

# 연구개발(R&D)활동이 GDP에 미치는 영향 분석: 과학기술논문과 특허의 매개를 통하여<sup>†</sup>

Impact Analysis of R&D Activity on GDP through S&T Papers and Patents

김인자(In Ja Kim)\*, 오윤정(Yun Jung Oh)\*\*, 김연희(Yeon Hee Kim)\*\*\*

## 목 차

- |                      |              |
|----------------------|--------------|
| I. 서론                | IV. 실증적 분석결과 |
| II. 이론적 배경 및 선행연구 검토 | V. 결론 및 시사점  |
| III. 연구설계            |              |

## 국문 요약

기술경제이론에서는 연구개발을 통한 기술혁신이 경제성장의 핵심요소로 간주하고 있다. 본 연구는 사회학, 경영학에서 사용되고 있는 경로분석(path analysis)방법을 활용하여 연구개발 투입변수(GDP 대비 총 연구개발비 비중, 총 연구원수, 이공계 학사학위 비율)가 매개변수인 산출변수(과학기술논문수, 특허등록수)를 통해 경제적 성과변수인 GDP에 어떻게 영향을 미치는지 분석하였다. 연구개발 활동 변수 중 과학기술논문수(0.967), 총 연구원수(0.373), 총 연구개발비 비중(0.191), 특허등록수(0.049), 이공계 학사학위 비율(0.007) 순으로 GDP에 가장 큰 효과를 가지는 것으로 나타났다. 총 연구개발비 비중과 총 연구원수는 GDP에 직접효과보다 논문이나 특허를 매개로 하여 GDP에 미치는 간접효과가 더 크게 나타났다. 이는 연구개발비 규모나 GDP 대비 비중을 꾸준히 유지시킬 필요성과 고급인력양성의 중요성을 시사한다. 또한, 과학기술논문수는 GDP에 가장 큰 효과를 가지는 것으로 나타나, 연구개발로 창출된 새로운 지식 및 기술이 공유·확산됨으로써 새로운 성과와 가치로 이어진다는 것을 시사한다고 할 수 있다.

핵심어 : 기술경제이론, 경로분석, 연구개발, 경제성장, 연구개발 시차

※ 논문접수일: 2016. 4. 27, 1차수정일: 2016. 6. 23, 게재확정일: 2016. 7. 2

\* 한국과학기술기획평가원 책임전문관리원, kij@kistep.re.kr, 02-589-2867, 교신저자

\*\* 한국과학기술기획평가원 책임전문관리원, ohyj@kistep.re.kr, 02-589-2885

\*\*\* 한국과학기술기획평가원 위촉연구원, yeonhee@kistep.re.kr, 02-589-2195

† 본 논문은 한국과학기술기획평가원의 기관고유사업으로 수행한 연구과제의 일부를 발췌하여 수정·보완하였음.

## ABSTRACT

---

In technology economic theory, technology innovation through R&D is regarded as a core element of economic growth. This research analyzes how R&D input factor (R&D as a percentage of GDP, total number of researchers, the proportion of science and engineering degree) affects GDP, economic outcome variable, through mediating variable (S&T papers, patent registration). The most effective variable among R&D activity variables is following order: the number of S&T papers (0.967), the total number of researchers (0.373), the proportion of R&D expenditure (0.191), the number of patent registration (0.049), the proportion of science and engineering degree (0.007). It is that the proportion R&D expenditure and the total number of researchers shows greater indirect impact through S&T papers and patent than the direct impact on GDP. This implies the importance of high-quality human resources training and the necessity of maintaining the scale of R&D fund or the importance on GDP. Moreover, S&T papers turns out to have the greatest effect on GDP and implies new outcome and value by sharing and expanding new knowledge and technology created by R&D

Key Words : Technology and economic theory, Path analysis, Research and development, Economic growth, Research and development time-lag

---

## I. 서론

지식의 스톡(knowledge stock)이 지속적인 국가성장의 원천이라는 점에서 연구개발의 중요성이 강조되고 있다. 연구개발은 지식 생산의 활동이며 일출효과의 특성을 가짐으로써 연구개발 활동에 의해 발생된 지식이나 경험은 해당 분야뿐 아니라 여타 관련 분야 및 산업에 직간접적으로 파급되어 국가의 경제성장에 기여한다(유성모·임광선, 1997). 따라서 세계 각국은 국가 경쟁력을 확보하고 세계경제 질서를 선도하고자 중장기적 연구개발 투자목표를 제시하고 있다. 한국 정부는 「제3차 과학기술기본계획(’13~’17)」에 따라 5년간 총 92.4조원의 정부R&D 예산을 투자할 예정이다. 일본은 「제5기 과학기술기본계획(’16~’20)」을 수립하고, 향후 5년간 GDP의 1%에 해당하는 26조엔의 정부R&D를 투자할 계획이다. 중국은 「국가중장기과학기술발전계획요강(’06~’20)」을 통해 2020년까지 R&D투자를 GDP 대비 2.5%까지 확대할 예정이다. EU는 제7차 프레임워크 프로그램(FP7)의 후속인 ‘Horizon 2020’을 추진하여 7년간(’14~’20) 총 793억 유로를 투자한다는 목표를 제시하고 있다. 또한, 세계 각국은 연구성과의 활용·확산이 경제성장의 질을 향상시킨다는 인식 하에 연구성과를 개방하고 공유하려는 노력들을 진행하고 있다. 한국 정부는 「연구성과 관리·활용 기본계획」 수립을 비롯하여 연구성과 관리·유통 전담기관 제도<sup>1)</sup>를 실시하고 있으며, EU는 공적 자금으로 수행된 연구 결과에 관한 논문 및 연구데이터를 2020년까지 무료로 개방할 계획이다. 미국도 공적자금 지원을 받은 연구의 결과인 출판물에 대해 일반인들이 쉽게 접근할 수 있도록 개방정책을 추진하고 있으며(한겨레, 2016. 5. 31), 미국 항공우주국(National Aeronautics and Space Administration, NASA)는 특허기술 56개를 공개하여 상업적 사용을 허용함으로써 최첨단 기술의 경쟁력 향상을 도모하고 있다. 이와 같이 연구개발 투자의 양적 성장에 따라 효율성, 생산성 측면의 관심 증가와 연구성과의 파급력에 대한 관심이 증가되면서 연구개발 관련 지표와 연구성과 통계들이 발표되고 있다<sup>2)</sup>. 그러나 임의적이고 일률적인 단순한 가중치를 적용함으로써 경쟁력 지표가 국가 간의 상대적 위치를 알려줄 수 있지만, 정책수립에 대안이 될 수 있는 정보를 담고 있지 않다는 지적도 있다. 즉, 어떤 요소에 의해 경쟁력이 좌우되는지, 어떤 정책이 경쟁력 상승에 효과가 있는지에 대해

1) 미래창조과학부는 2008년부터 연구현장에 분산되어 개별적으로 보관·관리되고 있는 다양한 연구성과를 체계적으로 관리하고 효율적인 활용을 지원하기 위하여 연구성과 관리·유통 전담기관 제도를 도입하였다. 연구성과 관리·유통 전담기관은 연구자들이 등록·기탁한 연구성과에 대해 검증·분석·가공을 통해 후행연구나 사업화에 활용하도록 연구성과 정보를 개방·공유하는 역할을 수행하고 있다.

2) WIPO(World Intellectual Property Organization)는 특허 관련 통계들을, OECD는 회원국을 중심으로 주요 과학기술 지표들(Main Science and Technology Indicators)을 반기별로 발표하고 있다. 스위스의 IMD(International Institute for Management Development)는 ‘IMD 세계경쟁력 연감(The IMD World Competitiveness Yearbook)’을 발표하고 있고 국가 간의 경쟁력 비교로서 많이 인용되고 있다.

서 어떠한 설명도 할 수 없다고 지적한다(과학기술부·한국과학기술기획평가원, 2007:1-3). 또한, 기존 연구들은 주로 OECD 회원국들, 몇몇 선진국들 또는 각국을 중심으로 연구개발의 활동이 경제성장에 미치는 직접효과나 상관관계 분석에 주로 초점을 두고 있다. 따라서 연구개발의 어떤 요소들(factors)이 경제성장에 영향을 미치는지 분석할 필요가 있다. 또한, 연구개발로 창출된 새로운 지식 및 기술이 공유·확산을 통해 활용됨으로써 새로운 성과와 가치로 이어지는 선순환체계 차원에서 연구개발 활동이 경제성장에 미치는 효과를 분석할 필요가 있다.

기술의 변화는 동일한 양의 물질자본 및 인적자본과 결합하여 보다 많은 생산량을 생산할 수 있도록 함으로써 수확체감의 한계를 뛰어넘을 수 있다(David(저)·백웅기 외(역), 2007:220)는 점에서 경제학자들 사이에 연구개발과 경제성장 간의 관계에 대한 많은 연구가 수행되어 왔다. 본 연구는 사회학, 경영학에서 주로 사용되고 있는 경로분석(path analysis)방법을 활용하여 연구개발 활동의 일련과정이 경제성장에 어떻게 영향을 미치는지 분석하는 탐색적 연구이다. 본 연구는 선행연구의 검토를 통해 GDP에 영향을 미치는 연구개발 활동 관련변수와 연구개발 활동이 연구성과의 산출이나 실제 산업생산 및 GDP에 적용되는 시차를 도출하였다. 그리고 OECD 회원국들을 포함하여 세계경제 분야에서 핵심적 역할을 하는 세계 60여개 국가를 대상으로 연구개발 투입요소들이 GDP에 얼마만큼 영향을 미치는지에 대한 직접효과뿐만 아니라, 연구개발의 1차적 산출물인 과학기술논문과 특허를 매개로 하여 GDP에 얼마만큼 영향을 미치는지에 대한 간접효과도 분석하였다. 경로분석은 연구개발 활동과정에 대해 인과관계의 경로를 설정함으로써 각 연구개발 활동 요소들의 직·간접 효과를 분석할 수 있는 장점을 가진다는 점에서 본 연구의 분석모형으로 적합하다고 할 수 있다. 따라서 경로분석을 통해 실제 현상을 밝히려고 시도한 점은 기존 연구와 차별성을 지닌다. 주로 직접효과만을 분석하는 기존 연구를 보완하고, 직접효과와 간접효과, 총 효과를 파악함으로써 연구개발 활동의 기여도를 보다 더 잘 파악할 수 있다는 데 의의가 있다. 또한, 연구개발 활동의 결과가 산출성이나 경제성 성과로 이어지는 데 상당한 시간 차이(time-lag)가 존재한다. 이를 고려하여 실증적으로 효과분석을 수행하였다는 점에서 연구의 의의가 있다.

