

## 철도차량부품 제조 중소기업의 기술사업 활성화를 위한 요인 분석

김명종\* · 이경철\*\* · 구정서\*\*\*

Kim, Myung Jong\*, Lee, Kyung Chul\*\*, Koo, Jeong Seo\*\*\*

### A Study on Activation Technology Commercialization of Railway Vehicle Parts Manufacturing SME

#### ABSTRACT

The domestic railway parts and equipment manufacturing industry is mainly focused on SMEs, and the majority of them are suffering from profitability because they cannot build economies of scale. Besides, they have survived in the form of importing technology products from overseas advanced countries and delivering them to domestic railway operators rather than having in-house technology. Therefore it is necessary to study whether the problems of the current railway industry can be identified and improved and at the same time, whether the government's railway industry development policy is properly reflected. literature studies related to technology commercialization, and conduct surveys of AHP questionnaires on the experts of the manufacturing industry of SMEs, academics / research institutes of the railway industry. After that, the Level 3 activation method AHP analysis was additionally performed on the important factors of Level 2 that have the highest importance and priority in Level 1. As a result of the AHP analysis, 'Technical Connectivity' was the most important method in the technical factor, and SME experts and academic and research institute experts were highly evaluated for 'commercialization ability' Competence in terms of importance. As for external support factors, it was analyzed that SME experts "support for manpower development" was important, while the other two group experts research and development support was important. In this study, the priority of the government support and policy priorities are suggested according to the capabilities of the railway manufacturing SMEs before the future R&D support.

**Key words** : AHP analysis, Commercialization, Technology commercialization, Manufacturing SME

#### 초록

국내 철도차량부품관련 제조 산업은 대부분 중소기업 중심의 산업으로서 대다수의 소규모 영세한 기업이 규모의 경제를 구축하지 못하여 수익성의 한계를 보이고 있는 상황이다. 또한, 제조 중소기업 내 자체적인 기술력을 보유하기 보다는 해외 선진국의 기술 제품들을 수입하여 국내 철도 운영기관에 납품하는 형태로 생존하고 있다. 그러므로 현 철도차량 제조산업의 문제점을 파악하고 개선할 수 있는 연구와 동시에 정부의 철도산업 발전 정책이 제대로 반영이 되고 있는지에 대해 파악하는 연구가 필요하다고 판단된다. 본 연구는 기술사업화의 관련된 선행연구 및 문헌연구를 통해 활성화 요인(Level 1, Level 2)을 도출하였고, 철도산업의 제조 중소기업 종사자 전문가, 학계/연구소의 전문가, 철도 운영기관의 차량 전문가들을 대상으로 AHP 설문조사를 시행하였다. 그 이후 Level 1에서 중요도와 우선순위가 가장 높은 Level 2의 중요요인에 대해 Level 3 활성화 방안 AHP 분석을 추가적으로 실시하였다. AHP 분석결과, 기술적 요인에서 '기술 연계성'이 가장 중요한 방안으로 나타났으며, 기업내부 요인에는 중소기업 사업전문가와 학계·연구기관 전문가는 '사업화 능력' 중요도가 높게 평가하였고, 운영기관 전문가는 '기술개발 능력' 중요도를 높게 평가하였다. 외부지원 요인에는 중소기업 사업 전문가는 '인력양성 지원'방안이 중요하다고 분석되었고, 다른 두 집단 전문가는 '연구개발 지원'이 중요하다고 분석되었다. 본 연구결과는 향후 진행될 국가 R&D 지원에 앞서 철도 제조 중소기업들의 역량에 따라 정부지원의 정책적 우선순위의 방향성을 제시하고자 한다.

**검색어** : AHP 분석, 사업화, 기술사업화 활성화, 국내 철도차량부품 제조 중소기업

\* 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도차량시스템공학과 박사 (Seoul National University of Science&Technology · kmj-85@hanmail.net)

\*\* 정희원 · 한국철도기술연구원 책임연구원 (Korea Railroad Research Institute · lk@krii.re.kr)

\*\*\* 정희원 · 교신저자 · 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도안전공학과 교수

(Corresponding Author · Seoul National University of Science & Technology · koojs@seoultech.ac.kr)

Received August 6, 2019/ revised August 28, 2019/ accepted September 17, 2019

## 1. 서론

향후 국내 철도차량사업의 잠재적 능력에 대한 기대감은 크지만 철도 차량 시스템의 핵심부품 장치는 96 %가 외국에서 높은 가격으로 조달되고 있다(MOLIT, 2018). 이는 국내 운영기관의 경제성을 떨어트리고 있으며 부품장치가 운영기관에 적시에 조달이 되지 않음으로써 차량운행의 안전성 문제까지 발생하고 있는 상황이다.

그동안 정부에서는 철도차량산업 육성방안, 철도부품 강소기업 육성방안 등 철도산업 생태계를 개선시키고 육성 및 발전시키기 위해 다양한 노력을 추진해왔지만, 수출 실적 보유업체는 22 %~24 % 밖에 되지 않으며 철도차량 탑재품, 출고 후 유지보수품 수출은 20~50억원(16 %) 미만 수준으로 열악한 상황이다(MOLIT, 2018). 국내 제조 중소기업을 지원해주는 정책인 '구매조건부 신제품개발 사업'의 경우 제조 중소기업이 철도 운영기관의 요구에 따라 장치 부품을 개발하였지만, 품질수준(신뢰성, 안전성) 및 가격이 불명확한 상황이며 연구사업 도중 빈번한 담당자 교체로 인한 문제, 수의계약 감사 지적 등 제도적으로 많은 문제가 발생하고 있다(MOLIT, 2018). 이러한 문제점들이 철도차량 산업 발전에 저해요소가 되고 있으므로 해결하기 위한 철도차량 부품·장치 제조 중소기업 관점에서의 학술적 연구가 뒷받침 되어야 하는 상황이다.

