

# 융합연구리뷰

## Convergence Research Review



융합R&D사업화를 위한 정책 프레임워크 및 지표개발

전기자동차 산업사례를 중심으로

-

과학기술분야 융합연구자 역량 모형 개발 연구

## 목차

융합연구리뷰 | Convergence Research Review  
2016 November vol.2 no.11

---

- 03** 편집자주
  - 04** 융합R&D사업화를 위한 정책 프레임워크 및 지표개발  
전기자동차 산업사례를 중심으로
  - 72** 과학기술분야 융합연구자 역량 모형 개발 연구
- 



**발행일** 2016년 11월 7일

**발행인** 하성도

**발행처** 한국과학기술연구원 융합연구정책센터  
02792 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5  
tel. 02-958-4984 | <http://crpc.kist.re.kr>

**편집** (주)디자인플럼 tel. 051-202-9201



## | 편집자주 |

2000년대 후반 이후, 주요 국가에서 “융합”이 성장동력으로 제시되면서, 우리나라는 융합기술을 중심으로 융합 R&D에 대한 많은 투자를 진행하여 왔다. 그러다 보니 융합 R&D 관련 정책 연구들 또한 융합기술연구에 대한 분석 및 촉진 방안, 융합기술의 미래 아젠다 발굴 등의 내용을 중심으로 이루어졌다. 이러한 노력들에 의하여 현재 기술간의 융합연구는 당연하고 자연스러운 연구 방법으로 자리를 잡아가고 있다.

하지만 기술간의 융합을 넘어 분야간의 융합은 아직 갈 길이 먼 상황이다. 인문사회분야와 과학기술분야간의 융합연구 혹은 인문사회분야간의 융합연구는 주요 선진국들에 비해 우리나라는 아직 그 수준이 아주 미미한 단계이다. 이에 기술간의 융합연구를 넘어 진정한 융합연구의 확산을 위하여 새로운 정책 제안 및 아젠다 발굴이 필요하기에, 본 센터에서는 작년에 이어 융합연구정책 분야 학술연구의 장을 마련하고, 우수·신진 연구자의 참신한 융합연구정책 연구를 발굴하여 정책 및 전략 방향 수립에 반영할 수 있는 융합연구정책 Fellowship 프로그램을 운영하였다.

이번 호에서는 올해 융합연구정책 Fellowship으로 선정되어 6월부터 9월까지 총 4개월간 신진 연구자들이 수행한 연구 중 연구주제의 창의성 및 적절성, 연구내용 전개의 논리성과 일관성, 연구방법의 타당성 및 적절성, 연구자료의 신뢰성, 연구결과의 활용성 및 기여도의 측면에서 우수한 결과로 선정된 2개의 연구 내용을 소개하고자 한다.

첫 번째 연구는 융합연구의 결과물을 성공적인 사업화로 연결하기 위한 정책적 프레임워크를 어떻게 꾸며야 하는지를 융합R&D 사업화 지표를 도입하여 전기자동차 산업 사례를 분석하여 이를 바탕으로 제시하였다.

두 번째 연구는 미래 시대를 이끌어 나갈 융합연구 리더들을 양성하기 위해 어떠한 역량들을 개발하고 키우기 위하여 어떠한 제도적 지원이 필요한지 과학기술계의 다양한 사람들과의 인터뷰를 바탕으로 도출하였다.

상기 두 연구 내용을 정책적으로 반영하기 위해서는 추가적으로 다듬고 보강해야 할 부분이 존재하는 것은 사실이나, 현재 융합연구에서 필요로 하는 정책적 제안을 하였다는 것만으로도 의미가 있다. 본 리뷰를 통해 향후 융합연구정책에 대하여 다양한 분야의 연구자들이 관심을 갖고 이처럼 새로운 시각으로 많은 제안을 함으로써 진정 융합연구가 활성화되고 이를 뒷받침할 수 있는 최선의 정책들이 만들어질 수 있기를 기대해 본다.

# 융합R&D사업화를 위한 정책 프레임워크 및 지표개발

: 전기자동차 산업사례를 중심으로

▣ 한국기초과학지원연구원 선임기술원 **조형례** (chrruto@kbsi.re.kr)



# I. 서론

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경

분야별로 혁신되고 발전되던 학문 분야가 분야간·분야내에서 점차 융합되면서 과학기술 관련 조직과 제도에 있어서도 커다란 변화들이 일어나고 있다. 이러한 변화는 정부정책에도 큰 영향을 끼치고 있어 부처간의 협력사업 및 산학연의 협력 및 목적사업들도 국가의 R&D전략 과제로 더 주목을 받고 있다. 기계공학, 전기공학, 전자공학, 생명공학 등 전통적인 과학기술 분야들이 홀로 존재하는 것이 아니라 분야간 다학제적 연구가 필요해졌고, 과학기술과 인문사회, 인문사회와 예술 등이 융복합되면서 새로운 목적과 가치를 추구하는 융합연구들도 더욱 많아지고 있다. 그런데 이러한 융합은 단순히 타분야를 결합하거나 묶는 것이 아니라 구체적인 목표와 목적에 의해서 방향성있는 가치를 창출할 수 있어야 한다. 이러한 융합은 혁신에 의해서 추동될 수 있는데, 기존의 혁신연구에서 한계로 지적될 수 있는 협력 및 네트워크를 해결할 수 있는 중요한 단추가 될 수 있을 것으로 보인다.

이렇게 융합연구 및 융합R&D사업은 다양한 유형의 연구 및 사업들이 공통으로 도전하는 과제에 직면하는 경우가 많으며, 과제단위로 본다면 개인과제, 그룹과제, 기관과제, 시스템수준의 과제, 산학협력 과제 등 혁신주체나 연구주체의 참여수준에 따라서 다른 유형의 융합이 일어날 수 있으며, 과제의 규모에 따라서도 다양한 유형들이 생겨날 수 있다. 그러나 융합연구 및 융합R&D사업에 대한 이해와 평가는 아직도 그 체계가 제대로 갖추어지지 않았으며, 특히 융합R&D의 기획단계에 있어서 연구와 사업, 그 성과의 평가가 일원화되고 있지 않다. 융합R&D 및 관련사업들이 활성화되기 위해서는 현재 R&D기획 및 사업화 지표들에서 융합관련된 지표들이 추가되어야 하며, 전체적인 프레임워크 구축에 대해 재점검할 필요가 있다. 본 연구에서는 융합R&D사업화를 위한 정책 프레임워크를 개발하고 이를 실행하기 위한 지표를 제안하도록 한다. 특히, 융합정책의 새로운 접근을 위해서 산업플랫폼이라는 개념을 활용하여 (기술)분야간, 산업간 융합기반 새로운 시장창출과 신산업육성을 위한 발판을 마련하는 안을 마련하도록 한다.

## 1.2. 연구의 목적 및 범위

세계의 경제위기가 심화되면서, 경제 패러다임이 더욱 급속하게 변화되고 있다. 새로운 시장환경을 전망하고 변화하는 산업 패러다임에 대처하기 위해서 새로운 R&D기획과 시장창출을 위한 사업전략 기법들이 필요하다. 무엇보다 정부 차원에서는 잠재성장률 하락을 극복하기 위해 과학기술과 정보통신기술(ICT)의 융합을 통해서 산업간, 분야간 융합을 통해서 새로운 부가가치를 창출해나가야 할 필요성이 있다.

이러한 융합정책이 더욱 중요해짐에 따라서 융합지수, 융합지표 등이 다양하게 개발되어지고 있으나, 급변하는 환경변화에 대응할 수 있는 융합 R&D 기반 신사업 및 시장창출을 위한 정책 프레임워크는 아직 개발되지 않고 있다. 특히, 융합이라는 단어와 그 범주가 아직까지 모호하고 일관되게 정의하기 어려운 문제가 많기 때문에 더욱 그러하다. 그러나 현재 융합이라는 이슈는 국가적으로나 사회적으로 매우 중요한 과제이며, 정부정책에 있어서 경제발전과 새로운 시장창출, 경제성을 위해서도 지속해서 언급되고 있다. 그래서 이러한 융합이라는 단어는 단순히 과학기술적인 융합측면만 보는 것이 아니라, 시장수요, 사회적 영향, 정책에 대한 역동성을 볼 수 있는 거시적 관점을 포함한 접근일 필요가 있다.

Magro 등(2013)은 정책에 대한 평가방법은 기존의 혁신정책을 중심으로 다양한 시각을 가지고 발전해왔지만 아직까지 정책 시스템 내에서 일어나는 복잡한 상호 작용을 포착하는 역량은 가지고 있지 않다고 강조하였다. 이러한 정책시스템에서의 상호작용은 혁신시스템의 장애요소를 극복하는 정도의 추가적 행동에 대한 평가 이론들이 많은 편이었다(Bach and Matt, 2002). 그러나 추가 행동을 이해하는데만 초점을 맞추고 있으며, 부분적인 부분으로만 평가가 이루어지고 있다고 지적되고 있다(Clarysse et al. 2009). 일반적으로 전통적인 정량평가 도구는 대부분 선형이론을 사용하는데, 복잡한 인과 관계를 파악하는 것이 어렵고, 무형의 기준들을 조직 혁신 정책에 적용하기 어렵다는 이유가 보편적이다(Aranguren et al., 2013a). 평가가 실시간 정책의 설계 및 구현 개선에 기여할 수 있는 것은 인정하나, 학습과정의 초점평가가 더 관심을 끌고 있기 때문에 평가는 정책 결정 관행과 상호 작용하는 역동적인 학습 과정으로 통합되는 쪽으로 발전하게 되는 것이다(Aragon et al., 2012; Kuhlmann, 2003). 평가를 위한 이러한 역동적인 변화는 평가과정에서 발생하는 정보와 학습 등이 복합적으로 개인 및 조직에게 제공되기 때문에 멀티 레벨차원에서 다각적으로 관리하는 것이 필요하다. 이러한 맥락에서 본 연구는 융합정책이 정부차원에서 가시화되기 시작하면서 융합R&D사업의 프레임워크 구축과 지표개발이 필요함을 인식하고 환경변화에 대응한 적절한 정책안을 제시하기 위한 기초연구라고 볼 수 있다. 특히 융합R&D사업에 대한 새로운 개념화와 지표구성을 통해서 정부차원의 융합연구 및 융합정

책지원이 원활하게 되는 것을 돕고, 융합R&D사업 생태계가 활성화되는 것을 목표로 한다.

본 연구는 융합R&D사업에 대한 기획단계에서의 사업성 평가 프레임워크 구축 및 지표개발을 연구의 범위로 설정하였다. 기술중심에서 혁신주체중심으로 융합사업 타당성 및 지표도출 변화가 필요하다. 특히 현재 정부가 강조하는 수요기반 R&D사업전략을 통해서 공급자(정책도입)와 수요자(정책수요자) 사이의 갭을 줄이고 지표기반으로 혁신시스템의 계량화를 통해 정책의 실효성과 수익창출을 높이는 정책이 필요하다.

기술융합, 산업간 융합이 일어나면서 동종 산업을 넘어서 이종 산업간의 결합으로 새로운 기술혁신의 기회가 만들어지고, 기존의 산업활동을 넘어서 새로운 산업으로의 기술융합, 학제간 연구, 산업간 네트워크가 이루어진다. 이러한 네트워크 창출은 수직적·수평적으로 새롭게 상호연계가 되며 이전에 없던 경쟁우위와 협력·제휴의 현상들이 일어나게 된다. 본 연구에서는 이러한 변화에 따른 새로운 정책을 모색하고 대응하기 위해서 플랫폼이라는 이론을 도입한다. 플랫폼은 서로의 이익, 편의 등을 자극하여 두 그룹이 관계를 형성할 수 있도록 '장(場)'을 제공하고 그 '장'에서 직·간접적인 교류와 부가가치 창출이 가능해지는 것이다. 특히 ICT의 발전으로 인해서 플랫폼은 더욱 빠르게 작동하고 있다. 기존의 플랫폼 이론은 ICT중심의 기술기반 플랫폼을 다루지만 본 연구에서는 산업차원의 정책플랫폼을 새롭게 도입하도록 한다. 그래서 본 연구에서는 '산업플랫폼' 이론 및 프레임워크를 활용하여 융합R&D사업화를 위한 지표를 구성하도록 한다. 특히 본 연구의 목적 중 하나는, 공학적 관점, 경제학적 관점 및 사회학적 관점을 융합한 하나의 새로운 다학제적 접근방법을 활용하는 것이라고 볼 수 있다.



표 1. 연구절차 및 내용

## II. 이론적 배경

### 1. 융합R&D 개요

#### 1.1. 융합R&D 개념 및 현황

융합은 ‘기술, 제품, 서비스 및 산업차원에서 발생하는 디지털 확산이 산업과 소비자, 생산자의 행태와 문화, 관행 등을 변화시키는 현상으로 정의될 수 있다(신동희, 2011). 최근에는 단순히 산업차원을 넘어서 학문과 학문, 학문과 기술, 기술과 사회까지 연결되어 파생되는 현상까지도 포함하며, 서로 다른 가치사슬을 구성하는 프로세스간의 결합을 통해 새로운 서비스를 창출하여 디지털화, 네트워크 고도화, 신기술 통합, 영역확대 등을 통해서 새로운 기술, 가치, 시장을 만들어내는 새로운 혁신의 과정을 수반한다고 볼 수 있다.

우리나라 국가융합기술 발전 기본계획(‘09-’13)에서는 원천기술 확보, 융합 전문인력 양성, 개방형 공동연구 강화, 범부처 연계구축 등을 통해서 창조적 융합기술을 선점하고 신성장동력 창출 및 글로벌 경쟁력을 제고하는 것을 목표로 하였다. 최근에는 ‘14 - ‘18에서는 창조경제 실현을위한 융합기술발전전략이라는 목표아래 15대 국가전략 융합기술을 선정하여 경제성장, 국민행복을 도모하겠다고 발표하였다.

미래부(2015)에서는 산업별로는 다음의 <표 2>와 같이 분류하고 있다. 산업이 발전할수록 기술, 제품, 서비스의 융합이 더욱 활발하게 일어나게 되는 것을 볼 수 있다.

자료: 미래부(2015), 융합기술 발전전략 시행계획, 미래창조과학부.

융합	1차 산업	2차 산업	3차 산업
1차 산업	산업 농수산물간 융합 (예: 논 양어)	농작물의 제품 융합 (예: 복분자 와인)	생산지의 서비스 융합 (예: 양떼목장 관광)
2차 산업	제품의 원료융합 (예: 바이오에너지)	제품간 융합 (예: 스마트폰)	제품의 서비스 융합 (예: 교육용 로봇)
3차 산업	서비스의 경작물융합 (예: 한방리조트)	서비스의 제품융합 (예: 체크인 키오스크)	서비스간 융합 (예: 의료관광)

표 2. 산업분야를 기반으로 한 융합분류



특히 IT, BT, NT 등의 기술적 융합은 다가오는 산업혁명을 이끌게 되며, 국가의 경쟁력을 좌우하게 될 것으로 보인다(OECD, 2014). 국가융합기술 발전 기본계획(‘09~13)에서는 융합기술이란 IT, BT, NT 등의 신기술간 또는 이들간 기존 산업·학문 간의 결합을 통해 이전에 없던 새로운 가치를 창출하여 미래 경제, 사회, 문화의 변화를 이끄는 기술이라고 정의하고 있다. 우리나라 정부의 과학기술 기본계획(‘13~17)의 ‘120개 국가전략기술 및 국가중점과학기술전략로드맵(안)’에서는 30개 대상기술 중에서, 15개를 국가전략 융합기술로 선정하였다.

※ 15대 국가전략 융합기술

- ◆고성장 스마트기술 : ① 빅데이터 ② 차세대반도체 ③ 융합형콘텐츠 ④ 스마트자동차
- ◆성장주도 융합기술 : ⑤ 서비스로봇 ⑥ 첨단생산시스템 ⑦ 차세대소재
- ◆건강한 삶 : ⑧ 건강관리 서비스 ⑨ 유전체 정보이용 ⑩ 신체기능복원 및 재활치료
- ◆지속가능한 청정 생활환경 : ⑪ 지구환경 통합 모니터링 ⑫ 오염물질 제어 및 처리  
⑬ 신재생에너지
- ◆걱정없는 안전사회 : ⑭ 식량자원보존 및 식품안정성 평가 ⑮ 재난재해 예측대응

우리나라 정부에서는 창조경제 실현을 위해서 융합기술 발전에 대한 정책을 적극적으로 지원하고 있다. 특히 5대 전략으로 ①미래 유망 원천융합기술 개발 및 기술사업화 촉진, ②사회적 문제해결을 위한 융합기술 연구 본격 추진, ③인문학과 과학의 융합 확대, ④창의적 융합인재 양성, ⑤융합인프라 고도화를 제시하였고, 이 중 특히 ②와 ③은 통합형 문제해결을 통해 창의적 발전을 지향하는 주요한 과제로 꼽고 있다(융합연구정책센터, 2014).

2015년 정부연구개발 투자방향 및 기준(국가과학기술심의회, 2014)에서는 ‘과학기술을 통한 경제혁신’이라는 목표를 달성하기 위해서 ① 과학기술을 연계하여 경제부흥을 경인, ② 사회문제 해결을 통한 국민행복 제고, ③경제사회 문제를 해결하는 기본역량 강화라는 목표를 제시하기도 하였다.

또한 2016년 ICT R&D는 ‘15년 시행계획의 주요 정책방향을 보완·발전하되 최근의 ICT 경제적, 사회적 환경 변화와 “K-ICT 전략”, “R&D 혁신방안” 등 정책 환경 변화를 반영하여 새롭게 구성하였다. 미래창조과학부에서는 2016년 시행계획 방향이 선택과 집중을 통한 전략적 기술개발, 시장수요 적기반영으로 성과확대, 양적 확장에서 질적 성장으로 전환, 지속적 산업발전을 위한 인프라 조성으로 발표하기를 하였다.

김홍영 외(2015)는 이러한 융합연구가 실현되기 위해서는 기술의 융합을 넘어서 연구자들의 융합이 중요함을 강조하였다. 무엇보다 물리적 거리감이 융합연구 수행의 어려움으로 나타나고 있기 때문에 이종분야간 네트워킹의 기회를 지원하고 다양한 연구네트워크가 형성되도록 적극적으로 장(場)을 형성해야 한다고 지적한다. 또한 융합정책을 실행하기 위해서 이슈발굴 및 투자, 사업화를 위한 지속적인 지원이 필요한데 융합기술의 종류에 따라 정책지원이 구별되어야 한다고 강조하였다. 그래서 이 연구에서는 융합기술은 기술진화형, 원천기술창조형, 시장고도화형, 시장창출형으로 구분된다고 설명하였다. 먼저, 기술진화형 융합기술은 bottom-up 방식의 이슈 발굴이 필요하며, 정책을 지속하고 실현화하기 위해서 지속적이고 안정적인 투자가 필요한 분야라고 강조하였다. 정부는 이러한 정책지원의 지속성을 통해서 연구가 중단되지 않도록 지속적인 투자를 통해 점진적 기술진화를 지원하고 과거의 기술진화 트렌드 분석을 통해서 기술 수요를 파악해야 한다고 강조하였다. 그리고 개발된 기술을 산업적으로 활용하기 위해서 민간투자가 견해져야 하며, 부처간 협업이 이루어져야 하지만 기존 요소기술의 특성을 잘 살려서 정책이 진행되어야 한다고 덧붙여 설명하였다.

중점 추진전략	실천 과제		관련 부처
01 미래유망 원천융합 기술의 중점육성	1-1	시장 선점을 위한 분야별 첨단융합기술 개발	미래부, 농식품부, 문체부, 복지부, 산업부, 해수부, 농진청
	1-2	신산업 창조 및 기존산업 재도약	미래부, 산업부, 농식품부, 문체 부, 복지부, 중기청, 해수부, 환경부, 농진청
	1-3	환경 문화 융합기술, 민군협력 등 목적중심 융합연구 추진	미래부, 문체부, 방사청, 산업부, 환경부
02 융합기술을 활용한 사업화촉진	2-1	창조경제 활성화를 위한 중소기업 지원 융합기술 개발	미래부, 산업부, 중기청, 환경부, 해수부, 농식품부
	2-2	융합연구 성과의 기술사업화 지원 강화	미래부, 산업부, 중기청, 환경부, 해수부, 농식품부
03 사회문제 해결을위한 융합연구 추진	3-1	사회이슈 해결을 위한 통합형 연구개발 확대	미래부, 복지부, 산업부, 국토부, 기상청, 농식품부, 환경부
	3-2	적정기술 개발, 기후 변화 대응 등 글로벌 공조 강화	미래부, 기상청, 환경부, 해수부, 농진청
04 융합연구및 산업융합 인재양성	4-1	분야별 수준별 융합연구 인력의 지속 육성	미래부, 문체부, 중기청, 산업부
	4-2	산업융합 인재 교육 강화	교육부, 산업부
05 융합연구 촉진을위한 기반확대	5-1	분야 간 협동 융합연구 체계 구축	미래부
	5-2	융합연구 지원체계 확대	미래부 (범부처)

표 3. '15년 중점 추진전략별 융합기술 R&D계획

자료: 미래부(2015)

이어서 원천기술창조형 융합기술은 정부가 주도적으로 장기적인 계획을 세우고 집중투자해야 하는 분야임을 강조하며, 실용화에 초점을 맞추기도 해야 하지만 선도적 투자를 전략적으로 해야 하기 때문에 성과에 대한 부분을 너무 강조하여 R&D 근본적 체질을 개선하는 바탕을 마련해야 한다고 지적하였다. 세 번째는 시장고도화형 융합기술은 시장분석을 통하여 기존 사업과 연계 및 특화를 고려한 정책으로 부처간 협업이 중요하게 작동되어야 하며, 민간이 중심이 되는 유형을 말한다. 투자위험성을 개선하고 타겟 시장에 대한 구체적 분석과 정책지원이 뒤따라야 한다. 네 번째는 시장창출형 융합기술로써, 기술력을 갖춘 중소중견기업을 지원하면서 신시장을 창출하는 전략으로 정부투자의 효과를 높일 수 있는 효과적 정책을 세워야 한다고 강조하였다.

이와 관련해서 남영호 외(2014)는 융합기술은 아래의 <표 4>와 같이 분류하여 기술기반과 제품·서비스 융합을 기준으로 기존가치를 제고시키느냐, 새로운 가치를 창출하느냐에 따른 네 가지의 유형으로 융합기술을 분류하였다.

자료: 남영호 외(2014), 신규사업과 프로젝트: 사업타당성 분석, 세명서관

구분	기술기반 융합	제품·서비스 융합
기존가치 제고	기술진화형 융합	시장고도화형 융합
새로운 가치창출	돌파기술형 융합	신시장창출형 융합

표 4. 융합기술구분

박기범 외(2007)의 연구에서는 융합연구는 분야간 서로 지식의 필요에 의해서도 발생되는데, 그 과정에서 한 쪽에서 기술혁신의 새로운 결과물들이 나올 경우에, 타 영역과 구별되는 독자적 연구영역이 나오면서 구분이 되는 학제나 연구가 등장할 수 있다. 이러한 과정에서 융합연구에 필요한 인력이 양성될 수 있으며, 해당 연구에서도 의미있는 결과들이 나오기 시작하고, 이를 기반으로 새로운 상호작용이 일어날 수 있다고 강조했다. 이처럼 융합의 과정은 보이지 않는 질적인 행태가 기반되어야 하는 것도 중요한 요소 중 하나일 수 있다.

그동안 국내 융합R&D에 대한 연구는 학제간 융합연구 촉진방안이나 연구개발 자체에 대한 기획, 인력 등에 대한 기초적인 연구가 대부분이었다. 한승환 외(2011)는 융합연구에 대해서 연구자들의 인식을 설문조사를 통해 분석하여 연구자들의 지식과 이해도 제고, 개방적 태도 등이 중요하다고 밝혔다. 이중만 외(2008)는 융합기술개발 및 융합기술인력 현황에 대한 정량분석을 실시하였다. 융합기술인력의 유동성 강화, 글로벌 수준의 인력양성, 공

동협업연구 및 전환교육, 인프라의 체계화 개선 등을 제안하였다. 경정운 외(2011)는 정부의 역할이 융합연구에 미치는 영향요인에 관한 연구를 실시했다. 연구자 인식수준 및 학문 분야 간 인식차이를 설문조사를 통해 분석하였고, 융합연구효과를 창출하기 위한 정부역할의 수준이 대체로 미흡하며 정부의 융합연구에 대한 중장기 계획이 수립되고 학문분야별 차별화전략이 있어야 한다고 제시하였다. 안연식(2010)은 국가기술전략 관점에서 기초융합 연구개발기획 선진화 방안에 대해 연구하였다. 융합연구 정책 프레임워크 구축을 위해서 연구조직, 연구기반, 학문 및 학제 기반 등 인프라를 개선해야 함을 지적하였다.

융합연구를 위해서 각 국가는 정부차원에서 다양한 정책을 도입하고 있다. 일본의 ‘과학기술연계시책군’ 사업은 융합연구를 위한 부처·정책 간 네트워킹의 중요성을 보여준다. 정책-사업 일체형이자 범분야 협력 체계가 훌륭하게 작동하는 미국은 사회적 문제 해결형 중심으로 융합R&D정책을 펼치고 있으며 인간, 기계, 사회의 역량을 융합하여 기술, 산업, 제품을 창출하는 새로운 전략을 구상하며 선도적인 산업혁명을 정책으로 강하게 추진하고 있다.

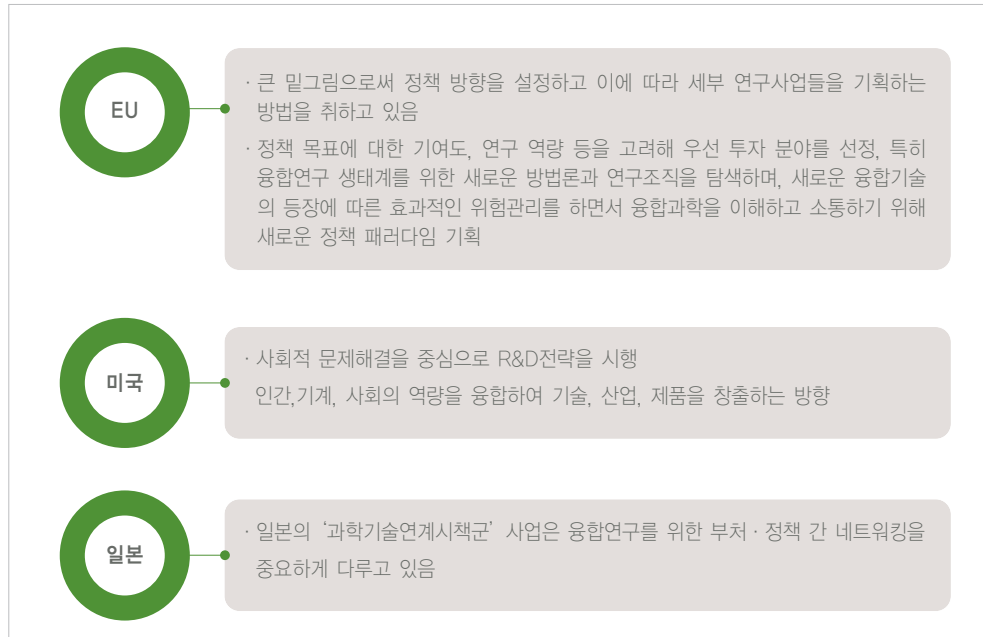


그림 1. 각 국가의 융합R&D 정책 추진방향

EU는 큰 밑그림으로써 정책 방향을 설정하고 이에 따라 세부 연구사업들을 기획하는 방법을 취하고 있다. EU 정책 목표에 대한 기여도, 연구 역량 등을 고려해 우선투자 분야를 선정하고 있다. R&D 집행에 필요한 예산, 인력을 할당받은 법인체로 유럽위원회 산하 조직인 JU(Joint Undertaking)는 우선투자 분야를 중심으로 해당 연구자들에게 다양한 형태의 지원을 제공한다. 특히 융합연구 생태계를 위한 새로운 방법론과 연구조직을 탐색하고 있으며, 새로운 융합기술의 등장에 따른 효과적인 위험관리를 하며, 융합과학을 이해하고 소통하기 위해 새로운 정책 패러다임을 만들려고 하고 있다.

각 주요국가에서 살펴보았듯이 목적 중심의 융합연구는 몇 가지 공통점을 보인다. 첫째, 다양한 분야별 주체, 또는 해당사자들 간의 ‘파격적인’ 협력이다. 미국의 이니셔티브, 일본의 과학기술연계시책군 사업, 한국의 융합연구단 사례에서 볼 수 있듯이 기존의 조직 구조나 운영 체계를 뛰어넘고 경계를 무너뜨림으로써 새로운 기회의 발판을 마련하는 것이다. 이는 단일 기관에서, 또는 단순 협력 체계로 다루기에는 연구의 주제가 크고 복잡하기 때문이다. 둘째, 연구주제의 선정과 연구수행 방식이 ‘혼합적으로’ 진행된다는 점이다. 오피니언 리더들을 통해 해결이 시급한 사회 문제나 국가적 과제들을 중심으로 연구주제의 큰 범위가 하향식(Topdown)으로 설정되면 연구자들이 구체적인 연구문제를 제시하고 그 문제의 해답을 찾아가는 상향식(Bottomup) 방법론을 활용하는 형식이다. 아래의 <그림 2>과 같이 일본은 유망기술발굴을 위해서 급속히 발전하는 연구영역을 탐색하고, 사회경제니즈를 조사하고, 주요 과학기술영역 발전 시나리오를 동시에 고려하되 과학(기초), 기술(응용), 사회의 카테고리를 구분하여 매트릭스를 그리는 방식을 취하기도 한다(양혜영, 2012).

마지막 특징은 연구의 결과물 또는 중간 산출물을 통해 ‘새롭고 거대한’ 학문 분야 또는 시장이 창출된다는 점이다. 융합연구 이전의 학문 발전 추세가 세분화에 따른 전문화였고 초기의 융합연구가 세분화된 분야들 중 일부가 경계를 가로질러 이중 결합하면서 새로운 소분야가 발생하는 양상이었다면 앞으로는 중횡을 가로지르는 융합을 통해 그 활용도가 무궁무진한 새로운 장(場)이 펼쳐질 것이다. 이는 학문의 모습으로 발현될 수도 있고 산업을 기반으로 발전할 수도 있으나 궁극적으로는 학문과 산업이 연계되어 동시에 성장하는 형태로 진화할 것이다.

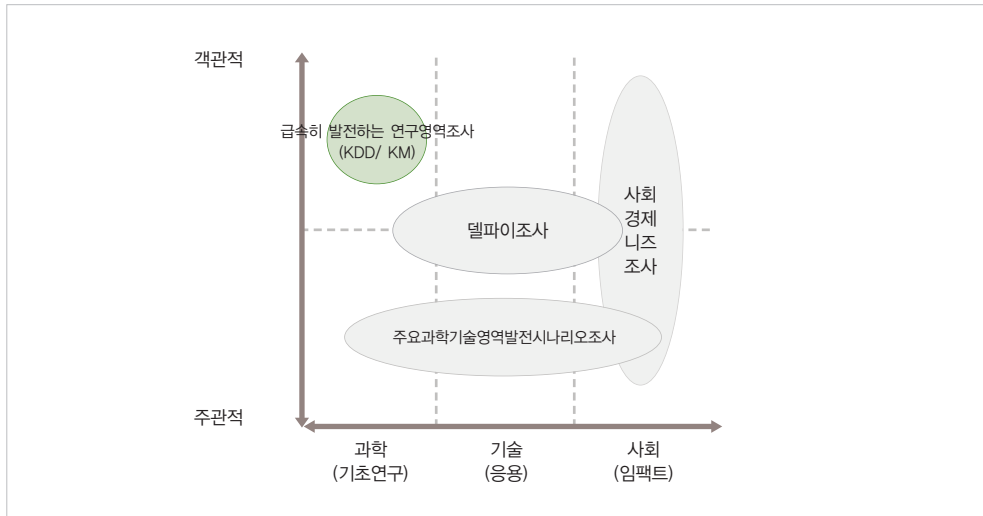


그림 2. 일본 NISTEP에서의 유망기술 발굴방법

자료: 양혜영(2012)

융합R&D의 기반이 되는 융합연구는 다음의 <표 5>와 같이 과제 개발에 대한 동기부여와 기대효과를 구분하여 볼 수 있다. 융합R&D과제는 연구 본연의 목적이 융합적 성격을 가지고 있을 때가 많으며, 여러 연구결과를 실제 현장에 적용할 때에 정보교환 및 융합조직이 필요할 때도 기획하게 된다.

자료: Bruce 등(2004)

융합R&D 과제 개발 동기부여	융합R&D 기대효과
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 교통, 환경 등과 같이 연구 본연의 목적이 융합적 성격을 가질 경우</li> <li>· 연구결과를 실제 환경에 적용시키기 위해 정보 교환이 필요한 경우</li> <li>· 연구가 효과적으로 정책 혹은 전략에 관여하기 위해</li> <li>· 단일 학제의 연구에서 아이디어 생성 한계 등의 병목 현상을 탈피하기 위해 학문적 돌파구가 필요할 때</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 융합 학제간의 시너지 효과</li> <li>· 시장과 기회에 대한 적당한 이해도를 높일 수 있음</li> <li>· 복잡한 적용 분야들 즉, 지역 개발, 건강과 운송 등의 연구에서 융합적인 접근으로 인해 효과적인 결과 기대</li> <li>· 기술적 진보개발의 병목현상 극복</li> </ul>

표 5. 융합연구의 동기 및 기대효과

융합R&D는 이러한 다학제적 연구가 집약되면서 시너지 효과를 낳게 되고, 시장과 기회에 대한 절적인 이해가 되면서 더 R&D의 성공가능성을 높일 수도 있다. 융합적 접근은 기존에 해결되지 못한 R&D사업의 사회문제 해결 등에 대해 더 구체적이고 효과적으로 다가설 수 있다. 특히 이러한 융합연구들은 기존의 지식생산방식과 달리 <표 6>과 같이 융합연구와 같은 새로운 지식생산의 유형이 많아질수록 사회에서 활용하는 목적을 가지고 지식이 생산되며, 다양한 유형의 지식생산 주체가 생겨나며, 그것을 평가하는 체제 또한 변화가 필요함을 알 수 있다.

자료: 이광호 외(2015)

기존 지식생산방식	새로운 지식생산방식
분과학문 맥락에서의 지식생산	사회에서 활용을 염두에 둔 지식생산
분과학문적 접근	융합적 접근
균일한 지식생산 주체	다양한 유형의 지식생산 주체
학문의 자율성	성찰성과 사회적 책무성
동료평가에 입각한 평가	다양한 방식의 지식 품질관리

표 6. 지식생산의 유형

그런데 이러한 융합연구개발사업은 융합에 대한 기술분류가 어려운 편이며, 융합 사업들은 사업의 성격 및 과제분류가 명확치 않아서 평가하기 어렵다(이광호 외, 2015). 그래서 융합 사업의 경우에는 환경변화에 따라 동태적으로 연구내용을 조정할 수 있는 어렵지만 적절한 사업기획과 평가기준을 정립할 필요가 있다. 특히 많은 융합사업들이 목적 및 목표가 명확치 않고, 기존기술 및 사업의 연장선에서 연계하고 융합사업으로 포장하는 경우도 많을 수 있어 더욱 기준정립이 요구된다.



## 1.2. R&D 평가지표

R&D는 기획에서 실행, 사업화단계까지 각 단계에 맞는 지표들이 필요하고 평가에 있어서 정량적, 정성적 평가를 실시할 수 있다. 일반적으로 가장 많이 시행되는 예비타당성 조사에서는 사업의 개요 및 기초자료분석(사업의 배경 및 목적, 내용 및 추진체계 등)을 실시하고, 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제성 및 파급효과 분석을 실시한다.

자료: 남영호(2015), 한정택(2008)을 재구성

대항목	중항목	소항목	비고
기술적 타당성 분석	기술개발계획의 적절성	목적/목표의 적절성	-
		수행체계의 적절성	-
		기대성과의 구체성	-
	기술개발 성공 가능성	기술 수준	-
		기술개발 성공 가능성	-
	기존 기술 및 사업과의 중복성	기술 측면에서의 중복성	-
		사업 측면에서의 중복성	-
사업특수평가항목	-	사업특성에 따라 추가	
경제성 분석	경제성 분석	과학기술적 파급효과 (특히, 논문, 인력양성 등) 경제사회적 파급효과 (산업기술분야 시장전망, 고용효과) 경제성	B/C 분석 실시를 원칙으로 하되, 경제적 편익 산정이 어려운 경우 파급효과 분석으로 대체 가능
정책적 분석	지역균형발전	지역낙후도	연구시설(facility) 건설사업의 경우에만 평가
		지역경제 파급효과	-
	정책의 일관성 및 추진의지	관련 계획 및 정책방향과의 일치성	-
		사업추진의지 및 선호도	-
		사업의 준비 정도	-
	사업추진상의 위험요인	재원조달 가능성	-
		환경성	-
		사업특수평가항목	사업특성에 따라 추가
	사업특수평가항목	-	사업특성에 따라 추가

표 7. R&D부문 예비타당성 평가항목

〈표 7〉과 같이 연구개발의 예비타당성분석은 좀 더 자세하게 위험요인을 살펴보면서 내외부로 다루어야 할 요소들을 깊이 살펴볼 수도 있다. 특히 정책적 타당성에 있어서 환경적 위험(정치적, 법적 위험), 정책위험(이해관계자 위험) 등은 기존의 예비타당성에서 주의깊게 보지 않았지만 융합R&D사업화에 있어서는 추가로 측정되어야 할 지표들이라고 할 수 있다.

자료: KISTEP(2014), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2판)

	구분	위험요인	
기술적 타당성	내부 위험요인	기술 위험 ▶ 사업 위험 ▶ 구조 위험 ▶ 기획/설계 위험 ▶ 타당성 및 예비분석 위험 ▶ 운영적 위험 ▶ 이용성(availability) 위험 ▶ 유지 위험 ▶ 시스템 위험 ▶ 자원 및 성과배분 위험	일정 위험(239) ▶ 비용과잉·증가 위험 ▶ 마케팅 위험 ▶ 프로젝트정보(intelligence) 위험 ▶ 오차가치(residual value) 위험 ▶ 요구 위험 ▶ 생산량(volume) 위험 ▶ 점유 위험 ▶ 절차 위험 ▶ 정보자원 위험(평판 위험)
		외부 위험요인 ▶ 환경적 위험 ▶ 법적 위험 ▶ 정치적 위험	정책 위험 ▶ 이해관계자 위험
정책적 타당성	내부조달 위험요인	자원조달의 위험	인적자원

표 8. 연구개발부문 예비타당성조사 분석항목별 위험요인의 구분

자료: 현재호 외(2015), 융합연구단 평가방법론 개발, 국가과학기술연구회.

평가질문
1. 해결해야 할 문제나 이슈가 적절하게 파악되었는가? ※ (선택) R&D 이외의 다른 효율적인 대안은 존재하지 않는가?
2. 사업목표는 달성하고자 하는 효과를 구체적으로 제시하고 있는가?
3. 사업목표와 해결할 문제와의 연관관계가 존재하는가? (체계개발사업) 임무와 개념설계가 적절히 구성되었는가?
4. 사업성과에 대한 수혜자의 표적화가 적절히 이루어졌는가? ※ (선택) 사업목표 달성을 위한 추진전략이 적절한가? ※ (선택) 기술 분야의 속성을 고려한 정부지원의 역할은 적절한가?

표 9. 목표설정의 적절성 및 평가질문

※ 사업의 유형과 특성을 고려하여 ※로 표시된 질문을 선택적으로 추가하여 분석할 수 있음.

국가과학기술연구회 융합연구단 사업에 대한 R&D 평가방법은 출연연의 R&D 성과의 미흡한 부분을 보완하고, 융합연구사업의 효율성을 증대시키기 위해서 평가지표를 수립하였다. 융합성은 문제해결의 융합적 접근 필요성, 융합연구 타당성을 살펴보고, 기술성은 기술의 혁신성, 연구목표 타당성, 연구방법 적절성, 연구관리계획 타당성을 보는 것을 중요하게 생각해야 한다고 기술하였다. 사업성은 시장성, 사업화시나리오, 투자대비효과성, 지식재산 확보 가능성을 점검해야 하며, 연구단은 연구단장 리더십, 연구진의 우수성, 사무국의 체계성을 확보해야 하며 현장 평가는 기존의 평가 항목을 사용하도록 제안하였다.

자료: 현재호 외(2015), 융합연구단 평가방법론 개발, 국가과학기술연구회.

융합성	미래선도형 융합연구단 목적 및 취지에 적절한가?
기술성	과학기술적으로 우수하고, 연구개발계획이 우수한가?
사업성	사업적 관점에서 경제적 가치가 크고, 실현가능성이 높은가?
연구단	연구단장과 연구팀이 우수하고, 사무국이 전문성을 갖추고 있는가?

표 10. 융합연구사업화 효율성 평가를 위한 접근방식

앞으로 국가차원에서 도전할 과학기술기반 정책목표들에 대해서는 국내 개발역량이 낮거나 기술·산업의 수명주기가 도입기인 경우, 정부가 기술공급자나 시장조성자의 역할을 할 수 있는데 융합R&D의 경우, 새로운 정책접근과 투자기법, 시장창출이 필요하기 때문에 적극적인 대응없이 국가경제를 선도할 신산업발굴 및 R&D 핵심경쟁력을 확보하기 힘들 것이다. R&D를 통한 제품이 개발되는 단계와 혁신활동에서 도전의 성격을 가진 것들로 구성된 분야는 특히 R&D평가지표나 이를 실행하는 단계의 조직을 혁신해야 할 필요성이 있는 것이다. 그래서 무엇보다 사전 정부부처의 계획수립 및 방향이 중요하며, 혁신주체들의 역동성 및 성과활용을 염두에 두되, R&D 자체의 경쟁력과 미래발전성 중요(성과지표의 변화, 정성적 평가와 미래발전성이 더 커짐)한 양면적인 상황을 잘 이해하고 적용할 필요성이 있다. 특히, 예산 투입에 대한 성과, 수요기반 R&D정책과 사회적 수용성 강화를 동시에 살펴봐야 하는 것이다. 국가에서 제시하고 있는 융합사업 중 가장 큰 비중을 차지해가고 있는 분야는 사회문제 해결형 융합사업이다. 사회문제 해결형은 기술과 서비스의 개발 뿐 아니라 사회문제 해결형 혁신 활동을 효과적으로 수행할 수 있는 생태계 형성을 염두에 두어야 하는데, 생태계 형성을 고려하는 것은 사업의 기획단계에서부터 추진, 실증화, 평가까지 모든 부분의 단계를 고려해야 하는 것을 뜻하며, 종합적인 측면에서 생태계를 개발하는 것을 생각해야 한다.

