

# 이공계 분야별 연구생산성 분석

An Analysis of Research Productivity by Fields in Science and Engineering

김기형(Ki-Hyoung Kim)\*, 설성수(Sung-Soo Seol)\*\*

## 목 차

- |                 |          |
|-----------------|----------|
| I. 서 설          | IV. 분석결과 |
| II. 기존연구와 가설설정  | V. 결 론   |
| III. 분석방법 및 데이터 |          |

## 국 문 요 약

본 연구는 이공계 분야별로 연구산출에 미치는 영향요인을 규명하고자 한 것이다. 이를 위해 2010-2012년 기간 BK21플러스 사업에 참여한 물리 화학 생물 기계 전기전자 화학공학 6개 분야 교수 1,383명의 연평균 자료를 분석하였다. 연구생산성에 미치는 변수로 성별, 연령별, 직급별, 지역별, 박사학위취득 국가와 같은 개인변수와 석사과정 학생 수, 박사과정 학생 수, 정부연구비, 산업체연구비 및 해외연구비라는 자원변수를 설정하였다. 논문과 특허 및 이들의 종합지수라는 3개 변수를 연구산출로, 대규모 공식적인 데이터를 이용해, 6개 분야에서, 영향요인을 분석했다는 점에서 본 연구는 다른 연구와 차이가 있다. 분석결과는 다음과 같다. 연구생산성에 미치는 요인은 분야에 따라 크게 차이가 난다. 특히 어떠한 개인변수나 자원변수도 모든 분야에서 공통으로 영향을 미치는 경우는 없다. 또한 자연계의 연구산출에 유의한 설명변수 숫자는 공학계보다 적었다. 분야별로 논문과 특허 산출의 비중이 다르고, 이들 간의 상관관계도 큰 차이를 보였다. 물리 화학에서는 논문과 특허 간에 관계가 없고, 나머지 분야에서는 양의 관계가 있었다.

핵심어 : 연구생산성, 이공계 분야 차이, 연구생산성 결정요인, 논문 특허 관계

※ 논문접수일: 2014.10.14, 1차수정일: 2015.1.12, 게재확정일: 2015.2.22

\* 한국연구재단 책임연구원, khkim@nrf.re.kr, 042-869-6250

\*\* 한남대학교 경제학과 교수, s.s.seol@hnu.kr, 042-629-7608, 교신저자

## ABSTRACT

---

This study will show the determinants of research productivity by fields in science and engineering. However, we present the differences between fields by personal attributes, research resources, and research productivities. The data includes 1,383 researchers who participated in the BK21 PLUS program during 2010-2012. The fields are physics, chemistry, biology, mechanics, electricity and electronics and chemical engineering.

As for research productivity, 3 indices are used such as the number of papers publicized, patents and combination of papers and patents. As for explanation factors, two kinds of variables are used. The personal factors include sex, age, academic rank, location of affiliation, and country of PhD acquisition, and the resource factors are the number of graduate students, 3 types of research funds such as government fund, industrial fund and overseas fund. This study is unique in several aspects; Dealing with 3 productivity indices, and using massive official data, 6 different fields, and determinants of research productivity.

The results are as follows; 1) there is a big difference in determinants by fields. 2) No variables affect the research productivity of all the fields at the same time. 3) In science, the number of determinants are quite low than engineering. 4) The ratio between papers and patents are different by fields. 5) The correlations between paper and patent by fields are different; no relationship in the field of physics and chemistry and positive relationship in the other 4 fields.

Key Words : Research Productivity, Differences by Fields, Determinants of Research Productivity, Correlations between Paper and Patents

---

## I. 서 설

이공계 중 자연계는 논문 중심이고, 공학계는 기술중심이라 말하기도 한다. 계열에 따라 각 활동이 추구하는 지향성이 다르다는 것이다. 그렇다면 이들을 더 세분화한다면, 다시 말해 물리학, 화학 생물학 혹은 기계공학 전기전자공학 및 화학공학을 구분한다면 이들은 어떠한 차이가 있을까? 이들은 다루는 연구대상만이 다른 것인가 아니면 다루는 대상의 차이로 인해 학술적인 활동 전체가 영향을 받는가?

본 연구는 이공계 내의 대표적인 몇 학문을 선택하여 분야별 특성을 살펴보고자 한다. 특히 각 분야 연구자들이 어떠한 속성, 즉 개인변수를 가지고 있고, 어떠한 연구자원을 보유하고 있으며, 어떠한 연구성과를 산출하는 지를 살펴보고자 한 것이다.

이공계 각 분야의 연구자원에 대한 분석과 연구생산성에 대한 분석은 대단히 중요하다. 연구생산성은 개인의 연구능력을 보여주는 지표이고, 소속기관의 연구역량을 보여주는 지표이기 때문이다. 지적작업인 연구활동에서도 투입 대비 효과를 말하는 생산성 문제는 중요하다. 송충한(2003)은 연구생산성이 결국 이공계 대학을 살리는 길이라는 점을 역설하기도 한다. 나아가 연구생산성 결정요인은 연구개발 투자의 효율성을 위해서도 필요하다. 보다 효율적인 과학기술 투자가 가능하기 때문이다. 이러한 주제에 대한 연구는 뿌리가 깊다. Roe(1956)는 탁월한 학자의 심리를 분석하고, Merton(1957)은 과학의 사회적 계층화를 분석하였다. 이후 연구생산성 자체와 이에 영향을 미치는 변수들이 무엇인가를 규명하는 연구들이 이루어져 왔다.

본 연구에서는 BK21 플러스 참여교수라는 특정 그룹의 연구자를 대상으로 연구생산성을 분석하고자 한다. 그런데 연구생산성을 다루는 방법은 기존연구와 다르다. 논문만을 대상으로 하는 다른 연구와 달리, 논문과 특허 및 이들의 종합지수를 모두 연구생산성 지표로 설정하고, 이들 각각을 기준으로 성과에 영향을 미치는 영향요인을 분석한다.

본 연구의 특징은 이론적인 측면에서는 여러 개인적 속성과 연구자원이 연구생산성에 어떻게 영향을 주고 있는 지를 검토하는 것이고, 데이터에 있어서는 분석에 사용되는 자료들이 모두 공식적으로 확보되는 국가적인 자료들이라는 점이다. 특정분야 혹은 부분에 대한 연구는 있었어도 국가적인 공식 데이터를 가지고 이러한 연구를 시도한 적은 없다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 연구를 검토하고 그에 입각해 본 연구에 맞는 연구가설을 설정한다. 3장에서는 데이터와 기초통계를 설명하고, 제4장에서는 분석결과를 제시한다. 제5장에서는 결론 및 본 연구의 한계점을 제시한다.

## II. 기존연구와 가설설정

### 1. BK21 사업 연구

한국연구재단이 지원하는 BK21(Brain Korea 21) 사업에 대한 여러 연구가 존재한다. 최인엽, 남궁근(2010)은 이 사업이 참여 연구자의 연구성과에 미치는 영향을 검토하였다. Shin(2009), 김병주(2006)와 Kim & Byun(2012)는 이 사업이 참여 대학이나 집단에 미치는 효과를 검토하였다. 또한 Seol(2012)은 이 사업이 가진 대학개혁 정책으로서의 의미를 분석한다. 그러나, 2단계 BK21과 WCU(World Class University)사업의 후속 사업인 BK21 플러스(Brain Korea 21 PLUS) 사업에 대한 분석은 아직 시도되지 않았다. 또한 그간의 연구는 대체로 연구생산성 지표로 논문에 중점을 두어 왔다.

### 2. 분야 차이

Dietz & Bozeman(2005)은 분야 차이 자체가 논문과 특허 산출에 영향을 미치는 변수라고 하였다. Stephan et al.(2005)은 분야차이가 특허산출을 결정짓는다고 역설한다. Hargens(1975)는 학문분야별로 대학원생이 연구생산성에 미치는 영향을 다루었고, (Gonzalez-Brambila & Veloso, 2007)는 남녀간 생산성 차이도 있다는 점을 지적한다. 국내에서 주삼환(1993)은 한국과학재단에 등록된 물리 화학, 기계 전자공학 분야의, 2,080명 교수를 대상으로 분야 차이를 살펴본다. 인적특성, 대학유형, 소재지, 학위취득 국가라는 개인변수를 가지고 논문과 저서에서의 분야차이를 검토한다.

특히 이공계 학문은 인문사회계와 인용하는 패턴이 다르다. 인문사회계는 논문 이외에도 다양한 자료가 인용되는데 반해 이공계에서는 논문이 인용자료 대부분을 차지한다(Glänzel & Schoepflin, 1999; Van Raan, 2003; Larivière et al., 2006). 그로 인해 이공계에서는 인문사회계에 비해 논문 생산성을 특히 강조한다.

### 3. 연구생산성

Merton(1957)은 과학자가 연구를 수행하는 주 요인 중 하나가 동료 과학자로부터의 인정이라고 하였다. Levin & Stephan(1991)은 문제를 해결하는 연구과정 자체에 대한 매력, 자신의 발견에 대한 동료의 인정, 나아가 재정적 보상도 연구자가 연구에 몰두하는 중요한 동기로 보았다.

