

# IT산업 연구개발 투자의 경제적 효과 분석

홍재표\*, 최나린\*, 김방룡°

## An Analysis of the Economic Effects of R&D Investment in the IT Industry

Jae-pyo Hong\*, Na-lin Choi\*, Pang-ryong Kim°

### 요 약

본 연구에서는 IT산업의 연구개발 투자가 부가가치에 미치는 영향을 분석하기 위하여 IT산업을 방송통신기기, 정보기기, 전자부품으로 세분하고, 각 세부 산업별로 자본스톡, 노동투입, 연구개발스톡을 독립변수로 설정하여 다중회귀분석을 실시하였다. 분석 결과, 모든 산업부문에서 t-value와 R-square 값들은 유의한 것으로 나타났지만, 자기상관은 매우 높게 나타났다. 한편 정보기기산업에서는 연구개발스톡, 전자부품산업에서는 노동투입의 계수 값이 마이너스로 나타나서 다중공선성의 징후가 의심되었다. 본 연구에서는 Cochrane-Orcutt 절차와 주성분회귀분석을 통하여 자기상관 및 다중공선성의 문제를 해결하였다. 연구개발스톡이 부가가치에 미치는 영향을 분석한 결과, 방송통신기기산업의 연구개발투자가 정보기기산업이나 전자부품산업에 비해 훨씬 큰 영향을 미치는 것으로 추정되었다.

**Key Words** : R&D investment, IT industry, economic effects, Multi-collinearity, Principal component analysis

### ABSTRACT

This study has conducted the economic effects of R&D investment in the IT industry using multi-regression analysis with three independent variables; capital stock, labor input and R&D stock. In this study, the IT industry has been categorized into three sub-industries; broadcasting communication appliances, information appliances and electronic components industry. Our analysis has found that auto-correlation shows considerable levels whereas figures of t-value and R-square show significant levels among all the IT sub-industries. Meanwhile, the values of R&D stock in the information appliances industry and that of labor input coefficients in the electronic components industry were minus, thus multi-collinearity was suspected. We have solved the problems regarding auto-correlation and multi-collinearity through Cochrane-Orcutt estimation and principal components analysis. This paper has derived the implications that R&D investment in the broadcasting communication industry is much more influential than any other IT sub-industry.

### I. 서 론

Solow(1956)<sup>[1]</sup>의 신고전파 외생적 성장론과 Romer(1986)<sup>[2]</sup>와 Lucas(1988)<sup>[3]</sup>가 제시한 내생

적 성장론에서는 지속적인 경제성장 및 국부창출의 원천으로 기술진보의 중요성을 강조하고 있다. 기술 진보는 연구개발의 산물로 상업적 기술혁신 과정을 거쳐 현재의 기술 및 산업 구조를 변화시키고, 장기

◆ 주저자 : 과학기술연합대학원대학교 정보통신기술경영학과 석박사통합과정 / 한국전자통신연구원 사업화본부, [jphong@etri.re.kr](mailto:jphong@etri.re.kr), 준회원

° 교신저자 : 한국전자통신연구원 기술전략연구본부 책임연구원 / 과학기술연합대학원대학교 겸임정교수, [prkim@etri.re.kr](mailto:prkim@etri.re.kr), 종신회원

\* 안전성평가연구소 사업전략부 전략정책팀, [nlchoi@kitox.re.kr](mailto:nlchoi@kitox.re.kr)

논문번호 : KICS2012-02-045, 접수일자 : 2012년 2월 2일, 최종논문접수일자 : 2012년 8월 13일

적으로 경제성장에 직·간접적 영향을 미치게 된다. 하지만 연구개발이 경제성장에 미치는 영향은 R&D 자체의 공공재적 특성에서 비롯되는 비전유성, 연구개발의 시차, 불확실성 등으로 그 효과를 정밀하게 분석하는 것이 쉽지 않다.

연구개발 투자가 경제성장에 미치는 영향에 관한 분석은 종속변수의 유형에 따라 총요소생산성, 노동생산성, 부가가치의 세 가지 분석방법으로 분류할 수 있는데, 이 중에서 연구개발 투자가 총요소생산성에 미치는 영향에 관한 실증분석이 국내·외적으로 연구의 대중을 이루고 있다.

연구개발 투자와 총요소생산성간의 관계를 분석한 해외의 대표적인 실증분석 연구로는 Coe and Helpman(1995)<sup>[4]</sup>, Lichtenberg and Potterie(1996)<sup>[5]</sup>, Guellec and Potterie(2001)<sup>[6]</sup>, Lipsey and Carlaw (2004)<sup>[7]</sup> 등의 연구가 있다. 이들 연구는 모두 OECD 국가들을 대상으로 실증 분석한 연구들로, 특히 Guellec and Potterie(2001)의 연구는 연구개발 활동을 정부 및 기업의 유형으로 구분하여 탄력성을 측정하였다.

연구개발 투자와 총요소생산성간의 관계를 분석한 국내의 대표적 연구로는 송준기(1994)<sup>[8]</sup>, 김의제(1999)<sup>[9]</sup>, 윤충한·장화탁(2000)<sup>[10]</sup>, 윤충한(2002)<sup>[11]</sup>, 홍동표 외(2003)<sup>[12]</sup>, 조운애(2004)<sup>[13]</sup>, 김상호·임현준(2005)<sup>[14]</sup>, 신태영(2005)<sup>[15]</sup>, 하준경(2005)<sup>[16]</sup>, 이경석 외(2006)<sup>[17]</sup>, 장두영(2009)<sup>[18]</sup>, 황운섭·최영준(2009)<sup>[19]</sup> 등이 있다. 대부분의 연구에서 연구개발 투자가 총요소생산성과 상관관계를 가지고 있음을 시사하고 있으나, 분석대상, 분석기간, 분석에 사용된 데이터와 모형에 따라 분석 결과가 상이할 뿐 아니라 분석 결과에 대한 해석 방식도 차이를 보인다.

한편, 연구개발투자가 노동생산성에 미치는 효과를 분석한 실증연구로는 서중해(2002)<sup>[20]</sup>와 이원기·김봉기(2004)<sup>[21]</sup> 등이 있고, 연구개발 투자와 부가가치간의 관계를 분석한 실증연구로는 신태영·박병무(1998)<sup>[22]</sup>, 윤충한·장화탁(2000), 신태영(2004)<sup>[23]</sup>, 하준경(2005) 등이 있다.

