
기술 융합이 기업 성과에 미치는 영향: 항공기 기술을 사용한 자동차 기업을 중심으로

박준우* · 문성욱**

<목 차>

- I. 서론
- II. 이론적 배경 및 선행연구
- III. 연구 설계
- IV. 분석 결과
- V. 결론

국문초록 : 본 연구는 항공기 및 자동차 기술의 융합과 파급이 자동차 기업의 성과에 미친 영향을 분석한다. 구체적으로 본 연구는 항공기 관련 기술을 도입한 자동차 기업들의 재무 성과 변화를 측정하여 분석한다. 이를 위해 본 연구는 자동차 기업들이 항공기 기술과 관련된 특허 변수들을 활용하는 정도와 방식을 측정하고, 이 변수들이 자동차 관련 기업들의 시장가치와 매출액에 미치는 영향을 분석한다. 분석 결과, 자동차 기업이 항공기 관련 기술을 활용할수록 시장가치가 상승하였다. 반면, 항공기 기술의 활용과 자동차 기업의 매출액 간에는 유의미한 관계가 발견되지 않았다. 이는 항공기 관련 기술의 보유 및 사용이 상품 시장에서 직접적인 매출액 증가 보다는 금융 시장을 통해 기업의 기술력에 대한 신호 기능을 수행하고 있음을 시사한다.

주제어 : 기술 파급 및 융합, 기술 연관성, 특허 인용, 항공기 기술, 자동차 기업

* 한국항공우주연구원 연구원 (fes2445@gmail.com)

** 서강대학교 기술경영전문대학원 부교수, 교신저자 (seongwuk@sogang.ac.kr)

How Does Technological Convergence Influence Firm Performance?: A Case Study of Automobile Firms Adopting Aircraft Technologies

Junwoo Park · Seongwuk Moon

Abstract : We investigate the effect of technology convergence and spillover on firm performance. In doing so we specifically examine how automobile firms adapting aircraft technologies perform in stock market and product market. In order to use technology convergence and spillover, we investigate the patent citation relationship between aircraft and automobile related patents and construct the measures on automobile firms' adaptation of aircraft technologies. We also measure automobile firms' performance based on market value of firms in the stock market and revenues in product market. We find that the market value increases as automobile firms use the knowledge of aircraft technologies more. However, there is no relationship between the use of the aircraft technology and the revenue of automobile firms. This suggests that the use of advance aircraft technology plays a positive signaling role in financial market while it is not associated with generating revenues in product market.

Key Words : Technology convergence and spillover, Technological relatedness, Patent citation, Aircraft technologies, Automobile firms

I. 서론

항공기와 자동차는 비행과 주행 운송 방식 차이에도 불구하고, 항공기 산업과 자동차 산업에 활용되는 지식과 기술은 연관성이 매우 높다고 알려져 있다. 첫째로, 항공기 산업과 자동차 산업에 사용되는 기술들은 동일한 학문적 배경을 가지고 있다. 기본적으로 역학(dynamics) 관련 지식이 공통으로 활용되며 전자공학 기반 기술들이 두 산업에 활발하게 활용되고 있다 (Penrose, 1959; Teece, 1982). 둘째, 두 분야 모두 시스템 기반 제품을 생산하는 산업이다. 따라서 엔진과 소재, 제어시스템 등의 분야 여러 기술들이 상호보완적(complementary)으로 사용되고 있으며 (Breschi, Lissoni, & Malerba, 2003), 특정 기술의 발전이 항공기와 자동차의 성능을 개선시키는데 영향을 미치기도 한다. 그러므로 두 산업은 지식근접성과 기술근접성이 높다고 볼 수 있다. 셋째, 항공기 산업과 자동차 산업은 수요자 유형 및 시장이 매우 달라 기술지식의 이동이 활발하게 일어날 수 있다 (Breschi et al., 2003). 기술지식의 이동으로 인한 경쟁우위를 빼앗길 위협이 없기 때문이다. 이러한 이유로 항공기 산업과 자동차 산업은 매우 이질적인 상품을 생산함에도 불구하고 기술적 연관성(technological relatedness)으로 인하여 기술과급 효과가 발생한다.

항공기 산업과 자동차 산업 간 기술 이전은 주로 기술집약형 고부가가치 산업인 항공기 산업 기술이 대규모 소비자 시장이 발달한 자동차 제조에 적용되는 방향으로 이루어져 왔다. 항공기 산업은 제2차 세계대전의 발발로 국가 방위에 중요한 역할을 하면서 기술집약형 고부가가치 산업이 되었고, 이후 기술적 연관성이 높은 자동차 산업으로 기술들이 이전되었다. 대표적인 예로 스웨덴 회사인 사브(SAAB)를 들 수 있다. 사브는 1921년에 설립된 항공사이지만 제2차 세계대전 이후 1947년에 자동차 회사인 사브 오토모빌 AB(SAAB Automobile AB)를 설립한다. 항공기 기술을 다수 보유하고 있던 사브는 자동차 제조에 그 기술들을 도입하여 시장에 선보이고 성공적인 성과를 거둔다. 대표적인 사례로 항공기 기술인 안전벨트와 와이퍼를 최초로 자동차에 적용하여 안전성을 높였다. 또한, 1977년에 터보 차저(turbo charger) 기술을 자동차에 접목하여 엔진의 효율을 높이고 최고 시속 198킬로미터까지 기록하는 고성능 엔진도 개발하였다. 영국의 롤스로이스(Rolls-Royce)도 자동차 제작에 항공기 기술을 적극 활용한 기업이다. 1965년 항공기 동체에 쓰이는 모노코크 새시를 자동차에 적용하여 차체의 중량을 감소시켰으며 충돌 안정성까지 높은 차종을 출시하였다. 이 외에도 항공기 산업 기술들이 활용된 분야는 엔진,

바퀴, 제동기술, 전자장비, 재료 및 소재 등으로 다양하다. 일본항공우주공업회와 미쯔비시 종합연구소는 항공기 산업으로부터 자동차 산업으로 파급된 기술들의 생산유발액을 측정하여 엔진, 바퀴, 재료 및 소재 등 매우 다양한 분야에서 파급효과 발생하고 있음을 실증적으로 보였다 (한국항공우주산업진흥협회, 2002).

항공기 산업 기술은 어떤 경로(mechanism)를 통해 자동차 산업으로 이전되었는가? Eriksson (2000)은 스웨덴 공군의 국가방위 항공기 업체였던 볼보 에어로(Volvo Aero)의 기술파급(knowledge spillover)에 관한 사례를 연구하였다. 볼보 에어로는 군사용 전투기 엔진을 납품하면서 높은 수준의 엔진 기술을 보유하게 되었고, 이 기술을 항공기 산업뿐만 아니라 자동차 산업에도 적용하였으며, 특히 유럽 내에서 GE와 같은 항공기 엔진 제작 업체뿐만 아니라 피아트(FIAT) 등 자동차 회사들과 클러스터를 형성하여 파급효과를 극대화하였다. 저자에 의하면 특허가 항공기 산업 기술의 주요 파급 경로였으며, 이외에도 이직 등 인적 자본(human capital)의 직접적인 이동, 기업 간의 협력관계, 분사(spin-off)를 주요 파급 경로로 제시하였다.

Verspagen (1997)은 항공기 산업에서 자동차 산업으로 기술지식의 이전하고 있다는 점을 특허를 활용하여 분석적으로 제시하였다. 구체적으로 1979년부터 1994년까지 유럽 특허청에 등록된 특허를 대상으로 IPC 산업분류 코드로 구분된 산업 간 인용 횟수를 측정하여 기술파급 수준을 측정하였으며, 측정 결과, 동종 산업 내에서 발생한 인용을 제외하면 항공기 산업에서 전방 인용이 가장 많이 된 산업은 기계 산업과 자동차 산업이며, 자동차 산업의 후방 인용이 가장 많이 된 산업은 운송수단 산업과 항공기 산업이었다 (Verspagen, 1997).

기술이전이 기업 활동에 미치는 영향에 대해서도 다양한 연구가 이루어져 왔다. Bernstein and Nadiri (1988)은 어느 한 산업의 연구개발 투자가 활발해지면 다른 산업의 생산성이 향상되며 비용절감 효과가 발생한다는 것을 실증적으로 보였으며, Hall, Mairesse, and Mohnen (2010)은 산업별 연구개발 수익률 추정 결과 산업 간 기술파급(technology spillover) 효과가 유의미하게 존재한다는 연구 결과들을 제시하였다. 다만 그 추정치가 아주 낮은 수준에서부터 거의 100%에 이르는 등 산업별로 큰 격차를 보이고 있다는 점이 지적되었다 (Hall et al., 2010).

국내 연구의 경우, 김정언 and 강성진 (2000)은 IT 산업의 특허출원 증가는 타 산업의 특허출원수를 높이며 노동생산성을 상승시킨다고 주장하였으며, 조형곤, 박광만, 이영용, 박용태, and 김문수 (2000)는 정보통신 산업의 연구개발투자비가 높아지면 다른 산업의 생산비용이 감소하고 노동수요가 증가함을 보였다. 박재민 and 전주용 (2002)은 기술확

산의 정태적 측면에서 지식기반서비스업이 타 산업의 부가가치 생산 및 고용에 파급효과가 높음을 보였다. 이희경 and 김정우 (1996)는 국내 제조업들의 연구개발 활동이 타 산업에 미치는 생산성 향상 효과에 관하여 실증적으로 분석하였는데, 그 결과 체화된 파급효과는 95%~218% 수준의 생산성 향상 효과를 나타냈고, 비체화된 파급효과는 -10%~18%의 생산성 향상 효과를 나타냈다.

특허 등 지적 재산권과 기업 가치 간 연관성이 높다고 하는 연구 결과도 많이 제시되고 있다. Pakes (1985)는 특허출원 건수와 연구개발비 지출이 주가수익률에 영향을 미친다고 주장하였으며, Hall and Harhoff (2012)는 특허 등 지적 재산 포트폴리오와 기업 가치 또는 시장의 반응에 대한 그간 연구 결과들을 정리하고 종합하면서 특허 등 지적 재산이 투자자들에게 유용한 신호 역할을 한다는 점을 제시하였다.

이러한 일반적인 기술 파급 효과 및 기업 가치에 대한 연구 결과에도 불구하고, 항공기 산업과 자동차 산업 간 파급효과에 관한 기존 연구들은 항공기 산업 기술이 자동차 산업으로 확산되는 현상의 존재 여부, 기술확산 유형, 확산 경로에 대한 연구 성과에 비해, 항공기 관련 기술 파급이 자동차 기업들의 재무적 성과에 미치는 영향에 관해서는 실증적 연구가 부족한 상황이다. 본 연구는 항공기 산업으로부터 전파된 기술들을 활발히 활용하는 자동차 기업들의 재무적 성과를 그렇지 않은 자동차 기업들과 비교하여 기술 파급 및 융합의 효과를 기업 수준에서 측정하고자 한다. 특히 자동차 기업이 항공기 관련 기술을 융합하는 방식이 자동차 기업들의 재무 성과에 미치는 영향을 분석한다. 이를 위하여 자동차 기업들이 항공기 관련 기술 특허를 활용하는 정도를 측정하고, 이 변수들이 활용 기업들의 시장가치와 매출액 변화에 미치는 영향을 측정하였다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 제2장에서 이론적 배경과 선행연구를 제시하고, 제3장에서 연구 설계에 관해 설명하며, 제4장에서 분석 결과를 제시한다. 제5장은 본 연구의 결론이다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

1. 기술파급 (Technology Spillover) 및 기술융합 (Technology Convergence)

기술파급(technology spillover)이란 한 산업에서 연구개발 집약도가 높아지거나 연구개발 투자가 활발하게 이루어지면 기술지식의 잉여가 발생하게 되는데, 이때 발생한 기술지식이 다른 산업으로 이동하여 파급효과를 불러일으키는 것을 의미한다. 이러한 기술파급은 다른 산업의 비용까지 낮추는 결과를 발생시킨다 (Bernstein & Nadiri, 1988). 새로운 지식의 생산보다 타 기업으로부터 기술지식을 획득함으로써 비용절감 효과를 얻을 수 있기 때문이다 (Cohen & Levinthal, 1989). 또한, 연구개발 과정에서 문제에 직면할 경우 파급받은 기술지식으로 인하여 축적된 높은 수준의 사전 지식이 효과적인 해법을 찾을 가능성을 높일 수 있으며, 더불어 문제 해결에 소요되는 시간을 줄일 수 있다 (Daghfous, 2004). 한 기업에서의 발명은 다른 기업에게 새로운 연구를 촉진하게 만들며, 새로운 연구 프로젝트나 새로운 적용방법에 관한 영감을 줄 수 있기 때문이다 (Hall et al., 2010). 외부의 기술지식을 활용하는 또 다른 이유는, 기업이 그들의 사업영역을 확장할 때 이미 보유한 기술들과 연관성이 높은 기술을 개발하여 기존의 기술 간의 틈을 좁히기 위해 다른 산업의 기술을 활용하는 것이다 (Breschi et al., 2003). 이러한 기술지식의 파급효과는 동종 산업 내에서 발휘될 뿐만 아니라 다른 산업 간에도 일어난다 (Bernstein & Nadiri, 1988).

