



[2017-3-RP-009]

# 정부 에너지 R&D 투자가 수혜기업의 매출에 미치는 영향 분석

이정우<sup>1),2)</sup> · 양재석<sup>1)\*</sup>

## Effect of Government Energy R&D Investment on the Sales of Beneficiary Firms

Jungwoo Lee<sup>1),2)</sup> · Jae-Suk Yang<sup>1)\*</sup>

Received 2 December 2016 Revised 18 December 2016 Accepted 28 December 2016

**ABSTRACT** Since the late 2000s, the Korean government's energy policy has begun to re-examine the energy industry as a new growth engine for the nation, furthering its goal of stabilizing supply and demand. The government has steadily increased R&D investment in the energy sector by promoting "low-carbon green growth" with the paradigm of national development. The aim of this study was to determine if government R&D investment has an effect on the sales growth of beneficiaries in the energy industry. In addition, this study analyzed how the effects of government R&D investments differ in renewables, electricity, and the nuclear program. The results showed that the government R&D investment does not necessarily guarantee an improvement in sales growth of the beneficiary company, but is significant only in the renewable energy sector. This study concludes that there is a need to diversify the investment types according to the market and technology maturity.

**Key words** government R&D(정부 R&D 투자), R&D investment(R&D 투자효과), renewable energy(신재생에너지 투자), probit model(프로빗 모델)

### 1. 서론

우리나라의 에너지 정책은 그간 기반산업의 성장 동력이 되는 에너지의 수급안정을 주요 목표로 추진되었다. 중화 학공업, 제조업 중심의 기반산업 발전에 필요한 에너지를 적제적소, 필요한 시기에 공급하는 것이 최우선 목표였던 것이다. 이러한 환경속에 에너지기술개발은 주로 원자력발전, 화력발전 등 전통적 발전기술, 기간망인 전력 송전·배

전망 안정화 기술들을 중심으로 투자가 진행되었다. 그러나 2000년대 후반부터 에너지 정책은 수급안정이라는 목표에서 더 나아가, 국가 신성장 동력으로서의 에너지산업을 재조명하기 시작했으며, 이에 에너지기술개발 방향은 신재생에너지, 소비단에서의 효율향상 기술 등으로 전환되기 시작하였다.

실제로 정부는 2009년 국가 발전 패러다임으로 '저탄소 녹색성장'을 천명하며 에너지산업을 기존 반도체, 자동차, 조선산업과 같은 국가 전략산업으로 성장시키기 위한 대규모 투자를 실시하였다. 이러한 정책 기조는 이후 현재까지도 지속되어, 정부는 파리 기후변화 정상회담(COP21)에서는 Post-2020 체제에 대응한 기술개발로 2030년까지 100조원대 에너지 신시장을 창출하고, 50만명의 일자리를 창

1) Moon Soul Graduate School of Future Strategy, Korea Advanced Institute of Science and Technology

2) Center for R&D Technology Policy, Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning

\*Corresponding author: yang@kaist.ac.kr

Tel: +82-42-350-4031 Fax: +82-42-350-4020

출하겠다는 도전적 목표를 발표하였다.

정부의 에너지 분야에 대한 투자는 동 기간 중 급증하였으며, 에너지기술개발에 대한 투자 또한 연평균 10% 이상으로 증가하여 현재에는 연간 8000억원 수준의 예산이 에너지 R&D에 투자되고 있는 상황이다(Fig. 1). 결과적으로 에너지기술개발에 투자되는 국가 예산은 절대적 투자규모로 세계 8위권, GDP 대비 투자규모는 세계 9위권으로 양적 투자 기반은 세계 상위권 수준으로 상승하였다(Fig. 2).<sup>[1-2]</sup> 이처럼 ‘신성장동력’, ‘신시장창출’ 목표를 내세우며 R&D 투자를 확대하는 이면에는 기술개발이 관련 산업에 종사하는 기업을 성장시키고, 해당 기업의 시장 점유율을 높일 것이라는 전제가 내포되어 있다. 그러나, ‘신성장동력’, ‘신시장창출’을 위한 정부의 R&D 투자 확대가 실제로 에너지 산업에 종사하는 국내 기업을 성장시키고, 세계시장 점유율을 향상시켰는가?