〈표 11〉과 같이 미국의 융합기술정책은 사회적 문제 해결 및 특수한 기술개발 목적을 융합기술정책의 우선적인 요소로 삼고, 이를 위한 협력파트너십이나 인력양성, 인프라지원도 기술개발과 함께 중요한 요소로 꼽고 있다.

국가의 다양한 부처에서 시행되는 개별사업들이 이렇게 생태계를 고려하지 않고 진행된다면 현재까지 진행되는 개별 부처사업들도 서로 융합의 효과가 나타나기 힘들고, 각 프로그램의 시너지 효과도 없을 것이다. 이러한 배경에는 융합산업을 이해하고 추진할 수 있는 인력이 부족한 것이 중요한 문제이며, 그동안 산학협 협력 등 R&D사업의 생태계 자체가 국내에서 잘 이루어지지 않은 문제들이 있다. 더불어, 사회문제 해결을 목적으로 하는 R&D사업들이 거의 부재했기 때문에 적절한 방향성이나 구체적인 정책이 나오지 못한 문제도 있다. 사회문제를 조사하고 이에 필요한 융합적 접근 및 융합정책팀이 구성되어야 하며, 수요자의 범주 규정과 R&D의 적용에 있어서 미비점이 많은 상태이다. 무엇보다 사회문제 해결형이라는 주제 자체가 다부처, 다분야의 소통이 필요한데, 그러한 정책 의사결정구조와 이를 사업화하고 문제를 해결할 수 있는 융복합적 접근방법이 부족하다고 볼 수 있다. 그러나 해결해야 하는 사회문제를 구체화시키고 문제의 원인을 규명하는 작업이 아직 초기단계에 있는 상황이며, 융합R&D사업화에 대한 경험자로 거의 없는 상태이다.

자료: 이광호(2015)

Initiative	목적	
AMP	- 기술개발 - 인프라지원 - 교육/인력양성	- 정책 - 이해관계
MGI	- 인프라 - 개발 - 인력양성	
NGI	- 로봇개발 - 인간문제 해결 - 경제향상	
CEMI	- 제조R&D지원 - 에너지생산향상	- 시설장비향상 - 협력파트너십

표 11. 미국의 융합기술정책

Rhoten (2004)는 융합R&D에 대한 한계점을 변화의 삼각형(Triangle of Change)을 활용하여 설명하였다. R&D의 패러다임이 기존의 단일 학제에서 연구하는 것에서 융합기반의 연구로 변화할 때, 외적인 변화, 내적인 동기부여, 그 사이에 존재하는 구조적 실행으로 정리될 수 있다는 세 가지 요소를 주장하였다. 그는 융합연구 패러다임으로 변화할 때 가장 문제가 될 수 있는 것이 특히, 구조적인 실행이라고 지적하였다. 예산문제, 기존의 연구영역과의 충돌, 합당한 보상시스템 부재 등도 그러한 문제들이라고 하였다(〈그림 3〉 참조).

자료: Rhoten (2004)

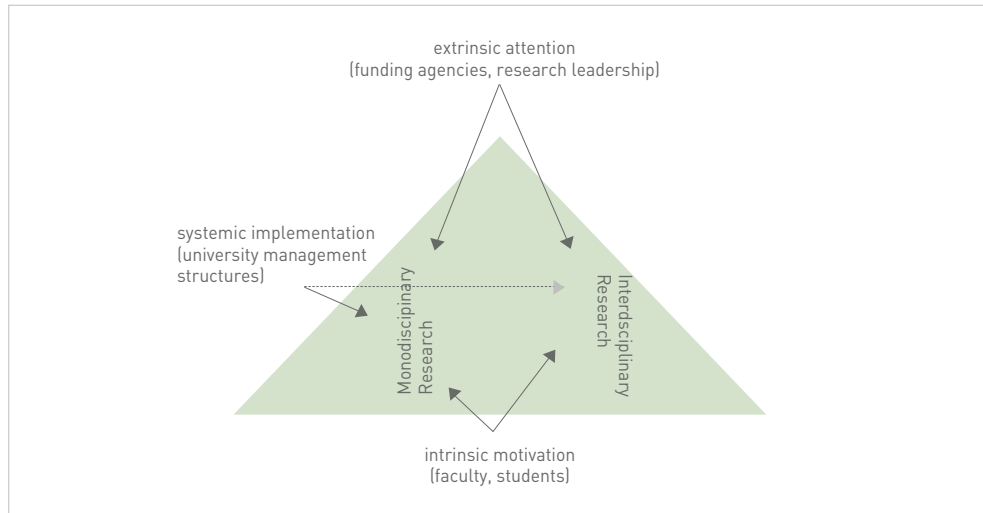


그림 3. 융합R&D의 변화의 삼각형

Harris (2006) 는 정책요소 및 정책결정에 대해서 다음의 〈그림 4〉와 같이 표현하였다. 정책결과는 가격, 생산성, 수요자(최종 소비자)의 선택, 자산가치의 최대화, 정부부채의 감소, 서비스의 보편화 등으로 볼 수 있다. 구조적인 결과들은 경쟁, 수직적 통합, 독점, 사적 투자, 제 3자의 활용, 규제장치의 존재 등이 나타날 수 있다고 언급한다. 도구들은 세금, 보조금, 제도, 규제, 기술적 처방, 시장구조의 변화, 시장 간섭 등으로 보고 있다.

참고: Harris (2006)

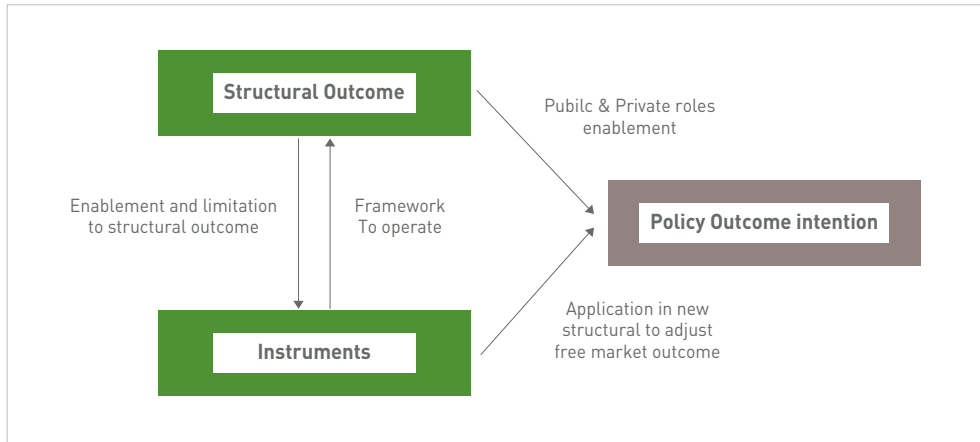


그림 4. 정책요소의 상호관계 및 정책결정의 형태

Magro 등(2013)은 다음과 같이 국가 수준, 지역 수준, 하위지역 수준의 정책혼합은 'policy spaces' 라는 지역에서 영향이 있다고 언급했다. 이들은 실제적인 측면에서 우리는 정책 공간을 특징짓는 혁신 정책의 복잡성에 두 차원('policy mix' 차원과 '멀티 레벨 관리' 차원)을 개념화하는 것을 제안하고 있다. 이러한 2 차원이 지역 등의 주어진 공간에서 상호작용할 때 구체적인 '혁신 정책 시스템' 을 구성할 수 있다고 강조하였다.

자료: Magro 등(2013)

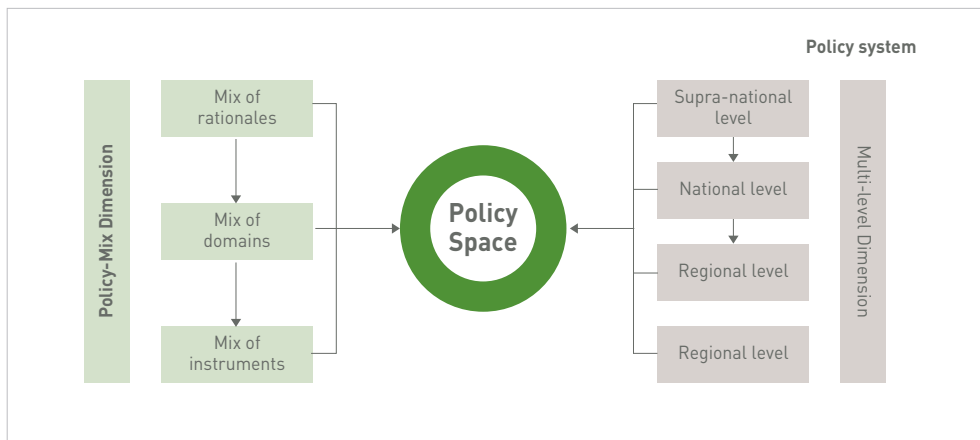


그림 5. 정책혼합(Policy Mix)의 구조

특히, 가능하면 기존 평가 프로세스를 개선하는 다른 정책과 함께 상호 작용의 이해를 촉진하는 기술을 통합하고, 현재 존재하지 않는 제도로써 이러한 평가 프로세스의 설계하는 것이 큰 도전이라고 설명하였다. 또한 융합이 새로운 가치사슬과 생태계, 새로운 기술, 시장과 가치를 가져야 하며, 융합은 기존보다 더 효율적이고 효과적인 프로세스를 가지고 문제해결형, 통합형 구조에 도전해야 해야하기 때문에 정량적인 성과인 논문, 특히 이외에도 정성적인 성과평가를 고려해야 한다. <그림 6>과 같이 융합정책목표의 독창성과 도전성을 평가하고, 연구수행과정에서 나타나는 새로운 이론 및 개념을 정립하고 이를 해결하기 위한 방법론과 지표, 연구진과 조직 등이 수반되어야 하는 것이다.

자료: 이광호(2015)

평가 지표	융합연구의 특성 반영	혁신원천의 다양성	다학제 참여 및 교류 독려
		연구방법의 비정형성	방법론의 평가
		연구성과의 불확실성	과정, 정상적인 지표 활용
		네트워크 개방성	이해관계자 네트워크 구축
평가 지표	계량적 지표 지양	선정평가	목표의 독창성, 도전성
		성과평가	개념, 방법론 정립, 연구협력 등
평가 자	전문적, 다면적 평가	전담평가자 pool 구성	다학제, 이해관계자의 논의
		책임평가제도	PD확대 및 재구성
평가 시기	평가 주기 확대	장기평가	연구기반 및 시장 부족
		추적평가	실질적 성과 측정

그림 6. 융합연구 평가체계 개선방향

송위진 외(2013)은 미래의 사회 구성요소와 기술이 형성하는 관계에서 장기비전 제시가 이루어지면 더 다양하고 복잡한 상호작용을 논의해야 한다고 언급한다. 이를 사회·기술시스템이라고 부르며, 과학기술과 사회의 상호작용이 중요하며 정책통합의 입장에서 접근하는 방식이라고 볼 수 있다. 정책통합의 접근방식은 보통 다부처간 정책통합을 뜻하는데, 각 부문 정책의 자율성과 독자성을 유지하면서 개별 정책을 동일한 방향으로 재배열하거나 전체 목표에 부합되도록 하는 정책방식이라고 할 수 있다. 이러한 융합R&D사업화를 위한 정책 프레임워크 및 지표를 개발하기 위해서 본 연구에서는 산업플랫폼 이론을 활용하여 그 체계를 구축하고 사례분석을 통해 활용가능성을 탐색해보도록 한다.

## 2. 산업플랫폼

### 1.1. 산업플랫폼 개념과 내용

R&D사업은 혁신시스템 내 산업의 직접적 참여자와 참여자들을 연결시켜주는 제도적 구성, 제도적 장치들의 운영에 영향을 미치는 규정들이 존재한다(pisano, 2006, 2010). 이러한 융합R&D기획 및 사업은 기존의 선형적인 모델로는 파악하기 힘든 역동성과 다면적 R&D 및 산업을 포함하는 특성을 가지고 있다.

일반 비즈니스 모델은 특정 산업 내에서 혁신활동이 이루어지지만 융합차원의 비즈니스는 산업간 경계를 뛰어넘고, 이종 산업에서의 고객 및 가치창출이 새롭게 이루어지기 때문에 기존의 비즈니스 생태계에서 갖출 수 없는 새로운 요소를 고려해야 한다. 특히 기존 산업내에서 구동되는 제도 및 규제는 산업경계를 넘어서는 융합차원의 비즈니스 생태계가 이루어지는 차원에서 새롭게 정립되어야 할 필요성이 있다.

자료: 이광호(2015), 융합 비즈니스 모델 활성화를 위한 정책제언, 정책특집, 과학기술정책연구원.

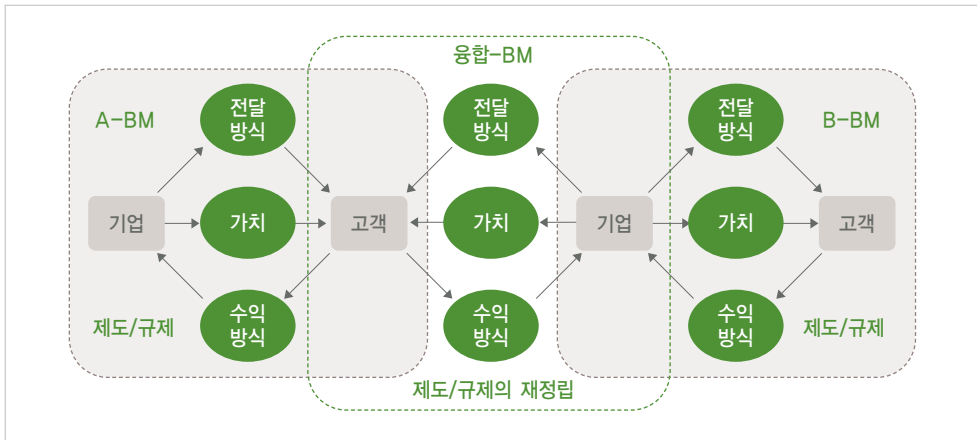


그림 7. 융합 비즈니스 모델의 특징



이러한 융합R&D사업화를 위해서는 기존의 생태계에서 이루어지는 제도, 정책, 이해관계자 전략 등은 한계가 있다. 본 연구에서는 이를 해결하고 새롭게 도입하고자 하는 정책프레임워크를 위해서 ‘플랫폼(Platform)’이라는 개념을 도입하고자 한다. 플랫폼은 수요와 공급을 이어주는 장으로서 네트워크 경제를 창출하는 핵심장(場)이며, 시장조정자를 만들어내고 공통적인 협력의 룰을 만들어낼 수 있는 비즈니스에 있어서 가치사슬의 핵심이라고 할 수 있다 (Boudreau, 2010; Eisenmann, 2007; 최병삼, 2010, 2011). ‘산업플랫폼(industry platform)’은 산업 내에서 다면적 시장을 구성하는 참여자들 사이에 가장 대표적으로 수익창출이 가능한 공통적 구성체계(아키텍처)를 지닌 핵심역량과 이를 둘러싸는 협조적 관계를 통한 네트워크 효과를 발생시키는 구조를 가진 모델로 협업과 경쟁이 동시에 존재하는 개념이다 (정선양 외, 2013). 이는 기존의 플랫폼<sup>1)</sup> 이론에서 확장·변형된 개념 및 모델로 플랫폼 비즈니스 모델의 특징을 활용한 개념이다.

〈그림 8〉과 같이 산업플랫폼의 참여자는 플랫폼 제공자, 플랫폼 사용자, 플랫폼 보완자, 플랫폼 스폰서로 구성된다(Eisenmann 등, 2008). 플랫폼 제공자는 핵심 플랫폼과 함께 둘 이상의 수요자를 대상으로 보완재를 제공할 수 있는 참여자로서, 수요자와 연계하는 시장의 룰을 형성하는 역할을 한다. 플랫폼 스폰서는 사용자 재산권의 권리를 보장하는 것과 기술을 개발시키는 역할을 수행하게 되며, 플랫폼 생태계의 상호관계를 조율하며, 혁신을 일으키는 동인역할을 하게 된다. 플랫폼 보완자는 플랫폼 제공자를 보완하는 역할을 하는 참여자로서, 플랫폼 제공자가 직접적으로 제공해주는 것 이외에 간접적으로 사용자에게 서비스나 간접적 가치들을 제공해준다. 플랫폼 사용자는 앞서 제시된 공급부분과 상호작용하는 주요 고객층이 되며 최종수요자가 되는 경우가 대부분이며 시장의 제품가치와 최종수요의 도달목표를 결정하는 주된 주체이다. 실제 플랫폼 내 혁신주체들은 정부, 대학, 공공기관, 기업, 소비자 대표기관이나 협회 등으로 구성될 수 있다.

1) 플랫폼은 핵심가치를 담고 있는 일정한 구성요소들의 집합이며, 수요자와 공급자를 연결하고 기술적 시스템의 서브시스템을 구성하는 것으로 보고 있다 (Boudreau, 2010; Eisenmann, 2007; Cusumano & Gawer, 2002). 본 연구에서 다루고자 하는 것은 전기자동차 산업에 적용할 수 있는 산업차원의 플랫폼이다. 이와 관련해서 Kley 등(2011)은 전통적 자동차 산업 및 새로운 이해관계자(배터리 제조사, 전력공급사, 서비스 제공사 등)들을 통해 전기자동차의 전체론적인 관점에서의 비즈니스 모델을 이해하였고, San Roman(2011) 등도 PHEV 비즈니스 모델을 위해서 Infrastructure와 Agents, Commercial 관계를 제시하는 규제기반의 거시적인 충전모드 등을 제시하였다.

산업플랫폼 비즈니스 모델에서 작동하는 정책요소는 보조금, 조세정책, 인센티브, 규제 등으로 구성한다(정선양 외, 2013; Boudreau, 2010; Eisenmann, 2007, 2008). 특히, 산업플랫폼은 플랫폼 리더는 플랫폼의 ‘조정자(regulator)’로서의 역할을 해야 하는데, 플랫폼의 전략적 규정들을 통해 외부성의 범위, 복잡성, 불확실성, 비대칭적인 정보와 문제에 대한 비용을 최소화해야 한다.

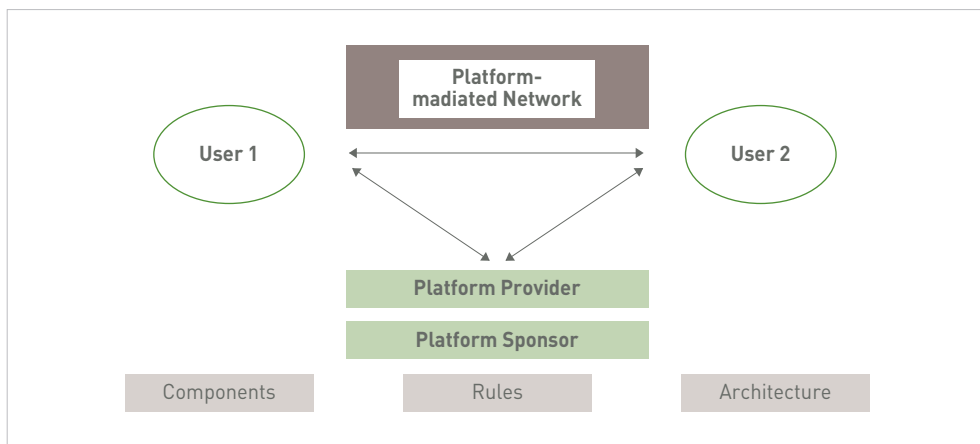


그림 8. 플랫폼 구조와 구성요소

산업플랫폼 비즈니스 모델(PBM)은 네 가지 특징을 가지고 있다. 다면시장, 상호작용, 네트워크 효과, 플랫폼 리더의 존재라는 특징이며 일반 비즈니스 모델에서 찾아볼 수 없는 특징들이라고 말할 수 있다(Boudreau, 2010; Boudreau 등 2009; Eisenmann, 2007; Evans & Schmalensee, 2007; Hagiu & Yoffie, 2009).

먼저, ‘다면시장’<sup>2)</sup>에서는 다면적 플랫폼(MSP: Multi-Sided Platform)이 존재하며 Boudreau 등(2009)은 접근과 상호작용에 영향을 미치는 조정자로서 다면적 플랫폼(MSP: Multi-Sided Platform)을 주장하였다. 다면적 시장에서 서로 다른 고객들을 연결시켜주는 상품, 서비스, 기술이라고 정의할 수 있다(Hagiu and Yoffie, 2009). 다면적 플랫폼에 대해서 일반 상품화 전략이 아닌 플랫폼 전략이 필요하며, 이를 실행시키기 위해 세 가지 경우의 수가 존재한다. 먼저, 현재 시장에 있는 다면적 플랫폼에 참여자가 될 것인지, 직접 다면적 플랫폼을 만들 것인지 고려해야 한다. 둘째, 제 3자가 도움이 되는 경우 이들을 포함시킬 것

인지 고려한다. 셋째, 협업이 결정되었다면 포함시켜야 할 것과 제외하는 부분을 구분하는 전략이 필요하다(Hagiu & Yoffie, 2009). 이러한 다면적 플랫폼은 고객과 플랫폼 보완자를 둘러싸고 있는 여러 그룹들 간의 상호작용을 가능하게 만드는 플랫폼으로 법적, 기술적, 정보적 혹은 가격 설정 등으로 이러한 상호관계를 조정하는 역할을 담당한다.

이러한 다면적 플랫폼은 고객과 플랫폼 보완자를 둘러싸고 있는 여러 그룹들 간의 상호작용을 가능하게 만드는 플랫폼으로 법적, 기술적, 정보적 혹은 가격 설정 등으로 이러한 상호관계를 조정하는 역할을 담당한다.

두 번째, '상호작용'은 플랫폼내 네트워크에서 작동하는 혁신주체간 활동으로 상호연결되는 네트워크 사용자(Network user)가 존재하며 이들 사이의 교점(Node)이 존재하는 것을 말한다. 네트워크 사용자는 네트워크 내에서 서로 상호작용하는 개개의 혁신주체들이다(Eisenmann, 2007). 네트워크 작동에 있어서 가장 크게 영향을 미치는 것은 사용자들간의 상호교류 정도 및 형태인데 매우 역동적인 성격을 가지고 있으며 정량적으로 측정하기 어려운 편이기 때문에 지표속성을 고려하자면 매우 불완전하고 결과예측이 쉽지 않다. 하지만 플랫폼 내 일정한 주체간의 활동이나 네트워크는 지속적인 관찰과 학습으로 그 불확실성을 줄여나갈 수 있으며, 일정한 특징을 찾아낼 수도 있다. 플랫폼에서의 상호작용은 다음의 두 가지로 그 특성이 설명할 수 있다. 첫째, 비즈니스를 형성하는 내외부 혁신주체들간의 상호작용은 불완전하며 동적인데, 이들이 서로 공급하고 소비하면서 상호의존관계를 가지게 되기 때문에 주체들간에 일어나는 상호작용의 반복적 학습을 통해서 그 불확실성을 줄여나갈 수 있다. 둘째, 네트워크 유저라고 불리는 교점은 다양한 참여자와 가치들이 결합되어 새로운 비즈니스의 기회가 발생하는 공간이 되며, 이를 통해서 보이지 않는 거래비용이 줄어들고 암묵적 지식들이 표면화될 수 있게 되는 효과적인 성과창출이 가능하다.

세 번째, '네트워크 효과'는 플랫폼의 특징을 가진 시장에서 서로 다른 고객 그룹들이 네트워크를 만들고 가치를 창출하면서 일정한 혁신효과가 나타나며, 성공적인 성과창출이 나타

2) 다면시장(Multi-sided markets): 두 개 이상의 시장을 타겟으로 하는 비즈니스 모델로, 산업조직론에 관련된 학자들은 최근에 플랫폼이 double-sided markets과 multi-sided markets 로 확장되어 볼 수 있다고 하며, 산업플랫폼과 멀티사이드 시장은 매우 유사한 특징을 가지고 있다고 언급하였다. 플랫폼의 연계로 간접 네트워크가 발생하는 것 등이 그러한 특징이다(Rochet & Tirole, 2003; Gawer, 2009; Boudreau 등, 2009).

나면 네트워크 효과 또는 눈덩이 효과를 낳는다고 언급하였다(Boudreau, 2010; Eisenmann, 2007, 2009). 플랫폼과 같은 혁신주체들이 모여진 네트워크에서는 정보의 흐름 및 공유가 매우 중요하며, 그 위치는 네트워크 내에서의 행위자에게 전략적 중요성과 영향력을 부여할 수 있게 된다. 이러한 특징들에서 나타나는 결속력은 네트워크 내의 활동자의 수, 집약도(Degree of Integration), 상호연계성(Mutual Connection), 연결고리(Link)에 따라 다르게 나타날 수 있다.

넷째, 플랫폼 내에서 존재하는 '플랫폼 리더'가 존재하며, 리더는 다면적 플랫폼에서의 전략적 플레이어는 다면적 플랫폼에 많은 영향을 끼치기 위해 기존의 시장에서의 리더처럼 독자적인 플랫폼을 구축하거나 예전에 이익을 가져가는 시장의 독점적 리더를 억제하는 방향의 개방된 다면적 플랫폼 시장을 구축한다(Hagiu & Yoffie, 2009). 그래서 플랫폼 리더는 공통의 이해관계를 가진 집단에서 더 강력한 효과를 나타내기도 한다. 플랫폼 리더는 해당 플랫폼을 활용하는 협조적 이해관계자들이 더 많은 가치를 창출할 수 있도록 하는 플랫폼 리더십이 요구된다. 이러한 플랫폼 리더십을 가지고 기업의 사업범주, 외부의 협조적 이해관계자와의 관계, 내부조직 등을 조정하는 역할을 한다(Cusumano & Gawer, 2002). 그래서 플랫폼 리더는 협조적 관계 및 경쟁의 균형을 조정하여 공생할 수 있는 환경을 창조할 수 있어야 한다. 플랫폼 제공자나 플랫폼 보완자가 리더십을 발휘하는 플랫폼 리더가 될 수도 있으며, 또 다른 제3자가 플랫폼 리더가 될 수도 있다. 그 역할과 기능을 가진 플랫폼 참여자 중 리더십을 가지고 플랫폼을 활용하여 앞서 제시한 플랫폼의 특성을 가장 잘 활용하여 경쟁력있는 성과 및 가치를 창출하는 참여자가 플랫폼 리더라고 할 수 있는 것이다(Boudreau, 2010; Cusumano & Gawer, 2002; Hagiu & Yoffie, 2009).

일반 시장에서 작동하는 정책적 요인으로는 인센티브, 금융보조, 특허와 같은 혁신에 대한 지원 등이 있으며, 이들은 시장을 창출하고, 혁신을 견인하여 경제적 성과를 창출하게 하는데 도움을 줄 수 있다. 특히 정부에서는 이러한 정책적 메커니즘을 산업을 활성화하기 위한 방안을 사용하며 시장의 참여자들의 참여정도를 조절하기도 한다(OECD, 2001).

산업플랫폼 비즈니스 모델에서 보고자 하는 정책적 요인은 보조금 및 조세정책, 규제 등이다(정선양, 2013). 플랫폼 시장에서는 보조금이 매우 효과적으로 작용하게 되는데, 이 보조금(R&D 및 인센티브 등)이라는 직접지원은 특정 전략산업의 육성을 위해 지급하는 것으로 볼 수 있다. 또한 조세정책 또한 효과적 작용수단 중 하나인데, 조세정책은 세금을 면제하는 경우와 세금을 감면하는 경우로 나눌 수 있다. 조세지출 정책 또한 시장에 미치는 영향이 더 커지고 있기 때문에 보조금 등의 직접적 지원보다 갈수록 관심이 증가하고 있다(OECD, 2008).

플랫폼 내 참여자들 사이의 비대칭적이 구조는 규제를 통해서 조율될 수 있으며, 무엇보다 신산업같은 경우에 정부정책을 새롭게 도입할 경우에는 가격 및 판매 등에 있어서 규제를 사용하여 시장을 정책적으로 디자인하고, 네트워크를 조절하는 시도를 더욱 적극적으로 하게 된다(Boudreau 등, 2009; San Roman 등, 2011). 이러한 상황속에서 플랫폼에서는 거래비용을 최소화하며 내외부적으로 구성원들의 이익을 하는 것이 중요하다고 할 수 있다 (Evans & Schmalensee, 2007).

Cooke(2012)은 혁신주체들의 상호작용이 일어나도록 거버너스를 구축하는 클러스터 개념의 한계성을 뒷받침해주는 개념으로 플랫폼 정책개념에 대해 제시하였다. 그는 플랫폼개념을 산업차원에서 정책적으로 적용한다면 서로 다른 같거나 다른 산업끼리의 상호작용이 있을 때 기업이 차별성을 높이고, 아이디어의 상호교류(cross-fertilization)를 촉진시키는 데 효과적일 것이라고 주장하였다. 혁신클러스터의 경쟁력의 원천은 해당 공간, 또는 지역내에서 활발한 네트워크가 이루어져 혁신적인 아이디어가 상업화까지 이어져 선순환구조의 창조적 생태계가 이루어지는 데에서 나온다.

# III. 연구모형 및 방법론

## 1. 모형설계

### 1.1. 정책 프레임워크에 대한 논의

정책 프레임워크는 평가와 분석을 염두에 두고 만들어지게 되며, 조직에 실제 적용하는 것을 염두에 두어야 한다. 기존의 분석방법과 비교하여 통합적인 정책의 프레임워크를 세운다는 것은 새로운 정책설정에 목표를 두고 새로운 평가와 진보된 방법론을 사용하기 위한 발판으로 생각할 수 있다. 혁신정책간 상호작용을 포함한 정책의 통합은 정책의 학습과 수정을 진행과정의 당연한 요소로 생각해볼 수 있다. 본 연구에서 진행하고자 하는 융합R&D 정책 프레임워크 설계는 앞서 제시한 바와 같이 정책수단의 중복과 보완을 인정하면서 새롭게 추구하고자 하는 융합정책에 대한 더 깊은 고찰을 하고자 하는 목적에 의해 수행된다.

앞서 제시한 융합R&D사업의 속성과 본 연구에서 적용하고자하는 산업플랫폼을 통합하여 거시적, 미시적 차원의 지표를 도출해야 하는데, Tidd(2005)는 이러한 네트워킹과 중개 및 기업간 협동 등을 위해 국가적 시스템 환경(position)과 기술중심 패스(path)도 효과적 실행 매커니즘을 가지고 활용되어야 한다는 ‘동적역량(Dynamic Capability)’을 강조하였다. 또한 앞서 Cooke(2012)도 혁신클러스터를 활성화하기 위한 요소로 ‘동적역량(Dynamic Capability)’인데, 동적역량 중에서도 프로세스(process) 부분을 특히 중요한 요소로 꼽는다.

이러한 프로세스에서는 시스템적 문제해결과 명확한 의사결정 프레임워크를 가지고 혁신이 이루어져야 한다. 또한 본 연구에서 다루고자 하는 전기자동차 산업에서는 기존의 내연기관기반 자동차 산업과는 달리 배터리, 전기에너지 기반 인프라 구축, 에너지 시스템 및 서비스 등의 요소들이 포함되어 두 개 이상이 산업이 연관되어 시장의 혁신이 일어나게 되고, 이에 따라 관련 산업의 가치사슬 및 비즈니스 모델이 재구성될 수 있다(Kley 등 2011). 그래서 다면시장에 대한 이해와 적용이 필요하며, 멀티사이드 시장을 이해할 수 있는 플랫폼이라는 특징을 고려해야 한다고 볼 수 있다.

Geels(2004)는 정책에 있어서 다층적 접근모델을 강조하면서 거시환경변화를 통해 나타난 기회를 효과적으로 활용할 수 있는 시스템에서 논의하였다. 아래의 <그림 9>과 같이 거시적 환경의 요소가 새로운 정책기회의 공간을 만들게 되며, 틈새시장이나 새로운 시장을 창출하는데 중요한 역할을 할 수 있다.

이러한 개념을 가장 적합하게 표현할 수 있는 것이 '동적역량'의 구축이라고 할 수 있다. 동적 역량은 지역의 자원을 확인하고 네트워크 역량, 리더십 역량 등을 통해 혁신주체가 가지고 있는 자원기반의 조건에서 사회제도적인 영역을 긍정적으로 확장시킬 수 있다.

자료: Geels(2004)

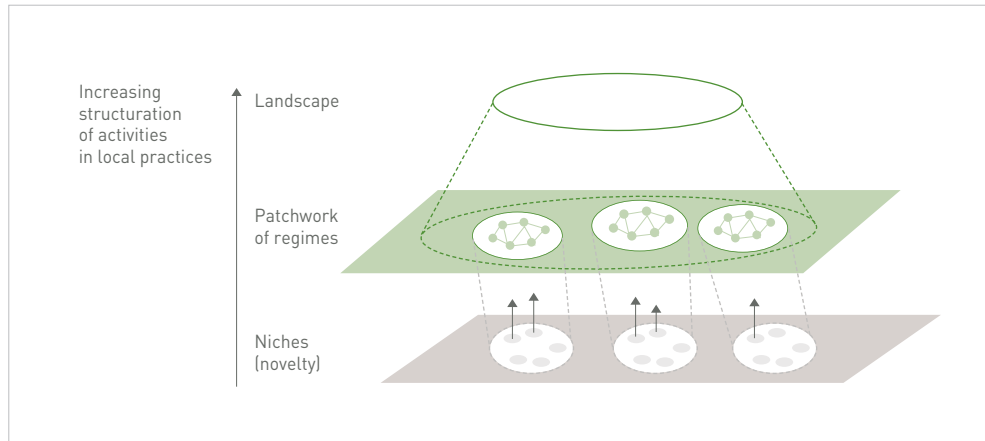


그림 9. 다층적 관점

이에 관해 Tidd (2005)등은 이러한 개방적이고 불확실한 환경에서 이러한 기술을 개발 및 관리하고 사업화 및 경영하는 것은 매우 어렵기 때문에 혁신의 프로세스화가 중요하다고 제시하였다. 그는 혁신에 있어서 성공은 두 가지의 주요한 구성요소(성분)에 달려있는데, 그것은 기술적인 자원(사람, 장비, 지식, 자금)과 그들을 경영(관리)하는 조직 내의 역량이라고 주장하였다. 또한 Teece(2005)는 기술이 중요하지만 보완자산과 시장정보의 중요성, 기회를 알아차리고 포착하는 동적능력 등이 중요하다고 주장하였다. 모든 기업간의 제휴가 성공하기 위해서는 참여 기업이 상호 보완적 자산(complementary assets)을 보유하여야 한다. 즉 참여 기업이 공헌할 수 있는 분야와 타 기업으로부터 획득할 수 있는 자산에 대한 명확한 이해가 선행되어야 할 것이다.

Pisano(1994) 및 Tidd(2005) 등의 연구에서는 급변하는 환경에 따라 기업의 학습능력을

바탕으로 하는 전략적 대응이 필요하다는 ‘동적역량(dynamic capability)’ 개념에 바탕을 둔다. 특히 이들은 ‘기술’이라는 핵심역량을 기반으로 조직의 역량을 통합적 관점에서 육성, 활용하여야 한다는 점을 강조한다. 이는 통합적 관점의 기술경영이 필요함을 나타내 주는 것이며, 이를 성공시키기 위해서는 많은 자원을 투입하는 기술에 대한 목적 지향적 경영인 ‘전략적 기술경영’이 필요하고, 이는 기업의 경쟁우위와 부의 창출의 핵심기법이 되고 있다(정선양, 2011).

특히 Pisano & Teece(1994)는 이러한 전략적 기술경영을 구체화하는데 있어서 역동적 변화와 학습을 강조하면서 혁신을 위한 국가적 시스템 환경(position)과 기술중심 패스(path), 그리고 조직적인 프로세스(process)이 필요하다고 강조하였다. 이는 기존의 poter가 강조한 전략경영의 한계를 넘어서기 위해서 이러한 과학기술 중심의 제도적인 측면과 기술의 특성 및 역량, 학습, 그리고 기술과 조직적 공진화 등의 개념이 들어가야 한다는 것이다. 본 연구에서는 앞서 언급한 행위주체들 간의 공간적 접근(spatial proximity)에 대한 개념적인 필요성을 인지해 이러한 ‘전략적 기술경영’의 요소를 도입하여 융합R&D사업화에 대한 정책 적용을 새롭게 시도하고자 한다.

먼저, 국가적 시스템 환경(position)에서는 거시환경 중심으로 혁신시스템 환경을 살펴본다. 특히, 정치·경제적환경, 기술·인프라 환경, 제도적 환경을 살펴본다. 그리고 기술중심 패스(path)에서는 축적된 핵심역량 및 기술기반 역량, 기술적 기회 등이 해당된다. 여기에서는 주요 혁신주체들에 대해서 설명한다. 특히 지역차원에서의 핵심적 기술 및 인프라를 구성하는 대학 및 연구소, 기업에 대해서 언급한다. 그리고 조직적인 프로세스(process)에서는 전략적 학습 및 조직구성원들의 움직임과 경계 등에 대해서 의논한다. 특히, 이 프로세스의 내용을 산업플랫폼 관점에서 분석하여 혁신 클러스터를 역동성있게 만드는 산업플랫폼 중심의 주체들 구성과 내용, 그리고 이를 둘러싸는 혁신생태계에서 나타나는 현상을 사례를 통해 살펴볼 수 있을 것이다. 더불어 산업내 일어나는 기업과 지역(도시)에 대한 상호작용 및 유형, 무형지식자원 및 자산의 축적과 교류가 일어나는 형태도 포함될 수 있다. <표 12>은 이러한 세 가지 역동적 역량의 구성요소를 통해 혁신클러스터를 활성화시키는 실제 연구프레임워크 개념을 제시한 것이다.



참조: Cimoli and Giusta (1998)

	개념	분석의 초점
국가차원(mega) : position	·국가 차원의 산업군 간, 제도간, 경제주체 간의 네트워크	·국가 고유의 기술 및 제도 ·국가산업 전체의 특화패턴 ·거시경제환경과 경제성
산업 및 지역차원(meso) : path	·특정 산업 내 제품개발을 위한 기업 및 지원기관의 네트워크 ·지역의 경계 내에서 특정한 제도적 집합, 혁신역량, 산업과의 교류 등	·특정 산업 및 지역의 고유기술과 제도 ·특정 산업 및 지역의 특화패턴, 혁신역량 및 지식확산 ·특정 산업 및 지식의 SWOT분석 및 벤치마킹
기업 차원(micro) : process	·핵심기업을 둘러싼 특화된 부품공급업체 간 네트워크 ·특정 산업단지와 유관기관 간 네트워크	·특정 지역에서 전개되는 기업활동의 상호작용, 협력, 경쟁파악 ·기업내부의 기술 및 혁신역량 등가치체계상 부족한 연결고리의 탐색 및 시정

표 12. 역동적 역량구축을 위한 연구프레임워크 개념

## 1.2. 정책모형 설계

본 연구는 앞서 제시한 바와 같이 산업플랫폼 개념의 접근방식으로 융합R&D사업화에 대한 프레임워크 및 지표를 개발하는 것이 연구의 목적이다. 기술이 융합되는 과정과 그것을 둘러싸고 있는 정책과 제도의 융합은 또 다른 이슈이다. 현재는 융합기술 자체가 초점이 되어 융합기술기반 과제들이 부각되고 있지만 융합정책은 기술, 사회, 제도를 포함한 거시적인 관점의 융합정책으로서의 접근 또한 중요하다. 이러한 융합정책을 실행하기 위한 계량적 접근과 프레임워크에 대한 연구는 활발히 이루어지지 않은 편이다. 아래와 같이 융합 R&D사업화는 요소기술에서부터 융합기술, 융합과제, 융합기능, 융합제품, 융합혁신시스템의 요소들이 필요할 것이다.

요소기술:  $T_1, T_2, T_3, T_4, \dots, T_N$   
 융합기술:  $C_1, C_2, C_3, C_4, \dots, C_N$   
 융합과제:  $P_1, P_2, P_3, P_4, \dots, P_N$   
 융합기능(인력 및 시스템):  $F_1, F_2, F_3, F_4, \dots, F_N$   
 융합제품(신제품):  $N_1, N_2, N_3, N_4, \dots, N_N$   
 융합혁신시스템:  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ ,

이러한 기반요소들을 중심으로 융합R&D사업에 대한 타당성 및 시장창출을 새롭게 기획할 수 있으며, <그림 10>과 같이 혁신측정을 위한 구조적 큰 틀을 가지고 지표를 적용해나가도록 한다. 혁신측정과 정책을 위한 투입(Inputs)의 대표적인 지표들로는 R&D 지출, 시장조사 지출, 교육개발 투자, 숙련된 과학자와 엔지니어의 인원 비율, 본격적 혁신활동 대비 open-ended 또는 blue-sky 탐색, 채용된 종업원들의 다양한 배경 등이 있을 수 있다.

