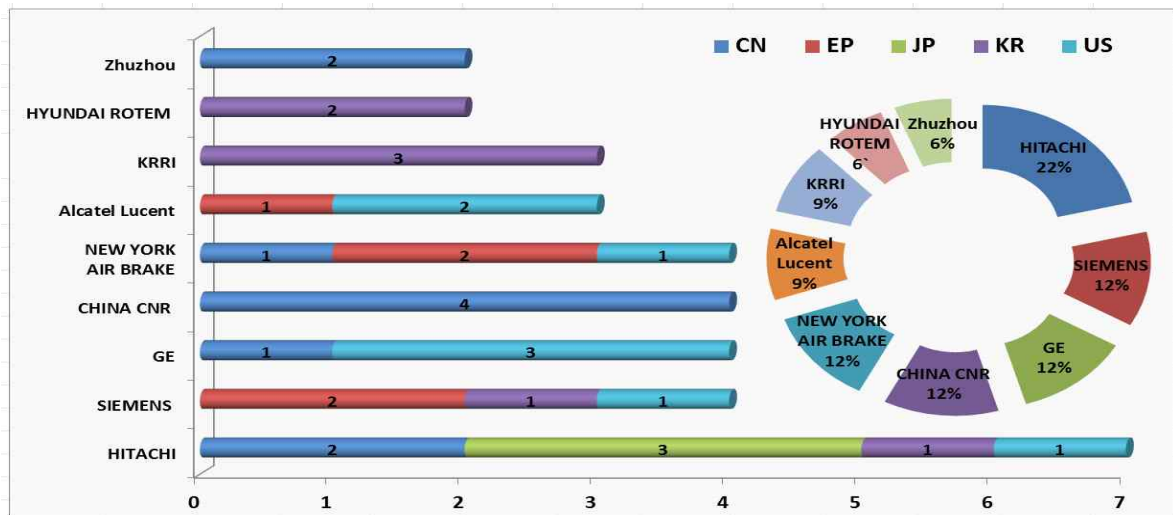


그림 92 주요 출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허출원을 보면, 2008년 이후 최근 5년간의 특허동향에서, 최다 출원인인 日 HITACHI는 특허출원이 없는 상황이며, 獨 SIEMENS, 美 GE, 中 CNR 등이 2~3건의 특허를 출원하고 있음

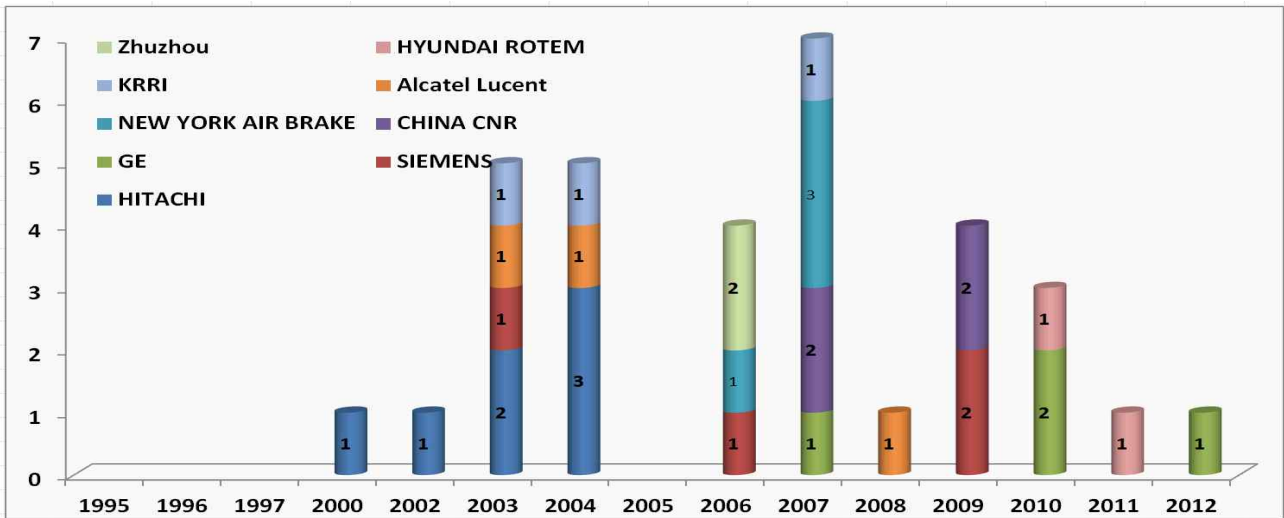


그림 93 연도별 주요 출원인 동향

### (3) 국가별 특허분포 지수분석

#### (3-1) 시장확보지수 (PFS : Patent Family Size)

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

#### ● (분석결과)

- 유럽과 미국의 시장확보지수(PFS)가 5.8로 가장 높게 나타남
- 유럽, 미국 다음으로는 중국, 일본, 한국 順으로 시장확보력이 높게 나타남
- 유럽의 경우 특허 건수에 비해 시장 확보력이 매우 높게 나타나고 있음
- 한국특허의 시장확보력은 낮은 수준으로 평가됨

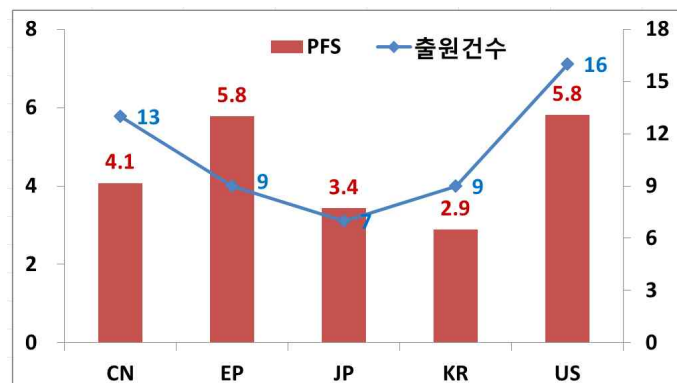


그림 94 국가별 출원건수 및 시장확보지수

#### (3-2) 인용도지수 (CPP : Cites Per Patent)

- (지표 설명) 특정 국가의 특허들이 이후 등록되는 특허들에 의해 인용되는 회수가 많을 수록 기술경쟁력이 높으므로, 인용도지수(CPP)가 클수록 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 정도를 나타내는 지표로 사용함
- (계산식) 국가별 인용도 지수(CPP) = ( ∑ 해당국가 특허別 피인용수 ) / 해당국가 특허 건수

● (분석결과)

- 미국의 인용도지수(CPP)가 10.6으로 가장 높게 나타남, 미국이 특허 건수 뿐만 아니라, 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 것으로 판단할 수 있음
- 미국 다음으로는 일본, 유럽 順으로 인용도지수(CPP)가 높게 나타남. 한국의 인용도 지수는 최하위 수준으로 많이 원천특허/핵심특허가 매우 부족한 상황임

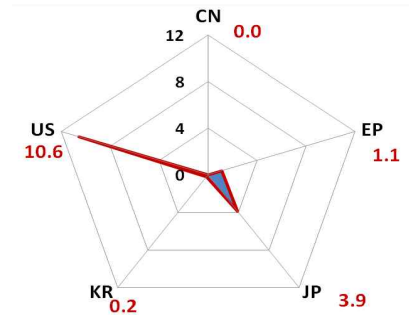


그림 95 국가별 인용도지수

(3-3) 영향력지수(PII : Patent Impact Index) 및 기술력지수(TS : Technology Strength)

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

● (계산식)

- 국가별 영향력 지수(PII) = 해당국가 특허 인용도지수 / 전체(모든국가) 특허 인용도 지수
- 국가별 기술력 지수(TS) = 해당국가 특허건수 × 해당국가 영향력 지수

● (분석결과)

- 미국의 영향력지수(PII)가 2.7로 가장 높게 나타나 질적 수준에서 가장 경쟁력 있는 것으로 보여짐
- 양적 수준(특허건수)을 고려한 기술력지수(TS)에서도 미국이 43.9로 가장 높게 나타남
- 우리나라는 영향력지수, 기술력 지수 모두 하위 수준으로, 향후 지속적인 기술역량 강화가 필요함

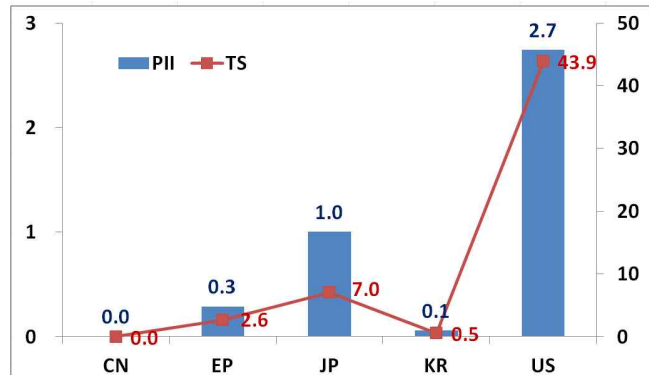
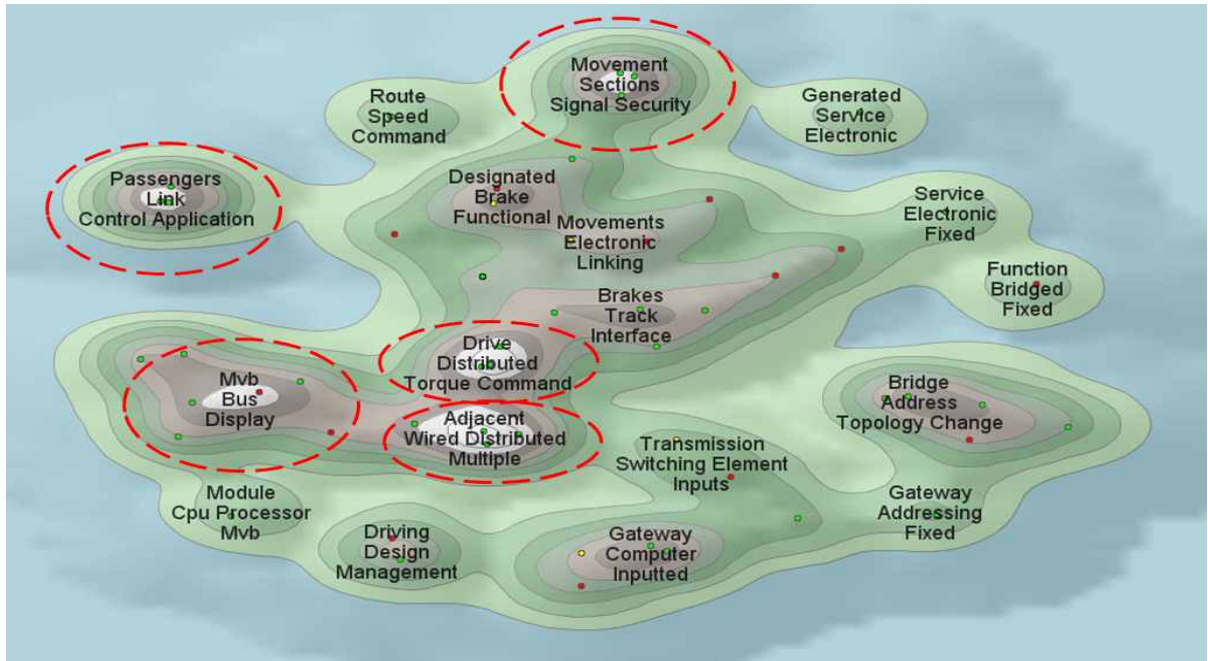


그림 96 국가별 영향력지수 및 기술력지수

(4) 기술분야 특허 분포도

- 등고선 꼭지점이 높은 Movement/Sections/Signal Security 등 5개 기술에 특허가 많이 분포하고 있어, 관련 분야가 기술 집중도가 높은 기술로 볼 수 있음
- 2000년대 이후 TCN의 구조와 관련하여, WTB(Wired Train Bus), MVB(Multifunction Vehicle Bus) 관련 특허들이 출원되고 있는 것으로 나타남



● 2010년 이후 ● 2000-2009 ● 1990-1999

그림 97 특허 등고선 맵

#### (5) 주요 핵심특허 현황

- 열차이동 제어에 대한 美 Westinghouse Airbrake Company의 미국특허 US5950966A의 피인용 건수가 94건으로 가장 많으며, 2000년대 이후 특허 중에서는 獨 SIEMENS의 무선네트워크를 활용한 데이터 전송에 대한 유럽특허 EP1370054A1의 피인용수가 10건으로 가장 많음

표 43 주요 핵심특허 현황 (피인용도 순)

공개번호	발명의 명칭	출원인	출원일	피인용수
US5950966A	Distributed positive train control system	Westinghouse Air brake	1997-09-17	94
US5751569A	Geographic train control	Safetran Systems	1996-03-15	48
JP9028001A	ROLLING STOCK INFORMATION TRANSMITTING DEVICE	MITSUBISHI	1995-07-13	13
EP1370054A1	Data communication method   Verfahren zur Datenübertragung   Procédé de communication des données	SIEMENS	2003-04-29	10
JP2004203258A	SIGNAL PROTECTION METHOD, SIGNAL PROTECTION DEVICE AND SIGNAL PROTECTION SYSTEM USING THE SAME   The signal security method, a signal safety device, and a signal security system using the same	HITACHI	2002-12-26	8

## 2 논문 분석

### 2-1 논문분석 범위

구 분	분석 기준
논문검색 DB	Web of Science, Thomson Innovation
분석구간	1990.01.01.~2014.03.05
검색범위	Title, Abstract

### 2-2 기술검색 조합식

기술구분	검색 조합식	관련논문
TCN	(ALL=(TCN or (Train adj (Communicat* or Control) and Network))) AND (TI=((railway or railroad or locomotive or tram or (rolling adj stock) OR (rail* near2 (vehicle or car)) or subway or metro*)));	29

### 2-3 논문기술 동향

#### (1) 연도별 논문 발표 추이 및 주요 등재저널 동향

- 철도차량 통신 네트워크(TCN) 분야 논문 추이를 살펴보면, 2005년부터 논문이 발표되기 시작하였으며, 현재까지 총 29건의 관련 논문이 발표되고 있음. 2009년부터 발표건수가 계속 증가하는 추세를 보이고 있음
- 저널별 논문현황을 보면 영국 PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD, 미국 IEEE-INST ELECTRICAL ELECTRONICS ENGINEERS INC 등 미국과 유럽의 저널에서 많은 논문이 발표되고 있음
- 하지만 관련논문이 총 29건에 불과하여 국가별, 시계열별 출원동향을 일반화하는 데에는 다소 무리가 있다고 보여짐

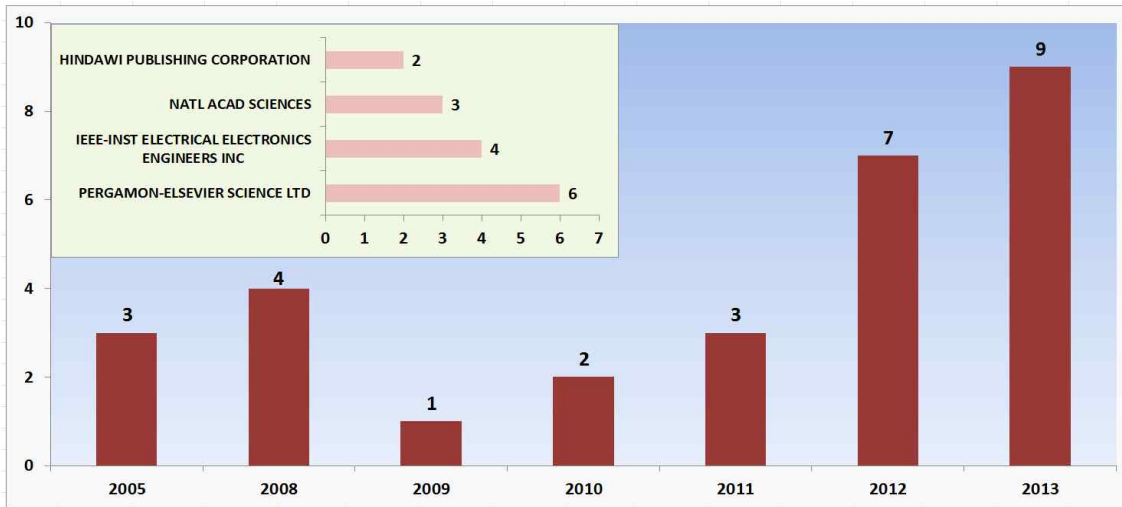


그림 98 연도별 논문 발표 추이 및 주요 등재 저널

## (2) 국가별 논문발표 현황

- 철도차량 통신 네트워크(TCN) 분야 논문은 유럽과 중국의 기관에서 80%정도의 논문이 발표되고 있으며, 한국, 일본 등 아시아 국가의 논문 실적은 다소 낮은 상황임
- 미국 SCI 저널에 많은 논문들이 발표되고 있지만, 유럽과 중국의 기관에서 많은 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타남

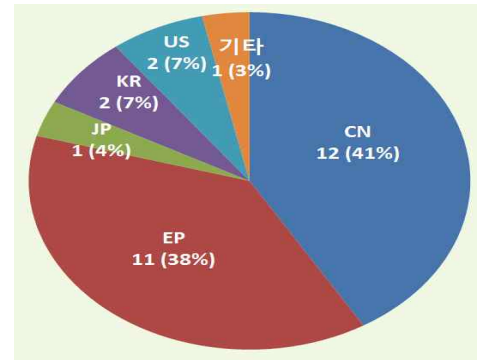


그림 99 논문 발표 주요 국가

## (3) 주요 핵심논문 현황

- 열차 네트워크에서의 이동에 대한 최적화 관련 중국 Beijing Jiaotong Univ.의 논문이 피인용 18건으로 가장 많음
- 기타 railway traffic control, Scheduling 등과 관련된 논문이 피인용수가 높은 것으로 나타남

표 44 주요 피인용 논문 현황

번호	논문제목	저널명	발표년도	피인용수
1	Optimizing trains movement on a railway network	PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD	2012	18
2	Efficient scheduling of railway traffic based on global information of train	PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD	2008	15
3	Driver performance modelling and its practical application to railway safety	ELSEVIER SCIENCE LTD	2005	12
4	A Fuzzy Petri Nets approach for railway traffic control in case of abnormality: Evidence from Taiwan railway system	PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD	2009	9
5	Scheduling Models for Short-Term Railway Traffic Optimisation	SPRINGER-VERLAG BERLIN	2008	6

## 2절 PLM 선행기술 동향분석

### 1 특허 분석

#### 1-1 특허 분석 범위

구분	분석 기준				
특허검색 DB	Thomson Innovation				
검색국가	미국	유럽	일본	한국	중국
	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원
분석구간	1990.01.01.~2014.07.09				
검색범위	Title, Abstract				

#### 1-2 기술검색 조합식

기술구분	검색 조합식	관련특허
PLM	TAB=(Product near2 (Lifecycle or (Life near2 cycle)) near2 Management)	282

#### 1-3 특허기술 동향

##### (1) 출원년도 및 국가별 특허출원 동향

- PLM(Product Lifecycle Management, 제품수명주기관리)은 제품의 설계 및 개발에서 부터 생산, 판매 및 유지 서비스에 이르기까지 전반적인 과정을 통합 관리해주는 기술로서 전체적인 특허동향을 살펴보면, 1998년부터 현재까지 총 282건의 관련 특허가 출원되고 있음
- 국가별로는 미국이 52%(146건)으로 최다이며 유럽, 한국, 일본, 중국의 순으로 출원되고 있음. 최다 출원국인 미국은 2008년 이후 68건의 특허를 출원하여 최근 기술상승세가 높게 나타나고 있음
- 한국의 경우 대부분의 특허가 2007년 이후 출원 되어 최근 관련 분야 기술에 대한 관심이 증가하고 있다고 판단할 수 있음

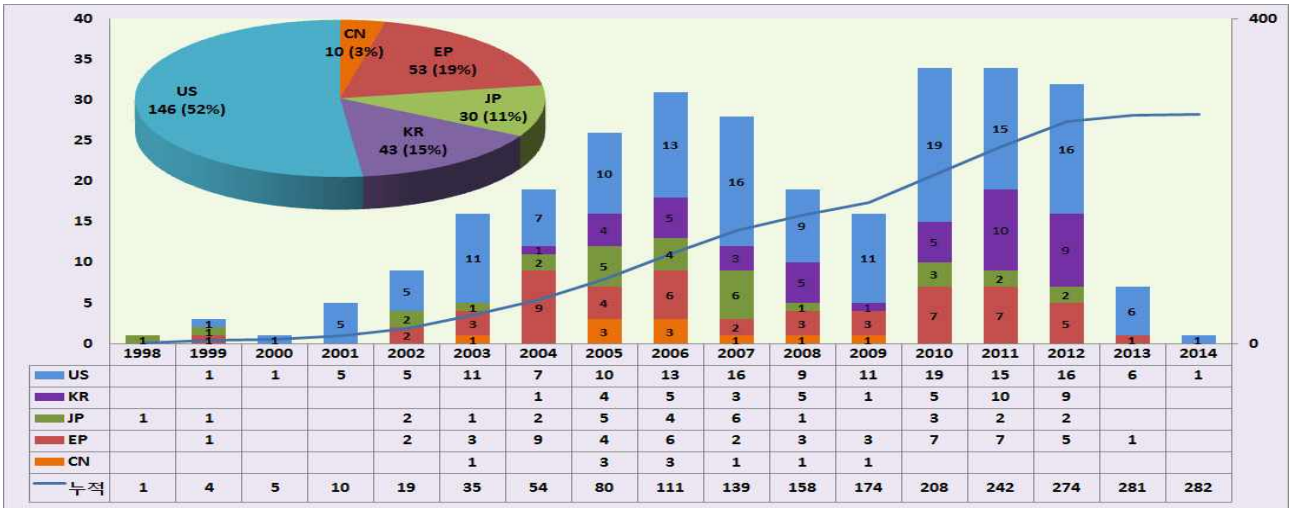


그림 100 출원년도 및 국가별 출원추이

(2) 주요 출원인 분석

- 제품수명주기관리(PLM) 분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 출원인을 살펴보면, 3D 업체인 佛 DASSAULT SYSTEMES, 獨 SIEMENS, 비즈니스 솔루션 업체인 獨 SAP 등의 글로벌 기업들이 나타나고 있음

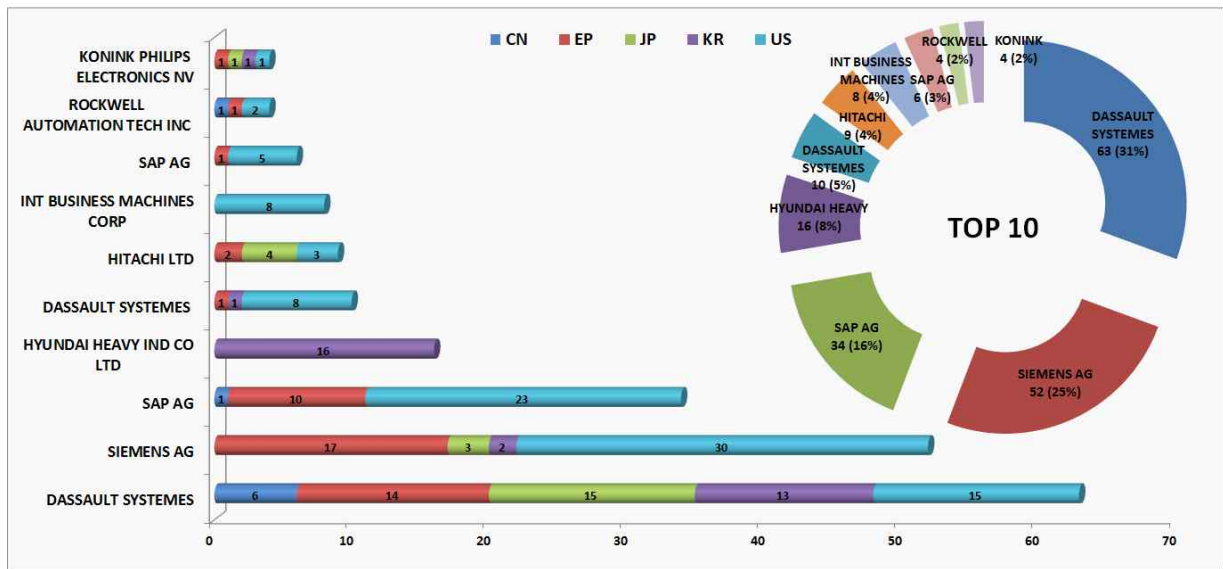


그림 101 주요 출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허출원을 보면, 2008년 이후 최근 5년간의 특허동향에서, 최다 출원인인 佛 DASSAULT SYSTEMES는 꾸준히 3-4건의 특허를 출원하고 있으며, 최근에는 獨 SIEMENS, 韓현대중공업 등이 특허를 많이 출원하고 있음

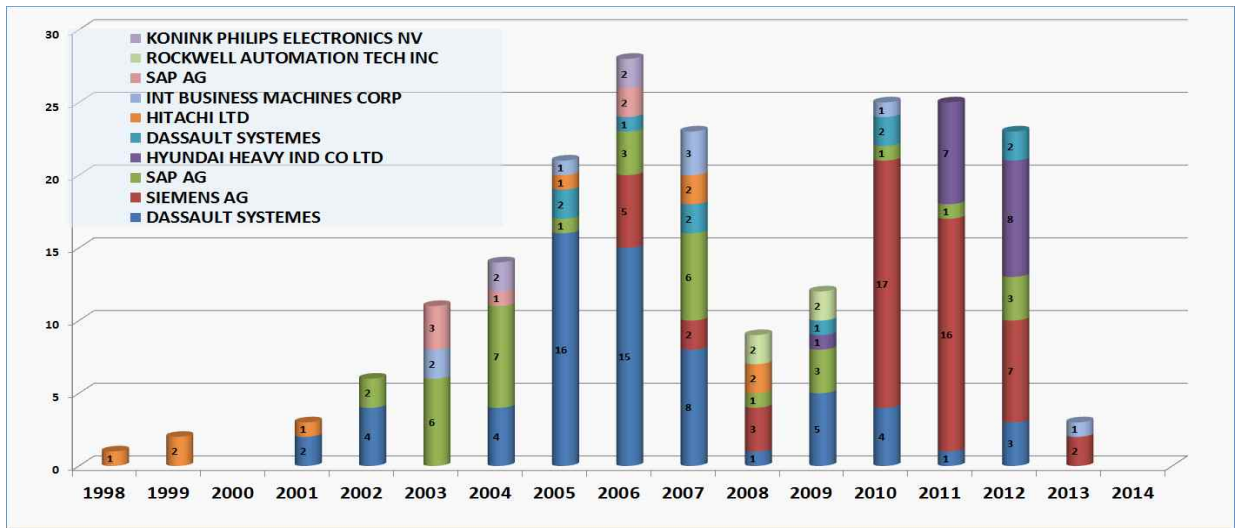


그림 102 연도별 주요 출원인 동향

### (3) 국가별 특허분포 지수분석

#### (3-1) 시장확보지수 (PFS : Patent Family Size)

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

#### ● (분석결과)

- 중국의 시장확보지수(PFS)가 7.60로 가장 높지만, 특허가 10건에 불과하여 일반적 결론으로 보기 어려움
- 중국을 제외하고는 일본이 가장 높게 나타나 관련 국가가 시장성이 높다고 판단할 수 있음
- 미국의 경우 특허 건수에 비해 시장 확보력이 상대적으로 낮게 나타나고 있음

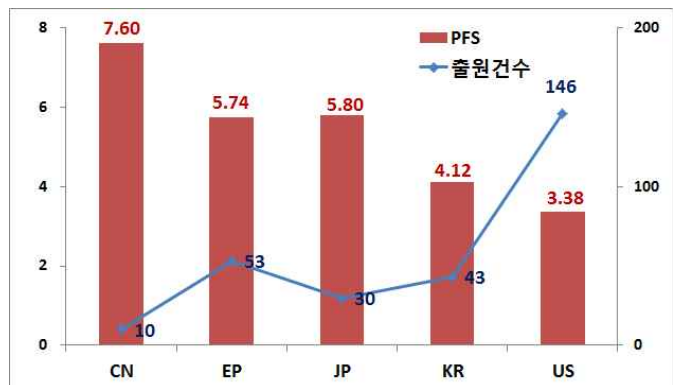


그림 103 국가별 출원건수 및 시장확보지수

#### (3-2) 인용도지수 (CPP : Cites Per Patent)

- (지표 설명) 특정 국가의 특허들이 이후 등록되는 특허들에 의해 인용되는 횟수가 많을수록 기술경쟁력이 높으므로, 인용도지수(CPP)가 클수록 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 정도를 나타내는 지표로 사용함
- (계산식) 국가별 인용도 지수(CPP) = ( ∑ 해당국가 특허別 피인용수 ) / 해당국가 특허 건수

● (분석결과)

- 미국의 인용도지수(CPP)가 9.65 로 가장 높게 나타남, 미국이 특허건수 뿐만 아니라, 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 것으로 판단할 수 있음
- 미국 다음으로는 일본, 유럽 順으로 인용도지수(CPP)가 높게 나타남. 한국의 인용도 지수는 하위 수준으로 많이 원천특허/핵심특허가 매우 부족한 상황임

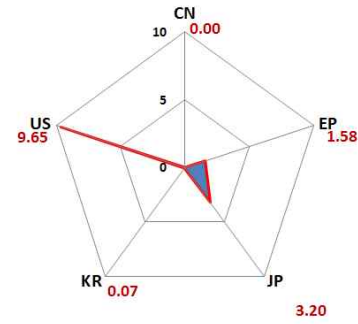


그림 104 국가별 인용도지수

(3-3) 영향력지수(PII : Patent Impact Index) 및 기술력지수(TS : Technology Strength)

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

● (계산식)

- 국가별 영향력 지수(PII) = 해당국가 특허 인용도지수 / 전체(모든국가) 특허 인용도 지수
- 국가별 기술력 지수(TS) = 해당국가 특허건수 × 해당국가 영향력 지수

● (분석결과)

- 미국의 영향력지수(PII)가 1.71로 가장 높게 나타나 질적 수준에서 가장 경쟁력 있는 것으로 보여짐
- 양적 수준(특허건수)을 고려한 기술력지수(TS)에서도 미국이 249.58로 가장 높게 나타남
- 우리나라는 영향력지수, 기술력 지수 모두 하위 수준으로, 향후 지속적인 기술역량 강화가 필요함

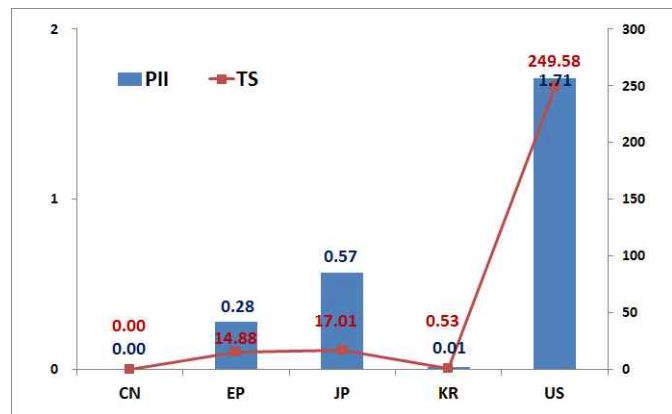


그림 105 국가별 영향력지수 및 기술력지수

(4) 기술분야 특허 분포도

- PLM(Product Lifecycle Management, 제품수명주기관리) 관련 기술 검색결과 결과 최종 282건의 유효 특허기술이 분포함
- 등고선 꼭지점이 높은 Graphical/Product Life Cycle/Life Cycle Management 등 2개 기술에 특허가 많이 분포하고 있어, 관련 분야가 기술 집중도가 높은 기술로 볼 수 있음
- 특히, 2014년에 출원된 최신 특허들을 보면, NUMERIC RANGE SEARCH DEVICE, NUMERIC RANGE SEARCH METHOD, AND NUMERIC RANGE SEARCH PROGRAM / VARIATIONAL MODELING WITH REMOVAL FEATURES 등 제품 수명주기 관리 시스템과 관련된 특허들이 출원되고 있는 것으로 나타남



● 2010년 이후 ● 2000-2009 ● 1990-1999  
 그림 106 특허 등고선 맵

### (5) 주요 핵심특허 현황

- 제품수명주기 관리지원시스템에 대한 美 CHANG H의 미국특허 US20040162741A1 의 피인용 건수가 222건으로 가장 많으며, 기타 제품수명주기 관리방법 등과 관련된 특허들이 피인용 건수가 많아 이러한 특허들을 중심으로 주요 특허를 선정하여 핵심특허 권리 분석을 할 수 있음

공개번호	발명의 명칭	출원인	출원일	피인용수
US20040162741A1	Method and apparatus for product lifecycle management in a distributed environment enabled by dynamic business process composition and execution by rule inference	CHANG H	2003-02-07	222
US20040187140A1	Application framework	SAPAG	2003-09-08	175
US20030033191A1	Method and apparatus for a product lifecycle management process	XIS INC	2001-06-15	141
JP2000048066A	LIFE CYCLE MANAGEMENT METHOD, ITS SYSTEM AND PRODUCT   The life-cycle-management method, a system, and a product	HITACHI LTD	1998-07-27	65
US6321983B1	Method for managing life cycles and system for the same	HITACHI LTD	2004-09-14	56
US20060059005A1	Systems and methods for managing data in an advanced planning environment	SAP AG	1999-07-26	56
US7103434B2	PLM-supportive CAD-CAM tool for interoperative electrical and mechanical design for hardware electrical systems	CHERNYAK A H	2003-10-14	52

공개번호	발명의 명칭	출원인	출원일	페이지수
US20060059059A1	Systems and methods for managing the execution of services	SAP AG	2004-09-14	51
US20030225563A1	Capacity planning	ELECTRONIC DATASYSTEMSCORP	2002-05-30	50
US20070156696A1	Detecting Behavioral Patterns and Anomalies Using Activity Data	BLUE JUNGLE	2006-12-22	36

## 2 논문 분석

### 2-1 논문분석 범위

구분	분석 기준
논문검색 DB	Web of Science, Thomson Innovation
분석구간	1990.01.01.~2014.07.09
검색범위	Title, Abstract

### 2-2 기술검색 조합식

기술구분	검색 조합식	관련논문
PLM	TI=(Product near2 (Lifecycle or (Life near2 cycle))) near2 Management)	82

### 2-3 논문기술 동향

#### (1) 연도별 논문 발표 추이 및 주요 등재저널 동향

- PLM(Product Lifecycle Management, 제품수명주기관리)은 제품의 설계 및 개발에서 부터 생산, 판매 및 유지 서비스에 이르기까지 전반적인 과정을 통합 관리해주는 기술로서 전체적인 논문추이를 살펴보면, 1997년부터 논문이 발표되기 시작하였으며, 현재 까지 총 82건의 관련 논문이 발표되고 있음. 대부분의 논문이 2000년대 중반이후 발표되어, 최근 관심이 높은 기술분야로 판단됨
- 저널별 논문현황을 보면 네덜란드 ELSEVIER SCIENCE BV, 영국 TAYLOR & FRANCIS LTD, SAGE PUBLICATIONS LTD 등 유럽의 저널에서 많은 논문이 발표되고 있음
- 2008년 14건의 논문 발표이후 다소 답보상태에 있으나, 최근에도 IoT 등의 통신기술과 접목되는 새로운 논문이 지속적으로 발표되고 있음

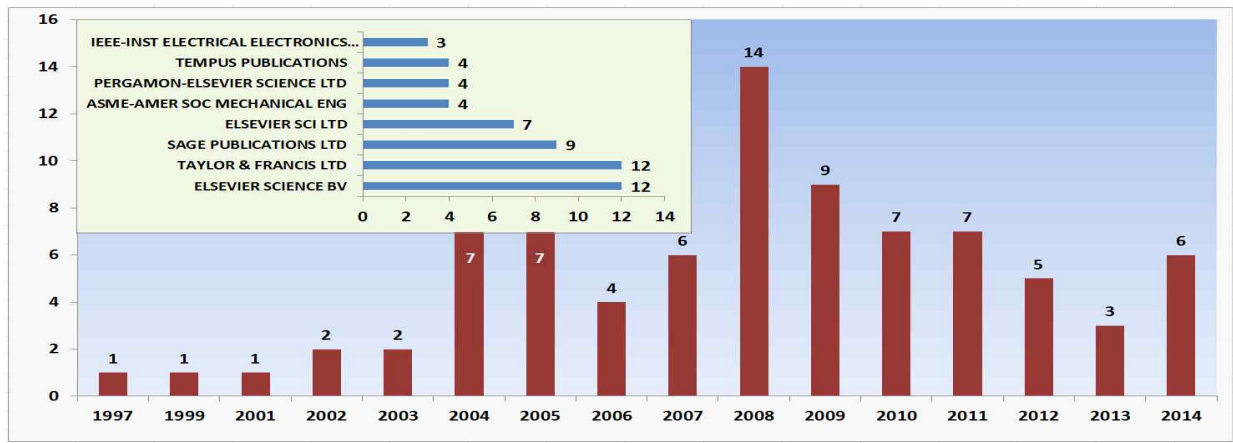


그림 107 연도별 논문 발표 추이 및 주요 등재 저널

## (2) 국가별 논문발표 현황

- 제품 수명주기 관리(PLM) 분야 논문은 유럽과 미국의 기관에서 50% 이상의 논문이 발표되고 있으며, 중국이 16%로 많은 논문을 발표하고 있음. 한국, 일본의 논문 실적은 다소 낮은 상황임
- 유럽과 미국 SCI 저널에 많은 논문들이 발표되고 있지만, 중국, 중남미 등의 기관에서도 많은 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타남

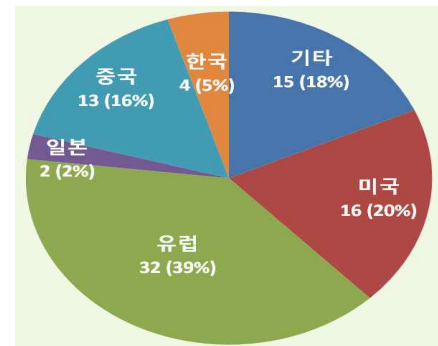


그림 108 논문 발표 주요 국가

## (3) 주요 핵심논문 현황

- 제품 수명주기 관리(PLM)를 위한 제품정보 모델링에 대한 미국 Natl Inst Stand & Technol의 논문이 피인용 135건으로 가장 많이 인용되는 핵심논문으로 보여짐
- 기타 smart embedded system을 이용한 PLM 등의 논문이 피인용수가 높은 것으로 나타남

표 45 주요 논문 현황 (피인용이 높은 순서)

번호	논문제목	저널명	발표연도	피인용수
1	A product information modeling framework for product lifecycle management	ELSEVIER SCI LTD	2005	135
2	Research issues on product lifecycle management and information tracking using smart embedded systems	ELSEVIER SCI LTD	2003	56
3	Streamlining product lifecycle processes: a survey of product lifecycle management implementations, directions, and challenges	ASME - AMER SOC MECHANICAL ENG	2005	25
4	Information sharing and exchange in the context of product lifecycle management: Role of standards	ELSEVIER SCI LTD	2008	24
5	Prognostic and diagnostic monitoring of complex systems for product lifecycle	PERGAMON-ELSEVIER	2005	23

번호	논문제목	저널명	발표연 도	피인 용수
	management: Challenges and opportunities	SCIENCE LTD		
6	Collaborative process planning and manufacturing in product lifecycle management	E L S E V I E R SCIENCE BV	2008	22
7	A different view on Product Data Management/Product Life-Cycle Management and its future potentials	TAYLOR & FRANCIS LTD	2003	22
8	Product lifecycle management in aviation maintenance, repair and overhaul	E L S E V I E R SCIENCE BV	2008	21
9	Technology solutions for collaborative product lifecycle management - Status review and future trend	S A G E PUBLICATIONS LTD	2005	21
10	A framework for RFID applications in product lifecycle management	TAYLOR & FRANCIS LTD	2009	20

#### (4) 주요 최신논문 현황

- 제품 수명주기 관리(PLM)에 대해, 2012년 이후 최근 3년간 총 14건의 논문이 발표되었으며, 아직 피인용도가 높은 논문은 보이지 않고 있음
- 2014년에 발표된 중국 Shanghai Jiao Tong Univ의 논문은 IoT에 기반한 정보기술을 활용하여 PLM을 구현하는 것에 대한 논문으로, 최신의 기술흐름을 보여주는 것으로 판단됨

표 46 최신 논문 현황 (2012년 이후 발표논문)

번호	논문제목	저널명	발표연 도	피인 용수
1	IoT-Based Configurable Information Service Platform for Product Lifecycle Management	I E E E - I N S T E L E C T R I C A L E L E C T R O N I C S E N G I N E E R S I N C	2014	1
2	Bridging the gap between product lifecycle management and sustainability in manufacturing through ontology building	E L S E V I E R SCIENCE BV	2014	0
3	Product lifecycle management in design and engineering education: International perspectives	S A G E PUBLICATIONS LTD	2014	0
4	A benchmarking framework for product lifecycle management (PLM) maturity models	S P R I N G E R L O N D O N L T D	2014	0
5	Automatic object-oriented coding facility for product life cycle management of discrete products	TAYLOR & FRANCIS LTD	2014	0
6	Product Life-Cycle Management of Packaged Software	WILEY-BLACK WELL	2014	0
7	Product relationships management enabler for concurrent engineering and product lifecycle management	E L S E V I E R SCIENCE BV	2013	0
8	Knowledge-based assessment of manufacturing process performance: integration of product lifecycle management and value-chain simulation approaches	TAYLOR & FRANCIS LTD	2013	0
9	Improving Project-Product Lifecycle Management with Model-Based Design Structure Matrix: A Joint Project Management and Systems Engineering Approach	WILEY-BLACK WELL	2013	0

번호	논문제목	저널명	발표연 도	피인 용수
10	Access control for semantic data federations in industrial product-lifecycle management	E L S E V I E R S C I E N C E B V	2012	1
11	Understanding product lifecycle management and supporting systems	E M E R A L D G R O U P P U B L I S H I N G L I M I T E D	2012	1
12	Extending product lifecycle management for manufacturing knowledge sharing	S A G E P U B L I C A T I O N S L T D	2012	1
13	Product life cycle information management in the electronics supply chain	S A G E P U B L I C A T I O N S L T D	2012	1
14	Product life cycle information and process analysis methodology: Integrated information and process analysis for product life cycle management	S A G E P U B L I C A T I O N S L T D	2012	0

### 3절 철도차량 핵심부품 선행기술 동향분석

#### 1 분석개요

##### 1-1 기술의 정의

- KTX 핵심 부품 국산화율은 30% 정도로 부품 조달 가격이 높고 적기에 구매하기가 어려워 차량 안전 운행에 영향을 주고 있음
- KTX 핵심 부품 국산화 계획에 대한 기술개발은 현 상태에서 신뢰성이나 안전성 측면의 문제를 운영기관이 강하게 주문함으로 도리어 기술개발을 통한 핵심 부품 개발은 거의 이루어 지지 않고 있는 실정임, 핵심부품의 경우 도입 단가가 매우 높은 상태에서 설계 수명에 따른 교체 주기가 5년~10년 이내에 도래하게 되어 국산화 개발이 이루어지지 않으면 핵심 부품 도입 비용이 차량 도입 시기보다 훨씬 비싸게 구매해야 하는 상태가 발생할 수 있음, 이에 대한 해법으로 핵심 부품 국산화개발이 절실한 이유가 되고 있음
  - 예를 들어, KTX-산천 감속기(1,2차) 구매단가는 약 3.3억원/set으로 2012년 12월 현재 운행되는 KTX-산천은 총 24편성이고, 2015년 호남선/수도권 고속철도에 운행하게 될 KTX-산천 22편성을 고려하면 이들 차량에 대한 정상적인 유지보수를 위한 구매 금액이 약 410sets로 차량 도입단가 기준으로 약 1,353억원이 필요한 상황임, 그러나 부품 조달 가격은 차량 제작사에 의한 도입 단가 보다 통상 2~3배 높은 것을 고려할 때 기술개발이 이루어지지 않으면 엄청난 국부유출 및 차량 안전 운행에 큰 문제가 발생할 수 있음
- 철도차량 및 부품 기술개발 국산화는 해외수출 확대효과 뿐만 아니라, 국산·외산 철도차량 도입가격 인하효과도 발생하는 등 국가 경제에 긍정적 영향을 미치기 때문에, 기술개발 필요성이 크게 제기되고 있음
  - KTX-산천(로템)은 KTX(Alstom) 대비 약 6% 저렴하게 도입하여 총 920억원의 구입비용 절감 (KTX : 31억/량(물가상승률 고려), KTX-산천 : 29억/량)
  - 경량전철의 경우 기술국산화 후 초기 제시가격 대비 약 30% 인하
- 철도차량 핵심부품으로 우선적으로 국산화하여야 하는 부품으로, 동력/추진시스템 부품 5개, 제어시스템 부품 4개, 전원시스템 부품 6개, 공조 및 냉각시스템 부품 2개, 준고속 철도차량 부품 2개 등 19개의 기술개발 필요성이 제기되고 있음

## 1-2 기술의 구성

- 본 과제는 철도차량 핵심부품의 국산화를 위한 것으로 19개 단위 부품의 국산화 기술 개발로 구성되어 있으며, 기술 분석을 위해 5개의 그룹으로 구분하였음

### ① 동력/추진시스템 부품 국산화

- 1-1) 주변압기 기술
- 1-2) 견인전동기 기술
- 1-3) 감속기 기술
- 1-4) 차륜 기술
- 1-5) 전력변환 장치기술

### ② 제어시스템 부품 국산화

- 2-1) IGBT 기술
- 2-2) 열차제어 기술
- 2-3) 속도검출기 기술
- 2-4) 활주방지장치 기술

### ③ 전원시스템 부품 국산화

- 3-1) 주접촉기 기술
- 3-2) 브레이크 기술
- 3-3) 보조전원장치 기술
- 3-4) 축전지 기술
- 3-5) 조가선 절연구분용 폴리머애자 기술
- 3-6) 변전설비 예방진단 통합시스템 통신프로토콜 표준화 개발

### ④ 공조 및 냉각시스템 부품 국산화

- 4-1) 공기조화장치 기술
- 4-2) 전기기관차 냉각시스템 기술

### 수 준고속 철도차량 부품 국산화

- 5-1) 준고속 철도차량 핵심장치 개발 및 성능평가 기술
- 5-2) 준고속 차량용 포켓슬라이딩 승강문 개발

## 기술 분류

표 47 기술분류 기준

대분류 (영문)	중분류 (영문)	소분류 (영문)	키워드 (영문)
① 동력/추진시스템 부품 국산화 (Development of Technology for	1-1. 주변압기 기술 (Main transformer technology)	- 철도차량용 주변압기 설계기술 (Design technology of main transformer for railway vehicle) - 변압기 외함 및 리액터 설계기술	- primary winding wire(1차권선) - secondary winding wire(2차권선) - magnetic flux(자속)

대분류 (영문)	중분류 (영문)	소분류 (영문)	키워드 (영문)
Localization of Power/propulsion system Part)		(Technology for Frame and reactor design) - 변압기 냉각성능 제어기술 (Technology for cooling performance control) - 변압기 진동성능 해석기술 (Technology for vibration performance simulation) - 변압기 절연성능 시험평가기술 (Technology to test insulation performance)	-Cooling(냉각) -Cores(심) -Insulation performance (절연성능) -bushing(붓싱) -leakage inductance (누설인덕턴스) -transformer loss(변압기 손실)
	1-2. 견인전동기기술 (Traction motor technology)	-전동기 외함 설계기술 (Technology for Frame design) -전동기 냉각성능 제어기술 (Technology for cooling performance control) -전동기 절연성능 시험평가기술 (Technology to test insulation performance) -전동기 속도제어성능 해석기술 (Technology for speed control performance simulation) -전동기 손실효율성능 해석기술 (Technology for loss efficiency performance simulation)	-stator(고정자) -rotor(회전자) -case(외함) -shaft(회전축) -magnetic flux density(자속밀도) -motor efficiency(모터효율)
	1-3. 감속기기술 (Driving gear technology)	-커플링 유닛, 배열 및 밸런싱 기술 (Coupling unit, alignment and balancing technology) -경량화 기술 (Technology of light weight for reduction gear system) -구동 성능 해석 기술 (Technology for running performance simulation) -성능 시험 평가기술 (Technology to test and performance for driving gear)	-reduction gear(감속기) -Driving gear system (구동기어장치) -Tripode Cardan shaft(트리포드카단축) -Motor bogie(동력대차) -Transmission system(전달시스템) -Gear case(기어케이스) -Pinion and gear(피니언 및 기어) -Balance quality(밸런싱 성능)
	1-4. 차륜 기술 (Wheel technology)	-철도차량용 차륜형상 설계기술 (Design technology of wheel profiles for railway vehicle) -차륜 제조 공정 기술 (Manufacturing process technology for wheel) -차륜 마모 성능 해석 기술 (Technology for wheel	-Wheel tread(차륜답면) -Wheel and axle material propertie (윤축 재질 성분) -Wheel wear(차륜 마모) -Wheel disc brake(차륜 디스크제동) -Wear Index(마모지수)

대분류 (영문)	중분류 (영문)	소분류 (영문)	키워드 (영문)
		wear performance simulation) -차륜 마모 성능 시험평가기술 (Technology to field test wheel wear performance)	-Equivalent conicity(차륜 등가담면구배) -Mileage test(주행거리 시험)
	1-5. 전력변환장치기술 (Inverter & converter technology)	-냉각방식 설계기술 (cooling system design Technology) -절연성능 평가기술 (Insulation performance Technology) -캐패시턴스 용량측정기술 (capacitance capacity measurement Technology) -스위칭 구동회로 설계기술 (switching derive circuit design Technology) -열차제어장치 통신인터페이스기술 (Technology for communication interface with the Train control system) -보호회로 동작기술 (Protection circuit operation Technology)	-control unit(제어 유닛) -Interface unit(인터페이스 유닛) -cooling device(냉각장치) -over voltage unit(과전압 유닛) -Direct current Potential Transformer unit(직류전압검출기 유닛)
	2-1.IGBT 기술 (Insulated Gate Bipolar Transistor technology)	-스위칭 증폭기술 (switching amplification technique) -냉각기술(cooling technique) -전력반도체 재료 기술 (power semiconductor material technique) -고효율 성능기술 (high efficiency performance technique)	-스위칭 증폭(switching amplification) -전력반도체 재료 (power semiconductor material) -고효율 (high efficiency)
② 제어시스템 부품 국산화 (Development of Technology for Localization of Control system Part)	2-2.열차제어기술 (Train Control technology)	-폐색분할 기술 (Black sectioning technology) 열차간격제어 기술 (Train spacing control) -열차진로제어 기술 (Train route control) -차상-지상 정보전송 기술 (Onboard-wayside data transmission) -이동권한 및 열차방호 기술 (Moving authority and train protection)	-Track circuit(궤도회로) -Train detection(position) detection(열차(위치)검지) -ATP(Automatic train protection, 자동열차방호) -ATC(Automatic train control, 자동열차제어) -Interlocking equipment (IXL,EI,CBI,SSI)(연동장치) -MA(Moving Authority, 이동권한) -Traffic capacity(선로용량) -STM(Specific control module, 특정제어 모듈)

대분류 (영문)	중분류 (영문)	소분류 (영문)	키워드 (영문)
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- TVM/SEI/RBC(Radio Block Center)/Juridical Recorder Unit(JRU)</li> <li>- TVM430(Transmission Voie Machine 430, APT 방식의 차상신호장치)</li> </ul>
	2-3.속도검출기 기술 (Speed detecting apparatus technology)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 열차속도검출 센서 (Train speed detection sensor)</li> <li>- 열차속도검출 및 분석 기술 (Train speed detection and analysis)</li> <li>- 열차속도에 기반한 열차위치 결정 기술 (Train position calculation based speed detection)</li> <li>- 열차속도 적용기술 (Train speed application)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- T A C O M E T E R SYSTEM(속도차리장치)</li> <li>- R E C O R D E R UNIT(RU); 기록장치</li> <li>- ATESS(KTX 차량 속도기록계장치)</li> <li>- MMI/DMI/Doppler Rader/Odometer/GPS</li> </ul>
	2-4.활주방지장치기술 (Anti-skid system technology)		
<b>③ 전원시스템 부품 국산화</b> (Development of Technology for Localization of Power system Part)	3-1.주접촉기 기술 (Main circuit)	- 접촉기 동작 시퀀스 기술 (circuit breaker operation sequence technique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진공 밸브 (vacuum valve)</li> <li>- 보조스위치(Auxiliary switch)</li> </ul>
	3-2.브레이커 기술 (breaker technology)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 절연성능 설계기술 (insulation performance design technique)</li> <li>- 고압회로 인터페이스 기술 (High voltage circuit interface technique)</li> <li>- 차단용량 설계기술 (trip capacity design technique)</li> <li>- 고장전류 검지기술 (fault current detecting technique)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지지애자 (support insulator)</li> <li>- 보호애자(Protection insulator)</li> <li>- 제어실린더 (control cylinder)</li> <li>- 아크 고장 검지 (Arc-fault detection)</li> </ul>
	3-3.보조전원장치기술 (SIV technology)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 냉각방식 설계기술 (cooling system design Technology)</li> <li>- 절연성능 평가기술 (Insulation performance Technology)</li> <li>- 스위칭 구동회로 설계기술 (switching derive circuit design Technology)</li> <li>- 열차제어장치 통신인터페이스 기술 (Technology for</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- control unit(제어 유닛)</li> <li>- interface unit(인터페이스 유닛)</li> <li>- cooling device(냉각장치)</li> <li>- over voltage unit(과전압 유닛)</li> </ul>

대분류 (영문)	중분류 (영문)	소분류 (영문)	키워드 (영문)
		communication interface with the Train control system) - 보호회로 동작기술 (Protection circuit operation Technology)	
	3-4. 축전지 기술 (Battery technology)	- 축전지 충전용량 설계기술 (battery charging capacity design technique) - 축전지함 설계기술 (battery box design technique) - 축전지 제어회로 설계기술 (battery control circuit design technique)	- 축전지 충전장치 (battery charger) - 축전지 함 (battery box) - 축전지 패널 (battery panel)
	3-5. 조가선 절연구분용 폴리머 애자 개발 (Development of polymer insulator for insulation of messenger line)	- 설계 및 평가 기술 (Design and evaluation technology) - 성능평가 기술 (performance evaluation technology)	- 코어/몸체/연결금구/절연 설계기술 (core/body/connecting metal/Insulation design) - 구조물 형상 설계기술 (Shape Design for structures) - 기계강도 평가기술 (Mechanical strength Evaluation) - 재질특성 분석기술 (material characteristics analysis) - 절연특성 분석기술 (insulation characteristics analysis)
	3-6. 변전설비 예방진단 통합 시스템 통신프로토콜 표준화 개발 (standardization of the communication protocol for the integrated electrical equipment condition monitoring and diagnosis system)	- 설계기술 (design technology) - 구현기술 (implementation technology) - 검증 및 평가기술 (verification and assessment technology)	- 전력설비 예방진단 설계 (electrical equipment preventive diagnosis) - 통합시스템 아키텍처 설계 기술 (integrated system architecture) - 통신인터페이스 설계 (communication interface) - 데이터모델링 구현 (data modeling) - 통신인터페이스모듈 구현 (communication interface module) - 예방진단 평가 (condition monitoring and diagnostic assessment) - 통신시스템 검증 (verification of the integrated system)

대분류 (영문)	중분류 (영문)	소분류 (영문)	키워드 (영문)
<p>④ 공조 및 냉각 시스템 부품 국산화 (Development of Technology for Localization of Air Conditioning and Cooling system Part)</p>	<p>4-1. 공기조화장치기술 (Air conditioning technology)</p>	<p>-철도차량용 공기조화장치 설계기술 (Design technology of air conditioning for railway vehicle) -공기조화장치 HVAC 센서 및 제어 기술 (Sensor and controller technology for HVAC) -HVAC 자동제어 기술 (Automatic control technology for HVAC) -HVAC 성능 해석 기술 (Technology for HVAC performance simulation) -조향제어성능 시험평가기술 (Technology to test HVAC performance)</p>	<p>-HVAC System(Heating, Ventilation &amp; Air-Conditioning) -Pressurization system(여압시스템) -Air duct system(덕트 시스템) -Miniaturization and light weight(소형화 및 경량화) -Flow noise(유동소음) -Effect of duct geometry(덕트 형상)</p>
	<p>4-2. 전기기관차냉각시스템 기술개발 (A cooling system for electric locomotive)</p>	<p>-견인전동기 송풍기 (Traction motor blower) -보조변환기 송풍기 (Auxiliary inverter blower) -주변환장치 송풍기 (Main inverter blower)</p>	<p>-수광식 Converter/Inverter 장치 설계 및 제작 -대용량 소자의 병렬 구동용 Gate Driver 설계 및 제작 -회생제어 및 Torque 제어를 위한 제어장치 설계 및 제작 -중앙제어장치(CCU) 연계 통신 알고리즘/인터페이스 개발 -송풍기 기동 및 정지 시퀀스 회로 개발 -보조전원장치 및 객차전원공급장치(HEP : Head Electric Power) 개발 -컨버터/인버터 회로에 적합한 IGBT형 90kVA x 2 전력변환장치 설계 및 제작 -HEP 출력품질 개선 및 성능 향상 Unit 설계 및 제작</p>
<p>수 준고속 철도차량 부품 국산화 (Development of Technology for Localization of EMU system Part)</p>	<p>5-1.준고속철도차량 핵심 장치 개발 및 성능평가 기술 (Design technology of mold transformer for EMU)</p>	<p>-설계 및 평가 기술 (Design and evaluation technology) -제작 및 조립 기술 (Manufacturing and assembly technology)</p>	<p>-코어/권선/절연/냉각 설계기술 (Core/Winding/Insulation/Cooling Design) -진동/소음 평가기술 (Vibration/Noise Evaluation) -고체절연물 몰딩 기술 (Molding of solid insulator) -구조물 형상 설계기술</p>

대분류 (영문)	중분류 (영문)	소분류 (영문)	키워드 (영문)
			(Shape Design for structures) -기계강도 평가기술 (Mechanical strength Evaluation)
	5-2.준고속차량용 포켓슬라이딩 승강문 개발 (한성호 책임) (Development of pocket sliding type door system for semi high speed railway vehicle)	-Panel부 설계 (Panel assembly design) -개폐장치 설계 (closing and opening device design) -기밀장치 설계 (Airtight device design) -승강문 제어 설계 (Door control design) -비상핸들 설계 (Emergency handle design)	-Panel/쇄정장치 설계/셀링/개폐기구부/개폐구동부/유압 또는 공압 실린더 설계 (Panel/Locking device/Sealing/closing and opening mechanism/closing and opening operating device/hydraulic or pneumatic Cylinder design) -기밀팩킹/피스톤 및 피스톤 로드/링크부/전원부/제어부/모터 구동부/통신부/입/출력부/핸들 설계 (Airtight packing / Piston & Piston rod/Linkage/Power module/Control/Motor operating/Telecommunication /Inpt & output/Handle design)

## 2 특허분석

### 2-1 특허분석 범위

구분	분석 기준				
특허검색 DB	Thomson Innovation				
검색국가	미국	유럽	일본	한국	중국
	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원
분석구간	1990.01.01.~2013.01.31				
검색범위	Title, Abstract, Claim				

2-2 기술분류 및 검색 조합식

기술구분	검색 조합식	대상 특허건수	
①	1-1	(CTB=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car or vehicle))) AND (TI((((transformer) and ((design or control* or operate* or simulat* or test) or ((frame or reactor) and design) or ((vibration or cooling or insulation) adj performance))))));	820
		(CTB=(transformer) AND CK=((SIEI-C))) AND DP>=(19900101);	159
	1-2	(CTB=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car or vehicle))) AND (TI(((traction adj motor) and ((design or control* or operate* or simulat* or test) or ((frame or reactor) and design) or ((cooling or insulation or (speed adj control) or (loss adj efficiency)) adj performance)))));	383
		(CTB=(traction and motor) AND CK=((SIEI-C))) AND ((ICR=(B61B* OR B61C* OR B61F* OR B61G* OR B61H* OR B61J* OR B61K* OR B61L* OR B60J* OR B61D*)) or (MC=(x23* or q21* or q41*))) AND DP>=(19900101);	98
	1-3	(CTB=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car or vehicle))) AND (TI((((reduction and gear) and ((control* or operate* or simulat* or test) or ((alignment and balancing or slim or weight*))))));	722
	1-4	((CTB=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car)))) AND (TAB((((wheel) NEAR3 (design or (manufacture adj process) or simulat* or test) or (wheel adj (wear or profile))))));	358
	1-5	((CTB=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car)))) AND (TAB((((inverter or converter) near3 ((design or evaluate or measure* or interface* or operate*) or ((cooling adj system) or (insulation adj performance) or (capacitance adj capacity) or (switching adj drive adj circuit) or (Protection adj circuit))))));	507
	2-1	((IGBT or (Insulated adj Gate adj Bipolar adj Transistor)) and ((amplify or cooling or material or performance) or (high adj efficiency) or (switching adj amplification) or (power adj semiconductor)))	159
	2-2	((CTB=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car or vehicle)))) AND (TI(((Train adj control) and ((section* or transmit or protect) or (black adj sectioning) or (Onboard adj wayside adj data) or (Moving adj authority)))));	352
		(CK=((FAIV-N) OR (FAIV-N))) AND DP>=(19900101);	28

기술구분	검색 조합식	대상 특허건수
	(CK=((DEUT-N) OR (DEUT-N))) AND DP>=(19900101)	355
	(CK=((ANSA-N) OR (ANSA-N) OR (ANSA-N))) AND ((ICR=(B61B* OR B61C* OR B61F* OR B61G* OR B61H* OR B61J* OR B61K* OR B61L* OR B60J* OR B61D*)) or (MC=(x23* or q21* or q41*))) AND DP>=(19900101);	147
2-3	((CTB=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car)))) AND (TAB=(((speed adj detect*) and ((analyz* or detect or apply*) or (position adj calculat*) or sensor)))));	962
2-4	(((CTB=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car)))) AND (TAB=(((anti*skid*) or (wheel and slide* and protect*) and device)))));	215
3-1/ 3-2	(((CTB=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car)))) AND (TAB=(((circuit adj breaker) and ((operate or design or interface or detect) or (operation adj sequence) or (VACUUM ADJ VALVE) or (auxiliary adj switch) or (high adj voltage) or (trip adj capacity) or (fault adj current)))));	295
	((((CTB=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car)))) AND (TAB=(((SIV or (static adj inverter)) and ((design or performance or interface or operate*) or (cooling adj system) or (Insulation adj performance) or (switching adj drive) or (Protection adj circuit)))));	13
③ 3-3	(CTB=(bt or (battery and box)) AND CK=((ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (JHNS-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (SAFT-I) OR (SAFT-I) OR (ACCF-C) OR (SAFT-N) OR (SHEN-N) OR (ACCF-C) OR (SAFT-N) OR (SAFT-N) OR (SAFT-I) OR (SAFT-I) OR (SICH-N) OR (JHNS-C) OR (JHNS-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (SAFT-I) OR (SAFT-I) OR (ACCF-C) OR (SAFT-N) OR (JSSA-N) OR (SAFT-I) OR (SAFT-N) OR (SAFT-N) OR (DECK-I) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (NONF-R))) AND DP>=(19900101)	251
	(((ALL=((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car)))) AND (TI=(((battery) or (battery adj box) or (battery adj panel)) and (design or (charging adj capacity) or (control adj circuit)))));	221
3-4	(CTB=(bt or (battery and box)) AND CK=((ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (JHNS-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (SAFT-I) OR (SAFT-I) OR (ACCF-C) OR (SAFT-N) OR (SHEN-N) OR (ACCF-C) OR (SAFT-N) OR (SAFT-N) OR (SAFT-I) OR (SAFT-I) OR (SICH-N) OR (JHNS-C) OR (JHNS-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (SAFT-I) OR (SAFT-I) OR (ACCF-C) OR (SAFT-N) OR (JSSA-N) OR (SAFT-I) OR (SAFT-N) OR (SAFT-N) OR (DECK-I) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C) OR (ACCF-C)	251

기술구분	검색 조합식	대상 특허건수
	OR (ACCF-C) OR (NONF-R))) AND DP>=(19900101);	
3-5	CTB=(((POLYMER NEAR3 INSULAT*) or (messenger near3 line)) and (design or control* or operate* or simulat* or test)) and TAB=(((core or body or (connecting adj metal) or (mechanical near3 strength) or (material near3 characteristics))));	453
3-6	CTB=(((electrical or power) near3 (equipment or utilit*)) and (design or control* or operate* or simulat* or test)) AND TAB=(((communication near3 (protocol or interfac*)) or (condition* adj monitor*) or (preventive near3 diagnosis) or (data near3 modeling)));	459
4	4-1 ((CTB=(RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or railcar or rail*car))) AND (TI=(((Air adj condition*) or HVAC or (air adj duct)) and (design or control* or operate* or simulat* or test))));	537
4-2	CTB=(RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or (rail adj car) or Locomotive or emu or (electric adj multiple adj unit ) ) and TAB=(( fan or ventila* or blower) and ((traction adj motor) or ((oil or air or water) near4 cooling) or ((Auxiliary or main) near3 inverter))) Not CTB=(motor or oil-immersed or converter or charging or (Super ADJ conduct*) or amorphous or (current ADJ Main inverter))	300
5-1	CTB=(RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or (rail adj car) or Locomotive or emu or (electric adj multiple adj unit ) ) and TAB=((( transformer) or ((cast ADJ resin ) nea3 transformer) or ((mold* or dry) near4 Transformer) or (vacuum near2 cast near2 coil) ) and ((mold* or wind* or cool* or insulat*))) Not CTB=(((motor or oil-immersed or converter or charging or (Super ADJ conduct*) or amorphous or (current ADJ transformer)))	657
수	5-2 CTB=(((RAILWAY OR RAILROAD OR TRAIN OR LOCOMOTIVE OR (ROLLING ADJ STOCK) OR TRANSIT OR TRAM or (railway adj vehicle) or (rail adj car) or Locomotive OR emu or (electric adj multiple adj unit ))) And TI=((( SLIDING OR POCKET) NEAR3 DOOR) OR (SCREEN NEAR DOOR) AND (( panel* OR lock* OR door* or gate* or leaf* ) ADJ (ASSEMBLY OR APPARATUS OR UNIT OR DEVICE) OR ((seal* or rubber* ) OR (engine* or electric* or pneumatic* or Solenoid* or guide* or stabilizer* or cylinder* or piston* or link*) OR (power* or control* or communication* or logic*) OR ((emergency* or urgency* ) NEAR3 handle*)))	687

## 2-3 특허기술 동향

### 1) 동력/추진시스템 부품

#### (1) 출원년도 및 국가별 특허출원 동향

- 동력/추진시스템 부품 분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면, 1990년부터 현재까지 총 1,921건의 특허가 출원되고 있으며, 2003년 이후 국가별 年 평균 약 20건 이상의 특허가 꾸준히 출원되고 있음
- 국가별 출원현황을 보면 일본이 34%로 최다 출원 국가이며, 미국, 유럽, 한국, 중국의 순서로 출원이 이루어지고 있음
- 일본은 2005년 47건을 정점으로 특허출원이 다소 정체상태에 있으며, 중국은 전체 특허의 87% 가 2006년 이후 출원되는 등 최근 기술상승세가 매우 높게 나타나는 추세임
- 우리나라는 1990년대 중반부터 꾸준히 출원되다가 KTX 개통시기인 2004년 이후 전체 특허의 70% 이상이 출원되고 있어, 고속철도의 개통과 함께 관련 부품에 대한 기술의 관심이 증가하고 있는 것으로 판단됨

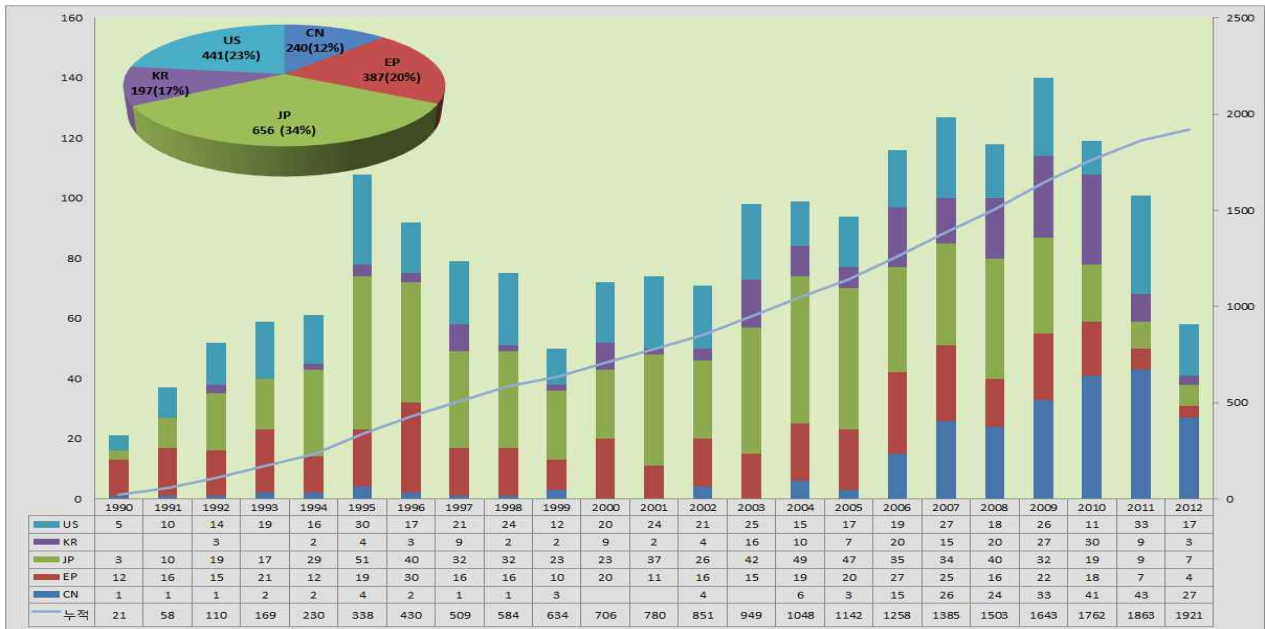


그림 109 출원년도 및 국가별 출원추이

#### (2) 세부기술별 특허출원 동향

- 감속기기술(1-3기술) 분야의 특허가 가장 많이 출원되었으나 2008년 이후 다소 감소 추세에 있으며, 2009년 이후에는 주변압기기술(1-1기술) 분야 및 전력변환장치기술(1-5기술) 분야의 특허가 많이 출원되고 있어 최근 관심이 증가하는 기술 분야임을 파악할 수 있음
- 견인전동기기술(1-2기술) 및 차륜기술(1-4기술) 분야는 타 분야와 비교하여 특허 건수는 적은 편이지만, 최근 Control of a traction motor, Railway wheel ultrasonic testing

등에 대한 기술개발이 많이 이루어짐을 확인할 수 있음

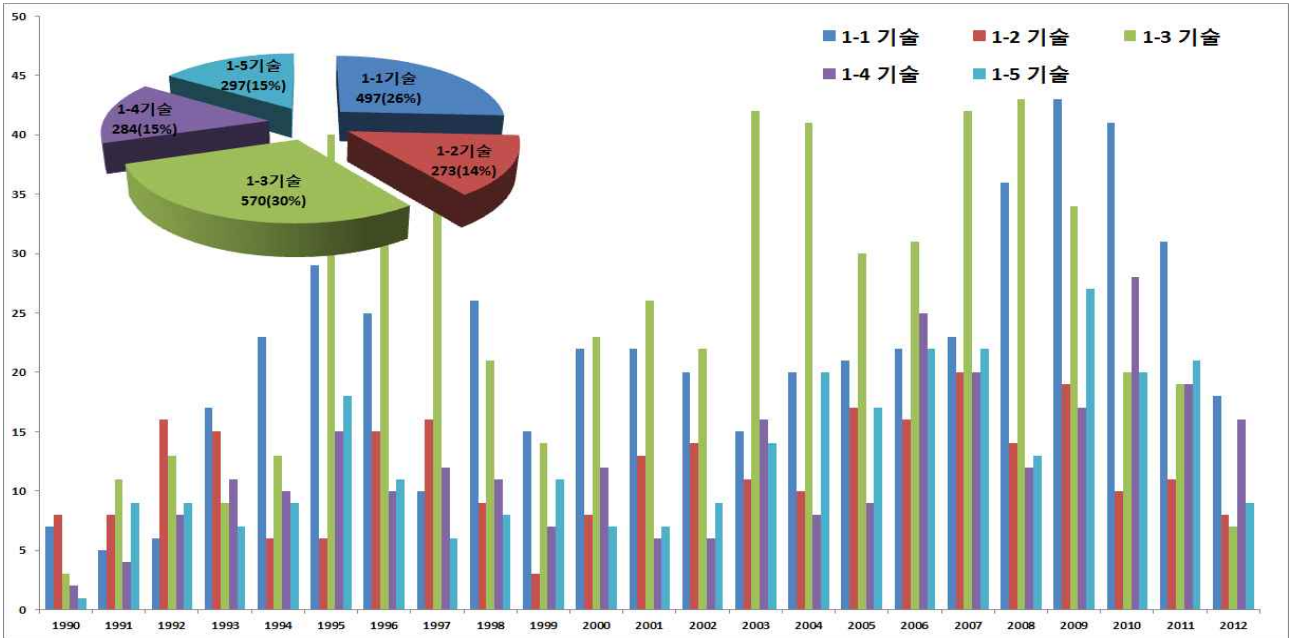


그림 110 세부기술별 특허출원동향

### (3) 주요 출원인 분석

- 동력/추진시스템 부품 기술분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, SIEMENS, HITACHI, TOYODA, MITSUBISHI, HONDA, HYUNDAI, TOSHIBA 등 철도차량 및 자동차 제작사들이 이 분야 기술을 주도하고 있음을 알 수 있음
- 일본 및 한국의 기관들은 대부분 자국을 중심으로 특허를 출원하고 있지만, 최다 출원인인 SIEMENS는 5개국에 특허를 골고루 출원하여 특허권을 다양하게 보유하고 있음
- KRRI의 경우 특허 28건의 특허로 건수는 많지만, 1건을 제외하고는 모두 한국 특허로 향후 기술 개발 시 해외 출원을 강화해야 할 것으로 판단됨

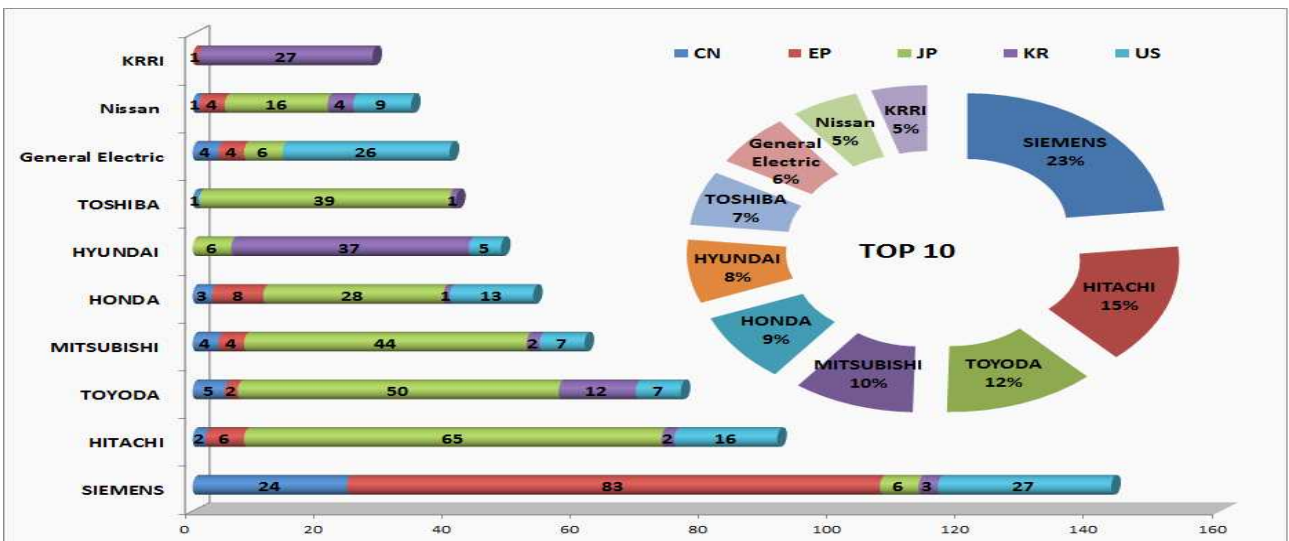


그림 111 주요 출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허분석 결과, 이 분야 최다 출원인 SIEMENS는 2009년 이후 특허 출원 건수가 다소 감소하였으나 여전히 높은 수준을 유지하고 있음
- 또한, 최근 들어서는 일본 업체들의 특허 건수가 다소 감소한 반면 HYUNDAI, KRRI 등 한국 업체들이 특허 출원이 증가하고 있어 한국이 관련 분야 기술에 집중하고 있음을 알 수 있음

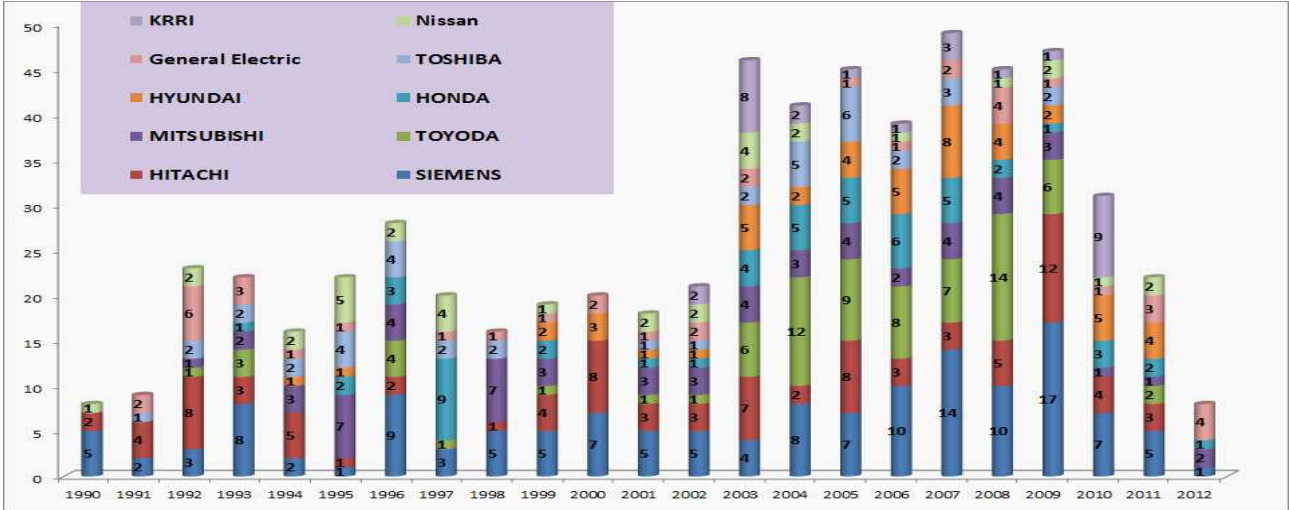


그림 112 연도별 주요 출원인 동향

#### (4) 국가별 기술 분포

- 출원국가별 세부기술 특허분포를 살펴본 결과, 최다 출원국인 일본은 전반적으로 높은 수준의 특허를 보유하고 있으며, 특히 감속기기술(1-3기술)에 대한 집중도가 특히 높게 나타나고 있음
- 한국과 미국의 경우에도 일본과 같이 감속기기술(1-3기술)에 높은 특허 분포를 나타내고 있으며, 중국과 유럽은 다른 나라들과 달리 주변압기기술(1-1기술)에 높은 기술 집중도를 나타내고 있음
- 한국의 경우 전체적으로 낮은 수준의 특허분포로 관련 분야 기술의 지속 확보가 요구되는 상황이며, 향후 상대적으로 기술경쟁이 낮은 견인전동기기술(1-2기술), 전력변환장치기술(1-5기술)에 집중하여 기술개발을 추진할 필요가 있음

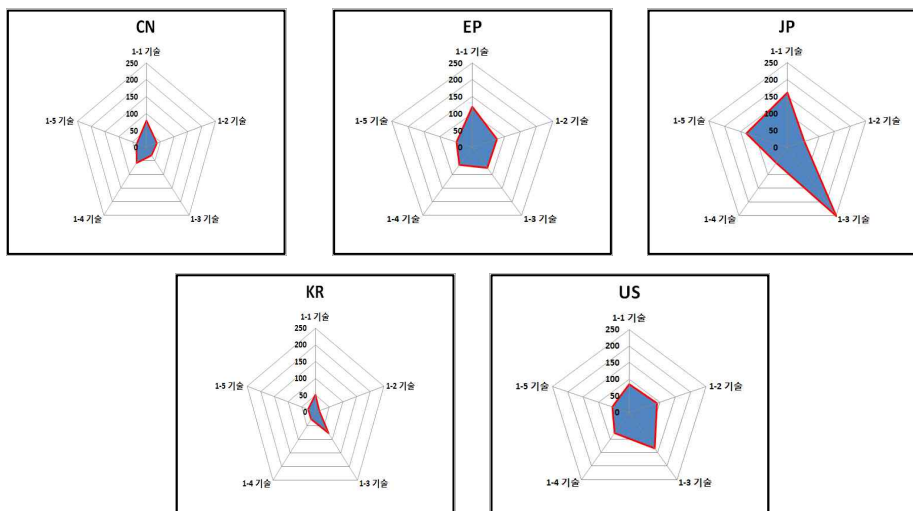


그림 113 국가별 기술분포(방사형)

