https://doi.org/10.15813/kmr.2020.21.1.008

패널구조방정식을 활용한 IT기업의 R&D투자효과 연구: 특허 매개효과 중심으로[1]

R&D Investment Effect through Patent on IT firms using Panel Structural Equations

이 종 호 (Jongho Lee) 서울대학교[2]
김 태 환 (Kim Tae Hwan) 한국특허전략개발원[3]
정 우 진 (Woo-Jin Jung) 중견기업연구원[4]

ABSTRACT

This study analyzes not only the direct impact of R&D investment on corporate growth for 578 private firms in 2007-2016, but also whether corporate innovation activities play a role as a mediating parameter between R&D investment and corporate growth. For this purpose, we classify companies into IT and non-IT companies and measure the mediating effect by dividing innovation activities into the number of registered patents, applied patents, and sum of them. In addition, this study is based on both the systemGMM which is considered to be effective in solving the endogenous problems caused by the cross-sectional analysis in previous studies and ML-SEM which is a new method recently, and then compares two results. According to the empirical results, innovation activities has a role as partly mediating parameter on sales growth in non-IT companies. On the other hands, in IT companies, the increase in R&D investment leads to a decrease in sales of the company, and the increase in innovation activities increases the sales of the company. However, it was confirmed that IT companies also had positive effects by adjusting the lag of the R&D. In other words, this suggests that securing patents is more important than R&D investment for direct sales growth of IT companies. It is also evidence that immediate introduction of technology is necessary to respond to the speed of technological change since the cycle time of technologies of the IT field is relatively shorter compared to that of other fields.

Keywords: *R&D, Patent, Mediation effect, Endogeneity, ML-SEM, Knowledge management*

---

1) 이 논문 또는 저서는 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2017S1A5A8020669)
논문접수일: 2020년 2월 5일; 1차 수정일: 2020년 2월 25일 게재확정일: 2020년 3월 1일
2) 제 1저자 (jongholee@snu.ac.kr)
3) 제 2저자 (thk@kista.re.kr)
4) 교신저자 (hygm2003@hanmail.net)

1. 서론

지식의 생산과 축적 및 활용을 중심으로 한 지식기반 경제(knowledge based economy)가 주를 이루면서, 기업의 생존을 위한 경쟁력 확보 방안의 하나로써 지식재산의 역할에 대한 중요성이 점차 증대되고 있는 실정이다. 특히, 우리나라는 국가 총 연구개발비는 세계 5위를 차지하고 있으며, GDP 대비 총 연구개발비(연구개발 집약도: R&D intensity)는 4.24%로, 세계 2위를 차지하고 있다(권성훈 2018). 이러한 연구개발투자는 기업의 생존을 위한 경쟁력 확보 방안의 하나이고 이를 통해 산출되는 결과인 특허는 기업의 미래 성장을 예측할 수 있는 중요한 지표가 되고 있다. 따라서, 국가 및 기업 수준 등에서 지속가능성장을 위한 특허 및 노하우 같은 무형 자산에 대한 관심이 높아지는 추세에 있다. 이러한 측면에서 본다면 연구개발을 통해 나타나는 성과인 특허출원 및 특허등록 같은 지식재산 활동이 민간기업의 성과와 어떠한 관계가 있는지를 살펴 볼 필요가 있다. 더 나아가, R&D투자와 기업의 성과 관계에 있어서 특허의 매개 효과를 분석한 선행연구는 거의 없다는 점에서 본 연구의 학술적인 의의가 있다. 게다가 이러한 기업의 혁신활동(특허)에 초점을 맞추는 중요한 이유는 2016년 세계경제포럼에서 클라우스 슈밥이 4차 산업혁명이라는 화두를 던진 이후 개별 국가들과 기업들이 혁신 성장에 필수적인 요소가 4차 산업혁명과 관련한 기술이라는 것에 공감하고 이들 분야에 대한 투자를 증가시키면서 기술 역량이라는 것이 매우 중요한 요소가 되었기 때문이다. 특허는 이러한 기술 역량을 보여주는 대표적인 지표로서 사용되고 있으며 또한 R&D 투자의 성과로서 기업의 성장과 수익에 매우 깊은 관련이 있다고 할 수 있다.

이와 더불어 우리는 새로운 연구방법론을 이 연구에 도입해보고자 한다. 기존의 매개효과 분석에서 사용되는 구조방정식모형(Structural equation model: SEM)은 횡단면 분석을 기반으로 수행되기 때문에 패널데이터 분석에 적용하는데 한계가 있고 내생성을 해결하지 못한다는 문제로 지적 받아왔다. 따라서 본 연구는 내생성 문제 해결책으로 널리 사용되고 있는 동적 패널모형(Roodman 2009)을 이용하여 위 매개효과를 분석하고자 한다. 또한, Roodman의 동적패널모형 보다 더 일치성이 높은 계수 값을 추정한다는 Williams et al.(2018)의 모형을 이용하여 동일한 모형에서 어떤 차이가 있는지 살펴보고 그들 모형의 기업 분석에 대한 활용가능성을 타진해 본다. 더불어 Baron and Kenny(1986)의 방법론을 이용한 매개효과 존재여부를 분석하고 Sobel Test(Sobel 1982)를 통하여 검정한다.

본 연구에서는 민간 기업의 R&D 투자와 기업의 성과와의 직접적인 관계와 R&D 투자와 기업의 성과 사이에서 혁신활동(특허)의 역할을 분석하다. 구체적으로, 민간기업의 R&D 투자와 성과 사이에서 특허의 매개 효과를 확인하기 위하여 IT기업과 비IT기업으로 나누어 분석한다. 이를 위해 2장에서는 기업의 R&D와 특허 그리고 성과 사이의 관계에 대한 선행연구와 본 연구에서 사용했던 방법론과 데이터에 대한 기술을 할 것이며, 3장에서는 분석결과에 대한 해석을 마지막으로 4장에서는 정책적 시사점을 도출할 것이다.