자료: Tidd, J. and Bessant, J. (2013)

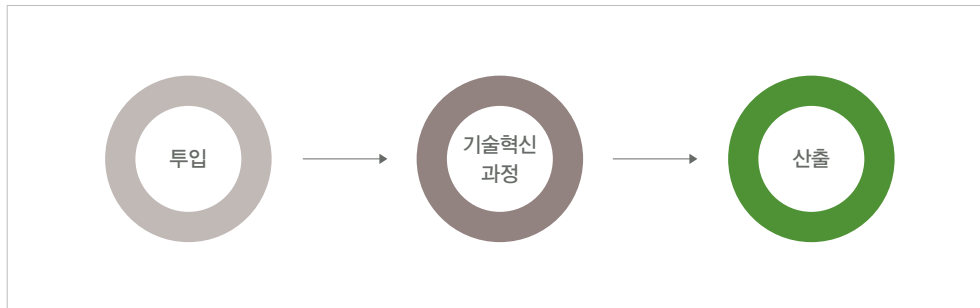


그림 10. 혁신 측정을 위한 구조적 틀

또한 산출(Outputs)의 대표적인 지표들로는 특허권 개수/영역, 과학논문수, 신제품 수, 신제품의 판매/이익 비중, 고객만족도, 품질개선도, 혁신의 직/간접적 이득(매출 성장, 시장 점유율, 수익성 개선도, 고부가가치 등) 등이 있을 수 있다.

이들 투입변수와 산출변수에 이어 혁신과정(Innovation Process) 그 자체로서 혁신프로세스와 특정한 요소들의 내부작용의 특정한 수치들을 고려할 수 있다. 예를 들어, 혁신시스템 시작 시 제안된 새로운 아이디어 제안 수와 실패율, 제품개발 프로세스, 제품개발 시간

과 예산을 초과하는 금액/비율, 평균 리드 타임, 인당 제안수, 문제해결팀 수, 근로자당 비용 절감, 총누적 비용 절감 등이 있다.

더불어 앞서 이론적 배경에서 제시한 바와 같이 기존의 R&D사업에서 제대로 다루지 못한 거시적 환경지표나 사업타당성 평가지표 등도 융합R&D사업화의 중요한 지표로 다룰 수 있어야 한다. 전략적 환경지표로는 경제, 정치, 환경, 기술적 데이터가 있으며, 융합R&D의 기술적 부분 지표는 기술융합, 특허, 논문 등의 본원적 데이터가 있을 수 있다. 또한 사업타당성 평가지표로는 사업의 매력도로써 시장규모, 성장성, 경쟁력, 리스트분산도, 사업재구축 가능성, 사회적 우위성 등이 있고, 적합도로써 자금력, 마케팅력, 제조력, 기술력, 원자재 확보능력, 경영지원 등이 존재한다.

본 연구에서는 <그림 11>과 같이 다음과 같은 기존의 혁신지표에서 제시되지 못하고 있는 융합R&D사업을 활성화시킬 수 있는 혁신지표를 새롭게 구상하고 프레임워크를 설계하도록 한다.

참조: Cimoli and Giusta (1998)

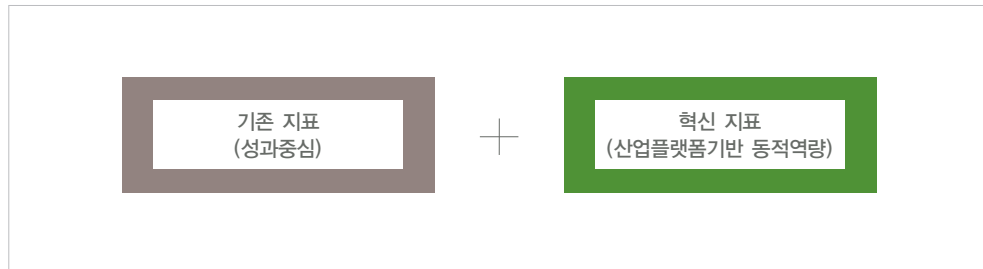


그림 11. 융합R&D사업화를 위한 혁신지표 설계

혁신과정 그 자체가 구성되고 관리되는 방식을 산업플랫폼의 이론적 프레임워크를 활용하여 역동적 제도적인 요인을 포함한 새로운 모형이 필요하다. 동적역량에 따른 지표체계 재구축하려면 아래와 같이 프레임워크를 구성하고 해당되는 지표를 찾아야 한다.

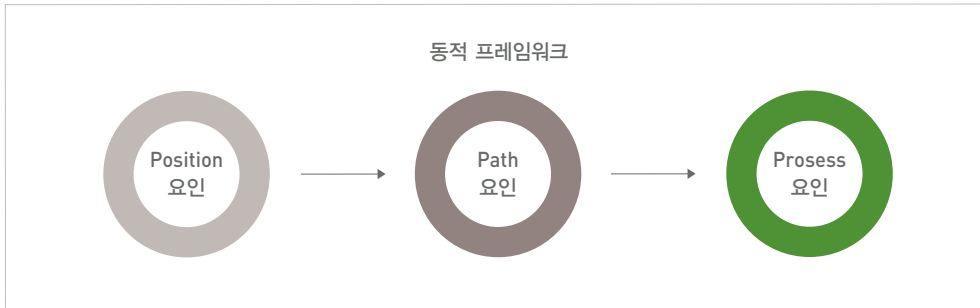


그림 12. 융합R&D사업화를 위한 동적 프레임워크

이러한 큰 틀을 가지고 본 연구에서는 산업플랫폼의 혁신프로세스를 기반으로 융합R&D사업을 위한 새로운 지표구성을 하려고 한다. 이를 위해서 앞서 이론적 배경에서 제시한 산업 플랫폼에 들어가는 요소들을 정책 프레임워크 설계에 적용할 수 있도록 계량적으로 확인해 보고자 한다. 앞서 살펴본 바와 같이, 플랫폼은 <그림 13>과 같이 구성된다.

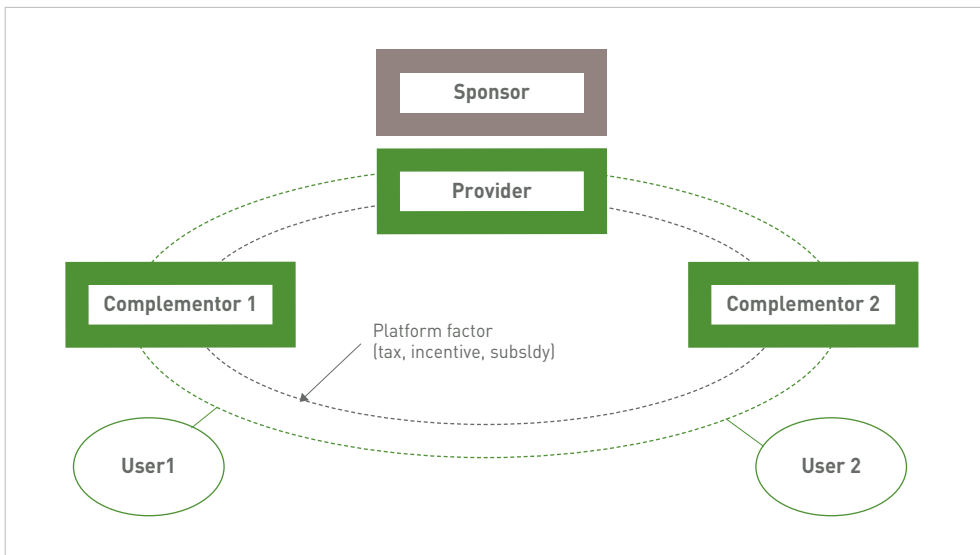


그림 13. 플랫폼 구조

플랫폼 내에 존재하는 국가적 시스템 환경(position)과 기술중심 패스(path), 그리고 조직적인 프로세스(process)는 아래의 계량식대로 구성될 수 있겠다.

$$p \in P = o, n \quad (1)$$

p= o is optimal profit, and p= n is non optimal profit

$$S^Y = \sum_{i \in n} \alpha_i^p \quad (2)$$

산업플랫폼상 서로 다른 수익을 가지고 있다고 하는 가정 하에, 각 혁신주체  $k \in N$ 가 최적의 수익  $p \in P$ 로 형성된다고 보면, 혁신주체들의 수익의 총합은 S가 된다. 그런데,  $\alpha$ 는 플랫폼 제공자, 플랫폼 보완자, 플랫폼 스폰서, 플랫폼 수요자로 구성된다.  $\beta$ 는 혁신주체의 정보전달률로써,

$$\alpha = \beta \{ \alpha_p + \alpha_c + \alpha_s + \alpha_u \} \quad (3)$$

기술중심 패스(path)에서 기술역량은 융합기술, 융합R&D 집중도 (전체 R&D대비 융합R&D)으로 계량할 수 있으며, 예산, 자본 등도 R&D사업에 따라 포함될 수 있다.

산업플랫폼의 작동요인은 규제, 보조금, 인센티브으로 볼 수 있으며, 제도들과 혁신주체들의 유량변수들은 조직적인 프로세스(process)를 측정해볼 수 있을 것이다. 이외에도 사업성이나 시장성을 평가할 때 쓰이는 시장규모, 생산성, 산업구조를 추가적 변수로 볼 수 있을 것이다. 산업구조는 일반적으로 제조업, 서비스업, 1~3차 산업비중, IT, 비IT비중으로 나뉘지만 해당 산업플랫폼에서 측정하고자 하는 목표에 따라서 필요한 지표를 사용한다. 이 밖에도 수익, 수평구조를 알아보는 독점, 과점, 집중지수, 기업결합 등의 지표를 사용할 수 있다. 이는 미시적 차원에서 기업차원이 분석을 할 때 용이하다. 또한 혁신주체는 정부, 소비자, 제조사, 보완자 등은 전기자동차 산업의 경우를 예로 살펴보면, 제조사는 차량개수, 차량가격, 배터리 가격 등으로 정량화할 수 있고, 에너지 공급사는 전력수요량, 전력거래량, 에너지 가격 등으로, 소비자는 유가, 물가, 전기가격, 보완자는 서비스 및 ICT, 교통량 등으로 측정할 수 있을 것이다. 콥 더글라스 함수를 응용하여 위의 요소들을 수식화하여 측정할 수 있을 것이다.

$$Y = A_z (T)^\alpha (I)^\beta$$

$$Y_2 = A_z (T)^\alpha (I)^\beta (S)^\gamma$$

$$Y_3 = A_z (T)^\alpha (I)^\beta (S)^\gamma + v \quad (4)$$

※ T는 기술역량, I는 제도, S는 혁신주체들의 유량

I(제도)의 경우에는 혁신주체가 최소값 혹은 최대값을 가지는 범위 내에서 변수의 유량범위를 측정해볼 수 있을 것이다.

$$I = \{ i_1, i_2, i_3 \}$$

$$\overline{x_{k,i_k}} = [ x_{k,i_k}^p, x_{k,i_k}^n ]$$

$$I_{k,i_k} \leq x_{k,i_k}^p + x_{k,i_k}^n \text{ and } I_{k,i_k}^p \leq x_{k,i_k}^p \quad (5)$$

국가적 시스템 환경(position)으로는 글로벌 지수로 유가, 경기변동지수 등을 살펴볼 수 있고, CO2 배출이나 국가의 정책목표 및 국가R&D예산 등으로 측정해볼 수도 있다. 통제변수는 물가, 소비자지수, 환율 등이 추가로 수식에 포함될 수 있을 것이다.

본 연구는 이러한 계량식을 참조로 하여, 정책 프레임워크를 설계하여 추후 지표개발과 정책 시뮬레이션 등을 시행해볼 수 있다. 하지만 본 연구는 이러한 연구설계를 기반으로 하여 지표개발을 시행하고자 한다.

## 2. 지표개발

### 2.1. 융합R&D사업화 지표구성

본 연구에서는 앞서 살펴본 정책모형을 바탕으로 실제 지표를 구성해보고자 한다. 융합R&D 사업화를 위한 평가항목은 정책역량으로써 정책목표 및 필요성, 기술성, 연구역량, 경제성, 산업플랫폼 역량, 사업성, 환경요소 등을 공통된 평가항목으로 삼고자 한다. <표 13>과 같이 이들 지표는 기존에 사용하던 평가항목과 새롭게 제세하고자 하는 융합지표로 구성해볼 수 있다. 각 지표들은 산업과 비즈니스 차원에서 평가수준을 나누어 볼 수 있고, 정량적 지표와 정성적 지표로 구분할 수 있다. 평가항목의 주안점과 세부항목 역시 상이하게 설정할 수 있을 것이다. 정책목표 및 필요성은 목표의 도전성 및 창의성과, 연구방법 및 추진전략의 창의성·독창성 등을 평가하는 항목으로, 기술성은 해당 연구를 통해 확보하고자 하는 기술의 혁신성과 차별성 등에 해당하는 항목으로 볼 수 있다. 연구 및 인력역량은 연구총괄책임자, 연구조직 등 연구를 수행하기 위해 필요한 기본적인 역량을 평가하는 항목이고, 사업성과 경제성은 기존에 평가하던 예비타당성 항목으로 상용화의 관점의 지표라고 할 수 있다.

	기존 지표	+ 융합지표 (혁신지표)	평가수준		determinant 특성	
			Industry	Business	정량적	정성적
기술성	·기술개발의 적절성/중복성/ 우수성/혁신성 등 ·특허, 논문 등(지재권 특허등록가능여부 등)	·융합R&D 집중도 ·융합특허에 대한 우위성, 확장성 ·융합적 접근성	●	●	△	○
경제성	·비용편익분석	·정부예산의 효율성, 집중도	●	◎	○	△
정책역량	·정책의 일관성/추진의지 ·이해관계자 위험 ·목표설정과 전략의 적정성/구체성/정량성	·문제해결성 ·융합적 접근 및 시스템적 타당성	◎	◎	△	○
산업플랫폼 역량	-	·산업플랫폼 경쟁력	◎	●	○	△
연구 및 인력 역량	·연구팀과 리더의 우수성/전문성 ·연구장비 및 시설·인프라 보유 및 활용계획	·학제간 연구건수 ·융합과제 공동 프로젝트 건수 ·융합R&D 인력수	◎	◎	-	○
사업성	·경제적 가치(매출 및 수익발생, 수입대체 및 수출효과 등) ·실현가능성/투자대비 효과성 ·사업화 시나리오 ·재무적 위험성/ 재원조달 가능성 ·기술이전 가능성	·신시장규모 및 성장성 ·융합R&D기반 여부	◎	●	○	△
환경	·법적 위험/정치적 위험	·사회문화적 위험 및 파급효과	◎	◎	-	○

표 13. 융합 R&D사업화의 지표(기존지표와 융합지표)

○ : 해당 지표내용이 대부분 적용될 때  
△ : 해당 지표내용이 일부분만 적용될 때

● : 해당 지표내용이 평가수준을 충분히 포함할 때  
◎ : 해당 지표내용이 평가수준을 일부분 포함할 때

자료: 남영호 외(2015), 이광호 외(2015)

## 2.2. 융합R&D사업화 지표에 대한 측정변수

아래의 <표 14>는 기존의 R&D사업의 지표와 새롭게 적용해야 하는 융합R&D의 지표를 통합하여 본 연구의 목적에 맞는 변수위주로 요약한 표이다. 기존의 지표들이 다 포함되지 않았지만 융합R&D사업에 있어서 꼭 필요한 지표위주로 설계한 내용이다. 측정변수 내 실제 상세지표들이 있으며, 이를 5점척도로 계량화하는 방법을 구상하였다.

구분	측정변수 (기존변수 + 융합변수)	No/ Low	Yes/ High	Rating 5				
<b>Position</b>				1	2	3	4	5
정책역량	·성장동력 창출, 산업경쟁력 강화, 일자리 창출, 삶의 질 향상, 환경 문제해결, 안전안심확보 등의 효과							
	·상위계획과의 일치성							
	·정책목표 및 과정의 융합적 접근 및 시스템적 타당성							
경제성	·(투입대비 성과) 투입된 예산에 맞는 경제적 효과가 기대되는가							
	·(기술료 수입) 글로벌 사업화를 위한 기술라이선싱 로열티 수입이 충분히 기대되는가							
	·비용편익추정이 긍정적인가							
사업성	·민감도 정도는 긍정적인가							
	·시장출시 시점과 시장출시 후 5년간의 매출전망치, 로열티 수입 추정액 등을 고려할 때, 사업성이 충분한가							
	·기술과 시장타겟이 어느 정도 정해졌는가							
	·융합R&D기반 신산업 창출 가능성							
	·융합R&D기반 틈새시장 및 제품/기술 경쟁력이 있는가							
<b>Path</b>				1	2	3	4	5
기술성	·기술보호가 적절히 이루어질 수 있는가							
	·기술표준으로 경쟁우위가 가능한가							
	·융합기술이 지재권화되는가							
	·융합기술의 혁신성/우수성							
연구역량 및 인력 역량	·융합R&D의 집중도(융합R&D예산/전체 R&D예산)							
	·학제간 융합연구가 가능한 팀인가							
	·융합R&D사업화에 적절한 경험이 있는가							
	·융합과제 프로젝트							
인프라	·융합R&D사업을 위한 국제 협력인프라가 있는가							
	·연구를 위한 충분한 예산지원이 되는가							
	·융합R&D사업을 위한 공동인프라 활용이 준비되었는가(장비, 시설)							
	·융합R&D인프라를 위한 투자계획이 있는가							
	·ICT인프라가 R&D활성화를 도울 수 있는가							



Process		1	2	3	4	5
산업플랫폼 I	·기업들은 산업플랫폼 내 다른 기업이 성공했을 때 비 간접적으로 이익을 얻는가					
	·산학연 융합이 발생하였는가					
	·다면시장이 존재하는가(개수에 따라 점수화)					
	·플랫폼내 정보량이 증가하는가					
	·집중도- 시장우위지수가 증가하는가					
	·밀도-연결수 (업체수에 따른 네트워크 효과)가 존재하는가					
	·플랫폼 리더가 존재하며 플랫폼을 주도하고 있는가					
	·플랫폼 제공자가 존재하며, HW(1점), SW(2점), HW+SW(3점 이상)의 경쟁력을 가지고 있는가					
	·플랫폼 보완자가 존재하며, 협력업체 역할을 할 수 있는가					
	·플랫폼 스폰서가 존재하며 투자자 역할을 할 수 있는가					
산업플랫폼 II	·플랫폼 내 경쟁정도					
	·산업플랫폼 작동요인 정책이 존재하는가					
	·산업플랫폼 내 규제수준은 원활히 작동되는가					
	·산업플랫폼 내 인센티브 수준은 원활히 작동되는가					
	·산업플랫폼 내 보조금 수준은 원활히 작동되는가					
	·산업플랫폼 내 규제, 보조금, 인센티브는 서로 보완작용이 되는가					

표 14. 융합R&D사업화를 위한 세부지표와 측정방법

이러한 융합R&D는 국가적 시스템 환경(position)과 기술중심 패스(path), 그리고 조직적인 프로세스(process)로 단계적 구성을 할 수 있으며, 아래의 <표 15>와 같이 정책역량, 경제성, 사업성에서 기술성과 인력/연구역량, 산업플랫폼 역량을 동적으로 살펴볼 수 있을 것이다. 또한 각 지표들은 단기 혹은 중단기 정책으로 볼 수 있고 결과 모니터링을 지표의 성격에 맞게 적용할 수 있을 것이다.

구분	Position	Path	Process	결과 모니터링	
				단기	중장기
정책역량				◎	●
경제성				●	△
사업성				●	◎
기술성				◎	●
연구 및 인력 역량				●	◎
산업플랫폼 역량 I				●	◎
산업플랫폼 역량 II				●	●

표 15. 융합R&D목표-지표의 단계상 위치

●: 해당 지표가 대부분 적용될 때 ◎: 해당 지표가 일부분 적용될 때 △: 해당 지표가 대부분 적용되지 않을 때

## IV. 실증분석

### 1. 전기자동차 산업개요

#### 1.1. 산업현황 및 국내외 정책현황

전기자동차는 기존 엔진과 석유중심의 생태계에서 전기중심의 생태계로 변화하는 산업혁명의 선상에서 이루어지는 미래전략산업의 중요한 핵심요소 중 하나이다. 본 연구에서는 융합R&D사업화의 사례대상으로 그린카 중에서도 차세대산업으로 가장 주목받고 있는 전기자동차를 중심으로 살펴보고자 한다. 전기자동차는 현재 스마트카 산업을 거쳐서 10년 내 국가의 전략적 산업으로 준비해야 할 중요한 이슈이다. 전기자동차 산업분야는 융합기술 및 융합R&D가 매우 중요한 역할을 하며, 전기 및 에너지 산업 등 대형산업 등까지 융복합되는 거대한 산업분야라고 할 수 있다.

전기자동차 산업이 전개되면 배터리, 모터, 충전 인프라, 에너지 및 전기인프라 등 새로운 산업들이 복합적으로 필요하게 되지만 소프트웨어 및 스마트 기기 등 더불어 발전하게 되는 정보통신산업 또한 존재한다. 자동차산업의 패러다임이 변화되면서 생태계의 큰 변화가 일어나게 되며 사업모델과 정책방향, 수익창출 구조 등도 급변할 수 있다. 우리나라는 자동차산업이 국가경쟁력에 큰 비중을 차지하고 있어 적극적으로 대응할 필요가 있다.

선진국들은 자동차산업과 ICT산업을 제조업경쟁력을 다시 제고시키면서 신산업을 동시에 육성하려는 전략을 펴고 있다. 현재 미국의 경우, 자동차산업의 경쟁력 회복을 위해서 ICT 업체들이 일조하고 있으며 이러한 흐름이 전기자동차 산업을 견인하는 새로운 동력이 되고 있다. 일본의 자동차산업은 전자산업의 부활을 견인하고 있으며, 과학기술의 역량을 가지고 차세대 산업을 선점하려고 하고 있다.

특히 전기자동차 산업은 기존의 자동차산업의 이해관계자의 단편적인 관계분석차원에서 다면시장을 기반으로 하는 플랫폼차원의 분석으로 전환적 시각이 필요하다. 그래서 본 논문은 기존의 비즈니스 모델차원의 분석에서 나아가 산업차원의 플랫폼<sup>3)</sup>구축을 위한 정책적 프레임워크를 선진국의 정책의 점검을 통해 적용가능성을 알아보려고 한다.



그림 14. 내연기관 자동차 산업과 전기자동차 산업의 가치사슬 비교

앞서 제시한 바와 같이 전기자동차라는 친환경자동차의 개념이 포함되는 비즈니스 모델을 전통적인 자동차 산업의 선형적인 구조로 설명하기에는 한계가 있으며, 기존의 수직통합형의 가치사슬을 유지하고 있는 산업체제에서 친환경 기반 다면적 시장을 설명할 수 있는 플랫폼 비즈니스 모델을 도입하는 것이 적절하다.

본 연구에서는 앞으로 그린카 시장의 가장 핵심적인 역할을 할 것으로 보여지는 전기자동차를 중심으로 전기자동차 산업을 중심으로 융합R&D사업화의 사례분석을 실시한다. 특히 산업플랫폼 모델을 활용하여 정책 및 사업화에 있어서 필요한 동적역량중심의 프레임워크와 지표적용을 통해서 실질적인 해당산업의 정책기획과 정책전략에 발판을 마련하고자 한다.

전기자동차는 전지 및 에너지 시스템의 중요성이 확대되고, 충전인프라를 포함하는 에너지 산업 부문의 가치사슬이 포함되기 때문에 시스템으로서의 비즈니스 모델을 개발하는 것이

3) 플랫폼은 핵심가치를 담고 있는 일정한 구성요소들의 집합이며, 수요자와 공급자를 연결하고 기술적 시스템의 서브시스템을 구성하는 것으로 보고 있다 (Boudreau, 2010; Eisenmann, 2007; Cusumano & Gawer, 2002). 본 연구에서 다루고자 하는 것은 전기자동차 산업에 적용할 수 있는 산업차원의 플랫폼이다. 이와 관련해서 Kley 등(2011)은 전통적 자동차 산업 및 새로운 이해관계자(배터리 제조사, 전력공급사, 서비스 제공사 등)들을 통해 전기자동차의 전체론적인 관점에서의 비즈니스 모델을 이해하였고, San Roman(2011) 등도 PHEV 비즈니스 모델을 위해서 Infrastructure와 Agents, Commercial 관계를 제시하는 규제기반의 거시적인 충전모드 등을 제시하였다. IBM(2010)은 에너지기반 신산업체제로 전환되면서 산업의 가치사슬이 확장되며, 특히 플랫폼 기반의 구도가 생겨나게 되며, 이는 새로운 생태계로 전환된다고 하였고, 이러한 차원에서 플랫폼 제공자와 수요자, 부품제공자, 에너지공급사 등 새로운 플레이어 등을 제시하였다.

중요하기 때문에 해당 비즈니스를 둘러싸고 있는 작용요소 및 주체들에 대한 변화 또한 R&D사업기획에 있어서 중요한 요소로 작용할 수 있다. 이러한 변화속에서 자동차 업계에서는 기존의 수익구조의 개념에서 벗어나 새로운 산업의 가치사슬을 통해 다각적인 수익확보가 전개될 수 있다. 자동차산업 내 기업 간의 관계들은 완성차 업체를 중심으로 한 수직적 구조에서 거래 관계의 개방도가 더욱 높아지게 되는 수평적 구조로 점차 전환될 것으로 보인다. 특히 향후 부품 공급자와의 거래는 자회사 거래, 협력사 거래 중심의 수직적 구조에서 병렬적 협력사 거래, 시장 거래 중심으로 변화 것으로 보이며, 제한된 협력사 중심의 고착된 구조에서 다양한 플레이어의 등장 및 퇴출이 활발해지는 구조가 형성될 전망이다.

또한 미래에는 자동차에 IT와 친환경기술이 결합된 Eco-Driving, Eco-Telematics 시장이 확대될 것으로 보인다. 따라서 정부와 기업은 이러한 인프라에 선제적 투자와 국민의 인식 전환이 필요할 것으로 보인다. 또한 한국은 현재 국내기업이 경쟁력을 보유한 IT분야와 자동차산업의 융합을 통해 미래 지능형자동차 시장을 선점할 수 있도록 지원이 필요해 보인다.

앞서 제시한 바와 같이, 현재 자동차 산업구조는 그린카의 정책으로 갈수록 크게 변화할 수밖에 없다. 기존의 내연기관을 사용하는 자동차산업과는 다르게 전기자동차 산업에서는 배터리, 전기에너지 기반 인프라 구축, 에너지 시스템 및 서비스 등의 요소들이 포함되어 두 개 이상이 아수의 산업이 복합되어 새로운 시장이 창출되며 그 가운데 기술혁신이 일어나게 되고, 이에 따라 관련 산업의 가치사슬 및 비즈니스 모델이 재구성될 수 있다(Kley 등, 2011). 특히 기후변화 및 에너지 부족 등의 문제로 인해 더욱 중요해지는 그린카 정책의 도입 등 때문에 새로운 기술, 정책, 규제에 대한 도전이 필요하다고 볼 수 있다(San Roman 등, 2011). 따라서 전기자동차 산업을 육성하기 위해서 관련된 산업에 대한 육성 및 연계지원이 시급하다고 보여지며, 정부의 보조금, 세제혜택 등이 뒷받침되지 않으면 성장초기 단계에서부터 어려움을 겪을 수밖에 없기에 정부의 역할이 매우 중요하다고 볼 수 있다. 이러한 이유로 다차원적으로 산업이 확장되는 그린카 사업의 전기자동차 산업은 기존의 비즈니스 모델이나 산업정책으로는 새로운 정책도입이 어렵기 때문에 플랫폼이라는 개념을 활용한 활성화전략을 설명하려고 한다.

가와하라(2011)는 전기자동차의 기반이 되는 산업을 이해하기 위해서 네 가지 층으로 이루어진 산업구조를 이해해야 한다고 언급하였다. 산업구조의 맨 위는 '서비스'부문으로 카셰어링이나 태양광발전을 이용한 고정가격매취제도 등 서비스 비즈니스 모델로 이루어진 산업부문이 해당된다. 그 밑으로는 '애플리케이션'부문으로 저기자동차와 축전지, 태양전지

패널 등이 해당된다. 그리고 그 밑에 '제어'부문으로 전기자동차의 보급을 전제로 전력이 최적배분 및 전력망을 제어하는 기능이 포함된다. 마지막으로 가장 하부구조인 '인프라'부문은 발전소, 충전소, 충전 스테이션 등이 포함된다.

전기자동차의 도입으로 인한 시장변화는 공급과 수요측면에서 다음과 같이 예측될 수 있다. 공급자 측면에서는 교통수단 및 기반인프라 차원에서 발전방향을 예측해볼 수 있고, 수요자 측면에서는 이용자의 행태변화로서의 변화방향을 예측해볼 수 있다. 이동수단으로서의 자동차 및 수송수단으로서의 차량까지 포함하여 전기화가 진행될 수 있다. 비용문제 및 통행가능거리 등의 장애물을 넘어서는 기술혁신이 필요하며, 대중화되기 위한 장벽도 넘어서야 한다. 더불어 전기자동차는 기존의 석유기반의 인프라를 대체할 전기충전소 기반의 인프라가 산업활성화에 중요한 역할을 하게 될 것으로 보인다. 전기자동차 다면적 시장이 여러 산업 내에서 펼쳐지는 융합R&D의 성격을 가지기 때문에 그 기술혁신의 변화 또한 다양한 측면에서 일어나게 될 것이다. 특히 이미 실행되어지고 있는 자율주행자동차 산업과 관련 기술개발을 위해서 자동차기술과 정보통신기술(ICT), 우주항공기술(ST), 로봇기술(RT), 바이오기술(BT), 나노기술(NT) 등 첨단기술간의 융합을 위한 기업간 제휴가 확대되고 있다. 자동차업체가 신기술개발과 상용화에 따른 투자비용의 분담과 위험의 분산, 그리고 세계표준을 주도하기 위해서는 개방형혁신(Open Innovation)을 통한 기술개발과 전업체를 포함한 부품소재 공급기업과의 수평적인 협력이 불가피한 실정이다

<그림 15>와 같이 전기자동차 R&D의 진행방향은 ①시스템 지능화, ②동력원 전기화, ③차체 경량화로 요약해볼 수 있다(현대경제연구원, 2014). 스마트카, 자율주행 자동차 등 차량 시스템의 지능화가 빠르게 진행됨에 따라 IT 융합 기술이 자동차 산업의 핵심경쟁력으로 떠오르고 있다. 자동차 동력원의 전기화 추세에 따라 경쟁력이 엔진 및 기계장치 기술에서 2차전지, 모터 등 전기장치 관련 기술로 변화되고 있다. 또한 선진국 정부들이 차량 연비규제를 강화하고 있고 이에 따른 차체 경량화는 선택이 아닌 필수적 과제로 대두되었다.



그림 15. 자동차 기술의 발전방향

자료: 현대경제연구원 (2014)

또한 <그림 16>과 같이 전기자동차는 배터리 가격인하, 충전시간 단축, 충전 주행거리 등이 중요한 기술개발이 목표점이 된다.

자료: 넥스텔리전스(2015)

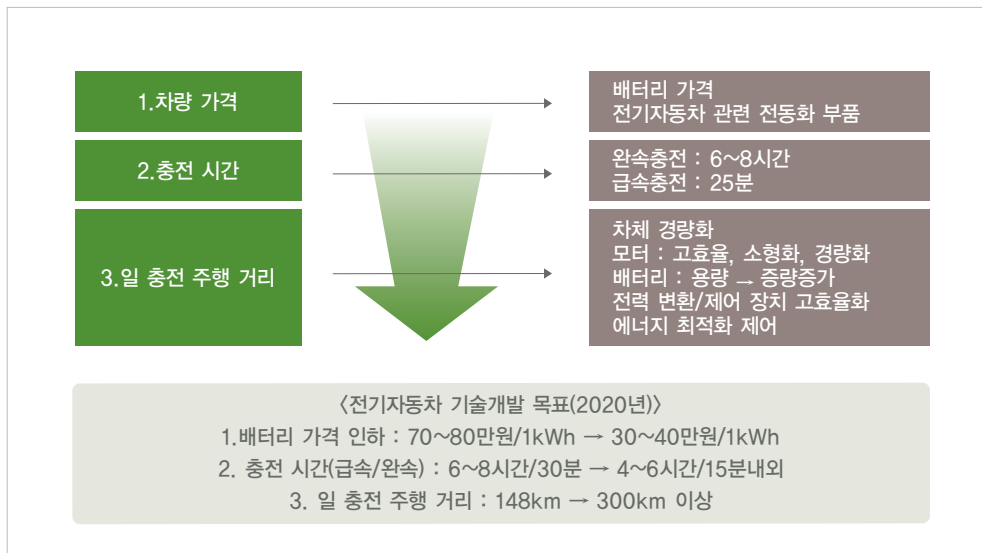


그림 16. 전기자동차 기술개발 목표(2020년)

뿐만 아니라 전기자동차는 에코드라이빙을 확산시켜 사용자들의 삶의 패턴을 바꾸게 될 수 있다. 전기를 기반으로 하는 새로운 이용방식으로 인해 주행거리 제약에 대처하는 개별통행의 변화, 에너지 소비를 최적화하는 주행방식, 주행환경과 운전행태를 고려한 새로운 자동차의 수요패턴 등이 변화의 부분들이다. IBM(2010)은 에너지기반 신산업체제로 전환되면서 산업의 가치사슬이 확장되며, 특히 플랫폼 기반의 구도가 생겨나게 되며, 이는 새로운 생태계로 전환된다고 하였고, 이러한 차원에서 플랫폼 제공자와 수요자, 부품제공자, 에너지공급사 등 새로운 플레이어 등을 제시하였다. 앞서 이론적 배경에서 제시한 산업플랫폼을 전기자동차 산업에 적용하면 다음의 <표 16>과 같이 정리해볼 수 있다.

참조: 정선양 외(2013)

플랫폼의 참여자	전기자동차의 산업플랫폼의 참여자	특징
플랫폼 제공자	에너지 공급사, 서비스 제공사	· 에너지 공급사는 인프라부문과 제어부문을 포괄함
플랫폼 스폰서	정부	· 새로운 산업의 도입으로 인해서 정부의 역할이 강조됨
플랫폼 보완자	제조사	· 부품과 배터리부문 등이 포함되며, 에너지 인프라 및 제어 등 더 많은 이해관계자들과 경쟁하게 됨
플랫폼 사용자	소비자	· 규제 및 보조금 등의 정책도입으로 더 많은 선택권이 주어졌으며, 사용자의 변화패턴이 더 다양해짐

표 16. 전기자동차 산업플랫폼의 참여자

<표 17>와 같이 전기자동차 산업의 정책적 작동요인은 크게 보조금, 조세, 규제, 정보로 볼 수 있다.

참조: 정선양 외(2013)

플랫폼 비즈니스 모델의 작용요인	전기자동차 플랫폼 비즈니스 모델의 작용요인	특징
보조금	보조금(R&D투자, 인센티브)	· 전체수익성을 기준으로 인센티브를 조정하되, 그린카 플랫폼에서는 더 많고 다양한 보조금이 적용함
조세	조세지출(세액공제, 소득공제)	· 직접적인 보조금정책보다 간접적인 조세정책에 대한 활용이 더 늘어나고 있음
규제	규제	· 녹색시장에 대한 규제로 인해 더 엄격한 규제가 적용되고 있음
-	정보	· 에너지 산업부문이 포함되면서 정보의 흐름 및 상호작용이 매우 중요한 요인으로 등장하게 됨

표 17. 전기자동차 플랫폼 비즈니스 모델의 작용요인

전기자동차의 도입으로 인한 새로운 인프라 시장에서는 전기와 돈의 흐름이 바뀌게 된다. 첫째는 일반가정이 전기요금을 청구받을 뿐만 아니라 전력회사에 전기를 팔 수 있게 된다. 둘째는 전력회사 이외의 사업자나 다른 가정에도 전기를 팔 수 있게 된다. 셋째는 전력구입이 외부 충전 스테이션에서 이루어지기 때문에 해당 장소에서 요금을 지불해야 하는 상황이 생긴다. 넷째, 충전한 전력을 판매할 때나 새롭게 전력을 구입할 때에 현금을 쓰지 않고 결제가 가능하도록 포인트 제도 등을 포함한 결제 시스템이 필요하다(Kawahara, 2009).

Kampman 등(2011)은 유럽의 전기자동차 시장에서 있어서 정부의 정책을 금융정책과 비금융정책으로 나누어 살펴보았다. 금융정책으로는 전기자동차 구입에 대한 보조금, R&D 보조금, 충전소설치에 따른 보조금, CO<sub>2</sub>에 기반한 차별화된 에너지 연료 및 에너지 정책 등이 있다. 특히 전기자동차 정책을 결정할 때에는 단순히 자동차시장을 확장시키는 플랫폼으로 보는 차원이 아니라 친환경자동차 시장, 즉 녹색성장의 측면에서 규제 및 지원정책을 동시에 고려해야 하는 요인들이 있다.

〈표 17〉과 같이 전기자동차 플랫폼 비즈니스 모델의 작용요인은 보조금, 조세지출, 규제, 정보로 볼 수 있는데, 전기자동차라는 친환경기반 정책요소가 포함되게 되면서 다양하고 더 많은 작용요인이 존재하는 특징을 염두에 두어야 한다. 박철완(2011)은 그린카 시장에 있어서 연비규제, CO<sub>2</sub>배출량 규제와 인센티브가 정부의 채찍과 당근이라고 하면서 미국 등 선진국에서는 연료세를 높여서 그린카 보급을 촉진시키려는 세계정책을 펴고 있다고 주장했다. 이처럼 그린카 정책관련해서는 단순히 자동차시장을 확장시키는 플랫폼으로 보는 차원이 아니라 친환경자동차 시장, 즉 녹색성장의 측면에서 규제 및 지원정책을 동시에 고려해야 하는 추가적인 요소들이 있다.

자료: 박철완(2011)

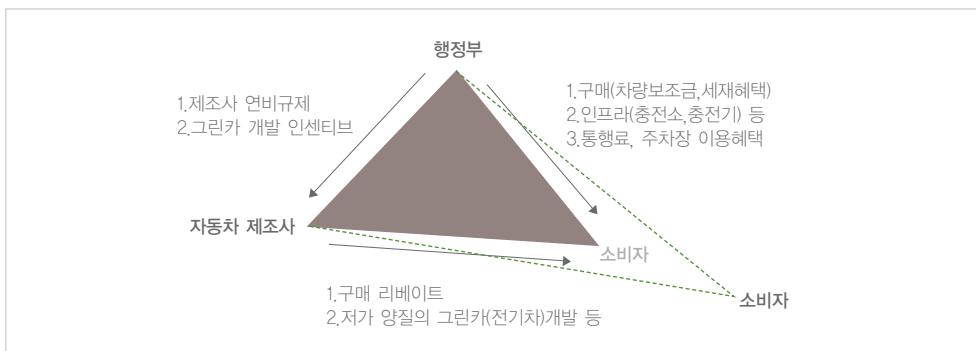


그림 17. 전기자동차 산업에서의 정책적 요인



위의 <그림 17>은 소비자의 고연비/친환경 자동차 구매 동인을 나타낸 것이다. 정부는 제조사에게 연비규제, CO<sub>2</sub>배출량 규제와 같은 채찍을 통해서 제조사들이 그린카 제조하도록 압력을 가할 수 있다. 정부는 소비자에게 인센티브, 충전 인프라, 통행료 체계, 주차장 이용 혜택과 같은 점들을 이용하여 구매를 독려할 수 있다. 또한 정부는 사회간접자본을 미리미리 확충하여 내연기관 자동차 수준의 이용환경을 구축해야 한다. 제조사는 소비자에게 민간 리베이트를 제공하고, 기술혁신을 통해서 그린카의 구매단가를 지속적으로 낮출 수 있어야 한다.

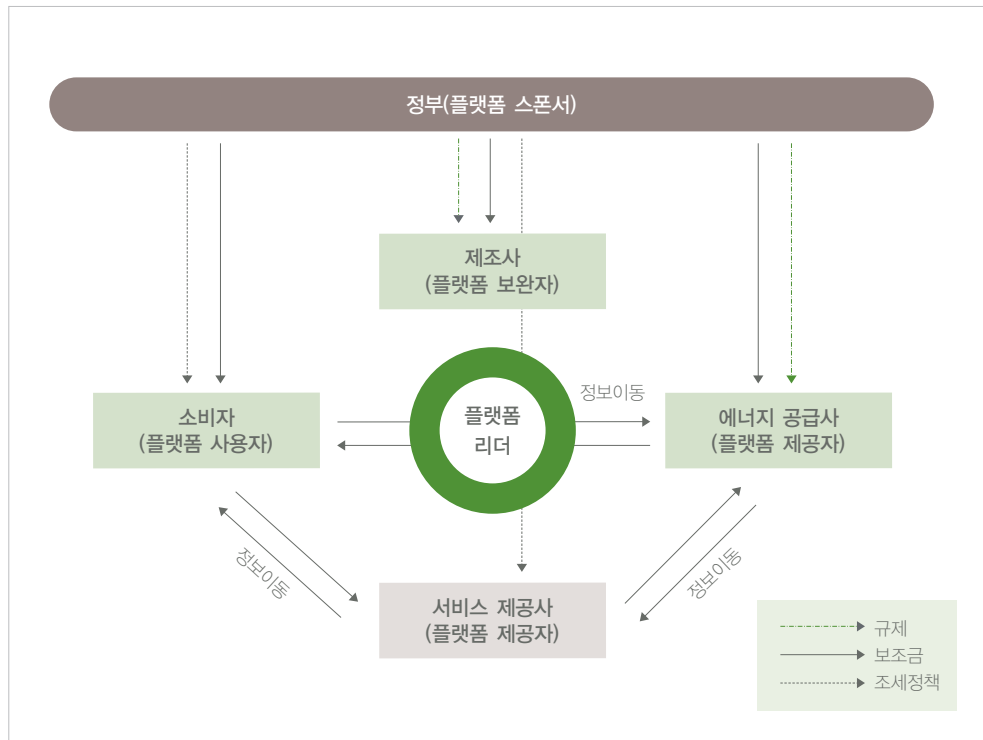


그림 18. 산업플랫폼 모형

## 2. 사례분석

### 2.1. 미국

미국에 대한 그린카 정책은 공공과 민간은 부분적으로 협력하는 형태의 특징을 가지고 있다. 중앙정부의 에너지부, 교통부, 지방자치단체의 다양한 프로그램 및 민간의 자체적인 사업들로 양분되어 진행된다. 미국의 경우에는 최고 의사결정이 의회에서 이루어지고(미국재활 및 재투자법, 2009; 에너지자립 및 안보법, 2007 등), 에너지부와 교통부에서 집행 단계를 거치게 된다. 주정부(State)는 사업을 선정하고 민간기업과 공기업 및 R&D기관들이 사업을 이행하게 된다. 중간에 협의회들이 사업선정에 대한 제도개선 및 지원을 한다.

