

성향점수 매칭을 이용한 정부 연구개발 보조금 효과분석

최석준^{1*}, 김상신²

The Analysis for effect on Government R&D Subsidies by using PSM

Choi Seok Joon^{1*} and Kim Sang Sin²

요약 우리나라 정부의 '06년도 연구개발예산은 8조77백억원 규모로 25년 사이에 670배 증가하였으며, 그 증가율도 지난 10년간 10%대를 유지하였다. 정부의 연구개발예산 또는 연구개발보조금이 증가함에도 불구하고 정부 연구개발 보조금이 민간 자체 연구개발 투자에 미치는 영향에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 본 연구는 정부 연구개발 직접보조금이 기업의 연구개발 투자를 진작 또는 대체 시키는지 여부 및 기업유형, 업종별 정부의 보조금 효과가 달라지는가에 대해 Propensity score matching (PSM)방법을 이용하여 실증 분석하였다. PSM 분석결과 정부의 연구개발 보조금을 받은 기업은 받지 않은 기업보다 연구개발 투자를 평균적으로 7억33백만원 더 지출하였으며, 세부적으로는 대기업과 서비스업의 보조금 수혜기업이 연구개발투자 지출을 더 많이 하였다. 이러한 결과는 정부의 R&D 지원 정책이 기업 특성 등에 따라 보다 맞춤형으로 전환될 필요성이 있다는 점을 보여주고 있다.

Abstract Trend of R&D expenditure in Korea during the last 10 years, the R&D expenditure has been constantly increasing at an average rate of 10%. The government R&D expenditures or subsidies are increasing rapidly. But the studies of evaluating impact of government R&D subsidies are few.

This study attempts to empirically investigate the effects of government R&D subsidies on private firm's R&D investment in Korean industry by using Propensity score matching method which sign as to whether the relationship between government subsidies and private R&D investments is on stimulating or displacing private R&D expenditures. Empirically, a firm with government R&D subsidy are 733 million dollar more expenditure then don't receive any government R&D funding.

Also Government R&D subsidies greatly increase (statistically significant) company financed R&D expenditures only for large firms but had no effect on the R&D expenditures of small & medium sized firms and venture firms.

Key Words : Government subsidy, Propensity score matching R&D investment

1. 서론

우리나라 정부의 과학기술예산이 2007년 9조원 시대를 돌파하였다. 우리나라 최초의 국가연구개발사업인 특정연구개발사업(과기부, '82년 예산 133억원)이 출범한 이후 현재 17개 부처가 국가연구개발사업을 추진하고 있으며 '06년도 정부연구개발예산은 8조77백억원 규모로 25년 사이에 670배의 고속성장을 기록하였다. 또한 지난 10년간 연구개발비의 연평균 증가율은 9.66%로 꾸준히

증가하고 있다[1]. 정부의 연구개발예산이 증가하는 현상은 우리나라뿐만 아니라 주요 선진국과 많은 다른 나라에서도 나타나는 현상이다. 이는 정부의 지원정책이 기술 혁신이나 연구개발에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 믿음으로써 조세감면이나 연구개발에 대한 직접보조금, 기술개발 컨소시엄 구성의 지원, 국가 연구소 건립 등 매우 다양한 방식의 연구개발 지원 정책을 추진해 오고 있기 때문이다[4],[10].

이러한 정부연구개발지원정책의 지속적인 시행이 사

¹서울시립대학교 경제학과 조교수
*교신저자: 최석준(csjpje@uos.ac.kr)

²서울시립대학교 경제학과 석사

접수일 08년 10월 02일

수정일 08년 12월 30일

게재확정일 09년 01월 16일

회적으로 용인되기 위해서는 먼저 정부의 연구개발지원 정책의 평가가 이루어져야 함에도 불구하고 이러한 문제에 대한 실증적 분석이 제한적으로 이루어지고 있을 뿐만 아니라 정책 평가를 위한 방법론적인 문제들로 인하여 정확한 결과를 도출하고 있지 못하다. 정부의 연구개발지원정책의 평가는 크게 조세감면효과와 연구개발 직접보조금의 효과로 구분할 수 있다. 조세감면효과는 정부의 조세지원제도에 의해 낮아진 세후 연구개발투자의 단위당 비용인 사용자비용을 추정하고 기업들이 사용자비용에 어떻게 반응하는지를 분석함으로써 정부의 조세지원정책이 민간기업의 자체부담 연구개발투자에 미치는 영향을 분석한다[5].

직접보조금의 효과는 정부의 연구개발 직접 보조금이 기업의 연구개발 투자를 진작(stimulating) 또는 대체(displacing)하는지 여부를 분석한다. 본 논문은 정부의 연구개발 직접 보조금의 효과를 중심으로 실증적 분석을 수행하였다.

물론 민간기업의 연구개발투자에 대한 정부의 보조금이 합리화되기 위해서는 정보의 스페illover(spillover)효과로 인하여 연구개발투자의 사회적·민간기업 연구개발투자 사회적 한계수익률(social marginal rate of return)이 사적 한계수익률(private marginal rate of return)보다 높아 민간기업의 연구개발투자가 사회적으로 적정한 수준에 비해 적게 이루어지고 있다는 것이 실증적으로 검증되어야 하고 보조금 지급이 정부의 다른 정책수단인 연구개발투자에 대한 세액 감면 등에 비해 동등하거나 더욱 효율적인지의 여부 또한 검증하여야 하나 본 연구는 기업수준에서 연구개발투자에 대한 정부 직접보조금이 기업의 자체 연구개발투자에 미치는 영향만을 분석하는 것을 목적으로 한다.

본 논문이 선행연구들에 비해 차별성이 있거나 정책 수립이나 학문적 차원에서 새로운 기여(contribution)를 하고 있는 점은 실증분석을 위해 국내에서는 수행되지 않았던 성향점수 매칭(이하 PSM : Propensity Score Matching)¹⁾ 분석 방법을 이용하여 분석하였을 뿐만 아니라 대기업·중소기업·벤처기업의 유형별로 정부 연구개발 보조금 효과를 분석함으로써 기업별 효과를 구분하여 분석하였으며, 또한 기업들을 산업분류(제조업, 서비스업)별로 분석함으로써 정부 연구개발 보조금이 기업자체 연구개발 투자에 미치는 영향을 산업별로 분석하였다는 점이다. 특히 기업별 구분은 기술집약적 중소기업 내지

벤처기업에 대한 대폭적인 정부 지원의 효과가 얼마나 있었는가를 분석할 수 있다.

