

특허의 질적 특성에 특허인용이 미치는 효과 분석 : 한국 특허의 전후방 특허인용관계를 중심으로[†]

The Determining Effects of the Backward Citations on the Attributes
of Patent Quality : Using the Korean Patent Citations

추기능(Kineung Choo)*

목 차

- | | |
|----------------|----------|
| I. 서 론 | IV. 분석결과 |
| II. 문헌연구 및 가설 | V. 결 론 |
| III. 자료 및 분석방법 | |

국 문 요 약

본 연구는 특허의 질적 특성을 관측 가능한 특허의 인용지표로 설명함으로써 특허가치 추정모형에 기여하는 것을 목표로 한다. 본 연구는 기업, 대학, 연구소가 한국특허청에 출원한 특허를 대상으로 전후방 인용자료를 구축하였다. 특허의 원천측면을 반영하는 후방인용 지표들이 후속특허에 의한 활용측면을 반영하는 전방인용 특성들을 잘 설명하는 것으로 나타났다. 전방인방 지표와 후방인용 지표 간에 존재하는 함수관계는 특허가치에 대한 추정, 예측모형을 더 정교화하는데 기여할 것이다. 후방인용 지표들은 특허 자체가 갖는 기술범위를 잘 설명하는 것으로 나타났다. 기술협력의 일방에게 기술협력의 상대방이 누구인지도 중요하였다.

핵심어 : 특허의 질적 특성, 인용지표, 중요도, 일반성, 융합도

※ 논문접수일: 2018.4.11, 1차수정일: 2018.6.4, 게재확정일: 2018.6.15

* 해군사관학교 국제관계학과 부교수, kineungchoo@gmail.com, 055-907-5272

† 본 연구는 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2016S1A3A2923769).

논문의 개선에 유익한 논평을 주신 세 분의 익명의 기술혁신학회지 심사자님들께 감사드립니다.

ABSTRACT

This paper aims to contribute to estimating the value of a patent by explaining the unobservable attributes of patent quality using observable patent citation indices. The paper first constructs patent citation data and identifies firm, university, and research institute among assignees, and then tries to explain attributes of patent quality using backward citation indices. Backward citation indices carrying information about technological sources which a given patent is based on turn out to be good predictors of forward citation indices carrying information about attributes of patent quality. Finding the functional relationships between attributes of patent quality and backward citations will lead to the improved estimation and prediction of patent value. It is found out that backward citation indices are strongly correlated the technological diversity of a patent. The paper also suggests that with whom an organization chooses to collaborate affects the attributes of patent quality.

Key Words : Attributes of Patent Quality, Citation Indices, the Number of Citations by Important Patents, the Generality of Received Citations, the Degree of Technology Fusion

I. 서 론

오늘의 혁신은 과거 누군가가 이루어 놓은 혁신에 기반하고 있는 경우가 많다. 후행기술이 선행기술을 참조하는 것을 전제로 한 특허인용은 특허의 가치 분석이나 지식의 확산연구에 중요한 자료이며, 특허인용에 착안한 지표들이 특허의 가치 지표로 활용되고 있다(Trajtenberg, 1990; Sharma and Tripathi, 2017). 국내 특허에 대해서도 방대한 인용데이터가 구축됨에 따라 이를 이용한 혁신연구가 진전될 것으로 기대되는 상황이다¹⁾.

특허 인용은 혁신들, 발명자들, 출원인들 간의 시간적, 기술적 연결관계에 대한 정보를 제공할 뿐만 아니라 개별 특허의 질에 대한 정보도 제공한다(Hall et al., 2005). 특허의 가치를 명시적으로 판단하기는 쉽지 않은데, 어느 한 특허(*i*)를 중심으로 그 특허가 인용하는 특허(母특허)들을 살펴봄으로써 그 특허의 가치에 대한 실마리를 얻을 수 있을 것이다. 어느 한 특허(*i*)를 인용하는 특허(子특허)에 관한 전방인용(forward citations)과 그 특허(*i*)가 인용한 특허(母특허)들에 관한 후방인용(backward citations)을 살펴봄으로써 특허기술에 관한 많은 정보를 얻을 수 있다. 즉, 어느 특허(*i*)를 중심으로 그 특허가 인용하는 선행특허(母특허)들을 분석하면 해당 특허(*i*) 기술의 저변 지식을 알 수 있다. 후속특허(子특허)들에 의한 어느 특허(*i*)의 인용은 그 특허(*i*)의 사적 가치, 사회적 가치에 대한 판단 자료가 된다. 단순히 후속특허가 인용하는 건수에서 더 나아가 얼마나 다양한 기술부문에 인용하는지, 얼마나 중요한 특허들이 해당 특허(*i*)를 인용하는지, 해당 특허(*i*)의 기술적 내용 자체가 얼마나 많은 기술 부문에 걸쳐있는지는 그 특허(*i*)의 가치 속성을 나타낸다고 볼 수 있다.

특허 가치를 정확히 판단할 수 있게 해주는 객관적 척도가 있으면 좋겠지만, 특허의 진정한 가치는 그 특허의 개발자도 잘 알지 못하는 경우가 많다. 오랜 시간을 두고서 그 영향이 나타날 수 있기 때문이다. 어떤 특허가 창출하게 될 미래 편익을 후속특허들의 인용으로 평가할 수 있다고 하더라도 후속특허들에 의한 인용은 완료형이 아닌 진행형이다. 그런데, 후속특허들에 의한 인용 행태(전방인용)가 선행특허들을 인용한 행태(후방인용)에 의해 설명된다면 이러한 함수관계는 특허가치나 경제적 효과에 대한 추정에 활용될 수 있다. 전방인용-후방인용간의

1) 인용자료의 공개 범위가 달라지면서 이용가능성도 변화되었다. 처음에는 2006년 12월 등록된 특허부터 kipris상에서 특허인용 정보를 확인하는 것이 가능하였다. 특정 특허의 인용문헌을 확인하기 위해서는 해당 특허를 검색한 후 세 부정보 중 인용문헌을 확인해야 했다. 추기능(2011)의 연구에서는 2008년 한 해 동안에 등록된 특허의 인용자료를 구축하기 위해 검색후 확인하는 작업을 8만번 이상 수행하였다. 이때 검색된 인용자료에는 후방인용만 있고, 전방인용은 없는 대신, 심사관 인용을 별도 표시하고 있었다. 현재 kipris 웹상에서 전방인용도 확인가능하지만, 심사관 인용만 제시되어 있다. 최근에는 kipris plus에서 모든 인용을 일괄 제공하고 있어, 자료 확보 측면에서 볼 때 연구여건이 크게 개선되었다. kipris plus는 심사관 인용뿐만 아니라 선행기술조사보고서에 존재하는 모든 인용문헌을 포함한다. 다만, kipris plus의 원자료(raw data)에는 피인용 특허의 문헌번호가 등록번호, 출원번호, 공개번호 등 여러 가지로 섞여 있어 데이터 클리닝 작업이 필요하다.

관계는 일찍이 Trajtenberg et al.(2002)이 제시하였으나, 소규모의 40여년 전 미국 특허표본이라는 점에서 일반적 적용성에는 한계가 있다. 한국 특허자료의 전후방 인용관계에 대한 분석이 필요하며, 이러한 분석 결과는 기업변수 등이 포함된 관련 연구의 토대가 될 것으로 생각된다. 이에 본 연구는 특허의 질적 특성을 관측가능한 후방인용 지표로 설명함으로써 특허가치모형에 기여하는 것을 목표로 한다. 본 연구는 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 특허의 질적 특성의 측면에서 특허인용과 관련된 기존 문헌을 탐색하고 가설을 설정한다. 제3장에서 자료, 변수 및 분석모형을 설명한다. 제4장에서는 회귀 분석결과를 제시하고, 제5장에서 글을 맺는다.

II. 문헌연구 및 가설

특허가치를 평가할 수 있는 지표를 찾기 위한 많은 연구들이 시도되어 왔다. 연구자들은 청구항수, 특허패밀리 규모, 발명자 수, 특허인용 등 특허문헌상의 정보들을 이용해 특허가치를 설명하는 시도를 계속하고 있다(추기능, 2011; Squicciarini et al., 2013; 정재관·김병근, 2017). 특허, 후속 특허에 의한 인용횟수는 발명의 사적, 사회적 가치를 나타내는 대리변수로서 연구자들에게 주목받아 왔다(Harhoff et al., 1999; Hall et al., 2005; Abrams and Sampat, 2017). 특허가 많이 인용될 수록 그 특허는 중요한 기술적 진전을 내포한다고 할 수 있으며, 다양한 인용기반 지표들이 기존문헌들에서 제시되고 있다(Aristodemou and Tietze, 2018). 예를 들어, Hall et al.(2005)의 연구에서는 기업의 특허당 인용이 1건 증가하면 기업의 시장가치가 3% 증가하는 것으로 나타났다. Harhoff et al.(1999)은 특허의 만기까지 효력이 유지된 특허들의 경우 조기 소멸된 특허에 비해 인용수가 많은 것을 발견했다. Benson and Magee(2016)는 특허의 인용이 많은 기술영역에서 기술진보가 빠르게 나타나는 것을 발견했다. Arts et al.(2012)은 획기적 발명(breakthrough innovations)을 식별하기 위해서는 전방인용(forward citations)과 같은 사후적인 인용지표들을 활용할 것을 주장한다. Chang et al.(2018)도 전방인용과 특허의 질의 관계를 잘 설명하고 있다. 이에 본 논문도 특허의 전방인용을 특허가치의 질적 지표로 보고 이를 설명하고자 한다. 전방인용은 얼마나 많이 인용되는가라는 관점에서 볼 수도 있지만 얼마나 다양한 기술분야에서 인용하는가를 측정할 수도 있다. 얼마나 많이 인용되는가를 보기 위해 직접 인용하는 후행 특허의 수만 세기도 하지만, 인용하는 후행특허들의 가중치를 동일하다고 볼 것이 아니라 달리 부여할 필요가 있다. 본 연구에서는 직접 인용하는 후행 특허들의 피인용수까지 반영하는 지표를 제시한 Trajtenberg et al.(2002)의 계산을 활용하였다.

기존 문헌에서는 특정 특허가 얼마나 다양한 기술분야의 후행특허들에 의해 인용되는지를 측정

하고, 이를 일반성 지표로 삼고 있다(Trajtenberg et al., 2002; Barirani et al., 2017). 일반성이 높다는 것은 특허의 활용폭이 넓음을 의미한다. 발명의 일반성과 특허갱신간의 관계를 분석한 Barirani et al.(2017)에서도 일반성이 증가함에 따라 특허가 더 오래 살아남는 것으로 나타났다.