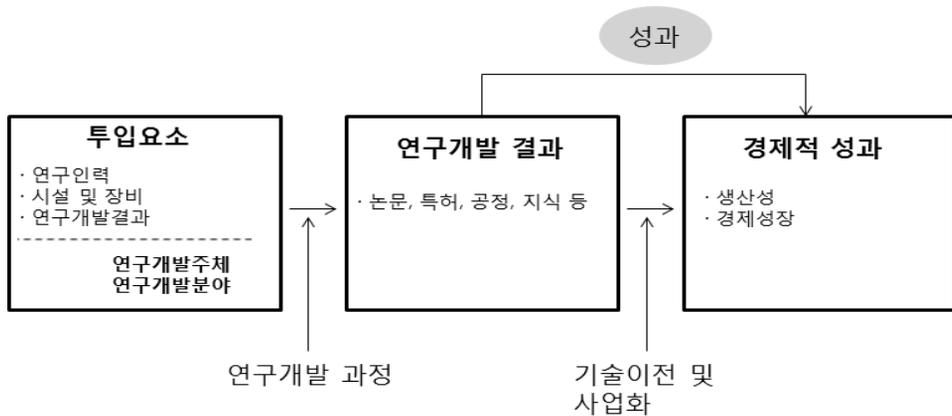
## II. 이론적 배경 및 선행연구 검토

### 1. 연구개발(R&D)과 기술경제이론

연구개발(R&D)이란 새로운 지식이나 기술을 창출하고, 그 결과를 활용함으로써 국민경제와

국가경쟁력을 제고하는 일련의 과정이다. OECD Frascati Manual에 의하면, 연구개발은 과학 기술에 기초한 다수의 행위로서 연구개발 단위, 조직 및 부문 간, 특히 정부와 여타 수행자들 사이에 상당한 양의 자원이동을 포함하는 활동으로 규정하고 있다. 연구개발 활동은 투입(input)-산출(output)-성과(outcome)-효과(impact) 등이 환류되는 일련의 유기적인 시스템 또는 과정이다(최태진, 2007). 연구인력, 연구비, 시설·장비 등이 투입되어 1차적 성과인 논문, 특허, 시제품 등이 산출되며, 연구결과는 기술이전 및 사업화·기술창업을 통해 기업의 매출액이나 이익을 증대하고 비용절감과 제품의 질을 개선한다. 궁극적으로는 이러한 경제적 성과를 통해 국민경제에 기여하고 국가경쟁력을 제고하는 것이라고 할 수 있다.

기존에는 노동과 자본이 경제성장의 주된 요인으로 여겼으나, 기술경제이론은 기술진보와 기술혁신에 의한 생산성 향상을 경제성장의 원동력으로 본다. 신성장이론에서는 연구개발의 결과에 의해 생성되거나 축적된 지식을 통해 생산적 활용이 가능해지며, 이를 통해 기술진보 및 경제성장이 이루어진다고 보고 있다. 지식은 아이디어, 경험, 인적자본에 대한 투자, 조직 내에 축적된 노하우, 기계 및 설비에 체화되어 있는 기술 등 어떤 대상에 대하여 알고 있는 모든 내용을 포괄하는 개념이다(조운애 외, 2005).



출처: 조운애 외(2005)

(그림 1) 연구개발 투자와 성과 간의 관계 구조

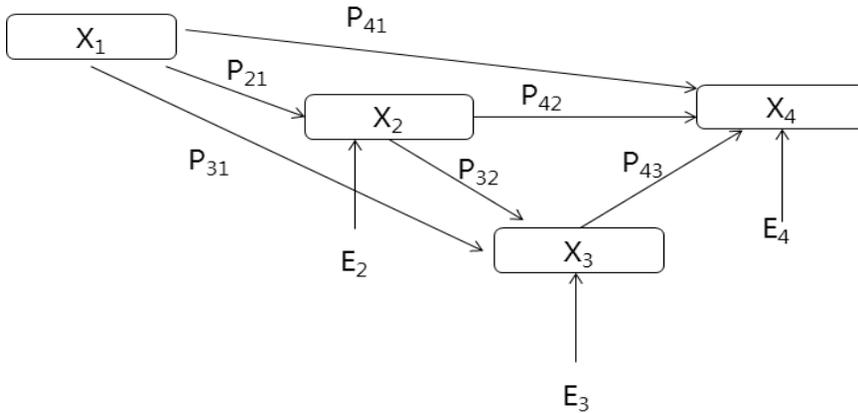
내생적 성장론의 대표적인 학자 Romer(1986)는 경제성장 및 기술진보가 교육, 연구, 학습 등에서 유도되어질 수 있다고 보았다. 한 나라의 경제는 연구개발 부문(research sector), 중간재 부문(intermediate goods sector), 최종재 부문(final goods sector) 등으로 이루어지며, 연구개발 부문은 인적자본과 기존의 지식 스톡을 이용하여 새로운 지식을 생산하는 것으로 보

았다. 지식은 일반적으로 비경합적이고 배제가능성이 낮다고 가정함으로써 공공재로 간주하였다. 내생적 경제성장 모델에서는 연구와 기술에 대한 투자를 두 배로 늘려도 얻어지는 지식이 두 배가 되지 않는 투자규모에 대한 수확체감의 특성을 갖지만, 지식의 외부효과와 공공재적 성격으로 인해 결국 생산의 수확체증을 갖는다. 따라서 설비투자나 연구개발 투자를 늘리는 정책은 전통적 신고전파 이론에서 주장되는 것보다 더 많은 생산증대의 효과를 낳는다고 예측한다(신현수·남장근, 2004:6). Dosi(1988)는 기술개발 능력의 차이가 기업간, 국가 간 성장률 및 소득 격차를 유발한다고 주장한다. 신 슈페터주의자의 진화론적 기술경제이론은 조직 개념을 도입함으로써, 왜 세계 경제가 내생적으로 변화하는지, 기술경쟁과 경제발전의 추진력은 무엇인지에 대해 관심을 가진다(Metcalf, 1995; 조윤애 외, 2005:37 재인용). 신 슈페터주의자들은 기술에 대해 완전한 공공재나 완전히 중립적인 것이 아니라고 정의하며, 기술의 누적적 측면에 의한 급격한 혁신 또는 점진적 혁신을 중시한다. 모든 산업에서의 기술개발은 기업들의 자체적인 기술개발 노력에 크게 의존한다. 기업들은 경쟁적으로 연구개발 투자를 늘리고 연구개발 인력을 확보하여 자사의 프론티어 기술을 확대함으로써 신기술, 신제품을 개발하거나 생산하고자 한다. 이를 통해 시장점유율을 확대하고 매출액을 증대시키며, 여기서 창출된 수익으로 연구개발 투자를 증대시킴으로서 신기술, 신제품의 개발 및 산업화를 촉진하는 환류체계를 갖게 된다고 신 슈페터주의자들은 주장한다.

## 2. 경로분석(Path Analysis)

경로분석(path analysis)은 2개 이상의 독립변수와 2개 이상의 종속변수 사이의 인과관계를 파악함으로써 직접효과와 간접효과를 밝힐 수 있는 방법이다(김계수, 2009:207). 1920년대 Sewall Wright에 의해 창안되었으며, 1960년대 Duncan, Hodge, Goldberger 등 여러 학자들의 노력에 의해 계량모형이 정립되어 경제학, 행정학, 교육학 등 다양한 학문분야에서 인과관계를 설명하기 위해 널리 쓰이고 있다(변세일, 2008). 경로분석은 변수들 간의 인과적 순서가 가정됨으로써 변수들이 서로 어떻게 영향을 미치는가를 잘 알 수 있다는 장점을 지닌다(배병렬, 2007:90). 또한, 여러 변수들 간의 복합적 선형관계(linear relationship)를 수리적·도식적으로 표현하기 위해 구조방정식과 경로다이어그램을 활용하여 나타낼 수 있다(변세일, 2008). 경로분석에 사용되는 변수는 외생변수와 내생변수, 잔차변수 등이 포함된다.

외생변수는 인과관계 모형 밖의 변수들에 의해 그 변량이 결정되는 변수로서 독립변수의 성격을 가지며, (그림 2)에서  $X_1$  변수가 이에 해당한다. 내생변수는 모형 내의 외생변수나 내생변수 등 여타 변수들에 의해 직접 또는 간접적으로 영향을 받는 변수로서 종속변수의 역할을



출처: 변세일(2008)

(그림 2) 경로다이어그램 예시

하지만, 때로는 독립변수의 역할을 한다(배병렬, 2007:75). 이에 해당하는 변수는  $X_2, X_3, X_4$ 이다. 잔차변수(residual variable)에는 오차변수와 교란변수가 있다. 오차변수란 명시내생변수<sup>3)</sup>에 대한 잔차를 의미하여 항상 외생변수가 된다. 이는 측정오차나 측정오류가 아니고 모형 밖에서 발생하는 원인에 해당하며  $E_2, E_3, E_4$ 이다. 교란변수는 잠재내생변수와 관련된 잔차로서 각 잠재내생변수는 한 개의 교란변수를 가진다(천대운, 2002).

경로분석은 경로계수를 가지며  $P_{21}, P_{31}, P_{32}, P_{41}, P_{42}, P_{43}$ 이 이에 해당한다. 경로계수는 회귀식에서 얻은 독립변수의 비표준화 회귀계수(unstandardized regression coefficient) 또는 표준화 회귀계수(standardized regression coefficient)를 사용할 수 있다. 대부분은 각 변수들이 다른 후속변수에 영향력의 상대적 크기를 나타내는 데 유리하여 분석결과의 해석이 보다 편리하다는 점에서 표준화 회귀계수를 사용하며, 경로분석 방정식 형태로 표현하면 다음과 같다(변세일, 2008).

$$\begin{aligned}
 X_2 &= P_{21}X_1 + E_2 \\
 X_3 &= P_{31}X_1 + P_{32}X_2 + E_3 \\
 X_4 &= P_{41}X_1 + P_{42}X_2 + P_{43}X_3 + E_4
 \end{aligned}$$

직접효과(direct effect)란 한 변수가 다른 변수에 직접적으로 영향을 미치는 효과를 말하며 위의 (그림 2)에서 경로계수  $P_{21}, P_{31}, P_{41}$ 이 해당한다. 간접효과(indirect effect)는 독립변수가

3) 명시내생변수는 관측변수라고도 하며, 구체적으로 측정될 수 있는 변수이다(변세일, 2008).

