

# 정보통신연구개발투자의 성격별 효과 추정

## - 정보통신산업과 비정보통신산업의 비교 -

윤 충 한\*

### I. 서 론

정보통신산업은 기술혁신이 빠르고 이에 따라 기술 및 제품수명주기가 짧다. 따라서 연구개발투자가 매우 중요한 역할을 한다. 일반적으로 정보통신산업은 타산업에 비해 매출액 대비 R&D지출비중이 크고<sup>1)</sup> R&D투자가 생산성향상에 기여하는 정도도 타산업에 비해 크다고 알려져 있다. 이러한 맥락에서 정보통신부문의 R&D는 지속적으로 증대되어야 하며 특히 정부는 공공 R&D투자를 정보통신부문에 집중하여야 한다는 주장이 제기되어왔다. 그러나 이러한 일반의 예상에 대해서 검증한 연구는 찾아 보기 어려웠다. 구체적으로 말하면, 정보통신연구개발투자의 효과가 타부문 연구개발투자에 비해 얼마나 큰지에 관한 실증연구가 이루어지지 않았다. 따라서 그 동안 정책입안자들과 많은 연구자들은 실증연구의 필요성에 대해 공감해 왔다. 이 연구는 이러한 연구의 필요성에 따라 이루어진 것이다.

정보통신부문의 R&D투자는 연구개발투자의 주체가 달라짐에 따라 경제적 효과가 크게 다를 것이다. 대체로 민간의 R&D투자가 공공부문의 R&D투자보다 효율적일 것이라고 예상할 수 있다. 그러나 R&D부문은 시장실패가 일어나는 부분이 커서 이러한 부분에서는 정부의 역할도 매우 크리라고 볼 수 있으므로 R&D 투자의 효율성 추정이 필요한 것이다. 또한 연구의 성격별로 구분할 수 있는 기초연구, 응용연구, 개발연구에 따라 어떻게 경제적 효과가 다른지에 관해서도 추정이 이루어지지 않아 R&D 자원배분에 대한 정책적 함의를 도출하기 어려웠다.

이와 같이 우리나라 정보통신 R&D 투자의 국민경제적 효과

\* KISDI  
연구위원

1) 한국, 일본, 프랑스의 경우 정보통신산업의 연구개발투자규모가 제조업 중 가장 크며 미국, 독일, 영국의 경우는 2위를 차지하고 있다.

를 여러 측면에서 분석하기 위해 본 연구에서는 산업데이터를 이용하여 분야별, 성격별 R&D 투자액이 GDP에 미치는 효과를 추정하였다. 본 연구에서는 '영상음향 및 통신장비 제조업'을 정보통신산업으로 간주하고 기타 산업들의 시계열 자료를 pooling하여 산업별 시계열 데이터의 panel 데이터로 R&D투자액이 GDP에 미치는 각종 효과를 추정하였다. 여기서는 연구개발투자를 포함하는 생산함수 추정에 관한 기존 연구에서와 같이 노동과 자본이라는 생산요소 외에 누적연구개발투자액을 또 하나의 다른 요소로 보고 생산함수를 추정하였다.

이러한 방법을 따른 정보통신 R&D투자의 국민경제적 효과 분석으로부터 얻을 수 있는 결론은 다음과 같다. 첫째, 정보통신산업의 R&D투자는 타부문에 비해 상대적으로 효율적이었다. 둘째, 다른 부문과 같이 정보통신산업도 민간의 투자효율이 공공부문의 R&D투자의 효율보다 더 높으며 타부문보다 그 차이는 더 크다. 셋째로, 정보통신산업의 기초연구, 응용연구, 개발연구의 경제적 효과는 각각 타부문의 그것들에 비해 크다.

## II. 실증모형과 데이터

### 1. 실증모형

본 연구에서 추정한 모형은 앞서 Griliches(1980), Terleckyj(1974), Mansfield(1980) 등 이 분야의 대표적 연구에서 이용한 Cobb-Douglas 생산함수를 기초로 하고 있다.

$$Q_i = AL_i^\alpha \cdot K_i^\beta \cdot R_i^\gamma$$

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 는 변수의 산출탄력성

$Q_i$ :  $i$ 산업의 부가가치액

$L_i$ :  $i$  산업의 노동

$K_i$ :  $i$  산업의 자본

$R_i$ :  $i$  산업의 누적연구개발투자액

위의 식은 양변에 로그를 취하여 추정방정식으로 전환하면 다음과 같은 형태를 띤다.

$$\ln Q = a + b_1 \ln L + b_2 \ln K + b_3 \ln R + u$$

여기서  $u$ 는 오차항을 나타낸다.

