



도전적 연구개발 촉진을 위한 재정정책 방향에 관한 연구

2020. 12

장우현 · 방세훈



도전적 연구개발 촉진을 위한 재정정책 방향에 관한 연구

2020. 12

장우현 · 방세훈

서 언

우리나라의 연구개발 관련 투자는 세계에서 상위권에 속한다. 우리나라의 민간과 정부 및 공공기관의 연구개발 관련 지출은 전체 규모 면에서도 크지만, 특히 GDP 기준 비중으로 보면 세계 최상위를 다투는 큰 규모의 연구개발비가 지출되고 있음을 여러 통계로부터 확인할 수 있다.

그러나 연구개발 지출이 양적 투자 수준은 높지만, 높은 지출규모에 비해 질적 성과 면에서 아쉬운 점이 있다는 지적은 지속적으로 제기되고 있다. 연구개발 지출의 질적 성과가 미흡한 데에는 여러 원인이 있겠지만, 그중에서도 이제는 우리나라가 후발자의 이익을 추구하기 어려운 진보된 경제성장 단계에 도달했기 때문에 기존의 성공 모형인 양적 주도의 추격형 연구개발 만으로는 더 이상 높은 질적 효과를 기대하기 어렵다는 진단에도 주목할 필요가 있을 것이다. 이미 다른 나라들이 이룬 연구개발의 성과를 모사하고 따라잡는 추격형 연구개발과 이전에 없던 새로운 과학적 발견이나 기술개발에 임해야 하는 선도형 연구개발은 본질적으로 다른 특성을 가지기 때문이다.

따라서 향후 연구개발 지출의 질적 성과를 제고하기 위해서는 선도형 연구개발을 추진해야 하고, 이를 위해 도전적인 연구개발을 촉진해야 한다는 문제가 꾸준히 제기되고 있다. 또한 도전적인 연구개발을 수행하기 위해서는 정부의 역할이 중요하며, 정부와 공공기관의 연구개발 관련 재정성과 평가와 관리의 개선이 필요하다는 목소리도 높다.

그러나 연구 측면에서 검토해 볼 때 도전적 연구개발에 대한 정의라든지, 성과관리 방향에 대한 체계적이며 합리적인 제안은 이뤄지지 못해 온 것이 현실이다. 본원의 장우현 박사와 이화여자대학교의 방세훈 교수는 이와 같은 점을 주목하여 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 재정정책 방향 개선을 모색하기 위해 본 연구를 수행하였다.

보다 구체적으로, 저자들은 도전적 연구개발이 가져야 할 조건들을 검토

하고 이론적으로 도전적 연구개발을 촉진하기 위해 중요한 요소에 대해 살펴본 후, 이에 기반하여 현재 정부성과관리에 있어 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 제도적 장치들이 있는지에 대해 검토해 보았다. 또한, 도전적 연구개발의 정의에 기반하여 실제 정부의 재정사업에 있어 기술 중소기업의 연구개발을 촉진하기 위해 제공되는 정책금융, 특히 기술보증기금의 실제 성과가 도전적 연구개발을 촉진했는지에 대한 실증분석을 시행하였으며, 정책수단별 차이를 확인하기 위해 공공조달시장 제공정책에 대한 실증분석도 함께 시행하였다.

분석 결과, 저지들은 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 실패를 용인하는 방향보다는 고(高)성과에 대한 보상을 강화하는 것이 더 바람직하다는 결론을 도출하고 있다. 또한 제도분석 결과 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 성과지표들은 확인하기 어려워, 재정성과관리에 있어 성과지표를 개선할 필요성이 있음을 제안하고 있다. 실증분석 결과에서도 정부의 정책금융제도 운영과 정책금융 지원이 기술중소기업의 도전적 연구개발을 촉진하지 못하고 있다는 결과가 확인되어, 도전적 연구개발의 촉진을 위해서는 고성과에 대한 보상을 강화하기 위한 정책방향 전환과 함께 보다 엄격한 성과관리가 필요하다는 제안을 제시하고 있다. 특히 지원을 받은 기업의 연구개발비가 오히려 지원 이후에는 유사 기업에 비해 감소하고 있다는 실증분석 결과는 새로운 발견으로서 재정정책의 성과 개선을 위해서는 이에 대해 보다 진지하게 참고하고 시급히 대응할 필요가 있음을 제안하고 있다.

본 연구는 이론분석과 제도분석, 실증분석 등 다양한 방법론을 적용하여 수행하였기 때문에 연구의 설계와 자료 수집과정, 연구 진행과정에서 폭넓고 다양한 도움을 얻었다고 밝히고 있다. 저지들은 먼저 정책지원의 이력을 제공한 정책금융기관 담당자들과 재정당국 담당자들의 협조에 대해 깊은 감사의 마음을 표하고자 한다. 또한 연구를 진행하는 데 다양한 측면에서 유용한 조언을 아끼지 않은 한국조세재정연구원의 연구위원들과 외부 전문가들에 대해서도 감사의 말을 전하고자 한다. 마지막으로 저지들은 자료의 정리와 표와 그림의 편집 등에 기여한 본원 정부투자분석센터 김종혁 연구원에게 감사의 뜻을 표하고 있다.

마지막으로 본 연구보고서에 담긴 내용은 저자들의 개인적인 의견으로
본 연구원을 대표하는 공식적 견해가 아님을 밝힌다.

2020년 12월

한국조세재정연구원

원장 김 유 찬

요약 및 정책적 시사점

본 연구에서는 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 재정정책 방향을 모색하기 위해, 도전적 연구개발이 갖춰야 할 조건에 대해 검토하여 도전적 연구개발의 정의를 제시하였다. 이를 기초로 이론 검토와 분석을 통해 도전적 연구과제를 촉진하기 위한 유인체계에서 고려해야 할 요소, 그리고 성과평가체계의 개편방향에 대해 모색해 보았다. 또한 과학기술정보통신부의 성과계획서와 국가연구개발평가시스템 제도 확인을 통해 현재의 재정성과관리에 있어 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 제도적 여건이 마련되어 있는지 확인하였으며, 실증분석에서는 2011년부터 2015년까지의 한국기업데이터 기본통계와 연구개발비 통계, 중소기업 정책금융 지원이력 및 조달청의 공공조달 참여 이력자료를 패널자료로 연계하여 구축한 2015년 기준 중소기업 수 30만개, 지원 기업 수 14만개, 총 지원금액 64조원, 기업 연구개발비 10조원 규모의 통합 데이터베이스에 기반하여 정부의 정책금융 지원과 공공조달시장 제공정책이 기업의 연구개발비에 미친 영향, 기업의 연구개발비 증가가 기업의 수익성에 미친 영향 등을 다각도로 분석하여 정부의 정책이 도전적 연구개발을 촉진하고 있는지에 대해 확인하고 정책적 함의를 도출하였다.

1. 도전적 연구개발의 조건 검토

도전적 연구개발 또는 도전적·창의적 연구개발이라는 용어는 그동안 다양한 정책연구와 정부 대책에서 언급되고 있었지만, 도전적 연구개발에 대한 구체적인 정의를 제시하는 사례는 의외로 많지 않다. 본 연구에서는 문제를 보다 구체적으로 분석하기 위해 다음과 같이 도전적 과제를 정의하였다. 본 연구에서의 도전적 연구개발은 ① 본인(principal)인 국민 또는 공공기관이 대리인(agent)인 기업 또는 개인 연구자에게 연구를 의뢰하는 상황

에서 ② 연구 속성상 대리인이 어떤 노력 수준을 선택하더라도 실패의 가능성이 있어 연구가 실패했을 경우에도 국민은 실제 대리인이 투입한 노력 수준을 유추할 수 없고 ③ 만일 대리인이 최선의 노력을 기울일 경우 차선의 대안보다 더 높은 기댓값을 도출할 수 있는 연구이다.

이 정의는 도전적 연구개발을 이끌어내기 힘든 가장 주요한 원인이 연구자의 노력 수준을 관찰할 수 없는 정보 비대칭성에 있음을 명확히 하고 있으며, 도전적 연구개발에서 실패율 자체가 반드시 중요한 것은 아니라는 점을 반영하고 있다는 측면에서 장점이 있다. 현재 학계나 현장에서는 도전적 연구개발에 대한 논의에서 높은 실패율을 강조하는 경향이 있지만, 이는 실패율이 높다고 해도 그 기댓값이 크지 않다면 무모한 연구개발로서 사회적으로 반드시 바람직한 과제라고 볼 수 없음을 반영한다.

2. 도전적 연구개발 촉진을 위한 유인구조 이론 분석

본 연구에서는 앞서 정의한 성격을 지닌 “도전적인 프로젝트”와 상대적으로 노력의 필요 수준이 낮아 도전성이 낮은 “안정적인 프로젝트”를 모형화한 기초적인 연구개발 계약모형을 수립하고 도전적 연구개발을 저해하는 요인들에 대해서 분석해 보았다. 분석 결과, 도전적 연구개발 보상체계에 상한 제약(M)이 생겼을 경우 principal(본인)은 agent(대리인)가 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 충분한 유인을 제공하는 것이 불가능한 상황이 발생할 수 있음을 확인하였다. 이 경우, 사회적으로는 “도전적 프로젝트”가 선택되는 것이 최선임에도, principal은 최소 보상을 고정보수로 제시하고 agent는 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형으로 나타나게 된다. 따라서 principal이 제시할 수 있는 보상체계의 상한 제약을 완화하여 프로젝트 성공에 따른 보상이 충분한 수준으로 이루어지게 하는 것이 사회적으로 보다 바람직한 결과를 가져오게 된다.

한편, 보상체계에 하한 제약이 생겼을 경우(실패보수가 $m > 0$ 으로 강화되었을 경우)에도, agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하기 위해 principal이 감수해야 하는 기대비용이 최대 기대비용 C^* 보다 커지게 되어, principal

이 agent가 사회 최적인 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 유도하는 것을 포기하는 상황이 나타날 수 있다. 이 경우 결국 principal은 agent에게 최소한의 고정보상 $\bar{t} = \underline{t} = m$ 을 제시하고 agent는 그에 따라 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형 결과로 나타날 수 있다. 따라서 agent의 보상체계 하한 제약(실패보수 보장)을 완화하여 principal의 기대비용을 낮추거나 principal에게 m 에 상응하는 충분한 추가적인 보상을 제공하여 principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하는 것이 최적 선택이 되도록 최대 기대비용 C^* 를 높인다면, principal이 agent의 “도전적 프로젝트”를 유도하는 것이 균형을 이끌어낼 수 있다.

또한 도전적 연구개발의 지원에 있어 정부의 특성과 역할을 고려하기 위해, 현실적으로 예산이 사전적으로 이미 정해져 연구개발을 의뢰하게 되는 공공부문형 principal과 해당 제약에서 자유로운 민간부문형 principal이 존재하는 상황을 고려한 결과, 제약이 없는 민간부문형 principal만 존재할 경우에는 도전적 연구개발이 이뤄질 상황에서 공공부문형 principal이 존재함에 따라 오히려 안정적인 연구개발이 선택될 가능성이 있다는 이론적 결과도 확인할 수 있었다. 이는 공공부문이 존재할 경우 민간의 도전적 연구개발을 구축할 이론적 가능성을 보이고 있다는 점에서 중요한 함의를 가진다 하겠다.

3. 기존 R&D 정책의 도전적 연구기준 제도 분석

본 연구에서는 기존의 R&D 재정지출과 재정성과관리에 있어 도전적 연구를 촉진하는 요소들이 있는지에 대해 검토해 보았다. 보다 구체적으로, 국가 R&D의 주무부처인 과학기술정보통신부 사업을 중심으로 사업관리체계나 재정성과관리체계에 도전적인 연구를 지원하기 위한 성과지표나 관리체계가 충분히 갖춰져 있는지에 대해 살펴보았다.

검토 결과 재정성과관리체계나 부처의 과제관리체계에 도전적 연구과제에 대한 안배는 충분히 존재하지 않는다는 사실을 확인할 수 있었다. 앞선 분석에서 확인할 수 있었던 고성과자 보상에 대한 관리체계도 미흡했지만,

그에 앞서 도전적 연구과제 관리와 관련한 성과지표가 충분히 설정되어 있지 않는 등 도전적 연구개발 촉진을 위한 인프라가 구축되어 있다고 보기 어려웠다.

기본적으로 정부의 유인체계에 도전적 연구과제의 수행을 촉진할 유인이 존재하지 않는다는 점은, 정부의 유인체계에 해당 내용이 포함되어 있어도 실제로 도전적 연구과제가 수행되지 않을 가능성이 높다는 점을 고려하면 필요조건이 만족되지 못한 것으로 볼 수 있으므로 그 문제점이 더 크다고 볼 수 있다. 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 기본적으로 정부의 성과관리체계 자체에 도전적 연구개발과 관련한 명시적 조항들을 추가하여 관리할 필요가 있다고 볼 수 있다. 또한, 고성과 연구자에 대한 충분한 보상이 가능하도록 관리체계를 개편할 필요가 있을 것이다.

4. 기존 R&D 재정정책의 도전적 연구 기준 효과성 실증평가: 정책금융 및 공공조달 사례 분석

도전적 연구개발에 대한 정의 및 이론분석, 제도분석과 함께 본 연구에서는 중소기업의 연구개발 지원에 주요 수단이 되는 정책금융 및 공공조달과 관련한 실증분석을 수행하였다.

먼저 정책금융이 연구개발비 지출에 미친 효과에 관한 추정 결과는 상당히 우려스럽다고 평가할 수 있다. 2011년부터 2015년까지의 지원이력을 기업과 연도를 고려한 고정효과 패널모형으로 분석한 결과, 정책금융을 지원받은 기업은 유사 기업 대비 연구개발비 증분을 줄이고 있음을 확인할 수 있다. 먼저 전체 분석 결과 정책금융 지원 기업은 지원 기업의 평균 연구개발비를 유사 기업 대비 1,654만원 적게 증가시키고 있다. 특히, 기술금융을 주된 목적으로 하는 기관인 기술보증기금의 경우에 이와 같은 현상은 두드러지게 유의한데, 기술보증기금의 경우 지원 기업이 지원받지 않은 유사 기업에 비해 지원 이후 연구개발비 증분을 3,400만원가량 유의하게 감소시키는 것으로 나타났으며, 이와 같은 효과는 1기간은 물론 2기간 후에도 강건하게 확인되었다. 지원받은 기업들에 한정하여 금액의 효과를 보아도, 정책금융 100만원이

추가 지원될 경우 연구개발비는 2만 6천원가량 감소되었고, 기술보증기금의 경우 4만 8천원가량 감소한다는 사실도 확인되었다. 또한, 기술보증기금의 지원이 이뤄질 경우 오히려 연구개발비 증분이 감소한다는 결과는 중요하므로 지원연도를 가상으로 바꾸어 추정해 본 결과, 해당 결과는 가상의 지원 연도에서는 나타나지 않는다는 사실을 도출함으로써 추정의 강건성을 확인하였다.

다음으로는 공공조달 정책의 연구개발비 영향에 관한 분석을 수행한 결과, 중소기업 공공조달 참여 여부는 통계적으로 연구개발비 증분에 영향을 준다고는 보기 어려운 것으로 나타났다. 이는 공공조달 참여가 정책금융에 비해 연구개발비 왜곡 측면에서는 상대적으로 우월함을 나타낸다고 평가할 수 있다.

정책과 별도로 동일 기간에 연구개발비의 증가가 중소기업의 성과에 미친 영향에 대해 분석해본 결과, 2011년부터 2015년까지의 기간에는 전기 연구개발비를 증가시켰을 경우 총자산은 증가함이 확인되나 영업이익이나 총자산영업이익률 등 수익성에는 오히려 부정적인 영향이 발견되었다.

다음으로 중소기업 정책금융 제공 시 지원 기업의 총자산영업이익률은 유사 비지원 기업 대비 감소하는 것으로 확인됨에 따라 도전적 연구개발이 수행되고 있을 가능성이 낮다고 평가할 수 있다. 다만, 공공조달의 경우 정책금융에서 발생하는 부작용이 확인되지 않아, 정책금융에 비해 연구개발 및 수익성에 미치는 효과가 더 우월한 것으로 판단할 수 있다.

중소기업에 국한할 경우 2011년~2015년의 연구개발비 확대는 기업성과의 개선에 큰 도움을 주지 못하고 있음을 확인하였다. 특히, 연구개발비를 더 투입한 기업의 수익성이 더 부정적으로 나타난 점은 많은 우려를 갖게 하는 결과이다.

5. 정책 제언

이상에서 살펴본 것처럼 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 실패를 용인하기보다 높은 성과에 대한 충분한 보상이 이뤄질 필요가 있음을 확인했다. 흔히 지적되는 것처럼 연구개발의 낮은 실패율은 도전적 연구개발이 이뤄지지

않았다는 일종의 정황 증거가 될 수 있으므로 연구개발의 낮은 실패율은 정보 차원에서 예의 주시할 필요가 있을 것이다. 그러나 실패율은 정책관리 대상으로 볼 때 적절한 성과지표가 아니라는 사실은 중요하다.

도전적 연구과제를 촉진하기 위해서는 다양한 노력이 필요하겠지만, 가장 우선적으로는 정부의 성과관리체계부터 개선할 필요가 있을 것이다. 정부가 정책 자체의 안정적인 관리를 주된 정책목표로 한다면 도전적인 연구개발을 촉진할 수 없음은 어쩌면 당연한 결과라고 볼 수 있을 것이기 때문이다. 연구개발과 관련된 예산과 기금관리, 공기업 관리에 있어 성과의 편차는 높으나 성과의 평균은 높은 연구개발을 유도할 수 있는 성과지표를 선정할 수 있도록 전면적으로 검토하고, 적어도 도전적 연구개발을 저해하는 성과지표는 제외할 수 있도록 노력할 필요가 있을 것이다.

다음으로는, 고성과에 대한 보상제도를 강화할 필요가 있다. 먼저 기초단계의 연구개발은 상대적으로 연구에 시간이 더 오래 걸리고 성과에 대한 인정과 파급 속도도 느리다는 점을 고려하여 장기적으로 공공적인 큰 규모의 인센티브를 부여하는 것이 도움이 될 것이다.

중소기업의 연구개발을 촉진하기 위해 시행되는 자금과 시장 제공 재정정책을 평가한 결과 지원 기업의 연구개발비가 오히려 감소하거나 증가했다는 증거를 찾을 수 없었고 연구개발비 지출이 수익성으로 연결되지 못했다는 점이 확인되었으므로, 이에 대한 대안을 시급히 찾을 필요가 있을 것이다. 도전적 연구개발을 촉진한다면 평균적인 생산성은 향상되어야 하므로 중소기업의 연구개발에서도 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 노력이 요구된다고 볼 수 있다. 이를 위해서는 앞서 살펴본 것처럼 기술보증기금의 성과지표 가운데 보증기업의 사고율 관리 등 오히려 안정적 연구개발을 촉진하는 지표를 제외하여 관리할 필요가 있을 것이다.

특히, 대기업/중견기업과 중소기업 간 생산성 격차를 줄이는 것이 미래 경제 전략의 주요 부분임을 감안하여, 연구개발 성과가 나오지 않는 요인을 적극적으로 찾아 해결할 필요가 있다. 자금이나 판로를 지원하는 기존의 방식이 의도한 대로 잘 작동하지 않았다는 점을 고려하여 정책설계를 재검토하고 심화할 필요가 있다.

목 차

I. 서 론	17
II. 도전적 연구개발의 조건 검토	19
III. 도전적 연구개발 촉진을 위한 유인구조 분석	23
1. 이론적 모형: 기본 가정 및 결과	23
2. 연구개발 계약 모형	25
가. 기본 모형	25
나. 유한책임 제약 조건	28
다. 사적 이익	30
3. 연구개발 계약: 도전적 프로젝트 / 안정적 프로젝트	33
가. 보상체계에 상한 제약이 있는 경우	37
나. 보상체계에 하한 제약이 있는 경우	39
다. 소결	43
4. 연구개발 계약: 수치 예시(numerical example)	44
가. 보상체계에 상한 제약이 있는 경우: 예시	46
나. 보상체계에 하한 제약이 강화된 경우: 예시	48
다. 공공부문 principal과 민간부문 principal이 공존하는 경우: 예시	49
IV. 기존 R&D 정책의 도전적 연구기준 제도분석: 과학기술정보통신부 사업관리체계 분석	53
V. 기존 R&D 재정정책의 도전적 연구기준 효과성 실증평가: 정책금융 및 공공조달 사례 분석	67

CONTENTS

1. 정책금융과 공공조달 정책이 연구개발비에 미친 영향 분석	69
2. 연구개발비 증가가 중소기업 성과에 미친 영향 분석	81
3. 정책금융이 총자산영업이익률에 최종적으로 미친 영향	85
4. 공공조달이 총자산영업이익률에 최종적으로 미친 영향	91
5. 소결	92
VI. 정책 제언	94
VII. 결 론	98
참고문헌	101

표목차

〈표 IV-1〉 과학기술정보통신부 2020년 성과계획 목표체계도	53
〈표 IV-2〉 2020년 과학기술정보통신부 성과계획서 프로그램 성과지표	55
〈표 IV-3〉 창의도전형 연구과제 평가	64
〈표 IV-4〉 창의도전형 연구과제 평가지표 외	65
〈표 V-1〉 통합 DB 구축과 기초통계	70
〈표 V-2〉 1기 전체 대조군 완전 비지원 기업	72
〈표 V-3〉 2기 전체 대조군 완전 비지원 기업	74
〈표 V-4〉 정책금융 지원 기업 한정 정책금융 지원금액의 연구개발비 효과	76
〈표 V-5〉 1기 기보지원 효과분석 시 2기 전 정책변수 대체 사용 결과 (반사실적 확인)	77
〈표 V-6〉 2기 전체, 공공조달	79
〈표 V-7〉 3기 전체, 공공조달	80
〈표 V-8〉 2기 전체 연구개발비 효과	82
〈표 V-9〉 3기 전체 연구개발비 효과	84
〈표 V-10〉 정책금융의 총자산영업이익률 2기 효과	85
〈표 V-11〉 기술보증기금 기금운용평가 총괄요약표	86
〈표 V-12〉 정책금융 지원 여부와 편차 및 평균	88
〈표 V-13〉 공공조달의 총자산영업이익률 2기 효과	91

그림목차

[그림 III-1] 완비정보 상황에서의 최선과 차선의 노력 수준	28
[그림 V-1] 중소기업 정책금융 추이	70
[그림 V-2] 정책금융 지원 여부와 연구개발비 증가율 분포	89
[그림 V-3] 정책금융 지원 여부와 로그연구개발비 분포	89
[그림 V-4] 기보 지원 여부와 연구개발비 증가율 분포	90
[그림 V-5] 기보 지원 여부와 로그연구개발비 분포	90

I. 서론

우리 경제의 장점인 빠른 추격자 모형(fast follower model)의 한계효과가 낮아지고 있는 가운데, 기술선도자(first mover)로서의 역량 보완을 위한 연구개발의 수요가 높아지고 있다. 연구개발에 있어 기술선도형 혁신 연구는 높은 도전성과 때로는 낮은 성공률을 그 특징으로 함에도, 현재의 연구개발 현황은 이와 큰 괴리를 나타내고 있다는 우려가 지속적으로 제기되는 실정이다. 시장에서의 성공이 이미 확인된 공식을 따라잡는 추격자형 연구개발과 달리 선도형 연구개발은 높은 불확실성을 필연적으로 내포한다. 그런데 현재 우리나라의 경우 연구개발 사업의 낮은 성공률에 대한 수용성이 높지 않다는 문제점이 발견된다.

그러나 우리나라는 연구개발 선진국과 비교해 볼 때 상대적으로 신뢰의 수준이 낮아, 정확한 개념 및 여건 개선과 제도 정비 없이 도전적 연구개발을 추구하기에는 많은 부작용이 수반될 가능성에도 유의해야 하는 어려움이 있다. 북구나 미국, 독일 등 주요 선진국 대비 유의하게 사회적 신뢰도가 낮은 상황에서, 신뢰도 제고나 성과관리 없이 막연히 실패만을 용인하여 재정을 투입할 경우 재정 낭비와 사회불신 증가만을 초래할 가능성도 배제할 수 없기 때문이다.

따라서 도전적 연구과제의 식별을 위해 도전적 연구과제가 갖추어야 할 조건을 구체적으로 살펴볼 필요가 있으며 연구자가 도전적 과제를 성공시킬 유인 구조를 검토하여 최대한의 신의성실한 노력을 이끌어낼 필요가 있으나 이와 관련한 연구는 희소하다.

본 연구는 이에 주목하여 도전적 연구개발을 정의하고 이론적으로 도전적 연구개발의 걸림돌에 대해 검토하며, 이를 기초로 현재의 사업관리체계 분석을 수행하고 연구개발 관련 재정지출의 효과와 관련한 실증분석을 통해

제도적 문제점과 실증적 문제점에 대해 살펴보기로 한다.

이를 위해 본 연구는 다음과 같이 구성한다. 먼저 제Ⅱ장에서는 도전적 연구개발이 갖춰야 할 조건에 대해 검토하고 이에 기반한 도전적 연구개발의 정의를 제시해 보기로 한다. 이어지는 제Ⅲ장에서는 제Ⅱ장에서 제시한 정의를 기초로 이론 검토와 분석을 통해 도전적 연구과제를 촉진하기 위한 유인체계에서 고려해야 할 요소와 성과평가체계의 개편 방향에 대한 함의를 도출해 보기로 한다. 제Ⅳ장에서는 과학기술정보통신부의 성과계획서와 국가연구개발평가시스템 분석을 통해 재정성과관리와 연구개발평가시스템이 도전적 연구개발을 촉진하기에 적합하게 구성되어 있는지에 대해 검토한다. 제Ⅴ장에서는 실증분석을 통해 공공조달과 정책금융 등 주요 중소기업 지원 재정정책이 지원 기업의 연구개발비에 미친 영향, 지원 기업의 단기·장기적 생산성에 미친 영향에 대해 구체적인 정량평가를 시행하여 재정정책을 통한 도전적 연구개발의 성과가 현장에서 실증적으로 확인되는지에 대해 검토한다. 이어지는 제Ⅵ장에서는 앞의 분석을 기초로 정책적 제언을 제시하며, 제Ⅶ장은 결론으로 구성한다.

Ⅱ. 도전적 연구개발의 조건 검토

도전적 연구개발 또는 도전적·창의적 연구개발이라는 용어는 그동안 다양한 정책연구와 정부 대책에서 언급되고 있었지만, 도전적 연구개발에 대한 구체적인 정의를 제시하는 사례는 의외로 많지 않다. 기존 문헌을 검토해 보면 단순히 높은 위험과 높은 수익을 문장으로 병렬하여 강조하거나 또는 높은 위험만을 강조하는 경우가 대부분이며, 보다 구체적인 정의를 제시하는 경우는 쉽게 찾아보기 힘들다. 따라서 본 장에서는 기본적으로 정부가 관심을 가져야 할 도전적 연구개발의 조건부터 검토해 보기로 한다.

현재 학계나 현장에서 도전적 연구개발의 주된 특성으로 인식하고 있는 요인은 높은 위험, 즉 높은 실패율이라고 볼 수 있다. 그러나 성공 확률이 낮다고 해서 반드시 도전적인 연구개발이라고 볼 수는 없다는 점에 주목할 필요가 있다. 아래에서는 이에 대해 보다 세부적으로 검토해 보기로 하겠다.

먼저 실패 확률은 높지만 편익도 낮아 사회적으로 비효율적인 연구개발은 단순히 위험하기만 할뿐 비용 대비 도움이 되지 않는, 촉진할 필요가 없는 연구개발이기 때문에 해당 연구개발을 억제하는 것은 사회적으로 오히려 효율적이라고 볼 수 있다. 이와 같은 연구는 도전적인 연구개발을 넘어선, 무모한 연구개발로 정의할 수 있을 것이다. 따라서 위험하지만(높은 실패 확률) 실익(기댓값)은 낮은 무모한 연구개발이라면 가능한 한 배제하는 것이 타당할 것이다.