이에 본 연구의 목적은 기술사업화 활성화 요인에 대해 철도차량 부품·장치 제조 중소기업 전문가, 철도 운영기관 전문가, 학계/연구기관 전문가들을 대상으로 상대적 중요도를 도출하고 기술사업화 활성화 방안에 대한 우선순위를 선정하기 위함이다.

본 연구에서는 철도차량부품 제조 산업에서 다양하게 존재할 수 있는 기술사업화 활성화 요인 중 철도차량 부품·장치 제조 중소기업의 상위요인 3개(기술적 요인, 기업내부 요인, 외부지원 요인)로 설계하고 하위요인 14개로 분석하였다. 그 이후 중소기업 사업전문가 복합가중치 중 Level 1에서 중요도와 우선순위가 가장 높은 Level 2 요인을 정하여 중소기업 전문가들 대상으로 Level 3(방안)을 제시하였다. 기술사업화 활성화 방안에 대한 선행연구 및 문헌연구를 통해 기업내부 및 외부지원 차원에서 계층적 구조화를 하였으며, 그 평가지표들 중에서 상대적 우선순위를 파악하기 위해 Thomas Saaty(1977) 교수가 개발한 AHP (Analytic Hierarchy Process)기법을 적용하여 규명하였다.

## 2. 철도차량 부품장치제조 기업 현황 및 문제점

### 2.1 철도차량부품 장치 제조 중소기업

'철도안전법 제2조'에 따르면 철도차량 부품·장치는 '철도용품'의 정의에 포함되어 있다. 즉, '철도용품'은 철도시설 및 철도차량 등에 사용되는 부품·기기·장치 등을 의미한다고 규정하고 있다

(MOLIT, 2016).

'철도장치 제조업'은 철도, 탄수차, 궤도용 기관차, 기타 철도차량을 설계하는 기관차, 기차 철도차량 제조업과 기관차, 철도차량 전용 부품을 제조하는 산업 활동 도로, 철도, 항만, 주차시설 등에서 사용되는 기계식 및 전자기계식의 교통안전용 기기 및 통제용 기기를 제조하는 '철도차량부품 및 관련 장치물 제조업(C31202)'으로 구분된다(KOSTAT, 2016).

### 2.1.1 철도차량 부품 장치 산업의 문제점

과거 국내 철도차량 부품·장치 산업은 1999년 과열한 경쟁구조와 정부 정책에 따라 한진중공업, 대우중공업, 현대중공업의 관련 사업 분야가 하나로 통합되면서 대기업(현대로템) 체제로 변화하였다. 현재는 독점적 1인 공급체제에서 철도차량을 제작하는 업체가 1개의 대기업, 2개의 중견기업으로 변화하였다. 하지만 철도 및 부품·장치 산업의 중소기업은 1. 연간 약 5천억원 수준의 소규모 시장 2. 다품종 소량생산이 불가피한 구조 3. 기업 내 자체적인 원천기술 부재로 인한 철도 핵심부품이 해외 종속되는 문제로 매우 열악한 환경에 놓여있다(MOLIT, 2018).

철도차량부품·장치 산업은 안전수준과 서비스 품질과 관련되며, 세계 철도시장에서도 친환경 교통수요로 지속적인 성장이 예상되므로 국내 경쟁력 확보가 필요하다. 하지만 최근 국내 철도차량부품 산업은 경쟁력 저하하며, 주변국가 중국의 급성장과 대내외적 요인으로 인해 많은 어려움을 겪고 있는 상황이다. 우리나라 철도차량산업 내수시장 규모는 차량 약 6,000억원, 부품 4,000억원 등으로 총 1조원 수준으로 파악된다(MOLIT, 2018). 이는 세계시장 1 % 미만에 불과한 수준이며 물량이 적을 뿐만 아니라 불규칙한 추이를 보여 철도업계의 어려움을 가중시키고 있다(KAIA, 2018). 특히 국내 철도차량부품 제조기업은 대부분 작은시장 규모이며 대부분 영세한 업체들이 대부분이다. 타산업에 비해서 1~4명의 소규모 업체비율이 높은 상황이다(KAIA, 2018). 기업내 기술 인력 부족 뿐만 아니라 국내 대부분의 철도차량부품 제조 중소기업은 기술 경쟁력이 부족하고, 핵심기술은 국외 기술종속이 심하여 기업 내 자체 기술개발이 어렵고 국산화의 어려움이 있다(MSS, 2017).

## 2.2 기술사업화

### 2.2.1 제조 중소기업의 기술사업 활성화 관련 선행연구

기술사업화의 정의는 활용대상이 있는 연구개발 기술의 개발 목적과 활용도에 따라 의미가 다르게 나타난다(Kim, 2011).

검토결과, 국내 철도차량부품·장치 제조 중소기업들이 글로벌 강소기업으로 성장하기 위해선 단계별로 개방형 혁신을 통해 제조기업이 연구, 개발, 사업화에 이르기까지 기술혁신 과정을 통해 내/외부 자원을 활용하는 것으로 나타났다.

