

기업의 특성에 따른 정부 R&D 지원 효과 연구

(The effect of government R&D subsidies on private sector
according to the characteristics of corporations)

이 동 옥

제 출 문

기획재정부 장관 귀하

본 보고서를 “기업의 특성에 따른 정부 R&D 지원 효과 연구”의 최종
보고서로 제출합니다.

2012. 12

주관연구기관명 : 한국과학기술기획평가원

연구책임자 : 이 동 욱 (부연구위원)

참여연구원 : 이 흥 권 (연구위원)

최 대 승 (부연구위원)

최 미 나 (위촉연구원)

이 혜 진 (위촉연구원)

요 약 문

1. 제목: 기업의 특성에 따른 정부 R&D 지원 효과 연구

2. 연구의 필요성과 목적

가. 연구의 필요성

- 민간 기업에 대한 정부 연구개발 투자는 경제사회적 파급효과, 공공문제 해결, 정책 목표 달성 등 몇 가지 조건이 만족될 경우에 당위성을 확보할 수 있음.
- 정부 연구개발 투자의 당위성을 설명하는 중요한 요인 중 하나로 정부의 지원이 민간 기업의 자체 연구개발 투자를 견인한다는 견해가 있음.
 - 그러나 선행 연구들은 분석 대상 및 분석 방법에 따라 상이한 결론을 도출하고 있어, 우리나라의 연구개발 환경을 반영한 연구를 수행할 필요가 있음.

나. 연구의 목적

- 본 연구의 목적은 정부 연구개발 투자의 효과를 규명하기 위해 우선 정부 연구개발 투자가 어떤 기업들에 주로 투자되는지를 살펴보고,
- 이 과정에서 얻은 정부 투자의 속성을 활용하여 정부 연구개발 투자의 민간 연구개발 투자 보완대체 효과를 규명하는 것임.

3. 주요 연구내용

가. 정부 연구개발 투자와 기업의 특성

- 민간 기업에 대한 정부 연구개발 투자의 특성을 분석하기 위해서 정부 연구개발 투자 현황 및 성과에 관련된 자료들을 수집·분석하였음.
- 정부 연구개발 투자의 양적 규모와 함께, 투자의 속성(과제 특성, 기업 특성 등)을 심층적으로 분석하기 위해 확률 효용 이론(random utility theory)과 이산 선택 모형(discrete choice model)을 활용하였음.

나. 정부 연구개발 투자와 기업의 자체 연구개발 투자

- 정부 연구개발 투자의 민간 연구개발 투자에 대한 보완 및 대체 효과를 규명하기 위해 매칭 기법으로 대조군을 만들고 계량 분석을 수행하였음.
- 단순회귀모형에서 혼합형 로짓 모형에 이르기까지 다양한 방법론을 적용하였으며, 현장의 목소리를 듣기 위해 기업들을 대상으로 설문 조사를 수행하였음.

4. 연구 결과

가. 정부 연구개발 투자와 기업의 특성

- 분석 결과 대기업, 매출액이 큰 기업, 연구개발 집약도가 높은 기업, 벤처기업 등이 정부 연구개발 투자를 많이 받는 것으로 나타남.
- ‘저탄소 녹색성장’을 위한 과제 지원은 소규모로 이루어진 것으로 나타나, 정부의 국정과제 추진이 큰 힘을 받지 못한 것으로 보임.
- 개발연구와 신성장동력 분야에 대한 투자는 대규모로 이루어졌으나, 기술수명주기 상에서 위험도가 큰 도입기 기술에 비해 안정기에 접어드는 성장기 기술에 대한 투자가 더 많이 이루어졌음.

나. 정부 연구개발 투자와 기업의 자체 연구개발 투자

- 2단계 계량 모형을 통해 정부 연구개발 투자의 보완·대체 효과를 분석한 결과, 일부 분야에서 정부 연구개발 투자의 보완 효과가 확인됨.
- 신성장동력 분야에 대한 투자는 보완 효과를, 녹색기술 분야에 대한 투자는 대체 효과를 나타냄. 이는 정부의 정책에 따라 기업들이 분야별로 투자 비중을 조정한다는 것을 시사함.
- 매출액과 연구개발 집약도가 높은 기업에 대한 투자가 보완 효과를 보인 반면, 벤처기업에 대한 투자는 대체 효과를 보임.
- 정부 R&D 투자를 받은 기업들을 대상으로 설문조사를 수행한 결과 보완 효과가 대체 효과에 비해 월등히 높게 나타났으며, 보완 효과는 제조업 분야의 기업과 중소기업일수록 더 강한 것으로 나타남.

5. 기대효과

- 민간에 대한 정부 연구개발 투자의 규모 및 속성에 대한 이해를 통해 정부 정책과 실제 투자 사이의 정합성을 판단하는 근거로 활용 가능함.
 - 정부 연구개발 투자가 특정 기업群에 편중되는 현상을 진단하고 이를 해결하기 위한 정책적 대안 수립 시 근거로 활용할 수 있을 것으로 기대됨.
- 정부 연구개발 투자가 민간의 연구개발 투자를 보완 혹은 대체하는지 밝힘으로써 정부 연구개발 투자의 근거 및 당위성을 확보할 수 있을 것임.
 - 정부 연구개발 투자의 보완 효과가 극대화되는 조건을 규명함으로써 정부 연구개발 투자의 효과성 및 효율성을 제고할 수 있을 것으로 기대됨.

목 차

제1장 서 론	
제1절 연구 배경 및 목적	
1. 연구 배경 및 필요성	
2. 연구의 목적 및 내용	
제2절 연구의 방법 및 구성	
1. 연구의 방법	
2. 연구의 구성	
제2장 정부 연구개발 투자와 기업의 특성	
제1절 추진전략	
1. 배경 및 필요성	
2. 선행연구	
제2절 연구 방법 및 분석 자료	
1. 순서형 프로빗 모형	
2. 변수 정의 및 분석 자료	
제3절 연구 결과	
1. 추정 결과	
제4절 결론 및 시사점	
1. 소결	
2. 시사점	
3. 연구 결과의 활용	
제3장 정부 연구개발 투자와 기업의 자체 연구개발 투자	

제1절 추진전략	
1. 배경 및 필요성	
2. 기존 연구	
제2절 연구 방법 및 분석 자료	
1. 성향점수매칭	
2. 2단계 계량 모형	
2. 분석 자료	
제3절 연구 결과	
1. 사전 분석 결과	
2. 1단계 분석 결과	
3. 2단계 분석 결과	
제4절 설문조사	
1. 설문 목적	
2. 설문 설계	
3. 설문 결과 및 정책적 함의	
제4장 결론	
제1절 결론 및 시사점	
제2절 기대성과 및 활용방안	
[참고문헌]	

표 목 차

<표> 우리나라 연구개발 활동 현황	
<표> 기업 규모별 연구개발 활동 현황	
<표> 연구개발 투자의 매출액 및 종업원 수 탄력성	
<표> 수혜기업과 비수혜기업의 기초통계량	
<표> 기본 변수에 대한 추정 결과	
<표> 계량분석을 위한 변수 정의	
<표> 추정 결과 (ordered probit model)	
<표> 독립변수별 한계효과	
<표> 추정 결과 (OLS)	
<표> 대체 효과가 나타난 연구 수	
<표> 기업 규모별 연구개발 활동 현황	
<표> 내·외부 연구개발 활동의 관계	
<표> 내·외부 연구개발 활동의 관계	
<표> 기업 특성에 따른 보완·대체 효과	
<표> 자체 연구개발 활동과 정부 지원 수혜 비율	
<표> 기업 규모에 따른 자체 연구개발 수행 비율 및 정부 지원 수혜 비율	
<표> 성향점수를 결정하는 기업의 특성 (사례)	
<표> 성향점수 추정을 위한 로짓 모형 결과	
<표> 기업 규모에 따른 매칭 결과 비교	
<표> 실험군과 대조군의 기초통계량	
<표> Difference of differences	
<표> 1단계 추정 결과 (OLS)	

<표> 추정 결과 (증가분의 차이 vs. 정부 투자비)	
<표> 추정 결과 (증가분의 차이(이산형) vs. 정부 투자비)	
<표> 추정 결과 (증가분의 차이 vs. 정부 투자 여부)	
<표> 2단계 추정 결과 (Full Model)	
<표> 추정 결과 (RD_{grow} vs. 정부 투자비)	
<표> 추정 결과 (RD_{grow} vs. 정부 투자 여부)	
<표> 풀링 후 추정 결과 (Full model with 정부 투자비)	
<표> 풀링 후 추정 결과 (Full model with 정부 투자 여부)	

그림 목차

[그림] 정부 연구개발 투자 중 기업 지원 규모	
[그림] 기업 규모별 자체 연구개발 투자 규모	
[그림] 성향점수매칭의 개념	
[그림] 성향점수매칭을 위한 분석 자료 추출 과정	
[그림] 실험군과 대조군의 매출액 변동 추이 (단위 : 억원)	
[그림] 실험군과 대조군의 연구개발비 변동 추이 (단위 : 억원)	
[그림] 실험군과 대조군의 연구개발 집약도 변동 추이	
[그림] 증가분의 차이(연속 변수)-정부 투자(연속 변수) 그래프	
[그림] 증가분의 차이(이산 변수)-정부 투자(연속 변수) 그래프	
[그림] 정부 투자(이산 변수)-증가분의 차이(연속) 그래프	
[그림] 기업의 연구개발비 변동 유형	

제1장

서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

(1) 현상 관측

우리나라의 2011년도 정부 연구개발 투자액은 14조 8,528억원으로 전년 대비 8.6% 증가하였다. 이 중 민간 기업에 투자된 금액은 3조 2,330억원으로 전체 투자액 중 21.7%에 달한다. 기업 규모별로는 대기업에 1조 3,861억원(9.3%, 2010년도 9.0%), 중소기업에 1조 8,469억원(12.4%, 2010년도 12.0%)이 각각 투자되었다.

민간 기업에 정부가 연구개발비를 지원할 필요가 있는지에 대해서는 여러 가지 논의가 있었으며 현재도 진행 중이나 몇 가지 경우에 대해서는 필요성이 인정되고 있다. 우선 경제사회적 파급효과가 매우 큰 산업 분야에 대한 투자이다. 우리나라의 경제성장을 견인한 조선, 철강, 반도체 분야에 대한 정부 지원이 좋은 예가 될 것이다. 특히 시장 위험성이 크거나, 초기 투자 비용이 많이 필요한 분야의 경우에는 정부 지원이 더욱 필요하다. 다음으로 공공의 문제를 해결하기 위한 투자를 민간이 대신 수행하는 경우이다. 민간 유치를 통한 대형 SOC 사업과 마찬가지로, 공공의 이익을 위한 연구개발 투자를 위해 정부 지원을 투입할 수 있다. 세 번째로 정부의 정책적 목표를 달성하기 위한 전략적 투자가 이루어지는 경우이다. 최근 경제 민주화 논의와 함께 이루어지고 있는 대기업과 중소기업 간 상생, 사회적 약자에 대한 배려, 지역 균형 발전과 같은 정책적 목표를 달성하기 위해 정부가 민간 기업을 지원할 수 있다. 마지막으로 정부의 지원을 통해 민간의 추가적 투자를 이끌어 낼 수 있을 것으로 기대되는 경우이다. 정부 지원에 대한 매칭 펀드, 혹은 후속 연구 등으로 인해 민간의 연구개발 투자가 촉진될 경우에는 정부 지원의 타당성을 확보할 수 있다.

이 중 정부 연구개발 투자가 과연 민간의 연구개발 투자를 유인¹⁾하는지, 아니면 오히려 위축²⁾시키는지에 대해서는 다양한 연구가 진행되어 왔다(David, Hall and Toole, 1999). 이러한 연구들은 연구기간, 대상, 방법 등에 따라 다양한 결과를 도출하고 있는데, 이는 정부와 민간의 입장이 서로 다르기 때문이다. 정부 입장에서는 정부 투자를 시드(seed)로

1) 보완, 장려, complement, crowding-in 등으로 변용됨. 본 연구에서는 ‘보완’으로 통일

2) 대체, 구축, substitute, crowding-out 등으로 변용됨. 본 연구에서는 ‘대체’로 통일

하여 민간의 투자가 확대되기를 바라지만, 기업의 입장에서는 정부 지원을 전략적으로 활용하여 자사의 자원 소모를 경감하는 방향을 선택할 수도 있기 때문이다.

우리나라의 최근 연구개발 투자 현황을 살펴보면, 이러한 현상에 대한 흥미로운 직관을 얻을 수 있다. 최근 5년간(2006~2010)³⁾ 정부와 민간의 연구개발 투자 현황을 살펴보자.

국가연구개발사업 조사분석 보고서를 통해 정부 연구개발 투자 중에서 민간 기업에 지원된 규모를 살펴보면, 2006년 1조 5,053억원에서 2010년 2조 8,185억원으로 급격히 증가하였다(연평균 증가율 17.0%). 이로 인해 전체 정부 연구개발 투자 중에서 민간 기업에 지원된 비율은 2006년 17.2%에서 2010년 20.6%로 증가하였다. 연구개발활동조사 보고서를 통해 같은 기간 민간의 자체 연구개발 투자를 살펴보면, 2006년에는 21조 1,267억원으로 국가 전체 연구개발 투자의 77.3%를 차지하였으며, 2010년에는 32조 8,033억원으로 74.8%를 차지하였다. 이 기간 동안 민간 자체 연구개발 투자의 연평균증가율은 11.6%였다. 즉, 정부의 민간에 대한 투자 증가세에 비해 민간의 자체 투자 증가세가 낮았으며, 이로 인해 정부 투자 중 민간 지원 비율은 증가하였으나, 국가 전체 투자 중 민간의 부담 비율은 낮아지는 현상이 발생하였다. 이 결과만을 놓고 본다면 정부의 연구개발 투자가 민간의 연구개발 투자를 대체하였다고 할 수 있다.

<표> 우리나라 연구개발 활동 현황

(단위 : 억원)

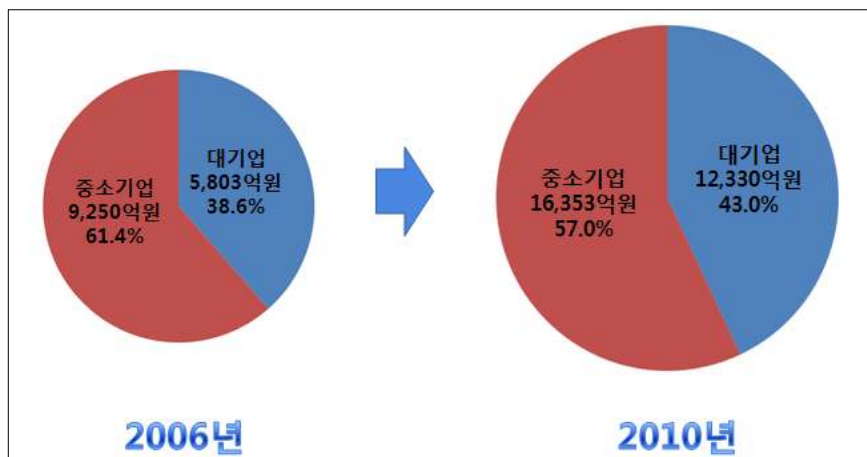
유 형		2006	2010	연평균증가율
정부 연구개발 투자	민간 지원(A)	15,053	28,185	17.0%
	합 계(B)	87,639	136,827	11.8%
	비 율(A/B)	17.2%	20.6%	—
국가 연구개발 투자	민간 기업 부담(C)	211,267	328,033	11.6%
	합 계(D)	273,457	438,548	12.5%
	비 율(C/D)	77.3%	74.8%	—

(자료) KISTEP, 국가연구개발사업 조사분석 보고서 및 연구개발활동조사 보고서

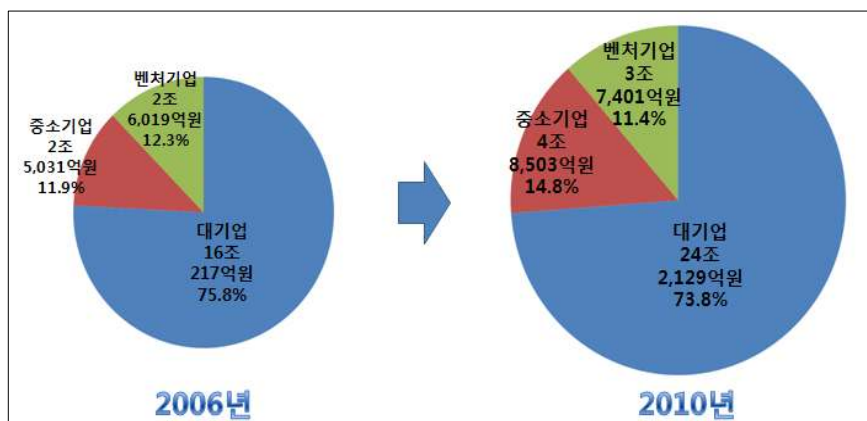
정부 투자와 민간 자체 투자 사이의 관계를 기업의 규모에 따라 살펴보자. 5년간 정부 연구개발 투자 중 중소기업과 대기업에 지원된 비율을 각각 살펴보면, 중소기업에 대한 투자 비율은 61.4%에서 57.0%로 감소한 반면, 대기업에 대한 투자는 38.6%에서 43.0%로 증가하였다. 같은 기간 민간의 자체 연구개발 투자를 살펴보면, 중소기업이 차지하

3) 연구 시점에서 조사분석 보고서와 연구개발활동조사보고서 간의 동일 시점을 비교하기 위해 기간을 2006~2010으로 정하였음.

는 비율은 11.9%에서 14.8%로 증가한 반면, 대기업이 차지하는 비율은 75.8%에서 73.8%로 감소한 것을 알 수 있다. 이러한 현상을 통해 두 가지 명제를 도출할 수 있다. 우선 정부의 연구개발 투자가 대기업에 편중되고 있다는 것이다. 앞서 정부 투자 중 민간 기업에 대한 투자 비율이 높아졌다고 하였는데, 이러한 증가분의 상당 부분이 대기업으로 편중되었음을 알 수 있다. 다음으로 대기업에 대한 정부 투자는 대기업의 자체 연구개발 투자를 대체하였으며, 중소기업에 대한 정부 투자는 중소기업의 자체 연구개발 투자를 보완하였다는 것이다⁴⁾.



[그림] 정부 연구개발 투자 중 기업 지원 규모



[그림] 기업 규모별 자체 연구개발 투자 규모

- 4) 정부 지원의 기회를 상실한 중소기업이 자구책으로 자체 연구개발 투자를 늘렸을 가능성도 있으며, 이 경우에는 엄밀하게 따지면 정부 투자의 보완 효과라고 할 수 없다.

<표> 기업 규모별 연구개발 활동 현황

(단위 : 억원)

유 형		2006	2010	연평균증가율
정부 연구개발 투자	대기업	5,803 (38.6%)	12,330 (43.0%)	20.7%
	중소기업	9,250 (61.4%)	16,353 (57.0%)	15.3%
	합 계	15,053 (100.0%)	28,683 (100.0%)	17.5%
민간 기업 자체 연구개발 투자	대기업	160,217 (75.8%)	242,129 (73.8%)	10.9%
	중소기업	25,031 (11.9%)	48,503 (14.8%)	18.0%
	벤처기업	26,019 (12.3%)	37,401 (11.4%)	9.5%
	합 계	211,267 (100.0%)	328,033 (100.0%)	11.6%

(자료) KISTEP, 국가연구개발사업 조사분석 보고서 및 연구개발활동조사 보고서

(2) 문제와 해답

정부 연구개발 투자가 특정 대상에 편중되는 것은 어제 오늘의 문제는 아니다. 인터넷 검색엔진에 ‘정부 연구개발 투자 편중’이라는 검색어를 넣어보면, 국정감사 등을 통해 정부 연구개발 투자의 지역 편중, 대기업 편중 등의 문제가 매년 반복적으로 제기되고 있음을 알 수 있다⁵⁾. 정부 연구개발 투자의 편중 문제를 근본적으로 해결하고, 투자의 정책적 당위성을 확보하기 위해서는 정부 연구개발 투자의 효과를 실증할 필요가 있다. 즉, 정책이 어떻게 구현되는지, 어떤 효과를 유발하는지 구체적인 경로와 매커니즘을 파악해야 효과적인 정책 집행과 평가가 가능한 것이다.

이에 본 연구에서는 정부 연구개발 투자의 여러 효과 중 민간 연구개발 투자 보완 및 대체 효과에 대해 실증 분석을 하고자 한다. 사실 이 주제에 대한 연구는 오랜 기간 동안 이루어졌다. 그런데 기존의 연구들은 분석 대상 및 분석 방법에 따라 각기 상이한 결과를 도출하고 있다. 즉, 연구자의 의도나 연구 목적에 따라 정부 투자의 보완 및 대체 효과가 다양하게 나타나는 것이다. 본 연구에서는 기존 연구들 중 시의성이 높다고 판단되는 연구들의 미덕과 한계를 바탕으로 우리나라의 연구개발 환경과 정부 투자의 특징, 기업 현실을 잘 반영하는 분석 모형을 수립하고자 한다. 이를 위해 2단계로 구성된 분석 모형을 통해 정부 연구개발 투자의 특성과 기업의 특성에 대해 동시에 살펴보고자 한다. 예를 들어 이번 정부의 가장 큰 국정과제 중 하나인 ‘저탄소 녹색성장’이 연구개발을 통해서 어

5) 중앙일보 2011년 9월 15일자, 국가 R&D 투자 지역편중 심화...광주·전남 최하위권,
전자신문 2011년 10월 5일자, 강창일 “국가 R&D 지원사업 대기업에 몰아주기 심각”,
시사온 2012년 10월 3일자, 민주통합 유기홍 “국가 R&D 대기업 편중 심각” 등

떻게 구현되고 있는지에 대한 단초를 얻을 수 있을 것이다. 이러한 과정을 통해 정부 연구 개발 투자 분석 및 평가의 프레임워크를 제안하고, 향후 올바른 정책 개발 및 집행을 위한 근거 자료를 제공할 수 있을 것이다.

2. 연구의 목적 및 내용

(1) 연구의 목적

본 연구의 목적은 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다.

우선 민간 기업에 대한 정부의 연구개발 투자가 어떠한 특성을 가지고 있는지 분석하였다. 달리 표현하자면, 어떤 기업들이 정부의 투자를 받았는지를 규명하고자 하는 것이다. 그러나 단순히 A 기업이 B 기업에 비해 투자를 많이 받았음을 밝히는 데 그치는 것이 아니라, 그 투자가 어떤 정책 목표를 달성하기 위한 투자였는지를 함께 살펴보았다. 이를 통해 정부의 정책 목표가 어떤 형태로 구현되고 있는지, 정책 기획과 집행 사이에 격차가 있는지 논의하였다.

다음으로 정부 연구개발 투자가 민간 연구개발 투자에 대해 보완 혹은 대체 효과를 가지는지 분석하였다. 기존 연구와의 차별성을 확보하기 위해 정부 투자를 받은 기업들에 대비해, 정부 투자를 받지 못한 기업들을 대조군으로 선정하는 방법을 도입함으로써 정부 투자의 순수한 효과만을 분리해 냈다. 그리고 첫 번째 목적의 연장선상에서 정부 투자의 특성과 기업의 특성을 함께 분석하였다. 이를 통해 정부 연구개발 투자를 회고적으로 분석·평가하는 프레임워크를 제안하고, 향후 정책 목표 달성을 위해 나아가야 할 방향을 제시하였다.

(2) 연구의 주요 내용

연구 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 연구를 수행하였다.

민간 기업에 대한 정부 연구개발 투자의 특성을 분석하기 위해서 정부 연구개발 투자 현황 및 성과에 관련된 자료들을 수집·분석하였다. 그리고 정부 연구개발 투자의 특성과 기업의 특성을 함께 분석하기 위한 패널 데이터를 구축하였다. 패널 데이터에는 정부 연구개발 투자 자료(국가연구개발사업 조사·분석 자료), 민간 연구개발 투자 자료(과학기술 연구개발활동조사), 기업 재무정보 등을 포함하였다.

정부 연구개발 투자의 양적 규모와 함께, 투자의 속성(과제의 특성, 기업의 특성 등)을 심층적으로 분석하기 위해 확률 효용 이론(random utility theory)과 이산 선택 모형(discrete choice model)을 활용하였다. 이런 이론들은 소비자의 선택을 분석하기 위해 주로 활용되는 방법론들이다. 즉, 본 연구에서는 정부의 투자 행위를 소비자의 선택 행위와 동일한 맥락에서 설명하고자 하였다. 즉, 소비자가 제품이나 서비스를 선택하여 비용을 지불하고 구매하듯이, 정부는 기업을 선택하여 연구개발 투자액을 지불한다고 본 것이다. 소비

자가 개인적 욕구를 만족시키기 위해 제품·서비스를 구매하듯이, 정부는 정책 목표를 달성하기 위해 기업에 투자를 한다. 본 연구를 통해 정부의 정책 기조 및 사업 목적과 실제 투자 사이의 정합성을 분석하고, 정부 연구개발 투자의 편중 현상이 실재하는지 규명할 수 있다.

다음으로 정부 연구개발 투자의 민간 연구개발 투자에 대한 보완 및 대체 효과를 규명하였다. 기존의 연구 결과들이 서로 다른 결론을 도출하게 된 이유를 분석하고, 우리나라의 연구개발 환경 및 기업 실정을 반영하는 계량 분석 모형을 제안하였다. 이 과정에서도 투자의 속성(과제의 특성, 기업의 특성 등)을 모두 포함하여 분석을 수행하였다. 정부 투자의 효과를 정확히 분리하기 위해 성향점수를 활용하여 대조군을 형성하는 방법을 적용하였다. 자료의 특성을 정확하게 분석하기 위해 종속변수와 독립변수를 여러 가지로 조정하고, 단순회귀모형에서 혼합형 로짓 모형에 이르기까지 다양한 방법론을 적용하였다. 정부 연구개발 투자의 민간 연구개발 투자 보완·대체 효과 규명을 통해 정부 연구개발 투자의 정책적 당위성을 확보할 수 있다.

마지막으로 기업에 대한 설문조사를 통해 계량 분석 결과와 기업의 현실적 측면을 비교해 보았다. 기업이 체감하는 정부 연구개발 투자의 효과에 대해 검토해 보고, 정부 연구개발 투자가 기업의 연구개발 전략에 어떻게 영향을 미치는지 기업의 목소리를 들어보았다.

제2절 연구의 방법 및 구성

1. 연구의 방법

정부 연구개발 투자에 대한 연구는 다수 이루어져 왔다. 본 연구의 차별성과 독창성을 확보하기 위해 선행 연구에 대한 문헌 조사를 수행하였다. 선행 연구 중에서 본 연구와 밀접한 관계를 가지는 연구에 대해서는 상세하게 다루었다. 기존 연구들이 안고 있는 문제점과 한계를 파악하여 본 연구를 통해 해결하고자 노력하였다.

소비자 선호와 확률 선택 모형, 성향점수매칭을 활용하여 대조군을 형성하는 방법, 계량 분석 방법론 등에 대한 이론 연구도 병행하였다. 우리나라의 연구개발 환경을 가장 잘 묘사하는 방법론을 적용하기 위해 다양한 가능성을 타진하였다. 정부 연구개발 투자의 외연뿐만 아니라 내적 속성까지 파악하기 위해 다양한 방법론을 모색하였다.

분석 자료는 정부의 연구개발 투자 자료, 기업의 재무정보 등을 다양하게 활용하였으며, 자료들을 서로 연결하여 활용도를 높이고자 하였다. 누락된 정보를 채우기 위해 다양한 경로로 자료를 확보하였다.

계량 분석 결과를 바탕으로 현상을 진단하였으며, 계량 분석만으로 파악하기 힘든 기업의 사정을 청취하기 위해 설문조사를 수행하였다. 정부 연구개발 투자 수혜에 관한 일선 기업의 목소리를 들어보았다. 최종적으로 정부 연구개발 투자 정책에 도움이 되고자 정책적 시사점을 제안하였다.

정부 연구개발 투자의 속성을 분석하는 과정에서는 정부 정책과 기업 특성 간의 상관관계를 규명하기 위해 다양한 가설을 설명할 수 있는 독립변수들을 사용하였다. 연구범위 측면에서는 녹색, 신성장 등 정부의 주요 정책목표와 연관된 정부 연구개발 투자를 대상으로 하여 정책과 투자 간의 정합성 위주로 검토하고자 하였다.