한 개 또는 그 이상의 매개변수를 통해 종속변수에 영향을 미치는 경로효과를 말하는 것으로  $P_{32}$ ,  $P_{42}$ ,  $P_{43}$  경로계수이다. 따라서 변수  $X_1$ 은 변수  $X_4$ 에 대해 직접효과와 간접효과를 모두 가지고 있다. 총 효과(total effect)는 변수들 간에 발생한 총 직접효과와 총 간접효과를 모두 합한 효과를 말한다(변세일, 2008; 김계수, 2009).

### 3. 선행연구 검토

기존 연구들은 연구개발 활동과 경제성장 간의 관계, 연구개발 투입요소와 연구성과의 관계, 연구개발 투입요소와 산출요소에 대해 경로분석 연구 등 다양하다. 첫째, 연구개발 활동과 경제성장간의 관계를 분석한 연구들은 다음과 같다. Boskin and Lau(1996)은 G7 국가인 캐나다, 프랑스, 서독, 이탈리아, 일본, 영국, 미국을 중심으로 1961년부터 1990년까지의 데이터를 활용하여 노동, 자본, 인적자본, R&D, 기술진보가 경제성장에 대한 기여율을 측정하였다. 경제성장의 기여도는 기술진보가 37%~50% 수준으로 가장 크게 나타났고, 인적자본은 2%~6% 수준, R&D는 8%~16% 수준으로 나타났다. Joly(1993)는 프랑스, 독일, 영국, 일본, 미국 등 선진국 5개국에 대해 1963년부터 1987년까지를 3개 시기로 구분하고 성장요인을 분석하였다. 생산함수를 이용하여 투입요소인 노동, 자본, R&D, 경기순환적 요소, 외생적 기술진보가 국가성장에 미치는 기여도를 추정하였다. 제1차 석유파동(1963년~1973년) 시기에는 국가별로 R&D가 25.6%~45.2%, 기술진보는 -2.7%~24.2% 수준으로 국가의 전체 성장에 영향을 미친 것으로 분포되었다. 제2차 석유파동(1974년~1979년) 시기에는 R&D가 8%~44%, 기술진보가 -20%~26.6% 사이에 분포되어 국가의 전체 성장에 영향을 미친 것으로 분석하였다. 그리고 1980년~1987년 시기에는 R&D가 -8.7%~54% 수준으로, 기술진보는 -46.2%~24% 수준으로 국가 전체 성장에 영향을 미치는 것으로 분석하였다. 특히, 제1차 석유파동 이후 미국의 경기침체는 R&D와 기술진보의 감소에 의한 것으로 많은 부분이 설명된다고 밝히고 있다. 신태영·박병무(1999)는 경제예측모형에 연구개발부문을 추가하여 연구개발 투자의 효과를 분석하였다. 1970년~1994년 경제지표를 이용한 분석에서 연구개발투자가 GDP에 미치는 영향이 첫 해에는 0.25%이지만 30년 후에는 1.54%의 성장을 가져온다는 것을 보였다. 하준경(2005)은 한국을 중심으로 1991년부터 2000년까지의 데이터를 활용하여 GDP 대비 R&D비중이 1% 포인트 상승 시 경제의 장기성장률은 0.16% 포인트 상승하며, R&D의 경제성장률 기여도는 10.9%로 추정하였다. Huňady 외(2014)는 EU 27개국을 대상으로 연구개발 지출이 2년의 시차를 두고 GDP 성장에 정(+)의 방향으로 영향을 미친다는 것을 분석하였다. 손동희 외(2015)는 1980년부터 2012년까지 OECD 국가 대상 패널자료를 구축하여 연구개발 투자는 GDP에 정(+)의 영

향을 미치며, 연구개발 투자는 1인당 3,191달러의 GDP 증가를 가져오는 것으로 추정하였다. Falk(2007)는 1970년부터 2004년까지의 OECD 국가 패널 데이터 이용하여 장기간 경제성장에 대한 R&D투자의 영향을 측정하였다. GMM(generalized method of moments)모델을 사용하여 GDP 대비 기업체의 R&D지출비율과 하이테크 부문에서 R&D투자 점유율이 1인당 GDP와 근로시간당 GDP에 강한 정(+)의 영향을 갖는 것으로 분석하였다. Sterlacchini(2008)는 EU 12개국에 속하는 127개 NUTS-II(Nomenclature of Territorial Units for Statistics-II)지역을 대상으로 1995년~2002년 기간 동안 유럽지역의 경제성장과 인적자본, R&D간의 관계를 조사하였다. 고등교육을 받은 성인의 비율은 모든 지역에서 1인당 GDP에 효과를 가지는 반면, R&D지출 강도는 몇몇 지역에서 효과를 갖는 것으로 분석하였다. Guerrero 외(2015)는 영국의 74개 NUTS-III(Nomenclature of Territorial Units for Statistics-III)지역 147개 대학에 대해 2005년부터 2007년까지 기업가적 대학(entrepreneurial university)의 교수(학생당 또는 대학당 고용비용), 연구(협력연구, 연구계약, 컨설턴트, 시설, 지적재산), 기업가의 활동(spin-off)에 대한 경제적 영향(1인당 총 부가가치)에 대해 분석하였다. 이러한 기업가적 대학의 활동이 경제적 영향에 긍정적(+)으로 나타났으며 통계적으로 유의미하였다. Lee 외(2015)는 ICT(Information and Communications Technology) 혁신이 경제성장에 크게 기여한다는 점에서 1999년부터 2013년까지 40개 국가를 대상으로 고정효과회귀모형(fixed effects regression models)을 통해 R&D요소(연구원수, R&D자금, 기업 R&D수행 비율), 브로드밴드 인프라, 교육 등이 ICT 혁신에 영향을 미친다는 것을 밝혔다.

둘째, 연구개발 투입요소와 연구성과의 관계에 대한 연구를 살펴보면, 신열(2001)은 지역협력연구센터(Regional Research Center: RRC) 사업을 대상으로 연구인력과 연구개발 투자규모가 학술성과와 기술성과에 어떻게 영향을 미치는지 분석하였다. 연구인력과 연구개발 투자를 증가시킬수록 학술성과 및 기술성과에 긍정적인 영향을 주는 것으로 확인하였다. 특히, 교수와 박사과정 연구원의 규모는 논문발표 성과에 정(+)의 영향을 미치고, 참여교수와 과학재단의 투자는 특허성과에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석하였다. 김현민(2010)은 참여연구원으로 등록된 연구원 수가 많을수록 논문과 특허성과는 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석하였다. 김주경(2013)은 차세대핵심환경기술개발사업을 대상으로 논문성과에 연구인력 수만이 정(+)의 영향을 미치며, 특허성과에는 R&D스톡, 연구인력수, 연구수행기간이 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석하였다. 특히, 논문과 특허 모두 박사급 인력의 역할이 중요하다는 것을 밝히고 있다. 배용국(2013)은 일부 출연기관을 대상으로 투입요소(예산, 연구인력수)와 산출요소(논문, 특허등록, 기술료)에 대해 패널분석을 실시하였는데, 예산이 확대될수록 논문, 특허, 기술료의 성과가 많아지는 것으로 밝혔다. 연구인력은 특허와 논문에 부(-)의 관계가 존재하며 기술

료만 정(+)의 관계가 있는 것으로 분석하였다. 김형주 외(2011)는 SCI 논문이 많을수록 특허실적에는 부정적 영향을 미치는 것으로 분석하였다. 노경란·한상완(2006)은 과학기술논문이 특허의 혁신가치에 정(+의 영향을 미치는 것으로 보고하였다. Wong 외(2010)는 대학을 중심으로 과학적 논문이 특허에 미치는 영향을 분석하였다. 2003년~2005년 기간 동안 북아메리카의 대학은 과학적 논문의 양과 질이 특허산출에 정(+의 영향을 미치며, 유럽 및 호주, 뉴질랜드 대학은 논문의 양이 특허 산출에 정(+의 영향을 미치는 것으로 분석하였다. Stephan 외(2005)는 논문의 증가와 특허의 증가 사이에 관계가 있는 것으로 밝혔다. ZINB(zero-inflated negative binomial regression)모델에서는 논문이 1% 증가하면 특허가 0.34% 상승되며, GMM(generalized method of moments)모델에서는 특허가 2% 상승하는 것으로 분석하였다. 문소상·이종건(2004)은 기술발전(미국 특허건수 대비 미국 특허청에 등록된 한국의 특허건수)의 경제성장 기여도가 1984년~1990년까지는 3.1%였으나, 1991년~2002년은 23.33%로 상승한 것으로 추정하였다. Josheski 외(2011)는 G7국가를 대상으로 Granger causality 검정을 통해 특허성장이 경제성장의 원인이라는 것을 분석하였다. 또한 VAR(Vector Autoregressive)모델을 통해 2년 또는 3년 시차에서 특허성장이 경제성장에 정(+의 관계가 존재하는 것을 밝혔다. Belenzon 외(2013)는 1985년~2007년 사이에 기업 M&A 데이터, 미국 특허청(USPTO)와 유럽 특허청(EPO) 데이터를 활용하여 기업 가치와 혁신에 대한 특허의 역할을 조사하였다. EPO 특허들은 기업의 혁신적인 활동에 주요한 지표인 반면, USPTO 특허들은 기업 가치에 효과를 갖지 않는 것으로 분석하였다.

