



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](#)

행정학석사 학위논문

# 산학연 협력과 기술혁신의 관계에 대한 연구

- 한국기업혁신조사 제조업 기업을 대상으로 -

2019년 8월

서울대학교 행정대학원

행정학과 행정학 전공

하 율

## 국문초록

본 연구의 목적은 국내 제조업 기업들을 대상으로 산학연 협력과 기술혁신 성과의 관계를 분석하는 것이다. 이를 위해 최근 4개 조사년도의 한국기업혁신조사가 활용되었으며, 성향점수분석을 통해 산학연 협력기업과 비교적 동질한 특성을 가지는 통제집단을 구성하고 양 집단간 기술혁신 성과의 차이를 비교하였다. 분석결과, 산학연 협력은 기업의 특허출원에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면 제품혁신으로 발생한 매출액 비중에는 산학연 협력의 유의미한 영향이 발견되지 않거나 오히려 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 산학연 협력의 기술혁신 성과가 특허 등 단기적 성과에 매몰되어 있고, 기업과 시장에 획기적인 수준의 기술혁신으로 이어지지 못하고 있다는 점을 시사한다.

**주요어** : 산학연 협력, 기술혁신성과, 성향점수매칭, 자원기반이론, 거래비용이론, 제품혁신 매출기여도

**학 번** : 2017-25691

# 목 차

제 1 장 서론 .....	1
제 1 절 연구의 배경 .....	1
제 2 절 연구의 목적과 의의 .....	2
제 2 장 선행연구 검토 .....	3
제 1 절 정부와 기술혁신 .....	3
1. 기술혁신의 개념과 측정 .....	3
1) 기술혁신의 개념 .....	3
2) 기술혁신의 측정방법 .....	5
2. 기술혁신의 유인과 기대효과 .....	8
1) 기술혁신의 유인 .....	8
2) 기술혁신의 기대효과 .....	9
제 2 절 산학연 협력의 유인과 기대효과 .....	11
1. 산학연 협력의 정의와 유형 .....	11
1) 산학연 협력의 정의 .....	11
2) 산학연 협력의 유형 .....	11
2. 기업의 산학연 협력유인과 저해요인 .....	14
1) 자원기반이론 .....	14
2) 거래비용이론 .....	16
3) 산업조직이론과 전략적관리이론 .....	16
3. 산학연 협력의 기대효과와 한계 .....	17
1) 산학연 협력의 기대효과 .....	17
2) 산학연 협력 지원제도의 발전과정 .....	18
3) 산학연 협력 지원제도의 한계 .....	20
제 3 절 산학연 협력과 기술혁신의 관계 .....	26

1. 산학연 협력과 기술혁신 간의 긍정적인 관계 .....	26
2. 산학연 협력과 기술혁신 간의 부정적인 관계 또는 효과없음 ..	28
3. 선행연구의 한계와 본 연구의 의의 .....	29
<b>제 3 장 연구설계 .....</b>	<b>32</b>
<b>제 1 절 연구의 가설 .....</b>	<b>32</b>
<b>제 2 절 연구방법 .....</b>	<b>34</b>
1. 연구모형 .....	34
2. 방법론 .....	35
<b>제 3 절 자료수집 및 측정 .....</b>	<b>39</b>
1. 자료수집 .....	39
2. 변수와 조작적 정의 .....	40
1) 종속변수 .....	41
2) 독립변수 .....	42
3) 매칭변수 .....	43
3. 변수들의 기초통계량 .....	45
<b>제 4 장 분석결과 및 논의 .....</b>	<b>46</b>
<b>제 1 절 성향점수매칭 추정결과 .....</b>	<b>46</b>
<b>제 2 절 산학연 협력이 기술혁신에 미치는 영향 .....</b>	<b>49</b>
1. 특허출원에 미치는 영향 .....	49
2. 혁신제품의 매출기여도에 미치는 영향 .....	51
1) 시장최초 제품혁신의 매출기여도 .....	51
2) 기업최초 제품혁신의 매출기여도 .....	54
<b>제 5 장 결론 및 정책적 함의 .....</b>	<b>57</b>
<b>제 1 절 연구결과 정리 및 제시 .....</b>	<b>57</b>

제 2 절 학문적 함의 및 정책적 시사점 .....	59
제 3 절 본 연구의 한계 및 추후 연구방향 .....	62
참고문헌 .....	63
부 록 .....	76
Abstract .....	78

## 표 목 차

[표 1] 산학연 협력 유형 .....	13
[표 2] 산업체와 정부출연연구기관의 공동협력연구의 동기 .....	15
[표 3] 시대별 산학연 협력 지원제도의 주요 특징 .....	19
[표 4] 민감도(Sensitivity)분석을 위한 매칭옵션 .....	38
[표 5] 변수의 조작적 정의 및 측정 .....	40
[표 6] 변수들의 기초통계량 .....	45
[표 7] 성향점수매칭후 처리집단과 통제집단 구성 결과 .....	46
[표 8] 매칭전후 표본수 확인 .....	47
[표 9] 산학연 협력과 비협력기업의 특허출원성과 평균차이검정	49
[표 10] 전체 조사연도 대상 특허출원성과 평균차이검정 .....	50
[표 11] 시장최초 제품혁신성과 평균차이검정 .....	51
[표 12] 전체 조사연도 대상 시장최초 제품혁신성과 평균차이검정	52
[표 13] 기업최초 제품혁신성과 평균차이검정 .....	54
[표 14] 전체 조사연도 대상 기업최초 제품혁신성과 평균차이검정	54
[표 15] 기술혁신과 산학연 협력의 관계에 대한 연구결과 요약 ...	57

## 그 립 목 차

[그림 1] 연구수행주체별 투자 추이: 기업 .....	9
[그림 2] 협력유형별 과제당연구비 추이 .....	12
[그림 3] 대학의 연도별 지식재산권 보유현황 .....	21
[그림 4] 연구수행주체별 투자 추이: 대학 및 연구소 .....	22
[그림 5] 정부주도형 산학연 협력의 선순환 구조 .....	23

[그림 6] 정부주도형 산학연 협력의 악순환 구조 .....	24
[그림 7] 연구모형 .....	34
[그림 8] 매칭 전후 변수들의 표준화된 평균차이 .....	58
[그림 9] 산학연 협력기업 대상 산·학·연·지역협력 지원정책에 대한 평가 ...	60



# 제 1 장 서론

## 제 1 절 연구의 배경

국무총리 산하 국가산학협력위원회 설치(2018년 10월), 「산업교육 및 산학협력 5개년(2019~2023년) 기본계획」 수립 등 산학연 협력에 대한 정부의 관심이 어느 때보다 높다. 정부는 위원회를 출범하면서 산학연 협력체계가 상호 주체들 간의 혁신성장 기반으로 활용될 것이라는 의의를 밝혔다. 산학연 협력체계가 혁신의 촉진장치로서 인식되는 것은 비단 우리나라만의 사례가 아니다. 미국 노스캐롤라니아의 리서치 트라이앵글 파크(Research Triangle Park), 일본의 오사카대학과 중국의 칭화대학, 핀란드 알토대학을 중심으로 한 산학협력체계 등에서 나타난 혁신성과는 많은 나라로 하여금 기업 및 학계와 연구소의 협력체계를 구축하는 논리로서 작용하였다.

하지만 혁신 연구자들은 산학연 협력과 기술혁신의 관계에 대하여 긍정적인 영향만큼이나 부정적인 영향에 주목하고 있다. 즉, 산학연 협력은 자원기반관점에서 외부자원의 활용과 비용절감노력을 통해 기업의 혁신 활동을 촉진하는 요소로 활용될 수 있으나, 거래비용이론의 관점에서는 무임승차, 파트너간 갈등 및 통제의 문제 등으로 파생되는 거래비용이 오히려 기업의 혁신 활동을 저해할 수 있다. 이러한 이유로 산학연 협력과 기술혁신의 관계에 대한 그간의 실증연구들은 산학연 협력과 기술혁신 간 긍정적인 관계가 존재한다고 보기도 하고, 반대로 부정적 관계가 존재하거나 효과가 없다고 주장하기도 한다. 이에 정부부문에서 산학연 협력지원에 대한 중요성이 강조되는 시점에서, 과연 산학연 협력이 실제로 기업의 혁신성과를 높일 수 있는지, 또는 파생문제들을 상쇄할만큼 충분히 효과적인 정책으로 작용할 것인지 대한 문제가 제기되고 있다.

## 제 2 절 연구의 목적과 의의

본 연구의 목적은 산학연 협력을 하는 기업과 그렇지 않은 기업의 기술혁신성과를 분석하여 산학연 협력과 기술혁신의 관계를 정립하는 것이다. 기존의 연구들은 산학연 협력이 기술혁신에 미치는 인과효과를 추정함에 있어서 상반된 결론을 도출하기도 한다. 이러한 상반된 결과는 첫째, 산학연 협력이 반드시 기술혁신으로 이어지지 않거나, 혁신성과를 저해할 수 있다는 이론적 논의에 따른 것일 수 있다. 또는 둘째, 내생성(endogeneity) 및 선택편의(selection bias)의 문제로 협력의 순수한 효과를 추정하는 데 있어서 분석의 어려움이 존재하기 때문이다.

특히 분석의 어려움과 관련하여 기존의 연구들은 최소자승추정법(Ordinary Least Squares) 등 전통적인 회귀분석방법을 수행하여 산학연 협력이 기술혁신에 미치는 영향에 대한 분석을 시도하였다. 그러나 한편으로 고전적 회귀모형에 의한 분석은 협력기업과 비협력기업 간 근본적 차이가 발생하는 문제, 외생요인이 산학연 협력이나 기술혁신 성과, 또는 둘 간의 관계에 미치는 영향 등을 효과적으로 통제할 수 없다는 단점이 있다. 반면 성향점수분석(P propensity Score Analysis)은 관찰된 자료를 바탕으로 처리집단과 통제집단을 최대한 동질하게 구성함으로써 외생요인을 통제할 수 있다는 장점이 있다.

따라서 본 연구는 기술혁신 연구에서 가장 활발하게 활용되는 한국기업혁신조사(Korean Innovation Survey, KIS) 자료를 바탕으로 최근 9개년 간(2007~2015년) 제조업 기업의 혁신행태가 산학연 협력 여부에 따라 달라지는 지를 성향점수매칭방법을 통해 분석하고자 한다. 실증적 분석과 더불어 정부와 기업의 산학연 협력 및 기술혁신에 대한 유인과 기대효과, 정부의 산학연 협력지원정책의 발전과정과 한계 등을 이론적으로 논의하여 산학연 협력의 실태와 기술혁신에 미치는 영향 등을 규명하고자 한다. 이로써 산학연 협력을 기술혁신의 촉진제로서 일방향적으로 바라보는 정책기조에 대한 비판적인 분석이 가능할 것으로 보인다.

## 제 2 장 선행연구 검토

### 제 1 절 정부와 기술혁신

#### 1. 기술혁신의 개념과 측정

##### 1) 기술혁신의 개념

학문적 차원에서 혁신을 최초로 논의한 Joseph A. Schumpeter는 혁신의 개념을 “새롭거나 이전에 존재하던 지식, 자원, 장비 등이 새롭게 결합(new combinations)”된 것이라 정의하였다(Schumpeter, 1934). 이처럼 혁신을 연구하는 학자들은 혁신이 지닌 새로움(newness)에 주목한다(Schumpeter, 1934; 이진주, 1998; Goswami & Mathew, 2005). 그러나 혁신활동이 더욱 복잡하게, 그리고 시대에 따라 다양하게 전개되며 혁신의 개념 또한 개인마다 다르게 정의되고 있다(Shah et al., 2014).

Gopalakrishnan과 Damanpour(1997)은 혁신의 차원(dimensions of innovation)에 대한 연구를 통해 다양한 혁신개념을 정리하고자 하였다. 첫째, 혁신은 혁신프로세스의 차원(stages of the innovation process)에서 생산(production)과 채택(adoption)의 개념으로 분리된다. 즉, 혁신을 프로세스로 인지하고 단계를 구분하였을 때 생산으로서의 혁신은 새로운 제품과 프로세스의 개발을 의미한다. 반면 채택으로서의 혁신은 조직 내 변화에 주목하여, 조직 내에서 혁신이 어떻게 시작(initiation)되고 집행(implementation)되는지에 관심을 둔다. 또한 생산으로서의 혁신은 혁신 생산의 성공단계에서 기업이 스스로의 성과개선을 위해 혁신을 활용하는 활용적 혁신(exploitative)인지, 확산(diffusion)을 통해 산업의 기준으로서 활용되는 혁신인지의 개념이 중요하게 된다(March, 1991; 주성환, 2016).

둘째, 혁신은 산업 수준, 조직 수준, 분과와 같은 조직의 소단위, 혁신

자체의 수준에 따라 다르게 연구된다. 예를 들어 산업 수준에서는 해당 산업의 연구개발투자가 어떻게 나타나는 지, 산업마다 혁신이 받아들여지는 시점이 어떻게 다르게 나타나는 지가 주된 관심이 된다. 조직 수준에서는 결과(outcome)로서의 혁신과 과정(process)로서의 혁신이 주로 연구된다. 전자의 경우는 혁신기업과 비혁신기업의 맥락적, 구조적, 행동적 차이에 집중하는 반면, 후자의 경우 혁신의 전과정에서 나타날 수 있는 사건들에 관심을 가지게 된다. 셋째, 혁신의 유형에 따라 기술적(technological) 혁신과 관리적(administrative) 혁신으로 구분된다. 기술적 혁신은 제품이나 서비스를 생산하는 데 활용되는 제품, 프로세스, 기술 등을 포함하는 반면, 관리적 혁신은 조직 문화, 행정 프로세스, 인적 자원과 관련이 깊다.

구체적으로 기술혁신은 최종 산출물인 제품과 서비스, 또는 공정과정에서 새로운 기술이 개발·활용되어 기업의 활동과 성과에 변화를 가져오는 것을 의미한다(Schumpeter, 1934). Gopalakrishnan과 Damanpour (1997)은 기술혁신의 개념과 관련하여 혁신이 어떤 영역과 활동들에 영향을 미치는 지에 따라 이를 제품(product)과 공정(process)혁신으로 구분하였다. 제품혁신은 기업의 기존과는 크게(significantly) 다른, 시장에 소개된 새롭거나 개선된 제품과 서비스를 의미하고, 공정혁신은 기업의 기존 공정 또는 프로세스와 크게 다르며, 하나 이상의 기능(business function)에서 기업에 의해 활용되고자 하는 새롭거나 개선된 공정, 또는 프로세스를 말한다(OECD, 2018; Rigby, 1994).

기술혁신의 결과는 기업에 한정되어 있지 않으며, 생산자원 간 새로운 결합을 통해 산업부문 전체의 변화로 이어지기도 한다(Czarnitzki et al., 2007; Dosi et al., 1988). 특히 혁신의 정의와 측정에 대한 국제적인 기준을 마련한 OECD의 오슬로(Oslo) 매뉴얼은 이번 개정판(2018)에서 기존의 네 가지 유형의 혁신(제품혁신, 공정혁신, 조직혁신, 마케팅혁신)을 이 두 가지 주요혁신으로 유형화하며, 혁신에 있어서 기술혁신의 중요성을 밝히고 있다(OECD, 2018). 본 연구에서도 혁신의 개념과 관련하여 기술혁신에 초점을 두고 논의를 진행하고자 한다.

## 2) 기술혁신의 측정방법

기술혁신의 과정과 성격 등에 대한 이해가 깊어지면서 이를 측정하기 위한 도구가 활발히 연구되고 있다. 이에 본 연구는 전통적인 기술혁신 측정도구와 더불어 최근에 자주 활용되는 측정방법들을 각각의 장단점과 함께 소개하고자 한다. 또한 연구자의 관심이 기술혁신의 투입요소에 있는 경우와 산출요소에 있는 경우에 따라 사용하는 변수 및 측정방법이 달라지기에 이를 구분하여 소개한다.

