

특허정보를 활용한 나노바이오 융합기술의 특성 분석

노현정*, 임효정**

I. 서론

II. 문헌 연구

1. 기술융합 (Technology fusion)
2. 특허분석

III. 나노바이오 융합기술의 특허분석

1. 데이터
2. 융합기술 특허를 활용한 지표
3. 결과

IV. 결론

* 서울대학교 기술경영경제정책대학원 박사과정, 교신저자
E-mail : anesno1@snu.ac.kr

** 서울대학교 기술경영경제정책대학원 박사과정

초 록

서로 다른 산업이나 기술 경계간의 접점에서 혁신이 발생할 때 융합이라는 현상이 나타나는데, 이는 같은 종류의 산업이나 기술들 사이에서 발생하는 혁신보다 훨씬 광범위하게 영향을 끼치며 기술의 발전을 이끌어간다. 기술융합이 생명공학이나 정보기술과 같은 지식집약적 기술 분야에서 두드러지게 나타나고 있으나 데이터 부족 등으로 이에 대한 연구가 제한적일 수밖에 없다.

본 연구에서는 미국 특허 정보를 이용하여 나노바이오 융합기술의 특성을 분석하기 위해 기술의 발전 현황을 관측할 수 있는 여섯 가지 특허 지표를 제시하였다. 그리고 특허의 인용 및 피인용 정보를 활용하여 기술 지식의 융합 및 확산 수준, 기술의 영향력, 잠재력, 축적 정도에 관한 탐색 결과를 얻었다.

그 결과 활발한 특허활동과 큰 잠재적 기술 규모를 보여준 미국특허분류 435(molecular biology and micro bilology), 436(analytical and immunological testing), 424(drug, bio-affecting and body treating composition) 기술 분야는 기술의 확산정도를 측정한 기술확산 지수에서도 높은 값을 보여주어 다양한 기술 분야로의 파급효과 또한 높은 기술임을 보여주었다. 또한 미국특허분류 528(synthetic resins or natural rubbers), 600(surgery), 436(analytical and immunological testing)은 선행기술의 융합수준을 계측하는 기술융합지수에서 높은 값을 보여 이들 기술이 다양한 기술 분야의 지식이 융합된 나노바이오 융합기술임을 보여주고 있다. 이러한 결과들을 바탕으로 현 나노바이오 융합기술의 기술동향이나 공백기술, 원천 특허기술 파악 등을 도출하고 로드맵 기획의 근간으로 사용할 수 있을 것이다.

주제어 : 융합기술, 특허, 인용정보, 나노바이오기술

I. 서론

최근 기업의 기술혁신의 가속화로 인하여 신제품이 점차 다기능화, 디지털화되는 현상을 보이고 있으며, 특히 신소재의 개발로 인해 제품아키텍처도 변화되고 있다.¹⁾ 글로벌 경쟁이 증가함에 따라 많은 기업들은 핵심기술에 대한 연구개발 투자뿐 아니라 신기술 개발에 대한 지출 또한 증대시키고 있으며, 다양한 기술 분야의 포트폴리오 관리도 병행하고 있다. 이렇듯 기업이 가진 다양한 기술기반으로부터 새로운 혁신을 도출하려는 시도와 함께 다학제적인(cross-disciplinary) 연구가 가능해졌는데, 최근 기업들의 기술혁신은 여러 산업 및 기술의 특성이 통합된 융합기술(fusion technology)을 개발해 기존 산업의 경계를 넘나드는 경향을 보이고 있다.

나노기술(Nanotechnology: NT)²⁾은 융합기술의 대적 사례라 할 수 있다. 나노기술의 응용분야는 매우 다양하여 양자학, 분자화학, 재료학 등 학문 분야의 구분 없이 원자 단위의 기술이라는 일반적인 정의와 함께 다학제적 기술 분야라는 특징을 가지고 있다.³⁾ 이러한 나노기술은 기존의 기술 분야인 물리, 화학, 생물학, 재료, 엔지니어링 등의 원리와 도구 분야의 발전과 그 분야들 간의 융합기술로, 상업화를 목적으로 비과학적(non-scientific) 분야의 발명이 응용된 것으로 볼 수 있다.⁴⁾

21세기에 들어 전 세계의 주요 국가들이 경쟁적으로 나노기술 개발전략을 수립하는 등 정부차원의 연구개발을 본격화 하고 있으며⁵⁾, 전 세계 나노기술의 시장규모는 향후 10년 이내에 급성장할 것으로 전망된다.⁶⁾ 이러한 나노기술은 소재, 자동차, 항공, 전자, 보건, 환경, 국방 등 다양한 산업에 속한 기업에 응용되어, 많은 경제 분야에 파

1) Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), *Technology Fusion: A Path to Innovation, the Case of Optoelectronics*, OECD, Paris, 1993. pp. 7-11.

2) 나노(10-9) 단위의 구조는 원자, 분자, 혹은 현미경으로는 관찰할 수 없는 원자나 분자의 집합체이거나 제조과정에서 원자나 분자를 개개의 단위로 구성된 것으로 정의된다. 즉, 나노기술은 이러한 나노구조를 더 큰 단위의 물질 성분으로 구축, 통합, 응용하는 전 분야를 포괄한다.

3) US National Science and Technology Council (NSTC), *National Nanotechnology Initiative: The Initiative and its Implementation Plan*, Report, 2002.
Scheu, Manfred, "Mapping Nanotechnology Patents: The EPO Approach", *World Patent Information*, 28 (2006), pp. 204-211.

4) Fishbine, Glenn, *The Investor's Guide to Nanotechnology and Micromachines*, Wiley, 2002.

