



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

정책학석사 학위논문

연구기획 방식이
과학기술 정부출연연구기관의
성과에 미치는 영향 분석
- 상향식·하향식 연구개발 방식의 성과 비교 -

2023 년 2 월

서울대학교 대학원
행정학과 정책학 전공
황 용 준

연구기획 방식이
과학기술 정부출연연구기관의
성과에 미치는 영향 분석

- 상향식·하향식 연구개발 방식의 성과 비교 -

지도교수 권 일 응

이 논문을 정책학석사 학위논문으로 제출함
2022 년 9 월

서울대학교 대학원
행정학과 정책학 전공
황 용 준

황용준의 석사 학위논문을 인준함
2022 년 12 월

위 원 장 박 상 인 (인)

부위원장 김 동 욱 (인)

위 원 권 일 응 (인)

국문초록

본 연구는 과학기술 분야 정부출연연구기관의 연구기획방식이 성과에 미치는 효과를 분석해보고자 하였다. 과학기술 분야 정부출연연구기관은 정부가 직접 수행하기 어려운 국가의 핵심 및 전략기술 연구개발 기능을 부여하고 출연금을 지원받아 연구개발을 수행하는 기관을 말하며, 본 연구에서는 국가과학기술연구회 산하 25개 출연연구기관을 연구 대상으로 하였다.

연구의 독립변수인 연구기획방식은 국가연구개발사업에 있어 크게 세 가지 방식으로 지정공모, 품목지정, 자유공모형으로 나뉘는데, 이 중 연구주제 및 기술개발 목표가 정부 또는 연구기관에 의해 미리 정해지는 지정공모를 하향식 연구기획으로, 나머지 품목지정, 자유공모형은 연구자가 연구주제나 방법론을 자유롭게 제안하는 측면에서 상향식 연구기획으로 분류하였다.

또한 연구의 종속변수는 연구개발 과제의 주요 산출물인 논문, 특허 성과를 각각 양적 지표, 효율성 지표, 질적 지표로 나누어 분석하였다. 양적 지표로는 전체 논문 건수, SCI 논문 건수, 특허 출원 건수, 특허 등록 건수가 있고, 효율성 지표는 양적 지표를 연구비 변수로 나눈 연구비당 변수로 구성된다. 마지막으로 질적 지표로는 전체 논문 대비 학술적 가치가 높은 SCI 논문 비율과 특허 출원 건수 대비 실용성을 인정받아 등록된 특허의 비율을 설정하였다. 그리고 연구기획방식이 성과에 미치는 영향을 조절하는 변수로는 연구개발단계를 설정하여 기초연구, 응용·개발연구일 때 성과에 미치는 효과가 각각 어떻게 다른지를 상호작용항(interaction term)을 도입한 회귀분석을 통해 확인해보았다. 통제변수는 연구과제 수행에 투입되는 연구비(직접비, 간접비, 인건비), 연구기간, 연구원 수, 기관유형을 설정하였다.

회귀분석 결과 연구기획방식이 출연연의 성과에 미치는 영향과 연구개발단계에 따른 조절효과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 연구기획방식이 논문 성과에 미치는 영향은 다음과 같았다. 연구기획방식이 상향식일수록 과제에서 논문의 양적 지표는 감소하나, 연구비 당 논문 건수인 효율성 지표는 증가하여 논문 성과에 긍정적인 영향을 미쳤다. 다만, 논문의 질적 지표와 연구기획방식 간에는 통계적으로 유의미한 관계가 도출되지 않았다.

둘째, 연구기획방식이 특히 성과에 미치는 영향은 다음과 같았다. 연구기획방식이 하향식일수록 특히 출원 건수, 특허 등록 건수, 연구비 당 출원·등록 건수 등 특허의 양적, 효율성 지표에 모두 긍정적인 영향을 미침을 알 수 있었다. 다만, 특허의 질적 지표와 연구기획방식 간에는 통계적으로 유의미한 관계가 도출되지 않았다.

셋째, 연구기획방식이 논문 성과에 미치는 효과는 연구개발단계에 따라 다음과 같이 다르게 나타났다. 우선 논문의 양적지표가 상향식일수록 감소하는 효과는 기초연구에서 응용·개발연구로 갈수록 줄어들며, 오히려 상향식일수록 논문건수가 증가하는 반대방향의 효과를 보였다. 그리고 논문의 효율성 지표는 상향식일수록 증가하는 효과가 기초연구보다 응용·개발연구일 경우 줄어들어, 오히려 상향식일수록 감소하는 반대방향의 효과를 보였다.

마지막으로, 연구기획방식이 특허 성과에 미치는 효과는 특허 출원 건수를 제외하고 대부분의 종속변수에 대해서 연구개발단계의 변화에 따라 통계적으로 유의한 조절효과를 판단하기 어려웠다.

이러한 분석 결과는 출연연의 연구개발에 있어서, 기초연구 분야와 학술적 가치가 높은 논문 성과를 산출하기 위한 연구 단계에서는 상향식 연구기획이 유리하고, 반대로 응용·개발연구 분야와 실용적 가치가 높은 특허 성과를 산출하기 위한 연구 단계에서는 하향식 연구기획이 유리하다는 사실을 실증분석으로 증명해냈다고 볼 수 있다.

본 연구는 연구개발단계나 과제의 성격에 따라 논문이나 특허 성과를 높이기 적합한 연구기획방식이 선택되었을 가능성이 있어 내생성의 문제가 한계로 제기될 수 있다. 또한, 실증 분석 과정에서 연구자 개인의 특성, 기관의 제도·환경과 관련된 변수를 고려하지 못하고, 출연연의 성

과를 논문, 특히 성과라는 1차적 산출물로 한정하여 질적 성과를 고려하지 못한 한계도 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구 결과는 최근 과학기술 분야 출연연의 연구개발에 있어 목표 지향적이고 하향식 연구기획을 확대해나가는 정책방향에 대해 신중을 기해야 한다는 시사점을 준다. 우리나라의 과학기술 수준이 선진국 수준에 필적함에 따라, 출연연의 연구는 과거처럼 선진국의 기술을 빠르게 따라잡기 위한 응용·개발 연구의 특성보다, 누구도 정답을 알지 못하여 새로운 문제를 정의해나가야 하는 기초연구 분야의 성격으로 점차 변모해가기 때문이다. 따라서 연구자의 창의성과 자율성을 강조하는 상향식 기획연구의 역할 또한 지속적으로 강조되어야 하며, 출연연이 수행하는 연구의 성격에 따라 보다 높은 성과를 산출하는데 적합한 연구기획 방식이 적용되어야 한다는 정책적 시사점을 준다.

주요어 : 과학기술 정부출연연구기관, 연구개발 성과, 연구기획방식, 하향식, 상향식, 연구개발단계

학 번 : 2017-20879

목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구의 목적과 의의	1
제 2 절 연구의 대상과 범위	2
제 3 절 연구의 방법	6
제 2 장 이론적 논의와 선행연구 검토	7
제 1 절 연구기획방식에 대한 이론적 논의	7
제 2 절 연구개발성과에 대한 이론적 논의	9
제 3 절 선행연구 검토	10
제 3 장 연구 설계와 연구 방법	14
제 1 절 연구문제의 정립	14
1. 연구문제	14
2. 연구의 분석틀	14
제 2 절 실증 연구의 설계	16
1. 변수의 조작적 정의와 측정법	16
2. 가설과 모형의 설정	21
제 4 장 실증 분석 결과	23
제 1 절 기술통계분석	24
1. 독립변수에 대한 기술통계분석	25
2. 종속변수에 대한 기술통계분석	26
3. 조절변수에 대한 기술통계분석	27
4. 통제변수에 대한 기술통계분석	27

제 2 절 회귀분석 결과	29
1. 연구기획방식과 논문 성과와의 관계	30
2. 연구기획방식과 특허 성과와의 관계	35
3. 연구단계에 따른 연구기획방식의 성과에의 영향	40
4. 가설에 대한 검증: 결과의 해석	46
제 5 장 결론	49
제 1 절 연구결과에 대한 해석	49
제 2 절 정책적 함의	50
제 3 절 연구의 한계	52
참고문헌	54
Abstract	56

표 목 차

[표 1] 과학기술계 정부출연연구기관 목록	3
[표 2] 과학기술연구회 산하 정부출연연구기관 현황	4
[표 3] 연구수행 비중에 따른 출연연 기관유형 분류	4
[표 4] 25개 출연연별 연구과제 수행 비중	5
[표 5] 선행연구의 연구설계(독립변수, 종속변수 등)	12
[표 6] 국가연구개발사업의 연구기획방식	17
[표 7] 변수에 관한 기술통계량	24
[표 8] 다중공선성 분석	30
[표 9] 연구기획방식과 전체 논문건수와의 관계	31
[표 10] 연구기획방식과 SCI 논문건수와의 관계	32
[표 11] 연구기획방식과 연구비 당 전체 논문건수와의 관계	33
[표 12] 연구기획방식과 연구비 당 SCI 논문건수와의 관계	34
[표 13] 연구기획방식과 전체논문 대비 SCI 논문비중과의 관계	35
[표 14] 연구기획방식과 특허 출원건수와의 관계	36
[표 15] 연구기획방식과 특허 등록건수와의 관계	37
[표 16] 연구기획방식과 연구비 당 특허 출원건수와의 관계	38
[표 17] 연구기획방식과 연구비 당 특허 등록건수와의 관계	39
[표 18] 연구기획방식과 특허출원 대비 특허등록비중과의 관계	40
[표 19] 연구개발단계 더미변수 표현	41
[표 20] 기초연구-응용연구 간 논문 성과 차이 분석	43
[표 21] 기초연구-개발연구 간 논문 성과 차이 분석	43
[표 22] 기초연구-응용연구 간 특허 성과 차이 분석	45
[표 23] 기초연구-개발연구 간 특허 성과 차이 분석	45
[표 24] 가설검증 결과	48

그림 목 차

[그림 1] 연구의 분석틀	15
[그림 2] 회귀식	22

제 1 장 서론

제 1 절 연구의 목적과 의의

본 연구는 국가연구개발 과제의 기획방식이 과학기술 분야 정부 출연 연구기관(이하 ‘출연연’이라 칭한다)의 연구 성과에 미치는 영향을 분석해보고자 한다. 출연연이란 정부의 출연을 받아 과학기술 분야 연구개발을 주된 목적으로 하는 기관으로 이전부터 민간이 수행하기 어려운 선도적인 기술 개발이나 거대·공공 연구 등을 수행하여, 민간으로부터 과소공급되는 분야의 지식을 축적해왔다. 2021년 기준으로 출연연은 정부연구개발비 27조 4,005억 원 중 3조 3,009억원(약 12%)을 사용하고 있는데(한국과학기술기획평가원, 2021), 이는 정부 주도로 과학기술 발전을 이끌어온 과거에 비해 상당히 낮아진 비중이나, 여전히 출연연은 국가 연구개발의 핵심적인 주체로 자리 잡고 있다.

최근에는 각국이 첨단기술을 차지하여 국제관계에서 유리한 위치를 선점하기 위한 기술패권 경쟁이 치열하게 진행되고 있다. 이를 위해 국가 전략기술 확보가 과학기술계의 중요한 미션으로 떠올랐는데, 전략기술 분야에 대한 정부 출연연의 하향식(Top-down) 연구개발 정책·기획기능을 강화하여 미션 지향적(Mission-oriented)으로 정부 주도 연구를 수행할 수 있도록 해야 한다는 논의가 진행되고 있다. 국가 연구개발 기획방식은 크게 상향식과 하향식으로 나뉘는데, 위와 같은 논의가 현실화될 경우 출연연에 대한 하향식 연구 지원이 확대될 것으로 예상된다.

반면에 새로운 지식과 기술을 개발해야 하는 연구개발 본연의 특성상 연구자가 자신의 연구목표를 설정하여 연구를 수행하는 상향식 기획이 하향식 기획에 비해 연구자의 창의성과 자율성, 궁극적으로 성과를 높이는데 유효할 수 있다. Fumio(1992)는 연구개발에 있어 다양한 기술융합이 이루어질 수 있는 원칙 중 하나로 시장, 즉 민간이 연구개발의

제를 주도하는 것을 언급하였다. 이처럼 정부·공공기관 주도의 연구개발 기획은 기술의 자유로운 융합과 발전에 오히려 걸림돌이 될 수 있다.

이처럼 각각의 연구기획 방식에는 장단점이 있기 때문에 상향식 기획, 하향식 기획 중 어느 한 쪽이 항상 우월한 것은 아니며, 수행하는 과제의 연구개발단계(기초연구, 응용연구, 개발연구)나 출연연 기관의 성격(기초과학 연구 중심, 산업기술 개발 중심, 혼합형)에 따라 달라질 가능성이 크다. 이러한 조건들이 변화함에 따라 적합한 기획방식을 선택하기 위해서도 면밀한 분석이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 연구기획방식(상향식, 하향식)의 변화에 따라 출연연의 연구성과가 어떠한 영향을 받게 되는지에 대한 질문에 답변을 하고자 한다. 논문, 특허와 관련된 양적·효율성·질적 성과지표를 나누어 기획방식의 변화가 각각의 지표에 미치는 효과를 분석하고, 연구개발단계에 따라서 달라지는 효과도 함께 살펴보고자 한다. 이러한 분석은 향후 정부의 출연연의 국가전략기술 분야에 대한 하향식, 미션지향적 연구 정책을 효율적으로 추진해나감에 있어 중요한 참고자료가 될 것이다.

제 2 절 연구의 대상과 범위

과학기술 분야 출연연은 「과학기술 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」에 규율을 받아 설립, 운영되고 있다. 동 법의 규율을 받는 연구기관은 21개이며, 부설 연구기관 4개(녹색기술센터, 국가보안기술연구소, 세계김치연구소, 안전성평가연구소)를 포함하여 국가과학기술연구회 산하에 총 25개 기관이 운영 중인 상황이다. 출연금(grant)이란 정부가 직접 수행하기 어려워 민간이 정부를 대리하는 것이 보다 효과적인 사업의 경우, 이를 수행하는 기관에 대해 무상으로 지원하는 자금을 말한다. 즉, 출연연은 민간 영역은 아니지만 정부가 직접 수행하지 못하는 대형·공공 분야의 과학기술 연구를 대신하여 수행하는 것이 주된 목적인 기관이라 볼 수 있다.

국가과학기술연구회 산하 출연연들은 기관의 임무와 기능에 따라 분류될 수 있다. 국가과학기술연구회로 통합되기 이전에 기초원천, 대형공공 연구를 중심으로 하는 기초기술연구회, 산업 분야 응용개발, 상용화 기술 연구를 중심으로 하는 산업기술연구회로 나누어져 있었다. 비록 관리체계 상으로는 통합이 이루어졌지만 출연연 간 본연의 미션과 기능에는 차이가 있고 차별적인 성과관리가 필요하다는 주장(백승현, 2014)이 있기 때문에 연구개발 정책적인 차원에서 기관을 유형화하고 차별화하여 관리할 필요가 있다. 특히, 과거 기초기술연구회에 소속된 기관들은 기초연구 수행비중이 여전히 높게 나타나기 때문에, 이들 기관의 연구개발 성과에 미치는 영향요인은 기초연구 성과에 미치는 영향요인과 유사할 것이다. 반대로 산업기술연구회에 소속된 기관들은 기초연구보다 응용, 개발연구 수행비중이 상대적으로 높게 나타나므로, 이들 기관의 연구개발 성과를 분석함에 있어서는 응용·개발연구 성과에 미치는 영향요인에 주목해야 할 것이다.