산업 간의 기술 파급효과는 평균비용의 절감과 이윤 상승의 결과를 발생시킨다 (Jaffe, 1986; Levin & Reiss, 1984). Bernstein and Nadiri (1988)는 5개의 고기술(high technology) 산업 간의 기술 파급효과를 정량화하여 산업 내에서의 연구개발 투자가 타 산업에 미치는 효과를 실증적으로 분석하였다. 이 연구는 5개의 고기술 산업이 서로에게 독립된 기술파급의 원천이 되어 개별 기업의 생산성 향상 및 비용절감 효과를 가져오며 산업 전체의 네트워크가 형성된다고 주장하였다. 김정언 and 강성진 (2000)은 IT 산업을 대상으로 특허출원의 증가로 인하여 지식의 파급효과가 발생함을 확인하였다. 이 연구에서는 1982년부터 2001년까지의 데이터를 활용하여 패널연구를 진행한 결과, IT 산업의 활발한 기술혁신활동으로 인하여 IT산업 내에서 뿐만 아니라 다른 산업의 기술혁신활동이 활발해

지며 노동생산성이 상승한다는 결과를 얻었다. 조형곤 et al. (2000)은 정보통신산업의 기술지식이 다른 산업의 기술혁신 동력이 되어 과급효과가 발생한다고 주장하였다. 이 연구에서는 정보통신산업의 기술지식스톡인 연구개발투자비가 높아지면 다른 산업의 생산비용이 감소하고 노동수요가 증가한다는 결과가 나타났다. 박재민 and 전주용 (2002)은 기술확산의 정태적 측면에서 지식기반서비스업이 타 산업 혹은 전 산업에 대한 기술의 과급효과가 크다고 주장하였다. 저자들은 투입-산출분석을 통하여 지식기반서비스업의 기술집약도와 기술확산도가 높아지면 타 산업의 부가가치생산 및 고용에 과급효과가 높아짐을 보였다. 이희경 and 김정우 (1996)는 국내 제조산업들의 연구개발활동이 생산성 향상에 미치는 효과에 관하여 1982년부터 1990년까지의 시계열 및 횡단면 자료를 통하여 실증적으로 분석하였다. 해당 연구는 과급효과를 체화(embodied)와 비체화된(disembodied) 기술흐름표를 작성하여 측정하였는데, 분석결과 체화된 과급효과는 95%~218% 수준의 생산성 향상 효과를 나타냈고, 비체화된 과급효과는 -10%~18%의 생산성 향상 효과를 나타냈다.

위의 선행연구는 기술과급을 발생시키는 주체의 연구 활동, 즉 연구개발 투자, 특허 출원 건수 등과 관련 산업의 생산성 향상 측면에 초점을 맞추고 있다. 그러나 다른 시장으로 과급된 기술을 적극적으로 흡수한 기업이 그렇지 않은 기업에 비해 시장 가치나 매출액 등과 같은 재무적 측면에서도 더 나은 성과를 보이고 있는지 여부에는 초점이 맞추어져 있지 않다.

기술이 다른 산업이나 기업으로 이전 및 과급되는 것은 기술이 융합(technology convergence 또는 technology fusion)되는 과정의 하나로도 해석할 수 있다 (Rosenberg, 1976). 다른 산업으로 이전된 기술이 새로운 산업에서 성공적으로 정착하기 위해서는 기업들이 이전된 기술을 기존 기술들과 융합하는 능력을 가지고 있어야 한다. 구체적으로 성공적인 기술융합을 위해서는 연구 개발 방향 및 의제 설정이 시장 상황과 부합해야 하고, 기업들은 기존 시장 내부 및 외부에서 일어나는 기술 발전에 대한 정보를 수집하고 해석할 수 있는 능력을 갖추고 있어야 하며, 다양한 산업에 속한 여러 기업과 연구개발 분야에서 장기적인 협력 관계를 유지하고 있어야 한다 (Kodama, 1992, 2014). 최근 들어 기술 간 융합에 추가하여 기술과 서비스 간 융합에 대한 중요성도 부각되고 있다 (Kodama, 2014).

기술이 효과적으로 융합되기 위해서는 기업 역량 조건 외에도 융합 대상 기술들 간 관계 또한 매우 중요하다. Rosenberg (1963, 1976)는 기술융합(technological convergence)을 다른 산업들이 유사한 기술 기반(technological base)을 공유하게 되는 과정으로 정의

하고, 생산 과정에서 기술적 해결이 요구되는 문제(technical problem)와 해결 과정(solution process)이 유사하다면 이질적으로 보이는 기술들을 융합시켜 새로운 분야에 응용할 수 있다고 주장하면서 미국의 공작기계 산업의 발달 과정을 그 예로 제시하였다(Rosenbeg, 1963, 1976). 또한 특정 기술의 기반을 이루는 과학적 지식이 고도화되어 기술 간 기반 지식이 통합되는 추세로 인해 기술융합은 더욱 활발해 지고 있다 (Kim, Lee, Kim, Lee, & Suh, 2015).

다양한 기술들을 융합하는 기업들의 성과는 어떠할까? Suzuki and Kodama (2004)는 특정 분야 기술을 다양한 분야에 지속해서 응용하는 기업(persistent innovator)들을 분석한 사례 연구에서 기술들을 적극적으로 융합하는 기업일수록 수익성과 경쟁력이 높다는 점을 제시하였다. 또한 저자들은 기술 융합의 유형화도 시도하였는데, 보유한 핵심 기술을 중심으로 관련 기술들을 개발하여 결합하는 “내생적 융합” 유형과, 전혀 이질적인 기술을 외부에서 도입하여 융합하는 “도입” 유형이 있다고 주장하였다. Gambardella and Torrisi (1994)는 미국과 유럽의 전자 산업을 분석한 결과 다양한 기술을 융합하고 있는 기업들은 매출액이나 이윤도 높다는 점을 보였다. 그러나 높은 기업 성과는 기업들이 사업 영역을 집중하고 있는 경우에 발생한다는 사실도 보여줌으로써, 기술융합의 효과는 기술적 측면과 사업적 측면을 모두 고려해야 한다는 것을 시사하였다.

본 연구에서는 다른 산업 분야 기술을 융합하여 활용하는 정도가 기업의 재무적 성과에 미치는 영향을 항공기 및 자동차 분야에 초점을 맞추어 분석한다. 항공기 및 자동차 산업 기술은 기계공학 분야 종사자들에 의해 창출되고 적용된다는 점, 동일 기업에 의한 내생적 융합 사례(보유하고 있는 항공기 기술을 자동차 분야에 적용을 시도한 SAAB), 항공기 엔진 회사(GE 등) 및 자동차 회사(FIAT 등) 간의 클러스터 형성에 의한 협력 관계 형성 사례들이 시사하는 것처럼 Rosenberg (1976) 및 Kodama (1992)가 제시한 기술 융합의 기본 원칙들이 잘 적용되는 분야라고 판단되기 때문이다.

2. 기술적 연관성 (Technological Relatedness)

자동차와 항공기는 엔진을 통하여 동력을 발생시키고 운전자의 조종에 의해 방향과 속도가 결정되어 움직인다. 이러한 구동 개념의 유사성뿐만 아니라 구성되어 있는 부품 또한 유사한 점이 많다. 엔진의 미세한 움직임을 결정하는 전자제어시스템과 동체를 구성하는 프레임 구조 등에서 유사한 기술들이 사용되고 있다. 이렇듯 서로 다른 분야 간

에 기술지식의 이동이 발생하고 그로 인하여 발생하는 파급효과는 두 분야 간 연관성 (relatedness)에 기인한다. 이종 분야 간 기술적 연관성이 높을수록 기술지식의 이동이 활발히 일어나며 더 큰 파급효과를 발생시킨다. 이러한 지식의 연관성은 지식이 가지고 있는 큰 세 가지 차원(dimension)에 의해 생겨난다 (Breschi et al., 2003).

첫 번째는 지식의 근접성(proximity)이다. 지식의 근접성은 학습 프로세스의 결과로, 의도된 학습과 의도하지 않은 학습 두 가지로 나누어진다 (Breschi et al., 2003). 기업은 클러스터(cluster)를 이용하거나 협력관계에 있는 기업들로부터 새로운 기술을 찾는 혁신활동을 통해 의도된 학습을 할 수 있다 (Antonelli, 2012; Atkinson & Stiglitz, 1969; David, 1975; Malerba, 1992). 또한, 기업이 보유한 기술은 ‘지식의 외부성(externality)과 파급효과’로 인하여 그들이 보유한 어느 한 기술은 의도하지 않았더라도 다른 기술과 맞물려 있다 (Griliches, 1979; Henderson & Cockburn, 1996). 이는 기업이 보유한 기술이 기업이 의도한 목적보다 다양한 기술적 분류에 포함될 수 있다는 것이다 (Breschi et al., 2003). 즉, 기술의 근접성으로 인하여 각 기술은 다른 기술에 영향을 받는 것이다. 본 연구에서는 항공기 기술과 자동차 기술 간의 의도된 학습뿐만 아니라 의도하지 않은 학습으로 인하여 발생하는 높은 지식의 근접성이 항공기 산업으로부터 자동차 산업으로 기술지식의 이동을 촉진한다는 사실에 초점을 맞춘다.

두 번째는 지식의 공통성(commonalities)이다. 이는 어느 한 기술지식이 혁신활동에 필요한 두 가지 기술적 분야에 동일한 투입요소로서 작용한다는 것이다 (Breschi et al., 2003). Penrose (1959)와 Teece (1982)는 기업이 보유한 공통된 자원의 역할과 사업영역의 다양성 간의 관계에 대하여 논의하였다. 이들은 같은 유형의 지식은 한 가지 이상의 기술에 사용되므로, 기업의 혁신활동이 한 가지 이상의 기술을 포함한다고 말하였다. 그러면서 기업은 ‘지식의 한 부분을 사용함’으로써 범위의 경제(economy of scope) 효과를 얻을 수 있다고 주장하였다.

마지막은 지식의 상보성(complementarities)이다. 상호보완적인 지식들은 여러 분야에서 함께 활용되어 서로를 보완하는 역할을 수행한다. 이러한 기술지식의 상보성은 두 가지 이상의 기술 간의 유사성에서 비롯되기도 하지만, 그 기술들의 차이로 인하여 함께 사용되어야 한다는 필요성에서 기인한다. 즉, 기업들이 활동영역을 넓혀감에 따라 그들이 처음 보유했던 ‘기술지식의 틈’을 메꾸면서 점진적으로 기술지식의 일관성을 높여 나간다 (Breschi et al., 2003). 결국, 기업들은 다양한 종류의 제품과 프로세스에 활용하려는 목적으로 상호보완적인 기술을 개발하려 노력하는 것이다 (Arora & Gambardella, 1994; Bresnahan & Trajtenberg, 1995).