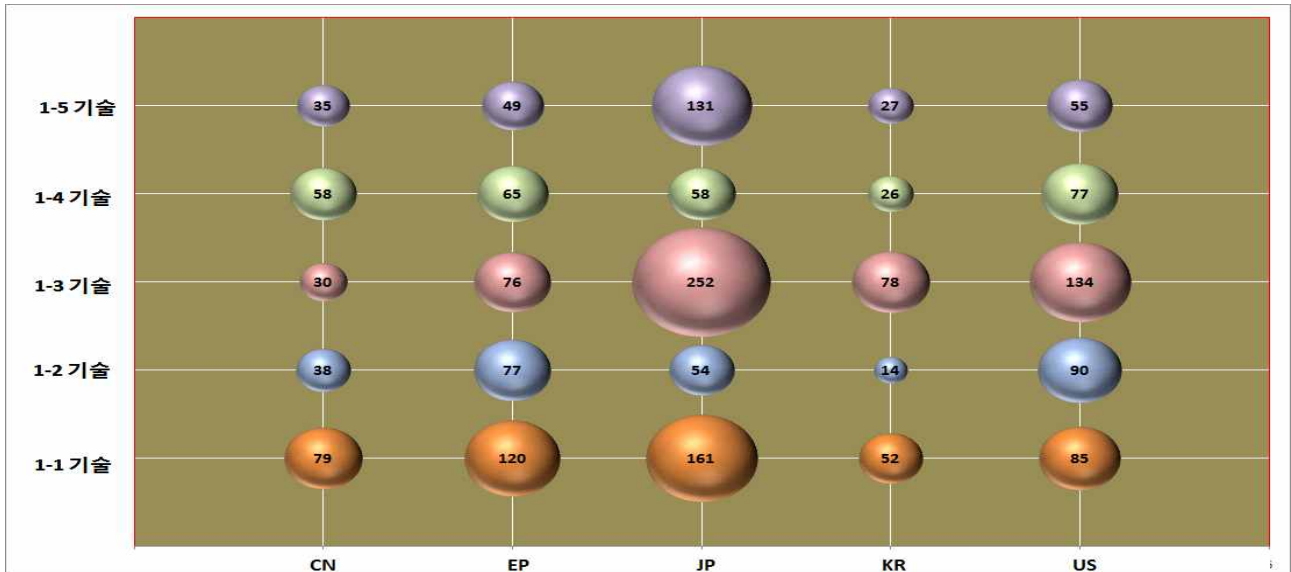
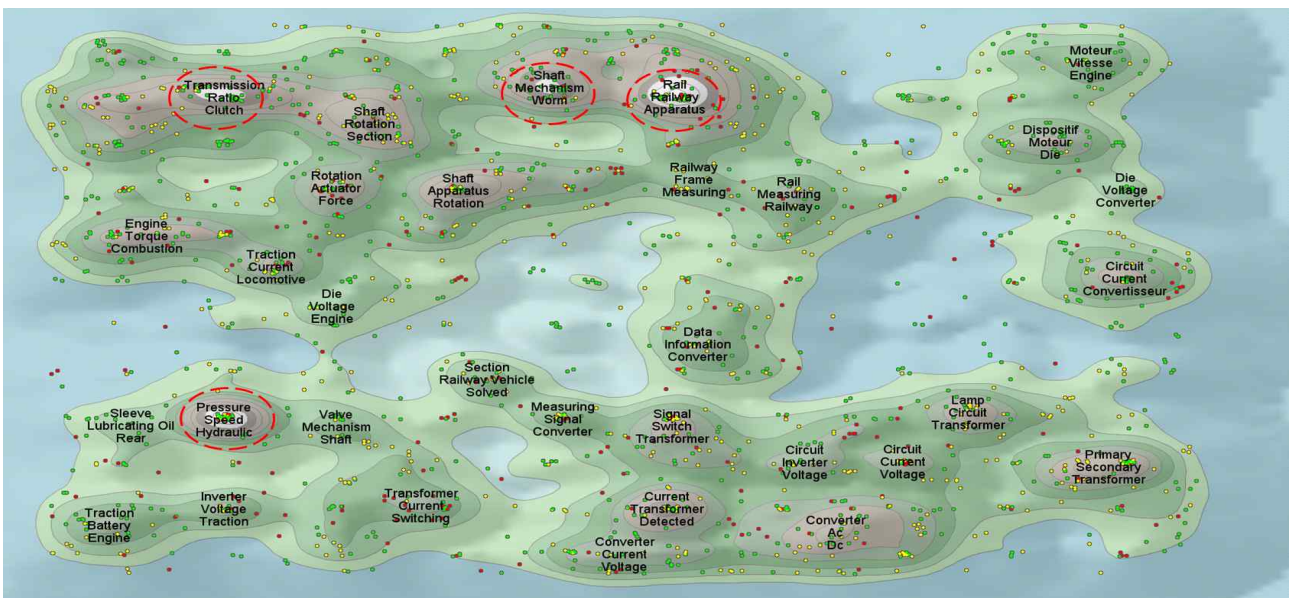


그림 114 기술별/국가별 기술분포(버블형)

### (5) 기술분야 특허 분포도

#### (5-1) Text mining을 통한 특허 분포

- 동력/추진시스템 부품 기술관련 검색결과 결과 3,047건 중 기술분류 관련 최종 1,921건의 특허기술이 분포함
- 등고선 꼭지점이 높은 Transmission/Ratio/Clutch, Shaft/Mechanism/Worm, Rall/Railway/Apparatus, Pressure/Speed/Hydraulic 등 4개 기술에 특허가 많이 분포하고 있어 관련 분야가 기술 집중도가 높은 기술임을 알 수 있음
- 특히 최근 특허기술 분석결과 Transformer test system, Monitoring the state of a bogie, Communication control network-based traction control 등이 많이 나타나고 있어, 관련기술이 최근 동향임을 알 수 있음



● 2010년 이후 ● 2000-2009 ● 1990-1999

그림 115 특허 등고선 맵

(5-2) 핵심기술(중분류 기준)을 통한 특허 분포

- 기술분류(중분류) 중 주변압기기술(1-1기술), 감속기기술(1-3기술)의 경쟁이 치열하며, Siemens, Hitachi, Toyota, Hyundai 등이 관련 기술을 주도하고 있음
- KRRI의 경우 총 28건의 특허 중 차륜기술(1-4기술)에 18건, 전력변환장치(1-5기술)에 7건 등 2개 기술 분야에 특허가 집중되어 타 분야 기술 개발이 시급한 상황임



- 1-1기술. 주변압기 기술 ● 1-2기술. 견인전동기기술 ● 1-3기술. 감속기기술
- 1-4기술. 차륜기술 ● 1-5기술. 전력변환장치기술

그림 116 세부기술별 특허 등고선 맵

(6) 주요 핵심특허 분석

- 자동차의 전자식 주차 브레이크 관련기술에 대한 Rockwell Light Vehicle Systems社의 미국특허 피인용 건수가 77건으로 가장 많고, 다음으로 전기모터 전력관리시스템에 대한 GM社의 미국특허가 피인용건수가 75건으로 많음
- 기타 전기자동차 미끄럼 방지 및 트랙션 견인제어장치, 철도 휠 특성의 비접촉식 측정방법, 전력변환장치 등과 관련된 특허들이 피인용 건수가 많으며, 이러한 특허들을 중심으로 주요 특허를 선정하여 핵심특허 권리 분석을 할 수 있음

표 48 주요 핵심특허 현황

공개번호	발명의 명칭	출 원 인	피인용수 (Forward)
US5590744A	Motor vehicle electric parking brake	Rockwell Light Vehicle Systems	77
US6608396B2	Electrical motor power management system	GENERAL MOTORS	75
US5450324A	Electric vehicle regenerative antiskid braking and traction control system	Ford	74
US5636026A	Method and system for contactless measurement of railroad wheel characteristics	International Electronic Machines	65
US5929595A	Hybrid electric vehicle with traction motor drive	LOCKHEED	60

공개번호	발명의 명칭	출원인	피인용수 (Forward)
	allocated between battery and auxiliary source depending upon battery charge state		
US5332954A	Optimal DC motor/controller configuration	Solaria Research Enterprises	60
JP7063840A	OPERATING DEVICE FOR ULTRASONIC SENSOR	TOYODA	58
US5992950A	Controlled stop function for locomotives	General Electric	57
US5702321A	Full-time transfer case with synchronized range shift mechanism and on-demand differentiation control	New Venture Gear	57
US6370050B1	Isolated and soft-switched power converter	UTBatelle	56

● 핵심특허 심층분석 (예시)

- 피인용수가 가장 많은 Rockwell Light Vehicle Systems社의 미국 등록특허 US5590744A건은 운전자의 누름단추식 버튼 작동에 의해 감속장치가 작동되는 전자식 주차 브레이크 기술에 관한 특허임
- 1995년 11월 2일 특허 출원 후 2001년 특허가 만료된 상태로 향후 관련 분야 기술개발 시 특허 회피가 가능한 상황임

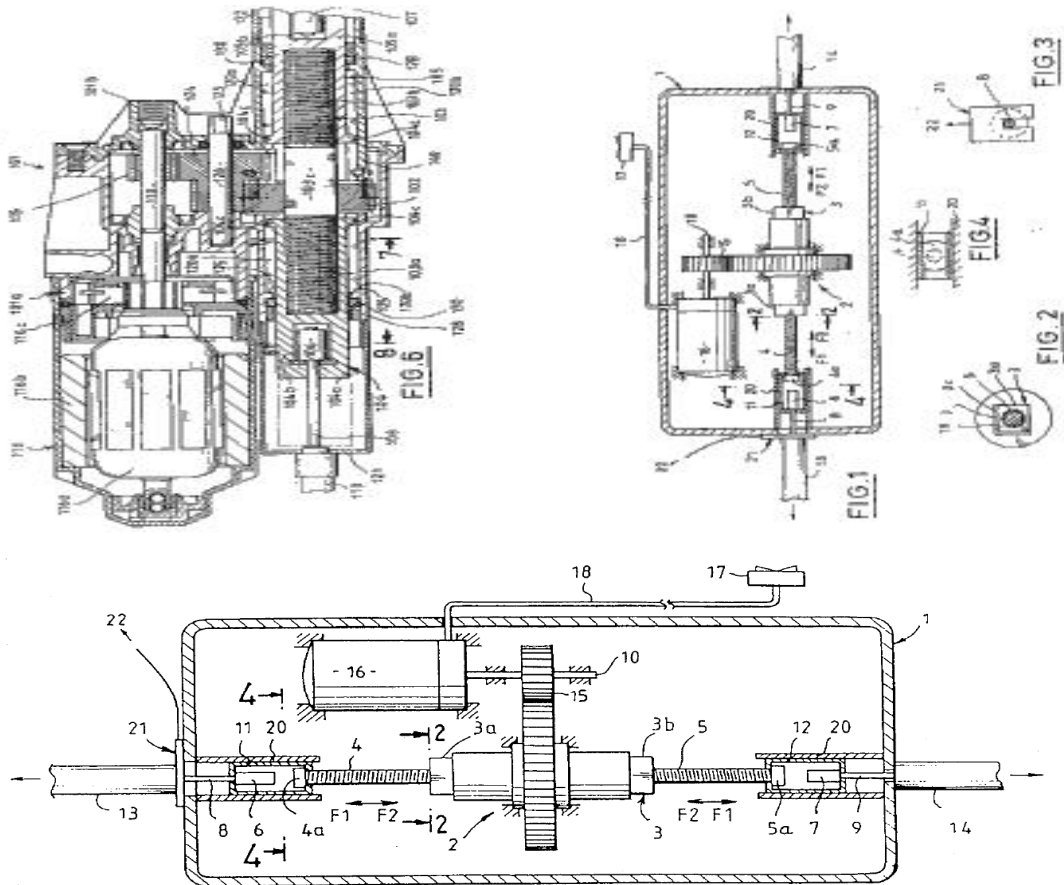


그림 117 핵심특허 도면

(7) 특허기술 연계 기술발전 추이

- 2009년부터 기술의 발명(청색선) 대비 해외 공개기술(적색선)이 많다는 점으로 볼 때, 해외시장에서 보다 중요한 기술로 부각 되는 기술 분야임을 알 수 있음

- 또한, 1990년대 이후 특허출원이 전반적으로 증가하는 추세임을 볼 때 성장기에 있는 기술 분야임을 알 수 있음

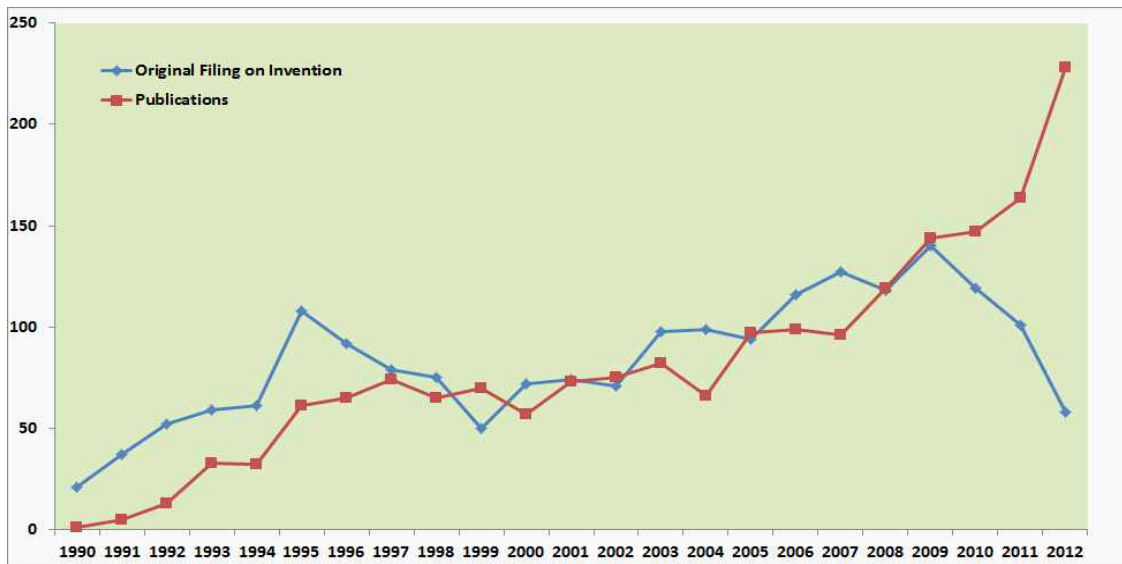


그림 118 특허기술 연계 기술발전 추이

## 2) 제어시스템 부품

### (1) 출원년도 및 국가별 특허출원 동향

- 제어시스템 부품 분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면, 1990년부터 현재까지 총 764건의 특허가 출원되고 있으며, 2001년 이후 국가별 年 평균 10여건씩의 특허가 꾸준히 출원되고 있으며, 철도 고속화와 연계하여 제어분야 신기술도 지속적으로 증가 추세에 있음
- 국가별 출원현황을 보면 일본이 51%로 최다 출원 국가이며, 중국, 미국, 한국, 유럽의 순서로 출원이 이루어지고 있음
- 일본은 2007년 33건을 정점으로 특허출원이 다소 정체상태에 있으나, 중국은 전체 특허의 70% 이상이 2007년 이후 출원되어 최근 기술상승세가 높게 나타나는 추세임
- 우리나라는 KTX 개통시기인 2004년 이후 전체 특허의 70% 이상이 출원되고 있어, 제어시스템 기술에 대한 관심이 최근 증가하는 것으로 판단됨

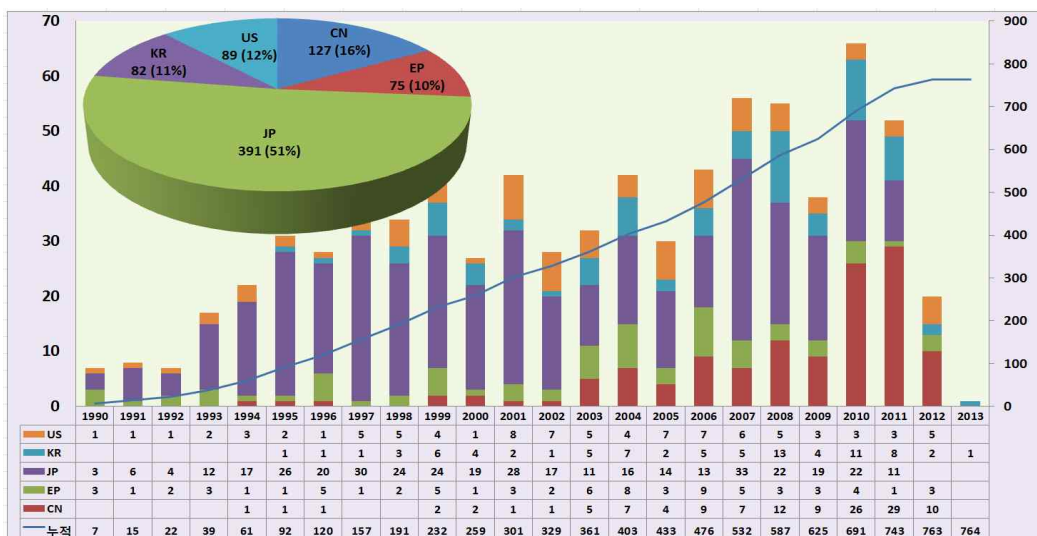


그림 119 출원년도 및 국가별 출원추이

[그림 2-1]

(2) 세부기술별 특허출원 동향

- 열차제어기술(2-2기술) 분야에서는, 2000년부터 매년 가장 많은 특허가 출원되고 있으며, 출원건수도 매년 증가추세에 있어 관심이 증가하는 기술 분야임을 파악할 수 있음
- 속도검출기기술(2-3기술) 분야에서는, 1990년대 중반이후 특허출원이 감소추세에 있었으나, 2005년 이후 다시 증가추세에 있어 최근 관심이 증가하는 기술 분야임을 파악할 수 있음
- 절연 게이트 바이폴라 트랜지스터(IGBT)기술(2-1기술) 분야에서는, 2-2 및 2-3 기술과 비교하여 특허 건수는 적은 편이지만, 2007년 17건, 2008년 10건, 2010년 15건 등 최근 상승세가 높게 나타나고 있으며, High-voltage IGBT, Power Conversion, Current Delivery 등에 대한 기술개발이 많이 이루어짐을 확인할 수 있음

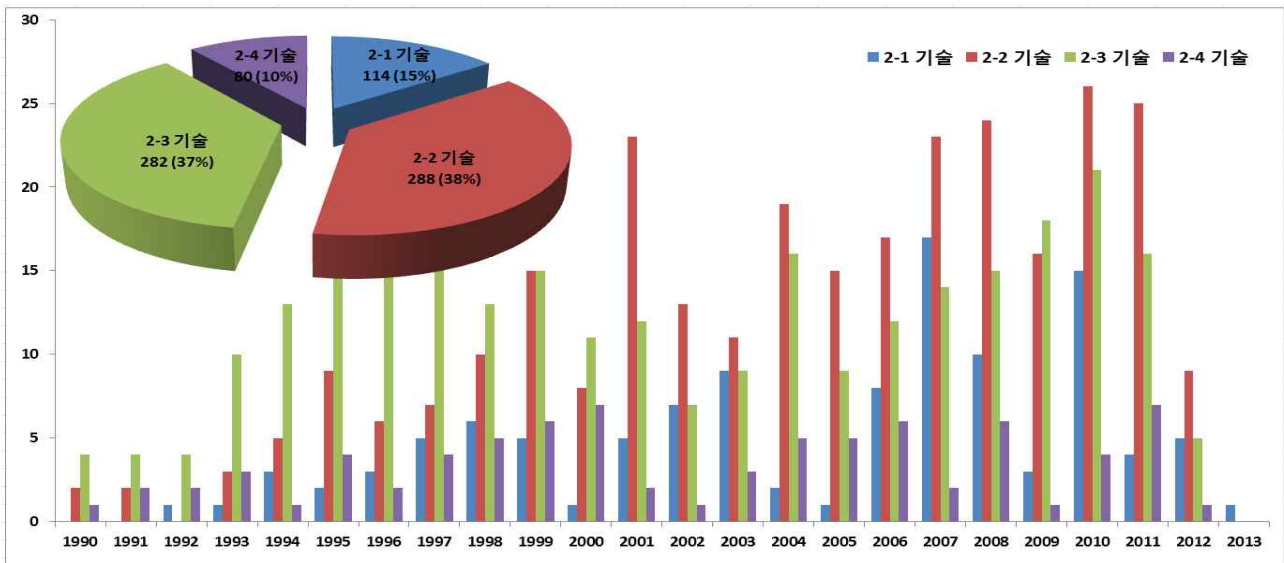


그림 120 세부기술별 특허출원동향

(3) 주요 출원인 분석

- 제어시스템 부품 기술분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, HITACHI, MITSUBISHI, NIPPON SIGNAL, TOSHIBA, NISSAN 등 일본 기관이 이 분야 기술을 주도하고 있음
- 일본 기관들은 대부분 일본을 중심으로 특허를 출원하고 있지만, SIMENS, ANSALDO 등의 유럽·미국 기관은 전세계를 대상으로 출원을 다양화하는 경향을 파악할 수 있음

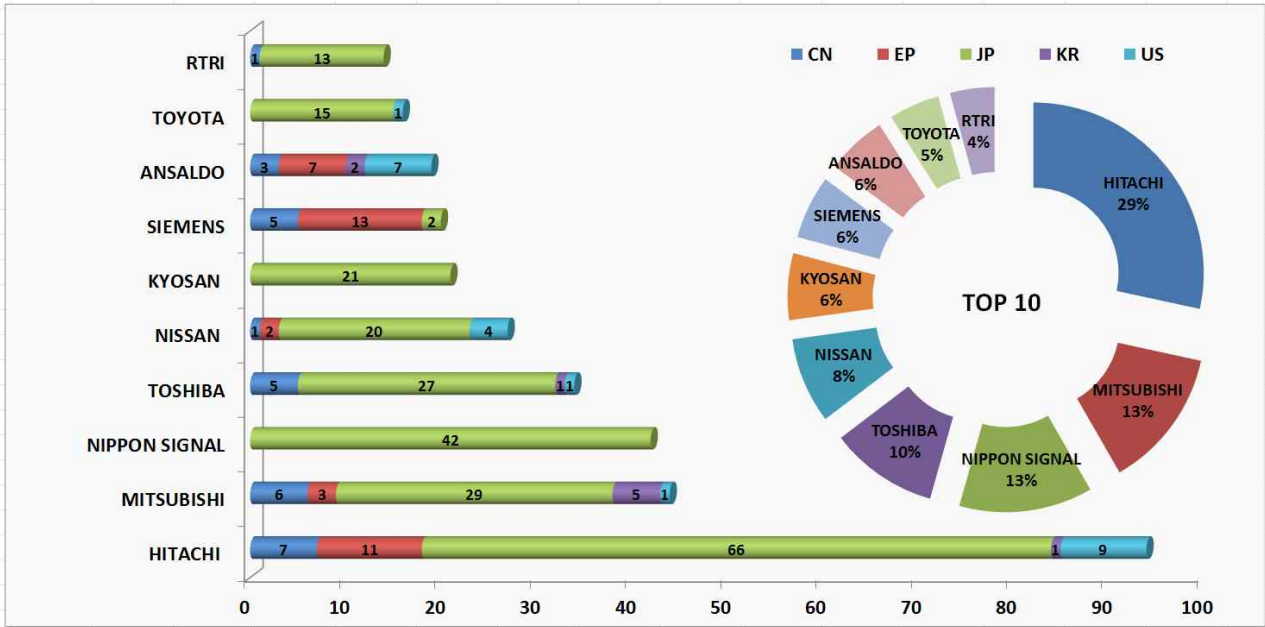


그림 121 주요 출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허분석 결과, 이 분야 최다 출원인 HITACHI와 MITSUBISHI는 2005년부터 특허출원이 증가추세에 있어 최근 관련 기술을 선도하고 있음
- 다만, NIPPON SIGNAL과 NISSAN은 2000년대 들어 특허출원이 감소추세에 있음

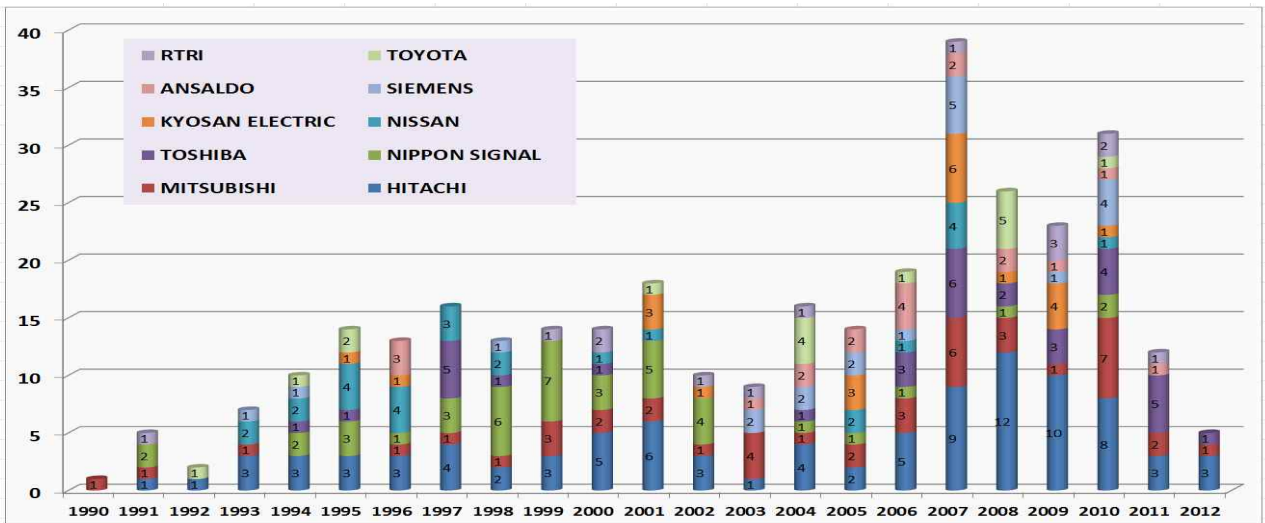


그림 122 연도별 주요 출원인 동향

#### (4) 국가별 기술 분포

- 출원국가별 세부기술 특허분포를 살펴본 결과, 일본은 제어시스템 기술분야 전반에서 모두 다른 국가보다 많은 출원을 하고 있으며, 속도 검출기기술(2-3기술)에 대한 집중도가 특히 높게 나타나고 있음
- 중국, 한국, 미국, 유럽은 모두 공통적으로 열차제어기술(2-2기술)에 대한 집중도가 상대적으로 높게 나타나고 있음
- 특히 중국의 활주방지 장치기술(2-4기술)의 분포가, 일본과 유사한 수준까지 나타나는 것을 볼 때, 중국에서 이 분야에 대해 상대적으로 관심을 높게 갖고 있는 것으로 판단됨

- 한국은 전체적으로 낮은 수준의 특허분포로 관련 분야 기술의 지속 확보가 요구되는 상황임

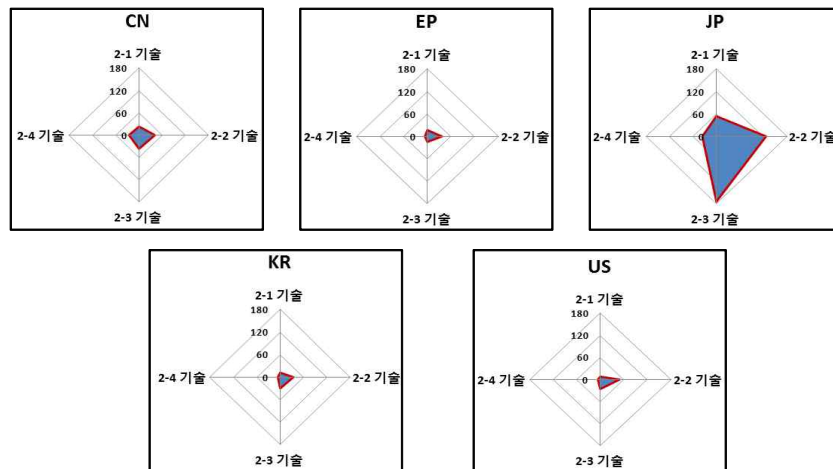


그림 123 국가별 기술분포(방사형)

- 기술분야별(중분류 기준) 특허 확보 현황을 살펴보면, 일본은 고속철도 감속기 기술 등 모든 기술분야에 걸쳐 역점을 두고 있음, 이에 따라, 우리나라는 상대적으로 기술경쟁이 낮은 IGBT기술(2-1기술), 활주방지장치기술(2-4기술)에 집중하여 기술개발을 추진할 필요가 있음

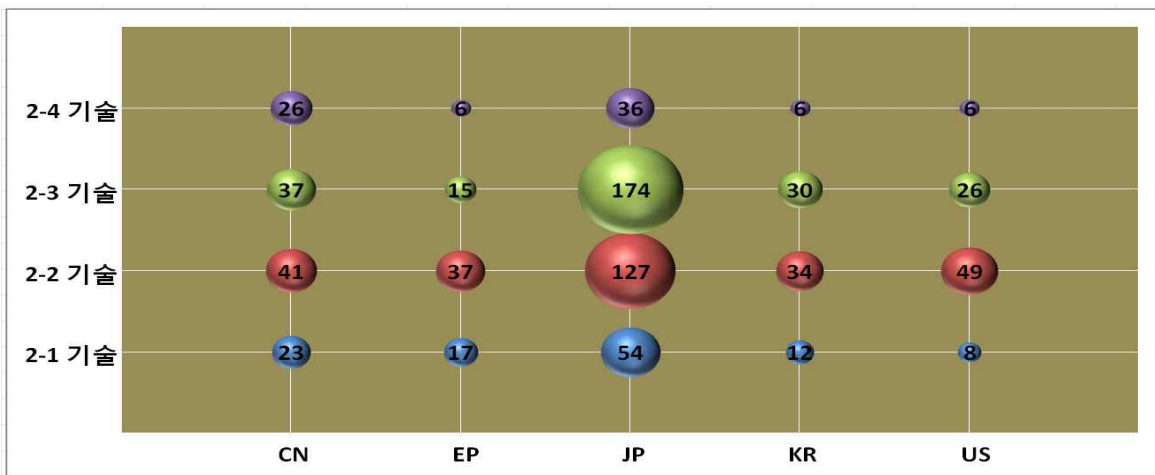
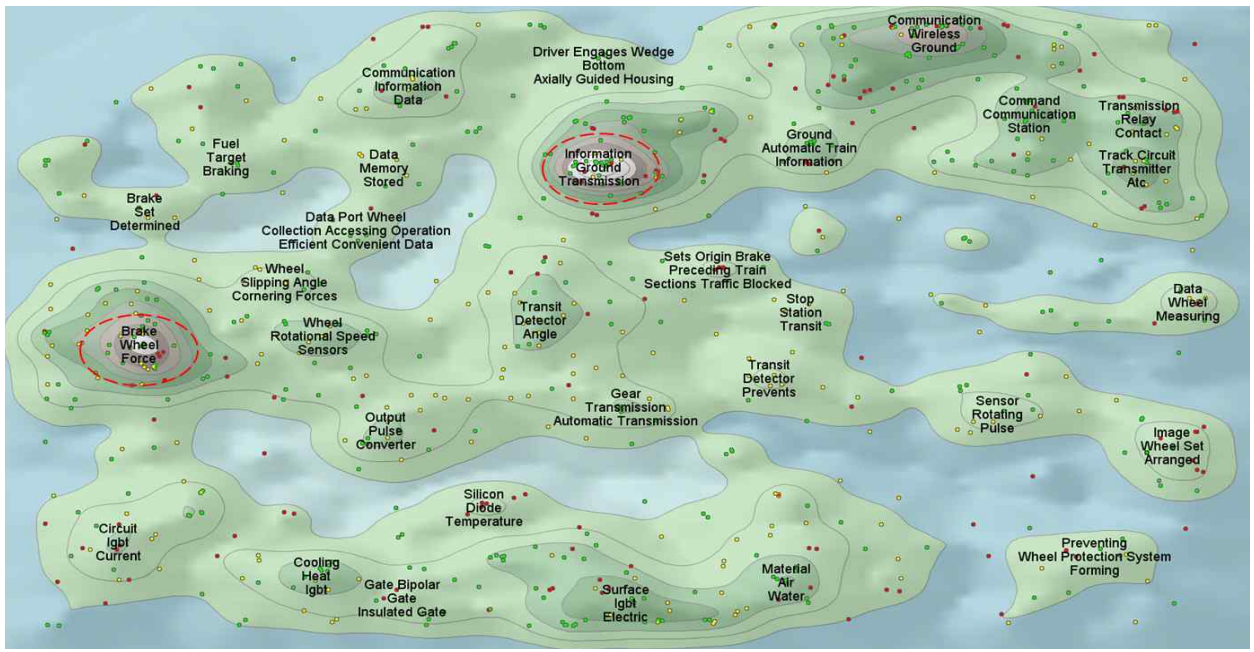


그림 124 기술별/국가별 기술분포(버블형)

## (5) 기술분야 특허 분포도

### (5-1) Text mining을 통한 특허 분포

- 제어시스템 부품 기술관련 검색결과 결과 2,218건 중 기술분류 관련 최종 764건의 특허기술이 분포함
- 등고선 꼭지점이 높은 Brake/Wheel/Force, Information/Ground/Transmission 등 2개 기술에 특허가 많이 분포하고 있으며, 2010년 이후 최근의 기술 집중도가 높은 기술로는 Circuit/IGBT/Current 등이 분포하고 있음을 확인할 수 있음
- 특허 최근 특허기술 분석결과 Magnet Motor Transmitting Current, High-voltage IGBT, Power Conversion, Traction converter 등이 많이 나타나고 있어 관련기술이 최근 동향임을 알 수 있음

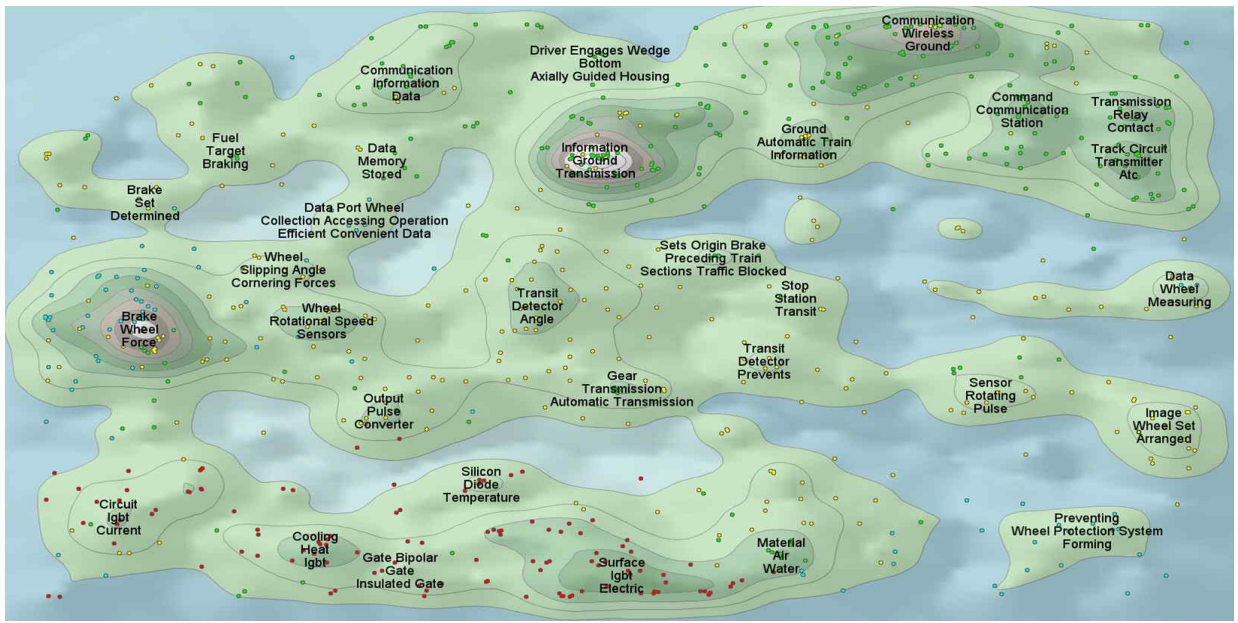


● 2010년 이후 ● 2000-2009 ● 1990-1999

그림 125 특허 등고선 맵

(5-2) 핵심기술(중분류 기준)을 통한 특허 분포

- 기술분류(중분류) 중 열차제어기술(2-2기술), 활주방지장치기술(2-4기술)의 경쟁이 치열하며, 일본의 HITACHI, NIPPON SIGNAL이 관련 기술을 주도하고 있음
- 우리나라에서 가장 많은 출원을 하고 있는 KRRI는 열차제어기술(2-2기술) 4건, 속도검출기기술(2-3기술) 7건의 특허를 보유하고 있음



● 2-1기술. IGBT 기술 ● 2-2기술. 열차제어 기술  
 ● 2-3기술. 속도 검출기 기술 ● 2-4기술. 활주방지장치 기술

그림 126 세부기술별 특허 등고선 맵

(6) 주요 핵심특허 분석

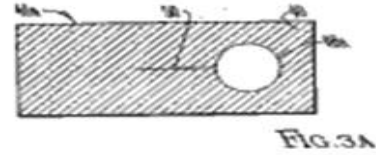
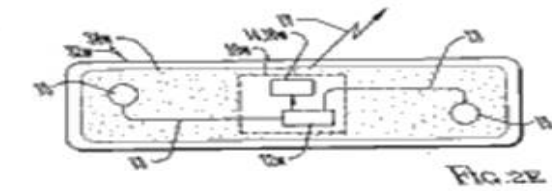
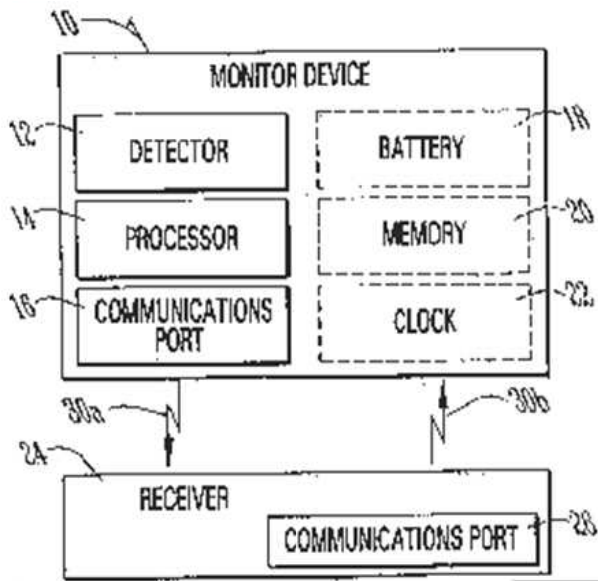
- 무선 위치센서 수신을 통한 모니터링 관련기술에 대한 AMSBURY社의 미국특허 피인용 건수가 69건으로 가장 많고, 다음으로 항공기 활주방지장치 관련기술에 대한 Allied Signal社의 미국특허가 피인용건수가 많음
- 기타 열차 추진시스템, 제어장치, Semiconductor 등과 관련된 특허들이 피인용 건수가 많으며, 이러한 특허들을 중심으로 주요 특허를 선정하여 핵심특허 권리 분석을 할 수 있음

표 49 주요 핵심특허 현황

공개번호	발명의 명칭	출원인	피인용수 (Forward)
US20050080566A1	Product integrity systems and associated methods	AMSBURY	69
US5050940A	Brake control and anti-skid system	Allied Signal	62
US5528445A	Automatic fault current protection for a locomotive propulsion system	GE	45
US6108532A	Incoming call control based on the moving speed of a radio communications apparatus	KABUSHIKI KAISHA	38
US6180966B1	Trench gate type semiconductor device with current sensing cell	HITACHI	37
JP11321603A	ESTIMATING DEVICE OF VEHICLE SIDE SLIP ANGLE   The estimation apparatus of a vehicle sideslippingangle  corner	HINO MOTORS	34
US5995883A	Autonomous vehicle and controlling method for autonomous vehicle	Minolta Co.	33
US5621243A	Semiconductor device having thermal stress resistance structure	HITACHI	30
US5893894A	Apparatus for controlling an automatic transmission of an automobile and method thereof	KABUSHIKI KAISHA	27
US7073753B2	Integrated train control	New York Airbrake Corporatio	25

● 핵심특허 심층분석 (예시)

- 피인용수가 가장 많은 AMSBURY社의 미국 등록특허 US20050080566A1건은 여러 개의 스마트 센서를 제품에 부착하여 제품의 선적과정에서의 위치를 무선으로 수신하는 기술에 관한 특허임
- 1991년 2월 14일 특허 출원 후 현재 만료된 상태로 향후 관련 분야 기술개발 시 특허 회피가 가능한 상황임



Patent Application Publication: Apr. 14, 2005 Sheet 4 of 45 EX-2005/000556A1

Patent Application Publication: Apr. 14, 2005 Sheet 5 of 45 EX-2005/000556A1

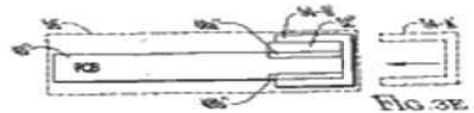
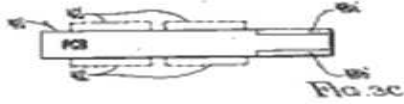
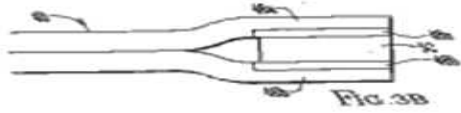


그림 127 핵심특허 도면

(7) 특허기술 연계 기술발전 추이

- 2011년부터 기술의 발명(청색선) 대비 해외 공개기술(적색선)이 많다는 점으로 볼 때, 해외시장에서 보다 중요한 기술로 부각 되는 기술 분야임을 알 수 있음
- 1990년대 이후 특허출원이 전반적으로 증가하는 추세임을 볼 때 성장기에 있는 기술 분야임을 알 수 있음

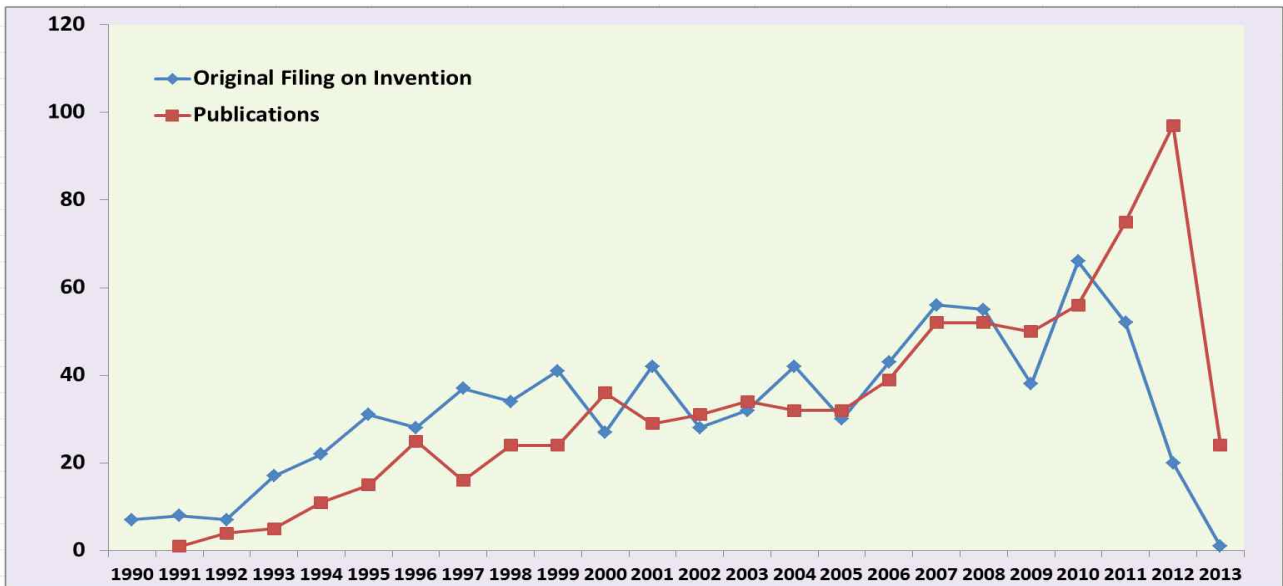


그림 128 특허기술 연계 기술발전 추이

### 3) 전원시스템 부품

#### (1) 출원년도 및 국가별 특허출원 동향

- 전원시스템 부품 분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면, 1990년부터 현재까지 총 964건의 특허가 출원되고 있으며, 2006년 이후 국가별 年 평균 약 20건 내외의 특허가 꾸준히 출원되고 있음
- 국가별 출원현황을 보면 일본이 31%(304건)로 최다 출원 국가이며, 중국이 일본과 대등한 수준(300건)의 특허를 출원하고 있음
- 다만, 일본은 초창기부터 꾸준히 출원하다 2009년 이후 감소하고 있는 반면, 중국은 전체 특허의 96%가 2007년 이후 출원되는 등 최근 기술상승세가 매우 높게 나타나는 추세임
- 우리나라는 출원 건수는 많이 미흡한 수준이지만, KTX 개통시기인 2004년 이후 전체 특허의 90% 이상이 출원되고 있어 고속철도의 개통과 함께 관련 부품에 대한 기술의 관심이 증가하고 있는 것으로 판단됨

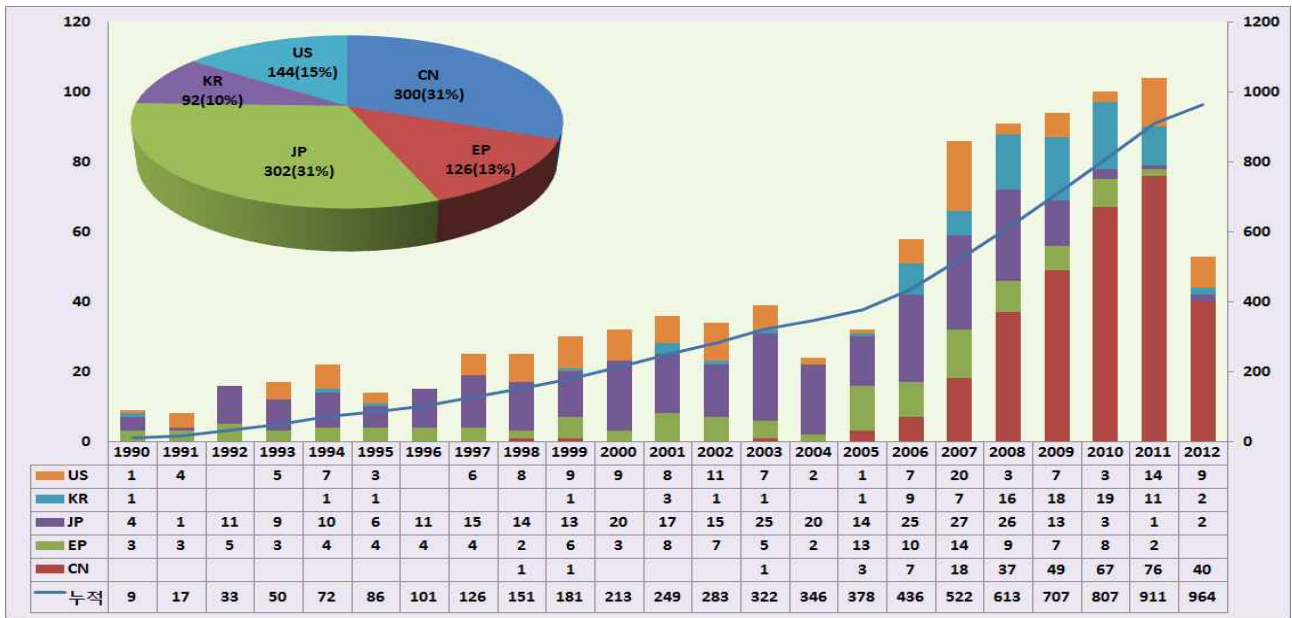


그림 129 출원년도 및 국가별 출원추이

(2) 세부기술별 특허출원 동향

- 변전설비 예방진단 통신프로토콜 표준화(3-6기술) 분야가 특허 출원건수가 가장 많으며 최근에도 높은 수준의 특허 출원건수를 유지하고 있음
- 축전지기술(3-4기술) 분야가 두 번째로 특허 출원이 많으며 최근 전기차량 배터리 기술 발전 등에 따라 관련 기술 특허 출원이 폭발적으로 증가하고 있는 것으로 볼 수 있음
- 주접촉기/브레이커기술(3-1/3-2기술) 분야 및 조가선 절연구분용 폴리머애자기술(3-5기술)은 최근 들어 다소 특허 출원건수가 주춤하고 있지만, Arc unit of circuit breaker for high-voltage switchgear, Environment-friendly nano-composite high polymer control cable 등에 대한 기술개발이 많이 이루어지고 있으며, 보조전원장치(3-3기술)의 경우 8건에 불과할 정도로 기술개발이 저조한 수준으로 향후 이 분야 기술개발이 필요할 것으로 판단됨

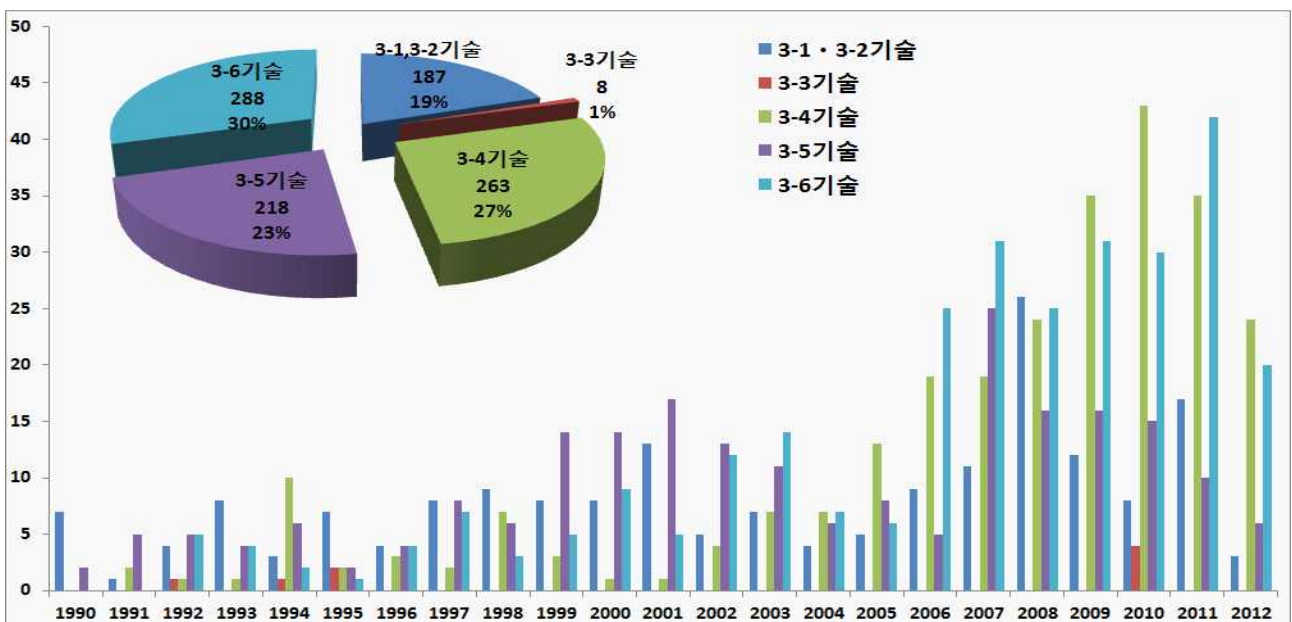


그림 130 세부기술별 특허출원동향

### (3) 주요 출원인 분석

- 전원시스템 부품 기술분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, HITACHI, TOSHIBA, MITSUBISHI, NGK INSULATORS 등 일본의 전기/전자업체들이 이 분야 기술을 주도하고 있음을 알 수 있음
- 특허 출원 성향을 보면 일본의 기관들은 대부분 자국 중심으로 특허를 출원하고 있으며, 유럽, 미국 업체인 ALSTOM 및 GE의 경우 5개국에 특허를 골고루 출원하여 특허권을 다양하게 보유하고 있음
- KRRI의 경우 특허를 전혀 보유하고 있지 못하며, 한국 업체의 경우 현대중공업이 주접촉기/브레이커기술(3-1/3-2기술) 분야에, LG화학이 축전지기술(3-4기술) 분야에 일부 특허를 보유하고 있는 상황임

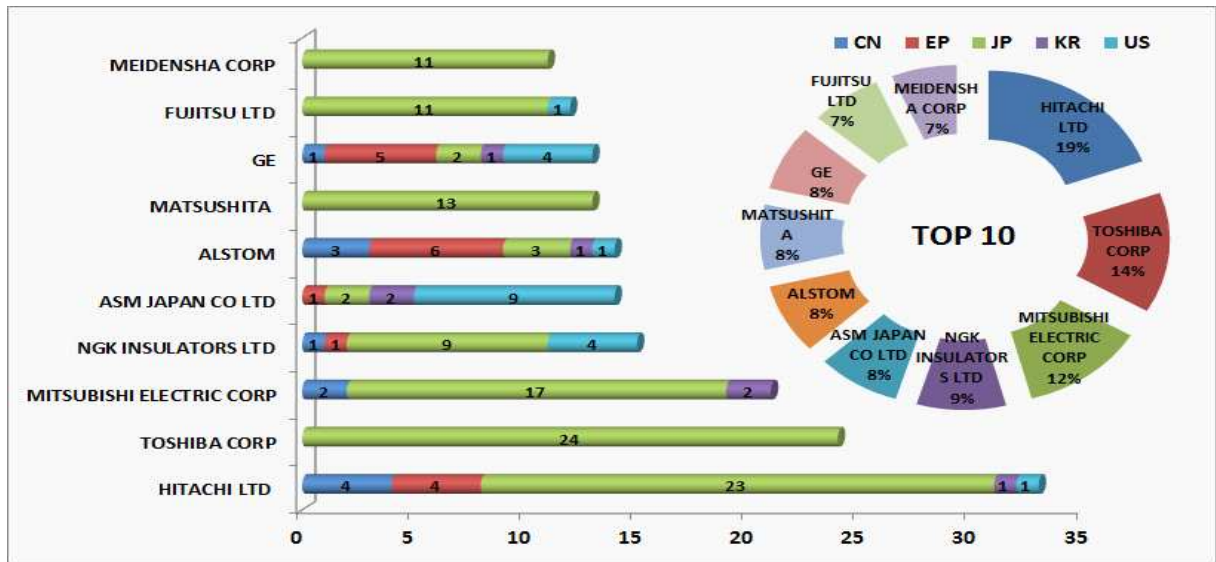


그림 131 주요 출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허분석 결과, 이 분야 최다 출원인 HITACHI는 2007년 이후 특허를 집중 출원하여 최근 기술을 선도하고 있는 상황임
- 또한, 최근 들어서는 철도 차량 및 부품제작업체인 SIEMENS 및 ALSTOM이 특허를 많이 출원하고 있어 관련 분야 기술에 집중하고 있음을 알 수 있음

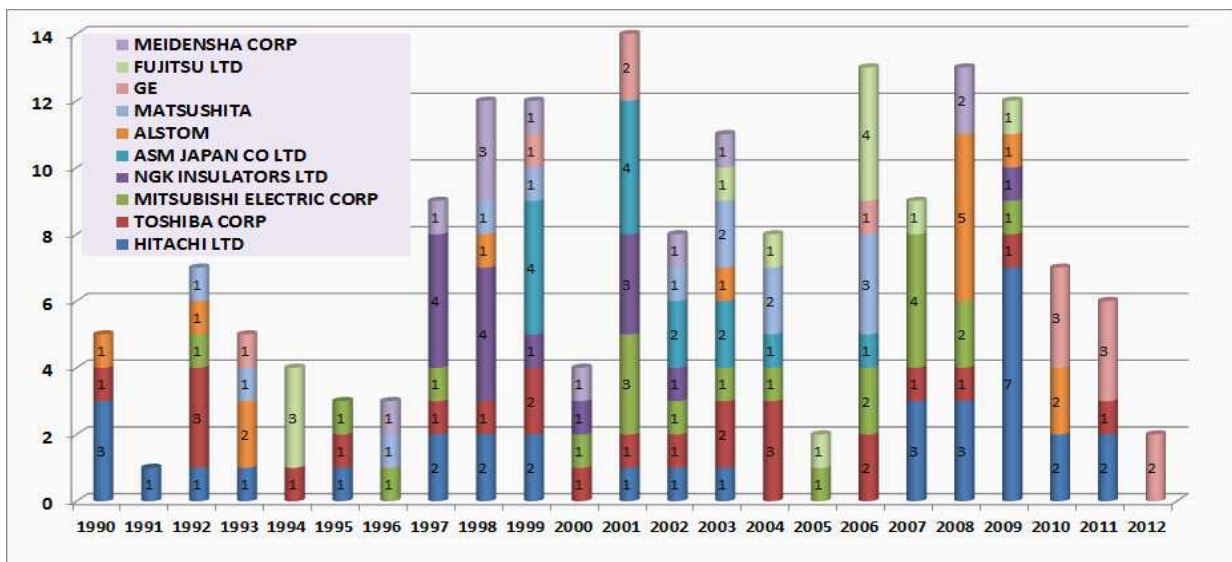


그림 132 연도별 주요 출원인 동향

#### (4) 국가별 기술 분포

- 출원국가별 세부기술 특허분포를 살펴본 결과, 최다 출원국인 일본은 전반적으로 모든 기술분야에 높은 수준의 특허를 보유하고 있으며, 중국은 축전지기술(3-4기술), 변전설비 예방진단 통신프로토콜 표준화(3-6기술)에 높은 기술 집중도를 나타내고 있음
- 한국의 경우 특이하게 다른 국가와 달리 보조전원장치기술(3-3기술)에 특허를 보유하고 있는 특징을 보이고 있으며, 전체적으로 다른 국가에 비해 낮은 수준의 특허분포로 향후 모든 기술 분야의 연구개발이 필요한 상황으로 판단할 수 있음

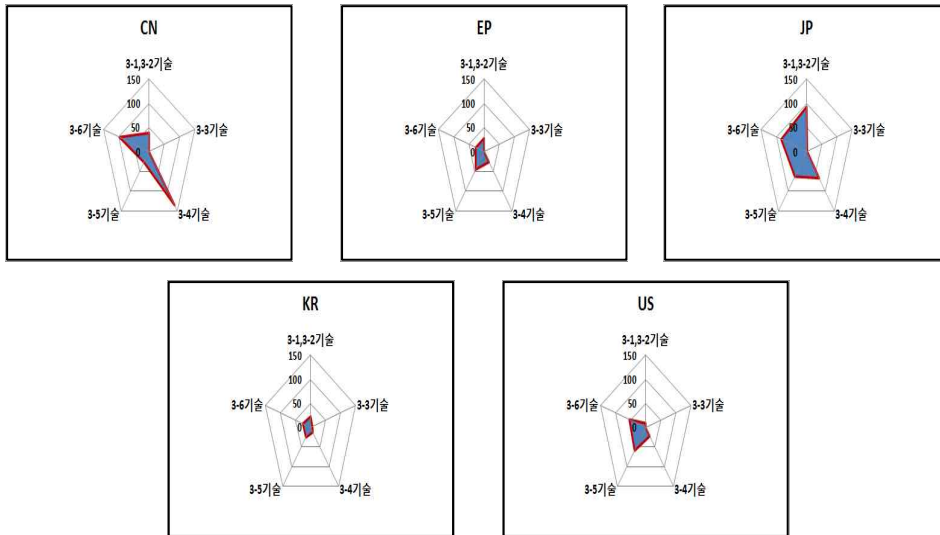


그림 133 국가별 기술분포(방사형)

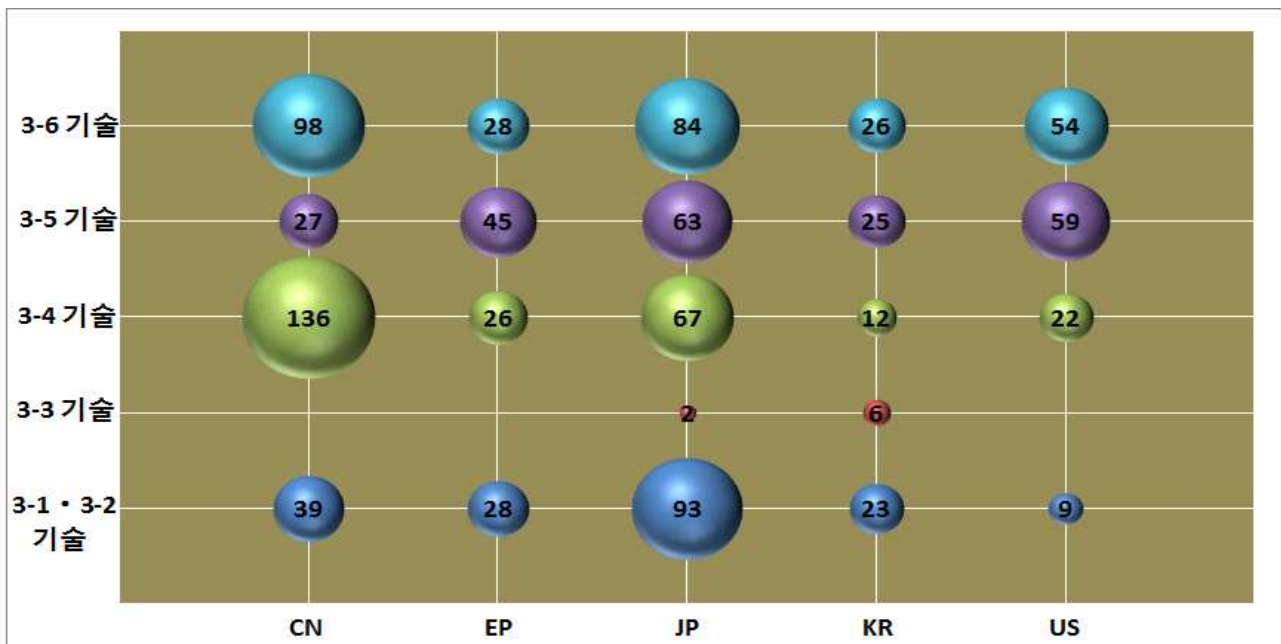
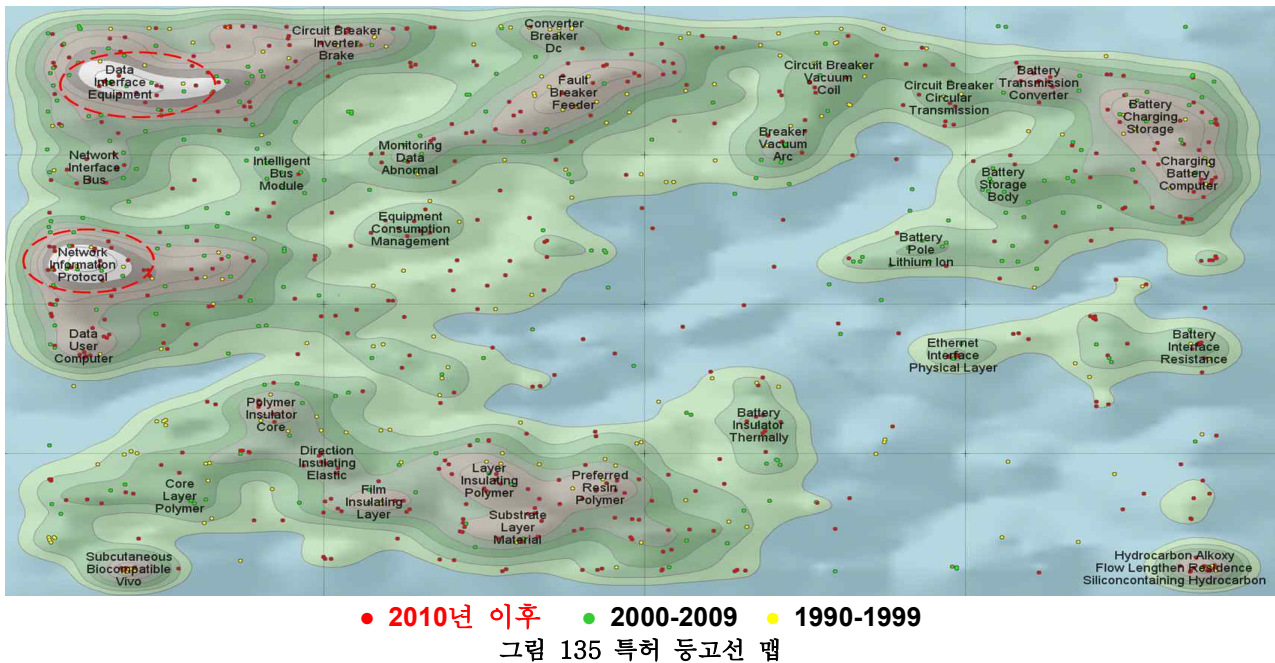


그림 134 기술별/국가별 기술분포(버블형)

(5) 기술분야 특허 분포도

(5-1) Text mining을 통한 특허 분포

- 전원시스템 부품 기술관련 검색결과 결과 1,943건 중 기술분류 관련 최종 964건의 특허기술이 분포함
- 등고선 꼭지점이 높은 Data/Interface/Equipment, Network/Information/Protocol 등 2개 기술에 특허가 많이 분포하고 있어 관련 분야가 기술 집중도가 높은 기술임을 알 수 있음
- 특히 최근 특허기술 분석결과 Circuit breaker arc unit for high-voltage switchgear, Micro grid power control system, Battery charging device for vehicle 등이 많이 나타나고 있어, 관련기술이 최근 동향임을 알 수 있음



(5-2) 핵심기술(중분류 기준)을 통한 특허 분포

- 기술분류(중분류) 중 축전지기술(3-4기술), 변전설비 예방진단 통신프로토콜 표준화(3-6기술)의 경쟁이 치열하며, Fujitsu LTD, Matsushita 등이 관련 기술을 주도하고 있음
- 반면, 최다 출원인인 HITACHI와 TOSHIBA, MITSUBISHI, ALSTOM 등은 접촉기/브레이크기술(3-1/3-2기술)에 특허를 많이 보유하고 있으며, KRRI의 경우 관련 분야 특허를 전혀 보유하고 있지 못해 기술 개발이 시급한 상황임



● 3-1/3-2기술. 주접촉기/브레이커기술 ● 3-3기술. 보조전원장치기술 ● 3-4기술. 축전지기술  
 ● 3-5기술. 조가선 절연구분용 폴리머소재기술 ● 3-6기술. 변전설비 예방진단 통신프로토콜 표준화  
 그림 136 세부기술별 특허 등고선 맵

(6) 주요 핵심특허 분석

- 전력소비량에 대한 자동측정미터기 기술에 대한 Ekstrom Industries Inc社의 미국특허 피인용 건수가 142건으로 가장 많고, 다음으로 차량 무선진단시스템에 대한 Reynolds and Reynolds Holdings社의 미국특허가 피인용건수가 75건으로 많음
- 기타 GPS System, 아크 오류 자가검사기, 원격 모니터링 장비등과 관련된 특허들이 피인용 건수가 많으며, 이러한 특허들을 중심으로 주요 특허를 선정하여 핵심특허 권리 분석을 할 수 있음

표 50 주요 핵심특허 현황

공개번호	발명의 명칭	출원인	피인용수 (Forward)
US5590179A	Remote automatic meter reading apparatus	Ekstrom Industries Inc	142
US6732031B1	Wireless diagnostic system for vehicles	Reynolds and Reynolds Holdings Inc	128
US20040095237A 1	Electronic message delivery system utilizable in the monitoring and control of remote equipment and method of same	HEATTIMERCORP	122
US6007372A	GPS power/data cable system	DeLorme Publishing	91
US6352945B1	Silicone polymer insulation film on semiconductor substrate and method for forming the film	ASM JAPAN CO LTD	87
EP935283A2	Silicone polymer insulation film on semiconductor substrate and method for forming the film	ASM JAPAN CO LTD	77
US6455445B2	Silicone polymer insulation film on semiconductor substrate and method for forming the film	ASM JAPAN CO LTD	63
US5490134A	Versatile communications controller	Southern California Edison Co	60

공개번호	발명의 명칭	출원인	피인용수 (Forward)
US6421214B1	Arc fault or ground fault detector with self-test feature	Pass & Seymour Inc	59
US6342681B1	Surface mount coupler device	AVX Corporation	58

● 핵심특허 심층분석 (예시)

- 피인용수가 가장 많은 Ekstrom Industries Inc社의 미국 등록특허 US5590179A 권은 Watt-hour 소켓과 중앙제어 컴퓨터와의 연결을 통해 전력소비량을 모니터링하는 기술에 관한 특허임
- 1995년 3월 8일 특허 출원 후 2005년 특허가 만료된 상태로 향후 관련 분야 기술개발 시 특허 회피가 가능한 상황임

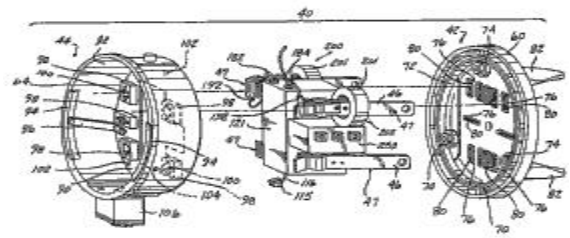
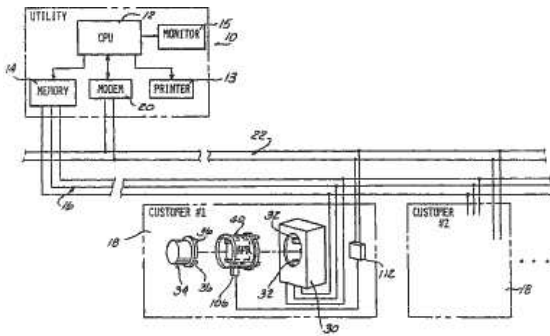


FIG - 4

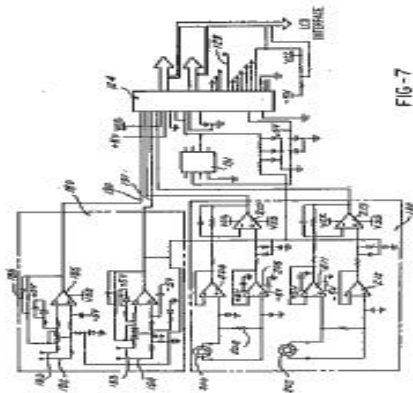


FIG-7

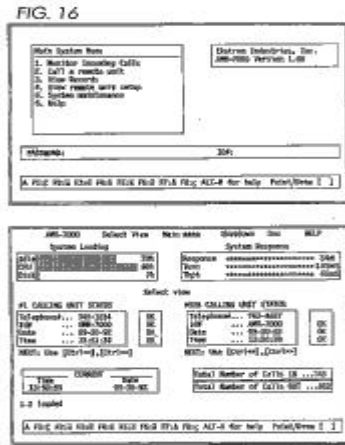


FIG. 17

그림 137 핵심특허 도면

(7) 특허기술 연계 기술발전 추이

- 2010년부터 기술의 발명(청색선) 대비 해외 공개기술(적색선)이 많다는 점으로 볼 때, 해외시장에서 보다 중요한 기술로 부각 되는 기술 분야임을 알 수 있음
- 또한, 2005년대 이후 특허출원이 급격하게 증가하는 추세임을 볼 때 성장기에 있는 기술 분야임을 알 수 있음

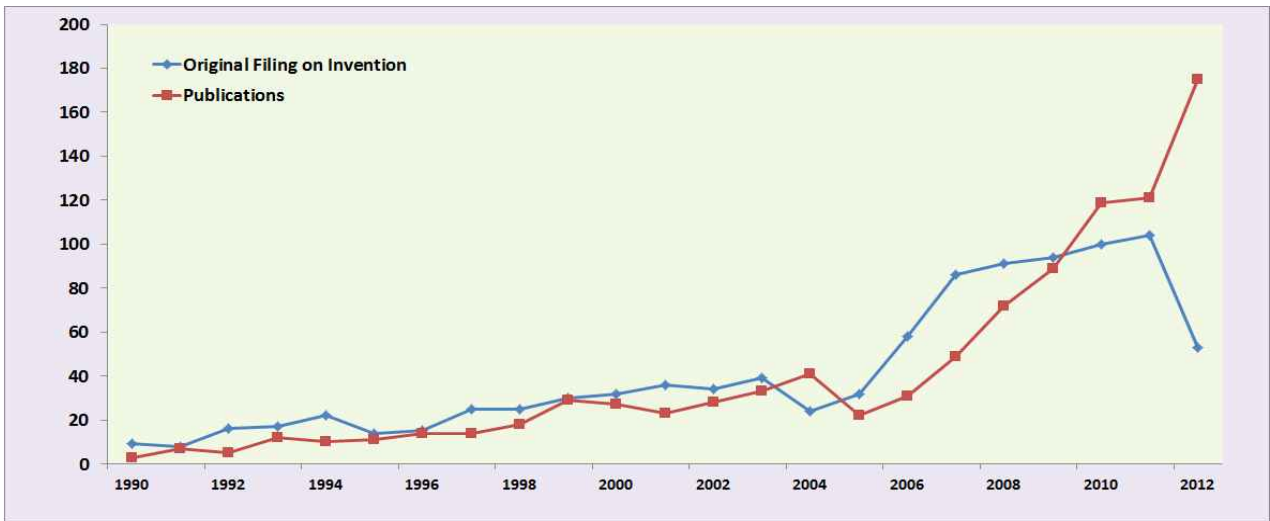


그림 138 특허기술 연계 기술발전 추이

#### 4) 공조 및 냉각시스템 부품

##### (1) 출원년도 및 국가별 특허출원 동향

- 공조 및 냉각시스템 부품 분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면, 1990년부터 현재까지 총 604건의 특허가 출원되고 있으며, 2009년 이후 다소 감소하고 있지만 여전히 높은 수준의 특허가 꾸준히 출원되고 있음
- 국가별 출원현황을 보면 일본이 최다 출원 국가이며, 미국, 유럽, 중국, 한국의 순서로 출원이 이루어지고 있음
- 다만, 일본은 초창기부터 꾸준히 출원하다 2003년 이후 다소 감소하고 있는 반면, 중국은 전체 특허의 89%가 2007년 이후 출원되는 등 최근 기술상승세가 매우 높게 나타나는 추세임
- 우리나라는 출원 건수는 많이 미흡한 수준이지만, KTX 개통시기인 2004년 이후 전체 특허의 85% 이상이 출원되고 있어 고속철도의 개통과 함께 관련 부품에 대한 기술의 관심이 증가하고 있는 것으로 판단됨

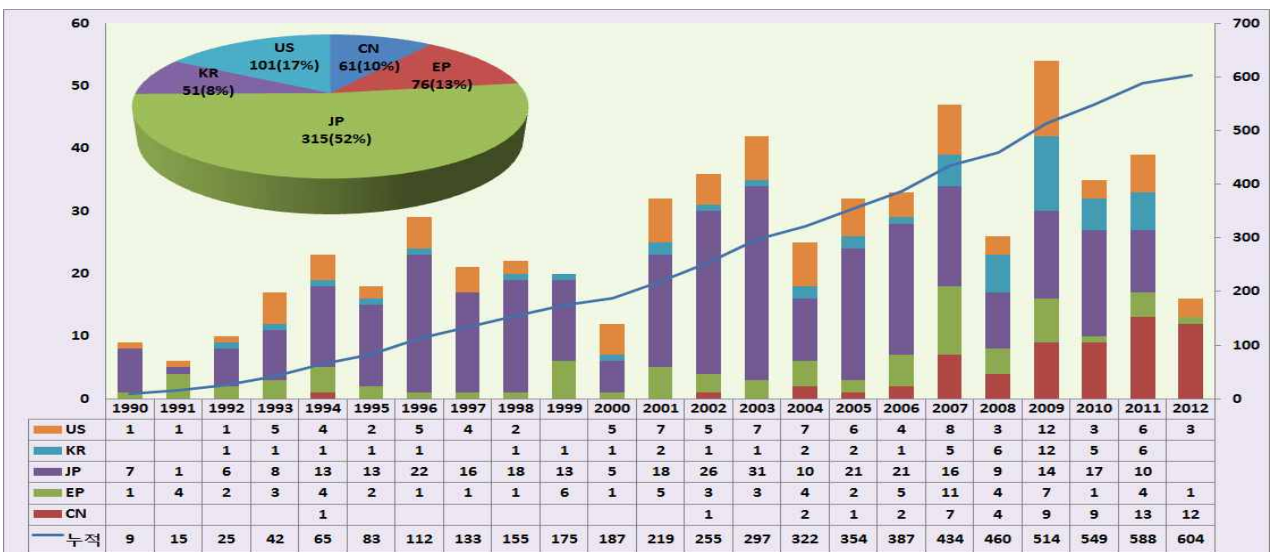


그림 139 출원년도 및 국가별 출원추이

## (2) 세부기술별 특허출원 동향

- 공기조화장치기술(4-1기술) 분야가 특허 출원건수가 가장 많으며 공기질 향상기술, HVAC기술 개발 등에 따라 최근에도 높은 수준의 특허 출원건수를 유지하고 있음
- 전기기관차냉각시스템기술(4-2기술) 분야는 4-1기술에 비해 특허 건수는 적은 편이지만, Internal combustion locomotive spray atomizing cooling system, Cooling device for vehicles 등에 대한 기술개발이 많이 이루어지고 있는 상황임

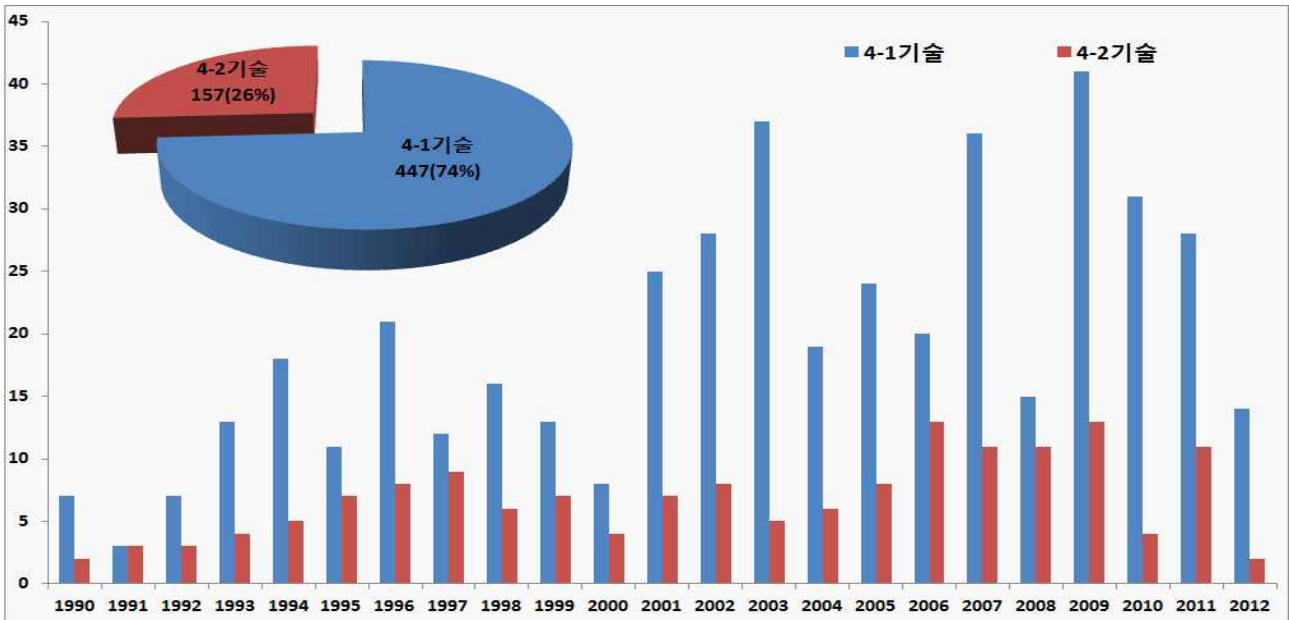


그림 140 세부기술별 특허출원동향

## (3) 주요 출원인 분석

- 전원시스템 부품 기술분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, MITSUBISHI, TOYOTA, HITACHI, TOSHIBA 등 일본의 전자 및 자동차업체들이 이 분야 기술을 주도하고 있음을 알 수 있음
- 특허 출원 성향을 보면 일본의 기관들은 대부분 자국 중심으로 특허를 출원하고 있지만, 유럽업체인 ALSTOM, BOMBARDIER의 경우 5개국에 특허를 골고루 출원하여 특허권을 다양하게 보유하고 있음
- KRRRI의 경우 공기조화장치기술(4-1기술)에 2건의 특허를 보유하고 있으며, 한국 업체의 경우 현대로템과 현대자동차가 각각 5건, 4건씩의 특허를 보유하고 있는 상황임

