

특허분석을 이용한 기술과 산업 간의 파급효과에 관한 연구

정하교¹⁾, 황규승²⁾

I. 서론

오늘날 대부분의 경제학자들은 선진국과 신흥공업국을 막론하고 기술혁신이 지속적인 경제성장의 견인차 역할을 담당했다는 데 동의하고 있다. 1960년대 이전까지는 경제분석에서 이러한 기술혁신은 일정하게 일어나며 경제시스템 밖에서 주어지는 것으로 간주되었으나 근래에는 기술혁신 자체를 경제현상으로 파악하고 이를 경제분석의 주요과제로 취급하고자 하는 노력들이 시도되고 있다. 즉 기술혁신의 상당한 부분이 의도적이고 조직화된 연구개발(R&D) 활동을 통해 촉진되며 신제품의 개발과 공정의 개선을 통해 결과적으로 기업의 생산성 증가를 가져오게 된다는 것이다(홍순기 외, 1994).

우리나라의 R&D 투자는 경제규모에 비하면 결코 적지 않은 편이다. 선진 7개국(G7) 국가의 국내총생산(GDP)대비 R&D 투자비율이 2.47%에 비해 우리나라는 2.68%에 이른다. 그러나 절대규모로는 미국의 1/25, 일본의 1/13, 독일의 1/3 수준에 불과하므로, 꾸준한 투자 규모의 확대와 더불어 한정된 R&D 자원의 배분에 있어서 선택과 집중을 하는 운영의 묘가 중요하다(유선희 외, 2004). 또한 R&D는 그 속성장 불확실성으로 인한 실패위험이 매우 높

1) 고려대학교 경영대학 박사과정(email: junghk0710@korea.ac.kr)

2) 고려대학교 경영대학 교수(email: kswhang@korea.ac.kr)

기 때문에 R&D의 사전 연구기획단계에서부터 기술적, 경제적 타당성을 지속적으로 분석할 수 있는 방안이 강구될 필요가 있다.

기술과급효과의 추정과 관련한 기존연구를 살펴보면 Grilliches(1979, 1992)의 연구에서 R&D 과급효과의 기본적인 모델과 측정방법을 제시하였고, 이를 기반으로 Bernstein & Nadiri(1989), Scherer(1982) 등이 비용함수 혹은 생산함수를 이용하여 산업간의 과급효과를 측정한 바 있으며, Verspagen(1997), Verspagen & Loo(1999) 등은 특허정보를 이용하여 Technology flow matrix 모형을 구축하고 기술과급을 측정하기 위한 방법을 제시하였다. 국내 연구로는 제조업의 생산성 증가에 대한 R&D 투자의 영향을 분석하거나(홍순기 외, 1994), 연구개발 투자효과가 산업의 생산성 향상에 얼마만큼 기여하고 있는가를 한국제조산업에 대하여 실증분석(김정우 외, 1996) 사례가 있다.

특허인용에 대한 자료가 많이 축적되면서 기술가치와 영향을 평가하거나 기술정보의 확산을 연구하는데 자주 이용되며(Karki, 1997), 국제적인 지식의 흐름을 측정하기 위해 특허인용 횟수를 사용한 경제적 모델이 제안되기도 했다(Jaffe & Trajtenberg, 1999). 특정 특허가 이후에 출원된 특허에 인용되는 횟수를 기술의 가치나 중요성을 표현하는 지표로 사용하는 방법이 제안되었고, 인용되는 횟수를 가중치로 고려한 특허수가 혁신의 가치를 산출하는데 활용되거나(Trajtenberg, 1990), 특허 인용을 특허의 질(quality)을 계산하는데 지표로 제시하기도 하였다(Lanjouw & Schankerman, 1999). 특허간 인용관계로부터 기술지식의 흐름(flow)과 과급(spillover)의 양을 분석하는 것과 관련한 연구들은 연구 컨소시움에서의 기업간 지식흐름(Ham et al., 1998)이나 공공연구로부터의 지식의 확산을 관찰하기 위해 특허인용 정보를 이용하였다(Jaffe & Trajtenberg, 1996; Jaffe & Lerner, 1999).

지금까지의 R&D 과급효과 추정에 관한 선행연구들은 분석단위가 기술분야간 혹은 산업간 과급효과를 측정하거나 R&D 투자에 따른 생산성 증가에 대해 주로 연구되었다. 또한 분석대상이 특정산업이나 기업을 위주로 하였으며, 특히 산업연관표를 이용하여 과급효과를 추정할 경우에는 산업단위의 분석은 가능하나 여러 분야의 기술이 결합한 항공기와 같은 특정 기술의 집합체를 연구개발 할 경우 그러한 기술개발이 산업에 미치는 과급효과의 정량화에 대한 연구는 찾기가 어렵다.

본 연구에서는 항공기나 자동차와 같은 기술의 집합체를 국내에서 연구개발 할 경우 이러한 연구개발이 산업에 미치는 과급효과를 연구개발의 산출물인 특허를 중심으로 특허건수와 특허인용지수 등 특허지표를 통해 살펴보고자 한다. 이를 위해 우리나라에서 미국에 등록된 특허를 표준산업분류에 맞추어 분류한 후에, 각 산업별 특허건수(PN : Patent Number)와 특허인용지수(CPP : Cites per Patent), 기술순환주기지수(TCT : Technology Cycle Time), 과학기술연계지수(SL : Science Linkage)에 관한 특허인용분석 지표를 분석하여 이를 산업별 부가가치와의 다중 회귀분석을 통해 기술과 산업 간의 과급효과를 추정하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 기술파급효과의 개념

기술파급(spillover) 효과란 한 기업(혹은 산업)의 R&D 활동에 의해 창출된 새로운 기술 지식이 다른 기업(혹은 산업)의 생산성 증가에 영향을 미치는 기술지식의 외부효과를 의미한다(홍순기 외, 1994).

전통적으로 기술혁신 관련 연구자들은 파급효과를 체화된 파급효과(embodied spillover)와 체화되지 않은 파급효과(disembodied spillover)로 구분하여 왔다(Cohen and Levinthal, 1989). 체화된 파급효과는 신기술에 의해 제조된 기계·장비 등이 산업간 거래를 통하여 한 산업에서 다른 산업으로 이전되는 과정에서 발생하는 기술파급을 의미한다. 이러한 종류의 파급효과는 신기술에 의해 제조된 기계·장비 등이 일반적으로 종래의 것에 비해 효율이 높기 때문에, 암묵적으로 구매자의 생산성 향상에 기여한다는 것을 포착한 것이다. 체화되지 않은 파급효과는 특허나 학술지 또는 인적 네트워크를 통한 기술정보의 흐름이나 연구인력·기술자 등의 이동, 역 엔지니어링 등을 통한 신기술의 확산을 의미한다(윤윤중, 1999).