기업이 지식의 연관성을 활용한다는 것은 ‘다양한 사업영역을 가진 기업이 자사의 사업영역을 추가로 넓히기 위해 보유하고 있는 사업영역 간 공통된 지식자원을 활용하는 것’이다 (Farjoun, 1994; Markides & Williamson, 1994; Robins & Wiersema, 1995). 즉, 기술적 연관성은 특정 지식자원 사이의 연관성으로 인하여 발생하는 사업영역 간 시너지 효과에 초점을 맞추어 형성된다 (Tanriverdi & Venkatraman, 2005).

항공기 산업과 자동차 산업은 지식의 세 가지 차원에서 강하게 연관되어 있다. 첫째, 항공기 기업과 자동차 기업은 서로 협력관계를 맺거나 클러스터를 형성하여 시너지 효과를 내고 있다는 사실을 통하여 두 산업 간에 기술적 근접성이 높다는 것을 알 수 있다 (Eriksson, 2000). 둘째, 항공기 기술과 자동차 기술은 학문 분야에서 공통점을 보인다. 두 산업 모두 역학과 전자공학 등의 분야에서 공통된 학문 분야를 포함하고 있으며 산업 분야에서는 기계공학(mechanical engineering)에 속한다. 그러므로 두 산업은 높은 공통성을 가지고 있다. 마지막으로 엔진, 전자장비, 소재 등 기술요소 체계가 상당 부분 중첩되어 두 부문 간, 산업 기술들 간 상호보완성이 높다. 이는 한 산업에서 활용되는 기술이 다른 산업에서도 활용될 수 있음을 의미하므로 두 산업 간의 상호보완성이 높다. 따라서 항공기 산업과 자동차 산업은 기술적으로 매우 근접하다.

항공기 기술과 자동차 기술의 근접성이 높다는 사실을 보여주는 대표적인 사례는 사브가 자동차에 적용한 항공기 기술인 터보 차저(turbo charger)이다. 사브는 제트기 엔진에 사용되는 기술인 터보차저를 통하여 자동차 엔진의 터보랙(turbo lag) 현상을 극복했다 (Buss, 2002). 터보랙이란 엔진회전수가 낮아졌을 경우 엔진 흡기에 충분한 압축공기가 전달되지 못하게 되어 엔진의 회전수를 다시 높이는데 시간이 지연되는 현상이다. 사브는 이를 해결하기 위하여 제트기 엔진에서 배기의 빠른 공기를 활용하여 팬을 돌리고 흡기에 압축된 공기를 전달하는 터보차저 기술을 개량하여 자동차에 도입하였다. 그 결과 엔진의 효율이 높일 수 있었고, 엔진의 크기를 이전보다 확연하게 줄일 수 있었다. 이 기술은 자동차의 고속 주행 시대를 여는 데 일조하였다. 추후 터보차저 기술은 SUV와 고급 세단, 스포츠 세단 등에 적용되며 그 수요를 넓혀가면서 항공기 기술을 자동차에 활용한 사례로 꼽히고 있다. Chrysler Group, Jaguar, Mercedes-Benz 등의 수많은 자동차 제조업체도 터보 차저 기술을 도입하여 사용하고 있다. BorgWarner사의 조사에 따르면, 전 세계에서 자동차에 사용된 터보 차저(turbo charger)가 2000년에 7.65백만 개가 사용되었으며, 2005년에는 9.81백만 개가 사용되었다. Honeywell International은 2019년까지 소형 운송수단(light vehicles) 중 38%가 터보 차저(turbo charger)를 장착하리라 전망하였다. 또한, 자동차 산업의 매거진 중 Automotive News는 2014년에 오피니언을

통하여 모든 자동차 제조업체들이 엔진의 크기를 줄이는 데 있어 사브의 역할이 가장 컸다고 공헌하였다.

하지만 항공기 산업과 자동차 산업은 기술적 근접성과는 달리 시장 근접성(product market proximity)이 매우 낮다 (Bloom, Schankerman, & Van Reenen, 2013). 항공기와 자동차는 운송수단 기능을 수행하지만, 용도가 매우 다르고 목표 고객이 다르기 때문에 시장에서 경쟁할 필요가 없으므로, 기술지식의 이동으로 인한 경쟁 우위를 빼앗길 위험이 없는 것이다. 기술지식의 이동으로 얻은 파급효과로 인해 시장에서 경쟁자로 나타날 위험이 존재하지 않는 것이다 (Greenstone, Hornbeck, & Moretti, 2008). 두 산업의 이러한 특징은 양측 모두 기술지식의 이전에 있어 그 파급효과를 누릴 수 있는 환경을 만든다. 본 연구에서는 항공기 산업에서 자동차 산업으로의 파급효과에 관해서만 분석한다.

3. 가설 개발

본 연구는 항공기 산업으로부터의 자동차 산업으로의 기술 파급 및 융합 효과를 특허 인용 관계를 활용하여 자동차 기업들의 재무 성과를 분석하고자 한다. Eriksson (2000)은 볼보 에어로 사례를 통해 항공기 산업으로부터 자동차 산업으로 기술 파급효과가 발생하고 있다는 점과 주요 경로들을 제시하였다. 볼보 에어로 사례에서 보면 항공기 산업으로부터 자동차 산업으로의 기술지식의 이동이 인적자본의 이동, 기업 간의 협력관계, 분사, 그리고 특허 인용의 형태로 일어남을 알 수 있다. 그런데 인적 자본의 이동과 기업 간 협력 관계, 기업 내에서의 분사의 경우 그 측정방법이 매우 어렵다는 특성이 있다. 반면에 특허의 경우 출원시기와 출원인, 인용 정보 등의 다양한 정보를 포함하고 있으므로 기술지식의 이동을 확인하기 매우 유용하다 (Hall, Jaffe, & Trajtenberg, 2005). 특히 Verspagen (1997)은 자동차 산업에서 항공기 산업의 특허를 많이 인용하고 있다는 점을 실증적으로 제시하였다.

따라서 본 연구는 무형(intangible) 기술지식의 이전을 측정하기 위해 특허 인용¹⁾ 관계를 활용한다. 구체적으로 두 가지 변수들을 활용하여 기술지식 이전을 측정한다. 첫 번째 변수는 자동차 기업이 인용한 특허 중에서 항공기 특허 비중을 측정한다. 이는 어느 특정 시점에 자동차 기업이 출원한 특허의 총 인용 횟수에서 항공기 관련 특허를 인

1) 특허 인용이란 새로운 특허를 개발하면서 활용된 기존 특허들을 열거하는 것을 의미한다. 이는 새로운 특허가 기존 특허의 기술지식을 활용하였다는 것을 법적으로 인정하는 것이다.

용하는 횟수를 계산한 것으로, 자동차 기업이 활용한 항공기 기술지식 정도를 측정한다. 두 번째 변수는 자동차 기업이 인용한 항공기 관련 특허의 중요도를 측정한다. 특허 중요도는 전방 피인용(forward citation) 횟수를 이용하여 측정하며 특허의 질적 지표로 많이 활용되는데 (Jaffe & De Rassenfosse, 2016; Trajtenberg, Henderson, & Jaffe, 1997). 이는 특정 특허가 다른 특허들에 의해 많이 인용될수록 그 특허의 가치가 높아지는 것으로 간주할 수 있다는 연구 결과들에 기반을 둔 지표이다. 이를 통해 자동차 기업이 활용한 항공기 기술지식의 질적 수준이 재무 성과에 미치는 영향을 측정한다.

기업의 특허 인용 정도가 기업가치에 미치는 영향에 관해 연구에서 Hall et al., (2005)는 기업이 연구개발을 하는 것은 투자 활동의 일환이며, 그 결과물은 무형의 지식 자산이라는 점을 지적하고, 지식 자산은 기업의 미래 현금흐름에 기여할 것으로 예측되므로 기업의 시장가치에 반영된다는 점을 주장하였다. 따라서 기업이 신제품이나 신기술 개발에 투자하면서 선행 특허를 활용하였다면, 이는 선행 특허가 경제적으로 가치 있다는 점을 의미한다. 만일 기업이 가치가 높은 선행 특허를 인용하여 새로운 특허를 개발한다면 그 기업의 시장가치가 높아질 것이라고 예측할 수 있다.

또한, 기업이 넓은 범위의 관련 기술을 활용할 수 있는 능력을 가지고 있으면 기업이 직면한 기술 문제를 효과적으로 해결할 수 있다 (Daghfous, 2004). 항공기 산업과 자동차 산업의 기술적 근접도가 높으므로, 이미 개발된 항공기 기술은 자동차 기업들에게 기존 관련 기술(existing prerequisite technology)의 범위가 확장되는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 항공기 기술지식을 많이 활용하는 자동차 기업은 기술개발 측면에서 경쟁 기업보다 비교 우위를 차지할 수 있는 가능성이 크다 (Eriksson, 2000). 만약 투자자들이 이러한 기술 융합 능력을 높이 평가한다면, 자동차 기업의 항공기 기술지식의 활용은 기업의 시장가치를 증가시킬 것이다. 따라서 다음 두 가지 가설이 도출된다.

가설1-1 : 자동차 기업의 항공기 기술 인용비중이 높을수록 그 기업의 시장가치가 높을 것이다.

가설1-2 : 자동차 기업이 인용한 항공기 기술의 중요도가 높을수록 그 기업의 시장가치가 높을 것이다.

기술과급이 기업들의 생산 및 판매 활동에 미치는 영향에 초점을 맞춘 연구에서 Bernstein and Nadiri (1998)는 기술과급으로 인해 비용이 감소하고, 생산성 등이 증가하는 등 상품시장에서 기업 성과가 증가한다는 것을 실증하였다. 항공기 산업 기술이 자동

차 산업 기술을 선도하는 기술이라면, 항공기 관련 기술을 적극적으로 활용하는 기업들은 기술 선도자 지위(first mover) 또는 기술상 비교 우위(comparative advantage)를 통해 자동차 시장에서 그렇지 않은 기업들에 비해 높은 성과를 기록할 것으로 예측된다. 또한 중요도가 높은 항공기 기술을 사용하는 자동차 기업들은 자동차 시장에서 높은 성과를 기록할 것으로 예측된다. 따라서 본 연구는 다음 두 가지 가설을 제시한다(본 연구에서는 입수 가능한 재무 데이터의 한계로 인해 자동차 기업의 매출액²⁾을 운영 성과 지표로 활용한다).

가설2-1 : 자동차 기업의 항공기 기술 인용비중이 높을수록 그 기업의 매출액이 높을 것이다.

가설2-2 : 자동차 기업이 인용한 항공기 기술의 중요도가 높을수록 그 기업의 매출액이 높을 것이다.

Ⅲ. 연구 설계

1. 실증 분석 전략 (Identification Strategy)

실증 분석 전략(identification strategy)은 종속변수(outcome variable), 주요 독립변수(variable of interest or causing variable) 및 통제변수(control variables or covariates)들을 명시적으로 분리하고, 종속변수와 주요 독립변수간의 인과관계를 식별해내기 위해 주요 독립변수의 변화 원인(source of identifying variation)에 대한 정보를 활용하고 이에 따른 적절한 계량분석 기법들을 선택하는 것을 의미한다 (Angrist & Krueger, 1999). 본 연구는 항공기 관련 기술을 보유하고 활용하는 정도가 기업의 재무적 성과에 미치는 영향을 분석하므로, 기업 재무 성과를 종속변수, 항공기 관련 기술 보유 여부 및 활용 정도를 주요 독립변수로 본다. 이 경우 항공기 관련 기술 보유 및 활용 결정과 기업 재무 성과 변수들이 외부자에게는 관찰되지 않으나 잘 변하지 않는 개별 기업의 특징(unobserved and unchanging heterogeneity)과 연관되어 있을 가능성이 매우 높다. 예를 들면 기술 융합과 마케팅을 결합하는 내부 프로세스의 효율성이나 기업 문화 등과 같은

2) 접근 가능한 변수의 한계로 인하여 매출액을 종속변수로 선정하였다.