본 연구에서는 상기 질문을 규명하기 위하여, 정부의 에너지 R&D 투자에 따른 수혜기업의 매출 변화를 중심으로 정부지원 R&D의 사업화 성공 및 매출 증대에 미치는 요인들을 분석하였다. 아울러, 신재생에너지, 전력·원자력 분야 비교를 통해, 동일한 정부 R&D 투자 효과가 시장구조 및 기술 성숙도 차이에 따라 어떻게 다르게 나타나는지도 확

인하였다. 마지막으로, 에너지 전분야, 신재생에너지, 전력·원자력 분야의 결과를 통합하여, 향후 정부 R&D가 ‘기업의 매출확대’를 목표로 할 경우 고려해야 할 시사점을 고찰해 보았다.

## 2. 기존 문헌 연구

에너지 분야에서 정부 R&D 투자효과를 논의할 때 일반적으로 사용되는 선순환 구조는 Fig. 2와 같다.<sup>[3]</sup> 정부의 R&D 지원방향이 확정되면, 민간의 R&D 투자가 진행되고, 투자의 결과로 technology Stock이 쌓이게 된다. 이러한 기술 축적이 일정 수준 이상으로 진행되면 해당 신기술을 적용한 상품 또는 시스템이 생산되고, 규모의 경제 또는 기술 진보에 의해 상품이나 시스템 구성 원가가 절감된다. 시장 경쟁력을 갖춘 상품은 정부의 보급정책의 영향을 받으며 시장에 진출하게 되고, 시장 점유율이 높아지면 학습효과에 의해 생산량이 더욱 증가하고 여기서 발생한 이윤은 민간의 R&D로 재투자되는 선순환 구조를 형성하게 된다(Fig. 3).

상기 에너지 R&D 선순환 구조를 기준으로, 정부 R&D 지원에 따른 효과분석에 대한 기존 연구는 크게 3가지 분류로 구분할 수 있다. 첫번째는, 정부의 R&D 투자가 민간의 R&D 투자를 유도하는지, 반대로 정부의 R&D 투자가 민간의 R&D 투자를 대체하는지에 대한 연구이다. 이와 관련한 연구는 1980년대 초반부터 시작되어 현재까지 다양한 분석 모델을 활용하여 연구가 진행되어 왔지만, 사용된 모델과 정부 R&D 지원 분야, 국가에 따라 서로 상이한 결과를 나타내고 있어 현재까지 정부 R&D 지원이 민간 R&D 투자를

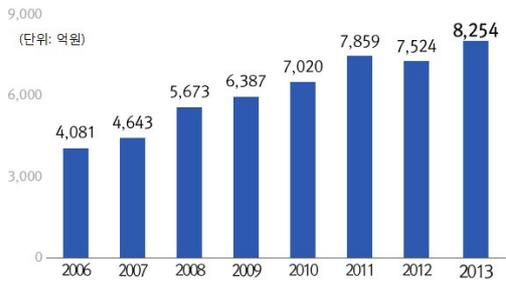


Fig. 1. 정부 에너지 R&D 투자 현황 (KETEP)