기술지식 확산의 파급효과를 측정하거나 분석하는 연구의 공통된 결과는 다음과 같다(Mohnen, 1996). 우선 확산에 따른 파급효과는 존재하며 사회적 수익률이 사적 수익률에 비해서 대략 50~100%정도 더 많은데, 이는 파급 혹은 확산의 외부경제효과가 존재하는 것을 의미하는 것이다. 또한 파급효과에 따른 사회적 수익이 산업부분 전체에 걸쳐 분포하고 산업간 통합 수준에서도 존재하는 것으로 연구되고 있다.

2. 기술파급효과 측정방법

경제적으로 유용한 지식의 창출과 확산 여부가 중요해짐에 따라 지식과 지식의 흐름을 측정할 필요가 증대되고 있으나, 지식의 특성상 지식자체 또는 지식의 확산을 정확히 측정하는 것은 거의 불가능하다. 이는 지식이 기계, 장비 등의 자본재와 달리 실체가 없어 통계로는 잘 잡히지 않는데 그 원인이 있다. OECD에서는 기술지식의 크기를 측정하는 지표로서 연구개발인력(기술자, 과학자 등의 수), 연구개발투자, 특허, 국제기술수지 등을 제안하고 지표와 관련한 매뉴얼을 작성, 제시하고 있다(OECD, 1996).

기술지식의 흐름관계를 측정하는 방법에는 특허흐름을 이용하는 방법, 기술혁신의 흐름을 이용하는 방법, 산업연관표를 이용하는 방법(홍순기 외, 1994), 시스템다이내믹스를 이용하는 방법(이윤석, 2004) 등이 있다.

특허흐름을 이용하는 방법은 특허의 발명산업과 이용산업의 행렬표를 이용하여 기술지식의 흐름을 측정하는 방법이다. Schmookler(1966)는 레온티에프의 투입-산출분석 아이디어를 확장시키면서 행에는 발명산업을, 열에는 발명의 이용산업을, 그리고 대각행렬에는 공정기술에 대한 발명을 나타내는 일종의 투입-산출 행렬표를 제안하였다.

기술혁신의 흐름을 이용하는 방법은 개별혁신에 대한 혁신의 창출부문, 이용부문, 혁신기업이 활동하는 주요부문을 이용하여 3차원 행렬표를 만들고 이를 기술지식의 흐름관계로 이용하는 방법이다(Pavitt, 1984). 특허 흐름을 이용하는 방법과 기술혁신의 흐름을 이용하는 방법은 기술지식의 흐름관계를 잘 반영하지만 계측이 어렵다는 것이 현실적인 제약이다.

산업연관표를 이용하는 방법은 산업연관표의 산업연관관계를 통해 기술지식의 흐름관계를 결정하는 방법이다. 투입-산출을 이용한 지식의 흐름은 기본적으로 공급산업에서 수요산업으로의 중간재 혹은 자본재의 거래량에 근거하여 그 크기에 비례하여 기술지식의 흐름이 발생한다는 것이다.

시스템다이내믹스 접근법은 복잡한 시스템에 대해 학습하고자 할 때 매우 유용하게 사용할 수 있는 방법론이다. 주어진 문제 또는 예상되는 문제에 대하여 그와 직·간접적으로 관련된 변수로 구성된 시스템을 정의하고, 변수들 간의 관계를 정량적으로 연구하여 컴퓨터 모형화한 후, 일련의 시뮬레이션을 통해 시스템의 동태적 특성을 밝혀 문제를 해결하는 방식이다(곽상만, 1996). 시스템다이내믹스 접근법은 지금까지 대부분의 과급효과에 대한 연구가 블랙박스로 간주했던 내부 및 외부 메카니즘에 접근할 수 있는 길을 열어준다(Sterman, 2000). 이는 과급효과를 높이거나 낮추는데 핵심적인 역할을 하는 특정 요인을 찾아낼 수 있을 뿐 아니라 과급효과를 극대화할 수 있는 최적 수준을 규명할 수 있음을 의미한다(이윤석, 2004).

3. 특허분석과 방법론

특허는 기업이나 개인 등이 개발한 발명을 보호할 수 있는 수단으로서, 타기업이나 타인이 발명자의 동의 없이 사용하거나 판매하는 행위를 봉쇄함으로써 발명자의 배타적 권리에 합법적 수단을 제공하는 것이다(윤병운, 2005).

기술변화에 대한 연구는 기술의 본질이나 특성을 설명할 수 있는 자료의 부족으로 개념적(conceptual)이거나 정성적(qualitative) 수준에 머무르는 한계를 겪어왔다. 특허는 이러한 문제를 극복할 수 있는 거의 유일한 자료로서 받아들여지고 있으며, 이것은 대부분의 선진국에서 거의 모든 기술 분야의 혁신활동을 명확히 설명할 수 있는 자료이고 장기간 축적되어 있는 자료이기 때문이다(Trajtenberg, 2002).

특허인용 분석은 특허를 출원하려고 할 때 참고하게 되는 기존의 특허를 정리하여 특허

문서에 적시하는 것으로서 과학논문의 참고문헌과 같은 의미를 지니고 있다. 특허인용 분석의 유형은 크게 기존 특허의 인용과 논문이나 칼럼을 포함한 과학적 문서에 대한 인용으로 나뉜다. 특히, 특허간의 인용관계는 오랫동안 기술의 중요성과 같은 기술적 지표로 뿐만 아니라 기술간 지식 흐름을 분석하는데 활용되어 왔고, 또한 과학적 문서와의 인용관계도 과학-기술 간의 연계를 연구하는데 매우 유용하게 쓰여 왔다. 결국 특허인용 분석의 주요 아이디어는 특정 특허가 이후에 출원되는 특허들로부터 빈번하게 인용된다면, 이 특허는 후속 특허의 개발에 기초가 되는 중요한 기술적 진보를 담고 있다는 점을 토대로 한다(Karki, 1997).

특허분석에서 활용하는 방법론은 크게 세 가지로 요약될 수 있다. 첫째, 가장 일반적으로 이용되는 방법론으로서 통계적 방법(statistical method)이 있다. 이 방법은 연도별, 국가별, 출원인별 특허 출원의 통계치와 경제적, 전략적 변수들과의 회귀분석이나 상관분석을 통해 특허와 관련된 변수들과 다른 변수들 간의 관계를 규명하는 것이다. 일반적으로 특허로부터 정량적 지표를 개발하고 국가, 산업, 기업의 기술 활동을 통계적으로 비교하거나 다변량 통계분석(multi-variate statistical analysis)을 통해 특허 변수의 특성을 도출한다.

둘째는 경제적 분석방법(economic analysis method)의 활용이다. 특허통계나 정보를 경제학적 모델이나 이론에 적용함으로써 경제 전체에서 특허의 파급효과나 기술가치평가 등을 분석하는 형태이다. 앞에서 제시한 통계적 방법이 실증적 방법론이라면, 경제적 분석 방법은 이론적 방법론으로서 특허변수를 포함한 분석모델의 제시에 초점을 맞춘다.