요인들이 항공기 기술 활용과 재무 성과에 동시에 영향을 미칠 수 있는 개별 기업 특징 (unobserved and unchanging heterogeneity)이다.

따라서 본 연구는 고정효과 모형(fixed effect model)을 기본 모형으로 사용한다. 즉, 주요 독립변수 $x_{1,it}$ 가 전체 에러항 $\alpha_i + \epsilon_{it}$ 와 연관되어 있고, 이러한 연관성의 원인은 관찰되지 않는 기업 특성 α_i 가 주요 독립변수 $x_{1,it}$ 와 연관되어 있다고 가정한다.

$$y_{it} = \beta_1 x_{1,it} + \beta_2 x_{2,it} + \alpha_i + \epsilon_{it}$$

y_{it} : 종속변수
 $x_{1,it}$: 주요 독립변수
 $x_{2,it}$: 통제변수
 α_i : 관찰되지 않는 기업 특성
 ϵ_{it} : 에러항

이러한 기업 고정효과(firm fixed effect)를 해결하기 본 연구에서는 패널데이터를 구축하고 within estimator 또는 기업 더미 변수들을 사용하여 주요 독립변수의 효과를 추정한다.

2. 연구표본

본 연구의 분석 단위는 기업이다. 기업을 분석단위로 삼는 이유는 기업이 항공기 관련 기술을 자동차 관련 기술에 적용하고, 도입한 항공기 기술을 활용하여 기술 혁신과 영업 활동을 수행하는 주체이기 때문이다. 본 연구는 기업들이 보유한 특허를 기준으로 항공기 및 자동차 관련 기술들을 측정한다. 항공기와 자동차는 다양한 기술들이 결합되는 시스템 성격을 가진 상품이다. 따라서 다양한 분야의 특허들이 출원되고 있어 기술 자체에만 집중할 경우 항공기 및 자동차 산업과의 연관 여부를 추적하기 어려울 수 있다. 기업을 분석 단위로 할 경우, 기업들이 보유한 다양한 기술 특허들을 기업이 주로 활동하는 산업을 기준으로 항공기 관련 또는 자동차 관련 기술을 나타내는 특허로 분류할 수 있다 (Breschi et al., 2003).

본 연구는 자동차 관련 기업들의 항공기 기술 도입 활동과 재무 성과를 패널 데이터 형태로 구성한다. 이는 분석 단위를 기업으로 한 패널 데이터 구조로 인해 기업 고정효과

과(fixed effect)를 통제하기 용이하다고 판단되었기 때문이다.

첫째, 본 연구는 전미경제연구소(The National Bureau of Economic Research, NBER)의 특허 데이터를 사용한다. 전미경제연구소는 특허 자료가 전산화되기 시작한 1976년부터 2006년까지 미국특허청(USPTO)에 등록된 특허를 대상으로 특허 인용 관계를 분석하여 데이터화하였는데, 구체적으로 인용된(citation received) 특허 목록과 인용하는(citation made) 특허 목록을 활용하여 인용 관계를 식별할 수 있게 하고 있으며, 특허 소유 기업 및 산업에 대한 정보도 제공하고 있다. 본 연구에서는 항공기 분야는 SIC code 3-digit에서 372(aircraft and parts)를 사용하여 정의한다(세부 분야로는 3721, 3724, 3728을 포함한다). 자동차 분야는 SIC code 3-digit 중 371(motor vehicles and motor vehicle equipment)을 사용하며 세부 분야로는 3711, 3713, 3714, 3715, 3716을 포함한다. 전미경제연구소 특허 데이터베이스에서 항공기 및 자동차 관련 기업들로 파악된 기업들은 102개의 기업으로 동 기간 동안 총 1,580개의 관측치가 존재한다.

둘째, 본 연구는 특허 데이터베이스에서 식별된 102개 기업들의 재무 관련 변수들을 Thomson Reuter사의 데이터베이스인 Datastream에서 추출하였다. 추출된 재무 변수들은 시장가치(market value), 매출액(net sales), 총자산(total asset), 연구개발비(R&D), 종업원수(employee), 자본지출(capital expenditure), 순이익(net income)이다.

셋째, 전미경제연구소의 항공기 및 자동차 관련 특허 보유 기업 목록과 Datastream 상 기업 목록을 매칭한 결과, 결측치로 인해 시장 성과 지표 종류에 따라 표본크기의 차이가 존재한다. 시장가치 변수의 경우 총 38개의 기업, 336건의 자료가 관측되었으며, 매출액 변수의 경우 총 67개의 기업, 745건의 자료가 관측되었다. 그런데 패널 분석은 적어도 2개 단위 이상의 시계열을 필요로 하므로 시장가치 또는 매출액 변수가 1년만 기록된 기업들을 제외한다. 그 결과 종속변수가 시장가치인 경우 최종 데이터가 33개의 기업, 331건이 관측되었으며, 매출액 변수의 경우 최종 데이터가 64개의 기업, 742건을 본 연구에 사용하였다.

3. 변수

본 연구의 주요 종속변수인 기업의 재무 성과 변수 Y_{it} 는 각 기업의 연도별 시장가치와 연도별 매출액을 사용한다. 기업의 시장가치와 매출액 분포는 기업별 편차가 매우 크기 때문에 한쪽으로 치우친 형태를 보인다(skewedness). 따라서 본 연구에서는 시장가치와 매출액을 로그 변환한 변수를 분석에 사용한다.

특허 신청인은 ‘선행 기술(prior art)’에 대한 지식을 공개할 법적 의무가 있다. 그 이유는 특허 인용이 특허에 의해 부여된 재산권의 범위를 제한하기 때문이다. 예를 들어 특허 B가 특허 A를 인용하면, 특허 B는 특허 A가 구축하고 기존에 보유하고 있는 지식의 일부를 활용한 것이다. 그러므로 특허 B는 특허 A가 보유한 클레임(claim)을 가질 수 없다는 것을 의미한다. 이때 피인용된 특허 A는 전방인용(citation received)에 해당하는 것이고, 특허 B는 특허 A를 후방인용(citation made)한 것이다. 즉, 특허 B의 인용은 특허 A가 특허 B의 선행 기술(technological antecedents)임을 알려주는 것이다 (Jaffe & De Rassenfosse, 2016). 이러한 특허 인용은 재산권의 범위를 제한하는 법적 기능을 수행하며 (Hall, Jaffe, & Trajtenberg, 2001), 나아가 기술의 확산(diffusion)을 추적할 수 있다. Garfield (1955)는 인용 관계는 ‘아이디어의 색인(association-of-ideas index)’ 역할을 수행한다고 주장하였다. 특허 인용 분석(citation analysis)은 많은 연구에서 활용되었는데, 이를 통하여 해당 특허의 기술적 영향력(technological impact)과 경제적 가치(economic value)를 파악할 수 있으며, 기술적 다양성(technological diversity)과 기술적 거리(technological distance)를 파악할 수 있다 (Jaffe & De Rassenfosse, 2016). 본 연구에서도 특허 인용 분석을 통하여 가설을 검증하였다.

본 연구의 주요 독립변수(variable of interest)는 항공기 기술 활용도이다. 본 연구에서는 항공기 기술 활용도를 측정하기 위해 세 가지 변수들을 사용한다. 첫째는 주요 독립변수는 자동차 기업의 항공기 관련 특허 인용 비중이다. 이 변수는 개별 자동차 기업이 특정 연도별로 출원한 개별 특허들을 조사하여, 이 기업의 특정 특허가 인용한 특허들 중에서 항공기 기업의 특허가 차지하는 비중을 측정한 것으로, 구체적으로는 자동차 기업이 인용한 항공기 관련 특허 수를 총 후방인용(backward citation) 횟수로 나눈 것이다. 이 변수값이 클수록 자동차 기업이 출원한 특허들이 항공기 관련 기술을 반영하는 정도가 높다는 것을 의미한다.

$$X_{it}^a = N_{it}^{b,num} \div N_{it}^{b,tot} \times 100\% \quad (1)$$

- X_{it}^a : 자동차 기업의 항공기특허인용비중
- $N_{it}^{b,num}$: 자동차 기업 특허가 후방 인용한 항공기특허수
- $N_{it}^{b,tot}$: 자동차 기업 특허의 총후방인용횟수
- i : 자동차 기업의 고유번호
- t : 자동차 기업의 특허출원연도

두 번째는 자동차 기업이 인용한 항공기 특허의 중요도이다. 본 연구에서는 개별 항공기 특허의 중요도는 해당 특허의 전방 피인용(forward citation) 빈도를 출원된 기간으로 나눈 평균 전방 피인용 빈도를 사용하여 측정한다 (Jaffe & De Rassenfosse, 2016; Trajtenberg et al., 1997). 자동차 기업이 인용한 항공기 특허의 중요도 지표는 개별 항공기 특허의 중요도를 모두 합한 뒤 인용된 항공기 특허 수로 나누어 구한다. 이 지표 값이 클수록, 자동차 기업은 항공기 산업에서 중요한 기술을 활용하고 있다는 의미이다.

$$X_{it}^b = [\sum N_{it}^{f,num} \div (2006 - T + 1)] \div N_{it}^{f,num,air} \quad (2)$$

X_{it}^b : 자동차 기업이 인용한 항공기 특허의 중요도
 $N_{it}^{f,num}$: 자동차 기업이 인용한 항공기 특허의 전방인용횟수
 T : 항공기 특허의 출원연도
 $N_{it}^{f,num,air}$: 자동차 기업이 인용한 총항공기특허수

중요한 기술의 경우 단기간 내에 과급효과가 사라지지 않고 그 효과가 장기간 지속되는 경향이 있다 (Hughes, 1988). 기술의 중요도와 지속성을 반영하기 위해 자동차 기업이 인용한 항공기 특허의 중요도를 누적 중요도(cumulative importance) 차원에서도 측정할 변수를 세 번째 주요 독립변수로 활용한다. 이 지표는 특허가 출원된 시기를 기준으로 연도별 평균 누적 인용 횟수를 계산한 것으로, 자동차 기업이 인용한 항공기 관련 특허가 지속적으로 인용되는 정도를 측정한다.

$$X_{it}^c = \sum N_{it}^{f,tot} \div (T_c - T) \div N_{it}^{f,num,air} \quad (3)$$

X_{it}^c : 자동차 기업이 인용한 항공기 특허의 중요도
 $N_{it}^{f,tot}$: 자동차 기업이 인용한 항공기 특허의 누적전방인용횟수
 T_c : 항공기 특허가 인용된 연도
 T : 항공기 특허의 출원연도
 $N_{it}^{f,num,air}$: 자동차 기업이 인용한 총항공기특허수

본 연구의 통제변수들(covariates 또는 control variables)은 총자산, 연구개발비, 종업원수, 자본지출, 순이익 등 총 5개 변수들이다. 첫째, 특허 인용과 시장가치의 관계를 분석하는 연구들은 기업 규모와 연구 집중도 등을 통제하기 위해 총자산 및 연구개발비를

활용하였다(예를 들면 Hall et al., 2005). 그러므로 본 연구도 이들 두 변수를 포함시킨다. 둘째, 종업원수도 기업 규모의 효과를 추가적으로 반영하기 위해 사용하며, 기업이 장래 성장에 대한 태도를 통제하기 위해 자본 지출 비용을 사용한다. 자본 지출 비용은 미래의 이윤을 창출하기 위해 지출하는 비용이므로 장래 성장에 대한 기업의 태도를 반영한다고 판단되기 때문이다. 셋째, 순이익 지표의 경우 기업이 주요 사업 매출액 이외에서 얻는 수입을 통제하기 위해 포함한다.

