

## 융합 R&D 기획을 위한 글로벌 연구개발 과제 정보 체계 활용: 해안 침수 관련 융합 R&D 탐색을 중심으로

Research on utilizing global R&D funding database  
to plan convergence R&D project:  
Exploring convergence R&D related to the coastal inundation

허요섭<sup>1,2</sup>, 심위<sup>3</sup>, 서성호<sup>3</sup>, 강현무<sup>4</sup>, 강종석<sup>2,3,\*</sup>

Yoseob Heo<sup>1,2</sup>, We Shim<sup>3</sup>, Seongho Seo<sup>3</sup>, Hyunmu Kang<sup>4</sup>, Jongseok Kang<sup>2,3\*</sup>

### 〈Abstract〉

The paradigm of convergence R&D is shifting from the convergence of technologies to the convergence of solutions to solve the complex problems of scientific and social development. On the other hand, it is prevalent that there is a lack of convergence in our research field. Although Korea has invested heavily in fusion research and development, Korea has mainly focused on the application and development of technology, so failed to plan convergence R&D in line with the new paradigm. Therefore, in this study, we searched for convergence R&D area that is being done to solve social problems, and tried to make use of data-driven objective methods. For this purpose, we used the investment information of global R&D projects that had no retrospective properties and derived the convergence R&D area related to coastal flooding.

*Keywords : Convergence R&D, Scientometrics, R&D project data, Coastal inundation*

1 한국과학기술정보연구원(KISTI), 데이터분석플랫폼센터

2 과학기술연합대학원대학교(UST), 과학기술정책학과

3 교신저자, 한국과학기술정보연구원(KISTI), 부산울산경남지원, 지원장, E-mail: kangjs@kisti.re.kr

4 한국과학기술정보연구원(KISTI), 데이터분석본부

1. Data Analysis Platform Center, Korea Institute of Science and Technology Information(KISTI)

2. Science and Technology Management Policy, University of Science and Technology(UST)

3. Busan-Ulsan-Gyeongnam Branch, KISTI

4. Div. of Data Analysis, KISTI

\* Corresponding Author, The Director of Busan-Ulsan-Gyeongnam Branch, Korea Institute of Science and Technology Information, E-mail: kangjs@kisti.re.kr

## 1. 서론

제3차 융합연구개발 활성화 기본계획('18-'27)에 따르면[1] 융합 연구개발의 패러다임이 기술끼리의 융합을 통한 기술적 발전, 혹은 기술의 저변 확대에서 과학적, 사회적으로 발생하는 복잡한 난제들을 해결하기 위한 융합해법을 제시하는 방향으로 변화하고 있다. 즉, 다층적이고 복잡다단한 문제를 해결하기 위한 솔루션들을 다양한 분야와 지식을 융합하여 해결하려는 시도들이 나타나고 있다는 것이다. 실제로 주요 선진국들은 미래 사회의 다양하고 급격한 변화에 대응하기 위하여 융합 연구개발 혁신 정책을 수립하고 있고, 이를 국가의 새로운 성장 동력으로 삼고 있다.

그에 반해 아직 우리나라의 연구 현장에서 융합은 부족하다는 평가가 지배적이다. 이광호 외[2]에 따르면, 우리나라는 과거부터 융합 연구개발에 많은 투자를 해왔음에도 불구하고, 융합 R&D의 목적이 주로 기술의 응용 및 개발 중심에 집중되어 있어 새로운 패러다임에 부합한 융합 R&D 기획이 이루어지지 못했다. 또한 기존에 행해왔던 R&D와의 차별성 없이 근거가 불충분한 R&D 기획이 이루어져왔다고 비판하고 있다.

Roco et al.[3]은 융합을 수렴(convergence)와 발산(divergence) 진화과정을 설명하였다. 수렴과정은 인간, 기계 및 천연 자원 역량의 모든 관련 분야를 하나로 모아, 사회가 던지는 여러 가지 문제에 대한 질문에 대답하고 독립적인 하나의 기술로만으로는 해결할 수 없는 문제를 해결할 수 있게 한다. 그리고 발산은 이렇게 만들어진 새로운 역량을 바탕으로 기술 혹은 제품을 창안하고 시장과 사회로 전파시키는 과정이다. 이 역시 앞서 언급한 새로운 패러다임의 융합 R&D에 정합적으로 들어맞는 개념이라고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 사회문제를 해결하기 위

하여 이루어지고 있는 융합 R&D를 탐색하되, 데이터 기반의 객관적 방법을 활용하는 연구를 수행하고자 하였다. 이에 따라 크게 두 가지에 대한 고찰이 필요했다.