셋째, 투입요소와 산출요소 또는 경제적 성과에 대해 경로분석을 수행한 연구결과들은 다음과 같다. 이희연·이제연(2010)는 투입요소로 연구개발비와 연구원수, 산출지표로는 특허출원건수, 최종성과변수로 GRDP(Gross regional domestic product, 지역내총생산)를 사용하여 인과관계를 분석하였다. 1998년~2008년까지 16개 광역시·도를 대상으로 Panel-VAR모형을 이용하여 분석한 결과, 연구개발비와 연구인력은 특허출원에, 그리고 특허출원은 GRDP에 유의미한 인과관계를 갖는 것으로 나타났다. 유성모·임광선(1997)은 연구개발비가 경제성장(국민총생산)에 미치는 직접효과뿐 아니라 과학기술부문 매출액을 통한 간접효과와 연구인력이 경제성장에 미치는 직접효과와 연구성과(특허, 실용신안, 의장, 상표의 합계), 과학기술부문 매출액을 통하여 경제성장(국민총생산)에 미치는 간접효과를 살펴보기 위하여 구조방정식을 이용한 동태적 경로모형으로 분석하였다. 연구개발비는 경제성장에 직접적으로 영향을 미치지 않지만 과학기술부문 매출액을 통하여 경제성장에 간접적으로 영향을 미치는 것으로 확인하였다. 또한, 전년도 연구인력은 경제성장에 직접적으로 영향을 미칠 뿐 아니라 연구성과, 과학기술부문 매출액을 통하여 경제성장에 간접적으로 영향을 미치는 것으로 분석하였다. 최동진·

서원철(2014)은 OECD 국가를 대상으로 외생변수는 기술수입액, 연구개발투자액, R&D 종사자수로 하고, 내생변수는 생산액, 기술수출액, 부가가치로 하여 경로분석을 실시하였다. R&D 투자액은 기술수출액에 미치는 영향이 아주 작게 나타났고, R&D 종사자수의 영향은 기술수출액에 큰 영향을 미치지만 부가가치 창출에는 크게 기여하지 못한 것으로 분석하였다. 유진호 외(1996)는 연구개발 투자가 경제성장에 미치는 직접효과와 기술수준(특허수) 및 기술능력(연구원수)을 통해 경제성장(GDP)에 미치는 간접효과에 대해 구조모형을 통해 실증적으로 분석하였다. 연구개발 투자는 기술능력에 상당히 큰 영향을 주는 것으로 나타났으며, 기술능력을 통해 경제성장에 미치는 간접효과도 큰 것으로 나타났다. 그러나 연구개발 투자가 기술수준(특허수)에 미치는 효과는 통계적으로 유의하지 않게 나타났다.

### III. 연구설계

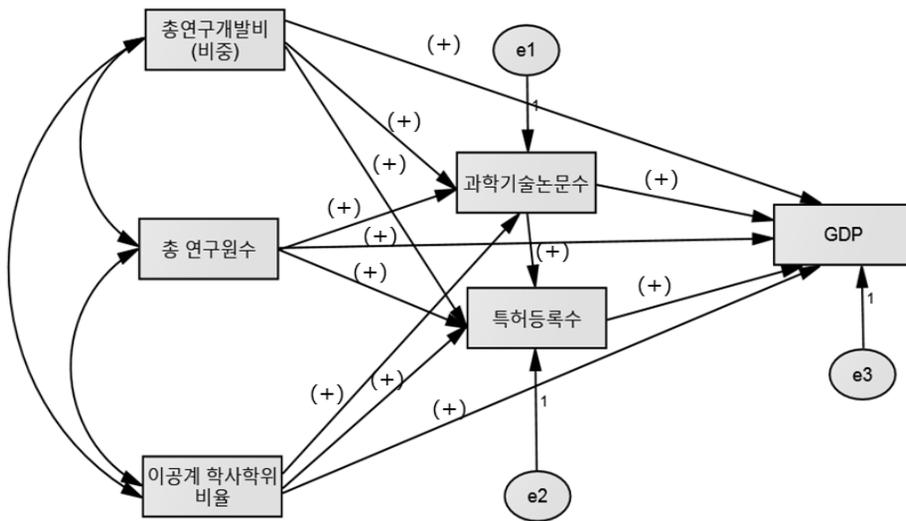
#### 1. 연구모형과 분석방법

본 연구의 목적은 연구개발 활동이 경제성장에 미치는 직접효과와 간접효과, 총 효과를 분석하는 것이다. 연구개발은 연구개발의 투입요소 즉, 연구개발 투자, 연구인력, 시설 및 장비가 연구개발 결과(논문, 특허, 지식 등)와 경제적 성과(생산성, 경제성장)를 나타내는 과정이다(조윤애 외, 2005; 최태진, 2007). 이러한 구조에 따라 본 연구는 연구개발 활동이 투입되고, 그 결과로 산출이 발생하여 경제적 성과로 이어진다는 인과관계의 흐름을 구성하였다. 본 연구는 기존 연구에서 연구개발 활동의 투입변수<sup>4)</sup>로 주로 사용하는 GDP 대비 총 연구개발비 비중, 총 연구원수 외에 이공계 학사학위 비율을 사용하였다. 미국, 유럽 등 주요 국가들은 창의적 인재양성 및 이공계의 질적 수준 향상을 통해 국가경쟁력을 강화하고자 다양한 정책들<sup>5)</sup>을 추진하고 있다. 신성장이론에 의하면, 경제성장의 원천으로 지식의 축적, 경제적 메커니즘, 정부 정책, 제도적 요소 등을 강조한다. 근로자에 대한 교육과 훈련, 연구개발 투자, 지식의 축적 및 확산을 통해 제품과 공정을 혁신함으로써 노동이나 자본과 같은 물적 생산요소의 한계를

4) 연구개발 투입으로 시설, 인프라는 중요한 요소이나 활용할 지표를 발견하지 못하여 본 연구모형의 변수에서 제외되었음을 미리 밝히고자 한다.

5) 미국은 이공계 교육과정을 혁신하고 경쟁력 있는 세계적 대학으로 육성하기 위하여 인력양성 분야에 예산을 집중 투자하고 있으며(이진석, 2011), 유럽 국가들은 불로냐 선언을 통해 고등교육 경쟁력 강화 방안을 추진하였다. 한국도 「국가과학기술 경쟁력 강화를 위한 이공계지원 특별법」을 마련하여 이공계 분야의 인력양성을 제도적으로 뒷받침하고 있다.

극복할 수 있다고 주장한다. 경제성장에 미치는 인적자본의 질적(quality) 지표로 Hanushek 외(2000), Lawrence 외(2014)는 수학과 과학 점수, 인터넷 스킬 등을 사용하고 있다. 이러한 점에서 이공계 학사비율은 주요한 지표라 할 수 있으며, 그동안 추진한 정책효과를 확인할 수 있다는 점에서 의미가 있다고 생각된다. 그리고 매개변수로 연구개발성과인 기술진보(과학기술 논문수, 특허등록수)를, 경제적 성과변수로 GDP(Gross Domestic Product)를 설정하였다. 논문과 특허는 대표적인 연구개발의 과학적 성과와 기술적 성과로 꼽히고 있다. R&D투자로부터 직접 연관이 있는 부분을 측정하기 쉬울 뿐 아니라 과학적·기술적 파급효과나 국가경쟁력을 평가하는 데 유용하다고 할 수 있다(이재하, 1997; 박상현, 2004). 이를 토대로 연구모형을 (그림 3)과 같이 설정하였으며, 분석방법은 경로분석(pathway analysis)으로서 통계처리프로그램은 SPSS 20.0과 AMOS 22.0을 사용하였다.



주) +는 긍정적 영향을 의미하고, -는 부정적 영향을 의미함.

(그림 3) 연구모형

## 2. 분석변수

경로분석은 이론적 고찰과 관련 지식을 바탕으로 연구자가 설정한 인과모델의 타당도를 밝히려는 데 목적이 있다(배병렬, 2007:90). 경로모형에 포함된 변수들에 측정오차가 없어야 하고, 모든 변수들은 양적변수인 등간척도나 비율척도로 측정되어야 한다(김계수, 2009). 본 연구

에 사용된 각 변수에 대한 측정은 <표 1>과 같이 외생변수, 내생변수 모두에 대해 관측변수를 사용하였다. 본 연구의 연구모형과 연구가설을 검증하기 위한 연구대상은 IMD의 세계 61개국이다. 데이터의 수집은 IMD와 WORLD BANK에서 제공하는 지표를 기준으로 활용하였고, 표본의 수는 GDP 데이터가 누락된 타이완을 제외한 IMD의 세계 60개국이다. 본 연구에서 사용하는 분석 데이터의 설명은 다음과 같다<sup>6)</sup>.

- ① 총 연구개발비 비중은 GDP 대비 총 연구개발비이다.
- ② 총 연구원수는 FTE(Full-time work equivalent) 천명당 연구개발 인력이다.
- ③ 이공계 학사학위 비율은 물리학, 생물학, 농업과학, 수학, 컴퓨터과학, 사회행동과학, 엔지니어링 등 과학 및 공학에 대한 최초 대학 학위의 백분율이다.
- ④ 과학기술분야 논문수는 물리학, 생물학, 화학, 수학, 임상의학, 생물의학 연구, 엔지니어링 및 기술, 지구와 우주과학 등 과학 및 공학 분야에서 발표된 논문의 수이다.
- ⑤ 특허등록수는 출원인 국적에 따른 총 등록된 특허(직접특허 및 PCT특허)의 수이다.
- ⑥ GDP는 2005년 공식 환율을 사용하여 미국 달러(US\$)로 변환된 실질 금액이다.

데이터의 결측치는 SPSS를 이용하여 ‘근접한 값들의 평균’으로 처리하였다. 그리고 각 변수의 인과관계 분석에서 시차는 선행연구를 토대로 연구개발 투입 후 논문은 2년, 특허는 4년, GDP는 10년을 기준으로 적용하였다. 정병호 외(2012)는 SCI 논문들이 연구개발 투입 후 2년~4년 사이에 유의하게 영향을 미치는 것으로 분석하였다. Scherer(1965), Branch(1974), Saito(1987)는 특허 등록이 연구개발투입과 4년의 시간차이를 갖는 것으로 분석하였다. 조성표·정재용(2001), 고민수(2008)는 연구개발 투자 후 경제적 효과로 나오는데 10년의 시간지연 효과가 있는 것으로 분석하였다.

<표 1> 외생변수와 내생변수의 설명 및 척도

변수		척도	데이터 기준년도	시차	data Source
외생 변수	총 연구개발비 비중(%)	비율척도	2004		IMD
	총 연구원수(천명당 FTE)	등간척도	2004		IMD
	이공계 학사학위 비율(%)	비율척도	2004		IMD
내생 변수	과학기술분야 논문수	등간척도	2006	2년	IMD
	특허등록수	"	2008	4년	IMD
	GDP(US\$ billions)	"	2014	10년	worldbank

6) IMD(<https://worldcompetitiveness.imd.org/customsearch>)와 WORLDBANK(<http://data.worldbank.org/indicator>)에서 제공하는 지표에 대한 설명을 참조하여 기술하였다.

### 3. 연구가설

이상의 이론적 배경과 선행연구의 검토를 통하여 연구개발 투입요소들이 매개변수 논문과 특허를 통해 GDP에 미치는 영향을 분석하기 위해 <표 2>와 같이 연구가설을 도출하였다.

