
발명자 네트워크가 발명성과에 미치는 효과 —기업소속 특허 다출원 발명자를 중심으로—^{* **}

추 기 능^{***}

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| I. 서 론 | III. 자료 및 분석 모형 |
| II. 다출원 발명자와 발명자 네트워크 | IV. 분석결과 |
| 1. 다출원 발명자 | 1. 다출원 발명자 자료의 기술적 분석 |
| 2. 발명자 네트워크 | 2. 회귀분석 결과 |
| 3. 연구가설 | V. 결 론 |

* 이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음 (NRF-2013S1A5A8023562).

** 이 논문은 기술경영경제학회 동계학술대회(2015, 2016년) 발표를 수정, 발전시킨 것임. 본 논문의 개선에 유익한 논평을 주신 학회 토론자, 세 분의 익명의 지식재산연구 심사자에게 감사드린다.

*** 해군사관학교 국제관계학과 부교수(kineungchoo@gmail.com).

초 록

본 연구는 1995년~2005년의 기간 동안 한국 특허청에 출원된 내국인 특허의 공동발명자료를 이용하여 다출원 발명자를 식별한 후 다출원 발명자의 특정 유형을 정의하고 변수화한다. 이러한 유형 변수와 함께 네트워크 특성 및 기업 특성 등을 포함한 특성변수들이 다출원 발명자의 특허성과(연구생산성)에 미치는 효과를 회귀분석한다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 단독발명만 하거나 공동발명만 하는 경우보다는 단독발명과 공동발명의 경험을 동시에 가진 발명자들의 후속 발명성고가 더 높았다. 둘째, 지속적인 발명자일수록 발명성고가 높았다. 셋째, 네트워크 규모가 크고 네트워크 연결의 강도가 클수록 발명성고가 높았다. 넷째, 기업발명자가 35세~40세에 해당될 때 가장 발명성고가 높았지만, 대체로 발명자의 나이와 발명성고 간에는 음(-)의 선형관계가 존재하는 것으로 추정되었다. 다섯째, 기업의 혁신자산과 기업규모는 발명자의 발명성고에 정(+)의 효과를 미치는 요인으로 나타났다으나, 기업나이는 발명성고에 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

주제어

특허, 다출원 발명자, 공동발명, 발명자 네트워크, 발명성고, 연구생산성

I. 서 론

현대의 발명과정을 보면, “우리는 거인의 어깨 위에 서 있다”는 뉴턴의 말을 “우리는 네트워크 내에 있다”는 말로 바꾸어 부를 만하다. 새로운 발명은 발명자 혼자만의 아이디어에 의한 것이라기보다는 다른 개인이 지니고 있는 기존지식의 새로운 조합을 통해 이루어지는 경우가 많다(Lobo & Strumsky, 2008). 즉, 발명과정은 결합의 연속으로써 단속되어 있던 지식들 간의 결합을 통해 새로운 지식이 창출되는 과정이라고 할 수 있다. 오늘날 지식은 점점 그 양이 많아지고, 복잡해지고 있어서 새로운 발명을 함에는 보완성이 있는 서로 다른 전문성 간의 상호작용이 요구되고 있다(Ejerme & Karlsson, 2006; Pleschak & Stummer, 2001). 점점 한 개인이 새로운 문제를 완전히 해결할 수 없는 상태가 되면서 발명자들 간에 분업이 이루어지고 있다. 문제해결이 발명자 네트워크 내에서 이루어지고 있는 것이다. 전문화로 개별 발명자의 능력수준을 제고함과 동시에 이들 간의 협업을 통해 시너지 효과를 얻음으로써 보다 나은 결과를 얻게 되는 것이다. 전문화는 학습효과를 촉진하고, 대학-산업 간(university-industry), 연구와 개발 간(research-development) 또는 기초연구와 응용연구 간(basic research-applied research) 분업을 가능하게 하지만, 그 결과 자기 전공이 아닌 학문 분야나 기술에서의 개별 발명자의 전문성은 부족해진다. 즉, 전문화와 분업정도가 심화되면서 협력의 필요성이 증대되는데, 협력과 상호작용의 결과로서 발명자간 네트워크를 형성되게 된다. 발명자 또는 연구자 네트워크를 구성함에 있어서는 네트워크의 구성단위라 할 수 있는 개별 발명자의 동일성 식별(identification)의 문제가 발생한다. 개인 수준에서는 同名異人이 많고, 특히, 서양의 경우 한 개인의 이름이 다양한 방식으로 표기되므로, 더욱 식별오류의 가능성이 크다. 이러한 이유로 서베이 자료를 활용하기도 하지만, 서베이 자료는 표본의 크기나 선택, 응답 등에서 제한되는 점이 있다.

공동발명 네트워크(co-authorship network) 또는 발명자 동시출현 네트워

크(co-occurrence network)¹⁾는 발명자 네트워크에 대한 방대하고 자세한 정보를 제공하지만, 그동안 네트워크 관련 문헌들은 주로 네트워크를 기술(記述)하는 데 그쳤으며, 네트워크 구조나 네트워크의 질(network quality)이 혁신성과에 어떠한 영향을 주는지를 규명하는 연구는 드물었다. 최근에 들어서 네트워크 구조와 혁신성과의 관계를 규명하는 연구가 활발해지고 있다(Lobo & Strumsky, 2008; Varga & Parag, 2009; Parag et al., 2010; Abbasi et al., 2012; Li et al., 2013). 그러나, 우리나라에서는 네트워크가 구성원의 성과에 어떤 영향을 미치는가에 대한 연구가 아직 초보적 단계이며, 발명자의 네트워크에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 예외적으로 추기능(2013)의 연구에서는 서울대학교의 지도교수와 석박사 졸업자를 대상으로 하여 대학교수의 네트워크가 석박사 졸업자의 발명에 미치는 영향관계를 분석하고 있지만, 그 표본이 특정 대학교 및 석박사 취득 발명자라는 점에서 제한적이다. 한편, 지금까지 국내 문헌 중에서 다출원 발명자를 다루는 연구는 없다. 따라서, 다출원 발명자가 어떤 산업에서 주로 활동하는지, 어떤 기업에 소속되어 있는지, 연령대는 어떠한지, 네트워크적 특성은 어떠한지 등 다출원 발명자에 대해 알려진 것이 없다. 이에 본 연구는 다출원 발명자에 초점을 맞추어 그들이 어떤 특징들을 지니는지, 다출원 발명자의 특허활동을 설명할 수 있는 요인들은 어떠한 것들이 있는지를 분석하고자 한다.

본 연구는 1995년~2005년의 기간 동안 한국 특허청에 출원된 내국인 특허의 공동발명자료를 이용하여 다출원 발명자를 식별한 후 다출원 발명자의 특정 유형을 정의하고 변수화한다. 이러한 유형 변수와 함께 네트워크 특성 및 기업 특성 등을 포함한 특성변수들이 다출원 발명자의 특허성과(연구생산성)에 미치는 효과를 회귀분석한다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. 제Ⅱ장은 다출원 발명자와 발명자 네트워크에 관한 선행문헌을 검토한 후 가설을 설정한다. 제Ⅲ장에서는 연구자료와 분석모형을 간단히 소개한다. 제Ⅳ

1) 발명자가 가지는 인적 네트워크는 특허의 공동발명뿐 아니라 공동저술된 논문에서도 발견된다. 본 논문은 자료수집 및 처리상의 부담으로 인해 양자를 포괄하지 못하고 전자에 국한하여 네트워크를 구성하였다.

장에서는 다출원 발명자를 대상으로 한 기술적 자료 분석 및 회귀분석 결과를 제시한다. 제 V장에서는 글을 맺고, 향후 연구과제들을 제시한다.

II. 다출원 발명자와 발명자 네트워크

1. 다출원 발명자

많은 특허를 발명한 발명자, 많은 과학논문을 게재한 연구자를 지칭하는 명칭은 다작 발명가(prolific inventor), 특출한 발명가(prominent inventor), 스타 과학자(star scientist) 등 다양하다. 본 연구에서는 많은 특허에 이름을 올린 발명자를 다출원 발명자(prolific inventor)로 부르기로 한다.²⁾ 다출원 발명자를 어떻게 정의할 것인가. 연구자마다 나름대로의 기준으로 정의하고 있다. Le Bas et al.(2010)은 미국 등록 특허 15개를 기준으로 삼았다. 비슷한 기준으로는 예컨대, 전체 발명자 중에서 다출원 상위 1%, 5%와 같은 기준을 적용할 수 있을 것이다. Le Bas et al.(2010)에 따르면 미국 등록 특허 15개 기준은 상위 3% 기준에 상응한다.

스타 발명자(star inventor) 또는 특출한 발명자(prominent inventor)는 많은 공동 연구자와 관계를 맺고, 더 나은 정보 접근성을 보유하기 때문에 네트워크 내 지식흐름에 있어서 더 큰 통제 권한을 갖는다. Schiffauerova & Deaudry(2011)는 네트워크 구조 속 스타 발명자의 위치를 외부로부터 유입되는 지식을 클러스터로 전파시키는 지식문지기 역할(knowledge gate-keeping role)로 파악했다. 다출원 발명자가 출원한 특허의 경제적 가치는 소수, 또는 일회적 발명자가 발명한 특허의 가치에 비해 더 높을 것인가. Le Bas et al.(2010)은 다출원 발명자(prolific inventor)가 경제적 가치가 높은 발

2) 개인 발명자가 아닌 이상 특허를 출원하는 주체는 발명자가 아닌 출원인이므로 다출원 발명자라는 명칭은 어폐가 있을 수 있지만, 출원된 특허에 다수 등재된 발명자라는 의미로 편의상 이를 사용하기로 한다.

명을 많이 하는 경향이 있을 것으로 예측했다. 바이오 기술분야를 연구대상으로 한 Schiffauerova & Deaudry(2011)의 연구에 따르면, 학계나 산업계의 보상 체계의 차이가 존재하므로 스타 과학자, 연구자가 반드시 발명을 특허로 등록하는 것은 아니다. 다출원 발명자의 발명활동은 어떤 요인들의 영향을 받는다. Le Bas et al.(2010)은 1975년~2002년의 기간동안 주요 5개국이 출원한 미국 특허를 이용하여 다출원 발명자의 표본 내 비중, 주요 특징, 특허 출원량을 설명하는 요인 등에 대해 분석하였다. 이들에 따르면, 발명기간, 발명의 시간적 집중도 등을 통제하면 기업 간, 국가 간 이동성(mobility)과 발명자의 기술적 다양성이 발명자 생산성에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

2. 발명자 네트워크

다출원 발명자의 경우 많은 발명을 하는 과정에서 다수의 발명자들과 공동발명관계를 형성하게 된다. 최근에 논문의 공동저술이나 특허의 공동발명(coauthorship or co-inventorship)을 이용해 개인 수준에서 네트워크를 구성하는 연구들이 나오고 있다.

Li et al.(2013)은 연결정도 중심성, 매개 중심성, 근접중심성, 공동발명횟수, 팀 구성에서의 상이한 분야 연구자 비중, 학문분야 저술활동기간, 사회적 자본의 7가지 지표를 정의한 후 이러한 지표가 학술지의 인용도에 어떠한 영향을 미치고 상호작용하는지를 분석하였다. 이들의 연구에서는 매개 중심성이 공동저술 네트워크 내에서의 자원을 활용함에 있어서 가장 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 많은 논문을 저술한 연구자(prolific scholar)와의 공동저술은 연구자의 중심성을 높이고, 이는 더 높은 인용성과를 가져오는 것을 발견했다. 연구자가 네트워크 내 위치를 파악할 수 있다면, 그는 다른 그룹의 연구자와의 공동연구를 통해 중개적 위치(broker position)로 옮겨가는 것을 통해 인용성과를 증가시킬 수 있는 것이다. 문헌정보학 분야의 영향력 있는 학술지를 대상으로 분석한 Abbasi et al.(2012)는 연구자의 연구성과가 연구자의 자아 중심 네트워크(ego-centric network)³⁾의 척도들과 유의한

상관관계를 갖는 것을 발견했다. 이들에 따르면, 더 많은 공동저자 풀을 가진 연구자, 더 높은 매개중심성(betweenness centrality)을 가진 연구자가 더 연구생산성이 높았다. 또한, 공동저술 네트워크 내에서 주요 공동연구자와 강한 공동저술관계를 유지하는, 즉 효율적인 공동연구 네트워크를 가진 연구자가 동일한 공동저술 네트워크 내 연구자들과 많은 공동저술관계를 맺는 연구자보다 더 높은 성과를 보여주는 것으로 나타났다. Yang & Tang(2003)은 설문조사에 기반하여 사회적 네트워크를 단순히 우호적(friendly), 조언자적(advising), 적대적(adversarial) 3가지로 구분하고, 이러한 네트워크가 학생들의 온라인 교육성파에 미치는 효과를 분석하였다. 이들은 조언자적 네트워크는 학생들의 성과와 정(+)의 관계가 있고, 적대적 네트워크는 음(-)의 효과를 지닌다는 연구결과를 제시하고 있다. Reagans & McEvily(2003)는 네트워크 연결이 얼마나 많은 행위자 간에 이루어지고 있는가, 즉 네트워크 범위(network range)와 네트워크 내 행위자 간 중첩되는 연결(overlapping ties)의 정도를 지식이전(knowledge transfer)에 영향을 주는 핵심 특성으로 보았다.