첫 번째는 데이터 기반의 융합 R&D 탐색을 위해 사용할 데이터의 종류이다. Rotolo et al.[4]에 따르면 기술적 발전에 관련된 활동이 적시에 논문 및 특허에 포함되지 않는 다. 그러나 융합 R&D는 미래 사회의 문제를 해결하고 기술 혁신을 견인하는 미래지향적인 특성을 바탕으로 기획되어야 하므로 국가과학기술 역량을 강화할 수 있는 신생 기술(emerging technology)의 성격이 강하다[5]. 바로 앞서 언급한 Rotolo et al.[4]에 따르면 연구개발 투자정보(funding data)는 해당 연구 분야의 성장 가능성을 비롯한 다양한 함의를 내포할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 기술 탐색에 있어 후향적(retrospective) 성격을 띠는 논문이나 특허 데이터보다는 보다 미래지향적인 데이터를 활용하기 위해 선진국의 연구개발 과제 투자정보를 활용하였다.

둘째로 어떠한 사회문제에 관한 융합 R&D 탐색을 수행할 것인가이다. 이에 대해서는 우리나라에서 가장 큰 영향을 주는 재해인 홍수재해와 관련된 융합 R&D 탐색을 수행하기로 하였다. 이는 KISTI에서 부산시와 협력하여 수행하고 있는 과제를 바탕으로 선정되었다. 부산시는 바다와 인접해 있는 도시로 태풍이나 국지성 집중호우 발생 시 해안 침수로 이어져 대규모 홍수피해가 일어날 수 있다. 또한 기후변화에 따라 해수면이 상승하면서 다양한 해양으로부터 다양한 영향을 받을 수도 있다. 부산시는 융합 R&D 기획을 통해 과학기술로써 직접 당면한 재난재해 문제를 해결하려는 노력을 기울이고 있다.

융합 기술과 관련된 R&D 투자의 효율적인 방향성 설정에 대한 필요성이 증가함에 따라 정책

의사 결정자는 보다 엄격한 도구, 방법 및 방법을 통해 강력한 융합 R&D 투자 전략을 수립 할 수 있는 데이터와 정보 분석 지원 시스템이 필요로 한다. 2000년대 초반부터 과학정책의 과학화(Science of Science Policy, SoSP)를 주도한 미국은 모든 R&D기획에 있어서 다른 나라의 과학 기술 정책이나 R&D 기획의 모니터링을 중요하게 강조하였다[6-7]. 이러한 이론적 배경을 바탕으로 본 연구는 해안 침수 관련된 융합 R&D 영역 탐색을 글로벌 연구개발 과제 정보 체계를 활용하여 수행하였다.

## 2. 데이터 수집 및 연구방법론

본 연구에서 사용한 데이터는 글로벌 연구개발 과제 정보로, 미국, EU, 일본, 중국의 각 국가별 기초 연구와 관련된 과제 투자정보 DB로부터 공공 R&D 과제 정보 수집하였다. 각 국가별 데이터 수집원은 <Table 1>에 나타내었다.

Table 1. The source of global R&D project data

국가	과제 정보원
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>NSF (National Science Foundation) - <a href="https://www.nsf.gov/">https://www.nsf.gov/</a></li> <li>NIH - STAR Metrics - <a href="https://www.starmetrics.nih.gov/">https://www.starmetrics.nih.gov/</a></li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>CORDIS (Community Research &amp; Development Information Service) - <a href="http://cordis.europa.eu/">http://cordis.europa.eu/</a></li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>KAKEN (문부과학성) - <a href="https://kaken.nii.ac.jp/ja/">https://kaken.nii.ac.jp/ja/</a></li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>NSFC (국가자연과학기금재단) - <a href="http://npd.nsf.gov.cn/">http://npd.nsf.gov.cn/</a></li> </ul>

각 국가별 기초원천 기술에 대한 과제정보를 담고 있는 DB는 아래와 같이 각 국가에서 제공하

는 시스템을 활용하여 수집하였으며, 각각의 DB에서 동일한 내용을 담고 있으나 필드명이 다른 각각 DB의 필드(field)를 표준화 하는 작업을 통해 하나의 DB로 구축하였다. 과제정보는 2012~2017년을 과제 수행기간으로 포함하고 있는 모든 과제정보를 대상으로 하였고, 이렇게 수집된 과제정보는 총 1,068,900건 이다. 국가별 과제 건수는 <Table 2>에 나타내었다.