다음으로 무모한 연구개발을 배제한 상황에서도, 반드시 도전적 연구개발의 성공 확률이 낮아야 하는 것은 아니다. 도전적 연구개발에는 정보 비대칭성, 보다 구체적으로는 대리인의 노력 수준이 관찰되지 않는 문제도 함께 존재하기 때문이다. 제Ⅲ장에서 이론적으로 보다 자세히 살펴보겠지만, 국가의 연구개발은 재정을 부담하는 의뢰자 본인인 국민(정부)과 실행하는 대리인

인 연구자 간의 본인-대리인 문제로 볼 수 있다. 현실적으로 본인은 대리인의 노력 수준을 확인할 수 없기 때문에, 대리인이 본인의 불편함을 감수하면서 노력을 기울일 경우에는 성공 확률이 낮지 않고 오히려 높아지는 경우에도, 효과적인 인센티브가 부여되지 않으면 해당 노력을 이끌어내지 못할 수도 있다. 정보 비대칭 상황에서는 정의상 대리인이 노력을 하지 않고 실패하는 것과 노력을 하고 실패하는 것을 식별하기가 어렵기 때문이다.

이와 같이 볼 때에, 실패 확률이 높다는 단순한 조건으로 도전적 연구과제를 정의하기에는 무리가 있다고 볼 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 다음과 같이 도전적 과제를 정의하기로 한다. 본 연구에서 정의한 도전적 연구과제는 ① 본인(principal)인 국민 또는 공공기관이 대리인(agent)인 기업 또는 개인 연구자에게 연구를 의뢰하는 상황에서 ② 연구 속성상 대리인이 어떤 노력 수준을 선택하더라도 실패의 가능성이 있어 연구가 실패했을 경우에도 국민은 실제 대리인이 투입한 노력 수준을 유추할 수 없고 ③ 만일 대리인이 최선의 노력을 기울일 경우 차선의 대안보다 더 높은 기댓값을 도출할 수 있는 연구이다.

위의 정의에서 주목할 점은, 정의된 도전적 연구과제에서는 실패 확률의 크기가 아니라 실패의 가능성이 있다는 사실이 중요하다는 것이다. 즉, 실패했을 경우 노력을 기울이지 않아서 실패했는지 또는 노력을 기울여서 실패했는지 확인할 수 없는 상황이라면 조건을 충족한다. 또한, 기존의 논의에 빠져 있는 점인 우리가 관찰할 수 없는 연구자의 노력 수준이 명시적으로 고려되어 있다는 것도 중요한 요소라고 볼 수 있다.

참고로 이와 같은 정의의 내용을 반영하여 제Ⅲ장의 이론분석에서는 확률이 중요하지 않다는 점을 확인하기 위해 노력이 이뤄졌다는 전제 아래 도전적 연구과제의 성공 확률이 상대적으로 정의된 안정적 연구과제의 성공 확률보다 오히려 높은 경우를 중심으로 분석하기로 한다. 이는 도전적 연구과제의 성공 확률이 안정적 연구과제의 성공 확률보다 낮은 경우는 물론, 연구자가 최선의 노력을 기울였을 때 도전적 연구과제의 성공 확률이 안정적 연구과제의 성공 확률보다 높은 경우도 존재한다는 사실을 반영하기 위

함이다.

또한 정의상 도전적 연구과제는 최선의 노력을 기울일 경우 차선의 대안(안정적 프로젝트)보다 더 높은 기댓값을 도출할 수 있는 것으로 정하였으므로 도전적 연구과제는 사회적으로 실현되는 것이 바람직하다는 점도 중요하다.

이와 같은 도전적 연구개발 정의에 더하여 정부의 역할을 함께 고려한다면 추가되어야 할 조건이 있다. 도전적 연구개발이라고 해서 반드시 정부재정의 지원이 필요한 것은 아니기 때문이다. 만일 자본시장이 충분히 작동하여 차입이 자유롭고 본인이 국민을 대표하는 정부가 아닌 사적 집단이라면, 도전적 연구개발을 국가적으로 촉진할 이유는 없을 것이다.

다만, 잘 알려진 대기업에 비해 정보 비대칭성이 존재하는 것으로 간주되는 창업기 중소기업 등의 기술개발에서는 자본시장이 완전하다고 보기 힘들 수 있다. 참고로 본고의 제 V 장에서는 이와 같은 점을 반영하여, 중소기업의 연구개발 지원 등 자금 지원을 위해 설계된 기술보증기금을 비롯한 정책 금융 지원 사업과 함께 중소기업 지원을 위해 활용되는 조달정책의 효과에 대해 살펴보고 있다.

또한 연구개발의 외부성이 높고 지적재산권을 통해 충분한 수익을 회수할 수 없는 도전적 연구개발과제에 대해서는 외부효과 교정 측면에서 분명히 정부가 재정으로 개입할 여지가 있다고 볼 수 있다. 사회적 가치는 높으나 수익적 가치가 낮은 기술개발과 관련한 연구개발에 대해서는 재정지원의 타당성이 인정될 수 있을 것이다.

참고로 분포 측면에서 살펴본다면, 도전적 연구개발은 상대적으로 안정적 인 연구개발에 비해 편익의 편차는 크더라도¹⁾ 편익의 평균은 적어도 동일하거나 더 높은 조건을 유지할 필요가 있다고 볼 수 있다. 편차가 더 큰 것은 도전적 연구과제의 고위험성을 반영하지만, 편차가 더 높으면 그에 상응하여 편익의 평균이 더 높아지거나, 적어도 동일하다는 조건이 만족될 필요가 있을 것이다.

1) 본 장에서 논의한 바와 다음 장에서 분석한 것처럼, 편차가 반드시 커야만 하는 것은 아니다.

본 연구에서는 이와 같은 점에 주목하여 먼저 제Ⅲ장에서는 이론적 분석을 수행하고, 제Ⅴ장에서는 이론분석과 연계하여 실제 데이터를 기초로 실증분석을 시행하여 정책성과를 평가하고 진단해 보기로 한다.

Ⅲ. 도전적 연구개발 촉진을 위한 유인구조 분석

1. 이론적 모형: 기본 가정 및 결과

본 절에서는 먼저 기초적인 principal-agent 모형의 가정 및 결과를 소개한다. 먼저 게임에 참여하는 본인(이하 principal)과 대리인(이하 agent)은 모두 위험 중립적이며, agent는 유한책임 제약을 통해 보호받는 상황을 고려한다. 이때 agent가 선택하는 노력 및 그가 수행하는 연구개발 프로젝트(이하 프로젝트)의 결과는 각각 두 가지로 나뉜다고 하자. 보다 구체적으로, agent는 0과 1의 노력 중 하나를 선택하며, 프로젝트의 결과(성공 혹은 실패)에 따라 principal은 각각 \bar{V} , \underline{V} 의 추가 이윤을 얻는다.²⁾ 각 추가 이윤은 agent가 노력 1을 선택할 때는 π_1 , $1-\pi_1$ 의 확률로, 노력 0을 선택할 때(혹은 동일한 의미로서, “노력을 하지 않을 때”)는 π_0 , $1-\pi_0$ 의 확률로 발생한다. 즉, π_e 는 agent가 노력 $e \in \{0,1\}$ 를 선택할 때 프로젝트가 성공할 확률을, $1-\pi_e$ 는 실패할 확률을 나타낸다. 나아가 agent가 노력 0이 아닌 노력 1을 선택할 때 추가적으로 지출해야 하는 비용(혹은 그에 따른 비효용)을 $\psi > 0$ 라 하자. 마지막으로 이하에서는, principal은 agent가 프로젝트를 성공적으로 완수하는 경우 \bar{t} 의 보수(보상)를, 그렇지 못한 경우에는 \underline{t} 의 보수(보상)를 agent에게 지급하는 계약을 고려한다.

이러한 상황에서, agent가 노력을 하도록(노력 1을 선택하도록) 유도하는 principal의 목적식과 유인 제약식 및 참여 제약식은 다음과 같이 정리된다.

2) agent의 노력과 프로젝트의 결과를 연속변수로 고려한 principal-agent 모델에서 agent의 최적 노력 유인에 관한 분석은 Holmström(1979), Holmström and Milgrom(1991; 1994) 등을 참고하라.

○ 목적식:

$$\max_{\{\bar{t}, \underline{t}\}} \pi_1 (\bar{V} - \bar{t}) + (1 - \pi_1)(V - \underline{t}) \quad \text{subject to 식 (1), 식 (2), 식 (3)}$$

○ 유인 제약식:

$$\pi_1 \bar{t} + (1 - \pi_1) \underline{t} - \psi \geq \pi_0 \bar{t} + (1 - \pi_0) \underline{t} \quad \text{식 (1)}$$

○ 참여 제약식:

$$\pi_1 \bar{t} + (1 - \pi_1) \underline{t} - \psi \geq 0 \quad \text{식 (2)}$$

○ 유한책임 제약식:

$$\underline{t} \geq 0 \quad \text{식 (3)}$$

여기서 유한책임 제약식은, agent가 비록 프로젝트를 성공적으로 완수하지 못한 경우라 하더라도, principal이 agent를 처벌(punishment)할 수는 없다는 것을 의미한다.

위에서 principal은 agent의 노력으로 얻게 되는 추가적인 이익이 그에 필요한 비용보다 클 때 agent의 노력을 유인하고자 하는데, 이를 식으로 정리하면 아래와 같다.

$$\Delta \pi \Delta V \geq \frac{\pi_0 \psi}{\Delta \pi}$$

(단, $\Delta V = \bar{V} - V$ 이고 $\Delta \pi = \pi_1 - \pi_0$ 이다.)

이때 균형에서의 유한책임 제약식은 구속적(binding)이고 \bar{t} 은 양수(+)가 됨을 확인할 수 있으며, 이 경우 아래와 같은 보수체계를 통해 agent의 노력을 유인하는 것이 가능하므로 이를 효율적 임금이라 부를 수 있다.

$$\underline{t}^{SB} = 0, \quad \bar{t}^{SB} = \frac{\psi}{\Delta \pi} > 0$$

2. 연구개발 계약 모형

가. 기본 모형

먼저 아무런 제약이 없는 상황에서 principal과 agent가 연구개발 계약을 맺는 상황을 고려하자. principal(발주자 혹은 투자자)은 agent(연구자)에게 I 만큼을 초기 투자하여 agent가 프로젝트를 진행할 수 있게 하며, 해당 프로젝트의 결과에 따라 agent가 얻게 되는 이윤의 일부를 환급받는다³⁾고 하자.

본 절에서는 principal은 위험 중립적이고, agent는 위험 회피적인 상황을 살펴본다. 즉, agent의 효용함수 $u(\cdot)$ 은 오목(concave)하며, $h(\cdot) = u^{-1}(\cdot)$, $h(0) = 0$ 라고 가정하자. agent는 $e \in \{0, 1\}$ 중 하나의 노력 수준을 선택하며, 이를 통해 π_e 의 확률로 프로젝트 성공 시 \bar{V} , $1 - \pi_e$ 의 확률로 실패 시 \underline{V} 의 추가 이윤을 얻는다(단, $\bar{V} \geq \underline{V}$).³⁾ agent는 principal에게 프로젝트 성공 시에는 \bar{z} 를, 실패 시에는 \underline{z} 를 환급해야 하며, \bar{z} , \underline{z} 는 principal이 계약 시에 제시한다. 또한 노력 1을 선택함으로써 소요되는 agent의 추가적 비용에 따른 비효용이 $\psi > 0$ 라고 가정한다.

먼저 principal이 해당 연구개발 계약에 참여(혹은 발주)할지를 결정한 후, 계약 체결 시 프로젝트의 결과에 따라 환급받고자 하는 환급금을 제시한다. agent는 principal이 제시한 환급금을 보고 계약 참여 여부를 결정하며, 계약에 참여한 이후에는 노력 수준을 선택한다. 주어진 노력 수준에 따라 프로젝트의 성과가 결정되며, 결과에 따라 agent는 principal에게 약속된 금액을 환급해주고 계약이 마무리된다.

이때 principal의 목적식과 각각의 제약식은 아래와 같이 정리된다.

○ 목적식:

$$\max_{\{(t, \bar{t})\}} (\pi_1 \bar{z} + (1 - \pi_1) \underline{z} - I) \quad \text{subject to 식 (4), 식 (5)}$$

3) agent의 노력과 프로젝트 결과를 두 단계 이상으로 확장한 모형은 Milgrom(1981), Mirrlees(1975; 1999) 및 Kim(1995)를 참고하라.

○ 유인 제약식:

$$\pi_1 u(\bar{V} - \bar{z}) + (1 - \pi_1) u(\underline{V} - \underline{z}) - \psi \geq \pi_0 u(\bar{V} - \bar{z}) + (1 - \pi_0) u(\underline{V} - \underline{z}) \quad \text{식 (4)}$$

○ 참여 제약식:

$$\pi_1 u(\bar{V} - \bar{z}) + (1 - \pi_1) u(\underline{V} - \underline{z}) - \psi \geq 0 \quad \text{식 (5)}$$

참고로 이때 아래와 같이

$$\bar{t} = \bar{V} - \bar{z}, \quad \underline{t} = \underline{V} - \underline{z}$$

$$\bar{z} = \bar{V} - \bar{t}, \quad \underline{z} = \underline{V} - \underline{t}$$

식을 바꾸어서 해석하면, 제1절에서 간단히 살펴본 바와 같이 agent의 노력 유무를 principal이 정확히 관찰할 수 없는 상황에서 프로젝트의 성공 유무에 따라 principal이 agent에게 보상 (\bar{t}, \underline{t}) 를 지급하는 기본적인 principal-agent 모형과 동일한 상황이 됨을 알 수 있다.

먼저 principal이 계약에 참여하여 agent에게 적절한 보상을 통해 노력 $(e = 1)$ 을 유도하는 것이 균형으로 나타날 수 있는 조건을 살펴보자. 위의 목적식과 제약식으로부터, 아래와 같은 보상체계가 균형이 됨을 확인할 수 있다.⁴⁾

$$\bar{t}^{SB} = h\left(\psi + (1 - \pi_1) \frac{\psi}{\Delta\pi}\right), \quad \underline{t}^{SB} = h\left(\psi - \pi_1 \frac{\psi}{\Delta\pi}\right)$$

만약 principal이 agent의 노력 수준을 직접 관찰할 수 있는 완비정보 (complete information) 상황이라면, principal이 agent의 노력 $(e = 1)$ 을 유도하는 데에 드는 비용은 최적비용 $C^* = h(\psi)$ 가 된다. 그러나 agent가 위험 회피적이며 agent의 노력 수준을 principal이 관찰할 수 없는 불완비 정보 (incomplete information) 상황에서 principal이 agent의 노력을 유도하는 데에

4) 최적계약에서의 보상 체계에 대한 보다 일반적인 논의는 Tirole(1999)를 참고하라.

드는 비용은 앞의 최적 비용보다 높아진다($C^{SB} > C^*$).

균형에서 principal이 프로젝트에 투자(참여)하고 agent의 노력($e = 1$)을 유도하는 것이 최적 선택이 되는 상황을 살펴보기 위해, principal이 agent의 노력 유도 시에 얻는 추가적인 이익이 그러한 노력을 유도하는 비용보다 더 크다고 가정하자.

$$C^{SB} = \pi_1 \bar{t}^{SB} + (1 - \pi_1) \underline{t}^{SB} = \pi_1 h(\psi + (1 - \pi_1) \frac{\psi}{\Delta\pi}) + (1 - \pi_1) h(\psi - \pi_1 \frac{\psi}{\Delta\pi})$$

$$\Delta\pi \Delta V \geq C^{SB}$$

이때 agent의 노력($e = 1$)을 유인하는 경우 principal의 기대이익 V_1 은 다음과 같다.

$$V_1 = \pi_1 \bar{V} + (1 - \pi_1) \underline{V} - C^{SB} - I$$

해당 기대이익 V_1 이 0이 되는 투자금을 I^{SB} 라 할 경우,

$$I^{SB} = \pi_1 \bar{V} + (1 - \pi_1) \underline{V} - C^{SB}$$

실제 투자비용 I 이 I^{SB} 보다 작다면, principal의 0보다 큰 기대이익을 얻게 되므로, principal 해당 연구개발 프로젝트에 투자하고 agent의 노력($e = 1$)을 유도하는 것이 균형으로 나타나게 될 것이다.

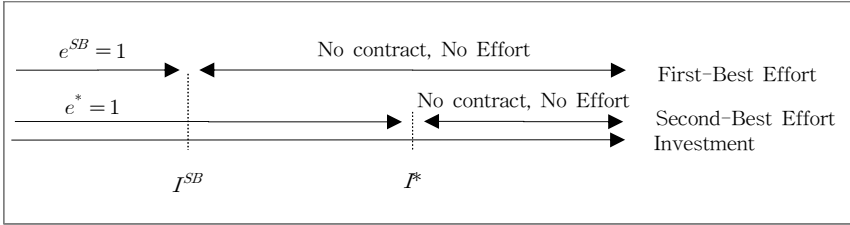
$$I < I^{SB}$$

참고로, 만약 완비정보 상황이라면 agent의 노력을 유인하는 비용이 $C^* (< C^{SB})$ 이 작으므로, 기대이익을 0으로 만드는 I^* 가 다음과 같이 얻어지며,

$$I^* = \pi_1 \bar{V} + (1 - \pi_1) \underline{V} - C^*$$

$C^* < C^{SB}$ 이므로 $I^{SB} < I^*$ 가 됨으로써, 다음의 [그림 Ⅲ-1]에서와 같이 완비 정보 상황에서는 투자비용이 I^{SB} 보다 더 높더라도 principal이 연구개발 프로젝트에 투자하고 agent가 적절한 노력($e=1$)을 투입하는 것이 균형이 되는 투자비용의 구간이 존재함을 확인할 수 있다.⁵⁾

[그림 Ⅲ-1] 완비정보 상황에서의 최선과 차선의 노력 수준



자료: 저자 작성

나. 유한책임 제약 조건

앞서 설명한 바와 같이, 프로젝트의 성공 유무에 따라 agent가 principal에게 약속한 환급금을 지급하는 것은 principal이 agent에게 약속한 보상을 지급하는 것과 동일하므로, 이하에서는 계약이 성사되면 principal의 초기 투자 I 와 함께 agent가 프로젝트에 착수하고, 이후 프로젝트의 결과에 따라 principal이 agent에게 사전에 계약된 대로 보상(\bar{t} 또는 \underline{t})을 지급하는 상황을 고려한다.

계약이 진행되는 과정을 보다 구체적으로 살펴보면, 먼저 principal이 연구개발 계약에 참여할지(즉, agent에게 투자/발주를 할지)를 결정한다. 이 과정에서 agent의 노력($e=1$)을 유도할 수 있는 보상과 유도할 수 없는 ($e=0$) 보상을 고려하고, 그에 따른 기대효용을 계산하여 계약 참여 여부와 agent에게 제시할 보상을 결정하게 된다. agent는 제시된 보상을 보고 자신의 기대효용을 계산하여 연구개발 계약 참여 여부와 노력 투입 여부를 결정한다. 이후 프로젝트의 결과에 따라 principal이 agent에게 보상을 지급하고

5) 본 분석과 관련한 보다 일반적인 결과는 Laffont and Martimort(2002)를 참고하라.

계약이 마무리된다.

위의 상황에서 0의 유한책임(Limited Liability) 제약(즉, $\underline{t} \geq 0$)이 존재할 경우에는 균형에서 나타나는 보상 수준이 달라짐을 상기하자. 즉, 유한책임 제약은 계약에 참여한 agent의 최소 보상이 적어도 0이 되도록 보장하는 것으로서, 프로젝트가 실패하더라도 agent가 추가적인 비용을 들여 principal에게 배상해줄 필요가 없는 상황을 의미한다.

먼저 유한책임 제약이 없는 상황에서는 다음과 같은 보상을 주는 것이 최적 선택이 된다.

$$\underline{t}^{SB} = h(\psi - \pi_1 \frac{\psi}{\Delta\pi}) < 0, \quad \overline{t}^{SB} = h(\psi + (1 - \pi_1) \frac{\psi}{\Delta\pi}) > 0$$

이때 낮은 보상(\underline{t}^{SB} , 실패 시 주어지는 보상)이 0보다 작아지므로, 유한책임 제약 조건($\underline{t} \geq 0$)이 유효(binding)함을 알 수 있으며, 따라서 유한책임 제약하에서 agent의 노력 선택을 유도하기 위한 보상 조합은 아래와 같이 도출된다.

$$\underline{t}^{LL} = 0, \quad \overline{t}^{LL} = h(\frac{\psi}{\Delta\pi})$$

agent는 위험 회피적이라는 가정에 의해 $h(\cdot)$ 이 볼록(convex)하므로, 유한책임 제약이 있을 때의 두 보상 수준의 차이와 유한책임 제약이 없을 때의 차이는 다음과 같은 관계를 가지게 된다.

$$\overline{t}^{LL} - \underline{t}^{LL} = h(\frac{\psi}{\Delta\pi}) > \overline{t}^{SB} - \underline{t}^{SB} = h(\psi + (1 - \pi_1) \frac{\psi}{\Delta\pi}) - h(\psi - \pi_1 \frac{\psi}{\Delta\pi})$$

따라서 유한책임 제약 조건이 생기게 되면, 유한책임 제약 조건이 없을 때보다 agent의 노력을 유도하기 위한 두 보상(성공 시의 보상과 실패 시의 보상)의 격차($\overline{t} - \underline{t}$)가 더 커지게 된다. 직관적으로 설명하자면, 프로젝트가 실패했을 때 충분한 처벌(punishment)을 할 수 없는 상황에서는, agent가

노력을 하도록 유인하기 위해 principal이 예전보다 더 높은 성공보수를 제시해야 하는데, agent의 위험기피 성향을 보상체계에서 충분히 활용하지 못함으로써 보상체계 설계에 비효율이 발생하게 되며, 결과적으로 유한책임 제약 조건으로 principal은 agent의 노력을 유인하기 위해 평균적으로 더 많은 비용을 감수해야 하는 것이다.

다. 사적 이익

본 절에서는 연구개발 계약 시 프로젝트에 따라 agent가 사적 이익 (Private Benefits)을 얻을 수 있는 상황을 생각해본다. 여기서는 agent와 principal 모두 위험 중립적이라고 가정한다. principal은 투자 I 를 통해 agent에게 프로젝트를 맡기고, agent는 투자를 받은 이후 “good” 혹은 “bad” 프로젝트 중에 한 가지를 선택한다고 하자. 이때 agent가 선택한 프로젝트의 수준(good인지 bad인지 여부)은 principal이 관찰할 수 없다. 마지막으로 앞의 절과 마찬가지로 유한책임 제약($t \geq 0$)이 있는 상황을 고려한다.

이때 principal(투자자 혹은 정부 용역 발주자)의 투자금 I 는 일종의 정부 예산으로서 principal이 계약을 하지 않더라도 전용이 불가능한(즉, 불용예산으로 처리되는) 매몰비용으로 볼 수 있다. 따라서 principal은 agent(연구자)와의 연구개발 계약에 참여하지 않더라도 이윤이 여전히 $-I$ 가 되는 상황을 가정하자.⁶⁾

agent는 “bad” 프로젝트 선택 시 사적 이익이 존재하여 $B > 0$ 의 추가 이윤을 얻는다고 하자. (여기서 사적 이익에 관한 모형 설정은, “good” 프로젝트 선택 시 $-B < 0$ 만큼의 추가적인 비용이 든다는 설정과 동일함을 쉽게 알 수 있다.) 또한 agent는 프로젝트의 수준 혹은 종류와 무관하게(principal이 프로젝트의 수준/종류를 직접적으로 관찰할 수 없으므로) 프로젝트 성공 시 \bar{t} , 실패 시 \underline{t} 의 보상을 받으나, “good” 프로젝트의 성공 확률은 π_1 , “bad” 프로젝트의 성공 확률은 π_0 임을 알고 있다. principal은 “good” 프로

6) 본 가정에 의해 principal은 항상 계약에 참여하는 것이 균형으로 나타나게 된다.

젝트로부터 π_1 의 확률로 $\bar{V} > 0$, $1 - \pi_1$ 확률로 $\underline{V} = 0$ 의 이익을 얻고, “bad” 프로젝트로부터는 이익을 얻지 못한다고 하자(즉, $\pi_0 = 0$).

“good” 프로젝트는 “bad” 프로젝트에 비해 성공 확률이 더 높으므로 기대 이윤 또한 더 크지만, agent는 “bad” 프로젝트를 선택함으로써 추가적인 사적 이윤($B > 0$)을 얻을 수 있다. 앞서 설명한 대로 성공 확률이 높은 “good” 프로젝트를 선택하면 agent가 추가적인 노력을 들여야 하는 상황(사적 이윤을 포기해야 하는 상황)과 동일하므로, 일반적인 도덕적 해이 상황의 노력 선택 문제와 유사한 균형이 나타나게 된다.

사적 이익이 존재하는 본 모형에서 계약의 진행 과정은 동일하다. 먼저 principal이 agent의 “good” 프로젝트 선택을 유도할 수 있는 보상과 유도할 수 없는 보상체계를 고려하고, 그에 따른 기대효용을 감안하여 연구개발 계약의 참여 여부, 즉 투자 여부와 agent에게 제시할 보상체계를 결정하여 제시한다. agent는 제시된 보상체계를 보고 기대효용을 계산하여 계약 참여 여부 및 참여 시 선택할 프로젝트 수준/종류를 결정한다. 이후 프로젝트의 성공 유무에 따라 principal이 agent에게 사전에 계약된 대로 보상을 지급하고 계약을 마무리한다.

먼저 agent의 기대효용 측면을 살펴보자. 유한책임 제약($t = 0$)을 고려할 때, “good” 프로젝트 선택 시와 “bad” 프로젝트 선택 시, 각각의 위험 중립적 agent의 기대효용은 아래와 같이 나타난다.

$$\text{“good”}: \pi_1 \bar{t} + (1 - \pi_1) \underline{t} = \pi_1 \bar{t}$$

$$\text{“bad”}: \pi_0 \bar{t} + (1 - \pi_0) \underline{t} + B = \pi_0 \bar{t} + B$$

agent는 “good” 프로젝트로부터의 기대효용이 “bad” 프로젝트로부터의 그것보다 더 큰 경우에 “good” 프로젝트를 선택하게 될 것이므로, agent가 “good” 프로젝트를 선택할 조건은 아래와 같이 정리된다.

$$\pi_1 \bar{t} \geq \pi_0 \bar{t} + B, \text{ 또는 } \bar{t} \geq \frac{B}{\Delta \pi}$$

다음으로 principal의 최적 보상체계 선택과정을 살펴보자. principal 입장에서는 agent가 “good” 프로젝트 선택을 유도하는 데에 필요한 비용을 최소화하기 위해 각 제약식에 유효(binding)한 \bar{t} 를 선택하는 것이 최적이므로, “good” 프로젝트를 유도하기 위한 최적 \bar{t} 는 아래와 같이 얻어진다.

$$\bar{t} = \frac{B}{\Delta\pi}$$

이때 principal의 기대효용 V_1 은 다음과 같다.

$$V_1 = \pi_1(\bar{V} - \frac{B}{\Delta\pi}) - I$$

반면, principal이 agent의 “good” 프로젝트 선택 유도를 포기한다면 (즉, “bad” 프로젝트를 선택하는 것을 받아들인다면) 굳이 높은 성공보수를 제시할 필요가 없으므로, 유한책임 제약에 맞추어 고정된 보상($\bar{t} = t = 0$)을 제시하는 것이 최적이 된다. 이때 principal의 기대효용 V_0 는 다음과 같이 나타난다.

$$V_0 = \pi_0\bar{V} - I$$

위에서 보는 바와 같이, agent의 “good” 프로젝트 유도를 포기한 principal의 기대효용이 $-I$ 보다는 크거나 같으므로, I 는 매몰비용이라는 가정(즉, 연구개발 미발주 시 불용예산 처리되어 환수된다는 가정)에 의해 principal은 항상 계약에 참여하게 된다.