Owen-Smith & Powell(2001)은 논문과 특허를 중요한 생산성 지표라고 하였다. Stephan et al.(2005)는 전공분야가 특허진수를 결정하는 중요 요인이라고 주장하기도 하였다.

논문과 특허의 관계에 대한 연구 역시 활발하다. 그러나 이 연구는 크게 둘로 구분된다. 하나는 논문과 특허는 상호보완적이라는 견해이다. 이에 Carayol(2004), Markiewicz & DeMinin(2004), Stephan et al.(2005)과 Wong(2010)이 있다. 논문활동의 증가와 특허 증가가 관계가 있다는 것이다. 반면 논문과 특허는 아무 관계가 없다는 주장과 함께 상호 대체관계라는 연구도 보인다. 전자는 Agrawal & Henderson(2002)에게서 후자는 Blumenthal et al.(1996)에서 찾아진다. 논문과 특허의 관계에 관한 이 논의는 본 연구에서도 확인해 보아야 할 과제이다.

연구생산성에 미치는 영향 요인에 관한 연구는 다양한 관점과 시각에서 이루어졌는데, 크게 개인요인, 환경요인 및 자원요인으로 구분되어 이루어졌다.

개인변수와 관련해서 몇 가지 선행연구를 살펴보면 연구자의 연령과 생산성에 대해서는 관계성의 유무에 대한 상반된 의견이 존재한다. Mairesse & Turner(2005), Lehman(1966) 등은 50대 이전 또는 40대 초반에 생산성이 가장 높다가 이후부터 감소한다고 한 반면, Reskin(1980)은 연령은 관계가 없고 오히려 동기, 체력, 사회적 지위와 같은 다른 요인에 의해 영향을 받는다고 하였다. 직급과 관련해서는 대체로 연구생산성과 관계가 있다고 보고 있다. 즉, 직급이 높을수록 승진을 위해 필요한 업적을 충족하기 때문에(Bland et al., 2005) 또는 시간적 여유, 자원 획득의 용이성 등(Kyvik, 1991)으로 직급이 높을수록 생산성이 높아진다고 보고 있다. 또한 Gonzalez-Brambila & Veloso(2007)는 학위취득국가에 의해 생산성에 유의한 차이가 없다고 주장한다.

Carayol & Matt(2003)는 개인변수와 함께 환경변수도 언급한다. 프랑스 Louis Pasteur 대학 6개 연구소 연구자에 대한 연구에서 영향요인을 개인요인(연령, 승진, 신분)과 연구실요인(동료, 연구실 규모, 포스트닥 또는 박사과정 대학원생, 전일제 연구인력)으로 구분하여 분석한 것이다. 환경요인으로 국제적인 연구 활동이 중요하다고 지적되기도 한다(Jonkers & Tijssen, 2008; Sandström, 2009).

연구자원의 중요성을 강조한 연구도 제법 있다. Chu(2012)는 생산성이 높은 연구자는 시간(강의 부담 경감), 재정/연구비, 우수한 재능의 박사과정 대학원생, 경쟁력 있는 조교, 첨단 시설과 같은 연구자원에 대한 접근성이 높다고 보았다. 연구비와 관련하여, Payne & Siow(2003)는 미국 68개 대학 연구자의 논문, 특허를 대상으로 정부 연구비의 연구생산성에 미치는 영향을 분석하였는데 백만불당 논문 10편, 특허 0.2건이 증가한다고 하였다. 즉, 양의 관계가 있다는 것이다. 대학원생 및 학위취득국가에 관해서는, 대학원생의 경우 교수의 논문생산성에 긍정적 영향을 미친다는 것이 대체적인 견해이다(Lewis & Dundar, 1998; Kotlik et al., 2002; Kyvik, 1991).

배종태·유희숙(1997)은 연구자원과 연구환경을 동시에 다루며, 223명에 대한 설문을 바탕으로 이공계 교수의 논문생산성을 분석한 바 있다. 이들은 연구비, 연구인력, 강의부담과 보상을 통해 회귀분석을 시도한 결과 연구비는 큰 효과가 없고, 박사과정은 +, 강의부담 -, 보상은 +를 보였다. 그러나 보상효과는 상대적으로 작게 나타났다.

본 연구의 선행연구라 할 수 있는 Kim(2014)에서는 연구생산성에 영향을 미치는 변수를 먼저 개인변수와 자원변수로 구분한다. 그리고 개인변수에 성, 연령, 직급, 소속지역, 학위취득 국가를 포함시키고, 자원변수에 석사학생, 박사학생, 정부연구비, 산업체 연구비, 해외연구비를 포함시킨다. 한편 연구생산성은 논문, 특허 및 이들을 통합한 변수로 설정한다.

#### 4. 가설설정

선행연구들도 일부는 본 연구와 같이 연구생산성에 영향을 미치는 연구자원을 중시한다. 그러나 이들 연구는 연구비, 대학원생과 같은 연구자원 중 일부만을 다루거나, 개인변수 중 일부 변수만을 다룬다. 혹은 대형의 공식적인 데이터를 다루지 못하고 있어서 해당 학문분야 전체에서는 어떻게 나타나는 지를 보여주지 못한다. 또한 특정분야를 대표하는 연구자들의 데이터가 이용되지 못하기에 분야별 논문과 특허간의 관계를 보여주지 못한다.

이론적인 측면에서의 이와 같은 상황에 따라 본 연구에서 검증할 주제는 크게 2 유형으로 구분된다. 첫째 유형은 연구생산성 지표와 관련된 것으로 분야별 논문과 특허의 관계이다. 그러나 이는 어디까지나 부수적인 주제이고 핵심주제는 두 번째인 여러 자원변수와 연구생산성의 관계이다. 그렇지만 본 연구에서는 핵심 두 주제를 검토하며 얻어지는 부수적인 사항들을 두 주제를 훼손하지 않는 상황에서 추가적인 가설로 보여줄 것이다.

이상과 같은 선행 연구를 바탕으로 본 연구는 다음과 같이 가설을 설정한다.

첫 번째는 분야별 연구자원의 차이에 대한 가설이다.

가설 1-1 분야별로 연구자원에 차이가 있다.

가설 1-2 분야별로, 개인변수별로 연구자원에 차이가 있다.

두 번째는 분야별 연구생산성 차이에 대한 가설이다.

가설 2-1 분야별로, 개인변수별로 연구생산성에 차이가 있다

가설 2-2 계열별로 논문과 특허의 비중이 다르다.

가설 2-3 분야별로 논문과 특허의 상관관계가 다르다.

세 번째는 분야별 연구영향요인의 차이에 대한 가설이다.

가설 3-1 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 분야별로 연구에 영향을 미치는 요인이 다르다.

가설 3-2 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 분야별 차이는 있지만 자연계와 공학계라는 계열별로는 서로 비슷할 것이다.

가설 3-3 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 경륜과 자원축적을 상징하는 직급은 모든 분야에서 중요 영향요인이다.

가설 3-4 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 어느 분야이든 정부연구비는 중요한 영향 요인이다.

가설 3-5 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 산업체연구비는 비중이 작고 성격상 특허 지향이므로 특허에만 영향을 줄 것이다.

가설 3-6 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 어느 분야이든 대학원생은 중요 영향요인이다.

### III. 분석방법 및 데이터

#### 1. 데이터 및 변수

##### 1) 데이터 및 분석방법

본 연구는 BK21플러스 사업 참여교수들의 데이터를 분석한 것이다. BK21플러스사업은 2012년까지 존속한 BK21 사업과 WCU 사업을 통합하여 2013년 출발한 사업이다. 따라서 기존 두 사업이 각각 목표로 한 세계수준의 연구중심대학 육성과 핵심 분야별 우수인재 집중 양성이라는 두 목표를 가지고 있다. 데이터는 특히 미래기반창의인재양성 유형 사업단 중 6개 학문분야(물리, 화학, 생물, 기계공학, 전기전자, 화학공학), 20개 대학 58개 사업단, 전체 참여교수 1,383명의, 2010-2012년 기간의 연평균 자료이다. 참여교수의 성, 연령, 박사학위 취득국가는 한국연구재단의 한국연구업적통합정보시스템(KRI)의 등록 정보를 활용하였다.

BK21플러스 사업은 2013년부터 신규로 시작된 사업이고 본 연구대상 참여교수도 신규선정 절차를 거쳐 2013년도부터 동 사업에 참여를 시작하였다. 참여교수의 논문, 특허는 BK21

플러스 사업이 신규로 시작된 2013년도 이전까지 3년 기간 동안 산출한 실적이다. 따라서 참여 교수의 실적은 동일한 조건에서 산출된 것으로 간주한다.

교수직급은 정교수, 부교수, 조교수 3개 직급으로 구분하였다. 박사학위 취득국가는 한국, 미국, 유럽, 일본 4개 그룹으로, 연구비는 정부 연구비, 산업체 연구비, 해외 연구비로 각각 구분하였다. 소속대학 소재 지역은 서울과 기타로 구분하되 BK21플러스 사업 신청 시 지역이 아닌 전국단위 신청 대상이었던 한국과학기술원(KAIST), 광주과학기술원, 포항공대, 울산과학기술대는 서울에 포함하였다. 학위취득국가 구분에서 분석결과의 신뢰성을 고려하여 캐나다(12명)는 미국으로, 말레이시아(1명), 싱가포르(2명), 인도(2명)는 일본으로 분류하였고 학위 취득국가 정보가 없는 경우(54건)은 분석에서 제외하였다.

