

정부지원 R&D사업의 효과성 분석을 위한 중소기업 TFP 측정*

한주동** · 진영현*** · 김홍범**** · 이상현*****

<목 차>

- I. 서론
- II. 이론적 배경
- III. 총요소생산성(TFP) 추정
- IV. 정부지원 R&D 수혜의 효과분석
- V. 결론

국문초록 : 본 연구의 목적은 총요소생산성(TFP)을 성과지표로 사용하여 중소기업에 대한 정부지원 R&D사업을 평가하는 것이다. 총요소생산성을 산출하기 위한 분석 모형은 내생성 문제를 완화한 Levinsohn and Petrin (2003) 방법론이며 분석 자료는 2011년부터 2018년까지 기업회계정보이다. 구체적으로 기업회계정보 자료에 국가과학기술지식정보서비스 내 정부지원 R&D사업의 수혜기업 정보를 연계한 후, 성향매칭과 이중차분법을 이용하여 그 성과를 측정하였다. 실증분석 결과는 크게 4 가지이다. 첫째 생산함수 추정결과, 부가가치 창출 측면에서 총요소생산성의 중요성이 더욱 높아졌다. 둘째 대기업과 중소기업간 총요소생산성 격차는 여전히 확대되고 있다(2011년도 3.72배에서 2018년 5.23배). 셋째 정부지원 R&D사업에 참여하는 중소기업의 총요소생산성은 미수혜 기업에 비해서는 높은 수준이지만, 지원 사업 전까지 전반적인 하락 추세에 있다가 지원 사업 후 상향 추세로 반전되었다. 넷째 지원 사업

* 본 연구는 한국과학기술기획평가원(KISTEP) 기관고유 연구과제 “정부 중소기업 R&D 지원의 효과성 분석 연구: 기업 TFP 측정을 중심으로”의 일부로 수행되었습니다.

** NICE평가정보 책임연구원 (hanjd@nice.co.kr)

*** 한국과학기술기획평가원 센터장 (yhjin@kistep.re.kr)

**** 한국생산기술연구원 수석연구원 (sirkim@snu.ac.kr)

***** (교신저자) KIS채권평가 실장 (shlee725@gmail.com)

후 1년차 수혜 기업의 총요소생산성의 증가폭은 미수혜 기업군보다 크게 나타났으나 성향매칭을 통해 설정한 대조군에 비해서는 작았다. 정부지원 R&D사업에 참여하기 전까지 수혜기업의 총요소생산성이 하락 추세를 나타내는 실증 분석 결과를 고려할 때 중소기업의 R&D지원에 대한 수요와 정부의 정책목적 사이에 근본적인 차이가 있는지 검토가 필요할 것으로 판단된다. 또한 중소기업 정부지원 R&D사업이 단순 시혜라는 인식에서 벗어나기 위해서는 보다 정밀한 제도설계가 필요할 것으로 보인다.

주제어 : 총요소생산성, 정부지원 R&D, 정책성과평가

TFP Measurement to Analyze the Effectiveness of Government Supported R&D Projects for SMEs

Ju-Dong Han · Young-Hyun Jin · Hongbum Kim · Sang-Heon Lee

Abstract : This study analyzes the effectiveness of government supported R&D program for SMEs by measuring TFP improvements. We estimate TFP for Korean companies from 2011 to 2018 using Levinsohn and Petrin (2003) method which reduces endogenous problem. Then government R&D beneficiary companies were extracted from the NTIS and linked to TFP estimates. The empirical results are as follows. First, as a result of estimating production function, the contribution of TFP to value-added is more important than in the past. Second, the TFP gap between large firms and SMEs continues to wide and there is no sign of easing.(from 3.72 times in 2011 to 5.23 times in 2018). Third, SMEs beneficiaries show higher TFP level than non-beneficiaries. However their TFP was on the decline until government support. After government supported R&D program, it reverses upward. Fourth, although one-year TFP improvement of beneficiaries is bigger than non-beneficiaries, it is smaller than the control group through PSME. Because SMEs participating in government R&D programs had showed downward trend of TFP until R&D program, it is necessary to examine whether there is a fundamental discordance between the demand of SMEs for R&D program and governments policy goal. More sophisticated program design will be required to escape the recognition that government R&D programs for SMEs are just charity.

Key Words : TFP, Government R&D grants, Policy evaluation

I. 서론

우리나라는 세계적으로 높은 수준의 연구개발 투자규모에도 불구하고 새로운 성장 동력을 얻지 못하고 있다. 특히 정부의 R&D지원금 증가에도 불구하고 지원의 경제적 성과에 대해서는 의견이 나뉘고 있다. 2016년 과학기술정보통신부가 국가연구개발사업 데이터베이스를 정비하면서 기업정보와 정부R&D지원이력 간 연계가 가능해져 미시데이터를 이용한 성과분석 연구는 비교적 최근에 시작되었다. 오승환·김선우 (2017)는 중소기업에 대한 정부R&D지원 효과로 매출 및 자산 등 외형성장이 이루어졌으나 수익성의 개선으로 연결되지는 않았음을 보였다. 이성호 (2017)는 정부R&D지원이 기업의 자체 R&D투자와 지적권 등록 확대를 이끌고, 자본조달 등을 통한 자산증가 등 규모의 성장에는 기여하였으나 부가가치, 매출, 영업이익 증대에는 기여하지 못했다고 분석하였다. 이와 같이 정부R&D지원에 대한 성과분석은 대부분 특허, 논문 혹은 기업의 부가가치, 고용, 이익 등에 대해 이루어지고 있다.

기업의 경제적 성과는 자산을 통해 나타난다. R&D활동을 통해 기업 내부에 축적되는 자산은 쉽게 측정하기 어려운 무형의 형태가 대부분이다. 이러한 무형의 성과를 평가하기 위해 특허출원 및 논문출판 건수가 주로 이용되고 있지만 실제 경제적 성과를 창출하는 자산으로 간주하기는 어렵다. 반면에 기업이 창출하는 부가가치 및 이익 등은 지나치게 많은 요인들의 영향을 받기 때문에 R&D지원이 미치는 영향을 식별하기 어렵다(최대승·이규환, 2014). 한편 R&D투자와 총요소생산성과의 관계, 총요소생산성과 GDP 등 경제적 성과와의 관계는 일반적으로 잘 알려져 있다. 또한 최근 경제성장의 중심은 전통적인 투입요소인 노동, 기계, 공장 등 관측하기 쉬운 자산으로부터 측정하기 어려운 무형의 자산으로 옮겨가고 있다(Haskel and Westlake, 2017). 이러한 무형의 자산은 회계기준의 특성상 기업회계정보에서도 직접적으로 파악하기 어렵다. 이에 본 연구는 기업의 이익과 같은 성과변수에 앞서 경제적 성과를 창출할 수 있는 무형의 투입요소인 총요소생산성을 성과분석의 대상으로 설정한다.

연구개발투자와 생산성을 연계하여 분석한 선행연구는 다음과 같다. 김기완(2008)은 성향점수매칭추정(propensity score matching estimation : PSME)과 이중차분법(difference in difference : DID)을 이용하여 기업 R&D에 대한 정보 보조금의 효과를 추정하였는데 노동생산성과 경상이익률로 측정한 기업성과에 대한 기여도는 명확하게 판단하기 어렵다고 하였다. 이 연구는 2003년~2005년의 자료를 이용한 것으로 분석 데이터의 짧은 시

계열로 인한 제약이 있을 수 있음을 지적하였다. Wakelin (2000)은 170개 영국기업을 대상으로 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수를 추정하고 R&D지출이 생산성 증가에 중요한 역할을 하고 있음을 밝혔다. 한편 장우현·양용현·우석진 (2014)은 중소기업에 대한 정책자금 지원의 효과를 중요소생산성 측면에서 분석하여 정책자금 수혜기업 집단에서 오히려 생산성의 증가가 작았다고 하였다.

기존 연구의 자료 분석의 한계점을 보완하기 위해 본 연구는 세밀화된 최신의 기업정보를 바탕으로 우리나라 기업의 생산함수를 추정하고 기업별 중요소생산성을 산출한 후 기존의 선행연구의 결과와 비교한다. 정부R&D지원의 성과는 지원 전후의 중요소생산성의 변화로 측정되는데 수혜기업과 미수혜기업으로 구분하여 비교된다. 이후 인과효과 분석을 위한 성향점수매칭추정을 통해 매칭된 대조군과 성과를 비교한다. 기존 성과분석 연구가 단순히 지원 후 효과만을 분석하였다면 본 연구에서는 보다 긴 기간의 기업패널 자료를 이용하여 중요소생산성 측면에서 어떠한 상황의 기업이 정부R&D지원 사업에 참여하는가를 분석하였다. 이를 통해 정부R&D지원 사업을 단순한 시혜사업으로 보아서는 안 되며, 기업 R&D지원에 대한 수요와 정부의 정책적 목표 간의 균형을 맞출 수 있는 제도설계가 필요함을 정책적 시사점으로 제시한다.

II. 이론적 배경

1. 중요소생산성(TFP) 추정 방법론

중요소생산성(total-factor productivity:TFP)은 산출물 중 노동과 자본의 투입으로 설명되지 않는 부분을 의미한다. 통상적으로 국가 혹은 기업의 경제적 효율성을 측정하는데 활용된다. 일반적으로 중요소생산성의 추정은 다음과 같은 형태의 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수를 이용한다.

$$Y = AL^{\alpha}K^{\beta} \quad (1)$$

여기에서 Y 는 부가가치 혹은 총산출, A 는 중요소생산성, L 은 노동투입량, K 는 자본 투입량이고 α 는 Y 에 대한 노동의 기여분, β 는 Y 에 대한 자본의 기여분이다.

Syverson (2011)의 서베이 연구에 따르면 중요소생산성에 영향을 미치는 요소는 기업 내부적 측면에서 볼 때, 경영의 관행 및 재능, 투입된 노동과 자본의 질, R&D와 정보시스템, 시행착오를 통한 학습, 제품혁신, 의사결정구조 등이며, 기업 외적 측면에서 볼 때, 생산성 확산(productivity spill-over), 기업 및 제품간 경쟁, 시장간 경쟁, 무역 경쟁, 합리적 규제, 유연한 요소 시장 등이 있다고 하였다.

중요소생산성을 추정하는 방법은 크게 두 가지로 성장회계 방정식을 이용한 방법과 계량경제학 기법을 이용하여 생산함수를 통계적으로 추정하는 방법이 있다. 성장회계 방정식은 매우 제한적인 가정 하에서 유도되는데 생산함수가 규모에 대한 수확불변(constant return to scale)이라는 조건이 요구된다. 즉 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수에서 $\alpha + \beta = 1$ 이라는 조건이 추가된다. 또한 투입요소 시장이 완전 경쟁적이고, 노동과 자본이 모두 가변적인 생산요소로서 즉각적으로 조정가능하다는 가정이 필요하다. 그리고 기술변화는 생산함수의 형태에 중립적이라는 가정도 필요하다. 위에 나열한 가정 하에서 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수에 로그를 취한 후 시간에 대해 미분하면 식(2)와 같이 나타낼 수 있다. 이때 $\alpha = \frac{wL}{Y}$ 를 이용하여 중요소생산성의 변화율을 추정할 수 있다. (w 는 실질임금)

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \left[\alpha \frac{\dot{L}}{L} + (1 - \alpha) \frac{\dot{K}}{K} \right] \quad (2)$$

한편 기업별 데이터를 이용하여 통계적으로 추정한 생산함수를 이용하여 중요소생산성을 구할 수도 있다. 이때 규모에 대한 수확불변 가정이 없어지는 대신 기업단위의 패널자료가 확보되어야 한다. 로그를 취한 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수는 통계적 추정을 위한 선형회귀모형인 식(3)과 같이 표현되며 이때 중요소생산성 $\ln A_{i,t}$ 는 $a + \epsilon_{i,t}$ 이다.

$$\ln Y_{i,t} = a + \alpha \ln L_{i,t} + \beta \ln K_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (3)$$

중요소생산성은 선형회귀식의 잔차를 통해 추정하는데 만약 잔차항과 노동투입, 자본투입 사이의 상관관계가 존재한다면 이는 OLS 모형의 가정에 위배된다. 특히 잔차와 요소투입 사이에 양의 상관관계가 존재할 경우 중요소생산성이 체계적으로 과소 추정되는 내생성 문제(endogeneity problem)가 발생할 수 있다. 따라서 이와 같은 내생성 문제를

완화하기 위해 도구변수(instrumental variables)를 사용하거나 고정효과(fixed effects) 모형을 고려할 수 있다. 하지만 생산함수 추정과 관련된 적절한 도구변수를 관측하는 것은 어려운 일이다. 또한 고정효과 모형은 기업이 관측 가능한 총요소생산성이 시점에 따라 고정이라는 다소 강한 가정을 필요로 한다. Griliches and Mairesse (1998)는 고정효과 모형을 이용했을 때 자본에 대한 계수가 비현실적으로 작게 추정되는 문제점을 지적한 바 있다. 생산함수의 특성을 반영한 추정 기법으로 통제함수(control function) 접근법이 있다. 이 기법은 요소투입과 상관의 원인이 되는 총요소생산성의 부분을 관측 가능한 대용변수(proxy variable)의 함수로 나타낸 후 추정하는 방법이다. Olley and Pakes (1996)는 투자를 대용변수로 사용하였다. 하지만 기업의 투자가 연속적으로 이루어지는 경우가 드물기 때문에 0의 값을 갖는 관측치가 많으므로 실제 추정에 적용하기 어려운 문제가 있다. Levinsohn and Petrin (2003)은 용수 및 전기료 등 중간재 투입을 대용변수로 사용하였는데 용수 및 전기료 등이 기업의 회계정보에서 관측할 수 있다는 점에서 그 활용성이 높다. 위에서 언급한 두 가지 통제함수 접근법은 가변요소와 고정요소에 대해 2단계로 추정한다. Akerberg et al. (2006)은 2단계 추정에서 공선성(collinearity)과 식별(identification)의 문제가 있음을 지적하고 투입요소의 결정 시점에 대한 가정을 통해 해결책을 제시하였다. Wooldridge (2009)는 2단계 추정에서 비효율적 추정량에 대한 문제를 개선하기 위해 한 단계로 추정하는 결합된 일반화적률추정(joint GMM) 방법을 제시하였다.