정부 연구개발 투자와 민간 연구개발 투자 사이의 보완·대체 효과에 대한 기존 연구는 분석 대상 및 방법에 따라 상이한 결과를 도출하고 있다. 따라서 본 연구에서는 연구범위를 구체화하고 기존 연구와의 차별성을 확보하여, 정책적 함의를 도출할 수 있는 유의미한 분석 결과를 얻고자 하였다.

2. 연구의 구성

본 연구는 두 부분으로 구성되어 있다.

제2장에서는 정부 연구개발 투자와 기업의 특성을 분석하였다. 정부 연구개발 투자를 받은 기업들이 어떠한 속성을 가지고 있는지 규명하기 위하여 이산 선택 모형을 활용하여 계량모형을 수립하고 분석을 수행하였다.

제3장에서는 정부 연구개발 투자와 기업의 자체 연구개발 투자 사이의 관계를 분석하였다. 정부 연구개발 투자의 효과를 분리해 내기 위해 실험군과 대조군을 설정하였다. 이 과정에서 성향점수를 이용한 매칭기법을 적용하였다. 2단계 추정을 위해 계량 모형을 수립하고, 분석을 수행하였다. 계량분석 결과의 시의성을 검증하기 위해 기업들을 대상으로 설문조사를 수행하였다.

제2장

정부 연구개발 투자와 기업의 특성

제1절 추진전략

1. 배경 및 필요성

정부 연구개발 투자와 관련된 연구 중 상당수는 정부 투자의 효율성과 효과성 측면에서 접근하고 있으며, 특히 정부 연구개발 투자가 민간기업의 자체 연구개발 투자를 보완하는지, 대체하는지에 대한 연구가 많이 이루어졌다. 본 연구의 최종적인 목적 역시 정부 연구개발 투자의 보완·대체 효과를 규명하는 것이다.

본 절에서는 정부 연구개발 투자의 보완·대체 효과를 검증하기에 앞서, 정부 연구개발 투자를 받은 기업들이 어떠한 특성을 가지고 있는지, 즉, 어떤 특성을 가진 기업들이 정부의 연구개발 투자를 많이 받았는지를 검증하고자 하였다. 정부가 정책 수단을 사용하여 정책적 목표를 달성하는 과정은 결과 못지않게 중요하다. 따라서 본 절에서는 정부 투자가 기업으로 연결되는 구조를 살펴보고, 이 구조가 정부의 정책과 일관된 맥락에서 구성되었는지 알아보려고 한다.

본 연구에서는 정부의 연구개발 투자 행태를 소비자의 제품 구매 행태와 동일한 맥락에서 이루어지는 것이라고 보았다. 즉, 소비자가 효용을 극대화하는 방향으로 제품이나 서비스를 구매하듯이, 정부도 정책 목표 달성을 최대화하는 방향으로 연구개발 투자를 할 것이라고 본 것이다. 이런 접근방식의 장점은 소비자의 선택 문제를 해결하는 데 사용되는 다양한 방법론, 특히 본 연구에서 선택한 확률 선택 모형(probabilistic choice model)과 이산 선택 모형(discrete choice model)을 사용할 수 있다는 것이다. 확률 선택 모형에서는 소비자의 선택이 효용 함수를 극대화하는 방향으로 이루어진다고 가정하고 있으며, 소비자의 선택 결과를 바탕으로 효용 함수의 형태를 추정해 낸다. 이러한 방법론을 본 연구에 적용하면, 정부 연구개발 투자가 이루어진 패턴을 바탕으로, 정부의 정책이 어떻게 구현되었는지 역으로 추정해 볼 수 있다. 본 연구에서는 확률 선택 모형 중에서도 선택지가 순서형 이산형 변수의 형태를 가지는 순서형 프로빗 모형을 사용하여 계량 분석을 수행하였다.

이를 통해 정부가 중점적으로 추진한 주요 정책, 예를 들어 저탄소 녹색성장이나 중소기업 육성과 같은 국정과제들이 실효성 있게 추진되었는지를 살펴보았다. 정부가 표면적으로는 중소기업을 지원하겠다고 하면서 실제로는 대기업에 더 많은 연구비를 투자한

것은 아닌지, 기초연구에 대한 지원을 늘리겠다고 하였는데 과연 기업에 기초연구 투자가 얼마나 되었는지 등을 검증해 보았다. 정부 연구개발 투자의 특성을 반영하기 위해 순서형 프로빗 모형(ordered probit model)을 사용하였으며, 국가연구개발사업 조사·분석 자료를 바탕으로 과제 수준에서 분석을 수행하였다. 정부의 투자 특성과 기업의 특성을 동시에 고려하기 위해 조사·분석 자료와 한국신용평가의 기업 재무정보를 연결하였다.

2. 선행연구

(1) 기업의 특성과 연구개발 투자

기업의 특성과 연구개발 투자 사이의 관계를 규명한 연구로는 유승훈 (2003), 조가원 (2010), 유민화 (2006), Hirschey et al. (2012) 등이 있다. 유승훈 (2003)은 R&D Scoreboard를 분석하여, 벤처기업일수록, IT 분야 기업일수록, 외국인 지분비율이 높을수록, 재정자립도가 높을수록, 매출액이 클수록, 종업원 수가 많을수록 연구개발 투자를 많이 한다는 것을 규명하였다. 그러나 연구개발 집약도(매출액 대비 연구개발 투자 비율)는 매출액이 작을수록, 종업원 수가 많을수록 큰 것으로 나타났다. 조가원 (2010)은 2008년 기술혁신조사(KIS 2008) 결과를 바탕으로 정부의 연구개발 지원 여부와 기업 특성 간의 관계를 프로빗 모형을 통해 분석하였다. 기업 규모, 업력, 수출비중, 벤처 지정, 이노비즈 지정, 연구소 및 전담부서, 연구개발인력 비중 등의 특성이 정부 지원과 상관이 있는 것으로 나타났다. 또한 산업별 특성 및 지역별 특성 또한 분석의 대상에 포함되었다. 유민화 (2006)는 정부 연구개발 투자를 받는 기업들의 특성을 규명하여, 벤처기업 인증, 연구개발기획 전담부서 보유, 연구개발 인력 수 등이 투자 규모에 영향을 미친다는 것을 밝혔다. 그리고 정부 연구개발 투자를 받은 이후의 대응 방안이 기업의 특성과 관계를 가지는지를 밝혔다. 기업의 대응 방안을 종속변수로 둔 분석 결과, 연구개발 집약도가 높은 기업, 대기업, 해외 연구개발센터를 보유한 기업, 벤처기업일수록 자체 R&D를 줄이는 것으로 나타났다. Hirschey et al. (2012)은 기업의 특성 및 기업이 속한 산업의 특성에 따라 연구개발 투자 규모가 결정된다는 아이디어를 검증하기 위하여 산업에 속한 기업의 수, 광고비, 주식 가격 등의 독립변수들이 연구개발 투자에 미치는 영향을 분석하였다. 산업별로 다르기는 하지만 연구개발 투자가 기업의 지출 중에서 차지하는 비율은 점점 높아지고 있으며, 광고비나 자본 투자에 비해 2배 이상 높은 증가율을 보이고 있다. 연구개발 투자의 총액은 정부보다 민간 기업에 의해 결정되고 있으며, 특히 소규모의 연구개발 집약적 기업들에서 증가가 두드러진다. 산업 분야 간 연구개발 투자 규모의 차이 중 2/3은 기업 자체 특성과 무관한 산업 특성으로 설명할 수 있으며, 3%만이 기업 특성(기업 규모, 레버리지, 이윤 등)으로 설명 가능한 것으로 나타났다.

이 중 유승훈 (2003)과 조가원 (2010)의 연구는 이번 연구와 밀접한 연관을 가지므로 조금 더 상세하게 살펴보고자 한다.

(2) 기업의 연구개발 투자 결정 요인

유승훈 (2003)은 기업의 자체 연구개발 투자를 결정하는 요인들을 분석하였다. 이 과정

에서 연구개발 투자를 전혀 하지 않는 기업들을 함께 분석 대상에 포함시킴으로써 일반적인 기업의 경우로 논의를 확장하였다. 자체 연구개발 투자 규모를 종속변수로 할 때, 연구개발 투자를 하지 않는 기업의 경우 종속변수가 0의 값을 가지게 되므로, 0을 기준으로 잘린 형태의 자료를 분석하기에 적합한 토빗 모형 (tobit model)을 사용하였다.

$$y_i^* = x_i' \beta + u_i$$

$$y_i = \max \{y_i^*, 0\} = \max \{x_i' \beta + u_i, 0\}$$

특히, 정규성 및 동분산 가정이 성립되지 않을 경우를 대비하여 준모수적 토빗 모형을 적용하였다. Powell (1986)이 제안한 STLS 추정법에 따르면, 특이값(outlier)이 존재하는 상황에서도 강건한 추정치(robust estimator)를 얻을 수 있다.

$$\hat{\beta}_{STLS} = \arg \min_{\beta \in B} \sum_{i=1}^T I(x_i' \beta > 0) [\min(y_i, 2x_i' \beta), x_i' \beta]^2$$

독립변수로는 매출액과 종업원 수, IT 분야의 기업인지 여부, 벤처기업인지 여부 등을 포함하였다. 특히 매출액(C_{sale})과 종업원 수($Labor$)가 연구개발 투자(RDE , R&D Expenditure)에 미치는 탄력도를 다음과 같이 산출하였다.

$$\eta_{sale} = \frac{C_{sale}}{RDE} \frac{\delta RDE}{\delta C_{sale}}$$

$$\eta_{labor} = \frac{Labor}{RDE} \frac{\delta RDE}{\delta Labor}$$

분석 자료는 한국판 R&D Scoreboard에 포함된 190개 기업을 대상으로 하였으며, 단년도 자료로 분석을 하였다. 분석 결과, 벤처기업일수록, IT 분야 기업일수록, 외국인 지분 비율이 높을수록, 재정자립도가 높을수록, 매출액이 클수록, 종업원 수가 많을수록 연구개발 투자를 많이 하는 것으로 분석되었다. 그러나 연구개발 집약도(매출액 대비 연구개발 투자 비율)는 매출액이 작을수록, 종업원 수가 많을수록 큰 것으로 나타났다. 마지막으로 매출액과 종업원 수의 연구개발 투자에 대한 탄력도를 산출한 결과, 두 경우 모두 양의 값을 가지는 것으로 나타났다. 그러나 매출액의 탄력도가 종업원 수의 탄력도에 비해 두 배 이상 높은 값을 가지는 것으로 나타났다. 즉, 매출액과 종업원 수는 모두 연구개발 투자를 증가시키는 효과를 가지지만, 매출액의 영향이 더 크다고 할 수 있다.

<표> 연구개발 투자의 매출액 및 종업원 수 탄력성

		모든 관측치	양의 지출 관측치
연구개발 투자의 매출액 탄력성	대기업	1.9330	1.9152
	중소기업	8.2897	6.5921
연구개발 투자의 종업원 수 탄력성	대기업	0.8502	0.8334
	중소기업	1.8633	1.4585

유승훈의 연구에서는 연구개발 활동을 하지 않는 기업을 연구에 포함시키고, 끝이 잘린 형태의 자료를 처리하기 위해 토빗 모형을 사용하였다. 또한 탄력도 개념을 도입하여 독립변수가 한 단위 변할 때 종속변수의 변화량의 차이를 규명함으로써, 독립변수들 간의 중요도를 간접적으로 확인할 수 있게 하였다. 동 연구의 계량적 접근방법과 탄력도 개념은 이번 연구에 일부 활용하였다.

(3) 기업의 특성과 정부 연구개발 지원

조가원 (2010)은 기업의 특성과 정부 연구개발 지원 사이의 관계에 대해 분석하였다. 정부 지원을 받았는지($y=1$) 혹은 받지 않았는지($y=0$) 여부가 기업의 특성에 따라 어떻게 결정되는지를 프로빗 모형(probit model)로 분석하였다. 2008년도 기술혁신활동조사에 포함된 2,854개 기업을 대상으로 분석을 수행한 결과는 다음과 같다. 정부 지원 수혜 기업은 전체의 21.2%이며, 지원을 받지 못한 비수혜기업은 78.8%였다.

<표> 수혜기업과 비수혜기업의 기초통계량

	수혜기업(A)	비수혜기업(B)	차이(A-B)
기업 규모(종업원 수)	463.03	118.61	344.42
기업 연혁	18.87	14.54	4.33
매출액	264538.6	46235.6	218303.0
수출 비중	0.21	0.08	0.13
외국인 직접투자 비중	0.0004	0.0018	0.0014
벤처 지정	0.29	0.07	0.22
이노비즈 지정	0.42	0.08	0.34
연구소 또는 전담부서	0.88	0.25	0.63
연구개발 인력 비중	0.11	0.02	0.09
그룹계열사	0.19	0.08	0.11
노조 유무	0.28	0.11	0.17
특허등록수	82.05	9.83	72.22

수혜기업과 비수혜기업의 기초통계량을 살펴보면, 기업 규모, 매출액 등 주요 지표뿐만 아니라 대부분의 지표들에서 큰 차이를 보이고 있음을 확인할 수 있다.

프로빗 모형을 이용한 추정식 및 추정 결과는 다음과 같다.

$$P(subsidy = 1|X) = \Phi(X\beta_0)$$

기업의 규모(종업원 수)가 클수록, 수출 비중이 높을수록, 벤처기업이나 이노비즈 기업으로 지정된 기업일수록, 연구소나 전담부서를 보유한 기업일수록, 연구개발 인력의 비중이 높을수록, 노조를 보유한 기업일수록 정부 지원을 수혜 받을 확률이 높아진다. 산업별, 지역별 분석 결과 화학 및 자동차 분야, 대경권 및 부경권의 수혜 확률이 높은 것으로 나타났다.

<표> 기본 변수에 대한 추정 결과

	한계효과	p-value	변수 평균
기업 규모(종업원 수)	0.0000254	0.024	183.17
기업 연혁	0.0002546	0.14	15.3493
수출 비중	0.0883943	0	0.101022
벤처 지정	0.0858862	0	0.111072
이노비즈 지정	0.1940493	0	0.147512
연구소 또는 전담부서	0.2372703	0	0.365802
연구개발 인력 비중	0.3194386	0	0.0399393
그룹계열사	0.0399784	0.063	0.098108
노조 유무	0.0568565	0.003	0.144709
특허등록수	-0.00000481	0.785	23.3721
표본 확률	0.1874562		
예측 확률	0.1061635		

조가원의 연구는 정부의 지원을 받는 기업들의 특성을 규명함으로써, 정부의 정책적 지원이 어떻게 전개되고 있는지 계량적으로 풀어냈다는 데 의의가 있다. 그러나 정부 지원의 수혜 여부만을 대상으로 분석하여, 정부 지원의 규모나 과제의 성격 등을 반영하지 못했다는 한계를 가진다. 또한, 정부 지원 수혜기업과 비수혜기업 간의 기초통계량이 지나치게 차이가 나고 있어, 분석의 대상을 잘못 선정했다는 비판의 소지가 있다. 즉, 정부 지원 여부 이외에 두 그룹 간의 차이를 결정짓는 더 큰 요인의 존재를 간과했을 가능성이 있다는 것이다.

실험군과 대조군 사이의 기초통계량 차이는 정부 지원의 효과를 분석하고자 하는 연구에서 흔히 발생하는 문제점이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 제안된 방법론 중 하나가 본 연구에서 추후에 언급할 매칭을 이용한 대조군 설정 방법이다.

제2절 연구 방법 및 분석 자료

1. 순서형 프로빗 모형

(1) 이산 선택 모형

확률 효용 이론(random utility theory)이란, 소비자가 제품 선택을 통해 느끼는 효용의 크기가 확률 효용 함수(random utility function)의 형태를 따르며, 효용의 값은 선택한 대안에 따라 결정된다는 이론이다. 소비자의 선택은 결국 이러한 효용 함수의 값을 최대화하는 대안으로 귀결된다는 것이 확률 선택 모형(probabilistic choice model)이며, 특히 대안을 이산형 변수(discrete variable)의 형태로 나타낼 수 있을 때의 확률 선택 모형을 이산 선택 모형(discrete choice model)이라 한다. 일반적으로 확률 효용 함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다(최열·김종성, 2003).

$$U_{it} = V_{it} + \epsilon_{it} = V(X_i + S_t)$$

U_{it} : 소비자 t 가 대안 i 로부터 얻는 총효용

V_{it} : 측정 가능한 객관적 효용(representative utility)

ϵ_{it} : 측정 불가능한 확률적 효용(random utility)

X_i : 대안 i 의 속성

S_t : 소비자 t 의 속성

즉, 소비자가 대안 선택을 통해 얻는 효용은 대안의 속성과 소비자 개인의 속성에 따라 결정되며, 측정 가능한 부분과 측정 불가능한 부분으로 나뉜다. 즉, 확률 선택 모형에서는 대안의 품질 뿐만 아니라, 소비자 행동의 확률적 의미까지 고려하게 되므로, 소비자의 선택 행태에 대해 보다 정확한 분석과 추정이 가능하다는 장점이 있다. 소비자가 대안 i 를 선택하는 경우는 i 를 선택할 때의 효용이 극대화되는 경우이다. 따라서 소비자 t 가 대안 i 를 선택할 확률은 다음과 같다.

$$P_{it} = \Pr[U_{it} > U_{jt}, i \neq j, i, j \in A]$$

대안의 수가 한정되어 있는 경우, 대안들이 상호배반적(mutually exclusive)인 경우, 가

능한 대안이 모두 포함된 경우에만 유효하다.

(2) 순서형 프로빗 모형

Lio (1994)와 Boroaah (2002)는 다항 로짓 모형(multiple Logit model)이 종속변수의 순위 특성을 제대로 반영하지 못할 경우 순서형 로짓 모형(ordered logit model)이나 순서형 프로빗 모형(ordered probit model)과 같은 순서형 분석 모형을 사용하라고 권하고 있다. 현실에서 관측되는 선택의 문제들의 상당 부분은 연속적이거나 이산적인 특성 이외에 서수적(ordinal) 특성을 가지고 있는 경우가 많으며, 이 경우 순서형 분석 모형이 유의하다.

본 연구에서는 순서형 분석 모형 중 순서형 프로빗 모형을 사용하였다. 종속변수인 정부 연구개발 투자는 0보다 큰 연속형 변수의 형태로 나타나지만, 실제로 정부의 투자는 해당 사업의 규정에 따라 정해진 규모로 지원되는 경우가 대부분이다. 따라서 본 연구에서는 정부 연구개발 투자 규모를 몇 개의 구간으로 나누고, 기업의 특성과 사업의 특성이 변함에 따라 각각의 구간에 속할 확률이 어떻게 달라지는가를 관찰하고자 하였다.

순서형 프로빗 모형의 기본 구조는 다음과 같다(최열·김종성, 2003). 관측되지 않는 효용값 y^* 은 독립변수들의 함수로 나타난다. 이 y^* 를 구간별로 나누어 관측 가능한 종속변수 y 로 변환한 뒤, 독립변수들의 계수인 β 와 한계값(threshold)인 μ_j 를 추정하게 된다.

$$y^* = \beta X + \epsilon$$

$$y = 0, y^* \leq \mu_0$$

$$y = 1, \mu_0 < y^* \leq \mu_1$$

⋮

$$y = n, \mu_{n-1} < y^*$$

위 모형을 통해 μ_j 와 β 값을 추정할 수 있으며, 이 추정치를 활용하여 종속변수가 각 구간에 속할 확률을 다음과 같이 구할 수 있다(김봉태, 이남수; 2008).

$$\begin{aligned} \text{Prob}(y=j) &= \text{Prob}(\mu_{j-1} < y^* \leq \mu_j) \\ &= \text{Prob}(\mu_{j-1} < \beta X + \epsilon \leq \mu_j) \\ &= \text{Prob}(\mu_{j-1} - \beta X < \epsilon \leq \mu_j - \beta X) \end{aligned}$$

순서형 프로빗 모형에서는 오차항의 정규분포를 가정하므로, 위의 확률은 다음과 같이

누적확률함수를 사용하여 나타낼 수 있다.

$$\text{Prob}(y=j) = \Phi(\mu_j - \beta X) - \Phi(\mu_{j-1} - \beta X)$$

각 구간에 속할 확률에 대한 각 변수들의 한계효과를 구하기 위해서는 위의 확률을 변수들에 대해 편미분하면 된다. 따라서, 각 변수들의 한계효과는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{\delta \text{Prob}(y=j)}{\delta x_k} &= \frac{\delta [\Phi(\mu_j - \beta X) - \Phi(\mu_{j-1} - \beta X)]}{\delta x_k} \\ &= [\phi(\mu_{j-1} - \beta X) - \phi(\mu_j - \beta X)]\beta_k \end{aligned}$$

2. 변수 정의 및 분석 자료

(1) 변수 정의

종속변수는 과제에 투입된 정부 연구개발 투자액을 순서형 범주형 변수(ordinal categorical data)로 바꾸어 사용하였다. 정부 연구개발 투자액은 연속형 변수(continuous data)에 가까운 형태로 이루어져 있으나, 본 연구에서는 적절한 수준으로 분리된 순서형 범주형 변수로 변환하여 사용하는 것이 연구의 목적을 달성하기에 더 적합하다고 판단하였다. 실제로 정부 연구개발 투자 규모는 연속형으로 결정되기보다는 사업에서 정한 규정에 따라 일정 규모의 범주형으로 주어지는 경우가 더 많기 때문이다. 변수의 변환을 위해서 구간을 선정하였다. 각각의 구간은 중소기업 평균 과제비(2.25억원), 기업 평균 과제비(3.88억원), 대기업 평균 과제비(15.28억원)가 중간값이 되도록 설정하였다. 즉, 1.13억원 이하의 과제비가 투입된 경우 ‘정부R&D투자’ 변수를 0으로 변환하였다. 동일한 방식으로 종속변수를 0에서 3까지의 순서형 범주형 변수로 변환하였다.

독립변수는 세 부류(과제 및 사업 특성, 기업 특성, 교차항)로 나누었다. 본 연구의 목적은 정부연구개발투자를 받는 기업들의 특성을 분석하는 것뿐만 아니라, 정부의 연구개발 정책이 어떠한 경로를 거쳐 어떠한 형태의 투자로 발현되는가를 함께 분석하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 기업 특성뿐만 아니라, 과제의 특성, 나아가 사업의 특성까지 함께 고려하고자 하였다.

우선 해당 과제 및 사업의 특성을 반영하기 위한 변수를 도입하였다. 해당 과제의 속성을 반영하는 변수로 연구개발단계(기초연구, 응용연구, 개발연구), 기술수명주기(도입기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기), 미래유망기술(6T) 여부를 가변수로 도입하였다. 이 변수들은 과제가 해당 속성을 가질 경우 1의 값을, 아닐 경우 0의 값을 가지게 된다. 이러한 변수들을 통해 정부의 기초연구비가 어떤 기업으로 흘러갔는지, 성숙기에 도달한 기술들에 관한 연구는 어떤 기업들에 의해 수행되었는지를 파악할 수 있다.

그리고 해당 과제가 속한 사업의 특성을 반영하기 위해 신성장동력 비율과 녹색기술 비율을 도입하였다. 신성장동력 창출과 저탄소 녹색성장은 정부의 가장 중요한 정책 목표들이다. 본 연구에서는 이러한 정책 목표들이 국가연구개발사업 및 과제를 통해 어떻게 구현되는지 분석하고자 하였다. 이를 위해 해당 과제가 속한 사업의 총사업비 중에서 신성장동력 및 녹색기술 분야에 지원되는 사업비의 비율을 독립변수로 도입하였다. 즉, 녹색기술 비중이 높은 사업의 과제들이 대기업에 많이 투자되었다면, 정부의 저탄소 녹색성장 기조가 대기업을 통해 발현되고 있는 것으로 볼 수 있다.

다음으로 과제를 수행하는 기업의 특성을 나타내기 위해 기업 규모, 소재지, 매출액, 연구개발 집약도(매출액 대비 연구개발비 비율), 벤처기업 지정 여부, 외국인 투자 여부를 도입하였다. 기업 규모는 대기업과 중소기업의 두 가지 값을 가지는 더미 변수로 설정하였다. 소재지는 수도권, 대전, 지방의 세 범주로 분류하였다. 매출액과 연구개발 집약도는 연속적 값을 가지는 변수이며, 벤처기업 여부와 외투유치 여부는 더미 변수이다.

그리고 마지막으로 과제 및 사업의 특성과 기업의 특성 간의 교차항을 도입하였다. 교차항 중에서는 기업 규모와 연관 있는 교차항만을 남겼다. 독립변수들에 대한 사전 분석 결과 기업 규모 이외의 기업 특성 변수들은 교차항으로서의 의미를 갖지 못하는 것으로 나타났다. 종속변수와 독립변수에 대한 정의 방법은 <표>에 제시하였다.

<표> 계량분석을 위한 변수 정의

변수		변수 정의	
종속 변수	정부 투자비	1.13억원 이하=0, 1.13~3.07억원=1, 3.07억원~9.58억원=2, 9.58억원 초과=3	
독립 변수	과제 특성	연구개발단계	기초기술=1, 응용기술=2, 개발기술=3, 기타=4
		기술수명주기	도입기=1, 성장기=2, 성숙기=3, 쇠퇴기=4, 기타=5
		신성장동력	과제가 속한 사업의 신성장동력 비율
		녹색기술	과제가 속한 사업의 녹색기술 비율
		미래유망기술(6T)	비6T=1, 6T=2
	기업 특성	기업 규모	대기업=1, 중소기업=2
		소재지	수도권=1, 지방=2, 대전=3
		매출액	log(매출액)
		연구개발 집약도	연구개발비/매출액
		벤처기업	비벤처기업=1, 벤처기업=2
		외투 여부	외투 유치=1, 외투 비유치=2
	교차항	신성장동력*규모	
		녹색기술*규모	
		연구개발단계*규모	
		6T*규모	

(2) 분석 자료

데이터는 2009년도 국가연구개발사업 조사·분석 자료를 사용하였다. 특정 시점의 단년도 자료를 사용한 점에 대해 몇 가지 문제점이 존재할 수 있다. 우선 단년도의 투자 행태가 정부의 투자 행태를 평균적으로 보여줄 수 있는가 하는 것이다. 매년 발행되는 국가연구개발사업 조사·분석 보고서를 살펴보면 정부의 연구개발 투자 패턴이 급격히 달라지지 않으므로, 이 문제는 그다지 크지 않을 것으로 보인다.

그리고 2008년도의 글로벌 금융위기 이후에 정부와 민간 기업의 연구개발 활동이 왜곡되었을 것으로 예상할 수 있는데, 2009년도의 정부 투자 자료가 이를 충분히 반영할 수 있는가 하는 문제도 제기할 수 있다. 실제로 2009년도에는 민간 기업이 연구개발 투자가 확연히 줄어드는 것을 볼 수 있다. 이 문제는 오히려 기회로 생각해 볼 수 있다. 즉, 2009년도의 정부 투자를 기준으로 이전과 이후의 민간 연구개발 투자 추이를 살펴봄으로써 정부 투자의 효과를 더욱 확실하게 볼 수 있을 것으로 기대된다.

마지막으로 단년도의 정부 투자만을 대상으로 분석을 한다면 정부 투자(결과)와 기업 특성(원인) 사이의 인과관계가 역전되어 나타날 가능성도 있다. 즉, A라는 특성을 가진 기업이 정부 투자를 받은 것이 아니라, 여러 해 동안 정부 투자를 받았기 때문에 A라는 특성을 가지게 되었을 수도 있는 것이다. 이 문제는 향후 연구를 통해 해결해야 할 문제이다. 즉, 다년간의 정부 연구개발 투자 패턴을 종합하여 연구개발 스톡 개념으로 접근할 필요가 있을 것이다.

(3) 분석 자료 개요

2009년도에 국가연구개발사업으로 지원된 과제 중 기업에 지원된 과제는 총 7,914개(연구비 2조 8,131억원)였다. 이 중 자체적으로 연구소나 연구조직을 보유한 기업들이 수행한 과제 6,392개를 선별하여 한국신용평가의 기업 재무정보와 연결하였다. 재무정보 중 매출액 항목이 누락되거나 이상한 값으로 입력된 1,471개 과제를 제외하고, 최종적으로 4,921개 과제(연구비 2조 2,424억원)를 분석 대상으로 선정하였다. 기업 수 기준으로는 총 2,978개의 기업이 포함되었으며, 이 중 대기업이 217개, 중소기업이 2,761개였다.