셋째는 최근에 부각되고 있는 방법으로서, 다양한 그래픽 도구를 활용한 시각화 방법(visualization method)이다. 이러한 방법은 특허들의 관계를 지도로 표시하거나(Engelsman and van Raan, 1994; Yoon et al., 2002), 네트워크를 활용하여 특허간의 관계를 파악하는데 용이하게 활용된다. 특허의 네트워크는 문서의 연관관계를 활용하여 작성할 수 있으며, 특허의 인용관계를 중심으로 네트워크를 시각화할 수 있을 것이다(이원영 외, 2004).

Ⅲ. 연구모형 및 가설

1. 연구모형

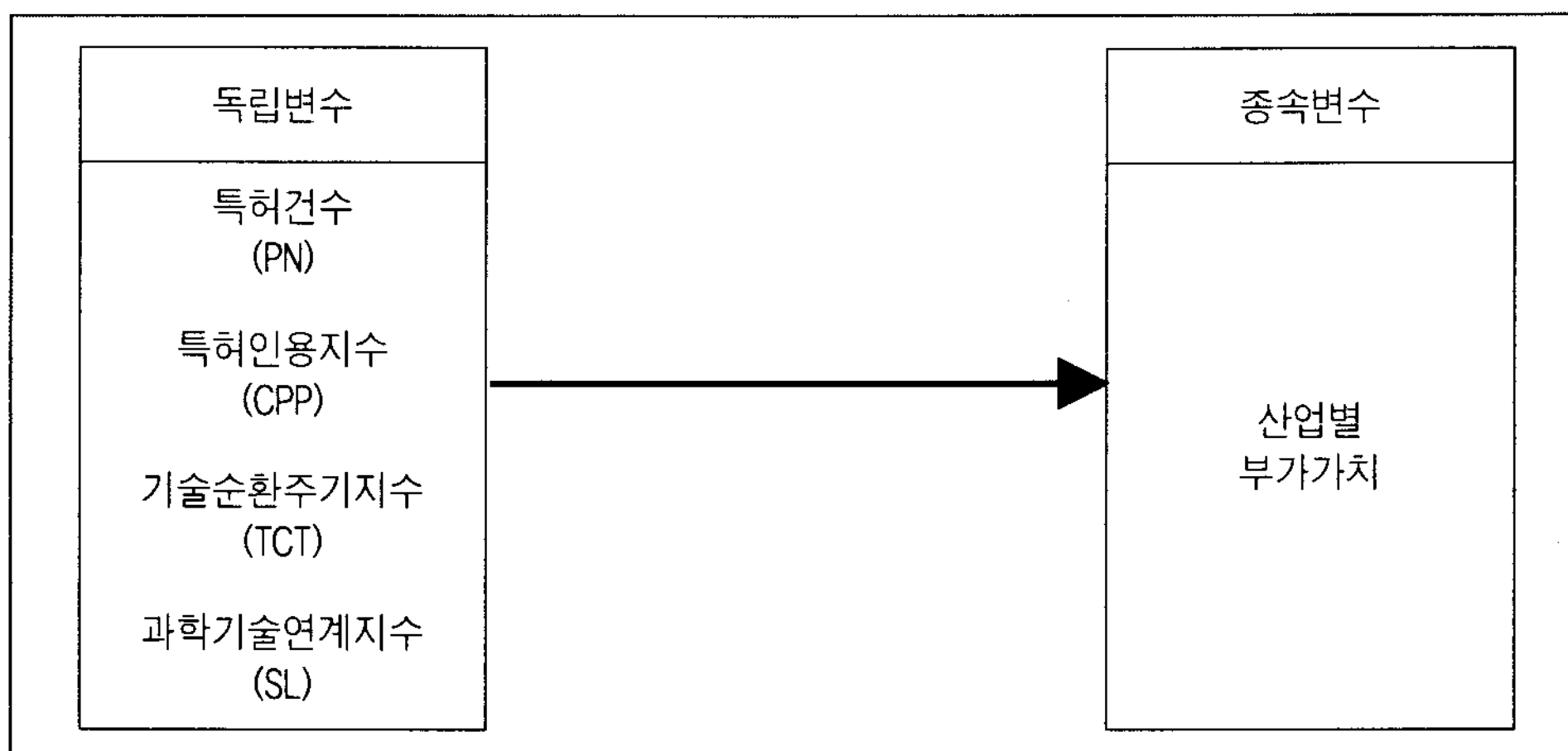
특허정보는 기술혁신을 측정하기 위한 지표로서 그 중요성에 대한 인식이 높아지고 있으며, 주요 선진국에서는 특허정보를 활용한 다양한 분석 보고서와 연구기획 및 성과측정 방법들이 산출되고 있고, 국내에서도 국가 연구개발사업 추진시 특허정보가 활용될 수 있도록

다양한 정책들이 마련되고 있다(한국특허정보원, 2005).

본 연구에서는 지금까지 고찰한 기술과급효과와 특허분석에 관한 이론적 내용을 바탕으로 하여 기술과 산업 간의 과급효과를 추정하기 위한 연구모형을 <그림 1>과 같이 설정하였다.

최첨단 기술의 집합체를 연구개발 할 경우 이러한 기술개발 활동이 산업에 미치는 과급효과를 추정하기 위해 기술개발의 산출물인 특허를 이용하여 분석을 시도하였다. 정부나 기관에서 이러한 기술개발 활동에 정부지원을 할 때 한정된 예산의 효율적인 활용을 위해서는 연구기획 단계부터 기술적, 경제적 타당성을 지속적으로 강구할 수 있는 방안이 필요하다. 이론적으로 볼 때, Griliches, Mansfield 등의 연구에서 R&D 투자와 생산성 증가는 통계적으로 유의성이 높은 정(+)의 상관관계를 보이고 있으며, R&D 투자가 동 산업의 생산성 증가를 가져왔다고 보고 있고, Vermeulen et al.(2003)은 혁신의 투입, 산출관계에서 R&D 지출이 많은 기업이 많은 특허를 낸다는 결과를 얻었다.

본 연구에서는 R&D 투자의 산출물인 특허와 산업별 부가가치 간의 상관분석을 통해 기술개발이 산업에 미치는 과급효과를 정량화하려 시도하였다. 이를 위해 독립변수로는 특허건수와 이러한 특허의 통계적 분석지표인 특허인용지수, 기술순환주기지수, 과학기술연계지수를 선정하였고 종속변수로는 우리나라의 산업별 부가가치를 선정하였다. 특허가 등록된 후 생산성 향상에 기여하기 위해서는 적정기간의 시차효과(lag effect)를 고려할 필요가 있을 것으로 예상된다. 기업에서는 통상적으로 제품개발 초기에 특허를 출원하며, 이 후 특허를 등록하는데 걸리는 평균적인 시간은 미국특허를 기준으로 할 경우 약 2년 정도가 소요되고(특허청, 2005), 과급효과가 최대가 되는 시점은 R&D가 수행된 후 2년 정도가 경과되었을 때이다(Verspagen et al., 1999). 이러한 개념을 Mendelson과 Pillai의 연구에 따라 평균적인 제품의 개발기간과 수명주기에 적용할 경우 제품이 시장에 출시되어 상용화됨으로써 산업별



<그림 1> 연구모형

부가가치에 영향을 미치는 시기는 제품수명주기에서 성숙기 단계인, 특허등록 후 약 2년 뒤에 생산성 향상에 기여할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 1990년과 1995년에 등록된 특허를 이용하였으므로, 시차효과(lag effect) 2년을 고려하여 1992년과 1997년의 산업별 부가가치를 활용하여 이들의 관계를 분석함으로써, 국내에서 연구개발 할 경우 이러한 기술이 산업에 미치는 파급효과에 대한 분석을 시도하였다.