5) 2000년 1월에 발표된 미국의 국가나노기술전략(National Nanotechnology Initiative: NNI)을 시작으로 2001-2002년에는 한국, 일본, EU, 중국, 대만 등이 차례로 나노기술 개발계획을 수립했으며, 현재 전 세계 60여 개 국가에서 나노기술 개발을 추진 중이다 (Roco, 2005).

6) 조황희, 「나노기술 영향평가에 관한 국내외 동향」, 과학기술정책연구원, 2006.

급됨으로써 산업발전에 극적인 변화를 줄 것으로 기대된다.⁷⁾ 나노기술의 특허출원 현황을 보면 청구범위가 광범위한 기술 분야에 걸쳐 기재되는 등 다양한 산업분야를 포괄하고 있으며,⁸⁾ 나노기술 특허는 매 10년마다 두 배 이상씩 증가하는 등 빠르게 기술개발이 이루어지고 있다. 1970년대에는 상위 10개국에 의해 연평균 673건의 특허가 출원되었던데 반해 1980년대에는 1,213건의 특허, 1990년대에는 연간 3,209건으로 증가했다.

현재의 기술적 한계를 타파할 수 있는 가능성 때문에 주목받고 있는 융합기술의 근간이 되는 나노기술과 관련된 기술들의 예측은 데이터 부족 등의 이유로 제한되어 있다. 본 연구에서는 나노기술의 여러 응용분야 중에서도 기술융합의 대표적 진화과정 중에 있는 나노기술(NT)과 바이오기술(Biotechnologies: BT)간 융합기술인 나노바이오 융합기술(Nanobiotechnologies: NBT)을 분석대상으로 삼았다. 나노바이오 융합기술 관련 특허의 인용자료를 활용하여 융합기술의 발전 현황을 관측할 수 있는 다양한 특허지수들을 제시하고, 미국특허분류(US Patent Classification: USPC)의 수준에서 개별 특허분류의 기술적 지수를 계측하고 비교하는 것이 본 연구의 목적이다. 나노소자 및 나노소재기술에 비해 상대적으로 나노바이오 융합기술 분야에서 한국의 기술적 위상이 높지 않은 만큼, 본 연구의 특허분석은 향후 국가적 차원의 나노바이오 융합기술의 육성을 위한 개발전략 수립의 기초가 될 것이다.

II. 문헌 연구

1. 기술융합 (Technology fusion)

기술융합에 대한 정의 및 용어는 아직까지 명확히 규정되거나 통일된 바는 없으나, 광의적으로는 시장, 기업, 기술 등 여러 측면에서 복잡해지면서 경계가 무너지는 현상으로 통용되고 있다. Rosenberg(1963)가 각각의 산업의 기술적 문제를 해결해 나가는 과정에서 발생하는 공동 기술혁신을 기술수렴(technological convergence)이라고 언급

7) Shea, Christine, "Future Management Research Directions in Nanotechnology: A Case Study", *Journal of Engineering and Technology Management*, 22 (2005), pp. 185-200.

8) 한국특허정보원, 「NT특허분석보고서」, 특허청, 2004.

한 것을 시초로,⁹⁾ 이후 많은 학자들에 의해 기술융합, 하이브리드(hybrid), 다학제기술 등 여러 가지 다른 용어로 사용되기도 하였다. 기존의 기술들이 합해져 새로운 하이브리드 기술을 만들고 이를 통해 만들어진 혁신을 기술융합(technology fusion)이라 부르며, 이에 관한 다양한 연구가 진행되어 왔으나 아직까지는 적절한 데이터의 부재로 기술융합에 대한 연구가 제한적이다.¹⁰⁾

최근 이슈가 되어 온 방송-통신간 융합(digital convergence)의 경우와 같이 여러 규제, 서비스와 시장, 기업과 시장, 네트워크 사이의 융합도 있으나,¹¹⁾ 본 연구에서는 한 단계 더 본질적으로 내려가 서로 다른 기술들이 새로운 특성을 갖는 기술이나 제품으로 융합되는 것을 기술융합을 이라고 정의한다.

2. 특허분석

특허 분석의 기본적인 목적은 특허 정보를 이용하여 기술의 현황 및 발전 과정을 파악하고 이를 바탕으로 향후의 기술 개발 방향을 계획할 수 있도록 자료를 제공하는 것이다.¹²⁾ 이를 위해서 많은 연구에서 특허 데이터가 사용하고 있으나 특허정보가 완벽한 것은 아니다. 특허를 R&D 활동의 투입이나 산출 지표로 사용함에 있어 주의하여야 할 부분들이 있으며,¹³⁾ 출원인에 의한 출원 특허 성향의 차이에 의한 특허 자료의 왜곡과 발명의 경제적 중요성 또한 매우 큰 차이가 있다는 사실은 특허의 의미에 제한을 준다. 이러한 단점들에도 불구하고 특허는 지속적으로 업데이트되는 구체적인 기술 및 과학 정보를 포함하고 있으며 정보의 수집과 입수가 용이하다는 점만으로도 매력적인 데이터로 수많은 연구에 사용되고 있다. 또한 특허의 인용 정보는 관련 기술의 확산뿐만이 아니라 인용의 정도에 따라 그 기술의 가치까지도 유추할 수 있게 해

9) Rosenberg, Nathan, "Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910", *The Journal of economic history*, 23 (1963), pp. 414-443.

10) Kodama, Fumio, "Japanese Innovation in Mechatronics Technology", *Science and Public Policy*, 13 (1986), pp. 44-51.

Grossman, Gene & Helpman, Elhanan, *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, 1991.

11) Bores, Cristina, et al., "Technological Convergence: A Strategic Perspective", *Technovation*, 23 (2003), pp. 1-13.

12) Ernst, Holger, "Patenting Strategies in the German Mechanical Engineering Industry and their Relationship to Firm Performance", *Technovation*, 15 (1995), pp. 225-240.