참고로, 만약 사적 이익이 없었다면 agent가 “good” 프로젝트를 선택하도록 유도하기 위한 제약식은

$$\pi_1\bar{t} \geq \pi_0\bar{t}$$

가 되므로, principal의 최적 선택은 $\bar{t} = 0$ 이 되고 agent는 특별한 성공보

수가 없더라도 “good” 프로젝트를 선택하게 되었을 것이다.⁷⁾

반면 사적 이익이 있는 상황에서는, principal의 기대효용이 $V_1 > V_0$ 일 경우에는, principal이 $\bar{t} = \frac{B}{\Delta\pi}$, $t=0$ 의 보상을 제시하여 agent가 “good” 프로젝트를 선택하게 유도하고, agent는 그에 따라 “good” 프로젝트를 선택하는 것이 균형 결과로 얻어진다.

사적 이익 상황에서 $\bar{t} = \frac{B}{\Delta\pi}$ 인 것은, agent가 “good” 프로젝트를 선택함으로써 얻게 되는 기대효용과 사적 이익이 있는 “bad” 프로젝트를 포기함으로써 잃게 되는 기회비용을 일치하게 만들어 준다는 것을 의미한다. 이는 완비정보 상황과 비교하였을 때 도덕적 해이 상황에서 principal이 agent의 노력 선택을 유도하기 위해 추가적인 비용($C^{SB} > C^*$)이 드는 것과 마찬가지로 principal이 agent의 사적 이익을 보상하여 “good” 프로젝트를 선택하도록 유도하기 위한 대리비용(agency cost)이 소요되는 것으로 볼 수 있다.⁸⁾

3. 연구개발 계약: 도전적 프로젝트 / 안정적 프로젝트

앞선 절에서 살펴봤던 기본 모형들을 응용하여, agent(연구자)가 도전적 프로젝트 또는 안정적 프로젝트 간에 선택을 하게 되는 다음의 상황을 고려해보자. 위험 중립적인 principal(정부 발주처 혹은 투자자)과 agent(연구자)가 연구개발 프로젝트에 관한 계약을 한다고 하자. agent의 효용함수 $u(\cdot)$ 에 관해서는, 앞서와 마찬가지로 $h(\cdot) = u^{-1}(\cdot)$ 와 $h(0) = 0$ 를 가정한다.

principal이 I 의 투자를 통해 agent에게 프로젝트를 맡기고, agent는 투자를 받은 이후에 “도전적 프로젝트”와 “안정적 프로젝트” 중 한 가지 프로젝트를 선택할 수 있으며, 이러한 프로젝트의 성격/종류는 principal이 관찰할 수 없다. 이때, “도전적 프로젝트”는 프로젝트의 난이도가 상대적으로 높아

7) 앞 절에서의 모형으로 바꾸어 해석하면, agent 입장에서 “good” 프로젝트를 선택하는 데 따른 추가적인 노력이 없다면, 성공보수가 없이도 “good” 프로젝트를 선택하게 된다는 의미이다.

8) 본 소절에서 소개한 모형과 관련한 보다 자세한 논의는 Jensen and Meckling(1976)을 참고하라.

agent가 $\psi > 0$ 의 추가적인 노력을 기울여야 하는 반면, “안정적 프로젝트” 수행 시에는 추가적인 노력이 들지 않는다고 하자. 즉, “도전적 프로젝트”를 선택한다는 것은 agent가 추가적인 노력을 투입하기로 선택한다는 것과 동일한 의미가 된다. 나아가 “도전적 프로젝트”를 선택했을 때(즉, 추가적인 노력을 기울여 이를 수행했을 때)의 성공 확률(π_1)은, “안정적 프로젝트”를 선택했을 때의 성공 확률(π_0)보다 높다고 가정한다($\pi_1 > \pi_0$).^{9) 10)}

agent는 프로젝트의 종류와 무관하게(프로젝트의 종류를 principal이 확인할 수 없으므로) 성공 시 \bar{t} , 실패 시 \underline{t} 의 보상을 받고, 보상에는 유한책임 조건($\underline{t} \geq 0$)이 있는 상황을 고려하자. principal은 “도전적 프로젝트”로부터 π_1 의 확률로 $\bar{V} > 0$, $1 - \pi_1$ 확률로 $\underline{V} = 0$ 의 이익을 얻고, “안정적 프로젝트”로부터는 이익을 얻지 못한다.¹¹⁾ 나아가, 앞서 살펴본 사적 이익 모형에서와 마찬가지로 principal의 투자 r 는 매몰비용으로 간주하며, 따라서 $\underline{t} \geq 0$ 의 유한책임 조건만 있는 상황에서는 principal이 항상 계약에 참여하는 것이 균형으로 나타나게 된다.

먼저 agent의 기대효용을 살펴보자. agent는 “도전적 프로젝트”로부터 얻는 기대효용이 “안정적 프로젝트”로부터의 기대효용보다 더 클 때 “도전적 프로젝트”를 선택하게 될 것이며, 이는 아래 조건 식으로 정리된다.

$$\pi_1 u(\bar{t}) + (1 - \pi_1) u(\underline{t}) - \psi \geq \pi_0 u(\bar{t}) + (1 - \pi_0) u(\underline{t})$$

-
- 9) 앞서 언급한 바와 같이, 본 분석의 목적을 고려할 때 agent의 추가적인 노력이 요구되는 도전적 프로젝트의 성공확률이 안정적 프로젝트의 성공확률보다 높다는 것은 당위적인 가정이다. 만약 추가적인 노력을 들여야 하는 도전적 프로젝트의 성공확률이 오히려 안정적 프로젝트의 그것보다 더 낮다면, 안정적 프로젝트를 선택하는 것이 사회적으로 더 효율적이므로 불완비정보(principal이 agent가 어떠한 프로젝트를 선택하는지를 관찰할 수 없는 상황)로 인한 비효율성 자체가 발생하지 않는다.
- 10) 모형에서는 설명의 편의상 “성공”과 “실패”라는 이분법적 표현을 사용하고 있으나, 여기서 의미하는 “성공”은 “path-breaking innovations” 정도로, 반면 “실패”는 “mediocre results” 정도로 해석하는 것이 현실적으로 보다 자연스러운 것이다.
- 11) 여기서 말하는 “실패” 시 얻게 되는 $\underline{V} = 0$ 는 정상 이윤(normal profit) 정도로 해석할 수 있다.

또는

$$\pi_1 u(\bar{t}) + (1 - \pi_1)u(\underline{t}) \geq \pi_0 u(\bar{t}) + (1 - \pi_0)u(\underline{t}) + \psi$$

위의 식에서 알 수 있듯, agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하여 추가적인 노력 ψ 를 투입하는 상황은, agent가 “안정적 프로젝트”로부터 얻는 추가적인 이윤 $B = \psi$ 이 있는 상황과 일치한다.

다음으로, agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하게끔 유도하는 principal의 목적식과 제약식들을 살펴보면 아래와 같이 나타난다.

○ 목적식:

$$\max_{\{\bar{t}, \underline{t}\}} \pi_1 (\bar{V} - \bar{t}) + (1 - \pi_1)(\underline{V} - \underline{t}) - I \quad \text{subject to 식 (6), 식 (7), 식 (8)}$$

○ 유인 제약식:

$$\pi_1 u(\bar{t}) + (1 - \pi_1)u(\underline{t}) - \psi \geq \pi_0 u(\bar{t}) + (1 - \pi_0)u(\underline{t}) \quad \text{식 (6)}$$

○ 참여 제약식:

$$\pi_1 u(\bar{t}) + (1 - \pi_1)u(\underline{t}) - \psi \geq 0 \quad \text{식 (7)}$$

○ 유한책임 제약식

$$\underline{t} \geq 0 \quad \text{식 (8)}$$

이때, principal의 비용을 최소화하기 위해서 유효한 식 (6), 식 (7)을 고려하면 식 (6)으로부터

$$\bar{t} = h(u(\underline{t}) + \frac{\psi}{\Delta\pi})$$

그리고 식 (7)로부터

$$\bar{t} = h\left(\frac{\psi - (1 - \pi_1)u(\underline{t})}{\pi_1}\right) = h\left(\frac{\psi}{\pi_1} - \frac{u(\underline{t})}{\pi_1} + u(\underline{t})\right)$$

를 얻을 수 있으며, 유한책임 제약 조건($\underline{t} \geq 0$)으로 인해 두 제약식들을 모두 만족하는 \bar{t} 는 아래와 같이 얻어진다.

$$\bar{t} = \max\left\{h\left(u(\underline{t}) + \frac{\psi}{\Delta\pi}\right), h\left(\frac{\psi}{\pi_1} - \frac{u(\underline{t})}{\pi_1} + u(\underline{t})\right)\right\} = h\left(u(\underline{t}) + \frac{\psi}{\Delta\pi}\right)$$

이때, 유인 제약식과 참여 제약식은 앞선 상황에서 불완비 정보 상황과 위험 회피적 agent를 고려한 제Ⅱ장 1절의 기본 모형과 동일함을 알 수 있다. 앞선 상황의 균형에서 두 제약식을 만족하는 실패보수는 $t^{SD} = h\left(-\frac{\pi_0\psi}{\Delta\pi}\right) < 0$ 였으므로, 유한책임 제약 조건에 의해 $t^{LL} = 0$ 이 된다. 이를 위에서 구한 \bar{t} 의 관계식에 대입하면 다음과 같은 균형 보상체계를 구할 수 있다.

$$\bar{t}^{LL} = h\left(\frac{\psi}{\Delta\pi}\right), \quad t^{LL} = 0$$

이에 따른 principal의 기대효용은 아래와 같다.

$$V_1^{LL} = \pi_1(\bar{V} - h\left(\frac{\psi}{\Delta\pi}\right)) - I$$

반면, 만약 principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택 유도를 포기한다면(즉, “안정적 프로젝트”를 선택하는 것을 받아들인다면), 굳이 높은 성공보수를 제시할 유인이 없으므로, 유한책임 제약 조건에 따라 고정된 보상 ($\bar{t} = \underline{t} = 0$)을 제시하는 것이 최적이 되며, 이때 principal의 기대효용 V_0^{LL} 은 아래와 같이 얻을 수 있다.

$$V_0^{LL} = -I$$

principal의 기대효용 V_1^{LL} 이 V_0^{LL} 보다 클 경우(즉, “도전적 프로젝트”로부터의 기대효용이 “안정적 프로젝트”로부터의 그것보다 큰 경우), principal이 연구개발 계약에 참여(즉, 프로젝트에 투자)하고, agent는 “도전적 프로젝트”를 선택하여 진행한다.¹²⁾

가. 보상체계에 상한 제약이 있는 경우

본 절에서는 principal(정부 발주자 혹은 투자자)이 선택할 수 있는 보상 체계에 “상한 제약”이 있는 상황을 고려한다. 이 경우, 유한책임 조건이 $t \geq 0$ 으로 기존과 동일한 상황에서는 principal이 agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 유도하는 것이 불가능해질 수 있으며, 이때 “도전적 프로젝트”의 선택 유도를 포기한 principal은 $\bar{t} = t = 0$ 의 보상을 제시하게 된다.¹³⁾

공공부문(public sector)의 principal이 제시할 수 있는 보상체계가 민간(private sector)의 principal이 제시할 수 있는 그것에 비해 더 많은 제약이 있다는 현실적 상황을 모형에 반영하기 위해, principal(정부)의 보상체계에 다음과 같은 “상한 제약(M)”이 있는 상황을 가정하자.

$$\bar{t} \leq M, M > 0$$

이때 제약이 유효하지 않는 경우(즉, $M > h(\frac{\psi}{\Delta\pi})$ 인 경우)에는 앞선 절에서 얻은 것과 동일한 균형이 나타나지만, $M < h(\frac{\psi}{\Delta\pi})$ 인 경우, $\bar{t} = M$ 으로 성공 보수를 제시할 수 있는 최대 보상은 상한 제약에 의해 유효한 상황이 발생한다.

주어진 유인 제약식과 참여 제약식을 모두 만족하기 위해서는 성공보수와 실패보수 간에 아래와 같은 특정한 조건이 요구된다.

12) 참고로 해당 균형은 $t \geq 0$ 라는 유한책임 제약 조건에서 이루어지는 균형이라는 점에서 차선(Second-Best) 균형이라고 볼 수 있다.

13) principal의 기대효용은 음수(- I)가 되나, I 가 매몰비용이라는 가정에 의해 principal은 여전히 계약에 참여한다.

$$\bar{t} = h(u(\underline{t}) + \frac{\psi}{\Delta\pi}), \quad \underline{t} = h(u(\bar{t}) - \frac{\psi}{\Delta\pi})$$

즉, 외부의 제약으로 인해 성공보수에 유효한 상한이 생기는 경우($\bar{t} = M$), 위의 두 제약식을 만족하기 위해서는

$$\underline{t} = h(u(M) - \frac{\psi}{\Delta\pi})$$

의 조건이 필요한데, $M < h(\frac{\psi}{\Delta\pi})$ 인 경우에는 ($\underline{t} < 0$ 이 되어야 하므로, 유한 책임 조건에 의해) 이를 만족하는 보상체계는 존재하지 않음을 쉽게 확인할 수 있다. 다시 말해, 보상체계에 유효한 상한 제약이 있는 경우, 유한책임 조건에서 principal이 제시할 수 있는 최대의 보상은

$$(\bar{t}, \underline{t}) = (M, 0)$$

을 넘지 못하므로, agent는 “도전적 프로젝트”를 선택할 유인이 없다. 요컨대, 유한책임 제약이 유효한 상황에서($\underline{t} = 0$),

$$M < h(\frac{\psi}{\Delta\pi})$$

의 보상체계 상한 제약이 존재하는 경우에는, principal이 agent에게 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 유도하는 보상체계를 설계하는 것이 불가능해진다.

이때 agent가 “도전적 프로젝트”를 수행하기 위해 필요한 추가적인 노력(ψ)이 클수록, 그리고 “도전적 프로젝트” 선택으로 인해 늘어난 성공 확률의 증가분($\Delta\pi$)이 작을수록, 기존의 균형을 달성할 수 없는 보상체계 상한 제약(M)이 더 높아짐(즉, “도전적 프로젝트”를 유도하는 것이 균형으로 나타나는 것이 더 어려워짐)을 알 수 있다. 다시 말해, ψ , $\Delta\pi$ 는 agent의 “도전적

프로젝트” 선택을 유도하기 위한 보상체계(성공보수와 실패보수 간의 차이)에 영향을 주는 외생변수이므로, ψ 의 증가 혹은 $\Delta\pi$ 의 감소는 agent가 “도전적 프로젝트”를 선택할 유인을 주기 위해 보상체계를 더욱 강화해야(즉, 실패보수가 고정되어 있는 상황이라면, 보다 높은 성공보수를 제시해야) 한다는 것을 의미하고, 따라서 상한 제약 M 에 의해 기존의 균형을 달성하지 못할 가능성이 높아진다는 것이다.

이런 유효한 보상체계 상한 제약이 존재하는 경우, principal이 제시할 수 있는 최대 보상에 대해서 agent는 “도전적 프로젝트”를 선택할 유인이 없으므로 결국 “안정적 프로젝트”를 선택할 것이며, 이를 알고 있는 principal은 굳이 높은 성공보수를 지급할 유인이 없다. 따라서 이 경우 principal이 제시하는 최적 보상체계는 $\bar{t} = \underline{t} = 0$ 이 되고 agent는 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형 결과로 나타나게 된다.

나. 보상체계에 하한 제약이 있는 경우

다음으로, 기존에 있던 유한책임 제약이 0에서 $m > 0$ 으로 강화될 경우(즉, 하한 제약 혹은 최소 보장해야 하는 보상금액이 증가하는 경우)를 살펴보자. 즉, 결과에 무관하게(프로젝트가 실패하더라도) agent에게 지급되는 보상의 하한선이 일정 수준으로(0보다 높게) 정해져 있어, agent가 항상 양(+)의 보상을 보장받는 상황을 가정한다.

이와 같이 유한책임 제약이 일정 수준($m > 0$) 이상으로 강화되면 기존의 목적식과 제약식에서 유한책임 제약식 식 (8)은 식 (8')과 같이 바뀌게 된다.

$$\underline{t} \geq m > 0 \tag{8'}$$

앞 절에서와 마찬가지로, 유한책임 제약이 강화되더라도 principal(정부 발주자 혹은 투자자)은 항상 계약에 참여하는 상황을 고려하자.¹⁴⁾

14) 이 경우 principal(발주자)이 지급하는 I 와 m 을 매몰비용으로 간주한다. 현실에서는 I 가 없고 m 만이 존재하는 형태로 계약이 이루어지는 경우가 많으며, 여기서 m 은 이미 책정

유한책임 제약이 강화되기 이전에도 \underline{t} 는 유한책임 제약식에 구속(binding) 하였으므로 균형에서 선택되는 최적의 실패보수는 $\underline{t}^H = m$ 가 됨을 쉽게 확인할 수 있다. 강화된 유한책임 제약하에서 유인 제약식과 참여 제약식을 모두 만족하기 위한 보상체계 $(\bar{t}^H, \underline{t}^H)$ 의 관계는 앞서 얻은 최적 보상체계에서의 관계와 동일하게 나타난다.

$$\bar{t}^H = h(u(\underline{t}^H) + \frac{\psi}{\Delta\pi}) = h(u(m) + \frac{\psi}{\Delta\pi}) > h(\frac{\psi}{\Delta\pi}) = \bar{t}^{LL}$$

따라서 유한책임 제약이 강화되어 $\bar{t}^H = m$ 으로 고정되었을 때, agent(연구자)가 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 유도하려면 정부는 최소한 아래와 같이 충분히 높은 성공보수를 제시해야 할 것이다.

$$(\bar{t}^H, \underline{t}^H) = (h(u(m) + \frac{\psi}{\Delta\pi}), m)$$

이때 유한책임 제약 강화로 새롭게 얻은 최소 기대비용 C^H 은 유한책임 제약 강화 전의 위험 회피적 agent 및 불완비 정보 상황을 가정했던 경우의 최소 기대비용 C^{LL} 보다 크다는 것을 알 수 있다.

$$C^H = \pi_1 h(u(m) + \frac{\psi}{\Delta\pi}) + (1 - \pi_1)m > \pi_1 h(\frac{\psi}{\Delta\pi}) = C^{LL}$$

이 경우 principal의 기대효용은

$$V_1 = \pi_1(\bar{V} - \bar{t}) + (1 - \pi_1)(\underline{V} - \underline{t}) - I = \pi_1 \bar{V} - \pi_1 \bar{t} - (1 - \pi_1)\underline{t} - I$$

이므로, principal이 0 이상의 기대효용을 예상하도록 만드는 최대한의 기대비용 C^* 은 아래와 같다.

된 예산으로서 계약 참여 여부와 관계 없이 principal이 지급해야 하는(계약에 참여하지 않을 시에는 불용예산으로 반납 처리되는) 상황으로 해석할 수 있다.

$$C^* = \pi_1 \bar{t} + (1 - \pi_1) \underline{t} = \pi_1 \bar{V} - I$$

따라서 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도할 수 있는 보상으로 계산한 principal의 기대비용이 C^* 이하일 때만, (principal의 기대효용이 양(+)이 되므로) principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도할 유인을 가지게 된다.

만약 유한책임 제약 강화 이전의 기대비용이 C^* 보다 작고 유한책임 제약이 강화된 이후의 기대비용이 C^* 보다 크다면, 유한책임 제약의 변화로 인해 principal은 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도할 유인을 상실하게 될 것이다. 결국 아래와 같은 조건에서는, principal이 최소 보상인 (m, m) 을 제시하고 agent가 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형 결과로 나타나게 된다.

$$C^{LL} < C^* < C^{ll}$$

이를 좀 더 명확히 표현하면, 강화된 유한책임 제약에 의해 균형에서 principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도할 유인이 사라지는 기대비용 조건은 아래와 같다.

$$C^* < C^{ll}$$

$$\text{또는 } \pi_1 \bar{V} - I < \pi_1 h(u(m) + \frac{\psi}{\Delta\pi}) + (1 - \pi_1)m$$

한편 principal이 항상 계약에 참여할 조건은 아래 두 부등식으로 정리된다.

$$\pi_0(\bar{V} - m) + (1 - \pi_0)(\underline{V} - m) - I \geq -I$$

$$\pi_0 \bar{V} + (1 - \pi_0) \underline{V} \geq m$$

따라서 강화된 유한책임 제약 m 이 아래의 두 조건을 만족하면, principal이 최소 보상인 (m, m) 을 제시하고 agent는 그에 따라 “안정적 프로젝트”를

선택하는 것이 균형 결과로 나타나게 된다.

$$\pi_0 \bar{V} + (1 - \pi_0) V \geq m$$

$$u(m) - u\left(\frac{\pi_1 \bar{V} - I - (1 - \pi_1)m}{\pi_1}\right) > -\frac{\psi}{\Delta\pi}$$

위의 두 번째 부등식, 즉 principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도할 유인이 없는 부등식의 의미를 좀 더 자세히 살펴보자. principal의 입장에서 프로젝트 성공으로 받는 이익인 \bar{V} 가 증가하거나, 투자금 I 가 감소한다면 유한책임 제약 m 의 증가로 인해 더 많은 비용을 감수하더라도 agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 유도할 것이다. 다시 말해 \bar{V} 가 증가하거나 투자금 I 가 감소할수록, principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도할 수 없는 유한책임 제약 m 의 최솟값은 증가한다(즉, 여전히 “도전적 프로젝트”를 유도하고자 한다). 또한 ψ , $\Delta\pi$ 는 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하기 위한 보상체계(성공보수와 실패보수 간의 차이)에 영향을 주는 외생변수이므로, ψ 가 감소하거나 $\Delta\pi$ 가 증가할수록, agent에게 주어지는 성공보수와 실패보수 간 보상의 차이가 크지 않아도 여전히 agent가 “도전적 프로젝트”를 선택할 유인을 가지게 된다는 것을 의미한다. 따라서 principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도할 수 없는 유한책임 제약 m 의 최솟값이 증가한다.

결과적으로 강화된 유한책임 제약 m 이 제시된 두 부등식을 만족하는 경우, principal은 계약에는 참여하지만 agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 유도하는 것이 불가능해진다. 따라서 principal은 agent의 “도전적 프로젝트” 선택 유도를 포기하고 $\bar{t} = \underline{t} = m$ 의 보상을 제시하며 agent는 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형 결과로 나타나게 되는 것이다.

반면, 만약 principal에게 m 만큼의 추가적인 예산이 편성되거나 그만큼의 보상이 늘어날 경우에는, principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도할 유인이 있는 기대비용 C^* 도 m 만큼 늘어난다. 이때 강화된 유한책임 제약하에서 얻은, agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도할 수 있는 보상의

조합 $(\bar{t}^H, \underline{t}^H)$ 을 통해 principal의 기대비용을 계산하면 아래와 같다.

$$\pi_1 h(u(m) + \frac{\psi}{\Delta\pi}) + (1 - \pi_1)m$$

위험 회피적 agent는 $h(\cdot) = u^{-1}(\cdot)$ 가 볼록(convex)하므로 다음의 부등호가 성립한다는 것을 확인할 수 있다.

$$\pi_1 h(u(m) + \frac{\psi}{\Delta\pi}) + (1 - \pi_1)m \leq \pi_1 h(u(m)) + \pi_1 (\frac{\psi}{\Delta\pi}) + (1 - \pi_1)m = \pi_1 (\frac{\psi}{\Delta\pi}) + m$$

위 식의 가장 오른쪽 항은 유한책임 강화 이전의 기대비용 C^{LL} 에 m 을 더한 값이고, $C^{LL} < C^*$ 을 가정하였으므로 강화된 유한책임 제약에서 principal의 기대비용은, m 이라는 추가적인 보상을 얻은 principal이 agent의 “도전적 프로젝트”를 유도하기 위해 감수할 수 있는 최대 기대비용 $C^* + m$ 보다 작으므로, principal의 기대효용은 양(+)의 값을 가지게 된다.

$$C^H = \pi_1 h(u(m) + \frac{\psi}{\Delta\pi}) + (1 - \pi_1)m \leq \pi_1 (\frac{\psi}{\Delta\pi}) + m = C^{LL} + m < C^* + m$$

따라서 principal에게 m 만큼의 추가적인 예산이 편성되거나 그만큼의 보상이 늘어날 경우에는 강화된 유한책임 제약하에서도 principal이 $(\bar{t}^H, \underline{t}^H)$ 을 제시하여 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하는 것이 균형으로 나타날 수 있다.

다. 소결

보상체계에 상한 제약(M)이 생겼을 경우 principal은 agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 충분한 유인을 제공하는 것이 불가능한 상황이 발생할 수 있다. 이 경우, 사회적으로는 “도전적 프로젝트”가 선택되는 것이 최선임에도, principal은 최소 보상인 $\bar{t} = \underline{t} = 0$ 을 고정보수로 제시하고 agent는

“안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형으로 나타나게 된다. 따라서 principal의 제시할 수 있는 보상체계의 상한 제약을 완화하여 프로젝트 성공에 따른 보상이 충분한 수준으로 이루어지게 하는 것이 사회적으로 보다 바람직한 결과를 가져오게 된다.

한편, 보상체계에 하한 제약이 생겼을 경우(실패보수가 $m > 0$ 으로 강화되었을 경우)에도, agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하기 위해 principal이 감수해야 하는 기대비용이 최대 기대비용 C^* 보다 커지게 되어, principal이 agent가 사회 최적인 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 유도하는 것을 포기하는 상황이 나타날 수 있다. 이 경우 결국 principal은 agent에게 최소한의 고정보상 $\bar{t} = \underline{t} = m$ 을 제시하고 agent는 그에 따라 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형 결과로 나타날 수 있다.¹⁵⁾ 따라서 agent의 보상체계 하한 제약(실패보수 보장)을 완화하여 principal의 기대비용을 낮추거나 principal에게 m 에 상응하는 충분한 추가적인 보상을 제공하여 principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하는 것이 최적 선택이 되도록 최대 기대비용 C^* 를 높인다면, principal이 agent의 “도전적 프로젝트”를 유도하는 것이 균형을 이끌어 낼 수 있다.

4. 연구개발 계약: 수치 예시(numerical example)

본 절에서는 앞서 살펴본 연구개발 계약 상황을 간단한 수치 예시(numerical example)로 살펴보자. 위험 중립적 principal과 위험 중립적 agent를 고려하여 단순 선형의 agent의 효용함수 $u(t) = t$, $h(t) = u^{-1}(t) = t$ 를 가정하자.

이때 principal이 agent에게 $I = 10$ 의 투자를 하고, agent는 투자를 받은 이후 “도전적 프로젝트”와 “안정적 프로젝트” 중 한 가지를 선택하여 수행한다. agent가 “도전적 프로젝트”를 수행하는 데에는 $\psi = 2$ 의 노력, “안정적 프로젝트”를 수행하는 데에는 $\psi = 0$ 의 노력이 필요하다고 하자. 이때 agent는

15) 여기서 ‘ m 에 대한 매몰비용 가정’을 완화하여, 만약 principal이 계약을 체결하지 않음으로써 m 에 대한 지출을 회피할 수 있다면, principal이 아예 계약을 체결하지 않는 것(연구개발 자체가 이루어지지 않는 상황)이 균형으로 나타나게 된다.

“안정적 프로젝트”를 수행함으로써 $\psi = 2$ 만큼의 추가적인 이익을 얻는 상황과 동일하게 해석할 수 있다.