위의 추정방정식은 3가지의 추정방법으로 추정계수를 구할 수 있는데 첫째는 OLS이고 둘째는 Fixed Effects Model이며, 셋째는 Random Effects Model이다. 데이터의 관측수가 클수록 추정방법에 따른 결과의 차이는 줄어드는 경향이 있다.

먼저 OLS의 경우, 데이터는 pooling하였지만 그룹효과(그룹별 특성)가 없다고 가정하고 공통의 상수항을 추정하게 된다. 반면 Fixed Effects Model과 Random Effects Model은 횡단면적인 데이터의 pooling에서 오는 그룹효과를 고려하는 모델들인데 Fixed Effects Model은 그룹효과가 각각의 상수항으로 잡히도록, 개별적인 각각의 더미변수들을 삽입하여 조절하는 반면, Random Effects Model의 경우는 오차항에 개별적인 그룹특성이 잡히도록 하여, 그룹 고유의 오차항과 공통의 오차항의 둘로 나누는 경우에 해당한다.

## 2. 데이터

1986년에서 1997년까지의 각 해당 산업부문의 매출액과 연구개발 투자액, 그리고 연구개발 투자액을 다시 세분하여, 정부 및 공공부문 연구개발투자액과 기초, 응용, 개발연구로 크게 구분하였다. 산업분류가 '86년에서 '89년까지의 자료와 '90년에서 '97년까지의 산업분류가 다르므로 관련 산업부문을 통합하여 계산하였다.

각 산업별 부가가치, 노동자수, 유형고정자산(건설가계정 제외)<sup>2)</sup>은 1991년에서 1997년까지의 광공업 통계조사보고서를 이용하여 구성하고, 연구개발지출액은 과학기술연감을 이용하여 구성하였는데 1991에서부터의 누적액으로 계산되었다. 또한, 연구개발 누적액에 기술진부화율이나 Time-lag는 고려되지 않았으며 외국으로부터의 기술이전액도 고려되지 않았다. 이와 더불어, 모든 변수들은 GDP 디플레이터로 1990년을 기준으로 불변액으로 환산하였다.

각 변수에 대한 설명은 다음과 같다. 부가가치액은 생산액에서 직접 생산비 즉 원재료비, 연료비, 구입전력비, 구입용수비, 외주가공비 및 수선비의 합계액을 공제한 것을 말한다. 따라서 이 부가가치에는 감가상각비 등 간접생산비가 포함되어 있다. 노동은 자영업주, 무급가족 종사자 및 피고용자수를 종사상의 직종별로 연말과 조업기간중 월평균 기준으로 각각 특정 산업의 해당사업체의 종사자수를 합산하였다. 자본은 유형고정자산은 토지와 1년 이상의 내구성 있는 건물, 구축물, 기계장치, 기구, 비품, 차량, 운반구 및 선박등을 지칭한다.

2) 본 논문에서는 유형고정자산에서 건설가계정을 제외한 값을 사용하였다. 건설가계정이란, 유형고정자산(건물신축, 기계설비 등)의 건설 또는 매입을 위하여, 지출된 경비로서 완성 또는 도착에 이르기까지 잠정적으로 처리하는 계정을 말한다.