본 연구는 Levinsohn and Petrin (2003)의 방법론에 기초하여 생산함수를 추정하였다. 연구의 목적이 정부지원 R&D사업의 효과성 분석이므로 추정량의 비효율성 등은 큰 문제가 되지 않을 것으로 판단하였다. 그리고 우리나라 기업체 단위의 데이터를 이용하여 생산함수를 추정한 최근의 연구가 많지 않은 상황에서 장우현 외 2인(2014)이 기업체 단위의 데이터에 Levinsohn and Petrin(2003)의 방법론을 적용한 사례가 있으므로 기존 연구와 비교 분석할 수 있다. 또한 Levinsohn and Petrin (2003)의 방법론은 Petrin et al. (2004)에서 구체화되어 세부적인 계산에 대한 설명과 함께 통계 패키지를 제공하므로 실무적으로 활용하기 용이하다는 장점이 있었다.

2. Levinsohn and Petrin(2003) 의 생산함수 추정 방법론

Levinsohn and Petrin (2003)에서는 산출에 대한 노동투입의 계수인 β_l 을 1단계에서 추정하고 나머지 파라미터에 대한 추정치를 2단계에서 추정하는 방법으로 내생성 문제에 접근한다.

$$y_{i,t} = \beta_l l_{i,t} + \beta_k k_{i,t} + \beta_e e_{i,t} + \omega_{i,t} + \eta_{i,t} \quad (4)$$

여기에서 $y_{i,t}$ 는 부가가치, $e_{i,t}$ 는 전력, 수도, 광열, 연료비 등을 의미한다. $\omega_{i,t}$ 는 기업이 관측할 수 있는 총요소생산성으로 $k_{i,t}$, $l_{i,t}$, $e_{i,t}$ 와 상관이 발생하여 내생성의 원인이 되는 부분이고 $\eta_{i,t}$ 는 기업이 관측할 수 없는 부분으로 측정오차 혹은 예측 불가능한 영향을 나타내며 $k_{i,t}$, $l_{i,t}$, $e_{i,t}$ 와 상관이 없는 부분이다.

Levinsohn and Petrin (2003)의 핵심적인 아이디어는 $\omega_{i,t}$ 와 $k_{i,t}$, $l_{i,t}$, $e_{i,t}$ 사이에 상관관계가 내생성의 원인이 되므로 $\omega_{i,t}$ 를 관측 가능한 $k_{i,t}$, $e_{i,t}$ 의 함수로 표현함으로써 제거한 상태에서 β_l 을 추정하고 (1단계) 나머지 파라미터는 관측 시점의 차이에서 오는 정보에 대한 가정을 통해 적률조건(moment condition)을 도출하여 일반화적률법 (generalized method of moments; 이하 GMM) 목적함수를 최소화하는 조건으로 추정하는 것이다 (2단계). 이때 β_l 을 먼저 추정하는 이유는 $l_{i,t}$ 가 가변적인 변수로써 오차항과 상관이 더 클 것으로 판단되기 때문이다.

- 1단계 추정

전력, 수도, 광열, 연료비는 총요소생산성 중 기업이 관측가능한 부분이 확인되고, 자본이 결정된 후 투입된다고 가정할 수 있어 $e_{i,t} = F(\omega_{i,t}, k_{i,t})$ 로 놓을 수 있다. 이때 기업은 $\omega_{i,t}$ 를 관측할 수 있으며 이에 맞춰 최적의 $e_{i,t}$ 투입량을 결정할 수 있다고 가정한다. $e_{i,t}$ 는 $\omega_{i,t}$ 에 대하여 단조증가하며(monotonically increasing), $F(\omega_{i,t}, k_{i,t})$ 는 $\omega_{i,t}$ 에 대해 역함수가 존재한다는 가정 하에 $\omega_{i,t} = \omega_{i,t}(k_{i,t}, e_{i,t})$ 으로 쓸 수 있다. 식(4)에서 $k_{i,t}$, $e_{i,t}$ 가 포함된 부분을 정리하여 $\phi_{i,t}(k_{i,t}, e_{i,t}) = \beta_k k_{i,t} + \beta_e e_{i,t} + \omega_{i,t}(k_{i,t}, e_{i,t})$ 로 놓으면 식(5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$y_{i,t} = \beta_l l_{i,t} + \phi_{i,t}(k_{i,t}, e_{i,t}) + \eta_{i,t} \quad (5)$$

가정 상 $E[\eta_{i,t} | k_{i,t}, e_{i,t}] = 0$ 으로 두고 식(5)에 조건부 기댓값을 취하면 식(6)이 되며

$$E[y_{i,t} | k_{i,t}, e_{i,t}] = \beta_l E[l_{i,t} | k_{i,t}, e_{i,t}] + \phi_{i,t}(k_{i,t}, e_{i,t}) \quad (6)$$

식(5)에서 식(6)을 빼면 식(7)을 얻을 수 있다.

$$y_{i,t} - E[y_{i,t} | k_{i,t}, e_{i,t}] = \beta_l (l_{i,t} - E[l_{i,t} | k_{i,t}, e_{i,t}]) + \eta_{i,t} \quad (7)$$

이때 $E[y_{i,t} | k_{i,t}, e_{i,t}]$, $E[l_{i,t} | k_{i,t}, e_{i,t}]$ 은 비모수 회귀 방법론인 LOESS(locally weighted least squares regression) 등을 이용하여 추정할 수 있다. 이후 OLS 추정법을 이용하여 식(7)로부터 $\hat{\beta}_l$ 과 $\hat{\eta}_{i,t}$ 를 추정한다.

- 2단계 추정

2단계 추정에서는 GMM을 이용하며 이때 β_k, β_e 에 대해 적률조건을 이용한 추정이 필요하다. 적률조건을 얻기 위해서 관측 가능한 $\omega_{i,t}$ 중에서 기업이 예측할 수 없는 부분($\xi_{i,t}$)을 정의할 필요가 있다. $\omega_{i,t}$ 가 1차 마코프 프로세스(Markov process)를 따른다는 가정 하에 $\xi_{i,t} = \omega_{i,t} - E[\omega_{i,t} | \omega_{i,t-1}]$ 로 나타낼 수 있다. 이때, 총요소생산성의 변화에서 기업이 예측 불가능한 부분은 $\xi_{i,t} + \eta_{i,t}$ 이다. 기업의 활동상 유형자산 투자는 당기에 결정하여 완료하기 어렵고, 전력, 수도, 광열, 연료비 등은 전기에 예측하지 못했던 당기의 생산성에 따라 결정된다고 가정하는 것이 합리적이다. 따라서 $\xi_{i,t} + \eta_{i,t}$ 가 실현되기 전에 $k_{i,t}$ 와 $e_{i,t-1}$ 가 결정되었다고 볼 수 있다. 이와 같은 기업 활동에 대한 논리적 가정 하에 다음과 같은 적률조건을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} E[(\xi_{i,t} + \eta_{i,t})k_{i,t}] &= E[\xi_{i,t}k_{i,t}] = 0 \\ E[(\xi_{i,t} + \eta_{i,t})e_{i,t-1}] &= E[\xi_{i,t}e_{i,t-1}] = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

이때 $\xi_{i,t} + \eta_{i,t}$ 를 β_k, β_e 의 함수로 나타낼 수 있다면 GMM의 목적함수를 최소화하는 추정치를 얻을 수 있다. 식(4)에 $\omega_{i,t} = E[\omega_{i,t} | \omega_{i,t-1}] + \xi_{i,t}$ 를 대입하면

$$\xi_{i,t} + \eta_{i,t} = y_{i,t} - \beta_l l_{i,t} - \beta_k k_{i,t} - \beta_e e_{i,t} - E[\omega_{i,t} | \omega_{i,t-1}] \quad (9)$$

$y_{i,t} = \beta_l l_{i,t} + \beta_k k_{i,t} + \beta_e e_{i,t} + E[\omega_{i,t} | \omega_{i,t-1}] + \xi_{i,t} + \eta_{i,t}$ 가 된다. 이를 $\xi_{i,t} + \eta_{i,t}$ 에 대해 정리하면 다음 식을 얻을 수 있다.

$$\omega_{i,t} = y_{i,t} - \hat{\beta}_l l_{i,t} - \beta_k k_{i,t} - \beta_e e_{i,t} - \hat{\eta}_{i,t}$$

한편 $\omega_{i,t}$ 와 $\omega_{i,t-1}$ 는 다음과 같다.

$$\omega_{i,t-1} = y_{i,t-1} - \hat{\beta}_l l_{i,t-1} - \beta_k k_{i,t-1} - \beta_e e_{i,t-1} - \hat{\eta}_{i,t-1}$$

아직 추정되지 않은 β_k, β_e 를 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수의 OLS 추정치로 놓고 $\hat{\omega}_{i,t}, \hat{\omega}_{i,t-1}$ 를 얻을 수 있다. 식(9)의 $E[\omega_{i,t} | \omega_{i,t-1}]$ 을 $\hat{\omega}_{i,t}$ 와 $\hat{\omega}_{i,t-1}$ 를 이용하여 LOESS 방법론을 이용하여 추정할 수 있다. 참고로 Levinsohn and Petrin (2003)은 칠레 데이터를 이용하여 $E[\omega_{i,t} | \omega_{i,t-1}]$ 을 추정할 때 관측치의 시계열을 몇 개의 구간으로 나누었다. 식(9)에 $\hat{\beta}_l$ 과 $E[\omega_{i,t} | \omega_{i,t-1}]$ 를 대입하면 $\xi_{i,t} + \eta_{i,t}$ 은 β_k, β_e 의 함수로 나타낼 수 있다. 따라서 다음의 목적함수를 최소화하는 파라미터 β_k, β_e 을 추정할 수 있다.¹⁾

$$\arg \min_{(\beta_k, \beta_e)} Q(\beta_k, \beta_e) = \sum_{t=\tau}^T [\xi_{i,t}(\beta_k, \beta_e) + \hat{\eta}_{i,t}]' Z_{i,t} W Z_{i,t}' [\xi_{i,t}(\beta_k, \beta_e) + \hat{\eta}_{i,t}] \quad (10)$$

$Z_{i,t}$: 도구변수 행렬, 도구변수는 다음과 같음

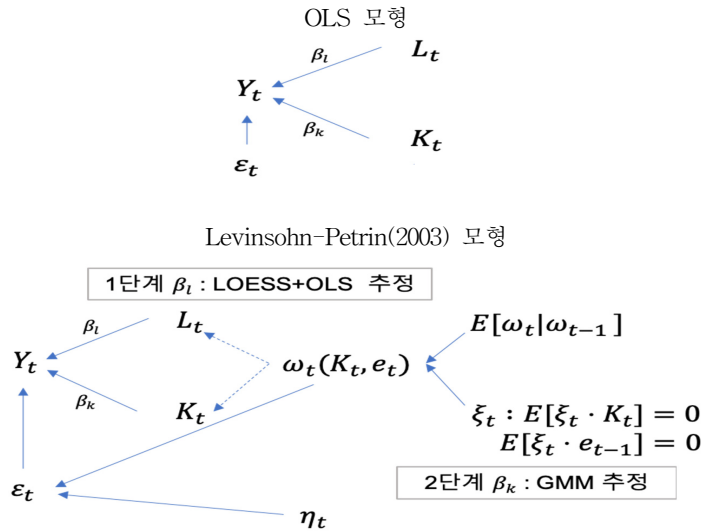
$$\{k_{i,t}, l_{i,t-1}, \dots, l_{i,t-\tau-1}, e_{i,t-1}, \dots, e_{i,t-\tau-1}\}, \tau > 1$$

W : 대칭 가중치 행렬, 모수의 수와 적률조건의 수가 같다면

W 는 단위행렬이 된다. 혹은 2단계 추정법이 이용가능함.