2. 정부 연구개발 보조금의 효과

2.1 정부 연구개발 보조금효과에 대한 이론²⁾

정부의 연구개발투자에 대한 효과분석은 정부의 연구개발투자가 정보의 스페illover효과 때문에 사회적 한계수익률(social marginal rate of return)이 사적 한계수익률(private marginal rate of return)보다 높다는 가정에서 출발한다. 이러한 가정은 연구결과의 비전유성(imperfect appropriability) 때문에 정부가 간섭하지 않을 경우 민간 연구개발 투자가 적정수준 보다 낮게 나타나게 된다는 것을 의미한다. 따라서 만약 공공부문의 연구개발투자가 민간부문의 연구개발투자를 구축한다면, 그것은 항상 바람직하지 못한 것으로 간주되어 왔다.

그러나 연구개발투자에 있어 기업들이 같은 분야에 중복투자를 하거나 과잉경쟁을 한다면 민간 연구개발투자의 사회적 수익률이 사적 수익률보다 낮은 경우도 존재할 수 있다. 이러한 경우 민간의 연구개발투자 수준이 사회적 최적수준을 넘어설 것이고 창출된 지식의 스페illover효과로 인하여 사회적 편익이 모두 상쇄될 수도 있다. 실질적으로 민간의 과잉 연구개발투자가 문제가 되는 경우는 드물다. 특히 특정한 기업의 연구개발활동이 다른 특정 기업들의 연구개발투자에 대한 수익률을 낮춘다고 해도 동시에 이러한 연구개발활동에 의해서 과학기술적 지식 등을 수혜 받는 기업들도 존재하기 때문에, 사회적 수익률이 사적 수익률보다 낮은 경우는 찾기가 힘들다.

민간 연구개발투자가 적정수준보다 과잉공급 되고 정부 연구개발투자를 통해 민간 연구개발투자를 구축하는 경우라고 해도 정부 연구개발투자의 당위성이 보장되는 것은 아니다. 이는 정부 연구개발투자 이외에도 다양한 정책적 수단을 통해 민간 연구개발투자를 적정수준으로 유도할 수 있으며, 정부 연구개발투자가 구축된 민간연구개발투자보다 효율적이라는 것을 보장할 수 없기 때문이다. 결론적으로 민간 연구개발투자의 과소 혹은 과잉공급에 관계없이 정부 연구개발투자가 민간 연구개발투자에 미치는 영향에 대한 분석은 필요하다.

기업의 연구개발투자가 민간 연구개발투자에 미치는 영향은 기업의 연구개발투자 대한 수요 및 공급곡선인 한계수익률 곡선(MRR, R&D 수요곡선), 한계자본비용

1) 외국사례로는 [14],[16]이 PSM방법을 이용하여 정부 연구개발 보조금의 효과를 분석하였으나, 국내에서는 PSM방법을 이용한 분석은 없다. (국내에서 PSM방법을 이용하여 정부의 직업훈련 평가에 대해 분석한 논문은 [9] 등이 있다.)

2) 본 이론적 내용은 [3]을 참고하였으며 [4]에서 발취하였다. 보다 상세한 내용은 해당 논문들 참고.

곡선(KCC, R&D 공급곡선)이 어떻게 이동하는지를 예측함으로써 가능할 것이다. 그러나 정부의 보조금 지급은 수요곡선과 공급곡선을 모두 우측 또는 좌측으로 이동시킬 수 있으므로 결국 정부 연구개발투자와 민간 연구개발투자가 보완적 관계인지 혹은 대체적 관계인지를 이론적으로 밝힐 수는 없고 이 문제는 이론적인 문제라기보다는 실증적인 문제라고 할 수 있을 것이다.

2.2 선행연구

정부의 연구개발 보조와 민간 연구개발 투자와의 관계에 대한 선행연구는 분석에 사용된 데이터와 계량경제학적 접근방법에 의해서 구별될 수 있다. 먼저 이들 유형별 분류는 세 가지로 구분된다. 첫째는 정부 연구개발 보조금을 받은 기업과 산업에 대한 미시적 수준의 횡단면적 연구(cross-section studies)가 있다. 이 경우 수요조건, 기술적 기회 및 전유성(appropriability)문제간의 차이를 통제하는 것이 중요하다.

이러한 횡단면적 연구에서 주로 사용되는 계량경제학적 방법으로는 모수적추정(parametric estimation)방법으로써 도구변수(instrumental variable) 추정법, Heckman 선택모형(Heckman selection model)등이 사용되고 비모수적추정(nonparametric estimation)방법으로써 성향점수매칭(propensity score matching)이 사용된다. 두 번째는 산업 내 기업수준의 패널데이터를 사용한 연구로, 시간에 따라 변하지 않는 기업의 특성을 통제변수로 하여 정부 지원에 의한 개별 기업의 반응을 시차별로 살펴볼 수 있게 된다. 패널데이터를 사용한 연구에서 주로 이용되는 계량경제학적 방법은 고정효과모형(fixed effect model)과 DID (Difference-in- Differences)추정법이 이용되는데 현재 우리나라에서 수행되고 있는 정부보조금에 대한 연구의 대부분이 패널데이터를 이용 고정효과모형과 DID 추정법을 이용해서 수행되고 있다. 세 번째는 총량적, 거시경제학적인 접근으로 정부의 연구개발보조에 따른 민간 연구개발의 시간적 변화를 살펴보는 연구이다. 이때는 정부연구개발투자와 민간연구개발투자 모두에 영향을 미치는 거시경제학적 영향요인들을 통제하는 것이 중요하다[4]. 이 경우, [16]과 [12]에서 지적된 바와 같이 연구개발에 투입되는 요소가격에 미치는 영향을 고려하는 것도 필요하다.