우리나라에서도 특허자료를 이용하여 네트워크 관점에서 분석하는 연구들이 시도되고 있는데, 개인 수준의 성과보다는 기업수준 또는 산업수준의 차원에서 접근하고 있다. 조용래·김의석(2014)은 특허인용 네트워크 분석 기법을 활용하여 개별기업 간의 기술지식의 흡수와 전수의 맥락에서 분석함으로써 기술융합의 메커니즘과 관련 기술 보유기업들의 기술전략의 특성을 규명하고자 하였다. 이들의 연구에서 핵심 및 주요 기술을 보유한 기업들이 기업 네트워크에서 중심적 역할을 담당하는 것으로 나타났으며, 타 기술 간 조정·통합을 담당하는 기업들과 응용을 통한 제품화·상업화를 담당하는 기업들의 네트워크 중심성 역시 전반적으로 높게 나타났다. 한장협 외(2015)는 특허 네트워크 분석을 통한 그룹별 기술 및 산업 융합 분석을 실시하여 향후 미래산업에 대한 전략을 제시하고자 하였다. 추기능(2013)은 특허의 공동발명자료(patent co-authorship data)를 이용해, 1993년~2002년의 기

3) 자아중심 네트워크(ego-centric network)는 대상 노드(focal node = ego), 그 노드에 직접 연결된 다른 노드들 및 연결(tie)로 구성된다.

간에 특허를 낸 적이 있는 대학교수 발명자 437명과 이들의 지도를 받은 5,842명의 대학원 졸업자로 표본을 구성한 후, 네트워크의 구조적 특성이 혁신성과에 미치는 영향을 분석하였다. 추기능(2013)의 연구에서는 네트워크의 질(network quality)에 관한 복합지수(composite index)가 유의한 정(+)의 값을 가지는 것으로 나타났으며, 이러한 결과로부터 네트워크의 질은 혁신성과를 향상시키는 요인이라고 해석하였다. 개별적 네트워크 특성으로는 노드(node)의 크기가 유의한 양(+)의 값으로 나타나, 지도교수가 얼마나 많은 사람들과 네트워크로 연결되어 있는지가 석박사 졸업생의 혁신 성과에 영향을 미치는 중요 요소라고 보았다.

3. 연구가설

발명자들은 발명을 하는 과정에서 단독으로, 혹은 다른 발명자들과 공동으로 발명을 하게 된다. 공동발명을 통해 발명자 네트워크가 형성된다. 다른 발명자들과의 공동발명관계 형성 여부에 따라 발명자 유형을 구분할 필요가 있다. 개인 발명자가 아닌 경우 발명자는 어떤 조직에 소속되어 발명활동을 하며, 소속된 조직의 특징들은 발명자의 발명성과를 일부 설명할 수도 있다. 본 연구는 발명자의 공동발명관계 유형, 공동발명으로 형성된 네트워크의 특성, 소속된 기업의 특성 등의 측면에서 다출원 발명자의 특허활동에 영향을 미치는 요인들을 찾고자 한다. 기술의 고도화로 오늘날의 혁신활동이 점점 팀 생산의 성격을 지니게 됨에 따라 공동발명, 공동저술이 보편화되고 있다. 공동저술에 있어서 주저자나 제1저자에게 더 큰 가중치를 주어 평가하는 것도 일반적이다. 주저자나 제1저자의 개념이 없는 특허문헌에 있어서는 단독 발명 특허의 존재가 한 발명자의 발명 능력을 입증하는 셈이다. 그러나, 단독 발명만 하는 경우 서로 다른 발명자 간 이질적 지식의 융합, 보완으로 인한 상승효과는 나타나지 않을 것이다. 오로지 단독발명만 한 발명자(단독발명자), 공동발명만 한 발명자(공동발명자), 양자를 동시에 경험한 발명자(단독/공동발명자)로 발명자를 구분할 수 있다. 단독발명자의 경우 공동발명

이라는 밀접한 접촉을 통해 다른 발명자의 전문성과 지식을 흡수할 수 있는 기회가 상대적으로 적고, 공동발명자의 경우 하나의 발명을 완결짓는 능력이 부족할 수 있다. 한편, 하나의 발명이 유사한 인접발명들을 유발할 수 있다. 이러한 경우 특정시기에 발명이 집중된다. 발명이력상 발명활동이 집중되어 있는 발명자와 발명활동이 분산되어 계속적으로 발명활동을 한 발명자 중에서 후속하는 기간에 누가 더 발명성과가 더 높을지 분석할 필요가 있다. 이에 본 논문은 다음과 같은 가설을 설정한다.

H1a: 단독발명자인 다출원 발명자는 상대적으로 발명성과가 낮다.

H1b: 공동발명자인 다출원 발명자는 상대적으로 발명성과가 낮다.

H1c: 지속적 발명자인 다출원 발명자는 상대적으로 발명성과가 높다.

얼마나 많은 다른 발명자와 연결관계를 가지고 있는가도 한 발명자의 발명성과에 영향을 미칠 수 있다. 네트워크의 범위(network range)가 넓을수록 상이한 지식풀에 연결된 정도가 높아서 전문화된 지식간 시너지 효과가 클 것으로 기대할 수 있다(Reagans & McEvily, 2003). 본 연구에서는 네트워크의 범위를 발명자(노드)의 관점에서 정의하고, 다음과 같은 가설을 설정한다.

H2: 다출원 발명자를 기준으로 그가 차지하고 있는 노드의 크기는 발명성과에 정(+)의 효과를 미친다.

Granovetter(1975, 1985, 2005)의 가설에 따르면, 새로운 정보의 취득에 있어서 강한 연계보다는 약한 연계가 더 효과적이다. 그런데 지식의 암묵성, 위험과 불확실성이 존재하는 상황에서는 강한 연계일 때에 지식의 교환이 더 원활하게 발생할 수 있다. 지식이전을 받을 사람의 필요나 부족을 알아야 하고, 민감한 정보까지 공개해야 하기 때문에 네트워크 내 노드 간의 연계가 강해야 한다(Fritsch & Kauffeld-Monz, 2010). 본 연구에서는 한 발명자(노드)를 기준으로 그 노드가 네트워크에 얼마나 통합되어 있는지를 나타내는 노

드 통합성으로 네트워크와의 연계를 측정하고 다음과 같은 가설을 세운다.

H3: 다출원 발명자가 속한 발명 노드의 통합성은 그 발명자의 발명성파에 정(+)의 효과를 미친다.

네트워크는 얼마나 많은 사람이 연결되어 있으며, 그 연결관계가 중첩적으로 되어 있느냐 외에도 어떤 연구자가 네트워크 내에서 중심적 위치에 있는 정도를 그 연구자 기준으로 파악할 수 있다. 네트워크 내에서 중심위치에 있을수록 지식흐름을 더 잘 활용할 수 있을 것이다(Parag et al., 2010). 즉, 한 발명자가 네트워크 내에서 차지하고 있는 중심성이 높을수록 그 발명자의 특허생산성이 높다(H4).

H4: 다출원 발명자가 속한 네트워크 내에서 그 발명자가 차지하는 중심성은 그의 발명성파에 정(+)의 효과를 미친다.

개인의 나이는 신체적 능력, 정신적 능력, 교육수준 및 경험을 변화시킴으로써 그 개인의 생산성에 영향을 미치게 되는데, Skirbekk(2004)는 일반 피용자의 업무 성과와 나이 사이에는 대체로 역U자형의 관계가 있다고 보았다. 해외 실증분석에서 발명자의 나이와 생산성 간의 관계는 역U자형(Hoisl, 2007; Lissoni et al., 2008) 또는, 음(-)으로 나타나고 있다(Mariani & Romanelli, 2007). 인문학에 있어서는 나이가 들수록 학문의 깊이가 더해지는 분야가 많지만, 패러다임의 변화가 심한 공학, 기술분야의 경우 창의성이나 혁신성에서 앞서는 젊은 나이의 연구자가 경험적 지식이 앞서는 나이 많은 연구자보다 더 나은 성과를 거두는 것을 자주 목격한다. 발명이 신체적 능력이나 경험보다는 혁신성, 창의성에 더 의존하는 것이라면, 발명 성과와 발명자의 나이 사이에는 음(-)의 상관관계가 존재할 것으로 예측할 수 있다(H5).

H5: 다출원 발명자 나이는 발명성파에 음(-)의 효과를 미친다.

기업 발명자는 소속된 기업의 혁신성이나 자원 등에 의해 제약받는다. 기업 발명자의 경우 연구원이나 대학 등에 소속된 발명자보다 연구의제의 선택, 자원의 배분 등에 있어서 제약이 더 심하다. 발명자에 초점을 맞출 때 그의 환경적 요인으로 작용하는 기업의 여러 특성들은 발명성가에 영향을 미치는 중요한 요소가 될 것이다. 지식기반경제에서 무형자산(intangible assets)은 혁신 및 경쟁력 제고에 주요한 요인으로 인식되고 있는데, 이는 다양한 유형의 자산을 포괄하는 개념이다. Crass & Peters(2014)는 무형자산을 R&D, 특허 등 혁신자산, 교육훈련과 숙련에 의한 인적 자본, 마케팅이나 오랜 영업활동으로 형성된 브랜드 자산, 비즈니스 프로세스와 같은 조직자본 등으로 구분하였다. 이들의 연구에서 인적자본이나 브랜드 자산은 기업 생산성에 강한 정(+)의 효과를 미치고, 혁신자산 중에서 R&D는 강한 정의 효과(+), 특허/디자인/라이선스는 약한 정(+)의 효과를 미치는 것으로 나타났다. 이렇게 세분화된 무형자산들이 적어도 유형자산 만큼의 생산적 효과는 지니는 것으로 나타났다. 한편, Bontempi & Mairesse(2008)는 기업의 재무제표를 기초로 무형자산을 두 가지 관점에서 분류하였는데, 우선 자본화된 무형자산과 비용처리된 무형자산으로 구분하였고, 다음으로 R&D 및 특허관련 지출로 측정되는 지적 자본과 광고, 상표관련 지출로 측정되는 고객자본으로 대비시킨 후, 이들 상이한 유형의 무형자산들이 적어도 유형자산 만큼은 생산적임을 보였다. 무형자산이 거시적으로 경제의 또는 지역의 생산성을 높인다거나 미시적으로 기업의 생산성을 높인다는 연구에서 더 나아가, 아주 미시적인 관점에서 발명자의 혁신성가에 어떤 영향을 미치는지에 관한 연구는 찾기가 어렵다. 다양한 무형자산 중에서도 R&D, 특허 등 혁신자산 또는 지적 자본으로 분류되는 자산들이 발명자의 혁신성가와 밀접한 관계에 있을 것이다. 본 연구는 기업의 수익성, 자본구조, 기업의 나이와 규모 등의 특성들을 통제하면서 혁신성가와 관련하여 기업 유형자산 대비 혁신자산의 크기에 주목한다. 기업이 보유한 유형자산 대비 혁신자산의 크기가 큰 경우 혁신활동이 활발한 기업이라고 볼 수 있고, 이러한 기업에 소속된 발명자는 기업 전체의 왕성한 혁신활동으로부터 긍정적 파급효과를 누리게 될 것이

다. 따라서 다른 조건이 동일할 때, 상대적 혁신자산의 크기가 클수록 발명 성과도 높아질 것이다(H6).