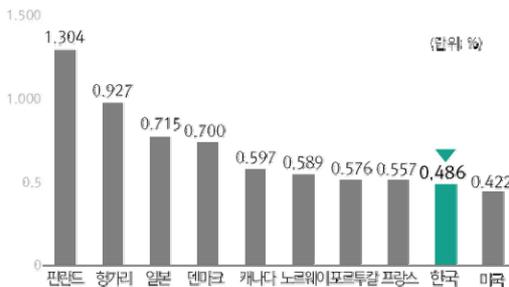


Fig. 2. GDP 대비 에너지 R&D 투자 규모<sup>[1-2]</sup>

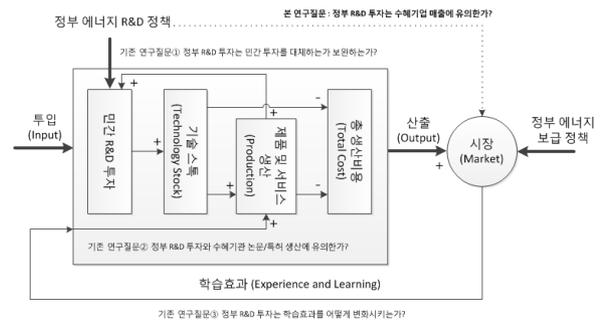


Fig. 3. 에너지 R&D 선순환 구조

견인하는지 또는 대체하는지에 대한 결론은 명확하지 않은 상황이다.<sup>[4-8]</sup> 두번째로, 정부 R&D 투자에 따른 특허 출원, 등록은 대체적으로 유의한 수준으로 알려져있다.<sup>[9-11]</sup> 즉, 정부의 R&D 투자 증가는 수혜기업의 특허 출원이나 등록, 학교나 연구소의 경우는 논문 실적을 향상시키는 것으로 알려져있다. 셋째, 시간의 경과에 따른 학습효과는 R&D, 보급, 탄소세 부과 등 여러 정책적 수단을 고려하여 시장 진출이 가능한 시기를 비교하는 연구가 주로 수행되었다. 특히, 초기시장이 구축되지 않은 신재생에너지 산업을 중심으로 보급정책을 지속했을때 예상되는 소요비용, R&D를 추진했을 때 보급비용의 절감 효과, 탄소세 도입 시 경제성 확보(Break-even point) 수준의 변화 등을 분석하였다.<sup>[12-14]</sup>

그러나, 본 연구에서 분석하고자 하는 정부 R&D 투자규모와 수혜기업의 매출 간 상관관계에 대한 기존 연구는 부족한 실정이다. 이는 종속변수인 수혜기업의 매출에 영향을 주는 다른 요소가 다수 존재하고, 기업 전체 매출에서 R&D에 따른 매출 발생 효과만 별도로 분리하는 기준이 명확하지 않기 때문으로 판단된다. 즉, 기업 매출에는 국내외 경기, 정부의 보조금 및 용자 등 에너지 보급정책 방향, 제도 및 법률의 개정 등 거시적 영향요소가 R&D 자체보다는 훨씬 영향력이 클 수 있기 때문에 R&D에 의한 영향은 극히 미미할 수 있다. 또한 전체 기업 매출 중, R&D에 의한 기업의 매출을 구분하기 위해서는 명확한 기준 설정이 필요하지만 이또한 일원화된 기준이나 데이터 수집 방법이 표준화되어 있지 않아 DB 구축 자체가 어려운 실정이다.

본 연구에서는 상기 한계에 의해 그 간 다루지 못했던 정부 R&D 투자와 수혜기업 매출과의 상관관계를 분석하였다는 점에서 기존 연구와의 차별점을 가진다. 이를 위해 정부 R&D 수혜기업에서 ‘R&D에 의해 창출된 매출’을 별도로 산정하기 위한 기준을 정립하고, 해당 데이터를 수집, 활용하였다. 즉, 정부 R&D 지원에 따라 개발된 기술이 각 상품이나 시스템 구성에 차지하는 원가를 기준으로 ‘R&D에 의한 기업 매출’을 정부 R&D 수혜기업을 대상으로 조사, 활용함으로써 기업 매출에 영향을 줄 수 있는 다른 영향요인을 최소화하고 정부 지원에 의한 매출 발생 효과만을 독립적으로 분석하였다.

### 3. 연구 방법

본 연구 분석을 위해 국가 에너지기술개발사업 성과활용 조사에 의해 수집된 데이터가 사용되었다.<sup>[15]</sup> 해당 데이터는 과거 5년(2010~2014) 동안 정부 에너지 R&D 지원을 받은 기관을 대상으로 전수조사를 통해 구성되었으며, 프로젝트별 지원규모, 수행기관, 사업화 성과 등이 포함되어 있다. 연구에 활용한 변수 및 정의는 Table 1과 같다.

종속변수로 사업화 성공률, R&D에 의한 수혜기업의 매출이 사용되었으며, 이에 영향을 주는 독립변수로 정부 R&D 투자금액, 민간 매칭 투자금액, 기술성숙도(Technology Readiness Level, TRL), 참여기업 수, 수행기업의 종류(대기업, 중소기업), 지원기간, R&D 이후 민간의 추가 투자 금액, 프로젝트 착수 단계에서 최고 선도기술과의 격차가 사용되었다. TRL은 기술성숙도를 측정하는 기준으로, 일반적으로 에너지분야에서 TRL 1~3은 기초연구, 4~6은 개발, 7~8은 실증, 9단계는 실제 사이트 적용 단계로 정의된다.

R&D의 사업화 성공률 분석을 위해서 프로빗(Probit) 모델이 사용되었으며, 이때 매출 데이터는 매출이 발생한 프로젝트는 1, 매출이 없는 프로젝트는 0으로 데이터를 변환하여 분석하였다. R&D에 의한 기업매출 분석을 위해서는 최소자승법(Ordinary Least Squares, OLS) 모델이 사용되었다.

