

# 자유공모형 국가연구개발 과제의 특성 및 효과성 분석 : 중소기업 R&D를 중심으로

홍슬기\* · 배성주\*\*

## <목 차>

- I. 서론
- II. 이론적 논의
- III. 연구 방법
- IV. 실증분석 결과
- V. 결론

**국문초록 :** 최근 중소기업 혁신 지원 전략이 시장 중심의 혁신을 유도하는 방향으로 전환되면서 중소기업이 수행하는 정부 R&D의 세부과제 지원 유형 중 자유공모형 과제의 비중이 높아지고 있다. 본 연구는 이처럼 증가하고 있는 자유공모형 과제의 특성과 효과성에 대해 이론적으로 살펴보고 실증분석을 통해 어떤 조건에서 자유공모형 과제가 될 가능성이 높아지는지, 성과 측면에서는 어떠한 차이점이 있는지 알아보았다. 먼저 시장수요 중심으로서의 국가 R&D전략 전환과 수요견인 혁신 관점에서 세부과제 지원 유형 중 자유공모형 과제의 특성과 의미에 대해 살펴보고, 자원기반 관점으로 자유공모형 과제가 성과측면에서 유리할 수 있다는 것을 이해하였다. 그 후 로짓분석과 성향점수매칭법 등 실증분석을 통해 자유공모형 과제가 될 확률이 높아지는 과제 특성과 수행기업의 특성을 밝히고, 자유공모형 과제가 연구비 1억원 당 더 많은 혁신 성과를 나타낸다는 결과를 얻었다.

주제어 : 자유공모형 과제, 세부과제 지원 유형, 중소기업 R&D, 정부 R&D 사업, 수요견인 혁신

\* 연세대학교 기술경영학협동과정 박사과정 (slki3848@yonsei.ac.kr)

\*\* 연세대학교 경영대학 교수, 교신저자 (sjbae@yonsei.ac.kr)

---

---

## The Performance of Grant-type Government R&D Project: Focusing on SME's R&D

Seulki Hong · Sung Joo Bae

---

---

**Abstract :** As the strategy to support SMEs' innovation has shifted to induce market-oriented innovation, the Korean government increasingly invests in grant-type R&D projects proposed by SME firms. This study reveals the characteristics of grant-type R&D projects proposed by SME firms through a transition of national R&D strategy and demand-pull innovation perspectives. This study also examines the differences between grant-type R&D projects proposed by firms and R&D projects led by the government through logit-analysis and propensity score matching methods. As a result, we found that a national R&D project for SMEs yields better innovation performance when the project is proposed by a company than led by the government.

Key Words : Firm-proposed R&D, SME's R&D, Government Research Grant,  
Demand-pull innovation

# I. 서론

최근 한국의 국가 R&D 전략은 연구자가 직접 제안한 과제를 국가가 지원해주는 방식으로 전환되고 있다. 기존 한국의 R&D는 연구자가 직접 연구 과제를 기획하거나 제안하는 방식 보다는 정부가 큰 정책 방향 안에서 개발해야 할 기술과 목적을 결정하고, 정부에 의해 기획된 과제에 참여할 연구자를 선정하는 방식으로 진행되어 왔다. 그리고 이렇게 국가가 주도하는 R&D 전략은 한국이 과학기술 개발의 후발주자로서 빠른 시간에 선진국과의 격차를 줄일 수 있는 주요 전략으로 평가되어 왔다(Choi 1986, Lee 1988, Shin and Kim 1994, Bae, Lim et al. 2013). 특히 정부주도로 미래의 기술변화에 대해 예측해 연구개발의 대상이 될 기술을 선정하고 정부가 선정한 기술분야와 정부가 기획한 R&D 과제에 다양한 연구 참여주체가 참여할 수 있게 하였는데, 이 프로세스가 한국의 전형적인 R&D 전략 모델로 평가받았다(Shin and Kim 1994, Kim, Bae et al. 2014).

그러나 최근에는 국가 R&D 투자규모가 높아지면서 국가 R&D 과제의 생산성 저하 등의 문제가 대두되었다(과학기술정보통신부 2018). 2019년을 기준으로 한국 정부의 R&D 투자가 20조원을 돌파했고, 이는 OECD 국가 중 미국, 독일, 일본에 이은 4번째 큰 규모로 240억달러(PPP, current prices)에 달한다(OECD, 2020). 그러나 같은 해 한국의 SCIE 급 논문 발표 건수는 세계 논문 수의 3.45%만을 차지하며 12위에 그쳤다. 피인용 수에서는 전 세계 논문 피인용 수의 2.13%만을 차지하며 13위에 머물러있다(소민호 외, 2020). 또한 국가 R&D 투자 규모가 확대되고 있음에도 불구하고 기술 이전과 사업화 성과도 정체되어있다(이병철, 2021). 2013년 국가 R&D 사업 1건 당 기술료 징수액은 0.46억원이었으나 2018년 0.32억원, 2019년 0.29억원으로 투자 규모는 20조원을 돌파하였으나 기술 이전에 의한 기술료 성과는 더 저하된 것을 알 수 있다(이병철, 2021). 이처럼 정부의 R&D 투자는 선도국 수준이지만, 여전히 성과 측면에서 보면 정부 투자의 생산성이 낮아지고 있는 것이다.

정부 R&D 생산성 향상을 위한 여러 방안 중 과거 정부주도의 추격형 R&D에서 탈피해 연구자가 창의적인 아이디어를 제안해 연구를 진행할 수 있는 프로세스가 필요하다는 주장이 제기되었다(과학기술정보통신부 2019). 이에 따라 국가 R&D 전략은 연구자 중심, 다양한 과제를 지원하는 방향으로 변화했다. 정부는 명목 상 정부가 주도하는 하향식 R&D(지정공모형 과제)와 연구자가 제안하는 상향식 R&D(자유공모형, 품목지정형 과제)를 아래와 같이 정의(표 1)하고 연구자가 제안하는 과제에 투자하는 비중을 높이는

것에 집중해왔다. 그러나 아직 연구자가 제안하는 과제가 실제 R&D 생산성 향상에 긍정적인 효과가 있는지, 이 방식의 과제가 갖는 특성이 무엇인지에 대한 이해는 부족한 상황이다. 그러므로 현 시점에서 연구자가 제안하는 상향식 R&D의 특성을 이론적, 실증적으로 이해하여 연구자가 제안하는 과제에 집중하게 된 본질적인 정책 목표인 R&D 생산성 향상을 위한 세부 방안을 살펴 보아야한다.

<표 1> 세부과제 지원 유형 구분 (KISTEP, 2020)

구 분		설 명
상향식	자유공모형	국가연구개발사업의 과제공고 이후 산·학·연 연구자가 연구주제를 자유롭게 제안해서연구비를 지원받는 자유공모형(일반공모형) 연구과제 (예시) 개인기초연구사업(과기정통부), 집단연구지원사업(과기정통부) 등
	품목지정형	국가연구개발사업의 과제공고 이후 구체적인 제안요청서(RFP) 없이 품목(제품, 기술분야 등)만 제시하여 연구개발 방법론의 자유로운 제안을 평가해서 우수한 연구개발(기술개발)을 지원하는 방식 (예시) 미래소재디스커버리사업(과기정통부), 신재생에너지기술개발사업(산업부) 등
하향식	지정공모형	국가연구개발사업의 과제공고 이후 산·학·연 연구자가 각 중앙부처의 임무를 수행하기위해 미리 정해진 연구주제에 응모해서 연구비를 지원받는 임무중심·목표지향적 연구과제 (예시) 한국형발사체개발사업(과기정통부), 식품등안전관리사업(식약처) 등

연구자가 제안하는 상향식 과제에 투자를 확대해야 한다는 논의는 크게 기초연구와 중소기업지원연구에 대해서 두드러지게 나타나고 있다. 특히 규모로 보면 2018년에서 2020년까지 3년 간 기초연구 과제의 투자 금액 중 45%, 중소기업이 수행하는 과제의 투자 금액 중 51%가 자유공모형 과제였다(KISTEP, 2019; 2020; 2021). 같은 기간 국가연구개발비의 27%만이 자유공모형 과제에 투자되고 있는 것과 비교해 더 큰 비중이다. 기초연구의 경우에는 이미 자유공모 방식의 과제가 투자 효율성이 높다는 연구가 진행되어왔다(김용정 외, 2012). 이 같은 연구를 기반으로 ‘기초연구진흥종합계획’ 등에서 자유공모 방식의 기초연구를 확대하는 방안이 꾸준히 강조되고 있다.