본 연구에서는 통제변수들의 분포 왜곡 정도를 보정하고 분석 결과에 대한 해석을 용이하게 하기 위해 로그함수를 적용하여 변환한다. 로그변환 시 연구개발비, 자본지출, 그리고 순이익은 0 또는 음수값을 가지는 경우를 고려하여 변환 전 변수값에 1을 더하여 전환하였고, 변수값이 음수인 경우에는 0으로 처리하였다. 로그전환으로 인해 통제변수들의 계수값은 탄력도(elasticity)를 의미한다.

IV. 분석 결과

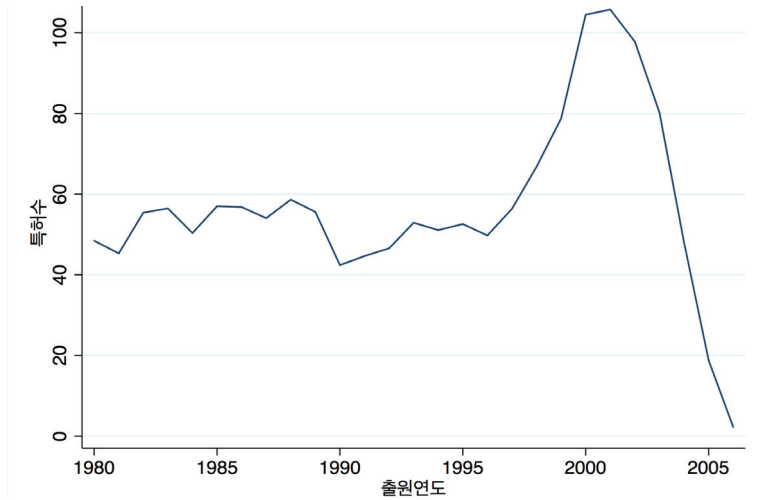
1. 기술적 통계

<표 1> 기술적 통계변수 (64개의 기업, 1980-2006년)

변수	개수	평균	최소값	최대값	표준편차
인용비중(%)	742	0.72	0.00	50.00	2.33
중요도	742	0.07	0.00	1.16	0.12
누적중요도	742	1.44	0.00	30.01	3.15
시장가치(\$million)	331	8,433	2.75	105,961	16,841
매출액(\$thousand)	742	18,955,042	46	191,980,728	34,000,000
총특허수(개수)	742	63	1	936	120
총자산(\$thousand)	742	22,470,434	1,346	309,788,047	50,400,000
연구개발비(\$thousand)	742	720,030	0	8,000,000	1,420,531
종업원수(명)	742	67,226	7	466,938	96,030
자본지출(\$thousand)	742	79,712,608	0	3,892,069,000	337,000,000
순이익(\$thousand)	331	10,900,000	-155,243,000	597,033,000	65,100,000

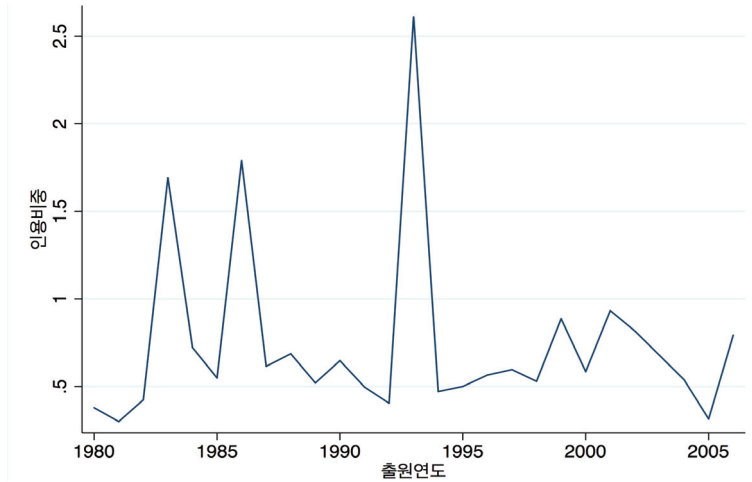
<표 1>은 전체 데이터의 기초 통계량이다. 각 변수의 통계량은 64개의 자동차 기업을

대상으로 한 값들이다. 기초 통계량을 바탕으로 변수 간의 관계를 살펴보면 다음과 같다.



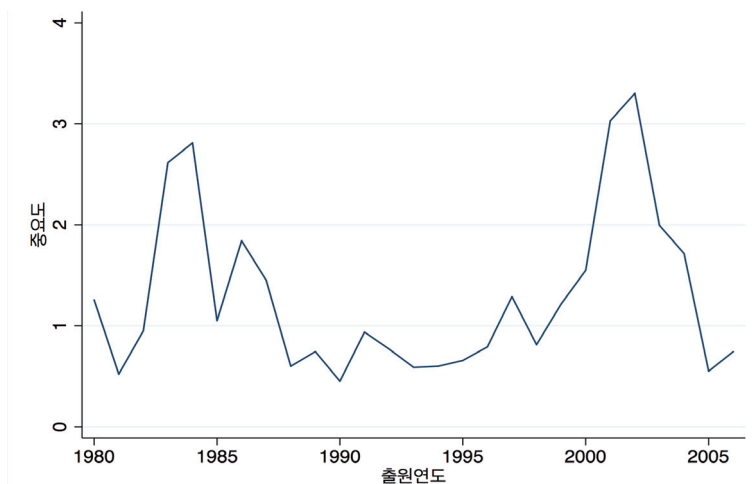
<그림 1> 출원연도별 기업의 평균 특허수 추이

본 연구에 사용된 데이터는 모두 등록이 된 특허를 대상으로 이루어져있다. <그림 1>은 자동차 기업들이 1980년부터 2006년까지 등록한 총 특허수의 추이를 출원연도를 기준으로 그래프로 나타낸 것이다. <그림 1>에서 알 수 있듯이, 자동차 기업들이 출원한 특허 수는 전체적으로 증가하는 경향을 보이며, 특히 1995년 이후 급격하게 증가하는 추세이다. 이러한 추세는 시간이 지날수록 자동차 기업들이 지식재산권을 중요한 기업 전략 자산으로 활용하려는 경우가 증가하고 있다는 점을 시사한다. 2006년에 가까울수록 특허 출원 수가 급격히 감소하는 것은 특허가 출원 후 등록되기까지 심사기간이 필요하므로 발생하는 절단현상 때문이다. 즉 2006년에 근접하여 출원한 특허들은 등록되기까지 심사기간이 필요하므로 심사기간이 2006년을 넘는 특허들은 데이터베이스에 공개되지 않기 때문이다.



<그림 2> 출원연도별 기업의 평균 인용비중 추이

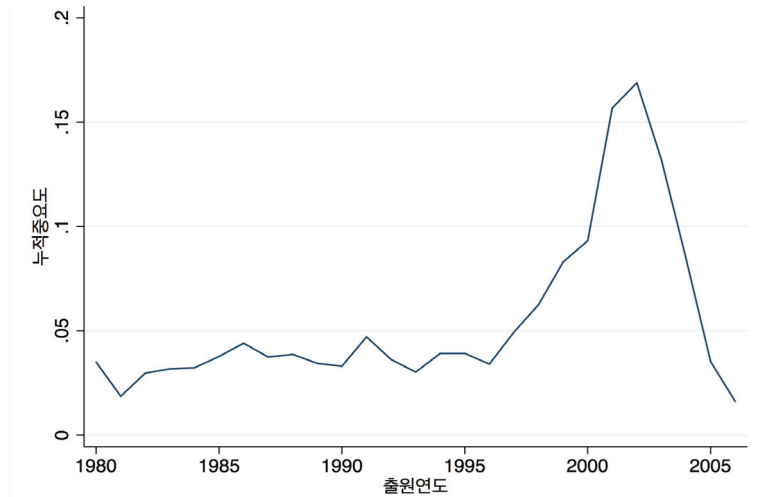
<그림 2>는 자동차 기업들이 항공기 관련 특허를 인용하는 비중 추이를 보여준다. 전체 기간 동안 인용비중 변화는 뚜렷한 경향을 보이지 않으나, 80년대 초반 및 중반, 그리고 90년대 중반 세 차례에 걸쳐 자동차 기업들의 항공기 기술 인용 비중이 급격하게 했었음을 알 수 있다.



<그림 3> 출원연도 별 기업의 평균 중요도 추이

<그림 3>은 기업들이 인용하는 항공기 특허의 중요도의 연도별 추이를 보여준다. 1980년대 초중반 자동차 기업들은 중요도가 높은 항공기 특허를 많이 인용하였으며, 이후 항공기 기술 특허 인용은 감소하는 추세를 보인다. 그러나 1990년대 중반 이후 인용

되는 항공기 특허의 중요도는 다시 증가하는 추세이다. 항공기 특허의 중요도를 누적중요도를 사용하여 나타낸 <그림 4>도 1990년대 중반 이후 중요도가 높은 항공기 특허를 이용하는 정도가 크게 증가하고 있음을 알 수 있다.



<그림 4> 출원연도별 기업의 평균 누적중요도 추이

이상 <그림 1>, <그림 2>, <그림 3>, 그리고 <그림 4>을 통해 추측해 볼 수 있는 것은 다음과 같다. 첫째, 1990년 중반 이후 자동차 기업들은 특허를 지적재산권의 주요 수단으로 간주하는 추세가 급격하게 증가하고 있다. 둘째, 자동차 기업들이 항공기 관련 기술을 적용하는 정도는 특정 년도들에 급격히 증가하나 전반적인 추세를 보이지는 않는다. 셋째, 1990년 중반 이후 중요도가 높은 항공기 특허들이 자동차 관련 기술에도 많이 적용되고 있는 추세이다.

2. 가설 검증

가설1-1은 자동차 기업의 항공기 기술 인용비중이 높을수록 시장가치가 높아진다는 것이다. <표 2>는 기업 고정효과를 고려하지 않을 경우 이 가설을 잘못 기각할 위험이 있다는 것을 보여준다. <표 2>의 (1)은 단순 회귀분석을 사용할 경우 자동차 기업의 항공기 기술 인용비중과 시장가치간의 관계가 있다는 가설을 기각해야 함을 시사한다. 즉 인용비중 계수는 양수(0.0183)이나 통계적으로 0과 유의미하게 다르지 않다. 그러나 기업 고정효과를 고려한 모형에서 볼 수 있듯이 항공기 기술인용 비중은 시장가치를 유의미

하게 증가시키며, 이는 항공기 기술 인용비중 측정 시 기업 특성에 기인한 내생성(endogeneity)이 존재함을 강력히 시사한다.

<표 2>의 (2)부터 (5)는 기업 고정효과(firm fixed effect)를 반영한 후 항공기 기술 인용비중의 효과를 추정한 것이다. 기본 모형을 추정한 (2)에서 볼 수 있듯이 항공기 기술을 적극적으로 활용하는 자동차 기업의 시장 가치는 높다. 항공기 특허 인용 정도 계수는 양수(0.012)이며 이 크기는 5퍼센트 유의수준에서 유의미하다. 구체적으로 인용정도가 1% 높은 기업의 경우 시장가치는 1.2%만큼 증가시킨다.³⁾ 이 결과에 의하면 평균 시장가치를 가지는 기업의 경우, 항공기 기술 인용 정도를 1%를 증가시키기에 따라 시장가치가 약 101 million \$ 증가한다.

인용 정도가 기업 가치에 미치는 효과는 기업 고정효과 외에 시간 고정효과를 고려하거나 추정방법을 변경하여도 크게 차이가 없다 ((3), (4) 및 (5)). 시간 차원의 동시적 상관(contemporaneous)을 통제하기 위해 시간 더미(dummies) 변수를 적용하는 경우에도 인용 정도는 통계적으로 유의미한 양의 효과를 보이며 (0.016), 인용 정도의 효과는 기업 고정효과만 고려할 경우보다 0.4 퍼센티지 포인트(percentage points) 증가한다.