프로빗 모델의 주요 아이디어는 종속 변수와 설명 변수간의 이질성을 눈에 보이지 않는 비관측 변수(Latent variable)

Table 1. 분석 변수 정의

변수	정의
사업화성공률	R&D에 따른 매출발생여부(성공=1, 실패=0)
기업 매출액	정부 R&D 지원에 따른 수혜기업의 매출 발생액
정부 투자	정부 R&D 지원금(억원)
민간 투자	정부 지원에 따른 민간 R&D 투자금액(억원)
기술 성숙도	착수시점의 기술성숙도 (Technology Readness Level (TRL))
참여 기업 수	R&D 프로젝트에 참여한 기관 수(개)
대기업	주관기관이 대기업인 경우(더미 변수)
중소·중견기업	주관기관이 중소·중견기업인 경우(더미 변수)
지원 기간	정부 R&D 투자 기간(년)
추가 투자	R&D 이후 수혜기관 자체적인 추가 투자액(억원)
기술 격차	R&D 착수 시점에서의 기술 선도국과의 기술격차(년)

를 이용하여 연결시키는 것이다. 이러한 개념은 수학식으로 다음과 같이 표현된다.

$$Y^* = X^T\beta + \epsilon, \epsilon \sim N(0,1), Y^* \text{는 비관측 변수}$$

이때 종속변수  $Y$ 는 비관측 변수  $Y^*$ 에 따라,

$$Y = \begin{cases} 1 & Y^* > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} = \begin{cases} 1 & -\epsilon < X^T\beta \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

로 표현된다. 여기서  $\beta$ 는 최우추정법(Maximum Likelihood Estimator)을 이용하여 추정하는데, 최우도함수(Maximum Likelihood Function)의 정의는 다음과 같다.

$y_i$ 는 종속변수,  $x_i$ 는 독립변수를 나타낼 때 최우도함수는,

$$\ln L(\beta) = \sum_{i=1}^n (y_i \ln \Phi(x_i\beta) + (1 - y_i) \ln (1 - \Phi(x_i\beta))),$$

프로빗 모델과 최소자승법을 이용하여 먼저 에너지 공급-전환-소비의 전주기에 지원되고 있는 에너지 R&D 전체 프로그램을 대상으로 분석을 실시하였다. 그 다음 신재생에너지, 전력·원자력 부문 프로그램을 순차적으로 분석하였다(Fig. 4).

앞서 설명한 바와 같이, 신재생에너지 산업과 전력·원자력 산업은 시장 구조와 기술 성숙도 측면에서 극명히 구분되는 특징을 가지고 있다. 시장측면에서 고려할 때, 신재생에너지 시장은 아직 국가 보조금에 의해 시장의 규모가 결정되는 초기시장이며 명확한 주요기업이 아직 없는 만큼, 대기업, 중소기업을 막론하고 다수의 기업에서 시장 점유율을 높이기 위해 경쟁을 하고 있다. 반면, 전력·원자력 시장은, 일반 전력생산은 한국전력 자회사, 송전·배전은 한

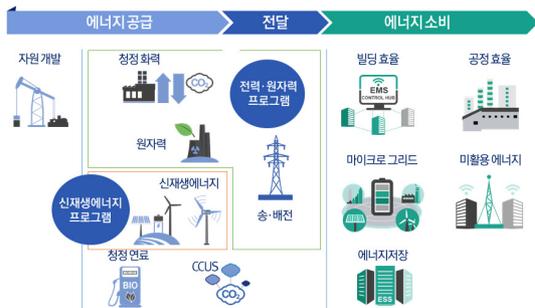


Fig. 4. R&D 투자 효과분석 대상 분야

국전력이 독점적으로 수행하고 있으며, 원자력발전은 한국 수력원자력에서 독점적으로 소유, 발전하고 있는 폐쇄적 독점시장 구조를 형성하고 있다. 기술 성숙도 측면에서는 해양(ocean), 태양열(CSP), 육상풍력(Off-shore wind) 등 대다수 신재생에너지 기술은 초기(early)에서 성장(growth) 단계로 구성되어 있으며, 전력·원자력 기술은 1950년대 이후 수년간 지속적인 연구개발이 진행되어 왔으며 현재에는 성숙단계로 평가되고 있다.<sup>[16]</sup>

## 4. 결과

### 4.1 전체 에너지 R&D 프로그램

전체 프로그램을 대상으로 분석하였을 경우, 사업화 성공 확률(Probability of commercialization)에 각 독립변수가 주는 영향은 Table 2와 같다. 정부 R&D 투자는 수혜