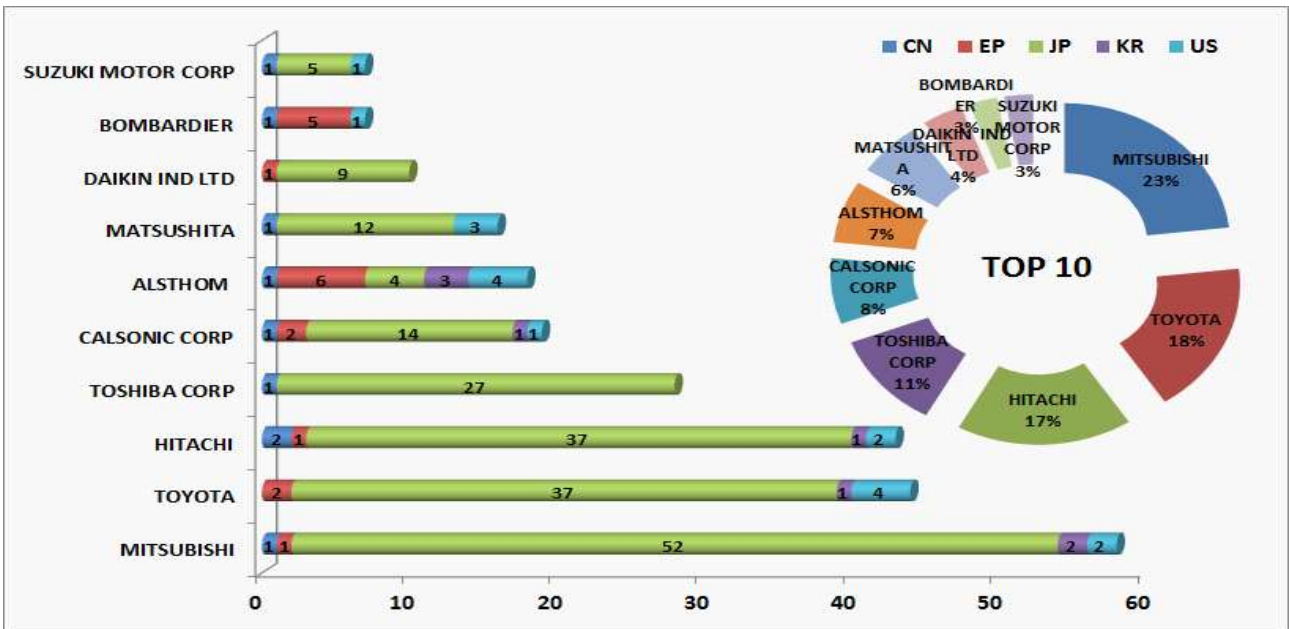


그림 141 주요 출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허분석 결과, 이 분야 최다 출원인 HITACHI는 2009년 이후 특허를 집중 출원하여 최근 기술을 선도하고 있는 상황임
- 또한, 최근 들어서는 철도 및 자동차업체인 ALSTOM, BOMBARDIER, SUZUKI, TOYOTA 등이 특허를 많이 출원하고 있어 관련 분야 기술에 집중하고 있음을 알 수 있음

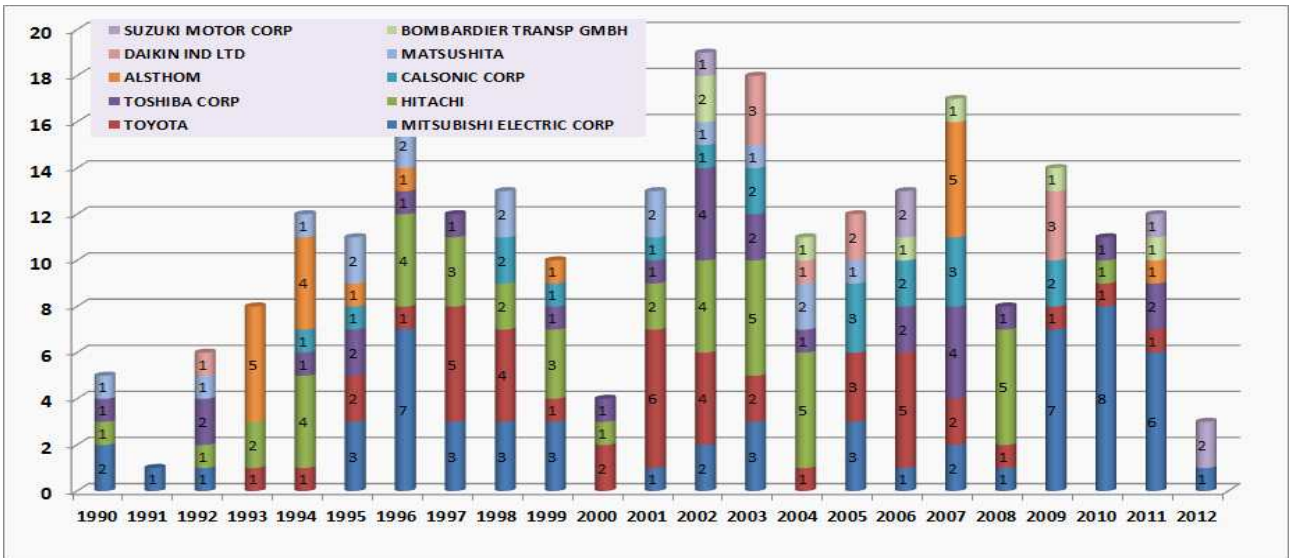


그림 142 연도별 주요 출원인 동향

(4) 국가별 기술 분포

- 출원국가별 세부기술 특허분포를 살펴본 결과, 최다 출원국인 일본은 모든 기술분야에 높은 수준의 특허를 보유하고 있으며, 특히 공기조화장치기술(4-1기술)에 높은 기술 집중도를 나타내고 있음
- 우리나라는 전체적으로 다른 국가에 비해 기술 수준이 낮으며, 향후 모든 기술 분야에서 연구개발이 필요한 상황으로 판단할 수 있음

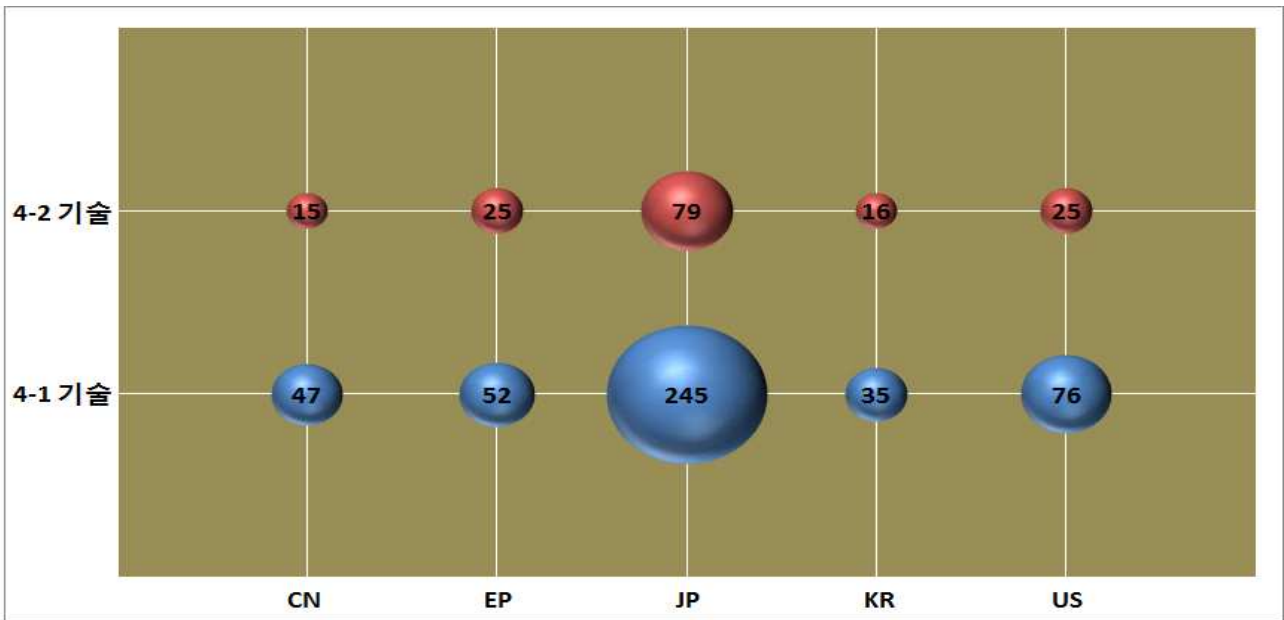
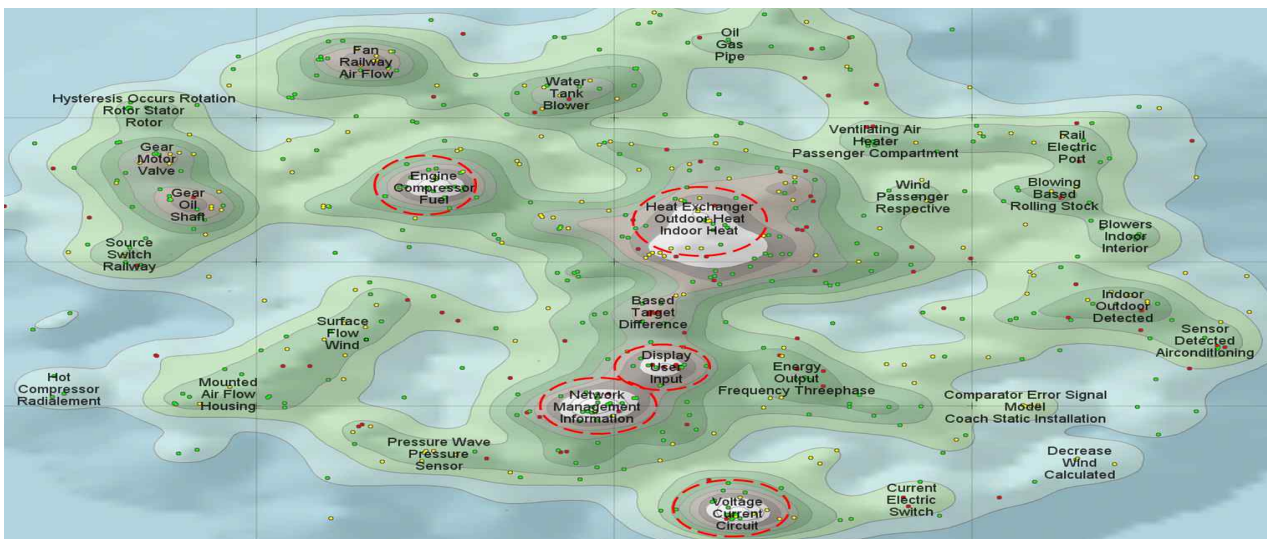


그림 143 기술별/국가별 기술분포(버블형)

### (5) 기술분야 특허 분포도

#### (5-1) Text mining을 통한 특허 분포

- 공조 및 냉각시스템 부품 기술관련 검색결과 결과 837건 중 기술분류 관련 최종 604건의 특허기술이 분포함
- 등고선 꼭지점이 높은 Engine/Compressor/Fuel, Heat exchanger/Outdoor heat/Indoor heat, Display/Input, Network/Management/Information, Voltage/Current/Circuit 등 5개 기술에 특허가 많이 분포하고 있어 관련 분야가 기술 집중도가 높은 기술임을 알 수 있음
- 특히 최근 특허기술 분석결과 Intelligent air conditioner unit for track vehicle, Air-conditioning control apparatus 등이 많이 나타나고 있어, 관련기술이 최근 동향임을 알 수 있음

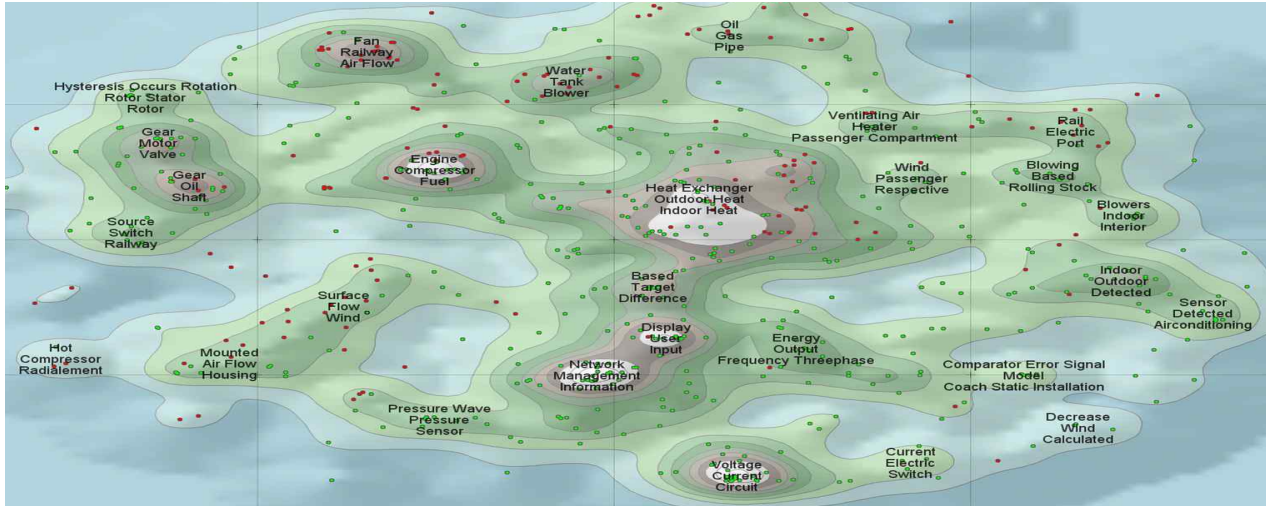


● 2010년 이후 ● 2000-2009 ● 1990-1999

그림 144 특허 등고선 맵

(5-2) 핵심기술(중분류 기준)을 통한 특허 분포

- 기술분류(중분류) 중 공기조화장치기술(4-1기술)의 경쟁이 치열하며 MITSUBISHI, TOYOTA, HITACHI, TOSHIBA 등 일본 업체들이 관련 기술을 주도하고 있음



● 4-1기술. 공기조화장치기술 ● 4-2기술. 전기기관차냉각시스템기술  
그림 145 세부기술별 특허 등고선 맵

- KRRI의 경우 공기조화장치기술(4-1기술)에만 2건의 특허를 보유하고 있어 향후 관련 분야 연구개발이 시급한 상황임

(6) 주요 핵심특허 분석

- 철도 등 대형 수송수단의 온도 조절장치에 대한 AEG TRANSPORTATION SYSTEMS 社の 미국특허 피인용 건수가 38건으로 가장 많고, 다음으로 차량에어컨 펌프 등에 연결된 파워트레인에 관한 GM社의 미국특허가 피인용건수가 32건으로 많음
- 기타 차량 냉방장치, 철도 냉각시스템, 원격 모니터링 장비등과 관련된 특허들이 피인용 건수가 많으며, 이러한 특허들을 중심으로 주요 특허를 선정하여 핵심특허 권리 분석을 할 수 있음

표 51 주요 핵심특허 현황

공개번호	발명의 명칭	출 원 인	피인용수 (Forward)
US5104037A	MICROPROCESSOR CONTROLLED CLIMATE CONTROL DEVICE FOR A PLURALITY OF MASS TRANSIT VEHICLES	AEG TRANSPORTATION SYSTEMS	38
JP7172196A	METHOD OF DRIVING MOTIVE POWER TRAIN, POWER TRANSMISSION AND ASSOCIATED ELEMENT	GM	32
EP686789A1	System and method for decreasing ratio changing time in powertrain systems	EATON CORP	27
US5655407A	System and method for decreasing ratio changing time in electronically enhanced power-train systems	EATON CORP	23
US6148632A	Refrigeration cycle apparatus	TOYOTA	23
JP2003258471A	COOLER FOR MOVING ELEMENT	MITSUBISHI	21

공개번호	발명의 명칭	출원인	피인용수 (Forward)
		ELECTRIC CORP	
JP2005160183A	SYNCHRONOUS MOTOR DRIVING DEVICE, CONTROL METHOD FOR SYNCHRONOUS MOTOR DRIVING DEVICE, REFRIGERATOR-FREEZER, AND AIR CONDITIONER	mitsubishi electric	20
US5798624A	Motor circuit	Lucas Industries	19
US5392741A	Locomotive engine cooling system	GM	19
US6749043B2	Locomotive brake resistor cooling apparatus	GE	18

● 핵심특허 심층분석 (예시)

- 피인용수가 가장 많은 AEG TRANSPORTATION SYSTEMS社의 미국 등 특허 US5104037A건은 마이크로프로세서에 근거한 철도의 온도조절장치 및 HVAC 통제에 관련된 특허임
- 1990년 10월 26일 특허 출원 후 2004년 특허가 만료된 상태로 향후 관련 분야 기술개발 시 특허 회피가 가능한 상황임

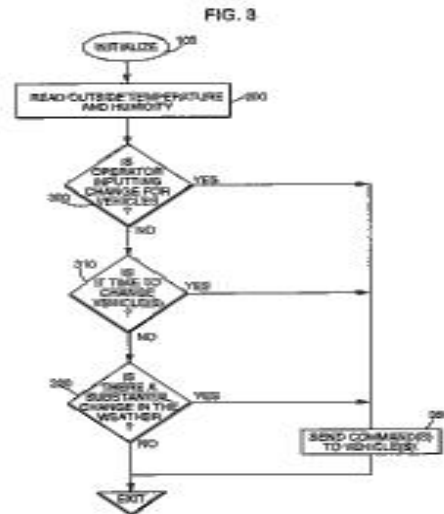
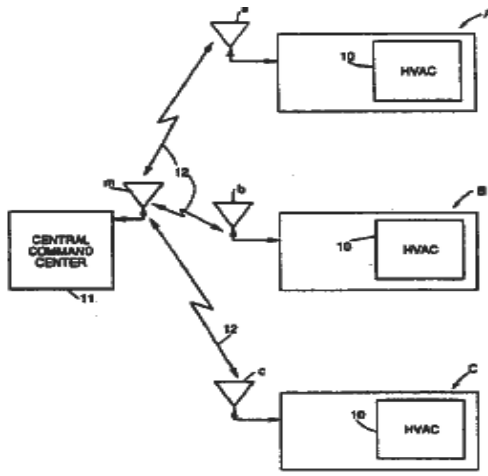


그림 146 핵심특허 도면

(7) 특허기술 연계 기술발전 추이

- 2010년부터 기술의 발명(청색선) 대비 해외 공개기술(적색선)이 많다는 점으로 볼 때, 해외시장에서 보다 중요한 기술로 부각 되는 기술 분야임을 알 수 있음
- 또한, 특허출원 추세를 볼 때 전체적으로 성장하는 모습을 보이고 있는 것으로 보아 성장기에 있는 기술 분야임을 알 수 있음

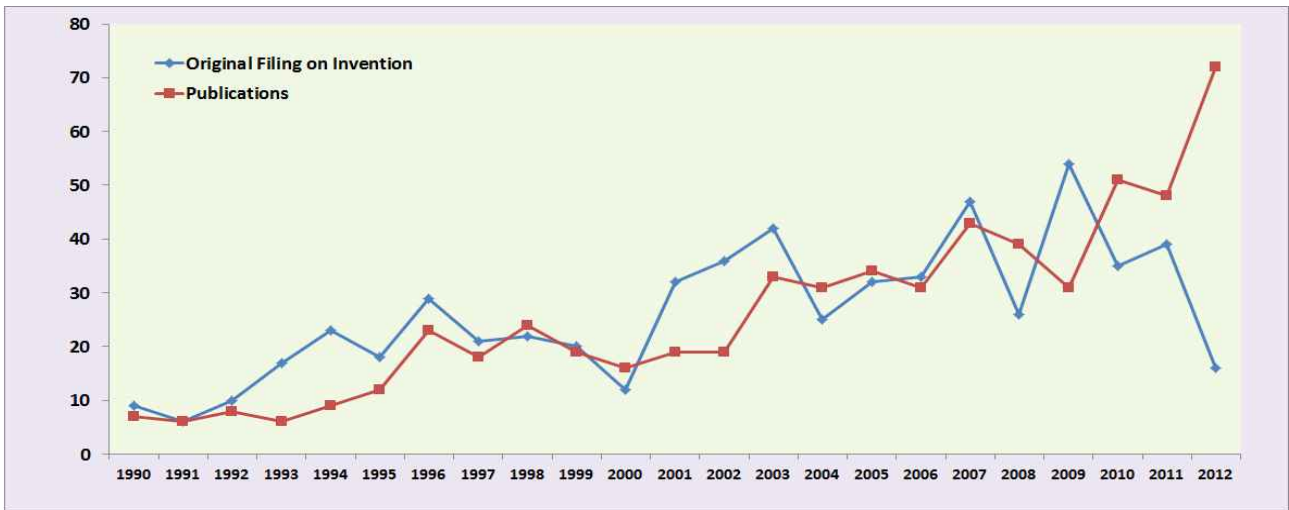


그림 147 특허기술 연계 기술발전 추이

## 5) 준고속 철도차량 부품

### (1) 출원년도 및 국가별 특허출원 동향

- 준고속 철도차량 부품 분야의 전체적인 특허동향을 살펴보면, 1990년부터 현재까지 총 758건의 특허가 출원되고 있으며, 2009년 이후 다소 감소하고 있지만 여전히 높은 수준의 특허가 꾸준히 출원되고 있음
- 국가별 출원현황을 보면 일본이 최다 출원 국가이며, 유럽, 중국, 한국, 미국의 순서로 출원이 이루어지고 있음
- 일본은 초창기부터 꾸준히 출원하다 2007년 이후 다소 감소하고 있는 반면, 중국은 전체 특허의 83%가 2007년 이후 출원되는 등 최근 기술상승세가 매우 높게 나타나는 추세임
- 우리나라는 출원 건수가 많이 미흡한 수준이지만, KTX 개통시기인 2004년 이후 전체 특허의 약 90%가 출원되고 있어 고속철도의 개통과 함께 관련 부품에 대한 기술의 관심이 증가하고 있는 것으로 판단됨

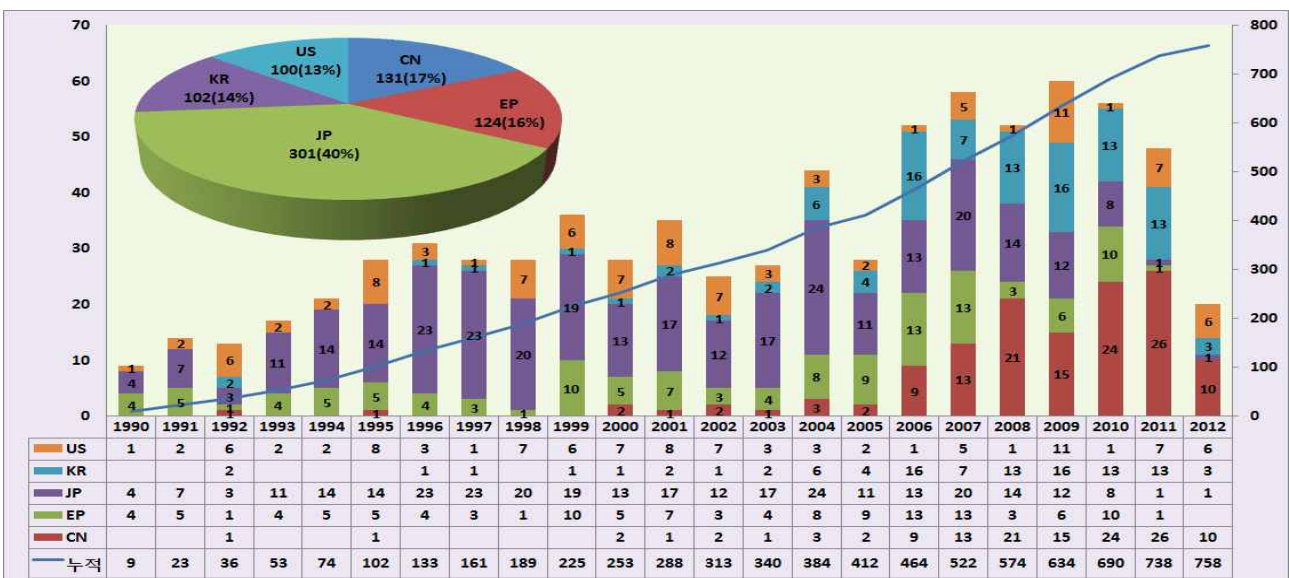


그림 148 출원년도 및 국가별 출원추이

## (2) 세부기술별 특허출원 동향

- 준고속차량용 포켓슬라이딩 승강문기술(5-2기술) 분야가 특허 출원건수가 가장 많으며 2006년 이후 다소 감소하고 있지만 여전히 높은 수준의 출원건수를 유지하고 있음
- 준고속차량 핵심장치기술개발 및 성능평가(5-1기술) 분야는 5-2기술에 비해 특허 건수는 적은 편이지만, Audio-frequency standard track circuit, Electric energy transferring system for use in tram, Voltage transformer apparatus 등에 대한 기술개발이 많이 이루어지고 있는 상황임

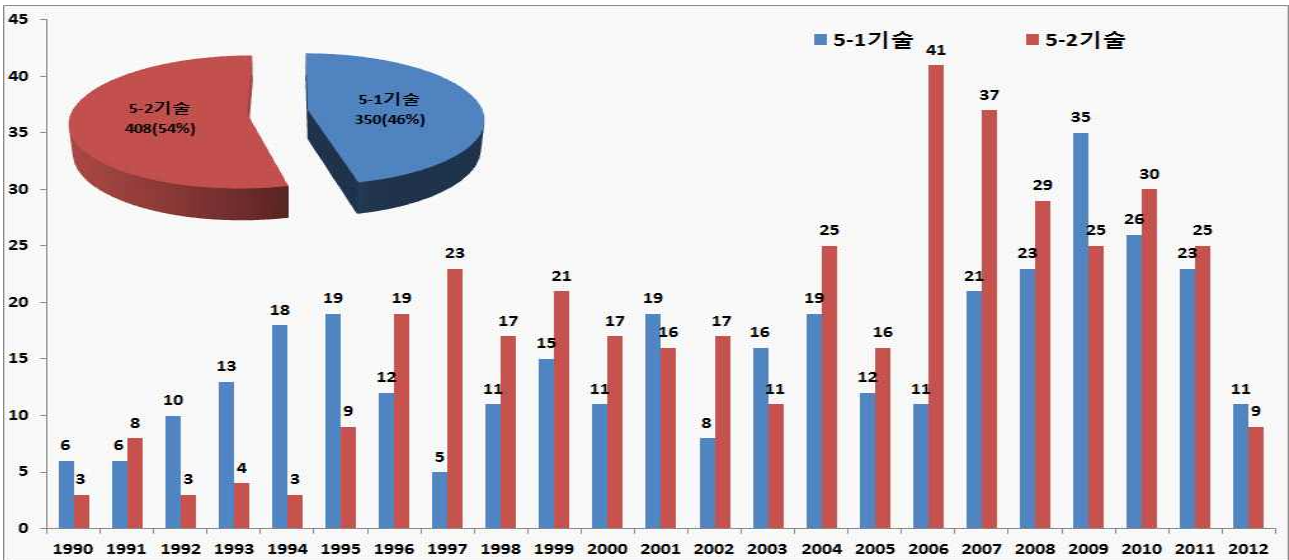


그림 149 세부기술별 특허출원동향

## (3) 주요 출원인 분석

- 준고속 철도차량 부품 기술분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, 일본 MITSUBISHI ELECTRIC이 최다 출원인이며 KNORR BREMSE GMBH, MATSUSHITA, SIEMENS, ABB 등 일본 전자회사 및 유럽 철도부품 업체들이 이 분야 기술을 주도하고 있음을 알 수 있음
- KRRI의 경우 5건의 특허를 보유(5-1 1건, 5-2 4건)하고 있으며, 한국 업체의 경우 현대로템이 7건(5-1 1건, 5-2 6건)의 특허를 보유하고 있는 상황임

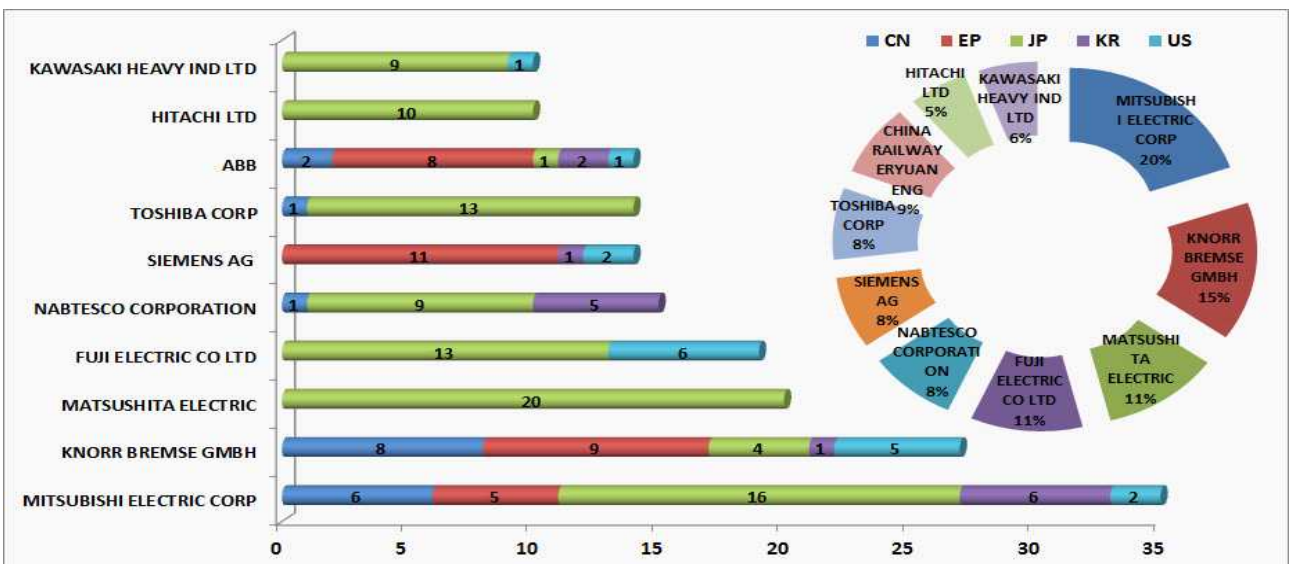


그림 150 주요 출원인 동향

- 주요 출원인의 연도별 특허분석 결과, 이 분야 최다 출원인 MITSUBISHI ELECTRIC는 2008년 최다 출원 후 다소 감소하는 추세를 보이고 있음
- 또한, 최근에는 KNORR BREMSE, FUJI ELECTRIC, SIEMENS, ABB등에서 관련 특허를 많이 출원하고 있어 기술 시장을 선도하고 있음을 알 수 있음

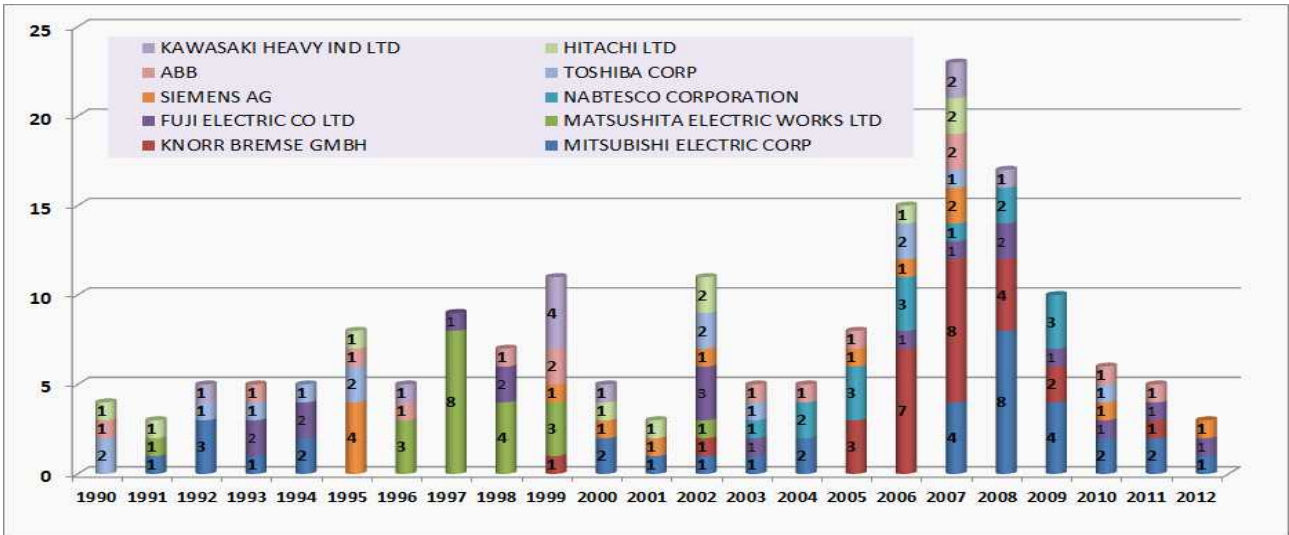


그림 151 연도별 주요 출원인 동향

#### (4) 국가별 기술 분포

- 출원국가별 세부기술 특허분포를 살펴본 결과, 최다 출원국인 일본은 모든 기술분야에 높은 수준의 특허를 보유하고 있으며, 특히 준고속차량용 포켓슬라이딩 승강문기술(5-2기술)에 높은 기술 집중도를 나타내고 있음
- 이와 달리 중국, 미국은 준고속차량 핵심장치기술개발 및 성능평가(5-1기술) 분야에 특허 출원이 더 많으며, 유럽의 경우에는 두 기술을 고르게 출원하고 있는 상황임
- 우리나라는 일본과 마찬가지로 준고속차량용 포켓슬라이딩 승강문기술(5-2기술)에 높은 기술 집중도를 나타내고 있어, 향후 5-1 기술분야도 기술개발이 필요할 것으로 판단됨

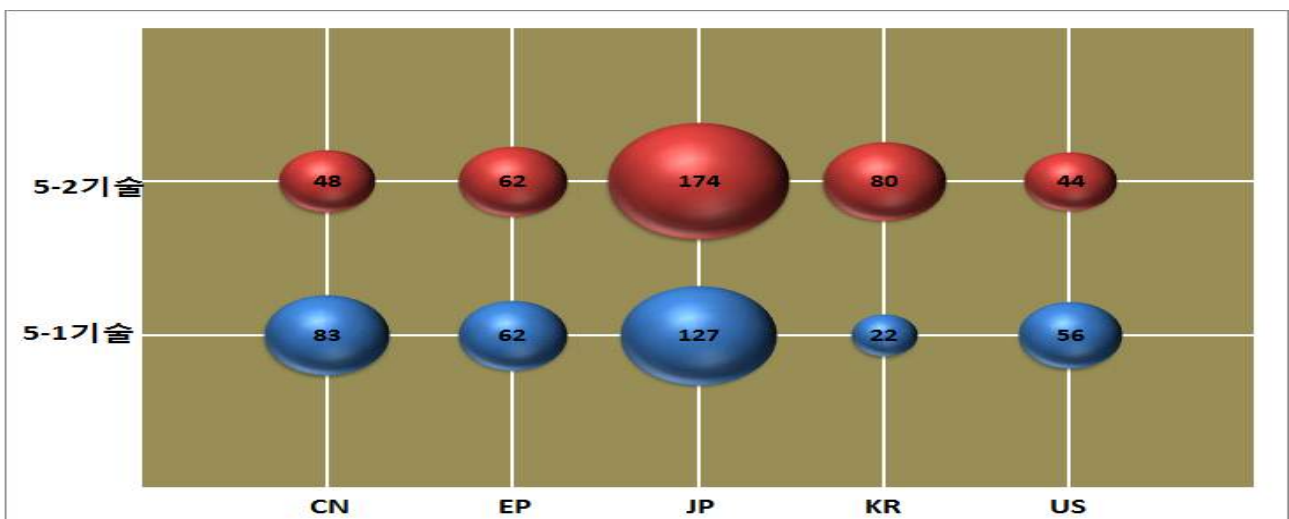
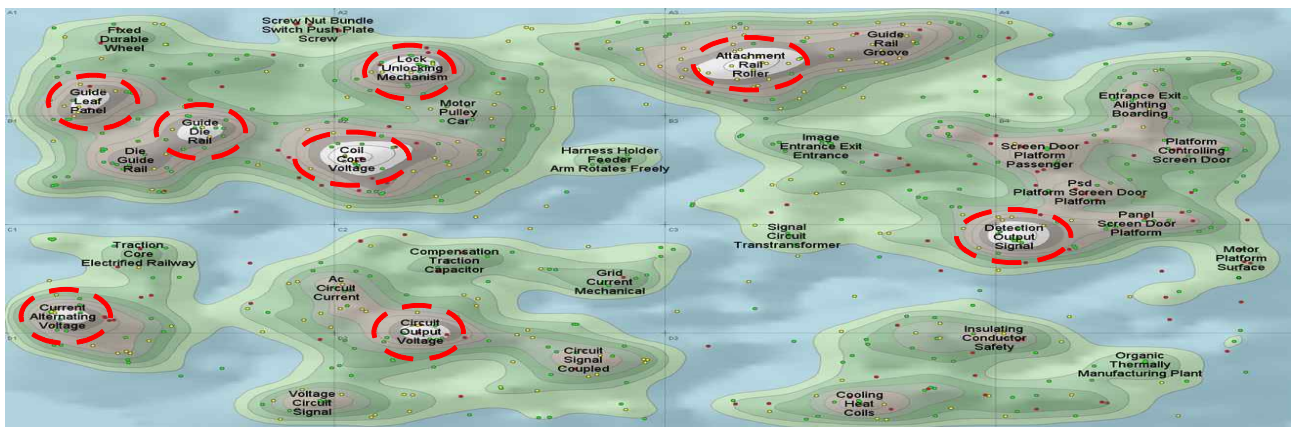


그림 152 기술별/국가별 기술분포(버블형)

#### (5) 기술분야 특허 분포도

##### (5-1) Text mining을 통한 특허 분포

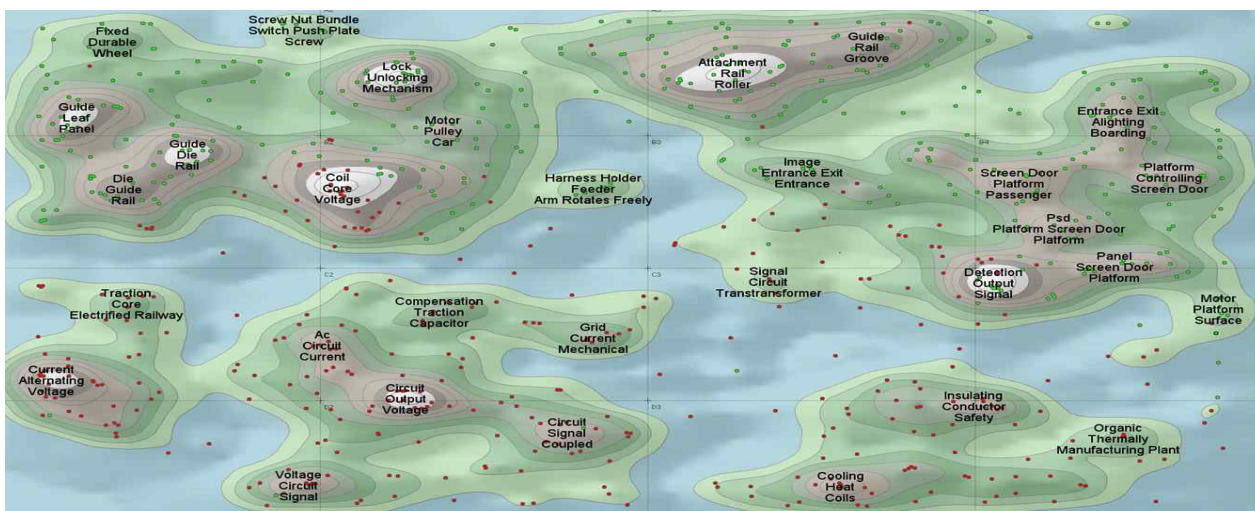
- 준고속 철도차량 부품 기술관련 검색결과 결과 1,344건 중 기술분류 관련 최종 758건의 특허기술이 분포함
- 등고선 꼭지점이 높은 Lock/Unlocking/Mechanism, Guide/Leaf/IPanel, Die/Rail, Coil/Core/Voltage, Attachment/Rail/Roller, Current/Alternating, Circuit/Output등 7개 기술에 특허가 많이 분포하고 있어 관련 분야가 기술 집중도가 높은 기술임을 알 수 있음
- 특히 최근 특허기술 분석결과 Audio-frequency standard track circuit safety base reflux device, Urban railway traffic station shielding door application, Controlling device for Electrically driven door 등이 많이 나타나고 있어, 관련기술이 최근 동향임을 알 수 있음



● 2010년 이후 ● 2000-2009 ● 1990-1999  
 그림 153 특허 등고선 맵

(5-2) 핵심기술(중분류 기준)을 통한 특허 분포

- 기술분류(중분류) 중 준고속차량용 포켓슬라이딩 승강문기술(5-2기술)의 경쟁이 치열하며 KNORR BREMSE GMBH, MATSUSHITA, MITSUBISHI 등이 관련 기술을 주도하고 있음



● 5-1기술. 준고속차량 핵심장치기술개발/성능평가 ● 5-2기술. 준고속차량용 포켓슬라이딩 승강문기술  
 그림 154 세부기술별 특허 등고선 맵

- KRRI의 경우 5건의 특허(5-1 1건, 5-2 4건)에 불과한 상황으로, 향후 관련 분야 연구개발이 시급한 상황임

(6) 주요 핵심특허 분석

- 슬라이딩 도어센서에 대한 The Stanley Works社의 미국특허 피인용 건수가 95건으로 가장 많고, 다음으로 AC-DC 인버터 제어장비와 관련된 Sharp Kabushiki Kaisha의 미국특허가 피인용건수가 64건으로 많음
- 기타 철도 풍력터빈시스템, 미니밴의 슬라이딩 도어기술, 대량수송수단의 슬라이딩 도어기술 등과 관련된 특허들이 피인용 건수가 많으며, 이러한 특허들을 중심으로 주요 특허를 선정하여 핵심특허 권리 분석을 할 수 있음

표 52 주요 핵심특허 현황

공개번호	발명의 명칭	출 원 인	피인용수 (Forward)
US5142152A	Sliding door sensor	The Stanley Works	95
US5625539A	Method and apparatus for controlling a DC to AC inverter system by a plurality of pulse-width modulated pulse trains	Sharp Kabushiki Kaisha	64
US20050012339A1	Variable speed distributed drive train wind turbine system	CLIPPERWINDPOWER INC	58
US6125583A	Power sliding mini-van door	Atoma International	41
US6294957B1	RF power amplifier having synchronous RF drive	HARRIS CORP	26
US5263280A	Device for moving a swinging and sliding door in a mass-transit car especially a car that travels along a track	Firma Gebr. Bode & Co. GmbH	19
US5615094A	Non-dissipative snubber circuit for a switched mode power supply	Power Conversion Products	19
US6163457A	Module of a circuit arrangement which is preferably contained in a drive for a railroad vehicle and is of modular construction	Daimler Chrysler	16
US6749043B2	Locomotive brake resistor cooling apparatus	GE	18
US6140777A	Preconditioner having a digital power factor controller	Philips Electronics	15

● 핵심특허 심층분석 (예시)

- 피인용수가 가장 많은 The Stanley Works社의 미국 등록특허 US5142152A건은 적외선 센서를 통해 접근을 감지하는 슬라이딩 도어에 관련된 특허임
- 1991년 1월 2일 특허 출원 후 현재까지 특허가 유지되고 있는 기술로 향후 연구 분야 설정 및 침해대상특허 조사 등에 있어 미국특허를 면밀히 검토해야 할 필요성 있음

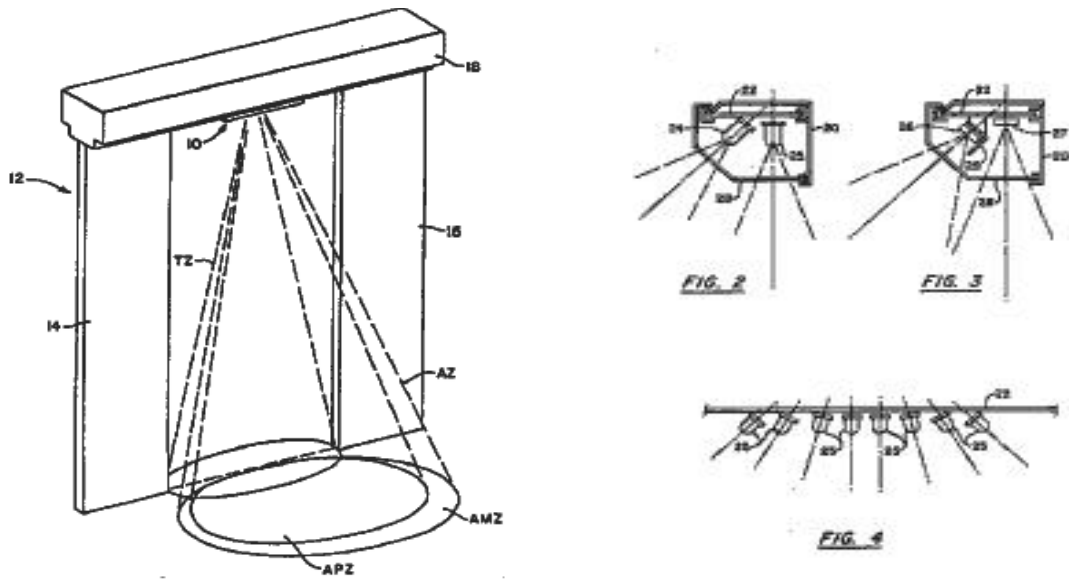


그림 155 핵심특허 도면

### (7) 특허기술 연계 기술발전 추이

- 2010년부터 기술의 발명(청색선) 대비 해외 공개기술(적색선)이 많다는 점으로 볼 때, 해외시장에서 보다 중요한 기술로 부각 되는 기술 분야임을 알 수 있음
- 또한, 특허출원 추세를 볼 때 최근 급격하게 성장하는 모습을 보이고 있는 것으로 보아 최근 주목받고 있는 기술로 성장기에 있는 기술 분야임을 알 수 있음

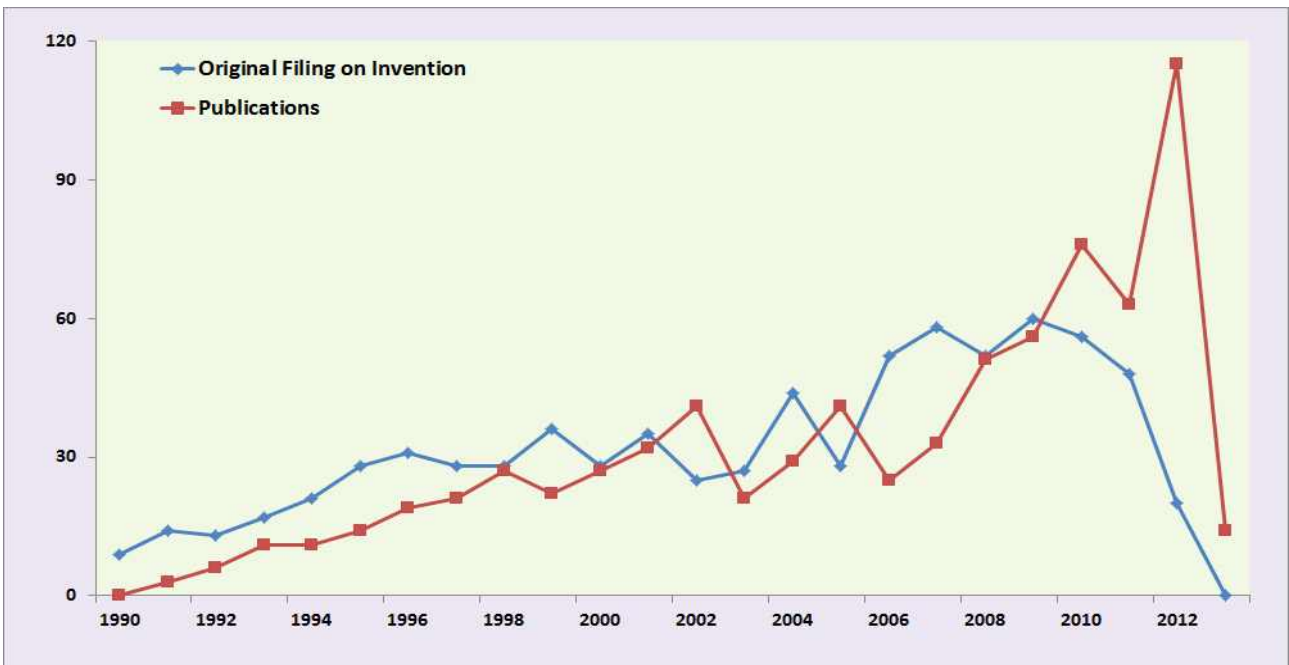


그림 156 특허기술 연계 기술발전 추이

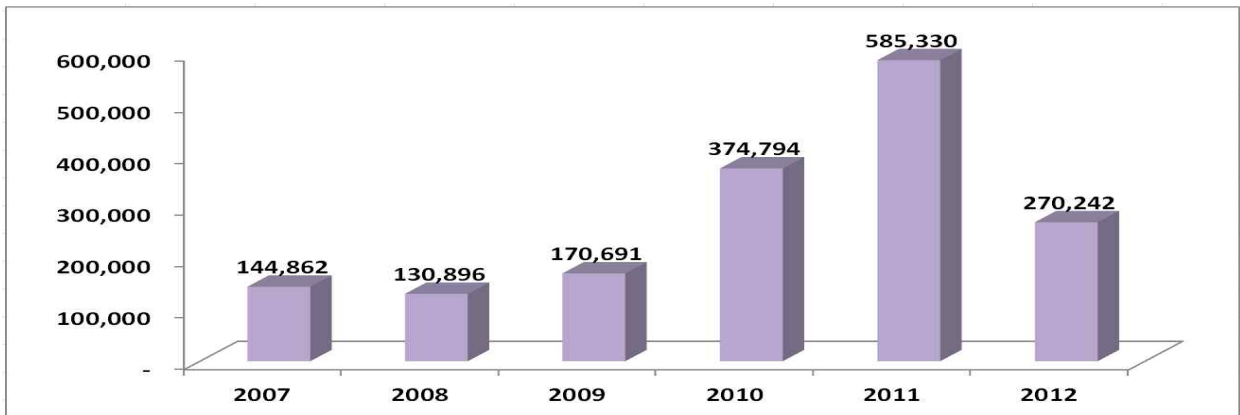
3-1 국내/외 철도차량 산업 현황

국내 산업현황

- 국내 철도차량 부품 생산규모는 2010년부터 대폭 상승하다 2012년 잠시 주춤하는 추세에 있음. 이는 국내 생산부품의 수출규모가 축소된데 따른 것으로, 중국, 미국의 세계시장 점유율 확대 등에 기인하는 것으로 보여짐 (\* 출처 : 철도차량 제9호, 2013, 한국철도차량공업협회)

그림 157 국내 철도차량 부품 생산규모 추이

(단위 : 백만원)



\* 국내 철도차량 부품 (국내생산품+수출품) 기준임

- 전국 주요 간선에서 여객 및 화물 수송을 담당하고 있는 인버터형 전기기관차의 경우 많은 부품을 유럽, 일본 등의 기술에 의존하고 있어 유지보수 부품 조달에 어려움이 발생하고 있으며, 제작사/부품사의 형식 변경 및 공급 중단에 따라 개조·개량 등에 막대한 비용 발생으로 국산화가 절실한 상황임 (\* 출처: 철도차량 제9호, 2013, 한국철도차량공업협회)
- KTX의 경우 전기기관차와 보수품을 공급하는 기본시스템은 같으며, 부품의 수리 및 유지보수를 위해서는 고가의 물품을 수입해야 함, 이러한 부분의 개선을 위해 핵심부품의 국산화를 통해 부품조달의 편의성 및 비용 절감이 반드시 필요함 (\* 출처 : 철도차량 제9호, 2013, 한국철도차량공업협회)

표 53 철도차량(인버터형 전기기관차)의 차종별 도입국과 보수품 제작사

차종	도입년도	제어장치 제작사	부품 제작사				국산화
			추진시스템	제동시스템	차체	대차 등	
인버터형 전기동차	1993년대	日 Toshiba	일본 OEM	NABCO (유진기공)	로템	로템	국내조달 용이
8000대형 전기기관차	1972년대	프랑스, 벨기에 50C/S	알스톰, BFC, AEG, ACEC	WABCO	대우	대우	보수품 조달 어려움
8200대형 전기기관차	2002년대	독일 Siemens	독일 Siemens, Voith	독일 Knorr	로템	로템	보수품 조달 어려움
8500대형 전기기관차	2012년대	日 Toshiba					보수품 조달 어려움

- 국내 철도차량부품 및 관련 장치 제조업체는 2007년 이후로 2010년까지 지속적으로 사업체 수와 종사자 수가 증가하고 있지만 주요 철도차량 부품제작업체를 제외하고 대부분 임직원 수 50인 이하의 중소 영세업체임 (\* 출처 : 철도차량 제9호, 2013, 한국철도차량공업협회)



그림 158 종사자/임직원 수별 철도차량용 부품회사 현황

- KOVIS(Korail Vision & Innovation System)에 입력된 자료 분석에 의하면 Korail 2010년 자체 구입비용이 많이 소요된 부품은 브레이크 라이닝/슈, 대차, 감속기, 객차, 차륜, 냉방기 순임 (\* 출처 : 철도차량 제9호, 2013, 한국철도차량공업협회)
- 최근 5년 간(2009~2013년) 국내 주요 전기부품 수입 동향 및 전망을 보면 공급 및 제어장치, 자동차용 전기장치 등의 증가로 인해 수입이 계속적으로 증가하고 있는 상황임 (\* 출처 : 2013년 전기산업 동향 및 전망, 한국전기산업진흥회/한국무역협회, 2012.12)

(단위 : 백만불)

품 목 명	2009	2010	2011	2012	2013P	평균 증감율
원자로	92	24	51	21	15	-36.5
<b>원자로 및 부분품</b>	<b>92</b>	<b>24</b>	<b>51</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>-36.5</b>
변압기	292	312	272	289	315	1.9
발전기	706	6559	649	890	1,461	19.9
전동기	1,067	1,356	1,366	1,322	1,321	5.5
안정기	32	25	33	36	38	4.4
변환장치	1,274	1,605	1,654	1,783	1,831	9.5
<b>전동기, 발전기, 전기변환장치</b>	<b>3,371</b>	<b>3,957</b>	<b>3,975</b>	<b>4,321</b>	<b>4,967</b>	<b>10.2</b>
전기로	182	168	224	232	256	8.9
<b>산업용 노와 오븐</b>	<b>182</b>	<b>168</b>	<b>224</b>	<b>232</b>	<b>256</b>	<b>8.9</b>
배전 및 제어반	2,129	3,041	4,316	4,777	5,460	26.5
개폐 보호 및 접속장치	246	315	343	372	392	12.4
<b>공급 및 제어장치</b>	<b>2,375</b>	<b>3,356</b>	<b>4,659</b>	<b>5,149</b>	<b>5,852</b>	<b>25.3</b>
광케이블	24	37	39	92	112	47.0
절연선	309	389	456	450	441	9.3
절연코드세트	297	422	490	463	474	12.4
<b>절연선 및 케이블</b>	<b>630</b>	<b>847</b>	<b>985</b>	<b>1,005</b>	<b>1,028</b>	<b>13.0</b>
자동차용 전기장치	783	1045	1378	1437	1522	18.1
<b>자동차용 전기장치</b>	<b>783</b>	<b>1045</b>	<b>1378</b>	<b>1,437</b>	<b>1522</b>	<b>18.1</b>
전기용 탄소제품 및 절연제품	341	418	435	416	474	8.6
그 외 기타 전기장비	161	211	345	374	395	25.2
기타 전기장비	502	629	780	790	869	14.7
<b>합 계</b>	<b>7,935</b>	<b>10,026</b>	<b>12,052</b>	<b>12,955</b>	<b>14,509</b>	<b>16.3</b>

- 특히, 일본의 수입 비중은 매년 감소하고 중국의 수입 비중은 매년 증가하고 있는 있는데, 이는 중국의 저가 전기기기 부품 및 소재의 수입이 증가하고 있기 때문으로 볼 수 있음 (\* 출처 : 2013년 전기산업 동향 및 전망, 한국전기산업진흥회/한국무역협회, 2012.12)

(단 위 : 백만원, %)

구분	2009		2010		2011		2012		2013P	
	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중	금액	비중
중국	2,882	36.3	4,047	40.4	5,855	48.6	6,512	50.3	7,710	53.1
일본	1,657	20.9	2,178	21.7	2,306	19.1	1,997	15.4	1,931	13.3
미국	756	9.5	909	9.1	927	7.7	967	7.5	1,188	8.2
독일	457	5.8	546	5.4	666	5.5	844	6.5	912	6.3

- 국내 철도시스템 분야별(차량, 선로, 신호/통신, 전기 등) 제품 시장에 대기업, 중소기업 등이 참여하고 있으며, 차량은 현대로템, 설비는 현대엘리베이터 등 주로 대기업이 시장을 선도하고 있음 (※ 출처 : 국내 철도 부품별 참여기업 현황, LS산전 전략보고서)



그림 159 국내 철도 부품별 참여기업 현황, LS산전 전략보고서

- 국내 전기철도 E&M 턴키사업 주요 업체는 현대로템, 삼성 SDS, LG CNS, 포스코 등 대기업 위주이며, 이 중 현대로템은 카자흐스탄 Metro기반 차량, 신호 E&M 턴키 사업에 참여하고 있음 (※ 출처 : 전기철도 E&M 제품 현황, LS산전 전략보고서)

표 54 E&M 분야 국내 업체 현황 및 전략

업체명	핵심역량	업체별 현황 및 전략
삼성SDS	AFC, 통신	AFC 및 통신 시장 해외사업
현대 ROTEM	차량	E&M T/K 사업 참여 (카자흐스탄 알마티 METRO)
포스코ICT	PSD, 통신	브라질 PSD 수주
포스코ENG	SE, 신호	방글라데쉬, 태국 국철시장 참여
LG CNS	AFC, 통신	AFC, 통신 해외사업 참여
대아TI	CTC, 대관	철도시설공단 동반 사업 진출

- 철도차량 및 부품 기술개발 국산화는 해외수출 확대효과 뿐만 아니라, 국산·외산 철도차량 도입가격 인하효과도 발생하는 등 국가 경제에 긍정적 영향을 미치고 있음 (※ 출처 : 철도 강소기업 육성 200조원 세계시장 공략, 국토해양부, 2013)
  - KTX-산천(로템)은 KTX(Alstom) 대비 약 6% 저렴하게 도입하여 총 920억원의 구입비용 절감 (KTX : 31억/량(물가상승률 고려), KTX-산천 : 29억/량)

- 경량전철의 경우 기술국산화 후 초기 제시가격 대비 약 30% 인하

해외 산업현황

- 철도분야 주요 5개 국가의 철도차량부품 수출입동향을 살펴보면, 일본의 수출규모 및 무역수지가 높게 나타나 일본이 세계시장을 선도하고 있음을 알 수 있음, 다만, 2011년을 정점으로, 2012년에 다소 하락한 것으로 나타나고 있음
- 유럽은 철도차량부품의 수출이 매년 지속적으로 감소하고 있고 무역수지도 지속적으로 저하되고 있으며, 중국과 미국의 수출증가율이 매년 지속적으로 증가하고 있음
- 특히, 중국은 2012년부터 철도차량부품의 무역수지가 흑자로 돌아섰는데, 이는 중국의 기술경쟁력이 매우 높아졌음을 나타내는 지표로 해석될 수 있음

표 55 철도차량부품 및 관련 장치 수출입 현황

(단위 : 천달러)

년도	한국			중국			미국		
	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지
2012	182,975	84,233	98,742	1,227,904	1,040,072	187,832	2,125,116	1,103,113	1,022,003
2011	439,761	100,650	339,111	906,595	1,727,212	△820,617	1,919,115	996,612	922,503
2010	249,813	115,313	134,500	516,514	1,463,789	△947,275	1,406,880	795,923	610,957
2009	129,928	95,264	34,664	445,381	1,277,133	△831,752	1,012,524	945,982	66,542
2008	140,227	154,941	△14,714	655,927	1,236,286	△580,359	1,357,960	1,392,756	△34,796
2007	38,219	114,322	△76,103	355,832	1,069,322	△713,490	1,514,228	1,262,539	251,689

(※ 출처 : 한국무역협회 부품소재산업 무역통계자료 (http://www.kita.net))

(단위 : 천엔, 천유로)

년도	일본			유럽		
	수출	수입	수지	수출	수입	수지
2012	36,083,696	5,857,282	30,226,414	668,765	192,283	476,482
2011	47,507,667	4,650,128	42,857,539	935,382	153,927	781,455
2010	42,393,498	6,180,879	36,212,619	2,269,706	417,597	1,852,109
2009	38,532,167	8,314,055	30,218,112	1,781,895	424,684	1,357,211
2008	48,362,946	13,757,070	34,605,876	1,508,771	472,873	1,035,898
2007	36,348,943	8,388,311	27,960,632	1,879,288	348,710	1,530,578

(※ 출처 : 한국무역협회 부품소재산업 무역통계자료 (http://www.kita.net))

- 철도 차량/부품의 교체 및 유지보수와 관련된 쏘세계 판매 후(After-sales service) 시장은 385억 유로(2011년 기준, 약 55.5조)로, 화물철도 분야가 44%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 승객수송이 40%, 도시철도가 16%를 차지하고 있음
- 시장 규모는 미국이 가장 크며 이는 미국의 화물수송에서 철도가 높은 비중을 차지하고 있기 때문임, 일본은 두 번째로 큰 시장이며 이는 승객수송에서 철도가 높은 비중을 차지하고 있기 때문으로 판단됨, 향후 아시아 지역에서 임금 증가와 유지보수 수요의 증가로 인해 중국이 일본을 추월할 것으로 예상됨 (※ 출처 : Rail vehicle maintenance-Global market trend in after-sales service 2012, 독일 SCI/VERKEHR)

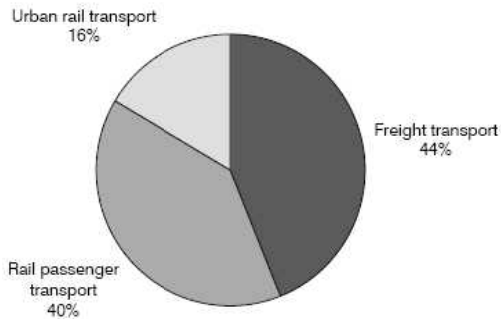


그림 160 Share of transport markets in the total after sales market 2011

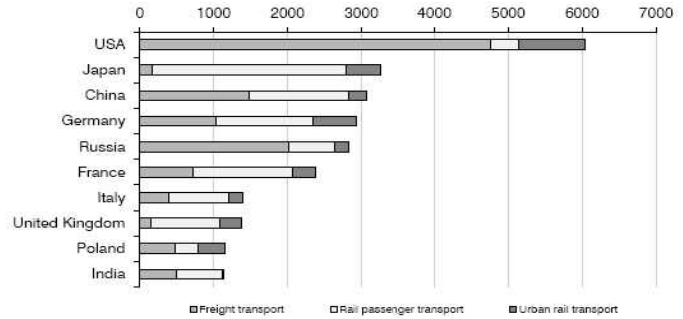


그림 161 Market volume of after-sales Top-10 countries 2011

- 차종별로는 Freight wagons이 가장 높은 비중을 차지하며, Diesel locomotive가 두 번째로 높는데 이는 오래된 차량일수록 차량/부품 교체 및 유지보수의 필요성이 높기 때문임, 다만 연평균 성장률의 경우 High speed trains, Metro vehicles 등 승객수송 차량이 높을 것으로 예상되는데 이는 향후 이 분야 시장이 확대되면서 유지보수 분야도 크게 증가할 것으로 전망되기 때문임 (※ 출처 : Rail vehicle maintenance-Global market trend in after-sales service 2012, 독일 SCI/VERKEHR)

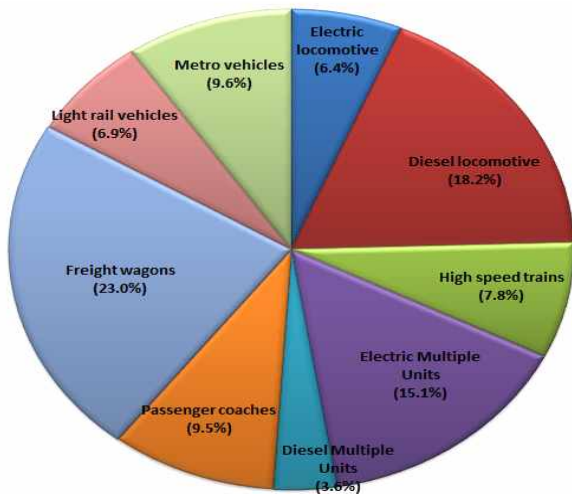


그림 162 전세계 판매 후 (After-sales service) 시장 점유율 (지역별) - 2011년 기준

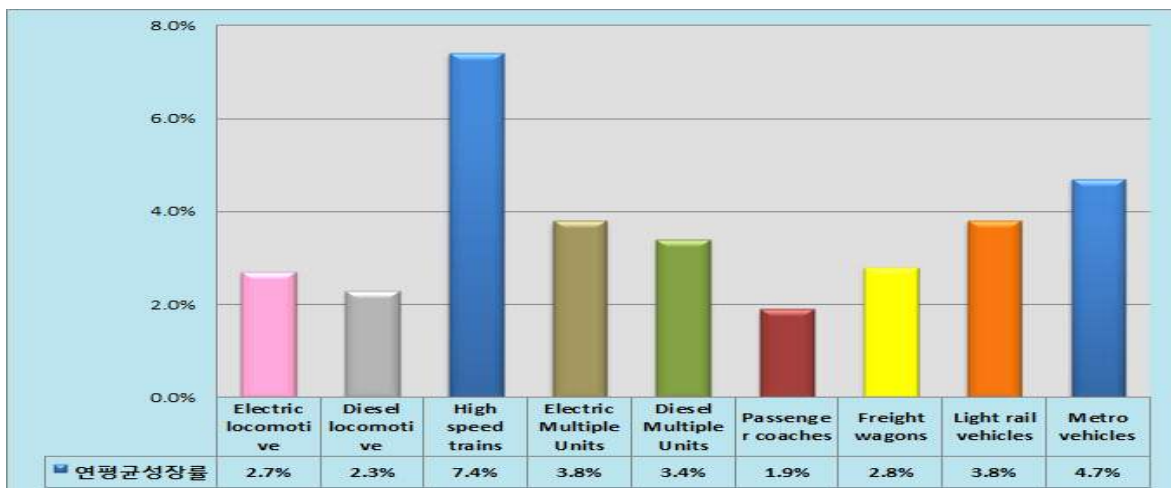


그림 163 전세계 판매 후(After-sales service) 시장 성장률 (지역별) - 2011~2016년 기준

- 전기철도 E&M 턴키사업은 System Engineering을 기반으로 차량/전력/신호/통신/기계 설비에 대한 설계/제작/시공/시운전을 총괄하는 방식으로, **Global 업체가 세계 시장의 70%를 점유하고 있음** (※ 출처 : 전기철도 E&M 제품 현황, LS산전 전략보고서)

표 56 E&M 분야 Global 제작사 현황 및 전략

업 체 명	핵심 역량	업체별 전략
Siemens	Metro, LRT, 고철	Global base 기반 철도분야 선도업체
Bombardier	Metro, LRT	ATC, ERTMS기반 세계시장공략
Ansaldo	고철, Metro, 국철	다국적 업체로 시장 진출 및 국철시장
Balfour Beatty	SE, 급전 및 전차선	급전 및 전차선 분야 Global Leader
Thales	LRT, Metro	CBTC base 열차제어
Kyosan	국철, Metro	일본업체 간 제휴

- 2013년 세계 전기산업 무역규모 전망은 전년 대비 7.5% 증가한 9,118억 달러(약 998조)로, 이는 신흥국의 전력수요 증가에 따른 발전 및 송배전 설비확충에 기인한 결과임 (※ 출처 : 2013년 전기산업 동향 및 전망, 한국전기산업진흥회/한국무역협회, 2012.12)

표 57 2013년 세계 전기산업 무역규모 전망

(단위 : 억달러)

2010년	2011년	2012년	2013년(전망)
7,043	7,951	8,482	9,118

※ 2013년 전망자료 : UN, Comtrade를 근거로 하여 한국전기산업진흥회 예측

- 특히, 제어시스템, 변압기, 스위치기어 등 송/배전 부분은 연평균 4.65%의 안정적인 성장을 보일 것으로 예측됨 (※ 출처 : 2013년 전기산업 동향 및 전망, 한국전기산업진흥회/한국무역협회, 2012.12)

표 58 세계 송/배전설비 시장 전망

(단위 : 억달러, %)

품 목 별	2008년	2013년	2020년	연평균성장
변 압 기	219	278	365	4.35
스위치 기어	184	232	326	4.92
애자 및 금구류	133	167	223	4.43
전 선	200	254	349	4.59
제어시스템	41	52	71	4.78
기타 중전기기	407	514	708	4.85
합 계	1,184	1,497	2,042	4.65

※ 출처 : Goulden Report, The World Market For Transmission & Distribution Equipment and System(2009)

변압기 기술

- 전세계 철도 견인변압기(rail traction transformer)시장은 2013년 11.7억 달러(약 1.3조)에서 年평균 7.52% 증가하여 2018년 16.9억 달러(약 1.9조)에 달할 것으로 예측됨
- 이 중, 아시아-태평양(APAC) 시장은 높은 인구 밀도로 인해 年평균 8.14%의 증가율에 달할 정도로 시장 규모가 급격하게 증가하고 있으며, 열차 종류별로는 고속철도(high-speed train) 견인 변압기 시장이 年평균 11.43%의 증가로 가장 크게 증가할 것으로 예상됨 (※ 출처 : Traction Transformer Market Revenue & Unit Shipment, By Type (Tap Changing, Tapped & Rectifier), Rolling Stock (Electric Locomotives, High Speed Trains, Electric Multiple Units (Emus) & Trams), Voltage Network (Ac & Dc) & Geography (2013-2018), 2013, Market and Market)
- 스위스 철도부품 제작사인 ABB社는 중국 정부와 1,120대의 고속 철도차량(Siemens Velaro 380)에 견인 변압기(CHR3-380)를 공급하기로 계약하였으며, Bombardier, Alstom 등의 철도 제작사에도 견인 변압기를 납품하였음 (※ 출처 : China's rail revolution/ABB power rail traffic in Germany, ABB's annual report, 2010)



그림 164 ABB's Traction Transformer for Siemens's High-speed train



그림 165 ABB's Traction Transformer in Velaro 380(China)



그림 166 ABB's Traction Transformer in Bombardier TALENT 2(Germany)



그림 167 ABB's Traction Transformer in Alstom Coradia (Germany)

견인전동기 기술

- 견인전동기 분야에서 스위스 철도부품 제작사인 ABB社는 높은 사양의 부품을 제작하는 선도업체로 1909년부터 부품을 공급하였음, ABB社사는 전세계 100개국에 견인전동기를 납품하였으며 가벼운 Metropolitan 트램에서 부터 무거운 철도차량(Locomotives)까지 다양한 사양의 견인전동기를 제작하고 있음 (※ 출처 : ABB's annual

report)

- ABB社사의 frameless induction traction motor는 안정적 운영 및 높은 토크 출력으로 고속철도 차량에 적합하며, Modular traction motors는 잦은 출발/정차가 가능하고 높은 가속도를 유지할 수 있게 설계되어 도시 간 열차에 적합함 (※ 출처 : ABB's annual report)



그림 168 ABB's Modular traction motors



그림 169 ABB's frameless induction traction motor

### 감속기 기술

- 오스트리아 철도부품 제작사인 Voith Turbo GmbH & Co社는 2013년 4월 30일 런던에서 개최된 철도기술 관련 무역 전시회에서 고속 열차용 Bevel gear KE-type(KE-456)을 전시하였음, 이 Gear는 무게와 소음이 최소화 되었으며 400km/h까지 운행할 수 있도록 설계된 장치로 2013년 5월까지 시험을 완료하여 부품을 제작할 예정임 (※ 출처 : Voith Turbo GmbH & Co's annual report)



그림 170 Voith's Gear Units for High-Speed Trains



그림 171 Voith's Gear Units for Electrically Powered Railcars



그림 172 Voith's Gear Units for Light Rail Vehicles



그림 173 Voith's Gear Units for Metro

### 차륜 기술

- 차륜 분야에서 독일의 Schuler社는 높은 압력(20,000kN~50,000kN)을 가해 단조 압연할 수 있는 철도 차륜 제작 턴키시스템을 구축하여, 제작시간을 단축하였으며 높은 수준의 철도 차륜을 제작할 수 있게 되었음 (※ 출처 : Schuler's annual report)



그림 174 Hydraulic press for forging railway wheels

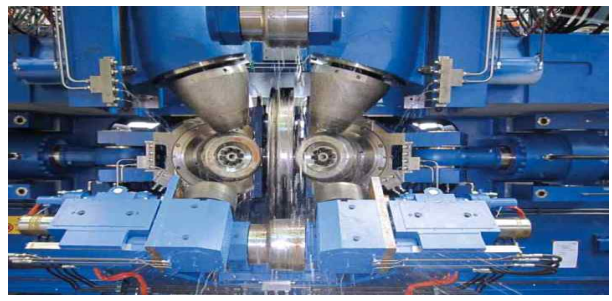


그림 175 The new Schuler wheel rolling machine MHRV-180/80



그림 176 Forging and rolling railway wheels in a complete system

#### 전력변환장치 기술

- 전력변환장치(Inverter) 시장은 2012년 450억 달러(약 49조)에서 2020년 710억 달러(약 77.4조)로 증가할 것으로 예상되며, 2012년 2,800만개에서 2020년 8,000만개로 생산량도 크게 증가할 것으로 예상됨
- 향후, 인버터 시장에서 가장 전도유망한 6개 사업 군(Rail traction, PV, Wind turbines, EV/HEV, motor drives, UPS)에 철도 분야가 들어갈 정도로 철도 분야 전력변환장치 시장도 확대될 것으로 예상됨 (※ 출처 : Inverter market trends for 2013~2020, Yole Développement, 2013)

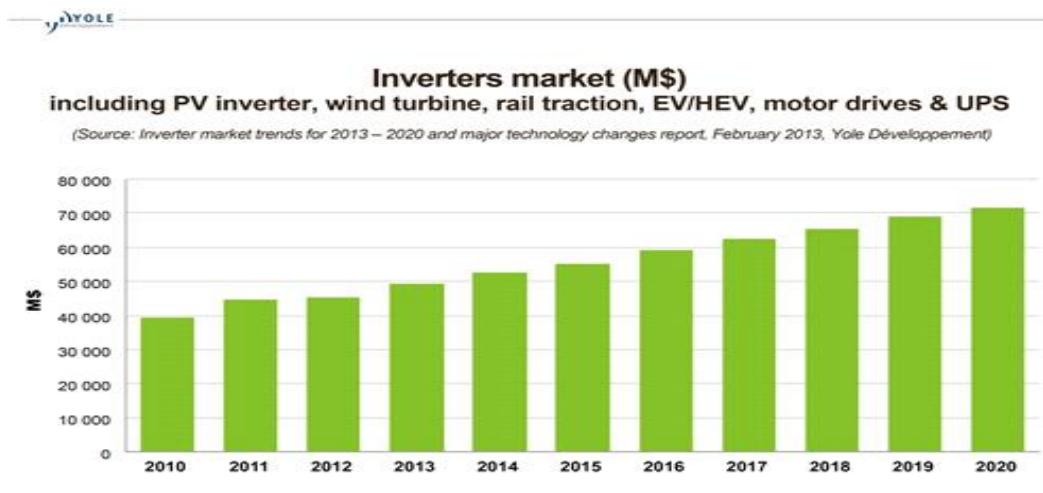


그림 177 전세계 Inverter 시장 증가율 - (2010~2020년)

- 철도 전력공급(Electrification) 관련 전세계 신규/개량(New development and upgrade)시장은 40억 유로(2011년 기준, 약 9.2조)로, Siemens, Balfour Beatty Rail 등이 시장을 주도하고 있음 (※ 출처 : Worldwide Market for railway technology, 2012, 독일 SCI)

Worldwide Market Shares by Supplier Electrification 2007-2011  
New Development and Upgrade [EUR million]

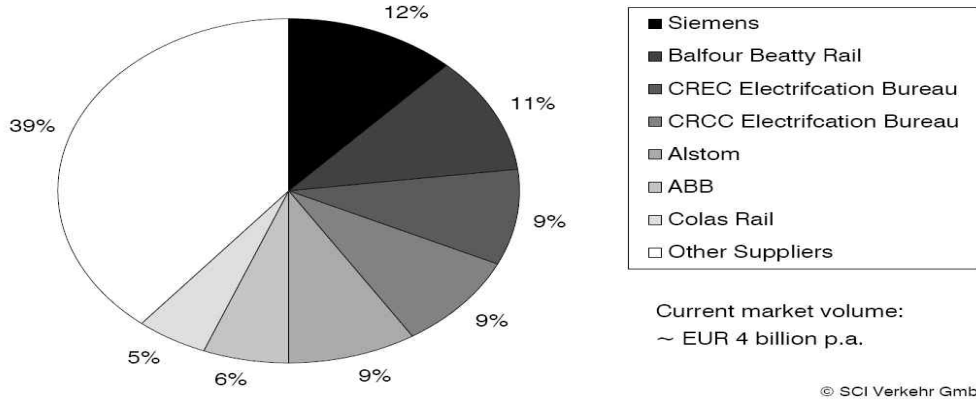


그림 178 철도전력공급 관련 신규/개량분야의 전세계 시장 점유율(업체별) - 2011년 기준

- 또한, 철도 전력공급 관련 전세계 유지보수 및 교체(Renewal and Maintenance) 시장은 27억 유로(2011년 기준, 약 3.9조)로, 서유럽이 44.6%의 시장 점유율로 시장을 주도하고 있으며 CIS(러시아)가 19.2%, 아시아가 18.1%의 점유율을 보이고 있음

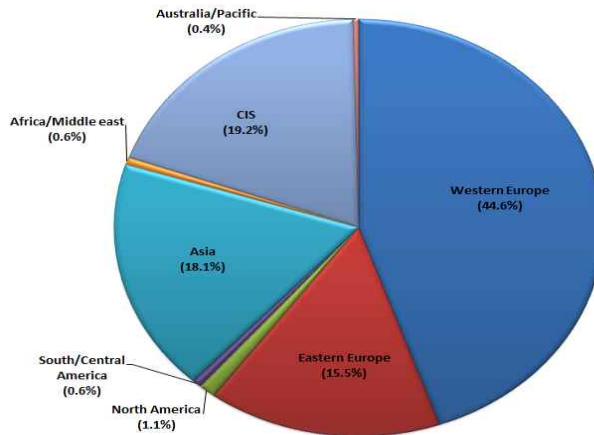


그림 179 철도전력공급 관련 유지보수 및 교체분야  
전세계 시장 점유율 (지역별) - 2011년 기준

- 2011~2016년 사이 연평균 증가율의 경우 아프리카/중동이 13.2%로 가장 높고, CIS 5.5%, 아시아 5.1%, 서유럽이 2.8%로 예상되는데, 이러한 점유율 및 성장률을 종합적으로 고려하였을 때, 향후 CIS 및 아시아 지역이 관련 분야 시장의 성장을 주도할 것으로 예상됨 (※ 출처 : Worldwide Market for railway technology, 2012, 독일 SCI)

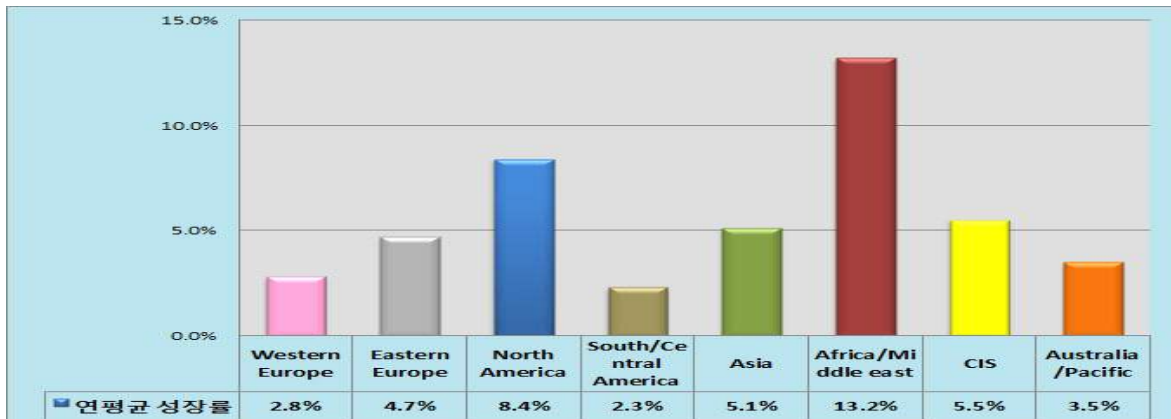


그림 180 철도전력공급 관련 유지보수 및 교체분야 전세계 시장 성장률 (지역별) - 2011~2016년 기준

- 미국의 Martek Power社는 철도 차량용 컨버터 및 인버터 제작 업체로 통신, 승객정보시스템, 엔진관리시스템, 화재방지시스템 등 많은 곳에 활용할 수 있는 부품을 제작 공급하고 있음 (\* 출처 : Martek Power- DC-DC Converters and DC-AC Inverters for the Rail Industry, railway-technology.com)