정부의 연구개발 직접 보조금이 민간연구개발 투자에 미치는 영향을 분석한 선행 연구는 미국 등 선진국을 중심으로 다양한 분석이 이루어 졌으며 분석된 결과도 매우 다양하다. [12]의 서베이 논문에서는 33개의 연구결과 중 11개의 논문이 정부 보조금과 기업 투자의 대체적 관계를 제시하였으며 나머지 논문들은 보완적 관계라는 결

론을 내리고 있다.

비교적 최근 논문으로서 본 연구에 활용되거나 참고가 된 논문으로는 [11],[14],[16],[17],[18],[20]등을 들 수 있다. [18]의 경우1990~1995년의 이스라엘 제조업 기업을 대상으로 DID(Difference-in- Differences) 추정법을 활용하여 분석을 실시하였는데 이에 따르면 소규모 기업의 경우에서만 정부 보조금의 보완적 효과가 발견되며 단기와 장기에 있어 보조금 효과가 다를 수 있음을 제시하고 있다. [11]의 경우 스페인 기업의 횡단면(cross-section) 자료를 대상으로 분석을 실시하였으며 기업 특성에 따라 보완 및 대체 효과가 병존하고 있음을 발견하였다. [20]의 경우 미국 중소기업 기술지원 프로그램인 SBIR에 참여하거나 탈락한 기업을 중심으로 분석을 실시하였는데 정부 보조금과 기업 연구개발투자가 매우 강한 대체관계에 있음을 발견하였다[4],[10]. [16]은 1999~2001년의 덴마크의 기업들을 대상으로 실험적방법과 비실험적방법을 모두 이용하여 분석하였고, 정부 연구개발 보조금은 민간 기업의 연구개발지출에 어떤 유의한 영향을 미친다는 사실을 보이지 못하였다. [14]는 독일기업을 대상으로 Propensity score matching(이하 : PSM)방법을 이용하여 구축효과가 발생하지 않는다는 결과를 보였다.

국내 선행연구의 경우 관련 연구는 [2],[6],[8],[10]등이 제한적으로 존재하고 있다. [6]은 반도체, 자동차, 제약, 의료광학기구 등 4개 산업을 중심으로 서베이를 실시하여 조세, 금융, 보조금 제도 등 정부의 연구개발 지원 제도가 기업 또는 산업의 연구개발에 어떤 영향을 주었는가를 분석하였다. 그 결과 정부 보조금의 경우 자동차와 반도체 산업에서는 보완적 효과를 보여주었으나 여타 다른 산업에서는 통계적으로 유의한 결과를 얻지 못하였다. [8]의 논문은 정부의 연구개발 보조가 민간의 연구개발투자를 증가시킨다는 결과를 얻었다. [2]는 과학기술부의 '연구개발활동조사'를 활용, 1995~1998 기간 중 정부 연구개발 직접 보조금이 기업 자체 연구개발 활동에 미치는 영향을 DID(Difference-in- Differences) 기법을 활용하여 분석하였으며, 분석결과 정부의 연구개발 직접 보조금은 기업의 자체 연구개발비에 대해 구축(crowding out) 효과가 있는 것으로 나타났다. 즉, 정부 연구개발 보조금을 수령한 기업의 경우 평균적으로 자체 연구개발비를 최대 22.6%를 줄이는 효과가 있는 것으로 분석하였다. [3]은 [2]의 분석범위를 외환위기 이후인 1999~2002로 확장하여 고정효과모형(Fixed effect model) 등을 이용 분석하였다. 분석결과 [2]의 결과와 마찬가지로 기업에 대한 정부의 연구개발 보조금은 자체 연구개발비에 대하여 구축효과를 가지는 것으로 나타났다. 특히 구축효과 크기는 외환위기 이후에 좀 더 큰 것으로 나타났다. [7]의

경우 총량자료를 이용하여 정부 연구개발과 보조금의 효과를 분석하였는데 정부 연구개발은 정부 보조금과는 달리 장기간에 걸쳐 민간연구개발투자를 자극한다고 설명하였다[10]. 본 연구의 선행연구격인 [10]은 DID분석방법을 통해 연구개발 보조금 수혜기업이 수혜하지 않은 기업보다 연구개발 투자를 평균적으로 13.9% 증가시키는 보완적 효과가 있는 것을 보였으며, 보조금의 액수가 1% 증가할 때 기업의 자체 개발 연구비는 평균적으로 0.031% 증가하는 것을 보였다. 또한 이들 보완효과가 대기업에서 강하게 나타나는 것으로 분석하였다.

3. 분석방법³⁾

[19]의 논문에서 처음으로 소개된 PSM방법은 비실험적(non-experimental) 방법으로 가장 적합한 비교집단을 인위적으로 구성하거나 찾는 방법의 하나이다. 이 방법의 경우 사업집단(treatment group) 과 비교집단(control group) 사이의 모순에 대한 조정에 실패한다면 실질적으로 보조금의 효과에 대하여 편이(biased)된 판단을 가져 올수도 있다. 즉, 표본 선택편이(sample selection bias)를 갖게 되는 것이다. 이러한 표본선택편이 문제를 해결하기 위해서는 아래에서 제시되는 ‘조건부 독립성의 가정’이 선행되어야 할 것이다. 이러한 조건부 독립성의 가정이 성립하면 즉, 결과물들이 사업 참여와 독립이라면 매칭된 비교집단의 사용은 처치의 평균영향의 불편 추정값을 산출하기 때문에 임의추출과 동일한 추정값을 산출할 것이다. 분석과정은 다음과 같다.