<표 1> 과학기술계 정부출연연구기관 목록

1. 한국과학기술연구원	14. 한국식품연구원
↳ 2. 녹색기술센터	↳ 15. 세계김치연구소
3. 한국기초과학지원연구원	16. 한국지질자원연구원
4. 한국천문연구원	17. 한국기계연구원
5. 한국생명공학연구원	18. 한국항공우주연구원
6. 한국과학기술정보연구원	19. 한국에너지기술연구원
7. 한국한의학연구원	20. 한국전기연구원
8. 한국생산기술연구원	21. 한국화학연구원
9. 한국전자통신연구원	↳ 22. 안전성평가연구소
↳ 10. 국가보안기술연구소	23. 한국원자력연구원
11. 한국건설기술연구원	24. 한국재료연구원
12. 한국철도기술연구원	25. 한국핵융합에너지연구원
13. 한국표준과학연구원	

자료: 「과학기술계 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」

<표 2> 과학기술연구회 산하 정부출연연구기관 현황(2012년 기준)

연구회	소속기관(총 27개)
기초기술 연구회 (13개)	국가핵융합연구소, 한국과학기술연구원, 한국과학기술정보연구원, 한국기초과학지원연구원, 한국생명공학연구원, 한국원자력연구원, 한국천문연구원, 한국표준과학연구원, 한국한의학연구원, 한국항공우주연구원
산업기술 연구회 (14개)	국가보안기술연구소, 세계김치연구소, 안전성평가연구소, 재료연구소, 한국건설기술연구원, 한국기계연구원, 한국생산기술연구원, 한국식품연구원, 한국에너지기술연구원, 한국전기연구원, 한국전자통신연구원, 한국지질자원연구원, 한국철도기술연구원, 한국화학연구원

자료: 이민형 등(2012)

<표 3> 연구수행 비중에 따른 출연연 기관유형 분류

구분	기관
기초형 출연 연구소(7개)	과학기술연구원, 기초과학지원연구원, 천문연구원, 생명공학연구원, 한의학연구원, 표준과학연구원, 지질자원연구원
혼합형 출연 연구소(7개)	식품연구원, 세계김치연구소, 재료연구원, 화학연구원, 안전성평가연구소, 핵융합에너지연구원, 원자력연구원
산업형 출연 연구소 (11개)	생산기술연구원, 전자통신연구원, 보안기술연구소, 건설기술연구원, 에너지기술연구원, 항공우주연구원, 철도기술연구원, 기계연구원, 전기연구원, 녹색기술센터, 과학기술정보연구원
* 기초형: 기관이 수행하는 연구 중 기초연구 수행비중이 50% 이상인 연구소 * 혼합형: 기초형과 산업형의 중간 형태로 어느 한쪽에 치우치지 않고 기초-응용-개발연구를 균형있게 수행하는 연구소 * 산업형: 기초연구 수행비중이 30% 미만으로 주로 산업기술과 관련된 응용·개발연구를 중심으로 수행하는 연구소	

<표 4> 25개 출연연별 연구과제 수행 비중

출연연구기관명	기초연구			응용연구			개발연구			전체	
	과제 수(개)	연구비 (백만원)	비중 (%)	과제 수(개)	연구비 (백만원)	비중 (%)	과제 수(개)	연구비 (백만원)	비중 (%)	과제 수(개)	연구비 (백만원)
과학기술연구원	239	112,470	55.1	97	56,829	27.8	82	34,828	17.1	418	204,127
↳녹색기술센터	-	-	0	1	500	94.3	1	30	5.7	2	530
기초과학지원연구원	77	26,364	68.5	24	6,446	16.7	18	5,692	14.8	119	38,502
천문연구원	80	59,306	91.5	3	3,440	5.3	3	2,076	3.2	86	64,822
생명공학연구원	211	91,859	75.1	60	16,121	13.2	42	14,328	11.7	313	122,308
과학기술정보연구원	22	18,310	26.2	15	22,836	32.7	21	28,668	41.1	58	69,814
한의학연구원	33	44,460	92	9	2,425	5	7	1,435	3	49	48,320
생산기술연구원	99	29,435	26.9	101	29,073	26.6	201	50,887	46.5	401	109,395
전자통신연구원	56	90,131	20.2	145	209,898	47	99	146,629	32.8	300	446,658
↳보안기술연구소	-	-	0	8	53,920	100	-	-	0	8	53,920
건설기술연구원	40	8,392	7.2	37	20,275	17.5	142	87,287	75.3	219	115,954
철도기술연구원	20	7,257	11.4	23	19,270	30.2	60	37,344	58.5	103	63,871
표준과학연구원	45	60,227	77.7	13	8,121	10.5	26	9,163	11.8	84	77,511
식품연구원	21	9,336	45.4	11	6,783	33	23	4,441	21.6	55	20,560
↳세계김치연구소	21	3,747	43.1	3	781	9	10	4,159	47.9	34	8,687
지질자원연구원	40	80,868	88.9	6	4,713	5.2	12	5,369	5.9	58	90,950
기계연구원	23	9,220	12	48	34,621	45.2	48	32,781	42.8	119	76,622
재료연구원	49	9,202	35.5	25	8,634	33.3	34	8,066	31.1	108	25,902
항공우주연구원	17	8,900	2.5	22	13,391	3.7	38	338,292	93.8	77	360,583
에너지기술연구원	54	24,868	25.1	39	26,086	26.3	86	48,312	48.7	179	99,266
전기연구원	31	8,488	12.4	57	18,252	26.6	186	41,921	61.1	274	68,661
화학연구원	77	43,291	37.8	63	44,076	38.4	29	27,270	23.8	169	114,637
↳안전성평가연구소	37	9,273	39.9	19	12,588	54.1	5	1,389	6	61	23,250
핵융합에너지연구원	5	1,020	44.8	1	250	11	2	1,005	44.2	8	2,275
원자력연구원	128	69,534	35.8	75	57,626	29.6	74	67,334	34.6	277	194,494
총 계	1,425	825,958	33.0	905	676,955	27.0	1,249	998,706	40.0	3,579	2,501,619

자료: 국가과학기술정보서비스(NTIS) 과제정보에서 자료를 추출하여 자체적으로 정리

제 3 절 연구의 방법

본 연구는 연구기획방식의 차이가 출연연의 연구개발 성과에 미치는 영향을 밝혀내는 것을 목표로 한다. 연구개발과제의 기획방식에 관한 논의는 혁신전략에 관련된 이론적 논의와 관련이 깊다. 혁신전략에 대한 이론으로 중앙집중화된 의사결정 체계 하에서 연구개발 주제를 기획하여 특정한 미션 달성을 목적으로 지원하는 미션지향 혁신전략과, 분권화된 의사결정 체계에서 다양한 연구 분야에 대해 다양한 연구주체가 참여하는 확산지향 혁신전략에 대해 고찰해보고자 한다. 본 연구에서는 이러한 혁신전략의 개념에서 기인한 하향식, 상향식 연구개발 기획방식을 변수로 고려한다.

연구개발 성과에 대해서도 국내외 학자들이 많은 기간 동안 연구해오며 다양한 성과지표를 제시한 바 있어, 이에 대해 자세히 고찰해보고자 한다. 연구개발 성과는 계량화되기 어렵고 그 최종적인 효과를 산출해내는데 한계가 있기 때문에 과학기술 및 연구개발 정책에 대한 연구에 있어 성과평가는 근본적으로 많은 어려움을 지니고 있다. 이러한 배경 속에서 최근에는 국가연구개발 성과평가에 관한 법령과 규정, 매뉴얼들이 개선되고 보다 가시적인 성과지표를 발굴해내기 위한 학술적인 노력들이 지속되고 있다. 본 연구에서는 출연연의 연구개발 성과를 양적 지표, 연구비 당 지표(효율성 지표), 질적 지표로 나누어 분석해 보고자 한다.

본 연구에서의 독립변수는 연구기획방식을 선정하였고, 종속변수로는 논문과 특허 성과와 관련된 주요 변수들을 설정한다. 조절변수는 연구개발단계로 설정하였고, 통제변수로는 출연연의 연구성과에 영향을 미칠 수 있을 것이라 고려되는 변수들을 관련 선행연구 등을 참고하여 선별하였다. 본 연구는 이러한 변수들의 데이터를 NTIS(국가과학기술정보서비스)를 통해 수집하여 독립변수가 각각의 종속변수에 미치는 영향을 기초 통계 분석, 회귀분석을 통해 살펴보고자 한다. 본 연구의 계량 분석에 있어서는 STATA 12.0 통계패키지를 이용하여 각각의 분석을 수행하였다.

제 2 장 이론적 논의와 선행연구 검토

제 1 절 연구기획방식에 대한 이론적 논의

현재 국가연구개발사업은 하향식(Top-down), 상향식(Bottom-up) 방식으로 구분하여 연구개발 과제를 기획, 선정, 관리하고 있다. 하향식 과제는 정부·기관 등이 중앙부처의 임무를 수행하기 위해 연구주체를 미리 정하고 연구자가 이에 응모해서 연구비를 지원받는 임무중심·목표지향적 연구과제를 말한다. 반면, 상향식 과제는 연구자가 연구주체를 자유롭게 기획하고 제안하여 연구비를 지원받는 자유공모형과 정부가 구체적인 연구제안서 없이 품목(제품스펙, 기술분야 등)만 제시하고 연구자의 자유로운 제안을 평가하여 우수한 연구개발 과제를 선정, 지원하는 품목지정형으로 나뉜다(과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 2021). 상향식 과제는 하향식 과제에 비해 연구 분야에 제한을 두지 않으며 연구자의 자율성과 창의성을 보다 존중하는 것이 특징이라 할 수 있다.

상향식, 하향식으로 분류되는 연구기획방식의 이론적 뿌리는 혁신전략과 관련이 깊다. Ergas(1986)의 연구에서는 미국 등 주요국이 취하는 혁신전략을 미션지향(Mission-oriented) 전략, 확산지향(Diffusion-oriented) 전략으로 구분하여 제시하고 있다. 본 연구에 따르면, 미션지향 전략은 중앙집중화된 의사결정 체계에 따라 국가에서 연구개발 분야를 특정하고 소수의 공공기관 주도로 연구를 수행하는 전략으로 당시 미국, 영국, 프랑스가 취한 혁신전략이다. 반면, 확산지향 전략은 분권화된 의사결정 체계에서 연구개발 분야를 특정하지 않고 다양한 연구 분야에 대해 다양한 주체들이 참여할 수 있게 하는 전략으로 스위스, 스웨덴 등 국가가 취한 혁신전략이다. 국가연구개발 기획방식에 있어 하향식 기획은 미션지향 전략의 아이디어와, 상향식 기획은 확산지향 전략의 아이디어와 각각 유사한 것으로 볼 수 있다. 하향식 과제는 특정 목표에 대한 연구개발 자

원의 집중도가 높은 것이 강점이나, 연구 분야의 다양성, 연구자의 창의성을 저해할 가능성이 있다. 반대로 상향식 과제는 연구자의 자율성에 따라 창의적인 기획이 가능하며 이에 따라 폭넓은 연구 분야를 포괄할 수 있으나, 구체적인 목표 지향성이 미약한 단점이 있다. Chiang(1991)의 연구는 미국의 사례를 분석하여 다른 나라들이 기술혁신에 있어 미국의 선발자(First-Mover)로서의 지위를 위협하고 있으며, 미국 연방정부가 이전과 같이 선발자로서 지위를 유지하기 위해서는 미션지향적 혁신전략은 더 이상 유효하지 않다고 했다. 이러한 연구결과는 다양한 기술 분야에서 선진국을 추격하기 위해 정부 주도로 미션 지향적 연구개발을 추진해오던 우리나라 정부의 연구개발 정책에 있어서도 많은 시사점을 줄 수 있다.

이에 따라 우리나라 과학기술 관련 계획과 전략들에서도 상향식, 하향식 기획에 따른 연구를 개별 분야나 상황에 따라 권장하거나 늘려나가려는 정책적인 노력이 지속적으로 있어왔다.

2018년에 수립된 제4차 과학기술기본계획의 경우 기존에 정부의 연구비 투자를 Top-down(하향식) 과제 중심의 투자의 한계로 보고 자유공모형 연구과제에 대한 지원을 확대하고자 하였다. 특히 연구자들이 원하는 연구주제를 자유롭게 선택하고 수행할 수 있도록 하는 자유공모형 연구지원을 2배로 확대하는 구체적인 목표를 설정하였다. 반면에 건강·안전·편의 등 사회적 이슈 해결 관련 연구개발에 있어서는 기술개발목표 중심의 하향식(Top-down) 기획을 지자체, 시민사회 등 공공 부문이 주도해야 한다고 하였다(관계부처 합동, 2018). 한편 2022년에 수립된 국가전략기술 육성방안에서는 국가전략기술 분야에 대해 명확한 임무를 설정해 과제 기획 등에 있어 하향식을 강조하여 임무지향성을 강화하는 방향을 검토하고 있다(관계부처 합동, 2022). 기초연구 분야에 있어서도 기초과학연구소에 대해서는 전략적 연구단 선정을 위하여 지정 연구분야를 운영하고, 기존 자유공모 방식의 사업·과제 외에 하향식 기획 연구를 강화해나가는 방향의 정책과제가 담겨 있다(관계부처 합동, 2018).

제 2 절 연구개발 성과에 대한 이론적 논의

국가연구개발 규모가 확대됨에 따라 투자의 효율성이 강조되기 시작하였고, 연구개발 성과 지표를 어떻게 설정하여 측정할지에 대한 논의가 중요하게 부각되었다. 우선 국가연구개발 사업의 성과에 대해 규율하는 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」(과학기술정보통신부)에서는 “연구성과란 연구개발사업을 통하여 창출되는 특허·논문·표준 등 과학기술적 성과와 그 밖의 유·무형의 경제·사회·문화적 성과를 말한다”고 규정하고 있다.

연구 성과에 대한 평가 지표는 크게 정량적 평가지표와 정성적 평가지표로 나눌 수 있다. 정량적 평가는 연구를 통해 획득되는 가시적 성과물인 논문 게재 및 인용 건수, 특허 출원·등록 건수 및 기술료 징수액 등 양적 산출을 계량화하여 지표를 측정한다. 반면에 정성적 평가는 연구 성과에 대해 전문성 있는 구성원으로 이루어진 전문가 그룹이나 동료평가(peer-review)를 통해 연구 성과의 과학적 우수성, 경제·사회적 활용도 등을 설문조사 등의 지표로 측정하게 된다. 상관분석, 회귀분석 등 계량적 분석이 뒤따르는 연구에서는 연구개발 성과에 대한 정량적 평가지표를 사용하는 것을 선호하게 된다.