#### 1) position

그리고 두드러지게 각 주(state)마다 정책이 다르게 나타나는 특징이 있다. 2013년 상반기 캘리포니아의 전기차 판매 대수는 9,700대로, 미국 전체에서 가장 높게 판매되는 지역 중 하나이다. 미국의 전기차 판매는 LA와 샌프란시스코, 시애틀, 아틀란타, 뉴욕이 미국 전기차 판매의 50% 이상을 차지하고 있으며 이중 캘리포니아가 35%이다(California New Car Dealers Association, 2012). DoE의 조사에 따르면 미국 전역에는 6,400개의 전기차 충전 스테이션이 있고 이중 1,400개가 캘리포니아, 337개가 오레곤, 366개가 워싱턴에 있다.

	내용
정치경제적 환경	·정부와 민간의 역할이 구분되어짐. 지방정부의 역할이 강화되며, 연방정부는 정책지원 및 보조해주는 역할을 함 ·환경보호 및 기술혁신을 통한 경제발전을 동시에 추구하며 최적의 효과(황상규 외, 2011; 김용건, 2012).
기술 및 인프라환경	·산업의 핵심인 배터리 기술개발에 집중투자 함. 또한 연비 및 온실가스 감축에 대한 규제에 대응하면서 동시에 기술개발을 유인하는 분야로 집중(보호주의 정책에 기반한 것임) ·하이브리드 자동차와 클린디젤자동차 기술개발을 진행하면서도 도요타, 혼다, GM 등에 의해서 플러그인 하이브리드 자동차기술을 개발하며, 포드나 크라이슬러도 동참
제도 및 시장요건	·자동차 온실가스 배출량 저감 정책에는 온실가스외 연비규제는 각각 'EPA', 교통부 산하의 '고속도로 교통안정청(NHTSA)' ·온실가스의 규제는 크레딧의 बैं킹과 거래하는 등 탄력적인 제재수단을 통해 비용효과적 접근을 시도하는 것이라고 볼 수 있다(김용건, 2012). ·미국 자동차 업체의 평균 연비를 규제하는 CAFÉ(Corporate Average Fuel Economy)가 강화시키고 있으며, (권영일, 2012 )

표 18. 미국의 국가적 시스템 환경(position)

자료: KETI(2011), 임근희(2009)

## 2) path

전기자동차 시장의 판도를 바꾸고 해당 산업의 강력한 리더로 부상한 테슬라는 전기자동차의 새로운 시장을 개척하고 있다. 전기차의 최대 단점인 1회 충전거리, 배터리 파워 부족, 전기 충전 인프라 문제점을 개선한 MODEL S를 출시하였던 것이 크게 화제가 되었다. 테슬라 모델S는 알루미늄 이용으로 차체중량 감소, 에너지 밀도가 높은 원통형 배터리 사용, 배터리 팩 제어기술로 안전기술 확보, 일충전 주행거리 400km 이상, 최고속도 190km/h, 최대출력 225kW, 최대토크 430N·m, IT 플랫폼 기술 적용한 혁신적 제품이다.

이 밖에도 미국의 카네기멜론 대학은 완성차업체인 GM, 부품업체인 컨티넨탈, 소프트웨어업체인 구글(Google) 등과 함께 자율주행 자동차 개발에 적극적으로 나서고 있으며, 미국 국방고등연구계획국(DARPA)의 Urban Challenge에 참가하고 있다. 또한 GM은 2007년부터 카네기멜론 대학과 자율주행자동차를 공동개발해 왔으며, 2008년에는 GM-CMU Autonomous Driving Collaborative Research Lab을 구축하고 센서융합과 시스템 통제 등의 핵심기술을 공동개발하고 있다. 포드(Ford)도 미시간대학교, MS, 자동차보험사들과 함께 음성인식 기술을 포함한 Sync 시스템 등을 공동개발하고 있다. BMW는 미국의 ChargePoint 및 DriveNow와 협업체를 구성해 전기자동차의 충전 및 관련서비스 시범사업을 추진하고 있으며, 난양공대(싱가포르)와는 미래이동연구소를 공동운영하고 있다. 닛산(Nissan)은 MIT, 스탠포드, 옥스포드, 카네기멜론, 도쿄대학 등의 부설연구기관과 협력하고 있으며, 무인리프전기자동차로 자동차업체 중에서는 최초로 고속도로 주행시험을 실시한 바 있다. 스탠포드 대학은 자율주행자동차 연구개발을 위해 토요타, 혼다, 닛산 등 일본 완성차업체들로부터 자금을 지원받고 있으며 보쉬, 폭스바겐 등의 독일업체들과도 협력하고 있다. 이렇게 산학연 혁신주체들이 서로 공동연구 및 사업화를 실시하고 있으며 정부의 정책지원과 연계하여 힘있게 정책을 추진하고 있다.

인프라 측면에서는 LA를 중심으로 Socal EV라는 협의체를 구성하여 전기자동차 보급을 위한 인프라를 구축해나가고 있다. Socal EV는 연구기관, 전력기업, 민간단체, 자동차 회사, 충전망 회사, 지자체 등 다양한 혁신주체들이 모여서 이루어지고 있다.

공기업	· Los Angeles Department of Water and Power, Southern California Edison, Southern California Public Power Authority
도시	· City of Anaheim, City of Beverly Hills, City of Burbank, City of Claremont, City of El Segundo, City of Inglewood, City of Long Beach, City of Los Angeles, City of Palmdale, City of Pasadena, City of Santa Ana, City of Santa Monica, City of South Pasadena, City of Thousand Oaks
지자체	· County of Los Angeles, County of Orange, County of Riverside, County of Santa Barbara, County of San Bernardino, County of Ventura
교육기관	· Cal State LA, Cal Tech, University of Southern California, University of California Irvine, University of California Los Angeles Office of the Vice Chancellor for Research (OVCR), University of California Santa Barbara
정부기관	· Southern California Air Quality Management District
연구 및 무역기관	· California Electric Transportation Coalition, Electric Research Power Institute, Plug in America
제조업체	· BMW, CODA, Ford, General Motors, Nissan, Toyota
시민단체	· Plug-In America

표 19. Socal EV 협의회

자료: <http://www.socalev.org/plugin/incentives.htm>

충전인프라 관련해서는 아직 개발 중인 도시나 기업들이 많지만 미국은 상당히 앞서있는 국가 중 하나이다. 쿨롬 테크놀로지(Coulomb Technologies)는 전기자동차 충전소 생산 회사로 보조금의 일부를 받고 21세기 연료 충전소를 지을 목표를 세운 대표적 회사 중의 하나이다. 최고 경영자인 리차드 로웬탈은 미국의 9개 대도시 지역에 각각 2,000~5,000달러의 충전소를 4,600개 설치할 예정으로 적극적으로 투자하고 있다. 또한, 운전자들을 가까운 충전소로 안내할 스마트 폰 앱과 내비게이션 소프트웨어를 제공하기 위해 준비하고 있다. 또한 캘리포니아에서 가장 큰 공기업 사우던 캘리포니아 에디슨(Southern California Edison)은 많은 차들이 한 번에 충전되는 데 따른 주변 회로 과부하를 막기 위해 변압기와 스마트 미터를 개발하고 오래된 집들의 배선을 바꾸는 등 전기자동차 활성화를 준비하고 있다. Edison International의 자회사인 SCE(Southern California Edison)이 전력회사는 미국 에너지부로부터 그 파일럿 저장프로젝트와 가정 에너지관리시스템을 전력망에 통합하는 또 다른 프로젝트에 대해 6,500만 달러의 보조금을 요구하고 있다.

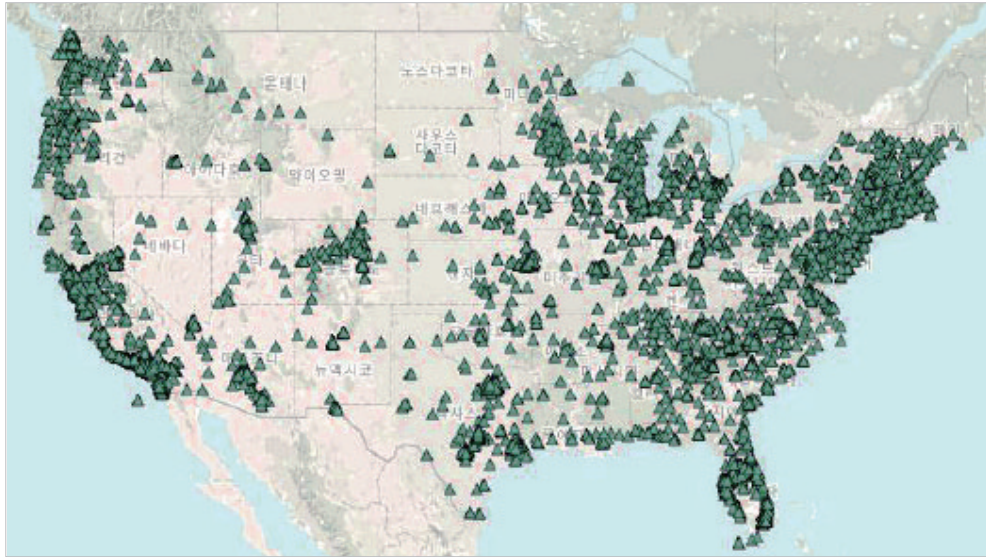


그림 19. 미국 내 충전인프라 현황

자료: US Alternative Fuels Data Center, 2015.5. 기준

### 3) process: 산업플랫폼 적용

미국의 경우에는 전기차 충전인프라 개발 및 구축에 대한 R&D 사업지원 등은 에너지부에서 가장 큰 역할을 담당하고 있으며, 각 지방정부는 정책이행을 위한 협의체를 구성하고, 인프라 구축 및 소비자 인센티브 제공과 대중교통 사업지원 등을 담당하는 등 효율적인 정책이행구조를 가지고 있다. 산업플랫폼 관점에서 볼 때, 가장 정책의 역동성이 큰 LA 지역의 경우에는 에너지부(DOE) 및 교통부(DOT), 주정부(state), 대기업, 벤처, 에너지공급사를 중심으로 플랫폼이 구성됨을 알 수 있었다. 플랫폼 스폰서인 정부는 보조금 및 조세정책으로 각 혁신주체들을 지원하고 관련 규제들로 시장을 조절하고 있다. 에너지부 산하 차량 기술팀에서 주로 많은 정책을 지원하며, 현재는 제조사보다는 에너지공급사 및 관련 벤처 기업들이 더 플랫폼을 주도하고 있다. 또한 실제 미국의 떠오르는 전기자동차 산업의 리더는 전기자동차 리더기업인 테슬라 모터스(Tesla Motors)나 그리드 포인트(Grid Point)같은 벤처기업이며, 실리콘밸리의 투자기업 등을 통해 자금 및 비즈니스 지원을 받고 있다. 이와 같이 미국은 정부는 인프라 구축 및 기반을 만들어주고, 거기에 지방정부의 프로그램에 따라 다양한 모델이 들어서고 있다.

서비스모델은 차후 전기자동차가 상용화된 이후에 정책이 실효성이 가시화되는 단계를 거치는데, 현재는 서비스모델보다는 중앙정부 및 지방정부 중심의 충전 인프라 개발 및 구축에 집중하는데 더 비중을 두고 있으며, 민간기업도 아직은 자동차 및 배터리 기술개발이 주를 이루고 있다. 각 기업들은 서비스 모델이 활성화되기 시작하면 인프라 구축의 역할에서 정보관리 시스템 모델로, 그리고 향후에는 에너지 업계의 리더로 가는 전략을 펴고 있다. 테슬라 모터스나 그리드포인트와 같은 벤치기업들은 IT업계의 구글, MS와 같이 에너지 업계에서 성장이 가능해질 것이다. 이들 기업은 에너지 산업의 시장규모를 생각할 때 구글이나 MS를 뛰어넘는 거대 기업으로 성장할 수 있는 잠재력을 가지고 있다.

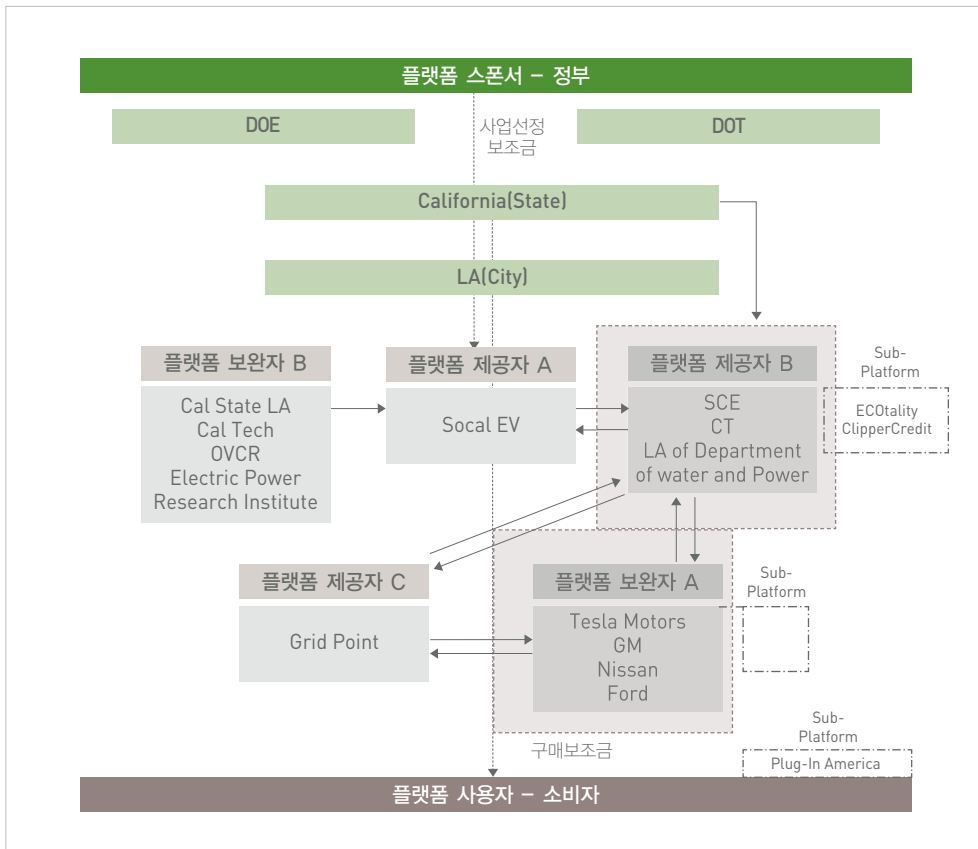


그림 20. 미국의 산업플랫폼 구조와 특징

〈그림 20〉과 같이 미국은 전기자동차 산업의 전체 시장에서 봤을 때는 이전의 자동차 제조업 중심보다 플랫폼 보완자의 역할을 하는 대기업과 플랫폼 제공자의 역할을 하는 에너지 기업이나 기관등이 우선적으로 플랫폼 리더를 하고 있다. 차후에는 플랫폼 제공자들이 리더의 역할을 할 수 있다. 이들을 움직이게 하는 제도장치들은 인센티브, 규제, 보조금 등이 존재한다. 미국은 '대체연료 인프라 세액공제(Alternative Fuel Infrastructure Tax Credit)'제도를 통해 충전인프라 구축을 지원하고 있다. 또한 동 제도를 통해 충전기 설치 사업자에 대해 비용의 30%(최대 3만 달러), 가정용 충전기 구입자에 대해 최대 1,000달러의 세액공제 혜택을 제공한다고 밝혔다. 제조사의 경우, 승용차는 2016년까지 연비는 42% 향상시키고, 배기가스는 30% 감축하는 것을 목표로 지정하였으며, 전기차 판매업체에 세액공제한도를 50만대 확대시킨다고 발표하였다.

또한 에너지 공급사의 경우, 미국 에너지부는 Edison International의 자회사인 SCE (Southern California Edison)는 전력회사는 파일럿 저장프로젝트와 가정 에너지관리 시스템을 전력망에 통합하는 프로젝트에 6,500만 달러의 보조금 지원하며, 정부로부터 20-30개의 전기차 인프라 구축 관련 단체에 총 2억달러 지원한다. 또한 서비스 신뢰성 향상에 대한 규제적 압력 존재(보안문제 등)한다. 보조금의 경우에는 장착된 배터리 용량 등의 사양이나 항속거리, 최고속도, CO2 배출량 등의 성능을 기준으로 보조금 금액<sup>4)</sup>을 결정한다고 밝혔다.

4) (예)보조액 = 배터리 용량 또는 CO2 배출량 × 보조금 요율 ● 보조 상한은 별도로 규정 (차량가격의 일정 비율 등)

#### 4) 융합R&D사업화를 위한 지표와 측정

아래의 <표 20>은 미국의 전기자동차 산업을 동적역량 관점에서 살펴보고 해당 카테고리 별 세부 지표를 측정하고자 만든 것이다. 해당 내용은 주관적이기 때문에 본 연구의 틀에 대해 분석한 것이기 때문에 절대적인 수치는 아니다.

구분	측정변수 (기존변수 + 융합변수)	No/ Low	Yes/ High	Rating 5				
				1	2	3	4	5
<b>Position</b>								
정책역량	·성장동력 창출, 산업경쟁력 강화, 일자리 창출, 삶의 질 향상, 환경 문제해결, 안전안심확보 등의 효과		◎					●
	·상위계획과의 일치성		◎				●	
	·정책목표 및 과정의 융합적 접근 및 시스템적 타당성		◎			●		
경제성	·(투입대비 성과) 투입된 예산에 맞는 경제적 효과가 기대되는가		◎					●
	·(기술료 수입) 글로벌 사업화를 위한 기술라이선싱 로열티 수입이 충분히 기대되는가	◎				●		
	·비용편익추정이 긍정적인가	◎				●		
	·민감도 정도는 긍정적인가	◎				●		
사업성	·시장출시 시점과 시장출시 후 5년간의 매출전망치, 로열티 수입 추정액 등을 고려할 때, 사업성이 충분한가	◎				●		
	·기술과 시장타겟이 어느 정도 정해졌는가		◎				●	
	·융합R&D기반 신산업 창출 가능성		◎				●	
	·융합R&D기반 틈새시장 및 제품/기술 경쟁력이 있는가		◎					●
<b>Path</b>								
기술성	·기술보호가 적절히 이루어질 수 있는가		◎					●
	·기술표준으로 경쟁우위가 가능한가		◎					●
	·융합기술이 지재권화되는가		◎				●	
	·융합기술의 혁신성/우수성		◎					●
	·융합R&D의 집중도(융합R&D예산/전체 R&D예산)	◎				●		
연구역량 및 인력 역량	·학제간 융합연구가 가능한 팀인가		◎				●	
	·융합R&D사업화에 적절한 경험이 있는가	◎				●		
	·융합과제 프로젝트	◎				●		
	·융합R&D사업을 위한 국제 협력인프라가 있는가		◎					●
	·연구를 위한 충분한 예산지원이 되는가		◎					●
인프라	·융합R&D사업을 위한 공동인프라 활용이 준비되었는가(장비, 시설)	◎				●		
	·융합R&D인프라를 위한 투자계획이 있는가		◎					●
	·ICT인프라가 R&D활성화를 도울 수 있는가		◎					●



Process		1	2	3	4	5
산업플랫폼 I	·기업들은 산업플랫폼 내 다른 기업이 성공했을 때 비 간접적으로 이익을 얻는가	◎			●	
	·산학연 융합이 발생하였는가	◎				●
	·다면시장이 존재하는가(개수에 따라 점수화)	◎			●	
	·플랫폼내 정보량이 증가하는가	◎		●		
	·집중도- 시장우위지수가 증가하는가	◎		●		
	·밀도-연결수 (업체수에 따른 네트워크 효과)가 존재하는가	◎		●		
	·플랫폼 리더가 존재하며 플랫폼을 주도하고 있는가	◎			●	
	·플랫폼 제공자가 존재하며, HW(1점), SW(2점), HW+SW(3점 이상)의 경쟁력을 가지고 있는가	◎				●
	·플랫폼 보완자가 존재하며, 협력업체 역할을 할 수 있는가	◎			●	
	·플랫폼 스폰서가 존재하며 투자자 역할을 할 수 있는가	◎			●	
·플랫폼 내 경쟁정도	◎			●		
산업플랫폼 II	·산업플랫폼 작동요인 정책이 존재하는가	◎				●
	·산업플랫폼 내 규제수준은 원활히 작동되는가	◎			●	
	·산업플랫폼 내 인센티브 수준은 원활히 작동되는가	◎			●	
	·산업플랫폼 내 보조금 수준은 원활히 작동되는가	◎		●		
	·산업플랫폼 내 규제, 보조금, 인센티브는 서로 보완작용이 되는가	◎			●	

표 20. 미국의 융합R&D사업화를 위한 세부지표 측정

## 2.2. 독일

독일 정부는 '08년 11월 국가 전략회의를 개최해 10개년의 국가 차원의 전기자동차 개발계획을 수립, 2009년 8월 19일 구체적인 정책을 입안하였고, 해당 정책을 추진하기 위해 연방경제기술부(BMWi), 연방교통·건설·도시개발부(BMVBS), 환경부(BMU), 교육연구부(BMBF) 등의 4개 부처가 협력해 5억 유로를 투자하기로 결정하였으며, 최근 2012~14년에는 기간에 걸쳐 전기차 연구개발에 10억 유로 투자를 실행하였으며, 「전기자동차법<sup>5)</sup>」을 제정하여 2015년부터 시행에 들어갔다.

-

5) 전기자동차법에는 e 모빌리티 개념 확대, 무료주차장 제공, 버스 전용차선 운행, 충전시설 확대, 연구개발 지원 등의 내용이 포함됨

1) position

참조: KETI(2011), 임근희(2009)

	내용
정치경제적 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정부와 민간기업, 소비자 협의회를 통해서 대부분의 프로젝트를 실행시키며, 지방정부의 권한을 최대한 인정해주고 있다.</li> <li>· EU의 감축목표에 따르며 이러한 움직임을 주도하기 위해서 적극적으로 대처하고 있다.</li> <li>· 지방자치단체의 EV 보급전략을 도와주며, 독자적인 행보에 대처하고 있다.</li> </ul>
기술 및 인프라환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 엔진, 원료, 디자인 개선 등을 통해 차량의 효율성 증대, 연료 효율성 개선 및 전기자동차 보급 등을 주요 정책과제로 삼고 있다(김용건, 2012).</li> <li>· 프랑스와 국제표준 공동개발 합의 등 범국가적 차원의 표준화를 추진중</li> <li>· 독일은 프랑스 등과 연합하여 공동워킹그룹(WG)을 형성하여 「IEC/ISO JWG V2G(Joint Working Group Vehicle to Grid)를 세우고 미국과 경쟁</li> </ul>
제도 및 시장요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정부의 지원 정책은 배터리 연구개발 지원, 관련 자동차 부품 개발지원, 지능형 전력망 구축 지원, 전기자동차 구매 시 세제 지원 등으로 구분된다. 그러나 2011년 5월 4일 독일 브뤼달레 연방경제부 장관은 시장경쟁을 왜곡할 위험성 때문에 현재 프랑스나 미국 등에서 도입하는 전기자동차에 대한 구매보조금 지원에 대해 분명한 거부 의사 표명</li> <li>· 유럽의 이산화탄소 규제는 기업별로 평균이산화탄소 배출량 목표가 판매한 차량의 평균 중량에 의해서 정해짐. 2012년부터 2018년까지 배출목표기준에 대하여 초과한 이산화탄소 배출 그램 당 €5-95으로 누적된 벌금을 지불하도록 함</li> </ul>

표 21. 독일의 국가적 시스템 환경(position)

2) path

독일에서는 대표적인 도시 중심으로 전기자동차 정책이 지원되고 있다. 특히 베를린은 PHEV, EV중심으로 전기자동차 산업을 육성의 중심지이다. 베를린 내에서 여러 가지 프로젝트들이 시행되고 있는데, 약 120개의 프로젝트 이상이 진행중이며, 교통수단에 있어서 공유시스템이나 석유중심의 운송시스템을 대체하는 여러 가지 비즈니스 모델을 연구하며 적용하려고 시도하고 있다. 독일은 고효율 내연기관 자동차나 바이오 디젤(또는 클린 디젤) 기술에 비교적 투자를 해왔기 때문에 일본이나 미국에 비해 기술개발 성숙도가 낮은 편이어서 정부, 연구소, 기업 등이 결집하여 집중적으로 전기자동차 시대를 준비하고 있다.

독일은 자동차산업에서 뛰어난 경쟁력을 보유하고 있기 때문에 해당 경쟁력을 활용하여 전기자동차 산업의 발판을 마련하는 모습을 보인다. 다임러 AG, RWE AG는 E-mobility

berlin라는 프로젝트를 2010년부터 실행하여 주차장 중심으로 56개 충전소를 운영하고 독일 RWE는 충전소 인프라 운영, 전기공급, 중앙 통제 시스템 등의 역할을 담당하고 있다. 독일은 현재 PHEV, EV가 약 4,500여개가 존재하는데, 베를린은 350여개가 구동되고 있으며, 수년 내 15,000개를 목표로 하고 있다. 지자체에서는 운송수단을 전기차로 이전하려는 전략적 목표를 가지고 있으며(IEA, 2012), 독일은 E-모빌리티(E-mobility) 프로젝트를 중심으로 재생에너지와 스마트 그리드사업, 전기자동차 사업을 통합해 나가도록 추진하고 있으며, 특히 전력회사의 에너지 네트워크를 최적화시키는 비즈니스를 활성화시키려고 한다. E-모빌리티(E-mobility)는 미래성장동력으로 네트워크에 모바일 개념을 도입한 것인데, 독일의 산업통상자원부인 BMWi(Bundesministerium fuer Wirtschaft und Technologie)가 적극적으로 지원하는 전략사업이다.

BMW에서는 미국의 기어 생산업체인 AC Propulsion과 협력하여 전기모터를 개발했으며, 2008년에 미국 캘리포니아에서 전기 Mini를 테스트를 실행했었다. 또한 전력회사 Vattenfall과 협력해 베를린에서 50대의 전기 Mini를 시범운영하고 있다. 이 프로젝트에서 Vattenfall은 전기자동차 충전에 필요한 충전소 및 가격정산시스템을 제공하고, 배터리는 Bosch와 Samsung가 합작투자한 조인트 벤처회사에서 제공하고 있다.

RWE는 약 500개의 충전소를 구축하고, 전기자동차와 인프라사업의 두 가지 사업을 연계하면서 노하우 및 상호협력을 늘려가고 있다. 특히, 차내에 커뮤니케이션 되는 시스템과 충전소의 인프라 시스템 사이의 데이터를 교환하며 주고받는 시스템 및 지불형식을 늘려가는데 주안점을 두고 있다. 또한 가장 중요한 혁신 중 하나는 리튬이온 배터리를 개발하며, 더 작고 가벼운 배터리를 만들고, 짧은 충전소간 거리 및 이를 가능하게 하는 기술개발에 주안점을 두고 있다.

독일이 제시한 전기자동차 관련한 국제 표준은 독일 연방 정부 및 산하 부처와의 협력을 통해 이루어진다. 또한 독일 자동차 제조자 협회(VDA)와 Daimler, Volkswagen 등 주요 완성차 생산업체를 중심으로 독일 내 국가표준(DIN)을 제정하였고, 독일 표준협회(DIN)가 가진 국제적인 파급효과를 바탕으로 하여 리튬-이차전지, 충전 커넥터 등 전기자동차의 여러 분야에 걸쳐 ISO 국제 표준 제정을 주도 하고 있다. 2010년에 설립된 베를린 Electro-mobility(eMO)는 베를린과 TSB 혁신기금과 협력하여 이동수단을 통한 전기사업의 확장을 대대적으로 실시하고 있으며, Berlin and Brandenburg (UVB)의 고용주와 비즈니스 협력자들과 연계를 통한 활동이 촉진되고 있다.

부품업체 중에서는 세계최대의 자동차 부품업체인 독일의 보쉬와 미국의 IBM이 지능형 상호연계 자동차제품을 효율적이며 정확히 개발하기 위해 새로운 데이터 구동시스템 엔지니어링 플랫폼을 공동개발하고 있다. 지속적인 공학기술(Continuous Engineering)을 기반으로 한 보쉬의 엔지니어링 플랫폼이 IBM의 시스템 및 소프트웨어 엔지니어링 기술과 융합하고 있다. 독일의 반도체업체 인피니언은 'Euro 6'에 최적화된 엔진제어부품 개발을 위해 완성차업체의 개발 초기단계부터 참여해 관련모듈을 공동개발하고 있다.

### 3) process: 산업플랫폼

독일에서의 국가 E-모빌리티 플랫폼(NPE : National Platform Elektromobi)은 주요 정책 의사결정자, 민간기업, R&D 기관, 관련협회, 지방정부, 소비자 그룹으로 협의체를 구성하여 정책을 기획하고 조율하고 있다. 무엇보다 혁신주체들인 정부와 산업계, 교육계까지의 가장 균형적인 협력을 보이고 있으며, 산업플랫폼의 역동적인 모델적인 모습을 구체적인 정책으로 보이고 있다. 이는 정부 및 지방정부 중심의 리더십이 있는 장점이 존재한다고 보인다. 도심지에 공공충전소 등의 설치 및 활용을 위해서 도로교통법 이외에 특별법을 제정하는 등 적극적인 대응을 하고 있으며, 스마트 그리드와 같은 지능형 전력망을 사용하기 위해서 정보통신 기기들과의 호환 등에 대한 새로운 법안도 마련하고 있다.

독일정부는 전력발전, 전력운송, 전력저장 및 전력사용 등 전력의 발전단계에서부터 최종 소비자가 사용하는 모든 단계에 이르는 과정을 통합적으로 모니터링하고 제어할 수 있는 로드맵을 그리며, 이를 위해서 전력생산업체 및 IT업체와 협력하여 정책을 추진한다. 특히 본 연구에서 제시한 분석의 대상인 독일의 E-모빌리티 프로젝트는 전력회사를 중심으로 에너지 네트워크를 최적화하는 에너지 측면의 네트워크 구축과 비즈니스를 창출하는 산업플랫폼 구조를 가지고 있다.

기업차원에서 BMWi는 에너지 및 자동차 기술 연구개발을 지원하고 있으며, BMVBS에서는 실증사업과 배터리 성능 및 안전테스트 센터 운영을 지원하고 있으며, BMU에서는 현장 실험지원과 배터리 재활용 연구사업 등을 지원하고 있고, BMBWF에서는 연구네트워크 경쟁력 강화를 위한 사업을 지원하고 있다. 충전소는 가정에서도 설치되며, 직장의 주차공간에도 설치되어지고 있다. 또한 쇼핑센터와 버스나 택시 대량구매고객들을 대상으로 하는 비즈니스 연계 등을 통해 비즈니스를 활성화시켜가고 있다. 이러한 전기 자동차 대중화로 예

상되는 이익은 이산화탄소 배출량 감소를 통한 기후보호, 에너지 공급원으로서의 석유 의존도 감소, 지능형 전력망(Smart Grid)에 통합된 새로운 교통체계 확립 등으로 볼 수 있다.

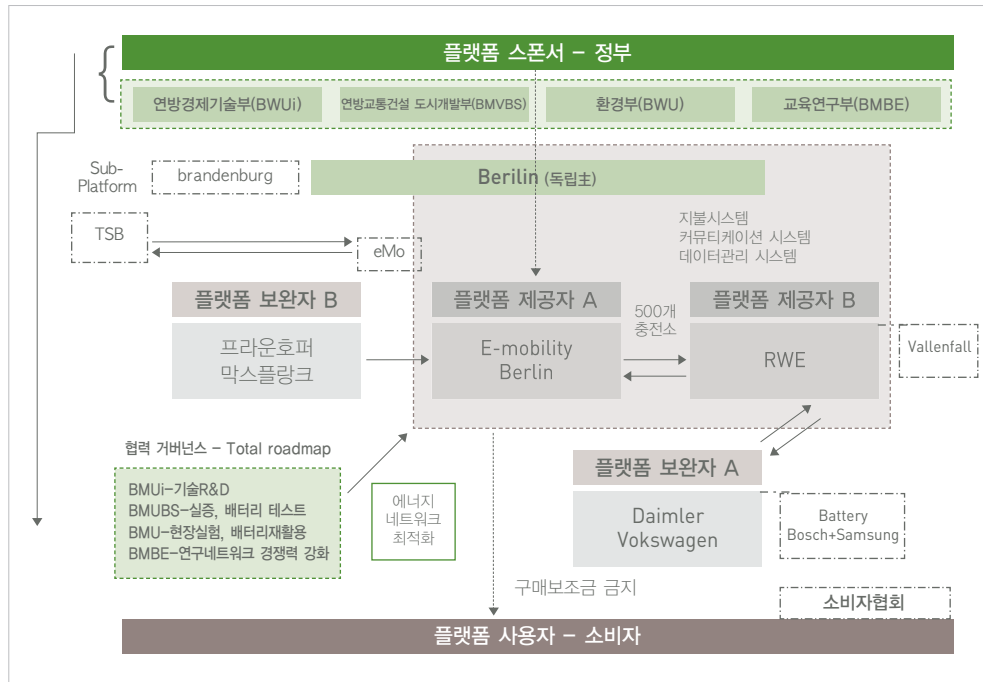


그림 21. 독일의 산업플랫폼 구조와 특징

그러나 독일은 구매보조금 제도 시행에 대해서는 아직도 부정적인 견해를 보이고 있으며, 시장경쟁을 왜곡할 수 있다고 우려한다. 이 외에는 시너지 효과를 낼 수 있는 부품 납품체계를 통해 산업 내 가격경쟁력을 개선하고 국제표준화 검토를 통한 새로운 시장 공략을 하려고 준비중에 있다. 인센티브 차원에서는 2015년 12월까지 등록된 첫 번째 전기차에 대해 자동차세 면제기간을 기존 5년에서 10년으로 연장하고, 대상을 순수 전기차에서 다른 전기동력차로 확대시킨다는 법을 적용하기 시작했다. 또한 전기자동차법을 제정하여, 특별주차구역, 충전시설, 주차요금 면제, 버스 전용차로 허용 등 비금전적 지원제도에 대한 근거규정 마련한다고 한다. 규제 측면에서는 일반충전과 관련하여 타입2 플러그 및 급속충전을 위한 CCS 표준을 독일 및 EU 표준으로 확립하고 있다.

#### 4) 융합R&D사업화를 위한 지표와 측정

아래의 <표 22>는 독일의 전기자동차 산업을 동적역량 관점에서 살펴보고 해당 카테고리 별 세부 지표를 측정하고자 만든 것이다. 해당 내용은 주관적이기 때문에 본 연구의 틀에 대해 분석한 것이기 때문에 절대적인 수치는 아니다.

구분	측정변수 (기존변수 + 융합변수)	No/ Low	Yes/ High	Rating 5				
Position				1	2	3	4	5
정책역량	·성장동력 창출, 산업경쟁력 강화, 일자리 창출, 삶의 질 향상, 환경 문제해결, 안전안심확보 등의 효과		◎					●
	·상위계획과의 일치성		◎				●	
	·정책목표 및 과정의 융합적 접근 및 시스템적 타당성		◎				●	
경제성	·(투입대비 성과) 투입된 예산에 맞는 경제적 효과가 기대되는가		◎			●		
	·(기술료 수입) 글로벌 사업화를 위한 기술라이선싱 로열티 수입이 충분히 기대되는가	◎		●				
	·비용편익추정이 긍정적인가	◎		●				
	·민감도 정도는 긍정적인가	◎		●				
사업성	·시장출시 시점과 시장출시 후 5년간의 매출전망치, 로열티 수입 추정액 등을 고려할 때, 사업성이 충분한가	◎				●		
	·기술과 시장타겟이 어느 정도 정해졌는가		◎				●	
	·융합R&D기반 신산업 창출 가능성		◎				●	
	·융합R&D기반 틈새시장 및 제품/기술 경쟁력이 있는가		◎				●	
Path				1	2	3	4	5
기술성	·기술보호가 적절히 이루어질 수 있는가		◎					●
	·기술표준으로 경쟁우위가 가능한가		◎				●	
	·융합기술이 지재권화되는가	◎				●		
	·융합기술의 혁신성/우수성	◎				●		
	·융합R&D의 집중도(융합R&D예산/전체 R&D예산)		◎				●	
연구역량 및 인력 역량	·학제간 융합연구가 가능한 팀인가		◎			●		
	·융합R&D사업화에 적절한 경험이 있는가	◎		●				
	·융합과제 프로젝트	◎		●				
	·융합R&D사업을 위한 국제 협력인프라가 있는가		◎				●	
	·연구를 위한 충분한 예산지원이 되는가		◎				●	
인프라	·융합R&D사업을 위한 공동인프라 활용이 준비되었는가(장비, 시설)	◎					●	
	·융합R&D인프라를 위한 투자계획이 있는가		◎				●	
	·ICT인프라가 R&D활성화를 도울 수 있는가		◎				●	

Process		1	2	3	4	5
산업플랫폼 I	·기업들은 산업플랫폼 내 다른 기업이 성공했을 때 비 간접적으로 이익을 얻는가	◎		●		
	·산학연 융합이 발생하였는가	◎				●
	·다면시장이 존재하는가(개수에 따라 점수화)	◎			●	
	·플랫폼내 정보량이 증가하는가	◎		●		
	·집중도- 시장우위지수가 증가하는가	◎		●		
	·밀도-연결수 (업체수에 따른 네트워크 효과)가 존재하는가	◎			●	
	·플랫폼 리더가 존재하며 플랫폼을 주도하고 있는가	◎			●	
	·플랫폼 제공자가 존재하며, HW(1점), SW(2점), HW+SW(3점 이상)의 경쟁력을 가지고 있는가	◎			●	
	·플랫폼 보완자가 존재하며, 협력업체 역할을 할 수 있는가	◎			●	
	·플랫폼 스폰서가 존재하며 투자자 역할을 할 수 있는가	◎			●	
산업플랫폼 II	·플랫폼 내 경쟁정도	◎		●		
	·산업플랫폼 작동요인 정책이 존재하는가	◎			●	
	·산업플랫폼 내 규제수준은 원활히 작동되는가	◎		●		
	·산업플랫폼 내 인센티브 수준은 원활히 작동되는가	◎			●	
	·산업플랫폼 내 보조금 수준은 원활히 작동되는가	◎			●	
·산업플랫폼 내 규제, 보조금, 인센티브는 서로 보완작용이 되는가	◎			●		

표 22. 독일의 융합R&D사업화를 위한 세부지표 측정

## V. 결론 및 시사점

세계경제가 새로운 신성장동력을 찾으면서 각 국가들은 학문간 융합, 산업간 융합 등에 더욱 힘쓰며 혁신적 연구기법 및 문제해결을 위한 R&D기획 및 사업화에 힘쓰고 있다. 복잡하고 다양한 수요가 늘어나게 되면서 정부는 다부처가 연합한 융합R&D에 보다 적극적으로 투자하기 시작하게 되었으며, 기업은 더욱 발빠르게 신시장을 파고들기 위해서 융합 R&D사업을 기획하고 적절한 시장을 통해서 돌파구를 찾고 있다. 그러나 융합이라는 단어 자체가 정의되고 이를 산업차원에서 연구차원에서 적용하는 것이 얼마 되지 않았기 때문에 융합을 통해 해결하려는 사회문제 조사 및 정보구축이 체계적으로 이루어지지 않아 해결해야 할 문제를 정확히 파악하고 이에 대한 기술적 대응책을 강구하는 것이 난해한 편이다. 특히 융합R&D사업의 경우, 수요자의 범주 규정과 개발된 기술의 사용자 전달 방법에 대한 시스템적인 발전이 이루어지지 않으면 공급자위주로 진행되다 수요자와 매칭되지 않아 R&D의 매몰비용이 이전보다 더 커질 수도 있는 것이다.

현재 기초·원천 과학기술의 부족으로 인해 융합 부문에서 선진국과의 격차 존재하며, 초기단계의 국내 융합기술은 선진국 대비 50~80% 수준으로 파악된다. 또한 융합기술은 주로 기초연구 분야를 기반으로 하는 만큼 R&D가 중요하지만, 이에 대한 투자는 적은 편이고, OECD 분석에 따르면 '07년 한국 NT 분야 공공 R&D 투자는 2.8억달러로 미국(14.3억달러), 일본(6.7억달러), EU(5.3억달러) 등 선진국과 비교시 절대적으로 낮은 상황이다.

융합R&D를 통해서 새로운 지식을 생산하고 사회적 목표를 해결함과 동시에 산업적인 효과성과 효율성을 창출하는 것은 기존의 R&D의 평가방식이나 생태계로는 어려울 것이다. 그동안 R&D사업화 생태계에서 다루어졌던 혁신주체들의 협력문제나 네트워크 효과성, 정부예산 투입대비 R&D효과성, 부처간 또는 연구집단간 융화되지 않고 중복되고 기술과 서비스개발에 있어서 비효율적인 접근이 존재한다.

본 연구에서는 이러한 사회의 수요를 반영하고 새로운 산업창출이 가능한 융합R&D사업에 대해서 정책 프레임워크를 도출하고 이를 산업에 적용하고 국가정책에 활용할 수 있는 지표체계를 구축하고자 한다. 특히, 산업간 융합을 설명하고 다부처가 연계하면서 산학연 협력 등을 이끌어낼 수 있는 동력원을 '산업플랫폼'이라는 이론을 통해서 새롭게 제시하였다.