중소기업이 수행하는 R&D에 대해서도 ‘중소기업기술혁신촉진계획’에서 ‘자유응모’ 방식 과제의 필요성을 언급하며 연구자가 제안하는 과제에 지원을 확대하는 방안이 논의되고 있지만 그 효과성은 아직 증명되지 않았다. 특히 이 계획에서는 시장과 자율에 의해 기업이 창의성을 충분히 발휘할 수 있도록 정부는 최소한의 감독만을 수행한다는 것이 대표적인 전략의 전환 방향으로 제시되었다(홍슬기 외, 2020). 그러나 중소기업을 대상으로 하는 R&D는 자유공모 방식에 해당하는 보조금(grant) 지원은 기업의 성과에

유의미한 영향을 주지 못한다는 연구(Moen 2018)도 존재하며 R&D에 참여하는 기업의 도덕적 해이에 대한 논란도 지속되고 있다. 또한 중소기업은 스스로 과제를 기획하는 역량이 부족해 이를 정부가 지원해주어야 R&D 성과가 향상될 수 있다는 것을 밝힌 연구(Jun, Seo et al. 2013, Seo and Cho 2020)도 있다. 따라서 중소기업이 수행하는 과제 경우 상향식 R&D에 투자하는 것이 성과 측면에서 타당한 것인지에 대해서는 아직 논의가 진행 중이며, 성과 측면에서 하향식 과제와 어떤 차이가 있는지에 대한 분석 등도 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 중소기업 R&D로 국가 R&D 전략의 대상을 좁혀 기업이 직접 R&D를 기획하고 제안하는 방식인 상향식 R&D가 가진 특성을 이론적 배경과 실증 분석을 통해 알아보고 성과 측면에서도 하향식 보다 더 우수한지를 분석하였다. 특히 상향식 R&D 중에서도 연구자가 자유롭게 연구 내용을 제안하는 상향식 R&D로의 전환 목적에 가장 부합하는 자유공모형 과제를 연구대상으로 하고 비교 대상을 하향식 R&D에 해당하는 지정공모형 과제로 하였다. 상향식 R&D 중 품목지정형 과제는 지정공모형과 자유공모형 과제의 중간 형태로 부처, 과제관리기관에 따라 연구대상 제품, 기술 등이 구체적으로 명시되어 하향식 R&D에 더 가까운 특성을 보이기도 하므로 본 연구의 분석 대상에서는 제외하였다.

먼저 최근 상향식 R&D의 확대가 어떤 정책적 논의 과정에서 도출되었는지 살펴보고, 한국과 같이 추격형 국가에서 과학기술 선도국가로 전환되는 시점에 R&D 전략의 전환에 대한 논의가 있었던 국가의 사례를 살펴보았다. 그리고 이러한 논의에서 다루어진 정부가 주도하는 지정공모형 과제와 기업이 스스로 제안하는 자유공모형 과제가 각각 어떠한 특징이 있는지 도출하였다. 과제 특성, 연구대상 기술 특성, 연구를 수행하는 기업의 특성 측면에서 그 특징들을 살펴보았다. 이 후 '수요견인 혁신(Demand-pull innovation)' 관점과 '자원기반(Resource-based view)' 관점으로 자유공모형 R&D 방식을 이해하고 성과 측면에서 지정공모형 과제 보다 자유공모형 과제가 더 우수할 것이란 가설을 수립해 이를 검증해보았다.

본 연구에서의 연구 질문은 다음과 같다.

연구질문 1: 어떤 과제 특성이 있을 때 지정공모형이 아닌 자유공모형 과제가 될 확률이 높은가?

연구질문 2: 과제를 수행하는 중소기업이 어떤 특성이 있을 때 지정공모형이 아닌 자유공모형 과제가 될 확률이 높은가?

연구질문 3: 성과 측면에서 자유공모형이 지정공모형 과제 보다 생산성이 높은가?

## II. 이론적 논의

### 1. 국가 R&D 전략 전환

한국 정부는 정부지원 연구과제의 기획체계를 연구자들이 아이디어를 낼 수 있는 개방형으로 전환하려는 노력을 하고 있다. 특히 기업이 수행하는 R&D 과제의 경우에 기업이 시장 수요로부터 과제를 자율적으로 발굴하고 기획 단계부터 창의성을 충분히 발휘할 수 있는 기업 주도의 자유공모형 과제의 비중을 확대해야한다는 논의가 2010년대 중반부터 꾸준히 이어지고 있다(산업통상자원부 2014; 과학기술정보통신부 2018; 중소벤처기업부 2019).

이는 미국에서 1980년대 논의되었던 임무중심 혁신 정책(Mission-oriented Innovation Policy)에서 확산중심 혁신 정책(Diffusion-oriented Innovation Policy)으로의 전환과 유사한 맥락의 논의라고 할 수 있다. 1940년대부터 1960년대까지 미국은 국가주도의 임무중심 혁신 정책을 통해서 유럽 국가와의 기술격차를 좁히는 추격 전략을 수립해왔다. 특히 국방, 우주기술 개발 등 국가주도의 대규모 프로젝트를 론칭하고 개발할 기술을 국가가 선제적으로 제시하였다. 임무중심 혁신 정책은 정확한 개발절차와 좁은 범위의 개발대상 기술을 국가에서 특정하고 정부기관 주도로 추진되는 연구에 기업들이 참여하는 형태의 프로젝트를 확대하는 방식으로 미국은 이를 통해 1960년대 까지 단기간에 기술수준을 높여왔다(Ergas 1987). 그러나 이후 일본과 같은 아시아 국가의 기술적 추격에 대응하기 위해 임무중심 혁신 정책에서 확산중심 혁신 정책으로 전환해야 한다는 논의가 시작되었다(Ergas 1987, Chiang 1990). 확산중심 혁신 정책은 국가에서 명확한 연구내용과 목표를 정해주는 것이 아니라 보조금 방식의 지원을 통해 연구의 이질성과 다양성을 유지하고 시장의 수요를 중시한다는 특징이 있다. 확산중심 혁신 정책 하에서는 연구의 이질성과 다양성을 유지하며 넓은 광범위한 기술에 대한 R&D를 수행하는 전략이 나타난다(Ergas 1987). 그리고 연구자가 원하는 기술을 개발할 수 있도록 유도한다는 점에서 확산중심 혁신 정책으로의 전환은 현재 한국에서의 자유공모형 과제 비중을 높이는 논의와 비슷한 맥락이다(Utterback 1974, Ergas 1987).

여러 측면에서 기업이 제안하는 자유공모형 과제 확대 논의와 닮아 있는 확산중심 혁신 정책으로의 전환과 그 효과성에 대해서는 기술선택 관점과 수요견인 혁신 관점에서 해석한 연구가 존재한다. 기술선택 관점에서 보면, 임무중심 혁신 정책 하에서는 정부가

기술발전 경로를 잘못 예측할 위험성이 있기 때문에 외부환경이 복잡해질수록 시장에서 분산된 의사결정과 기술적 다양성이 추구되는 확산중심 혁신 정책이 혁신이 더욱 촉진한다는 평가가 있다(Conesa 1997). 확산중심 혁신 정책 하에서는 연구의 다양성이 촉진되어 새로운 환경변화에 대응하기에 유리하기 때문에 결과적으로 혁신 성과가 향상될 수 있다는 연구도 있었다(Cantner and Pykab 2001). 그리고 수요견인 혁신 관점에서 이 두 혁신 정책을 이해하려는 연구도 수행되었다. 임무중심 혁신 정책은 국가가 목표기술을 정하고 기술이 개발됨에 따라 시장이 형성되는 기술주도 혁신(Technology-push Innovation)을 유도하지만 확산중심 혁신 정책은 수요견인 혁신(Demand-pull Innovation)이 유도되면서 시장의 역할이 더욱 중요해진다(Chiang 1990).

현재 한국의 국가 R&D전략 하에서 정부주도의 지정공모형 과제와 기업이 제안하는 자유공모형 과제의 핵심적인 차이는 과제 기획 과정에 있다(그림 1). 지정공모형 과제의 경우에는 연구재단 등과 같은 과제관리전문기관 등이 과학기술 정책에 부합하는 기술개발 계획을 세우고, 기술적 대안을 직접 탐색하여 R&D과제를 직접 기획한다. 이 과정에서 기업을 포함한 연구자들로부터 기술수요조사를 받아 그 결과를 과제의 연구대상 기술을 선정하는데 참고하기도 하지만 이보다는 정부의 정책적 목표를 달성할 수 있는 기술이 주로 개발대상이 된다. 이때 정부기관은 R&D과제의 제안요청서(RFP, Request For Proposal)를 작성하고 이를 공고하여 정부가 기획한 과제에 참여할 연구자와 기업을 선정하게 된다. 이러한 정부주도의 지정공모형 과제에서 기업은 기획단계에 의견을 제시하거나 시장에서 필요한 R&D 주제를 제안하기 어렵다. 하지만 기업이 직접 제안하는 자유공모형 과제의 경우에는 기업이 스스로 시장에서 필요한 연구주제를 찾아 제안할 수 있다. 이 경우에 정부기관은 제안요청서 없이 보조금 형식의 R&D 지원을 받을 연구과제를 기업에 직접 제안하도록 요청하고 기업은 직접 필요하다고 생각하는 R&D 기획안을 작성해 정부에 전달한다. 자유공모형 과제는 정부 주도의 지정공모형 과제와 달리 기업이 온전히 연구할 대상과 주제를 시장의 수요와 필요에 기반해 결정하게 된다. 따라서 자유공모형 과제와 지정공모형 과제의 가장 두드러지는 차이는 R&D 기획 과정에 있으며 이 과정에서 특징을 이해하기 위해 수요견인 혁신의 이론적 틀을 적용할 수 있다.