2. 본론

2.1 선행연구

본 연구에서는 R&D 투자와 기업의 성과 사이에서 특허의 역할을 밝히기 위해서 먼저 R&D와 기업의 생산성(성장)과의 관계에 대한 선행연구와 특허와 기업의 생산성에 대한 연구를 살펴 본다. 김건식(2014)의 연구에서는 혁신활동(R&D투자)과 기업의 재무적 성과(영업이익률, 매출성장률)와의 관계에 있어서 혁신성과(특허출원)가 매개효과로서 존재하는지를 분석한 바 있

다. 매개효과 검증을 위한 경로분석 결과에 따르면, 혁신활동이 늘어나면 혁신의 성과가 늘어나고 이는 다시 혁신성과를 향상시키는 경로로 나타난다는 것을 확인하였다. 본 연구도 앞선 연구와 마찬가지로 R&D 투자와 기업 성과사이에서 특허의 역할을 분석한다. 다만, 매개변수로서 특허가 작용하고 있는지 Baron and Kenny(1986)의 절차에 따라 두가지 기업집단(IT기업, 비IT기업)으로 구분하여 부분매개효과 혹은 완전매개효과가 존재하는지 검증한다. 이러한 면에서 본 연구는 기존 연구와의 차별성이 존재한다고 할 수 있다.

2.1.1. R&D와 기업의 생산성의 관계

일반적으로 연구개발(R&D)에 대한 투자는 미래 경제적 성과를 창출하는 중요한 요인이라 간주되어 왔기 때문에, 실질적인 성과로 나타나기까지 소요되는 시간이 긴 경우가 많음에도 불구하고, 다양한 방식으로 선행 연구들을 통해 검증되어 왔다. 기업 수준의 분석에 언급되는 성과는 일반적으로 생산성으로 간주하는데, 특히 여기서의 생산성(productivity)은 산출물과 그 산출물을 생산하기 위해 투입된 생산요소들의 지수(index)와의 비율을 나타낸다(Lovell 1993).

'지식생산함수(Knowledge Production Function)'라는 개념은 R&D투자와 성과 간의 함수관계를 나타내는 관계로써, Griliches(1990)가 제시한 바 있다. 연구개발과 기업의 생산성의 관계를 분석한 해외 선행 연구는, 기업의 R&D투자와 시장가치에는 양의 상관관계가 존재함을 밝힌 논문이 있다(Cockburn and Griliches 1988). 반면, 국내 선행연구에서는 Oh et al.(2014)의 연구에서 한국의 기업 총요소생산성(Total Factor Productivity, TFP)의 변화와 특허등록 사의 관계를 밝힌 논문이 있는데 해당 논문의 결과 이 둘 요인 간에는 정(+)의 상관관계가 존재함을 밝혔다.

2.1.2. 특허와 기업의 생산성과의 관계

특허는 대표적인 지식재산의 하나로써 이러한 지식재산은 기업이 구사하는 경영전략과 밀접하게 관련되어 다양하게 활용되어 오고 있기 때문에(Blind and Kenny 2006), 효과적인 지식재산 활동을 위해 기업 생산성의 효율을 높이는 것이 중요하다. 이러한 기조에 따라, 특허와 기업의 성과와의 관계를 분석한 다양한 선행연구들이 존재해 왔다. 해외 선행연구의 경우에서는, Cormanor and Scerer(1969)의 연구에서 제약 산업분야의 출원 및 등록 특허와 기업의 매출액과의 관계를 분석하였는데, 해당 관계에서 양의 상관관계가 존재함을 확인하였다. 한편, 미국 의약 산업분야에서 등록특허와 기업의 재무성과 간의 관계를 연구한 Narin et al.(1987)의 연구에서도 양의 상관관계를 있음을 보였다. 또한, Ernst(1995)의 연구에서는 독일의 기계공작산업에서 특허와 기업의 성과 간에 관계를 연구하였는데, 특히 산업 내에서 주요 특허를 보유한 기업의 성과가 주요 특허를 보유하지 못한 기업보다 그 성과가 상대적으로 좋았음을 도출하였다.

국내 선행연구에서는 코스닥 시장에서 특허 취득을 공시하는 것이 기업 가치에 긍정적인 영향을 미친다는 결과를 도출한 연구(박준수 2003)와, 하이테크 기업 분야에서 특허가 기업 성과에 긍정적인 효과를 가지는 것으로 분석한 연구(박선영 등 2006) 등이 존재한다.

2.2 연구 모형

2.2.1. Cobb-Douglas 생산함수

콥-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수 모형은 기업의 혁신성과를 측정하기 위해 사용되는데, 아래 식(1)과 같은 함수를 기본으로 한다.

$$Y_{i,t} = A_{i,t} L_{i,t}^{\beta 1} K_{i,t}^{\beta 2} \quad (1)$$

t년도의 i기업에 대하여, Y는 총 산출, L은 노동투입,

K는 자본투입량을 나타낸다. 특히, A는 기술과 관련된 여타의 투입 요소를 의미하게 된다. A는 노동과 자본의 투입 이외에 산출량을 증가시키는 요인들을 모두 모아 놓은 것인데, 본 연구에서는 R&D투자금액과 특허 수를 적용한다. 이에 따라 본 연구에서 적용되는 생산함수는 다음 식(2)와 같다.

$$Y_{i,t} = A_{i,t}^{\beta 0} L_{i,t}^{\beta 1} K_{i,t}^{\beta 2} RD_{i,t}^{\beta 3} P_{i,t}^{\beta 4} \quad (2)$$

여기서 는 t기의 i기업의 R&D 투자금액을, $P_{i,t}$ 는 t기의 i기업의 특허 수를 의미하게 된다. 위 같이 식(2)의 양변에 자연대수를 취하면 다음과 같은 식(3)이 도출될 수 있다.