우리나라의 IT산업은 휴대폰, 반도체, TV, LCD 패널 등과 같은 제조업 부문은 물론 IT 서비스 산업 전반에 걸쳐 세계시장을 선도하고 있다. 국내 총생산액 중 IT산업이 차지하는 비중은 1995년 2.5%에서 2010년 약 11%로 크게 증대되는 등 우리나라 경제 전반에 큰 부문을 차지하고 있으며, 최근 전 세계적으로 불고 있는 스마트 열풍으로 인해 그 비

중은 점점 더 커질 것으로 예상된다. 한국산업기술진흥협회(2011)에 따르면 2009년 우리나라 전체 R&D 투자규모는 37조 9천억 원이었으며, IT 부문은 16조 3천억 원으로 전체 R&D 투자 중 43%의 비중을 차지하였다<sup>[24]</sup>.

이처럼 IT산업이 우리나라 경제성장의 견인차 역할을 담당하고 있을 뿐만 아니라 국가 R&D 투자에서도 절반에 육박하는 비중을 차지하고 있음에도 IT 산업에 있어서 R&D 투자가 국민경제에 미치는 파급효과를 분석한 연구는 일천한 상황이다. 이와 관련한 대표적 연구를 살펴보면 윤충한·장화탁(2000), 윤충한(2002)이 정보통신 연구개발사업이 부가가치 및 총요소생산성에 미치는 효과를 분석한 연구와 Kim(2000)<sup>[25]</sup>이 IT산업의 R&D투자규모와 기업규모와의 관계를 밝힌 연구, 이경석·박명철·이덕희(2006)가 시차분석을 통한 정보통신산업연구개발투자가 총요소생산성에 미치는 효과를 분석한 연구 등이 있다.

본 연구에서는 IT산업을 대상으로 연구개발투자가 부가가치에 미치는 경제적 효과를 분석하였다. 이를 위해 IT산업을 방송통신기기산업, 정보기기산업, 전자부품산업으로 세분하고, 각 산업별로 자본스톡, 노동투입, 연구개발스톡을 독립변수로 하여 다중회귀분석을 실시하였다. 하지만 회귀분석 결과 자기상관과 다중공선성의 문제가 발생하였기 때문에 Cochrane-Orcutt 절차와 주성분회귀분석을 이용하여 자기상관 및 다중공선성 문제의 해결을 시도하였다.

## II. 연구모형

IT산업의 연구개발투자가 부가가치에 미치는 경제적 효과의 분석을 위해서는 국민경제에 대한 생산함수 추정이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 Romer(1990)<sup>[26]</sup>, Jones(1995)<sup>[27]</sup>의 R&D기반 성장모형을 원용하여 국민경제에 대한 생산함수를 Cobb-Douglass 생산함수 형태로 나타내었다.

$$Y = AK^{\beta_1} L^{\beta_2} R^{\beta_3} \varepsilon \quad (1)$$

식 (1)에서 Y는 부가가치, A는 상수, K는 자본스톡, L은 노동투입, R은 연구개발스톡을 의미한다. 본 연구 모형의 모든 금액 데이터는 2005년 기준 부가가치 디플레이터를 활용한 불변가격으로 환산하

였고, 산출자료인 부가가치는 순부가가치 개념을 적용하였다. 예측변수인 자본스톡의 경우 광공업통계 조사보고서 상의 유형고정자산 연말잔액 자료를 기초로 Goldsmith의 영구재고법을 적용하여 산출하였고, 노동투입은 동 보고서 상의 10인 이상을 기준으로 집계한 월평균 종사자수 자료를 이용하였다. 그리고 연구개발스톡은 과학기술통계 연구개발활동 조사자료 중 그 비중이 미미한 외국부문을 제외한 정부 및 공공부문과 민간부문 연구개발투자액 데이터를 토대로 Goldsmith의 영구재고법을 적용한 후 모형에 투입하였다. 식 (1)에서 양변에 로그를 취하면 식 (2)의 형태가 된다.

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln L + \beta_3 \ln R + \varepsilon' \quad (2)$$

여기에서  $\beta_1$ 은 부가가치에 대한 자본의 파급효과,  $\beta_2$ 는 노동의 파급효과,  $\beta_3$ 는 연구개발투자의 파급효과를 의미한다. 따라서 식 (2)에서  $\beta_i$ 를 알면 각 요소의 경제성장률에 대한 기여도를 알 수 있다. 이를 위해 식 (2)를 추정해야 하는데, 먼저 자본스톡과 노동투입량, 연구개발스톡과 같은 생산요소의 추계가 선행되어야 한다.

IT산업은 IT제조업과 IT서비스업으로 분류되는데, 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률」에서 규정하고 있는 “정보통신망” 및 “정보통신서비스”가 각각 전자와 후자에 해당한다고 볼 수 있다.<sup>[28]</sup> “정보통신망”이란 「전기통신사업법」 제2조 제2호에 따른 전기통신설비를 이용하거나, 전기통신설비와 컴퓨터 및 컴퓨터의 이용기술을 활용하여 정보를 수집·가공·저장·검색·송신 또는 수신하는 정보통신체제를 말하며, “정보통신서비스”란 「전기통신사업법」 제2조 제6호에 따른 전기통신역무와 이를 이용하여 정보를 제공하거나 정보의 제공을 매개하는 것을 의미한다.

본 연구에서 다루는 IT산업은 IT제조업에 국한하며, 이를 다시 방송통신기기산업, 정보기기산업, 전자부품산업으로 세분하였다. 부가가치와 자본스톡, 노동투입에 관한 기초자료는 통계청 광공업통계 조사보고서를 이용했으며, 연구개발스톡은 교육과학기술부에서 제공하는 과학기술통계 연구개발활동 조사 자료를 토대로 산출하였다. 한편, 분석 대상기간 동안 총 네 차례의 걸친 한국표준산업분류 개정이 시행되었는데, 연구목적에 부합하도록 IT산업을 재분류하였고, 그 내용은 표 1과 같다.