2. 변수정의와 가설설정

(1) 변수정의

본 연구에서는 1990년과 1995년에 각각 미국특허청에 등록된 한국특허를 기준으로 특허건수(PN)와 미국 CHI(Computer Horizon Inc.) Research에서 제시하고 있는 특허분석지표인 특허인용지수(CPP), 기술순환주기지수(TCT), 과학기술연계지수(SL) 등을 분석하여 그 변화량을 독립변수로 선정하였으며, 종속변수는 1992년과 1997년을 기준으로한 우리나라의 산업별 부가가치 변화량을 분석하여 선정하였다. 각각의 변수에 대한 의미를 살펴보면 다음과 같다(한국특허정보원, 2004, 2005).

1) 특허건수(PN : Patent Number)

전체 공개특허 중 해당연도의 연말까지 등록된 특허건수를 의미한다. 특허청의 CD-ROM 공보상에 출원 및 등록이 모두 존재하는 기간으로 해당연도의 연말까지 등록된 특허를 기준으로 등록건수 및 비율의 두 가지 측면에서 살펴볼 수 있다.

2) 특허인용지수(CPP : Cites per Patent)

분석대상(국가, 기업 등)의 특허가 이후의 기술혁신 활동에 어느 정도의 영향을 미쳤는가를 보여주는 지표로서, 이를 통해 개별 특허의 기술적 중요성과 특정 국가 또는 기업의 기술혁신 활동의 수준 및 혁신성과의 가치를 살펴볼 수 있으며, 특허인용지수(CPP)는 다음과 같이 계산된다.

$$CPP_t = \frac{\sum_{i=1}^{n_t} C_i}{n_t}$$

n_t : t 연도에 등록된 특허 건수

C_i : i 특허의 피인용수

특허의 인용정보 분석은 과학기술 논문에 대한 인용분석에 그 뿌리를 두고 있다. 과학기

술 논문에 대한 인용분석이 본격적으로 이루어진 것은 1950년대 Garfield의 연구가 시초라고 보는 것이 일반적이다(Narin, 1999). Garfield는 1960년대에 SCI(science citation index)를 만들었으며, 현재 SCI는 연구성과에 대한 가장 보편적인 평가기준이 되고 있다. 이후 과학기술 논문에 대한 인용분석은 특허에 대해서도 적용되기 시작하였다(Reisner, 1963). 또한 특허의 인용정보가 실제 중요한 기술성과들과 연결되는 것인가에 대한 실증적 연구들이 뒤따랐으며(Carpenter et al., 1981), 지금까지 다양한 측면의 연구결과들은 특허의 피인용 정보가 기술의 중요성과 혁신성과의 가치, 기업의 시장가치 등과 밀접한 관계가 있음을 보여주고 있다.

3) 기술순환주기지수(TCT : Technology Cycle Time)

기술혁신 속도를 측정할 때에 많이 활용되며 인용된 특허들의 발행연도와 인용한 특허의 발행연도와의 차이값들의 중간값(median age)을 사용하고 있다. TCT 지수는 인용문헌들의 발간시점을 활용하여 해당 기술 분야의 발전 속도나 특정국가 또는 기업의 기술혁신 속도를 측정하기 위해 고안된 지표로서, TCT 값이 작게 나타난다는 것은 해당 기술이 보다 최근의 선행기술에 기반을 두고 있다는 것을 의미하며, TCT 값이 크게 나타난다는 것은 보다 오래된 기술들에 기반을 두고 있다는 것으로 해석될 수 있다. 일반적으로 TCT 값은 기술 분야에 따라 큰 차이를 보인다. 선박기술 분야와 같은 전통적 산업부문은 TCT 값이 상대적으로 크게 나타나며, 정보통신 분야는 상대적으로 작게 나타난다.

4) 과학기술연계지수(SL : Science Linkage)

특허에 포함된 기술이 과학의 연구 성과들과 얼마나 밀접한 관련을 맺고 있는가를 보여주며, 이를 통해 국가나 기업이 어떠한 산업부문에서 선도적인 위치에 있고 기초연구 또는 원천기술의 개발에 주력하고 있는가를 간접적으로 살펴볼 수 있다.

기초과학의 연구 성과는 기술혁신의 원동력이 된다. 대학과 연구기관에서의 연구 성과는 상업적 기술로 발전되고, 결국에는 새로운 시장의 창출과 경제적 부의 축적을 이룰 수 있게 되는 것이다. 따라서 특정 국가나 기업의 특허가 대학과 연구기관의 연구 성과와 보다 밀접한 관계를 가지고 있다는 것은 그 국가 또는 기업이 첨단 분야에서 활동하고 있거나, 해당 기술 분야에서 선도적 위치를 점하고 있다는 것을 간접적으로 나타낸다고 볼 수 있다.

$$SL_t = \frac{\sum_{i=1}^{n_t} S_i}{n_t}$$

n_t : t 연도에 등록된 특허건수

S_i : i 특허가 인용한 과학기술 논문수

SL 지수는 해당기술이 과학기술 논문을 많이 인용하고 있다는 것은 보다 기초적이고 원천적인 기술일 가능성이 높다는 것을 의미하며, 개별 국가나 기업의 SL 지수가 높은 수치를 보인다는 것은 경쟁국가나 기업에 비해 보다 선도적 지위를 차지하고 있을 가능성이 높은 것으로 해석될 수 있을 것이다.

5) 산업별 부가가치

부가가치(Value Added)란 생산자가 생산과정에서 새로 창출한 가치를 말한다(조순 외, 2003). 기업의 생산액 중에는 다른 기업에서 매입한 원재료 등 중간재가 포함되어 있으므로 최종재의 가치에서 중간재의 매입액을 공제하면 부가가치가 산출된다. 이와 같이 창출된 부가가치는 생산요소를 공급한 대가인 임금·이자·임차료 및 이윤으로 분배된다.

(2) 가설설정

본 연구에서는 1990년과 1995년에 각각 한국에서 미국에 등록된 특허건수와 특허인용지수, 기술순환주기지수, 과학기술연계지수 등의 변화량과 1992년과 1997년의 산업별 부가가치 변화량의 상관분석과 회귀분석을 통해 기술과 산업 간의 파급효과를 추정하기 위해 본 연구의 이론적 배경에서 살펴본 관련문헌의 내용을 토대로 하여 <그림 1>의 연구모형에서 도출한 연구가설은 다음과 같다.

