

정부 R&D 투자의 전략성 제고를 위한 경제적 효과 예측 모형 구축 연구 (II) (2/3 연차보고서)

손 영 주

• 연구진

- | | |
|---------|---|
| - 연구책임자 | 손 영 주 (한국과학기술기획평가원 연구원) |
| - 참여연구원 | 한웅용 (한국과학기술기획평가원 연구위원)
박소희 (한국과학기술기획평가원 연구위원)
장정화 (한국과학기술기획평가원 부연구위원)
박지윤 (한국과학기술기획평가원 부연구위원)
강민영 (한국과학기술기획평가원 선임전문관리원) |
| - 외부자문 | 황원식 (전북대학교 조교수)
홍찬영 (서울연구원 부연구위원) |

일반-2021-009 정부 R&D 투자의 전략성 제고를 위한 경제적 효과 예측 모형
구축 연구 (II) (2/3 연차보고서)
(연구기간 : 2021.1.1. ~ 2021.12.31.)

- 발행인 : 정병선
- 발행처 : 한국과학기술기획평가원
(27740) 충청북도 음성군 맹동면 원종로 1339
Tel) 043-750-2300 Fax) 043-750-2680
- 홈페이지: <http://www.kistep.re.kr>
- 인쇄 : 주식회사 동진문화사

요 약 문

본 보고서는 3년 과제의 2년차 연차보고서로, 주로 거시모형 개선 및 시나리오 추가 등을 수행함. 특히 기술-산업 연계표를 작성하고 정부 연구개발 투자 포트폴리오를 기술별로 달리 했을 때 나타나는 결과를 정리하고 시사점을 도출함.

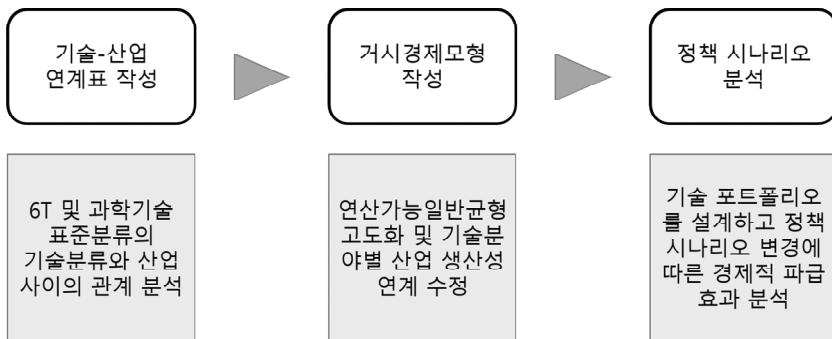
제1장 서론

1. 연구배경

- 내생적 성장이론의 등장 이후 과학기술 발전은 경제발전의 원천으로 인식 되었으며, 경제적 파급효과를 측정하려는 노력이 지속됨
 - R&D 투자는 경제성장에 있어 핵심적인 위치를 차지하지만 그럼에도 불구하고 R&D 투자와 경제성장 사이의 명확한 관계를 찾아내기는 어려움
 - 많이 사용하는 TFP는 노동과 자본 투입을 제외한 모든 요소의 생산성을 의미하는 것이지, 단순히 기술발전에 의한 증분만을 의미하는 것이 아님
- R&D 투자는 경제성장에 중요하지만 민간에서 최적수준보다 부족하므로, 정부의 R&D 투자 수행의 근거가 됨
 - 정부 R&D 투자 수행에 있어 어떤 분야에 얼마나 투자하느냐가 중요한 의사결정이 됨
 - 우리나라는 주요국 중 GDP대비 가장 큰 R&D 예산 비중을 가지고 있으며, 이러한 지출에 대한 합리성을 분석할 필요가 있음
 - 이를 추산하기 위해 거시경제모형을 개발, 정책 시나리오별로 다른 경제적 파급효과를 분석함

2. 연구체계

- 본 연차보고서는 크게 3개 분야로 구성됨
- 선행연구 분석을 통해 이전의 기술별 경제파급효과에 대한 내용을 정리하고, 기술-산업 연계표를 통해 기술분야별 산업파급효과를 추정하며, 마지막으로 거시경제모형인 연산가능일반균형(Computable General Equilibrium) 모형을 통해 정책 시나리오를 검증



제2장 선행연구 및 이론배경

1. 연구개발투자의 산업별 파급 효과

- 우리나라는 주요 성장전략의 하나로 R&D를 제시하고 있다. 문재인 정부는 출범 당시 핵심 전략으로 혁신성장을 제시하고 있음
- 2019년부터는 경제부총리가 주재하는 혁신성장전략회의를 정례화, 성장 전략을 구체화하고 세부과제를 발굴, 점검해오고 있음
- 정부 연구개발을 측정하기 위한 연구는 크게 거시모형과 미시자료분석의 2가지가 있음
- 거시모형으로는 대표적으로 동태적확률일반균형(DSGE) 모형이나 연산 가능일반균형(CGE) 모형 등이 있음

- 과제성과정보 및 기업의 재무데이터 등을 결합한 미시자료(microdata)에 기반한 연구의 경우 분석이 엄밀하다는 장점이 있으나 국가 경제 전체에 미치는 파급효과 등을 측정하기 어려움

2. 연구개발투자의 성과 평가 문제

- 연구개발의 결과가 자본과 노동 투입을 제외한 총요소생산성에 연결된다고 가정하는 것이 일반적이나, 공공-사적 영역에 걸쳐 사회적 수익률은 직접 연결되지 않음
- Griliches(1988)에 따르면 R&D 지출이 TFP를 모두 설명하지 못하며, 최근 수행된 계량연구일수록 R&D의 GDP에 대한 기여도는 떨어지는 경향
- 기업이 합리적으로 행동한다면 R&D의 한계수익률과 자본투자의 한계수익률은 비슷해질 것이므로, R&D의 기여도는 자본의 기여도와 유사해질 수 있음
- 공공영역의 R&D 사회적 수익률은 GDP로 측정하기 더 어려울 수 있으며, 이를 측정하기 위한 방안을 개발할 필요가 있음

제3장 기술-산업 연계표 작성

1. 6T 기술의 산업 연계

- 정부연구개발사업의 과제 및 성과정보를 담고 있는 조사는 국가연구개발사업 조사분석 자료로, 6T, 과학기술표준분류 등의 기술 분류 항목을 포함하고 있음
- 모든 과제가 6T 기술분류를 가지고 있지는 않지만, 2020년 기준 65% 이상의 과제가 6T 기술분류를 가지고 있으며, 특히 및 사업화 성과와 연계하여 산업 연계 분석 및 산업 매칭 수행

2. 과학기술표준분류 기술의 산업 연계

- 과학기술표준분류는 33개 대분류와 33개 적용분류를 가지고 있으며, 보다 범용적인 분류이므로 대부분의 과제가 과학기술표준분류를 가지고 있음
- 투자비중이 높은 대표 4개 기술(기계, 보건의료, 전기/전자, 정보/통신)을 선정, 분석 수행

제4장 거시경제모형 작성

1. 사회계정행렬 작성

- 연산가능일반균형 모형 설정을 위해 한국은행에서 발표하는 산업연관표를 바탕으로 사회계정행렬(SAM)을 작성함
- 생산요소로 노동, 자본 외에 지식자본 스톡을 형성, 추가함
 - 산업별로 기존의 자본 계정의 값을 바탕으로, 물적자본과 지식자본의 비율을 추정, 이를 별도의 계정으로 분리함
- 연구개발활동조사와 산업연관표 자료를 이용하여 지식자본계정을 민간 지식자본과 공공지식자본 계정으로 분리, 구분함
 - 산업연관표 '연구개발(민간)'과 '연구개발(공공)' 산업을 별도의 산업으로 구분하고 있으므로 기본적으로 해당 투자액을 이용하며, 연구개발활동 조사의 결과와 크게 다르지 않음

2. 거시방정식 작성

- 생산부문에서는 공공부문의 지식자본이 파급(spillover) 효과를 통해 총요소 생산성에 직접적으로 기여하는 것으로 가정함
- 공공지식자본은 산업별로 분배되어 스페일오버 계수를 통해 서로 다른 산업별 총요소생산성에 영향을 미치는 것으로 가정하였음

제5장 정책 시나리오 분석

1. 정책대안 시나리오 구성

- 현재의 정부연구개발투자 기술 비중을 유지하는 경우를 기본 시나리오로 해, 6T 기술의 각 투자 비중을 변화시키는 경우, 과학기술표준분류의 4개 기술 투자 비중을 변화시키는 경우를 가정
- 이 때, 총액은 변동 없이 특정 기술의 투자 비중이 증가하는 경우 다른 기술의 투자 비중이 정률적으로 감소하는 것으로 설정, 기술 포트폴리오의 효율성을 검증함

2. 시나리오 분석 결과

- 현재의 정부연구개발투자 기술 비중을 유지하는 경우를 기본 시나리오로 해, 6T 기술의 각 투자 비중을 변화시키는 경우, 과학기술표준분류의 4개 기술 투자 비중을 변화시키는 경우를 가정

〈표 1〉 6T 기술 투자 시나리오별 2030년 BAU 대비 변화율(%)

기술	GDP	가계후생	R&D스톡합계
IT 투자 20%p 증가	0.96	0.29	-0.11
BT 투자 20%p 증가	-1.04	-0.32	0.15
NT 투자 20%p 증가	0.15	0.05	-0.03
ST 투자 20%p 증가	-0.58	-0.18	-0.04
ET 투자 20%p 증가	0.42	0.13	0.06
CT 투자 20%p 증가	0.08	0.03	-0.01

- 6T 기술분야의 경우 IT, NT, ET, CT 기술은 가계후생과 GDP가 증가하는 반면, BT와 ST 기술의 경우 감소하는 것으로 나타남
- R&D 스톡의 경우 BT, ET 기술은 증가하는 반면 IT, NT, ST, CT 기술은 감소하는 것으로 나타남

〈표 2〉 4개 대표 기술 투자 증대 시나리오별 BAU 대비 2030년 결과 차이(%)

기술	GDP	가계후생	R&D스톡합계
기계	-0.16	-0.05	0.04
전기	0.08	0.03	0.00
보건의료	-0.15	-0.05	0.03
정보통신	0.26	0.08	-0.04

- 과학기술표준분류상 4개 기술의 투자 증대 시나리오별 결과를 살펴보면, 전기, 정보통신 기술은 GDP와 가계후생이 증대하고, 기계, 보건의료기술은 반대로 감소하는 것으로 나타남
- R&D 스톡은 기계, 전기, 보건의료기술은 증가하는 한편 정보통신 기술은 감소하는 것으로 나타남
- 과학기술표준분류와 6T 기술은 서로 범주가 다르나, 유사한 기술 사이의 시나리오 테스트 결과 특성은 동일하게 나타나 분석의 합리성이 있는 것으로 평가

제6장 결론 및 시사점

- 기술 분야별 시나리오 분석 결과 R&D 생산성이 높은 분야일수록 GDP와 가계 후생 증대가 일어나나 그만큼 기존에 민간 투자가 많이 일어났던 분야이기 때문에 전체 R&D 스톡은 감소하는 경향
- 최종보고서에서는 ①거시방정식의 추가를 비롯한 모형 고도화, ②현재 사용하는 파라미터의 추가적 캘리브레이션, ③외부 충격에 대한 정책 대안 및 ④포트폴리오 편성 시 사용하는 변수의 도입 등 보완 예정

목 차

Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

제1장 서론	1
제1절 연구배경 및 목적	3
제2장 선행연구 및 이론배경	9
제1절 연구개발투자의 산업별 파급 효과	11
제2절 연구개발투자의 성과 평가 문제	14
제3절 연구의 모형 설정	17
제3장 기술-산업 연계표 작성	19
제1절 6T 기술의 산업 연계	21
제2절 과학기술표준분류 기술의 산업 연계	29
제4장 거시경제모형 작성	37
제1절 사회계정행렬 작성	39
제2절 거시방정식 작성	45
제5장 정책 시나리오 분석	49
제1절 정책대안 시나리오 구성	51
제2절 시나리오 분석 결과	53
제6장 결론 및 시사점	75
제1절 결과 요약	77
제2절 한계 및 내년도 보완계획	79
참고문헌	81

표 목차

한국과학기술기획평가원

〈표 3-1〉 정부연구개발연구비 중 6T 기술이 차지하는 비중 변화	22
〈표 3-2〉 국가연구개발사업의 6T 기술별 연구개발 규모 추이	23
〈표 3-3〉 연구개발 성과와 6T 기술 추정 결과	27
〈표 3-4〉 2020년 6T 분야 정부·공공 R&D 투자액 산업별 매칭 결과	28
〈표 3-5〉 과학기술표준분류 연구분야 대분류	30
〈표 3-6〉 과학기술표준분류 적용분야 대분류	31
〈표 3-7〉 2020년 과학기술 표준분류 정부·공공 R&D 투자액 산업별 매칭 결과	34
〈표 4-1〉 2015년 기준 물적자본과 지식자본 스톡의 비율	41
〈표 4-2〉 수행주체별, 자원별 연구개발액	43
〈표 4-3〉 2015년 제도부문별 저축액	43
〈표 4-4〉 지식기반 SAM의 구성	44
〈표 4-5〉 기존 연구에서의 진부화율	48
〈표 5-1〉 정책 시나리오 설정	52
〈표 5-2〉 6T 기술 투자 시나리오별 2030년 BAU 대비 변화율(%)	53
〈표 5-3〉 IT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	55
〈표 5-4〉 BT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	57
〈표 5-5〉 NT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	58
〈표 5-6〉 ST 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	60
〈표 5-7〉 ET 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	61
〈표 5-8〉 CT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	63
〈표 5-9〉 2020년 연구비 기준 과학기술표준분류별 투자 비율	64
〈표 5-10〉 4개 대표 기술 투자 증대 시나리오별 BAU 대비 2030년 결과 차이(%)	64
〈표 5-11〉 기계 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	66

〈표 5-12〉 전기 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	67
〈표 5-13〉 보건의료 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	69
〈표 5-14〉 정보통신 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	70
〈표 5-15〉 산업별 총요소생산성 증가율 (2016-2018)	71
〈표 5-16〉 생산성 하위산업 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)	72

그림 목차

한국과학기술기획평가원

[그림 1-1] 주요국 연구수행주체별 연구개발비 비중	5
[그림 1-2] 주요국 연구수행주체별 연구개발비 비중	6
[그림 1-3] 연구의 주요 내용	7
[그림 2-1] 정부연구개발연구비 중 6T 기술이 차지하는 비중 변화	12
[그림 3-1] 국가연구개발사업의 규모 추이	23
[그림 3-2] 국가연구개발사업 6T 분야별 비중 추이	24
[그림 3-3] 총연구개발사업의 규모 추이	25
[그림 3-4] 총연구개발사업 6T 분야별 비중 추이	26
[그림 4-1] 지식기반 사회계정행렬의 구조	40
[그림 4-2] 생산부문의 구조	46
[그림 4-3] 가계 효용의 구조	47
[그림 5-1] IT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율	54
[그림 5-2] BT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율	56
[그림 5-3] NT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율	57
[그림 5-4] ST 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율	59
[그림 5-5] ET 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율	60
[그림 5-6] CT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율	62
[그림 5-7] 기계 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율	65
[그림 5-8] 전기 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율	67
[그림 5-9] 보건의료 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율	68
[그림 5-10] 정보통신 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율	69
[그림 5-11] 생산성 하위산업 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율	72

제1장 서론



제1장 서론

제1절 연구배경 및 목적

1. 연구배경

Romer(1990)와 Aghion and Howitt(1992)의 기술발전을 도입한 내생적 성장 모형의 등장 이후, 과학기술발전의 경제적 파급효과는 계속해서 그 주목도가 커져왔다. 하지만 과학기술의 발전이 경제성장에 긍정적 영향을 미치며, 핵심적 역할을 한다는 점에서는 학계의 광범위한 합의가 이루어져 있으며, Krugman(1994)과 같이 인구나 자본 투자에서 비롯한 양적 성장의 한계에 봉착한 상황에서 기술발전의 역할이 더욱 커질 것이라는 점은 주지의 사실이다.

Romer(1990)는 기술발전을 내생화한 경제모형을 통해 경제성장을 설명했으며, 여기서의 내생화란 개별 경제주체의 이윤을 극대화하기 위한 의도적인 기술 투자 결정을 의미한다. Romer는 주로 기업이 가격수용자의 입장에서 경쟁을 하지 않기 위해 독점적 지위를 획득하기 위한 목적으로 기술 투자를 한다고 보았으며, 이에 기초를 둔 모형을 주창하였다.

한편, Aghion and Howitt(1992)는 내생적 성장모형에 기반한 안정적인 균형의 특성을 밝히고, Random walk with drift 상황에서의 GNP 가정을 통해 균형을 도출했다. 결과적으로 사기업들은 파괴적 혁신에 따라 사업을 빼앗기는 것을 원치 않기 때문에 최적수준보다 혁신이 덜 나타난다는 점을 제시했다.

이 두 논문은 이후 30년 간 경제 성장이론의 핵심 위치를 차지했으며, 이에 기반한 각종 실증연구들이 뒤따랐다. 본 연구는 1) R&D 투자가 경제 성장에 있어 핵심적인 위치를 차지한다는 점, 2) R&D 투자는 민간에서 최적 수준보다 부족한 수준에서 균형이 나타난다는 점에 주목한다. 이는 지속적인 경제 성장을 위해 정부가 R&D 투자를 수행할 강력한 유인을 제공하기 때문이다.

하지만 그럼에도 불구하고 R&D 투자와 경제성장 사이의 명확한 관계를 찾아내는 것은 상당히 어려운 일로 여겨져 왔다. 특히, Jones(1995), Kortum(1997),

Segerstrom(1998) 등은 지식생산함수에 지식스톡의 규모에 대한 수익체감 가정을 도입, 준(準)내생적 성장이론(semi-endogenous growth theory)을 주장하였는데, 이에 따르면 생산성 증가는 궁극적으로 R&D 종사자 수의 증가에 의해 결정되며, R&D 종사자 수의 증가는 인구 증가에 비례하기 때문에 R&D 정책의 효과는 없는 것으로 평가된다.

이렇듯 R&D가 경제 성장에 긍정적이고 핵심적인 역할을 한다는 광범위한 컨센서스가 나타남에도 불구하고, 정부의 R&D 정책에 대한 당위성이나 투자 규모 등에 대한 논쟁이 나타나는 이유는 실제 R&D 정책의 효과를 규명하기가 어렵기 때문이다.