생산함수 추정에 있어 내생성의 문제와 Levinsohn and Petrin (2003)의 방법의 구조를 OLS모형과 비교하여 간략하게 도식화하면 다음과 같다.

1) 모형 추정은 STATA의 “levpet”나 R의 “prodest”패키지 등을 활용할 수 있다.



3. 생산함수 추정에 필요한 기업정보 정의

본 연구는 생산함수의 종속변수 Y 를 기업의 부가가치로 설정하였다. 그 이유는 기업마다 각기 다른 재화의 물량 정보는 관측하기 어려울 뿐만 아니라 통일된 산출의 단위를 정의하는 것이 불가능하여 총산출이 활용될 수 없었기 때문이다. 이성호 (2017)는 부가가치가 다양한 이해관계자에게 분배되는 가치를 포함하고 국민소득(GDP)을 구성하는 근간이 되므로 정책사업을 평가하는 경제적 성과지표로 적절하다고 주장하였다. 이와 같은 논의 위에서 기업 회계정보 활용의 용이성을 감안할 때 부가가치를 사용하는 것이 적절하다고 판단하였다. 생산함수 추정에 필요한 부가가치(Y), 자본(K), 노동(L), 대용변수(e)에 대한 관측치는 <표1>에 정리되어 있다. 대용변수는 원가명세서 상의 경비와 손익계산서 상의 일반관리비의 계정에서 추출하였다. 원가명세서 작성 여부가 산업의 특성을 나타내는 것으로 간주할 수 있어 산업별로 특화된 대용변수는 고려하지 않았다. 또한 대용변수의 적합성에 대한 판단은 생산함수 추정에 대한 추가 연구가 필요한 영역으로 별도로 고려하지 않았다. 본 연구는 생산함수 추정과 관련한 연구들이 갖는 문제점을 불가피하게 공유할 수밖에 없다. 하지만 세분화된 기업정보를 통해 데이터의 품질을 높였다는 점에서 선행연구와 차별점이 있다. 특히 원가명세서를 잘 공개하지 않는 외부감사 대상 기업들의 부가가치는 감사보고서상 주식사항의 정보를 바탕으로 재무제표에서 계

산된 정보를 보완하였다. 각 변수는 물가지수로 실질화하여 생산함수 추정에 이용하였다. 부가가치는 생산자물가지수(총지수)로, 유형자산은 생산자물가지수(자본재지수)로, 대용변수는 생산자물가지수(전기가스수도지수)를 적용하여 실질화하였다. 유형자산은 재무상태표 상 관측년도의 당기말 기준 값으로 전년도 유형자산과 평균한 값을 사용하였다. 원자료의 금액단위는 천원이다.

<표 1> 원자료 명세

항목	자료 원천		재무상태표 계정	손익계산서 계정	원가명세서 계정
자본(K)	재무 입력		>유형자산 +유형자산(계) -토지-건설중인자산	-	-
대용변수 (e)	재무 입력		-	>판매비및관리비 >일반관리비 +수도광열비	>경비 +전력비 +수도광열비 +연료비
노동(L)	정부 공공데이터 및 NICE평가정보가 기업평가 시 취득한 종업원 수 정보				

항목	자료 원천	개념적 구성	중간 산출 계정	손익계산서 계정	원가명세서 계정	
부가가치 (Y)	감사 보고서 주석사항	인건비, 임차료, 리스, 세금과공과, 감가상각	+부가가치 주석	-	-	
		이익	+이익	+법인세차감전순이익	-	
	재무입력	인건비		+인건비 및 노무비	>판매비와 관리비 +인건비	+노무비
				+복리후생비	-	>경비 +복리후생비
		순금융비용		+금융비용	>영업외비용 +이자비용+사채이자 +대출채권매각손실	-
				-이자수익	>영업외수익 -이자수익	-
		임차 /리스료		+임차료	>판매비와관리비 +일반관리비+임차료비용	>경비 +임차료비용
				+리스료	>판매비와관리비 +일반관리비+리스료	>경비 +리스료
		세금과공과	+세금과공과	>판매비와관리비 +일반관리비 +세금과공과	>경비 +세금과공과	
		이익 /감가상각		+이익	+법인세차감전순이익	-
			+감가상각	>판매비와관리비 +일반관리비 +감가상각비 +영업외비용 +감가상각비 (유형자산상각) +특별상각	>경비 +감가상각비	
	무형자산 상각	+무형자산 상각	>판매비와관리비 +기타관비 +무형자산상각비 +영업외비용 +무형자산상각비	>경비 +무형자산상각비		

Ⅲ. 총요소생산성(TFP) 추정

1. 데이터 연계

기업의 재무 및 종업원 수에 관한 정보는 NICE평가정보의 데이터를 이용하였다. 정부 지원 R&D사업 수혜 기업은 국가과학기술지식정보서비스 (National Science and Technology Information Service : NTIS)자료에서 연도별로 한 번이라도 정부지원 R&D사업에 참여한 기업을 추출하였고, 다음 표와 같이 기업정보와 연결하였다.

<표 2> 재무정보 및 종업원수 자료의 연결

연도	NTIS 데이터 (A)	NICE 기본기업 정보존재	NICE 재무존재 (B)	NICE재무 연계비중 (B/A)	NICE재무 +종업원수 존재 (C)	NICE재무 +종업원수 연계비중 (C/A)
2012	6,539	6,141	5,265	80.52%	3,505	53.60%
2013	7,119	6,689	5,943	83.48%	4,058	57.00%
2014	7,534	7,065	6,379	84.67%	3,974	52.75%
2015	8,217	7,733	7,115	86.59%	6,585	80.14%
2016	8,873	8,390	7,722	87.03%	7,113	80.16%
2017	10,235	9,591	8,543	83.47%	7,960	77.77%
합계 (기업수)	48,517 (22,789)	45,607 (20,796)	40,967 (18,782)	84.44% (81.42%)	33,195 (15,469)	68.42% (67.88%)

<표 3> 기업 규모 및 업종별 분포

표준산업분류(중분류)	대기업	중견 기업	중소 기업	기타	합계	업종별 비중(%)
A00 농업, 임업 및 어업	1	-	126	-	127	0.61
B00 광업	-	-	3	-	3	0.01
C10 식료품 제조업	5	30	716	-	751	3.61
C11 음료 제조업	-	4	58	-	62	0.30
C12 담배 제조업	1	-	-	-	1	0.00
C13 섬유제품 제조업; 의복제외	1	3	373	-	377	1.81
C14 의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업	-	5	92	-	97	0.47
C15 가죽, 가방 및 신발 제조업	-	1	78	-	79	0.38
C16 목재 및 나무제품 제조업; 가구 제외	-	-	48	-	48	0.23
C17 펄프, 종이 및 종이제품 제조업	-	6	67	-	73	0.35

표준산업분류(중분류)		대기업	중견기업	중소기업	기타	합계	업종별 비중(%)
C18	인쇄 및 기록매체 복제업	-	-	33	-	33	0.16
C19	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	3	1	16	-	20	0.10
C20	화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	19	62	1,108	-	1,189	5.72
C21	의료용 물질 및 의약품 제조업	3	50	254	-	307	1.48
C22	고무 및 플라스틱제품 제조업	3	25	531	-	559	2.69
C23	비금속 광물제품 제조업	1	17	260	-	278	1.34
C24	1차 금속 제조업	7	20	240	-	267	1.28
C25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1	25	681	-	707	3.40
C26	전자부품,컴퓨터,영상,음향 및 통신장비 제조업	12	88	2,082	-	2,182	10.49
C27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	4	18	1,367	-	1,389	6.68
C28	전기장비 제조업	5	24	1,312	-	1,341	6.45
C29	기타 기계 및 장비 제조업	9	71	2,809	-	2,889	13.89
C30	자동차 및 트레일러 제조업	10	131	773	-	914	4.40
C31	기타 운송장비 제조업	12	9	305	-	326	1.57
C32	가구 제조업	-	1	64	-	65	0.31
C33	기타 제품 제조업	-	3	255	-	258	1.24
C34	산업용 기계 및 장비 수리업	-	1	4	-	5	0.02
D00	전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	2	1	10	-	13	0.06
E00	수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업	-	3	64	-	67	0.32
F00	건설업	16	20	485	-	521	2.51
G00	도매 및 소매업	5	25	976	-	1,006	4.84
H00	운수 및 창고업	4	5	21	-	30	0.14
I00	숙박 및 음식점업	1	1	5	-	7	0.03
J00	정보통신업	16	32	2,937	-	2,985	14.35
K00	금융 및 보험업	12	18	21	-	51	0.25
L00	부동산업	-	1	11	-	12	0.06
M00	전문, 과학 및 기술 서비스업	7	34	1,534	2	1,577	7.58
N00	사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업	1	4	62	-	67	0.32
P00	교육 서비스업	-	1	54	-	55	0.26
Q00	보건업 및 사회복지 서비스업	-	-	10	-	10	0.05
R00	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	-	1	21	-	22	0.11
S00	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	-	1	25	-	26	0.13
합계		161	742	19,891	2	20,796	100.00
기업규모별 비중(%)		0.77	3.57	95.65	0.01	100.00	

정부R&D수혜를 여러 해에 걸쳐 반복적으로 받는 기업이 존재하며, NICE의 기업정보도 기업의 생멸에 따라 연도별로 유지되거나 바뀔 수 있으므로 불균형 패널자료(unbalanced panel data)이다. NTIS상 정부지원 R&D수혜기업 중 업종, 기업규모, 주소 및 상호 등 NICE의 기본 기업정보와 연계되는 비중은 90% 이상이었다. 한편 재무 데이터와의 연계비중은 80% 이상이다. 중요소생산성 추정을 위해서는 재무정보와 함께 종업원 수에 대한 자료도 확보되어야 한다. 재무와 종업원 수가 동시에 연계된 비중은 2012~2014년까지는 50% 수준이었으나 2015년도 이후에는 80% 수준으로 높아졌다. 2015년

이후 정부의 공공데이터 공개정책으로 기업 단위 종업원 수 정보 확보가 용이해졌다.

NICE의 기본 기업정보와 연계되는 기업 20,796사의 기업규모 및 업종별 분포는 다음과 같다. 업종은 편의상 제조업은 중분류 수준으로 나머지 업종은 대분류 수준으로 구분하여 표시하였다. 제조업의 비중이 14,217사로 전체의 68% 이상을 차지하였다. 제조업 중에서는 기타 기계 및 장비 제조업이 2,889사(13.89%), 전자부품/컴퓨터/영상/음향/통신 장비 제조업이 2,182사(10.49%)로 상대적으로 높은 비중을 차지하고 있었다. 비제조업 가운데에는 정보통신업이 2,985사(14.35%)로 가장 높은 비중을 보였고, 전문/과학/기술 서비스업이 1,577사(7.85%)로 그 뒤를 이었다. 기업 규모별로는 중소기업이 19,891사로 95.65%를 차지하였고, 중견기업은 742사(3.57%), 대기업은 161사(0.77%)였다.

<표 4> 정부지원 R&D사업 수혜기업 관련 관측치

연도	R&D 수혜기업 합계 (A)	R&D수혜 TFP 산출대상 (D)	미수혜 산출대상 (E)	산출대상 합계 (D+E)	R&D 수혜대상중 생산성 산출비중 (D/A)×100
2011	-	-	50,220	50,220	-
2012	6,539	3,244	59,801	63,045	49.61%
2013	7,119	3,799	73,856	77,655	53.36%
2014	7,534	3,759	72,914	76,673	49.89%
2015	8,217	5,814	153,883	159,697	70.76%
2016	8,873	6,239	164,544	170,783	70.31%
2017	10,235	7,053	159,213	166,266	68.91%
2018	-	-	108,970	108,970	-
합계 (기업수)	48,517 (22,789)	29,908 (14,981)	843,401 (253,216)	873,309 (254,451)	61.64% (65.75%)

생산함수 추정에는 그 정의 및 필요한 변수의 속성 상 보다 정밀한 정보가 필요하다. 따라서 재무와 종업원 수가 연계된 기업 중 생산함수의 추정방법론상 중요소생산성을 추정할 수 없는 관측치를 제외하였으며 부가가치가 음수(-)이거나, 대용변수를 구하는데 값의 누락이 발생한 기업도 제외하였다. 한편 재무자료의 충실성이 낮은 관측치도 제외하였다. 2개년 연속 재무정보가 없어서 생산활동에 투입된 평균 유형자산을 구할 수 없는 기업, 손익계산서상 매출원가가 존재하지만 원가명세서가 확보되지 않거나 감사보고서 상의 주석으로 부가가치를 공시하지 않아 정확한 부가가치 계산이 불가능한 경우도

제외하였다. 이후 2011년~2018년 NICE기업정보 중 873,309건(254,451사)를 대상으로 생산함수를 추정하고, 중요소생산성을 산출하였다. 이러한 사유로 정부지원 R&D사업 수혜기업 중 중요소생산성 산출대상 관측치는 다소 줄어들었다.

