
국제특허분류(IPC) 공동출현 네트워크 분석을 통해 살펴본 기업의 지식융합 특성이 혁신성과에 미치는 영향 — 전자통신산업 중소기업을 중심으로 —*

이민정** · 송창현*** · 김연배****

I. 서 론

II. 문헌고찰 및 연구가설

1. 투입과 산출 관점에서 활용 및 탐
험에 대한 정의
2. 특허 IPC 기반의 기술네트워크
3. 활용과 탐험의 관점에서 본 지식융
합 특성과 혁신성과의 관계

III. 연구방법

1. 자료의 수집
2. 연구방법 및 모형
3. 변수 설명

IV. 연구결과

V. 결론 및 향후 연구방향

* 본 연구는 2016년 서울대학교 석사학위 논문(이민정, “네트워크 분석을 통한 기업의 기술적 특성이 혁신성과에 미치는 영향: IT산업을 중심으로”, 서울대학교, 석사, 2016)을 수정·보완한 것입니다.

** 한국과학기술기획평가원 제도혁신센터 연구원.

*** 서울대학교 협동과정 기술경영경제정책 전공 박사과정(교신저자).

**** 서울대학교 협동과정 기술경영경제정책 전공 및 공학전문대학원 응용공학과 교수.

초 록

최근 국내 전자통신 산업에서 지식과 기술 단위에서의 융합이 활발히 일어나고 있다. 이 같은 변화는 산업의 대부분을 차지하고 있는 중소기업들에게 엄청난 위협인 동시에 새로운 기회로 작용하고 있다. 특히 기존 지식과 새로운 지식의 역할이 중요한데, 본 연구에서는 이들 지식 사이의 융합이 혁신성과에 미치는 영향에 주목하고 있다. IPC 공동출현 네트워크 개념을 활용하여 기업의 지식융합 특성을 ‘활용적’, ‘탐험적’ 그리고 ‘분산적’으로 구분하고, 이러한 특성들이 각각 활용적, 탐험적 혁신성과에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 실증분석을 실시하였다. 이를 위해 NICE 평가정보에서 제공하는 한국표준산업분류(KSIC-9)(9차개정) 중 26(전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업)과 28(전기장비 제조업)을 전자통신 산업으로 간주하고, 해당 분류에 속한 중소기업들의 자료를 수집하였다. 분석 결과, 활용적인 지식융합은 활용적, 탐험적 혁신성과에 유의미한 영향을 주지 못하는 반면 탐험적 지식융합은 활용적, 탐험적 혁신성과 모두 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편 분산적 지식융합은 활용적 혁신성과에는 긍정적인 영향을 주나, 탐험적 혁신성과에는 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 기업들은 한정된 자원 하에서 자신의 지식융합 특성을 파악하여 전략적으로 혁신을 추구할 필요가 있다는 전략적 시사점을 도출하였다.

주제어

특허, 지식융합, 네트워크 분석, 활용 및 탐험, IPC 공동출현

I. 서 론

경영환경이 급변하는 현대사회에서 기술은 기존 경영학에서 다루던 그 어떤 요인보다도 기업에게 경쟁우위를 부여하는 중요한 요소로 자리 잡았다.¹⁾ 많은 기업들이 연구개발에 투자를 아끼지 않는 것은 타 기업과는 차별화되면서 경쟁력을 갖춘 기술들을 독자적으로 보유하기 위해서이다. 특히 이러한 현상은 기술력의 확보가 기업의 생존과 직결되는 하이테크 산업에서 쉽게 관찰할 수 있는데, 이들 기업은 수익의 상당 부분을 연구비로 재투자함으로써 기술역량을 강화하고 이를 통해 혁신 성과를 창출하고 있다. 하지만 하이테크 산업에서 기술혁신의 속도는 매우 빠른 편이기 때문에 기술 수명의 주기는 짧고 경쟁은 심화될 수밖에 없다. 따라서 기업들은 기존 산업의 성장 한계를 극복하기 위해 여러 가지 노력을 기울이게 되는데, 그중 대표적인 것이 기술 및 산업에서의 융합 활동이다. 연구개발 단계에서 이종 분야 지식들 간의 활발한 결합이 시도되고 있으며, 인접 분야에서의 획기적인 기술 발전은 기존에는 무관해 보이던 타 분야 산업의 발전을 이끌기도 한다.²⁾ 과학 지식들의 융합을 통해 새로운 기술이 탄생하고, 여러 기술들이 조합되어 제품과 서비스가 등장하며 여기에 비즈니스 모델의 융합까지 더해져서 비로소 산업의 융합이 이뤄진다.³⁾ 그 결과 기존 산업 간 경계는 흐릿해지고 기존에는 없던 새로운 산업 분야가 탄생하기도 한다.

이처럼 기업이 산업 단위에서 혁신을 추구하기 위해서는 기본적으로 지식 단위에서의 융합 현상이 필요하다. 이 과정에서 기존의 지식을 반복해서 사

1) Narayanan, V. K., *Managing technology and innovation for competitive advantage*, 1st edition, Pearson, 2000, p.129.

2) Bierly, P. E. & Chakrabarti, A. K., "Dynamic knowledge strategies and industry fusion", *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, Vol.3 No.1-2(2001), pp.31-48.

3) Curran, C. & Leker, J., "Patent indicators for monitoring convergence-examples from NFF and ICT", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.78 No.2(2011), pp.256-273.

용하거나 새로운 영역의 지식과 끊임없이 결합해야 한다.⁴⁾ 기업이 혁신을 통해 제품 또는 서비스를 시장에 내놓기 위해서는 해당 분야에서의 독보적이면서도 깊은 수준의 지식을 필요로 한다. 첨단 산업 분야를 살펴보면 오랜 기간 축적된 노하우와 해당 분야의 여러 기술들이 집약되어, 기업마다 고유한 제품 및 서비스를 제공하고 있음을 알 수 있다. 그러면서도 기업들은 끊임없이 타 기술 분야와의 접목을 통해 제품과 서비스의 진부화를 극복하고, 기존에는 없었던 새로운 가치를 소비자들에게 제공하고 있다. 이는 March (1991)가 제안한 활용과 탐험의 개념으로 이해할 수 있다.⁵⁾ 즉, 기업이 혁신 성과를 이루기 위해서는 지식 융합과정에서 활용적 전략과 탐험적 전략 모두가 필요하다고 볼 수 있다.

상당수의 기존 연구에서는 기업의 활용적, 탐험적 혁신 전략을 측정함에 있어 기업 담당자로부터의 설문 결과에 의존하거나,⁶⁾⁷⁾⁸⁾ 기업의 기술개발 활동을 파악 하는 방법⁹⁾¹⁰⁾ 등을 택하고 있다. 하지만 위와 같은 측정 방법들은 기업의 혁신 전략을 측정함에 있어 몇 가지 한계를 지닌다. 우선 설문 방법의 경우, 아무리 기업의 담당자라 할지라도 추상적 개념인 기업의 혁신전략을

4) Dosi, G., "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change", *Research Policy*, Vol.11 No.3(1982), pp.147-162.

5) March, J. G., "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization Science*, Vol.2 No.1(1991), pp.71-87.

6) He, Z. L. & Wong, P. K., "Exploration vs. exploitation: An empirical test of the ambidexterity hypothesis", *Organization Science*, Vol.15 No.4(2004), pp.481-494.

7) Auh, S. & Menguc, B., "Balancing exploration and exploitation: The moderating role of competitive intensity", *Journal of Business Research*, Vol.58 No.12(2005), pp.1652-1661.

8) Bierly, P. E. & Daly, P. S., "Alternative knowledge strategies, competitive environment, and organizational performance in small manufacturing firms", *Entrepreneurship Theory and Practice*, Vol.31 No.4(2007), pp.493-516.

9) Belderbos, R. et al., "Technological activities and their impact on the financial performance of the firm: Exploitation and exploration within and between firms", *Journal of Product Innovation Management*, Vol.27 No.6(2010), pp.869-882.

10) 하성욱, "활용과 탐험이 경영성과에 미치는 영향: 전자부품 중소기업을 중심으로", 『지식재산연구』, 제39권 제4호(2010), 907-937면.

척도에 맞게 응답하는 것은 쉽지 않으며 주관적인 의견이 반영될 수 있다. 특허의 양적 지표, 기술 인력의 수 등 기술개발 활동을 통한 간접적인 접근은 기업의 혁신전략을 온전히 나타낸다고 보기 어렵다. 그래서 본 연구에서는 기업의 혁신전략을 특허에서 나타나는 지식융합의 특성으로부터 파악하고자 했으며, 그중에서도 특허의 ICT 공동출현 네트워크 지표를 사용하였다.

한편, 기업의 활용적, 탐험적 혁신전략 각각은 창출하는 혁신성과의 종류가 다르다고 알려져 있다.¹¹⁾ 투입적 요소의 성격을 지니고 있는 혁신전략뿐만 아니라 산출적 요소의 성격을 지니고 있는 혁신성과 역시 활용과 탐험의 개념을 도입할 수 있다. 일반적으로 활용적 혁신성과는 현재 기업이 강점을 가지고 있는 분야가 보다 강화된 것으로 단기적으로 뚜렷하게 나타나는 반면, 탐험적 혁신성과는 기업이 다양한 분야로 확장해 나감으로써 불확실한 미래의 리스크를 줄이는 역할을 하여 장기적인 관점에서 기업의 생존 가능성을 높일 수 있다.¹²⁾ 따라서 기업 입장에서는 단기적인 가시적 성과를 위해 활용적 혁신성과를 추구함과 동시에 장기적인 생존을 위해 탐험적 혁신성과 역시 추구하는 것이 가장 이상적이다. 하지만 가용할 수 있는 자원이 한정적이고 특히 기술 중심의 산업에서는 기술개발 경쟁으로 인해 시간적 여유가 없기 때문에 기업이 활용과 탐험을 동시에 추구하는 것이 결코 쉬운 일은 아니다. 그렇기 때문에 기술 중심의 기업들은 한정된 연구개발 자원을 효과적으로 배분하여 전략적으로 혁신을 추구하는 것이 매우 중요하다.¹³⁾ 기업 입장에서는 자사의 지식융합 특성을 파악하고 이 정보에 근거하여 적절한 혁신전략을 세울 수도 있고 혹은 기업이 지향하는 혁신 목표에 맞추어 자사의 지식융합 특성을 적절히 선택할 수도 있다.

11) He, Z. L. & Wong, P. K. "Exploration vs. exploitation: An empirical test of the ambidexterity hypothesis", *Organization Science*, Vol.15 No.4(2004), pp.481-494.

12) Levinthal, D. A. & March, J. G., "The myopia of learning", *Strategic Management Journal*, Vol.14 No.S2(1993), pp.95-112.

13) Lin, B. W. & Chen, J. S., "Corporate technology portfolios and R&D performance measures: a study of technology intensive firms", *R&D Management*, Vol.35 No.2 (2005), pp.157-170.