H6: 혁신자산의 상대적 크기는 다출원 발명자의 발명성과에 정(+)의 효과를 미친다.

III. 자료 및 분석 모형

본 연구에 사용된 자료는 1995년-2005년 사이에 우리나라 특허청에 출원된 특허의 발명자 자료이다. “발명자는 특허증에 발명자로서 기재되는 권리를 갖는다”는 파리조약 제4조 및 특허법 제26조(조약의 효력)의 규정에 따라 특허출원문서에는 누가 발명자인지를 기재하도록 되어 있다. 본 연구는 특허출원의 공동발명관계를 식별하여 변수화하였다. 발명자 연구에서는 同名異人 여부를 판명하는 것이 우선 과제인데, 본 연구에서는 2008년 특허청 연구보고서(추기능 외 2008)에서 사용되었던 발명자 식별(inventor identification)을 활용하였다.⁴⁾

본 연구는 다음과 같이 고정효과와 랜덤효과로 구분되는 선형혼합모형(Linear mixed models)으로 분석한다.⁵⁾

$$y = X\beta + Zu + \epsilon$$

여기서 종속변수 y 는 $n \times 1$ 벡터, X 는 $n \times p$ 고정효과(fixed effects) 공변량 행렬, β 는 고정효과, Z 는 $n \times q$ 의 랜덤효과(random effects) 공변량 행렬, u 는 랜덤효과, ϵ 은 $n \times 1$ 오차항 벡터이다. 혼합효과모형에서 고정효과는 직접

4) 추기능 외(2008)에서는 각 특허문헌상 발명자 개인의 성명과 생년월일에 기반하여 ID를 부여하였다.

5) 혼합모형은 다층모형(multilevel model) 또는 계층적 선형모형(hierarchical linear model)로도 불린다.

추정되며, 일반적인 회귀분석에서의 계수와 같다. 랜덤효과는 직접 추정되지 않고 추정된 분산(및 공분산)으로 요약되며, 직접적으로 추정되지는 않지만 예측치(BLUP)를 구할 수는 있다. X를 구성하는 변수들로는 발명자 특성 변수로서 과거 특허활동, 발명자 나이, 발명자 유형 더미변수로서 단독 발명자, 단독/공동발명자, 지속적 발명자 더미, 네트워크 특성 변수로서 노드의 크기, 노드 통합성, 중심성, 기업 특성변수로서 부채비율, 무형자산, ROE, 기업규모, 기업나이 등이다. Z를 구성하는 변수들은 모형에 따라 산업(수준)더미 또는 기업(수준)더미이다. 종속변수인 발명성가는 발명자 개인수준에서 정의되는데, 공동발명을 어떻게 처리하는가가 문제된다. 다수의 공동발명자가 있는 경우 공동발명자 각자에게 1건의 특허 전체를 인정해주는 것보다는 기여에 따라 1건의 특허의 일부(예: 1/발명자수)만을 인정하는 것이 더 적합한 발명성과 지표라고 볼 수 있다(Hoisl, 2005). 본 연구는 기본적으로 발명자수의 역수를 가중치로 하여 합산한 특허수를 종속변수로 하여 분석하였다. 그리고, 공동발명자 각각에게 특허 1건 전체를 인정하여 구한 특허수를 종속변수로 삼은 모형의 분석도 추가하였다.

앞에서 살펴본 바와 같이 다출원 발명자에 관한 특징적 징표들이 산업 간 또는 기업 간에 차이가 있었다. 따라서, 산업(기업)을 고려하지 않은 채 하나의 회귀분석을 한다면 산업 간(기업 간)의 상이한 변이를 무시하게 된다. 만약, 산업별(기업별)로 분리해서 회귀분석을 하는 경우 표본크기의 문제와 일반화에 따르는 문제가 있다. 본 연구에서 사용된 혼합효과모형은 산업 간(기업 간) 변이(variation)를 고려하면서 이를 랜덤효과로 파악하여 굳이 산업(기업)더미를 추정하지 않으면서도 각 산업의 효과를 종합하여 모집단 전체의 결과로 확장할 수 있다. 이러한 측면에서 본 연구는 산업(기업)더미를 부여하여 모든 회귀계수를 고정효과로 추정하는 대신, 일반화선형모형인 혼합효과모형과 OLS 모형의 틀로 분석한다.

IV. 분석결과

1. 다출원 발명자 자료의 기술적 분석

본 연구는 1995년~2001년 동안 50개 이상의 출원특허에 이름을 올린 발명자를 다출원 발명자로 정의하였다. <표 1>은 1995~2001년 동안 발명활동을 한 발명자들을 대상으로 누적 출원건수별로 발명자수 및 전체 발명자수 대비 비중을 정리한 것이다. 이 기간 동안 특허를 출원한 적이 있었던 발명자는 총 16만 6,090명이었으며, 10개 이상의 특허를 출원한 발명자는 전체의 9.84%를 차지한다. 20개 이상, 30개 이상, 40개 이상 출원한 발명자는 각각 3.17%, 1.36%, 0.71%를 차지한다. Le Bas et al.(2010)은 상위 3% 정도의 점유율에 상응하는 미국 등록 특허 15개를 다출원 발명자의 기준으로 삼은 적이 있다. 본 연구는 출원특허를 사용하고 있는 점, 한국 특허와 미국 특허의 질적 차이 등을 감안하여 50개 이상 출원한 발명자를 대상으로 분석하였으며, 이는 전체 발명자의 0.42%를 차지한다.

<표 1> 누적 출원건수별 발명자 수 및 점유율

누적 출원건수	발명자수	비율
50개 이상	696	0.42%
40개 이상	1,187	0.71%
30개 이상	2,266	1.36%
25개 이상	3,389	2.04%
20개 이상	5,265	3.17%
10개 이상	16,349	9.84%
1개 이상	166,090	100.00%

<표 2>는 다출원 발명자를 출원인 유형별로 나누어 살펴본 것이다. 다출원 발명자가 속한 출원인 수는 개인 출원인 36명을 포함하여 모두 174이다. 이 중 기업 출원인이 127개, 연구원이 4개, 대학이 7개이다. 출원인 수로는

비상장 기업이 82개로 상장기업 45개보다 많지만, 발명자 수에서는 상장기업 소속이 489명으로 훨씬 많다. 1995년~2001년 동안에 다출원 발명자 1명이 출원한 특허수는 비상장 기업 소속 발명자가 평균 92.7건을 출원해 가장 많았고, 개인 다출원 발명자가 그 다음으로 많은 평균 89.9건을 출원했다. 다출원 발명자 중에서 단독으로 발명한 특허의 비중이 가장 높은 출원인 유형은 개인 발명자로 단독 발명 비중이 81.3%에 달한다. 단독발명의 비중이 가장 작은 출원인 유형은 연구원이었으며, 그 비중이 약 3.9%에 불과했다. 대학소속 다출원 발명자의 단독발명 비중도 14.3%에 그쳤다. 기업 소속 다출원 발명자들은 의외로 단독발명의 비중이 높았는데, 절반 이상(평균 54.8%)을 단독으로 발명하였다.

한편 1995년~2001년 동안 활발히 발명활동을 했던 다출원 발명자들이 후속하는 기간에 얼마나 발명활동을 이어가는지를 살펴보기 위해 2002년~2005년 동안의 누적특허수를 계산하였다. 4년의 기간을 7년의 기간과 비교하기 위해 7/4을 곱해서 살펴보면, 개인 다출원 발명자들은 이전 기간 대비 92.9%의 발명활동을 유지하는 것으로 나타난 반면, 연구원과 대학 발명자들의 후속 발명활동은 50% 이하에 그쳤다. 기업 가운데에는 상장기업에서 발명활동의 유지 정도가 조금 더 높았으며, 평균은 62.5%로 나타났다. 이러한 기간 간 발명활동의 비교 결과로부터도 발명활동과 발명자 나이 간에 음(-)의 상관관계가 있음을 짐작할 수 있다.

〈표 2〉 출원인 유형별 출원인 수, 발명자 수 및 (비가중)특허 건수

출원인 유형	출원인수	발명자수	누적특허수 (‘95~‘01)	단독발명 특허수 (‘95~‘01)	누적특허수 (‘02~‘05)
기업 비상장 상장	127	628	82.6	45.3 (54.8%)	29.5 (62.5%)
	82	139	92.7	53.3 (57.5%)	30.1 (56.8%)
	45	489	79.8	43.0 (53.9%)	29.3 (64.3%)
개인	36	36	89.9	73.1 (81.3%)	47.7 (92.9%)
연구원	4	23	64.5	2.5 (3.9%)	18.2 (49.4%)
대학	7	9	78.3	11.2 (14.3%)	21.3 (47.6%)

본 연구는 1995~2001년의 기간 동안 50건 이상의 출원특허에 이름을 올린 696명의 발명자를 대상으로 하였다. 이 기간 동안 한 발명자가 가장 많이 특허 문헌에 등장한 횟수는 380회이다. <표 2>에서 보는 바와 같이 다출원 발명자 중 대다수는 기업 소속 발명자이다. 소속된 기업의 특성이 이들의 발명활동에 영향을 미친다면, 기업발명자들은 연구원, 대학 소속 발명자, 또는 개인 발명자와는 다른 특징들을 지닐 수 있다. 따라서, 본 연구는 발명자의 발명성과에 영향을 미치는 요인에 대한 분석의 범위를 기업 소속 발명자로 제한한다. <표 3>의 우측 패널은 최종적으로 회귀분석 대상이 된 발명자 430명에 대한 주요 특성들을 정리한 것이다.⁶⁾ 본 연구에서는 공동 발명자, 단독 발명자, 공동/단독 발명자, 지속적 발명자(serial/persistent inventor) 등의 개념을 정의하고 이들 범주에 해당되는 발명자를 식별하였다. 본 연구에서는 다출원 발명자(prolific inventor)의 개념 외에 지속적 발명자(serial/persistent inventor)의 개념을 도입하였다. 기존 문헌 중 개인 발명자 수준에서 지속적 발명자를 규정하고 있는 연구는 찾기 힘들지만, 기업 수준에서 지속적 혁신기업(persistent innovator)을 정의하는 연구는 있다. 예를 들어 Carlo(2013)는 연속하는 두 혁신 서베이 모두에서 신제품을 출시했다고 응답한 기업을 지속적 혁신기업으로 분류했다. Moriniello(2011)도 이와 비슷하게 지속적으로 ‘혁신자’로 분류되는 기업을 ‘지속적 혁신기업’으로 보았다. 이러한 기업 수준에서의 지속적 혁신자 정의를 차용하여 본 연구는 ‘지속적으로’ 발명활동을 하는 발명자를 다음과 같이 정의하였다. 1995년 이전에 특허출원한 기록이 있으면서 1995~2001년의 기간 동안 7년 내내 매년 거르지 않고 특허출원을 하거나, 1996년 또는 1997년에 처음 특허출원을 한 후 각각 6년, 5년간에 걸쳐 매년 거르지 않고 특허출원을 한 발명자를 지속적 발명자로 정의하였다. 전체 표본에서는 41.5%, 회귀분석 표본에서는 50.2%의 다출원 발명자가 본 연구에서 정의된 지속적 발명자에 해당된다. 한편,

6) 기업소속 발명자의 수가 628명이었지만 소속 기업의 재무자료가 연결되지 않거나 네트 워크 특성 변수들이 연결되지 않은 경우를 제외하였으며, 부채비율이 7,000%가 넘었던 대우전자도 제외하여 최종적으로 430명을 분석 대상으로 삼았다.

전체 표본을 놓고 보았을 때, 다출원 발명자의 발명활동이 있었던 해는 7개년 중에서 평균 5.4개년이었다.