Table 1. Summary of Researches from Literature Review

Researcher	Definition
Kim(2011)	- Analysis of success factors and failure factors of high-tech technology commercialization through literature commercialization research
Park(2011)	- Analysis of factors to be taken into consideration when the technology project is in progress using regression analysis
Yang(2006)	- Analysis of success factors for engineers transferred to enterprises by research institutes in Daedeok Research Complex
Lee and Joeng(2011)	- Government needs support to increase R&D competitiveness of manufacturing SME
Kim(2012)	- Conduct research to investigate the cause of failure in commercialization of technology by tracking cases of failure of new technology business of a venture company

우선 Kim(2011)은 기술사업화 문헌연구를 통해서 하이테크 기술사업화 성공요인, 실패요인에 대해 분석하였고 국내 하이테크 중소기업에 맞는 기술사업화 성공요인에 대해 도출하였다. 그리고 사업화 역량이 부족한 제조기업들 대상으로 외부협력의 중요성도 증명하였다. 연구결과, 기술사업화의 전략 수립 등 CEO의 역량이 가장 중요하다고 분석됐으며 기술사업화 프로세스별 기업의 역량을 갖추도록 노력이 필요하다고 분석하였다.

Park(2011)은 민간기업에서의 기술사업화 과제 경험을 통해 기업 내에서 기술사업화 프로젝트 진행시 고려해야 할 요인에 대해 분석하였다. 설문조사는 정부 내 기술사업화 프로젝트 수행경험이 있는 민간기업들 대상으로 진행했고, 그 이후 정성분석, 계량모형을 이용한 회귀분석을 실시하였다. 분석결과, 기업에서 기술사업화 프로젝트를 성공하기 위해선 신기술이나 신제품에 대한 수요를 활성화할 수 있는 인증제도가 가장 중요하다고 분석하였고, 사업화 하는 과정에서 제품화에 초점을 맞춘 정부의 지원정책이 중요하다고 분석하였다.

Yang(2006)은 대덕연구단지의 연구기관들이 기업에 이전한 기술들 대상으로 성공한 요인이 무엇인지에 대해 실증분석하였다. 분석결과, 기술도입 기업이 기술사업화를 성공적으로 추진하기 위해서는 마케팅 전략이 가장 중요하다고 분석하였다.

Lee and Jeong(2011)은 통계학 분석인 로지스틱 회귀분석을 이용해 제조 중소기업의 R&D 및 기술사업화 성공 영향에 미치는 요인에 대해 실증분석 하였다. 분석결과, 주요 요인들 중에서 특허출원 수, R&D 전략수립 여부, 사업 참여 만족도 등이 기술사업화 활성화 하는 과정에 막대한 영향을 미치는 것으로 분석되었고, 제조 중소기업들의 R&D 기획 역량을 지원해주는 정부 사업의 확대가 필요하다고 주장하였다.

Kim(2012)는 기술사업화 실패한 사례들을 모색해 기술사업화 실패 원인을 살펴보는 연구를 실시하였다. 분석결과, 벤처기업 신기술 사업을 성공하기 위한 중요한 요인은 기업 내 경영자CEO 역량, 기술력, 기업 역량 등이 가장 중요하다고 분석하였다.

검토결과, 국내 철도차량부품·장치 제조 중소기업들이 글로벌 강소기업으로 성장하기 위해선 단계별로 보완해야 하며 이를 육성

하기 위한 정책으로는 가시적 성과를 위해 사업 확대 영역에 놓인 제조업체들을 대상으로 접근하는 것이 바람직해 보인다고 판단된다. 또한 정부에서는 철도차량 제조 중소기업들의 역량에 맞는 맞춤형 지원제도 도입이 필요할 것으로 판단된다. 연구자들의 연구 내용들을 요약하였다(Table 1).

### 3. 연구모형의 설계

#### 3.1 계층 구조화 된 의사결정 방법론 : AHP 분석

본 연구의 연구방법은 AHP 분석(계층화 분석법 : Analysis Hierarchy Process)을 이용하였다. AHP 기법은 계층적 의사결정 방법론으로 1977년 Thomas L. Saaty 교수에 의해 제안되었다. 다기준 의사결정 방법론의 하나로써 의사결정의 구조를 계층적으로 분화하여 계층화 된 구성 요소들 간에 상대적 비교에 의해 판단함으로써 복잡한 의사결정의 문제에 대해 상대적 우선순위(Relative Priority)를 정하여 주는 기법을 말한다.

#### 3.2 Level 1, Level 2 AHP 계층적 구조화

본 연구의 목적은 유사한 기술개발 제조업 기술사업화 선행연구 및 문헌연구를 참조하여 계층적 구조화, 즉 기술사업화 활성화 요인 우선순위를 도출하고 요인에 대한 활성화 방안을 모색하는 것이다. 기술사업화 활성화 방안에 대한 연구 방법론을 선정하기 위하여 선행연구 중 Roh(2016), Yang(2006), Choi and Ha(2011), KOSIS(2016)의 연구를 검토했다. Yang(2005)은 개방형 혁신 측면에서 기술 우수성이 기업의 경영성과에 미치는 영향이 큰 것으로 분석하였고, Choi and Ha(2011)은 기업의 R&D, 마케팅 역량과도 같은 내부요인(시장환경, 네트워크 환경)이 기업 성과 영향에 미치는 것으로 분석하였다. Roh(2016)은 제조 중소기업의 기술사업화 문제점을 조사 및 분석을 통해 애로요인을 파악하였고 이를 토대로 정부, 출연(연)이 제조 중소기업을 지원할 때 고려해야 할 요인들을 AHP 분석을 통해 도출하였다.