두 프로젝트 모두 Good, Bad 중 하나의 결과를 가져오게 되며, 프로젝트 결과가 Good이 나올 확률은 “도전적 프로젝트”에서 π_1 , “안정적 프로젝트”에서 π_0 라고 가정한다. 이때, 각각의 결과 Good, Bad에서는 110과 10의 수익이 발생하며, $\pi_1 = 0.2$, $\pi_0 = 0.1$ 을 가정하여 “도전적 프로젝트”의 결과 Good이 나올 확률이 “안정적 프로젝트”보다 충분히 높아 사회적으로 “도전적 프로젝트”가 선택되는 것이 보다 바람직한 상황을 상정한다.

agent는 (자신이 선택한 프로젝트의 종류나 성격을 principal이 관찰할 수 없으므로) 프로젝트 종류와는 무관하게 성공 시 \bar{t} , 실패 시 \underline{t} 를 받는 계약을 체결할 수 있으며, 유한책임 제약 조건($\underline{t} \geq 0$)이 존재한다고 하자. 즉, principal은 “도전적 프로젝트”가 선택되는 경우 $\pi_1 = 0.2$ 의 확률로 $\bar{V} = 110$ 을 얻고, $1 - \pi_1 = 0.8$ 의 확률로 $\underline{V} = 10$ 의 이익을 얻으며, “안정적 프로젝트”가 선택되는 경우에는 $\pi_0 = 0.1$ 의 확률로 $\bar{V} = 110$ 을 얻고, $1 - \pi_0 = 0.9$ 의 확률로 $\underline{V} = 10$ 의 이익을 얻는다.

agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 유도하는 것이 최적인 principal의 목적식과 제약식은 아래와 같이 정리된다.

○ 목적식:

$$\max_{\{\bar{t}, \underline{t}\}} 0.2(110 - \bar{t}) + 0.8(10 - \underline{t}) - 10 \quad \text{subject to 식 (9), 식 (10), 식 (11)}$$

○ 유한책임 제약식:

$$\underline{t} \geq 0 \quad \text{식 (9)}$$

○ 유인 제약식:

$$0.2\bar{t} + 0.8\underline{t} \geq 0.1\bar{t} + 0.9\underline{t} + 2 \quad \text{식 (10)}$$

○ 참여 제약식:

$$0.2\bar{t} + 0.8\underline{t} - 2 \geq 0 \quad \text{식 (11)}$$

principal의 비용을 최소화하기 위해 유효한 식 (10), 식 (11)을 고려하면 다음과 같은 보상을 찾을 수 있다.

$$\bar{t} = \underline{t} + \frac{2}{0.1} = \underline{t} + 20, \quad \bar{t} = \frac{2 - 0.8\underline{t}}{0.2} = 10 - 4\underline{t}$$

따라서 두 제약식을 모두 만족하는 보상체계는 다음과 같이 얻어진다.

$$\begin{aligned} \underline{t} + 20 &= 10 - 4\underline{t} \\ \underline{t} &= -2, \quad \bar{t} = 18 \end{aligned}$$

이때, 유한책임 제약에 의해 $\underline{t}=0$ 으로 고정되므로, 유인 제약식을 만족하기 위한 성공보수는 $\bar{t}=20$ 가 되어, 아래와 같이 유한책임 제약하에서의 균형 보상체계가 정해지며,

$$\underline{t}^{LL} = 0, \quad \bar{t}^{LL} = 20$$

이때 principal의 기대효용 V_1 은 다음과 같다.

$$V_1 = 0.2(110 - 20) + 0.8(10 - 0) - 10 = 16 > 0$$

따라서 균형에서 principal은 보상체계 $\underline{t}=0, \bar{t}=20$ 를 제시하여 계약이 성사되고, agent는 “도전적 프로젝트”를 선택하며, 이때 principal의 기대효용 $V_1 = 16$ 가 된다.

가. 보상체계에 상한 제약이 있는 경우: 예시

보상체계에 상한 제약이 생긴 경우를 살펴보자. 앞에서 밝힌 것과 같이 이러한 제약이 앞서 얻은 균형에 영향을 주는 범위는

$$M < h\left(\frac{\psi}{\Delta\pi}\right) = \frac{\psi}{\Delta\pi} = \frac{2}{0.1} = 20$$

이므로, 일례로 $M=19$ 의 상한 제약이 생긴 경우를 살펴보자. 기존 균형에서의 성공보수는 $\bar{t}=20 > M$ 이 되므로, principal이 상한 제약($M=19$)이 생긴 후 설정 가능한 최대 성공보수는 아래와 같다.

$$\bar{t}^b = M = 19$$

이때 유인 제약식 식 (10)과 참여 제약식 식 (11)을 모두 만족하면, agent가 계약에 참여하고 “도전적 프로젝트”를 선택하게 되는데, 두 제약식을 모두 만족하려면 보상체계가 아래와 같은 관계를 만족해야 한다.

$$\bar{t} \geq \underline{t} + 20, \quad \bar{t} \geq 10 - 4\underline{t}$$

이때 두 부등식을 모두 고려하면 $\bar{t}^b=19$ 로 고정이 된 상황에서 agent가 게임에 참여하고 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 유도하는 \underline{t}^b 에 대한 조건은 아래와 같다.

$$\underline{t}^b \leq 19 - 20 = -1, \quad \underline{t}^b \geq 0$$

해당 \underline{t}^b 는 유한책임 제약 $\underline{t} \geq 0$ 과 모순되므로, principal의 예산 제약으로 인해 기존 균형에서의 성공보수인 $\bar{t}=20$ 보다 적은 보상을 제시할 경우 agent는 “도전적 프로젝트”를 선택할 유인이 없다. 즉, principal의 예산 상한 제약 M 이 유효할 경우($M < 20$), principal이 제시할 수 있는 최대 보상이 $(0, M)$ 로 주어진다 하더라도 agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하지 않을 것이므로, principal은 결국 $\bar{t} = \underline{t} = 0$ 을 제시하고 agent는 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형 결과로 나타나게 된다.

나. 보상체계에 하한 제약이 강화된 경우: 예시

다음으로, 보상체계에 하한 제약이 강화될 경우를 살펴보자. 기존 유한책임 제약에서 균형 보상은 $(0, 20)$ 이므로 principal의 기대비용 C^{LL} 은 다음과 같다.

$$C^{LL} = \pi_1 \left(\frac{\psi}{\Delta\pi} \right) = 4$$

또한 principal의 기대효용을 0으로 만드는 기대비용은 다음과 같다.

$$C^* = \pi_1 \bar{V} + (1 - \pi_1) \underline{V} - I = 20$$

따라서 강화된 보상체계의 하한 제약으로 인해, principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 유도를 포기하는 기대비용의 범위를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C^H = \pi_1 \left(m + \frac{\psi}{\Delta\pi} \right) + (1 - \pi_1)m > 20 = C^* > 4 = C^{LL}$$

$m + 4 > 20, m > 16$

이때 principal이 계약에 항상 참여한다는 가정을 위해 principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 유도를 포기하였을 때 agent에게 유한책임 제약에 맞는 보상 $\bar{t} = \underline{t} = m$ 을 지급하여 “안정적 프로젝트”가 선택된 경우 principal의 기대효용이 $-I$ 보다 크거나 같아야 한다.

$$\pi_0(\bar{V} - m) + (1 - \pi_0)(\underline{V} - m) - I \geq -I$$

$$\pi_0 \bar{V} + (1 - \pi_0) \underline{V} \geq m$$

$$20 \geq m$$

즉, principal이 계약에 참여하면서 기존의 균형과 달리 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하지 않는 강화된 유한책임 제약의 범위를 구할 수 있다.

$$16 < m \leq 20$$

예를 들어, 강화된 유한책임의 하한 제약이 $m = 18$ 이라고 하면, 유한책임 제약식 식 (9)는 식 (9')와 같이 바뀌게 된다.

$$\underline{t} \geq m = 18 > 0 \quad \text{식 (9')}$$

이때, $m > 16$ 이므로 principal은 agent의 “도전적 프로젝트” 선택 유도를 포기하고, 최소 보상인 $\bar{t} = \underline{t} = m = 18$ 을 고정보수로 제공하여 agent가 “안정적 프로젝트”를 선택하게끔 유도한다.

이때 principal의 기대효용은

$$V_0^d = \pi_0(\bar{V} - \bar{t}) + (1 - \pi_0)(\underline{V} - \underline{t}) - I = -8 > -10$$

이 되므로 principal은 계약에 참여하고, $\bar{t} = \underline{t} = 18$ 의 고정보상을 제공하며, agent는 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형 결과로 나타나게 된다.

다. 공공부문 principal과 민간부문 principal이 공존하는 경우: 예시

본 절에서는 앞서 논의한 것과 같은 다양한 제약에 얽혀 있는 공공부문의 principal(이하에서는 보다 간단히 ‘정부 principal’이라 하자) 외에, 아무런 제약이 없는 ‘민간 principal’이 동시에 존재하는 상황을 고려해 보자.

이러한 민간 principal은 기존의 정부 principal과는 달리 유한책임 제약이 존재하지 않고, 또한 계약에 참여하지 않을 때의 기대효용은 0이 되어 (즉, 연구개발에 사용할 예산을 다른 곳에 사용할 수 있어) 원치 않는 경우에는 연구개발 투자 계약을 하지 않는다.

이렇듯 제약이 없는 민간 principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하는 목적식과 제약식들은 아래와 같다.¹⁶⁾

16) 보다 용이한 비교를 위해 본 절의 예시에서도 앞 절과 동일한 상세 수치를 가정한다.

○ 목적식:

$$\max_{\{\bar{t}, \underline{t}\}} 0.2(110 - \bar{t}) + 0.8(10 - \underline{t}) - 10 \quad \text{subject to 식 (10), 식 (11)}$$

○ 유인 제약식:

$$0.2\bar{t} + 0.8\underline{t} \geq 0.1\bar{t} + 0.9\underline{t} + 2 \quad \text{식 (10)}$$

○ 참여 제약식:

$$0.2\bar{t} + 0.8\underline{t} - 2 \geq 0 \quad \text{식 (11)}$$

이를 통해 principal의 최적 보상체계를 찾으면 $\underline{t} = -2$, $\bar{t} = 18$ 이 되며, 이 때 agent의 기대효용은 0, 민간 principal의 기대효용은 $V_1 = 18$ 이 된다. 한편, 민간 principal이 agent의 “도전적 프로젝트”를 유도하지 않을 경우, 참여 제약식만 만족하면 되므로 이때는 $\underline{t} = \bar{t} = 2$ 의 보상을 제공하며, agent의 기대효용은 2, principal의 기대효용 $V_0 = 8$ 이 된다. $V_1 \geq V_0$ 이므로, 제약이 없는 민간 principal만이 존재하는 경우라면, 민간 principal이 ($\underline{t} = -2$, $\bar{t} = 18$)의 보상을 제시하고 이를 받아들인 agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형으로 나타나게 되며, 민간 principal과 agent는 각각 18과 0의 효용을 얻게 된다.

위와 같은 상황에서 정부 principal이 계약에 참여하는 상황을 생각해 보자. 이제 agent는 민간과 정부 두 principal들 중 한쪽 principal과 연구개발 계약을 체결하며, 계약 이후에 “도전적 프로젝트”와 “안정적 프로젝트” 중에 하나를 선택한다. 이때 agent는 각각의 principal이 제시한 보상하에서 자신이 얻게 될 기대효용을 고려한 후, 더 높은 기대효용을 받을 수 있는 계약을 제시한 principal을 선택하게 될 것이다. 이를 합리적으로 예측하는 민간 principal과 정부 principal은 각자 계약에 참여하지 않았을 때의 기대효용보다 크거나 같은 기대효용을 얻을 수 있는 최대 보상을 제시한다고 하자.¹⁷⁾

17) principal들 간의 경쟁은 다양한 방식으로 나타날 수 있으나, 여기서는 분석의 편의를 위해 principal들 간의 경쟁이 충분히 치열하여 모든 잉여를 agent가 누리는 상황을 고려한다.

민간 principal은 계약에 참여하지 않을 경우 기대효용이 0이므로, 계약에 참여하였을 때 기대효용이 0 이상이 되는 보상체계를 agent에게 제공하고자 한다.

$$V_1 = 0.2(110 - \bar{t}) + 0.8(10 - \underline{t}) - 10 \geq 0$$

$$V_0 = 0.1(110 - t) + 0.9(10 - t) - 10 \geq 0$$

이때 유인 제약식을 만족하기 위해 $\bar{t} = \underline{t} + 20$ 이므로, agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하는 경우는 최대 (16, 36)의 보상을 제공하고, “안정적 프로젝트” 선택을 유도하는 경우에는 최대 (10, 10)의 보상을 제공한다. 각각의 경우 agent의 기대효용은 18, 10이 되고, principal의 효용은 두 경우에서 모두 0이다.

정부 principal은 계약에 참여하지 않을 때 기대효용이 $-I$ 이다. 먼저, 유한책임 제약 $\underline{t} \geq 0$ 과 예산 제약 $M = 19$ 이 존재하는 정부 principal을 가정한다. 이때 정부 principal은 앞서 살펴본 바와 같이 “도전적 프로젝트” 선택 유도를 포기한다. 따라서 “안정적 프로젝트”를 유도하는 상황에서 기대효용이 $-I$ 이상이 되는 최대 보상을 찾을 수 있다.

$$V_0 = 0.1(110 - t) + 0.9(10 - t) - 10 \geq -10$$

즉, 정부 principal은 최대 (20, 20)의 보상을 제시할 수 있으나 예산 상한 제약으로 인해 (19, 19)의 보상을 제시한다. 이때 agent의 기대효용은 19이고 정부 principal의 기대효용은 -9 이다. 따라서 agent는 최대 18의 기대효용을 줄 수 있는 민간 principal 대신 정부 principal과 계약하고, 정부 principal이 제시한 (19, 19)의 보상체계에서 agent는 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형으로 나타나게 된다.

다음으로, 제약이 없는 민간 principal과 강화된 유한책임 제약 $\underline{t} \geq m = 18$ 이 있는 정부 principal이 존재하는 상황을 고려한다. 이때 $16 \leq m < 20$ 이므로 정부 principal은 계약에 참여하되 agent의 “안정적 프로젝트” 선택을 유

도한다. 이때의 기대효용이 $-I$ 이상이 되는 최대 보상을 찾을 수 있다.

$$V_0 = 0.1(110 - t) + 0.9(10 - t) - 10 \geq -10$$

정부 principal은 최대 (20, 20)의 보상을 제시할 수 있고, 이때 agent의 기대효용이 20이 되며 정부 principal의 기대효용은 -10 이 된다. 따라서 앞선 경우와 마찬가지로, agent는 18의 최대 기대효용 얻을 수 있는 보상체계를 제시한 민간 principal 대신 정부 principal과 계약을 하게 되며, 정부 principal이 제시하는(20, 20) 보상체계에서 agent는 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형으로 나타나게 된다.

요컨대, 본 절에 주어진 상황에서, 제약이 없는 민간 principal만이 존재하는 경우 agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형으로 나타나게 된다. 그러나 유한책임 제약과 예산 제약이 존재하는 정부 principal, 혹은 강화된 유한책임 제약이 존재하는 정부 principal이 시장에 진입/개입하는 경우, agent는 제약이 없는 민간 principal이 아닌 제약이 있는 정부 principal과 계약을 하게 되고, 결과적으로 agent가 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형으로 나타나게 됨을 확인할 수 있다. 즉, 정부 principal이 개입으로 인해 사회적으로 보다 바람직한 “도전적 프로젝트” 대신 “안정적 프로젝트”가 선택되는 비효율이 발생할 수 있다는 것이다.

이는 민간 principal이 계약에 참여하지 않을 때의 기대효용은 0인 반면, 정부 principal이 계약에 참여하지 않을 때의 기대효용은 $-I$ 가 되어 (어차피 예산을 소진해야 하는 상황이므로), 더 높은 비용을 감수하더라도 agent와 계약하고자 하는 유인을 가지기 때문이다. 다시 말해, 정부 principal은 민간 principal에 비해 agent의 “비효율적 행위”에 대해 보다 높은 내성(tolerance)을 가지게 되며, 결국 agent는 이러한 “느슨한” 정부 principal과의 계약을 보다 더 선호하게 되는 것이다.

IV. 기존 R&D 정책의 도전적 연구기준 제도분석: 과학기술정보통신부 사업관리체계 분석

본 장에서는 기존의 R&D 재정부출과 재정성과관리에 도전적 연구를 촉진하는 요소들이 있는지 검토해 보기로 한다. 보다 구체적으로, 국가 R&D의 주무부처인 과학기술정보통신부 사업을 중심으로 사업관리체계나 재정성과관리체계에 도전적인 연구를 지원하기 위한 성과지표나 관리 체계가 충분히 갖춰져 있는지에 대해 살펴보기로 한다.

먼저 대한민국정부(2019)에 의한 과학기술정보통신부의 2020년 성과계획서에서 제시된 성과계획 목표체계는 다음과 같다.

〈표 IV-1〉 과학기술정보통신부 2020년 성과계획 목표체계도

전략목표 I	전략목표 II	전략목표 III	전략목표 IV	전략목표 V	전략목표 VI
R&D 혁신 선도로 핵심 원천기술을 확보하고 미래성장동력을 창출한다.	도전적 기초연구 확대를 통해 성과 창출을 가속화하고 창의적 과기인재 육성을 위한 과학 문화 기반을 조성한다.	과학기술 정책의 미래대비 전략성을 제고하고 산학연·지역·글로벌 혁신 역량을 강화한다.	ICT 융합을 활성화하고 4차 산업혁명 기반을 조성하여, 신산업을 창출한다.	융합과 지능정보로 성과를 창출하고 안전한 ICT 이용 환경을 구축하여 ICT 강국을 선도한다.	4차 산업혁명 대응을 위한 안전한 행정환경 구현과 대국민 우정서비스를 강화한다.
프로그램목표 I-1	프로그램목표 II-1	프로그램목표 III-1	프로그램목표 IV-1	프로그램목표 V-1	프로그램목표 VI-1
사회현안 및 미래유망분야에서 원천기술을 개발하여 국민 삶의 질을 향상하고 미래 성장 잠재력을 확보한다.	국제과학비즈니스벨트 조성 및 연구실안전환경 구축을 통해 과학기술기반을 조성한다.	국가연구개발에 대한 성과평가와 연구제도 효율화 및 과학기술 정보와 연구시설장비 등 연구기반 고도화를 통하여 국가연구개발투자의 효율성을 제고하고 우수 연구성과 창출을 견인한다.	콘텐츠 방송산업 육성을 촉진한다	광역경제권 경쟁력을 제고하고 지역투자 유치를 촉진한다.	방송통신재단·행정의 역량을 강화한다.

〈표 IV-1〉의 계속

프로그램목표 I-2	프로그램목표 II-2	프로그램목표 III-2	프로그램목표 IV-2	프로그램목표 V-2	프로그램목표 VI-2
창의적·도전적 기초연구 활성화를 위해 개인·집단연구지원을 강화하며, 기초연구기반을 구축한다.	과학기술인력의 경쟁력 확보를 위해 과학기술인력을 양성한다.	산학연 협력 활성화를 통해 기술사업화를 촉진한다.	정보통신방송서비스의 국제협력력을 기반으로 해외 진출을 지원한다.	지능화되는 사이버위협에 대응하여 사이버 안전망을 강화한다.	편리하고 효율적인 국가사회정보화 체계를 확립하고 안전한 사이버공간을 조성한다.
프로그램목표 I-3	프로그램목표 II-3	프로그램목표 III-3	프로그램목표 IV-3	프로그램목표 V-3	프로그램목표 VI-3
우주발사체, 달 탐사 및 인공위성 개발기술 확보를 통해 우주 개발 역량을 강화하고 미래 성장기반을 마련한다.	과학기술 문화를 창달하고 과학기술 생활화를 전개한다.	과학기술 국제교류 활성화를 통해 국내연구역량을 제고하고, 과학기술 국제협력 네트워크를 강화한다.	디지털방송 기반 구축을 촉진한다.	SW산업을 육성하고, IT산산업 경쟁력을 강화한다.	행정업무정보화 지원 역량을 강화한다.
프로그램목표 I-4	프로그램목표 II-4	프로그램목표 III-4	프로그램목표 IV-4	프로그램목표 V-4	프로그램목표 VI-4
원자력 안전성 증대와 평화적 이용을 위해 미래 원자력 핵심원천 기술을 개발한다.	국립중앙과학관 운영을 효율적으로 지원한다.	공공연구성과 사업화를 통한 과학기술 기반 일자리를 창출한다.	정보통신방송기반을 조성한다.	SW기술 경쟁력을 강화하고, 기업 성장 환경을 조성한다.	4차 산업혁명 대응을 위한 안전한 행정환경 구현과 대국민 우정서비스를 강화한다.
프로그램목표 I-5	프로그램목표 II-5		프로그램목표 IV-5	프로그램목표 V-5	프로그램목표 VI-5
과학기술을 이용하여 국민생활문제를 해결함으로써 국민 삶의 질을 향상시킨다	국립과천과학관 운영을 효율적으로 지원한다.		정보통신방송융합산업의 경쟁력을 강화하고 산업인프라를 구축한다	ICT융합 신산업 기반 조성과 융합기술 확산을 통해 신시장 창출을 촉진한다.	우체국예금의 내실화와 지속가능 경영 기반 강화한다.
	프로그램목표 II-6			프로그램목표 V-6	프로그램목표 VI-6
	경쟁력 있는 창의적인 인재를 양성을 위해 평생직업교육체제를 구축한다.			세계 최고의 정보통신 인프라 구축을 통해 통신서비스 이용자 복지를 제고한다.	우체국보험의 안정적 사업운영을 통해 고객가치를 증진한다.
	프로그램목표 II-7			프로그램목표 V-7	
	이공계 각 분야의 창의적인 우수 인재 양성을 위한 국가장학제도 기반을 조성한다.			세계 최고의 정보통신방송 인프라 구축을 통해 시장경쟁력을 확보한다.	
				프로그램목표 V-8	
				통신소외계층 통신이용환경 조성 및 통신접근권을 제고한다.	

자료: 대한민국정부(2019), p. 2

〈표 IV-1〉의 목표체계도에서 확인할 수 있는 것처럼, 과학기술정보통신부의 목표체계도에서 표현상 명확하게 도전적이라는 표현을 사용하고 있는 것은 전략목표 II뿐이며, 그 전략목표에서도 하부 프로그램들에서 창의성은 언급되고 있으나 도전성과 관련된 문장은 확인하기 어려우며, 해당 내용도 도전적인 연구과제 지원과는 거리가 있다고 평가할 수 있다.

관련한 성과지표를 살펴보면, 특별히 성과지표 중 도전적인 연구 환경을 조성하는 것을 확인하는 지표라든지, 도전적 연구개발 결과로 도출한 국민경제적 결과와 관련한 지표는 확인되지 않음을 확인할 수 있다. 아래에는 참고로 프로그램 성과지표를 첨부하였지만, 단위사업 성과지표들도 프로그램과 크게 다르지 않음을 성과계획서에서 확인할 수 있다.

〈표 IV-2〉 2020년 과학기술정보통신부 성과계획서 프로그램 성과지표

프로그램목표	성과지표	측정방법 또는 측정산식	2020년 목표치	지표 종류		비고
				정량/ 정성	성격	
전략목표 I. R&D 혁신 선도로 핵심 원천기술을 확보하고 미래성장동력을 창출한다.						
프로그램목표 I-1. 사회현안 및 미래유망분야에서 원천기술을 개발하여 국민 삶의 질을 향상하고 미래 성장 잠재력을 확보한다.						
미래유망원천 기술개발	국내외 SCI논문 질적 수준	표준화된 순위보정영향력* 지수 평균 * 표준화된 순위보정영향력지수: $100 \times (N \times mF - 1) / (N - 1)$, N: 분야 내 저널 수, mF: 순위보정 영향력지수	74.86	정량	산출	질
	등 록 특 허 질 적 수준	((특별SMART점수 합계) / (특 허수))	4.5	정량	산출	질
프로그램목표 I-2. 창의적·도전적 기초연구 활성화를 위해 개인·집단연구자원을 강화하며, 기초연구 기반을 구축한다.						
기초연구진흥	IF상위 10% 학술 지 논문 수	(개인기초연구사업) IF상위 10% 학술지 논문발표 건수	2,481	정량	산출	
프로그램목표 I-3. 우주발사체, 달탐사 및 인공위성 개발기술 확보를 통해 우주개발 역량을 강화하고 미래 성장기반을 마련한다.						
우주개발진흥	우주발사체 및 위성 핵심기술 확보 건수	발사체 핵심 기술문서와 위성 개발 단계별 확보해야 할 표준 핵심기술문서 건수 집계	발사체 (43), 위성(26)	정량	산출	

〈표 IV-2〉의 계속

프로그램목표	성과지표	측정방법 또는 측정산식	2020년 목표치	지표 종류		비고
				정량/ 정성	성격	
<p>프로그램목표 I -4. 원자력 안전성 증대와 평화적 이용을 위해 미래 원자력 핵심원천기술을 개발한다.</p>						
원자력 진흥	원자력 안전 기술 역량 지수	원자력안전기술 핵심전문가 설문조사 및 결과 분석을 통한 원자력안전 최고기술 보유국 대비 우리나라 안전기술 역량 지수 평가 $\frac{\text{한국기술수준}}{\text{최고기술보유국기술수준}} \times 100(\%)$	82.3	정량	결과	
<p>프로그램목표 I -5. 과학기술을 이용하여 국민생활문제를 해결함으로써 국민 삶의 질을 향상시킨다.</p>						
국민생활개선	특허성과 우수성 (SMART)	ΣSMART 특허 평가 값 / 대상 특허 수	4.2	정량	산출	
	사제품 및 서비스 등에 대한 수요 자 만족도 조사	작품 · 시스템 · 서비스 시범 체험 수요자를 대상으로 설문 조사 실시	75	정성	결과	
<p>전략목표 II. 도전적 기초연구 확대를 통해 성과창출을 가속화하고 창의적 과기인재 육성을 위한 과학 문화 기반을 조성한다.</p>						
<p>프로그램목표 II -1. 국제과학비즈니스벨트조성 및 연구실안전환경구축을 통해 과학기술기반을 조성 한다.</p>						
과학기술기반 조성	연구실 안전환경 구축률	<p>〈측정산식〉 연구실 안전환경 구축단계별 누적공정률</p> <p>〈측정방법〉 각종 안전 보고서 및 조사 분석 보고서를 통한 구축률의 연간 달성 수준</p> <p>〈측정내용〉 안전 보고서 진행 상황 및 연 구실과 핵심 장치 분석 보고서 진행률 및 중요도 분석</p> <p>〈지표값 산출〉 안전환경 구축 진행률, 안전보 고서 진행 현황</p>	30	정량	산출	

〈표 IV-2〉의 계속

프로그램목표	성과지표	측정방법 또는 측정산식	2020년 목표치	지표 종류		비고
				정량/ 정성	성격	
프로그램목표 II-2. 과학기술인력의 경쟁력 확보를 위해 과학기술인력을 양성한다.						
과학기술인력 양성	(1) 인력양성 프 그램을 통한 과학 기술 인력 수 (명)	인력양성프로그램 추진을 통한 과학기술인력 인원 수 합계 측정	117,299	정량	산출	프로그 램대표 지수
프로그램목표 II-3. 과학기술 문화를 창달하고 과학기술 생활화를 전개한다.						
과학문화창달	예산 백만원당 과학기술문화 창 달 관련 사업 수 혜자수	◦ 측정산식: 예산 백만원당 과 학문화창달관련 사업수혜자 수=(학교박과학교실, 청소년 탐구반, 대한민국과학축전 무 한상상실의 총 이용자(수혜자) 수 합계)/예산(백만원)	147.9	정량	산출	
프로그램목표 II-4. 국립중앙과학관 운영을 효율적으로 지원한다.						
국립중앙과학 관운영	본관 총 관람객 수(만명)	측정방법: 자동계수기(본관 관 람객 기준)	152.1	정량	산출	
	중앙과학관 이용 관람객 만족도(점)	종합만족지수를 활용하며, 체감 만족 설문과 서비스품질만족 설문의 합으로(7:3 비율) 합산 하는 혼합 측정방식으로 산출 함. 설문항목별 측정산식은 5점 척도 사용	87.2	정성	결과	
프로그램목표 II-5. 국립과천과학관 운영을 효율적으로 지원한다.						
국립과천과학 관운영	과학관 총 방문객	◦ 측정산식: 매표시스템 및 방문 자 통계 중 상설전시관 관람 객 수 추출	262	정량	산출	
	과학관 이용 고객 만족도	◦ 분석기관: 한국능률협회컨 설팅(행정자치부 조직진단과 주관) ◦ 조사내용: 서비스품질, 전문 성, 체감만족, 요소만족도 등 23개 항목 ◦ 조사방식: 32문항 현장 면접 조사 ◦ 조사대상: 과학관 전시 관람 고객 및 교육문화 프로그램 참여 고객 ◦ 분석방법: 책임운영기관 유형 별 고객만족도조사 PCSI 모 델 분석	86.3	정성	결과	