2. 모형 추정 결과

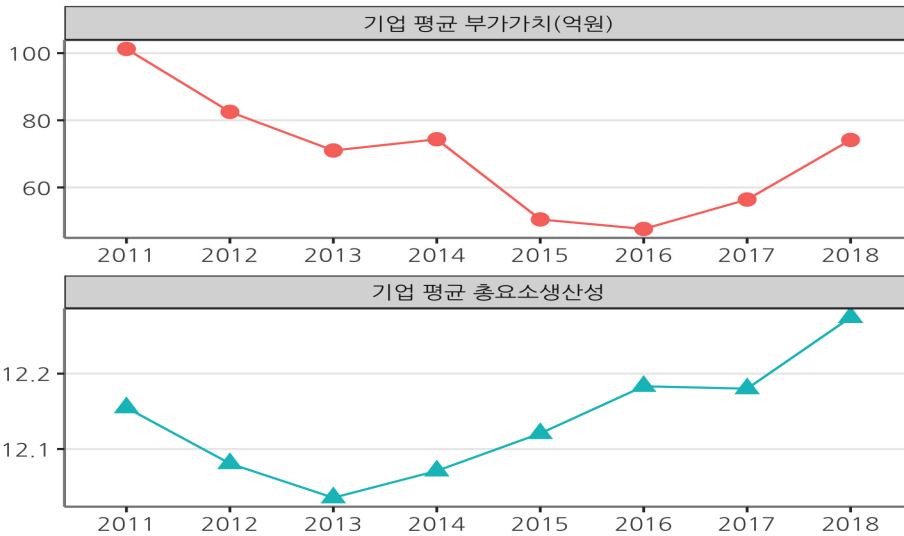
생산함수 추정 결과는 아래 표와 같다. 생산함수 추정관련 선행연구인 장우현 외 2인(2014)과 마찬가지로 Levinsohn and Petrin (2003)모형이 OLS모형에 비해 노동과 자본의 기여율이 낮게 추정되었다. 이는 OLS 추정 시 노동 및 자본 투입과 상관성이 있는 미관측 오차항이 중요소생산성으로 반영되지 못하는 경우 나타날 수 있는 결과로, 본 연구에서 Levinsohn and Petrin (2003)모형을 적절하게 활용한 것으로 볼 수 있다.

<표 5> 생산함수 추정 결과

구분	관측치 수 (기업 수)	추정계수 구분	Levinsohn- Petrin	OLS
본연구 (‘11~‘18) 전산업	873,309 (254,451)	로그 자본계수	0.040 (0.000)	0.094 (0.000)
		로그 노동계수	0.781 (0.000)	0.857 (0.000)
본연구 (‘11~‘18) 광제조업 10인 이상	197,109 (49,847)	로그 자본계수	0.044 (0.000)	0.119 (0.000)
		로그 노동계수	0.807 (0.000)	0.887 (0.000)
장우현 외 2인(2014) (‘07~‘09,‘11) 광제조업 10인 이상	134,788	로그 자본계수	0.186 (0.000)	0.219 (0.000)
		로그 노동계수	0.758 (0.000)	0.945 (0.000)

주 : 4와 5열의 괄호 안의 값은 p-value 이다.

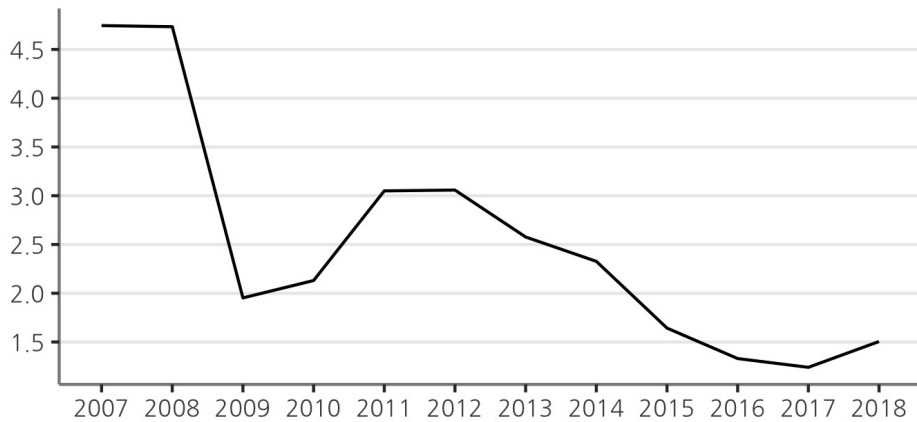
추정결과 중 주목할 만한 점은 2007년~2009년 및 2011년 자료를 이용한 결과에 비해 2011년~2018년 자료를 이용한 추정 결과에서 자본의 기여도가 현저하게 낮아졌다는 점이다. 통계청의 광업제조업조사 조사 대상인 광업제조업 10인 이상의 자료로 한정하여 추정한 결과도 크게 다르지 않았다. 각종 변수들을 적용 대상 범위를 조정해가며 추정해보았으나 추정년도를 2011년도에 가깝게 줄일 때만 로그자본계수가 의미있는 수준으로 높아졌다. 반면 전산업의 중요소생산성은 2013년도를 전후로 상승 추세로 전환되는 모습을 보이고 있다.



<그림 2> 기업의 부가가치와 총요소생산성

자본의 가격이라고 할 수 있는 금리 수준이 2011년 이후 급격하게 하락하고 있다는 점을 고려할 때, 우리나라 기업들의 생산함수가 구조적 변화를 겪었다고 생각해 볼 수 있다. 유형자산의 기여도 하락을 무형의 요소인 총요소생산성이 대체해나가고 있는 추세라고 해석할 수도 있다. 이러한 현상은 국내에만 국한된 것은 아닌 것으로 보인다. Haskel and Westlake (2017)은 유형자산의 중요성이 사라지고 측정하기 힘든 무형자산이 핵심적인 자산으로 자리잡고 있다고 주장하였다. 미국의 리서치 회사 AB Bernstein의 수석 경제학자인 Philipp Carlsson-Szlezak은 유형자산 투자는 경제분석에서 더 이상 중요하지 않다고 하였다.²⁾ 기업의 부가가치와 총요소생산성 도표에서 볼 수 있듯이 총요소생산성은 기업이 창출하는 부가가치 수준에 3년가량 선행하는 추세를 보이고 있다. 이러한 배경에서 측정하기 힘든 자산의 성격인 총요소생산성에 대한 분석은 기업 성장 전략에 중요한 자리를 차지할 것으로 보인다.

2) For how long can today's global economic expansion last?. The Economist. (2019, Jul 13th). <https://www.economist.com/briefing/2019/07/13/for-how-long-can-todays-global-economic-expansion-last>

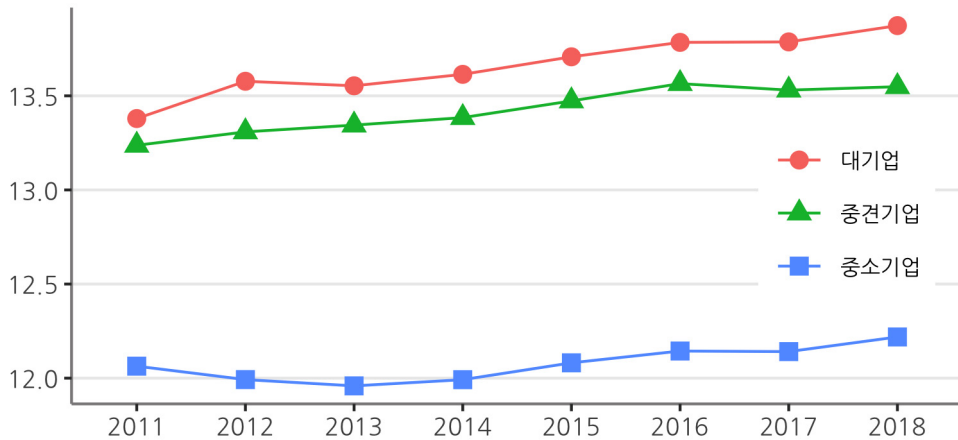


<그림 3> 실질 콜금리 추이

한편 대기업과 중소기업의 총요소생산성 격차는 2011년 3.72배 차이에서 매년 꾸준하게 벌어져 2018년에는 5.23배까지 증가하였다. 중소기업의 총요소생산성은 2013년도까지 하락 추세에 있다가 이후 상승 추세로 반전되었다. 이에 반해 대기업과 중견기업은 매년 꾸준한 상승 추세에 있었다.

<표 6> 기업규모별 총요소생산성 차이

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
대기업(A)	13.38	13.58	13.55	13.61	13.71	13.78	13.79	13.87
중견기업(B)	13.24	13.31	13.34	13.38	13.47	13.56	13.53	13.55
중소기업(C)	12.06	11.99	11.96	11.99	12.08	12.14	12.14	12.21
차이(A-C)	1.31	1.58	1.59	1.62	1.62	1.64	1.65	1.65
생산성격차(배) = $e^{(A-C)}$	3.73	4.88	4.92	5.06	5.08	5.15	5.18	5.23



<그림 4> 기업규모별 총요소생산성 추이

우리나라의 대기업-중소기업간 생산성 격차의 심각성은 OECD에서도 보고된 바 있다. Jones & Lee (2018)는 한국의 대기업-중소기업간 노동생산성 격차가 OECD 국가 중 4번째로 크다고 분석했다. 2015년 제조업 분야의 대기업 1인 근로자의 생산성을 100으로 두었을 때 중소기업 근로자의 생산성은 32.5에 불과했다. 3배가 넘는 차이였다. 또한, 전 산업으로 넓혀보면 2013년 기준 대기업의 노동생산성을 100으로 두었을 때 중견기업이 56.2, 중소기업이 28.8으로 대기업과 중소기업간 노동생산성의 격차는 3.47배에 달했다.

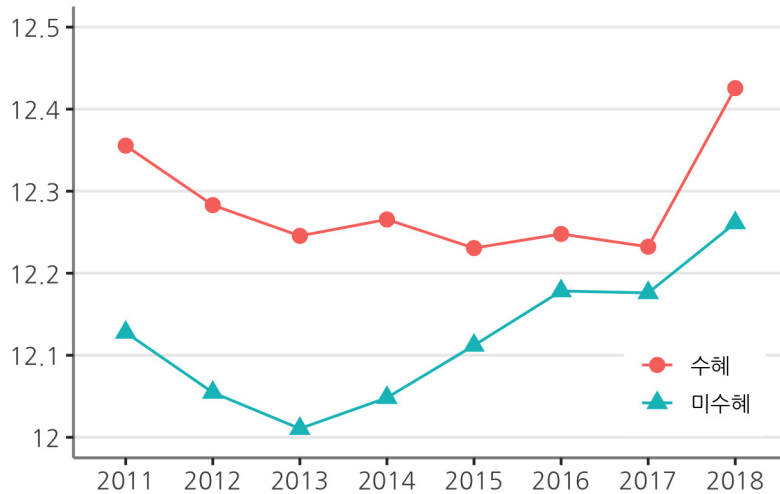
IV. 정부지원 R&D 수혜의 효과분석

1. 정부 R&D 수혜 경험 여부와 총요소생산성 변화 추이

정부지원 R&D사업의 수혜 경험('12년~'17년) 여부에 따른 총요소생산성 추세는 <표 4>와 <그림 5>에 나타나 있다. 수혜 경험이 있는 집단이 그렇지 않은 집단에 비해 총요소생산성 수준이 높지만 증가율에 있어서는 정체되고 있는 모습을 보였다. 미수혜 집단이 2013년도를 경계로 총요소생산성이 증가하는 추세를 보이는 반면 수혜기업은 오히려 감소하는 모습이 보여 두 집단 간 차이가 좁혀지고 있었다. 다만 2018년도 수혜기업 집단의 증가 폭은 더 높았다.

