

국가 연구개발(R&D) 과제 데이터 기반 동적 융합지표에 관한 연구: 생명·보건의료 분야를 중심으로

Nationally-Funded R&D Projects Data Based Dynamic Convergence
Index Development: Focused On Life Science & Public Health Area

이도연¹, 김근환^{2*}

Doyeon Lee¹, Keunhwan Kim^{2*}

〈Abstract〉

The aim of this study is to provide the dynamic convergence index that reflected the inherent characteristics of the convergence phenomenon and utilized the nationally-funded R&D projects data, thereby suggesting useful information about the direction of the national convergence R&D strategy. The dynamic convergence index that we suggested was made of two indicators: persistency and diversity. From a time-series perspective, the persistency index, which measures the degree of continuous convergence of multidisciplinary nationally-funded R&D projects, and the diversity index, which measures the degree of binding with heterogeneous research areas. We conducted the empirical experiment with 151,248 convergence R&D projects during the 2015~2021 time period. The results showed that convergence R&D projects in both public health and life sciences appeared the highest degree of persistency. It was presumed that the degree of persistency has increased again due to the COVID-19 pandemic. Meanwhile, the degree of diversity has risen with combining with disciplinary such as materials, chemical engineering, and brain science areas to solve social problems including mental health, depression, and aging. This study not only provides implications for improving the concept and definition of dynamic convergence in terms of persistency and diversity for national convergence R&D strategy but also presented dynamic convergence index and analysis methods that can be practically applied for directing public R&D programs.

*Keywords : Dynamic Convergence Index, Persistency, Diversity,
Nationally-Funded R&D Projects, Life Science, Public Health*

1 주저자, 한국과학기술정보연구원(KISTI), 데이터분석본부
선임연구원 E-mail: dylee@kisti.re.kr

2* 교신저자, UST-KISTI, HPC 과학 겸임부교수; 한국과학기술정보연구원(KISTI), 데이터분석본부 책임연구원
E-mail: khkim75@kisti.re.kr

1 First author, Senior Researcher, Division of Data Analysis, Korea Institute of Science and Technology Information(KISTI)

2* Corresponding Author, Adjunct Associate Professor, University of Science and Technology (UST) - High Performance Computing (HPC) Science; Principal Researcher, Division of Data Analysis, Korea Institute of Science and Technology Information(KISTI)

1. 서론

과학기술정책분야에서 미국 정부는 나노기술(NT)을 중심으로 정보통신(IT)과 바이오기술(BT)이 결합한 기술개발에 초점을 맞추고 관련 신산업을 조기에 선점하기 위해 2001년 국가 나노기술 전략(NNI, Nanotechnology National Initiative)을 발표하면서, 유럽, 일본 등 선진국을 중심으로 대규모 융합 연구개발(Research and Development, R&D) 정책을 연이어 발표하고 집중적인 예산을 배정하였다[1]. 우리나라 정부는 융합기술 육성에 관한 체계적 전략 없이 부처별로 융합전략을 추진하다가, 2007년 국가과학기술위원회에서 확정된 「국가융합기술발전 기본방침(07.4.30)」에서 제시한 권고에 따라 2008년 국가차원의 중장기 융합기술 종합전략인 「국가융합기술 발전 기본계획(09~13)(안)」을 수립하게 되고, 현재 「제3차 융합연구개발 활성화 기본계획(18~27)」을 이행하고 있는 상황이다[2].

국가 융합정책이 도입된 이후 융합R&D에 대한 추진방향과 관점은 정책 기조와 사회 변화에 따라 연구개발을 수행하는 혁신의 주체별로 기술의 융합, 기술과 산업의 융합, 산업의 융합, 학제의 융합 등으로 다양하게 변화해오고 있다[3, 4]. 그러나 국가 융합R&D과제는 국가과학기술표준분류 대분류가 두 개 이상 분류된 과제로 정의되어 「과학기술기본법」 제12조에 따라 국가융합 R&D사업의 현황을 분석하고 있는 상황이다[5, 6]. 이것은 융합에 대한 본질적인 특성을 반영하지 못하는 내재적 한계가 존재하기 때문에, 융합R&D에 대한 개념정의와 측정지표에 대해서 다각적인 방안을 모색해야 할 필요성이 제고되고 있다.

한편, 기존의 융합관련 실증연구들은 특정 과학 또는 산업영역을 대상으로 융합현상을 분석하기 위해 융합을 상이한 대상이 하나로 결합되는 현상

으로 정의하고, 과학 또는 산업융합 현상을 분석하기 논문과 특허를 대용지표(Proxy)로 활용하였다[7]. 논문 또는 특허의 인용정보 또는 분류정보 등 메타정보를 활용하여 주로 동시 인용 분석(Co-citation Analysis)과 동시 분류 분석(Co-classification Analysis)을 기반으로 융합기술영역의 동향 및 특성을 분석하는 연구들이 주를 이루고 있는 실정이다[7]. 그러나 논문 및 특허는 국가 R&D 프로그램에 대한 정책적 방향성을 직접적으로 설정하는데 있어서, 분석의 대용지표(Proxy)로 활용하는데 한계가 존재하고 있다[8]. 최근 R&D 과제 데이터를 활용하여 국가 R&D 과제의 융합현상을 분석하려는 시도가 나타나고 있다[6, 8-10]. 하지만 융합에 대한 개념적 정의를 바탕으로 지표를 개발하려는 연구는 전무한 상황이다.

본 연구에서는 향후 국가 융합 R&D 전략의 방향성을 제시하기 위해 문헌연구를 통해 융합의 메커니즘을 파악하고, R&D의 대용지표인 국가 R&D 과제를 대상으로 융합의 본질적인 특성을 측정할 수 있는 지표를 개발하고자 한다. 또한 융합 R&D관련 과학기술정책 이해관계자들이 실질적으로 활용할 수 있도록 특정 연구영역을 대상으로 실증연구를 수행하였다.

2. 문헌 연구

2.1 융합 이론관련 문헌 연구

산업적인 측면에서 모바일 기기를 중심으로 정보통신의 발전으로 인해 나타나는 현상을 새로운 과학의 발견이나 기술개발로 인해 이중 산업간 경계가 불분명해지면서 진입장벽이 사라지는 합류의 과정(Confluence Process)을 융합 현상이라고 정의된다[11]. 한편 국가 전략기술 측면에서 살펴

본 많은 연구에서 논의하고 있는 융합의 비전은 2002년 미국의 NBIC (Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science) 보고서와 2004년 EU의 “Converging Technologies for the European Knowledge Society (CTEKS)” 보고서에서 융합연구의 개념을 기반으로 하고 있다[12, 13]. 따라서 융합의 개념을 인문 및 사회과학을 포함한 나노기술, 바이오기술, 정보기술, 그리고 인지기술의 간 연계, 시너지, 통합으로 정의되기도 한다[14]. 이처럼 융합은 다양한 이론이나 방법론의 개념이 반영된 다차원적 개념으로 포함하고 있는 상황이다.