먼저, 기업의 연구개발노력과 관련한 변수들은 기술혁신의 투입요소를 고려한 측정방법으로서 1950년대 이후 꾸준히 이용되어 왔다(Kleinknecht, 2000; Falck et al., 2010). 연구개발노력은 주로 연구개발 지출액의 전체 매출액 비중이나 연구원 수에 의해 측정되며, 기업규모와 혁신, 또는 시장구조와 혁신의 관계에 관한 연구에서 자주 활용된다(신태영, 1999). 연구개발노력을 측정도구로 활용하는 것은 국가 간, 산업 간, 기업 간 비교에 유용하며, 자료가 오랜 기간 축적되었기에 시계열적 비교가 가능하다(Kleinknecht, 2000). 그러나 연구개발노력은 기술혁신을 달성하기 위한 여러 투입요소 중 하나에 불과하며, Brouwer과 Kleinknecht(1997)의 연구에 따르면 이는 전체 혁신비용의 25%에 미치지 못하는 것으로 나타났다.

이에 최근에는 연구개발비용을 넘어 혁신의 측정변수로서 전체 혁신비용(total innovation expenditures)을 활용하기도 한다. 특히 Community Innovation Survey(CIS)와 오슬로 매뉴얼 등 조사방법이 체계화되면서 전체 혁신비용을 활용하는 연구가 증가하였다. 우리나라의 한국기업혁신조사 역시 외부 지식 구매 비중, R&D 비용을 제외한 기계, 장비 및 소프트웨어, 건물 취득 비용 등 기업의 혁신활동에 소요된 비용 총액을 기입하도록 하고 있다. 전체 혁신비용은 연구개발비용 외의 부가적인 비용을 모두 포함한다는 점에서 보다 포괄적인 측면이 있으나, 사실상 기업들이 이를 기록화하지 않기에(Kleinknecht, 2000) 응답자의 주관적 판단에 의해 측정된다는 단점이 있다.

이상의 방법들과 같이 투입요소를 활용하여 기술혁신을 측정하는 것은 공통적인 문제점이 존재한다. 첫째, 기업의 연구개발투자와 관련하여 비효율성이 존재할 때, 단순히 투입비용을 측정하는 것은 기업의 혁신성과에 왜곡을 불러일으킬 수 있다. 따라서 만일 이러한 투입요소들이 덜 효율적으로, 또는 더 효율적으로 활용된다면 산출결과를 측정하는 것이 더 바람직하다(Kleinknecht, 2000). 둘째, Griliches(1979)가 지적한 바와 같이 기술혁신은 연구개발을 위한 단기간의 지출(flow)보다는 기업의 장기간 누적된 연구개발스톡(stock)으로 달성되는 경향이 있다. 즉, 연구개발의 투입요소들이 혁신성으로 이어질 때 시차(time lag)가 존재할 경우, 일정기간동안 측정된 연구개발지출액 또는 혁신노력을 같은 기간의 기업의 혁신성으로 보기는 어렵다.

이러한 측면에서 연구자들은 산출결과를 고려하여 기술혁신 성과를 측정하게 된다. 이 때, 전통적으로 활용되는 방법은 특허(Audretsch & Vivarelli, 1994)를 비롯한 지식재산권(김선영·이병현, 2007)이 있다. 특허는 연구개발비와 마찬가지로 오랜 기간에 걸쳐 자료가 축적되어 왔고, 경기침체와 같은 특정 사건들에 영향을 덜 받는다는 장점이 있다. 하지만 특허의 대부분이 상업적으로 이어지지 못하며(권영관, 2010; 황남웅 외(2014)에서 재인용), 기술에 따라서는 기술혁신이 특허로 이어지지 못한다는 단점이 존재한다. 더욱이 Brouwer와 Kleinknecht(1999)은 기업규모가 작을 경우 특허출원에 대한 정보비용이 크기에 더 적은 확률로 특허를 출원하며, 근본적으로 지식의 유출을 막기 위해 협력기업들이 비협력기업들에 비해 더 많이 특허를 출원하는 문제, 그리고 일부 산업에서만 특허출원이 가능한 문제들을 단점으로 제시하였다.

산출측면에서 보다 최근에 활용되는 기술혁신 측정방법은 제품혁신의 매출액 비중으로서, 이는 제품혁신으로 창출된 매출액이 전체 매출액에서 차지하는 비중으로 정의된다(Kleinknecht, 2000). 제품혁신의 매출액 비중은 이를 매출기여도로 그대로 활용하거나(김나미·김언수, 2016), 또는 매출액과 곱하여 구체적인 금액 또는 수치(기업규모에 대한 조정이 이루어질 경우)를 도출하기도 한다(황남웅 외, 2014). 이 방법은 시장에

서 가치를 인정받고 매출액 결과로 이어지는 성공적인 혁신을 직접적으로 측정할 있다는 데에서 장점이 있다(Kleinknecht, 2000). CIS의 조사결과를 바탕으로 분석한 Brouwer와 Kleinknecht(1995)의 연구에서는 이 비중이 제조업과 서비스 부문에서 크게 차이가 없어, 이질적인 부문 간 비교에도 유용한 것으로 나타났다. 다만 제품혁신의 매출액 비중은 경기 침체 등의 외부 경제적 요인에 영향을 받을 수 있다는 단점이 존재한다. 예를 들어, 높은 가치의 제품혁신이라 하더라도 그 해의 시장상황에 따라 그 가치가 저평가 될 수 있다. 혁신제품의 매출액 비중은 시장최초의 혁신과 기업최초의 혁신으로 구분이 가능한 경우가 많은데, Kleinknecht(2000)은 양자를 구분하는 것이 중요하다고 보았다. 전자가 ‘진정한’ 혁신의 개념에 부합하는 반면, 후자는 모방품으로 이해할 수 있다는 것이다.

이 외에도 혁신의 투입요소나 산출결과 외에 기업의 기술혁신을 정성적으로 측정하는 방법이 있다(신태영, 1999). 이는 OECD에서 혁신조사를 위해 수행하는 CIS의 질문방식을 따른 것으로, 기업에 주어진 기간 동안 기술혁신 실적이 있었는지 또는 없었는지를 질문한다. 또는 새롭거나 개선된 혁신 건수(최석준·서영웅, 2011)를 질문하기도 한다. 국제적인 기준을 활용하여 비교가 가능하다는 장점이 있으나, 기업들이 혁신을 하지 않고서도 했다고 응답하는 자기기입식 설문(self reported survey)의 한계가 존재한다.

## 2. 기술혁신의 유인과 기대효과

### 1) 기술혁신의 유인

기술혁신 활동은 성과의 불확실성, 경쟁자의 모방 위험 등이 따르기에 기업에게 부담으로 작용하기도 한다(Grossman & Helpman, 1993). 이와 관련하여 March(1991)는 탐색(exploration)과 활용(exploitation)의 과정에서 나타나는 혁신이 긴장을 야기한다는 것을 발견하였고, 연구자들은 이러한 긴장이 관리상의 문제로 이어질 수 있음을 입증하였다(Andriopoulos & Lewis, 2009; Dougherty & Hardy, 1996).

이처럼 기술혁신이 야기하는 잠재적인 문제들이 명백히 존재함에도 불구하고 기업에게는 기술혁신을 달성하고자 하는 유인이 존재한다. 먼저, 기술혁신은 성공할 경우 기업으로 하여금 경쟁우위를 창출하게 하고(Link & Scott, 2001), 재무성과를 높이는 데에 기여한다(Gronum et al., 2012). 그리고 무엇보다도 혁신은 기술환경의 급격한 변화와 불확실성의 증가로 인하여 기업의 생존과 퇴출을 결정짓기도 한다(Audretsch, 1995). 즉, 혁신은 시장에 새롭게 진출하는 기업과 기존 기업 모두에게 생존을 위한 필수적인 조건이 되고 있다(Audretsch, 1995).

기업에 기술혁신의 유인이 존재하여 연구개발로 이어지는 현상은 우리나라의 경우 최근 5년간(2013~2017년) 기업부문의 연구개발투자액의 증가를 통해 확인할 수 있다. 아래 [그림 1]에서 중소기업과 중견기업의 투자액 증가율이 높게 나타나는 반면, 대기업의 연구개발투자액은 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 전체적으로는 2014년을 제외하고 기업의 연구개발비투자액이 증가함으로써 기술혁신을 달성하기 위한 기업의 노력이 꾸준히 증가하였음을 확인할 수 있다.



[그림 1] 연구수행주체별 투자 추이: 기업



자료: 한국과학기술기획평가원, 「2017 국가연구개발사업 조사·분석 보고서」

## 2) 기술혁신의 기대효과

기술혁신은 기업뿐만 아니라 사회전체의 경제발전과 국가경쟁력 강화 측면에서도 기대효과를 가진다. 과학기술발전의 선형적 모형을 제시한 Bush(1945)는 과학적 발견이 국민의 건강증진 등 사회발전에 중대한 역할을 하기에 정부의 관심이 중요하다고 밝혔으며, 이후 Ehlers(1988)는 이것이 국가경쟁력과 국가이익 증대로 이어진다고 주장하였다.

기술혁신의 기대효과와 관련한 최근의 논의에서도 이원영(2008)은 기술혁신이 총요소생산성의 증가와 밀접하게 관련이 있으며, 이는 경제성장으로 이어질 수 있다고 주장하였다. 뿐만 아니라 콘드라티예프는 장기파동이론(long wave theory)을 제시하며 50년 주기의 경기순환적 성격을 가진 장기파동이 기술혁신과 관계가 있음을 밝혔으며, 슈페터는 장기

적인 경제순환이 기술혁신에 의해 야기된다고 주장하였다(서문기, 2003). 더 나아가 서문기(2003)에 따르면 IT 산업의 급속한 발전은 신기술혁신을 야기하면서 국가경제를 넘어 사회제도 및 발전전략에 영향을 미치고 있다. 이처럼 정부는 이상의 기대효과를 달성하기 위하여 다양한 기술혁신 촉진정책을 수립·운영하고 있다.

## 제 2 절 산학연 협력의 유인과 기대효과

### 1. 산학연 협력의 정의와 유형

#### 1) 산학연 협력의 정의

산학연 협력의 개념은 이전부터 존재하였으나, 1995년 Etzkowitz와 Leydesdorff의 삼중나사모형(Triple Helix Model)에서 본격적으로 주목 받게 되었다. 이후 산학연 협력은 국가혁신시스템(National Innovation System), 지역혁신시스템(Regional Innovation System), 클러스터체제(Cluster System)에 대한 논의와 함께 국가 전체적인 시각에서 혁신을 관리하기 위한 개념으로서 인식되었다. 산학연 협력은 일반적으로 Coursey와 Bozeman(1989)의 정의에 따라 기업, 대학, 연구소가 공식, 또는 비공식 협정을 통하여 자원을 공동 투자하거나 활용하여 지식을 획득하는 것을 의미한다(유광수, 2008). 즉, 산업계와 학계, 연구계가 각자가 보유한 인적, 물적, 제반 자원 등을 서로 보완하고 협력함으로써 기술적 지식을 창출할 수 있다(정성훈, 2012).

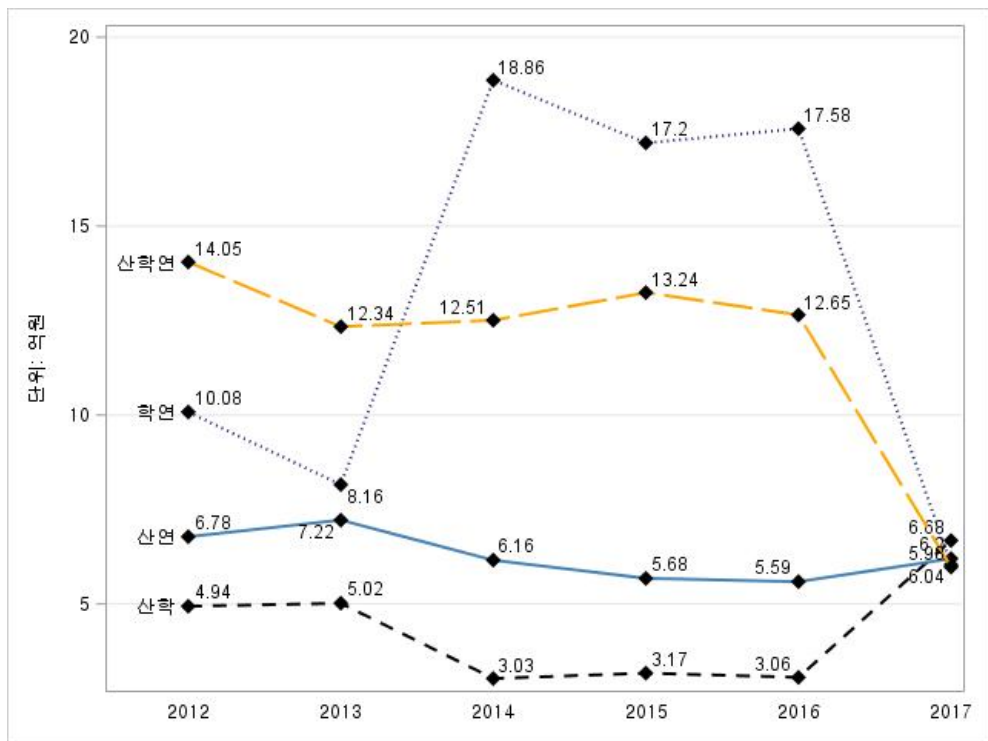
우리나라의 경우 2017년 11월 개정된 「산업교육진흥 및 산학연협력촉진에 관한 법률」에서는 산학연 협력을 “산업교육기관과 국가, 지방자치단체, 연구기관 및 산업체등이 상호 협력하여 행하는 활동”으로서 ① 산업체의 수요와 미래의 산업발전에 따르는 인력의 양성, ② 새로운 지식·기술의 창출 및 확산을 위한 연구·개발·사업화, ③ 산업체등으로의 기술이전과 산업자문, ④ 인력, 시설·장비, 연구개발정보 등 유형·무형의 보유자원 공동 활용 등의 활동을 제시하고 있다.

#### 2) 산학연 협력의 유형

산학연 협력은 협력의 수행주체, 수행기능, 법적 지위 등 여러 관점에서 분류할 수 있다(김갑수 외, 2000). 가장 간단하게는 협력의 수행주체

에 따라 산·학과 산·연, 학·연과 산·학·연 모두를 수행하는 경우로 구분할 수 있다. 아래 [그림 2]는 최근 5개년(2012-2017년)간 국가연구개발사업 조사·분석 보고서에서 제시된 협력유형별 과제당연구비 추이를 나타낸 것으로, 2017년 현재를 기준으로 산·학·연이 모두 협력을 하는 유형과 학·연이 협력을 하는 유형은 2012년에 비해 과제당연구비가 감소한 반면, 산·연협력은 크게 변화가 없고, 산·학협력은 증가한 것을 알 수 있다.

[그림 2] 협력유형별 과제당연구비 추이



자료: 한국과학기술기획평가원, 「2017 국가연구개발사업 조사·분석 보고서」

한편 교육부·한국연구재단(2015)에 따르면 산학연협력의 유형들은 경제 발전의 수준, 주요산업기반, 해당사회 내에서의 위치, 연구역량, 정부기관의 속성, 사회문화적인 환경 등의 여러 가지 변수에 따라 다르게 나타나기도 한다. OECD(2002)는 이와 관련하여 산학연 협력을 연구자금조달과 연구수행실적에 있어서 정부 및 공공기관의 역할에 따라 4가지 유

형으로 나누고, 대학중심(university-based), 연구소중심(Institute-based), 절충형(Broad-based) 체계라는 세 개의 하위범주에 따라 구분하였다. 한국은 연구자금조달과 연구수행실적에 있어서 정부 및 공공연구기관의 역할이 낮은 국가로서 연구소중심체계에 속하는 것으로 나타났고, 미국과 일본은 정부 및 공공기관의 역할이 마찬가지로 낮으며 대학중심체계에 속하는 것으로 나타났다. 그 외에도 Onida와 Malerba (1989)의 연구에서 산학연 협력유형은 연구기한과 연구협정의 목적에 따라 비공식 협정연구, 단기문제 해결 협동연구, 단기 확산지향 협동연구 등으로 구분되기도 한다. 또한, Coursey와 Bozeman(1989)의 연구에서는 산학연 협력이 조직구조 및 형태에 따라 유형화되었으며, 그 결과 공동연구회사, 협동연구센터, 연구컨소시엄, 연구개발 합작회사, 민간기업 하청계약, 기술자문위원회, 기술지원 하부구조의 세부범주로 구분되었다. 같은 맥락에서 이재익·오재건(1999)은 우리나라의 산학연 협력 유형을 우수연구센터, 지역협력연구센터, 기술혁신센터, 산학연 공동연구개발 지역 컨소시엄 사업으로 구분하고 있다. 이상의 논의를 종합하여 교육부·한국연구재단(2015)는 산학연협력 유형을 다음과 같이 제시하고 있다(아래의 [표 1]).