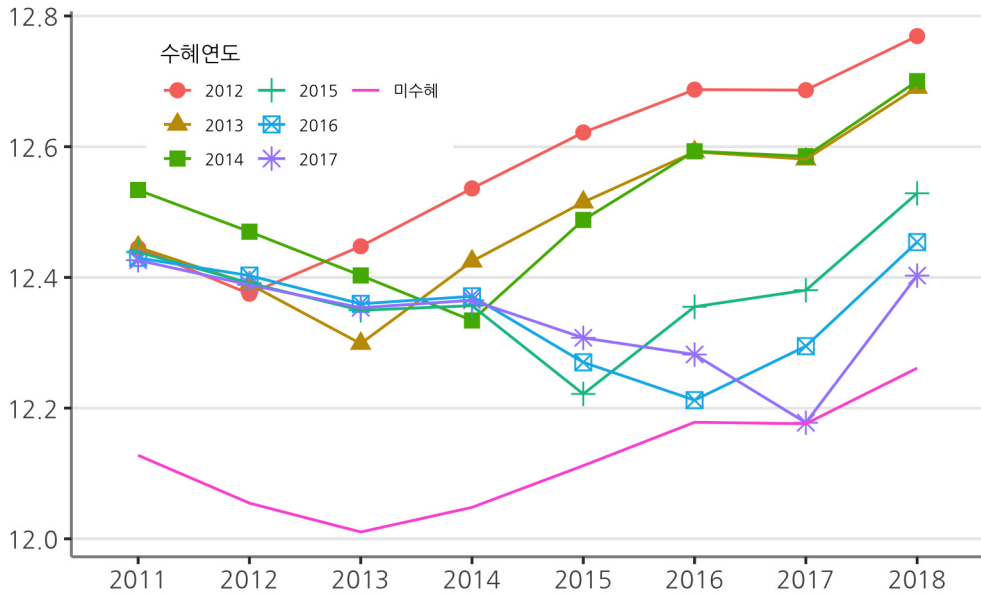
<표 7> 정부R&D 수혜경험('12~'17년)에 따른 총요소생산성 평균값 차이

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
수혜(A)	12.36	12.28	12.25	12.27	12.23	12.25	12.23	12.43
미수혜(B)	12.13	12.05	12.01	12.05	12.11	12.18	12.18	12.26
차이(A-B)	0.228	0.228	0.235	0.217	0.119	0.070	0.056	0.164
격차(배)= $e^{(A-B)}$	1.26	1.26	1.26	1.24	1.13	1.07	1.06	1.18



<그림 5> 정부R&D 수혜경험('12~'17년)에 따른 총요소생산성 평균값 추이

정부지원 R&D사업의 수혜집단을 수혜년도 별로 나누어 비교해보면, 미수혜 기업의 추세와 관계없이 정부지원 R&D사업의 수혜집단은 수혜년도 전까지 하락하는 추세에 있다가 수혜년도를 경계로 회복하고 상승하는 추세를 보였다. 총요소생산성 수준이 높지만 추세적으로 하락하는 기업이 정부지원 R&D사업에 참여하며, 수혜 후에는 수혜를 받지 않는 집단보다 높은 성장세로 전환되었다. 기존의 선행연구는 정부지원 후의 효과만을 비교 분석하였고 어떤 기업이 정부의 R&D지원 사업에 참여하는 지에 대한 분석은 없었다. 지원 사업은 단순히 보조금 지급만으로 끝나는 것이 아니고, 참여기업 입장에서 상당한 수준의 인력과 자원 투입을 필요로 한다. 따라서 정부의 R&D지원의 성과를 높이기 위해서는 단순 시혜 제공이라는 인식에서 벗어나 중소기업의 상황 및 수요와 정부의 정책적 목적과 기대가 일치하는 프로그램 지원이 필요할 것으로 보인다.



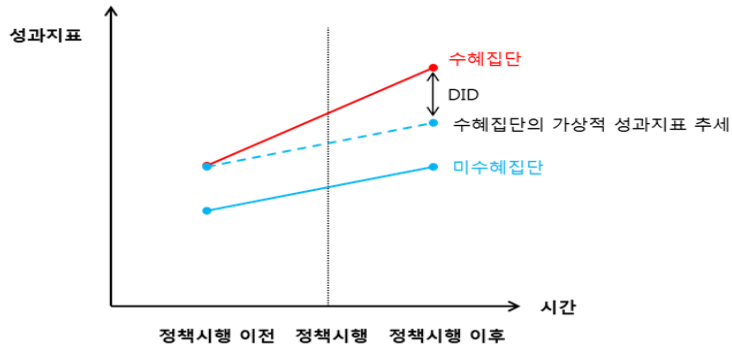
<그림 6> 정부R&D 수혜경험('12~'17년)에 따른 수혜연도별 평균 총요소생산성 추이

2. 정부 R&D 지원 전후 성과지표 단순 비교

정부지원 R&D사업 후 미수혜기업과 성과비교를 위해 이중차분법(Difference in Difference: DID)을 이용하였다. Y 를 성과변수라고 할 때, 이중차분법으로 계산한 정책 효과는 식(11)과 같다.

$$\begin{aligned}
 DID = & E[Y_{i,s,t} | s = \text{수혜}, t = \text{지원후}] - E[Y_{i,s,t} | s = \text{수혜}, t = \text{지원전}] \\
 & - E[Y_{i,s,t} | s = \text{미수혜}, t = \text{지원후}] - E[Y_{i,s,t} | s = \text{미수혜}, t = \text{지원전}]
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

즉, 관심이 있는 정책의 효과는 수혜군의 지원 전후 성과지표의 차분값과 동일시점 미수혜군 차분값 간의 차이이다. 이를 통해 수혜군과 미수혜군의 공통추세로 발생하는 성과를 제거하고 정책수혜로 발생하는 성과효과를 추정할 수 있다. 이 구조를 <그림 7>에 나타냈다.



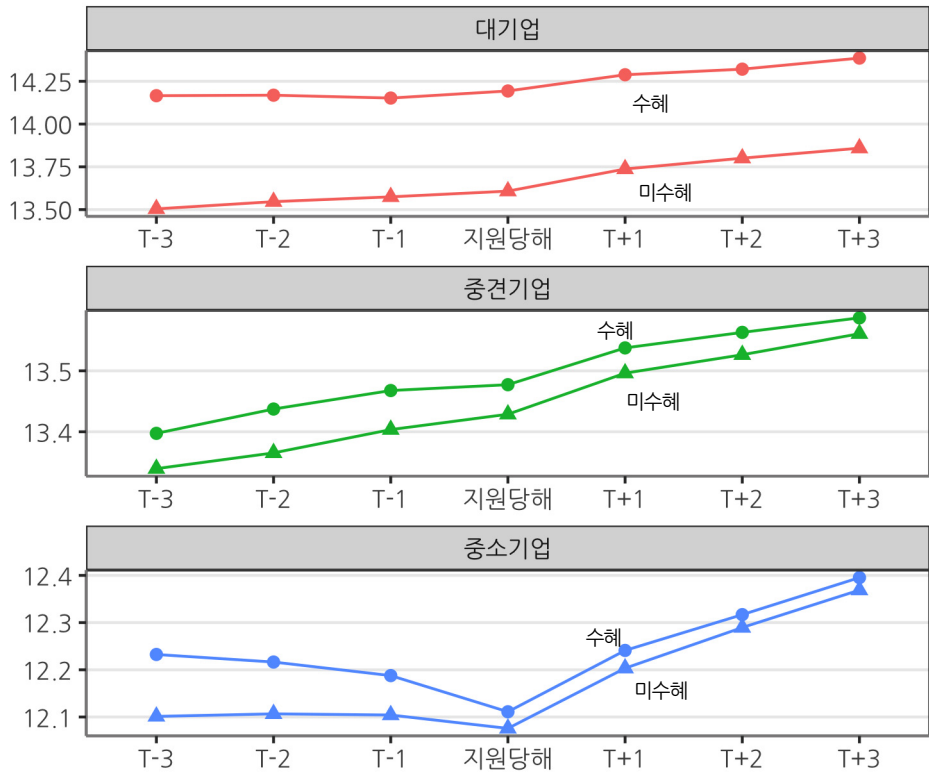
<그림 7> 이중차분법(DID)의 구조

이때 이중차분법을 이용한 DID추정치는 아래처럼 3개의 더미변수로 이루어진 회귀식에서 β_3 와 같다. 이후 효과분석에 제시된 추정값 및 유의성 수준은 아래 회귀식을 통해 추정된 β_3 에 대한 추정치 및 표준오차를 이용하였다.

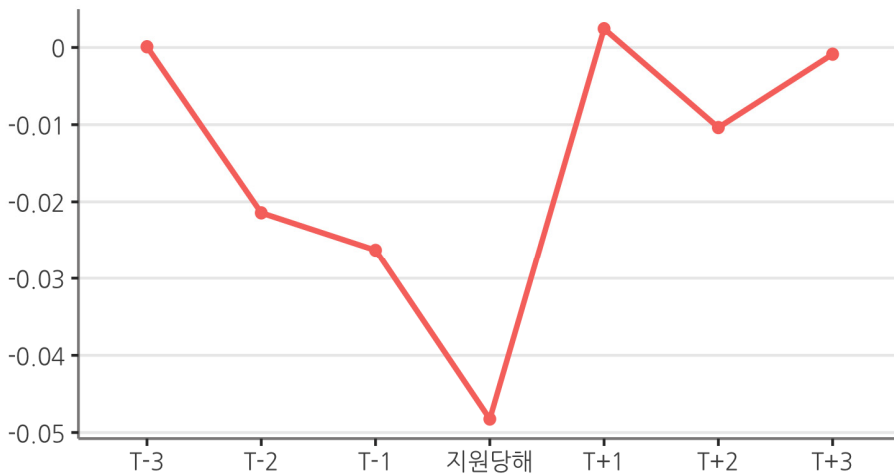
$$TFP_{i,t} = \alpha + \beta_1 D_{i,t} (t: \text{지원시점전} = 0, \text{지원시점후} = 1) + \beta_2 D_{i,c} (c: \text{미수혜} = 0, \text{수혜} = 1) + \beta_3 D_{i,t} * D_{i,c} + \epsilon_{i,t} \quad (12)$$

정부R&D 지원은 연중 발생하고 관측 자료의 측정 기준은 연말이므로 관측 연도별로 1년 단위 이중차분값을 계산하고 지원연도를 전후로 어떠한 변화가 있었는지 관측하였다. $T+2$ 년도에 제시된 DID값은 $T+1 \sim T+2$ 간의 이중차분값이며 지원 당해시점으로 부터 누적 DID값은 $T+1$ 년도에 표시된 DID값에 누적시점까지 표시된 DID값을 합산하여 구한다. 즉 3년 누적 DID값은 ($T+1$ 기 DID)+($T+2$ 기 DID)+($T+3$ 기 DID)이다.

정부지원 R&D사업 후 중소기업의 중요소생산성은 상승 추세로 반전되었다. 이를 미수혜 기업의 중요소생산성 변화와 이중차분법으로 지원효과를 비교한 결과 1년차 중요소생산성 증가폭이 미수혜 기업에 비해 더 크게 나타났다. 하지만 그 크기가 작아 통계적 유의성으로 유의하지 않았다. 한편 $T-2 \sim$ 지원 당해까지 누적 3개년 DID는 -0.096 이었고 통계적으로 유의하였다.