본 연구에서 다루고자 하는 주요 연구문제는 다음과 같다. 첫째로 기업의 지식융합 특성과 혁신성과를 정의하고 지식융합 특성이 혁신성과에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 특히 지식융합의 특성을 활용과 탐험의 관점에서 구분하여 이것들이 각각 활용과 탐험적 혁신 성과에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하고자 한다. 기업이 가지고 있는 기술적 특성이 혁신성과에 미치는 영향에 대해서 실증적으로 분석한 연구들은 많지만, 이들 각각을 활용과 탐험의 관점에서 정의하고 구분하여 본 연구는 많지 않다. 단순히 활용적 지식융합 특성이 활용적 혁신성과에, 탐험적 지식융합 특성이 탐험적 혁신성과에 영향을 미치는지를 확인하는 데서 그치지 않고 교차적으로는 어떤 영향을 미치는지 등도 살펴봄으로써 보다 다양한 시사점을 도출하고자 한다. 둘째로는 분산적으로 일어나는 지식융합의 경우 각 혁신성과에 어떠한 영향을 미치는지를 확인함으로써, 활용과 탐험을 동시에 추구하는 혁신전략의 장단점을 살펴보고자 한다. 마지막으로 기업의 지식융합 특성을 특허 그 자체나 특허의 인용정보가 아닌 기술 분야 분류체계인 국제특허분류(IPC: International Patent Classification) 코드의 공동출현 네트워크 개념으로 측정할 수 있는지를 확인하고자 한다. 아직까지는 IPC 공동출현 네트워크의 개념을 실증분석에 이용한 사례가 매우 드물기 때문에 이에 대한 이론적, 실증적 근거가 빈약하다. 하지만 IPC 공동출현은 하나의 특허를 구성하고 있는 기술 분야들의 조합 현상을 나타내고 있다는 점에서 기업이 특정 분야에 집중하는지 아니면 보다 새로운 기술 분야로 확장하려고 하는지 등을 분석할 수 있다는 장점이 있다.

이상의 주요 연구 문제에 대한 답을 구하기 위해 본 연구는 다음과 같이 구성되었다. 2장에서는 기업의 혁신전략을 활용과 탐험의 관점에서 살펴본 문헌들을 검토해 보고 기업의 지식융합 특성과 혁신성과의 개념을 활용과 탐험의 관점에서 정의내리고자 한다. 또한 특허의 분류정보인 IPC 코드와 특허분석을 활용할 수 있는 이론적 근거를 마련하고 가설을 도출하였다. 3장에서는 연구 자료의 수집과 연구 모형, 변수에 대한 설명을 다루고 4장과 5장에서는 분석 결과에 대한 해석과 시사점 그리고 향후 연구방향에 대해 논

의한다.

II. 문헌고찰 및 연구가설

1. 투입과 산출 관점에서 활용 및 탐험에 대한 정의

조직학습 분야에서 활용과 탐험의 개념이 도입된 이후, 다양한 분야에서 개념적 연구가 활발히 진행되었는데, 특히 기업의 기술 전략 및 기술학습과 관련해서 많은 연구들이 진행되어 왔다.¹⁴⁾¹⁵⁾ 이들 연구에서는 기업 혁신 전략의 성격이 활용적인지 또는 탐험적인지의 여부에 따라 각각 어떤 결과로 이어지는지를 살펴보거나 기업의 기술 전략에 따라 활용적, 탐험적 혁신성과에 각각 어떤 영향을 미치는지 등을 살펴보고 있다. 하지만 아직까지 기업의 혁신 전략과 혁신 성과 모두를 활용과 탐험의 관점에서 분류하고 관계를 살펴본 연구는 많지 않다.

기업은 제한된 자원을 배분하여 여러 활동을 수행해야 하기 때문에 활용과 탐험 사이에는 어느 정도 상충관계가 존재한다. 이 같은 속성을 March (1991)는 적정균형논의를 통해 제시하고 있는데, 활용과 탐험이 서로 적정한 수준에서 균형을 이루어야 기업이 단기적으로는 높은 성과를 이루면서 장기적으로는 다양성을 기반으로 생존할 수 있다고 본 것이다. 기술 전략 및 혁신 성과에 대해서도 마찬가지로 이 같은 논의를 적용시켜 볼 수 있다. 기업은 원하는 성과를 이루기 위해 기술 전략을 어떻게 추구할지 결정해야 하고, 이를 위해 기업의 기술 전략이 혁신 성과에 미치는 영향에 대해 활용과 탐험

14) Benner, M. J. & Tushman, M., "Process management and technological innovation: A longitudinal study of the photography and paint industries", *Administrative Science Quarterly*, Vol.47 No.4(2002), pp.676-707.

15) Voss, G. B. et al., "The effects of slack resources and environmental threat on product exploration and exploitation", *Academy of Management Journal*, Vol.51 No.1(2008), pp.147-164.

의 관점에서 수행된 추가적인 실증연구 결과가 필요하다. 실제로 기업 입장에서 연구개발은 물론이고 제품 상용화, 마케팅에 이르기까지 많은 시간과 비용이 소모되기 때문에 연구개발 단계에서부터 전략적인 활동이 요구되는데, 특히 중소기업은 연구개발을 위한 인적, 재정적 자원이 대기업에 비해 상대적으로 적기 때문에 한정된 자원을 효율적으로 활용하여 성과를 극대화하는 것이 중요하다.¹⁶⁾

활용과 탐험의 개념은 지금까지 많은 실증 연구에서 차용되었는데 연구마다 조금씩 사용된 맥락이 다르다. 활용과 탐험의 개념을 적절하게 적용하기 위해 참고의 목적으로 기존 연구들에서 나타나는 활용과 탐험의 개념을 <표 1>에 정리해 보았다. 이들로부터 공통된 속성을 추출해 보면 활용의 핵심 속성은 ‘기존에 가지고 있는 것을 반복적으로 이용하는 것’인 반면, 탐험의 핵심 속성은 ‘기존의 영역에서 벗어나 새로운 것을 시도하는 것’으로 요약해 볼 수 있다.

한편, 활용과 탐험의 개념을 정의함에 있어 투입과 산출의 관점을 명확히 구분하는 것 역시 중요하다.¹⁷⁾ 이는 투입과 산출의 속성이 뚜렷하게 다르기 때문인데, 기업의 기술 혁신 과정을 예로 든다면 투입은 기술 개발을 위해 사용되는 자원, 역량 그리고 지식융합 활동 등으로 이해할 수 있다. 반면 산출은 기술 혁신의 산물로서 기술 그 자체일 수도 있고, 제품 또는 서비스의 형태로 표현될 수도 있다. 따라서 투입과 산출의 관점을 정확히 구분하여야 같은 활용과 탐험의 개념이라 할지라도 서로 다른 조작적 정의를 올바르게 사용할 수 있다.

먼저 투입의 관점에서 활용과 탐험을 살펴보면, 활용은 기존에 보유하고 있던 기술 분야에서의 지속적인 기술 개발¹⁸⁾이나 개선¹⁹⁾을 의미한다. 기업

16) 박상문·이병헌, “탐험과 활용의 혁신전략과 연구개발조직이 중소기업의 기술혁신에 미치는 영향”, 『기술혁신학회지』, 제11권 제1호(2008), 118-143면.

17) 김효정·박남규, “활용(Exploitation)과 탐험(Exploration)에 대한 실증연구 결과가 제기하는 개념적 이슈와 향후 연구과제”, 『전략경영연구』, 제13권 제3호(2010), 1-34면.

18) Belderbos, R. et al., “Technological activities and their impact on the financial performance of the firm: Exploitation and exploration within and between firms”,

이 이전부터 보유하고 있거나 집중적으로 연구개발하는 기술 분야이기 때문에 다른 분야보다 깊은 탐색이 이루어진다.²⁰⁾ 혁신은 기존 지식과 새로운 지식 등 여러 지식의 조합의 산물이다. 따라서 혁신을 위한 지식융합의 측면에서 활용이란, 여러 조합에서 중심적인 역할을 하는 ‘특정 기술 분야의 반복적인 사용’이라고 볼 수 있다. 기존 연구에서의 활용의 개념과 차별성을 지니는 것은 해당 기술 분야의 사용만을 강조하지 않고 다른 기술 분야와의 조합에서 반복적으로 사용되었음을 포착했다는 점이다. 한편 투입의 관점에서 탐험은 새로운 기술 분야에서의 기술 개발²¹⁾이나 새로운 지식의 생성²²⁾ 등을 의미한다. 기존에 존재하지 않던 분야로의 확장을 위해서는 좁고 깊은 탐색보다는 넓은 범위에서의 탐색이 요구된다.²³⁾ 그렇기 때문에 기업의 지식융합이 보다 다양한 분야를 바탕으로 일어나고 있다면 이는 탐험적 성격을 강하게 지니고 있다고 볼 수 있다.

산출의 관점에서도 역시 활용과 탐험의 개념을 구분할 수 있다. 활용이 기존 기술의 수정 또는 개선을 통한 점진적 혁신이라면, 탐험은 기존의 패러다임을 벗어나는 급진적 혁신으로 간주할 수 있다.²⁴⁾ 따라서 활용적 혁신성과

Journal of Product Innovation Management, Vol.27 No.6 (2010), pp.869-882.

19) Auh, S. & Menguc, B., “Balancing exploration and exploitation: The moderating role of competitive intensity”, *Journal of Business Research*, Vol.58 No.12(2005), pp.1652-1661.

20) Katila, R. & Ahuja, G., “Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction”, *Academy of Management Journal*, Vol.45 No.6(2002), pp.1183-1194.

21) Belderbos, R. et al., “Technological activities and their impact on the financial performance of the firm: Exploitation and exploration within and between firms”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.27 No.6(2010), pp.869-882.

22) Bierly, P. E. & Daly, P. S., “Alternative knowledge strategies, competitive environment, and organizational performance in small manufacturing firms”, *Entrepreneurship Theory and Practice*, Vol.31 No.4(2007), pp.493-516.

23) Katila, R. & Ahuja, G., “Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction”, *Academy of Management Journal*, Vol.45 No.6(2002), pp.1183-1194.

24) Voss, G. B. et al., “The effects of slack resources and environmental threat on product exploration and exploitation”, *Academy of Management Journal*, Vol.51 No.1(2008), pp.147-164.

란 기존 기술 분야에서 추가적인 성과를 얻음으로써 기존 분야가 강화되는 것을 의미하고, 탐험적 혁신성과는 새로운 기술 분야에서의 성과를 얻음으로써 기술 분야가 확장되는 것을 의미한다. 기업의 입장에서는 활용적 혁신 성과를 통해 현재 가지고 있는 기술 분야에 대한 확고한 지위를 구축할 수 있으며 노하우 등의 축적을 통해 특화된 지식을 소유할 수 있게 된다. 반면 탐험적 혁신성과를 통해서에는 기존에는 없던 새로운 분야로의 확장을 도모할 수 있고, 동종분야의 다른 기업들이 추구하지 못하는 독특한 성과를 추구할 수 있는 가능성이 생긴다.

