법·경제포럼

주 제: 정부의 연구개발 보조금은 기업의 연구개발 투자를 촉진시키는가?
발표자: 권남훈 (건국대학교 교수)
토론자: 없음
일 시: 2004년 4월 7일 (수) 오후 4시
장 소: KDI 소회의실 정리: 법·경제팀 오상봉

기업의 R&D 투자를 촉진하기 위한 정책수단

□ 직접적인 지원방법

○ 직접적인 지원방법으로는 세제 혜택(연구개발비 세액공제, 연구인력 소득공제 등), 저리 융자, 자금 출연 및 프로젝트 발주 등이 있음

— 여기서는 자금 출연 및 프로젝트 발주만을 정부의 보조금 범주에 포함시킴

○ 직접지원은 기업의 R&D 투자를 촉진하기도 하지만(Stimulation Effect), 기업 자체 R&D 투자를 대체하기도 함(Substitution Effect)

□ 간접적인 지원방법

○ 간접적인 지원방법으로는 대학의 R&D 지원, 국책시험연구기관의 R&D 과제 발주 등이 있음

○ 간접지원은 파급효과(Spillovers)와 하청계약(Subcontracting)으로 민간기업의 R&D 투자에 도움을 줌

국내기업의 연구개발활동 및 정부보조금 현황

○ 과학기술부가 작성한 『과학기술연구활동조사보고』에서 추출한 1995년부터 1998년까지 한국기업의 연구개발활동 자료를 이용

○ 기업의 자체부담 R&D 투자액과 정부의 R&D 보조금은 최근 급격히 증가하는 추세를 보임

연도	자체부담 R&D 투자액 (억원)	정부 R&D 보조금 (억원)	보조금 비율 (%)
1995	71,455	2,071	2.9%
1996	78,773	3,616	4.6%
1997	84,129	4,143	4.9%
1998	76,101	4,580	6.0%

— 1998년도 보조금 비율의 증가 자체부담 R&D 투자액의 감소로 인한 것이긴 하지만, 2001년도 보조금 비율이 6.0%인 것으로 봐서, 정부 보조금은 최근 매우 증가한 것으로 볼 수 있음

○ 정부 R&D 보조금의 부처별 비중을 보면, 산업자원부와 국방부는 지속적으로 높은 비중을 차지하고 있으며, 과학기술부는 급속도로 줄어들고 정보통신부는 매우 빨리 높아짐

연도	국방부	과기부	산자부	정통부	환경부	복지부	기타
1995	12%	36%	35%	10%	3%	1%	4%
1996	7%	13%	37%	20%	2%	2%	19%
1997	21%	16%	35%	20%	1%	1%	5%
1998	18%	13%	34%	23%	1%	3%	8%

○ 정부 R&D 보조금 수령기업의 비중과 수령기업의 평균 보조금 비중은 모두 매우 높아지고 있음

연도	보조금 수령기업의 비중	보조금 수령기업의 평균 보조금 비중
1995	17%	25%
1996	24%	34%
1997	32%	32%
1998	39%	37%

주) 보조금 비중은 각 수령기업의 (정부 R&D 보조금 / (자체부담 R&D 투자액 + 정부 R&D 보조금))를 단순평균한 값임

○ 정부의 R&D 보조금을 수령한 기업과 수령하지 않은 기업은 분명한 차이를 보임

연도		1995	1996	1997	1998
평균 R&D 투자액 (억원)	수령기업	113	72	83	70
	미수령기업	19	22	14	11
	차이	94	50	69	59
평균 종업원수 (명)	수령기업	1,463	992	815	605
	미수령기업	479	389	330	288
	차이	985	602	486	317
평균 매출액 (억원)	수령기업	3,367	2,883	2,931	2,576
	미수령기업	935	878	818	869
	차이	2,432	2,006	2,113	1,707

— 정부의 R&D 보조금을 수령한 기업은 수령하지 않은 기업에 비해 평균 R&D 투자액, 평균 종업원 수, 평균 매출액 모두에서 매우 높음

정부 R&D 보조금의 효과

□ 보완 / 대체효과의 논리

○ R&D 촉진의 논리

— 촉매의 역할 (규모의 경제, 매칭펀드 등)

— 기업에 대한 이미지 제고 (금융시장 보완)