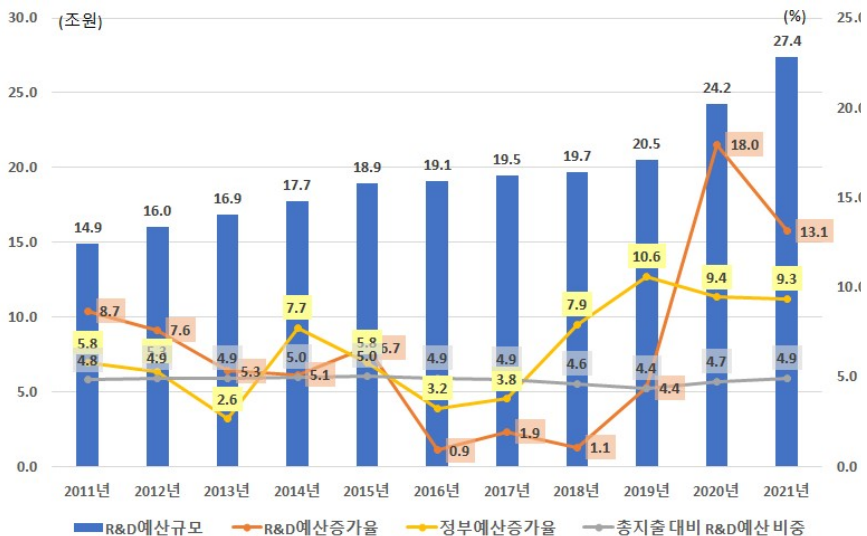
R&D의 경제성장 효과를 분석하기 위해 가장 많이 나타나는 분석은 총요소생산성(TFP) 추정이다. 총요소생산성이란 노동과 자본의 영향을 제외한 나머지 요인들에 의해 나타나는 생산성을 의미한다. 다시 말하면 결합된 자본과 노동의 단위당 산출물을 의미다. 노동과 자본의 투입은 총량으로 계산되므로, 그 외의 요인인 기업의 진입 및 퇴출로 인한 자원의 이동, 산업 부문별 자원 투입의 변화, 노동자의 업무능력 증대, 신기술의 도입 등을 포함한다.

문제는 총요소생산성을 직접 측정할 수 없다는 점이며, 이 때문에 성장회계(Growth Accounting)를 통해 추정하게 된다. 총요소생산성은 경제성장률에서 노동과 자본의 기여율을 뺀 나머지 부분인 잔차(residual)로 표시된다. 성장회계를 추계할 때 연구마다 다른 방법론과 자료를 사용하기 때문에, 총요소생산성은 연구별로 달리 나타나기도 하며, 무엇보다도 총요소생산성의 증가가 R&D에 기인한 것인지, 그 외의 요인이 더 많이 반영된 것인지 알 수 없기 때문에 R&D의 경제적 성과평가로 한계가 존재한다.

즉, R&D 투자가 경제성장에 긍정적인 영향을 미친다는 점은 분명해보이나, 투자별 성과의 비정형성, 기초 연구 등 간접적으로 나타나는 성과, R&D 투자 과정에서 인력양성 효과 등 다양한 경로를 통해 나타나는 성장효과를 추정하기 매우 어려우며, 이러한 복잡성은 R&D 투자의 규모 및 분야를 선택하는데 어려움으로 작용한다.

특히, 실제 정부 R&D를 지원할 때 중점 투자분야를 선정하는 등 R&D 투자의 포트폴리오를 짤 때, 가장 좋은 방법은 사회 최적에 비해 과소투자가 가장 많이 나타나고, 투자 대비 사회 후생의 증가폭이 큰 분야에 투자하는 것이다. 하지만 이와 같은 목적을 달성하기 위한 근거 수집이 어려우며, 과거의 자료만으로 향후 유망할 기술투자 분야를 선정하는 것은 불가능에 가깝기 때문에 이러한 파급효과를 온전히 알기는 어려운 실정이다.

하지만 우리나라는 2022년 R&D 예산을 29.8조 규모로 대폭 증가시키는 등 높은 R&D 투자비율을 나타내고 있다. 우리나라의 GDP대비 R&D 투자비중은 세계 1~2위 수준으로 매우 높은 수준임에도 불구하고 정부 R&D 투자 증가율은 최근 들어 다시금 정부 예산 증가율을 큰 폭 상회하고 있다.

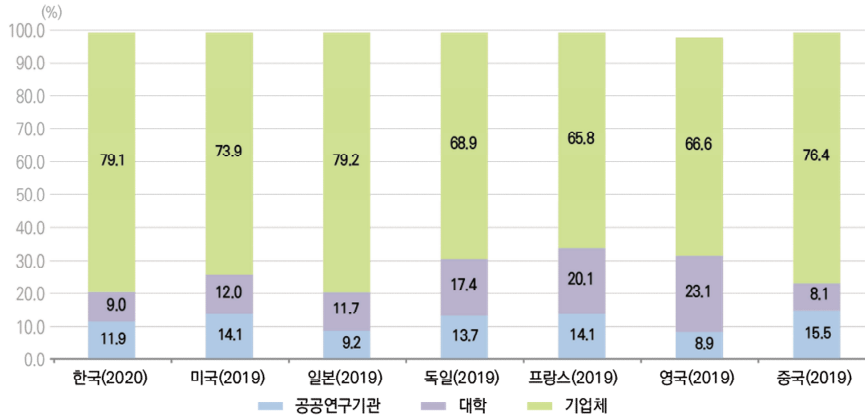


출처 : 한국과학기술기획평가원(2021), 2020년도 연구개발활동조사보고서

[그림 1-1] 주요국 연구수행주체별 연구개발비 비중

하지만 동시에 국가 연구개발비 대비 공공부문의 기여도는 주요국 대비 그리 높지 않으며, 지속 감소하는 모습도 나타나고 있다. 이에 따르면 높은 GDP 대비 연구개발비는 민간 부문의 기여도가 크고, 공공 부문은 이를 뒷받침하는 역할을

하는 것으로 해석할 수도 있기 때문에 정부 R&D의 규모의 적절성에 대해서는 여전히 다양한 의견이 존재하고 있다.



출처 : 한국과학기술기획평가원(2021), 2020년도 연구개발활동조사보고서

[그림 1-2] 주요국 연구수행주체별 연구개발비 비중

공공부문 연구개발의 증가는 일정부분 산업정책의 성격을 가지고 있다. 특히 기술 분류별 공공부문 연구개발 투자 포트폴리오 수립은 미시적 자원배분을 직접적으로 수행한다는 점에서 중요하다. David et al.(2000)은 33개 기존 연구에 대한 메타 분석을 통해 정부와 민간 연구개발 투자 사이에는 대체로 보완적 효과가 나타남을 밝혔고, 박정수·최성호(2011) 등의 국내 실증분석 결과에서도 정부 R&D와 민간 R&D는 보완적 특성을 지닌다. 특히 시장 집중도가 낮은 산업, 자본장비율이 낮은 산업, 수입 비중이 높은 산업 등 어려운 경쟁환경에 있는 기업이 많은 산업일수록 정부 R&D의 효과가 크게 나타났다.

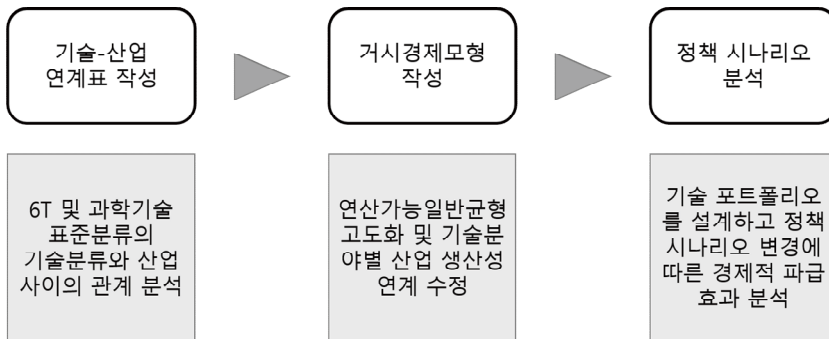
하지만 서두에서 언급한 바와 같이 상반되는 연구도 존재한다. David et al.(2000)에서도 33개 연구 중 11개 연구는 정부연구개발지원과 민간 연구개발투자 사이에 보완성이 아닌 대체성을 시사하고 있으며, 고상원·권남훈(2004)의 실증분석에 따르면 정부 연구개발보조와 민간 연구개발투자 사이에는 오히려 대체관계가 존재하기도 하는 등, 정부 연구개발투자의 효과는 무조건 긍정적인 것이 아니며, 전략성을 제고하는 것이 필요하다는 합의가 나타나고 있다.

이러한 배경에서 본 연구에서는 정부연구개발투자의 경제적 효과가 나타나는 파급 경로에 대해 규명하고, 거시경제모형을 구축, 정책변수 변화 및 외부 충격 변화에 따르는 다양한 시나리오를 테스트, 정부의 정책 변화에 대한 장기적 파급효과를 종합적으로 정리하고 시사점을 제시하고자 한다.

본 연차보고서는 연구의 2차년도 보고서로, 일차적으로 구축된 모형의 사회회계행렬을 점검하고, 모형에 기술-산업 분야 연계표를 도입, 기술분야별 투자에 따른 파급효과를 살펴본다.

2. 연구체계

본 연구는 크게 3개 분야로 나뉘어진다. 먼저 선행연구 분석을 통해 그간의 기술분야별 경제파급 효과에 대한 내용을 정리한다. 이후 기술-산업 연계표를 개발, 기술분야별 산업 파급효과를 정리한다. 마지막으로 거시경제모형인 연산가능일반균형(CGE) 모형을 도입, 다양한 시나리오를 검증해보는 것을 목표로 한다.



[그림 1-3] 연구의 주요 내용

제2장 선행연구 및 이론배경



제2장 선행연구 및 이론배경

제1절 연구개발투자의 산업별 파급 효과

우리나라는 주요 성장 전략의 하나로 혁신성장을 강조하고 있다. 혁신성장은 문재인 정부의 핵심 전략 중 하나로, 소득주도 성장, 공정경제와 함께 3대 경제 정책의 축을 담당하고 있다. 이 중 소득주도 성장과 공정경제가 분배 성격을 가진 정책임을 감안할 때, 전통적인 공급측면 성장 정책으로는 가장 중요한 위치를 차지하고 있는 전략이 바로 혁신성장이다.

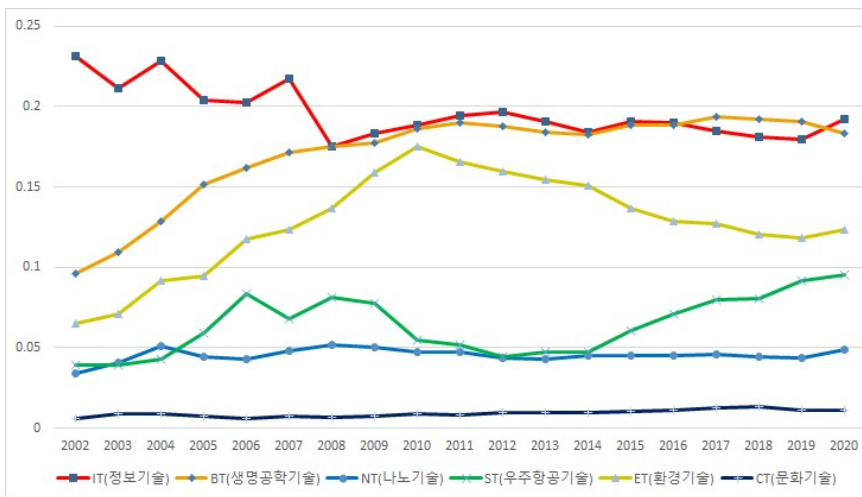
기획재정부의 혁신성장포털에서는 혁신성장을 “우리 경제·사회의 구조와 체질을 근본적으로 바꾸고 사람중심의 경제를 실현하기 위한 성장전략”으로 정의하고 있다. 한편, “시장으로 이야기하면 창조적 파괴, 국가경제로 이야기하면 구조개혁”이라는 표어를 제시하며 민간주도의 기술·자본·인력 연결을 통한 경제전반의 생산성 제고를 강조하고 있다.

이는 OECD의 Innovation Strategy 2015와도 결을 같이 하는데, 혁신이 모든 경제의 성장과 역동성을 뒷받침하며 지속가능한 성장을 위한 원천이라고 정의하고 있다. 이에 기반해 혁신성장은 구체적으로 산업정책을 표방하며, 지식경제로의 원활한 이행을 위한 종합적 정책 패키지를 제안하고 있다. 산업 경쟁력 강화를 위한 생태계 조성을 정부가 지원할 뿐만 아니라, 산학연 협력 확대, 민간의 자율성을 보장하기 위한 규제 개혁, 모험적 혁신 투자를 지원하기 위한 벤처캐피탈 자본 및 사회 안전망 확충 등을 지원하고 있다.

이 중 가장 많은 예산이 투입되는 분야가 직접적인 기술 개발을 위한 R&D 자금 지원이다. 정부는 혁신기반기술, 잠재시장규모 및 연관산업 파급효과를 고려한 선도 사업을 선정, 기술개발을 위해 노력하고 있다. 정부는 「2018년 경제정책방향」을 통해 8대 「핵심 선도사업」을 선정, 정부 정책역량을 집중하기로 한 바 있으며, 2019년부터는 경제부총리가 주재하는 혁신성장전략회의를 정례화, 성장전략을 보다 구체화하고 세부 과제를 발굴, 점검해오고 있다.

이렇듯 중점기술분야별 투자가 강화되고 있으나, 기술분야별 투자의 효과 및 선정 방안에 대한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. 정부 연구개발투자의 경제성 성과는 주로 생산성으로 측정되며, 해당 투자의 생산성 증대 효과는 국내외에서 많은 연구가 이루어져 왔다. 개별 기술분야별 투자에 대한 생산성 증대효과는 가용 데이터에 기반해 주로 6T 기술분야의 투자의 성과 분석으로 나타났다.

6T란 정보통신기술(IT, Information Technology), 생명공학기술(BT, Biology Technology), 나노기술(NT, Nano Technology), 문화기술(CT, Culture Technology), 환경기술(ET, Environment Technology), 우주기술(ST, Space Technology)을 말하는 것으로, 미래산업에 대응하고 신성장동력을 창출하기 위한 대표적인 기술분야로 볼 수 있다. 국가연구개발사업에서는 해당 사업의 6T 해당 여부를 표기하기 때문에, 정책적으로 주목받고 있다는 점에서도, 데이터 가용성의 측면에서도 6T를 대상으로 한 분석이 필요하고, 가능하다고 볼 수 있다.



출처 : 한국과학기술기획평가원, 국가연구개발사업 조사·분석보고서, 각 년도.

[그림 2-1] 정부연구개발연구비 중 6T 기술이 차지하는 비중 변화

과거에는 꾸준히 IT 기술의 비중이 가장 높았으나, 그간 생명공학기술의 비중이 증가하고, 최근에는 우주항공기술에 대한 투자가 늘어나는 등 기술투자 트렌드를 살펴볼 수 있다. 2020년 기준으로는 6T 기술에 대한 투자 합계가 전체 정부 R&D

연구비의 65%를 상회하는 등 6T 기술은 투자 규모·비중 면에서 정부연구개발 사업을 대표하고 있는 것이 사실이다.

다른 한 편으로는 모든 연구개발사업에 대해서 국가과학기술표준분류의 기술분야 및 적용분야가 기록되고 있다. 6T 기술 분류의 경우 상대적으로 연관성이 적은 기술임에도 불구하고 일부만 해당한다면 6개 대분류 기술 중 하나로 표시하지만 국가과학기술표준분류의 경우 모든 연구개발 활동을 포괄할 수 있는 분류체계이기 때문에 상대적으로 왜곡이 적을 수 있다는 장점이 있다.

그간 기술 분야별 정부 연구개발의 효과를 측정하기 위해서는 거시자료, 기업 재무자료, 기술별 자료 등을 사용해왔다. 거시자료는 총량 차원의 거시경제지표를 사용, 직접적인 수치를 계산해내는 것이 가능하지만 변수간의 관계가 다소 모호하고, 거시방정식의 파라미터에 대한 캘리브레이션이 정확해야 한다는 유의점이 있다. 다른 한 편, 과제성과정보 및 기업의 재무데이터 등을 결합한 미시 자료(microdata)에 기반한 연구의 경우 분석의 엄밀성이 있다는 장점이 있으나 국가 경제 전체에 미치는 파급효과 등을 추정하기에는 어려운 문제가 있다.

본 연구의 목표는 정책 변수 및 외부 여건의 변화에 따라 경제 전체의 경제성과 변화를 추정하는 것이므로 거시 모형을 사용한다. 하지만 이 때 방정식 구성에 임의적 가정이 지나치게 많이 포함되거나, 부정확한 파라미터가 사용된다면 모형의 결과는 그 의미가 사라지게 된다. 이러한 이유로 많은 계량연구가 미시자료 기반으로 이루어져 온 것이다.

즉, 선행연구를 살펴보면 다수의 실증연구가 국가연구개발사업이 논문, 특허, 사업화 등 성과지표에 어떤 영향을 미쳤는지, 혹은 정부 지원이 민간의 자발적인 연구개발활동을 구축(crowding out)하는 것은 아닌지 분석했다. 이와 같은 미시자료 기반 연구에 근거한 적절한 거시 관계식을 설정해야만 연구결과의 타당성이 인정된다고 할 수 있다.

제2절 연구개발투자의 성과 평가 문제

연구개발투자의 직접적 성과는 평가가 어렵다. 이 때문에 복잡한 거시모형을 통한 추정에는 왜곡이 있을 가능성을 배제하기 힘들다. R&D 지출의 효과를 측정하기 위한 가장 일반적인 지표는 GDP 성장률의 변화일 것이다. 하지만 이러한 성장을 변화로 측정하는 활동은 여러 문제를 안고 있다.

먼저 GDP는 그 측정방식에서 기인하는 문제를 가지고 있다. 만약 R&D의 결과 재화나 서비스의 생산가격이 하락한다면, GDP는 감소하게 될 것이다. 실제로 소비자 후생의 변화와 관계없이 측정변수의 값이 하락한다면 이는 올바른 경제적 성과 측정이 아니다. 다른 한 편으로는 R&D의 경우 연구자들에게 지급되는 인건비와 같이 투입요소의 가치가 즉각적으로 GDP에 반영되게 되는데, 이는 우리가 관심을 가지고 있는 R&D의 생산성 증가에 따른 경제적 성과라기보다는 단순한 지출증대에 따른 GDP 증가만이 측정되게 된다.

그러므로 소비자 및 국민의 후생을 측정하는데 있어 R&D와 GDP의 관계를 직접적으로 추론하는 것은 쉽지 않다. 우리는 주로 R&D의 생산성 증가에 관심을 가지고 있는데, 연구개발활동은 성과가 나타나는데 시간이 걸리며 이 성과가 경제적 성과로 직결되지 않는 반면, GDP의 측정은 R&D 지출의 증가에 더 민감하게 반응하기 때문이다.

이 때문에 대부분의 계량연구에서는 R&D의 결과 개발된 재화나 서비스의 상대가격이 변하지 않는 것을 암묵적으로 가정하고 있다. 하지만 실제로 R&D의 성과는 특정 재화에 집중적으로 나타나며, 산업 전반에 균일하게 퍼지지는 않게 된다. 현실에서 기술개발의 결과 나아진 성능의 제품이 동일한 가격에 팔린다면, 실제적인 소비자 후생의 증진에도 불구하고 물가의 영향으로 인해 이는 GDP에 측정되지 않게 된다.

이러한 이유로 연구개발의 경제적 파급효과 측정 시 많이 추정하는 요소가 총요소생산성(Total Factor of Productivity; TFP)이다. 총요소생산성이란 총생산량이 전통적인 생산함수의 투입요소인 자본, 노동, 그리고 이를 조합하는 기술에 의해 결정된다는 모형 하에서, 자본과 노동으로 설명되지 않는 성장인자의 크기를 찾고, 이것이 기술에 의해 설명된다고 보는 것이다.