각 연구자의 논문편수는 일반적인 숫자가 아니라 <표 1>과 같이 한국연구재단에서 제시한 기준에 의해 작성된 값들이다. 이 기준은 저자 수나 역할에 따른 논문 환산편수를 구하는 계산식을 제공한다. 주저자와 교신저자 외에 저자가 1인 추가된 경우의 환산 예는 다음과 같다. 주저자와 교신저자의 몫은 각각 2/5, 기타저자의 몫은 1/5이다. 이 예에서 기타저자가 2인이 라면 주저자와 교신저자의 몫은 2/5로 동일하고, 기타저자 2인은 각 1/10을 배당받게 된다. 특허는 1인당 건수로 환산한 값을 사용하였다. 연구비 역시 1인당 수주 금액으로 환산하여 산정하는데, 공동 수주의 경우에는 참여율 정보가 없어 연구비를 공동수주한 참여교수 숫자로 균등 분할하여 환산하였다.

<표 1> 연구재단의 논문편수 환산공식

- 
- ▶ 주저자 1인의 논문 환산 편수 =  $\min(1/(m+0.5), 0.5)$  (단,  $n=0$ 일 때는  $1/m$ )
    - $m$ : 주저자(제1저자+교신저자) 수
    - $n$ : 기타저자(주저자를 제외한 저자) 수
    - $T$ : 총 저자 수 (=  $m + n$ )
  - ▶ 기타 저자 1인의 논문 환산 편수 ( $n>0$ ) =  $\{1 - m * \min(1/(m+0.5), 0.5)\} / n$
  - ▶ 예외사항
    - 주저자를 특별히 구분하지 않으면 각 저자 1인의 논문 환산 편수는  $1/T$
- 

논문과 특허를 모두 고려하는 것은 연구생산성 지표로서 학문분야에 따라 논문과 특허에 관한 생산성 특성의 차이가 있을 수 있기 때문에 이를 균형 있게 반영하기 위한 것이다.

분석은 여러 단계로 이루어졌다. 먼저 분석에 사용된 각 변수를 집단별로 구분하였다. 이어 각 분야에서 이 집단구분이 통계적으로 유의한 지를 평균값 차이 검정(일원분산분석)을 시도하였다. 세 번째로는 설명변수와 연구생산성 변수간의 상관관계 분석을 시도하였고, 마지막으로 연구생산성을 설명하는 변수들을 종합하여 회귀분석을 사용하였다.

2) 변수 요약

본 연구는 생산성 변수로 논문과 특허를 모두 사용하나 기존 연구와의 차이점은 특허에 대해서는 논문과 대비하여 가중치를 적용한 환산 값을 사용하였다는 점이다. 즉, 논문 1편 대비 국제특허 1건은 1건, 국내특허 1건은 0.5건으로 논문 대비 가중치를 적용하여 산출하였다. 이 가중치는 국내 10개 대학<sup>1)</sup> 교수업적평가에서 사용되는 논문과 특허에 대한 배점의 평균치이다.

연구생산성 변수는 논문과 특허 및 종합지수 3종이다. 연구생산성에 영향을 미치는 설명변수는 <표 2>에 있는 8개의 변수 즉, 인구통계학적 변수인 성과 연령, 참여교수 직급, 박사학위 취득국가, 지도 대학원생 수, 연구비, 소속대학 소재 지역 및 학문분야 등이다.

<표 2> 생산성 변수 및 설명변수 세부 내용

구 분	변수 세부 내용	
생산성 변수	- 논문(SCI) - 특허 - 종합지수(논문+특허)	- 교수 1인당 환산 값 - 교수 1인당 환산 값1) - 교수 1인당 환산 값2)
개인변수	- 성 - 연령 - 직급 - 박사학위 취득국가3) - 소속대학 소재지역4) - 학문분야	- 남·녀로 구분 - 4개 그룹으로 구분(30대/40대/50대/60대) - 3개 직급으로 구분(정교수/부교수/조교수) - 4개 지역으로 구분(한국/미국/유럽/일본) - 서울과 기타로 구분 - 물리, 화학, 생물, 기계공학, 전기전자, 화학공학
자원변수	- 지도 대학원생 수 - 연구비	- 석사과정, 박사과정으로 구분 - 정부연구비, 산업체연구비, 해외연구비로 구분

- 1) 가중치(SCI 논문 1, 국제특허 1, 국내특허 0.5) 반영
- 2) 논문과 특허가중건수를 합산하여 산정
- 3) 캐나다는 미국으로, 말레이시아, 싱가포르, 인도는 일본으로 분류.
- 4) KAIST, 포항공대, 광주과학기술원, 울산과학기술대는 서울에 포함

2. 기초통계

1) 자원변수 분포

동일한 이공계이지만 분야별로 보유한 연구자원의 차이가 있다. 첫째, 식별된 모든 자원은 자연계에 비해 공학계가 많다. 둘째, 물리, 생물, 기계에서 보는 바와 같이 분야에 따라 석사

1) 7개 국립대학교(강원대학교, 부산대학교, 서울대학교, 전남대학교, 전북대학교, 충남대학교, 충북대학교), 3개 사립대학교(고려대학교, 성균관대학교, 연세대학교). 의도적으로 학교별 가중치는 소개하지 않는다.

학생 평균 1.4명보다 박사학성이 1.5명으로 많다. 셋째, 연평균 연구비는 5억원 수준인데, 정부연구비 의존도는 평균 84%, 분야에 따라 77.7-93.3%이다. 자연계의 정부연구비 의존도는 통상적인 언급과 같이 높다. 넷째, 산업체 연구비 비중은 분야에 따라 5.9-21.5%로 예상보다 높지 않다. 산업체 연구비는 자연계보다는 공학계가 높고, 전기전자가 특히 높다. 다섯째, 해외 연구비는 전체 비중으로 보면 1.2%로 아주 작다. 그러나 자연계보다는 이공계가 크고, 특히 기계분야에 집중되어 있다.

〈표 3〉 분야별 연구자원 평균값(단위: 명, 백만원/년)

구분	전체	물리	화학	생물	기계공학	전기전자	화학공학
교수 수	1,383	169	141	216	253	433	171
대학원생 수	2.8	1.9	2.8	2.1	3.3	3.1	3.3
석사과정 학생수	1.4	0.7	1.5	0.9	1.5	1.6	1.7
박사과정 학생수	1.5	1.2	1.3	1.2	1.7	1.5	1.7
총 연구비	505	359	357	357	549	618	603
정부연구비 %	420 (83.2)	335 (93.3)	324 (90.8)	336 (94.1)	434 (79.1)	480 (77.7)	521 (86.4)
산업체연구비 %	78 (15.4)	22 (6.1)	31 (8.7)	21 (5.9)	96 (17.5)	133 (21.5)	78 (12.9)
해외연구비	6	1	2	0	20	5	4

공학계는 대학원생이 평균 3.2명, 자연계는 평균 2.3명에 미치지 못한다. 즉, 공학계 대학원생 수의 평균값이 자연계보다 더 높게 나타났다.

표에서 보면 자연계는 석사학생 평균이 1.0명이고, 박사학생은 평균 1.2명이다. 반면 공학계는 석사학생 평균과 박사학생 평균이 모두 1.6명이다. 두 집단 사이에 각 학위과정 대학원생 수 평균값 분포가 다르며, 대체로 박사학생이 석사학생보다 많다.

연구비 통계를 보면 자연계는 년 357백만원에서 359백만원 사이에 있어 놀랍도록 비슷하다. 반면 공학계는 기계공학의 549백만원, 전기전자 630백만원 및 화학공학 603백만원으로 약간의 차이가 있다. 공학계는 평균 478백만원이고, 자연계는 358백만원이다. 그러나 자연계도 의외로 적지 않은 금액이다.

자연계 3개 분야의 총연구비는 359백만원과 357백만원, 357백만원으로 대단히 유사하다. 정부연구비도 화학이 324백만원, 물리 335백만원, 생물 336백만원으로 거의 비슷하다.

## 2) 연구생산성 변수 분포

BK21플러스 참여교수의 1인당 논문환산편수는 평균 1.6편으로 나타났다. 교수 1인당 논문 환산편수에서 화공분야가 모든 설명변수에서 평균값이 가장 높았다. 화학(2.2편)은 화학공학(2.6편)보다는 낮지만 비슷한 수준이며, 물리 기계공학 전기전자는 같은 수준(1.5편)이고, 생물이 1.0으로 가장 낮다.

성별 자료는 분야별로 여성 과학기술인의 비중이 작아 표에만 표시하고 언급은 하지 않는다. 연령별로는 대부분의 분야가 30대에서 50대까지 증가하다 60대에 감소하는 추세를 보인다. 그런데 화학과 전기전자는 특이한 추이를 보인다. 화학의 경우에는 연령에 비례하여 60대에 가장 많은 논문을 발표하는 것으로 나타났다. 전기전자는 60대가 되면 감소폭이 커 30대 수준으로 하락하였다. 표에는 없지만, 학문분야별 가장 많은 논문을 발표한 연령은 물리, 생물은 40대, 공학분야와 화학은 50대로 나타났다.