각 과제의 유사한 과제들끼리 분류하기 위해서는 동일한 분류체계가 필요하였다. 이에 따라 분류체계는 SCOPUS의 학술분류체계인 ASJC 코드(All Science Journal Classification Codes)를 사용하였다. 각 과제별로 ASJC 코드를 부여하기 위한 방법으로는 기계학습(machine learning) 방법을 활용하였다.

Table 2. Overview of global public R&D investment data

국가	공공 연구개발 과제 정보원	건 수
미국	STAR METRICS®	668,850
	NSF	7,197
EU	CORDIS	37,309
일본	KAKEN	226,675
중국	NSFC	128,869
합 계		1,068,900

SCOPUS의 모든 논문데이터에 부여되어있는 저자 키워드(author keyword)를 특징(feature)로 하고 각 논문이 속해있는 ASJC 코드를 레이블(label)로 하여 기계 학습을 시켰고, 이렇게 학습된 정보를 바탕으로 글로벌 R&D 과제정보의 내용에 따라 ASJC 코드를 각각 5개씩 부여하였다. ASJC 코드를 부여하는 프로세스는 <Fig. 1>에 나타내었다.



Fig. 1 Process for granting ASJC codes to global public R&D projects

이렇게 수집된 글로벌 R&D 과제 데이터와 각 과제마다 부여된 ASJC 코드를 기반으로 융합 R&D 영역을 탐색하는 방법은 다음과 같다. ASJC 코드는 과학기술의 학술분야를 334개의 코드로 자세히 세분화한 분류체계이다. 이러한 분류체계가 복합적으로 부여된 과제들을 영역을 조사하면 융합 R&D 영역을 파악할 수 있을 것이다. 따라

서 Vantage Point® (Search Tech, Inc., U.S.) 소프트웨어를 활용하여 ASJC 코드 간의 동시발생 매트릭스(co-occurrence matrix)를 구현하였고 이를 바탕으로 VOSviewer (Leiden University, the Netherlands) 시스템으로 클러스터링을 시각화하였다. 그리고 각 클러스터링의 ASJC 코드를 확인하면 해안 침수 분야의 융합 R&D의 속성을 파악할 수 있다. VOSviewer의 클러스터링 및 매핑(mapping) 알고리즘의 수학적 모델은 Van Eck and Waltman[8]의 연구에서 확인할 수 있다.

### 3. 해안 침수 관련 융합 R&D 영역 탐색 결과

ASJC 코드 동시발생 매트릭스에 의한 클러스터링을 시각화한 분석은 <Fig. 2>에 나타내었다. 같은 클러스터에 속해 있는 노드(node)는 동일한 색

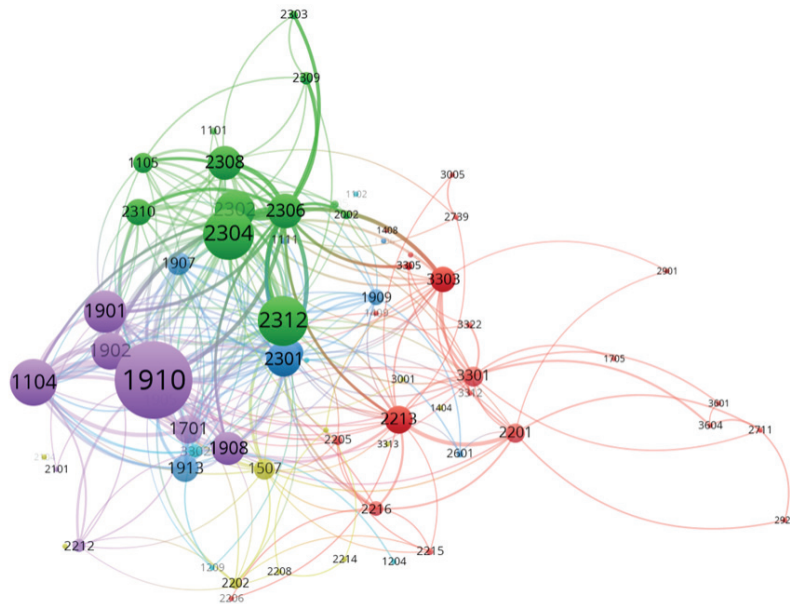


Fig. 2 Cluster visualization of ASJC codes co-occurrence

을 지니게 되며, 노드의 크기는 ASJC 코드의 빈도수를 의미한다. <Fig. 2>에 나타난 바와 같이 해안 침구 관련 융합 R&D 영역은 총 5개의 클러스터를 이루는 것을 확인할 수 있었다.