[표 1] 산학연 협력 유형

구분	산학연협력 유형
산학연협력 주체간 협력관계	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대학주도형</li> <li>- 기업주도형</li> <li>- 정부 및 지자체 주도형</li> </ul>
산학연협력 추진내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공동(위탁)연구개발 수행</li> <li>- 교육 및 훈련</li> <li>- 지식 및 기술이전</li> <li>- 기술자문</li> <li>- 창업</li> <li>- 인력 및 정보교류</li> <li>- 기자재나 장비 등의 기반 공유</li> </ul>
산학연협력 추진체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역경제를 기반으로 한 연구단지 집적유형</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구중심 대학에 기반을 둔 기초연구 중심의 산학연협력</li> <li>- 컨소시엄 형태에 산학연협력</li> <li>- 창업보육센터를 통한 산학연협력</li> <li>- 스핀오프 기업지원 형태의 산학연협력</li> <li>- 학교기업을 통한 산학연협력</li> </ul>
산학연협력 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공동/위탁연구</li> <li>- 인적교류활동</li> <li>- 시설 및 설비의 공동 이용</li> <li>- 지식 및 정보교류</li> <li>- 공동행사</li> </ul>

출처: 교육부·한국연구재단, 2015

## 2. 기업의 산학연 협력유인과 저해요인

기업이 여러 외부파트너 중에서도 대학 및 연구소와 협력하는 현상은 국가 및 지역혁신시스템과 클러스터체제의 중요성의 증대와 함께 활발히 연구가 진행되고 있다(Belderbos et al., 2004; Fritsch & Lukas, 2001). 산학연 협력 및 정부의 협력지원정책과 관련된 기존의 연구들을 바탕으로 기업이 산학연 협력을 하는 유인과 산학연 협력의 저해요인에 대하여 이론적 배경을 정리하면 크게 자원기반이론과 거래비용이론, 산업조직이론 및 전략적관리이론의 관점으로 나누어볼 수 있다(Fritsch & Lukas, 2001; Eslaminosratabadi, 2018).

### 1) 자원기반이론

먼저, 기업이 혁신활동을 하는 데 필요한 자원과 지식은 조직 내부보다 외부에 위치하는 경우가 많다(Freel, 2003). 자원기반이론(resource-based theory)은 기업이 부족한 내부역량을 보완해줄 수 있는 외부파트너와의 협력을 통하여 자원과 지식 등을 획득하고 혁신성과를

높이고자 한다고 말한다(Belderbos et al., 2004; Miotti & Sachwald, 2003).

즉, 기업은 대학 및 공공·민간 연구소와의 협력을 통해 고급 연구인력을 확보하고 최신의 과학기술 지식을 얻을 수 있다(Tether, 2002; 김나미·김연수, 2016). 이는 지식의 암묵적(tacit) 성격이 강화되어 기술혁신의 핵심으로 작용하면서 특히 기업이 산학연 협력을 선호하게 되는 유인으로 강조되었다(김갑수 외, 2000). 더욱이 대학이나 연구소는 우선 다른 협력 대상자들과 달리 기업과 경쟁적인 위치에 있지 않기에 연구개발의 산출물인 지식이나 아이디어가 누출되거나, 시장점유율을 두고 경쟁해야 하는 문제 등을 염려할 필요가 없다(Veugelers & Cassiman, 2005).

이처럼 기업과 대학 및 연구소의 협력은 지식이전과 함께 과급효과(knowledge spillover)를 발생시키고(Ahuja, 2000), 획득한 지식 및 자원이 다시 조직으로 하여금 학습의 기회를 제공하도록 한다는 장점이 있다. 특히 제품 수명주기의 단축 및 소비자 니즈가 다양해지고(박홍수, 2004), 인력의 유동성 및 기술개발 비용의 증가와 같은 거시환경이 변화한 것은 기업의 외부협력 유인으로 작용하였다(Chesbrough, 2008).

김갑수 외(2000)의 연구에서는 자원기반관점에서 산업계와 연구계의 공동연구 참여동기를 다음과 같이 설명한다(아래의 [표 2]).

[표 2] 산업체와 정부출연연구기관의 공동협력연구의 동기

	공동협력연구의 동기
산업체	1) 국가연구개발사업을 통한 연구자금 지원을 활용 2) 정부출연연구기관이 보유하고 있는 기술 및 연구시설 그리고 인력을 산업체에 활용·확산시키려는 정부시책
정부출연 연구기관	1) 경쟁적 환경의 변화에 대응하고 기술적 우위를 획득하기 위해 새로운 기술적 창구를 유지하면서 협력을 통하여 첨단기술 및 기업의 보완적 기술자산의 획득 2) 공동협력연구를 통한 위험의 분담, 기술개발 비용의 분담, 기술표준 설정에 참여, 시장진입을 위한 기술이전 등

출처: 김갑수 외 (2000)

## 2) 거래비용이론

거래비용이론(transaction cost theory)은 산학연 협력의 과정에서 발생하는 비용에 대한 문제를 다루면서 협력의 유인과 저해요인 모두를 설명한다. 대표적으로 Pisano(1990)는 시장에서 거래되는 기술의 거래비용에 비해 파트너와의 공동협력을 통해 이루어지는 기술거래의 비용이 낮기 때문에 기업은 협력을 수행하게 된다고 보았다. 특히 기업은 파트너와의 협업과 외부자원 활용을 통해 혁신의 불확실성을 감소시키고 위험을 분담하며(Tether, 2002), 규모의 경제를 달성하여 효율성 향상 및 비용절감을 실현할 수 있다(Hagedoorn, 2002).

그러나 만일 협력 파트너간 정보의 비대칭과 불확실성이 크고, 관리 및 통제에 노력이 요구된다면 거래비용은 오히려 증가하게 된다. 보다 구체적으로 산학연 협력관계에서는 계약에 따르는 비용(Becker & Dietz, 2004), 협력 파트너가 기회주의적인 행동을 함에 따라 발생하는 비용(Hennart, 1988), 무임승차에 따라 발생하는 비용(Fritsch & Lukas, 2001) 등이 이러한 거래비용에 포함된다. 만일 협력으로 발생하는 비용 절감의 효과가 협력으로 파생된 거래비용과 상쇄되거나 오히려 더 낮다면 기업은 외부파트너와의 협력을 주저하게 된다(전재욱·문형구, 2003).

## 3) 산업조직이론과 전략적관리이론

산업조직이론(industrial organization theory)에서는 시장실패를 극복하기 위하여 기업이 대학 및 연구소와 협력한다고 설명한다. Hagedoorn et al.(2000)는 연구협력을 수행하는 기업들이 연구개발의 낮은 전유성(appropriability)의 문제를 극복하고, 지식의 긍정적 외부성을 내재화하기 위해 연구기관 및 대학과 협력한다고 보았다.

한편 전략적 관리이론(strategic management theory)은 대학 및 연구소와의 협력이 기업으로 하여금 새로운 기술을 얻고 경쟁자와의 차별점으로 인식됨으로써 우위를 점할 수 있게 한다고 설명한다(Bayona et al.,



2010). 따라서 전략적인 네트워크를 구축하거나 시장 진입 및 점유율 증대를 위하여 기업은 산학연과의 협력을 선호하게 된다(Hagedoorn et al., 2000).

### 3. 산학연 협력의 기대효과와 한계

개별 기업들에게 산학연 협력에 대한 유인과 기대효과, 저해요인이 존재하는 것처럼 정부부문 역시 산학연 협력에 관심을 가진다. 이에 산학연 협력의 기대효과와 우리나라의 산학연 협력 지원제도 발전과정, 그리고 이론적·실제적 한계 등을 짚어보면서 정부 수준에서 논의되는 산학연 협력의 효과를 탐구하고자 한다.

#### 1) 산학연 협력의 기대효과

정부의 기업에 대한 산학연 협력 지원정책은 기업의 연구개발활동을 촉진하려는 측면(강영준, 2016)과 국가 전체적인 시각에서 혁신시스템을 관리하려는 노력(Gibbons, 2001)으로 설명될 수 있다. 전자가 연구개발활동의 동기를 부여함으로써 기업의 연구개발투자를 증대시키는 것에 목적이 있다면, 후자는 산학연 협력을 통해 발생하는 각 혁신주체들의 역할과 조직의 변화, 혁신과 지식의 생산 등 더 포괄적인 수준에서 정부의 산학연 협력에 대한 기대효과를 말한다.

특히 산학연 협력은 국가 및 지역차원의 혁신시스템(innovation system)에 대한 관심이 증가됨에 따라 더욱 주목을 받았다. Czarnitzki와 Fier(2003)은 산학연 협력의 과정에서 발생하는 지식의 과급효과(knowledge spillover effect)가 기업 뿐만 아니라 산업 전반, 나아가 국가 차원에 영향을 미치기에 국가의 혁신시스템체제에 편입되어야 한다고 주장하였다. 이러한 관점에서는 주로 네트워크, 클러스터 이론(Doern & Stoney, 2009)과 함께 논의되고 있으며, Etzkowitz와 Leydesdorff(2000)는 이전의 연구(Etzkowitz & Leydesdorff, 1995)를 정교화하여 산업계와

학계는 물론 정부의 역할이 중요시되는 삼중나사모형을 제시하였다. 삼중나선모형은 마치 유전자가 이중나선(Double helix)구조의 네트워크에서 진화하는 것처럼 정부와 산업계, 연구계가 하나의 네트워크 체제에서 발전해나가는 것을 지향한다. 이처럼 국가 및 지역 혁신시스템은 국가적 수준에서 산학연 협력체계가 구축 및 관리되어야 할 필요성을 제시한다.

## 2) 산학연 협력 지원제도의 발전과정

산학연 협력을 촉진시키기 위한 정부 역할은 미국의 실리콘밸리나 영국의 사이언스 파크(Science Park), 이탈리아의 제3산업지구 등 각국의 산학연 협력 성과와 함께 그 중요성이 커져왔다(박종화·김창수, 2011). 우리나라에서는 기업의 기술력 부족에 따라 대학과 정부출연 연구기관의 우수인력을 활용하고자 1960년대부터 정부주도의 공동기술개발이 시작되었고(유광수, 2008), 2003년 개정된 ‘산업교육진흥 및 산학협력촉진에 관한 법률’ (이하, “산촉법”)을 근거로 국내 대학에 산학협력단이 설치되면서 산학연 연계가 한층 더 강화되었다.

또한 산학협력이 본격화된 1980년대부터 국가차원의 연구개발사업들의 경우 과제 선정시 산학연 협력과제를 우선적으로 선정하거나, 이를 의무화하기도 하였다(문혜선, 2006: 377). 산학연 협력에 대한 정부의 관심이 확대됨에 따라 2018년 10월에는 국가산학연협력위원회가 출범하여 각 부처마다 산발적으로 수행되던 산학연 협력 지원정책들을 총괄하는 기구가 설치되었다<sup>1)</sup>. 이와 같은 내용을 바탕으로 우리나라의 산학연 협력 지원제도의 발전과정을 시대별로 정리하여 나타내면 다음과 같다(아래의 [표 3]).

---

1) 국무조정실, (2018). “[보도자료] 제1차 국가산학연협력위”. 2019년 7월 18일 접속. <https://www.gov.kr/portal/ntnadmNews/1640804>.

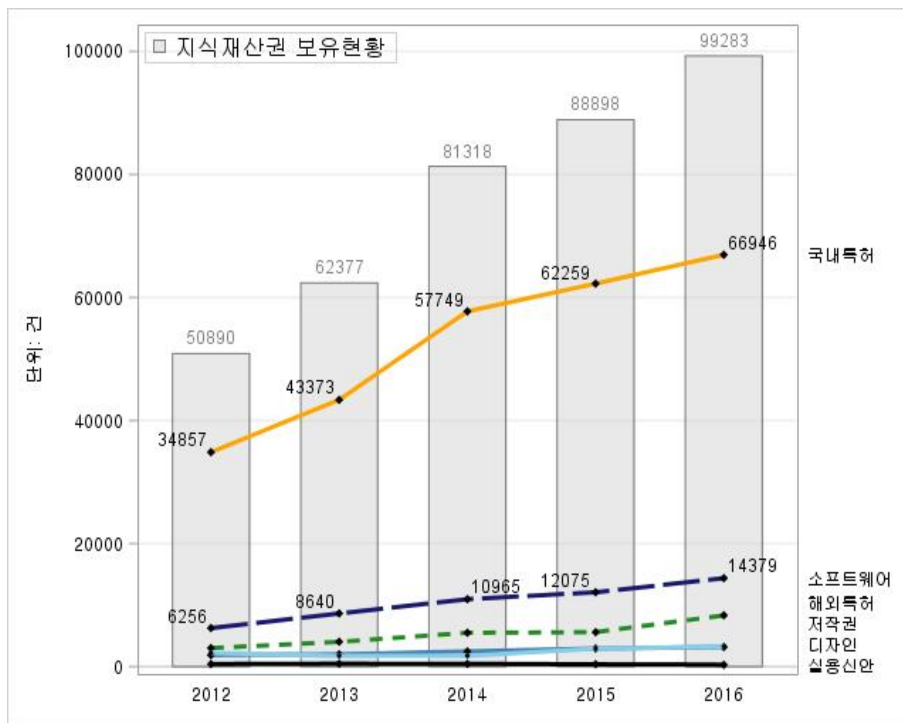
[표 3] 시대별 산학연 협력 지원제도의 주요 특징

시대별 구분	주요 법·제도 및 사업과 시대별 특징
1960-1970년대	제3차 과학기술진흥계획, 제3차 인력개발계획
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학기술인력의 확보와 노동자의 숙련향상과 기능인력확보 등 경제개발의 현장을 이끌 인력의 양성정책에 초점</li> <li>- KIST와 같은 대형종합연구소가 정부출연연구기관으로 설립</li> </ul>
1970년대	특정연구기관육성법
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산학연 공동협력연구의 구심점으로서 KIST의 역할 변경</li> </ul>
1980-90년대	산학연 기술개발 및 인력양성 사업
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가연구개발사업에서 산학연 공동연구과제를 우선선정기준으로 지정(특히 90년대부터 특정연구개발사업은 산학연 공동연구과제로 대부분 전환, 공업기반기술개발사업의 대부분 역시 산학협동에 의해 추진)</li> </ul>
1990년대	테크노파크 조성사업, 협동연구개발촉진법
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학기술혁신5개년계획 수립(산학연 협동을 통한 시장 지향적 기술개발을 유도 및 산학연 공동협력연구의 기반 조성)</li> <li>- 전국 7개소(경기 안산, 대구, 경북 경산, 인천, 전남 광주, 충남)에 테크노파크 건설</li> </ul>
1990-2000년대	지역기술혁신체제(RIS) 강화
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지방과학기술진흥정책과 연계하여 국가기술혁신체제(NIS)에 지역기술혁신체제(RIS)를 강화하여 유기적인 시스템으로 구축하려는 지역베이스의 기술기반구축사업 진행</li> </ul>
2000-2010년대	신산학협력 정책, 과학기술기본법
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2002년 기업 중심의 신산학협력 정책 추진</li> <li>- 산학협력 선진화 정책 추진을 통해 수요자 니즈와 참여강조</li> </ul>
2010년대	산학협력 선진화 방안, 산업교육진흥 및 산학협력 촉진에 관한 법률, 산학협력 5개년(2016~2020) 기본계획
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2013년 산업교육진흥 및 산학협력 촉진에 관한 법률 제정</li> <li>- 2010년 「산학협력 선진화 방안(교과부, 지경부, 중기청)」 발표(기업지원중심, 시장친화적 선진 산학연협력 활성화 추진)</li> <li>- 2015년 청년일자리 확충 및 사회맞춤형인력 양성, 기업경쟁력 제고를 위해 「산학협력 5개년(2016~2020) 기본계획」 수립</li> </ul>

