

산업별 기술발전의 효율 및 형태변동에 대한 추이구조

박준호¹ · 권철신^{2*}

¹성균관대학교 과학기술연구소 수석연구원 / ²성균관대학교 시스템경영공학과 교수

Transition Structure to Changes in Efficiency and Pattern of Technological Progress by Industries through Development of Patent Mapping Model

Joon-Ho Park¹ · Cheol-Shin Kwon²

¹Sung Kyun Kwan University, The Institute of S&T

²Sung Kyun Kwan University, Dept. of Systems Management Engineering

The main objective of this study is to analyze the structure of efficiency of R&D input variables and the attributes of patent information as output of R&D activities in the major manufacturing industries (electric & electronics, machinery, chemical, textile) from the mid-1970s to the late-1990s by the development of "mapping technique". To attain this objective we first have examined the attribute of time-lag which depends on the absolute, and the cumulative values between input and output. And on the basis of this result, we have made an analysis on the impact to extract the main variables affecting patent by industries. Moreover, according to time trend of the impact variables, we have analyzed the structure of R&D efficiency, and of technological progress which will be changed with time by patent information. It has been aimed at constructing technological progress patterns in the Korea industry.

Keyword: patent mapping model, time-lag, R&D efficiency

1. 서론

성장의 핵심요인으로서 기술에 대한 인식이 확산되면서 독창적 기술성공을 창출하기 위하여 자체 기술개발의 노력을 연구개발(research and development : 이하 R&D로 약칭함)활동에 집중하고 있다. 몇몇 국내 기업들은 세계적인 기업의 수준에 버금갈 정도로 연구개발에 투자를 하고 있지만, 국가적인 차원에서 총량은 주요 선진국에 비해 부족한 실정이다. 세계적인 기업수준으로 연구개발투자를 하고 있는 기업들의 경우도 기술료 수입이나 신시장을 창출하는 신상품(new-to-the-world technology products)으로 성과의 질을 평가할 때는 아직은 세계적인 선도기업이라 할 수 없다.

이와 같이 양적 및 질적으로 한계를 갖고 있는 상황에서 연구개발의 성과를 최대화하기 위해서는 기술에 대한 관리적 측면뿐만 아니라 기업전략적 및 산업정책적 차원이 더욱 중요시된다. 이러한 목적, 즉 전략 및 정책의 수립을 위해서는 연구개발자원의 투입에 대한 성과창출의 효율성과 창출성과의 수준에 대한 분석은 필수적으로 선행되어야 할 과제이다. 그러나, 지금까지 연구개발투자나 그 성과물에 대한 분석의 접근방식은 양적인 측면에서 투입요소와 산출성과간의 연관관계나 투입요소간의 산출성과에 대한 상대적 비중만을 포착하는 연구들에 따라 왔고, 기술발전의 커다란 패턴 및 흐름까지를 산업차원에서 파악할 수 있는 투입요소와 산출성과간의 구조분석적인 해석에는 미흡하였다.

*연락처 : 권철신 교수, 440-746 경기도 수원시 장안구 천천동 300 성균관대학교 시스템경영공학과 개발공학연구소,

Fax : 031-290-7610, E-mail : parkjh@skku.edu

2006년 02월 접수, 2회 수정 후 2006년 09월 게재확정.

따라서, 본 연구에서는 기술발전의 개념으로 장기적이고 동태적인 관점에서 우리나라 산업의 R&D자원 및 성과의 효율성을 비롯한 제 특성에 대한 변동구조를 파악하고자 한다. 분석기간은 일차적으로 1976년부터 1997년까지로 설정하였는데, 이는 외환위기로 R&D활동이 극심한 영향을 받기 이전의 구조를 먼저 파악하기 위함이다.

이를 위해 먼저 투입요소와 성과창출간의 「시간지연(time-lag)」의 문제와 기술혁신역량 또는 기술경쟁력의 측정적도로 거시적으로 사용되는 특허를 창출시키는 영향지표를 도출한 후, 특허 및 실용신안 등에 관한 기술정보가 갖는 기술개발의 활성화도, 수준 등과 같은 구조적 내용을 시계열로, 그리고 형태학적으로 분석하기 위해서 「patent mapping」의 개념을 도입하여 「기술변동분석」, 「기술규준분석」, 「신기술계수분석」을 시행하기 위한 새로운 분석방법을 개발하고, 이를 적용하여 산업별로 기술성과의 축적수준을 규명하도록 한다.

2. 기존연구의 검토

특허정보의 구조분석을 행한 연구에서 시간지연의 고려여부, 시간지연을 고려한 성과지표에 대한 주요 영향지표의 추출방법, 그리고 특허정보가 갖는 다면적 특성, 즉 기술발전의 형태로서 특성파악의 관점에 주목하여 선행연구들을 검토하여 본 연구와의 차이점을 규명해보고자 한다.

Mueller(1966)는 미국의 식품, 기계, 항공기, 금속, 화학·석유 정제 등 5개 산업을 대상으로 R&D활동 단계별 비용과 연구종사자의 특허등록건수에 대한 기여도분석을 행함에 있어 분석의 대상기간(1958년~1960년)에 한하여 투입과 산출의 관계를 단순분석하고 있을 뿐, 여기에 시간지연의 문제를 전혀 고려하지 않았다. 또한 투입비용별 기여도의 차이는 검토하고 있으나, 어느 정도 효율적이었는지에 대한 시간적 추이에 대한 검토가 결여되어 있는 한계를 갖고 있다. R&D투자액으로 특허출원건수의 예측을 시도한 Schiffel and Kitti(1978)의 연구는 시간지연에 관한 문제해결의 접근방식에 있어서 투자액의 대부분이 기초연구가 아닌 응용연구와 개발에 투여되고 있다는 현실 인식이 근거하여 단순히 일괄적으로 2년~3년으로 설정하였는데, 산업별로 R&D속성이 다를 것이기 때문에 시간지연을 단순히 보편적 현상에 근거하여 설정하기보다는 산업별 분석을 통하여 정확하게 파악할 필요가 있다.

Hull, Hage, and Azumi(1984)는 1970년 미국의 14개 산업에 속한 44개 기업을 대상으로 하여 R&D종사자 1인당 특허등록건수로 파악한 '혁신율'과 R&D비용과의 상관관계를 입증하고자 하였다. 분석의 결과를 보면 양자간에 약한 상관관계가 있지만, 투입과 산출간의 시간지연에 대한 고려를 못했기 때문에 정확한 효율구조의 파악에는 한계가 있다. Adler and Fang(1986) 역시 R&D비용 또는 매출액 대비 특허건수를 중심으로 양자의 상호관계를 특허생산성이라는 효율성 측면에서 다루고 있는

데, 양자간에 내재되어 있는 시간지연의 문제를 고려하지 않은 채 효율성을 논하고 있다. 또한, 이들은 R&D비용과 매출액 등과 같은 소수의 투입지표로만 산출에 대한 영향을 파악하고 있기 때문에 R&D를 위한 다양하고 정교한 투입지표의 중요도 분석을 행하지 못한 한계도 갖고 있다.