<표 2> 연구개발 활동 관련 연구가설

구분	연구가설		선행연구
총연구개발비 비중	1-1	총 연구개발비 비중이 클수록 과학기술논문수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	신열(2001), 배용국(2013)
	1-2	총 연구개발비 비중이 클수록 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	신열(2001), 김주경(2013)
	1-3	총 연구개발비 비중이 클수록 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	Huňady 외(2014), 손동희 외(2015), Falk(2007)
	1-4	총 연구개발비 비중이 클수록 과학기술논문수의 매개를 통해 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	-
	1-5	총 연구개발비 비중이 클수록 과학기술논문수와 특허등록수의 매개를 통해 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	이희연·이제연(2010)
총 연구원수	2-1	총 연구원수가 많을수록 과학기술논문수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	신열(2001), 김주경(2013), 김현민(2010)
	2-2	총 연구원수가 많을수록 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	신열(2001), 김주경(2013), 김현민(2010)
	2-3	총 연구원수가 많을수록 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	유성모·임광선(1997)
	2-4	총 연구원수가 많을수록 과학기술논문수의 매개를 통해 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	-
	2-5	총 연구원수가 많을수록 과학기술논문수와 특허등록수의 매개를 통해 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	이희연·이제연(2010) 유성모·임광선(1997)
이공계 학사학위 비율	3-1	이공계 학사학위 비율이 높을수록 과학기술논문수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	신열(2001), 김주경(2013)
	3-2	이공계 학사학위 비율이 높을수록 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	신열(2001), 김주경(2013)
	3-3	이공계 학사학위 비율이 높을수록 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	-
	3-4	이공계 학사학위 비율이 높을수록 과학기술논문수의 매개를 통해 특허에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	-
	3-5	이공계 학사학위 비율이 높을수록 과학기술논문수와 특허등록수의 매개를 통해 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	-
연구성과	4-1	과학기술논문수가 많을수록 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	노경란·한상완(2006), Stephan 외(2005) Wong 외(2010)
	4-2	과학기술논문수가 많을수록 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	-
	4-3	과학기술논문수가 많을수록 특허등록수의 매개를 통해 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	-
	4-4	특허등록수가 많을수록 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	문소상·이종건(2004) Josheski 외(2011)

## IV. 실증적 분석결과

### 1. 기초통계량과 상관관계 분석

본 연구의 가설들을 검증하기 전에 연구모형에 포함된 관측변수들의 기술통계량을 분석하면 <표 3>과 같다. 2004년 기준으로 총 연구개발비 비중은 최대값이 4.3%으로 이스라엘이 가장 높게 나타났고, 최소값은 0.1%로 필리핀이 최하위로 나타났으며, GDP 대비 총 연구개발비의 평균 비중은 1.3%이다. 2004년 기준 총 연구원수는 최대값이 1,152.6명으로 중국이고, 최소값은 2.9명으로 아이슬란드이며, 평균값은 124.7명이다. 2004년 기준 이공계 학사학위 비율은 최대값이 68.9%로서 태국이고, 최소값은 3.2%로 콜롬비아이며, 평균값은 34.4%이다. 2006년 기준 과학기술논문수는 최대값이 209,278.5건으로 미국이 가장 많고, 최소값은 21.1건으로 몽골리아이며, 평균값은 12,145.3건이다. 2008년 기준 특허등록수는 일본이 231,997.3건으로 가장 많으며, 카타르가 1.0건으로 가장 적고, 평균값은 12,640.8건이다. 2014년 기준 GDP의 최대값은 14,796.6billion US\$로서 미국이고, 최소값은 5.47billion US\$로 몽골리아이며, GDP의 평균값은 898.57billion US\$로 나타났다.

<표 3> 기술통계량

구 분	N	최대값	최소값	평균	표준편차
총 연구개발비 비중	55	4.2792	0.1154	1.290820	0.9885069
총 연구원수	52	1152.6000	2.9400	124.672257	238.5396763
이공계 학사학위 비율	52	68.9028	3.1680	34.365275	11.5324538
과학기술논문수	60	209278.5000	21.1000	12145.305000	28979.9693671
특허등록수	60	231997.3333	1.0000	12640.794443	38056.0963219
GDP	60	14796.6443	5.4775	898.573582	2107.7979990

연구모형에 포함된 측정변수들 사이의 관계를 파악하기 위해 피어슨 상관관계를 실시하고, 그 결과를 요약하면 <표 4>와 같다. GDP에는 총 연구개발비 비중, 총 연구원수, 이공계 학사학위 비율, 과학기술논문수, 특허등록수가 양(+의 상관관계를 가지나, 이공계 학사학위 비율은 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 총 연구개발비 비중은 총 연구원수, 이공계 학사학위 비율, 과학기술논문수, 특허등록수는 통계적으로 유의한 양(+의 상관관계를 보였다. 이와 동일하게 총 연구원수도 총연구개발 비중, 이공계 학사학위 비율, 과학기술논문수, 특허등록수와 양(+의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 과학기술논문수는 이공계 학사학위 비율을 제외하

고 GDP, 총 연구개발비 비중, 총 연구원수, 특허등록수에 통계적으로 유의한 양(+)<sup>7)</sup>의 상관관계를 가졌다. 특허등록수는 GDP, 총 연구개발비 비중, 총 연구원수, 이공계 학사학위 비율, 과학 기술논문수 등 모든 변수에 통계적으로 유의한 양(+)<sup>7)</sup>의 상관관계를 나타냈다. 이러한 결과는 40개국을 대상으로 GDP성장률과 과학자수, 과학자수와 SCI논문수 사이에 강한 상관관계가 있으며, 특히 일본, 독일, 프랑스, 영국, 러시아, 이탈리아, 스페인, 한국, 터키, 스위스, 스웨덴, 이란, 이집트는 경제성장률과 과학자수, SCI논문수에도 강한 상관관계가 있다고 보고한 Ahmad 외(2014)와 유사하다. 또한, Al 외(2015)가 GDP와 과학적 논문수, 특허수, 연구원수, 그리고 R&D지출과 과학적 논문수, 특허수가 통계적으로 유의한 양(+)<sup>7)</sup> 상관관계를 갖는다고 분석한 연구결과와도 유사하다.

〈표 4〉 연구개발 활동과 GDP의 상관관계 분석결과

구 분	GDP	총 연구개발비 비중	총 연구원수	이공계 학사 학위 비율	과학기술 논문수	특허 등록수
GDP	1					
총 연구개발비 비중	.286*	1				
총 연구원수	.858**	.282*	1			
이공계 학사학위 비율	.196	.355*	.363*	1		
과학기술논문수	.986**	.322*	.779**	.179	1	
특허등록수	.726**	.432**	.614**	.390**	.697**	1

주) \*\* p<0.01, \*p<0.05 수준에서 유의(양측 검정)

## 2. 경로모형 적합도 검증

설정한 연구모형의 적합도(model fit)를 평가하기 위해 절대적합지수, 증분적합지수, 간명적합지수를 살펴보면 다음 〈표 5〉와 같다. 연구모형의 절대적합지수  $\chi^2$ 이 0<sup>7)</sup>으로 나타났다. 이는 포화모델(Saturated model 혹은 just-identified model)로서 경로의 수를 줄일 필요가 있다<sup>8)</sup>. 따라서 상관계수가 나타나지 않은 이공계 학사학위 비율과 GDP, 이공계 학사학위 비율과 과학 기술논문수의 경로를 제거하여 수정된 연구모형을 구성하였다. 수정 연구모형의 절대적합지수인  $\chi^2$ 이 0.017이고, 자유도(df)는 2이며 유의수준 P값이 0.992로 나타나 절대적합지수를 만족

7) 포화모델은 관측변수의 분산/공분산의 수가 모수의 수와 같은 경우이며, 자유도 자체는 0이 된다.

8) 불완전한 자료가 있는 경우, AMOS는 연구모델 외에 포화모델(Saturated model 혹은 just-identified model), 독립 모델(identified model)을 적합시키게 된다(배병렬, 2007:148). 포화모델은 모델적합도를 완전히 만족시킨다는 의미로서 연구모형으로 잘 채택되지 않는다.

한다. 적합도 지수(GFI)와 조정된 적합도지수(AGFI)도 기준치를 만족하였으며, 근사오차평균자승의 이중근(RMSEA)는 0.000로서 0.1보다 작게 나타났다. 또한 증분적합지수인 터커-루이스지수(TLI)는 1.047, 표준적합지수(NFI)는 1.000, 비교적합지수(CFI) 1.000로 나타나 기준치를 만족하였다. 간명적합지수인 간명표적합지수(PNFI)는 0.133, 간명기초적합지수(PGFI)는 0.095로 기준치를 만족하는 것으로 나타났다.

〈표 5〉 연구모형의 적합지수

적합도	GDP	총연구비	기준치	연구모형	수정 연구모형	비고
절대 적합 지수	$\chi^2$ 및 자유도(df)	$\chi^2$	최소	0	0.017	
		df	-	0	2	
		p	P>0.05	-	.992	
		$\chi^2$ /df	2배 미만	-	0.008	• P값이 작아도 2~3이면 적합한 것으로 판정
	적합도 지수(GFI)	$\geq 0.9$	1.000	1.000		
	조정된 적합도지수(AGFI)	$\geq 0.9$	-	.999		
	잔차평균자승이중근(RMR)	$\leq 0.05$	.000	269322.865	• 입력자료가 상관행렬일 경우 적합 • 입력자료의 숫자가 커지면 RMR도 커짐	
근사오차평균자승의 이중근(RMSEA)	$< 0.1$	0.595	.000			
증분 적합 지수	터커-루이스지수(TLI)	$\geq 0.9$	-	1.047	• 0~1사이나 범위를 벗어날 수 있음	
	표준적합지수(NFI)	$\geq 0.9$	1.000	1.000		
	비교적합지수(CFI)	$\geq 0.9$	1.000	1.000		
간명 적합 지수	간명표준적합지수(PNFI)	0~1	.000	.133	• 값이 높을수록 좋음	
	간명기초적합지수(PGFI)	0~1	-	.095	• 값이 높을수록 좋음	

### 3. 연구가설 검정 및 경로모형의 효과분석

수정된 연구모형을 통해 연구개발 투입요소들이 매개변수인 논문과 특허를 통해 GDP에 어떤 효과를 나타내는지 〈표 6〉과 같이 분석하고 연구가설을 검정하였다. 총 연구개발비 비중은 과학기술논문수와 특허등록수에 정(+)의 방향으로 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 유의확률(p-value) 0.05수준에서 통계적으로 유의하여 가설 1-1과 가설 1-2가 채택되었다. 이는 신열(2001), 김주경(2013), 배용국(2013)의 연구결과와 유사하다고 할 수 있다. 하지만, 총 연구개발비 비중이 GDP에 미치는 영향은 통계적으로 유의하지 않게 나타나 가설 1-3은 지지되지