〈표 IV-2〉의 계속

프로그램목표	성과지표	측정방법 또는 측정산식	2020년 목표치	지표 종류		비고
				정량/ 정성	성격	
프로그램목표 II -6. 경쟁력 있는 창의적인 인재를 양성을 위해 평생직업교육체제를 구축한다.						
평생직업교육 체제 구축	이공계 인력 활 용률	(이공계전문기술 연수사업 참여 대졸 미취업자의 취업률 + 여 대학원생 공학연구팀제 사업 연구책임자 전공분야 취업률) / 2 - 이공계전문기술 연수사업 참여 대졸 미취업자 취업률 = 취업인원/연수인원 - 여대학원생 공학연구팀제 사업 연구책임자 전공분야 취업률 = 취업자/수혜자	76.75	정량	결과	
	이공계 인력활용 만족도	이공계전문기술 연수사업 수혜자 만족도와 이공계 여성 멘토링 (취업탐색) 수혜자 만족도의 평균값	82.4	정량	결과	
프로그램목표 II -7. 이공계 각 분야의 창의적인 우수 인재 양성을 위한 국가장학제도 기반을 조성 한다.						
과학기술인력 양성	국가우수 장학금 수혜자의 의무종 사 보고율	◦ 측정산식 - 국가우수 장학금 수혜자의 의무종사 보고율(%) = 2020년 의무종사보고 자/(2020년 의무종사 보 고 대상자 [*]) × 100(%) [*] 2년이상 장학금 수혜자	65	정량	산출	
전략목표 III. 과학기술 정책의 미래대비 전략성을 제고하고 산학연·지역·글로벌 혁신역량을 강화 한다.						
프로그램목표 III -1. 국가연구개발에 대한 성과평가와 연구제도 효율화 및 과학기술 정보와 연구시설 장비 등 연구 기반 고도화를 통하여 국가연구개발 투자의 효율성을 제고하고 우수 연구성과 창출을 견인한다.						
과학기술혁신 지원	통합 연구지원시 스템 구축율	'20년도 개발 대상 기능점수 (FP)/(('20년+'21년도) 개발 대상 기능점수(FP) 합	70	정량	산출	
	연구시설·장비 공동활용서비스 장비율	공동활용서비스장비수 / 공동 활용장비수 × 100	29.3	정량	산출	
프로그램목표 III -2. 산학연 협력 활성화를 통해 기술사업화를 촉진한다.						
공공연구성과 활성화	중소·중견 기업 대상 대학TMC당 평균 기술이전 건수	중소·중견기업 대상 기술이전 건수 합계 / 지원 사업단 수 합계	140	정량	산출	

〈표 IV-2〉의 계속

프로그램목표	성과지표	측정방법 또는 측정산식	2020년 목표치	지표 종류		비고
				정량/ 정성	성격	
프로그램목표 III-3. 과학기술 국제교류 활성화를 통해 국내연구역량을 제고하고, 과학기술 국제협력 네트워크를 강화한다.						
과학기술국제협력	연구자 교류 건수 (건)	연구자 해외파견 및 해외연구자 유치 건수	525	정량	산출	
프로그램목표 III-4. 공공연구성과 사업화를 통한 과학기술기반 일자리를 창출한다.						
공공연구성과 활성화	공공 연구성과 기술이전 실적	기술이전 건수	224	정량	산출	
	특구 유망공공기술 활용건수	특구 기술이전 사업화과제를 통한 기술이전건수 + 연구소 기업설립 시 기술출자건수	340	정량	산출	
전략목표IV. ICT 융합을 활성화하고 4차 산업혁명 기반을 조성하여, 신산업을 창출한다.						
프로그램목표IV-1. 콘텐츠 방송산업 육성을 촉진한다.						
콘텐츠방송산 업육성	디지털콘텐츠 기 업 매출지수	$\Sigma(2\text{개년 지원 기업 매출액}) / \Sigma(2\text{개년 지원액})$	10.27	정량	결과	
	디지털콘텐츠 지원 기업 3년 생존율	디지털콘텐츠 사업을 통해 직접 지원받은 기업의 3년 후 생존율	45	정량	결과	
프로그램목표IV-2. 정보통신방송서비스의 국제협력력을 기반으로 해외 진출을 지원한다.						
정보통신방송국 제협력	정보통신방송 해외 진출 수혜자 만 족도	$(\text{쇼케이스 참가기업 만족도} + \text{해외 로드쇼 참가기업 만족도}) / 2$	93.3	정성	결과	
	해외진출 지원 수혜기업 수	쇼케이스 참가기업 수 + 해외 로드쇼 참가기업 수	71	정량	산출	
프로그램목표IV-3. 디지털방송 기반구축을 촉진한다.						
디지털방송전 환기반구축	디지털방송 수신 율%	◦ 측정산식: 디지털방송 수신 율 = $(\text{수신가능가구수} / \text{전체가가구수}) \times 100$ * 수신가능가구수: DTV 수신환경 조사 결과 KBS1 기준 양시형 가구수 전체 가구수: 2015 인구주택총 조사통계청 가구수	97.2	정량	산출	
프로그램목표IV-4. 정보통신방송기반을 조성한다.						
정보통신방송기반 조성	기술지원 및 제 품화 성공률(%)	기술지원 및 제품화 성 공률(목표치 70%)	100	정량	산출	

〈표 IV-2〉의 계속

프로그램목표	성과지표	측정방법 또는 측정산식	2020년 목표치	지표 종류		비고
				정량/ 정성	성격	
프로그램목표Ⅳ-5. 정보통신방송융합산업의 경쟁력을 강화하고 산업인프라를 구축한다.						
정보통신융합 산업	특허등급 (SMART) 지수	A세부사업 SMART 지수 × 예산 가중치(0.02)+B세부 사업 SMART 지수 × 예산가중치(0.49) + C 세부사업 SMART 지수 × 예산 가중치(0.49) (A: 웨어러블 스마트 디바이스 부 품화 사업, B: 방송통신산업기술개발, C: 한국전자통신연구원연구개발지원 사업, 예산가중치의 합=1)	4.47	정량	산출	
전략목표Ⅴ. 융합과 지능정보로 성과를 창출하고 안전한 ICT 이용환경을 구축하여 ICT 강국을 선도 한다.						
프로그램목표Ⅴ-1. 광역경제권 경쟁력을 제고하고 지역투자 유치를 촉진한다.						
지역경제활성화	SW지원 기업 매출증가율	SW지원 기업 매출증가율 = [(당해년도 매출실적 - 전년도 매출실적) / 전년도 매출실적] × 100	15	정량	결과	
프로그램목표Ⅴ-2. 안전한 인터넷 사회구현을 위해 정보보호를 강화한다.						
정보보호 및 활용	정보보호지수(%)	◦ 목표치 설정근거 • 추세치 설정의 합리성 - 정보보호지수는 국내 민간 부문 정보보호 수준 등을 파악할 수 있는 유일한 지 표로 전년도 실적치 약 2%상향 설정 • 외부환경 대비 - 해킹 개인정보침해 등 대규 모 침해사고 발생 시 지표에 영향 • 개선사항 대비 - 기업의 정보보호투자 확대 및 보안인력 확충 등 민간 부문의 정보보호 수준을 향상시키고, 사이버 침해사 고 예방·대응역량을 강화	75.7	정성	결과	
프로그램목표Ⅴ-3. SW산업을 육성하고, IT신산업 경쟁력을 강화한다.						
SW산업활성화	산업맞춤형 인력 양성 취업률(%)	◦ 측정산식: 혁신성장청년인재 집중양성 사업 취업대상자의 취업률(=취업자/취업대상자) * 취업대상자 = 교육과정 80% 이상 수강자 및 조기취업자 등 교육수료자	61.3	정량	산출	

〈표 IV-2〉의 계속

프로그램목표	성과지표	측정방법 또는 측정산식	2020년 목표치	지표 종류		비고
				정량/ 정성	성격	
SW산업활성화	산업맞춤형 인력 양성 취업률(%)	<ul style="list-style-type: none"> - (진학자, 입대자, 취업불가 능자 등) ◦ 측정산식: 혁신성장청년인재 집중양성 사업 취업대상자의 취업률(=취업자/취업대상자) * 취업대상자 = 교육과정 80% 이상 수강자 및 조기취업자 등 교육수료자 - (진학자, 입대자, 취업불가 능자 등) • 측정방법 - 측정대상: 취업준비기간 (9개월 이상)을 고려하여 전년도 혁신성장청년인재 집중양성 사업 수료생('19. 12월 수료생중 취업대상자 - 실적치 집계 완료 시점: '20. 9월말 예정 - 측정수행기관: 정보통신 기획평가원 - 측정대상 표본수 및 선정 방법: 교육수료생 대상 전수 조사 실시 - 조사방법: 교육수료생중 취업대상자(수료생 중 진 학자, 입대자, 취업불가 자 제외)의 취업률 조사 	61.3	정량	산출	

프로그램목표 V-4. SW기술 경쟁력을 강화하고, 기업 성장 환경을 조성한다.

SW산업진흥	SW기업의 SW 품목 매출액 (조 원)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 측정방법 (SW기업의 SW품목 목표 매출액) - 측정산식: 패키지SW 목표 매출액 + IT서비스 목표 매 출액 + 게임SW 목표 매출액 - 측정대상기간: '20. 1. 1. ~ '20. 12. 31. - 실적치 집계 완료 시점: 2021년 1월말 예정 - 측정수행기관: 소프트웨어 정책연구소 - 측정대상 표본 수 및 선정 방법 * ICT통합모집단 내 소프트웨 어 산업에 속하는 기업을 대 상으로 조사 모집단을 구축 (실태조사 결과는 표본 조사 결과를 바탕으로 모수 추정 한 수치임) 	81.1	정량	결과	
--------	-----------------------------	---	------	----	----	--

〈표 IV-2〉의 계속

프로그램목표	성과지표	측정방법 또는 측정산식	2020년 목표치	지표 종류		비고
				정량/ 정성	성격	
프로그램목표 V-5. ICT융합 신산업 기반 조성과 융합기술 확산을 통해 신시장 창출을 촉진한다.						
인터넷융합 산업	ICT융합 기반산업 시장 매출액	사물인터넷 목표 매출액(11.9 조원)+ 빅데이터 목표 매출액 (0.75조원)	12.65	정량	결과	
	인터넷융합산업 정책지원 만족도	리커드 5점 척도 방식으로 측정 후, 100점 만점으로 환산	82	정성	결과	
프로그램목표 V-6. 세계 최고의 정보통신 인프라 구축을 통해 통신서비스 이용자의 권익을 증진한다.						
통신정책지원	데이터 단위(MB) 당 평균요금(가계 통신비 부담 경감)	이통3사 연간 총 데이터 요금 수익 / 총 데이터 이용량	2.83	정량	결과	하향 지표
	통신서비스 이용 자 만족도	리커드 5점 척도 방식으로 측 정 후, 100점 만점으로 환산	82	정성	결과	
프로그램목표 V-7. 세계 최고의 정보통신방송 인프라 구축을 통해 시장경쟁력을 확보한다.						
전파활용방송 서비스산업	방송장비 시험서 비스 지원건수 (정보화)	국내 시험서비스 지원건수 + 해외 현지 필드테스트 지원건수 (해당국 관계기관의 레퍼런스 확인서)	96	정성	투입	
	방송장비 지원 기 업 수출 계약액 (정보화)	해외로드쇼 등 해외진출 지원 사업에 대한 지원 기업을 대상 으로 설문조사를 통해 수출계 약액 집계 * '17년부터 기존지표 범위 확대	53	정량	결과	
프로그램목표 V-8. 통신소외계층 통신이용환경 조성 및 통신접근권을 제고한다.						
이용자보호및 공정경쟁	장애인 통신중계 서비스 만족도	통신중계서비스 이용자 만족도 평가(리커트 5단계 척도)	95	정성	결과	
전략목표 VI. 4차 산업혁명 대응을 위한 안전한 행정환경 구현과 대국민 우정서비스를 강화한다.						
프로그램목표 VI-1. 방송통신재난·행정의 역량을 강화한다.						
과학기술정보 통신부운영지원	부내 업무시스템 가동률	과학기술정보통신부 정보시스템 가동률 (서비스 제공기준시간 - 장애 시간)/서비스 제공 기준시간 x 100	99.92	정량	산출	
	정보보호 수준 달성률	(내PC지키미 실행 PC 대수 ÷ 전체 사용PC 대수) × 0.7 + (1 - (첨부실행 미신고자 ÷ 모 의해킹메일 열람자)) × 0.3	99	정량	산출	

〈표 IV-2〉의 계속

프로그램목표	성과지표	측정방법 또는 측정산식	2020년 목표치	지표 종류		비고
				정량/ 정성	성격	
프로그램목표 VI-2. 편리하고 효율적인 국가사회정보화 체계를 확립하고 안전한 사이버공간을 조성한다.						
국가사회정보화	ICT기반 공공서비스 만족도	공공서비스 만족도 = 개별 공공서비스 사업의 만족도 측정값의 평균	80.5	정성	결과	
프로그램목표 VI-3. 행정업무정보화 지원 역량을 강화한다.						
과학기술정보통신부운영지원	보안관제 서비스 만족도(정보화)	보안관제 서비스 제공에 대한 만족도 설문조사	89.1	정성	결과	
	사이버공격 모의훈련 지원 건수(정보화)	과학기술사이버안전 센터의 사이버공격 모의훈련(실전훈련) 지원 실적	80	정량	산출	
프로그램목표 VI-4. 4차 산업혁명 대응을 위한 안전한 행정환경 구현과 대국민 우정서비스를 강화한다.						
우정서비스	우편사업경영수지	우편사업 수익 - 우편사업 비용	-2,400	정량	결과	
프로그램목표 VI-5. 우체국예금의 내실화와 지속가능경영 기반 강화한다.						
우체국예금	조달 마진액	= 예금평균잔액 × 조달마진을	5,558	정량	산출	
	예금사업 BIS비율	BIS비율 = (자기자본/위험가중자산) × 100	10.5이상	정량	산출	
프로그램목표 VI-6. 우체국보험의 안정적 사업운영을 통해 고객가치를 증진한다.						
우체국보험	당기순이익	◦ 측정산식(3利源방식): 당기순이익 = 위험률차 + 사업비차 + 이자율차	2,750	정량	결과	
	보험총자산	◦ 측정산식: 자산 = 부채 + 자본	57.0	정량	결과	

자료: 대한민국정부(2019), pp. 808~817

앞에서 확인한 것처럼, 재정성과관리에 있어 도전적 연구개발에 대한 고려는 미흡한 수준으로 볼 수 있다. 성과지표가 정해질 경우 해당 부처는 성과지표 달성을 위해 자원을 투입하게 된다는 점을 고려하면, 도전적 연구개발을 촉진하고 도전적 연구개발 환경을 조성하기 위해서는 재정성과관리체계에서도 명시적인 고려가 필요할 것으로 사료된다.

다음으로는 실제 과학기술정보통신부에서 연구개발 과제평가제도에 도전적 연구개발 과제의 수행 유인을 고려하고 있는지에 대해 살펴보기로 하자. 과학기술정보통신부(2017)에 따르면 과학기술정보통신부는 창의·도전적 연구개발을 지원하기 위해 2017년부터 창의도전형 연구과제를 신설하여 도전적 연구개발을 지원하기로 모색하고 있음을 확인할 수 있다. 해당 자료나 확인된 자료에서는 비중에 대해 언급되고 있지 않지만 성과창출형 연구과제에 비해 상대적으로 낮은 비중을 가지는 것으로 볼 수 있다.

〈표 IV-3〉 창의도전형 연구과제 평가

유형		창의도전형(신설)	성과창출형
평가기준		• 과정 존중	• 성과 중심
대상과제		• 소관부처가 지정(자유공모형(기초연구) 등)	• 창의도전형 외 과제
평가방식	선정평가	• 연구자역량 및 창의·도전성 심층검토	• 목표 달성가능성 중심
	중간평가	• 폐지, (필요시)단계평가는 컨설팅 방식	• 컨설팅 방식
	최종평가	• 성공/실패 판정 및 등급 폐지(정성평가)	• 등급 평가(정량평가)
기타 (성과확보방안)		• 차기과제 선정 시 최종평가결과 연계 • 명백한 불성실 과제 제재	• 추적평가 강화

자료: 과학기술정보통신부(2017), p. 4

〈표 IV-4〉 창의도전형 연구과제 평가지표 외

[창의도전형 최종평가 시 지표]					
구분	기존			개선(안)	
평가 지표 (주안점)	• 연구목표 달성도	大 (배점)	⇒	• 연구목표 달성도	小 (비중)
	• 기술성 우수성 및 파급효과 • 연구성과 질적수준 • 연구결과 활용성	小 (배점)		• 기술성 우수성 및 파급효과 • 연구성과 질적수준 • 연구결과 활용성	大 (비중)
평가 방식	• 세부지표별 정량화 (등급평가)			• 정성적 의견제시 (등급 폐지)	

- 평가지표 중 목표달성도 항목의 비중은 대폭 낮추고, 연구 성과의 질적 수준, 우수성 및 활용성 등을 중심으로 정성평가
 - 소액 기초과제의 경우 최종평가 미 실시(현 한국형 GRANT 지속 확대)
 (책임성 확보) 연구성과 담보 및 책임성 확보를 위해 ① 개별 평가 결과를 차기 과제선정과 연계 ② 명백한 불성실 과제는 제재

자료: 과학기술정보통신부(2017), p. 6

그러나 해당 내용을 자세히 살펴 보면 창의도전형 연구과제의 경우에도 이름에 걸맞은 도전적 과제 지향의 평가라고 보기는 어렵다. 앞서 제Ⅲ장에서 이론모형을 통해 분석한 것처럼, 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 고(高)성과에 대한 충분한 보상이 필요하다. 그러나 창의도전형 연구과제를 수행하더라도 고성과에 대한 보상이 보장되지 않기 때문에, 도전적 연구과제를 촉진하기 위해서는 효율적이지 않은 과제 관리라고 볼 수 있다.

본 장에서 살펴본 것처럼 재정성과관리체계나 부처의 과제관리체계에서 도전적 연구과제에 대한 안배는 충분히 존재하지 않는다는 사실을 확인할 수 있다. 기본적으로 정부의 유인체계에 도전적 연구과제의 수행을 촉진할 유인이 존재하지 않는다는 점은, 정부의 유인체계에 해당 내용이 담겨 있어도 실제 도전적 연구과제가 수행되지 않을 가능성이 높다는 점을 고려하면 필요조건이 충족되지 못한 것으로 볼 수 있으므로 그 문제점이 더 크다고 볼 수 있다. 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 기본적으로 정부의 성과

관리체계 자체에 도전적 연구개발과 관련한 명시적 조항들을 추가하여 관리할 필요가 있다고 볼 수 있다. 또한 고성과 연구자에 대한 충분한 보상이 가능하도록 관리체계를 개편할 필요가 있을 것이다.

V. 기존 R&D 재정정책의 도전적 연구기준 효과성 실증평가: 정책금융 및 공공조달 사례 분석

제 V 장에서는 제 II 장에서 정의한 도전적 연구과제의 정의와 제 III 장에서 분석한 이론모형에 따라 기존의 재정정책이 현업의 기업과 산업에서 도전적 연구과제를 수행하도록 도움을 주었는지에 대해 살펴보고자 한다. 앞서 살펴본 바와 같이 만일 재정지출이 실제로 도전적 연구과제 수행을 촉진했다면 분포에 관계 없이 평균적인 수익성이나 생산성에서는 유의한 양(+)의 효과가 나타나야 한다고 볼 수 있으므로, 재정정책 이력을 기업재무자료와 연계하여 연구개발비와 실제 생산성에 미친 영향에 대해 살펴보는 것은 중요한 의미를 가진다고 볼 수 있다. 본 장에서는 기존의 재정정책 실증분석 대상으로 정책금융과 공공조달지원 두 가지 정책을 선정하여 해당 정책이 지원 기업의 연구개발비 변화에 미친 영향에 대해 살펴보고, 연구개발비 증가가 기업의 수익성에 미친 영향에 대해서도 살펴보기로 한다.

정책금융 등 정책수단들에 대해 익숙하지 않고 기존 예산분류체계에 익숙한 독자라면, 왜 산업-중소기업-에너지 예산체계 등 예산분류에 따른 접근이 아닌 정책금융 등의 수단별 분류 접근이 이뤄지고 있는지에 대해 의문을 가질 수 있다. 따라서, 이에 대하여 간단한 배경 설명을 하고자 한다.

정책 금융은 R&D 재정 정책에 있어 중요한 수단 중 하나라고 볼 수 있다. R&D가 정책 목적별 분류라면, 정책금융은 정책수단별 분류로서 정부가 보유한 정책수단 중 가장 중요한 수단 중 하나이기 때문이다. 본 연구를 비롯해서 재정의 정책효과를 분석할 때 정책금융이나 공공조달 등 새로운 분류 기준으로 정책효과를 분석하는 주된 이유는 현재의 예산분류가 수단이나 목적에 따라 분류되어 있지 않고 정부부처 기준, 즉 주어 기준으로 분류되어 있어 정책효과 분석에 적합하지 않다는 점에 기인한다.

예컨대, 현재의 예산분류체계에서 산업-중소기업-에너지는 주어, 즉 담당

부처인 산업통상자원부와 중소벤처기업부 중심의 사업으로 분류되어 있다. 따라서 산업과 중소기업 및 에너지를 목적 또는 대상으로 하고 있는 사업을 전부 포함하지 않는다. 따라서, 본 연구에서 사용한 가장 큰 규모의 보증공급기관인 신용보증기금 금융위원회 산하 예산이나 기금은 분명히 산업과 중소기업 지원을 목적으로 함에도 산업-중소기업-에너지에 포함되지 않는다. 물론 타 부처의 일부 사업은 산업·중소기업·에너지로 분류되지만, 그 경우 해당 사업은 타 부처 관련 사업으로 분류되지 않는 문제가 존재하게 된다.¹⁸⁾ 이는, 기존의 사업 분류체계가 A집합과 B집합, 그리고 A와 B의 교집합이 있을 때 강제로 A와 B의 교집합을 임의 분할하여 A와 B로 분류하도록 하는 잘못된 분류방식을 활용하기 때문이다.

이와 같은 문제는 본 과제외의 주제에도 똑같이 적용된다. 정책금융은 과기정통부 예산이나 기금에 포함되지 않으므로 정책금융에 다양한 R&D 지원 목적 자금이 있음에도 기술보증기금 등 아예 기술과 관련된 기금까지도 R&D 분류에서는 찾아볼 수 없다. 이는 수단 면에서 정책금융, 목적 면에서 R&D인 교집합 성격을 지닌 사업을 일부는 정책금융, 일부는 R&D 분에 임의로 쪼개 넣는 방식을 사용하고 있기 때문이다.

요컨대, 정부의 예산분류에 정해진 명칭은 학술적으로 활용할 수 없는 명칭이므로 새로이 분류하여 접근해야 한다. 본 연구에서는 정책을 수단별로 나누고, 수단 중에서 중요한 정책금융과 공공조달을 활용하여 해당 정책 중 R&D를 목적으로 하는 부분에 역점을 두어 분석하기로 한다.

또한, 정책금융은 기본적으로 대출이나 보증이므로 보조금 등과는 다른 것임은 분명하다는 점도 염두에 둘 필요가 있다. 그렇다면 일반적인 예산 또는 기금 사업으로 보기 어렵지 않느냐는 지적이 있을 수 있으나, 우리 예산체계가 대출, 보증, 보조금을 구별하지 않는다는 점을 고려하면 오히려 보증과 대출이라는 동일성을 유지하기 위해서는 정책금융이라는 분류 기준으로 보는 것이 더 타당하다고 볼 수 있다. 중소벤처기업부의 예산 중 상당

18) 예컨대 2020년 금융위원회의 중소기업은행 관련 사업은 산업-중소기업-에너지이지만, 산업은행 관련 사업은 금융으로 분류된다.

부분이 대출 목적의 중진기금과 연결되어 있다는 점을 고려한다면, 예산 중 대출과 보증에 해당하는 부분을 분석한 것으로 볼 수 있으며 뒤에서 다시 자세히 살펴보겠지만 규모 면에서는 오히려 예산에 기록된 현금주의 금액보다 더 큰 규모임을 확인할 수 있으므로, 일반성에 있어 큰 부족함이 있다고 보기는 어렵다고 할 수 있다.

물론 궁극적으로는 수단이 자금인 경우에도 출자금, 보조금과 출연금 등 대출과 보증 외의 자기에 대한 분석도 함께 이뤄질 필요가 있을 것이며 자금과 조달시장 제공 외 규제 차등화 등 다른 수단에 대한 검토도 함께 수행할 필요가 있을 것이다. 아직 해당 조건이 갖춰져 있지 않지만, 향후에 해당 미시자료도 함께 관리된다면 정책수단별로 R&D 목적을 추구하는 경우의 효과를 분석하여 국민경제적 결과도 도출할 수 있을 것이다.

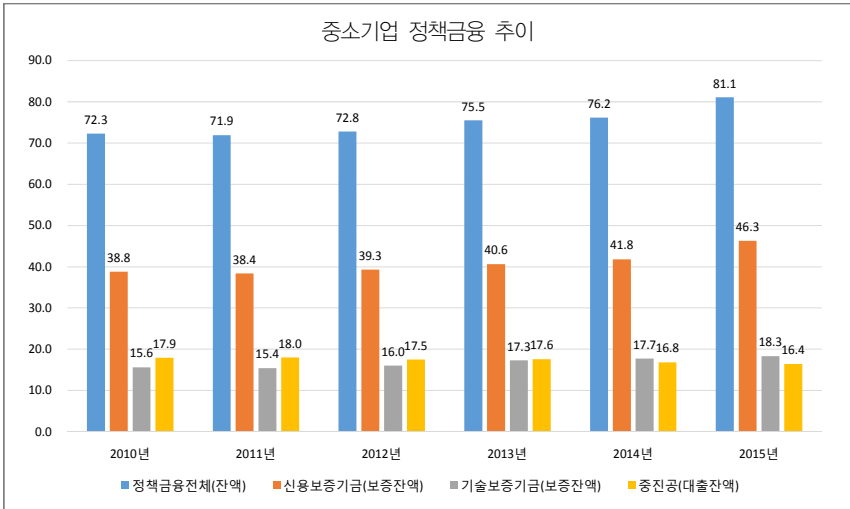
1. 정책금융과 공공조달 정책이 연구개발비에 미친 영향 분석

규모 면에서나, 수요 면에 있어 자금은 중소기업 정책수단 중 판로와 함께 가장 중요한 정책수단으로 볼 수 있다. 산업-중소기업-에너지 분야 예산 규모에도 일부 정책자금(정책금융)만이 포함될 정도로, 규모 면에 있어 정책금융은 주요한 수단이며, 세계적으로도 경제규모 대비 중소기업 정책금융의 규모는 상당히 큰 편으로 OECD 회원국 중 일본에 이어 GDP 대비 비중이 2위 규모로 평가받고 있기도 하다.

이를 위해 본 연구에서는 출자를 제외한 보증과 대출 주요 3개 기관의 미시지원 이력을 활용하여 분석하였다. 특히 기술금융을 주된 설립 목적으로 기술보증기금의 성과에 주목하여 성과를 평가해 보았다.

[그림 V-1] 중소기업 정책금융 추이

(잔액기준, 단위: 1조원)



자료: 한국조세재정연구원(2020); KED 자료(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 작성한 표임

본 연구에서는 한국기업데이터의 중소기업자료 및 연구개발비 데이터베이스 자료와 지원이력을 연계하여 정책효과를 분석하고 있으며, 연계된 데이터베이스의 기초통계는 다음과 같다.