표 1. IT제조업 세부산업분류  
Table 1. Detailed IT industry classification

	Korean standard industrial classification		re-classification
1987 ~ 1990	Electronic component (semiconductor included)		Electronic component
	Video and audio, communication device		Broadcasting communication device
	Office, accounting and computing machinery		Information device
1991 ~ 1998	Office, accounting and computing machinery		Information device
	audio and video, communication device	Electron tube and other electronic components	Electronic component
		communication and Broadcasting device	Broadcasting communication device
Broadcast receiver, other video and audio devices		Broadcasting communication device	
1999 ~ 2003	Office, accounting and computing device		Information device
	audio and video, communication device	Electron tube and other electronic components	Electronic component
		communication and Broadcasting device	Broadcasting communication device
Broadcast receiver, other video and audio devices		Broadcasting communication device	
2004 ~ 2008	Computer and office equipment		Information device
	audio and video, communication device	Semiconductor, other electronic components	Electronic component
		Communication and broadcasting device	Broadcasting communication device
Broadcast receiver, other video and audio devices		Broadcasting communication device	
2009	electronic component, computer, video and audio, communication device	Semiconductor	Electronic component
		Electronic component	
		Communication and broadcasting device	Broadcasting communication device
		Video and audio device	
		Magnetic and optical media	Information device
Computer and peripheral			

자료: 통계청, 광공업통계조사보고서(1987년 ~ 2009년)

### Ⅲ. 생산요소의 추계

#### 3.1. 연구개발스톡의 추계

연구개발스톡은 기업의 실제 생산활동에 직접 이용되면서 장래의 기술혁신을 촉진하는데 기술적으로 유용한 정보의 보유량을 말한다. 연구개발스톡은 한국가의 기술진보 또는 기술혁신을 대변하는 대용지표로 널리 사용되고 있다. 그러나 연구개발스톡이 논문, 특허, 연구보고서, 연구인력 등에 체화되어 나타나므로 정량적으로 측정하는 것은 실질적으로 매우 어려워 일반적으로 연구개발투자액을 이용하여 추정하는 경향이 있다. 본 연구에서도 이와 같은 방법으로 연구개발스톡을 추계하였다.

한편, 새로운 기술지식은 기존 연구개발스톡에 축적된 후, 신기술 또는 신공정의 출현에 따라 진부화 과정을 거쳐 점차 소멸된다. 또한 연구개발스톡은 연구개발투자의 시차 특성으로 인해 당기의 연구개발 성과뿐만 아니라 과거에 수행되었던 연구개발이 여러 단계의 시차를 경과하며 축적된다. 즉, 당기의 연구개발성고가 당기에 모두 구현되지 않고 차기로 이월되는 것이다. 따라서 연구개발스톡 추정에 사용되는 파라미터인 진부화율이나 시차에 따라 경제성장률의 기여도 등이 달라지는 경향이 있다.

##### 3.1.1. 지식진부화율

과거의 연구개발스톡은 우수한 신기술이 출현하면서 혁신적 가치가 감소하기 때문에 순 연구개발스톡의 증가분은 진부화율을 고려하지 않을 수 없다. 지식진부화율을 고려한 본 연구모형의 연구개발스톡은 식 (3)과 같다.

$$R = F_t + (1 - \gamma)R_{t-1} \quad (3)$$

식 (3)에서 정부 및 공공연구개발스톡(이하 공공연구개발스톡)과 민간연구개발스톡의 합은  $R$ 로,  $t$ 기의 연구개발투자액은  $F_t$ 로 표기하였으며,  $\gamma$ 는 지식진부화율을 의미한다. 기준연도의 연구개발스톡 추계를 위한 방법으로 Goldsmith 또는 Jeorgenson의 영구재고법이 널리 사용되고 있는데, 본 연구에서 두 가지 방식 모두를 적용하여 연구개발스톡을 추계해 본 결과 큰 차이가 없었기 때문에 분석의 편의상 Goldsmith의 영구재고법을 이용하였다.

$$R_{t0} = F_{t0} / (g + \gamma) \quad (4)$$

식 (4)는 기준연도 연구개발 스톡 추계를 위한 Goldsmith의 영구재고법 모형식이다. 식 (4)에서  $F_{t0}$ 는 기준연도의 연구개발 투자액,  $g$ 는 연구개발 투자액의 기준연도 이후 연평균 증가율,  $\gamma$ 는 지식진부화율을 의미한다.

본 연구에서는 연구개발스톡을 공공연구개발스톡과 민간연구개발스톡의 합으로 정의하였으므로, 각 산업의 공공연구개발스톡의 연평균성장률과 민간연구개발스톡의 연평균성장률을 각각 산출하여 부문별 연구개발스톡을 추계하여 합산하였다.

한편 연구개발투자액의 진부화율은 실제 추정에 어려움이 많기 때문에 기존의 연구에서는 일률적으로 0.125를 적용하는 경향이 있다. 그러나 본 연구에서는 약 700개의 국내 기업을 대상으로 산업군별 연구개발스톡의 지식진부화율을 추정한 서중해(2005)의 연구결과를 활용함으로써 연구모델의 정밀도를 제고하였다.<sup>[29]</sup>

표 2. 우리나라 민간기업 지식스톡 진부화율  
Table 2. Knowledge stock obsolescence ratio of corporation company

main-sector	sub-sector	obsolescence ratio
fiber, food, timber	fiber, food, timber	0.2495
chemistry	chemistry	0.4302
pharmaceutical	pharmaceutical	0.4478
Metal, Steel	nonmetal, primary metal, metal product	0.1160
Machinery	General machinery, Precision Machinery	0.3135
Automotive	Car and parts	0.3115
Electricity, Electronic	Electrical machinery, computer, semiconductor and component, communication equipment,	0.2674
Service	Electricity, gas and water supply, construction, telecommunication, professional service, other services	0.4949
Total	Manufacturing industry	0.3289 (0.3051)

자료: 서중해(2005)

지식진부화율은 표 2에서 보는 바와 같이 제조업 안에서도 상이하게 나타난다. 서중해(2005)의 연구결과에 의하면 전기·전자제조업의 지식진부화율은 0.2674로 추정되는데, 이는 제조업 전체의 지식진

부화율에 비해 다소 낮은 수준에 해당한다. 본 연구의 대상이 되는 IT산업은 전기·전자제조업에 포함되므로 0.2674를 IT산업의 지식진부화율로 적용하였다.

3.1.2. 연구개발시차

연구개발활동은 기초연구를 거쳐 상업화되어 수익을 창출하기까지 상당한 시간을 필요로 한다. 연구개발투자자로부터 수익 발생에 이르기까지 걸리는 평균기간을 연구개발시차라 하는데, 일반적으로 시차의 분포는 연구개발시차를 중심으로 정규분포의 형태를 지니는 것으로 알려져 있다. 하지만 현실적으로 시차분포에 대한 적절한 정보를 얻기 어려우므로 본 연구에서는 기존의 연구결과를 이용하였다.