〈표 1〉 활용 및 탐험에 관한 선행문헌에서의 정의, 관점 정리

문헌	활용	탐험	관점
March (1991)	선택(choice), 생산(production), 효율성(efficiency), 선별(selection)	조사(search), 위험의 감수(risk-taking), 유연성(flexibility), 발견(discovery)	-
Auh and Menguc (2005)	기존에 존재하는 기술이나 능력을 바탕으로 개선하거나 연장하는 것	혁신적으로 기존의 아이디어를 통해 도전하는 것	투입
Belderbos et al. (2010)	5년간 기업이 특허를 냈던 기술 영역에 대한 기술 생성	5년간 기업이 특허를 내지 않았던 기술 영역에 대한 기술생성	투입
Bierly and Daly (2007)	기존의 지식의 레버리지 능력	새로운 지식의 생성	투입
Katila and Ahuja (2002)	탐색의 깊이(Depth)	탐색의 범위(Scope)	투입
Benner and Tushman (2002)	기존 기술 궤적의 강화	새로운 기술궤적으로의 이전	산출
Quintana-García and Benavides-Velasco (2008)	기존의 지식을 이용해 개선하는 것	새로운 지식이나 조합을 생성하는 것	산출
Voss et al. (2008)	기존의 제품의 수정, 개선을 통한 점진적 혁신	기존의 제품에 새로운 요소나 디자인을 추가한 급진적 혁신	산출
공통점	기존에 가지고 있는 것을 반복적으로 이용	기존의 영역에서 벗어나 새로운 것을 시도	

2. 특허 IPC 기반의 기술네트워크

기업이 보유하고 있는 기술을 가장 잘 반영하는 것이 바로 특허이다. 물론 특허화되기 어려운 암묵지적인 지식도 존재하고, 기업이 전략적으로 특허를 내지 않는 지식도 있기 때문에 모든 혁신활동의 산물이 특허에 다 반영되는 것은 아니다.²⁵⁾ 하지만 특허는 다른 어느 지표보다도 기업이 보유하고 있는 기술에 대해 많은 정보를 포함하고 있으며 수많은 연구들이 혁신 활동과 관련하여 특허 정보를 이용하고 있다.

특허는 보호받고자 하는 발명 내용인 청구항, 출원인, 출원일 등 다양한 정보로 구성되어 있다. 그중에서도 특허의 인용정보는 많은 연구에서 관심의 대상이 되어 왔다. 특허의 자격 요건 중 가장 중요한 것은 바로 신규성인데 이를 판단하기 위해 출원인은 선행기술을 기입해야 할 의무²⁶⁾가 있고 특허 심사관 역시 심사대상 발명과 유사한 선행 기술에 대한 정보를 기입해야 한다.²⁷⁾ 출원인과 심사관이 선정한 선행기술은 특허의 인용 정보로 구분되어 인용 네트워크를 구성하는 바탕이 된다. 특허의 인용정보를 일종의 지식 흐름으로 볼 수 있다면,²⁸⁾ 특허 인용네트워크를 분석함으로써 기술 지식의 전달, 확산 그리고 기술 협력관계 등을 파악할 수 있다. 특허 인용네트워크는 기술 궤적을 추적하는 연구²⁹⁾나 특허의 질적, 경제적 가치를 평가하는 연구³⁰⁾ 등에서 많이 활용되었고, 더 나아가서는 특허를 보유한 기업의 성과와

25) Joo, S. H. & Kim, Y., "Measuring relatedness between technological fields", *Scientometrics*, Vol.83 No.2(2010), pp.435-454.

26) 2011년 7월 1일 이후 특허, 실용신안 출원부터 선행기술의 기재가 의무화됨(특허법 42조 3항)

27) 추기능, "출원인 인용 대 심사관 인용", 『지식재산연구』, 제6권 제4호(2011), 209-241면.

28) Hu, A. G. & Jaffe, A. B., "Patent citations and international knowledge flow: the cases of Korea and Taiwan", *International Journal of Industrial Organization*, Vol.21 No.6(2003), pp.849-880.

29) Fontana, R. et al., "Mapping technological trajectories as patent citation networks. An application to data communication standards", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.18 No.4(2008), pp.311-336.

30) Trajtenberg, M., "A penny for your quotes: patent citations and the value of

어떤 관련이 있는지를 파악하는 연구들³¹⁾도 진행되었다.

하지만 특허 인용정보의 유용성에도 불구하고 활용에 있어 몇 가지 단점이 제기된다. 우선 분석의 단위가 인용, 피인용 관계에 있는 개별적인 특허 쌍이기 때문에 분석의 범위가 제한적이다.³²⁾ 특허 단위의 분석이기 때문에 중복되는 피인용 특허가 많지 않을 경우에는 네트워크 분석에서 그다지 유용한 정보를 얻지 못할 가능성이 높다. 또한 특허의 인용정보는 해당 특허의 신규성에 한계를 부여하는 요소로 작용할 수 있기 때문에 출원인은 되도록이면 최소한의 인용을 하게 되는 경향이 있다.³³⁾ 이 경우에 실제로 해당 발명에 직간접적으로 영향을 미친 지식 흐름의 영향이 과소평가될 가능성이 있다.

이에 따라 특허의 인용정보 외에 다른 정보를 활용하고자 하는 시도들이 있었는데, 그중 하나가 특허의 기술 분류체계를 활용한 접근법이다. Joo & Kim(2010)은 특허의 분류체계가 전 세계 공통의 가이드라인에 근거한다는 점과 특허 심사관에 의해 엄격하게 심사된 후 부여된다는 점에서, 과학기술 논문과는 달리 인용관계보다는 분류체계를 통해 관계를 살피는 것이 더 적절하다고 보았다. 또 특허의 인용 정보가 미국특허청(USPTO: United States Patents and Trademark Office)이나 유럽특허청(EPO: European Patent Office) 등에서 제한적으로 제공되는 것과 달리, 특허의 분류체계는 전 세계 거의 대부분의 특허에 공통적으로 적용되고 있기 때문에 정보 접근성 측면에서도 장점으로 꼽힌다.

IPC(International Patent Classifications) 코드는 특허의 기술적 분류를 위해

innovations", *The RAND Journal of Economics*, Vol.21 No.1(1990), pp.172-187.

31) Hall, B. H. et al., "Market value and patent citations: A first look", *NBER Working Paper Series*, No.7741(2000), pp.1-46.

32) Yoon, B. & Park, Y., "A text-mining based patent network: Analytical tool for high-technology trend", *Journal of High Technology Management Research*, Vol.15 No.1(2004), pp.37-50.

33) Criscuolo, P. & Verspagen, B., "Does it matter where patent citations come from? Inventor vs. examiner citations in European patents", *Research Policy*, Vol.37 No.10 (2008), pp.1892-1908.

세계지적재산권기구(WIPO: World Intellectual Property Organization)에서 제정한 위계적인 기술 분류체계이다. 각국의 특허 심사관들은 엄격한 가이드라인에 의거하여 특허에 IPC 코드를 부여하게 된다. IPC는 범위의 크기 순서대로 4개의 수준으로 구성되며(Level 1은 Section, Level 2는 Class, Level 3은 Subclass, Level 4는 Group), 아래 수준으로 갈수록 보다 구체적인 기술 영역으로 구분된다.

IPC는 역동적으로 변화하는 다양한 기술 분야를 즉시 반영하기에는 상대적으로 정적인 체계라는 지적도 있지만,³⁴⁾ 해당 특허의 세부적인 기술 분야를 나타내는 데 적절한 지표일 뿐만 아니라 이를 통해 보다 세밀한 분석이 가능하다는 장점이 있어 여러 연구에서 활용되고 있다.³⁵⁾ 특히 하나의 특허에 둘 이상의 IPC가 부여될 수도 있는데, 이와 같은 경우를 IPC 공동출현(IPC co-occurrence)이라 한다. 이는 해당 특허가 둘 이상의 기술 분야를 포괄하고 있다는 의미를 지닌다. 따라서 연구자 개인 또는 기업, 조직 등이 보유하고 있는 특허들의 IPC 공동출현 패턴을 비교하게 되면 세부기술 분야 간 연결성을 파악할 수 있다.³⁶⁾

한 기업이 보유하고 있는 특허들로부터 IPC 코드를 추출하여 이를 노드(node)로 설정하고, 하나의 특허에 동시적으로 출현한 IPC코드끼리 링크(link)를 생성하여 네트워크로 구현한 것이 IPC 공동출현 네트워크이다(그림 1 참고).

IPC 공동출현이 자주 나타나는 IPC 코드의 조합이 있다는 것은 해당 기업이 그 IPC 분야들에서 활발히 지식융합 활동을 하고 있다는 의미로 간주할 수 있다.³⁷⁾ 또한 IPC 공동출현 네트워크상에서 특정 IPC 분야가 중심성

34) Lai, K. K. & Wu, S. J., "Using the patent co-citation approach to establish a new patent classification system", *Information Processing & Management*, Vol.41 No.2 (2005), pp.313-330.

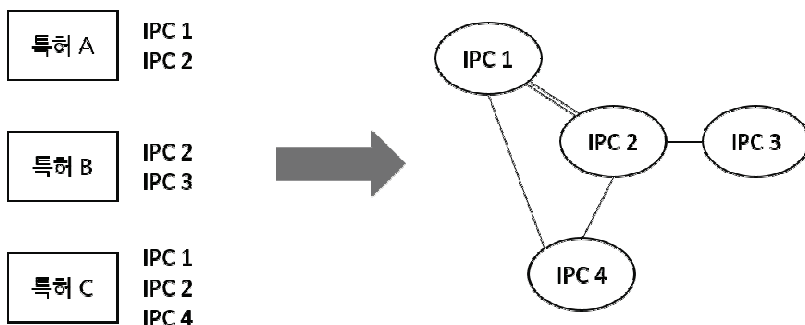
35) Ernst, H., "Patent information for strategic technology management", *World Patent Information*, Vol.25 No.3(2003), pp.233-242.

36) Suzuki, J. & Kodama, F., "Technological diversity of persistent innovators in Japan: Two case studies of large Japanese firms", *Research Policy*, Vol.33 No.3(2004), pp.531-549.

(centrality)이 높다는 것은 그만큼 그 IPC 분야가 타 분야와의 지식융합에 있어 핵심적인 역할을 하는 분야임을 의미한다. 이와 같이 IPC 공동출현 정보는 주로 기술 간의 융합³⁸⁾³⁹⁾ 또는 기술 간의 거리를 바탕으로 한 기술 간의 관계⁴⁰⁾를 살펴보는 연구에서 활용되고 있다.

IPC 공동출현 네트워크는 특허단위로 보는 인용네트워크에 비해 기술 분야 단위의 분석이 가능하다는 장점이 있으며, 분류의 시점이 특허 등록의 시점과 동일하기 때문에 인용 네트워크 분석에서 단점으로 꼽히는 시차 문제에서 비교적 자유롭다.⁴¹⁾ 본 연구에서는 기존 기술 분야의 융합 양상을 볼 수 있다는 점에서 IPC 공동출현 네트워크 분석을 활용하고자 한다.

〈그림 1〉 기업 내 기술 간의 IPC 공동출현 네트워크 구성 원리



37) Schoen, A. et al., Heimeriks, G. & Alkemade, F., "The network structure of technological developments: Technological distance as a walk on the technology map", Science & Technology Indicators Conference, 2012, pp.733-742.

38) Curran, C. & Leker, J., "Patent indicators for monitoring convergence-examples from NFF and ICT", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.78 No.2(2011), pp.256-273.

39) Geum, Y. et al., "Technological convergence of IT and BT: Evidence from patent analysis", *ETRI Journal*, Vol.34 No.3(2012), pp.439-449.

40) Kim, M. S. & Kim, C., "On a patent analysis method for technological convergence", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol.40(2012), pp.657-663.

41) Kim, C. & Kim, M. S., "Identifying core environmental technologies through patent analysis", *Innovation*, Vol.17 No.1(2015), pp.139-158.