1) 특허건수(PN)와 산업별 부가가치

Vermeulen et al.(2003)은 2003년 네덜란드의 1,303개의 소규모 기업을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 혁신의 투입(R&D지출), 산출(특허) 관계에서 R&D 지출이 많은 기업이 많은 특허를 낸다는 결과를 얻었다. R&D 투자와 생산성 증가는 통계적으로 유의성이 높은 정(+)의 상관관계를 보이고 있으며(Hong, 1989), Scherer(1984) 등은 R&D의 수행을 통해 자기 산업의 생산성 증가를 가져올 수 있을 뿐만 아니라 타 산업에서 수행되는 R&D 활동에 의해 창출되어 축적된 기술지식 혹은 기술이 체화된 상품의 구입을 통해서도 자기 산업의 생산성 증가를 가져올 있다고 주장하였다. 따라서 본 연구에서 첫 번째 가설은 등록된 특허건수가 많을수록 생산성 증가에 유의하게 작용할 것으로 판단되어 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것으로 설정하였다.

가설1 : 특허건수(PN)는 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

2) 특허인용지수(CPP)와 산업별 부가가치

특허의 인용정보는 혁신성과의 기술적 중요성과 직접적으로 관련되어 있는 지표로서 어떠

한 특허가 장기간 동안 다른 특허들에 의해 많이 인용되었다는 사실은 그 특허가 이후의 기술개발 활동에 중요한 기여를 하고 있다는 것을 의미한다. 또한 그 분야에서 다른 이들이 연구개발 활동을 펼치고 있으며, 그 분야가 경제적 가치를 창출할 수 있는 분야로 인식되고 있다는 것을 의미하는 것이기도 하다(Lanjouw et. al., 1999). 특허의 인용횟수는 혁신 산출물의 시장가치를 객관적으로 평가해 주는 자료로서 활용되므로(Hall, Jaffe and Trajtenberg, 2000), 이에 따라 본 연구에서는 두 번째 가설로서 특허의 인용횟수가 많으면 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것으로 설정하였다.

가설2 : 특허인용지수(CPP)는 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3) 기술순환주기지수(TCT)와 산업별 부가가치

기술순환주기지수는 인용된 특허들의 발행연도와 인용한 특허의 발행연도와의 차이값들의 중간값(median age)을 의미하며(Narin, 1999; NSF, 1996) 기술발전의 속도, 즉 기술혁신의 속도를 측정하고자 하는 경우에 주로 사용된다. 이를 통해 특정 기술분야의 기술발전 속도나 특정 주체의 기술혁신 활동의 기반이 최근의 연구 성과에 기초하는가 아니면 오래 전의 연구 성과에 기초하는가를 살펴볼 수 있다(한국특허정보연구원, 2005). 따라서 본 연구에서는 기술혁신의 속도 측정에 활용되는 기술순환주기지수가 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것으로 연구가설을 설정하였다.

가설3 : 기술순환주기지수(TCT)는 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

4) 과학기술연계지수(SL)와 산업별 부가가치

과학기술연계지수를 통해 해당기술이 기초과학이나 학술적 성과와 어떤 관계에 있는지를 알 수 있으며, 이를 통해 어떠한 국가나 기업이 해당 산업부문에서 선도적인 위치에 있는가를 간접적으로 살펴볼 수 있다. 기초과학의 연구성과는 기술혁신의 원동력이 되고, 대학과 연구기관에서의 연구성과는 상업적 기술로 발전되며, 결국에는 새로운 시장의 창출과 경제적 부의 축적을 이룰 수 있게 되는 것이다. 따라서 본 연구에서는 과학기술연계지수가 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것으로 가설을 설정하였다.

가설4 : 과학기술연계지수(SL)는 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

IV. 실증분석

1. 자료수집 및 기술통계분석

본 연구에서 독립변수는 1990년과 1995년에 미국특허청에 등록된 한국특허의 등록건수와 특허분석지표에 대한 변화량으로서, 미국 표준산업분류체계(SIC)로 분류하였다. 종속변수는 1992년과 1997년의 산업별 부가가치로서 한국은행 경제통계국에서 산업연관표 분류로 작성한 것을 산업과 기술의 분류 및 연계표(이원영 외, 2004)와 통계청에서 작성한 산업활동분류 비교표³⁾를 활용하여 한국표준산업분류체계(KSIC) 및 북미산업분류체계(NAICS : North American Industry Classification System)와 연계하였다. 최종적으로 NAICS와 SIC 호환표⁴⁾를 통해 미국 표준산업분류체계(SIC)로 분류된 독립변수와 연계시켰다.

분류산업의 수는 미국 표준산업분류체계(SIC)를 기준으로 1990년과 1995년에 한국에서 미국에 등록된 특허건수가 없는 산업분야는 제외하였으며, 최종적으로 52개 산업분야로 분류하였다.

분석에 사용된 변수의 기술통계분석의 결과는 아래의 <표 1>과 같이 나타났다. 1990년과 1995년에 각각 등록된 특허건수(PN)의 변화량에 대한 평균값은 65.440이고 특허인용지수(CPP)의 변화량에 대한 평균값은 440.426로서 특허건수의 평균값보다 특허인용지수의 평균값이 약 7배정도 크게 나타났으며, 이는 미국에 등록된 한국의 특허에 대한 평균 인용회수가 7회 정도 된다는 것을 의미한다.

특허건수 및 특허인용지수에서의 평균과 표준편차를 각각 비교할 경우 표준편차의 크기가 평균에 비해 약 2.5~3배정도 차이가 발생하는 것을 알 수 있다. 이는 우리나라에서 미국에 등록된 특허가 산업별로 차이가 크며, 특허인용지수의 차이가 더 크게 나타난 것은 특허를 출원한 후 인용이 많이 되는 특허와 인용되지 않는 특허간의 차이가 많이 발생함으로써 특허별 가치의 차이가 크다는 것을 알 수 있다.

기술순환주기지수(TCT)의 평균이 음의값(-.173)으로 나타난 것은 최종적으로 자료를 산출할 때, 1995년과 1990년도의 차이를 고려했기 때문이며 이것은 1990년에 비해 1995년에 이르면서 우리나라의 기술순환주기가 짧아졌다는 것을 의미한다. 과학기술연계지수(SL)의 평균값이 .413로 나타난 것은 미국에 등록된 한국특허가 출원시에 평균적으로 인용한 비특허 문헌의 비율을 의미한다.

3) <http://www.nso.go.kr/nso2005/stand/inventory/contrast/contrast01/index.jsp>

4) <http://www.census.gov/epcd/www/naicstab.htm>

〈표 1〉 기술통계분석

구 분	단 위	평 균	표준편차	N
산업별 부가가치	십억원	3176.635	6754.491	52
특허건수(PN)	건수	65.440	167.509	52
특허인용지수(CPP)	횟수	440.426	1266.644	52
기술순환주기지수(TCT)	연	-1.735	9.092	52
과학기술연계지수(SL)	횟수	.413	.781	52

2. 가설검정 및 결과해석

본 연구에서는 가설검정을 위해 먼저 52개 산업에 대하여 1992년과 1997년 간의 산업별 부가가치의 변화량과 1990년과 1995년에 각각 한국에서 미국에 등록된 각 산업에 대한 특허건수(PN), 특허인용지수(CPP), 기술순환주기지수(TCT), 과학기술연계지수(SL)의 변화량 간의 개별관계를 상관분석을 통해 살펴보았다.