〈표 3〉 다출원 발명자의 주요 특성

변 수	전 체				회귀분석 대상 기업표본			
	평균	최소값	최대값	관측치	평균	최소값	최대값	관측치
'95~'01년 누적특허수	82.4	50	380	696	78.3	50	372	430
'95~'01년 가중 누적특허수	56.1	6.65	374.5	667	49.3	7.25	372	430
공동 발명자	17.8%	0	1	696	16.7%	0	1	430
단독 발명자	25.4%	0	1	696	17.7%	0	1	430
공동 & 단독 발명자	56.8%	0	1	696	65.6%	0	1	430
지속적 발명자	41.5%	0	1	696	50.2%	0	1	430
단독발명 특허수	44.9	0	372	696	35.3	0	372	430
노드 통합성	0.64	0	17	591	0.62	0	6.75	430
노드 크기	5.5	0	62	591	5.9	0	62	430
중심성	0.69	0	7.50	591	0.72	0	7.50	430
부채비율(대우전자 제외)	47.0%	13.8%	132.9%	475	46.9%	13.8%	132.9%	430
유형자산 10억원당 특허량	1.75	0.00	13.92	467	1.81	0.00	13.92	423
ROE	8.7%	-1679%	65%	528	7.1%	-1679.4%	64.6%	430
총자산(10억원)	15700	5.3	42000	528	17500	5.3	42000	430
기업 나이	36.0	-3	105	528	36.0	-3	105	430
발명자 나이	39.0	27	73	696	38.3	27	64	430
'02~'05년 누적특허수	30.0	0	696	696	34.3	0	273	430
'02~'05년 가중누적특허수	12.3	0	246	696	14.7	0	137.3	430
35세 미만	0.250	0	1	696	0.256	0	1	430
35세~40세	0.361	0	1	696	0.395	0	1	430
40세~45세	0.244	0	1	696	0.240	0	1	430
45세~50세	0.082	0	1	696	0.070	0	1	430
50세~55세	0.033	0	1	696	0.023	0	1	430
55세~60세	0.013	0	1	696	0.009	0	1	430
61세 이상	0.017	0	1	696	0.007	0	1	430

공동발명자는 자신의 발명기간 동안 공동발명만 한 발명자이다. 단독발명자는 자신의 발명기간 동안 단독발명만 한 발명자이다. 자신의 발명기간 내에서 공동발명과 단독발명을 모두 경험한 적이 있는 발명자는 공동/단독 발명자로 분류하였다. 696명의 다출원 발명자 중 공동발명만 한 비율은 17.8%였으며, 회귀분석 표본에서도 이와 비슷한 16.7%를 차지하고 있다(표 2). 단독발명자는 전체 표본에서 25.4%를 차지하며, 회귀분석 표본에서는 이보다 다소 낮은 17.7%를 차지한다. 단독발명과 공동발명 모두 경험한 적이 있는 발명자의 비율이 전체 표본에서는 56.8%, 회귀분석 대상표본에서는 65.6%로 후자에서 더 높았다. 그런데, 발명활동이 있었던 매해 단독발명과 공동발명이 동시에 관측되는 발명자 비율은 두 표본 모두 2.6%에 그쳤다.

다출원 발명자는 1995년~2001년의 기간 동안 평균적으로 82.4건의 발명을 했으며, 그중 단독발명 건수는 54.5%인 44.9건이었고, 45.5%인 37.5건의 특허는 공동으로 발명하였다. 절반 가량의 특허를 여러 발명자들과의 공동발명관계, 즉 발명 네트워크 내에서 생산한 것이다. 본 연구는 행위자 간 상호작용을 분석하는 사회 네트워크 이론을 공동발명관계에 적용한다. 발명자를 노드로 인식하고, 노드 간의 직접 연결은 특허문헌에 동시에 발명자로 기재되어 있는지 여부로 판단한다. 한 발명자가 여러 발명자들과 공동발명을 한 경우 그 발명자는 직접 연결된 여러 노드들을 가지게 된다. 직접 연결된 노드들은 그들 자신에게 직접 연결된 노드들도 가지고 있으므로 각 발명자는 직접 연결 노드 외에 2차 연결, 3차 연결 ... 등으로 이어지는 간접 연결 노드들을 가지게 된다. 본 연구에서는 공동발명관계에서의 상호작용이 쌍방향적이라고 가정하여 방향성은 고려하지 않는 비방향 관계(undirected relation)를 기초로 네트워크 변수를 구축하였다.

공동발명을 발명자 간 연결로 정의한다면, 공동발명관계로 이루어진 네트워크는 노드 간 연결횟수가 동질적이지 않아서, 연결 여부뿐 아니라 연결횟수도 의미를 지니는 가중 네트워크(weighted network)의 성격을 지닌다.⁷⁾ 이

7) 노드의 강도(node strength), 근접중심성(closeness centrality), 매개중심성(betweenness centrality), 클러스터링 계수(clustering coefficient) 등 가중 네트워크를 특징짓는 다

러한 발명 네트워크는 노드의 크기, 통합성, 중심성 등의 관점에서 특징지을 수 있다(추기능, 2013). 본 연구에서는 1999년~2001년의 기간에 대해 각 연도 별로 각 발명자를 중심으로 발명 네트워크의 특성들을 계산한 후 3년치를 평균한 값을 각 발명자의 네트워크 특성변수로 사용하였다.⁸⁾ 노드의 크기는 Parag et al.(2010)과 같이 한 발명자(노드)에 직접 연결된 다른 발명자(노드)의 수로 측정하였으며, 이는 사회 네트워크 분석에서 사용되는 연결정도 중심성(degree centrality)과 같은 개념이다.⁹⁾ 노드의 통합성은 어떤 한 노드를 기준으로 그 노드가 발명자 네트워크에 통합된(integrated, embedded) 정도를 측정한다. 이 지표는 노드 간 협력의 강도를 반영하며, 따라서 공동 발명의 횟수에 관한 정보를 이용하게 된다(Parag et al., 2010). 본 연구에서는 Parag et al.(2010)에서처럼 한 발명자 노드의 관점에서 그와 공동발명관계에 있는 다른 발명자와의 공동발명횟수를 직접 연결된 발명자 수(노드의 크기)로 각각 나눈 다음, 이를 노드 크기로 나누어 평균한 값으로 사용한다.¹⁰⁾ 네트워크에서의 중심성 지표는 네트워크 내에서 해당 발명자가 얼마나 중요한지를 측정하는 지표이다. 네트워크 중심성은 매개 중심성(betweenness centrality), 근접 중심성(closeness centrality), 연결정도 중심성(degree centrality) 등 여러

양한 네트워크 측정지표들이 제시되고 있다. 본 연구에서 사용된 네트워크 변수 중 노드의 크기와 중심성 지표는 연결여부에만 의존하며, 노드 통합성은 네트워크 간 연결의 횟수가 반영된 지표이다.

- 8) 공동발명관계가 한 해의 발명성과에만 영향을 미치고 소멸되는 것은 아닐 것이다. 또한, 공동발명으로 형성된 관계가 공동발명 횟수의 연도별 변화만큼 변동성을 지니면서 영향을 미치는 것도 아닐 것이다. 본 연구에서는 인적 관계의 최신성과 비일회성 등을 반영하고, 변수들의 변동성을 완화하기 위해 성과변수가 측정되는 기간 직전의 3년에 대해 연도별 네트워크 특성의 평균값을 사용하였다.
- 9) 본 연구의 대상이 되는 네트워크는 노드(focal node = ego), 그 노드에 직접 연결된 다른 노드들 및 연결(tie)로 구성된 자아중심 네트워크(Ego-centric networks)이다. 추기능(2013)에서 네트워크 크기로 명명하고 있는데, 이는 어느 한 발명자(노드)가 속한 네트워크 전체의 크기를 의미하는 것이 아니라, 그 발명자(노드)를 중심으로 직접적으로 연결된 노드의 수를 의미한다는 점에서 노드의 크기로 표현하였다.
- 10) 결국, 노드의 통합성은 한 노드가 자신에게 직접 연결된 다른 노드들과 공동발명한 횟수들을 합산한 후 이를 노드의 크기의 제곱으로 나눈 값이 된다. 추기능(2013)에서는 이를 네트워크 강도라고 명명했는데, 특정 네트워크 자체의 특징이 아니고, 한 노드가 특정 네트워크에 통합된 강도를 측정하므로, 노드의 통합성이라고 표현한다.

가지 방법으로 측정되고 있다(손동원, 2002). 본 연구에서는 Parag et al(2010)이나 추기능(2013)에서처럼 특정 발명자와 직접적인 연결을 가진 발명자 및 직접 연결 발명자에 다시 직접 연결된 발명자를 이용하여 중심성을 측정하였다.¹¹⁾ 즉, 특정 발명자와 공동 발명을 한 발명자들(1차 연결)을 식별하고, 이들 발명자들의 공동 발명자들(2차 연결)을 재차 식별하여 1차 연결된 발명자들이 평균적으로 몇 명의 발명자들과 연결되고 있는지를 계산함으로써 중심성을 측정하였다. 예를 들어 발명자 A와 공동발명관계에 있었던 발명자가 B, C, D, E, F 5명이며, 이들과 각각 2회, 2회, 3회, 4회, 5회의 공동발명을 하였다고 하자. A의 노드의 크기는 연결된 발명자 수 5이다. 노드의 통합성은 $((\frac{2}{5} + \frac{2}{5} + \frac{3}{5} + \frac{4}{5} + \frac{5}{5})/5) = 0.64$ 로 계산된다. 공동발명자 B, C, D, E, F가 각각 1명, 2명, 1명, 0명, 0명의 또 다른 발명자와 공동 발명관계로 연결되어 있다면, A의 네트워크 중심성은 $\frac{(1+2+1+0+0)}{5} = 0.8$ 로 계산된다. 다출원 발명자들이 맺고 있는 발명 네트워크의 특성을 보면 전체 표본에서 노드 크기는 5.5명, 노드 통합성은 0.64, 중심성은 0.69이며, 회귀분석 표본에서도 크게 차이가 없다. <표 3>의 네트워크 특성 변수들의 평균값은 위에서 예시한 사례에서 계산된 값과 비슷하다. 1991년~2001년의 기간 동안에 다출원 발명자들은 매년 평균적으로 5~6명의 다른 발명자들과 공동발명 관계를 맺고 있으며, 이들과 공동발명한 횟수는 20회 내외이다. 5~6명의 공동발명자들은 총 4명, 평균 1명에 못 미치는 수의 발명자들과 공동발명 관계를 형성하는 것으로 대략 추정된다.

발명자가 속한 기업특성을 나타내는 독립변수로는 부채비율, 무형자산비율, 자기자본이익율(ROE) 등 재무비율과 기업규모, 기업나이 등을 포함시켰다. 여기서 각 기업별 재무자료는 종속변수가 계산되는 시기인 2002년~2005년에 대하여 평균하였다. 기업 나이와 발명자 나이는 2002년을 기준으로 계산하였다. IMF 외환위기 당시 부채비율이 7,000%가 넘었던 대우전자를 제외하면 기업들의 평균 총자산 대비 부채비율은 47.0%였다. 오늘날 기

11) 추기능(2013)에서는 각 지표를 최대값으로 나누어 정규화하지만, 본 논문에서는 정규화하지 않았다.