3. 활용과 탐험의 관점에서 본 지식융합 특성과 혁신성과의 관계

기업이 새로운 기술을 개발하기 위해서는 기본적으로 기존에 가지고 있던 여러 기술 분야의 지식들이 조합되어야 한다. 이때 특정분야의 지식들만이 반복적으로 사용된다면, 이 기업의 지식융합 활동은 활용적 특성이 강하다고 볼 수 있다. 지식의 융합 과정에서 특정 분야의 지식이 반복적으로 사용된다는 개념을 기업 내 특허들의 IPC 공동출현 현상에 적용해 보면, 특정 IPC들의 중심성이 높게 나타나는 현상과 관련지을 수 있다. 일반적으로 기업이 동일한 분야의 지식을 반복적으로 사용할 경우, 경험이 누적되어 실수가 감소하고 타 기업에 비해 해당 분야에 대한 깊은 이해가 가능하다는 장점이 있다.⁴²⁾ 즉, 특정 노드들의 중심성이 큰 네트워크를 가진 기업일수록 특정 분야에 특화된 기술 경험을 보유하고 있다고 볼 수 있다. 기업이 제품 또는 서비스를 생산하면서 얻게 되는 유, 무형의 기술 경험은 기업에게 경쟁우위를 부여하며 혁신을 이끄는 원동력으로 작용하게 된다.⁴³⁾ 따라서 네트워크 내 특정 노드들의 큰 중심성은 ‘활용’적 지식융합 특성과 같은 맥락을 지니고 있으며, 위 선행연구 및 본 연구의 정의를 바탕으로 다음과 같은 가설을 도출하였다.

가설 1. 기업의 지식융합 과정에서 특정 분야의 지식을 반복적으로 사용할수록 기업의 혁신성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

‘탐험’적 지식융합 특성은 얼마나 다양한 분야의 지식들이 융합과정에 사용되는지를 측정한 개념이다. 이를 기업 내 특허들의 IPC 공동출현 현상에

42) Ahuja, G., & Lampert, C. M., “Entrepreneurship in the large corporation: A longitudinal study of how established firms create breakthrough inventions”, *Strategic management journal*, Vol.22 No.6-7(2001), pp.521-543.

43) Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A., “Dynamic capabilities and strategic management”, *Strategic Management Journal*, Vol.18 No.7(1997), pp.77-115.

적용해 보면, 네트워크를 구성하고 있는 노드들의 종류가 다양한 것과 연관 지을 수 있다. 기업이 서로 다른 분야의 지식들을 융합 활동에 사용하기 위해서는 특허와 같이 구체적인 기술 또는 경험과 같은 암묵지를 보유하고 있어야 한다. 이는 기업의 기술다각화 전략과도 관련이 깊다. 일반적으로 기업이 보유한 기술 분야가 다양할수록 서로 다른 지식들 사이에 흐름이 활발해져 기업의 혁신에 긍정적인 영향을 미친다고 알려져 있다.⁴⁴⁾ 또한 기업의 기술다각화 전략은 다른 기술 분야와의 융합을 촉진시켜 기업의 탐험적 혁신 역량에 긍정적인 영향을 미치게 되는데,⁴⁵⁾ 보유한 기술이 다양할수록 기존에 시도하지 않은 새로운 조합을 시도할 가능성이 높아지기 때문에 결과적으로 기업의 혁신 성과에도 긍정적인 영향을 미치게 된다.⁴⁶⁾ 따라서 네트워크의 노드 다양성은 ‘탐험’적 지식융합 특성과 같은 맥락을 지니고 있으며, 위 선행연구 및 본 연구의 정의를 바탕으로 다음과 같은 가설을 도출하였다.

가설 2. 기업의 지식융합 과정에 사용되는 분야가 다양할수록 기업의 혁신성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

지식융합의 특성을 나타내는 데 사용한 활용과 탐험의 개념이 상호배타적이지 않다고 가정하면, 이 둘을 동시에 추구하는 전략 및 그러한 특성을 적절하게 나타낼 수 있는 지식융합 특성에 대해서도 논의해 볼 수 있을 것이다. 기업은 특정 기술 분야 중심이 아닌 다양한 기술 분야에서 동시다발적으로 지식융합 활동을 진행할 수 있다. 활용과 탐험의 상호작용을 살펴본 대다수의 기존 연구들은 활용과 탐험이 같이 이루어졌을 때 혁신성과에 긍정적

44) Granstrand, O., "Towards a theory of the technology-based firm", *Research Policy*, Vol.27 No.5(1998), pp.465-489.

45) Quintana-García, C. & Benavides-Velasco, C. A., "Innovative competence, exploration and exploitation: The influence of technological diversification", *Research Policy*, Vol.37 No.3(2008), pp.492-507.

46) Fleming, L., "Finding the organizational sources of technological breakthroughs: the story of Hewlett-Packard's thermal ink-jet", *Industrial and Corporate Change*, Vol.11 No.5(2002), pp.1059-1084.

인 영향을 준다고 보고 있다.⁴⁷⁾ 활용과 탐험을 동시에 추구할 때 상승작용이 발생하는 이유에 대해서는 일반적으로 흡수역량의 역할과 혁신의 독특성이 언급된다. Cohen & Levinthal(1994)이 제시한 흡수역량의 개념으로 활용과 탐험의 혁신전략을 이해하면, 기존 지식에 대한 충분한 활용과 새로운 지식으로의 넓은 확장이 기업 입장에서 학습을 위한 흡수역량의 강화로 이어진다.⁴⁸⁾ 또 한편으로는 활용과 탐험을 동시에 추구할 때, 각각을 따로 추구할 때는 포착할 수 없었던 차별화되는 결과를 얻을 수 있다.⁴⁹⁾ 이처럼 활용과 탐험은 동시에 추구할 때, 각각을 따로 적용했을 때와 비교하여 추가적인 시너지 효과가 있을 것임을 유추할 수 있다. 새로운 기술 영역으로 확장하기 위해서는 기존 기술 분야에 대한 철저한 이해가 필요한 동시에, 새로운 분야에 대한 학습은 기존 분야에 대한 이해를 보다 강화할 수 있는 것이다. 따라서 기업의 지식융합 특성이 ‘활용’적 특성과 ‘탐험’적 특성을 동시에 지닐 때에도 기업의 혁신 성과에 긍정적인 영향을 미친다고 기대할 수 있다. 물론 지식융합 과정에서 활용과 탐험을 동시에 추구하는 것은 쉽지 않은 일이다. 특히 가용할 수 있는 자원에 한계가 있는 중소기업의 입장에서는 다양한 분야에서 동시에 융합 활동을 수행하기 위해 부족한 자원을 분산시키는 것이 오히려 독이 될 수도 있다. 실제로 지식네트워크의 다양성이 높으면서 밀도도 높을 경우, 지식 창출에 긍정적인 영향을 미친다고 연구되었지만,⁵⁰⁾ 다양한 분야에서의 지식융합은 필연적으로 거래비용의 증가를 가져오고 이것이 기업의 혁신성과에 부정적인 영향을 미친다는 연구 결과도 존재한다.⁵¹⁾ 이

47) Katila, R. & Ahuja, G., “Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction”, *Academy of Management Journal*, Vol.45 No.6(2002), pp.1183-1194.

48) Cohen, W. M. and Levinthal, D. A., “Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation”, *Administrative Science Quarterly*, Vol.35 No.1(1990), pp.39-67.

49) Katila, R. & Ahuja, G., “Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction”, *Academy of Management Journal*, Vol.45 No.6(2002), pp.1183-1194.

50) Phelps, C. et al., “Knowledge, networks, and knowledge networks: A review and research agenda”, *Journal of Management*, Vol.38 No.4(2012), pp.1115-1166.

상의 논의를 바탕으로 다음과 같은 가설을 도출하였다.

가설 3. 기업의 지식융합 과정에서 다양한 분야에서 동시다발적인 융합 활동을 할수록 기업의 혁신성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

〈표 2〉 기업의 지식융합특성

구 분	내 용
활용적 지식융합	특정 분야 중심의 지식 융합
탐험적 지식융합	다양한 분야와의 지식 융합
분산적 지식융합	다양한 분야에서 동시다발적인 지식 융합

III. 연구방법

1. 자료의 수집

기업의 지식융합 특성이 혁신성과에 미치는 영향을 살펴보기 위해서는 기본적으로 특허 활동이 활발한 기업들을 분석의 대상으로 할 필요가 있다. 이를 위해 본 연구에서는 분석의 대상을 전기, 전자통신 분야의 중소 제조업체로 한정하기로 하였다. 해당 산업에 속하는 중소기업들은 제조업 전반에 비해 기술개발 인력의 구성 비율, 연구개발 투자 등에서 월등히 높은 수치를 기록하고 있다.⁵²⁾ 전기, 전자통신 분야는 다른 산업분야에 비해 기술주기가 상대적으로 짧고 완전경쟁시장에 가깝기 때문에, 기술역량 확보를 통해 경쟁업체들보다 새로운 제품과 서비스를 빠르게 시장에 출시하고 비용은 절감

51) Galende, J. & de la Fuente, J. M., "Internal factors determining a firm's innovative behaviour", *Research Policy*, Vol.32 No.5(2003), pp.715-736.

52) 하성욱, "활용과 탐험이 경영성과에 미치는 영향: 전자부품 중소기업을 중심으로", 『지식재산연구』, 제39권 제4호(2010), 907-937면.

해야 한다. 따라서 본 연구에서는 한국표준산업분류(KSIC 제9차 개정) 26(전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업)과 28(전기장비 제조업)에 해당하는 중소기업들 중 NICE 평가정보에서 기업의 설립년도와 매출액 자료가 제공되는 기업들을 분석의 대상으로 선정하였다. 해당 기업들이 보유하고 있는 특허 데이터는 특허청이 제공하는 특허정보검색서비스(KIPRIS)를 통해 수집하였다. 일차적으로 선정된 1,510개의 중소기업 중 결측자료가 발생한 기업들을 제외하고 최종적으로 816개 기업을 분석하였다.

2. 연구방법 및 모형

본 논문에서는 기업의 지식융합 특성과 혁신성과 간의 관계를 밝히기 위해 음이항 모형을 사용해 분석을 실시하였다. 본 연구에서 사용한 종속변수는 활용적 혁신성과 및 탐험적 혁신성과로서, IPC 개수를 측정 단위로 하고 있다. 이처럼 가산자료를 종속변수로 사용할 경우, 정규성 및 잔차의 등분산성 가정을 만족시키지 않아 일반적인 최소제곱 추정법을 사용하기 어렵기 때문에 포아송(Poisson) 모형이나 음이항(negative binomial) 모형을 사용하여 최우추정법을 통해 회귀계수를 추정한다.⁵³⁾ 하지만 포아송 모형의 경우 종속변수의 평균과 분산이 동일하다는 동일산포(equi-dispersion) 가정을 하고 있어, 만약 자료가 과대산포(over-dispersion)의 특성을 가질 경우에는 정확한 추정이 어렵다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 종속변수가 과대산포의 특성을 가지는지 통계적으로 검정해 본 후, 과대산포가 존재할 경우에는 포아송 모형 대신 음이항 모형을 사용하여 분석을 진행하고자 한다. 포아송 모형이나 음이항 모형은 모수에 대해 비선형 함수이기 때문에 일반 최소제곱 모형처럼 회귀계수를 설명변수의 한계효과로 해석할 수 없다는 점을 주의해야 한다.⁵⁴⁾

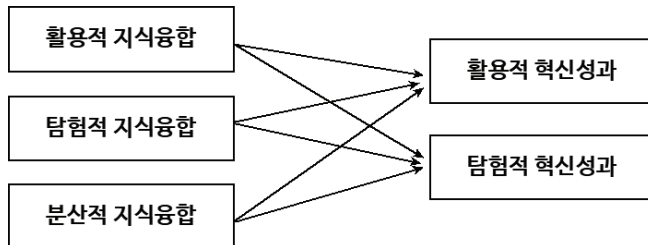
53) Greene, W. H., "Functional forms for the negative binomial model for count data", *Economics Letters*, Vol.99 No.3(2008), pp.585-590.