〈표 2〉 상관관계분석

종속변수	독립변수	Y	X1	X2	X3	X4
산업별 부가가치 (Y)	산업별 부가가치	1.000				
	특허건수	.766*	1.000			
	특허인용지수	.680*	.986*	1.000		
	기술순환주기	.091	.039	.048	1.000	
	과학기술연계	.040	-.169	-.176	.036	1.000

* p<.01

위의 <표 2>에서 종속변수와 독립변수 그리고 각 독립변수들 간의 Pearson의 적률상관계수 분석결과 특허건수와 산업별 부가가치 간의 상관계수는 .766로 상관성이 높게 나타났으며, 특허인용지수와 산업별 부가가치 간에도 상관계수는 .680으로 비교적 높게 나타났다. 반면 기술순환주기와 과학기술연계지수는 각각 산업별 부가가치와의 상관관계가 거의 없게 나타났으며, 특허인용지수와 과학기술연계지수 간에는 -.176으로 음의 상관이 발생하였다. 독립변수인 특허건수와 특허인용지수간의 상관관계 분석시에 상관계수가 .986으로 매우 높게 나

타났으며, 두 독립변수간의 다중공선성 확인결과 상승변량(VIF)이 35정도이고, 공차한계가 .028로서 다중공선성이 발생하는 것으로 판단되었다. 이에 따라 본 연구에서는 다중공선성이 발생한 두 변수인 특허건수와 특허인용지수를 모형1과 모형2로 구분하여 종속변수인 산업별 부가가치 간의 다중회귀분석을 통한 회귀모형을 추정하고 독립변수에 대한 유의성 검정을 실시하였다.

(1) 모형1 : 다중회귀모형(독립변수: 특허건수, 기술순환주기, 과학기술연계)

모형1에서는 52개의 산업별 자료를 이용하여 특허건수, 기술순환주기, 과학기술연계 지수를 독립변수로 놓고 산업별 부가가치를 종속변수로 하는 다중회귀분석을 실시하였으며, 분석 결과는 아래의 <표 3>과 같다.

<표 3> 다중회귀분석 결과

종속 변수	독립변수	R 제곱	F값	유의 확률	B값	β값	T값	유의 확률	연구 가설
산업별 부가가치 (Y)	상수	.599	23.880	.000	872.358		1.134	.262	
	특허건수				31.424	.779	8.392	.000	채택
	기술순환주기				779.441	.090	.971	.336	기각
	과학기술연계				42.552	.057	.625	.535	기각

아래의 결과를 통해 산업별 부가가치의 증가량을 측정하는 다중회귀모형은 다음과 같다.

$$\Delta Y = 872.358 + 31.424(\Delta PN) + 779.441(\Delta TCT) + 42.552(\Delta SL)$$

위 식에서 ΔY 는 1992년과 1997년의 산업별 부가가치의 변화량, ΔPN 은 특허건수(PN)의 변화량, ΔTCT 는 기술순환주기지수(TCT)의 변화량, ΔSL 은 과학기술연계지수(SN)의 변화량을 의미한다.

이 회귀모형의 설명량(R²)은 약 59.9%이며, 더빈왓슨(Durbin-Watson) 값은 1.841로서 2에 근접하므로 오차항의 자기상관이 없다고 말할 수 있다. 각 독립변수의 유의성 검증결과는 다음과 같다. 우선적으로 특허건수는 기술순환주기지수와 과학기술연계지수가 회귀식에 포함되어 있는 경우 매우 유의적이다(t=8.392, p-value=.000). 그러나 기술순환주기와 과학기술연계는 유의확률 .05에서 유의하지 않게 나타남으로써, 본 연구모형에서 설정한 연구가설 중 가설1인 '특허건수는 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것이다'는 채택되었으나, 나머지 가설3~4는 기각되었음을 알 수 있었다.

따라서 특허건수는 산업별 부가가치에 영향을 미치며 회귀계수가 정(+)의 값을 가지므로 특허건수의 증가에 따라 산업별 부가가치가 증가하는 경향이 있는 것으로 해석할 수 있다. 즉 특허건수 1건이 증가할 때마다 약 314억원 정도의 산업별 부가가치가 증가한다고 해석할 수 있겠다. 따라서 본 연구모형에서 설정한 연구가설 중 가설1인 ‘특허건수는 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것이다’는 채택되었음을 알 수 있었다.

1) 모형1-1 : 단순회귀모형(독립변수: 국내특허건수)

모형1-1에서는 1990년과 1995년에 국내에 등록된 우리나라의 특허건수와 1992년과 1997년의 산업별 부가가치 변화량에 대해 회귀분석을 실시함으로써 기술과 산업간의 파급 효과를 추정하였으며, 그 결과는 아래의 <표 4>와 같다.

<표 4> 단순회귀분석 결과

종속 변수	독립변수	R 제곱	F값	유의 확률	B값	β값	T값	유의 확률	연구 가설
산업별 부가가치 (Y)	상수	.484	27.155	.000	529.441		2.248	.032	
	특허건수				4.883	.695	5.211	.000	채택

우리나라에서 국내에 등록된 특허건수와 산업별 부가가치의 상호 연계를 위해 한국은행에서 작성한 산업연관표 분류를 기준으로 특허청에서 IPC분류로 분석한 특허 데이터를 연계하였으며 추정모형은 다음과 같다.

$$\Delta Y = 529.441 + 4.883(\Delta PN)$$

이 회귀모형의 설명량(R2)은 약 48.4%이며 더빈왓슨(Durbin-Watson) 값은 1.842로서 2에 근접하므로 오차항의 자기상관이 없다고 말할 수 있다. 특허건수에 대한 회귀계수는 정(+)으로 나타났으며 매우 유의적이므로(t=5.211, p-value=.000) 귀무가설은 기각되고 연구가설이 지지된다. 그러므로 우리나라에서 등록된 국내특허건수는 산업별 부가가치에 영향을 미치며 회귀계수가 정(+)의 값을 가지므로 특허건수의 증가에 따라 산업별 부가가치가 증가하는 경향이 있는 것으로 해석할 수 있다. 즉 국내특허건수 1건이 증가할 때마다 약 49억원 만큼 산업별 부가가치가 증가한다고 해석할 수 있다. 따라서 본 연구모형에서 설정한 연구가설중 가설1인 ‘특허건수는 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것이다’는 국내특허 및 한국에서 미국에 등록된 특허 모두에서 채택되었으며, 국내에서 연구개발 할 경우 그 산출물인 특허건수가 많을수록 산업별 부가가치가 증가한다고 볼 수 있겠다.