Table 2. 전체 분야 분석 결과

변수	사업화성공률	수혜기업매출액
정부투자	0.00294 (0.00221)	0.436 (0.299)
민간투자	-0.00573** (0.00279)	0.0110 (0.203)
기술성숙도	0.264*** (0.0457)	13.58** (6.039)
참여기관수	0.0520*** (0.0164)	-4.556* (2.400)
대기업주관	0.504*** (0.119)	38.54** (16.19)
중소기업주관	0.933*** (0.111)	-8.257 (16.17)
지원기간	0.0720* (0.0401)	-0.553 (5.663)
추가투자	0.0182*** (0.00368)	0.740*** (0.195)
기술격차	-0.0287** (0.0126)	-0.00598 (0.219)
Constant	-2.866*** (0.272)	-44.14 (31.35)
Observations	1,266	1,266
R-squared	-	0.029

Standard errors in parentheses

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

기업의 사업화 성공률과 유의하지 않았다. 반면 민간의 매칭 투자는 통계적으로 유의한 수준을 나타내지만, 성공확률을 낮추는 방향을 나타낸다. TRL, 연구수행 참여기관 수, 대기업 수행, 중소기업 수행, R&D 이후 추가적인 투자는 모두 유의한 수준을 나타내며 사업화 성공 확률을 높이는 영향을 준다. 프로젝트 착수단계에서 최고 기술수준과의 차이가 클수록 사업화 성공 확률은 낮아진다.

정부의 R&D 투자와 민간 매칭 투자는 기업의 매출에 유의하지 않다. 기업 매출의 증대에 영향을 미치는 주요인은 대기업 수행, TRL, R&D 이후 추가적인 투자이며, 이중 대기업 수행 여부가 기업의 매출 증대에 가장 큰 영향을 미친다. 즉, 각 독립변수의 계수를 고려할 때, 기업 매출 증대에 미치는 영향력은 대기업, TRL, 추가 투자 순서이다. 반면 참여기관의 수는 음의 유의관계를 나타내고 있어, 참여기관 수가 많아질수록 R&D에 의한 기업 매출에는 악영향을 주는 것을 알 수 있다.

사업화 성공 확률, 기업 매출을 각각 종속변수로 분석하였을 때의 결과를 비교할 때 특이할 만한 점은 참여기업 수가 많아질수록 사업화 성공률은 높아지지만, 기업의 매출은 감소하는 영향을 준다는 것이다. 이러한 현상은 프로빗 모델 분석을 위해 매출 분포를 이항(binomial) 변수로 변환하는 과정에서 실제 모집단의 분포를 변화시키는데 기인한다. 즉, 매출 발생액이 큰 프로젝트 대다수가 참여기업 수가 10개 미만인 영역에 밀집되어있는 경우(skewed distribution) 최소자승법과 프로빗 모델은 통계적으로 유의하지만 서로 다른 결과를 보여줄 수 있다.

#### 4.2 신재생에너지 R&D 프로그램

신재생에너지 R&D 프로그램을 대상으로 분석하였을 때, 정부투자, 참여기업 수, 초기 기술 격차를 제외하고 대부분의 독립변수가 사업화 성공률에 유의한 것으로 나타났다. 다만, 민간 매칭펀드는 사업화 성공률을 낮추는 요인으로 작용하며, 다른 유의한 변수들은 사업화 성공률을 높이는 것이 확인되었다(Table 3).

기업 매출에 미치는 영향을 분석해 보면, 먼저 정부의 R&D 투자가 기업의 매출 증대에 유의한 것을 확인할 수 있다. 즉, 전체 R&D 프로그램을 분석했을때와는 달리, 신재생에너지 분야에서는 정부의 R&D 투자가 기업의 매출 신

장에 기여하는 것이다. 반면, 민간의 매칭펀드는 매출에 음의 방향으로 유의함을 나타내는데, 이는 그간 민간 기업의 투자 방향이 잘못되었다는 것을 보여준다. 이는 매출 증대에 도움이 되지 않는 기술에 대하여 민간이 R&D 투자를 그간 진행했다는 것으로, 민간의 투자 방향과 실제 시장 간에 괴리감이 있었음을 나타낸다. 결과적으로 정부의 공격적인 R&D 투자 시그널에 따라 민간의 대규모 투자가 동반되었지만 글로벌 시장 환경의 급변에 따라 오히려 참여한 기업의 매출에 악영향을 미친 것으로 판단된다.