Brown and Svenson(1988)의 연구는 연구개발의 성과를 1차 성과와 2차 성과로 구분하여 1차 성과는 특허, 신제품 및 공정 개발, 논문 및 지적 재산 창출로, 2차 성과는 비용의 절감이나 매출 증대 등 경제적 가치 창출로 구분하여 정의하고 있다. 오재건(1996)도 연구개발성과를 기술적 성과와 기업화 성과로 나누어 제시하고, 기술적 성과는 산업재산권 등록 및 출원, 전문학술지 게재 등을 세부 지표로 설정하며 기업화 성과는 기술료 징수 등을 세부 지표로 정리하고 있다. 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원(2020)에서 제시한 국가연구개발사업 표준 성과지표로는 산출 지표와 결과 지표를 구분하고 있는데, 산출 지표는 양적 지표인 SCI급 논문 건수와 특허 등록 건수, 질적 지표인 논문의 피인용도, 특허의 질적 평가 값 등을 제시하고 있으며, 결과 지표로는 기술수준 향상

정도, 핵심기술의 확보, 취업률, 기업성장률 등 최종적인 기대효과의 성취 수준을 측정 가능한 지표로 규정하고 있다.

국가연구개발사업 중 특히 출연연의 연구개발 성과를 어떻게 측정할지에 대한 연구도 진행되었는데, 최영훈·이강출(2009)은 출연연의 산출로 학술적 논문 및 저서, 기술보고서, 특허 등을 제시하고 판단기준으로는 적합성, 질적 우수성, 리더십 그리고 성과로는 해당 연구 분야의 새로운 지식의 창출, 공공재의 보급, 미래 연구인력의 훈련 및 육성 등을 제시하여 이들이 모두 종합적으로 고려되어야 함을 말하고 있다.

이를 종합하여 볼 때, 국내외적으로 공통되게 연구개발의 성과를 특허, 논문 등 과학기술 연구를 통해 직접적으로 획득할 수 있는 기술적 성과와 이러한 기술적 성과가 파생·발전되어 간접적으로 얻을 수 있는 매출, 고용 등 기업성장, 인재양성 등 경제적 성과로 나누고 있다.

제 3 절 선행연구 검토

본 연구에서 논의하고자 하는 출연연의 연구개발 성과에 영향을 미치는 요인에 관한 연구는 그간 성과에 영향을 줄 수 있는 다양한 영향요인들에 대한 분석이 진행되어 왔다(최호영·최치호·김정수, 2012; 민철구·박성욱, 2013; 백승현, 2014; 고성주·이춘수, 2018).

최호영·최치호·김정수(2012)의 연구는 출연연 중 한국과학기술연구원(KIST)을 대상으로 연구개발성과를 높이는 요인을 분석하였는데, 총 연구비, 비정규직 인력비율, 훈련비 지출여부, 연구책임자의 전년도 논문실적이 논문성과의 주요 영향요인으로, 총 연구비, 기자재(재료비) 지출비율, 위탁과제 포함여부가 특허등록 및 기술이전 성과의 주요 영향요인으로 나왔다. 본 연구는 특허와 논문 성과의 영향요인이 다르기 때문에 각 성과를 위한 연구개발 정책을 차별화하여 추진할 시사점을 보여준다.

민철구·박성욱(2013)의 연구는 정부출연연구기관 연구성과에 영향을 미치는 요인으로 예산, 인력을 고려하고 연구비, 연구인력, 연구지원인력을 독립변수로 상정하여 종속변수인 기술료, 논문, 특허 등에 미치는 효

과를 시계열 분석과 횡단면 분석을 통해 도출하였다. 그 결과, 연구인력과 연구지원인력, 연구비 순으로 유의도와 상관계수의 값이 큰 것으로 나타났다.

백승현(2014)의 연구는 과학기술 분야 정부출연연구기관 관리체계가 연구성과에 미치는 영향을 분석하였는데, 2014년 이전 기초기술연구회와 산업기술연구회로 관리체계가 구분되어 운영되다가 그 이후 통합된 배경을 고려하여, 관리체계의 차이가 특허, 논문, 기술료 실적에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 분석 결과, 관리체계에 따라 두 가지 상이한 관리체계간 성과에 유의미한 차이가 있었다. 기초기술연구회 소관기관은 SCI 논문실적이 더 높게, 산업기술연구회 소관기관은 특허, 기술료 실적에 더 높은 실적이 나타나 기관유형별 관리체계에 있어서도 정책적 차별성이 필요함을 시사하고 있다.

하향식, 상향식 등 연구과제의 기획방식이 출연연 연구개발 성과에 미치는 영향을 분석한 연구는 많지 않았지만, 홍사균 등(2006)은 정부연구개발사업 중 기초연구사업을 대상으로 연구기획방식(상향식, 하향식, 혼합형)과 연구성과와의 상관관계를 분석하였는데, 상향식 기획방식이 하향식 기획방식보다 높은 것으로 나타났고, 이는 기초연구에 있어서 연구자가 자발적으로 제안한 과제가 연구자의 창의적인 아이디어를 심분 활용할 수 있기 때문에 연구 성과가 높다는 예상과 일치하였다.

또한 연구 대상은 다르지만 중소기업의 연구개발 기획방식에 대한 연구도 진행되었다(유동수, 2011; 유형선 등, 2013). 유동수(2011)는 정부의 중소기업 기술개발 지원사업의 성과가 낮고 중소기업의 연구개발 투자가 위축되는 이유 중 하나로 지정공모, 하향식 과제 기획방식을 지적하며, 기존 정부 주도의 기획과제에 중소기업이 자금을 매칭하는 형태가 아닌 자유공모 기획을 확대하여 중소기업에 고용된 연구자를 연구책임자로 활용해야 한다는 정책 제언을 하였다. 유형선 등(2013)의 연구는 중소기업 기술지원에서 하향식 과제기획·선정이 중소기업의 수에 따라 기계적으로 배분되는 방식으로 이루어져 투자의 효과성이 낮아진다고 보았고, 이에 대한 대안으로 상향식 과제기획·선정방식을 제안하였다. 동 연구들은 비

록 중소기업 기술개발을 다루었지만, 출연연 연구과제 기획방식에서도 유사하게 나타날 수 있는 정부 주도 기획의 문제를 지적한 연구로 평가할 수 있다.

<표 5> 선행연구의 연구설계(독립변수, 종속변수 등)

선행연구		독립변수	종속변수
출연연 연구성과	최호영· 최치호· 김정수 (2012)	· 총연구비, 정규직 인력비율, 연구기관, 재료비 지출비율, 훈련비 지출여부 · 연구책임자의 과거 연구실적 · 위탁과제 포함여부, 참여기업 포함여부	· SCI 논문, 특허 등록, 기술이전 성과 발생 확률
	민철구· 박성욱 (2013)	· 26개 출연연구기관별 연구비, 연구인력, 연구지원인력	· 논문, 특허, 기술료
	백승현 (2014)	· 연구기관 관리체계(기초기술연구회, 산업기술연구회) · 연구인력(정규, 비정규인력), 연구예산 (정부출연금, 정부수탁, 민간수탁), 출연연 소재 지역(대덕연구단지/기타)	· SCI논문 · 특허출원 · 기술료수입
과제기획 (공모) 방식	홍사균 등(2006)	· 기초연구사업을 대상으로 연구과제 기획방식과 연구 성과와의 상관관계 분석(상향식 기획방식이 하향식 기획방식에 비해 높은 성과)	
	유동수 (2011)	· 중소기업의 기술개발 활성화 방안 제언	
	유형선 등(2013)	· 분야별 중사 중소기업 분포, 과제지원 중소기업 분포, 선정과제 분포 간 상관관계 분석 및 회귀분석	

선행연구들에 따르면, 출연연의 성과를 나타내는 종속변수로는 공통적으로 SCI 논문건수, 국내외 특허출원·등록 건수, 기술료 등 양적 지표를 중심으로 설정하였다. 성과에 대한 영향요인인 독립변수는 연구비, 연구인력 등 예산·인력 투입요인과 연구개발단계(기초, 응용, 개발연구), 기업 등 매칭·공동연구 여부를 주로 고려하였다. 선행연구 분석결과들은 연구설계에 따라 일관되지 않게 나타나는데, 그 이유는 특허, 논문, 기술료라

는 성과들은 각기 다른 성격을 보이는 성과로 기초연구, 응용연구, 개발 연구 등 연구단계(고성주·이춘수, 2018), 기관의 특성(백승현, 2014; 김진열·김방룡, 2019) 등에 따라 다른 영향을 받기 때문이라 추측할 수 있다.

본 연구는 연구과제기획 방식이 출연연의 논문, 특허 성과에 미치는 영향을 분석해보고자 한다. 해당 분석은 선행연구로 진행된 연구들과 분석 대상의 설정과 변수 설계에 있어서 다음과 같은 차별성을 갖는다.

우선 연구기획방식이 연구개발 성과에 영향을 미치는 선행연구는 수행된 바 있으나(홍사균 등, 2006; 유동수, 2011; 유형선 등, 2013), 해당 연구들은 정성적 분석에 머물렀거나 연구 대상사업이 기초연구 사업으로 한정되고, 연구 대상기관이 출연연이 아닌 중소기업이었다. 연구대상으로서 중소기업과 출연연은 그 목적과 성격에 있어 큰 차이를 보이는데, 중소기업은 기업의 생산을 위한 새로운 공정 개발, 기존 공정의 개선 등 주로 응용·개발연구 분야에서 연구개발을 수행하여 특허, 기술사업화 등을 목표로 함과 다르게, 출연연은 응용·개발 연구뿐만 아니라 학술적 목적의 기초·원천 연구 분야까지 매우 폭넓은 연구 범위를 보이며 연구기관의 유형에 따라 연구 목적과 내용이 다양하다. 본 연구에서의 분석 대상은 25개 과학기술계 출연연이 수행한 연구개발과제로 하였다.

한편 기초연구와 응용·개발연구는 연구개발의 목적에 있어 차별성이 있고, 주요 성과도 논문과 특허·기술이전, 기술료 등으로 차이가 난다. 따라서 본 연구에서는 해당 과제가 기초연구, 응용·개발연구 등 어떤 연구개발단계에 있는지에 따라, 연구과제기획 방식이 성과에 가져오는 효과가 어떻게 다른지에 대해서 살펴보고자 하였다.

그리고 출연연의 성과에 대한 계량분석을 진행한 많은 연구들이 단순 특허, 논문 건수로 성과 지표를 설정한데 비하여, 본 연구에서는 성과 지표를 논문, 특허와 관련된 절대적인 건수인 양적 지표, 연구비 당 건수인 효율성 지표, 특허 출원 대비 등록 비율, 전체 논문 수 대비 SCI 논문 게재 비율 등 질적 지표로 나누어 분석을 다각도로 진행하고자 했다.

마지막으로 선행 연구는 기관이나 사업 등 거시적 단위에서 분석대상을 선정한 경우가 많은 반면에, 본 연구는 연구과제라는 미시적 단위의

분석을 진행한 점도 선행 연구들과 차별화되는 부분이라 할 것이다.

본 연구는 개별 출연연이 수행하는 연구개발단계에 따라 투자 방식의 기준을 설정하는데 중요한 지침이 될 것이다. 본 연구결과에 따라, 출연연의 다양한 연구개발과제 수행에 있어서 어떠한 기획 방식을 채택하여 과제를 추진하게 하는 것이 최선의 성과를 가져오게 할지 판단할 수 있을 것이다.

제 3 장 연구 설계와 연구 방법

제 1 절 연구문제의 정립

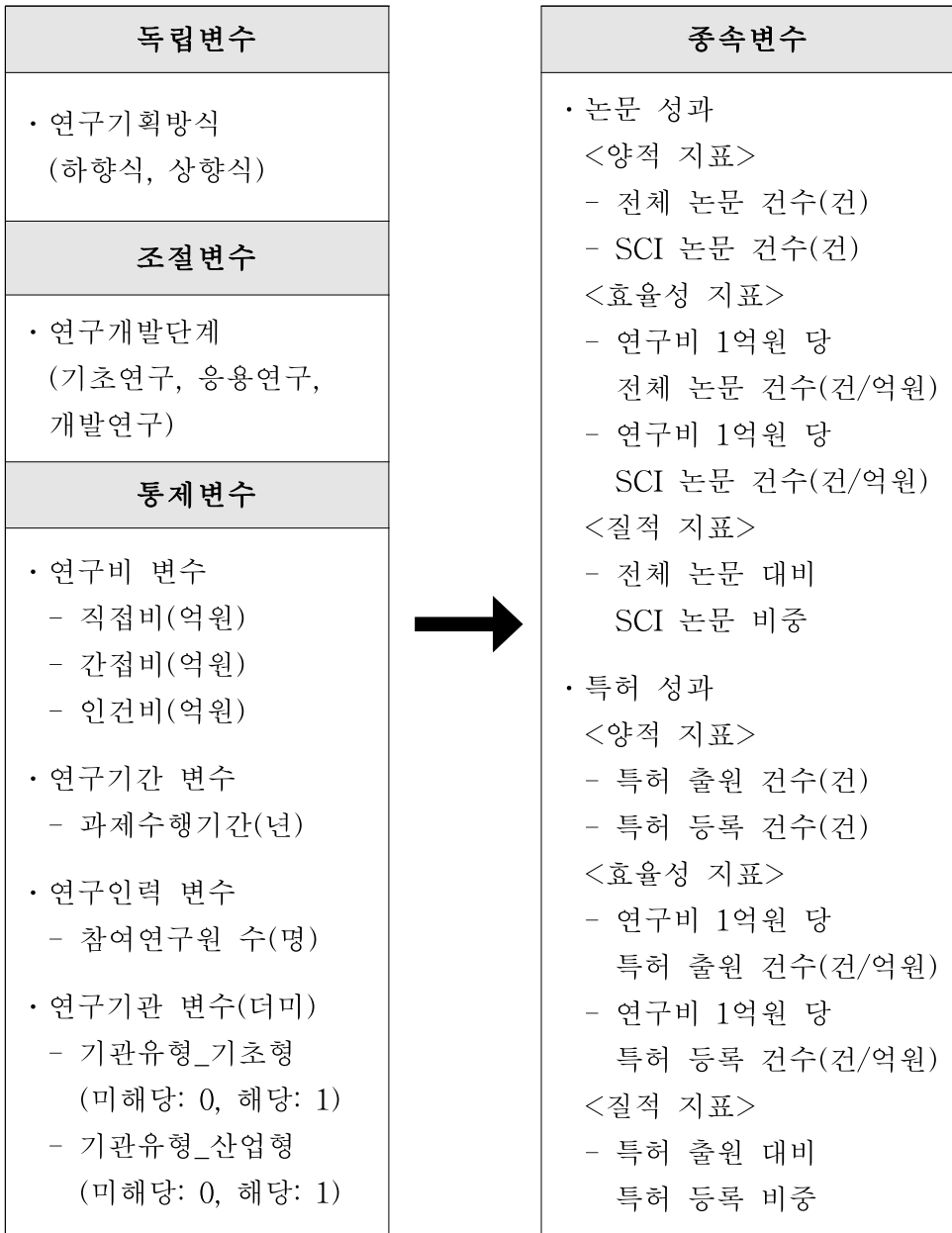
1. 연구문제

본 연구는 출연연의 연구성과에 연구기획방식이 미치는 영향을 분석하는 연구 문제를 설정하였다. 연구기획방식이 성과에 미치는 효과가 연구개발단계에 따라 어떻게 달라지는지 살펴보고, 출연연의 연구성과에 영향을 미칠 수 있는 여타 요인들을 다양한 통제변수로 통제하였다.

2. 연구의 분석틀

출연연의 연구성과에 미치는 영향을 분석한 선행연구들을 볼 때, 연구비, 연구인력 수, 연구기간, 연구개발단계, 기관유형 등 다양한 변수가 연구 성과에 유의한 영향을 보였다. 따라서 본 연구에서는 해당 변수들을 조절변수 및 통제변수로 설정하였다. 그리고 이러한 통제 하에 종속변수인 출연연의 연구성과(특히, 논문)에 독립변수인 연구기획방식이 영향을 준다고 가설을 설정하였다.