<그림 8> 기업규모별 정부R&D 수혜 전후 총요소생산성 추이



<그림 9> 중소기업 정부R&D 수혜 전후 1년 이증차분 효과

<표 8> 성향매칭 전 기업규모별 중요소생산성 변화

구분		T-3	T-2	T-1	자원당해	T+1	T+2	T+3	3년누적 DID	
대기업	수혜	평균값	14.17	14.17	14.15	14.19	14.29	14.32	14.39	
		관측치수	284	376	478	507	481	415	343	
		표준편차	1.203	1.196	1.215	1.177	1.099	1.065	1.034	
	미수혜	평균값	13.50	13.55	13.57	13.61	13.74	13.80	13.86	
		관측치수	2,720	3,596	4,644	5,265	4,785	3,734	2,827	
		표준편차	1.292	1.260	1.264	1.242	1.155	1.130	1.126	
	1년 DID		-0.120	-0.039	-0.045	0.008	-0.035	-0.031	0.006	-0.059
p-value		0.342	0.707	0.622	0.924	0.664	0.704	0.943	0.503	
중견기업	수혜	평균값	13.40	13.44	13.47	13.48	13.54	13.56	13.59	
		관측치수	1397	1769	2167	2266	2174	1793	1434	
		표준편차	0.693	0.653	0.664	0.713	0.690	0.729	0.735	
	미수혜	평균값	13.34	13.37	13.40	13.43	13.50	13.53	13.56	
		관측치수	9,045	11,766	14,717	16,101	15,021	12,052	9,313	
		표준편차	1.005	1.013	1.019	1.063	1.019	1.016	1.001	
	1년 DID		-0.007	0.014	-0.008	-0.016	-0.007	-0.005	-0.011	-0.022
p-value		0.863	0.707	0.815	0.629	0.827	0.888	0.775	0.537	
중소기업	수혜	평균값	12.23	12.22	12.19	12.11	12.24	12.32	12.40	
		관측치수	11175	16319	22038	27128	23068	16375	11329	
		표준편차	0.770	0.787	0.817	0.868	0.797	0.780	0.753	
	미수혜	평균값	12.10	12.11	12.10	12.08	12.20	12.29	12.37	
		관측치수	153,675	264,781	424,375	625,216	472,975	305,919	191,476	
		표준편차	0.926	0.912	0.909	0.938	0.885	0.873	0.876	
	1년 DID		0.000	-0.021	-0.026	-0.048	0.002	-0.010	-0.001	-0.009
p-value		0.994	0.063*	0.006***	0.000***	0.771	0.258	0.937	0.405	
그 외	수혜	평균값		10.97	11.63	12.03	11.67	10.87	11.12	
		관측치수		1	2	3	3	2	1	
		표준편차			0.686	1.418	1.516	0.352		
	미수혜	평균값	11.99	12.11	12.12	12.03	12.20	12.28	12.29	
		관측치수	1,163	2,494	4,813	8,408	5,547	3,139	1,734	
		표준편차	1.432	1.444	1.429	1.537	1.434	1.441	1.446	
	1년 DID				0.661	0.483	-0.538	-0.872	0.237	-1.173
p-value				0.707	0.724	0.660	0.506	0.893	0.505	
전체	수혜	평균값	12.40	12.37	12.34	12.25	12.39	12.48	12.58	
		관측치수	12856	18465	24685	29904	25726	18585	13107	
		표준편차	0.895	0.902	0.927	0.970	0.912	0.908	0.896	
	미수혜	평균값	12.19	12.18	12.16	12.12	12.26	12.35	12.44	
		관측치수	166,603	282,637	448,549	654,990	498,328	324,844	205,350	
		표준편차	0.998	0.973	0.964	0.986	0.938	0.933	0.941	
	1년 DID		0.005	-0.016	-0.020	-0.047	0.003	-0.003	0.006	0.006
p-value		0.716	0.182	0.040**	0.000***	0.749	0.767	0.593	0.580	

주 : 3년 누적 DID 적용기간 = (T+1~T+3)

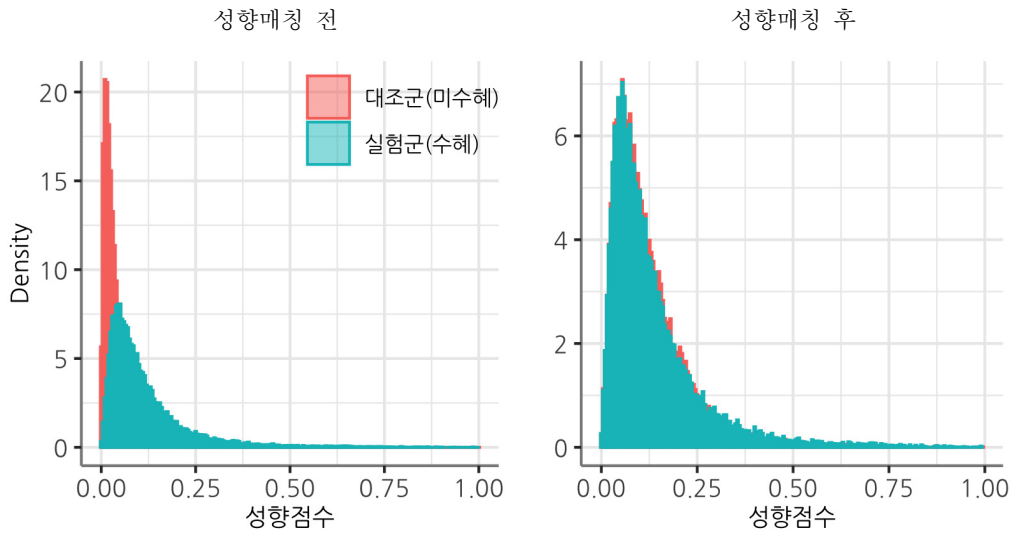
*, **, *** 은 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의한 추정치를 의미

3. 성향점수매칭추정(PSME) 대조군 설정과 성과지표

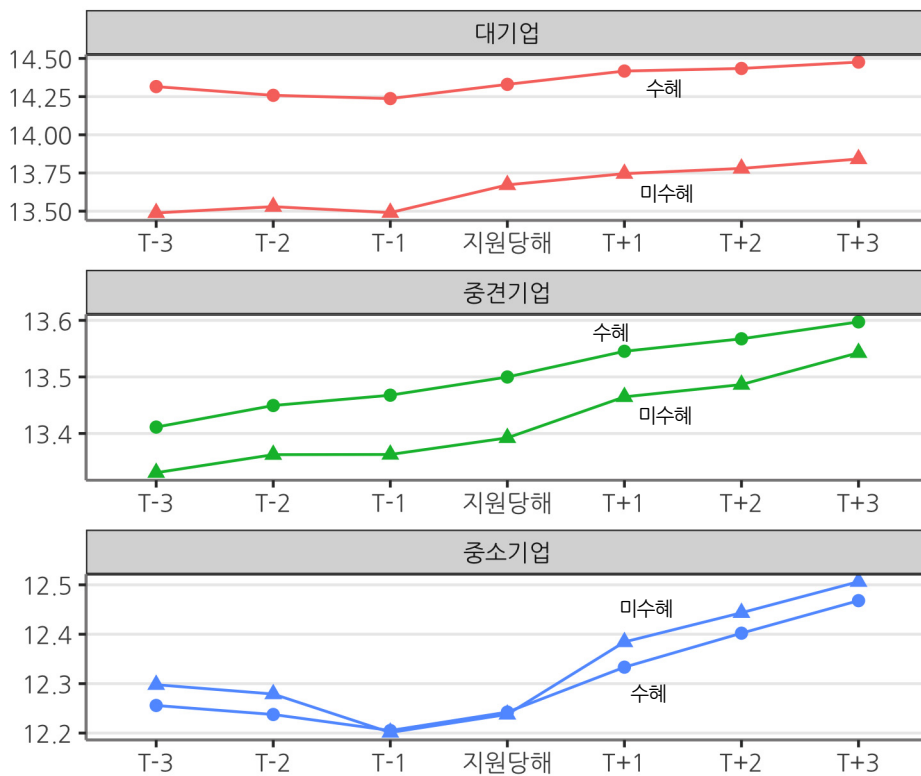
다음으로는 대조군을 추출한 다음 성과지표를 비교하였다. 정부정책의 수혜를 평가하기 위한 실험실의 임의실험은 불가능하다. 따라서 지원받은 기업과 지원받지 않은 기업군 간에 근본적인 차이가 존재할 경우 이를 통제하지 않고 지원의 효과를 추정할 경우 편의(bias)가 발생할 수 있다(장우현외 2인., 2014). 이와 같은 문제를 처리하기 위하여 정책 효과가 모든 대상에 따라 상이하고 수혜 대상 선정 시 선택 편이의 문제가 있는 경우 성향점수매칭추정(PSME)이 자주 사용된다(우석진, 2018).

매칭에 사용될 특성변수는 총요소생산성, 총자산, 부채, 자기자본, 유형자산, 매출액, 부가가치, 매출원가, 판매및관리비, 인건비, 노동자수를 사용하였다. 영업이익 지표는 음수인 사례가 많아 로그변환이 적절하지 않아 제외하였다. 기업회계 정의상 영업이익 = 매출액-(매출원가+판매및관리비) 이므로 영업이익을 제외하더라도 그 구성을 이루는 요소가 모두 포함되어 있어 매칭에 큰 문제는 없을 것으로 판단된다. 정부R&D지원 사업에 참여하는 기업집단의 생산성이 하락하는 추세임을 확인하였으므로 특성변수는 당해 연도와 전년도 값을 모두 사용하여 매칭하였다. 기업규모, 업종(제조업 중분류기준, 그 외 산업 대분류) 및 관측년도는 서로 완전히 일치하도록 매칭(exact matching)하였다. 또한 대조군에는 2012년~2017년 사이에 정부R&D지원 수혜경험이 없는 기업들로만 구성하였다.

세부적인 대조군 매칭방법은 성향점수 계산에 로짓모형, 짝짓기 시에는 성향점수가 가장 가까운 표본(Nearest Neighbour), 측정한 정책효과는 처리군에 한정된 평균처리 효과(Average Treatment Effect on Treated: ATT)를 이용하였다. ATT는 $E(Y_{i,수혜} - Y_{i,미수혜} | T_i = 수혜)$ 로 정의된다. 즉 지원받은 기업을 대상으로 가상적으로 지원을 받지 않았을 상황에 짝지어 지원받은 효과를 계산한다. 성향매칭 통해 총요소생산성 추정대상 수혜기업의 관측치 29,908건 및 미수혜기업 843,401건이 각각 24,208건 씩 실험군 및 대조군 짝으로 설정되었다. 다음 그림10과 같이 미수혜기업 관측치 성향매칭 후 대조군과 실험군이 유사한 성향점수의 분포를 보이고 있는 것을 확인할 수 있다.



<그림 10> 성향매칭 전후 성향매칭점수의 분포



<그림 11> 성향매칭 후 기업규모별 R&D 수혜 전후 총요소생산성 추이

성향매칭으로 대조군을 설정한 후 이중차분법으로 비교한 결과 오히려 정부지원 R&D사업 후 1년차에 통계적으로 유의한 수준의 음(-)의 효과를 나타냈다. 즉 지원 후 총요소생산성은 상승추세로 반전이 되었으나 성향 상 유사하여 가상의 지원받지 않은 상황을 가정한 경우보다 총요소생산성의 상승폭이 적었다. 하지만 2년차, 3년차에는 회복하여 양(+)의 효과를 보였다. 즉 대조군보다 수혜집단의 총요소생산성 증가 폭이 더 크게 나타났다.



<그림 12> 성향매칭 후 중소기업 정부R&D 수혜 전후 1년 이중차분 효과

<표 9> 성향매칭 후 기업규모별 총요소생산성 변화

구분		T-3	T-2	T-1	지원당해	T+1	T+2	T+3	3년누적 DID
대기업	수혜	평균값	14.32	14.26	14.24	14.33	14.42	14.43	14.48
		관측치수	248	336	434	434	416	359	300
		표준편차	1.135	1.205	1.218	1.097	1.049	1.042	1.014
	미수혜	평균값	13.49	13.53	13.49	13.67	13.75	13.78	13.84
		관측치수	231	318	434	434	406	338	271
		표준편차	1.155	1.200	1.191	1.031	0.962	1.015	1.024
1년 DID		-0.141	-0.098	0.018	-0.089	0.014	-0.017	-0.020	-0.024
p-value		0.397	0.489	0.886	0.417	0.894	0.870	0.862	0.832
중견기	수혜	평균값	13.41	13.45	13.47	13.50	13.55	13.57	13.60
		관측치수	1,333	1,694	2,119	2,119	2,047	1,695	1,351
		표준편차	0.652	0.636	0.663	0.659	0.677	0.709	0.721

구분		T-3	T-2	T-1	지원당해	T+1	T+2	T+3	3년누적 DID	
업	미수혜	평균값	13.33	13.36	13.36	13.39	13.46	13.49	13.54	
		관측치수	1,296	1,669	2,119	2,119	2,044	1,681	1,323	
		표준편차	0.733	0.742	0.779	0.729	0.727	0.726	0.711	
	1년 DID	-0.020	0.006	0.018	0.003	-0.027	0.000	-0.026	-0.053	
	p-value	0.639	0.862	0.584	0.928	0.377	0.991	0.478	0.127	
중소기업	수혜	평균값	12.26	12.24	12.21	12.24	12.33	12.40	12.47	
		관측치수	10,491	15,480	21,653	21,653	18,738	13,048	8,938	
		표준편차	0.761	0.769	0.794	0.768	0.746	0.737	0.725	
	미수혜	평균값	12.30	12.28	12.20	12.24	12.38	12.44	12.51	
		관측치수	9,488	14,741	21,653	21,653	17,961	12,325	8,495	
		표준편차	0.745	0.741	0.809	0.789	0.731	0.734	0.726	
	1년 DID	0.007	0.001	0.045	0.001	-0.056	0.010	0.003	-0.043	
p-value	0.678	0.968	0.000***	0.946	0.000***	0.422	0.838	0.002***		
그외	수혜	평균값		10.97	11.63	11.99	10.80	11.12	11.12	
		관측치수		1	2	2	2	1	1	
		표준편차			0.686	2.003	0.256			
	미수혜	평균값			7.89	6.72	12.24	12.29	11.86	
		관측치수			2	2	1	1	1	
		표준편차			5.420	7.126				
	1년 DID				1.522	-6.705	0.265	0.430	-6.011	
p-value										
전체	수혜	평균값	12.43	12.39	12.35	12.39	12.49	12.58	12.67	
		관측치수	12,072	17,511	24,208	24,208	21,203	15,103	10,590	
		표준편차	0.884	0.887	0.906	0.885	0.872	0.878	0.881	
	미수혜	평균값	12.44	12.41	12.33	12.36	12.52	12.60	12.68	
		관측치수	11,015	16,728	24,208	24,208	20,412	14,345	10,090	
		표준편차	0.838	0.834	0.894	0.875	0.823	0.833	0.835	
1년 DID	0.006	0.001	0.044	-0.001	-0.054	0.013	0.007	-0.035		
p-value	0.715	0.935	0.000***	0.960	0.000***	0.336	0.663	0.016**		

주 : 3년 누적 DID 적용기간 = (T+1~T+3)

*, **, *** 은 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의한 추정치를 의미

정책의 효과측정은 수혜 받은 기업이 수혜를 받지 않은 가상의 상황이 무엇인가에 따라 달라질 수 있다. 본 연구에서는 다음의 3가지 상황을 가정하였다. 첫 번째는 정부지원 R&D사업에 참여하는 중소기업들의 총요소생산성 하락 추세가 과거 1년과 동일한 폭으로 지속되었을 경우이다. 두 번째는 수혜 받지 않은 다른 중소기업의 총요소생산성 추세와 같다고 가정하는 경우이다(미수혜 기업과 단순비교). 세 번째는 수혜 받지 않았지만 수혜 받은 기업과 성향 상 유사한 기업들의 추세와 같을 것이라는 가정이다(성향매칭 후 비교). 각 가정에 따라 1년차 총요소생산성에 대한 정부지원 R&D사업의 효과는 다음과 같았다.