제3절 연구 결과

1. 추정 결과

(1) 추정 결과 (ordered probit model)

순서형 프로빗 모형을 사용한 분석 결과를 요약하여 <표>에 제시하였다. 더미 변수에 대한 분석 결과는 <표>에 포함된 변수와 포함되지 않은 변수 간의 상대적 차이로 해석한다. 즉, 연구개발단계의 경우는 기초연구를 기준으로 해석하면 되는데, 개발기술의 추정 계수(1.1955)가 양수로 나타났고 통계적으로도 유의미하므로, 개발기술이 기초기술에 비해 상대적으로 높은 구간의 연구비를 수혜하고 있음을 나타낸다. 이는 대학과 출연연구소에 기초연구를 투자하고, 기업에 개발연구를 투자한다는 정부의 정책방향과 일치하는 결과이다. 기술수명주기 중에서는 성장기와 기타가 유의미하게 나타났다. 정부 연구개발 투자가 성숙기와 쇠퇴기의 기술에 투자되지 않는 것은 바람직하나, 기술적 불확실성이 큰 도입기 기술보다 성장기 기술에 대해 대규모 투자가 이루어진 것으로 나타났다. 이는 정부가 기술적 불확실성과 위험도를 고려한 과감한 투자를 하지 못하였음을 의미한다. 신성장동력과 녹색기술의 효과는 모두 유의미하게 나타났다. 그러나 이번 정부에서 가장 역점을 두어 추진한 녹색기술의 효과는 음으로 나타났다. 이는 사업 중에서 녹색기술이 차지하는 비율이 높을수록 투자가 소규모로 이루어졌음을 의미한다.

기업의 특성을 나타내는 변수 중에서는 기업 규모, 매출액, 연구개발 집약도, 벤처기업 지정 등이 유의미한 효과를 가지는 것으로 나타났다. 즉, 매출액이 클수록, 연구개발 집약도가 클수록, 벤처기업으로 지정된 기업일수록 높은 구간의 연구비를 수혜하였다. 기업 규모 측면에서는 중소기업이 상대적으로 적은 연구비를 받은 것으로 나타났다. 이는 자료에 대한 기초 통계 측면에서도 충분히 예상 가능한 분석 결과이다. 기업의 소재지는 수도권과 지방, 대전 간에 유의미한 차이가 발견되지 않았다.

교차항에 대한 분석 결과, 중소기업일수록 신성장동력과 녹색기술 분야의 투자를 많이 받은 것으로 나타났다. 미래유망기술(6T) 분야 역시 중소기업에 대한 투자가 많았다. 즉, 정부에서 역점을 두어 추진한 주요 정책들(신성장동력 발굴, 녹색성장, 미래유망기술 발굴, 중소기업 육성) 간의 정합성을 확인할 수 있다. 그러나 개발연구와 중소기업의 교차항은 음의 효과를 가지는 것으로 나타났다. 이는 실용화와 상용화를 염두에 둔 개발연구

에 대한 투자가 중소기업보다 대기업에 많이 지원되고 있다는 것을 의미한다.

<표> 추정 결과 (ordered probit model)

독립변수	변수값	Value	Std. Err	t value	p value	
연구개발단계	응용연구	0.30866	0.37406	0.8251	0.4093	
	개발연구	1.19553	0.3005	3.9785	0.0001	***
	기타	1.26392	0.38519	3.2813	0.001	**
기술수명주기	성장기	0.16381	0.0774	2.1164	0.0344	*
	성숙기	0.0935	0.12837	0.7284	0.4664	
	쇠퇴기	-0.91063	1.25693	-0.7245	0.4688	
	기타	-1.79694	0.10525	-17.0728	0	***
신성장동력		1.17585	0.2443	4.8131	0	***
녹색기술		-1.11465	0.18718	-5.955	0	***
미래유망기술(6T)		0.08496	0.18189	0.4671	0.6405	
기업 규모 (대기업 기준)	중소기업	-1.05818	0.41661	-2.54	0.0111	*
소재지	지방	-0.02239	0.10339	-0.2166	0.8286	
	대전	0.10136	0.06158	1.646	0.0998	.
매출액		0.69561	0.04133	16.8306	0	***
연구개발 집약도		0.21719	0.05093	4.2644	0	***
벤처기업	벤처기업	0.142	0.06136	2.3142	0.0207	*
외투 여부	외투 유치	0.1706	0.09593	1.7783	0.0754	.
신성장동력*규모	신성장동력*중소기업	1.07116	0.29257	3.6612	0.0003	***
녹색기술*규모	녹색기술*중소기업	1.80283	0.20839	8.6512	0	***
연구개발단계*규모	응용*중소기업	0.13868	0.44831	0.3093	0.7571	
	개발*중소기업	-1.10164	0.35667	-3.0887	0.002	**
	기타*중소기업	0.8089	0.45718	1.7693	0.0769	.
6T*규모	6T*중소기업	0.88689	0.19519	4.5438	0	***

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

(2) 한계효과

유의미한 변수들을 대상으로 한계효과를 구하였다. 각 변수의 한계효과는 변수값이 변할 때 해당 구간에 속할 확률이 어떻게 달라지는지를 의미한다. 즉, 중소기업이 대기업에 비해 1구간에 속할 확률이 0.067만큼 높은 것으로 해석할 수 있다. 한계효과에 대한 해석은 개별 변수의 추정 계수에 대한 해석과 거의 동일하나, 한계효과에 대한 정의와 자료

의 특성 상 1구간에서 4구간으로 가면서 확률이 증가했다가 감소하거나(불록), 감소했다가 증가하는(오목) 형태를 보인다. 이는 변수의 추정 계수가 양의 값이라 하더라도 3구간에 속할 확률이 4구간에 속할 확률보다 높게 나타날 수 있음을 의미한다.

<표> 독립변수별 한계효과

독립변수	1구간 (~1.13억원)	2구간 (1.13~3.07억원)	3구간 (3.07~9.58억원)	4구간 (9.58~억원)
연구개발단계-개발	-0.0757	-0.3314	0.4006	0.0066
연구개발단계-기타	-0.0801	-0.3504	0.4235	0.0070
기술수명주기-성장기	-0.0104	-0.0454	0.0549	0.0009
기술수명주기-기타	0.1138	0.4981	-0.6021	-0.0099
신성장동력	-0.0745	-0.3260	0.3940	0.0065
녹색기술	0.0706	0.3090	-0.3735	-0.0061
중소기업	0.0670	0.2934	-0.3546	-0.0058
매출액	-0.0441	-0.1928	0.2331	0.0038
연구개발 집약도	-0.0138	-0.0602	0.0728	0.0012
벤처기업	-0.0090	-0.0394	0.0476	0.0008
신성장동력*중소기업	-0.0679	-0.2970	0.3589	0.0059
녹색기술*중소기업	-0.1142	-0.4998	0.6041	0.0099
개발*중소기업	0.0698	0.3054	-0.3691	-0.0061
6T*중소기업	-0.0562	-0.2459	0.2972	0.0049

(3) 추정 결과 (OLS)

한편, 동일한 분석 자료 및 변수를 활용하여 단순 회귀분석(ordinary least squares, OLS)을 수행해 보았다. 앞서 분석에 사용한 순서형 프로빗 모형은 정부 연구개발 투자의 특성을 보다 정확히 반영하기 위해 정부 투자비를 몇 단계의 이산형 변수로 변환하였다. 이 경우에 필연적으로 정보의 손실이 발생한다. 현실을 정확히 반영하는 것과 정보의 손실 사이의 트레이드 오프가 있는 것인데, 이 중 어떤 것을 취할지 결정을 하기 위해서는 정보의 손실이 어느 정도인지 파악할 필요가 있었다. 이를 위해 원래 자료의 정보가 모두 살아 있는 상태에서 단순 회귀분석을 통해 추정을 수행해 보았다. 추정 결과를 살펴보면 OLS 추정의 경우에 비해 순서형 로짓 모형의 경우 기술수명주기 중 성장기 및 성숙기, 중소기업, 외국인 투자 유치 등의 신뢰수준이 더 낮아졌다. 반면, 신성장동력, 대전 지역, 벤처기업 등의 신뢰수준은 더 높아졌다. 순서형 프로빗 모형의 경우 약간의 정보 손실이 발생하나, 큰 틀에서 분석 결과에 영향을 미칠 정도는 아니며, 오히려 추가적인 통찰력을 제공하

는 경우도 있었다. 따라서 본 연구에서 순서형 프로빗 모형을 사용한 선택에는 큰 무리가 없는 것으로 판단하였다.

<표> 추정 결과 (OLS)

독립변수	변수값	Value	Std. Err	t value	p-value	
연구개발단계 (기초기술 기준)	응용기술	0.004996	0.074556	0.067	0.94658	
	개발기술	0.263258	0.060625	4.342	1.44E-05	***
	기타	0.366786	0.079344	4.623	3.88E-06	***
기술수명주기 (도입기 기준)	성장기	0.052045	0.016218	3.209	0.00134	**
	성숙기	0.050136	0.026806	1.87	0.0615	.
	쇠퇴기	-0.02103	0.237531	-0.089	0.92945	
	기타	-0.52086	0.020213	-25.768	<2.00e-16	***
신성장동력		0.136945	0.050601	2.706	0.00683	**
녹색기술		-0.27038	0.038605	-7.004	2.83E-12	***
미래유망기술(6T)		0.045126	0.036613	1.233	0.21781	
기업 규모 (대기업 기준)	중소기업	-0.2242	0.084078	-2.667	0.00769	**
소재지 (수도권 기준)	지방	-0.0122	0.021141	-0.577	0.56377	
	대전	0.014837	0.012863	1.153	0.24877	
매출액		0.152501	0.008234	18.521	<2.00e-16	***
연구개발 집약도		0.049325	0.010881	4.533	5.95E-06	***
벤처기업	벤처기업	0.019375	0.012859	1.507	0.13195	
외투 여부	외투 유치	0.04138	0.020197	2.049	0.04053	*
신성장동력*규모	신성장동력*중소기업	0.164636	0.061015	2.698	0.00699	**
녹색기술*규모	녹색기술*중소기업	0.446424	0.043332	10.303	<2.00e-16	***
연구개발단계*규모	응용*중소기업	0.032282	0.090525	0.357	0.7214	
	개발*중소기업	-0.32032	0.073014	-4.387	1.17E-05	***
	기타*중소기업	0.049878	0.095063	0.525	0.59983	
6T*규모	6T*중소기업	0.237267	0.03941	6.02	1.87E-09	***

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

제3절 결론 및 시사점

1. 소결

본 연구에서는 순서형 프로빗 모형을 사용하여 정부 연구개발 투자를 받는 기업들의 특성을 분석하였다. 정부 연구개발 투자가 국가연구개발사업의 규정에 따라 미리 정해진 규모로 지원된다는 사실에 근거하여, 종속변수를 몇 개의 구간에 따라 순서형 범주형 변수로 재구성하였다. 이는 기존의 연속형 변수나 지원 여부만을 고려한 범주형 변수에 비해 현실에 더 근사한 것으로 판단된다. 분석 결과 대기업, 매출액이 큰 기업, 연구개발 집약도가 높은 기업, 벤처기업 등이 정부 연구개발 투자를 많이 받는 것으로 나타났다. 한편, 국가연구개발사업은 정부의 정책을 실현하는 대표적인 정책 수단이므로, 해당 과제가 속한 사업의 특성을 고려함으로써 정부의 정책이 얼마나 당초의 목적에 맞게 추진되었는지를 검증하였다. 정부의 대표적인 정책 목표인 ‘저탄소 녹색성장’을 구현하기 위한 녹색기술 분야 투자는 원활하게 이루어지지 못한 것으로 나타났다. 즉, 녹색기술의 비율이 높은 사업일수록 투자는 소규모로 이루어졌다. 개발연구와 신성장동력 분야에 대한 투자도 많이 이루어졌으나, 기술수명주기 상에서 위험도가 큰 도입기 기술에 비해 안정기에 접어드는 성장기 기술에 대한 투자가 더 많이 이루어진 것으로 나타났다. 기업 특성과 사업 특성을 동시에 살펴보면 중소기업이 신성장동력, 녹색기술, 미래유망기술 분야의 투자를 많이 받은 것으로 나타나, 중소기업 육성 정책과 다른 정책 목표들이 조화롭게 추진된 것으로 보인다.

연속형 변수를 사용한 단순 회귀분석 결과와 비교한 결과, 일부 정보의 손실은 있었으나 투자 특성을 훼손할 정도는 아니었으며, 단순 회귀분석으로는 밝힐 수 없었던 추가적인 요인들도 발견되었다. 따라서 정부 연구개발 투자의 속성을 보다 정확히 반영하고 있는 순서형 프로빗 모형의 활용은 타당한 것으로 판단하였다.

2. 시사점

본 연구는 정부 연구개발 투자를 받는 기업들의 특성을 분석함에 있어, 기업의 특성뿐만 아니라 투자의 특성, 즉 과제나 사업의 특성을 함께 고려하였다는 데 의의가 있다. 기존 연구에서는 정부 투자를 받았는지, 받지 않았는지의 여부만을 기업의 특성과 연결 짓

는 데 그쳤으나, 본 연구에서는 정부 투자의 여부뿐만 아니라, 투자 규모, 투자 속성까지 고려하여 분석을 수행함으로써, 어떤 목적으로 집행된 예산이 어떤 기업에게 투자되었는지를 규명하였다. 본 연구의 프레임워크에 투자의 속성에 대한 자료를 추가함으로써 정부 정책의 실효성을 면밀하게 평가하는 데 근거자료로 활용할 수 있을 것이다.

3. 연구 결과의 활용

정부 연구개발 투자와 관련된 연구의 최종 목적은 결국 국민의 세금으로 구성된 정부의 연구개발 예산이 얼마나 효율적으로 사용되었는가를 규명하는 것으로 귀결된다. 본 연구 역시 최종적으로는 정부 연구개발 투자의 민간 연구개발 투자 보완·대체 효과를 규명하기 위해 추진되었다. 본 절의 연구를 통해 정부의 투자 특성과 기업의 특성 사이의 관계를 규명하였으며, 몇몇 변수의 유의성을 확인하였다.

다음 절에서는 본 절에서 확인된 몇 가지 변수들을 포함하는 계량 모형을 수립하고, 이를 통해 정부 투자의 보완·대체 효과를 분석할 것이다. 본 절의 연구에서는 단년도 자료에 대해서만 분석을 수행했으나, 정부 투자의 효과를 파악하기 위해서는 다년도 자료에 대한 분석이 필요할 것이다. 특히 기업 재무정보 상의 연구개발비 항목에 대해서는 정부 투자 이전부터 이후에 이르기까지 자료가 필요하다. 계량 모형은 2단계로 구성한다. 1단계 모형에서는 본 절의 연구 내용과 마찬가지로 정부 투자와 기업 특성 간의 관계를 분석한다. 2단계 모형에서는 정부 투자의 효과를 분석하되, 1단계에서 규명된 정부 투자 및 기업 특성 변수들을 포함할 것이다.

장기적으로는 정부 투자의 효과를 검증하기 위해 기업의 혁신 성과에 대한 자료를 연계하여 분석할 계획이다. 즉, 정부 투자, 기업 특성, 기업의 혁신 성과에 이르기까지 전주 기적인 분석 자료를 수립하고, 이를 분석할 수 있는 프레임워크를 개발할 것이다.

제3장

정부 연구개발 투자와 기업의 자체 연구개발 투자

제1절 추진전략

1. 배경 및 필요성

(1) 배경

정부의 연구개발 투자가 민간의 연구개발 투자를 보완하는지, 아니면 오히려 대체하는지에 대해서는 다양한 연구가 진행되어 왔다(David, Hall and Toole, 1999 등).

David, Hall and Toole (1999)은 공공 연구개발 투자가 민간 연구개발 투자를 보완하는지, 대체하는지 알아보기 위해 지난 35년 동안 이루어진 계량경제학 연구들을 종합적으로 회고하였다. 연구실, 기업, 산업, 국가 등 여러 차원(레벨)에서 연구가 이루어졌으며, 분석 자료도 시계열(time series) 자료와 횡단면(cross sectional) 자료가 골고루 활용되었다. 리뷰 결과, 기존의 연구들은 연구자의 의도와 실험 설계에 따라 상반되는 결과(보완 및 대체)를 도출한 것으로 나타났다. 전반적으로는 대체 효과가 낮게 나타났다(11/33). 기업 이하의 레벨에서는 대체 효과가 비교적 높게 나타났으며(9/19), 산업 이상의 레벨에서는 대체 효과가 낮게 나타났다(2/14). 또한 미국의 자료를 사용한 연구(9/21)에서는 미국 이외 국가들의 자료를 사용한 연구(2/12)에 비해 대체 효과가 높게 나타났다. 저자들은 이 주제에 대한 연구에 있어 분석의 수준 및 분석 자료의 선택이 중요하다는 것을 제안하였다.

<표> 대체 효과가 나타난 연구 수

분석 단위	분석 대상	대체 효과	전체 연구 수
기업 단위 이하	미국 자료	7	12
	미국 외 자료	2	7
산업 단위 이상	미국 자료	2	9
	미국 외 자료	0	5
합 계		11	33

(자료) David, Hall and Toole (1999)

Veugelers (1997)는 기업의 자체 연구개발 투자와 외부 기술 자원 아웃소싱 사이의 관계에 대한 연구에서 정부의 지원금을 독립 변수로 도입하였다. 분석 결과, 정부의 보조금이 기업의 자체 연구개발 투자를 보완시키는 것으로 나타났다. Guellec and Potterie (2003)

도 비슷한 연구 결과를 도출하였다. 국방 분야를 제외한 다른 산업 분야에서는 정부의 직접적 연구개발 투자가 민간의 연구개발 투자를 보완하는 것으로 나타났다.

박항식 (2003)은 미국의 사례를 통해 정부와 민간 연구개발 사이의 관계를 살펴보았다. David, Hall (1999)을 재인용한 내용에 따르면, 사용된 자료, 분석 기간, 분석 레벨 등에 따라 보완 효과와 대체 효과가 다양하게 나타났으며, 통계적 유의성을 가지지 못하는 경우도 있었다.

유민화, 박중구 (2006)는 정부의 연구개발 지원과 기업의 연구개발 행태에 대한 연구에서 기업의 규모뿐만 아니라 연구개발 인력집약도(총 종업원 수 대비 연구개발 인력 비율)의 효과를 검증하였다. 분석 결과에 따르면 연구개발 인력집약도가 높을수록 정부의 연구개발 투자가 자체 연구개발 투자를 보완하는 것으로 나타났다. 반면, 기업의 규모가 클수록, 연구개발 투자집약도(매출액 대비 연구개발 투자 비율)가 높을수록, 총 연구개발 투자 중에서 정부 연구개발 투자가 차지하는 비율이 높을수록 대체 효과가 높게 나타났다. 저자들은 이러한 결과를 바탕으로, 정부 연구개발 투자 대상을 선정할 때 기업의 연구개발 인력을 살펴보아야 한다고 제안하였다.

주홍신, 김점수, 박중구 (2011)은 청정생산 분야에서 정부 연구개발 투자와 기업 연구개발 투자 사이의 관계를 실증하였다. 조사 대상 207개 기업 중 95개(45.9%)에서 보완 효과, 38개(18.4%)에서 대체 효과가 나타났다. 연구개발 투자집약도가 높을수록 보완 효과가 큰 것으로 나타났으나, 기업의 규모, 연구개발 인력집약도, 정부지원의 비율 등은 통계적 유의성이 나타나지 않았다. 이는 유민화, 박중구 (2006)와 일부 상충되는 결과이다.

오준병, 장원창 (2008)은 정부의 보조금 지급이 기업의 연구개발 투자에 대해 보완 효과를 가진다는 것을 보였다. 특히 벤처기업의 경우에 보완 효과가 큰 것으로 나타났다. 그러나 보조금이 경상비나 인건비에 집중될 경우에는 대체 효과가 나타났다. 유민화, 박중구 (2006)와 마찬가지로 총 연구개발 투자 중에서 정부 연구개발 투자가 차지하는 비율이 높을수록 대체 효과가 컸다.

송종국, 김혁준 (2009)은 정부의 연구개발 보조금 지원과 조세 지원의 효과를 함께 살펴보았다. 실증분석 결과에 따르면 정부의 연구개발 보조금은 대기업 연구개발 투자에 보완 효과를, 중소기업 연구개발 투자에 대체 효과를 보였다. 그러나 그 효과는 매우 미미한 것으로 나타났다. 반면, 조세 지원은 기업의 연구개발 투자에 보완 효과를 가진 것으로 나타났으며, 대기업의 경우에 보완 효과가 더 크게 나타났다. 즉, 조세 지원으로 비용이 1% 감소하면 대기업은 연구개발 투자를 0.99% 증가시키고, 중소기업은 0.054% 증

가시켰다. 연구개발 보조금 지원과 조세 지원은 모두 대기업 연구개발 투자에 보완 효과, 중소기업 연구개발 투자에 대체 효과를 가지는 것으로 나타났다. 이는 정부의 정책 지원이 기업 규모에 따라 서로 다른 효과를 가진다는 사실을 보여 준다.

최석준, 김상진 (2007)은 2002년 이후의 국내 기업에 대한 사례를 분석하였다. 실증분석 결과에 따르면, 정부 연구개발 투자는 민간 연구개발 투자에 대해 보완 효과를 가지는 것으로 나타났다. 정부 보조금이 1% 증가하면 기업의 자체 연구개발 투자는 0.031% 증가하였다. 기업의 규모별로는 대기업에서는 보완 효과가 나타났으나, 중소기업과 벤처기업에서는 뚜렷한 효과가 나타나지 않았다.

송종국, 서환주 (2003)는 정부의 연구개발 투자가 기업 연구개발 투자에 미치는 영향이 시간에 따라 변한다는 것을 보였다. 대체적으로 정부 연구개발 투자는 기업 연구개발 투자를 대체하는 것으로 나타났으나, 1년 전의 정부 연구개발 투자 1원은 기업 연구개발 투자를 0.34원 감소시키지만, 3년 전의 정부 연구개발 투자는 기업 연구개발 투자를 0.29원 감소시키는 것으로 나타났다.

김원규 (2008)는 정부 연구개발 지원의 효과가 대기업과 중소기업에서 각각 어떻게 나타나는지 검증하였다. 실증 결과에 따르면, 대기업보다 중소기업에서 보완 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 그러나 정부 연구개발 투자가 노동생산성에 미치는 효과는 대기업의 경우가 더 크고 장기적으로 나타났으며, 중소기업의 경우에는 영향이 단기적이었다.

(2) 기존 연구의 한계와 우리나라의 현상

기존의 연구들을 간략히 살펴본 결과, 정부 연구개발과 민간 연구개발 사이의 관계는 연구의 목적, 분석 시기와 분석 대상에 따라 다양하게 나타났다. 대체 및 보완관계가 일관적으로 나타나지 않았으며, 대표적 특성 변수인 기업 규모에 따른 효과도 뚜렷하게 나타나지 않았다. 연구개발 투자집약도와 연구개발 인력집약도와 같이 연구개발 활동과 직접적으로 연관되는 변수들 역시 일부 연구에서는 통계적으로 유의미한 효과를 가지지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 정부 연구개발 투자와 민간 연구개발 투자 사이의 관계를 설명하는 데 있어 기업의 특성에 대한 충분한 이해와 고려가 이루어지지 않았기 때문인 것으로 보인다. 즉, 기업의 규모, 투자 현황, 인력 현황과 같은 가시적 지표 이외에, 기업의 경영전략과 같은 비가시적인 요인들이 자체 연구개발 투자 규모를 결정하는 데 있어 중요한 역할을 했을 가능성이 있다. 또한 정부의 정책적 목표에 따라 대체 및 보완 관계가 역으로 선택되었을 가능성, 우리나라만의 고유한 특성이 간과되었을 가능성, 분석 자료와 방법론의 한계 등 다양한 가능성을 생각해 볼 수 있다.

한편, 우리나라의 최근 연구개발 투자 현황을 살펴보면 정부와 민간의 연구개발 투자 관계에 대한 하나의 가설을 얻을 수 있다. 최근 5년 동안 중소기업과 대기업에 대한 정부 연구개발 투자를 보면, 중소기업에 대한 투자 비율은 61.4%에서 57.0%로 감소한 반면, 대기업에 대한 투자는 38.6%에서 43.0%로 증가하였다. 동 기간 기업들의 자체 연구개발 투자를 살펴보면, 민간 기업의 총 연구개발 투자 중에서 중소기업이 차지하는 비율은 11.9%에서 14.8%로 증가한 반면, 대기업이 비율은 75.8%에서 73.8%로 오히려 감소하였다. 이 현상만을 놓고 본다면, 정부의 연구개발 투자는 중소기업의 자체 연구개발 투자를 보완하지만, 대기업의 자체 연구개발 투자를 대체한다는 가설을 상정할 수 있다. 이러한 가설은 우리나라의 대기업 편향 정책을 일부 설명할 수 있을 것으로 보인다. 또 한 가지 중요하게 고려해야 할 것은 2008년도의 글로벌 금융위기이다. 금융위기가 실물경제의 위기로 이어지면서, 우리나라 기업들 역시 위기를 돌파하기 위해 평소와 다른 행태를 보였다. IMF 위기 당시에도 기업들은 위기 탈출을 위해 연구개발 투자를 일감으로 축소하였다. 이러한 상황에서 정부의 연구개발 투자가 평소와 동일한 효과를 얻을 수 있었을지에 대한 검증이 필요할 것이다.

<표> 기업 규모별 연구개발 활동 현황

(단위 : 억원)

유 형		2006	2010	연평균증가율
정부 연구개발 투자	대기업	5,803 (38.6%)	12,330 (43.0%)	20.7%
	중소기업	9,250 (61.4%)	16,353 (57.0%)	15.3%
	합 계	15,053 (100.0%)	28,683 (100.0%)	17.5%
민간 기업 자체 연구개발 투자	대기업	160,217 (75.8%)	242,129 (73.8%)	10.9%
	중소기업	25,031 (11.9%)	48,503 (14.8%)	18.0%
	벤처기업	26,019 (12.3%)	37,401 (11.4%)	9.5%
	합 계	211,267 (100.0%)	328,033 (100.0%)	11.6%

(자료) KISTEP, 국가연구개발사업 조사분석 보고서 및 연구개발활동조사 보고서

(3) 기업의 경영전략 측면

앞서 정부의 연구개발 투자와 기업의 자체 연구개발 투자 간의 상관관계가 연구에 따라 상이하게 나타나는 이유에 대해 기업의 경영전략과 같은 비가시적 요인에 대한 고려가 이루어지지 않았기 때문이라고 언급하였다. 기업의 경영전략, 특히 기술전략적 관점에서 몇 가지 논의를 전개해 보자.

Greve (2003)는 기업행동론의 관점에서 기업이 어떤 경우에 연구개발과 혁신에 더 많은 투자를 하는지 연구하였다. 기업행동론(behavioral theory of the firm)은 개인으로 구성된 조직체로서의 기업이 조직 전체의 이익을 극대화하는 방향으로 행동한다고 보는 관점이다. 연구 결과에 따르면, 기업들은 내부에 잉여 자원이 존재할 경우, 즉 태업(slack)이 발생할 경우에 자체적으로 연구개발과 혁신에 대한 투자를 확대하는 것으로 나타났다. 특히 태업의 유형 중에서 흡수된 태업(absorbed slack)이 통계적으로 유의미한 효과를 보였다. 정부의 연구개발 투자는 기업 내에 잉여 자원의 형태로 축적되는데, 이러한 자원이 기업에 흡수될 경우에만 자체 연구개발을 보완할 수 있는 것이다. 즉, 정부의 연구개발 투자가 단순 보조금이나 조세 지원 등의 형태보다는 구체적인 기술개발 과제에 대한 투자의 성격을 가질 때, 보완 효과가 크게 나타난다고 할 수 있다. 이러한 추론으로부터 가설 1을 도출할 수 있다.

가설 1 : 정부 연구개발 투자가 단순 보조금이나 조세 혜택이 아닌 구체적인 기술개발 과제에 지원될 경우 자체 연구개발을 보완하는 효과를 가진다.