— R&D 설비 개선으로 미래 R&D에 대한 고정투자비용 감소

— 새로운 시장 창출에 대한 신호효과

— 기반기술에 대한 획득비용 하락

○ R&D 구축(Crowding Out)의 논리

— 연구개발 투입요소 조정의 어려움

· 연구개발 요원의 인건비만 상승시킴

— 단기보조금은 미래수익흐름에 큰 영향을 주지 않음

· 총 R&D 투자액 규모 유지

— 관료적 행태로 인한 대체효과

· 실패에 대한 두려움 때문에 성공확률이 높은 프로젝트만 지원하게 됨. 이들은 대개 정부 보조금 없이도 자금조달이 가능

□ 기존의 연구결과

○ David et. al. (2000)[1]은 1966년 이래 2000년까지 발표된 33개 실증분석 논문을 정리하였음

— 33개의 논문들은 사업장, 기업, 산업, 국가 등 다양한 분서단위에 걸쳐있으며, 횡단면, 시계열, 패널자료 등 다양한 성격의 자료에 대해서 다루고 있음

— 33개 중 11개가 정부 R&D 보조금과 민간기업의 R&D 투자 사이에 순 대체효과를 나타냄

— 사업장이나 기업수준의 연구가 19개인데, 이 중 9개 논문에서 순 대체효과가 나타나고 있어, 상대적으로 매우 많은 숫자임

○ 최근에는 Lach(2002)[2]가 DID 모형으로 이스라엘 패널을 분석하였고, Czarnizki and Fier

1) David, P, B. Hall, and A. Tool (2000), "Is Public R&D a complement or Substitute for Private R&D: A Review of the Econometric Evidence," *Research Policy* 29, pp. 497-529

2) Lach, S. (2002), "Do R&D Subsidies Stimulate or Displace Private R&D: Evidence from Israel," *Journal of*

(2002)[3]가 Propensity Matching 모형으로 독일 횡단면 자료를 분석하였음

추정모형

□ 단순회귀분석의 내생성 문제

○ 가장 단순한 모형은 기업 자체 R&D 투자를 종속변수로 하고, 정부의 R&D 지원금을 독립변수로 놓고 회귀분석하는 것임

· $Private\ R\&D = \beta \times Public\ R\&D +$ 통제변수 $+ \varepsilon$

○ 그러나 이 모형은 내생성의 문제(Endogeneity Issue)가 있음

— 자체 R&D 투자를 많이 하게 하는 특성들이 정부의 R&D 보조금을 많이 받을 가능성을 높인다면 두 변수 사이에 인과관계가 없더라도 회귀분석상에는 정의 상관관계가 나타남

— 실제로 정부가 연구개발 보조금 지급여부를 심사하기 위해 고려하는 기준들은 민간 투자기관에서 사용하는 심사기준과 별로 다르지 않기 때문에 내성성의 문제가 생길 가능서이 큼

○ 내생성을 제거하기 위한 방법

— 횡단면 자료에 대해서는 IV Estimation, Heckman Two Step Method, Propensity Matching 등을 사용할 수 있으며,

— 패널 자료에 대해서는 고정효과모형(Fixed Effects Model) / 확률효과모형(Random Effects Model), Difference-in-Differences(DID)을 사용할 수 있음

— 여기서는 패널자료의 특성을 이용한 Lach(2002)의 DID 모형을 사용

□ 추정모형

○ 가정

— 여기서 관심을 갖는 것은 정부의 R&D 보조로 인한 변화된 기업 자체 R&D 투자의 양

· $\Delta_{i,t} \equiv y^1_{i,t} - y^0_{i,t}$

여기서, $y^1_{i,t}$은 t 기에 i 기업의 정부 보조금을 받을 경우 R&D 투자액이고, $y^0_{i,t}$ 은 t 기에 i 기업의 보조금을 받지 못할 경우 R&D 투자액

· 그런데 현실적으로 t 기에 i기업은 정부의 보조를 받든지 안 받든지 한가지만 할 수 있기 때문에, 보조금을 받은 기업에 대해서는 $y^0_{i,t}$이 가상의 결과(counterfactual outcome)가

Industrial Economics 50(4), pp. 369-390

3) Czarnitzki, D. and Fier, A. (2002), "Substitutive or Complementary? Innovation Subsidies in the German Service Sector," ZEW Discussion Paper 02-04

됨

— 가상의 결과를 해결하기 위해서 i 기업이 보조금을 받기 전 자체 R&D 투자액 $y^0_{i,t-1}$이 $y^0_{i,t}$의 불편추정치라 가정하고 대리변수로 사용