본 연구에서 제시한 ‘산업플랫폼’은 플랫폼 제공자, 플랫폼 사용자, 플랫폼 보완자, 플랫폼 스폰서로 구성되며(Eisenmann 등, 2008), 산업플랫폼의 작용요인은 보조금 및 조세 정책, 규제 등이 주요 작용요인이다.

전기자동차 산업의 사례를 살펴볼 때, 초기시장에서는 산업플랫폼 활성화차원에서 보조금이 매우 효과적으로 작용하게 된다. 보조금(R&D 및 인센티브 등)이라는 직접지원은 특정 전략산업의 육성을 위해 지급하는 것이기 때문이다. 이러한 보조금은 조세지출에 비해서 정책대상이 제한적이고 실시기간이 일시적이며, 특정그룹이나 산업에 지원이 집중되는데 그 수혜대상은 산업 내에서 경쟁구도에 있는 기업들 중에 채택될 수 있다.

조세정책은 세금감면이나 면제같은 혜택을 통해서 산업을 활성화시키는 것인데, 갈수록 직접지원보다 더 효과적으로 작용하는 경우가 많다(OECD, 2008; Bruder & Dose, 1986). 규제는 산업에 따라 작동방식이 많이 다를 수 있다. 전기자동차 산업의 경우에는 CO2 배출 저감 등 환경적 요소가 크게 작용하기 때문에 규제가 강하게 작동한다. 그리고 다면적 시장으로 인해서 비대칭적인 구조를 통해서 규제가 필요한 경우가 많다. 시장 참여자들이 효과적인 네트워크를 살리기 위해서 규제와 인센티브 등을 잘 조절할 필요가 있다.

본문에서 살펴본 미국, 독일의 산업플랫폼은 산업을 활성화시키고 융합R&D사업화를 실행시키는데 실질적인 평가지표를 제시해줄 수 있을 것이다. 아래의 <표 23>과 같이 나라별 산업플랫폼 유형이 다르며, 산업의 리더, 각 혁신주체의 관계 또한 상이하다.

●플랫폼리더      ◎플랫폼보조자

	Leader(Owner)					
	제조사	에너지공급사	서비스공급자	소비자/	정부	지자체
Type1: 미국 (시장주도플랫폼)		●●	●		◎	◎
Type2: 독일 (협업플랫폼)	●	●			◎	●

표 23. 나라별 전기자동차 산업플랫폼 유형

이러한 플랫폼 리더는 협조적 관계와 경쟁의 균형을 조정하며 공생할 수 있는 환경을 창조하며, 해당 플랫폼의 장을 가장 잘 활용하여 시장을 리드하는 역할을 가진 참여자가 존재한다는 뜻이다. 특히 전기자동차 산업의 경우를 살펴보면 국가 융합연구의 중심이 되는 부문인 IT와 다른 부문의 융합을 위한 기반 미비하면 산업경쟁력을 높이는 출발점에서 불리하게 된다. 제품경쟁력 강화와 제조업의 고부가가치화 등을 위해 제조업의 IT 기반 융합이 필수조건으로 대두된 상태라고 볼 수 있다. 그러나 IT와 타 산업 간 융합을 촉진할 수 있는 산업생태계(법, 제도, 문화 등)가 미흡하고, 융합 신제품에 대한 시험인증시스템, 테스트베드, 표준, 데이터 등 융합인프라가 없어 상용화에 한계가 있는 것이 현실이다.

우리나라는 앞으로의 국가경쟁력과 지속가능한 경제발전을 위해서 융합R&D사업화에 대한 적극적인 대응이 필요하며, 새로운 융합산업 및 융합시장의 창출을 위한 융합기술개발 사업에 대한 정책적 지원을 새롭게 고민해야 할 것이다. 본 연구에서 제시되었듯이, 산업플랫폼의 구성요소 및 지표들을 참고하여 실제 정책이 작동하는 방식이나 산업 내 플랫폼제공자가 누구인지, 플랫폼 보완자가 누구인지, 리더가 누구인지에 따라 새로운 산업과 시장의 창출을 위한 표준 마련, 규제 시행, 보조금 지원 등 구체적인 제도혁신이 기술혁신과 함께 이루어져야 할 것이다. 융합 R&D사업은 기술이 시장으로 상용화되기까지 불확실성 요인이 상당히 편재되어 있고, 기존 산업들의 융합은 시간이 많이 소모되므로 정부주도의 R&D가 특히 중요하다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 융합R&D사업화를 위한 정책 프레임워크와 지표개발을 실시하였으며 다음과 같은 미래정책방향을 제안한다.

첫째, 혁신시스템에 있어서 공급부분인 정책기획에 있어서 수요를 충분히 고려한 정책이 설계되어야 한다. 융합R&D에 대한 시장은 기존 패러다임이 변화될 정도 파괴적인 혁신과 기존 기술을 개량하여 접목한 점진적인 혁신이 중첩되어 나타날 것이다. 그래서 시장의 불확실성이 더 크기 때문에 수요를 충분히 고려하지 못한다면 R&D의 투입대비 효과성이 많이 떨어질 것이다 정부는 공급자와 수요자간 비대칭적 정보문제를 해결하고 사회문제 해결형 혹은 신시장창출형 융합R&D에 대한 제약요인을 잘 살펴보고 제거해야 한다.

둘째, 동적역량을 고려한 정책의 중단기적인 방향을 고려한 지속가능한 정책설계를 해야 한다. 본 연구에서 제시한 주요 맥락인 동적역량은 거시적 환경, 미시적 환경요소를 복합적으로 고려하여 단기에서 중장기적인 정책설계에 도움을 줄 수 있는 폭넓은 R&D기획 및 평

가 프레임워크이다. 국가적 시스템 환경(position)과 기술중심 패스(path), 그리고 조직적인 프로세스(process)에 대한 지표와 평가를 통해서 최적의 R&D기획을 할 수 있는 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

셋째, 정책의 실제 집행과 활성화를 위한 산업플랫폼 전략을 구축해야 한다. 지금까지 혁신 생태계 및 산학연 협력 등은 혁신주체들의 내부 네트워크를 작동시키는 요소들과 프레임워크를 잘 다루지 않았다. 본 연구에서 특별히 강조했던 규제, 보조금, 인센티브 등 정책적 작용요소들을 기술적 요소, 사업성과 경제성, 연구역량과 인적역량과 함께 고려할 수 있는 정책설계가 필요할 것이다. 특히 정부는 혁신제품의 초기시장 창출을 위해 구매보조금 지급이나 세액공제 등의 유인을 부여하고, 정부는 신산업 육성을 위해 중장기 산업발전전략을 수립하고 혁신주체간 협력을 촉진시켜야 한다.

넷째, 이용자행태 및 사회·문화변화에 따른 빅데이터 기법과 정책 시뮬레이션 등을 통해서 다양한 시장변화 예측과 정책변동에 따른 위험요소를 미리 예상하고 대응해야 할 것이다.

다섯째, 특수한 사회문제와 재난에 대응할 수 있는 융합정책 목표를 해결할 수 있는 보조적 정책 장치들과 지표들도 추가로 설계되어야 할 것이다.



## 조형례 (Cho, Hyeong Rye)

- 학 력**
- 건국대학교 기술경영 경영학 박사
  - 건국대학교 기술경영 경영학 석사
  - 건국대학교 경영/국제무역 경영학사/무역학사

- 경 력**
- 前) 한국기초과학지원연구원(KBSI) 정책실 선임기술원
  - 前) 건국대학교 본부대학 시간강사
  - 前) 건국대학교 교무처 시간강사

## 참고자료

---

1. 경정운 외 (2011), “융합R&D의 새로운 발전 방향 모색: NSF의 환경 속의 생명복합성과 NRF의 학제간 융합 R&D지원 사업 비교”, 『한국정책과학학회보』, 15(1), pp. 151-177.
2. 김규옥·박지영·엄기종·임민희 (2011), “전기차 중심의 미래교통체계 구상 및 추진전략”, 『녹색성장통합연구총서 11-02-45』, 한국교통연구원.
3. 김홍영·박소희 (2015), “융합R&D추진현황 분석 및 활성화 방안”, 『연구보고 2015-024』, KISTEP
4. 남영호 외(2014), 『신규사업과 프로젝트: 사업타당성 분석』, 세명서관.
5. 빅스텔리전스(2015), 『전기자동차 신산업육성을 위한 생태계 기반구축연구』, 산업통상부.
6. 미래창조과학부(2014c), 『2015년 국가연구개발 성과평가 실시계획(안)』.
7. 미래창조과학부(2015), 『2015년 융합기술 발전전략 시행계획(안)』.
8. 박기범·황정태(2007), 『융합연구의 형성과 발전과정의 고찰을 통한 국내 연구현황 분석』, 한국과학기술정책연구원.
9. 박철완(2011), 『그린카 콘서트』, 오토앤북스.
10. 송위진, 성지은, 임혹탄, 장영배. 2013. 『사회문제 해결형 연구개발사업 발전방안 연구』. 과학기술정책연구원.
11. 안연식(2010), “국가기술전략 관점에서의 기초 융합 연구개발(R&D) 기획”, 『유라시아연구』, 제7권 1호, pp. 25~45.
12. 양혜영(2012), “빅데이터를 활용한 기술기획 방법론”, 『ISSUE PAPER』, KISTEP.
13. 여인국 외(2009), 『산업원천기술로드맵: 자동』, 산업기술진흥원.
14. 융합연구정책센터(2014), 『과학기술과 인문사회간의 융합연구추진을 위한 기반체제 연구』, KIST.
15. 이광호 외(2015), “융합 연구개발사업 평가체계 개선방안”, 『정책연구 2015-01』, 과학기술정책연구원.
16. 이미혜(2011), 『전기자동차 시장현황 및 전망』, 해외경제연구소 산업투자조사실, 한국수출입은행.
17. 이중만 외(2010), “과학기술분야 융합기술 인력현황 및 이동형태 분석”. 『한국콘텐츠학회논문지』, 10(5), 446-459.
18. 임근희(2010), “전기자동차의 도입환경, 기술현황, 보급정책, 경제성과 관련이슈”, 『전기의 세계』, 제59권, 제4호.
19. 정선양 (2011), 『전략적 기술경영』, 박영사(제3판).
20. 정선양·조형례·최진호 (2013), “전기자동차의 산업플랫폼에 대한 연구.”, 『기술혁신학회지』, 제16권, 제2호, pp. 530-558.
21. 정선양·조형례·최진호 (2013), “전기자동차의 산업플랫폼에 대한 연구”, 2013년 한국경영과학회·대한산업공학회 춘계공동학술대회, 2013년 5월 24일-25일, 디오션리조트, pp. 931-945.
22. 조성락 외(2014), 『친환경 자동차 그린카 시장 실태와 개발전망(기술, 시장편)』, 이슈퀘스트.

## 참고자료

---

23. 최병삼(2011), “플랫폼의 일반적 정의가 기업의 경제적, 전략적 의사결정에 미치는 효과에 대한 연구”, 『상업교육연구』, 제25권, 제3호.
24. 최병삼(2012), “가치창출 플랫폼, 다원화 혁명 이끈다”, 『DBR: Platform Leadership』, Issue2, No. 103.
25. 최진호, 정선양, 박경배, 장대철, 조형례, 강승규(2014), “그린카 산업의 학제적 분석방안에 관한 연구”, 『기술혁신연구』, 제22권, 제3호.
26. 현대경제연구원(2014), 자동차산업 핵심경쟁력의 중심이동, VIP 리포트, 현대경제연구원.
27. 현재호 외(2015), 융합연구단 평가방법론 개발, 국가과학기술연구회.
28. 한정택(2008), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구: 연구기반구축 사업을 중심으로, 한국개발연구원.
29. A&D 컨설턴트(2009), 『글로벌 전기자동차 개발경쟁(I, II)』, 2010 특별보고서.
30. KETI(2011), 『전기자동차 육성 정책동향』, 알앤디비즈.
31. KISTEP(2014), 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2판)
32. Aranguren, M.J., De La Maza, X., Parrilli, M.D. and Wilson, J.R. (2013a), Nested Methodological Approaches for Cluster Policy Evaluation: An Application to the Basque Country. *Regional Studies*, <http://dx.doi.org/10.1080/00343404.2012.750423>
33. Bach, L. and Matt, M. (2002), Rationale for Science & Technology Policy, In: Georghiou, L., Rigby, J., Cameron, H. (Eds.), *Assesing the Socio-economic Impacts of the Framework Programme*. PREST, University of Manchester, Manchester.
- Boudreau, K. (2010), "Open Platform Strategies and Innovation: Granting Access versus Devolving Control", *Management Science*, 56(10), 1849-1872.
34. Boudreau, K. J. and Hagiu, A. (2009), "Platform Rules Multi-Sided Platforms as Regulators", Working Paper 09-061, Harvard Business School.
35. Bruce, A., Lyall, C., Tait, J. and Williams, R. (2004), Interdisciplinary integration in Europe: the case of the Fifth Framework programme, *Futures*, 36(4), 457-470.
36. CDC (2013), *Evaluating Violence and Injury Prevention Policies Brief 1: Overview of Policy Evaluation*, Center for Disease Control and Prevention.
37. Cimoli, M. and M. D. Giusta (1998), "The Nature of Technological Change and its Main Implications on National and Local Systems of Innovation", IIASA Intrim Report, IR-98-29/June.
38. Clarysse, B., Wright, M. and Mustar, P. (2009), Behavioural additionality of R&D subsidies: a learning perspective, *Research Policy*, 38 (10), 1517-1533.

## 참고자료

---

39. Cooke, P. (2012), From Clusters to Platform Policies in Regional Development, *European Planning Studies*, 20(8), 1415-1424.
  40. Cooke, P. and Zhang, F. (2009), "The Green Vehicle Trend: Electric, Plug-in Hybrid or Hydrogen Fuel Cell", *DIME - Dynamics of Institutions and Markets in Europe*, 3, 1-40
  41. Eisenmann, T. R., Parker, G. and van Alstyne, M. (2008), "Opening Platforms: How, When and Why", Working Paper 09-030, Harvard Business School, August.
  42. Eisenmann, T. R. (2007), "Managing Networked Business: Course Overview for Educators", Working Paper, Harvard Business School, October.
  43. Eisenmann, T. R. (2007), "Managing Propriety and Shared Platforms: A Life-Cycle View", Harvard Business School Technology & Operations Management Unit, Research Paper 07-105.
  44. Evans, D. S. and Schmalensee, R. (2007), *Catalyst Code: The Strategies behind the World's Most Dynamic Companies*, Harvard Business School Press, May.
  45. Evans, D. S., Hagui, A. and Schmalensee, R. (2006), *Invisible Engines: How Software Platforms Drive Innovation and Transformation Industries*, Cambridge, MA: MIT Press.
  46. Geels, F. W. (2004), From Sectoral Systems of Innovation to Socio-Technical Systems: Insights about Dynamics and Change from Sociology and Institutional Theory, *Research policy*, 33(6), 897-920.
  47. Hagui, A. and Yoffie, D. B. (2009), "What's Your Google Strategy", *Harvard Business Review*, April.
  48. IBM (2010), "Switching Perspectives: Creating New Business Models for a Changing World of Energy", Executive Report, IBM Global Business Services.
  49. Kampman, B., Braat, W., van Essen, H. and Gopalakrishnan, D. (2011), "Economic Analysis and Business Models", Report: Impact of Electric Vehicles-Deliverable 4, Delft: CE Delft, April.
  50. Kawahara, E. (2009), *Denki Jidosha ga Kakushin suru Kigyo Senryaku*, Nikkei Business Publications, Inc.
  51. Kley, F., Lerch, C. and Dallinger, D. (2011), "New Business Models for Electric Cars: A Holistic Approach", *Energy Policy*, 39, 3392-3403.
  52. Kuhlmann, S. (2003), Evaluation As a Source of Strategic Intelligence, In: Shapira, P., Kuhlmann, S. (Eds.), *Learning from Science and Technology Policy Evaluation: Experiences from the United States and Europe*, Edward Elgar, Cheltenham.
  53. Magro, E. and Wilson, J. R. (2013), "Complex Innovation Policy Systems: Towards An Evaluation Mix", *Research Policy*, 42(9), 1647 - 1656.
-

## 참고자료

---

54. OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014
55. OECD(2008), Science, Technology and Industry Outlook, Paris: OECD.
56. OECD(2011), Science, Technology and Innovation Policy in OECD Country , Paris: OECD.
57. Pisano, G. P. (2006), Science Business: The Promise, The Reality, and The Future of Biotech, Boston, MA: Harvard Business School Press.
58. Pisano, G. P. (2010), "The Evolution of Science-based Business: Innovating How We Innovate", Industrial and Corporate Change, 19(2), 465-482.
59. Rhoten, D. and Parker, A. (2004), "Risks and rewards of an interdisciplinary research path", Science(Washington), 306(5704), 2046.
60. San Roman, T. G, Monber, I, Abbad, M. R. and Miralles, A. S. (2011), "Regulatory Framework and Business Models for Charging Plug-in Electric Vehicles: Infrastructure, Agents, and Commercial Relationships", Energy Policy, Vol. 39, pp. 6360-6375.
61. Teece, D. and G. Pisano (1994), "The Dynamic Capabilities of firms: An introduction", Industrial and Corporate Change, 3(3), 537-556.
62. Tidd, J. and Bessant, J. (2013), Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change, 5th Ed., Chichester: John Wiley & Sons
63. Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K. (2005), Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change, Chichester and New York: John Wiley & Sons.
- <http://www.socalev.org/plugin/incentives.htm>
- <http://www.jetro.go.jp/world/europe/reports/07000740>
- <http://www.energytimes.kr/news/articleView.html?idxno=10712>
- [http://www.businessweek.com/technology/content/jun2010/tc2010063\\_322564.htm](http://www.businessweek.com/technology/content/jun2010/tc2010063_322564.htm)
- <http://www.energytimes.kr/news/articleView.html?idxno=10712>
- <http://media.daimler.com/dcmedia/>
- [http://www.afdc.energy.gov/\(US Alternative Fuels Data Center\)](http://www.afdc.energy.gov/(US Alternative Fuels Data Center))

# 과학기술분야 융합연구자 역량 모형 개발 연구

▣ 서울대학교 교육학과 박사과정 이상훈 (smallleader@naver.com)



# 01 서론

## 1. 연구의 필요성 및 목적

현대는 융합의 시대이다. 현대가 융합의 시대라는 명제가 의미를 지니는 것은 근대사회의 학문의 분화와 밀접한 관련이 있다. 근대사회가 형성되면서 학문들의 번성과 다양화가 급속도로 진행되어, 근대 이전의 포괄적인 융합상태에서 벗어나 점차 분화하는 과정을 거치게 되었다(Frodeman, 2010). 과학기술 분야에서도 수리, 통계, 물리, 천문, 화학, 생명, 지구환경, 뇌인지 등 다양한 학문으로 분화되었으며, 그러한 분화로 인하여 각기 괄목할만한 성과를 이룩하였다. 학문의 분화는 각 학문의 전통을 깊게 형성하였으며, 체계적인 학문의 역사를 수립하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 현대에 들어오면서 이러한 학문의 분화에 대한 우려의 목소리가 높아지고 있다. 이러한 학문의 분화에 대한 우려의 목소리는 학문 간의 교류와 통합이라는 명제로 이어져 현재는 화학적 결합상태로서의 융합에 대한 주목이 높아지고 있다.

사실, 융합이라는 개념은 일찍이 등장한 것에 비해서 2010년을 전후로 융합이 주목받게 된 것, 그리고 다양한 학문이 통합되어 연구되기를 기대 받는 것은 현대에 직면하게 되는 다양한 문제의 특성과 밀접한 관련이 있다. 현대에 많은 문제들은 비구조화되어 있으며, 문제가 처한 맥락이 복잡하며, 시간의 흐름이 따라 문제의 내용이 급격하게 변화하는 역동적인 특징을 지니고 있다(Jonassen, 2010). 이러한 상황에서 현대사회의 문제를 해결하는데 절실하게 요구되는 것이 협력적인 문제해결과 융합적인 문제해결이라고 할 수 있다. 비구조화되고, 복잡하며, 역동적인 문제 상황에서는 단일 연구자나 단일 학문을 통해서 효과적으로 문제를 해결할 수 없기 때문이다. Kolama(1991)는 기술혁신이 두 가지 형태를 지니고 있는데 하나는 기존 기술의 돌파이고, 다른 하나는 여러 기술의 돌파가 동시에 일어나면서 융합되는 것이라고 하였다. 그는 미래의 기술혁신에서는 융합형 기술혁신이 점점 더 많은 비중을 차지하게 될 것이라고 주장하였다.

융합에 대한 관심의 증대로 인하여 세계 각국에서 융합과 관련된 정책을 펼치고 있다. 미국의 NNI(National Nanotechnology Initiative)의 경우 2015년 10억 달러가 넘는 자원을 투자하였으며, EU역시 생명과학 기술(bio technology), 나노 기술(nano technology), 정보기술

(information technology)등의 분야에 국가 차원의 투자가 이루어지고 있다. 우리나라도 예외는 아니다. 2000년대 이후 융합학문이 국가 과학정책의 주요기조로 채택된 이후(하태정 외, 2007), 막대한 양의 융합 R&D예산을 투자하고 있으며, 다양한 연구기관을 설립하고 있다(백연정, 2016).

그럼에도 불구하고 융합을 가능하게 하는 실질적인 핵심동력으로서의 융합연구자에 대한 관심이 부족한 편이다. 특히, 융합연구를 효과적으로 수행하기 위해서 융합연구자가 지녀야 하는 능력 및 특질에 대한 연구가 부족한 실정이다. 융합연구를 확산시키고 이를 바탕으로 기술혁신 및 융합문제를 해결하기 위해서는 융합연구를 실제로 수행하는 융합연구자의 역량에 대한 관심이 필요하다. 역량은 충분한 지식, 판단, 기술과 힘을 가지고 역할에 따라 과업을 효과적으로 수행하는 자질이라고 할 수 있다. 융합연구자들의 역량 즉, 능력과 자질, 특질에 대한 체계적인 탐색이 있어야만, 융합연구를 지원할 수 있는 다양한 인적자원관리, 개발 정책이 실효성 있게 운영될 수 있다. 물론, 융합에 대한 관심이 높아지면서 융합연구자가 지녀야 하는 역량이 무엇인가에 대한 다양한 선행연구들이 수행된 것은 사실이다. 그러나 이러한 연구들이 일반적으로 문헌을 바탕으로 하는 이론적 논의에 머물러 있다는 한계가 있다. 그렇기 때문에 실제로 우수한 융합연구자들이 어떠한 행동을 하고, 어떠한 가치관과 태도를 지니고 있는지에 대한 탐색이 부족한 실정이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 융합연구를 실제로 수행하는 과학기술분야 융합연구자를 중심으로 그들이 지니고 있는 역량이 무엇인지 탐색하고, 이것을 모형화하는 것을 목적으로 한다. 이러한 연구를 통해서 융합연구를 지원하고 확대시키기 위한 정책적 시사점을 제공할 수 있으며, 융합연구자를 길러내는데 필요한 교육적 방향을 확인할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

## 2. 연구 문제

본 연구는 융합연구를 우수하게 수행한 우수 융합연구자들을 대상으로 그들이 지니고 있는 역량을 파악하고, 이를 모형화하는 것을 목적으로 한다. 더불어 융합연구자들이 융합연구 역량을 바탕으로 우수한 융합연구 성과를 도출하는데 영향을 미치는 영향요소를 밝혀내고자 한다. 이러한 목적에 따른 본 연구의 연구문제는 아래와 같다.

첫째, 우수한 성과를 창출한 과학기술분야 융합연구자들이 지니고 있는 역량은 무엇인가?

둘째, 융합연구자 역량이 발현되어 과학기술분야 융합연구 성과를 창출하는데 영향을 미치는 요소는 무엇인가?

## 02 이론적 배경

### 1. 융합과 융합연구

#### 1.1. 융합의 개념 및 정의

융합은 다양한 창의적 성과물을 창조하는 과정에서 다양한 지식, 학문, 기술 등이 복합적으로 활용되는 현상을 의미하는 일상적인 용어로 확산되어가고 있지만, 융합이 다양한 장소, 다양한 수준, 그리고 다양한 유형으로 이루어지기 때문에 어떠한 맥락을 강조하느냐에 따라 그 정의가 달라지기 때문에 다양한 정의가 존재한다(Frodeman, Klein, & Mitcham, 2010).

먼저, 융합의 사전적 개념을 살펴보면, 국립국어원 표준대사전에서 융합은 ‘다른 종류의 것이 녹아서 서로 구별이 없게 하나로 합하여지거나 그렇게 만들. 또는 그런 일’로 정의되고 있다. 또한 융합의 의미를 뜻하는 영어 단어로 convergence, fusion, 또는 consilience 등이 사용되고 있는데(박기범, 황정태, 2007; 이중만, 최민석, 2010; 최재천, 주일우, 2007), 이 중 convergence의 사전적 의미는 첫째, 어느 한 점이나 다른 점으로 다 같이 움직이는 것, 둘째, 함께 어떤 공동의 이익이나 집중에 참여하고 통합하는 것, 셋째, 수많은 수단들의 각각의 한계에 접근하여 궁극적으로 그 한계를 없애고 각각의 수단의 기능을 증가시키는 것을 의미한다. fusion의 경우는 첫째, 열로 인해 용해되거나 녹는 행위나 프로세스, 둘째, 녹는 것처럼 통합되는 것을 의미한다. 마지막으로 consilience는 흔히 통섭으로 번역되어 통용되는 용어로, 모두 합쳐져 하나로 모음 또는 둘 이상의 것을 하나로 모아서 다스림(최재천, 주일우, 2007, p. 306)으로 정의된다. consilience는 인문학과 자연과학의 통합을 논의할 때 주로 쓰이는 용어이지만 최근에는 융합과 관련되는 다양한 맥락에서 쓰이기도 한다. 이러한 다양한 용어들의 사전적 의미를 종합해보면 융합이란 ‘두 개 이상의 여러 특성들이 하나의 목적을 위하여 통합하여 녹아들어가는 현상 또는 프로세스’를 의미한다고 할 수 있다(오현석, 성은모, 2013).

이렇게 일상적으로 등장하는 개념으로서의 융합이 학술적으로 등장하게 된 것은 Rosen-

berg(1963)에 의해 다양한 산업의 공장들이 기술적인 문제들을 해결하는 과정에서 일어나는 공동 기술혁신 현상을 기술혁신(technological convergence)라고 칭하면서 시작되었다. 그는 1840-1910년 50년의 기간 동안 이루어진 영국의 공장기계 기술혁신 역사를 분석하면서 문제를 해결하는 하나의 방법으로서 융합현상을 언급하였다.

이후 다양한 학자들에 의해 융합이 정의되었다. 가령, 김덕현(2011)은 독립적으로 존재하던 개체(예: 학문, 기술, 제품/서비스, 산업)들이 화학적 결합을 통해 가치가 커진 새로운 개체를 창조하는 것이라고 정의하였으며, 성은모 등(2013)은 기존의 서로 다른 두 개 이상의 학문적 지식과 기술을 물리적 그리고 화학적으로 결합하여 새롭고 독특한 가치를 창출하는 현상이라고 정의 하였다. Nissan & Niroomand(2006)는 두 개 이상의 전공 또는 교과 성분이 함께 모아지는 것이라고 정의하였다. 이러한 정의들을 살펴보면 두 개 이상의 상이한 분야의 결합으로 인해 새로운 가치를 창출하는 것을 융합이라고 보고 있다.

또 다른 정의들은 이러한 새로운 가치를 창출하는 활동을 혁신으로 칭하게 된다. Kodama(1991)는 technology fusion이라는 용어를 사용하면서 기술혁신의 두 가지 형태를 제시하면서 하나는 기존의 기술의 돌파이고, 다른 하나는 여러 기술의 돌파와 동시에 융합되는 것이라고 하였다. 이때 미래의 기술혁신에서는 융합형이 점점 더 많은 비중을 차지할 것이라고 주장했으며, 융합을 혁신의 한 가지 방법이라고 설명하였다.

이러한 융합의 정의를 정리하면 다음 <표 1>과 같다.

연구자	융합 개념
김덕현(2011)	독립적으로 존재하던 개체(예: 학문, 기술, 제품/서비스, 산업)들이 화학적 결합을 통해 가치가 더 커진 새로운 개체를 창조하는 것
성은모 외(2013)	기존의 서로 다른 두 개 이상의 학문적 지식과 기술을 물리적 그리고 화학적으로 결합하여 새롭고 독특한 가치를 창출하는 현상
이공래, 황정태(2005)	2개 이상의 기술 요소가 화학적으로 결합하여 기존의 기술이 갖지 않는 새로운 기능을 발휘하는 기술혁신의 한 현상
이병욱(2010)	다른 개념의 상품을 화학적으로 결합하는 것이며, 기존 기술이나 제품을 창조적으로 재조합하는 작업
최양희(2010)	여러 기술이 서로 완전히 녹아들어 어떤 한 분야를 결코 떼어낼 수 없는 것처럼 여러 기술이 화학적으로 결합한 것
최재천, 주일우(2007)	서로 다른 요소 또는 이론들이 한데 모여 새로운 단위로 거듭남
현창희(2008)	서로 다른 기술이나 산업분야 간에 효율과 성능 개선 등을 목적으로 결합함으로써 존재하지 않았던 새로운 기능을 창출하는 현상
Kodama(1991)	여러 기술의 돌파가 동시에 일어나면서 합쳐지는 혁신의 방법
Nissan & Niroomand(2006)	2개 이상의 전공 또는 교과 성분들이 함께 모아지는 것
Rosenberg(1963)	다양한 산업의 공장들이 기술 문제들을 해결해 나가는 과정에서 일어난 공동 기술혁신 현상

표 1. 융합의 정의

여러 연구자들의 융합의 정의를 살펴볼 때 공통적으로 등장하는 키워드를 살펴보면, 기술 문제, 화학적 결합, 한 곳으로 모임, 기술 혁신, 재조합, 창조, 가치창출 등으로 나타났다. 따라서 융합은 다양한 분야의 지식과 기술이 화학적으로 결합함으로써 기술혁신을 이루어내고, 새로운 창조적 가치를 창출하는 것이라고 정의할 수 있다.

## 1.2. 융합연구의 개념 및 정의

융합연구는 어떠한 문제 해결, 신기술 개발 또는 기존 기술/연구분야 분류체계에서 정의하지 못하는 분야를 개척하기 위하여 기존의 혹은 대다수의 연구개발 접근방식과는 다른 다양한 분야 간의 소통·협력을 통해 이루어지는 연구로 정의된다. 즉, 어떠한 문제를 해결하거나 신기술 개발을 한다거나 기존 기술/연구분야 분류체계로 정의하지 못하는 분야를 개척한다거나 하는 특정한 목적을 가지고(결과론적 관점), 다양한 학문 분야 간의 협력 공동 연구 중 기존부터 활발한 공동 연구를 수행하던 연구분야간 협력 연구가 아닌 새로운 분야 간의 협력 공동 연구(방법론적 관점)라고 볼 수 있다(이남우, 2013).

이러한 융합연구는 그 특성에 따라 다학제 연구(multidisciplinary research), 학제간 연구(interdisciplinary research), 초학제 연구(transdisciplinary research)의 세 유형으로 구분된다. 이러한 구분은 1960년대 융합연구와 관련해 다양한 개념과 용어가 혼용되면서 발생하는 문제를 해결하기 위해 도입되어(Apostel et al., 1972; Klein, 1990; Repko, 2008), 1970년 OECD가 개최한 융합연구에 관한 국제 컨퍼런스에서는 다학제(multidisciplinary), 학제간(interdisciplinary), 초학제(transdisciplinary)라는 세 가지 기본용어를 사용하기로 협의하였다(Apostel et al., 1972).

먼저, 다학제 연구는 두 학문분야가 특정 문제의 해결을 위해 협력하되 각각 자기 분야에 해당하는 세부 문제를 해결하여 둘을 단순히 합하는 방식의 연구를 의미한다(Mallon & Burton, 2005; Slatin et al., 2004). 다학제 연구는 연구수행 종료 후 기존 학문분야의 변화가 없으며 다학문적 연구의 대표 사례로는 미국의 핵무기 개발 계획인 '맨하튼 프로젝트'와 우주개발연구 등(강남준, 2008)을 들 수 있다.

학제간 연구는 문제해결과정에서 서로 다른 학문분야의 지식과 기술이 결합되어 새로운 접근 방식으로 문제를 해결하는 것으로 정의된다(Schummer, 2004). 동일한 연구주제를 해결하기 위해 복수의 학문분야가 협력하는 점에서는 다학문적 연구와 같으나, 연구종료 이후 기존 학문 분야에 변화가 발생하고 학문분야 간 교류가 활성화된다는 점에서 차별화가 된다.

마지막으로 초학제적 연구는 단일 학문 분야나 과학기술의 영역을 초월한 새로운 문제해결을 위해 복수의 학문분야가 개념, 이론 등을 결합하여 새로운 학문분야를 창출하는 것을 의미한다. 앞서 언급한 두 연구형태에 비해 비교적 최근에 제시된 개념으로 유럽과학재단(ESF)은 초학제적 연구를 '지식통합의 긴요성에 의해 현재 세계를 이해하는 학문분야를 초월하는 것에 관심을 가지는 연구' 라고 정의하고 있다. 대표적 분야로는 합성생물학(synthetic biology), 인지과학(cognitive science), 인공지능(artificial intelligence) 등이 있다.

유럽과학재단은 이러한 다양한 융합관련 개념을 도식화하여 표현하는데, 다음 [그림 1]과 같다. 유럽과학재단은 그림에서 보는 것과 같이 융합의 주체가 누구이며, 이러한 주체들이 주제를 어떠한 주체를 중심으로 다루고 있으며, 그 결과로 어떠한 학문분야가 탄생하게 되는가라는 문제를 중심으로 분류하고 있다.

\*출처: European Science Foundation(2011). European Peer Review Guide.

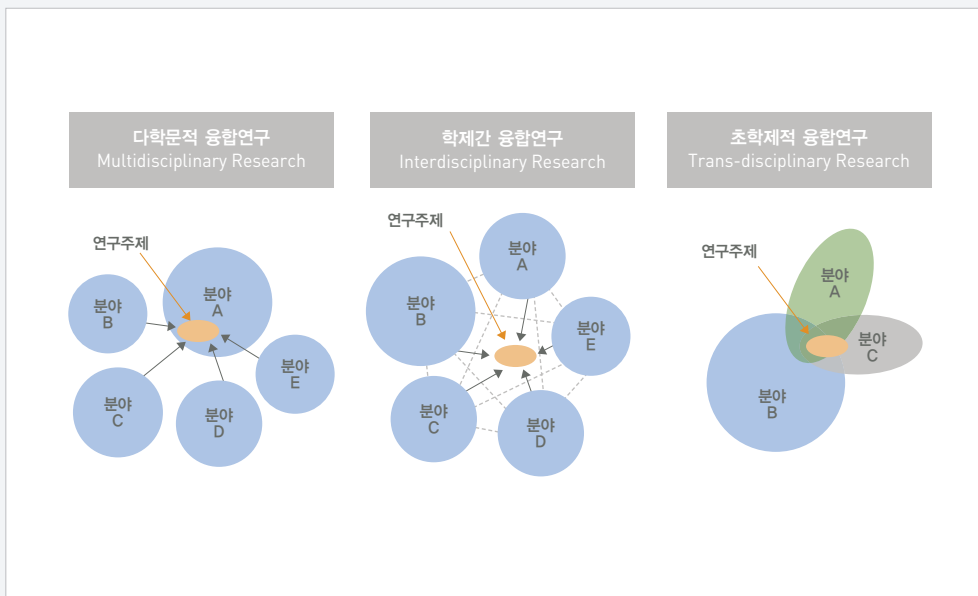


그림1. 융합연구의 유형

Stock & Burton(2011)은 이를 보다 세부적으로 구분하여 세 용어의 차이점을 부각하고 있다. 이들은 다학문적 융합연구, 학제간 융합연구, 초학제적 융합연구가 연구문제 해결에 초점을 맞고 있고, 다양한 학문분야가 개입되어, 학문분야 간 지식이 공유되며, 연구주제를 기반으로 융합연구가 이루어진다는 점에서 공통점이 있지만, 새로운 학문분야와 이론이 생성되거나 합성되는 점, 연구과정에 비학문적인 이해관계자들이 포함되는 것, 인식론적 경계를 초월하는 것 등에서 차이가 있다고 주장하였다. 이를 정리하면 다음 <표 2>와 같다.

요소	융합연구		
	다학제적	학제간	초학제적
1. 새로운 학문분야와 이론의 생성(합성)[synthesis new disciplines & theory]	X	X	●
2. 연구문제 해결에 초점[problem solving focus]	▲	●	●
3. 반복적 연구과정[iterative research process]	X	●	●
4. 다양한 학문분야의 개입[involve multiple disciplines]	●	●	●
5. 연구과정에 비학문적인 이해관계자들의 포함 [involve non-academic stakeholders in research process]	X	▲	●
6. 학문분야간 지식 공유 [knowledge sharing between disciplines]	●	●	●
7. 주제기반[thematically based]	●	●	●
8. 조정된 연구[research coordinated]	▲	●	●
9. 통합된 연구[research integrated]	X	●	●
10. 인식론적 경계의 초월[cross epistemological boundaries]	X	●	●
11. 2개 이상의 방법론 사용[follow pluralist methodologist]	●	▲	●
12. 과정의 일부로 결과 이행을 포함 [involves implementation of results as part of process]	X	X	▲

표 2. 다학제간, 학제간, 초학제적 융합연구의 특징 비교

\*출처: Stock & Burton(2011). Defining terms for integrated(multi-inter-trans-disciplinary) sustainability research.

- X : 해당 융합연구에 그 요소가 존재하지 않음을 의미
- ▲ : 해당 융합연구에 그 요소가 필요한지에 대한 논란이 존재함을 의미
- : 해당 융합연구가 그 요소를 포함하고 있음을 의미

이상의 내용을 정리해보면 융합연구는 다양한 수준과 개념에 의해서 정의될 수 있고, 그 수준과 방법에 따라 다학제간, 학제간, 초학제간 융합연구가 존재할 수 있지만, 대체적으로 연구문제 해결에 초점을 맞추고, 공통된 주제를 기반으로 다양한 학문분야가 개입하고, 이 학문분야들간의 지식 공유가 이루어지고, 두 개 이상의 방법론이 사용된다는 특징이 있다. 즉, 서로 다른 학문 분야 전문가들이 통합적 지식을 구축한다는 점에서 융합연구의 가장 큰 특징이 있는 것이다(이광호 외, 2013).

## 2. 역량 및 역량 모델링

### 2.1. 역량의 개념 및 정의

역량은 인간 능력을 표현하는 하나의 방식으로 이해할 수 있다. 심리학자 McClelland(1973)는 기존의 지능검사나 적성검사가 업무성이나 인생의 성공 여부를 제대로 예측하지 못한다는 문제점을 지적하고 그 대안으로 역량(competence) 개념을 도입하여 최초로 직무역량에 대한 실증적으로 규명하면서 등장한 개념이다.

일반적으로 역량은 과거부터 중요시되어 왔던 지능 이외에 인지, 기술, 기능뿐만 아니라 동기와 성격적 측면을 포괄하는 개념이다(McClelland, 1973). 역량은 인간 능력의 다양한 측면을 담고 있는 개념이기 때문에 연구자들에 의해 다양하게 정의되어 왔다. 가령, Boyatzis(1982)는 역량을 어떤 역할을 수행하면서 효과적이고 우수한 성과와 관련된 개인의 내재적 특성으로 정의하였으며, Klemm(1980) 역시 역량을 업무에서 우수한 수행을 하거나 뛰어난 결과를 내는 사람의 잠재적 특성이라고 정의한다. 그리고 역량 연구에서 가장 일반적으로 받아들여지고 있는 정의는 Spencer & Spencer(1993)의 정의로, 그들은 역량을 특정한 상황이나 직무에서 준거에 따른 효과적이고 우수한 수행의 원인이 되는 개인의 내적인 특성으로 정의하였다. 이러한 다양한 역량에 대한 정의들을 정리하면 다음 <표 3>과 같다.

출처: 조수민, 조형기(2012)의 자료에 추가하여 정리

연구자	정 의
McClelland(1973)	업무의 성과와 관련 있는 광범위한 심리적 또는 행동적 특성
Ogbu(1981)	문화적으로 지정한 과업을 수행하는 능력
Boyatzis(1982)	직무에서 효율적이거나 우수한 수행을 보이는 개인의 내재적 특성
McLagan(1982)	직무나 역할 수행에서 뛰어난 수행자와 관련된 개인의 능력 또는 특성
Jacobs(1987)	직무수행을 성공적으로 수행하는데 필요한 관찰 가능한 기술이나 능력
Spencer & Spencer(1993)	특정한 상황이나 직무에서 준거에 따른 효과적이고 우수한 수행 원인이 되는 개인의 내적 특성
Corbin(1993)	바람직한 목표나 성과를 달성하기 위하여 개인이 알아야 할 것과 할 수 있어야 하는 것을 포함하는 능력
Strebler & Bevans(1996)	업무영역의 새로운 상황에서 지식과 기술을 전이하는 능력을 포함하는 광범위한 개념
Parry(1996)	개인이 수행하는 업무의 중요한 부분들에 영향을 주고, 업무성과와 관련성이 높고, 조직에서 널리 받아들여지는 성과기준에 대비하여 측정될 수 있으며, 교육훈련과 개발을 통하여 개선될 수 있는 지식과 기술, 태도의 집합체



Mirabile(1997)	문제해결, 분석적 사고, 리더십과 같이 직무에서 고성과자와 관련 있는 지식, 스킬, 능력 혹은 특성으로 때로는 동기, 신뢰, 가치를 포함하는 것
Dow(1998)	조직과 구성원의 성공에 매우 중요한 지식, 스킬, 행동의 결합체
Hoffmann(1999)	관찰가능한 성과, 개인적 성과의 결과 수준 또는 질, 한 개인에게 내재된 속성(attributes)등으로의 분류
Lucia & Lepsinger(1999)	직무현장에서 효과적이고 우수한 성과를 산출하는 개인의 잠재적 특성
Shippmann(2000)	특정한 직업에 관련된 지식, 기술, 능력의 넓은 영역
Dubois & Rothwell(2000)	효과적이고 월등한 성과를 만들어내는 동기, 특질, 기술, 자아상, 사회적 역할, 지식체계와 같은 조직 구성원의 근본적인 특성
전영욱, 김진모(2005)	조직의 미션 및 전략을 달성하고, 바람직한 조직문화를 창출하는데 요구되는 지식(knowledge), 기술(skill), 태도(attitude)의 총체
윤필현 (2008)	조직 구성원의 성공적인 역할 수행을 위해 요구되는 산출물(output)을 얻기 위해 필요한 지식, 기술, 태도의 총체

표 3. 역량의 정의

이러한 역량은 기존의 지능, 적성 등의 인간의 능력을 표현하는 개념들과 차별점을 지니고 있는데, 윤정일 외(2007)는 총체성, 수행성/기동성, 맥락성, 학습가능성 등 네 가지 특징으로 정리하고 있다. 먼저, 총체성은 역량이 지식이나 기술과 같은 상대적으로 관찰 가능하고 수행으로 드러나기 쉬운 측면뿐 아니라 동기와 태도와 같은 인간의 심층적인 특성을 포함하는 능력으로 규정된다는 것이며, 동시에 역량을 구성하는 이러한 요소들이 별개로 구분되어 존재하는 것이 아니라 유기적으로 연결되어 있다는 특징을 의미한다. 이는 인지만을 강조하던 기존의 흐름을 벗어났다는 점에서 의의가 있다고 볼 수 있다.