(2) 모형2 : 다중회귀모형(독립변수: 특허인용지수, 기술순환주기, 과학기술연계)

모형2에서는 52개의 산업별 자료를 이용하여 특허인용지수, 기술순환주기지수, 과학기술연계지수를 독립변수로 놓고 산업별 부가가치를 종속변수로 하는 다중회귀분석을 실시하였으며 그 결과는 아래의 <표 5>와 같다.

<표 5> 다중회귀분석 결과

종속변수	독립변수	R 제곱	F값	유의 확률	B값	β값	T값	유의 확률	연구 가설
산업별 부가가치 (Y)	상수	.472	14.297	.000	1339.821		1.536	.131	
	특허인용지수				3.686	.691	6.478	.000	채택
	기술순환주기				689.258	.080	.748	.458	기각
	과학기술연계				41.068	.055	.526	.601	기각

위의 결과를 통해 산업별 부가가치의 증가량을 측정하는 다중회귀모형은 다음과 같다.

$$\Delta Y = 1339.821 + 3.686(\Delta CPP) + 689.258(\Delta TCT) + 41.068(\Delta SL)$$

위 식에서 ΔCPP 는 1990년과 1995년의 산업별 특허인용지수(CPP)의 변화량을 의미한다. 이 회귀모형의 설명량(R²)은 약 47.2%이며 더빈왓슨(Durbin-Watson) 값은 1.687로서 2에 근접하므로 오차항의 자기상관이 없다고 말할 수 있다. 특허인용지수에 대한 회귀계수는 정(+)으로 나타났으며 매우 유의적이므로(t=6.478, p-value=.000), 특허인용지수의 증가에 따라 산업별 부가가치가 증가하는 경향이 있는 것으로 해석할 수 있다. 그러나 기술순환주기와 과학기술연계는 유의확률 .05에서 유의하지 않게 나타남으로써, 연구가설3~4는 기각됨을 알 수 있다.

본 연구모형에서 설정한 연구가설중 가설2인 ‘특허인용지수(CPP)는 산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미칠 것이다’라는 가설이 채택되었으며, 특허인용 횟수가 1회 증가할 때마다 약 37억원 만큼 산업별 부가가치가 증가한다고 볼 수 있다. 따라서 연구개발의 결과물로 산출된 특허가 유사한 산업이나 다른 산업으로 인용될 경우 산업별 인용지수의 분석을 통해 기술이 산업에 미치는 파급효과의 정량화를 추정할 수 있을 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구에서는 항공기나 자동차와 같은 기술의 집합체를 연구개발을 할 경우 그 산출물로
서 발생하는 특허건수와 특허인용분석 지수들을 활용하여 기술이 산업에 미치는 파급효과의
정량화를 시도하였다. 이를 위해 우리나라에서 미국에 출원한 특허를 52개 산업으로 분류하
여 각 산업별 특허의 수와 특허인용지수(CPP), 기술순환주기지수(TCT), 과학기술연계지수
(SL) 등에 관한 특허인용지표를 분석하여 이를 산업별 부가가치와의 회귀분석을 통해 기술
과 산업과의 파급효과를 추정하였다.

먼저 변수들 간의 상관관계 분석결과 독립변수인 특허건수와 특허인용지수간의 다중공선
성이 발생하는 것으로 판단됨에 따라 특허건수와 특허인용지수를 구분하여 종속변수인 산업
별 부가가치와의 다중회귀분석을 통한 회귀모형을 추정하고 독립변수에 대한 유의성 검정을
실시하였다.

모형1에서는 특허건수, 기술순환주기지수, 과학기술연계지수 등 3가지 독립변수에 대한
유의성 검증결과, 특허건수에 대한 회귀계수는 정(+)으로 나타남으로써 가설1은 채택되었으
나, 기술순환주기와 과학기술연계는 비유의적으로 가설3~4는 기각됨을 알 수 있었다. 추가
적으로 실시했던 국내특허건수와 산업별 부가가치에 대한 분석결과도 유의하게 나타남으로
써, 특허건수는 산업별 부가가치에 영향을 미치며 회귀계수가 정(+)의 값을 가지므로 특허건
수의 증가에 따라 산업별 부가가치가 증가하는 경향이 있는 것으로 볼 수 있겠다.

모형2에서는 각 독립변수에 대한 유의성 검증결과, '특허인용지수(CPP)는 산업별 부가가
치에 정(+)의 영향을 미칠 것이다'라는 가설2가 채택되었다. 따라서 연구개발의 결과물로 산
출된 특허가 다른 산업으로 인용될 경우 산업별 인용지수의 분석을 통해 기술이 산업에 미
치는 파급효과를 추정할 수 있을 것으로 판단된다.

결론적으로 특허건수와 특허인용지수는 산업별 부가가치에 대해 각각 유의한 것으로 분석
되었다. 따라서 국내에서 연구개발 할 경우 미국에 등록되는 특허건수와 특허인용지수는 각
산업별 부가가치에 정(+)의 영향을 미치며, 연구개발의 결과물로 산출된 특허가 다른 산업으
로 인용될 경우 산업별 인용지수의 분석을 통해 기술이 다른 산업에 미치는 파급효과를 추
정할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 실증분석의 범위를 특정기술이나 산업으로 한정하지 않고 국가 산업 전체
를 52개 산업으로 분류함으로써 연구개발의 산출물로 등록되는 모든 특허기술의 건수와 특
허지표의 변화에 따른 산업별 부가가치를 추정할 수 있다. 둘째, 여러 분야의 기술이 결합한
항공기와 같은 특정 기술의 집합체를 연구개발 할 경우 그 산출물인 특허건수를 이용하여
그것이 산업별 부가가치에 미치는 파급효과를 정량화 할 수 있고, 특허인용정보를 통해 특
허가 타 산업으로 인용될 경우 다른 산업으로 파급되는 기술지식의 크기를 추정할 수 있다.

셋째, 특허등록과 생산성 증가 간에 시차효과(lag effect)를 고려함으로써 기존의 연구들에 비해 신뢰성을 좀 더 보강했다고 볼 수 있다.