13) Griliches, Zvi, "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey", *Journal of Economic Literature*, 28 (1990), pp. 1661-1707.

준다.¹⁴⁾

특허 정보를 이용하여 지식의 흐름을 측정하고,¹⁵⁾ 이머징 기술을 예측하였으며,¹⁶⁾ 기술 확산에 대한 이코노믹 연구나¹⁷⁾ 기술 발전을 예측하는¹⁸⁾ 등의 다양한 연구가 이루어지기도 하였다. 또한 기술융합의 발전경로의 패턴을 조사하기 위해 특허의 인용정보를 이용하기도 하였다.¹⁹⁾

Ⅲ. 나노바이오 융합기술의 특허분석

1. 데이터

본 연구에 사용된 데이터는 미국특허청(United States Patent and Trademark Office: USPTO) 데이터베이스로부터 수집된 나노바이오기술 관련 특허이다. 미국특허청에 등록된 특허 중에는 해외 출원인(assignee)도 상당수를 차지하고 있으므로, 미국특허청 데이터베이스는 전 세계의 특허활동을 가장 잘 반영한다고 인정받고 있다. 나노바이오 융합 기술은 나노기술과 바이오기술의 특성을 공통적으로 포함하는 기술로, OECD (2005)에서 정의한 생명공학 분야 관련 국제특허분류(International Patent Classification: IPC)²⁰⁾, 한국특허정보원(2004)의 'NT 특허분석보고서'의 나노기술 분류 및 주제어(keyword) 등을 참고하여 수집했다.²¹⁾ 특히 국제특허분류에서는 '나노특허기술(B82B)'를 별도 항목

14) Trajtenberg, Manuel, "A Penny for Your Quotes; Patent Citations and the Value of Innovations", *RAND Journal of Economics*, 21 (1990), pp. 172-187.

15) Alcácer, Juan & Gittelman, Michelle, "Patent Citations as a Measure of Knowledge Flows: The Influence of Examiner Citations", *The Review of Economics and Statistics*, 88 (2006), pp. 74-779.

16) Kajikawa, Yuya, et al., "Tracking Emerging Technologies in Energy Research: Toward a Roadmap for Sustainable Energy", *Technological Forecasting & Social Change*, 75 (2008), pp. 771-782.

17) Jaffe, Adam, "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and Market Value", *American Economic Review*, 76(5) (1986), pp. 105-136.

18) Pilkington, Alan, et al., "The Electric Vehicle: Patent Data as Indicators of Technological Development", *World Patent Information*, 24 (2002), pp. 5-12.

19) No, Hyun Joung & Park, Yongtae, "Trajectory Patterns of Technology Fusion: Trend Analysis and Taxonomical Grouping in Nanobiotechnology", *Technological Forecasting & Social Change*, 2009, forthcoming.

20) Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), *A Framework for Biotechnology Statistics, Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators*, OECD, Paris, 2005.

으로 구분하고 있으며, 1976년부터 2005년까지 미국특허청에 등록된 나노기술 관련 특허는 8만 건이 넘는다.²²⁾

특히 본 연구에서는 나노기술과 바이오기술간 융합기술 관련 특허의 특성을 분석하기 위해 나노바이오특허의 인용특허정보(backward citation information) 및 피인용특허정보(forward citation information)를 활용하기로 한다 <그림 1>.²³⁾ 특허분석에서는 일반적으로 인용특허를 선행기술로, 피인용특허를 후행기술로 간주하므로, 본 연구에서도 융합기술의 지식이 선행기술에서 나노바이오 융합기술로, 나노바이오 융합기술에서 후행기술로 이전된다고 가정한다. 미국특허청에 등록된 특허가 다른 특허로 인용되기까지는 상당한 시간이 요구되기 때문에, 이를 감안하여 데이터 분석 기간은 나노기술이 급성장하기 시작한 1996년도 이후부터 2005년까지 10년간의 데이터를 사용하였다. 따라서 최종적으로 1996년부터 2005년 사이에 등록된 나노바이오 융합기술 관련 특허 516건이 샘플로 사용되었다.²⁴⁾

미국특허분류(USPC)는 기술의 기능별 특성에 따라 특허를 구분해 놓은 것으로 본래는 특허의 서지정보 관리(indexing) 및 검색을 목적으로 특허 심사관에 의해 할당된 것이나, 특허분석에서는 개별 기술단위에서 분석하는 용도로 특허분류를 빈번히 사용해 왔다. 따라서 나노바이오 융합기술 관련 특허 자료 중 대표 미국특허분류(main USPC)가 분석의 기준(unit)이 된다. 미국특허는 세 자리수의 미국특허코드에 의해 분류가 되고, 각 미국특허분류는 다시 하위분류(subclass)로 구분되어 있는데,²⁵⁾ 일반적

21) 한국특허정보원(2004)은 나노기술을 크게 나노소자, 나노소재, 나노바이오·보건, 나노기반공정 등의 네 가지 기술로 분류하였으며, 본 연구는 이 중 나노바이오·보건기술의 국제특허분류(IPC)를 나노바이오 융합기술의 특허샘플 추출에 사용했다. 나노바이오·보건기술은 나노바이오·보건물질(국제특허분류 A01N1/00-61/02, A01N63/00-65/02, A61K7/00-7/50, A61L전체, C07H전체, C07K전체, C11B전체, C12(C12Q제외)전체에 해당), 의약·약물전달 시스템(국제특허분류 A61K9/00-51/12에 해당), 분석·진단·치료기술(국제특허분류 A61(A61K,L제외)전체, C12Q전체, G01N33/50-33/98에 해당) 등 세 가지 세분화된 기술분야를 포괄하는 특허자료를 수집했다 (한국특허정보원, 「NT특허분석보고서」, 특허청, 2004, 436-438면).