기존 연구에 의하면 연구개발시차는 국가, 산업 또는 기술, 연구개발 특성, 연구개발 시기 등에 따라 달리 나타난다. 표 3은 우리나라 제조업의 연구개발 시차를 보여주고 있는데, 제조업의 평균 연구개발시차는 28개월로 나타나고 있으며, 짧게는 약 21개월에서부터 길게는 약 44개월에 걸쳐 있다.

그러나 제조업 분야에서 의약품 산업과 같은 소수 산업을 제외한 대부분의 산업이 2년을 중심으로 분포하여 산업 간의 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 본 연구의 대상이 되는 전자, 통신장비산업은 21.4개월로 연구개발 시차가 비교적 짧게 나타나고 있다.

표 3. 우리나라 제조업의 연구개발 시차(평균)  
Table 3. Average time lag of Korean manufacturing industry  
(단위: 개월)

classification	R&D time lag
food and beverage	25.7
fiber, wood pulp, paper	27.0
rubber, chemistry	23.1
medicine and medical supply	44.8
petroleum refining, coke	22.0
non-metallic mineral	34.8
primary Metal	33.5
machinery and equipment	24.4
assembled metal	23.5
electricity	24.3
electronic and telecommunication equipment	21.4
medical, precision	29.1
transport machinery	27.8
construction	27.6
information, R&D others	21.4

자료: 김의제(1999)

한편, 통상적으로 공공연구개발투자는 민간 부분의

투자보다 선행하는 경향이 있기 때문에, 공공연구개발투자자와 민간연구개발투자를 분리하여 분석하는 것이 바람직하다. 신태영(2004) 역시 우리나라 제조업 부문 연구개발투자의 경제성장 기여도 실증분석 시 연구개발스톡을 정부부문( $R^G$ )과 민간부문( $R^P$ )으로 나누고, 정부부문의 연구개발 시차를 민간부문의 시차보다 선행하는 것을 기본 가정으로 한 바 있다.

본 연구에서는 대다수의 제조업이 약 2년의 연구개발 시차를 지니고 있는 점을 감안하여 IT제조업의 연구개발활동이 2년의 시차로 부가가치에 영향을 미치는 것으로 가정하였고, 공공부문의 연구개발활동은 민간부문보다 선행하므로 1년의 시차 간격을 두어 3년의 연구개발시차를 가지는 것으로 가정하였다. 이를 정리하면 식 (5)와 같은 형태로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 R_t &= R_t^G + R_t^P \\
 R_t^G &= F_{t-3}^G + (1-\gamma)R_{t-1}^G \\
 R_t^P &= F_{t-2}^P + (1-\gamma)R_{t-1}^P
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

3.1.3. 연구개발 디플레이터

시간이 경과하면서 물가의 변동에 따라 연구개발 활동에 투입된 자원의 가격도 변동하게 되므로 연구개발투자의 시계열 분석을 위해서는 연구개발 디플레이터를 사용하여 연구개발투자액과 연구개발스톡의 가격변화를 조정해 주어야 한다. 본 연구에서는 2005년 기준 부가가치 디플레이터를 적용하여 연구개발투자액과 연구개발스톡을 불변가격으로 환산한 후 모형에 투입하였고, 그 결과는 표 4의 내용과 같다.

표 4. IT 산업의 연구개발스톡  
Table 4. R&D stock of IT industry  
(단위: 십억원)

	Broadcasting communication device	Information device	Electronic component
1987	1,459.55	56.52	353.66
1988	1,644.36	59.59	588.54
1989	1,771.34	74.76	625.94
1990	2,047.20	91.90	704.81
1991	2,502.55	99.47	845.80
1992	2,909.09	103.98	973.05
1993	3,033.78	192.08	1,336.51
1994	3,235.43	262.11	1,709.78
1995	3,258.54	292.54	2,479.82
1996	3,414.63	302.08	3,254.42
1997	3,403.63	382.54	4,324.18

1998	3,687.61	484.31	5,188.29
1999	4,148.15	528.53	6,050.00
2000	5,110.16	523.62	5,575.89
2001	5,987.93	930.49	5,674.37
2002	7,511.04	1,514.40	5,411.27
2003	6,494.85	2,161.54	7,808.90
2004	6,847.98	2,181.83	9,984.02
2005	7,264.46	1,769.75	11,852.89
2006	7,457.17	1,522.14	14,702.15
2007	7,803.04	1,351.20	17,187.07
2008	8,358.06	1,244.32	20,004.90
2009	8,939.03	1,133.55	22,073.91

3.2. 자본스톡의 추계

자본스톡의 평가기준에는 총액기준과 순액기준의 두 가지 방법이 있다. 그러나 시간의 경과에 따라 수익 창출에 대한 자본의 기여도가 저하하는 경향이 있기 때문에 자본스톡을 순액기준으로 평가하는 것이 적합한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 생산 자산 중 무형고정자산과 재고자산을 제외한 유형고정자산을 순자본스톡으로 정의하여 분석하였다.

자본스톡은 국부조사를 통하여 추계하는 것이 일반인데, 우리나라의 국부조사는 1968년부터 10년 단위로 실시되었다. 2007년부터는 10년 주기의 조사통계가 1년 주기의 가공통계로 변경되었고, 국부 통계라는 명칭도 국가자산 통계로 변경되었다. 1997년 이전의 국부조사에서는 한국표준산업분류상 소분류 단위까지 자산을 구체적으로 추계하여 발표하였으나, 2007년 이후의 국가자산 통계는 대분류 단위까지의 자산만을 추계하여 발표하고 있다. 따라서 매년 국가자산 통계를 이용할 수 있는 이점은 있으나, 한국표준산업분류상 중분류 이하의 산업에 대한 국가자산 통계는 이용하기가 곤란하다.

한편 연도별 자본스톡을 추계하기 위해서는 국가 자산 통계와 국민계정상의 유형고정자본형성 자료를 토대로 감가상각률을 구하는 작업이 선행되어야 한다. 하지만 한국표준산업분류상 중분류 이하의 산업에 대한 2007년 이후의 데이터 입수가 곤란하기 때문에 본 연구에서는 분석대상이 되는 각 산업의 감가상각률을 구할 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 자본투자액 자료에 2005년 기준의 부가가치 디플레이터를 적용하여 불변가격으로 환산한 후, Goldsmith의 영구재고법을 이용해 자본스톡을 추계하였고, 그 결과는 표 5의 내용과 같다.