$$Y_{i,t} = \beta_0 ln A_{i,t} + \beta_1 ln L_{i,t} + \beta_2 ln K_{i,t} + \beta_3 ln RD_{i,t} + \beta_4 ln P_{i,t} \quad (3)$$

식(3)에서 제시된 수리적 모형을 계량모형으로 변환하면 식(4)와 같다. 여기서 $\sigma_{i,t}$는 시간 및 기업에 따라 변화할 수도 있고 고정효과에 따라 불변인 경우도 있으나 분석의 편의를 위하여 시간 및 기업에 상관없이 고정된 값을 가진 것으로 가정할 수도 있다

$$\ln Y_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_0 ln A_{i,t} + \beta_1 ln L_{i,t} + \beta_2 ln K_{i,t} + \beta_3 ln RD_{i,t} + \beta_4 ln P_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

2.2.2. 매개효과

매개효과는 독립변수가 매개변수에 영향을 미치고 매개변수가 다시 종속변수에 영향을 주는 관계이다. Baron and Kenny(1986)는 매개효과를 완전매개와 부분매개로 구분하였는데, 본 연구에서는 이러한 완전매개 및 부분매개 효과를 분석하여 R&D 투자와 생산성의 관계에 있어 특허를 하지 않고 생산성을 높이는 직접적인 투자 효과(부분매개)와 특허 등록을 통해 생산성을 높이는 간접적인 투자효과(완전매개)를 비교하고자 한다. 본 연구에서는 매개효과를 분석하기 위해 Baron and Kenny(1986)의 매개효과 분석과정을 이용하였으며, 총 4단계를 거쳐 분석을 진행한다.

첫 번째 회귀 방정식 식(5)에서는 독립변수가 매개변수에 유의해야 한다.

$$P_{i,t} = A_{i,t} + \gamma RD_{i,t} \quad (5)$$

두 번째 회귀 방정식 식(6)에서는 독립변수가 종속변수에 유의해야 한다.

$$Y_{i,t} = A_{i,t} + \alpha K_{i,t} + \beta L_{i,t} + \gamma RD_{i,t} \quad (6)$$

세 번째 회귀 방정식 식(6)에서는 매개변수가 종속변수에 유의해야 한다.

$$Y_{i,t} = A_{i,t} + \delta P_{i,t} \quad (7)$$

네 번째는 매개변수를 포함한 회귀방정식 식(8)에서는 종속변수에 대한 독립변수의 영향이 전혀 없거나, 종속변수에 대한 독립변수의 영향이 두 번째 조건 회귀식의 영향보다 적어야 한다.

$$Y_{i,t} = A_{i,t} + \alpha K_{i,t} + \beta L_{i,t} + \gamma RD_{i,t} + \delta P_{i,t} \quad (8)$$

네 번째 회귀식의 분석결과에서 종속변수에 대한 독립변수의 영향이 전혀 없는 경우 완전매개 효과가 존재하는 것을 의미하며 그 효과가 감소한 경우 부분매개 효과가 존재하는 것을 의미한다.

2.2.3. Sobel Test

매개효과의 경우, 통계적으로 이러한 매개효과가 유의미한지 알아보기 위해서 유의성 검정이 필요하며, 본 연구에서는 Sobel test를 통해 유의성을 증명하였다. Sobel test는 아래의 식(9)을 통해 부분매개 효과를 검증할 수 있다.

$$Z_{a,b} = \frac{a\,b}{\sqrt{b^2 SE_a^2 + a^2 SE_b^2}} \quad (9)$$

여기서 a는 독립변수에서 매개변수로 가는 경로의 비 표준화 회귀계수이고 는 a의 표준오차, b는 매개변수에서 종속변수로 가는 경로의 비 표준화 회귀계수이고, 는 b의 표준오차이다. 위와 같은 분석을 통해 R&D 투자와 생산성의 관계에 있어 특허 등록을 하지 않고 생산성을 높이는 직접적인 투자 효과(부분매개)와 특허 등록을 통해 생산성을 높이는 간접적인 투자효과(완전매개)를 비교하게 된다.

2.3 데이터 및 계량분석 방법론

본 연구에서 사용한 데이터 중 특허 데이터는 한국특허전략개발원의 국가 특허전략 청사진 구축·활용 사업에서 보유하고 있는 특허 DB를 활용하였고, 기업데이터는 NICE 신용평가정보에서 제공 받아 사용하였다. 이 데이터는 2007년부터 2016년까지의 10개년의 578개 기업데이터로 구성되어 있다.

기업데이터를 이용한 실증연구 방법론은 대체로 사용된 데이터가 횡단면 데이터인지 패널 데이터인지에 따라 OLS를 사용한 연구부터 고정효과 모형, systemGMM(System Generalized Method of Moments)을 사용한 연구까지 다양하다. 그러나 패널 모형을 횡단면 회귀분석을 시행하면 변수들과 오차의 내생성(Endogeneity)에서 발생하는 편이가 발생한다. 이러한 경우 개별 기업의 특수성이 시간불변의 특성이라고 가정하면 고정효과 모형을 사용하게 되는데, 이 경우에도 피 설명변수의 과거 값이 여전히 새로운 오차와 상관관계를 갖게 되어 편이가 해소되지 않는다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 동적패널모형이 사용되는데, 동적패널모형에서는 변수들의 과거 값이 도구변수로 사용되어 개별 기업효과를 제거하게 된다. 이러한 방법론을 사용한 연구로 Arellano and Bond(1991), Blundell and Bond(1998), Roodman(2009)이 대표적이다. 또한 최근 이러한 systemGMM 모형에 대응하는 최대우도를 활용한 구조방정식 모형을 Williams et al.(2018)이 제시하였는데, 이들 연구는 systemGMM과 ML-SEM 모형의 결과를 비교하여 ML-SEM 결과가 더 우수하다는 것을 실증적으로 제시한 바 있다. 또한, Allison, Williams, and Moral-Benito(2017)과 Moral-Benito(2013)은 SEM 방식이 GMM 방식과 기존 ML(Maximum likelihood)방식에 비하여 더 많은 장점이 있다고 주장한 바 있다. 이들의 연구에 따르면, 부수적 모수문제(incidental parameters)가 없다는 점, 초기값이 외생적으로 취급되고 모형화 될 필요가 없다는 점, 종속변수에 대한 종속변수 전기 값의 영향을 나타내는 자기회귀시계열 계수가 1이거나 그에 가까운 경우에도 문제가 발생하지 않는다는 점, 결측 값 관리가 쉬운 점, 회귀계수가 시간불변 값으로 추정될 수 있다는 점, 그리고 모형에 대한 제약들이 쉽게 완화되고 테스트될 수 있다는 점을 제시한 바 있다(Williams et al. 2018). 우리 연구는 이러한 방법론을 따라 systemGMM과 ML-SEM 모형을 동시에 적용하여 분석한다. 두 결과를 분석하여 ML-SEM 모형이 실증분석 연구에서 실제로 효율적인 결과를 도출하고 있는지를 살펴보기로 한다.