신재생에너지 시장은 각 국에 에너지 믹스(Mix) 정책 방향과 자연적인 환경에 민감하게 변화하는 특성을 나타낸다. 2000년대부터 화석연료 중심에서 신재생에너지로의 전환을 추진한 EU 각 국은 높은 발전 단가를 정부의 보조금으로 보완하며 신재생에너지 시장 형성을 주도해 왔다. 자연스럽게 태양광, 풍력 등 대다수 신재생에너지 수요는 유럽에 집중되어 있으며, 국내 기업은 이러한 유럽 수요 확대에

Table 3. 신재생에너지 프로그램 분석 결과

변수	사업화성공률	수혜기업매출액
정부투자	0.00312 (0.00486)	0.574** (0.288)
민간투자	-0.0141** (0.00666)	-0.653*** (0.233)
기술성숙도	0.295*** (0.0982)	10.50* (6.038)
참여기관수	0.0280 (0.0362)	-1.048 (2.430)
대기업주관	0.831*** (0.262)	57.15*** (16.72)
중소기업주관	0.976*** (0.231)	-14.34 (14.69)
지원기간	0.195** (0.0943)	-8.030 (6.144)
추가투자	0.0282*** (0.0105)	1.442*** (0.203)
기술격차	-0.0224 (0.0283)	0.231 (1.740)
Constant	-3.436*** (0.620)	-16.47 (34.06)
Observations	346	346
R-squared	-	0.213

Standard errors in parentheses  
 \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

맞추어 2000년대 후반부터 기술개발 투자를 증대해 왔다. 그러나 2011년부터 악화된 그리스발 재정위기로 유럽 각국은 신재생에너지에 대한 보조금을 삭감하기 시작했으며, 이로 인해 급감한 신재생에너지 수요는 산업 전반의 서플라이체인(Supply-chain)을 무너뜨렸다. 미국 최대 태양광 업체인 퍼스트솔라(First Solar) 영업이익은 '11년 1분기 대비 2분기에 절반으로 줄어들었으며, 업계 3위인 Solyndra는 파산을 신청했다. 독일에서도 대표기업인 Solon이 파산했으며, 국내에서도 LG 화학과 SK 케미칼이 태양광 사업 보류를 선언하고, OCI는 공장 착공을 연기하는 등 신재생에너지 산업에 참여했거나 참여 예정인 기업이 사업에 대한 투자 방향을 급변경하는 현상이 나타났다. 특히, 한국은 일정하지 않은 일사량, 계절별 변동되는 풍향 등으로 인하여 신재생에너지 발전 잠재량이 높지 않을 뿐 아니라, 신재생에너지 발전의 전력시장 참여가 제한된 전력시장 구조로 말미암아 줄어든 해외 시장을 보완할 내수 시장 자체가 형성되어있지 않은 관계로, 국내 기업은 해외 수요 감소에 절대적인 영향을 받았던 것으로 판단된다.

신재생에너지 분야 R&D 프로그램이 수행기업의 매출을 향상시키는데는 대기업 수행, 착수단계에서 높은 TRL, R&D 이후 추가적인 투자, 정부 R&D 투자가 유의한 것으로 확인되었다. 특히 대기업 수행이 다른 독립변수에 비해 강한 연관관계를 보였는데, 이는 중소, 중견, 대기업 등이 난립하던 신재생에너지 산업구조가 점차 대규모 생산설비를 보유하면서 원가 경쟁력이 강한 대형기업을 중심으로 전환되고 있음을 나타내는 결과로 판단된다. 즉, 성장초기 기술 선도업체가 시장을 주도하였으나 경쟁격화로 인해 원가경쟁력이 강한 대기업이 높은 시장 점유율을 보이게 된 것이다.

### 4.3 전력·원자력 R&D 프로그램

전력·원자력 R&D 프로그램의 사업화 성공률을 살펴보면, 정부 R&D 투자와 민간 매칭펀드가 거의 유의하지 않은 결과를 보인다. 유의성을 보이는 TRL, 참여기업수, 대기업, 중소기업, 추가 투자는 모두 양의 방향, 즉 성공률을 높이는 요인으로 작용하는 특징을 보인다(Table 4).

기업 매출을 종속변수로 고려했을 때, 정부 R&D 투자는 기업 매출에 유의하지 않은 결과를 나타낸다. 반면 민간의

매칭펀드는 기업 매출에 강한 양의 상관관계를 나타내는데, 이는 서두에서 언급한 시장 구조와 관련이 깊다. 즉 전력·원자력 산업은 연구개발의 결과의 최종 활용처(End-user)가 한국전력, 한국수력원자력, 또는 5개 발전사 등으로 명확하여 R&D 착수단계에서 수요기업의 활용 의사가 확인되면 수행기업은 공격적으로 매칭펀드를 해당 프로젝트에 투자하는 경향이 있다.