3.1 효과(impact) 추정의 문제

정부보조금의 효과는 ‘정부 연구개발 보조금을 받은 기업이 보조금을 받음으로써 지출한 자체 연구개발 투자액과 만약 동일한 기업이 보조금을 받지 않았더라면 지출하였을 자체 연구개발 투자액의 차이’ 일 것이다. 즉, $Y_{i1} (Y_{i0})$ 이 어떤 기업 i 가 보조금 1 을 받을 때 (받지 않을 때)의 결과 값 이라면 이 기업에 대한 보조금의 효과 (기업자체 연구개발 투자 금액차이) τ_i 는 다음과 같이 표현된다.

$$\tau_i \equiv Y_{i1} - Y_{i0},$$

$$Y_i = T_i Y_{i1} + (1 - T_i) Y_{i0}$$

이때의 보조금의 효과는 다음과 같이,

$$\tau \equiv E(\tau_i) = E(Y_{i1}) - E(Y_{i0})$$

$$= E(Y_{i1}|T_i = 1) \cdot p(T_i = 1) + E(Y_{i1}|T_i = 0) \cdot p(T_i = 0)$$

$$- [E(Y_{i0}|T_i = 0) \cdot p(T_i = 0) + E(Y_{i0}|T_i = 1) \cdot p(T_i = 1)]$$

어떤 기업 i 에서 관측 가능한 값은 오직 Y_{i0} 또는 Y_{i1} 하나 만 일 것이다. 이를 ‘대응적 사실의 상황’(counterfactual situation)이라 하며, 이때 위의 식은 직접적으로 추정되어질 수 없다. 관측된 데이터로써 사용할 수 있는 것은 $E(Y_{i1}|T_i = 1)$ 과 $E(Y_{i0}|T_i = 0)$ 만이 추정할 수 있기 때문이다. 따라서 PSM분석을 적용하기 위해서는 [19]에서 소개한 조건부 독립성의 가정(CIA, conditional independence assumption)이 필수적이다.

$$Y_{i1}, Y_{i0} \perp T_i | X_i \quad (\text{조건부 독립성의 가정 : CIA})$$

CIA 가정이 만족되고, 각각의 기업에 대한 설명변수들 X_i 와 $Y_{i1}, Y_{i0} - T_i | X_i, \forall i$, 의 벡터가 관측가능하다면 $Y_i = T_i Y_{i1} + (1 - T_i) Y_{i0}$ 일 때,

$$\tau_{T=1} \equiv E(Y_{i1}|T_i = 1) - E(Y_{i0}|T_i = 1)$$

$$= E_{X_i}\{E(Y_i|X_i, T_i = 1) - E(Y_i|X_i, T_i = 0)|T_i = 1\}$$

일 것이다.

따라서 보조금 수령에 대한 특성을 측정하는 변수들이 충분히 존재할 경우 이들을 통제하는 것만으로 선택편의가 없는 효과 추정치를 산출해 낼 수 있음을 의미한다. 이 경우 효과의 추정치는 통상의 매칭방법으로 얻을 수 있다. 이론적으로 볼 때는 연구자가 확보하고 있는 설명변수 (X_i)들이 가질 수 있는 값의 가능한 모든 조합별로 사업집단과 비교집단의 구성원들을 짝지을 수 있을 것이다. 그러나 만약 통제변수들의 수가 클 경우에는 현실적으로 불가능하다. 예를 들어 10개의 설명변수를 가지고 있고 이들이 모두 2개의 값을 가지는 더미변수라고 할 때 가능한 조합은 2^{10} , 즉, 1024가지나 되기 때문이다. 이 문제가 바로 ‘차원의 문제’(dimensionality problem)인데 The Propensity Score Theorem은 이 문제에 대한 해결책을 제공한다[10].

어떤 기업 i 가 보조금을 받을 확률을 $p(X_i)$ 라 하면 $0 < p(X_i) < 1, \forall i$. 일 경우, $p(X_i) = \Pr(T_i = 1|X_i) = E(T_i|X_i)$ 이다. 그러면, $(Y_{i1}, Y_{i0}) \perp T_i | X_i$ 는 $(Y_{i1}, Y_{i0}) \perp T_i | p(X_i)$ 을 함축하므로, $E(Y_i|T_i = 1, p(X)) - E(Y_i|T_i = 0, p(X)) | T_i = 1$ 와 같이 쓸 수 있다.

여기서 $p(X)$ 에 해당하는 성향점수는 logit 또는 probit 분석을 이용하여 구할 수 있어, 차원의 문제를 해결하면

3) 분석방법에 대한 보다 세부적인 사항은 [4] 참조

서 매칭분석 방법을 적용하여 효과에 대해 추정을 할 수 있을 것이다.

3.2 효과의 추정

PSM방법을 이용하여 효과를 추정하기 위해서는 먼저 상향점수를 추정하여야 한다. 성향점수의 추정은 정부 연구개발 보조금의 수혜여부를 나타내는 이변량 변수를 이용하여 logit으로 추정하는 것이 일반적이다([13],[19]).

PSM방법의 성공적인 효과 추정을 위해서는 성향점수 추정식의 특정화 (specification)가 중요한 문제이다. 일반적으로 성향점수 추정식에는 설명변수(X) 들과 함께, 독립변수들의 고차항(higher order terms : $X^2, X^3 \dots$)과 교차항(interaction term)이 포함된다. 특히 상향점수 추정식의 특정화는 사업집단과 비교집단 간의 ‘균형’(balance)을 달성했는지 여부를 반복적으로 검증한 후 균형 여부에 따라 다시 수정되는데, 고차항과 교차항은 주로 균형화가 달성되지 않은 독립변수들에 한해서 식에 포함되는 것이 일반적이다. 상향점수 추정에 대한 간단한 알고리즘은 다음과 같다.

<성향점수 추정 알고리즘>

1. logit 모형을 이용하여 성향점수를 추정한다.
2. 추정된 성향점수에 따라 데이터를 분류한다.
(가장 낮은 것에서부터 높은 순위로)
3. 모든 관측치들을 계층화(stratify)하면 각 계층의 사업 집단과 비교집단의 추정된 성향점수는 가까울⁴⁾ (차이가 유의미하지는 않을 것이다) 것이다. 예를 들면, 같은 점수 범위(0-0.2, ..., 0.8-1)의 계층(블록)들안 에 관측치들을 나눔으로써 시작된다.
4. 통계적 검증 : 모든 계층(블록)들에 포함되는 사업 집단과 비교집단의 모든 설명변수들의 평균의 차이 (difference-in-means)가 유의하지 않아야 한다.
 - (1) 모든 설명변수들이 모든 계층(블록)들에서 사업 집단과 비교집단의 관측치들 사이에서 균형을 이룬다면 멈춘다.
 - (2) 만일 몇몇 계층들에서 설명변수 i 가 균형이 아니면 계층을 더 작게 나누고 다시 평가한다.
 - (3) 만일 모든 계층에서 설명변수 i 가 균형이 아니라면 설명변수 i 의 교차항 또는/그리고 고차항을 logit

4) 이 방법을 Nearest Neighbors matching 이라고 하며, 이 거리를 계산하기 위하여 마할라노비스 거리(mahalanobis distance)를 구하게 된다. 임의의 p, q 의 마할라노비스 거리는 $mahalanobis(p-q) = (p-q)\Sigma^{-1}(p-q)^T$ 이다. 이 때 Σ^{-1} 은 공분산행렬의 역행렬이고 T 는 변환행렬이다. 즉 일반적인 유클리안 거리와는 달리 거리에 상관관계를 고려한다.