직급별로는 조교수보다는 부교수가, 부교수보다는 정교수의 논문생산성이 높다. 지역별로는 서울지역이 기타지역에 비해 논문생산성이 높다. 학위취득국가별로는 논문편수 평균값 분

〈표 4〉 개인변수별 논문편수 평균값 (년)

구분	전체	물리	화학	생물	기계공학	전기전자	화학공학
전체	1.6	1.5	2.2	1.0	1.5	1.5	2.6
성	남	1.7	1.5	2.3	1.0	1.5	2.6
	여	1.1	1.7	1.8	0.7	0.9	2.2
연령	30-39세	1.2	1.2	1.2	0.5	0.9	1.8
	40-49세	1.5	1.6	1.8	1.0	1.4	2.3
	50-59세	1.8	1.6	2.7	1.0	1.7	3.1
	60-69세	1.7	1.5	3.4	1.0	1.6	2.8
직급	정교수	1.8	1.6	2.7	1.1	1.7	3.0
	부교수	1.5	1.6	1.7	0.9	1.3	2.4
	조교수	1.0	1.1	0.9	0.5	1.0	1.3
지역	서울	1.8	1.5	2.3	1.0	1.7	2.8
	기타	1.3	1.5	2.1	1.0	1.3	2.3
학위 취득 국가	대한민국	1.5	1.6	2.1	0.9	1.5	2.6
	미국	1.7	1.5	2.2	1.0	1.5	2.7
	유럽	1.6	1.2	2.6	1.2	1.5	2.7
	일본	1.8	1.3	2.4	1.7	1.7	2.2

주 1. 분야에 따라 여성과학자 수는 소수인 관계로 표시만 하고 언급은 안함.

포가 학문분야별로 다양하게 나타난다.

그러나 <표 5>의 데이터는 확정적으로 사용되어서는 안 된다. 각 구분에서의 집단차이가 존재하는 지에 대한 통계적인 검증이 아직 이루어지지 않았기 때문이다.

특허가중건수는 전기전자가 1년 평균 0.6건, 기계 0.4건, 화학공학 0.3건 순이며 자연계 분야에서는 화학은 화학공학과 비슷한 수준이고, 물리 생물은 0.1편으로 낮았다. 공학계가 자연계보다 높다.

연령별로는, 표에서는, 특별한 추이가 보이지 않는다. 다만, 표에는 없지만, 가장 많은 특허를 등록하는 연령대는 물리, 화학은 40대, 공학분야와 생물은 50대이다. 반면 직급별로는 논문과 마찬가지로 조교수보다는 부교수가, 부교수보다는 정교수가 많은 경향이 있다. 지역에서는 역시 서울지역 대학의 특허생산성이 전 분야에서 높았다. 학위취득 국가별로는 학문분야 전체적으로 평균값이 다르게 나타난다.

<표 5> 개인변수별 특허가중건수 평균값 (년)

구분		전체	물리	화학	생물	기계공학	전기전자	화학공학
전체		0.4	0.1	0.3	0.1	0.4	0.6	0.3
성	남	0.4	0.1	0.3	0.1	0.4	0.6	0.3
	여	0.2	0.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5
연령	30-39세	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1
	40-49세	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.6	0.4
	50-59세	0.4	0.1	0.3	0.1	0.4	0.7	0.5
	60-69세	0.3	0.2	0.3	0.1	0.3	0.5	0.3
직급	정교수	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.7	0.4
	부교수	0.3	0.0	0.2	0.1	0.4	0.5	0.3
	조교수	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2
지역	서울	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.9	0.4
	기타	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.3
학위 취득 국가	대한민국	0.4	0.1	0.3	0.1	0.4	0.5	0.4
	미국	0.4	0.1	0.3	0.1	0.4	0.7	0.3
	유럽	0.5	0.2	0.3	0.1	0.5	1.1	0.3
	일본	0.2	0.0	0.3	0.1	0.4	0.2	0.2

주 1. 분야에 따라 여성과학자 수는 소수인 관계로 표시만 하고 언급은 안함.

논문과 특허를 합한 종합 생산성 수치는 화학공학 3.0, 화학 2.5, 전기전자 2.1 기계공학 1.9, 물리 1.6, 생물 1.1 순이다. 화학공학은 생물보다 약 3배, 물리의 약 2배, 전기전자나 기

계공학보다 1.5배 높다. 이 수치로 인해 화학공학 연구자들의 생산성이 그만큼 높다고 평가되어서는 안 된다. 이 수치는 분야별 평균 산출의 차이일 뿐이다.

종합지수에서의 차이에서도 성별 차이는 표시만 하고 언급은 하지 않는다. 샘플 수가 작아 일반화하기 어렵기 때문이다. 연령별로는 전반적으로 50대까지 증가하다 60대에 감소한다. 그러나 화학에서는 60대에 종합산출지수가 가장 높다. 직급과 지역에서도 논문과 같은 패턴을 보인다. 학위취득 국가별 종합지수에서는 분야별로 확연한 차이를 보이기도 한다. 그러나 이 수치 역시 집단차이 검증이 통과된 분야에 한해서만 언급되어야 할 것이다.

〈표 6〉 개인변수별 종합실적지수 평균값

구분	전체	물리	화학	생물	기계공학	전기전자	화학공학	
전체	2.0	1.6	2.5	1.1	1.9	2.1	3.0	
성	남	2.0	1.6	2.6	1.1	1.9	2.1	3.0
	여	1.3	2.2	2.0	0.7	1.0	1.1	2.7
연령	30-39세	1.3	1.2	1.2	0.5	1.0	1.6	1.9
	40-49세	1.9	1.7	2.1	1.1	1.8	2.1	2.6
	50-59세	2.2	1.8	3.0	1.1	2.1	2.3	3.5
	60-69세	2.1	1.6	3.7	1.1	1.9	1.7	3.1
직급	정교수	2.2	1.8	3.0	1.2	2.1	2.3	3.4
	부교수	1.8	1.6	1.9	0.9	1.7	1.8	2.7
	조교수	1.1	1.2	1.0	0.5	1.1	1.4	1.5
지역	서울	2.3	1.7	2.6	1.1	2.2	2.9	3.2
	기타	1.5	1.5	2.2	1.1	1.5	1.0	2.6
학위 취득 국가	대한민국	1.9	1.7	2.4	1.0	1.9	1.8	3.0
	미국	2.1	1.6	2.5	1.0	1.9	2.5	3.0
	유럽	2.1	1.3	2.9	1.3	2.1	2.4	3.0
	일본	2.0	1.3	2.7	1.8	2.1	2.0	2.5

주 1. 분야에 따라 여성과학자 수는 소수인 관계로 표시만 하고 언급은 안함.

## IV. 분석결과

### 1. 분야별 차이 검정

6개 분야 교수들의 개인변수와 자원변수간 차이를 검정한 결과가 〈표 7〉에 나타나 있다.

성별 및 소재지 구분에서는 유의확률 5% 이하로 차이가 분명한데, 직급, 연령 및 학위취득 국가에서는 차이가 확인되지 않고 있다.

가설 1-1은 분야별로 개인변수와 자원변수에 차이가 있다는 것이다. 그러나 이 결과는 성별 또는 소재지별 차이만 있는바, 이 가설은 채택되기 어렵다할 것이다. 다만 분명한 것은 분야별 성별차이는 존재한다는 점이다.

〈표 7〉 6개 분야별 차이

	개인변수		자원변수		
	F값	유의확률		F값	유의확률
성별	11.9	0.000	석사학생	31.5	0.000
직급	1.4	0.234	박사학생	6.9	0.000
연령	0.8	0.521	학생 계	20.3	0.000
대학소재지역	6.8	0.000	정부연구비	2.4	0.038
학위취득국가	0.943	0.452	산업체연구비	16.6	0.000
			해외연구비	1.3	0.244
			연구비 계	5.5	0.000

〈표 8〉은 분야별 자원변수의 차이를 보여주고 있다. 해외연구비를 제외한 모든 자원변수에서 5% 이하의 유의확률로 분명한 차이를 보이고 있다. 가설 3-2는 분야별로 보유한 자원변수에 차이가 있다는 것인바, 이 가설은 채택되었다고 할 수 있다.

더 나아가 본고에서는 교수들의 개인변수별로 각 집단구분이 보유한 자원변수에 차이가 있는 지를 분석하였다. 이 검정은 개인변수 4개와 자원변수 7개의 각각의 조합에 대해 이루어져야 하므로 총 28개가 이루어져 결과를 설명하기도 또한 표로 제시하기도 쉽지 않다. 따라서 검정결과를 〈표 8〉과 같이 개인변수와 자원변수간의 매트릭스 형태로 나타내 보았다.

연령에 따른 자원변수 보유 차이는, 생물학과 기계공학은 해외연구비를 제외하고 모든 개인변수와 자원변수 사이에서 차이가 존재한다. 표에는 나타나 있지 않지만, 이들 두 학문은 나이가 많을수록, 직급이 높을수록, 서울지역일수록, 대학원생을 많이 보유하고 있다. 학위취득 국가에 따라서도 자원보유가 다르다.