<그림 1> 연구의 분석틀



제 2 절 실증 연구의 설계

1. 변수의 조작적 정의와 측정법

본 연구는 NTIS(국가과학기술정보서비스)에서 산출한 과제정보, 성과 데이터를 취합하여 정리한 자료를 활용하여 분석을 진행하였다. 데이터는 2018년에 신규로 런칭한 과제를 대상으로, 해당 과제들이 2019년과 2020년에 계속 수행한 연구까지 고려하였다. 특히나 논문 성과를 산출함에 있어 시차효과가 있기 때문에, 이를 고려하여 1년의 짧은 시간을 고려하기보다 최소 3년 정도의 연구기간 동안의 과제 수행 데이터와 성과 산출 데이터를 합산하였다. 이러한 방식으로 분석을 진행하는 것이 결과의 정확도와 신뢰도를 높이는데 도움을 줄 것이라 판단하였다.

1) 독립변수

본 연구의 독립변수는 연구개발과제의 기획방식을 설정하였다. NTIS 과제 정보에서 연구개발과제 기획방식은 하향식(지정공모형), 상향식(품목지정형, 자유공모형)으로 분류하고 있다. 해당 독립변수는 연구내용 및 기술개발 목표를 기획하는 주체가 정부·기관 주도인지 연구자 주도인지의 차이를 살펴볼 수 있는 변수라고 생각되어 설정하였으며, 이러한 독립변수가 출연연의 연구성과에 어떤 영향을 주는지 분석하고자 하였다.

<표 6> 국가연구개발사업의 연구기획방식

연구기획방식		주요내용
상향식	자유공모형	<ul style="list-style-type: none"> · 국가연구개발사업의 과제 공고 이후 산·학·연 연구자가 연구주제를 자유롭게 제안하여 연구비를 지원받는 방식 ※ (예시) 개인기초연구, 집단연구지원사업
	품목지정형	<ul style="list-style-type: none"> · 국가연구개발사업의 과제공고 이후 구체적인 연구제안서 (RFP) 제시 없이 품목(제품, 기술분야 등)만 제시하여 연구개발 방법론의 자유로운 제안을 평가하여 우수한 연구개발을 지원하는 방식 ※ (예시) 신재생에너지기술개발, 미래소재디스커버리사업
하향식	지정공모형	<ul style="list-style-type: none"> · 국가연구개발사업의 과제 공고 이후 산·학·연 연구자가 각 중앙부처의 임무를 수행하기 위해 미리 정해진 연구 주제에 응모해서 연구비를 지원받는 임무중심·목표지향적 연구과제 ※ (예시) 한국형발사체개발사업, 식품등안전관리사업

* 출처: 이현익(2021), 2020년 국가연구개발사업 조사·분석 보고서

2) 종속변수

본 연구에서 설정한 종속변수는 출연연에서 연구자가 수행하는 연구 과제로 얻는 직접적인 성과인 논문과 특허이다. 출연연의 연구 성과를 앞서 언급된 논문, 특허처럼 1차적 성과로 한정짓는 것은 논란의 여지가 있을 수 있지만, 해당 변수들은 가장 객관적으로 측정 가능한 지표라고 판단하였다.

본 연구는 종속변수인 논문, 특허 성과를 양적 지표, 효율성 지표, 질적 지표로 구분하였다. 우선, 양적 지표로는 논문에 대해서 전체 논문 게재 건수, SCI 논문 게재 건수, 특허에 대해서 특허 출원 건수, 특허 등록 건수를 설정하였다. 논문 성과는 세계적으로 학술적 기여도가 높은 논문을 판별하는 기준인 SCI(Science Citation Index) 기준에 따라 SCI 논문

과 비SCI 논문이 나뉘는데, 양자를 모두 포함한 성과를 전체 논문 게재 건수로, 학술적 가치가 높은 SCI만을 포함한 성과를 SCI 논문 게재 건수로 측정하였다. 한편, 특허 성과는 특허 출원과 등록 성과로 구분할 수 있는데, 특허 출원은 해당 특허를 특허청에 제출한 단계이고 출원된 특허가 심사를 통과하여 등록된 상태가 되면 특허 등록 성과로 측정된다.

효율성 지표는 각각의 양적 지표를 과제의 총 연구비로 나누어 측정된 연구비 당 성과로 설정하였다. 논문과 특허의 양적 지표는 해당 과제에 참여하는 연구인력 수, 즉 인건비가 증가하고 과제의 연구비 규모가 커질수록 체증할 것이라 추측되기 때문에, 대형 과제일수록 단순히 값이 크게 나올 우려가 있다. 그렇기 때문에, 연구비 투입 대비 성과라는 효율성 측면에서 연구비 당 성과가 출연연의 연구 성과를 판단하는데 중요한 지표로 활용될 수 있으리라 생각한다.

질적 지표로는 전체 논문 건수 대비 SCI 논문 건수, 특허 출원 건수 대비 특허 등록 건수라는 비율 지표를 설정하여, 해당 과제가 학술적 가치가 낮은 논문이나 흔히 장롱 특허라고 불리는 응용·산업적 활용도가 낮은 특허만을 양산해내지는 않았는지를 점검해보았다. 즉, 다양한 논문 실적 중에서 SCI급 논문을 얼마나 산출해내었는지 비중과, 출원한 특허 중 얼마나 많은 특허들이 실제로 등록되었는지 비중을 질적 지표로 측정하였다. 해당 질적 지표가 높게 나타날수록 해당 과제는 학술적 가치가 있고 산업적 활용도가 높은 성과를 많이 산출해낸 것으로 판별할 수 있을 것이다.

3) 조절변수

본 연구의 조절변수인 연구개발단계는 크게 기초연구, 응용연구, 개발연구로 나누어진다. 연구개발에 대한 국제적인 차원의 매뉴얼과 가이드라인을 제시하는 OECD Frascati Manual(2015)에서도 연구개발을 기초연구, 응용연구, 개발연구로 구분하고 있으며, 이를 우리나라뿐 아니라 세계 각국에서 차용하여 활용하고 있다. 기초연구는 어떠한 특정한 응용

없이 자연현상이나 관찰된 사실의 근간에 기대어 새로운 지식을 찾는 실험적, 이론적 연구를 말하며, 응용연구는 마찬가지로 새로운 지식을 얻기 위한 독창적인 조사연구이지만 특정한 실용적인 목표를 두고 있다는 점에서 기초연구와 구별된다. 마지막으로 개발연구란 새로운 제품이나 제품생산 프로세스의 개발, 기존 제품의 개선 및 기존 프로세스의 개선 등을 위해 행하는 실용적인 연구를 의미한다. 흔히 기초연구에 가까운 연구일수록 학술지식을 논하는 논문 성과가 높고 응용·개발연구에 가까울수록 실용적인 특허 성과가 높게 나오는 경향이 있다.

4) 통제변수

본 연구의 통제변수로는 앞서 선행연구 등에서 출연연의 성과에 영향을 주는 변수들로서 연구개발과제에 투입된 연구비, 연구기간, 참여연구원 수, 기관유형 등을 포함하여 NTIS 과제별 데이터의 세부항목을 활용하였다(최호영·최치호·김정수, 2012; 민철구·박성욱, 2013; 백승현, 2014; 고성주·이춘수, 2018; 김진열·김방룡, 2019).

(1) 연구비 변수

정부연구개발과제의 연구비는 연구비 부담주체에 따라 정부연구비와 민간연구비로 나뉘고, 연구비 용도에 따라 직접비, 간접비, 인건비로 분류한다. 「국가연구개발혁신법 시행령」(과학기술정보통신부) 별표2 연구개발비 사용용도에 따르면 직접비는 연구개발과제 수행에 참여하는 연구자에게 지급하는 인건비와 그 밖에 연구시설·장비비, 연구재료비, 연구활동비, 연구수당 등의 세부 비목을 포함하고 있으며, 간접비는 연구지원비, 성과활용 지원비 등 세부 비목을 포함하여 보통 해당 연구개발기관에서 총액으로 사용하는 비용을 의미한다.

보통 연구비 변수가 클수록 해당 과제에 참여하는 연구인력, 투입되는

연구장비·시설 등 투입변수가 커지기 때문에, 논문, 특허 등 연구성과의 양도 늘어나는 경향을 보일 수 있다. 따라서 타 연구개발 특성과 연구성과 간의 관계를 규명함에 있어서 연구비 변수가 주는 효과는 통제될 필요가 있다. 선행연구에서는 연구성과에 영향을 주는 연구비 변수로 총 연구비, 민간연구비, 직접비, 인건비, 간접비 등을 절대적인 규모뿐만 아니라 총 연구비 대비 비율 등 다양한 형태로 선별적 또는 동시에 활용한 것으로 보인다. 본 연구에서는 연구비 변수로 연구과제 수행에 직접적인 영향을 주는 직접비, 간접비, 인건비를 고려하였다.

(2) 연구기간 변수

연구개발이란 지식을 증진시키기 위한 창의적이고 체계적인 활동을 의미하며 이러한 활동은 새롭고, 창의적이고, 예측 불가능한 것이며 체계적임과 동시에 전수되거나 재생산될 수 있는 지식을 만들어내야 한다(OECD, 2015). 이처럼 연구개발은 중장기적 안목을 보고 수행하는 활동이기 때문에 이를 통한 일련의 성과도 단기간에 나오기 어려운 경우가 많다. 권재철 외(2012)의 연구에서도 21세기 프론티어 연구개발 사업이라는 대형 연구개발 사업에 대한 연구성과에 미치는 영향을 분석하였는데, 연구기간이 길어진 장기간의 연구일수록 단기 연구보다 특허 출원의 성과가 유의하게 높아진다고 말하였다. 특허와 마찬가지로 논문 역시 장기간의 고찰과 분석이 필요한 작업이기 때문에 연구기간이 길수록 성과는 높아질 것이라 추정할 수 있다. 같은 이유에서 신규 과제보다 이전부터 과제를 수행해온 계속 과제일수록 연구 성과는 커질 것이다. 본 연구에서 연구기간 변수는 연구과제 시작시점과 종료시점 간의 기간을 년 수로 측정하였다.

(3) 연구인력 변수

연구인력 변수는 민철구·박성욱(2013), 백승현(2014) 등의 연구에서 출연연의 연구성과에 영향을 미치는 독립변수로 설정한 변수로, 연구개발과제 수행과정에 참여하는 총 연구자 수를 의미한다. 연구개발과제는 연구책임자와 그 외 학·석·박사 연구원들이 참여하여 진행되며, 이들을 모두 합산한 값을 연구인력으로 산정하였다. 선행연구에 따르면 실제 연구를 수행하는 연구인력과 이들을 보조하고 기능적으로 돕는 연구지원인력이 늘어날수록 논문, 특허, 기술료 등 출연연의 연구성과에 대해 양(+의 효과가 있음을 밝혀냈다. 연구인력 중에서는 정규인력이 비정규인력(지원인력)보다 연구성과에 대해 더 높은 영향력을 보여주고 있음이 나타났다. 본 연구에서 연구인력 변수는 정규 연구자 수만을 다루고 있다.

(4) 기관유형 변수

그 밖에 백승현(2014), 김진열·김방룡(2019) 등 선행연구에서 독립변수로 활용한 출연연 기관 유형을 고려하고자 한다. 본 연구에서는 기초연구에 주로 중점을 두는 기초형 출연연과 응용·개발연구에 더 많은 비중을 두는 산업형 출연연, 기초-응용-개발연구를 고루 수행하는 연구개발단계에 있어 일종의 연결고리 역할인 혼합형 출연연으로 나누어 논문, 특허 성과에 미치는 효과를 통제하고자 하였다. 과학기술계 정부출연연구기관 25개에 대해 해당 기관에서 수행한 연구과제의 연구단계에 기반하여 크게 세 가지 유형으로 유형을 분류하였다. 분류기준은 해당 기관의 연구 중 기초연구 비중이 50% 이상인 경우 새로운 지식의 습득, 학술적 목적을 중시하는 기초형 출연연구소로 보았다. 그리고 기초연구 비중이 30% 미만인 연구소들은 응용연구, 개발연구 중심으로 기업 등과 연계하여 유용한 산업기술을 개발하는데 적합한 산업형 출연연구소로 보았다. 기초연구 비중이 30%에서 50% 사이에 있고 기초연구, 응용연구, 개발연구를 거의 유사한 비중으로 골고루 수행하는 연구소의 경우, 기초형, 산업형의 중간 정도의 성격을 가진 것으로 보아 혼합형 연구소로 분류하였다.

2. 가설과 모형의 설정

본 연구는 독립변수인 연구기획방식이 종속변수인 특허와 논문 성과에 미치는 영향을 보기 위해 회귀분석(Regression Analysis)을 분석 방법으로 하였다. 조절변수인 연구개발단계가 독립변수와 종속변수 간 관계에 미치는 조절효과를 보이기 위해 조절변수를 설정하고 독립변수와 조절변수 간 상호작용항을 추가하였다. 따라서 분석 틀로서 회귀식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

<그림 2> 회귀식

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2 \text{ (상호작용항)} \\ + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \epsilon$$

주: Y= 출연연의 연구개발 성과

(논문, 특허 관련 양적, 효율성, 질적 지표)

β_0 =상수항, β_i =회귀계수, X_1 =연구기획방식,

X_2 =연구개발단계(조절변수)

(통제변수) X_3 = 연구비, X_4 =연구기간, X_5 =연구인력, X_6 =기관유형,

ϵ =오차항

본 연구의 가설은 앞서 분석한 선행연구들을 바탕으로 상정하였다. 우선 홍사균 등(2006)의 연구결과에 따르면 연구개발단계 중 기초연구 과제, 그리고 기초연구를 주로 수행하는 기초형 연구소의 성과, 기초연구의 주요 산출물인 논문 성과에 있어서는 상향식 기획이 유리할 것으로 볼 수 있다. 반면에 특허의 경우 물건의 제조방법, 새로운 물건의 개발 등

좀 더 실용적 성격의 성과물이기 때문에 하향식 연구 기획을 통해 명확한 개발 목표를 설정하여 연구를 진행하는 것이 출원, 등록 등 많은 성과를 산출해낼 것으로 보았다. 따라서 연구개발단계에 있어서도 기초연구는 상향식 기획이, 응용·개발연구의 경우 하향식 기획이 연구 성과에 긍정적인 조절효과를 줄 것으로 추측할 수 있다.

이에 따라, 가설은 다음과 같이 상정하였다.

<가설 1> 연구기획방식이 상향식일수록 논문 성과는 높아질 것이다.

<가설 2> 연구기획방식이 하향식일수록 특허 성과는 높아질 것이다.

<가설 3> 논문 성과의 경우 기초연구와 비교하여 응용·개발연구는 하향식 연구기획일수록 성과가 높아질 것이다.

<가설 4> 특허 성과의 경우 기초연구와 비교하여 응용·개발연구는 하향식 연구기획일수록 성과가 높아질 것이다.