모형에 추가하고 다시 평가한다.

위와 같은 추정절차를 거쳐 매칭이 된 사업집단과 비교집단의 자체 연구개발 투자액 평균의 차이에 대한 t-test(사업집단의 평균 자체 연구개발 투자액 - 매칭된 비교집단의 평균 자체 연구개발 투자액)를 수행하여 귀무가설 (H_0 :difference=0)이 기각되고 차이가 0보다 크다면 정부 연구개발 보조금 수혜가 기업자체 연구개발 투자액과 보완관계에 있다고 결론내릴 수 있고 차이가 0보다 작다면 정부 연구개발 보조금 수혜가 기업자체 연구개발 투자액을 구축한다고 결론 내릴 수 있다.

4. 분석결과

4.1 기초자료분석

분석에서 기본적으로 사용되는 변수들은 다음과 같다.

[표 1] 변수설명

| 변수명 | 설명 |
|-------------|---|
| area | 기업이 위치가 서울, 경기, 대전 지역 이면 1 아니면 0 |
| age | 기업의 설립시점부터 지금까지의 년 수 |
| large | 기업의 분류가 대기업 ⁵⁾ 인 기업 1, 아니면 0 |
| s&m | 기업의 분류가 중소기업인 기업 1, 아니면 0 |
| venture | 기업의 분류가 벤처기업인 기업 ⁶⁾ 1, 아니면 0 |
| manufacture | 산업분류가 제조업인 기업 1, 아니면 0 |
| service | 산업분류가 서비스인 기업 1, 아니면 0 |
| others | 산업분류가 제조업, 서비스업 이외인 기업 1, 아니면 0 |
| employee | 총고용원의 수 (명) |
| sale | 2000년 매출액 (백만원) |
| grd | 정부 연구개발 보조금액 (백만원) |
| subsidy | 정부 연구개발 보조금을 받았으면 1, 아니면 0 |
| invc | 자체 부담 연구개발 투자 금액 (백만원) |

본 연구에 사용된 자료는 과학기술부의 ‘연구개발활동 조사보고’로부터 추출된 국내기업의 2000년 연구개발 활동 자료이다. 분석에서는 해당년도 당시에 연구개발 실적을 보고한 기업들 중 고용원이 5000명 이하인 기업만을 대상으로 하였다. 표본을 고용원을 기준으로 한정된 것은 본 논문에서 사용된 분석이 사업집단과 비교집단의 완벽

- 5) 기업유형은 법정유형에 근거하여 서베이 대상기업이 작성한 것을 기준으로 분석하였다.
(중소기업기법, 벤처기업특별법)
- 6) 기업의 분류가 중소기업 또는 대기업과 벤처기업이 혼용될 경우 벤처기업으로 분류하였다.

한 매칭을 기본으로 하기 때문에 고용원이 5000명이 넘는 기업들은 해당 기업과 동일한 성질을 갖는 기업들을 비교집단에서 찾을 수 없기 때문이다[14]. 다음은 기초통계량이다.

[표 2] 기초통계량 I (단위 : 백만 원, 명)

| 구 분 | 전체 | | 대기업 | | 중소기업 | | 벤처기업 | |
|-------------|------|-------|-----|--------|------|-------|------|-------|
| | 관측치 | 평균 | 관측치 | 평균 | 관측치 | 평균 | 관측치 | 평균 |
| area | 4088 | 0.68 | 558 | 0.61 | 2229 | 0.62 | 1301 | 0.79 |
| age | 4088 | 17.78 | 558 | 32.68 | 2229 | 17.93 | 1301 | 11.14 |
| large | 4088 | 0.14 | - | - | - | - | - | - |
| s&m | 4088 | 0.55 | - | - | - | - | - | - |
| venture | 4088 | 0.31 | - | - | - | - | - | - |
| manufacture | 4088 | 0.254 | 558 | 0.14 | 2229 | 0.23 | 1301 | 0.35 |
| service | 4088 | 0.698 | 558 | 0.77 | 2229 | 0.71 | 1301 | 0.64 |
| others | 4088 | 0.048 | 558 | 0.09 | 2229 | 0.06 | 1301 | 0.01 |
| employee | 4088 | 217 | 558 | 1063 | 2229 | 102.8 | 1301 | 48.5 |
| sale | 4088 | 83812 | 558 | 515847 | 2229 | 20195 | 1301 | 7536 |
| grd | 4088 | 194 | 558 | 981 | 2229 | 58.5 | 1301 | 88.8 |
| subsidy | 4088 | 0.32 | 558 | 0.31 | 2229 | 0.28 | 1301 | 0.41 |
| invc | 4088 | 1204 | 558 | 5616 | 2229 | 484 | 1301 | 544 |

[표 3] 기초통계량 II (단위 : 백만 원, 명)

| 구 분 | 제조업 | | 서비스업 | |
|----------|------|-------|------|-------|
| | 관측치 | 평균 | 관측치 | 평균 |
| area | 1038 | 0.89 | 2854 | 0.60 |
| age | 1038 | 11.9 | 2854 | 19.58 |
| large | 1038 | 0.07 | 2854 | 0.15 |
| s&m | 1038 | 0.49 | 2854 | 0.56 |
| venture | 1038 | 0.44 | 2854 | 0.29 |
| employee | 1038 | 125 | 2854 | 240 |
| sale | 1038 | 32542 | 2854 | 92855 |
| grd | 1038 | 104 | 2854 | 233 |
| subsidy | 1038 | 0.28 | 2854 | 0.35 |
| invc | 1038 | 859 | 2854 | 1226 |