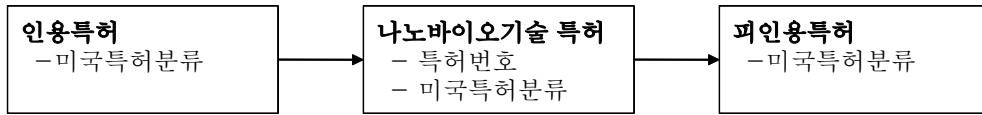
22) Huang, Zan, et al., "Longitudinal Patent Analysis for Nanoscale Science and Engineering: Country, Institution and Technology Field", *Journal of Nanoparticle Research*, 5 (2003), pp. 333-363.

23) 「특허와 정보분석」에 사용된 바와 같이 본 연구에 사용된 인용(backward)특허는 나노바이오특허가 인용한 특허를 나타내고, 피인용(forward)특허는 해당 나노바이오특허를 인용한 특허를 의미한다. (특허청 & 한국발명진흥회, 「특허와 정보분석」, 특허청 & 한국발명진흥회, 2006, 345면)

24) 수집된 총 516건의 나노바이오 융합기술 관련 특허를 출원인별로 살펴보면 약 300여개의 대학 및 기업에 의해 출원되었음을 알 수 있는데, 출원인을 기준으로 융합기술의 현황을 분석하기에는 각 출원인별 특허수가 10건 미만으로 매우 적다.

25) Falasco, Louis, "United States Patent Classification: System Organization", *World Patent Information*, 24(2002), pp. 111-117.

으로 거시적인 분석에서는 세 자리수의 미국특허코드가 이용된다.



〈그림 1〉 분석에 요구되는 나노바이오 융합기술 관련 특허자료의 수집

결과적으로 나노바이오 융합기술 특허 샘플로부터 추출한 대표 미국특허분류는 총 27개로, 〈부록 1〉은 27개의 나노바이오 융합기술 관련 미국특허분류 및 내용을 보여준다. 한편 이들 나노바이오 융합기술 특허가 인용한 특허(cited patent)의 대표 미국특허분류는 총 153개, 이들 특허를 피인용한 특허(citing patent)의 미국특허분류는 총 106개로 구성되어 있는데, 나노바이오 융합기술 특허와 관련된 대표 미국특허분류가 27개임을 감안할 때, 이들 기술개발의 원천이 된 기술(인용특허) 및 영향을 받은 기술(피인용특허)이 얼마나 다양한 분야의 기술 및 산업분야와 연관되어 있음을 유추할 수 있다.

2. 융합기술 특허를 활용한 지표

본 연구에서는 나노바이오 융합기술(NBT) 특허의 발전현황에 대한 기술적 특성을 분석하기 위해, 나노바이오 융합기술 특허의 27개의 대표 미국특허분류(USPC)에 대하여 〈표 1〉에서 제시된 여섯 가지 지표(index)를 계산, 비교했다. 이들 지표는 기존에 Hall et al. (2001) 등이 제시했던 특허인용정보를 사용한 통계적 분석을 위한 지표들과 이론적으로는 유사하지만²⁶⁾, 본 연구의 목적에 부합하도록 융합기술 특허의 특성을 반영할 수 있도록 수정된 것이라는 점에서 차이가 있다.²⁷⁾

첫째, 특허활동지수(Patent Activity Index: PAI)는 해당 미국특허분류의 상대적 특허활동 비중을 나타내는 지표이다. 즉 미국특허분류 i 의 특허건수(PatNum i)를 전체 샘플

26) Hall, Bronwyn, et al., *The NBER Patent Citations Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools*, CEPR Discussion Paper No. 3094 (December 2001), Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=296162>.

27) 지표의 산정에 사용된 특허활동지수, 피인용비 등의 지표는 미 상무부 기술정책국 및 OECD 등에서 발간된 정책관련 보고서 등의 특허분석에서 일반적으로 사용되는 지표들이다 (한국특허정보원, 2004).

특허수인 516건으로 나눈 값으로, 나노바이오 융합기술 특허 중 어느 개별 기술(미국 특허분류)의 특허활동이 활발하게 이루어지고 있는지를 보여준다.

둘째, 기술영향력지수(Technology Impact Index: TII)는 해당 미국특허분류의 후행 기술에 대한 상대적 영향력과 관련된 지표로, 피인용(forward citation) 특허정보를 이용한다. 미국특허분류 i 의 피인용비는 피인용특허수(ForPatNum $_i$)를 특허건수(PatNum $_i$)로 나눈 값에 의해 계산되는데, 기술영향력지수는 미국특허분류 i 의 피인용비를 전체 나노바이오 융합기술 특허의 피인용비로 나누어준 값이다. 다시 말해, 영향력 지수는 나노바이오 융합기술 관련 미국특허분류 27건 가운데 평균 피인용의 정도가 큰 기술이 무엇인지를 분석하기 위한 지표라 할 수 있다. 이 경우 피인용의 정도가 큰 기술일수록 그 기술의 파급효과가 크다고 가정한다.

셋째, 기술잠재력지수(Technology Potential Index: TPI) 또한 피인용 정보를 통해 얻을 수 있으며, 해당 미국특허분류의 잠재적 기술규모를 의미한다. 이는 미국특허분류 i 의 특허건수에 전체 나노바이오 융합기술 특허의 피인용특허수 대비 미국특허분류 i 의 피인용특허수 비중을 곱해준 값으로, 기술의 상대적 영향력이 동일한 경우 잠재적 기술규모는 절대적 기술규모(특허건수)에 비례한다고 간주한다.