않았다. 그리고 총 연구개발비 비중은 과학기술논문수의 매개를 통해 특허등록수에 정(+)  
 의 영향을 미치는 것으로 나타나 가설 1-4가 지지되었다. 또한, 과학기술논문수와 특허등록수의  
 매개를 통해 GDP에 정(+)  
 의 영향을 미치는 것으로 나타나 가설 1-5도 채택되었다. 이는 연구  
 개발투자가 직접효과와 간접효과를 갖는 이희연·이제연(2010) 연구결과보다는 연구개발비가  
 경제성장에 직접적인 영향을 미치지 않지만, 간접적인 영향을 갖는 것으로 분석한 유성모·임광  
 선(1997)의 연구결과와 유사하게 나타났다. 총 연구원수는 과학기술논문수와 특허등록수, GDP  
 에 정(+)  
 의 방향으로 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 유의확률(p-value) 0.05수준 이하에서  
 통계적으로 유의하여 가설 2-1과 가설 2-2, 가설 2-3이 채택되었다. 이를 통해 신열(2001), 김  
 주경(2013), 김현민(2010), 유성모·임광선(1997)의 연구결과를 확인하였다. 그리고 총 연구원  
 수는 과학기술논문수의 매개를 통해 특허등록수에 정(+)  
 의 방향으로 영향을 미치며 통계적으  
 로 유의하여 가설 2-4가 채택되었으며, 과학기술논문수와 특허등록수의 매개를 통해 GDP에  
 정(+)  
 의 영향을 미치는 것으로 나타나 가설 2-5도 채택되었다. 이공계 학사학위 비율은 특허등  
 록수에 정(+)  
 의 방향으로 영향을 미치며 통계적으로 0.05수준에서 유의하여 가설 3-2는 채택되  
 었다. 그리고 이공계 학사학위 비율이 특허등록수의 매개를 통해 GDP에 정(+)  
 의 영향을 미치  
 는 것으로 나타났으며, 통계적으로 유의하여 가설 3-5도 지지되었다<sup>9)</sup>. 이러한 결과는 대학에서

〈표 6〉 수정 연구모형 총 효과(Standardized Total Effect) 분석

구 분			외생변수			내생변수	
			총 연구 개발비 (비중)	총 연구원수	이공계 학사학위 비율	과학기술 논문수	특허등록수
내 생 변 수	과학기술 논문수	총 효과	0.251*	0.281*			
		직접효과	0.251**	0.281**			
		간접효과					
	특허 등록수	총 효과	0.278*	0.413**	0.154**	0.533**	
		직접효과	0.144**	0.263***	0.154**	0.533***	
		간접효과	0.134**	0.15**			
	GDP	총 효과	0.191*	0.373*	0.007***	0.967***	0.049**
		직접효과	-0.059	0.088***		0.941***	0.049**
		간접효과	0.249*	0.285*	0.007***	0.026***	

주 1) 각 변수들의 간접효과 및 총효과에 대한 유효성 검증을 위해 90% 신뢰구간에서 부트스트랩(boot-strap) 분석을 실시함.

주 2) \*\*\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*p<0.1수준에서 유의(단측검정)

9) 당초 연구가설인 “이공계 학사학위 비율이 높을수록 논문과 특허의 매개를 통해 GDP에 정(+)  
 의 영향을 미칠 것이다.”를 수정 연구모형에 따라 변경하였다.

잘 훈련된 인적 자본이 제조업의 생산성 향상에 중요한 역할을 한다는 Kwon(2004)의 연구결과와 전문성을 가진 인력들이 특허나 논문에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석한 신열(2001), 김주경(2013)의 연구결과를 뒷받침한다고 할 수 있다. 과학기술논문수는 특허등록수에 통계적으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 가설 4-1이 채택되었으며, 노경란·한상완(2006), Wong 외(2010)의 연구결과와 유사하게 나타났다. 과학기술논문수는 GDP에도 정(+)의 방향으로 영향을 미치는 것으로 나타나 가설 4-2도 채택되었다. 이는 ‘SCI논문과 국가경

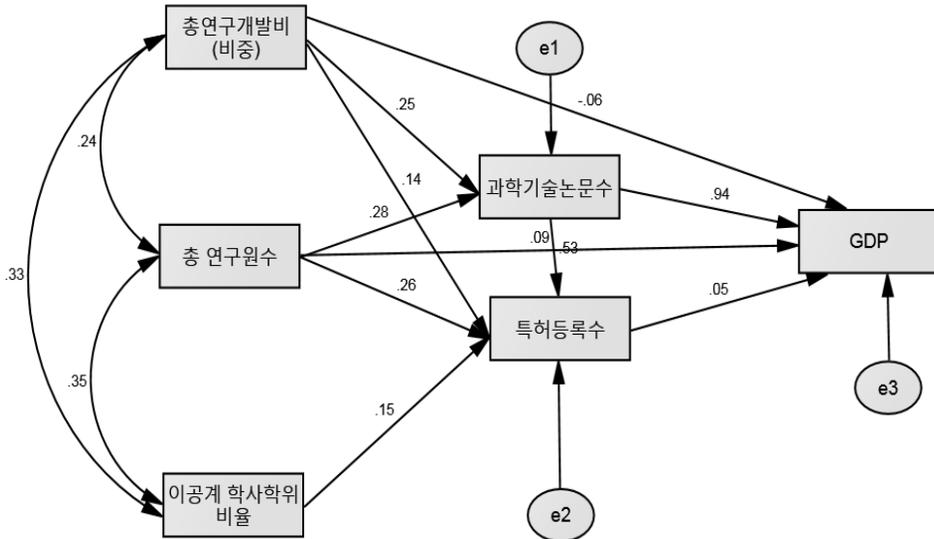
〈표 7〉 연구가설 검정결과 요약

구분	연구가설		채택/기각 여부
총연구개발비 비중	1-1	총 연구개발비 비중이 클수록 과학기술논문수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	1-2	총 연구개발비 비중이 클수록 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	1-3	총 연구개발비 비중이 클수록 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	기각
	1-4	총 연구개발비 비중이 클수록 과학기술논문수의 매개를 통해 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	1-5	총 연구개발비 비중이 클수록 과학기술논문수와 특허등록수의 매개를 통해 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
총 연구원수	2-1	총 연구원수가 많을수록 과학기술논문수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	2-2	총 연구원수가 많을수록 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	2-3	총 연구원수가 많을수록 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	2-4	총 연구원수가 많을수록 과학기술논문수의 매개를 통해 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	2-5	총 연구원수가 많을수록 과학기술논문수와 특허등록수의 매개를 통해 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
이공계 학사학위 비율	3-1	이공계 학사학위 비율이 높을수록 과학기술논문수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	미실시
	3-2	이공계 학사학위 비율이 높을수록 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	3-3	이공계 학사학위 비율이 높을수록 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	미실시
	3-4	이공계 학사학위 비율이 높을수록 과학기술논문수의 매개를 통해 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	미실시
	3-5	이공계 학사학위 비율이 높을수록 특허등록수의 매개를 통해 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
연구성과	4-1	과학기술논문수가 많을수록 특허등록수에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	4-2	과학기술논문수가 많을수록 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	4-3	과학기술논문수가 많을수록 특허등록수의 매개를 통해 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택
	4-4	특허등록수가 많을수록 GDP에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.	채택

주) 이공계 학사학위 비율은 과학기술논문수와 GDP에 상관관계가 나타나지 않아 모형을 수정하는 과정에서 경로가 제외되어 가설검정을 실시하지 않음.

쟁력이 비례한다'<sup>10)</sup>는 내용을 어느 정도 뒷받침한다고 볼 수 있다. 과학기술논문수는 특허등록수를 매개로 하여 GDP에도 정(+)의 방향으로 영향을 미치며, 0.01수준에서 통계적으로 유의하여 가설 4-3은 지지되었다. 특허등록수는 GDP에 정(+)의 방향으로 영향을 미치며 통계적으로 유의하여 가설 4-4가 채택되었으며, Josheski 외(2011)의 연구결과를 뒷받침한다고 할 수 있다.

외생변수들이 매개변수를 통해 내생변수에 미치는 각 변수들의 총 효과, 직접효과, 간접효과를 살펴보면 다음과 같다. 총 연구개발비 비중의 총 효과는 특허등록수(0.278), 과학기술논문수(0.251), GDP(0.191) 순으로 나타났다. 총 연구개발비 비중의 직접효과는 과학기술논문수 0.251, 특허등록수 0.144, GDP -0.059로 나타났다. 과학기술논문수를 매개로 하여 특허등록수에 영향을 미치는 간접효과는 0.134으로 나타났으며, 과학기술논문수, 특허등록수를 매개로 하여 GDP에 간접효과는 0.249로 나타났다. 총 연구원수의 총 효과는 특허등록수(0.413), GDP(0.373), 과학기술논문수(0.281) 순으로 나타났다. 그리고 총 연구원수의 직접효과는 과학기술논문수 0.281, 특허등록수 0.263, GDP 0.09로 나타났다. 총 연구원수가 특허등록수에 미치는 간접효과는 0.15이며, 과학기술논문수와 특허등록수의 매개를 통해 GDP에 미치는 간접효과는 0.285로 나타났다. 이공계 학사학위 비율이 특허등록수에 미치는 직접효과는 0.154이며, 특허등록수를 통해 GDP에 미치는 간접효과는 0.007로 미미하였다. 과학기술논문수의 총 효과는 특허등록수 0.533, GDP 0.967로 나타났으며, 과학기술논문수의 직접효과는 GDP에 0.94이며, 특허등록수를 매



(그림 4) 수정 연구모형의 경로계수

10) 과학기술논문(SCI) 분석연구(소민호, 2014:32)를 참조하면, 세계 10위권 이내의 SCI논문수 순위와 GDP순위가 유사하게 나타나고 있다.

개로 하여 GDP에 영향을 미치는 간접효과는 0.026으로 나타났다. 그리고 특허등록수는 GDP에 0.049의 직접효과를 갖는 것으로 나타났다.

## V. 결론 및 시사점

기술경제이론에서 연구개발을 통한 기술혁신이 경제성장의 핵심요소로 간주하고 있다. 본 연구는 사회학과 경영학에서 많이 사용되고 있는 경로분석(path analysis)방법을 활용하여 연구개발 과정인 투입-산출-성과의 인과관계를 설정하고 효과를 분석하였다. 연구개발 활동의 투입요소들이 논문과 특허, GDP에 얼마만큼 영향을 미치고, 1차적 산출물인 논문과 특허를 매개로 하여 GDP에 얼마만큼 영향을 미치는지 직접효과와 간접효과, 총 효과를 분석하였다. 또한, 선행연구의 검토를 통해 시차는 연구개발 투입 후 논문은 2년, 특허는 4년, GDP는 10년을 기준으로 적용하였다. GDP에 총 연구개발비 비중, 총 연구원수, 이공계 학사학위 비율, 과학기술논문수, 특허등록수가 양(+)의 상관관계를 보였으나, 이공계 학사학위 비율은 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 연구개발 활동 변수 중 GDP에 가장 큰 효과를 가지는 변수는 과학기술논문수(0.967), 총 연구원수(0.373), 총 연구개발비 비중(0.191), 특허등록수(0.049), 이공계 학사학위 비율(0.007) 순으로 나타났다.