총생산량 Q 가 자본스톡 K , 노동 L , 그리고 측정할 수 없는 기술변화 T 에 의해 결정된다고 가정하면, 총생산량의 생산함수는 아래와 같다.

$$Q = F(K, L, T)$$

우리가 측정가능한 변수는 K 와 L 의 각년도 합계이며, 생산함수 F 에 대해 알지 못한다. 생산함수 F 에 대해 알 수 있다면 T 의 효과를 추정해낼 수 있을 것이다. 그러므로 생산함수 F 를 추정하기 위해 균형을 가정한다. Solow(1957)은 각 생산요소의 한계생산성(Marginal productivity of production)과 투입가격(input price)이 균형상태에서 같다는 사실을 이용해 이를 계산했다. 자본의 한계생산성을 F_K 라고 하고 노동의 한계생산성을 F_L 이라고 한다면

$$\Delta Q = F_K \Delta K + F_L \Delta L + F_T \Delta T$$

이고, 각 투입요소의 효과는 각각의 한계생산성에 의해 결정되므로

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{KF_K}{Q} \frac{\Delta K}{K} + \frac{LF_L}{Q} \frac{\Delta L}{L} + F_T \frac{\Delta T}{Q}$$

한 경제에서 총임금은 임금과 총노동의 곱으로 나타낼 수 있으므로 $L \cdot F_L$ 이 되며, GDP에서 노동의 기여율은 $L \cdot F_L / Q$ 로 쓸 수 있다. 이를 β 라 하고, 동일하게 자본에 대해서도 자본의 기여율을 α 라고 쓰면 준식은

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \alpha \frac{\Delta K}{K} + \beta \frac{\Delta L}{L} + F_T \frac{\Delta T}{Q}$$

가 되고, 이를 다시 정리하면

$$\frac{\Delta Q}{Q} - \alpha \frac{\Delta K}{K} - \beta \frac{\Delta L}{L} = F_T \frac{\Delta T}{Q}$$

이 된다. 좌변의 수치는 GDP 성장률, 자본 성장률, 노동 성장률 등의 회계자료를 통해 충분히 계산할 수 있으므로, 우변의 수치는 기술에 의한 순성장률이 될 것이다. 그러므로 이러한 생산함수 하에서 각 년도마다의 성장률에 대한 기술의 기여를 계산할 수 있고, 이는 우리가 가진 회계 자료의 나머지 부분으로 나타난다. 이를 설명되지 않는 잔차(residuals) 라고 하는데, TFP는 바로 이 수치를 추정하는 방식으로 계산된다.

주의할 점은 총생산량이 자본, 노동, 그리고 기술에 의해 결정된다고 가정했다는 점인데, 실제로 총생산은 다른 요인에 의해 영향을 받을 수 있고, 자본과 노동 외의 나머지 변화요인을 모두 기술에 의한 것으로 평가한다면 이와 같은 평가는 과대평가될 수 있다.

Griliches(1988)에 따르면 성장의 잔차와 R&D 지출 사이에 일부 관계가 있지만 R&D 지출이 TFP를 모두 설명하지는 못한다고 한다. 같은 연구에서 Griliches는 축적된 R&D 자본에 추가적인 연구개발 투자를 수행할 때, GDP에 미치는 한계 기여도에 대한 기존 연구를 종합하면 20~50% 정도라고 분석한 바 있다. 이 기여도는 최근에 추정할수록 더 떨어지는 경향을 보였다.

기업은 합리적으로 행동하므로, 만약 자본투자에 의한 수익 기여도와 R&D의 수익 기여도가 동일하지 않다면 기여도가 높은 쪽에 투자할 것이다. R&D 지출의 투자-수익률 함수 역시 오목(concave)하다고 가정한다면 자본투자와 연구개발투자의 수익률은 모두 체감하므로 기업은 적절한 수준에서의 자원배분을 수행할 것이다. 그러므로 사적 영역에서 R&D의 기여도가 자본 기여도와 유사한 것은 받아들일만한 수치로 여겨진다.

하지만 Hall(1999)은 공공영역에서의 R&D 사회적 수익률은 100%를 넘을 수도 있다고 주장하기도 한다. 같은 연구에서 R&D의 사적 수익률은 7~43% 수준이나, 사회적 파급을 고려하면 그렇지 않다는 주장이다. 기업이 자신의 수익률을 최적화하기 위해 자본투자와 연구개발투자를 고려한다면, 연구개발투자에 파급효과(spillover effect)가 있는 경우 사회적 수익률은 사적 수익률과 동일한 수준일 자본투자보다 연구개발투자 쪽이 더 클 것이다.

사적 영역의 연구개발투자가 GDP에 미치는 성과는 더 크게 나타나기 때문에,

정부 R&D의 성과 크기에 관심을 가지고 있는 본 연구에서는 사회적 수익률을 고려해야 한다는 점에서 이와 같은 괴리는 더 두드러진다.

경제적인 효과 외에 연구개발투자의 대표적인 성과지표는 논문, 특허, 사업화 실적 등으로 나타난다. 이와 같은 성과지표는 경제적 성과를 직접적으로 측정하기에는 부족함이 있다.

논문과 특허의 경제적 가치는 천차만별이다. 특허의 60-70%는 사용되지 않으므로 이 경우 직접적인 경제적 성과는 0이라고 볼 수 있다. 다른 한 편으로는 매우 가치있는 기술의 경우 특허 출원 자체를 하지 않고, 논문으로 발표하지도 않은 채 기업 비밀의 형태로 보유, 기술개발의 성과를 기업 이윤으로 전환하는 경우도 있다. 그러므로 이와 같은 성과지표가 경제적 성과에 직결된다고 보기는 어렵다.

한편, 연구개발의 기술 분야 역시 성과를 비대칭적으로 만드는 문제가 있다. Griliches(1994)에 따르면, 컴퓨터 산업을 포함하는 경우 연구개발의 단위 산출물에 대한 수익률을 30%로, 제외하는 경우 12%로 추정했다. 이는 컴퓨터 산업의 상품 품질이 빠른 속도로 개선된 상대가격효과에 기인하는 것이지만, 동시에 기술 및 산업별로 연구개발의 투자수익률이 비정형적임을 보여주기도 한다. 아울러 이와 같은 연구개발 투자수익률은 과거의 경향에 상대적으로 덜 의존하기 때문에 앞으로의 경제적 파급효과를 예측하기 어렵다는 문제점도 있다.

제3절 연구의 모형 설정

국내에서 R&D에 중점을 맞춘 CGE를 활용한 연구는 김성태(2011), 이우성 외(2012), 엄익천·황인영(2020) 등이 존재한다.

김성태(2011)는 지식스톡을 구축함에 있어 노동과 자본의 비용을 감소시켜 생산성을 증대시키는 구조를 적용하였다. 경제주체는 완전한 정보를 가지고 시점간 최적화를 수행하며, 이에 기반해 정부 연구개발 투자와 민간 연구개발 투자 사이의 대체효과 및 보완효과를 추정했다.

이우성 외(2012)는 연구개발투자를 지출측면이 아닌 생산요소로 사용했다. 이는 2008 SNA 에서의 변경점에도 맞는 방향으로 볼 수 있다. R&D 투자를 일반 자본투자

와 분리한 사회회계행렬을 구축하였으며, 정책 시나리오 실험을 위해 공공 및 민간 R&D 스톡을 개별적으로 구축했다. 한편 R&D의 긍정적 외부효과를 구현하기 위해 모형 내에 기술의 타 산업에 대한 일출 효과(spillover effect)를 도입, 생산 측면에서의 R&D의 성과를 측정하는데 주력한 모형이라 할 수 있다.

최근 수행된 엄익천·황인영(2020)은 Hong et al.(2014), Jung et al.(2017) 등의 기존 CGE 모형을 활용, 경제적 성과를 GDP 뿐만 아니라 고용 변화, 실업률, 소득 분배 등으로 확장해 고찰한데 의의가 있다.

이상의 연구결과를 종합하면, 연구개발의 타 산업 및 국가 전체에 파급되는 효과를 고찰하기 위해서는 거시경제 모형을 사용하는 것이 효과적일 수 있다. 미시 데이터를 사용한 분석이나 부분균형 분석은 연구개발 효과의 일부분만을 파악할 수 있기 때문이다.

정부 연구개발의 경제적 효과를 추정하기 위한 거시모형을 제시하기 위해서는 연구성과가 총요소생산성에 미치는 영향을 추론해 파급 경로를 가정하고, 총요소생산성이 GDP에 미치는 영향을 추정해야 한다. 만약 정부 연구개발을 단순한 정부 지출로 간주한다면 이는 수요측면에만 영향을 미치는 결과가 되어 실질적인 연구개발의 파급효과를 추정하기 어렵기 때문이다.

경제 전체에 나타나는 파급효과를 분석하기 위해 거시경제 모형의 필요성을 인정 하더라도, 해당 모형의 규모에 비해 비정형적인 연구개발 산업의 특징 때문에 연구개발의 파급에 관한 가정, 이에 따른 거시방정식 구축과 적절한 파라미터 설정이 핵심적이다. 1년차 과제에서는 연구개발단계별 특성을 고려, 기초연구는 지식의 진부화율이 낮으며, 개발연구는 진부화율이 빠른 특징을 가정해 지식 스톡을 추계하고 모형에 반영한 바 있다. 2년차 과제에서는 기술의 산업 파급효과를 주로 추정하므로, 다음 장의 기술-산업 연계표에 이와 같은 가정을 포함하였다.

제3장 기술-산업 연계표 작성



제3장 기술-산업 연계표 작성

제1절 6T 기술의 산업 연계

본 연구의 거시경제모형을 구축하기 위해 산업연관표를 사용한 사회회계행렬(SAM)을 작성할 것이며, 기술의 산업별 파급효과를 추정하기 위해 기술-산업 연계표를 작성할 필요가 있다. 개발된 기술은 한 가지 산업에만 영향을 미치지 않고 다양한 산업에 영향을 미치며, 산업별로 파급의 크기가 다르기 때문이다. 그러므로 연구개발 투자금액이 총요소생산성에 영향을 미치는 과정을 수치화할 필요가 있다.

1. 자료

이를 위해 가용한 자료의 형태를 살펴볼 필요가 있다. 정부연구개발사업의 과제정보 및 성과, 투자규모는 서로 다른 원자료에 나타나있기 때문에 이를 통합하는 작업을 필요로 한다. 사업, 과제 정보는 당해연도의 정보를 담을 수 있지만, 이에 따른 성과 정보는 기간을 두고 발생할 수밖에 없다. 이 때문에 성과 정보의 분석 결과는 별도의 보고서로 발간되고 있다.

먼저 당해연도에 수행된 과제정보는 국가연구개발사업 조사분석 원시자료에 나타나 있으므로 이를 활용한다. 국가연구개발사업 조사분석 대상은 정부 예산과 기금 중 연구개발예산으로 편성된 모든 국가연구개발사업을 포함하고 있다. 가장 최근년도인 2020년 조사·분석 대상은 정부연구개발예산으로 편성된 24조 2,799억원 중 35개 중앙부처가 집행한 1,022개 세부사업(23조 8,803억원), 73,501개 세부과제를 대상으로 한다.

국가연구개발사업 조사분석 자료는 년도별로 항목의 구성이 조금씩 상이하나, 최근 년도의 경우 아래와 같은 정보를 담고 있다.

〈표 3-1〉 정부연구개발연구비 중 6T 기술이 차지하는 비중 변화

구 분	항 목		
1. 사업정보	사업목적		
	사업내용(사업추진의 법적 근거, 총사업비, 사업기획형태)		
2. 과제 정보	기본정보 (과제명, 연구기간, 연구수행기관 등)	기술 분류	국가과학기술표준분류 (연구분야와 적용분야)
	연구비 (정부연구비, 대응자금(matching-fund) 등)		미래유망신기술(6T)
	연구개발단계		중점과학기술 ²⁾
	연구수행주체		
	지역	연구 인력	연구책임자 정보
	과제요약서 정보		참여연구원 분포
	위탁·공동연구 ¹⁾		
3. 성과 정보	논문	사업화	
	특허	인력양성	
	기술료	연수지원	

1) 2012년 신규 조사 항목

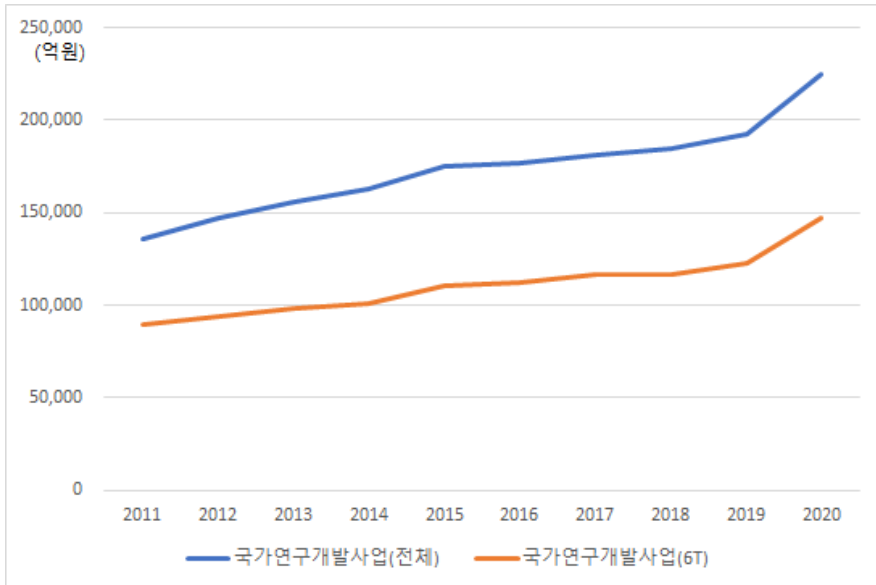
2) 2018년 신규 조사 항목

출처: 한국과학기술기획평가원(2021), 2020년도 국가연구개발사업 조사분석 보고서

조사 분석 항목 중 기술분류로서 활용가능한 항목은 국가과학기술표준분류, 미래 유망신기술(6T), 중점과학기술이 있다. 하지만 중점과학기술의 경우 2018년 신규조사항목으로 편입되었으며 모든 과제가 해당 분류에 포함되지 않기 때문에 사용하기 어렵다.

6T 기술 역시 모든 과제가 6T 기술 분류체계를 가지고 있는 것은 아니지만, 2020년에는 투입연구비기준 65% 이상의 과제가 6T 기술분류를 가지고 있기 때문에 분석이 가능하다고 할 수 있다.

국가과학기술표준분류의 경우 모든 기술을 망라하고 있기 때문에 모든 과제가 과학기술 표준분류를 기입하고 있다. 한편, 연구분야와 적용분야로 나뉘어 연구개발을 수행하는 주체가 직접 적용되는 산업분야를 함께 표기하고 있기 때문에 기술의 산업에 대한 파악을 살펴보는 데 있어 기초자료로 활용될 수 있다.



자료 : 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 국가연구개발사업조사·분석보고서, 각 년도

[그림 3-1] 국가연구개발사업의 규모 추이

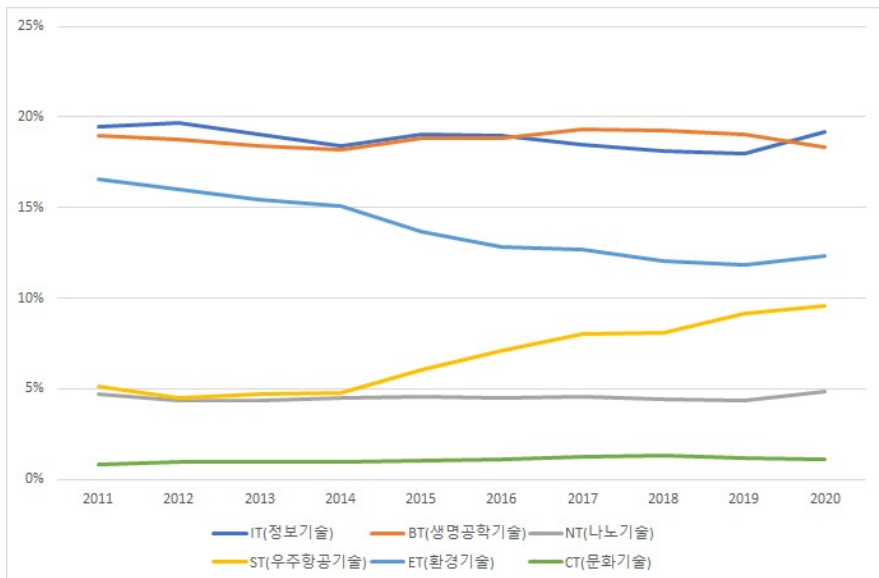
〈표 3-2〉 국가연구개발사업의 6T 기술별 연구개발 규모 추이

(단위 : 억원)

연도	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
정보기술 (IT)	26,468	28,856	29,742	30,042	33,368	33,617	33,465	33,451	34,633	43,168
생명공학 (BT)	25,808	27,509	28,770	29,730	33,019	33,341	34,946	35,494	36,717	41,253
나노기술 (NT)	6,415	6,436	6,744	7,362	7,965	8,003	8,266	8,133	8,364	10,884
우주항공 (ST)	7,015	6,553	7,354	7,744	10,605	12,512	14,487	14,875	17,622	21,461
환경기술 (ET)	22,533	23,455	24,164	24,577	23,929	22,697	22,924	22,294	22,747	27,738
문화기술 (CT)	1,148	1,411	1,498	1,542	1,758	1,963	2,222	2,423	2,195	2,485
6T 계	89,387	94,219	98,272	100,997	110,642	112,134	116,310	116,670	122,277	146,988
6T 비중	65.7%	64.2%	62.9%	61.9%	63.2%	63.4%	64.3%	63.2%	63.5%	65.4%
기타	46,720	52,576	57,932	62,151	64,557	64,871	64,521	67,919	70,320	77,694
총계	136,107	146,795	156,204	163,147	175,200	177,005	180,831	184,589	192,597	224,682

자료 : 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 국가연구개발사업조사·분석보고서, 각 년도

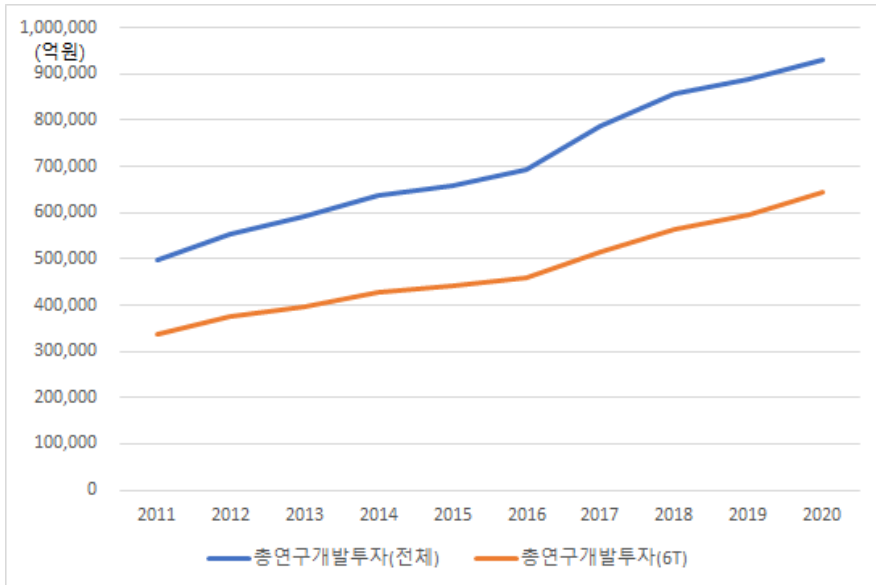
연구개발사업의 규모 추이를 살펴보면 2010년대 초반 6T 기술의 비중이 일부 감소하기도 했으나, 이후 점진적으로 증가해 2020년에는 전체 국가연구개발투자의 65% 수준이 6T 기술에서 수행되고 있음을 확인할 수 있다. 상세하게 살펴보면 IT와 BT기술이 거의 동일한 비중으로 가장 높은 수준을 유지하였으며, 다음은 환경기술이나 지속해서 비중이 감소하고 있는 추세이다. 환경기술 다음으로 높은 비중을 차지하고 있는 기술은 우주항공 기술인데 2015년부터 꾸준히 빠른 증가세를 나타내고 있다. 나노기술은 전체 국가연구개발사업 중 5% 수준을 꾸준히 유지하고 있으며, 문화기술이 국가연구개발사업에서 차지하는 비중은 매우 낮다. 이를 통해 알 수 있는 사실은 6T 기술 중 문화기술을 제외한 5개 기술이 주요 기술분야별 정책변수로 기능할 수 있다는 점이다.