그림 181 Martek Power's 800W DC-DC Converter



그림 182 Martek Power's 750W DC-AC Converter

### IGBT 기술

- 전세계 능동전자부품(active electronic components)시장은 2011년 1,376억 달러(약 152.9조)이었으며, 2017년까지 매년 9.7% 성장을 통해 2,298억 달러(약 255.3조)로 증가될 것으로 예상됨, 특히 아시아-태평양 시장은 年 평균 11.9% 성장을 통해 1,365억 달러(약 151.7조)로 증가할 것으로 예상됨 (\* 출처 : Active Electronic Components: Technologies and Global Markets (BCC Research, 2012))
- 전세계 금속 매트릭스 복합재료(MMC : metal matrix composites) 소비시장은 2008년 4.4백만kg에서 年 5.9% 성장을 통해 5.9백만kg로 증가할 것으로 예상됨, 이 중 지상교통 부분의 소비량이 가장 많으며 年 평균 5.2% 성장을 통해 2013년 3.2백만 kg로 증가할 것으로 예상됨 (\* 출처 : Metal Matrix Composites: The Global Market (BCC Research, 2009))

SUMMARY FIGURE  
GLOBAL MARKET FOR ACTIVE ELECTRONIC COMPONENTS BY REGION, 2010-2017  
(\$ MILLIONS)

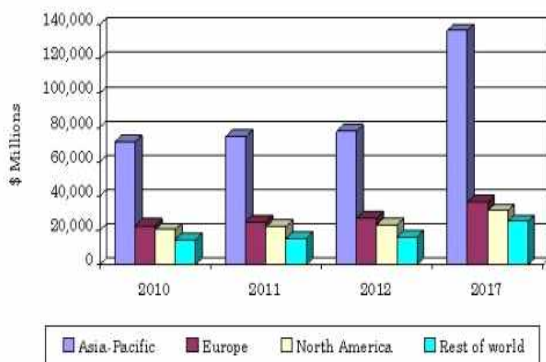


그림 183 Global market for active electronic components

SUMMARY FIGURE  
GLOBAL MMC OUTLOOK BY APPLICATION/SEGMENT, 2004-2013  
KG 1,000S

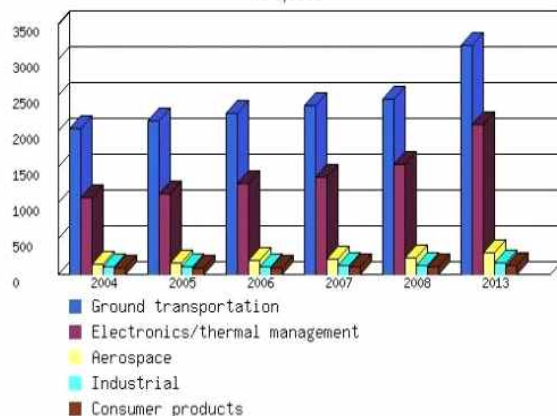


그림 184 Global MMC market outlook

**열차제어 시장**

- 신호/제어 관련 전세계 신규/개량(New development and upgrade)시장은 64억 유로 (2011년 기준, 약 9.2조)로, China Railway signal & com, Siemens, Thales, Ansaldo STS 등이 시장을 주도하고 있음 (※ 출처 : Worldwide Market for railway technology, 2012, 독일 SCI)

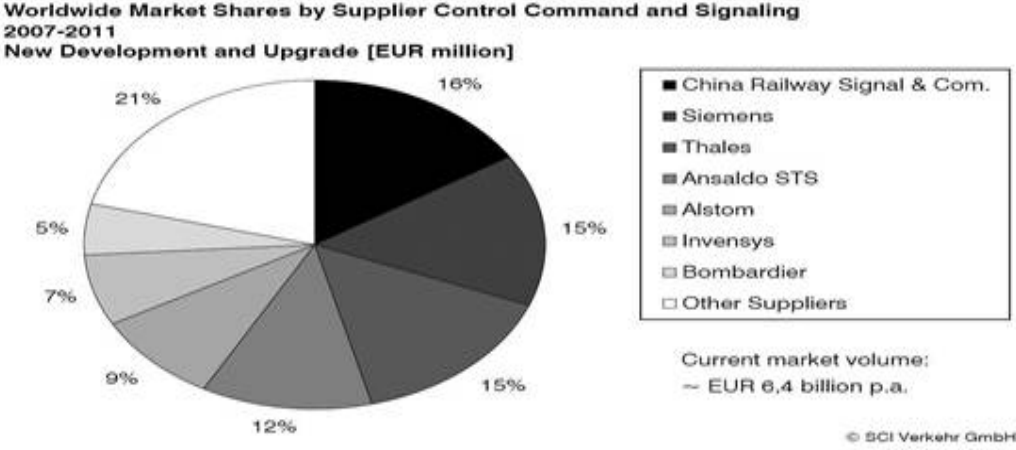


그림 185 신호/제어 관련 신규/개량분야의 전세계 시장 점유율(업체별) - 2011년 기준

- 또한, 신호/제어 관련 전세계 유지보수 및 교체(Renewal and Maintenance) 시장은 68억 유로(2011년 기준, 약 9.8조)로, 서유럽이 47.8%의 시장 점유율로 시장을 주도하고 있으며 아시아가 18.2%로 두 번째 큰 시장 점유율을 보이고 있음

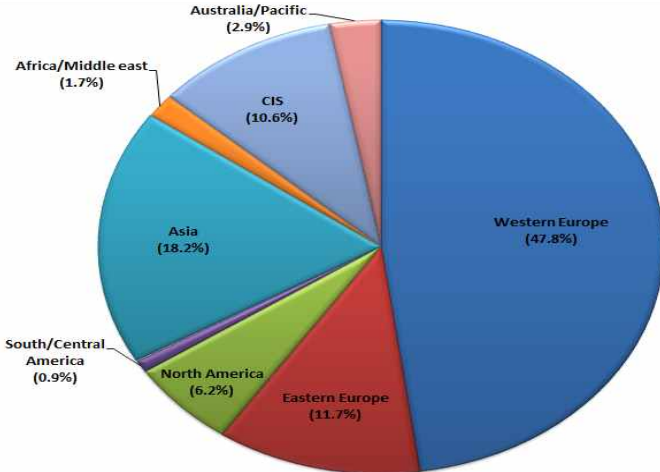


그림 186 신호/제어 관련 유지보수 및 교체분야 전세계 시장 점유율 (지역별) - 2011년 기준

- 다만, 2011~2016년 사이 연평균 증가율의 경우 아프리카/중동이 6.7%로 가장 높고, 아시아와 중남미가 각각 5.4%로 두 번째로 높으며, 서유럽은 2.3%로 낮게 예상되는데, 이러한 점유율 및 성장률을 종합적으로 고려하였을 때, 향후 아시아 지역이 관련 분야 시장의 성장을 주도할 것으로 예상됨 (※ 출처 : Worldwide Market for railway technology, 2012, 독일 SCI)

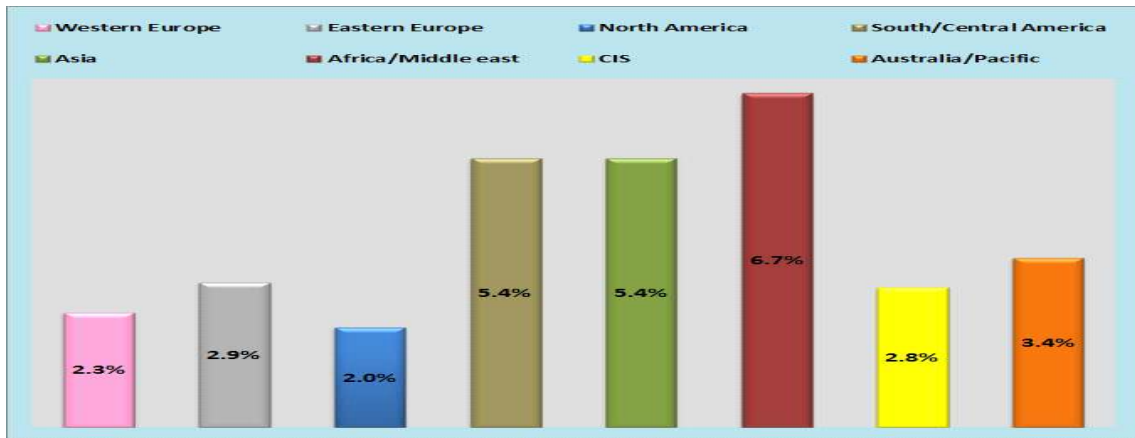


그림 187 신호/제어 관련 유지보수 및 교체분야 전세계 시장 성장률 (지역별) - 2011~2016년 기준

### 주접촉기 기술

- 전세계 수동 및 기타 상호 전자부품(passive and other interconnecting electronic components)시장은 2012년 1,360억 달러(약 148.2조)이었으며, 2017년까지 年평균 9.4% 성장을 통해 2,135억 달러(약 255.3조)로 증가될 것으로 예상됨, 특히 아시아-태평양 시장은 年평균 11.4% 성장을 통해 2012년 766억 달러(약 82.3조)에서 2017년 1,315억 달러(약 143.3조)로 증가할 것으로 예상됨 (※ 출처 : Passive and Interconnecting Electronic Components: Technologies and Global Markets (Focus on Asia-Pacific (BCC Research, 2012))

SUMMARY FIGURE  
GLOBAL MARKET FOR PASSIVE AND INTERCONNECTING ELECTRONIC COMPONENTS,  
2010-2017 (\$ MILLIONS)

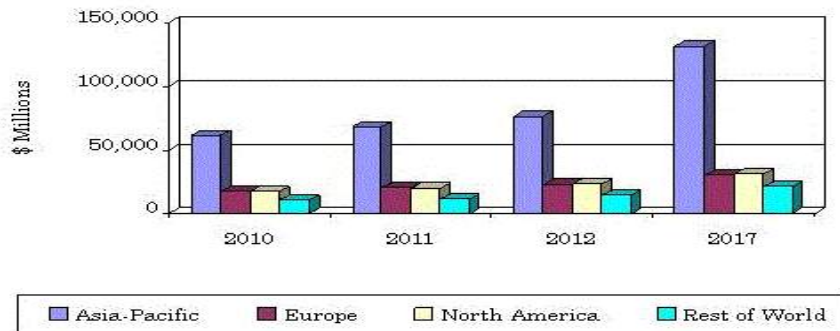


그림 188 수동 및 기타 상호 전자부품 전세계 시장 성장률 (지역별) - 2010~2017년 기준

### 축전지 기술

- 전세계 배터리 제어기술(battery control technolog)시장은 2011년 860억 달러(약 93.7조)로, 2016년까지 年평균 9% 성장을 통해 1,240억 달러(약 135.2조)로 증가될 것으로 예상됨, 이 중 배터리 충전시장이 가장 크며 年평균 7.6% 성장을 통해 2011년 480억 달러(약 52.3조)에서 2017년 696억 달러(약 75.9조)로 증가할 것으로 예상됨 (※ 출처 : Battery Control Technology : Global Markets (BCC Research, 2012))

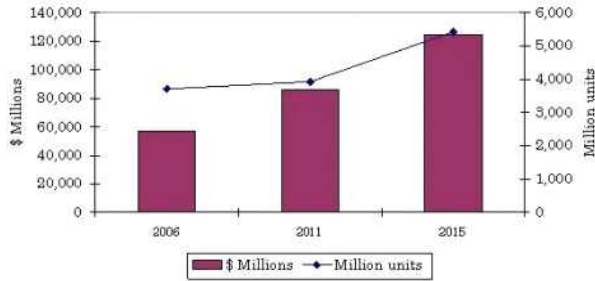


그림 189 Global market for Battery control - 2006~2016년 기준

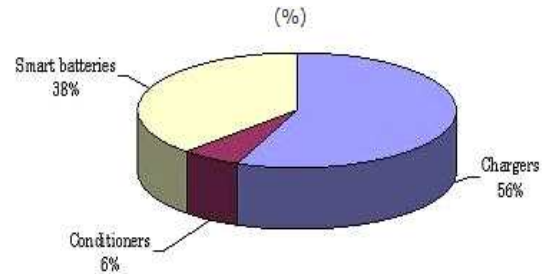


그림 190 Share of battery control technology - 2011

공기조화장치 및 냉각시스템 기술

- 미국의 HVAC시장은 1997년부터 2006년 사이 공기정화/에어컨 분야에서 45% 증가 하였음 (※ 출처 : HVAC in the U.S., 2nd Edition — Green and Global (Companies and markets, 2010))
- 전세계 환경분야 센서 및 모니터링 기술 시장(environmental sensor and monitoring market)은 2011년 111억 달러(약 12.1조원)에서 年평균 6.5% 증가하여 2016년 153억 달러(약 16.7조원)에 달할 것으로 전망됨 (※ 출처 : Environmental Sensing and Monitoring Technologies, 2009, BCC Research)

SUMMARY FIGURE  
GLOBAL ENVIRONMENTAL SENSOR AND MONITORING BUSINESS BY MARKET CATEGORY, 2009-2016  
(\$ BILLIONS)

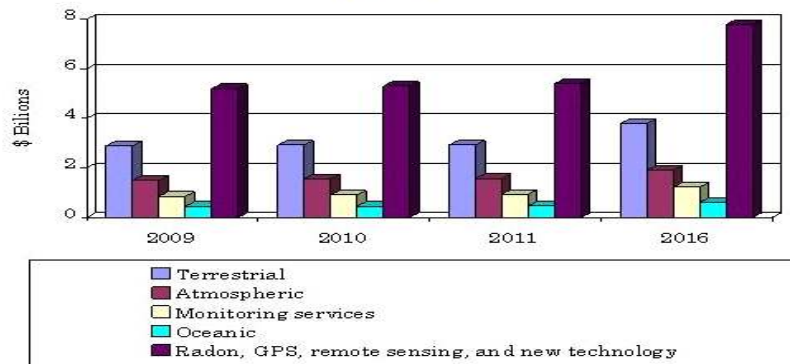


그림 191 환경분야 센서 및 모니터링 전세계 시장 성장률 - 2009~2016년 기준

- 오스트리아 철도부품 제작사인 Voith Turbo GmbH & Co社의 냉각시스템은 다양한 위치 및 차량에 적용이 가능하며, 냉각팬을 통한 열 분산으로 냉각시스템이 제어됨 (※ 출처 : Voith Turbo GmbH & Co's annual report)



그림 192 Underfloor cooling system



그림 193 Roof cooling system



그림 194 cooling tower



그림 195 Front-end cooling system



그림 196 Machine room cooling system



그림 197 Monorail cooling system

준고속 전기철도(EMU) 시장

- 2007~2011년 준고속 전기철도(EMU : Electric Multiple Units) 관련 전세계 생산량은 5,400대로 Bombardier가 28%로 가장 많고, 기타 Japan supplier, Alstom, Stadler 등도 높은 수준을 보이고 있음 (※ 출처 : Worldwide Market for railway technology, 2012, 독일 SCI)

Worldwide Delivery by Manufacturer Electro Multiple Units 2007-2011 [Number of Units]

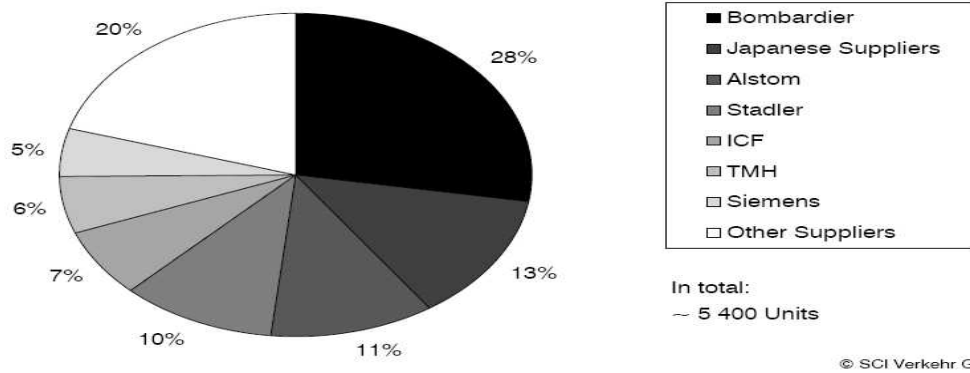


그림 198 준고속 전기철도(EMU) 전세계 시장 점유율(업체별) - 2007~2011년 기준

- 준고속 전기철도(EMU : Electric Multiple Units) 관련 전세계 판매 후(After-sales Service) 시장은 58억 유로(2011년 기준, 약 8.4조)로, 철도 분야 선진국인 서유럽과 아시아가 38.5%의 시장 점유율로 시장을 주도하고 있음

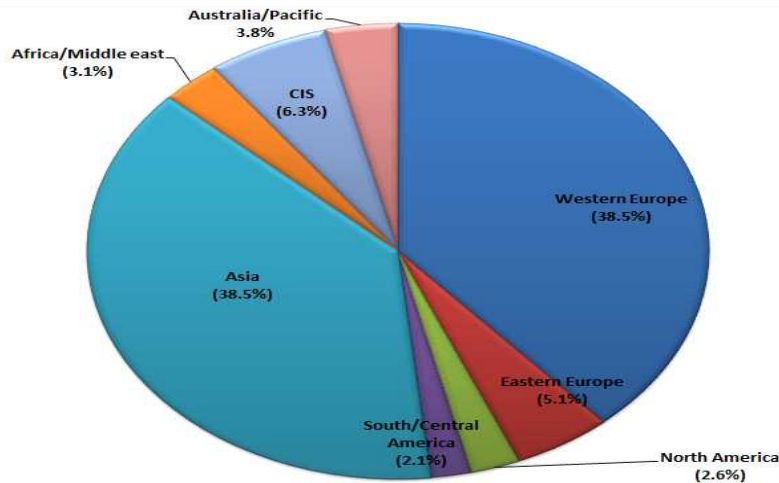


그림 199 준고속 전기철도(EMU) 판매 후 분야 전세계 시장 점유율 (지역별) - 2011년 기준

- 2011~2016년 사이 **연평균 증가율의 경우 북미가 6.4%**로 가장 높지만, 점유율 및 성장률을 종합적으로 고려하였을 때, **향후 서유럽 및 아시아 지역이 관련 분야 시장을 주도할 것으로 예상됨** (※ 출처 : Worldwide Market for railway technology, 2012, 독일 SCI)

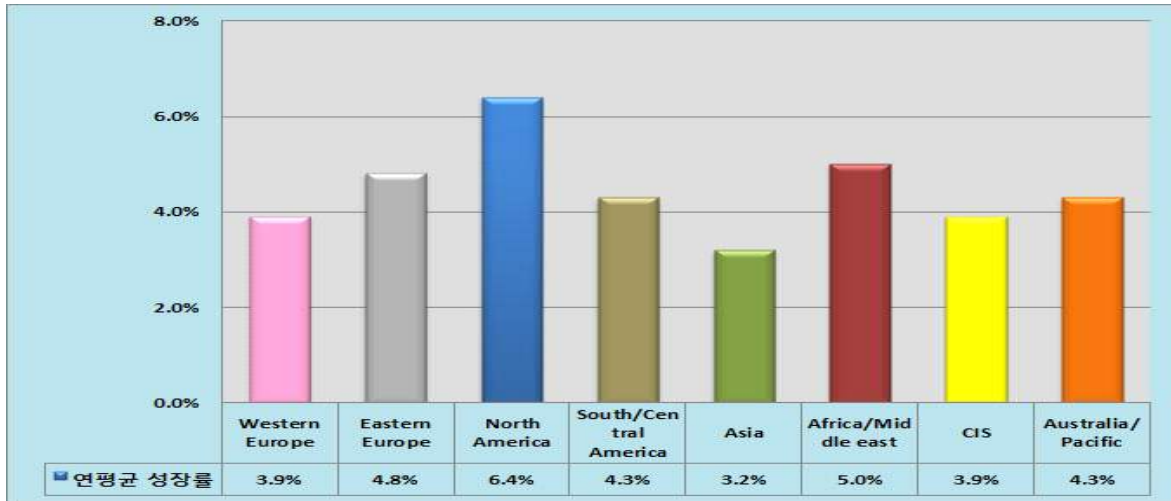


그림 200 준고속 전기철도(EMU) 판매 後 분야 전세계 시장 성장률 (지역별) - 2011~2016년 기준

#### 4절 임베디드 소프트웨어 시장 분석

- Embedded S/W는 Application Layer(H/W 작동), Middleware(Networking, Communication), Operating System(BSD 4.4, freeRTOS 등 OS)의 3항목으로 구성됨. 통상 Embedded S/W는 RTOS(Real Time Operating System)로 인식됨. Embedded S/W에 대한 글로벌 시장규모는 상기 3항목을 모두 포함한 전체로서 조사되고 있음. Embedded S/W 시장은 통신, 산업자 동화, 자동차 등 교통수단을 중심으로 시장이 형성되어 있음

(※ 출처 : Global Market for Embedded Software, 2012, Frost & Sullivan)

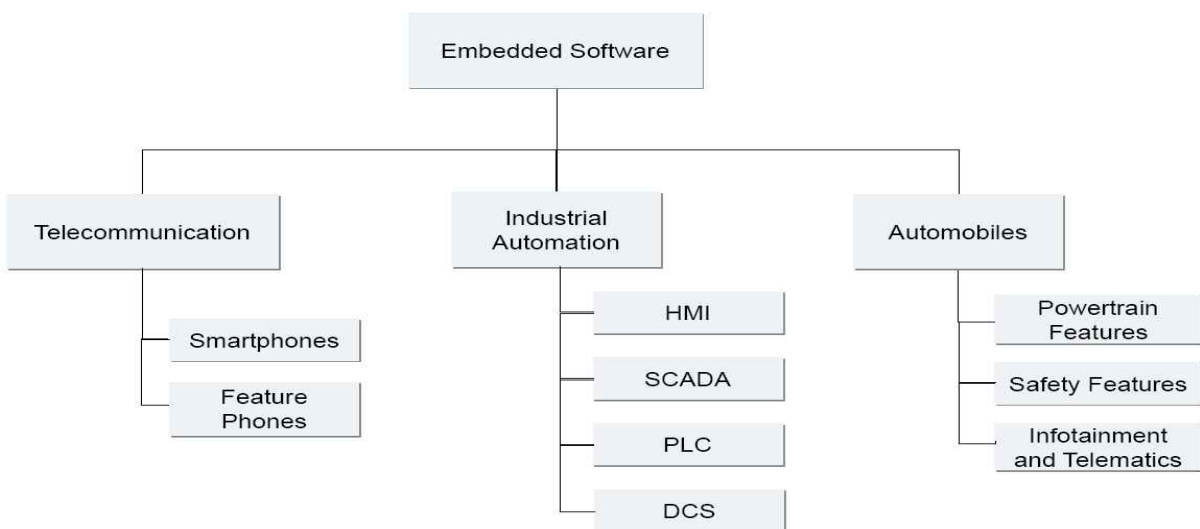


그림 201 Total Embedded Software Market : Segmentation, Global, 2010

- 스마트폰에 대한 수요증가, 기술변화 촉진 등의 요인으로 Embedded S/W 글로벌 시장은 2010년 408억 달러 수준에서 2017년 1,598억 달러 수준까지 年평균 21.5%씩 크게 성장할 것으로 예측됨

(※ 출처 : Global Market for Embedded Software, 2012, Frost & Sullivan)

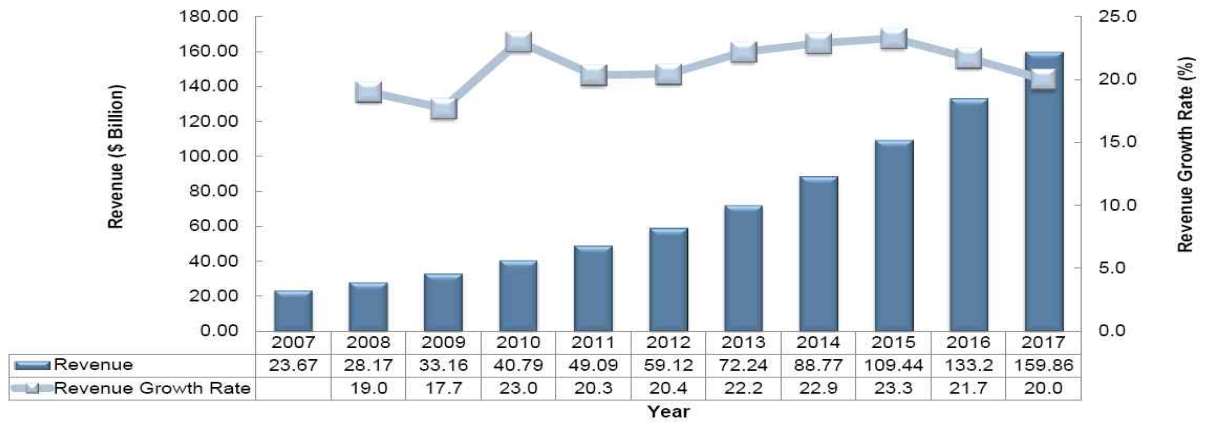
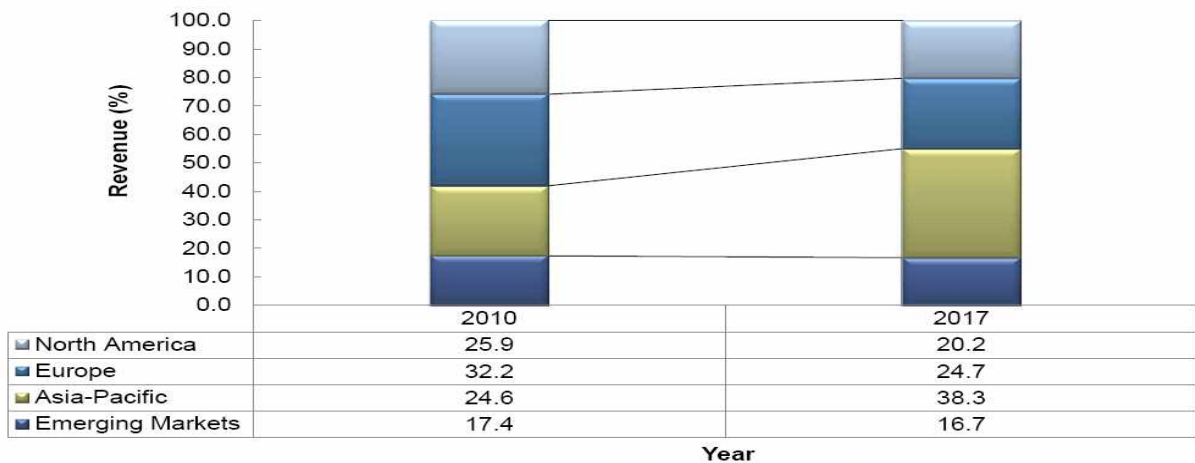


그림 202 Total Embedded Software Market : Revenue Forecast, Global, 2007~2017

- Embedded S/W 글로벌 시장을 지역별로 살펴보면, 북미, 유럽, 아시아-태평양 지역이 80% 이상을 차지하고 있으며, 아프리카/남미 등의 지역이 Emerging Market으로 부상하고 있음. 특히 아시아-태평양 지역의 시장성장율이 매우 높게 성장하고 있어 주목할 필요가 있음

(※ 출처 : Global Market for Embedded Software, 2012, Frost & Sullivan)

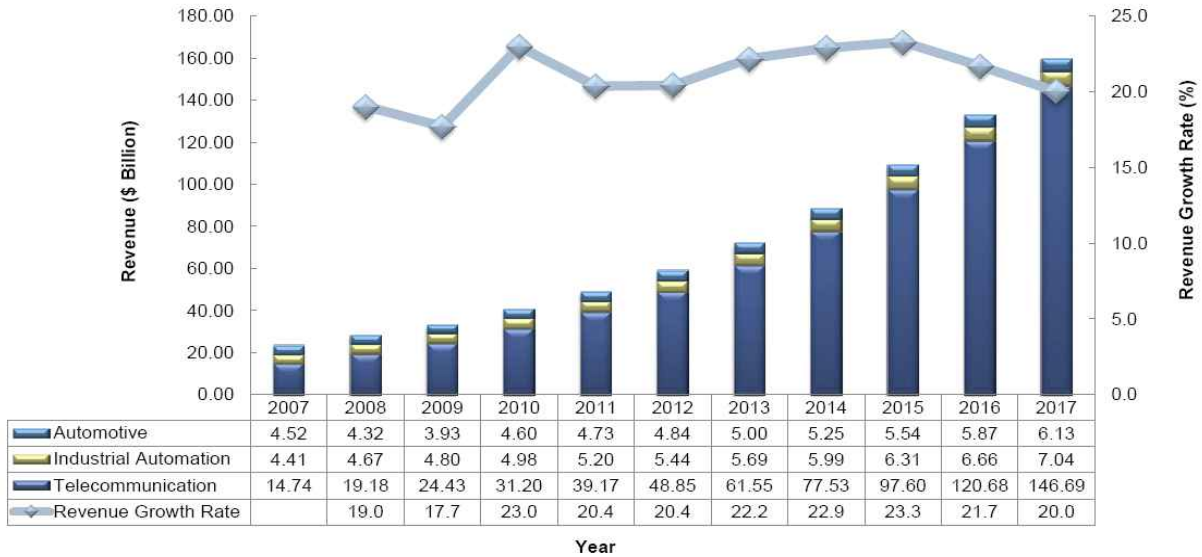


Year	North America (\$ Billion)	Europe (\$ Billion)	Asia-Pacific (\$ Billion)	Emerging Markets (\$ Billion)
2007	5.42	7.77	5.74	4.73
2008	6.70	9.08	7.07	5.32
2009	8.20	10.40	8.50	6.06
2010	10.55	13.12	10.04	7.08
2011	12.57	15.56	12.49	8.47
2012	14.87	17.94	16.47	9.84
2013	17.74	20.49	22.34	11.66
2014	21.03	23.81	29.71	14.21
2015	24.48	28.26	39.04	17.66
2016	28.21	33.66	49.71	21.62
2017	32.36	39.54	61.22	26.73
<b>CAGR</b>	<b>17.4%</b>	<b>17.1%</b>	<b>29.5%</b>	<b>20.9%</b>

그림 203 Total Embedded Software Market : Percent Revenue Forecast by Region, 2007~2017

- Embedded S/W 글로벌 시장을 산업별로 살펴보면, 통신시장이 대부분을 차지하고 있고 성장률도 매우 높게 나타나고 있음. 자동차 등 교통부문(Automotive) 산업에서도 2010년 46억 달러에서, 2017년 61억 달러까지 성장이 예상되고 있음.

(※ 출처 : Global Market for Embedded Software, 2012, Frost & Sullivan)



Year	Revenue Growth Rate (%)	Automotive (\$ Billion)	Industrial Automation (\$ Billion)	Telecommunication (\$ Billion)
2007	-	4.52	4.41	14.74
2008	19.0	4.32	4.67	19.18
2009	17.7	3.93	4.80	24.43
2010	23.0	4.60	4.98	31.20
2011	20.4	4.73	5.20	39.17
2012	20.4	4.84	5.44	48.85
2013	22.2	5.00	5.69	61.55
2014	22.9	5.25	5.99	77.53
2015	23.3	5.54	6.31	97.60
2016	21.7	5.87	6.66	120.68
2017	20.0	6.13	7.04	146.69
<b>CAGR</b>	<b>21.5%</b>	<b>4.2%</b>	<b>5.1%</b>	<b>24.7%</b>

그림 204 Total Embedded Software Market : Percent Revenue Forecast by Vertical Market, 2007~2017

## 5절 글로벌 CAD 및 모델링 소프트웨어 시장 분석

- CAD 및 모델링 소프트웨어에 대한 세계시장은 성숙기(Mature)상태에 있으며, 2011년 기준으로 62억 달러 시장규모를 나타내고 있음. 2018년까지 年평균 9.2%씩 성장하여 116억 달러 이상의 규모에 이를 것으로 예상됨 (※출처 : Global CAD and Modeling Software Market, 2013, Frost&Sullivan)

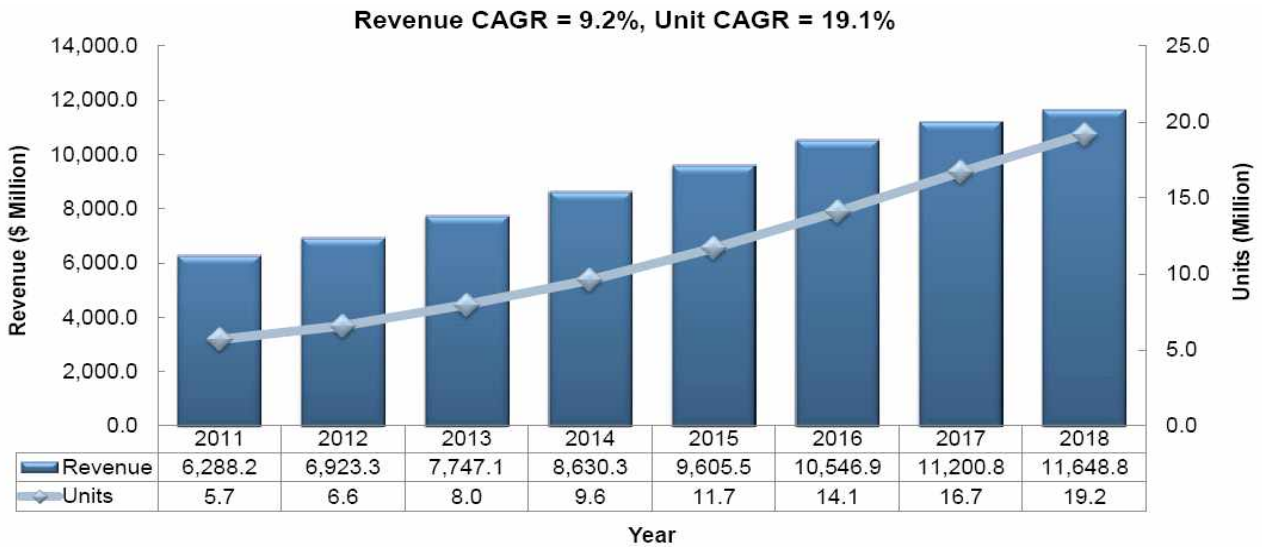


그림 205 Total CAD and Modeling Software Market: Unit Shipment and Revenue Forecast, Global, 2011-2018

- 2011년 현재 CAD 및 모델링 소프트웨어 세계시장을 살펴보면, 3D CAD가 86.0%이고 2D CAD는 14.0%에 불과함. 현재 3D CAD가 이 분야 시장을 주도하고 있는 것으로 보여 짐 (※출처 : Global CAD and Modeling Software Market, 2013, Frost&Sullivan)

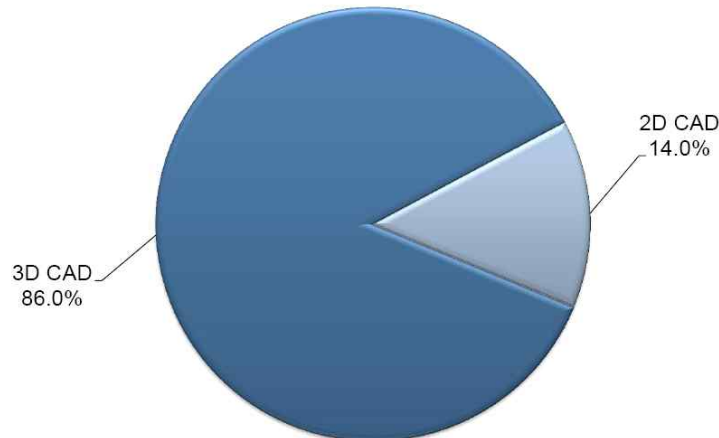


그림 206 Percent Revenue Breakdown Total CAD and Modeling Software Market: Global, 2011

- CAD 및 모델링 소프트웨어의 세계시장을 선도하는 주요 기업으로는 Dassault Systemes(26.9%), Autodesk (26.3%), Siemens AG(11.3%), Bentley Systems(6.3%) 등이 있음. Dassault Systemes가 이 분야 시장을 선도하는 기업이며, Autodesk社는 AutoCAD를 통해 Dassault Systemes와 경쟁하고 있으며, 특히 BIM 시장에서 큰 경쟁력을 갖고 있는 기업임 (※출처 : Global CAD and Modeling Software

Market, 2013, Frost&Sullivan)

**Percent of Revenue  
Total CAD and Modeling Software Market: Global, 2011**

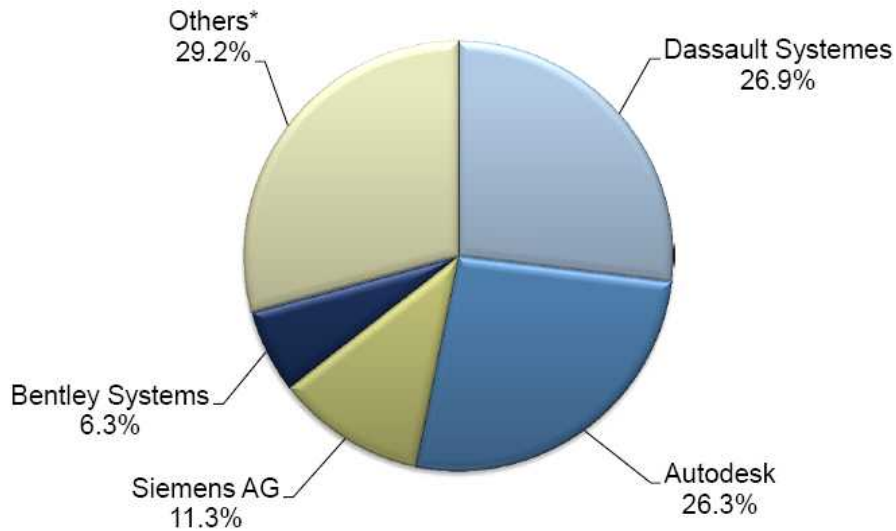


그림 207 Percent of Revenue Total CAD and Modeling Software Market: Global, 2011

- Dassault Systems (Dassault)는 CAD에서 가장 많이 활용되는 솔루션인 CATIA를 주요 제품으로 하여 Market Leader가 되어 있음. 최근, Autodesk사는 Revit의 인수로 BIM Market에서 강한 경쟁력을 유지하여 Dassault사의 도전자로서 역할을 하고 있음 (※출처 : Global CAD and Modeling Software Market, 2013, Frost&Sullivan)

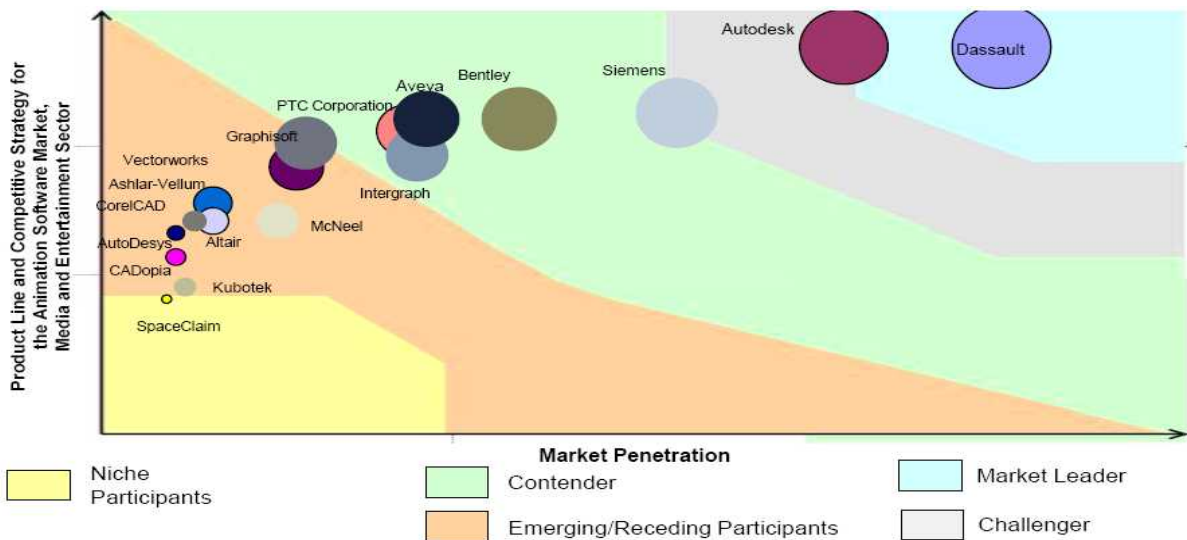


그림 208 Total CAD and Modeling Software Market: Competitive Landscape, Global, 2011

- CAD 및 모델링 소프트웨어 시장에서 이미 선진화된 국가들과 새롭게 부상하는 국가들 간의 시장 활용도는 다소 다르게 나타남. (※출처 : Global CAD and Modeling Software Market, 2013, Frost&Sullivan)
- 선진국은 이미 이 분야에 대한 S/W와 전문가를 보유하고 있음에 따라 성숙기 시장 단계에 들어서 있으며, 3D CAD, BIM과 같은 트렌드가 Cloud, Tablet과 연계하여 새로운 성장 동력이 될 것으로 보여짐.

- 신흥 시장은 석유와 가스 분야 등의 새로운 인프라개발 및 현대화를 위해 CAD를 채택하고 있으며, 계속해서 성장기 단계에 있음.

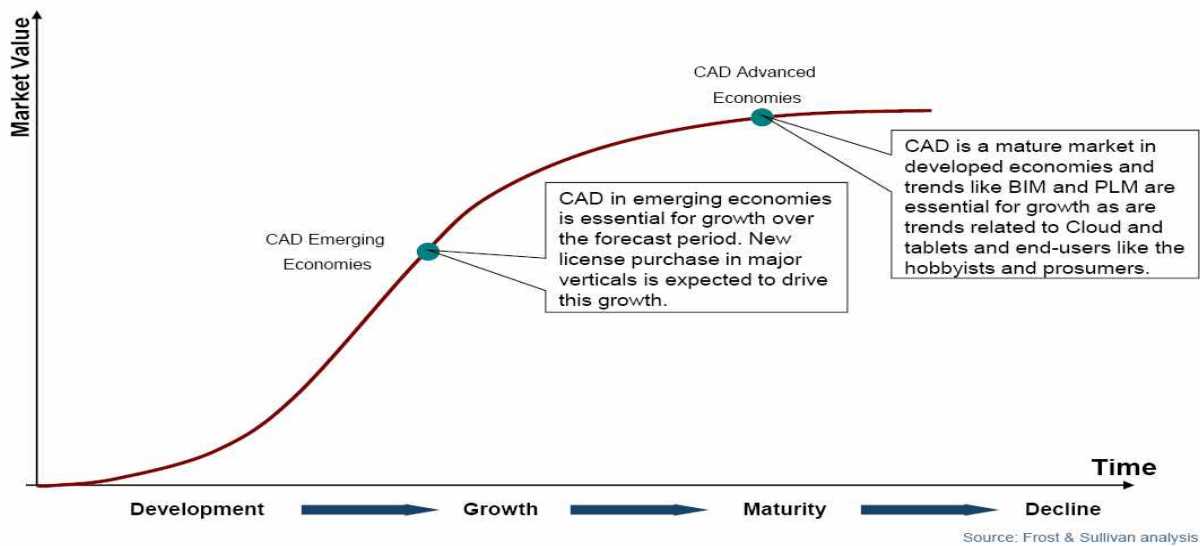


그림 209 Total CAD and Modeling Software Market: Product Life Cycle Analysis, Global, 2011

- CAD Market의 중요 분야로는 Architecture, Engineering and Construction(AEC)와 Mechanical CAD (MCAD)의 두 분류로 분류되며, AEC분야 시장점유율은 2011년 현재 48.4%에서 2018년 47.1%로 다소 감소할 것으로 예상되고, MCAD분야 시장점유율은 2011년 51.6%에서 2018년 52.9%로 다소 증가할 것으로 예상되나, 두 분야 모두 현재의 시장점유율 상태를 크게 변동시키지 않고 2018년까지 비슷한 비율을 유지할 것으로 보임. (※출처 : Global CAD and Modeling Software Market, 2013, Frost&Sullivan)

Total Revenue (%)	AEC	MCAD
2011	48.4	51.6
2018	47.1	52.9





# 5장. 기술개발 방안

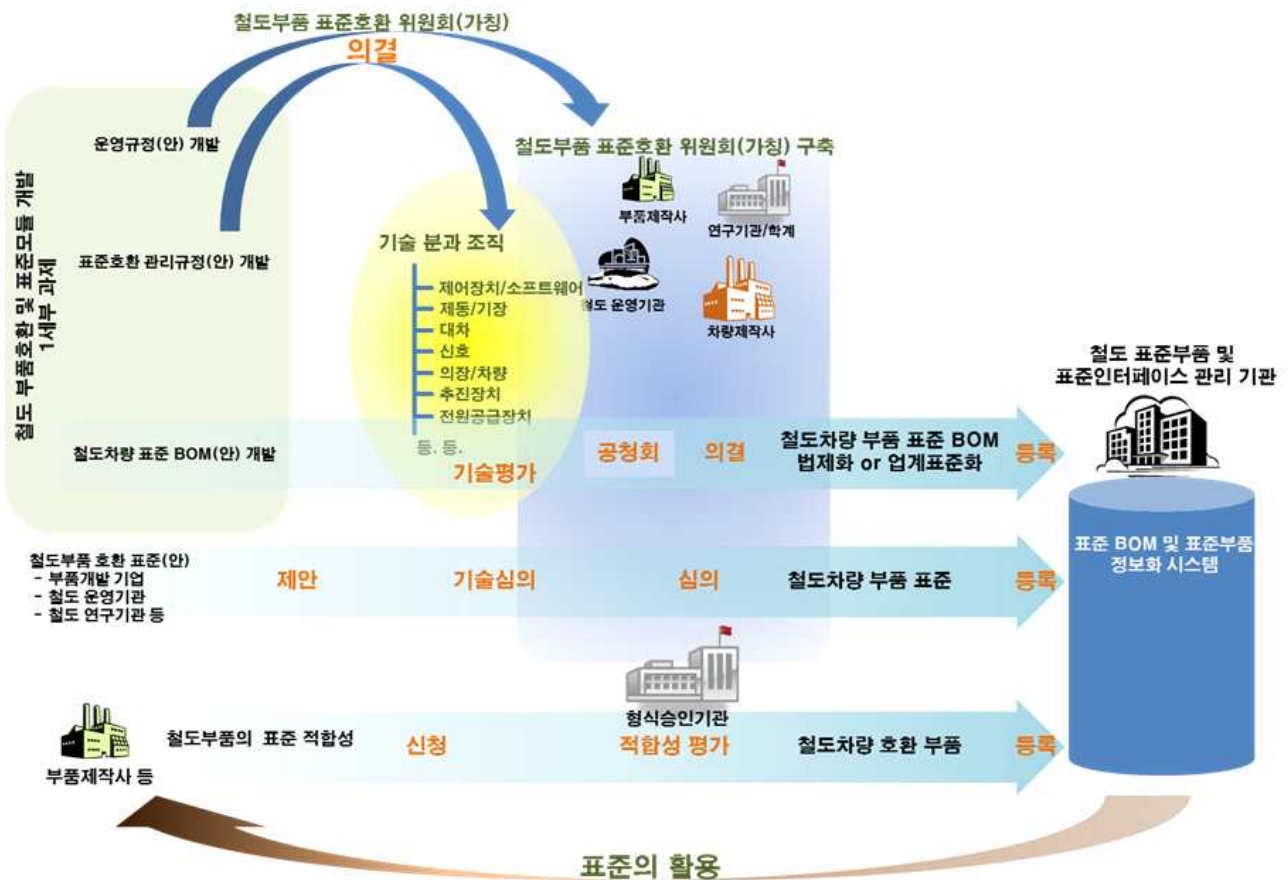
## 1절 호환표준 및 모듈화 기술개발 추진 방안

**[표준화 현황]** 국내에서 철도분야 표준화는 철도공사의 철도용품제도, 국가 R&D로 실시된 표준화사업과 도시철도법의 도시철도용품 등과 각 운영기관에서 표준용품을 실시하는 등 많은 시도가 있었다. 그럼에도 최근 30년간의 급격한 철도기술의 발전, 다양한 차량 제작사 등으로 표준의 효과를 보지 못하고 있다. 이제 국내 현실에 적합하고 국내 시장현황에 적합한 표준화의 정의가 필요하다.

**[표준화 목표]** 표준화의 목표를 정확히 수립하여 표준화 효과가 극대화될 수 있는 방안을 도출하는 것이 필요하다. 본 기획과제를 통하여 요구되는 표준화의 목표는 본과제의 목적인 강소기업과 철도운영기관의 효율성에 목표를 두는 것이 타당하겠다.

- 소품종 대량생산이 가능한 표준화
- 모든 운영기관이 사용할 수 있는 표준화
- 기술의 발전을 저해하지 않는 유연성을 확보한 표준화

### [호환 표준 개발 및 운영방법]



- 철도부품 표준호환위원회(가칭) 운영
- 철도부품 표준호환 관리규정 개발
- 철도차량 표준 BOM 개발
- 철도부품 호환 표준 운영
- 철도부품 표준 호환성 적합성 평가제도 운영

**[철도부품 표준호환 위원회(가칭) 운영]** 철도차량 부품의 표준 체계의 운영을 위한 철도부품제작사와 철도차량제작사, 철도운영기관, 철도부품 관련 연구기관 및 학계 등의 참여로 구성되는 “철도부품 표준호환 위원회(가칭, 이후 ‘표준호환위’ 라 함)” 를 운영하며 과제 종료 이후에는 회원사의 참여에 의하여 업계 표준을 주도하고 운영하는 독립적 운영기관으로 발전시킴. 표준호환위의 임무는 다음과 같다.

- 표준호환위의 운영규정의 제정 및 수정 의결
- 철도부품 표준호환 관리규정의 제정 및 수정 의결
- 철도부품 호환표준의 세부 기술 평가를 위한 기술분과의 운영
- 철도차량 표준 BOM의 제정 및 수정 의결
- 철도부품 호환 표준(안)에 대한 최종심의 의결
- 철도부품 표준 호환성 적합성 평가제도에 대한 규정의 제정 및 수정 의결

**[표준호환위의 설립]** 표준호환위는 과제 기간동안 임시로 운영되며 회원사의 가입으로 표준호환위원회와 기술분과에 참여할 수 있으며 표준호환위와 기술분과의 규모는 본 연구를 통해 제시함

**[표준호환위의 기술분과 운영]** 표준호환위는 철도차량 표준 구성체계(BOM) 및 부품 호환 표준 등의 기술 심의나 평가를 위하여 기술분과를 조직/운영함. 기술분과는 참여 회원사 중의 전문가로 구성되며 표준호환위에서 임명함. 기술분과의 임무는 다음과 같다. 기술분과의 종류는 표 70의 철도차량 중분류 예시와 같은 구조를 가질 수 있다.

- 철도차량 표준 BOM의 각 분야별 기술평가
- 철도부품 호환표준(안)의 기술심의 및 위원회에 상정

**[철도부품 표준 구성체계(BOM) 정의]** 표준 BOM은 철도차량을 구성하는 표준모듈의 체계를 제작사, 운영기관, 구성품/부품 제작사 등이 공통으로 운영하는 체계를 말한다. 표준BOM은 동일한 기능/성능을 가진 표준모듈은 동일한 관리번호체계를 유지하고 기술변화에 따라 호환성을 구분하고 동종의 부품간의 호환여부를 확인할 수 있는 방법을 제공한다.

**[표준 BOM의 운영]** 철도부품 표준 구성체계(BOM)는 본 연구를 통하여 개발되며 표준 호환위 기술분과의 기술평가와 공청회 및 표준호환위의 의결로 규정되고 표준 BOM의 활용을 위하여 법제화나 회원사 간 업계 표준등으로 등록하여 국내 철도관련 기관이 모두 활용할 수 있도록 규정화하며, 회원사 및 철도관련 제작사, 기관 등이 원활히 사용할 수 있도록 정보화시스템을 구축하여 일반에게 제공함

표 59 철도차량 부품기술 중분류(1)



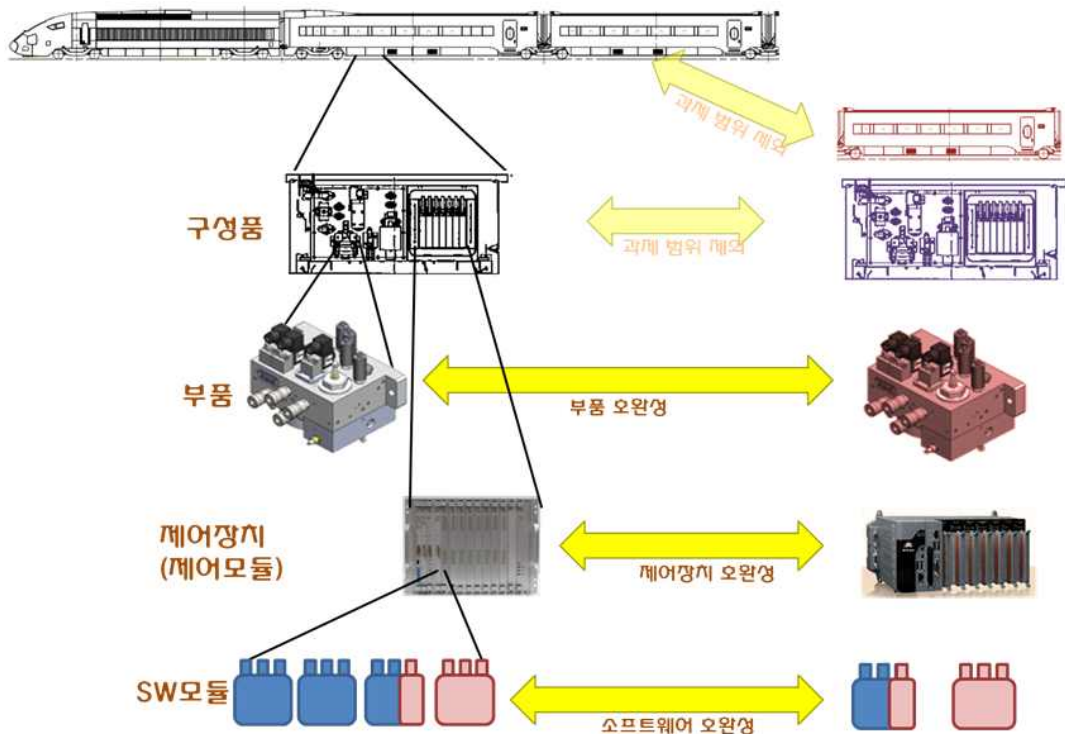
**[표준 BOM의 적합성 평가]** 철도차량을 납품할 경우 철도안전법에 의하여 승인하는 철도차량형식승인기관은 납품되는 차량이 제작사양에서 요구되는 표준BOM의 준수를 확인하는 ‘표준BOM 적합성 평가’를 실시하며 그 결과를 정보화시스템에 등록하여 관련 기관들이 적합성 결과를 활용할 수 있도록 함

**[철도부품 호환표준]** 철도부품 호환표준은 표준호환위에서 제정하는 ‘표준호환 관리규정’에 의하여 표준호환위에서 운영하며, 각 철도부품에 대한 호환표준(기준)을 관련 기관에서 제안하고 기술분과의 기술심의를 통과하고 상정된 표준안을 표준호환위에서 최종 심의함으로 제정함.

**[부품 호환성 방안]** 호환성은 구성품이나 부품의 교체가능성을 말한다. 기존에 노선에서 철도차량의 상호운용 가능성이나 차량 간 편성의 유연성, 유지보수 운용의 호환성 등 다양한 의미를 가지고 있으나, 이 기획과제에서는 다음과 같은 호환성을 정의와 범위로 정의한다.

- 동일품 : 사용하고 있는 부품과 동일한 부품으로 제작사나 모델, 인터페이스, 기능, 성능 등이 동일한 부품
- 호환품 : 모델이 동일하지는 않으나 인터페이스와 기능, 성능 등이 동일하여 교체가 가능한 부품
- 표준 호환품 : 모델이 동일하지 않으나 표준 인터페이스를 만족하며 기능과 성능의 적용이 가능하거나 일부 수정/변경에 의하여 교체 가능한 부품
- 비호환품 : 인터페이스, 기능, 성능 등에서 교체가 불가능한 부품

**[부품 호환성 범위]** 본 과제에서 부품 호환성은 차량, 구성품 단위의 호환성은 포함시키지 않으며 현장교체단위(LRU)의 호환성을 개발함



**[호환 표준의 범위]** 호환성은 다음과 같은 범위를 가진다.

호환 항목	호환 범위	호환 가능성	표준 호환품
인터페이스	- 장착 구조 - 연결 구조 - 통신 - 아날로그 신호 - 디지털 신호	동일하거나 변환 어댑터 채용	장착 표준 연결 표준 통신 표준 아날로그신호 표준 디지털신호 표준
기능	- 기계 부품 - 제어장치 채용 부품	동일한 기능/성능 SW로 유연성 확보	기능 표준 필수
성능	- 기계 부품 - 제어장치 채용 부품	동일한 성능 SW로 유연성 확보	성능 표준 필수

철도용품	호환 대상	호환 가능성	유연성
TCMS	제어장치	표준 RTOS를 사용 표준 I/O 채용 표준 통신 채용	기능의 소프트웨어화
추진장치	제어장치	표준 RTOS를 사용 표준 I/O 구성 표준 통신 채용	기능의 소프트웨어화
	전력변환장치	표준 I/O 구성 동일 기능/성능	표준호환품
제동장치	제어장치	표준 RTOS를 사용 표준 I/O 구성 표준 통신 채용	기능의 소프트웨어화
	제동모듈	표준 I/O 채용 동일 기능/성능	표준호환품

**[호환표준품의 유연성]** 표준화에서 유연성은 부품을 여러 가지 상태에 적용할 수 있는 성질을 말한다. 동일품이나 호환품이 아닌 표준호환품이 여러 상태에 적용할 수 있으려면 유연성을 가져야 하며, 기계부품이나 전기부품의 경우 폭넓은 성능 범위를 가지거나 범위의 조절기능을 가져야한다. 최근 소프트웨어를 채용한 제어장치를 가진 부품은 소프트웨어에 의한 유연성을 확보하는 추세이다.

**[유연성 효과]** 유연성은 국내철도의 소량다품종 구조를 대량다품종의 형태를 확보하여 다양한 요구사항을 만족할 수 있는 형태이다.

[호환표준품의 교체 가능성 및 호환성 효과] 표준호환품으로서 서로 다른 운영기관에서도 같은 종류는 호환이 가능하여 부품 수급의 편리성을 확대하고 서로 다른 부품 제작사간에도 교체가 가능하여 소품종 대량생산이 가능하며 부품의 기술발전으로 개량될 때에서 구형 부품이 신형부품으로 교체가 가능하도록 함

구분	코레일 일반형 EMU 타입	도시철도 EMU타입(구형)	도시철도 EMU타입(신형)	최신적용타입	호환성검토
공기제동장치					호환불가
상용제동전자밸브	① EPL 전공변환밸브 	① EPR2A 전공제동밸브 (통합 모듈형) 	① EP100 전공제동밸브 (통합 모듈형) 	① MBV 전공제동밸브 (통합모듈형) 	호환불가
비상제동전자밸브	② VM28-1A 전자밸브 				호환불가
	③ D복식역지밸브 				
중계밸브	④ J중계밸브 				호환불가
적용프로젝트 (BOU내부밸브를 제공간 호환가능)	과천선 전동차 중앙선 전동차 수인선 전동차 분당선 전동차 경의선 전동차 대구1호선 전동차 서울4호선 전동차 서울7&8호선 전동차(구)	인천1호선	서울 2&3&9호선 전동차 부산3&4호선 전동차 대전 1호선 전동차 인천공항철도 송도연장선 운양선 전동차 등	인천 2호선경전철 우이선경전철	각 BOU내부의 구형은 각 운영처별 호환 가능

[철도 전장품의 모듈(LRU) 분석] 현장교체단위(LRU)단위를 기준으로 호환표준 및 표준 BOM이 개발되며 LRU단위를 검토한 사례를 다음 표에 보인다.

VVVF 인버터장치 LRU

레벨			품명	표준종류
1	2	3		
1			VVVF Ass'y	
	2		Control Unit	제어모듈
		3	Rack Assy	표준호환품 프레임
		3	EOC09-1(광 게이트보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PIP18(속도신호 수신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	INF23-1(아날로그 신호 수신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	INF23-2(아날로그 신호 수신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PIP22(PWM 수신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	INF79(통신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	EOC02(속도신호 수신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PWM33-1(인버터 연산보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PWM33-2(컨버터 연산보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PUZ33(보호동작 연산보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	ISO26(테스트 아날로그 신호출력보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	DOP02(디지털 출력보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	DIP13(디지털 입력보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PWS24(전원입력 필터보드)	표준호환품 프레임
		3	PWS27(제어기 내부 전원공급장치)	표준호환품 프레임
		3	Mother Board	표준호환품 프레임
	2		Contacting Unit	표준호환품

		3	Contactora	표준호환품
		3	바리스터	표준품
	2		Inverter Unit	표준호환품
		3	Stack ass'y(IGBT + Heat pipe)	표준호환품
		3	Snubber capacitor	표준호환품
		3	게이트 드라이버	표준호환품
	2		Filter Reactor	표준호환품
		3	OVCRf Unit	표준호환품
		3	Stack ass'y(사이리스터+방열판)	표준호환품
		3	Snubber 저항	표준품
		3	Snubber 캐패시터	표준품
		3	게이트 드라이버	표준호환품
		3	CT	표준품
	2		Relay Unit	
		3	Relay	표준품
	2		Power supply Unit 1	표준호환품
	2		Power supply Unit 2(PCB) Assy	표준호환품
	2		DCHK Unit	표준호환품
	2		OVRe Resistor Assy(저항+절연물)	표준호환품
	2		Blower Unit	표준호환품
	2		Filter Capacitor	표준품
	2		DCPT Unit	표준품
		3	DCPT	표준품
		3	저항	표준품
	2		CT Unit	표준품
	2		Charging Resistor Unit(저항+절연물)	표준품
	2		CAM Switch Unit	표준호환품

전력변환장치(C/I) LRU

레벨			품명	표준종류
1	2	3		
1			C/I Ass'y	
	2		Control Unit	제어모듈
		3	Rack Assy	표준호환품 프레임
		3	EOC09-1(광 게이트보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PIP18(속도신호 수신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	INF23-1(아날로그 신호 수신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	INF23-2(아날로그 신호 수신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PIP22(PWM 수신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	INF79(통신보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	EOC02(속도신호 수신보드)-다른소도	표준호환품 I/O모듈
		3	PWM33-1(인버터 연산보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PWM33-2(컨버터 연산보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PUZ33(보호동작 연산보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	ISO26(테스트 아날로그 신호출력보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	DOP02(디지털 출력보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	DIP13(디지털 입력보드)	표준호환품 I/O모듈
		3	PWS24(전원입력 필터보드)	표준호환품 프레임
		3	PWS27(제어기 내부 전원공급장치)	표준호환품 프레임
		3	Mother Board	표준호환품 프레임
	2		Contactora Unit	표준호환품
		3	Contactora	표준호환품
		3	바리스터	표준품
	2		Converter Unit	표준호환품
		3	Stack ass'y(IGBT + Heat pipe)	표준호환품
		3	Snubber capacitor	표준호환품
		3	게이트 드라이버	표준호환품
	2		Inverter Unit	표준호환품
		3	Stack ass'y(IGBT + Heat pipe)	표준호환품
		3	Snubber capacitor	표준호환품
		3	게이트 드라이버	표준호환품
	2		Filter Reactor	표준호환품

		3	OVCRf Unit	표준호환품
		3	Stack ass'y(사이리스터+ 방열판)	표준호환품
		3	Snubber 저항	표준품
		3	Snubber 캐패시터	표준품
		3	게이트 드라이버	표준호환품
		3	CT	표준품
	2		Relay Unit	
		3	Relay	표준품
	2		Power supply Unit 1	표준호환품
	2		Power supply Unit 2(PCB) Assy	표준호환품
	2		DCHK Unit	표준호환품
	2		OVRe Resistor Assy(저항+절연물)	표준호환품
	2		Blower Unit	표준호환품
	2		Filter Capacitor	표준품
	2		DCPT Unit	표준품
		3	DCPT	표준품
		3	저항	표준품
	2		CT Unit	표준품
	2		Charging Resistor Unit(저항+절연물)	표준품
	2		CAM Switch Unit	표준호환품

TGIS 장치 LRU

레벨			품명	표준종류
1	2	3		
1			TGIS Ass'y	
	2		중앙장치 Ass'y	제어모듈
		3	Frame Ass'y	표준호환품 프레임
		3	Rack Ass'y	표준호환품 프레임
		3	AVR1 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	WMPU ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	MIU1 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	MIU2 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	GPS Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	GPS 안테나 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	SCM1 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	DIU100 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	DIU124 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	DIU24 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	AIU Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	Mother Board Ass'y	표준호환품 프레임
	2		단말장치 Ass'y	제어모듈
		3	Frame Ass'y	표준호환품 프레임
		3	Rack Ass'y	표준호환품 프레임
		3	AVR2 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	AVR3 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	SCM1 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	DIU100 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	DIU24 Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	AIU Ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	SW2 ass'y	표준호환품 I/O모듈
		3	Mother Board Ass'y	표준호환품 프레임
	2		표시장치 Ass'y	표준호환품
		3	Frame Ass'y	표준호환품
		3	DSP-POWER ass'y	표준호환품
		3	GP(터치판넬) Ass'y	표준호환품

보조전원장치 LRU

레벨			품명	표준종류
1	2	3		
1			SIV Ass'y	
	2		Inverter Box Ass'y	표준호환품

		3	Frame Ass'y	표준호환품
		3	Control Unit	제어모듈
		3	DCHK Unit	표준호환품
		3	입력필터회로 Ass'y(BPL+BPC+BPR)	표준호환품
		3	BD Unit	표준호환품
		3	IVK Unit	표준호환품
		3	CH Unit	표준호환품
		3	INV Unit Ass'y	표준호환품
		3	ARF Unit Ass'y	표준호환품
		3	Filter Capacitor	표준호환품
		3	Filter Capacitor	표준호환품
		3	Filter Reactor	표준호환품
		3	Relay Unit	표준호환품
		3	Power supply 1	표준호환품
		3	Power supply 2	표준호환품
		3	P-GCT	표준호환품
		3	IVS	표준호환품
		3	IVFA	표준호환품
		3	Heater Ass'y(저항)	표준호환품
		3	DCPT Ass'y	표준호환품
		3	CT Unit 1	표준호환품
		3	PIN Resistor	표준품
		3	TEST switch	표준품
		3	Smoothing Reactor	표준품
	2		Transformer Box Ass'y	표준호환품
		3	Frame ass'y	표준호환품
		3	TR1(Transformer)	표준품
		3	ACL(출력 Reactor)	표준품
		3	ACC(출력 캐패시터)	표준품
		3	SIVK(출력 contactor)	표준품
		3	SSN(출력 NFB)	표준품
		3	CT Unit 2	표준품
		3	ACPT	표준품
		3	정류기스택 Ass'y	표준품

방송표시기 장치 LRU

레벨			품명	표준종류
1	2	3		
1			방송장치 Ass'y	
	2		CRA Ass'y	
		3	AMP	
		3	Power Supply	
		3	Video TX Board	
		3	CNCS Board	
		3	Hard Disk Drive Ass'y	
		3	WLR Board	
		3	VOIP	
		3	REC	
		3	LIC Board	
		3	PAC-485 Board	
		3	SCB Board	
		3	MCU Board	
		3	VOL	
		3	INT Board	
		3	AAB1 Board	
		3	AAB2 Board	
		3	AAB Power Board	
	2		CCP	
		3	Upper Cover	
		3	Rear Cover	
		3	TFT-LCD Unit	
		3	Power Converter Board	
		3	CCP Control Board	

	3	Touch Screen Unit	
	3	Speaker	
	3	D/L Board	
	3	LCD Bracket	
2		DPO	
	3	Front Panel	
	3	DPO Frame	
	3	Speaker	
	3	Volume Control	
	3	DPO Control Board	
	3	Power Converter Board	
	3	Hand MIC	
	3	DPO Connector Board	
2		DPH	
	3	Hand MIC	
	3	Control Board	
2		PEI	
	3	Speaker	
	3	Switch Block	
	3	MIC Board	
	3	LED Board	
	3	Power Converter Board	
	3	PEI Control Board	
	3	LED Indicator (Green)	
	3	LED Indicator (Red)	
	3	LED Indicator (Yellow)	
	3	Microphone	
2		Driver Microphone Ass'y	
	3	Gooseneck MIC	
	3	XLR Connector	
	3	Switch	
2		Front Destination Indicator	
	3	Amber LED Element Array Modules	
	3	Power Converter Board	
	3	LED Control Board	
	3	RGB LED Element Array Modules	
2		Side Destination Indicator	
	3	Amber LED Element Array Modules	
	3	LED Control Board	
	3	Power Board	
	3	RGB LED Element Array Modules	
2		Passenger Information Indicator	
	3	LED Element Array Modules	
	3	LED Control Board	
	3	Power Converter Board	
2		LCD Passenger Information Display 1	
	3	TFT LCD Panel	
	3	LCD Inverter	
	3	Video RX Board	
	3	Power Converter Board	
2		LCD Passenger Information Display 2	
	3	Frame	
	3	TFT LCD Panel	
	3	LCD Inverter	
	3	Video RX Board	
	3	Power Converter Board	
	3	BNC Connector Bracket	
2		Transformer	
	3	ISP Board	
	3	Transformer	
2		Interior Speaker	
	3	Speaker	
	3	Control Board	
2		Exterior Speaker	
	3	Speaker	

		3	MSC Connector	
		3	MSC Connector	
	2		Cab Speaker	
		3	Speaker	
	2		ANS Microphone Ass'y	
		3	MIC	

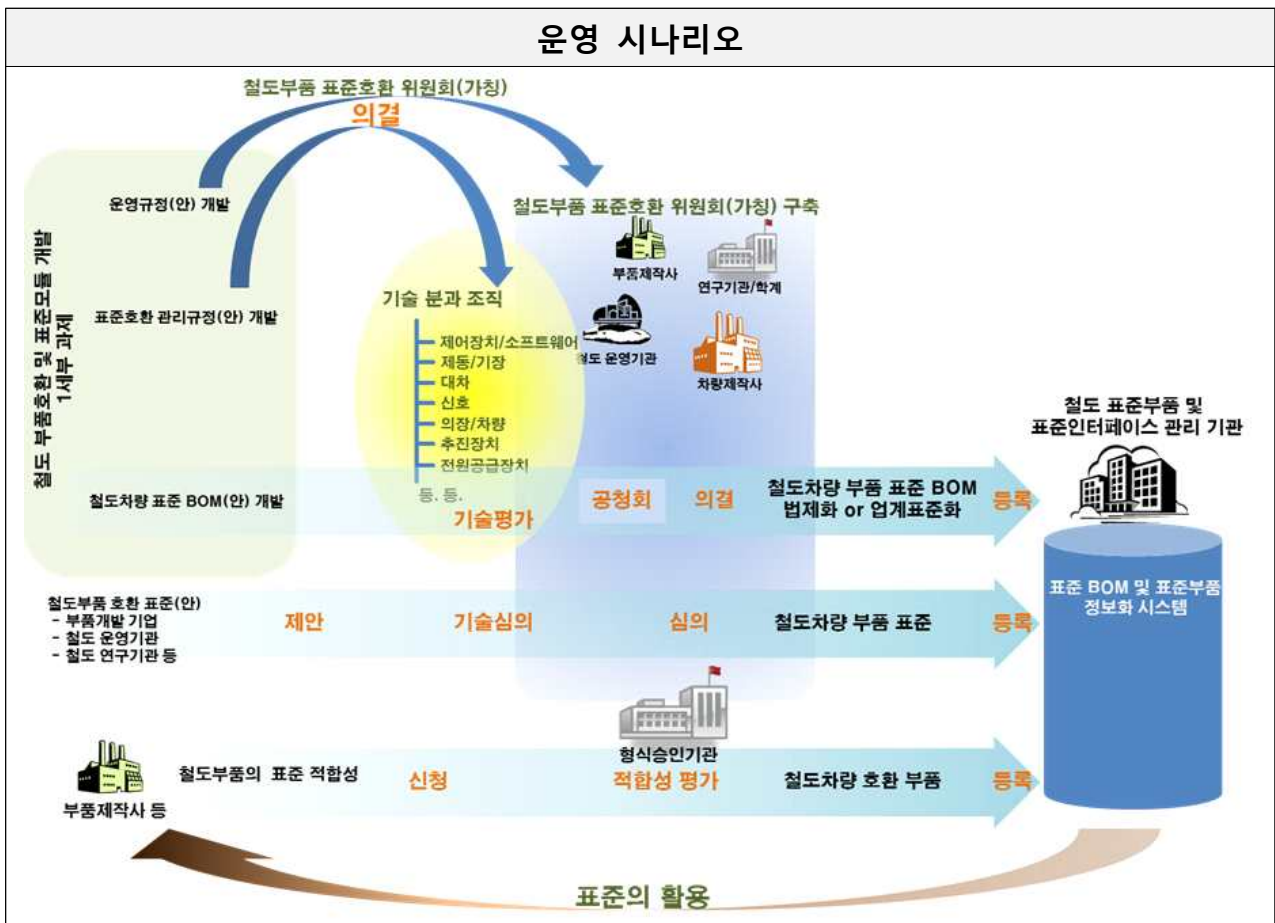
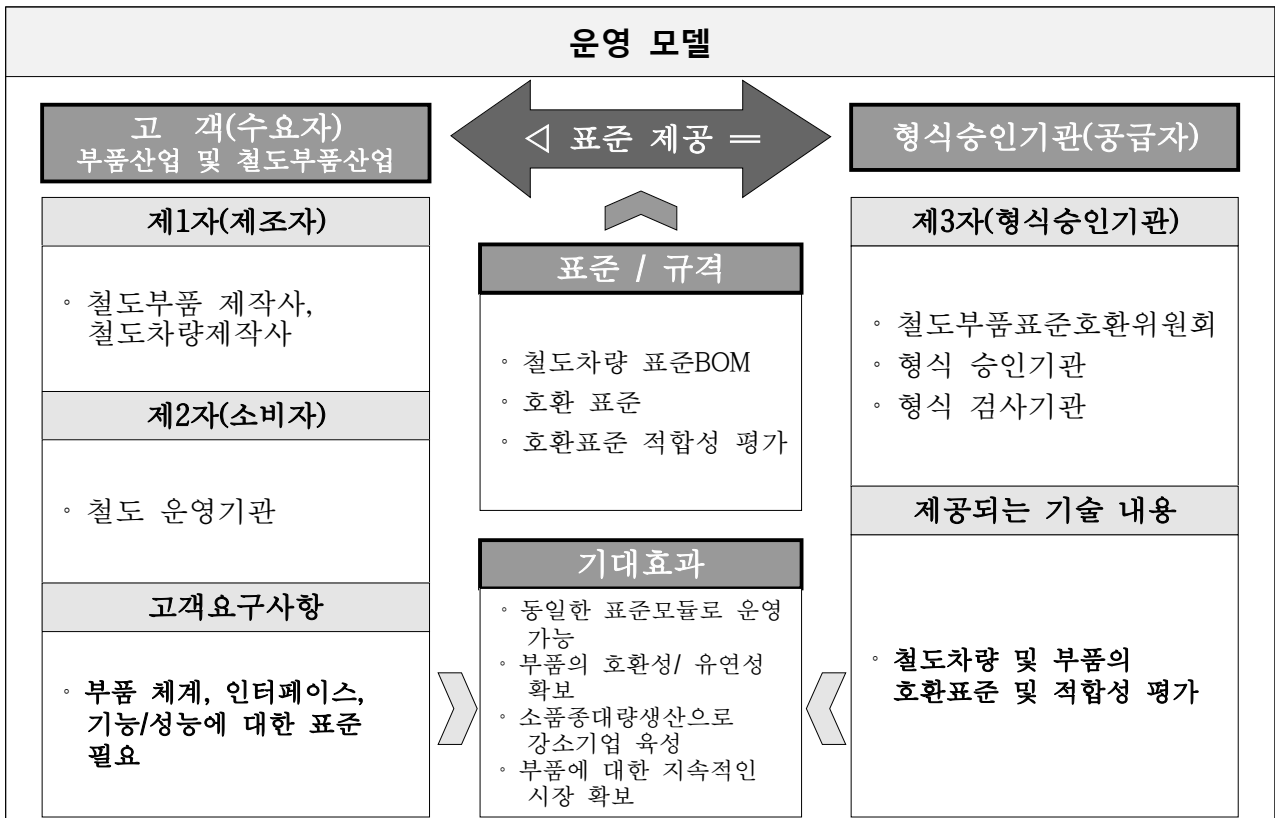
제동장치 LRU

레 벨			품 명	표준 종류
1	2	3		
1			BOU Ass'y	
	2		BOU Box Ass'y	표준호환품
		3	Frame Ass'y	표준호환품
		3	진공 전환밸브(EPL)	표준호환품
		3	응하중변(F)	표준호환품
		3	진공 전환밸브(VM28-1A)	표준호환품
		3	3/8" 이중역지변	표준호환품
		3	중계변(J)	표준호환품
		3	공전변환기	표준호환품
		3	전자변(VM13-1H)	표준호환품
		3	절환밸브(Y)	표준품
		3	차단콕크(배기밴트형, 3/8")	표준품
		3	차단콕크 및 테스트피팅(3/8")	표준품
		3	계전기(MK3P-2)	표준품
		3	저항	표준품
		3	전자제어장치(KB0D1B)	제어모듈

[철도부품의 호환 표준 및 표준BOM 기술의 수요 기관]

구 분	내 용
제1자	철도부품제작사, 철도차량제작사, 국내 부품제조사 등
	(주)우진산전, (주)유진기공, (주)유경제어, 현대로템(주) 등
제2자	철도운영기관, 철도 건설기관, 해외 철도제작사, 해외 철도 운영기관 등
	한국철도공사, 서울메트로, 부산교통공사, 한국철도시설공단 등
제3자	철도 형식승인기관 or 철도 표준 제공기관
	한국철도기술연구원 등

[호환 표준 및 표준 BOM 운영 모델]



**[호환 표준 및 표준BOM의 운영 효과]** 호환 표준 및 표준BOM은 운영기관에게는 유지보수에 필요한 부품의 지속적인 공급가능성과 대체 가능한 부품 체계를 공급하고 제작사에게는 표준 모듈의 활용으로 부품활용과 공급 지속성을 확보한다.

**[호환 표준 및 표준BOM의 해결 사항]** 적합성평가제도는 형식승인제도에 포함되어 강제규정이 될 것으로 예상되어 철도기술의 발전에 따른 구성품의 기능과 성능을 지속적으로 확보할 수 있는 유연성을 확보하여야 한다. 즉 추가적이거나 다른 기술을 적용할 수 있는 표준화 구조가 되어야 한다.