[표 2]~[표 3] 고용원 5000명 이하인 관측치의 주요 변수별 특징은 다음과 같다. 전체 기업 평균 자체부담 연구개발 금액은 약 12억4백만 원이다. 정부 연구개발 보조금 금액은 약 1억9천4백만 원이며, 32%의 기업이 정부보조금을 수혜했다. 전체기업 중 대기업이 14%, 중소기업과 벤처기업이 각각 55%와 31%이고 제조업이 25%, 서비스

업이 70%인 것으로 나타났다. 기업 구분별로 살펴보면 대기업의 보조금 수혜비율이 31%, 중소기업과 벤처기업이 각각 28%, 41%로 벤처기업의 보조금 수혜비율이 대기업이나 중소기업에 비하여 높은 것으로 나타났다. 대기업이 중소기업보다 보조금 수혜비율이 높은 것은 벤처기업과 중소기업 위주의 보조금 정책에도 불구하고 벤처기업이 아닌 일반 중소기업 보다는 대기업에서 연구개발이 많이 수행되고 있음을 반영한 것으로 보인다.

연구개발 금액면에서 살펴보면 벤처기업이 중소기업보다 평균적으로 더 많은 정부 연구개발 보조금을 받고 있으며, 자체 연구개발에도 더 많은 금액을 투자하고 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 평균적으로 일반 중소기업 보다는 벤처기업에 대해 정부가 상대적으로 많은 규모의 정부 연구개발 보조금을 지원하고 있다는 점을 보여주고 있다. 산업분류별로 살펴보면 서비스업으로 분류되는 기업들의 보조금 수혜율이 높았고 이들 업종의 보조금액도 타 업종보다 높았다.

4.2 분석결과

[표-4]는 고용원 5000명 이하의 기업전체 대상으로 성향점수에 의한 매칭을 수행하기 전에 보조금을 받은 기업과 받지 않은 기업의 특성에 대한 평균값이다.

[표 4] 매칭 전 기업특성에 대한 평균값 (전체)

| 변수 | 전체 | | |
|-------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| | 보조금을 받지 않은 기업 N=2762 (Mean) | · 보조금을 받은 기업 N=1326 (Mean) | t-value ⁷⁾ |
| area | 0.68 | 0.66 | 1.66* |
| large | 0.14 | 0.13 | 0.58 |
| s&m | 0.58 | 0.47 | 6.88*** |
| venture | 0.28 | 0.4 | 7.8*** |
| manufacture | 0.27 | 0.22 | 3.28*** |
| service | 0.67 | 0.75 | -5.06*** |
| others | 0.06 | 0.03 | 4.16*** |
| employee | 201.6 | 247.9 | -2.64*** |
| sale | 68983 | 114727 | -3.05*** |

주 : ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.1

[표 4]는 고용원 5000명 이하의 기업들 중 보조금을 받은 기업과 보조금을 받지 않은 기업들의 특성에 대한 차이를 보여주고 있다. 대기업 비율을 제외하고는 전부 유

7) difference = mean(0) - mean(1), H₀ : diff=0 이다.

의수준 내에서 평균의 차이가 있다. [표 5]~[표 6]은 성향점수를 추정하기 위해서 logit 모형을 이용 분석한 결과이다.

[표 5] logit 분석결과 I

| 모형 | 전체 | 대기업 | 중소기업 | 벤처기업 |
|------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| area | -0.315** (0.017) | 0.053 (0.043) | -0.039* (0.021) | -0.086** (0.033) |
| age | - | 0.001 (0.001) | -0.002* (0.001) | -0.0002 (0.003) |
| large | -0.16*** (0.023) | - | - | - |
| s&m | -0.138*** (0.017) | - | - | - |
| ven (base) | - | - | - | - |
| manufactu re | 0.089** (0.046) | 0.018 (0.09) | 0.17*** (0.066) | -0.079 (0.131) |
| service | 0.15*** (0.036) | 0.065 (0.068) | 0.206*** (0.041) | 0.009 (0.133) |
| others (base) | - | - | - | - |
| employee | 0.00006*** (0.00002) | 0.00006*** (0.00002) | 0.00006 (0.00008) | -0.00006 (0.0001) |
| sale | 0.0000004** (0.00000) | 0.0000004** (0.00000) | 0.0000004 (0.00000) | 0.0000002 (0.00000) |

주1 : ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.1

주2 : () standard error

주3 : 종속변수는 정부 연구개발 보조금 수혜여부를 나타내는 이산변수인 subsidy 이다.

[표 6] logit 분석결과 II

| 모형 | 제조업 | 서비스업 |
|-----------|----------------------|-----------------------|
| area | -0.115** 0.049 | -0.032* 0.019 |
| age | -0.0004 0.003 | -0.0006 0.0009 |
| large | -0.095* 0.058 | -0.171*** 0.031 |
| s&m | -0.111*** 0.029 | -0.139*** 0.021 |
| ven(base) | - | - |
| employee | 0.000008 0.00004 | 0.00006** 0.00002 |
| sale | 0.0000001 0.00000 | 0.00000004 0.00000 |

주1 : ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.1

주2 : () standard error

주3 : 종속변수는 정부 연구개발 보조금 수혜여부를 나타내는 이산변수인 subsidy 이다.

정부 연구개발 보조금 수혜 확률을 분석한 logit 분석 결과(전체분석)의 주요특징을 살펴보면, 다른 조건이 동일할 때 기업분류가 대기업일 경우 기업분류가 벤처기업

일 경우보다 보조금 수혜확률이 16% 떨어지며 중소기업 일 경우에는 14%가 떨어지는 것으로 나타났다. 종업원의 경우 다른 조건이 동일할 경우 종업원 1명이 늘어날 때 보조금 수혜확률이 0.006%늘어나는 것으로 나타났고 매출의 경우에는 10억 늘어날 경우 0.004%늘어나는 것으로 나타났다.⁸⁾

logit 분석으로 추정된 정부 연구개발 보조금 수혜확률을 이용하여 보조금을 수혜한 그룹에 대한 비교집단을 매칭 하였다. [표 7]은 고용원 5000명 이하의 기업전체를 대상으로 매칭 전·후의 보조금을 받은 기업과 받지 않은 기업특성에 대한 평균값을 나타낸다. 매칭 전·후의 비교치를 제시하는 것은 매칭 수행결과 어느 정도 비교그룹과 통계그룹이 유사해 졌는지를 제시하기 위한 것이다. PSM 분석을 위해서는 매칭과정이 끝난 후에는 두 그룹이 통계적으로 차이가 있지 않아야 한다.