이러한 개념적 다차원성은 혁신 프로세스에 대한 두 가지 유형의 가정에 기반하고 있다. 융합에 대한 첫 번째 접근법은 혁신과정은 새로운 지식을 창출하기 위한 과학과 기술의 교환 및 협력 과정(Process)의 결과물이라는 가정에 기반하고 있다. 따라서 혁신의 핵심을 혁신의 다학제성 (Interdisciplinary and/or Multidisciplinary)을 강조하고 있다. 두 번째 시각은 혁신을 새로운 기술의 생성과 상용화의 결과물로 가정하고 있다. 따라서 사물을 만들고 구축하는 것에 융합의 관점이 맞춰져 있다. 결국 산업이나 기술적 융합의 개념과 밀접한 연관성을 맺고 있다고 할 수 있다[15].

한편, 국가는 초기 기술/지식 창출이나 사업이나 제품개발에 초점을 맞춘 영역(Valley of Death)에 R&D 투자를 집중하여 민간 영역의 투자를 유도하여 초기 상용화단계까지 지속될 수 있도록 하고 있다[16]. 따라서 국가 연구개발 투자측면에서 융합의 관점은 민간 영역에서 기존지식의 탐색을 통해 상용화의 결과물을 만드는 것에 초점을 맞추기보다 공동의 문제를 해결하기 위해 필요한 새로운 지식/기술을 창출하기 위한 과학 분야의 지식 교환 및 협력의 과정에 초점을 두는 것이 타당할 것이다.

경제 역사학에서 경제 성장은 지식의 축적과 활용의 결과라고 주장한다. 따라서 경제 성장을 위한 새로운 지식을 창출하고, 새로운 지식을 통해 상용화할 수 있는 역량을 보유하는 것이 핵심 요소이다[17]. 지식의 진화 메커니즘(Mechanism)을 개념화할 수 있는 이론적 프레임워크는 이미 Adam Smith[18]를 통해 제시된 바 있다. 그는 우선 일반노동자가 특정 분야에서 지속적인 노동을 통해 작업의 특정 부분을 개선하기 위한 방법을 지속적으로 모색하면서 다양한 창작물을 만드는 한편, 철학자는 현재 특정 영역에 존재하는 지식과 이질적인 영역의 지식을 결합하여 독창적인 지식을 창출하면서 지식의 진화가 발생한다고 하였다. 즉, 지속적인 지식의 활용(Persistent Self-reinforce)과 다양한 지식(Diversity)의 교환 과정이 혁신의 메커니즘인 것이다. 이러한 지식창출의 이론적 개념은 Mokyr[19]와 Brusoni와 Geuna[20]의 연구에서도 유사하게 나타나고 있다.

Mokyr[19]는 산업혁명의 기원을 지식발전의 결과물로 해석하면서, 과학자와 학자가 생산한 자연현상에 대한 과학적 지식, 기술 과학 또는 공학 지식(예, Know-what)을 의미하는 명제적 지식(Propositional Knowledge)과 장시간에 걸쳐 축적된 장인들이 보유하고 있는 실천적 지식(예, Know-how)을 의미하는 규범적 지식(Prescriptive knowledge) 간 상호작용으로 인해 경제적 역동성이 발생한다고 설명하였다. Brusoni와 Geuna[20]의 연구에서도 국가적 차원에서 기술변화역량은 지식의 지속성(Knowledge Persistency)과 통합력(Knowledge Integration)의 상호작용 메커니즘에 의해 결정된다고 주장하였다. 지식의 지속성은 특정 학문 영역에서 발생하는 혁신의 축적과정(Cumulative Process)으로 인해 전문성(Specialization)이 발생하는 것이고, 지식의 통합력(Knowledge Integration)은 기존에 지속적으로 축적된 전문성 연구 영역을 기반으로

다른 분야의 연구 영역과의 결합을 통해 지식의 활용 역량을 높이는 과정으로 정의하고 있다. 그리고 국가화학산업의 핵심영역인 제약분야의 지식 융합 현상을 분석하였다. Shim 등[21]과 Kim 등[22]은 앞선 선행연구의 검토를 통해 지속적인 지식의 활용을 지속성(Persistency)이라는 개념으로, 이종 연구 영역의 결합을 다양성(Diversity) 개념으로 정의한다. 그리고 융합을 지식(Knowledge)의 지속성(Persistency)과 다양성(Diversity)의 상호작용에 따른 과정이라는 융합과정을 개념화하였다(Fig. 1).

문헌 연구를 통해 공통적으로 나타난 이론적 개념의 공통분모는 지식의 진화(Knowledge Evolution)는 지속적으로 축적한 전문성을 보유한 지식과 이를 바탕으로 기존의 문제점을 극복하기 위해 기존의 접근법이 아닌 다른 연구 영역과의 결합을 통해 지식의 활용성을 높이는 과정으로 설명하고 있다. 앞서 살펴본 우리나라를 포함한 주요국가의 융합정책은 후자인 이질적 연구 영역 간 결합을 통해 새로운 지식을 창출하여 국가경제의 발전을 추구하는 것에만 초점을 맞추고 있는 한계를 나타내고 있다. 또한 나노기술과 정보통신 기술로 촉발되었던 융합현상에 대한 기간도 수십 년이 지난 현재 상황에서 융합에 대한 의미를 다시금 고민해야 할 필요성이 요구된다. 따라서 축적된 지식을 바탕으로 이질적인 연구영역과의 결합으로 만들어진 새로운 지식의 지속성을 프로세스 측면에서 살펴볼 필요성이 요구된다.