각 클러스터를 구성하고 있는 ASJC 코드는 <Fig. 3>~<Fig. X>에 나타내었다. 각 클러스터를

구성하고 있는 ASJC 코드를 확인하여 각 클러스터의 융합 R&D 영역을 정의하면 다음과 같다.

클러스터 1은 적색 노드들이 모인 클러스터로, 총 22개의 ASJC 코드로 이루어진 클러스터이다. 빈도수가 높게 나타난 주요 분야로는 공학(Engineering (miscellaneous), ASJC:2201), 안전 위험 관리

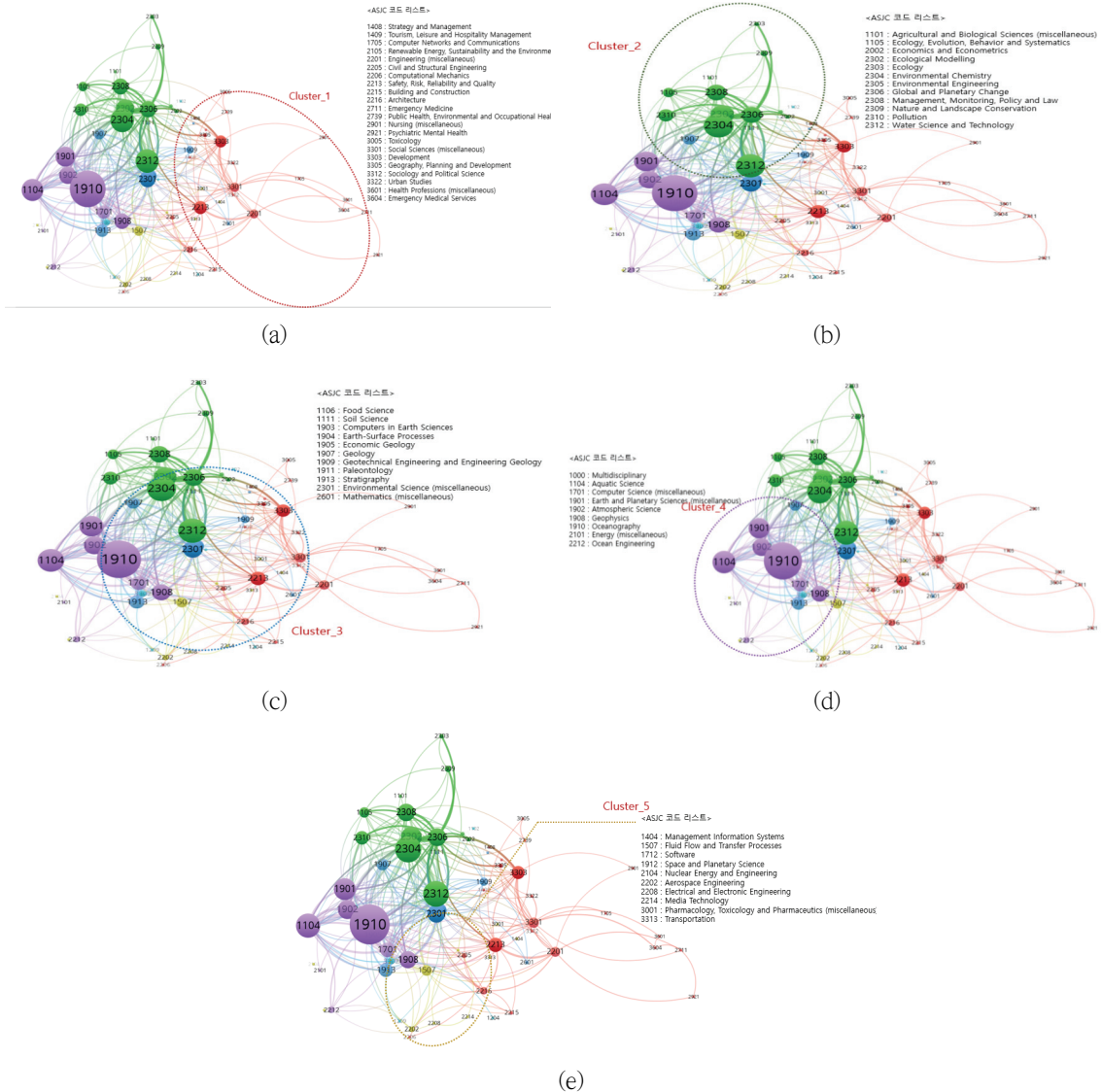


Fig. 3 ASJC codes and specific scientific field per cluster:  
 (a) Cluster 1, (b) Cluster 2, (c) Cluster 3, (d) Cluster 4, (e) Cluster 5



(Safety, Risk, Reliability and Quality, ASJC:2213), 개발(Development, ASJC:3303)이 있으며, 그밖에 토목 및 구조 공학(Civil and Structural Engineering, ASJC:2205), 건축 및 건설(Building and Construction, ASJC:2215), 건축 설계(Architecture, ASJC:2216), 지리학 및 계획/개발(Geography, Planning and Development, ASJC:3305) 등의 연구 분야로 이루어져 있다. 과제 정보 세부내용과 함께 살펴보았을 때, 해안 침수로 생길 수 있는 도시, 토목 구조물 및 건축물의 피해에 대비하거나, 해안 침수 발생 시의 상황에 대비 할 수 있는 안전 기술에 대한 융합 R&D 프로젝트가 주를 이루고 있는 영역임을 확인할 수 있다.

클러스터 2는 녹색 노드들이 모인 클러스터로 총 12개의 ASJC 코드로 이루어져있다. 빈도수가 크게 나타난 ASJC 코드로는 생태, 진화, 행동 및 계통학(Ecology, Evolution, Behavior and Systematics, ASJC:1105), 생태학적 모델링(Ecological Modelling, ASJC:2302), 환경 화학(Environmental Chemistry, ASJC:2304), 