<그림 1> R&D 기획 관점에서의 자유공모형 과제와 지정공모형 과제 비교

## 2. 수요견인 혁신 관점

사회와 기술이 이전과 다르게 빠르게 변화하고 있고 국가 R&D에 관해 이해관계자가 많아졌기 때문에 국가가 직접 R&D를 주도하기에는 여러 한계점들이 있다. 이전에는 후발주자의 추격 전략(Catch-up Strategy)으로 국가주도 하에 선도국을 따라가는 전략이 주목받았다(Cho, Kim et al. 1998, Lee and Lim 2001). 선도국이 이미 기술적 대안을 제시하고 있기 때문에 그 기술을 따라 개발하는 것이 시간과 자원을 아낄 수 있는 방법이 었기 때문이다. 그러나 일본의 경우를 살펴보면, 2000년대로 넘어오면서 사회와 기술이 빠르게 변화하고 있고 혁신의 주체가 더 이상 대기업 중심이 아닌 스타트업이 되었기 때문에 국가가 효율적으로 국가의 R&D를 조율하기 어려워졌다는 문제가 지적되기 시작하였다(Goto 2000). 그리고 기술적 후발국가라고 하더라도 국가R&D 사업에 이해관계자가 많아지고 참여자가 많아지면서 경로의존성을 보이는 국가의 R&D사업이 미시적인 기술전략을 모두 정부가 결정하는 것은 유효하지 않다고 분석한 연구도 있다(Forbes and Wild 2000).

이처럼 국가가 주도하는 R&D의 한계가 부각되면서 그 대안으로 시장에 기반한 수요 견인 혁신을 유도하는 방안으로써 기업이 직접 제안하는 연구에 투자하는 전략이 주목 받았다. 수요견인 혁신을 유도하기 위해서는 정부는 혁신 주체들이 스스로 'Learning-by-doing'을 할 수 있는 환경을 만들어주고(Nemet 2009) 시장에서 기술적 대안의 다양성 확보하려는 전략을 취하게 된다. 이 경우 시장에 의한 탐색과 선택의 과정을 통해서 수요견인 혁신이 유도되는 것이다(Utterback 1974, Di Stefano, Gambardella et al. 2012). 이를 위해서는 정부 R&D투자에서도 연구의 이질성과 다양성을 추구할 필요가 있기 때문에 정부 주도의 대형 과제보다는 다수의 소형과제를 자유공모형 과제의 형태로 투자하는 것이 더 적합하다. 자유공모형 과제가 기간이 짧은 소형과제에 집중되게 되면 이를 수행하는 기업의 규모나 이전 과제 참여경험 등도 영향을 받을 수 있다. 또한 기업은 시장수요에 기반해 혁신의 아이디어를 얻기(Utterback, 1974) 때문에 정부 R&D를 통해 수요견인 혁신을 유도하기 위해서는 시장에서의 아이디어가 신제품개발 등으로 이어질 수 있도록 개발연구 단계를 지원해주는 것이 적합하다(Chiang, 1990; Cantner and Pyka, 2001).

수요견인 혁신은 기술, 규모 면에서 충분히 성숙된 시장에서 주로 발생하며(Pavitt, 1984; Rothwell, 1992), 혁신의 성공을 위해 시장에서 수요와 관련된 양질의 정보를 센싱 하고 활용할 수 있는 기업의 역량이 매우 중요하다(Brown, 1992; Rowthwell, 1992;

Balachandra and Friar, 1997). 따라서 수요견인 혁신을 유도하기 위해서 정부는 기업의 시장정보 센싱 역량과 기획역량을 고려해 정부 R&D를 지원하게 된다. 예를 들어 자유공모형 과제를 지원할 때 국내 기술수준이 이미 높은 성숙된 기술 분야에 지원하거나 기업의 부족한 역량을 우려해 협력 연구 등을 지향할 수 있다. 그리고 R&D 활동을 활발하게 하는 기업일수록 외부 정보를 받아들이고 내재화 할 수 있는 흡수역량(Absorptive capabilities)과 시장에서 기술적 기회를 빠르게 포착할 수 있는 동적역량(Dynamic capabilities)이 향상(Cohen, 1990; Teece, 1997)되기 때문에 수요견인 혁신의 성공 가능성이 높아질 수 있다. 따라서 기업의 내부 R&D 투자 규모나 벤처기업 인증 여부 등도 자유공모형 과제를 수행하는 기업의 특성에 영향을 미칠 수 있다.

그 간의 연구에서는 혁신성과 측면에서 기술주도 혁신 보다 수요견인 혁신을 유도하는 것이 유리하다는 것이 증명되었다. 수요견인 혁신을 유도하기 위해서는 수요견인 혁신은 정부가 기술개발을 통해서 기술주도 혁신을 통해 직접 시장을 형성하는 것 보다 시장수요에 기반해 혁신이 유도되기 때문에 혁신의 시차(Time-lag)이 짧아져 더 효과적이다(Di Stefano, Gambardella et al. 2012). 수요견인 혁신을 유도하는 전략이 특허 등의 혁신성과 측면에서 더 생산성이 높다는 연구결과도 존재한다(Peters, Schneider et al. 2012). 따라서 수요견인 혁신을 유도할 수 있는 기업이 직접 제안하는 자유공모형 과제가 정부가 주도하는 지정공모형 과제보다 더 우수한 혁신 성과를 나타낼 수 있다.

### 3. 자원기반 관점

수요견인 혁신의 관점으로 자유공모형 과제와 지정공모형 과제의 특징과 성과 측면의 차이를 이해할 수 있지만, 중소기업 R&D 성과의 메커니즘을 좀 더 상세히 살펴보기 위해 자원기반 관점에서 두 형식의 과제를 수행하는 과정을 살펴보았다. 자원기반 관점으로 보면 기업은 각각 고유한 유형, 무형의 자원과 역량의 고유한 집합체이다(Wernerfelt, 1984). 각 기업이 보유한 자원과 역량을 어떻게 활용하는지가 기업의 성과에 영향을 미치며, 특히 이 중에서도 R&D 등을 포함한 조직의 학습을 통해 얻어진 핵심 역량(Core competencies)이 성과에 중요한 역할을 한다(Prahalad and Hamel, 1990). 따라서 기업은 R&D 등 혁신활동을 통해 핵심 역량을 강화하고자 노력한다(Del Canto and Gonzalez, 1999). 따라서 기업이 정부 R&D 과제에 참여할 때에도 핵심 역량을 확보하고자 하는 것이 과제 수행에 강한 동기가 될 수 있다.

정부 R&D 중에서도 지정공모형 과제를 수행할 때 보다 자유공모형 과제를 수행할 때 기업은 그들의 핵심 역량을 활용하고 강화할 수 있는 방향으로 R&D를 기획할 수 있다. 지정공모형 과제의 경우에는 정부의 제안요청서에 따라 R&D를 수행해야하는 반면, 자유공모형 과제일 때는 기업이 스스로 과제를 기획하는 과정에서 시장 수요를 반영할 수 있을 뿐만 아니라 내부 핵심 역량을 강화하는 전략 하에서 R&D 목적과 내용을 결정하고 제안할 수 있기 때문이다. 그리고 R&D와 같은 기업의 학습 과정에는 경로의존성(Path dependency)이 존재한다(이재혁, 양지원, 2015). 따라서 기업들은 R&D를 기획할 때 기존에 수행해온 R&D와 유사성이 높고 기존에 보유하고 있던 역량을 더욱 강화할 수 있는 방향으로 기획을 할 가능성이 높다. 이 경우 기존의 역량을 더 효과적으로 활용할 수 있기 때문에 R&D의 성과가 향상될 수 있다. 즉, 기업이 자유공모형 과제를 수행할 경우 기존의 수행하던 R&D와의 연속성이나 기존 역량을 활용할 수 있는 R&D를 제안하고 수행하기 때문에 지정공모형 과제를 수행할 때 보다 과제 성과가 우수할 가능성이 있는 것이다.

본 연구에서는 수요견인 혁신 관점과 자원기반 관점에서 살펴보았듯이 자유공모형 과제가 지정공모형 과제보다 성과 측면에서 우수한지 알아보기 위해 실증 분석을 수행하여 기술적 성과(논문, 특허)와 경제적 성과(기술료, 사업화) 측면에서 차이를 살펴보았다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 분석 방법론

본 연구에서는 중소기업이 수행하는 국가 R&D가 자유공모형 과제였을 때 같은 조건의 지정공모형 과제보다 성과 측면에서 우수하다는 것을 밝히고자 한다. 이와 같이 자유공모형 과제일 때의 성과 측면의 효과성을 분석하기 위해서는 세부과제 지원 유형 중 자유공모형 과제가 되는데 영향을 미치는 과제 특성, 과제 수행 기업 특성 등을 고려해야 한다. 이러한 특성들이 자유공모형 과제가 될 확률을 높이는 선택편의(Selection Bias) 문제를 일으켜 두 집단 간의 성과의 차이를 명확히 비교하기 어렵게 만든다. 예를 들어 혁신역량을 갖춘 기업이 자유공모형 과제를 수행할 확률이 높아져 당연히 자유공모형 과제일 경우 특허와 같은 성과가 높게 나타날 수 있는 것이다.