### Ⅲ. 추정결과

추정방법은 26개 중분류 산업에 대한 패널데이터를 토대로 규모에 대한 수익 불변(constant returns to scale) 가정하의 회귀분석결과(linearly restricted regression)인 Fixed Effects Model과 이러한 가정에 제약을 받지 않는 Random Effects Model 결과를 모두 비교하였다. 추정방법에 따른 결과의 본질적인 차이는 없으며 다만 추정계수의 절대값이 Fixed Effects Model일 때, 훨씬 크다는 점을 발견할 수 있다. 여기서는 결과를 주로 Fixed Effects Model에 국한하여 정리하였다. 추정결과를 종합적으로 보면 다음과 같다.<sup>3)</sup>

#### 1. R&D투자가 GDP에 미치는 영향

정보통신산업의 누적 연구개발투자가액이 GDP에 미치는 영향은 0.170인데 반해 정보통신을 제외한 모든 산업의 GDP에 미치는 영향은 0.105로서 정보통신산업의 연구개발투자가 GDP에 미치는 영향이 월등함을 보여주고 있다. 즉, 정보통신산업의 연구개발투자가액이 1%증가하면 GDP는 0.17%증가하는 반면 비정보통신산업의 경우 누적연구개발투자가액이 1%증가하면 GDP는 0.105% 증가한다는 해석이 가능하다.

#### 2. 공공 R&D투자가 GDP에 미치는 영향

정보통신산업의 누적 공공연구개발투자가액이 GDP에 미치는 영향은 0.138인데 반해 정보통신을 제외한 모든 산업의 누적 공공연구개발투자가 GDP에 미치는 영향은 0.035로서 두부문간 공공연구개발투자가 국민소득에 미치는 영향력의 차이는 더욱 벌어지는 것을 알 수 있다.

#### 3. 민간 R&D투자가 GDP에 미치는 영향

정보통신산업의 누적 민간 연구개발투자가액이 GDP에 미치는 영향은 0.176인데 반해 정보통신을 제외한 모든 산업의 민간연구개발투자가 GDP에 미치는 영향은 0.104로서 역시 정보통신산업의 민간 연구개발투자가 GDP에 미치는 영향이 타부문에 비해 월등히 높음을 보여주고 있다. 즉, 정보통신산업에서는 기업들의 누적연구개발투자가액이 1%증가하면 GDP는 0.176%증가하는 반면 비정보통신산업의 경우 민간 누적연구개발투자가액이 1%증가하면 GDP는 0.104% 증가한다고 볼 수 있다.

---

3) 상세한 회귀분석결과는 별첨의 표들을 참조.

#### 4. 기초연구가 GDP에 미치는 영향

정보통신산업의 기초연구에 대한 투자가 GDP에 미치는 영향은 0.157인데 반해 정보통신을 제외한 모든 산업의 기초연구가 GDP에 미치는 영향은 0.095로서 정보통신산업의 연구개발투자가 GDP에 미치는 영향이 훨씬 크다는 것을 보여 주고 있다.

#### 5. 응용연구가 GDP에 미치는 영향

정보통신산업의 응용연구가 GDP에 미치는 영향은 0.155인데 반해 정보통신을 제외한 모든 산업의 GDP에 미치는 영향은 0.100이다.

#### 6. 개발연구가 GDP에 미치는 영향

정보통신산업의 응용연구가 GDP에 미치는 영향은 0.171인데 반해 정보통신을 제외한 모든 산업의 GDP에 미치는 영향은 0.091로서 정보통신산업의 개발연구가 GDP에 미치는 영향이 타부문에 비해 훨씬 크다는 것을 알 수 있다.

앞의 논의를 정리하면 <표 1>과 <표 2>에서도 설명하였듯이 연구개발투자가 국민소득에 미치는 영향은 정보통신부문이 타부문에 비해 월등히 높음을 알 수 있다.

<표 1>의 Random Effects Model의 경우, 굳이 노동과 자본의 투입에 대해 규모에 대한 수익불변을 가정하지 않고 있는데, 추정결과 정보통신산업의 경우가 0.150인데 비해 비정보통신산업은 0.064로서 정보통신산업이 2.34배의 효율성을 보여 주고 있다. 성격별로 연구개발투자를 여러 가지로 나누어서 국민소득에 미

<표 1> 연구개발투자가 GDP(국내총생산)에 미치는 영향(탄력성 추정)

Random Effects Model

	전체산업	정보통신산업 (A)	비정보통신산업 (B)	타부문 대비 정보통신산업의 연구개발효율성정도(A/B)
연구개발투자	0.072	0.150	0.064	2.34배
공공 연구개발투자	0.025	0.133	0.022	6.05배
민간 연구개발투자	0.072	0.156	0.064	2.44배
기초연구	0.065	0.136	0.056	2.43배
응용연구	0.072	0.133	0.065	2.05배
개발연구	0.063	0.155	0.055	2.81배