**[호환 표준 및 표준BOM의 개발 전략 분석]**

국내기술 역량측면 국내외 환경측면		강점요인(S)		약점요인(W)	
				○제어장치 및 통신 기술 발전으로 시스템 유연성 증가	
기회요인(O)	○철도안전법의 형식승인	○호환표준 및 BOM 제정 ○표준인터페이스에 최신 모듈화(제어시스템, 소프트웨어 등) 기술 접목		○표준모듈 생산하는 소규모 전문기업에게 소품종 대량생산 기반 제공 ○표준모듈의 기성품화 진행으로 다른 산업분야에 활용	
		강점사용+기회활용	SO	WO	약점극복+기회활용
위협요인(T)	○국내 철도 중소부품기업 열악하고 수준 미달	○관련 기관의 공동 참여로 업계표준화로 중소기업 보호 ○국내 IT기술의 강점을 철도에 활용하여 강소기업 육성		○시스템 설계 및 동시/협력 설계 기술과 기반 개발하여 중소기업에 제공 ○대기업과 협력설계로 설계 능력 증대	
		강점사용+위협회피	ST	WT	약점최소화+위협회피

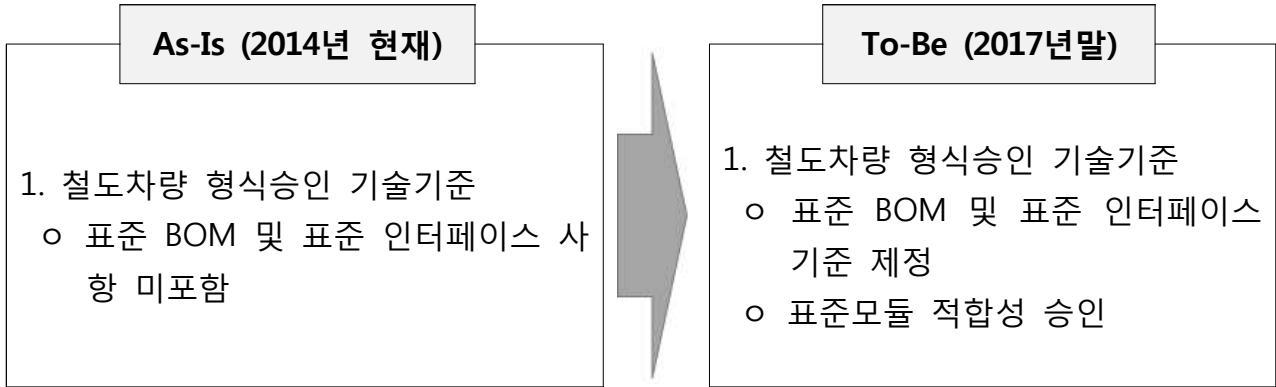
**[SO : 공격적 전략]** 호환표준과 표준BOM을 철도안전법의 형식승인제도에 포함하여 운영기관과 제작사들이 적용하도록 강화하고 자동차/항공등에서 적용하고 있는 최신 모듈화 기술을 적용하여 설계 유연성과 기술 발전을 저해하지 않는 표준화 추진

**[ST : 약점 극복 전략]** 철도 부품 관련 기관의 공동참여로 업계표준화로 소품종대량생산 환경을 조성하고 중소기업을 보호하며 국내 IT 강점기술을 활용하여 강소기업을 육성하도록 추진

**[WO : 기회 활용 전략]** 형식승인제도로써 표준모듈을 적극 활용함으로써 소품종 대량생산의 기회를 공급하고 지속적인 생산으로서 기성품화를 추진하고 다른 산업분야와 해외 수출할 수 있는 기회를 확보

[WT : 위협 회피 전략] 철도분야 협력/동시설계할 수 있는 기술을 중소기업에 공급하여 구성품을 생산 중견기업이나 차량을 제작하는 대기업과 동시/협력함으로써 설계 능력 향상시키고 능력부족으로 인한 위협을 회피

[전략 목표]



[전략 로드맵]

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구 개발	철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구	표준 구성 체계 표준 및 관리 규정 개발 <b>철도부품 표준호환위원회 운영</b>				
			표준부품 정보화시스템 구축		정보화시스템 시범 적용	
		철도 부품 호환 인터페이스 표준 연구				
		표준부품 대상 도출	철도 부품 표준 적합성 평가제도 개발		표준 적합성평가 시범 적용	
		표준부품 시범 개발 사업				

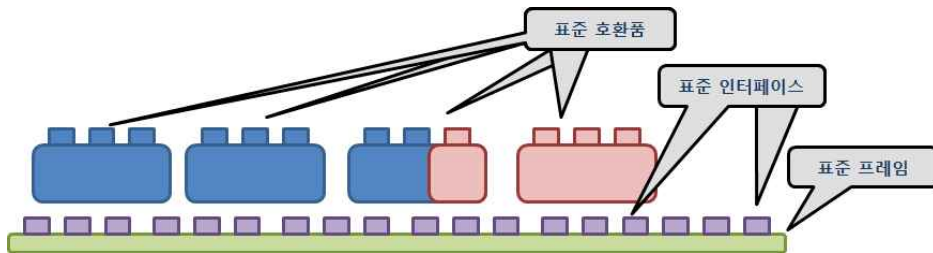
## 2절 철도차량용 제어모듈의 모듈화 기술 개발 방안

**[기존의 모듈화]** 기존의 철도 생산에서 생산성의 극대화를 위하여 조립 편의성에 의한 모듈화가 진행되었으며 생산성 증대의 효과는 가져왔으나 모듈 종류의 증가로 모듈의 표준화가 추가적으로 요구되었다.

**[표준 모듈]** 표준화의 효과를 기대하는 본 과제에서는 표준 모듈을 ‘호환성 표준을 채용한 교체가능한 표준호환품’으로 한정한다. 언제나 쉽게 수급이 가능한 일반산업용 표준품은 제외한다. 표준 모듈은 구성품 단위나 부품 단위일 수 있으나 현장교체가능단위(LRU : Line-Replaceable Unit)로 한정한다.

**[표준 제어모듈의 구조]** 표준모듈에서 유연성과 재활용성을 극대화하기 위하여 표준부와 가변부로 구성되고 표준부는 가변부의 기반구조를 제공한다. 여기서 표준부를 플랫폼이라고 하며 가변부의 기본 형태와 인터페이스를 포함한다. 플랫폼과 인터페이스를 호환표준으로 채택한다.

표준모듈 구성	기능	차량 구성 시스템		
		차량시스템/구성품	제어장치	소프트웨어
프레임 or 플랫폼 (표준부)	(가변부의 기반) 가변부를 활용할 수 있는 환경	통신 기반 제어장치 기반	백플랜	OS(운영체제) SW 개발도구 SW 자동화도구
인터페이스	가변부를 플랫폼에 연결	통신 표준 I/O 표준	통신 표준 I/O 표준	코딩규칙 통신프로토콜
표준호환품 (가변부)	기능이나 성능을 구체적으로 구현	구성품 시스템	제어보드 I/O보드 통신보드 등	응용프로그램



**[제어장치의 호환]** 철도차량에서 응용소프트웨어를 적용하는 제어장치는 매우 다양하다. 소프트웨어를 포함한 구성품 단위로 적용되는 현재 상태로는 구성품 간의 호환이나 제어장치의 교체 가능성을 제공하지 못한다. 제어장치의 상호 호환을 위해서는 제어모듈은 프레임과 인터페이스, 통신, I/O, 기능모듈 등으로 구성하여 상호교체성을 확보한다.

- 교체/호환 대상 : 기능모듈, 제어모듈, I/O모듈(표준채용)
- 표준화 : 표준 통신(네트워크), 표준 I/O, 모듈 간 주소화 표준
- 프레임 : 모듈 결합 방식(모듈 인터페이스)

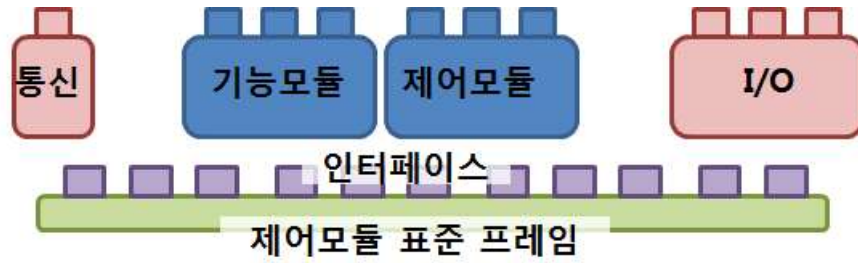




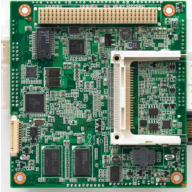
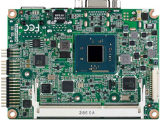



그림 210 표준 제어장치의 구성

[제어모듈 인터페이스 표준 제정] 제어모듈을 구성하는 표준부인 프레임과 인터페이스를 국내 철도 기술기준으로 제정하고 중소기업이 표준 프레임과 인터페이스에 의하여 각 모듈을 전문적으로 생산할 수 있도록 표준을 지원한다.

[철도차량 제어장치의 분류]

분류	적용대상	형태
모듈형	종합제어장치 신호장치 추진장치 방송장치 등	<p>VME형 제어장치 (국내철도)</p>  <p>VME형 보드 (국내철도)</p>  <p>봄바르디어 모듈형 제어장치</p>  <p>산업용 모듈형 제어장치</p> 
원보드형	종합제어장치, 신호장치, 추진장치, 보조전원장치, 등	<p>원보드형 제어장치</p>  <p>멀티확장장치 제어장치</p> 
소형	표준부품 개발 시범사업	<p>소형 일체형 제어장치</p> 

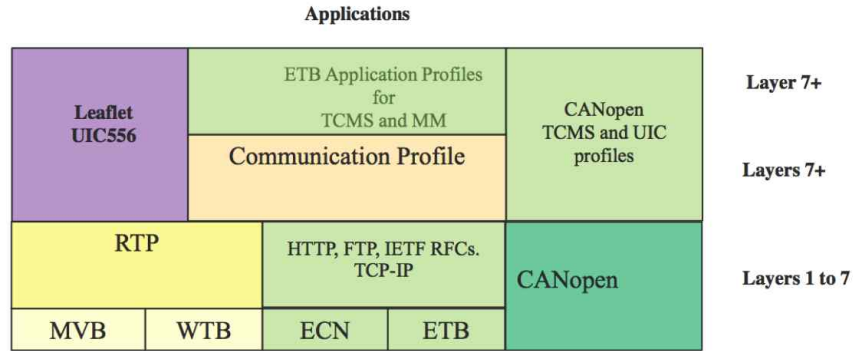
**[철도차량에서 제어장치 종류]**

분류	고속철도 / 일반철도 / 도시철도	비고
신호보안	-신호보안장치 -열차 무인/자동 운전 제어장치 -무선통신장치 -기타 지상장치와 통신 장치	예) ATS, ATC, ATP, ATO, TWC 등
열차제어	-종합제어장치 -열차 내부 통신장치 -열차제어 지령에 관련된 장치 -정속도 제어장치 -열차 외부 데이터 통신 장치 -운전자 상태 감시 장치 -열차의 동작상태 및 안전상태를 감시하는 장치 -승강장 스크린도어 제어장치 -열차 상태 표시 및 경보 장치	예) TCMS, TCN, PWM통신장치 등
추진제어	-집전장치 제어장치 -전원 차단 장치 -추진제어장치 -구원운전장치	
제동제어	-제동제어장치 -슬립방지장치 -제동분배제어장치 -비상제동 제어장치	
보조전원제어	-보조전원장치 -축전지 및 충전 제어장치 -기타 열차의 전원을 공급하는 장치	
승객서비스	-출입문 제어장치 -화재 감시 장치 -비상용 승객 통신장치 -비상용 제어장치 -비상시 대승객 메시지 전송 장치 -공기조화장치 및 온도조절장치	

**[철도차량용 로컬 네트워크 표준 제정]** 구성품 내 모듈간 기반 통신인 로컬네트워크 표준과 응용프로그램계층 활용을 위한 IEC/UIC의 국내 부합화 규격을 국내 철도 기술 기준으로 제정하여 구성품 내의 표준모듈화 기반을 확립한다.

**[철도차량 표준 네트워크 TCN 3.0]** TCN 표준은 1990년 ABB, AEG, Siemens, Firema 사간에 JDP(Joint Development Project)으로 시작되어 현재는 차량제작사, 전장품 제작사, 사업자가 모두 참여하는 광범위한 그룹의 지지를 받고 있어 국내 철도차량부품이 해외로 진출하기 위해서는 철도차량 세계 표준네트워크인 TCN을 적용해야 함

[네트워크 표준] 국내에서 이미 개발된 TCN2.0과 추가된 TCN3.0은 현재 추진되고 있는 철도차량용 통신 연구를 활용하여 국내 표준으로 진행. 철도차량 응용프로그램 단계에서 구성품이나 부품의 자동 주소지정과 통신 상위계층(응용프로그램 계층의 활용)을 규정한 UIC(International Railway Union)를 표준에 대한 연구를 진행하며, 구성품 내의 부품 모듈화에 필수적인 로컬네트워크에 대한 연구를 진행한다.



- RAILWAY Paradigms to be supported by WTB and ETB**
- a) Onboard network automatic configuration (e.g. dynamic inauguration, front/rear detection, left/right detection)
  - b) Functional addressing, extended to IP addressing and FQDN
  - c) Data transmission determinism for process data

그림 211 TCN 3.0과 응용계층 관련 구성

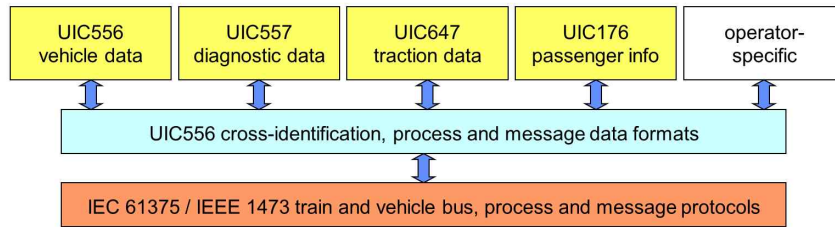


그림 212 철도차량 관련 IEC/UIC 규격

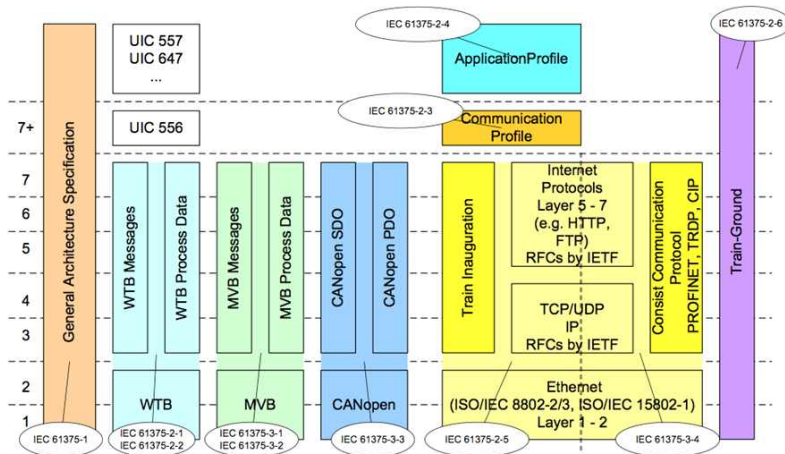


그림 213 표준통신의 응용계층 표준 스택

[철도 표준통신의 향후 기술적 발전 계획] 철도표준네트워크 TCN 3.0를 비롯하여 향후 CAN, Ethernet 등 다양한 통신 매체를 지원하는 개방형 모델로 확대하고 있어 철도차량 / 구성품 / 부품 등의 광범위한 활용 방식을 제공하고 있으며, 특히 승객에

대한 인터넷 서비스와, 멀티미디어 서비스 등 제어 및 진단의 고유 목적 이외의 다양한 서비스와 결합하는 형태로 진화하고 있다. 이러한 세계적인 추세에 적합한 국내 표준네트워크와 로컬네트워크, 응용프로그램 연계 표준 등이 구축이 필요

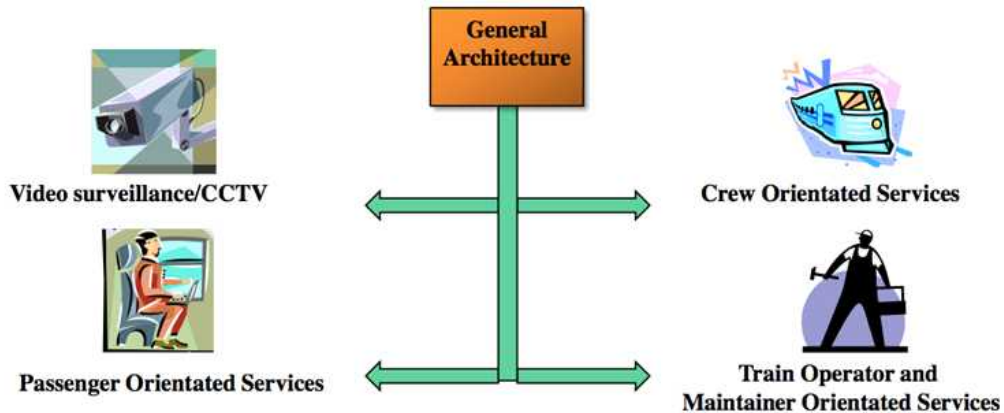


그림 214 열차내 Multimedia 서비스

**[철도차량용 안전 RTOS와 SW개발도구 개발]** 소프트웨어 모듈화를 지원하는 응용소프트웨어와 자동 주소화를 지원하는 소프트웨어 기준을 철도 기술기준으로 제정하고 이를 소프트웨어에 적용할 수 있는 안전성 인증이 확보된 RTOS를 개발하여 중소기업에 해외 제품에 경쟁력 있는 비용으로 공급하는 기반을 구축한다.

**[모듈화/표준화 기술의 핵심 RTOS]** 소프트웨어에 의한 유연성을 확보하기 위하여 응용소프트웨어를 모듈화하여 구동할 수 있는 운용시스템(RTOS)가 핵심기술이다. 그러나 국내 RTOS는 초기 수준에 머물르고 있으며 개발된 이후에도 산업분야에 확산이 미흡하다.

**[국내 RTOS 동향]** ETRI는 국내 최초로 ARINC-653을 준수하는 항공기용 RTOS인 Qplus-AIR와 개발 환경 Esto-AIR를 개발하여 국방분야에 활용 중이나 국내 임베디드 소프트웨어의 국산화 비율은 매우 낮은 편이며, 국내 철도산업에서 RTOS는 모두 외국제품(대부분 Vx-works)에 의존하고 있다.

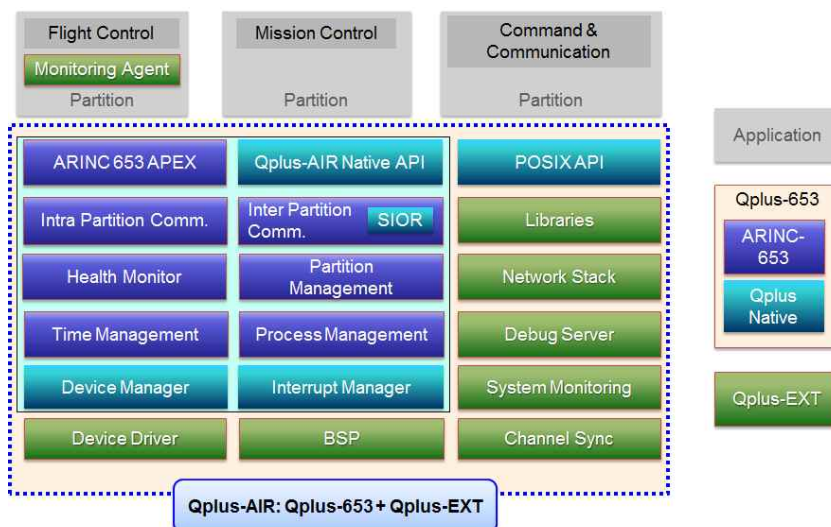


그림 215 Qplus-AIR 구조도

[국산 RTOS 기술개발 대상] 기반기술인 Qplus-Air는 항공용으로 개발된 상태로 철도용으로 최적하기 위하여 다음의 기술개발이 필요함

- 철도 부품 SW의 특성상 변형된 유사 응용 SW가 존재하며 이의 재사용성이 매우 중요하며, 이를 위한 표준 프레임워크가 필요
- 파티셔닝으로 주변 Subsystem 및 하위 하드웨어에 독립적인 구조를 제공하기 위한 ARINC-653 표준 API 지원이 필요
- 운영체제 기술과 함께 철도 부품 간 통신에서 특별히 더 강조되는 요구사항을 만족시키기 위해 통신미들웨어에게 필요한 확장 QoS와 프로파일을 정의하고 그것을 지원하기 위한 확장 API가 필요함
- 운영체제와 통신미들웨어가 제공되면, 응용 SW 개발도구가 요구됨. safety-critical 요소가 많은 철도 부품 응용 SW개발을 위한 개발도구에는 기본적인 기능(빌드, 다운로드, 디버깅) 외에 설계 모델로부터 안전성을 검사할 수 있는 기술뿐 아니라, 시뮬레이션 및 런타임 분석 도구, 통합 시험 장비와 연동이 가능해야 함

[국산 SW 개발도구 기술개발 대상] 개발도구는 응용소프트웨어 개발에서 재활용성을 제공하는 필수적인 설계도구로서 향후 자동화에 의한 설계능력 향상까지 필요하다.

- 철도 응용 SW 개발을 위해서 설계 단계부터 통합 시험까지 하나의 툴-체인을 제공하는 응용 SW 개발/검증 도구 개발
- 철도 부품용 운영체제를 기반으로 철도 응용 SW를 개발하기 위해서는 해당 운영체제를 지원하는 개발도구가 필수적임
- 개발 환경이 갖추어야할 기본적인 기능(빌드, 다운로드, 디버깅) 외에 safety-critical 요소가 많은 항공 응용 SW를 개발할 때에는 시뮬레이션 및 런타임 분석 도구가 제공되어야하고, 특히 통합 시험 장비에서 요구하는 기능을 제공할 수 있어야 함
- 철도 응용 SW는 높은 안전성이 요구되는 개발 도구는 만큼 설계 모델로부터 안전성을 검사할 수 있는 기술을 갖추어야 함
- 개발자의 편의성 및 향상된 프로젝트 관리를 위해서 설계에서부터 통합 시험까지의 툴-체인을 제공해야 함
- 윈-스탑 개념의 개발 환경을 통하여 외산 개발 도구를 능가하는 사용성 및 분석 능력 확보
- 철도 응용 SW 설계 및 분석 표준 언어를 따르는 모델링 및 모델에 대한 정형 분석 기술경쟁력을 확보함으로써 항공 응용 SW 개발 과정에서 고수준의 안전성 기여
- 메모리와 스케줄링에 대한 분석을 시각화해서 개발자가 자신이 작성한 소프트웨어에 대한 이해를 높이는 동시에 오류를 개발 과정 중에 최대한 걸러낼 수 있는 분석 도구 개발
- 하드웨어가 제작되기 전에 응용 SW를 개발할 수 있도록 QEMU와 같은 에뮬레이터와 연동되는 시뮬레이션 기능 개발
- 통합 시험 장비와의 연동을 위한 시스템 모니터링 기능을 개발

**[표준 제어모듈의 교체 가능성 및 호환성 효과]** 철도차량의 제어장치를 서로 다른 제작사 간에도 교체하여 기존에 사용되고 있는 응용소프트웨어를 장착함으로써 동일한 성능을 가지며 서로 다른 운영기관 간에도 적용되는 응용프로그램과 입출력 모듈 구성만 달라 쉽게 교체가 가능함

구분	제작사	호환여부	코레일	서울메트로	서울도시철도공사
TIS/TGIS/TCMS	우진산전 (W)	호환가능	-경부선/경인선/광명선 들(81편성) - 중앙선(21편성) - 경의선(23편성) - 과천시(2편성) - 분당선(1편성) - 수인선(1편성)		
	로템	호환가능		- 서울2호선(34편성)	-
	도시바	호환가능		-	- 서울7호선(46편성) - 서울8호선(7편성)
	미쓰비시	호환가능	- 일산선(1편성)	- 서울4호선(22편성)	
	GEC	호환가능		-	- 서울7호선(17편성) - 서울8호선(15편성)
	우진산전 (T)	호환가능	-경부선/경인선/광명선 들(18편성) - 분당선(1편성)		
		호환안됨	-경부선/경인선/광명선 들(1편성)	- 서울4호선(8편성)	- 서울6호선 41편성 - 서울7호선 7편성 - 서울5호선

**교체 가능성 & 부품 호환성**

**국산 부품 & 운영기관**

**[국산 RTOS 기술적 효과]** 개발하려는 철도용 RTOS는 이미 안전성인증까지 받은 상태로 빠른 시간 이내에 철도용 환경에 적합한 SW기반환경으로 구축하여 철도 부품 중소기업에 보급할 수 있으며, 외국산 RTOS에 비하여 경쟁력 있는 가격과 AS경쟁력, 기술력을 갖추고 있다.

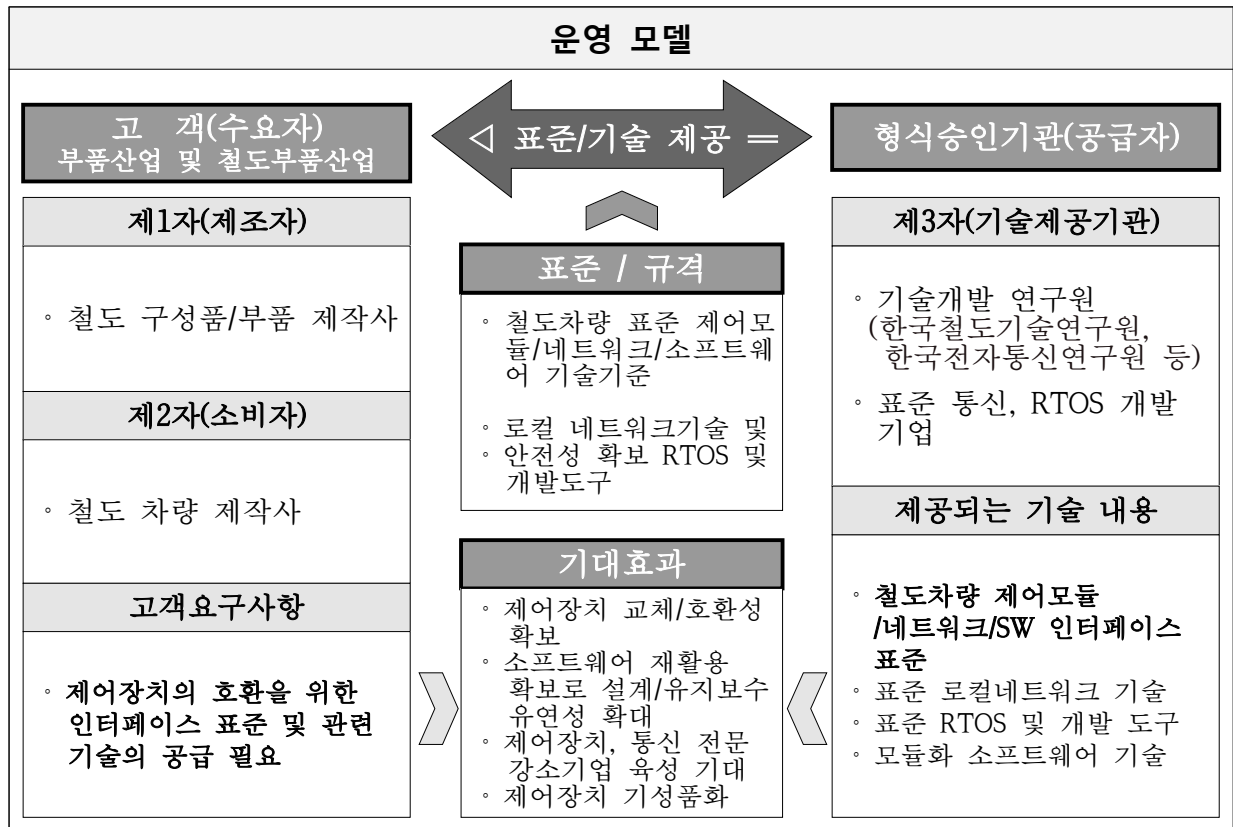
**[국산 RTOS 경제적 효과]** 철도 차량의 시스템에서 외국산 RTOS를 대체하여 향후 안전성이 요구되는 시장에서 중소기업의 국제경쟁력을 확보하고 소프트웨어화 유연성을 철도부품에 적용함으로써 다변하는 요구사항에 적용할 수 있는 중소기업 경쟁력을 확보할 수 있다.

**[표준 제어모듈/네트워크/SW 운영 효과]** 제어모듈은 철도차량에서 가장 많은 종류를 탑재하고 있어 상호 호환할 경우 많은 종류를 통합할 수 있어 차량 제작 및 유지보수에 많은 유연성을 제공할 수 있으며 소프트웨어의 모듈화는 설계에서부터 운영 유지보수까지 시스템의 유연성과 편리성을 제공할 것이다.

**[철도차량용 제어모듈/네트워크/소프트웨어 인터페이스 수요기관]**

구분	내용
제1자	철도부품제작사, 철도구성품제작사 (주)우진산전, (주)유진기공, (주)유경제어 등
제2자	철도차량 제작사, 해외 철도차량 제작사 현대로템, 봄바르디어, 알스톰 등
제3자	관련 분야 국내 연구기관 및 기반기술 개발사 한국철도기술연구원, 한국전자통신연구원 등

[철도차량용 안전 RTOS와 SW개발도구 개발의 운영 모델]



[표준 제어모듈/네트워크/소프트웨어 전략 분석]

국내기술 역량측면		강점요인(S)		약점요인(W)	
		국내외 환경측면		기회요인(O)	
위협요인(T)	◦ 해외 진출에 안전성 필수	◦ 세계 IT기술 선도국 ◦ TCN 2.0 개발 완료 ◦ 안전성 인증된 RTOS 개발 완료		◦ 국산 기술 시장진입 미흡 ◦ 해외 제품 강세 유지	
		◦ 시급한 시일 내 국내 제어장치/SW 안전성 환경 구축 ◦ 국내 IT기술을 접목한 표준제어모듈 개발		◦ 철도용 부품 산업에 시도 후 국내 산업분야로 확산 ◦ 가격 경쟁력과 정부주도 보급기술로 국내 중소기업에 확산	
		강점사용+기회활용	SO	WO	약점극복+기회활용
		강점사용+위협회피	ST	WT	약점최소화+위협회피
		◦ 소프트웨어 안전성 확보로 철도부품의 해외 진출		◦ 안전성 요구 기술에 대한 가격 경쟁력 확보	

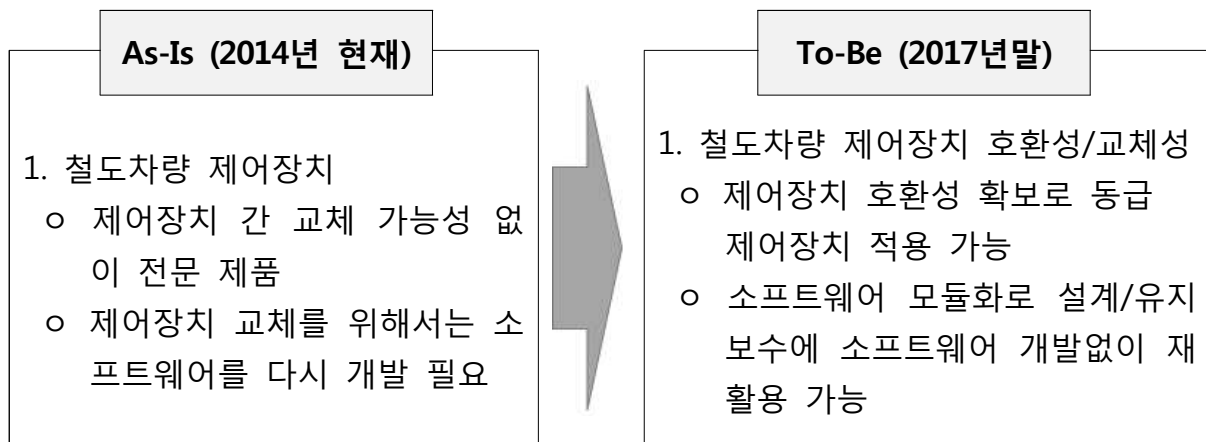
[SO : 공격적 전략] 시급한 시일 내에 안전성 확보된 SW기반과 표준제어모듈 IT기술을 확보하여 철도안전법 형식승인을 강화

[ST : 약점 극복 전략] 이미 확보된 안전성 확보 RTOS를 철도 부품 개발에 적용할 수 있도록 최적화

[WO : 기회 활용 전략] 형식승인제도에서 국산기술의 중소기업에 보급하여 시장을 확보하고 다른 산업분야로 확산시킴으로 국내 기술의 확대 및 해외 진출 기회 확보

[WT : 위협 회피 전략] 해외 기술의 장악력을 안전성 요구기술에 대한 가격 경쟁력으로 국내 기술을 철도 산업과 철도 부품산업에 확산

[전략 목표]



[전략 로드맵]

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구 개발	철도차량 표준 제어모듈/네트워크/소프트웨어 인터페이스 기술 연구	제어모듈/로컬네트워크 인터페이스 표준 개발				
		표준 제어모듈(제어모듈/로컬네트워크) 시범 개발				
	철도용 안전 RTOS 인터페이스 표준 개발	철도용 안전 RTOS 개발				
		철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발				
			표준 제어모듈 적용 구성품 시범 개발			

### 3절 동시/협업 설계 기술 개발 방안

[철도차량 통합 설계] 제어장치와 소프트웨어, 네트워크는 시스템의 통합 설계를 기반으로 한다. 기존의 기능에 전문화된 장치를 통합설계는 이기종 간에 기능의 공유로 상호 운용/호환성을 확보하면서 시스템 구조를 단순화시키고 개발에 대한 개방성을 제공한다.

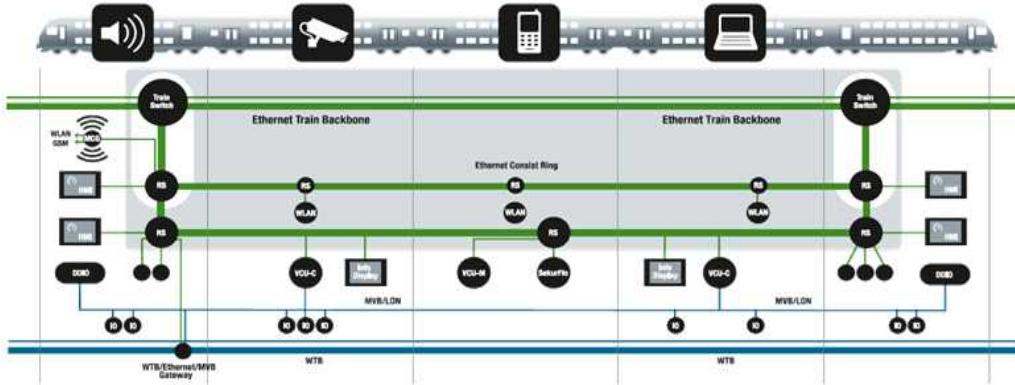


그림 216 봄바르디어 통합 설계 구조

Traditional LRU



통합모듈 형 항공전자  
(Integrated Modular Avionics: IMA)

그림 217 항공분야 통합설계 사례

[기업 간 연계성 확보 필요] 통합시스템의 개발은 한 개의 대규모 개발조직이 필요하다. 상이한 조직 간에 통합시스템의 개발은 많은 인터페이스 문제와 절차상의 문제를 야기시켜 효율성이 극도로 저하되어 기존에는 기능 전문적인 개발이 우선시 되었다.

[기업 간 연계 기술 확보] 다른 조직 간의 효율적인 시스템을 위하여 통합시스템을 개발하기 위해서는 조직간에 상호 인터페이스와 원활한 연계성을 위한 규정과 절차가 필요하다.

[표준 설계 프로세스 제정] 조직에는 고유의 설계/개발 절차가 있으며 특히 특정한 설계/개발 시스템이 없는 중소기업은 설계프로세스에 약점을 가지고 있다. 중소기업

간 개발컨소시엄, 대기업-중소기업 간 시스템 설계 등에 개발/설계 효율성과 연계성 확보를 위하여 표준 설계 프로세스의 제정이 필요하다.

[표준 설계 프로세스 인터페이스 제정] 설계 프로세스에서 각 단계별 연계 기업 상호간에 정보의 호환이 필요하며 인터페이스 정보는 표준화되어 연계성을 지원하여야 한다.

[표준 설계 인터페이스 지원 도구 개발] 설계는 각종 설계지원도구(CAD)를 활용하여 지원되며 중소기업은 설계지원도구를 확보하지 못하거나 이중의 설계지원도구를 사용하여 협력설계가 불가능하므로 열악한 중소기업과 다른 기업간 설계인터페이스가 가능하도록 지원하는 변환도구의 개발이 필요하다.

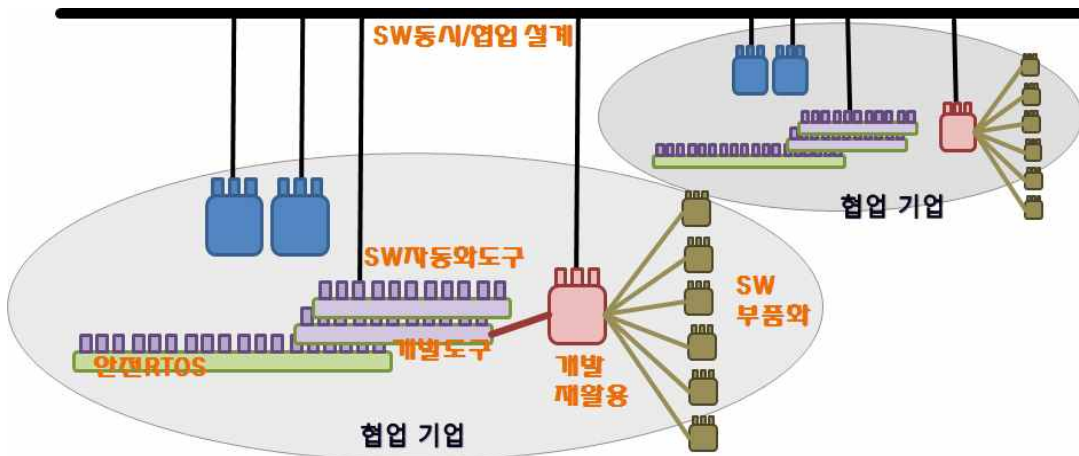


그림 218 소프트웨어 협업설계 개념

[표준 설계 프로세스(Life cycle)] 일반적인 설계 절차는 요구사항-기본설계-상세설계-제작설계의 순서를 따르며 단계 사이에 설계 검증이 포함된다. 그러나 설계 대상에 따라 설계방법과 설계절차가 달라지므로 설계 대상에 따른 별도의 설계프로세스를 표준으로 제정하여 기업 간 설계 단계를 조정하여 시스템 개발 조직과 부품 개발 조직의 협력이 가능하다.



그림 219 철도차량 협업/동시 설계 요소 및 라이프사이클

**[표준 인터페이스 제정]** 각 설계 단계별로 조직간에 협업을 위해서는 설계 정보의 교류가 필요하다. 설계 정보는 기업 고유의 기술을 보호할 수 있어야 하며 통합설계에 필요한 요소를 갖추고 있어야 한다. 상호 설계정보 호환에 필요한 표준 인터페이스는 표준으로 제정되어 활용된다.

**[설계 인터페이스 지원도구 개발]** 각 기업별로 설계 개발 환경이 달라 상호 호환을 위해서는 정보의 변환이 필요하다. 설계 인터페이스 정보는 표준화되어 제공될 것이며 중소기업의 호환기술을 위한 기본 인터페이스 변환 도구는 정부 주도의 기술로 개발되어 표준과 함께 배포되어야 설계표준이 활용될 수 있다.

**[설계 자동화 도구 개발]** 각 기업의 환경과 표준 설계 프로세스에 맞는 설계 자동화 도구는 각 기업의 설계 환경과 프로세스에 적합하게 기업주관으로 개발되어야 설계의 효율이 극대화되어 선진국의 설계 수준을 추적할 수 있다.

**[설계 통합 검증 기술 개발]** 향후 통합시스템의 검증을 위한 설계 통합 검증 기술로 2 단계에서 추진 필요

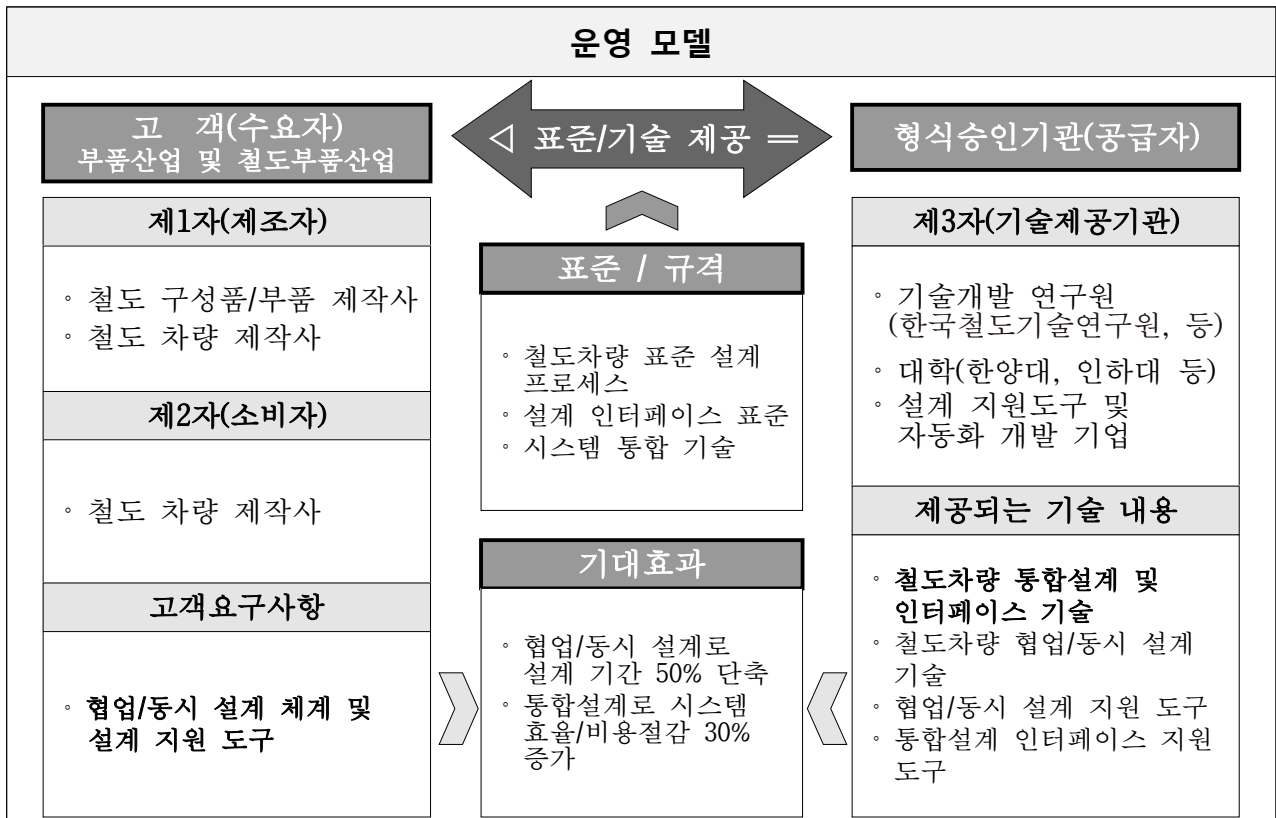
**[설계 프로세스 표준 및 협업/동시 설계 개발 효과]** 통합시스템의 설계는 설계 기술뿐 아니라 설계의 효율성 증대에 많은 효과를 가져온다. 설계 자동화를 시도한 선진철도기업이나 국내 삼성전자, LG전자 등은 설계에서 향상된 경쟁력을 확보하였다.

**[설계 협업/동시 설계 환경 분석]** 우리나라는 IT기술이 발전하였음에도 소프트웨어를 활용한 설계에서 선진국과 격차를 보이고 있다. 철도차량 설계분야에서 10:6 정도의 경쟁력 격차와 20년의 기간 격차를 보이는 것으로 분석된다. 그럼에도 IT강국인 국내 기술을 적용할 경우 빠른 시일 내에 선진국을 따라잡을 수 있을 것으로 예상된다.

**[철도차량 동시/협업 설계 인터페이스 수요기관]**

구 분	내 용
제1자	철도부품제작사, 철도구성품제작사, 철도차량 제작사, 해외 철도차량 제작사 등 (주)우진산전, (주)유진기공, (주)유경제어, 현대로템, 봄바르디어, 알스톰 등
제2자	철도차량 제작사, 해외 철도차량 제작사 현대로템, 봄바르디어, 알스톰 등
제3자	관련 분야 국내 연구기관 및 대학, 기반기술 개발사 한국철도기술연구원, 한양대학교, 인하대학교 등

[철도차량 동시/협업 설계 인터페이스 개발의 운영 모델]



[설계 프로세스 표준 및 협업/동시 설계 전략 분석]

국내기술 역량측면		강점요인(S)	약점요인(W)
	국내외 환경측면	◦ 세계 IT기술 선도국 ◦ 국내 개발기술 확보	◦ 국내 철도 설계 기술 열세 ◦ 기업 간 협업 체계 없음
기회요인(O)	◦ 철도분야 선진화 요구 확대 ◦ 철도 부품중소기업 성장 기대	◦ 시급한 시일 내 국내 설계 표준프로세스 개발로 협업/동시 설계 환경 구축 ◦ 국내 IT기술을 접목 개발 ◦ 통합설계로 시스템 효율성 30% 개선 ◦ 협업/동시설계로 설계 경쟁력 200% 향상 ◦ 중소기업 배포용 인터페이스 기술 개발	◦ 철도용 부품 산업에 협업 체계 지원으로 설계 기술 확보 ◦ 컨소시엄형 시스템 제작 구조로 철도 부품 유연성 확보, 소품종대량생산체계 확보
		강점사용+기회활용 <b>SO</b>	<b>WO</b> 약점극복+기회활용
		강점사용+위협회피 <b>ST</b>	<b>WT</b> 약점최소화+위협회피
위협요인(T)	◦ 선진 철도 공격적 세계시장 점유	◦ 국내 IT와 소프트웨어를 활용하고 시스템기업과 부품기업과의 설계 능력 결합으로 경쟁력 확보	◦ 기업 간 협업체제로 선진 철도의 대응 체계 구축

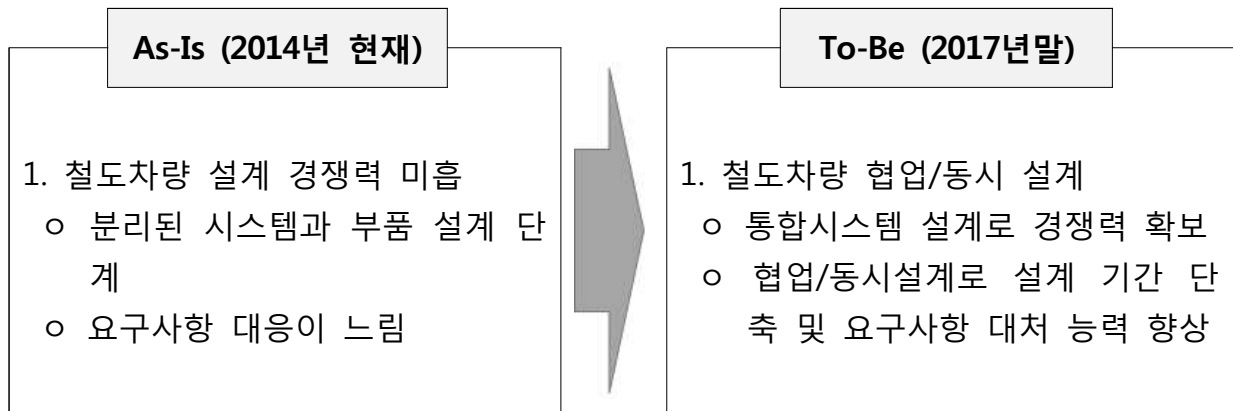
[SO : 공격적 전략] 국내 IT기술과 철도 설계 프로세스 표준으로 협업/동시 설계 체계를 구축하여 철도시스템 효율성 30% 증대와 설계 경쟁력 200% 향상

[ST : 약점 극복 전략] 기업 간 설계 능력 결합으로 선진철도와 경쟁이 가능한 설계 능력 확보

[WO : 기회 활용 전략] 철도부품 산업의 성장요구를 중소기업 설계 기술 성장의 기회로 활용

[WT : 위험 회피 전략] 기업 간 협업(컨소시엄) 체계 구축으로 위험요인은 분산시키고 철도선진기업에 대응할 수 있는 공동 대응 체계 구축

[전략 목표]



[전략 로드맵]

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구 개발	철도기업 간 협업형 설계 표준 인터페이스 기술 개발	철도 설계 표준 절차/인터페이스 개발 설계자동화 지원도구(소프트웨어) 개발				
	철도 설계 검증 자동화 기술 개발 (별도 과제)	협업/동시 설계 정보 및 통합설계 표준 기술 개발 중소기업 보급형 설계정보 변환/인터페이스 지원도구(SW) 개발	협업/동시 설계 시범 사업			설계 검증 자동화 기술 개발

## 4절 신뢰성 성장 지원

[신뢰성 관리] 최근 신뢰성은 기업운영 절차에 신뢰성 절차 포함을 요구하는 ‘신인성’ (신뢰성 관리)로 바뀌고 있으며 신뢰성에 대하여 거의 접하지 못한 국내 중소기업이 신뢰성을 체계적으로 관리할 수 있는 기술의 지원이 필요하다.

[신뢰성 설계] 신뢰성 설계에는 신뢰성에 대한 교육을 받은 전문가가 필요하다. 전문가에 대한 교육 및 신뢰성 방법과 설계 과정에서 제품에 대한 신뢰성 분석/산정 등, 중소기업에 신뢰성 기술의 지원이 필요하다. 이러한 과정이 제품의 신뢰성 성장 방법을 유지할 수 있는 기반이 된다.

[신뢰성 검증] 제품이 신뢰성 설계가 된 제작 이후에는 신뢰성에 대한 검증이 필요하다. 신뢰성 검증은 신뢰성 시험과 신뢰성 자료 수집으로 확인된다. 신뢰성 시험은 비교적 짧은 시간에 실시할 수 있으나 많은 비용이 요구된다. 짧다고하나 신뢰성 시험은 때로 몇 년의 시간이 요구되기도 한다. 신뢰성 자료 수집은 납품 이후 제품의 운용상태와 고장/유지보수 상태등에 대한 자료를 수집하는 것으로 개별 중소기업이 할 수 없는 일이다.

[전주기형 신뢰성 지원체계] 국내 부품산업이 해외로 진출하거나 부품 안전성을 확보하기 위해서는 신뢰성 확보가 최우선적으로 필요하다. 그러나 장기간의 시간과 큰 비용이 드는 신뢰성관리는 개발 중소기업이 독자적으로 수행할 수 있지 못하다. 이러한 중소기업의 신뢰성 관리를 지속적으로 지원해주는 체계가 구축되어야 하며 한 개 기관이 아닌 관련 기능을 갖춘 기관 간의 협력 체계를 이루어야 효율적인 역할 분담이 될 것이다.

### [신뢰성 및 철도 관련 기관 간의 신뢰성 지원 협력 체계 구축]

- 신뢰성 기술을 가진 연구원에서는 중소기업의 신뢰성 관리와 신뢰성 설계/분석 등의 지원 기능 구축
- 신뢰성 시험이 가능한 시험기관에서는 신뢰성시험 지원 기능 구축
- 부품의 검사/검수를 담당하는 기관과 유지보수를 담당하는 운영기관이나 유지보수 기관은 신뢰성 자료 수집을 위한 지원 기능 구축
- 인증기관에서는 설계부터 제작/검증 과정과 신뢰성 결과를 바탕으로 신뢰성 인증(평가)

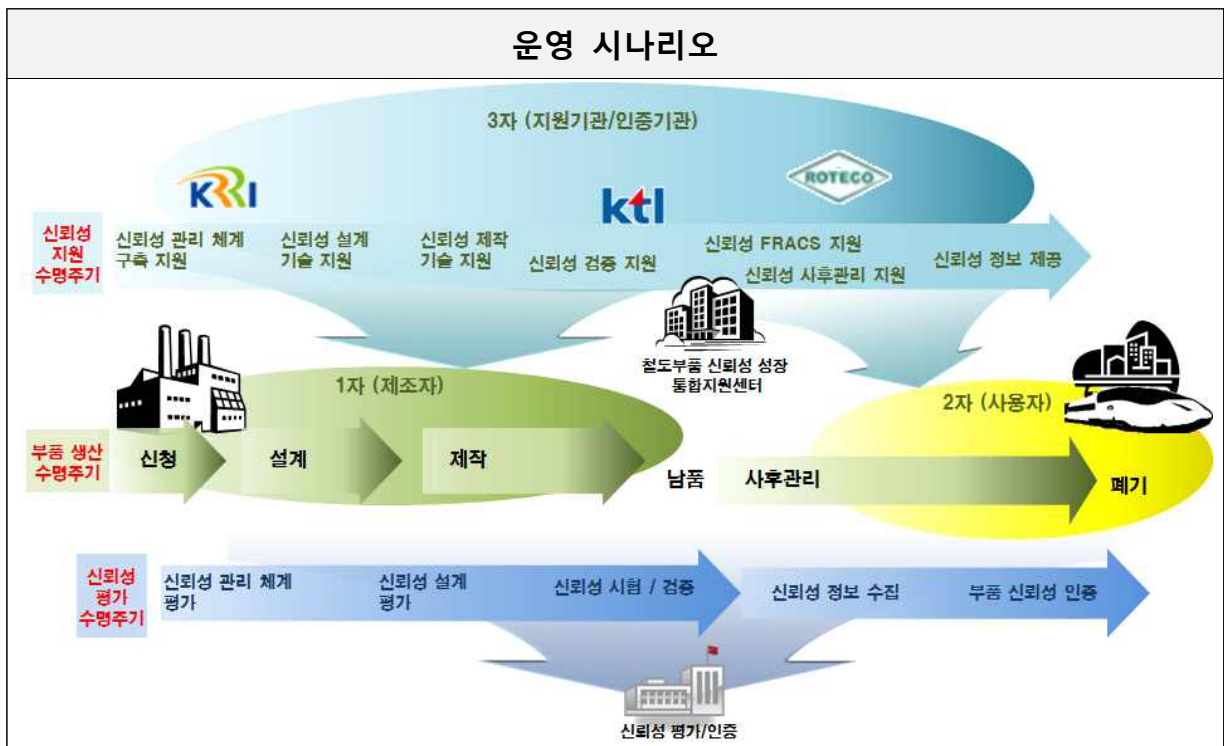
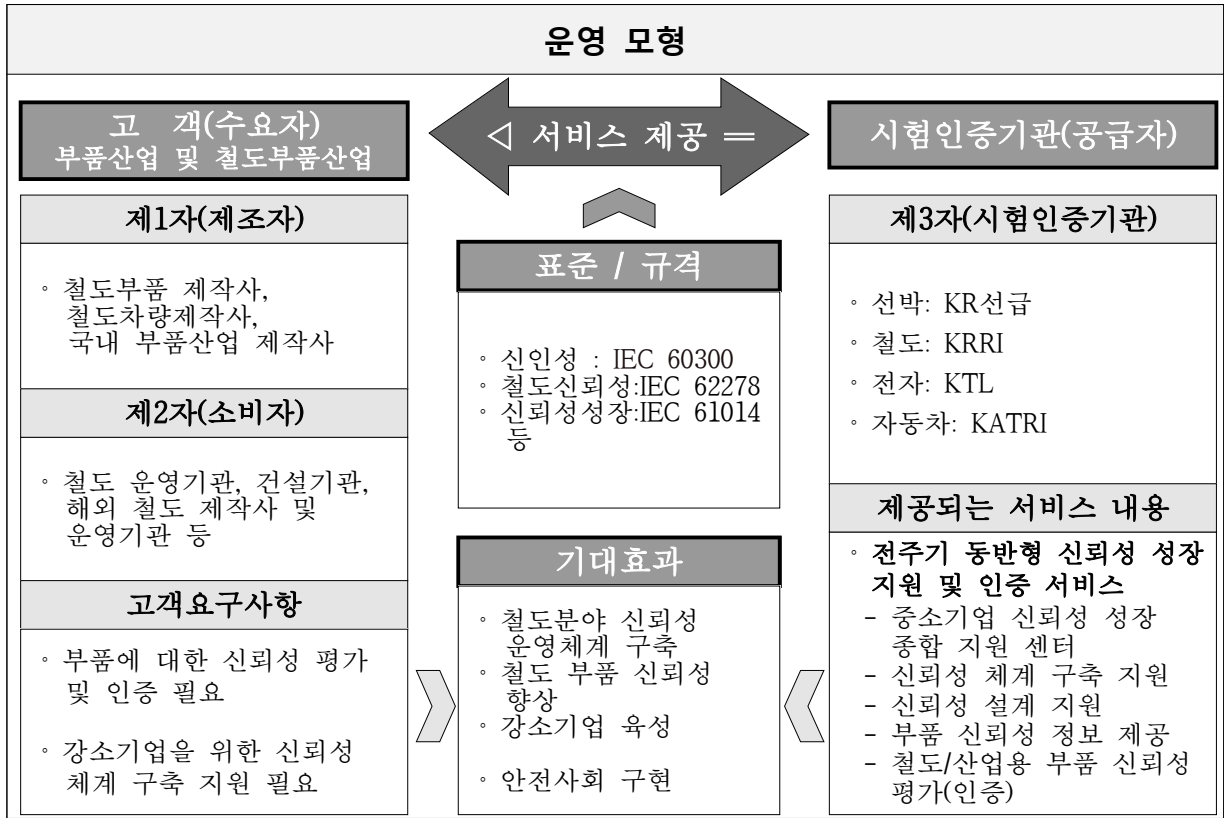
[신뢰성 성장 지원 관련 기관]

구분	내용
제1자	철도부품제작사, 철도차량제작사, 국내 부품제조사 등 (주)유진산전, (주)유진기공, (주)유경제어, 현대로템(주) 등
제2자	철도운영기관, 철도 건설기관, 해외 철도제작사, 해외 철도 운영기관 등 한국철도공사, 서울메트로, 부산교통공사, 한국철도시설공단, 봄바르디아, BART 등
제3자	관련 분야 국내 시험인증기관, 국내 검사 기관 등 한국철도기술연구원, 산업기술시험원, 철도차량엔지니어링 등

[신뢰성 관련 표준]

구분	규격명	내용
국내 규격	KS A 3004	신인성 및 서비스 품질에 대한 기본 용어 정의
	KS A IEC 60300	신인성 관리 시스템의 개념과 원리를 설명하며 신인성 목적에 맞는 계획, 자원 할당, 조절 그리고 제거에 대한 신인성에서의 일반적인 과정을 정의하고, 계획 / 설계 / 측정 / 분석 그리고 향상에 관한 생산품 수명 주기 단계에서의 신인성 활동을 정의
	KS C IEC62278	철도분야 신뢰성 설계, 개발 및 평가 전 생명주기 단계에 대한 활동을 포괄적으로 기술
	KS A IEC 61713	소프트웨어 수명주기 활동에서 표준 KS A IEC60300 - 3 - 6을 지원하기 위한 시스템에 대한 신인성 프로그램을 정의
	KS A IEC 62347	시스템 신인성 명세서의 준비 지침서를 제공한다. 시스템 평가를 위한 과정이 제공되며, 시스템 신인성 요구조건을 결정하기 위한 절차 제시
	KS A IEC 62309	철도와 같이 유지보수에 적용되는 재사용 부품의 신뢰성 및 기능과 신제품에 재사용 부품의 사용을 검토하기 위한 개념을 소개
	KS A IEC 61014	신뢰성 성장을 이루기 위하여 하드웨어와 소프트웨어 아이템의 취약의 노출과 제거를 위한 요구 사항을 상세하게 기술하고 가이드 라인을 제공
	KS A IEC 62429	'유일 복합 시스템'의 최종 시험이나 수락 시험에서 신뢰성 성장에 관한 지침을 제공, 또한 가속 시험의 조건과 시험을 종료하기 위한 기준에 대한 지침을 제공
국제 규격	IEC 60300	신인성 관리 시스템의 개념과 원리를 설명하며 신인성 목적에 맞는 계획, 자원 할당, 조절 그리고 제거에 대한 신인성에서의 일반적인 과정을 정의하고, 계획 / 설계 / 측정 / 분석 그리고 향상에 관한 생산품 수명 주기 단계에서의 신인성 활동을 정의
	IEC 62278	철도분야 신뢰성 설계, 개발 및 평가 전 생명주기 단계에 대한 활동을 포괄적으로 기술
	IEC 61713	소프트웨어 수명주기 활동에서 표준 KS A IEC60300 - 3 - 6을 지원하기 위한 시스템에 대한 신인성 프로그램을 정의
	IEC 62347	시스템 신인성 명세서의 준비 지침서를 제공한다. 시스템 평가를 위한 과정이 제공되며, 시스템 신인성 요구조건을 결정하기 위한 절차 제시
	IEC 62309	철도와 같이 유지보수에 적용되는 재사용 부품의 신뢰성 및 기능과 신제품에 재사용 부품의 사용을 검토하기 위한 개념을 소개
	IEC 61014	신뢰성 성장을 이루기 위하여 하드웨어와 소프트웨어 아이템의 취약의 노출과 제거를 위한 요구 사항을 상세하게 기술하고 가이드 라인을 제공
	IEC 62429	'유일 복합 시스템'의 최종 시험이나 수락 시험에서 신뢰성 성장에 관한 지침을 제공, 또한 가속 시험의 조건과 시험을 종료하기 위한 기준에 대한 지침을 제공

[신뢰성 성장 지원 운영 모델]



[신뢰성 체계 구축 효과] 해외(선진국 포함) 및 국내 철도 시장에서 RAMS가 필수적으로 요구되어 철도운송사업 운영효율화에 부품 신뢰성은 필수적으로 요구됨

[RCM(Reliability Centered Maintenance) 기반 철도 운영] 수익성이 보장되지 않는 공익적 운송수단인 철도에서 운영효율화를 위한 부품 신뢰성 요구가 급증함

[부품 신뢰성 운영 정보 필요] 국내 13개 도시철도운영기관 중 RCM운영체계를 2개 기관이 구축하고 있으나 여타의 소규모 운영기관이 독자적으로 RCM체계를 구축하기는 어려움

[신뢰성 성장 지원 기관 없음] ○국내에 10개의 신뢰성 평가기관이 있으나 신뢰성 성장 지원체계를 구축한 기관은 없으며, 철도분야의 신뢰성 인증기관은 없음

[신뢰성 성장지원 체계 전략 분석]

국내기관 역량측면		강점요인(S)		약점요인(W)	
		국내외 환경측면			
기회요인(O)	○ 철도안전법의 안전 강화 ○ 국내외 철도시장의 신뢰성 요구 필수 ○ 철도운영기관의 RCM 요구 증대	○ 신뢰성 관련 기능을 갖춘 기관 있음 ○ 부품 신뢰성 평가 체계 구축되어 있음 ○ 국내 IT수준이 세계 최고		○ 관련 기관이 독자적 체계로 연계성 없음 ○ 철도 부품 산업 열악 ○ 신뢰성 인증기관 수익 창출 어려움 ○ 신뢰성 평가에 치중된 인프라	
		강점사용+기회활용	SO	WO	약적극복+기회활용
위협요인(T)	○ 해외 인증기관 인지도 큼 ○ 국내 중소기업 열악하고 수준 미달 ○ 신뢰성 여건 및 체계 미비	강점사용+위협회피		WT	
		○ 신뢰성 관련 융합으로 해외 인증기관 인지도 극복 ○ 이미 구축된 신뢰성 평가 체계를 활용		○ 저렴한 인증비용과 체계 구축 지원으로 중소기업 경쟁력 확보 ○ 지원과 인증을 분리하여 공정성 확보	

[SO : 공격적 전략] 이미 갖추고 있거나 구축된 신뢰성 관련 체계를 활용하고 미비된 기능을 관련 가능성이 있는 기관을 지원하여 전주기 동반형 신뢰성 성장지원 융합체계를 구축

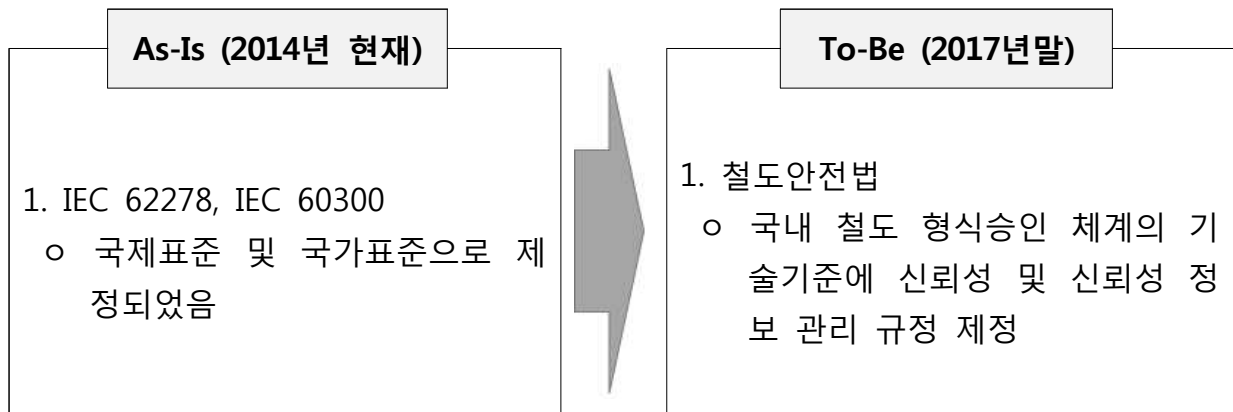
- IT를 활용한 효율적인 협력체계로 저비용 구조 확보

[ST : 약점 극복 전략] 이미 구축된 신뢰성 관련 기관과 철도운영기관, 유지보수기관, 연구원 등을 활용하여 효율적 체계 구축

[WO : 기회 활용 전략] 철도운영기관의 RCM과 철도안전법의 요구 예정을 적극활용하여 철도부품 산업의 신뢰성 적극 확보

[WT : 위협 회피 전략] 효용성 있는 비용의 인증을 실시하여 중소기업의 신뢰성에 대한 경쟁력 확보, 지원과 인증을 분리하여 공정성 확보

[전략 목표]



[전략 로드맵]

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구 개발	철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	철도차량 부품의 신뢰성 지표/기준 연구 철도부품 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구				
		철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축		신뢰성 성장 지원 정보화 시스템 개발		
			신뢰성 성장 지원 시범 사업			



## 6장. 과제구성 및 추진전략

### 1절. 비전 및 목표

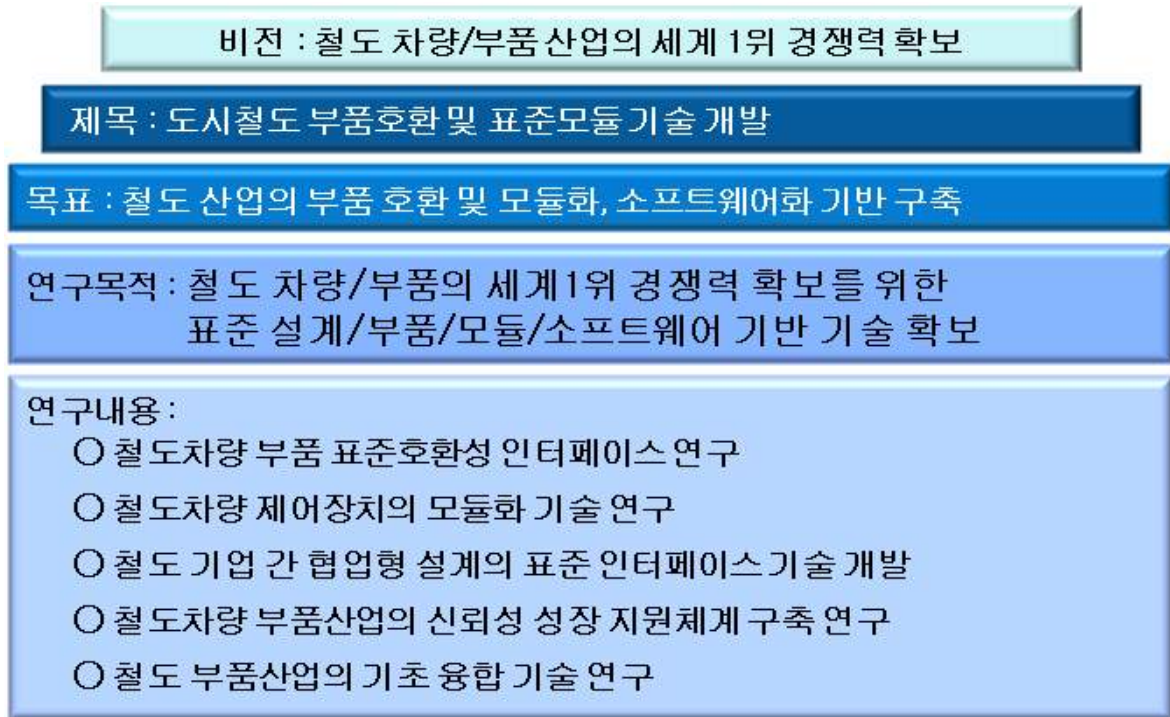


그림 220 도시철도 부품호환 및 표준모듈 기술 개발의 구성

- 본 과제는 영세한 철도부품 산업의 경쟁력을 향상시켜 철도부품분야를 신성장동력으로 부품전문 강소기업을 육성할 수 있는 호환성, 모듈화, 소프트웨어화 기반을 구축하는 비전을 설정하고 이에 따른 목표와 전략을 제시하였음
- 철도차량 기술은 세계 선진국에 비하여 뒤쳐지지 않는으나 철도 선진국의 부품에 의존하는 환경에서 국내 철도부품 산업이 활성화되지 못하고 영세함을 면하지 못하는 상태에서 철도의 운영 및 안전에 그 영향이 미치고 있을 뿐아니라 향후 철도 산업의 세계 진출에도 발목을 잡는 요소가 되고 있음
- 이에 다음과 같은 철도차량부품의 세계 경쟁력을 향상시키기 위한 전략을 제시함

#### 1-1단계 : 철도부품의 호환성/유연성 확보로 대량소품종 국내 시장 형성

- 철도운영기관에서 사용하고 있는 부품을 표준화하여 수급을 원활히 하고 대체 가능한 품목을 확대함으로써 부품중소기업의 최소 수익성을 보장할 수 있는 국내 시장을 형성

#### 1-2단계 : 철도부품의 전문 생산기업의 확대를 위한 협업형 생산체계 구축

- 철도운영기관의 다양한 요구를 최소의 품목으로 만족시킬 수 있는 철도부품의 유연성과 부품 기업 간의 공동협력으로 세계 경쟁력에 대응할 수 있는 협업형 생산체계(프로세스 표준)를 구축하여 설계 경쟁력 200% 향상

**2단계 : 철도부품 호환성의 아시아 및 세계 표준화 주도**

- 아시아 시장과 세계 시장에서 국내 철도부품산업이 해외 선진차량 제작사에 대응할 수 있는 경쟁력을 갖추기 위하여 검증된 부품호환 표준기술 및 모듈화 기술을 바탕으로 아시아권 모듈화 표준 및 세계 모듈화 표준을 주도

**3단계 : 철도차량부품의 단품 단위 세계 경쟁력 확보**

- 부품 표준 및 신뢰성/안전성, 설계 대응 기술력, 유연성 등의 확보로 선진 철도차량 제작사에게 공급할 수 있는 능력을 갖춘 철도부품 강소기업으로 육성하여 국내 철도부품산업의 세계 시장으로 진출

**4단계 : 철도 신호/궤도/전력 분야 부품의 세계 경쟁력 확보**

- 철도차량부품분야를 모델로 하는 철도 신호/궤도/전력 분야 중소기업의 강소기업 육성전략 추진하여 철도전체시스템의 세계 시장 확보

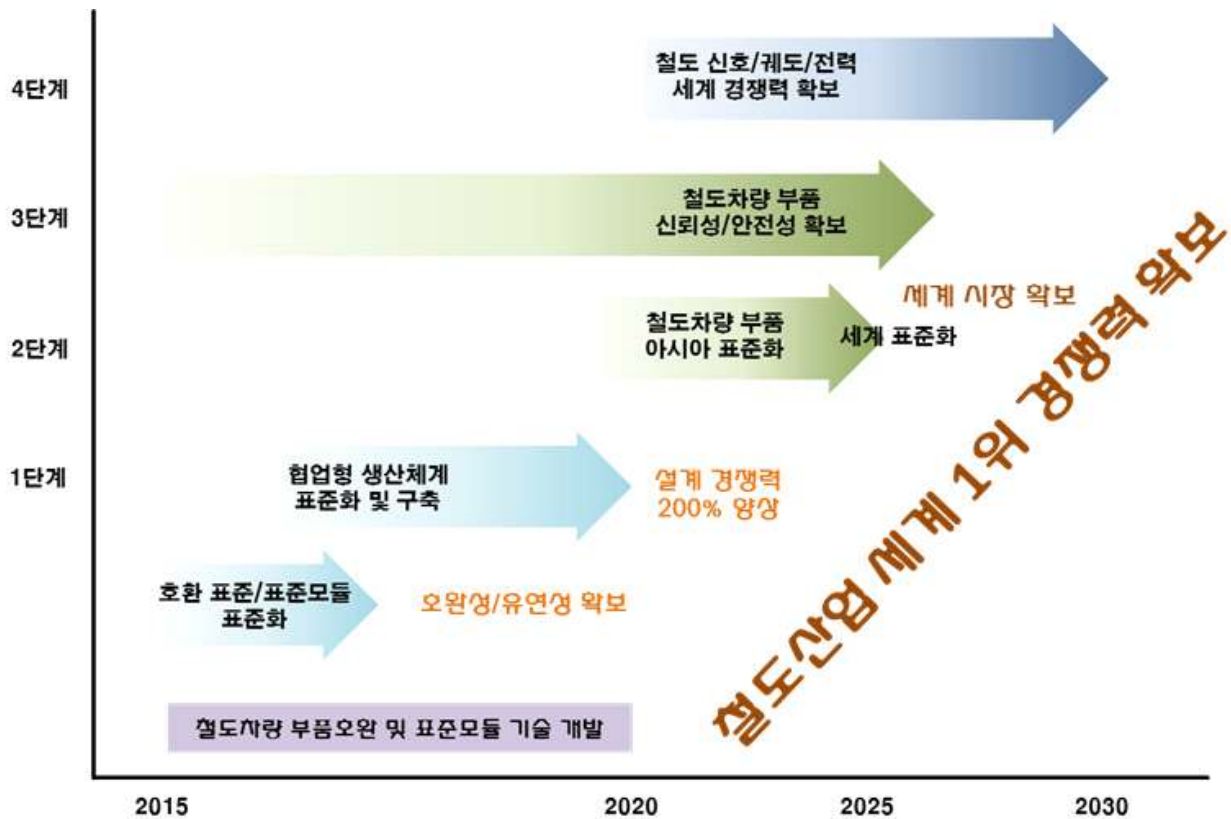


그림 221 철도부품 세계 진출 전략 로드맵

[비전]

철도차량 및 철도차량부품의 세계 1위 경쟁력 확보  
공극적 비전으로 철도산업의 세계 1위 경쟁력 확보

[목적]

도시철도 부품호환 및 표준모듈 개발을 통하여 소품종 대량생산으로 전환  
공극적 목적으로 철도차량부품의 세계 1위 경쟁력확보를 위한 설계/제작/표준  
/소프트웨어 기반기술 확보

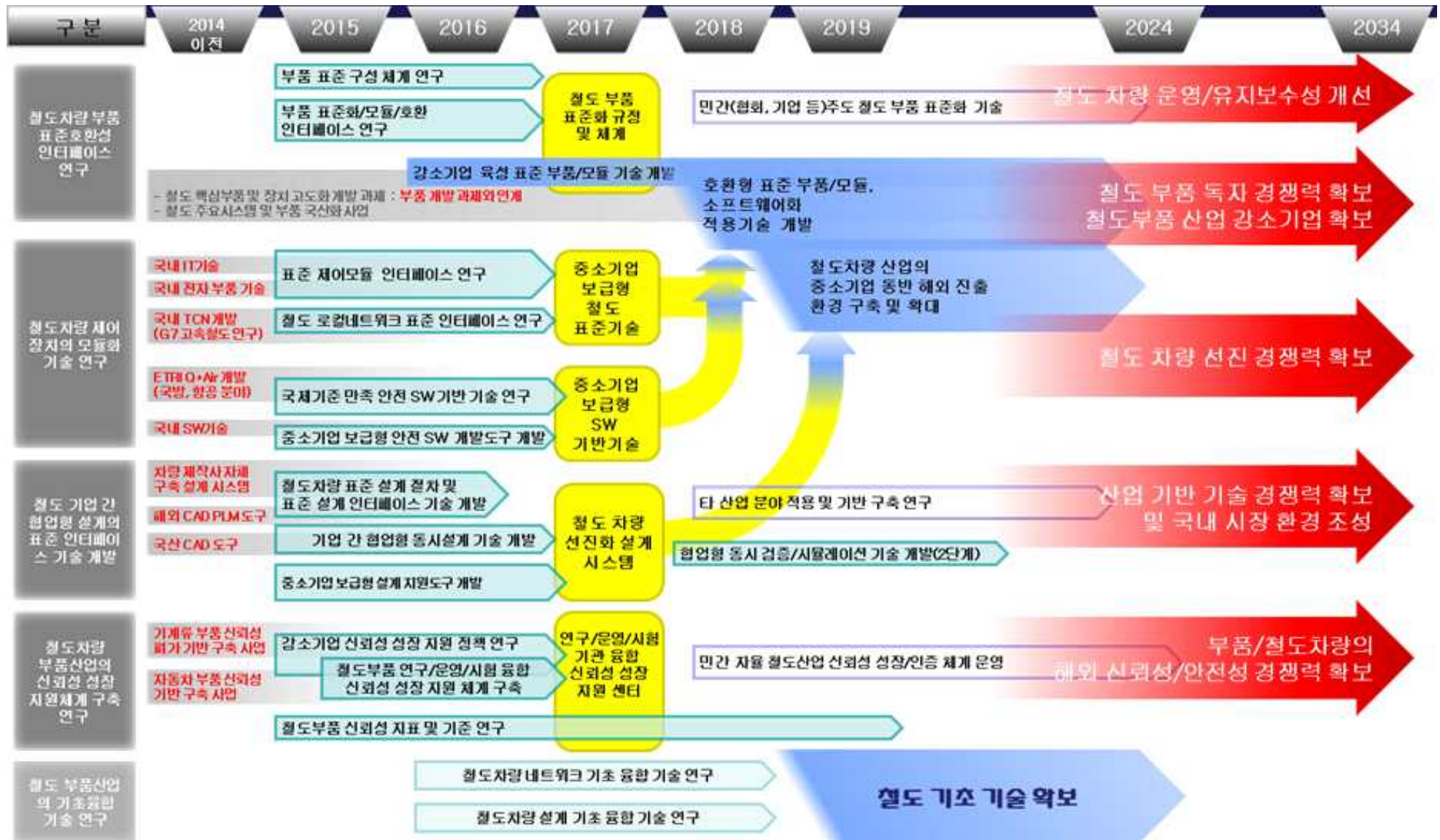
[목표]

- 철도차량 부품의 표준 호환성 인터페이스 개발
- 철도차량 제어장치의 모듈화 표준 개발
- 철도 기업 간 협업 및 동시 설계를 위한 표준 설계 인터페이스 개발
- 철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원 체계 구축
- 철도차량 부품의 기초기술 개발

2절. 추진전략

- 본 과제에서는 철도 전문 연구기관 및 전자/SW 기술 연구기관, 학계, 철도제작사, 운영기관 등의 융합/협력이 필요한 개발사업으로 각 분야의 전문가들로 구성된 연구단으로 추진
- 운영/유지보수의 효율성과 대량소품종 생산형 중소기업으로 성장을 목적으로 하는 부품/모듈 표준화 방향과 향후 국내 철도부품산업에서 강소형 중소기업 육성과 철도산업의 선진고도화를 위한 선진기술기반 구축 방향 등 두 개의 큰 연구 전략으로 추진함
- 본 과제의 성과품은 중소기업의 부품설계 및 생산에 활용되는 기반 기술 및 도구로서 해외 기술을 대체하여 보급하는 정책적 방안 연구가 필요함
- 국내에 이미 개발되어 있는 기술을 바탕으로 철도 분야에 최적화 연구로 진행하며 각 기술이나 상용화 제품 간의 인터페이스 및 기준, 표준 등을 개발함
- 철도부품 산업 및 소프트웨어화 설계 기술 등의 국내 산업과 중소기업의 해외진출을 위한 신 성장동력 기반 기술을 개발

도시철도 부품 호환 및 표준모듈, 소프트웨어화 기반 구축 사업 중장기 로드맵



세부과제	중점 연구/기술 개발 내용	비 고
<b>철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 부품의 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구</li> <li>- 철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구</li> <li>- 강소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발</li> </ul>	
<b>철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구</li> <li>- 철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구</li> <li>- 철도안전법 및 국제 안전성(IEC 61508) 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발</li> <li>- 중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발</li> <li>- 철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발</li> </ul>	
<b>철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발</li> <li>- 설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발</li> <li>- 중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원 도구 개발</li> <li>- 중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업</li> </ul>	
<b>철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구</li> <li>- 철도부품의 해외진출을 위한 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구</li> <li>- 철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구</li> <li>- 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업</li> </ul>	
<b>철도 부품산업의 기초융합 기술 연구</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 네트워크 기초융합 기술 연구</li> <li>- 철도차량 설계 기초융합 기술 연구</li> </ul>	

### 3절. 연구개발과제 구성

□ 과제명 : 도시철도 부품호환 및 표준모듈 개발 연구

□ 연구개발 목표

- 철도차량 부품의 표준 호환성 인터페이스 개발
- 철도차량 제어장치의 모듈화 표준 개발
- 철도 기업 간 협업 및 동시 설계를 위한 표준 설계 인터페이스 개발
- 철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원 체계 구축
- 철도차량 부품의 기초기술 개발

□ 연구개발 필요성

#### ① 기술개발 필요성

(세계 부품시장 진출 필요성) 항공기 시장과 마찬가지로, 세계 철도차량 시장에서도 유지보수 등 판매후서비스(After-Sales Services)가 차지하는 비중이 50% 수준으로, 2011년 기준 385억달러(58조원) 수준임. '09년부터 非유럽권을 중심으로 도시철도 시스템, 전장품류 등 수출 중이며 향후 해외시장 진출 확대 필요

\* 한국 철도부품 9천9백만불 흑자(12년, 무역협회) : 수출 183백만\$ / 수입 84백만\$

(정부개입에 의한 부품산업 육성) 철도산업도 대규모 설비투자와 연계되는 '규모의 경제', 초경량·초내열·고강도 부품개발이 다른 산업에까지 '긍정적 외부성' 창출, 높은 고용창출 효과 등에 있어 항공산업과 유사. 정부의 적극적인 개입을 통한 부품산업 육성필요

\* 매출액 10억원당 고용 창출효과 (한국은행 자료) : 철도차량 2.5, 선박 2.4, 자동차 1.1

(철도부품 강소기업 육성 및 국내철도부품시장 확보를 위한 호환성 관리 시급) 국내 철도차량 부품산업에서 강소기업이 성장하기 위해서는 지속적인 생산이 확보되고 개발된 기술이 보호될 수 있는 규모의 경제수준이 확보되어야 하며 소량다품종 구조에서 대량소품종 구조로 변화시키려면 철도부품의 표준 관리체계가 필요

(철도 부품의 기업 간 기술 협업 체계 구축에 필요) 국내의 소규모 철도부품 기업 구조에서는 기업 간의 협조 체계에 의한 구성품 생산 체계가 필요하며 특화된 기술영역을 보호하고 기업간의 협조 체계를 구성하고 유지하기 위하여 철도부품 표준 관리체계가 필요함.