둘째, 수행성/가동성이다. 수행성과 기동성의 측면에서 역량은 실제 수행 상황에서 가동되어 과제나 요구에 반응하는 능력의 측면을 포함한다. 따라서 역량을 소유한다는 것은 역량의 구성 자원을 소유하고 있다는 것뿐만 아니라, 그러한 자원을 복잡한 상황에서 적절할 때, 가동할 수 있고(mobilize), 조정할(orchestrate) 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 역량은 실천적 지식으로서의 측면, 수행을 가능하게 하는 능력으로서의 측면이 강조된 개념이라고 할 수 있다.

셋째, 맥락성은 역량이 지속적으로 구성되는 맥락과 맞물려 사용되는 능력으로 맥락적이고 즉각적인 성격을 지니고 있음을 말한다. 이러한 측면은 우리의 사고와 행위는 사회적 상황의 매순간에 따라 새롭게 그 의미를 창출해내며, 역량은 필연적으로 상황을 읽어내고 이에 입각해 목표를 추구해가는 능력을 전제로 한다는 점을 의미한다. 따라서 역량이 정태적 상태가 아니라 사회적 환경이나 맥락과 결부된 인간의 능력이라고 볼 수 있다.

마지막으로 학습가능성은 역량은 유전적으로 결정된 인간의 특성이 아닌 환경과 상호작용하면서 습득된, 학습가능한 능력임을 의미한다. 여기서 말하는 학습가능성은 타인에 의한 가르침으로써 획득 가능함을 의미하는 것이 아니라, 개인이 다양한 경험을 통해서 학습한다는 것을 의미한다. 즉, 역량의 비가시적 영역인 자아개념, 특질, 동기 등은 가르침으로써 습득되는 역량이라기보다는 수행과정 속에서 겪게 되는 다양한 경험을 통하여 학습되어 한 개인의 내면에 체화되는 것으로 볼 수 있다.

따라서, 역량이라는 개념은 인간의 능력으로써 기술이나 인지적 측면 뿐 아니라 동기, 태도, 판단, 의지와 같은 다양한 인간 특성들이 서로 구조적으로 연결되어 있는 총체적인 능력(총체성), 실제 수행상황에서 이러한 총체적인 인간 능력의 자원들을 적절하게 가동시킬 수 있고 구사할 수 있는 능력(수행성/가동성), 특정 맥락의 구체적인 요구와 관련된 수행 능력(맥락성), 유전적으로 타고난 능력의 측면보다는 경험과 학습을 통해 습득되고 변화할 수 있는 능력(학습가능성)을 의미한다.

Spencer & Spencer(1993)는 역량의 종류를 동기, 특질, 자기개념, 지식, 기술의 다섯 가지로 구분하고 있는데, 역량의 구조를 그림으로 나타내면 [그림 2]와 같다.

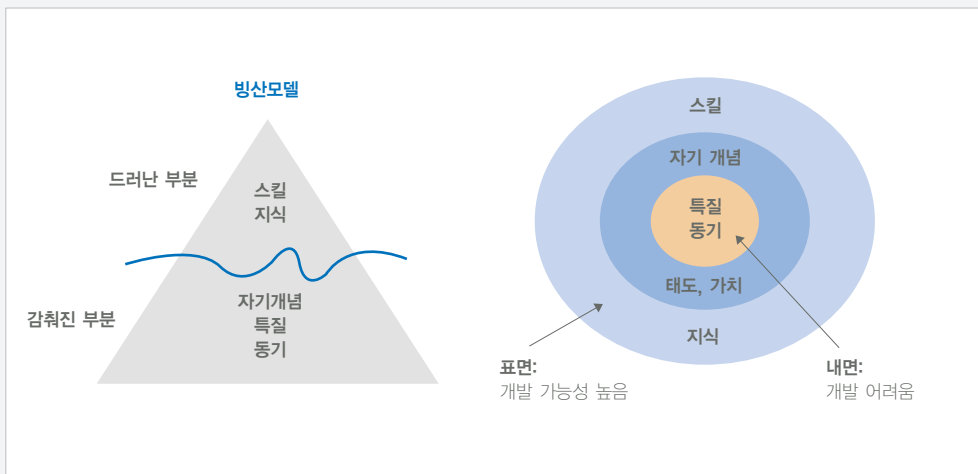


그림 2. 역량 구조의 내면과 표면

그림에서 확인할 수 있는 것과 같이 역량은 다섯 가지로 구분이 가능하다. 먼저, 동기는 개인이 일관되게 마음에 품고 있거나 원하는 것으로, 행동의 원인이 되는 것을 의미한다. 이러한 동기는 목표를 향한 행동을 촉발시키고, 방향을 제시하며 선택하게 하는 작용을 한다. 특질은 개인의 신체적 특성, 상황 또는 정보에 대한 일관성 있는 반응을 의미한다. 자아개념은 태도, 가치관 또는 자기상을 의미하는 것이다. 지식은 특정 분야에 대하여 개인이 가지고 있는 정보나 정보를 발견하는 능력을 의미하는 것으로 문제 해결의 단서를 어디서 어떻게 얻어야 할지 파악하는 능력을 포함하고 있다. 마지막으로 기술은 신체적 또는 정신적 과제를 수행할 수 있는 특정한 능력을 의미한다.

Spencer & Spencer(1993)는 이들 중 지식과 기술은 비교적 가시적이고 개발하기 쉬우나 동기, 특성, 자기개념은 인간의 내면에 위치하여 파악하기 어렵고 개발하기 어려운 부분이라고 지적하였다.

## 2.2. 역량의 분류

많은 역량 연구자(Baker, 1991; Brown, 1993, 1994; Burgoyne, 1989, 1990, 1993; Jacobs, 1987; Thomson, 1991)들에 의해 역량이 지니는 한계점에 대해서 언급되어왔다. 그러한 비판의 핵심은 역량의 고정적(static) 특성으로 전문성이나 능력을 측정하는 장면과 밀접하게 관련되어 있다는 것이다. 따라서 현대와 같은 역동적인 환경에서 전문가의 가장 핵심적인 능력은 다양한 역량들의 요소를 '조정'하고, 이들을 특정 사실이나 근거와 '연결' 하는 능력이 더욱 중요하고 볼 수 있다. 즉, 역할과 이를 수행하기 위해 필요한 능력으로서의 기존의 역량은 현대사회에 필요한 능력을 실질적으로 반영하지 못한다는 한계가 있다.

이러한 비판을 바탕으로 메타역량(meta competency)에 대한 연구가 다수 수행되었으며, 일반적으로 메타역량은 기본이 되고, 직무를 수행하는데 필요한 역량의 상위에 있는 기술과 능력으로, 개인이 단순히 직무를 할 수 있는 것을 넘어, 학습, 조정, 예측, 창조할 수 있도록 하는 역량이라고 정의되었다(Brown & McCartney, 1995). 또한 Cheetham & Chivers(1996)는 직무를 수행하는데 필요한 일반적인 직무 역량을 개발하거나, 활용하거나, 개선하는데 활용되는 전문가의 역량이라고 정의하였다.

이러한 메타역량에 대한 언급은 오래전부터 있어 왔으며, 다양한 이름으로 명명되어 왔다. 가

령, Bethll-fox(1992)는 이를 포괄적인 역량(generic competencies)라고 불렀으며, Kanugo & Misra(1992)는 관리자의 능력을 기술과 역량으로 구분하였는데, 여기서 기술을 일반적 의미의 역량으로, 역량을 메타역량으로 볼 수 있다.

이상의 논의를 바탕으로 언급되는 직무역량과 메타역량의 차이를 정리하면 다음 <표 4>와 같다.

출처: Brown, & McCartney, 1995

직무역량	메타역량
명시적인 행동 시스템이나 절차와 관련되는 능력	기능적인 지능을 활용하는 활동과 관련되는 능력
규정된 절차에 따라 일상적이고, 프로그래밍된 직무를 다루는데 필요함	비규칙적이고, 프로그래밍되지 않은 직무에 필요함
조직에서 직면하게 되는 안정적인 환경을 다루는데 요구되는 능력	복잡하고 예상하기 힘든 환경을 다루는데 요구되는 능력
특정 직무와 상황에 대해 보다 특수한 특성	직무나 상황에서 전이되는 보다 일반적인 특성
특정 직무의 요구에 의해 규정되는 행동을 다루는 능력이며, 직무 의존적임	직무 특수적이지 않으며, 개인 의존적임

표 4. 직무역량과 메타역량의 비교

위의 표에서 확인할 수 있는 것과 같이 메타역량은 비규칙적이고 프로그래밍 되지 않는 직무에 필요한 능력이며, 복잡하고 예상하기 힘든 환경을 다루는데 요구되는 능력으로 직무 특수적이지 않고, 개인 의존적이며, 직무나 상황에서 전이가 될 수 있는 일반적인 특성으로 이해할 수 있다.

Bethll-fox(1992)는 이상의 메타역량들을 인지, 관리, 영향, 개인이라는 4가지 분류체계를 다음 <표 5>와 같이 구분하였다. 먼저, 인지는 분석적 사고, 기술적 전문성, 패턴 인식, 개념 활용과 같이 기존의 전문성 연구에서 일반적으로 언급되어 오던 전문가의 인지적 능력과 밀접하게 관련이 되며, 관리는 그룹관리, 구성원 개발, 구성원 지도, 지시에 대한 관심 등으로 리더십에서 일반적으로 활용되어 오던 개념과 밀접하게 관련이 있다. 이와 유사하게 영향에서도 상호관계의 세심함, 영향력 행사 전략 활용, 개인적 영향력에 대한 관심, 조직적 의식, 직접적 설득과 같은 개념으로 구성된다. 마지막을 개인 영역에는 자주성, 자존감, 끈기, 자기조절, 유연함, 성취지향 등 Spencer & Spencer(1993)가 언급한 동기, 특질, 자기개념과 유사한 개념이라고 볼 수 있다.

이렇듯 최근에는 개인이 특수한 상황에서만 활용할 수 있는 직무 중심의 역량을 넘어서서 급격하게 변화하는 현대 상황에 보다 밀접하게 관련이 되는 역량에 보다 관심을 가지기 시작한 것을 알 수 있다. 이러한 메타역량은 기존의 직무역량에 비해 보다 개인의 내적인 능력과 밀접하게 관련이 되는 개념이라고 볼 수 있다.

출처: Bethll-fox(1992)

구분	기초역량
인지	분석적 사고, 기술적 전문성, 패턴 인식, 개념 활용
관리	그룹 관리, 구성원 개발, 구성원 지도, 지시에 대한 관심
영향	상호관계의 세심함, 영향력 행사 전략 활용, 개인적 영향력에 대한 관심, 조직적 의식, 직접적 설득
개인	자주성, 자존감, 끈기, 자기조절, 유연함, 성취지향

표 5. 메타역량의 구분

### 2.3. 역량모형 및 역량 모델링

역량모형은 조직에서 하나의 역할을 효과적으로 수행하기 위해 필요한 지식, 스킬, 그리고 특정한 조합을 표준화하고, 체계화 하는 것을 의미하고, 이는 선발, 교육훈련과 개발, 평가, 승계 계획을 위한 인적자원관리 및 개발의 도구로 사용되는 것을 의미한다(정재창 외, 2001). Dubois et al.(2004)은 역량모형을 직무 범주, 팀, 부서, 조직에서 매우 성공적이고 모범적인 성과를 위해 필요한 역량을 글로 표현한 기술서라고 정의하였다. 또한 Rothwell & Lindholm(1999)은 역량모형을 직무 관련 역량을 발견하고 구체화하는 과정의 산물로서 보통 어떤 특정 직무 종사자들, 혹은 조직의 한 부분이나 직업 등과 같이 확인이 가능한 집단의 직무 역량에 대한 서술적인 설명서라고 정의하였다.

Hendry & Maggion(1996)은 역량모형을 네 가지로 정의하였는데, 첫째, 고성과자와 일반직원이 조직목표에 기여하는 행동의 차이점을 규명하는 것, 둘째, 조직목표에 개인이 집중하게 만드는 특성들을 분류, 전달, 평가, 개발하는 것, 셋째, 바람직한 결과를 달성하는데 필요한 행동들을 기술하는 것, 넷째, 급여, 성과측정, 선발기준, 교육, 보직, 경력개발 및 승계계획 등을 위해 필요한 기술, 태도, 특성, 행동을 기술하는 것이라고 설명하였다. 박천오와 김상묵(2004)은 역량모형이란 각 직위에 대하여 성공적인 직무수행에 필요한 지식, 기술, 태도 등 역량 범주를 규명하고, 각 범주별로 필요한 능력을 선정하고 각 능력별로 어느 정도의 숙련성이 요구되는가를 정해줌으로써 각 요소별 성공적인 직무 수행에 필요한 능력 및 특성이 무엇인지 보여주는 것이라고 개념화하였다.

따라서 역량모형은 기본적으로 성공적인 직무수행을 위해 개인에게 필요한 지식, 기술, 태도 등의 역량을 찾아내고 규명하는 것을 의미하며, 이러한 역량모형을 통해 개인에게 필요한 행동을 기술함으로써 급여, 성과측정, 선발기준, 교육, 보직, 경력개발, 승계계획 등의 다양한 인적자원개발 및 관리에 활용할 수 있도록 하는 것을 의미한다.

이러한 역량모형을 개발하는 과정을 역량모델링이라고 할 수 있다. 구체적으로 역량모델링을 정의하면, 조직의 목적을 달성하기 위해 특정 직무 혹은 직무군에 결정적인 영향을 주는 역량을 체계적으로 결정하고 정의하는 과정이라고 할 수 있다(McLagan, 1989). 따라서 역량모형의 개발은 조직 목적 달성을 위해 특정 직무 또는 직무군에 결정적인 영향을 주는 역량을 체계적으로 결정하는 과정이며, 조직의 목적 달성에 필요한 조직구성원의 기술, 역량 및 행동을 결정하는 과정이라고 할 수 있다.

일반적으로 역량모델링은 기업과 공공기관과 같은 조직을 중심으로 언급되어오는 경향이 있는

데, 이는 역량이라는 개념이 심리학 분야에서 이론적으로 연구되어오면서 기업의 교육 및 인사 관리 분야에서 적극적으로 도입되어 왔기 때문이다. 특히, 교육의 성과를 중시하는 기업의 경우 성과와 직결되는 능력으로써 역량 개념은 상당히 매력적이었기 때문에 조직 구성원의 성과를 향상시키기 위한 도구로써 역량모형을 적극적으로 활용하게 되었다(Rothwell & Lindholm, 1999). 이러한 역량모형 및 역량모델링은 우수한 업무 수행을 위한 기본적인 요건으로 인식되어 이에 대한 연구가 지속적으로 이루어짐으로써, 기업뿐만 아니라 다양한 조직 내에서 활용도가 높아지고 있으며, 이제는 조직의 맥락을 벗어나 성과를 창출하는 개인의 단위에서도 중요한 요소로 인식되고 있다.

이러한 인식을 반영하여 정재삼과 장정훈(1999)은 역량모델링은 특정 직무나 역할을 수행하는데 요구되는 주요 능력을 규명하는 의사결정도구라고 정의하였으며, 그것의 산출물인 역량모형은 성과를 극대화하는데 필요한 지식, 기술, 태도, 지적 전략을 포함하는 역량을 체계화해 놓은 것이라고 정의하였다. 초기에 역량모형은 인지적(cognitive), 기능적(functional) 역량에 주목하였으나 최근에는 좀 더 성과와 관련되고 측정이 가능한 행동적(behavioral) 역량으로 변화되어왔다(오현석, 2007). 그렇기 때문에 역량모델링을 할 때 특질이나 동기와 같은 역량보다 행동에 보다 초점을 맞출 필요가 있는데(정재창 외, 2001; Lucia & Lepsinger, 1999). 이는 개인의 선천적인 특성인 특질이나 동기는 대체로 변화하지 않지만 행동은 교육훈련 및 개발을 통해 수정되고 육성될 수 있기 때문이다. 따라서 역량을 유용하게 활용하기 위해서는 역량모형 구축과정에서 구체적이고 특정한 행동들에 초점을 맞추어야 하며 모형 자체도 행동 용어로 표현하고 특정 업무나 상황에서 역량이 어떤 행동으로 발휘되는가에 대해 구체적으로 제시될 필요가 있다.

이러한 역량모델링은 전통적인 직무분석법의 한계를 극복하고, 미래의 역할과 전략을 중심으로 최대의 성과를 내기위한 방법으로 평가된다. 급격한 환경변화에 따라 직무의 본질이 변화하고 있으므로, 수행할 과업과 직무를 과거 또는 현재 수준의 고정된 것이 아니라, 전략을 중심으로 포괄적이고 융통성 있게 기술한다는 점에서 역량모델링의 강점이 있다고 할 수 있다.

특히, 융합연구자의 경우 이러한 역량모형 발전 흐름과 직접적으로 관련되어 있다. 융합이 효과적으로 이루어지기 위해서는 다양한 지식, 기술, 방법들을 문제와 주제를 중심으로 다양하게 활용하여야 하며, 현실의 문제를 직접적으로 해결하기 위해서는 급격하게 변화하는 환경에 적절하게 반응하는 것이 무엇보다 중요하기 때문에 전통적인 방식의 직무분석으로는 융합연구자에게 필요한 능력을 정확히 포착할 수 없는 한계가 있다. 따라서 융합연구자에게 필요한 능력을 찾아내기 위한 효과적인 방법 중 하나가 바로 역량모델링이라고 할 수 있다.

### 3. 융합인재와 융합인재의 역량

#### 3.1. 융합인재

융합인재에 대한 주목은 다양한 실천현장에서 오랫동안 있어왔다. 그리고 융합인재를 정의하는 과정에서 다양한 지식분야를 활용한다는 점에서 T,  $\pi$ , A 등의 다양한 문자로 형상화하여 묘사하였다. 가령, 세계 최대의 자동차 기업인 도요타는 융합인재의 육성을 기업의 미래 전략으로 설정하고 융합인재란 한 분야를 잘 알면서 관련 분야까지 폭넓은 지식을 갖춘 T자형 인재로 정의되어 왔다. 삼성종합기술원(손욱, 2004)에서는 융합인재를  $\pi$  자형 인재로 표현하면서 두 분야 이상의 전문지식을 확보하고, 상호 연결하는 역량을 확보한 인재라고 정의하였다. 또한 안철수(2010)는 미래에 필요한 인재를 A자형 인재로 표현하면서 한 분야의 전문지식뿐만 아니라 다른 분야에 대한 상식과 포용력이 있는 각 개인이 서로 가교를 이루어 하나의 팀으로 협력하는 인재라고 정의하였다.

학문분야에서 융합은 학제간 연구라는 개념으로 오래전부터 논의되어 왔는데, 앞서 언급한 학제간, 다학제적, 초학제적 연구를 포함하는 융합적 학문의 개념이 등장한 것은 근대이래 과학적 세계관을 성립시킨 이성주의와 실증주의가 학문을 개별적으로 세분화하고 전문화하는 것에 대한 비판에서 출발하여 지식과 지식, 지식과 인간, 학문과 학문의 소통의 필요에 의해 개념이 생겨났다. 특히 현대사회는 지속적으로 변화하며, 그 변화가 파괴적이며, 빠르고, 복잡하기 때문에 하나의 개별화된 학문분야에서는 해명할 수 없는 문제가 지속적으로 생겨나게 되었다(노상우, 안동순, 2012). 따라서 서로 다른 학문이 자기 경계를 허물고 언제든지 만나 소통하면서, 직면한 현실의 문제 혹은 예상되는 미래의 문제를 풀어나갈 창조적인 노력을 해야 할 필요성이 생겨났다.

이러한 필요에 의해서 학문분야에서의 융합인재에 대한 관심이 생겨났다. 성은모 등(2013)은 이러한 융합인재를 두 개 이상의 학문분야 경계를 넘나드는 융합을 통해 새롭고 독특한 가치를 창출하여 그 가치를 그들이 속한 학문, 사회, 경제, 문화의 발전 전반에 확산시킬 수 있는 사람으로 정의하였다. 김왕동(2012)은 융합인재를 두 가지 이상의 분야에 대한 전문지식을 체화하거나 활용 또는 참여함으로써 창의적 성과를 창출하는 인재라고 정의하였다. 최유현 등(2011)은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등 다양한 분야에서 전문가 수준 혹은 일상적 수준의 창의적 문제해결능력, 융합적 사고 소양 등 다수의 보유 재능영역을 갖춘 사람으로 융합인재를 정의하였다.



## 3.2. 융합인재의 역량

현대 사회의 복잡하고, 실제적인 문제를 해결하기 위해 융합인재에 대한 필요성이 커짐에 따라 효과적으로 융합을 수행하는 융합인재가 지니고 있는 특징과 능력, 즉 역량에 대한 다양한 연구들이 수행되어왔다. 융합인재의 역량에 대해 수행된 선행연구들을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 이수영 외(2008)는 융합기술 전문 인력의 양성을 위해서 길러져야 할 주요 특성을 파악하기 위해서 선행연구들을 분석하여 (1) 교역지대(trading zone)와 혼합 언어(creole)의 생성, (2) 지식의 넓이와 깊이, (3) 소프트기술 등의 3가지 주요 특성을 도출하였다.

먼저, 교역지대의 개념은 Galison(1997)이 레이더와 입자 탐지기를 개발하기 위한 공학자들과 과학자들의 상호협력의 장을 설명하기 위해 사용한 은유적 개념이다. 두 집단이 교환되는 정보와 지식, 물품 등에 대한 서로 다른 의미와 가치를 두며, 교환되는 과정에 대한 의미에 대해서도 서로 동일한 판단을 하지 않는다고 하더라도, 이들은 교환의 역할에 대해서 합의에 이를 수 있으며 그 결과 교역지대가 나타난다(Galison, 1997). 그래서 교역지대의 개념 자체는 융합기술 인력 자체의 특성이라기보다는 융합기술이 형성되거나 상호작용하고 있는 그 자체를 의미한다고도 볼 수 있다(이수영 외, 2008).

사실 교역지대를 통한다고 해서 항상 올바른 융합의 효과가 기대될 수 없다. 서로 다른 체계와 문화를 가지고 있는 학문이 서로 소통하여 상호작용하기 위해서는 공통의 혼합 언어(creole)를 발달시켜야만 의미있는 융합의 결과물을 기대할 수 있다(Gorman & Groves, 2005). 융합기술에서 혼합 언어는 특정 기능과 관련된 전문용어에서부터, 중간 수준의 복잡한 혼합어, 그리고 초언어적 반성(metalinguistic reflection)과 같이 복잡한 활동들을 지원할 수 있을 정도로 완전히 발달한 언어에 이르기까지 다양한 수준으로 형성이 된다(Galison, 1997). 혼합 언어가 융합기술에서 중요한 것은 융합기술의 가장 기본이라고 할 수 있는 간학문적 소통의 수단과 도구가 되기 때문이며, 이 수단과 도구의 수준이 교역지대의 수준을 결정하기 때문이다.

둘째, 지식의 넓이와 깊이는 흔히 제너럴리스트(generalist)와 스페셜리스트(specialist)에 비유되어 설명되는 데 일반적으로 generalist는 광범위한 영역에서 우수하게 능력이 있는 반면에, 깊이와 통찰력은 부족한 것으로 인식되며, specialist의 경우에는 한 분야에 정통하나, 타인과의 협력이 어려운 것으로 인식된다. 실제로 지금까지의 학문 분야별 교육과정은 학문의 넓이보다는 깊이를 추구하고 있어왔다(Cohen, 2002; Gorman & Groves, 2005). 그러나 융합기술의 경우에는 제너럴리스트(generalist)와 스페셜리스트(specialist) 중의 하나로 분류

할 수 없는 특성을 지니고 있다. 우선 융합기술은 그것의 간학문적 특성으로 인하여, 필연적으로 지식의 넓이의 확장을 포함하며 다른 한편으로 융합기술은 각 학문의 깊이가 깊어짐에 따라서 나타나기도 하기 때문이다. 융합기술 전문 인력들이 이 두 속성을 모두 갖은 것은 큰 장점이 될 수 있으나 지식의 넓이와 깊이를 동시에 추구하는 것은 매우 어려운 문제라고 할 수 있다.

마지막으로 소프트스킬은 전문기술과 대비되는 개념으로 학문의 영역에 상관없이 통용되어 사용되고, 학문간 전이가 잘되는 특성을 지니는 기본기술을 의미한다. 가령, Huxley(2006)은 소프트스킬의 예로 팀에서 일하는 것, 의사소통 하는 것, 정시에 일을 시작하는 것, 하루 종일 일에 몰입하는 것, 컴퓨터를 사용하는 능력 등을 언급하였다. 사실 융합기술은 기존에 서로 독립적으로 존재하는 학문사이의 상호작용을 통해서 발생하는 간학문, 통합학문적 관점이 필수적이다. 개별적인 각 학문은 고유의 실천 영역과 특정한 문제를 해결하는데 성공적이었던 통용되는 사고방식을 갖고 있는 일종의 문화로 볼 수 있기 때문에, 문제에 대한 인식에서부터 그것을 해결하기 위한 접근 방법에 이르기까지 전반적으로 상이하며(Gorman & Groves, 2005), 이러한 학문이 지니는 특수성을 해소하고 간극을 줄이기 위해서는 소프트스킬이 필수적이라고 할 수 있다(이수영 외, 2008).

이러한 기술들은 직업역량 기술(workplace competency skills)이라고도 하며(이수영 외, 2008), 소프트스킬은 개념상으로는 어떠한 연구를 하거나, 융합연구를 하는데 필요한 기본적인 스킬이라고 이해할 수 있지만, 실상에서는 융합연구를 잘 할 수 있는 연구자와 그렇지 않은 연구자를 구분하는 중요한 스킬이라는 점에서, 차별화 스킬이라고 볼 수 있다.

오현석, 성은모(2013)는 2004년에 국내에서 최초로 융합학과를 신설하여 운영하고 있는 K대학교의 교수 14명을 대상으로 융합인재역량 모델링 패넬을 구성하여 융합인재 역량모델을 구축하였다. 이들은 총 3차에 걸친 융합인재역량 모델링 과정을 통해서 3가지 핵심 역량군, 12개의 하위 융합인재 역량으로 구성된 역량모형을 도출하였다. 3가지 핵심 역량군은 관계역량, 태도역량, 지적역량으로 구성되며, 관계역량군은 소통, 관계형성, 협업역량으로 도출되었고, 태도역량군은 다학문적 호기심, 융합마인드, 차별화 마인드, 위험감수 역량으로, 지적역량군은 사고유연성, 시스템 사고, 분야 전문지식, 문제창조 및 해결, 그리고 인문학적 소양이 도출되었다. 이상의 융합인재 역량모델링을 각 역량의 정의와 함께 정리하면 다음 <표 6>과 같다.

역량군	역량	정의
관계역량	소통	학문적 배경이 다른 사람들과의 의사소통의 중요성을 인지하고 다른 전문분야의 아이디어, 정보 또는 지식 등을 이해하며 자기 분야의 아이디어, 정보, 또는 전문지식 등을 문자나 구술로 다른 전문분야의 사람에게 효과적이고 효율적으로 전달하는 능력
	관계 형성	융합의 원천이 사람에게서 나온다는 인식을 바탕으로 타 분야 전문가를 찾고 교감할 수 있는 관계를 형성하는 능력
	협업	다양한 분야의 전문가들과 함께 공동 작업을 수행하는 능력
태도역량	다학문적 호기심	다른 분야의 학문영역 및 지식에 대한 지적 호기심을 토대로 사물과 현상을 바라보는 태도
	융합 마인드	타 학문분야와의 융합이 매우 중요하다는 것을 인식을 바탕으로 타학문과 자신의 전공학문 분야를 연결시키고자 하는 의지와 신념
	차별화 마인드	사물이나 현상을 기존의 시각과 관점과는 다르게 분석하고 이해함으로써 독창적이고 차별적인 아이디어를 창출해내려는 태도
	위험감수	위험을 기꺼이 감수하고 새로운 분야에 적극적으로 도전하려는 태도
지적역량	사고 유연성	전공지식의 닫힌 사고에서 벗어나 새로운 관점과 지식을 편견 없이 개방적으로 이해하고 받아들일 수 있는 지적 유연성
	시스템 사고	사물과 현상을 폭 넓게 바라볼 수 있는 사고를 통해 현재의 문제와 지식을 진단하고 종합할 수 있는 능력
	분야 전문지식	특정 분야에 대한 깊이 있는 전문지식과 소양
	문제창조 및 해결	학문중심사고에서 벗어나 새로운 기술변화와 사회적 수요의 주요 트렌드와 이슈에 민감하게 반응하여 새로운 문제를 발굴하고 탐색하며 이를 해결하기 위한 지식을 동원하는 능력
	인문학적 소양	인간의 본질, 삶의 조건에 대한 근본적인 애정과 관심을 바탕으로 다양한 인문학 분야 (역사, 철학, 문학, 음악, 미술, 예술분야 등)에 대한 지식과 이해

표 6. 융합인재 역량모델링

\*출처: 성은모, 오현석(2013), 융합인재역량 분석: K대학교 공과대학 신기술융합학과 대학원 사례를 중심으로.

이들의 연구는 융합인재에게 필요한 역량을 단순히 열거하는 방식이 아니라, 관계, 태도, 지적 역량이라는 세 가지 차원으로 축소함으로써 융합인재를 길러내는데 필요한 관점을 확립시켰다는 점에서 의의가 있다.

다음으로 해외에서 수행된 융합인재의 역량에 관한 선행연구들을 살펴보면, 먼저, Bruce et al(2004)의 융합 연구자의 역량을 일곱 가지로 <표 7>과 같이 정리하였다.

융합연구자의 이상적인 7가지 역량	
1	다른 학문에 대한 호기심 및 배우고자 하는 의지
2	유연함과 수용성
3	다른 학문과 경험으로부터 발생하는 아이디어에 대한 개방적 자세
4	창의성
5	효과적인 커뮤니케이션 및 경청 기술
6	정보를 흡수하고 이를 빠르게 적용하는 능력
7	우수한 팀워크

표 7. 융합연구자의 이상적인 7가지 역량

그들은 우수한 융합 연구자의 특질로 단순히 유연하고, 수용성이 높은 것을 넘어서서, 다른 학문을 배우고자 하는 의지가 뛰어나야 하며, 정보를 빠르게 흡수하고 적용시키는 능력이 필요하다고 강조하였다. 융합연구자는 단순히 자기 분야의 지식을 활용하여 다른 분야의 연구자와 함께 협업을 통해서 성과를 내는 사람이 아니라, 그들의 지식을 충분히 이해하고 이를 활용할 수 있는 연구자를 의미한다고 주장하였으며, 융합연구자들은 특히 불확실성과 애매한 상황에 대한 저항력을 갖출 것을 주장하였다.

Lattuca et al(2012)은 공학자의 융합 역량을 다음 <표 8>과 같이 8가지로 정리하였다. 이들은 융합연구가 수행되기 위해서는 자신의 분야 및 타학문의 분야에 대한 충분한 이해가 필요함을 강조하였으며, 이를 기반으로 문제해결을 하고, 이를 성찰하는 능력 등을 포함시켰다.

역량	정의
<b>분야 인식</b> awareness of disciplinary	자기 분야의 지식과 가치, 문화 등을 이해하는 능력
<b>분야 평가</b> appreciation of disciplinary perspectives	자신의 분야가 지니는 강점과 약점을 평가하는 능력
<b>분야외의 관점에 대한 평가</b> appreciation of Non-disciplinary perspectives	자신의 분야와는 다른 분야 관점, 지식, 경험 등에 대해 평가하는 능력
<b>분야의 한계 인지</b> recognition of disciplinary limitations	자신의 분야가 지닌 한계점을 파악하는 능력
<b>융합 평가</b> interdisciplinary evaluation	자신의 융합적 결과물을 객관적이고 타당하게 평가하는 것
<b>공통점을 찾는 능력</b> ability to find common ground	다른 분야와 자신의 분야의 공통점을 발견하고 연결할 수 있는 능력
<b>성찰 능력</b> reflexivity	복잡한 문제나 논란이 많은 이슈를 해결하는 과정에서 지속적으로 평가하고 성찰하는 능력
<b>통합 스킬</b> integrative skill	복잡한 문제를 해결하기 위해 다른 분야의 지식을 활용하여 통합하는 능력

표 8. 융합 역량의 8가지 영역

\*출처 : Lattuca, L. R., Knight, D. B., & Bergom, I. M. (2012). Developing a measure of interdisciplinary competence for engineers의 내용을 정리하여 재구성

마지막으로 Chan et al(2015)의 산업 융합 역량 모형을 살펴보면, 이들은 산업 융합 역량 모형을 개발하기 위해서 73개의 관련 정책, 논문, 브로슈어, 커리큘럼, 학위논문 등을 분석하여 3개의 역량군과 24개의 역량을 도출하였다. 이를 정리하면 다음 <표 9>와 같다.

역량군	역량
기본 공통 역량	개방성 (Openness)
	통합적 사고 방법 (Integrated Thinking Method)
	논리적, 분석적 사고 능력 (Logical Analytical Thinking Capability)
	열정과 에너지 (Passion and Energy)
	혁신 창조 능력 (Innovation Creation Capability)
융합 리더십 역량	개방적 혁신 추구 (Pursuit of Open Innovation)
	다학문 지식 융합 능력 (Multi-disciplinary Knowledge Consilience Capability)
	융합 기회 개발 능력 (Convergence Opportunity Development Capability)
	커뮤니케이션 능력 (Communication Capability)
	팀워크 및 협업 능력 (Teamwork and Collaboration Capability)
	네트워크 개발 및 아이디어 통합 능력 (Network Development and Idea Absorption Capability)
	융합 리더십 (Convergence Leadership)
	조직적 창의력 (Organizational Creativity)
융합 특수 역량	IT 지식 및 적용 능력 (IT Knowledge and Application Capability)
	가치 창조 능력 (Value Creation Capability)
	테크놀로지 융합 능력 (Technology Convergence Capability)
	비즈니스 모델링 능력 (Business Modeling Capability)
	수요자 경험 중심 연구 능력 (Research Capability for User Experiences)
	융합 디자인 능력 (Convergence Design Capability)
	융합 자원 통합 능력 (Convergence Resources Integration Capability)
	융합 이슈 확인 및 해결 능력 (Convergence Issue Identification and Resolution Capability)
	융합 현상 이해 능력 (Convergence Phenomenon Understanding Capability)
	전문적 지식 (Specific Professional Knowledge)
다재다능한 능력 (Ambidextrous Capability)	

표 9. 산업 융합 역량 모형

이들은 융합역량을 규정하는 과정에서 융합연구자의 관계적 특성을 융합 리더십 역량으로 명칭함으로써 융합연구자가 지녀야 하는 리더십을 강조하였다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다. 이상의 다양한 융합인재 및 융합연구자의 역량에 관한 선행연구들은 융합인재 및 융합연구자로서 성장하는데 필요한 역량을 발견하고자 하는 시도였다는 점에서 의의가 있으나, 이들은 활용하는 연구 방법이 주로 문헌연구를 바탕으로 하고 있다는 점에서 한계가 있다. 실제 융합연구자들이 융합연구를 수행하는 과정에서 겪게 되는 다양한 경험으로부터 연구결과를 도출하지 못하였다는 한계로 인하여, 실제 융합인재 및 융합연구자를 길러내는데 요구되는 역량을 실천 현장에 적용하는데 어려움이 있을 수 있다.

# 03 연구 방법

본 연구는 과학기술분야 융합연구자 역량모형을 개발하기 위한 목적으로 수행되었다. 이를 위해서 역량 모델링의 절차에 따라 연구를 수행하였다. 역량 모델링을 하는 방법은 다양하지만, 가장 효과적인 방법은 행동사건면담을 수행하는 것이다. 행동사건면담은 특정 직무의 우수 수행자를 심층 면담하여 성공적인 직무수행에 직결된 행동을 규명하는 방법이다. 역량 연구에 있어 기본적인 원칙은 자신의 동기나 기술에 대한 생각보다는 현실적으로 직면한 상황에서 실제로 나타낸 행동만을 기반으로 한다는 점에서 전통적인 면접방식과 구별되는 행동사건면담은 응답내용의 이면을 분석하여 본인도 미처 파악하지 못한 행동 양식을 파악하는 것을 목적으로 한다(Spencer & Spencer, 1993).

본 행동사건면담을 수행하기 위해서 우수한 과학기술분야 융합연구자들을 대상으로 심층면담을 실시하였다 면담이란 연구문제에 대한 적절한 해답을 구하기 위해 연구자가 연구참여자와 대면하여 실시하는 언어적인 상호 작용을 의미한다(김병섭, 2008). 행동사건면담은 이러한 면담 중 실제 행동에 보다 초점을 맞추어 수행하는 면담으로, 해당 직무와 관련되는 경험을 수집하여 분석하기 위해 활용된다.

## 1. 연구 절차

본 연구는 행동사건면담을 활용한 역량모델링 연구로 아래 [그림 3]과 같은 연구절차에 따라 수행되었다.



그림 3. 연구 절차

## 2. 연구 대상 및 자료 수집

본 연구는 행동사건면담을 활용한 역량모델링 연구로 우수한 과학기술분야 융합연구자들을 대상으로 수행되었다. 연구대상의 범위를 과학기술분야로 선정한 것은 첫째, 과학기술분야에서 융합연구가 가장 활발하게 수행되기 때문이며, 둘째, 과학기술분야의 융합연구 성과를 가장 가시적으로 확인할 수 있기 때문이다.

본 연구의 연구대상자는 과학기술분야 융합연구자들 중에서 전문성을 인정받으며, 의미 있는 성과를 창출한 연구자로 제한하였다. 그러나 융합연구의 성과를 정량적으로 측정하는 것에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 한국과학기술연구원(KIST)에서 선정한 융합연구 모범사례 15명의 연구자들을 연구대상으로 선정하였다. 융합연구 모범사례로 선정된 융합연구자들은 융합연구 주제의 발굴부터 융합연구 조직 관리에 이르기까지 다양한 융합연구 수행 노하우를 지니고 있는 우수한 연구자라고 볼 수 있다.

15명의 연구자들을 대상으로 심층면담을 요청하였으며, 이에 응한 5명의 연구자를 대상으로 심층면담을 실시하였으며, 눈덩이 표집(snowball sampling)(Merriam, 2009)을 통하여 추가적으로 2명의 인터뷰를 추가적으로 수행하였다.

본 연구의 자료는 행동사건면담을 통해서 수집된 자료뿐만 아니라 융합연구 모범사례집에 수록된 15명의 융합연구 사례 내용을 추가적으로 활용하였다. 그 내용에는 융합연구를 수행하는 과정, 그 과정에서 연구자가 경험하고 생각한 것을 담고 있기 때문에 분석 자료로 적절하다고 판단되었다.

## 3. 분석 방법

본 연구에서 활용되는 주요 원자료는 연구의 핵심적 현상에 대한 연구 참여자들의 서술적 이야기, 즉 연구참여자들이 융합연구를 수행하는 과정에 대한 이야기이다. 그리고 이와 더불어 융합연구 사례집에 소개된 융합연구 사례에 관한 서술문이다. 이를 분석하는 방법은 테마분석(thematic analysis)을 활용하였다. 테마분석이란 현상의 기술에서 중요하게 드러나는 테마를 '자료의 주의 깊은 읽기와 다시읽기'의 과정을 통하여 발견하는 방법이다. 분석 자료에서 공통적으로 발견되거나 주목되는 테마를 도출하고 이를 단계별 코딩절차에 따라 서로 연관되는 것 끼리 차원 혹은 범주로 분류하는 방법이다(Boyatzis 1998).



연구결과를 도출하기까지의 과정을 살펴보면, 연구자는 면담자료를 읽으면서 반복적으로 등장하는 어휘나 주제 또는 장면들을 귀납적으로 찾아내고 일정한 코드를 부여하는 개방코딩(open coding) 절차를 거치게 된다. 연구자는 줄 단위 분석을 통해 의미있는 진술의 내용을 찾아 코딩을 부여하였다. 각 연구참여자들의 코드를 명명한 이후에도 다른 연구 참여자들의 코드와 지속적으로 비교하면서 동일한 현상이 다른 개념으로 명명되었는지, 다른 현상을 같은 개념으로 명명되었는지를 지속적으로 확인하였다. 이 과정을 통해 동일한 현상들에 같은 코드가 부여되도록 하고, 각 코드들 간의 의미가 중첩되지 않도록 하였다. 개념의 이름은 연구 참여자들의 개별 진술에서 드러나는 주요 용어를 중심으로 하는 체험 코드(in vivo code)를 활용하였으며, 이것이 다른 연구 참여자들의 것을 포괄할 경우에는 그대로 사용하였으며, 그렇지 않을 경우에는 전체를 포괄할 수 있는 표현을 찾아 명명하였다.