일부 연구들에서 기업의 규모의 효과가 부정적으로 나타났으나, 기업의 규모는 대부분의 기술전략 연구에서 기본적인 독립변수로 활용된다. Veugelers (1997)의 연구에서는 정부 연구개발 투자가 민간 연구개발 투자를 보완하는 것으로 나타났으며, 특히 기업의 규모가 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 규모가 작은 기업일수록 외부 연구개발 자원을 확보하려는 경향이 강하며, 외부 연구개발 자원을 확보한 경우에는 내부 연구개발 투자를 줄이는 경향이 있었다. 또한 Veugelers and Cassiman (1999)는 기업의 규모가 기업의 자체개발 전략(MAKE)과 외부 조달 전략(BUY) 선택에 미치는 영향을 규명하였다. 중소기업은 MAKE와 BUY 중 한 가지 대안만을 선택하는 경향이 강했으나, 대기업은 두 가지 대안을 조합하는 경향이 강했다. 기업의 규모가 작을수록 기술전략 관점에서 선택할 수 있는 선택지의 폭이 좁음을 시사한다. 따라서 이러한 내용으로부터 중소기업의 경우에는 정부 연구개발 투자의 대체 효과가 강하며, 대기업일수록 보완 효과가 클 것으로 추정할 수 있다.

가설 2 : 정부 연구개발 투자는 중소기업 연구개발 투자에 대해 대체 효과를, 대기업 연구개발 투자에 대해 보완 효과를 가진다.

한편, Veugelers (1997)는 기업의 흡수 역량(absorptive capacity)의 중요성에 대해서도 언급하였는데, 이는 다음 가설에서 다루기로 한다. 흡수 역량은 기업이 외부의 새로운 정보를 인식하고 흡수하여 활용하는 능력을 의미하며(Cohen and Levinthal, 1990), 기업의 혁

신 역량을 평가하는 데 있어 매우 중요한 요소 중의 하나이다. 흡수 역량이 높을수록 외부의 자원을 활용하는 능력이 높아진다고 할 수 있는데, 연구개발과 관련된 흡수 역량의 측정은 연구개발 스톡(stock)을 사용할 수 있다. 연구개발 스톡은 기존 연구개발 투자의 총합의 형태로 나타나는데, 이는 기업의 전반적인 연구개발 역량과 인프라를 포괄하는 개념이다. 따라서, 기존의 연구개발 투자 실적이 많을수록 기업의 흡수 역량이 높아지며, 흡수 능력이 충분히 갖추어진 경우에만 비로소 외부 자원을 활용하는 것이 의미를 가지게 된다.

가설 3 : 정부 연구개발 투자는 연구개발 스톡이 많은 기업의 연구개발 투자에 대해 보완 효과를 가진다.

한편, 혁신의 경로의존성(path dependency) 관점에서 기업의 행동과 전략을 결정하는 가장 영향력이 높은 변수로 루틴(routine)을 들 수 있다. 루틴 기반의 관점(routine-based perspective)에서는 기업을 루틴의 다발(bundle)로 고려하여, 기업의 가치를 결정하고 외부 환경 및 자원 변화에 대응하는 방식들이 루틴에 의해 결정된다고 보고 있다(Karim and Mitchell, 2000). 기술전략의 관점에서도 루틴은 매우 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. Hagedoorn and Duysters (2002)는 기업이 M&A와 전략적 제휴(strategic alliance) 사이에서 어떤 전략을 선택하는지의 여부가 과거 경험에 기반한 루틴에 의해 매우 큰 영향을 받는다는 것을 실증하였다. 이러한 논의를 확장하면, 기업이 내부의 자원을 활용하는지(exploration, MAKE), 외부 자원을 활용하는지(exploitation, BUY)의 문제 역시 루틴을 따른다고 할 수 있다. 즉, 외부의 자원을 활용하는 데 익숙한 기업은 정부 연구개발 투자와 같은 새로운 외부 자원이 생겼을 때, 가능하면 외부 자원의 활용도를 높이고 내부 자원을 아낄 것이라는 가설을 세울 수 있다. 또한 외부 자원 활용의 유형에 따라서도 보완 및 대체 관계가 다르게 나타날 것이라고 가정할 수 있다.

가설 4 : 외부 자원을 활용하는 데 익숙한 기업일수록, 즉 M&A나 전략적 제휴의 경험이 많은 기업일수록, 정부 연구개발 투자는 민간 연구개발 투자를 대체하는 효과를 가질 것이다.

가설 5 : 외부 자원 활용의 유형에 따라 정부 연구개발 투자와 민간 연구개발 투자 사이의 관계가 결정될 것이다. 즉, M&A를 선호하는 기업일수록 대체 관계가 더 크게 나타나고, 전략적 제휴를 선호하는 기업일수록 대체 관계가 작게 나타날 것이다.

마지막으로, 기업이 속한 산업의 유형에 따라 보완 및 대체의 관계가 다르게 나타날 것이라고 추정할 수 있다. Veugelers and Cassiman (1999)에 따르면 혁신집약적 산업일수록

록 자체 개발 전략과 외부 조달 전략을 조합하여 사용하는 경향이 많다. 혁신집약적 산업은 하이테크 산업이라고도 하며, 연구개발 투자집약도(매출액 대비 연구개발 투자비)에 따라 분류할 수 있다(OECD, 1997). 따라서 하이테크 산업에 속한 기업의 경우에는 정부 연구개발 투자와 자체 연구개발 투자를 조합하는 전략을 채택할 가능성이 높고, 로우테크 산업에 속한 기업은 정부 연구개발 투자와 자체 연구개발 투자 중 하나만을 선택할 가능성이 높다.

가설 6 : 하이테크 분야의 기업에 대한 정부 연구개발 투자는 민간 연구개발 투자를 보완하고, 로우테크 분야의 기업에 대한 정부 연구개발 투자는 민간 연구개발을 대체한다.

기업의 기술전략적 관점에서 정부 연구개발 투자와 민간 연구개발 투자 사이의 보완 및 대체 관계를 규명하기 위한 여섯 가지 가설을 제시하였다. 이러한 가설들은 기업의 내부 사정과 전략적 선택을 함께 고려했다는 데 의의가 있다. 이 중 기업 규모(가설 2), 외부 자원 활용(가설 5), 하이테크-로우테크 분야(가설 6) 등은 본 연구에서 다루고 있다. 지원 방식(가설 1), 연구개발 스톡(가설 3), M&A(가설 4) 등의 주제는 흥미로운 접근 방법이지만 하나 본 연구에서는 자료의 한계 등으로 인해 다루지 못하였기에 향후 연구 주제로 남겨두고자 한다.

(4) 연구의 의의

본 연구는 우리나라의 최근 현상에 대한 관찰로부터 시작하였다. 즉, 정부 연구개발 투자와 민간 연구개발 투자 사이에 상관관계가 있을 것이라는 가설을 검증하기 위하여 다양한 접근방법을 모색하였다. 정부의 연구개발 투자를 전후로 하여 기업의 자체 연구개발 투자 증가 추이가 어떻게 달라지는지 분석하였다. 이를 위해 정부 투자를 받은 기업(실험군)과 정부 투자를 받지 않은 기업(대조군)을 매칭하여 정부 투자의 순수한 효과를 도출하고자 하였다. 2장에서 규명한 과제의 특성 및 기업의 특성을 함께 고려하였으며, 다양한 계량경제학적 접근 방법들을 활용하였다.

본 연구의 의의를 몇 가지로 정리할 수 있다.

우선 정부 연구개발 투자에 따른 증가/감소분을 자연적 증가/감소분과 분리해 내기 위해 대조군을 설정하였다. 성향점수매칭 기법을 활용하여 실험군과 가장 유사한 속성을 가지는 대조군을 선정하였다.

다음으로 제2장의 연구의 연장선 상에서 기업의 특성뿐만 아니라 과제의 특성을 함께

고려하였다. 즉, 기업의 특성에 따른 정부 연구개발 투자의 효과뿐만 아니라, 정부 연구개발 투자 자체의 특성에 따라 효과가 어떻게 달라지는지도 함께 규명하였다.

그리고 기업 내부의 경영전략적 측면을 고려하여 몇 가지 가설을 도출하였다. 일부 가설은 본 연구를 통해 검증하였으나, 자료의 한계 등으로 본 연구에서 다루지 못한 가설들도 유의미한 정책적 시사점을 제공할 것으로 기대된다.

본 연구의 가장 큰 미덕 중 하나는 정부 연구개발 투자 여부뿐만 아니라, 투자의 규모를 연속형 변수로 사용하였다는 것이다. 국내외의 유사 연구들은 자료의 한계로 인해 정부 연구개발 투자를 받았는지, 받지 않았는지 여부만을 이산형 변수로 사용한 경우가 대부분이다. 그러나 본 연구에서는 국가연구개발사업 조사분석 자료 중 정부투자액에 해당되는 정보를 추출하고, 이를 기업 정보와 매칭하여 변수로 활용하였다.

마지막으로, 다양한 자료와 다양한 계량분석 방법론을 활용하기 위해 노력하였다. 정부 연구개발 투자와 기업의 특성을 나타내는 유관 자료를 최대한 연계하였고, 정부 연구개발 투자의 효과를 뚜렷하게 증명하기 위해 여러 가지 계량분석 방법론을 적용해 보았다.

2. 기존 연구

(1) 기업 내·외부 연구개발 투자

윤지웅 (2008)은 다선택 프로빗 모형(multinomial probit model)을 이용하여 기업 내부 연구개발 활동과 외부 연구개발 활동 간의 관계를 실증하였다. 즉, 외부로부터의 연구개발 지원을 내생화(endogenize)하여, 기업 내·외부의 연구개발 활동이 서로 보완 관계에 있는지, 대체 관계에 있는지 분석하였다.

<표> 내·외부 연구개발 활동의 관계

구분	외부 연구개발 활동 여부			합계
		아니오	예	
내부 연구개발 활동 여부	아니오	185	31	216
	예	630	718	1,348
	합계	815	749	1,564

기업의 효용(U)은 기업 내·외부의 연구개발 활동에 의해 결정된다. 즉, 기업이 내부 연구개발 활동과 외부 연구개발 활동에 대한 의사결정을 통해 효용을 최대화 한다는 것이 동 연구의 기본 아이디어이다.

$$U = (\alpha'X + \epsilon_1)I + (\beta'Z + \epsilon_2)E + (\gamma + \epsilon_3)I \times E + \epsilon_0$$

U : 기업의 효용

I : 기업 내부의 연구개발 활동

E : 기업 외부로부터의 연구개발 지원

I 와 E 의 교차항의 계수인 γ 값이 양수일 경우, 기업 내·외부의 연구개발 활동은 보완 관계를 가진다. 즉, 기업 외부로부터의 연구개발 지원이 많아질수록 내부의 연구개발 활동도 활발해진다고 할 수 있다. γ 값이 음수인 경우에는 대체 관계를 가진다고 할 수 있다. STEPI에서 수행한 기술혁신활동조사 대상 기업 1,564개를 대상으로 단년도 분석을 수행한 결과, γ 값은 양수로 나타났다($\gamma = 0.69$, P-value < 0.001). 즉, 기업 내·외부의 연구개발 활동은 상호 보완 관계를 가진다. 기업의 매출액은 내부 연구개발 활동에만 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 기업 간 연구 협력은 내·외부 연구개발 활동에 모두 영향을 미쳤다. 그러나 조세감면이나 정부의 직접 자금지원과 같은 정책들은 내·외부 연구개발 활동에 모두 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

유민화 (2006)는 정부의 지원에 따른 기업의 대응 행태를 보완과 대체로 나누고 각각이 발생하는 경우에 대해 분석하였다. 정부 지원에 대해 기업 투자의 보완이 발생하는 경우는 공공의 수요가 확실히 존재하는 경우, 정부 지원으로 인해 신시장이 창출되는 경우, 규모의 경제(economy of scale)가 적용되는 경우, 정부 지원에 대해 매칭 펀드가 필수적인 경우 등을 들 수 있다. 반면, 정부 지원에 대해 기업 투자의 대체가 발생하는 경우는 시장의 기대 수익이 낮을 것으로 판단되는 경우, 정부의 지원이 자사의 연구개발 활동과 무관한 분야인 경우, 정부가 관료적 행태를 보일 경우 등을 들 수 있다. 동 연구에서는 정부의 연구개발 지원 승수 ρ 를 다음과 같이 정의하였다.

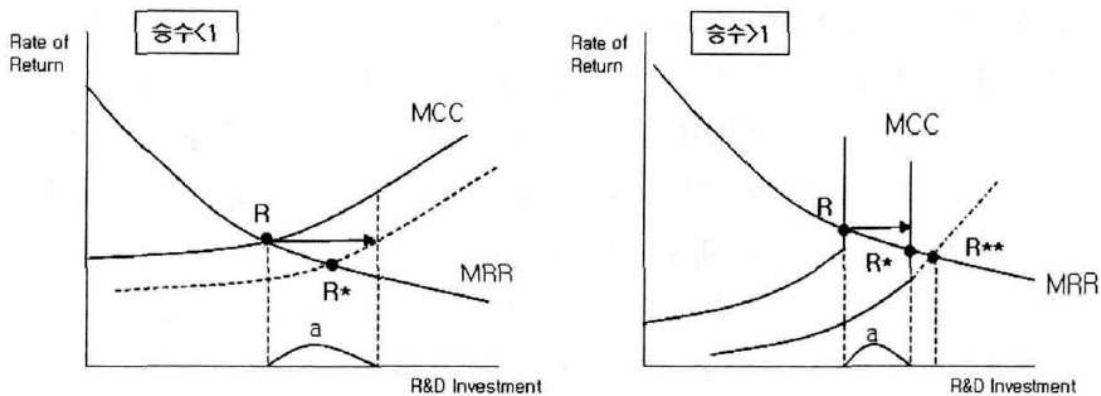
$$\rho = \frac{y_{t+1} - y_t}{g_t}$$

y_t : t 시기의 기업의 연구개발 투자

g_t : t 시기의 정부의 연구개발 지원

y_{t+1} : $t+1$ 시기의 기업의 연구개발 투자(g_t 포함)

즉, 정부의 연구개발 승수는 정부의 연구개발 지원으로 인해 기업의 연구개발 투자가 얼마나 증가하였는지를 나타낸다. 승수가 1보다 작을 때 대체 효과가 발생하며, 승수가 1보다 클 때 보완 효과가 나타난다.



[그림] 정부 연구개발 승수와 보완·대체 관계

동 연구에서는 기업의 특성에 따라 보완·대체 효과가 어떻게 나타나는지를 분석하였다. 분석 자료의 기초 통계에 따르면 대기업의 경우 보완 및 대체 효과가 동일한 비율로 나타났으며(각 12.5%), 중소기업의 경우에는 보완 효과가 좀 더 많이 나타났다. 벤처 인

증 여부에 상관없이 보완 효과가 대체 효과에 비해 높은 비율로 나타났으나, 벤처 인증을 받은 경우에 대체와 보완 사이의 격차가 더 크게 나타났다. 해외 투자를 받은 기업은 보완보다 대체가 많이 나타났다. 해외로부터의 투자로 인해 정부 지원의 필요성이 경감된 것으로 진단할 수 있다. 해외 투자를 받지 않은 기업은 보완 효과가 더 크게 나타났다. 동 연구에서 확인할 수 있는 중요한 현상 한 가지는 정부 지원에 상관없이 자체 연구개발 투자를 동일하게 유지하는 기업의 비율이 70%를 상회한다는 것이다. 이는 정부의 직접적 재정 지원이 통계적으로는 유의미한 효과를 나타내지 못하는 것으로 나타날 수도 있음을 의미한다.

<표> 기업 특성에 따른 보완·대체 효과

(단위 : %)

구 분		대체	동일	보완
기업 규모	대기업	12.5	75.0	12.5
	중소기업	10.1	72.9	17.0
벤처 인증	유	11.5	73.5	15.0
	무	9.4	73.1	17.6
해외 투자	유	11.1	78.8	10.1
	무	10.3	71.9	17.7

로짓 모형(대체=1, 보완=0)을 이용한 계량분석 결과, 대체 및 보완을 결정하는 요인들은 기업 규모, 벤처 인증 여부, 해외 연구개발센터 보유 여부, 연구개발 인력 집약도, 연구개발 집약도 등이었다. 연구개발 인력의 수나 연구개발 규모와 같은 정량 변수들은 유의미한 효과를 갖지 못하는 것으로 나타났다.

Blanes and Busom (2004)은 정부 연구개발 지원(subsidy)을 받는 기업들의 특성을 분석하고, 정부 연구개발 지원에 따른 효과를 규명하였다. 저자들은 정부 연구개발 지원의 효과가 연구마다 다르게 나타나는 현상에 주목하고, 그 원인을 정부 기관별 차이와 산업의 특성에서 찾고자 하였다. 즉, 동일한 정부 연구개발 지원이라 하더라도 어떤 재원으로부터 나온 지원인지와, 기업이 속해 있는 산업의 특성에 따라 보완·대체 효과가 다르게 나타날 것이라고 가정하였다. 동 연구에서는 2단계 접근법을 통해, 1단계에서는 정부 연구개발 지원을 받는 기업들의 특성을 규명하고, 2단계에서는 정부 연구개발 지원이 자체 연구개발 활동을 보완·대체하는지 규명하였다.

1단계에서는 다선택 로짓 모형(multinomial logit model)을 사용하여 정부 연구개발 지원을 받는 기업들의 특성을 규명하였다. 종속변수를 자체 연구개발도 하지 않고 정부 지

원도 받지 않는 경우($y=0$), 자체 연구개발을 하되 정부 지원은 받지 않는 경우($y=1$), 자체 연구개발을 하고 정부 지원도 받는 경우($y=2$)로 나누었다.

2단계에서는 정부 지원과 자체 연구개발 활동의 관계를 규명하기 위해 프로빗 모형을 사용하였다. 동 연구에서 제안한 프로빗 모형은 다음과 같다.

$$P_{jt}^* = \alpha_j RD_t^* + \beta_j X_t + e_{jt}$$

$$RD_t^* = \sum_j \gamma_j P_{jt} + \delta Z_t + u_t$$

P_{jt}^* : 기업이 정부 기관 j 의 연구개발 프로그램에 참여할 확률

α_j, β_j : 정부 기관의 속성

RD_t^* : 기업의 자체 연구개발 활동

γ_j : 연구개발 프로그램 참여가 기업 연구개발 활동에 미치는 영향

분석에 사용된 자료에는 1990년부터 1997년까지 7년 간 13,322개 기업의 연구개발 활동에 관한 정보가 포함되었다. 자체 연구개발 활동을 수행하는 기업의 비율은 평균 34.6%였으며, 이 중 정부 지원을 받은 기업의 비율은 평균 25.4%였다. 이들 기업의 연구개발 집약도는 평균 2.11% 수준이었으며, 총 연구개발 활동 중에서 정부 지원이 차지하는 비율은 17.1%였다.

<표> 자체 연구개발 활동과 정부 지원 수혜 비율

연도	기업 수	연구개발 활동 수행 기업		정부 지원 수혜 기업		연구개발 집약도 (%)	정부 지원/ 연구개발 활동 (%)
1990	2,154	714	33.1%	183	25.6%	2.28	13.6
1991	2,051	745	36.3%	176	23.6%	2.23	14.6
1992	1,968	683	34.7%	175	25.6%	2.13	14.8
1993	1,864	628	33.7%	152	24.2%	2.06	15.5
1994	1,872	654	34.9%	171	26.1%	2.05	21.8
1995	1,701	590	34.7%	154	26.1%	2.03	23.3
1996	1,712	593	34.6%	161	27.2%	2.01	16.4
합 계	13,322	4,607	34.6%	1,172	25.4%	2.11	17.1

인적 자원, 기업 규모, 매출액(내수) 등의 기업 특성을 분석하였다. 분석 결과 기업 규모는 기업의 세 가지 상태($y=0$, $y=1$, $y=2$)에 모두 유의한 변수로 나타났다. 기업이 클수록 연구개발 활동을 수행하거나, 정부 프로그램에 참여할 확률이 높은 것으로 나타났다. 기업 규모가 클수록 지역 프로그램에 참여할 확률도 높아졌다. 인적 자원이나 내수 매출액 등은 부분적으로 유의한 결과를 나타냈다. 2단계 분석 결과에 따르면 기업들이 서로 다른 정부 기관의 프로그램에 참여하는 과정에 어려움이 있는 것으로 나타났다. 정부 기관들이 정책적 목표에 따라 프로그램 참여 패턴을 다르게 적용하기 때문에 산업별로 기업의 참여 패턴이 다르게 나타났다. 연구개발 집약도로 구분되는 하이테크 기업과 로우테크 기업 사이에도 참여 패턴이 차이를 보였다.

동 연구에서는 몇 가지 향후 연구방향을 제시하고 있다. 우선 정부 지원 여부를 이산형으로 처리하는 대신 지원 규모 등을 연속형 데이터로 분석할 필요가 있으며, 정부 지원의 속성을 정부기관 레벨이 아닌 프로그램 레벨에서 다룰 필요가 있다는 것이다. 다음으로 정부의 연구개발 프로그램에 지원하였으나 선정되지 못한 기업에 대한 고려가 필요하다. 똑같이 정부의 지원을 받지 못한 기업이라 하더라도 원천적으로 프로그램에 지원하지 않은 기업과 프로그램에 지원했다가 탈락한 기업들 사이에는 차이가 존재한다. 이는 정부 프로그램 신청 요건을 만족시킨 기업과 만족시키지 못한 기업의 차이라고 생각할 수도 있다. 동 연구에서 제시한 문제점과 향후 연구방향은 본 연구에서 대부분 해결하였다. 정부 과제의 규모와 특성을 반영하였으며, 매칭을 통해 정부 지원을 받지 않은 기업들을 엄선했다.

(2) 매칭을 활용한 연구

Gonzalez and Pazo (2008)는 정부 지원이 기업의 자체 연구개발 지출에 미치는 영향을 분석하였다. 매칭 과정(matching procedure)을 통해 자체 연구개발을 하지 않는 기업에 대한 정보를 함께 고려하였다. 연구 결과, 정부 지원과 자체 연구개발 지출 사이에 대체 효과는 존재하지 않는 것으로 나타났다. 분석 대상 9,455개 기업에 대한 기초통계량 분석 결과, 기업의 규모가 클수록(종업원 수가 많을수록) 자체 연구개발 활동을 하는 비율이 높았으며, 정부 지원을 받는 비율도 높았다.

<표> 기업 규모에 따른 자체 연구개발 수행 비율 및 정부 지원 수혜 비율

구 분		샘플 수	자체 연구개발 수행 비율(%)	정부 지원 수혜 비율(%)
기업 규모 (종업원 수)	≤ 20	3,080	9.1	6.1
	20~50	2,270	20.4	14.4
	50~100	741	35.5	21.3
	100~200	843	53.5	20.6
	200~500	1,797	71.7	23.8
	> 500	724	84.8	30.5
합 계		9,455	35.5	21.6

기초통계량 분석에 따르면 정부 지원을 받은 기업일수록 자체 연구개발 수행 비율도 높은 상관관계가 존재하는 것으로 보인다. 그러나, 이는 정부 지원이 자체 연구개발을 유발한 것일 수도 있고, 원래 자체 연구개발을 많이 하는 기업에 정부 지원이 추가로 주어진 것일 수도 있다. 즉, 둘 사이의 상관관계는 있으나 인과관계를 설명하기는 어렵다. 인과관계를 설명하기 위해서는 정부 지원을 받지 않은 기업들의 경우를 살펴 보아야 하며, 이 과정에서 매칭을 통한 추정 방법이 동원된다.

기업 i 가 정부 지원을 받았을 때($T_i = 1$)와 받지 않았을 때($T_i = 0$)의 성과(이 경우에는 자체 연구개발 활동 유발)를 각각 $Y_i(1)$ 과 $Y_i(0)$ 이라고 하자.

$T_i = 1$ if firm i receive a subsidy

$Y_i(1)$: R&D effort of firm i with subsidy

$Y_i(0)$: R&D effort of firm i without subsidy

이 때 정부 지원의 효과는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E[Y(1) - Y(0)] = \frac{1}{N} \sum [Y_i(1) - Y_i(0)]$$

그런데, 하나의 기업이 정부 지원을 받거나, 받지 않는 경우 중에서 한 가지만을 선택할 수 있기 때문에, 우리가 살펴보고자 하는 정부 지원의 효과는 다음의 두 경우로만 관측이 가능하다. 정부 지원을 받은 기업들을 대상으로 살펴본 효과(Sample Average Treatment effect for the Treated, SATT)와 정부 지원을 받지 않은 기업들을 대상으로 살펴본 효과(Sample Average Treatment effect for the Controls, SATC)는 각각 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$SATT = E[Y(1) - Y(0) | T=1] = \frac{1}{N_1} \sum_{T_i=1} [Y_i(1) - \widehat{Y_i(0)}]$$

$$SATC = E[Y(1) - Y(0) | T=0] = \frac{1}{N_0} \sum_{T_i=0} [\widehat{Y_i(1)} - Y_i(0)]$$

분석 결과, 정부의 연구개발 지원이 민간의 자체 연구개발 활동을 보완하거나 대체하는 효과를 갖지 않는 것으로 나타났다. 즉, 민간의 자체 연구개발비는 정부 지원 여부와 상관없이 없었다. 이러한 결론은 계량 모형을 통한 분석 대신에 실험군과 대조군 사이의 평균값의 차이만으로 도출하였다. 동 연구의 시사점은 다음과 같다. 정부 지원을 받은 기업을 대상으로만 살펴보면 정부 지원의 효과가 있는 것처럼 보인다 하더라도, 그러한 효과는 정부 지원을 받지 않은 기업에게도 자연적으로 발생할 수 있다. 즉, 정부 지원을 받은 기업(실험군)과 동일한 대조군을 선별한다면 정부 지원의 효과를 정확하게 분리해 낼 수 있다는 것이다.

Duguet (2004)는 1985년부터 1997년까지 장기간의 연구개발 관련 조사자료를 바탕으로 매칭 기법을 활용하여 정부 지원의 보완·대체 효과를 규명하였다. 동 연구는 정부의 지원 정책과 민간의 투자 결정이 경제학적으로 균형을 이룬다고 보았다. 기업의 연구개발 투자 결정은 이윤을 극대화하는 방향으로 이루어지며, 기업이 이윤 함수(profit function)는 다음과 같은 형태로 주어진다고 가정하였다.

$$\Pi(R, A) = V(R + A) - R$$

R : private R&D

A : subsidy

$$V(x) = \begin{cases} \phi x, & x < \bar{x} \\ \phi \bar{x}, & x \geq \bar{x} \end{cases}$$

한편, 정부의 연구개발 투자 정책 결정은 정부 지원과 민간 투자의 총합을 극대화하는 방향으로 이루어지며, 정부의 획득 함수(gain function)은 다음과 같이 주어진다고 가정하였다.

$$G(R, A) = R + A$$

기업의 이윤 함수와 정부의 획득 함수가 균형을 이루는 지점에서 정부 지원 규모 및 민간 투자 규모가 결정되며, 균형점(Nash bargaining criterion)은 다음과 같다.

$$N(A, R) = (\Pi(A, R) - \Pi_0)^{1-\theta} (G(A, R) - G_0)^\theta$$

(Π_0, G_0) : the threat points with no subsidy

동 연구 역시 1단계에서는 로짓 모형을 활용하여 정부 지원을 받을 확률에 대해 분석하고, 2단계에서는 매칭 기법을 통해 정부 지원의 효과를 규명하였다. 기업 규모가 커질수록 정부 지원을 받을 확률이 높아졌다. 부채 비율, 자체 연구개발 투자 비율 역시 정부 지원 수혜 확률과 유의한 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 2단계 분석 결과 정부 지원의 보완 효과가 나타났다. 정부 지원의 효과는 연속형과 이산형의 두 가지 방법으로 측정하였는데, 두 경우가 비슷한 결과를 보였다.

제2절 연구 방법 및 분석 자료

1. 성향점수매칭

(1) 성향점수매칭 개념

성향점수매칭(P propensity Score Matching)은 사업이나 프로그램의 효과를 규명하기 위하여 해당 사업이나 프로그램에 참여한 대상과 참여하지 않은 대상을 상호 비교하는 기법이다.

본 연구의 목적에 따라 정부연구개발투자의 효과나 성과를 규명하기 위해서는 정부연구개발투자를 받은 기업이 실제로 얻은 성과와, 해당 기업이 정부연구개발투자를 받지 않았을 경우에 얻었을 것으로 가정되는 가상의 성과를 비교해야 한다. 후자의 가상의 성과를 대응적 성과(performance under counterfactual situation)라고 한다. 즉, 투자의 성과는 실제 성과와 대응적 성과의 차이(Average effect of Treatment on the Treated; ATT)로 정의할 수 있다. 그러나 한 기업이 정부연구개발투자를 받는 사건과 받지 않는 사건이 동시에 일어날 수 없기 때문에, 실제 성과와 대응적 성과를 비교하는 것은 불가능하다. 따라서 연구과정에서는 정부연구개발투자를 받지 않은 기업을 대조군으로 선별하여 그 성과를 비교하는 방법을 고려해 볼 수 있다. 이 대조군은 실험군(정부연구개발투자를 받은 기업)과 완벽하게 같을 수 없기 때문에 선택 편의(Selection Bias; SB)가 발생한다. 성향점수매칭은 이러한 선택 편의를 최소화하기 위한 기법으로 개발되었다. 그림과 수식을 통해 살펴보자(오인하, 2011).