제 4 장 실증 분석 결과

본 연구는 출연연에 대한 연구정책과 환경 변화에 따른 연구과제 특성이 출연연의 성과에 미치는 영향을 알아보기 위해 국가과학기술정보서비스(National Science and Technology Information Service, 이하 'NTIS'로 칭함)에서 공개하는 2018년부터 2020년 간 3개년도 연구개발사업 과제정보, 논문·특허정보 내 데이터를 활용하고자 한다. NTIS는 연구기획부터 과제 수행, 성과 활용 및 확산에 이르는 과학기술 지식·정보를 제공하는 통합 시스템이다. 그리고 앞서 언급한 것처럼 특허·논문 성과 산출의 시차 효과를 고려하여 2018년 신규로 수행한 과제가 2019, 2020년 계속 수행된 과제 데이터를 분석하였다. 출연연 중에서도 국가과학기술연구회 소속 25개 출연연을 한정하여 분석하였는데, 이는 출연연 분류에 속한 많은 기관들 중 과학기술 연구 외에 인문사회, 정책 연구 등 순

수 과학기술과 거리가 있는 연구를 하는 기관을 포함하고 있었기 때문이다. 또한 연구개발단계에 있어서 기초연구, 응용연구, 개발연구 외에 이러한 분류로 명확히 성격이 분류되지 않는 기타 과제는 제외하였다.

NTIS에서는 국가연구개발사업으로 수행되는 모든 과제 정보와 성과 정보를 별도의 데이터 셋으로 제공하기 있기 때문에, 이를 과제고유번호로 연계·결합하여 총 1,173건의 표본을 수집하였다.

제 1 절 기술통계분석

<표 7> 변수에 관한 기술통계량

	변수	관측치	평균	표준편차	최소값	최대값
독립변수	연구기획방식 (하향식:0, 상향식:1)	1173	0.342711	0.474818	0	1
종속변수	전체 논문 건수(건)	1173	2.958227	6.433763	0	75
	SCI 논문 건수(건)	1173	2.146633	5.315055	0	68
	연구비 당 전체 논문 건수(건/억원)	1173	0.389286	1.229585	0	30.4878
	연구비 당 SCI 논문 건수(건/억원)	1173	0.310162	1.148192	0	30.49
	전체 논문 대비 SCI 논문 비중	554	0.7413	0.362243	0	1
	특허 출원 건수(건)	1173	2.252344	5.16067	0	78
	특허 등록 건수(건)	1173	0.612106	1.533613	0	21
	연구비 당 특허 출원 건수(건/억원)	1173	0.294058	0.923404	0	23.33
	연구비 당 특허 등록 건수(건/억원)	1173	0.11138	0.45184	0	10
	특허 출원 대비 등록 비중	524	0.337482	0.378688	0	1
조절변수	개발단계_응용(더미)	1173	0.251492	0.434056	0	1
	개발단계_개발(더미)	1173	0.4237	0.494355	0	1
통제변수	직접비(억원)	1173	4.09475	31.24676	0	1049.05
	간접비(억원)	1173	0.545042	3.711752	0	82.89
	인건비(억원)	1173	1.620516	12.41201	0	275.04
	연구수행기간(년)	1173	2.11422	1.01154	0.16	3
	참여연구원 수(명)	1173	29.36743	55.52963	1	888
	기관유형_기초(더미)	1173	0.220801	0.414964	0	1
기관유형_산업(더미)	1173	0.587383	0.492515	0	1	

1. 독립변수에 관한 기술통계분석

본 연구의 독립변수 중 연구기획방식은 크게 하향식, 상향식으로 나뉘며 두 가지 값을 지니는 범주형 변수이므로 하향식을 0, 상향식을 1로 더미변수화하여 표현하였다. 연구기획방식에 대한 기술통계량을 살펴보면 평균은 0.34, 표준편차는 0.47로 하향식 지원과제가 상향식 지원과제에 비해 많음을 알 수 있었다. 빈도수로 보면 하향식이 약 66%, 상향식이 약 34%를 차지하여, 25개 출연연은 연구자가 자유롭게 목표와 주제를 선정하기보다 연구목표와 주제가 지정된 과제를 더 많이 수행하고 있음을 알 수 있다. 이는 정부 또는 공공기관의 정책목표를 달성하기 위한 연구개발을 수행하는 출연연 본연의 역할이 잘 드러난 결과라고 볼 수 있다.

2. 종속변수(출연연의 연구성과)에 관한 기술통계분석

본 연구에서 종속변수는 양적 지표, 효율성 지표, 질적 지표로 나누어 측정하였다. 우선 양적 지표로 특히 출원 건수는 평균 2.25건이었으며 최소값은 0, 최대값은 78건으로 나타났다. 특히 등록 건수의 경우 평균 0.61건으로 출원 건수 대비 평균값이 약 27.1% 수준이었다. 논문 성과는 크게 SCI 논문과 비SCI 논문으로 나뉘는데 이 두 가지를 합친 전체 논문 건수는 평균 2.96건으로 최소값은 0, 최대값은 75건에 달했다. 이 중 SCI 논문 건수는 평균 2.14건이었다.

효율성 지표는 앞서 측정한 양적 지표를 과제에 투입된 총 연구비로 나눈 값으로 계산하였다. 이에 따라 연구비 1억 원 당 전체 논문 건수, SCI 논문 건수, 특히 출원 건수, 특히 등록 건수를 측정하여 각각 0.39, 0.31, 0.29, 0.11(건/억원)의 평균치를 기록하였다.

질적 지표로는 특히 출원 대비 등록 비중은 평균 0.34로, 평균적으로 볼 때 출원된 특허중 약 34%의 특허만이 등록된다는 사실을 알 수 있

다. 전체 논문 대비 SCI 논문 비중은 평균 0.74를 기록하여, 평균적으로 전체 논문 실적 중 약 74%가 SCI 논문이고 나머지 26%는 비SCI 논문임을 알 수 있다.

3. 조절변수에 관한 기술통계분석

조절변수인 연구개발단계는 크게 기초연구, 응용연구, 개발연구로 구성되며, 해당 변수는 연속형 변수가 아닌 범주형 변수이기 때문에 각각 더미변수화하여 연구단계-응용, 연구단계-개발 2가지 더미변수를 구성하여 0(미해당) 또는 1(해당)의 값을 부여하였다. 각각의 연구단계의 빈도수를 보면 기초연구가 381건(33%), 응용연구가 295건(25%), 개발연구가 497건(42%)로 나타났다. 이러한 수치가 나타난 배경에는 출연연의 본연의 목적 상 전반적으로 기초, 응용, 개발 연구 중 어느 한쪽에 치우치지 않은 균형적인 연구를 수행하기 때문이라는 점을 들 수 있다.

4. 통제변수에 관한 기술통계분석

1) 연구비 변수에 관한 기술통계분석

연구비 변수의 기술통계량을 살펴보면 평균에 있어서 직접비는 4.09억원, 간접비는 0.55억원, 인건비는 1.62억원이었다. 연구활동에 직접적으로 집행되는 활용비인 직접비가 간접비나 인건비에 비해 평균적으로 높게 나타났다. 단일 과제로 가장 큰 직접비를 기록한 과제는 직접비가 약 1049억원이었다. 가장 적은 직접비를 기록한 과제는 0억원으로 이러한 과제의 경우 직접비 없이 인건비만 투입된 과제라 할 수 있다.

2) 연구기간 변수에 관한 기술통계분석

연구기간 변수는 과제 수행기간으로 구하였는데 이는 NTIS에 명기된 과제시작일로부터 과제종료일까지의 기간을 년 수로 측정하였다. 2018년부터 2020년까지 추진된 25개 출연연의 과제는 평균적으로 2.11년의 과제 수행기간을 보였다. 이 중 최소 기간을 보인 과제는 0.13년(약 1.5개월) 수행된 과제로 과제별로 수행기간의 차이도 크게 나타났다. 3년짜리 과제가 큰 빈도로 나타났는데, 정부연구개발사업에서 통상적인 단기 과제로 3년의 과제수행기간을 부여하기 때문이다. 필요한 경우 3년 이후 과제에 대한 재평가를 통해 연구과제의 계속 지원 여부를 결정하기도 한다.

3) 연구인력 변수에 관한 기술통계분석

연구인력 변수는 해당 연구과제에 참여한 연구원 수로 측정하였는데, NTIS 상에서 전공별(이학, 공학, 농학 등) 박사, 석사, 학사, 기타인력으로 나누어 데이터를 제공하고 있었고, 이러한 값을 합산한 값을 구했다. 연구인력의 평균값은 29.37명이고 표준편차는 55.53으로 가장 적은 연구인력 수는 1명, 가장 많은 연구인력이 참여한 경우는 888명이 참여한 과제였다.

4) 기관유형 변수에 관한 기술통계분석

기관유형은 앞서 언급한 것처럼 기초형 연구소, 산업형 연구소, 혼합형 연구소로 나누어, 기관유형-기초, 기관유형-산업 2가지 변수로 더미변수를 구성하였고 0(미해당) 또는 1(해당)의 값을 부여하였다. 각각의 기관유형에 따른 과제 빈도수를 살펴보면 기초형 연구소가 259건(22.1%), 산업형 연구소가 688건(58.7%), 혼합형 연구소는 226건(19.2%)의 연구를 수행하여, 산업형 연구소가 수행하는 연구과제 수가 다른 유

형의 연구소에 비해 비교적 많음을 알 수 있었다.

기관 유형에 따른 성과 지표 분석 결과, 기초형, 혼합형 연구소 대비 산업형 연구소에서 과제당 특허 출원 및 등록 건수가 높게 나타났으며, 기초형 연구소의 경우 과제당 SCI 논문 건수가 높게 나타났다. 특허 등록 건수는 연구개발을 거쳐 등록까지 걸리는 기간을 고려할 때 시간이 지날수록 자연스럽게 실적이 쌓이는 구조임을 알 수 있다.

제 2 절 회귀분석 결과

회귀분석을 실시하기 전에 독립변수, 조절변수, 통제변수에 대한 다중공선성 분석을 진행하였다. 다중공선성이란 회귀분석에서 독립변수 간에 강한 상관관계가 나타나는 문제로, 본 분석에서는 독립변수와 조절변수 간의 상관관계를 조사하여 다중공선성의 문제가 나타나지 않는지에 대한 검증이 필요하다. 분석 결과, 다중공선성을 나타내는 지표인 Variance Inflation Factor(VIF) 값이 10 이상인 경우가 없기 때문에 다중공선성의 문제는 존재하지 않다고 판단하였다.

<표 8> 다중공선성 분석

변수		VIF	1/VIF	
독립변수	연구기획방식(X ₁)	3.02	0.331275	
조절변수	(더미) 개발단계	개발단계_응용	2.13	0.469207
		개발단계_개발	2.3	0.434222
	상호작용항(X ₁ X ₂)		2.23	0.447806
			2.75	0.363137
통제변수	직접비		1.71	0.585634
	간접비		1.99	0.503486
	인건비		1.65	0.605324
	연구수행기간		1.31	0.765681
	참여연구원 수		1.61	0.619759
	(더미) 기관유형	기관유형_혼합	1.59	0.627922
		기관유형_산업	1.92	0.520863
VIF 평균		2.02	-	

1. 연구기획방식과 논문 성과와의 관계

가설 1(연구기획방식이 상향식일수록 논문 성과는 높아질 것이다.)에 대한 검증을 위해서 논문 성과에 대한 연구기획방식의 영향을 분석하고

자 하였고, 논문 성과의 양적 지표, 효율성 지표, 질적 지표에 대한 각각의 회귀분석 결과(연구기획방식에 대한 회귀계수)를 살펴보았다.

1) 양적 지표: 전체 논문 건수, SCI 논문 건수

양적 지표로는 전체 논문 건수와 SCI 논문 건수를 설정하였다. 먼저, 전체 논문 건수의 경우 연구기획방식에 대한 회귀계수가 음(-)의 값으로 측정되었으며 이는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한 결과를 보였다 ($\beta = -2.31051$, $p < 0.01$). 음(-)의 회귀계수는 하향식 연구기획일 때 전체 논문 건수가 더 커짐을 의미한다. 해당 회귀분석의 조정된 결정계수 (Adjusted R^2)는 0.1959로 약 19.59%의 설명력을 보였다.

<표 9> 연구기획방식과 전체 논문 건수와의 관계

	비표준화계수	표준편차	t값	P>t	표준화계수 Beta
연구기획방식	-2.31051***	0.616646	-3.75	0	-0.17052
(더미) 개발단계_응용	-0.97051*	0.5668	-1.71	0.087	-0.06548
(더미) 개발단계_개발	-1.39338***	0.517324	-2.69	0.007	-0.10706
상호작용항_응용	3.158922***	0.976274	3.24	0.001	0.126653
상호작용항_개발	1.808317**	0.830021	2.18	0.03	0.094698
직접비	0.001396	0.007048	0.2	0.843	0.006778
간접비	-0.04473	0.063986	-0.7	0.485	-0.02581
인건비	-0.07043***	0.017451	-4.04	0	-0.13588
연구수행기간	1.353526***	0.190393	7.11	0	0.212806
참여연구원 수	0.036506***	0.003855	9.47	0	0.315085
기관유형_혼합	-1.75358***	0.539911	-3.25	0.001	-0.10736
기관유형_산업	-1.9067***	0.474107	-4.02	0	-0.14596
상수항	1.777819***	0.659801	2.69	0.007	.

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$, Obs=1173, $R^2=0.2041$, Adjusted $R^2=0.1959$, $F=24.79$

또 다른 양적 지표인 SCI 논문 건수의 경우에도 독립변수인 연구기획 방식에 대해 회귀계수가 음(-)의 값으로 측정되었고 이는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한 결과였다($\beta = -2.1837$, $p < 0.01$). 하향식 연구기획일 때 SCI 논문 건수가 더 크을 알 수 있었지만, 전체 논문 건수에 비해서 회귀계수의 절대값은 작아($2.1837 < 2.31051$), 연구기획방식이 성과 지표에 미치는 영향력은 작음을 알 수 있다. 해당 회귀분석의 조정된 결정계수는 0.1645로 약 16.45%의 설명력을 보였다.

<표 10> 연구기획방식과 SCI 논문 건수와의 관계

	비표준화계수	표준편차	t값	P>t	표준화계수 Beta
연구기획방식	-2.1837***	0.519283	-4.21	0	-0.19508
(더미) 개발단계_응용	-1.31579***	0.477308	-2.76	0.006	-0.10745
(더미) 개발단계_개발	-1.28128***	0.435644	-2.94	0.003	-0.11917
상호작용항_응용	0.807007	0.822129	0.98	0.326	0.039166
상호작용항_개발	1.316274*	0.698968	1.88	0.06	0.08344
직접비	0.00717	0.005935	1.21	0.227	0.042152
간접비	-0.10669	0.053883	-1.98	0.048	-0.07451
인건비	-0.0522***	0.014696	-3.55	0	-0.12191
연구수행기간	0.958121***	0.160332	5.98	0	0.182346
참여연구원 수	0.023922***	0.003246	7.37	0	0.249923
기관유형_혼합	-1.46287***	0.454664	-3.22	0.001	-0.10841
기관유형_산업	-2.47358***	0.39925	-6.2	0	-0.22921
상수항	2.658054***	0.555624	4.78	0	.