OECD 18개국을 대상으로 R&D투자액으로 특허출원건수 및 등록건수에 대해 각각 예측하고자 했던 Soete(1987)의 연구에서는 2년간 R&D비용의 단순평균을 사용하고 있으며, Kondo(1988)는 출원 후 등록 또는 출원까지 만을 시간지연분석의 대상으로 삼고 있어 이 문제를 충분히 고려하지 못하고 있고, 또 다양한 투입요소를 토대로 한 분석도 행하지 못하고 있다. Kondo(1999)는 1970년대 초반부터 1980년대 중반까지의 일본 산업을 대상으로 R&D비용과 특허산출과의 관계에 대한 분석을 통하여 산업 평균으로는 약 1.5년의 시간지연구조를 갖고 있으며, 특히 화학산업이 가장 큰 비용 및 시간지연의 구조를 갖고 있음을 밝히고 있다. 그러나 Kondo는 이 연구에서도 다양한 투입요소를 고려하지 못하고 있으며, 효율구조 또한 규명하지 못하고 있다.

Trajtenberg(2001)는 R&D비용과 특허간에 2~3년의 시간지연 구조를 갖고 있음을 밝히고, 미국에 특허등록을 한 주요국가들과의 비교를 통하여 이스라엘 산업의 혁신도를 파악하고자 하였지만, 단순통계에 의한 국가간 추세비교에 그쳤다는 한계를 안고 있다.

이러한 기존연구들의 미비점들에 근거하여 본 연구에서는 이 분야 연구의 핵심전제가 되는 특허창출에 영향을 미치는 투입지표들의 「시간지연」 문제를 산업별, 투입지표별로 구분하여 분석하도록 한다. 더 나아가 R&D투입지표들이 창출해내는 성과가 시간에 따라 누적적인 영향을 미치는 것으로 파악하여 R&D활동의 1차 산출성으로 규정하는 특허지표와 R&D투입지표들간의 효율구조에 대한 시계열적 관계를 기존 연구들에서는 제시하지 못했던 새로운 지표들을 개발하여 검토하고자 한다.

이러한 접근방법에 따른 시간지연의 분석결과는 연구개발의 '수행효율'과 기술정보의 '구조특성'을 형태학적 변동구조로 정밀히 포착하고자 하는 본 연구에 합리적 근거를 마련해 준다는 측면에서 중요한 의미를 갖는다.

3. 조사분석의 틀

본 연구에서 특허와 실용신안을 R&D투입의 성과지표로 사용하는 것은 이들이 기술진보 및 혁신과 매우 밀접한 관련성을 맺고 있을 뿐만 아니라, R&D자원의 투입에 대한 성과의 효율성을 다루는데 있어서 1차 산출물로 가장 폭넓게 보편적으로 사용되고 있는 대표적 지표이기 때문이다. 특히, 특허정보는 산업활동에 영향을 미치는 주요 발명과 기술혁신을 광범위하게 포괄하는 기술정보로서, 특허를 획득하기 위해서는 상당한

시간과 비용이 투입될 뿐만 아니라 상업적으로 활용되는 기대 가치가 큰 주요 신기술로 구성되어 있다는 점에서 그 가치가 인정되고 있다.

먼저, 투입지표의 선정에 있어서는, 우선 R&D관련지표들을 중심으로 경제기획원의 「광공업통계조사보고서(1975-1988)」와 「산업센서스보고서(1975, 1980, 1985)」, 과학기술부의 「과학기술연감(1975~1997)」과 「과학기술활동조사보고(1984~1998)」, 특허청의 「특허청연보(1975~1998)」, 그리고 한국산업기술진흥협회의 「산업기술개발실태조사(1982~1988)」에 근거하여 1차 지표추출을 행한 후, 통계적 방법을 구사하여 R&D비용, 기술도입비, R&D종사자수, R&D설비투자비 등을 선정하였다. 특히, R&D비용은 연구성격별로 구분하여 기초연구비, 응용연구비, 개발연구비로 지표를 더욱 세분화하였다.

R&D활동의 비용 및 인력에 대한 지표는 1930년대에 구 소련에서, 1940년대에는 미국에서 과학기술활동을 측정하기 위해 구축된 첫 지표로, 국제기관이나 각 국가에서 가장 보편적으로 사용되고 있다(Sirilli, 1998).

기술도입비 지표는 독자개발보다는 선진국으로부터의 기술도입을 통해 산업생산을 위한 필요기술을 확보해 온 우리나라로서는 투입요소로 중시해야 할 지표이며, R&D관련 설비투자비 역시 R&D를 위한 기반시설에 대한 투자라는 측면에서 성과에 대한 영향지표로 고려할 가치가 큰 것이다. 아울러 이들 지표들은 체계적으로 분류·집계되고 있어 자료수집이 용이하다는 장점도 갖고 있다.

한편, 이들 비용관련지표는 경상금액을 사용하는데, 도매물가지수를 디플레이터(deflator)로 사용하고 「라스파이레스(Laspeyres)」 방법으로 1990년을 기준 연도로 하여 실질금액을 구한 결과의 상관계수가 산업별로 약간 차이는 있으나, 0.86~0.98로 매우 강한 관계를 갖고 있어 경상금액으로 분석하여도 결과에 왜곡이 없다고 판단하였기 때문이다.

이러한 지표들을 이용한 분석대상은 우리나라 제조업 중에서 R&D활동이 활발한 전기·전자, 화학, 기계, 섬유산업을 대상으로 하고, 분석기간은 관련된 통계자료를 획득할 수 있는 1976년부터 외환위기가 발생하기 전인 1997년까지로 설정하였다.

4. 특허창출의 구조모형

4.1 지표도출구조

4.1.1 시간지연 추출분석

R&D활동을 위해 투입된 요소들이 특허의 출원 및 등록이라는 기술적인 성과로 나타나기까지 어느 정도의 「시간지연」이 존재하는지를 파악하기 위하여 먼저, 각각의 투입지표와 산출지표간의 관계를 그래프와 상관계수를 통하여 살펴본 결과, 특허등록은 '선형형태'이나, 특허출원은 '비선형형태'인 것으로 나타나, 특허출원은 대수(logarithm)를 취하여 선형화하였다.

그리고, 시간지연은 4년까지만 고려하였는데, 이는 투입지표와 산출지표간의 상관분석결과 그 이상의 기간은 상관관계의 강도가 현저히 떨어지기 때문이었다.

이러한 4년까지의 시간지연 범위 내에서 적절한 시간지연의 결정은 각 산출지표들의 시간지연(0~4년)에 따른 변수들을 만들고 회귀분석의 「stepwise 방식」을 이용하여 가장 먼저 회귀식에 투입되는 변수의 시간지연을 선택하였다.

분석결과를 살펴보면, R&D투입요소들이 특허출원으로 창출되기까지는 산업 전체적으로는 3년~4년의 시간지연구조를 갖고 있는 것으로 파악되었다. 개별산업의 경우, 전기·전자산업과 화학산업은 0~2년 정도의 시간지연을 나타내는데 반해, 기계산업과 섬유산업은 대부분의 투입요소들이 4년의 시간지연으로 산출에 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다.

분석대상 산업들 모두가 공통적으로 개발연구비와 응용연구비는 특허출원으로 성과가 나타나기까지 3~4년의 시간이 필요한데 반하여, 기술도입비는 지연이 발생하지 않는 것으로 나타나, 이는 즉각적인 기술효과를 누리기 위한 하나의 방안일 뿐임을 말해주고 있다.