출처: 김갑수 외(2000), 홍성민(2010), 송민호·홍상수(2018)을 참고하여 작성

1960년대에는 경제발전 및 연구개발 인력양성을 위한 인프라구축이 중점인 반면, 1970년대에는 특정연구기관육성법에 따라 정부출연 연구기관 설립 및 KIST의 혁신주체로서의 역량강화, 대덕연구단지조성 등의 작업이 수행되었다. 1980년대에 이르러 본격적으로 정부주도의 산학협력이 강조되었고, 연구개발프로젝트에 있어서 협력연구가 우선선정되는 경향이 나타나기도 하였다. 정부주도의 산학협력의 결과로 90년대부터 2000년대 초반까지는 대학이 인력양성 및 연구개발의 핵심축으로 성장하였다. 아래 [그림 3]은 최근 5개년(2012~2016) 대학의 연도별 지식재산권 보유현황을 시각적으로 나타낸 것으로 정부가 대학의 주도적 역할을 강조함에 따라 대학의 연구개발역량 및 성과가 증가되어온 것을 확인할 수 있다. 전반적으로 대학의 지식재산권 보유현황은 증가추세에 있으며, 특히 국내특허와 소프트웨어, 해외특허, 저작권, 디자인, 실용신안

[그림 3] 대학의 연도별 지식재산권 보유현황(2012~2016년)



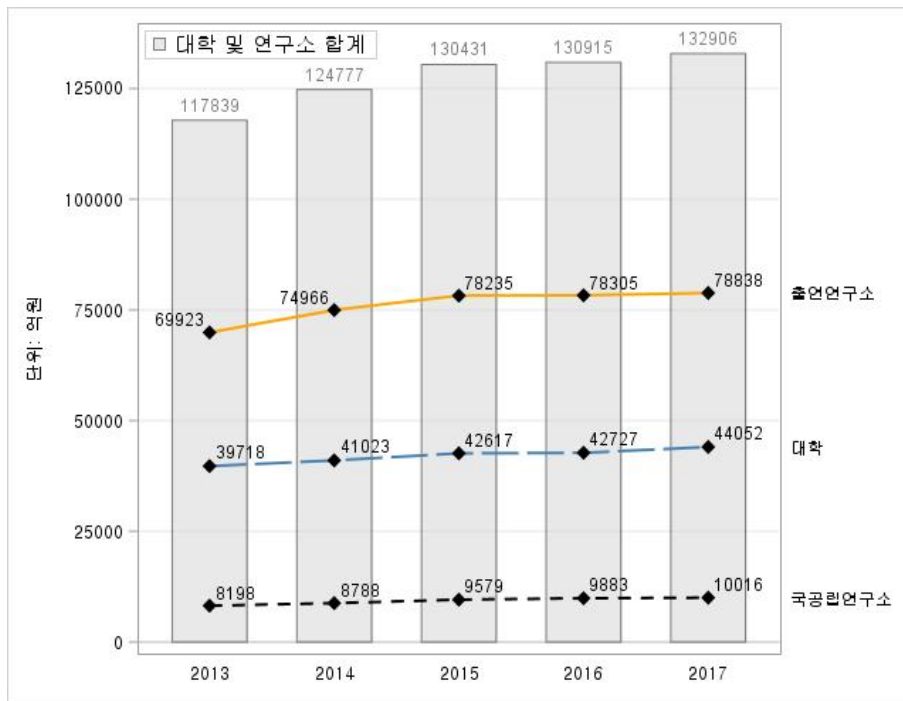
주: 대학 법인 및 산학협력단 명의의 지식재산권만 포함 / 국내특허 및 해외특허는 등록

건수만을 산출한 것이며, 출원 건수는 포함하지 않음

자료: 교육부·한국연구재단, 「2016 대학 산학협력활동 조사보고서」, 2017.12 (한국과학기술기획평가원, 2018에서 재인용)

그러나 2000년대 이후에는 대학중심의 산학연 협력의 단점들이 부각되면서 기술수요자인 기업중심의 신(新)산학협력이 추진되었다. 이에 2010년대는 산업체의 실질적 참여와 협력과 관련한 세부적인 요청사항 등을 만족시키고, 청년일자리 확충과 사회맞춤형 인력 등 사회적 요구에 부합할 수 있는 산학연 협력정책이 추진되어 왔다. 아래 [그림 4]는 최근 5개년(2013~2017) 연구수행주체별 투자추이를 대학 및 연구소에 한정하여 살펴본 것으로, 마찬가지로 전반적인 증가추세에 있음을 확인할 수 있다. 정부출연연구소의 연구개발투자가 가장 활발하고 그 다음이 대학, 국공립연구소의 순으로 연구개발투자가 이루어지고 있다.

[그림 4] 연구수행주체별 투자 추이: 대학 및 연구소

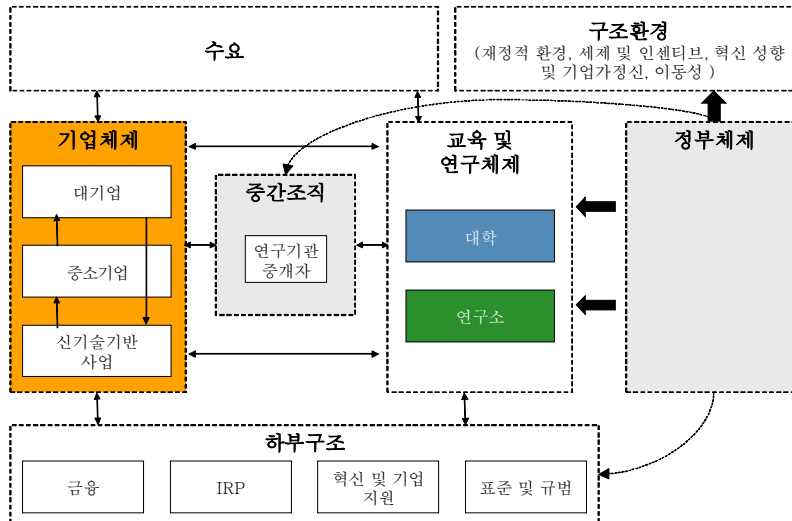


자료: 한국과학기술기획평가원, 「2017 국가연구개발사업 조사·분석 보고서」

### 3) 산학연 협력 지원제도의 한계

이처럼 시대적 고찰과 변화를 반영하여 우리나라에서는 정부주도의 산학연 협력지원제도가 꾸준히 발전되어왔다. 아래 [그림 5]는 정부주도형 산학연 협력의 선순환 구조를 도식화한 것이다. 만일 정부주도형 산학연 협력시스템이 효과적으로 구동된다면 이와 같이 정부체제와 기업체제, 교육 및 연구체제가 상호교류를 통해, 그리고 수요 및 구조환경, 하부구조와의 네트워킹을 통해 기술혁신이 달성될 수 있다.

[그림 5] 정부주도형 산학연 협력의 선순환 구조

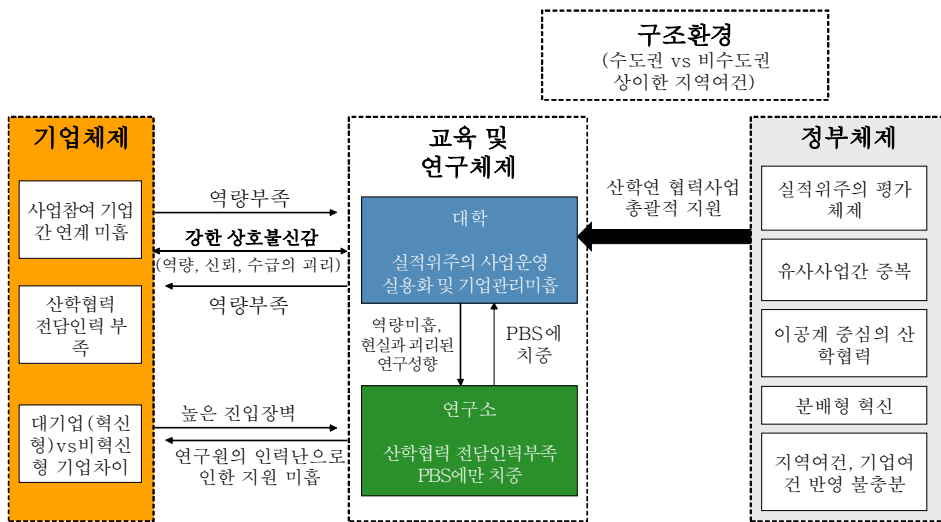


출처: Arnold & Kuhlmann(2001), KISTEP(2014)자료를 바탕으로 김이경(2015)에서 재구성

그러나 산학연 협력 지원제도는 여전히 한계가 지적되며, 성과개선의 요구가 이어지고 있다(홍성민, 2010). 산업계와 연구계 등 연구개발주체들은 정보 부족과 협력아이템 발굴, 협력기관의 자금부족 등의 문제에 있어서 협력지원정책의 근본적인 제도개선이 필요함을 주장한다(산업기술진흥협의회, 2008; 홍성민(2010)에서 재인용). 정부주도의 산학연 협력 체계에 대한 강조에도 불구하고 2018년 세계경제포럼(World Economic

Forum)이 발표한 국가경쟁력 순위에서 대학과 산업 간의 R&D 협력은 27위에 그친 것으로 나타났다(WEF, 2018). 이에 따라 정성훈(2015)는 우리나라의 정부주도형 산학연 협력의 지원정책에 대하여 악순환 구조를 지적하고 있다. 이를 도식화하여 나타내면 아래의 [그림 6] 과 같다.

[그림 6] 정부주도형 산학연 협력의 악순환 구조



출처: 정성훈(2015)에서 재구성

첫째, 기업과 교육 및 연구체제 모두 산학연 협력인력의 역량과 위상이 낮은 수준에 머무르고 있다는 것이다. 산학연 협력 현장에서 실제로 성과를 만들어내는 산학협력단 인력의 50% 이상이 연구관리에 집중되어 있으며, 이에 따라 연구기획 측면에서 연구협력을 주도하며 성과를 창출할 수 있는 전담인력이 부족한 실정이다(교육부·한국연구재단, 2015). 이는 기업의 경우도 마찬가지인데 산학연 협력주체들의 업무체계가 확립되지 않은 상황에서 낮은 전담인력수와 역량 부족의 문제는 오히려 혁신성고를 낮출 수 있다(정성훈, 2015).

둘째, 연구과제중심제도(Project Based System; PBS)와 성과중심의 산학연 협력지원제도는 특허 및 기술사업 활성화 성과에 있어서 질적성

장보다는 양적성장을 부추길뿐더러, 협력주체간 갈등과 이해관계의 충돌을 야기할 수 있다. 특히 정부의 산학협력 지원정책에 선정되기 위해서는 대학보유의 특허 수가 중요하기에 대학이 특허등록에만 치중함으로써 실제로 사업화로 연계되는 건수는 크게 적다는 비판이 제기되었다(교육부·한국연구재단, 2015).

셋째, 근본적으로 교육 및 연구계, 산업계의 제도적인 차이에서 발생하는 목적과 인센티브 구조의 불일치 문제가 산학연 협력의 성과를 저해하게 된다(Scandura, 2016). 우선 기업의 경우 시장성과 이윤극대화가 주요 가치인 반면, 대학은 실용화된 지식 또는 성과보다 이론적 탐구와 연구 활동에 주된 목적이 있다(정성훈, 2015). 따라서 상호 목적의 상이함을 조정하기 위한 비용이 협력으로 얻어지는 효과를 크게 상회할 수 있다.

넷째, 산학연의 연계가 정부주도에 의해 대학을 중심으로 한 연구개발에 치중됨으로써 기업의 기술적 수요가 반영되지 못하였다(교육부·한국연구재단, 2015). 이러한 결과로써 산학연 협력체제 내에서 기업과 대학간 상호불신의 문제가 크게 나타나고 있다(정성훈, 2015).

다섯째, 우리나라의 경우 지금까지의 산학연 협력은 협력주체들의 자발적인 협력보다는 정부의 자금 지원에 의한 수동적이고 일회적인 단순 협력에 그쳤다는 점이다(김선영·이병현, 2007).



### 제 3 절 산학연 협력과 기술혁신의 관계

이처럼 산학연 협력이 기술혁신을 촉진하는 지, 오히려 저해하는지에 대해서는 이론적 측면만큼이나 실제 정책적인 측면에서도 상반된 논의가 전개되어 왔다. 기업과 대학, 연구소의 상호간 지식 및 자원 공유를 통해 기술혁신이 달성된다는 기대와 이들 주체간의 지나친 결속이 역할 구분을 모호하게 하여 기술개발의 잠재력을 약화시킨다는 현실이 충돌하는 것이다(Lee & Eom, 2010). 이에 본 절에서는 산학연 협력이 기술혁신에 미치는 영향을 실증분석한 선행연구들의 결과를 논의하였다. 그 결과, 기존의 연구 역시 산학연 협력이 기업의 기술혁신 성과에 긍정적인 영향을 미치는 영향이 있다고 보거나, 반대로 부정적이거나 유의하지 못한 영향을 미친다는 상반된 연구결과를 제시하고 있는 것으로 나타났다.

#### 1. 산학연 협력과 기술혁신 간의 긍정적인 관계

먼저, 해외 연구로서 Aschhoff와 Schmidt(2008)는 독일의 5인 이상 기업이 모집단인 Mannheim Innovation Panel(MIP)의 자료에서 다양한 협력대상자(소비자, 공급업체, 경쟁업체, 연구기관)와의 연구개발협력이 기업의 혁신성과를 높이는 지를 분석하였다. 설문조사대상기업은 총 1,900개였으나 조사연도 2004년과 2005년에 공통적으로 참여한 기업은 699개 기업으로 한정되었다. 제품혁신으로 발생한 매출액 비중을 종속변수로 하여 토빗분석을 수행한 결과, 대학 또는 연구소와의 협력은 기술혁신에 유의하게 긍정적으로 작용하는 것으로 나타났다. 그러나 제품혁신 성과를 구체적으로 구분하면 시장최초의 제품혁신에는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 기업최초혁신에는 유의미한 영향을 미치지 못했다. 이는 또한 제품혁신 성과를 시장최초의 혁신과 기업최초의 혁신으로 구분하는 것이 의미가 있음을 보여준다.

Maietta(2014)는 이탈리아의 상시종사자 10인 이상 음식료품(Food and Drink; F&D) 기업을 대상으로 1995년부터 2006년간 수행된 설문자료

(Capitalia Survey) 및 다양한 부가자료를 활용하여 산학연 협력이 기술 혁신에 미치는 관계를 분석하였다. Maietta(2014)는 다변량 프로빗모형을 이용하여 1) 기업내 연구개발투자 여부, 2) 대학과의 연구개발협력 여부, 3) 공공연구기관과의 연구개발협력 여부, 4) 민간기업과의 연구개발협력 여부, 5) 제품혁신을 달성하였는지 여부, 6) 공정혁신을 달성하였는지 여부를 종속변수로 하고, 산학협력의 효과를 분석하였다. 분석결과, 산학협력은 공정혁신에 유의한 긍정적인 영향을 주었으나 제품혁신에는 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. Maietta(2014)의 연구는 저위기술산업(low-tech industry)에서 혁신의 결정요인과 산학협력이 기술혁신에 미치는 영향을 분석하였다는 점에서 의의가 있으나 분석범위가 10인 이상 기업으로 한정되었다는 한계가 있다.