(6)은 임의효과 모형(random effect model)을 이용하여 인용 정도의 효과를 추정한 것이다. 임의효과 모형은 기업 고정효과를 명시적으로 고려하지 않지만 기업별 변수의 변동 정도를 고려할 수 있어 단순 회귀분석 모형과 비교하여 패널데이터 구조가 가지는 장점을 보여줄 수 있다. 인용 정도는 통계적으로 유의미한 양수(0.009, 10% 유의수준)를 보이며, 단순 회귀분석의 경우와 비교하여 인용 정도의 효과가 있다는 점을 지지한다. 그러나 기업 고정효과를 고려한 모형과 비교하여 계수 크기가 작고, 통계적 유의성도 낮다. 이는 기업 고정효과를 고려하는 것이 매우 중요하다는 점을 시사한다.

기업 고정효과 모형들은 총자산, 종업원수, 자본지출, 순이익의 경우 시장가치와 양의 관계가 존재하나, 연구개발비는 음의 관계가 존재한다. 각 변수의 계수들은 탄력도(elasticity)를 나타낸다. 예를 들면, 총자산이 1% 증가할 경우 시장가치는 0.82%증가한다. 따라서 항공기 관련 기술의 인용 정도가 시장가치에 미치는 효과(1.2%)는 총자산 증가의 효과보다 상대적으로 크다. 흥미로운 결과는 항공기 기술의 활용 정도를 분리해 낼 경우 자동차 기업의 연구개발투자가 기업 가치에 부정적 영향을 미친다는 점이다(-0.03). 이 결과는 항공기 기술과 관련되지 않은 자동차 관련 기술에 대한 투자는 시장에서 그다지 좋은 평가를 받지 못하고 있다고 해석할 수도 있으나, 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

3) 이러한 해석은 로그변환된 종속변수와 독립변수 간 관계를 준탄력도(semi-elasticity)로 해석할 수 있고, 독립변수의 단위가 %라는 점에 기인한다.

<표 2> 인용비중이 시장가치에 미치는 영향 (가설 1-1)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
regression	OLS	FE	FE	FE	FE	RE
인용비중	0.0183 (0.0128)	0.0121** (0.0050)	0.0158** (0.0065)	0.0121** (0.0053)	0.0158** (0.0067)	0.0093* (0.0049)
총자산	0.8252*** (0.0615)	0.8405*** (0.1397)	0.7695*** (0.2124)	0.8405*** (0.0670)	0.7695*** (0.1186)	0.9423*** (0.1602)
연구개발비	-0.0302 (0.0184)	-0.0309** (0.0149)	-0.0203 (0.0171)	-0.0309** (0.0144)	-0.0203 (0.0134)	-0.0476** (0.0204)
종업원수	-0.1701*** (0.0642)	0.2225 (0.2469)	0.3114 (0.2328)	0.2225* (0.1165)	0.3114*** (0.1175)	-0.1935 (0.1458)
자본지출	0.0426 (0.0419)	0.1730** (0.0800)	0.1385* (0.0712)	0.1730** (0.0680)	0.1385** (0.0612)	0.1002* (0.0569)
순이익	0.0824*** (0.0122)	0.0415*** (0.0088)	0.0300*** (0.0104)	0.0415*** (0.0101)	0.0300*** (0.0108)	0.0424*** (0.0083)
N	331	331	331	331	331	331
R-sq	0.872	0.754	0.79	0.956	0.962	0.864
기업더미	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No
년도더미	No	No	Yes	No	Yes	No

1. 종속변수는 시장가치의 로그값
2. 괄호는 Standard Error/* p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01
3. OLS 및 FE 모형들의 Standard Error는 robust VCE; RE 모형의 VCE는 기업 cluster 효과 고려
4. (2) 및 (3)은 within estimator 방식으로 고정효과 추정
5. (4) 및 (5)는 기업 및 년도 더미변수를 반영한 OLS를 이용하여 고정효과 추정
6. RE의 R-sq는 Overall R-sq

가설1-2는 자동차 기업이 중요도가 높은 항공기 기술을 많이 활용할수록 그 기업의 시장가치가 높아진다는 것이다. <표 3> 및 <표 4>의 결과는 가설 1-2를 대체로 지지한다. 다만 종속변수(중요도 및 누적 중요도)가 특허의 전방 피인용도(forward citation)을 활용하여 구성하였기 때문에 시간 고정효과가 영향을 미칠 가능성이 크다.

<표 3>의 (3) 및 (5) 회귀분석 결과 관련 항공기 기술의 중요도가 기업 가치에 미치는 효과는 시간 고정효과를 동시에 고려해야 유의미한 양의 계수를 보인다(1.6%, 5% 유의수준). 그러나 기업 고정효과만 고려하는 경우((2) 및 (4))나 임의효과를 가정하는 경우((6)) 관련 항공기 기술의 중요도의 효과는 유의미하지 않다((2) 및 (4)). 주의해야 할 것은 기업 및 시간 고정효과를 고려하지 않는 경우 중요도 변수의 영향을 과다하게 추정하던지((1)) 아니면 효과가 없다고 추정할 위험이 크다는 점이다((6)).

<표 4>는 <표 3>과 본질적으로 동일한 내용을 보여준다: 중요한 항공기 특허와 관련된 기술을 보유한 자동차 기업의 시장가치는 높아진다. 다만 누적중요도가 시장가치에 미치는 영향의 크기가 인용비중(0.629 대 0.012)이나 중요도(0.629 대 0.016)에 비해 매우 크며 통계적으로도 유의미하다.

<표 2>, <표 3> 및 <표 4> 결과에서 볼 수 있듯이 고정효과 모형에 의한 추정 효과는 통계적으로 유의미하게 양의 효과를 보이나, 임의효과 모형에 의한 추정 효과는 효과가 없는 것으로 나타났다. 고정효과 모형 채택의 적절성 여부를 Hausman 검정 방식으로 평가한 결과 고정효과 모형에 의한 추정이 임의효과 모형에 의한 추정과 유의미하게 다르다고 나타났다(Hausman 검정 통계량의 F 값: 46.46~48.52). 따라서 주요 독립 변수가 관찰되지 않은 기업 특성과 연관되어 있다고 가정하는 고정효과 모형이 임의효과 모형보다 더 나은 모형이라고 판단된다.

<표 3> 중요도가 시장가치에 미치는 영향 (가설 1-2)

regression	(1) OLS	(2) FE	(3) FE	(4) FE	(5) FE	(6) RE
중요도	0.0274* (0.0152)	0.006 (0.0058)	0.0159** (0.0073)	0.006 (0.0064)	0.0159** (0.0070)	0.0086 (0.0079)
총자산	0.7997*** (0.0646)	0.8278*** (0.1370)	0.7447*** (0.2092)	0.8278*** (0.0667)	0.7447*** (0.1183)	0.9262*** (0.1573)
연구개발비	-0.0249 (0.0225)	-0.0282* (0.0165)	-0.0135 (0.0154)	-0.0282* (0.0161)	-0.0135 (0.0153)	-0.0432* (0.0231)
종업원수	-0.1509** (0.0640)	0.2129 (0.2448)	0.303 (0.2250)	0.2129* (0.1167)	0.3030*** (0.1162)	-0.1869 (0.1441)
자본지출	0.0366 (0.0435)	0.1776** (0.0804)	0.1451* (0.0715)	0.1776*** (0.0685)	0.1451** (0.0617)	0.1038* (0.0563)
순이익	0.0824*** (0.0123)	0.0420*** (0.0091)	0.0313*** (0.0109)	0.0420*** (0.0103)	0.0313*** (0.0110)	0.0430*** (0.0085)
N	331	331	331	331	331	331
R-sq	0.874	0.753	0.79	0.956	0.962	0.8647
기업더미	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No
년도더미	No	No	Yes	No	Yes	No

1. 종속변수는 시장가치의 로그값
2. 괄호는 Standard Error/* p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01
3. OLS 및 FE 모형들의 Standard Error는 robust VCE; RE 모형의 VCE는 기업 cluster 효과 고려
4. (2) 및 (3)은 within estimator 방식으로 고정효과 추정
5. (4) 및 (5)는 기업 및 년도 더미변수를 반영한 OLS를 이용하여 고정효과 추정
6. RE의 R-sq는 Overall R-sq

<표 4> 누적중요도가 시장가치에 미치는 영향 (가설 1-2)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
regression	OLS	FE	FE	FE	FE	RE
누적중요도	0.5468 (0.3657)	0.2302 (0.2096)	0.6287** (0.2393)	0.2302 (0.1796)	0.6287*** (0.2060)	0.247 (0.2705)
총자산	0.7975*** (0.0642)	0.8224*** (0.1365)	0.7318*** (0.2066)	0.8224*** (0.0662)	0.7318*** (0.1169)	0.9232*** (0.1586)
연구개발비	-0.0273 (0.0216)	-0.0265 (0.0177)	-0.0094 (0.0162)	-0.0265 (0.0169)	-0.0094 (0.0168)	-0.0429* (0.0237)
종업원수	-0.1456** (0.0648)	0.2195 (0.2443)	0.3285 (0.2256)	0.2195* (0.1160)	0.3285*** (0.1159)	-0.1821 (0.1451)
자본지출	0.0379 (0.0429)	0.1762** (0.0795)	0.1399* (0.0694)	0.1762*** (0.0678)	0.1399** (0.0604)	0.1025* (0.0565)
순이익	0.0822*** (0.0123)	0.0421*** (0.0089)	0.0307*** (0.0107)	0.0421*** (0.0102)	0.0307*** (0.0109)	0.0429*** (0.0084)
N	331	331	331	331	331	331
R-sq	0.873	0.754	0.792	0.956	0.963	0.8643
기업더미	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No
년도더미	No	No	Yes	No	Yes	No

1. 종속변수는 시장가치의 로그값
2. 괄호는 Standard Error/* p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01
3. OLS 및 FE 모형들의 Standard Error는 robust VCE; RE 모형의 VCE는 기업 cluster 효과 고려
4. (2) 및 (3)은 within estimator 방식으로 고정효과 추정
5. (4) 및 (5)는 기업 및 년도 더미변수를 반영한 OLS를 이용하여 고정효과 추정
6. RE의 R-sq는 Overall R-sq

항공기 기술과 관련된 특허는 시장 가치에 시차를 두고 효과를 미칠 가능성이 있다. 즉 올해 보유한 항공기 관련 특허가 내년 시장가치에 반영될 수 있다. <표 5>는 이러한 가능성을 1년의 time lag 효과를 가정하고 측정한 결과이다. 인용정도의 효과는 시간이 지날수록 약화되지만(1.6% 대 1.4%), 중요도 및 누적중요도의 효과는 시간이 지날수록 증가했다(1.6% 대 2.1%, 62.9% 대 64.5%). 인용 정도는 당해 연도에 관찰이 가능하기 때문에 당해 연도 시장가치에 반영되며 시간이 지날수록 그 효과가 감소하기 때문이라고 판단된다. 이에 비해 항공기 관련 기술의 중요도는 당해 연도에 시장에서 바로 인지되기 가 용이하지 않고 시간이 지날수록 중요도에 대한 인식 정도가 높아진다는 점을 반영하고 있다고 판단된다.