일반성은 후행기술에 의한 활용측면에 주목한 것인데, 본 연구는 개별 특허 자체가 갖는 기술적 범위에도 주목한다. 개별 특허가 얼마나 다양한 기술을 내포하고 있는지를 측정하는 일종의 기술융합도 개념을 도입하였다. 일반성은 얼마나 다른 기술범주의 후행 특허들이 특정 특허를 참조하고 있는지를 나타내는 반면, 융합도는 특정 특허가 얼마나 다양한 기술범주로 분류되고 있는지를 나타내는 것이다. 기술융합은 다양한 기술이 융합되는 현상으로 기술다각화 논의로 연결될 수 있다. 개별 발명차원에서 그 발명이 갖는 기술적 범위와 가치간의 상관관계에 대한 연구는 아직까지 찾기 힘들지만, 기업차원에서 기술적 범위의 다양성을 다루는 연구는 많다. Suzuki and Kodama(2004)는 다각화를 통한 기술에서의 범위의 경계가 기술기반 기업이 오랜 기간 생존하고 성장하기 위한 필수적인 요건이라고 보았다. Van Rijnssoever et al.(2015)도 기술다각화는 재조합적 혁신(recombinant innovation)을 촉진하고 바람직하지 않은 고착화(lock-in)를 줄이기 때문에 장기적 기술 성장에 중요하다고 보았다. Páez-Avilés et al.(2018)은 가능한 여러 대안 사이에서 충분한 기술적 다각화를 하는 것이 융합기술(예컨대, 나노기술)의 장기성공에 중요하다고 보았다. 기술다각화로 코어 경직성(core rigidities)과 경로의존성(path dependencies)이 완화된다는 것이다. Quintana-García and Benavides-Velasco(2008)는 바이오기술 기업의 표본에 대한 패널분석을 통해 다각화된 기술기반은 혁신역량에 정(+)의 효과가 있음을 밝혔다. 1998~2008년 동안의 미국 통신산업 특허인용 259,804건을 분석한 Lee et al.(2012)의 연구에서도 기술적 다각화는 혁신의 질과 정(+)의 선형관계로 나타났다.

이러한 기업차원의 논의를 기술차원의 논의에 적용해보면, 기술의 범위가 넓은 특허일 수록 후속 특허로부터의 참조가 많아질 것으로 예상할 수 있다. 기존 연구들은 기업 또는 출원인 수준에서 특허 포트폴리오의 기술적 다양성을 다루고 있으나 개별 특허 수준에서도 여러 기술 범주에 걸치는 특허를 생각해 볼 수 있다. 하나의 특허에 둘 이상의 국제특허분류(IPC) 코드가 부여되어 있고, 이를 기술범주화했을 때에도 복수의 기술범주에 걸치는 경우가 점점 많아지고 있다. 이처럼 특허 기술범주의 공동출현(co-occurrence)이 있는 경우 그 특허를 공동출현된 기술이 융합된 특허로 생각할 수 있다²⁾. 이러한 현상을 반영하여 최근 기술분류의 동시출현(IPC co-occurrence)에 기반하여 기술융합을 설명하려는 연구들도 증가하고 있다(Curran and

2) 예를 들어 삼성전자가 2004년 8월에 출원한 '나노 튜브를 갖는 전자소자의 제조방법 및 그에 의해 제조된 전자소자' 특허에는 IPC 코드 H01L(반도체 장치), B82B(나노구조), C01B(비금속 원소 및 그 화합물)가 부여되어 있으며, 이를 WIPO가 35개로 재분류한 기술범주로 보면 각각 반도체(semiconductor), 미세구조 및 나노기술(micro-structural and nano-technology), 재료 및 금속공학(materials, metallurgy)에 속한다(추기능, 2009).

Leker, 2011; Preschitschek et al., 2013; 추기능, 2009; 백현미·김명숙, 2013; 문진희 외, 2017). 점점 기술이 융합되는 시대가 도래하면서 기술융합이 된 기술의 가치는 그렇지 않은 경우에 비해 더 높을 것으로 예상할 수 있다. 그러나, 융합기술의 가치에 대한 연구를 아직까지는 찾기가 어렵다. 다만, Choo(2008)는 개별 특허 수준에서의 기술융합이 해당 특허의 가치와 정(+)의 관계가 있음을 보여주고 있다.

본 연구는 기존 문헌에서 특허의 가치 지표로 활용하고 있는 인용수, 해당 특허를 활용하는 기술들의 범위 외에 추가적으로 개별 특허 자체의 기술적 다양성을 특허 가치를 대리하는 변수로 보았다. 즉, 인용수, 후방특허들의 기술적 다양성, 해당 특허 자체의 기술적 다양성을 특허의 질적 특성이 반영된 지표로 삼았다. 이러한 특허의 질적 특성들을 특허의 후방인용 지표들로 설명하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다. 구체적으로는 i)선행 기술들을 인용하는 정도, ii)그 기술들의 범주의 다양성, iii)비특허문헌(주로 과학문헌)에 기반하는 정도, iv)자기의 과거 혁신에 기반하고 있는 정도가 특허의 질에 영향을 미치는지, 참조한 특허들과의 v)시간적 거리, vi)기술적 거리가 특정 기술의 질의 예측지표가 될 수 있는지, vii)기술협력 상대방의 조직형태가 협력 결과물인 특허의 질에 영향을 미치는지 여부를 한국 특허 자료로 실증하고자 한다.

Lanjouw and Schankerman(2001)은 후방인용의 수가 많다는 것은 해당 특허가 급진적 혁신보다는 점진적 혁신(점진적 가치증가)의 결과임을 의미할 가능성이 크다고 보았으며, Trajtenberg et al.(2002)도 원천적인 기술일수록 중요한(인용이 많이 되는) 선행기술이 적을 것으로 본 반면, Harhoff et al.(2003)에서는 후방인용과 특허가치간에 정(+)의 관계가 나타났다. 매우 혁신적인 특허는 선행특허가 별로 없을 수 있겠지만, ‘거인의 어깨 위에서 본다’는 뉴턴의 말을 빌려서 생각해보면 중요한 선행기술들에 기반한 특허가 더 원천적일 수 있다³⁾. 선행기술의 참조가 실제로 어떻게 되고 있는가와 인용에 관한 규정은 특허가 제출된 국가마다 다르므로 특허청별 인용 자료로부터 산출된 지표의 특징을 바로 일반화하여 적용할 수는 없다(Squicciarini et al., 2013). 본 연구는 한국 특허청에 출원된 특허에 대하여 어느 특허의 후방인용이 많을수록 그 특허의 가치 지표를 높인다는 가설을 설정하고 검증한다(가설1).

Carnabuci(2013)에 따르면, 기업의 혁신성은 기존 기술의 재조합 능력(recombinant capabilities)에 의해 좌우된다. Trajtenberg et al.(2002)이 제시한 독창성(originality) 지표는 특정 특허가 다양한 기술을 재조합한 정도를 나타내는 기술적 능력의 사전적 지표이다(Harrigan et al., 2017). 다양한 기술들에 기반한 기술일수록 원천적, 기초적 기술일 가능성이 크다. 또한, 관련성이 없어

3) 방산업체의 특허와 비방산 출원인의 특허를 비교한 추기능(2017)의 연구에서도 방산업체가 출원한 특허의 중요도(b)_i값이 더 낮은 것으로 나타났다. 방산부문의 특허는 기초연구나 응용연구보다는 무기체계개발에 치우쳐 있으므로 원천성이 낮다고 볼 수 있다. 이러한 결과로부터 낮은(높은) 중요도(b)_i 값을 낮은(높은) 원천성과 관련지을 수 있다.

보이던 기술들의 연결은 가치가 큰 급진적 특허, 획기적 발명으로 이어질 수 있다(Arts et al., 2012). 따라서 본 연구는 인용기술 범주의 다양성과 특허의 질적 지표에 관하여 다음과 같은 가설을 세우고 검증한다. *특허가 다양한 범주의 기술을 참조할 수록 그 특허의 질적 지표 값의 크기는 커진다(가설2).*

특허문헌이 기술(technology)을 담고 있다면, 논문은 상대적으로 과학(science)을 추구하는 경향이 크다. Cassiman et al.(2008)도 과학문헌을 인용하는 특허는 보다 복잡하고 원천적인 지식을 담고 있으며, 따라서 특허의 가치 지표라 할 수 있는 일반성(generality)에 영향을 줄 것이라고 보았다. Harhoff et al.(2003)에서 비특허문헌의 인용이 특허가치와 정(+)의 관계에 있는 것으로 나타났으며, Branstetter(2005)에서도 비특허문헌을 인용하는 특허가 그렇지 않은 특허에 비해 더 질적 특성이 높게 나타났다. 생물학 특허들을 대상으로 한 Arts et al.(2012)의 연구도 중요한 기술혁신의 경우 과학논문의 인용이 많음을 보였다. 이에 본 연구는 *비특허논문의 인용이 많을수록 특허의 질적 지표의 값은 커진다는 가설을 설정한다(가설3).*

동일한 출원인에 의한 후속 발명은 이전 발명의 아이디어를 반영하게 된다. 따라서 동일한 출원인의 선행 발명에 기반한 후속 발명은 이익전유의 통로이다. 자기인용은 혁신의 전유성(appropriation)을 나타내는 지표로 연구자들이 널리 사용하고 있다(Trajtenberg et al., 2002; Hall et al., 2005). Hall et al.(2005)은 자기인용이 외부인용보다 더 가치가 있음을 보였고, Sternitzke(2010)도 급진적 혁신이 점진적 혁신에 비해 자신의 이전 연구에 더 크게 의존하는 것을 발견했다. 이에 따라, 본 연구는 *자기인용이 많을수록 특허의 질적 가치 지표는 더 크게 나타난다는 가설을 설정한다(가설4).*

Benson and Magee(2016)는 후방인용 특허들과의 시간거리의 평균으로 측정한 즉시성(immediacy)이 기술진보율과 강한 상관관계를 지니는 것을 발견했다. 시기적으로 짧은 시간 거리에 있는 특허들을 인용하는 기술영역이 더 높은 기술적 진보율을 나타낸 것이다. 이로부터 *시간거리가 짧을수록 더 높은 특허의 질적 특성을 나타낸다는 가설을 설정한다(가설5).*