본 연구는 위에서 제시한 기술사업화 선행연구 및 문헌연구를 참조하여 기술사업화 활성화를 주요 요인의 상대적 중요도를 평가

할 수 있는 Level 1 주요인(Main Factor)을 기술적 요인/기업내부 요인/외부지원 요인으로 구분하였다. 주요인의 선정 관련된 부분은 Choi(2017)의 철도부품제조업 역량에 따른 효과적 지원 정책 연구, 국토교통부 철도기획연구사업 MOLIT(2018), 차세대 철도핵심 부품·장치 기술개발 사업기획, 철도부품 강소기업 육성방안 정책 실행계획 수립, 타산업 제조기업 기술사업화 활성화 문헌연구 등을 참조하여 총 14개의 Level 2 하위요인을 선정하였다. 기술적 요인(기술 고도성, 기술 연계성, 기술 적시성, 기술 자립성)은 기술사업화 과정에서 기술 본연의 속성으로 인해 발생할 수 있는 어려움을 의미한다. 기업내부 요인은 기술사업화 추진 주체인 제조 중소기업의(기업가 정신, 기술개발 능력, 사업화 능력, 전문인력, 협력관계 구축) 내부역량을 의미하며, 외부지원 요인(시장개척 지원, 인증 지원, 연구개발 지원, 인력양성 지원, 해외수출 지원)은 제조 중소기업을 지원해주는 정부와 국책 연구기관 등 기술사업화 활성화를 위한 지원 요인을 의미한다. 기술사업화 활성화 요인에 대한 계층적 구조화를 도식화하면 다음(Fig. 1)과 같다.

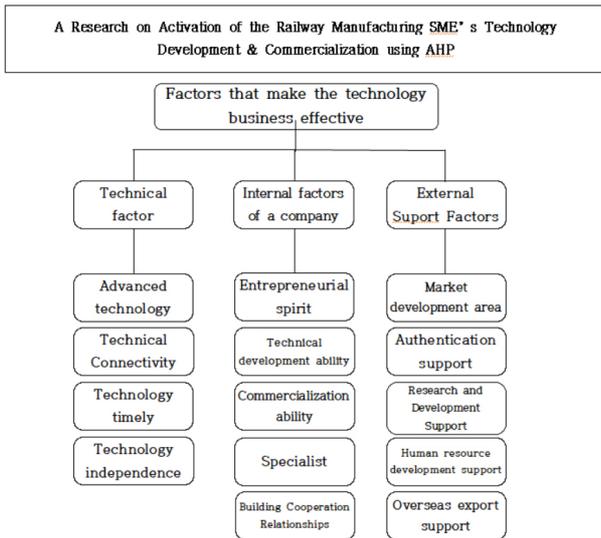


Fig. 1. Level 1, Level 2 Factors that make the Technology Business Effective

### 3.3 Level 3 AHP 계층적 구조화

Level 1, Level 2의 AHP 분석결과를 통해 사업전문가 복합기준치 중 Level 1 요인별로 중요도와 우선순위가 가장 높은 Level 2의 요인을 선정하였고, 해당 요인에 대한 Level 3 활성화 방안 우선순위를 중소기업 전문가들 대상으로 조사하였다. 기술사업화 활성화 방안을 선정하기 위하여 국토교통부에서 발표한 ‘철도차량산업 육성방안’, ‘철도부품 강소기업 육성방안 수립’에 대한 국가과제 및 문헌연구 및 철도차량산업 전문가 인터뷰를 통해서 선별하였다.

그 결과, 기술적 요인에서는 ‘기술 연계성’, 기업내부 요인에서는 ‘사업화 능력’, 외부지원 요인에서는 ‘인력양성 지원’이 선정되었고, 해당 요인별로 활성화 방안 5개씩을 구성하여 우선순위를 분석하였다. 각 요인별로 구성된 활성화 방안을 살펴보면 다음과 같다.

기술 연계성은 기술개발 결과물이 현장에 적용하는 방법을 의미하며 여기서 기술은 철도차량부품·장치 제조 중소기업이 자체 연구 개발을 통해 개발한 기술과 외부기관 및 운영기관으로부터 이전받은 기술을 모두 포함한다. ‘기술 연계성’을 활성화 할 수 있는 방안으로 1. 산·학·연 협력체계 구축, 2. 제작절차 간소화, 3. 해외인증 획득 지원, 4. 부품 표준화·모듈화 추진, 5. 기술개발 성과 공유를 선별하였다. 기업내부 요인에서 ‘사업화 능력’을 높일 수 있는 방안으로는 1. 중소기업 생산판매 지원 제도, 2. 국제 상호 인증, 3. 기술개발 생산 제도 확충, 4. 장기 유지보수 계약 도입, 5. 중소기업 해외시장 개척 센터 설립으로 선별하였다. 외부지원 요인에서 연구 역량을 갖출 수 있는 ‘인력양성 지원’ 방안으로는 1. 철도 특성화 교육 프로그램 설립, 2. 인력양성 국제 협력 강화, 3. 국제적 철도분야 금융전문가 양성, 4. 재직자 교육 강화(OJT), 5. 석/박사 취업 산학 연계 지원으로 선별하였다.