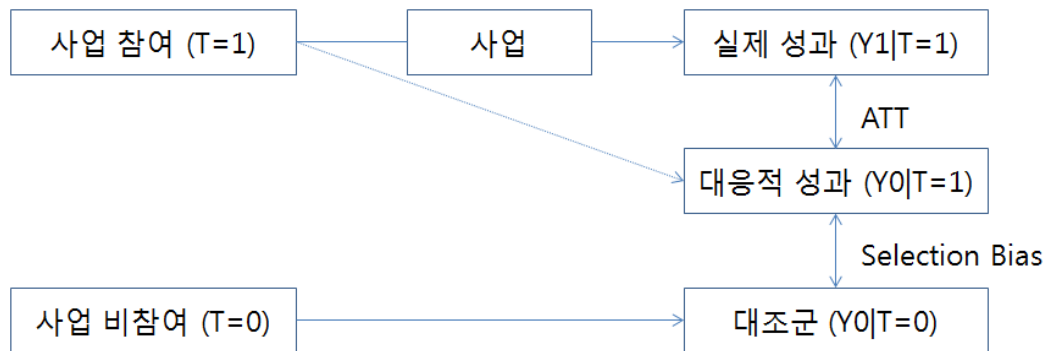
한 기업이 사업에 참여($T=1$)했을 때 얻은 실제 성과와 대응적 성과를 각각 $Y_1|T=1$ 과 $Y_0|T=1$ 이라고 하면, 사업의 성과(ATT)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$ATT = E(Y_1 - Y_0|T=1) = E(Y_1|T=1) - E(Y_0|T=1)$$

여기서 대응적 성과에 해당되는 $E(Y_0|T=1)$ 를 구하는 것이 불가능하므로, 대조군($T=0$)을 통해 $E(Y_0|T=0)$ 을 측정한다. 이로 인해 선택 편의(SB)가 발생하게 된다. 즉, 선택 편의는 대응적 성과와 대조군의 성과 간의 차이로 정의할 수 있다.

$$SB = E(Y_0|T=1) - E(Y_0|T=0)$$

따라서 사업에 참여한 기업들과 참여하지 않은 기업들을 단순 비교할 경우 선택 편의(SB)로 인해 사업의 성과(ATT)를 정확하게 파악할 수 없다. 성향점수매칭은 기업의 성향 점수(propensity score)를 통해 대조군을 선별함으로써 선택 편의를 최소화하고, 사업의 성과를 정확하게 파악하기 위해 고안된 기법이다. 이 기법은 실험을 통한 분석이 어렵거나 불가능한 사회과학 분야 프로그램의 효과를 측정하기 위해 널리 사용되고 있다. 대표적인 사례로는 자활직업훈련 사업에 참여한 사람들의 임금 상승 효과(안서연, 2008), 실업자 직업훈련 사업의 효과(이석원, 2003), 정규직-비정규직 간 임금 격차(김선애, 김진영, 2011), 국내기업-국외기업 임금 격차(전봉걸, 2011) 등에 대한 연구 등이 있다.



[그림] 성향점수매칭의 개념

(2) 이론적 근거

성향점수매칭 기법은 Rosenbaum and Rubin (1983)에 의해 제안되었다. 성향점수매칭은 두 가지 가정을 전제로 한다. 첫째, 조건부 독립성의 가정(Conditional Independence Assumption; CIA)이다. 이는 관찰 가능한 기업의 특성(X)들을 통제한다면, 기업의 사업 참여 여부(T)는 기업의 성과(Y , 즉 실제 성과와 대응적 성과를 통칭)와 독립이라는 것이다. 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$(Y_1, Y_0) \perp T | X$$

이 가정은 상당히 강력한 가정이며, 관찰 가능한 기업의 특성(X)을 제대로 도출하였을 경우에만 성립하는 가정이다. 다수의 연구를 통해 관찰 가능한 기업의 특성(X)에 대한 후보군이 도출되었다(Blanes and Busom, 2004; Duguet, 2004; Gonzalez and Pazo, 2008; 오인하, 2011).

다음으로 공통 영역의 가정(common support assumption)이다. 이는 기업의 사업 참여 확

률이 0과 1 사이에 존재한다는 것이다. 이는 실험군이나 대조군에 속하는 기업이 사업에 참여할 확률이 0과 1 사이의 임의의 값을 가지며, 0이나 1의 값을 가지지 않는다는 것을 의미한다. 즉, 사업에 반드시 참여하는 기업이나 절대 참여하지 않는 기업은 존재하지 않는다는 것이다. 동 가정 역시 강력한 가정이나, 국가연구개발사업의 공공적 특성을 고려할 때, 본 연구에 적용하기에 무리가 없을 것으로 판단된다.

$$0 < \Pr(T=1|X) < 1$$

한편, 성향점수(Propensity Score; PS)를 다음과 같이 관찰 가능한 기업의 특성이 주어질 때 해당 기업이 사업에 참여할 확률값으로 정의할 수 있다.

$$PS = P(X) = \Pr(T=1|X)$$

전술한 두 개의 가정(조건부 독립성의 가정, 공통 영역의 가정)이 성립할 경우, 다음의 부명제가 성립한다(Rosenbaum and Rubin, 1983).

$$X \perp T | P(X)$$

$$(Y_1, Y_0) \perp T | P(X)$$

부명제가 의미하는 바는 동일한 성향점수 $P(X)$ 가 주어졌을 때, 기업의 특성과 사업 참여 여부는 독립적이며, 사업의 성과와 사업 참여 여부 역시 독립적이라는 것이다. 즉, 동일한 성향점수를 가지는 사업 참여 기업과 비참여 기업의 대응적 성과 사이에 다음의 관계가 성립한다.

$$E(Y_1|T=1, P(X)) = E(Y_0|T=0, P(X))$$

전술한 사업의 성과(ATT)를 상기하면, 사업의 성과는 실제 성과와 대응적 성과의 차이로 나타난다.

$$ATT = E(Y_1 - Y_0|T=1) = E(Y_1|T=1) - E(Y_0|T=1)$$

조건부 독립성의 가정(CIA), 부명제, ATT의 정의에 따라, 다음의 관계가 성립한다. 즉, 사업에 참여 참여 기업들의 성향점수를 구하고, 그와 동일한 성향점수를 가지되 사업에 참여하지 않은 기업들을 대조군으로 선정하면 선택 편의(SB)를 제거하고 사업의 성과(ATT)를 온전히 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} ATT &= E(Y_{1i} - Y_{0i}|T_i = 1) \\ &= E[E(Y_{1i} - Y_{0i}|T_i = 1, P(X_i))] \end{aligned}$$

$$CIA = E_{P(X_i)} \{ E(Y_{1i} | T_i = 1, P(X_i)) - E(Y_{0i} | T_i = 0, P(X_i)) | T_i = 1 \}$$

(3) 성향점수 추정

Dehejia and Wahba (2002)와 Becker and Ichino (2002)는 기업이 특정 프로그램에 참여 ($T=1$)할 확률을 성향점수로 정의하였으며, 이 성향점수는 기업의 특성들의 함수 ($h(X_i)$)로 표현된다고 하였다.

$$P(T_i = 1 | X_i) = \Phi(h(X_i))$$

프로그램에 참여한 기업($T=1$)과 참여하지 않은 기업($T=0$)을 대상으로, 참여 여부를 종속 변수로 하는 계량분석을 수행하면, 사업 참여 확률, 즉 성향점수를 결정하는 변수 (기업의 특성)들을 도출할 수 있다.

실험군과 대조군 후보에 속한 기업들의 성향점수를 구한 이후에는 성향점수에 따라 매칭 과정을 거쳐야 한다. 성향점수에 따라 매칭을 수행하는 방법에는 세 가지가 있다. 각각의 실험 대상과 가장 가까운 성향점수를 가진 비교 대상을 매칭시키는 방법(nearest neighbor matching), 실험 대상의 성향점수를 중심으로 미리 정해진 거리 내에 들어 있는 비교 대상들을 매칭시키는 방법(radius matching), 실험 대상과 모든 비교 대상의 성향점수 차이를 가중평균하여 매칭하는 방법(kernel matching) 등이다.

2. 2단계 계량 분석 모형

본 연구의 계량 분석 모형은 2단계로 구성되어 있다. 1단계 모형은 제2장에서 사용한 정부 연구개발 투자의 특성을 규명하는 모형과 동일하다. 즉, 1단계 모형을 통해 정부 연구개발 투자와 과제와 기업의 특성 간의 관계를 규명하였다. 모형의 기본 형태는 다음과 같다. 제2장에서는 계량 분석을 위한 순서형 프로빗 모형을 사용하였으며, OLS를 이용한 추정 결과도 함께 보였다. 제3장에서는 정보의 손실을 최소화한 상태에서 2단계 모형으로 넘어가기 위해 OLS를 이용하여 추정하였다.

$$Y_{GERD} = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2 + \epsilon_1$$

Y_{GERD} : 정부 연구개발 투자

X_1 : 과제의 특성

X_2 : 기업의 특성

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$: 1단계 모형의 추정계수

2단계 모형은 정부 연구개발 투자의 보완·대체 효과를 규명하기 위한 모형이다. 1단계에서 사용한 종속변수(Y_{GERD})가 2단계 모형의 독립변수로 재사용된다. 과제의 특성 및 기업의 특성은 1단계 모형과 동일하게 사용하였다. 분석 결과의 유의성을 높이기 위해 종속변수와 독립변수의 형태를 여러 가지 형태(이산형, 연속형 등)로 변용하였다. 분석 모형은 OLS, 풀링, (혼합 로짓 모형, 연립방정식 모형) 등 다양한 방법을 활용하였다.

$$\Delta = \beta_Y Y_{GERD} + \beta_1' X_1 + \beta_2' X_2 + \beta_3' Y_{GERD} X_1 X_2 + \epsilon_2$$

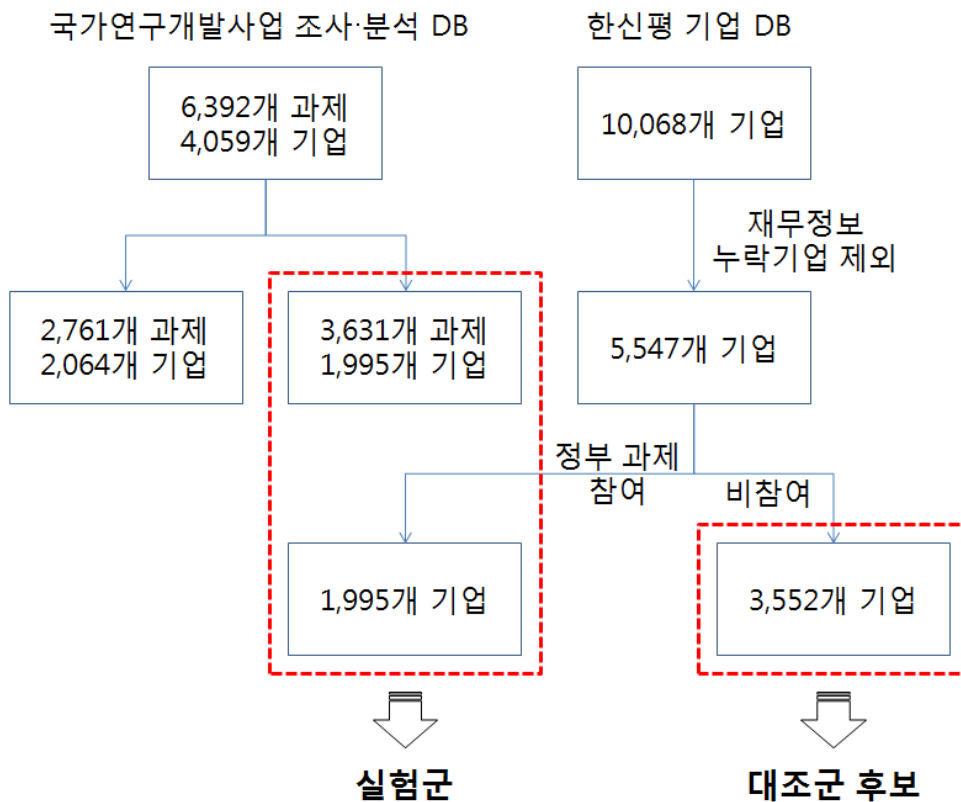
Δ : 정부 연구개발 투자의 보완·대체 효과 변수

$\beta_Y, \beta_1', \beta_2', \beta_3'$: 2단계 모형의 추정계수

3. 분석 자료

(1) 자료 정제

'09년도 국가연구개발사업 과제 중 기업에 지원된 과제는 총 6,392개 과제이다. 이 중 하나의 기업이 다수의 과제를 수행하는 경우도 있어, 국가연구개발사업 과제를 수행한 기업(정부연구개발투자를 받은 기업)은 4,059개 기업이다. 이 기업들을 ‘과제수행기업군’이라고 명명하자. 한편, 한국신용평가로부터 얻은 연구개발 관련 기업정보 DB는 총 10,068개 기업에 대한 재무정보를 포함하고 있으며, ‘과제수행기업군’과 중복되는 기업은 2,637개 포함되어 있다. 이 중 주요 재무정보가 누락된 기업들을 제외한 결과 5,547개 기업(과제수행기업군 1,995개 기업)이 남았다. 1,995개 기업으로부터 국가연구개발사업 과제를 역으로 재조정한 결과 총 3,631개 과제(1,995개 기업)가 남게 되었다. 즉, 1,995개 기업이 실험군으로 선정되었으며, 3,552개 기업으로부터 대조군을 추출하게 된다. 분석 자료 추출 과정을 요약하면 다음과 같다.



[그림] 성향점수매칭을 위한 분석 자료 추출 과정

(2) 성향점수 추정

성향점수매칭을 이용한 선행연구 중 연구개발투자와 관련 있는 연구들을 분석한 결과, 성향점수를 추정하기 위해 로짓 모형이나 프로빗 모형을 활용하였으며, 기업의 특성으로는 종업원, 매출액, 업력, 자산 등을 활용하였음을 확인하였다.

<표> 성향점수를 결정하는 기업의 특성 (사례)

논문	모형	독립변수
Blanes and Busom (2004)	Probit	종업원, 회사 규모, 내수, 현금흐름, 산업, 연도
Duguet (2004)	Logit	과거 정부지원, 매출액, 연구개발 집약도, 산업, 연도
Gonzalez and Pazo (2008)	Probit	과거 정부지원, 종업원, 자산, 업력, 기술 복잡성, 수출 여부, 시장점유, 산업, 지역, 연도
오인하 (2011)	Probit	업력, 표준산업분류, 자산, R&D 지출, 매출액, 수출액, 부채, 외부자금 조달 규모

본 연구에서는 로짓 모형을 사용하여 성향점수를 추정하였다. 즉, 국가연구개발사업 과제에 참여하였는지 여부를 종속변수로 채택하고(참여=1, 미참여=0), 기업의 특성을 독립변수로 채택하였다. 성향점수가 높은 기업일수록 과제 참여 확률이 높으며, 성향점수가 낮을수록 과제 참여 확률이 낮을 것이다. 또한, 성향점수가 같은 기업들이라면, 개별 특성에 상관없이 과제 참여 확률은 같다고 할 수 있으며, 과제 참여로 인한 성과 역시 같다고 할 수 있다. 즉, 기업의 특성 중 성향점수를 결정하는 변수들을 도출하고 이를 바탕으로 각 기업의 성향점수를 구하는 것이 이 과정의 목적이다.

기업의 특성으로는 업력, 종업원 수, 기업의 규모(대기업, 중소기업), 수출 여부 및 수출액, R&D 수행 여부, 연구개발 집약도(매출액 대비 연구개발 투자 비율), 자산, 자산 대비 부채 비율, 산업 등을 사용하였다. 필요시 로그값을 취하거나 제곱값을 취하였으며, 유의미할 것으로 예상되는 교차항을 모형에 포함하였다. 로짓 모형을 사용한 계량분석 결과는 다음과 같다.

<표> 성향점수 추정을 위한 로짓 모형 결과

변수값	Estimate	Std. Err	t value	p value	
(Intercept)	-1.37E+01	2.16E+00	-6.339	2.31E-10	***
업력 로그	9.17E+00	1.56E+00	5.878	4.15E-09	***
업력 로그 제곱	-2.16E+00	3.57E-01	-6.053	1.42E-09	***
종업원 수 로그	5.21E-01	1.18E-01	4.426	9.61E-06	***
중소기업 더미	1.52E+00	1.43E-11	0.656	< 2e-16	***
기타규모 더미	-1.60E+00	6.79E-01	-2.351	0.0187	*
수출 여부 더미	-2.04E-01	3.17E-01	-0.644	0.51966	
수출액	2.56E-10	2.10E-10	1.216	0.2241	
수출액 제곱	-3.29E-21	1.68E-20	-0.196	0.84465	
연구개발 활동 더미	2.18E-01	9.01E-02	2.415	0.01575	*
연구개발 집약도	4.35E-04	6.74E+00	0.006	0.99486	
수출 더미*연구개발 더미	4.91E-01	3.28E-01	1.5	0.13368	
자산 로그	1.51E+00	8.37E-01	1.802	0.07159	.
자산 로그 제곱	-3.05E-01	1.34E-01	-2.276	0.02284	*
자산 대비 부채 비율	1.42E-01	3.28E-01	0.432	0.66579	
부채 비율 제곱	-3.02E-01	2.32E-01	-1.301	0.19317	
매출액 로그	-1.50E+00	7.77E-01	-1.93	0.0536	.
매출액 로그 제곱	-2.58E-01	8.30E-02	-3.104	0.00191	**
자산 로그*매출액 로그	5.86E-01	1.94E-01	3.026	0.00248	**
산업 더미(A02)	-1.33E+01	8.83E+02	-0.015	0.98797	

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

계량분석 결과 성향점수를 결정하는 변수는 업력, 종업원 수, 기업 규모, 연구개발 수행 여부, 자산, 매출액 등인 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 실험군과 대조군 후보에 포함된 모든 기업의 성향점수를 구하였다.

(3) 성향점수매칭

성향점수를 바탕으로 하여 실험군과 대조군 후보 간의 매칭을 수행하였다. 본 연구에서는 대조군 후보에 포함된 기업의 수가 많지 않기 때문에, 실험군에 포함된 기업과 가장 가까운 성향점수 값을 가지는 하나의 기업만을 대조군 후보로부터 추출하여 매칭(nearest neighbor matching)하였다. 매칭을 위해서 MS Excel의 배열함수 기능을 활용하였으며, index, match, small, abs 함수를 조합하여 성향점수가 가장 가까운 기업들을 매칭하였다.

그 결과, 실험군 1,995개 기업에 대응하는 대조군 1,995개 기업을 선별하였다(중복 매칭 허용). 국가연구개발사업 과제 수 기준으로는 3,631개 과제에 대한 실험군과 대조군이 도출되었다(총 샘플 수 7,262개)

(4) 자료 재정제

최종 계량분석을 수행하기에 앞서, 실험군과 대조군에 속한 자료들을 다시 한 번 정제하였다. 계량분석에 필요한 종속변수(연구개발 집약도, R&D 연평균증가율 등) 및 독립변수들을 확보하기 위해서는 정보가 누락된 셀들을 정리할 필요가 있었다. 총 샘플 7,262개 중 '08~'10 기간 동안 매출액이 한 번이라도 0으로 기록된 기업을 제외하였다. 최초의 자료 정제 과정에서는 매출액 정보가 원천적으로 누락된 기업만을 제외하였으나, 연구개발 집약도(매출액 대비 연구개발 투자)를 구하기 위해서는 매출액이 0인 경우도 제외할 필요가 있다. 또한 연구개발 투자의 연평균증가율을 구하기 위해 연구개발 투자가 0인 기업도 제외하였다. 이 두 과정을 통해 샘플의 수는 2,340개(실험군 및 대조군 각 1,170개)로 정리되었다. 마지막으로 샘플에 포함된 대기업들을 일괄적으로 제외하였다. 기초통계량을 분석한 결과(그림 혹은 표 참조), 중소기업에 대해서는 비교적 매칭이 잘 되었으나, 대기업에 대해서는 매칭이 제대로 이루어지지 않은 것으로 나타났다.

<표> 기업 규모에 따른 매칭 결과 비교

(단위 : 억원)

	대기업		중소기업		평 균	
	매출액	연구개발비	매출액	연구개발비	매출액	연구개발비
실험군	113,118	2,732	303	17	33,183	808
대조군	9,442	157	303	11	1,318	27
평 균	84,502	2,021	303	13	17,251	418

즉, 실험군에 속한 대기업과 대조군에 속한 대기업들 사이의 외형적 격차가 너무 크게 나타났다. 그 이유는 국내 대기업 중 상당수가 국가연구개발사업에 참여하고 있어, 국가연구개발사업에 참여하지 않은 대조군 후보에 샘플이 충분하지 않았기 때문인 것으로 보인다. 이로 인해 독립변수 중 기업의 규모를 나타내는 더미변수(대기업 대 중소기업)을 활용할 수 없게 되는 단점이 발생하지만, 이는 종업원 수를 활용하는 등의 대안으로 극복할 수 있을 것으로 판단하였다. 이러한 정제 과정을 통해 최종적으로 과제 수 기준 1,478개의 샘플이 도출되었다. 기업 수 기준으로는 실험군에 416개의 기업, 대조군에 261개의 기업이 포함되었다. 성향점수매칭 단계에서 중복 매칭을 허용하였으므로, 실험군에 비해 대조군의 수가 작게 설정되었다.

제3절 연구 결과

1. 사전 분석 결과

(1) 기초통계량 검토

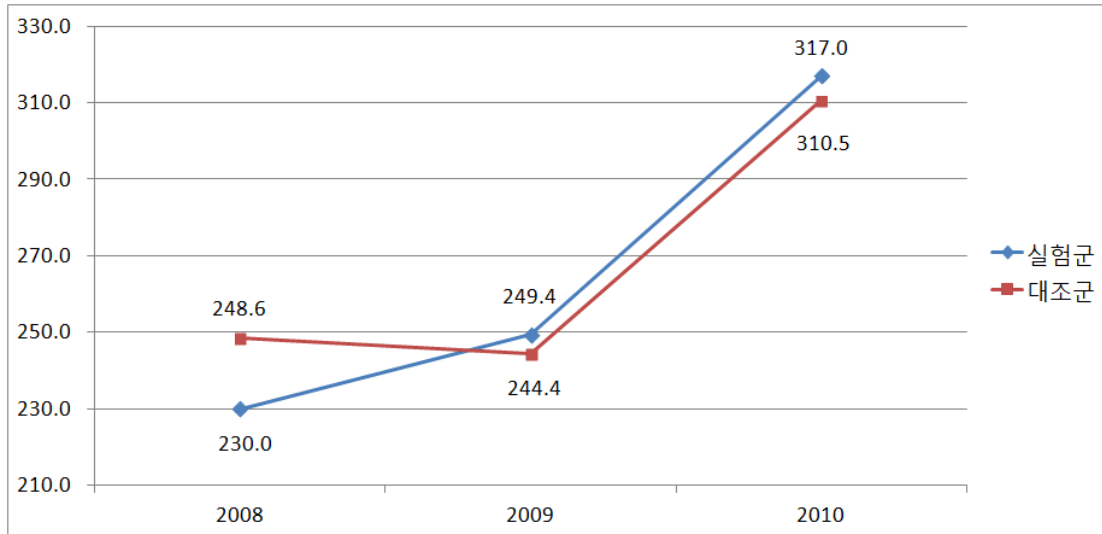
우선 대조군이 제대로 추출되었는지 점검하고, 계량분석을 위한 기본 아이디어를 얻기 위하여 실험군과 대조군에 대한 기초통계량을 살펴보았다. 실험군과 대조군의 매출액, 연구개발비, 연구개발 집약도의 평균값을 살펴보면, 절대적인 규모에서 약간의 차이를 보이거나 전체적인 경향은 유사한 것으로 보인다.

<표> 실험군과 대조군의 기초통계량

구 분		2008	2009	2010
매출액 (억원, A)	실험군	230.0	249.4	317.0
	대조군	248.6	244.4	310.5
	평 균	239.3	246.9	313.7
연구개발비 (억원, B)	실험군	12.4	14.3	18.0
	대조군	8.7	8.9	9.9
	평 균	10.6	11.6	13.49
연구개발 집약도 (B/A)	실험군	0.26	0.13	0.11
	대조군	0.07	0.07	0.06
	평 균	0.17	0.10	0.09

가. 매출액

2008년부터 2010년 사이에 실험군과 대조군의 매출액 추이를 살펴보면, '09~'10 기간에 매출액이 공히 비약적으로 증가하였음을 알 수 있다. 주지하다시피 2008년도의 글로벌 금융위기로 인해 전 세계적인 경제 위기 상황이 도래하였으며, 이로 인해 '08~'09 기간에 매출액은 소액 증가(실험군)하거나, 감소(대조군)한 것으로 보인다. 이러한 경제 위기 국면이 일부 해소됨에 따라 '09~'10 기간에 매출액이 급격히 늘어난 것으로 보인다. 실험군과 대조군의 전체적인 추이는 비슷한 것으로 보인다.

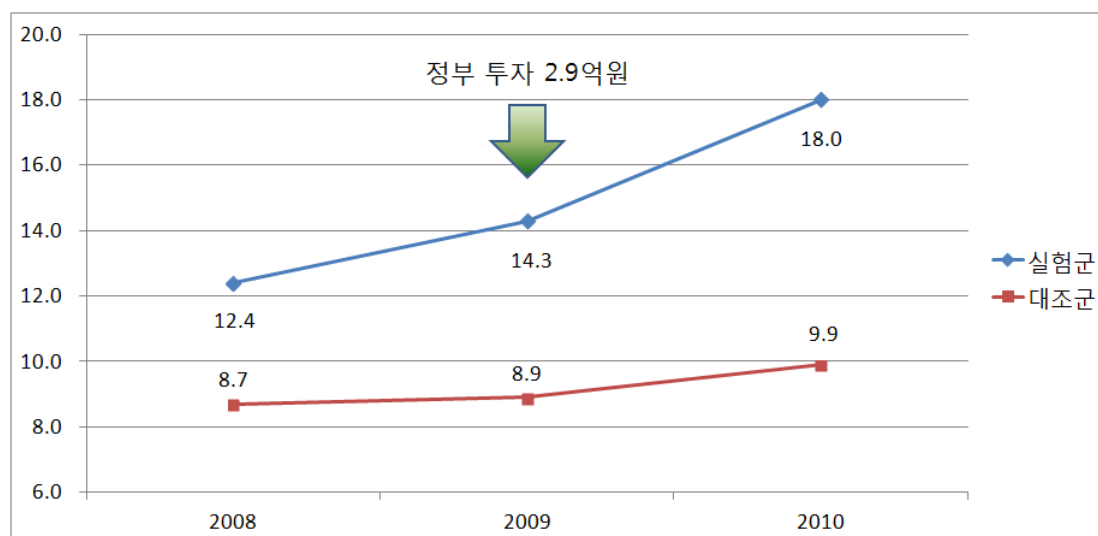


[그림] 실험군과 대조군의 매출액 변동 추이 (단위 : 억원)

나. 연구개발비

연구개발비 추이는 매출액에 비해 흥미로운 양상을 보인다. 우선 실험군의 연구개발비 추이를 보면 '08년도 12.4억원에서 '10년 18.0억원으로 매년 증가하는 추세를 보이고 있다. 특히 '08→'09 증가분(1.9억원)에 비해 '09→'10 증가분(3.7억원)이 더 크게 나타났는데, 이를 '09년도 정부 투자(2.9억원)의 효과라고 가정해 볼 수 있다⁶⁾. 즉, 정부 투자가 기업의 자체 연구개발 투자를 보완하는 효과가 있다는 것이다. 이러한 가정을 뒷받침하기 위해 대조군을 살펴보자. 대조군의 연구개발비 역시 '08년도 8.7억원에서 '10년 9.9억원으로 매년 증가하고 있다. '08→'09 증가분(0.2억원)에 비해 '09→'10 증가분(1.0억원)이 더 큰 점도 실험군과 유사하다. 즉, 정부 투자를 받지 않은 기업들도 자체 연구개발 투자를 비슷한 형태로 늘린 것으로 보인다.