(국내 철도차량의 모듈화 기술 확보 필요) 개방된 통신네트워크, 제어모듈, 소프트웨어 등을 기반으로 하는 선진 모듈화기술은 하드웨어와 소프트웨어, 통신 등을 모두 통합하는 기술로서 국내 철도부품 기술이 선진기술로 발전하기 위하여 꼭 확보해야하는 기술임

(**철도 부품산업의 해외 진출을 위한 국제 표준 기술 확보 필요**) 해외 철도 부품기술의 추세는 철도차량네트워크의 국제표준(TCN)을 기반으로 하고 있어 국내 부품산업이 해외로 진출하기 위해서는 기업이 쉽게 접근할 수 있는 표준 기술이 확보되어야 함

(**국내 철도부품 중소기업에 소프트웨어화 필수 기반 기술**) 열악한 중소기업이 비싼 해외제품이나 안전성 인증된(최소 10억 추가비용) 제품을 구매하여 개발하기에는 위험성이 커 영세 철도부품 기업은 소프트웨어화를 포기할 수 밖에 없는 상태로 국내에서 공급되고 쉽게 AS가 지원되는 제품이 필요

(**모듈화하는 선진 기술에서 소프트웨어화를 위한 기반 기술**) 1990년대부터 해외 철도분야와 자동차, 의료 분야 등은 소프트웨어화로 기능/성능 모듈화와 재사용성을 확보하여 왔으나 우리나라의 경우 아직 코드 단위의 원시적 프로그래밍 방법으로 소프트웨어 재사용성이나 유연성이 해외기술에 20년 이상 뒤쳐진 상태임

(**협력형 설계가 가능하도록 표준 설계 절차 필요**) 중소기업의 설계 수준에서 격차가 있어 설계의 협력이 어려우므로 중소기업에서 수행 가능한 표준 설계 절차를 확립하고 표준설계절차의 정착을 위하여 각 설계 단계에서 사용 가능한 자동화 도구의 개발이 필요함

(**중소기업 설계 경쟁력 향상으로 해외 경쟁력 향상 필요**) 중소기업의 기초 설계 능력을 향상시키고 고부가가치 기술로 전환하여 전문인력이 중소기업에 유입될 수 있도록 기반을 조성하며 해외 경쟁이 가능하도록 설계 기술 기반 향상에 필요

(**국내 철도 차량과 부품 산업의 해외 수출에 신뢰성 필요**) 해외 철도차량의 수출과 철도 부품의 동반 수출을 위하여 부품에 대한 신뢰성이 필요하며 신뢰성이 확보된 부품만이 해외 진출이 가능함

(**철도 유지보수성과 운영에 고신뢰 및 장수명 제품 필요**) 철도차량에 대한 유지보수 시장이 확대됨에 따라 철도 부품의 유지보수성이 운영기관 유지보수 효율에 영향을 미치므로 고신뢰/장수명의 부품 필요

## ② 정부지원 타당성

### 정부 정책과의 부합성

- 박근혜 정부 국정과제 관련하여 아래와 같은 정책에 부합

- 1) 창조경제
  - (1-1-5) 중소·중견기업의 수출경쟁력 강화
  - (1-1-6) 동반성장 등 협력적 기업생태계 조성
  - (1-1-7) IT·SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화
  - (1-1-8) 과학기술을 통한 창조경제 기반 조성
  - (1-1-14) 서비스산업 전략적 육성 기반 구축

- 제2차 철도산업발전기본계획( '11)
  - 수출주도형 연구개발추진
- 국토교통부 ‘철도부품 강소기업 육성 R&D 지원방안’ (2013)
  - 중소기업 맞춤형 R&D지원사업
  - 한국형 인증제도·표준 구축
  - 신뢰성 확보 지원 및 한국형 인증제도·표준 구축

### 정부 지원의 필요성

- (국가 표준 활동) 표준 인터페이스와 표준모듈 규약을 개발하고 표준화하는 연구로 철도 부품산업의 기반을 조성하기 위하여 정부의 지원이 필요
- (철도 부품 기업의 해외 진출 지원 기술) 영세한 철도부품 기업들에 필요한 기반 기술 연구로 종업원 50인 이하 250여개 영세 철도부품 기업에 필요한 기술임
- (국가 정책 실현에 필요한 기술) 철도안전법의 형식승인제도나 자동차의 기능안전(ISO 26262)등의 정부 정책의 실현에 필요한 기술임
- (중소기업 간 협력형 미래 산업 구조 필요) 작은 기술 기업 간의 협력형 산업 구조를 형성하기 위한 기초 기술로 국가의 지원이 필요함
- (관련 기관간 융합/협동 제도 구축) 철도산업의 해외 진출에 필요한 철도부품의 신뢰성 확보하기 위한 연구로 현재까지의 고비용 구조가 아닌 기관 간의 융합에 의하여 저비용 인증 구조를 구축하는 것으로 체계의 구축을 국가가 제공하여야 함

### □ 연구기간 및 소요예산

- 연구기간 : 5년 ( ' 15년~' 19년)
- 총연구비 : 32,500백만원(정부 25,000백만원, 민간 7,500백만원)
- 연도별 소요예산

(단위 : 백만원)

	구분	계	'14까지	'15	'16	'17	'18	'19이후
철도차량 부품 표준 호환성 인터페이스 연구	정부	7,400	-	600	1,300	2,200	2,100	1200
	민간	2,110	-	200	350	660	650	250
철도차량 제어모듈의 표준 인터페이스 기술 연구	정부	8,400	-	700	1,900	2,300	2,200	1,300
	민간	2,220	-	100	480	670	650	320
철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발	정부	4,050	-	400	850	1,150	1,150	500
	민간	2,770	-	280	580	850	780	280
철도차량 부품 산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	정부	4,250	-	300	750	1,250	1,150	800
	민간	400	-	0	0	150	150	100
철도 부품산업 기초융합 연구	정부	900	-	0	300	300	300	0
	민간	0	-	0	0	0	0	0
계	정부	25,000	-	2,000	5,100	7,200	6,900	3,800
	민간	7,500	-	580	1,410	2,330	2,230	950

## □ 연구내용

### (1세부) 철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구

- 철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구
- 철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구
- 강소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발

### (2세부) 철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구

- 철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구
- 철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구
- 철도안전법 및 국제 안전성(IEC 61508) 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발
- 중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발
- 철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발

### (3세부) 철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발

- 철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발
- 설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발
- 중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발
- 중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업

### (4세부) 철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구

- 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구
- 철도부품의 해외진출을 위한 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구
- 철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구
- 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업

## (5세부) 철도 부품산업의 기초융합 연구

- 철도차량 네트워크 기초융합 기술 연구
- 철도차량 설계 기초융합 기술 연구

## □ 최종성과물

### (1세부) 철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구

- 철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준관리 방안 연구
  - 철도차량의 부품 표준 구성 체계(BOM) 표준서
  - “철도부품 표준호환 위원회(가칭)”의 운영 규정
  - 철도 표준호환 부품의 관리 규정
  - 철도차량의 부품 표준 구성 체계(BOM) 정보화 시스템
  - 철도차량의 부품 표준 구성 체계(BOM)의 형식승인체계 운영 방안
  - 철도차량 부품표준 기술의 실용화 보급을 위한 제도개선 방안
- 철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구
  - 철도차량 표준부품/모듈의 기본구조(Frame) 표준서
  - 철도차량 표준부품/모듈의 기능/성능 표준서
  - 철도차량 표준부품/모듈의 인터페이스 표준서
  - 철도차량 부품의 표준 적합성 검증 기준서
  - 철도차량 부품의 표준 적합성 평가 체계 구축
- 강소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발
  - 철도차량 부품 인터페이스표준을 적용한 표준부품 시범 개발 및 검증보고서

### (2세부) 철도차량 제어모듈의 표준 인터페이스 기술 연구

- 철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구
  - 철도차량 제어모듈의 기본구조(Frame) 표준서
  - 철도차량 제어모듈의 인터페이스 표준서
  - 철도차량 제어모듈의 I/O 표준서
  - 철도차량용 표준 제어모듈 시제품 및 검증 보고서
  - 철도차량용 표준 제어모듈 시제품의 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- 철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구
  - 철도차량 구성품 제어용 로컬네트워크 표준서
  - 철도차량 구성품 제어용 로컬네트워크 시제품 및 검증 보고서
  - 철도차량용 로컬네트워크 시제품의 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- 철도안전법 및 국제 안전성(IEC61508) 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발
  - 안전성(IEC 61508)이 인증된 철도용 RTOS

- 철도용 응용소프트웨어의 모듈화 표준 API 표준서
- 디바이스드라이버 템플릿 및 프레임워크 표준서
- 철도 네트워크 연동/디바이스드라이버 표준서
- 개발된 RTOS의 기능안전성(IEC 62508) 인증 획득
- 중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발
  - 철도용 소프트웨어 통합개발환경
  - 개발된 통합개발환경의 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- 철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발
  - 철도차량 표준 제어모듈을 적용한 구성품 시제품 및 검증보고서

### (3세부) 철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발

- 철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발
  - 철도차량 설계 절차 표준서
  - 철도차량 표준 설계 단계별 인터페이스 표준서
  - 철도차량 요구사항 추적에 대한 표준서
- 중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발
  - 철도 중소기업 보급형 설계 자동화 지원도구(소프트웨어)
- 설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발
  - 동시/협업 설계를 위한 설계 정보 표준서
  - 철도 중소기업의 설계 정보 변환 기술 및 인터페이스 지원 도구(소프트웨어)
  - 철도 시스템 통합설계 기술 표준서
  - 철도 통합시스템 검증 방법 표준서
  - 협업 시 설계 정보 보호/보안 규정
- 중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업
  - 협업/동시 설계 결과물 및 검증 보고서

### (4세부) 철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구

- 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구
  - 철도 부품 신뢰성 지표 및 기준서, 표준서
- 철도부품의 해외진출을 위한 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구
  - 철도부품 제작사의 신뢰성 관리 Guide Line
  - 철도부품 성장지원 전문가 양성
- 철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구
  - 신뢰성 성장 지원/운영을 위한 정보화 시스템

- . 철도/신뢰성 관련 기관의 협력 규정
- . 신뢰성 지원의 경제적 수익모델 개발보고서
- . 신뢰성 지원 체계 구축을 위한 제도화 지원 방안

○ 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업

- . 중소기업의 신뢰성 성장 지원 시범 사업 및 신뢰성 평가/인증 보고서

**(5세부) 철도 부품산업의 기초융합 연구**

- 철도차량 네트워크 기초융합 기술 연구
- 철도차량 설계 기초융합 기술 연구

**□ 최종성과물의 활용방안**

- 철도차량 부품의 표준 체계는 철도부품제작사와 철도차량제작사, 철도운영기관, 철도부품 관련 연구기관 및 학계 등의 참여로 구성되는 “철도부품 표준호환 위원회(가칭, 이후 ‘표준호환위’라 함)”에서 운영하며 과제 종료 이후 업계 표준을 주도하는 기구로 지속 운영하며 회원사의 참여에 의한 독립적 운영기관으로 발전시킴
- 철도차량 부품 표준구성체계는 표준호환위에서 관리하며 철도차량 각 분야의 기술분과에서 평가되고 공청회 및 표준호환위 의결에 의하여 제정되고 철도운영기관 및 철도차량 제작사, 철도부품 제작사에 적용을 권고하고 철도 관련 표준 및 법에 제도화할 수 있도록 추진
- 철도부품 호환표준 및 모듈화표준은 철도차량이나 부품을 납품할 때 적합성을 확인할 수 있도록 철도부품 표준적합성 평가 제도를 본 과제에서 개발하여 철도안전법에 의한 형식승인체계에 포함되도록 추진
- 철도부품 표준 및 호환 부품에 대한 정보를 국내 철도운영기관 및 철도 관련 제작사에서 활용할 수 있도록 정보화시스템으로 제공되며 정보화시스템은 본 과제에서 구축하여 표준호환위에서 관리할 수 있도록 제공
- 철도차량 제어모듈/로컬네트워크/소프트웨어 인터페이스 표준은 철도관련 기술표준으로 제정하고 철도안전법에 의한 형식승인체계에서 납품되는 철도차량과 철도부품에 대한 표준적합성을 평가하고 납품되는 철도차량에 적용
- 제어장치의 교체시기가 도래한 철도운영기관의 철도차량의 교체형 제어장치로 활용
- 개발된 RTOS와 통합개발환경은 영세한 철도부품 중소기업에 보급하고 관련 기술의 이전하여 부품의 소프트웨어화를 주도하도록 지원. 보급에서 해외 제품에 비하여 충분한 경제성을 확보할 수 있도록 추진
- 표준설계인터페이스는 철도차량용 구성품 및 부품 개발을 위한 컨소시엄에서 활용하여 설계 경쟁력 강화에 활용하며 철도관련 기업이 활용할 수 있도록 연구기관을 중심으로 교육 및 보급할 수 있는 기반을 확보

- 표준설계 변환도구는 중소기업 배포용을 개발하여 표준을 활용하는 기업에 무상 배포하고 철도설계 자동화지원도구는 영세한 중소기업이 활용할 수 있도록 적절한 경제성을 확보
- 철도전문연구기관에 철도부품신뢰성성장지원센터를 설립하여 철도부품 중소기업의 신뢰성 지원 제도로 활용하며 철도차량 운영의 효율화를 위한 신뢰성 정보로 철도차량운영기관에 제공

## □ 기대효과

### ○ 사회·경제적 기대효과

- 철도부품 표준구성체계에 의하여 철도운영기관 및 철도차량제작사, 철도부품제작사가 동일한 표준관리코드를 활용함으로써 전문 부품의 소품종 대량생산 체계를 구축하여 철도부품 강소기업이 가능한 구조로 전환
  - 철도부품 전문 강소기업의 성장 기대
- 철도 운영기관의 부품관리의 효율성 향상으로 점진적인 유지보수성 개선 기대
  - 철도운영기관의 산업용 표준의 활용으로 철도 전용부품 비율을 낮춤
  - 철도 전문부품의 수급 편리성 증대
  - 단종부품에 대한 호환성 확대로 대체품 수급 편리성 증대
- 철도운영기관에서 구입하는 철도차량의 부품 호환성 증대
  - 철도부품의 지속적인 국내 시장환경 조성으로 국산화율 증대
  - 철도 해외부품의 가격 인하 효과 기대
  - 철도 전용부품의 수출 경쟁력 확대
- 철도부품의 국제 표준화에 주도
  - 철도운영기관의 다양한 제어장치를 교체/호환 가능하여 제어장치 유지보수에 대한 효율성 향상으로 점진적인 유지보수성 개선 기대
    - 철도운영기관의 제어장치 종류를 최소화
    - 교체 가능한 제어장치의 수급 편리성 증대
    - 단종부품에 대한 호환성 확대로 대체품 수급 편리성 증대
    - 기존의 소프트웨어를 그대로 재사용이 가능
- 표준 호환모듈을 확대하는 연구로서 표준모듈 적용에 의한 유연성 확대가 예상된다. 그럼에도 근 시일 내에 직접적인 부품의 확대가 발생할 것으로 예상되지 못하며 단지 부품의 전문화에 의한 강소기업으로 집중효과가 발생할 것으로 예상된다. 향후 장기간에 걸친 수출 증대효과를 기대할 수 있다.
- Embedded OS현황에서 국내 기술 국산화비율에서 철도분야는 0%이다. 개발되는 RTOS에 의하여 국내 철도부품 중소기업에 적용되는 경우 향후 3년 이후부터 부품 중소기업 20개/년씩 증가할 경우
  - ※ 중소기업 20개/년 × 8000만원 = 16억/년 시장이 증가할 것으로 예상

## 향후 국산 RTOS의 시장점유율이 급증할 것을 예상

- 국내 철도 구성품이나 부품의 개발에서 강소기업 육성 생태 마련
  - 컨소시엄에 의한 신제품 개발 위험도 분산
  - 전문 부품 기술의 협업 체계 가능
  - 동시/협업 설계로 중소기업의 설계능력 향상
  - 요구사항 추적성 확보로 재설계 및 설계오류 감소
- 철도 설계 기술의 표준화로서 철도관련 기업의 전반적인 설계 경쟁력 향상으로 철도부품의 독자 해외 수출 가능성 기대
- 철도 설계 표준화 및 동시/협업으로 설계분야 생산성 30% 증대 및 설계기간 단축으로 국제 경쟁력 확보
- 국산 설계지원도구의 개발 및 시장 점유율 확대
- 국내 PLM시장의 조기 성숙 기대
  
- 기업이 자체적으로 구축해야 하는 신뢰성 정보화와 평가/인증을 관련 기관 간에 공동으로 구축하여 활용함으로써 중복 투자를 최소화하고 경제성 있는 신뢰성 평가체계 구축
- 철도부품에 대한 신뢰성 확보로 중소기업이 독자적으로 해외로 수출할 수 있는 경쟁력 확보
- 건당 수천~수억의 신뢰성 평가 비용의 경제성 확보
- 중소기업의 설계 경쟁력 향상

### ○ 기술적 기대효과

- **철도부품의 전문화 및 모델화로 기술의 지속적인 발전 기대** : 철도부품의 표준화로 전문 모델을 지속적으로 생산할 수 있으며 부품을 개선할 때 모델 간에 상호 호환성이 만족되어 기술발전을 저해하지 않는 개발이 가능
- **철도부품의 국제 수준 기술 확보** : 철도부품의 표준화로 기술 경쟁이 가능한 시장이 형성됨으로 국제 수준 기술을 가진 부품산업으로 성장 기대
- **철도부품에 대한 국제 표준 주도** : 국제 표준화를 제시함으로써 철도선진국과 유명 철도 부품사에 의한 기술 주도를 국내 강소기업에 의한 부품기술로 국제 표준을 주도할 것을 기대
- **철도부품 연구 개발 확대** : 철도부품의 호환성이 확보됨으로 신규 개발되는 기술에 대한 시장이 보장되어 부품사나 연구기관에 의한 연구개발의 활성화 기대
- **철도 구성품/부품의 소프트웨어화 기술 확보** : 철도부품의 소프트웨어화로 철도차량설계 기술 및 철도 구성품 제작기술의 유연성 및 통합성 향상으로 국제 경쟁력 향상

- 최신 IT기술을 접목한 철도용 제어장치 활용 : 우리나라의 강점인 IT기술을 접목한 철도 기술을 활용으로 제어용 장치/기술의 신성장 동력으로 성장 기대
- 철도용 RTOS 및 개발도구를 기반으로 산업용 소프트웨어 기반 확대 : 철도용 RTOS를 개발하고 시장을 확대함으로써 국산 소프트웨어 기반 기술을 일반 산업 저변 확대 기대
- 국내 산업용 소프트웨어 기술 개발 활성화와 해외 진출 : 철도부품의 활성화 및 해외진출에 국내 산업용 소프트웨어 기술이 동반 진출되어 국내 소프트웨어 산업의 활성화 기대
- 소프트웨어 및 제어장치의 국제 기능안전성(IEC 61508) 수준 확보 : 아직 초보단계인 국내 기능안전성 기술의 활성화로 국제수준의 기능안전성 확보 기대
- 국내 철도부품 기업의 설계 기술 향상 : 국외 부품 기술이나 차량제작사에 의존하던 부품기술을 부품제작사가 설계/제작할 수 있는 기술 확보 기대
- 강소기업의 육성 기반인 철도부품의 독자 설계 기술 확보 : 부품의 지속적인 모델 개발로 부품제작사의 독자설계 능력의 향상과 해외요구사항에 대한 독자적인 대응 설계 기대
- 국내 중소기업 간의 분업/협업을 위한 기반 기술 확보 : 기초 기술의 협업(컨소시엄)으로 통합된 제품을 생산할 수 있는 분업/협업형 생산 기술 확보 기대
- 설계 지원도구, 설계자동화도구 및 생산관리도구(PLM) 기술의 세계 경쟁력 확보 : 제품전생산주기의 효율성 향상을 위한 각종 설계 도구 및 관리 도구에 대한 기술 확보 및 설계도구에 대한 시장 확보 기대
- 설계 표준 기술에 대한 국제 표준화 주도 : 철도차량 설계에 대한 국제 표준화로 우리나라 기업의 세계 진출 기회 확대 기대
- 국내 철도 부품의 신뢰성 성장을 위한 체계 기술 확보 : 초보 수준에 머물러 있는 국내 기업의 신뢰성 기술을 국제 표준에 따른 신뢰성 성장체계로 전환하기 위한 기술 확보
- 국내 철도 부품에 대한 신뢰성 기준 확보 : 아직 확립되지 않은 국내 철도부품의 신뢰성 기준의 구축으로 국내 철도부품에 대한 신뢰성 향상 및 기술 향상 기대
- 국내 철도부품의 신뢰성정보의 축적으로 국내 부품산업의 신뢰성 기초 정보 확보 : 철도산업의 신뢰성 정보화를 바탕으로 국내에서 생산되는 부품에 대한 신뢰성 향상을 위한 기초 정보 축적 및 활용 기대

#### 4절. 세부과제별 연구목표 및 주요내용 및 추진방법

##### 1) 연구개발 주요내용

##### (1세부) 철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구

##### (1세부-①) 연구개발 목표

철도차량 부품의 호환성 및 교체성을 확보하고 철도부품 강소기업 육성을 위한 철도차량 부품의 표준 구성체계를 개발하고 표준 부품의 인터페이스 표준을 제정하며 표준 보급을 위한 표준부품 개발 시범사업을 시행

**(1세부-②) 연구개발 주요 내용**

**- 철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구**

- . 철도부품 호환표준 운영을 위한 철도부품 표준호환 위원회(가칭)의 운영방안 개발
- . 철도 표준호환 부품의 관리 방안 개발
- . 철도차량 표준BOM 체계 개발
- . 철도차량 부품 호환표준 및 BOM 정보화 시스템 개발
- . 철도차량 표준BOM의 형식승인체계 연계 방안 연구

**- 철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구**

- . 철도차량 표준부품/모듈의 기본구조(Frame) 연구
- . 철도차량 표준부품/모듈의 기능/성능 기준 연구
- . 철도차량 표준부품/모듈의 인터페이스 표준 연구

**- 강소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발**

- . 철도차량 부품표준을 적용한 부품 기술 개발
- . 철도차량 부품표준 기술의 실용화 보급을 위한 제도개선 방안 연구
- . 철도차량 부품의 표준 적합성 검증 연구
- . 철도차량 부품의 표준 적합성 평가 체계 구축 연구

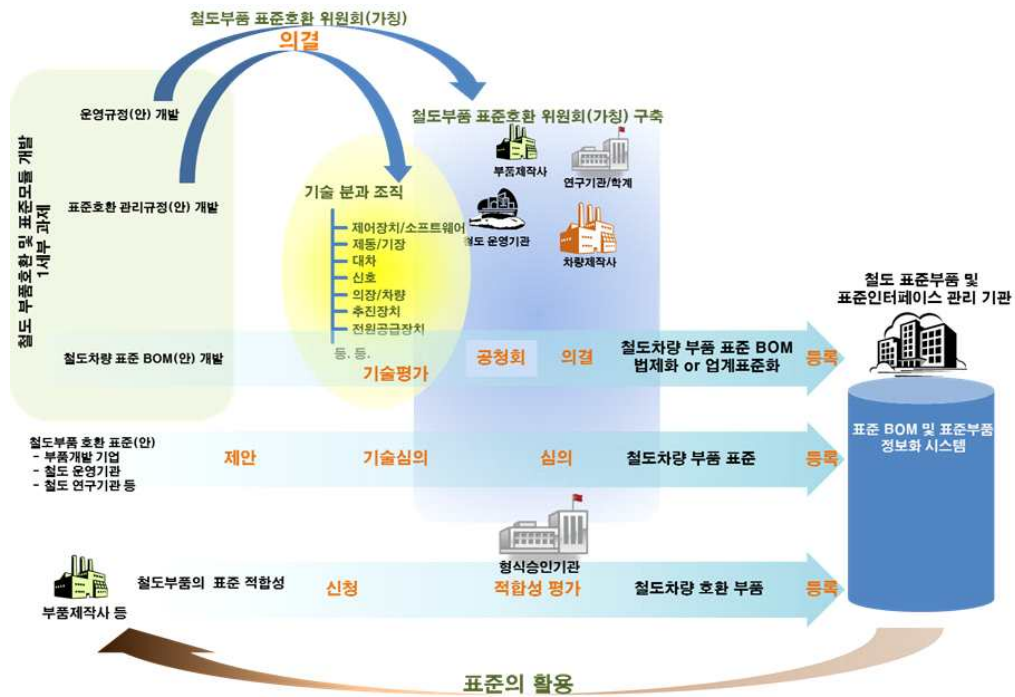
**(1세부-③) 연구개발 추진 방법**

○ 연차별 목표, 일정계획 및 기술개발 전략 수립

- 1차년도 : 추진전략 정립 및 표준호환위 운영규정 개발 및 구축  
표준BOM, 표준부품/모듈의 프레임 요소 개발  
표준부품/모듈 대상에 대한 수요조사 및 개발 대상 도출
- 2~3차년도 : 표준BOM 정보화시스템 구축 및 정보화 시범 사업
- 2~5차년도 : 표준부품/모듈 적용 기술 시범사업

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구 개발	철도차량 부품	표준 구성 체계 표준 및 관리 규정 개발				
		철도부품 표준호환위원회 운영				
		표준부품 정보화시스템 구축		정보화시스템 시범 적용		
	표준호환성 인터페이스 연구	철도 부품 호환 인터페이스 표준 연구				
		철도 부품 표준 적합성 평가제도 개발		표준 적합성평가 시범 적용		
	표준부품 대상 도출	표준부품 시범 개발 사업				

- 연구진은 철도부품의 표준 구성체계를 객관적으로 수립하고 정책적인 대안으로 제시하며 관련 연구역량을 갖춘 산·학·연 공동연구 수행을 통한 핵심기술 확보 및 시스템 국산화를 추진하고 철도 운영기관과 철도 부품업체 등의 의견을 수렴하여 추진
- 철도부품 표준호환위원회 설립 및 운영 : 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사, 철도부품 관련 기관으로 구성된 ‘철도부품 표준호환위원회’를 구성/설립하고 위원회 내에 기술분과를 운영하여 철도차량 표준구성체계 및 철도부품 호환표준, 표준적합성 평가제도 등을 관리
- 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사 관련 전문가 자문 : 각종 선행사례, 유사사례에 대한 조사, 기술개발 성공 및 성과보급을 위한 국내외 전문가 의견 수렴
- 표준 적용을 위한 시범검증을 위한 철도운영기관과의 유기적인 협조체계 구축
- 표준의 보급을 위한 관련 제도 개선 지원
- 연구개발 추진계획에 최소한 다음 내용을 포함하는 방법론을 제시해야 함
  - 철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구는 철도 운영기관 및 기업이 모두 적용할 수 있는 철도차량의 LRU(현장교체단위)단위의 구성체계(BOM)를 개발하여 관련 법령에 제정할 수 있도록 지원하고 국내에 납품되는 철도차량의 BOM을 등록시키는 정보화시스템을 구축함. 호환표준 및 표준BOM을 운영하기 위한 관리 규정을 개발하고 표준호환위를 구축하여 호환표준을 운영할 수 있는 기반을 구축하고 철도안전법의 형식승인 체계에서 철도차량형식승인과 철도부품형식승인에 적용 가능하도록 개발하며 형식승인 체계에 표준BOM관리를 포함하도록 제도적 정비 방안을 지원해야함



- 철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구는 철도차량 표준 구성체계에 포함되는 LRU(현장교체단위)단위의 호환성/교체성 확보를 위한 기본구조(Frame)를 개발하고 그에 따른 인터페이스 표준을 개발하여 철도표준으로 제정함. 각 인터페이스 표준에 요구되는 기능과 성능에 대한 기준은 비표준으로 개발하여 유연한 개방적 표준관리 정책으로 제시되어야 함. 호환 인터페이스 표준은 구성품이나 부품의 지속적인 기술의 발전을 지원할 수 있는 구조이어야 함
- 강소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발은 표준 부품이나 표준모듈의 시범 적용을 위한 대상을 선정하고 개발된 부품의 표준과 일치성을 확인할 수 있는 적합성 검증 절차 개발과 체계 구축을 포함하여야 함. 철도부품 제작사를 포함하는 연구개발이 이루어져야 하며 표준부품기술의 보급을 통하여 철도부품 강소기업을 육성할 수 있는 제도적 개선방안의 제안을 지원하는 연구가 포함되어야 함.

## (2세부) 철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구

### (2세부-①) 연구개발 목표

철도차량에 사용되는 제어장치의 호환성 및 교체성을 확보하기 위하여 철도용 제어장치를 위한 제어모듈/로컬네트워크/소프트웨어에 대한 기본구조(Frame)과 인터페이스를 개발하여 제어장치와 소프트웨어의 모듈화 기술을 확보

### (2세부-②) 연구개발 주요 내용

- 철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구
  - . 철도차량 표준 제어모듈 기본구조(Frame) 개발

- . 철도차량 표준 제어모듈의 인터페이스 표준 개발
- . 철도차량 제어모듈의 I/O 표준 기술 개발
- . 국제 표준에 의한 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- **철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구**
  - . 철도차량 구성품 제어용 로컬네트워크 기술 연구
  - . 철도차량 로컬네트워크 표준의 시스템 적용기술 연구
  - . 철도차량 표준네트워크와 제어모듈/응용소프트웨어 연계 기술 연구
  - . 국제 표준에 의한 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- **철도안전법 및 국제 안전성(IEC 61508) 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발**
  - . 소프트웨어 모듈화가 가능한 RTOS 기본구조(Frame) 개발
  - . 시스템 간 호환성 확보를 위한 철도 제어모듈용 표준 API 개발
  - . 디바이스드라이버 템플릿 및 프레임워크 표준 개발
  - . 철도차량 네트워크 연동 기술 및 디바이스 드라이버 표준 개발
  - . Multi-level에서 오류 처리 기술 개발
  - . 국제 표준에 의한 소프트웨어 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- **중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발**
  - . 철도 응용SW 및 커널설정/개발/컴파일/빌드/디버깅을 위한 통합개발환경 개발
  - . 시스템 테스트 및 모니터링의 영향을 최소화하기 위한 HW 및 SW 기반의 Non-intrusive 모니터링 기술 개발
  - . 가상의 HW 환경의 응용개발을 지원을 위한 가상 HW 개발환경 기술 개발
  - . 시각 프로그래밍이 가능한 철도 응용 SW 설계, 개발 및 검증 통합환경 개발
  - . 국제 표준에 의한 소프트웨어 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- **철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발**
  - . 철도차량 제어모듈/네트워크/소프트웨어의 부품 적용기술 개발

### (2세부-③) 연구개발 추진 방법

- 연차별 목표, 일정계획 및 기술개발 전략 수립
  - 1~2차년도 : 표준제어모듈의 기본구조 및 인터페이스 표준 개발  
철도차량용 표준 제어모듈에 개발 대상 도출
  - 2~5차년도 : 표준제어모듈 기술을 적용한 철도차량 구성품 시범 개발
  - 1~5차년도 : 철도용 안전 소프트웨어 및 개발도구 개발

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구 개발	철도차량 표준 제어모듈/네트 워크/소프트웨 어 인터페이스 기술 연구	제어모듈/로컬네트워크 인터페이스 표준 개발 표준 제어모듈(제어모듈/로컬네트워크) 시범 개발				
		철도용 안전 RTOS 인터페이스 표준 개발 철도용 안전 RTOS 개발 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발				
	표준 제어모듈 적용 구성품 시범 개발					

- 철도 제어모듈/네트워크/소프트웨어의 기술에 대한 역량을 갖춘 전문 연구기관과 산·학·연의 공동연구 수행을 통한 핵심기술 확보 및 시스템 국산화 추진하고 철도 운영기관과 철도 부품업체 등의 의견을 수렴하여 추진
- 철도부품 표준화위원회에 의한 표준 관리 : 연구성으로 생산된 각 표준은 1세부(철도차량 부품 표준화위원회 인터페이스 연구)의 철도부품 표준위원회에 의하여 심사되고 제정되어야 함
- 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사 관련 전문가 자문 : 각종 선행사례, 유사사례에 대한 조사, 기술개발 성공 및 성과보급을 위한 국내외 전문가 의견 수렴
- 표준 적용을 위한 시범검증을 위한 철도운영기관과의 유기적인 협조체계 구축
- 연구결과는 표준으로 제정하고 중소기업에 기술을 이전하는 공개 기반기술로 개발되며, 기술 이전은 비기술료 조건으로 철도부품 중소기업 배포를 위한 기술이 되어야 함
- 국내에서 이미 개발된 기술을 바탕으로 철도차량 특성과 최신 국제 규격에 적합하게 개발하고 차세대 기술에 대한 기술 방향을 제시함
- 3세부(협업형 동시설계) 기반 기술 연구와 연계하여 연구/개발하여 설계프로세스에 연구결과가 적용될 수 있도록 상호 인터페이스 규약을 포함
- 연구개발 추진계획에 최소한 다음 내용을 포함하는 방법론을 제시해야 함
  - **철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구**는 철도 운영기관 및 기업이 모두 적용할 수 있는 철도차량의 교체형 제어장치를 개발하며 철도차량의 구성품에 적용할 수 있는 최소 3종 이상의 모델을 제시해야하며 교체가능한 구조를 위한 기본구조(Frame)과 제어모듈 내부통신방식과 인터페이스를 개발하여 표준으로 제정하여야 함. 모듈형 구조를 갖는 모델이 포함되어야 함. 철도차량의 구성품 제어에 적합한 I/O표준이 같이 개발되어야 함.
  - **철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구**는 철도차량 구성품에서 제어모듈과 각종 센서/액추에이터(철도전용 부품)를 연결하는 로컬네트워크를 개발하고 표준으로 제정함. 로컬네트워크를 활용한 철도전용 부품이 제시되어야 하며 로컬네트워크는 다양한 시스템에 적용이 가능한 구조를 가져야 함. 연구내에 시범적용과 결과 검증이 포함되어야 함. 연구에는 철도차량 표준 네트워크와의 제어모듈/응용소프트웨어 연계기술이 같이 개발되어야 함

- 철도안전법 및 국제 안전성(IEC 61508) 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발은 응용소프트웨어의 모듈화 개발과 제어장치 교체성이 가능한 본 구조(Frame)로 개발되어야 하며 다양한 종류에 적용할 수 있는 API기술과 디바이스드라이버 템플릿 기술 개발이 포함되어야 함. 제어모듈 개발에서 제시되는 모델에 적합한 구조의 OS가 개발되어야 함. OS단계에서 응용 소프트웨어의 감시/추적이 가능하여야 하며 국제 기능안전성(IEC 61508) 규격에 적합한 인증획득을 포함하여야 함.
- 중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발은 영세한 중소기업에서 활용 가능하도록 경제성을 확보하여야 하며 응용소프트웨어 개발을 위한 종합적인 개발도구가 되어야 함. 개발도구는 철도차량용 제어장치 개발 시범사업에 활용 가능해야 함.
- 철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발은 제어장치를 포함하고 있는 철도차량의 구성품에 연구결과인 표준제어모듈기술과 소프트웨어 기술, 로컬네트워크 기술을 포함한 시범 개발이 되어야 하며, 성능에 대한 검증보고서가 포함되어야 함.

### (3세부) 철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발

#### (3세부-①) 연구개발 목표

철도부품 강소기업을 육성하기 위하여 기업 간 기술 통합과 컨소시엄으로 철도용 구성품을 설계/제작할 수 있는 협업형 동시 설계 기술 개발하여 철도부품 설계의 국제경쟁력 확보

#### (3세부-②) 연구개발 주요 내용

- 철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발
  - . 철도차량 설계 표준 절차 개발
  - . 철도차량 표준 절차 단계별 인터페이스 기준 연구
  - . 철도차량 요구사항 추적에 대한 표준 개발
- 중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발
  - . 철도 중소기업의 설계 자동화 환경 연구
  - . 철도 중소기업의 설계 자동화 지원도구 개발 연구
- 설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발
  - . 동시/협업 설계를 위한 설계 정보화 기술 연구
  - . 철도 중소기업의 설계 정보 변환 기술 연구
  - . 철도 시스템 통합설계 기술 연구
  - . 철도 통합시스템 검증 기술 연구
  - . 협업 시 설계 정보 보호/보안 기술 연구
- 중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업
  - . 시스템-부품 기업 간 협업/동시 설계 시범 사업
  - . 부품-부품 기업 간 협업/동시 설계 시범 사업

### (3세부-③) 연구개발 추진 방법

- 연차별 목표, 일정계획 및 기술개발 전략 수립
  - 1~2차년도 : 표준설계 절차 및 설계 인터페이스 표준 제정
  - 2~5차년도 : 중소기업 보급형 설계 지원 도구 개발  
설계 자동화 기술을 활용한 철도 부품 개발 시범 사업

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구 개발	철도기업 간 협업형 설계 표준 인터페이스 기술 개발	철도 설계 표준 절차/인터페이스 개발 <b>설계자동화 지원도구(소프트웨어) 개발</b>				
		협업/동시 설계 정보 및 통합설계 표준 기술 개발 <b>중소기업 보급형 설계정보 변환/인터페이스 지원도구(SW) 개발</b>				
		협업/동시 설계 시범 사업				
	철도 설계 검증 자동화 기술 개발 (별도 과제)					설계 검증 자동화 기술 개발

- 철도차량 및 부품 설계 기업 등의 수요기업과 전문연구기관 및 학계의 컨소시엄으로 설계 표준 절차 및 설계 정보 인터페이스 표준을 개발함
- 철도부품 표준호환위원회에 의한 표준 관리 : 연구성으로 생산된 각 표준은 1세부(철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구)의 철도부품 표준위원회에 의하여 심사되고 제정되어야 함
- 설계 인터페이스 지원 도구는 설계 표준에 대한 변환도구로서 중소기업에 무상 배포가 가능해야하며 중소기업 보급형 설계지원도구는 기존의 개발된 설계지원도구에 철도설계 자동화기술을 접목하여 개발하며 영세한 중소기업이 활용 가능한 경제성 확보
- 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사 관련 전문가 자문 : 각종 선행사례, 유사사례에 대한 조사, 기술개발 성공 및 성과보급을 위한 국내외 전문가 의견 수렴
- 연구결과는 표준으로 제정하고 중소기업에 기술을 이전하는 공개 기반기술로 개발
- 표준 제어모듈/소프트웨어 개발(2세부)과 연계하여 연구/개발하여 모듈화 설계 연구결과가 적용될 수 있도록 상호 인터페이스 규약을 포함
- 연구개발 추진계획에 최소한 다음 내용을 포함하는 방법론을 제시해야 함
  - 철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발은 철도기술을 개발함에 요구되는 표준 설계 개발주기(Life cycle)를 개발하고 각 단계별 생산물과 형식을 표준으로 제정하여야 함. 서로 다른 기업 간에 설계 진행 단계를 확인하고 정보를 교환하는 기점(Gate)과 기점에서 동시/협동 설계를 위한 정보 표준을 제정함. 철도차량 설계 개발주기와 제작, 납품, 검증 등의 제품 전주기에 걸친 요구사항 추적을 위한 표준 개발을 포함하여야 함

- 설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발은 설계 개발주기에서 활용하고 있는 설계지원도구(CAD)의 설계정보(Data)를 다른 기업의 이기종 CAD에서도 호환이 가능하도록 설계정보와 변환기술 표준을 개발함. 이기종의 CAD에서 생성된 설계정보를 통합할 수 있는 기술 개발이 포함되어야 함. 시스템이 통합되었을 때 설계 오류를 검증할 수 있는 기술 표준이 개발되어야 함. 다른 기업 간의 협업에서 설계정보를 보호/보안하는 기술이 포함되어야 함.
- 철도차량 표준 로컬네트워크 인터페이스 기준 연구는 철도차량 구성품에서 제어모듈과 각종 센서/액추에이터(철도전용 부품)를 연결하는 로컬네트워크를 개발하고 표준으로 제정함. 로컬네트워크를 활용한 철도전용 부품이 제시되어야 하며 로컬네트워크는 다양한 시스템에 적용이 가능한 구조를 가져야 함. 연구내에 시범적용과 결과 검증이 포함되어야 함. 연구에는 철도차량 표준 네트워크와의 제어모듈/응용소프트웨어 연계기술이 같이 개발되어야 함
- 중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발은 철도 구성품과 부품, 철도시스템 설계에서 국내외 철도차량제작사의 설계기술에 대응할 수 있는 철도 전문 설계 자동화도구를 개발하여 중소기업에 배포함. 이를 위하여 철도 중소기업의 설계 자동화 환경을 분석하고 점진적인 목표를 수립하여 각 단계별 추진 전략을 제시해야 함. 설계 자동화 지원도구는 설계 분야 별로 특성을 반영하여 추진 전략이 제시되어야 함.
- 중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업은 개발된 기술에 의한 협업/동시형 설계로 철도용 구성품과 시스템을 개발하는 시범사업으로서 시제품이 제작되어야 하며 시제품에 대한 검증이 포함되어야 함

#### (4세부) 철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구

##### (4세부-①) 연구개발 목표

철도부품의 해외 진출을 위한 중소기업이 신뢰성 관리체계를 구축하고 부품의 신뢰성을 획득할 수 있도록 연구기관/시험검사기관/철도운영기관/철도차량유지보수기관들의 협력으로 설계부터 납품, 사후관리까지의 전주기에 대한 신뢰성 지원 체계 구축

##### (4세부-②) 연구개발 주요 내용

- 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구
  - . 철도 부품 신뢰성 지표 및 기준 연구
- 철도부품의 해외진출을 위한 중소기업 신뢰성 지원 방안 연구
  - . 중소기업 신뢰성 관리 시스템 구축 연구
  - . 중소기업 부품의 신뢰성 설계 기술 구축 연구

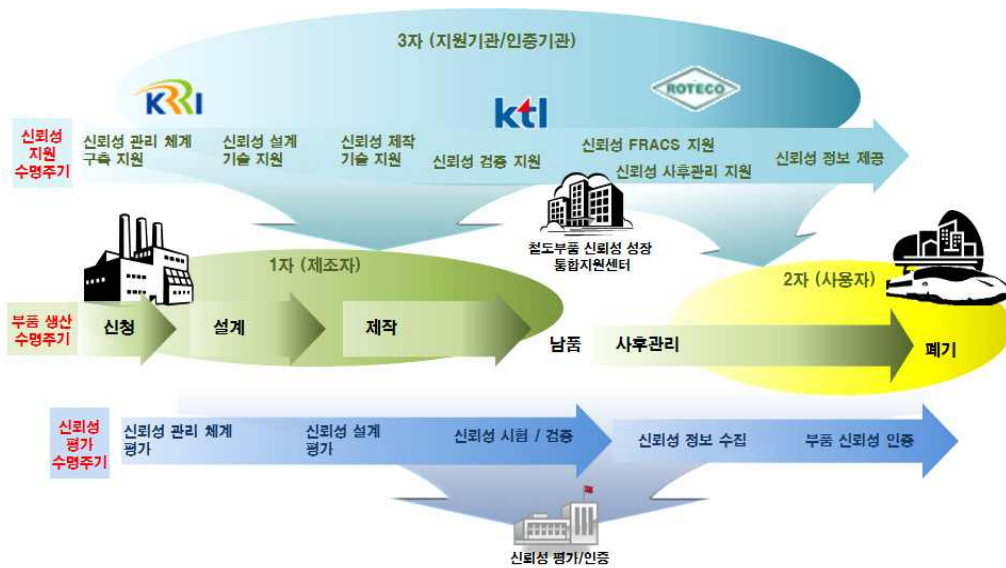
- 철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구
  - . 철도/신뢰성 관련 기관의 지원 협동 체계 연구
  - . 신뢰성 지원 효율성/경제성 확보 연구
  - . 신뢰성 지원 정보화 시스템 구축
  - . 신뢰성 지원을 위한 제도개선 방안 연구
- 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업
  - . 중소기업의 신뢰성 성장 지원 시범 사업

#### (4세부-③) 연구개발 추진 방법

- 연차별 목표, 일정계획 및 기술개발 전략 수립
  - 1~2차년도 : 신뢰성 융합 지원절차 및 체계 구축  
신뢰성 정보관리시스템 구축
  - 2~5차년도 : 신뢰성 지원 시범사업 및 신뢰성 정보 수집 시범 사업

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구개발	철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	철도차량 부품의 신뢰성 지표/기준 연구 철도부품 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구				
		철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 <b>신뢰성 성장 지원 정보화 시스템 개발</b>				
			신뢰성 성장 지원 시범 사업			

- 철도 전문연구기관과 철도시험/검사기관, 철도운영기관 및 유지보수기관의 각각의 기능에 적합한 신뢰성 성장 지원 융합체계 구축하여 강소기업에 설계부터 사후관리까지 전주기에 걸친 지원체계 구축
- 산자부의 신뢰성 향상 기반 구축사업으로 구축된 신뢰성평가센터는 신뢰성시험을 지원하는 협력체제로 구축
- 철도운영기관과 유지보수기관의 부품관리에 따른 신뢰성 정보를 수집하고 시험/검사기관의 분석기능, 철도연구기관의 신뢰성설계 전문지식을 융합하여 영세한 철도 활용 가능한 경제성 확보
- 신뢰성성장지원 관련 융합기관들에게 신뢰성 정보의 수집/평가/인증을 지원하는 철도부품 신뢰성 정보관리시스템을 구축하여 제공
- 철도운영기관이 보유하거나 수집하는 신뢰성정보를 철도부품의 신뢰성 평가에 활용할 수 있도록 제도 개선을 위한 지원 포함



- 연구개발 추진계획에 최소한 다음 내용을 포함하는 방법론을 제시해야 함
  - 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구는 철도 부품의 신뢰성 지표와 신뢰성 기준을 연구하여 표준으로 제정함. 철도 부품의 FRACAS(신뢰성 고장분석 및 교정조치 시스템)를 위한 신뢰성정보 분석이 포함되어야 함
  - 철도부품의 해외진출을 위한 중소기업 신뢰성 지원 방안 연구는 국제규격 IEC 60300에 의한 기업의 신뢰성 관리체계 구축을 지원할 수 있는 방안을 개발하고 부품의 설계에 필요한 신뢰성 설계 기술을 개발
  - 철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구는 신뢰성 지원을 위한 연구기관, 철도운영기관, 시험검사기관, 유지보수기관 등의 융합 협동체계를 개발하고 지원시스템을 구축함. 신뢰성 지원과 평가를 영세한 중소기업이 활용할 수 있는 경제성 확보 및 수익모델 개발을 포함. 신뢰성 지원/평가를 위한 정보화시스템을 개발함으로써 지원체계의 최대 효율성을 확보해야 함. 철도차량 운영기관의 신뢰성 정보를 활용하기 위한 제도화를 지원해야 함
  - 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업은 연구결과로 구축된 신뢰성성장지원 체계에 의하여 개발되는 철도 구성품이나 부품의 신뢰성 지원 시범사업을 실시

2) 기존 연구와의 중복성

도시철도 부품호환 및 표준모듈 개발 연구	철도 주요시스템 및 부품 국산화 기술 개발	중복성/차별성 검토
표준모듈 인터페이스 기술 개발	차세대 열차진단 제어시스템 (ADTCS)개발	<p><b>중복성 없음</b>                      차세대 열차진단 제어시스템 - 구성품 기술 개발로 제어시스템 기능 구현이 목적                      표준모듈 인터페이스 - 제어모듈과 외부장치나 통신의 인터페이스 표준 방식에 대한 연구와 응용프로그램의 모듈화 방식에 대한 연구로 목적이나 연구내용에 중복성 없음.</p>
도시철도 부품호환 및 표준모듈 개발 연구	소재부품산업 신뢰성 기반 구축 연구	중복성/차별성 검토
철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	신뢰성 평가 인증 절차 구축	<p><b>중복성 없음</b>                      신뢰성 평가 인증 절차 - 신뢰성 인증위한 절차를 개발                      철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구 - 철도분야 신뢰성 성장을 지원하는 체계를 구축하는 연구로 철도분야에 수행된 사례가 없으며 기존에 구축된 신뢰성 평가 인증 절차를 활용하고 철도 운영기관/시험기관/연구기관의 융합 지원 체계를 구축하는 연구로서 중복성 없음</p>
도시철도 부품호환 및 표준모듈 개발 연구	경부고속열차 차량컴퓨터제어장치 개발	중복성/차별성 검토
표준모듈 인터페이스 기술 개발	차량컴퓨터제어장치 개발	<p><b>중복성 없음</b>                      본 과제는 차량제어컴퓨터 이외의차량내 모든 제어용 장치에 적용되는 표준 규약과 표준 인터페이스를 연구하는 과제로 차량용 컴퓨터의 기능과 성능을 연구한 기존 과제와 차별되며, 연구 범위도 기존연구는 제어장치의 차량내에서의 기능과 성능에 연구가 진행된 반면 본 연구는 모듈의 하드웨어적인 요구사항과 하드웨어적 인터페이스, 소프트웨어적 인터페이스를 연구하는 제어모듈의 기초 구조에 대한 연구로서 차별됨.</p>
도시철도 부품호환 및 표준모듈 개발 연구	차량 진단처리 시스템 엔지니어링 기술개발	중복성/차별성 검토
표준모듈 인터페이스 기술 개발	차량용 실시간 네트워크 설계	<p><b>중복성 없음</b>                      기존 과제는 국제철도 표준네트워크(TCN)의 구현을 위한 과제이며 본 과제는 기존TCN의 기술을 활용하며 응용소프트웨어 단계 활용을 위한 IEC/UIC 표준에 대한 연구와 구성품 내의 통신 프레임 구성을 위한 연구로 차별됨</p>
철도 중소기업 경쟁력 강화를 위한 안전 소프트웨어 기반 기술 연구	무인기용 표준SW 솔루션 및 Test-bed 기술개발	중복성/차별성 검토
철도안전법 및 국제 안전성 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발	무인항공기용 실시간 운영체제 개발	<p><b>중복성 없음</b>                      기존 과제에서는 무인기를 위한 RTOS 및 도구를 개발했으며 본 과제에서는 이에 기반하여 철도 인증기준 준수, 경량화, 철도응용 인터페이스 구현, 개발환경 기능 확장 등의 철도용 버전임</p>

3) 최종성과물 및 성과지표

구분	성과목표	성과지표	측정방법	단위	목표치	가중치 (0-1)	목표지 설정근거
1	철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구	1	논문	논문 게재	편	8	-국내외 전문학술지
		2	지식재산권	특허출원 SW 등록	건	4	-특허 2건 -SW 2건
		3	지침/매뉴얼	지침/매뉴얼 개발/보급	건	2	-철도부품 표준화 지침/매뉴얼 각 1건
		4	시작품	표준 관리 시스템 개발	건	1	-철도부품 표준관리 시스템 1식
		5	성과보고	심의통과	건	5	-연차별/최종보고심의
2	철도차량 제어장치의 모듈화 기술 개발	1	논문	학회지 게재	편	8	-국내외 전문학술지
		2	지식재산권	특허출원 SW 등록	건	5	-특허 2건 -SW 2건
		3	표준	표준 규정	건	2	-제어모듈 / 로컬네트워크 표준 규정 및 인터페이스 규정 각 1건
		4	표준	표준 규정	건	2	-철도용 안전 RTOS와 표준 인터페이스 규약 각 1건
		5	시작품	시제품 개발	건	2	-표준 모듈 시제품과 표준 로컬네트워크 시제품 각 1식
		6	시작품	기반 소프트웨어	건	2	-안전 RTOS 및 SW개발도구 각 1식
		7	성과보고	심의통과	건	5	-연차별/최종보고심의
3	철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발	1	논문	학회지 게재	편	8	-국내외 전문학술지
		2	지식재산권	특허출원 SW 등록	건	4	-특허 2건 -SW 2건
		3	표준	표준 규정	건	2	-협업형 동시 설계 인터페이스 규약과 표준 설계 절차 규약 각 1건
		4	시작품	소프트웨어	건	2	-표준 변환 도구 및 설계 지원 도구 각 1식
		5	성과보고	심의통과	건	5	-연차별/최종보고심의
4	철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	1	논문	학회지 게재	편	6	-국내외 전문학술지
		2	지식재산권	특허출원 SW 등록	건	2	-특허 1건 -SW 1건
		3	지침/매뉴얼	지침/매뉴얼 개발/보급	건	1	-철도 부품 신뢰성 지원 체계 운영 매뉴얼 각 1건
		4	시작품	전산 시스템	건	1	-신뢰성 성장 지원 및 운영 시스템 1식
		5	성과보고	심의통과	건	5	-연차별/최종보고심의
5	철도 부품산업의 기초융합 기술 연구	1	논문	학회지 게재	편	4	-국내외 전문학술지
		2	지식재산권	특허출원 SW 등록	건	2	
		3	시작품	전산 시스템	건	2	
		4	성과보고	심의통과	건	6	-연차별/최종보고심의

#### 4) 기술수요처 및 실용화 방안

- 표준 및 기준은 표준규격화로 제정하며 철도부품 표준호환위원회에 의한 표준 관리 되어야 함 : 연구성과로 생산된 각 표준은 1세부(철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구)의 철도부품 표준위원회에 의하여 심사되고 제정되어야 함
- 철도차량 부품 표준체계는 전산시스템으로 실용화하여 표준호환위나 전문연구기관이나 형식승인기관 등에서 철도 공공운영의 목적으로 활용
- 표준 제어모듈과 표준 로컬네트워크, 철도 소프트웨어 표준 규약, 표준 설계 절차 및 설계 단계별 표준 인터페이스는 표준기술로 개발하여 철도전문기관을 통하여 중소기업에 기술 전수될 수 있도록 표준 기술 규격화함
- 철도용 안전 RTOS와 안전 소프트웨어 개발도구는 전문연구기관에 의해 개발되고 중소기업에 합당한 비용으로 공급하며 관련 기업에 의하여 사후관리를 수행함
- 신뢰성 성장 지원체계는 철도부품 중소기업 융합 지원 체계에 의하여 철도부품 중소기업의 신뢰성 성장에 활용

#### 5절. 세부 과제간의 연계관계

세부과제	과제 간 연계 관계	비 고
1세부) 철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구	- 2~3세부에서 개발된 표준 및 인터페이스 규약을 운영/관리하는 과제 - 4세부와 밀접한 관계는 없음	
2세부) 철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구	- 2세부는 철도부품의 모듈화 및 소프트웨어화를 위한 각 분야의 기반 기술 개발 과제로서 세부 과제 간 서로 밀접한 관계로 각 과제의 연구내용/결과가 다른 과제의 연구에 영향을 미침 - 각 과제의 연구결과가 다른 과제의 내용에 포함됨 - 2개의 과제가 동시에 수행되어야 함	
3세부) 철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발		
4세부) 철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	- 철도 부품 중소기업의 경쟁력 향상을 위한 신뢰성 지원 기반을 구축하는 과제로 다른 세부 과제와 밀접한 관계는 없음	
5세부) 철도 부품산업의 기초융합 기술 연구	- 철도 부품 산업의 기초기술을 개발/확보하기 위한 연구로서 1~4세부의 선도 기초기술을 제공함	

## 6절. 연구수행체계 제안

- 5개 일반과제가 포함된 1개 연구단으로 구성하여 연구목표를 관리하고 전체 연구를 주관할 수 있는 주관기관과 각 세부 연구의 역량을 보유한 협동연구기관으로 연구단을 구성하며 전문인력과 기술능력을 보유한 연구소, 대학 및 기업 등이 참여기관하는 산·학·연 공동연구 수행체계 구축
  - 주관기관 : 연구총괄 및 최종성과물의 검증, 시범적용 및 보급 확산이 가능한 사업 추진체계, 투자계획 및 기술개발 능력을 보유한 기관
  - 참여기관 : 관련 연구인력 및 기술개발 능력을 보유한 연구소, 대학, 기업으로서, 공동연구, 위탁연구, 자문 형식으로 참여 가능
- 과제 총괄은 각 세부과제에 철도분야의 특성을 반영하고 세부과제 간 연계를 위하여 철도분야 전문연구기관이 담당
- 1~3과제는 세부과제로 추진하며, 철도 연구기관과 전문인력과 기술능력을 보유한 연구소, 대학, 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사를 참여기관으로 하는 산·학·연 컨소시엄 구성하여 연구를 수행할 것을 권장
  - 주관기관 : 연구총괄 및 최종성과물의 검증, 시범적용 및 보급 확산이 가능한 사업추진 체계, 투자계획 및 기술개발 능력을 보유한 기관
  - 참여기관 : 관련 연구인력 및 기술개발 능력을 보유한 연구소, 대학, 철도운영기관, 기업으로서, 공동연구, 위탁연구, 자문 형식으로 참여 가능하며 기업은 Matching-fund를 부담하고 참여
  - 철도부품제작사와 철도차량제작사, 철도운영기관, 철도부품 관련 연구기관 및 학계 등의 참여로 구성되는 “철도부품 표준화환 위원회(가칭, 이후 ‘표준화환위’라 함)”를 1세부에서 운영하며 과제 종료 이후 업계 표준을 주도하는 기구로 지속 운영하며 회원사의 참여에 의한 독립적 운영기관으로 발전시킴
- 4과제는 세부과제로 추진하며, 관련 기술을 가진 철도 전문연구기관과 철도운영기관, 시험/검사기관, 신뢰성 평가기관, 철도 유지보수기관 등의 협동으로 융합체제로 연구를 수행할 것을 권장
  - 주관기관 : 철도 전문연구기관이나 신뢰성 전문 연구기관
  - 협동기관 : 철도운영기관 및 시험/검사기관, 신뢰성 평가기관, 철도 유지보수기관 등
  - 참여기관 : 관련 연구인력 및 기술개발 능력을 보유한 연구소, 대학, 철도운영기관, 기업으로서, 공동연구, 위탁연구, 자문 형식으로 참여 가능하며 기업은 Matching-fund를 부담하고 참여
- 기술개발 참여기업 Matching-fund 부담
  - 대기업 50%, 중소기업 25% 이상의 matching-fund 부담 원칙 적용





## 7장. 사전타당성 검토

### 1절. 정책적 타당성

#### 1. 국가 전략적 중요성

□ 박근혜 정부 국정목표 「1. 창조경제」에 부응하는 철도부품 경쟁력 강화를 위한 부품호환 및 표준모듈화 기반 기술 개발

- (1-1-5) 중소·중견기업의 수출경쟁력 강화
- (1-1-6) 동반성장 등 협력적 기업생태계 조성
- (1-1-7) IT·SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화
- (1-1-8) 과학기술을 통한 창조경제 기반 조성
- (1-1-14) 서비스산업 전략적 육성 기반 구축

- 철도 차량 및 부품 산업의 미래형 철도 부품 모듈화와 소프트웨어화 기술 기반을 개발하여 철도 중소기업의 육성 및 해외 경쟁력 강화와 소프트웨어 산업 강화
- 기업 간 협력형 동시 설계기술을 개발하여 중소기업 간 융합 협력 구조를 형성하며 독자 설계 능력을 강화함으로써 철도 부품 강소기업을 육성하기 위한 기반 구축
- 해외 기술이 독점하고 있는 산업계 소프트웨어 분야의 국내 기반 기술의 확산할 수 있는 기초 기술의 개발로 국내 IT·SW 융합 주력산업의 육성

#### 2. 상위계획과의 부합성

□ 「제2차 철도산업발전기본계획(‘11)」 목표(수출주도형 연구개발추진)달성과 ‘철도부품 강소기업 육성 R&D 지원방안’ (2013)을 실현하는 창조형 중·장기 연구개발 기획

- 철도 부품 강소기업을 육성하기 위한 기반 조성
- 철도분야 신뢰성을 확보할 수 있는 기반 체계나 지원 체계 구축
- 철도산업 해외 경쟁력을 강화할 수 있는 기업 간 협력 체계 형성을 위한 기초 기술 개발 및 중소기업 지원 기술 개발

#### 3. 사업추진의지와 관련 기관 협조체계

□ 철도 최초의 소프트웨어화 기술 사업

- 선진 철도제작사와 국내 철도 제작사 간의 생산성과 경쟁력 차이를 극복할 수 있는 선진형 기반 기술 개발사업
- 철도분야에서는 시도되지 않았던 소프트웨어화 기술을 구현하는 사업
- 철도 산업의 차세대 기술로 이행을 위해서는 꼭 진행되어야 함

#### 4. 기존 R&D 과제와의 연계성

기존 과제	부품호환 및 표준모듈 과제	비 고
철도핵심부품 및 장치 고도화 개발 과제	본 과제는 철도부품이나 장치를 개발하는 과제가 아닌 표준모듈과 통신, 소프트웨어의 표준 규약과 표준인터페이스를 개발하는 과제로 기존 과제의 철도부품 개발에 본 과제의 표준을 활용하도록 연계함	
철도 주요시스템 및 부품 국산화 기술개발		

#### 5. 사업추진상의 위험요인 대응

##### ○ 법제도적 근거 확보:

새로운 기술의 적용을 위한 철도 부품과 신뢰성에 대한 표준 규정/규약 등을 적용하는 과제로서 법제도적 근거 마련이 필요함

중소기업 신뢰성 성장을 지원하는 과제는 기관 간 융합체계를 구축하는 것으로 관련 기관의 융합을 위한 법제도적 근거 마련이 필요함

##### ○ 기술적 위험요인 관리: 소프트웨어, 제어장치 하드웨어, 철도차량 설계 등 다양한 전문가의 참여가 필요하며 참여 전문가의 효율적인 분업형태가 안정적으로 관리되어야 함

##### ○ 범 부처 협조체계 구축: 각 부처별(미래부, 국토부, 산통부 등)의 특성에 적합한 법제도적인 협조체계 필요

## 2절. 기술적 타당성

[**철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구**] 항공분야에서 표준 구성체계를 항공관련 규정으로 활용하고 있으며, 국내 IT기술을 활용하여 표준을 활용을 지원함으로써 체계를 구축할 수 있다. 2014년 7월부터 시행되는 철도안전법의 형식승인체계에 표준 BOM과 평가체계를 결합하게되면 부품 표준화가 가속화될 것이 예상된다. 철도부품의 표준 인터페이스는 기존에 있는 기술을 대상으로 하여 기술개발에 대한 위험성이 없다.

[**철도차량 표준 제어모듈/네트워크/소프트웨어 인터페이스 기술 연구**] 제어장치의 표준화 및 모듈화 및 소프트웨어 모듈화는 선진철도기술국을 비롯하여 자동차, 항공등에서 10여년 이전부터 이미 시도하여 활용하는 기술로 상용 컴퓨터 시장에도 적용된 기술이나 우리나라 철도에는 표준 제정이 안되어 있는 상태이다. 네트워크 기술은 기존의 산업용 통신기술을 철도용으로 개발하는 것으로 철도 응용기술에 대한 개발로 철도표준으로 채택하고 응용 방법을 제시함으로써 기술획득이 가능하다.

소프트웨어 개발은 국내 전자연구기관이 이미 항공용으로 개발된 기술을 철도용으로 응용개발하는 것으로 개발에 대한 위험성이 없다.

[**철도 기업 간 협업형 동시 설계 기술 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발**] 설계 절차나 설계 정보의 표준을 제정하는 연구로서 설계 변환도구나 자동화도구는 이미 다른 산업분야에서 적용한 사례가 있으며 국내에도 많은 기술이 축적된 상태이다. 철도차량제작사의 경우 이미 일부 설계표준과 자동화도구를 보유하고 있으며 다른 기업이나 부품기업과의 인터페이스를 위한 추가 개발로서 기술 획득이 가능하다.

[**철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구**] 국내 일부 철도운영기관이나 유지보수 기관은 이미 철도부품에 대한 신뢰성 정보를 수집하고 있으며 산자부의 신뢰성지원정책에 의한 신뢰성평가센터가 국내에 설립되어 있어 활용이 가능한 상태이다. 단 각 기관의 특성을 융합시키고 체계화하는 연구가 필요하며 전산화시스템의 개발이 필요하다.

### 3절. 경제적 타당성

[표준호환성 인터페이스 개발에 따른 경제성 분석] 도시철도 R&D사업에 대한 경제성 분석 유형을 확립하기 위한 ‘도시철도 표준화 및 핵심장치 기술개발에 따른 경제성 분석’ 보고서(한국철도기술연구원 2012.5)에 따르면 다음과 같은 표준화에 따른 분석사례와 경제성 분석 결과를 제시하고 있다.

**표준화에 따른 경제성 효과 분석 결과** : 도시철도 및 광역철도를 포함할 경우 연간 약 1,403억의 경제성효과와 도시철도만으로는 연간 약 909억의 경제성효과로 조사되었음 [7, ‘도시철도 표준화 및 핵심장치 기술개발에 따른 경제성 분석’ 보고서(한국철도기술연구원 2012.5)]

#### 표준화 연구개발의 경제성 분석 사례

- 국제무역에서 80% 이상이 표준에 직접적인 영향을 받고 있으며, 이는 약 7조 달러에 해당하는 가치임을 말하고 있음. 즉 국제 무역에서 표준화가 차지하는 비중은 매우 높으며, 이러한 표준화를 지속적으로 추진하기 위해 노력하고 있음.(미국 의회 청문회, 2005. 5월)
- 독일은 표준화로 국내총생산의 약 1% 경제적 효과를 추정하고 있으며, 이는 산업 전반의 표준화에 많은 영향을 미치고 있는 것으로 나타났음. 사업확장을 통한 경제적인 성과도 중요하지만, 표준화를 통하여 추가적인 경제적 효과를 얻을 수 있기 때문에 이를 향상시키기 위해 노력하고 있음. (DIN, Economic Benefits of Standardization, Page 8, 2000년)
- 영국은 표준화가 경제적으로 매년 25억 파운드를 기여하며, 노동생산성에서 13%의 성장을 이끈 것으로 조사되었음. 이러한 조사를 바탕으로 영국에서는 지속적인 산업 내 표준화를 추진하고 있으며, 정부차원에서의 표준화 추진이 이루어지고 있음.(The Empirical Economics of Standards, DTI Economics Paper No.12, 2005.6월)
- Forrester Research는 2005년 연구에서, 비표준 제품을 사용할 경우 5%-12%의 개발비용이 상승할 수 있으며 중형 프로젝트의 경우 12%-24%까지 개발기간이 연장될 수 있다고 발표하였음. 또한, Yankee Group 2005년 조사에서는 분야에 따라 IT의 표준화로 총소유비용(TCO-acquisition, labor, and maintenance)을 9%-35%까지 절감한다고 밝히고 있음. (Why Standardize, PROCESSOR Vol.28 Issue 4, Page(s) 29, 2006.1월)

#### 도시철도 표준화 연구개발의 경제성 분석 사례

- 일본의 동일본철도회사는 1996년부터 도시철도 표준화의 개념을 도입하여 신간선 차량의 설계, 제작, 유지보수 및 폐기에 대한 모든 정보를 DB화 하였고 이에 대한 경제성을 평가한 결과 10%의 향상이 기대된다는 결과를 도출하였음.(한국철도기술원, 2005)

- 뉴욕 지하철은 1990년대까지 CEIS(Car Equipment Information System)을 이용하였으나 2000년부터 작업지시중심의 RSMIS(Rolling Stock Maintenance Information System)을 이용하여 업무표준화를 통한 경제성을 확보하고 있는 것으로 나타났음.
- 국내에서는 2004년 초에 개발되어 완료되어 활용되고 있는 고속철도 업무표준화 및 정보시스템에 대한 경제성 분석이 시도되었으며, 이를 통하여 고속철도가 국내 경제에 미치는 영향을 구체적으로 분석하였음(Entrue Consultion, 2004).
- 2006년도에도 도시철도 표준화 연구개발사업에 대한 경제성 평가 분석이 이루어졌음(한국철도기술원, 2006). 이러한 표준화 연구개발 사업의 경제성 평가는 운영비 절감, 국산화 분야 및 안정성 분야의 3가지 분야로 나뉘서 수행되었는데 도시철도의 차량, 전력, 신호 및 선로시스템의 표준화와 핵심장치 국산화 개발을 한다면 연간 약 3,700억원 이상의 경제성을 거둘 수 있는 것으로 평가되었음.

[철도용 표준 제어모듈/네트워크/소프트웨어 인터페이스 기술 개발 경제성 분석] 는 표준 호환모듈을 확대하는 연구로서 표준모듈 적용에 의한 유연성 확대가 예상된다. 그럼에도 근 시일 내에 직접적인 부품의 확대가 발생할 것으로 예상되지 못하며 단지 부품의 전문화에 의한 강소기업으로 집중효과가 발생할 것으로 예상된다. 향후 장기간에 걸친 수출 증대효과를 기대할 수 있다.

※ 아래 국내 부품 생산의 재분배가 이루어져 강소기업화가 점진적으로 진행될 것을 예상

표 60 국내 철도차량 부품 생산 현황

(단위 : 백만원)

구분	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년(추정)	비고
총액	130,896	170,691	374,794	585,330	270,242	373,566	국내생산품과 수출품 합계

Embedded OS현황에서 국내 기술 국산화비율에서 철도분야는 0%이다. 개발되는 RTOS에 의하여 국내 철도부품 중소기업에 적용되는 경우 향후 3년 이후부터 부품 중소기업 20개/년씩 증가할 경우

※ 중소기업 20개/년 × 8000만원 = 16억/년 시장이 증가할 것으로 예상  
향후 국산 RTOS의 시장점유율이 급증할 것을 예상

- 스마트폰에 대한 수요증가, 기술변화 촉진 등의 요인으로 Embedded S/W 글로벌 시장은 2010년 408억 달러 수준에서 2017년 1,598억 달러 수준까지 年평균 21.5%씩 크게 성장할 것으로 예측됨

구분	휴대폰	자동차	로봇	조선	국방
임베디드 SW 국산화 비율	15%	5%	5%	4%	1%

[철도 기업 간 협업형 동시 설계 기술 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발] 협업/동시 설계를 지원하는 국산 설계도구는 없으며 국내산 PLM도 시장에서 도태되었다. 기술개발에서는 설계 인터페이스 표준을 제공하는 연구로서 국내산 CAD(CDIAN 등)의 활용으로 국산제품의 시장이 확대될 수 있는 기회를 제공하게 될 것이다.

※ 단 협업/동시 설계로서 철도차량의 설계 생산성 향상을 200% 증대될 경우  
 철도차량 생산비용 × 철도차량의 설계 비율 × 생산성향상비  
 = 8364억(12년 기준) × 20 % (미국 BART입찰평가기준) × 2  
 = 3346억  
 => 철도차량 생산성 향상비용 : 약 1600억/년(2012년 철도차량 생산 기준)

○ 철도차량 생산 현황

(단위 : 억원)

구분	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년(추정)	비고
고속전철	1,445	-	-	-	6,691	-	
전기기관차	-	3,186	1,782	-	-	-	
디젤기관차	-	-	-	1,359	37	13	
간선형전동차	-	-	-	2,421	-	-	
전동차	2,160	1,845	2,960	1,219	1,636	1,192	
경전철	2,873	1,628	-	53	-	946	
화차	-	-	-	91	-	-	
총액	6,478	6,659	4,742	5,143	8,364	2,151	

[철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구] 국내 신뢰성지원 정책에 의하여 신뢰성 지원정책(부품소재 신뢰성 향상 기반 구축사업)을 활용한 각 개별기업의 매출 상승률이 3%씩 추가되었다고 보고되고 있다. 해외수출이 안되고 있는 국내 철도부품 산업에서 신뢰성 확보로 해외 진출이 가능하게되면 철도 부품산업의 지속적인 성장이 기대된다.