직급에 따른 연구자원 보유의 차이는, 박사학생 보유에서 전분야 공통으로 나타난다. 직급이 높으면 박사학생이 많다. 정부연구비도 화학공학을 제외하고는 비슷한 추이를 보인다. 공학계는 산업체연구비에서도 직급이 높을수록 많은 경향이 있다.

지역적으로는, 석사학생은 물리를 제외한 전 분야에서 차이가 있고, 박사학생은 전분야 공

통으로 차이가 있다. 서울지역과 기타지역의 대학원생 차이는 거의 전 분야 공통현상이라 할 것이다. 산업체 연구비는 공학계와 화학에서 차이가 있고, 해외연구비는 전기전자와 화학공학에서 차이가 있다.

학위취득 국가별 차이는 자원변수에 따라 특히 일부 학문에서만 차이가 검증된다.

〈표 8〉 개인변수별 자원변수 보유별로 집단차이가 유의한 분야

구분	연령	직급	지역	학위국가
석사	생물 기계, 전기	기계, 전기	화학, 생물 기계, 전기, 화공	전기
박사	기계, 전기, 화공, 생물	전체	전체	생물 기계, 전기, 화공
대학원생	생물 기계, 전기, 화공	전체	전체	생물 전기, 화공
정부연구비	화학, 생물 기계, 물리	물리, 화학 생물 기계, 전기	물리, 화학 생물 기계, 전기	생물
산업체연구비	생물 기계, 전기	기계, 전기 화공	화학 기계, 전기, 화공	기계
해외연구비			전기, 화공	
총 연구비	물리, 화학, 생물 기계, 전기	물리, 화학, 생물 기계, 전기	물리, 화학, 생물 기계, 전기	기계, 전기

유의수준 ( $p < 0.05$ )을 충족한 분야만 분야 명칭 표시

가설 1-2는 분야별로, 개인변수별로 연구자원에 차이가 있다는 것이다. 이상에서 본 바와 같이 개인변수별 연구자원 보유는 분야별로 크게 차이가 있다할 것이다. 따라서 이 가설은 채택된다.

## 2. 연구생산성 차이 검정

6개 분야는 논문산출에 있어서, 특허산출에 있어서, 또한 종합지수에서 유의확률 0.0으로 극명한 차이를 보인다. 이는 너무 명확하게 나타나 차이검정 결과를 보이는 것도 생략한다.

개인변수와 연구생산성에 집단차이가 존재하는지를 검정한 결과는 〈표 9〉와 같다. 물리는 어떠한 개인변수에서도 또한 연구생산성 지표에서도 집단차이가 유의하지 않았다. 화학은 화학공학과 같이 직급과 연령에서 논문과 종합지표에서 차이를 보였다. 생물은 논문에서는 직급과 학위취득국가가, 특허에서는 직급과 지역에서 차이가 있다. 공학계는 논문과 종합지표에서

대체로 직급과 연령별 차이가 존재하고, 특허에서는 지역차이가 존재한다. 요약하면 물리학을 제외하면, 논문과 종합지수에서 직급과 연령별 차이가 분명히 존재하고, 특허에서는 생물, 기계, 전기전자 분야에서 지역차이가 존재한다.

가설 2-1은 분야별로, 개인변수별로 연구생산성에 차이가 있다는 것인바, 이 역시 다양한 차이를 보이고 있다. 따라서 이 가설 역시 채택된다할 것이다.

〈표 9〉 분야별 연구생산성 차이가 있는 개인변수

구분	논문편수	특허가증건수	종합실적지수
물리	-	-	-
화학	직급, 연령	-	직급, 연령
생물	직급, 학위국가	지역, 직급	직급, 학위국가
기계공학	직급, 연령, 지역	지역, 직급	직급, 연령, 지역
전기전자	직급, 지역, 학위국가	지역, 학위국가	직급, 연령, 지역, 학위국가
화학공학	직급, 연령	-	직급, 연령

유의수준 ( $p < 0.05$ )

분야별로 논문과 특허에 대한 중점이 다르다. 6개 분야 평균으로는 논문과 특허가 8:2의 비중이지만, 물리를 포함한 자연계는 논문 비중이 88-93.8%로 역시 크고 이공계는 71.4-89.7%로 낮다. 그러나 그 차이는 그렇게 크지 않아 자연계는 특히 논문중심이고 이공계는 기술중심이라는 그간의 평가와는 다른 결과이다. 화학과 화학공학은 비슷한 수준이고, 화학공학은 특허비중만 놓고 본다면 자연계에 가깝다.

〈표 10〉 논문과 특허 비중 차이

구분	전체	물리	화학	생물	기계공학	전기전자	화학공학
논문 %	80.0	93.8	88.0	90.9	78.9	71.4	89.7
특허 %	20.0	6.3	12.0	9.1	21.1	28.6	10.3
통합지수	2.0	1.6	2.5	1.1	1.9	2.1	3.0

가설 2-2는 계열별로 논문과 특허의 비중이 다르다는 것이다. 〈표 10〉은 분야별 논문과 특허 비중이 차이가 있음을 보여준다. 전기전자가 28%, 기계 21% 순이며, 화공 10.3%, 화학 12.0%로 두 학문은 유사하다. 물리는 가장 작은 6.3%이고 생물은 9.1%이다.

### 3. 분야별, 변수별 연구생산성의 상관관계

설명변수와 3개의 연구생산성 변수가 상관관계가 있는지를 확인하기 위해 상관분석을 실시하였다. 논문에서의 상관계수를 검토한 <표 11>에서는 물리학은 석박사학생과 정부연구비가, 화학은 교수연령과 석사학생 및 정부연구비가, 생물은 교수연령과 박사학생 및 정부연구비가 상관관계가 존재하였다. 공학계에서는 전기전자의 교수연령을 제외하고는 교수연령, 석박사학생, 정부연구비와 산업체 연구비가 논문생산성과 상관관계가 존재하였다. 해외연구비는 화학에서만 논문과의 상관관계가 존재하였다. 상관관계가 가장 큰 요인을 보면 공학계와 물리에서는 박사학생이며, 화학은 연령, 생물은 정부연구비이었다. 상관관계의 정도, 즉 상관계수의 크

<표 11> 설명변수와 논문의 상관계수

구분	물리	화학	생물	기계 공학	전기 전자	화학 공학
교수 연령		.383	.149	.145		.200
대학원생	.207	.212	.205	.414	.474	.436
석사학생 수	.172	.219		.235	.393	.385
박사학생 수	.174		.216	.420	.411	.413
총 연구비	.177	.316	.241	.222	.215	.234
정부연구비	.165	.332	.218	.195	.196	.201
산업체연구비			.192	.266	.106	.341
해외연구비		.275				

- 주 1. Pearson 상관 계수임, 유의수준 ( $p < 0.05$ )을 충족한 경우만 표시  
2. 굵은 숫자는 상관계수 값이 가장 큰 요인

<표 12> 설명변수와 특허의 상관계수

구분	물리	화학	생물	기계 공학	전기 전자	화학 공학
교수 연령			0.134			
대학원생		0.197	0.249	0.228	0.347	0.226
석사학생 수		0.19			0.273	0.219
박사학생 수			0.294	0.249	0.315	
총 연구비		0.198	0.392	0.221	0.202	0.179
정부연구비		0.169	0.36	0.214	0.158	0.149
산업체연구비	0.206	0.2	0.299	0.165	0.205	0.286
해외연구비						

- 주 1. Pearson 상관 계수임, 유의수준 ( $p < 0.05$ )을 충족한 경우만 표시  
2. 굵은 숫자는 상관계수 값이 가장 큰 요인

기 역시 0.10-0.42까지 학문별로 큰 차이를 보이고 있다. 0.42는 특정 자원변수와 논문이 42% 정도의 크기로 상호 같은 방향으로 움직인다는 것이다.

자원변수들과 특허의 상관관계는 물리에서는 유일하게 산업체연구비만 관계가 확인되었다. 다른 분야에서는 대체로 석박사학생과 정부 및 산업체 연구비가 특허와 관계가 확인되었다. 상관관계가 가장 큰 요인도 분야별로 차이가 컸다. 기계나 전기전자에서는 박사학사이, 다른 학문에서는 석사학생, 정부연구비, 산업체 연구비 등이었다.

논문과 특허를 합한 종합실적지수에서는 논문과 특허를 각각 검토한 것과 다른 결과를 보인다. 해외연구비를 제외한 거의 모든 자원변수와 종합실적은 상관관계를 가지고 있다. 특히 상관관계가 가장 큰 변수는 자연계는 정부연구비, 공학계는 박사학사이라는 특징이 있다.