지구 및 행성 변화(Global and Planetary Change, ASJC:2306), 운영, 모니터링, 정책 및 법(Management, Monitoring, Policy and Law, ASJC:2308), 오염(Pollution, ASJC:2310), 수문학 및 기술(Water Science and Technology, ASJC:2312)이 있고, 그 외에 농업 및 생명과학(Agricultural and Biological Sciences (miscellaneous), ASJC:1101), 경제학 및 계량경제학(Economics and Econometrics, ASJC:2002), 생태학(Ecology, ASJC:2302), 자연 및 경관 보존(Nature and Landscape Conservation, ASJC:2309) 등의 ASJC 코드로 이루어져 있다. 이 영역은 해안 침수로 인해 생기는 자연변화에 대해 생태학적 및 환경 공학적 관점과 더불어 농업이나 경제와 같이, 해안 침수가 실제 인간의 삶에 미치는 영향에 대한 융합 연구 영역이라고 파악할 수 있다.

클러스터 3의 경우 청색 노드 11개로 구성된 클러스터이며, 다른 클러스터들 중간에 위치하여 클러스터 사이를 매개하고 있는 역할을 하고 있다. 이 클러스터에서 빈도가 높게 나타난 ASJC 코드로는 지질학(Geology, ASJC:1907), 지질공학(Geotechnical Engineering and Engineering Geology, ASJC:1909), 지질층위학(Stratigraphy, ASJC:1913), 환경 과학(Environmental Science, ASJC:2301)이 있으며 그 밖에 식품학(Food Science, ASJC:1106), 토양학(Soil Science, ASJC:1111), 컴퓨터 지구과학 융합과학(Computers in Earth Science, ASJC:1903), 수학(Mathematics (miscellaneous), ASJC:2601) 등의 연구 영역으로 구성되어있다. 이는 해안 침수로 인한 지질 및 지구 환경변화에 관한 R&D 영역으로 특이한 점은 컴퓨터나 수학을 통한 모델링과 시뮬레이션이 융합된 연구들이 주를 이루고 있다.