1990~1997년 동안의 캐나다의 과학기반 신생산업 특허를 분석한 Barirani et al.(2015)의 연구에서는 기술적으로 관계가 먼 기술들을 결합할수록 후속 발명의 기술의 폭이 넓어져, 일반성(generality)이 증가한다는 사실을 발견했다. 기술적으로 거리가 먼 특허들을 참조한 특허들의 경우 밀접한 선행기술이 없었거나, 기존 기술의 새로운 분야로의 적용성을 발견한 것이라는 점에서 혁신성이 높을 가능성이 크다. 따라서, 본 연구는 *인용하는 특허들과의 평균 기술거리가 멀수록 특허의 질적 특성지표는 더 높은 값을 가진다는 가설을 설정한다(가설6).*

다양한 기술들의 재조합이 한 조직 내에서만 일어나는 것은 아니다. 오늘날의 혁신 주체들은 기술이 복잡해지고 융합화되는 현상에 직면해 있으며, 이론적으로 혁신과정에 있어서 폐쇄형이

아닌, 개방형 혁신이 강조되고 있고(Chesbrough, 2002), 실제로도 혁신 주체간의 기술협력이 빈번해지고 있다. 지식생산과 확산에 있어서 복잡성이 증가하고 있으며, 과학과 기술간 연관성과 의존성이 높아지면서 연구협력(collaboration)의 필요성이 증대되고 있다(Fraunhofer ISI, 2009). 학계, 산업계, 공공연구소 등 상이한 주체들이 지식생산 과정에서 상호 기여하게 된다(Fraunhofer ISI, 2009). 대학은 과학적 지식을 창출하며, 공공연구기관은 과학적 지식을 응용하여 기술적 지식으로 전환시키고 보급하며, 기업은 과학적, 기술적 지식을 제품개발에 적용한다(이공래, 2000). 많은 경제학자나 실무에서 과학적 지식기반을 가진 조직과의 협력의 효과에 관심을 가져왔다. 최근 연구로는 Pippel and Seefeld(2016)가 독일의 560개 기업 혁신조사자료를 이용해 대학과 공공연구소간 연구개발 협력이 제품혁신 및 공정혁신에 정(+)⁴의 효과를 지니는 것을 보였다. 대학은 과학적 지식을 생산하고 연구소는 이를 기술지식으로 전환하며, 기업은 이들을 제품개발에 적용하는 기술혁신의 과정(이공래, 2000)에 착안하여 본 연구는 *어느 한 유형의 조직입장에서 볼 때 다른 유형의 조직과의 기술협력이 그 조직 유형의 평균적 특허 특성 지표에 미치는 영향이 다를 수 있다*는 가설을 설정한다(가설7).

III. 자료 및 분석방법

1. 자료

본 연구에 사용된 변수들은 일반적인 특허문헌자료와 특허인용(patent citations)의 두 가지 특허관련 자료로부터 구축되었다. 일반적인 특허자료는 출원인 명칭, 국제특허분류, 출원인 주소, 출원번호(출원일자 포함), 등록번호(등록일자 포함), 공개번호(공개일자 포함) 등을 포함하고 있으며 한국특허정보원의 특허정보 제공사이트(kipris.or.kr)에서 다운받아 정리하였다. 특허인용자료는 특허정보원으로부터 대용량 자료를 구매하여 정리하였다⁴⁾. 인용자료의 기재가 출원번호, 등록번호, 공개번호 등으로 일관되지 않아 일반 특허문헌자료와 특허인용자료를 연결하기 위해서는 인용자료에 대한 데이터 클리닝(data cleaning) 작업을 하였다. 본 연구에서는 각 인용자료에 기재된 출원, 등록 또는 공개의 문서번호와 그 일자를 가지고 출원번호를 찾고, 이를 일반특허자료와 연결하였다. 특허 출원인 명칭을 파악하여 기업, 대학, 연구소로 출원인 유형을

4) 특허정보원이 제공하는 특허인용자료는 선행기술조사기관에 의한 선행기술조사 결과 및 특허심사관이 채택하거나 직접 조사한 인용참증문헌(cited references)을 포함하고 있다. 인용자료의 존재는 심사과정에서 인용한 자료의 진신화 여부에 의존한다. 1990년대에 출원된 특허 중에서도 인용문헌이 있는 특허들이 있지만 인용문헌이 충실하게 존재하기는 2000년 이후 출원된 특허들부터이다.

분류하였으며, 출원인 명칭에 덧붙여 나오는 주소와 국적을 확인하여 내국인 특허인지 여부를 파악하였다. 본 연구에서 사용한 자료는 자료확보 시점인 2017년 7월 기준으로 데이터베이스상의 전수자료이다. 특허출원후 공개까지 걸리는 1년 6개월의 시간을 고려하면 2015년 이전 출원된 특허는 전부 포함되고, 2015년 이후 출원된 특허 중에서는 조기 공개된 특허들이 포함된다.

2. 변수

특허인용 관계는 어느 한 특허의 관점에서 그 특허가 인용하는 특허(母특허)들이 어떠한지를 나타내는 후방인용척도(Backward-Looking Measures)와 그 특허를 인용하는 특허(子특허)들이 어떠한지를 나타내는 전방인용척도(Forward-Looking Measures)로 나타낼 수 있다. 본 연구는 개별 특허의 융합도와 기술거리를 제외한 주요 변수들을 Trajtenberg et al.(2002)에 따라 계산하였다.

1) 종속변수

(1) 전방 인용횟수 : 중요도(f)

본 연구에서는 특정 특허를 직접 인용하는 후속 특허의 수만을 합산하는 대신, 해당특허(originating patent)를 직접 인용하는 특허(子특허)의 수 및 자특허별로 이를 인용하는 후속특허(孫특허)의 수를 합산하여 계산한다. 자특허별로 후속 孫특허의 수를 계산할 때는 1보다 작은 가중치(λ)를 부여하여 할인한다⁵⁾. 자특허를 인용하는 孫특허 수는 그 자특허가 얼마나 중요한지를 반영한다고 할 수 있다. 즉, 어느 특허가 얼마나 중요한 자특허들에 의해 인용되는지를 나타내는 지표라고 할 수 있으므로 이후로는 이 변수를 중요도(f)라고 부르기로 한다.

$$\text{중요도}(f)_i = NCITING_i + \lambda \sum_{j=1}^{NCITING_i} NCITING_{i+1,j}$$

$NCITING_i$: 해당 특허(originating patent i)를 인용하는 특허 수

j : 해당 특허(i)를 인용하는 특허들

$NCITING_{i+1, j}$: 해당 특허(originating patent i)를 인용하는 특허 j 를 인용하는 특허 수

(2) 후속 인용기술의 범위 : 일반성(generality)

일반성은 후속하는 특허(子특허)들이 얼마나 다양한 기술분야에 고르게 퍼져 있는지를 측정

5) 본 연구에서는 가중치로 0.5를 사용하였다. 가중치를 0.25, 0.75 등 다른 값을 사용해도 결과는 크게 달라지지 않는다.

하는 지표이다. 특허들이 속한 기술분야의 점유율의 제곱들을 합하면 시장집중도를 나타낼 때 사용하는 허쉬만-허핀달지수 형태가 된다. 집중도의 최대값인 1에서 이를 빼면 집중도의 상반개념으로서 다양성을 나타내는 지표를 산출할 수 있다. 즉, 일반성 지표는 특허들을 가지고 계산한 특허 활용의 다각화 지수이다.

$$\text{일반성}_i = 1 - \sum_{k=1}^{N_i} \left(\frac{NCITING_{ik}}{NCITING_i} \right)^2$$

N_i : 해당 특허(i)를 인용하는 기술범주의 수, k : 해당 특허(i)를 인용하는 각 기술범주들
 $NCITING_{ik}$: 해당 특허(i)를 인용하는 특허 중 기술범주 k 에 속하는 특허 수

(3) 해당 특허의 기술범위 : 융합도

본 연구는 해당특허(i) 자체의 기술적 다각화 정도를 다각화 문헌에서 많이 사용하는 엔트로피 지수로 측정하였다. 일반성은 해당특허(originating patent)를 인용하는 특허들이 얼마나 다양한 기술분야에 골고루 걸쳐 있는가를 측정하는 반면, 해당특허의 융합도는 해당특허에 부여된 기술코드들이 얼마나 많은 수의 기술범주에 걸쳐 있으며, 그 기술범주들에 고르게 분포되어 있는지를 측정한다⁶⁾.

$$\text{융합도}_i = \sum_1^{N_i} P_l \ln \left(\frac{1}{P_l} \right)$$

N_i : 해당 특허(i)에 부여된 기술범주의 수

P_l : 해당 특허(i)에 부여된 기술코드들 중에서 기술범주 l 에 속하는 비중

2) 설명변수

(1) 후방 인용횟수 : 중요도(b)

$$\text{중요도}(b)_i = NCITED_i + \lambda \sum_{m=1}^{NCITED_i} NCITING_{i-1,m}$$

6) Bruck et al.(2016)은 순차출력(sequential printing) 기술과 정지영상제작(static image production) 기술의 융합이 레이저/잉크젯 프린터 기술로 발전했음을 보였는데, 상이한 기술범주에 속한 선행기술들을 인용하거나 특정 기술이 여러 기술 범주들로 분류되는 경우 새로운 기술분야의 출현, 미래 기술의 발전에 대한 예측을 할 수 있을 것이다. 여태껏 연결되지 않았던 기술들의 연결이 급진적, 획기적 특허로 나타날 경우, 시간이 지나면 새로운 기술코드로 자리잡겠지만, 기존 기술분류체계하에서는 복수의 코드 부여로 나타난다.

$NCITED_i$: 해당특허(originating patent i)에 의해 인용된 특허 수

$NCITING_{i-1, m}$: 해당특허(i)에 의해 인용된 특허(모특허) m 을 인용하는 특허 수

본 연구는 특정 특허가 직접 인용하는 선행 특허의 수만을 합산하는 대신, 해당특허(i)가 얼마나 많은 선행특허(모특허)를 인용하는지 및 그 모특허들이 또 다른 특허들에 의해 얼마나 인용되고 있는지를 합산하여 계산한다. 해당특허(i)가 많은 선행특허(모특허)들을 인용하되, 그 모특허들이 많이 인용되는 특허들일수록 해당특허(i)는 많은 중요한 선행특허들에 의존하고 있음을 나타낸다. 이후부터는 중요도(b)로 부르기로 한다.