따라서 이처럼 국가 정책과 사업 등의 효과성을 비교할 때는 선택편의 문제를 해결하는 것이 중요하다(Holland 1986). 선택편의 문제를 해결하기 위해서는 먼저 자유공모형 과제가 될 가능성을 높이는 과제 특성, 기업 특성을 도출해야한다. 그리고 그 특성이 동일한 두 집단(자유공모형 과제 - 실험군, 지정공모형 과제 - 대조군)을 선택해 두 집단 사이의 성과 차이를 비교하여 자유공모형 과제인지 여부가 성과에 미치는 순효과(ATT, Average Treatment Effect on the Treated)를 분석해야한다(Holland 1986).

이 과정에서 비슷한 특성을 갖는 두 집단(자유공모형 과제 - 실험군, 지정공모형 과제 - 대조군)을 선택하는 방법에는 여러 가지 매칭법이 있지만, 본 연구에서는 성향점수매칭법(PSM, Propensity Score Matching)을 활용하였다. 이 방법은 Rosenbaum and Rubin(1983)의 연구에서 제안된 방법으로 분석 대상 데이터가 많고 선택편의 문제를 일으킬 가능성이 있는 변수들이 많을 때 유용한 방법이다(Rosenbaum, 2002). 국내에서도 본 연구와 유사한 목적의 정부 정책 평가, 인증제도 효과성 분석, 정부지원 사업 효과성 분석 연구 등에 최근까지도 널리 사용되고 있다(오승환 외, 2015; 오승환, 장필성, 2019; 전승표 외, 2022; 이병문 외, 2022).

성향점수 매칭을 위해서는 로짓분석을 통해 자유공모형 과제가 될 확률이 높은 특성들을 도출하는 과정이 필요하다. 이때 로짓분석에서는 자유공모형 과제 여부가 종속변수, 그리고 다양한 과제, 기업의 특성들이 독립변수가 된다. 이 과정에서 유의성이 입증된 독립변수들을 해석해 자유공모형 과제와 지정공모형 과제 자체의 특성 차이와 과제를 수행하는 기업 간의 차이를 이해할 수 있다. 이후에는 유의성이 입증된 독립변수들을 성향점수로 하여 이 점수가 유사한 두 집단을 매칭하는 과정이 필요하다. 매칭 알고리즘은 NNM(Nearest Neighbor Matching)이 가장 일반적으로 사용되며, 이는 자유공모형 과제의 성향점수와 가장 유사한 성향점수를 갖는 과제들로 지정공모형 과제 집단을 구성하는 방법이다. 이후 성향점수가 유사한 두 집단의 성과 차이를 비교해 세부과제 지원 유형에 따른 성과에의 순효과를 구하여 자유공모형 과제에서 성과가 우수하게 나타나는지 증명이 가능하다.

## 2. 분석 데이터

본 연구에서는 과학기술정보통신부에서 제공하는 정부과제 데이터와 각각의 과제에서 발생한 성과정보 데이터를 기업재무 데이터, 기술수준평가, 연구개발활동조사 데이터

등과 연계하여 분석하였다. 과학기술정보통신부는 국가 R&D전략 수립 등에 기초자료로 활용하기 위해 매년 국가 재원으로 수행된 R&D 과제에 대한 조사인 '국가연구개발조사분석'을 수행한다. 2018년 조사부터는 연구자가 제안하는 R&D의 중요성이 커지면서 과제제안유형을 나누어 조사하고 있다. 따라서 이 데이터를 활용하면 자유공모형, 품목 지정형, 지정공모형 과제로 국가연구개발과제를 구분해 분석에 활용할 수 있다. 또한 과제수행 주체에 대한 정보와 연구개발 대상 기술과 협력유형, 과제기간, 정부연구개발비 규모 등에 대한 상세한 정보가 포함되어 있다. 중소기업이 수행한 과제에서 과제수행 주체인 기업에 대한 정보를 NICE평가정보에서 제공하는 기업 정보와 연계해 분석에 활용하였다. 그리고 '국가연구개발조사분석'에서 조사되는 정부 R&D과제로부터 발생한 기술적 성과(SCIE 논문, 국내외 특허 출원 및 등록 건수)와 경제적 성과(기술료 발생, 사업화 성과) 정보도 사용되었다.

본 연구에서는 2018년 수행된 정부 R&D과제를 분석대상으로 하였으며 총 63,697개의 과제 중 중소기업이 수행한 15,171개 과제를 대상으로 하였다. 이 중 품목지정형 과제는 직접 연구대상 기술의 범위를 특정한다는 점에서 앞서 살펴보았던 자유공모형 과제의 특성과 명확히 부합하지 않는다고 판단해 본 연구의 대상에서 배제하였다. 따라서 자유공모형 과제와 지정공모형 과제, 두 가지 세부과제 지원 유형에 해당하는 과제만을 분석 대상으로 하여 모든 데이터가 유효한 총 8,414개 과제를 최종 분석 대상으로 하였다. 그리고 이 과제에서 3년 간(2018~2020년) 발생한 SCIE급 논문 게재 성과 744건, 국내외 특허 출원 및 등록 성과 8,505건, 기술료 성과 1,022건, 사업화 성과 3,709건도 분석에 활용하였다.

### 3. 변수 정의 및 측정

#### 3.1 과제 및 기업 특성

본 연구에서 사용된 방법인 성향점수매칭법에서 종속변수는 세부과제 지원 유형(자유공모형 과제 여부)에 해당하는 더미변수를 사용하였다. 자유공모형 과제이면 1, 지정공모형 과제이면 0으로 설정하였다. 그리고 종속변수인 세부과제 지원 유형에 영향을 미칠 가능성이 있는 과제의 특성들을 로짓 분석의 독립변수로 하여 자유공모형 과제 여부에 영향을 미치는 과제 특성을 밝히고 성향점수매칭법에 따라 이 과제 특성 변수들을 통제해 성과를 비교할 수 있는 실험군(자유공모형 과제)과 대조군(지정공모형 과제)을

선별하였다.

자유공모형 과제와 지정공모형 과제가 갖는 특성들을 나타내는 변수로는 과제지원기간, 협력연구 여부, 연구개발단계, 기술수준, 관계정부부처 등을 활용하였다. 여기서 협력연구에는 산업계와 산업계, 산업계와 학계, 산업계와 연구소, 산업계와 학계/연구소에 해당하는 협력을 통해 기술을 개발하는지 여부를 더미변수로 활용하였다. 그리고 연구개발 단계는 기초연구부터 응용, 개발연구를 명목변수로 측정하였고, 기술수준은 최고 기술보유국 대비 우리나라가 보유한 기술의 수준을 퍼센트로 표현한 지표를 활용하였다. 그리고 부처에 따라 R&D사업의 목적이 다르기 때문에 어떤 부처가 주관하는 사업의 과제인지도 변수로 활용하였다. 중소기업이 수행한 과제인 만큼 분석대상 중 62%가 중소벤처기업부 과제이며 부처특성 상 성과제출을 요하지 않는 투자 개념의 과제가 많다는 특성을 갖고 있다. 그리고 뒤이어 14%를 차지하는 과학기술정보통신부의 과제, 7%를 차지하는 산업통상자원부의 과제도 각각 과학기술진흥이나 산업기술개발의 각기 다른 연구개발 목표가 있으므로, 어떤 부처에서 주관한 과제인지를 세부과제 지원 유형에 영향을 주는 변수로 활용하였다. 또한 연구비 규모도 중요한 과제 특성 중 하나이다. 하지만 연구비는 과제지원기간과 상관관계가 피어슨상관계수가 0.26 이상으로 높고, 과제성과를 측정할 때 연구비 규모가 성과에 미치는 영향을 제거하기 위해 연구비 1억원 당 발생한 성과를 변수로 하였기 때문에 단독 변수로는 고려하지 않았다.

과제 특성 외에 과제를 수행하는 기업의 특성도 본 연구에서 독립변수로 사용하였다. 기업의 혁신 역량에 영향을 미칠 수 있는 기업의 규모, 자체 연구개발비, 벤처기업 인증 여부, 정부과제 수혜 경험을 변수로 하였다. 기업의 규모가 혁신 역량과 연관관계가 있는지에 대해서는 여러 논의가 있다(Utterbeck 1974). 그러나 기업의 성장단계는 기업의 혁신성과와 밀접한 상관관계가 있으므로(강신형, 박상문 2018) 이를 나타내주는 지표인 기업의 규모를 변수로 활용하였다. 그리고 자체 연구개발비는 정부 지원금과 시너지 효과를 낼 수 있어 변수로 하였다. 또한 벤처기업은 기업이 유망성을 인정받아 벤처투자사로부터 투자를 유치했거나 연구개발 전담부서, 부설연구소 등을 갖춰 연구개발 역량을 확보했거나 벤처확인기관으로부터 보유한 기술의 혁신성과 사업의 성장성을 인정받은 기업이기 때문에 벤처기업 인증 여부도 변수로 고려하였다.

본 연구에 활용한 특성 변수들의 정의와 기초통계량은 <표 2>와 같다.