자료 : 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 국가연구개발사업조사·분석보고서, 각 년도

[그림 3-2] 국가연구개발사업 6T 분야별 비중 추이

한편, 국가연구개발사업 뿐만 아니라 민간부문을 포함한 총 연구개발투자를 살펴보면 약간의 차이점이 나타난다.

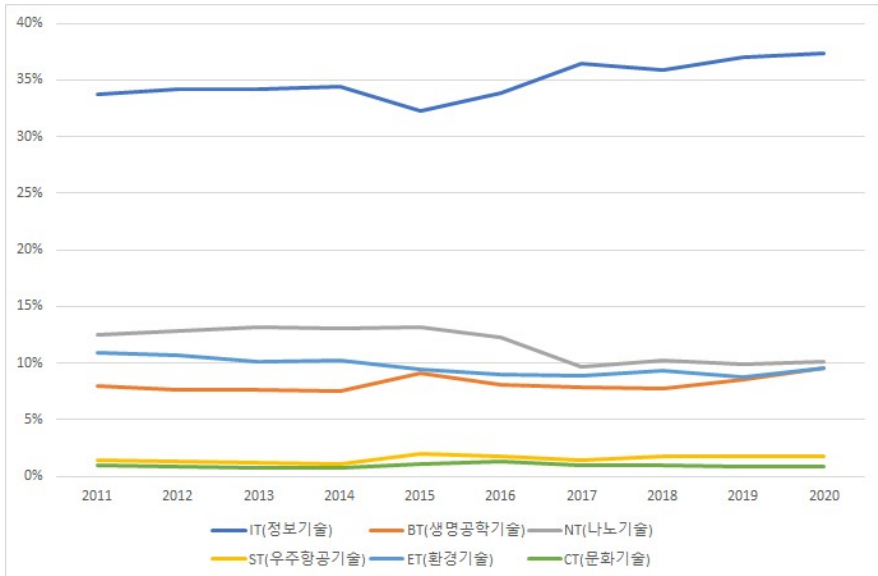


자료 : 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 국가연구개발사업조사·분석보고서, 각 년도

[그림 3-3] 총연구개발사업의 규모 추이

총연구개발투자 역시 6T 기술의 전체 비중은 국가연구개발사업의 비중과 유사하게 나타났다. 2020년 69%로 나타났으며, 조사기간 중 대부분 65~67% 수준을 유지, 국가연구개발사업과 3%p 정도의 차이만을 보였다. 하지만 세부 비율은 상당히 다르게 나타났는데, 국가연구개발사업에서는 IT와 BT 산업이 18~19% 수준으로 비슷한 규모를 나타냈지만, 총 연구개발 투자 면에서는 2011년부터 IT가 34%, BT는 8% 수준으로 큰 차이를 보였고, IT 비중은 갈수록 확대되어 2020년에는 37% 수준으로 나타났다. 이는 우리나라 대기업이 주로 IT 분야 연구개발 투자를 하기 때문으로 해석할 수 있다.

한편 국가연구개발사업에서는 생명공학 기술의 비중이 나노기술에 비해 컸으나, 민간이 포함된 총연구개발투자에서는 둘의 관계가 역전되는 것으로 나타났다. 2017년부터 생명공학 기술이 빠르게 성장, 2020년에는 두 기술의 규모가 거의 유사했다. 우주항공기술과 환경기술의 비중 역시 크게 달랐는데, 정부연구개발과 달리 환경기술의 비중이 꾸준히 더 높게 나타났고, 우주항공기술의 규모는 미미했다.



자료 : 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 국가연구개발사업조사·분석보고서, 각 년도

[그림 3-4] 총연구개발사업 6T 분야별 비중 추이

이상에서 나타나듯 정부연구개발사업과 총연구개발사업의 6T 분야별 비중이 상이하므로, 정부 R&D의 정책적 지원이 생명공학, 우주항공 등에 집중되고 있으며 상대적으로 정보기술, 나노기술, 환경기술 등은 민간에서 자발적으로 연구개발활동이 나타나고 있는 것으로 파악할 수 있다.

2. 분석

6T 기술의 개별 산업에 대한 파급효과를 추정하기 위해 정부연구개발사업에서 나타난 특허 및 사업화 성과를 분석했다. 2012~2018년 조사분석 원시자료를 이용, 성과가 발생하지 않은 데이터는 제외하고 분석했다. 이 때 성과가 발생하지 않은 데이터를 제외하는 것은 R&D의 성과를 과다추정할 수 있으나, 연구비 및 인력은 통제변수로만 활용하고 6T 기술별 성과에 차이가 있는지 살펴보고자 한다.

〈표 3-3〉 연구개발 성과와 6T 기술 추정 결과

	특허지수	사업화지수
연구원 수	0.07***	0.106
(p-value)	(0)	(0.144)
정부연구개발비	1.098***	2.899***
(p-value)	(0)	(0.001)
IT	2.006***	-3.255
(p-value)	(0)	(0.371)
BT	0.163	-4.8
(p-value)	(0.466)	(0.256)
NT	1.13***	-3.951
(p-value)	(0)	(0.547)
ST	-0.961	3.739
(p-value)	(0.147)	(0.839)
ET	-0.048	2.241
(p-value)	(0.843)	(0.566)
CT	0.025	-5.9
(p-value)	(0.968)	(0.458)
constants	-18.29***	-46.29***
(p-value)	(0)	(0.004)
R ²	0.187	0.005
adj-R ²	0.186	0.003
F	305.097	2.805

분석결과 직접적인 매출이 나타나는 사업화 지수의 경우 모든 6T 기술 더미 변수가 유의하지 않은 것으로 나타나 직접적인 파급효과를 추정하기 어려우며, 일부 유의한 결과가 나온 특허지수와 비교하더라도 각 6T 기술별 부호의 방향이 모두 반대로 나타나 해석에 어려움이 있었다.

이에 동 연구에서는 특허지수에 대한 6T 기술 계수만을 사용, 6T 기술별 과학기술 표준분류의 적용분야 비중, 한국생산성본부의 생산성 DB(KIP Database)에서 제공하는 TFP를 이용해 R&D 자본스톡의 탄력성을 추정, 6T기술-산업 연계표를 추정하였다.

이때 연계되는 산업은 CGE 모형에 연계하기 위해 구축한 SAM의 산업분류와 동일하며, 해당 SAM에 대한 설명은 전년도 연차보고서 및 다음 장에 나타나 있다.

〈표 3-4〉 2020년 6T 분야 정부·공공 R&D 투자액 산업별 매칭 결과

(단위 : 십억 원)

	IT분야	BT분야	NT분야	ST분야	ET분야	CT분야
건강	208.2	1908.2	92.0	0.0	79.7	15.2
건설업	105.5	2.5	12.7	5.2	97.0	6.7
교육 및 인력양성	102.7	40.1	17.0	26.2	23.1	28.2
교육 서비스업	44.5	1.4	0.7	0.0	1.3	7.1
교통/정보통신/기타 기반시설	526.3	3.6	3.5	104.8	28.9	8.8
국방	129.6	3.6	13.0	440.3	28.5	8.1
기타 공공목적	187.7	171.0	22.7	99.6	91.2	12.0
기타 산업	212.2	50.5	47.6	89.1	109.0	14.5
농업, 임업 및 어업	168.1	832.2	7.5	18.3	145.5	2.5
문화, 여가증진, 종교 및 매스미디어	31.3	1.3	0.5	0.0	0.9	34.6
보건업 및 사회복지 서비스업	55.0	117.8	2.0	0.0	0.4	6.7
사회구조 및 관계	19.7	0.9	0.2	2.6	3.6	2.1
사회질서 및 안전	184.5	12.8	6.5	49.8	32.9	5.6
에너지	72.6	8.3	72.3	28.8	794.8	0.4
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	34.5	0.7	0.0	5.2	1.3	21.5
우주개발 및 탐사	5.2	0.2	0.7	511.0	5.3	0.4
전기, 가스, 증기 및 수도사업	16.8	0.2	3.7	0.0	57.0	0.0
전문, 과학 및 기술서비스업	407.5	81.7	35.7	57.7	43.6	20.5
제조업(목재, 종이 및 인쇄)	6.8	2.9	6.0	0.0	20.9	2.1
제조업(비금속광물 및 금속제품)	39.3	4.0	61.1	49.8	96.6	4.6
제조업(섬유, 의복 및 가죽제품)	31.3	3.4	24.7	5.2	44.1	9.5
제조업(음식료품 및 담배)	8.4	79.9	0.5	0.0	4.0	0.0
제조업(의료, 정밀, 광학기기 및 시계)	121.1	362.6	76.8	15.7	23.1	6.0
제조업(의약품)	6.0	219.3	29.7	0.0	3.1	0.0
제조업(자동차 및 운송장비)	147.6	2.7	26.9	267.3	186.5	2.8
제조업(전기 및 기계장비)	342.9	11.2	69.6	170.3	324.9	6.4
제조업(전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비)	1062.1	7.2	201.2	65.5	71.2	11.3
제조업(화학물질 및 화학제품)	63.4	63.9	200.7	18.3	237.2	1.1
지구개발 및 탐사	13.2	1.4	0.7	39.3	34.3	0.4
지식의 진보 (비목적적 연구)	258.7	533.8	165.5	125.8	91.7	9.9
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	386.7	1.3	0.7	2.6	2.2	41.3
하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업	0.8	3.8	7.0	0.0	89.9	0.0
환경	89.4	118.3	33.4	44.6	657.7	1.4

제2절 과학기술표준분류 기술의 산업 연계

1. 자료

과학기술표준분류는 크게 연구분야와 적용분야로 나눌 수 있다. 2018년 개정을 통해 연구분야는 33개 대분류, 371개 중분류, 2,898개 소분류로 구성되어 있다. 과학기술 16개 대분류, 인문사회과학 17개 대분류로 구성된다. 적용분야 역시 33개 대분류인데 공공 13분류, 산업 20개 분류로 나뉘어 있다.

과학기술표준분류는 위에서 다룬 6T 분류와는 다르게 연구분야와 적용분야 면에서 빠짐없이 분류체계가 구성되어 있다는 특징이 있다. 이 때문에 국가연구개발사업의 관리에서도 보다 체계적으로 입력되어 있다. 국가연구개발사업 조사 분석 데이터에는 연구분야와 적용분야 모두 3개 분야까지 기록할 수 있게 되어 있는데, 연구자가 적절한 가중치를 섞어 연구의 특징을 밝히게 되어 있다. 대다수의 표본에서 최소 1개 분야에는 데이터가 존재해 통계의 가용성이 높다.

과학기술표준분류는 현재 5년마다 수정·보완작업을 하고 있으며 2012년 적용분야 분류코드에 대해 OECD 권고안을 반영, 확대 변경한 뒤로는 현재 대분류는 변동이 없이 분류가 유지되고 있다. 아울러 복수선택 및 가중치 선택 제도를 적용분야로 확대한 것 역시 2012년이다.

과학기술 표준분류의 적용분야는 산업의 경우 산업연관표의 산업분류와 동일한 이름을 가지고 있기 때문에 직접적인 연결이 수월하다. 공공 13분야 중 건강, 환경, 에너지 등의 분야도 연결이 쉬운편이다. 교통, 정보통신, 기타 기반시설 등 특정 산업으로 직결하기 어려운 분야는 과제 내용 및 기술분류 등을 참고해 최대한 매칭하였다.

〈표 3-5〉 과학기술표준분류 연구분야 대분류

분야		대분류
과학기술	자연	NA. 수학
		NB. 물리학
		NC. 화학
		ND. 지구과학(지구/대기/해양/천문)
	생명	LA. 생명과학
		LB. 농림수산물
		LC. 보건의료
	인공물	EA. 기계
		EB. 재료
		EC. 화공
		ED. 전기/전자
		EE. 정보/통신
		EF. 에너지/자원
		EG. 원자력
		EH. 환경
		EI. 건설/교통
인문사회과학	인간	HA. 역사/고고학
		HB. 철학/종교
		HC. 언어
		HD. 문학
		HE. 문화/예술/체육
	사회	SA. 법
		SB. 정치/행정
		SC. 경제/경영
		SD. 사회/인류/복지/여성
		SE. 생활
		SF. 지리/지역/관광
		SG. 심리
		SH. 교육
		SI. 미디어/커뮤니케이션/문헌정보
	인간과학과 기술	OA. 뇌과학
		OB. 인지/감성과학
		OC. 과학기술과 인문사회

자료 : 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 국가과학기술표준분류체계, 2018.

〈표 3-6〉 과학기술표준분류 적용분야 대분류

구분	분야 개요	추가 설명
X01. 지식의 진보 (비목적연구)	연구개발 용도로 지정되었으나, 특정 목적에 속하지 않는 연구	
X02. 건강	인간 건강의 보호, 증진, 회복을 목표로 하는 연구로서 식품안전관리, 영양관리, 의료 및 외과적 치료, 의약품 및 의약품 개발 및 안전관리, 의료서비스 제공, 공중보건의 법과 규제와 관리 및 서비스 등이 포함됨	
X03. 국방	연구방법, 연구내용, 연구결과 등의 2차적 산물이 민간부분에 활용되더라도 주된 연구 목적이 방위와 군사적 목적으로 수행되는 제반 연구개발 활동을 일컫음.	기초, 핵관련, 우주관련 R&D 중 국방부에 의해 수행된 R&D도 포함됨. 기상학, 커뮤니케이션(라디오·전화·텔레비전·위성 등에 의한), 의료 등 국방부가 재정지원을 하는 R&D 분야는 포함되지 않으므로, 이들은 관련 분류로 구분해야 함.
X04. 사회구조 및 관계	정치, 행정, 경제, 사회구조와 거버넌스에 관한 것으로서 개인, 집단, 조직, 기업, 정부, 세계체제 등과 연계된 프로세스, 구조변화, 갈등, 문제해결, 경쟁, 성과 관련된 사회적 연구 등에 관한 제반 연구가 포함됨	산업위생, 조직적이고 사회의학적인 관점에서의 공동체의 위생통제, 일터의 오염, 산업재해 예방, 산업재해의 원인에 관한 의학적 측면들은 x02. 건강에 포함됨
X05. 에너지	에너지/자원의 생산, 저장, 공급, 분배, 수송, 합리적 이용, 생산과 분배의 효율성 증진, 에너지/자원의 보호 등에 관한 연구와 이산화탄소(CO2) 포집 및 저장, 재생가능 에너지원, 원자력, 수소 및 연료가스, 기타 에너지/자원의 저장기술 등이 포함됨.	탐사, 탐광은 x07. 지구개발 및 탐사에 포함됨. 운송수단 및 엔진 추진(vehicle and engine propulsion)은 y02-99. 산업생산 및 기술에 포함됨
X06. 우주개발 및 탐사	천문, 우주과학, 위성통신, 우주발사체, 인공위성 등에 관한 과학적 탐사 및 응용프로그램 연구와 우주여행 등이 포함됨.	국방과 관련된 R&D는 x03. 국방에 포함됨. 우주 R&D는 대개 특별한 목적과 관련이 있지는 않지만, 주로 천문학 등의 일반적 지식의 증대라는 구체적 목표와 관련이 있거나 텔레커뮤니케이션 위성과 같은 특별한 활용과 관련이 있음
X07. 지구개발 및 탐사	지각, 맨틀, 해양, 대기, 기상, 기후, 극지, 수문(hydrology), 광물, 석유, 가스, 해저 등의 탐사와 개발에 관한 연구가 포함됨	오염은 x09. 환경에 포함됨. 토질 개선, 항상은 x08. 교통/정보통신/기타 기반시설에 포함됨. 토지이용과 관련 어업은 y01. 농업, 임업 및 어업에 포함됨

구분	분야 개요	추가 설명
X08. 교통/정보통신/기타기반시설	건축을 포함한 토지 기반시설의 개발과 이용 및 유해한 영향의 보호에 관한 연구와 교통시스템, 정보통신시스템, 국토공간계획, 주거계획과 건축, 도시공학, 물공급 및 관리 등이 포함됨.	도시에 위해를 끼치는 오염 등과 관련된 R&D는 x09. 환경에 포함됨
X09. 환경	대기, 기후, 공기, 물, 토양, 소음과 진동, 자연재해, 방사능 오염, 생물학적 종과 서식지 등의 보호/관리/개선을 위한 오염원 분석과 규명, 모니터링 시설의 개발, 오염원의 제거 및 예방이 포함됨	
X10. 사회질서 및 안전	개인, 조직, 집단, 조직, 기업, 정부, 국제적 차원에서 발생하는 안전과 질서, 복지, 빈곤, 인권, 일탈과 범죄, 전쟁 등에 관한 제반 연구가 포함됨.	산업위생, 조직적이고 사회의학적인 관점에서의 공동체의 위생통제, 일터의 오염, 산업재해 예방, 산업재해의 원인에 관한 의학적 측면들은 x02. 건강에 포함됨
X11. 문화, 여가증진, 종교 및 매스미디어	사회활동에 영향을 주는 문화활동과 종교 및 레저활동, 인종 및 문화적 통합과 사회문화적 변화, 레크레이션, 스포츠, 방송, 광고, 출판, 종교, 기타 공동체 관련 서비스 등이 포함됨.	
X12. 교육 및 인력 양성	학교교육(유아, 초중등, 특수 교육 등), 평생교육, 교과교육(어문, 사회, 자연, 실업, 여체능, 기타)과 인력양성을 목적으로 수행되는 관련 교육 및 교육 서비스 등이 모두 포함됨	
X99. 기타 공공목적		
Y01. 농업, 임업 및 어업	국방, 우주, 에너지/자원, 농업 등의 특정한 경제사회적 목적을 위한 연구를 제외한 산업 생산 기술과 제조업 등(재활용 폐기물도 포함됨)이 포함됨	
Y02. 제조업 (음식료품 및 담배)		
Y03. 제조업 (섬유, 의복 및 가죽제품)		
Y04. 제조업 (목재, 종이 및 인쇄)		
Y05. 제조업 (화학물질 및 화학제품)		
Y06. 제조업 (의료용물질 및 의약품)		

구분	분야 개요	추가 설명
Y07. 제조업 (비금속광물 및 금속제품)		
Y08. 제조업 (전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비)		
Y09. 제조업 (의료,정밀,광학기기 및 시계)		
Y10. 제조업 (전기 및 기계장비)		
Y11. 제조업 (자동차 및 운송장비)		
Y12. 전기, 가스, 증기 및 수도사업		
Y13. 하수폐기물처리, 원료 재생 및 환경복원업		
Y14. 건설업		
Y15. 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업		
Y16. 전문, 과학 및 기술서비스업		
Y17. 교육 서비스업		
Y18. 보건업 및 사회복지 서비스업		
Y19. 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업		
Y99. 기타 산업		

자료 : 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 국가과학기술표준분류체계, 2018.