〈표 13〉 설명변수와 종합실적지수의 상관계수

구분	물리	화학	생물	기계공학	전기전자	화학공학
교수 연령		.337	.176	.167		.186
대학원생	.211	.275	.262	.435	.516	.446
석사학생 수	.178	.278		.237	.421	.379
박사학생 수	.177	.181	.285	<b>.448</b>	<b>.454</b>	<b>.391</b>
총 연구비	.204	.368	.338	.271	.256	.242
정부연구비	<b>.183</b>	<b>.369</b>	<b>.308</b>	.246		.207
산업체연구비	.164		.266	.286	.177	.359
해외연구비		.253				

- 주 1. Pearson 상관 계수임, 유의수준 (p<0.05)을 충족한 경우만 표시
- 2. 굵은 숫자는 상관계수 값이 가장 큰 요인

논문과 특허간의 관계를 확인하기 위해 상관분석을 실시한 결과, 물리와 화학을 제외한 화학공학, 전기전자, 기계공학, 생물분야는 논문과 특허 간에 양의 상관관계가 통계적으로 유의하게 있다는 것을 확인하였다. 이는 Carayol(2004), Stephan et al.(2005), 및 Wong(2010)과 같은 결과이다. 가설 2-3은 분야별로 논문과 특허의 상관관계가 다르다는 것인바, 〈표 14〉에서 보는 바와 같이 이 가설 역시 채택된다.

〈표 14〉 논문과 특허의 상관관계

구분	물리	화학	생물	기계공학	전기전자	화학공학
계수값	-.037	.019	.158*	.231*	.318*	.541*
유의확률	.629	.819	.009	.000	.000	.000

\* p<0.05

#### 4. 연구생산성 영향요인

연구생산성 결정요인을 살펴보기 위해 다중회귀분석을 시도하였다. 앞에서 살펴본 상관분석과 다중회귀분석의 차이를 간단히 설명하면 다음과 같다. 전자는 한 변수와 생산성 지표의 관계를 보는 것이고, 후자는 모든 변수를 동시에 고려했을 때 연구생산성에 영향을 미치는 요인은 무엇이나는 것이다.

우리는 일단 기존 연구를 참조하여 ①식을 추정하였다. 그러나 이 식은 문제가 있어 ①식에서 학위취득국가를 제외하고 ②식을 소개한다. 어떠한 경우이든 이 회귀식들은 6개 분야 각각에 대해 시도되었다.

① 생산성 =  $f(\text{직급}, \text{지역}, \text{학위국가}, \text{석사}, \text{박사}, \text{정부}, \text{산업체}, \text{해외})$

② 생산성 =  $f(\text{직급}, \text{지역}, \text{석사}, \text{박사}, \text{정부}, \text{산업체}, \text{해외})$

먼저 논문산출의 결정요인을 살펴보자. 회귀식 ②의 추정결과는 <표 15>에 나타나 있다. 6개 분야 모두 모형의 설명력(R<sup>2</sup>)은 낮지만 회귀식 전체의 통계적 신뢰도는 존재한다. 모형의 설명력이 낮다는 점은 직급이나 지역이라는 개인변수와 대학원생과 연구비라는 결정요인 외에도 논문산출에 영향을 미치는 다른 요인이 많다는 것을 의미한다. 표에는 통계적으로 신뢰할 수 있는 변수만이 표시되어 있는데 조교수 부교수와 지역변수의 계수 값은 해석에 주의해야 한다. 조교수나 부교수의 값은 대체로 음수인데, 이는 정교수 대비 생산성이 낮다는 것을 의미한다. 상대적인 의미이다. 반면 대학원생이나 연구비 변수의 양의 계수 값은 대학원생은 대학원생 1인당 혹은 연구비 1단위(1천만원)당 생산성 증가를 의미한다.

물리는 어느 변수도 통계적 신뢰성이 없었으나 유일하게 박사과정 학생 수만이 논문산출에 영향을 주고 있다. 박사학생의 계수값은 0.305이다. 이 수치의 의미는 박사학생이 1명 증가하면 논문 0.305편 증가효과를 가진다는 것을 의미한다. 화학에서는 유일하게 석사학생 수가 0.203만큼 영향을 미치고 있다. 석사학생 1명 증가가 논문 0.203편 증가의 효과를 가지고 있는 것이다. 생물은 통계적 신뢰성이 있는 변수는 교수직급과 산업체연구비인데, 교수직급은 조교수가 -1.541, 부교수 -0.576, 산업체연구비는 0.010의 계수를 가지고 있다. 직급에서는 정교수에 비해 부교수가, 더 나아가 조교수의 산출이 적다는 것을 의미한다. 산업체 연구비는 1천만원 증가에 논문 0.10편 증가효과가 있다.

공학계는 자연계에 비해 확실한 영향요인이 많다. 기계는 지역변수와 대학원생 모두에서 통계적 유의수준이 낮다. 즉, 지역변수와 석사학생, 박사학생 수가 이 분야 논문산출에 영향을 주고 있다. 전기전자는 조교수, 대학원생 모두, 정부연구비와 산업체 연구비가 영향을 미치고 있다. 부교수는 정교수와 논문산출에서 차이가 없고, 지역변수도 영향이 없다. 다만 대학원생

과 정부연구비 및 산업체연구비가 영향을 미치고 있다. 화학공학은 직급과 정부연구비 그리고 해외연구비가 영향을 미치고 있다. 조교수가 부교수보다는 정교수에 비해 낮은 값을 가지고 있다는 점은 일반상식과도 부합된다. 유일하게 해외연구비가 논문에 영향을 미치고 있다는 점이 특징적이다.

특허에 영향을 미치는 요인들에 대한 추정결과는 <표 16>에 있다. 화학공학의 추정식이 통계적 유의성이 없지만 다행히 다른 분야는 모두 모형의 유의성이 낮다. 또한 통계적으로 의미가 있는 5개 분야에서 산업체연구비가 특허에 영향을 주고 있다는 특징이 있다. 물리를 제외

<표 15> 다중회귀분석 결과 - 논문 (명, 천만원)

구분	물리	화학	생물	기계공학	전기전자	화학공학
조교수			-1.541		-2.620	-3.719
부교수			-.576			-2.319
지역				-1.830		
석사과정 학생 수		.203		.271	.427	
박사과정 학생 수	.305			.211	.252	
정부연구비					.002	.014
산업체연구비			.010		.028	
해외연구비						.288
R2	.194	.082	.162	.259	.307	.271
모형의 유의확률	.000	.082	.000	.000	.000	.000

주: 모든 통계량을 표기할 경우 표가 복잡해져 유의수준(p < 0.1)을 충족한 회귀계수만 표시.

<표 16> 다중회귀분석 결과 - 특허

구분	물리	화학	생물	기계공학	전기전자	화학공학
조교수						
부교수						
지역				-.970		
석사과정 학생수				.096	.044	.156
박사과정 학생수				.099		
정부연구비			.001			
산업체연구비		.011	.003	.004	.011	.022
해외연구비						
R2	.303	.312	.411	.397	.362	.303
모형의 유의확률	.002	.034	.000	.000	.003	.114

모든 통계량을 표기할 경우 표가 복잡해져 유의수준(p < 0.1)을 충족한 표준화된 회귀계수만 표시.

하고는 적어도 산업체연구비는 특허에 영향을 미치고 있다.

물리는 어떠한 변수도 영향을 미치지 못하고 있고, 화학은 산업체연구비, 생물은 정부연구비와 산업체연구비가 영향을 미치고 있다. 영향요인이 아주 단순하다. 공학계에서는 기계분야에서 지역변수, 대학원생, 산업체연구비가 신뢰할 수 있는 영향요인이다. 전기전자는 석사학생 수와 산업체 연구비가 영향을 미친다. 화학공학은 모형의 신뢰성이 없어 논의를 생략한다. 모형의 유의수준은 5% 이하에서 채택된다. 논문과 특허를 종합한 종합지수에서는 논문과 대체로 비슷한 변수들이 통계적으로 신뢰성을 가지고 있다. 물리는 박사학생만 영향을 미치고 있다. 화학은 석사학생 수와 산업체연구비가 영향을 미친다. 생물은 직급과 산업체연구비가 영향을 미친다. 공학계는 자연계에 비해 영향요인이 많다. 기계는 지역변수, 석박사 학생수, 정부연구비, 전기전자는 조교수, 대학원생 모두, 정부연구비와 산업체연구비가 영향을 미치고 있다. 화학공학은 직급과 석사학생 수, 정부연구비 및 해외연구비가 영향을 미치고 있다.

영향요인을 중심으로 보면, 자연계는 정부연구비, 공학계는 산업연구비에 큰 영향을 받는다는 일반상식과 다른 결과이다. 정부연구비는 자연계의 연구실적에 영향을 미치지 못하고 있고, 의외로 공학계 모두에 작용하고 있다. 산업체연구비는 화학, 생물, 전기전자에서 중요한 요인이다.

〈표 17〉 다중회귀분석 결과 - 종합실적지수

구분	물리	화학	생물	기계공학	전기전자	화학공학
조교수			-1.618		-2.778	-4.401
부교수			-.645			-2.701
지역				-2.799		
석사과정 학생수		.216		.367	.515	.328
박사과정 학생수	.343			.310	.259	
정부연구비				.001	.003	.014
산업체연구비		.020	.013		.039	
해외연구비						.280
R2	.218	.103	.196	.311	.300	.294
모형의 유의확률	.000	.024	.000	.000	.000	.000

모든 통계량을 표기할 경우 표가 복잡해져 유의수준( $p < 0.1$ )을 충족한 표준화된 회귀계수만 표시.