54) Hill, R. C. et al., *Principles of Econometrics*, 3rd edition, John Wiley & Sons Inc.,

한편, 일반적으로 기업의 기술개발 활동과 성과 사이에는 시차가 존재한다고 알려져 있는데, 기존의 많은 연구들에서 시차의 크기를 다룬 바 있다. 연구개발 활동과 특허 출원 사이의 시차를 본 연구,⁵⁵⁾ 보유 기술의 다양성과 특허 허가 사이의 시차를 확인한 연구,⁵⁶⁾ R&D 투자와 특허 출원 사이의 시차를 밝힌 연구⁵⁷⁾ 등의 논의들을 종합해본 결과, 본 연구에서는 종속변수인 혁신성과와 설명변수인 지식융합 특성 간 시차를 2년으로 설정하였다.

자료의 특성상 종속변수는 이분산성을 가질 것으로 판단되며, 이 경우 화이트 표준오차의 사용을 통해 추정의 정확성을 향상시킬 수 있다. 특히 대표본인 경우 화이트 표준오차의 사용이 타당하다고 간주하기 때문에⁵⁸⁾ 본 연구에서는 화이트 표준오차로 계산하였다.

〈그림 2〉 연구모형



2011, pp.572-575.

55) Kondo, M., "R&D dynamics of creating patents in the Japanese industry", *Research Policy*, Vol.28 No.6(1999), pp.587-600.

56) Quintana-García, C. & Benavides-Velasco, C. A., "Innovative competence, exploration and exploitation: The influence of technological diversification", *Research Policy*, Vol.37 No.3(2008), pp.492-507.

57) Prodan, I., "Influence of research and development expenditures on number of patent applications: Selected case studies in OECD countries and Central Europe, 1981-2001", *Applied Econometrics and International Development*, Vol.5 No.4(2005), pp.5-22.

58) 한치록, 『계량경제학 강의』, 제2판, 박영사, 2017, 282-283면.

3. 변수 설명

(1) 종속변수

기존 연구들에서 가장 보편적으로 사용되던 기업의 혁신성과 지표로는 해당 기업이 보유한 특허 수,⁵⁹⁾ R&D지출 대비 특허 수⁶⁰⁾ 등이 있다. 그러나 본 연구에서는 혁신성과를 탐험적 혁신과 활용적 혁신으로 구분하였기 때문에 이에 맞춰 새로운 지표를 도입하였다. 우선 탐험적 혁신성과는 새로운 분야의 기술 확보라고 볼 수 있다. 본 연구에서는 지난 5년 사이에 새롭게 출현한 IPC가 포함된 특허를 탐험적 혁신성과의 지표로 보았는데,⁶¹⁾ 새로운 IPC가 포함된 특허가 발생했다는 것은 기업이 종전과는 다른 기술 분야에서도 연구개발의 결과를 얻었다는 의미이기 때문에 위에서 살펴본 탐험적 혁신성과의 정의와도 일치한다. 본 연구에서는 특허 단위가 아닌 IPC 단위에서 새로운 IPC 종류의 출현을 탐험적 혁신성가로 간주하였다. 반면 활용적 혁신성과는 기존 분야에서의 기술 강화라는 관점에서 접근할 수 있다. 기존 연구에서는 활용적 혁신성가를 기존 제품 라인의 수정, 개선⁶²⁾으로 보거나 기존 특허와 동일한 분야에서의 특허 출원⁶³⁾ 등으로 간주하였는데, 이는 공통적으로 기존 기술 분야의 강화를 의미한다. 따라서 본 연구에서는 활용적 혁신성가를 기존 기술 분야와 동일한 분야에서의 기술 출현으로 보고, 동일한

59) Cassiman, B. & Veugelers, R., "R&D cooperation and spillovers: Some empirical evidence from Belgium", *The American Economic Review*, Vol.92 No.4(2002), pp.1169-1184.

60) Tsai, K. H., "R&D productivity and firm size: a nonlinear examination", *Technovation*, Vol.25 No.7(2005), pp.795-803.

61) Gilsing, V. et al., A., "Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density", *Research Policy*, Vol.37 No.10(2008), pp.1717-1731.

62) Voss, G. B. et al., "The effects of slack resources and environmental threat on product exploration and exploitation", *Academy of Management Journal*, Vol.51 No.1(2008), pp.147-164.

63) Belderbos, R. et al., "Technological activities and their impact on the financial performance of the firm: Exploitation and exploration within and between firms", *Journal of Product Innovation Management*, Vol.27 No.6(2010), pp.869-882.

IPC의 출현 개수로 측정하였다. 한편, 본 연구에서는 IPC 코드의 Level 4인 Group을 기준으로 분석을 진행하였다.⁶⁴⁾

(2) 설명변수

활용적 지식융합 특성은 앞에서 살펴본 바와 같이 기업이 지식융합 과정에서 특정 기술 분야를 반복적으로 활용하는 정도를 나타낸다. 기본적으로 IPC 공동출현이 나타난다는 것은 서로 다른 기술 분야 간에 지식의 조합이 발생한다는 의미인데, IPC 공동출현 네트워크상에서 중심성이 높다는 것은 이러한 조합을 이루는 쪽 중에 특정 IPC 분야가 많이 등장한다는 것이고, 바로 이 분야가 해당 기업이 가장 집중하여 강점을 가지고 있는 분야임을 의미한다. 본 연구에서는 기업의 활용적 지식융합 특성의 크기를 나타내기 위해 IPC 공동출현 네트워크상에서 연결중심성(Degree of centrality)⁶⁵⁾ 값 (식 1)을 활용하였는데, 이상치(outlier)에 의한 영향을 보정하기 위해 가장 큰 상위 2개의 값의 평균을 구하였다. m_{ik} 는 기업 i 의 IPC_k 에 연결된 IPC의 종류의 개수를 의미하고, n_i 는 기업 i 의 네트워크에 나타나는 모든 IPC의 종류의 개수를 의미한다.

$$\frac{m_{ik}}{n_i - 1} \quad \begin{array}{l} m_{ik} : \text{기업}i\text{의 } IPC_k\text{에 연결된 IPC의 종류의 개수} \\ n_i : \text{기업}i\text{의 네트워크에 나타나는 모든 IPC의 종류의 개수} \end{array} \quad \dots\dots\dots\text{식 (1)}$$

64) 본 연구에서는 국제특허분류(IPC) 2015.01 버전을 사용하였으며, IPC Level 4인 Group 분류는 약 7,400여 종이다.

65) Freeman et al. (1979)는 네트워크의 중심성을 크게 연결중심성(degree of centrality), 매개중심성(Betweenness Centrality), 근접중심성(Closeness Centrality)로 구분하였는데, 본 논문에서는 해당기업의 지식융합의 빈도가 높은 노드의 존재를 확인하기 위해 연결중심성(degree of centrality)를 이용하였다.

연결중심성 (degree of centrality)	한 노드에 직접적으로 연결되어 있는 노드의 개수로 노드의 수가 많을수록 연결중심성이 높아진다.
매개중심성 (Betweenness Centrality)	한 노드가 연결망 내의 다른 노드들 사이 최다 경로 위에 위치할수록 그 노드의 매개중심성이 높아진다.
근접중심성 (Closeness Centrality)	한 노드로부터 다른 노드에 도달하기 위해 필요한 최소 단계의 합의 역수로 정의한다.

탐험적 지식융합 특성은 기업이 기술 개발을 위해 얼마나 다양한 기술 분야의 지식을 융합하는지를 측정함으로써 구할 수 있다. 기술다각화를 다룬 기존 문헌들에서 다양성을 나타내기 위해 여러 지표를 도입하였는데, 그중에서도 엔트로피 지수는 많은 문헌에서 활용되었다.⁶⁶⁾ 특히 다른 지표와 비교할 때, 엔트로피 지수는 역수의 로그항을 도입함으로써 매우 작은 값에 대해서도 효과적인 포착이 가능하다.⁶⁷⁾ 본 연구에서는 기술 분야의 다양성을 측정하기 위해 엔트로피 지수 개념을 활용하여 식 (2)와 같은 지표를 탐험적 지식융합 특성의 변수로 사용하였다. P_{ij} 는 기업i가 가지고 있는 특허들에서 나타나는 IPC 코드의 총 개수(중복 포함) 대비 IPCj의 총 개수(중복 포함)의 비율이며, m_i 는 기업i가 가지고 있는 특허들에서 나타나는 모든 IPC의 종류의 개수를 의미한다.

$$\sum_{j=1}^{m_i} P_{ij} \ln \left(\frac{1}{P_{ij}} \right) \quad \begin{array}{l} P_{ij} : \text{기업i가 가진 IPC}_j \text{가 해당 기업i가 가진} \\ \text{총 IPC개수 중 차지하는 비율} \\ m_i : \text{기업i가 가진 특허에서 나타나는 모든 IPC의} \\ \text{종류의 개수} \end{array} \quad \text{.....식 (2)}$$

한편 정성도(2015)가 제안한 식 (3)과 같은 지표를 활용하여 분산적으로 발생하는 지식융합을 고려할 수도 있다.⁶⁸⁾ 이 값은 IPC 공동출현 네트워크에 등장하는 각 노드(IPC)별로 얼마나 다양한 노드들과 연결되어 있는지를 엔트로피 지수를 사용하여 계산하고, 모든 노드에 대하여 계산한 값들을 더하여 구한다. 이 값이 크다는 것은 지식융합에 사용되는 기술들의 분야가 다양할 뿐만 아니라 많은 분야에서 서로 다른 분야 간의 융합이 활발함을 의미한다. 즉, 특정 기술 분야만을 반복적으로 활용하기보다는 다양한 분야 전반

66) Gemba, K. & Kodama, F., "Diversification dynamics of the Japanese industry", *Research Policy*, Vol.30 No.8(2001), pp.1165-1184.

67) Jacquemin, A. P. & Berry, C. H., "Entropy measure of diversification and corporate growth", *The Journal of Industrial Economics*, Vol.27 No.4(1979), pp.359-369.

68) 정성도, "A study of a patent network with respect to structural density and diversity —Sector, firm and country level exploration", 서울대학교, 박사, 2015, 81-82면.