· $E(y^0_{i,t}) = E(y^0_{i,t-1})$

· 이런 가정으로 얻어지는 추정 값을 사전사후 추정치(Before-After Estimator)라 하는데, 이는 기업의 주변 환경 변화로 인한 R&D 투자 조정을 반영하지 못하는 문제가 있음

— 사전사후 추정치의 문제점을 해결하기 위해서, 정부 보조금 효과를 제외하면 자체 R&D투자의 증감을 결정하는데 있어서 기업들간에 구조적 차이는 없다고 가정

· $E(y^0_{i,t} - y^0_{i,t-1}) = E(y^0_{j,t} - y^0_{j,t-1})$

— 이러한 두가지 가정을 하면 다음과 같이 정부 보조로 인한 자체 투자의 양을 관찰가능한 변수들의 표본평균을 이용하여 추정할 수 있음

· $E(y^1_{i,t} - y^0_{i,t}) = E(y^1_{i,t} - y^0_{i,t-1}) - E(y^0_{j,t} - y^0_{j,t-1})$

○ 추정모형

— 식 $y_{i,t} = X_{i,t}\delta + \beta D_{i,t} + \theta_i + \eta_{i,t}$을 1차 차분한 식을 추정 모형으로 사용

· $\Delta y_{i,t} = \Delta X_{i,t}\delta + \beta \Delta D_{i,t} + \Delta \eta_{i,t}$

여기서, $X_{i,t}$는 기업의 R&D투자를 결정하는 설명변수이고, $D_{i,t}$는 i 기업이 t 기에 보조금을 받았는지 여부를 나타내는 더미변수이고, θ_i는 기업 고유효과를 나타냄

□ DID 모형과 다른 패널모형 비교

○ DID 모형은 변형된 1차 차분모형인데, 1차 차분모형은 기업 고유효과를 오차항의 일부가 아닌 설명변수로 포함한다는 점에서 고정효과 모형과 유사하고, 확률효과 모형과 다름

— 확률효과 모형은 기업 고유속성을 오차항의 일부로 간주하는데, 이 경우 기업의 고유속성이 기업의 자체 R&D 투자를 결정하는 나머지 설명변수와 독립이라는 가정이 필요한데, 받아들이기 힘든 가정임

— 고정효과 모형은 오차항이 설명변수와 시계열적으로 완전히 독립인 경우 효율적이고, 랜덤워크에 가까운 경우에는 1차 차분모형이 더 나은데, 여기서는 랜덤워크에 더 가깝다고 보고 1차 차분모형을 선택했음

○ DID 모형은 일반적인 1차 차분모형과 달리, $D_{i,t-1} = 0$인 자료만을 추정에 사용

— $D_{i,t-1} = 1$ 인 경우 추정치는 보조금을 1기 연장하지 않았을 경우의 효과를 나타내므로, $D_{i,t-1} = 0$ 만을 추정에 사용하는 것이 바람직

— 사용된 자료의 수를 줄여 계수 추정치의 유의도(significance)를 낮추게 되고, 일정 기준으로 자료를 선택했기 때문에 표본선택의 오류 발생할 가능성 존재

· 그러나 2년 연속으로 자료가 있는 총 2,535개 기업 중 111개 기업만이 완전히 제외되었기 때문에 오류는 심각하지 않을 것으로 판단

추정결과

□ 자료의 특성

○ 종속변수는 기업 자체 R&D 투자의 로그값을, 독립변수로는 정부의 R&D 보조금 수령 여부를 나타내는 더미변수 ($D_{i,t}$) 또는 보조금 절대액수 ($GOS_{i,t}$)와, 매출액의 로그값, 종업원 수의 로그값을 사용

— 수출액과 영업이익을 포함시키려 했으나, 이들을 포함할 경우 결과의 유의성이 너무 떨어져서 제외했음

○ 2년 연속 연구개발 실적을 보고한 기업들의 자료는 4,938개 이며, 이 중 $D_{i,t-1}=0$인 자료는 3,446개 임. 보조금을 받은 기업이 그렇지 않은 기업에 비해 규모가 크고 연구개발도 많이 함을 앞에서 보았는데, 이러한 특성은 전체 표본과 $D_{i,t-1}=0$인 자료의 값들을 비교해 봄으로써 쉽게 볼 수 있음

변수	전체		$D_{i,t-1}=0$	
	관측치 수	평균(표준편차)	관측치 수	평균(표준편차)
자체부담 R&D	9,370	34.7(356.5)	3,446	25.0(289.1)
정부R&D 보조금	9,370	1.54(13.6)	3,446	0.94(12.0)
매출액	9,296	1437.6(8320.1)	3,446	1136.4(5229.0)
종업원수	9,344	516.1(2145.8)	3,438	448.9(1733.4)
설립연도	9,301	1980.1(13.1)	3,422	1978.3(12.7)