<표 5> t기 항공기 관련 기술 활용이 t+1기 시장가치에 미치는 영향

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
regression	no lag	1yr lag	no lag	1yr lag	no lag	1yr lag
인용비중	0.0158** (0.0065)	0.0143*** (0.0037)				
중요도			0.0159** (0.0073)	0.0205** (0.0076)		
누적중요도					0.6287** (0.2393)	0.6447** (0.2389)
N	331	275	331	275	331	275
R-sq	0.79	0.806	0.79	0.808	0.792	0.809
기업더미	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
년도더미	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

1. (1) (3) (5) 종속변수는 t기 시장가치의 로그값
2. (2) (4) (6) 종속변수는 t+1기 시장가치의 로그값
3. 독립변수 (ln): 총자산, 연구개발비, 종업원수, 자본지출, 순이익
4. 괄호는 Standard Error/* p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01
5. 기업 및 년도 고정효과를 반영한 OLS
6. Standard Error_ robust VCE

두 번째 가설은 항공기 관련 기술의 활용과 매출액에 대한 것이다. 가설2-1은 자동차 기업이 항공기 관련 기술을 많이 보유할수록 그 기업의 매출액이 높아진다는 것이다. <표 6>에서 단순 회귀분석의 결과 인용비중 변수의 계수가 양수(0.011)이며 1퍼센트 유의수준에서 통계적으로 유의미하다. 그러나 기업 고정효과 또는 시간 고정효과를 고려할 경우 인용비중의 효과는 사라진다. 따라서 항공기 관련 기술 보유가 매출액을 증가시킬 것이라는 가설은 채택하기 어렵다. <표 6>에 의하면 항공기 관련 기술의 보유 여부보다는 총자산, 자본 지출 등과 같은 요인들이 자동차 기업의 매출액에 영향을 미치는 요인이라고 판단된다. 항공기 관련 기술들이 비록 첨단 기술일 수 있으나, 상품 시장에서 판매되는 자동차 매출액에 영향을 미치는 요인들이 다양하고 또한 적용 시차도 클 수 있다. <표 7> 및 <표 8>의 경우도 중요한 항공기 관련 기술의 보유가 매출액 증가로 연결되지 못함을 보여주어, 가설 2-2도 채택하기 어렵다. 이러한 결과는 기업이 다른 분야에서 중요하다고 인식되는 기술들을 도입하여 활용하더라도 상품시장에서 매출을 증가시키기 위해서는 다른 요인들이 중요하다는 점을 강하게 시사한다.

<표 6> 인용비중이 매출액에 미치는 영향 (가설 2-1)

regression	(1) OLS	(2) FE	(3) FE	(4) FE	(5) FE	(6) RE
인용비중	0.0105*** (0.0038)	0.0012 (0.0022)	0.0003 (0.0022)	0.0012 (0.0024)	0.0003 (0.0022)	0.0017 (0.0023)
총자산	0.5966*** (0.0380)	0.6685*** (0.0543)	0.4290*** (0.0695)	0.6685*** (0.0254)	0.4290*** (0.0344)	0.6534*** (0.0508)
연구개발비	-0.0024 (0.0114)	0.0077 (0.0086)	0.0018 (0.0075)	0.0077 (0.0064)	0.0018 (0.0048)	0.006 (0.0082)
종업원수	0.3842*** (0.0618)	0.2302*** (0.0753)	0.3642*** (0.0754)	0.2302*** (0.0344)	0.3642*** (0.0344)	0.2947*** (0.0648)
자본지출	0.0430*** (0.0075)	0.0479 (0.0370)	0.0443 (0.0328)	0.0479 (0.0303)	0.0443* (0.0265)	0.0484 (0.0315)
순이익	0.0109*** (0.0027)	0.0079*** (0.0018)	0.0075*** (0.0017)	0.0079*** (0.0018)	0.0075*** (0.0016)	0.0083*** (0.0018)
N	742	742	742	742	742	742
R-sq	0.97	0.913	0.934	0.994	0.996	0.9689
기업더미	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No
년도더미	No	No	Yes	No	Yes	No

1. 종속변수는 매출액의 로그값
2. 괄호는 Standard Error/* p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01
3. OLS 및 FE 모형들의 Standard Error는 robust VCE; RE 모형의 VCE는 기업 cluster 효과 고려
4. (2) 및 (3)은 within estimator 방식으로 고정효과 추정
5. (4) 및 (5)는 기업 및 년도 더미변수를 반영한 OLS를 이용하여 고정효과 추정
6. RE의 R-sq는 Overall R-sq

<표 7> 중요도가 매출액에 미치는 영향 (가설 2-2)

regression	(1) OLS	(2) FE	(3) FE	(4) FE	(5) FE	(6) RE
중요도	0.0029 (0.0033)	-0.0019 (0.0016)	0.001 (0.0016)	-0.0019 (0.0016)	0.001 (0.0016)	-0.0023 (0.0015)
총자산	0.5956*** (0.0380)	0.6695*** (0.0543)	0.4272*** (0.0696)	0.6695*** (0.0254)	0.4272*** (0.0345)	0.6550*** (0.0509)
연구개발비	-0.0027 (0.0115)	0.0072 (0.0085)	0.0021 (0.0076)	0.0072 (0.0066)	0.0021 (0.0049)	0.0054 (0.0081)
종업원수	0.3859*** (0.0619)	0.2314*** (0.0757)	0.3646*** (0.0755)	0.2314*** (0.0346)	0.3646*** (0.0345)	0.2941*** (0.0649)
자본지출	0.0425*** (0.0075)	0.0478 (0.0371)	0.0446 (0.0328)	0.0478 (0.0303)	0.0446* (0.0265)	0.0483 (0.0317)
매출원가	0.0108*** (0.0027)	0.0079*** (0.0018)	0.0075*** (0.0017)	0.0079*** (0.0018)	0.0075*** (0.0016)	0.0083*** (0.0018)
N	742	742	742	742	742	742
R-sq	0.97	0.913	0.934	0.994	0.996	0.9688
기업더미	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No
년도더미	No	No	Yes	No	Yes	No

1. 종속변수는 매출액의 로그값
2. 괄호는 Standard Error/* p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01
3. OLS 및 FE 모형들의 Standard Error는 robust VCE; RE 모형의 VCE는 기업 cluster 효과 고려
4. (2) 및 (3)은 within estimator 방식으로 고정효과 추정
5. (4) 및 (5)는 기업 및 년도 더미변수를 반영한 OLS를 이용하여 고정효과 추정
6. RE의 R-sq는 Overall R-sq

<표 8> 누적중요도가 매출액에 미치는 영향 (가설 2-2)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
regression	OLS	FE	FE	FE	FE	RE
누적중요도	0.1820** (0.0872)	-0.0506 (0.0508)	-0.0031 (0.0525)	-0.0506 (0.0433)	-0.0031 (0.0488)	-0.0651 (0.0479)
총자산	0.5905*** (0.0382)	0.6701*** (0.0543)	0.4289*** (0.0692)	0.6701*** (0.0254)	0.4289*** (0.0342)	0.6560*** (0.0508)
연구개발비	-0.0023 (0.0115)	0.0072 (0.0086)	0.0018 (0.0076)	0.0072 (0.0066)	0.0018 (0.0049)	0.0053 (0.0082)
종업원수	0.3889*** (0.0619)	0.2310*** (0.0755)	0.3641*** (0.0755)	0.2310*** (0.0345)	0.3641*** (0.0345)	0.2934*** (0.0648)
자본지출	0.0426*** (0.0075)	0.0483 (0.0372)	0.0444 (0.0329)	0.0483 (0.0305)	0.0444* (0.0266)	0.0488 (0.0319)
매출원가	0.0107*** (0.0027)	0.0079*** (0.0018)	0.0075*** (0.0017)	0.0079*** (0.0018)	0.0075*** (0.0016)	0.0083*** (0.0018)
N	742	742	742	742	742	742
R-sq	0.97	0.913	0.934	0.994	0.996	0.9688
기업더미	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No
년도더미	No	No	Yes	No	Yes	No

1. 종속변수는 매출액의 로그값
2. 괄호는 Standard Error/* p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01
3. OLS 및 FE 모형들의 Standard Error는 robust VCE; RE 모형의 VCE는 기업 cluster 효과 고려
4. (2) 및 (3)은 within estimator 방식으로 고정효과 추정
5. (4) 및 (5)는 기업 및 년도 더미변수를 반영한 OLS를 이용하여 고정효과 추정
6. RE의 R-sq는 Overall R-sq

종속변수가 매출액일 경우 항공기 관련 기술이 자동차에 적용되어 판매되기까지 필요한 최소 기간이 존재할까? <표 9>의 결과는 항공기 기술의 인용정도, 중요도, 누적 중요도 모두 다음기 매출액에 영향을 미치지 못하고 있다는 점을 보여준다. 따라서 항공기 기술 활용이 매출액에 시차를 두고 영향을 미칠 수 있다고 가정하더라도, 1년 이상일 것이라는 점을 시사한다.

<표 9> t기 항공기 기술 활용이 t+1기 매출액에 미치는 영향

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
regression	no lag	1yr lag	no lag	1yr lag	no lag	1yr lag
인용비중	0.0003 (0.0022)	-0.0008 (0.0032)				
중요도			0.001 (0.0016)	-0.0017 (0.0016)		
누적중요도					-0.0031 (0.0525)	0.0157 (0.0642)
N	742	628	742	628	742	628
R-sq	0.934	0.901	0.934	0.901	0.934	0.901

1. (1) (3) (5) 종속변수는 t기 매출액의 로그값
2. (2) (4) (6) 종속변수는 t+1기 매출액의 로그값
3. 독립변수 (ln): 총자산, 연구개발비, 종업원수, 자본지출, 순이익
4. 괄호는 Standard Error/* p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01
5. 기업 및 년도 고정효과를 반영한 OLS
6. Standard Error_ robust VCE

<표 10>은 본 연구의 가설 검증의 대한 종합적 결과를 보여준다.

<표 10> 가설 검증 결과

가설	내 용	결과
가설1-1	자동차 기업이 항공기 기술 인용비중을 높일수록 그 기업의 시장가치가 높아진다.	채택
가설1-2	자동차 기업이 인용한 항공기 기술의 중요도가 높을수록 그 기업의 시장가치가 높아진다.	채택
가설2-1	자동차 기업의 항공기 기술 인용비중은 그 기업의 매출액을 증가시킨다.	기각
가설2-2	자동차 기업이 인용한 항공기 기술의 중요도는 그 기업의 매출액을 증가시킨다.	기각

가설1-1과 1-2 검정 결과, 항공기 관련 기술 보유 비중이 높거나 중요한 항공기 관련 기술 특히 보유 비중이 높은 자동차 기업은 시장가치도 높다. 이는 주식 시장은 새로운 기술들을 융합하려는 기업에 대해 긍정적으로 반응한다고 해석할 수 있다. 다른 분야에서 도입하는 기술들을 융합하는 활동은 주식 시장 참가자들에게 긍정적인 신호(signal)를 제공한다. 그러나 가설2-1과 2-2가 기각된 것처럼, 항공기 특허를 많이 사용하거나 또는 중요한 항공기 특허를 사용하더라도 매출액은 증가하지 않는다. 즉 상품 시장에서

의 성과는 도입된 항공기 관련 기술이 실제 상품으로 전환되어 소비자들에게 효용을 제공할 수 있는지 여부에 기인하기 때문이다. 즉 항공기 관련 기술들이 자동차에 적용되더라도 기술적 요인이외 다른 요인들이 매출액 증가에 영향을 미치기 때문이다. 예를 들어, 자동차 기업이 첨단 항공기 기술을 적용하더라도 소비자들이 중요하게 평가하는 특징들은 첨단 항공기 기술 관련 특징과 다를 수 있기 때문이다. 또한 개발된 기술이 제품으로 만들어지고 그 제품이 시장에서 성공하여 매출액을 발생시키기까지 장기간 시간이 소요되기 때문에 가설이 기각되었다고 생각할 수 있다. 이러한 결과들은 발전된 항공기 기술을 이용하는 자동차 회사들은 주식시장에서 시장가치를 상승시킬 수 있지만, 자동차 시장에서 매출액 증가로 이어지기 위해서는 다른 요인들이 추가되어야 한다는 점을 시사한다.

V. 결론

본 연구는 항공기 산업으로부터 자동차 기업으로 기술지식의 이동의 효과를 특히 자료를 통해 분석하였다. 항공기 관련 기술 도입 및 활용은 자동차 기업의 주식 시장 가치에 긍정적인 영향을 미친다. 구체적으로 자동차 기업의 항공기 기술 인용비중이 1% 증가할 때 그 기업의 시장가치가 1.2~1.6% 증가하였으며, 인용한 기술의 중요도가 1% 증가할 때 시장가치가 1.6% 정도 증가하였다. 항공기 관련 기술 보유 효과의 크기는 재무 관련 요인들의 효과보다 큰 것으로 분석되었다.