6) 이러한 가정에 대해서는 몇 가지 비판이 있을 수 있다. 대조군은 지원을 전혀 안 받았는가? 실험군은 '09년에만 지원을 받았는가? 지원의 효과인가, 아니면 원래 잘 나가던 기업인가 등등. 그리고 09→10 증가분과 정부 투자의 금액이 같은 것은 우연임.



[그림] 실험군과 대조군의 연구개발비 변동 추이 (단위 : 억원)

따라서 앞서 제시한 가정을 검증하기 위해서는 '08→'09 증가분과 '09→'10 증가분의 차이(difference of differences)가 실험군과 대조군에서 어떻게 달라지는지를 분석할 필요가 있다. 연구개발비의 증가는 실험군에서 더 가파른 것으로 보인다. 실제로 실험군의 증가분의 차이는 1.8억원이지만, 대조군의 증가분이 차이는 0.8억원이었다. 본 연구의 주요 과제는 이러한 증가분의 차이가 통계적으로 유의미한지 분석하는 것이 될 것이다. 이 차이가 통계적으로 유의미하고 양의 값을 가진다면 정부 투자가 기업의 자체 연구개발 투자를 보완한다고 결론 내릴 수 있다. 통계적으로 유의미하되 음의 값을 가진다면 대체 효과를 확인할 수 있을 것이고, 둘 사이에 상관관계가 전혀 없다는 결론이 도출될 수도 있다. 이 경우 논의의 범위를 정부 정책의 무용론이나 투자효율성에 대한 논의로 확대할 수 있을 것이다.

<표> Difference of differences

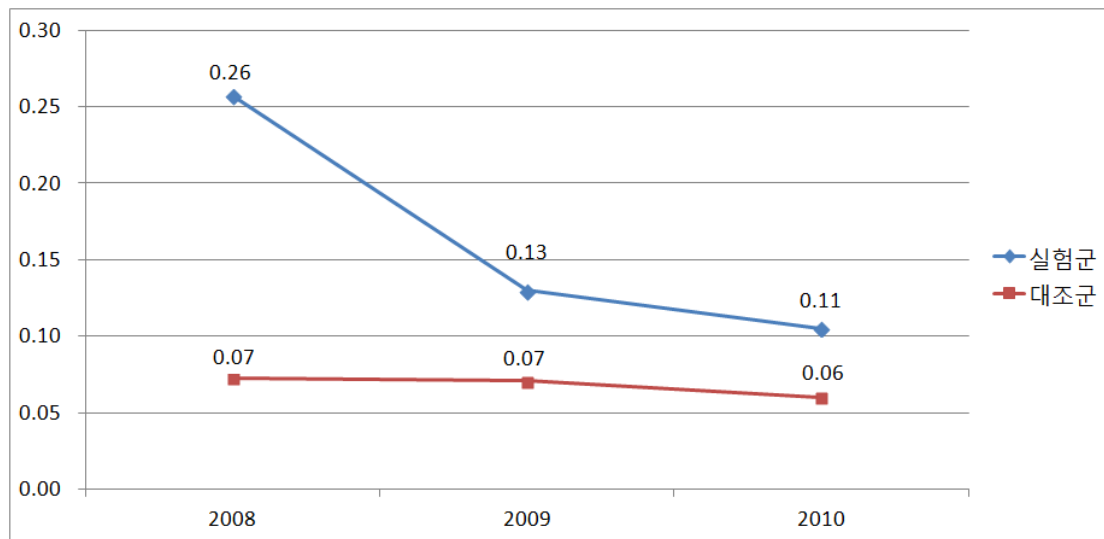
(단위 : 억원)

구 분	08→09	09→10	증가분의 차이 (difference of differences)
실험군	1.9	3.7	1.8
대조군	0.2	1.0	0.8

다. 연구개발 집약도

연구개발 집약도를 살펴보면 실험군의 연구개발 집약도 평균이 대조군에 비해 높은 가

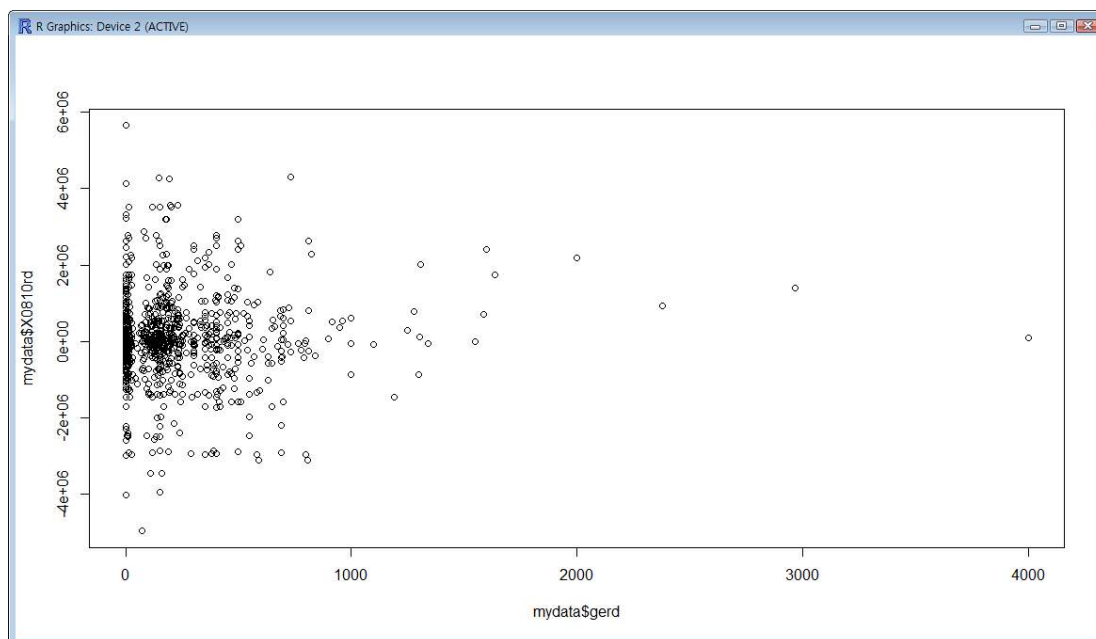
운데, '08→'10 사이에 감소 패턴이 있음을 확인할 수 있다. '08년도의 경제위기로 기업의 연구개발비 지출이 감소함께 따라 연구개발 집약도도 감소한 것으로 보인다. 그러나 '08년도에서 '10년도에 이르기까지 실험군과 대조군의 연구개발 집약도 감소 패턴은 차이를 보이는데, 실험군의 경우 감소율이 감소하는 형태(concave)인 반면, 대조군의 경우 감소율이 증가하는 형태(convex)임을 알 수 있다. 이러한 차이점은 전술한 가정을 뒷받침하는 증거로 활용될 수 있다. 즉, 정부의 투자로 인해 연구개발 집약도의 감소 패턴이 바뀌었고, 향후 연구개발 집약도의 증가를 유인할 수도 있다는 것이다.



[그림] 실험군과 대조군의 연구개발 집약도 변동 추이

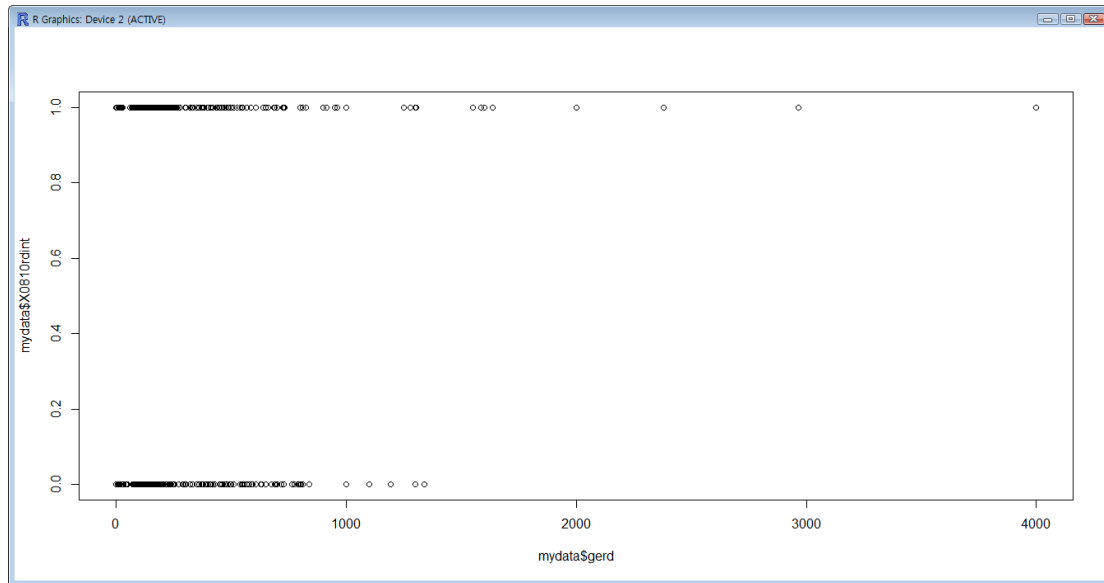
(2) Plotting Chart

계량 분석에 앞서 종속변수와 독립변수를 설정하고, 계량 모형의 형태를 가늠하기 위해 종속변수와 독립변수를 대상으로 그래프를 그려보았다. 우선 증가분의 차이(difference of differences)를 종속변수(Y-축)로 하고, 정부 투자를 독립변수(X-축)로 하여 그래프를 그린 결과는 다음과 같다. 대조군의 존재로 인해 X 값이 0인 샘플들이 밀집해 있으며, 실험군에 속한 샘플들의 경우에도 종속변수와 독립변수 간의 상관관계는 명확하게 드러나지 않고 있다.



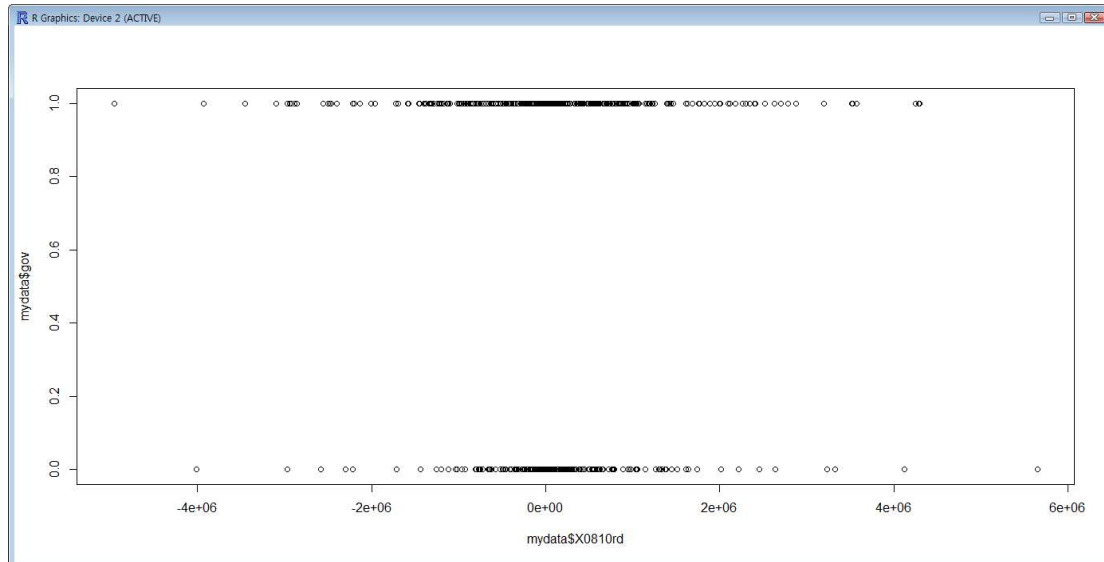
[그림] 증가분의 차이(연속 변수)-정부 투자(연속 변수) 그래프

다음으로 증가분의 차이를 이산 변수로 처리하여 그래프를 그려보았다. '08→'09 증가분 대비 '09→'10 증가분이 더 커질 경우 $y=1$, 반대의 경우엔 $y=0$ 의 값을 가진다. [그림]의 그래프에서 $y > 0$ 인 경우에는 $y=1$ 로, $y < 0$ 인 경우에는 $y=0$ 으로 투사한 것과 같은 결과이다. 몇 개의 특이점을 제외하면 $y=1$ 인 경우와 $y=0$ 인 경우의 x 값의 변화에 따른 패턴의 차이가 명확하게 드러나지는 않는다. 실제로 $y=1$ 인 샘플의 수는 실험군 402개, 대조군 392개로 거의 차이가 나지 않는다.



[그림] 증가분의 차이(이산 변수)-정부 투자(연속 변수) 그래프

마지막으로 증가분의 차이를 X 축으로 하고, 정부 투자 여부를 Y 축으로 하는 그래프를 그려보았다. 이 경우 정부 투자를 받았으면 $y=1$, 받지 않았으면 $y=0$ 의 값을 가진다. 정부 투자를 받은 경우 증가분의 차이가 좀 더 넓게 산포되어 있는 것으로 보인다.



[그림] 정부 투자(이산 변수)-증가분의 차이(연속) 그래프

Plotting Chart를 통해 본 연구의 주요 종속변수인 증가분의 차이와 독립변수 간에 뚜렷한 상관관계가 나타나지 않음을 예상해 볼 수 있다. 다음 장에서는 기본적인 계량 분석을 통해 가설을 검증하고, 풀링 기법(pooling method, pooled OLS)을 통해 보완된 계량 모형을 수립하고자 한다.

2. 1단계 분석 결과

1단계 추정 결과는 제2장의 연구결과와 거의 비슷한 양상을 보이고 있다. 다만, 분석의 대상이 제2장에서는 전체 기업인데 반해, 본 장에서는 중소기업으로 한정되어 있어 약간의 차이가 나타나고 있다. OLS를 이용한 추정 결과, 응용연구 및 개발연구에 많은 연구비가 투자되었다. 기술수명주기 상으로는 성장기에 있는 기술에 대한 투자가 많았다. 위험성이 높은 도입기 기술, 시장 전망이 어두운 성숙기 기술에 대한 투자는 상대적으로 적었다. 신성장동력에 대한 투자는 유의하였으나, 녹색기술에 대한 투자는 유의하지 않았다. 중소기업은 정부의 ‘저탄소 녹색성장’ 강조 정책의 수혜를 제대로 받지 못하였음을 시사한다. 종업원 수로 나타난 기업 규모가 커질수록 많은 투자를 받았다. 소재지, 매출액, 연구개발 집약도 등 주요 지표는 유의하지 않게 나타났다. 벤처기업과 외국인 투자 유치 기업이 상대적으로 많은 연구비를 받았다. 기업 규모와 과제 특성 간의 교차항 중에서는 연구개발단계(응용 및 개발연구)와의 교차항만이 유의한 것으로 나타났다.

<표> 1단계 추정 결과 (OLS)

독립변수	변수값	Value	Std. Err	t value	p-value	
연구개발단계	응용연구	449.312	87.33572	5.145	3.05E-07	***
	개발연구	310.5262	72.00532	4.313	1.73E-05	***
	기타	337.02	84.5654	3.985	7.08E-05	***
기술수명주기	성장기	-67.3261	18.88061	-3.566	0.000375	***
	성숙기	-28.017	34.77605	-0.806	0.420584	
	기타	-181.711	23.61553	-7.695	2.64E-14	***
신성장동력		323.3553	58.4194	5.535	3.70E-08	***
녹색기술		57.97325	33.87909	1.711	0.087266	.
미래유망기술(6T)	IT	26.76127	37.69036	0.71	0.477802	
기업 규모	종업원 수	3.64526	0.67268	5.419	7.03E-08	***
지역	기타 지역	153.1121	79.20954	1.933	0.053435	.
매출액		-22.4024	19.90644	-1.125	0.260616	
연구개발 집약도		45.53653	27.74477	1.641	0.100964	
벤처기업	벤처기업	31.23061	13.93363	2.241	0.025155	*
외투 여부	외투 유치	-67.1434	22.85011	-2.938	0.003352	**
신성장동력*규모		-0.05199	0.44082	-0.118	0.906136	
녹색기술*규모		-0.50123	0.23317	-2.15	0.031749	*
연구개발단계*규모	응용기술*규모	-3.57976	0.69129	-5.178	2.56E-07	***
	개발기술*규모	-3.2527	0.63143	-5.151	2.95E-07	***
	기타*규모	-2.54022	0.69082	-3.677	0.000245	***
6T*규모	IT*규모	-0.05282	0.27537	-0.192	0.847905	

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

3. 2단계 분석 결과

(1) 기본 모형

Plotting Chart에서 살펴 본 종속변수(difference of differences)와 하나의 독립변수(정부 연구개발 투자비 혹은 정부 연구개발 투자 여부)를 포함하는 간단한 계량 모형을 검증하였다. 우선 증가분의 차이(difference of differences)를 종속변수로 하고, 정부 연구개발 투자비를 독립변수로 하는 계량 분석 결과는 다음과 같다. 정부 투자비는 증가분의 차이의 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타나, Plotting Chart를 통해 사전 확인한 사실을 재확인하였다.

<표> 추정 결과 (증가분의 차이 vs. 정부 투자비)

독립변수	변수명	Value	Std. Err	t value	p value	
정부 투자비	(Intercept)	113436.6	53068.0	2.138	0.0327	*
	gerd	105.3	130.8	0.805	0.4212	

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

다음으로 종속변수인 증가분의 차이를 이산형 변수(discrete variable)로 처리하고, 정부 연구개발 투자비를 독립변수로 하여 계량 분석을 수행하였다. 종속변수가 이산형 변수이므로 계량 모형은 로짓 모형을 사용하였다.

<표> 추정 결과 (증가분의 차이(이산형) vs. 정부 투자비)

독립변수	변수명	Value	Std. Err	t value	p value	
정부 투자비	(Intercept)	1.423e-01	5.597e-02	2.542	0.011	*
	gerd	4.766e-05	1.413e-04	0.337	0.736	

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

마지막으로 증가분의 차이를 종속변수로 하고, 정부 연구개발 투자 여부(이산형)를 더미 변수인 독립변수로 하는 모형으로 분석을 하였다.

<표> 추정 결과 (증가분의 차이 vs. 정부 투자 여부)

독립변수	변수명	Value	Std. Err	t value	p value	
정부 투자 여부	(Intercept)	182605	70122	2.604	0.0093	**
	gov	-107941	99168	-1.088	0.2766	

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

두 번째와 세 번째 모형 모두 독립변수와 종속변수 간에 유의미한 관계를 도출하지 못

하였다. 하나의 독립변수로 종속변수를 설명하는 것은 한계가 있는 것으로 보인다.

다음 단계에서는 주요 독립변수 후보를 모두 포함하는 모형에 대해 분석을 수행하였다. 과제의 속성을 나타내는 독립변수로 정부 투자비, 신성장동력 비율, 녹색기술 비율, 연구 개발단계, 미래유망기술(6T), 기술수명주기를 포함하였다. 기업의 속성을 나타내는 독립 변수로는 소재지, 기업 규모(종업원 수), 매출액, 연구개발 집약도, 벤처기업 여부, 외국인 투자 유치 여부를 포함하였다. 교차항으로는 정부 투자비와 다른 독립변수들 간의 교차항을 모두 포함하였다.

<표> 2단계 추정 결과 (Full Model)

독립변수		Value	Std. Err	t value	p value	
(Intercept)		-7.31E+06	1.28E+06	-5.714	1.35E-08	***
정부 투자비		-1.13E+03	6.03E+03	-0.188	0.851104	
신성장동력		-4.32E+05	3.24E+05	-1.332	0.183123	
녹색기술		8.43E+04	1.91E+05	0.441	0.659352	
연구개발단계 (기초기술 기준)	응용기술	4.07E+05	4.24E+05	0.961	0.336725	
	개발기술	2.83E+05	3.37E+05	0.84	0.401283	
기술수명주기 (도입기 기준)	성장기	4.26E+04	1.58E+05	0.27	0.787555	
	성숙기	7.66E+05	2.93E+05	2.612	0.009103	**
미래유망기술 (BT 기준)	ET	4.45E+05	2.07E+05	2.154	0.031441	*
	IT	2.61E+05	2.01E+05	1.299	0.194218	
지역 (강원도 기준)	경기도	5.88E+05	4.50E+05	1.308	0.191174	
	서울특별시	3.95E+05	4.58E+05	0.863	0.388271	
기업 규모(종업원 수)		-9.19E+02	1.01E+03	-0.914	0.36105	
매출액		8.68E+05	1.66E+05	5.224	2.01E-07	***
연구개발 집약도		4.89E+06	5.11E+05	9.569	< 2e-16	***
벤처기업		-2.49E+05	1.14E+05	-2.194	0.028406	*
외투 유치		-8.61E+04	1.91E+05	-0.451	0.652266	
정부 투자비*신성장동력		1.93E+03	8.76E+02	2.199	0.028062	*
정부 투자비*녹색기술		-2.06E+03	7.95E+02	-2.59	0.00969	**
정부 투자비*개발기술		6.97E+02	1.06E+03	0.658	0.510897	
정부 투자비*성장기		-4.57E+02	4.99E+02	-0.916	0.359976	
정부 투자비*성숙기		5.19E+02	1.28E+03	0.406	0.685134	
정부 투자비*ET		4.50E+02	7.93E+02	0.567	0.57089	
정부 투자비*경기도		-1.55E+03	2.28E+03	-0.681	0.496248	
정부 투자비*기업 규모		8.03E+00	4.11E+00	1.952	0.051193	.
정부 투자비*매출액		-1.13E+02	8.02E+02	-0.141	0.887821	
정부 투자비*연구개발 집약도		5.40E+03	1.43E+03	3.772	0.000169	***
정부 투자비*벤처기업		1.18E+03	4.54E+02	2.598	0.009481	**
정부 투자비*외투 유치		5.15E+02	9.06E+02	0.569	0.569585	

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

(주) 신뢰수준 90% 미만의 변수 중 일부는 표에서 제외하였음.

정부 투자비를 비롯하여 신성장동력, 녹색기술, 연구개발단계 등 주요 과제 속성의 효과가 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 기술수명주기 중에서는 성숙기 기술이, 미래유망기술 중에서는 ET 기술의 효과가 유의미하였다. 기업의 속성 중에서는 매출액과 연구개발 집약도, 벤처기업 여부가 유의미한 변수로 확인되었다.

교차항을 살펴보면, 신성장동력과 녹색성장을 위한 투자는 모두 유의미한 효과를 보인 것으로 나타났다. 그러나 신성장동력 분야에 대한 투자는 보완 효과를 유발한 반면, 녹색기술 분야에 대한 투자는 오히려 대체 효과를 유발한 것으로 나타났다. 신성장동력 분야는 기업 입장에서 미래의 먹거리 창출을 위해 투자가 필수적으로 이루어져야 하는 분야이므로, 정부 투자에 더해 자체적으로도 투자를 늘린 것으로 해석할 수 있다. 반면, 이번 정부의 주요 국정과제 중 하나였던 녹색성장을 위한 투자는 오히려 기업의 자체 투자를 줄이는 효과를 가져 온 것으로 보인다. 정부의 지원이 대폭 확대됨에 따라 과제 수주 기회가 많아져서 굳이 투자를 할 필요가 없었던 것으로 해석할 수 있다. 연구개발단계, 기술수명주기, 미래유망기술과의 교차항은 유의미한 결과를 보이지 않았다. 정부 투자비와 기업 규모와의 교차항은 매우 약한 효과(신뢰수준 90%)를 가진 것으로 나타났다. 규모가 큰 기업에 대한 정부 투자가 민간 투자를 보완한 것인데, 분석대상에서 대기업은 모두 제외되었으므로 대기업 대 중소기업 프레임으로는 논의가 불가능하다(계량 모형에서 기업 규모는 종업원 수로 나타나고 있음을 유의). 연구개발 집약도가 높은 기업(하이테크 기업)일수록, 그리고 벤처기업일수록 정부 투자가 민간 투자를 보완하였다. 특히 연구개발 집약도와 정부 투자비의 교차항은 독립변수 중 가장 확실한 효과를 가진 것으로 나타났다.

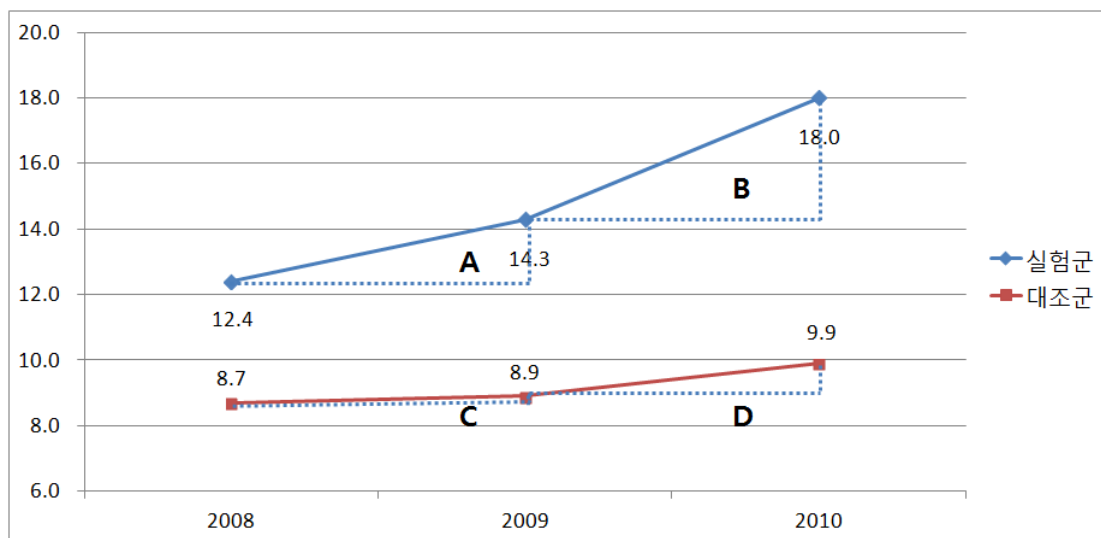
모든 독립변수를 포함하는 계량 모형을 통해 일부 유의미한 독립변수들을 선별하였으며, 주요 관심사인 정부 투자비의 효과도 일부 검증되었다. 분석 결과는 기존 연구 및 기초통계량을 통한 직관적 관찰과도 상당 부분 정합하는 것으로 보인다. 그러나 정부 투자비 자체의 효과가 통계적으로 무의미한 것으로 나타난 점이 아쉽다. 기초통계량 측면에서는 정부 투자비의 효과가 좀 더 긍정적으로 나올 것으로 예상하였으나, 계량 분석 결과는 만족스럽지 못하였다. 일부 교차항을 통해 효과가 발현되기는 하였으나, 정부 투자비 단독으로는 유의미한 효과를 갖지 못하는 것으로 나타났다. 이는 종속변수로 선정한 증가분의 차이(difference of differences)의 한계 때문인 것으로 보인다. 따라서 다음 장에서는 풀링 모형을 통해 정부 투자비 자체의 효과를 다시 한 번 검증해 보고자 한다.

(2) 풀링 모형

풀링 모형(pooling model)의 기본 아이디어는 다음과 같다. 분석 기간인 2008년도에서

2010년까지 기업의 연구개발비 변동은 [그림]과 같이 네 가지 유형으로 분류할 수 있다. 즉, 실험군의 '08→'09 증가분(A), 실험군의 '09→'10 증가분(B), 대조군의 '08→'09 증가분(C), 대조군의 '09→'10 증가분(D)의 네 가지 유형이다.

앞 장의 계량 모형에서는 증가분의 차이(B-A와 D-C의 차이)를 종속변수로 두었으며, 그 결과 정부 투자비의 효과가 매우 약하게 나타났다. 정부 지원의 효과를 좀 더 확연하게 나타내는 방법을 생각해 보자. 네 가지 유형 중에서 정부 지원의 효과가 영향을 미치는 증가분은 실험군의 '09→'10 증가분(B)이다. 따라서 B 부분의 기울기가 A, C, D와 다르다는 것을 보이면, 정부 지원의 효과가 증명된다. 즉, B의 기울기가 A, C, D에 비해 크다면 정부 지원의 민간 투자에 대한 보완 효과가 있다고 할 수 있다.