□ 결합 최소좌승법(Pooled OLS)과 고정효과모형(Fixed Effects Model)을 이용한 추정 결과

○ 결합 최소좌승법을 이용해 추정한 결과, 보조금 수령 여부 더미를 사용한 경우와 보조금 액수를 사용한 경우 모두에서 보조금이 자체 연구개발 투자에 정의 효과를 나타냄

○ 반대로, 고정효과모형으로 추정해보면, 정부 보조금이 자체 연구개발 투자를 구축(crowding out)

	Pooled OLS		Fixed Effects Model			
	(1)	**(2)**	(3)	(4)	**(5)**	**(6)**
상수	- 34.34*** (2.183)	-34.015*** (2.178)	5.953*** (0.01)	5.953*** (0.01)	-8.93* (4.68)	-8.89* (4.68)
D	**0.463*** (0.026)**		**- 0.153*** (0.028)**		**- 0.163*** (0.028)**	
log(GOS)		**0.026*** (0.0014)**		**-0.0079*** (0.0014)**		**-0.0086*** (0.0015)**
log(매출액)	0.175*** (0.014)	0.175*** (0.014)			0.095*** (0.02)	0.096*** (0.02)
log(종업원수)	0.598*** (0.019)	0.595*** (0.019)			0.363*** (0.04)	0.363*** (0.039)
설립연도	0.018*** (0.001)	0.018*** (0.001)			0.006*** (0.002)	0.006*** (0.002)
R^2	0.53	0.54	0.02	0.03	0.49	0.49
관측기업 수			4378	4378	4320	4320
관측치의 수	9189	9189	9347	9347	9189	9189

주) ***는 P<0.01, **는 P<0.05, *는 P<0.1을 의미

□ DID 모형을 이용한 추정 결과

○ DID 모형을 이용해서 추정한 결과, 보조금 수령여부 더미와 보조금 절대금액의 계수가 고정효과 모형 때보다 더 강한 부의 효과를 나타냄

모형	DID Model					
	(1)	(2)	(3)	(4)	**(5)**	**(6)**
상수	0.05*** (0.016)	0.051*** (0.016)	0.06*** (0.057)	0.057*** (0.016)	0.067*** (0.026)	0.068*** (0.026)
D	**- 0.246*** (0.039)**		**- 0.256*** (0.038)**		**-0.256*** (0.038)**	
log(GOS)		**- 0.013*** (0.002)**		**-0.014*** (0.002)**		**-0.013*** (0.002)**
log(매출액)			0.093*** (0.026)	0.093*** (0.026)	0.08*** (0.026)	0.0798*** (0.026)
log(종업원수)			0.259*** (0.055)	0.259*** (0.055)	0.253*** (0.055)	0.253*** (0.055)
y9697					0.048 (0.035)	0.046 (0.035)
y9798					-0.097*** (0.037)	-0.098*** (0.037)
Within R^2	0.01	0.011	0.025	0.024	0.029	0.029
관측치의 수	3440	3440	3431	3431	3431	3431

주) ***는 P<0.01, **는 P<0.05, *는 P<0.1을 의미

— 상수항은 시간변수로 해석할 수 있는데, 시간에 따라 R&D 투자가 증가함을 나타냄

— 매출액의 로그값과 종업원 수의 로그값의 계수 추정치는 고정효과 모형을 이용할 때보다 적긴 하지만 역시 양의 값을 보임

— y9798의 계수가 유의한 음의 값을 보이는 것은 외환위기의 영향임

○ (5)와 (6)의 계수추정치는

— 정부의 R&D 보조금 수령 사실이 기업 자체 R&D 투자를 전년도에 비해 약 22.6% [4]낮추고,

— 보조금 액수가 1% 증가가 기업 자체 R&D 투자를 0.0135% 감소시킴을 보임

· 3,446개 표본에 대한 정부 R&D 보조금 평균이 약 9,400만원이고, 전년도 R&D 투자액 평균이 약 22억 8,900만원이므로, 정부의 연구개발 보조금이 100만원 증가할 때 기업 자체 연구개발 투자액은 33만원 줄어듦