에서 융합이 일어나고 있다는 뜻이다.⁶⁹⁾ 이를 기업 내 특허들의 IPC 공동출현 현상으로 보면 특정 노드의 중심성이 높지 않은 대신 전반적인 네트워크 밀도가 높은 특징을 나타낸다. 즉, 노드의 중심성 크기의 분포가 소수의 큰 값과 다수의 작은 값으로 분리되어 있기보다는 비교적 균일하게 퍼져 있는 모양을 띠게 된다. P_{ijk} 는 기업 i 의 노드 k 에 연결된 총 IPC 개수 중 IPC_j 개수의 비율을 의미하며, m_{ik} 는 기업 i 의 IPC_k 에 연결된 IPC의 종류의 개수를, n_i 는 기업 i 의 네트워크에 나타나는 모든 IPC의 종류의 개수를 의미한다.

$$\sum_{k=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{m_{ik}} P_{ijk} \ln \left(\frac{1}{P_{ijk}} \right)$$

P_{ijk} : 기업 i 의 노드 k 에 연결된 총 IPC 개수 중 IPC_j 개수의 비율
 m_{ik} : 기업 i 의 IPC_k 에 연결된 IPC의 종류의 개수식 (3)
 n_i : 기업 i 의 네트워크에 나타나는 모든 IPC의 종류의 개수

(3) 통제변수

통제변수로는 기업이 가진 지식융합 특성 이외에 기업의 혁신성과에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인들 중 변수들 간의 상관관계를 고려하여 기업 연령, 매출액 그리고 총 특허 수를 사용하였다. 기업 연령의 경우 오래된 기업일수록 경험이 축적되어 기술 혁신에 유리하다는 입장⁷⁰⁾도 있는 반면, 신생 기업일수록 혁신을 위한 투자가 활발하다는 의견⁷¹⁾도 존재한다. Gilsing

69) 식 (3)의 지표가 의미하는 바를 보다 쉽게 이해하기 위해, 위에서 제시한 활용적, 탐험적 지식융합 특성과 비교해 볼 수 있다. 활용적 지식융합 특성이 큰 기업의 IPC 공동출현 네트워크는 특정 노드를 중심으로 링크들이 모여 있는 형태를 나타내는데, 지식융합 과정에 사용된 기술 분야가 얼마나 다양한지에 대해서는 측정이 어렵다. 한편, 탐험적 지식융합 특성이 큰 기업의 IPC 공동출현 네트워크는 노드의 개수가 많고 분산되어 있는 형태를 나타내는데, 그중 어느 노드가 다른 노드들과 더 많이 연결되어 있는지에 대한 정보는 제공하지 않는다. 반면에 식 (3)의 지표는 모든 노드들이 각각 얼마나 다양한 노드와 연결되어 있는지를 포괄적으로 측정한다는 점에서 '활용'적 특성과 '탐험'적 특성을 모두 포착하고 있다고 간주할 수 있다. 이 값이 큰 기업의 IPC 공동출현 네트워크는 전체적으로 노드의 개수가 많으면서 그들 간의 링크도 많지만 특정 노드의 중심성이 높지 않은 분산된 형태를 나타낸다.

70) Kuemmerle, W., "Optimal scale for research and development in foreign environments—an investigation into size and performance of research and development laboratories abroad", *Research Policy*, Vol. 27 No. 2 (1998), pp. 111-126.

et al.(2008)은 기업 연령을 탐험적, 활용적 혁신 전략과 연결 지어, 오래된 기업일수록 활용을, 신생 기업일수록 탐험을 하는 경향이 있음을 보였다.⁷²⁾ 본 연구에서 기업 연령은 2012년을 기준으로 계산하였다. 기업이 보유한 총 특허 수 역시 기존 연구에서 많이 사용된 변수로서 해당 기업의 축적된 지식을 나타내며 혁신을 위한 흡수역량의 역할을 하는 것으로 알려져 있다.⁷³⁾ 마찬가지로 2012년 기준으로 보유하고 있는 총 특허 수를 사용하였다. 마지막으로 기업의 매출액은 기업의 자금력을 나타내며, 많은 자금을 보유하고 있는 기업일수록 연구개발에 투자할 수 있는 여력이 더 크기 때문에 혁신에 유리할 수 있다.⁷⁴⁾ 많은 연구에서 매출액으로 측정되는 기업의 재무성과는 기업의

〈표 3〉 분석에 사용된 변수의 정의

변수명		정 의
종속 변수	탐험적 혁신성과	2012년 대비 2014년에 새롭게 출현한 IPC 종류의 수 $IPC_{k,2014} - IPC_{k,2012}$
	활용적 혁신성과	2012년 대비 2014년에 동일한 분야에서 출현한 IPC 개수 $(IPC_{n,2014} - IPC_{n,2012}) - (IPC_{k,2014} - IPC_{k,2012})$
설명 변수	활용적 지식융합 특성	IPC 공동출현 네트워크 상위 2개의 중심성 평균값
	탐험적 지식융합 특성	IPC 공동출현 네트워크의 엔트로피 지수
	분산적 지식융합 특성	IPC 공동출현 네트워크의 노드별 엔트로피 지수의 총합
통제 변수	기업연령	$(2012 - \text{기업 설립연도}) + 1$
	총 특허 수 (개)	2012년 기준 기업이 보유하고 있는 총 특허 수
	매출액 (원)	2012년도 매출액/ 10^{10}

n: IPC 개수, k: IPC 종류의 수

71) Molero, J. & Buesa, M., "Patterns of technological change among Spanish innovative firms: the case of the Madrid region", *Research Policy*, Vol.25 No.4(1996), pp.647-663.

72) Gilsing, V. et al., "Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density", *Research Policy*, Vol.37 No.10(2008), pp.1717-1731.

73) George, G. et al., "The effects of alliance portfolio characteristics and absorptive capacity on performance: A study of biotechnology firms", *The Journal of High Technology Management Research*, Vol.12 No.2(2001), pp.205-226.

74) Gilsing, V. et al., "Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density", *Research Policy*, Vol.37 No.10(2008), pp.1717-1731.

혁신성과와 더불어 종속변수로 주로 활용되지만, 본 연구에서는 혁신성과에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 보고 2012년의 매출액을 통제변수로 사용하였다.

IV. 연구결과

본 연구에서는 활용적 혁신성과와 탐험적 혁신성과를 각각 종속변수로 하여 두 번의 회귀분석을 진행하였다. <표 4>에 간단한 기술 통계량과 상관관계 분석 결과를 제시하였다. 활용적 지식융합 특성과 탐험적 지식융합 특성은 -0.81의 높은 음의 상관관계를 나타내고 있는데, 이를 통해 앞에서 살펴본 바와 같이 활용과 탐험 사이의 어느 정도 교환관계가 성립함을 확인할 수 있었다. 이 둘을 제외하면 나머지 변수들 간 상관관계는 0.5 이하의 값을 가지고 있어서 심각한 다중공선성이 발생하지는 않을 것으로 예상된다. 하지만 보다 정확한 확인을 위해 분산팽창계수(VIF: variance inflation factor)를 검토하였다. <표 5>를 살펴보면 독립변수들 가운데 가장 큰 VIF 값이 3.94이기

<표 4> 기술통계 및 상관관계

	평균	표준 편차	최소값	최대값	1	2	3	4	5	6	7
1. 활용적 혁신성과	6.74	15.63	0	219							
2. 탐험적 혁신성과	2.80	4.51	0	50							
3. 활용적 지식융합	0.40	0.17	0.07	0.94	-0.18**	-0.25**					
4. 탐험적 지식융합	2.46	0.70	0.96	4.86	0.34**	0.37**	-0.81**				
5. 분산적 지식융합	1.24	0.55	0.69	3.94	0.18**	0.00	0.13**	-0.01			
6. 기업연령	15.87	8.99	1	59	-0.03	-0.05	-0.08*	0.22**	-0.04		
7. 총 특허 수	32.12	53.97	1	667	0.48**	0.32**	-0.29**	0.48**	0.15**	0.16**	
8. 매출액	3.44	3.08	0.001	21.95	0.18**	0.18**	-0.07*	0.18**	0.03	0.26**	0.20**

비고: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

〈표 5〉 다중공선성 검사

	다중공선성 통계량	
	VIF	Tolerance (1/VIF)
활용적 지식융합	3.28	0.30
탐험적 지식융합	3.94	0.25
분산적 지식융합	1.08	0.93
기업연령	1.14	0.87
총 특허 수	1.40	0.71
매출액	1.11	0.90
평균 VIF	1.99	

때문에, 일반적으로 다중공선성을 판단하는 기준인 10에 비해 상대적으로 작아 다중공선성은 큰 문제가 되지 않는다고 판단하였다.⁷⁵⁾

〈표 6〉에서는 음이향분석의 결과를 보여 주고 있다. 두 개의 모형 모두 과산포를 나타내는 모수인 α 가 각각 2.195, 1.528이고, $\alpha=0$ 이라는 귀무가설을 유의하게 기각하고 있으므로 프아송 모형보다는 음이향 모형이 더 적합하다는 사실을 확인할 수 있었다.

우선 IPC 공동출현 네트워크를 바탕으로 살펴본 기업들의 활용적 지식융합은 활용적 혁신성과 및 탐험적 혁신성과 모두 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 즉, 기업이 새로운 기술을 확보함에 있어 특정 지식을 반복적으로 사용하는 것은 활용적 혁신은 물론 탐험적 혁신의 창출이 어렵다는 결론을 얻을 수 있었다. 따라서 활용적 투입이 활용적 성과 및 탐험적 성과에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 추정한 가설 1은 지지되지 못하였다. 이는 중소기업으로 하여금 기존 기술 지식분야로 국한되지 않고 다양한 분야를 탐험해야 한다는 것으로 해석할 수 있다. 탐험적 지식융합 특성은 가설 2에서 언급한 바와 같이 활용적 성과 및 탐험적 성과 모두에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다양한 분야와의 지식융합 시도는 원래 기업이 중점적으로 사용하던 기술 분야에 대한 이해도를 높이고, 동시에 새로운 분

75) Greene, W. H., *Econometric Analysis*, 7th edition, Pearson Education Limited, 2012, p.130.

야로의 확장을 이끌어 낼 수 있음이 증명된 것이다. 반면 분산적 지식융합은 활용적 혁신성과에는 긍정적인 것으로 나타났으나 탐험적 혁신성과에는 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타나 가설 5는 일부만 지지되는 것으로 확인되었다. 즉, 지식융합에 있어 활용과 탐험이 분산적으로 일어날 경우, 기존 지식 분야의 강화에는 도움이 되지만, 새로운 분야로의 확장에는 큰 영향을 미치지 않는다는 사실을 의미한다. 우선 제한된 시간과 자원으로 인해 기업은 활용과 탐험 활동에서 어느 정도 균형을 이루어야 한다.⁷⁶⁾ 그런데 지식융합이 보다 분산적으로 일어날수록, 비록 다양한 분야에서 융합이 일어나지만 각 융합에 사용되는 기업의 자원은 더 적을 뿐만 아니라 수준의

〈표 6〉 음이항 회귀분석 결과

(N=816)

	활용적 혁신성과		탐험적 혁신성과	
	상관계수	표준오차	상관계수	표준오차
활용적 지식융합	0.651	0.602	0.816	0.514
탐험적 지식융합	0.878***	0.151	0.766***	0.134
분산적 지식융합	0.777***	0.125	-0.125	0.096
기업연령	-0.041***	0.006	-0.033***	0.005
총 특허 수	0.007***	0.002	0.002**	0.001
매출액	0.065***	0.016	0.053***	0.015
상수항	-1.755***	0.555	-0.954**	0.483
Pseudo R^2	0.061		0.040	
Likelihood Ratio χ^2	264.59		139.75	
Prob > χ^2	0.000		0.000	
과산포 통계량 α	2.195		1.528	
Likelihood-ratio test of $\alpha=0$	5475.39 (0.000)		1254.70 (0.000)	

비고: * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$
표준오차는 견고한 White 분산 추정량을 사용하여 계산

76) Uotila, J. et al., "Exploration, exploitation, and financial performance: analysis of S&P 500 corporations", *Strategic Management Journal*, Vol.30 No.2(2009), pp.221-231.