이러한 결과는 Kondo(1999)가 1972년부터 1984년까지의 일본의 산업을 대상으로 R&D비용과 특허출원과의 시간지연을 분석한 연구와는 차이가 있는 것인데, 일본의 경우에는 시간지연이 가장 긴 화학산업과 섬유산업도 약 2.5년이고, 기계산업 및 전기전자산업 등은 1년 미만의 지연구조를 갖고 있어 기술적 측면에서 R&D효율성이 우리나라보다 매우 높음을 시사하고 있다.

투입요소들이 특허등록이라는 성과로 나타날 때까지는 산업 전체적으로는 R&D비용, R&D종사자수, R&D설비투자비는 4년의 시간지연을 보이며, 기술도입비는 2년의 시간지연을 갖고 있는 것으로 판명되었다. 개별산업의 경우, 화학산업에서 대부분의 투입지표들이 2~3년의 시간지연을 나타내어 4년의 시간지연을 갖고 있는 타 산업들보다 기술성과달성의 시간소요가 적은 현상을 보이고 있다.

4.1.2 영향지표 추출분석

특허와 투입지표간 산업별 시간지연의 추출결과를 토대로 제 투입요소들 중에서 특허산출에 가장 영향력이 높은 지표를 파악하기 위하여 투입지표를 다음과 같은 두 가지로 나누어 분석하였다. 첫째로는 R&D비용, 기술도입비, R&D종사자수, R&D설비투자비를 이용하고, 둘째로는 R&D비용을 성격별로 구분하여 기초연구비, 응용연구비, 개발연구비를 투입지표로 하여, 이들 지표의 특허산출에 대한 영향도를 분석하고, 그 중 기여도가 가장 높은 지표를 회귀식의 Beta값을 이용하여 추출하고, 주영향변수로 선정하였다.

이를 위한 분석모형은 앞에서 기술한 바처럼 특허출원은 비선형, 특허등록은 선형의 중회귀모형인데, 이러한 모형을 통해서 투입지표들의 성과지표에 대한 중요도를 분석함에 있어 고려해야 할 일의 하나는 「다중공선성」의 문제이다. 본 연구에

서는 이 문제를 해결하기 위하여 투입지표들을 제거하는 방식을 취하였다.

이와 같은 분석모형을 통해서 투입지표들의 특허산출에 대한 중요도를 분석한 결과를 살펴보면, 먼저 R&D비용을 성격별로 구분하지 않은 경우, 특허출원건수에 있어서는 산업 전체적으로 R&D종사자수가 영향지표로 유효함을 나타내고 있지만, 개별산업들은 모두 R&D비용이 주영향지표였다. 특허등록건수에 있어서도 가장 중요한 지표는 섬유산업을 제외하고는 역시 R&D비용인 것으로 파악되었다.

Table 1. Main Input Indicator on the Output

Industry	Indicator	Main Input Indicator	
		R&D Expenditure	R&D Expenditure (Classified)
Manufacturing Industry	Ln(AP)	R&D Manpower(T _{.4})	Applied Science(T _{.3})
	GP	R&D Expenditure(T _{.4})	Development(T _{.4})
Electric & Electronics	Ln(AP)	R&D Expenditure(T _{.0})	Development(T _{.0})
	GP	R&D Expenditure(T _{.4})	Development(T _{.4})
Chemical	Ln(AP)	R&D Expenditure(T _{.0})	Development(T _{.0})
	GP	R&D Expenditure(T _{.3})	Development(T _{.3})
Machinery	Ln(AP)	R&D Expenditure(T _{.4})	Applied Science(T _{.4})
	GP	R&D Expenditure(T _{.4})	Development(T _{.4})
Textile	Ln(AP)	R&D Expenditure(T _{.4})	Development(T _{.4})
	GP	Technology Introduction (T _{.0})	Development(T _{.4})

1. AP: Applications for Patents, GP: Grants for Patents.
 2. Each subscript in the parentheses means the time-lag of each input indicator.

R&D비용을 연구성격별로 구분하여 수행한 분석결과를 정리해보면, 특허출원의 경우에는 전산업을 평균적으로 볼 때와 기계산업에서는 응용연구비가, 전기·전자, 화학, 섬유산업에는 개발연구비가 가장 영향도가 높은 지표임이 판명되었다. 또한 특허등록에 있어서는 모든 산업에 있어 개발연구비가 가장 영향도가 높은 지표인 것으로 분석되었다.

따라서 특허의 출원건수나 등록건수에 있어 산업별로 시간 지연이 다르기는 하지만, R&D비용이 성과창출에 가장 영향을 크게 미치는 요소이며, R&D비용 중에서도 개발연구비가 특히 크게 영향을 미치는 주 영향요소인 것으로 분석됨으로써 우리나라 산업의 경우, 연구개발의 1차적 성과인 특허산출은 개발연구비에 의해 가장 민감한 영향을 받는다는 사실이 판명되었다.

4.2 효율변동구조

R&D활동을 위해 투입된 자원이 나타내는 효율의 변동에 대한 분석은 최대의 기술적 성과산출을 도모하기 위해 검토되어야 할 산업별 R&D전략수립 내지는 기술정책수립에 기반을 제공해주는 중요한 작업이다.

이러한 효율변동분석을 위해 본 연구에서는 R&D투입요소들 중, 앞에서 시간지연을 고려하여 도출한 각 영향지표의 특허출원 및 등록건수와의 효율관계를 일정한 시간축 상에서 파악하는 변동의 「추이분석(transition analysis)」을 하고자 하는데, Hull, Hage, and Azumi(1984)가 R&D종사자 1인당 특허등록건수를 ‘혁신율’로 파악하였듯이 개념적으로 질적인 면을 내포하기 위하여 특허출원 및 등록건수와 주영향지표를 R&D종사자수로 나눈 상대치로 「교차분석」을 행하여 효율관계의 변동을 분석하게 된다.

여기서, 분석축은 R&D종사자당 특허출원건수와 특허등록건수를 Y축으로 하고, R&D종사자당 영향지표를 X축으로 하며, 주영향지표가 R&D종사자수인 경우에는 단지 시간추이에 따른 R&D종사자당 특허출원건수와 특허등록건수의 변화율을 파악하는 것으로 하였다.

그런데, 「교차분석」을 통해서 나타날 수 있는 효율의 변동추세는 아래와 같이 크게 세 가지로 나눌 수 있다.

- (1) 투입의 감소에도 불구하고 산출의 증가가 발생하는 경우로, 이러한 현상은 R&D투입에 따른 효율측면에서는 이상적인 형태에 해당한다.
- (2) 투입의 증가에 따라 산출도 증가하는 경우로서 일반적으로 기대할 수 있는 형태이다.
- (3) 투입의 증가에도 불구하고 산출이 감소하는 비효율적인 형태이다.