업자산 중에서 무형자산, 특히 혁신자산의 중요성이 강조되고 있다. 기업의 혁신자산이 소속 발명자의 혁신활동에 상승적 효과를 미치게 될 것으로 생각할 수 있다. 이러한 관계를 살펴보기 위해 본 연구는 혁신자산의 상대적 크기를 나타내는 값을 설명변수로 포함시켰다. 그런데, 재무상태표상의 무형자산은 회계기준에 따라 계상되는 것이기 때문에 기업이 보유한 지식재산 또는 혁신자산의 가치를 제대로 반영하지 않는다. 따라서, 본 연구는 기업이 보유한 혁신자산 또는 지식재산의 상대적 크기를 나타내는 대리변수로서 1999년~2001년의 3년 동안 출원한 특허저량을 유형자산총액으로 나눈 금액인 유형자산 10억 원당 누적특허액의 크기를 이용하였다. 회귀분석 표본에서 유형자산 10억 원당 3년 누적특허수는 평균 1.81개이며, 최대값은 13.92개이다. 측정기간 동안 자기자본이익률은 평균 7.1%였다(표 3). 다출원 발명자들이 속한 기업의 총자산 규모는 회귀분석 표본 평균값이 17조 5,000억원으로 매우 컸지만, 53억 원에 불과한 기업도 있었다. 회귀분석 표본에서 기업 나이는 평균 36년, 발명자 나이는 평균 38.3세였다. 규모가 크고 설립된 지 오래된 기업에 소속되어 있으면서 상대적으로 젊은 발명자들이 많은 발명을 하고 있음을 알 수 있다. 다출원 발명자가 2002년~2005년 동안 출원한 누적특허수는 평균 34.3개였다. 이러한 수치는 공동발명 특허의 공동발명자 각자에게 1개 특허량을 인정하는 쉐어 특허수(whole patent counts) 개념에 따른 값이다. 논문의 공동저자에게 $1/N$ (N =저자수)만 인정하듯이 특허의 공동발명자에게도 $1/N$ 의 기여만 인정하는 가중(weighted) 또는 부분특허수(fractional patent counts) 개념을 적용할 수도 있다. 특허의 공동발명자 수에 따라 기여도를 조정한 2002년~2005년 동안 누적특허수는 전체 표본에서 12.3개, 회귀분석 표본에서 14.7개로 나타났다(표 3). 1995년~2001년의 특허활동도 가중치를 적용해서 계산하면, 전체 표본에서는 평균 56.1건, 회귀분석 표본에서는 49.3건으로 낮아진다. 누적특허수 대비 가중 누적특허수의 비율을 계산해 보면, 1995년~2001년의 기간에는 전체 표본과 회귀분석 표본에서 각각 68.1%, 63.0%이던 것이 2002년~2005년의 기간에는 각각 41.0%와 42.9%로 하락했다. 이러한 수치의 변화는 한 발명 내 공동발명자 수의 증

가 또는 공동발명의 증가추세를 의미한다.

연령대별 분포를 보면 전체 표본과 회귀분석 대상 표본 간에 수치상으로 별 차이가 없어 보인다. 그런데, 다출원 발명자 대부분이 기업 소속임을 감안하면 40세 이후 모든 연령대의 비중이 회귀분석 표본에서 더 낮다는 것은 기업이 아닌 출원인에 속한 발명자들은 나이가 많아도 상대적으로 활발한 발명활동을 하고 있음을 의미한다. 다출원 발명자 중 가장 높은 비중을 차지하는 연령대는 35세~40세였으며, 그 다음으로는 35세 미만과 40세~45세의 비중이 비슷하게 높았다.

〈표 4〉는 다출원 발명자 3명 이상이 소속된 출원인에 대하여 단독, 공동 등 발명자 유형별로 분류하고, 소속 발명자들의 네트워크 특성을 정리한 것이다. 단독 발명이나 공동 발명이나의 여부, 발명활동의 지속성 여부 및 네트워크 특성은 출원인이나 산업별로 상이함이 발견된다. 다출원 발명자들이 많이 소속된 출원인은 엘지전자(98명), 삼성전자(96명), 현대자동차(59명), 대우전자(53명), 기아자동차(47명) 순이다. 가장 많은 다출원 발명자가 소속된 엘지전자와 삼성전자의 지속적 발명자의 수는 각각 59명, 62명이나 되어, 다출원 발명자 중에서 절반 이상을 차지한다. 노드의 크기는 삼성전자가 8.48명으로 엘지전자의 5.05명보다 더 크지만, 노드의 통합성 즉, 네트워크 내 발명자들이 공동발명을 맺는 빈도는 엘지전자가 훨씬 크다. 그 다음으로 많은 다출원 발명자를 보유한 현대자동차, 대우전자, 기아자동차의 경우 단독 발명자의 비중이 압도적으로 높은 반면, 지속적 발명자의 비중은 현저히 낮다. 단독 발명을 주로 하다 보니 이들 기업 소속 발명자들의 네트워크 특성 변수들의 값도 매우 낮게 나타나고 있다. 이는 발명자 간 네트워크의 중요성이 산업 간에 차이를 시사한다. 대우전자는 엘지전자나 삼성전자와 같은 산업으로 분류되지만 단독발명의 비중이나 네트워크 특성이 다른 것은 전자와 후자의 제품의 성격이 다르기 때문이라고 생각된다. 대우전자는 냉장고, 세탁기 등 기계적인 특성의 제품이 주력인 반면, 엘지전자나 삼성전자는 휴대전화, 반도체 등 전자적 특성의 제품이 높은 비중을 차지하는 점을 이유로 생각해 볼 수 있다. 연구소 중에서는 한국전자통신연구원이 17명의 다출원

발명자를 보유해 가장 많았다. 한국전자통신연구원 소속 다출원 발명자들은 1명을 제외하고는 모두 공동발명자 범주에 속하며, 노드의 크기도 11.47로 포스코(15.17) 다음으로 높았다. <표 4>에는 제시되어 있지 않지만 가장 많은 다출원 발명자를 보유한 대학은 인하대학교와 한국과학기술원으로 각각 2명의 다출원 발명자가 소속되어 있다.

<표 4> 주요 출원인별 다출원 발명자 수 및 네트워크 특성

출원인	상장 여부	다출원 발명자 수	공동 발명자	단독 발명자	공동 & 단독 발명자	지속적 발명자	노드 통합성	노드 크기	중심성
엘지전자	상장	98	9	1	88	59	1.43	5.05	1.03
삼성전자	상장	96	14	1	81	62	0.44	8.48	0.94
현대자동차	상장	59	0	45	14	8	0.09	0.39	0.08
대우전자	상장	53	0	42	11	1	0.03	0.30	0.11
기아자동차	상장	47	0	43	4	0	0.05	0.05	0.05
하이닉스반도체	상장	42	4	0	38	25	0.57	5.88	1.03
포스코	상장	24	10	0	14	14	0.76	15.17	0.70
대우자동차	비상장	18	1	12	5	0	-	-	-
전자통신연구원	연구소	17	16	0	1	11	0.24	11.47	0.78
삼성에스디아이	상장	13	5	0	8	10	0.82	6.54	0.98
엘지이아이	상장 폐지	12	0	0	12	9	1.28	3.48	1.12
대우일렉트로닉스	비상장	8	0	5	3	2	0.00	0.00	0.00
포항산업과학연구원	연구소	5	4	0	1	5	0.78	7.93	0.78
매그나칩반도체	비상장	4	0	0	4	3	0.56	2.75	0.96
에스케이씨	상장	4	1	0	3	1	0.33	2.75	0.55
에스케이텔레콤	상장	4	3	0	1	1	0.16	10.67	0.61
엘지디스플레이	상장	4	0	0	4	2	0.32	9.92	0.82
엘지생활건강	상장	4	4	0	0	3	0.37	7.50	0.66
오리온전기	비상장	4	2	0	2	0	0.50	2.72	0.72
한국과학기술연구원	연구소	4	2	0	2	2	0.50	2.72	0.72
동부일렉트로닉스	비상장	3	0	0	3	2	0.35	3.00	0.43
삼성광주전자	비상장	3	0	0	3	2	1.23	3.78	0.85
창신산업개발	비상장	3	3	0	0	3	2.55	4.33	1.00
케이티	상장	3	1	0	2	1	0.41	3.89	0.84

〈표 5〉는 산업별로 다출원 발명자의 수, 다출원 발명자가 발명한 (비가중) 특허 수, 네트워크 특성 등을 정리한 것이다. 산업 식별이 가능한 다출원 발명자 528명 중에서 64.0%인 338명이 전자산업에 소속되어 있다. 자동차산업에는 21.2%인 112명의 발명자가 소속되어, 그 다음으로 많았다. 두 번째 열 발명자 수 괄호안에 나열된 숫자는 산업 내의 공동 발명자, 단독 발명자, 공동/단독 발명자, 지속적 발명자 숫자를 나타낸다. 앞서 본 바와 같이 두 산업은 공동발명 여부나 발명활동의 계속성 등에서 확연한 차이를 보여주고 있다. 1995년~2001년 사이에 다출원 발명자들이 발명한 특허 수를 보면 자동차산업의 평균은 90.7건으로 전자산업의 평균 79.4건에 비해 많지만, 후속되는 기간인 2002년~2005년 사이에 발명한 특허 수를 보면 자동차산업에

〈표 5〉 산업별 다출원 발명자 수 및 네트워크 특성

산 업	발명자수	'95~'01년 누적특허수	단독발명 특허수	'02~'05년 누적특허수	노드 통합성	노드 크기	중심성
전 자	338 (38-54-246-167)	79.4	37.2	35.8	0.77	5.96	0.89
자동차	112(0-91-21-9)	90.7	89.0	7.7	0.07	0.33	0.08
1차금속	24(10-0-14-14)	74.8	13.7	30.5	0.76	15.17	0.70
화 학	20(13-0-7-13)	73.6	2.7	21.8	0.39	9.29	0.60
기 계	7(0-0-7-3)	75.0	27.0	47.4	0.63	4.71	0.57
통 신	7(4-0-3-2)	61.0	1.7	41.3	0.27	7.76	0.71
식 품	5(5-0-0-4)	64.0	0.0	7.0	0.13	18.77	0.40
의료정밀	4(1-0-3-2)	80.5	17.5	4.3	1.08	7.67	1.60
고무플라스틱	2(0-0-2-0)	66.0	61.5	46.5	0.92	0.83	1.38
전문과학기술 서비스	2(2-0-0-1)	55.5	0.0	19.0	0.22	7.92	0.54
비금속광물	1(0-0-1-0)	172.0	141.0	65.0	0.00	0.00	0.00
금속가공	1(0-0-1-0)	75.0	71.0	3.0	0.00	0.00	0.00
컴퓨터	1(0-0-1-1)	65.0	9.0	38.0	0.40	11.00	0.77
전 기	1(0-0-1-1)	106.0	1.0	3.0	0.44	1.67	0.78
도 매	1(0-0-1-1)	78.0	3.0	14.0	0.44	11.00	0.60
영상방송통신 서비스	1(1-0-0-1)	68.0	0.0	0.0	0.30	5.67	0.88
기타개인서비스	1(0-1-0-0)	135.0	135.0	1.0	0.00	0.00	0.00

서는 평균 7.7건에 불과해, 전자산업의 35.8건과 큰 격차를 보이는 점도 두드러진 차이점이다. 그 다음으로 다출원 발명자 수가 많은 1차금속, 화학, 기계, 통신산업 등은 후속기간에서의 발명 건수가 상대적으로 많은 편이다. 1차금속, 화학, 식품산업 등은 공동발명자의 비중이 높을 뿐 아니라 노드의 크기도 크다. 의료정밀 산업은 노드의 통합성과 중심성이 가장 높은 산업이다.