〈표 1〉 특허분석을 위한 지표의 정의

지표의 종류	정의
특허활동지수(PAI)	$PAI_i = \frac{PatNum_i}{\sum_i PatNum_i}$
기술영향력지수(TII)	$TII_i = \frac{ForPatNum_i / PatNum_i}{\sum_i ForPatNum_i / \sum_i PatNum_i}$
기술잠재력지수(TPI)	$TPI_i = PatNum_i \times \frac{ForPatNum_i}{\sum_i ForPatNum_i}$
기술확산지수(TDI)	$TDI_i = \frac{ForPatClass_i}{NBTPatClass}$
기술축적지수(TCI)	$TCI_i = \frac{BackPatNum_i}{PatNum_i}$
기술융합지수(TFI)	$TFI_i = 1 - \sum_j \left(\frac{BackPatNum_{i,j}}{\sum_i BackPatNum_i} \right)^2$

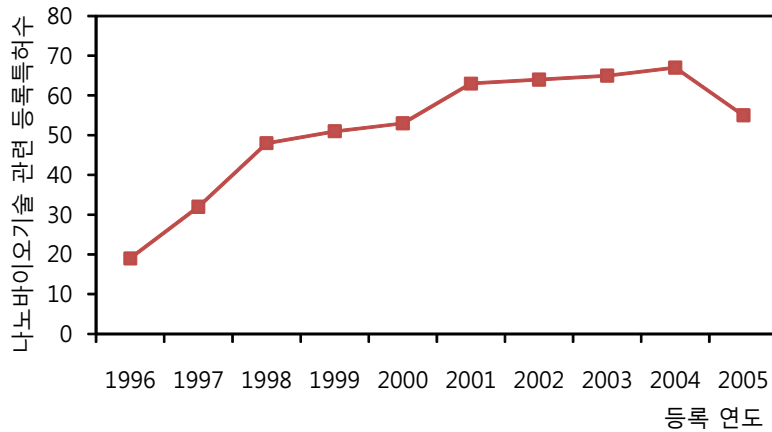
넷째, 기술확산지수(Technology Diffusion Index: TDI)는 피인용특허와 관련된 미국 특허분류가 얼마나 다양한 기술영역으로 확산되었는지를 측정하는 지표이다. 미국특허 분류 i 의 피인용특허들의 미국특허분류가 몇 개인지(ForPatClassi)를 구하고, 이를 나노바이오 융합기술 관련 대표 미국특허분류수(NBTPatClass)인 27로 나누어줌으로써 정규화(normalization)하여 얻을 수 있다. 예를 들어, 미국특허분류 A에 속한 특허가 5개의 서로 다른 미국특허분류를 가진 특허들로 인용이 되었다면, 미국특허분류 A의 기술확산지수는 $0.19(=5/27)$ 가 된다. 이 값이 클수록 해당 미국특허분류는 더욱 다양한 기술 분야로 확장, 개발될 수 있음을 의미한다.

다섯째, 기술축적지수(Technology Cumulateness Index: TCI)는 선행기술의 지속성과 관련이 깊으며, 특허의 인용(backward citation) 정보를 이용하여 구한다. 이는 미국특허분류 i 의 인용특허수(BackPatNumi)를 특허건수(PatNumi)로 나누어준 ‘평균 인용특허수’의 개념으로, 나노바이오 융합기술 특허의 평균 인용특허수가 많을수록, 즉 선행기술이 많을수록 해당 기술은 축적도가 높다고 말할 수 있다. 반대로, 평균 인용특허수가 적을수록 해당 기술은 기술축적이 적은 융합기술로 간주할 수 있다.

마지막으로, 기술융합지수(Technology Fusion Index: TFI)은 선행기술의 다각화 정도를 의미하는 것으로, 이 또한 특허의 인용특허수를 이용한다. 전체 인용특허수(나노바이오 융합기술의 특허가 인용한 특허건수) 대비 미국특허분류 i 의 인용특허수(BackPatNumi) 비율의 제곱합을 1에서 뺀 값으로, 허핀달 지수(Herfindahl index)를 구하는 식과 유사하다. 그 값이 0에 가까울수록 선행기술이 하나의 미국특허분류에 집중되어 있다는 의미이며, 반대로 1에 가까울수록 다양한 미국특허분류의 선행기술이 수렴되면서 발전한 형태라고 할 수 있다.

3. 결과

〈그림 2〉는 나노바이오 융합기술 관련 특허의 등록 추이를 나타낸다. 1996년에는 나노바이오 융합기술의 등록특허수가 19건에 그쳤지만 2001년 이후에는 연간 약 60여 건씩 등록되는 등 3배 이상 성장하였으며, 2005년을 제외하고는 나노기술과 바이오기술간 융합기술의 등록 특허수가 매년 지속적으로 증가하고 있다.



〈그림 2〉 나노바이오 융합기술 분야 특허의 성장, 1996-2005

〈표 2〉는 나노바이오 융합기술의 27개 미국특허분류에 따른 연도별 특허등록 현황을 보여준다. 나노바이오 융합기술에서 가장 특허출원이 활발히 이루어지는 기술 분야는 미국특허분류 435(molecular biology and microbiology)인 분자생물학 및 미생물학 기술로, 전체 샘플 중 50% 이상을 차지한다. 또한 미국특허분류 436(analytical and immunological testing)인 면역검사 및 분석 관련 기술과, 424(drug, bio-affecting and body treating composition)인 제약/임상실험조직 기술 또한 나노기술과의 융합이 주로 이루어지는 기술 분야인 것으로 관측되었다.