[그림] 기업의 연구개발비 변동 유형

풀링 모형에서는 이러한 아이디어에 따라 계량 모형을 다음과 같이 정의하였다. 우선 종속변수는 기업의 연구개발 투자 증가분, 즉, 전년 대비 연구개발비 증가분으로 정의하였다. 그리고 연도 구분('08→'09와 '09→'10)을 위해 더미 변수를 도입하였다. 더미 변수 D 는 '08→'09 증가분에 대해서 0의 값을, '09→'10 증가분에 대해서 1의 값을 가진다. 마지막으로 더미 변수 D 와 정부 투자비(gerd) 사이의 교차항을 도입하였다. 분석 결과는 <표>와 같다. 연도별 차이는 유의미하였으나 정부 투자비의 효과는 나타나지 않았다.

$$RD_{grow} = RD_t - RD_{t-1} = \beta_0 + \beta_{D_1}D + (\beta_1 + \beta_{D_2}D)gerd$$

$$D=1, \text{ if } t=2010$$

$D=0$, otherwise
<표> 추정 결과 (RD_{grow} vs. 정부 투자비)

독립변수	변수값	Value	Std. Err	t value	p value	
(Intercept)		1.033e+05	3.671e+04	2.813	0.00494	**
연도별 차이		1.134e+05	5.192e+04	2.185	0.02896	*
정부 투자비		9.258e+00	9.052e+01	0.102	0.91854	
연도별 차이*정부 투자비		1.053e+02	1.280e+02	0.823	0.41085	

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

한편, 정부 투자비(gerd) 대신 정부 투자 여부(gov)를 독립변수로 사용한 분석 결과는 다음과 같다. 이산형 더미 변수인 정부 투자 여부를 포함한 모형의 분석 결과는 연속형 변수인 정부 투자비를 포함한 모형에 비해 유의성이 높은 것으로 나타났다. 교차항은 여전히 유의미하지 않은 것으로 나타났다.

<표> 추정 결과 (RD_{grow} vs. 정부 투자 여부)

독립변수	변수값	Value	Std. Err	t value	p value	
(Intercept)		184617	48359	3.818	0.000137	***
연도별 차이		182605	68389	2.670	0.007625	**
정부 투자 여부		-160047	68389	-2.340	0.019338	*
연도별 차이*정부 투자 여부		-107941	96717	-1.116	0.264493	

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

<표>와 <표>를 통해 연도별 차이(β_{D_1})와 정부 지원에 따른 차이(β_1)가 각각 존재함은 일부 증명되었으나, 연도별*정부 지원 교차항(β_{D_2})은 통계적으로 무의미한 것으로 나타났다. 즉, 풀링 모형을 통한 분석 결과 역시 정부 연구개발 투자의 보완·대체 효과를 뒷받침하지 않는 것으로 나타났다. 과제 특성, 기업 특성 및 모든 교차항을 포함한 모형에서도 β_{D_2} 값은 유의미하게 나타나지 않았다. 이는 β_{D_2} 의 분포의 특성에 기인한 것으로 보이는데, 이에 대한 논의와 해결 방안에 대해서는 다음 장에서 다루기로 한다.

<표> 폴링 후 추정 결과 (Full model with 정부 투자비)

독립변수		Value	Std. Err	t value	p value	
(Intercept)		-4.25E+06	6.63E+05	-6.413	1.66E-10	***
연도별 차이		1.13E+05	4.98E+04	2.279	0.0227	*
정부 투자비		-2.41E+03	3.12E+03	-0.773	0.4398	
연도별 차이*정부 투자비		1.05E+02	1.23E+02	0.858	0.391	
신성장동력		-6.78E+04	1.68E+05	-0.404	0.6864	
녹색기술		-1.22E+03	9.91E+04	-0.012	0.9902	
연구개발단계 (기초기술 기준)	응용기술	-4.52E+04	2.20E+05	-0.206	0.8369	
	개발기술	1.09E+05	1.75E+05	0.623	0.5331	
기술수명주기 (도입기 기준)	성장기	-2.76E+04	8.19E+04	-0.338	0.7357	
	성숙기	2.91E+05	1.52E+05	1.916	0.0554	.
미래유망기술 (BT 기준)	ET	4.80E+04	1.07E+05	0.448	0.6544	
	IT	-8.10E+04	1.04E+05	-0.779	0.4361	
지역 (강원도 기준)	경기도	-1.71E+04	2.33E+05	-0.074	0.9414	
	서울특별시	-4.22E+04	2.37E+05	-0.178	0.8589	
기업 규모(종업원 수)		-1.76E+02	5.21E+02	-0.337	0.7359	
매출액		5.39E+05	8.61E+04	6.261	4.39E-10	***
연구개발 집약도		3.44E+06	2.65E+05	13.001	< 2e-16	***
벤처기업		5.72E+03	5.89E+04	0.097	0.9227	
외투 유치		1.89E+05	9.89E+04	1.915	0.0556	.
정부 투자비*신성장동력		-2.12E+02	4.54E+02	-0.467	0.6407	
정부 투자비*녹색기술		-1.20E+02	4.12E+02	-0.292	0.77	
정부 투자비*개발기술		-3.04E+02	5.49E+02	-0.553	0.5802	
정부 투자비*성장기		1.45E+02	2.58E+02	0.562	0.5742	
정부 투자비*ET		7.30E+02	4.11E+02	1.777	0.0757	.
정부 투자비*충청북도		2.87E+03	1.32E+03	2.169	0.0301	*
정부 투자비*기업 규모		2.07E+00	2.13E+00	0.97	0.3322	
정부 투자비*매출액		-3.92E+01	4.16E+02	-0.094	0.9249	
정부 투자비*연구개발 집약도		-1.18E+03	7.41E+02	-1.597	0.1104	
정부 투자비*벤처기업		-1.63E+01	2.35E+02	-0.069	0.9449	
정부 투자비*외투 유치		6.40E+02	4.69E+02	1.364	0.1728	

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

(주) 신뢰수준 90% 미만의 변수 중 일부는 표에서 제외하였음.

<표> 풀링 후 추정 결과 (Full model with 정부 투자 여부)

독립변수		Value	Std. Err	t value	p value	
(Intercept)		-6498333.2	757344.9	-8.58	< 2e-16	***
연도별 차이		182605.2	65104.7	2.805	0.005069	**
정부 투자 여부		5873883.4	1124709	5.223	1.89E-07	***
연도별 차이*정부 투자 여부		-107940.9	92072	-1.172	0.241152	
신성장동력		-319776.6	190637.4	-1.677	0.093571	.
녹색기술		-49463.6	112782.9	-0.439	0.661004	
연구개발단계 (기초기술 기준)	응용기술	-45725.1	267654.9	-0.171	0.864365	
	개발기술	96903.5	216620.1	0.447	0.654661	
기술수명주기 (도입기 기준)	성장기	36603.3	95725.9	0.382	0.702211	
	성숙기	624992.2	172661.9	3.62	0.0003	***
미래유망기술 (BT 기준)	ET	377752.9	126922	2.976	0.002942	**
	IT	124372.9	122019.2	1.019	0.308151	
지역 (강원도 기준)	경기도	605807.4	265182.5	2.284	0.022415	*
	광주광역시	853449.7	343780.9	2.483	0.013102	*
	충청북도	820708.3	307086.4	2.673	0.00757	**
기업 규모(종업원 수)		661.4	520.4	1.271	0.203843	
매출액		685759.3	96689.8	7.092	1.65E-12	***
연구개발 집약도		3857018.6	235758.5	16.36	< 2e-16	***
벤처기업		50345.2	73425.2	0.686	0.492978	
외투 유치		422986.3	117873.7	3.588	0.000338	***
정부 투자 여부*신성장동력		342220.7	269802.7	1.268	0.204754	
정부 투자 여부*녹색기술		75097.5	159510.3	0.471	0.637819	
정부 투자 여부*개발기술		-124962.2	306260.9	-0.408	0.683286	
정부 투자 여부*성숙기		-643865	243604.2	-2.643	0.00826	**
정부 투자 여부*ET		-498827.4	178623.6	-2.793	0.005263	**
정부 투자 여부*경기도		-738865.1	373011.5	-1.981	0.047708	*
정부 투자 여부*광주광역시		-1062314	484927.2	-2.191	0.028556	*
정부 투자 여부*부산광역시		-889301.9	449215.5	-1.98	0.047835	*
정부 투자 여부*충청북도		-1218268.8	432521.1	-2.817	0.004886	**
정부 투자 여부*기업 규모		-317	836.4	-0.379	0.704706	
정부 투자 여부*매출액		-586656	145999.8	-4.018	6.01E-05	***
정부 투자 여부*연구개발 집약도		-3011457	440440.4	-6.837	9.81E-12	***
정부 투자 여부*벤처기업		17083.4	103657	0.165	0.869108	
정부 투자 여부*외투 유치		-294312.2	166615	-1.766	0.077431	.

(신뢰수준) *** : 99.9%, ** : 99%, * : 95%, . : 90%

(주) 신뢰수준 90% 미만의 변수 중 일부는 표에서 제외하였음.

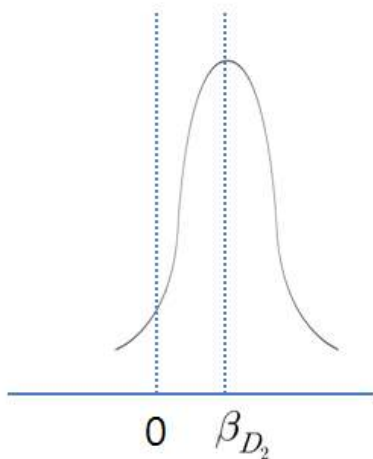
(3) 혼합 로짓 모형

β_{D_2} 에 대한 유의미한 추정이 이루어지지 않는 이유를 생각해 보자.

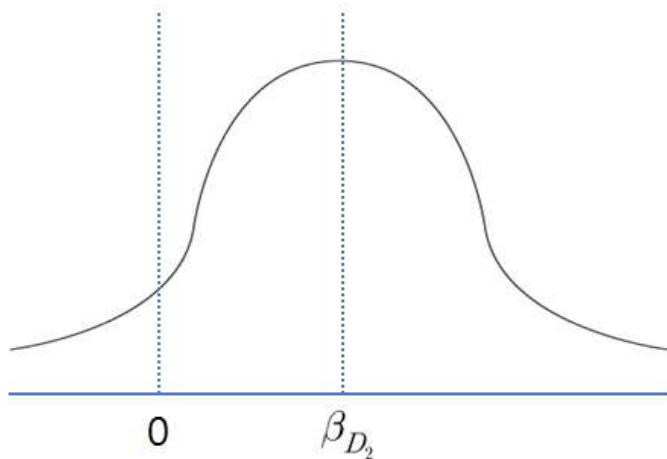
전술한 추정 결과를 통해 β_{D_2} 의 특성을 살펴보면, 추정치의 평균에 비해 분산이 큰 것으로 보인다. 통계적으로 유의미하지 않다 하더라도 분산이 작은 경우와 분산이 큰 경우는 시사하는 바가 서로 다르다.

(가)와 (나)를 비교해 보면, 똑같이 $\beta_{D_2} = 0$ 이라는 결론이 도출되었다 하더라도, (나)의 경우에는 (가)에 비해 $\beta_{D_2} \neq 0$ 인 샘플의 비율이 훨씬 많다. 이 경우 β_{D_2} 중에서 의미 있는 값들을 추출하는 방법 중 혼합 로짓 모형(mixed logit model)의 활용 가능성을 검증해 보고자 한다.

(가) 분산이 작은 경우



(나) 분산이 큰 경우



제4절 설문조사

1. 설문 목적

계량 모형 분석 결과가 현실을 제대로 반영하고 있는지 실증해 보고, 정책적 함의를 이끌어 내기 위해 정부 연구개발비 수주 기업에 대한 설문조사를 수행하였다.

정부 연구개발 투자를 받은 기업과 받지 못한 기업에 대해 서로 다른 항목들을 질문하였다. 투자를 받은 기업에게는 정부 투자의 용처와 효과, 정부 투자 이후의 경영전략의 변화를 물었다. 투자를 받지 못한 기업에게는 정부 투자를 받지 않은(못한) 이유와 정부 지원 정책의 문제점에 대해서 물었다. 공통적으로 향후 정부 투자를 받을 경우 자사의 연구개발 투자를 늘릴지(보완) 줄일지(대체) 물었다.

설문 결과를 계량 모형 결과와 비교하여, 분석 모형이 현실을 제대로 반영하는지, 기업들이 설문 응답과 실제 행동 사이에 괴리를 보이지 않는지 검증해 본다. 그리고 이러한 관찰을 바탕으로 시의성 높은 함의를 도출하고자 한다.

2. 설문 설계

(1) 설문 대상

설문의 대상은 정부 연구개발비를 받은 기업(실험군에 포함된 기업 전체 XX개)과 받지 못한 기업(대조군에 포함된 기업 전체 XX개)을 포함하였다. 총 XX개의 기업을 대상으로 설문지를 발송하였으며, 회수율은 XX%였다.

(2) 설문 항목

설문에서는 우선 정부 지원을 받은 기업과 받지 않은 기업을 분류하였다.

정부 지원을 받은 기업들에게는 지원 횟수와 평균 지원 규모를 물어보았다. 지원의 형태(단독, 협력 등)와 용처, 지원의 효과를 물어보았다.

정부 지원을 받지 않은 기업들에게는 지원을 받지 않은 이유가 자의인지 타의인지를 물어보았다. 그리고 정부 지원의 부재로 인한 공백을 어떠한 방법으로 대체하였는지를 물어보았다. 혹시 정부 지원 제도의 문제점이 있지 않은지 물어보았으며, 향후 연구비 수주 의사를 물어보았다.

마지막 공통 질문으로는 정부 지원을 받을 경우 자사의 연구개발 전략을 어떻게 바꿀 것인지 물어보았다.

<정부 연구개발비 수주 기업에 대한 실태조사>

6-1. 귀사는 최근 3년간 국가연구개발사업을 통해 연구비를 지원 받은 적이 있습니까?

- ① 없다. ② 있다. (1회) ③ 있다. (2~3회) ④ 있다. (4~5회)

(①을 선택하셨으면 6-7으로, ②~④를 선택하셨으면 6-2로)

6-2. 지원 받은 연구비는 1회 평균 어느 정도입니까?

- ① 1천만원 이하 ② 1천만원 ~ 5천만원
③ 5천만원 ~ 1억원 ④ 1억~3억원 ⑤ 3억원 이상

6-3. 연구비는 어떤 형태로 지원 받으셨습니까?

- ① 연구과제 단독 수주
② 컨소시엄 참여 (대기업 중심)
③ 컨소시엄 참여 (중소기업 중심)
④ 협력 연구 (대학 및 출연연구소)

6-4. 지원 받은 연구비는 어떤 용도로 활용하셨습니까?

- ① 중요하지 않은 아이디어 차원의 기초연구
② 중요하나 예산 부족으로 추진하지 못하던 연구
③ 사내에서 추진 중인 기술/제품 개발연구의 일부
④ 사내에서 개발 완료된 기술/제품의 상용화 추진
⑤ 회사와 관련은 없지만 정부에서 지정한 프로젝트
⑥ 장비 구입 및 인력 확충
⑦ 기타 : _____

6-5. 정부의 지원은 귀사의 연구개발 지출에 어떤 영향을 미쳤습니까?

- ① 정부의 지원을 받았으므로, 연구개발 지출을 줄였다.
② 관련연구 및 후속연구를 위해 연구개발 지출을 늘렸다.
③ 매칭 펀드를 대기 위해 연구개발 지출을 늘렸다.
④ 정부의 지원과 자체 연구개발 지출은 상관없다.

6-6. 정부의 지원으로 인한 효과에 대해 어느 정도 동의하십니까?

전혀 동의하지 않음	동의하지 않음	보통	동의함	매우 동의함
①	②	③	④	⑤

- 정부 지원은 위험부담이 큰 연구를 수행하는데 도움이 된다.	①	②	③	③	⑤
- 정부 지원은 회사가 속한 산업 분야의 발전에 도움이 된다.	①	②	③	③	⑤
- 정부 지원은 산학연과의 네트워크를 만드는 데 도움이 된다.	①	②	③	③	⑤
- 정부 지원은 회사의 연구개발역량을 기르는 데 도움이 된다.	①	②	③	③	⑤
- 정부 지원은 연구개발 장비를 갖추는 데 도움이 된다.	①	②	③	③	⑤
- 정부 지원은 인력을 양성하는 데 도움이 된다.	①	②	③	③	⑤
- 정부 지원은 회사의 연구개발 전략에 변화를 가져 왔다.	①	②	③	③	⑤

(6-10으로)

6-7. 정부 연구비를 지원 받지 않은 이유는 무엇입니까? (복수 선택 가능)

- ① 정보 부족으로 사업이나 제도의 존재를 몰랐다.
- ② 정부의 지원 내용이 회사에서 필요한 내용과 달랐다. (기술 분야 등)
- ③ 자체적으로 연구개발을 수행하고 있어 정부 지원을 받을 필요가 없었다.
- ④ 기밀 보호와 성과 독점을 위해서는 정부 연구비를 받지 않는 것이 낫다.
- ⑤ 정부 지원을 받기 위해 신청했으나 선정 과정에서 탈락했다.

(①~④를 선택하셨으면 6-10으로, ⑤를 선택하였으면 6-8으로)

6-8. 정부 연구비를 받지 못한 공백은 어떻게 채우셨습니까? (복수 선택 가능)

- ① 자체 투자로 해결
- ② 과제 수주(지자체, 공공기관 등)
- ③ 과제 수주 (기업, 대학, 연구소 등)
- ④ 협력 연구 (기업, 대학, 연구소 등)
- ⑤ 공백이 없었다. (해도 그만, 안 해도 그만인 연구였다.)
- ⑥ 기타 : _____

6-9. 정부 연구비 선정 과정의 문제점은 무엇이라고 생각하십니까? (복수 선택 가능)

- ① 산업 현안과 동떨어진 지원 분야
- ② 지원 규모가 너무 (크다 / 작다)
- ③ 지원 기간이 너무 (길다 / 짧다)
- ③ 까다로운 지원 조건
- ④ 관리 및 행정의 부담
- ⑤ 기밀 유지의 부담
- ⑥ 성과 창출의 압박
- ⑦ 기타 : _____

6-10. 향후 정부 연구비를 받을 의향이 있으십니까? (공통)

- ① 기회가 된다면 받고 싶다.
- ② 필요 없다.

6-11. 향후 정부 연구비를 받을 경우 귀사의 연구개발 지출을 늘리겠습니까? (공통)

- ① 늘리겠다.
- ② 줄이겠다.
- ③ 상관없다.

— 응답해 주셔서 감사합니다.—

3. 설문 결과

(1) 응답기업 정보

설문에 응답한 기업은 총 639개이며, 표본오차는 95% 신뢰수준에서 $\pm 3.94\%$ 이다.

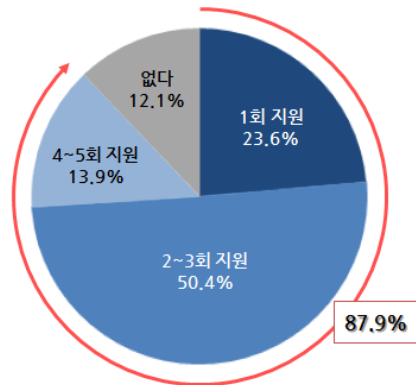
<표> 응답기업 기초통계

구 분		표본 수	비율(%)
계		639	100.0
종업원 수	10명 미만	151	23.6
	10~49명	271	42.4
	50명 이상	465	34.0
연구원 수	10명 미만	465	72.9
	10~49명	146	22.8
	50명 이상	28	4.4
업종형태	제조업	541	84.7
	서비스업	52	8.1
	연구개발업	36	5.6
	기타	10	1.6
상장여부	비상장 기업	579	90.5
	상장 기업	60	9.5
상장연도 (상장 기업)	1999년 이전	15	24.6
	2000년~2004년	26	42.6
	2005년~2009년	12	19.7
	2010년 이후	8	13.1
기업유형	대기업	22	3.4
	중소·중견기업	617	96.6
인증 보유 (복수응답, 중소·중견기업)	벤처기업	374	60.6
	이노비즈기업	387	62.7
	메인비즈기업	55	8.9
	해당사항 없음	110	17.8
지역	서울/수도권	260	40.7
	충청권	94	14.7
	호남권	76	11.9
	영남권	181	28.3
	강원/제주권	28	4.4

(2) 설문조사 결과

응답 기업 중 국가연구개발사업에 참여하여 정부의 지원을 받은 기업은 전체의 87.9%였으며, 2~3회 지원을 받은 기업이 50.4%로 가장 많았다.

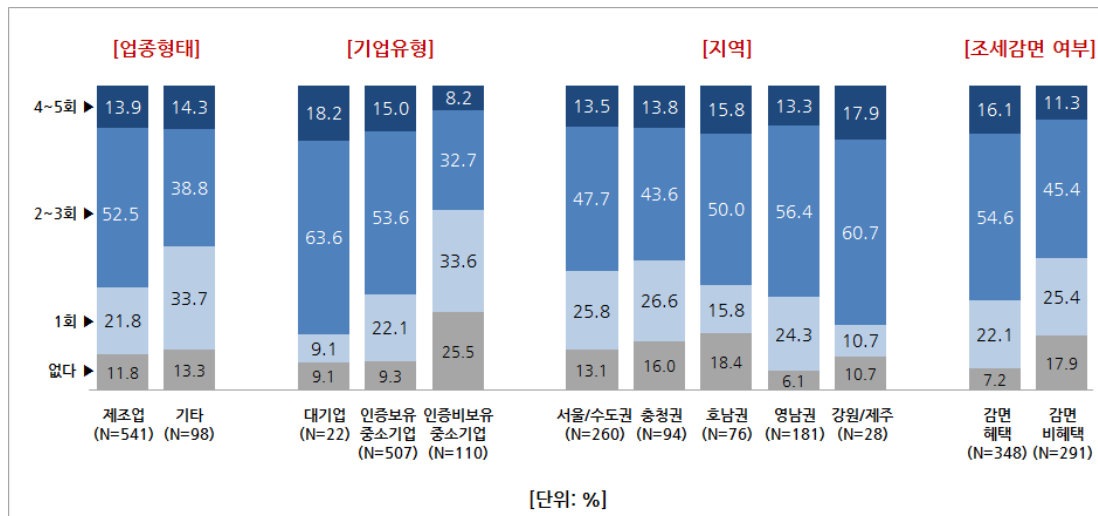
문) 귀사는 최근 3년간 국가연구개발사업을 통해 연구비를 지원 받은 적이 있습니까?



[N=639, 단위: %]

[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원 수혜 여부

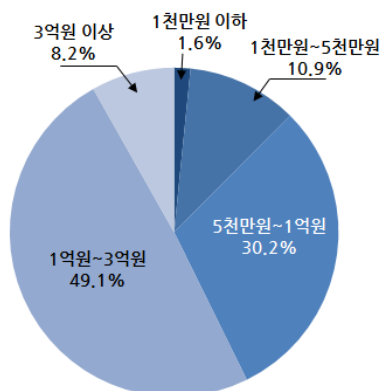
세부적으로 살펴보면 제조업 분야와 대기업이 지원을 많이 받았으며, 지역별로는 영남/강원/제주 등의 기업들이 지원을 많이 받았다. 최근 3년간 조세 감면을 받은 기업일수록 연구비 지원을 함께 받은 경우가 더 많은 것으로 나타났다.



[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원 수혜 여부 (상세)

1회 지원받는 평균 연구비는 1억원~3억원 수준이 가장 많았으며(49.1%), 5천만원~1억원 (30.2%), 1천만원~5천만원(10.9%), 3억원 이상(8.2%), 1천만원 이하(1.6%) 순으로 나타났다.

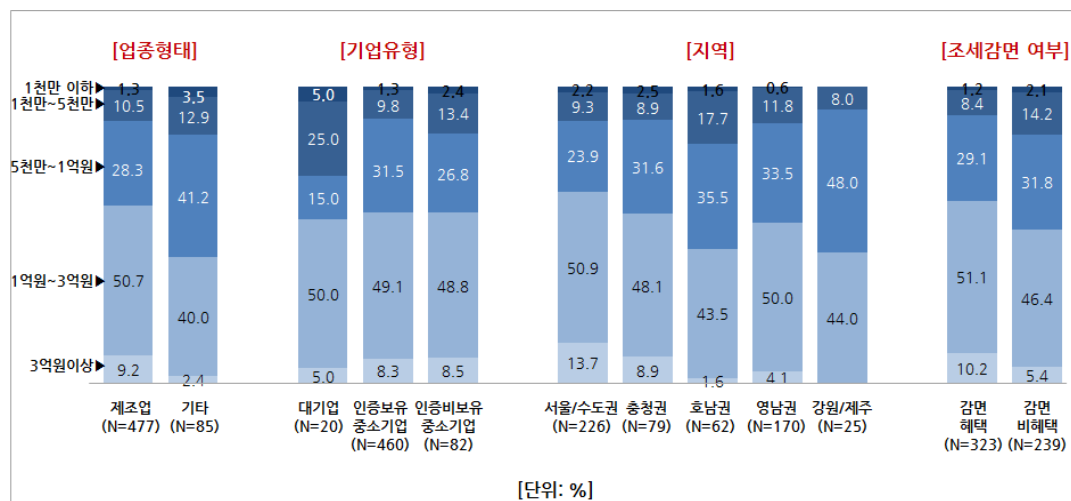
문) 지원 받은 연구비는 1회 평균 어느 정도입니까?



[3년 내 연구비 지원 받은 기업 N=562, 단위: %]

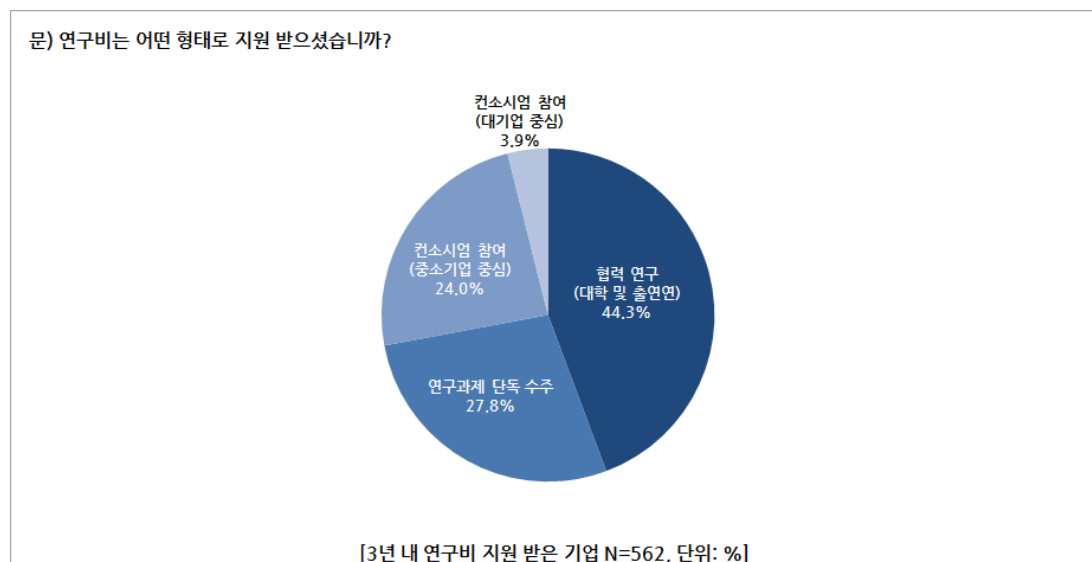
[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원 규모

제조업 분야 기업들의 1회 평균 연구비가 다른 분야에 비해 상대적으로 높은 구간에 분포되어 있었다(1억원 이상 59.9% vs. 42.4%). 마찬가지로 대기업이 중소기업에 비해 약간 높은 구간의 연구비를 받는 것으로 나타났으나 차이는 매우 작았다. 지역적으로는 서울/수도권/영남권의 기업들이 상대적으로 높은 구간의 연구비를 받고 있었다. 조세 감면 혜택을 받은 기업들이 높은 구간의 연구비를 받았다.