표 5. IT산업의 자본스톡  
Table 5. Capital stock of IT industry (단위: 십억원)

	Broadcasting communication device	Information device	Electronic component
1987	34,428.84	1,523.88	21,096.68
1988	35,517.58	1,905.27	24,549.07
1989	37,178.84	2,156.37	28,696.74
1990	39,565.74	2,424.09	32,943.81
1991	40,951.00	2,899.03	37,566.06
1992	43,340.27	3,348.24	41,431.75
1993	44,955.37	4,299.47	48,093.27
1994	46,403.95	5,224.56	56,892.70
1995	48,208.35	6,074.32	67,236.43
1996	50,843.73	7,183.37	76,812.97
1997	51,875.19	8,647.49	92,359.57
1998	50,959.84	10,370.63	111,515.92
1999	50,481.13	13,418.04	135,372.51
2000	51,295.25	16,461.71	164,306.54
2001	51,799.42	18,288.13	185,900.97
2002	52,859.82	19,652.20	203,567.71
2003	53,685.71	20,599.21	219,490.78
2004	54,939.42	20,146.62	237,354.92
2005	58,462.50	19,576.05	264,430.84
2006	61,946.10	19,196.61	297,383.48
2007	64,834.57	18,649.89	327,544.87
2008	67,307.37	18,073.44	354,658.73
2009	69,105.65	17,468.50	378,962.69

3.3. 노동투입의 추계

OECD는 인적 자본을 경제 활동에 적합한 지식, 숙련도, 적응력 등이 체화된 개인의 능력 또는 생산성, 기술혁신 및 고용을 증대시킬 수 있는 무형자산으로 정의하였다. 이 개념은 노동의 양은 물론 질적 수준까지 고려하고 있다.

인적자본 크기 측정을 위한 기존 연구방법론을 살펴보면 산출물에 근거한 인적자본스톡 추정(학교 등록률, 학력, 성인문자 해독력, 평균 교육연수 등), 투자비용에 근거한 인적자본스톡 추정(인적 자본에 투자된 비용 합산), 소득에 근거한 인적자본스톡 추정(노동력 질적 지수의 가중치, 노동소득)의 세 가지로 크게 나누어 볼 수 있다.<sup>130)</sup>

본 연구에서는 IT제부 산업별로 질적 요소까지 고려한 인적자본을 추정하는 것이 곤란했기 때문에 노동의 양만을 노동투입지표로 활용하였다. 원칙적으로 노동투입도 유량이 아닌 저장 개념의 인적 스톡

이 되어야 하지만, 제조업의 인적스톡 축정이 사실상 곤란하기 때문에 본 연구에서는 분석의 편의를 위하여 월평균 종사자수를 이용하였다.

한편, 2007년 12월에 실시된 제9차 한국표준산업분류 개정으로 인해 통계청 광공업통계조사의 월평균 종사자수 조사 기준이 10인 이상으로 변경되었는데, 데이터의 일관성을 위하여 9차 개정 이전의 자료를 10인 이상으로 환산하여 모형에 투입하였고, 그 결과는 표 6과 같다.

표 6. IT산업의 노동투입  
Table 6. Labor input of IT industry

(단위: 명)

	Broadcasting communication device	Information device	Electronic component
1987	201,906	16,906	123,138
1988	209,329	22,730	137,332
1989	192,385	22,355	138,462
1990	185,946	18,336	137,158
1991	165,681	24,817	133,307
1992	154,644	20,687	130,750
1993	138,515	27,027	129,789
1994	142,143	29,197	127,856
1995	131,994	30,886	133,224
1996	128,501	30,533	135,993
1997	97,342	53,149	137,096
1998	79,273	40,580	141,309
1999	87,218	45,043	143,520
2000	103,581	48,672	160,080
2001	101,754	44,228	162,350
2002	109,380	40,458	168,264
2003	110,612	39,877	186,245
2004	124,054	29,553	219,981
2005	132,991	25,630	239,706
2006	141,905	24,905	242,254
2007	129,433	19,054	257,923
2008	121,488	15,990	268,242
2009	121,099	14,771	278,972

#### IV. 연구개발투자가 부가가치에 미치는 경제적 영향

##### 4.1. 회귀분석 결과

앞에서 추계한 자본스톡과 노동투입, 연구개발스톡 자료를 토대로 회귀분석을 실시한 결과, 세 모형 모두에서 R<sup>2</sup> 값은 0.95 이상, F 값은 147 이상으로

나타나 모형 전체의 설명력이 매우 높다는 사실을 알 수 있으며, 회귀계수의 설명력을 의미하는 t값도 유의미한 값으로 나타났다. 회귀계수는 방송통신기기산업에서는 자본스톡, 정보기기산업과 전자부품산업에서는 노동투입이 가장 큰 값으로 나타났다.

한편, 전자부품산업의 노동투입 회귀계수와 정보기기산업의 연구개발스톡 회귀계수는 그 부호가 마이너스로 나타나 예상과 상반되는 결과를 보였다.

표 7. 회귀분석 결과  
Table 7. Regression analysis results

		Broadcasting communication device	Information device	Electronic component
Capital stock	R.C	1.147*** (3.035)	1.057*** (5.794)	0.550** (2.622)
	VIF	10.468	29.685	43.791
Labor input	R.C	0.582*** (6.528)	0.918*** (9.562)	-0.746*** (-3.457)
	VIF	1.164	1.413	3.944
R&D stock	R.C	0.523*** (3.971)	-0.336*** (-2.584)	0.385** (2.558)
	VIF	10.740	27.813	39.798
Adjusted R <sup>2</sup>		0.952	0.967	0.972
F Statistic		147.546***	215.645***	255.867***
DW statistic		1.116	1.354	1.177

\*\*\*, \*\*는 각각 1%, 5%의 유의수준을 의미.  
R.C는 회귀계수(regression coefficient)를 의미.

자기상관계수인 Durbin-Watson 통계량은 방송통신기기산업이 1.116, 정보기기산업이 1.354, 전자부품산업이 1.177로 나타났다. 유의수준 1%의 Durbin-Watson 검정점에 의한 자기상관 판정 결과 미결정 영역에 위치해 모든 모형에서 자기상관의 가능성이 존재하는 것으로 밝혀졌다.