(2) 선행 기술의 범위 : 독창성(originality)

독창성은 해당특허(i)가 인용하는 선행특허(모특허)들이 얼마나 다양한 기술분야에 분포되어 있는지를 측정하는 지표이다. 일반성 지표와 계산방식은 같고, 다른 점은 해당특허(i)를 인용하는 후속특허(子특허)들이 아니라 해당특허가 인용하는 선행특허(모특허)들의 기술범위를 대상으로 하는 것이다. 해당특허(i)가 참조하는 기술들의 범위가 넓을수록 독창성 지표는 큰 값을 갖는다.

$$\text{독창성}_i = 1 - \sum_{h=1}^{N_h} \left(\frac{NCITED_{ih}}{NCITED_i} \right)^2$$

N_h : 해당 특허(i)가 인용한 기술범주의 수

$NCITED_{ih}$: 해당 특허(i)가 인용한 특허 중 기술범주 h 에 속하는 특허 수

(3) 비특허문헌 인용횟수

비특허문헌인용도 지표는 전체 인용문헌 중에서 비특허문헌이 차지하는 비중으로 계산한다.

$$\text{비특허논문인용도}_i = \frac{NPCITES_i}{NPCITES_i + NCITED_i}$$

$NPCITES_i$: 해당 특허(i)가 인용하는 비특허문헌의 수

(4) 자기인용

자기인용은 새로운 혁신이 출원인 자신의 과거 혁신에 기반하는 정도를 반영한다. 본 연구에서는 인용된 모특허 중 자신이 출원한 특허건수로 측정한다.

(5) 시간거리

인용된 모특허와 해당특허(i)와의 시간간격을 구하여 합산한 후 이를 인용된 특허수로 나누어 시간간격의 평균으로 측정하였다. 본 연구에서 사용된 시간 단위는 개월 수이다.

$$\text{시간거리}_i = \sum_{j=1}^{NCITED_i} \frac{LAG_j}{NCITED_i}$$

LAG _{j} : 해당특허(i)와 모특허(j) 간의 출원시간 차이(개월 수)

(6) 기술거리

$$\text{기술거리}_i = \sum_{j=1}^{NCITED_i} \frac{TECH_j}{NCITED_i}$$

TECH _{j} : 해당특허(i)와 모특허(j) 간의 기술거리(0, 0.5, 또는 1)

기술거리는 해당특허(i)와 인용된 모특허간의 기술거리를 합산한 후 인용수로 나누어 인용-피인용 특허간 기술거리의 평균으로 측정한다. 본 연구에서도 추기능(2017)처럼 국제특허분류를 재분류한 WIPO(2008)의 기술범주를 이용하여 기술거리를 계산하였다. WIPO(2008)는 국제특허분류(IPC: International Patent Classification)를 대범주 5개, 세부범주 35개로 유형화하고 있다. 본 연구에서는 기술의 세부범주가 같으면 기술거리를 0으로, 대범주가 같으면 기술거리를 0.5로 하였고, 대범주에서도 다르면 기술거리 1을 부여하였다. 기술거리 지표 값이 클수록 기술적으로 먼 모특허들을 기반으로 한 발명이다.

(7) 기술협력 : 공동출원관계

본 연구는 국가혁신의 주된 주체이자 산학연 협력(industry-academia-research cooperation) 당사자인 기업, 대학, 연구소간 기술협력에 주목한다. 본 연구는 발명 조직간 기술협력 여부를 특허의 공동출원을 통해 식별한다. 기업-대학간, 기업-연구소간, 대학-연구소간, 기업-대학-연구소간 공동출원에 대하여 각각 해당 더미를 부여하였다.

3. 분석모형

본 연구는 특허의 질적 특성 지표인 중요도(f), 일반성, 융합도를 각각 피설명변수로 삼고,

이를 중요도(b), 독창성, 비특허문헌인용도, 자기인용, 시간거리, 기술거리 등 후방인용 지표들과 공동출원 더미를 포함한 다중회귀분석모형으로 설명하고자 하였다⁷⁾. 기술더미, 대학과 연구소 더미 등은 통제변수로 추가되었다. 변수들은 개별 특허 수준에서 한 번만 관측되고, 종속변수의 값이 연속적인 값을 가지므로 횡단면 단순OLS에 의한 분석을 시행하였다. 인용은 시간을 두고 발생하므로 언제 출원되었는가에 따라 인용수가 달라지고, 기술에 따라서도 차이를 보일 수 있기 때문에 기술 더미와 연도 더미를 포함시켰다.

$$\text{중요도}(f)/\text{일반성/융합도} = f(\text{중요도}(b), \text{독창성}, \text{비특허문헌인용도}, \text{자기인용}, \text{시간거리}, \text{기술거리}, \text{공동출원 더미}, \text{대학 더미}, \text{연구소 더미}, \text{기술 더미}, \text{연도 더미})$$

기업, 대학, 연구소로 표본을 구분하였을 때 회귀계수에 차이가 있는지를 살펴보기 위해 기업, 대학, 연구소 출원인들로만 구성된 각각의 하위 표본들에 대해서도 위와 같은 회귀분석을 시행하였으며, 표본간 회귀계수의 차이 검정을 실시하였다.

IV. 분석결과

1. 표본의 기초통계량

〈표 1〉은 본 연구의 분석에 사용된 변수들의 요약통계량들을 보여주고 있다. 기업, 대학, 연구소가 출원한 국내특허 1,242,979건이 분석대상이다. 후방인용(backward citation)을 이용한 중요도(b) 지표는 평균 8.43이며, 전방인용(forward citation)을 이용한 중요도(f) 지표는 평균 1.92로 상대적으로 낮다. 개별 특허별로 계산되는 두 지표 값 모두 진행형이기는 하지만, 전방인용만으로 계산되는 중요도(f) 지표의 변화 여지가 훨씬 크다. 인용하는 후속특허(母특허)들의 다각화 정도를 허핀달 지수 방식으로 계산한 값인 일반성(generality) 지표 역시, 인용된 선행특허(子특허)들의 다각화 정도를 파악하는 독창성(originality) 값과 비교하여 상당히 낮다. 미래 특허들의 추가적인 인용이 있을 것이므로 개별 특허들의 일반성 값은 커지게 될 것이다. 전체 인용 건수중에서 비특허문헌의 인용이 차지하는 비중(비특허문헌인용도)은 약 3% 정도이다. 특정 출원인이 자신의 선행특허를 인용하는 건수(자기인용)는 0.37건으로 평균 한 건에

7) Trajtenberg et al.(2002)은 소규모의 미국특허 표본을 대상으로 전방인용 지표와 후방인용 지표들 간의 연관성을 분석한 바 있다.

못 미친다. 자신의 과거 특허를 가장 많이 인용한 특허는 총 26건을 인용했다. 시간적으로는 평균적으로 약 62.7개월 떨어진 특허를 인용했다. 인용특허와 피인용특허간 기술거리는 0.24로 측정됐다. 기술거리 계산에서 35개 기술분류상으로 같은 기술을 인용하면 0의 값을 부여하고, 5개 대분류상으로 같은 기술을 인용하면 0.5의 값을 부여한 점을 감안하면, 대분류상으로 같고 중분류상으로 다른 기술과 중분류상으로도 같은 기술을 번갈아 인용한 셈이다. 기업, 대학, 연구소간 특허의 공동출원 관계를 식별하여 주체별로 구분할 때, 전체 표본 1,242,979건 중 기업과 대학이 공동출원한 특허는 28,648건(전체의 2.3%), 기업과 연구소가 공동출원한 특허는 22,363건(전체의 1.8%)이었다. 대학과 연구소가 공동출원한 특허는 4,182건(0.3%), 기업, 대학, 연구소가 함께 출원한 특허는 747건(0.06%)으로 상대적으로 적었다. 기술별로는 전기공학 기술(Electrical Engineering)이 전체의 44%로 가장 많았고, 기계공학(Mechanical Engineering)이

〈표 1〉 변수들의 요약통계량

변수	평균	표준편차	최솟값	최댓값	관측치수
중요도(f)	1.92	4.21	0	204	1,242,979
중요도(b)	8.43	9.40	0	234	1,242,979
일반성	0.07	0.17	0	0.90	1,242,979
독창성	0.16	0.24	0	0.88	1,242,979
비특허문헌인용도	0.03	0.13	0	1	1,242,979
자기인용	0.37	0.79	0	26	1,242,979
시간거리	62.74	39.16	0	835	1,068,515
기술거리	0.24	0.32	0	1	1,023,644
공동출원(기업-대학)	0.023	0.15	0	1	1,242,979
공동출원(기업-연구소)	0.018	0.13	0	1	1,242,979
공동출원(대학-연구소)	0.003	0.06	0	1	1,242,979
공동출원(기업-대학-연구소)	0.0006	0.02	0	1	1,242,979
기술1(Electrical Engineering)	0.44	0.50	0	1	1,242,979
기술2(Instruments)	0.14	0.35	0	1	1,242,979
기술3(Chemistry)	0.20	0.40	0	1	1,242,979
기술4(Mechanical Engineering)	0.25	0.44	0	1	1,242,979
기술5(Other fields)	0.11	0.31	0	1	1,242,979
기업	0.84	0.36	0	1	1,242,979
대학	0.09	0.29	0	1	1,242,979
연구소	0.06	0.24	0	1	1,242,979
특허의기술수	1.29	0.56	0	7	1,242,979
특허의 IPC 출현수	2.26	1.34	0	22	1,242,979
특허의 다각화지수	0.17	0.32	0	1.91	1,242,964

25%, 화학(Chemistry)이 20%를 차지하고 있다. 전체 표본에서 기업, 대학, 연구소가 차지하는 비중은 각각 84%, 9%, 6%이다. 개별 특허에 부여된 기술 분류는 평균 2.26건이며, 이를 WIPO의 35개 기술 범주로 재분류하면, 평균 1.29개의 기술에 걸쳐 있다. 가장 넓은 범위의 특허는 35개 기술 범주 중 7개 기술영역에 걸쳐 있다. 개별 특허의 다각화지수(융합도)는 개별 특허에 부여된 기술코드가 얼마나 다양한 기술범주에, 고르게 퍼져 있는지를 엔트로피 지수로 측정된 것이며 평균 0.17의 값을 갖는다. <표 2>는 분석에 사용된 변수들간의 상관관계를 보여주고 있다. 기술거리와 독창성간 상관관계가 0.49인 것을 제외하면 독립변수들간의 상관관계가 높지 않아 다중공선성의 문제는 없어 보인다.