<표 2> 과제 및 기업 특성 변수 정의 및 기초통계량

변 수	조작적 정의 (단위)	기초 통계량 (N = 8,414)		
		평균값	표준편차	
세부과제 지원 유형	자유공모형 과제 = 1, 지정공모형 과제 = 0	0.881	0.324	
과제 특성	과제기간	과제종료일 - 과제시작일 (년)	1.094	0.828
	협력연구	산산/산학/산연/산학연 협력과제 = 1 협력없음 = 0	0.519	0.500
	연구개발단계	개발연구 = 2, 응용연구 = 1, 기초연구 = 0	1.867	0.418
	기술수준	최고기술 보유국 대비 국내 기술수준 (%)	69.99	24.085
	부처 더미1	중소벤처기업부 사업의 과제 = 1 이외 부처 사업의 과제 = 0	0.645	0.479
	부처 더미2	과학기술정보통신부 사업의 과제 = 1 이외 부처 사업의 과제 = 0	0.061	0.240
	부처 더미3	산업통상자원부 사업의 과제 = 1 이외 부처 사업의 과제 = 0	0.123	0.329
기업 특성	기업 규모	2018년 기준 총 종업원 수	146.5	1549.17
	자체 R&D	2018년 기준 자체 연구개발비 지출 및 투자액 (억 원)	34.61	1672.56
	벤처 기업	벤처인증 기업 = 1, 비인증 기업 = 0	0.573	0.495
	과제 경험	최근 5년간 참여한 정부 R&D 과제 수 (2014~2018년 참여 해당)	4.689	8.149

### 3.2 과제 성과

본 연구에서는 성과측면에서 자유공모형 과제의 R&D 생산성을 비교하기 위해 정부 연구개발비 1억 원 당 기술적 성과와 경제적 성과를 계산하여 성과지표로 사용하였다. 기술적 성과로는 2018년 수행과제에서 3년간(2018~2020년) 등록 및 출원된 국내외 특허, 발간된 SCIE급 논문의 개수를 모두 카운트하였다. 일반적으로 국내 특허의 경우에는 출원에는 1년 내외, 출원 이후 등록까지는 약1년에서 1년 반의 시간이 소요되고, SCIE 논문 심사 역시 게재까지 약 1~2년이 소요되는 경우가 많다. 따라서 2018년에 수행한 과제에서 발생한 성과는 일반적으로 3년 이내에 대부분 집계된다는 가정 하에 3년 간의 성과 데이터를 기술적 성과 지표로 사용하였다. 또한 경제적 성과는 과제에서 발생한 사업화 건수와 기술료 성과 건수의 총합으로 측정하였는데, 이 역시 3년 간의 성과 데이터의 합을 성과 지표로 활용하였다. 특허 성과의 경우에는 같은 특허 성과가 출원과 등록 시 각각 성과로 조사되어 중복으로 집계되는 경우가 있으나 공개된 데이터 상으로는 구분이

어려워 출원 특허와 등록 특허 성과에 대해서도 각각 나누어 분석을 수행하였다.

국가연구개발 사업의 기술료 성과는 정부의 R&D과제로부터 발생한 기술적 성과의 소유기관이 직접 기술을 활용하거나 제3자가 기술을 활용해 그에 부응하는 기술료를 납부했을 때 발생한다. 본 연구에서는 과제별 기술료 징수 건수와 함께 2018년부터 2020년까지 실제 발생한 기술료 징수 금액에 대해서도 분석을 수행하였다. 사업화 성과는 크게 기술 보유자의 직접 사업화와 기술이전 사업화로 나뉜다. 각각의 경우에서 정부 R&D를 통해 새로운 창업이 발생한 경우, 기존업체가 R&D과제를 통해 상품화에 성공한 경우, 공정 개선에 성공한 경우를 의미한다. 각 과제의 사업화 성과로 인해 신규로 발생한 매출액 또한 3년 간의 실적을 분석에 활용하였다.

본 연구에서 정부연구개발 사업 성과분석 데이터에서 취합한 3개년 간의 기술적 성과와 경제적 성과 건수를 <표 3>과 같이 각 과제의 연구비로 나누어 1억 원 당 발생하는 성과를 자유공모형 과제와 지정공모형 과제를 비교하는데 활용하였다. 또한 경제적 성과의 경우에는 실제 투입된 금액 대비 발생한 기술료와 매출액의 비중을 추가로 계산해 두 과제 유형의 성과를 비교하였다.

<표 3> 성과 변수 정의 및 기초통계량

변 수	조작적 정의 (단위)	기초 통계량 (N = 8,414)	
		평균값	표준편차
기술적 성과	SCIE급 논문 + 국내외 특허 (1억 원 당 건수)	0.4204	1.0603
SCIE급 논문	SCIE 학술지 게재 논문 수 ÷ 과제 연구비 (1억 원 당 건수)	0.0282	0.2280
국내외 특허	출원 건 + 등록 건 (1억 원 당 건수)	0.3922	1.0037
출원 건	국내외 출원 특허 수 ÷ 과제 연구비 (1억 원 당 건 수)	0.2835	0.6930
등록 건	국내외 등록 특허 수 ÷ 과제 연구비 (1억 원 당 건 수)	0.1087	0.4118
경제적 성과	기술료 징수 + 사업화 성공 (1억 원 당 건수)	0.3025	0.8836
기술료 징수	기술료 징수 건 ÷ 과제 연구비 (1억 원 당 건수)	0.0689	0.3014
기술료	당해연도 기술료 징수 금액 (억 원) ÷ 과제 연구비 (억 원)	0.4269	2.6683
사업화 성공	사업화 성공 건 ÷ 과제 연구비 (1억 원 당 건수)	0.2336	0.8076
매출액	당해연도 사업화 매출액 (억 원) ÷ 과제 연구비 (억 원)	140.1	5063.8

## IV. 실증분석 결과

### 1. 자유공모형 과제 특성

본 연구에서는 어떤 특성을 가진 과제가 자유공모형 과제가 되는지 알아보기 위해 자유공모형 과제 여부를 종속변수로 하는 로짓분석을 수행하였다. 로짓분석을 통해 자유공모형 과제의 특성을 알아보고, 이후 성향점수매칭법에서 성향점수 추정에 활용될 설명변수를 검증하였다. 로짓분석 결과는 <표 4>와 같다.

분석 결과에 따르면 과제기간, 협력연구 여부, 연구개발단계, 기술수준, 부처 등 과제 자체의 특성과 기업규모, 자체R&D 투자, 벤처기업 인증 여부, 정부 과제 경험 등 기업의 특성이 모두 자유공모형 과제 여부에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 과제특성 측면에서는 과제기간이 짧을수록, 협력연구일수록, 개발연구에 가까울수록, 기술수준이 높을수록 자유공모형 과제가 될 가능성이 높아진다. 그리고 수행기업의 특성 측면에서는 기업규모가 작을수록, 자체 R&D를 많이 수행할수록, 벤처기업으로 인증받은 기업일수록, 정부 R&D과제에 참여한 경험이 적을수록 자유공모형 과제를 수행할 확률이 높아졌다. 각 변수의 승산비를 보면 부처 관련 변수가 자유공모형 과제 여부에 가장 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 특히 중소벤처기업부의 과제일 때 자유공모형 과제가 될 가능성이 94배 증가해 2018년 중소벤처기업부의 과제 중 약 75%가 자유공모형 과제로 수행되는 특성이 반영되었다. 부처 외 과제특성 측면에서는 협력연구일 경우 그렇지 않은 경우보다 자유공모형 과제가 될 가능성이 약 1.8배 증가해 가장 큰 영향을 미쳤다. 기업특성 측면에서는 벤처기업 인증을 받은 기업일 때 자유공모형 과제를 수행할 가능성이 약 1.5배 증가하였다.

로짓분석에서 독립변수들 간의 상관관계가 나타나는 다중공선성 문제가 없는지를 확인하기 위해 분산팽창요인(Variance Inflation Factor, VIF)를 계산하였다. 그 결과 모든 변수에 대해서 분산팽창요인 값이 3 미만으로 다중공선성 문제가 없는 것으로 파악되었다. 또한 로짓분석 모델을 평가하는 지표인 의사-결정계수(Pseudo R<sup>2</sup>)를 계산하고 가능도비 검정을 수행하였다. 의사-결정계수는 1에 가까운 값일수록 모델이 완벽한 적합성을 갖으며 본 모델의 의사-결정계수는 0.5653으로 변수간의 관계를 비교적 잘 설명한다고 할 수 있다. 또한 본 모형을 평가하기 위해 우도비 카이제곱 통계량을 계산하고 모형에 대한 우도비 검정결과의 유의도를 살펴보았다. 그 결과 p값이 0.001

이하로 모델에 포함된 변수들이 유의성을 갖는다고 할 수 있다.