<표 V-1> 통합 DB 구축과 기초통계

(단위: 개, 건, 백만원)

연도	연간 기업 수	연간 정책금융 지원 빈도	연간 신보지원 빈도	연간 기보지원 빈도	연간 중진공 지원 빈도
2011	248,947	130,261	90,265	39,053	19,556
2012	275,929	135,863	91,668	42,550	20,034
2013	300,537	140,660	92,354	45,195	23,604
2014	313,418	145,177	93,274	47,952	25,833
2015	297,861	139,119	87,010	47,242	28,647

〈표 V-1〉의 계속

(단위: 개, 지원건수, 백만원)

연도	연간 정책금융 지원금액	연간 신보지원금액	연간 기보지원금액	연간 중진공지원금액	연간 중기연구개발비
2011	55,233,610	28,514,038	13,037,371	13,682,201	9,367,229
2012	56,737,619	29,355,155	13,730,332	13,652,132	10,047,986
2013	59,565,052	30,566,994	14,834,282	14,163,776	10,671,039
2014	60,773,328	31,963,034	15,244,163	13,566,131	11,208,683
2015	63,814,982	35,431,464	15,360,924	13,022,594	10,871,290

자료: 한국기업데이터(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 작성한 표임

먼저 정부의 재정지원이 지원 기업의 연구개발비를 증가시켰는지 여부에 대해 살펴보기로 한다. 이를 위해 사용한 모형은 고정효과 패널모형으로서, 자료의 장점을 활용하여 연도와 기업의 고정효과를 통제하여 분석하였다.

1기간 정책효과 추정식 예시는 다음과 같다.

$$\Delta y_{i,t} = \alpha + \beta P_{i,t} + x_{i,t-1}\gamma + I_{i,t-1}\delta + \nu_i + v_t + \epsilon_{i,t}$$

$\Delta y_{i,t}$: 기업 i 의 $t-1$ 연도부터 t 연도까지의 연구개발비 증분

$P_{i,t}$: 기업 i 의 t 연도 정책지원 여부

$x_{i,t-1}$: 기업 i 의 $t-1$ 연도의 특성

$I_{i,t-1}$: 기업 i 가 속한 산업 I 의 $t-1$ 연도의 특성

ν_i : 기업고정효과

v_t : 시간고정효과

추정 결과는 상당히 우려스럽다고 평가할 수 있다. 2011년부터 2015년까지의 지원이력을 기업과 연도를 고려한 고정효과 패널모형으로 분석한 결과, 정책금융을 지원받은 기업은 유사 기업 대비 연구개발비 증분을 줄이고 있음을 확인할 수 있다. 먼저 전체 분석 결과 정책금융 지원 기업은 지원

기업의 평균 연구개발비를 유사 기업 대비 1,654만원 적게 증가시키고 있다.

특히, 기술금융을 주된 목적으로 하는 기관인 기술보증기금의 경우에 이와 같은 현상은 두드러지게 유의한데, 기술보증기금의 경우 지원 기업이 지원 이후 연구개발비 증분을 3,400만원가량 유의하게 감소시키는 것을 확인할 수 있다.

〈표 V-2〉 1기 전체 대조군 완전 비지원 기업

(단위: 백만원)

구분	연구개발비1기	연구개발비1기	연구개발비1기	연구개발비1기
	정책금융 지원	기보지원	신보지원	중진공 지원
정책금융 지원 여부	-16.48*** (5.478)			
전기 매출액	-0.00916*** (0.000447)	-0.0101*** (0.000569)	-0.0117*** (0.000538)	-0.0105*** (0.000617)
전기 총자산	-0.00269*** (0.000567)	-0.00299*** (0.000702)	-0.00327*** (0.000711)	-0.00225*** (0.000743)
전기 영업이익	0.0376*** (0.00160)	0.0382*** (0.00194)	0.0386*** (0.00195)	0.0434*** (0.00201)
전기 총자산영업이익률	-0.0525 (0.0694)	-0.0653 (0.0791)	-0.0540 (0.116)	-0.0696 (0.111)
전기 산업중소기업 평균총자산	0.0292*** (0.00710)	0.0297*** (0.00872)	0.0203** (0.00878)	0.0287*** (0.00992)
전기 산업중소기업 평균매출액	-9.46e-05 (0.00904)	-0.00956 (0.0115)	0.0166 (0.0114)	-0.0135 (0.0130)
전기 산업중소기업 평균영업이익	-0.106** (0.0475)	-0.0838 (0.0583)	-0.214*** (0.0608)	-0.212*** (0.0678)
전기 산업중소기업 평균연구개발비	-0.530*** (0.0528)	-0.617*** (0.0643)	-0.424*** (0.0678)	-0.434*** (0.0772)
전기 산업중소기업 평균총자산 영업이익률	3.102*** (0.978)	3.596*** (1.174)	1.746 (1.434)	5.280*** (1.574)
2013년	-2,317 (3,295)	-3,755 (4,101)	-0,928 (4,556)	-8,502* (5,001)
2014년	-4,542 (3,855)	-11,34** (4,833)	7,936 (5,308)	-11,81** (5,915)
2015년	-23,94*** (4,593)	-29,02*** (5,821)	-21,45*** (6,128)	-29,60*** (6,963)
기보지원 여부		-33,99*** (7,788)		

〈표 V-2〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	연구개발비1기	연구개발비1기	연구개발비1기	연구개발비1기
	정책금융 지원	기보지원	신보지원	중진공 지원
신보지원 여부			4,322 (9,655)	
중진공 지원 여부				-26,85** (10,91)
상수	102,8*** (27,50)	168,1*** (33,99)	86,59** (35,65)	162,3*** (40,99)
관측치 수	172,491	127,498	100,337	95,140
결정계수	0,011	0,011	0,018	0,015
회사 수	72,586	56,552	48,817	45,807

주: 1. () 안 숫자는 표준오차임

2. 유의도: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

자료: 한국기업데이터(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

가장 규모가 큰 신용보증기금의 경우에는 연구개발비에 유의한 증감이 발견되지 않았다는 점을 확인할 수 있다. 신용보증기금의 경우 증가부호로 나타나지만 통계적으로 유의하지 않다.¹⁹⁾ 중소기업진흥공단의 경우 지원 기업이 비지원 기업 대비 연구개발비를 2,700만원 수준 감소시키는 것으로 확인되고 있다.

다음으로는 2기 변동을 확인해 보기로 하자. 추정 결과는 〈표 V-3〉에 정리되어 있다.

2기간 정책효과 추정식 예시는 다음과 같다.

$$\Delta y_{i,t2} = \alpha + \beta P_{i,t-1} + x_{i,t-2}\gamma + I_{i,t-2}\delta + \nu_i + v_t + \epsilon_{i,t}$$

$\Delta y_{i,t2}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도부터 t 연도까지의 연구개발비 증분

$P_{i,t-1}$: 기업 i 의 $t-1$ 연도 정책금융 수혜 여부

19) 또한, 기보지원 기업이 대조군으로 포함되면 유의한 증가로 판별되기도 한다. 이는 기보지원 기업들의 연구개발비 증분 감소가 더 유의하게 나타나기 때문으로 해석할 수 있다.

$x_{i,t-2}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도의 특성

$I_{i,t-2}$: 기업 i 가 속한 산업 I 의 $t-2$ 연도의 특성

v_i : 기업고정효과

v_t : 시간고정효과

기술보증기금 2기 분석결과 지원 기업은 2기간 2,775만원가량 연구개발비 수준이 낮게 나타나고 있어, 1기 분석과 차이가 없다는 사실을 확인할 수 있다. 신용보증기금 역시 1기와 마찬가지로 유의성이 나타나지 않는 반면, 중소기업진흥공단의 경우 중소기업진흥공단에서도, 2기에도 P=5.4% 유의도에서 연구개발비 감소가 확인됨을 확인할 수 있다. 참고로 중소기업진흥공단 지원 기업의 연구개발비 감소는 3,276만원 수준이다.

〈표 V-3〉 2기 전체 대조군 완전 비지원 기업

(단위: 백만원)

구분	연구개발비2기	연구개발비2기	연구개발비2기	연구개발비2기
	정책금융 지원	기보지원	신보지원	중진공 지원
전기 정책금융 지원 여부	-14.41* (8,198)			
2기 전 매출액	-0.0104*** (0,000679)	-0.0119*** (0,000852)	-0.0148*** (0,000825)	-0.0129*** (0,000946)
2기 전 총자산	-0.0105*** (0,000904)	-0.0123*** (0,00110)	-0.00760*** (0,00111)	-0.00796*** (0,00117)
2기 전 영업이익	0.0432*** (0,00242)	0.0506*** (0,00291)	0.0456*** (0,00298)	0.0482*** (0,00302)
2기 전 총자산영업이익률	-0.236** (0,112)	-0.332*** (0,124)	-0.360* (0,188)	-0.459** (0,185)
2기 전 산업중소기업 평균총자산	0.0562*** (0,0105)	0.0455*** (0,0127)	0.0505*** (0,0127)	0.0457*** (0,0146)
2기 전 산업중소기업 평균매출액	-0.00299 (0,0134)	-0.0151 (0,0168)	0.0351** (0,0168)	-0.00668 (0,0194)
2기 전 산업중소기업 평균영업이익	-0.120* (0,0699)	-0.0786 (0,0840)	-0.253*** (0,0916)	-0.350*** (0,101)
2기 전 산업중소기업 평균연구개발비	-0.637*** (0,0774)	-0.762*** (0,0926)	-0.866*** (0,106)	-0.682*** (0,116)
2기 전 산업중소기업 평균총자산영업이익률	2.735 (1,669)	4.053** (1,985)	2.879 (2,378)	7.961*** (2,682)

〈표 V-3〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	연구개발비2기	연구개발비2기	연구개발비2기	연구개발비2기
	정책금융 지원	기보지원	신보지원	중진공 지원
2014년	0.353 (4,039)	-5,030 (4,993)	12.54** (5,593)	-4.855 (6,159)
2015년	-13.81*** (5,014)	-19.90*** (6,239)	-4.196 (6,943)	-13.21* (7,742)
전기 기보지원 여부	-27.73** (11.43)			
전기 신보지원 여부		14.83 (14.68)		
전기 중진공 지원 여부			-32.73* (16.98)	
상수	121.7*** (44.34)	244.4*** (54.62)	67.04 (57.40)	222.4*** (66.83)
관측치 수	103,168	76,516	56,074	55,005
결정계수	0,016	0,019	0,027	0,020
회사 수	48,018	37,331	29,293	28,706

주: 1. () 안 숫자는 표준오차임
2. 유의도: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

자료: 한국기업데이터(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

다음으로는 정책금융 지원을 받은 기업들이 정책금융 지원금액의 변동에 따라 연구개발비를 어떻게 변화시켰는지에 대해 살펴보기로 하자.

2기간 정책효과 추정식 예시는 다음과 같다.

$$\Delta y_{i,t2} = \alpha + \beta P_{i,t-1} + x_{i,t-2}\gamma + I_{i,t-2}\delta + \nu_i + v_t + \epsilon_{i,t}$$

$\Delta y_{i,t2}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도부터 t 연도까지의 연구개발비 증분

$P_{i,t-1}$: 기업 i 의 $t-1$ 연도 정책지원 금액

$x_{i,t-2}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도의 특성

$I_{i,t-2}$: 기업 i 가 속한 산업 I 의 $t-2$ 연도의 특성

ν_i : 기업고정효과

v_t : 시간고정효과

〈표 V-4〉는 추정 결과이다. 정책이 지원된 기업들에 한정할 경우, 정책 금융 지원금액이 클수록 연구개발비 증분은 감소한다는 사실을 확인할 수 있다. 정책금융 100만원이 추가 지원될 경우 연구개발비는 2만 6천원가량 감소하며, 기술보증기금의 경우는 4만 8천원 감소, 중진공은 5만 4천원 감소하는 반면 신용보증기금의 경우는 10%에서 유의하지만 1만 8천원 증가하는 것으로 나타난다.

〈표 V-4〉 정책금융 지원 기업 한정 정책금융 지원금액의 연구개발비 효과

(단위: 백만원)

구분	연구개발비2기	연구개발비2기	연구개발비2기	연구개발비2기
	정책금융 지원 기업	기보지원 기업	신보지원 기업	중진공 지원 기업
전기 정책금융 지원금액	-0.0259*** (0.00471)			
2기 전 매출액	-0.00725*** (0.000890)	-0.00559*** (0.00129)	-0.00869*** (0.00121)	-0.00774*** (0.00161)
2기 전 총자산	-0.0104*** (0.00123)	-0.0161*** (0.00174)	-0.0108*** (0.00185)	-0.00775*** (0.00189)
2기 전 영업이익	0.0308*** (0.00359)	0.0471*** (0.00516)	0.0130** (0.00660)	0.0311*** (0.00538)
2기 전 총자산영업이익률	-0.0488 (0.135)	-0.239 (0.154)	1.053** (0.445)	-0.156 (0.303)
2기 전 산업중소기업 평균총자산	0.0581*** (0.0143)	0.0332* (0.0200)	0.0985*** (0.0208)	0.0261 (0.0311)
2기 전 산업중소기업 평균매출액	-0.0137 (0.0165)	-0.0405* (0.0233)	0.0292 (0.0232)	-0.0410 (0.0313)
2기 전 산업중소기업 평균영업이익	0.00523 (0.0868)	0.131 (0.115)	-0.0121 (0.136)	-0.182 (0.165)
2기 전 산업중소기업 평균연구개발비	-0.524*** (0.0949)	-0.654*** (0.124)	-0.464*** (0.156)	-0.0518 (0.185)
2기 전 산업중소기업 평균총자산영업이익률	2.437 (1.963)	3.844 (2.494)	-1.598 (3.356)	10.67** (4.249)
2014년	-1.742 (4.636)	-11.41* (6.162)	18.48*** (7.112)	-15.48* (8.547)
2015년	-16.10*** (5.881)	-21.99*** (7.922)	2.386 (9.045)	-19.27* (11.49)
전기 기보지원 여부		-0.0482*** (0.00996)		

〈표 V-4〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	연구개발비2기	연구개발비2기	연구개발비2기	연구개발비2기
	정책금융 지원 기업	기보지원 기업	신보지원 기업	중진공 지원 기업
전기 신보지원 여부			0,0184* (0,0105)	
전기 중진공 지원 여부				-0,0536*** (0,00998)
상수	90,79* (54,05)	287,0*** (73,54)	-216,0*** (79,94)	236,9** (110,1)
관측치 수	72,527	45,875	25,433	24,364
결정계수	0,010	0,013	0,018	0,011
회사 수	34,441	22,076	12,946	12,257

주: 1. () 안 숫자는 표준오차임
2. 유의도: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

자료: 한국기업데이터(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

기술보증기금의 지원이 있을 때 오히려 연구개발비 증분이 감소한다는 결과는 상당히 직관에 반하는 결과일 수 있으므로 강건성 확인을 위해 지원연도와 통제연도를 가상으로 조작하여 확인해 보기로 한다. 1기간 분석에 있어 2기 전 기보지원 여부는 영향을 주어서는 안 된다는 사실에 착안하여 해당 변수를 1기간 분석에 활용하여 분석할 경우, 해당 효과는 사라진다는 사실을 확인할 수 있어 추정 결과의 강건성이 확인된다고 평가할 수 있다.

〈표 V-5〉 1기 기보지원 효과분석 시 2기 전 정책변수 대체 사용 결과
(반사실적 확인)

(단위: 백만원)

구분	연구개발비 1기간 변동 2기 전 기보지원 정보(반사실적 확인)
2기 전 기보지원 여부(반사실적 확인용)	-14,25 (13,07)
전기 매출액	-0,0110*** (0,000798)
전기 총자산	-5,02e-05 (0,00108)

〈표 V-5〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	연구개발비 1기간 변동 2기 전 기보지원 정보(반사실적 확인)
전기 영업이익	0.0258*** (0.00290)
전기 총자산영업이익률	0.172 (0.179)
전기 산업중소기업 평균총자산	0.0379** (0.0159)
전기 산업중소기업 평균매출액	0.0129 (0.0191)
전기 산업중소기업 평균영업이익	-0.348*** (0.0911)
전기 산업중소기업 평균연구개발비	-0.651*** (0.109)
전기 산업중소기업 평균총자산영업이익률	3.077 (2.027)
2014년	10.78** (4.887)
2015년	-26.92*** (6.293)
상수	78.59 (55.34)
관측치 수	70,851
회사 수	38,786
결정계수	0.011

주: 1. () 안 숫자는 표준오차임

2. 유의도: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

자료: 한국기업데이터(2020); 기술보증기금(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

다음으로는 공공조달 정책의 분석 예시를 살펴보기로 한다. 중소기업 공공조달 참여 여부는 통계적으로 연구개발비 증분에 영향을 준다고 보기 어렵는데, 이는 공공조달 참여가 정책금융에 비해 연구개발비 왜곡 측면에서는 상대적으로 우월함을 나타낸다고 평가할 수 있다.

공공조달 추정에 사용한 2기간 정책효과 추정식은 다음과 같다.

$$\Delta y_{i,t2} = \alpha + \beta P_{i,t-1} + x_{i,t-2}\gamma + I_{i,t-2}\delta + \nu_i + \nu_t + \epsilon_{i,t}$$

$\Delta y_{i,t2}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도부터 t 연도까지의 연구개발비 증분

$P_{i,t-1}$: 기업 i 의 $t-1$ 연도 공공조달 참여 여부

$x_{i,t-2}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도의 특성

$I_{i,t-2}$: 기업 i 가 속한 산업 I 의 $t-2$ 연도의 특성

ν_i : 기업고정효과

v_t : 시간고정효과

마찬가지로, 3기간 정책효과 추정식은 다음과 같다.

$$\Delta y_{i,t3} = \alpha + \beta P_{i,t-2} + x_{i,t-3}\gamma + I_{i,t-3}\delta + \nu_i + v_t + \epsilon_{i,t}$$

$\Delta y_{i,t2}$: 기업 i 의 $t-3$ 연도부터 t 연도까지의 연구개발비 증분

$P_{i,t-2}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도 공공조달 참여 여부

$x_{i,t-3}$: 기업 i 의 $t-3$ 연도의 특성

$I_{i,t-3}$: 기업 i 가 속한 산업 I 의 $t-3$ 연도의 특성

ν_i : 기업고정효과

v_t : 시간고정효과

〈표 V-6〉 2기 전체, 공공조달

(단위: 백만원)

구분	연구개발비 2기간 변동
전기 공공조달 여부	5.922 (10.25)
2기전 매출액	-0.0104*** (0.000679)
2기전 총자산	-0.0105*** (0.000904)
2기전 영업이익	0.0432*** (0.00242)
2기전 총자산영업이익률	-0.237** (0.112)
2기전 산업중소기업 평균총자산	0.0567*** (0.0105)

〈표 V-6〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	연구개발비 2기간 변동
2기전 산업중소기업 평균매출액	-0.00350 (0.0134)
2기전 산업중소기업 평균영업이익	-0.119* (0.0699)
2기전 산업중소기업 평균연구개발비	-0.636*** (0.0774)
2기전 산업중소기업 평균총자산영업이익률	2.751* (1.669)
2014년	0.322 (4.040)
2015년	-13.80*** (5.015)
상수	110.6** (43.94)
관측치 수	103,168
회사 수	48,018
결정계수	0.016

주: 1. () 안 숫자는 표준오차임
2. 유의도: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

자료: 한국기업데이터(2020); 조달청(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

〈표 V-7〉 3기 전체, 공공조달

(단위: 백만원)

구분	연구개발비 3기간 변동
2기전 공공조달 여부	-18.79 (14.57)
3기전 매출액	-0.0120*** (0.00105)
3기전 총자산	-0.0114*** (0.00151)
3기전 영업이익	0.0335*** (0.00382)
3기전 총자산영업이익률	-0.126 (0.168)
3기전 산업중소기업 평균총자산	0.0704*** (0.0190)

〈표 V-7〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	연구개발비 3기간 변동
3기전 산업중소기업 평균매출액	0.0891*** (0.0222)
3기전 산업중소기업 평균영업이익	-0.279*** (0.100)
3기전 산업중소기업 평균연구개발비	-1.077*** (0.122)
3기전 산업중소기업 평균총자산영업이익률	-10.28*** (2,695)
2015년	-8.925* (4,801)
상수	-64.76 (75.21)
관측치 수	59,197
회사 수	36,113
결정계수	0.020

주: 1. () 안 숫자는 표준오차임

2. 유의도: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

자료: 한국기업데이터(2020), 조달청(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

2. 연구개발비 증가가 중소기업 성과에 미친 영향 분석

다음으로는 정책과 관계 없이, 연구개발비의 증가가 중소기업의 성과에 미친 영향에 대해 분석해 보기로 하자. 보다 구체적으로, 연구개발비의 증가가 기업의 매출액, 총자산, 영업이익, 총자산 영업이익률에 미친 영향에 대해 고정효과 패널모형으로 분석하였으며, 특히 연구개발의 효과가 나타나는 시간을 고려하여 1기보다는 2기와 3기에 걸친 영향을 평가하였다.

2기간 정책효과 추정식 예시는 다음과 같다.

$$\Delta y_{i,t2} = \alpha + \beta P_{i,t-1} + x_{i,t-2}\gamma + I_{i,t-2}\delta + \nu_i + v_t + \epsilon_{i,t}$$

$\Delta y_{i,t2}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도부터 t 연도까지의 성과지표 변동

- $P_{i,t-1}$: 기업 i 의 $t-1$ 연도 연구개발비
- $x_{i,t-2}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도의 특성
- $I_{i,t-2}$: 기업 i 가 속한 산업 I 의 $t-2$ 연도의 특성
- v_i : 기업고정효과
- v_t : 시간고정효과

추정결과는 <표 V-8>에 정리되어 있다. 우선, 중소기업이 전기 연구개발비를 증가시켰을 때, 2기간 후의 매출액 증가는 확인되지 않고 있다. 중소기업들이 전기 연구개발비를 증가시켰을 때 2기간 동안 총자산 증가는 유의하게 확인되는데, 연구개발비 100만원 증가당 총자산은 14만원가량 증가함을 확인할 수 있다.

중소기업 전기 연구개발비가 증가할 경우, 2기간 영업이익의 감소가 나타나고 있는데, 연구개발비 100만원 증가당 영업이익증분 16만원이 감소함을 확인할 수 있다. 또한 전기 연구개발비는 증가 대비 중소기업에서 2기간 총자산영업이익률 감소가 확인되고 있다. 계수로 비교해 본다면 연구개발비 10억원 증가당 총자산영업이익률이 1%p 감소하는 수준이다.

<표 V-8> 2기 전체 연구개발비 효과

(단위: 백만원)

구분	(1) 매출액	(2) 총자산	(3) 영업이익	(4) 총자산 영업이익률
전기 연구개발비	0.0371 (0.0599)	0.141*** (0.0408)	-0.157*** (0.0178)	-0.00101*** (0.000374)
2기 전 총자산	-0.478*** (0.00777)		-0.0395*** (0.00247)	0.000102** (5.18e-05)
2기 전 영업이익	-1.531*** (0.0204)	0.0883*** (0.0152)		-0.00680*** (0.000136)
2기 전 총자산영업이익률	-1.478* (0.832)	2.392*** (0.568)	-9.160*** (0.242)	
2기 전 산업중소기업 평균총자산	0.351*** (0.0923)	-0.110* (0.0629)	-0.0873*** (0.0275)	0.000876 (0.000578)
2기 전 산업중소기업 평균매출액	-0.712*** (0.118)	0.237*** (0.0803)	0.0847** (0.0351)	-0.00223*** (0.000736)

〈표 V-8〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	(1) 매출액	(2) 총자산	(3) 영업이익	(4) 총자산 영업이익률
2기 전 산업중소기업 평균영업 이익	0,684 (0,626)	-0,787* (0,427)	-0,961*** (0,186)	0,0123*** (0,00392)
2기 전산업중소기업 평균연구 개발비	-1,079 (0,688)	-1,629*** (0,469)	0,218 (0,205)	-0,00182 (0,00430)
2기 전 산업중소기업 평균총자 산영업이익률	1,227 (14,70)	14,61 (10,03)	9,896** (4,382)	-0,347*** (0,0920)
2014년	-29,02 (35,09)	89,13*** (23,86)	47,18*** (10,46)	-1,514*** (0,220)
2015년	-114,6*** (44,21)	19,99 (29,86)	124,5*** (13,17)	-2,007*** (0,277)
2기 전 매출액		-0,187*** (0,00389)	-0,124*** (0,00167)	-0,000157*** (3,81e-05)
상수	5,307*** (380,5)	1,822*** (259,0)	1,079*** (113,4)	9,793*** (2,381)
관측치 수	138,428	138,428	138,428	138,417
결정계수	0,150	0,037	0,131	0,047
회사 수	68,623	68,623	68,623	68,615

주: 1. () 안 숫자는 표준오차임
2. 유의도: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

자료: 한국기업데이터(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

다음으로 3기간 정책효과 추정식 예시는 다음과 같다.

$$\Delta y_{i,t3} = \alpha + \beta P_{i,t-2} + x_{i,t-3}\gamma + I_{i,t-3}\delta + \nu_i + v_t + \epsilon_{i,t}$$

$\Delta y_{i,t3}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도부터 t 연도까지의 성과지표 변동

$P_{i,t-2}$: 기업 i 의 $t-2$ 연도 연구개발비

$x_{i,t-3}$: 기업 i 의 $t-3$ 연도의 특성

$I_{i,t-3}$: 기업 i 가 속한 산업 I 의 $t-3$ 연도의 특성

v_i : 기업고정효과

v_t : 시간고정효과

〈표 V-9〉 3기 전체 연구개발비 효과

(단위: 백만원)

구분	(1) 매출액	(2) 총자산	(3) 영업이익	(4) 총자산영업이익률
2기 전 연구개발비	-0.0686 (0.0862)	-0.165*** (0.0613)	-0.114*** (0.0260)	-0.000583 (0.000517)
3기 전 총자산	-0.425*** (0.0124)		-0.0360*** (0.00389)	0.000201*** (7.76e-05)
3기 전 영업이익	-1.660*** (0.0311)	-0.0955*** (0.0241)		-0.00656*** (0.000198)
3기 전 총자산영업이익률	0.872 (1.226)	3.625*** (0.873)	-7.882*** (0.360)	
L3.산업중소기업 평균총자산	0.256* (0.153)	-0.284*** (0.109)	-0.173*** (0.0462)	0.000661 (0.000920)
L3.산업중소기업 평균매출액	-0.834*** (0.183)	0.347*** (0.130)	0.139** (0.0552)	-0.00120 (0.00110)
L3.산업중소기업 평균영업이익	1.070 (0.844)	1.257** (0.601)	-1.264*** (0.254)	0.000255 (0.00506)
L3.산업중소기업 평균연구개발비	-0.970 (1.038)	-1.274* (0.739)	0.137 (0.313)	-0.00367 (0.00622)
L3.산업중소기업 평균총자산영업이익률	-16.83 (22.36)	-10.75 (15.91)	3.394 (6.733)	-0.0863 (0.134)
2015.Year	-197.7*** (40.08)	-36.47 (28.36)	70.86*** (12.07)	-0.909*** (0.240)
L3.매출액		-0.161*** (0.00618)	-0.121*** (0.00250)	-0.000125** (5.42e-05)
상수	6,326*** (621.8)	2,235*** (440.6)	1,282*** (187.3)	5,457 (3,729)
관측치 수	79,870	79,870	79,870	79,868
결정계수	0.148	0.033	0.116	0.046
회사 수	49,509	49,509	49,509	49,507

주: 1. () 안 숫자는 표준오차임

2. 유의도: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

자료: 한국기업데이터(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

3. 정책금융이 총자산영업이익률에 최종적으로 미친 영향

다음으로는 정책금융이 총자산영업이익률에 최종적으로 미친 영향에 대해 살펴보자. 추정결과는 <표 V-10>에 정리되어 있다. 기술보증기금, 신용보증기금, 중소기업진흥공단 모두 중소기업을 지원했을 경우 지원 기업이 비지원 기업 대비 2기 동안 총자산영업이익률이 유의하게 감소되므로, 도전적 연구개발 촉진과 부합하지 않는 방향으로 볼 수 있다.