[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원 규모 (상세)

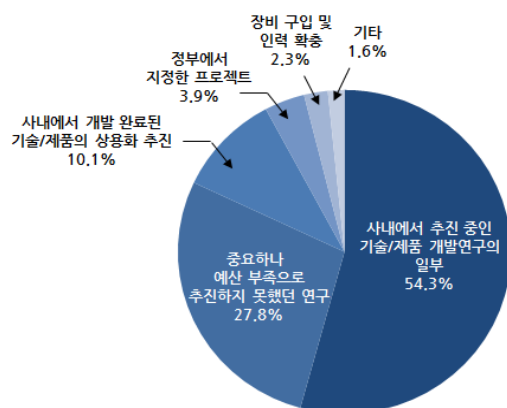
연구비를 지원 받은 방법은 대학 및 출연연과의 협력 연구를 통한 지원이 44.3%로 가장 높게 나타났다. 단독 수주(27.8%), 중소기업 중심의 컨소시엄 참여(24.0%), 대기업 중심의 컨소시엄 참여(3.9%) 순서대로 나타났다.



[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원 형태

정부로부터 지원 받은 연구비는 사내에서 추진 중인 기술/제품 개발연구의 일부로 활용한 비율이 54.3%로 가장 높게 나타났다. 다음으로는 예산부족으로 추진하지 못했던 연구(27.8%), 사내에서 개발 완료된 기술/제품의 상용화 추진(10.1%) 순으로 나타났다. 정부에서 지정한 프로젝트나 장비 구입, 인력 확충 등에 활용한 비율은 낮았다.

문) 지원 받은 연구비는 어떤 용도로 활용하십니까?

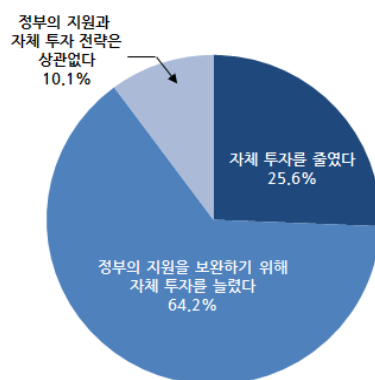


[3년 내 연구비 지원 받은 기업 N=562, 단위: %]

[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원 활용처

정부 지원을 받았을 때 자체 연구개발 투자 전략을 어떻게 바꾸었는가 하는 질문에 대해서는 자체 투자를 늘렸다는 기업이 64.2%로 나타났다. 자체 투자를 줄였다는 기업이 25.6%였으며, 정부 지원과 자체 투자 전략이 상관없다고 응답한 기업은 10.1%였다. 보완·대체 효과가 뚜렷하게 규명되지 않았던 계량분석 결과와 달리 보완 효과가 월등하게 높은 것으로 나타났다.

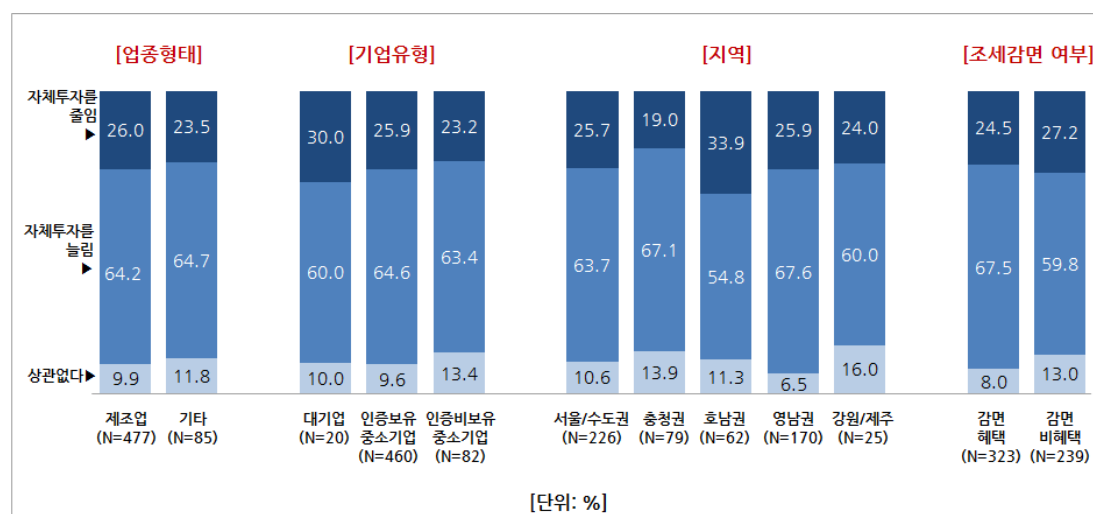
문) 정부의 지원은 귀사의 연구개발 투자에 어떤 영향을 미쳤습니까?



[3년 내 연구비 지원 받은 기업 N=562, 단위: %]

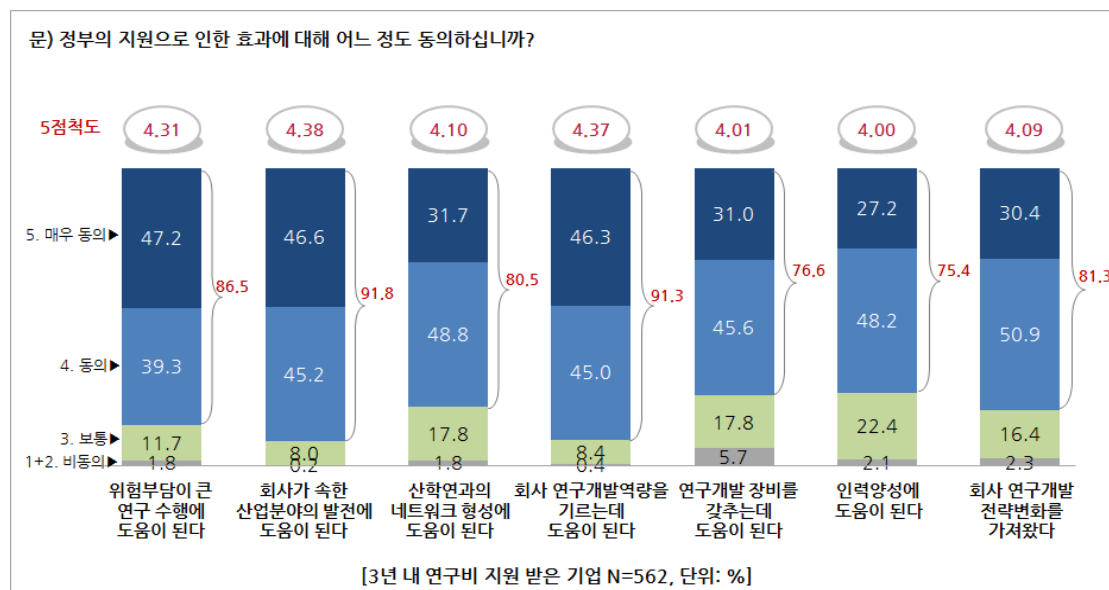
[그림] 설문조사 결과 - 자체 R&D 보완·대체

집단별로 상세하게 살펴보면, 제조업과 비제조업 중에서는 제조업 기업이 자체 투자를 늘리는 비율이 낮았다. 중소기업에 비해 대기업이 자체 투자를 줄이는 것으로 나타났다. 이는 계량분석 결과와 일부 상충되는 것이다. 계량분석에서는 기업의 규모가 커질수록 정부 지원과 자체 투자가 보완 효과를 가지는 것으로 나타났다. 물론 계량분석에서는 대기업이 샘플에서 제외되었으며, 중소기업만을 대상으로 종업원 수를 기업 규모로 상정하여 분석을 수행한 것이기는 하나, 계량분석 결과와 설문 결과 사이에 약간의 차이가 나타났음을 주지할 필요가 있다.



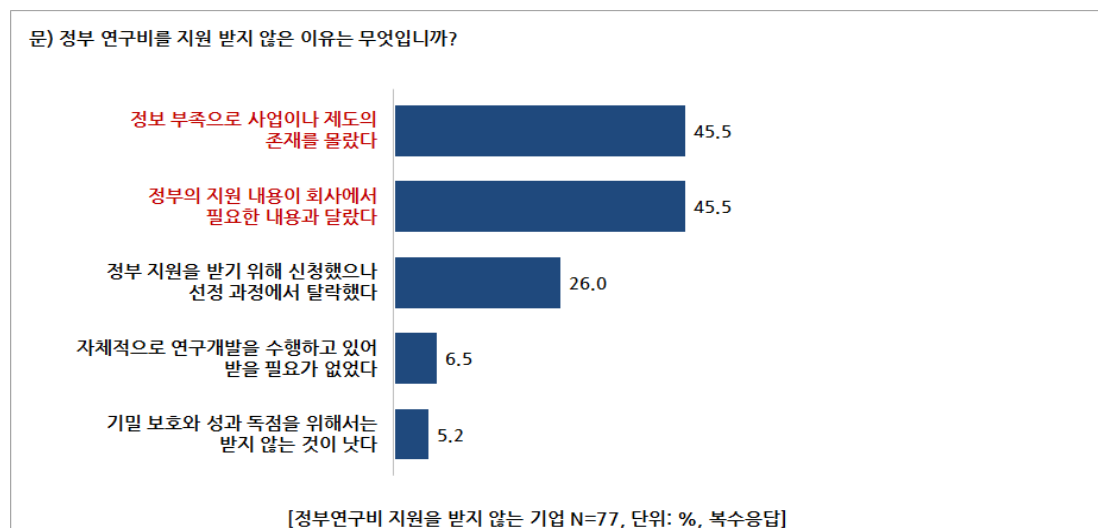
[그림] 설문조사 결과 - 자체 R&D 보완·대체 (상세)

정부 지원의 효과에 대해서는 전반적으로 긍정적인 응답이 높게 나타났다. 회사가 속한 산업분야 발전에 도움이 된다거나(91.8%), 회사 연구개발역량 향상에 도움이 된다(91.3%)는 인식이 매우 높았으며, 위험부담이 큰 연구 수행에 도움이 된다(86.5%), 회사 연구개발 전략에 전략 변화를 가져온다(81.3%), 산학연과의 네트워크 형성에 도움이 된다(80.5%)는 응답도 상대적으로 높게 나타났다.



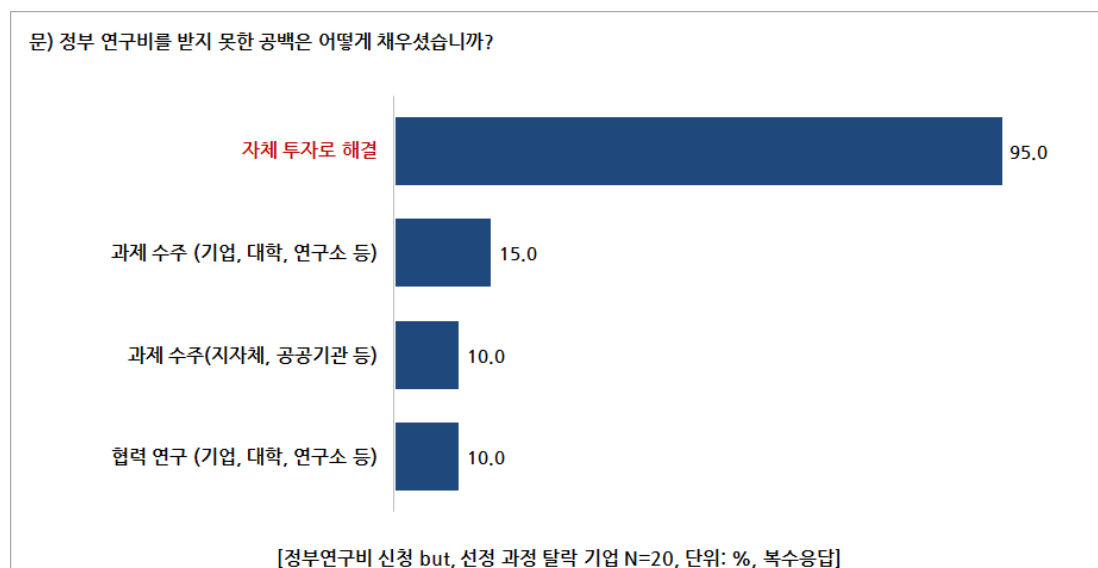
[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원 효과

한편, 정부 지원을 받지 않았다고 응답한 기업들에게 지원을 받지 않은 이유를 물어본 결과는 정보 부족으로 사업이나 제도의 존재를 몰랐거나(45.5%), 정부의 지원 내용이 회사의 필요와 달랐다(45.5%)는 응답이 가장 높게 나타났다. 자체 투자가 충분하므로 추가 지원의 필요가 없었다(6.5%)는 응답과 기밀 보호를 위해 지원받지 않는 것이 낫다(5.2%)는 응답은 상대적으로 낮게 나타났다.



[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원 비수혜 이유

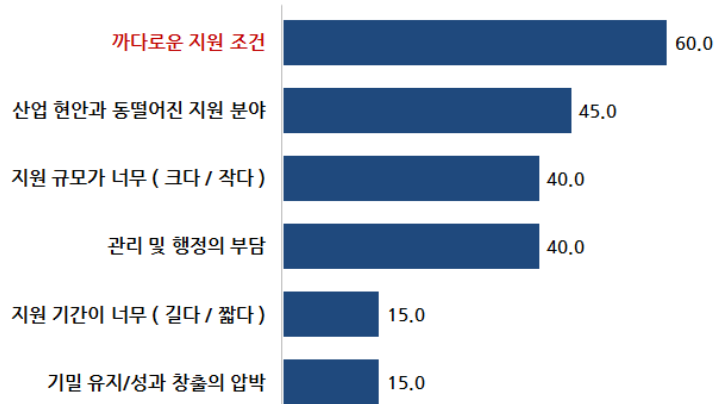
정부 지원을 받지 못했을 경우에 필요한 연구비를 어떻게 충당하는가 하는 질문에는 자체 투자로 해결한다는 응답이 95%로 가장 많았다. 다른 경로를 통해 과제를 수주한다는 응답이 25%였으며, 협력 연구를 추진한다는 응답은 10%였다. 이 문항에 대한 응답은 정부에 연구비를 신청했으나 탈락한 기업(20개 기업)만을 대상으로 하여 표본수가 적은 한계가 있었다.



[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원 대체 방법

정부 지원을 받지 못한 기업들에게 정부 지원 선정 과정의 문제점을 물어보았다. 까다로운 지원 조건(60%)이 가장 높았으며, 현안과 동떨어진 지원 분야(45%), 지원 규모의 부적절함(40%), 행정 부담(40%) 등의 응답이 나왔다.

문) 정부 연구비 선정 과정의 문제점은 무엇이라고 생각하십니까?

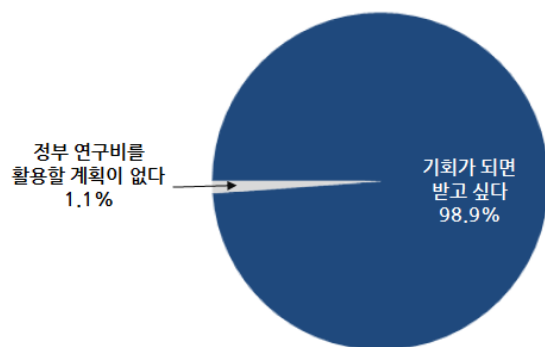


[정부연구비 신청 but, 선정 과정 탈락 기업 N=20, 단위: %, 복수응답, 소수응답 제외]

[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원의 문제

향후 기회가 된다면 정부 지원을 받고 싶다고 응답한 비율이 98.9%로 나타나, 정부 지원의 필요성에 대해서는 더 이상의 논의가 불필요한 것으로 보인다.

문) 향후 정부 연구비를 받을 의향이 있으십니까?



[전체 N=639, 단위: %]

[그림] 설문조사 결과 - 정부 지원 수혜 희망

제4장

결론

제1절 결론 및 시사점

본 연구에서는 정부 연구개발 투자의 민간 연구개발 투자에 대한 보완·대체 효과를 규명하였다.

이를 위해 우선 순서형 프로빗 모형을 사용하여 정부 연구개발 투자를 받는 기업들의 특성을 분석하였다. 정부 연구개발 투자가 국가연구개발사업의 규정에 따라 미리 정해진 규모로 지원된다는 사실에 근거하여, 종속변수를 몇 개의 구간에 따라 순서형 범주형 변수로 재구성하였다. 이 과정에서 일부 정보가 사라지는 문제점은 있지만, 현실에 더 가까우며 추가적으로 얻게 되는 직관도 있기에 방법론 사용에는 무리가 없는 것으로 판단된다.

분석 결과 대기업, 매출액이 큰 기업, 연구개발 집약도가 높은 기업, 벤처기업 등이 정부 연구개발 투자를 많이 받는 것으로 나타났다. 한편, 해당 과제가 속한 사업의 특성을 고려함으로써 정부의 정책이 얼마나 당초의 목적에 맞게 추진되었는지를 검증하였다. 정부의 대표적인 정책 목표인 ‘저탄소 녹색성장’을 구현하기 위한 녹색기술 분야 투자는 원활하게 이루어지지 못한 것으로 나타났다. 즉, 녹색기술의 비율이 높은 사업일수록 투자는 소규모로 이루어졌다. 개발연구와 신성장동력 분야에 대한 투자도 많이 이루어졌으나, 기술수명주기 상에서 위험도가 큰 도입기 기술에 비해 안정기에 접어드는 성장기 기술에 대한 투자가 더 많이 이루어진 것으로 나타났다. 기업 특성과 사업 특성을 동시에 살펴보면 중소기업이 신성장동력, 녹색기술, 미래유망기술 분야의 투자를 많이 받은 것으로 나타나, 여러 정책 목표가 조화롭게 추진된 것으로 보인다.

다음으로 정부 연구개발 투자의 효과를 분석하였다. 2단계로 구성된 모형을 통해 정부 연구개발 투자의 보완·대체 효과를 분석한 결과, 일부 분야에서 보완 효과가 나타났다. 정부 투자비를 비롯하여 신성장동력, 녹색기술, 연구개발단계 등 주요 과제 속성의 효과가 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 기술수명주기 중에서는 성숙기 기술이, 미래유망기술 중에서는 ET 기술의 효과가 유의미하였다. 기업의 속성 중에서는 매출액과 연구개발 집약도, 벤처기업 여부가 유의미한 변수로 확인되었다.

정부 투자비와 다른 독립변수들 간의 교차항을 분석한 결과는 좀 더 많은 시사점을 제공한다. 신성장동력과 녹색성장을 위한 투자는 모두 유의미한 효과를 보인 것으로 나타났다.

다. 그러나 신성장동력 분야에 대한 투자는 보완 효과를 유발한 반면, 녹색기술 분야에 대한 투자는 오히려 대체 효과를 유발한 것으로 나타났다. 신성장동력 분야는 기업 입장에서 미래의 먹거리 창출을 위해 투자가 필수적으로 이루어져야 하는 분야이므로, 정부 투자에 더해 자체적으로도 투자를 늘린 것으로 해석할 수 있다. 반면, 이번 정부의 주요 국정과제 중 하나였던 녹색성장을 위한 투자는 오히려 기업의 자체 투자를 줄이는 효과를 가져 온 것으로 보인다. 정부의 지원이 대폭 확대됨에 따라 과제 수주 기회가 많아져서 굳이 투자를 할 필요가 없었던 것으로 해석할 수 있다.

반면 연구개발단계, 기술수명주기, 미래유망기술과의 교차항은 유의미한 결과를 보이지 않았다. 정부 투자비와 기업 규모와의 교차항은 매우 약한 효과(신뢰수준 90%)를 가진 것으로 나타났다. 규모가 큰 기업에 대한 정부 투자가 민간 투자를 보완하였으며, 연구개발 집약도가 높은 기업(하이테크 기업)일수록, 그리고 벤처기업일수록 정부 투자가 민간 투자를 보완하였다. 특히 연구개발 집약도와 정부 투자비의 교차항은 독립변수 중 가장 확실한 효과를 가진 것으로 나타났다.

분석 결과는 기존 연구 및 기초통계량을 통한 직관적 관찰과도 상당 부분 정합하는 것으로 보인다. 그러나 정부 투자비 자체의 효과가 통계적으로 무의미한 것으로 나타난 점이 아쉽다. 기초통계량 측면에서는 정부 투자비의 효과가 좀 더 긍정적으로 나올 것으로 예상하였으나, 계량 분석 결과는 만족스럽지 못하였다. 일부 교차항을 통해 보완 효과가 확인되었으나, 정부 투자비 단독으로는 유의미한 효과를 갖지 못하는 것으로 나타났다. 이는 종속변수로 선택한 증가분의 차이(difference of differences)의 한계 때문인 것으로 보인다.

정부의 R&D 지원을 받은 기업들을 대상으로 수행한 설문조사 결과는 계량분석 결과와 약간의 차이를 보였다. 정부 지원을 받은 경우 자사의 R&D 투자를 증가시켰다는 응답이 64.2%로 R&D 투자를 줄인 경우(25.6%)에 비해 현저하게 높았다. 즉, 정부 투자의 민간 R&D 보완 효과가 높은 것으로 나타났다. 계량분석 결과와 설문조사 결과가 차이가 나는 이유는 대상 연도의 차이⁷⁾, 샘플의 차이⁸⁾, 스케일의 차이⁹⁾ 등을 생각해 볼 수 있다.

7) 계량분석은 단년도 정부 지원, 설문조사는 최근 3년간 정부 지원을 대상으로 함.

8) 계량분석은 실험군과 대조군 각 2,000개 정도의 샘플을 사용하였으나, 설문조사는 실험군에 해당하는 정부 지원 수혜 기업만을 조사하였음.

9) 설문 응답 시 자체 R&D 투자를 늘렸는지 줄였는지에 대해서만 물었으며, 구체적인 규모를 명시하도록 하지 않았기 때문에 설문 응답자가 체감하는 증가(혹은 감소)분의 규모가 계량분석을 통해 규명되지 않을 정도로 미미할 수 있음.

제2절 기대효과 및 활용방안

본 연구는 정부 연구개발 투자의 효과를 규명함에 있어 과제의 특성과 기업의 특성을 함께 고려하였다는 데 의의가 있다. 기존 연구에서는 정부 투자를 받았는지, 받지 않았는지의 여부만을 기업의 특성과 연결 짓는 데 그쳤으나, 본 연구에서는 정부 투자의 여부 뿐만 아니라, 과제의 규모와 과제의 속성까지 고려하여 분석을 수행함으로써, 어떤 목적으로 집행된 예산이 어떤 기업에게 투자되었는지, 결과적으로 어떤 효과를 발휘하였는지를 하나의 맥락에서 분석하였다. 즉, 정부의 정책 도구로서의 국가연구개발사업과 과제들이 어떠한 매커니즘에 따라 집행되었으며, 어떤 효과를 거두었는지 파악이 가능하였다. 이를 통해 향후 효율적인 정부 연구개발 투자 정책 수립에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

민간에 대한 정부 연구개발 투자의 규모 및 속성에 대한 이해를 통해 정부 정책과 실제 투자 사이의 정합성을 판단하는 근거로 활용하며, 정부 연구개발 투자가 특정 기업群에 편중되는 현상을 진단하고 이를 해결하기 위한 정책적 대안 수립 시 근거로 활용할 수 있을 것이다.

정부 연구개발 투자와 관련된 연구의 최종 목적은 결국 국민의 세금으로 구성된 정부의 연구개발 예산이 얼마나 효율적으로 사용되었는가를 규명하는 것으로 귀결된다. 본 연구 역시 최종적으로는 정부 연구개발 투자의 민간 연구개발 투자 보완·대체 효과를 알아보기 위해 추진되었다. 2단계로 구성된 분석 모형을 통해 정부 투자와 기업 특성 간의 관계를 분석하고, 정부 투자의 효과를 규명하였다. 정부 연구개발 투자가 민간의 연구개발 투자를 보완 혹은 대체하는지 밝힘으로써 정부 연구개발 투자의 근거 및 당위성을 확보할 수 있을 것이다. 그리고 정부 연구개발 투자의 보완 효과가 극대화되는 조건을 규명함으로써 정부 연구개발 투자의 효과성 및 효율성을 제고할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

KISTEP (각 연도), 국가연구개발사업 조사분석 보고서

KISTEP (각 연도), 과학기술연구개발활동조사보고서

OECD (1997), Revision of the High Technology Sector and Product Classification

Blanes and Busom (2004), Who participates in R&D subsidy programs? The case of Spanish manufacturing firms, *Research Policy*, 33, 1459-1476

Cohen and Levinthal (1990), Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, 128-152

David, Hall and Toole (1999), Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A Review of the Econometric Evidence, Working Paper, 199-269, Dept. of Economy, UC Berkeley

Duguet (2004), Are R&D subsidies a substitute or a complement to privately funded R&D? Evidence from France using propensity score methods for non-experimental data, *Revue d'Economie Politique*, 114(2), 263-292

Gonzalez and Pazo (2008), Do public subsidies stimulate private R&D spending?, *Research Policy*, 37, 371-389

Greve (2003), A Behavioral Theory of R&D Expenditures and Innovations: Evidence from Shipbuilding, *The Academy of Management Journal*, Vol. 46, No. 6, 686-702

Guellec and Potterie (2003), The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D, *Economies of Innovation and New Technology*, Vol. 12(3), 225-243

Hagedoorn and Duysters (2002), External Sources of Innovative Capabilities: The Preferences for Strategic Alliances or M&As, *Journal of Management Studies*, Vol. 39(2), 167-188

Hirschey et al. (2012), The size, concentration and evolution of corporate R&D spending in U.S. firms from 1976 to 2010: Evidence and implications, *J. of Corporate Finance*, 18, pp. 496-518

Karim and Mitchell (2000), Path-dependent and Path-Breaking Change: Reconfiguring Business Resources Following Acquisition in the U.S. Medical Sector, 1978-1995, *Strategic Management Journal*, Vol. 21, 1061-1081

- Rosenbaum and Rubin (1983), The central role of the propensity score in observation studies for causal, *Biometrika*, 70(1), 41-55
- Veugelers (1997), Internal R&D expenditures and external technology sourcing, *Research Policy*, 26, 303-315
- Veugelers and Cassiman (1999), Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms, *Research Policy*, 28, 63-80
- 김봉태, 이남수 (2008), 순서화 로짓모형을 이용한 전복의 소비자 선호, 구매횟수, 소비의향 분석, *해양정책연구*, 제23권, 2호, 165-189
- 김원규 (2008), 대기업·중소기업 간 정부 R&D지원 효과 비교, *e-KIET 산업경제정보*, 제383호, 산업연구원
- 박항식 (2003), 정부의 연구개발 지원정책이 기업의 연구개발투자에 미치는 영향, *동국대학교 박사학위 논문*
- 송종국, 서환주 (2003), 기업의 R&D 구조변화와 정부정책 방향에 대한 소고, *기술혁신연구*, 제11권, 제1호, 79-97
- 송종국, 김혁준 (2009), R&D 투자 촉진을 위한 재정지원정책의 효과분석, *기술혁신연구*, 제17권, 제1호, 1-48
- 오인하 (2011), 부품소재산업 정부지원의 고용효과에 관한 분석, *생산성논집*, 제25권, 제3호, 199-299
- 오준병, 장원창 (2008), 정부 직접보조금, 기업 R&D 투자 그리고 대체 또는 보완 효과의 결정요인 분석, *산업조직연구*, 제16집, 제4호, 1-33
- 유민화 (2006), 정부 연구개발 자금지원과 기업의 대응분석, *한국산업기술재단 연구보고서*
- 유민화, 박중구 (2006), 정부의 연구개발 지원과 기업의 연구개발투자 행태 분석: 보완·대체 효과의 결정요인 분석, *산업경제연구*, 제19권, 제6호, 2445-2468
- 유승훈 (2003), 기업의 R&D 투자 결정요인 분석 - 준모수적 추정법을 적용하여 -, *기술혁신학회지*, 제6권, 제3호, pp. 279-297
- 윤지운 (2008), 다선택 프로빗 모형을 이용한 내·외부 연구개발 활동에 대한 실증 분석, *정책분석평가학회보*, 제18권, 제2호, pp. 177-199
- 조가원 (2010), 기업특성이 연구개발 정부지원 수혜에 미치는 영향, *기술혁신연구*, 제18권, 제1호, 99-121
- 주홍신, 김점수, 박중구 (2011), 청정생산R&D 정부출연금의 기업R&D투자에 대한 효과분석 - 민간 기업R&D투자의 보완·대체 효과를 중심으로, *Clean Technology*, Vol. 17, No. 2, 181-188

최석준, 김상신 (2007), 정부 연구개발 보조금의 기업 자체 R&D 투자에 대한 효과 분석 : 2002년 이
후 국내기업 사례를 중심으로, 한국기술혁신학회지, 제10권, 제4호, 706-726

최열, 김종성 (2003), 순서형 프로빗(Ordered Probit)을 이용한 주택규모 선택에 관한 연구,
대한국토·도시계획학회지, 제38권, 제7호, 69-80