총 15개의 활성화 방안들을 도출하였으며, AHP 분석에 이용하기 위한 철도 제조 중소기업의 기술사업화 활성화 방안에 대한 계층적 구조화를 도식화하여 제시하였다(Fig. 2).

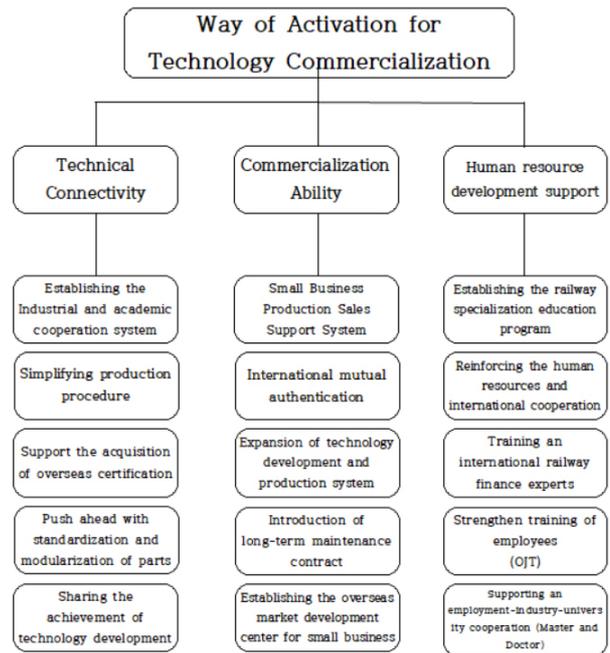


Fig 2. Way of Activation for Technology Commercialization

#### 4. 자료수집

본 연구에 이용된 자료는 설문에 의해 수집되었다. 서울 및 경기 지역의 연구개발(R&D)부서를 보유한 중소기업, 국내 철도 운영기관에 차량부품·장치를 납품한 경험이 있는 기업, 기술사업화 실무경험이 10 ~ 15년 갖춘 전문가들 대상으로 실시하였다. 운영기관 전문가는 철도차량 부품관리 및 검수(유지보수) 부서에서 10 ~ 15년 이상 근무 경험을 보유한 전문가들로 구성하였으며, 학계 연구기관 전문가는 국내 철도관련 대학교 및 철도전문대학원 교수, 한국철도기술연구원에서 근무하는 전문가 대상으로 조사하였다.

설문조사는 2018년 9월 초부터 11월까지 약 2개월 동안 진행하였으며, 응답의 신뢰성을 높이기 위해 직접 방문하여 응답자 1:1 면담을 통해 취지에 대한 설명과 동의를 구하여 진행하였다. 사업전문가 28명, 운영기관 전문가 28명, 학계·연구기관 전문가 19명 총 75개의 응답지를 회수하여 AHP 분석을 실시하였다. AHP 분석 설문지 응답자들의 기본 현황은 다음 표(Table 2, Table 3, Table 4)와 같이 나타난다.

##### 4.1 중소기업 전문가(Level 1, Level 2)

Table 2. No. of Respondents - (Manufacturing Enterprise)

Details		No. of Respondents
Total		28
Work Areas	Technical Department	3
	Quality Assurance of Parts	12
	R&D Laboratory	9
	Signal device	4
Years of Working Experience	5 ~ 10 years	3
	10 ~ 15 years	8
	15 ~ 20 years	7
	20 ~ 25 years	2
	25 ~ 30 years	5
	30 years ~	3

##### 4.2 운영기관 전문가(Level 1, Level 2)

Table 3. No. of Respondents - (Operating Agency)

Details		No. of Respondents
Total		28
Work Areas	Technical Department	18
	Quality Assurance of Parts	9
	R&D Laboratory	1
Years of Working Experience	10 ~ 15 years	1
	15 ~ 20 years	2
	20 ~ 25 years	10
	25 ~ 30 years	10
	30 years ~	5

##### 4.3 학교 및 연구원(Level 1, Level 2)

Table 4. No. of Respondents - (Professor & Research Institute)

Details		No. of Respondents
Total		19
Work Areas	Technical Department	7
	Quality Assurance of Parts	7
	R&D Laboratory	5
Years of Working Experience	10 ~ 15 years	5
	15 ~ 20 years	5
	20 ~ 25 years	2
	25 ~ 30 years	2
	30 years ~	5

##### 4.4 중소기업 전문가(Level 3)

Level 3 AHP 연구대상 및 자료수집은 서울 및 경기지역의 기업 내 연구개발(R&D) 부서 보유, 국내 철도 운영기관(한국철도공사, 서울교통공사)에 차량부품·장치를 납품한 경험이 있는 제조기업 대상으로 구성하였으며 과장급 이상의 실무지식과 기술사업화 경력을 갖춘 전문가들로 구성하였다. 설문조사는 2019년 4월 초부터 5월까지 약 2개월 동안 진행하였으며, 총 64명을 회수하여 활성화 방안에 대한 AHP 분석을 실시하였다 (Table 5).