이렇게 도출되는 코드를 중심으로 범주를 설정하고, 하위범주를 형성하여, 현상과 관련되는 작용 및 상호작용, 패턴을 발견하고 해석하는 과정으로서의 축 코딩(axial coding)을 수행하였다. 코드의 의미를 분석하고 해석하는 과정에서 축 코딩과 개방코딩을 유연하게 반복적으로 수행하였다. 이러한 과정을 통해 핵심현상을 설명하는 다양한 코드들을 대표할만한 새로운 범주를 생성하여 단일화 하였으며, 이러한 범주와 코드들을 활용하여 융합연구자의 역량을 찾아 구조화하였다.

## 04 연구 결과

본 연구는 과학기술 분야 융합연구자에게 요구되는 핵심역량을 도출하기 위한 목적으로 수행되었다. 따라서 본 연구의 결과에서는 융합연구자가 우수한 융합연구 성과를 창출하는데 요구되는 융합연구 역량을 중심으로 기술한다. 더불어 융합연구 역량을 바탕으로 융합연구를 수행하는데 있어 영향을 미치는 환경적 영향요인을 살펴본다.

먼저, 과학기술분야 융합연구자에게 요구되는 역량은 크게 기반역량과 핵심역량으로 구분할 수 있었다. 먼저, 기반역량은 융합연구를 수행하는데 요구되는 연구자의 태도와 가치관과 관련이 깊은 것으로, 융합연구 핵심역량이 잘 발현될 수 있도록 돕고, 핵심역량이 조정되고, 발전하도록 기여하는 역량이었다. 둘째, 핵심역량은 융합연구를 수행하는 일련의 과정에서 요구되는 역량으로 실제 연구를 수행하는데 활동 과정에서 요구되는 역량이라고 할 수 있다.

### 1. 융합연구의 기반역량

융합연구의 기반역량은 위험감수, 수행중심 마인드, 수요자 경험 중심 연구, 민감성 등 네 가지 역량으로 구분할 수 있었다. 각각의 역량을 보다 자세히 살펴보면 아래와 같다.

#### 1.1. 위험감수

우수한 융합연구자에게서 나타나는 첫 번째 역량은 그들이 기꺼이 위험을 감수한다는 것이었다. 먼저, 융합연구는 그것의 특성상 연구의 결과를 쉽사리 예측할 수 없는 성격이 있다. 자신이 전공하지 않은 분야와 협업을 하거나, 그들의 지식을 학습하여 활용하기 때문에 어떠한 결과가 나타날지 확신할 수 없다. 그렇기 때문에 융합연구를 수행한다는 것은 연구자들에게 커다란 위험을 감수하는 것이었다.

가령, A교수의 경우 자동차 기업과 자신의 융합연구를 바탕으로 새로운 컨셉카를 만드는 작업을 시작했지만, 그것이 잘 될 것인지, 어떠한 결과가 나올 것이지에 대한 정확한 예측을 할 수가 없는 상태였다. 또한 D연구원의 경우 자신이 전공인 화학과 관련이 깊은 연구소에서 나와

서 자신의 전공과 관련이 없는 정보통신과 관련 연구소로 과감하게 옮기는 모습을 보였다.

**A교수** 그거를 이용해서 현대자동차하고 컨셉카를 만드는 작업을 막 시작했어요. 잘 될지 안 될지는 몰라요.

**D연구원** 표준과학 연구소는. 그리고 전자통신으로 왔는데 그 때 실은 많이 떨렸어요. 화학하는 애가 과연 전자통신 연구소에 가서, 생소한 데 가서 살 수 있을까. 왜냐면 지금도 전자통신 연구소는 전체 인원이 한 3천 명 정도 됩니다. 비정규직까지 다 합하면. 우리나라 출연연 중에 제일 크다고 할 수 있죠. 근데 그 중에 화학한 사람은 아마 손에 꼽힐 거예요. 근데 저는 오히려 그게 재밌을 수 있다고 생각을 했어요. 조금 다른 데 가서 합해져서 일해보고 싶다는 생각으로 왔고요. 지금도 그 생각이 잘못 했었다는 생각은 안 듭니다.

융합연구자들에게 위험감수 역량이 요구되는 둘째 이유는 융합연구의 성과가 나오는데 오랜 시간이 소요된다는 것이다. 일반적으로 우리나라의 연구자들에게는 빠르게 성과가 나오기를 기대한다. 그런데 융합연구는 연구자가 자신의 전공분야가 아닌 타 전공의 내용을 학습하고, 타 전공의 연구자와 의사소통이 되기까지 오랜 시간이 소요되기 때문에 빠르게 성과가 창출되지 않는다. 그렇기 때문에 과학기술 분야 연구자에게 융합연구를 수행한다는 것은 위험을 감수하는 것이었다.

**A교수** 그러기 때문에 1년을 계속 만나서 이야기하고 그래서 2년차부터 연구가 진행돼요. 그래서 1년은 투자할 생각을 하고.

**E연구원** 어렵다면 뭐 글썄 이런 거죠. 뭐 그러니까 어떤 연구는 빨리 나와 주는 연구가 있잖아요. 눈에 보이는 가시적인 성과로 인해서 시장에 예를 들어서 상품으로 빨리 나가야 되는 것들도 있지만 경우에 따라서는 국가가 장기적으로 끌고 갈 그런 것들도 필요한 게 있거든요. 모든 연구가 마찬가지로, 융합 연구도 마찬가지고. 그런 거에 대해서는 만약에 성과에 너무 조급성을 보이면 그런 것들이 조금 힘들 수가 있죠. 그러니까 예를 들어 중기청에서 하는 사업이라든지 그런 것들은 바로 바로 제품으로 나오면 좋은 것들은 그런 것들은 가야하는데. 그러니까 과제의 성격이 좀 다른 것 같아요. 빨리 빨리 나와서 요구에 부응하는 것들은 그렇게 나와지면 좋는데 성과가 단시간에 나오지 않더라도 국가가 장기적으로 가야될 그런 것들은 또 있어요. 그런 것들은 조금 기다려주는 그런 것들도 필요하겠죠.

## 1.2. 수행중심 마인드

우수융합연구자들의 기반 역량 중 둘째는 그들이 성과중심 마인드에서 벗어나 수행중심의 마인드를 지니고 있다는 것이다. 수행중심 마인드의 첫째 특징은 그들이 수치화된 성과지표에 구애받지 않고, 스스로 설정한 목표에 도달하는 것을 더욱 중요하게 생각한다는 것이다. 현재 우리나라에서 연구의 성과를 측정하는데 가장 많이 활용하는 것은 impact factor이다. 즉, 인용이 많이 되는 학술지에 연구논문을 많이 쓰는 연구자를 우수한 연구자로 보는 경향이 있다. 그러나 융합연구자들은 이러한 impact factor가 높은 학술지에 논문을 쓰는 것보다는 사람들에게 실질적으로 도움을 줄 수 있는 의미있는 논문을 쓰는 것이 더욱 중요하다고 보았다.

가령, C교수의 경우, 자신의 전공분야이던 생산기술 분야가 impact factor가 높음에도 불구하고, 그것이 낮은 분야의 논문이라고 할지라도 사람들에게 도움을 줄 수 있는 연구를 하는 것이 더욱 중요하다고 보았다.

**C교수** 내 하는 연구가 세상에 어떤 impact가 있고, 진짜 세상에 impact가 있고 훌륭한 연구를 한다기 보다는 어떻게 하면은 impact factor가 높은 저널에 논문 한 편이라도 실을까? 왜곡되어 있는 거죠. 제가 좋아하는 말이 있는데, 진정한 승자는 달리는 것이 좋아서 달린다 그리고요. 그 다음에 가짜 승자나 루저들은 트로피를 보고 달린다고 그래요. 달리는게 좋아서 달리는 게 아니라 달리면은 트로피 준대 금메달 준대 이러니까 달리는 사람들은 루저들이야 진짜.

## 1.3. 수요자 경험 중심 연구

융합연구자들은 자신들의 연구를 수행하는 방향성에서 무엇보다 수요자를 중요하게 고려하고 있었다. 이는 일반적인 원리기반 학문과는 차이점을 보이는데, 기존의 학문의 세계가 수립해놓은 체계를 벗어나 자신들이 연구하고, 창조한 결과물이 수요자에게 어떻게 인식되고, 활용될 것인지를 매우 중요하게 고려하고 있었다.

가령, B교수의 경우는 자신의 융합 연구가 원리기반 학문과는 차별점을 지닌다고 설명하였다. 원리기반 연구는 기존의 학문체계가 설정해놓은 목표를 달성하는 것이 목적이라고 한다면, 자신의 융합연구는 사용자의 애착을 형성할 수 있도록 하는 것과 같이 정성적인 목표를 지니고

있다고 설명하였다.

**B교수** 목표한 바가 다르죠 뭐. 일반 연구의 프린시플 기반의 연구라는 것은 목표가 정확히 있죠. 전력소모, 속도, 크기 이렇게 정확하게 딱 있고, 거기에 맞춰 개발하면 되죠. (중략) 이 제품을 3개월이 아니고 6개월을 갖고 쓸 수 있게 만들어라 이런 목표. 애착심을 갖고 쓸 수 있게. 집에 가보처럼 생각하게 가보. 제품을 하나 샀는데 가격이 불과 10만원 밖에 안되지만 그 제품을 내 후손에게 물려줄 수 있을 정도의 제품을 만드는 목표를 갖고 있는게 다른거지.

또한, C교수 역시 이와 유사한 진술을 하였는데, 자신이 의료기기와 관련된 연구를 수행하는데 있어서, 자신이 아는 것, 기술을 뽐내고, 이것을 바탕으로 논문을 창출하는 것이 목적이 아니라, 실제로 의사들이 자신의 연구와 기술을 활용할 때 도움이 되는 것을 목적으로 하고 있다고 하였다.

**C교수** 내가 좋아하는 물건을 만드는 게 아니라 소비자가 좋아하는 물건이라는 거예요. 다시 말해서 의료기기는 내가 좋아하는 물건, 내 기술, 내 기술을 뽐내고 내가 이런 걸 할 수 있다. 내가 이런 연구를 잘 한다 이런걸 뽐내고 내가 IF높은 저널에 논문 썼다 이걸 뽐내는 게 아니라 어떤 기기가 어떤 시술에 얼마큼 좋은 효과를 낼 수 있고, 의사가 쓰는 데 거부감이 적으면서 좋을까 하는. 이게 가장 최고의 선이거든요. 그런 관점으로 다시 기술을 재평가하고 다시 들여다보고 기술 개발에 전략을 다시 세우는 것 그런 것들이 쉽지가 않아요.

특히, C교수와 같이 의료기기와 관련되는 연구와 기술개발에 있어서는 다양한 수요자를 고려해야 한다는 특징이 있다. 즉, 의료기기를 활용하는 의사를 고려해야 할뿐만 아니라, 환자의 관점 역시 고려해야 할 필요가 있다. 또한 의료분야의 특성상 보험으로 인해서 의료 시술의 비용을 정부가 제공하기 때문에 정부의 관점도 충분히 고려되어야 한다. 그렇기 때문에 C교수가 연구를 하는데는 다양한 수요자의 관점을 반영해야 한다는 특징이 있다. 그렇기 때문에 수요자 경험 중심 연구를 수행하기 위해서는 폭넓은 시각을 바탕으로 다양한 수요자의 관점을 고려하는 능력이 필요하였다.

**C교수** 의료기기를 많이 쓰는 사람은 의사일 뿐이에요. 그 사람만 쓰는 거예요. 주로. 또 돈 내는 사람(정부)은 그거에 관심이 없어요. 돈 내는 사람은 또 뭐겠어요. 그 치료하는 병이 얼마나 적은 돈으로 치료 될 수가 있겠는가. 국가 보험을 유지해야

하잖아요. 그런 여러 가지 다른 관점. 그런 것들이 막 얹혀있어요. 그런데서 어떤, 이런 사람의 시각으로 보게 되면 지금 우리가 개발하는 기술은 어떻다. 또 다른 사람의 시각으로 보면 이 개발하는 기술은 어떻다. 환자의 시각도 있어요. 이거 수술 할 때 굉장히 좋고 기뻐차다. 의사가 쓰기 좋고 다 좋다. 근데 환자한테 엄청나게 고통이야. 환자가 무지 아프고 수술하고 나갔더니 막 며칠 동안 아프고 막. 그건 환자의 입장을 전혀 고려하지 않은 거잖아요. 환자들이 병원에가서 그런 기술을 할 때 동의서를 안 쓰죠. 아 난 그거 보니까 그거 경험했던 어떤 사람이 그렇게 해서 기술 받았다는데 엄청 고통스럽다는데요? 저 동의 안 해요. 동의서 안 쓰죠? 그러면 그 의료 기기는 사장되는 거예요. 그러니까 환자의 입장에서 봤을 때 이 기술은 어떤 가 이렇게도 봐야 돼요 또, 그러니까 굉장히 복잡하죠.

#### 1.4. 민감성

융합연구자들은 기본적으로 융합연구자이기 이전에 자신의 전공분야에서 자기 학문의 전통을 습득하고 학습한 연구자들이었다. 그렇기 때문에 다른 분야에 대한 지식과 경험이 부족한 상태였다. 그럼에도 불구하고 그들이 융합연구를 수행할 수 있었던 것은 그들이 민감성을 지니고 있었기 때문이다. 민감성은 그 특성에 따라 두 방향에서 민감성을 지니고 있는데, 첫 번째는 그들이 타 학문에 대해 민감하게 반응한다는 것이다.

첫 번째 특성으로 타학문에 대한 민감성은 그들이 다른 분야 전공의 학술적 논의에 민감하게 반응한다는 것이다. 가령, F교수의 경우 우연히 참석한 국제 학회에서 다른 분야의 연구결과를 접하게 되고, 이것을 자신의 분야에 적용할 수 있지 않을까라는 생각을 했다. C교수 역시 이와 유사한 경험을 하는데, 우연한 기회에 의료 분야와 로봇 공학이 융합될 수 있을 것이라는 것을 컨퍼런스에서 알게 된다. G교수 역시 동일한 경험을 하는데, 그는 학회를 참석하는 방식이라 아니라 신문을 읽다가 다른 연구자의 연구물을 보게 되면서 융합의 가능성을 확인하게 된다.

**C교수** 아주 우연한 기회에 어디 컨퍼런스라든지 학회 이런데서 계기가 됐던 것 같아요. 그래서 우연한 기회에 봤는데 제가 하는 그 기술, 시뮬레이션하면서 로봇 하는 기술이 의료 분야에서 그런 걸 막 하려고 하는 그런 걸 어디서 봤어요. 학회 같은데서 컨퍼런스에서. 봤는데 보니까 딱 응용분야는 완전히 다르죠. 저는 manufac-

turing 이고 여기는 의료분야인데. 완전히 응용분야는 다른데 적용하는 기술은 똑 같더라고요. 그리고 어 이게 정말 신기한데 보니까 제가 굉장히 잘 할 수 있을 것 같아요.

**G교수 사례집** 2000년 4월 서울에서 포항으로 가는 비행기 안, 신문을 읽어 내려 가던 G교수의 눈에 작은 사진 한 장이 섬광처럼 번쩍거렸다. 그것은 포항 방사광가속기를 이용하여 찍은 모기의 몸통 내부 구조를 보여주는 사진이었다. 가속기로 찍은 모기 사진에 대한 단순한 기사였지만, G교수에게는 곤충에 대한 융합연구의 길로 안내하는 초대장이나 다름없었다.

위의 교수들이 이러한 사례들과 이야기가 단순한 것이었음에도 불구하고, 그것을 바탕으로 융합연구를 할 수 있었던 것은 그들이 자신의 분야와 관련된 내용이 아니라고 하더라도 민감하게 반응하는 민감성을 지니고 있었기 때문이다.

민감성의 두 번째 특성은 일상생활에서 지나는 민감성이다. 융합연구가 가능하기 위해서는 창의적인 사고가 요구되며, 창의적인 사고가 가능하기 위해서는 일상생활에서 마주치는 다양한 경험들에 민감하게 반응하는 능력이 요구되었다. A교수는 자녀에게 과학책을 읽어주는 과정, 다큐멘터리를 보는 중에 새로운 융합연구 문제를 떠올리게 된다.

**A교수** 그러다가 요건 뭐냐면 우리 큰애 과학책 읽어주다가, 그 책이 그림이 있고 글이 한줄 있어요. 세상에서 가장 빠른 물고기는 톳새치. 어라 상어가 아니네. 인터넷에 보니까 너무나 잘 알려진 거예요. 그래서 물고기 피부를 찾자. 그래서 막 찾은 거예요. (중략) 그 다음에 장수거북은 어떻게 시작했냐면, 내셔널 지오그래픽 비디오를 보고, 왜 저런게 있지. 그리고 시작을 했지.

이상의 융합연구의 기반역량을 정리하면 위험감수, 수행중심 마인드, 수요자 경험 중심 연구, 민감성의 네 가지로 정리할 수 있다. 이 중 위험감수와 민감성은 연구자 개인이 지니고 있는 특질로서의 역량이라고 볼 수 있으며, 수행중심 마인드와 수요자 경험 중심 연구는 개인이 연구자로서 지니고 있는 가치관과 관련되는 역량이라고 할 수 있다. 따라서 우수한 융합연구자들은 융합연구를 수행하는데 동반되는 위험을 감수할 수 있는 역량이 있었으며, 융합연구를 시작하게 하는 타 학문과 일상생활에 대한 민감성을 지니고 있었다. 그리고 융합연구를 수행하는 과정에서 그것의 결과를 성과보다는 수행이라는 가치에 맞추고자 하였으며, 무엇보다 자신의 연구와 기술을 직접 활용하게 되는 다양한 수요자들의 경험을 중심에 두고 융합연구를 수행했음을 알 수 있다.

## 2. 융합연구의 핵심역량

융합연구의 핵심역량은 분야 전문성, 실제적 문제발견, 분야 한계 인식, 분야 외 학습, 소통 등 다섯 가지로 구성되었다. 각각의 역량을 보다 자세히 살펴보면 아래와 같다.

### 2.1. 분야 전문성

융합연구가 가능하기 위해서는 일반적으로 다양한 관점을 지니고, 창의적으로 문제를 바라볼 수 있는 능력이 필요하기 때문에 깊이 있는 학문을 하는 것보다는 다양한 분야에 대한 폭넓은 시각이 있어야 한다고 비춰지기 쉽다. 그러나 우수한 융합연구자들은 융합연구를 수행하기 위해서는 무엇보다 자기분야에 대한 충분한 전문성이 있어야 한다고 보았다.

자기분야에 대한 전문성이 요구되는 첫째 이유는 융합연구가 다른 전공 분야의 전문가와 협업을 통해서 수행하는 연구이기 때문에 그들과의 신뢰형성이 매우 중요한데, 자기분야에 대한 전문성이 없는 상태에서는 이러한 신뢰를 형성하기 어렵기 때문이다. A교수는 자기분야에 대한 전문성이 있어야만 신뢰를 얻을 수 있고, 그 신뢰가 있어야만 융합연구가 수행될 수 있다고 진술하였다. 융합연구는 다른 분야의 전문가를 이해하고, 그 학문분야의 특성을 이해하는 과정이 필연적으로 요구되는 데, 자기분야 전문성이 없다면 다른 전문가가 기다려주지 않기 때문이다.

**A교수** 일반적으로 기계와 생물은 서로를 안 믿어요. 신뢰를 쌓아야 해요. 그래서 융합연구는 그 분야에서 잘하는 사람들이 해야 해요. 잘하지 않는 사람들은 서로 안 믿어요. 저 사람이 저 분야에서 잘 알려져 있다 그러면 융합연구가 되는데, 저 분야에서 기계공학에서 별로 알아주지도 않는 사람이다 이러면 조금만 틀어지면 생물학자가 연구 그만둬요. 근데 정말 저 사람이 그 분야에서 뛰어나고 잘 알려진 사람이라면 서로 믿고 적응하는 기간을 참으면서 가는 거죠. 그러면 좋은 방향으로 가는 데, 그게 아니면 많이 깨져요 융합연구가. 신뢰가 굉장히 중요해요.

B교수 역시 이와 유사한 진술을 하였는데, B교수는 대학원생을 선발하는 과정에서 어느 정도의 개인의 역량이 함양되어 있는 학생들을 선발한다고 진술하였다. 이러한 개인의 전문성과 관련하여 교수가 모든 분야의 전문가일 수 없기 때문에 학생들이 기본적으로 어느 정도의 개인 역량을 지니고 있어야 한다는 것이다.

**B교수** 그런 것들은 지도교수가 할 수 없잖아. 자기분야가 아니니까. 그런 것들을



팀을 나눠서 결국 팀의 역량이 필요하잖아. 각 개인의 역량. 그러니까 개인의 역량이 함양이 된 사람들. 우리 대학원에서 학생들 모집할 때 기준이 뭐냐면, 그 역량을 이미 갖춘 학생을 뽑아요. 대학교 안에서 자기가 개발을 하거나 그런 역량을 갖춘 사람이 있어요.

융합연구를 수행하는데 분야 전문성을 지니고 있어야 하는 두 번째 이유는 다른 분야의 전문가와 소통을 하기 위해서이다. D연구원은 융합연구를 하기 위해서는 자기분야에 관한 지식이 많이 있어야 한다고 진술하였다. 자기분야에 대한 충분한 지식이 없을 때는 다른 분야의 지식 역시 이해할 수 없기 때문이다.

**D연구원** 융합 연구를 하려면 자기 공부를 아주 열심히 하면 돼요 일단은. (중략) 한번은 자기 분야의 최고전문가가 되야죠. 그래야지 남의 걸 알아듣지. 내 것도 모르면서 남의 걸 어떻게 알아들어. 그러면 진짜 이 연구도 저 연구도 못하지.

이렇듯 융합연구를 수행하기 위해서는 자기분야에 대한 충분한 전문성을 갖추고 있어야 한다. H교수가 말하는 것과 같이 ‘선수’, ‘최고수’가 되어야 융합연구를 할 수 있다. E연구원이 말하는 ‘어정쩡한 전문가’ 들은 진정한 의미의 융합연구를 수행할 수 없는 것이다.

**H교수** 중요한 것은 융합을 제대로 하려면 선수들끼리 모여야 진짜 센 게 나온다는 겁니다. 어정쩡하게 아는 사람들이 모인다고 융합이 되지 않아요. 융합을 잘 하려면 적어도 자기가 하는 분야에서는 최고수가 되어야 합니다. 각 분야의 교수들끼리 만나야 비로소 서로 존중하고, 보완해가면서 시너지 효과를 발휘해 큰 연구를 할 수 있습니다. 반대로 분야별로 기초가 튼튼한 교수들이 없으면 융합한다고 해봐야 공염불입니다.

**E연구원** 문제가 뭐냐면 사실은 자기가 전문가가 아니에요. 우리가 만약에 예를 들어서 가장 큰 학부과정의 융합은 뭐 이런 부분이 들어가 있는 과들도 있잖아요. 그건 안 되거든요 사실은. 그게 안 되는 이유는 뭐냐면 그 한 부분의 전문가가 된 다음에 그 전문가들이 모여서 융합을 해야지 진정한 융합이 되는데. 어정쩡한 전문가가 돼갖고는 이게 융합이 절대 될 수가 없어요.

## 2.2. 실제적 문제 발견

융합연구자들은 자신들의 융합연구의 연구문제를 실제적 문제의 형태로 정의하고 있었다. 실제적 문제란 일상생활에 밀접하게 관련되어 있는 문제로, 문제에 그 문제를 해결하는 데 필요한 요소가 밝혀져 있지 않고, 다양한 해결책이 가능하며, 다양한 접근을 통해서 문제를 해결할 수 있으며, 문제를 평가하는 기준이 여러 가지인 문제를 의미한다(Jonassen, 1997). 즉, 융합연구자들이 융합연구를 수행하기 위해서는 자신들의 연구문제를 수립하는 것이 가장 중요한 문제 중 하나인데, 그들은 현실과 밀접한 관련이 있는 문제에 주목한다는 특징이 있었다.

**B교수** 현재 이미 기술이 있는데 이걸 쓰지를 않아서 땅에 묻혀있는 그런 것들을 캐내서 쓰는 것이지, 뭐 새로운 것을 만들고 그러는게 절대 아니에요. 그러기 때문에 깊이 있는 연구가 사실은 필요하지 않은 쪽이에요 우리는. 우리가 그거를 하다보면 거기에 시간을 다 버려. 그래서 현실화를 못해. 우리는 현실화 하는쪽에 중점을 두고, 사람들이 접할 수 있게. 역할이 다른 거예요 역할이. 물론 그쪽에도 할일이 많겠조 깊게. 그건 그쪽이고, 우린 그런 것보다 눈에 당장, 사람들이 쓸 수 있게.

**C교수** 그 시술이 지금 말씀을 들으시면 아시겠지만 굉장히 어렵고, 연습하기도 어렵고, 우리나라에 그거 하는 의사도 그렇게 많지가 않아요. 그래서 그거를 연습시키고 후배를 기르는데 굉장히 애를 많이 먹고 있어요. 그걸 하는 의사들이. 요새 젊은 의사들이 그런 거 안 하려고 그러고 또 힘든 거 안 하려고 그러고. 굉장히 어려워하니까 또 두려워하고. 그래서 그런 것을 연습할 수 있는 훈련할 수 있는 시뮬레이션을 개발한 거죠. 시뮬레이션이라도 개발하면 그래도 조금 덜 겁나고 자꾸 연습해 볼 수가 있을 거 아니에요. 그래서 기술 같은 것을 느낄 수가 있게끔.

**E연구원** 저희 그 때 목표는 적조를 잡는 거였어요. 우리 여름 되면 적조 나오잖아요. 그걸 잡는 거를 해보려고 하니까 생물학 하는 사람, 수산화 하는 사람, 약품을 만들려고 약학 하는 사람, 위에선 평가를 또 해야 하니까 거기에 해양수산원 뭐 이런데도 쭉 다 그런 사람들이 모여서 같이 했었죠.

위의 B교수, C교수, E연구원의 사례에서 확인할 수 있는 것과 같이 이들은 융합연구를 수행하기 위해서 학문중심적인 사고를 하기보다는 실제적으로 일상생활과 관련되는 문제를 해결하기 위한 실제적 문제 중심사고를 하는 것으로 나타났다. 이러한 실제적 문제들은 어떠한 한 분야의 지식으로 해결할 수 없는 복잡한 형태의 비구조화된 문제이기 때문에 자연스럽게 다른 분야

와의 융합이 요구되는 문제들이라고 할 수 있다.

### 2.3. 분야 한계 인식

분야 한계 인식 역량은 융합연구가 수행되기 위해서 융합연구자가 자기 분야의 최고수준의 전문가가 되어야 하지만, 동시에 자기분야가 지니고 있는 명확한 한계를 파악하고 있어야 한다는 것이다. 융합이 일어나기 위해서는 앞서 언급한 것과 같이 실제적 문제를 해결해야 하는데, 이러한 실제적 문제를 해결하기 위해서는 한 분야의 전문지식만으로는 한계가 있다.

A교수의 경우는 공학자이지만, 생체모방 연구를 수행하기 위해서는 생물학자와 협업을 할 수밖에 없다고 했는데, 그 이유는 자신 혼자서는 할 수 없기 때문이라는 것이다. 즉, 공학자로서 물리와 수학에 기반한 학문을 하고 있었던 A교수에게 물리와 수학만으로는 융합문제를 해결할 수 없었던 것이다.

**A교수** 생체모방을 할 거라고는 상상도 못했죠. 그런데 하다보니까 물리와 수학으로는 한계가 있고, 끝까지 끝까지 하다보니까 아 이게 생물 쪽으로 눈을 돌려야 하는게 아닌가 해서 돌린 거예요. 그러니까 이때까지 내가 연구를 한게 물리와 수학을 기반으로 했는데, 이걸로 해서는 한계가 있는 것예요.

B교수 역시 이와 동일한 진술을 하였다. B교수는 정보통신을 전공하였지만, 수요자에게 의미 있는 결과물을 제공하기 위해서는 정보통신에 대한 전문지식만으로는 충분하지 않다고 진술하였다. 그것이 가능하기 위해서는 인문학, 디자인과 같은 다른 분야의 전문지식이 있어야 한다고 판단하였다.

**B교수** 제품을 만들었을 때 제품에 대한 하자라든지 그런 것을 떠나서, 어떤 제품이 기능을 잘못하거나 하는 그런 측면도 있지만, 이걸 그런 차원을 떠나서, 한 차원 더 높여서 제품에 대한 사람들의 애착, 이 제품을 얼마나 자기가 오랫동안 사용할 수 있을지, 제품에 대한 충성도라고 할까? 그런 것을 올리기 위한 기술도 필요하잖아요. 그런 기술은 공학하는 사람들이 하는 것과는 다르죠. (중략) 사용자 경험, 유저 익스페리언스, 그쪽에 관련된 연구를 하려다 보니까, 이게 정보통신만 가지고는 안 되고, 디자인이라든지 인문학이라든지 그런 쪽하고도 같이 연결을 해야지.

이러한 분야 한계 인식에 특징적인 부분은 융합연구자들이 자기분야가 지니고 있는 한계를 해

결하기 위해서 스스로 그 분야의 전문지식을 배워서 해결하려고 하지 않는다는 것이었다. 그들은 기본적으로 자신이 할 수 있는 것과 할 수 없는 것에 대한 명확한 인식이 있었다. 즉, 자기 분야의 한계를 인식하는 것에는 자기 자신의 이해, 즉 자신이 그 분야의 전문가로서 지니고 있는 한계를 인식하는 것을 포함하고 있었다.

A교수가 생체모방을 하기 위해서 생물학을 공부할 수 있지만, 그것이 불가능한 것은 자신이 물리와 수학에 기반을 둔 공학자이기 때문인데, 이는 곧 자신이 공학자로서의 가치, 방법, 사고방식을 지니고 있기 때문에 다른 학문을 병행한다는 것은 어려운 일인 것이다. 그렇기 때문에 타 분야의 지식을 그 분야의 전문가만큼 확실히 알 수 없는 한계를 인지하고 있었다고 볼 수 있다.

**A교수** 이런 거는 혼자서 못하죠. 생물학자가 이야기해서 같이 이야기하지 않으면 사실 하기 힘들어요. 혼자서 하기 힘들기 때문에 같이 할 수밖에 없고, 스키점프 국가대표 선수들과 같이 하지 않으면 스키점프 선수들이 어떻게 뛰는지 아예 알 수가 없고, 수학자도 수학의 이론을 우리가 깊이 알지는 못하니까, 수학자랑은 다르잖아요. 우리가 수학을 잘하긴 하지만, 이걸 공학적으로 적용하는 것은 우리가 할 일이고, 그러니까 같이 할 수 있는 것이죠.

D연구원도 융합이 일어나는 것은 본인이 모든 것을 알 수 없다는 한계를 인지하고, 이를 해결하기 위한 방법으로 다른 분야의 전문가와 함께 협업을 하는 것이라고 진술했다. C교수는 현대의 학문분야의 전체적인 흐름이 다른 분야의 전문가와 협력을 하는 방향으로 나아가고 있음을 강조하였다. 즉, D연구원, C교수 모두 개인으로서 자신이 지니고 있는 한계를 인지하고 있었던 것이다.

**D연구원** 내가 모르는 분야를 자꾸 전문가를 찾아가다 보니까 그 사람의 전공이 저기였고 저기였고 그랬던 거죠. 모질라는 부분이 있잖아요. 하다가 보면 막히는 분야들이 있잖아요. 그런 사람들을 어울려서 일을 꾸미게 되는 거죠. 원래 팀이라는 게 그거잖아요 내가 모든 걸 가질 수 없으니까 너는 어느 부분을 끌어내라 하나를, 이렇게 만드는 게 바로 팀이잖아요. (중략) 한 사람이 모든 걸 다하려고 그러면 절대로 못해. 그러니까 이런 사람들, 그쪽에 깊은 사람들을 데리고 나 같이 인터페이스, 중간에서 조율을 할 수 있는 사람들이 같이 있어야 하는 거지.

**C교수** 지금 시대에는 다른 분야 사람하고 연구를 안 하면은 그 연구가 그렇게 좋은, 세상에 큰 impact 있는 연구가 나오기가 무지무지 힘들거든요. 기본적으로 모든

연구는 나랑 전공이 다른 분야 사람하고 같이 연구를 해야지만이 뭐가 좋은 게 결과가 나오거든요.

융합연구자의 이러한 특징은 보완메커니즘(compensatory mechanism)으로 설명이 가능하다. 보완메커니즘은 일종의 메타인지 능력으로 자신의 부족한 점을 알고 이를 보충하는 방식을 의미하는 것으로 자신들이 부족한 부분에 대해서 최고 수준의 외부 전문가들의 도움으로 보충하는 것을 의미한다(Shaivinina, 2009).

즉, 우수한 융합연구자들은 자기분야가 지니고 있는 한계, 그리고 한 분야의 전문가로서 개인이 지니고 있는 한계를 파악하고 있었다. 그리고 이러한 한계를 해결하는 방식으로 다른 분야의 전문지식을 습득하여 해결하는 방식이 아니라, 그 분야의 전문지식을 충분히 지니고 있는 전문가를 찾아내어 협업하는 방식으로 이루어졌다.

## 2.4. 분야 외 학습

융합연구가 수행되기 위해서는 앞서 언급한 것과 같은 분야 전문성, 그리고 분야 한계를 인식하는 것이 매우 중요한 문제이다. 자기 분야에 대한 높은 수준의 전문성이 있어야만 진정한 의미의 융합이 발생할 수 있으며, 다른 분야의 전문가와 협업을 할 수 있다. 그리고 자기분야, 그리고 개인으로서의 자기 자신이 지니고 있는 한계를 인식해야만 보완메커니즘을 활용하게 되어, 다른 분야의 전문가를 찾아 융합을 하게 된다. 그러나 이러한 분야 전문성, 분야 한계에 대한 인식만으로는 충분한 융합연구가 이루어지기 힘들다. 진정한 의미의 융합이 이루어지기 위해서는 자기 분야뿐만 아니라 다른 분야에 대한 이해가 필요한 것이다.

물론, 여기서 말하는 다른 분야에 대한 이해가 다른 분야의 지식을 전문가 수준이 될 정도로 학습하는 것을 의미하지는 않는다. 앞서 언급한 것과 같이 우수한 융합연구자들은 자기가 다른 분야의 전문지식을 전문가가 될 때 까지 학습할 수 없음을 깨닫고 있는 상태였기 때문에 그들의 관심사는 다른 분야의 지식에 있지 않았다. 이와 관련하여 D연구원은 다른 분야에 대한 지식이 깊은 수준일 필요가 없다고 언급하였다. 다만, 다른 분야의 전문가와 의사소통이 가능할 정도의 지식을 획득해야 한다고 설명하였다.

**D연구원** 그냥 나는 그게 아주 깊다고 생각은 안 해요. 그거는 깊은 얘기는 그 쪽 사람한테 맡기고, 그 말을 알아듣고 그 사람이 이제 나하고 디스커션을 할 때는 저한테 지식이 필요하니까 나하고 디스커션을 하겠죠. 그 말을 알아듣는 정도? (중략)

정도는 알아들어야 되겠죠? 그죠? 만약에 우리 연구소에서 사진을 탈각 찍어가지고 서 다 이렇게 데이터로 보내. 내지는 뭐 노래를 데이터로 보내. 그게 엠팩이기 뭐 이런 얘기에요 지금 얘기는. 엠팩시스템 뭐 이런 거잖아요. 그런 얘기를 할 때 엠팩이라는 단어를 알아들어야 되잖아. 어떻게 압축하지? 그게 뭘 소린지 알아들어야 되잖아. 그 정도는 알아들어야지.

그렇다면 우수한 융합연구자들이 타 분야에 대해서 무엇을 학습하는 것일까? C교수는 융합연구가 가능하기 위해서는 타 분야의 문화, 가치관, 특성, 연구방법을 학습해야 한다고 설명하였다. 그는 이것들을 학습하기 위해서 타 분야의 학회 및 컨퍼런스에 자주 참여하여 면대면으로 만남을 가졌다.

**C교수** 제가 그런 생각을 하면서부터는 이제 의료분야의 의사들이 모이는 학회라든지 의사들이 모이는 컨퍼런스 이런데도 많이 다녔고요. 그래서 의사들은 어떻게 컨퍼런스를 하고 어떻게 얘기를 하고 문제접근을 어떻게 하는지 이런 것들을 많이 배웠고요. 의사의 특성이라든지 이런 것도 많이 배워야 되겠고요. 의사들도 자연과학, 의사 우리나라 이과잖아요. 의사도 이과다 그러는데, 아니에요 천만의 말씀이죠. 의사들이 배우는 것, 의사들이 시술하는 것, 의사들의 학문하는 방법. 이거는 자연과학 공학하고 달라요. 완전히 달라요. 그런 것도 상당히 시간이 걸려야만이 알 수가 있어요. 같이 부대끼고 교류하고 얘기하고 의논하고 협력하고 이렇게 해야지만이 그걸 알 수가 있어요.

이러한 학습이 필요한 것은 자신이 하는 공학이라는 분야와 의학이라는 분야가 매우 다르기 때문이다. 그리고 이 다름은 학문적 지식의 내용이 다름을 의미하는 것은 아니다. 그것의 수준을 넘어서, 그들이 지니고 있는 가치관, 태도, 특성, 문화 등이 차이가 있다는 것이다..

**C교수** 자연과학하고 완전히 달라요. 그런 어떤 그런 걸 하는 사람들의 특성, 그런 사람들의 보는 시각, 문화 이런 것에 대해서 이해가 없으면 협력이 안 되죠. 그것도 굉장히 어려워요. (중략) 그 시간을 몇 년을 걸려요. 몇 년을 시간을 쓰고 몇 년 동안 부대끼고 그러면서 점점 깨닫는 거죠. 제가 지금 말씀드리는 것은 20년이 걸려서 깨닫는 것을 말씀드리는 거예요. 그냥 하루아침에 깨닫는 게 아니에요.

D연구원 역시 이러한 학분 분야에 따라 지니고 있다는 다양한 차이점에 대해서 언급하였다. 그리고 이러한 차이점을 이해해야만 융합이 가능하다고 주장하였다. A교수 역시 공학자로서 생물학

자와 융합연구를 하는데 있어 그들을 이해하는데 1년 이상의 시간이 소요되었다고 설명하였다.

**D연구원** 직관적으로 하느냐. 아주 철저하게 계산적으로 하느냐가 다를 수 있고요. 그러니까 이제 문이과가 만나서 얘기할 때 들어보면, 이과 사람들은 많이 계산적으로 이야기를 하는데 문과 사람들은 그래도 많이 직관적으로 얘기를 하시잖아요. 그런 거부투가 다른 거죠. 그걸 내가 생물학적 approach로 알아들을 거고, 수리학자라면 수학적인 느낌으로 받아들이고 그런 게 다르잖아요.

**A교수** 전략과제를 할 때 1년 동안 여기 생물학자들이 2명이 들어왔었는데, 1년 동안 대화가 잘 안돼요. 생물학하고 기계공학은 말하고 생각하는게 너무 달라요. (전략) 박사님 사진 찍어서 PDF로 보내주세요 이랬어요. 이거는 생물학자한테는 있을 수 없는 일이에요. 개네는 날아다니는 걸 눈으로 봐야 되는데, 공대 애들은 논문과 사진으로 봐요. 아주 달라요. 이런 거를 이야기하면 생물학자들은 어 그래 직접 봤니? 이래요.

융합연구자들이 융합이 가능하기 위해서는 다른 분야의 지식을 습득하는 것이 중요한 문제는 아니었다. 그것보다 중요한 것은 그들의 문화, 가치관, 태도, 연구의 방법 등 보다 정성적인 측면을 이해하는 것이었다. 이러한 이해가 뒷받침되지 않을 때는 그들과 신뢰를 쌓거나, 의사소통을 하는 것이 불가능하였기 때문이다.

## 2.5. 소통

융합연구자에게 소통의 역량은 전통적으로 중요한 역량으로 여겨져 왔다. 융합연구의 특성상 다른 학문분야의 전문가들과 함께 이루어지는 연구이기 때문에 서로 다른 배경을 지니고 있는 연구자들이 효과적으로 소통할 수 있어야만 좋은 융합연구의 성과가 나올 수 있다. 그렇다면 우수한 융합연구자들의 소통의 내용은 무엇이며, 어떻게 하는 것이 효과적인 소통 방법일까?

먼저, 융합연구자들의 소통의 내용을 살펴보면, 가장 큰 요소는 그들간의 언어를 통일하는 것이었다. Calison(1997)은 융합연구자들의 소통과 교류의 공간으로서 교역지대라는 개념을 도입하였는데, 이 공간에서 서로 다른 배경의 융합연구자들이 상호작용한다는 것이다. 그리고 이러한 상호작용의 공간에서 형성되는 것이 바로 공통의 혼합 언어(creole)(Gorman & Groves,

2005)이다. 본 연구의 연구참여자들 역시 이러한 지점에 대해서 언급을 하였다. 가령, D연구원의 경우 동일한 용어임에도 불구하고 학문분야에 따라 서로 다른 의미가 있는 용어들이 많이 있음을 언급하였다.

**D연구원** ICU라는 단어가 있습니다. ICU가 뭐예요? 우리 연구소 가서 ICU가 뭐냐고 그러면 information and communication university예요. 근데 ICU가 메디컬 하는 사람한테 가서 물어보면 뭘지 아세요? intensive cure unit이에요. 응급처리실. (중략) 어저께는 회의를 하는데 누가 GR에 대해서 이야기를 하더라고요. GR? global research? 그랬어요 저는 당연히 GR이. 근데 막 웃으면서 general 뭐저기래. 암튼 CEO하시는 분이 얘기하기는 그 쪽 행정 이런 쪽에 총괄해서 하는 쪽을 GR이라고 한다고 그러더라고.