<표 2> 변수들간의 상관관계

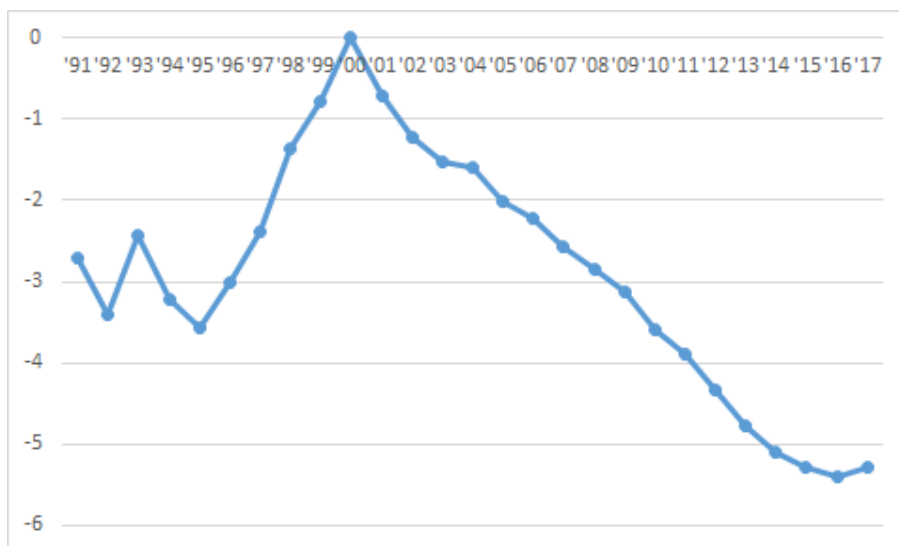
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. 중요도(f)																		
2. 일반성	0.48																	
3. 기술다각화지수	-0.04	0.04																
4. 중요도(b)	0.18	0.12	0.10															
5. 독창성	0.00	0.09	0.20	0.30														
6. 비특허문헌인용도	-0.01	0.01	0.04	-0.05	-0.02													
7. 자기인용	-0.04	-0.04	-0.03	0.10	0.02	-0.03												
8. 시간거리	-0.16	-0.12	0.04	-0.09	0.02	-0.02	-0.11											
9. 기술거리	0.00	0.11	0.22	0.05	0.49	0.02	-0.06	0.02										
10. 공동출원 (기업-대학)	-0.01	0.00	0.03	0.02	0.02	0.06	-0.05	0.00	0.02									
11. 공동출원 (기업-연구소)	0.02	0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	-0.01	-0.01	0.01	-0.02								
12. 공동출원 (대학-연구소)	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	-0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.01							
13. 공동출원 (기업-대학-연구소)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
14. 기술2	-0.02	0.02	0.26	0.00	0.09	0.01	-0.04	0.03	0.08	0.03	-0.01	0.00	0.00					
15. 기술3	0.01	0.04	0.23	0.03	0.08	0.17	0.00	0.06	0.06	0.05	0.07	0.02	0.01	-0.09				
16. 기술4	-0.08	-0.05	0.15	-0.13	-0.03	-0.08	0.04	0.15	0.01	-0.03	-0.01	-0.02	-0.01	-0.10	-0.14			
17. 기술5	0.01	-0.03	0.08	0.05	-0.04	-0.06	-0.05	0.05	-0.03	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.07	-0.11	-0.07		
18. 대학	-0.04	-0.01	0.06	0.00	0.05	0.24	-0.08	0.01	0.04	0.21	-0.04	0.08	0.02	0.09	0.11	-0.09	-0.06	
19. 연구소	0.01	0.02	0.02	-0.01	0.03	0.07	0.02	0.00	0.04	-0.04	0.22	0.10	0.02	0.04	0.07	-0.04	-0.05	-0.08

주 : 밑줄 표시된 상관계수는 통계적으로 유의하지 않음을 나타내고, 이탤릭체(기업-대학간 공동출원 더미와 시간거리 사이, 대학-연구소간 공동출원 더미와 중요도(f) 사이의 상관계수)는 5% 수준에서 유의함을 나타내며, 그 외는 1% 수준에서 유의하다.

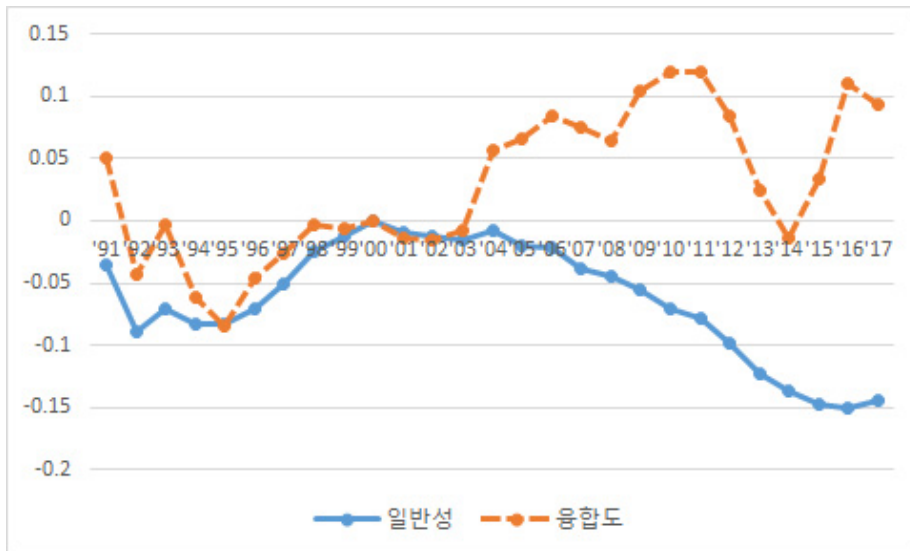
(그림 1)은 특허가치 특성 지표인 중요도(f)의 출원연도별 변화를 보여준다. 이는 중요도(f)가 종속변수인 <표 3>의 첫 번째 회귀분석에서 추정된 각 연도 더미변수의 크기를 그림으로 표시한 것이다. 2000년을 회귀분석에서의 기준 연도로 삼았을 때 다른 출원 연도 더미는 모두 음(-)

의 값을 갖는 것으로 추정되었다. 즉, 2000년에 출원된 특허의 중요도(f)가 가장 높게 나타나고 있다. 특허의 인용은 상당히 긴 시간에 걸쳐 지속되는 것이므로 곧바로 2000년에 출원된 연도의 중요도(f)가 가장 높았다고 해석되지는 않는다. 인용의 추가와 함께 2000년 이후에 출원된 특허들의 중요도(f)가 계속 높아질 것이므로 인용이 거의 발생하지 않을 만큼 긴 시간이 흐른 후에야 연도별 출원의 중요도(f) 크기를 의미 있게 비교할 수 있을 것이다. 그런데, 90년대 중반 이후 2000년 이전의 기간 동안의 연도 더미가 우상향 추세를 보여주고 있으므로 이 시기에 한정해서 볼 때, 추세적으로 중요도(f)가 점차 증가하고 있음을 알 수 있다.

(그림 2)는 일반성과 융합도를 각각 종속변수로 한 회귀분석에서의 연도 더미의 크기를 그림으로 표시한 것이다. 여기서도 기준연도는 2000년이다. 개별 특허(*i*)를 인용하는 특허(子특허)들의 다양성을 뜻하는 일반성의 경우 연도 더미가 90년대 중반 이후 증가하다가 2000년 정점에 이른 후 최근으로 올수록 낮아지고 있어 중요도(f)와 비슷한 양상을 보이고 있다. 반면, 해당 특허 자체의 기술이 지니는 융합도를 종속변수로 했을 때의 연도 더미는 90년대 중반 이후 상승하는 추세를 나타내면서 2011년에 최고치를 보이고 있다. 그런데, 95년과 2014년을 전후로 V자 형태의 하락과 상승을 하고 있다는 점이 특이하다. 이러한 양상이 나타나게 된 배경이 무엇인지 살펴볼 필요가 있겠으나, 여기서는 다루지 않기로 한다. 전반적으로 볼 때, 개별 특허의 융합도는 최근으로 올수록 증가하고 있는 것으로 평가할 수 있다. 점점 기술이 융합되고 있음을 보여주는 것이다.



(그림 1) 중요도(f) 설명 회귀식에서의 연도별 더미 변화



(그림 2) 일반성, 융합도 설명 회귀식에서의 연도별 더미 변화

2. 회귀분석 결과

〈표 3〉은 특허의 질적 특성에 영향을 미치는 인용지표들의 효과를 회귀분석한 결과이다. 중요도(b)는 중요도(f), 일반성, 융합도를 높이는 요인으로 나타났다. 독창성은 중요도(f)를 낮추는 요인으로 작용하지만 일반성과 융합도는 높이는 요인으로 분석됐다. 여러 선행 기술을 참조한 경우 해당 기술 자체의 융합도가 높았다. 즉, 여러 선행 기술의 영향을 받은 기술은 그 기술 자체가 여러 기술범주로 분류될 가능성이 크다. 또한, 여러 선행 기술들을 인용한 기술은 여러 후속기술들에 응용될 가능성도 크다. 다만, 한 가지 기술범주에 초점이 맞춰진 기술에 비해 중요도는 낮을 수 있다. 비특허문헌인용도는 중요도(f), 일반성, 융합도 모두에 상승요인으로 작용하는 것으로 분석됐다.

특허가 자기인용을 많이 할수록 중요도(f), 일반성, 융합도는 낮게 나타났다. 자기인용도가 높은 특허는 전유성이 높은 특허라고 할 수 있는데, 전유성이 높을수록 파급효과(spillover effect)는 낮을 수 있다. 사적 가치는 높다 하더라도 사회적 가치는 낮을 수 있는 것이다. 시간거리가 가까울수록 중요도(f), 일반성, 융합도가 높게 나타났다. 급격한 기술변화의 환경하에서는 최신성(immediacy)이 요구된다고 할 수 있다. 기술거리는 멀수록 중요도(f), 일반성, 융합도를 높이는 것으로 나타났다. 이는 관계가 적었던 선행 기술들의 조합과 응용을 통해 창출된 발명이 밀접한 기술들에 기반한 발명보다 더 높은 수준의 혁신일 가능성이 높음을 의미한다.