2. 기술-산업 연계표

이상의 과학기술 표준분류-적용분야 분류를 바탕으로 기술-산업 연계표를 작성하였다. 기존 연구자들이 작성한 해당 분류의 연계표를 이용해 표준분류-적용분야 분류를 연결하고, 적용분야 33개 대분류를 다시 본 연구의 SAM 에 맞게 28개 분야로 재편하였다. 33개 기술분야에 대해 모두 SAM에 연결하였지만, 여기서는 연구개발비 투자 비중이 높은 4개 대분류(기계, 전기/전자, 정보/통신, 보건의료)에 대해서만 매칭 결과를 표시하고, 나머지는 부록에 표시하였다.

〈표 3-7〉 2020년 과학기술 표준분류 정부·공공 R&D 투자액 산업별 매칭 결과
(단위 : 십억 원)

산업분야	기계	보건의료	전기/전자	정보/통신
건강	35.2	1207.8	19.2	43.1
건설업	6.1	0.1	0.4	13.2
교육 및 인력양성	11.8	15.1	8.2	63.1
교육 서비스업	1.0	1.1	0.4	11.7
교통/정보통신/기타 기반시설	86.8	3.8	46.2	455.5
국방	1806.5	4.6	842.3	485.3
기타 공공목적	323.5	153.2	40.4	225.2
기타 산업	247.1	92.7	104.6	77.0
농업, 임업 및 어업	16.7	3.1	4.7	19.9
문화, 여가증진, 종교 및 매스미디어	3.3	2.9	1.0	9.1
보건업 및 사회복지 서비스업	3.3	88.9	2.3	35.9
사회구조 및 관계	0.1	0.1	0.7	8.7
사회질서 및 안전	32.7	4.4	28.2	85.3
에너지	44.4	0.4	84.6	11.1
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	1.3	0.0	1.3	8.6
우주개발 및 탐사	339.6	0.0	1.6	19.1
전기,가스,증기 및 수도사업	12.2	0.0	12.9	1.9
전문, 과학 및 기술서비스업	47.1	38.0	83.3	142.2
제조업(목재, 종이 및 인쇄)	2.8	0.0	0.6	0.6
제조업(비금속광물 및 금속제품)	43.3	0.0	7.0	6.5
제조업(섬유, 의복 및 가죽제품)	22.1	0.6	1.2	6.4
제조업(음식료품 및 담배)	2.5	0.9	0.9	1.1
제조업(의료, 정밀, 광학기기 및 시계)	41.2	258.2	68.2	9.5

산업분야	기계	보건의료	전기/전자	정보/통신
제조업(의료용물질 및 의약품)	1.7	155.3	1.2	2.3
제조업(자동차 및 운송장비)	498.7	0.1	38.1	34.2
제조업(전기 및 기계장비)	356.5	1.4	193.0	22.4
제조업(전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비)	56.4	3.6	561.6	223.1
제조업(화학물질 및 화학제품)	37.3	3.4	34.6	2.6
지구개발 및 탐사	44.4	0.0	1.1	2.2
지식의 진보(비목적 연구)	51.1	88.1	18.7	124.4
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	2.0	1.5	10.7	185.9
하수,폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업	5.8	0.0	0.1	0.0
환경	31.1	3.2	14.8	11.0

제4장 거시경제모형 작성



제4장 거시경제모형 작성

제1절 사회계정행렬 작성¹⁾

CGE 모형의 기본 데이터베이스 역할을 하는 사회계정행렬(SAM)은 한국은행에서 발표하는 산업연관표를 바탕으로 작성한다. 산업연관표는 재화 및 서비스의 생산, 소비, 투자, 수출 등 산업간 거래관계를 행렬 형식으로 기록한 통계표로 경제구조 및 생산과정 등 산업간 파급효과를 분석하는데 사용한다. 연산가능일반균형 모형에 산업연관표를 적용하기 위해서는 이를 일부 수정하고 통계자료를 더 추가해야 한다. 이를 통해 최종적으로는 모든 계정의 열 합과 행 합이 동일한 SAM을 작성하게 된다. 본 연구에서는 연구개발 투자 분석에 특화된 지식기반 연산가능일반균형 모형을 목표로 하므로, SAM도 역시 모형의 특성에 맞는 변형이 필요하다.

산업연관표는 한국은행에서 기본적으로 5년에 한 번씩 작성, 발표한다. 이 산업연관표를 기준년표라고 하며, 매년마다 통계의 연속성 및 시의성을 확보하기 위해 기준년표를 기준으로 추가적 조사 및 가공을 거쳐 매년 익익년 6월마다 연장표를 발표하고 있다. 연구 수행 시점에서 발표된 가장 최근의 자료는 2019년 기준 산업연관표(연장표)이다. 그러나 연장표인 2019년 산업연관표는 기초가격 정보가 제시되지 않는 등의 한계가 있어 본 연구에서는 실측표인 2015년 산업연관표를 기준으로 하였다.

산업연관표에는 지식에 관련된 부분이 없기 때문에, 이를 지식기반 연산가능일반균형 모형에 적용하기 위해서는 SAM에 지식과 관련된 계정을 추가해야 한다. 지식기반 모형에 대한 기존 연구(Hong, 2014)에 따라, 생산요소 계정과 자본 계정에 각각 지식(R) 및 지식자본(RG, RH) 계정을 추가한 형태로 SAM을 구성한다.

우리나라의 산업연관표에는 SNA 08의 적용 후 연구개발이 별도의 산업으로 구분되어 있기 때문에 지식기반 SAM을 작성하기가 상대적으로 수월하다. 그러나 지식을 별도의 생산요소 또는 고정자본형성으로 분리하지 않고, 자본 항목에 포함하

1) 본 장은 해당 연구의 1차년도에 작성한 내용을 바탕으로 일부 수정한 것임

여 계상하고 있다. 따라서 지식을 따로 분석하기 위해서는 생산요소와 기존 자본스톡에 포함되어 있는 지식 부분을 별도의 계정으로 분리해야 한다. 이러한 작업은 결과적으로 SAM의 정의에 따라 행렬의 행 방향과 열 방향에서 모두 이루어진다.

		생산	요소	제도	투자	세금	해외
		1, ..., n	L K R	H F G	PK RH RG	T	E M
생산	1						
	...						
요소	n						
	L						
	K						
	R						
제도	H						
	F						
	G						
투자	PK						
	RH						
	RG						
세금	T						
해외	E						
	M						

[그림 4-1] 지식기반 사회계정행렬의 구조

1. 지식(R) 계정의 구성

산업연관표의 부가가치 계정은 노동 요소(피용자보수)와 자본 요소(영업잉여, 고정자본소모)로 구성되어 있다. 본 연구에서 가정한 모형은 지식 역시 별도의 생산요소로 부가가치를 창출한다고 가정하므로, 행 방향 자본 계정에 포함되어 있는 지식의 기여분을 산업별로 분리한다.

2015년 산업연관표의 산업구분은 대분류 33개, 중분류 83개, 소분류 165개, 그리고 기본부문 381개로 구분된다. 본 연구에서는 데이터의 가용성을 고려하여 대분류 기준으로 산업을 구분하되, 일부 산업들은 분할하거나 병합하여 총 28개의 산업으로 나눈다. 28개 중 26개는 기존의 대분류에서 일부를 병합한 것이고, 나머지 2개 산업은 기본부문 분류 중 연구개발과 관련된 계정을 대분류 수준으로 끌어올렸다. 이 27번, 28번 산업은 각각 ‘연구개발(민간)’과 ‘연구개발(공공)’ 산업으로 칭한다.

앞의 장에서 제시한 기술-산업 연계표 역시 산업연관표의 산업에 그대로 연결한 것이 아니라 이와 같은 SAM의 구성에 맞추어 28개로 재편, 거시경제모형에 연결하였다.

해당 산업별로 지식의 부가가치 기여분은 물적자본과 지식자본의 비율에 따라 분할(행 방향)하는 방법을 사용한다. 물적자본은 한국생산성본부의 2015년²⁾ 기준 자본스톡을 활용하며, 지식자본은 연구개발활동조사 통계를 바탕으로 계산하였다. 산업별 물적자본과 지식자본의 비율은 다음의 표와 같다.

〈표 4-1〉 2015년 기준 물적자본과 지식자본 스톡의 비율

산업	물적자본 스톡 (A)	지식자본 스톡 (B)	지식스톡의 비율 (B/(A+B))
1	58,887,662	155,538	0.26%
2	1,737,876	113,715	6.14%
3	65,312,375	2,577,740	3.80%
4	43,463,392	1,600,543	3.55%
5	46,434,847	540,032	1.15%
6	27,010,649	1,712,007	5.96%
7	178,189,506	16,258,854	8.36%
8	18,181,295	5,686,926	23.83%
9	50,074,461	1,482,477	2.88%
10	238,989,089	5,899,826	2.41%
11	730,877,848	145,992,508	16.65%
12	121,499,344	14,022,931	10.35%
13	214,490,982	32,627,209	13.20%
14	15,883,471	721,774	4.35%
15	157,905,053	4,611,255	2.84%
16	111,972,074	5,891,678	5.00%
17	318,106,602	3,096,651	0.96%
18	294,497,818	463,413	0.16%
19	163,229,254	10,688,913	6.15%
20	107,574,849	12,447	0.01%
21	847,385,619	108,682	0.01%
22	61,419,489	6,569,648	9.66%
23	974,375,070	37,020,911	3.66%
24	247,924,400	9,509,157	3.69%
25	139,910,595	10,868,975	7.21%
26	151,571,779	119,514	0.08%

2) 2015년에 발생한 요소소득은 전년도인 2014년까지 축적된 스톡에 따라 발생한 것으로 간주해야 하므로, 엄밀하게는 2014년 기준 자료를 사용하는 것이 더 정확할 것이다.

다음으로는 지식자본의 열 방향 분할이 필요하다. 지식자본을 분할하기 전 생산요소의 열 방향으로는 (가계)×(자본)과 (기업)×(자본) 부문에 값이 있다. (가계)×(자본)은 국민계정통계로부터 ‘가계 및 비영리단체’의 소득 원천 중 영업잉여와 재산소득의 합으로써, (기업)×(자본)은 행 방향 자본계정의 합에서 (가계)×(자본)을 뺀 값으로써 산정한다. 본 연구의 모형에서는 지식으로 인한 소득은 가계가 아니라 기업이 소유하는 것으로 설계한다. 그런데 SAM에서 행합과 열합은 동일하므로 (기업)×(지식)의 값은 앞서 행 방향에서 구한 지식자본의 합과 같다. 따라서 해당 값을 (기업)×(자본) 값에서 빼어 (기업)×(지식) 항으로 이동함으로써 열 방향 분할이 완료된다.

2. 지식자본(RG, RH) 계정의 구성

산업연관표의 투자 계정은 ‘민간 고정자본형성’과 ‘정부 고정자본형성’으로 나누어 있는데, 각 자본형성 계정에 지식자본이 포함되어 있다. 본 연구에서는 연구개발을 별도의 산업으로 구분하였으므로, ‘연구개발(민간)’과 ‘연구개발(공공)’ 산업으로 지칭한 27번, 28번 산업의 민간 및 정부 고정자본형성 계정(열 방향)에 있는 값이 바로 연구개발 투자액이다. 따라서 해당 값을 SAM 상의 민간 및 정부 고정자본형성 계정으로 옮기면 지식자본 계정이 열 방향으로 분할된다.

2015년 산업연관표에서 공공부문³⁾과 민간부문 연구개발 투자액을 확인한 결과, 각각 13.7조원과 48.7조원으로 집계되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 이는 2015년 연구개발활동조사 통계에서 각각 14.8조원, 51.1조원으로 보고된 것에 비해 다소 적은 금액이나, 산업연관표 작성 과정에서의 불가피한 오차에 따른 것이므로 큰 문제는 없을 것으로 판단하였다.

한편 산업연관표에는 제도 부문별 투자 정보가 없기 때문에, 지식자본 계정의 행 방향 성분을 구하기 위해서는 외부 자료가 필요하다. 즉, 각 제도부문이 각각 민간과 공공부문의 연구개발에 투자한 금액을 추정해야 한다. 이 자료는 KISTEP에서 발표하는 연구개발활동조사 통계를 이용한다. 2015년 통계 중 연구개발 수행주체별, 재원별 구분 자료를 참고로 하여, 수행주체에서는 ‘공공기관’과 ‘대학’을, 재원 중에서

3) 산업연관표의 기본부문 분류 중 국공립 연구개발(7001번) + 비영리 연구개발(7002번)

는 ‘정부’와 ‘공공’을 공공부문이라고 간주한다. 재원별 구분에서 ‘해외’부문은 비중이 작아 제외하였다. 이렇게 재원 중 공공부문의 비율을 파악함으로써 앞서 파악한 민간지식자본과 공공지식자본 각각에 대해 정부가 투자한 부분과 민간이 투자한 부분을 구별할 수 있다. 이렇게 파악한 금액은 SAM의 지식자본 계정 행방향 부문에 기재된다

〈표 4-2〉 수행주체별, 재원별 연구개발액

(단위: 백만원)

구분		재원			계
		정부	공공	민간	
수 행 주 체	공공기관	8,239,809	187,833	333,683	8,761,325
	대학	4,955,507	253,613	740,658	5,949,778
	기업체	2,635,451	21,305	48,095,654	50,752,410
	계	15,830,767	462,751	49,169,995	65,463,513

3. 지식기반 SAM의 작성

제도 부문별 투자를 파악하기 위해 국민계정통계의 총저축 통계를 이용한다. 2015년 국민계정통계에서 ‘가계 및 비영리단체’는 가계, ‘비금융 법인기업’과 ‘금융 기관’은 기업, ‘일반정부’는 정부로 가정하면, 각각의 저축액은 다음 표와 같다.

〈표 4-3〉 2015년 제도부문별 저축액

SAM 제도부문	국민계정통계 제도부문	집계액 (백만원)	백분율 (%)
가계	가계 및 비영리단체	134,635,200	18.8%
기업	비금융 법인기업	335,611,700	58.5%
	금융기관	23,137,000	
정부	일반정부	110,677,700	22.7%

SAM내 각 계정의 행합과 열합은 동일해야 하므로 조정항을 추가해야 할 필요가 있다. 본 연구에서는 (정부)×(기업), (정부)×(고정자본형성) 행에 조정항을 삽입하여 계정의 수입과 지출을 동일하게 맞추었다. 전체적인 SAM의 모습은 다음의 그림과 같다.

〈표 4-4〉 지식기반 SAM의 구성

구 분		생산활동		생산요소			제도			투자		세금	해외		
		국내 재화	수입 재화	노동	자 본	지 식	가 계	기 업	정 부	고정 자본 형성	지식자본 형성		세 금	수 출	수 입
											민간	공공			
생산 활동	국내 재화														
	수입 재화														
생산 요소	노동														
	자본														
	지식														
제도	가계														
	기업														
	정부														
투자	고정 자본 형성														
	지식 자본 형성	민간													
		공공													
세금	세금														
해외	수출														
	수입														

제2절 거시방정식 작성

연산가능일반균형 모형은 생산, 가계, 정부, 수출입 등 거시경제의 주요 지표들 사이의 관계식들로 이루어진 연립방정식 체계이다. 일반균형이라는 말에서 알 수 있듯, 해당 모형은 개별 시장의 부분균형 해를 모두 만족시킨다. 그러므로 각 연립방정식을 모두 만족시키는 해가 일반균형으로써 경제의 균형점이 된다. 이러한 모형을 설정한 뒤, 외생변수의 변경에 따라 향후 연도의 균형점을 다시 계산함으로써 외생변수의 거시적 파급효과를 추정하게 된다. 즉 모형은 여러 해에 걸쳐 반복(iteration)해 균형점을 계산하는 동적(dynamic) 모형으로 구성한다. 모형의 전체적 구조는 크게 생산부문, 제도부문⁴⁾, 투자부문으로 나눌 수 있다.

1. 생산부문

생산을 위한 기본요소는 산업별로 노동, 물적자본, 지식자본(민간)의 세 가지로 구성한다. 여기서 물적자본과 지식자본은 이전 연도의 저축에서 투자를 통해 각각 스톡으로 쌓인 값이다. 각 생산요소(L, K, RS)는 CES 구조의 생산함수를 통해 부가가치 복합재(RVA)를 만들고, 중간재(Q)와 합쳐져 최종재(X)가 생산되는 것으로 구현한다. 이 때 중간재는 국내재(D)와 수입재(M)가 레온티에프 함수 형태로 통합한 재화이다.

$$VA_i = TFP_i \cdot \gamma_i^{VA} \left(\theta_i^{VA} L_i^{\rho_i^{VA}} + (1 - \theta_i^{VA}) K_i^{\rho_i^{VA}} \right)^{1/\rho_i^{VA}}$$

$$RVA_i = \gamma_i^{RVA} \left(\theta_i^{RVA} VA_i^{\rho_i^{RVA}} + (1 - \theta_i^{RVA}) RS_i^{\rho_i^{RVA}} \right)^{1/\rho_i^{RVA}}$$

$$X_i = \gamma_i^X \left(\theta_i^X Q_i^{\rho_i^X} + (1 - \theta_i^X) RVA_i^{\rho_i^X} \right)^{1/\rho_i^X}$$

where γ : 계수
 θ : 투입간 비중
 ϵ : 탄력성

4) CGE모형에서 제도(institution)부문은 경제활동 주체로 설정한 행위자(agent)를 지칭함

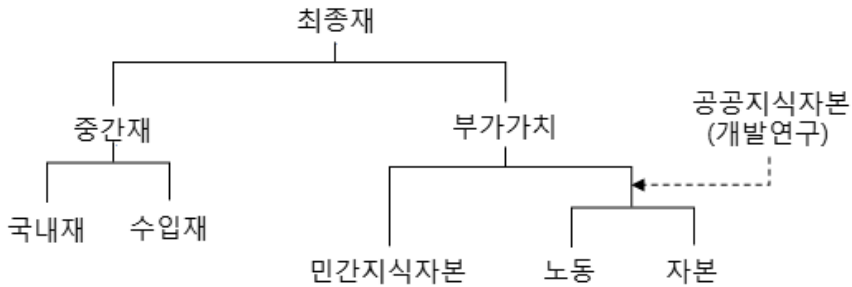
한편 여기서 공공부문의 지식자본은 총요소생산성에 기여하는 것으로 가정한다. 여기서 지식자본(SGRD)은 원래의 정부 지식자본(GRD)에 스피로버 효과(w)를 추가로 고려한 것이다. 이에 따라 초기 자본량(SGRD0)에 비해 증가한 비율로 생산성(TFP)에 영향을 준다고 설정한다.

$$TFP_i = a(SGRD_i / SGRD_0)^{\epsilon_i}$$

$$SGRD_i = \sum_j w_{j,i} GRD_j$$

where a : 계수
 ϵ : 탄력성

생산부문의 구조를 도식화하면 다음의 그림과 같다. 이 때 해당 생산구조는 개별 산업별로 서로 다른 공공지식자본이 사용되어 산업에 파급되므로, 산업마다 서로 다른 기술투자에서 기인한 공공지식자본의 규모가 달라지게 된다.