이러한 진술에서 확인할 수 있는 것과 같이 서로 다른 연구분야에 있는 연구자들이 만나게 되면 자연스럽게 용어의 혼란이 발생하게 된다. Gorman & Groves(2005)는 이러한 상황에서 공통의 혼합 언어라는 새로운 언어가 발생한다고 하였으나, 연구 참여자들은 새로운 언어를 만들어내는 것은 아니라고 진술하였다.

**E연구** 용어를 통일할 수는 없고요. 서로에 대한 이해도를 높이는 과정이 필요한 거죠. 지금까지 써왔던 용어가 다르잖아요.

즉, 공통의 의미를 지니고 있는 새로운 용어를 만들어내는 것이 아니라, 같지만 다른 의미의 언어 혹은 서로 다른 언어에 대해서 이해하고, 다른 분야 전문가가 지니고 있는 의미 체계를 이해하는 과정이 필요한 것이다. 우수한 융합연구자들이 언급한 효과적으로 소통하는 방법 중 가장 기본적인 것은 면대면의 만남이었다. 즉, 그들은 다른 분야 전문가들과 소통하기 위해서 그들의 학문체계를 학습하는 방법이 아니라, 그들과 직접 면대면 만남을 가짐으로써 이루어졌다. 이러한 면대면 만남이 중요한 이유는 먼저, 그것이 가장 빠른 방법이었기 때문이다. 면대면 만남을 통해서 직접 질문을 할 수 있고, 생생한 의견을 들을 수 있었다.

**B교수** 포럼이나 이런 데 가서 만나죠. 중국에도 가고 텐진대학도 가고 다른 사람 만나고 워크숍도 하고 영국에도 가서 만나고, 사람들을 많이 만나니까. 걸출한 교수들 만나 갖고 이야기를 들으니까. 그런 거 통해서 경험을 쌓는 거죠. 근데 스스로 책을 읽을 시간이 없는 거죠. 사람을 통해서 배우는 게 빨리 배우는데, 깊이 배울 수가 없는 거죠.



**D연구원** 자꾸 만나는 수밖에 없겠죠. 이제 예를 들어서 ICU 얘기를 했어. 한참 있다가 내가 아는 얘기로 ICU가 아닌 것 같아. 어 네가 얘기한 ICU가 뭐야? 하고서 내가 물었어. 그럼 이제 개가 얘기하면 이제 웃으면서 우리는 이렇게 쓰는데. 이게 저기죠.

I교수 역시 융합연구에서의 면대면 소통의 중요성을 언급하였다. 만남을 통해서 의미있는 정보의 공유가 가능했으며, 그 과정에서 연구자들 간의 신뢰가 생길 수 있다고 언급하였다.

**I교수 사례집** “무조건 자주 만나야 합니다. 얼굴을 보고 얘기해야 마음도 여는 법이죠.” 이메일과 전화 등을 통해 접촉하다 보니 서로 필요할 때 바로 대화를 할 수 없어 시간적 손실이 컸고, 무엇보다 자유롭게 아이디어를 제안하고 공유하기 위해서는 신뢰가 중요하다는 사실을 너무나 잘 알고 있었기 때문이다.

그리고 이러한 면대면 만남은 단순히 면대면으로 만나서 의사소통을 하는 것만을 의미하지 않는다. 다른 분야의 전문가들이 실제로 활동하는 것을 관찰하고, 경험하는 것을 포함하고 있는 것이다. 가령, C교수의 경우 의사와 함께 융합연구를 수행하기 위해서 의사가 직접 수술을 하는 장면을 참관하고, 경험하는 과정을 거쳤다.

**C교수** 의사들하고 많이 의논도 하고 병원 현장도 보고 지난주에도 제가 가서 수술도 직접 보고요. 4시간 동안 수술도 보고 여러 가지 시술하는 것도 보고 그 안에 들어가서 다 이렇게 수술복 뒤집어쓰고 그렇게 해가지고 들어가서 보거든요. 보면서 많이 견학을 해야 돼요. 많이 보고 많이 견학하고, 현장에 있는 의사들이나 환자들하고 많이 의논하고

즉, 의미있는 소통이 가능하기 위해서는 그들의 언어를 충분히 이해하는 과정이 필요했으며, 그 과정에서 면대면 만남이 무엇보다 중요하였다. 면대면 만남을 통해서 원활한 의사소통과 학습이 가능했으며, 그들의 문화와 영역을 직접 경험함으로써 의미있는 소통이 가능했던 것이다.

이상의 내용을 정리하면 융합연구의 핵심역량은 분야 전문성, 실제적 문제발견, 분야 한계 인식, 분야 외 학습, 소통 등 다섯 가지로 구성된다고 할 수 있다. 먼저, 분야 전문성이 다른 핵심역량의 가장 기본적인 전제조건이라고 할 수 있는데, 분야 전문성을 갖추지 못한 상태에서는 다른 분야의 전문가들의 신뢰를 획득할 수 없고, 그들의 전문분야를 이해할 수 없기 때문이다. 다음으로는 융합연구에 적합한 실제적 문제를 발견하는 것이었으며, 이러한 실제적 문제를 해

결하기 위해서는 분야 한계를 인식해야 한다. 분야 한계를 인식한다는 것은 자신의 전공 분야의 한계뿐만 아니라 개인으로서의 연구자가 지니고 있는 한계를 알게 됨으로써 다른 분야의 전문가를 찾아내어 해결하는 보완메커니즘을 활용하게 됨을 의미하였다. 그리고 보완메커니즘을 활용하는 과정에서 분야 외 학습을 하게 되는데, 이 과정에서 타 분야의 전문지식을 깊이 있게 학습하는 것이 아니라 그 분야가 지니고 있는 가치, 태도, 문화, 연구 방법 등과 같은 보다 정성적인 측면들을 충분히 이해하는 것을 의미하였다. 그리고 이러한 이해의 가장 일반적인 방법과 융합연구의 수행방법이 소통이었으며, 소통의 과정에서는 타분야의 용어를 이해하는 것이 가장 핵심적인 내용이었다. 그리고 이러한 소통이 가능하게 하기 위해서는 면대면 만남을 지속적으로 가지는 것이 무엇보다 중요한 것이었다.

이상의 내용을 바탕으로 융합연구 역량을 정리하면 다음 <표 10>과 같다.

구분	역량	정의
기본 역량	위험감수	위험을 기꺼이 감수하고 새로운 분야에 적극적으로 도전하는 것으로, 융합연구의 성과지연과 성과불확실성을 감수하는 태도
	수행중심 마인드	연구의 결과물을 성과가 아닌 수행하는 활동 그 자체에 의미를 두고 연구를 진행하는 태도
	수요자 경험 중심 연구	수요자의 경험을 중심으로 연구함으로써 실제 연구의 결과를 사용하는 수요자의 만족도에 주목하는 태도
	민감성	타분야 및 일상생활에서 마주치는 다양한 사고의 자원들에 민감하게 반응하여 활용하는 능력
핵심 역량	분야 전문성	자신의 전공 분야에 대한 깊이 있는 전문성을 갖추는 능력
	실제적 문제발견	학문중심 사고에서 벗어나 비구조화된 실제 문제에 주목하여 새로운 문제를 발굴하고 탐색하는 능력
	분야 한계 인식	자신의 전공 분야 및 개인으로서 자신의 한계를 인식하고 이를 해결하기 위해 보완메커니즘을 활용하는 능력
	분야 외 학습	가치, 방법, 태도 등을 학습하여 타 분야의 문화를 깊이 있게 이해하는 능력
	소통	면대면 만남의 방식을 통하여 타 분야의 언어를 이해하고, 의사소통함으로써 의미있는 교류를 하는 능력

표 10. 융합연구 역량 모형

### 3. 융합연구의 영향요소

본 연구의 연구참여자들은 융합연구가 충분히 효과적으로 수행되기 위해서는 앞서 언급한 융합연구 역량만으로는 충분하지 않다고 언급하였다. 융합연구를 효과적으로 수행하기 위해서는 융합연구를 둘러싼 다양한 요소의 지원 및 변화가 요구된다고 주장하였다. 이러한 영향 요소들은 연구환경의 변화, 충분한 연구비 지원, 연구 성과 측정 방식의 변화 등 세 가지였다

#### 3.1. 연구환경의 변화

먼저, 융합연구가 효과적으로 일어나기 위해서는 다양한 연구자들이 만날 수 있는 환경이 구축되어야 한다. 앞서 언급한 것과 같이 융합연구가 수행되기 위해서는 소통이 중요한 문제이고, 그 소통이 가능하기 위해서는 면대면 만남이 일어날 수 있어야 한다. E연구원은 이러한 환경을 외부 사례를 바탕으로 설명하였다.

**E연구원** 스탠포드가 어찌면 약간 롤모델이 될 수가 있어요. 거기 같은 경우에는 어떤 빌딩 자체도 바이오 엑스 빌딩이 있어요. 바이오 엑스 프로젝트를 시작하게 된 이유가 뭐냐면 biology는 굉장히 크게 뜨게 되는 분야로 각광을 받는데 biology에 밀접목시키는 게 좋겠느냐라는 게 화두가 됐던 거죠. 뭐라는 거가 x예요. 미지수예요, 그니까 어떤 학문이 와도 괜찮다는 거예요 사실은. 그래서 어떻게 하기로 했으면 건물 자체도 되게 특이하고, 그래가지고 이 안에는 들어왔던 사람들이 물리부터 그니까 즉 기본적인 이학부터 공학, 그 다음에 인문학 까지 다 들어와서 이 안에서 같이 일을 했어요. 그게 정말로 어떻게 보면 우리가 구현하고 싶은 융합이 된 거죠.

E연구원이 언급한 것과 같이 융합연구가 효과적으로 일어나기 위해서는 무엇보다 그것을 가능하게 하는 물리적 환경이 중요한 요소가 될 수 있다. 물리적으로 다양한 분야의 전문가들이 소통할 수 있는 공간이 있어야만 융합적 사고가 길러지고, 융합을 위한 연구문제가 만들어지는 것이다. 이러한 것의 단적인 사례가 D연구원의 사례라고 할 수 있다. D연구원은 화학을 전공하였지만, 전자통신과 관련되는 연구소에 들어가게 되었다. D연구원은 이때 화학 전공자로서 전자통신 관련 연구소에서 생존하기 위해서는 필연적으로 융합을 생각할 수밖에 없었다고 진술하였다.

**D연구원** 제가 화학을 한 사람이 전자통신연구소에서 할 수 있는 방법은 융합을 할

수 밖에 없었어요. 일단 조건이 화학한 사람이 전자통신, 전자통신 그러면 아시다시피 electronics, 커뮤니케이션, 소프트웨어 이런 게 전자통신 연구소가 하는 일이잖아요. (중략) 그런 속에서 일을 하다가 보니까 어떻게 보면 융합이 저한테는 숙명이었지, 융합을 하기 위해서 다른 뭐를 했느냐? 라고 얘기를 하면 그냥 제일 쉬운 말이 화학을 한 사람이 IT 연구소에서 살기 위한 최소한의 수단이자 최대한의 수단이 융합이었어요.

D연구원의 진술에서 확인할 수 있는 것과 같이 다양한 전공의 연구자들이 모이는 환경에서 융합은 너무나도 자연스러운 현상이다. 그렇기 때문에 융합이 활발하게 이루어지기 위해서는 무엇보다 그것이 가능한, 그것이 요구되는 환경이 구축되는 것이 중요하다고 볼 수 있다.

### 3.2. 충분한 연구비 지원

연구비는 연구의 성과를 예측하는데 중요한 변수 중의 하나이다. 그렇기 때문에 연구비의 지원은 가장 기본적이지만, 가장 중요한 문제 중의 하나라고 예상할 수 있다. 즉, 일반적인 연구에서도 충분한 연구비 지원은 매우 중요한 문제인 것이다. 그럼에도 불구하고 융합연구에서 연구비 지원이 중요한 이유는 연구비의 지원 규모에 따라 연구자들이 추구하게 되는 연구문제의 특성이 달라진다는 것에 있다.

E연구원은 일반연구자라고 하더라도 충분한 연구비가 지원되면 자신의 분야에 대한 확장을 시도하게 되고, 그 시도는 곧 다른 분야의 전문가들과의 협업으로 이어지며, 이 과정에서 새로운 연구 문제, 즉 실제적 연구문제의 도출로 이어져 진정한 의미의 융합이 일어난다는 것이다.

**E연구원** 연구비가 지원되면 자기 하고 싶었던 분야를 넓히게 되는 거죠. 그니까 좁게 보면은 RNA라고 하는 이러한 주제를 굉장히 넓은 현상으로 쪽 돌리니까 그 전에는 신약이라고 하는 것을 생각도 못했던 게 이제는 신약까지 생각할 수 있는 것까지 넓혀진 거죠. 어떻게 보면 그게 연구비의 힘이라고 할 수도 있는 건데. (중략) 그런 게 있죠. 일단은 연구비가 없으면 융합을 할 수가 없어요. 자기 연구, 연간 만약에 5천만 원 1억 갖고 융합한다 그러면 하겠습니까? 자기 연구비, 자기 학생들 인건비 대고.. 못하죠. (중략) 연구자들은 다 시간과 연구비가 되면 그렇게 하고 싶죠. 거기 뭐 지금 서울대 ○○○ 교수도 그렇고, ○○○ 교수님도 그러면.. ○○○ 교수는 화학과에 계신 분인데. 결국은 다 생물 플러스, 처음에는 화학이지만 여기다가 다시

또 생물, 물리, 광학 이런 거 다 들어가잖아요. 결국은 그런 것이 융합이죠 어떻게 보면. 근데 그 분은 혼자서 하는 수 없잖아요.

C교수 역시 구상하고 있는 다양한 연구들이 있지만, 이를 수행하기 위해서는 연구비가 지원되어야만 가능하기 때문에 그 가능성을 항상 염두해두고 있음을 언급하였다.

**C교수** 대부분 융합프로젝트라는 것은 거저 되는 게 아니라 많은 비용이 들어가고, 참여하는 연구원들 인건비도 주야 되겠고요. 재료비도 써야 되잖아요. 대부분은 어떤 과제를 할 수 있는 기회가 있는가를 먼저 보는 거죠. 펀딩을 어떻게 얻을 수 있겠는가. 우리 이런 걸 개발하면 좋겠다. 그럼 이 연구를 누가 스폰서해주는가. 펀딩을 어떻게 얻을 수 있겠는가. (중략) 제가 말씀드린 것들이 가만히 들여보시면 아시겠지만, 다 비용이 드는 거예요 그 비용을 어떻게 하냐. 제 월급에서 그냥 까가지고 하느냐. 그렇다면 저는 생활비 집에 데가 아무것도 못 갖다 주겠죠. 그런 많은 비용이 들어가야 되니까 그런 비용이 들어가기 위해서는 과제화가 되고 펀드가 있어야만 되는 거지요.

이렇듯 연구비는 융합연구뿐만 아니라 모든 연구 활동에서 중요한 변수이지만, 연구비의 충분한 지원을 통해서 융합연구를 시도하지 않는 연구자들도 그들의 연구문제를 융합에 적합한 연구문제로 발전시킬 수 있음을 알 수 있다. 따라서 융합연구가 활발하게 일어나도록 하기 위해서는 무엇보다 연구자들을 대상으로 충분한 연구비가 지원되어야 할 필요가 있다.

### 3.3. 연구 성과 측정 방식의 변화

연구의 성과를 측정하는 것은 연구자들이 지속적으로 연구를 수행하도록 하는 원천이 됨과 동시에 연구비를 지원하는데 판단의 요소가 되는 중요한 척도이다. 그렇기 때문에 연구 성과를 측정하는 것은 객관적이고 타당해야 할 필요가 있다. 그러나 현재 이루어지고 있는 연구 성과 측정 방식의 변화가 필요하다고 융합연구자들은 언급하였다. 이는 융합연구의 특성과 밀접한 관련이 있다.

융합연구는 다른 분야의 전문가와 협업의 방식으로 수행되기 때문에, 다른 분야의 전문가와 신뢰를 쌓고, 그들의 언어를 이해하고, 이해시키는데 오랜 시간이 소요된다. 그렇기 때문에 융합연구가 성과로 나타나기까지는 많은 시간이 소요된다. E연구원은 이러한 융합연구의 특성에

도 불구하고 연구 성과를 측정하는 기관에서는 단기간의 성과를 요구하기 때문에 의미있는 융합연구가 이루어지는데 한계가 있다고 언급하였다.

**E연구원** 그 분들이 서로 의사소통이 좀 되기까지의 시간이 좀 걸리고, 그 융합연구 그래서 사실 조금하면 안 되거든요. (중략) 성과에 대한 조급함이 없어야 되는 거죠. 우리가 이제 자꾸 장기적으로 갈 수 없었던 이유가. 근데 그걸 앞으로 연구재단이나 이런데서 자꾸 개선하겠다고 하잖아요. 하는 이유가 자꾸 보면 예를 들어서 1년 연구비 요만큼 주고 1년 뒤에 평가하고 중간 평가하고 파이널 평가하고 막 그러잖아요. 근데 이런 평가 때의 기준이 논문이거든요. 논문, 특히. 그러다보니까 이게 어떤 사람들은 이 결과를 모아봤다가 3년 치 한꺼번에 모아서 예를 들어서 네이처에 내고 싶은데 1년마다 끊어서 하니 여기에 얼마만한 조그마한 걸로 해서 자꾸 내야만 성과가 인정이 되니까 여기까지를 못 기다려주는 그런 게 있었잖아요. 앞으로는 이런 것도 좀 기다려줘야 되는 거죠. 그니까 성과의 문제. 그런 거 때문에 이렇게 잘 못 가는 부분들이 있죠.

이렇듯 융합연구가 의미있는 성과로 도출되기 위해서는 융합연구자가 융합연구 역량을 갖추는 것뿐만 아니라 이를 지원할 수 있는 영향요인을 구축하는 것 역시 중요하다. 이러한 영향요인은 연구 환경 변화, 충분한 연구비 지원, 연구 성과 측정 방식의 변화로 나타났다. 이러한 영향요인과 융합연구 역량을 도식화하면 다음 [그림 4]와 같다.

이 그림에서 확인할 수 있는 것과 같이 융합연구 기반역량은 융합연구 핵심역량에 영향을 미치게 된다. 기반역량으로서 융합연구자들이 갖추어야 할 태도나 가치가 형성이 되었을 때, 융합연구를 수행하는 과정에서 필요한 핵심역량이 효과적으로 발현될 수 있다. 그리고 이러한 두 역량군의 상호작용에는 융합연구 영향요인들이 지속적으로 영향을 미치는 것이다.

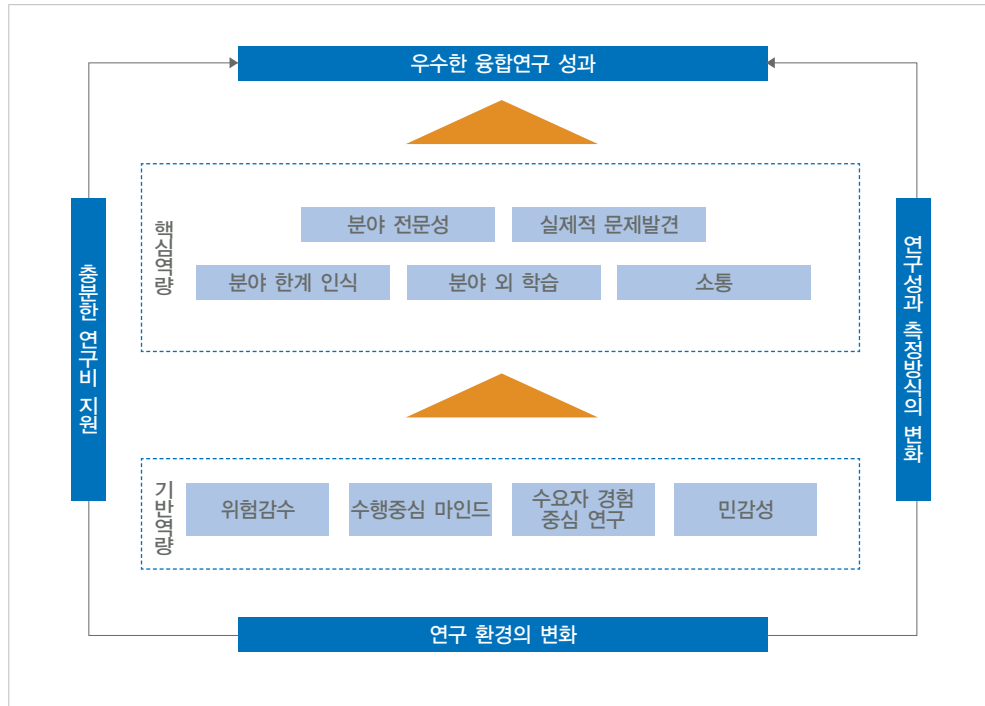


그림 4. 융합연구 역량과 영향요인의 관계

## 04 결론

본 연구는 융합연구자의 역량을 도출하고 이를 모형화 하고자 하는 목적으로 수행되었다. 연구 결과 4개의 기반역량과 5개의 핵심역량 그리고 3개의 영향요인을 밝혀내었다. 결과를 간략히 요약하면 다음과 같다. 먼저, 융합연구자의 기반역량은 위험감수, 수행중심 마인드, 수요자 경험 중심 연구, 민감성 등 4가지로 도출되었다. 먼저, 위험감수는 융합연구의 특성과 관련되는 것으로 융합연구가 연구의 성과를 구체적으로 기대할 수 없고, 성과가 늦게 나오기 때문에 발

생하는 위험을 감수할 수 있는 능력으로서의 태도를 의미한다. 둘째, 수행중심 마인드는 기존의 성과중심 경향을 벗어난 태도로, 연구를 통해서 성과가 아닌 수행하는 활동 즉, 연구하는 활동 그 자체에 의미를 두는 것을 의미한다. 셋째, 수요자 경험 중심 연구는 수요자의 경험을 극대화시키는 것을 목적으로 연구를 실시함으로써 실제 연구의 결과를 사용하는 수요자의 만족도에 주목하는 태도를 의미한다. 마지막으로 민감성은 타 분야 및 일상생활에서 마주치는 다양한 사고의 자원들에 민감하게 반응하고 이를 융합연구의 시발점으로 활용하는 능력을 의미한다. 이러한 기반역량은 융합연구자가 융합연구를 시작할 수 있도록 하며, 융합연구를 하는 과정에서 필요한 역량들을 조율하고 조정하는 역할을 하여, 효과적으로 융합연구를 수행할 수 있도록 돕는 역할을 한다.

둘째, 핵심역량은 분야전문성, 실제적 문제발견, 분야 한계 인식, 분야 외 학습, 소통 등 5가지로 도출되었다. 첫째, 분야 전문성은 융합 진정으로 일어나기 위해 필요한 가장 기본적인 조건으로 자신의 전공 분야에 대한 깊이 있는 전문성을 갖추는 것을 의미한다. 연구참여자들은 융합연구가 효과적으로 이루어지기 위해서는 먼저, 연구자가 자기 분야의 최고 전문가가 되어야 한다고 언급하였다. 둘째, 실제적 문제발견은 융합연구자들이 발견하는 연구의 문제와 관련이 되는 것으로 학문중심의 사고에서 벗어나 비구조화된 실제 문제에 주목하여 새로운 연구문제를 발굴하고 탐색하는 능력을 의미한다. 셋째, 분야 한계 인식은 융합연구자들이 자신의 전공 분야에 대한 과도한 자부심을 내려놓고, 전공 분야에 대한 한계를 인식하고, 또한 개인으로서 자신이 지니는 한계를 인식하는 것을 의미하며, 이를 해결하기 위해 보완메커니즘을 활용하는 능력을 포함하였다. 넷째, 분야 외 학습은 융합연구가 수행되는 과정에서 발생하는 융합연구자의 학습을 의미하는 것으로 그들은 타분야의 지식체계를 깊이 있게 학습하는 것에 주목하기보다 타분야의 가치, 방법, 태도, 문화 등을 이해하는 데 보다 주목하였다. 마지막으로 소통은 면대면 만남의 방식을 통하여 타 분야의 언어를 이해하고, 의사소통함으로써 의미있는 교류를 하는 능력을 의미한다.

마지막으로 융합연구자들이 융합역량을 효과적으로 발현하기 위해서 필요한 영향요인은 연구 환경의 변화, 충분한 연구비 지원, 연구 성과 측정 방식의 변화 등 3가지로 나타났다. 연구 환경의 변화는 다양한 전공분야의 전문가들이 협업하고, 소통할 수 있는 공간적 의미에서의 연구 환경이 구성될 필요성이 있음을 의미하며, 충분한 연구비 지원은 융합연구자에 대한 충분한 연구비 지원을 의미할 뿐만 아니라, 일반 연구자에게도 충분한 연구비가 지원된다면 그들이 융합과 관련되는 연구문제를 상정함으로써 융합연구를 활성화할 수 있음을 의미한다. 마지막으로 연구 성과 측정 방식의 변화는 융합연구의 특성상 연구 성과가 나오는데 오랜 시간이 걸리기 때문에 이를 반영한 측정 방식이 필요함을 의미한다.



이상의 연구결과를 통해서 얻을 수 있는 시사점은 다음과 같다. 먼저, 학술적 시사점에서 기존의 융합연구자에 대한 국내 역량 연구에서는 도출되지 않았던 자신의 연구분야에 대한 이해가 중요함을 드러냈다는 점에서 의의가 있다. 일반적으로 융합연구자를 길러내는 방법에 있어서 자신의 분야가 아니라 타 분야에 대한 지식을 습득할 것을 권장하지만, 실제 우수한 성과를 보인 융합연구자들은 자신의 분야에 대한 깊이 있는 이해가 먼저 선행되는 것이 나타났다. 따라서 다른 분야의 지식을 습득하는 것보다 자기분야에 대한 거시적인 안목이 먼저 수립되어야 의미있는 융합연구가 수행될 수 있는 것이다.

둘째, 분야 외 학습에 대한 시사점으로, 융합이 효과적으로 일어나기 위해서는 타분야의 지식을 습득하는 것이 중요할 것이라고 예상하는데 비해, 실제 융합연구자들은 지식을 습득하기 위해 노력하는 것보다는, 가치, 태도, 문화, 사고방식과 같은 보다 정성적인 것을 학습하는 데 많은 시간을 들였다. 이 연구결과는 융합연구가 이루어지기 위해서 타분야에 대한 지식이 필요하지 않다는 것을 드러내는 것은 아니다. 다만, 이와 더불어 타분야의 가치, 태도, 문화, 사고방식과 같은 정성적인 것을 학습하도록 하는 것이 중요하다는 것을 의미한다.

셋째, 본 연구의 결과에서 특징적인 것 중의 하나는 융합연구가 수행되는데 필요한 연구문제의 특성과 관련된 것이었다. 수요자 경험 중심 연구, 실제적 문제발견 역량 등에서 드러난 것과 같이 우수한 성과를 보인 융합연구자들은 현실세계와 밀접하게 관련된 연구문제에 주목하였다. 그렇기 때문에 즉각적인 성과를 기대할 수 없거나, 기존의 학문체계를 벗어난 연구문제를 수립하게 되었지만, 이러한 연구문제의 발견이 그들을 융합연구로 이끄는 큰 동기가 된 것으로 확인되었다. 그렇기 때문에 앞으로 융합연구자들이 수립하는 연구문제의 특성을 파악하기 위한 추가적인 연구를 수행한다면 융합연구자를 이해하는데 큰 도움이 될 것으로 보인다.

다음으로 본 연구를 통해서 얻을 수 있는 교육적 시사점을 살펴보면, 먼저, 대학과 같은 고등교육에서 융합연구자를 길러내기 위해서 해야 하는 접근법에 관한 것이 있다. 일반적으로 융합연구를 가능하게 하기 위해서는 학부생 단계에서 이미 다른 분야의 전문지식을 습득하고 이를 활용하기를 기대하는 경향이 있다. 그러나 우수한 성과를 낸 융합연구자들은 이러한 접근방법에 대해 경계를 해야 한다고 지적하였다. 그들이 우수한 성과를 낼 수 있었던 것은 자신들이 자기 분야에서 최고수준의 전문가였기 때문이라고 언급하였다. 이러한 사실에서 확인할 수 있듯이 고등교육에서 융합연구자를 길러내기 위해서는 타 분야에 대한 지식을 습득하는 것에 주목하는 것 보다는 자기분야에 대한 깊이 있는 이해가 가능하도록 해야 할 필요가 있다.

그럼에도 불구하고 융합이 활발하게 일어나기 위해서는 다양한 전공자들이 만날 수 있는 공간

적인 환경이 필요하다는 사실에서 알 수 있듯이 다양한 전공의 예비 연구자들이 만남을 가질 수 있는 환경이 구축될 필요가 있을 것으로 보인다. 연구결과에서 드러나듯이 이들은 지속적으로 면대면 만남을 가지는 것이 매우 중요하다고 언급하였다. 그리고 타 분야의 문화, 가치, 태도, 사고방식 등을 이해하는 과정이 융합연구에서 매우 필수적이라고 언급하였다. 이러한 점에서 고등교육의 단계에서 타 분야의 지식을 습득하도록 하는 방법으로 융합연구자를 길러낼 것이 아니라, 그들이 다른 전공의 다양한 사람들과 만남을 가지고 의견을 나눌 수 있는 공간을 마련하는 것이 더욱 중요할 것으로 보인다.

이 밖에도 우수한 성과를 낸 융합연구자들은 우리나라의 연구지원 환경이 변화할 필요가 있다고 언급하였는데, 이러한 부분은 정책적인 측면에서 지속적으로 다루어져야 할 문제이다. 특히, 양적인 접근을 통해서 어떠한 지원을 해주는 것이, 또 어떠한 연구자에게 지원을 해주는 것이 우수한 융합성과를 가져오는지에 대한 체계적인 탐구가 필요할 것이다.

본 연구의 결과를 바탕으로 융합연구 활성화를 위한 학문적, 교육적, 정책적 시사점을 도출할 수 있었다는 점에서 의의가 있다. 그러나 본 연구는 다음과 같은 한계를 지닌다. 먼저, 융합연구자에게 요구되는 역량을 도출한 후에 이를 타당화 하는 과정을 거치지 못한 한계가 있다. 따라서 본 연구의 결과를 바탕으로 다양한 융합연구자를 대상으로 타당화하는 과정이 필요할 것이다. 둘째, 본 연구의 결과는 융합연구와 관련된 우수 연구자들의 경험을 균형 있게 표집했다고 보기 힘들다. 본 연구의 연구대상들이 외부기관에 의해 선정된 우수 융합연구자들을 기준으로 했기 때문에 그 선정 기준에 온전히 의존하고 있다는 문제점이 있다. 따라서 보다 다양한 우수 융합연구자들을 대상으로 본 연구의 결과를 확인하고, 다양한 맥락을 반영하여 연구 결과를 발전시킬 필요가 있다.



## 이상훈 (Lee, Sang-hun)

- 학 력**
- 서울대학교 교육학과 박사 과정
  - 서울대학교 교육학과 석사
  - 서울대학교 교육학과 학사

- 경 력**
- 現) 한국인적자원연구센터 사무국장
  - 前) 한국인적자원연구센터 연구원

## 참고자료

---

1. 강남준(2008). 과학기술과 인문사회과학의 융합연구 활성화 방안. 교육과학기술부.
2. 김덕현(2011). 융합경영이란 무엇인가? 김덕현(편), 융합경영. 서울: 글로세움.
3. 김왕동(2012). 창의적 융합인재에 관한 개념 틀 정립: 과학기술과 예술 융합 관점. 영재와 영재교육, 11(1), 97-119.
4. 박기범, 황정태(2007). 융합 연구의 형성과 발전 과정의 고찰을 통한 국내 연구 현황 분석. 조사연구, 1-125.
5. 박천오, 김상묵. (2004). 정부산하단체 임원의 공통 직무수행역량 설정에 관한 연구. 한국사회와 행정연구, 15(1), 1-25.
6. 백연정(2016). 융합연구팀의 과제와 미래: 조직행위론적 접근. 대한경영학회지, 29(2), 247-264.
7. 성은모, 오현석, 김윤영(2013). 대학교육에서 산업형 융합인재 육성을 위한 융합프로젝트 교수 학습모형 탐구. 교육방법연구, 25(3), 543-580.
8. 손욱(2004). 기업에 필요한 이공계 인재. 물리학과 첨단기술 11월호.
9. 안철수(2010). T자형 인재 뛰어넘는 A자형 인재되라. 월간 혁신리더 2010년 3월호.
10. 오현석(2007). 역량중심 인적자원개발의 비판과 쟁점 분석. 경영교육연구, 47, 191-213.
11. 오현석, 성은모(2013). 융합인재역량 분석 - K대학교 공과대학 신기술융합학과 대학원 사례를 중심으로. 아시아 교육연구, 14(4), 201-228.
12. 윤정일, 김민성, 윤순경, 박민정(2007). 인간 능력으로서의 역량에 대한 고찰: 역량의 특성과 차원. 교육학회지, 45(3), 233-260.
13. 이공래, 황정태(2005). 다분야 기술융합의 혁신시스템 특성분석. 정책연구, 1-140.
14. 이광호, 김승현, 최종화, 서지영, 강지훈, 이아정(2013). 융합연구사업의 실태조사와 연구개발 특성분석. 정책연구, 1-393.
15. 이남우(2013). 융합연구 식별방법에 대한 고찰: 국가연구개발사업을 중심으로. 융합연구리뷰, 1(2), 30-59.
16. 이병욱(2010). 미래 디지털 사회를 위한 융합의 이해. 파주: 생능출판사.
17. 이수영, 하태정, 성양경(2008). 융합기술 전문 인력 양성방안 연구: BT중심 융합기술을 중심으로. 한국직업능력 개발원 정책연구, 2008-17.
18. 이종만, 최민석(2010). 융합기술전문가의 공동연구에 대한 사회적 연결망 분석. 한국콘텐츠학회논문지, 10(6), 415-428.
19. 정재삼, 장정훈. (1999). 수행 컨설턴트의 역량모형 개발을 위한 텔파이 연구: 조직문화 변화 해결책을 중심으로. 교육공학연구, 15(3), 99-127.

## 참고자료

---

20. 정재창, 민병모, 김종명. (2001). 알기 쉬운 역량모델링. PSI 컨설팅.
21. 조수민, 조형기. (2012). 인터넷정보보안 솔루션기업의 역량모델링 사례연구. *인적자원관리연구*, 19(4), 53-74.
22. 최양희. (2010). 인재정책의 방향과 기본과제. 한국인적자원연구센터 포럼 발표자료집.
23. 최유현, 김용익, 이명훈, 김인용, 남승권, 김운진, 강경균 (2011). 기술기반 STEM 교육 교재개발방안에 대한 연구. *한국실과교육학회지*, 11(1), 210-227.
24. 최재천, 주일우(2007). 지식의 통섭. 서울: 이음.
25. 하태정, 이광호, 김석현, 민정원(2007). NBIT 컨버전스 연구개발조직의 발전방안 연구. *정책연구* 2007-04, 1-167.
26. 현창희(2008). 융합환경하의 중소기업 육성방향. *한국통신학회지*, 25(11), 48-52.
27. Apostel, L., Berger, G., Briggs, A., & Michaud, G. (eds) (1972). *Interdisciplinarity Problems of Teaching and Research in Universities*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
28. Baker, B. R. (1991). MC1 management competences and APL: the way forward for management, education, training and development? *Journal of European Industrial Training*, 15(9), 17-26.
29. Bethell-Fox, C. (1992). *Identifiing and Assessing Managerial Competences*. London: Hay Management Consultants Ltd. (newly commissioned article for Open University course B884).
30. Boyatzis, R. E. (1982). *The Competent Manager: A Model for Effective Performance*. New York: John Wiley.
31. Boyatzis, R. E. (1998). *Transforming qualitative information: Thematic analysis and code development*. Sage.
32. Brown, R. B. (1993) Meta-competence: a recipe for reframing the competence debate? *Personnel Review*, 22(6), 26-37.
33. Brown, R. B. (1994). Refrain the Competency Debate Management Knowledge and Meta-Competence in Graduate Education. *Management Learning*, 25(2), 289-299.
34. Brown, R. B., & McCartney, S. (1995). Competence is not enough: meta-competence and accounting education. *Accounting Education*, 4(1), 43-53.
35. Bruce, A., Lyall, C., Tait, J., & Williams, R. (2004). Interdisciplinary integration in Europe: the case of the Fifth Framework programme. *Futures*, 36(4), 457-470.

36. Burgoyne, J. (1989). Creating the managerial portfolio: building on competency approaches to management development. *Management Education and Development*, 20(1), 56-61.
37. Burgoyne, J. (1990). Doubts about competency. *The Photofit Manager*, 20-26.
38. Burgoyne, J. G. (1993). The competence movement: issues, stakeholders and prospects. *Personnel Review*, 22(6), 6-13.
39. Chan, M. I., Ho, Y. Y., Sun, K. M., Soo, P. Y., & Yoo, Y. Y. (2015). Exploratory Research on the Development of Industrial Convergence Competency Model (Convergence DNA) for SMEs. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(25), 1-11.
40. Cheetham, G., & Chivers, G. (1996). Towards a holistic model of professional competence. *Journal of European Industrial Training*, 20, 20-30.
41. Cohen, A. H. (2002). "Converging Technology and Education for Improving Human Performance", In Roco, M. C. & Bainbridge, W. S. (eds.). *Converging Technologies for Improving Human Performance*, pp. 412-416.
42. Dubois, D., & Rothwell, W. (2004). *Competency-based Human Resource Management*, Mountain View, CA: Davies-Black Publishing.
43. European Science Foundation. (2011). *European Peer Review Guide*.
44. Frodeman, R. (2010). *The Oxford handbook of interdisciplinarity*. Oxford University Press.
45. Frodeman, R., Klein, J. T., & Mitcham, C. (2010). *The Oxford handbook of interdisciplinarity*.
46. Galison, P. (1997). Computer simulations and the trading zone. In Galison & Stump(eds.). *The disunity of science: Boundaries, contexts, and power*. California: Stanford University Press.
47. Gorman, M. E & Groves, J. (2005). Collaborating on Convergent Technologies: Education and Practice. In Bainbridge, W. S. & Roco, M. C. (eds.). *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations*. The Netherlands: Springer.
48. Hendry, I., & Maggio, E. (1996). Tracking success: Is competency-based management an effective strategy or simply the flavor of the month. *Benefits Canada*, 71-73.
49. Huxley, M. P. (2006). Thoughts about the twenty-first century biotechnology workforce. NABC report 18: *Agricultural biotechnology: Economic growth through new products, partnerships and workforce development*.

## 참고자료

---

50. Jacobs, R. L. (1987). Human performance technology: A systems-based field for the training and development profession. ERIC Clearinghouse on Adult, Career, and Vocational Education, National Center for Research in Vocational Education, Ohio State University.
51. Jonassen, D. H. (2010). Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments. Routledge.
52. Kanugo, R. N., & Misra, S. (1992). Managerial resourcefulness: a reconceptualization of management skills. *Human Relations*, 45(12), 1311-1332.
53. Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: History, theory, and practice*. Wayne State University Press.
54. Klemp, G. O. (1980). The assessment of occupational competence. Washington D. C. Report to the National Institute of Education.
55. Kodama, F. (1991). *Analyzing Japanese high technologies: The techno-paradigm shift*. Cengage Learning.
56. Lattuca, L. R., Knight, D. B., & Bergom, I. M. (2012). Developing a measure of interdisciplinary competence for engineers. In American Society for Engineering Education. American Society for Engineering Education.
57. Lucia, A. D., & Lepsinger, R. (1999). *Art & Science of Competency Models*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
58. Mallon, W. T., & Burton, S. (2005). The functions of centers and institutes in academic biomedical research. *Analysis in brief*, 5(1), 1-2.
59. McClelland, D. C. (1973). Testing for Competence rather than for Intelligence. *American Psychologist*, 28(1), 1-14.
60. McLagan, P. A. (1982). THE ASTD TRAINING AND DEVELOPMENT COMPETENCY STUDY-A MODEL-BUILDING CHALLENGE. *Training and Development Journal*, 36(5), 18-24.
61. Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation: Revised and expanded from qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.
62. Nissan, E., & Niroomand, F. (2006). Technological Change and Contribution to Growth and Convergence. *Journal of Economic Development*, 31(1), 113-134.
-

- 63.Repko, A. F. (2008). *Interdisciplinary research: Process and theory*. Sage.
- 64.Rosenberg, N. (1963). Technological change in the machine tool industry, 1840–1910. *The Journal of Economic History*, 23(04), 414–443.
- 65.Rothwell, W., & Lindholm, J. E. (1999). Competency Identification, Modeling and Assessment in the USA. *Training and Development*, 3(2), 90–105.
- 66.Schummer, J. (2004). Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and patterns of research collaboration in nanoscience and nanotechnology. *Scientometrics*, 59(3), 425–465.
- 67.Shavinina, L. V. (Ed.). (2009). *International handbook on giftedness* (pp. 1257–1267). New York, NY: Springer.
- 68.Slatin, C., Galizzi, M., Melillo, K. D., Mawn, B., & Phase In Healthcare Research Team. (2004). Conducting interdisciplinary research to promote healthy and safe employment in health care: promises and pitfalls. *Public health reports*, 119(1), 60.
- 69.Spencer, L. M., & Spencer, S. M. (1993). *Competence at work: Models for superior performance*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- 70.Stock, P., & Burton, R. J. (2011). Defining terms for integrated (multi–inter–trans–disciplinary) sustainability research. *Sustainability*, 3(8), 1090–1113.
- 71.Thompson, A. (1991) Ten good things and ten bad things about the MCI. *British Academy of Management Newsletter*, 11.



**융합연구정책센터**  
Convergence Research Policy Center

(02792) 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5 t. 02-958-4984