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$, Obs=1173, $R^2=0.1730$, Adjusted $R^2=0.1645$, $F=20.22$

2) 효율성 지표: 연구비 당 전체 논문 건수, 연구비 당 SCI 논문 건수

효율성 지표는 양적 지표를 총 연구비로 나눈 값으로 연구비 당 성과를 뜻한다. 우선, 연구비 당 전체 논문 건수의 경우 종속변수 연구기획방식에 대한 회귀계수가 양(+)의 값으로 측정되고 이는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의했는데($\beta=0.706517$, $p<0.01$), 상향식 연구기획일 때 연구비 당 전체 논문 건수는 더 커짐을 의미한다.

<표 11> 연구기획방식과 연구비 당 전체 논문 건수와의 관계

	비표준화계수	표준편차	t값	P>t	표준화계수 Beta
연구기획방식	0.706517***	0.126922	5.57	0	0.27283
(더미) 개발단계_응용	-0.01725	0.116662	-0.15	0.882	-0.00609
(더미) 개발단계_개발	-0.05903	0.106479	-0.55	0.579	-0.02373
상호작용항_응용	-0.86192***	0.200943	-4.29	0	-0.18082
상호작용항_개발	-0.88935***	0.17084	-5.21	0	-0.24369
직접비	0.000417	0.001451	0.29	0.774	0.010597
간접비	-0.00873	0.01317	-0.66	0.508	-0.02634
인건비	0.000142	0.003592	0.04	0.968	0.001435
연구수행기간	0.05861	0.039188	1.5	0.135	0.048217
참여연구원 수	-0.00085	0.000794	-1.07	0.283	-0.03847
기관유형_혼합	-0.1375	0.111128	-1.24	0.216	-0.04405
기관유형_산업	-0.19393**	0.097584	-1.99	0.047	-0.07768
상수항	0.398431***	0.135804	2.93	0.003	.

* $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$, Obs=1173, $R^2=0.0769$, Adjusted $R^2=0.0673$, $F=8.05$

한편 연구비 당 SCI 논문 건수도 연구기획방식에 대한 회귀계수가 양(+)의 값을 보였고 유의수준 1%에서 유의한 결과였다($\beta=0.670909$, $p<0.01$). 이 역시 상향식 연구기획인 경우 연구비 당 SCI 논문 건수가 더 큰 값을 보인다는 것을 뜻한다. 그리고 회귀계수의 절대값도 연구비

당 전체 논문 건수의 연구기획방식에 대한 회귀계수보다 더 작게 나타났다(0.670909<0.706517)

<표 12> 연구기획방식과 연구비 당 SCI 논문 건수와의 관계

	비표준화계수	표준편차	t값	P>t	표준화계수 Beta
연구기획방식	0.670909***	0.118382	5.67	0	0.277445
(더미) 개발단계_응용	-0.1085	0.108813	-1	0.319	-0.04102
(더미) 개발단계_개발	-0.0981	0.099315	-0.99	0.323	-0.04224
상호작용항_응용	-0.76739***	0.187423	-4.09	0	-0.1724
상호작용항_개발	-0.78767***	0.159345	-4.94	0	-0.23113
직접비	0.000455	0.001353	0.34	0.736	0.012394
간접비	-0.00801	0.012284	-0.65	0.514	-0.0259
인건비	0.000165	0.00335	0.05	0.961	0.001783
연구수행기간	0.03717	0.036551	1.02	0.309	0.032746
참여연구원 수	-0.00069	0.00074	-0.93	0.354	-0.03319
기관유형_혼합	-0.06061	0.103651	-0.58	0.559	-0.02079
기관유형_산업	-0.15185*	0.091018	-1.67	0.096	-0.06514
상수항	0.351402***	0.126667	2.77	0.006	.

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01, Obs=1173, R²=0.079, Adjusted R²=0.0695, F=8.3

3) 질적 지표: 전체 논문 대비 SCI 논문 비중

논문 성과에 대한 유일한 질적 지표인 전체 논문 대비 SCI 논문 비중의 경우, 논문 성과가 존재하는 과제에 대해서만 측정되었으므로, 총 1173개의 과제 중 관측치가 554건만 나왔다. 회귀분석 결과, 연구기획방식에 대한 회귀계수는 양(+)^{의 값을 보였으나($\beta=0.057464$), p값이 0.1보다 컸기 때문에 10% 유의수준에서도 통계적으로 유의하지 않은 결과가 나왔다.}

<표 13> 연구기획방식과 전체 논문 대비 SCI 논문 비중과의 관계

	비표준화계수	표준편차	t값	P>t	표준화계수 Beta
연구기획방식	0.057464	0.046244	1.24	0.215	0.076736
(더미) 개발단계_응용	-0.14507***	0.046394	-3.13	0.002	-0.17697
(더미) 개발단계_개발	-0.06925	0.043741	-1.58	0.114	-0.09012
상호작용항_응용	-0.0239	0.076586	-0.31	0.755	-0.01909
상호작용항_개발	-0.02747	0.07538	-0.36	0.716	-0.02009
직접비	-0.00208	0.002018	-1.03	0.303	-0.0491
간접비	-0.05647**	0.025691	-2.2	0.028	-0.15118
인건비	-0.00825	0.007696	-1.07	0.284	-0.07014
연구수행기간	0.062955**	0.024734	2.55	0.011	0.102048
참여연구원 수	0.000472	0.00035	1.35	0.177	0.075356
기관유형_혼합	0.066531	0.040465	1.64	0.101	0.075496
기관유형_산업	-0.15474***	0.036792	-4.21	0	-0.21378
상수항	0.703193***	0.076077	9.24	0	.

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01, Obs=554, R²=0.207, Adjusted R²=0.1894, F=11.77

2. 연구기획방식과 특허 성과와의 관계

논문 성과에 대한 결과와 마찬가지로, 가설 2(연구기획방식이 하향식 일수록 특허 성과는 높아질 것이다.)에 대한 검증을 위해서 특허 성과에 대한 연구기획방식의 영향을 분석하고자 하였다. 이에 따라 특허 성과의 양적 지표, 효율성 지표, 질적 지표에 대한 각각의 회귀분석 결과(연구기획방식에 대한 회귀계수)를 살펴보았다.

1) 양적 지표: 특허 출원 건수, 특허 등록 건수

우선 특허 출원 건수의 경우 연구기획방식에 대한 회귀계수는 음(-)의 값을 보였고 이 결과는 5% 유의 수준에서 통계적으로 유의한 결과였다($\beta=-1.09469$, $p<0.05$). 모형의 설명력인 조정된 결정계수는 0.2418로 약 24.18%의 설명력을 가지는 모형임을 알 수 있었다. 연구기획방식이 하향식일 경우 더 높은 특허 출원 건수가 나옴을 알 수 있었다.

<표 14> 연구기획방식과 특허 출원 건수와의 관계

	비표준화계수	표준편차	t값	P>t	표준화계수 Beta
연구기획방식	-1.09469**	0.480305	-2.28	0.023	-0.10072
(더미) 개발단계_응용	-0.00216	0.441481	0	0.996	-0.00018
(더미) 개발단계_개발	0.262973	0.402944	0.65	0.514	0.025191
상호작용항_응용	3.258139***	0.76042	4.28	0	0.162856
상호작용항_개발	0.512335	0.646504	0.79	0.428	0.033449
직접비	0.00587	0.005489	1.07	0.285	0.035541
간접비	0.031873	0.049839	0.64	0.523	0.022925
인건비	-0.05623***	0.013593	-4.14	0	-0.13523
연구수행기간	0.709949***	0.148297	4.79	0	0.139157
참여연구원 수	0.038133***	0.003003	12.7	0	0.410312
기관유형_혼합	-0.16284	0.420537	-0.39	0.699	-0.01243
기관유형_산업	0.570539	0.369282	1.54	0.123	0.05445
상수항	-0.65854	0.513919	-1.28	0.2	.

* $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$, Obs=1173, $R^2=0.2495$, Adjusted $R^2=0.2418$, $F=32.14$

다른 양적 지표인 특허 등록 건수의 경우에도 연구기획방식에 대한 회귀계수는 음(-)의 값이었고 이는 1% 유의 수준에서 유의한 결과였다

($\beta = -0.49134$, $p < 0.01$). 특히 출원 건수와 마찬가지로 음(-)의 회귀계수로써 하향식 연구기획일 때 더 높은 특허 등록 건수를 보임을 의미한다. 또한, 회귀계수의 절대값은 특허 출원 건수의 회귀계수에 비해 낮아, 연구기획방식의 성과 지표에 대한 영향력이 낮게 나타남을 알 수 있었다 ($-0.49134 < -1.09469$).

<표 15> 연구기획방식과 특허 등록 건수와의 관계

	비표준화계수	표준편차	t값	P>t	표준화계수 Beta
연구기획방식	-0.49134***	0.150984	-3.25	0.001	-0.15212
(더미) 개발단계_응용	0.092255	0.13878	0.66	0.506	0.026111
(더미) 개발단계_개발	0.277851**	0.126666	2.19	0.028	0.089564
상호작용항_응용	0.004236	0.239039	0.02	0.986	0.000713
상호작용항_개발	-0.08345	0.203229	-0.41	0.681	-0.01833
직접비	0.009585***	0.001726	5.55	0	0.195294
간접비	-0.01644	0.015667	-1.05	0.294	-0.0398
인건비	-0.01371***	0.004273	-3.21	0.001	-0.11098
연구수행기간	0.16168***	0.046617	3.47	0.001	0.106641
참여연구원 수	0.00714***	0.000944	7.56	0	0.258522
기관유형_혼합	-0.20777	0.132196	-1.57	0.116	-0.05336
기관유형_산업	-0.23943**	0.116084	-2.06	0.039	-0.07689
상수항	0.271063*	0.161551	1.68	0.094	.

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$, Obs=1173, $R^2=0.1603$, Adjusted $R^2=0.1516$, $F=18.45$

2) 효율성 지표: 연구비 당 특허 출원 건수, 연구비 당 특허 등록 건수

첫 번째 효율성 지표로 연구비 당 특허 출원 건수는 연구기획방식에 대해 음(-)의 회귀계수를 보였으나, 해당 회귀분석 모형에 대한 p값은

0.1009를 보여(F=1.55) 통계적으로 유의미한 결과로 볼 수 없었다.

<표 16> 연구기획방식과 연구비 당 특허 출원 건수와의 관계

	비표준화계수	표준편차	t값	P>t	표준화계수 Beta
연구기획방식	-0.19844**	0.098422	-2.02	0.044	-0.10204
(더미) 개발단계_응용	-0.18139**	0.090466	-2.01	0.045	-0.08526
(더미) 개발단계_개발	-0.09132	0.082569	-1.11	0.269	-0.04889
상호작용항_응용	0.21876	0.155821	1.4	0.161	0.061111
상호작용항_개발	-0.02614	0.132478	-0.2	0.844	-0.00954
직접비	-1.9E-05	0.001125	-0.02	0.986	-0.00065
간접비	-0.00497	0.010213	-0.49	0.627	-0.01996
인건비	-0.00098	0.002785	-0.35	0.726	-0.01312
연구수행기간	-0.03346	0.030388	-1.1	0.271	-0.03665
참여연구원 수	-0.00038	0.000615	-0.61	0.542	-0.02256
기관유형_혼합	0.07826	0.086174	0.91	0.364	0.033383
기관유형_산업	0.068752	0.075671	0.91	0.364	0.03667
상수항	0.46485***	0.105309	4.41	0	.

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01, Obs=1173, R²=0.0158, Adjusted R²=0.0056, F=1.55

두 번째 효율성 지표인 연구비 당 특허 등록 건수는 연구기획방식에 대해 음(-)의 회귀계수를 보였고, 그 결과는 10% 유의 수준에서 유의한 결과였다($\beta = -0.08086$, $p < 0.1$). 따라서 연구비 당 특허 등록 건수 역시 연구기획방식이 하향식일수록 높은 성과를 보임을 알 수 있다. 회귀분석 모형에 대한 p값 역시 0.0039로(F=2.44) 통계적으로 유의한 결과로 볼 수 있었으나, 모형의 설명력은 조정된 결정계수가 0.0145로 설명력이 1% 수준으로 매우 낮게 나타났다.

<표 17> 연구기획방식과 연구비 당 특허 등록 건수와의 관계

	비표준화계수	표준편차	t값	P>t	표준화계수 Beta
연구기획방식	-0.08086*	0.047943	-1.69	0.092	-0.08497
(더미) 개발단계_응용	-0.04026	0.044068	-0.91	0.361	-0.03867
(더미) 개발단계_개발	0.051179	0.040221	1.27	0.203	0.055995
상호작용항_응용	0.059692	0.075903	0.79	0.432	0.034078
상호작용항_개발	-0.0877	0.064532	-1.36	0.174	-0.0654
직접비	3.75E-05	0.000548	0.07	0.945	0.002591
간접비	-0.00255	0.004975	-0.51	0.608	-0.02096
인건비	-0.00048	0.001357	-0.35	0.725	-0.01311
연구수행기간	-0.03069**	0.014803	-2.07	0.038	-0.06872
참여연구원 수	-0.00017	0.0003	-0.55	0.579	-0.02043
기관유형_혼합	0.005143	0.041977	0.12	0.903	0.004483
기관유형_산업	-0.00613	0.036861	-0.17	0.868	-0.00668
상수항	0.209096***	0.051298	4.08	0	.

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01, Obs=1173, R²=0.0246, Adjusted R²=0.0145, F=2.44

3) 질적 지표: 특허 출원 대비 등록 비중

특허 성과에 대한 질적 지표인 특허 출원 대비 등록 비중의 경우 연구기획방식에 대한 회귀계수가 음(-)의 값을 보였으나, 통계적으로 유의하지 않았다($\beta=-0.0155$, $p=0.818$).

<표 18> 연구기획방식과 특허 출원 대비 등록 비중과의 관계

	비표준화계수	표준편차	t값	P>t	표준화계수 Beta
연구기획방식	-0.0155	0.067275	-0.23	0.818	-0.01863
(더미) 개발단계_응용	0.121171**	0.052637	2.3	0.022	0.146177
(더미) 개발단계_개발	0.118205**	0.047879	2.47	0.014	0.15448
상호작용항_응용	-0.11213	0.092465	-1.21	0.226	-0.09011
상호작용항_개발	-0.09592	0.088234	-1.09	0.278	-0.0758
직접비	0.003587**	0.001469	2.44	0.015	0.438869
간접비	-0.0424*	0.021802	-1.94	0.052	-0.38486
인건비	-0.00197	0.007839	-0.25	0.801	-0.01822
연구수행기간	-0.05603**	0.02422	-2.31	0.021	-0.10615
참여연구원 수	-0.00046	0.000363	-1.28	0.2	-0.07413
기관유형_혼합	-0.03511	0.05169	-0.68	0.497	-0.03715
기관유형_산업	-0.06557	0.045272	-1.45	0.148	-0.0848
상수항	0.493278***	0.07633	6.46	0	.

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01, Obs=524, R²=0.085, Adjusted R²=0.0635, F=3.96

3. 연구단계에 따른 연구기획방식의 성과에의 영향

기초연구 또는 응용·개발연구일 때 연구기획방식이 논문, 특허 성과에 어떠한 다른 영향을 주는지에 대해, 앞서 수행한 상호작용항을 포함한 다중회귀분석의 결과에 대해 분석해보았다.

다중회귀분석의 회귀식은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2 \text{ (상호작용항)} \\ + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \epsilon$$

연구개발단계 변수인 X_2 는 D_1 과 D_2 로 구성되는 더미변수로 기초연구, 응용연구, 개발연구를 다음과 같은 D_1, D_2 값으로 각각 표현할 수 있다.