깊이가 얇을 수밖에 없을 것이다. 따라서 혁신성과 창출의 효율성이 떨어질 것이라 예상할 수 있다. 그렇다면 왜 활용적 혁신성과에는 긍정적인 영향을 미치면서 탐험적 혁신성과에는 영향을 미치지 못하는 것일까? 일단 활용적 성과는 탐험적 성과와 비교했을 때, 상대적으로 점진적 혁신의 성격을 지니며 성과가 단기간에 나타난다. 그래서 본 연구에서 설정한 2년이라는 시간 내에 탐험적 혁신성과가 충분히 나타나지 않았을 가능성도 있다. 또 활용적 혁신성과가 기존 분야의 강화라는 점에서 전혀 새로운 분야로의 탐색을 의미하는 탐험적 혁신성과에 비해 이루기 수월한 점도 영향을 미쳤을 것이다. 따라서 이와 관련해서는 시차를 다각화해 보거나 패널자료를 통한 분석을 통해 2년이라는 시차 외에 장기적으로 어떠한 결과가 나타날 수 있는지에 대한 후속 연구가 필요하다고 판단된다.

V. 결론 및 향후 연구방향

본 연구는 기업의 기술개발 과정에서 지식융합의 특성에 따라 각각 혁신 성과에 미치는 영향이 어떻게 다른지 살펴보기 위해 IPC 공동출현 네트워크라는 개념을 활용하여 분석한 연구이다. 기업이 탐험적인 혁신 성과 즉, 보다 넓은 기술 분야로의 확장을 원한다면 강점을 가지고 있는 특정 분야를 중심으로 지식융합을 시도하는 편이 좋을 것인가 아니면 가급적 여러 분야의 지식을 융합하는 편이 좋을 것인가? 반대로 활용적인 혁신성과 즉, 기존 기술 분야를 보다 강화하고자 한다면 어떤 지식융합 방식을 선택하는 것이 좋을 것인가? 혹은 여러 분야에서 동시다발적으로 지식융합이 일어나는 것은 유리한가? 본 연구는 위의 질문들에 답하기 위해 지식융합 특성과 혁신성과 모두를 활용, 탐험의 관점에서 정의하고 각각의 관계를 살펴보았다.

일반적인 관점에서 볼 때 활용적 지식융합 특성이 활용적 혁신성과를, 그리고 탐험적 지식융합 특성이 탐험적 혁신성과를 가져오는 것은 타당해 보인다. 그런데 활용적 지식융합은 활용적, 탐험적 혁신성과에 영향을 미치지

못하는 반면 탐험적 지식융합은 활용적, 탐험적 혁신성장에 모두 긍정적인 영향을 미친다는 실증분석 결과는 색다른 시사점을 제공한다. 기존 기술 분야의 지식을 반복적으로 사용하여 보다 깊은 수준을 갖추고자 하는 활용적 지식융합 활동은 기존의 기술수준을 강화하는 탐험적 혁신, 새로운 기술분야를 넓히는 활용적 혁신 어디에도 영향을 미치지 않는다는 점은 기술혁신이 빠르게 일어나는 분야일수록 다양한 기술을 탐험하는 지식융합 활동이 더욱 필요하다는 것을 시사한다고 해석할 수 있다. 또한 위 결과에 따르면 기업은 혁신적인 성과창출을 위해 특정 분야의 지식만을 고집할 필요가 없다. 오히려 다양한 분야와의 결합 시도를 통해 기존 분야의 활용 가능성을 넓힐 수 있으며 이를 통해 독특하고 경쟁력 있는 기술의 구축이 가능해진다.

한편 분산적 지식융합 특성의 분석 결과를 살펴보면, 지식융합의 활용적 특성과 탐험적 특성을 동시에 추구하는 것은 보다 전략적인 접근이 필요함을 알 수 있다. 앞서 March(1991)는 기업의 단기적 성과와 장기적 생존이라는 양립하기 어려운 두 가지 목표를 이루기 위해서는 활용과 탐험 둘 간의 적정균형이 중요하다고 강조한 바 있다.⁷⁷⁾ 그러나 동시에 여러 분야에서 산발적으로 일어나는 지식융합은 한정된 자원의 비효율적인 사용을 초래할 위험이 있다. 탐험적 지식융합을 추구하였을 경우 기존 지식의 강화와 새로운 지식의 창출을 동시에 얻을 수 있었으나, 분산적 지식융합의 경우에는 기존 지식을 강화하는 데는 도움이 되었으나 새로운 지식을 탐험하는 것에는 그 효과를 입증하지 못하였다. 따라서 활용과 탐험적 혁신의 동시 상승효과를 내기 위해서는 지나치게 많은 분야에서 지식융합 활동을 하는 것을 지양해야 한다.

본 연구가 가지는 이론적 시사점은 다음과 같다. 우선, 기업의 기술개발 전략을 관리자들로 대상으로 한 설문이 아닌 기술 자체로 측정했다는 점이다. 기존 연구들에서는 활용과 탐험의 전략적 방향을 기업의 관리자급 직원을 대상으로 설문을 하여 얻은 경우가 많다. 하지만 이렇게 설문을 통해 측

77) March, J. G., "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization Science*, Vol.2 No.1(1991), pp.71-87.

정한 기업의 기술개발 전략은 담당자 개인의 입장이므로 정확하지 않을 가능성이 존재한다. 본 연구는 이를 특허의 IPC 분류코드를 기반으로 한 네트워크 지표를 통해 측정함으로써 기업의 기술개발 전략을 비교적 객관적으로 측정하려고 노력하였다. 또 기존 지식네트워크 관련 연구들이 기업 간 관계에 초점을 맞춘 것에 비해 본 연구는 기업이 가진 기술, 그중에서도 분야 단위에 초점을 맞추었다는 점에 의의가 있다. 활용과 탐험의 개념적 속성을 가장 잘 드러낼 수 있는 단위가 기술의 분야이기 때문이다. 또한 본 연구에서 정의한 활용적, 탐험적 지식융합 특성은 상호 배타적인 개념이 아니라는 점에서 상호작용의 영향을 살펴볼 수도 있다. 즉, 특정 분야 지식을 중심으로 다양한 분야의 지식을 융합하는 상황도 가정해 볼 수 있다. 이 개념은 분산적 지식융합 특성과는 성격이 다르며, 이를 밝히는 것도 본 연구의 역할이 될 것이다.

한편, 본 논문은 다음과 같은 한계점들을 가지고 있다. 첫째로 본 연구에서는 기업의 지식융합 특성을 측정하기 위해 특허 데이터를 사용하였는데, 과연 특허 정보를 통해 기업의 지식융합 특성을 온전히 파악할 수 있는지의 여부이다. 특허 IPC 공동출현 네트워크를 활용했다는 점이 본 연구의 차별점인 동시에 한계가 되는 이유는 아직까지 IPC 공동출현 네트워크를 사용한 연구가 많지 않기 때문이다. 과연 IPC 공동출현 네트워크가 기업이 가지고 있는 기술의 특성을 잘 반영하는지에 대해 폭넓은 연구가 필요하다. IPC 공동출현 네트워크의 또 다른 단점 중 하나는 복수의 코드가 나타나지 않는 특허들이 네트워크상에서 제외된다는 점이다. 대다수의 특허들이 2개 이상의 IPC 코드를 가지고 있지만, 한 개의 코드만을 가진 특허들이 분석에서 제외된다는 점은 본 연구의 한계로 남는다. 향후 연구에서는 IPC 외에 또 다른 분류체계인 CPC(Cooperative Patent Classification)나 USPC(United States Patent Classification) 등을 활용하는 것 등이 제기될 수 있을 것이다. 두 번째 한계점으로는 본 연구에서 독립변수와 종속변수 간 시차를 2년으로 설정하여 횡단면 분석을 했다는 점이다. 횡단면 분석에서 발생할 수 있는 이분산성을 고려하여 이를 보정하기 위해 White 표준오차 등을 사용했지만, 향후 연

구에서는 패널분석을 통해 보다 정확한 분석을 할 수 있을 것으로 기대한다. 마지막으로 본 연구에서는 기업의 지식융합 특성을 활용적, 탐험적 그리고 분산적 특성으로 각각 나누어 살펴보았는데, 이들 간의 투입 비율을 논하기가 어렵다는 단점이 있다. 변수의 조작적 정의의 특성상 이들 간에 수평적인 비교가 어렵기 때문이다. 향후 연구에서는 각 기업별로 활용적, 탐험적 지식융합 특성의 비율에 따라 혁신 성과가 어떻게 변화하는지를 살펴볼 수 있다면 기업이 한정적인 자원을 어떻게 배분하여 원하는 방향의 혁신을 추구할 수 있는지를 제시할 수 있을 것이다.

본 연구는 전기, 전자통신 제조업 내의 중소기업만을 대상으로 연구를 진행하였다. 우선 전기, 전자통신 제조업 분야로 한정된 이유는 앞에서 서술했듯이 기업의 R&D 활동이 필수적이고 지식의 융합이 타 분야에 비해 활발히 일어나는 분야라고 판단했기 때문이다. Castellacci(2007)는 산업혁신시스템 하에서의 활용과 탐험 전략을 고찰하였는데, 첨단 제조업과 전통 제조업 간에 혁신을 위해 필요한 자원 등이 많이 다르기 때문에 영향 관계 역시 상이하게 나타난다고 주장하였다.⁷⁸⁾ 첨단 제조업의 경우, 혁신의 기회와 다양한 외부 기술자원의 활용 기회가 전통 제조업에 비해 많기 때문에 탐험적 혁신 전략의 영향이 더 크게 나타날 것이라고 보았고 본 연구에서도 어느 정도 확인이 되었다. 따라서 IPC 공동출현 네트워크의 개념을 가지고 하이테크 산업과 로우테크 산업을 비교하여 Castellacci(2007)의 주장을 재확인 해 보는 것도 의미가 있을 것이라 생각된다. 또 한편으로는 전기, 전자통신 제조업 외에도 연구개발이 활발하고 기술의 융합이 증가하고 있는 산업 분야들이 많다. 가령, 제약 산업의 경우 과거와는 달리 소규모 바이오벤처와의 협업이 증가하고 있고 기존 화학적 합성 대신에 생물학적 생산 방식이 증가함에 따라 기술의 범위가 늘어나고 타 분야와의 융합이 이전에 비해 비약적으로 증가했을 것으로 예상된다. 같은 첨단 산업 중에서도 산업 분야에 따라 지식융합 특성과 혁신성과와의 관계가 어떻게 다르게 나타나는지를 살펴보는 것도

78) Castellacci, F., "Technological regimes and sectoral differences in productivity growth", *Industrial and Corporate Change*, Vol.16 No.6(2007), pp.1105-1145.