본 연구를 통해 다음과 같은 특징과 시사점을 발견할 수 있었다. 첫째, 총 연구개발비 비중과 총 연구원수는 GDP에 직접효과보다 논문이나 특허를 매개로 하여 GDP에 미치는 간접효과가 더 크게 나타났다. 총 연구개발비 비중은 직접효과가 -0.059인 반면, 간접효과가 0.249로 나타났다으며, 총 연구원수는 직접효과가 0.09, 간접효과가 0.285로 나타났다. 이는 연구개발비나 연구개발 인력의 투입요소들은 경제성장에 영향을 미치는 중요한 요인이라는 기존 연구들을 뒷받침하며, 연구개발비 규모나 GDP 대비 비중을 꾸준히 유지시킬 필요성을 시사한다. 따라서 최근 정부차원에서 R&D예산을 축소하려는 분위기가 있으나, 이를 재고(再考)할 필요성이 있으며, 민간 R&D 활성화 정책들을 추진할 필요가 있다. 최동진·서원철(2014)은 지식기반활동의 효율성 분석을 통해 연구개발 인력수만 늘릴 것이 아니라 고급인력 양성의 중요성을 주장한다. 따라서 인적자본의 확충을 위한 예산투자 뿐 아니라 질적 수준을 제고하기 위한 교육훈련 프로그램 인력양성 정책 등을 강화할 필요가 있다. 둘째, 이공계 학사학위 비율은 특허에 직접효과를 가지며, 특허를 매개로 하여 GDP에도 간접효과(0.007)를 나타냈다. 이는 한국, 미국, 유럽 등에서 창의적 인재양성 및 이공계의 질적 수준을 제고하기 위해 추진한 다양한 정책들이 경제성장에 효과를 갖는다는 것을 시사한다고 할 수 있다. 셋째, 과학기술논문수는 GDP에 대

해 가장 큰 총 효과를 갖는 것으로 나타났다. 논문은 특허와 같이 독점적인 지위를 갖기 보다는 아이디어나 기초연구결과를 전달하는 지식확산의 수단<sup>11)</sup>으로서 매개체 역할을 하기 때문으로 해석할 수 있다. 특허등록수도 GDP에 미치는 영향이 0.049로 통계적으로 유의하게 나타났다. 연구성과의 단순한 건수보다는 질적 수준을 제고하는 것이 필수적이나, 지식의 활용 및 확산 측면에서 양적인 측면도 중요함을 보여주고 있다. 이는 연구개발은 지식의 획득 및 축적을 통해 기술진보를 이룰 뿐 아니라 지식의 공유와 활용을 통해 생산성을 향상시키게 된다는 점을 시사한다.

연구개발 투자에서 경제적 성과에 이르기까지 그 과정들이 블랙박스화 되어 있으며, 영향요인들에 대한 지표들을 활용하는 데 있어서도 어려움이 존재한다. 본 연구는 이러한 한정된 범위 내에서 수행됨으로써 다음과 같은 한계점을 갖는다. 첫째, 논문이나 특허는 지식의 스톡 측면에서 중요한 변수이지만, 1차적 성과를 경제성장과 직접 연계하기는 어려움이 있다. 즉, 기술이전 및 사업화를 통해 생산성 향상이나 경제성장에 영향을 미치게 되는 데, 기술이전이나 사업화와 관련된 지표 또는 GDP를 대리할 수 있는 지표를 발견하지 못하여 GDP 자체를 활용하여 분석한 한계가 있다. 따라서 연구개발 활동 과정을 보다 적실하게 반영할 수 있도록 모형의 정교화와 활용지표의 개발이 필요하다. 둘째, 본 연구는 양적 지표들을 활용하여 분석하였으나, 연구개발 활동이 경제성장에 어떻게 영향을 미치는지 보다 풍부하고 의미 있는 결과들을 도출하기 위해서는 질적 지표들을 활용하여 분석할 필요가 있다. 셋째, 본 연구는 단년도 데이터를 활용하였으나, 시계열분석을 통해 다기간의 효과를 분석할 필요가 있으며 다양한 분석방법들을 제고할 필요가 있다. 또한, 연구개발 투입-연구성과-경제적 성과가 선순환구조를 이룬다는 점에서 상호간에 영향을 미친다고 할 수 있다. 향후에는 장기간에 걸친 시계열 자료를 확보하고 VAR 모형 등을 통해 단방향의 인과관계가 아닌 동태적으로 양방향의 인과관계를 분석할 필요가 있다. 넷째, 선진국과 개발도상국 사이에는 상당한 차이가 존재할 것으로 여겨지나, 표본의 부족으로 이를 분석하지 못한 한계가 있다. 향후에는 선진국과 개발도상국을 구분하여 비교연구를 수행하고 풍부한 논의를 할 필요가 있다.

## 참고문헌

고민수 (2008), “시간지연 특성을 고려한 목적기초연구투자의 경제적 효과 분석”, 경희대학교

11) 기초연구 결과물은 논문에 의해 40%, 학회에서 30%, 동료집단내의 비정기적인 회의 등에서 15%, 인터넷 신문 등에서 17%가 전달된다고 한다(양혜영, 2006).

대학원 박사학위 논문.

과학기술부·한국과학기술기획평가원 (2007), 「IMD 2007 세계 경쟁력 연감 분석: 과학 및 기술경쟁력 중심」.

김계수 (2009), 「Amos 16.0 구조방정식모형 분석」, 서울: 한나래출판사.

김주경 (2013), “환경 R&D 투자성장에 영향을 미치는 요인 및 전략 연구: 차세대핵심환경기술 개발사업을 중심으로”, 경희대학교 대학원 박사학위 논문.

김현민 (2010), “R&D 성과평가에 대한 기술평가의 영향과 사업화 능력의 조절효과”, 건국대학교 대학원 석사학위 논문.

김형주·홍성민·엄미정·김은경·최정인 (2011), 「대학 교원의 산학협력 활동 분석과 활성화 방안」, 서울: 과학기술정책연구원.

노경란·한상완 (2006), “특허분석을 통한 과학기술자의 과학논문 인용행태에 관한 연구”, 「정보관리학회지」, 23(3): 223-239.

문소상·이종건 (2004), “성장잠재력 변동요인에 대한 동태적 분석”, 「금융경제연구」, 한국은행 금융경제연구원.

박상현 (2004), “한국의 R&D 투자와 특허의 관계에 대한 연구”, 부산대학교 대학원 석사학위 논문.

배병렬 (2007), 「Amos 7에 의한 구조방정식 모델링」, 서울: 도서출판 청람.

배용국 (2013), “국가 R&D와 기술 및 사업화에 관한 연구”, 대전대학교 대학원 박사학위 논문.

변세일 (2008), “경로분석방법론(Path Analysis): 인과관계의 논리적 설명은 경로분석을 통해서”, 「국토」, 318: 59-67.

소민호 (2014), 「과학기술논문(SCI) 분석 연구」, 서울: 미래창조과학부.

손동희·한용용·전용일 (2015), “연구개발투자의 경제성장과 고용효과에 관한 실증연구: OECD 국가를 중심으로”, 「국제지역연구」, 19(3): 177-194.

신열 (2001), “과학기술지방화 정책의 기술혁신 효과분석: 지역협력연구센터(RRC)사업을 중심으로”, 성균관대학교 대학원 박사학위 논문.

신태영·박병무 (1999), “거시계량경제모형을 이용한 연구개발 투자의 정책효과 분석”, 「과학기술정책」.

신현수·남장근 (2004), 「기업실태조사를 통해서 본 한국 제조업의 현황분석」, 서울: 산업연구원.

양혜영 (2006), “기초연구 결과물의 활용과정 분석 및 평가방식 개선에 관한 제언”, 「이슈페이퍼」, 서울: 한국과학기술기획평가원.

유성모·임광선 (1997), “연구개발투자가 경제성장에 미치는 파급효과의 경로분석”, 「산업개발

- 연구」, 5: 235-246.
- 유진호·심재용·배문식 (1996), “전기전자부문 연구개발 연구개발 투자와 경제성장간의 구조적 모형 분석”, 「전자통신동향분석」, 11(1): 147-153.
- 이재하 (1997), “R&D 투입과 성과간의 시간지연 분석”, 기술경영경제학회 추계학술대회 발표 논문집, 160-171.
- 이진석 (2011), “창의적인 과학기술 인재 양성: 제2차 과학기술인재 육성·지원 기본계획 본격 추진”, 「과학기술정책」, 183: 3-7.
- 이희연·이제연 (2010), “지식창출활동과 지역경제성장 간의 인과관계 분석”, 「한국경제지리학 회지」, 13(3): 297-311.
- 정병호·천강민·양재경 (2012), “국가연구개발사업의 학술적 성과의 시차효과에 관한 실증적 연구”, 「Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering」, 35(1): 87-92.
- 조성표·정재용 (2001), “연구개발지출의 대기간 이익효과 분석”, 「한국경영학회」, 30(1): 289-313.
- 조운애·김원규·남장근·오준병 (2005), 「혁신역량 강화를 위한 연구개발투자의 효율성 제고 방안」, 서울: 산업연구원.
- 천대운 (2002), 「종합SAS통계부석」, 서울: 교우사.
- 최동진·서원철 (2014), “DEA와 경로분석모형을 이용한 지식기반활동의 효율성 분석”, 대한산업공학회 추계학술대회 발표논문집, 2442-2451.
- 최태진 (2007), “국가연구개발사업의 유형별 성과분석을 통한 전략적 연구관리 체계 구축에 관한 연구”, 건국대학교 대학원 박사학위 논문.
- 하준경 (2005), “연구개발의 경제성장 효과 분석”, 「경제분석」, 11(2): 83-105.
- 한겨레 (2016), “지식 공개접근 확산…유럽 “2020년까지 시행””, (2016. 5. 31).
- Ahmad, A., Ashraf, S., Raheem, A. and Yasmeeen, A. (2014), “Science, Scientists and Economic Growth”, *Technology and Development*, 33(4): 165-168.
- Al, U. and Taskin, Z. (2015), “Relationship between Economic Development and Intellectual Production”, *Journal of Scientometrics and Information Management*, 9(1): 25-35.
- Belenzon, S. and Pataconi, A. (2013), “Innovation and firm value: An investigation of the changing role of patents, 1985-2007”, *Research Policy*, 42(8): 1496-1510.
- Boskin, M. and Lau, L. (1996), “Contribution of R&D to Economic Growth”, In Smith, B. and Barfield, C. (eds.) *Technology, R&D and the Economy*, The Brookings