<표 4> 자유공모형 과제 확률 도출을 위한 로짓분석 결과

Y = 세부과제 지원 유형 (Y = 1 : 자유공모형)		추정계수	승산비	표준오차	유의도
과제 특성	과제기간	-0.2443	0.7832	0.0467	***
	협력연구	0.5694	1.7672	0.0981	***
	연구개발단계	0.4078	1.5036	0.0071	***
	기술수준	0.0151	1.0152	0.0015	***
	부처 더미1	4.5447	94.1289	0.1964	***
	부처 더미2	0.5001	1.6489	0.1185	***
	부처 더미3	2.7772	16.0736	0.1617	***
기업 특성	기업 규모	-0.0001	0.9999	0.0000	***
	자체 R&D	0.0001	1.0001	0.0000	***
	벤처 기업	0.3803	1.4628	0.0919	***
	과제 경험	-0.0211	0.9791	0.0040	***
상수값		-1.4422	0.2364	0.1857	***
의사-결정계수		0.5653			
LR 카이제곱 통계량 (유의도)		3298.89 (***)			

주: \*, \*\*, \*\*\* 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의미한 추정치임을 의미

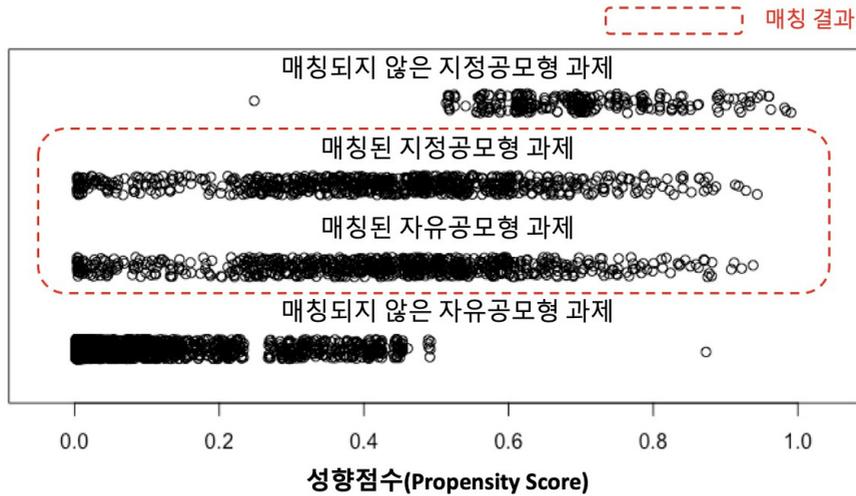
## 2. 자유공모형 과제 성과

### 2.1 성향점수 매칭

로짓분석을 통해 자유공모형 과제가 될 확률이 높아지는 과제 특성 및 기업 특성을 반영하여 같은 성향점수를 갖는 자유공모형 과제군과 지정공모형 과제군을 매칭하였다. 먼저 로짓분석에서 영향을 미치는 것으로 판명된 변수들을 대상으로 연속 변수는 t-검정, 범주형 변수는 카이제곱 검정을 수행해 자유공모형 과제와 지정공모형 과제 간의 평균값 차이도 확인하였다. 로짓 분석에서 유의했던 변수들 모두 세부과제 지원 유형에 따라 평균값의 차이가 유의한 것으로 나타났다. 따라서 이 변수들을 이용해 NNM 매칭 알고리즘으로 자유공모형 과제와 지정공모형 과제 중 각 변수들 간의 거리가 가장 가까운 과제들을 매칭시키는 성향점수매칭법을 수행하였다. 즉 각 변수들에 대해서 값 차이가 가장 작은 자유공모형 과제와 지정공모형 과제 쌍을 각각 선택한 것이다. 그 결과 성향점수 유사성이 높은 732개의 자유공모형 과제와 지정공모형 과제 쌍이 같이 구성되었다.

매칭된 732개의 자유공모형 과제군과 지정공모형 과제군의 성향점수(Propensity score) 분포가 상당히 겹치는 것을 확인할 수 있다(<그림 2> 참고).

<표 5>에서 자유공모형 과제 여부에 영향을 줄 수 있는 변수들의 유의성을 성향점수 매칭법을 적용하여 도출된 과제군에 대해서도 검증한 결과 많은 변수들에 대해서 유의성이 사라진 것을 알 수 있다.



<그림 2> 성향점수 매칭 후 실험군/대조군 간의 성향점수 분포

<표 5> 성향점수매칭법 적용 전/후 기초통계량 비교

구 분	매칭 전 평균			매칭 후 평균			
	자유공모형 과제	지정공모형 과제	유의도	자유공모형 과제	지정공모형 과제	유의도	
관측치 (과제 수)	7412	1002		732	732		
과제 특성	과제기간	1.0268	1.5915	***	1.5974	1.5473	
	협력연구	0.5480	0.3034	***	0.3934	0.3607	
	연구개발단계	1.9142	1.5150	***	1.5915	1.5669	***
	기술수준	71.5971	58.1163	***	64.1626	64.7130	
	부처 더미1	0.7279	0.0299	***	0.0355	0.0410	
	부처 더미2	0.0459	0.1766	***	0.1954	0.2090	
	부처 더미3	0.1313	0.0649	***	0.0956	0.0888	
기업 특성	기업 규모	91.1077	556.2635	***	244.6189	287.5806	
	자체 R&D	29.9846	68.8370		33.6450	34.9824	
	벤처 기업	0.5855	0.4790	***	0.5014	0.5055	
	과제 경험	3.8621	10.8014	***	7.9604	8.4344	

주: \*, \*\*, \*\*\* 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의미한 추정치임을 의미

## 2.2 성과 효과성 측정

세부과제 유형에 따라 연구비 1억 원 당 발생한 기술적 성과와 경제적 성과의 차이를 비교하기 위해 성향점수매칭법으로 도출된 지정공모형 과제군의 성과 평균값을 비교하였다. 평균값의 차이를 계산해 자유공모형 과제일 때 지정공모형 과제일 때 보다 연구비 1억원 투자 당 몇 건의 성과가 더 발생하는지 알아보고 t-검정을 통해 자유공모형 과제군과 지정공모형 과제군의 성과차이가 유의한 수준인지를 확인하였다.

먼저 국내외 특허 등록건수와 출원건수, SCIE급 논문 출판건수의 합인 기술적 성과 측면에서 지정공모형 과제 대비 자유공모형 과제의 성과를 살펴보았다. 자유공모형 과제에서는 연구비 1억원 당 발생하는 기술적 성과가 0.7714건으로 지정공모형 과제보다 0.2699건 많은 수준이었으며 과제별 평균 성과의 차이도 유의한 것으로 나타났다. 기술적 성과 중 특허와 논문 성과 모두 자유공모형 과제가 더 많이 발생했으며 유의한 차이를 보였다.

특허의 경우에는 자유공모형 과제군에서 지정공모형 과제군 보다 연구비 1억 당 평균 0.1825건의 특허가 더 많이 발생했다. 등록 특허와 출원 특허로 나누어보면, 등록 특허 건수에서는 두 과제군 간의 차이값이 유의하지 않았으나 출원 특허 건에서는 자유공모형 과제가 더 우수한 것으로 나타났다. 자유공모형 과제로 기업이 스스로 제안한 R&D를 수행했을 때 과제 성과가 특허 출원으로까지 이어지는 경우가 많지만, 출원 특허가 등록까지 이어지는데 있어서는 자유공모형 과제와 지정공모형 과제의 차이가 없다는 것을 알 수 있다. 이는 자유공모형 과제는 지정공모형 과제와 달리 과제 종료 후 성과 확산 과정에서 정부의 개입이 적어 출원 특허를 등록까지 할 유인이 상대적으로 약해지거나 특허 출원 건에 대해 이미 과제관리기관에 보고된 특허에 대해서 등록 후 성과로 보고하지 않을 가능성이 높기 때문으로 판단된다.

논문에 대해서도 자유공모형 과제군에서 연구비 1억원 당 평균 SCIE급 논문 0.0875건이 더 발생하는 것을 알 수 있다. 기업이 수행하는 과제임에도 논문성과가 더 우수하게 나오는 이유 중 하나는 두 과제군 간의 대학, 연구소와의 협력 비율이 다르기 때문이다. 협력여부를 성향점수매칭법의 변수로 하여 성과에 미치는 영향을 통제하였으나 대학, 연구소, 기업 등 어떤 주체와 협력을 하는지에 대해서는 분석에서 고려되지 않았다. 따라서 매칭된 각각 732개의 자유공모형 과제와 지정공모형 과제를 비교해 본 결과 두 과제군의 협력연구 비율은 유사했으나 대학, 연구소와의 협력 비율은 자유공모형 과제군이 32%로 지정공모형 과제군이 29%인 것과 비교해 높게 나타났다. 대학과 연구소의 협력이 증가하면서 논문 성과가 더 많이 발생했을 가능성이 있다. 또한 SCIE급 논문 성과가 발생한

과제를 수행한 중소기업을 살펴본 결과 대학 연구실 창업 또는 교수 창업으로 설립된 기업이 다수 존재하였다. 이 경우 연구대상이 뚜렷해 지정공모형 과제보다는 자유공모형 과제에 지원할 가능성이 높아 논문 성과가 우수하게 나오는데 영향을 미칠 수 있다.

과제 성과로 개발된 기술에 대한 기술료 징수 건수, 창업/상품화/공정개선에 해당하는 사업화 성공 건수를 포함한 경제적 성과 측면에서도 자유공모형 과제가 지정공모형 과제보다 우수한 성과를 보였다. 같은 조건이라도 자유공모형 과제로 지원했을 때 지정공모형 과제로 지원했을 때 보다 연구비 1억원 당 0.12건의 경제적 성과가 추가로 발생되었고 유의한 차이를 보인다는 것을 알 수 있다.