[그림 4-2] 생산부문의 구조

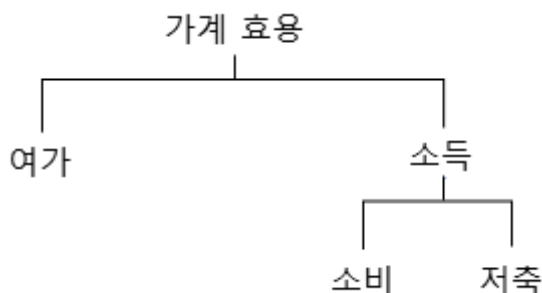
2. 제도부문

본 모형에서 제도부문은 가계, 기업, 정부로 구분하였다. 여기서 기업은 생산을 통해 이익을 극대화하기 위한 공급 주체이므로, 상품을 수요하는 주체는 가계와 정부라 할 수 있다.

가계는 노동과 자본을 요소시장에 공급하는 대가로 임금과 자본소득을 얻는다. 가계 수입 중 일부는 저축을 하고, 정부에는 소득세를 납부하며, 남은 돈으로 상품을

소비하게 된다. 이러한 활동으로 인해 가계는 생활의 만족도라 할 수 있는 효용(utility)을 얻게 되는데, 효용은 소득과 여가로 이루어진다고 가정할 수 있다.

여가는 단위 가계가 가진 총 시간 중 소득을 위한 활동에 소요되는 시간을 제외한 나머지 시간을 의미한다. 가계는 소득이 많은 것에서도 효용을 얻지만, 동시에 여가시간을 많이 가짐에 따라서도 효용을 얻는다. 이 둘은 상충관계(trade-off) 관계에 있다. 시간이라는 한정된 자원을 소득활동과 여가활동 중 어느 쪽에 투입하느냐에 따라 가계효용은 달라지는 것이다. 연산가능일반균형 모형에서는 가계의 효용함수로써 이와 같은 개념으로 구현한다. 향후 년도에는 R&D를 통해 발생하였으나 GDP로 측정되지 않는 국민 삶의 질을 모형화, 가계 효용에 포함할 수 있다.



[그림 4-3] 가계 효용의 구조

또 다른 수요주체인 정부도 재정수입과 재정지출을 한다. 정부의 경우 가계로부터 얻는 근로소득세, 기업으로부터 얻는 법인세, 해외 부문에서 얻는 관세가 수입원이다. 정부도 상품을 소비하고 저축을 하게 되므로 가계와 같이 소비와 저축을 정부 효용의 한 축으로 본다.

정부 지출은 국민을 대상으로 한 것이므로 정부 지출이 늘어날수록 사회적 효용이 늘어난다고 볼 수 있다. 그러나 정부 지출이 늘어나면 국가재정의 건전성이 악화되므로 정부저축을 통해 재정건전성을 도모하는 것 역시 기간간(inter-temporal) 모형의 가정에 따라 미래의 정부 지출을 증가시킬 수 있어 정부의 효용 수준을 증가시키는 것으로 가정한 것이다.

3. 투자부문

투자재원은 가계, 기업, 정부의 저축에 의해 마련된다. 당해 연도의 저축액은 다음 해의 투자로 모두 소요된다고 가정한다. 이 때 투자는 물적투자와 지식자본 투자로 구분된다. 산업 전체의 물적투자($IKPIK$), 민간 연구개발투자($IRDPIRD$) 투자액은 모두 영구재고법에 의해 스톡으로써 축적된다.

$$KS = (1 - kdep)KS + IKPIK$$

$$RK_i = (1 - rdep)RK_i + ari_i IRDPIRD$$

where $kdep, rdep$: 진부화율
 ari_i : 산업별 비중

진부화율은 시간이 지남에 따라 자산의 가치가 소실되는 비율을 의미한다. 지식자본의 진부화율은 많은 기존 연구에서 추정된 바 있는데, 사용된 데이터에 따라 차이가 있다. 서중해(2005)의 연구에서는 산업별로 12~50% 사이의 값이 추정된 바 있다. 기술이 빠르게 진보하는 분야에서는 진부화율이 높게 나오는 반면, 원천적인 기술일수록 지식의 진부화율은 낮을 것이다.

〈표 4-5〉 기존 연구에서의 진부화율

구분	Bosworth (1978)	Pakes & Chankerman (1984)	Goto & Suzuki (1989)	Hall & Mairesse (1995)	서중해 (2005)
진부화율	10~15%	18~36%	6~25%	25%	12~50%
사용한 자료	영국 R&D capital	프랑스 특허	일본 과기청 서베이	프랑스 기업	한국 기업

본 연구에서는 기술별로 투자를 달리 하는 경우의 장기적 효과를 추정하므로 기술별로 지식의 진부화율이 달리 나타난다면 이는 결론에 중대한 영향을 미칠 것이다. 본 연구에서는 산업별로 생산성본부의 TFP를 사용, 탄력성을 추정하였으며 기술별로 상이한 기술진부화율이 일정부분 전체 TFP에서 설명될 것으로 가정, 기술별로 진부화율을 15%로 동일하게 가정하였다.

공공 지식자본은 산업별로 분배되어 스피로버 계수를 통하여 총요소생산성에 영향을 미치는 것으로 가정하였다.

제5장 정책 시나리오 분석



제5장 정책 시나리오 분석

제1절 정책대안 시나리오 구성

CGE 모형이 구축되었으므로, 과거 데이터를 기반으로 정책 시나리오를 구축, 향후 성과 및 파급효과를 비교할 수 있다. 본 과제의 목표는 다양한 정책 시나리오를 동시에 실험하는 것이지만, 본 연차보고서에서는 기술분야별로 서로 다르게 나타나는 경제적 효과를 분석하고자 한다.

먼저 현재의 정책을 유지하는 경우를 기준(Business as Usual, BAU) 경로 시나리오라고 하고, 정책변수를 변경하는 경우 나타나는 시나리오 변경점을 기준 시나리오와 비교해 나타나는 비중변화를 살펴보고자 한다.

이 때 정책 시나리오는 현재와 비교해 어떤 분야의 기술에 추가적 투자를 하는 경우 나타나는 경제적 파급효과를 분석하는 것이다. 이를 BAU 시나리오와 비교해 어떠한 비율 차이가 있는지 살펴본다.

기술분야는 크게 2개 분류를 비교한다. 미래유망신기술로 분류되는 6T 기술(IT, BT, NT, ET, ST, CT)의 투자비율을 정책변수로 하는 경우, 각각의 기술의 투자비율을 증가시키는 경우를 고려한다. 또, 과학기술표준분류의 대분류 33개 기술별 투자비율의 증가 시 나타나는 변화를 비교한다. 이 때 33개 대분류 중 그 규모가 지나치게 작은 분야는 정책 변화가 미미하므로 제외하고, 현재 연구개발투자 비중이 4개 높은 기술을 선택한다.

마지막으로 한국생산성본부의 KIP데이터베이스 기준, 최근 년도인 16~18년도의 TFP가 높은 그룹과 낮은 그룹 산업에 주로 연결되는 기술분야를 맵핑, 해당 기술분야에 각각 공적 투자의 비중을 늘리고 낮추는 경우의 변화를 추정했다.

〈표 5-1〉 정책 시나리오 설정

기술분류	시나리오	시나리오 설명
현행유지	BAU	현재의 정부연구개발투자 기술 비중을 유지하는 경우
6T 기술	SCN_IT	IT 기술 투자 비중을 20% 증가시키는 경우
	SCN_BT	BT 기술 투자 비중을 20% 증가시키는 경우
	SCN_NT	NT 기술 투자 비중을 20% 증가시키는 경우
	SCN_ET	ET 기술 투자 비중을 20% 증가시키는 경우
	SCN_ST	ST 기술 투자 비중을 20% 증가시키는 경우
	SCN_CT	CT 기술 투자 비중을 20% 증가시키는 경우
과학기술 표준분류	SCN_기계	기계 기술 투자 비중을 10% 증가시키는 경우
	SCN_전기	전기 기술 투자 비중을 10% 증가시키는 경우
	SCN_의료	의료 기술 투자 비중을 10% 증가시키는 경우
	SCN_통신	통신 기술 투자 비중을 10% 증가시키는 경우
기술조합	SCN_H	기존 TFP 증가율이 높은 기술 투자 비중을 증가시키는 경우
	SCN_L	기존 TFP 증가율이 낮은 기술 투자 비중을 증가시키는 경우

제2절 시나리오 분석 결과

1. 6T 기술 비중 조정 시나리오

미래유망신기술로 분류되는 6T 기술(IT, BT, NT, ET, ST, CT)의 투자비율을 정책변수로 하는 경우, 각각의 기술의 투자비율을 20%p씩 증가시키는 경우를 고려한다. 이 때 중요한 것은 6T 기술 전체의 투자금액 총합은 변하지 않는다는 사실이다. 즉, IT 기술의 투자비율을 20%p 증가시키면, 나머지 기술들의 투자액은 조금씩 감소해 투자액 총액은 변하지 않는 시나리오를 테스트한다.

해당 정책 충격은 2021년부터 시작, 2030년까지 지속하였으며 비교대상인 기본 시나리오(BAU) 대비 변화 비중을 나타냈다. GDP, 가계후생, R&D 스톡 합계의 비중을 나타냈는데, 이 때 R&D 스톡의 합계는 전 산업에 걸친 정부/민간 R&D 스톡의 총계를 의미한다. 가계후생은 GDP의 함수로 나타나 있기 때문에 GDP와 거의 유사하게 움직이는 경향이 있다. 향후 가정을 통한 거시방정식 수정을 통해 가계 후생을 다른 방식으로 정의함으로써 R&D의 사회문제 해결 등의 가치를 측정할 수도 있다.

8년 간의 시뮬레이션 과정을 거쳐 2030년의 6개 기술별 투자액을 증가시키는 결과만을 모아 정리하면 아래 <표>와 같다.

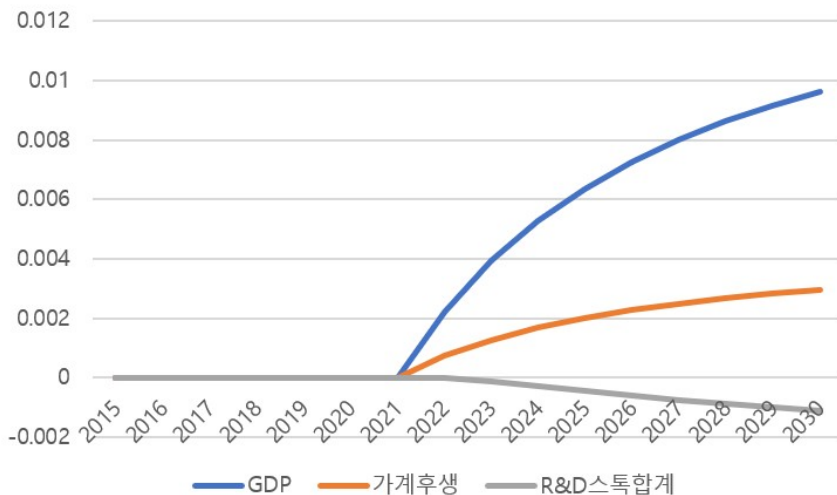
<표 5-2> 6T 기술 투자 시나리오별 2030년 BAU 대비 변화율(%)

기술	GDP	가계후생	R&D스톡합계
IT 투자 20%p 증가	0.96	0.29	-0.11
BT 투자 20%p 증가	-1.04	-0.32	0.15
NT 투자 20%p 증가	0.15	0.05	-0.03
ST 투자 20%p 증가	-0.58	-0.18	-0.04
ET 투자 20%p 증가	0.42	0.13	0.06
CT 투자 20%p 증가	0.08	0.03	-0.01

먼저 기술별로 현행 기술투자 대비 20%p씩 투자를 증가시키는 것을 가정했기 때문에, IT, BT 등 투자규모가 큰 기술의 경우 영향이 크고, ET, CT 등 투자규모가 작은 기술은 투자금액의 변동 자체가 작아 그 영향이 상대적으로 적게 나타나는 점을 고려해야만 한다. 분석결과 GDP 및 가계의 후생을 가장 많이 증가시키는 기술분야는 IT 기술이었으며, 가장 감소시키는 기술분야는 BT 기술로 나타났다. 한편, 반대로 IT 기술은 R&D 스톡이 감소하며 GDP 상승폭이 감쇄되었으며, BT 기술은 R&D 스톡이 증가하며 GDP의 감소폭이 축소되었다.

국방 예산 등의 이유로 정부연구개발의 비중이 높은 ST 기술은 투자 비중 증대시 GDP, 가계후생, R&D 스톡이 모두 감소하는 결과를 나타냈으며, 반대로 ET 기술은 GDP, 가계후생, R&D 스톡이 모두 증가하는 결과가 나타났다.

NT 기술과 CT 기술은 둘 모두 변화가 작았는데, NT 기술의 경우 다양한 산업에 영향을 주고, 기술 특징별로 6T 중 중립적인 기술 특성에서 기인한 것으로 해석할 수 있으며 CT 기술은 이와는 달리 절대적인 투자금액 자체가 적어 상대적인 변동폭이 적은 것으로 해석할 수 있다. 하지만, 변동 규모를 고려했을 때 한계적으로는 GDP에 긍정적인 효과를 나타냈다.

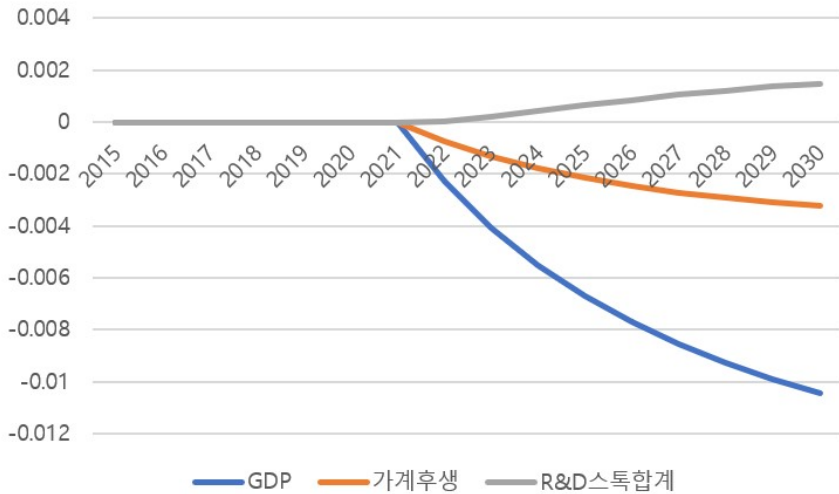


[그림 5-1] IT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율

〈표 5-3〉 IT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	0.22	0.07	0.00
2023	0.39	0.13	-0.01
2024	0.53	0.17	-0.03
2025	0.64	0.20	-0.04
2026	0.72	0.23	-0.06
2027	0.80	0.25	-0.07
2028	0.86	0.27	-0.09
2029	0.92	0.28	-0.10
2030	0.96	0.29	-0.11

정보통신(IT) 기술은 R&D 결과 TFP의 증가율이 높은 산업과 연결되어 있어 GDP 및 가계 후생이 큰 폭으로 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 R&D 스톡 합계는 오히려 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 IT 기술분야가 원래 민간의 투자비율이 높은 분야이기 때문에 정부 R&D의 지출이 상대적으로 민간투자를 구축하는 효과가 나타났기 때문이다. 이 때문에 GDP와 가계후생의 증가율은 상대적으로 둔화되는 효과가 나타났다.

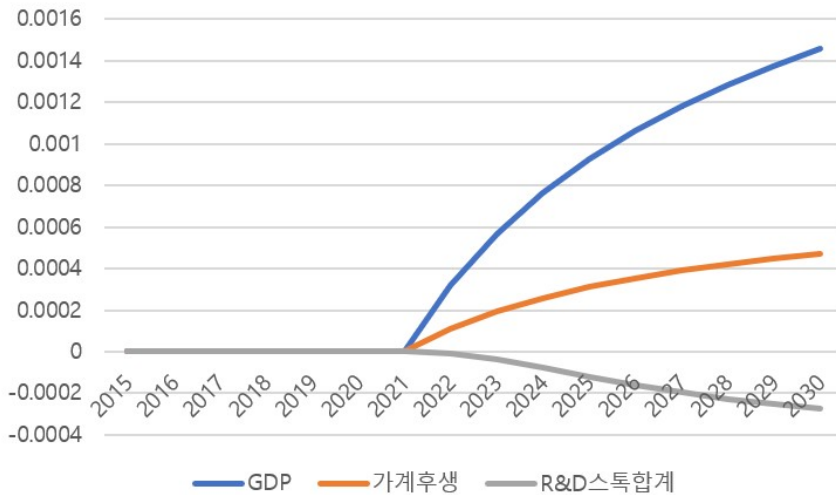


[그림 5-2] BT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율

생명공학(BT) 기술에 대한 투자 증가시 GDP와 가계 후생의 하락폭이 가장 큰 것으로 나타났다. 하지만 R&D 스톡에 대한 증가율은 가장 크게 나타났다. 이는 BT 기술 산업의 경우 타 산업에 비해 보건의료 산업분야의 R&D 생산성이 낮게 나타난 탓으로 볼 수 있다. 하지만 동시에 R&D 스톡의 축적량이 증가하며 GDP와 가계후생의 감소폭은 줄어들고 있다. 이는 민간 투자가 정부투자에 의해 감소하지 않기 때문이다. 한편, BT 분야의 R&D 스톡 축적량이나 산업 규모에 비해 현 투자규모가 크기 때문에 이와 같은 결과가 나타난 것으로 해석할 수 있다.

〈표 5-4〉 BT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	-0.23	-0.08	0.00
2023	-0.41	-0.13	0.02
2024	-0.55	-0.18	0.04
2025	-0.67	-0.22	0.06
2026	-0.77	-0.25	0.09
2027	-0.86	-0.27	0.11
2028	-0.93	-0.29	0.12
2029	-0.99	-0.31	0.14
2030	-1.04	-0.32	0.15

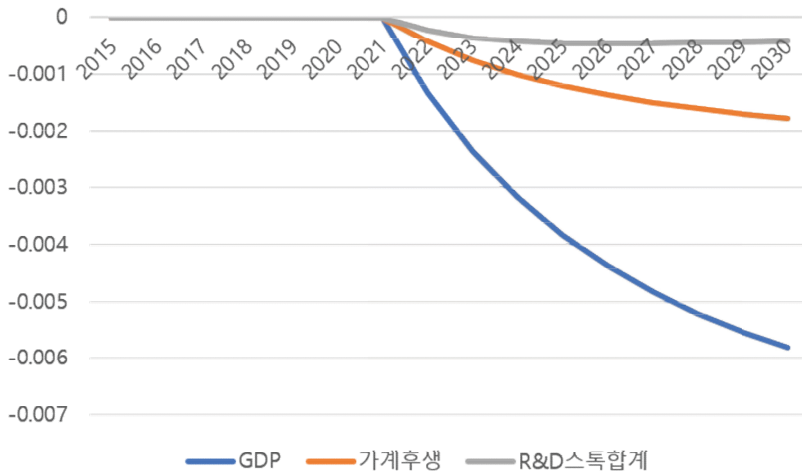


[그림 5-3] NT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율

나노 기술(NT)에 대한 투자 결과 GDP와 가계후생이 미미하게 증가하며, R&D 스톡 역시 아주 작은 폭으로 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 타 기술에 비해 가장 적은 폭으로 영향을 미친 것이다. 이는 나노 기술이 다양한 산업에 영향을 미치기 때문이다. 나노 기술의 경우 연구자들이 기입한 기술적용분야가 다양하고, 태생적으로 융합기술적 성격을 가지기 때문이라고 해석할 수 있다. 본 시뮬레이션에서는 기술에 대한 투자비율을 증가시킬 때 총액을 유지하기 위해 다른 기술의 투자액을 줄이는 것으로 가정했기 때문에 미미한 결과가 나타났으나, 실제 투자를 증가시키는 경우 다양한 산업에 많은 파급효과가 나타날 수 있는 기술로 평가할 수 있다.