<표 10> 가정에 따른 1년차 중요소생산성에 대한 중소기업 정부지원 R&D사업의 효과

가정	정책효과	비교
1. 수혜 전 1년 하락폭 만큼 하락	(+)0.0533 5.47% 향상	$12.2410_{T+1} - (12.1111_{T0} + (12.1111_{T0} - 12.1877_{T-1}))$
2. 미수혜 기업과 같은 추세	(+)0.0024 0.24% 향상	단순 비교 1년 DID
3. 성향매칭된 미수혜 기업과 같은 추세	(-)0.0557 5.42% 하락	성향매칭 후 1년 DID

정부지원R&D의 중요소생산성 효과를 산업별로 보면 관측치 수가 많지 않아 통계적 유의성이 발견되는 산업이 많지는 않았다. 이와 상관없이 지원 후 3년 누적 DID값 크기를 상위 10개 업종(중분류)을 순위별로 보면 다음과 같다. 부동산업(0.70 : 2.02배), 어업(0.49 : 1.64배), 소매업; 자동차 제외(0.48 : 1.62배), 정보서비스업(0.44 : 1.55배, 5%수준 유의), 교육서비스업(0.43: 1.55배), 음식점 및 주점업(0.43 : 1.54배), 인쇄 및 기록매체 복제업(0.42 : 1.54배), 전기/가스/증기 및 공기조절 공급업(0.27 : 1.32배) 육상운송 및 파이프라인 운송업(0.27 : 1.31배), 컴퓨터 프로그래밍/시스템 통합업(0.26 : 1.30배, 5%수준 유의) 순이었다.

<표 11> 3년 누적 DID가 높은 상위 10개 업종(중분류)

구분 DID 상위 10개 업종		지원당해	T+1	T+2	T+3	3년 누적 DID
부동산업 (L68000)	수혜	평균값	12.24	12.24	12.32	12.50
		관측치수	13	12	9	3
		표준편차	0.797	1.057	0.926	0.586
	미수혜	평균값	12.12	12.65	12.80	11.67
		관측치수	13	8	4	2
		표준편차	1.215	1.080	1.255	2.267
	1년 DID		0.163	-0.530	-0.060	1.292
p-value		0.809	0.404	0.940	0.307	0.517
어업 (A03000)	수혜	평균값	11.91	12.02	12.29	12.77
		관측치수	8	5	2	2
		표준편차	0.792	0.610	0.768	0.078
	미수혜	평균값	12.13	12.39	12.50	12.51
		관측치수	15	13	7	6
		표준편차	1.300	1.404	0.409	0.282
	1년 DID		-0.410	-0.142	0.157	0.480
p-value		0.584	0.863	0.881	0.304	0.608

구분 DID 상위 10개 업종		지원당해	T+1	T+2	T+3	3년 누적 DID	
소매업; 자동차 제외 (G47000)	수혜	평균값	12.480	12.636	12.946	13.295	
		관측치수	27	23	15	10	
		표준편차	1.224	1.311	1.209	1.188	
	미수혜	평균값	12.334	12.438	12.524	12.664	
		관측치수	84	71	38	26	
		표준편차	0.838	0.819	0.876	0.850	
	1년 DID		-0.147	0.051	0.225	0.208	0.485
	p-value		0.642	0.869	0.549	0.655	0.239
정보 서비스업 (J63000)	수혜	평균값	12.11	12.30	12.52	12.73	
		관측치수	123	110	84	57	
		표준편차	1.263	1.115	1.092	1.215	
	미수혜	평균값	12.29	12.35	12.38	12.46	
		관측치수	198	158	111	71	
		표준편차	0.763	0.925	0.704	0.697	
	1년 DID		-0.120	0.129	0.191	0.119	0.439
	p-value		0.446	0.444	0.298	0.572	0.035 **
교육 서비스업 (P85000)	수혜	평균값	11.87	12.18	12.09	12.19	
		관측치수	40	32	23	14	
		표준편차	0.992	0.835	0.960	0.951	
	미수혜	평균값	11.81	11.93	11.95	11.70	
		관측치수	40	31	23	15	
		표준편차	0.860	0.774	1.257	1.061	
	1년 DID		0.145	0.190	-0.108	0.352	0.435
	p-value		0.648	0.648	0.770	0.493	0.294
음식점 및 주점업 (I56000)	수혜	평균값	13.25	13.23	13.55	13.77	
		관측치수	10	10	6	4	
		표준편차	0.548	0.636	0.444	0.104	
	미수혜	평균값	12.711	12.589	12.703	12.806	
		관측치수	7	7	5	3	
		표준편차	0.747	0.949	0.956	0.795	
	1년 DID		0.236	0.102	0.209	0.120	0.431
	p-value		0.615	0.838	0.726	0.853	0.443
인쇄 및 기록매체 복제업 (C18000)	수혜	평균값	11.99	12.39	12.62	12.51	
		관측치수	22	18	11	9	
		표준편차	0.894	0.656	0.650	0.521	
	미수혜	평균값	12.59	12.63	12.63	12.70	
		관측치수	22	21	11	9	
		표준편차	0.573	0.503	0.356	0.404	
	1년 DID		-0.050	0.372	0.225	-0.174	0.422
	p-value		0.867	0.216	0.456	0.586	0.275

구분 DID 상위 10개 업종		지원당해	T+1	T+2	T+3	3년 누적 DID
전기,가스, 증기 및 공기조절 공급업 (D35000)	수혜	평균값	14.24	14.18	14.47	14.64
		관측치수	20	20	15	12
		표준편차	1.236	1.236	0.728	0.479
	미수혜	평균값	14.00	14.14	14.24	14.12
		관측치수	20	18	14	11
		표준편차	0.854	0.763	0.390	1.126
	1년 DID		-0.030	-0.206	0.189	0.292
p-value		0.953	0.667	0.664	0.469	0.599
육상운송 및 파이프라인 운송업 (H49000)	수혜	평균값	13.97	14.25	14.88	14.32
		관측치수	6	5	3	3
		표준편차	0.995	0.977	0.477	0.530
	미수혜	평균값	11.37	11.53	11.72	11.44
		관측치수	10	9	7	5
		표준편차	1.145	0.974	1.621	1.825
	1년 DID		-0.046	0.109	0.446	-0.287
p-value		0.953	0.892	0.673	0.848	0.811
컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업 (J62000)	수혜	평균값	12.13	12.24	12.41	12.60
		관측치수	222	192	144	100
		표준편차	0.944	0.934	0.891	0.913
	미수혜	평균값	12.00	12.07	12.12	12.21
		관측치수	414	367	270	191
		표준편차	0.753	0.740	0.751	0.632
	1년 DID		0.002	0.050	0.115	0.100
p-value		0.981	0.614	0.298	0.425	0.026 **

주 : 3년 누적 DID 적용기간 = (T+1~T+3)

*, **, *** 은 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의한 추정치를 의미

3년 누적 DID가 낮은 하위 10개 업종(중분류)을 순위별로 보면 비금속광물 광업; 연료용 제외(-0.83: 대조군 대비 0.44배), 하수/폐수 및 분뇨 처리업(-0.73: 0.48배), 창작/예술 및 여가관련 서비스업(-0.66: 0.52배), 폐기물 수집/운반/처리 및 원료 재생업(-0.52: 0.60배), 금융 및 보험 관련 서비스업(-0.44: 0.64배), 사업지원 서비스업(-0.44: 0.64배), 개인 및 소비용품 수리업(-0.43: 0.65배), 숙박업(-0.43: 0.65배), 종합 건설업(-0.39: 0.68배, 5%수준 유의), 항공 운송업(-0.35: 0.70배, 10%수준 유의) 순이었다.

<표 12> 3년 누적 DID가 낮은 하위 10개 업종(중분류)

구분 DID 하위 10개 업종		지원당해	T+1	T+2	T+3	3년 누적 DID
비금속광물 광업;연료용 제외 (B07000)	수혜	평균값	13.18	13.22	13.23	13.23
		관측치수	5	5	4	3
		표준편차	0.082	0.049	0.055	0.067
	미수혜	평균값	12.40	12.71	12.98	13.28
		관측치수	9	8	6	3
		표준편차	1.284	0.619	0.679	0.284
	1년 DID		-0.132	-0.270	-0.264	-0.296
p-value		0.893	0.688	0.558	0.544	0.373
하수, 폐수 및 분뇨 처리업 (E37000)	수혜	평균값	12.24	11.97	11.97	11.89
		관측치수	15	15	12	11
		표준편차	1.245	1.539	1.709	1.775
	미수혜	평균값	12.02	11.99	11.40	12.40
		관측치수	5	5	5	2
		표준편차	0.673	0.750	1.167	0.363
	1년 DID		-0.165	-0.233	0.590	-1.086
p-value		0.816	0.804	0.596	0.483	0.573
창작, 예술 및 여가관련 서비스업 (R90000)	수혜	평균값	12.10	11.97	12.27	12.27
		관측치수	17	15	12	10
		표준편차	1.001	1.291	0.991	1.030
	미수혜	평균값	11.82	11.71	12.31	12.65
		관측치수	3	3	2	2
		표준편차	0.837	0.686	0.005	0.103
	1년 DID		0.184	-0.029	-0.292	-0.339
p-value		0.833	0.977	0.795	0.749	0.506
폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업 (E38000)	수혜	평균값	12.67	12.77	12.52	12.74
		관측치수	41	35	19	7
		표준편차	0.680	0.711	0.950	0.640
	미수혜	평균값	12.40	12.68	12.78	12.99
		관측치수	91	84	56	42
		표준편차	0.884	0.607	0.670	0.527
	1년 DID		0.018	-0.178	-0.350	0.010
p-value		0.936	0.385	0.126	0.976	0.132
금융 및 보험 관련 서비스업 (K66000)	수혜	평균값	12.24	12.35	13.03	12.56
		관측치수	4	4	3	2
		표준편차	0.233	0.389	1.135	0.126
	미수혜	평균값	12.31	12.53	12.87	13.07
		관측치수	28	25	19	15
		표준편차	1.494	1.076	0.904	0.806
	1년 DID		0.199	-0.111	0.331	-0.660
p-value		0.859	0.907	0.684	0.441	0.703
사업지원 서비스업 (N75000)	수혜	평균값	12.12	12.16	12.15	12.04
		관측치수	38	29	18	11
		표준편차	0.731	0.654	0.538	0.655