[표 7] 매칭 후 기업특성에 대한 평균값

| 변수 | 전체 | | | | t-value |
|-----------------|---------------|------------|-----------------------|------------|---------|
| | 매칭 전의평균 | | 매칭 후의평균 ⁹⁾ | | |
| | 보조금을 받지 않은 기업 | 보조금을 받은 기업 | 보조금을 받지 않은 기업 | 보조금을 받은 기업 | |
| Obs. | 2762 | 1326 | 1326 | 1326 | |
| area | 0.68 | 0.66 | 0.65 | 0.66 | -0.41 |
| large | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | -0.35 |
| s&m | 0.58 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | -0.08 |
| venture | 0.28 | 0.4 | 0.41 | 0.40 | 0.32 |
| manufact ure | 0.27 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | -0.19 |
| service | 0.67 | 0.75 | 0.76 | 0.75 | 0.59 |
| others | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | -1.13 |
| employee | 202 | 248 | 220 | 248 | -1.17 |
| sale | 68983 | 114727 | 80935 | 114727 | -1.62 |

주 : ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.1

[표 7]에서 보는바와 같이 매칭 후의 사업집단과 비교 집단 특성의 평균값은 유의수준 내에서 차이가 없다는 것을 알 수 있다. 즉, 매칭후의 사업집단과 비교집단은 특성들이 거의 일치한다고 볼 수 있다. 이제 사업집단의 자체 연구개발 투자 평균액과 매칭 후 비교집단의 자체 연구개발 투자 평균액을 비교함으로써 정부 연구개발 보조

8) [표 5],[표 6]에 제시된 계수 추정 값은 marginal effect를 계산한 값이다. marginal effect 는 모든 설명변수들이 평균값을 가질 때 해당변수가 1단위 변할 때 보조금수혜 확률이 (+)로 변할 확률이다.

9) 매칭(Nearest Neighbors Matching)시 중복을 허용하는 방법과 중복을 허용하지 않는 방법이 있는데, 본 연구에서는 중복을 허용하지 않았다.

금이 기업자체 연구개발 투자에 미치는 영향을 측정할 수 있을 것이다. 다음은 매칭전의 사업집단과 비교집단의 자체 연구개발 평균 투자액에 대한 것과 정부 연구개발 보조금의 효과를 PSM방법으로 추정한 결과이다.

[표 8] 매칭 전의 보조금의 효과¹⁾

| 구분 | 보조금을 받은 그룹 | 보조금을 받지 않은 그룹 | 효과 | t-value ¹⁰⁾ |
|------|------------|---------------|------|------------------------|
| 전체 | 1741 | 946 | 795 | 3.82*** |
| 대기업 | 9617 | 3788 | 5829 | 4.03*** |
| 중소기업 | 526 | 468 | 57 | 1.47 |
| 벤처기업 | 564 | 530 | 34 | 0.64 |
| 제조업 | 1393 | 648 | 745 | 2.34** |
| 서비스업 | 1751 | 946 | 805 | 3.18*** |

주1 : ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.1

[표 9] 매칭 후의 보조금의 효과

| 구분 | 보조금을 받은 그룹 | 보조금을 받지 않은 그룹 | 효과 | t-value |
|------|------------|---------------|------|---------|
| 전체 | 1741 | 1008 | 733 | 2.74*** |
| 대기업 | 9617 | 5264 | 4353 | 2.31** |
| 중소기업 | 525 | 505 | 20 | 0.41 |
| 벤처기업 | 564 | 556 | 8 | 0.14 |
| 제조업 | 1393 | 711 | 682 | 1.36 |
| 서비스업 | 1751 | 936 | 814 | 2.92*** |

주1 : ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.1

매칭 후의 보조금을 받은 그룹과 보조금을 받지 않은 그룹에서 지출한 평균 연구개발지출액 차이를 살펴보면 전체 관측치를 대상으로 분석한 결과 보조금을 받은 그룹이 받지 않은 그룹에 비해 평균적으로 7억33백만원을 더 연구개발에 지출하고 있으며 이 차이(difference)는 1% 수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 또한 기업 별 분류에서는 대기업만이 통계적으로 유의(5% 수준)하게 보조금을 받은 기업이 받지 않은 기업보다 43억53백만원을 더 연구개발에 지출하고 있는 것으로 나타났으며, 업종별 분류에서는 서비스업에 해당하는 기업군에서 통계적으로 유의(1% 수준)하게 보조금을 받은 기업이 받지 않은 기업보다 8억14백만원을 연구개발에 더 지출하고 있는 것으로 나타났다.

이를 전체적인 분석에서 보았을 때는 정부의 연구개발 직접보조금이 민간연구개발 지출에 유의한 양(+)의 효과를 나타낸다고 볼 수 있으나 전체적인 분석보다는 기업

별, 업종별 분석이 중요한 정책적 의미를 가진다는 점을 고려해야 할 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 정부가 지원하는 연구개발 직접 보조금이 기업의 연구개발투자를 늘리는(stimulate) 효과가 있는지 대체시키는(displace)효과가 있는지를 측정하기 위해 국내에서는 아직 사용되지 않았던 비모수적인 정책평가 방법 중 하나인 PSM방법을 사용하여 분석하였다. 그 결과 전체 기업(고용원 5000명 이하)을 대상으로 분석할 경우에는 정부 연구개발 보조금은 기업 자체 연구개발비를 7억33백만원 늘리는(stimulate) 효과가 있는 것으로 분석되었다. 이와 같은 결과는 DID추정법을 이용한 [2]의 분석결과인 정부연구개발 보조금이 기업 자체연구비를 대체(displace)한다는 결과와는 차이가 나지만 동일한 분석방법인 DID모형을 이용하여 분석한 본 연구의 선행연구 격인 [10]의 결과와는 동일한 결과로 분석되었다. 이는 IMF 경제위기 이후 정부 연구개발사업에 대한 ‘조사분석평가’를 매년 정기적으로 실시하고 연구개발예산의 중복 투자를 조정하기 위한 예산 사전조정 제도를 도입하였으며 기술집약적 중소기업과 벤처기업에 대한 연구개발 성과 관리 강화를 추진하는 등 정부 연구개발투자의 효율성 향상을 위한 많은 제도적 개편이 이루어지고 있고 정부의 연구개발보조금 투입 및 관리 방식 등이 90년대에 비해 많은 개선이 있는 등 90년대와는 다른 많은 변화가 정부 보조금을 받은 기업들의 행태를 변화시켰을 것이라 예상한 [10]의 결과와 동일한 해석을 가능하게 해준다. 다만 자료 및 방법론의 한계로 정확한 변화의 원인을 분석하지는 못하였다.