결론 및 연구의 한계

□ 시사점

○ 보조금 직접 지원의 유효성에 대한 의문 제기

— 기업의 연구개발 투자를 촉진시키는 정책 목표를 달성하기 위해서는 다른 정책 수단을 고려해 봐야 할 것으로 보임

· 예를 들어, 연구개발 투자에 대한 세제혜택 확대, 기초연구 지원이나 공공연구개발 활동 장려 등

○ 보조금 집행방식의 효율성에 대해서도 의문[5]

— 지원금을 가장 필요로 하는 한계기업 위주로 보조금이 지급되어야 하지만, 프로젝트의 성공 가능성 위주로 보조금 수령 기업이 선정

— 대응투자방식을 많이 이용하고 있는데, 이미 계획된 투자를 대응투자로 다시 포장하는 등, 표면적 모습과 달리 실제로 기업의 연구개발 투자를 증가시키지는 못함

□ 한계와 향후 연구 필요성

○ 본 연구는 정부의 연구개발 보조금이 **개별 기업 수준**에서 미치는 영향을 분석

— 간접효과까지 고려된다면 시장 전체적으로는 긍정적 보완효과가 발생할 수도 있음

— 산업 수준, 국가 수준까지 모두 고려하여 간접효과도 분석에 포함시켜야 할 것임

---

4) $\log\left(\frac{\text{금년도 연구개발비}}{\text{전년도 연구개발비}}\right) = \{\log(\text{금년도 연구개발비}) - \log(\text{전년도 연구개발비})\} = -0.256$ 이므로 $\frac{\text{금년도 연구개발비}}{\text{전년도 연구개발비}} = e^{-0.256}$. 그러므로 연구개발비 증가율은 $e^{-0.256} - 1 = -0.226$

5) 저자는 보조금 직접 지원의 유효성 보다는 보조금 집행 방식의 효율성에 문제가 있을 가능성 높다고 예측

○ 보조금의 **단기적 효과**만을 고려

— 보다 정확한 분석을 위해서는 장기적 효과까지 고려할 필요가 있음

· 적어도 3기 이상의 연속된 자료에서 $D_{i,t-2}=0$인 자료들을 얻어야 하므로 표본의 숫자가 급격히 줄어드는 단점이 있음

○ **DID 추정방법**을 사용하고 있음

— 상당수의 자료를 제거함으로써 비효율이 발생하고,

— 표본선택의 문제가 충분히 고려되지 않았음

— 다른 방법론 개발 필요

이병기(2004)의 차이

□ 이병기(2004)[6]의 결론

○ 본 연구와 달리 이병기(2004)는 보조금 지급이 민간의 연구개발 투자를 증기시키는 것으로 나타남

□ 이병기(2004)의 의 결론이 다른 이유

○ 확률효과모형(Random Effects Model)을 사용

— 기업의 고유속성이 기업의 자체 R&D 투자를 결정하는 나머지 설명변수와 독립이라고 보기 힘들기 때문에 부적절한 모형이라 판단[7]

○ 『과학기술연구활동조사보고』에서 뽑은 자료와 한신평 자료를 합하면서 규모가 작은 기업들이 빠짐

— 더 많은 통제변수를 사용하기 위해서 한신평 자료를 합하였는데, 규모가 작은 기업들이 대부분 빠지면서 대체효과가 줄어듦

· 규모가 작은 기업들의 경우, 주로 대체효과가 발생

질문과 답변

(문) 시차효과(Lag Effect)를 고려할 경우, 보조금 직접 지원은 장기적으로 긍정적 효과를 발휘하지만,

6) 이병기. 『정부의 연구개발 보조가 민간기업의 연구개발 투자에 미치는 효과분석』(한국경제연구원, 2004)

7) 5쪽 참조

세제지원은 단기적 효과를 발휘할 뿐이라고 주장하는 최근 연구가 있음

(답) 충분히 가능할 것이라 판단

(문) 이 연구는 기업수준에서 단기적 효과만을 볼 뿐임. 이 경우 대체효과가 나타나는 것은 당연함. 산업별 파급효과(Spillover Effect)까지도 고려하면서 장기적 효과를 봐야함. 현실적으로 어렵다면, 산업별로 연구개발이 영향을 발휘하는 시차가 다를 것으로 보이므로 이 점을 고려해 보는 것은 어떤가? 또한, 출처별로도 보조금 성격이 달라 영향을 발휘하는 시차가 있을 것으로 보이는데

(답) 산업별로는 분석을 해 보았는데 별로 다른 결론을 얻지 못했고, 보조금 출처별 분석은 해보겠음