구분 DID 하위 10개 업종		지원당해	T+1	T+2	T+3	3년 누적 DID	
	미수혜	평균값	11.99	12.10	12.19	12.35	
		관측치수	41	36	23	18	
		표준편차	1.005	1.081	0.857	0.641	
	1년 DID		0.075	-0.064	-0.106	-0.270	-0.440
	p-value		0.808	0.833	0.757	0.440	0.235
	개인 및 소비용품 수리업 (S95000)	수혜	평균값	12.12	12.14	12.35	12.66
관측치수			9	6	4	2	
표준편차			0.371	0.220	0.313	0.231	
미수혜		평균값	12.08	12.41	12.69	13.06	
		관측치수	14	10	5	2	
		표준편차	0.779	0.524	0.631	0.984	
1년 DID		0.031	-0.304	-0.065	-0.062	-0.430	
p-value		0.942	0.439	0.872	0.930	0.554	
숙박업 (I55000)	수혜	평균값	12.35	12.52	12.38	12.35	
		관측치수	1	1	1	1	
		표준편차					
	미수혜	평균값	12.96	12.99	13.25	13.39	
		관측치수	4	4	2	2	
		표준편차	0.552	0.326	0.788	0.669	
1년 DID		-0.294	0.136	-0.397	-0.166	-0.427	
p-value		0.719	0.856	0.647	0.908	0.682	
종합 건설업 (F41000)	수혜	평균값	12.91	13.09	13.14	13.18	
		관측치수	182	165	125	94	
		표준편차	1.116	0.951	0.942	0.971	
	미수혜	평균값	12.30	12.68	12.84	12.96	
		관측치수	260	212	155	121	
		표준편차	1.338	1.150	0.983	0.985	
1년 DID		-0.028	-0.202	-0.115	-0.075	-0.392	
p-value		0.873	0.224	0.480	0.672	0.046**	
항공 운송업 (H51000)	수혜	평균값	15.12	15.19	15.23	15.29	
		관측치수	5	5	5	4	
		표준편차	0.083	0.236	0.231	0.225	
	미수혜	평균값	14.58	14.71	14.92	15.10	
		관측치수	2	2	2	2	
		표준편차	0.076	0.111	0.189	0.065	
1년 DID		0.071	-0.059	-0.167	-0.124	-0.351	
p-value		0.573	0.766	0.536	0.638	0.076*	

주 : 3년 누적 DID 적용기간 = (T+1~T+3)

*, **, *** 은 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의한 추정치를 의미

4. 정책적 시사점

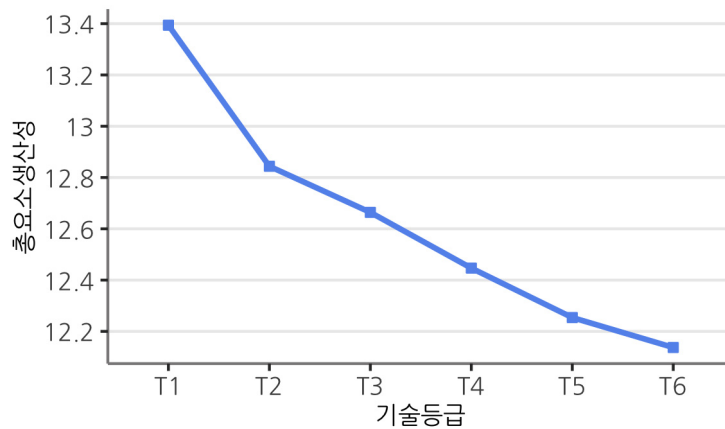
현재 우리나라 중소기업의 중요소생산성은 정체상태로 대기업과의 격차가 점차 벌어지는 추세이다. 이와 같은 상황에서 정부지원 R&D사업 이후 수혜 중소기업의 중요소생산성이 증가추세로 전환되어 중소기업에 대한 정부지원 R&D사업의 필요성이 인정된다. 다만 중소기업에 대한 정부지원 R&D사업이 단순 시혜로 인식되어 소수의 수혜기업에게서 발생하는 부정을 예방하기 위한 행정절차들이 중소 수혜기업의 생산성을 오히려 떨어뜨리는 것은 아닌 지 검토할 필요가 있다. 특히 정부지원 R&D사업에 참여하는 중소기업들의 중요소생산성이 하락하는 추세에 있으나 지원연도 당해의 하락폭이 더 큰 원인에 대해 면밀히 검토할 필요가 있다.

정부지원 R&D사업의 이슈들을 해결하기 위해 다양한 방안이 논의되고 있다. 특히 융자형 R&D지원은 기업의 책임성은 강화하되 관리를 위한 행정부담은 경감시킬 수 있다는 점에서 주목할 만하다. R&D 초기 단계의 사업은 정부 출연금으로 진행하고, 기술 성숙도가 높은 단계에서는 융자형 지원을 제공하는 방식이다. 이를 위해서는 R&D기업의 부실을 분석을 통한 예상 예산분석과 함께 민간 금융권 연계 등의 정책설계가 필요하다. Lach et. al.(2017)은 정부지원R&D 융자프로그램에 메커니즘 디자인(mechanism design)을 적용하는 방안을 제시하기도 하였다. R&D투자의 특성상 기업 내부에서만 관측 가능한 정보가 많아 정교한 제도에 대한 검토가 필요해 보인다.

한편 민간 기술신용평가기관(Technology Credit Bureau: TCB)은 2014년부터 금융권 기업 차주를 대상으로 기술평가를 수행해오고 있다. 기술평가에 따른 기술등급은 기업의 생산성 수준 차이를 반영하고 있다(표9, 그림13). 또한 기술개발 역량, 제품화 역량, 영업 역량, 인력의 질, 경영주 및 경영진의 역량, 기술우위성 및 시장성, 시장 경쟁 현황 등 생산성 향상의 원인이 되는 세부 항목별로 해당 기술분야 전문가에 의한 평가가 매년 누적하여 이루어지고 있다. 이와 더불어 다양한 신용정보를 결합하여 부실을 역시 관리하고 있다. 향후 다양한 정보의 활용과 적절한 제도설계를 통해 정부지원 R&D사업의 효과 개선이 이루어질 수 있을 것으로 기대한다.

<표 13> TCB 기술등급별 중요소생산성

기술등급	등급별 평균 중요소생산성	등급 간 차이	등급 간 생산성격차	표준편차	관측치 개수 (총 211,662건)
T1	13.3939	0.5500	1.73배	0.8297	32
T2	12.8439	0.1798	1.20배	0.6833	1,233
T3	12.6641	0.2174	1.24배	0.7084	14,849
T4	12.4467	0.1928	1.21배	0.7018	61,776
T5	12.2539	0.1167	1.12배	0.7254	92,870
T6	12.1372	-	-	0.7402	40,902



<그림 13> TCB 기술등급과 중요소생산성

V. 결론

본 연구는 중요소생산성 관점에서 중소기업에 대한 정부지원 R&D사업의 성과를 평가하였다. 중요소생산성 산출을 위해 2011년~2018년까지 NICE평가정보의 방대한 기업 정보를 이용하였다. 기업회계정보를 경제적 변수로 인식하는 과정을 상세히 밝혀 미시수준의 기업데이터가 사용되는 과정을 보여주었다. 중요소생산성은 계량경제학 방법으로 추정하였는데 이때 발생할 수 있는 내생성 문제를 완화하기 위해 전기, 용수료 등 중간재를 대용변수로 활용한 Levinsohn and Petrin (2003) 추정 방법을 이용하였다. 이후 NTIS의 정부지원 R&D사업의 수혜기업 정보와 연결하여 성향매칭과 이중차분법을 이

용하여 ATT를 정책효과로 측정하였다.

생산함수 추정결과 전통적인 투입요소인 유형자산의 부가가치에 대한 기여도가 과거에 비해 현저히 낮아졌음을 확인하였다. 기업별 평균 총요소생산성은 2013년까지 하락추세였으나 이후 상승추세를 보여 유형자산을 무형의 요소가 대체하고 있는 것으로 판단된다. 한편 대기업과 중소기업의 총요소생산성 차이는 2011년도 3.72배에서 매년 꾸준히 그 격차가 확대되어 2018년 5.23배가 되었다. 이를 해결하기 위한 정부지원 R&D사업의 역할이 중요하다고 판단된다.

지원 사업 후 성과지표에만 집중했던 선행연구와 다른 본 연구의 차별성은 보다 장기간의 기업정보 패널데이터를 이용하였다는 것이다. 이를 통해 정부지원 R&D사업에 참여하는 중소기업의 총요소생산성이 미수혜 기업에 비해 높은 수준에 있지만, 지원 사업 전까지 지속적으로 하락하는 추세에 있다는 점을 확인하였다. 정부지원 R&D사업 수혜 후 총요소생산성의 하락 추세는 상승추세로 반전되었고, 미수혜 기업의 총요소생산성 변화와 이중차분법을 이용한 ATT로 비교한 결과 정부지원 R&D사업 후 1년차의 총요소생산성 증가폭이 미수혜기업에 비해 더 큰 것으로 나타났다. 하지만 그 차이가 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 이후 성향매칭방법으로 대조군을 설정한 후 이중차분법으로 비교한 결과 오히려 정부지원 R&D사업 후 1년 차에 통계적으로 유의한 수준의 음(-)의 효과가 나타났다.

정부지원 R&D사업에 참여하는 기업들은 총요소생산성이 지속적 하락 추세에 있는 기업들로 중소기업의 R&D지원에 대한 수요와 공급 측면에서 정부의 정책이 기대하는 바 사이에 근본적인 차이가 있는지는 향후 연구를 통해 분석이 필요하다. 특히 한계기업의 연명수단이 되거나 기술개발 역량이 부족한 기업에게 중복 지원되는 일을 방지하면서도 정부와 기업의 행정 부담이 적은 시장 친화적 R&D지원에 대한 제도설계가 필요한 것으로 판단된다. 일부사업의 경우 민간금융기관 및 기술신용평가기관과 연계한 융자형 R&D사업이 검토할 만한 대안이 될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 한계는 정부지원 R&D사업의 다양성과 산업별 이질성을 반영하지 못했다는 점이다. 정부지원 R&D사업은 각 정부부처의 목표와 주관하는 산업별로 지원 프로그램이 상이하고 효과가 다를 수 있다. 방대한 정부지원 R&D사업을 일정 기준으로 분류하고 정부부처별 사업과 산업을 연계한 후 정부지원 R&D사업에 대한 세부적인 정보를 바탕으로 한 후속 연구를 통해 보완이 필요하다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 김기완. (2008), “정부 R&D보조금의 기업성과에 대한 효과 분석”, 정책연구시리즈 2008-07, 한국개발연구원.
- 오승환 · 김선우 (2017), “중소기업 R&D 지원의 현황과 성과분석”, 『STEPI Insight』, 제211호, 과학기술정책연구원.
- 우석진 (2018), “정책분석을 위한 STATA”, 지필미디어.
- 이성호 (2017), “중소기업 연구개발 지원정책 수혜자 선정모형 연구”, 정책연구시리즈 2017-12, 한국개발연구원.
- 장우현 · 양용현 · 우석진 (2014), “중소기업지원정책의 개선방안에 관한 연구(II)”, 연구보고서 2014-10, 한국개발연구원.
- 최대승 · 이규환 (2014), “R&D투자의 효과분석 모형 수립을 위한 탐색연구”, 한국과학기술기획평가원.

(2) 국외문헌

- Akerberg, D. A., K. Caves, and G. Frazer (2015), “Identification Properties of Recent Production Function Estimators”, *Econometrica*, 83(6), 2411-2451.
- Petrin, A., P. Brian, and J. Levinsohn (2004), “Production Function Estimation in Stata using Inputs to Control for Unobservables”, *The Stata Journal*, 4, 113-123.
- Griliches, Z. and J. Mairesse (1998), “Production Functions: The Search for Identification”, In: Strøm, S.(Ed.), *The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Cambridge University Press, 169 - 203.
- Haskel, J. and S. Westlake (2017), “Capitalism Without Capital: The Rise of the Intangible Economy”, Princeton University Press, Princeton.
- Jones, R. and J. Lee (2018), “Enhancing Dynamism in SMEs and Entrepreneurship in Korea”, OECD Economics Department Working Papers, No. 1510, OECD Publishing, Paris.
- Lach, S., Z. Neeman, and M. A. Schankerman (2017), “Government Financing of R&D: A Mechanism Design Approach”, CEPR Discussion Paper No. DP12199.
- Levinsohn, J. and A. Petrin (2003), “Estimating Production Functions using Inputs to Control for Unobservables”, *Review of Economic Studies*, 70, 317-342.
- Olley, S. and A. Pakes (1996), “The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry”, *Econometrica*, 64, 1263-1295.
- Syverson, C. (2011), “What Determines Productivity?”, *Journal of Economic Literature*, 49, 326-365.

Wakelin, K. (2000), “Productivity Growth and R&D Expenditure in UK Manufacturing Firms”,
Research Policy, 30, 1079-1090.

Wooldridge, J. M. (2009), “On Estimating Firm-level Production Function using Proxy Variables to
Control for Unobservables”, *Economic Letters*, 104, 112-114.

(3) 데이터베이스

NTIS 홈페이지(<http://www.ntis.go.kr>)

NICE평가정보 (<http://www.niceinfo.co.kr/business/KISData.nice>)

□ 투고일: 2020.1.15. / 수정일: 2020.5.27. / 게재확정일: 2020.5.28.