치는 효과를 추정해도 정보통신산업이 타부문에 비해 최소한 2배 이상 월등히 높다는 것이 나타났다. 정보통신부문의 경우 타분야에 비해 공공연구개발투자는 6.05배, 민간연구개발투자의 경우 2.44배, 기초연구는 2.43배, 응용연구는 2.05배, 개발연구는 2.81배의 효율성 우위를 보여주고 있다.

〈표 2〉는 Fixed Effects Model이면서 Linearly Restricted Model을 가정하였는데, 흔히 쓰는 모델에서와 같이 노동과 자본의 투입에 대해 규모에 대한 수익불변을 가정하고 있다. 추정결과 연구개발투자가 국민소득에 미치는 영향은 정보통신산업의 경우가 0.170인데 비해 비정보통신산업은 0.105로서 정보통신산업이 1.62배의 효율성을 보여 주고 있다. 성격별로 연구개발투자의 효과를 추정에서도 정보통신산업이 타부문에 비해 최소한 1.5배 이상 월등히 높다는 것이 나타났다. 정보통신부문의 경우 타분야에 비해 공공연구개발투자는 3.94배, 민간연구개발투자의 경우 1.69배, 기초연구는 1.65배, 응용연구는 1.55배, 개발연구는 1.88배의 효율성 우위를 보여주고 있다.

〈표 2〉 연구개발투자가 GDP(국내총생산)에 미치는 영향(탄력성 추정)

Fixed Effects Model: Linearly Restricted Regression(노동과 자본의 추정계수의 합이 1)

	전체산업	정보통신산업 (A)	비정보통신산업 (B)	타부문 대비 정보통신산업의 연구개발효율 성정도(A/B)
연구개발투자	0.094	0.170	0.105	1.62배
공공 연구개발투자	0.029	0.138	0.035	3.94배
민간 연구개발투자	0.093	0.176	0.104	1.69배
기초연구	0.090	0.157	0.095	1.65배
응용연구	0.091	0.155	0.100	1.55배
개발연구	0.082	0.171	0.091	1.88배

#### IV. 결 론

본 연구에서는 26개 중분류 산업별 데이터를 이용하여, 첫째로 생산요소들인 노동과 자본이 각 산업의 부가가치를 결정하는 비중과 아울러 누적연구개발투자의 합계인 연구개발 스톡(stock)이 부가가치를 결정짓는 비중을 추정하였다. 둘째로, 민간연구개발투자와 공공연구개발투자의 부가가치에 대한 상대적 설명비중을 비교하였다. 두부문 다 연구개발투자는 효율적이며 그 중에서 민간부분의

연구개발투자의 효율성이 높은 것으로 나타났다. 셋째로, 연구개발의 단계별 성격을 나타내는 기초연구, 응용연구, 개발연구가 부가가치에 미치는 영향을 비교하였다. 일반의 상식과 달리 부가가치를 설명하는 비중은 세부문간에 크게 차이가 없음을 알 수 있었다. 이러한 연구개발투자의 세가지 측면에서의 주요한 경제적효과의 추정에 덧붙여서, 그러면 과연 정보통신부문에서의 연구개발의 경제적 효과가 여타산업과는 차이가 있는지를 추정하였다. 정보통신부문의 연구개발투자의 경제적 효과가 타부문에 비해 크다는 것은 사전에 어느 정도 예상은 되었지만 실제로 수치상의 차이는 훨씬 큰 것으로 나타났다. 이러한 차이는 민간부문과 정부부문의 연구개발투자의 효과의 비교에는 물론이고 연구성격별 투자인 기초, 응용, 개발연구의 비교에서도 똑같은 성질이 나타났다.

그러나 본 연구는 몇가지 중요한 결론을 도출했음에도 불구하고 데이터의 부족, 집계변수에서 오는 부정확성, 산업분류의 포괄성에서 오는 변수로서의 가치 감소 등 때문에 현재로서는 여러 가지 한계를 안고 있다. 따라서 좀 더 풍부한 정보를 담은 산업별, 기업별 데이터의 수집이 필요하며 분석방법에 있어서도 좀 더 다양한 기법을 모색하여야 할 것이라는 점을 지적하지 않을 수 없다.