3. 실증분석 결과

아래 <표 1>은 본 연구에서 사용된 기업 데이터를 IT기업 140개와 및 비IT기업 438개로나누어 살펴본 기술 통계량이다. 각 변수들의 평균을 간략하게 설명하면, 분석 대상 중 IT 기업의 평균 자산이 비IT 기업보다 1조 3천억원 더 크다. 또한, 평균 자본은 1조2천억원과 1조1천억원으로 비IT기업과 IT기업 간에 크게 차이가 나지는 않지만, 편차는 비IT기업에서 더 컸다. 그리

<표 1> 기초통계

변수	비 IT 기업			
	평균	편차	최소	최대
자산(백만원)	2,001,725	11,700,000	33	175,000,000
자본(백만원)	1,271,782	8,896,948	146,161	138,000,000
부채(백만원)	729,943	3,111,927	6	37,300,000
노동(백만원)	60,405	286,386	14	3,461,706
매출액(백만원)	1,816,934	10,700,000	19	158,000,000
이윤(백만원)	174,989	1,256,123	2,202,187	21,800,000
R&D(백만원)	133,159	973,539	0	13,800,000
기업나이(연)	18	11	1	68
총특허수(개)	40	184	0	2,880
등록특허수(개)	15	74	0	1,422
출원특허수(개)	25	118	0	1,505
변수	IT기업			
	평균	편차	최소	최대
자산(백만원)	3,327,509	17,500,000	321	283,000,000
자본(백만원)	1,131,816	4,236,743	-3,651,065	55,500,000
부채(백만원)	2,195,693	15,100,000	10	262,000,000
노동(백만원)	38,934	136,419	0	1,793,191
매출액(백만원)	1,432,879	4,735,116	105	60,300,000
이윤(백만원)	96,625	401,229	-2,263,764	6,540,059
R&D(백만원)	26,446	148,883	0	2,960,142
기업나이(연)	23	15	1	93
총특허수(개)	20	77	0	1,326
등록특허수(개)	8	34	0	812
출원특허수(개)	12	48	0	808

고 평균 부채는 IT기업이 약 1조4천억원 더 많은 것으로 나타났다. R&D투자는 비IT기업이 1331억원 수준인데 반해, IT기업은 264억원 수준으로 큰 차이를 나타내고 있다. 혁신활동 수준을 나타내는 등록 특허와 출원특허를 합한 총 특허수도 비IT기업의 평균은 40개로 IT기업의 20개보다 더 크게 나타났다. 다만, 기업은 IT기업이 더 장수기업으로 나타났으며 인건비는 더 적게 소요되고 있는 특징을 보이고 있다.

다음 <표 2>는 비IT기업에서 등록특허 수와 출원특허 수를 합한 혁신활동 수준의 매개효과를 측정하기 위하여 Roodman(2009)의 시스템 일반적률화방법(systemGMM)과 Williams et al.(2018)의 최대우도 구조방정식모형(ML-SEM)을 이용하여 분석을 시행한 결과이다. ML-SEM의 경우 최대우도값이 수렴하지 않으면 추정을 무한 반복하기 때문에, GMM과 SEM결과를 비교하기 위하여 매출액=f(자본, 인건비, R&D, 혁신활동수준)로 최대한 모형을 간결하게 설정하였다. 그리고 실증분석에서는 R&D 투자의 경우 투자의 성과를 내기에 필요한 시차 효과를 고려하여 2기 전의 데이터를 사용하였다. 1단계 분석결과를 보면, 2기전 R&D

<표 2> 비IT기업의 혁신활동(등록특허+출원특허) 분석

	(1) Two-stage systemGMM				(2) ML-SEM			
변수	1단계	2단계	3단계	4단계	1단계	2단계	3단계	4단계
자본	0.0263	0.512***	0.616***	0.514***	0.159***	0.417***	0.452***	0.409***
	(0.430)	(8.121)	(11.45)	(9.186)	(5.462)	(27.32)	(36.06)	(26.94)
인건비	0.287***	0.525***	0.353***	0.508***	0.125***	0.285***	0.291***	0.277***
	(3.680)	(6.975)	(4.965)	(7.903)	(4.382)	(16.34)	(22.07)	(15.92)
R&D(-2)	0.0421***	-0.00805		-0.00904	0.0614***	0.0536***		0.0504***
	(2.781)	(-0.825)		(-1.020)	(6.400)	(11.76)		(10.72)
특허 수 (등록+출원)			0.0524***	0.0486**			0.0568***	0.0449***
			(2.716)	(2.362)			(6.417)	(4.681)
상수항	-1.355**	1.546***	1.742***	1.574***	-1.313***	4.318***	4.057***	4.389***
	(-2.529)	(5.785)	(7.508)	(5.882)	(-3.701)	(22.32)	(27.88)	(22.65)
Alpha	-	-	-	-	1.000***	1.000***	1.000***	1.000***
표본수	2533	2533	3880	2533				
그룹수	348	348	438	348	438	438	438	438