- Institution, 75-113.
- Branch, B. (1974), "R&D Activity and Profitability : A Distributed Lag Analysis", *Journal of Political Economy*, 82(51): 999-1011.
- David, N. W. (2007), *Economic Growth*, 백웅기·김민성·임경목(역), 서울: (주)시그마프레스.
- Dosi, G. (1988), "Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation", *Journal of Economic Literature*, 26(3): 1120-1171.
- Falk, M. (2007), "R&D Spending in the High-tech Sector and Economic Growth", *Research in Economics*, 61(3): 140-147.
- Guerreroa, M., Cunningham, J. A. and Urbano, D. (2015), "Economic Impact of Entrepreneurial Universities' Activities: An Exploratory Study of the United Kingdom", *Research Policy*, 44(3): 748-764.
- Hanushek, E. A. and Kimko, D. D. (2000), "Schooling, Labor-Force Quality, and the Growth of Nations", *American Economic Review*, 90(5): 1184-1208.
- Huňady, J. and Orviská, M. (2014), "The Impact of Research and Development Expenditures on Innovation Performance and Economic Growth of The Country—The Empirical Evidence", [www.cbuni.cz, ojs.journals.cz](http://www.cbuni.cz/ojs/journals.cz).
- Joly, P. (1993), "Le Ralentissement de la Productivité : Faits et Causes", in Guellec, D. (ed.) *Innovation et Compétitivité. Economica*, Paris.
- Josheski, D. and Koteski, C. (2011), "The Causal Relationship between Patent Growth and Growth of GDP with Quarterly Data in the G7 Countries: Cointegration, ARDL and Error Correction Models", [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1921908](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1921908).
- Kwon, H. U. (2004), "Empirical Studies on Productivity Growth and R&D Spillovers", Doctoral dissertation, Hitotsubashi University.
- Lawrence, J. and Jang C. J. (2014), "Article Internet Education and Economic Growth: Evidence from Cross-Country Regressions", *Economies*, [www.mdpi.com/journal/economies](http://www.mdpi.com/journal/economies).
- Lee, S. W., Nam, Y. J., Lee, S. M. and Son, H. J. (2015), "Determinants of ICT Innovations: A Cross-country Empirical Study", *Technological Forecasting & Social Change*, 110: 71-77.
- Metcalf, J. S. (1995), "Technology System and Technology Policy in an Evolutionary Framework", *Cambridge Journal of Economics*, 19(1): 27-28.
- Romer, P. M. (1986), "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political*

*Economy*, 94(5): 1002-1037.

Saito, M. (1987), “아가國産業の技術開發構造”, *研究技術計劃學會*, 2: 226-238.

Scherer, F. M. (1965), “Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions”, *The American Economic Review*, 55(5): 1097-1125.

Stephan, P. E., Gurmu, S., Sumell, A. J. and Black, G. (2005), “Who’s Patenting in the University? Evidence from the Survey of Doctorate Recipients”, *Forthcoming in the Economics of Innovation and New Technology*. [http://www2.gsu.edu/~ecosgg/research/pdf/sgsb\\_eint.pdf](http://www2.gsu.edu/~ecosgg/research/pdf/sgsb_eint.pdf).

Sterlacchini, A. (2008), “R&D, Higher Education and Regional Growth: Uneven Linkages among European Regions”, *Research Policy*, 37(6-7): 1096-1107.

Wong, P. K. and Singh, A. (2010), “University Patenting Activities and Their Link to the Quantity and Quality of Scientific Publications”, *Scientometrics*, 83: 271-294.

#### 김인자

성균관대학교 국정전문대학원에서 행정학 박사학위를 취득하였으며, 현재 한국과학기술기획평가원에 재직 중이다. 주요 관심분야는 과학기술정책, 연구성과 관리·활용정책, 생명윤리정책, R&D예산제도 등이다.

#### 오윤정

건국대학교 일반대학원에서 행정학 박사학위를 취득하였으며, 현재 한국과학기술기획평가원에 재직 중이다. 주요 관심분야는 과학기술지표, 중소기업 정책, R&D사업 평가 등이다.

#### 김연희

성균관대학교 일반대학원에서 문화학 석사학위를 취득하였으며, 현재 한국과학기술기획평가원에 재직 중이다. 주로 과학기술정책, 연구성과 관리·활용정책, R&D사업 평가에 관심을 갖고 있다.

## 【부 록】 60개국 분석데이터 현황

국가명	총 연구개발 비중(%) (2004)	총 연구원수 (2004)	이공계 학사학위 비율(%) (2004)	과학기술 논문수 (2006)	특허등록수 (2008)	GDP (us\$ billions) (2014)
Argentina	0.4376	42,454	28.17	3264	491	332,5672
Australia	1.7879	116,1942	33.01	17217.1	4621,333	888,6135
Austria	2.2366	42,8913	37.17	4614.3	3700,333	350,5744
Belgium	1.8551	52,252684	37.25	6736.1	3674	424,9555
Brazil	0.8995	179,191	19.74	10799.5	524,3333	1206,0758
Bulgaria	0.487	15,647	37.4296	766.8	139,3333	35,5233
Canada	2.0667	210.47	38,7491	27206.9	7979,333	1360,9592
Chile	0.6501	-	31,8453	1630.4	138,6667	175,0248
China Hong Kong	0.7217	18,845	43.44	15298	491	247,8276
China Mainland	1.2299	1152.6	56,2124	49575.1	36259	5274,1055
Colombia	0.1426	9,918	3,168	469.7	38	222,6006
Croatia	1.0456	11,162	30,7692	985.7	118,6667	44,7418
Czech Republic	1.1996	28,765161	37,1491	3565.7	533	157,0754
Denmark	2.4849	42,687391	22,9318	5133.1	2959,333	268,1439
Estonia	0.8539	4,736	29,9423	456.9	37	16,221
Finland	3.4502	58,281142	36,5897	5088	5767,667	212,1903
France	2.1499	352,0033	37,0068	31220.5	30541,67	2361,3758
Germany	2.5034	470,729	52,3253	44549.8	68711,33	3212,7449
Greece	0.5514	31,85*	39,5331	4874.1	478	201,373
Hungary	0.8784	22,826	21,7513	2592.2	559,6667	117,2367
Iceland	-	2,94	26,5359	232.3	91,6667	19,5547
India	0.6674	-	23,4715	16743.3	3687,667	1600,2683
Indonesia	-	-	-	215.1	14	471,7102
Ireland	1.2267	15,71*	31,1154	2302.6	1144,333	227,6864
Israel	4.2792	-	43,4988	6558.5	2657,333	201,6082
Italy	1.0913	164,0263	37,3306	25804.9	12563,33	1747,1272
Japan	3.1332	872,752	63,3403	54469.4	231997.3	4779,5428
Jordan	0.8182	42,15*	38,1131	285.4	23	19,0164
Kazakhstan	0.2484	16.7	-	86	159,6667	96,3962
Korea Rep.	2.5325	194,05449	44,6862	17909.9	96397	1238,6925
Latvia	0.4196	5,103	-	120	61,6667	19,8509
Lithuania	0.7503	10,557	30,2442	515.2	69	32,439

국가명	총 연구개발 비중(%) (2004)	총 연구원수 (2004)	이공계 학사학위 비율(%) (2004)	과학기술 논문수 (2006)	특허등록수 (2008)	GDP (us\$ billions) (2014)
Luxembourg	1,6313	4,3176	-	65	542,3333	43,2032*
Malaysia	0,5999	17,8865	-	724,1	443,6667	220,4969
Mexico	0,3942	75,112	33,9217	3998,2	308,6667	1067,9164
Mongolia	0,2678	3,219		21,1	39,6667	5,4775
Netherlands	1,9278	95,702	25,5992	13991,7	13390,33	727,1048
New Zealand	-	21,66*	27,9519	3081,8	911,3333	129,7143*
Norway	1,5708	29,1525	25,708	3896,2	1632	345,4054
Peru	0,1492	-		134,8	10,6667	127,725
Philippines	0,1154	13,468	24,7	180,6	50,3333	165,0946
Poland	0,5576	78,362	32,5257	7232,3	1551	429,5249
Portugal	0,7436	25,628607	33,7945	3628,5	258,3333	190,2768
Qatar	-	-	37,61	42,1	1	137,8813
Romania	0,3852	33,361	30,5914	1014,8	587,3333	123,3653
Russia	1,1513	951,569	23,4049	13561,6	21696,67	999,8316
Singapore	2,1324	25,49202	64,2	3838	1223,667	208,3293
Slovak Republic	0,5114	14,3289	31,5019	1006,9	141,6667	85,216
Slovenia	1,4033	7,132	33,9518	1062,7	351,3333	39,4101
South Africa	0,8486	29,69648	30,7378	2642,7	1308	328,68
Spain	1,0633	161,9326	33,2531	19526,8	4008	1188,7723
Sweden	3,624	72,459	40,4642	10105,3	9137,667	446,3148
Switzerland	2,9022	52,25	34,6454	9234	13249	477,2463*
Thailand	0,2548	42,38*	68,9028	1568	143	232,0088
Turkey	0,5183	39,959972	28,5929	8180,5	411	672,8189
UAE	-	-	18	229,6	28,6667	243,4404
Ukraine	1,0815	178,00**		1909,6	1974,333	88,9848
United Kingdom	1,6693	318,88602	37,6391	46751,3	15281,33	2642,8416
USA	2,446	-	32,3984	209278,5	153109,3	14796,6443
Venezuela	0,2471	3,498	24,3806	525,1	28,6667	186,8663

주1) \*는 2003년 데이터, \*\*는 2002 데이터 활용

주2) 총 연구개발비 비중, 총 연구원수, 이공계 학사학위 비율, 과학기술논문수, 특허등록수는 IMD(International Institute for Management Development)에서 수집하였으며, GDP는 2005년 공식 환율을 사용하여 미국 달러(US\$)로 변환된 실질 금액으로 WORLDBANK에서 수집하였다.

출처: IMD(<https://worldcompetitiveness.imd.org/customsearch>), WORLDBANK(<http://data.worldbank.org/indicator>)