〈표 6〉은 출원인 각 유형에 대해 연령대별로 발명자 수, (비가중)특허 수,

〈표 6〉 출원인별, 발명자 연령대별 발명자 및 네트워크 특성

출원인	연령대	발명자수	'95~'01년 누적 특허수	'95~'01년 단독발명 특허수	'02~'05년 누적 특허수	노드 통합성	노드 크기	중심성
기업	35세 미만	167(19-54-94-53)	82.2	53.0	27.5	0.70	4.55	0.61
	35세~40세	240(18-74-148-98)	81.7	48.6	31.9	0.88	4.91	0.80
	40세~45세	148(18-29-101-69)	84.5	43.4	32.1	0.56	5.53	0.67
	45세~50세	44(23-3-18-22)	76.0	14.4	21.2	0.34	9.19	0.68
	50세~55세	14(10-1-3-8)	100.3	22.6	23.8	0.45	8.10	0.69
	55세~60세	7(4-1-2-4)	73.3	15.4	19.4	0.22	7.67	0.61
연구소	60세 이상	7(3-2-2-2)	96.0	60.1	14.1	0.15	11.53	0.38
	35세 미만	1(0-0-1-0)	74.0	54.0	5.0	0.13	2.00	1.94
	35세~40세	1(1-0-0-0)	52.0	0.0	2.0	0.56	8.67	0.93
	40세~45세	7(5-0-2-5)	57.6	0.6	15.0	0.38	6.43	1.04
	45세~50세	8(8-0-0-5)	70.0	0.0	30.5	0.23	15.29	0.67
	50세~55세	5(5-0-0-3)	65.2	0.0	12.4	0.14	13.07	0.49
대학	60세 이상	1(1-0-0-1)	69.0	0.0	1.0	0.08	20.67	0.46
	35세 미만	2(0-0-2-2)	68.0	26.0	25.5	0.24	9.33	1.44
	35세~40세	1(0-0-1-1)	229.0	1.0	21.0	0.37	14.67	0.42
	40세~45세	2(1-0-1-2)	64.5	17.0	22.5	0.42	12.83	0.96
	45세~50세	2(1-0-1-2)	54.5	7.0	20.0	0.30	9.33	0.71
	50세~55세	2(2-0-0-2)	52.0	0.0	28.0	0.21	11.00	0.36
개인	55세~60세	1(1-0-0-0)	50.0	0.0	7.0	0.00	0.00	0.00
	35세 미만	4(0-4-0-0)	107.5	107.5	16.3	0.00	0.00	0.00
	35세~40세	9(2-1-6-1)	96.2	64.3	12.0	0.48	2.38	0.52
	40세~45세	13(2-3-8-4)	90.8	68.4	67.1	0.32	2.32	0.55
	45세~50세	3(0-1-2-1)	96.7	94.7	39.7	0.28	0.44	0.31
	50세~55세	2(0-1-1-0)	51.5	45.0	29.0	0.37	1.83	0.36
	55세~60세	1(0-1-0-0)	52.0	52.0	80.0	0.00	0.00	0.00
	60세 이상	4(0-2-2-4)	78.8	76.5	103.5	0.21	0.50	0.19

네트워크 특성 등을 살펴본 것이다. 기업 소속 다출원 발명자 중에서는 35세~40세가 38.3%로 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 그 다음으로는 35세 미만, 40세~45세 순이다. 45세 이전 연령대에서는 공동발명자의 비중이 낮은 반면, 45세 이후 연령대에서는 공동발명자가 절반 이상을 차지하게 된다. 특히, 50세~55세 연령대에서는 다출원 발명자 14명 중 10명이 공동발명자이다. 한편, 연구소에 소속된 다출원 발명자의 경우 대부분 40세~55세 연령대에 분포하고 있으며, 거의가 공동으로 발명활동을 하는 특징을 나타내고 있다. 표본이 작기는 하지만 대학 소속 다출원 발명자는 거의 전 연령대에 고르게 분포되어 있다. <표 7>은 회귀분석에 사용될 변수들간의 상관관계를

<표 7> 회귀분석 변수들간의 상관관계

	'02~ '05년 가중 누적 특허수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.'95~'01년 가중 누적특허수	0.07+												
2.단독 발명자	-0.16 ***	0.52 ***											
3.단독/공동 발명자	0.25 ***	-0.20 ***	-0.64 ***										
4.지속적 발명자	0.15 ***	-0.26 ***	-0.43 ***	0.37 ***									
5.노드 통합성	0.11 **	-0.27 ***	-0.33 ***	0.28 ***	0.13 ***								
6.노드 크기	0.12 ***	-0.28 ***	-0.39 ***	0.11 **	0.22 ***	-0.07 +							
7.중심성	0.06 ***	-0.34 ***	-0.47 ***	0.33 ***	0.32 ***	0.33 ***	0.07 +						
8.부채비율	0.02 ***	0.12 ***	0.13 ***	0.01 ***	-0.15 ***	0.17 ***	-0.27 ***	-0.05 ***					
9.유형자산비율	0.12 ***	-0.14 ***	-0.22 ***	0.27 ***	0.05 ***	0.34 ***	-0.07 ***	0.20 ***	0.44 ***				
10.ROE	0.05 ***	0.02 ***	-0.03 ***	0.05 ***	0.05 ***	0.03 ***	-0.01 ***	-0.02 ***	-0.13 ***	0.00 ***			
11.기업규모	0.03 ***	-0.05 ***	-0.05 ***	0.14 ***	0.12 ***	-0.09 *	0.13 ***	0.07 +	-0.61 ***	-0.29 ***	0.17 ***		
12.기업 나이	0.10 **	0.05 ***	0.11 ***	0.04 ***	0.01 ***	0.14 ***	-0.09 *	0.04 ***	0.03 ***	0.06 ***	0.17 ***	0.06 ***	
13.발명자 나이	-0.13 ***	-0.18 ***	-0.15 ***	-0.15 ***	0.12 ***	-0.14 ***	0.19 ***	0.00 ***	-0.11 **	-0.14 ***	0.06 ***	-0.06 ***	-0.16 ***

주) ***, **, *, +는 각각 1%, 5%, 10%, 15% 유의확률을 나타낸다. 이하의 <표 8>~<표 10>에서도 같다.

보여주고 있다. 두 번째 열은 종속변수로 사용될 2002년~2005년 동안의 누적특허수와 각 설명변수와의 상관관계를 나타내고 있으며, 여기서 각 설명변수의 계수의 부호를 대략 짐작해 볼 수 있다.

2. 회귀분석 결과

〈표 8〉은 다출원 발명자의 발명성가에 영향을 미치는 요인들을 찾기 위한 회귀분석 결과이다. 모형에 기업 특성에 관한 변수들은 설명변수로 포함되지 않았다. 〈표 8〉에 제시된 OLS 모형은 기업이나 산업더미 없이 회귀분석한 결과이다.¹²⁾ 기업수준과 산업수준을 랜덤 클러스터로 보아 혼합모형을 각각 추정한 결과를 〈표 8〉에 나란히 제시하였다. 혼합효과에 관한 분산 추정치 및 단순 OLS 모형과 비교한 우도비(Likelihood Ratio: LR)검정 결과는 하단에 제시하였다. 맨 아래 LR검정 결과는 기업수준에서든 산업수준에서든 ‘랜덤효과가 없다’는 가설을 기각하지 못함을 나타낸다. 기업 또는 산업 클러스터 수준에서의 분산(sd^2 [상수항])이 발명자 수준에서의 분산(sd^2 [Residual])에 비해 매우 작아서 기업 또는 산업으로 그룹화하는 것이 의미가 없음을 알 수 있다. 따라서, 단순한 OLS 모형의 결과를 기준으로 각 설명변수를 살펴보기로 한다. 과거 발명활동의 정도를 나타내는 1995년~2001년 동안의 가중 누적특허수의 계수추정치는 0.08이며, 1% 수준에서 유의하다. 즉, 가중 특허수 기준으로 과거 7년간 발명이 1건 더 많으면, 후속하는 기간에 0.08건의 더 높은 발명성가를 거두는 것으로 추정된다. 단독발명자의 계수는 음(-)으로 추정되었지만 통계적으로 유의하지 않았다. 반면, 단독발명과 공동발명

12) 기업더미나 산업더미를 추가해 OLS 분석을 할 경우 대부분 더미가 유의하지 않고, 더미가 있는 모형과 더미가 없는 모형 간의 차이분석에서도 두 모형간 차이가 없다는 귀무가설을 기각하지 못하였다. 간명성(parsimony)의 관점에서 〈표 8〉에는 더미가 없는 단순 OLS 모형의 결과를 제시하였다. 산업더미를 포함한 모형과 산업더미 없는 단순 OLS 모형간 우도비 검정(Likelihood-ratio test)에서는 $\chi^2(16)=10.44$, Prob > $\chi^2=0.84$, 기업더미를 준 모형과 기업더미 없는 단순 OLS 모형간 우도비 검정(Likelihood-ratio test)에서는 $\chi^2(64)=42.23$, Prob > $\chi^2=0.98$ 이었다.

〈표 8〉 다출원 발명자의 발명성과 영향요인분석 결과(기업 특성 변수 제외)

		OLS 모형		random intercept 모형				OLS 모형		random intercept 모형			
		추정 계수	t-값	추정 계수	z-값	추정 계수	z-값	추정 계수	t-값	추정 계수	z-값	추정 계수	z-값
상수항		4.62	1.31	4.45	1.17	4.61	1.22	16.89	2.33**	16.62	1.99**	16.89	2.03**
'95~'01년 가중누적 특허수		0.08	2.61***	0.08	3.51***	0.08	3.43***	0.08	2.60***	0.08	3.51***	0.08	3.43***
단독 발명자		-4.01	-1.10	-4.21	-0.96	-4.01	-0.93	-3.01	-0.83	-3.18	-0.76	-3.01	-0.73
단독/공동 발명자		5.93	2.42**	5.66	1.91*	5.93	2.01**	6.71	3.21***	6.47	2.40**	6.71	2.50***
지속적 발명자		3.47	1.62+	3.50	1.73*	3.47	1.71*	3.57	1.69*	3.59	1.78*	3.57	1.76*
노드 통합성		1.90	2.45**	1.50	1.27	1.90	1.68*	1.92	2.50***	1.54	1.31	1.92	1.68*
노드 크기		0.40	1.98**	0.42	2.83***	0.40	2.72***	0.40	2.05**	0.42	2.85***	0.40	2.74***
중심성		-0.90	-0.79	-0.91	-0.61	-0.90	-0.60	-0.70	-0.64	-0.71	-0.48	-0.70	-0.48
연령 대 더미	35~40세	0.10	0.04	0.08	0.04	0.10	0.04						
	40~45세	-3.83	-1.40	-3.85	-1.52+	-3.83	-1.51+						
	45~50세	-5.11	-1.60+	-5.16	-1.29	-5.11	-1.27						
	50~55세	-8.71	-2.66***	-8.69	-1.35	-8.71	-1.35						
	55~60세	-9.53	-2.81***	-9.48	-0.98	-9.53	-0.99						
	60세 이상	-13.26	-2.54***	-13.36	-1.20	-13.26	-1.20						
발명자 나이								-0.39	-2.66***	-0.38	-2.41**	-0.39	-2.15**
R-sq.		0.12						0.12					
랜덤효과 계수		-		추정치 (Std. Err.)	[95% 신뢰 구간]	추정치 (Std. Err.)	[95% 신뢰 구간]	-		추정치 (Std. Err.)	[95% 신뢰 구간]	추정치 (Std. Err.)	[95% 신뢰구 간]
sd(상수항)				1.81 (1.46)	[0.4, 8.8]	0.00 (0.00)	[0.0, -]			1.77 (1.5)	[0.3, 9.3]	0.00 (0.00)	[0.0, 0.02]
sd(Residual)				18.20 (0.63)	[17.0, 19.5]	18.3 (0.62)	[17.1, 19.6]			18.3 (0.63)	[17.1, 19.5]	18.3 (0.63)	[17.2, 19.6]

LR test vs. linear regression		$\bar{\chi}^2(01)=0.68$ Prob > $\bar{\chi}^2=$ 0.204	$\bar{\chi}^2(01)=0.0$ Prob > $\bar{\chi}^2=$ 1.000		$\bar{\chi}^2(01)=0.59$ Prob > $\bar{\chi}^2=$ 0.220	$\bar{\chi}^2(01)=0.0$ Prob > $\bar{\chi}^2=$ 1.000
-------------------------------------	--	--	---	--	--	---

- 주) 1. 단독발명자와 단독/공동발명자 터미변수의 경우 비교 기준이 되는 유형(reference category)은 공동발명자이다.
 2. 연령대 터미의 비교 기준 나이대는 35세 미만의 발명자이다.
 3. 기업수준 모형은 랜덤효과를 기업수준에서, 산업수준 모형은 랜덤효과를 산업수준에서 추정하였다.