〈표 4〉는 〈표 3〉의 특허 가치 특성지표들의 결정요인 분석에서 기술더미들의 상대적 크기를 표시한 것이다. 〈표 3〉을 보면 기준 더미변수인 전기공학(Electrical Engineering) 기술과 대비하여 하나의 예외를 제외한 모든 기술더미들이 정(+)의 값으로 추정되었다. 기준 변수와의 차이가 통계적으로 유의한지 여부는 t값과 별표(***)를 통해 확인할 수 있는데, 각 기술더미의 값이 통계적으로 1% 수준에서 유의한 것으로 추정되었다. 이에 더하여 본 연구는 각 기술더미간의 차이에 대한 통계적 유의성도 검정하였으며, 그 결과에 따라 더미변수의 크기 순위를 매기고 〈표 4〉로 제시하였다. 예를 들어, 종속변수가 일반성인 회귀분석에서 기구(Instruments) 기술과 화학(Chemistry) 기술의 더미는 각각 0.0281과 0.0284로 추정되었고, 그 차이는 통계적으로 유의하지 않아 같은 순위로 표시하였다. 다섯 가지 대범주로 특허기술을 분류했을 때, 화학(Chemistry)관련 기술이 중요도(f) 회귀식과 일반성 회귀식에서 가장 큰 더미값을 갖는 것으로 추정됐고, 기구(Instruments) 기술이 일반성, 융합도 회귀식에서 가장 큰 더미값을 갖는 것으로 추정됐다. 특허활동이 가장 활발한 전기공학(Electrical Engineering) 기술은 중요도(f)와 융합도는 가장 낮았으며, 일반성은 두 번째로 낮았다.

한편, 대학출원 또는 연구소출원 특허가 기업출원 특허들과 비교하여 특허 가치 특성에서 차이를 지니는지를 살펴보기 위해 각 회귀식에 대학 또는 연구소 출원인을 표시하는 더미변수를 추가하였으며, 그 추정결과를 〈표 3〉에 제시하였다. 중요도(f) 회귀식에서 대학 더미는 통계적으로 유의하지 않아 대학 특허가 기업 특허와 비교하여 중요도(f)에서 차이를 나타내지는 않았다. 연구소출원 더미는 유의한 정(+)의 값으로 추정됐다. 연구소 특허는 평균적으로 기업 특허나 대학 특허에 비해 중요도(f)가 더 높다고 할 수 있다. 일반성 회귀식에서는 대학 더미와 연구소 더미 모두 유의한 정(+)의 값으로 추정돼, 대학 특허와 연구소의 특허가 기업 특허에 비해 일반성이 더 높은 것으로 나타났다. 기초연구를 수행하는 대학이나 연구기관의 특허는 기술보다는 과학에 더 많이 연관되어 있어 파급효과가 더 높음을 알 수 있다. 대학과 연구소 더미 간의 크기를 비교한 검정에서 연구소 더미가 대학 더미에 비해 통계적으로 유의하게 높았다. 즉, 연구소출원 특허의 일반성이 가장 높았고 이러한 결과로부터 다양한 기술분야에 파급효과를 미친다는 측면에서 연구소의 역할이 강조될 수 있다. 기술 융합도 회귀식에서 대학 더미와 연구소 더미는 유의한 음(-)으로 추정되었으며, 두 더미의 크기는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 정리하면, 대학이나 연구소 특허는 기업 특허와 비교하여 융합도는 낮지만 일반성은 높아 상대적으로 다양한 부문에 영향을 미치는 것으로 분석된다.

〈표 3〉 특허 가치 특성 지표들의 결정요인 분석

독립변수	중요도(f)		일반성		융합도	
	추정계수	t-값	추정계수	t-값	추정계수	t-값
중요도(b)	0.10	111.74***	0.00	102.38***	0.00	67.17***
독창성	-0.41	-19.48***	0.03	31.06***	0.08	51.61***
비특허문헌인용도	0.27	5.68***	0.02	6.91***	0.05	12.64***
자기인용	-0.38	-83.66***	-0.01	-72.71***	-0.01	-28.99***
시간거리	-0.01	-74.47***	0.00	-57.11***	0.00	-89.87***
기술거리	0.14	9.24***	0.05	72.94***	0.15	136.80***
공동출원 (기업-대학)	0.11	4.49***	0.00	3.13***	0.00	0.84
공동출원 (기업-연구소)	0.21	6.15***	0.00	2.33**	-0.04	-20.74***
공동출원 (대학-연구소)	0.18	2.52***	0.00	0.10	0.03	5.73***
공동출원 (기업-대학-연구소)	0.04	0.35	-0.01	-0.81	-0.02	-1.87*
기술2	0.44	35.38***	0.03	45.23***	0.28	251.75***
기술3	0.54	48.60***	0.03	58.16***	0.22	273.18***
기술4	0.04	5.28***	0.01	18.81***	0.17	261.22***
기술5	0.36	29.66***	0.00	-2.23**	0.13	163.51***
대학 더미	0.02	1.32	0.01	9.07***	-0.01	-8.96***
연구소 더미	0.34	18.76***	0.02	22.11***	-0.01	-7.97***
상수항	4.86	94.35***	0.11	79.89***	-0.10	-90.10***
R-sq.	0.1524		0.1018		0.2869	
관측치	1,023,644					
연도 더미	생략					

주 : ***, **, *, + 는 각각 1%, 5%, 10%, 15% 수준에서 유의함을 나타낸다. 아래의 표들에서도 같다.

〈표 4〉 특허 가치 특성 결정요인 중 기술 더미의 상대적 크기

기술 분야	순위	중요도 모형	일반성 모형	융합도 모형
Electrical engineering(기준 변수)		5	4	5
Instruments		2	1	1
Chemistry		1	1	2
Mechanical engineering		4	3	3
Other fields		3	5	4

조직유형별로 특허 가치 특성에 미치는 요인들의 효과의 차이를 알아보기 위해 기업, 대학, 연구소로 표본을 구분한 후, 각 표본별로 회귀분석을 시행하였으며, 그 결과를 <표 5> ~ <표 7>에 정리하였다. <표 5>는 기업, 대학, 연구소 표본 각각에 대하여 중요도(f)에 영향을 미치는 요인들로 회귀분석을 시행한 결과이다. 세 유형의 조직별 회귀분석 결과를 이용하여 각 영향요인의 효과가 서로 다른 조직유형 간에 차이가 있는지를 살펴보기 위해 회귀계수의 표본 간 차이를 검정한 결과를 표의 가장 오른쪽 두 열에 정리하였다. 기업 표본과 대학 표본 간 회귀계수 비교에서는 중요도(b), 비특허문헌인용도, 시간거리 등의 효과가 기업 표본에서 통계적으로 유의하게(1% 수준) 높았다. 기업 표본과 연구소 표본 간 비교의 경우에는 기업 표본에서 시간거리와 기술거리 등의 효과가 통계적으로 유의하게 높았다. 자기인용이 많을수록 중요도(f)가 낮아지는 효과는 기업 표본에서 크게 나타났다. 독창성 지표가 미치는 효과는

<표 5> 조직유형별 중요도(f) 결정요인 분석

	기업(①)		대학(②)		연구소(③)		차이 (①-②)	차이 (①-③)
	추정계수	t-값	추정계수	t-값	추정계수	t-값		
중요도(b)	0.10	102.65***	0.06	35.12***	0.10	30.10***	0.04***	0.00
독창성	-0.40	-16.79***	-0.34	-7.30***	-0.49	-6.46***	-0.06	0.09
비특허문헌인용도	0.72	7.70***	-0.03	-0.44	0.51	3.96***	0.74***	0.21
자기인용	-0.40	-81.97***	-0.09	-6.07***	-0.21	-10.75***	-0.31***	-0.20***
시간거리	-0.01	-68.98***	0.00	-21.17***	-0.01	-15.85***	0.00***	0.00***
기술거리	0.14	8.38***	0.08	2.13**	0.02	0.30	0.07	0.13**
공동출원 (기업-대학)	0.08	2.39**	0.10	2.77***			-0.01	-
공동출원 (기업-연구소)	0.44	9.46***			-0.24	-4.49***	-	0.67***
공동출원 (대학-연구소)			0.26	2.73***	0.12	1.16	-	-
공동출원 (기업-대학-연구소)	0.02	0.13	0.35	1.55+	-0.04	-0.17	-0.33	0.06
기술2	0.45	30.38***	0.34	13.45***	0.34	8.14***	0.11***	0.12***
기술3	0.61	47.78***	0.14	5.98***	0.16	4.20***	0.47***	0.45***
기술4	0.04	4.34***	0.17	6.15***	0.19	5.21***	-0.14***	-0.15***
기술5	0.37	28.64***	0.20	5.11***	0.34	5.19***	0.16***	0.02
상수항	4.83	91.00***	5.67	12.25***	5.40	22.69***		
관측치	864,429		95,827		63,388			
R-sq.	0.1470		0.2050		0.1900			
연도더미	생략							

기업, 대학, 연구소 간에 별 차이가 없는 것으로 나타났다.

한편, 기술협력을 나타내는 공동출원 더미의 효과에 주목할 필요가 있다. 기업과 대학 간 기술협력은 두 조직 모두에게 중요도(f)를 높이는 요인으로 나타났으며, 추정치의 크기는 대학 표본에서 더 크지만 유의한 차이는 아니었다. 반면, 기업과 연구소 간 기술협력의 경우 기업 표본에서는 정(+)의 효과가, 연구소 표본에서는 부(-)의 효과가 나타나고 있다. 기업과 연구소 간 기술협력으로부터 기업이 누리는 정(+)의 효과는 기업과 대학 간 기술협력으로부터 기업이 누리는 정(+)의 효과보다 훨씬 크다. 중요도(f) 측면에서는 기업과 연구소 간 협력이 상대적으로 더 중요함을 알 수 있다. 대학과 연구소 간 기술협력에 있어서 수혜자는 대학으로 나타나고 있다. <표 8>은 조직유형별 회귀분석의 결과와 전체 표본 회귀분석의 결과 간에 추정치 부호 및 통계적 유의성의 차이가 있는지를 정리한 것이다. 하위 표본의 결과도 전체 표본의 결과와 대체로 일치하는 것으로 나타났다.