연구생산성과 관련된 가설은 논문과 특허실적이 종합된 종합지수만으로도 설명이 가능하다. 가설 3-1은 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 분야별로 연구에 영향을 미치는 요인이 다르다는 것이다. 논문, 특허 및 종합지수 각각에 대해 6개 분야의 집단차이 분석을 시도한 결과 어느 경우도 유의수준 5% 이내로 나타나 집단차이가 인정되었다. 이 가설은 채택된다.

가설 3-2는 분야별 차이는 있지만 자연계와 공학계라는 계열별로는 서로 비슷할 것이라는 가설이다. <표 15, 16, 17>을 보면 먼저 자연계의 영향요인은 1-2개에 불과하고 공학계는 영향요인의 숫자가 자연계보다는 많다. 그러나 자연계에서 물리는 박사학생, 화학은 석사학생과 산업체연구비, 생물은 산업체연구비와 직급요인이 작용한다. 공학계도 석사학생과 정부연구비를 제외하고는 나머지 2-3개의 영향요인이 다르다. 이 가설은 기각된다.

<표 18> 분야별 연구성과에 미치는 연구영향 요인 차이검정

구 분	논문	특허	논문특허
가설 3-1 분야별 연구영향 요인 차이	○	○	○

채택: ○, 기각: ×, (p<0.05)

가설 3-3은 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 경륜과 자원축적을 상징하는 직급은 모든 분야에서 중요 영향요인이라는 것이다. 직급은 생물, 전기전자 및 화학공학에서나 영향을 미친다. 부분채택이라 할 것이다.

가설 3-4는 어느 분야이든 정부연구비는 중요한 영향요인이라는 것이다. 놀랍게도 정부연구비는 자연계에서 전혀 영향을 못하고 있고, 공학계에서만 영향을 주고 있다. 정부연구비가 모든 분야에서 영향을 미친다는 가설은 기각된다.

가설 3-5는 산업체연구비 비중이 작고 성격상 특허지향이므로 특허에만 영향을 줄 것이라는 것이다. 그러나 산업체연구비는 화학과 생물 및 전기전자에서 논문에도 영향을 주는 요인이다. 차라리 산업체연구비의 영향력이 더 크다. 또한 특허산출에서 물리에는 전혀 영향을 주지 못하고 있다. 이 가설은 기각된다.

가설 3-6은 어느 분야이든 대학원생은 중요 영향요인이라는 것이다. 6개 분야 중 석사학생수는 4개 분야에서, 박사학생은 3개 분야에서만 영향을 미치고 있다. 석박사 학생 수가 모두 영향을 미치는 분야는 기계와 전기전자뿐이다. 이 가설은 기각된다 할 것이다.

## V. 결 론

### 1. 요약

본 연구의 목적은 가장 우선적인 목표는 분야별 연구자원과 연구생산성의 관계이다. 연구생

산성에 미치는 개인변수가 포함되기는 하지만 개인변수 역시 연구자원과 밀접한 관계가 있는 변수가 결국은 강조될 것이다. 두 번째는 분야별 연구생산성의 주요 결과인 논문과 특허의 관계이다. 연구생산성에 영향을 미치는 개인변수는 성별, 연령, 직급, 소속대학 위치이며, 자원 변수는 석박사 학생 수, 정부연구비, 산업체연구비, 해외연구비이다. 연구생산성 지표는 세 가지로 논문, 특허 및 이들을 종합한 종합지수이다. 본 연구는 세 측면에서 가설을 설정하고 각각에 대해 통계적 검정을 실시하였다. 가설별 검정결과는 다음과 같다.

#### 연구자원 차이

가설 1-1 분야별로 연구자원에 차이가 있다. - 채택

가설 1-2 분야뿐 아니라 개인변수별로 연구자원에 차이가 있다. - 채택

#### 연구생산성 차이

가설 2-1 계열별로 논문과 특허의 비중이 다르다. - 채택

가설 2-2 분야별로 설명변수와 연구생산성의 상관관계가 다르다. - 채택

가설 2-3 분야별로 논문과 특허의 상관관계가 다르다. - 부분채택

물리, 화학은 관계없고, 다른 4 분야는 관계의 정도가 다르다.

#### 종합적인 연구영향요인 차이

가설 3-1 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 분야별로 연구에 영향을 미치는 요인이 다르다. - 채택

가설 3-2 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 분야별 차이는 있지만 자연계와 공학계라는 계열별로는 서로 비슷할 것이다. - 기각  
각 계열 내에서도 학문분야별로 다르다.

가설 3-3 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 경륜과 자원축적을 상징하는 직급은 모든 분야에서 중요 영향요인이다. - 부분채택

가설 3-4 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 어느 분야이든 정부연구비는 중요한 영향 요인이다. - 기각

가설 3-5 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 산업체연구비는 비중이 작고 성격상 특허 지향이므로 특허에만 영향을 줄 것이다. - 기각

가설 3-6 모든 요인을 종합적으로 고려할 때, 어느 분야이든 대학원생은 중요 영향요인이다. - 기각

## 2. 토론

본 연구는 국내외를 포함하여 여러 측면에서 새로운 시도이다. 첫 번째는 다른 연구들은 논문만을 분석하거나 특허만을 분석하는데, 본 연구는 논문과 특허, 나아가 이들을 통합한 변수도 연구성과로 포함시켜 분석한 것이다. 이 역시 최초라 평가된다. 또한 두 번째는 분석에 연구자의 개인변수와 자원변수 모두를 활용해 연구성과에 영향을 미치는 요인을 규명했다는 특징이 있다.

연구생산성 영향요인으로 개인변수, 환경변수 및 자원변수가 이용되는데, 본 연구는 개인변수와 자원변수를 다루었고, 특히 자원변수를 강조한 것이다. 자원변수 중 대학원생과 연구비를 가지고 연구생산성을 분석한 예는 배종태·유희숙(1997)에서 살펴볼 수 있다. 그러나 이들은 설문에 입각한 분석이다. Gonzalez-Brambila(2007)는 연구생산성 분석에서 연령, 성별, 학위국가, 분야, 학위 취득년수, 사회적 관계 등으로 개인변수가 주를 이룬다. Kotlik et al. (2002)는 연구시간, 급여, 조직문화, 연구지원, 나이, 성, 직급, 정년보장 후 근무연수라는 개인변수에 자원변수는 대학생원 정도만 포함시킨다. 김훈호·박환보(2011) 등도 개인변수나 연구환경만을 포함시킨다. 또한 Lewis & Dundar(1998), Babu & Singh(1998) 및 Obembe (2012) 역시 개인요인만 다룬다.

본 연구는 BK21플러스 사업 참여교수를 대상으로 한 것이다. 그렇기 때문에 본 연구에서는 환경변수를 생략하였다. 약간의 차이는 있지만 연구력이 어느 정도 인정되는 BK21플러스 사업 참여교수라는 동질적인 집단을 다루었기 때문이다.

본 연구의 또 다른 특징은 자연계와 공학계 모두를 포함하는 이공계 6개 분야의, 1,383명의 3년간의 공식 데이터를 가지고 분석했다는 점이다. 주삼환(1993) 역시 한국연구재단의 전신인 한국과학재단의 데이터를 이용해, 물리 화학 기계 전기전자라는 4개 분야의 연구생산성 차이를 분석한 바 있다. 그러나 본 연구는 분야별 연구생산성 결정요인까지를 다룬다. 요약하면, 이공계 분야의 종합생산성 결정요인 혹은 영향요인을, 대규모 공식적인 데이터를 이용해 분석한 연구로는 최초라 할 것이다.

## 3. 정책적인 시사점과 한계

본 연구는 연구자원과 연구생산성의 관계를 보여주며, 연구자원이나 연구생산성에 있어서도 이공계가 하나의 분야가 아니고, 나아가 자연계와 공학계도 하나의 단위로 취급되기 어렵다는 점을 보여준다. 연구자원에 있어서의 차이, 연구생산성에 있어서의 차이, 연구생산성 결정요인에 있어서 확연한 차이가 있기 때문이다. 따라서 학문분야별 정책에 있어서도 획일적인 이공계 정책, 혹은 과학기술정책은 지양되어야 할 것이고, 특수성이 반영된 정책이 필요할 것이다.

본 연구는 BK21플러스 사업 참여교수를 대상으로 한 것이다. 그런데 이들은 상당히 연구력이 있는 교수나 집단이다. 따라서 본 연구에서 인용된 모든 통계는 이공계 교수 전체로 확대되어 해석되는 것은 곤란하다. 본 연구의 대상 교수들은 대학원생이 어느 정도 존재하고 연구여건이 비교적 잘 갖추어진 분들이기 때문이다. 이공계 교수 전체로 확대된다면 본 연구에서 제시된 각종 통계보다 낮아지리라 예상된다.

본 연구의 다른 한계는 변수의 포괄범위에 있다. 논문과 특허를 연구성으로 다루었지만, 논문은 모두 SCI에 등록된 논문만을 대상으로 하고 있다. 저서나 국내논문은 전혀 감안되지 않은 것이다. 두 번째로 본 연구는 연구성과의 중요한 결정요인들인 연구장비, 연구정보, 연구소재를 전혀 반영하지 못했다. 데이터 자체를 확보할 수 없었기 때문이다. 설성수(2011)는 연구성과는 연구인력, 연구비, 연구정보, 연구장비, 연구소재라는 5개의 연구자원이 충족되어야 한다고 지적한다. Babu & Singh(1998)은 지속성, 자원적절성, 연구정보, 주도성, 지적역량, 창조성, 학습능력, 지도력, 진보에 대한 관심, 외부지향성, 직업적인 헌신도라는 11개 요인을 지적하기도 한다. 그러나 본 연구는 데이터의 한계로 인해 개인변수와 연구자원 중 연구인력과 연구비만을 검토한 것이다.