<표 19> 연구개발단계 더미 변수 표현

연구개발단계	D_1 (더미변수_응용)	D_2 (더미변수_개발)
기초연구	0	0
응용연구	1	0
개발연구	0	1

X_2 에 D_1 과 D_2 를 대입하여 회귀식을 다시 표현하면 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_{21} D_1 + \beta_{22} D_2 + \beta_{31} X_1 D_1 + \beta_{32} X_1 D_2 + \dots$$

기초연구의 경우, $(D_1, D_2) = (0, 0)$ 이기 때문에

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots \text{이 된다.}$$

응용연구의 경우, $(D_1, D_2) = (1, 0)$ 이기 때문에

$$Y = (\beta_0 + \beta_{21}) + (\beta_1 + \beta_{31}) X_1 + \dots \text{로 식을 표현할 수 있다.}$$

개발연구의 경우, $(D_1, D_2) = (0, 1)$ 이기 때문에

$$Y = (\beta_0 + \beta_{21}) + (\beta_1 + \beta_{32}) X_1 + \dots \text{로 식을 표현할 수 있다.}$$

연구기획방식 X_1 에 대한 회귀계수 값을 비교해보면,

기초연구는 β_1 , 응용연구는 $\beta_1 + \beta_{31}$, 개발연구는 $\beta_1 + \beta_{32}$ 로 기초연구와 응용연구 간, 기초연구와 개발연구 간 β_{31} 와 β_{32} 만큼 차이가 발생할 수 있다.

위와 같은 회귀계수의 비교를 통해 연구기획방식이 논문 및 특허 성과에 미치는 영향에 있어 연구개발단계의 차이(기초연구-응용·개발연구)가 유의한 조절효과를 가지는지 살펴볼 수 있다.

이하에서는 논문과 특허 성과에 대해 각각 연구개발단계의 차이에 따라 어떻게 조절효과가 나타나는지에 대해 분석해보았다.

1) 논문 성과

① 양적 지표: 전체 논문 건수, SCI 논문 건수

우선 전체 논문 건수의 경우 회귀계수 β_1 은 음의 값을 보여 연구기획방식이 하향식일 때 성과가 높다고 분석할 수 있다. 그러나 β_{31} (응용연구)과 β_{32} (개발연구)의 경우 양의 값이 나와 응용연구, 개발연구는 기초연구와 비교할 때 하향식의 연구방식이 성과에 미치는 긍정적인 효과를 줄어듬을 알 수 있었다. 심지어 응용연구의 경우 $\beta_1 + \beta_{31}$ 이 양의 값을 보여 오히려 상향식 연구기획일수록 성과가 높아짐을 알 수 있었다.

SCI 논문 건수의 경우에도 회귀계수 β_1 은 음의 값을 보여 연구기획방식이 하향식일 때 고성능을 보였고, β_{32} 가 양의 값으로 나와 하향식의 연구방식으로 인해 성과가 높아지는 효과는 줄어듬을 알 수 있었다. β_{31} 의 경우 통계적으로 유의하지 않았다.

② 효율성 지표: 연구비 당 전체 논문 건수, 연구비 당 SCI 논문 건수

연구비 당 지표를 살펴보면, 연구비 당 전체 논문 건수와 SCI 논문 건수 모두 회귀계수 β_1 은 양의 값을 보여 상향식일 때 높은 성과가 나온다고 분석되었다. 그러나, 응용연구, 개발연구일 때 모두 β_{31} 과 β_{32} 가 음의 값을 보였으며 $\beta_1 + \beta_{31}$ 과 $\beta_2 + \beta_{32}$ 값도 음의 값으로 동일한 경향성을 보였는데, 기초연구와 비교할 때 응용연구와 개발연구는 하향식 연구기획이 연구비 당 논문 성과를 높인다는 분석이 가능하다.

③ 질적 지표: 전체 논문 대비 SCI 논문 비중

질적 지표는 회귀계수 β_1 , β_{31} , β_{32} 모두 통계적으로 유의하지 않은 값을 보였다.

<표 20> 기초연구 - 응용연구 간 논문 성과 차이 분석

분류 1	분류 2	변수	회귀계수 β_1 (p값)	회귀계수 β_{31} (p값)	$\beta_1 + \beta_{31}$
논문 성과	양적 지표	전체 논문 건수(건)	-2.31051*** (0)	3.158922*** (0.001)	0.848414
		SCI 논문 건수(건)	-2.1837*** (0)	0.807007 (0.326)	-1.37669
	효율성 지표	연구비 당 전체 논문 건수(건/억원)	0.706517*** (0)	-0.86192*** (0)	-0.1554
		연구비 당 SCI 논문 건수(건/억원)	0.670909*** (0)	-0.76739*** (0)	-0.09648
	질적 지표	전체 논문 대비 SCI 논문 비중	0.057464 (0.215)	-0.0239 (0.755)	0.033565

<표 21> 기초연구 - 개발연구 간 논문 성과 차이 분석

분류 1	분류 2	변수	회귀계수 β_1 (p값)	회귀계수 β_{32} (p값)	$\beta_1 + \beta_{32}$
논문 성과	양적 지표	전체 논문 건수(건)	-2.31051*** (0)	1.808317** (0.03)	-0.50219
		SCI 논문 건수(건)	-2.1837*** (0)	1.316274* (0.06)	-0.86743
	효율성 지표	연구비 당 전체 논문 건수(건/억원)	0.706517*** (0)	-0.88935*** (0)	-0.18283
		연구비 당 SCI 논문 건수(건/억원)	0.670909*** (0)	-0.78767*** (0)	-0.11676
	질적 지표	전체 논문 대비 SCI 논문 비중	0.057464 (0.215)	-0.02747 (0.716)	0.029993

2) 특허 성과

① 양적 지표: 특허 출원 건수, 특허 등록 건수

특허 출원 건수와 특허 등록 건수 모두 β_1 은 음의 값이 나와 하향식 연구기획이 높은 성과를 가져오지만, 응용연구의 경우 β_{31} 는 양의 값으로 이러한 효과를 상쇄하며 심지어 $\beta_1 + \beta_{31}$ 도 양의 값이 되어 상향식 연구기획일수록 특허 출원 건수는 높아짐을 알 수 있다. β_{32} 도 양의 값을 보였지만 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

② 효율성 지표: 연구비 당 특허 출원 건수, 연구비 당 특허 등록 건수

연구비 당 지표의 경우 응용연구와 개발연구일 때 모두 연구기획방식과 연구개발단계의 상호작용항에 대한 회귀계수인 β_{31} , β_{32} 값이 모두 통계적으로 유의하지 않았다.

③ 질적 지표: 특허 출원 대비 특허 등록 비중

질적 지표인 특허 출원 대비 특허 등록 비중도 연구기획방식-연구개발단계 간 상호작용항에 대한 회귀계수 β_1 , β_{31} , β_{32} 들이 모두 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보였다.

<표 22> 기초연구 - 응용연구 간 특허 성과 차이 분석

분류 1	분류 2	변수	회귀계수 β_1 (p값)	회귀계수 β_{31} (p값)	$\beta_1 + \beta_{31}$
특허 성과	양적 지표	특허 출원 건수(건)	-1.09469** (0.023)	3.258139*** (0)	2.163445
		특허 등록 건수(건)	-0.49134*** (0.001)	0.004236 (0.986)	-0.4871
	효율성 지표	연구비 당 특허 출원 건수(건/억원)	-0.19844** (0.044)	0.21876 (0.161)	0.020322
		연구비 당 특허 등록 건수(건/억원)	-0.08086* (0.092)	0.059692 (0.432)	-0.02117
	질적 지표	특허 출원 대비 특허 등록 비중	-0.0155 (0.818)	-0.11213 (0.226)	-0.12763

<표 23> 기초연구 - 개발연구 간 특허 성과 차이 분석

분류 1	분류 2	변수	회귀계수 β_1 (p값)	회귀계수 β_{32} (p값)	$\beta_1 + \beta_{32}$
특허 성과	양적 지표	특허 출원 건수(건)	-1.09469** (0.023)	0.512335 (0.428)	-0.58236
		특허 등록 건수(건)	-0.49134*** (0.001)	-0.08345 (0.681)	-0.57478
	효율성 지표	연구비 당 특허 출원 건수(건/억원)	-0.19844** (0.044)	-0.02614 (0.844)	-0.22458
		연구비 당 특허 등록 건수(건/억원)	-0.08086* (0.092)	-0.0877 (0.174)	-0.16856
	질적 지표	특허 출원 대비 특허 등록 비중	-0.0155 (0.818)	-0.09592 (0.278)	-0.11142

4. 가설에 대한 검증: 결과의 해석

앞서 설정한 4가지 가설에 대한 회귀분석 모형을 통한 검증 결과는 다음과 같다.

(1) 가설 1: 연구기획방식이 상향식일수록 논문 성과는 높아질 것이다. (부분 채택)

가설 1에 대한 회귀분석 결과, 논문의 양적 지표와 효율성 지표가 연구기획방식에 대해 통계적으로 유의한 변수로 나왔다. 양적 지표인 전체 논문 건수와 SCI 논문 건수는 연구기획방식이 하향식일수록 커졌으나, 효율성 지표인 연구비 당 전체논문 건수와 연구비 당 SCI 논문 건수는 이와 반대로 상향식 기획 과제일수록 커지는 결과를 보였다. 논문의 질적 지표에 대해서는 통계적으로 유의한 결과가 나오지 않았다. 정리해보면, 연구기획방식이 상향식일수록 양적 성과 지표는 감소하나 효율성 지표인 연구비 대비 성과 지표는 높아지기 때문에, 가설 1은 부분 채택되었다.

(2) 가설 2: 연구기획방식이 하향식일수록 특허 성과는 높아질 것이다. (채택)

가설 2에 대한 회귀분석 결과, 특허의 양적 지표와 효율성 지표가 연구기획방식에 대해 통계적으로 유의한 변수로 나왔다. 양적 지표인 특허 출원 건수, 특허 등록 건수, 효율성 지표인 연구비 당 특허 출원·등록 건수 4가지 변수 모두가 연구기획방식이 하향식일수록 증가한다는 결과가 나왔다. 특허의 질적 지표인 특허 출원 대비 특허 등록 비중은 연구기획방식에 대해 통계적으로 유의하지 않았다. 따라서 연구기획방식이 하향식일수록 특허 성과가 높아진다는 가설 2는 채택되었다.

(3) 가설 3: 논문 성과의 경우 기초연구와 비교하여 응용·개발연구는 하향식 연구기획일수록 성과가 높아질 것이다. (부분 채택)

가설 3에 대한 회귀분석 결과, 우선 논문의 양적 지표가 하향식일수록 커지는 효과를 보면, 기초연구에 비해 응용·개발연구는 그 효과가 상쇄되어 작게 나타났고, 심지어 응용연구의 경우 반대효과로 하향식일수록 전체 논문 건수가 적어지는 효과를 보였다. 한편, 논문의 효율성 지표가 상향식일수록 커지는 효과를 보면, 기초연구에 비해 응용·개발연구는 그 효과가 상쇄되어 상향식일수록 연구비 당 전체 논문 건수, 연구비 당 SCI 논문 건수가 적어지는 효과가 나타났다. 논문의 질적 지표는 통계적으로 유의한 결과를 도출하지 못하였다. 정리해보면, 기초연구와 비교할 때 응용·개발연구의 경우, 양적 지표에 미치는 조절효과는 불분명하다. 그러나 논문의 효율성 지표는 기초연구와는 반대로 응용·개발연구일 경우 하향식일수록 성과가 개선되는 효과를 보였다. 가설 3은 양적·질적 지표에 대해서는 판단할 수 없으나, 효율성 지표에 대해서는 성립하기 때문에 부분 채택되었다.

(4) 가설 4: 특허 성과의 경우 기초연구와 비교하여 응용·개발연구는 하향식 연구기획일수록 성과가 높아질 것이다. (판단 불가)

가설 4에 대한 회귀분석 결과, 특허 성과의 대부분의 지표에 대해 통계적으로 유의한 결과(조절 효과)를 산출하지 못하였고, 유일하게 특허 출원건수에 대해 기초연구에 비해 응용연구는 상향식 연구기획일수록 성과가 높아지는 효과를 보였다. 대부분의 지표가 통계적으로 유의하지 않은 결과가 산출되었기 때문에, 가설 4는 가설 채택/기각에 대한 판단을 내리기에 불가능한 것으로 보았다.

가설 검증 결과를 표로 정리하여 나타내면 다음과 같다.

<표 24> 가설검증 결과

가설	내용	결과
가설 1	연구기획방식이 상향식일수록 논문 성과는 높아질 것이다.	부분 채택
가설 2	연구기획방식이 하향식일수록 특히 성과는 높아질 것이다.	채택
가설 3	논문 성과의 경우 기초연구와 비교하여 응용·개발연구는 하향식 연구기획일수록 성과가 높아질 것이다.	부분 채택
가설 4	특히 성과의 경우 기초연구와 비교하여 응용·개발연구는 하향식 연구기획일수록 성과가 높아질 것이다.	판단 불가

제 5 장 결론

제 1 절 연구결과에 대한 해석

본 연구는 하향식, 상향식으로 구분되는 연구기획방식이 출연연의 연구성과에 미치는 영향과 그 영향이 연구개발단계에 따라 달라지는 효과를 가설로 설정하고 그 영향요인에 대해 분석한 연구이다. 4가지 가설에 대해 1개의 가설은 채택되고 2개의 가설은 부분 채택, 1개의 가설은 판단하기 어려웠다. 그러나 전반적인 결과를 종합해보면 출연연이 논문 성과를 염두에 두고 기초연구를 중점적으로 하여 연구개발과제를 추진할 경우 상향식 연구기획이 높은 성과를 내는데 유리하며, 반대로 특허 성과를 염두에 두고 응용·개발연구를 중점적으로 하여 연구개발과제를 추진할 경우 하향식 연구기획이 높은 성과를 내는데 유리하다는 결론을 도출할 수 있다.

이러한 연구결과가 나오게 된 배경은 기초연구와 응용·개발연구의 목적과 성격에서 차이가 나는 데에서 연유한다. 기초연구는 새로운 분야의 원천기술의 확보와 선도적 기술이나 신기술 표준 등 혁신적인 개념을 창출해내는 연구라면 응용·개발연구의 경우 선도적인 기술 개념을 차용하여 이를 좀 더 개념적으로 발전시키거나 제품화·공정화 하는 연구에 가깝다(김용진·이종화·하준경, 2006). 기초연구는 논문과, 응용·개발연구는 특허와 상호 간 연계성이 깊다. 그리고 새롭고 혁신적인 개념을 창출하여 학술적 가치가 높은 논문 성과를 내는 데에는 연구자의 창의성과 자율성을 심분 활용하는 상향식 기획이 적합한 기획방식일 것이다. 반대로 기존 개념의 점진적 발전과 제품으로의 상용화를 위한 연구는 명확한 목표를 가지고 그 목표에 지향하는 연구를 수행해야 하기 때문에 기술·제품 스펙이 명쾌하게 정의되는 하향식 기획이 보다 적합할 것이다.