<표 6> 조직유형별 일반성 결정요인 분석

	기업		대학		연구소		차이 (①-②)	차이 (①-③)
	추정계수	t-값	추정계수	t-값	추정계수	t-값		
중요도(b)	0.00	93.99***	0.00	28.10***	0.00	25.37***	0.00**	0.00***
독창성	0.03	30.15***	0.02	7.23***	0.02	4.81***	0.01***	0.01***
비특허문헌인용도	0.03	7.29***	0.01	2.81***	0.02	2.89***	0.02***	0.01+
자기인용	-0.01	-72.14***	0.00	-3.43***	-0.01	-8.27***	-0.01***	-0.01***
시간거리	0.00	-52.64***	0.00	-17.42***	0.00	-13.38***	0.00	0.00
기술거리	0.05	67.21***	0.04	18.18***	0.04	15.40***	0.01***	0.01***
공동출원 (기업-대학)	0.00	2.85***	0.00	-1.09	0.00	-	0.01***	-
공동출원 (기업-연구소)	0.01	6.87***	-	-	-0.02	-7.31***	-	0.03***
공동출원 (대학-연구소)	0.00	-	0.00	0.73	0.00	-0.61	-	-
공동출원 (기업-대학-연구소)	0.00	0.28	-0.01	-0.43	-0.01	-1.02	0.01	0.02
기술2	0.03	40.14***	0.02	15.42***	0.03	12.70***	0.01***	0.00
기술3	0.03	55.62***	0.01	11.26***	0.02	12.09***	0.02***	0.01***
기술4	0.01	15.91***	0.02	9.73***	0.02	7.83***	-0.01***	-0.01***
기술5	0.00	-2.29**	0.00	1.86*	0.00	-1.44+	-0.01**	0.00
상수항	0.11	77.11***	0.16	11.96***	0.15	19.00***		
관측치	864,429		95,827		63,388			
R-sq.	0.0985		0.1272		0.1272			

〈표 6〉은 기업, 대학, 연구소 각 표본에 대하여 일반성에 영향을 미치는 요인들로 회귀분석을 시행한 결과이다. 〈표 8〉에서 보듯이 중요도(b), 독창성, 비특허문헌인용도, 자기인용, 시간거리, 기술거리 등이 미치는 효과의 방향성 및 유의성은 전체 표본의 결과와 다르지 않았다. 조직 유형별 차이를 보면 중요도(b), 독창성, 비특허문헌인용도, 기술거리 등은 기업 표본에서 유의하게 높았으며, 자기인용은 기업 표본에서 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 시간거리의 효과는 표본 간 차이가 없었다. 기업표본에서 대학이나 연구소와의 공동출원 더미가 유의한 정(+)의 값으로 추정돼, 대학이나 연구소와의 협력이 기업 혁신의 가치를 높이는 것으로 나타났다.

반면, 기업과의 공동출원 더미가 대학 표본에서는 유의하지 않거나 연구소 표본에서는 오히려 유의한 음(-)으로 추정돼, 협력의 상대방인 대학이나 연구소에게는 기업과의 기술협력이 혁신의 일반성 측면에서 효과적이지 못한 것으로 나타나고 있다.

〈표 7〉 조직유형별 융합도 결정요인 분석

	기업		대학		연구소		차이 (①-②)	차이 (①-③)
	추정계수	t-값	추정계수	t-값	추정계수	t-값		
중요도(b)	0.00	63.45***	0.00	16.27***	0.00	12.33***	0.00	0.00***
독창성	0.08	47.57***	0.08	15.86***	0.07	12.04***	0.00	0.01
비특허문헌인용도	0.09	13.98***	0.01	2.22**	0.04	3.69***	0.08***	0.05***
자기인용	-0.01	-28.41***	0.00	-2.37**	-0.01	-5.15***	0.00***	0.00
시간거리	0.00	-82.75***	0.00	-23.88***	0.00	-24.28***	0.00	0.00***
기술거리	0.14	122.37***	0.18	47.50***	0.16	37.32***	-0.04***	-0.01***
공동출원 (기업-대학)	-0.01	-2.48***	0.01	1.68*	-	-	-0.01***	
공동출원 (기업-연구소)	-0.04	-16.04***	-	-	-0.05	-14.78***		0.01*
공동출원 (대학-연구소)	-	-	0.03	4.28***	0.03	3.68***		
공동출원 (기업-대학-연구소)	-0.04	-2.09**	-0.01	-0.47	-0.01	-0.65	-0.03	-0.02
기술2	0.30	227.01***	0.25	90.24***	0.24	65.42***	0.05***	0.06***
기술3	0.21	238.51***	0.24	103.32***	0.23	83.53***	-0.03***	-0.02***
기술4	0.17	242.30***	0.22	74.92***	0.19	62.41***	-0.05***	-0.02***
기술5	0.13	154.14***	0.16	41.47***	0.15	32.88***	-0.03***	-0.02***
상수항	-0.10	-85.38***	-0.16	-15.60***	-0.13	-21.13***		
관측치	864,429		95,827		63,388			
R-sq.	0.2931		0.2472		0.2547			

〈표 7〉은 기업, 대학, 연구소별로 융합도에 영향을 미치는 요인들에 대하여 회귀분석한 결과이다. 비특허문헌인용도의 효과를 기업-대학, 기업-연구소 간에 비교한 결과, 기업표본에서 유의하게 높게 나타났다. 이러한 결과는 과학지식의 주된 생산자인 대학이나 연구소가 과학적 지식을 이용하는 경우보다는 응용지식의 생산자인 기업이 과학적 지식을 이용하는 경우에 효과가 더 큼을 보여준다. 기술거리가 중요도(f)나 일반성에 미치는 효과는 기업 표본에서 가장 높았지만, 융합도에 미치는 효과는 기업 표본에서 가장 낮았다. 〈표 8〉에서 보듯이 공동출원 이외의 변수들이 미치는 효과는 하위 표본들과 전체 표본간에 거의 다르지 않았다. 기업-대학 간 기술협력이 기업의 융합도에는 부(-)의 효과를 미치고, 대학의 융합도에는 정(+)의 효과를 미치는 것으로 나타났고, 기업-연구소 간 기술협력은 기업, 연구소 모두에게 부(-)의 효과를 미치는 것으로 추정됐다. 융합도의 관점에서 볼 때 기업-대학 간 또는 기업-연구소 간 기술협력은 기업이 직면한 특정 기술적 문제 해결에 집중하는 것으로 생각된다. 한편, 대학과 연구소 간 기술협력은 두 협력 주체 모두에게서 융합도를 높이는 것으로 나타났다.

〈표 8〉 전체 표본의 결과 대비 하위 표본 회귀분석 결과 비교표

	중요도			일반성			융합도		
	기업	대학	연구소	기업	대학	연구소	기업	대학	연구소
중요도(b)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
독창성	○	○	○	○	○	○	○	○	○
비특허문헌인용도	○	X	○	○	○	○	○	○	○
자기인용	○	○	○	○	○	○	○	○	○
시간거리	○	○	○	○	○	○	○	○	○
기술거리	○	○	X	○	○	○	○	○	○
공동출원(기업-대학)	○	○	-	○	X	-	X	△	-
공동출원(기업-연구소)	○	-	X	○	-	X	○	-	○
공동출원(대학-연구소)	-	○	X	-	○	○	-	○	○
공동출원(기업-대학-연구소)소	○	△	○	○	○	○	○	△	△

주) 전체 표본 결과와 비교하여 ○: 일치, X: 불일치, △: 일부 불일치

V. 결 론

Jaffe and Trajtenberg(2002)의 “특허, 인용, 혁신”이라는 책이 출간되고, 전미경제연구소(National Bureau of Economic Research: NBER)를 통해 미국특허의 인용자료가 제공되면서 이를 이용한 많은 연구들이 축적되어왔다. 그동안 한국특허의 인용자료를 이용할 수 없어 미국

에 출원된 한국특허를 이용하여 한국의 혁신과 성장을 연구하는 수 밖에 없었다. 이제 한국특허에 대한 인용자료가 전산화되고 공개되면서 한국특허의 인용을 이용한 관련 연구가 활발해지고 있다. 특허인용은 전방인용(forward citations)과 후방인용(backward citations)이라는 인용관계를 통해 기술에 관한 많은 정보를 제공한다. 후방인용은 완성된 사실인 반면, 전방인용은 오랜 기간에 걸쳐서 이루어지기 때문에 어느 한 특허를 기준으로 보면 진행형이다. 미래에 발생하는 전방인용(forward citations)은 과거 발생한 후방인용과 일정한 함수관계에 있다. 즉, 전방인용= f (후방인용), 또는 특허가치= f (후방인용)의 관계를 설정할 수 있다. 본 연구는 전방인용 자료를 이용하여 일반성, 중요도를 측정하였으며, 특허의 질적 속성(가치)을 나타내는 변수로 삼았다⁸⁾. 본 연구의 분석에서 기술의 원천(sources)에 관한 정보를 담고 있는 후방인용 지표들이 특허의 질에 관한 정보를 담고 있는 전방인용 지표들을 잘 설명하는 것으로 나타났다. 지금까지 한국특허를 대상으로 한 가치결정모형들은 인용지표를 고려하지 못하였다. 앞으로 한국특허의 가치모형을 정립함에 있어서 인용지표를 반영함으로써 모형의 설명력, 예측력을 높일 수 있을 것이다. 한편, 사회경제 발전에 기여한 특허의 진정한 가치가 분명히 드러나기까지는 오랜 시간이 소요되고(Van Raan, 2017), 이를 반영하여 전방인용 지표들은 계속 변화하게 되므로 변화된 전방인용을 반영하여 함수관계를 재설정할 필요가 있다. 특허 패밀리 규모, 발명자 수, 단독발명/공동발명 여부, 청구항수, 갱신정보, 특허기술의 범위, 출원인의 특성 등 특허인용 이외의 특허가치 예측에 사용될 수 있는 변수들을 포함하고, 변수선택을 통해 최적화된 모형을 도출할 필요가 있다. 구조방정식 모형처럼 많은 하위 세부 모형들이 조합된 전체 모형을 상정할 때, 본 연구의 전후방인용 관계모형은 그 중간모형 또는 부분모형으로서 기여하게 될 것이다⁹⁾. 특허는 최종 산출을 위한 투입이며, 혁신결과물인 특허가 기업의 생산성이나 수익 증대에 기여하는지 여부는 혁신연구의 오랜 주제이다. 인용지표를 이용하거나 이를 반영한 혁신-성과모형을 이용한 기업성과 분석은 추가적인 연구의 주제이다.

지금까지 한국특허의 전후방 인용관계를 밝힌 논문을 찾기가 어렵다. 선행기술의 참조 관행이 국가마다 다를 수 있고, 인용에 관한 규정도 국가마다 상이하므로 어느 특허청 인용 자료로부터 산출된 지표의 특징이 일반화될 수는 없다(Squicciarini et al., 2013). 본 연구는 한국 특허청에 출원된 특허를 이용하여 전후방 인용지표간에 존재하는 관계를 밝히고 있다. 만약, 연구자가

8) 특허의 가치를 여러 가지 질적 속성들의 조합이라고 보면, 전방인용 지표 각각은 특허가치를 구성하는 여러 속성들의 하나라고 할 수 있다. 특허가치는 이러한 속성들의 결합으로 표현될 수 있을 것이다. 한편, '후방인용 → 전방인용 → 특허가치'의 관계는 'R&D → 특허 → 기업성과'의 관계와 같은 연결구조에 비유될 수 있을 것이다.