이러한 3종의 변동형태를 전제로 하여 효율추이를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 산업 전체적으로는 R&D비용을 세분하지 않을 경우의 변동구조를 파악하면, 1990년대에 들어와서야 효율이 급격히 증가하는 추세를 보이고 있고, 그 이전에는 낮은 효율과 비효율적인 상태가 반복되는 양상을 보였다. 특허등록이라고 하는 기술적 성과에 대해서는 1970년대 중반 이후 1980년대 중반까지는 비효율적인 구조를 보이다가, 그 이후 1990년대 초반까지는 효율적인 구조로 바뀌었으나 다시 비효율적인 구조로 바뀌는, 효율과 비효율적인 구조가 반복되고 있다. R&D비용을 세분할 경우에도 효율구조는 유사한데, 양자 모두 1980년대 중반까지는 비효율적 구조를 보이다가 그 이후에야 효율적인 구조 형태를 보인다(<부록> 참조).

둘째, 전기·전자산업에서 특허출원 및 등록의 경우에 R&D비용의 세분 여하에 상관없이 비효율적인 구조, 또는 이상적인 효율구조가 가끔 나타나기도 하지만, 대체로는 투입증가에 따라 산출도 증가하는 형태를 보이며, 1980년대 중반 이후부터는 이전에 비해 고효율추세를 나타내기 시작하는데, 이러한 형태는 특허출원건수에서 더욱 두드러진다(<부록> 참조).

셋째, 화학산업은 R&D비용을 세분하지 않고 고찰할 경우에는 1980년대 중반 이후 특허출원의 급격한 효율신장과 함께 때로는 이상적 구조를 나타내기도 하나, 특허등록은 효율과 비효율이 반복되는 구조를 취하고 있는 것으로 판명되었다. R&D

비용을 세분하여 본 경우는, 특허출원에 있어서는 이상적인 형태를 동반하며 급격한 효율신장을 보이지만, 특허등록에 있어서는 효율과 비효율이 반복되는 구조를 보이고 있어, 출원이 등록으로 연결이 되고 있지 않음을 나타내고 있다(<부록> 참조).

넷째, 기계산업과 섬유산업은 R&D비용을 세분 여하에 관계 없이 그 양상이 비슷한데, 기계산업의 특허출원의 경우에 '80년대 중반까지는 비효율적 구조였으나, 그 이후 점진적으로 효율이 높아지다가, 1990년대에 들어서는 이상적인 구조의 동반과 함께 효율의 급상승을 나타내고 있다. 특허등록건수에 있어서도 비슷한 구조를 보이나, 1990년대에서는 효율구조의 일관성이 유지되지 않는 양상을 보인다(<부록> 참조). 그리고 섬유산업에서 특허출원의 경우, 1980년대 중반 이후 지속적인 효율상승구조를 나타내며, 특허등록은 1980년대 말까지 일정한 추이를 나타내지 않고 효율구조와 비효율구조가 뒤섞여 전개되고 있다(<부록> 참조).

4.3 특성변동구조

여기서는 특허창출을 근거로 한 산업별 기술발전의 특성을 시간의 흐름에 따라 분석함으로써 특허정보에 의한 산업별 기술특성의 변동구조를 「patent map(이하 PM으로 약칭함)」의 개념 및 기법을 활용하여 분석하고자 한다.

일반적으로 「PM」은 이러한 특성에 관한 변동추이를 분석할 수 있는 광범위한 방법으로 인정되고 있는데, 특허정보에 근거한 각종 관련사항을 자료로써 분류·정리하거나, 특허정보의 기술내용을 중심어(key words) 등으로 자료화하여 가공·분석한 후, 도표로 표현하는 것이다.

일반적으로 「PM」에서는 좌표 상에 다음과 같은 좌표치들을 설정하여 분석한다.

- (a) 건수 : 특허건수, 실용신안건수, 특허·실용신안건수의 합, 특허 또는 실용신안의 누적건수 등
- (b) 비율 : 특허출원비율, 심사청구비율, 전년도 대비 신장률 등
- (c) 시간 : 월, 계절, 년, 시기

본 연구에서는 특허출원건수, 특허등록건수, 실용신안출원건수, 특허·실용신안출원의 합계 건수, 연 단위의 시간 등을 이용하였다.

이러한 「PM」의 개념을 근거로 하여 본 연구에서는 우리 산업의 기술적 특성 및 변동의 구조를 파악하기 위하여 다음과 같은 세 가지의 방법을 개발하여 분석을 실행하고자 한다.

(1) 기술수준변화분석

기술수준의 변화는 개발되는 기술의 수준변화를 의미하는 것으로서, 특허가 실용신안보다 기술의 고도성이 높기 때문에 이 두 지표의 대비로 매년 개발된 기술들의 수준변화를 파악할 수 있는 것이다. 이를 맵핑(mapping)하기 위하여 Y축에는 특

허출원건수를, X축에는 실용신안출원건수를 표시하고, 각 연도별로 그 교점을 연결하여 '기술수준의 변화'를 파악한다.

(2) 기술규준분석

어떤 산업분야에 대하여 특허와 실용신안의 전체 출원건수 중에 특허출원건수가 차지하는 비율을 통하여 기술의 신규성이 시간의 추이에 따라 변하는 형태를 분석함으로써 '기술의 신장도' 또는 '연구개발의 활성화도'를 파악한다.

맵핑(mapping)의 좌표 상에서 X축은 특허 및 실용신안의 전체 출원건수 중에서 특허출원건수의 비율로 나타내는데, 이는 특허가 실용신안보다 기술의 고도성이 높기 때문에 해당 년도의 고도기술개발의 비율로 볼 수 있다. 그런데, 이것은 아직 등록이 확정된 상태는 아니기 때문에 고도성이 확정된 것은 아니고, 고도기술에 대한 개발의지, 즉 R&D에 대한 활력을 의미한다고 받아들일 수 있다. Y축은 최근 5년간의 누적 특허출원건수에 대한 당해 년도의 특허출원건수의 비율로, 최근에 이뤄진 R&D활동의 강도를 나타내는 고도기술의 신규도로 파악할 수 있다. 따라서 이 두 지표의 대비를 통해 연구개발활력 및 고도기술 신규도에 대한 파악과 아울러 연구개발활력이 고도기술개발의 신장에 미친 영향의 변화를 분석할 수 있는 것이다.

즉, 특허의 출원건수를 Ap_i , 실용신안의 출원건수를 Au_i 라 한다면, X축인 특정 년도(i)의 특허출원건수의 비율은 $Ap_i / (Ap_i + Au_i)$ 로 표현되고, Y축인 특정 년도의 특허출원건수의 경향은 $Ap_i / \sum_{i=t-4}^i Ap_i$ 로 표현된다. 여기서, 분모를 5년 누적치로 잡은 것은 앞서의 분석에서 4년의 시간지연이 특허의 변화 정도를 가장 잘 반영해주는 것으로 파악되었기 때문이다.

(3) 신기술계수분석

「신기술계수(new technology coefficient: NTC)」란 기술규준분석에서 언급된 두 지표를 원점으로부터의 거리개념으로 전환한 척도로서, 이를 수식화하면 다음과 같다.

$$NTC = \sqrt{\{AP_i / (AP_i + AU_i)\}^2 + (AP_i / \sum_{i=i-4}^i AP_i)^2}$$

즉, 개발된 기술의 고도성과 고도기술신규도를 거리개념으로 환산하여 양자를 복합화한 단일수치를 얻음으로써 신기술수준도를 측정하고자 하는 것이다.