Löf와 Broström(2008)은 스위스의 Community Innovation Survey(CIS) 서비스업 및 제조업 부문 자료를 바탕으로 대학과의 협력이 기업의 혁신성과를 증진시키는 지를 다양한 매칭기법을 활용하여 분석하였다. 그 결과, 제조업 부문의 100인 이상 기업은 대학과의 협력을 통해 특허출원 건수와 제품혁신으로 발생한 매출액 비중이 증가하였으나, 서비스업 부문은 매칭방법에 관계없이 협력기업과 비협력기업 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이들의 연구는 기업의 규모와 서비스업/제조업 분야 구분에 따라 기술혁신의 성과가 다르게 나타날 수 있음을 보였다는 점에서 또 다른 의의를 가진다.

다음으로, 국내 연구로서 김선영·이병헌(2007)의 연구는 중소제조업체를 모집단으로 하여 산업단지내 940개 제조업 기업을 분석의 대상으로 하고, 산학연 기술협력과 기술역량, 혁신적 인적관리시스템이 기술혁신성과에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 지식재산권 수를 종속변수로 하여 다중회귀분석을 수행한 결과, 산학연 기술협력은 지식재산권의 수를 증가시키는 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 R&D인력비와 외부기술지원 간의 상호작용과 지재권이 부(-)의 관계를 나타내었는데, 이는 단순히 인력비가 높고 외부기술지원이 있을 때 지재권 성과를 높이는 것이 아니라, 이들 인력의 질적향상이 기술혁신 성과를 결정짓는다는 점을 시사한다.

국내 제조업 기업의 기술혁신 결정요인을 기술체제의 관점에서 접근한 김은영(2011)의 연구에서도 대학 및 연구소와의 협력은 기술혁신을 촉진하는 것으로 나타났다. 2008년 기술혁신조사표: 제조업 자료를 활용하여 신제품 개발, 제품개선, 공정혁신의 혁신성과가 있었는지를 종속변수로 하여 로짓분석을 수행한 결과, 산학연 협력은 혁신성과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

## 2. 산학연 협력과 기술혁신 간의 부정적인 관계 또는 효과없음

그러나 반대로 산학연 협력이 기술혁신에 부정적인 영향을 준다는 연구결과도 존재한다. Falck et al.(2010)의 연구는 독일의 Bavaria 지역의 중소기업을 대상으로 이중차분법(Difference-in-Differences; DD)과 삼중차분법(Difference-in-Difference-in-Differences; DDD) 분석을 수행하여 산학연 협력 클러스터 정책이 기업의 특허성과와 연구개발투자에 어떠한 영향을 미치는 지를 분석하였다. 그 결과 산학연 협력 클러스터 정책은 외부지식에 대한 접근성을 높이고, 공공연구기관과의 협업을 증진하는 데에는 효과적이었으나 오히려 기업으로 하여금 연구개발투자를 낮추는 결과를 초래하였다.

Szücs(2018)의 연구에서는 유럽 위원회(European Commissions; EC)의 7차 대규모 연구지원 프로그램의 성과를 분석하여 산학 및 산연협력관계가 기업의 기술혁신성과 미치는 영향을 밝혀내었다. 이 연구는 매칭기법과 이중차분법을 동시에 수행함으로써 산학협력 기업은 비협력기업에 비해 특허와 평균인용수, 전체인용수가 높게 나타나는 반면, 산연협력을 하는 기업은 비협력기업에 비해 오히려 인용수가 낮게 나타나고 IPC(International Patent Classification)과 같은 다른 혁신지표들에도 유의미한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

Lee와 Eom(2010)의 연구는 2002년 한국기업혁신조사자료를 활용하여 총 다섯 개(특허수, 혁신으로 인한 매출액, 노동생산성, 제품혁신으로 인한 특허수, 공정혁신으로 인한 특허수)의 성과변수를 바탕으로 산학연

협력이 기술혁신 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과, 대학과의 협력은 기업의 제품혁신에 유의한 영향을 주었으나, 연구소와의 협력은 유의한 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 또한 협력의 결정요인에 대한 분석에서 산학협력의 경우 비용분담이 더 큰 유인으로 작용한 반면, 산연협력의 경우 위험분담이 협력의 유인으로 작용하였다.

2010년 한국 제조업기업의 기술혁신조사 자료를 이용한 황남웅(2014)의 연구에서는 성과변수를 3년 사이 출시된 제품혁신으로 인한 매출액을 종업원수로 나누어 로그변환한 값을 활용하여 기술협력활동 및 전유성의 활용이 기술혁신 성과에 어떠한 영향을 미치는 지를 분석하였다. 그 결과 고객협력과 계열사협력만이 제품혁신 성과에 유의미한 영향을 미쳤고, 대학 및 연구소와의 협력은 제품혁신 성과에 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 황남웅 외(2014)의 연구는 기술협력과 제품혁신성과에 미치는 전유성의 조절효과를 확인하였다는 점에서 의의가 있으나 횡단면 자료를 활용하고 산업특성을 통제하지 못하였다는 한계가 존재한다.

주성환(2016)은 정보통신 분야산업에서 국가혁신시스템 협력네트워크가 기술혁신에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위하여 2014년 한국기업 혁신조사가 활용되었으며 시장최초 제품혁신과 자사최초 제품혁신을 각각 탐색적 혁신과 활용적 혁신으로 정의하였다. 이는 시장최초혁신의 경우 기업이 혁신과정의 선도자인 반면, 자사최초혁신은 혁신이 이미 시장에 도입되고 다른 기업에서 수행한 혁신이 자사에서 최초로 수행되는 경우이기 때문이다. 혁신수행여부를 종속변수로 하여 프로빗 분석을 한 결과, 산학과 산연 협력여부는 시장최초와 자사최초의 제품혁신 모두에 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

### 3. 선행연구의 한계와 본 연구의 의의

이처럼 산학연 협력이 기술혁신에 미치는 영향을 분석한 선행연구들은 서로 상반된 결과를 제시하고 있다. 이는 근본적으로 산학연 협력을 통해 협력파트너 간 자원을 공유하고, 지식의 누출효과를 통해 기술혁신이 증가한다는 이론적 논의와 협력의 거래비용과 파트너간 상이한 유인구조, 갈등과 무임승차의 문제 발생으로 부정적일 수 있다는 이론적 입장이 충돌하기 때문이다.

하지만 한편으로 많은 연구들이 산학연 협력과 혁신의 상호작용에 대한 내생적 요인을 고려하지 못하고 있다는 점을 지적할 수 있다. 선행연구 검토결과 해외의 연구들은 비교적 다양한 매칭방법과 이중차분법 등을 활용하여 선택편의와 내생성의 문제를 통제할 수 있는 분석방법을 시도하였지만, 국내의 연구들은 주로 고전적인 회귀분석 방법에 기반한 분석을 수행한 것으로 나타났다. 특히 Szücs et al.(2018)과 Lee와 Eom(2010)의 연구에서는 협력기업이 혁신성고가 높은 집단에 속하는 자기선택(self-selection)의 문제가 나타나고 있음을 보고하였다.

물론 일부의 국내연구들은 매칭방법 등을 활용하여 산학연 협력과 기술혁신의 인과효과를 보다 엄밀히 분석하고자 하였다. 배상훈 외(2016)의 연구에서는 성향점수매칭 방법을 이용하여 산학협력 선도대학 육성사업(LINK)의 참여기업과 비참여기업의 성과를 비교하였다. 그 결과 산출 측면 변수의 경우 기술이전 건수를 제외하고는 기술이전 수입료나 민간 과제수, 민간 연구비 등에서 유의미한 차이가 없었다(배상훈 외, 2016). 또한 권민정·최석준(2014)의 연구에서는 과학기반기업(Science-based firm)을 대상으로 매칭방법을 통하여 산학연 협력이 혁신성과 및 재무적 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과, 특허건수만이 유의미하게 나타났다고, 혁신성과를 나타내는 종업원 1인당 부가가치 또는 경영성과를 나타내는 종업원 1인당 매출액 및 영업이익에 대해서는 유의미한 영향을 주지 못하였다. 최석준·서영웅(2011)의 연구는 2006년 기술혁신 서비스분야 자료를 바탕으로 성향점수분석을 통해 산학연 협력이 새로운 혁신건

수, 개선된 혁신건수, 회사최초혁신의 매출기여, 서비스 혁신 특허출원건수에 긍정적인 영향을 미친다고 분석하였다.

그러나 상기 연구들은 산업 또는 협력유형의 범위가 한정되어 분석이 수행되었다는 점에서 분석결과 및 해석을 확장하는 데에 한계가 존재한다. 뿐만 아니라 이들 연구는 횡단면 자료를 활용하였기에 경기침체나 정부 정책의 시행 등 외부사건에 영향을 받았을 가능성이 존재함을 분석의 한계로서 밝히고 있다. 따라서 본 연구는 조사연도 2010년부터 2016년까지의 한국기업혁신조사 제조업부문 기업에 대한 설문자료를 활용하여 다년도에 걸쳐 나타나는 산학연 협력과 기술혁신의 관계를 규명하고, 매칭을 통해 최대한 선택편의와 내생성의 문제를 통제함으로써 엄밀한 분석을 수행하고자 한다는 점에서 선행연구와 차별점 및 의의가 있다.

더불어 산학연 협력이 기술혁신에 미치는 영향이 크지 않거나 부정적일 수도 있다는 일부 연구결과에도 불구하고, 기존의 연구들은 대부분은 특허와 같은 지식재산권의 측면에서만 기술혁신 성과를 측정하거나 혁신 발생여부와 같은 질적변수만을 활용하고 있다. 물론 특허성과는 산학연 협력으로 발생하는 지식의 파급효과를 관찰할 수 있다는 점에서 의의가 있고, 혁신의 발생유무 또한 국제적인 비교가 가능하고 기업의 응답률이 높게 나타나는 장점이 있지만, 실제 소비자와 기업에게 편익을 발생시키는 혁신인지를 측정할 수는 없다(Eslaminosratabadi, 2018). 따라서 본 연구는 양적변수로서 특허출원건수 외에도 제품혁신의 매출액 기여도를 활용하여 산학연 협력이 비협력기업에 비하여 소비자와 기업에 이로운 혁신성과를 발생시키는 지에 대한 분석을 수행하였다.

## 제 3 장 연구설계

### 제 1 절 연구의 가설

본 연구는 총 4개 조사연도의 한국기업혁신조사(KIS 2010, KIS 2012, KIS 2014, KIS 2016)에 참여한 제조업 기업을 대상으로 산학연 협력과 기술혁신의 관계를 밝히고자 한다.

기존의 연구는 산학연 협력이 기업의 부족한 내부연구 역량을 보완함으로써 기술혁신을 달성할 수 있다는 입장(Belderbos et al., 2004; Veugeler & Cassiman, 2005; 김은영, 2011)과 통제, 관리와 관련된 거래비용의 문제와과 정보비대칭, 협력목적의 불일치 등으로 인해 기업의 혁신능력을 저해한다는 주장(Fritsch & Lukas, 2001; Guan et al., 2005; 전재욱·문형구, 2003)으로 양분된다. 따라서 산학연 협력이 실제로 기업의 기술혁신성과를 높이는지, 또는 파생된 문제들의 영향력을 상쇄할 정도로 효과가 있는지를 실증적으로 분석할 필요가 있다. 이를 바탕으로 연구가설을 설정하면 다음과 같다.

**H1 : 산학연 협력기업과 비협력기업은 특허출원에 있어서 차이를 보일 것이다.**

산학연 협력은 지식의 외부성을 내재화하는데 효과적이며, 이질적 성격의 파트너와 상호교류함으로써 다양성이 증가하고 서로 부족한 자원을 공유할 수 있다. 특히 산학연 협력과정에서 발생하는 지식의 파급효과로 인하여 특허출원과 같은 기술혁신의 성과가 증가하게 된다(Ahuja, 2000; Czarnitzki & Fier, 2003). 이에 산학연 협력기업의 특허출원 수가 비협력 기업의 특허출원수와 유의미한 차이를 보일 것이라는 것을 연구가설 1[H1]로 제시하였다.

H2 : 산학연 협력기업과 비협력기업은 시장최초혁신의 매출기여도에 있어서 차이를 보일 것이다.

H3 : 산학연 협력기업과 비협력기업은 기업최초혁신의 매출기여도에 있어서 차이를 보일 것이다.

기업은 산학연 협력을 통해 외부자원을 활용하고 불확실성과 위험을 감소시킴으로써 기술혁신 성과를 달성할 수 있다. 근본적인 혁신을 위해서는 기초연구의 지식을 보완하거나 결합하는 것이 중요하기 때문이다 (Aschhoff & Schmidt, 2008). 본 연구 또한 제조업 기업을 대상으로 하기에 혁신제품으로 발생하는 매출액 비중이 과연 산학연 협력여부에 따라 달라지는 지에 대한 분석이 중요하게 된다.

또한 본 연구는 이를 시장최초로 출시된 제품으로 발생한 매출액 비중과 시장최초는 아니나 기업최초인 제품혁신으로 발생한 매출액 비중으로 구분하고자 한다. 시장최초의 제품혁신의 경우 기업최초의 제품혁신에 비해 혁신달성 정도가 더 강하며(주성환, 2016; Lee & Eom, 2010), 한편으로 기업최초의 혁신제품은 한편으로 다른 기업의 혁신을 모방한 것이라 볼 수 있기에(Kleinknecht, 2000) 구분이 요구된다. 따라서 시장최초 혁신의 매출기여도와 기업최초혁신의 매출기여도 각각에 대하여 연구가설을 설정한 것을 연구가설2[H2]와 연구가설3[H3]으로 제시하였다.

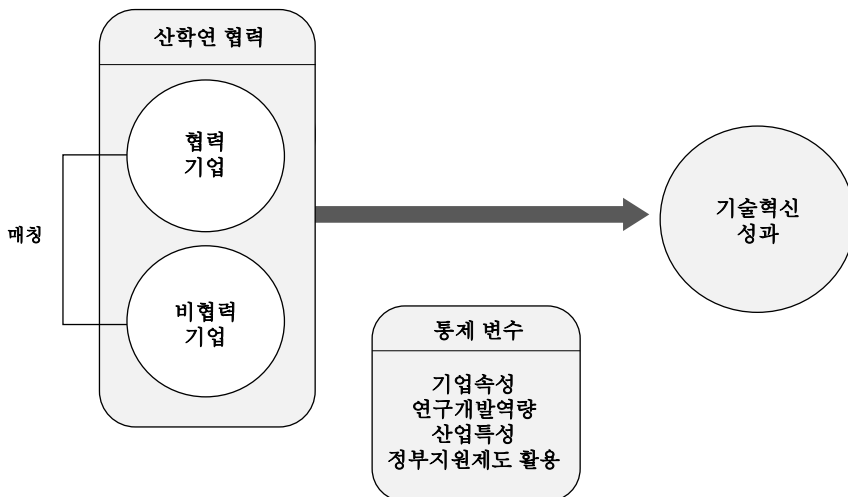


## 제 2 절 연구방법

### 1. 연구모형

본 연구는 위와 같은 연구가설을 바탕으로 산학연 협력이 기술혁신 성과에 미치는 영향을 살펴보고자 한다. 분석방법으로는 성향점수매칭을 통한 매칭 후 평균처리효과 분석을 수행하고자 하며, 매칭을 통한 통제 변수로는 기업특성과 연구개발능력, 산업특성과 정부지원제도 수혜여부가 있다. 이를 모형으로 나타내면 다음과 같다(아래 [그림 7]).

[그림 7] 연구모형



## 2. 방법론

어떠한 정책의 진실된 효과를 측정하기 위해선 정책의 수혜자가 만약 이를 적용받지 않았다면 어떠한 결과가 발생할것인가(what if..?)를 질문하게 된다(Khandker, 2010). 이러한 개념은 반사실(counterfactual)이라 정의되며, 한 개체가 프로그램에 참여하였을 때의 결과와 참여하지 않았을 때의 결과를 비교함으로써 정책의 효과를 측정하는 것이다. 물론 동일 시점에서 정책 수혜자와 비수혜자가 함께 존재하는 것은 물리적으로 불가능하기에 반사실의 개념을 이해하고 이를 구현하는 것은 쉽지 않다.