Table 5. No. of Respondents - (Manufacturing Enterprise)

Details		No. of Respondents
Total		64
Work Areas	Technical Department	18
	Quality Assurance of Parts	16
	R&D Laboratory	18
	Signal device	12
Years of Working Experience	5 ~ 10 years	26
	10 ~ 15 years	17
	15 ~ 20 years	10
	20 ~ 25 years	4
	25 ~ 30 years	3
	30 years ~	4

#### 5. 분석결과

##### 5.1 Level 1, Level 2 중소기업 사업전문가 상대적 중요도 순위

철도차량부품·장치 제조 중소기업 기술사업화 활성화 요인의 중소기업 사업전문가 그룹 상대적 중요도를 분석하였다. 그에 따른

결과는 표(Table 6)와 같다. 기술사업화 활성화 요인 영역의 우선 순위는 기술적 요인-기업내부 요인- 외부지원 요인 순으로 각각 나타났다. 각 쌍대비교의 일관성 비율(CR: Consistency Ratio)은 0.0004 로 측정되었고, 각 항목별 일관성 비율은 각각 0.4016(기술적 요인), 0.3519(기업내부 요인), 0.2465(외부지원 요인)으로 나타난 것을 봤을 때, 응답한 전문가들의 답변이 일관성이 있는 것으로 파악할 수 있다.

**5.1.1 중소기업 사업 전문가 복합가중치**

중소기업 사업 전문가 그룹이 평가한 Level 1과 Level 2의 상대적 중요도를 이용하여 복합가중치를 산출하였다. 복합가중치 계산은 AHP 상대적 비교를 이용하여 각 Level 1에 대한 가중치를 산출한 다음 Level 2 와 곱하여 상대적 중요도를 계산하는 가장

일반적인 산출방법을 이용하였다. 그 결과 총 14개의 평가요인에 대한 복합가중치 우선순위는 다음 표(Table 7)와 같다.

**5.2 Level 1, Level 2 운영기관 전문가 상대적 중요도 순위**

운영기관 전문가 그룹의 상대적 중요도를 분석하였다. 이와같은 결과는 표(Table 8)와 같다. 구체적인 가중치(상대적 중요도)는 기술적 요인: 0.5199, 기업내부 요인: 0.2600, 외부지원 요인: 0.2201의 순으로 분석되었고, 일관성 검증은 0.0104로 분석되었다. 기술적 요인이 외부지원 요인과 기업내부 요인보다 많이 높은 것으로 고려했을 때, 국내 철도 운영기관들은 기술적 문제를 외부 지원 요인과 기업내부 요인보다 더 중요하다는 것을 파악할 수 있다.

**Table 6. Consistency Ratio of Response - Manufacturing Enterprise**

Segment		CR Value
Total		0.0004
A study on activation technology commercialization of AHP-based Railway vehicle parts manufacturing SME	Technical Factors	0.4016
	Internal Factors of a Company	0.3519
	External Support Factors	0.2465

**Table 8. Consistency Ratio of Response - Operating Agency**

Segment		CR Value
Total		0.0104
A study on activation technology commercialization of AHP-based Railway vehicle parts manufacturing SME	Technical Factors	0.5199
	Internal Factors of a Company	0.2600
	External Support Factors	0.2201

**Table 7. Relative Importance and Priority of Technical Development Promotion Factors Derived through AHP Analysis - Manufacturing Enterprise**

Factor of Consideration	Relative Importance and Priority	Configuration Item	The Relative Importance and Priority of the Configuration Items	Compound Weight	Priority of the Overall Evaluation Element
Technical Factors	0.0093	Advanced Technology	0.2648 (2)	0.1064	2
		Technical Connectivity	0.3231 (1)	0.1298	1
		Technology Timely	0.2048 (4)	0.0822	4
		Technology Independence	0.2073 (3)	0.0832	3
Internal Factors of a Company	0.0227	Entrepreneurial Spirit	0.2076 (2)	0.0731	6
		Technical Development Ability	0.1983 (4)	0.0698	8
		Commercialization Ability	0.2188 (1)	0.0770	5
		Specialist	0.1724 (5)	0.0607	10
		Building Cooperation Relationships	0.2029 (3)	0.0714	7
External Support Factors	0.0198	Market Development Area	0.1784 (3)	0.0440	12
		Authentication Support	0.1724 (4)	0.0425	13
		Research and Development Support	0.2432 (2)	0.0599	11
		Human Resource Development Support	0.2540 (1)	0.0626	9
		Overseas Export Support	0.1520 (5)	0.0375	14

**Table 9. Relative Importance and Priority of Technical Development Promotion Factors Derived through AHP Analysis - Operating Agency**

Factor of Consideration	Relative Importance and Priority	Configuration Item	The Relative Importance and Priority of the Configuration Items	Compound Weight	Priority of the Overall Evaluation Element
Technical Factors	0.0064	Advanced Technology	0.1951 (3)	0.1615	1
		Technical Connectivity	0.2710 (2)	0.1258	3
		Technology Timely	0.3633 (1)	0.1008	4
		Technology Independence	0.1706 (4)	0.1318	2
Internal Factors of a Company	0.0193	Entrepreneurial Spirit	0.1300 (5)	0.0308	11
		Technical Development Ability	0.2161 (2)	0.0699	6
		Commercialization Ability	0.2716 (1)	0.0436	10
		Specialist	0.1950 (3)	0.0595	8
		Building Cooperation Relationships	0.1873 (4)	0.0562	9
External Support Factors	0.0160	Market Development Area	0.2149 (2)	0.0293	12
		Authentication Support	0.1951 (4)	0.0271	14
		Research and Development Support	0.2293 (1)	0.0716	5
		Human Resource Development Support	0.2004 (3)	0.0642	7
		Overseas Export Support	0.1603 (5)	0.0278	13

**5.2.1 운영기관 전문가 복합가중치**

운영기관 전문가 복합가중치 우선순위는 다음 표(Table 9)와 같다.