이상과 같은 개념설계에 따라 산업별 「기술수준변화분석」의 결과를 <Figure 1>에 나타냈는데, 이를 해석한 내용을 요약하면, 먼저 화학산업은 다른 산업들보다 특허 중심의 기술혁신 성향이 매우 강하게 나타나고 있다. 전기·전자산업의 경우도 1980년대 초반까지는 특허출원보다는 실용신안출원에 약간 치우쳐 있었으나, 1980년대 중반 이후부터는 특허출원의 비율이 급격히 높아져 기술력이 강화되는 성향을 보이고 있다. 반면에, 기계산업은 실용신안 쪽에 치우쳐 있어 기술혁신 성향이 약한 것으로 판명되었다. 섬유산업 역시 기술혁신의 성

향도 약하고 기술성과면의 산출량 자체도 다른 산업들에 비해 극히 저조한 것으로 드러났다.

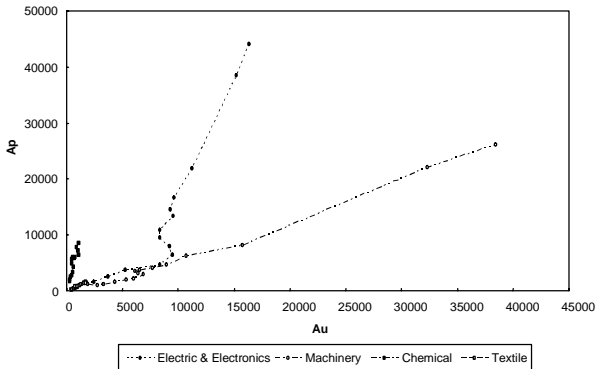


Figure 1. The Fluctuation of Technology Development

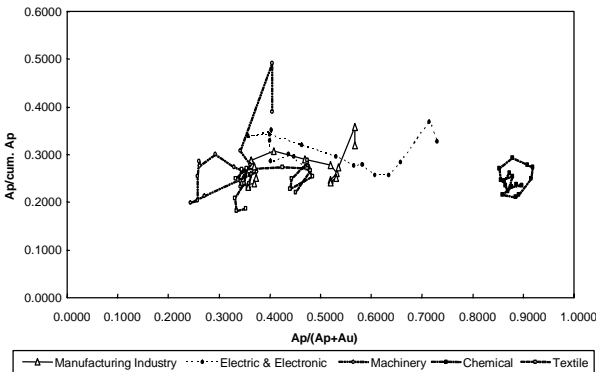


Figure 2. The Expansion Coefficient of Technology Development

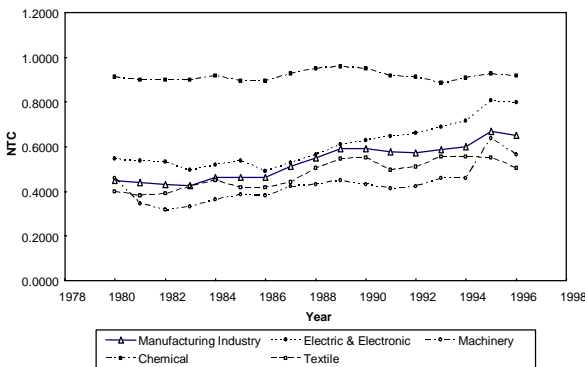


Figure 3. New Technology Coefficient

「기술규준분석」의 결과는 <Figure 2>에 나타나 있는 바처럼, 분석대상산업 모두가 1980년대 중반 이후에는 기술의 신장도가 증가한 것으로 나타났다. 전기·전자산업은 1970년대 후반 이후 꾸준히 연구개발활력이 증가하여 왔고, 이는 타 산업군보다 더 높은 고도기술 창출로 연결이 되었음을 보이고 있다. 그러나 신규도는 비교적 감소추세에 있다가 1990년대에 들어 높은 성장세를 나타내었다. 화학산업은 타 산업군보다 분석의 전 기간에 걸쳐 연구개발활력은 매우 높으나, 이것이 고

도기술의 창출로 유도되지 못하였다. 이에 비해 기계산업은 연구개발활력도와 고도기술의 신규도 모두 낮은 수준이었고, 섬유산업은 연구개발활력은 기계산업보다는 높지만, 고도기술의 신규도는 가장 낮은 수준에 머무르고 있다.

「신기술계수분석」을 통하여 살펴본 산업별 신기술의 수준은 <Figure 3>에 나타나 있는데, 전산업 평균보다 화학과 전기·전자산업은 높은 수준에 있다. 특히, 화학산업은 타 산업에 비해 신규기술수준이 월등한 위치에 있는데, 이는 「기술수준변화분석」과 「기술규준분석」에서 고찰한 것처럼 특허건수가 실용신안건수보다 많은 신규성의 속성이 강함을 반영하고 있는 것이다. 한편, 전기·전자산업은 화학산업보다는 낮으나 일정한 수준에서 증감을 반복하고 있는 화학산업과는 달리, 1980년대 중반이후 지속적인 증가추세를 나타내 이 산업분야에서의 활발한 R&D활동을 입증하고 있다. 두 산업과는 달리 섬유산업과 기계산업의 기술은 평균 이하의 신규성을 보이고 있는데, 특히 기계산업은 1980년대 초반 이후 섬유산업보다도 줄곧 낮은 수준이었으나, 급격한 성장을 나타낸 1995년 이후에는 섬유산업보다는 높은 수준으로 반전되었다.

5. 결론

오늘날 세계 제국들은 자국의 기술우위 확보를 위해 첨단기술 개발을 촉진함과 동시에, 첨단기술유출의 규제 등을 지적소유권협정에 의하여 강화하는 등 기술보호주의가 심화되는 상황이며, 이의 대표적인 움직임이 선진국에서 시행되는 특허관리의 전략화라는 형태로 나타나고 있다. 이러한 환경에 더불어 한정된 기술자원으로 최대의 기술성과를 추구해야 할 우리의 입장으로는 R&D투입자원의 특허창출 유발구조, 그리고 이들 양자간의 특성구조 및 변동형태를 면밀하게 분석하여 대처해야 함에도 불구하고, 이러한 연구는 극히 부진한 상황이다. 이는 R&D투입과 산출간의 시간지연의 문제, 산업차원에서 R&D 효율성과 특성을 파악하기 위한 분석기법의 문제, 투입산출지표의 선정문제 등 많은 어려움이 내재되어 있기 때문이다.

본 연구는 이러한 문제점들을 인식하여 R&D활동에 있어서 투입 및 산출 관련요소들의 효율성 및 특성에 대해 장기적이고 동태적인 입장에서, 특허창출에 주된 영향을 미치는 지표를 시간지연을 고려하여 산업별로 추출하였고, 이를 이용하여 특허산출과의 효율구조의 추이를 분석함으로써 산업차원에서 특허창출관리를 위한 이론적 기반을 마련하였다. 또한 「기술수준변화분석」, 「기술규준분석」, 「신기술계수분석」이라고 하는 새로운 개념모형을 도입하여 개발된 기술의 성향, 기술의 신장도 및 활성화도, 그리고 기술의 신규성의 정도를 파악하여 국내 주요 산업의 기술특성구조에 대한 분석을 행하고 향후 R&D투자전략을 위한 정책적 지침과 활발한 후속적인 추가 연구를 위한 디딤돌을 마련하였다.