주: 1) t statistics in parentheses
2) * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

의 회귀계수는 각각 0.0421과 0.0614로 1% 수준에서 모두 유의하게 나타났다. 그러나 2단계 결과부터는 GMM과 SEM 모형에 차이가 발생하고 있는데 SEM분석에서 R&D 변수의 회귀계수가 0.0536과 0.0504으로 모두 양의 값을 갖고 있는 것에 비하여 GMM에서는 기업의 매출액에 대한 효과가 유의하지 않고 모두 음의 값을 갖는 것으로 나타났다. 그리고 1단계와 4단계에서 매출(P)에 대한 자본(K)의 회귀계수 값은 GMM모형의 1단계 값을 제외하면 0.159부터 0.616의 범위에 분포되어 있으며 모두 1% 수준에서 유의하였다. 인건비의 회귀계수는 0.125부터 0.525의 범위에 분포되어 있으며 1% 수준에서 모두 유의하였다.

SEM모형의 2단계와 4단계 결과를 보면 4단계의 R&D 변수의 계수가 2단계의 R&D 변수보다 감소함으로써 부분 매개효과가 있는 것으로 나타났다. 특허 수는 모든 모형에서 유의한 양의 값을 갖고 있어 혁신활동 수준의 증가는 기업의 매출액 성장에 유의한 영향을 끼치고 있음을 확인할 수 있었다. 다만, 매개효과는 GMM 모형에서는 존재하지 않았고 SEM 모형의 4단계 모형에서 혁신활동 수준이 추가되면서 2단계의 R&D변수의 회귀계수가 하락하는 것으로 나타나 부분매개효과가 존재하는 것으로 나타났다.

다음 <표 3>은 <표 2>의 결과 중 R&D변수와 혁신활동 수준 모두 유의하게 도출된SEM 분석을 이용하여

<표 3> 비IT기업의 총 특허 수 분석 결과에 따른 Sobel test

변수	투입	Sobel test
a	0.061	3.62***
b	0.045	
SEa	0.01	
SEb	0.01	

주: 1) * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

<표 4> IT기업의 혁신활동(등록특허+출원특허) 분석

	(3) Two-stage systemGMM				(4) ML-SEM			
변수	1단계	2단계	3단계	4단계	1단계	2단계	3단계	4단계
자본	0.248**	0.621***	0.610***	0.549***	0.107*	0.298***	0.383***	0.284***
	(2.512)	(7.043)	(8.846)	(8.424)	(1.883)	(10.92)	(17.49)	(10.57)
인건비	0.244**	0.428***	0.358***	0.388***	0.312***	0.560***	0.527***	0.529***
	(2.440)	(4.679)	(4.224)	(5.410)	(5.560)	(20.89)	(21.44)	(19.81)
R&D(-2)	0.0663***	-0.0392**		-0.0444***	0.0490***	-0.0669***		-0.0710***
	(2.822)	(-2.027)		(-2.765)	(2.681)	(-9.945)		(-11.66)
특허 수 (등록+출원)			0.0888***	0.175***			0.0613***	0.0835***
			(3.225)	(6.230)			(4.281)	(5.595)
상수항	-3.532***	1.337***	1.566***	2.174***	-2.287***	3.905***	2.667***	4.207***
	(-4.302)	(3.322)	(5.692)	(7.489)	(-3.937)	(12.36)	(12.63)	(13.50)
Alpha	-	-	-	-	1.000***	1.000***	1.000***	1.000***
표본수	906	906	1239	906				
그룹수	124	124	140	124	140	140	140	140

주: 1) t statistics in parentheses
2) * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

Sobel Test를 시행한 결과이다. 독립변수(R&D)가 혁신활동 수준(특허 수)에 미치는 영향인 a와 혁신활동 수준(특허 수)이 기업성과에 미치는 영향인 b를 통하여 보면, Sobel Test 값은 3.62로 1% 수준에서 혁신활동 수준이 부분매개효과를 갖는 것으로 검증되었다.

다음 <표 4>는 IT기업에 대한 회귀분석 결과이다. 앞의 비IT기업의 결과와는 달리 R&D 투자의 증가가 기업의 매출액 증가에 오히려 악영향을 끼치는 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 혁신활동 수준의 증가가 기업의 성장에 유의한 양의 효과를 갖는 것으로 나타났다. GMM과 ML-SEM의 결과를 보면 특허 수에 대한 회귀계수는 3단계와 4단계에서 0.0888, 0.175, 0.0613, 0.0835으로 모두 1% 수준에서 유의하였다. 자본, 인건비의 부호와 유의도는 모두 비IT기업의 경우와 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나, R&D 투자의 회귀계수는 모두 음의 값을 갖고 5% 또는 1% 수준에서 유의하였다. 이러한 결과는 비IT기업과 비교할 때, IT기업이 속한 산업의 기술수명주기가 상대적으로 짧아 기술의 변화 속도가 빨라 R&D투자가 기업의 성장에 미치는 영향에 대한 시차가 더 짧기 때문이라고 해석할 수 있다.

다음 <표 5>는 위 분석에서 사용된 특허 수를 등록과 출원 특허수로 나누어 분석을 수행한 결과이다. 단, 설명변수 중 자본과 노동의 부호 및 유의성은 앞선 <표 2>와 <표 4>의 값과 큰 차이가 없으므로 생략하도록 한다. R&D와 특허 수에 대한 계수를 살펴보면 다음과 같다. 등록 특허 수에 대한 ML-SEM 분석을 보면, 비IT기업에서 부분매개효과가 발견되고 있다. 그러나 IT기업에서는 R&D 변수의 회귀계수가 음의 부호를 나타내거나 3단계 모형에서 특허수의 회귀계수가 유의하지 않았다. 그리고 출원 특허 수를 보면, 비IT기업에서는 부분매개효과가 나타나고 IT기업에서는 매개효과가 없었다. ML-SEM 결과 중 유의하게 도출된 비IT기업의 Sobel test값을 보면 등록 및 출원 특허 수에 대한 test 값은 각각 2.36과 2.40로 5% 수준에서 각각 유의하였고, 2단계와 4단계의 R&D 변수의 회귀계수를 비교해 보면 부분매개효과가 존재하는 것으로 확인되었다.