의 경험이 모두 있는 발명자는 기준 유형(baseline category)인 공동발명자에 비해 연령대 터미 모형과 연속형 나이 변수 모형에서 가중 누적특허 건수가 각각 5.9건, 6.7건 더 많았으며, 각각 5%, 1% 수준에서 유의하였다. 즉, 단독으로 발명을 완성한 경험을 가지고 있으면서 협업을 통한 발명기회를 동시에 경험한 발명자가 더 높은 발명성가를 거두는 것으로 나타났다. 한편, 7년 정도의 장기에 걸쳐 매년 발명활동을 이어간 지속적 발명자는 그렇지 않은 발명자와 비교하여 후속 시기에도 더 높은 발명성가를 보이는 것으로 나타났다. 가중 누적특허수가 약 3.5개 더 많은 것으로 추정되었다. 발명자 노드의 크기가 1만큼 증가하면 가중 누적특허량이 0.4개 정도 증가하는 것으로 나타났으며, 통계적으로 5% 수준에서 유의하였다. 노드 통합성이 1만큼 증가하면 가중 누적특허수는 약 1.9개 증가하며 5% 또는 1% 수준에서 유의하였다. 그런데, 노드 통합성의 평균값이 0.62, 노드 크기의 평균값은 5.9이지만, 두 변수의 상대적 산포도의 측도인 변이계수(coefficient of variance)가 각각 1.4, 1.2로 비슷한 점을 감안하면 노드 크기의 영향력이 좀 더 크다고 볼 수 있다. 네트워크 특성 중에서 중심성은 유의하지 않은 음(-)의 값으로 추정되었다. 기업에서는 대체로 나이가 증가하면서 다출원 발명자 수가 감소하는 것을 <표 6>을 통해 살펴보았다. 여기서 기업발명자의 나이와 발명활동 간 음(-)의 상관관계를 예상할 수 있다. 본 연구는 발명자 나이와 발명활동의 관계를 살펴보기 위해 발명자 나이 구간을 나누어 나이 대를 표시하

는 더미변수들을 포함시킨 모형과 연속형 변수인 발명자 나이를 포함시킨 모형을 각각 추정하였다. 나이구간 더미 모형에서 기준 나이 대는 35세 이하이다. 예상한 대로 발명자 나이대가 높아질수록 기준 나이대에 비해 가중 누적 발명건수가 더 큰 폭으로 감소하였다. 유의확률도 증가하여 50대 이후부터는 1% 수준에서 유의하였다(표 8). 이는 연속형 변수인 발명자 나이를 포함한 모형에서 발명자 나이가 발명성과 유의한 음(-)의 관계로 추정되는 것과 일관되는 결과이다. 발명자 나이가 한 살 많아지면 가중 누적특허수는 0.39건 감소하는 것으로 나타났으며, 통계적으로 1% 수준에서 유의하다.

〈표 9〉는 기업 특성 변수들을 포함하여 회귀분석한 결과이며, 여기서 랜덤효과는 산업 수준에서 추정하였다. 〈표 9〉의 첫 번째와 두 번째는 연령대 더미변수를 포함한 모형의 추정결과이며, 세 번째, 네 번째는 연속형 변수로 발명자 나이를 사용한 모형의 추정결과이다. 〈표 9〉에서도 ‘랜덤효과가 없다’는 가설을 기각하지 못하므로 OLS 모형에 따라 모형을 해석하기로 한다. 기업 특성 변수가 포함된 모형의 추정결과인 〈표 9〉와 기업 특성 변수가 포함되지 않은 모형의 결과인 〈표 8〉을 비교해 보면 단독/공동발명자의 추정계수의 유의도가 다소 낮아지는 것 외에는 대체로 변수들의 추정치의 방향과 유의도가 비슷하다. 부채비율은 자본구조(capital structure)에 대한 기업의 의사결정의 결과이며, 자본구조와 혁신활동은 무관하지 않다는 사실이 밝혀지고 있다. 내부자금이 혁신활동의 주된 자금조달원이 되기는 하겠지만, 외부자금 조달이 여의치 않을 경우 혁신활동은 제약된다. 외부자금의 이용가능성뿐 아니라 내부·외부 자금의 구성도 혁신활동에 영향을 미치게 된다. 대체로 기업의 혁신활동이 자본구조에 영향을 미친다는 연구결과가 많지만(Aghion et al., 2004; Rossi, 2005, Bartoloni, 2013), 혁신활동과 자본구조의 영향관계가 반대방향으로 나타날 여지도 있다(Fryges et al., 2011). 젊은 기업들을 대상으로 한 Fryges et al.(2011)의 연구는 높은 부채비율과 혁신활동 사이에 정(+)의 상호작용관계가 있는 것을 발견했다. 본 연구에서는 부채비율이 다출원 발명자들의 발명성과 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(표 9). 혁신자산은 다출원 발명자의 특허활동에 정(+)의 효과를 가지는 것

〈표 9〉 다출원 발명자의 발명성과 영향요인분석 결과(기업 특성변수 포함)

		OLS 모형		random intercept 모형		OLS 모형		random intercept 모형	
변수		추정 계수	t-값	추정 계수	z-값	추정 계수	t-값	추정 계수	z-값
상수항		-32.41	-2.45**	-32.41	-1.88*	-19.47	-1.43	-19.47	-1.02
'95~'01년 누적특허수		0.08	2.58***	0.08	3.52***	0.08	2.59***	0.08	3.53***
단독 발명자		-6.44	-1.60+	-6.44	-1.43+	-5.59	-1.37	-5.59	-1.29
단독/공동 발명자		3.79	1.45+	3.79	1.24	4.42	1.89*	4.42	1.57+
지속적 발명자		3.55	1.60*	3.55	1.74*	3.61	1.66*	3.61	1.77*
노드 통합성		0.88	1.11	0.88	0.74	0.94	1.21	0.94	0.79
노드 크기		0.40	1.95**	0.40	2.67***	0.40	2.00**	0.40	2.65***
중심성		-1.28	-1.18	-1.28	-0.86	-1.08	-1.02	-1.08	-0.73
부채비율		0.05	0.99	0.05	0.89	0.04	0.83	0.04	0.74
유형자산 10억원당 특허량		1.28	1.91*	1.28	1.72*	1.25	1.97**	1.25	1.69*
ROE		0.23	0.50	0.23	0.21	0.22	0.53	0.22	0.20
log(기업규모)		1.37	2.27**	1.37	1.70*	1.26	2.25**	1.26	1.62+
log(기업나이)		0.92	0.79	0.92	0.56	1.08	0.95	1.08	0.67
연령 대 더 미	35세~40세	0.22	0.08	0.22	0.10				
	40세~45세	-3.82	-1.39	-3.82	-1.49+				
	45세~50세	-4.35	-1.30	-4.35	-1.06				
	50세~55세	-9.24	-2.69***	-9.24	-1.37				
	55세~60세	-4.04	-1.08	-4.04	-0.40				
	60세 이상	-10.67	-2.50***	-10.67	-0.95				
발명자 나이						-0.33	-2.28**	-0.33	-1.02
		0.14				0.13			
랜덤효과 계수		-		추정치 (Std. Err.)	[95% 신뢰구간]	-		추정치 (Std. Err.)	[95% 신뢰구간]
sd(상수항)		-		0.00 (0.00)	[0, 0.1]	-		0.00 (0.00)	[0, 0]
sd(잔차)				18.21 (0.63)	[17.0, 19.5]			18.27 (0.63)	[17.1, 19.5]
LR test vs. linear regression				$\chi^2(01)=0.00$ Prob $\geq \chi^2=1.000$				$\chi^2(01)=0.00$ Prob $\geq \chi^2=1.000$	

으로 추정되었다. 구체적으로 유형자산 10억 원당 특허 수 한 건이 증가하면 다출원 발명자의 가중 특허출원량이 약 1.3건 증가하는 것으로 나타났다. 이때의 통계적 유의도는 10%(나이 구간 더미 모형), 또는 5%(연속형 나이 변수 모형)이다. 기업의 수익성을 나타내는 지표인 ROE의 효과는 정(+)으로 추정되기는 하지만 유의하지 않았다. 기업규모와 기업나이 중에서는 기업규모가 다출원 발명자의 발명성과를 높이는 것으로 나타났으며, 5% 수준에서 유의하였다.

〈표 10〉에는 발명자수의 역수로 가중하는 대신, 단순 누적 특허량을 종속

〈표 10〉 단순 누적특허수를 사용한 모형 및 발명자 나이 제곱항 추가 모형

		종속변수: 비가중(unweighted) 누적 특허량			종속변수: 가중(weighted) 누적 특허량		
변수		random intercept	random intercept	OLS	OLS	OLS	OLS
상수항		0.29	20.09	-124.56***	-100.59***	32.62	-27.24
'95~'01년 누적 특허수		0.10**	0.10**	0.09**	0.09*	0.08***	0.08***
단독 발명자		-3.66	-0.26	-15.04*	-11.59+	-9.48+	-5.85+
단독/공동 발명자		7.17	9.99*	0.49	3.60	1.69	4.16*
지속적 발명자		10.39***	10.46***	11.34***	11.28***	2.42	3.61*
노드 통합성		10.73***	10.75***	7.21***	7.31***	1.44+	0.95
노드 크기		1.32***	1.32***	1.34***	1.32***	0.37**	0.40***
중심성		-1.08	-0.64	-1.13	-0.54	-2.14	-1.10
부채비율				0.33***	0.31**		0.05
무형자산				3.87***	3.95***		1.22*
ROE				1.21	1.22		0.22
log(기업규모)				4.82***	4.64***		1.24**
log(기업나이)				1.36	1.53		1.13
연령대 더미	35세~40세	2.37		3.10			
	40세~45세	-3.07		-3.31			
	45세~50세	-8.06		-9.06			
	50세~55세	-16.50		-20.59*			
	55세~60세	-18.74		-4.73			
	60세 이상	-31.12		-26.09***			

발명자 나이		-0.63*		-0.61*	-0.70	0.08
(발명자 나이) ²					0.002	-0.01

- 주) 1. 각 모형의 t-값(또는 Z-값)은 생략하고, 유의확률만 * 표시하였다.
 2. 동일한 모형설정에서 LR 검정 결과에 따라 채택되는 OLS 모형 또는 혼합효과 모형만 제시하였다.
 3. 비가중 누적특허량을 종속변수로 사용한 모형에서는 이전의 발명활동을 나타내는 변수(95년~01년 누적특허수)도 비가중한 값을 사용하였다.

변수로 사용한 모형의 결과(1열~3열)와 누적 특허량을 종속변수로 사용하되, 발명자 나이와 발명성과 간에 비선형적 관계가 있는지를 살펴보기 위해 나이 제곱항을 추가한 모형의 결과(4열~6열)를 정리하였다. 가중 특허수를 사용한 <표 8>, <표 9>의 모형들과 비교해 보면 계수의 방향이나 유의도가 대체로 비슷하였으며, 단지, 부채비율이 유의한 정(+)의 효과를 갖는 것으로 추정된 점이 다르다. 나이 제곱항을 포함시킬 경우 1차항과 2차항의 계수추정치 모두 통계적으로 유의하지 않으므로 발명자 나이 증가에 따른 혁신성과의 감소를 선형으로 모형화하는 것이 더 바람직하다. 35~40세 나이대 더미 계수 추정치의 유의도에서 짐작할 수 있듯이, 2차관계로 추정해 보면 2차항과 1차항 모두 유의하지 않게 된다. 이는 발명성과와 발명자 나이 간의 관계가 2차관계로 추정될 수 있을 만큼 35~40세 나이대의 발명성과가 기준 범주인 35세 미만 나이 대에 비해 높지는 않음을 의미한다.