본 연구를 통하여 해명된 국내 주요산업의 기술구조상의 문

제를 요약하면 다음과 같다.

(1) 특허의 출원 및 등록에 대한 영향지표들의 시간지연은 3~4년이며, R&D비용 그 중에서도 개발연구비의 영향도가 가장 큼을 보이고 있다. (2) 특허의 산출요소 및 투입요소에 나타나는 효율의 변동구조는 비효율과 효율이 반복적으로 나타나나, 1980년대 중후반부터는 효율상승의 구조를 나타내고 있다. (3) 산업별로 기술특성의 구조를 살펴보면, 먼저 기술수준변화 구조에서 화학산업과 전기·전자산업은 고도기술 지향성이 강하다. 기술규준분석의 결과로 나타난 기술의 신규도 역시 화학산업이 타산업보다 높음을 나타내고 있다. 그러나 그 구조를 보면, 분석 대상인 모든 산업들에서 고도기술개발에 대한 활력의 증가가 기술의 신규성 증가에 안정적인 영향을 미치고 있지 못하다. 이러한 현상은 우리나라 기업들의 R&D 전략 및 관리의 미비에 기인하는 것으로 평가할 수 있다. 신기술 계수분석의 결과도 화학산업과 전기·전자산업이 신규기술의 수준이 가장 높은 것으로 판명되었다.

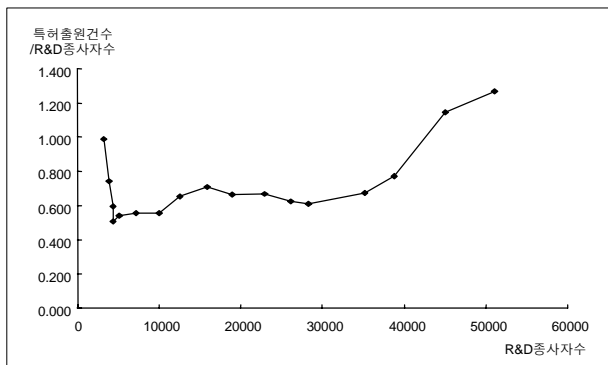
끝으로, 본 연구의 성과에 다음과 같은 몇 가지 미비점을 보완할 필요가 있는데, 이를 추후의 과제로 정리하고자 한다.

- (1) 본 연구는 과거에 대한 현상분석에 머물러 있다. 따라서 성과지표에 대한 예측모형의 개발을 통해 미래의 기술변동 구조를 예측한다면 국가의 산업기술정책수립을 위해 보다 유용한 기반연구의 역할을 할 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서는 시계열 변동분석만 시도하고 있으나, 투입변수들의 영향구조를 해명할 수 있는 연구의 수행이 뒷받침되어야 산출을 위한 투입요소들의 보다 세밀한 정책적인 제안이 가능할 것이다.
- (2) 외환위기 이후의 발전구조에 대한 분석과 본 연구결과의 비교를 통하여 외환위기의 시기가 기술발전에 미친 영향 구조를 해명할 필요가 있을 것이다.
- (3) 국가 간의 비교분석을 행한다면 국내 산업의 위치 및 특성, 그리고 향후의 추진방향에 대한 유용한 시사를 획득할 수 있을 것이다.