〈표 2〉 나노바이오 융합기술 분야의 대표 미국특허분류별 등록 현황

USPC	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	총계
127								1			1
204	1	1		1							3
205				1						1	2
210			2	1				2		1	6
216				1							1
250	1		1							1	3
252		1	1							1	3
359				1							1
382					1						1

USPC	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	총계
422		1	1	1	2	1	3		2	2	13
424	1	4	5	5	8	9	8	12	7	3	62
426				1		1			1		3
427						1					1
428		1									1
435	12	13	26	25	26	36	36	35	35	23	267
436	2	5	5	8	8	6	7	5	10	11	67
504						1					1
514	1	1	3	2	1		3	5	2	3	21
523							1				1
528		1				1					2
530				2	4	3		4	7	5	25
536	1	4	4	1	3	2	3	1	3	3	25
548							1				1
560							1				1
600				1							1
702						1					1
800						1	1				2
총계	19	32	48	51	53	63	64	65	67	54	516

〈표 3〉의 결과를 통해, 앞에서 제시된 여섯 가지 지표들에 대하여 27개 나노바이오 융합기술 관련 대표 미국특허분류의 값을 비교할 수 있다. 우선, 특허활동지수(PAI)가 높은 값 순으로 보면 〈표 2〉에서 관측된 바와 같이, 미국특허분류 435(molecular biology and microbiology), 436(analytical and immunological testing), 424(drug, bio-affecting and body treating composition) 기술이 나노바이오 융합기술 분야에서 가장 활발한 특허활동을 보여준다.

둘째, 기술영향력지수(TII) 측면에서 볼 때 미국특허분류 600(surgery), 426(food or edible material: processes, compositions, and products), 359(optical: systems and elements)가 높은 값을 보인다. 이 기술들은 각각 의약, 제약, 광학관련 기술들로, 나노바이오 융합기술 특허의 피인용특허, 즉 후행기술에 대한 파급효과가 상대적으로 높은 기술임을 의미한다.

셋째, 기술잠재력지수(TPI)의 값이 높은 기술들은 미국특허분류 435(molecular biology and microbiology), 436(analytical and immunological testing), 424(drug, bio-affecting and body treating composition)로 특허활동지수(PAI)가 높은 기술과 동일한 결과를 보인다. 특히 미국특허분류 435의 경우 그 값이 매우 높는데, 이는 기술잠재력지수가 해당 미국특허분류에 속한 특허건수에 비례하기 때문으로 보여진다.

넷째, 기술확산지수(TDI)는 피인용특허의 미국특허분류를 기준으로 기술의 확산정도를 측정한 것이다. 이 값이 높은 미국특허분류 역시 앞의 특허활동지수(PAI) 및 기술잠재력지수(TPI)의 값이 높은 435(molecular biology and microbiology), 436(analytical and immunological testing), 424(drug, bio-affecting and body treating composition)가 차지하고 있다. 따라서 이들 기술은 나노바이오 융합기술 분야의 특허활동이 활발히 이루어지고 있는 영역일 뿐 아니라, 잠재적인 기술규모도 크고, 다양한 기술분야에의 파급효과 또한 높은 기술이라고 할 수 있다.

다섯째, 나노바이오 융합기술의 선행기술이 어느 정도 축적되었는지를 의미하는 기술축적지수(TCI)가 높은 기술들은 미국특허분류 250(radiant energy), 600(surgery), 528(synthetic resins or natural rubbers)로, 이들은 기존의 나노기술 또는 바이오기술의 분야로부터의 기술축적이 이루어진 후에 융합기술의 형태인 나노바이오 융합기술의 특허가 출원된 것으로 볼 수 있다. 반면 이 지표의 값이 1인 미국특허분류 702(data processing: measuring, calibrating, or testing)의 경우에는 나노바이오 융합기술의 축적도가 매우 낮은 기술이라 할 수 있는데, 기술의 특성상 정보통신 기술에 더욱 가까운 기능을 지니고 있는 분야인 만큼, 이 기술은 나노바이오 융합기술과 정보통신기술이 융합된 초기단계의 기술 분야라고 보여진다.

〈표 3〉 나노바이오 융합기술 관련 특허로부터 도출한 개별 기술의 특성

USPC	PAI	TII	TPI	TDI	TCI	TFI
127	0.002	1.196	0.002	0.107	33,000	0.803
204	0.006	1.652	0.029	0.357	9,000	0.738
205	0.004	0.342	0.003	0.071	2,500	0.720
210	0.012	0.370	0.026	0.250	18,167	0.753
216	0.002	1.196	0.002	0.250	14,000	0.867
250	0.006	0.854	0.015	0.357	67,667	0.797

USPC	PAI	TII	TPI	TDI	TCI	TFI
252	0.006	0.342	0.006	0.143	7.667	0.862
359	0.002	1.709	0.003	0.179	0.000	0.000
382	0.002	0.342	0.001	0.036	3.000	0.444
422	0.025	1.275	0.417	0.679	7.923	0.814
424	0.120	0.719	5.348	1.357	14.823	0.868
426	0.006	3.360	0.058	0.750	25.333	0.780
427	0.002	0.854	0.002	0.179	5.000	0.800
428	0.002	0.000	0.000	0.000	5.000	0.640
435	0.516	1.168	161.118	3.179	14.921	0.882
436	0.130	0.821	7.130	1.286	15.597	0.893
504	0.002	0.000	0.000	0.000	4.000	0.500
514	0.041	0.626	0.534	0.643	8.476	0.874
523	0.002	1.025	0.002	0.143	33.000	0.803
528	0.004	1.367	0.011	0.286	37.500	0.917
530	0.048	0.499	0.603	0.929	15.560	0.886
536	0.048	1.005	1.214	0.893	11.440	0.832
548	0.002	0.171	0.000	0.036	7.000	0.694
560	0.002	0.171	0.000	0.036	34.000	0.716
600	0.002	4.100	0.008	0.321	38.000	0.904
702	0.002	0.171	0.000	0.036	1.000	0.000
800	0.004	1.452	0.011	0.250	13.000	0.793
평균	0.036	0.957	6.305	0.455	19.128	0.879

마지막으로, 다양한 선행기술의 융합수준을 계측하는 기술융합지수(TFI)은 미국특허분류 528(synthetic resins or natural rubbers), 600(surgery), 436(analytical and immunological testing)에서 높은 값을 보인다. 즉, 이들 기술은 다양한 기술 분야의 지식이 융합된 나노바이오 융합기술 분야라는 의미가 된다. 반면 상대적으로 그 값이 낮은 미국특허분류는 504(plant protecting and regulating composition)인데, 이 기술의 경우 보다 적은 수의 기술 분야가 융합된 나노바이오 융합기술 영역임을 알 수 있다. 미국특허분류 702(data processing: measuring, calibrating, or testing)의 경우 기술융합지수(TFI)의 값은 0인데, 이 기술이 단일한 선행기술로부터 발전되어 온 것임을 유추할 수 있다.