<표 5> 비IT기업과 IT기업의 등록특허 및 출원특허 분석

	Two-stage systemGMM				ML-SEM			
변수	1단계	2단계	3단계	4단계	1단계	2단계	3단계	4단계
비IT기업								
R&D(-2)	0.0280** (2.445)	-0.00805 (-0.825)		-0.00802 (-0.868)	0.0574*** (5.709)	0.0536*** (11.76)		0.0518*** (11.24)
등록 특허 수			0.0446** (2.275)	0.0404** (2.193)			0.0411*** (4.564)	0.0263*** (2.749)
IT기업								
R&D(-2)	0.0462** (2.191)	-0.0392** (-2.027)		-0.0382** (-2.291)	0.0394** (2.309)	-0.0669*** (-9.945)		-0.0675*** (-10.07)
등록 특허 수			0.0555* (1.930)	0.134*** (3.983)			0.0162 (1.089)	0.0359** (2.374)
비IT기업								
R&D(-2)	0.0269** (1.996)	-0.00805 (-0.825)		-0.00744 (-0.823)	0.0350*** (3.296)	0.0536*** (11.76)		0.0527*** (11.70)
출원 특허 수			0.0459*** (3.237)	0.0385** (2.516)			0.0445*** (5.264)	0.0325*** (3.799)
IT기업								
R&D(-2)	0.0531** (2.539)	-0.0392** (-2.027)		-0.0467*** (-2.629)	0.0149 (0.843)	-0.0669*** (-9.945)		-0.0682*** (-10.70)
출원 특허 수			0.0870*** (3.719)	0.165*** (6.086)			0.0662*** (4.882)	0.0750*** (5.388)

주: 1) t statistics in parentheses
2) * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

다음 <표 6>는 ML-SEM 모형을 기반으로 IT기업의 R&D투자 시차를 전기 값과 당기 값으로 대체하여 분석한 결과이다. 앞선 <표 4>에서는 2기전의 R&D투자의 coefficient가 음수가 나온 것과 달리 모두 전기와 당기의 coefficient가 대체로 양의 값을 갖고 있어 <표 4>에서 IT기업의 기술수명주기가 짧아서 R&D투자의 부호가 음이었다는 분석을 정당화하고 있다. 또한, 이 경우에 IT기업에서도 부분매개효과가 존재하는 것으로 나타났다. 다만, 이 경우에도 등록 특허 수는 IT기업의 성장에 양의 효과를 갖고 있으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 이러한 문제는 R&D 변수와 마찬가지로 혁신활동(특허 수)에 대한 시차의 문제로 판단할 수 있는 바 추가적인 분석이 요구된다고 하겠다.

4. 결론

글로벌 경제가 제조업 중심의 산업에서 지식기반 중심의 산업으로 산업구조가 전환하면서 점점 지식재산의 역할이 중요해 지고 있다. 특히, 혁신 기술의 등장과 더불어 제품을 제조하거나 판매하지 않고 특허권 만을 집중적으로 보유하고 로열티 수입으로 이익을 창출하는 특허관리 전문회사인 특허괴물(patent troll)의 등장은 기업의 지속적인 성장을 위협하고 있다. 이러한 배

<표 6>R&D투자 시차를 조절 IT기업의 ML-SEM 분석결과

	변수	1단계	2단계	3단계	4단계
당기 R&D	R&D	0.0554*** (3.480)	0.0420*** (5.508)		0.0380*** (4.666)
	전체 특허 수			0.0613*** (4.281)	0.0553*** (3.897)
	R&D	0.0437*** (3.101)	0.0420*** (5.508)		0.0394*** (4.998)
	등록 특허 수			0.0162 (1.089)	0.00924 (0.628)
	R&D	0.0364*** (2.338)	0.0420*** (5.508)		0.0391*** (5.015)
	출원 특허 수			0.0662*** (4.882)	0.0622*** (4.645)
전기 R&D	R&D(-1)	0.0389** (2.206)	0.0311*** (2.606)		0.0332*** (3.070)
	전체 특허 수			0.0613*** (4.281)	0.0557*** (3.792)
	R&D(-1)	0.0273* (1.712)	0.0311*** (2.606)		0.0296** (2.544)
	등록 특허 수			0.0162 (1.089)	0.0181 (1.189)
	R&D(-1)	0.0104 (0.613)	0.0311*** (2.606)		0.0317*** (2.885)
	출원 특허 수			0.0662*** (4.882)	0.0608*** (4.402)

주: 1) t statistics in parentheses
2) * p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

경하에서 지식재산(특허)의 중요성을 환기하고 실제로 R&D투자와 특허가 기업의 성장에 어떻게 영향을 미치고 있는지 분석하는 연구의 필요성이 증대하고 있다.

따라서 본 연구는 R&D투자와 기업의 성과 사이에서 특허의 역할, 즉 특허의 매개효과를 분석하였다. 특히, 본 연구에서는 기업을 IT기업과 비 IT기업으로 분리하여 각 그룹별로 상이하게 나타나는 특허의 역할을 확인하고 Williams et al.(2018)이 제시한 새로운 동적패널분석 방법론인 ML-SEM을 실증분석에 적용하고자 하였다. 기존의 선행연구에서는 도구변수 및 2 stage least squares 회귀 분석 등 변수 간의 내생성 문제를 해결하기 위해 다양한 방법론들을 사용해 왔지만, 본 연구에서는 종속변수의 시차 값을 설명변수로 이용한 동적패널분석을 실증 분석에 적용함으로써 내생성 문제를 해결하는 데 있어 또 다른 방향을 제시하였다는 점에서 본 연구의 학술적인 의의가 있다고 할 수 있다.