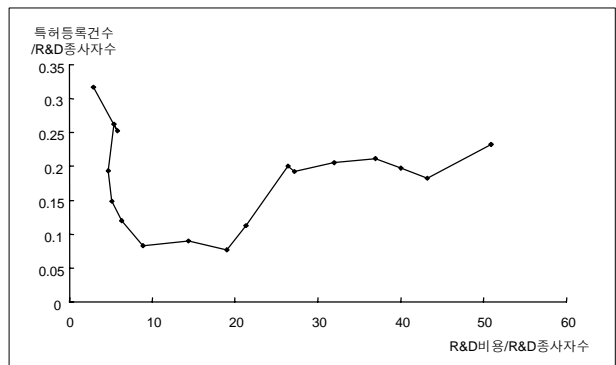
부 록 : 산업별 효율변동추이

<R&D비용 비구분시>

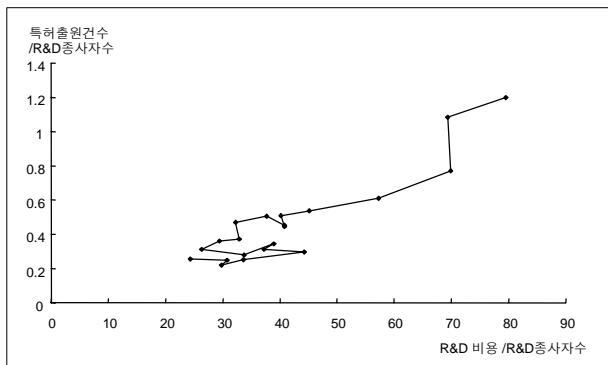
① 전산업 특허출원



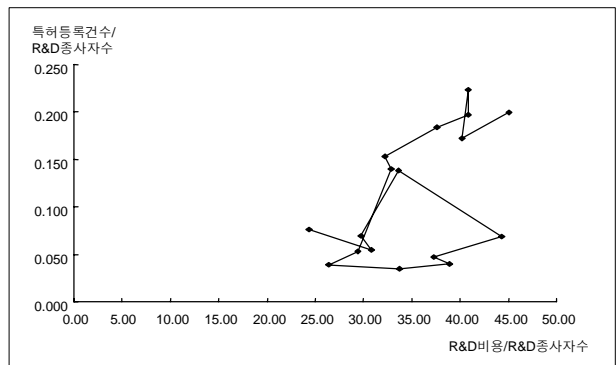
② 전산업 특허등록



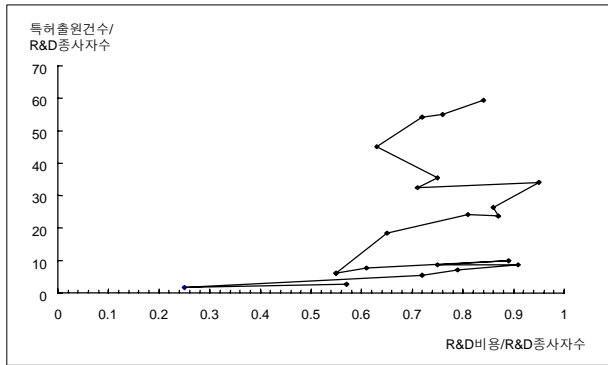
③ 전기·전자산업 특허출원



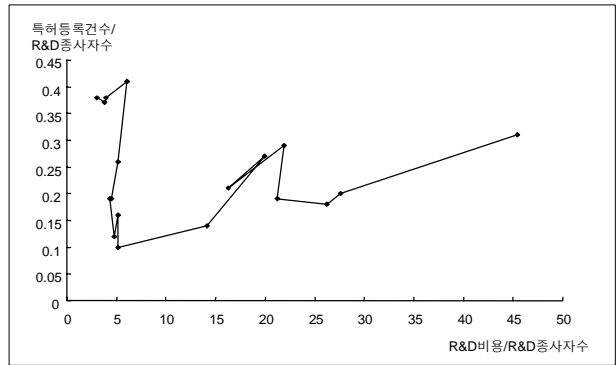
④ 전기·전자산업 특허등록



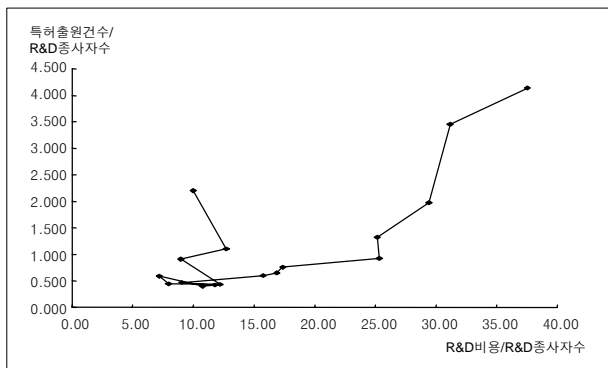
⑤ 화학산업 특허출원



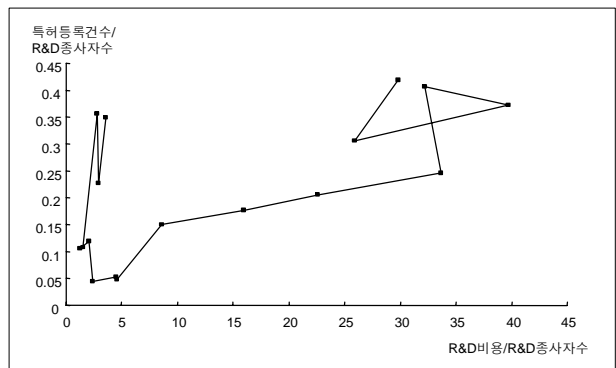
⑥ 화학산업 특허등록



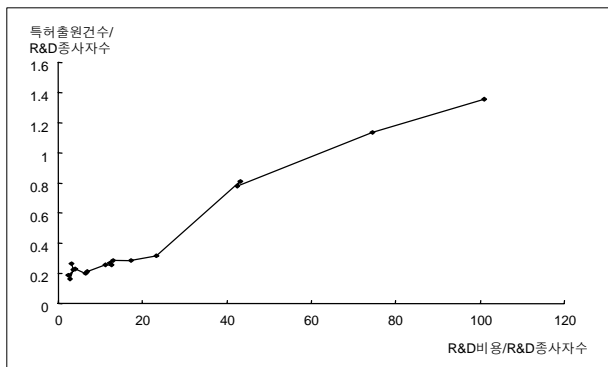
⑦ 기계산업 특허출원



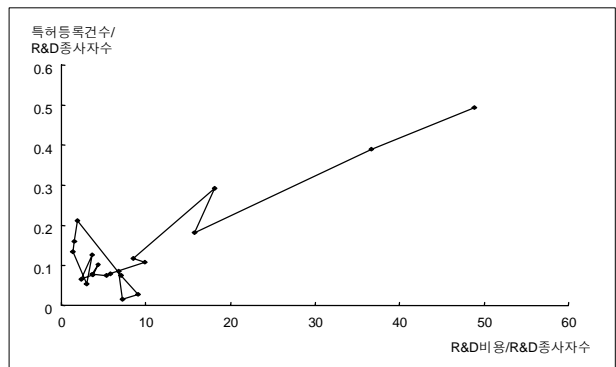
⑧ 기계산업 특허등록



⑨ 섬유산업 특허출원

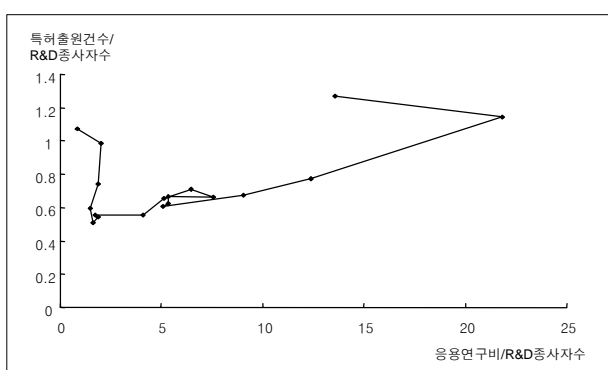


⑩ 섬유산업 특허등록

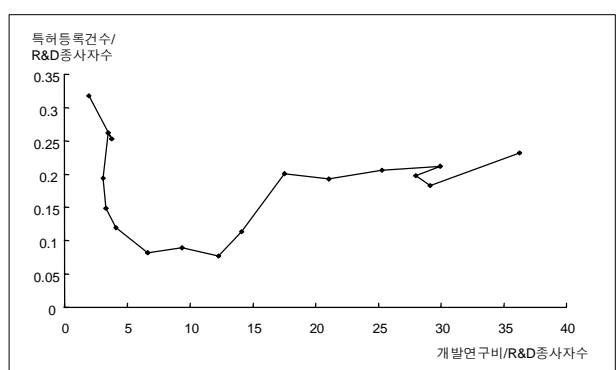


<R&D비용 구분시>

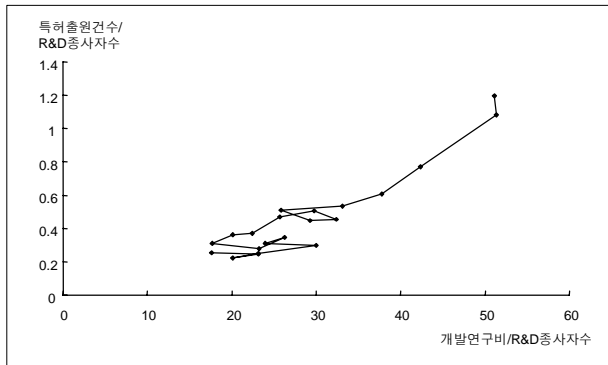
⑪ 전산업 특허출원



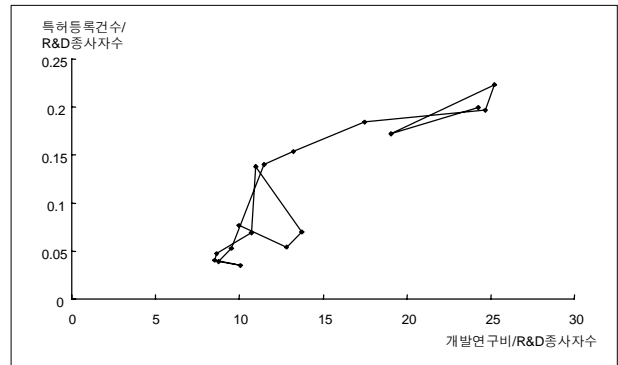
⑫ 전산업 특허등록



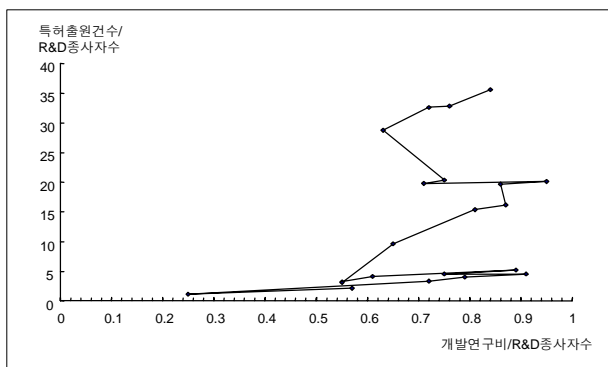
⑬ 전기·전자산업 특허출원



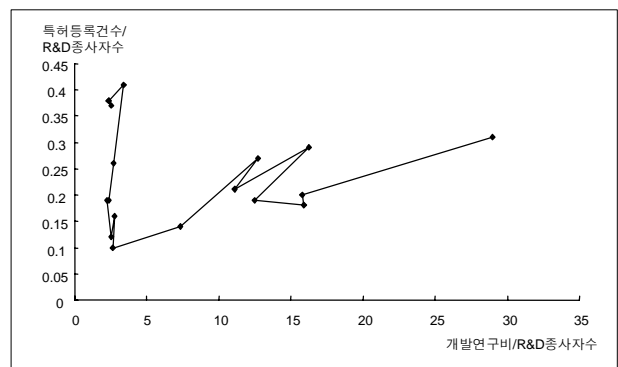
⑭ 전기·전자산업 특허등록



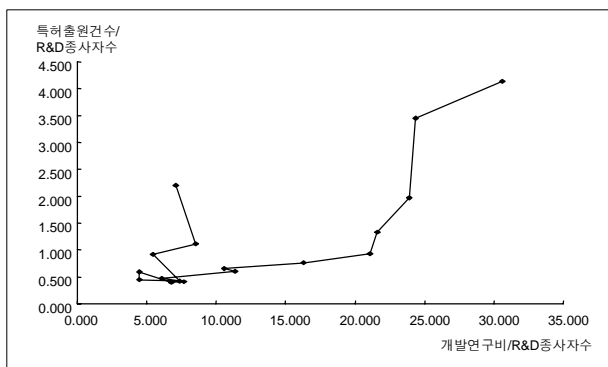
⑮ 화학산업 특허출원



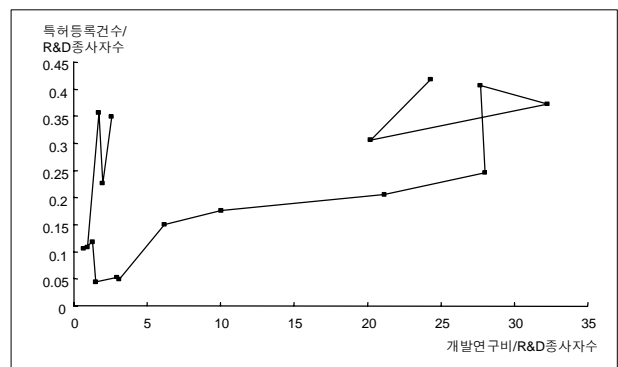
⑯ 화학산업 특허등록



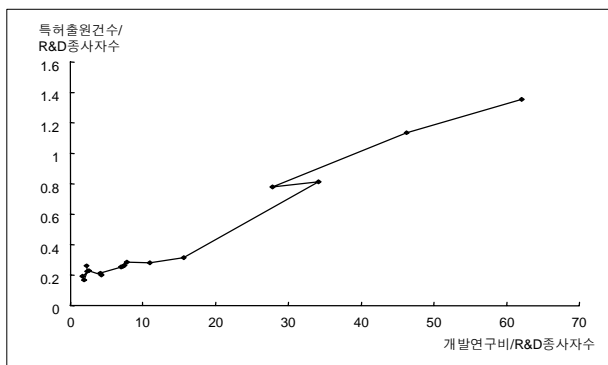
⑰ 기계산업 특허출원



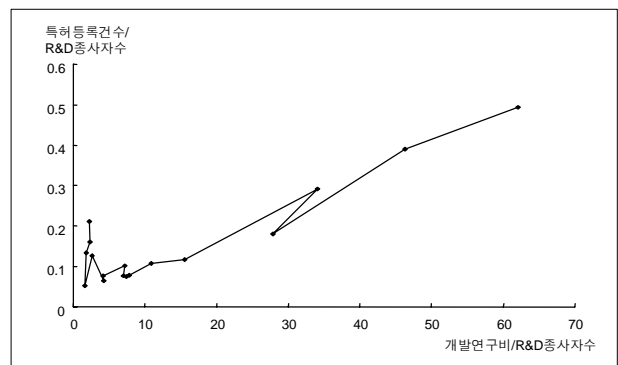
⑱ 기계산업 특허등록



⑲ 섬유산업 특허출원



⑳ 섬유산업 특허등록



참고문헌

- Adler, S. F. and Fang, H. H. P.(1988), U.S. Patent Productivity, *Research Management*, 29(5), 29-35.
- Economic Planning Board, Report on Industrial Census, 1975, 1980, 1985.
- Economic Planning Board, Report on Mining and Manufacturing 1975 ~ 1988 (every year).
- Hull, F., Hage, J., and Azumi, K.(1984), Strategies for Innovation and Productivity in Japan and America, *Technovation*, 2, 121-139.
- Korean Industrial Technology Association, Report on the Survey of Industrial Technology Development 1988-1988 (every year).