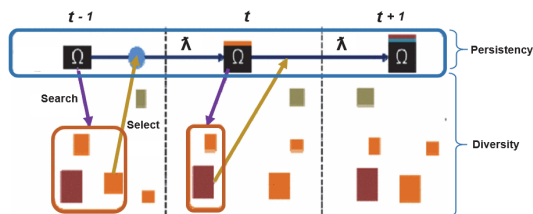


Fig. 1 Conceptual diagram of convergence between persistency and diversity [22]

2.2 융합연구 방법론 문헌 연구

융합연구를 측정하기 위한 방법론은 분석 데이터를 기준으로 논문 및 특허를 중심으로 네트워크 분석이 주로 수행되었다[7, 20-24]. 특정 기술 분야나 조직이 보유한 지식 결과물로 논문과 특허를 대리변수(Proxy)로 간주하고 이종 기술간의 관계를 분석하여 융합관계를 분석하였다. 따라서 이종 학제/기술간 융합 현상을 분석하여 R&D 정책이나 투자의 방향성에 대한 시사점을 제시하였다. 특허의 IPC 코드를 하나의 지식영역으로 간주하고, IPC코드가 동시에 여러 개가 나타나는 경우 기술 간의 융합이 이루어지는 것으로 판단하며, 이를 IPC 동시분류 (Co-occurrence)기법을 통해 측정하는 방식이 주를 이루고 있다. 대표적으로 Lee, Won Sang, Eun Jin Han, and So Young Sohn[23]은 3개 기간의 3급 특허를 대상으로 IPC 동시분류 (Co-occurrence) 네트워크 분석을 기반으로 기술융합의 패턴을 예측하고자 하였다. 예측된 기술융합 영역을 파악하기 위해 LDA(Latent Dirichlet Allocation)분석을 실시하여 호흡기/혈액/감각 장애 치료기술과 유전공학/펩티드/헤테로고리 화합물(heterocyclic compound)간 융합이 진행되는 것으로 나타났다.

국가 연구개발(R&D) 과제 데이터는 일반적으로 논문/특허를 만들기 위해 선행되는 연구 활동이며, 투자라는 의사결정 관점에서 연관성에서 높은 데이터이다[10, 25-26]. 최근 국가 R&D 과제 데이터를 기반으로 국가 R&D 영역에 대한 방향성을 파악하려는 연구가 진행되고 있다[6, 8-10]. 그 배경에는 미래 국가 발전을 위한 과학기술계획을 수립해야하는 정부입장에서는 일정기간이 경과하여 나타나는 지식 결과물의 대리변수인 논문/특허 데이터보다 최신성 및 연관성을 보유한 대리변수를 대상으로 융합현황을 분석해야할 필요성이 대

두되기 시작했다.

고병열, 김소영, 이재민[9]은 기술고유의 융합특성을 나타내는 대리변수로서 Rao-Stirling의 다양성(Diversity) 지수와 정부출연연구기관의 융합형태를 나타내는 대리변수로 Herfindahl-Hirshman 지수를 사용하여 융합연구과제 분류체계를 구성하였다. 특히 국가 연구개발(R&D) 과제 데이터인 NTIS의 과학기술표준분류(대분류) 사이의 조합을 대상으로 다양성 지수를 측정해 보려는 초기 시도라는 점에서 의미가 있다. 그러나 앞서 살펴본 융합의 본질인 지식의 진화는 지속적으로 지식을 고도화하고 문제해결을 위해 다른 영역의 지식을 흡수하는 지속성의 개념이 반영되지 못한 한계점이 있다. 유기철, 이태희, 최상현, 이정환[6]은 2개년(2017~2018)간 단일 연구과제와 융합연구과제(2개 이상의 NSTC에 속하는 국가 R&D과제)간 텍스트 분석을 통해 융합 연구과제만의 차별화된 패턴이나 특성을 구분하는데 한계가 있다는 결과를 도출하였다. 직관적인 키워드 분석만으로 융합연구의 특성을 구분하는 것에 한계가 존재하기 때문에, 융합연구에 대한 정의의 재정립에 필요성은 고려할 부분이다. Shim 등[21]은 OECD에서 규정한 NT, BT, IT기술을 대표하는 특정 IPC(International Patent Classification) 그룹(예, Nanotechnology (NT): B01J, B81B, B82B, C01B, C01G, C03B, C03C, C23C)에 속한 특허들 대상으로 특정기간(1991~2000)동안 동일한 IPC 그룹이 활용되는 정도를 측정하여 지속성(Persistency)을 파악하였고, 특정기간 동안 특정IPC가 인용한 이중IPC의 정도를 Rao-Stirling의 다양성(Diversity) 지수를 활용하여 파악하였다. 따라서 국가 연구개발(R&D) 과제 데이터를 기반으로 동적인 융합현상을 파악하기 위해 활용되었던 지속성과 다양성의 개념을 반영한 지표를 개발하여 국가 융합연구개발 활성화에 필요한 정책적 통찰력을 제공할 수 있는 연구의 필요성이 절실한 상황이다.

3. 연구방법 및 내용

3.1 데이터 수집 및 가공

국가과학기술지식정보서비스(National Science & Technology Information Service, NTIS)는 사업, 과제, 연구자, 성과 등 국가연구개발 사업에 대한 정보를 한 곳에서 서비스하는 국가R&D 지식정보 플랫폼이다. NTIS 데이터베이스에는 국가 R&D 과제가 어떤 과학기술분야에 포함되는지를 국가과학기술분류(National Science and Technology Classification: NSTC)를 기준으로 관련 정보가 제공되고 있다. 본 연구에서는 융합 연구개발과제를 추출하기 위해 NSTC의 대분류를 기준으로 3개 이상의 NSTC(대분류) 코드가 포함된 연구개발 과제만을 NTIS DB(2015년부터 2021년)에서 추출하였다(Table 1). 즉, 시계열적 관점에서 국가 R&D 과제의 NSTC의 다학제의 지속적인 융합정도과 특정시점에서 이중 학제와의 결합정도를 측정하여 융합의 동적 수준을 측정하고자 하였다.

Table 1. Data selection criteria for data collection and analysis

DB 수집 기간	수집 데이터 건수	분석 대상 기준	분석 데이터 건수
2015년 ~ 2021년	433,922	NSTC 대분류 개수 3개 이상	151,248

* 출처: NTIS(한국과학기술정보연구원), 2021.12.31.기준

3.2 동적 융합현상의 측정을 위한 지표

3.2.1 지속성의 측정

시계열적 관점에서 국가 연구개발 (R&D)과제의 NSTC의 다학제의 지속성을 측정하기 위해, 특정 학제(NSTC 대분류 기준)에 속한 국가 연구개발

(R&D) 과제 중 다학제(NSTC 대분류 2개 이상) 국가 연구개발 (R&D) 과제의 비중을 계산하였다. 따라서 특정 학제와 결합하는 학제가 지속적으로 나타난다는 비율이 높으면, 해당 학제는 결합된 학제를 통해 전문성을 높여가는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 개념이 반영된 Shim 등[21]과 Kim 등[22]의 지속성(Persistency)개념과 동일한 것으로 판단되며, 아래의 수식 (1)과 같이 표현할 수 있는데,

$$\text{Persistency}(P)_t = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{it} p_{jt}}{\sum_{i=1}^n p_{it}} \quad (1)$$