## 8장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정

### 1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

#### 1. 전체사업 인력투입계획

(단위 : 명)

세부 항목	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	소계
책임연구원	7	14	21	21	12	75
연구원	6	21	31	29	14	101
연구보조원	3	10	13	12	6	44
보조원	2	4	6	6	4	22
합 계	18	49	71	68	36	242

#### 2. 연구개발 내용별 상세 인력투입 계획

연구개발 내용	구분	1년차	2년차	3년차	4년차	4년차	계
철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구	책임연구원	2	3	7	6	4	22
	연구원	1	5	8	8	4	26
	연구보조원	1	3	4	4	2	14
	보조원	1	1	2	2	1	7
철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구	책임연구원	2	5	6	7	4	24
	연구원	2	6	9	8	5	30
	연구보조원	1	5	5	4	2	17
	보조원	1	2	2	2	1	8
철도 기업 간 협업형 설계 표준 인터페이스 기술 개발	책임연구원	2	3	4	4	2	15
	연구원	2	5	7	7	2	23
	연구보조원	1	1	2	2	1	7
	보조원		1	1	1	1	4
철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	책임연구원	1	2	3	3	2	11
	연구원	1	4	6	5	3	19
	연구보조원	0	0	1	1	1	3
	보조원	0	0	1	1	1	3
철도 부품산업 기초융합연구	책임연구원	0	1	1	1	0	3
	연구원	0	1	1	1	0	3
	연구보조원	0	1	1	1	0	3
	보조원	0	0	0	0	0	0
총 계	책임연구원	7	14	21	21	12	75
	연구원	6	21	31	29	14	101
	연구보조원	3	10	13	12	6	44
	보조원	2	4	6	6	4	22

## 2절. 소요예산 산정

### 1. 예산 산정 방법

- 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 [시행 2013.3.23.] [대통령령 제24474호, 2013.3.23., 타법개정]의 [별표 2] 연구개발비 비목별 계상기준(제12조제5항 관련) 적용, “국토교통부소관 연구개발사업 운영규정”, “국토교통기술 연구개발사업 관리지침”, “국토교통기술연구개발사업 연구비 관리 및 정산매뉴얼” 등 참조
- 민간(참여기업) Matching-fund 분담(대기업 50%, 중소기업 25% 적용)

### 2. 전체 소요예산

(단위 : 백만원)

	구분	계	'14까지	'15	'16	'17	'18	'19이후
철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구	정부	7,400	-	600	1,300	2,200	2,100	1200
	민간	2,110	-	200	350	660	650	250
철도차량 제어모듈의 표준 인터페이스 기술 연구	정부	8,400	-	700	1,900	2,300	2,200	1,300
	민간	2,220	-	100	480	670	650	320
철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발	정부	4,050	-	400	850	1,150	1,150	500
	민간	2,770	-	280	580	850	780	280
철도차량 부품 산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	정부	4,250	-	300	750	1,250	1,150	800
	민간	400	-	0	0	150	150	100
철도 부품산업 기초융합 연구	정부	900	-	0	300	300	300	0
	민간	0	-	0	0	0	0	0
계	정부	25,000	-	2,000	5,100	7,200	6,900	3,800
	민간	7,500	-	580	1,410	2,330	2,230	950

### 3. 연구개발 내용별 상세 소요예산 계획

(단위 : 백만원)

연구개발 내용	항목	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차
철도차량 부품 표준화환성 인터페이스 연구	인건비	154.8	335.4	567.6	541.8	309.6
	직접비	382.2	828.1	1401.4	1337.7	764.4
	간접비	63.0	136.5	231.0	220.5	126.0
	소 계	600	1300	2200	2100	1200
철도차량 제어모듈의 표준 인터페이스 기술 연구	인건비	180.6	490.2	593.4	567.6	335.4
	직접비	445.9	1210.3	1465.1	1401.4	828.1
	간접비	73.5	199.5	241.5	231	136.5
	소 계	700	1900	2300	2200	1300
철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발	인건비	103.2	219.3	296.7	296.7	129
	직접비	254.8	541.45	732.55	732.55	318.5
	간접비	42	89.25	120.75	120.75	52.5
	소 계	400	850	1150	1150	500
철도차량 부품 산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	인건비	77.4	193.5	322.5	296.7	206.4
	직접비	191.1	477.75	796.25	732.55	509.6
	간접비	31.5	78.75	131.25	120.75	84
	소 계	300	750	1250	1150	800
철도 부품산업 기초융합 연구	인건비	0	77.4	77.4	77.4	0
	직접비	0	191.1	191.1	191.1	0
	간접비	0	31.5	31.5	31.5	0
	소 계	0	300	300	300	0
총 계	인건비	516	1315.8	1857.6	1780.2	980.4
	직접비	1274	3248.7	4586.4	4395.3	2420.6
	간접비	210	535.5	756	724.5	399
	합 계	2000	5100	7200	6900	3800

#### 4. 연구내용 세부 항목별 상세 소요예산 계획

연구개발 내용	연구 내용	세부 연구비					계
		2015	2016	2017	2018	2019	
철도차량 부품 표준호 환성 인터페이스 연구	철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구	350	650	900	700	350	2,950
	철도차량구성품/표준부품/표준모듈의호환인터페이스연구	200	350	700	800	400	2,450
	강소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발	50	300	600	600	450	2,000
	소 계	600	1,300	2,200	2,100	1,200	7,400
철도차량 제어모듈의 표 준인터페이스기술연구	철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구	400	1,000	1,100	750	200	3,450
	철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구						
	철도안전법 및 국제 안전성 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발	300	650	650	600	450	2,650
	중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발						
	철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발	-	250	550	850	650	2,300
소 계	700	1,900	2,300	2,200	1,300	8,400	
철도기업 간 협업형 설 계의 표준 인터페이스 기술 개발	철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발	200	350	500	500	200	1,750
	중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발						
	설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발	200	400	450	350	200	1,600
	중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업	-	100	200	300	100	700
	소 계	400	850	1,150	1,150	500	4,050
철도차량 부품산업의 신뢰성성장 지원체계 구축 연구	철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구	300	250	250	250	100	1,150
	철도부품의 해외진출을 위한 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구						
	철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	-	400	500	400	200	1,500
	철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업	-	100	500	500	500	1,600
	소 계	300	750	1,250	1,150	800	4,250
철도 부품산업 기초융합 연구	철도차량 네트워크 기술 연구	-	150	150	150	-	450
	철도차량 설계 기술 연구	-	150	150	500	-	450
	소 계	-	300	300	300	-	900
합계		2,000	5,100	7,200	6,900	3,800	25,000





# 9장. 과제 제안요구서

## 1. 1세부 과제 제안요구서(RFP)

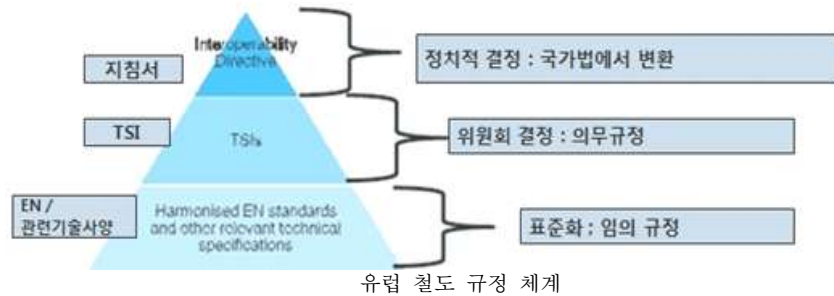
연구과제명	철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도차량 부품의 호환성 및 교체성을 확보하고 철도부품 강소기업 육성을 위한 철도차량 부품의 표준 구성체계를 개발하고 표준 부품의 인터페이스 표준을 제정하며 표준 보급을 위한 표준부품 개발 시범사업을 시행</li> </ul>
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (세계 부품시장 진출 필요성) 세계 철도차량 시장에서도 유지보수 등 판매 후서비스(After-Sales Services) 비중이 50% 수준으로 도시철도 시스템, 전장품류 등 수출등의 해외시장 진출 확대 필요               <ul style="list-style-type: none"> <li>* 한국 철도부품 9천9백만불 흑자(12년, 무역협회) : 수출 183백만\$ / 수입 84백만\$</li> </ul> </li> <li>○ (정부개입에 의한 부품산업 육성) ‘규모의 경제’ ‘긍정적 외부성’ 창출, 높은 고용창출 효과 등의 효과를 위한 정부 적극적인 개입을 통한 부품산업 육성필요               <ul style="list-style-type: none"> <li>* 매출액 10억원당 고용 창출효과 (한국은행 자료) : 철도차량 2.5, 선박 2.4, 자동차 1.1</li> </ul> </li> <li>○ (호환성 관리 정책 필요) 철도차량 구성품/부품의 고유번호로서 부품 호환성과 교체가능성 및 관리 편의성을 위한 표준 관리체계가 필요</li> <li>○ (철도 부품산업의 강소기업 육성을 위하여 호환성 관리 시급) 철도차량 부품산업의 강소기업 육성을 위한 대량소품종 구조로 변화 필요</li> <li>○ (철도 유지보수산업의 활성화 및 지속성장을 위한 체질 개선 필요) 철도 유지보수 시장 해외진출 및 활성화를 위하여 합리적인 유지보수 체계를 갖추고 정비체계의 개선을 위한 철도부품의 표준체계 필요</li> <li>○ 정부 정책과의 부합여부               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 박근혜 정부 국정과제 관련하여 아래와 같은 정책에 부합                   <ul style="list-style-type: none"> <li>· (1-1-5) 중소·중견기업의 수출경쟁력 강화</li> <li>· (1-1-14) 서비스산업 전략적 육성 기반 구축</li> </ul> </li> <li>- 제2차 철도산업발전기본계획(‘11)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>· 수출주도형 연구개발추진</li> </ul> </li> <li>- 국토교통부 ‘철도부품 강소기업 육성 R&amp;D 지원방안’(2013)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>· 한국형 인증제도·표준 구축</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 정부 지원의 필요성               <ul style="list-style-type: none"> <li>- (국가 표준 활동) 표준화 정책은 국가 전체의 기반 활동으로 철도부품 표준화는 비수익 사업으로 국가의 지원이 필요</li> </ul> </li> </ul>



## 국외 기술동향

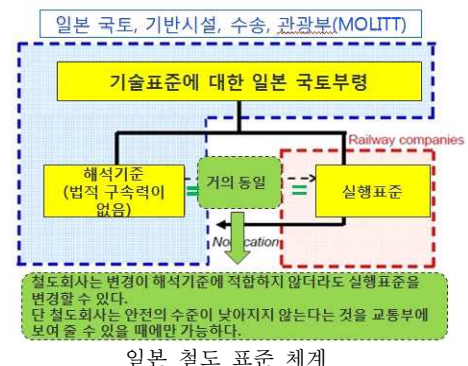
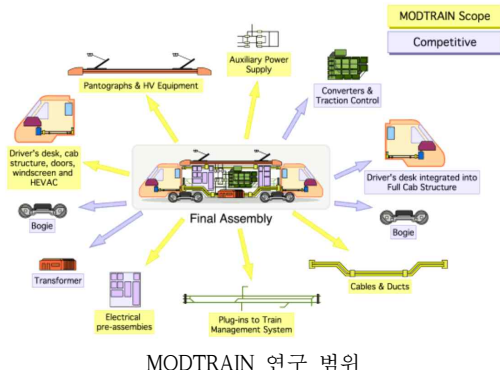
○(유럽 철도 표준화 체계) 유럽은 98년에 EC 지침서 98/49/EC에 의해 철도의 상호운영성에 대한 지침을 제정하였고 이를 중심으로 상호운영성 기술사양서(TSI : Technical Specification for Interoperability) 를 제정하여 2012년부터 실제 적용

- TSI에서 국가 간 국경통과를 위한 상호호환성을 기술표준으로 제한하고 있으나 철도부품 단위의 표준이나 호환성은 제시하고 있지 않음
- 유럽은 철도부품에 대한 유명 전문제작사가 있으며 제작사 내의 표준화된 모델을 납품하고 있어 별도의 부품에 대한 국가/운영기관 표준을 제시하고 있지 않음

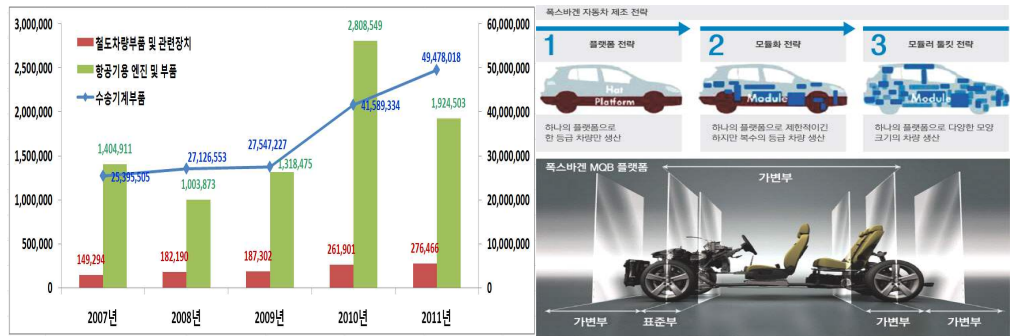


○(유럽연합의 모듈형 차량시스템 연구) 유럽연합이 지원하는 MODTRAIN(A modular vehicle concept, which will pave the way to European integration, 유럽연합 철도시스템의 혁신적인 모듈형 차량시스템) 프로젝트는 유럽 대륙 전 철로를 주행하게 될 미래 유럽 공동기차를 개발

- 2004년 2월 1일에 시작하여 2008년 1월 말까지 각 나라의 차량시스템, 정부 규제, 신호시스템 등의 차이를 표준화 모듈화
- 37개 파트너 업체들은 연구개발을 통해 상호 호환성을 가지는 동력차와 객차의 기능적, 전기적, 기계적 인터페이스를 결정
- 차량시스템과 각각의 하위시스템을 개선하기 위하여 시스템과 구성 요소에 대한 공통 인터페이스를 정의하는 방식으로 모듈화 접근
  - 시스템 설계의 모듈화
  - 핵심 모듈의 상호 운용성
  - 부품의 호환성
  - 전체 수명주기 비용 감소



- **(일본 철도 표준화 체계)** 일본은 각 철도운영별로 극단적인 고유의 시스템을 갖고 있어 기존 철도와 도시근교 철도와 완전히 구별되어 있으며 고유의 규정과 표준에 의해 관리되고 있음
  - 법률체계를 정비하여(2002년) 종래의 812 철도관련 법률을 현재 120개 법률 + 기술표준 + 지침서를 가지고 안전을 최우선하고 모든 표준 및 규정을 운영하고 있다.
- **(항공분야 표준화 관리 정책)** 항공산업은 ATA(Air Transport Association of America) spec 100, 2000, 2200 등의 부품 표준화 규정을 통하여 제작사가 다르더라도 모양, 형식, 규격과 각종 정비지침서 등을 표준화하여 항공부품 산업에서 호환성과 연속성을 유지함. 철도부품산업에 비하여 항공산업은 일정한 생산규모와 부가가치를 위한 기술경쟁력을 갖추



부품산업 부가가치 현황 (부품소재통계종합정보망)

폭스바겐 모듈화 전략

- **[폭스바겐 새로운 모듈화 전략 추진]** 비용을 절감하고 다양한 고객 욕구에 대응하기 위해 자동차를 레고 블록을 조립하듯 생산하는 플랫폼화를 넘어 레고화를 추진. 유연한 플랫폼을 바탕으로 두고 ‘툴킷’이라는 표준화된 부품을 조립해 하나의 차량을 만드는 ‘모듈러툴킷 전략’ 추진 (경향신문 2014.6.15. 기사)

- 제조원가를 20% 제품 개발기간 30% 절감

### 3. 연구개발내용

- **철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구**
  - **철도차량 부품의 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구**
    - . 철도부품 호환표준 운영을 위한 철도부품표준호환위원회의 운영방안 개발
    - . 철도 표준호환 부품의 관리 방안 개발
    - . 철도차량 표준BOM(Bill Of Material) 체계 개발
    - . 철도차량 부품 호환표준 및 BOM 정보화 시스템 개발
    - . 철도차량 표준BOM의 형식승인체계 연계 방안 연구
  - **철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구**
    - . 철도차량 표준부품/모듈의 기본구조(Frame) 연구
    - . 철도차량 표준부품/모듈의 기능/성능 기준 연구
    - . 철도차량 표준부품/모듈의 인터페이스 표준 연구
  - **강소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발**

- 철도차량 부품표준을 적용한 부품 기술 개발
- 철도차량 부품표준 기술의 실용화 보급을 위한 제도개선 방안 연구
- 철도차량 부품의 표준 적합성 평가방법 개발
- 철도차량 부품의 표준 적합성 평가 체계 구축

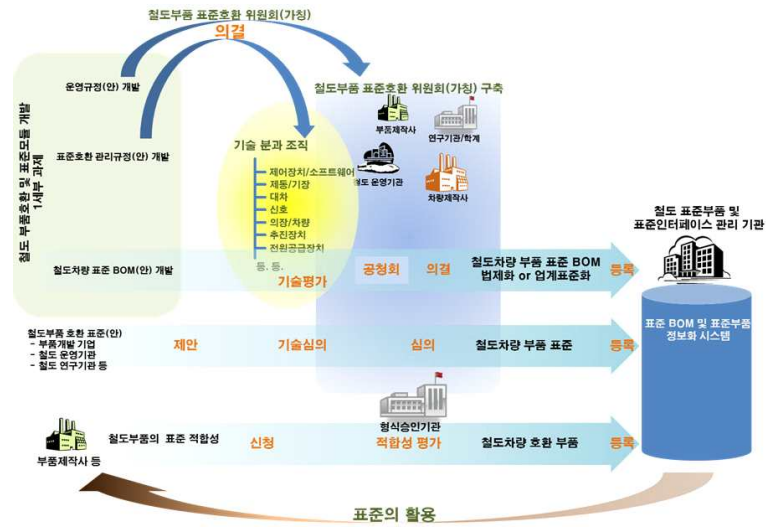
#### 4. 연구개발 추진방법

- 추진전략
- 연차별 목표, 일정계획 및 기술개발 전략 수립
    - 1차년도 : 추진전략 정립 및 표준화환위 운영규정 개발 및 구축  
표준BOM, 표준부품/모듈의 프레임 요소 개발  
표준부품/모듈 대상에 대한 수요조사 및 개발 대상 도출
    - 2~3차년도 : 표준BOM 정보화시스템 구축 및 정보화 시범 사업
    - 2~5차년도 : 표준부품/모듈 적용 기술 시범사업

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구개발	철도차량 부품 표준화환성 인터페이스 연구	표준 구성 체계 표준 및 관리 규정 개발				
		철도부품 표준화환위원회 운영				
			표준부품 정보화시스템 구축		정보화시스템 시범 적용	
		철도 부품 호환 인터페이스 표준 연구				
		철도 부품 표준 적합성 평가제도 개발		표준 적합성평가 시범 적용		
	표준부품 대상 도출	표준부품 시범 개발 사업				

- 연구진은 철도부품의 표준 구성체계를 객관적으로 수립하고 정책적인 대안으로 제시하며 관련 연구역량을 갖춘 산·학·연 공동연구 수행을 통한 핵심기술 확보 및 시스템 국산화를 추진하고 철도 운영기관과 철도 부품업체 등의 의견을 수렴하여 추진
- 철도부품 표준화환위원회(가칭, 이후 ‘표준화환위’라 함) 설립 및 운영 : 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사, 철도부품 관련 기관으로 구성된 ‘표준화환위’를 구성/설립하고 위원회 내에 기술분과를 운영하여 철도차량 표준구성체계 및 철도부품 호환표준, 표준적합성 평가제도 등을 관리
- 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사 관련 전문가 자문 : 각종 선행사례, 유사사례에 대한 조사, 기술개발 성공 및 성과보급을 위한 국내외 전문가 의견 수렴
- 표준 적용을 위한 시범검증을 위한 철도운영기관과의 유기적인 협조체계 구축
- 표준의 보급을 위한 관련 제도 개선 지원
- 연구개발 추진계획에 최소한 다음 내용을 포함하는 방법론을 제시해야 함
  - 철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구는 철도 운영기관 및 기업이 모두 적용할 수 있는 철도차량의 LRU(Line-replaceable unit, 현장교체단위)단위의 구성체계(BOM)를 개발하여 관련 법령에 제정할 수 있도록 지원하고 국내에 납품되는 철도차량의 BOM을 등록시키는 정보화시스템을 구축함. 호

환표준 및 표준BOM을 운영하기 위한 관리 규정을 개발하고 표준호환위를 구축하여 호환표준을 운영할 수 있는 기반을 구축하고 철도안전법의 형식승인체계에서 철도차량형식승인과 철도부품형식승인에 적용 가능하도록 개발하며 형식승인체계에 표준BOM관리를 포함하도록 제도적 정비 방안을 지원해야함



- 철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구는 철도차량 표준 구성체계에 포함되는 LRU(현장교체단위)단위의 호환성/교체성 확보를 위한 기본구조(Frame)를 개발하고 그에 따른 인터페이스 표준을 개발하여 철도표준으로 제정함. 각 인터페이스 표준에 요구되는 기능과 성능에 대한 기준은 비표준으로 개발하여 유연한 개방적 표준관리 정책으로 제시되어야 함. 호환 인터페이스 표준은 구성품이나 부품의 지속적인 기술의 발전을 지원할 수 있는 구조이어야 함
- 강소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발은 표준 부품이나 표준모듈의 시범 적용을 위한 대상을 선정하고 개발된 부품의 표준과 일치를 확인할 수 있는 적합성 검증 절차 개발과 체계 구축을 포함하여야 함. 철도부품 제작사를 포함하는 연구개발이 이루어져야 하며 표준부품기술의 보급을 통하여 철도부품 강소기업을 육성할 수 있는 제도적 개선방안의 제안을 지원하는 연구가 포함되어야 함.

□ 추진체계

- 본 과제는 연구단급의 세부과제로 추진하며, 전문 연구기관 및 관련 전문인력과 기술능력을 보유한 연구소, 대학, 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사를 참여하는 산·학·연 컨소시엄 구성하여 연구를 수행할 것을 권장
- 주관기관 : 연구총괄 및 최종성과물의 검증, 시범적용 및 보급 확산이 가능한 사업추진체계, 투자계획 및 기술개발 능력을 보유한 철도 연구기관
- 참여기관 : 관련 연구인력 및 기술개발 능력을 보유한 연구소, 대학, 철도운영기관, 기업으로서, 공동연구, 위탁연구, 자문 형식으로 참여 가능하며 기업은 Matching-fund를 부담하고 참여
- 표준의 보급 및 적용을 위하여 시범사업을 실시하며 시범사업에 철도관련 기업을 참여

5. 최종성과물

- 주요성과물
  - 철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준관리 방안 연구
    - 철도차량의 부품 표준 구성 체계(BOM) 표준서
    - “철도부품 표준호환 위원회(가칭)”의 운영 규정
    - 철도 표준호환 부품의 관리 규정
    - 철도차량의 부품 표준 구성 체계(BOM) 정보화 시스템
    - 철도차량의 부품 표준 구성 체계(BOM)의 형식승인체계 운영 방안
    - 철도차량 부품표준 기술의 실용화 보급을 위한 제도개선 방안
  - 철도차량 구성품/표준부품/표준모듈의 호환 인터페이스 연구
    - 철도차량 표준부품/모듈의 기본구조(Frame) 표준서
    - 철도차량 표준부품/모듈의 기능/성능 표준서
    - 철도차량 표준부품/모듈의 인터페이스 표준서
    - 철도차량 부품의 표준 적합성 검증 기준서
    - 철도차량 부품의 표준 적합성 평가 체계 구축
  - 강소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발
    - 철도차량 부품 인터페이스표준을 적용한 표준부품 시범 개발 및 검증보고서
- 활용방안
  - 철도차량 부품의 표준 체계는 철도부품제작사와 철도차량제작사, 철도운영기관, 철도부품 관련 연구기관 및 학계 등의 참여로 구성되는 ‘표준호환위’에서 운영하며 과제 종료 이후 업계 표준을 주도하는 기구로 지속 운영하며 회원사의 참여에 의한 독립적 운영기관으로 발전시킴
  - 철도차량 부품 표준구성체계는 표준호환위에서 관리하며 철도차량 각 분야의 기술분과에서 평가되고 공청회 및 표준호환위 의결에 의하여 제정되고 철도운영기관 및 철도차량 제작사, 철도부품 제작사에 적용을 권고하고 철도 관련 표준 및 법에 제도화할 수 있도록 추진
  - 철도부품 호환표준 및 모듈화표준은 철도차량이나 부품을 납품할 때 적합성을 확인할 수 있도록 철도부품 표준적합성 평가 제도를 본 과제에서 개발하여 철도안전법에 의한 형식승인체계에 포함되도록 추진
  - 철도부품 표준 및 호환 부품에 대한 정보를 국내 철도운영기관 및 철도 관련 제작사에서 활용할 수 있도록 정보화시스템으로 제공되며 정보화시스템은 본 과제에서 구축하여 표준호환위에서 관리할 수 있도록 제공

## 6. 기대효과 및 파급효과

- 사회·경제적 기대효과
  - 철도부품 표준구성체계에 의하여 철도운영기관 및 철도차량제작사, 철도부품제작사가 동일한 표준관리코드를 활용함으로 전문 부품의 소품종 대량생산 체계를 구축하여 철도부품 강소기업이 가능한 구조로 전환
    - 철도부품 전문 강소기업의 성장 기대
  - 철도 운영기관의 부품관리의 효율성 향상으로 점진적인 유지보수성 개선 기대
    - 철도운영기관의 산업용 표준의 활용으로 철도 전용부품 비율을 낮춤
    - 철도 전문부품의 수급 편리성 증대
    - 단종부품에 대한 호환성 확대로 대체품 수급 편리성 증대

- 철도운영기관에서 구입하는 철도차량의 부품 호환성 증대
  - 철도부품의 지속적인 국내 시장환경 조성으로 국산화율 증대
  - 철도 해외부품의 가격 인하 효과 기대
  - 철도 전용부품의 수출 경쟁력 확대
- 철도부품의 국제 표준화에 참여

○ 기술적 기대효과

- 철도부품의 전문화 및 모델화로 기술의 지속적인 발전 기대
- 철도부품의 국제 수준 기술 확보
- 철도부품에 대한 국제 표준 주도
- 철도부품 연구 개발 확대

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구기간: 5년
- 총 정부출연금: 7,400백만원 이내(기업부담금-중소기업 25%, 2,110백만원 이내)
  - 1차년도 정부출연금 : 600백만원 이내
  - 2차년도 정부출연금 : 1,300백만원 이내
  - 3차년도 정부출연금 : 2,200백만원 이내
  - 4차년도 정부출연금 : 2,100백만원 이내
  - 5차년도 정부출연금 : 1,200백만원 이내

연구개발 내용	연구 내용	세부 연구비					
		2015	2016	2017	2018	2019	계
철도차량 부품 표준호환성 인터페이스 연구	철도차량 부품 표준 구성 체계 및 표준 관리 방안 연구	350	650	900	700	350	2,950
	철도차량구성품/표준부품/표준모듈의호환인터페이스연구	200	350	700	800	400	2,450
	강소기업 육성을 위한 철도차량 표준부품 기술 개발	50	300	600	600	450	2,000
	소 계	600	1,300	2,200	2,100	1,200	7,400

- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음
- ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
- ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8. 기타

- 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안서(RFP)를 참조하여 작성
- 개발기술의 목표수준과 성과지표를 연구개발계획서에 명확히 제시하고, 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시
- 연구개발 핵심성과물 목록 및 핵심성과물 세부설명 제시
  - 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(공법, 재료, 소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시

- 연구성과의 실용화 및 사업화 추진계획 필히 제시
  - 신청자는 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출근거 제시
  - 신청자는 Pilot Test-Bed 또는 Test-Bed 등을 통한 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 필히 제시
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행 실적이 있고 과제추진시 역할(자료·기술 조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며, 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함(※ [www.kaia.re.kr](http://www.kaia.re.kr) 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조)
  - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
- 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)

## 2. 2세부 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	철도차량 제어장치의 모듈화 기술 연구
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도차량에 사용되는 제어장치의 호환성 및 교체성을 확보하기 위하여 철도용 제어장치를 위한 제어모듈/로컬네트워크/소프트웨어에 대한 기본구조(Frame)과 인터페이스를 개발하여 제어장치와 소프트웨어의 모듈화 기술을 확보</li> </ul>
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (국내 철도차량의 모듈화 기술 확보 필요) 개방된 통신네트워크, 제어 모듈, 소프트웨어 등을 기반으로 하드웨어와 소프트웨어, 통신 등을 통합하는 기술로서 국내 철도부품 기술이 꼭 확보해야하는 기술임</li> <li>○ (구성품 모듈화 지원 기술의 필요) 모듈화 지원 네트워크 기술 중에 철도표준네트워크(TCN, Train Communication Network)과 적합한 로컬네트워크 기술 필요</li> <li>○ (국내 철도부품 중소기업에 소프트웨어화 필수 기반 기술) 열악한 중소기업의 소프트웨어화를 위하여 해외 제품에 비하여 경제성이 확보된(최소 10억 추가비용) 기술 확보 필요</li> <li>○ (철도안전법과 산업의 안전성 요구에 필수 기술) 철도안전법에서 요구가 예상되는 소프트웨어 안전성에 필수 소프트웨어 기반 기술임</li> <li>○ (모듈화하는 선진 기술에서 소프트웨어화를 위한 기반 기술) 1990년대부터 해외 철도분야와 자동차, 의료 분야 등은 소프트웨어화로 기능/성능 모듈화와 재사용성을 확보하여 사용되어 왔음</li> <li>○ (국가가 지원해야하는 기초 산업) 이 기술은 철도부품 산업뿐 아니라 자동차/조선/의료/공장자동화 등의 산업계 전반에 사용되는 소프트웨어 기반기술로 국가가 지원해야하는 기술임</li> <li>○ (해외 기술 잠식에 대한 대응 기술 필요) 해외 기술에 잠식된 국내 시장과 보호와 해외 진출을 위하여 꼭 확보되어야 하는 기술</li> <li>○ (산업분야와 산업자동화 분야에 첨단 IT·SW을 확산시키기 위한 필수 기술) 우리나라의 IT·SW의 국제적인 인지도 상승과 더불어 산업용 소프트웨어 분야의 기술 개발이 필요</li> <li>○ 정부 정책과의 부합여부             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 박근혜 정부 국정과제 관련하여 아래와 같은 정책에 부합                 <ul style="list-style-type: none"> <li>· (1-1-5) 중소·중견기업의 수출경쟁력 강화</li> <li>· (1-1-6) 동반성장 등 협력적 기업생태계 조성</li> <li>· (1-1-7) IT·SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화</li> <li>· (1-1-8) 과학기술을 통한 창조경제 기반 조성</li> <li>· (1-1-14) 서비스산업 전략적 육성 기반 구축</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

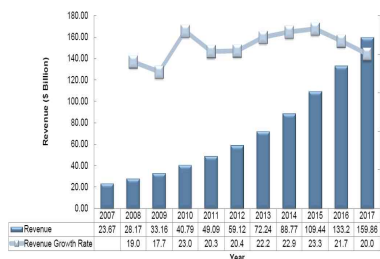
- 제2차 철도산업발전기본계획('11)
  - 수출주도형 연구개발추진
- 국토교통부 '철도부품 강소기업 육성 R&D 지원방안'(2013)
  - 한국형 인증제도 · 표준 구축

○ 정부 지원의 필요성

- (표준 인터페이스 규약 제정) 철도부품 산업 활성화를 위한 철도차량 제어장치, 소프트웨어에 대한 표준 연구로서 국가가 중소기업 활성화를 위하여 지원해야하는 과제임
- (철도 부품 기업의 해외 진출 지원 기술) 영세한 철도부품 기업들의 기술력을 향상시키기 위한 기술 250여개 철도부품 기업에 필수 기술임
- (소프트웨어 표준 인터페이스 규약 제정) 소프트웨어와 하드웨어 간에 인터페이스 표준을 제정하는 과제로 산업용 소프트웨어 산업의 활성화에 필요한 표준화 활동으로 국가가 수행해야하는 과제임
- (국가 정책 활성화에 필요한 기술) 자동차 기능안전(ISO 26262) 강화나 철도의 안전성을 강화하여 국가 기간산업의 안전확보에 필수 기술임
- (개별기업이 할 수 없는 국가 지원 기술) 철도 차량제작사와 영세 부품제작사 등에 모두 필요한 기술로서 개별 기업이 추진할 수 없는 개발 사업임

□ 기술동향      국내 기술동향

- (국내의 부족한 소프트웨어 인터페이스 기술) 1995년 5호선에서 철도 제어시스템(TCMS)이 국내에 도입되었으나 국내 기술로 발전하지 못하고 선진 철도기술과 20년의 차이가 있음
  - 표준 네트워크 기술(TCN)이나 제어장치 기술은 소프트웨어화 미비와 차량제작사의 독점적 구조의 한계로 중소기업에 저변 확대되지 못하고 철도차량의 표준모듈화에 영향을 미치지 못함
- (제어모듈/네트워크 표준 인터페이스) 국내 철도 해외 수출을 위하여 표준 제어모듈 기술과 소프트웨어화 기술 및 철도 표준 네트워크 기술은 모듈화의 필수 기반기술로서 현재 국내는 세계적 추세를 반영하지 못한 구세대 제어장치 기술에 머물러 있음
- (임베디드SW 시장 급성장과 철도안전법의 안전 요구) 자동화 기기의 증가로 임베디드SW 시장이 급성장하고 있으며 SW의 고장/사고에 대한 우려로 안전 요구도 증가하여 국내 철도안전법에서 SW에 대한 안전성이 필수로 요구될 예정이나, 국내 철도 부품기업들의 안전소프트웨어에 대한 기반은 매우 취약한 상태임



임베디드SW 시장의 성장

	전체	유무선 통신	정보/ 가전 기기	자동차	산업 자동차	사무 자동차	국방/ 항공/ 우주	의료 장비	건설	조선/ 해양
사태수	125	56	20	12	19	6	6	3	2	1
임베디드 OS	48.0	51.2	46.5	51.7	42.6	31.7	30.8	56.7	82.5	70.0
미들웨어	53.9	53.8	57.0	60.8	48.4	40.8	38.3	76.7	75.0	80.0
응용 SW	68.3	69.3	62.3	77.1	67.4	55.0	65.0	90.0	65.0	90.0
개발 도구	45.9	48.6	50.0	48.3	38.4	35.8	36.7	46.7	42.5	50.0

\* 출처: 임베디드 SW 산업실태조사, KESIC, 2011

임베디드SW 국내 기술 수준

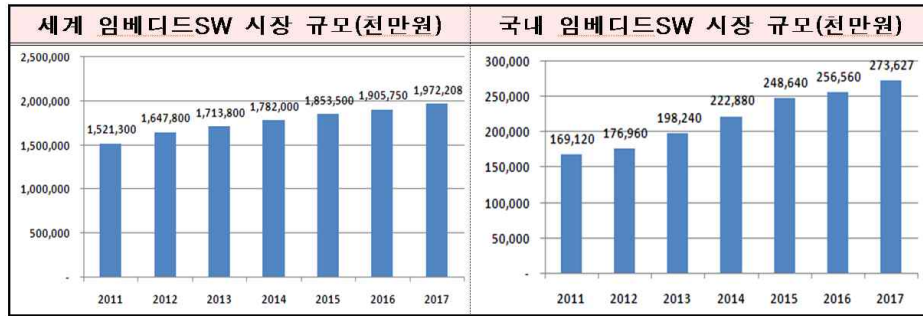
- **(취약한 국내 임베디드SW 환경)** 국내 임베디드SW(Embedded Software)기술은 외국에 비하여 매우 열악한 상태(자동차 51% 수준)로 특히 임베디드OS(Operating System)환경은 외국기술에 대부분 잠식된 상태로 중소기업이 응용소프트웨어 개발에 매우 어려움
- **(Firmware 중심 맞춤형 제어 소프트웨어)** 국내 철도 구성품에 적용되는 제어소프트웨어는 Firmware(OS가 없는) 중심으로 개발된 소프트웨어의 재사용성이 거의 없어 개발/수정/변경이 어렵고 숙달된 전문가만이 개발이 가능하여 중소기업에서 전문가 확보가 어려움
- **(철도안전법의 변화)** 국제적인 추세에 따라 국내 철도안전법에서도 안전성을 요구할 예정이나 철도안전법의 안전 요구를 만족하기 위해서는 고가의 안전성 인증 제품(사례 Windriver VxWorks-전세계 30~40% 점유- 기본2~3억에 약10억원 추가비용)을 필요로 하며 영세한 국내 철도부품기업의 임베디드SW에 대한 접근이 어려워질 것이 예상됨
- **(국내 RTOS 동향)** ETRI는 국내 최초로 ARINC-653을 준수하는 항공기용 RTOS(Real Time Operation System)인 Qplus-AIR와 개발 환경 Esto-AIR를 개발하여 국방분야에 활용 중이나 국내 임베디드 소프트웨어의 국산화 비율은 매우 낮은 편이며, 국내 철도산업에서 RTOS는 모두 외국제품(대부분 Vx-works)에 의존하고 있다.

**임베디드 SW 국산화 비율**

\* 출처 : 삼성경제연구소, 2011

구분	휴대폰	자동차	로봇	조선	국방
임베디드 SW 국산화 비율	15%	5%	5%	4%	1%

- **(임베디드SW 시장 급성장 예상)** 자동차, 항공기, 선박 등에 내재되어 기기를 제어·작동하는 임베디드SW 시장이 향후 5년간 연평균 9% 이상 급성장할 것으로 전망됨에 따라 정부가 집중적인 육성방안 마련
  - 산업부는 ‘12년 17조원 규모인 국내 임베디드SW 시장이 ‘17년에는 27조원(연평균 9.1%↑) 규모로 성장할 것이며,
  - 자동차(6조원), 유무선통신(4조원), 정보·가전기기(1조원), 조선(1조원) 등이 그 성장을 주도할 것이라고 전망



국내 산업별 임베디드SW 시장 규모('11年 기준)

- (소프트웨어 모듈화 빠르게 진행) 최근, 제조업의 전장화가 빠르게 진행되고 제품의 지능화·첨단화가 필수요소로 인식되면서 임베디드 SW의 중요성이 급격히 증가

자동차의 전장화율 전망(NIPA, '10) : ('00) 22% → ('10) 35% → ('20) 50%,  
 완제품 대비 임베디드 SW 부가가치 창출 비중('12) : 산업자동차 41.7%, 의료기기 37.4%, 자동차 29.8%, 조선 13.5%

- (임베디드 소프트웨어 기술 경쟁력) 자동차, 조선 등의 세계적 경쟁력에도 불구하고 핵심 임베디드 SW는 해외 기업에 의존하고 있는 실정
  - 국내 임베디드 SW의 기술수준은 선진국 대비 약 50% 수준으로, 개발도구 4.1년, OS 4.0년, 미들웨어 3.3년, 응용SW 2.6년 격차 구분 평균 임베디드OS 미들웨어 응용SW 개발도구
  - 산업 분야별로는 스마트가전 66%, 자동차 61%, 조선 50% 수준
    - ⇒ 자동차, 스마트가전 등 주력산업과 연계하여 핵심 플랫폼 기술 개발 등 임베디드 SW 기술경쟁력 제고 추진 중

- (국내 항공 안전 RTOS(Qplus-Air) 독자 개발) 한국전자통신연구원(ETRI)는 항공안전규약 ARINC-653을 준수한 항공기용 RTOS인 Qplus-AIR와 개발 환경인 Esto-AIR를 개발하고 국제적인 안전성 최상위 'DO-178B Level A'를 획득 국방용 무인항공기에 적용/실증하였음
  - 국내 항공기 소프트웨어 시장규모는 2013년 4,592억 원에서 연 평균 4.2% 증가하여 2020년 6,119억 원으로 성장할 것으로 전망

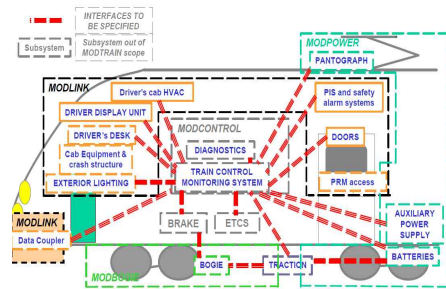
국내 항공기 소프트웨어 시장전망 (단위: 억 원, %)  
 출처: 국내 주요 기업의 2008년, 2009년, 2010년, 2011년, 2012년 기업 보고서를 바탕으로 ETRI 추정

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	계
내수	3,827	3,961	4,100	4,305	4,520	4,705	4,898	5,099	4.2%
수출	765	792	820	861	904	941	980	1,020	4.2%
합계	4,592	4,753	4,920	5,166	5,424	5,646	5,878	6,119	4.2%

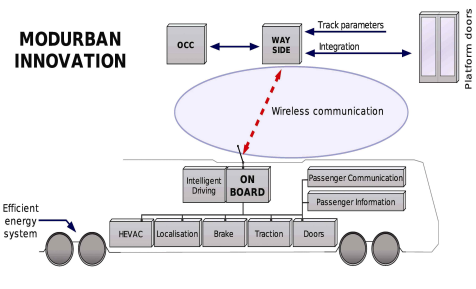
국외 기술동향

- (유럽연합의 모듈형 차량시스템 연구) 유럽연합이 지원하는 MODTRAIN(A modular vehicle concept, which will pave the way to European integration, 유럽연합 철도시스템의 혁신적인 모듈형 차량시스템) 프로젝트는 유럽 대륙 전 철로를 주행하게 될 미래 유럽 공동기차를 개발

- 2004년 2월 1일에 시작하여 2008년 1월 말까지 각 나라의 차량시스템, 정부 규제, 신호시스템 등의 차이를 표준화 모듈화
- 37개 파트너 업체들은 연구개발을 통해 상호 호환성을 가지는 동력차와 객차의 기능적, 전기적, 기계적 인터페이스를 결정
- 차량시스템과 각각의 하위시스템을 개선하기 위하여 시스템과 구성 요소에 대한 공통 인터페이스를 정의하는 방식으로 모듈화 접근
  - 시스템 설계의 모듈화
  - 핵심 모듈의 상호 운용성
  - 부품의 호환성
  - 전체 수명주기 비용 감소
- MODLINK는 MODTRAIN 프로젝트 내에서 크게 차지하고 있으며, 모듈형 MMI와 열차-열차 사이의 데이터 연결



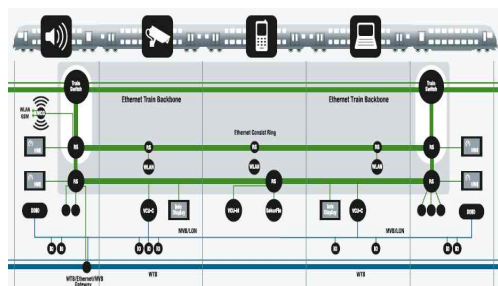
MODLINK 계통도



도시 대중교통시스템의 차세대 모듈형 방식

- 도시 대중교통시스템의 차세대 모듈형 방식
  - 시스템 설계의 모듈화
  - 핵심 모듈 및 구성 요소의 호환성
  - 새로운 핵심 모듈의 경험적 설계 및 실험

○ (모듈화 선진 기술) 봄바르디어는 표준모듈 기술과 철도표준네트워크 (TCN 3.0) 및 소프트웨어화로서 호환성과 개발 유연성 확보, 통신과 제어모듈, 소프트웨어 등에 공개정책을 실시하고 안전성이 인증된 제품을 적용함으로 개발의 다양성과 안전성을 모두 확보, 다양한 응용 구조와 철도차량시스템의 단순화 구조로 기술경쟁력과 가격 경쟁력을 모두 확보하고 있음



봄바르디어 철도차량 네트워크(TCN) 체계



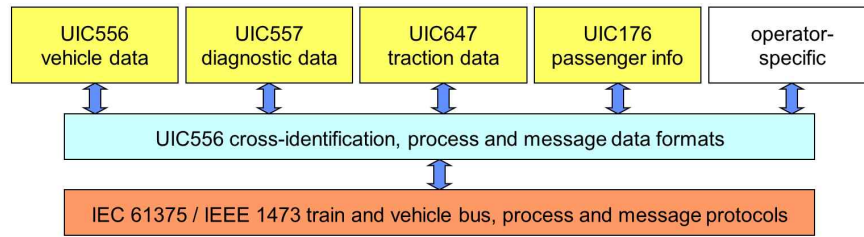
봄바르디어 철도차량용 제어모듈

- (MITRAC(Modular Integrated TRACtion system) 시스템) 봄바르디어의 표준형 제어·통신 및 열차관리시스템으로 추진제어 및 차량내 통신, 운영·유지보수 데이터 처리, 차량-지상 무선통신으로 정보 업데이트 및 실시간 모니터링 등을 처리하는 핵심 제어를 위한 모듈화 적용
  - 세계최초의 IP 기반 플랫폼 채용으로 기능 선택 및 유지보수 효율 향상, 운영자 수익 개선, 비용 절감, 제작자 경쟁력 향상을 지향

- 주요특징 : 하나의 시스템으로 모든 철도에 적용하도록 표준형으로 개발, 기능별 확장 가능한 개방형 아키텍처의 모듈화 방식, 다른 시스템과 인터페이스 통합이 용이, 차종·편성량 등에 맞게 다양한 모듈로 조정 적용이 가능, 표준형 IP 기반 분산 시스템으로 유지보수 효율 향상, 멀티태스킹 및 통신, 진단·원격 액세스, 엔터테인먼트 제공

○ (선진 철도 제작사가 모두 참여) TCN 표준은 1990년 ABB, AEG, Siemens, Firema 사간에 JDP(Joint Development Project)으로 시작되어 현재는 선진 차량제작사, 전장품 제작사, 사업자가 모두 참여하는 광범위한 그룹의 지지를 받고 있음.

- 유럽에서는 TCN 표준과 병행하여 TCN의 활용에 관한 상위계층에 대한 표준이 UIC(International Railway Union)에서 제정되어 사용 중

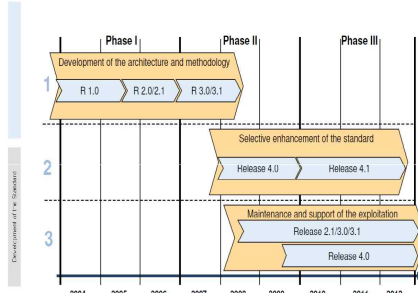


**UIC 표준**

○ (안전성을 강화하는 국제 추세) 자동차 기능안전 규격 ISO 26262가 국제 표준으로 등록되어 해외 진출을 위해서는 필수 인증으로 확정되었으며 우리나라에서도 국가표준(KS R ISO 26262)으로 제정하기로 지식경제부에서 발표(2012년)되어 국내 자동차업계와 자동차부품업계에 서는 기능안전성을 먼저 확보하기 위한 경쟁에 돌입하였음

○ (자동차분야 소프트웨어 국제 표준화 동향) 자동차 산업은 1990년대 부품 모듈의 개별 제어 수준에서 점차 통합 모듈 제어 방식으로 진화. 공통 부품모듈을 다양한 차량 모델에 적용하고, 유사 부품모듈로 제조원가를 낮추려 함. 이러한 일련의 공통 모듈 재사용성이나 차량별 부품호환성 등의 해결을 위해 완성차업체/부품공급회사/IT 기술업체들이 협력하여 자동차 전장 소프트웨어의 재사용성과 안전성 및 응용소프트웨어의 하드웨어 의존성 제거 등을 목표로 전장 소프트웨어 플랫폼 표준화 진행. AUTOSAR(AUTomotive Open System ARchitecture)는 하드웨어와 소프트웨어의 분리를 통하여 소프트웨어의 재사용성 및 확장성의 향상을 도모

Timeline of AUTOSAR



AUTOSAR 표준화 현황

Core Partner	2005년	2006년	2007년	2011년	2012년
BMW	1st 10 AUTOSAR BSW modules as part of 504 Core in vehicles, tool/serial support in place			Powertrain - Chassis-Safety - Body-ECUs use AUTOSAR architecture	
BOSCH	Body-Computer with subset of AUTOSAR specs incorporated Instrument Cluster with subset of AUTOSAR specs incorporated	ACC-ECU using AUTOSAR architecture Powertrain ECU(AED) 17 ECUs using AUTOSAR architecture Dynamis Control Unit using AUTOSAR BSW		Chassis-ECU using AUTOSAR architecture Body-Computer using AUTOSAR architecture	
Continental		Body-ECU using AUTOSAR architecture Powertrain ECUs using AUTOSAR architecture		Powertrain - Chassis-ECU using AUTOSAR architecture	
DAIMLER		First usage of AUTOSAR modules in vehicles		First AUTOSAR compatible ECUs in vehicles	Introduction of AUTOSAR architecture and methodology in vehicles
GM		1-9 AUTOSAR conformant ECUs first use of conformant tools/methodology			
HYUNDAI MOTOR				First usage of AUTOSAR modules	First usage of AUTOSAR architecture ECU
TOYOTA	Powertrain ECU using AUTOSAR architecture			Body ECU using AUTOSAR architecture	
TOYOTA				First usage of AUTOSAR modules	
VOLKSWAGEN					First complete ECUs in series production

전세계 자동차 제작사 AUTOSAR 적용현황

○ (국외 RTOS 기술 수준)

- 의료, 철도, 원자력, 산업자동화, 자동차 등의 실시간 Safety-Critical 분야들에서 기능의 전자화 및 복잡도가 늘어나면서 시스템 통합 추세에 대세를 이루고 있으며 따라서 고신뢰 파티셔닝 운영체제의 요구가 점차 늘어나고 있음
- 고신뢰성이 요구되는 항공 분야에서는 WindRiver의 VxWorks, GreenHills의 Integrity 등 ARINC 653 API 표준을 지원하는 실시간 OS의 사용이 증가하고 있음
- ARINC 653은 IMA(Integrated Modular Avionics) 시스템에서 OS와 응용프로그램 간의 표준 API인 APEX(APlication/EXecutive)를 제공하고 응용 간 오류의 전이를 방지하는 파티셔닝 기능을 제공
- 자동차분야에서도 OSEK(Offene Systeme und deren Schnittstellen für die Elektronik in Kraftfahrzeugen[독], Open Systems and their Interfaces for the Electronics in Motor Vehicles)/AUTOSAR와 같이 특정한 API나 OS 모델을 정의한 실시간 OS에 대한 적용 사례가 증가하고 있으며 또한 여러 ECU를 통합하여 하나의 ECU에서 복수의 응용을 수행하기 위한 파티셔닝 구조를 채택하고 있음

3. 연구개발내용

□ 철도차량 표준 제어모듈/네트워크/소프트웨어 인터페이스 기술 연구

- 철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구
  - . 철도차량 표준 제어모듈 기본구조(Frame) 개발
  - . 철도차량 표준 제어모듈의 인터페이스 표준 개발
  - . 철도차량 제어모듈의 I/O 표준 기술 개발
  - . 국제 표준에 의한 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- 철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구
  - . 철도차량 구성품 제어용 로컬네트워크 기술 연구
  - . 철도차량 로컬네트워크 표준의 시스템 적용기술 연구
  - . 철도차량 표준네트워크와 제어모듈/응용소프트웨어 연계 기술 연구
  - . 국제 표준에 의한 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- 철도안전법 및 국제 안전성(IEC61508) 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발
  - . 소프트웨어 모듈화가 가능한 RTOS 기본구조(Frame) 개발
  - . 시스템 간 호환성 확보를 위한 철도 제어모듈용 표준 API 개발
  - . 디바이스드라이버 템플릿 및 프레임워크 표준 개발
  - . 철도차량 네트워크 연동 기술 및 디바이스 드라이버 표준 개발
  - . Multi-level에서 오류 처리 기술 개발
  - . 국제 표준에 의한 소프트웨어 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- 중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발

- . 철도 응용SW 및 커널설정/개발/컴파일/빌드/디버깅을 위한 통합개발환경 개발
  - . 시스템 테스트 및 모니터링의 영향을 최소화하기 위한 HW 및 SW 기반의 Non-intrusive 모니터링 기술 개발
  - . 가상의 HW 환경의 응용개발을 지원을 위한 가상 HW 개발환경 기술 개발
  - . 시각 프로그래밍이 가능한 철도 응용 SW 설계, 개발 및 검증 통합환경 개발
  - . 국제 표준에 의한 소프트웨어 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- 철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발**
- . 철도차량 제어모듈/네트워크/소프트웨어의 부품 적용기술 개발

**4. 연구개발 추진방법**

- 추진전략
- 연차별 목표, 일정계획 및 기술개발 전략 수립
    - 1~2차년도 : 표준제어모듈의 기본구조 및 인터페이스 표준 개발  
철도차량용 표준 제어모듈에 개발대상 도출
    - 2~5차년도 : 표준제어모듈 기술을 적용한 철도차량 구성품 시범 개발
    - 1~5차년도 : 철도용 안전 소프트웨어 및 개발도구 개발

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구개발	철도차량 표준 제어모듈/네트워크/소프트웨어 인터페이스 기술 연구	제어모듈/로컬네트워크 인터페이스 표준 개발				
		표준 제어모듈(제어모듈/로컬네트워크) 시범 개발				
		철도용 안전 RTOS 인터페이스 표준 개발				
		철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발				
		표준 제어모듈 적용 구성품 시범 개발				

- 철도 제어모듈/네트워크/소프트웨어의 기술에 대한 역량을 갖춘 전문 연구기관과 산·학·연의 공동연구 수행을 통한 핵심기술 확보 및 시스템 국산화 추진하고 철도 운영기관과 철도 부품업체 등의 의견을 수렴하여 추진
- 철도부품 표준화위원회(가칭, 이후 ‘표준화환위’라 함)에 의한 표준 관리 : 연구성과로 생산된 각 표준은 표준화환위에 의하여 심사되고 제정되어야 함. 표준화환위는 1세부(철도차량 부품 표준화환성 인터페이스 연구)에서 설립/운영되며 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사, 철도부품 관련 기관으로 구성되고 표준화환위 내에 기술분과를 운영하여 철도차량 표준구성체계 및 철도부품 호환표준, 표준적합성 평가제도 등을 관리함.
- 표준 적용을 위한 시범검증을 위한 철도운영기관과의 유기적인 협조체계 구축
- 연구결과는 표준으로 제정하고 중소기업에 기술을 이전하는 공개 기반기술로 개발되며, 기술 이전은 비기술료 조건으로 철도부품 중소기업 배포를 위한 기술이 되어야 함
- 국내에서 이미 개발된 기술을 바탕으로 철도차량 특성과 최신 국제 규격에 적합하게 개발하고 차세대 기술에 대한 기술 방향을 제시함
- 3세부(협업형 동시설계) 기반 기술 연구와 연계하여 연구/개발하여 설계프로세

스에 연구결과가 적용될 수 있도록 상호 인터페이스 규약을 포함

- 연구개발 추진계획에 최소한 다음 내용을 포함하는 방법론을 제시해야 함
  - **철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구**는 철도 운영기관 및 기업이 모두 적용할 수 있는 철도차량의 교체형 제어장치를 개발하며 철도차량의 구성품에 적용할 수 있는 최소 3종 이상의 모델을 제시해야하며 교체가 가능한 구조를 위한 기본구조(Frame)과 제어모듈 내부통신방식과 인터페이스를 개발하여 표준으로 제정하여야 함. 모듈형 구조를 갖는 모델이 포함되어야 함. 철도차량의 구성품 제어에 적합한 I/O표준이 같이 개발되어야 함.
  - **철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기준 연구**는 철도차량 구성품에서 제어모듈과 각종 센서/액추에이터(철도전용 부품)를 연결하는 로컬네트워크를 개발하고 표준으로 제정함. 로컬네트워크를 활용한 철도전용 부품이 제시되어야 하며 로컬네트워크는 다양한 시스템에 적용이 가능한 구조를 가져야 함. 연구내에 시범적용과 결과 검증이 포함되어야 함. 연구에는 철도차량 표준 네트워크와의 제어모듈/응용소프트웨어 연계기술이 같이 개발되어야 함
  - **철도안전법 및 국제 안전성(IEC 61508) 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발**은 응용소프트웨어의 모듈화 개발과 제어장치 교체성이 가능한 본구조(Frame)로 개발되어야 하며 다양한 종류에 적용할 수 있는 API기술과 디바이스드라이버 템플릿 기술 개발이 포함되어야 함. 제어모듈 개발에서 제시되는 모델에 적합한 구조의 OS가 개발되어야 함. OS단계에서 응용소프트웨어의 감시/추적이 가능하여야 하며 국제 기능안전성(IEC 61508) 규격에 적합한 인증획득을 포함하여야 함.
  - **중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발**은 영세한 중소기업에서 활용 가능하도록 경제성을 확보하여야 하며 응용소프트웨어 개발을 위한 종합적인 개발도구가 되어야 함. 개발도구는 철도차량용 제어장치 개발 시범사업에 활용 가능해야 함.
  - **철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발**은 제어장치를 포함하고 있는 철도차량의 구성품에 연구결과인 표준제어모듈기술과 소프트웨어 기술, 로컬네트워크 기술을 포함한 시범 개발이 되어야 하며, 성능에 대한 검증보고서가 포함되어야 함.

□ 추진체계

- 본 과제는 연구단급의 세부과제로 추진하며, 전문 연구기관 및 관련 전문인력과 기술능력을 보유한 연구소, 대학, 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사를 참여하는 **산·학·연 컨소시엄** 구성하여 연구를 수행할 것을 권장
  - 주관기관 : 연구총괄 및 최종성과물의 검증, 시범적용 및 보급 확산이 가능한 사업추진체계, 투자계획 및 기술개발 능력을 보유한 철도 연구기관
  - 참여기관 : 관련 연구인력 및 기술개발 능력을 보유한 연구소, 대학, 철도운영기관, 기업으로서, 공동연구, 위탁연구, 자문 형식으로 참여 가능하며 기업은 Matching-fund를 부담하고 참여
- 표준의 보급 및 적용을 위하여 시범사업을 실시하며 시범사업에 철도관련 기업을 참여

## 5. 최종성과물

### □ 주요성과물

- 철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구
  - 철도차량 제어모듈의 기본구조(Frame) 표준서
  - 철도차량 제어모듈의 인터페이스 표준서
  - 철도차량 제어모듈의 I/O 표준서
  - 철도차량용 표준 제어모듈 시제품 및 검증 보고서
  - 철도차량용 표준 제어모듈 시제품의 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- 철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구
  - 철도차량 구성품 제어용 로컬네트워크 표준서
  - 철도차량 구성품 제어용 로컬네트워크 시제품 및 검증 보고서
  - 철도차량용 로컬네트워크 시제품의 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- 철도안전법 및 국제 안전성 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발
  - 안전성(IEC 61508)이 인증된 철도용 RTOS
  - 철도용 응용소프트웨어의 모듈화 표준 API 표준서
  - 디바이스드라이버 템플릿 및 프레임워크 표준서
  - 철도 네트워크 연동/디바이스드라이버 표준서
  - 개발된 RTOS의 기능안전성(IEC 62508) 인증 획득
- 중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발
  - 철도용 소프트웨어 통합개발환경
  - 개발된 통합개발환경의 기능안전성(IEC 61508) 인증 획득
- 철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발
  - 철도차량 표준 제어모듈을 적용한 구성품 시제품 및 검증보고서

### □ 활용방안

- 철도차량 제어모듈/로컬네트워크/소프트웨어 인터페이스 표준은 철도관련 기술 표준으로 제정하고 철도안전법에 의한 형식승인체계에서 납품되는 철도차량과 철도부품에 대한 표준적합성을 평가하고 납품되는 철도차량에 적용
- 제어장치의 교체시기가 도래한 철도운영기관의 철도차량의 교체형 제어장치로 활용
- 개발된 RTOS와 통합개발환경은 영세한 철도부품 중소기업에 보급하고 관련 기술의 이전하여 부품의 소프트웨어화를 주도하도록 지원. 보급에서 해외 제품에 비하여 충분한 경제성을 확보할 수 있도록 추진
- 철도차량용 제어장치를 개발/제작하는 전문 강소기업으로 성장하도록 지원
- 타 산업분야에 적용할 수 있도록 응용 연구

## 6. 기대효과 및 파급효과

- 사회·경제적 기대효과
  - 철도운영기관의 다양한 제어장치를 교체/호환 가능하여 제어장치 유지보수에 대한 효율성 향상으로 점진적인 유지보수성 개선 기대
  - 철도운영기관의 제어장치 종류를 최소화

- 교체 가능한 제어장치의 수급 편리성 증대
  - 단종부품에 대한 호환성 확대로 대체품 수급 편리성 증대
  - 기존의 소프트웨어를 그대로 재사용이 가능
- 표준 호환모듈을 확대하는 연구로서 표준모듈 적용에 의한 유연성 확대가 예상된다. 그럼에도 근 시일 내에 직접적인 부품의 확대가 발생할 것으로 예상되지 못하며 단지 부품의 전문화에 의한 강소기업으로 집중효과가 발생할 것으로 예상된다. 향후 장기간에 걸친 수출 증대효과를 기대할 수 있다.
- Embedded OS현황에서 국내 기술 국산화비율에서 철도분야는 0%이다. 개발되는 RTOS에 의하여 국내 철도부품 중소기업에 적용되는 경우 향후 3년 이후부터 부품 중소기업 20개/년씩 증가할 경우
- ※ 중소기업 20개/년 × 8000만원 = 16억/년 시장이 증가할 것으로 예상  
향후 국산 RTOS의 시장점유율이 급증할 것을 예상

○ 기술적 기대효과

- 철도 구성품/부품의 소프트웨어화 기술 확보
- 최신 IT기술을 접목한 철도용 제어장치 활용
- 철도용 RTOS 및 개발도구를 기반으로 산업용 소프트웨어 기반 확대
- 국내 산업용 소프트웨어 기술 개발 활성화와 해외 진출
- 소프트웨어 및 제어장치의 국제 기능안전성(IEC 61508) 수준 확보

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구기간: 5년
- 총 정부출연금: 8,400백만원 이내(기업부담금-중소기업 25%, 2,220백만원 이내)
- 1차년도 정부출연금 : 700백만원 이내
- 2차년도 정부출연금 : 1,900백만원 이내
- 3차년도 정부출연금 : 2,300백만원 이내
- 4차년도 정부출연금 : 2,200백만원 이내
- 5차년도 정부출연금 : 1,300백만원 이내

연구개발 내용	연구 내용	세부 연구비					계
		2015	2016	2017	2018	2019	
철도차량 제어모듈의 표준 인터페이스 기술 연구	철도차량 제어모듈 표준 인터페이스 기술 연구	400	1,000	1,100	750	200	3,450
	철도차량 로컬네트워크 표준 인터페이스 기술 연구						
	철도안전법 및 국제 안전성 기준 만족하는 철도용 안전 임베디드 소프트웨어 기반 기술 개발	300	650	650	600	450	2,650
	중소기업이 활용 가능한 철도용 안전 소프트웨어 개발도구 개발						
	철도차량 표준 제어모듈 구성품 시범 개발	-	250	550	850	650	2,300
	소 계	700	1,900	2,300	2,200	1,300	8,400

- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음
- ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의

기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

## 8. 기타

- 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안서(RFP)를 참조하여 작성
- 개발기술의 목표수준과 성과지표를 연구개발계획서에 명확히 제시하고, 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시
- 연구개발 핵심성과물 목록 및 핵심성과물 세부설명 제시
  - 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(공법, 재료, 소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시
- 연구성과의 실용화 및 사업화 추진계획 필히 제시
  - 신청자는 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시
  - 신청자는 Pilot Test-Bed 또는 Test-Bed 등을 통한 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 필히 제시
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행 실적이 있고 과제추진시 역할(자료·기술 조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며, 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함(※ [www.kaia.re.kr](http://www.kaia.re.kr) 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조)
  - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
- 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)

### 3. 3세부 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도부품 강소기업을 육성하기 위하여 기업 간 기술 통합과 컨소시엄으로 철도용 구성품을 설계/제작할 수 있는 협업형 동시 설계 기술 개발하여 철도부품 설계의 국제경쟁력 확보</li> </ul>
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (중소기업에서 활용 가능한 협력형 동시 설계 인터페이스 기술 필요) 중소기업 간에 활용하기 위한 설계 업무 간의 인터페이스를 규정하고 변환 소프트웨어 모듈을 공급하여 기업 간 협력/동시 설계 인터페이스 기술 개발</li> <li>○ (설계도구에 제한 받지 않는 상호 호환형 인터페이스 필요) 중소기업 간에 설계 협력/호환이 가능한 플랫폼을 공급하여 설계 기간을 단축하고 설계 능력을 향상</li> <li>○ (협력형 설계가 가능하도록 표준 설계 절차 필요) 중소기업에서 수행 가능한 표준 설계 절차를 확립하고 각 설계 단계에서 사용 가능한 자동화 도구의 개발이 필요함</li> <li>○ (중소기업 설계 경쟁력 향상으로 해외 경쟁력 향상 필요) 중소기업의 기초 설계 능력을 향상시키고 고부가가치 기술로 전환하여 해외 경쟁이 가능하도록 설계 기술 기반 향상 필요</li> <li>○ (해외 기술 잠식에 대한 대응 기술 필요) 해외 기술에 잠식된 국내 CAD, PLM 기술을 활성화시키기 위한 고부가가치 국내 기술 필요하며 해외 진출을 위한 최소 시장 형성 필요</li> <li>○ (산업분야와 산업자동화 분야에 첨단 IT·SW을 확산시키기 위한 필수 기술) 우리나라 IT·SW 기술의 적용으로 산업분야 IT·SW 기술 향상시키고 해외 기술과 대응할 수 있는 기술로 발전 필요</li> <li>○ 정부 정책과의 부합여부               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 박근혜 정부 국정과제 관련하여 아래와 같은 정책에 부합                   <ul style="list-style-type: none"> <li>· (1-1-5) 중소·중견기업의 수출경쟁력 강화</li> <li>· (1-1-6) 동반성장 등 협력적 기업생태계 조성</li> <li>· (1-1-7) IT·SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화</li> <li>· (1-1-8) 과학기술을 통한 창조경제 기반 조성</li> <li>· (1-1-14) 서비스산업 전략적 육성 기반 구축</li> </ul> </li> <li>- 제2차 철도산업발전기본계획('11)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>· 수출주도형 연구개발추진</li> </ul> </li> <li>- 국토교통부 '철도부품 강소기업 육성 R&amp;D 지원방안'(2013)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>· 중소기업 맞춤형 R&amp;D지원사업</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

○ 정부 지원의 필요성

- (설계 분야 표준 절차와 단계별 인터페이스 규약 제정) 설계에 대한 표준 절차와 단계별 인터페이스를 표준화함으로 기업 간 차이를 최소화 하는 표준화 활동으로 국가가 수행해야하는 과제임
- (중소기업 간 협력형 미래 산업 구조 필요) 철도부품분야의 강소기업 육성을 위한 기반기술로서 기업간 협력형 산업 구조를 형성하기 위하여 국가 지원이 필요한 기반 기술임

□ 기술동향

국내 기술동향

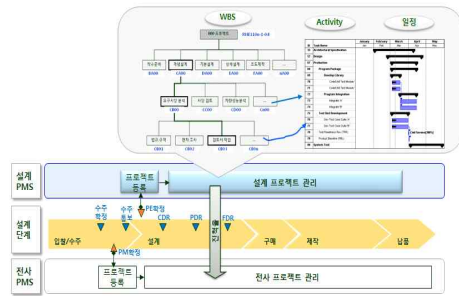
- (20년 낙후된 국내 철도의 협업/동시 설계 기술) 서울시5호선 전동차를 납품(1996년)한 스웨덴 ABB로부터 Bombardier, Siemens 등의 선진 철도제작사는 협업/동시 설계 기술을 바탕으로 제작설계에서 높은 생산성과 경쟁 우위를 유지하고 있음
- (취약한 국내 통합설계 환경) 국내 철도차량제작사는 통합설계 환경을 설계의 일부분(30%)만을 구축하였으며 중소기업과의 협업/동시 설계 환경은 구축되지 못하고 있으며 중소기업은 전무한 상태
- 2011년 미국 BART(San Francisco Bay Area Transit District) 전동차 사업(865량)에 참여한 차량제작사의 평가결과에 의하면 가격 경쟁력은 1위업체인 봄바르디에에 비하여 55.8%, 기술경쟁력은 64.4%로서 종합 60.8% 수준

2011년 BART 전동차 입찰결과

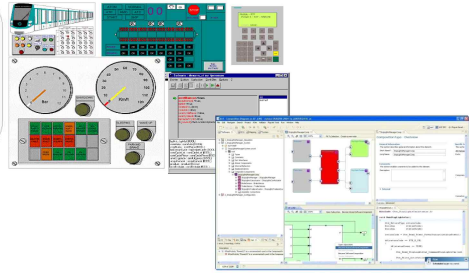
※ Buy America(B/A) : 기본 조건인 재료비 60% 초과 경우, 초과분 각 %당 0.25% 가산점 부과 (최대 10% 가산점)

구분	평가점수 (1위 대비 %)			비고
	가격	기술	종합	
봄바르디에	33.00 (100%)	46.70 (100%)	79.70 (100%)	B/A:66%
알스툼	31.83 (96.5%)	41.39 (88.6%)	73.22 (91.9%)	B/A:95%
현대로템	18.42 (55.8%)	30.05 (64.4%)	48.47 (60.8%)	B/A:70%

- 현재 국내 부품 기술 부분의 경쟁력을 볼 때 부품 자체 기술력보다 차량 전체 엔지니어링 및 모듈화, 소프트웨어화, 설계 경쟁력 등에서 차이가 발생하는 것을 분석됨
- (국내 철도차량 제작사의 PLM 구축 현황) 국내 철도차량제작사는 동시/협업 설계 프로세스를 CATIA V5와 ENOVIA V6를 기반으로 도입하고 설계 검증(DPA)를 운용 중이며 BOM(Bill of Material)체계와 PMS 설계 프로젝트 관리 체계 및 전기설계 지원 도구인 WDPS(Wiring Diagram Producing System)을 구축하였음
- 국내 철도차량제작사의 PLM은 설계부분의 30%정도 완성도로 전체적인 설계 사이클 관리에는 어려움이 있음
- 전기설계 분야 자동화는 거의 일부분만을 지원하고 있어 나머지는 사람에 작업에 의존하고 있어 PLM(Product Lifecycle Management)시스템과 직접적인 인터페이스는 불가능함



국내 차량제작사의 통합설계 환경



제어모듈 HW와 SW 자동화

- **(중소기업과 협업/동시 설계 안됨)** 철도 부품 중소기업과는 도면의 공유 정도로서 기업 간의 협업/동시 설계는 구축되어 있지 않아 설계 비효율성이 극히 높음
- **(모듈화/소프트웨어화 지원 미비)** 제어모듈과 소프트웨어화에 필요한 자동화 시스템은 갖춰져 있지 않아 별도의 설계로 제작되고 있어 협업/동시 설계는 불가능한 구조임
- **(국내 설계도구 환경 열악)** 국내에 제품수명주기관리(PLM)기술은 전무한 상태로 외국 기술 독점, 설계지원도구(CAD, Computer Aided Design)도 거의 외국 기술이 점유한 상태. 국내 유일의 설계지원도구가 1998년 개발되어 판매되고 있으나 우수한 가격경쟁력(20%)에도 국내 점유율이 취약(기계 8%, 건축 20%, 조달 55% 등)하며 원인은 대기업의 외국 제품 우선 선정된 것이 이유로 분석됨



국내 설계도구 현황

- **(국내 PLM 시장)** 2011년 ‘한국 산업자동화시장 전망보고서’에서 2010년 국내PLM 시장규모는 2009년에 비해 13.6% 성장한 5,065억 원 규모이며, 2011년에는 22% 성장한 6,179억 원 규모로 예상. 급격한 성장은 없었으나, 국내 경기가 살아남에 따라 성장할 것으로 전망
- **(국내 타산업 PLM 구축 현황)** 자동차 산업의 PLM은 안정화 단계에 접어들었음. 전자 산업 PLM 적용은 2010년부터 삼성전자가 차세대 PLM 시스템을 적용하였으며 지속적인 투자를 하고 있으며 ERP(Enterprise Resource Planning), SCM(Supply Chain Management) 시스템 고도화와 확대 구축에 초점을 맞췄음. 건설업계는 해외사업장의 글로벌 사업지원을 위한 프로젝트관리시스템(PMIS, A project management information system)을 구축하고 PMIS는 PLM의 핵심 기능인 도면 및

문서관리, 설계 협업관리, 프로그램 관리 등의 기능을 갖출 것으로 예상됨.

- **(국내 조선 PLM)** 2011년부터 조선업계는 조선전용 차세대 PLM시스템 구축에 집중 투자. 특히 대형 조선 산업의 PLM은 타 산업과는 달리 선박 설계에 소요되는 시간을 줄이는 것에서 벗어나 선박의 건조와 운항, 폐기에 이르기까지 모든 과정을 PLM 관리 시스템으로 확장. 특히 대우조선해양은 2011년부터 선박설계 전용 차세대 CAD, 차세대 조선 PLM시스템을 구축하기 위한 정보화 사업 진행 중

### 국외 기술동향

- **(PLM 업계 동향)** CAD 기반 솔루션은 Dassault System의 ENOVIA, PTC의 Windchill, Siemens의 Teamcenter가 있음. UGS의 Teamcenter는 Siemens로 인수/합병되어 Siemens PLM Software로 변경됨. SAP은 자사의 ERP 솔루션을 확장하여 PLM 솔루션을 개발, 오라클은 Agile사를 인수하여 Agile PLM 확보. 조선 및 플랜트 CAD는 Intergraph의 SmartPlant Foundation, AVEVA의 Net, Bentley Systems의 AssetWise가 있음. 국내의 경우, 이놉스의 DynaPDM과 성우시스템의 TeamPlus가 있으나 시장 점유율은 높지 않음

No	Company	Industry	Core PLM	License Count	CAD Tool	Memo (Interface)
1	Alstom Transport (France)	Transportation	Teamcenter	1,800	CATIA V5	SAP ERP
2	Bombardier Transportation (Germany)	Transportation	Teamcenter	2,910	CATIA V5	SAP ERP
3	Vossloh (Spain)	Transportation	Teamcenter	100	NX	
4	National Steel Car (Canada)	Transportation	Teamcenter	50	SolidEdge	
5	GE Transportation (USA)	Transportation	Teamcenter	Site	NX	
6	Toshiba Transportation (Japan)	Transportation	Teamcenter	Site	NX	
7	Lohr (France)	Transportation	Teamcenter	200	NX	
8	Talgo Patentes (Spain)	Transportation	Teamcenter	N/A	NX	
9	CSR (China) - Zhuzhou Electric Locomotive - Weishan Rolling Stock - Shijiazhuang Rolling Stock - Chengdu Locomotive & Rolling Stock - Yangtze Rolling Stock	Transportation	Teamcenter	N/A	NX	
10	CNR (China) - Dalian Locomotive & Rolling Stock - QIQIHAR Railway Rolling Stock	Transportation	Teamcenter	N/A	Pro/E	

PLM 업계 동향

해외 철도제작사 PLM 구축 현황

- **(해외 PLM 시장)** 해외 PLM 시장은 매년 7%대의 성장해 왔으나 북미 시장의 축소나 원유의 상승 요인에 의해 향후 성장 페이스는 둔화할 것으로 추측되어 세계 시장은 향후는 연 6%전후의 성장 예상
- **(PLM 기술변화 전망)** 각기 다른 필요에 의해 이기종의 솔루션을 사용하고 있는 경우 데이터의 이전이 원활하지 못해 프로세스가 중복되는 것은 물론 IT시스템의 통합이 이뤄지기 어렵기 때문에 이에 대한 해결 방법이 요구됨
  - 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing) 기술 결합: 현재의 온라인을 통한 협업 솔루션에서 나아가 클라우드 컴퓨팅을 통한 전 관계자들의 협업으로 확장되고, 3D 기술의 영역확대에 따른 3D 융합기술 역시 개발 과제로 대두

### 3. 연구개발내용

- 철도 기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발
  - 철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발

- . 철도차량 설계 표준 절차 개발
- . 철도차량 표준 절차 단계별 인터페이스 기준 연구
- . 철도차량 요구사항 추적에 대한 표준 개발
- 중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발
  - . 철도 중소기업의 설계 자동화 환경 연구
  - . 철도 중소기업의 설계 자동화 지원도구 개발 연구
- 설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발
  - . 동시/협업 설계를 위한 설계 정보화 기술 연구
  - . 철도 중소기업의 설계 정보 변환 기술 연구
  - . 철도 시스템 통합설계 기술 연구
  - . 철도 통합시스템 검증 기술 연구
  - . 협업 시 설계 정보 보호/보안 기술 연구
- 중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업
  - . 시스템-부품 기업 간 협업/동시 설계 시범 사업
  - . 부품-부품 기업 간 협업/동시 설계 시범 사업

#### 4. 연구개발 추진방법

##### □ 추진전략

- 연차별 목표, 일정계획 및 기술개발 전략 수립
  - 1~2차년도 : 표준설계 절차 및 설계 인터페이스 표준 제정
  - 2~5차년도 : 중소기업 보급형 설계 지원 도구 개발  
설계 자동화 기술을 활용한 철도 부품 개발 시범 사업

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구 개발	철도기업 간 협업형 설계 표준 인터페이스 기술 개발	철도 설계 표준 절차/인터페이스 개발 설계자동화 지원도구(소프트웨어) 개발 협업/동시 설계 정보 및 통합설계 표준 기술 개발 중소기업 보급형 설계정보 변환/인터페이스 지원도구(SW) 개발 협업/동시 설계 시범 사업				
	철도 설계 검증 자동화 기술 개발 (별도 과제)					설계 검증 자동화 기술 개발

- 철도차량 및 부품 설계 기업 등의 수요기업과 전문연구기관 및 학계의 컨소시엄으로 설계 표준 절차 및 설계 정보 인터페이스 표준을 개발함
- 철도부품 표준화위원회(가칭, 이후 '표준화환위'라 함)에 의한 표준 관리 : 연구성과로 생산된 각 표준은 표준화환위에 의하여 심사되고 제정되어야 함. 표준화환위는 1세부(철도차량 부품 표준화환성 인터페이스 연구)에서 설립/운영되며 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사, 철도부품 관련 기관으로 구성되고 표준화환위 내에 기술분과를 운영하여 철도차량 표준구성체계 및 철도부품 호환표준, 표준적합성 평가제도 등을 관리함.
- 설계 인터페이스 지원 도구는 설계 표준에 대한 변환도구로서 중소기업에 무상 배포가 가능해야하며 중소기업 보급형 설계지원도구는 기존의 개발된 설계지원 도구에 철도설계 자동화기술을 접목하여 개발하며 영세한 중소기업이 활용 가능한 경제성 확보

- 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사 관련 전문가 자문 : 각종 선행사례, 유사사례에 대한 조사, 기술개발 성공 및 성과보급을 위한 국내외 전문가 의견 수렴
- 연구결과는 표준으로 제정하고 중소기업에 기술을 이전하는 공개 기반기술로 개발
- 제어장치의 모듈화 기술 개발(2세부)과 연계하여 연구/개발하여 모듈화 설계 연구결과가 적용될 수 있도록 상호 인터페이스 규약을 포함
- 연구개발 추진계획에 최소한 다음 내용을 포함하는 방법론을 제시해야 함
  - **철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발**은 철도기술을 개발함에 요구되는 표준 설계 개발주기(Life cycle)를 개발하고 단계별 생산물과 형식을 표준으로 제정하여야 함. 서로 다른 기업 간에 설계 진행 단계를 확인하고 정보를 교환하는 기점(Gate)과 기점에서 동시/협동 설계를 위한 정보 표준을 제정함. 철도차량 설계 개발주기와 제작, 납품, 검증 등의 제품 전주기에 걸친 요구사항 추적을 위한 표준 개발을 포함하여야 함
  - **설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발**은 설계 개발주기에서 활용하고 있는 설계지원도구(CAD)의 설계정보(Data)를 다른 기업의 이기종 CAD에서도 호환이 가능하도록 설계정보와 변환기술 표준을 개발함. 이기종의 CAD에서 생성된 설계정보를 통합할 수 있는 기술 개발이 포함되어야 함. 시스템이 통합되었을 때 설계 오류를 검증할 수 있는 기술 표준이 개발되어야 함. 다른 기업 간의 협업에서 설계정보를 보호/보안하는 기술이 포함되어야 함.
  - **철도차량 표준 로컬네트워크 인터페이스 기준 연구**는 철도차량 구성품에서 제어모듈과 각종 센서/액추에이터(철도전용 부품)를 연결하는 로컬네트워크를 개발하고 표준으로 제정함. 로컬네트워크를 활용한 철도전용 부품이 제시되어야 하며 로컬네트워크는 다양한 시스템에 적용이 가능한 구조를 가져야 함. 연구내에 시범적용과 결과 검증이 포함되어야 함. 연구에는 철도차량 표준 네트워크와의 제어모듈/응용소프트웨어 연계기술이 같이 개발되어야 함
  - **중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발**은 철도 구성품과 부품, 철도시스템 설계에서 국내외 철도차량제작사의 설계기술에 대응할 수 있는 철도 전문 설계 자동화도구를 개발하여 중소기업에 배포함. 이를 위하여 철도 중소기업의 설계 자동화 환경을 분석하고 점진적인 목표를 수립하여 단계별 추진 전략을 제시해야 함. 설계 자동화 지원도구는 설계 분야 별로 특성을 반영하여 추진 전략이 제시되어야 함.
  - **중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업**은 개발된 기술에 의한 협업/동시형 설계로 철도용 구성품과 시스템을 개발하는 시범사업으로서 시제품이 제작되어야 하며 시제품에 대한 검증이 포함되어야 함

□ 추진체계

- 본 과제는 연구단급의 세부과제로 추진하며, 전문 연구기관 및 관련 전문인력과 기술능력을 보유한 연구소, 대학, 철도운영기관 및 철도차량/부품 제작사를 참여하는 산·학·연 컨소시엄 구성하여 연구를 수행할 것을 권장
- 주관기관 : 연구총괄 및 최종성과물의 검증, 시범적용 및 보급 확산이 가능한

- 사업추진체계, 투자계획 및 기술개발 능력을 보유한 철도 연구기관
- 참여기관 : 관련 연구인력 및 기술개발 능력을 보유한 연구소, 대학, 철도운영 기관, 기업으로서, 공동연구, 위탁연구, 자문 형식으로 참여 가능하며 기업은 Matching-fund를 부담하고 참여
  - 표준의 보급 및 적용을 위하여 시범사업을 실시하며 시범사업에 철도관련 기업을 참여

## 5. 최종성과물

- 주요성과물
- 철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발
    - . 철도차량 설계 절차 표준서
    - . 철도차량 표준 절차 단계별 인터페이스 표준서
    - . 철도차량 요구사항 추적에 대한 표준서
  - 중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발
    - . 철도 중소기업 보급형 설계 자동화 지원도구(소프트웨어)
  - 설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발
    - . 동시/협업 설계를 위한 설계 정보 표준서
    - . 철도 중소기업의 설계 정보 변환 기술 및 인터페이스 지원 도구(소프트웨어)
    - . 철도 시스템 통합설계 기술 표준서
    - . 철도 통합시스템 검증 방법 표준서
    - . 협업 시 설계 정보 보호/보안 규정
  - 중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업
    - . 협업/동시 설계 결과물 및 검증 보고서
- 활용방안
- 철도차량 제작 관련 기업이 개발을 주도하여 철도분야 설계에 직접 활용
  - 철도차량용 구성품 및 부품 개발을 위한 컨소시엄에서 활용하여 설계 경쟁력 강화
  - 개발된 표준은 철도관련 기업의 설계에 적용할 수 있도록 연구기관을 중심으로 교육 및 보급 활동
  - 표준설계 변환도구는 중소기업 배포용을 개발하여 표준을 활용하는 기업에 무상 배포하고 철도설계 자동화지원도구는 영세한 중소기업이 활용 가능한 경제성을 확보하여 제공
  - 철도차량용 제어장치를 개발/제작하는 전문 강소기업으로 성장하도록 지원
  - 타 산업분야에 적용할 수 있도록 응용 연구

## 6. 기대효과 및 파급효과

- 사회·경제적 기대효과
  - 국내 철도 구성품이나 부품의 개발에서 강소기업 육성 생태 마련
    - 컨소시엄에 의한 신제품 개발 위험도 분산
    - 전문 부품 기술의 협업 체계 가능
    - 동시/협업 설계로 중소기업의 설계능력 향상

- 요구사항 추적성 확보로 재설계 및 설계오류 감소
  - 철도 설계 기술의 표준화로서 철도관련 기업의 전반적인 설계 경쟁력 향상으로 철도부품의 독자 해외 수출 가능성 기대
  - 철도 설계 표준화 및 동시/협업으로 설계분야 생산성 30% 증대 및 설계기간 단축으로 국제 경쟁력 확보
  - 국산 설계지원도구의 개발 및 시장 점유율 확대
  - 국내 PLM시장의 조기 성숙 기대
- 기술적 기대효과
- 국내 철도부품 기업의 설계 기술 향상
  - 강소기업의 육성 기반인 철도부품의 독자 설계 기술 확보
  - 국내 중소기업 간의 분업/협업을 위한 기반 기술 확보
  - 설계 지원도구, 설계자동화도구 및 생산관리도구(PLM) 기술의 세계 경쟁력 확보
  - 설계 표준 기술에 대한 국제 표준화 주도
  - 국내 산업계에 기업간 협업/동시 설계 기술의 확대

#### 7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구기간: 5년
- 총 정부출연금: 4,050백만원 이내(기업부담금-대기업 50%, 중소기업 25%, 2,770백만원 이내)
  - 1차년도 정부출연금 : 400백만원 이내
  - 2차년도 정부출연금 : 850백만원 이내
  - 3차년도 정부출연금 : 1,150백만원 이내
  - 4차년도 정부출연금 : 1,150백만원 이내
  - 5차년도 정부출연금 : 500백만원 이내

연구개발 내용	연구 내용	세부 연구비					
		2015	2016	2017	2018	2019	계
철도기업 간 협업형 설계의 표준 인터페이스 기술 개발	철도차량 및 부품의 표준 설계 절차 및 표준 설계 인터페이스 기술 개발	200	350	500	500	200	1,750
	중소기업 설계 경쟁력 강화를 위한 보급형 설계지원도구 개발						
	설계 기간 단축과 기업 간 협업을 위한 동시 설계 기술 개발	200	400	450	350	200	1,600
	중소기업 간 분업/협업화로 철도 부품 동시 설계 시범 사업	-	100	200	300	100	700
	소 계	400	850	1,150	1,150	500	4,050

- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음
- ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
- ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

## 8. 기타

- 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안서(RFP)를 참조하여 작성
- 개발기술의 목표수준과 성과지표를 연구개발계획서에 명확히 제시하고, 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시
- 연구개발 핵심성과물 목록 및 핵심성과물 세부설명 제시
  - 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(공법, 재료, 소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시
- 연구성과의 실용화 및 사업화 추진계획 필히 제시
  - 신청자는 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시
  - 신청자는 Pilot Test-Bed 또는 Test-Bed 등을 통한 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 필히 제시
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행 실적이 있고 과제추진시 역할(자료·기술 조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며, 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함(※ [www.kaia.re.kr](http://www.kaia.re.kr) 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조)
  - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
- 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)

#### 4. 4세부 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도부품의 해외 진출을 위한 중소기업이 신뢰성 관리체계를 구축하고 부품의 신뢰성을 획득할 수 있도록 연구기관/시험검사기관/철도운영기관/철도차량유지보수기관들의 협력으로 설계부터 납품, 사후관리까지의 전주기에 대한 신뢰성 지원 체계 구축</li> </ul>
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (국내 철도 차량과 부품 산업의 해외 수출에 신뢰성 필요) 해외 철도차량의 수출과 철도 부품의 동반 수출을 위하여 부품에 대한 신뢰성이 필요하며 신뢰성이 확보된 부품만이 해외 진출이 가능함</li> <li>○ (철도 유지보수성과 운영에 고신뢰 및 장수명 제품 필요) 철도차량에 대한 유지보수 시장이 확대됨에 따라 철도 부품의 유지보수성이 운영기관 유지보수 효율에 영향을 미치므로 고신뢰/장수명의 부품 필요</li> <li>○ (저비용의 신뢰성 인증이 중소기업에 필요) 중소기업의 성장을 위해서는 저비용의 신뢰성 인증 방안의 제공이 필요</li> <li>○ (중소기업 제품의 품질/안전의 경쟁력 향상에 필요) 강화되는 안전/품질 요구에 기초 정보가 되는 신뢰성이 필요하며 중소기업에서 제품의 신뢰성은 대외 경쟁력을 강화할 것임</li> </ul> <p>○ 정부 정책과의 부합여부</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 박근혜 정부 국정과제 관련하여 아래와 같은 정책에 부합 <ul style="list-style-type: none"> <li>· (1-1-5) 중소·중견기업의 수출경쟁력 강화</li> <li>· (1-1-6) 동반성장 등 협력적 기업생태계 조성</li> <li>· (1-1-7) IT·SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화</li> <li>· (1-1-8) 과학기술을 통한 창조경제 기반 조성</li> <li>· (1-1-14) 서비스산업 전략적 육성 기반 구축</li> </ul> </li> <li>- 제2차 철도산업발전기본계획('11) <ul style="list-style-type: none"> <li>· 수출주도형 연구개발추진</li> </ul> </li> <li>- 국토교통부 '철도부품 강소기업 육성 R&amp;D 지원방안'(2013) <ul style="list-style-type: none"> <li>· 신뢰성 확보 지원 및 한국형 인증제도·표준 구축</li> </ul> </li> </ul> <p>○ 정부 지원의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (철도부품 신뢰성 기준 및 표준 제정) 철도 부품에 대한 신뢰성 기준을 확립하고 신뢰성에 대한 철도 규약을 제정하여 철도 부품 경쟁력을 강화하는 표준화 활동으로 국가가 수행해야하는 과제임</li> <li>- (중소기업 지원을 위한 인증 제도 구축) 영세한 중소기업이 수행하기 어려운 신뢰성에 대하여 저비용 인증제도를 국가가 제공하여야 함</li> <li>- (관련 기관간 융합/협동 제도 구축) 철도에 관계된 기관간의 융합에 의</li> </ul>





신뢰성 향상 기반 구축 사업 체계

신뢰성 향상 기반 구축사업 성과

○ (신뢰성 향상 기반 구축사업 성과) 사업은 인프라구축 및 신뢰성인증 1138건, 활용도증가 18,422기업 활용, 국제 상호인증과 매출증대 57% 등의 성과

업체 명	내 용
한국야금	소수의 글로벌 기업들이 세계 시장을 점유하고 있는 철삭공구의 핵심 부품[인서트] 시장에서 신뢰성을 확보하여 수입 대체 효과
에나인더스트리	크라이슬러에 납품하는 자동차 부품[엔진 고정용 마운트]에 대하여 부품업체의 고 신뢰성을 요구하였으며 에나인더스트리는 이를 만족시켜 수출 증대 효과
우리산업	자동차용 공기 가열식 난방예열장치의 수출이 전무하던 상황에서 신뢰성을 획기적으로 향상하여 북미 GM 크라이슬러 등으로 신규 수출하여 세계 시장 점유율 확대

### 국외 기술동향

- (선진국 신뢰성 정책) 미국은 1940년대 군사, 우주항공 분야를 중심으로 신뢰성 개념 도입 후 최고의 신뢰성 평가 기법 보유. 일본은 일본 인정원(JAB)는 기업소속 민간 신뢰성 평가기관의 평가능력에 대한 인증 수행. 유럽은 안전과 연관된 신뢰성 평가를 강화하고 표준화 등으로 소재부품에 대한 장기간에 정부의 지속적으로 지원
- (미국) 우주항공, 국방 등 국가 주요 산업에 대한 신뢰성 강화, NASA (미항공우주국)의 경우 모든 프로그램 및 프로젝트의 개발과 운용 단계에 신뢰성 프로그램이 의무화 되어 있음, 미 국방부는 민간 중심의 품질·신뢰성 평가 강화, 정부 출연 연구원의 부품소재 관련 R&D사업에 신뢰성연구를 포함하여 추진.