## 참고문헌

- 김병주 (2006), “BK21사업 재정지원의 상대적 효율성 분석”, 「교육재정경제연구」, 15(2): 235-259.
- 김훈호·박환보 (2011), “교수의 개인 특성과 대학의 연구 환경이 연구 성과에 미치는 영향”, 「교육행정학연구」, 29(2): 185-210.
- 배종태·유희숙 (1997), “이공계 대학교수의 연구생산성 영향요인 분석”, 「기술혁신연구」, 5(1): 44-66.
- 송충환 (2003), 「이공계 대학 연구경쟁력 살리기」, 서울: 고대 출판부.
- 주삼환 (1993), “이공학계열 대학교수의 인적/ 학문적 배경특성과 연구생산성”, 충남대 박사학위 논문.
- 최인엽·남궁근 (2010), “정부의 연구기반 구축사업이 교원의 연구성과에 미친 영향: 1단계 BK21사업 물리학 분야 SCI급 연구성과의 사례”, 「한국정책과학학회보」, 14(3): 1-28.
- Agrawal, A. and Henderson, R. (2002), “Putting Patents in Context : Exploring Knowledge Transfer from MIT”, *Management Science*, 48(1): 44-60.
- Babu, A. R. and Singh, Y. P. (1998), “Determinants of Research Productivity”, *Scientometrics*,

- 43(3): 309-329.
- Bland C. J., Center B. A., Finstad D. A., Risbey K. R. and Staples J. G. (2005), "A Theoretical, Practical, Predictive Model of Faculty and Department Research Productivity", *Academic Medicine*, 80(3): 225-237.
- Blumenthal, D., Campbell, E., Anderson, M., Causino, N. and Louis, K. (1996), "Withholding Research Results in Academic Lifescience: Evidence from a National Survey of Faculty", *Journal of The American Medical Association*, 277: 1224-1228.
- Carayol, N. and Matt, M. (2003), "Does Research Organization influence Academic Production? Laboratory Level Evidence from a large European University", *Research Policy*, 33(8): 1081-1102.
- Carayol, N. (2004), "Academic Incentives and Research Organization for Patenting at a large French University", *Economics of Innovation and New Technology*, 16(2): 119-138.
- Chu, J. H. (2012), "Cumulative Advantage of Research Productivity: How Large Is It and Who Has It?", <http://research.nus.biz/Documents/Research%20Paper%20Series/2012-009.pdf>.
- Lewis and Dunder (1998), "Determinants of Research Productivity in Higher Education", *Research in Higher Education*, 39(6): 607-631.
- Dietz and Bozeman (2005), "Academic Careers, Patents, and Productivity: Industry Experience as Scientific and Technical Human Capital", *Research Policy*, 34: 349-367.
- Gonzalez-Brambila, C. and Veloso, F. M. (2007), "The Determinants of Research Productivity: A Study of Mexican Researchers", *Research Policy*, 36(7): 1035-1051.
- Glänzel, W. and Schoepflin, U. (1999), "A Bibliometric Study of Reference Literature in the Sciences and Social Sciences", *Journal Information Processing and Management: an International Journal archive*, 35(1): 31-44.
- Hagstrom, W. O. (1965), *The Scientific Community*, New York: Basic Books.
- Hargens, L. L. (1975), *Patterns of Scientific Research: a Comparative Analysis of Research in Three Scientific Fields*, Washington DC: American Sociological Association.
- Jonkers, K. and Tijssen, R. (2008), "Chinese Researchers Returning Home: Impacts of International Mobility on Research Collaboration and Scientific Productivity." *Scientometrics*, 77(2): 309-333.
- Kim, K. H. (2014), "Determinants of Research Productivity: A Korean Case", *Asian*

- Journal of Innovation and Policy*, 3(2): 193-215.
- Kim, S. J. and Byeon, S. C. (2012), "An Evaluation on the Effect of Brain Korea 21 Phase II Program", [http://www.iiis.org/CDs2011/CD2011SCI/EISTA\\_2011/PapersPdf/EA787TA.pdf](http://www.iiis.org/CDs2011/CD2011SCI/EISTA_2011/PapersPdf/EA787TA.pdf).
- Kotrlik, J. W., Bartlett, J. E., Higgines, C. C. and Williams, H. A. (2002), "Factors Associated with Research Productivity of Agricultural Education Faculty", *Journal of Agricultural Education*, 43(3): 1-10.
- Kyvik, S. (1991), *Productivity in Academia. Scientific Publishing at Norwegian Universities*. Oslo: Universi, tetsforlaget.
- Lariviere, V., Gingras Y. and Archambault, E. (2006), "Canadian Collaboration Networks: A Comparative Analysis of the Natural Sciences, Social Sciences and the Humanities", *Scientometrics*, 68(3): 519-533.
- Lehman, H. C. (1966), "The Most Creative Years of Engineers and Other Technologists", *Journal of Genetic Psychology*, 108(2): 263-277.
- Levin, S. G. and Stephan, P. E. (1991), "Research Productivity over the Life Cycle: Evidence for Academic Scientists", *American Economic Review*, 81: 114-132.
- Mairesse, J. and Turner, L. (2005), "Individual Differences in Scientific Research Productivity : How Important are Non-individual Determinants? An Econometric Study of French Physicists' Publications and Citations (1986-1997)", <http://piketty.pse.ens.fr/files/Turner2005.pdf>.
- Markiewicz, K. R. and DiMinin, A. (2004), "Commercializing the Laboratory: The Relationship Between Faculty Patenting and Publishing", *IN-SAT Laboratory Working Paper Series*, <http://www.idm.sssup.it/wp/200402.pdf>.
- Merton, R. K. (1957), "Priorities in Scientific Discovery: a Chapter in the Sociology of Science", *American Sociological Review*, 22: 635-659.
- Obembe, O. B. (2012), "Determinants of Scientific Productivity among Nigerian University Academics", *Indian Journal of Science and Technology*, 5(2): 2155-2164.
- Owen-Smith, J. and Walter, W. P. (2003), "The Expanding Role of University Patenting in the Life Sciences: Assessing the Importance of Experience and Connectivity", *Research Policy*, 32(9): 1695-1711.
- Payne, A. A. and Siow, A. (2003), "Does Federal Research Funding Increase University Research Output?", *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, 3(1): 1-24.

- <http://www.degruyter.com/view/j/bejeap.2003.3.issue-1/bejeap.2003.3.1.1018/bejeap.2003.3.1.1018.xml?format=INT>
- Reskin, B. F. (1980), "Age and Scientific Productivity, in the Demand for New Faculty in Science and Engineering. Proceedings of the Workshop of Specialists in Forecasts of Demand for Scientists and Engineers", (1979), In Michael S. M., *National Academy of Science*, Washington, D.C., 196-216., <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED193067.pdf>.
- Roe, A. (1956), *The Psychology of Occupations*, New York: Wiley.
- Sandström, U. (2009), "Combining Curriculum Vitae and Bibliometric Analysis: Mobility, Gender and Research Performance", *Research Evaluation*, 18(2): 135-142.
- Seol, S. S. (2012), "A Model of University Reform in a Developing Country: The Brain Korea 21 Program", *Asian Journal of Innovation and Policy*, 1(1): 31-49.
- Shin, J. C. (2009), "Building World-Class Research University: The Brain Korea 21 project", *High Educ*, 58: 669-688.
- Stephan, P. E., Gurmu, S., Sumell, A. J. and Grant, B. (2005), "Who's Patenting in the University? Evidence from the Survey of Doctorate Recipients", *The Economics of Innovation and New Technology*, [www2.gsu.edu/~ecosgg/research/pdf/sgsb\\_eint.pdf](http://www2.gsu.edu/~ecosgg/research/pdf/sgsb_eint.pdf).
- Van Raan, A. F. J. (2003), "The Use of Bibliometric Analysis in Research Performance Assessment and Monitoring of Interdisciplinary Scientific Developments." *Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis*, 1: 20-29.
- Wong, P. K. and Annette, S. (2010), "University Patenting Activities and Their Link to the Quantity and Quality of Scientific Publications", *Scientometrics*, 83: 271-294.

### 김기형

한남대학교에서 경제학 박사, 영국 에딘버러대학교에서 경영학석사를 취득하였고 현재 한국연구재단에 재직 중이다. 관심분야는 기술경제, 연구생산성 등이다.

### 설성수

고려대학교에서 "정보기술혁신의 경제성 분석"으로 경제학박사 학위를 취득하였으며, 현재 한남대학교에서 교수로 근무 중이다. 주요 저서는 기술혁신론(법문사, 2011), 기술가치평가론(책임, 법문사, 2012), 기술사업화론(한국기업·기술가치평가협회, 2013) 등이 있으며, 주요 연구 분야는 기술혁신, 기술가치평가, 기술사업화 등이다.