정부가 보조금을 지급하는 목적이 정부 보조금을 받은 기업들이 연구개발투자를 늘리게 하는데 있다면 본 논문의 연구결과는 정부의 보조금 지급의 목적을 달성했다고 볼 수 있는 근거가 될 것이다. 그러나 기업별, 업종별로 구분하여 정부 보조금의 효과를 분석해 본 결과 정부가 그동안 보조금 혜택을 집중 시켰던 중소기업이나 벤처기업에서는 보조금의 효과가 실증적으로 나타나지 않는 반면에 대기업에서는 정부 보조금의 효과가 뚜렷이 나타났다. 이와 같은 결과로 볼 때 정부의 보조금 지원정책을 기존의 일률적인 지원방식에서 벗어나 재점검 할 필요가 있을 것이다. 또한 산업별 분류에서도 서비스업에서는 정부 보조금을 받을 경우 자체 연구개발비를 증가시키고 있으나 제조업의 경우 매칭 수행전에는 자체 연구개발비를 늘리는 효과가 있다가 매칭 수행 후에는 이러한 효과

10) difference(effect) = mean of invc(1) - mean of invc(0), $H_0 : \text{diff}=0$ 이다.

가 통계적으로 유의하지 않게 되었다.

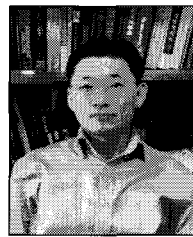
결국 정부의 직접보조금 정책은 보다 연구개발을 성실히 수행할 수 있는 기업을 발굴하고 해당기업을 지속적으로 지원해 줄 수 있는 방향으로 나아가야 할 것이다. 또한 연구개발 보조금 정책의 평가를 충분히 수행하여 평가결과가 지원 대상과 방법에 지속적으로 피드백 될 수 있도록 하여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 과학기술부, 「과학기술연구개발활동조사보고」, 2007
- [2] 권남훈, 고상원, “기업 R&D 투자에 대한 정부 직접 보조금의 효과”, 국제경제연구, 제10권 제2호, 2004.
- [3] 고상원, 권남훈, 이경남, 「민간 IT연구개발자에 대한 정부보조금의 효과분석」, 정보통신정책연구원, 2005.
- [4] 김상신, 서울시립대학교 경제학과 경제학 석사학위 논문, 2008.
- [5] 김학수, 「연구개발투자에 대한 조세지원제도의 효과 분석」, 한국경제연구원, 2007.
- [6] 박항식, 「국내기업의 R&D투자 결정과정에 정부의 자금지원제도가 미친 영향에 대한 분석연구」, 한국 과학 기술평가원, 2002.
- [7] 신태영, 「정부연구개발투자와 민간연구개발투자의 상호보완성에 대한 실증 분석」, 과학기술정책 제15 권, 2005.
- [8] 이병기, 「정부의 연구개발 보조가 민간기업의 연구개발 투자에 미치는 효과 분석」, 한국경제연구원, 2004.
- [9] 이석원, "Propensity Score Matching 방법에 의한 실업자 직업훈련 사업의 효과성 평가", 한국행정정보, 제37권 제3호, 181~199, 2003.
- [10] 최석준, 김상신, “정부 연구개발 보조금의 기업자재 R&D투자에 대한 효과분석”, 기술혁신학회지 제10 권 4호, 2007.
- [11] Busom, I., "An Empirical Evaluation of the Effects of R&D Subsidies", Economics of Innovation and New Technology, 9(2), pp. 111-148, 2000.
- [12] David, P.A., B.H. Hall and A.A. Toole, "Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence.", Research Policy 29, 497-529, 2000.
- [13] Dehejia, H. and Wahba, S., "Casual Effects in Non-Experimentra Studies: Re-Evaluating the Evaluation of Training Programs", Harvard University, Chapter 1, 1997.
- [14] Fier, A., "The Impact of Government Funded R&D Activities in German Industry", Centre for European Economic Research (ZEW), 2002.
- [15] Goolsbee, A., "Does Government R&D Policy Mainly Benefit Scientists and Engineers?", NBER Working Paper No. 6532, 1998.
- [16] Kaiser, U., "Private R&D and Public R&D subsidies : Microeconometric Evidence from Denmark.", CEB R, 2004-19, 2004.
- [17] Lach, S., "Do R&D Subsidies Stimulate or Displace Private R&D? Evidence from Israel", NBER WP, No. 7943, 2000.
- [18] Lach, S., "Do R&D Subsidies Stimulate or Displace Private R&D? Evidence from Israel", The Journal of Industrial Economics, 2002.
- [19] Rosenbaum, Paul and Rubin, Donald, "The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects", Biometrika, Vol.70, No.1:41-55, 1983.
- [20] Wallsten, S. J., "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, 31(1), pp.82-100, 2000.

최 석 준(Seok-Joon Choi)

[정회원]

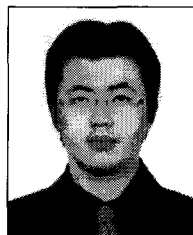


- 2005 MaxwellSchool, Syracuse University 경제학박사
- 과학기술부 행정사무관
- KDI 부연구위원
- 현 서울시립대 경제학과 조교수

<관심분야>
민간투자, 기업 R&D분야, 주택시장

김 상 신(Sang-Sin Kim)

[정회원]



- 2008 서울시립대학교 경제학과 석사

<관심분야>
기업 R&D분야, 기술혁신