이러한 점에서 성향점수매칭(PSM)은 관찰된 자료의 특성을 활용하여 처리집단과 유사한 대조집단을 매칭시킴으로써 반사실을 구성할 수 있는 유용한 방법이다. 성향점수매칭은 Rosenbaum & Rubin(1983)의 연구에서 처음으로 제시되었으며, 무작위 배정을 통해 처리집단이 통제집단과 다른 특성을 가지는 선택편의 문제를 통제하고자 한다. 성향점수매칭은 성향점수를 계산하는 방식으로 여러 관찰된 특성들의 차원을 줄여 처리집단과 유사한 통제집단을 구성할 수 있도록함으로써 차원의 저주 문제(curse of dimensionality)를 해결할 수 있다는 장점이 있다.

여기서 성향점수(P propensity score)는 원인과 결과변수에 영향을 주는 모든 관찰된 공변량 집합인  $X$ 가 주어졌을 때, 처리집단에 배정될 조건부 확률을 의미하며,

$$p(X) = \Pr(D = 1|X) = E(D|X)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 처리집단에 배정될 여부인  $D$ 는 산학연 협력기업의 경우 1의 값을 가지고, 비협력기업의 경우 0의 값을 가진다. 만일  $Y_1$ 이 협력을 수행한 집단의 결과이고,  $Y_0$ 가 비협력집단의 결과라면 협력으로 발생하는 효과는

$$E(Y_1 - Y_0) = E(Y_1) - E(Y_0) \cdots ATE$$

이며, 이를 평균처리효과(Average Treatment Effect; ATE)라 한다.

단 성향점수매칭을 활용하기 위해서는 조건부 독립성의 가정 (conditional independence)의 가정과 공통지지영역(sizable common support)의 가정이 모두 충족되어야 한다. 전자는 관찰되지 못한 특성들이 처리여부에 영향을 주어서는 안된다. 이 가정은

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

를 만족하는 것이라 볼 수 있다. 후자의 가정은 처리집단과 통제집단을 모두 관찰할 수 있어야 한다는 것으로,  $0 < P(T=1|X) < 1$  가 만족되는 것을 의미한다. 만일 공통지지영역이 작다면 또 다른 선택편의가 발생하는 상황이므로 심각한 문제가 될 수 있다.

상기 조건부 독립성의 가정에 의하여 처리집단에 배정되는 여부는 결과에 독립이므로

$$E(Y_1 - Y_0) = E(Y_1|D) - E(Y_0|D)$$

가 성립하게 된다. 또는

$$E(Y_1 - Y_0|D=1) = E(Y_1|D=1) - E(Y_0|D=1)$$

$$E_X\{E(Y|X, D=1) - E(Y|X, D=1)|D=1\} \dots ATET$$

와 같이 나타낼 수 있으며, 이를 처리집단에 대한 평균처리효과(Average Treatment Effect on Treated; ATET)라고 한다.

또한 앞서 도출된 성향점수  $p(X)$ 를 이용해 평균처리효과를 계산하면

$$E_{p(X)}[E(Y|D=1, p(X)) - E(Y|D=0, p(X))|D=1]$$

로 정리할 수 있다.

따라서 성향점수매칭을 이용한 분석은 다음과 같은 세 단계로 이루어진다. 첫째, 처리집단에 배정될 확률을 추정하는 함수를 만든다. 일반적으로 처리는 0과 1의 이항값을 가지기에 로짓 또는 프로빗 모형을 활용하여 성향점수를 계산한다. 둘째, 공통지지영역을 정의하고 균형화가 달성되었는지를 검증한다. 선택편의를 방지하기 위해 충분한 공통지지 영역을 확보해야 하고, 균형화 검증은 처리집단과 통제집단의 분포가 유사한지를 확인하는 것이다.

성향점수법에서 처리집단과 통제집단을 매칭하는 방법은 다양하다. 최소이웃매칭(Nearest-neighbor matching)은 성향점수가 가장 가까운 개체(unit)를 대조집단으로 설정하는 매칭방법이다. 칼리퍼(Caliper) 매칭은 단순히 가장 가까운 개체를 대조집단으로 구성함으로써 처리집단과 여전히 차이가 존재하는 최소이웃매칭의 단점을 극복하기 위하여 허용가능한 범위를 구성하여 이를 기준으로 매칭시키는 방법이다. 커널(Kernel) 매칭은 이상의 방법이 다수의 표본을 탈락시키기에 비모수 매칭 추정치를 활용, 가중치를 부여함으로써 모든 개체에 대한 대조군을 구성하는 것이다 이 중 어떤 방법을 선택할 것인가는 데이터의 특성과 연구자의 관심에 따라 달라진다.

본 연구는 기본적으로 처리그룹과 통제그룹 간의 차이가 일정수준 이내인 경우에 한해 매칭을 할 수 있도록 칼리퍼의 폭을 0.2로 하였다. 기본적으로 탐욕매칭을 활용하여 처리집단과 통제집단이 1:1로 매칭되도록 하되, 매칭을 위한 거리측정 방식과 정확히 매칭하는 변수에 변화를 주어 분석결과를 비교하였다. 이는 성향점수를 활용한 매칭이 오히려 모형 의존도와 비효율성, 통계적 편의를 증가시킬 수 있다는 King과 Nielson(2019)의 주장에 따라 매칭옵션을 다양화하여 일정한 결과가 도출되는 지를 확인한 것이다<sup>2)</sup>. 거리측정 방식은 일반적으로 활용되는 성

---

2) King & Nielson(2019)는 매칭방법을 활용한 대부분의 연구들이 성향점수를 활용하지만, 단순히 성향점수가 같은 개체들로 매칭을 하는 것은 오히려 불균형을 심화하고, 비효율성과 모형 의존도, 연구자의 재량과 통계적 편의를 증가시킬 수 있다고 지적하였다. 또한 마할라노비스 매칭방법, CEM(Coarsened Exact Matching) 등을 소개하면서 이러한 매칭방법들은 PSM방식보다 실험설계에 가까운 방식으로 정확한 매칭을 가능하게 하여

향점수와 표준 분산-공분산 행렬을 이용한 마할라노비스 거리 두 가지를 활용하였다. 정확히 매칭하도록 하는 변수는 Lööf와 Broström(2008)의 연구를 따라 연구개발역량 관련 변수<sup>3)</sup>와 모든 이산변수의 두 가지로 구분하였다. 이와 같이 총 4개 조사연도에 대하여 5가지의 매칭 옵션이 활용되었으며, 매칭 후에는 처리집단과 통제집단의 기술혁신 성과변수의 평균차이를 추정하여 산학연 협력의 효과를 확인하였다.

[표 4] 민감도(sensitivity) 분석을 위한 매칭옵션

	거리 측정 방법	정확 매칭 변수
PSM	성향점수	없음
PSM (EXACT_HAVE)	성향점수	연구소 보유여부
PSM (EXACT_ALL)	성향점수	모든 이산변수 <sup>4)</sup>
MAH	마할라노비스	없음
MAH (EXACT)	마할라노비스	연구소 보유여부
MAH (EXACT_ALL)	마할라노비스	모든 이산변수

불균형, 통계적 편의, 모형 의존도를 줄일 수 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구는 일반적인 성향점수매칭 외에도 마할라노비스매칭을 활용하고자 한다. 다만, CEM의 경우는 매칭되는 관측값을 크게 감소시켜 본 연구에서 활용할 수 없었다.

3) Lööf와 Broström(2008)는 연구개발역량 관련 변수가 기업의 혁신성과에 가장 크게 영향을 미치므로 이를 정확히 매칭되어야 하는 변수로 선정하였다고 밝히고 있다. 이들의 연구에서는 '전체 매출액 대비 연구투자액의 비중'이 연구개발 투입변수로 활용되었다. 본 연구에서는 기업이 자체적인 연구소를 보유하고 있는 것이 혁신성과에 영향을 미치는 연구개발 투입요소로 작용할 것이라는 판단하에 '연구소 보유여부'를 정확히 매칭하는 변수로 선정하였다.

4) 연구소 보유여부, 산업 1~8, 중소기업여부, 이노비즈인증여부, 벤처기업여부, 정부지원제도활용여부, 수도권여부, 충청권여부, 대전여부

## 제 3 절 자료수집 및 측정

### 1. 자료수집

본 연구의 분석을 위하여 사용하는 자료는 과학기술정책연구원 (Science and Technology Policy Institute, STEPI)에서 제공하는 한국기업혁신조사(KIS)이다. 한국기업혁신조사는 혁신조사의 방법론 및 지침 등을 정리한 오슬로 매뉴얼(1992)<sup>5)</sup>을 토대로 1996년에 처음 수행되었으며, 자료의 신뢰성과 구체성이 높아 국가 R&D 및 기업혁신 관련 연구에서 널리 사용되고 있다(강영준, 2016).

해당 조사는 매 3년마다 진행되다가 2008년을 기점으로 2년주기로 자료가 수집되고 있다. 2016년도 한국기업혁신조사 제조업 부문을 예로 들면 모집단은 사업체 기초통계조사의 기업과 사업체 명부이며, 표본은 상시종사자 10이상 제조업체이다(과학기술정책연구원, 2017). 동 조사는 제조업 4,000개 기업을 대상으로 지난 3년(2013~2015년)간의 기술혁신 활동을 조사하였다.

본 연구에서는 10년도, 12년도, 14년도, 16년도에 수행된 한국기업혁신조사 자료를 이용하고자 한다. 이는 동 조사가 횡단면으로 수집되는 자료이기에 여러 개의 연도를 활용함으로써 결과의 일관성 및 변수의 중요도 등을 파악할 수 있기 때문이다. 그리고 우리나라는 특히 제조업 분야를 중심으로 기술혁신활동이 활성화 되어있으며(문혜선, 2006), 제조업과 서비스업의 최종 산출물 차이는 서로 다른 혁신행태 및 성과를 야기에 산업부문 간 비교가 어렵다는 기존 연구들의 논의(한혁, 2018)에 부합하고자 분석의 대상을 제조업 기업으로 한정하였다.

---

5) 1992년에 처음 발간되었으며, 혁신에 관한 데이터, 지표 및 정량분석을 위한 개념적, 실용적 지침을 제공하고 있다(과학기술정책연구원, 2017)

## 2. 변수와 조작적 정의

본 연구에서 사용된 종속변수와 독립변수, 매칭을 통해 통제하는 변수에 대한 조작적 정의 및 측정방법은 아래와 같다([표 4]).

[표 5] 변수의 조작적 정의 및 측정

구분	변수설명	측정방법	선행연구
종속변수	특허건수	특허 출원 수의 자연대수	최석준·서영웅 (2011)
	시장최초혁신의 매출기여	지난 3년 사이 출시된, 시장 최초 제품혁신의 매출기여도의 자연대수	Aschhoff (2008)
	기업최초혁신의 매출기여	지난 3년 사이 출시된, 시장 최초는 아니나 귀사 최초인 제품혁신의 매출기여도의 자연대수	Aschhoff (2008)
독립변수	산학연 협력	1: 산학연 협력기업 0: 산학연 비협력기업	김선영·이병현 (2007)
통제변수	기업규모	종업원 수의 자연대수	최은영·박정수 (2015)
	기업업력	해당조사연도-기업의 설립일	박웅 외 (2017)
	기업소재지	1: 서울, 경기 2: 충청권 3: 대전	권민정·최석준 (2014)
	중소기업여부	1: 중소기업 0: 중소기업이 아님	권민정·최석준 (2014)
	벤처기업 인증여부	1: 벤처기업 인증기업 0: 벤처기업 비인증기업	김호·김병근 (2012)
	이노비즈 인증여부	1: 이노비즈 인증기업 0: 이노비즈 비인증기업	김호·김병근 (2012)
	연구인력비중	종업원 수 대비 상시 연구인력 비중	박웅 외 (2017)
	연구소 보유여부	1: 연구소 보유 기업 0: 연구소 미보유 기업	한혁 (2018)
	산업특성	9개 산업군으로 구분	최형필·이재호 (2010)
	정부지원제도 활용여부	1: 정부지원을 받음 0: 정부지원을 받지않음	Lee & Eom (2010)

## 1) 종속변수

본 연구는 특허출원 건수, 시장최초 제품혁신으로 창출된 매출액 비중, 기업최초 제품혁신으로 창출된 매출액 비중을 기술혁신의 성과변수로 활용하고자 한다. 특허출원 건수는 전통적으로 기술혁신을 측정하는 도구로서 활발히 이용되었으며(신태영, 1999), 3년이내 출원된 특허건수로 측정하였기에 혁신활동과 성과의 시차문제를 해결할 수 있다(황남웅 외, 2014). 본 연구에서는 특허출원 건수에 1을 더한 후 자연로그 변환하여 이를 특허 출원 성과를 나타내는 지표로 활용하였다.

다음으로 시장최초 제품혁신으로 발생한 매출액 비중과 기업최초 제품혁신으로 발생한 매출액 비중은 서로 상호배타적인 개념으로서, 마찬가지로 3년이내를 기준으로 측정하였다. Kleinknecht(2000)의 연구에서 시장최초의 제품혁신이 보다 '진정한' 혁신의 의미를 담고 있고, 기업최초의 제품혁신은 혁신정도가 약하다고 주장한 바와 같이 본 연구에서도 이를 구분하여 측정하였다. 황남웅 외(2014)는 이를 매출액과 곱하여 종업원 수로 나눈 후 자연로그 변환하여 이를 제품혁신 성과로 측정한 바 있으나 2012년과 2014년 기업혁신조사의 경우 매출액의 결측값이 많아 활용할 수 없었다. 본 연구에서는 시장최초와 기업최초의 혁신으로 발생한 매출액 비중에 1을 더한 후 자연로그 변환하여 이를 각각 제품혁신으로 발생한 기술혁신을 측정하는 변수로 활용하였다.

기술혁신 성과를 측정하는 변수들은 위의 변수를 포함해 산출요소를 측정하는 방법으로서 제품 및 공정혁신 여부(Lee & Eom, 2010)와 수(최석준·서영웅, 2011; 한혁, 2018)), 그리고 총 지식재산권의 수(김선영·이병현, 2007) 등이 제시되었다. 그러나 특허와 제품혁신으로 창출된 매출액 비중만이 모든 조사연도에 공통적으로 포함되고 연속형인 변수로서 분석조건에 부합하였다. 또한 투입요소를 측정하는 방법으로서 연구개발비지출(Falck et al., 2010), 연구개발집중도(Löf & Broström, 2008)은 연구개발의 효율성/비효율성이 존재할 경우 투입과 성과의 흐름이 같은 방향에 있지 않다는 기존연구의 비판(Kleinknecht, 2000)에 따라 배제하였다.



## 2) 독립변수

본 연구의 독립변수로는 산학연 협력 여부를 활용하였다. 기업혁신조사에서는 협력 파트너 유형을 ①계열사, ②공급업체, ③민간부문 수요기업 및 고객, ④공공부문 수요기업 및 고객, ⑤동일산업 내 경쟁사 및 타기업, ⑥민간 서비스업체(컨설팅, 커머셜랩), ⑦대학 및 기타 고등교육기관, ⑧정부, 공공, 민간 연구소로 구분하고 있다. 본 연구에서는 최석준·서영웅(2011)의 연구와 마찬가지로 전체 기업에서 산학연 협력기업이 차지하는 비중이 작아 협력유형을 산학과 산연 등 세부적인 기준으로 구분하지 않고자 한다. 따라서 협력 파트너 유형 ⑦ 또는 ⑧과 관련이 있다고 응답한 기업들을 산학연 협력기업으로 보고, 그렇지 않은 기업들은 모두 산학연 비협력기업으로 보았다.

## 3) 매칭변수

본 연구는 매칭방법에 의한 분석을 수행하기에 통제하고자 하는 변수가 무엇인지가 중요하게 된다.