V. 결 론

지식의 파급효과(knowledge spillover)는 대부분 노동의 이동(labor mobility)을 통해서 나타난다고 보는 연구자도 있지만, 노동의 이동이 없는 경우에도 네트워크를 통한 지식이전이 지식파급효과(knowledge spillover)의 또 다른 중요한 통로가 될 수 있다(Wilhelmsson, 2009). 지금까지 네트워크 연구들은 네트워크의 묘사나 기술(記述) 위주로 진행되어 왔으나, 최근 네트워크적 특징들이 성과에 미치는 효과를 분석하는 연구들이 증가하고 있

다(Lobo & Strumsky, 2008; Varga & Parag, 2009; Parag et al., 2010; Abbasi et al., 2012; Li et al., 2013). 본 연구는 Varga & Parag(2009), Parag et al.(2010)의 연구 틀에 착안하여 석박사 졸업자들의 특허 생산성을 분석한 추기능(2013)의 연구를 확장한 것이다. 본 연구는 특허활동이 가장 왕성한 다출원 발명자들을 대상으로 하여 발명자 특성, 기업적 특성, 네트워크적 특성들에 대한 기술적 분석을 통해 혁신의 핵(core)이라고 할 수 있는 발명자에 접근하였다. 또한 이러한 특성들이 다출원 발명자의 혁신성과에 미치는 효과를 회귀분석함으로써 발명의 영향요인을 파악하고자 하였다. 본 연구를 통해 혁신의 핵(core)의 모습과 작동에 관한 그림은 파악하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 단독발명만 하거나 공동발명만 하는 경우보다는 단독발명과 공동발명의 경험을 동시에 가진 발명자들의 후속 발명성도가 더 높았다. 단독으로 발명을 완성할 능력을 갖추고 있으면서, 협업을 통한 발명도 동시에 수행한 경험이 있는 발명자의 후속성도가 더 높았다. 모형설정에 따라서는 단독발명만 수행했던 발명자의 후속 발명성도가 공동발명만 수행했던 발명자의 성과보다 더 낮았다. 점점 더 복잡해지고 서로 다른 전문성 간의 상호작용이 요구되는 오늘날의 발명 상황 속에서는 공동발명의 협업과정으로부터 다른 발명자가 가진 전문적 지식을 습득, 융합하는 것이 중요함을 시사한다. 둘째, 과거 발명활동 정도, 발명자 나이 등 다른 조건이 일정할 때, 꾸준한 발명자의 발명성도가 그렇지 않은 발명자에 비해 높았다. 핵심 발명을 중심으로 하여 많은 인접발명을 한꺼번에 출원함으로써 특정시기에 발명이 집중된 다출원 발명자보다는 꾸준히 발명활동을 이어가는 발명자의 후속 시기에서의 발명성도도 높았다. 한편, 꾸준함을 보인 발명자와 많은 유사발명들을 한꺼번에 생산한 발명자가 발명한 특허의 가치도 다를 수 있다. 후속 연구에서 다룰 만한 흥미로운 주제이다. 셋째, 한 발명자를 네트워크 내 노드로 보면, 그 발명자 노드가 클수록 발명성도가 높았다. 한 발명자에 연결된 다른 발명자 노드가 많을수록 전문화된 지식을 흡수할 수 있는 지식폴도 커지는 셈이다. 넷째, 한 발명자 노드가 그와 공동발명관계로 연결된 다른 노드들과 얼마나 긴밀하게 연결되어 있는지에 관한 노드 통합성은 모형설정에 따라서

유의한 정(+)의 효과를 나타내기도 했으며, 특히 비가중(unweighted) 누적특허량을 사용한 경우에는 1% 수준에서 유의한 정(+)의 효과를 나타냈다. 강한 연계가 지식 간 교류를 더 활발히 한다고 볼 수 있다. 다섯째, 발명자가 네트워크 내에서 중심적 위치에 있는 정도는 발명성파에 유의한 영향을 미치지 못하였다. 여섯째, 기업발명자의 나이가 35세~40세에 해당될 때 가장 발명성파가 높았지만, 기업 발명자의 발명성파와 나이의 관계에는 역U자형 관계보다는 선형관계가 존재하는 것으로 추정되었다. 지식의 누적성이 높은 기초연구보다는 즉시성이 높은 응용연구의 성격이 강하고, 새로운 지식과 아이디어를 대학으로부터 유입된 젊은 연구자의 창의성, 혁신성에 의존하는 기업 연구 활동의 특징이 투영된 결과라고 생각된다. 대학이나 연구소 소속 다출원 발명자의 연령대별 분포를 보면 기업과는 다른 양상이 나타나고 있어서 발명자 전체로 확장하여 발명성파가 나이와 음(-)의 비선형관계에 있다고 보기는 어려울 것이다. 마지막으로, 기업의 혁신자산과 기업규모는 발명자의 발명성파에 정(+)의 효과를 미치는 요인이다. 본 연구는 혁신자산이란 경제나 기업의 생산성을 높이는 근저에 기업의 혁신자산이 발명자의 혁신성파를 높이는 과정이 자리하고 있음을 밝히고 있다.

본 연구는 특허 다출원 발명자(prolific inventor)를 대상으로 하여 발명활동의 과정에서 형성된 공동발명의 네트워크 특성들이 후속하는 기간의 발명성파에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 공동발명을 통한 협업관계가 단기적, 일회적, 소멸적이지 않은 점, 연도별 출원량 변동처럼 변화하지 않을 것이라는 점, 네트워크 관계의 최신성도 요구되는 점 등을 감안하여 3년의 前 기간(네트워크 기간)과 4년의 후속하는 성과기간을 설정하여 중기적 관점에서 분석하였다. 다른 많은 前 기간과 후속 성과기간 간의 조합에 대한 분석도 필요하다고 본다. 본 연구에서 시험적으로 99년~00년의 네트워크 기간과 01년~02년의 후속 성과기간에 대해 분석한 결과, 네트워크 특성 지표들의 작용 방향이 사뭇 다르게 나타났다. 시기에 따른 특성일 수도 있고, 구간의 길이에 따른 특성일 수도 있다. 본 연구에 제시된 결론과 어떻게 조화될 수 있는지는 다른 여러 구간과 시기에 대한 분석이 있어야 할 것으로 생각되며,

향후 여러 구간이나 연도별 자료를 이용해, 구간(연도)별 횡단면 분석이나, 패널 분석 등 다각도의 비교분석이 필요하므로 후속 연구에 맡겨 두기로 한다. 본 연구는 기업소속 다출원 발명자의 개인적, 네트워크적, 기업적 특성들이 발명자 개인의 발명성과에 미치는 영향을 분석한 연구이다. 향후 네트워크 내에서 중심적 위치에 서 있는 다출원 발명자들을 매개로 한 혁신의 파급효과, 기업 소속 소량의 특허 발명자와의 비교, 기업 외의 개인 발명자, 연구소 및 대학 소속 발명자와의 비교 등으로 연구를 확장한다면 발명자 수준에서의 혁신성과 향상을 위한 의미 있는 결과들을 이끌어 낼 수 있을 것이다.

참고문헌

〈국내단행본〉

- 김우철 외, 『현대통계학』 제3개정판, 영지문화사, 1989.
손동원, 『사회 네트워크 분석』, 경문사, 2002.
추기능 외 2인, 기업의 발명 생산성 영향요인에 대한 연구, 특허청 연구보고서, 2008.

〈해외 단행본〉

- Johnston, Jack & John Dinardo, *Econometric Methods*, 4th Edition, McGraw-Hill Companies, Inc., 1997
Varga, Attila & Andrea Parag, Academic Knowledge Transfers and the Structure of International Research Networks, In Attila Varga(Ed.) *Universities, Knowledge Transfer and Regional Development: Geography, Entrepreneurship and Policy*, Edward Elgar Publishers, 2009, 138-159.

〈국내 학술지〉

- 조용래 · 김의석, “특허 네트워크와 전략지표 분석을 통한기업 기술융합 전략 연구,” 『지식재산연구』 9권 4호(2014), 191-221.
추기능, “석박사 졸업자의 혁신성장에 지도교수의 발명자 네트워크가 미치는 효과,” 『지식재산연구』 제8권 제1호(2013), 253-285.
한장협 외 2인, “특허정보를 활용한 ICT 기술융합분석과 발전방향에 관한연구: 경복지역을 중심으로,” 『지식재산연구』 제10권 제3호(2015), 203-238.

〈해외 학술지〉

- Abbasi, Alireza et al., “Egocentric analysis of co-authorship network structure, position and performance,” *Information Processing and Management*, Vol. 48(2012), 671-679.
Aghion, Philippe et al., “Technology and Financial Structure: Are Innovative Firms Different?,” *Journal of the European Economic Association*, Vol. 2, 277-288.
Bartoloni, Eleonora, “Capital Structure and Innovation: Causality and Dererminants,” *Empirica*, Vol. 40(2013), 111-151.
Bontempi, M. E. & J. Mairesse, 2008, “Intangible capital and productivity: an exploration on a panel of Italian manufacturing firms,” *NBER Working Paper*

14108.

Crass, Dirk & Bettina Peters, 2014, "Intangible Assets and Firm-Level Productivity," *ZEW Discussion Paper* No.14-120.

Ejermo, Olof & Karlsson, Charlie, "Interregional inventor networks as studied by patent coinventorships," *Research Policy*, Vol. 35(3), 2006.

Fritsch, Michael & Martina Kauffeld-Monz, "The Impact of Network Structure on Knowledge Transfer: An Application of Social Network Analysis in the Context of Regional Innovation Networks," *Annals of Regional Science*, Vol.44(2010), 21-38.

Grannovetter, M., "The Strength of Weak Ties," *American Journal of Sociology*, Vol.78(1973), 1360-1380.

Grannovetter, M., "Economic Action and Social Structure: A Theory of Embeddedness," *American Journal of Sociology*, Vol.91(1985), 481-510.

Grannovetter, M., "The Impact of Social Structure on Economic Outcomes," *Journal of Economics Perspective*, Vol.19(2005), 33-50.

Hoisl, Karin, "A Study of Inventors: Incentives, Productivity, and Mobility," *Dissertation Universität München*, DUV Gabler Edition Wissenschaft(2007).

Le Bas, Christian et al., 2010, Working Paper No. 14/2010, International Centre for Economic Research.

Li, Eldon Y. et al., "Co-authorship networks and research impact: A social capital perspective," *Research Policy*, Vol. 42(2013), 1515-1530.

Lissoni, F. et al., "Academic patenting in Europe: New evidence from the KEINS database," *Research Evaluation*, Vol(2008). 17, 87-102.

Lobo, José & Deborah Strumsky, "Metropolitan Patenting, Inventor Agglomeration and Social Networks: A Tale of Two Effects," *Journal of Urban Economics*, Vol.63(2008), 871-884.

Mariani, M. & Romanelli, M.(2007). "Stacking' and 'picking' inventions: The patenting behavior of European inventors," *Research Policy*, 36, 1128-1142.

Parag, Andrea et al., "The Effect of Co-inventorship Networks on Regional Innovativeness Regional Responses and Global Shifts: Actors, Institutions and Organisations," *RSA Annual International Conference* 2010, 2010.

Pleschak, Franz & Frank Stummer, "East German Industrial Research: Improved Competitiveness through Innovative Networks," *Technology, Innovation and*

Policy, Vol.12(2001), 175-189.

Rossi, Stefano, "Technological Innovations and Capital Structure", *Job Market Paper*(2005).

Schiffauerova, Andrea & Catherine Beaudry, "Star Scientists and their Positions in the Canadian Biotechnology Network," *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.20, No.4(2011), 343-366.

Skirbekk, Vegard, "Age and Individual Productivity: A Literature Survey Vienna Yearbook of Population Research," Vol.2, 2004, 133-153.

Wilhelmsson, Mats, "The Spatial Distribution of Inventor Networks," *Annals of Regional Sciences*, Vol.43(2009), 645-668.

〈인터넷 자료〉

Torres-Reyna, Oscar, Multilevel Analysis, 〈<http://dss.princeton.edu/training/>〉.

WIKIPEDIA, Weighted Network, 〈https://en.wikipedia.org/wiki/Weighted_network#Measures_for_weighted_networks〉.

The Effect of a Co-invention Network on Inventive Productivity of a Firm's Prolific Inventor

Choo Kineung

This paper defines prolific inventors and co-invention networks after identifying individual inventors by using patent applications filed to the KIPO during the years from 1995 to 2005. The paper sets up variables related to prolific inventors and co-invention networks. The paper investigates the effects of these variables on a prolific inventor's inventive productivity (research productivity) along with characteristics of a firm to which an inventor belongs by using the multiple regression analysis. First, the paper finds that a prolific inventor with both collaborative and single-handed inventions shows higher inventive productivity than a lonely inventor or a joint inventor does. Second, a serial inventor shows higher inventive performance. Third, the size and integration (embeddedness) of a ego network are positively correlated with inventive activities. Fourth, whereas inventors aged between 35 and 40 record highest inventive performances, the age variable has a negative simple linear relation with invention activities of a prolific inventor in general. Finally, both innovative capital and size of a firm have positive effects on inventions of prolific inventors.

Keyword

Patent, Prolific Inventor, Co-Invention, Inventor'S Network, Inventive Productivity, Research Productivity