9) 특허의 가치는 궁극적으로 해당 특허기술로 인한 기업의 생산성이나 매출 증대 또는 국가의 생산성이나 소득 증대에 대한 기여이며, 외부효과도 존재한다. 그런데, 특허의 경제적 효과 추정에서 보완적 자산과 특허의 효과를 분리하기가 어렵다. 이렇게 보면 특허의 가치에 관한 최종적 완전 모형이라 할지라도 더 넓은 범위의 경제모형의 부분 모형일 수 있다.

최근 특허를 가지고 연구를 한다면 시간이 짧아서 전방인용 자료는 크게 소용이 없을 수도 있다. 본 연구는 이러한 경우 연구목적에 따라서는 연구자가 전방인용과 상관관계가 있는 후방인용 지표를 사용할 수 있음도 시사한다.

본 연구는 기존 문헌에서 활용되고 있는 후방인용 지표인 독창성(originality), 전방인용 지표인 일반성(generality) 외에 특허기술 자체의 기술적 범위의 다양성을 의미하는 융합도 개념을 제시하였다. 독창성은 특정 특허가 기반하고 있는 기술원천의 다양성을 측정하며, 일반성은 해당 기술 활용의 다양성을 측정하고, 융합도는 기술 자체의 다양성을 측정한다. 본 연구에서 다양한 선행 기술원천에서 나온 기술은 다양한 후속 기술들에서 활용이 가능하고, 융합적 성격을 지니고 있음이 확인되었다. 한편, 기술협력의 일방에게 기술협력의 상대방이 누구인지도 중요하였다. 기업의 입장에서 기업-연구소 간 또는 기업-대학 간 기술협력은 중요도와 일반성을 높이는 것으로 나타나 기술협력이 발명의 질을 높이는 데 효과적이었다. 연구소 입장에서는 기업과의 기술협력이 오히려 중요도와 일반성을 낮추는 것으로 나타났다. 기업이 연구소나 대학과 기술협력을 하면 융합도는 낮아졌다. 기업이 좁은 범주에서 기술적 문제 해결을 위해 대학이나 연구소와 기술협력을 하고 그에 따른 발명의 질은 높아져, 기업이 의도한 기술협력의 긍정적 효과를 누리는 것으로 판단된다.

참고문헌

- 문진희·권의준·김영정 (2017), “특허 동시분류분석과 텍스트마이닝을 활용한 사물인터넷 기술 융합 분석”, 「기술혁신연구」, 25(3): 1-24.
- 백현미·김명숙 (2013), “특허 네트워크 분석을 통한 융합 기술 트렌드 분석 : 한국·미국·유럽·일본의 특허데이터를 중심으로”, 「벤처창업연구」, 8(2): 11-19.
- 이공래 (2000), 「기술혁신이론 개관」, 연구보고 2000-01, 서울 : 과학기술정책연구원.
- 정재관·김병근 (2017), “특허의 질적 가치가 기업의 시장가치에 미치는 영향에 관한 연구”, 「기술혁신연구」, 25(3): 265-298.
- 추기능 (2009), 「융합기술 선정방법론 및 유망 융합기술 도출방안 연구」, 서울 : 한국산업기술진흥원.
- 추기능 (2011), “출원인 인용 대 심사관 인용 - 한국 특허청 등록특허를 이용한 결정요인 분석”, 「지식재산연구」, 6(4): 209-241.
- 추기능 (2017), “국방연구개발의 파급효과 분석 - 국방부문의 특허인용을 중심으로”, 「해양연구

논총」, 50: 195-227.

- Abrams, D. and Sampat, B. (2017), "What's the Value of Patent Citations? Evidence from Pharmaceuticals", Working Paper.
- Aristodemou, L. and Tietze, F. (2018), "Citations as a Measure of Technological Impact: A Review of Forward Citation-based Measures", *World Patent Information*, 53: 39-44.
- Arts, S., Appio, F. and Van Looy, B. (2012), "Validating Patent Indicators that Assess Technological Radicalness: The Case of Biotechnology", In Archambault, E., Y. Gingras, and V. Larivière (Eds.), *Proceedings of 17th International Conference on Science and Technology Indicators*, Montréal: Science-Metrix and OST, 1: 82-97.
- Barirani, A., Beaudry, C. and Agard, B. (2015), "Distant Recombination and the Creation of Basic inventions: An Analysis of the Diffusion of Public and Private Sector Nanotechnology Patents in Canada", *Technovation*, 36(1): 39-52.
- Barirani, A., Beaudry, C. and Agard, B. (2017), "Can Universities Profit from General Purpose Inventions? The Case of Canadian Nanotechnology Patents", *Technological Forecasting and Social Change*, 120: 271-283.
- Branstetter, L. (2005), "Exploring the Link between Academic science and Industrial Innovation", *Annals of Economics and Statistics*, 79(80): 119-142.
- Benson, C. L. and Magee, C. L. (2016), Quantitative Determination of Technological Improvement from Patent Data, *PLOS ONE*, 11(3): e0151931.
- Bruck, P., Rethy, I., Szente, J., Tobochnik, J. and Erdi, P. (2016), "Recognition of Emerging Technology Trends: Class-Selective Study of Citations in the US Patent Citation Network", *Scientometrics*, 107(3): 1465-1475.
- Carnabuci, G. (2013), "Where Do Firms' Recombinant Capabilities Come from? Intraorganizational Networks, Knowledge, and Firms' Ability to Innovate through Technological Recombination", *Strategic Management Journal*, 34(13): 1591-1613.
- Cassiman, B., Veugelers, R. and Zuniga, P. (2008), "In Search of Performance Effects of (in)direct Industry Science Links", *Industrial and Corporate Change*, 17(4): 611-646.
- Chang, S. H., Chang, H. Y. and Fan, C. Y. (2018), "Structural Model of Patent Quality Applied to Various Countries", *International Journal of Innovation Science*, in press.
- Chesbrough, H. (2002), *Open Innovation - The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Press.

- Choo, K. (2008), "Fusion Technology and Its Value", *Presented to 3rd EPIP Conference*.
- Curran, C. S. and Leker, J. (2011), "Patent Indicators for Monitoring Convergence – Examples from NFF and ICT", *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2): 256-273.
- Fraunhofer ISI (2009), *The impacts of Collaboration on Europe's Scientific and Technological Performance*, Final Report.
- Hall, B. H., Jaffe, A. and Trajtenberg, M. (2005), "Market Value and Patent Citations", *The RAND Journal of Economics*, 36(1): 16-38.
- Harhoff, D., Scherer, F. M. and Vopel, K. (2003), "Citations, Family Size, Opposition and the Value of Patent Rights", *Research Policy*, 32(8): 343-1363.
- Harhoff, D., Narin, F., Scherer, M. and Vopel, K. (1999), "Citation Frequency and the Value of Patented Inventions", *Review of Economics and Statistics*, 81(3): 511-515.
- Harrigan, K. R., Di Guardo, M. C., Marku, E. and Velez, B. N. (2017), "Using a Distance Measure to Operationalise Patent Originality", *Technology Analysis and Strategic Management*, 29(9): 988-1001.
- Jaffe, A. B. and Trajtenberg, M. (2002), *Patent, Citations, and Innovation: A Window on the Knowledge Economy*, The MIT Press.
- Lanjouw, J. O. and Schankerman, M. (2001), "Characteristics of Patent Litigation: A Window on Competition", *RAND Journal of Economics*, 32(1): 129-151.
- Lee, W. L., Chiang, J. C., Wu, Y. H. and Liu, C. H. (2012), "How Knowledge Exploration Distance Influences the Quality of Innovation", *Total Quality Management and Business Excellence*, 23(9-10): 1045-1059.
- Páez-Avilés, C., Van Rijnsoever, F. J., Juanola-Feliu, E. and Samitier, J. (2018), "Multi-disciplinarity Breeds Diversity: the Influence of Innovation Project Characteristics on Diversity Creation in Nanotechnology", *Journal of Technology Transfer*, 43(2): 458-481.
- Pippel, G. and Seefeld, V. (2016), "R&D Cooperation with Scientific Institutions: A Difference-in-Difference Approach", *Economics of Innovation and New Technology*, 25(5): 455-469.
- Preschitschek, N., Niemann, H., Leker, J. and Moehrl, M. G. (2013), "Anticipating Industry Convergence: Semantic Analyses vs IPC Co-classification Analyses of Patents", *Foresight - The journal of future studies, strategic thinking and policy*, 15(6):

446-464(19).

- Quintana-García, C., and Benavides-Velasco, C. A. (2008), “Innovative Competence, Exploration and Exploitation: The Influence of Technological Diversification”, *Research Policy*, 37(3): 492-507.
- Sharma, P. and Tripathi, R. C. (2017), “Patent Citation: A Technique for Measuring the Knowledge Flow of Information and Innovation”, *World Patent Information*, 51: 31-42.
- Squicciarini, M., Demis, H. and Criscuolo, C. (2013), “Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, OECD Publishing.
- Sternitzke, C. (2010), “Knowledge sources, patent protection, and commercialization of pharmaceutical innovations”, *Research Policy*, Elsevier, 39(6): 810-821.
- Suzuki, J. and Kodama, F. (2004), “Technological Diversity of Persistent Innovators in Japan: Two Case Studies of Large Japanese Firms”, *Research Policy*, 33(3): 531-549.
- Trajtenberg, M. (1990), “A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations”, *RAND Journal of Economics*, 21(1): 172-87.
- Trajtenberg, M., Henderson, R. and Jaffe, A. B. (2002), “University versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Invention”, in Jaffe and Trajtenberg(eds.), *Patent, Citations, and Innovation: A Window on the Knowledge Economy*, The MIT Press.
- Van Raan, A. F. J. (2017), “Patent Citations Analysis and Its Value in Research Evaluation: A Review and a New Approach to Map Technology-relevant Research”, *Journal of Data and Information Science*, 2(1): 13-50.
- Van Rijnsoever, F. J., Van Den Berg, J., Koch, J. and Hekkert, M. P. (2015), “Smart Innovation Policy: How Network Position and Project Composition Affect the Diversity of an Emerging Technology”, *Research Policy*, 44(5): 1094-1107.
- WIPO (2008), *World Patent Report: A Statistical Review*, World Intellectual Property Organization.

추기능

서울대학교에서 경제학 박사학위를 취득하고 현재 해군사관학교 국제관계학과 부교수로 재직 중이다. 관심분야는 기술혁신 네트워크, 융합기술, 기술 및 기업다각화이다.