참여기업 수가 증가할수록 기업의 매출은 줄어드는 결과를 보여주는데, 분석에 활용된 원본 데이터(raw data)를 살펴보면 참여기업이 많은 과제의 대다수는 최종 수요처가 아닌, 서플라이체인 상 2~3 tier에 속하는 기업들이 참여한 경우가 대다수이다. 즉, 최종 수요처가 참여하지 않거나, 최종 수요처의 수요가 없는 기술개발은 프로젝트에 참여하는 기업의 수에 관계없이 매출 신장을 저해하는 요소로 작용함을 나타내고 있다.

Table 4. 전력·원자력 프로그램 분석 결과

변수	사업화성공률	수혜기업매출액
정부투자	0.00703* (0.00409)	0.000735 (0.279)
민간투자	0.00185 (0.00824)	3.477*** (0.540)
기술성숙도	0.444*** (0.131)	9.887 (7.789)
참여기관수	0.0924* (0.0552)	-9.855*** (2.602)
대기업주관	0.554* (0.318)	-29.32 (20.27)
중소기업주관	0.834** (0.377)	-5.853 (26.42)
지원기간	-0.0655 (0.0903)	4.100 (6.236)
추가투자	1.282** (0.624)	2.345*** (0.785)
기술격차	-0.0101 (0.0284)	-1.320 (1.838)
Constant	-3.576*** (0.780)	-43.70 (41.83)
Observations	191	191
R-squared	-	0.325

Standard errors in parentheses  
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

## 5. 결론 : 정책적 시사점

본 연구에서 정부의 에너지 R&D 투자가 기업의 매출에 미치는 영향을 분석한 결과를 종합하면 다음과 같다.

- 1) 정부의 R&D 투자가 반드시 투자대상 기업의 매출 향상을 담보하지는 못하며, 신재생에너지 분야에 있어서만 정부 R&D 투자는 기업의 매출 향상에 기여하였다.
- 2) 기업 매출 관련하여 민간의 매칭 투자 효과는 시장구조와 기술성숙도에 따라 다르게 나타난다. 상호 경쟁구도이며 시장 형성단계인 경우, 민간의 매칭펀드는 오히려 기업의 매출을 저해하는 요인으로 작용하며, 이는 민간의 투자 방향이 잘못 설정되었다는 것을 나타낸다. 그러나, 독점시장, 성숙기술인 분야에서는 기업의 매출 성장과 양의 상관성을 보인다.
- 3) R&D 착수단계에서의 TRL 수준이 높으면 기업의 매출을 신장시키는 요인으로 작용한다. 그러나 전력·원자력 시장은 예외적으로 착수 시점 TRL과 기업매출 간 상관관계가 없다.
- 4) 대기업에 투자된 정부 R&D 자금은 기업의 매출을 향상시키는 요인으로 작용하나, 독점시장의 경우는 이러한 관계가 유효하지 않다. 독점시장에서는 최종 기술 수요자가 신기술을 채택하느냐 하지 않느냐라는 의사결정이 기업 매출 향상에 가장 중요한 요인이다.
- 5) 분야에 관계없이, R&D 이후 사업화를 위한 추가 재정 투자는 기업 매출을 향상시키는 요인으로 작용한다.

상기 연구결과로부터 현재와 같이 정부의 R&D 투자 목적을 ‘수혜기업의 매출 향상’으로 설정하였을 경우, 향후 투자 방향에 있어서 얻을 수 있는 시사점은 다음과 같다.

### • R&D 투자 형태의 다양화

산업에 관계없이 일원화된 R&D 투자 방식에서 벗어나 시장 구조와 기술 성숙도를 고려한 차별화된 투자가 필요하다. 본 연구의 결과를 활용한 예로, 정부가 지원하는 신재생에너지기술개발 프로그램은 민간 매칭펀드 의무비율을 축소하고, 전력·원자력 기술개발 프로그램은 민간의 매칭펀드 의무비율을 늘리는 동시에 End-User의 참여를 의

무화 하는 방안을 고려해 볼 수 있다.