〈표 5-5〉 NT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	0.03	0.01	0.00
2023	0.06	0.02	0.00
2024	0.08	0.03	-0.01
2025	0.09	0.03	-0.01
2026	0.11	0.04	-0.02
2027	0.12	0.04	-0.02
2028	0.13	0.04	-0.02
2029	0.14	0.04	-0.03
2030	0.15	0.05	-0.03

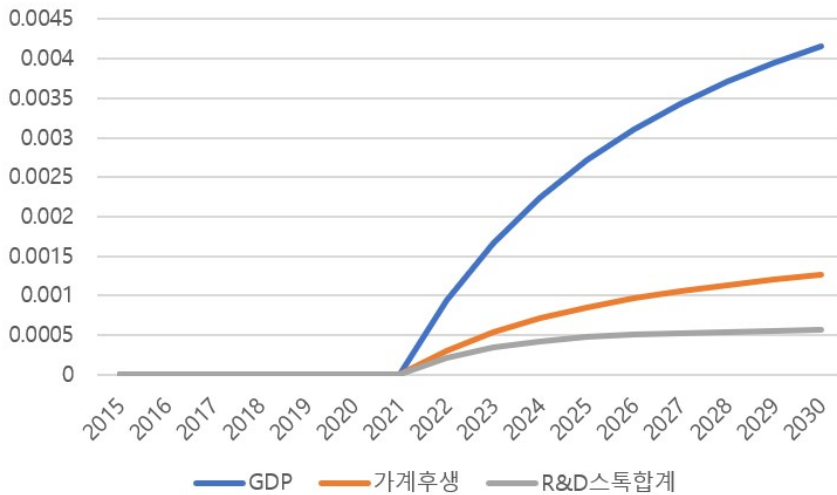


[그림 5-4] ST 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율

우주항공(ST) 기술의 경우 GDP, 가계후생, R&D스톡 합계가 모두 감소하는 결과가 나타났다. 이는 우주항공기술이 원래도 국방분야의 R&D로 인해 정부의 역할이 큰 기술분야이기 때문으로 평가할 수 있다. 상대적으로 산업·경제적 파급효과가 적은 기술분야의 투자를 늘리고 다른 분야 투자를 감소시켰기 때문에 GDP 및 가계후생이 감소했다. R&D 스톡 합계 역시 감소한 것으로 나타나나 그 크기는 작는데, 비록 타 기술 및 산업분야의 R&D 감소로 인한 스톡 감소가 나타나지만, 우주 항공 분야는 본래 정부 주도적으로 연구개발이 나타나고 있기 때문에 민간의 해당 기술 분야 투자를 감소시키지는 않기 때문으로 해석할 수 있다.

〈표 5-6〉 ST 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	-0.13	-0.04	-0.02
2023	-0.23	-0.08	-0.04
2024	-0.32	-0.10	-0.04
2025	-0.38	-0.12	-0.04
2026	-0.44	-0.14	-0.05
2027	-0.48	-0.15	-0.05
2028	-0.52	-0.16	-0.04
2029	-0.55	-0.17	-0.04
2030	-0.58	-0.18	-0.04

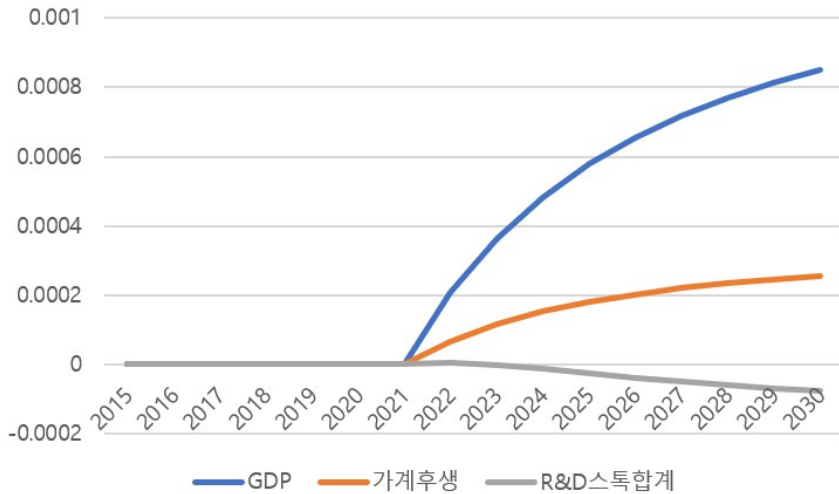


[그림 5-5] ET 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율

환경(ET) 기술은 6T 기술 중 유일하게 GDP, 가계후생, R&D스톡 합계가 모두 상승하는 기술 분야로 나타났다. 환경분야의 경우 6T 기술 중 절대 투자액이 작기 때문에 절대적인 증가율은 낮게 나타났지만, GDP, 가계후생, R&D스톡의 주요 3개 변수가 모두 상승했다는 점은 정부투자가 유용하다는 시사점을 가진다. 특히 환경 기술의 경우 GDP 등으로 측정되지 않는 사회 후생이 더 크다는 점에서 정부 R&D의 적극적 지출이 권장되는 분야로 볼 수 있다.

〈표 5-7〉 ET 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	0.09	0.03	0.02
2023	0.17	0.05	0.03
2024	0.22	0.07	0.04
2025	0.27	0.09	0.05
2026	0.31	0.10	0.05
2027	0.34	0.11	0.05
2028	0.37	0.11	0.05
2029	0.40	0.12	0.06
2030	0.42	0.13	0.06



[그림 5-6] CT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율

문화기술(CT)은 IT나 NT와 유사하게 GDP나 가계후생은 증가하지만 R&D 스톡은 감소하는 효과가 나타난다. 이는 두 기술과 마찬가지로, 기술 부가가치가 높고 R&D의 성과가 TFP로 연결되는 효율이 높음을 의미한다. 다른 한 편으로는, 정부 R&D의 지출증가 결과 총 R&D 스톡이 감소하는 이유는 민간에서 자발적으로 R&D가 나타나고 있어 CT의 증가에 비해 다른 기술에 대한 투자 감소가 더 민간 R&D 투자를 감소시키는 결과를 불러오기 때문이다. 문화 기술은 정부 연구개발투자 중 투자비중이 가장 낮은 기술로 정부가 주도적으로 투자를 늘리기보다는 민간에서 나타나는 투자에 대한 매칭을 하는 전략이 적절한 것으로 평가할 수 있다.

〈표 5-8〉 CT 기술 투자비율 20%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	0.02	0.01	0.00
2023	0.04	0.01	0.00
2024	0.05	0.02	0.00
2025	0.06	0.02	0.00
2026	0.07	0.02	0.00
2027	0.07	0.02	-0.01
2028	0.08	0.02	-0.01
2029	0.08	0.02	-0.01
2030	0.08	0.03	-0.01

2. 과학기술표준분류 기준 비중 조정 시나리오

6T 기술과 유사하게, 기술-산업 연계표를 이용해 과학기술표준분류 기준 비중 조정 시나리오를 살펴본다. 과학기술표준분류의 대분류는 총 33개 분류를 가지고 있다. 이 때, 앞서 6T 기술 분류에서 CT 기술분야와 같이 너무 낮은 비중을 가진 기술분류에 대한 분석을 모두 수행하는 것은 분석의 의의가 다소 떨어진다. 이 때문에, 대표적으로 연구개발투자가 많이 일어나는 4개 분야에 대한 분석을 수행하고자 한다. (나머지 분야의 분석 결과는 부록에 수록)

〈표 5-9〉 2020년 연구비 기준 과학기술표준분류별 투자 비율

기술분류	현 투자비율(%)	기술분류	현 투자비율(%)
기계	18.76	정치/행정	0.94
정보/통신	10.45	문화/예술/체육	0.86
전기/전자	9.94	뇌과학	0.67
보건의료	9.49	수학	0.48
과학기술과 인문사회	7.43	미디어/커뮤니케이션/ 문헌정보	0.43
농림수산식품	6.19	교육	0.41
에너지/자원	4.51	지리/지역/관광	0.09
생명과학	3.99	역사/고고학	0.07
건설/교통	3.89	인지/감성과학	0.07
재료	3.81	사회/인류/복지/여성	0.06
물리학	2.96	생활	0.06
원자력	2.88	심리	0.02
경제/경영	2.87	법	0.02
환경	2.60	문학	0.01
지구과학(지구/대기/ 해양/천문)	2.32	언어	0.01
화공	2.10	철학/종교	0.01
화학	1.60		

과학기술표준분류의 기술별 분류에서 상위 4대 기술 분야는 기계, 정보/통신, 전기/전자, 보건의료의 4개 분야이다. 현행 투자비중을 유지하는 경우를 BAU로 보고, 해당 분야 기술분야의 투자금액을 10%p 씩 증가시키되 다른 기술의 투자금액을 감소시켜 총액을 유지하는 경우를 각각의 시나리오로 해 분석한 결과는 아래와 같다.

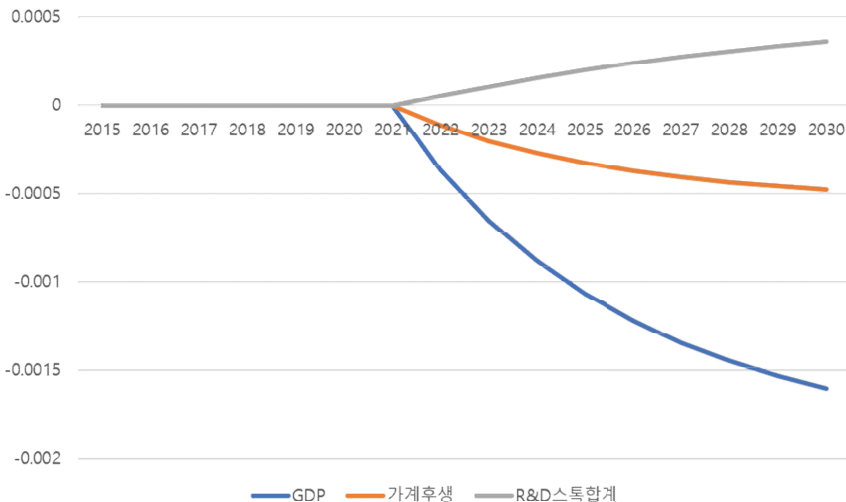
〈표 5-10〉 4개 대표 기술 투자 증대 시나리오별 BAU 대비 2030년 결과 차이(%)

기술	GDP	가계후생	R&D스톡합계
기계	-0.16	-0.05	0.04
전기	0.08	0.03	0.00
보건의료	-0.15	-0.05	0.03
정보통신	0.26	0.08	-0.04

4개 기술 중 GDP 및 가계 후생이 가장 많이 증가하는 기술은 정보통신 기술로 나타났으며, 가장 많이 감소하는 기술 분야는 기계 기술 분야로 나타났다. 한 편, 반대로 R&D 스톡이 가장 많이 증가하는 기술 분야는 기계 분야, 가장 많이 감소하는 분야는 정보통신 분야로 나타났다.

이 때, 과학기술 표준분류상 정보통신 기술의 비중과 과학기술표준분류상 정보통신 기술의 비중이 2배 가까이 차이가 난다는 사실을 보면, 6T 기술의 경우 지난 장에서 지적한 분류의 문제 때문에 표본이 과대표집되었을 가능성을 볼 수 있지만, GDP와 가계 후생이 증가하는 대신 R&D 스톡이 감소하는 특징은 동일하게 나타나는 것을 볼 수 있다.

보건의료 부문 기술 역시 기술의 범위는 다르지만 6T 분류 기술의 BT 기술 분야와 동일한 특징이 나타난다. GDP와 가계 후생은 감소하지만 R&D스톡은 증가한다.



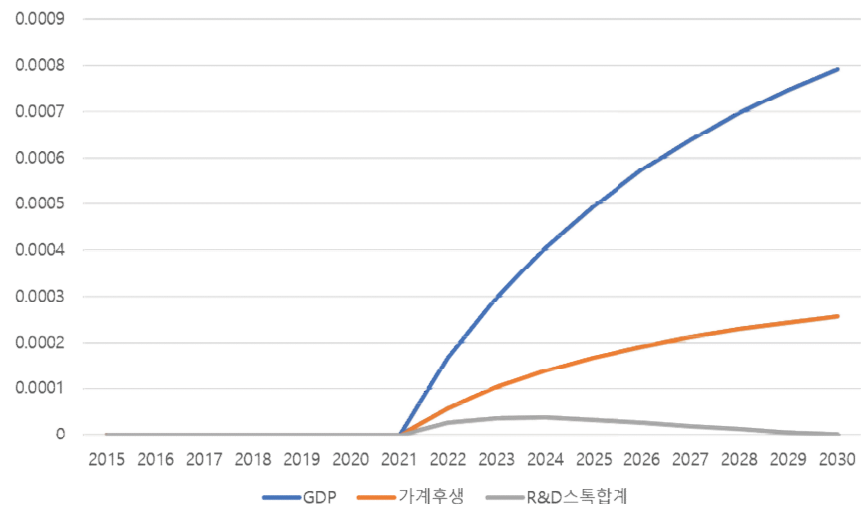
[그림 5-7] 기계 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율

국가연구개발사업 중 연구비 기준 가장 높은 기술 투자 비중을 가진 기계 기술의 경우 투자비율을 증대하면 GDP와 가계후생은 감소하고, R&D 스톡은 증가하는 특징을 가진다.

〈표 5-11〉 기계 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	-0.04	-0.01	0.01
2023	-0.07	-0.02	0.01
2024	-0.09	-0.03	0.02
2025	-0.11	-0.03	0.02
2026	-0.12	-0.04	0.02
2027	-0.13	-0.04	0.03
2028	-0.14	-0.04	0.03
2029	-0.15	-0.05	0.03
2030	-0.16	-0.05	0.04

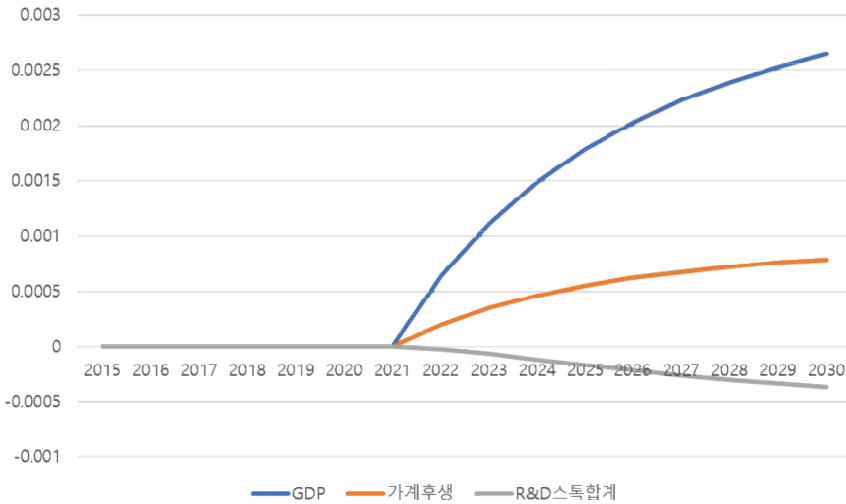
전기 기술은 GDP와 가계후생, R&D 스톡이 모두 증가하지만, 2030년까지 정책을 지속하는 경우 R&D 스톡은 도중에 감소하기 시작해 거의 0에 가까워진다. 이는 현재 전기 산업에 대한 R&D 투자가 임계치 근처에 있어 추가적 정부 투자가 민간 투자를 감소시키고 있는 상황이나, R&D의 효율성 자체는 높아 GDP 및 가계 후생의 증가폭이 큰 것으로 평가할 수 있다.



[그림 5-8] 전기 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율

〈표 5-12〉 전기 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	0.02	0.01	0.00
2023	0.03	0.01	0.00
2024	0.04	0.01	0.00
2025	0.05	0.02	0.00
2026	0.06	0.02	0.00
2027	0.06	0.02	0.00
2028	0.07	0.02	0.00
2029	0.07	0.02	0.00
2030	0.08	0.03	0.00

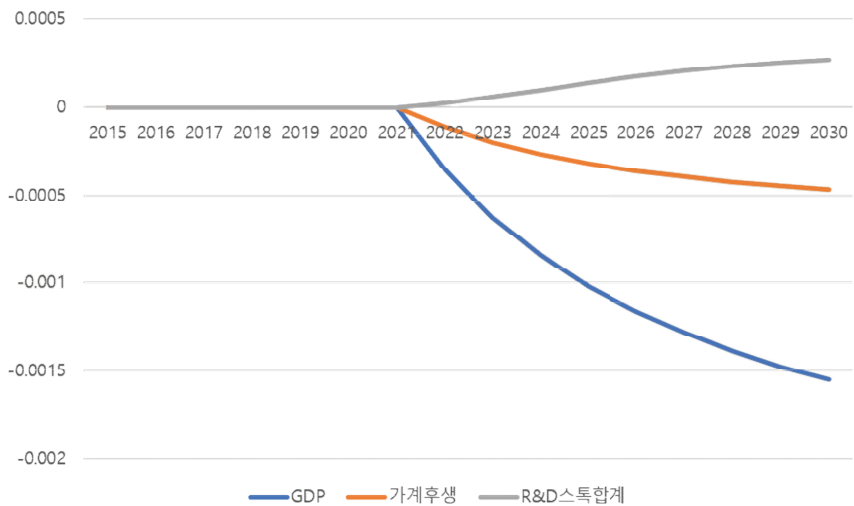


[그림 5-9] 보건의료 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율

보건의료 기술은 GDP와 가계 후생이 모두 증가하고 R&D 스톡은 감소한다. 역시 6T와 비교했을 때 연구개발사업 중 차지하는 비중은 다르게 나타나나, 결과의 성격은 동일하다. 6T 기술의 경우 인접 기술을 포함하는 경향이 있으나, 어느 쪽을 사용하더라도 전체적인 추세를 보는데 있어 큰 문제가 없다는 근거가 될 수 있다. R&D 스톡의 감소 폭이 체증하지 않고 지속 감소하는 것 역시 BT와 유사하게 나타나는데, 이는 보건 의료 기술에 대한 정부 R&D 추가 투입이 다른 기술에 비해 상대적으로 민간의 연구개발을 크게 구축함을 암시한다.