여기서, p 는 국가연구개발(R&D) 과제를 의미한다. $p_{it} p_{jt}$ 는 t 연도 NSTC 대분류 i 분야와 j 분야($i \neq j$)에 속한 국가 연구개발(R&D) 과제의 합을 의미하며, 이것을 i 분야 전체 과제수로 나눈 값이 Persistency(P) _{t} 이다. 예를 들어 2015년부터 2020년 기간 동안 보건의료(LC)과 생명공학(LA)분야를 포함하고 있는 총 국가 연구개발(R&D) 과제의 합을 보건의료(LC)에 속한 국가 연구개발(R&D) 과제의 합으로 나누었을 때, 그 결과값이 높은 경우 보건의료(LC)에 속한 융합과제들은 생명공학(LA)분야와의 지속적인 결합을 통해 연구의 전문성을 높이는 추세를 나타낸다고 해석할 수 있다.

3.2.2 다양성의 측정

앞서 서술한 특정 기간 동안 동일한 학제와 지속적인 융합연구를 수행한 특정 학제의 과제들이 전문성을 높이는 상황에서, 기존의 문제 해결 방식이 아닌 다른 학제와의 결합을 통해 문제를 해결하려는 역량 정도를 파악하는 개념으로 정의할 수 있다. 이러한 개념이 반영된 Shim 등[21]과 Kim 등[22]의 지속성(Diversity)개념과 동일한 것

으로 판단되며, 아래의 수식 (2)과 같이 표현할 수 있는데,

$$\text{Diversity}(D)_t = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n p_{it} p_{jt} p_{kt}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{it} p_{jt}} \quad (2)$$

여기서, $p_{it} p_{jt} p_{kt}$ 는 t 연도 NSTC 대분류 i 분야와 j 분야($i \neq j$)에 속한 국가 연구개발(R&D) 과제 중에서 k 분야($i \neq j \neq k$)와 결합한 총 과제수이고, 이것을 NSTC 대분류 i 분야와 j 분야($i \neq j$)에 속한 총 국가 연구개발(R&D) 과제로 나눈 값이 Diversity(D) _{t} 이다. 예를 들어, 앞선 보건의료(LC)와 생명공학(LA)분야를 포함한 과제들이 재료(EB), 전기/전자(ED) 등 분야의 결합을 통해 높아진 전문성을 바탕으로 다른 영역으로 확대하거나 기존의 문제를 방식을 한계로 극복하려는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 다양성 비율이 높으면, 지속성을 통해 전문성을 높여가는 과제들은 더 많은 다른 학제와의 결합을 통해 전문성의 활용성을 확대해 하는 추세라고 할 수 있을 것이다. 계산된 Diversity값을 최소 0 과 최대 1로 정규화하기 위해 최소-최대 정규화(Min-Max Normalization)를 수행하였다. 따라서 1에 가까울 값을 가질수록 다수의 학제를 결합하는 국가 연구개발(R&D) 과제의 비중이 높은 영역으로 해석할 수 있다.

4. 연구결과

4.1 국가 융합 R&D 과제 현황

본 연구에서 정의한 융합과제는 NSTC(대분류) 코드가 3개인 연구개발 과제로 '3.1 데이터 수집

및 가공'에서 정의하였고, 분석대상 데이터 건수는 총 151,248개였다. 이중 NSTC(대분류) 코드명 2개가 동시에 연속되는 융합 R&D는 총 566개의 조합이며, 이중 상위 10대 융합 R&D 영역과 과제 수는 Table 2와 같다. 최상위 10대 융합 연구 영역에서 생명분야인 생명과학(LA), 농림수산식품(LB), 보건의료(LC) 영역이 융합 R&D를 주도하는

것으로 나타났다. 인공물 영역에서는 재료(EB)와 화공(EC)이 가장 높은 융합 R&D과제를 수행하는 것으로 나타났다. 한편 인공물 영역에서는 재료(EB)영역은 화공(EC)영역과 융합 R&D과제가 가장 많았으며, 에너지/자원(EF), 기계(EA), 화공(EC), 전기/전자(ED)가 재료(EB)영역과 융합 R&D를 수행하는 것으로 나타났다.

Table 2. National science and technology classification (NSTC) based convergence R&D areas and R&D projects (Top 10)

NSTC 대분류 1	NSTC 대분류 2	Number of R&D Projects
LC. 보건의료	LA. 생명과학	388
LB. 농림수산식품	LA. 생명과학	357
LA. 생명과학	LC. 보건의료	327
EB. 재료	EC. 화공	309
LC. 보건의료	OA. 뇌과학	231
LA. 생명과학	LB. 농림수산식품	230
EF. 에너지/자원	EB. 재료	227
EA. 기계	ED. 전기/전자	224
EC. 화공	EB. 재료	219
ED. 전기/전자	EB. 재료	211

*출처: NTIS(한국과학기술정보연구원), 2021.12.31.기준

4.2 국가 융합 R&D 과제의 지속성 현황

최상위 10대 융합 R&D영역의 과제가 어느 정도 수준에서 유지가 되는지 파악하기 위해 지속성 지수를 Table 3과 같이 도출하였다. 생명분야에서는 농림수산식품(LB)&생명과학(LA)은 2015년 가장 높은 수준에서 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있지만, 여전히 평균 이상의 지속성을 보이고 있다. 생명과학(LA)&보건의료(LC)는 평균 이상에서 일정 수준을 유지하는 융합 R&D과제를 수행하는 것으로 나타났다. 보건의료(LC)&생명과학(LA)이 평균 수준에서 융합과제의 지속성을 보이다가 지난해 반등하는 모습을 보이고 있다. 인공물영역에서는 재료(EB)&화공(EC)간 융합 지속성이 2017년 이후 감소세를 보이다가 2020년에 높은