### 별첨: 회귀분석 결과

(D는 정보통신산업을 나타내는 dummy 변수임)

〈표 3〉 연구개발투자가 GDP(국내총생산)에 미치는 영향(Fixed Effects Model)

Linearly Restricted Regression(노동과 자본의 추정계수의 합이 1)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.547*** (6.977)	0.693*** (8.475)
자본	0.453*** (5.774)	0.367*** (3.746)
연구개발투자	0.094*** (5.147)	0.105*** (5.845)
Dx노동	-0.390*	(-1.974)
Dx자본		0.257 (1.379)
Dx연구개발투자		0.065 (1.380)
R <sup>2</sup>	0.991	0.992
Observations	133	133

〈표 4〉 연구개발투자가 GDP(국내총생산)에 미치는 영향(Random Effects Model)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.287*** (5.661)	0.333*** (6.376)
자본	0.586*** (11.343)	0.546*** (10.174)
연구개발투자	0.072*** (4.956)	0.064*** (4.452)
Dx노동		-0.177 (-0.940)
Dx자본		0.068 (0.383)
Dx연구개발투자		0.086 (1.876)
상수항	2.080 (3.732)	2.221*** (3.909)
R <sup>2</sup>	0.954	0.957
Observations	133	133

\*\*\* = 유의수준 0.01에서 통계적으로 유의함

〈표 5〉 공공연구개발투자가 GDP에 미치는 영향(Fixed Effects Model)

Linearly Restricted Regression(노동과 자본의 추정계수의 합이 1)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.348*** (5.112)	0.481*** (6.559)
자본	0.652*** (9.585)	0.519*** (7.070)
공공연구개발투자	0.029*** (2.771)	0.035*** (3.456)
Dx노동		-0.232 (-1.082)
Dx자본		0.121 (0.635)
Dx공공연구개발투자		0.103** (2.176)
R <sup>2</sup>	0.989	0.991
Observations	133	133



〈표 6〉 공공연구개발투자가 GDP에 미치는 영향(Random Effects Model)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.243*** (4.714)	0.283*** (5.364)
자본	0.693*** (15.370)	0.648*** (13.826)
공공연구개발투자	0.025*** (3.059)	0.022*** (2.749)
Dx노동		-0.097 (-0.474)
Dx자본		0.826 (0.045)
Dx공공연구개발투자		0.111** (2.407)
상수항	1.614*** (2.824)	1.838*** (3.169)
R <sup>2</sup>	0.951	0.956
Observations	133	133

〈표 7〉 민간연구개발투자가 GDP에 미치는 영향(Fixed Effects Model)

Linearly Restricted Regression(노동과 자본의 추정계수의 합이 1)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.543*** (6.886)	0.689*** (8.386)
자본	0.457*** (5.797)	0.311*** (3.779)
민간연구개발투자	0.093*** (5.054)	0.104*** (5.746)
Dx노동		-0.374* (-1.082)
Dx자본		0.239 (1.287)
Dx민간연구개발투자		0.072 (1.529)
R <sup>2</sup>	0.990	0.992
Observations	133	133

〈표 8〉 민간연구개발투자가 GDP에 미치는 영향(Random Effects Model)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.285*** (5,640)	0.331*** (6,348)
자본	0.585*** (11,265)	0.546*** (10,126)
민간연구개발투자	0.072*** (4,910)	0.064*** (4,397)
Dx노동		-0.164 (-0.876)
Dx자본		0.054 (0,305)
Dx민간연구개발투자		0.092** (2,010)
상수항	2.106*** (3,766)	2.248*** (3,945)
R <sup>2</sup>	0.954	0.957
Observations	133	133

〈표 9〉 기초연구에 대한 투자가 GDP에 미치는 영향(Fixed Effects Model)