〈표 5-13〉 보건의료 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	-0.04	-0.01	0.00
2023	-0.06	-0.02	0.01
2024	-0.08	-0.03	0.01
2025	-0.10	-0.03	0.01
2026	-0.12	-0.04	0.02
2027	-0.13	-0.04	0.02
2028	-0.14	-0.04	0.02
2029	-0.15	-0.04	0.03
2030	-0.15	-0.05	0.03



[그림 5-10] 정보통신 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율

〈표 5-14〉 정보통신 기술 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	0.06	0.02	0.00
2023	0.11	0.03	-0.01
2024	0.15	0.05	-0.01
2025	0.18	0.05	-0.02
2026	0.20	0.06	-0.02
2027	0.22	0.07	-0.03
2028	0.24	0.07	-0.03
2029	0.25	0.08	-0.03
2030	0.26	0.08	-0.04

정보통신 기술은 가장 높은 GDP 및 가계 후생의 증가율을 가져온다. 해당 분야 역시 6T 기술 분야와 비교했을 때 범위 및 규모 면에서 상당한 차이가 있으나, 실제로 나타나는 결과는 유사하게 나타난다. 높은 R&D 생산성을 나타냄과 동시에 정부투자가 민간 투자를 일부 구축하는 것으로 나타난다. 하지만 높은 R&D 생산성 기여로 인해 정부투자가 합리화되는 분야로 평가할 수 있다.

3. 생산성 기준 기술투자 조정 시나리오

한국생산성본부는 생산성연구를 통해 생산성 통계 DB인 KIP Database를 제공하고 있다. 기초 DB는 EU KLEMS Manual에 따라 구축되었다. KLEMS란 (K; Kapital, L; Labor, E; Energy, M; Materials, S-purchased Services) 총요소생산성 비교를 가능케 하는 방법론으로 생산과정에서의 중간 투입-산출물을 의미한다.

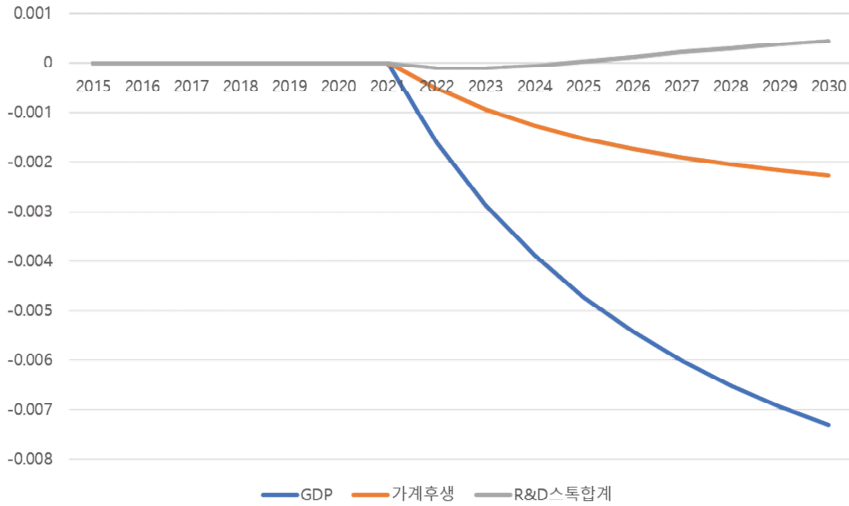
한국은행의 국민계정 기반으로 82개 산업의 명목 및 실질총산출, 피용자보수, 영업잉여 등을 포함하고 있어 자본스톡을 추계하고, 투입량을 통해 생산성을 추계한 결과를 공개하고 있다. 2016~2018년의 최근 3년간 산업별 총요소 생산성을 생산성이 높은 순으로 내림차순으로 정리하면 아래와 같다.

〈표 5-15〉 산업별 총요소생산성 증가율 (2016-2018)

산업	연평균 총요소생산성 증가율(%)	산업	연평균 총요소생산성 증가율(%)
전자부품	5.27	전기장비	0.56
컴퓨터 및 주변기기	4.47	음식점 및 숙박	0.56
출판, 영화 및 방송	3.16	전기 가스 증기 및 공기조절 공급	0.48
교육서비스업	2.69	목재, 종이, 인쇄 및 복제	0.37
보건 및 사회복지	2.67	통신업	0.34
사업지원 서비스	2.54	음식료품 및 담배	-0.01
전문,과학 및 기술서비스	1.84	기타 제조업	-0.40
의약품 및 의료물질	1.61	화학물질 및 화학	-0.42
운수 및 보관	1.56	섬유 및 가죽	-0.59
건설업	1.24	석탄 및 석유	-0.66
금융 및 보험	1.10	금속제품	-0.75
정보서비스	1.09	부동산 및 임대	-0.79
문화 및 기타서비스	1.04	광업	-0.87
농림어업	0.99	정밀기기	-0.89
도매 및 소매	0.98	1차금속	-0.93
기계 및 장비	0.84	자동차	-1.45
고무제품 및 플라스틱	0.64	통신, 방송 및 영상, 음향기기	-1.72
공공행정 및 국방	0.64	기타 운송장비	-1.75
비금속광물	0.62	수도, 폐기물 및 재활용서비스	-2.10

*출처 : 한국생산성본부 KIP DB

생산성이 음수인 산업에 대해 앞서 만든 과학기술표준분류표 기준의 기술-산업 연계표를 역산, 관련기술의 정부 R&D를 10%p씩 증가시키는 시나리오를 테스트하였다.



[그림 5-11] 생산성 하위산업 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율

〈표 5-16〉 생산성 하위산업 투자비율 10%p 증대 시 BAU 대비 변화율(%)

연도	GDP	가계후생	R&D스톡합계
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	-0.16	-0.05	-0.01
2023	-0.29	-0.09	-0.01
2024	-0.39	-0.13	-0.01
2025	-0.47	-0.15	0.00
2026	-0.54	-0.17	0.01
2027	-0.60	-0.19	0.02
2028	-0.65	-0.20	0.03
2029	-0.69	-0.22	0.04
2030	-0.73	-0.23	0.04

생산성이 낮은 산업에 대해 투자를 수행하면 처음에는 낮은 TFP 증가율로 인해 GDP, 가계후생이 감소할 뿐만 아니라 R&D 스톡 역시 모두 감소하는 모습을 나타낸다. 그러나 시간이 지나며 생산성이 일부 회복되며 R&D 스톡은 증가세로 돌아서고, 이에 따라 GDP와 가계후생 역시 감소율이 둔화되는 모습을 보인다.

제6장 결론 및 시사점



제6장 결론 및 시사점

제1절 결과 요약

본 연구의 2년차는 공공부문 연구개발에서 기술분야별 포트폴리오를 조정하는 경우 경제적 파급효과와 변화를 분석하기 위해 수행하였다. 이를 위해 1차년도에 수행한 연구에 기반, 연산가능일반균형(CGE) 모형을 구축, 기술 포트폴리오 변화에 따른 산업별 생산성 변화를 추정하고, 이를 바탕으로 한 경제적 파급효과를 계산하였다. 연산가능일반균형 시뮬레이션은 모두 2030년을 목표연도로 수행하였다. 해당 모형을 구축하기 위해 기술-산업 사이의 연계표를 제작하였다.

기본 데이터는 작년과 마찬가지로 국가연구개발사업 조사분석 데이터를 사용하였기 때문에, 조사분석 데이터에서 나타나는 기술분류를 사용하였다. 크게 2가지 기술분류, 미래산업(6T)기술분류와 과학기술표준분류의 33개 대분류를 기준으로 연구를 수행하였다. 산업에 연결하기 위한 다양한 방식 중 특허 및 사업화 성과를 고려하였으나, 특허가치 추정의 어려움과 비대칭패널자료에서 나타나는 한계로 인해 정확한 추정이 어려운 것으로 나타났다. 이를 해결하기 위해 과제 내용 및 연구계획을 토대로 기술분류별 산업 매칭을 수행했으며, 대표적으로 연구자가 직접 기입한 과학기술표준분류 적용분야 33개 분류를 사용하였다.

이에 따라 기술분류별 포트폴리오를 변화시키는 정책 시나리오를 검증하였으며, 주로 6T, 과학기술표준분류, 산업생산성의 3가지 기준으로 시나리오를 결정하였다.

첫 번째는 주요 정책적 기준이 되는 6T 기술별 포트폴리오 비중 변화이다. 6T는 정보기술(IT), 생명공학기술(BT), 나노기술(NT), 우주항공기술(ST), 환경기술(ET), 문화기술(CT)을 의미하며, 현재 국가연구개발사업 연구비 기준 65% 이상의 과제가 6T에 속해 대표성을 지닌다. 연구결과 IT, NT, ET, CT의 경우 GDP 및 가계후생이 증대되는 결과가 나타났으며, 반대로 BT, ST는 GDP와 가계후생이 감소하는 결과가 나타났다.

특기할 사항은 투자 포트폴리오 변경시 공공R&D에 투자하는 총액은 변하지 않고, 해당 정책변수인 기술별로 투자비중만을 증가시켰다는 점이다. 그러므로 다른 기술들의 투자액은 정률적으로 감소하는 것으로 설계하였다. 이유는 투자금액 자체를 증가시키는 경우, 기술 구성을 달리하는 포트폴리오 변화의 정책 효과를 규명하기 어려우며, 투자금액의 증가 자체가 기술과 관계 없이 기존 시나리오(BAU; Business as Usual)에 비해 GDP가 증가하는 것으로 나타나기 때문이다.

시뮬레이션 결과를 분석하기 위한 지표 중 총 R&D 스톡(민간 R&D스톡과 은 GDP, 가계후생과 대체로 반대방향으로 움직인다. 그러나 때때로 같은 방향으로 움직이기도 했다. 생산성이 높은 산업과 연결된 기술의 경우 GDP와 가계후생이 증가하는 것으로 나타났으나 반대로 R&D 스톡은 대체로 감소하는 것으로 나타났다. 이는 정부 R&D의 증가가 민간 R&D를 일부 구축하는 경향이 있으며, 증가 대상 산업 외에 타 산업의 경우 투자금액이 줄어들기 때문이다. 즉, 정부 R&D와 민간 R&D의 보완적 성격이 강한 경우에는 R&D 스톡이 증가하는 경향을 띄었으며, 대체적 성격이 강한 경우에는 정부 R&D 투자가 민간의 자생적인 R&D 투자를 일부 축소시키는 결과로 나타났다.

다음은 과학기술표준분류의 33개 대분류에 대해 시뮬레이션을 시행했다. 정책 성과를 명확화하기 위해 그 중 대표 4개 분류에 대한 결과를 수록했다. 6T 기술과 일부 기준이 달라 결과가 다르지 않을까 우려했으나, 정보통신기술, 보건의료기술 등에서 6T 분류의 IT 및 BT 기술에 대한 결과와 유사한 결과값을 얻을 수 있었다.

마지막으로 산업별 생산성에 따라 기술을 분류했는데, KIP DB 기준으로 총요소생산성 증가율이 음수인 산업과 양수인 사업을 구분, 음수인 산업에만 투자를 증가시키는 경우 GDP와 가계후생은 감소하고, R&D 스톡은 증가하는 것으로 나타났다. R&D 스톡의 경우 초기에는 감소하다가 증가하는 형태로 나타나, 동 사업 유형에 대한 투자가 현재는 확실히 비효율적이나 향후 여건에 따라 나아질 수 있음이 나타났다.

분석결과를 종합하면 산업 자체의 생산성이 높은 경우, 정부 R&D 투자를 늘리면 경제적 파급효과 역시 크게 나타났다. 하지만 해당 산업별 민간의 자생적 투자 비중에 따라 R&D 스톡 관점에서 투자 효율성이 달라졌고, 장기적으로 경제적 성과에도 차이가 있는 것으로 나타났다. 대표적으로 ST 기술과 같은 경우 국방 분야 R&D로

정부 R&D 비중이 높아, 정부 투자 비중이 늘어나더라도 민간의 투자가 구축되지 않는 성격이 뚜렷하게 나타났다. 무엇보다도 기술개발로 인한 성과는 과거의 정보만으로는 예측하기 어려운 면이 있기 때문에, 현 성과만으로 특정 기술 분야에 투자를 집중하기 보다는 생산성이 높은 미래 산업이면서도 민간의 투자가 덜 일어나고 있는 분야에 대한 정부 R&D 투자를 증가시키는 것이 가장 효율적이라는 정책적 시사점을 얻을 수 있다.

제2절 한계 및 내년도 보완계획

본 연구는 3년 과제의 2년차 과제로, 현재 모형을 수정·보완중에 있다. 이에 따라 현 모형의 한계 및 향후 보완계획이 필요하다. 대표적으로 ①거시방정식의 추가를 비롯한 모형 고도화, ②현재 사용하는 파라미터의 추가적 캘리브레이션, ③외부 충격에 대한 정책 대안 및 ④포트폴리오 편성 시 사용하는 변수의 도입 등이 진행 중에 있다.

먼저 CGE 모형은 모형을 설정하고 나면 반복(iteration) 작업을 통해 내년도 해를 찾고, 해당 해를 기준으로 다시 후년도의 해를 계산하는 등 최초의 거시방정식에 대한 세팅이 매우 중요하다. 거시방정식의 생산성에 대한 가정 등으로 R&D 기반 CGE 모형은 그 균형경로가 크게 달라질 수 있기 때문이다. 그러므로 이론적인 기반이 있는 적절한 가정과, 이를 반영하는 거시방정식을 도입해야 신뢰성있고 유용한 결과를 얻을 수 있다. 이 때문에 내년도에는 거시방정식의 유효성을 검증하기 위해 미시 모형을 통해 성장 파급 경로를 보다 분명히 하는 등 모형을 고도화하고자 한다.

두 번째로, 적절한 거시방정식 관계를 찾아낸다면, 파라미터의 캘리브레이션 작업 역시 중요하다. 동일한 이유로 수차례 해를 계산하는 과정에서 이 파라미터들이 동일하게 사용되므로, 이들은 지속적으로 최종 해에 영향을 미치게 된다. 이를 위해 파라미터의 신뢰도를 높이는 작업을 통해 전체 모형의 완성도를 향상시켜야 한다.

셋 째로, 정책시나리오 뿐만 아니라 외부 충격에 대한 모형 설정 역시 장기적인 성과를 추정하는데 유용할 수 있다. 예를 들어 현재 저출생 등의 문제로 인한 노동환경

의 변화나 해외 산업의 압력 등으로 인한 수입-수출구조의 변화, 나타날 수 있는 경제 위기로 인한 경로 변화 등을 가정할 수 있다. CGE 모형이 본래 대표적으로 사용되는 분야가 장기적인 무역시장의 균형, 환경 정책에 따른 결과 도출 등임을 감안하면 이러한 다자적 요인을 종합적으로 보기 위한 노력이 모형의 활용도를 높이는데 기여할 수 있을 것이다.

네 번째로, 투자 포트폴리오를 구축함에 있어 실제 정책의사결정 과정에서 활용할 수 있는 변수를 도입하는 것이 정책분석 도구로서의 활용도를 높일 수 있다. 국가 연구개발사업의 예산정책 결정과정에서 실제로 사용하는 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜 등의 정책 분야, D.N.A.(Data, Network, AI) 및 BIG3(시스템반도체, 바이오헬스, 미래차)와 같은 기술분야 분류를 직접 사용해 시뮬레이션에 도입한다면 예산 편성과정에서 참고할 수 있는 분석이 될 것이다.

마지막으로 본 연구의 결과는 과거 자료를 기반으로 한 모형의 설정에 따른 결과라는 비판에서 자유롭지 못하다. 그러므로 이를 극복하기 위해 최대한 모형의 이론적 적합성을 제고할 필요가 있다. 아울러 정책 의사결정과정에서도 이와 같은 모형의 특징을 고려, 단기적 성과보다는 장기적인 균형 방향의 관점에서 본 연구의 결과를 활용할 필요가 있다.

참고문헌

- 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 국가연구개발사업 조사·분석보고서, 각 년도.
- 국정기획자문위원회(2017), 문재인 정부 100대 국정과제.
- 권남훈·고상원(2004), 기업 R&D 투자에 대한 정부 직접 보조금의 효과. 국제경제연구, 10(2), 157-181.
- 김성태(2011), R&D투자의 재원별 경제적 파급효과 분석. 한국과학기술기획평가원 위탁 연구보고서, 한국비용편익분석연구원.
- 김원규(2013), 기업규모별 연구개발투자 효과분석. 이슈페이퍼 2013-305. 서울: 산업연구원.
- 김원규·오완근(2014), 신기술별 정부 연구개발지원의 효과분석. 서울: 산업연구원.
- 박석중 외(2019), 정부 R&D 적정규모 추정을 위한 방법론 탐색. 한국과학기술기획평가원.
- 박정수·최성호(2011), 한국 산업정책의 생산성효과: 연구개발 및 진입규제완화 정책을 중심으로. 한국경제의 분석, 17(1), 1-67.
- 엄익천·황인영(2020), 과학기술의 사회·경제적 파급효과 분석방안 연구. 기관2020-040. 한국과학기술기획평가원.
- 오준병(역) (2018), 혁신과 유인. Suzzane Scotchmer의 Innovation and Incentives. 서울: 법문사.
- 이우성 외(2012), 연구개발투자의 경제적 효과 평가 및 예측모형 개발. 정책연구 2012-08. 과학기술정책연구원.
- 임병인·안승구(2011), CGE모형 추정결과를 이용한 국가 R&D투자 우선순위 설정. 기술 혁신연구, 19(3), 57-83.
- 한국은행(2019), 2015년 산업연관표.
- 한국은행(2021), 2019년 산업연관표(연장표),
- 홍찬영 외(2021), 정부 R&D 투자의 전략성 제고를 위한 경제적 효과 예측모형 구축연구 (I), 일반2020-012. 한국과학기술기획평가원.

- Anghion, P., & Howitt, P.(1992), A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2), 323-351.
- David, P. A. et all(2000), Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. *Research policy*, 29(4-5), 497-529.
- Griliches, Z.(1998), Productivity, R&D, and the data constraint. In *R&D and productivity: The econometric evidence*. 47-374. University of Chicago Press.
- Ha, J., Howitt, P.(2007), Accounting for trends in productivity and R&D: A Schumpeterian critique of semi-endogenous growth theory. *Journal of Money, Credit and Banking*, 39(4), 733-774.
- Hall, B. H.(1996). The private and social returns to research and development. NBER Working Paper. No.R2092.
- Hall, B. H.(1999), Innovation and market value. NBER Working Paper. No.6984.
- Hong, C. et all.(2014), Validation of an R&D-based computable general equilibrium model. *Economic modelling*, 42. 454-463.
- Jones, C. I.(1995), R & D-based models of economic growth. *Journal of political Economy*, 103(4), 759-784.
- Jung, S. M. et all.(2017), Growth versus equity: A CGE analysis for effects of factor-biased technical progress on economic growth and employment. *Economic Modelling*, 60. 424-438.
- Kortum, S. S.(1997), Research, patenting, and technological change. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 65(6), 1389-1419.
- Krugman, P.(1994), The myth of Asia's miracle. *Foreign affairs*, 73(6), 62-78.
- Romer, P. M.(1990), Endogenous technological change. *Journal of political Economy*, 98(5, Part 2), S71-S102.
- Segerstrom, P. S.(1998), Endogenous growth without scale effects. *American Economic Review*, 88(5), 1290-1310.