그러나 자동차 기업들이 항공기 관련 기술들을 보유하더라도 자동차 시장에서 실제 매출액을 증가시키지는 못한 것으로 분석되었다. 더욱이 자동차 기업이 중요한 항공기 기술을 적용하더라도 매출액을 증가시키지 못하였다. 이러한 결과는 자동차의 개발 기간을 고려하여 time lag 효과를 반영해도 결과가 달라지지 않는다. 기업의 매출 실적은 첨단 기술 도입 이외에도 많은 요인들이 영향을 미치며, 기술 도입 후 실제 매출 발생까지 시간이 많이 소요되기 때문이라고 판단된다. 특히 자동차산업의 경우 새로운 기술을 개발하기까지 다른 산업에 비하여 긴 연구 기간이 필요하고, 안정성과 환경규제 등에 관련된 다양한 외부요인을 충족시켜야 한다는 특징을 가지고 있다. 이러한 요인들로 인하여 항공기 기술이 자동차 기업의 매출 증가에 미치는 영향을 분석하기에 1년 time lag은 미흡할 수 있다.

이러한 결과들은 자동차 기업이 항공기 관련 기술지식을 활용하는 경우 재무적 성과에 영향을 미치는 경로가 다르다는 점을 보여준다. 첫째, 항공기 관련 기술지식은 자동차 기술의 선행기술 역할을 하므로 이를 활용한다는 정보는 주식 시장에서 기업 가치를 높일 수 있다. 그러므로 자동차 기업은 시장가치를 향상시키기 위해 항공기 기술 인용 비중을 높여야 한다. 또한, 항공기 기술의 중요도가 높을수록 시장가치에 대한 효과가 크므로 자동차 기업은 선행 특허들을 검색할 경우 특허의 중요도를 고려해야 할 필요가 있다. 둘째, 항공기 관련 기술들을 사용한 자동차 기업들의 매출액이 증가하지 않았다는 것은, 신기술 적용 기업들에 대한 상품 시장의 평가가 주식 시장과는 다르게 이루어진다는 것을 강하게 시사한다. 따라서 본 연구 결과는 자동차 기업의 관리자 혹은 정책 결정자에게 다음과 같은 사항을 시사한다. 첫째, 자동차 기업은 기술 개발 시 항공기 기술을 활용한다는 것을 공개함으로써 시장가치 즉, 기업의 잠재적인 가치를 높일 수 있다. 둘째, 항공기 기술을 활용하여 기술을 개발하더라도 직접적인 매출액 증가가 어려우므로, 시장 매출액 증가를 위해서는 별도의 전략과 기술 관리가 필요하다. 특히 Kodama (1992)가 지적한 바와 같이 융합된 항공기 기술이 자동차 소비자들이나 생산자들의 문제들을 해결하는지가 중요할 것이다.

본 연구는 항공기 산업에서 자동차 산업으로의 기술 파급효과에 초점을 맞추었다. 그러나 혼다(Honda)와 같은 자동차 기업들이 항공기 산업으로 진출한 사례가 있듯이, 추후 반대 상황 혹은 양방향의 기술파급 효과에 관한 연구가 필요하다고 생각된다. 마지막으로 본 연구는 항공기 및 자동차 산업 기술의 융합 정도를 자동차 기업 보유 특허에서 항공기 기술이 차지하는 비중으로 측정하였다. 그러나 항공기 기술 또한 매우 다양한 분야의 기술들이 융합된 복합 기술이다. 향후 연구에서는 항공기 기술을 세분하여 자동차 세부 기술 간 융합 정도와 그 영향을 분석할 계획이다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 김정언·강성진 (2007), “특허권 강화와 특허출원 변화의 기술혁신 및 생산성 파급효과: 산업내 및 IT 산업의 산업간 파급효과를 중심으로”, 『기술혁신연구』, 제15권 제1호, pp. 145-173.
- 박재민·전주용 (2002), “산업연관모형을 바탕으로 한 우리나라 지식기반서비스업의 기술적 산업 연계구조 분석”, 『기술혁신연구』, 제10권 제2호, pp. 1-18.
- 이희경·김정우 (1996), “연구개발투자의 산업간 파급효과: 한국제조업에 대한 실증연구”, 『기술혁신연구』, 제4권 제1호, pp. 129-146.
- 조형곤·박광만·이영용·박용태·김문수 (2000), “정보통신 기술지식의 파급효과에 대한 실증분석”, 『기술혁신연구』, 제8권 제1호, pp. 73-93.
- 한국항공우주산업진흥협회 (2002), “항공기 기술파급효과의 정량화(계량화)”, 『Aerospace Industry』, 제77권, pp. 34-45.

(2) 국외문헌

- Antonelli C. (2012), “The Economics of Localized Technological Change and Industrial Dynamics”, Vol. 3, Springer Science & Business Media.
- Arora A., & Gambardella A. (1994), “The Changing Technology of Technological Change: General and Abstract Knowledge and the Division of Innovative Labour”, *Research Policy*, Vol. 23, No. 5, pp. 523-532.
- Atkinson A.B., & Stiglitz J.E. (1969), “A New View of Technological Change”, *Economic Journal*, Vol. 79, No. 315, pp. 573-578.
- Bernstein J.I., & Nadiri M.I. (1988), “Interindustry R&D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-tech Industries”.
- Bloom N., Schankerman M., & Van Reenen J. (2013), “Identifying Technology Spillovers and Product Market Rivalry”, *Econometrica*, Vol. 81, No. 4, pp. 1347-1393.
- Breschi S., Lissoni F., & Malerba F. (2003), “Knowledge-relatedness in Firm Technological Diversification”, *Research Policy*, Vol. 32, No. 1, pp. 69-87.
- Bresnahan T.F., & Trajtenberg M. (1995), “General Purpose Technologies ‘Engines of growth?’”, *Journal of Econometrics*, Vol. 65, No. 1, pp. 83-108.
- Cohen W.M., & Levinthal D.A. (1989), “Innovation and Learning: the Two Faces of R&D”, *Economic Journal*, Vol. 9, No. 397, pp. 569-596.
- Daghfous A. (2004), “An Empirical Investigation of the Roles of Prior Knowledge and Learning

- Activities in Technology Transfer”, *Technovation*, Vol. 24, No. 12, pp. 939–953.
- Dale Buss (2002), “Turbocharging is Back, Adding Punch to Smaller, More Fuel-efficient Engines”, *Automotive News*.
- David P.A. (1975), *Technical Choice Innovation and Economic Growth: Essays on American and British Experience in the Nineteenth Century*: London, Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.
- Eriksson S. (2000), “Technology Spill-over from the Aircraft Industry: the Case of Volvo Aero”, *Technovation*, Vol. 20, No. 12, pp. 653–664.
- Farjoun M. (1994), “Beyond Industry Boundaries: Human Expertise, Diversification and Resource-related Industry Groups”, *Organization Science*, Vol. 5, No. 2, pp. 185–199.
- Gambardella A., & Torrisi S. (1998), “Does Technological Convergence Imply Convergence Inmarkets? Evidence from the Electronics Industry”, *Research Policy*, Vol. 27, No. 5, pp. 445–463.
- Garfield E. (1955), “Citation Indexes for Science: A New Dimension in Documentation through Association fo Ideas”, *Science*, Vol. 122, No. 3159, pp. 108–111.
- Greenstone M., Hornbeck R., & Moretti E. (2008), “Identifying Agglomeration Spillovers: Evidence from Million Dollar Plants”, No. w13833, National Bureau of Economic Research.
- Griliches Z. (1979), “Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth”, *Bell Journal of Economics*, pp. 92–116.
- Hall B.H., & Harhoff D. (2012), “Recent Research on the Economics of Patents,” *Annual Review of Economics*, Vol. 4, pp. 541–65.
- Hall B.H., Jaffe A., & Trajtenberg M. (2005), “Market Value and Patent Citations”, *RAND Journal of Economics*, Vol. 36, No. 1, pp. 16–38.
- Hall B.H., Jaffe A., & Trajtenberg M. (2001), “The NBER Patent Citations Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools”, No. w8498, National Bureau of Economic Research.
- Hall B.H., Mairesse, J., & Mohnen P. (2010), “Measuring the Return to R&D”, in *Handbook of the Economics of Innovation*, Vol. 2, pp. 1033–1082.
- Henderson R., & Cockburn I. (1996), “Scale, Scope, and Spillovers: the Determinants of Research Productivity in Drug Discovery”, *RAND Journal of Economics*, Vol. 27, No. 1, pp. 32–59.
- Hughes K. (1988), “The Interpretation and Measurement of R&D Intensity–A Note”, *Research Policy*, Vol. 17, No. 5, pp. 301–307.
- Jaffe A.B. (1986), “Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms’ Patents, Profits and Market Value”.

- Jaffe A.B., & De Rassenfosse G. (2016), "Patent Citation Data in Social Science Research: Overview and Best Practices", No. w21868, National Bureau of Economic Research.
- Kim N., Lee H., Kim W., Lee H., & Suh J.H. (2015), "Dynamic Patterns of Industry Convergence: Evidence from a Large Amount of Unstructured Data", *Research Policy*, Vol. 44, No. 9, pp. 1734-1748.
- Kodama F. (1993), "Technology Fusion and the New R &D", *Harvard Business Review*, Vol. 70, No. 4, pp. 70 - 78.
- Kodama F. (2014), "MOT in Transition: From Technology Fusion to Technology-service Convergence", *Technovation*, Vol. 34, No. 9, pp. 505-512.
- Levin R., & Reiss P.C. (1984), "Tests of a Schumpeterian Model of R&D and Market Structure", In *R&D, patents, and productivity*, pp. 175-208, University of Chicago Press.
- Malerba F. (1992), "Learning by Firms and Incremental Technical Change", *Economic Journal*, Vol. 102, No. 413, pp. 845-859.
- Markides C.C., & Williamson P.J. (1994), "Related Diversification, Core Competences and Corporate Performance", *Strategic Management Journal*, Vol. 15, No. S2, pp. 149-165.
- Mowery D.C., Oxley J.E., & Silverman B.S. (1998), "Technological Overlap and Interfirm Cooperation: Implications for the Resource-based View of the Firm", *Research Policy*, Vol. 27, No. 5, pp. 507-523.
- Pakes Ariel (1985), "On patents, R & D, and the Stock Market Rate of Return.", *Journal of Political Economy*, Vol. 93, No. 2, pp. 390-409.
- Robins J., & Wiersema M.F. (1995), "A Resource based Approach to the Multibusiness Firm: Empirical Analysis of Portfolio Interrelationships and Corporate Financial Performance", *Strategic Management Journal*, Vol. 16, No. 4, pp. 277-299.
- Rosenberg N. (1963), "Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840 - 1910", *The Journal of Economic History*, Vol. 23, No. 4, pp. 414-443.
- Rosenberg N. (1976), *Perspectives on Technology*, Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.
- Suzuki J., & Kodama F. (2004), "Technological Diversity of Persistent Innovators in Japan: Two Case Studies of Large Japanese Firms", *Research Policy*, Vol. 33, No. 3, pp. 531-549.
- Tanriverdi H., & Venkatraman N. (2005), "Knowledge Relatedness and the Performance of Multibusiness Firms", *Strategic Management Journal*, Vol. 26, No. 2, pp. 97-119.
- Trajtenberg M., Henderson R., & Jaffe A. (1997), "University Versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Invention", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 5, No. 1, pp. 19-50.
- Verspagen B. (1997), "Measuring Intersectoral Technology Spillovers: Estimates from the European

and US Patent Office Databases”, *Economic Systems Research*, Vol. 9, No. 1, pp. 47–65.
Wooldridge J.M. (2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, Cambridge,
MA: MIT Press.

□ 투고일: 2017. 06. 20 / 수정일: 2017. 08. 02 / 게재확정일: 2017. 08. 16