Linearly Restricted Regression(노동과 자본의 추정계수의 합이 1)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.536*** (6,823)	0.656*** (8,032)
자본	0.464*** (5,910)	0.344*** (4,221)
기초연구	0.090*** (4,977)	0.095*** (5,342)
Dx노동		-0.352* (-1,842)
Dx자본		0.240 (1,420)
Dx기초연구		0.062 (1,613)
R <sup>2</sup>	0.990	0.992
Observations	133	133

<표 10> 기초연구에 대한 투자가 GDP에 미치는 영향(Random Effects Model)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.284*** (5.421)	0.327*** (6.041)
자본	0.598*** (11.251)	0.563*** (10.236)
기초연구	0.065*** (4.511)	0.056*** (3.889)
Dx노동		-0.166 (-0.913)
Dx자본		0.079 (0.493)
Dx기초연구		0.080** (2.144)
상수항	2.180*** (3.642)	2.277*** (3.749)
R <sup>2</sup>	0.951	0.955
Observations	133	133

<표 11> 응용연구에 대한 투자가 GDP에 미치는 영향(Fixed Effects Model)

Linearly Restricted Regression(노동과 자본의 추정계수의 합이 1)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.520*** (6.728)	0.647*** (8.045)
자본	0.480*** (6.209)	0.353*** (4.390)
응용연구	0.091*** (4.857)	0.100*** (5.367)
Dx노동		-0.354* (-1.818)
Dx자본		0.243 (1.383)
Dx응용연구		0.055 (1.316)
R <sup>2</sup>	0.990	0.992
Observations	133	133

<표 12> 응용연구에 대한 투자가 GDP에 미치는 영향(Random Effects Model)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.285*** (5.550)	0.328*** (6.119)
자본	0.589*** (11.142)	0.551*** (10.061)
응용연구	0.072*** (4.715)	0.065*** (4.231)
Dx노동		-0.202 (-1.092)
Dx자본		0.112 (0.668)
Dx응용연구		0.068* (1.673)
상수항	2.160*** (3.744)	2.310*** (3.918)
R <sup>2</sup>	0.953	0.957
Observations	133	133

<표 13> 개발연구에 대한 투자가 GDP에 미치는 영향(Fixed Effects Model)

Linearly Restricted Regression(노동과 자본의 추정계수의 합이 1)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.508*** (6.473)	0.647*** (7.851)
자본	0.492*** (6.276)	0.353*** (4.278)
개발연구	0.082*** (4.589)	0.091*** (5.177)
Dx노동		-0.344* (-1.682)
Dx자본		0.210 (1.087)
Dx개발연구		0.080 (1.602)
R <sup>2</sup>	0.990	0.992
Observations	133	133

〈표 14〉 개발연구에 대한 투자가 GDP에 미치는 영향(Random Effects Model)

	전 체	정보통신 더미포함
노동	0.276*** (5.448)	0.319*** (6.093)
자본	0.610*** (12.017)	0.575*** (10.885)
개발연구	0.063*** (4.513)	0.055*** (3.908)
Dx노동		-0.139 (-0.714)
Dx자본		0.029 (0.157)
Dx개발연구		0.100** (2.064)
상수항	1.962*** (3.523)	2.079*** (3.653)
R <sup>2</sup>	0.954	0.957
Observations	133	133

### 참 고 문 헌

- 김광석·홍성덕(1992), 「제조업의 총요소생산성동향과 그 결정요인」, 한국개발연구원
- 문희화 외(1991), 「한국의 총요소생산성」, 한국생산성본부
- 성소미(1995), 「기술혁신의 경제분석」, 한국개발연구원
- 최은철(1999), “Analysis Method of the Effect of National R&D Investments on Economic Growth”, 『기술혁신연구』, 기술경영경제학회
- Griliches, Z. (1998), 「R&D and Productivity: The Econometric Evidence」, Chicago Press
- Nelson, R. (1959), “The Simple Economics of Basic Scientific Reserach,” *Journal of Political Economy*, 67, pp.297~306
- Lach, S. and M. Schankerman(1989), “Dynamics of R&D and Investment in the Scientific Sector,” *Journal of Political Economy*, vol. 97, pp.881~904
- Sakakibara, M. (1997), “Evaluating Government-Sponsored R&D Consortia in Japan: Who Benefits and How?”, *Research Policy*, 26, pp.447~473.