실증분석 결과에 따르면, 비IT기업에서 출원과 등록 특허를 합친 전체 특허수가 기업 성장에 부분매개효과를 갖는 것으로 나타나 R&D투자가 직접적으로 매출에 영향을 미치기도 하고 R&D투자의 결과인 특허를 통해서 매출액을 신장시키기도 하는 것으로 나타났다. 반면, IT기업에서 R&D투자와 기업의 성장 간에는 특

허의 매개효과가 발견되지 않았다. 오히려, R&D투자는 기업의 성장성에 음의 효과를 갖는 것으로 나타났는데, 이는 IT산업의 기술수명주기가 짧아(Lee and Lee 2019), R&D투자보다는 제품에 즉시 반영이 가능한 기술의 존재여부가 더 기업성장에 영향을 주는 것이라 해석할 수 있다. 물론 이러한 주장은 IT기업을 대상으로 R&D의 시차를 조정한 분석에서 R&D의 당기와 전기 값이 기업성장에 양의 효과를 갖는 것으로 나타난 실증분석 결과로 뒷받침할 수 있다.

본 연구에서 기업의 생산함수를 분석하는 실증분석방법론을 보면, 동적패널분석에 널리 사용되는 Roodman(2009)의 GMM결과와 최근 새롭게 제시된 Williams et al.(2018)의 ML-SEM결과에 차이점이 존재하였다. GMM에 의한 분석에서는 R&D투자가 기업의 성장에 음의 효과를 갖는 것으로 나타났지만 ML-SEM분석에서는 R&D투자가 기업 성장과 유의한 양의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 ML-SEM모형이 Latent variable를 조절하는 Alpha를 모형에 투입함으로써 누락 변수에 대한 영향을 조절할 수 있지만, GMM 모형은 종속변수의 전기 값을 도구변수로 사용해도 누락 변수의 문제는 여전히 존재한다는 점에서 그 차이가 있다고 하겠다. 물론, Williams et al.(2018)의 방법론은 최대 우도를 추정하는 과정에서 GMM 모형의 경우보다 더 많은 분석 시간을 요구하고 통제변수로 많은 변수를 추가하면 최대 우도가 수렴하지 않아 추정치가 불안정해진다는 단점도 존재한다.

본 연구의 결과를 종합해서 볼 때, 기술수명주기가 짧고 기회의 창이 넓은 IT기술의 특성상 IT기업들은 단기간에 R&D를 투자하고 특허를 확보하여 즉각적인 기술도입을 시행하면 매출액을 더욱 신장시킬 수 있다는 것을 확인하였다. 그러나 비IT기업은 IT기업보다 R&D에 사용할 자금은 충분하기 때문에 충분히 시간을 갖고 투자하면 이를 통한 혁신 성과인 특허를 통해서도 기업 성장을 도모할 수 있다는 결론을 얻을 수 있다. 제조업의 특성상 기술수명주기는 길고 기회의 창은 좁기 때문이다. 물론, 새로운 기술을 다시 공정에 적용하기 위해서는 많은 비용과 시간이 소요된다. 다만, 이러한 분석에도 불구하고, R&D와 특허 중 어느 것이 기업의 성장에 더 중요한지에 대한 설명은 부족하다. 다만, 4단계 분석에서 특허의 회귀계수가 R&D의 회귀계수보다 컸기 때문에 특허 보유로 인한 기업 성장 효과가 더 크다는 결론을 확인할 수 있고 이는 기업의 미래 전략을 수립하는데 중요한 점이다.

한편, 본 연구의 한계점은 R&D와 특허 성과를 연결지을 수 있느냐 하는 것이다. 본 연구에서 사용한 특허 데이터의 경우, 개별 기업이 보유하거나 출원한 특허를 대상으로 집계가 이루어졌다. 따라서 해당 특허가 자체 R&D를 통한 특허인지 혹은 기술이전을 통해 얻은 특허인지에 대한 출처가 분명하지 않다. 이러한 특허의 출처는 특허의 질을 나타내는 척도가 될 수 있다. 기술이전 되는 특허의 경우 그렇지 못한 특허보다 질적으로 우수할 가능성이 높기 때문이다. 본 연구에 있어서 주요 변수가 특허 수인데, 이러한 단순 양적 분석을 넘어 특허의 질을 추가로 고려한다면, 질적 수준에 따른 특허의 파급력 또한 볼 수 있을 것이다. 결국, 본 연구에서는 비 IT기업과 IT기업의 특허를 양적 지표만을 고려하여 부분매개효과를 관측한다는 것은 지식기반사회의 특허의 중요성에 비하면 과소평가된 추정이 아닐 수 없다. 향후, 이러한 기술이전에 대한 데이터를 확보할 경우, R&D와 특허에 대한 관계와 좀 더 신뢰도가 높은 분석 결과를 도출 할 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 새로운 실증분석방법론을 소개하기 위하여 기업 성장과 관련한 다양한 요인이 있음에도 통제 변수의 수를 극도로 줄여서 분석한 것은 모형 상의 한계로 볼 수 있다. 향후 연구에서는 이러한 한계점들을 개선하기 위하여 기업을 세분화하고 다양한 재무지표로서 기업의 성장을 예측하는 분석이 필요할 것이다. 매개효과 분석에 사용된 방법론은 Baron & Kenny test와 Sobel test에