**5.3 Level 1, Level 2 학계 연구기관 전문가 상대적 중요도 순위**

학계 연구기관 전문가 그룹의 상대적 중요도 분석하였다. 이와 같은 결과는 표(Table 10)와 같다. 구체적인 가중치(상대적 중요도)는 기술적 요인: 0.3392, 기업내부 요인: 0.4327, 외부지원 요인: 0.2281의 순으로 분석되었고, 일관성 검증은 0.0168로 분석되었다.

**Table 10. Consistency Ratio of Response - Professor & Research Institute**

Segment		CR Value
Total		0.0168
A study on activation technology commercialization of AHP-based Railway vehicle parts manufacturing SME	Technical Factors	0.3392
	Internal Factors of a Company	0.4327
	External Support Factors	0.2281

**5.3.1 학계 연구기관 복합가중치 우선순위**

학계 연구기관 전문가 복합가중치 우선순위는 다음 표(Table 11)와 같다.

**5.4 Level 3 기술사업화 활성화 방안 상대적 중요도**

기술사업화 활성화 방안(기술 연계성, 사업화 능력, 인력양성 지원) 상대적 중요도 순위는 다음 표(Table 12)와 같다.

**6. 결론**

본 연구에서는 철도와 유사한 국내 제조 중소기업 및 기술 개발업의 활성화 요인들을 철도산업 분야에 접목시켜 철도 부품·장치 제조 중소기업의 기술사업화 활성화 요인을 도출하였다. 도출된 활성화 요인은 기술적 요인, 기업내부 요인, 외부지원 요인으로 나누어 계층적 구조화를 하였으며, AHP 분석기법을 활용하여 어떤 요인이 가장 중요도가 높은지에 대해 분석하였다. 그 이후 중소기업 사업전문가 Level 2에서 가장 높은 우선순위로 기술적 요인: ‘기술 연계성’, 기업내부 요인: ‘사업화 능력’, 외부지원 요인: ‘인력양성 지원’이 선정되었고 국토교통부에서 발표한 철도 차량산업 육성방안, 철도 강소기업 육성방안 등을 참조해 각 요인별로 활성화 방안을 구성하여 우선순위를 도출하였다. 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

Table 11. Relative Importance and Priority of Technical Development Promotion Factors Derived through AHP Analysis - Professor & Research Institute

Factor of Consideration	Relative Importance and Priority	Configuration Item	The Relative Importance and Priority of the Configuration Items	Compound Weight	Priority of the Overall Evaluation Element
Technical Factors	0.0431	Advanced Technology	0.3106 (1)	0.1064	2
		Technical Connectivity	0.2420 (3)	0.1298	1
		Technology Timely	0.1940 (4)	0.0822	4
		Technology Independence	0.2534 (2)	0.0832	3
Internal Factors of a Company	0.0136	Entrepreneurial Spirit	0.1186 (5)	0.0731	6
		Technical Development Ability	0.2690 (1)	0.0698	8
		Commercialization Ability	0.1677 (4)	0.0770	5
		Specialist	0.2288 (2)	0.0607	10
		Building Cooperation Relationships	0.2160 (3)	0.0714	7
External Support Factors	0.0069	Market Development Area	0.1331 (3)	0.0440	12
		Authentication Support	0.1232 (5)	0.0425	13
		Research and Development Support	0.3254 (1)	0.0599	11
		Human Resource Development Support	0.2917 (2)	0.0626	9
		Overseas Export Support	0.1265 (5)	0.0375	14

Table 12. Relative Importance and Priority of Technical Development Promotion Factors Derived through AHP Analysis - Professor & Research Institute

Factor of Consideration	Relative Importance and Priority	Configuration Item	The Relative Importance and Priority of the Configuration Items
Technical Connectivity	0.0052	Establishing the Industrial and academic cooperation system	0.1949 (2)
		Simplifying production procedure	0.1767 (4)
		Support the acquisition of overseas certification	0.1442 (5)
		Push ahead with standardization and modularization of parts	0.2995 (1)
		Sharing the achievement of technology development	0.1847 (3)
Commercialization Ability	0.0044	Small Business Production Sales Support System	0.2367 (1)
		International mutual authentication	0.1347 (5)
		Expansion of technology development and production system	0.2214 (3)
		Introduction of long-term maintenance contract	0.2230 (2)
		Establishing the overseas market development center for small business	0.1843 (4)
Human resource development support	0.0082	Establishing the railway specialization education program	0.2582 (1)
		Reinforcing the human resources and international cooperation	0.1781 (4)
		Training an international railway finance experts	0.1313 (5)
		Strengthen training of employees (OJT)	0.2259 (2)
		Supporting an employment-industry-university cooperation (Master and Doctor)	0.2064 (3)

첫째, 기술 연계성 활성화 방안 AHP 분석결과, 부품 표준화/모듈화 추진, 산/학/연 협력체계 방안이 높은 우선순위로 분석되었다. 이는 두 방안이 다른 방안들보다 개선이 시급하다는 것을 파악할

수 있다. 현재 6대 도시철도 운영기관 구매사양서가 제각각이므로 향후 부품 R&D 기획 추진시 부품에 대한 규격 표준화/모듈화 설계 통합에 대한 정책적 논의가 필요하다고 판단된다. 또한 향후

국가 부품 R&D 사업기획 진행시 기술지원, 협력 및 전략적 파트너쉽 확보 등을 위해 산/학/연 협력체계 구축이 필요하다고 판단된다.