- Korean Intellectual Property Office, Yearbook of KIPO 1975 ~ 1998(every year).
- Kondo, M.(1988), Quantitative Analysis of the Dynamics of Japanese R&D in Robotics and Genetic Engineering Using Publication and Patent Data, *The Journal of Science Policy and Research Management*, 13(2), 172-181.
- Kondo, M.(1999), R&D Dynamics of Creating Patents in the Japanese Industry, *Research Policy*, 28, 587-600.
- Ministry of Science and Technology, Report on the Survey of Research and Development in Science and Technology 1984 ~ 1998(every year).
- Ministry of Science and Technology, Yearbook of Science and Technology 1975 ~ 1997(every year).
- Mueller, D. C.(1966), Patents, Research and Development and the Measurement of Incentive Activity, *The Journal of Industrial Economics*, 15, 26-37.
- Schiffel, D. and Kittl, C.(1978), Rates of Invention : International Patent Comparison, *Research Policy*, 7, 324-340.
- Sirilli, G.(1988), Conceptualizing and Measuring Technological Innovation, *IDEA Paper*, STEP Group, Norway.
- Soete, L.(1987), The Impact of Technological Innovation on International Trade Patterns: The Evidence Reconsidered, *Research Policy*, 16, 101-130.
- Trajtenberg, M.(2001), Innovation in Israel 1968 ~ 1997: A Comparative Analysis using Patent Data, *Research Policy*, 30, 369-398.



박준호

성균관대학교 산업공학과 학사
 성균관대학교 산업공학과 석사
 독일 Kaiserslautern대학교 R&D Management 전공
 성균관대학교 산업공학과 개발공학전공 박사
 현재: 성균관대학교 과학기술연구소 수석연구원
 관심분야: R&D경영, 기술전략, 신제품전략, S&T발전, 발전구조



권철신

한양대학교 무기재료공학과 학사
 한양대학교 산업공학과 석사
 연세대학교 경제학과 석사
 일본 동경공대 경영공학과 석사
 일본 동경공대 사회공학과 박사
 미국 MIT PostDoc. 초청연구원
 한양대학교 산업공학과 조교수
 미국 GWU 경영학과 초빙교수
 현재: 성균관대학교 시스템경영공학과 교수
 관심분야: R&D시스템, R&D경영, NPD, 개발공학, 컨셉개발론, 창조경영