흥미로운 주제가 될 것으로 기대한다. 본 연구에서는 데이터의 규모 상 대기업을 제외하고 중소기업이 보유하고 있는 특허만을 대상으로 하였는데, 대규모 자본과 풍부한 보완자산 등을 보유하고 있는 대기업들만이 이뤄낼 수 있는 혁신도 존재하기 때문에 향후 연구에서는 중소기업과 대기를 구분하여 분석을 같이 진행하는 것도 도움이 될 것이다. 마지막으로 본 연구는 한 기업이 보유하고 있는 기술들을 바탕으로 하나의 기업 내에서 이루어지는 지식융합 활동을 한정하여 살펴보았는데, 향후 연구에서는 기업 간의 특허 공동출원을 살펴봄으로써 기업 간의 지식융합 활동에 대한 분석도 가능하다. 두 가지 접근법을 비교함으로써 기업의 내외부적 지식융합 활동이 혁신 성과에 미치는 영향에 대한 보다 심층적인 연구가 진행될 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

〈단행본(국내 및 동양)〉

한치록, 『계량경제학 강의』, 제2판, 박영사, 2017.

〈단행본(서양)〉

Greene, W. H., *Econometric Analysis*, 7th edition, Pearson Education Limited, 2012.

Hill, R. C. et al., *Principles of Econometrics*, 3rd edition, John Wiley & Sons Inc., 2011.

Narayanan, V. K., *Managing technology and innovation for competitive advantage*, 1st edition, Pearson, 2000.

〈학술지(국내 및 동양)〉

김효정 · 박남규, “활용(Exploitation)과 탐험(Exploration)에 대한 실증연구 결과가 제기하는 개념적 이슈와 향후 연구과제”, 『전략경영연구』, 제13권 제3호(2010).

박상문 · 이병헌, “탐험과 활용의 혁신전략과 연구개발조직이 중소기업의 기술혁신에 미치는 영향”, 『기술혁신학회지』, 제11권 제1호(2008).

추기능, “출원인 인용 대 심사관 인용”, 『지식재산연구』, 제6권 제4호(2011).

하성욱, “활용과 탐험이 경영성과에 미치는 영향: 전자부품 중소기업을 중심으로”, 『경영학연구』, 제39권 제4호(2010).

〈학술지(서양)〉

Ahuja, G., & Lampert, C. M., “Entrepreneurship in the large corporation: A longitudinal study of how established firms create breakthrough inventions”, *Strategic management journal*, Vol.22 No.6-7(2001).

Auh, S. & Menguc, B., “Balancing exploration and exploitation: The moderating role of competitive intensity”, *Journal of Business Research*, Vol.58 No.12 (2005).

Belderbos, R. et al., “Technological activities and their impact on the financial performance of the firm: Exploitation and exploration within and between firms”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.27 No.6(2010).

Benner, M. J. & Tushman, M., “Process management and technological innovation:

- A longitudinal study of the photography and paint industries", *Administrative Science Quarterly*, Vol.47 No.4(2002).
- Bierly, P. E. & Chakrabarti, A. K., "Dynamic knowledge strategies and industry fusion", *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, Vol.3(1/2)(2001).
- Bierly, P. E. & Daly, P. S., "Alternative knowledge strategies, competitive environment, and organizational performance in small manufacturing firms", *Entrepreneurship Theory and Practice*, Vol.31 No.4(2007).
- Cassiman, B. & Veugelers, R., "R&D cooperation and spillovers: Some empirical evidence from Belgium", *The American Economic Review*, Vol.92 No.4(2002).
- Castellacci, F., "Technological regimes and sectoral differences in productivity growth", *Industrial and Corporate Change*, Vol.16 No.6(2007).
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A., "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, Vol.35 No.1(1990).
- Criscuolo, P. & Verspagen, B., "Does it matter where patent citations come from? Inventor vs. examiner citations in European patents", *Research Policy*, Vol.37 No.10(2008).
- Curran, C. & Leker, J., "Patent indicators for monitoring convergence — examples from NFF and ICT", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.78 No.2 (2011).
- Dosi, G., "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change", *Research Policy*, Vol.11 No.3(1982).
- Ernst, H., "Patent information for strategic technology management", *World Patent Information*, Vol.25 No.3(2003).
- Fleming, L., "Finding the organizational sources of technological breakthroughs: the story of Hewlett-Packard's thermal ink-jet", *Industrial and Corporate Change*, Vol.11 No.5(2002).
- Fontana, R. et al., "Mapping technological trajectories as patent citation networks. An application to data communication standards", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.18 No.4(2008).
- Freeman, L. C. et al., "Centrality in social networks: II. Experimental results", *Social Networks*, Vol.2 No.2(1979).

- Galende, J. & de la Fuente, J. M., "Internal factors determining a firm's innovative behaviour", *Research Policy*, Vol.32 No.5(2003).
- Gemba, K. & Kodama, F., "Diversification dynamics of the Japanese industry", *Research Policy*, Vol.30 No.8(2001).
- George, G. et al., "The effects of alliance portfolio characteristics and absorptive capacity on performance: A study of biotechnology firms", *The Journal of High Technology Management Research*, Vol.12 No.2(2001).
- Geum, Y. et al., "Technological convergence of IT and BT: Evidence from patent analysis", *ETRI Journal*, Vol.34 No.3(2012).
- Gilsing, V. et al., "Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density", *Research Policy*, Vol.37 No.10(2008).
- Granstrand, O., "Towards a theory of the technology-based firm", *Research Policy*, Vol.27 No.5(1998).
- Greene, W. H., "Functional forms for the negative binomial model for count data", *Economics Letters*, Vol.99 No.3(2008).
- Hall, B. H. et al., "Market value and patent citations: A first look", *NBER Working Paper Series*, No.7741(2000).
- He, Z. L. & Wong, P. K., "Exploration vs. exploitation: An empirical test of the ambidexterity hypothesis", *Organization Science*, Vol.15 No.4(2004).
- Hu, A. G. & Jaffe, A. B., "Patent citations and international knowledge flow: the cases of Korea and Taiwan", *International Journal of Industrial Organization*, Vol.21 No.6(2003).
- Jacquemin, A. P. & Berry, C. H., "Entropy measure of diversification and corporate growth", *The Journal of Industrial Economics*, Vol.27 No.4(1979).
- Joo, S. H. & Kim, Y., "Measuring relatedness between technological fields", *Scientometrics*, Vol.83 No.2(2010).
- Katila, R. & Ahuja, G., "Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction", *Academy of Management Journal*, Vol.45 No.6(2002).
- Kim, C. & Kim, M. S., "Identifying core environmental technologies through patent analysis", *Innovation*, Vol.17 No.1(2015).
- Kim, M. S. & Kim, C., "On a patent analysis method for technological

- convergence", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol.40(2012).
- Kondo, M., "R&D dynamics of creating patents in the Japanese industry", *Research Policy*, Vol.28 No.6(1999).
- Kuemmerle, W., "Optimal scale for research and development in foreign environments — an investigation into size and performance of research and development laboratories abroad", *Research Policy*, Vol.27 No.2(1998).
- Lai, K. K. & Wu, S. J., "Using the patent co-citation approach to establish a new patent classification system", *Information Processing & Management*, Vol.41 No.2(2005).
- Levinthal, D. A. & March, J. G., "The myopia of learning", *Strategic Management Journal*, Vol.14 No.S2(1993).
- Lin, B. W. & Chen, J. S., "Corporate technology portfolios and R&D performance measures: a study of technology intensive firms", *R&D Management*, Vol.35 No.2(2005).
- March, J. G., "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization Science*, Vol.2 No.1(1991).
- Molero, J. & Buesa, M., "Patterns of technological change among Spanish innovative firms: the case of the Madrid region", *Research Policy*, Vol.25 No.4 (1996).
- Phelps, C. et al., "Knowledge, networks, and knowledge networks: A review and research agenda", *Journal of Management*, Vol.38 No.4(2012).
- Prodan, I., "Influence of research and development expenditures on number of patent applications: Selected case studies in OECD countries and Central Europe, 1981-2001", *Applied Econometrics and International Development*, Vol.5 No.4(2005).
- Quintana-García, C. & Benavides-Velasco, C. A., "Innovative competence, exploration and exploitation: The influence of technological diversification", *Research Policy*, Vol.37 No.3(2008).
- Suzuki, J. & Kodama, F., "Technological diversity of persistent innovators in Japan: Two case studies of large Japanese firms", *Research Policy*, Vol.33 No.3(2004).
- Teece, D. J. et al., "Dynamic capabilities and strategic management", *Strategic Management Journal*, Vol.18 No.7(1997).
- Trajtenberg, M., "A penny for your quotes: patent citations and the value of

- innovations", *The RAND Journal of Economics*, Vol.21 No.1(1990).
- Tsai, K. H., "R&D productivity and firm size: a nonlinear examination", *Technovation*, Vol.25 No.7(2005).
- Uotila, J. et al., "Exploration, exploitation, and financial performance: analysis of S&P 500 corporations", *Strategic Management Journal*, Vol.30 No.2(2009).
- Voss, G. B. et al., "The effects of slack resources and environmental threat on product exploration and exploitation", *Academy of Management Journal*, Vol.51 No.1(2008).
- Yoon, B. & Park, Y., "A text-mining based patent network: Analytical tool for high-technology trend", *Journal of High Technology Management Research*, Vol.15 No.1(2004).

〈학위논문(국내 및 동양)〉

- 정성도, "A study of a patent network with respect to structural density and diversity - Sector , firm and country level exploration", 서울대학교, 박사, 2015.

〈기타 자료〉

- Schoen, A., Villard, L., Laurens, P., Cointet, J. P., Heimeriks, G. & Alkemade, F., "The network structure of technological developments: Technological distance as a walk on the technology map", Science & Technology Indicators Conference, 2012.

The effect of knowledge convergence characteristics on firm's innovation performance via International Patent Classification(IPC) co-occurrence network analysis —Focused on Electricity and Electronic SMEs—

Lee Minjung, Song Changhyeon & Kim Yeonbae

Recently, convergence in knowledge and technology has been active in domestic electronics & telecommunication industry. These changes provide great opportunities as well as big threat to small and medium-sized enterprises(SMEs) which consist the most of the industry. In particular, since the role of existing and new knowledge is important, this study focus on the effect of convergence between these knowledge on innovation performance. Using IPC co-occurrence network, firms' knowledge convergence characteristics can be divided into three types: 'exploitative' knowledge convergence, 'exploratory' knowledge convergence and 'dispersive' knowledge convergence. And how each characteristic affects exploitative and exploratory innovation is empirically analyzed. KSIC(Korea Standard Industrial Classification, 9th edition) code 26 and code 28 provided by the NICE Information Service are considered as a electronics & telecommunication industries. The results show that exploratory knowledge convergence has a significant and positive effect on exploitative and exploratory innovation each. And the dispersive knowledge convergence has only effect on exploitative innovation.

Meanwhile the exploitative knowledge convergence has no significant effect on exploitative and exploratory innovation. According to these results, firms should recognize their characteristics of knowledge convergence and strategically pursue innovation with their limited resources.

Keyword

Patents, Knowledge convergence, Network analysis, Exploitation & Exploration, IPC co-occurrence