Table 3. Convergence R&D persistency index by year

연도	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
LC. 보건의료&LA. 생명과학	0.238	0.247	0.268	0.239	0.280	0.220	0.230
LB. 농림수산식품&LA. 생명과학	0.395	0.396	0.373	0.326	0.318	0.302	0.268
LA. 생명과학&LC. 보건의료	0.311	0.282	0.325	0.322	0.254	0.291	0.287
EB. 재료&EC. 화공	0.293	0.276	0.297	0.270	0.240	0.305	0.304
LC. 보건의료 &OA. 뇌과학	0.150	0.146	0.164	0.174	0.140	0.138	0.121
LA. 생명과학 &LB. 농림수산식품	0.205	0.224	0.244	0.217	0.198	0.186	0.181
EF. 에너지/자원 &EB. 재료	0.287	0.309	0.222	0.195	0.179	0.186	0.148
EA. 기계 &ED. 전기/전자	0.174	0.153	0.198	0.200	0.173	0.221	0.203
EC. 화공&EB. 재료	0.373	0.308	0.304	0.301	0.344	0.279	0.252
ED. 전기/전자&EB. 재료	0.279	0.178	0.190	0.197	0.201	0.172	0.214
평균	0.27	0.25	0.26	0.24	0.23	0.23	0.22

상승률을 보인 후 지속되는 추세를 보이고 있다. 한편 전기/전자(ED)&재료(EB)의 융합 지속성은 2015년 이후 급격하게 하락세를 보인 후 2021년 급격한 상승세를 보였다. 본 연구에서는 융합 R&D를 주도하고 있는 생명분야에서 가장 많은 융합 R&D 과제를 수행하고 있고, 최근 지속성 지수가 상승하고 있는 보건의료(LC)&생명과학(LA) 영역을 대상으로 타 영역과의 결합을 시도하고 있는지 파악하여, 융합 R&D과제의 특징을 파악해 보고자 하였다.

4.3 보건의료(LC)&생명과학(LA)분야와 타 연구영역의 다양성 현황

보건의료(LC)&생명과학(LA)이 결합되어 지속적

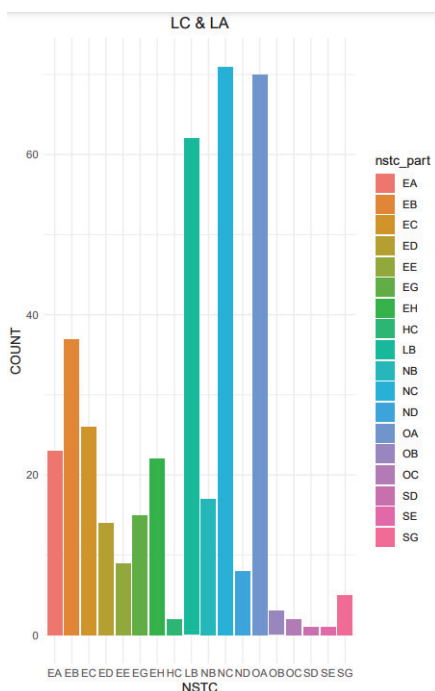


Fig. 2 Frequency of convergence between LC (Health Care) & LA (Life Science) and other research areas

으로 R&D과제를 추진하는 가운데, 다른 연구영역과 결합하는 추세는 Fig. 2와 Table 4에 나타내었다. 보건의료(LC)&생명과학(LA)은 화학(NC), 뇌과학(OA), 농림수산물(LB)와 가장 많은 결합을 시도하였다. 시기별로 살펴보면, 화학(NC)와 농림수산물(LB)과 2020년까지 꾸준히 도입해 보려는 추세를 보여 왔다. 특히, 뇌과학(OA)은 2016년 이후 꾸준히 결합하는 추세를 보이다가 2021년도에 큰 폭으로 높아졌다. 한편 보건의료(LC)&생명과학(LA)이 재료(EB), 화공(EC), 기계(EA)영역과 일정 수준에서 꾸준히 결합해 보려는 추세를 보이며, 반면 물리학(NB)은 2014년 이후 지속적인 감소세를 나타내고 있다.

Table 4. Trends in convergence between LC (Healthcare) & LA (Life Sciences) and other research areas

대분류	총합계	대분류	총합계
NC(화학)	71	EE(정보/통신)	9
OA(뇌과학)	70	ND(지구과학)	8
LB(농림수산물)	62	SG(심리)	5
EB(재료)	37	OB(인지)	3
EC(화공)	26	OC(과학기술과 인문사회)	2
EA(기계)	23	HC(언어)	2
EH(환경)	22	SE(생활)	1
NB(물리학)	17	SD(사회/인류/복지/여성)	1
EG(원자력)	15	Total	388
ED(전기/전자)	14		

4.4 보건의료(LC)&생명과학(LA)의 동적 융합 현상의 전제 현황

앞서 살펴본 보건의료(LC)&생명과학(LA)의 지속적으로 연구개발의 정도를 측정하는 지속성 지수는 큰 변동폭 없이 지속적으로 유지되는 추세를

나타내고 있어, 보건의료(LC)&생명공학(LA)간 융합 연구개발 역량을 전문화하는 것으로 판단할 수 있다. 한편 다른 연구영역과의 결합 정도는 영역 별로 차이가 존재하고 있다. Table 5 및 Fig. 3에서는 지속성 지수와 다양성 지수를 통한 동적 융합 현황에 대해서 살펴보았다. 농림수산식품(LB)은 2016년 이후 지속적인 감소세를 나타내고 있다. 한편 재료(EB) 및 화공(EC)영역은 2010년대 중반이

후 감소세를 보이다가 2010년 후반부터 증가세를 나타내고 있다. 뇌과학(OA)영역은 낮은 수준에서 보건의료(LC)&생명공학(LA)과 결합되는 추세를 보 이다가 지난해 큰 폭으로 상승하는 모습을 보였다. 화학(NC)분야는 다양성 지수 변동폭이 큰 영역으로 특정 시기별로 요구되는 과학기술의 문제해결 방식 에 크게 영향을 받는 것으로 해석될 수 있다.

Table 5. LC (Healthcare) & LA (Life Sciences) persistency index and diversity index between other research areas by year

연도	Persistency	Diversity				
	LC&LA	화학 (NC)	뇌과학 (OA)	농림 수산식품 (LB)	재료 (EB)	화공 (EC)
2015	0.238	0.358	0.240	0.759	0.649	0.639
2016	0.247	0.574	0.099	1.000	0.816	0.688
2017	0.268	-	0.191	0.391	-	1.000
2018	0.239	0.986	0.353	0.207	0.130	0.380
2019	0.280	0.214	-	0.217	0.573	0.519
2020	0.220	1.000	0.168	0.349	0.720	-
2021	0.230	0.344	1.000	-	1.000	0.847

4.5 보건의료(LC)&생명과학(LA)의 동적 융합 현상의 세부 현황

보건의료(LC)&생명공학(LA)의 융합 R&D과제 현황은 Table 6과 같다. 2015년 이후 지속적으로 융합 R&D과제가 증가추세를 보이다가 2019년 급격하게 증가한 후 이전 수준으로 회귀하는 추세를 나타내고 있다. 총 과제금액 측면에서는 578억 규모의 융합 R&D과제가 수행되었으며, 평균 1.5억 원 규모로 나타났다.