IV. 결론

본 연구는 특허정보를 활용하여 ‘나노바이오기술’이라는 융합기술의 사례를 통해 기술적 특성을 탐색하였다. 첫째, 기존 문헌들에서 정의되었던 ‘나노기술’ 분야와 ‘바이오기술’ 분야가 공통적으로 포함되는 기술 영역을 ‘나노바이오 융합기술’이라고 정의하고 분석에 사용한 특허 샘플의 범위를 한정하였다. 둘째, 나노바이오 융합기술에 있어 기술지식의 융합 및 확산수준을 포착하기 위해 특허정보로부터 여섯 가지 지표를 제안하였다. 특히 본 연구에서는 특허의 인용정보를 기술지식의 융합의 척도로, 피인용정보를 기술지식의 확산의 척도로 이용했다. 셋째, 나노바이오 융합기술과 관련된 세부 기술로서 27개의 대표 미국특허분류(main USPC)에 대하여 여섯 가지 지표를 각각 구하고 각 특허지표의 특성이 높은 미국특허분류를 살펴보았다.

나노기술은 다학제적 학문 분야라는 특성으로 인해 특허의 청구범위가 복잡적으로 기술되어 있어 기존기술과의 차별성을 쉽게 발견하기가 어렵다는 특징을 지니고 있다. 본 연구는 나노바이오 융합기술에 대한 특허분석 결과를 통해 특허정보로부터 미국특허분류(USPC) 단위의 세부 기술개발의 현황 및 특성에 대한 시사점을 얻을 수 있다. 첫째, 인용특허와 피인용특허를 이용해 기존 선행기술과 후행기술을 고려한 특허분석의 지표를 제시했다. 이를 통해 특허활동이 상대적으로 활발한 기술들이 무엇인지, 기술지식의 확산효과 및 잠재성이 상대적으로 큰 기술은 무엇인지, 상대적으로 다양한 기술지식이 융합된 기술은 무엇인지 등에 관한 탐색결과를 얻을 수 있었다. 이 결과를 바탕으로 현 나노바이오 융합기술의 기술 동향이나 공백기술, 원천 특허기술 파악 등을 도출하고 로드맵 기획의 내실화를 위한 근간으로 사용할 수 있을 것이다.

나노바이오 융합기술은 나노기술 분야 중에서도 한국의 기술력이 가장 취약한 분야로, 본 특허분석의 결과는 국가적 차원의 나노바이오 융합기술의 육성을 위한 개발전략 수립의 기초가 될 것이다. 나노바이오 융합기술은 의약, 분석·진단 기술 등 다양한 생명공학 기술에 나노기술이 융합되면서 발전궤적을 이어온 것으로, 향후 제약, 식품, 광학 등의 광범위한 기술영역에 대한 파급효과가 클 것으로 예상된다. 따라서 양적인 측면보다는 질적인 측면에서 융합기술의 성과가 나타날 수 있도록 선택과 집중의 차원에서 나노바이오 융합기술에 대한 장기적 기술개발 로드맵을 수립해야 할 것이다.

본 연구에서는 다음과 같은 한계점을 내포하고 있으며, 향후 연구에서 고려되어야 할 것이다. 첫째, 본 연구는 ‘특허’라는 지식재산의 자료에 국한된 분석에 그쳤는데, 특

히 자료는 출원에서 등록, 등록에서 피인용까지의 시간지연(time-lag)의 문제로 인해 동시대적인 과학적 성과가 반영되지 못한다는 단점을 지니고 있다. 특히 분석범위를 나노바이오 융합기술이라는 좁은 기술 영역으로 한정하고는 있으나, 여전히 나노바이오 융합기술과 관련된 모든 발명이 특허로 출원되지 못한다는 자료상의 한계를 내포한다. 그러므로 보다 정교한 분석을 위해서는 특허 뿐 아니라 기초과학 관련 학술논문 자료를 추가적으로 분석에 고려할 필요가 있다. 둘째, 나노바이오 융합기술과 관련된 생명공학, 제약 산업의 경우 연구개발 기간이 매우 길고 따라서 특허출원 및 등록에 많은 시간이 소요된다는 점은 잘 알려진 사실이다. 따라서 본 연구에 사용된 1996년부터 2005년까지의 기간이 나노바이오 융합기술의 최근 개발동향을 반영한다고 보는 것은 무리가 있다. 또한 본 연구와 같이 10년간의 데이터를 이용한 정적인(static) 분석은 나노바이오 융합기술의 발전 추이를 보여주지는 않으므로, 시간대적 분석을 통해 각 지표가 어떻게 변화하여 왔는지를 관측하는 연구 또한 필요할 것이다.

》》 참고문헌

【국내문헌】

- 조황희, 「나노기술 영향평가에 관한 국내외 동향」, 과학기술정책연구원, 2006.
- 한국특허정보원, 「NT특허분석보고서」, 특허청, 2004.
- 특허청 & 한국발명진흥회, 「특허와 정보분석」, 특허청 & 한국발명진흥회, 2006.