하지만 본 연구에서는 다음과 같은 한계점이 있다. 첫째 기술지식의 흐름과 파급효과를 측정함에 있어 특허라는 비체화 지식의 흐름에 한정하였으며, 특히 미국의 특허청에 등록된 자료를 중심으로 분석함으로써 자료의 편중성이 발생할 수 있다. 둘째, 우리나라와 같이 산업별로 발전 수준의 차이가 큰 상황에서는 특허자료의 인용경향이 산업별로 차이가 존재하나, 이에 대한 적절한 고려가 미흡한 점이다. 셋째, 특허분류체계와 산업별 부가가치 분류체계가 서로 상이하므로 신뢰성이 높은 자료의 확보를 위해서는 보다 객관적인 연계표가 필요할 것으로 판단된다. 넷째, 우리나라와 같이 기반기술이 부족한 상황 하에서 첨단기술을 연구개발을 할 경우 특허를 산출하기 보다는 선진기술을 확보하는 것에 더 많은 비중을 둠으로써 특허건수를 활용한 파급효과 추정치 실질적인 상황을 반영하기에는 어려움이 따를 것으로 예상된다. 따라서 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 곽상만(1996), “학습조직과 시스템 역학”, 학습조직의 이론과 실제, 삼성경제연구소, pp.211~254.
- 유선희, 이방래, 이용호, 원동규(2004), 「R&D 성과의 파급효과 측정에 관한 연구」, 한국과학기술정보연구원.
- 윤병운(2005), “특허분석을 통한 기술 지식의 관리와 신기술 개발 방법론”, 서울대 박사학위 논문.
- 윤윤중(1999), “한국 제조업의 기술파급 네트워크와 연구개발투자의 파급효과분석”, 서울대 박사학위논문.
- 이원영, 박용태, 윤병운, 신준석, 최창우, 한유진, 김은희(2004), 「특허 데이터베이스를 활용한 기술-산업간 연계구조 분석과 한국 기업의 특허 전략평가」, 과학기술정책연구원, 정책연구 2004-03.
- 이윤석, 김진한, 김성홍(2004), “시스템 다이내믹스를 이용한 우리나라 소기업의 정보화 파급효과 추정 및 지원 정책 방향 수립”, 한국경영과학회지, 제29권 제2호.

이회경, 김정우(1996), “연구개발투자의 산업간 파급효과: 한국제조업에 대한 실증연구”, 기술혁신연구, 제4권 제1호.

조순, 정운찬, 전성인(2003), 「경제학 원론(제7판)」, 을곡출판사.

특허청(2005), 「연구기획시 특허정보 활용관련 선진사례 조사연구」

한국특허정보원(2004), 「특허분석지표 활용 가이드북」

한국특허정보원(2005), 「기술로드맵 관련 특허지수를 이용한 분석방법론 개발 및 사례연구」, 산업자원부, 한국산업기술재단.

홍순기, 홍사균(1994), “산업간 기술흐름 구조와 연구개발투자의 파급효과 분석”, 과학기술 정책 제6권 제1호.

2. 국외문헌

Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri(1988), “Inter-industry R&D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-tech Industries”, American Economic Review, Papers and Proceedings, 78, 429~434.

Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri(1989), “Research and Development and Intra-industry Spillovers: An Empirical Application of Dynamic Duality”, Review of Economic Studies, 56, 249~269.

Cohen, W. and D. Levinthal(1989), “Innovation and Learning: The Two Faces of R&D: Implications for the Analysis of R&D Investment”, Economic Journal, 99.

Carpenter, M. P., Narin, F. and Woolf, P.(1981), “Citation Rates to Technologically Important Patents”. World Patent Information. 3(4), 160~163.

Englesman, E.C. and van Raan A.F.J.(1994), “A patent-based cartography of technology”, Research Policy, 23, 1~26.

Grilliches, Z.(1979), “Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth”, Bell Journal of Economics 10.

Grilliches, Z.(1994), “Productivity, R&D and the Data Constraint”, American Economic Review, 84(1).

Grilliches, Z.(1992), “The Search for R&D Spillovers”, The Scandinavian Journal of Economics, 94, 29~47.

Haim Mendelson, Ravindran R. Pillai(1999), “Industry Clockspeed: Measurement and Operational Implications”, Manufacturing & Service Operations Management, 1(1).

Ham, R.M., Linden, G., and Appleyard, M.M.(1998), “The Evolving Role of

- Semiconductor Consortia in the United States and Japan”, *California Management Review*, 41, 137~163.
- Hong, S. K.(1989), *The Contribution of Technological Change to Economic Growth-A Study of South Korea*, unpublished Ph.D. thesis, University College of Swansea.
- Jaffe, A.B.(1986), “Technological opportunity and spillovers of R&D”, *American Economic Review* 76, 984-1001.
- Jaffe, A. and Lerner, J.(1999), “Privatizing R&D: Patent Policy and the Commercialization of National Laboratory Technologies”, National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 7064.
- Jaffe, A. and M. Trajtenberg(1996), “Flows of knowledge from universities and federal labs: modeling the flow of patent citations over time and across institutional and geographic boundaries”, In *proceedings of the National Academy of Sciences*, 93.
- Jaffe, A. and M. Trajtenberg(1999), “International knowledge flows: Evidence from patent citations” *Economics of Innovation fo New Technology* 8, 105-136.
- Jaffe, A.B. and M. Trajtenberg(2002), 「Patents, Citations & Innovations : A Window on the Knowledge Economy」, MIT Press, Cambrige, MA.
- Karki, M.(1997), “Patent citation analysis : A policy analysis tool”, *World Patent Information* 19(4), 269-272.
- Lanjouw, J.O. and Schankerman, M(1999), “The quality of ideas: measuring innovation with multiple indicators”, National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 7345.
- Mohnen, P.(1996), “R&D Externalities and Productivity Growth”, *STI Review*, No. 18, OECD, Paris, 39~66.
- Nadiri, I.M.(1993), “Innovations and technological spillovers”, NBER working paper, North Carolina.
- Narin. F(1999), 「Tech-Line Background Paper」, CHI Research, Inc.
- NSF(1996), 「Science and Engineering Indicators」
- OECD, 「Knowledge Based Economy Industrial Dynamics」, 1996.
- Pavitt, K.(1984), “Sectoral patterns of technical change : Towards a taxonomy and a theory”, *Research Policy* 13, 343-373.
- Reisner, P.(1963), “A Machine Stored Citation Index to Patent Literature Experimentation and Planning”, *Proceedings of Automation and Scientific Communications Annual Meeting*(American Documentation Institute, 1965).

- Scherer F.(1982), “Inter-industry technology flows in the United States”, *Research Policy* 11, 227-245.
- Scherer F.(1984), “Using linked patent and R&D data to measure inter-industry technology flows”, in Z. Griliches(ed.), *R&D, Patents and Productivity*, University of Chicago Press, Chicago.
- Schmookler J.(1966), “Invention and Economic Growth”, Harvard University Press, Cambridge, M.A.
- Sterman, J. D.(2000), 「Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World」, Irwin McGraw-Hill, 141-142.
- Trajtenberg, M.(1990), “A penny for your quotes: patent citations and the value of inventions”, *RAND Journal of Economics* 21.
- Vermeulen, P.A.M, K.C. O’Shaughnessy and J.P.J. de Jong (2003), “Innovation in SMEs : An empirical investigation of the input-throughput-output-performance model”, SCALES(SCientific Analysis of Entrepreneurship and SMEs)-paper N200302, EIM Business & Policy Research.
- Verspagen, B.(1997), “Estimating international spillovers using technology flow matrices”, *Welt-wirtschaftliches Archiv*, 133.
- Yoon, B. U., Yoon, C. B., and Park, Y. T.(2002), “On the development and application of a self-organizing feature map-based patent map”, *R&D Management*, 34(4), 291~300.