Table 7에서 부처별 보건의료(LC)&생명공학(LA)의 융합 R&D과제 현황을 살펴보면, 과학기술정보통신부가 가장 많은 투자를 하였고, 다음으로 교육부, 보건복지부 순으로 나타났다. 공통적으로

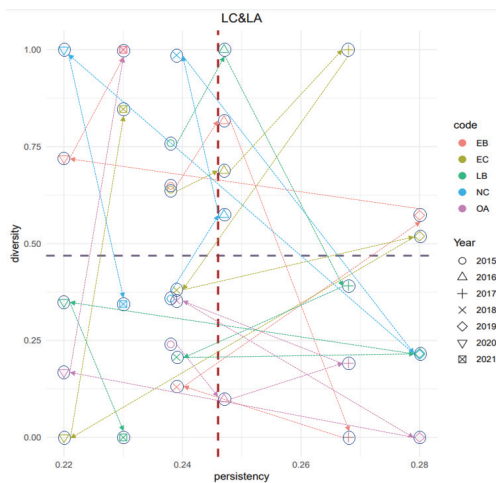


Fig. 3 Trend of LC (Health Care) & LA (Life Science) diversity index trends among other research areas by year

Table 6. R&D projects status of LC (Health Care) & LA (Life Science) by year

연도	과제수	총 과제금액(원)	평균 과제금액(원)
2015	35	5,241,946,000	149,769,886
2016	49	8,316,095,491	169,716,235
2017	59	9,048,372,500	153,362,246
2018	52	6,377,931,000	122,652,519
2019	74	10,656,909,050	144,012,284
2020	62	9,734,857,000	157,013,823
2021	57	8,479,922,000	148,770,561
총계	388	57,856,033,041	149,113,487

Table 7. R&D project investment status of between LC (Health Care) & LA (Life Science) and other research areas by ministry

부처명	과제수	과제금액 (백만 원)	Max TOP 5 (백만 원)	
과학기술정보통신부	139	27,058	화학(NC)	7,739
			재료(EB)	4,870
			농림(LB)	4,401
			원자력(EG)	2,748
			뇌과학(OA)	2,180
미래창조과학부	37	8,548	화학(NC)	2,905
			원자력(EG)	1,931
			기계(EA)	1,273
			화공(EC)	606
			물리학(NB)	525
교육부	120	6,757	화학(NC)	1,766
			농림(LB)	1,414
			뇌과학(OA)	1,133
			환경(EH)	774
			재료(EB)	497
보건복지부	35	6,618	뇌과학(OA)	2,636
			화학(NC)	1,999
			전기/전자(ED)	790
			재료(EB)	515
			물리학(NB)	300
농촌진흥청	15	1,260	농림(LB)	660
산림청	13	1,420	화학(NC)	600
			농림(LB)	1,101
산업통상자원부	7	1,995	정보/통신(EE)	840
			기계(EA)	700
			재료(EB)	321
			지구과학(ND)	134
해양수산부	6	1,123	지구과학(ND)	1,122
식품의약품안전처	6	1,923	농림(LB)	1,790
			화공(EC)	133
농림축산식품부	4	472.5	농림(LB)	320
			화학(NC)	152
다부처	2	260	기계(EA)	260
중소벤처기업부	2	330	물리학(NB)	330
기상청	1	60	정보/통신(EE)	60
행정자치부	1	30	농림(LB)	30
총계	388	57,856		

보건의료(LC)&생명공학(LA)의 융합 R&D과제에 투자를 하고 있지만, 세부적으로 과기부와 교육부는 화학(NC)영역과 결합하는 과제에 투자하는 비중이 높았다. 과학기술정보통신부 전신인 미래창조과학부 역시 보건의료(LC)&생명공학(LA)&화학(NC)의 융합 R&D 과제에 집중하였으나, 과학기술정보통신부(보건의료(LC)&생명공학(LA)&재료(EB))와 다르게 보건의료(LC)&생명공학(LA)&원자력(EG)에 더 집중하는 특징을 보였다. 보건복지부는 보건의료(LC)&생명공학(LA)&뇌과학(OA)에 집중하는 특징을 보였다. 산업통상자원부는 보건의료(LC)&생명공학(LA)&정보/통신(EE)와 보건의료

Table 8. R&D projects investment status of LC (Health Care) & LA (Life Science) by ministry and year

연도	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
과학기술정보통신부	-	-	6,202	2,781	6,206	6,236	5,634
미래창조과학부	2,882	5,666	-	-	-	-	-
교육부	1,180	714	-	1,174	1,203	1,166	420
보건복지부	590	685	954	939	526	1,094	1,832
농촌진흥청	-	-	-	420	420	420	-
산림청	-	170	371	-	654	-	225
산업통상자원부	-	455	360	480	480	220	-
해양수산부	-	-	260	354	509	-	-
식품의약품안전처	400	466	-	-	500	500	57
농림축산식품부	160	160	-	-	-	-	153
다부처	-	-	-	-	-	100	160
중소벤처기업부	-	-	-	170	160	-	-
기상청	-	-	-	60	-	-	-
행정자치부	30	-	-	-	-	-	-

Table 9. Representative R&D projects of LC (Health Care) & LA (Life Science) and other research areas

연구영역	조직명	과제명	과제금액 (백만원)	과제 책임 자
EB (재료)	고려대학교	머신러닝 가상실험 기반 청각진구세포 주화성 활성 펩타이드 발굴	1,070	박용두
	아주대학교	자가힐링 펩타이드 모티브 바이오메디컬 신소재 개발	1,881	김문석
	경희대학교	미네랄화 나노 펜틴 리액터 기반 산화 스트레스 증폭형 압선택적 치료제 개발	200	이상천
	(주) 스페바이오	3차원 바이오프린팅 기반 세포 스페로이드를 활용한 세포외소포체 생산기술	200	안근선
EC (화공)	호서대학교	자생 초본식물 유래 에센셜오일의 발굴과 피부 생리활성 규명을 통한 항노화 화장품 소재 개발	200	이환명
	휴먼 코스메틱(주)	Elaeagnus multiflora를 활용한 탈모완화 및 모발 개선 제품 개발	170	장민정
	피엔케이피부임상연구센터(주)	피부상태(트리플) 및 피부년령(노화)에 따른 피부임상평가연구	150	이해광
	한국과학 기술연구원	광감응성 신경세포 기반 망막 이식용 나노 디바이스 개발	110	박병호
뇌과학 (OA)	서울대학교	해마 CA3 영역이 시간적으로 분리된 두 일화기역을 연합하는 신경망 기전	400	이석호
	(주) 브이티 바이오	조절 T세포(GB301)의 미국 1/2a 임상프로토콜 개발 및 CTD 개발	672.5	김재윤
	경희대학교	조절 T세포(GB301)의 약리 효능 및 기전 규명	500.5	배현수
	삼성서울 병원	디지털뇌혈관 지도를 이용한 뇌졸중 환자의 뇌혈관 노화예측 모델 및 유전형 연구	400	서우근

(LC)&생명공학(LA)&기계(EA)에 집중하는 차별점을 파악할 수 있었다.