클러스터 4는 자색노드로 구성된 클러스터이며, 총 9개의 노드들로 구성되어있다. 주요한 ASJC 코드는 수산학(Aquatic Science, ASJC:1104), 컴퓨터 과학(Computer Science(miscellaneous), ASJC:1701), 지구과학 및 행성 과학(Earth and Planetary Sciences(miscellaneous), ASJC:1901), 대기학(Atmospheric Science, ASJC:1902), 지질 물리학(Geophysics, ASJC:1908), 해양학(Oceanography, ASJC:1910)있고, 그 외에 에너지(Energy (miscellaneous), ASJC:2101), 해양공학(Ocean Engineering, ASJC:2212) 등이 있다. 이 분야는 침수를 일으키는 해양 자체에 집중된 연구이며 역시 컴퓨터 공학을 통한 시뮬레이션이나 모델링 관련 연구들이 다수를 차지하고 있다.

마지막으로 클러스터 5는 황색 노드 10개로 구성된 클러스터로, 빈도수가 높은 ASJC 코드로는 유체역학(Fluid Flow and Transfer Processes, ASJC:1507)이 있고, 그 외에는 소프트웨어(Software, ASJC:1712), 약리학, 독성학 및 약학

(Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics (miscellaneous), ASJC:3001)등의 연구 분야로 구성되어있고, 이 클러스터는 다른 클러스터들에 비해 강도나 연결성이 약하지만 소수의 융합 연구들은 해안 침수 시의 전산유체역학 및 해안 침수로 발생할 수 있는 수인성 전염병이나 독성관련 연구 등이 속해 있는 영역임을 확인 할 수 있었다.

#### 4. 결론

본 연구는 글로벌 연구개발 과제 데이터를 통하여 해안 침수 관련 융합 R&D 영역을 조망하는 연구를 수행하였다. 과학계량학에서 주로 다루는 데이터는 논문과 특허 데이터인데 융합 R&D 영역을 탐색함에 있어서 연구개발 과제 정보를 사용했다는 점이 본 연구가 가진 다른 연구와의 차별점이라 할 수 있을 것이다.

아울러 융합 R&D 영역을 거시적인 시각으로 판단할 수 있는 형태의 연구 방법론을 통해 R&D를 기획함에 있어서 의미 있는 근거를 빠르게 파악할 수 있는 방법을 제시했다고 볼 수 있다. 주로 이러한 R&D 영역의 판단은 전문가 집단 위주로 행해지는 경우가 많은데, 비전문가 그룹에 속하는 정책 입안자 혹은 국민의 경우에도 이와 같은 방법은 해당 분야를 직관적으로 파악할 수 있고, 특히 정책 입안자는 전문가의 의견에만 의존하지 않고 근거 기반의 정책을 수립할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구를 보다 정합적이고 세부적인 사항까지 판단할 수 있는 형태의 융합 R&D 영역 탐색 방법론으로 발전시킬 수 있다면 실제로도 융합 R&D 기획 과정에서 사용될 수 있는 실용적인 방법론이 될 수 있을 것이라 기대해 본다.

#### Acknowledgement

본 논문은 산업통상자원부의 재원으로 안전기술 상용화플랫폼구축사업(P0003951)의 지원을 받아 수행된 연구임.

#### 참고문헌

- [1] 과학기술정보통신부, 융합연구정책센터, “제3차 융합연구개발 활성화 기본계획(‘18-’27),” 한국과학기술연구원 융합연구정책센터, (2018).
- [2] 이광호, 김승현, 최종화, 서지영, 강지훈, 이아정, “융합연구사업의 실태조사와 연구개발특성 분석,” STEPI, (2013).
- [3] Roco, M. C., Bainbridge, W. S., Tonn, B., & Whitesides, G., “Converging knowledge, technology, and society: Beyond convergence of nano-bio-info-cognitive technologies,” Dordrecht, Heidelberg, New York, London, 450, (2013).
- [4] Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. R. “What is an emerging technology?,” *Research Policy*, 44(10), 1827-1843, (2015).
- [5] 김현철, 손충근, 나경환, “국가연구개발사업의 융합기술과제 기획연구(II),” 대한기계학회 춘추 학술대회, pp. 2041-2046, (2007).
- [6] Lane, J., “The Science of Science Policy: Opportunities and Responsibilities for Statisticians,” *Science Policy News, Amstat News*, (2009).
- [7] Börner, K. “Data-driven science policy,” *Issues in Science and Technology*, 32(3), (2016).
- [8] Van Eck, N.J., Waltman, L. “Visualizing bibliometric networks,” In Y. Ding, R. Rousseau, D. Wolfram (Eds.), “Measuring scholarly impact: Methods and practice,” (pp. 285-320). Springer, (2014).

(접수: 2019.05.22. 수정: 2019.08.23. 게재확정: 2019.09.02.)