또한, 모든 모형에서 공통적으로 자본스톡과 연구개발스톡의 분산팽창인자(VIF)가 10 이상으로 나타나 다중공선성의 징후가 포착됐다. 다중공선성은 회귀모형에 한 독립변수가 포함된 후 다른 중복성이 강한 변수가 포함되는 것을 의미하는데, 이때 포함된 변수의 부분효과가 작기 때문에 그 효과가 유의하지 않다고 판단하는 오류를 야기한다. 독립변수들 간에 강한 다중공선성이 존재할 경우 추정량의 분산이 크게 팽창되어 회귀계수의 부호가 반대로 나타날 수 있는데, 정보기기산업의 연구개발 스톡과 전자부품산업의 노동투입 회귀계수 추정치의 부호가 마이너스로 나타난 것도 다중공선성의 영향 때문으로 추측된다.

4.2. 자기상관문제의 해결

자기상관을 제거하기 위해서는 표본회귀방정식을 조정해야 하는데, 대표적으로 미지의 모자기상관을 갖도록 원모형을 변형시키는 방법이 있다. 그런데 미지의 모자기상관을 모형에 반영시키면 원형이 비선형으로 바뀔 수도 있기 때문에 OLS로 직접 적용하기가 곤란하게 된다. 그래서 비선형 문제를 피하는 계산절차를 사용하게 되는데, 그 중 Cochrane-Orcutt 절차가 가장 널리 쓰이고 있다. 본 연구에서도 Cochrane -orcutt 절차를 이용하여 자기상관의 문제를 해결하였고, 그 결과는 표 8과 같다.

표 8. Cochrane-Orcutt 절차 적용 후의 회귀분석 결과  
Table 8. Regression analysis results after the application of Cochrane-Orcutt procedure

		Broadcasting communication device	Information device	Electronic component
Capital stock	R.C	1.375*** (2.888)	1.090*** (5.215)	0.488* (1.919)
	VIF	5.796	16.311	22.750
Labor input	R.C	0.530*** (4.318)	0.912*** (8.297)	-0.545* (-1.752)
	VIF	1.016	1.148	3.703
R&D stock	R.C	0.490*** (2.966)	-0.332** (-2.280)	0.370* (1.938)
	VIF	5.829	15.883	21.984
Adjusted R <sup>2</sup>		0.904	0.932	0.917
F Statistic		67.126***	97.051***	78.600***
DW Statistic		2.035	2.180	1.455

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%의 유의수준을 의미. R.C는 회귀계수(regression coefficient)를 의미.

Cochrane-orcutt 절차 적용 전·후의 회귀분석 결과를 비교해보면 모든 모형에서 공통적으로 모형 설명력과 계수 유의도는 다소 하락한 반면, Durbin-Watson 통계량은 대폭 상승한 것으로 나타났다. 유의수준 1%인 Durbin-Watson 검정점에 의한 자기상관 판정 결과 모든 모형에서 자기상관이 제거되었음을 알 수 있다.

한편, 방송통신기기의 VIF값은 5.829로 나타나 다중공선성문제가 해결되었으나, 정보기기산업과 전자부품산업의 경우 VIF값이 10이상으로 나타나 여전히 다중공선성의 문제를 지니고 있는 것으로 나타났다. 정보기기산업과 전자부품산업에서 발생한 다중공선성을 제거하기 위해 주성분회귀분석을 실시하였다.

4.3. 다중공선성문제의 해결

다중공선성 제거를 위한 방법으로 크게 두 가지를 꼽을 수 있는데, 첫 번째로 독립변수 입력방식을 단계 입력방식으로 설정하여 설명력이 높은 독립변수만을 회귀모형에 삽입시키는 방법, 두 번째로 능형회귀 분석 또는 주성분회귀분석을 실시하여 예측변수를 희생하지 않고 다중공선성 제거를 피하는 방법이 있다. 본 연구에서는 연구의 성격상 세 가지 변수 중 어느 하나도 제거할 수 없으므로 주성분회귀분석을 이용하여 다중공선성을 제거하였다.

주성분회귀분석 결과 두 모형 모두 첫 번째 고유값이 가장 크고, 세 번째 고유값은 거의 0에 가까운 매우 작은 값으로 나타났다. 세 번째 고유값이 0에 가까운 수치를 보인다는 것은 세 번째 고유값을 정의하는 선형함수가 근사적으로 0이 되고, 이 부분이 다중공선성의 원천이 된다는 것을 의미한다.

표 9-1. 주성분회귀분석 결과(고유값)  
Table 9-1. Analysis results of principal component (EigenValue)

		Eigen value		
		total	variance (%)	cumulation(%)
Information device	1st	2.009	66.961	66.961
	2nd	0.960	31.991	98.952
	3rd	0.031	1.048	100.000
Electronic component	1st	2.784	92.815	92.815
	2nd	0.192	6.408	99.223
	3rd	0.023	0.777	100.000

표 9-2. 주성분회귀분석 결과(고유벡터)  
Table 9-2. Analysis results of principal component (EigenVector)

		Eigen Vector		
		1	2	3
Information device	Capital Stock	0.696	-0.099	-0.716
	Labor input	0.205	0.977	0.062
	R&D Stock	0.687	-0.191	0.704
Electronic component	Capital Stock	0.587	-0.381	-0.719
	Labor input	0.559	0.831	0.020
	R&D Stock	0.586	-0.409	0.706

고유값의 수를 선택하는 방법에는 여러 가지가 있으나, 본 연구에서는 누적설명도가 90%에 도달한 경우의 고유값을 선택하는 Percentage of Variance



Criterion 방식을 취함으로써 정보기기산업의 주성분의 수는 2개로, 전자부품산업의 주성분의 수는 1개로 선택하였다.

표 10. 주성분회귀분석 추정결과  
Table 10. Estimation results of the principal component analysis

	Information device	Electronic component
1	0.583	0.553
2	0.474	-

주성분회귀분석 추정결과로부터 개별 독립변수의 회귀계수를 측정하기 위해서는 주성분회귀분석 추정결과를 원래 독립변수의 회귀계수로 변환하여야 하는데, 정보기기산업과 전자부품산업의 주성분회귀 분석 추정결과를 원래 독립변수로 변환한 결과는 표 11의 내용과 같다.