### • 높은 TRL 기술에 대한 투자 확대

기업의 매출 향상을 위해서는 초기 착수단계에서부터 사업화에 가까운(TRL 7~8) 기술에 대한 정부 R&D 투자 확대가 필요하다. 단, 정부의 에너지 R&D 투자의 당위성이 사회 전반에 혜택이 주어지는 공공기술, 전력망·가스망 및 충전인프라 등 대규모 투자가 필요한 기술, High-Risk High-Return 기술 등 민간이 투자하기 힘들거나 회피하는 기술에 있음을 감안할 때, 이미 사업화 단계에 가까운 기술까지 정부 R&D 투자를 진행할 것인지는 재고할 필요가 있다.

### • R&D 이후 추가적인 투자 프로그램 마련

연구결과가 보여주듯, R&D 이후 추가적인 투자는 에너지 분야에 관계없이 기업의 매출을 향상시키는 영향을 주었다. 즉, 정부에서 R&D 이후 추가적으로 소요되는 customized R&D, 장비(equipment), 마케팅, 인력 등에 소요되는 비용을 지원할 경우 민간 기업의 매출 확대가 예상된다. 그러나, R&D 이후 정부의 지원은 해당 산업에서 특정 기업을 지원하여 시장 자율성을 저해하는 요인으로 작용할 우려가 있으므로 정부의 R&D 영역이 어디까지인지에 대한 추가적인 고민이 필요하다.

본 연구에서 활용한 회귀분석 모델은 과거 성과에 대한 통계적인 유의성을 검증할 수 있으나, 미래 투자에 따른 기대효과는 설명할 수 없다는 근원적 한계가 있다.<sup>[17]</sup> 따라서, 정부의 투자 방향은 단순히 투자대비 성과로만 평가되어서는 안되며, 과거 데이터에서 나타나지 않는 미래 파급효과 분석이 병행되어야 한다. 정부의 R&D 투자 규모에 따라 나타날 미래의 프로그램별 기대성과 변화를 예측하고, 이를 바탕으로 투자방향을 설정하는 연구가 향후에 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로

한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다  
(NRF-2016S1A5A8019490).

## References

- [1] IEA, Energy RD&D Statistics Service, <http://www.iea.org/statistics/RDDonlinedataservice> [accessed December 2014].
- [2] Byron Dorgan TL. (2013), “America’s Energy Resurgence: Sustaining Success, Confronting Challenges”, Bipartisan Policy Center.
- [3] Watanabe, C., et al. (2003), “Virtuous cycle between R&D, functionality development and assimilation capacity for competitive strategy in Japan’s high-technology industry”, *Technovation* 23(11): 879-900.
- [4] Levy, D. M. and N. E. Terleckyj (1983), “Effects of government R&D on private R&D investment and productivity: a macroeconomic analysis”, *The Bell Journal of Economics*: 551-561.
- [5] Guellec, D. and B. Van Pottelsberghe de la Potterie (1997), “Does government support stimulate private R&D?”, *OECD economic studies*: 95-122.
- [6] David, P. A., et al. (2000), “Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence”, *Research Policy* 29(4): 497-529.
- [7] Wallsten, S. J. (2000), “The effects of government-industry R&D programs on private R&D: the case of the Small Business Innovation Research program”, *The RAND Journal of Economics*: 82-100.
- [8] Liu, D.-Y. and L.-F. Shieh (2005), “The effects of government subsidy measures on corporate R&D expenditure: A case study of the leading product development programme”, *International Journal of Product Development* 2(3): 265-281.
- [9] Busom, I. (2000), “An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies”, *Economics of innovation and new technology* 9(2): 111-148.
- [10] Czarnitzki, D. and A. Fier (2003), “Publicly funded R&D collaborations and patent outcome in Germany”.
- [11] Czarnitzki, D. and K. Hussinger (2004), “The link between R&D subsidies, R&D spending and technological performance”, *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper(04-056)*.
- [12] McDonald, A. and L. Schratzenholzer (2001), “Learning rates for energy technologies”, *Energy Policy* 29(4): 255-261.
- [13] Sagar, A. D. and B. Van der Zwaan (2006), “Technological innovation in the energy sector: R&D, deployment, and learning-by-doing”, *Energy Policy* 34(17): 2601-2608.
- [14] Garcia, A. and P. Mohnen (2010), “Impact of government support on R&D and innovation”.
- [15] Hyunjong, K., et al. (2014), “A study on survey and analysis for the performance management and application of national energy R&D Program”, *KETEP*.
- [16] Nam-sung Y., et al. (2014), “Energy Technology Innovation Roadmap”, *KETEP*.
- [17] Jungwoo, L., Jae-Suk Y. (2016), “Government R&D Investment Decision-Making in the Energy Sector”, [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2862073](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2862073)