연구기관	내용
Wyle Laboratory	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1949년 설립되어 기업이나 정부의 의뢰에 따라 신뢰성 평가를 수행하는 시험평가 기관</li> <li>● 약 20여년간 신뢰성 평가 경험을 바탕으로 시험방법, 재료물성에 대한 DB 구축 및 분야별 전문가를 보유하고 업체의 요구에 즉각 대응체제 구축</li> </ul>
NASA Headquarters Code Q [Office of Safety and Mission Assurance]	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 국방부문과 함께 미국의 신뢰성 기술을 발전시킨 신뢰성 분야의 중심</li> <li>● 2-stage QFD[Quality Function Deployment], 고장물리 [Physics of Failure] 등의 최신 신뢰성 평가기술을 개발하여 신뢰성 평가 시 적용</li> </ul>
SRI [Standard Research Institute] International	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 스탠포드 대학에서 1946년 설립한 민간 연구기관</li> <li>● 정보과학 및 소프트웨어 개발, 센서 및 측정 시스템, 제품설계 및 엔지니어링 등 광범위한 분야에서 연구개발 수행</li> </ul>

- (일본) 정부 출연 R&D 사업에서 신뢰성을 필수 요소로 고려, 기업 연구소 등 민간분야의 신뢰성 향상 지원 강화. 일본 인정원에서는 TDK, 호리바분석센터 등 기업 소속 민간 신뢰성평가센터의 신뢰성평가 능력에 대한 인증을 수행, 정부로부터 인정받은 민간 신뢰성평가센터의 신뢰성 시험 데이터는 국제적으로 보증
- (EU) 정부 차원의 신뢰성 중점연구 추진, 알스톰사의 Railway Test Center 에서는 철도차량용 부품소재 및 철도차량의 신뢰성 검증을 위해 실제 필드테스트를 수행하고 그 결과를 인증, 독일의 경우 철도 항공분야 전자부품 소재를 중심으로 선진 신뢰성기술을 보유하고 있으며 관련 분야에 대한 신규 개발 및 연구를 수행
- (해외업체별 신뢰성 동향) 고신뢰성 제품의 개발 및 생산을 위해 기획 단계부터 양산까지 전단계에 걸친 신뢰성 업무의 표준화 실시

업체명	내용
덴소	안전 환경 안락 편의를 추구하는 EcoVision 2015 달성전략으로 고신뢰성 고품질을 위한 시스템을 구축하고 개발초기 단계부터 최고 경영자가 참여하여 신뢰성 향상 업무 추진
GM	자동차용 전장부품의 신뢰성 및 성능 요구사항에 대한 적합성 평가를 위한 절차를 표준화하여 규격화
INTEL, SONY NEC	Quality and Reliability Handbook을 활용하여 표준화된 신뢰성 프로그램 구축 및 운영
DELPHI	신뢰성 역량강화를 위해 신뢰성 설계[Design for Reliability] 및 신뢰성 프로그램 계획[Reliability program Plan] 가이드라인 개발

### 3. 연구개발내용

- 철도차량 부품산업의 신뢰성 성장 지원체제 구축 연구
  - 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구
    - . 철도 부품 신뢰성 지표 및 기준 연구
  - 철도부품의 해외진출을 위한 중소기업 신뢰성 지원 방안 연구
    - . 중소기업 신뢰성 관리 시스템 구축 연구
    - . 중소기업 부품의 신뢰성 설계 기술 구축 연구
  - 철도부품 신뢰성 성장 지원체제 구축 연구

- . 철도/신뢰성 관련 기관의 지원 협동 체계 연구
- . 신뢰성 지원 효용성/경제성 확보 연구
- . 신뢰성 지원 정보화 시스템 구축
- . 신뢰성 지원을 위한 제도개선 방안 연구

- 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업

- . 중소기업의 신뢰성 성장 지원 시범 사업

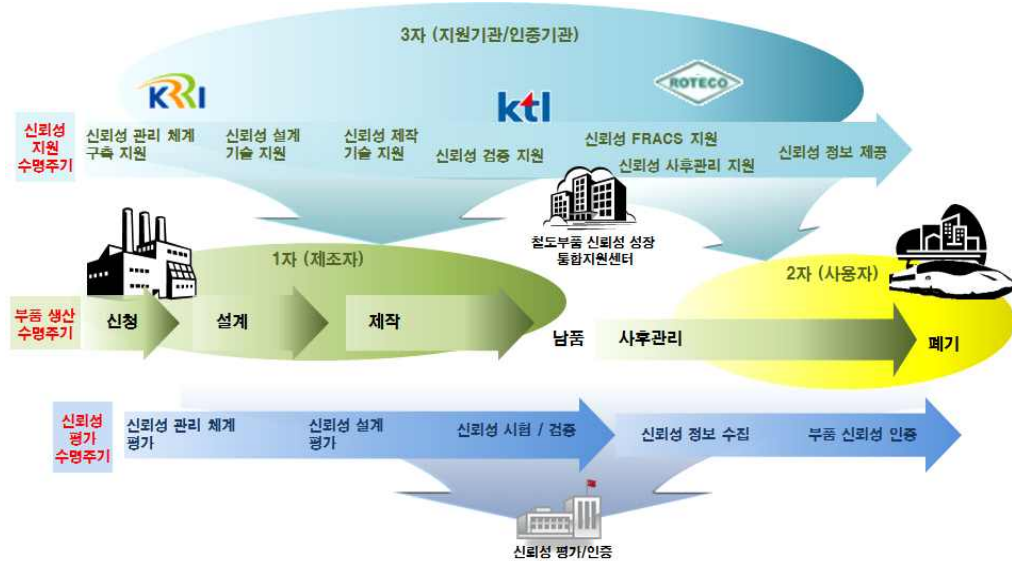
4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

- 연차별 목표, 일정계획 및 기술개발 전략 수립
  - 1~2차년도 : 신뢰성 융합 지원절차 및 체계 구축  
신뢰성 정보관리시스템 구축
  - 2~5차년도 : 신뢰성 지원 시범사업 및 신뢰성 정보 수집 시범 사업

구분	세부과제	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
연구개발	철도차량 부품산업의	철도차량 부품의 신뢰성 지표/기준 연구		철도부품 중소기업 신뢰성 지원 방안 연구		
	신뢰성 성장	철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축		신뢰성 성장 지원 정보화 시스템 개발		
	지원체계 구축 연구			신뢰성 성장 지원 시범 사업		

- 철도 전문연구기관을 중심으로 철도시험/검사기관, 철도운영기관 및 유지보수 기관의 각각의 기능에 적합한 신뢰성 성장 지원 융합체계 구축하여 중소기업에 설계부터 사후관리까지 전주기에 걸친 지원체계 구축
- 산자부의 신뢰성 향상 기반 구축사업으로 구축된 신뢰성평가센터는 신뢰성시험을 지원하는 협력체계로 구축
- 철도운영기관과 유지보수기관의 부품관리에 따른 신뢰성 정보를 수집하고 시험/검사기관의 분석기능, 철도연구기관의 신뢰성설계 전문지식을 융합하여 영세한 철도 활용 가능한 경제성 확보
- 신뢰성성장지원 관련 융합기관들에게 신뢰성 정보의 수집/평가/인증을 지원하는 철도부품 신뢰성 정보관리시스템을 구축하여 제공
- 철도운영기관이 보유하거나 수집하는 신뢰성정보를 철도부품의 신뢰성 평가에 활용할 수 있도록 제도 개선을 위한 지원 포함
- 연구개발 추진계획에 최소한 다음 내용을 포함하는 방법론을 제시해야 함
  - 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구는 철도 부품의 신뢰성 지표와 신뢰성 기준을 연구하여 표준으로 제정함. 철도 부품의 FRACAS(신뢰성 고장분석 및 교정조치 시스템)를 위한 신뢰성정보 분석이 포함되어야 함
  - 철도부품의 해외진출을 위한 중소기업 신뢰성 지원 방안 연구는 국제규격 IEC 60300에 의한 기업의 신뢰성 관리체계 구축을 지원할 수 있는 방안을 개발하고 부품의 설계에 필요한 신뢰성 설계 기술을 개발



- 철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구는 신뢰성 지원을 위한 연구기관, 철도운영기관, 시험검사기관, 유지보수기관 등의 융합 협동체계를 개발하고 지원 시스템을 구축함. 신뢰성 지원과 평가를 영세한 중소기업이 활용할 수 있는 경제성 확보 및 수익모델 개발을 포함. 신뢰성 지원/평가를 위한 정보화시스템을 개발함으로써 지원체계의 최대 효율성을 확보해야 함. 철도차량 운영기관의 신뢰성 정보를 활용하기 위한 제도화를 지원해야 함
- 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업은 연구결과로 구축된 신뢰성성장지원 체계에 의하여 개발되는 철도 구성품이나 부품의 신뢰성 지원 시범사업을 실시

□ 추진체계

- 본 과제는 연구단급의 세부과제로 추진하며, 관련 기술을 가진 철도 전문연구기관과 철도운영기관, 시험/검사기관, 신뢰성 평가기관, 철도 유지보수기관 등의 협동으로 융합체제로 연구를 수행할 것을 권장
  - 주관기관 : 철도 전문연구기관이나 신뢰성 전문 연구기관
  - 협동기관 : 철도운영기관 및 시험/검사기관, 신뢰성 평가기관, 철도 유지보수기관 등
  - 참여기관 : 관련 연구인력 및 기술개발 능력을 보유한 연구소, 대학, 철도운영기관, 기업으로서, 공동연구, 위탁연구, 자문 형식으로 참여 가능하며 기업은 Matching-fund를 부담하고 참여

5. 최종성과물

□ 주요성과물

- 철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구
  - . 철도 부품 신뢰성 지표 및 기준서, 표준서
- 철도부품의 해외진출을 위한 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구
  - . 철도부품 제작사의 신뢰성 관리 Guide Line
  - . 철도부품 성장지원 전문가 양성
- 철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구
  - . 신뢰성 성장 지원/운영을 위한 정보화 시스템
  - . 철도/신뢰성 관련 기관의 협력 규정

- . 신뢰성 지원의 경제적 수익모델 개발보고서
- . 신뢰성 지원 체계 구축을 위한 제도화 지원 방안

○ 철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업

- . 중소기업의 신뢰성 성장 지원 시범 사업 및 신뢰성 평가/인증 보고서

□ 활용방안

- 철도전문연구기관에 철도부품신뢰성장지원센터를 설립하여 철도부품 중소기업의 신뢰성 지원 제도로 활용
- 철도차량의 운영으로부터 장기간에 걸친 철도부품의 신뢰성 정보 수집하여 중소기업 부품의 신뢰성 평가/인증에 활용
- 철도차량의 운영에 필요한 부품신뢰성 정보 관리시스템을 공동으로 운영하여 철도차량 운영기관에 제공
- 철도차량 설계나 부품설계에 수집된 신뢰성 정보를 활용
- 타 산업분야에 적용할 수 있도록 응용 연구

6. 기대효과 및 파급효과

○ 사회·경제적 기대효과

- 기업이 자체적으로 구축해야 하는 신뢰성 정보화와 평가/인증을 관련 기관 간에 공동으로 구축하여 활용함으로써 중복 투자를 최소화하고 경제성 있는 신뢰성 평가체계 구축
- 철도부품에 대한 신뢰성 확보로 중소기업이 독자적으로 해외로 수출할 수 있는 경쟁력 확보
- 건당 수천~수억의 신뢰성 평가 비용의 경제성 확보
- 중소기업의 설계 경쟁력 향상

○ 기술적 기대효과

- 국내 철도 부품의 신뢰성 성장을 위한 체계 기술 확보
- 국내 철도 부품에 대한 신뢰성 기준 확보
- 국내 철도부품의 신뢰성정보의 축적으로 국내 부품산업의 신뢰성기초정보 확보
- 국내 신뢰성 예측 및 산정 기술의 국제적 수준으로 향상 기대

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구기간: 5년
- 총 정부출연금: 4,250백만원 이내(기업부담금-중소기업 25%, 400백만원 이내)
  - 1차년도 정부출연금 : 300백만원 이내
  - 2차년도 정부출연금 : 750백만원 이내
  - 3차년도 정부출연금 : 1,250백만원 이내
  - 4차년도 정부출연금 : 1,150백만원 이내
  - 5차년도 정부출연금 : 800백만원 이내

연구개발 내용	연구 내용	세부 연구비					계
		2015	2016	2017	2018	2019	
철도차량 부품산업의 신뢰성성장 지원체계 구축 연구	철도차량 부품의 신뢰성 지표 및 기준 연구	300	250	250	250	100	1,150
	철도부품의 해외진출을 위한 강소기업 신뢰성 지원 방안 연구	-	400	500	400	200	1,500
	철도부품 신뢰성 성장 지원체계 구축 연구	-	100	500	500	500	1,600
	철도부품 신뢰성 성장 지원 시범 사업	-	100	500	500	500	1,600
	소 계	300	750	1,250	1,150	800	4,250

- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음
- ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
- ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

## 8. 기타

- 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안서(RFP)를 참조하여 작성
- 개발기술의 목표수준과 성과지표를 연구개발계획서에 명확히 제시하고, 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시
- 연구개발 핵심성과물 목록 및 핵심성과물 세부설명 제시
  - 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(공법, 재료, 소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시
- 연구성과의 실용화 및 사업화 추진계획 필히 제시
  - 신청자는 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출근거 제시
  - 신청자는 Pilot Test-Bed 또는 Test-Bed 등을 통한 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 필히 제시
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행 실적이 있고 과제추진시 역할(자료·기술 조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며, 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함(※ [www.kaia.re.kr](http://www.kaia.re.kr) 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조)
  - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
- 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)



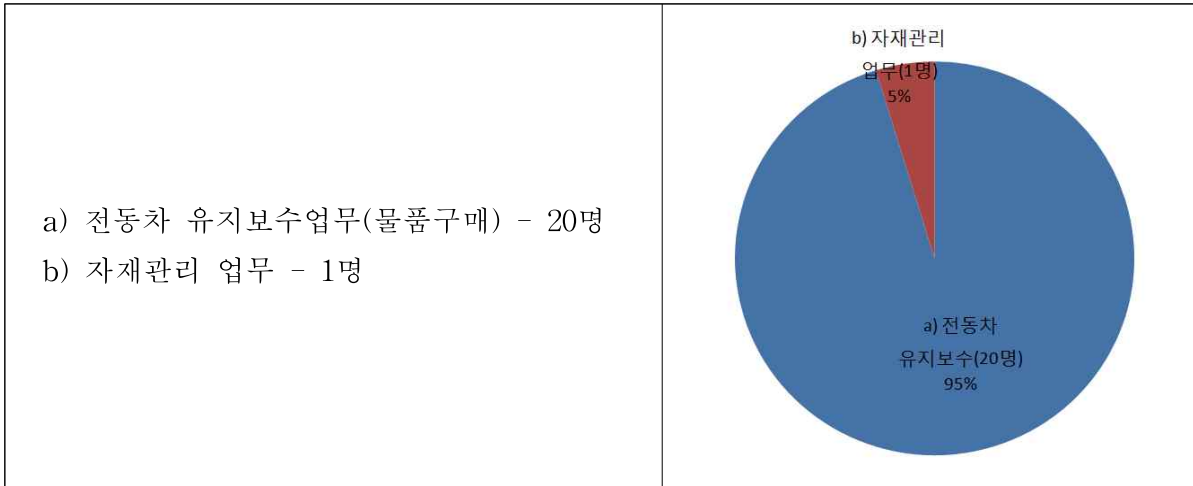
## 참 고 문 헌

- [1] 자동차 전자제어 장치용 소프트웨어 기술 및 표준화 동향, 한태만, 조진희, 전자통신동향 분석 제25권 제4호 2010년 8월
- [2] PLM 기술변화 동향 분석, 김병철, 한국 CAD/CAM 학회지, 2013, 권19 1호, pp.17-21
- [3] ATA Specification 100 - Specification for Manufacturers' Technical Data, AIR TRANSPORT ASSOCIATION OF AMERICA, 1999.1.
- [4] 철도 주요시스템 및 부품 국산화 기술개발 기획보고서, 한국철도공사, 2013 . 7.
- [5] PLM동향 및 향후 발전 방향, 정수원, 대한산업공학회, 2008, 제15권제4호(통권42호), pp26-29
- [6] 철도 핵심부품 및 장치 고도화 개발 기획보고서, 한국철도공사, 2011. 9.
- [7] 도시철도 표준화 및 핵심장치 기술개발에 따른 경제성 분석, 한국철도기술연구원, 2012.5
- [8] 한국철도기술연구원(최성규외 18), 『철도시스템 선진화기술 연구사업』, 2001.12
- [9] STEPI/KRRI, “철도기술 선진화 연구기반 조성-철도기술 중장기 기본계획(2006~2010)” , 2006.6, p51~161, p201, p283~298
- [10] 한국산업기술진흥원, 2010 산업원천기술로드맵 요약 보고서 -지식서비스-, 2010. 7
- [11] Ken Harris, 'Jane's World Railway“ Sixtieth Edition, 2009-2010
- [12] Stone, G., Salzman, J.,(2002), Interagency Edison Workshop, Presentation for AUTM.
- [13] 한국철도기술연구원(함영삼외), 『해외 철도기술 R&D 동향』, 2005.12
- [14] 한국철도기술연구원, 『철도기술 개발 방향에 대한 소고』, 2010
- [15] 한국생산기술연구원, 『21C 철도부품관련 기술력 확충방안』, 2001
- [16] “제 2차 철도산업발전 기본계획” , 국토해양부, 2011년
- [17] “ Worldwide market for railway technology“, SCI Verkner GMBH, 2012
- [18] “ The railway Market Volume 2“ , 현대로템 , 2011년
- [19] “ The railway Market Volume 3“ , 현대로템 , 2012년
- [20] “주요국 철도차량 및 부품산업 지원현황 및 육성전략” , KOTRA, 2013.2
- [21] 우리나라 항공기부품산업의 현황과 육성방안, 항공산업연구, 이무영, pp. 33~59, 2001
- [22] 자동차 산업발전을 위한 부품산업 육성 방안, 한국소성가공학회지, 이수일, pp. 182~186, 1996
- [23] 과학기술부, 『한국고속철도의 해외진출 정책 및 기술기반 구축연구』, 한국철도기술연구원(주관), 2006, pp 1-6, 230-249, 598-611

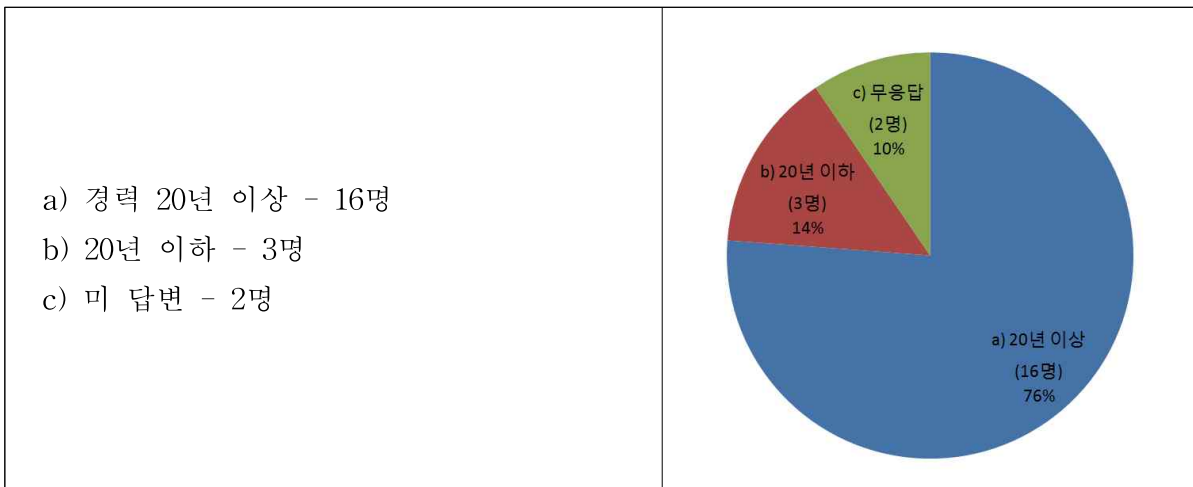
# 부 록

부록 A - 설문조사 상세분석 결과

1) 질문 1. 귀하의 성함과 맡고 계신 업무는 무엇입니까?



2) 질문 2. 기관에서 어떤 업무를 맡아 오셨습니까?



3) 질문 3. 타기관 또는 타노선에 근무하셨던 적이 있으시면 그곳과 이곳의 차이는 무엇인가?

<p>a) 부산 1호선과 2호선의 경우 도입 시기에 따른 차량 구동방식 등의 차이</p>
---

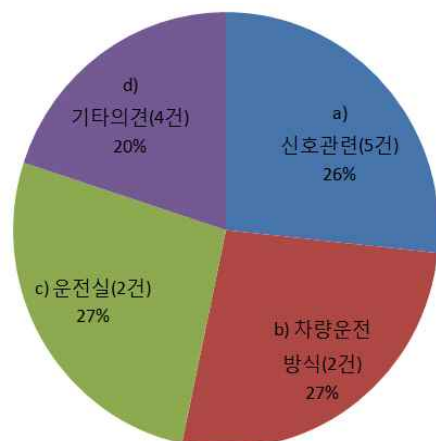
4) 질문 4. 현재 000에서 운영중인 차량이 타기관에서 운영중인 차량과의 차이점은 무엇인가?(또는 최근에 도입된 차량과 기존 차량의 차이점)

- a) 차량 형식의 차이 8명
  - 인버터 : 메트로-저항차+GTO방식+IGBT방식, SMRT-GTO방식+IGBT방식
  - 저항제어방식, 초퍼제어, VVVF 제어
- b) 도어엔진(공기식/전기식) : 1명
- c) 기타 의견 2명
  - 최근에 도입된 차량에서 고장이 발생되면 수선업무에 애로가 많음, 소프트웨어 부분이 많고, 프로그램상으로 look을 걸어 놓은 경우가 많아 대체 부품개발(국산화)에도 애로가 많음, 동일시기에 도입된 차량은 유사함
  - 구조의 단순, 경량화 ,집약으로 장치제작(소프트웨어화)
- d) 무응답 : 10명

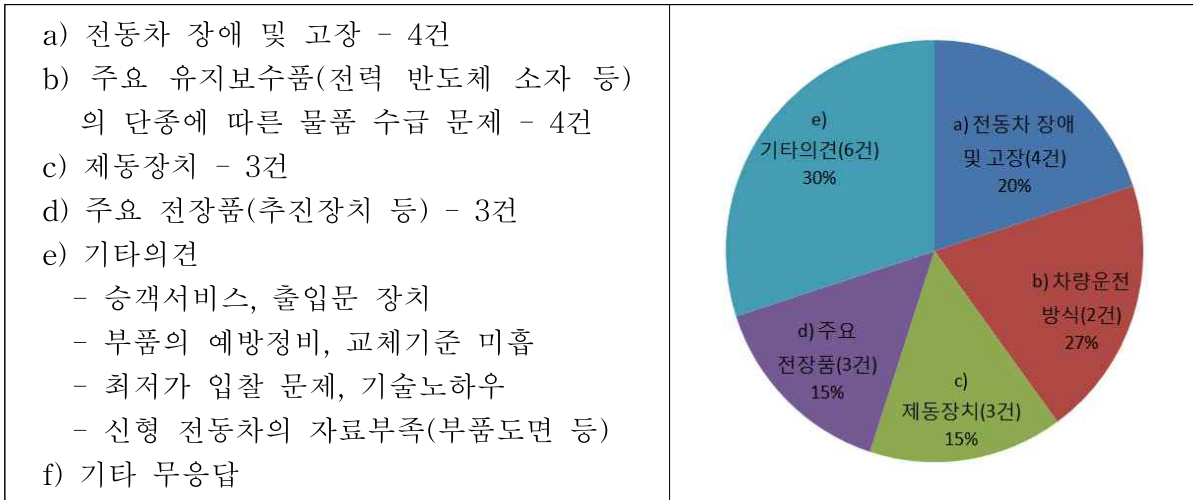


5) 질문 5. 현재 000기관 00노선을 운행중인 기관사들이 가장 많이 비교하는 부분은 무엇인가?(타기관, 타노선 또는 최근에 도입된 차량과 기존차량과 비교하여)

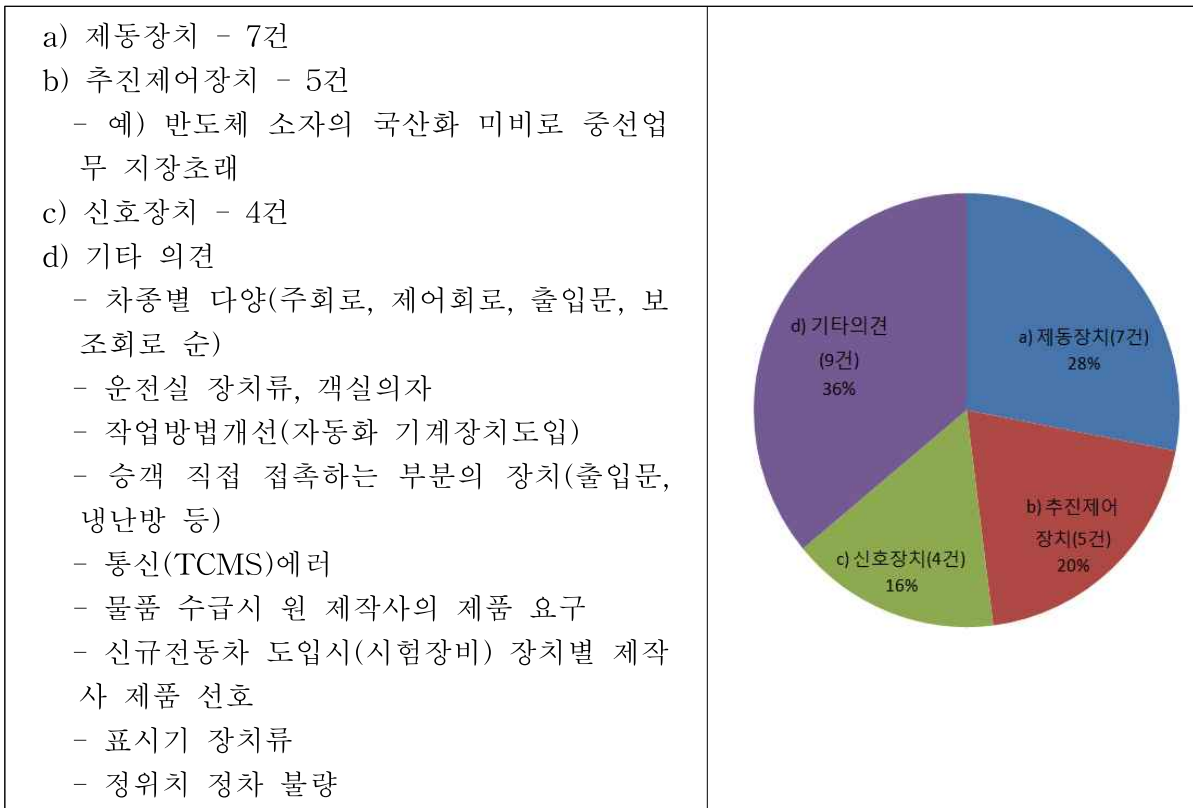
- a) 신호관련(신호시스템의 방식, 에러발생 등) - 5건
- b) 차량운전방식 - 2건
- c) 운전실 - 2건
  - 운전실 공간 협소 및 운전실 의자 크기 등에 대한 변경 요구
- d) 기타의견 - 4건
  - PSD가 설치된 노선 선호
  - 정위치 정차를 위한 비상제동 발생과다
  - 고장에 따른 민원 증가
  - 차량의 도장 부분
- e) 기타 무응답



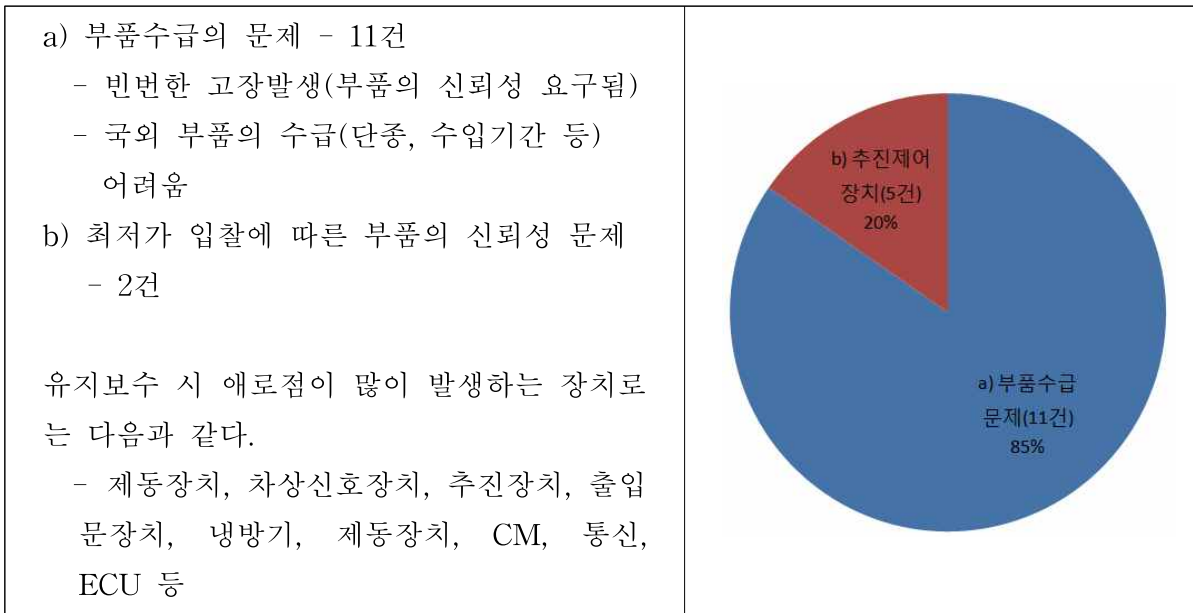
6) 질문 6. 귀 기관의 차량 운영에 가장 영향을 미치는 항목은 무엇입니까?



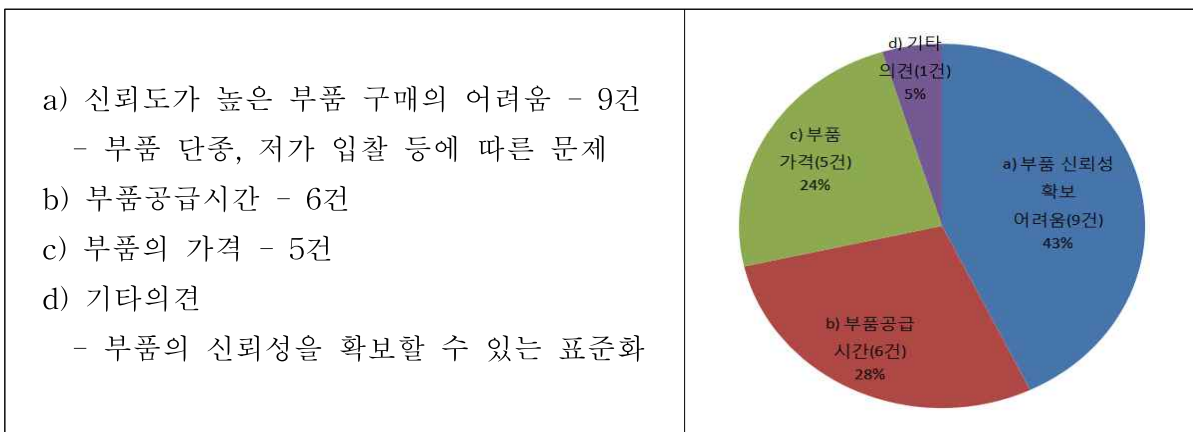
7) 질문 7. 현장에서 가장 많은 개선사항이 접수되는 분야 또는 장치는 무엇입니까?



8) 질문 8. 현장에서 유지보수 시 가장 많은 애로점이 발생하는 장치는 무엇입니까?  
(예, 부품수급곤란, 빈번한 고장발생, 민원발생 등)



9) 질문 9. 부품수급시 가장 많은 애로사항은 무엇입니까?  
(예, 부품수급시간, 부품가격, 부품교체 절차 등)



10) 질문 10. 부품수급 시 긴 수급시간을 필요로 하는 부품은 무엇입니까?

- |   |
|---|
| <p>a) 대부분의 외자 부품</p> <p>b) 긴 수급시간을 요구하는 부품</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 추진제어장치, 신호장치, 제동장치 등</li> </ul> |
|---|

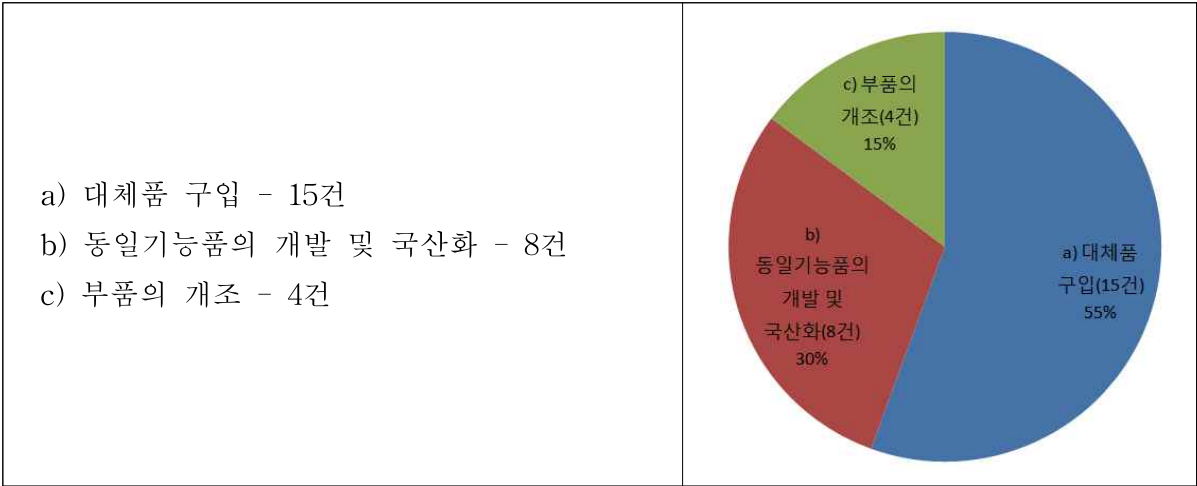
11) 질문 11. 부품수급 시 많은 비용을 필요로 하는 부품은 무엇입니까?

- a) 대부분의 외자 부품
- b) 많은 비용이 요구되는 부품
  - 제어장치, 추진제어장치, 신호장치, TCMS 등
  - 베어링, 반도체소자, 밸브류, 소자류(IGBT, GTO 등), 기어장치(소치차, 대치차) 등

12) 질문 12. 귀 기관에서 부품을 수급 시 어떤 경로로 부품을 수급하십니까?  
(예, 제작사, (국내/해외)부품사, 부품중개업체)

- a) 입찰방식
  - 조달청 입찰, 공개경쟁입찰 및 수의계약
- b) 부품수급경로
  - 부품제작사, 부품중개업체, 기타 가공업체 등

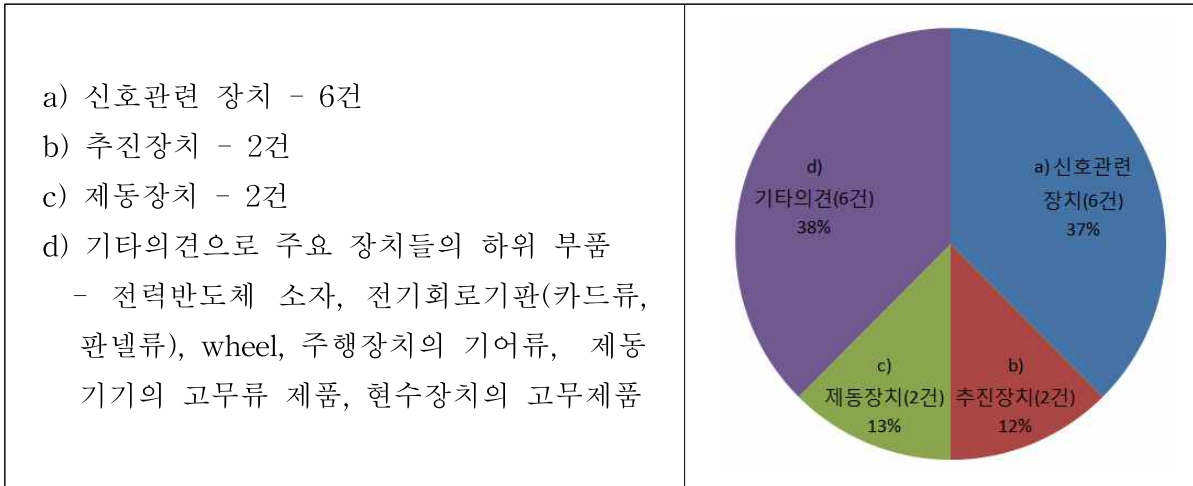
13) 질문 13. 유지보수용 부품이 단종시에 어떤 방식으로 부품을 구하십니까?  
(예, 대체품구입, 동일기능품 개발, 부품개조 등)



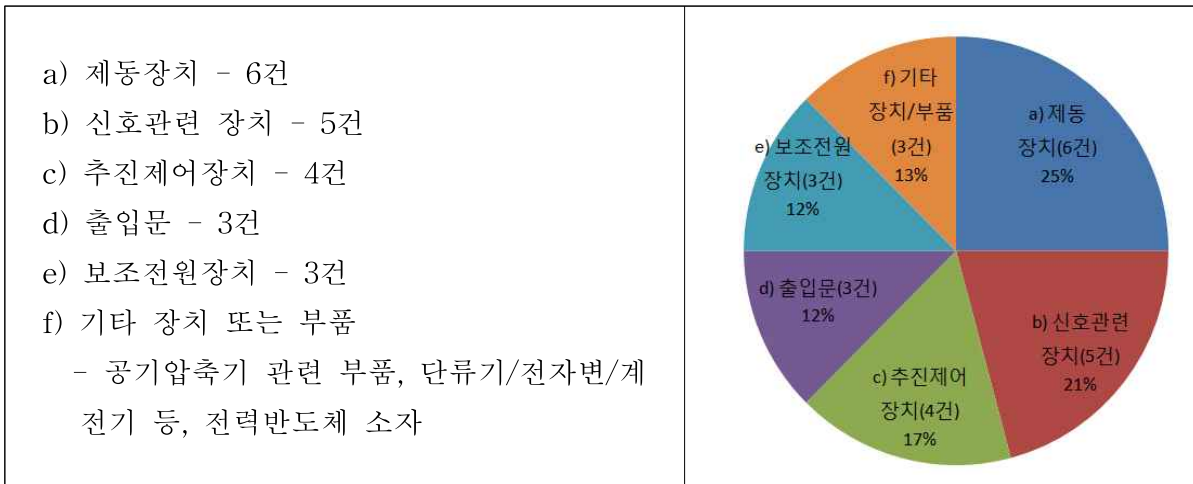
14) 질문 14. 귀 기관에서 유지보수용 부품 중 국내/국외 부품의 비중은 어느 정도입니까? (예, 금액기준, 수량기준 등)

- a) 국내외 부품의 비중은 대부분이 8:2 또는 7:3 정도로 국내 부품이 많음
  - 주요 핵심부품의 경우 국외 부품이 대다수를 차지하며, 가격 또한 국외 부품이 높음

15) 질문 15. 해외 도입 부품 중 반드시 국산화가 이루어 졌으면 하는 것은 어느 것입니까?



16) 질문 16. 타부품 또는 타장치에 비하여 유지보수 빈도가 과다하다고 생각되는 부품 또는 장치는 무엇입니까?



17) 질문 17. 전동차 운영데이터, 고장데이터 수집 및 이력관리는 어떤 절차로 진행하십니까? (예, 각종 데이터 수집 및 분석, 고장별 빈도 및 이력관리, 유지보수계획 수립 등)

- |  |
|--|
| <p>a) A기관은 차량분야 정보화 시스템인 RIMS 시스템을 이용한 데이터수집<br/>         b) B기관은 고장발생시 통합정보시스템(ERP)에 입력하여 각종 데이터 공유</p> |
|--|

18) 질문 18. 차량의 운용소프트웨어(운행다이아, 방송음원, 표시기 표출문구 등)의 업데이트는 어떤 방식으로 진행하십니까?

a) 업데이트 방식

- 자체제작 또는 수선계약, 제작사를 통한 업데이트, 방송표시기 등의 외주관리

b) 고장발생시 또는 정기적으로 관리

19) 질문 19. 귀 기관에서는 시험/검사설비는 몇 종류를 운영하고 계십니까?

a) 기관에 따라 차이는 있지만 A기관의 경우 200여종, B기관의 150여종

20) 질문 20. 귀 기관에서 운용중인 시험/검사설비 중 활용성이 높은 설비와 낮은 설비는 무엇입니까?(예, 점퍼시험기, 제동시험기, 기취설비, 일상검사장치 등)

a) 제동시험기의 활용성이 가장 높은 것으로 나타났음

b) 기타 추진장치, 신호장치시험기, 도어엔진 등의 시험기가 높게 낮음

c) 대부분의 시험기에 대해 활용성이 높다는 답변도 있었으며, 시험기 중 기어유니트 시험기 낮다는 답변도 있음

21) 질문 21. 운용 중인 시험/검사설비 운용 중 빈번히 발생하는 애로점은 무엇입니까?  
(예, 잦은 오류, 시험/검사결과의 부정확, 간헐적인 사용에 따른 조작 미숙 등)

a) 프로그램 운영체제가 DOC 체제 사용의 문제

b) 장기사용으로 인한 장비 노후화로 신뢰성 저하

c) 시험기 고장시 자체 수선이 불가능한 경우가 있음

d) 차량도입시 시험기를 구매하여 사용한 경우 Data의 신뢰성이 있으나 차량 운용 중간에 필요에 의해 구매하는 시험기는 정확한 DATA 요구에 어려움이 있음

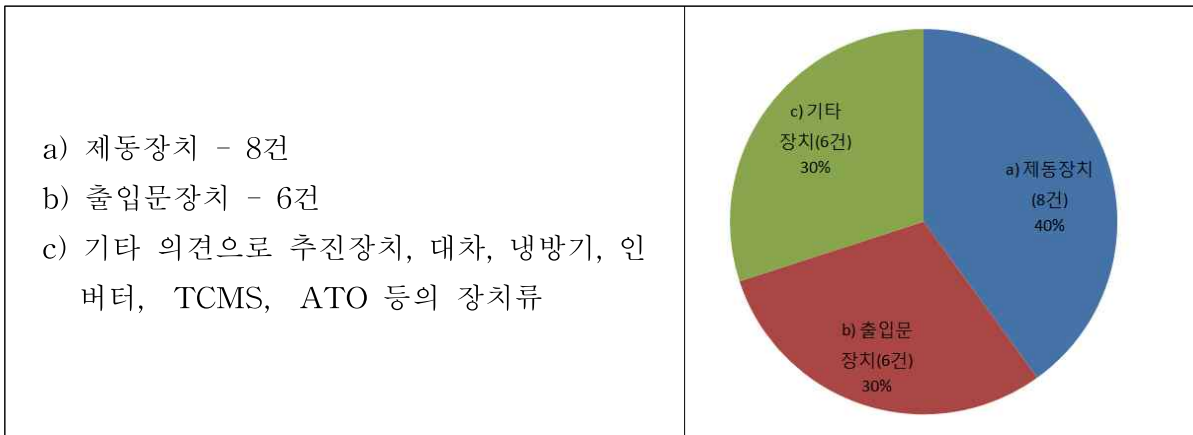
22) 질문 22. 귀 기관에서는 시험/검사설비의 노후시에 어떤 방법으로 성능을 유지시키십니까? (예, 프로그램 업데이트, 부품교체, 설비교체 등)

a) 프로그램의 업데이트

b) 설비의 교체 및 수선

c) 설비의 노후 부품 교체

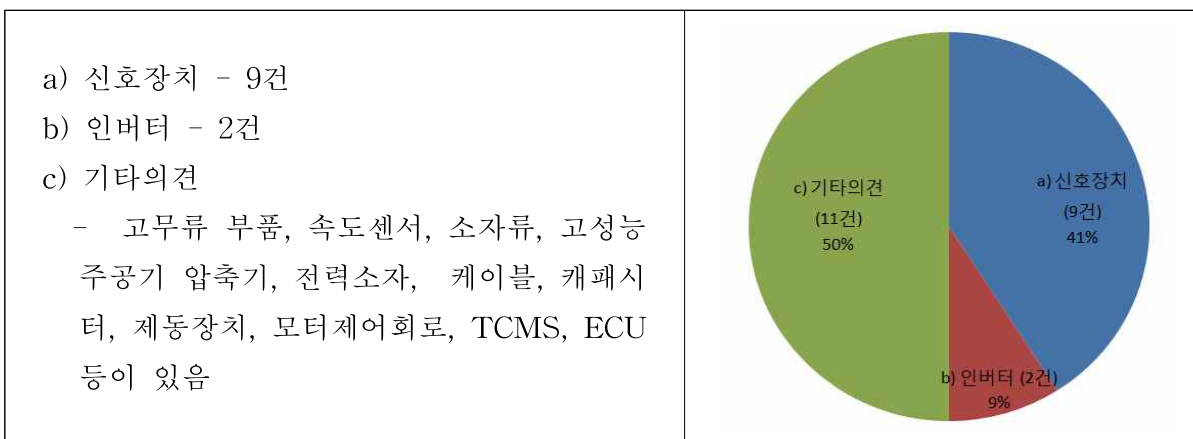
23) 질문 23. 귀 기관에서 여러 차종을 운영하고 계신다면 상호호환이 되었으면 하는 장치는 무엇입니까?



24) 질문 24. 귀 기관에서 운용하는 차량의 장치(또는 부품)중 타 운영기관에서도 활용하였으면 좋은 것은 무엇입니까?

- |  |
|--|
| <p>a) 답변 중에 표시기 장치, 인버터, 보조전원장치, 주전동기, 정지형인버터 개량품, 추진제어장치 개량품 등을 추천하였음<br/>b) 전동차의 제원, 제어방식이 상이하여 제안하기 어렵다는 의견도 있음</p> |
|--|

25) 질문 25. 귀 기관에서 사용하시는 장치 또는 부품 중 가장 시급히 국산화 되었으면 하는 것은 무엇입니까?



26) 질문 26. 귀 기관에서 사용하시는 부품 중에 부품 전문 중소기업에 적합한 부품은 무엇입니까?

- |   |
|---|
| <p>a) 답변 중 부품의 종류가 다양하며, 주요 부품은 다음과 같다.<br/>- 제동장치, 방송장치, 표시기장치, 출입문장치, 화재감지기 장치, 인버터 등 제어장치, 냉난방장치, 점퍼 커플러, 차단기, CB류, NFB, 접촉기</p> |
|---|

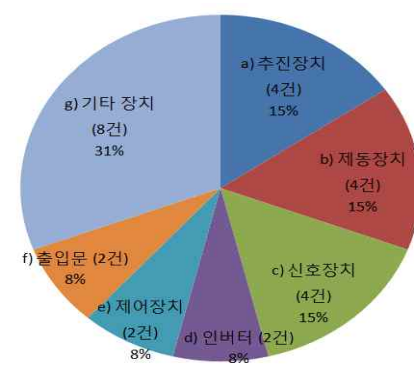
27) 질문 27. 귀 기관에서 BOM(Bill Of Material)체계를 몇 레벨까지 관리하십니까?

a) 답변 중 현재 추진 중에 있는 의견이 있고, 2단계 또는 5단계까지 관리한다는 답변이 있었으나 대부분이 답변을 하지 않음

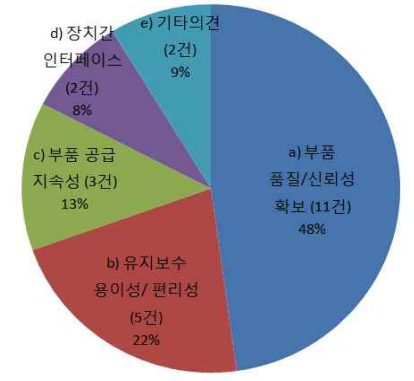
28) 질문 28. 현재 사용하고 계신 BOM 체계가 부족하다면 어떤 이유로 부족합니까?  
개선해야 할 사항은 무엇이라 생각하십니까?(예, 체계의 세분화, 중복항목 제거 등)

a) 중복항목의 제거  
b) 부품세부사항 정보부족  
c) 현장작업사항의 표준화 입력 필요  
d) BOM 데이터 작성자의 차이  
e) 답변이 적었음

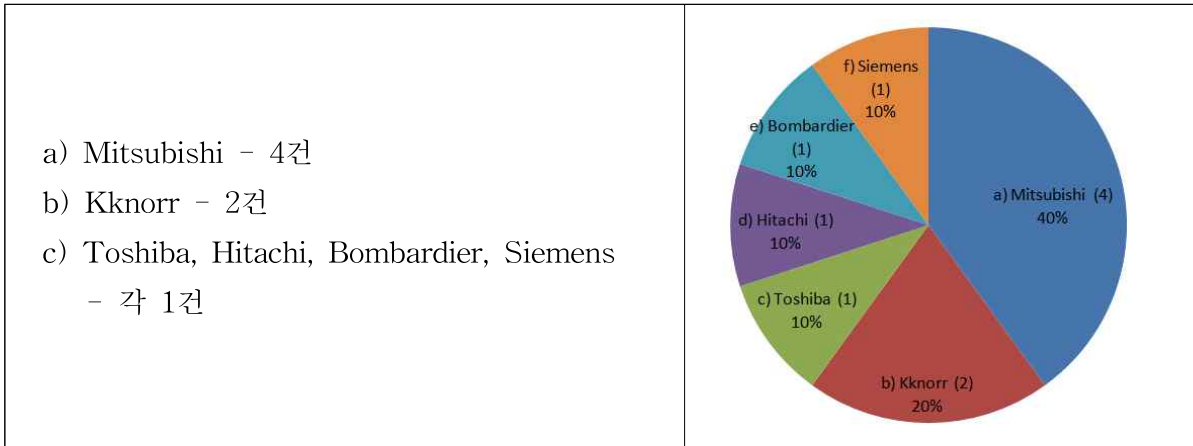
29) 질문 29. 향후 지속적으로 관심을 가져야 할 유지보수관련 부품 및 장치는 무엇이라고 생각하십니까?

<p>a) 추진장치 - 4건 b) 제동장치 - 4건 c) 신호장치 - 4건 d) 인버터 - 2건 e) 제어장치 - 2건 f) 출입문 - 2건 g) 기타 장치 - TCMS 장치, 계전기, 전자변, 보조전원, ECU, RCU, 배어링류, 실내등 등</p>	
--	---

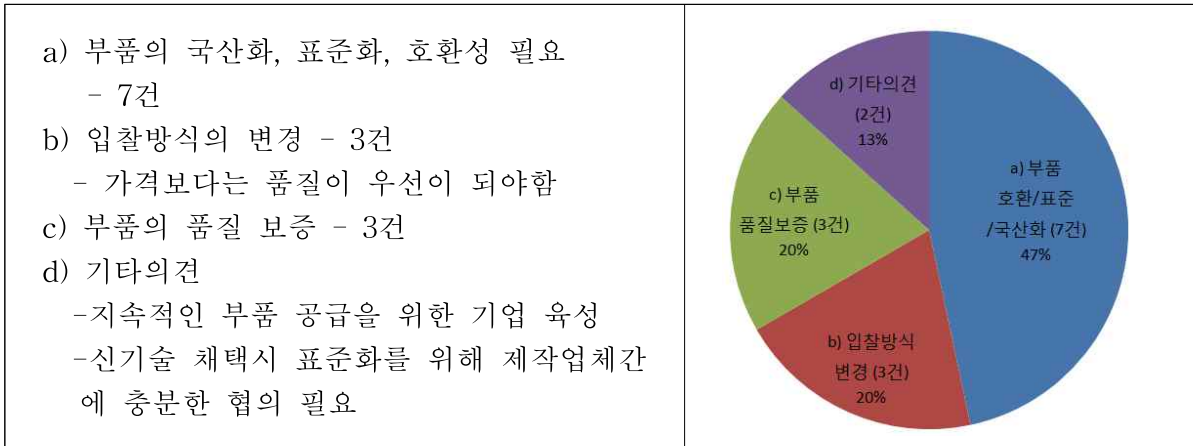
30) 질문 30. 차량제작사 또는 부품제작사가 가장 신경써야 할 부분이 어떤 것이라고 생각하십니까?

<p>a) 부품의 품질확보 및 신뢰성 - 11건 b) 유지보수의 용이성 및 편리성 - 5건 c) 부품의 지속적인 공급 - 3건 d) 장치간 인터페이스 - 2건 e) 기타의견 - 표준화 제작, 제작시 유지보수에 필요한 도면, 프로그램 제공 - 비용최소화가 중요</p>	
--	--

31) 질문 31. 국내 차량제작사 또는 부품제작사가 모델로 삼아야 할 해외제작사가 있다면 어느 제작사라고 생각하십니까? 있다면 그 이유는?



32) 질문 32. 도시철도 부품표준화를 위해서 가장 선결해야 할 것이 무엇이라 생각하십니까?



## 부록 B - 수요조사 상세 결과

### 2.1 서울메트로 본사 수요조사

과제명	도시철도 부품호환 및 표준 모듈 개발	리더명	○○○
회의일자	2014. 04. 18	서기명	○○○
회의시간	2hrs	작성일자	2014. 04. 18
참석자			
서울메트로 본사 5명, (사)한국철도차량엔지니어링 2명, (주)우진산전 1명 한국철도기술연구원 4명			
회의 목적(Agenda)			
도시철도 부품호환 및 표준모듈개발 관련 운영현황 및 수요 조사			
회의 내용			
<p>1) 차량유지보수 관리</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량유지보수에 대한 관리는 현재 구축된 RIMS, RCM을 사용하여 관리하고 있음. RIMS는 현재 사용중이며, RCM은 구축중에 있다.</li> <li>○ 납품업체의 제작과정이 열악함 : 자동화공정이 아니라 수작업으로 제작가공되고 있음             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초도품과 현재 제작되고 있는 물품의 품질이 균일하지 않음</li> </ul> </li> </ul> <p>2) 스페어 파트</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1년 발주량은 약 350량분이며 진장품 + 제동품의 비중이 약 40%를 차지함</li> <li>○ 발주시 통합발주로 발주물량의 규모화를 진행하고 있음</li> </ul> <p>3) 외자품의 수급</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 서울메트로의 경우, 다양한 제작사와 다양한 형식의 차량이 있어 관리해야할 외자 부품이 많음</li> <li>○ 차종은 저항제어차량, 초퍼제어차량, VVVF차량이 있으며, 제작사는 미쯔비시, 알스톰, 현대로템 등이 있음</li> <li>○ 차종간 부품호환은 거의 없으며, 제작사간 부품호환도 거의 없다.</li> <li>○ 미쯔비시와 알스톰차량의 경우, DC구간전용 차량과 AC/DC구간 겸용차량의 경우에도 호환성이 거의 없음</li> <li>○ 최근에 도입된 현대로템의 VVVF차량의 경우도 국내제작사임에도 불구하고 차량간 호환이 상당히 부족한 상태임</li> </ul> <p>4) 국산화 개발 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개발된 제품이 최저가 입찰에서 배제되지 않도록 범용적인 지원이 필요함.</li> <li>○ 개발자(최초 기술개발자 또는 납품자)에 대한 최초제안 가산점이나 어드벤처지가 없어 개발의 동기를 제공하지 못함</li> <li>○ 품질과 신뢰성 확보가 최우선임 PQ심사(적격심사)를 통해 일정자격조건이상의 업</li> </ul>			

체를 선별하는 것이 우선시 되어야 함.

5) BOM관리체계

- RIMS 체계가 구축되어 체계적으로 관리되고 있음
- 한 운영기관 뿐만 아니라 철도산업전반에 적용가능한 BOM체계가 구축되어야 함.

6) 표준화의 방향

- 제어장치 모듈(자동차 등에 적용된 모듈)을 구현하고 인터페이스를 표준화하는 것이 필요함.
- 제어로직을 소프트웨어화하여 운용성을 극대화하여야 함.
- 신뢰성향상이 근본적으로 포함되어야 함.
  - 신호장치, 출입문(DCU) 등은 이중계가 추진되고 있으나 다중화는 근본적인 해답이 아님
  - 장치의 신뢰성향상이 해답이며, 다중화는 예비로 추진해야 함.

회의 결론

- 부품 표준화와 모듈화에 대한 이해와 추진이 필요함
- 양질의 부품 공급을 저해하는 요인으로 최저가 입찰제의 보완 필요
- 부품의 신뢰성 향상을 위한 제도개선이 필요

## 2.2 서울메트로 신정기지 수요 조사

과제명	도시철도 부품호환 및 표준 모듈 개발	리더명	○○○
회의일자	2014. 04. 18	서기명	○○○
회의시간	2hrs	작성일자	2014. 04. 18
참석자			
서울메트로 신정기지 7명, (주)우진산전 1명, (사)한국철도차량엔지니어링 1명, 한국철도기술연구원 3명			
회의 목적(Agenda)			
도시철도 부품호환 및 표준모듈개발 관련 운영현황 및 수요 조사			
회의 내용			
<p>1) 유지보수용 부품수급시 애로점</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 납품업체의 영세성으로 인하여 납기를 맞추지 못하는 경우가 있음</li> <li>○ 납품업체의 제작과정이 열악함 : 자동화공정이 아니라 수작업으로 제작가공되고 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초도품과 현재 제작되고 있는 물품의 품질이 균일하지 않음</li> <li>- 특히, 고무류 제품의 경우, 부품의 품질이 균질하지 않고 마땅한 시험방법이 없음</li> </ul> </li> </ul> <p>2) 외자품의 수급</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량세대간 변화는 좋으나 세대내부의 호환성을 유지하는 것이 필요함</li> </ul> <p>3) 국산화 개발 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제동부품은 예전에는 오버홀이 가능하였지만, 지금은 신품교체로 진행되고 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제동부품들은 제동벨브쪽이 가장 큰 문제가 되고 있음</li> </ul> </li> <li>○ 철도연의 권고사양/규격에 대한 현장 피드백의 창구가 필요하다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용자 만족도 조사를 통해 사용자의 만족도/부품의 신뢰성을 높이는 채널이 필요하다.</li> </ul> </li> </ul> <p>4) 표준화의 방향</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기획과제는 수요자 중심의 의견을 청취해야만 실효성이 있다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 표준화를 위해서는 시스템에 대한 결정이 우선되어야 함. 그후에 메이커 선정이다.</li> <li>- 수요처에서 가장 좋아하는 유형을 채용하여야 함. 현시점에서 각 부품에 대한 기술발전 방향에 대하여 리뷰할 필요가 있음</li> </ul> </li> <li>○ HB, CB, TM 등에 대한 고압기기 자체의 표준화가 필요함 예) HB트립치 등에 대한 규격이 필요함</li> <li>○ 표준화는 사용자의 요구사항/처리능력/사용능력을 고려하여 선정되어야 함</li> <li>○ 표준화의 목적은 유지보수성향상과 제품/부품을 제작하는 제작사의 기반구축을 목적으로 해야한다.</li> <li>○ 신조차의 통신장비들 조차도 표준화가 필요하다.</li> </ul>			

- 부품표준화는 업체의 매출증대와 유지보수의 효율성향상에 모두 이득이 됨
- 표준도면 및 표준사양이 제정되면 차량유지보수에 도움이됨(표준도면과 사양은 철도연이 주도).

5) 현장애로 사항

- 공개입찰시 원제작사(원부품사)가 배제되는 경우가 발생함, 유사업체가 부품을 납품하면 신뢰성을 보증할 수 없음
- 철도차량의 계열단위의 호환이 필요함(일본의 경우 참조)
  - 계열단위의 기술/스펙은 공개되어야 함.
  - 설계 및 유지보수의 기술적인 가이드라인을 철도연이 갖고서 배포해야함
  - 차량제작사에서는 한회사 뿐만 아니라 다른회사의 동종의 제품을 사용가능하도록 호환품에 대한 리스트를 제공하면 도움이됨(복수 제작사의 부품이 사용가능하도록 리스트제공)

회의 결론

- 부품 표준화와 모듈화가 유지보수에 필요하며 적극 추진 요구
- 현장에서는 부품의 교체보다는 부품의 재생부분에 관심이 더 큼
- 복수의 검증되고 신뢰성 확보된 부품공급사를 필요함
- 양질의 부품 공급을 위하여 최저가 입찰제 개선 필요
- 부품의 신뢰성 향상에 대하여 정부기관 및 출연연에서 주도적인 역할을 바람

### 2.3 서울도시철도공사 도봉기지 수요조사

과제명	도시철도 부품호환 및 표준 모듈 개발	리더명	○○○
회의일자	2014. 04. 17	서기명	○○○
회의시간	3hrs	작성일자	2014. 04. 17
참석자			
서울도시철도공사 도봉차량사무소 5명, (주) 우진산전 1명, (사)한국철도차량엔지니어링 1명, 한국철도기술연구원 2명			
회의 목적(Agenda)			
도시철도 부품호환 및 표준모듈개발 관련 운영현황 및 수요 조사			
회의 내용			
<p>1) 유지보수용 부품수급시 애로점</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 부품의 경우, 소량구매시 시험비용 때문에 구매가 안되는 경우가 있음</li> <li>○ 계약법에 의하여 원제작사의 지속적인 생산을 보장하지 못함             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지속적인 생산이 안되고, 품질관리가 안됨(소량이어서 작업자에 따른 품질차이가 크게 발생함)</li> </ul> </li> <li>○ 원제작사가 끝까지 품질을 확보하고 지속적인 생산을 할 수 있도록 정책적인 지원이 되어야함.             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 운영기관은 경쟁입찰제하에서는 법률적으로 원제작사를 보호할 수 없음</li> </ul> </li> <li>○ 철도용품의 가격이 지속적으로 하락하여 제작업체의 채산성이 갈수록 악화되고 있음.             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물가인상을 등 제작가의 적합성을 산정하여 적정가격을 산정하는 것이 필요함</li> <li>- 운영기관에서는 합리적인 원가정책을 도입하는 것이 필요함</li> </ul> </li> </ul> <p>2) 외자품의 수급</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전장품은 미츠비시 제품이 사용되고, 제동장치는 크노르 제품이 도입됨             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 외자부품의 경우, 효율은 다소 저하되나 안정적인 동작과 수급으로 유지보수에 만족하고 있음</li> </ul> </li> </ul> <p>3) 국산화 개발 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철도용품 인증제도 활용이 필요함             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술발전을 방해하는 것을 해소할 수 있음</li> <li>- 부품의 신뢰성을 높이는 프로세스가 필요함</li> <li>- 유사업체의 무분별한 난립을 막아 부품의 신뢰성을 어느정도 높일 수 있음</li> </ul> </li> <li>○ 가장 시급한 국산화 대상 품목으로 전기식 출입문장치를 요청함.</li> <li>○ 국산화 개발시 필요한 규격서가 확보되지 않은 품목이 있어, KRS 규격 등을 참고하고 있으나 부적합. KS 규격과 같은 수준으로 보완하여 철도인증제품을 활용할 수 있는 기반을 마련하여야 함.</li> <li>○ 규격화 과정에서 기업의 제품정보가 노출되면 기업체가 규격화를 꺼리므로 대비책이 필요함             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 부품의 경우, KS, KRS 등의 인증을 받으면 구매가능하도록 조치필요</li> </ul> </li> </ul>			

- 장비의 경우, 철도연의 인증을 받으면 구매가능하도록하는 제도적인 조치가 필요함.
- 부품구매(개발조건부 구매), 장비제작등은 제작사와의 협업이 필요하다. 그러나, 구매시 계약상의 제약이 따르므로 업체에서 소극적임
  - 심사와 평가가 원가분석 등을 통해서 협력업체가 적극적으로 참여할 수 있도록 제도를 마련하는 것이 필요함
- 철도산업 클러스터 등을 구축해서 출연연 및 부품업체가 시너지 효과를 높이고, 부품제작, 유지보수 등에 활용할 수 있는 지원책이 필요하다.
- 출입문장치, 판토 등의 국산화가 가장 시급함
- 현재의 기술 트렌드는 중량저감 임.

4) BOM관리체계

- RCM 을 이용하여 부품 신뢰성을 관리함
- 고장율로 관리하며, 부품의 특성변화는 관리안됨

5) 표준화의 방향

- 표준화 모듈화의 목적 및 명분이 중요함
- 본 과제에서 추진하는 기존의 표준화과제와는 방향이 다름. 장치의 표준화가 아니라 인터페이스에 대한 표준안을 진행하고 있음, 호환성을 위주로한 표준화를 목표로함.
- 표준안은 특허권처럼 활용하여 원제작사(개발자)에게 일정부분 납품권한을 주는 것이 필요함
- FTA 등 경쟁입찰을 제한하는 요소가 있을 수 있으니 추가적인 검토가 필요함.

회의 결론

- 부품 표준화와 모듈화의 적극 추진 공감함
- 최저가 입찰제의 개선 필요
- 부품의 신뢰성 향상에 대한 정부나 연구기관의 역할 필요

## 2.4 부산교통공사 호포기지 수요조사

과제명	도시철도 부품호환 및 표준 모듈 개발	리더명	○○○
회의일자	2014. 04. 16	서기명	○○○
회의시간	3hrs	작성일자	2014. 04. 16
참석자			
부산교통공사 호포차량사업소 8명, (주) 우진산전 1명, (사) 한국철도차량엔지니어링 2명, 한국철도기술연구원 2명			
회의 목적(Agenda)			
도시철도 부품호환 및 표준모듈개발 관련 운영현황 및 수요 조사			
회의 내용			
<p>1) 유지보수용 부품수급시 애로점</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 납품업체의 영세성으로 인하여 납기를 맞추지 못하는 경우가 있음</li> <li>○ 철도용품만을 전문적으로 취급하는 용품전문적으로 취급하는 필요함</li> <li>○ 납품업체의 제작과정이 열악함 : 자동화공정이 아니라 수작업으로 제작가공되고 있음             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 초도품과 현재 제작되고 있는 물품의 품질이 균일하지 않음</li> </ul> </li> </ul> <p>2) 스페어 파트</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 약 187 ~ 200종 정도 관리하고 있음</li> <li>○ BOM으로 관리하고 있는 것은 총 6000여종(모든 부품을 포함하는 것으로 대부분 차량용임)</li> <li>실제 발주가능 품목은 약2000종 정도(일반품은 약 10% 정도 차지함)</li> <li>○ 제품에 대한 규격서는 모든 부품에 대하여 보유하고 있지않고 차량제작시 규격을 참고하고 있음</li> <li>○ 시험기등은 제작구매 방식으로 시행하고 있음</li> </ul> <p>3) 외자품의 수급</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 부산교통공사 2호선 차량의원제작자는 다국적 기업인 알스톰</li> <li>○ 외자부품 발주시 견적 6개월, 발주시 입고까지 약 1.5년이 소요되어 약 2년이 소요됨</li> <li>○ 국산품의 경우, 국내 차량사인 로템을 통한 경우, 외자와 큰차이 없이 많은 시간이 소요됨</li> <li>○ 국내 부품제작사의 경우, 용이하게 부품을 조달할 수 있음</li> <li>○ 알스톰 부품의 수급이 어려움이 있어 개발진행으로 부품수급에는 어려움이 없음             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개발국산품의 경우, 신뢰성 확보가 검증이 되지않아 예기치 못한 고장이 발생하는 경우가 있음</li> </ul> </li> </ul> <p>4) 국산화 개발 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국산화 진행율은 미미함</li> </ul>			

- 1호선용 외자품 부품단종 시 원제작사인 미쯔비시가 연락해오나, 2호선 원제작사인 알스톰은 갑자기 부품이 단종됨. 2호선은 긴급히 부품을 수배해야하는 번거로움이 있음
- 국산화는 신호장치, 추진장치(VVVF), 보조전원장치(SIV)를 중심으로 진행됨
  - 신호장치의 국산화했지만 신뢰성이 저하되어, 전체차량고장의 약 30%를 차지함
- 차상신호장치는 점차적으로 국산화되어가고 있으나, 지상신호장치는 국산화가 현실적으로 어려우며, 상호호환성이 없음
- 차량제작사가 차상장치 등의 인터페이스에 주도적으로 참여하여야 함.
  - 전력시스템, 신호장치, 추진장치 등의 일관적인 제어가 필요함, 개별적인 동작은 여러 가지 문제를 야기함.
  - 노선별, 호선별 시스템운영이 통일성이 유지되지 않아 부수적인 교육이 수반되며 휴먼에러의 요인이 됨
- 국산화에 가장 시급한 것은 표준화를 전제로 진행하는 것이 필요함.

#### 5) BOM관리체계

- BOM관리 체계가 표준화 되지 않음
- 기관별로 운영시스템이 다르더라도 관리레벨을 맞추면효용성이 높아짐
- BOM에 등록된 물품중 실질적으로 1500~2000종 정도 구매/관리됨
- 예비순환품으로 100~200종 정도가 관리됨

#### 6) 표준화의 방향

- 표준화가 지속적인 기술발전을 반영하는 것이 필요함.
- 본 과제에서 추진하는 기존의표준화과제와는 방향이 다름. 장치의 표준화가 아니라 인터페이스에 대한 표준안을 진행하고 있음, 호환성을 위주로한 표준화를 목표로 함.
- 유사부품이나 각 기관/노선간동일부품(유사부품)이 BOM과 연동되어 동일하게 관리되도록하는 것을 목표로함.
- 부품의 정비방법, 유지보수방법의 표준화가 필수적임

#### 7) 현장애로 사항

- 2호선 차량의 추진모터의 용량은 유사하나 1차분과 2차분의 장착부위가 달라 호환이 안됨
  - 1차분(26편성) 알스톰, 2차분(26편성) 현대로템
- 공개입찰시 원제작사(원부품사)가 배제되는 경우가 발생함
  - 유사업체가 공개입찰에 참가하는 경우, 적격심사시 원제작사보다 우수한 등급을 받으면 유사업체가 선정됨
  - 적격심사는 공사 구매규정에 정의되어 있고, 이 규정은 지방법에 기반한 규정임
  - 부산교통공사는 지역업체 우선 규정을 두고 있으나 지역업체중 적격심사시 A등급을 받을만한 업체가 없다.
- 특히, 제륜자의 경우 제작사가 변경되면 마찰계수가 원제작사와 달라 정위치정차가 중요한PSD연동에 오차가 커져 정위치정차가 어려움

- 품질인증이 반드시 필요한부품으로 제륵자를 포함시켜야 하나 인증시 비용을고려하면 업체의 비용증가로 공급하려하지 않음
- 인증제도로 인해 발주수량이 소량인 품종은 구매가 불가능한 경우가 발생하고 있음.
- 패킹, 가스켓, 오링 등 고무류 소모성자재의 경우 신뢰성이 향상되어야 함.
- 지속적으로 신뢰성을 향상시키기 위해서는 민간주도가 아닌 정부기관/출연연 등이 주도해야 성과가 나올수 있다고 판단함.

회의 결론

- 부품 표준화와 모듈화에 대한 이해와 추진취지에 대하여 공감함
- 현장에서는 부품 재생에 대한 대체 기술 필요

## 2.5 광주도시철도공사 용산기지 수요조사

과제명	도시철도 부품호환 및 표준 모듈 개발	리더명	○○○
회의일자	2014. 05. 16	서기명	○○○
회의시간	2hrs	작성일자	2014. 05. 16
참석자			
광주도시철도공사 6명, 한국철도기술연구원 1명, (사)한국철도차량엔지니어링 2명, (주)우진산전 1명			
회의 목적(Agenda)			
도시철도 부품호환 및 표준모듈개발 관련 운영현황 및 수요 조사			
회의 내용			
<p>1) 유지보수용 부품수급시 애로점</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제작사간/노선간/운영기관간 호환성이 없음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 광주도시철도와 대전도시철도에 추진인버터를 납품한 현대중공업의 사업부가 사라져, A/S에 어려움을 겪고 있음</li> </ul> </li> <li>○ 규제/규정은 점점 타이트해 지는데, 현재로서는 시스템의 변화가 없어 대응이 힘들.</li> </ul> <p>2) 외자품의 수급</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 단종품의 수급이 어려움</li> </ul> <p>3) 국산화 개발 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국산화개발은 DCU가 진행되었음</li> <li>○ 현재 3개업체 제품이 들어와서 혼용됨</li> </ul> <p>4) 표준화의 방향</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1호선은 10년됨, 도시철도법이 개정되어 내구연한 부분이 삭제됨 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전장품은 내구연한이 정해지지 않음/명시적인 규정이 없어 유지보수용 부품수급에 어려움을 겪고 있음</li> <li>- 예비순환품은 1편성분(총 23편성 운용) 비축, 5%미만임</li> </ul> </li> <li>○ VVVF인버터 제작사인 현대중공업의 사업부가 없어져, VVVF인버터는 외산과 차이가 없음</li> <li>○ 시험장비 규정 : 도입초기에는 잘동작하나, 사용중 불량률이 많다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 검수장비의 경우, 가격/기술 분리입찰으로 주로 시행하나, 조달청 사전규격공개에 민원발생(참여자격 제한)으로 현재는 최저가 입찰로 진행됨</li> <li>- 철도연에서 규격제정이나 인증에 대한 업무를 진행하는 것이 객관적인 평가를 위해 필요함.</li> <li>- 운영기관 자체적인 시험기의 성능검증의 루트는 없음</li> <li>- 주요전장품, 제동품, 인터페이스 관련 부분의 시험기가 필요함.</li> </ul> </li> </ul>			

5) 현장애로 사항

- 차량설계시 소프트웨어, 하드웨어, 차량제작사간 공동설계가 필요함. 유지보수시 필수 고려사항으로 진행되어야 함. 철도차량의 계열단위의 호환이 필요함(일본의 경우 참조)
- 발주는 현실적으로 실적기준으로 발주할 수 밖에 없음. 구조적으로 독과점으로 갈 수 밖에 없어, 우선구매로 적용하는 사례는 제한적임
- 도시철도 형식승인 및 인증제도 : 운영기관에서 적용가능하도록 보완되어야 함.
- 주요전장품의 유지보수는 전문유지보수업체(중정비)를 육성할 필요가 있음
  - 제작사를 대상으로 대량구매가능한 루트를 확보하는 것이 필요함.
- Maintenance free화가 진행되어 일부 적용되고 있으며, 유지보수의 편리성 점점 대두 되고 있음

회의 결론

- 부품 표준화와 모듈화에 대한 이해와 추진취지에 대하여 공감함
- 검증된 부품공급사의 육성을 위한 대책 필요
- 제어모듈의 표준화로서 호환성 확보 필요

## 2.6 한국철도공사 광역차량 수요조사

과제명	도시철도 부품호환 및 표준 모듈 개발	리더명	○○○
회의일자	2014. 05. 20	서기명	○○○
회의시간	2hrs	작성일자	2014. 05. 20
참석자			
한국철도공사 6명, 한국철도기술연구원 1명, (사)한국철도차량엔지니어링 1명, (주)우진산전 1명			
회의 목적(Agenda)			
도시철도 부품호환 및 표준모듈개발 관련 운영현황 및 수요 조사			
회의 내용			
<p>1) 유지보수용 부품수급 시 애로점</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 노선간 차량간 부품호환성 결여 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소량/다품종 구조이어서 지속적인 매출이 안됨(제작사)</li> <li>- 유지보수의 어려움을 겪음(운영기관)</li> </ul> </li> <li>○ 항공분야와 비교하여 보면 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다량 소품종체계로 호환성이 확보되고, 규모의 경제를 이룸</li> </ul> </li> <li>○ 철도구조는 최저가 입찰제에 대한 폐해로인하여 운영기관/제작사 모두 어려움을 겪고 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 규모의 경제가 안되므로 기술개발의 여력이 없음</li> </ul> </li> <li>○ 제도적으로 구매부분에 대한 법적규정이 가장 큰 문제로 대두됨 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공정거래법 등의 제약 때문에, 입찰제한을 할 수 없음</li> <li>- "현대모비스"와 같은 성격의 부품 전문업체의 육성이필요함(광주지하철에서도 유사한 의견이 있었음)</li> </ul> </li> <li>○ 엔지니어링 부서와 구매부서의 의견차이가 큼</li> <li>○ 업체들의 조합구성(예, 전장품 조합, 신호 조합)을 통한 자체규제, 참여제한/조정이 필요함.</li> <li>○ 도시철도 독과점 규제가 필요함 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제작사가 부품사에 대한 횡포가 있음</li> </ul> </li> <li>○ 구매조건부 규정의 손질이필요함 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 효과와 실효성 부분의재고가 필요함.</li> <li>- 지원의 범위가 제한적이어서 효과 또한 제한적임</li> </ul> </li> </ul> <p>2) 외자품의 수급</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 단종품의 수급이 어려움</li> </ul> <p>3) 국산화 개발 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ R&amp;D과제를 통한 장치는 개발업체의 도산 등의 문제로 추가진행의 어려움이 있음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량개발 시 운용을 목표로 할 경우, 운용/유지보수를 포함하여 예산책정이 필요함</li> </ul> </li> <li>○ 신뢰성을 확보할 수 있는 방안을 강구해야 함.</li> </ul>			

- 배정된 예산을 단순배분하는 것이 아니라, 선택과 집중이 필요함.
- 우수한 기술을 모두 인지하고 있으나 지원이나 반대세력의 실패사례의 부정적인 의견 등으로 인하여 적용하지 못함.
- 민원이나 언론보도 등에 의해서신기술/우수기술이 적용되지 못하고 사장됨

4) 표준화의 방향

- 운영기관별 특성(공공기관/지방)에 대한 고려하여 부품호환/표준화가 필요함
- 대표모델을 만들어 표준화가 되어야 실효성이 있음
- 주요장치 또는 서비스 장치를 구분하여 표준화 체계를 만들면 대응가능할 것으로 보임

5) 현장애로 사항

- 코레일 자체적으로 법적규정 때문에 부대사업을 진행할 수 없음
- 운영기관별 특성(공공기관/지방)에 대한 고려하여 부품호환/표준화가 필요함

회의 결론

- 부품 표준화와 모듈화에 대한 이해와 추진 필요 공감함
- 검증되고 신뢰성이 확보된 부품공급사를 필요
- 부품의 신뢰성 향상에 대하여 정부기관 및 출연연에서 주도적인 역할을 바람