기술료 징수 건수에 대해서는 두 과제군에서 유의미한 성과차이가 발생하지 않으나, 2018년부터 2020년까지 징수된 총 기술료는 연구비 1억 당 자유공모형 과제군이 평균 4,651만원 더 많이 발생한 것으로 나타났다. 사업화 성과 측면에서는 자유공모형 과제가 더 우수한 성과를 보였다. 자유공모형 과제군이 지정공모형 과제군 보다 연구비 1억 당 평균 사업화 성과가 0.1352건 더 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 2018년부터 2020년까지 사업화로 인한 매출액 또한 지정공모형 과제보다 자유공모형 과제일 때 연구비 1억원 당 평균 47억원 더 발생하였다. 즉, 자유공모형 과제가 중소기업의 사업화 성과를 촉진하는 데는 지정공모형 과제보다 더 우수한 효과를 보이는 것이다.

종합해보면, 성향점수매칭법을 활용해 세부과제 지원 유형에 영향을 미치는 요소들에 의한 영향을 제거한 후 성과를 비교했을 때 자유공모형 과제에서 기술적, 경제적 성과가 모두 아래 <표 6>과 같이 우수하게 나타났다.

<표 6> 성향점수매칭 후 성과 순효과 비교(평균값)

성과 변수	자유공모형 과제 (N = 732)	지정공모형 과제 (N = 732)	순효과 비교	
			차이값	유의도
기술적 성과	0.7714	0.5015	0.2699	***
SCIE급 논문	0.1596	0.0721	0.0875	***
국내외 특허	0.6118	0.4293	0.1825	***
출원 건	0.4404	0.2912	0.1492	***
등록 건	0.1714	0.1381	0.0333	
경제적 성과	0.2974	0.1774	0.1200	**
기술료 징수	0.0572	0.0724	-0.0152	
기술료	0.9609	0.4958	0.4651	*
사업화 성공	0.2402	0.1050	0.1352	***
매출액	51.8096	4.0855	47.7241	**

주: \*, \*\*, \*\*\* 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의미한 추정치임을 의미

그러나 <표 5>에서 나타나듯이, 연구개발단계 변수는 성향점수매칭법으로 두 과제군을 도출했을 때에도 두 과제군 간의 평균값에 유의한 차이가 있어 모든 변수들의 선택편의 문제가 해결되었다고 보기 어렵다. 기초연구, 응용연구, 개발연구 여부를 나타내는 연구개발단계는 논문, 특허, 사업화 등 성과에 직접적인 영향이 있는 변수이다. 따라서 연구개발단계가 과제 성과에 미치는 영향을 제거하고 세부과제 지원 유형이 성과에 미치는 영향을 확인하기 위해서 <표 7>과 같이 선형회귀분석을 추가적으로 수행하였다. 또한 과제기간을 성향점수매칭법의 변수로 하여 매칭된 두 과제군 간의 평균값이 유의하지 않게 처리하였으나 과제 연차는 직접적으로 성과에 영향을 줄 수 있어 이를 선형회귀분석에 통제변수로 추가하였다. 예를 들어 같은 5년 이라는 과제 수행기간에 해당하는 과제라도 1년차와 5년차 때의 성과는 달라질 수 있으므로 전체 과제 수행기간 중 2018년이 몇 년차에 해당하는지를 계산해 이를 '과제 연차'라는 변수로 하여 <표 7>의 선형회귀분석을 수행하였다. 그 결과 과제의 연구개발단계를 통제변수로 적용하더라도 자유공모형 과제일 때가 지정공모형 과제일 때 보다 기술적 성과와 경제적 성과 모두 우수하게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 로짓분석에서는 연구개발단계가 세부과제 지원 유형에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났으나 두 변수를 포함한 모든 변수들의 분산팽창요인 값은 모두 2 미만으로 회귀분석에서의 다중공선성 문제는 없는 것으로 나타났다.

<표 7> 선형회귀분석을 통한 성과 비교

변 수		Y = 기술적 성과		Y = 경제적 성과	
		추정계수	유의도	추정계수	유의도
독립변수	세부과제 지원 유형	0.2708	***	0.1216	**
통제변수	연구개발단계	-0.1482	***	0.0277	
	과제 연차	0.0286		-0.0223	
상수값		0.9537	***	0.2952	***
R-squared		0.0150		0.0048	

주: \*, \*\*, \*\*\* 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 통계적으로 유의미한 추정치임을 의미

## V. 결론

본 연구는 중소기업이 수행하는 정부 R&D의 세부과제 지원 유형별 특성과 성과 차이에 대해 알아보았다. 시장수요 중심으로의 국가 R&D전략 전환과 수요견인 혁신 관점, 자원기반 관점에서 세부과제 지원 유형 중 자유공모형 과제의 특성과 의미에 대해 이해하였다. 그 후 국가연구개발 조사분석 데이터와 과제 수행기업 관련 데이터, 기술수준평가 자료, 연구개발활동조사 자료 등을 연계하여 실증분석을 수행하였다. 그 결과 자유공모형 과제가 될 확률이 높아지는 과제 특성과 수행기업의 특성을 밝히고, 자유공모형 과제가 연구비 1억원 당 더 많은 혁신 성과를 나타낸다는 결과를 얻었다.

자유공모형 과제가 될 가능성이 높아지는 조건들을 도출하기 위해서는 로짓분석을 수행하였다. 그 결과 과제기간이 짧을수록, 협력연구일수록, 개발연구에 가까울수록, 최고 기술 보유국 대비 국내 기술수준이 높을수록 지정공모형 과제 보다는 자유공모형 과제로 정부 R&D가 투자된다는 것을 알 수 있었다. 그리고 기업규모가 작을수록, 자체 R&D 투자가 활발할수록, 벤처기업으로 인증받은 기업일수록, 정부 R&D 수행 경험이 적은 기업일수록 자유공모형 과제를 수행할 확률이 높았다.

확산중심 혁신 체계로의 전환 논의에서 살펴보았던 것과 같이, 개발연구에 가깝고 국내 기술이 성숙한 단계에서 정부가 더 이상 R&D를 주도하지 않고 시장에서 혁신이 일어나게 유도하는 전략이 적용되고 있는 것을 알 수 있다. 그리고 자유공모형 과제의 경우 대형과제가 아닌 단기과제 중심으로 과제를 구성해 다양한 주체가 참여해 다양한 기술적 대안을 도출할 수 있도록 전략 방향이 적용되고 있었다. 또한 협력 연구를 독려하고 자체 R&D 투자가 활발하고 벤처기업 인증을 받은 기업들이 자유공모형 과제를 받을 수 있게 하면서 시장에서 문제를 해결하고 기술적 대안을 찾을 가능성을 높였다는 것을 알 수 있다. 분석결과에서 기업규모가 작고 정부 R&D 수행 경험이 적은 기업이 자유공모형 과제를 수행할 가능성이 높아진다는 결과는 중소기업이 정부가 주도하는 지정공모형 과제에 참여하기엔 진입장벽이 높다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구의 로짓분석 결과를 통해 자유공모형 과제를 통해 수요견인 혁신을 유도하기 위한 여러 특징들이 드러남과 동시에 자유공모형 과제가 정부가 주도하는 과제에 참여하기 어려운 기업들을 지원하는 역할까지 하고 있다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 자유공모형 과제의 특징을 살펴보기위한 분석 뿐만 아니라 성과 측면에서 자유공모형 과제가 지정공모형 과제보다 우수한지에 대해 알아보기 위한 분석도

수행하였다. 성향점수매칭법을 활용해 유사한 특징을 가진 자유공모형 과제군과 지정공모형 과제군을 선별하고 그들 간의 기술적 성과와 경제적 성과를 비교하였다. 그 결과 특히, 논문을 포함한 기술적 성과와 기술료, 사업화 성과를 포함한 경제적 성과에서 모두 자유공모형 과제일 때 지정공모형 과제보다 성과가 높게 나타났다. 이를 통해 현재 자유공모형 과제를 확대하려는 정부의 전략 방향은 과제의 성과 측면에서도 유효한 전략이라는 것을 알 수 있다.

본 연구 결과를 통해 정부는 자유공모형 과제를 통해 수요견인 혁신을 유도하는 전략으로 R&D에 투자하고 있다는 것을 입증하였다. 그리고 실제 중소기업이 수행하는 정부 R&D의 경우에는 같은 과제 특성과 기업 특성 하에서 자유공모형 과제를 수행할 때 지정공모형 과제를 수행할 때 보다 기술적 성과 뿐만 아니라 경제적 성과까지 우수하다는 것을 밝혔다. 따라서 최근 자유공모형 과제의 투자를 확대하겠다는 정부 정책의 변화가 성과 측면에서도 유리한 전략이라는 것을 확인할 수 있었다.

하지만 본 연구는 단일년도의 국가연구개발사업을 분석 대상으로 하였다는 점에서 한계점이 있다. 자유공모형 과제 등 세부과제 지원 유형을 구분해 국가연구개발사업의 과제들을 조사한 시점이 2018년부터 이며 과제 수행 후 약 3년간은 성과가 지속적으로 발생한다는 점에서 현 시점에서는 성과에 대한 시계열 분석을 수행하기 어려웠다. 추후 세부과제 지원 유형이 나누어진 국가연구개발사업 조사분석 데이터가 쌓이게 되면 성향점수매칭법과 함께 이중차분법(Difference-in-Differences, DID) 등을 적용하여 세부과제 지원 유형에 따라 성과가 시간이 지남에 따라 어떻게 차이가 나는지 분석해볼 수 있을 것이다.