기반하고 있으나 bootstrapping, Monte Carlo 신뢰구간추정법 등을 활용하여 매개효과에 대한 타당성을 높이는 작업도 추가할 필요성이 있다 하겠다. 마지막으로, 본 연구에서는 기업의 특허를 R&D투자와 기업의 성과의 주요 요인으로 제시하고 있는데, 최근에는 특허뿐만 아니라 기업 협업(개방형 혁신)이라는 측면도 매우 중요한 요인으로 대두되고 있는 실정이다. 이에 따라 향후, 공동 출원 특허와 같이 기업간의 협업을 고려한 변수를 이용한 실증 분석을 통해 좀 더 현실적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

[국내 문헌]

1. 권성훈 2018. "우리나라의 연구개발투자 현황과 시사점, 지표로 보는 이슈 120," *서울: 국회입법조사처.*
2. 김건식 2014. "한국 제조업에서 혁신활동과 재무적 성과 간의 인과경로: 혁신성과 및 운영성과의 매개효과를 중심으로," *기술혁신학회지* (17:1), pp. 146-173.
3. 김병수, 한인구 2012. "R&D 조직의 지식 경영 활동이 R&D 성과에 미치는 영향," *지식경영연구* (13:1), pp. 25-39.
4. 박준수 2003. "특허취득의 공시가 기업 가치에 미치는 영향에 관한 실증적 연구 -코스닥 시장을 중심으로-," *단국대학교 경영학박사학위논문.*
5. 박선영, 박현우, 조만형 2006. "특허분석을 통한 기술혁신과 기업성과의 관계분석," *기술혁신학회지* (9:1), pp. 1-25.
6. 심재윤, 이종호, 박수호, 정우진 2019. "기업의 ICT 투자가 '고용 없는 성장'을 이끄는가?" *지식경영연구* (20:3), pp. 1-15
7. 이기세, 양해면, 전성일 2010. "산업 특성에 따른 연구개발비 지출과 특허취득이 기업가치에 차별적으로 반응하는가?" *지식경영연구* (11:3), pp. 1-10.
8. 이영덕 2002. "정보통신 기술의 상용화 성공요인 분석," *기술혁신연구* (12:3), pp. 259-276.

[국외 문헌]

1. Arellano, M., and Bond, S. 1991. "Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations," *The review of economic studies*

(58:2), pp. 277-297.

2. Baron, R. M., and Kenny, D. A. 1986. "The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations," *Journal of personality and social psychology* (51:6), pp. 1173-1182.
3. Blind, K., Edler J., Frietsch R., and Schmoch U. 2006. "Motive to Patent: Empirical Evidence from Germany," *Research Policy* (35:5), pp. 655-672.
4. Blundell, R., W., and Bond, S. R. 1998. "Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models," *Journal of Econometrics* (87:1), pp. 115-143.
5. Cockburn, I., and Griliches, Z. 1988. "Industry Effects and Appropriability Measures in the Stock Market's Valuation of R&D and Patents," *The American Economic Review* (78:2), pp. 419-423.
6. Comanor, William S., and Frederic M. Scherer 1969. "Patent statistics as a measure of technical change," *Journal of political economy* (77:3), pp. 392-398.
7. Ernst, H. 1995. "Patenting Strategies in the German Mechanical Engineering Industry and Their Relationship to Company Performance," *Technovation* (15:4), pp. 225-240.
8. Griliches, Z. 1990. "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey," *Journal of Economic Literature* (28:4), pp. 1661-1707.
9. Lee, K., and Lee, J. 2019. "National innovation systems, economic complexity, and economic growth: country panel analysis using the US patent data," *Journal of Evolutionary Economics*, pp. 1-32
10. Lovell, C.K. 1993. "Production frontiers and productive efficiency," *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford University Press, pp. 3-67.
11. Narin, F., Noma. E., and Perry, R. 1987. "Patents as Indicators of Corporate Technological Strength," *Research Policy* (16:2), pp. 143-155.
12. Oh, D., Heshmati, A., and Loof, H. 2014. "Total Factor Productivity of Korean Manufacturing Industries: Comparison of Competing Models with Firm-level Data," *Japan and the World Economy* (30), pp. 25-36.
13. Roodman D. 2009. "How to do xtabond2: An introduction to difference and systemGMM in Stata," *The Stata Journal* (9:1), pp. 86-136.
14. Rothwell, R. 1992. "Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s," *R&D Management* (22:3), pp. 221-240.
15. Sobel, M. 1982. "Asymptotic Confidence Intervals for Indirect Effects in Structural Equation Models," *Sociological Methodology* (13), pp. 290-312.
16. Williams, R., Allison, P., and Moral-Benito, E. 2018. "Linear dynamic panel-data estimation using maximum likelihood and structural equation modeling," *The Stata Journal* (18:2), pp. 293-326.

저 자 소 개

이 종 호 (Jongho Lee)

현재 서울대 대학혁신센터 선임연구원으로 재직 중이다. 서울대학교에서 경제학 박사를 취득하였고, 한국직업능력개발원, 한국조세재정연구원 연구원 및 연세대학교 바른ICT 연구소 연구교수를 역임하였다. 주요관심분야는 기술혁신, 특허, 빅데이터 등이다. 지금까지 Journal of Evolutionary Economics 등 주요학술지에 논문을 발표하였다.

김 태 환 (Kim Tae Hwan)

현재 한국특허전략개발원 연구원으로 재직 중이다. 한양대학교에서 경영학 박사 학위를 취득하였다. 주요 관심분야는 IT생산성, 소셜미디어, 빅데이터 분석 등이다. 관련 연구들을 Asia Pacific journal of Information Systems 등의 저널에 게재하고 있다.

정 우 진 (Woo-Jin Jung)

중견기업연구원 연구위원으로 재직 중이다. 한양대학교에서 경영학 박사 학위를 취득하였고, 연세대학교 정보대학원에서 연구교수를 역임하였다. 주요 관심분야는 지식경영, ICT산업경제, R&D정책, 빅데이터 분석 등이다. 지금까지 Electronic Commerce Research, Journal of Database Management, Asia Pacific Journal of Information Systems 등 주요 학술지에 논문을 게재하였다.