Table 8에서 부처별 융합 R&D과제 투자 현황을 살펴보면, 과학기술정보통신부/미래창조과학부는 지속적으로 융합 R&D과제에 상당한 투자를 집행하고 있는 것을 알 수 있다. 보건복지부는 590백만 원에서 18,832백만 원으로 보건의료(LC)&생명공학(LA)& 타 연구영역에 투자를 크게 높이는 것으로 나타났다. 기존의 보건의료(LC)&생명공학(LA)의 융합역량에 2020년 이후 발생한 COVID-19 관련 문제를 해결하기 위한 다양한 연구에 투자 비중을 높인 것으로 판단된다.

Table 9에서는 보건의료(LC) 및 LA(생명과학)과 융합된 연구분야 및 각 융합연구분야별 연구과제의 상세현황을 나타내었다. 보건의료(LC) 및 LA(생명과학)와 지속적으로 융합이 증가된 대표적인

연구분야는 EB(재료), EC(화공), 뇌과학(OA) 분야가 있으며, EB(재료)와 융합된 영역의 주요과제는 펩타이드, 바이오프린팅 또는 나노 기반의 바이오메디칼 신소재 개발 등이다. EC(화공)과 융합된 분야는 피부, 탈모 등의 항노화 화장품 소재 개발 등의 과제가 있으며, 뇌과학(OA)과 융합된 분야는 뇌졸중, 알츠하이머 등에서의 인지·기억과 관련된 연구과제가 있다.

5. 결론

본 연구에서는 향후 국가 융합 R&D 전략의 방향성을 제시하기 위해 문헌연구를 통해 융합의 메커니즘인 지속성과 다양성의 결합으로 개념화하고,

그 개념을 측정할 수 있는 지표를 R&D의 대응지표인 국가 R&D 과제를 대상으로 개발하고, 대표 융합 R&D 영역인 보건의료(LC)를 대상으로 실증 연구를 수행하였다. 이를 통해 세 가지 측면에서 학술적, 실무적 기여를 하고 있다. 첫째, 국가 융합 R&D 전략의 방향성에 대한 의사결정 과정에 필요한 유용한 정보, 즉, 최신성, 연관성, 투명성의 특성을 보유한 R&D 정보를 제공할 수 있는 지표와 분석방법을 제시하고 있다. 기존 실증연구에서 대부분 수행한 논문과 특허기반의 융합현상에 대한 분석 결과물은 투자속성에 대한 부재와 일반적으로 R&D과제를 통해 도출되는 결과물로 시간적인 R&D과제보다 이후에 나타나기 내재적 한계로 국가 R&D 정책의 방향성에 대한 논의를 추진하는데 어려움이 존재하였는데[8], 본 연구를 통해 국가 융합 R&D 전략의 방향성에 대한 이해관계자들 간 논의에 필요한 정보를 실무적으로 제공할 수 있는 지표와 분석방법을 제시하고 있다.

둘째, 학술적으로 논문이나 특허로 융합현상을 연구하는 기존의 연구 트렌드에서 R&D과제 데이터를 활용하여 국가 융합R&D 투자전략을 연구할 수 있는 기반을 마련하였다. 기존 연구의 한계점인 융합의 동적인 특성을 반영하지 못한 부분을 문헌연구를 통해 융합의 개념적 정의(Conceptual Definition)를 구체화하고, 이러한 개념을 구체적으로 관찰할 수 있는 조작적 정의(Operational Definition)를 구현하는 과정을 통해 융합 R&D에 대한 모호한 현상을 보다 정확하게 관찰할 수 있도록 하였다. 특히, 기존 융합연구는 다양성에 초점을 맞추고 있지만, 본 연구에서는 다양성보다 다른 연구영역과 결합한 후 지속적인 결합을 통해 전문성을 가져가는 지속성의 중요성을 강조하고 있다. 따라서 융합연구가 보편화된 시점에서 R&D 연구 전략을 수립하는데 있어서 이종 연구영역과의 연구를 지속할 수 있는 정책의 관점이 필요한 당위성을 제공하고 있다.

마지막으로 실증연구를 통해 우리나라 융합 R&D과제의 현상을 설명하여, 실무적 활용성을 높이는데 기여한다. 본 연구에서 보건의료(LC) 영역을 중심으로 융합의 지속성과 다양성 측면에서 최근 동적 융합 R&D 과제의 현상을 실증적으로 나타내었다. 그 결과 최근 코로나 팬데믹으로 인해 LC(보건의료)&LA(생명과학)의 영역의 결합이 지속되는 경향이 다시 높아지는 것을 확인할 수 있었으며, 정신건강, 우울증, 고령화 등에 사회적 문제를 해결하기 위해 EB (재료), EC(화학), 뇌과학(OA) 영역과의 결합을 지속적으로 시도하는 현상을 볼 수 있었다. 또한 부처별로 특정영역을 중심으로 융합 R&D과제를 집중화하여, 전략적 차별성과 통합적 전략을 수립하는데 필요한 정보를 제공하고 있다.

본 연구는 국가R&D과제 중 NSTC 대부분류가 3개 이상의 과제만을 대상으로 분석을 수행하였다. 융합연구가 보편화된 시점에서 단일 과제로 분류된 R&D과제들 중 융합적인 성격이 강한 과제가 존재하고 있다. 따라서 인공지능이나 기계학습 기법을 활용하여 과제책임자가 지정한 단일 R&D과제를 대상으로 이종연구영역의 결합 현상을 파악하는 분석기법의 개발이 요구된다. 따라서 향후 동일한 방법론으로 단일 R&D과제와 융합 R&D과제간의 차별적 속성을 파악함으로써, 국가 융합 R&D 전략의 방향성에 대한 다각적인 시각을 제공할 수 있는 정보분석 프레임워크에 대한 추가 연구가 필요하다.