표 11. 원래의 독립변수 회귀계수로 변환한 결과  
Table 11. Converted results of coefficient relapse from the original independent variables

	Information device	Electronic component
Capital Stock	0.326	0.276
Labor input	1.051	0.797
R&D Stock	0.199	0.210

변환 결과, 최초 회귀분석 시 -0.336로 나타난 정보기기 산업의 연구개발스톡 회귀계수가 0.199로, -0.746로 나타난 전자부품산업의 노동투입 회귀계수가 0.797로 나타남으로써 바람직한 결과를 얻게 되었을 뿐 아니라, 최초 회귀분석 시 정보기기산업의 연구개발 스톡과 전자부품산업의 노동투입 회귀계수 추정치의 부호가 마이너스로 나타난 것이 다중공선성의 영향 때문이었음이 밝혀졌다.

**4.4. 연구개발스톡이 부가가치에 미치는 경제적 효과**  
연구개발스톡이 IT산업의 부가가치 창출에 미치는 경제적 효과를 분석한 결과 예상대로 양(+)의 효과를 미치는 것으로 나타났으며, 부가가치에 대한 연구개발스톡의 탄력성은 방송통신기기산업이 가장 큰 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면 자본스톡과 노동투입이 일정한 수준일 때 연구개발스톡이 1% 증가함에 따라 방송통신기기 산업은 0.5%, 정보기기산업과 전자부품산업은 약 0.2%의 부가가치 창출 효과가 발생한다.

표 12. 각 산업 예측변수의 부가가치 창출 효과  
Table 12. Added Value effect of predictors

	Broadcasting communication device	Information device	Electronic component
Capital Stock	1.375	0.326	0.276
Labor input	0.530	1.051	0.797
R&D Stock	0.490	0.199	0.210

특기할 점은 분석기간 동안 가장 큰 규모로 연구개발투자가 이루어진 부문은 전자부품산업이나, 오히려 방송통신기기산업에서 연구개발스톡의 부가가치 창출효과가 더 크게 나타났다는 사실이다. 각 산업의 연구개발스톡 추이를 살펴보면, 전자부품산업과 방송통신기기산업은 1987년부터 2002년까지 비슷한 규모를 유지하다가, 2003년을 기점으로 전자부품산업의 연구개발스톡은 급격하게 증가하지만 방송통신기기산업의 연구개발스톡은 완만한 증가세를 보인다. 분석기간의 마지막 해인 2009년 전자부품산업의 연구개발스톡은 방송통신기기산업의 3배, 정보기기산업의 20배에 달하는 등 두 산업에 비해 상당한 규모차이를 나타낸다. 그러나 전자부품산업 연구개발스톡의 부가가치 창출효과는 방송통신기기산업보다 훨씬 낮은 수준으로 나타났으며, 그 수치는 정보기기산업과 흡사하게 나타났다.

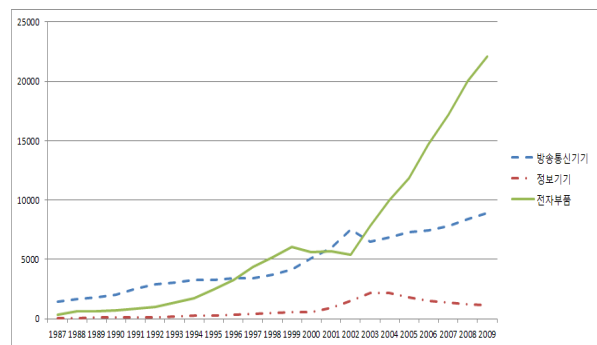


그림 1. 각 산업별 연구개발스톡 추이  
Fig 1. R&D stock trend in IT industry (단위: 십억원)

또 하나 특기할 점은 자본스톡의 부가가치 창출효과가 방송통신기기산업에서 유달리 크게 나타난 점이다. 부가가치에 대한 자본스톡의 탄력성은 방송통신기기산업이 1.375, 정보기기산업이 0.326, 전자부품산업이 0.276으로 나타났는데, 이는 다른 산업에 비해 방송통신기기산업에서 매우 효율적인 자본투자가 이루어지고

있다는 것을 의미한다. IT산업의 연구개발시차가 약 2년이며, 스마트폰이 도입된 시기가 2009년 말이라는 점을 고려하면 방송통신기기산업에서의 효율적인 자본 투자 및 연구개발 투자가 스마트폰과 스마트TV 등으로 상징되는 스마트 미디어 시대를 연 계기가 되었음을 미루어 짐작할 수 있다.

### V. 결 론

본 연구에서는 우리나라 IT산업의 연구개발투자가 부가가치에 미치는 파급효과 분석을 위하여, IT산업을 방송통신기기산업과 정보기기산업, 전자부품산업으로 세분하여 회귀분석을 실시하였다. 그 결과, 모든 모형에서 자기상관과 다중공선성의 문제가 발생하였는데, 먼저 Cochrane-Orcutt 절차를 거쳐 자기상관의 문제를 해결 하였다. 방송통신기기산업의 경우 다중공선성의 문제도 함께 해결되었으나, 정보기기산업과 전자부품산업의 경우 다중공선성의 문제가 잔존하였다. 다중공선성의 제거를 위해 주성분회귀분석을 실시하였고, 그 결과 각 산업에서 연구개발스톡이 부가가치 창출에 미치는 영향을 분석할 수 있었다.

분석결과 연구개발스톡이 부가가치 창출에 긍정적인 효과를 미치는 것을 확인할 수 있었다. 구체적으로 그 효과는 연구개발스톡이 1% 증가함에 따라 방송통신기기 산업에서 0.5%, 정보기기산업과 전자부품산업에서 약 0.2%의 부가가치 창출효과가 발생하는 것으로 추정되었으며, 연구개발스톡의 규모와 무관하게 방송통신기기산업에서 연구개발스톡의 탄력성이 가장 크게 나타났다는 점이 특징적이다. 더불어 부가가치에 대한 자본스톡 탄력성 계수 역시 방송통신기기산업이 타 IT산업에 비하여 유달리 크게 나타났다.

이상의 분석결과를 통하여 얻을 수 있는 시사점은 방송통신기기산업은 정보기기산업이나 전자부품산업에 비해 노동효율성은 다소 뒤지고 있으나, 자본투자 및 연구개발투자의 효율성 측면에서는 압도적 우위를 차지하고 있다는 점이다. 방송통신기기산업에서의 높은 자본 및 연구개발투자의 효율성은 우리나라 IT산업, 특히 방송통신미디어 산업생태계에 지대한 영향을 미친 것으로 보이며, 2009년 말부터 시작된 스마트 미디어 열풍도 이와 무관치 않을 것으로 판단된다.