둘째, 사업화 능력 활성화 방안 AHP 분석결과, 중소기업 생산판매 지원, 장기 유지보수 계약 도입 방안이 높은 우선순위를 나타냈다. 국내 철도 제조 중소기업들이 기업 내 기술력 관련해서 부품·장치 R&D 사업화 활성화하는 과정이 원활하지 않다는 것을 파악할 수 있다. 제조 중소기업 입장에서는 부품·장치 연구개발 이후 획득한 제품이 철도 운영기관에 원활하게 공급하는 것이 가장 중요하므로 기술개발 이후 차량 제작사, 부품업체에서 안정적 수익구조를 제공하고 정비, 연계 수출을 위한 정비시장 제도적 반영이 시급히 개선되어야 된다고 판단된다.

셋째, 인력양성 지원 활성화 방안 AHP 분석결과, 철도 특성화 교육 프로그램 설립, 재직자 교육 강화(OJT)가 높은 우선순위로 분석됐다. 이는 철도 제조 중소기업 내 활발한 연구개발이 지속될 수 있고 연구역량을 갖춘 기업 맞춤형 고급형 고급인력 양성이 필요하다고 판단된다. 고급인력을 양성하기 위해서는 청소년기부터 전문적인 철도 교육과정을 통해 철도차량 관련 운영기관, 제조업체 등 취업 연계형 제도가 필요하며, 철도차량 종사자, 전문자격 보유자의 재교육 강화를 통한 질적 수준 향상이 필요하다고 판단된다.

본 연구는 계층적 구조화 구성을 위해 기술사업화 활성화 요인에 대한 선행연구 및 문헌연구를 활용해 도출했을 뿐만 아니라, 국토교통부에서 발표한 대응방안을 연구모형에 적용했으므로 연구 방법론적 측면에서 차별성이라 하겠다. 하지만, 국내 철도차량 부품·장치 산업 사례에 국한된 연구라는 부분에서 한계점을 찾을 수 있다. 향후 과제에서는 해외 철도차량 제조 산업의 선진국인 유럽의 사례, 아시아의 일본 사례와 비교분석을 통해 국내 철도차량산업 경쟁력을 높이기 위한 연구가 필요하다.

## 감사의 글

이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었습니다.

## References

Choi, D. B. (2017). "Analysis of the effective strategies on railway industry development based on company competences." *Journal of The Korean Society for Urban Railway*, Vol. 5, No. 4, pp. 1093-1100 (in Korean).

Choi, S. B. and Ha, G. R. (2011). "A study of critical factors for technological innovation of Korean manufacturing firms."

*Journal of Industrial Economics and Business*, Vol. 24, No. 1, pp. 1-24 (in Korean).

Kim C. H. (2012). "Case studies on the failure of commercialization of technology." *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol. 15, No. 1, pp. 203-223 (in Korean).

Kim, H. M., Han, J. H. and Kim, Y. B. (2013). "Study on future foresight of the technology commercialization policy." *Korea Industrial Economic Association*, Vol. 26, No. 2, pp. 803-824 (in Korean).

Kim, Y. W. (2011). *Study on activation of technology commercialization in high-tech SMEs*, Master's thesis, Sung Kyun Kwan University (in Korean).

Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAIA) (2018). *Analysis of the effective strategies on railway industry development based on company competences*. Infrastructure R&D Report (in Korean).

Korea Statistical Information Service (KOSIS) (2016). *Using data from 2016 Census on Establishments* (in Korean).

Lee, J. M. and Jeong, S. Y. (2011). "An empirical study on the determinants of technology commercialization in Korean SMEs." *Conference on Technology Innovation Society Fall 2001, Cheonan, Journal of Korea Technology Innovation Society* (in Korean).

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2016). *A planning business about core components / devices of next generation railroad technology and an establishing strategy for promoting enterprises*. Infrastructure R&D Report (in Korean).

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2018). *A planning business about core components / devices of next generation railroad technology and an establishing strategy for promoting enterprises*. Infrastructure R&D Report (in Korean).

Ministry of SMEs and Startups (MSS) (2017). *Technology roadmap for SME 2017-2019*. Infrastructure R&D Report.

Park, J. B. (2011). *Plan for revitalizing commercialization of private sector technology*. Infrastructure R&D Report, KIET (in Korean).

Roh, D. H., Jeong, Y. K. and Park, H. Y. (2016). "An analysis on the relative importance evaluation of SMEs-Venture technology commercialization problems using AHP." *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, Vol. 11, No. 1, pp. 1-22 (in Korean).

Statistics Korea (KOSTAT) (2016). *Korean statistical information service number of workers*. Report.

Thomas Saaty, T. L. (1977). *The analytic hierarchy process*, McGraw-Hill, New York.

Yang, D. W. (2005). "An empirical study on extracting significant technology valuation index of IT SMES." *Korea Industrial Economic Association*, Vol. 8, No. 1, pp. 277-295 (in Korean).

Yang, T. Y. (2006). *Improvement of the performance indicator of Daedeok R & D special zone and research on applied measurement method*. Infrastructure R&D Report, KIET (in Korean).