첫째, 기업의 속성변수로서 기업규모, 기업업력, 기업의 소재지, 중소기업 여부, 벤처기업 인증여부, 이노비즈 인증여부를 활용하였다. 기업의 규모는 외부 기관의 R&D 협력 가능성을 높이기도 하며(Fritsch et al., 2001; Veugelers et al., 2005), 기술혁신의 가능성을 높인다고 알려져있다(Cohen & Levinthal, 1990). Scandura(2016)는 대기업의 경우 자본과 자원의 가용도가 높기에 기술혁신 성과가 높다고 보았다. 따라서 선행연구에 따라 기업의 규모변수로서 종업원 수를 이용하였고, 관측값의 왜도가 높아 결과를 왜곡시킬 우려가 있기에 로그값을 취하였다(Czarnitzki & Fier, 2003; Lee & Eom, 2010; 최은영 외, 2015).

기업연령은 기술혁신에 도움이 되기도 하며 오히려 이를 저해하기도 한다. Stuart(2000)는 기존의 혁신경험과 누적된 기술력을 바탕으로 기존 기업들이 혁신을 달성할 가능성이 더 높다고 주장하였으나, Freeman &

Hannan(1984)는 오래된 조직의 경우 유연성이 떨어지고 의사결정의 경직성이 발생하여 혁신을 저해한다고 보았다. Lee & Eom(2010) 역시 신생기업의 경우 외부기관으로부터 자원과 정보, 지원 등이 제한된다고 보았기에 기업연령을 통제변수로 설정하였다.

기업의 소재지 또한 산학연 협력 유인은 물론 혁신성과에 영향을 미칠 수 있다. 김태운(2010)은 지역의 산업구조나 문화적 가치, 규범등이 지역 경제주체들의 행위 및 사고에 영향을 미치기에 협력의 양태가 다르다고 주장하였다. 이로써 기업의 소재지를 구분하는 노력은 주로 수도권과 비수도권을 비교하는 경우가 많으나(박웅 외, 2017), 대도시권과 대도시 근접권, 비도시권으로 구분하기도 한다(김성태·노근호, 2004). 본 연구에서는 권민정 외(2014)의 연구를 따라 수도권(서울, 경기)지역, 충청권, 대전, 그 외 지역으로 구분하기로 한다.

중소기업 여부는 중소기업의 경우 자체 연구소를 가지기 어려워 연구협력이 중요하다는 것과(Czarnitzki & Fier, 2003) 협력과 기술혁신의 성과에 있어서 대기업과 차이를 보인다(권민정·최석준, 2014)는 기존 연구들의 주장에 따라 통제하기로 한다. 벤처기업이나 이노비즈 인증기업은 조직의 유연성과 신기술활용 가능성이 높아 혁신의 가능성이 높거나, 자금조달 등의 어려움으로 혁신이 제한될 수 있다는 기존 연구들(김나미·김언수; 과학기술정책연구원, 2017)의 주장에 따라 통제하고자 한다.

둘째, 기업의 연구개발능력으로서 연구인력 비중과 연구소 보유여부를 매칭변수로서 설정하였다. 이는 기업의 연구개발능력이 높을 때 협력의 유인이 높아지며, 기술혁신성과를 높이는 데에 조절효과로 작용하기 때문이다(김선영·이병헌, 2007; 강인철 외, 2015). 이를 측정하기 위해서 매출액 대비 연구개발비 투자의 비중(Lee & Eom, 2010)을 활용하기도 한다. 하지만 매출액 대비 연구개발비의 경우 결측값이 많아 종업원 수 대비 상시 연구인력 비중(최형필·이재호, 2010; 박웅 외, 2017)과 연구소 보유여부(한혁, 2018)를 활용하고자 한다.

셋째, 산업특성으로서 9개의 산업군을 설정하고 산업더미를 적용하였다. 이는 최형필·이재호(2010)의 연구에서 제조업 기업들을 한국은행의

산업연관분석표를 참고하여 음식료품(산업1), 섬유 및 가죽제품(산업2), 목재 및 종이제품·인쇄 및 복제(산업3), 석유 및 석탄제품·화학제품(산업4), 비금속 광물제품·제1차 금속제품·금속제품(산업5), 일반기계(산업6), 전기 및 전자기기·정밀기기(산업7), 수송장비(산업8), 기타제조업(산업9)으로 구분한 것을 기준으로 각 조사연도의 산업중분류에 맞게 반영하였다. 과학기술정책평가원(2017)은 의약품제조업과 전자·통신·통신업, 기타기계 및 장비업, 음료, 목재 및 나무제조업에서 혁신성공의 비율이 높고, 가죽, 가방 및 신발제조업의 경우 공정혁신이 거의 이루어지지 않는다고 밝히며 산업별로 혁신의 성공여부가 달라진다고 보았다. 따라서 세부적으로 산업을 구분하여 산업이 협력여부나 기술혁신에 미치는 영향을 통제하고자 하였다.

넷째, 정부지원제도의 활용여부는 산학연 협력 가능성을 높이거나 기술혁신성과에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Lee & Eom, 2010; Czarnitzki & Fier, 2003; Szücs, 2018). 따라서 정부지원제도를 하나라도 활용한 경우를 1, 그렇지 않은 경우를 0으로 더미화하였다.

## 2. 변수들의 기초통계량

주요변수들의 기초통계량을 아래 [표 5]에서 제시하고자 한다.

[표 6] 변수들의 기초통계량

변수명	관측수	평균	표준편차	최솟값	최댓값
특허건수(로그)	3978	0.3513876	0.6898858	0	4.8751973
시장최초혁신의 매출기여(로그)	1236	0.7367320	1.3988993	0	4.6151205
기업최초혁신의 매출기여(로그)	1236	2.4229612	1.4686673	0	4.6151205
산학연 협력여부	4000	0.040	0.197	0	1
기업연령	4000	17	10.611	4	71
기업규모	4000	3.732	1.1	1.992	9.557
연구소 보유여부	4000	0.310	0.463	0	1
연구인력비중	3995	6.803	10.295	0	100
산업1	4000	0.057	0.232	0	1
산업2	4000	0.067	0.25	0	1
산업3	4000	0.041	0.20	0	1
산업4	4000	0.144	0.351	0	1
산업5	4000	0.188	0.389	0	1
산업6	4000	0.143	0.35	0	1
산업7	4000	0.203	0.402	0	1
산업8	4000	0.132	0.339	0	1
중소기업 여부	4000	0.954	0.211	0	1
이노비즈 인증여부	4000	0.203	0.402	0	1
벤처기업 인증여부	4000	0.146	0.353	0	1
정부지원제도 활용여부	4000	0.442	0.497	0	1
수도권	4000	0.387	0.487	0	1
충청도	4000	0.099	0.299	0	1
대전	4000	0.02	0.138	0	1

## 제 4 장 분석결과 및 논의

### 제 1 절 성향점수매칭 추정결과

기업특성과 연구개발능력, 산업특성과 정부의 지원여부에 따라 산학연 협력이 수행될 가능성을 추정하고, 이를 바탕으로 도출된 성향점수에 의해 산학연 협력기업과 동질적인 특성을 가지는 통제집단을 구성한 결과는 다음과 같다(아래 [표 6])<sup>6)</sup>.

[표 7] 성향점수매칭을 통한 처리집단과 통제집단 구성 결과(KIS 2016)

	산학연 협력기업				산학연 비협력기업				처리-통제집단 평균차 이
	관측수	평균 (표준편차)	최솟값	최댓값	관측수	평균 (표준편차)	최솟값	최댓값	
전체	161	0.1799 (0.1484)	0.0008	0.7085	3834	0.0344 (0.0644)	0.0008	0.6533	0.1454
영역 내	128	0.2201 (0.1405)	0.0512	0.7085	708	0.1358 (0.096)	0.0501	0.6533	0.0843
매칭	126	0.213 (0.1295)	0.0512	0.5472	126	0.2124 (0.1291)	0.0511	0.5505	0.0006

2016년 한국기업혁신조사의 경우 성향점수매칭 이전에는 전체 자료에 대하여 산학연 협력기업은 총 161개 기업으로 관측되었고, 비협력기업은 3834개 존재하였다. 매칭 대상이 될 수 있는 자료 중 성향점수 값이 0.05 이상이며 0.95 이내인 경우로 한정하였을 때(Rubin, 2001; Szücs, 2018), 영역내 관측수는 산학연 협력기업의 경우 128개, 비협력기업의 경우 708

6) 본 절에서는 2016년 한국기업혁신조사 자료를 대상으로, 성향점수를 활용한 기본적인 탐욕매칭의 결과만을 제시하였다. 이 외에 성향점수매칭방법에 연구소보유여부 변수를 정확히 매칭한 경우의 매칭결과는 일치율이 92.99%로 나타났으며, 성향점수매칭에 모든 이산변수를 정확히 매칭한 경우는 80.76%, 마할라노비스매칭의 경우는 정확매칭 옵션에 관계없이 79.24%의 높은 일치율을 보였다.

개로 줄어들었다. 최종적으로 매칭된 기업은 산학연 협력기업의 경우 126개였고, 비협력기업은 1:1 매칭을 수행하였기에 126개로 나타났다. 매칭 전후 성향점수의 차이를 살펴보면 이전에는 0.1454였으나 매칭 후 0.0006로 크게 줄어든 것을 알 수 있다. 비록 매칭 이후 분석기업의 수가 3995개에서 252개로 크게 줄어들었으나, 산학연 협력기업의 경우에는 161개에서 126개로 상대적으로 소폭 감소하였다.

다른 조사연도의 매칭결과를 요약하면 아래와 같다([표 7]).

[표 8] 매칭전후 표본수 확인(KIS 2010, KIS 2012, KIS 2014, KIS 2016)

	2010		2012		2014		2016	
	전체	매칭	전체	매칭	전체	매칭	전체	매칭
산학연 협력기업	532	500	221	178	243	210	161	126
산학연 비협력기업	3387	500	3855	178	3626	210	3834	126
합계	3,919	1,000	4,076	356	3,869	420	3,995	252

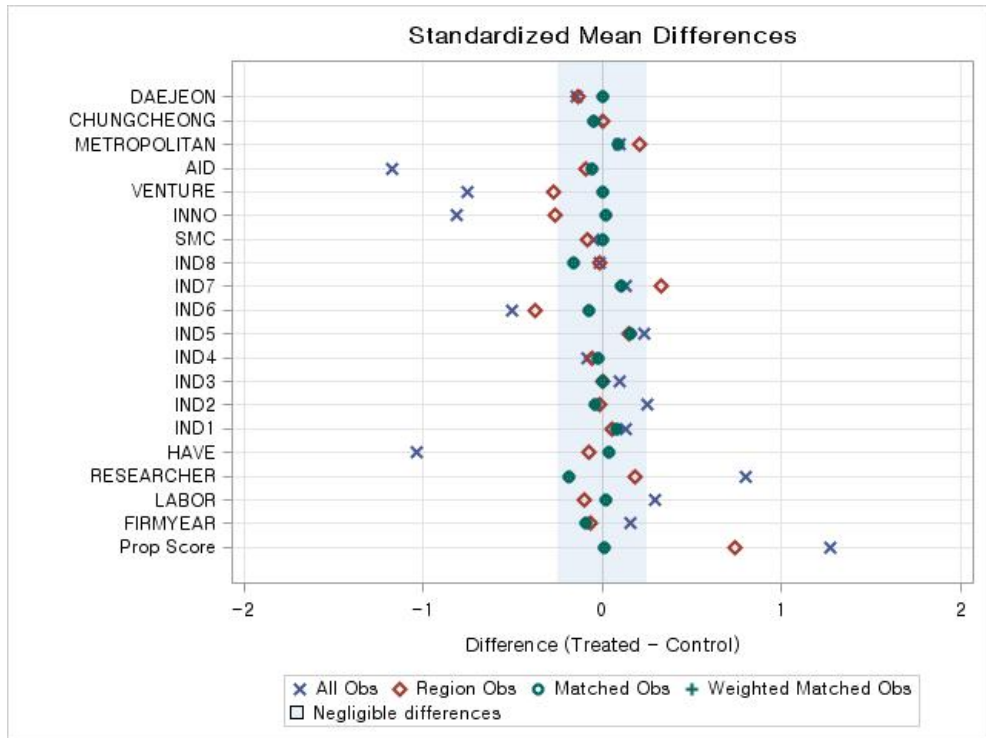
각 조사연도를 세부적으로 구분하여 매칭후 분석기업 수를 확인해보면, 2010년은 제품혁신, 공정혁신, 조직혁신, 마케팅혁신을 위해 협력한 기관을 질문하였기에 산학연 협력기업이 다른 연도에 비해 많은 것으로 나타났다. 총 532개의 협력기업 중 매칭된 기업은 500개이며, 비협력기업 또한 500개가 매칭되었다. 2012년은 221개 중 178개가 매칭되었다. 2014년은 243개 중 210개가 매칭되었으며, 2016년은 위에서 살펴본 바와같이 161개 중 126개의 기업이 매칭되었다.

매칭방법은 처리집단과 통제집단을 최대한 동질한 성격을 가지는 집단으로 구성하여 선택편의를 제거하는 방식이므로 균형을 달성하는 것이 중요하게 된다. 매칭이전과 이후 변수들의 평균차이를 검정한 결과는 [부록 1]에 제시하였다. 매칭이전에는 대부분의 변수들에게서 산학연 협력기업과 비협력기업 간 평균차이가 유의미하게 나타났으나, 매칭 이후에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

매칭의 질을 평가하는 방법으로는 표준화된 평균차이 값을 활용하기도

한다<sup>7)</sup>. Rubin(2001)과 Stuart(2010)에 따르면 표준화된 평균차이의 절댓값이 0.1보다 작으면 매칭의 질이 좋다고 판단한다. 각 변수에 대한 표준화된 평균차이를 시각화하면 아래와 같다([그림 8]).

[그림 8] 매칭 전후 변수들의 표준화된 평균차이



모든 변수들에서 표준화된 평균차이가 0.25이하보다 작은 것으로 나타나 균형화가 잘 이루어졌다고 볼 수 있다. 변수들의 표준화된 차이 및 분산비율, 매칭이전과 이후의 평균차이검정에 대한 자세한 결과는 [부록 1]과 [부록 2]에서 확인할 수 있다.

7) 매칭의 질을 판단하는 또 다른 방법은 분산비율을 이용하는 방법인데, 공변량의 통제 집단의 분산 대비 처리집단의 분산의 비율로 계산이 된다. 이 값 역시 0.5에서 2 사이 값이면 균형화가 잘 이루어졌다고 판단할 수 있다(Rubin, 2001; Szücs, 2018). 본 연구에서는 대부분 매칭방법들의 분산비율 값이 영역값에 포함되는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 [부록 2]에 제시하였다.

## 제 2 절 산학연 협력이 기술혁신에 미치는 영향

### 1. 특허출원에 미치는 영향

산학연 협력이 특허출원에 미치는 영향을 살펴보기 위해 2016년 기업 혁신조사자료를 대상으로 산학연 협력기업과 비협력기업의 평균차이를 검정한 결과는 다음과 같다(아래 [표 9]).

[표 9] 산학연 협력과 비협력기업의 특허출원 성과차이검정(KIS 2016)

변수명	구분	산학연 협력기업	산학연 비협력기업	그룹간 차이	표준 오차	t값
특허출원	매칭전	1.265	0.3134	0.9517	0.0538	17.7***
	매칭후	1.3471	0.8813	0.4659	0.1228	3.79***

주: \*\*\*P<0.01, \*\*P<0.05, \*P<0.1

매칭 전 전체 기업을 대상으로 한 분석에서 산학연 협력기업과 비협력 기업은 특허출원에 있어서 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 또한 매칭을 통해 기업특성과 산업특성, 지식흡수역량과 정부의 지원여부 등을 통제 한 후에도 산학연 협력이 특허출원에 있어서 유의미하게 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 산학연 협력기업이 비협력기업보다 지식의 외부성을 내재화하는 데에 유리하고, 협력 파트너의 외부 자원을 활용함으로써 기업의 특허출원성과에 긍정적인 영향을 미친다는 이론적 논의와 기존의 연구결과(Szücs, 2018; 권민정·최석준, 2014; Lööf & Broström, 2008)에 부합한다.