### Reference

- [1] R. M. Solow, "A contribution to the theory of economic growth," *Quart. J. Econ.*, 70(1), pp. 65-94, Feb. 1956.
- [2] P. M. Romer, "Increasing returns and long-run growth," *J. Political Econ.*, 94(5), pp. 1002-1037, 1986.
- [3] R. E. Lucas, Jr., "On the mechanics of development," *J. Monetary Econ.*, 22(1), pp.3-42, 1988.
- [4] D. T. Coe and E. Helpman, "International R&D spillovers," *European Econ. Rev.*, 39(5), pp. 859-887, 1995.
- [5] F. Lichtenberg and B. Pottelsberghe, "International R&D spillovers: A re-examination," *NBER Working Paper*, 5668, July 1996.
- [6] D. Gullec and B. Pottelsberghe, "R&D and productivity growth: Panel data analysis of 16 OECD countries," *OECD Econ. Stud.*, 33, pp. 103-126, 2001.
- [7] R. G. Lipsey and K. I. Carlaw, "Measurent of technological change," *The Canadian J. Econ.*, 37(4), pp. 1118-1150, Nov. 2004.
- [8] J. G. Song, "The effects of R&D capital on productivity in Korean manufacturing," *The Korean J. Ind. Organization*, 3(1), 1994.
- [9] U. J. Kim, "Growth factor analysis on the Korean manufacturing industry," *STEPI*, 1999.
- [10] C. H. Yoon and H. T. Jang, "A study on economic effects of R&D investment in IT," *KISDI*, 2000.
- [11] C. H. Yoon, "The estimation of R&D spillover effects on IT companies," *The Korean J. Inf. Soc.*, 14(2), pp.45-55, 2002.
- [12] D. P. Hong, S .H. Kang, and E. M. Lee, "An analysis of sources of growth and productivity of IT industry in Korea," *KISDI*, 2003.
- [13] Y. A. Cho, "R&D spillover effects in Korean manufacturing industries," *Korea Rev. Appl. Econ.*, 6(1), pp. 209-232, 2004.
- [14] S. H. Kim, H. J. Lim, "Dynamic determinants of Korean productivity changes: With emphasis on trade," *J. Int. Econ. Stud.*, 9(2), pp. 3-47,

- 2005.
- [15] T. Y. Shin, "Empirical analysis on complementarity of both government and private R&D investment," *Sci. Technol. Policy*, 15(1), pp. 54-72, 2005.
- [16] J. K. Ha, "Analysis on economic growth effects of R&D," *The Bank of Korea*, 2004
- [17] K. S. Lee, M. C. Park, and D. H. Lee, "A time lag analysis of R&D effect on total factor productivity in information and telecommunications industry," *J. Korean Inst. Commun. Sci.*, 31(2B), pp. 154-163, 2006.
- [18] D. Y. Chang, "A comparison of total factor productivity between sectors producing and using information & communication technology: Data envelopment analysis based on panel data of Korean companies," *J. Korean Econ. Stud.*, vol. 26, pp. 39-64, 2009.
- [19] Y. S. Hwang and Y. J. Choi, "Analysis on the effect of R&D Level on total factor productivity - focused on comparing between SMEs and large enterprises," *Productiv. Rev.*, 23(4), 2009.
- [20] J. H. Seo, "Changes in the structure of R&D activities in Korean companies," *KDI*, 2002.
- [21] W. K. Lee and B. K. Kim, "Productivity effects analysis of R&D investment," *Sci. Technol. Policy*, 14(2), pp. 63-75, 2004.
- [22] T. Y. Shin and P. M. Bark, "Analysis on policy effects of R&D investment using macro-econometric models," *STEPI*, 1998.
- [23] T. Y. Shin, "R&D investment's economic growth contribution," *STEPI*, 2004.
- [24] Ministry of Knowledge Economy, "Annual report on the promotion of IT industry," 2011.
- [25] P. R. Kim, "R&D and firm sizes in the information and telecommunications industry of Korea," *Small Bus. Econ.*, 15(3), pp. 183-192, Nov. 2000.
- [26] P. M. Romer, "Endogenous technological change," *J. Political Econ.*, 98(5), pp. 71-102, Oct. 1990.
- [27] C. I. Jones, "R&D-based models of economic growth," *J. Political Econ.*, 103(4), pp. 759-784, Aug. 1995.
- [28] Ministry of Knowledge Economy, "Act on promotion of information and communication network utilization and information protection," 2008.
- [29] J. H. Seo, "Characteristics and economic effects of Korean firms' R&D Investment," *J. Econ. Policy*, 27(1), pp. 81-122, 2005.
- [30] E. Y. Heo, Y. A. Lee, and J. S. Kim, "Evaluation of the human resource development effect on hydrate R&D project in Korea using human capital accumulation model," *J. Korean Soc. Geosyst. Eng.*, 45(5), pp. 516-525, 2008.

**홍 재 표 (Jae-pyo Hong)**



2010년 8월 충남대학교 행정학과 졸업  
2011년 3월~현재 과학기술연합대학원대학교 정보통신기술경영학과 석박사통합과정  
2011년 3월~현재 한국전자통신연구원 사업화본부

<관심분야> 정보통신산업정책, 정보통신경제분석

**최 나 린 (Na-lin Choi)**



2009년 8월 덕성여자대학교 국제통상학과 졸업  
2012년 2월 과학기술연합대학원대학교 기술경영정책학과 석사  
2010년 3월~2012년 11월 한국생명공학연구원 생명공학 정

책연구센터

2011년 11월~현재 안전성평가연구소 사업전략부

<관심분야> 기술경영정책

**김 방 룡 (Pang-ryong Kim)**



1994년 3월 쓰쿠바대학교 사회공학연구과 박사  
1997년 12월~2001년 3월 정보통신부 통신위원회 전문위원  
2002년 6월~2002년 11월 캐나다 Simon Fraser Univ. 초빙연구원

2009년 9월~2010년 8월 미국 Western Washington Univ. 초빙교수

2007년 9월~현재 과학기술연합대학원대학교 정보통신기술경영학과 겸임 정교수

1982년 12월~현재 한국전자통신연구원 기술전략연구본부 책임연구원

<관심분야> 정보통신산업정책, 정보통신경제분석