사 사

본 논문은 한국과학기술정보연구원 주요사업인 국가R&D전략 대응형 AI기반 의사결정 알고리즘 연구(K-20-L03-C03-S01)과제 및 과학기술산업 혁신전략 분석모델 고도화 및 활용·확산(K-22-L03-C04-S01)과제의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

- [1] Korea Electronics Association, “디지털 융합 신산업 vs 차세대 컨버전스”, *Journal of Korean Electronics*, 27(7), 6-11, (2007).
- [2] 국가과학기술위원회, 2008, “국가융합기술 발전 기본계획(’09~’13)안”, <https://www.k2base.re.kr/oldnsc/view.do?recordCountPerPage=10&pageUnit=10&pageSize=10&pageIndex=23&ntId=7242&ntId2=94146&menuNo=&partItem1=&partItem2=&partItem3=&partItem4=&creatDtFrom=&creatDtTo=&schScale=IN2_TITLE%2FCONTENT%2FFILE&searchCont=>>, (electronic article), viewed 28 January (2022).
- [3] 국가과학기술심의회, 2014, “창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략안”, <<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&bbsSeqNo=65&ntSeqNo=1293281>>, (electronic article), viewed 15 January (2022).
- [4] 과학기술정보통신부, 2018, “제3차 융합연구개발 활성화 기본계획안(’18~’27)”, <https://crpc.kist.re.kr/user/nd88099.do?View&term_id=&uQ=&pageST=TOTAL&pageSV=&page=1&pageSC=SORT_ORDER&pageSO=DESC&dmlType=&boardNo=00006583#>>, (electronic article), viewed 18 January (2022).
- [5] 융합연구정책센터, 2022, “2020년도 국가융합기술 R&D 조사분석”, <https://crpc.kist.re.kr/user/nd99243.do?View&term_id=&uQ=&pageLS=10&page=1&pageSC=REGDATE&pageSO=DESC&dmlType=&boardNo=00007692>, (electronic article), viewed 8 January (2022).
- [6] 유기철, 이태희, 최상현 and 이정환, 2020. 국가융합 R&D 특성 분석에 관한 연구: 텍스트분석을 중심으로. *Journal of Information Technology Applications & Management*, 27(1), pp.59-73.
- [7] 산업연구원, 2014, “한국의 기술융합 발전 트렌드 및 융합기술개발 결정요인 분석”, <https://www.kiet.re.kr/part/sDownload.jsp?s_idx=42554>, (electronic article), viewed 9 January (2022).
- [8] 허요섭, 심위, 서성호, 강현무, 강종식. “융합 R&D 기획을 위한 글로벌 연구개발 과제 정보 체계 활용: 해안 침수 관련 융합 R&D 탐색을 중심으로”, 한국산업융합학회 논문집, 22(5), 475-81, (2019).
- [9] 고병열, 김소영, 이재민. “융합지수 측정을 통한 출연연 융합연구영역 발굴모형 연구”, *기술혁신학회지*, 22(3), 446-474, (2019).
- [10] 이도연, 허요섭, 김근환. 국가 융합 R&D 기획을 위한 글로벌 연구개발 과제 정보의 활용연구: 코로나 바이러스 연구를 중심으로. *한국융합학회논문지*. 2020;11(4):95-108.
- [11] Lind, J., “The Convergence hype cycle: usage in management practice during an impending market re-definition”, In *ITS Biannual Conference (4-7)*, Berlin, (2004).
- [12] Roco, MC., Bainbridge, W.S., *Converging technologies for improving human performance: Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. Springer Science & Business Media, (2013).
- [13] Nordmann A., *Converging technologies: shaping the future of European societies*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, (2004).
- [14] Andler, D., Beckert, B., Coenen, C., Fleischer, T., Friedewald, M., Luber, B.J., Pagarde, V., Quendt, C., Rader, M., Roloff, N. and Woolgar, S., *Converging Technologies and their impact on the Social Sciences and Humanities (CONTECS)*. Deliverable D1, 3, (2006).
- [15] Stezano, F., *Approaches in the concept of convergence. A critical review of the literature*. Innovation, *The European Journal of Social Science Research*, 1-17, (2021).
- [16] Murphy, L.M. and Edwards, P.L., *Bridging the valley of death: Transitioning from public to private sector financing*. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory, (2003).
- [17] Van Vught, F.A., *Higher education systems dynamics and useful knowledge creation. Universities and business: Partnering for the knowledge society*, New York, 63-76, (2006).
- [18] Smith, A. *The Wealth of Nations: An inquiry into the nature and causes of the Wealth of Nations*. Harriman House Limited, Hampshire, (2010).

- [19] Mokyr, J., *The gifts of Athena*, Princeton University Press, New Jersey, (2011).
- [20] Brusoni, S., Geuna, A., “An international comparison of sectoral knowledge bases: persistence and integration in the pharmaceutical industry”, *Research Policy*, 32(10), 1897-1912, (2003).
- [21] Shim, W., Kwon, O.J., Moon, Y.H. and Kim, K.H., “Understanding the dynamic convergence phenomenon from the perspective of diversity and persistence: A cross-sector comparative analysis between the United States and South Korea”, *PloS one*, 11(7), p.e0159249, (2016).
- [22] Kim, K., Shim, W., Moon, Y., Heo, Y., Kang, J., “Dynamic Patterns of Knowledge Capabilities: A Comparative Analysis among OECD and G20”, In 2018 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET) IEEE, 1-11, (2018).
- [23] Lee, W.S., Han, E.J. and Sohn, S.Y., “Predicting the pattern of technology convergence using big-data technology on large-scale triadic patents”, *Technological Forecasting and Social Change*, 100, 317-329, (2015).
- [24] 김경수, “국제특허분류를 활용한 기술융합 연결망 구조 및 패턴 분석: 해양수산 산업 육성 분야의 특허를 중심으로”, *과학기술정책* 3(2), 159-186, (2020).
- [25] Lee D, Kim K., “Research and development investment and collaboration framework for the hydrogen economy in South Korea”, *Sustainability*, 13(19), 10686, (2021).
- [26] Lee D, Kim K., “Public R&D Projects-Based Investment and Collaboration Framework for an Overarching South Korean National Strategy of Personalized Medicine”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1291, (2022).

(접수: 2022.02.10. 수정: 2022.02.17. 게재확장: 2022.02.21.)