【외국문헌】

- Alcácer, Juan & Gittelman, Michelle, “Patent Citations as a Measure of Knowledge Flows: The Influence of Examiner Citations”, *The Review of Economics and Statistics*, 88(2006).
- Bores, Cristina, et al., “Technological Convergence: A Strategic Perspective”, *Technovation*, 23(2003).
- Ernst, Holger, “Patenting Strategies in the German Mechanical Engineering Industry and their Relationship to Firm Performance”, *Technovation*, 15(1995).
- Falasco, Louis, “United States Patent Classification: System Organization”, *World Patent Information*, 24(2002).
- Fishbine, Glenn, *The Investor's Guide to Nanotechnology and Micromachines*, Wiley, 2002.
- Griliches, Zvi, “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey”, *Journal of Economic Literature*, 28(1990).
- Grossman, Gene & Helpman, Elhanan, *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, 1991.
- Hall, Bronwyn, et al., *The NBER Patent Citations Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools*, CEPR Discussion Paper No. 3094 (December 2001),

- Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=296162>.
- Huang, Zan, et al., “Longitudinal Patent Analysis for Nanoscale Science and Engineering: Country, Institution and Technology Field”, *Journal of Nanoparticle Research*, 5(2003).
- Jaffe, Adam, “Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms’ Patents, Profits and Market Value”, *American Economic Review*, 76(5) (1986).
- Kajikawa, Yuya, et al., “Tracking Emerging Technologies in Energy Research: Toward a Roadmap for Sustainable Energy”, *Technological Forecasting & Social Change*, 75(2008).
- Kodama, Fumio, “Japanese Innovation in Mechatronics Technology”, *Science and Public Policy*, 13(1986).
- No, Hyun Joung & Park, Yongtae, “Trajectory Patterns of Technology Fusion: Trend Analysis and Taxonomical Grouping in Nanobiotechnology”, *Technological Forecasting & Social Change*, 2009, forthcoming.
- US National Science and Technology Council (NSTC), *National Nanotechnology Initiative: The Initiative and its Implementation Plan*, Report, 2002.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), *Technology Fusion: A Path to Innovation, the Case of Optoelectronics*, OECD, Paris, 1993.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), *A Framework for Biotechnology Statistics, Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators*, OECD, Paris, 2005.
- Pilkington, Alan, et al., “The Electric Vehicle: Patent Data as Indicators of Technological Development”, *World Patent Information*, 24(2002).
- Roco, Mihail, “International Strategy for Nanotechnology Research”, *Journal of Nanoparticle Research*, 3(2001).
- Rosenberg, Nathan, “Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910”, *The Journal of economic history*, 23(1963).
- Shea, Christine, “Future Management Research Directions in Nanotechnology: A

- Case Study”, *Journal of Engineering and Technology Management*, 22(2005).
- Scheu, Manfred, “Mapping Nanotechnology Patents: The EPO Approach”, *World Patent Information*, 28(2006).
- Trajtenberg, Manuel, “A Penny for Your Quotes; Patent Citations and the Value of Innovations”, *RAND Journal of Economics*, 21(1990).

〈부록 1〉 나노바이오 융합기술 특허와 관련된 대표 미국특허분류

USPC	Title
127	Sugar, starch, and carbohydrates
204	Chemistry: electrical and wave energy
205	Electrolysis: processes, compositions used therein, and methods of preparing the compositions
210	Liquid purification or separation
216	Etching a substrate: processes
250	Radiant energy
252	Compositions
359	Optical: systems and elements
382	Image analysis
422	Chemical apparatus and process disinfecting, deodorizing, preserving or sterilizing
424	Drug, bio-affecting and body treating compositions
426	Food or edible material: processes, compositions, and products
427	Coating processes
428	Stock material or miscellaneous articles
435	Chemistry: molecular biology and micro biology
436	Chemistry: analytical and immunological testing
504	Plant protecting and regulating compositions
514	Drug, bio-affecting and body treating compositions
523	Synthetic resins or natural rubbers – part of the class 520 series
528	Synthetic resins or natural rubbers – part of the class 520 series
530	Chemistry: natural resins or derivatives; peptides or proteins; lignings or reaction products thereof
536	Organic compounds – part of the class 532–570 series
548	Organic compounds – part of the class 532–570 series
560	Organic compounds – part of the class 532–570 series
600	Surgery
702	Data processing: measuring, calibrating, or testing
800	Multicellular living organisms and unmodified parts thereof and related processes

----- ABSTRACT -----

Exploration of Nanobiotechnologies Using Patent Data**Hyun Joung No, Hyojeong Lim**

When innovation occurs with the collaboration among different technological/ industrial fields, it is called technology fusion. This phenomena influences broader areas and leads to the development of technologies. Technology fusion appears more frequently in knowledge-intensive fields. Despite its attractiveness, there is limited research in technology fusion due to insufficient data in this field.

In this paper, we, utilizing nanobiotechnology, suggest six patent indexes that measure the degree of technological development to analyze the characteristics of fusion technology. By using backward and forward citation information of US patent, we obtain degree of technological diffusion and fusion, technology impact, technology potential, technology cumulativeness, and technology potential.

The fields of USPC 435(molecular biology and microbiology), 436(analytical and immunological testing), and 424(drug, bio-affecting and body treating composition) that show the high level of patent activities and technology potential also exhibit the high value of technological diffusion index. This suggests that these technology fields have higher diffusion effects into diverse fields of technologies as well. The values of technology fusion index for 528(synthetic resins or natural rubbers), 600(surgery), and 436(analytical and immunological testing) are high, which implies that these technology fields are developed with diverse fields of technologies. These outcomes can help us to predict the technological trend, new technology opportunities, and the source technologies of nanobiotechnology as well as serve as a basis for technology roadmapping.

Keywords

Technology fusion, Patent, Citation information, Nanobiotechnology