한편, 논문과 특허의 절대적인 양적 지표에 있어서는 하향식 기획방식

이 높은 성과를 산출해냈는데, 이는 국가연구개발과제의 평가에서 여전히 논문, 특허 건수 등을 평가지표로 활용하고 있는 환경적 요인이 작용한 것으로 보인다. 쉽게 말해 연구자들로서 좋은 평가를 받기 위해 질적으로 우수한 논문이나 특허보다, 양적으로 많은 수의 논문과 특허 성과를 내는 데에 치중하게 된다는 점이다. 또한 양적 지표는 연구비 투자를 고려하지 않은 단순한 절댓값이기 때문에, 보다 많은 연구비가 지원되고 많은 연구 인력이 참여함에 따라 양적 지표가 커지는 효과가 작용했다는 해석도 가능할 것이다.

제 2 절 정책적 함의

지금까지 출연연이 수행하는 연구과제에 대한 미시적인 단위의 실증 분석 연구는 많지 않았다. 연구비와 연구인력 등 연구개발의 양적 투입 지표의 변화, 연구자나 연구기관 역량 변화 등이 연구개발 성과에 어떤 영향을 미치는지에 대해 주로 선행연구가 진행되어 왔다. 본 연구에서는 선행연구와 차별화되어 연구개발 과제를 기획하는 방식에 따라 출연연의 연구개발 과제의 양적, 효율성, 질적 성과지표가 어떻게 달라지는지 분석하여 정책적 함의를 얻고자 하였다.

최근 정부는 정부 산하 출연연에게 국가의 전략기술 분야에 대한 미션을 부여하고 하향식(Top-down) 연구기획을 강화하고 있다. 하지만 이러한 정책 방향에 대해서 면밀한 검토의 과정과 신중한 접근이 필요하다. 하향식 연구기획은 응용·개발연구에 대해 실용특허 성과를 높이는 효과는 있을지 모르지만, 새로운 개념을 찾고 핵심원천기술을 확보해내는 기초연구에는 적합하지 않은 방식이 될 수 있다. 특히 과거처럼 선진국의 선도적 기술을 모방하고 추격하는 추격자형(Fast-Follower) 연구가 강조되던 때에는 선진국의 연구목표에 따라 명확한 기술개발 목표를 정하는 하향식 기획이 단기간 내에 높은 성과를 내는데 적합했을지 모른다. 하지만 우리나라의 기술 수준이 선진국에 필적하고 남들이 가지 않은 새로운 길을 가야하는 선도자형(First-Mover) 연구가 중요한 현재 시

점에서는 이러한 전략은 더 이상 유효하지 않다. 그렇기 때문에 명확한 목표 지점을 정하는 하향식 기획은 오히려 보여주기 식으로 혁신성과 실용도가 낮은 논문과 특히 성과만을 양산할 가능성이 크다. 이는 흔히 언급되어지는 한국의 ‘연구개발 패러독스(R&D Paradox)’로 증가하는 연구개발 투자에 비해 효율성이 떨어지고, 연구개발 과제의 기술개발 성공률이 90% 후반에 달하는 상황과도 관련이 깊다.

김용진, 이종화, 하준경(2006)에 따르면 한 나라의 기술 수준이 세계적인 수준에 가까워지면 기술채용보다는 기술창출에, 응용개발투자보다는 기초연구투자에 더 투자 비중을 높인다는 사실을 이론적으로나 실증적으로나 검증할 수 있다. 우리나라도 선진국과의 기술격차가 줄어들었고 많은 신기술 분야에 있어서 선도적인 위상을 확보하는 국가로서 새로운 이론과 개념을 창출해내는 기초연구에 대한 투자를 늘려나가기 한다. 기초연구의 요람이 되는 대학뿐만 아니라 출연연 또한 국가전략 분야에 대한 선도적인 연구를 주도해나가기 위해서는 응용·개발연구보다 기초연구에 이전보다 많은 비중을 두어야 한다. 그리고 목표가 비록 불확실할지라도 연구자의 창의성이고 자율적인 기획을 보다 존중하는 상향식 기획의 비중이 지금보다 증대될 필요가 있다.

물론 일률적으로 모든 분야에 대해 상향식 기획만을 늘리는 것은 옳지 않으며, 출연연 기관 유형 등 상황에 따라 차별화된 연구개발 기획방식이 적용되어야 한다. 한국과학기술연구원, 한국생명공학연구원, 한국천문연구원 등 기초연구가 중심이 되는 기초형 출연연의 경우 논문이 주된 성과이며 상향식 연구기획이 주된 기획방식으로 적용될 필요가 있다. 반면에 한국생산기술연구원, 한국전자통신연구원, 한국철도연구원 등 응용·개발연구가 중심이 되는 산업형 출연연은 실용적인 기능을 하는 특허가 주된 성과가 되며 하향식 연구기획의 비중을 늘리는 것이 출연연의 연구 성과에 긍정적인 효과를 미칠 것이다.

제 3 절 연구의 한계

본 연구를 수행함에 있어 크게 세 가지 한계를 제시할 수 있다.

우선, 종속변수와 독립변수 간 내생성의 문제를 지적할 수 있다. 보통 종속변수는 독립변수에 의해 영향을 받는 것이 일반적이지만, 내생성의 문제란 반대로 종속변수가 독립변수에 영향을 줄 수 있다는 것이며, 독립변수가 종속변수에 대해 정책적으로 선택된 결과라는 것을 의미한다. 동 모형의 경우, 연구개발을 수행하는 연구자나 정부, 기관은 논문이나 특허 성과가 높게 나타나도록 연구기획 방식을 선택한 결과로 판단할 수 있는 것이다. 내생성의 문제를 해결하기 위해 독립변수에 영향을 미치는 도구변수를 찾고 이를 통해 2단계 회귀분석을 거치는 방법을 고려할 수 있다.

두 번째 한계로 모형을 설계함에 있어 분석대상을 연구과제로 규정하여 연구자 개인, 연구기관의 특성을 면밀하게 반영하지 못한 점이 있다. 통제변수로 출연연의 연구개발단계를 적용하였으나, 선행연구들은 연구 성과에 있어 연구과제 자체의 특성뿐만 아니라 연구자의 전문성, 경험과 연구기관의 여건 등을 좀 더 고려하여 모형의 설명력을 높였다. 본 연구에서는 이러한 제반요인들을 고려하지 못한 점이 모형의 설명력을 전반적으로 낮게 나오게 하는 결과로 이어졌다고도 볼 수 있다. 후속 연구에 있어서 과제와 관련된 변수뿐만 아니라 연구자 개인에 대한 변수, 연구수행기관 관련 변수를 함께 고려하여 모형의 설명력을 높이는 노력이 필요하다.

마지막으로 출연연의 성과를 고려함에 있어 연구개발의 1차적인 성과인 논문과 특허로 성과를 한정시킨 점과 질적 지표를 좀 더 많이 고려하지 못한 부분을 한계로 제시할 수 있다. 연구개발의 궁극적인 성과가 과학기술 수준의 발전이나 기술사업화 등으로 연계됨에도 불구하고 논문, 특허로만 성과를 제한하였다. 비록 연구비 대비 건수나 SCI 논문 비중, 출원 대비 등록 비중 등 비율로 표현한 질적 지표들을 고려하였으나, 여타 연구들에서 고려하고 있는 논문의 피인용도, 저널 영향력 지수, 특허

의 생존지표 등 질적지표는 간과하였다. 이러한 지표들도 출연연의 연구 성과를 온전히 평가한다고 볼 수 없으나, 최근 연구개발에 있어 출원, 등록만 되고 쓰이지 않는 특허가 많다든지 하는 양적 성과의 무용성 문제는 출연연의 질적 연구개발 성과를 중시해야 하는 이유를 대변해주고 있다. 질적인 부분까지 고려할 수 있도록 연구개발 성과지표를 정교하게 설계하고 정부 차원에서도 표준 성과지표를 연구하여 정립해나갈 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 관계부처 합동 (2018). 제4차 과학기술기본계획('18~'22).
- 관계부처 합동 (2018). 문재인 정부의 기초연구진흥 기본방향: 제4차 기초연구진흥종합계획('18~'22).
- 관계부처 합동 (2022). 국가전략기술 육성방안.
- 국가연구개발혁신법 시행령 별표2.
- 한국과학기술기획평가원. (2021). <2021년도 정부연구개발예산 현황분석>.
- 고성주, 이춘수. (2018). 과학기술계 출연 연구기관의 사업 유형별 연구성과 요인에 관한 연구. 대한경영학회지, 31(4), 715-741.
- 권재철, 문종범, 유왕진, 이철규. (2012). 대형 연구개발사업의 성과에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 기술혁신학회지, 15(1), 185-202.
- 김용진, 이종화 and 하준경. (2006). 기초연구와 응용개발연구 투자의 최적구조에 관한 연구. 경제분석, 12(3), 1-37.
- 김진열, 김방룡. (2019). 안정적 인건비 비율이 과학기술계 정부 출연(연) 연구성과에 미치는 영향 분석 : 기관 유형 중심으로. 기술혁신학회지, 22(4), 576-604.
- 민철구, 박성욱. (2013). 정부출연연구기관 연구성과에 영향을 미치는 요인 분석. 기술혁신연구, 21(3), 121-130.
- 백승현. (2014). 과학기술분야 정부출연연구기관 관리체계가 연구성과에 미치는 영향분석. 국정관리연구, 9(1), 59-91.
- 오재건. (1996). 연구성과 관리체계의 확립방안. 과학기술정책동향, 6(8), 58-63.
- 유동수. (2011). 중소기업의 기술개발 활성화 방안. 기계저널, 51(8), 59-61.
- 유형선, 김지희, 전승표, 서진이, 유재영. (2013). 중소기업 기술혁신 극대화를 위한 중점지원분야 선정방안 연구. 기술혁신학회지, 16(1), 41-62.
- 이민형, 안두현, 정미애, 이혜진, 고영주, 변영지. (2012). 연구성과 제고를 위한 정부출연연구기관 역할 및 운영체계 효율화 방안. 정책연구, (), 1-221.
- 이현익. (2021). <2020년도 국가연구개발사업 조사·분석보고서>.

- 최영훈, 이강춘. (2009). 과학기술계 정부출연연구기관의 성과개념의 재구성을 위한 작은 논의. 한국공공관리학보, 23(4), 401-430.
- 최호영, 최치호, 김정수. (2011). 과학기술계 정부출연연구기관의 연구개발성과 결정요인. 기술혁신학회지, 14(1), 791-812.
- 홍사균, 유의선, 황정태, 백훈. (2006). 정부연구개발사업의 추진구조와 성과와의 상관관계 분석. 정책연구, (), 1-201.
- Brown, M. G., & Svenson, R. A. (1988). Measuring r&d productivity. Research-Technology Management, 31(4), 11-15.
- Chiang, J. T. (1991). From 'mission-oriented' to 'diffusion-oriented' paradigm: the new trend of US industrial technology policy. Technovation, 11(6), 339-356.
- Ergas, H. (1986). Does technology policy matter?. Available at SSRN 1428246.
- OECD. (2015). Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development.
- Kodama, Fumio. (1992). Technology Fusion and the New R&D. Harvard Business Review. 70.

Abstract

A Study on the Effect of Research Planning Approaches on the Research Outcome of Government-funded Research Institutes in the field of Science and Technology

- Outcome Comparison of Top-down and
Bottom-up R&D Approaches -

Hwang, Yong-jun

Dept. of Public Administration

The Graduate School of Public Administration

Seoul National University

The purpose of this study is to analyze the effect of research planning approaches on the research outcome of government-funded research institutes in the field of science and technology. The government-funded research institutes in the field of science and technology refer to research institutes that provide R&D functions for core and strategic technology that is difficult for the government to carry out by itself and perform research and development with government funded grants. Twenty-five (25) research institutes under the National Research Council of Science and Technology were the subject of this study.

Independent variable of this study is the research planning approaches for government-funded R&D projects, which are categorized into three types: Targeted application, Specified application, and open application. Targeted application, for which the research topic and the goal of technology development is pre-determined by the government or research institutes, is classified as top-down planning and specified application and open application, which allows the researcher to propose a research topic or methodology are classified as bottom-up planning.

For the dependent variables of this study, the main output of the R&D projects, research papers and patents, are analyzed based on quantitative indicators, efficiency indicators, and qualitative indicators. Quantitative indicators include the total number of research papers, the number of SCI papers, the number of patent applications and the number of patent registration whereas efficiency indicators consist of variables per research fund, which is calculated by quantitative indicator divided by the research expenses.

Lastly, the qualitative indicators were set as the ratio of SCI papers to overall papers, demonstrating academic value, and the ratio of registered patents to patent applications, recognizing its practicality. In addition, the R&D stage (fundamental research, development research, applied research) was set as a variable and an interaction term that controls the effect of the R&D planning approaches on research outcome to analyze how the effect is different between fundamental research and development/applied research. Moreover, research expenses (direct cost, indirect cost, labor cost), the number of researchers participated, the research period, and institution type were used as control variables for the regression analysis.

Based on the regression analysis, the effect of the research planning approach on the performance of the research institutes and regulatory effects of the R&D stage can be summarized as follows:

Firstly, the effect of the research planning approach on the paper performance was as follows. Bottom-up research planning approaches

had positive effects on the paper performance, showing increased number of papers per research fund though the absolute number of papers in the project decreased. However, there was no statistically significant relationship between the qualitative indicator of the paper and the research planning approach.

Secondly, the effect of the research planning approach on the patent performance was as follows. Top-down research planning approach had positive effect on the number of patent applications and patent registrations, and the number of applications and registrations per research fund. However, no statistically significant relationship was derived between the qualitative index of the patent and the research planning approach.

Thirdly, the effect of the research planning approach on paper performance was different as follows when comparing fundamental research and applied/development research. The effect of decreasing the absolute number of papers in the bottom-up R&D approaches decreased in applied/development research compared to fundamental research, and it showed the opposite effect of increasing the number of papers in the bottom-up R&D approaches. In addition, in the case of the absolute number of papers and SCI papers per research fund, it showed the opposite effect of decreasing as it was applied/development research.

Finally, the effect of the research planning approaches on patent performance did not show a significant moderating effect for most dependent variables, except for the number of patent applications.

The result of the analysis has proven that for the R&D projects of the research institutes, bottom-up research planning approach is advantageous for researches intended for performance related to research papers with high academic value, such as fundamental research areas, and conversely, top-down research planning approach is advantageous for researches intended for performance related to patents with high practical value, such as applied and development research areas by empirical analysis.

As a limitation of this study, the problem of endogeneity can be raised because there is a possibility that a research planning approach suitable for improving paper or patent performance may have been selected depending on the R&D stage or the nature of the research task. Also, this study has limitations in that during the empirical analysis, variables related to characteristics of individual researchers, or policies and environmental factors within research institutes were not considered and qualitative performance were not taken into account, limiting the performance of the research institutes to primary outputs, research papers and patents. Nevertheless, the results of this study deduces implications that careful consideration is required for recent policy directives that expand on the goal-oriented and top-down research planning approaches for Science and Technology research institutes. As Korea's science and technology is comparable to that of advanced countries, the R&D conducted by research institutes gradually transform from applied and development researches that aim to rapidly catch up with the technology of advanced countries into fundamental researches that define new problems for which the answer is unknown. Therefore, this study provides policy significance in that it highlights the role of bottom-up research planning approach to emphasize creativity and autonomy of researchers and that to yield high performance, appropriate research planning approach should be applied considering the characteristics of the R&D projects performed by the government-funded research institutes.

keywords : Government-funded research institutes, Research outcomes, Research planning approaches, Top-down, Bottom-up, R&D stages

Student Number : 2017-20879