또한 자유공모형 과제와 지정공모형 과제의 가장 큰 차이점은 R&D 과제 기획 단계에 있음에도 기획 과정에서 두 집단이 차이를 보여줄 수 있는 가시적인 지표가 없어 이를 성향점수매칭법의 변수로 활용하지 못했다. 따라서 selection-on-unobservables에 의한 편의를 완벽하게 제거하는데 어려움이 있었으므로 연구방법론 상의 한계점이 존재한다. 성과를 측정하는 변수에 있어서 경제적 성과의 질적 지표에 해당하는 기술료 징수액과 사업화에 의한 매출액을 분석에 활용했으나, 기술적 성과에 대해서는 질적 지표(논문, 특허 인용수 등)를 확보하기 어려워 분석에 활용하지 못했다는 데이터 상의 한계점도 존재한다. 협력 주체, 창업 형태(연구실 창업 등) 등이 세부과제유형에 영향을 줄 수 있고 그 효과가 성과에도 영향을 줄 수 있어 이러한 편의를 제거하기 위해 추가 변수에 대한 고려도 필요하다. 따라서 향후 연구에서는 이와 같은 추가 변수를 확보하고 기술적 성과에 대한 질적 지표를 확보해 분석을 수행한다면 자유공모형 과제와 지정공모형 과제에 대해 더 정확하고 상세히 이해할 수 있을 것이다.

# 참고문헌

## (1) 국내문헌

- 과학기술정보통신부 (2018). 「국가기술혁신체계(NIS) 고도화를 위한 국가R&D 혁신방안」.
- 과학기술정보통신부 (2018). 「제4차 과학기술기본계획」.
- 김용정 · 이홍권 (2012). 「기초연구사업 특성과 논문 질의상관관계 분석 및 시사점」. KISTEP 이슈페이퍼.
- 이병철 (2021). 「국가R&D사업 연구성과활용 체계 분석」. 국회예산정책처 연구보고서.
- 산업통상자원부 (2014). 「제6차 산업기술혁신계획」.
- 소민호 외 (2020). 「과학기술 논문성과 분석연구(2005-2019)」. KISTEP 위탁연구보고서.
- 오승환 · 심동녘 · 김규남 (2015), “벤처인증정책과 이노비즈인증정책의 중복효과에 대한 연구: ICT 산업을 중심으로”, 「기술혁신학회지」, 제18권 제2호, pp. 358-386.
- 오승환 · 장필성 (2019), “정부 R&D 지원이 기업의 고용에 미치는 효과에 대한 연구”, 「한국혁신학회지」, 제14권 제4호, pp. 201-234.
- 이병문 · 이혁 · 오승환 (2022), “고성장기업의 혁신활동 및 혁신성과에 관한 연구 : 국내 제조기업을 대상으로”, 「한국혁신학회지」, 제17권 제2호, pp. 195-216.
- 이재혁 · 양지원 (2015), “연구개발 (R&D) 투자를 통한 경쟁력 창출: 경로의존성 및 자원특성의 역할”, 「전략경영연구」, 제18권 제3호, pp. 71-96.
- 전승표 외 (2022), “중소기업 R&D 활동의 변화와 재정지원 정책 효과 분석”, 「기술혁신학회지」, 제25권 제2호, pp. 247-274.
- 중소벤처기업부 (2019). 「제4차 중소기업기술혁신촉진계획」.
- 홍슬기 외 (2020). 「연구자중심 R&D 활성화를 위한 과제공모형태별 사업 특성 분석 연구」. KISTEP 연구보고서.
- KISTEP (2019). 「국가연구개발사업 조사분석」.
- KISTEP (2020). 「국가연구개발사업 조사분석」.
- KISTEP (2021). 「국가연구개발사업 조사분석」.

## (2) 국외문헌

- Bae, Seoung Hun, et al. (2013), "The innovation policy of nanotechnology development and convergence for the new Korean government." *Journal of nanoparticle research*, Vol. 15, No. 11, pp. 1-15.
- Balachandra, R. and J. H. Friar (1997), "Factors for success in R&D projects and new product innovation: a contextual framework." *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 44, No. 3, pp. 276-287.

- Brown, R. (1992), "Managing the S curves of innovation." *The Journal of Business & Industrial Marketing*, Vol. 7, No. 3, pp. 41-52.
- Cantner, Uwe, and Andreas Pyka (2001), "Classifying technology policy from an evolutionary perspective." *Research policy*, Vol. 30, No. 5, pp. 759-775.
- Chiang, Jong-Tsong (1991), "From 'mission-oriented' to 'diffusion-oriented' paradigm: the new trend of US industrial technology policy." *Technovation*, Vol. 11, No. 6, pp. 339-356.
- Choi, Hyung-Sup (1986), "Science and technology policies for industrialization of developing countries." *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 29, No. 3, pp. 225-239.
- Cohen, W. M., and Levinthal, D. A. (1990), "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation." *Administrative science quarterly*, pp. 128-152.
- Conesa, Emmanuelle (1998), "Organizational Dynamics and the Evolutionary Dilemma between Diversity and Standardization in Mission-Oriented Research Programmes: An Illustration." *Interim Report of International Institute for Applied Systems Analysis*.
- Del Canto, J. G. and Gonzalez, I. S. (1999), "A resource-based analysis of the factors determining a firm's R&D activities." *Research Policy*, Vol. 28, No. 8, pp. 891-905.
- Di Stefano, Giada, Alfonso Gambardella, and Gianmario Verona (2012), "Technology push and demand pull perspectives in innovation studies: Current findings and future research directions." *Research policy*, Vol. 41, No. 8, pp. 1283-1295.
- Ergas, Henry (1986), Does technology policy matter? *Technology and Global industry*.
- Forbes, Naushad, and David Wield (2000), "Managing R&D in technology-followers." *Research Policy*, Vol. 29, No. 9, pp. 1095-1109.
- Goto, Akira (2000), "Japan's national innovation system: Current status and problems." *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 16, No. 2, pp. 103-113.
- Holland, Paul W. (1986), "Statistics and causal inference." *Journal of the American statistical Association*, Vol. 81, No. 396, pp. 945-960.
- Jun, Seung-Pyo, Ju Hwan Seo, and Jong-Ku Son (2013), "A study of the SME Technology Roadmapping Program to strengthen the R&D planning capability of Korean SMEs." *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 80, No. 5, pp. 1002-1014.
- Kim, Ji-hyun, Sung Joo Bae, and Jae-Suk Yang (2014), "Government roles in evaluation and arrangement of R&D consortia." *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 8, No. 8, pp. 202-215.
- Kim, Jungho, Chang-Yang Lee, and Yunok Cho (2016), "Technological diversification, core-technology competence, and firm growth." *Research Policy*, Vol. 45, No. 1, pp. 113-124.

- Lee, Keun, and Chaisung Lim (2001), "Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries." *Research policy*, Vol. 30, No. 3, pp. 459-483.
- Lee, Chong-Ouk (1988), "The role of the government and R&D infrastructure for technology development." *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 33, No. 1, pp. 33-54.
- Møen, Jarle (2019), "Corporate returns to subsidised R&D projects: direct grants vs. tax credit financing." *International Journal of Technology Management*, Vol. 79, No. 1, pp. 84-101.
- Nemet, Gregory F. (2009), "Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change." *Research policy*, Vol. 38, No. 5, pp. 700-709.
- OECD (2020). OECD Science, Technology and Innovation Scoreboard.
- Pavitt, K. (1984), "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory." *Research policy*, Vol. 13, No. 6, pp. 343-373.
- Peters, Michael, et al. (2012), "The impact of technology-push and demand-pull policies on technical change - Does the locus of policies matter?." *Research policy*, Vol. 41, No. 8, pp. 1296-1308.
- Prahalad, C.K. and Hamel, G. (1990), "The core competence of the corporation." *Harvard Business Review*, Vol. 90, No. 3, pp. 79 - 91.
- Rothwell, R. (1992). "SUCCESSFUL INDUSTRIAL-INNOVATION - CRITICAL FACTORS FOR THE 1990S." *R&D Management*, Vol. 22, No. 3, pp. 221-239.
- Rosenbaum, Paul R., and Donald B. Rubin (1983), "The central role of the propensity score in observational studies for causal effects." *Biometrika*, Vol. 70, No. 1, pp. 41-55.
- Rosenbaum, Paul R. (2002), "Overt bias in observational studies." *Observational studies*, pp. 71-104.
- Shin, Taeyoung, and Hoagy Kim (1994), "Research foresight activities and technological development in Korea: science and technology policies in national R&D programs." *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 45, No. 1, pp. 31-45.
- Seo, Ju Hwan, and Daemyeong Cho (2020), "Analysis of the effect of R&D planning support for smes using latent growth modeling." *Sustainability*, Vol. 12, No. 3, pp. 1018.
- Teece, D. J., Pisano, G., and Shuen, A. (1997), "Dynamic capabilities and strategic management." *Strategic management journal*, Vol. 18, No. 7, 509-533.
- Utterback, James M. (1974), "Innovation in industry and the diffusion of technology." *Science*, Vol. 183, No. 4125, pp. 620-626.
- Wernerfelt, B. (1984), "A resource-based view of the firm." *Strategic Management Journal*, Vol. 5, pp. 171 - 180.
- 투고일: 2022.09.30. / 수정일: 2022.11.01. / 게재확정일: 2022.11.13.