<표 V-10> 정책금융의 총자산영업이익률 2기 효과

(단위: 백만원)

구분	ROA 2기효과	ROA 2기효과	ROA 2기효과	ROA 2기효과
	정책금융 지원	기보지원	신보지원	중진공 지원
전기 정책금융 지원 여부	-2.715*** (0.219)			
2기 전 매출액	-0.000423*** (2.17e-05)	-0.000420*** (3.19e-05)	-0.000446*** (2.23e-05)	-0.000397*** (3.02e-05)
2기 전 총자산	0.000242*** (2.99e-05)	0.000157*** (3.89e-05)	0.000224*** (3.08e-05)	0.000156*** (3.63e-05)
2기 전 영업이익	-0.00721*** (8.33e-05)	-0.00645*** (0.000108)	-0.00655*** (8.65e-05)	-0.00574*** (9.85e-05)
2기 전 산업중소기업 평균총자산	0.000321 (0.000214)	4.77e-05 (0.000277)	0.000285 (0.000211)	-0.000194 (0.000264)
2기 전 산업중소기업 평균매출액	-0.000867*** (0.000323)	-0.00106** (0.000482)	-0.000672** (0.000331)	-0.000577 (0.000467)
2기 전 산업중소기업 평균영업이익	0.00402** (0.00191)	0.00366 (0.00261)	0.00236 (0.00201)	0.00269 (0.00257)
2기 전 산업중소기업 평균연구개발비	0.00318* (0.00179)	0.00468* (0.00253)	0.00453** (0.00185)	0.00295 (0.00250)
2기 전 산업중소기업 평균총자산영업이익률	-0.355*** (0.0498)	-0.374*** (0.0702)	-0.253*** (0.0541)	-0.276*** (0.0735)
2014년	-0.737*** (0.106)	-1.202*** (0.164)	-0.594*** (0.114)	-1.100*** (0.169)
2015년	-1.341*** (0.131)	-1.893*** (0.203)	-1.072*** (0.140)	-1.724*** (0.207)
전기 기보지원 여부		-2.561*** (0.457)		
전기 신보지원 여부			-2.866*** (0.263)	

〈표 V-10〉의 계속

(단위: 백만원)

구분	ROA 2기효과	ROA 2기효과	ROA 2기효과	ROA 2기효과
	정책금융 지원	기보지원	신보지원	중진공 지원
전기 중진공 지원 여부				-2,108*** (0.591)
상수	8,623*** (1,107)	9,826*** (1,599)	7,035*** (1,152)	8,310*** (1,588)
관측치 수	598,352	379,274	484,149	327,043
결정계수	0.032	0.027	0.033	0.031
회사 수	274,780	192,741	234,920	174,901

주: 1. () 안 숫자는 표준오차임
2. 유의도: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

자료: 한국기업데이터(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

이와 같은 결과는 크게 우려스러운 결과로 볼 수 있으므로 지원기관, 특히 기술보증기금의 성과관리체계에 대해서 검토해 볼 필요가 있을 것이다. 〈표 V-11〉은 기술보증기금의 기금평가 시 고려되는 사안들에 대한 총괄 요약표이다.

〈표 V-11〉 기술보증기금 기금운용평가 총괄요약표

❖ 총괄 요약표

평가 범주	지표명	비계량		계량	
		가중치	등급	가중치	득점
경영 관리	1. 경영전략 및 사회공헌				
	(1) 전략기획	5	B ⁺		
	(2) 경영개선	3	B ⁺		
	(3) 리더십			2	1,926
	(4) 열린 혁신			1.5	1,335
	(5) 경영정보공시			1.5	1,500
	(6) 정부권장정책			6	5,543
	2. 업무효율				
	(1) 사업수행효율성			1	1,000
(2) 업무효율성			1	1,000	

〈표 V-11〉의 계속

❖ 총괄 요약표

평가 범주	지표명	비계량		계량	
		가중치	등급	가중치	득점
경영 관리	3. 조직 및 인적자원관리	4	B ⁰		
	4. 재무예산관리				
	(1) 예산관리(관리업무비)	3	B ⁺		
	(2) 자구노력 이행성과	2	B ⁰		
	(3) 부채감축 달성도			1	1,000
	(4) 중장기 재무관리계획			1	0,906
	(5) 자금운용관리 및 성과			5	3,647
	5. 보수 및 복리후생 관리				
	(1) 보수 및 복리후생	6	B ⁰		
	(2) 총인건비관리			3	3,000
(3) 노사관계	4	B ⁺			
주요 사업	1. 기술금융지원사업				
	(1) 기술기업의 일자리 창출 성과			10	10,000
	(2) 데스밸리 극복 기여도			7	7,000
	(3) 보증기업의 사고율 관리			4	3,158
	(4) 기술금융지원사업 성과관리의 적정성	12	B ⁰		
	2. 기술평가사업				
	(1) IP 및 R&D 평가를 통한 특허사업화 촉진 성과			7	6,407
	(2) 기술평가사업 성과관리의 적정성	4	C		
	3. 구상권관리사업				
	(1) 실태중소기업의 재지원 및 구상권 회수 확대			4	4,000
(2) 구상권관리사업 성과관리의 적정성	2	D ⁰			
경영관리와 주요사업 합계		45		55	

자료: 기획재정부(2018), p. 326

이 중 눈여겨 볼 지표는 기술금융지원사업의 ‘(3) 보증기업의 사고율 관리’이다. 이는 보증한 기업의 채무불이행 가능성에 관한 지표인데, 도전적 연구개발의 지원보다는 안정적 연구개발을 촉진하는 지표라고 볼 수 있다.

물론 해당 지표를 제외한다고 해서 기업의 도전적 연구개발이 촉진되는 것은 아닐 수도 있지만, 해당 지표의 존재는 도전적 연구개발 촉진을 저해하는 요소라고 판단하기에는 큰 무리가 없을 것이다.

참고로 <표 V-12>는 정책금융 1기 전 지원 여부를 나누어 살펴본 연구개발비 평균과 표준편차를 계산한 것인데, 통제하지 않은 단순 비교이지만 평균은 유사함에도 지원받은 쪽의 연구개발비 표준편차는 상당히 작음을 확인할 수 있다. 이는 역시 도전적인 투자행태와는 거리가 있는 결과로 볼 수 있을 것이다.

<표 V-12> 정책금융 지원 여부와 편차 및 평균

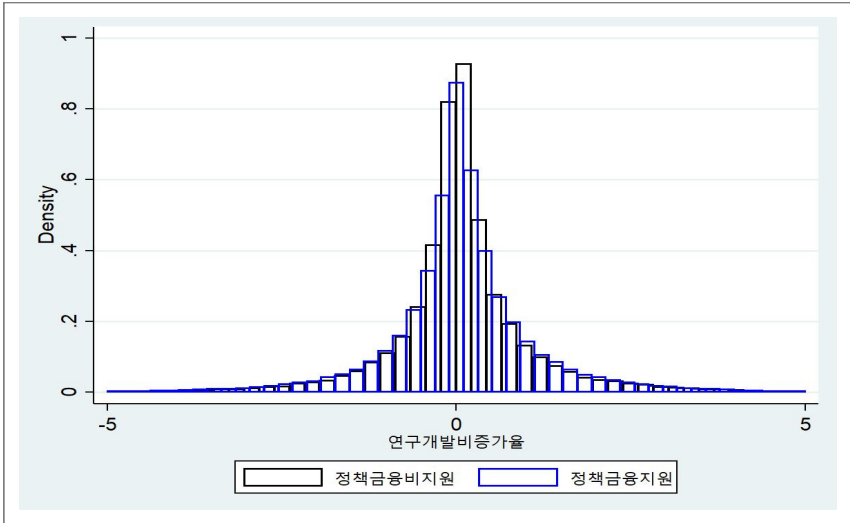
(단위: 백만원)

연도	1기 전 지원 여부	연구개발비 평균	연구개발비 편차
2012	O	211.91	467.29
	X	222.86	733.11
2013	O	206.91	446.47
	X	211.26	613.25
2014	O	189.01	435.62
	X	190.16	623.15
2015	O	161.40	396.61
	X	158.03	564.46

자료: 한국기업데이터(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

[그림 V-2] 정책금융 지원 여부와 연구개발비 증가율 분포

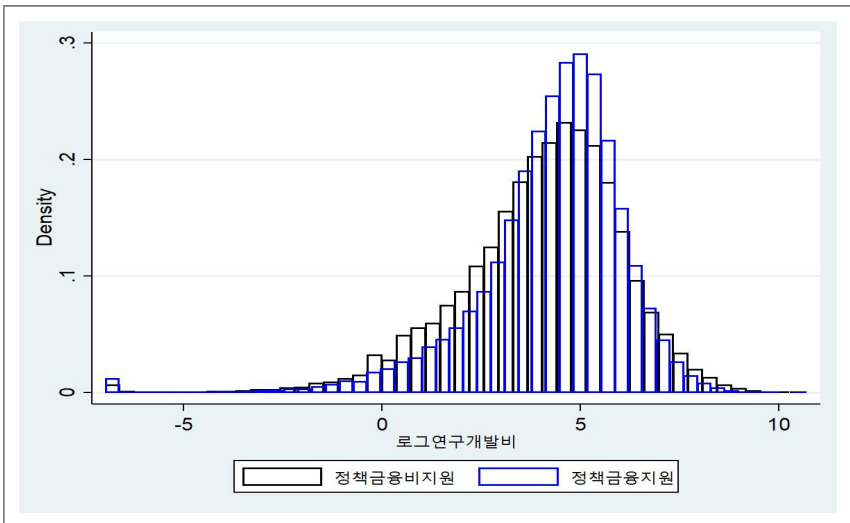
(단위: 백만원)



자료: 한국기업데이터(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

[그림 V-3] 정책금융 지원 여부와 로그연구개발비 분포

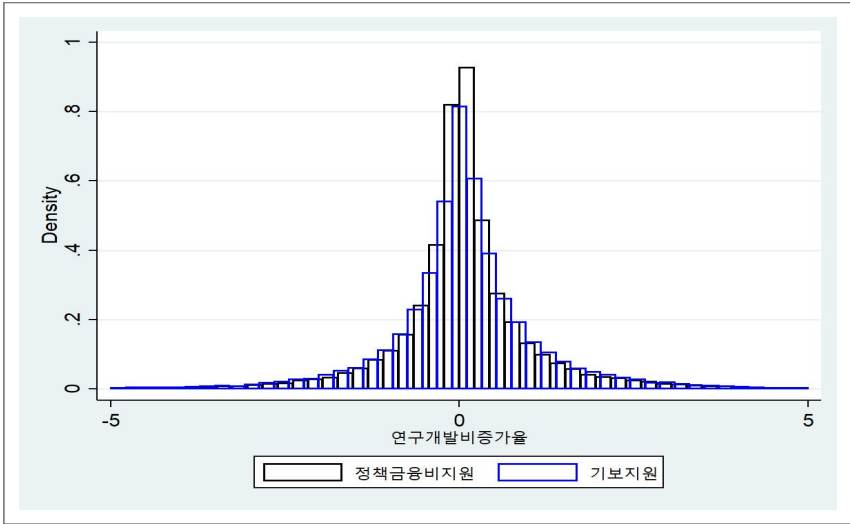
(단위: 백만원)



자료: 한국기업데이터(2020); 신용보증기금(2016); 기술보증기금(2016); 중소기업진흥공단(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

[그림 V-4] 기보 지원 여부와 연구개발비 증가율 분포

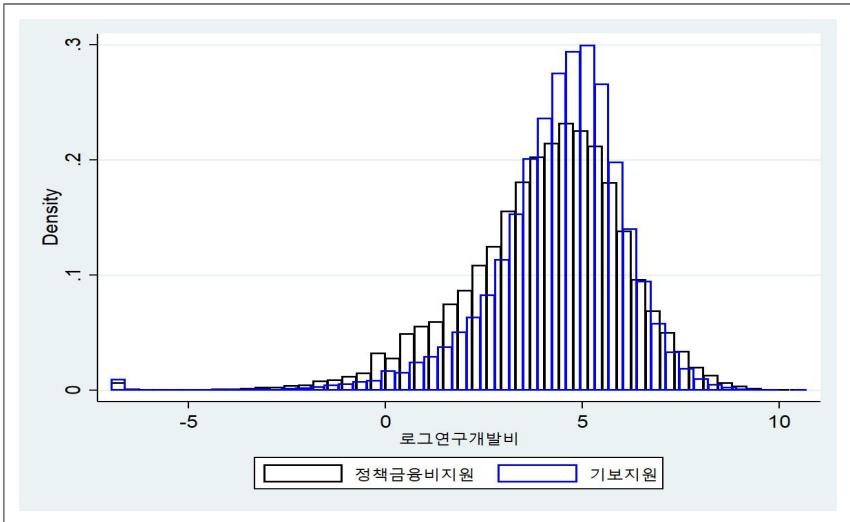
(단위: 백만원)



자료: 한국기업데이터(2020), 기술보증기금(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

[그림 V-5] 기보 지원 여부와 로그연구개발비 분포

(단위: 백만원)



자료: 한국기업데이터(2020); 기술보증기금(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

4. 공공조달이 총자산영업이익률에 최종적으로 미친 영향

다음으로는 공공조달 정책이 총자산영업이익률에 최종적으로 미친 영향에 대해 살펴보자. 추정결과는 <표 V-13>에 정리되어 있다. 공공조달에서는 정책금융에서 확인되는 수익성 감소효과가 발생하지 않고 있어, 정책금융 대비 수익성 면에서는 보다 우월한 정책효과를 보였다고 평가할 수 있다.

<표 V-13> 공공조달의 총자산영업이익률 2기 효과

(단위: 백만원)

구분	(1) 공공조달여부
전기 공공조달 여부	0.015 (0.3769)
2기 전 매출액	-0.004*** (0.0002)
2기 전 총자산	0.0002*** (0.00003)
2기 전 영업이익	-0.0072*** (0.0008)
2기 전 산업중소기업 평균총자산	0.00031 (0.00021)
2기 전 산업중소기업 평균매출액	-0.00087*** (0.00032)
2기 전 산업중소기업 평균영업이익	-0.0040** (0.019)
2기 전 산업중소기업 평균연구개발비	-0.0035* (0.0018)
2기 전 산업중소기업 평균총자산영업이익률	-0.3473*** (0.050)
2014년	-0.8106*** (0.1063)
2015년	-1.47*** (0.050)
상수	7.18*** (1.10)
관측치 수	598,352
회사 수	274,780
결정계수	0.032

주: 1. () 안 숫자는 표준오차임

2. 유의도: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

자료: 한국기업데이터(2020); 조달청(2016) 자료를 연계하여 저자가 직접 추정한 표임

5. 소결

실증분석 결과, 정부가 중소기업 정책금융을 통해 기업의 연구개발비를 증가시킨다는 목적과는 거리가 있는 결과들이 도출되었음을 확인할 수 있다. 특히, 기술보증기금에서 부정적인 영향이 두드러지게 나타난 점은 추가 확인이 필요한 부분이다. 이는 기술보증기금의 지원 대상 선정 이전에 연구개발비를 늘리고, 선정 이후 줄이는 조정효과가 나타났거나, 지원받은 기업들의 도덕적 해이가 발생하고 있을 가능성이 있다고 볼 수 있다.

다음으로 중소기업 정책금융 제공 시 지원 기업의 총자산영업이익률은 유사 비지원 기업 대비 감소함이 확인되고 있으므로²⁰⁾ 지원 기업들에서 도전적 연구개발이 수행되고 있을 가능성이 낮다고 평가할 수 있다. 다만, 공공조달의 경우 정책금융에서 발생하는 부작용이 확인되지 않아, 정책금융에 비해 연구개발 및 수익성에 미치는 효과가 더 우월한 것으로 판단할 수 있다.

또한 중소기업에 국한할 경우 2011~2015년의 연구개발비 확대는 기업성과의 개선에 큰 도움을 주지 못하고 있음을 확인하였다. 특히, 연구개발비를 더 투입한 기업의 수익성이 더 부정적으로 나타난 점은 많은 우려를 갖게 하는 결과이다.

참고로 앞선 제Ⅲ장에서의 이론분석과 연계하여 살펴보면 기술보증기금 등 정책금융기관은 전형적인 공공부문 principal이라고 볼 수 있다. 즉, 정책금융기관은 정치적 이유나 불용예산의 문제 등이 존재하여 지원규모나 예산이 사실상 이미 정해져 있는 경우가 많아 지원규모를 줄이기 어려우며 고성과에 대한 보상에 상한이 존재하는 성격을 갖는다. 높은 연구개발 성과를 거둔 기업의 경우에도 시장 이자율보다 낮은 정책금리를 제공하는 이상의 보상을 제공하기 어렵기 때문이다. 이와 같이 본다면 본 실증분석 결과는 공공부문 principal이 도전적 연구개발이 아닌 안정적 연구개발을 유도한 결

20) 참고로 중소기업 지원정책이 지원받은 기업의 수익성이나 생산성에 오히려 악영향을 미친다는 사실은 처음 접하는 독자들에게는 놀라운 사실일 수 있지만, 이는 시기와 정책, 성과지표와 방법론에 무관하게 지속적으로 강건성이 확인되어 온 사실이다. 장우현 외 (2014); 장우현(2016); 장우현(2019) 등을 참고하라.

과일 가능성이 있다는 점에 유의할 필요가 있다. 만일 기술보증기금과 같은 공공부문이 개입하지 않았을 경우에는 오히려 도전적 연구개발이 이뤄졌을 가능성이 이론적으로 확인되기 때문이다.

이상의 실증분석 결과를 기초로 소결을 정리하면 다음과 같다. 무엇보다도 중소기업들이 연구개발 성과를 거둘 수 있도록 돌파구를 마련할 필요가 있을 것이다. 특히 도전적 연구개발을 촉진한다면 평균적 생산성은 향상되어야 하므로 중소기업의 연구개발에 있어서도 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 노력이 요구된다 하겠다. 이를 위해서는 우선 정책금융기관의 공공부문 principal로서의 성격을 완화할 필요가 있다. 즉, 가능한 한 정책금융이나 공공조달 지원규모 또는 예산규모를 사전적으로 정해 놓고 집행하는 것을 지양하고 만일 성과가 없을 것으로 예상된다면 규모를 축소해 집행할 수 있도록 제도적인 개선을 모색할 필요가 있다. 또한 고성능 연구개발기업에 대해서는 추가적인 인센티브를 제공할 수 있도록 제도를 정비할 필요가 있을 것이다. 기금의 성과관리 차원의 접근에 있어서는 앞서 살펴본 것처럼 기술보증기금의 성과지표 중 보증기업의 사고율 관리 등 오히려 안정적 연구개발을 촉진하는 지표를 제외하여 관리할 필요가 있을 것이다.

특히, 대기업·중견기업과 중소기업 간 생산성 격차를 줄이는 것이 미래 경제 전략의 주요 부분임을 감안하여, 연구개발 성과가 나오지 않고 있는 요인을 적극적으로 찾아 해결할 필요가 있다. 자금이나 판로를 지원하는 기존의 방식이 의도한 대로 잘 작동하지 않았다는 점을 고려하여 정책을 심화할 필요가 있는 상황이라고 볼 수 있을 것이다.

VI. 정책 제언

우리는 이상의 검토를 통해 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 실패를 용인하기보다 높은 성과에 대한 충분한 보상이 이뤄질 필요가 있음을 확인했다. 흔히 지적되는 것처럼 연구개발의 낮은 실패율은 도전적 연구개발이 이뤄지지 않았다는 일종의 정황 증거가 될 수는 있으므로 연구개발의 낮은 실패율은 정보 차원에서 예의 주시할 필요는 있을 것이다. 그러나 정책 관리 대상으로 볼 때 실패율이 적절한 성과지표가 아니라는 사실은 중요하다. 과소한 도전적 연구개발이 발생하게 되는 비대칭적 정보 상황에서 개별 연구 프로젝트의 실패는 노력을 기울이지 않고 도덕적 해이를 일으킬 경우에도 발생하기 때문에 실패를 높인다고 해서 반드시 가치 있는 도전적 연구과제의 연구를 촉진한다고 볼 수 없기 때문이다.

오히려 본 연구의 이론 분석에서 확인할 수 있듯이 연구 의뢰자가, 연구자가 실패했을 때의 보수 수준을 보장할 경우 연구자와 연구 의뢰자가 도전적 프로젝트가 아닌 안정적 프로젝트를 선택하는 균형이 결과로 나타날 수 있다는 점은 중요한 발견이다. 확인한 것처럼 정책 현장에서는 실패를 용인하는 형태로 정책을 변경해 가고 있는데, 해당 정책이 오히려 도전적인 프로젝트의 채택을 저해하는 요인으로 작용할 수도 있기 때문이다. 이처럼 높은 실패율은 그 자체로는 도전적 연구과제 수행을 식별할 수 없는 지표라고 볼 수 있기 때문에, 실패율의 경우 성과의 관리 대상이 되기는 어렵다 하겠다.

연구개발에 있어 고성과에 대한 충분한 보상이 이뤄지지 않는다면 도전적 연구개발을 촉진할 수 없다는 점이 이론적으로 확인된 점은 중요하다. 현재 우리 정부의 성과관리체계나 부처유인체계, 연구자 유인체계에 있어 중장기적인 관점에서의 고성과 관리가 잘 이뤄지고 있는지 검토하고 만일 부족한 부분이 있다면 개선해 나가야 할 것이기 때문이다. 특히 기초연구, 응용연

구, 실용화 연구 등 각 단계 및 유형별로 성과에 대한 보상을 다르게 가져갈 필요가 있기 때문에 향후 도전적 연구개발의 촉진에 있어서는 고성과자 보상에 대해 특히 유의해 접근할 필요가 있다 하겠다.

이와 같은 기준으로 볼 때에 과학기술정보통신부의 성과계획서 등을 검토해 보면 정부의 연구개발 관련 성과관리체계에 고성과에 대한 보상을 촉진하는 요소가 충분하지 못하며, 특정 경우에는 오히려 도전적 연구개발을 저해할 수 있는 방향으로 구성되어 있음을 확인하였다. 이를 확인하기 위해 기업을 대상으로 한 연구개발지원 중 정책금융에 대한 성과지표 분석과 실증분석을 진행한 결과, 연구개발을 촉진하기 위한 정책금융 지출의 경우에도 정책금융이 제공될 경우 오히려 해당 기업의 연구개발비는 감소하고 있으며 최종적으로도 정책금융 지원은 기업의 수익성을 저해하고 있다는 사실을 확인할 수 있었다. 이는 분포의 편차는 클 수 있더라도 평균 수익률은 개선되는 모습을 보여야 하는 도전적 연구개발과는 상당한 거리가 있는 결과라고 평가할 수 있다. 기술보증기금의 성과지표에 기금의 고성과나 기업의 고성과를 보상하는 지표는 존재하지 않는 반면, 대위변제율 등 오히려 안전을 추구하게 하는 지표로 구성되어 있다는 점을 확인하여, 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 부처와 기금 등 각종 성과지표부터 고성과 보상 위주로 개편할 필요가 있음을 제안하고자 한다.

도전적 연구과제를 촉진하기 위해서는 다양한 노력이 필요하겠지만, 가장 우선적으로는 정부의 성과관리체계부터 개선할 필요가 있을 것이다. 정부가 정책 자체의 안정적인 관리를 주된 정책목표로 한다면 도전적인 연구개발을 촉진할 수 없음은 어쩌면 당연한 결과라고 볼 수 있을 것이기 때문이다. 연구개발과 관련된 예산과 기금관리, 공기업 관리에 있어 성과의 편차는 높으나 성과의 평균은 높은 연구개발을 유도할 수 있는 성과지표를 선정할 수 있도록 전면적으로 검토하고, 적어도 도전적 연구개발을 저해하는 성과지표는 제외할 수 있도록 노력할 필요가 있을 것이다.

다음으로는, 고성과에 대한 보상제도를 강화할 필요가 있다. 먼저 기초단계의 연구개발은 상대적으로 연구에 시간이 더 오래 걸리고 성과에 대한 인

정과 파급 속도도 늦다는 점을 고려하여 장기적으로 공공적인 큰 규모의 인센티브를 부여하는 것이 도움이 될 것이다. 익히 알려진 것처럼 과학계에는 이미 이상적이며 효과적이었던 기초단계 연구개발 촉진 사례가 있는데, 노벨상의 사례를 들 수 있을 것이다. 비록 노벨상은 정부 차원에서 기획된 것은 아니지만 공공적인 이익을 위한 재단 설립을 통해 이뤄진 사업으로 볼 수 있다. 노벨상의 경우 지원자의 연구 도전성을 사전적으로 검토하지도 않고 관련 연구들의 실패율을 관리하지도 않지만 높은 성과에 대해 도입 초반에는 높은 직접적인 금전적 보상을 제공하고 최근에는 노벨상 수상에 따른 명예와 간접적인 금전 보상을 제공하여 그 목적을 충실히 달성하고 있다.

이와 관련한 보다 구체적인 제언으로 기초연구와 관련해서는 정부나 공익 재단 중심으로 노벨상과 일반적인 포상의 중간 단계에 해당하는 연구개발 관련 포상제도를 마련할 수 있을 것이며, 이와 같은 제도들은 많으면 많을수록 인센티브가 될 수 있기 때문에 부처 수준, 정책 수준, 기관 수준에서 다양하게 갖춰나갈 것을 고려할 수 있을 것이다.

응용단계의 경우 기초연구와 같은 공공성을 갖는 금전적 보상이나 명예 보장을 병행하되, 실제 실용화 단계까지 연결되어 사업화될 경우 사업화의 수익을 나눌 수 있도록 제도적으로 보장하는 방안을 확대할 필요가 있다. 단순히 특허만을 보장하는 것은 실제 사업화가 안 되는 특허의 양만을 늘일 수 있다는 점에서 추가적인 연구가 필요한데, 특히 사업화가 성공한 연구개발의 경우를 분류하여 해당 연구를 역추적하여 분석하면 기여한 연구자들에 대한 식별과 보상방안을 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

마지막으로 실제 사업화 단계에서의 연구개발은 기본적으로 사업이 성공할 경우 특허 등 지적재산권으로 보호되는 부분이 상당히 있기 때문에 다른 단계의 연구개발에 비해서는 상대적으로 추가적인 제도적 보완이 필요한 부분은 적을 것으로 판단된다. 다만, 사업화를 촉진하기 위해 지원하는 정부기관들의 성과관리체계는 오히려 개별 기업의 사업화 단계에서 그 역할이 더 중요하다고 보아야 할 것이므로 해당 체계를 고성과 관리 위주로 전환할 필요성에 주목할 필요가 있다. 앞서 살펴본 것처럼 중소기업을 지원하는 주요

수단인 정책금융을 수행하는 기금 및 기관을 평가함에 있어 오히려 실패를 피하기 위한 안정적인 연구과제를 선택하게 할 수 있는 사고율 등의 지표를 사용하기보다 지원 기업들 중 지원에 따른 연구개발 성과를 통해 대기업 또는 중견기업으로 성장한 기업의 수, 연구개발 성과를 통해 예외적으로 높은 생산성과 수익성을 달성한 기업의 수 등 고성과 달성과 관련한 지표를 활용하는 것이 사업화 단계에서의 도전적 연구개발을 촉진하는 데에 더 도움이 될 것이다.

고성과 보상에 있어서 한 가지 추가적으로 고려해야 할 중요한 요소는, 단기와 중기, 장기에 따른 보상체계 마련이다. 단기에도 고성과가 이뤄지는 연구개발 영역이 있겠지만 고성과의 특성상 고성과는 중기와 장기에 거쳐 성과가 확인되는 상황이 더 일반적이라고 볼 수 있을 것이기 때문에, 1년 단위의 평가 등 단기 평가에 따른 보상체계만으로는 충분한 고성과 보상을 이룰 수 없다고 볼 수 있다. 3~5년의 중기, 5년 이상의 장기 성과 평가에 따른 보상체계도 함께 구축되어야, 성과 중심의 평가가 단기성과만을 유도하여 높은 수준의 노력이 들지만 장기적인 효과를 지닌 연구개발과제 추진을 저해한다는 우려를 완화할 수 있을 것이다.

VII. 결 론

대한민국은 지난 60여년 간 유례를 찾기 힘든 성공적인 경제성장 과정을 거쳐 왔으며, 이와 같은 경제성장 과정에서는 세계에 견주어도 손색 없는 학계와 산업계의 다양한 기술적 성취가 기여한 면이 있었음을 부인할 수 없다. 경제의 고도 성장 초기단계에서 민간의 역량이 부족한 상황에서는 정부가 외부효과를 기대할 수 있는 기술개발을 공적으로 지원한 것이 유효했을 것임은, 비록 당시 자료가 충분히 갖춰져 있지 않아 미시 차원에서 실증적으로 분석하는 것은 힘들더라도 어렵지 않게 짐작할 수 있다. 이의 연장선상에서, 현재 국가 기술개발 투자 수준도 세계 선두권을 다투는 수준에서 지출되고 있다는 점도 투입 측면에서는 고무적인 일이라고 볼 수 있다.

그러나 아직까지는 우리의 연구개발이 모든 분야에서 세계적으로 경쟁력을 확보하고 있는 것은 아니며, 특히 기초과학과 원천기술을 중심으로 만족스럽지 못한 부분이 있음은 지속적으로 지적되어 왔다. 투입은 많은데 결과적으로 투입된 재정의 가치에 걸맞은 결과가 도출되고 있는지에 대해서도 다양한 논란이 있다.

이와 같은 문제의식 중에는, 우리 연구개발 과제들이 안정성 위주로 선택되어 실패 확률이 있더라도 높은 성과를 거둘 수 있는 도전적인 연구과제들이 충분히 선정되지 않고 있다는 지적이 있다. 실제 다양한 연구개발에 있어 성공률이 높게 나타나고 있는 점은 이와 같은 지적의 타당성을 간접적으로 입증하는 증거로 볼 수 있다.

본 연구에서는 이와 같은 문제의식에 기반하여 우리나라에서 도전적 연구개발을 촉진하기 위해 중요한 요인에 대해 이론적으로 검토해 보았으며, 연구개발과 관련된 재정성과평가체계를 검토하는 한편, 실증적으로 정부가 중소기업에 제공한 자금 보증, 그중에서도 특히 기술기업에 제공한 자금보증의

사례를 검토하였다.

이론적 검토 결과, 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 실패를 용인하는 방향보다 고성과에 대해 충분히 보상하는 방향이 더 중요하다는 사실을 확인할 수 있었다. 결과적으로 낮은 성과에 대해 기본적인 보상을 높일 경우 사전적으로 도전적인 연구보다는 안정적인 연구가 균형으로 도출되는 상황이 확인되었고 연구자의 높은 성과에 대한 보상 수준을 특정 수준 이하로 제약할 경우 역시 도전적인 연구보다는 안정적인 연구가 도출됨을 확인할 수 있었다. 또한 예산을 소진해야 하고 고성과에 대한 보상을 하기 어려운 공공부문 principal이 존재할 경우, 민간부문의 도전적 연구개발을 구축할 가능성이 있음도 확인하였다.

제도적 분석 결과, 연구개발과 관련한 재정성과관리체계에 있어 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 성과지표가 확인되는 경우가 드물며, 특히 본 연구에서 제시하고 있는 대안인 고성과자에 대한 특별한 보상체계는 확인하기 어려워 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 재정성과관리체계 자체의 개선이 요구됨을 확인할 수 있었다.

정부의 주요 기업지원 재정정책 수단 중에서 정책금융과 공공조달 정책과 관련한 실증분석 결과, 정부의 정책금융을 지원받은 기업들, 특히 기술기업을 중심으로 지원되는 기술보증기금의 지원을 받은 기업들의 경우 오히려 지원을 받지 않은 유사 기업에 비해 연구개발비 지출을 줄인다는 사실을 확인할 수 있었다. 일반적으로 연구개발비를 증가시킨 중소기업들의 생산성 증가도 연구개발비를 증가시키지 않은 경우에 비해 오히려 평균이 낮아지는 것으로 나타나 평균적으로 고성과가 특징인 도전적 연구개발이 충분히 이뤄지지 않고 있을 가능성이 높음을 확인할 수 있었다. 공공조달 정책의 경우는 정책금융에 비해서는 음(-)의 효과는 발생하지 않았지만, 정책이 연구개발을 촉진하여 지원받은 기업들의 수익성을 향상시켰다는 증거는 역시 확인하기 어려웠다.

이와 같은 결과를 기초로, 연구개발과 관련해 가장 높은 성과를 보여야 했으나 반대로 가장 안 좋은 결과가 나왔던 기술보증기금과 관련하여 정부

의 기술보증기금평가지표를 검토한 결과 정부의 관리지표 자체가 자금 회수와 관련한 안전성 위주 지표로 되어 있고 지원받은 기업의 고성과 연구개발과 생산성 제고 관련 지표는 존재하지 않았다. 이는 본 연구에서 이론적으로 확인한 공공부문 principal의 비효율성 가능성과 제도적으로 확인한 기존의 재정성과관리체계의 미흡함이 실제 실증적 성과의 미흡함과 함께 관찰된 것이어서 일관적인 결과라고 볼 수 있다.

본 연구에서 도전적 연구과제에 대한 경제학적 정의를 제시하고 해당 정의의 기준으로 도전적 연구과제를 촉진하기 위해서는 실패를 용인하기보다 고성과에 대한 보상을 강화할 필요가 있다는 점을 이론적으로 제시했다는 점은 최초의 시도 중 하나라는 점에서 의미가 있을 것이다. 그리고 정책금융과 조달청 내자자료 전수자료 및 한국기업데이터의 연구개발비 DB를 활용하여 주요 정책수단의 제공이 중소기업들의 연구개발비 변동에 미치는 영향을 분석했다는 점도 연구의 기여로 볼 수 있을 것이다. 기술보증기금과 같이 연구개발을 촉진하기 위해 설립된 기금의 지원을 받았을 때 연구개발비를 줄인다는 점을 확인한 점은 시급히 개선될 필요가 있는 발견이라고 볼 수 있다.

그러나 본 연구는 도전적 연구개발을 명시적으로 고려한 최초의 연구 중 하나이기 때문에, 아직 부족한 점이 많은 것이 사실이다. 이론 분석에 있어서는 개별 조건의 검토를 넘어 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 메커니즘의 설계 등 분석을 심화할 필요가 있으며, 실증분석에 있어서는 수단 면에서 대출이나 보증, 공공시장 제공 외에도 출자나 일반보조금 등의 분석을 추가로 진행할 필요가 있을 것이다. 부족한 연구이지만 본 연구에서 확인한 내용들과 제기한 문제들이 향후 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 재정지출전략을 수립하고 재정성과 관리에 참고가 되어 우리나라가 기존의 장점인 빠른 추격자 모형(fast follower model)에 기술선도자(first mover) 모형을 추가하고 지속가능한 성장을 이끌어나가는 데 작은 도움이 되기를 기대한다.

참고문헌

- 과학기술정보통신부, 「창의도전형 과제평가도입, 성공 / 실패 판정 없앤다」, 보도자료, 2017. 12. 9.
- 기술보증기금, 「기술보증기금 지원이력 2010~2015」, 기술보증기금 내부자료, 2016.
- 기획재정부, 「2017년도 준정부기관 경영실적 평가보고서-기금관리형」, 2018.
- 대한민국정부, 「2020년 성과계획서(과학기술정보통신부)」, 대한민국정부, 2019.
- 신용보증기금, 「신용보증기금 지원이력 2010~2015」, 신용보증기금 내부자료, 2016.
- 장우현 · 양용현 · 우석진, 『중소기업 지원정책의 개선방안에 관한 연구(Ⅱ)』, 연구보고서 2014-10, 한국개발연구원, 2014.
- 장우현, 「창업중소기업 금융지원의 성과평가와 개선방향: 정책금융을 중심으로」, KDI 연구보고서 2016-13, 2016, pp. 13~64.
- 장우현, 「중소기업 재정지원 빨대효과 완화를 통한 대중소기업간 협업생태계 개선 제언」, 재정포럼 2019년 8월호, 한국조세재정연구원, 2019.
- 중소기업진흥공단, 「중소기업진흥공단 지원이력 2010~2015」, 중소기업진흥공단 내부자료, 2016.
- 조달청, 「조달지원이력 2010~2015」, 조달청 내부자료, 2016.
- 한국기업데이터, 「한국기업데이터 자료 2010~2018」, 2020.
- 한국조세재정연구원, 「한국조세재정연구원 기업생태계자료」, 내부자료, 2020.
- Holmström, B., “Moral Hazard and Observability,” *Bell Journal of Economics*, 10(1), 1979, pp. 74~91.
- Holmström, B. and P. Milgrom, “Multi-Task Principal Agent Analyses:

- Incentive Contracts, Asset Ownership, and Job Design,” *Journal of Law, Economics, & Organization*, 7(Sp), 1991, pp. 24~52.
- Holmström, B. and P. Milgrom, “The Firm as an Incentive System,” *American Economic Review*, 84(4), 1994, pp. 972~991.
- Jensen, M. and W. Meckling, “The Theory of the Firm, Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure,” *Journal of Financial Economics*, 3(4), 1976, pp. 305~360.
- Kim, S. K., “Efficiency and Information System in an Agency Model,” *Econometrica*, 63(1), 1995, pp. 89~102.
- Laffont, Jean-Jacques and David Martimort, *The Theory of Incentives I: The Principal-Agent Model*, Princeton University Press, 2002.
- Milgrom, P., “Good News and Bad News: Representation Theorems and Application,” *Bell Journal of Economics*, 12(2), 1981, pp. 380~391.
- Mirrlees, J., “The Theory of Moral Hazard with Unobservable Behavior: Part I,” Mimeo, 1975.
- Mirrlees, J., “The Theory of Moral Hazard with Unobservable Behavior: Part I,” *The Review of Economic Studies*, 66(1), 1999, pp. 3~22.
- Tirole, J., “Incomplete Contracts: Where Do We Stand,” *Econometrica*, 67(4), 1999, pp. 741~782.

도전적 연구개발 촉진을 위한 재정정책 방향에 관한 연구

장우현 · 방세훈

본 연구에서는 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 재정정책 방향을 모색하기 위해, 도전적 연구개발이 갖춰야 할 조건에 대해 검토하여 도전적 연구개발의 정의를 제시하였다. 이를 기초로 이론 검토와 분석을 통해 도전적 연구과제를 촉진하기 위한 유인체계에서 고려해야 할 요소, 그리고 성과평가체계의 개편방향에 대해 모색해 보았다. 또한 과학기술정보통신부의 성과계획서와 국가연구개발평가시스템 제도 확인을 통해 현재의 재정성과 관리에 있어 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 제도적 여건이 마련되어 있는지 확인하였으며, 실증분석에서는 정부의 정책금융 지원과 공공조달시장 제공 정책이 기업의 연구개발비에 미친 영향, 기업의 연구개발비 증가가 기업의 수익성에 미친 영향 등을 다각도로 분석하여 정부의 정책이 도전적 연구개발을 촉진하고 있는지에 대해 확인하고 정책적 함의를 도출하였다.

본 연구에서는 다음과 같이 도전적 과제를 정의하였다. 본 연구에서의 도전적 연구개발은 ① 본인(principal)인 국민 또는 공공기관이 대리인(agent)인 기업 또는 개인 연구자에게 연구를 의뢰하는 상황에서 ② 연구 속성상 대리인이 어떤 노력 수준을 선택하더라도 실패의 가능성이 있어 연구가 실패했을 경우에도 국민은 실제 대리인이 투입한 노력 수준을 유추할 수 없고 ③ 만일 대리인이 최선의 노력을 기울일 경우 차선의 대안보다 더 높은 기댓값을 도출할 수 있는 연구이다. 이 정의는 도전적 연구개발을 이끌어내기

힘든 가장 주요한 원인이 연구자의 노력 수준을 관찰할 수 없는 정보 비대칭성에 있음을 명확히 하고 있으며, 도전적 연구개발에 있어 실패율 자체가 반드시 중요한 것은 아니라는 점을 반영하고 있다는 점에서 장점이 있다. 현재 학계나 현장에서는 도전적 연구개발을 논함에 있어 높은 실패율을 강조하는 경향이 있지만, 실패율이 높다고 해도 그 기뻐함이 크지 않다면 무모한 연구개발로 사회적으로 반드시 바람직한 과제라고 볼 수 없음을 반영한다.

다음으로는 앞서 정의한 성격을 지닌 “도전적인 프로젝트”와 상대적으로 노력 필요 수준이 낮아 도전성이 낮은 “안정적인 프로젝트”를 모형화한 기초적인 연구개발 계약 모형을 수립하고 도전적 연구개발을 저해하는 요인들에 대해서 이론적으로 분석해 보았다. 분석 결과, 도전적 연구개발 보상체계에 상한 제약이 생겼을 경우 principal은 agent가 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 충분한 유인을 제공하는 것이 불가능한 상황이 발생할 수 있음을 확인하였다. 이 경우, 사회적으로는 “도전적 프로젝트”가 선택되는 것이 최선임에도, principal은 최소 보상을 고정보수로 제시하고 agent는 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형으로 나타나게 된다. 따라서 principal이 제시할 수 있는 보상체계의 상한 제약을 완화하여 프로젝트 성공에 따른 보상이 충분한 수준으로 이루어지게 하는 것이 사회적으로 보다 바람직한 결과를 가져오게 된다. 한편, 보상체계에 하한 제약이 생겼을 경우에도, agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하기 위해 principal이 감수해야 하는 기대비용이 최대 기대비용보다 커지게 되어, principal이 agent가 사회 최적인 “도전적 프로젝트”를 선택하도록 유도하는 것을 포기하는 상황이 나타날 수 있다. 이 경우 결국 principal은 agent에게 최소한의 고정보상을 제시하고 agent는 그에 따라 “안정적 프로젝트”를 선택하는 것이 균형 결과로 나타날 수 있다. 따라서 agent의 보상체계 하한 제약(실패보수 보장)을 완화하여 principal의 기대비용을 낮추거나 principal에게 이에 상응하는 충분한 추가적인 보상을 제공하여 principal이 agent의 “도전적 프로젝트” 선택을 유도하는 것이 최적 선택이 되도록 최대 기대비용을 높인다면, principal이 agent의 “도전적 프로젝트”를 유도하는 것이 균형을 이끌어낼 수 있다. 또한 도전적 연구개발의

지원에 있어 정부의 특성과 역할을 고려하기 위해, 현실적으로 예산이 사전적으로 이미 정해져 연구개발을 의뢰하게 되는 공공부문형 Principal과 해당 계약에서 자유로운 민간부문형 Principal이 존재하는 상황을 고려한 결과, 계약이 없는 민간부문형 principal만 존재할 경우에는 도전적 연구개발이 이뤄질 상황에서 공공부문형 principal이 존재함에 따라 오히려 안정적인 연구개발이 선택될 가능성이 있다는 이론적 결과도 확인할 수 있었다. 이는 공공부문이 존재할 경우 민간의 도전적 연구개발을 구축할 이론적 가능성을 보이고 있다는 점에서 중요한 함의를 가진다 하겠다.

이론적 분석에 이어 제도적 분석을 위해 본 연구에서는 기존의 R&D 재정지출과 재정성과관리에 있어 도전적 연구를 촉진하는 요소들이 있는지에 대해 검토해 보았다. 보다 구체적으로, 국가 R&D의 주무부처인 과학기술정보통신부 사업을 중심으로 사업관리체계나 재정성과관리체계에 도전적인 연구를 지원하기 위한 성과지표나 관리체계가 충분히 갖춰져 있는지에 대해 살펴보았다. 검토 결과 재정성과관리체계나 부처의 과제관리체계에 도전적 연구과제에 대한 안배는 충분히 존재하지 않는다는 사실을 확인할 수 있었다. 앞선 분석에서 확인할 수 있었던 고성과자 보상에 대한 관리체계도 미흡했지만, 그에 앞서 도전적 연구과제 관리와 관련한 성과지표가 충분히 설정되어 있지 않는 등 도전적 연구개발 촉진을 위한 인프라가 구축되어 있다고 보기 어려웠다. 기본적으로 정부의 유인체계에 도전적 연구과제의 수행을 촉진할 유인이 존재하지 않는다는 점은, 정부의 유인체계 내에 해당 내용이 담겨져 있어도 실제 도전적 연구과제가 수행되지 않을 가능성이 높다는 점을 고려하면 필요조건이 만족되지 못한 것으로 볼 수 있으므로 그 문제점이 더 크다고 볼 수 있다. 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 기본적으로 정부의 성과관리체계 자체에 도전적 연구개발과 관련한 명시적 조항들을 추가하여 관리할 필요가 있다고 볼 수 있다. 또한, 고성과 연구자에 대한 충분한 보상이 가능하도록 관리체계를 개편할 필요가 있을 것이다.

또한 본 연구에서는 도전적 연구개발에 대한 정의 및 이론분석, 제도분석과 함께, 중소기업의 연구개발 지원에 있어 주요 수단이 되는 정책금융과

공공조달과 관련한 실증분석을 수행하였다. 먼저 정책금융이 연구개발비 지출에 미친 효과에 관한 추정 결과는 상당히 우려스럽다고 평가할 수 있다. 2011년부터 2015년까지의 지원이력을 기업과 연도를 고려한 고정효과 패널 모형으로 분석한 결과, 정책금융을 지원받은 기업은 유사 기업 대비 연구개발비 증분을 줄이고 있음을 확인할 수 있다. 먼저 전체 분석 결과 정책금융 지원 기업은 지원 기업의 평균 연구개발비를 유사 기업 대비 1,654만원 적게 증가시키고 있다. 특히, 기술금융을 주된 목적으로 하는 기관인 기술보증기금의 경우에 이와 같은 현상은 두드러지게 유의한데, 기술보증기금의 경우 지원 기업이 지원받지 않은 유사 기업에 비해 지원 이후 연구개발비 증분을 3,400만원가량 유의하게 감소시키는 것을 확인하였으며, 이와 같은 효과는 1기는 물론 2기간 후에도 강건하게 확인된다는 점도 확인되었다. 지원받은 기업들에 한정하여 금액의 효과를 보아도, 정책금융 100만원이 추가 지원될 경우 연구개발비는 2만 6천원가량 감소함이 확인되었고 기술보증기금의 경우 4만 8천원가량 감소한다는 사실도 확인되었다. 공공조달 정책의 연구개발비 영향에 관한 분석을 수행한 결과, 중소기업 공공조달 참여 여부는 통계적으로 연구개발비 증분에 영향을 준다고 보기 어렵다는 사실을 확인하였다. 이는 공공조달 참여가 정책금융에 비해 연구개발비 왜곡 측면에서는 상대적으로 우월함을 나타낸다고 평가할 수 있다. 정책과 별도로 동일 기간에 연구개발비의 증가가 중소기업의 성과에 미친 영향에 대해 분석해본 결과, 2011년부터 2015년까지의 기간에는 전기 연구개발비를 증가시켰을 경우 총자산은 증가함이 확인되나 영업이익이나 총자산영업이익률 등 수익성에는 오히려 부정적인 영향이 발견되었다. 다음으로 중소기업 정책금융 제공 시 지원 기업의 총자산영업이익률은 유사 비지원 기업 대비 감소함이 확인되고 있으므로 도전적 연구개발이 수행되고 있을 가능성이 낮다고 평가할 수 있다. 다만, 공공조달의 경우 정책금융에서 발생하는 부작용이 확인되지 않아, 정책금융에 비해 연구개발 및 수익성에 미치는 효과가 더 우월한 것으로 판단할 수 있다. 결과적으로 중소기업에 국한할 경우 2011~2015년의 연구개발비 확대는 기업성과의 개선에 큰 도움을 주지 못하고 있음을 확인

하였다. 특히, 연구개발비를 더 투입한 기업의 수익성이 더 부정적으로 나타난 점은 많은 우려를 갖게 하는 결과이며, 앞서 살펴 본 도전적 연구개발의 정의와 이론 분석에 따르면 도전적 연구개발이 이뤄지지 못했을 가능성을 강하게 함의하는 결과로 볼 수 있다.

이상에서 살펴본 것처럼 도전적 연구개발을 촉진하기 위해서는 실패를 용인하기보다 높은 성과에 대한 충분한 보상이 이뤄질 필요가 있음을 확인했다. 흔히 지적되는 것처럼 연구개발의 낮은 실패율은 도전적 연구개발이 이뤄지지 않았다는 일종의 정황 증거가 될 수는 있으므로 연구개발의 낮은 실패율은 정보 차원에서 예의 주시할 필요는 있을 것이다. 그러나 정책관리 대상으로 볼 때 실패율이 적절한 성과지표가 아니라는 사실은 중요하다. 도전적 연구과제를 촉진하기 위해서는 다양한 노력이 필요하겠지만, 가장 우선적으로는 정부의 성과관리체계부터 개선할 필요가 있을 것이다. 정부가 정책 자체의 안정적인 관리를 주된 정책목표로 한다면 도전적인 연구개발을 촉진할 수 없음은 어쩌면 당연한 결과라고 볼 수 있을 것이기 때문이다. 연구개발과 관련된 예산과 기금관리, 공기업 관리에 있어 성과의 편차는 높으나 성과의 평균은 높은 연구개발을 유도할 수 있는 성과지표를 선정할 수 있도록 전면적으로 검토하고, 적어도 도전적 연구개발을 저해하는 성과지표는 제외할 수 있도록 노력할 필요가 있을 것이다. 다음으로는, 고성과에 대한 보상제도를 강화할 필요가 있다. 먼저 기초단계의 연구개발은 상대적으로 연구에 시간이 더 오래 걸리고 성과에 대한 인정과 파급 속도도 늦다는 점을 고려하여 장기적으로 공공적인 큰 규모의 인센티브를 부여하는 것이 도움이 될 것이다. 중소기업의 연구개발을 촉진하기 위해 시행되는 자금과 시장 제공 재정정책을 평가한 결과 지원 기업의 연구개발비가 오히려 감소하거나 증가했다는 증거를 찾을 수 없었고 연구개발비 지출이 수익성으로 연결되지 못했다는 점이 확인되었으므로 이에 대한 대안을 시급히 찾을 필요가 있을 것이다. 도전적 연구개발을 촉진한다면 평균적 생산성은 향상되어야 하므로 중소기업의 연구개발에서 도전적 연구개발을 촉진하기 위한 노력도 함께 요구된다고 볼 수 있다.

A Study on Fiscal Policy to Promote Challenging R&D projects

Woo Hyun Chang, Sehoon Bang

In this study, we first defined “Challenging R&D” by reviewing the conditions for R&D projects to be socially desirable challenging R&D. Based on this, through theoretical review we analyzed factors to be considered for the incentive system to promote challenging R&D. In addition, we checked whether the institutional conditions are in place to promote challenging R&D in the current financial performance management by checking the performance plan of the Ministry of Science and ICT and the national R&D evaluation system. In the empirical analysis, the effects of the government’s policy financing support and public procurement market provision policy on the R&D expenditure of the company, and the effect of the increase of R&D expenditure on the company’s profitability were analyzed from various angles to evaluate fiscal policies for promoting challenging R&D.

Challenging R&D projects were defined as follows. The challenging R&D in this study is: 1) In a situation where the principal(citizen) requests an agent(researcher), 2) due to the nature of the research, there is a possibility of failure no matter what level of effort the researcher chooses.

Therefore, even in the case of failure, the public cannot infer the level of effort that the actual researcher has put in and 3) R&D that can derive higher expected values than the next best alternative if the researcher who is an agent makes the best effort. This definition clarifies that the main reason for the difficulty in eliciting challenging R&D is information asymmetry in which the researcher's level of effort cannot be observed. In addition, it has an advantage in that it reflects that the failure rate itself is not necessarily important in challenging R&D.

Next, a basic R&D contract model was established that modeled a “challenging project” with the characteristics defined above and a “stable project” with relatively low level of effort required. Based on this, the factors that hinder challenging R&D were analyzed theoretically. As a result of the analysis, it was confirmed that when an upper limit is placed on the challenging R&D compensation system, it is impossible for the principal to provide sufficient incentives for the agent to select a “challenging project”. In this case, although it is best to select “Challenging Project” socially, the principal presents the minimum compensation as a fixed fee and the agent chooses “Stable Project” as an equilibrium. Therefore, it is more desirable socially to make the compensation for the success of the project at a sufficient level by relaxing the upper limit of the compensation system that can be presented by the principal. On the other hand, even if there is a lower limit on the compensation system, a situation may arise where the principal gives up inducing the agent to select the socially optimal “challenging project”.

According to institutional review, it was found that there is not enough arrangement for challenging research projects in the financial performance management system or the ministry's project management system; the management system for compensation for high performers, which was

confirmed to be necessary to promote challenging projects in the previous analysis, was also insufficient. In addition, it was found that the infrastructure for promoting challenging R&D such as performance indicators related to the management of challenging research projects was not properly established.

In addition, this study conducted an empirical analysis for the effects of public funding and public procurement, which are major means of supporting R&D of SMEs, along with the definition and theoretical analysis and institutional analysis of challenging R&D. The results of the estimation of the effect of policy finance on R&D expenditure can be evaluated as very worrisome. As a result of analyzing the support history from 2011 to 2015 in a fixed-effect panel model that considers the company and the year, it can be seen that companies receiving public funding are reducing the increment of R&D expenses compared to similar companies. On the contrary, it was found that the participation in SME public procurement does not statistically affect the increase in R&D expenditure. According to the definition and theoretical analysis of challenging R&D, this can be seen as a result that strongly implies the possibility that challenging R&D could not have been achieved by main fiscal policy instruments such as public funding and public procurement.

As discussed above, In order to promote challenging R&D, sufficient compensation for high performance will be needed rather than tolerating failure. Next, the government's performance management system needs to be redesigned to promote challenging R&D. Also, as the public funding and public procurement policy was found not to be suitable to promote Challenging R&D to improve the profitability of the firm empirically, it is urgent to renovate policies to be more effective for promoting Challenging R&D.

■ 저자약력

장우현

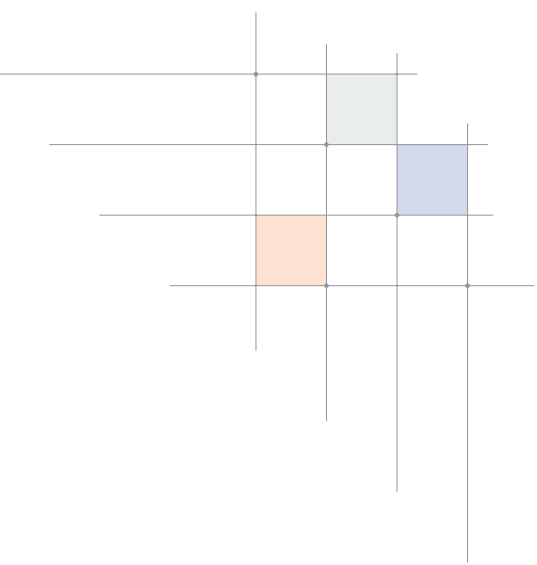
서울대학교 경제학 학사
미국 위스콘신주립대 매디슨캠퍼스 경제학 석사
미국 위스콘신주립대 매디슨캠퍼스 경제학 박사
현, 한국조세재정연구원 연구위원

방세훈

한동대학교 경영경제학 학사
서울대학교 경제학 석사
미국 미시간주립대 경제학 박사
현, 이화여자대학교 경제학과 교수

연구보고서 20-11
**도전적 연구개발 촉진을 위한
재정정책 방향에 관한 연구**

발행	행	2020년 12월 31일
저자	자	장우현·방세훈
발행인	인	김유찬
발행처	처	한국조세재정연구원
주소	소	30147 세종특별자치시 시청대로 336
전화	화	(044)414-2114(대)
홈페이지	지	www.kipf.re.kr
등록	록	1993. 7. 15. 제2014-24호
정가	가	7,000원
조판 및 인쇄	쇄	일지사
I S B N		979-11-6655-024-9



KOREA INSTITUTE
OF PUBLIC FINANCE

kipf 한국조세재정연구원

30147 세종특별자치시 시청대로 336
TEL: (044)414-2114(代) www.kipf.re.kr



9 791166 550249
ISBN 979-11-6655-024-9