전체 조사연도 자료에 대하여 분석범위를 확장하고, 동시에 다양한 매칭방법을 수행하여 산학연 협력기업과 비협력기업의 매칭 이후 특허출원 평균차이를 검정한 결과는 다음과 같다(아래 [표 10]).



[표 10] 전체 조사연도 대상 특허출원 성과차이검정

매칭 방법	2010		2012		2014		2016	
	평균차이 (표준오차)	t값	평균차이 (표준오차)	t값	평균차이 (표준오차)	t값	평균차이 (표준오차)	t값
PSM	0.3816 (0.0899)	4.24 ***	0.3806 (0.1138)	3.34 ***	0.1628 (0.1451)	1.12	0.4659 (0.1228)	3.79 **
PSM (EXACT- HAVE)	0.3997 (0.0901)	4.43 ***	0.3979 (0.1148)	3.47 ***	0.2264 (0.1406)	1.61	0.4845 (0.1222)	3.96 ***
PSM (EXACT- ALL)	0.4841 (0.1104)	4.39 ***	0.2473 (0.1460)	1.69	0.1623 (0.1922)	0.84	0.4334 (0.1303)	3.33 ***
MAH	0.4097 (0.0911)	4.50 ***	0.4123 (0.1179)	3.50 ***	0.1560 (0.1460)	1.07	0.4343 (0.1221)	3.56 ***
MAH (EXACT- HAVE)	0.4231 (0.1052)	4.02 ***	0.5059 (0.1354)	3.74 ***	0.1636 (0.1752)	0.93	0.5886 (0.1237)	4.76 ***
MAH (EXACT- ALL)	0.3707 (0.0919)	4.03 ***	0.4005 (0.1103)	3.63 ***	0.1149 (0.1362)	0.1815	0.3241 (0.1212)	2.67 ***

주: \*\*\*P<.001, \*\*P<.005, \*P<.01

분석 결과, 기업특성과 산업특성, 기업의 지식흡수역량과 정부의 지원 여부 등을 통제한 뒤 산학연 협력기업과 비협력기업의 특허출원에 있어서의 평균차이를 분석하였을 때, 2014년 조사연도를 제외하고 산학연 협력이 특허출원에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 매칭방법에 관계없이 대부분의 경우에서 일관된 결과가 나타났다.

이는 네트워크의 파트너간 지식누수효과가 발생하여(Czarnitzki et al., 2007) 협력기업들의 특허출원 성과가 높게 나타난다는 기존의 연구결과(Szücs, 2018)와 동일하며, 이로써 연구가설1이 지지되는 것을 알 수 있다. Lee와 Eom(2010)은 한국의 경우 정부지원에 의한 산학연 협력 프로

그램의 경우 특허 출원수나 등록수를 주요한 평가요소로 본다는 점에서 특허출원 수가 높게 나타난다고 보았다. 즉, 산학연 협력으로 인한 기술 혁신의 성과로서 특허출원 건수가 높게 나타나는 것은 현실적인 맥락에서 당연한 결과일 수 있다는 것이다.

## 2. 혁신제품의 매출기여도에 미치는 영향

기업의 특허출원은 역사적으로 오랜 기간 활용된 기술혁신 성과변수이지만, 가능한 특허와 불가능한 특허를 구분할 수 없으며(Kleinknecht, 2000), 특허성고가 오직 일부 기업, 또는 산업군에서 높게 나타난다(신태영, 1999)는 점에서 한계가 있다. 이에 다음에서는 기술혁신의 대리변수로서 제품혁신으로 창출된 매출액 비중을 활용하여 산학연 협력의 효과를 분석하고자 한다. 이를 위하여 Aschhoff(2008)와 같은 선행연구들을 따라 상호배타적 성격을 가지는 시장최초 제품혁신의 매출기여도와 기업 최초 제품혁신의 매출기여도를 구분하여 분석을 수행하였다.

### 1) 시장최초 제품혁신의 매출기여도

산학연 협력이 시장최초 제품혁신의 매출액 비중에 미치는 영향을 살펴보기 위해 2016년 기업혁신조사자료를 대상으로 산학연 협력기업과 비협력기업의 평균차이를 검정한 결과는 다음과 같다(아래 [표 11]).

[표 11] 시장최초 제품혁신 성과차이검정(KIS 2016)

변수명	구분	산학연 협력기업	산학연 비협력기업	그룹간 차이	표준 오차	t값
시장최초혁신의 매출기여	매칭전	1.1213	0.6900	0.4314	0.1386	3.38**
	매칭후	1.1729	1.1828	-1.3370	0.2278	-0.04

주: \*\*\*P<.001, \*\*P<0.05, \*P<0.1

분석 결과 매칭이전에는 시장최초 제품혁신성과의 경우 산학연 협력 기업과 비협력기업간 유의한 차이가 존재하였으나, 매칭이후에는 그러한 차이가 없는 것으로 나타났다. 더욱이 매칭이전에는 산학연 협력기업이 비협력기업보다 더 성과가 높은 것으로 나타났으나 매칭이후에는 그렇지 않은 것으로 나타났다. 즉, 기업특성과 연구개발능력, 산업특성과 정부지원여부를 매칭을 통제한 후에는 산학연 협력이 기술혁신에 미치는 효과의 방향과 유의성이 다르게 나타났다<sup>8)</sup>.

시장최초 제품혁신의 매출기여에 대한 산학연 협력의 효과분석을 전체 조사연도에 대해 확장하여 다양한 매칭방법을 수행한 다음과 같다(아래 [표 12]).

[표 12] 전체 조사연도 대상 시장최초 제품혁신 성과차이검정

종속 변수	2010		2012		2014		2016	
	평균차이 (표준오차)	t값	평균차이 (표준오차)	t값	평균차이 (표준오차)	t값	평균차이 (표준오차)	t값
PSM	-0.1517 (0.0638)	-2.38 **	-0.1213 (0.2574)	-0.47	-0.0504 (0.1754)	-0.29	-0.0098 8 (0.2278)	-0.04
PSM (EXACT-HAVE)	-0.1176 (0.0649)	1.81 *	-0.06 (0.2455)	-0.06	-0.0195 0.1769	-0.11	-0.0366 (0.2302)	-0.16
PSM (EXACT-ALL)	-0.1151 (0.0762)	-1.54	0.1363 (0.3750)	0.36	0.0728 (0.2335)	0.31	-0.2321 (0.2591)	-0.90
MAH	-0.1584 (0.0659)	-2.49 **	-0.1512 (0.2556)	-0.59	-0.0551 (0.1709)	-0.32	-0.0318 (0.2243)	-0.14

8) 매칭 전후에 평균차이검정 혹은 회귀분석의 결과가 달라지는 것은 선택편의와 내생성의 문제를 고려하지 않았을 때 발생하는 고전적 회귀분석의 한계를 나타내기도 한다. 본 연구에서도 조사연도 2014년과 2012년 자료에 대한 분석의 결과가 매칭이전과 이후에 달라지는 경향을 확인할 수 있었다. 시장최초혁신의 매출기여뿐만 아니라 특허성과의 경우 매칭이전과 이후의 결과가 크게 달라지는 것을 알 수 있었다.

<b>MAH (EXACT)</b>	-0.0678 (0.0588)	-1.13	0.0254 (0.2420)	0.10	0.1532 (0.1815)	0.84	-0.1301 (0.2330)	-0.56
<b>MAH (EXACT- ALL)</b>	-0.1468 (0.0742)	-2.04 **	-0.0413 (0.3322)	-0.12	-0.00145 (0.2030)	-0.01	-0.0445 (0.2678)	-0.17

주: \*\*\*P<0.01, \*\*P<0.05, \*P<0.1

매칭 후 산학연 협력기업과 비협력기업의 시장최초 제품혁신성과를 비교하면 2010년을 제외하고는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 2010년 분석결과를 비롯하여 전체적으로 산학연 비협력기업의 시장최초 제품혁신성과가 높은 것으로 나타났다. 즉, 매칭방법에 관계없이 시장최초 제품혁신 성과에 있어서 산학연 협력기업과 비협력기업 간의 차이가 유의하지 않거나 오히려 산학연 협력의 경우 낮게 나타난다는 것을 확인할 수 있다. 이는 산학협력여부가 기업의 시장최초 제품혁신성과에 유의미한 영향을 주지않는다는 기존의 연구결과와 부합한다(Guan et al., 2005; Becker & Dietz, 2004).

이러한 결과는 기존의 연구들의 주장과 같이 산학연 협력에 있어서 협력 파트너간의 조정·통제 등 거래비용과 파트너의 무임승차와 기회주의적 행동으로 발생하는 비용 등이 협력으로 발생하는 긍정적인 효과를 상쇄하거나 넘어설 경우 기업의 혁신성과가 저해되기 때문이라고 볼 수 있다(Fritsch & Lukas, 2001; Becker & Dietz, 2004). 특히 Guan et al.(2005)는 산학연 협력기업에서 시장최초혁신으로 인한 매출기여가 낮게 나타나는 이유에 대하여 가장 크게는 대학과 연구기관, 기업의 조직이 서로 수평적으로, 또는 수직적으로 존재하기에 서로 다른 조직 간 조정문제가 심각하게 나타나는 점을 지적하였다. 더욱이 중국의 사례에서 정부주도 중심의 산학연 협력체제는 지원기관의 서비스가 효과적이지 않을 경우 오히려 기술혁신 성과가 낮게 나타날 수 있다고 밝혔다. 또한 연구결과에 대한 시장의 반응에 불확실성이 존재할 경우 기업이 연구결과에 대한 사업화 노력을 통해 시장최초의 제품혁신을 달성하고자 하는

유인이 감소하게 된다. 더불어 Kleinknecht(2000)의 연구에서 시장최초 제품혁신으로 발생한 매출액 비중은 기업최초 제품혁신으로 발생한 매출액 비중에 비해 진정한 제품혁신의 측면을 반영한다고 볼 때, 이러한 결과는 산학연 협력과 제품혁신의 관계가 관련이 없거나 부정적인 수 있다는 점을 시사한다.

## 2) 기업최초 제품혁신의 매출기여도

마찬가지로 기업최초 제품혁신으로 창출된 매출액 비중에 대하여 2016년 기업혁신조사자료를 대상으로 산학연 협력기업과 비협력기업의 평균차이를 분석한 결과는 다음과 같다(아래 [표 13]).

[표 13] 기업최초 제품혁신 성과차이검정(KIS 2016)

변수명	구분	산학연 협력기업	산학연 비협력기업	그룹간 차이	표준 오차	t값
기업최초혁신의 매출기여	매칭전	2.1450	2.4568	-0.3118	0.1402	-2.32**
	매칭후	2.1634	2.6618	-0.4984	0.2023	-2.46**

주: \*\*\*P<0.01, \*\*P<0.05, \*P<0.1

매칭이전과 이후모두 산학연 협력기업은 비협력기업에 비해 기업최초 제품혁신성과가 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 조사연도를 확장하여 여러 매칭방법에 의한 통제집단 구성 후 산학연 협력여부에 따른 기업최초 기술혁신성과를 분석한 결과는 다음과 같다(아래 [표 14]).

[표 14] 전체 조사연도 대상 기업최초 제품혁신 성과차이 검정

매칭 방법	2010		2012		2014		2016	
	평균차이 (표준오차)	t값	평균차이 (표준오차)	t값	평균차이 (표준오차)	t값	평균차이 (표준오차)	t값
PSM	-0.1998	-1.74	-0.2566	-0.93	0.6509	3.41	-0.4984	-2.46

	(0.1147)	*	(0.2761)		(0.1910)	***	(0.2023)	**
<b>PSM (EXACT- HAVE)</b>	-0.2388 (0.1147)	-2.08 **	-0.1404 (0.2752)	-0.51	0.5090 (0.1994)	2.55 **	-0.4746	-2.30 **
<b>PSM (EXACT- ALL)</b>	0.3229 (0.1403)	-2.30 **	-0.6623 (0.4134)	-1.60	0.0495 (0.2325)	0.21	-0.2936 (0.2879)	-1.02
<b>MAH</b>	-0.1978 (0.4221)	-1.73 *	-0.2831 (0.2723)	-1.04	0.6593 (0.1882)	3.50 ***	0.5217 (0.1997)	-2.61 ***
<b>MAH (EXACT- HAVE)</b>	0.2209 (0.1124)	-1.97 **	0.2202 (0.2656)	-0.83	0.6572 (0.1986)	3.31 ***	-0.2867 (0.2113)	-1.36
<b>MAH (EXACT- ALL)</b>	-0.2219 (0.1338)	-1.66 *	-0.2098 (0.3621)	-0.58	0.2448 (0.2142)	1.14	-0.3778 (0.2405)	-1.57

주: \*\*\*P<0.01, \*\*P<0.05, \*P<0.1

전체 조사연도 자료를 분석한 결과, 대부분의 조사연도인 2010년, 2012년, 2016년 자료에서 산학연 협력기업의 성과는 비협력 기업의 성과보다 낮게 나타나거나 유의한 차이가 발견되지 않았다. 다만, 조사연도 2014년 자료를 활용한 분석에서는 일부 매칭방법의 경우 산학연 협력기업이 비협력 기업에 비해 기업최초 제품혁신성과가 더 높게 나타났다.

따라서 본 연구는 기업최초 제품혁신성과의 경우 산학연 협력의 효과에 대한 분석이 어렵다고 결론을 내렸다. 다만 대부분의 조사연도에서 산학연 협력과 비협력 기업 간 유의한 차이가 나타나지 않거나 오히려 성과가 낮게 나타난 점을 고려하여, 산학연 협력은 제품혁신으로 인한 매출기여에 유의한 영향을 주지 못하거나 부(-)의 방향성을 가진다고 볼 수 있다.

이러한 분석결과는 Arvanitis & Hollenstein(1996), Becker & Dietz(2004), Lee & Eom(2010)의 연구결과와 부합하며, 제품혁신으로 인한 매출기여와 같은 경제적 성과에 있어서 산학연 협력이 비효율적일 수

있다는 것을 시사한다. 즉, 협력으로 발생한 연구결과의 기술수준이 낮거나 사업화에 요구되는 이전비용이 높을 때, 연구결과에 대한 시장의 불확실성이 존재하고 정부와 같은 지원기관의 서비스가 비효율적일 때 오히려 산학연 협력의 기술혁신성고가 낮게 나타날 수 있다는 것이다. 특히 Lee와 Eom(2010)에서 설명한 바와 같이 우리나라의 경우 국가혁신체계(NIS)의 특성과 지식산업화가 여전히 전통적인 수준에 머물러 있어 산학연 협력에 의해 매출액이나 생산성을 증가시키는 혁신이 수행되기 어렵기 때문이라고 볼 수 있다. 즉, 1970년대 이후 대학의 역할을 강조하는 산학연 협력 정책이 추진되었으나, 실천적인 수준의 산학 협력이 이루어진 것은 비교적 최근이며, 지식의 산업화 역시 다양하지 못하기에 산학연 협력기업들의 제품혁신 성과가 오히려 낮을 수 있다는 것이다 (Lee & Eom, 2010). 더불어 국내 대학은 연구 중심보다 교육 중심 (teaching-oriented)인 경우가 많고, 대기업 등 국내 기업들은 지역의 대학보다 해외로부터의 인력 및 지식공급에 의존한다는 점(Lee & Eom, 2010)도 산학연 협력체제에서 시장을 선도하거나 기업 내 최초로 시도되는 수준의 기술혁신이 달성되기 어려운 원인으로 작용한다.

## 제 5 장 결론 및 정책적 함의

### 제 1 절 연구결과 정리 및 제시

앞선 연구결과를 종합적으로 제시하면 다음과 같다(아래 [표 15]).

[표 15] 기술혁신 변수와 산학연 협력의 관계에 대한 연구결과 요약

	2010	2012	2014	2016
특허출원	(+)	(+)	(·)	(+)
시장최초혁신의 매출기여	(-)	(·)	(·)	(·)
기업최초혁신의 매출기여	(-)	(·)	(+)	(-)

(+): 긍정적인 관계, (-):부정적인 관계, (·): 협력기업과 비협력기업 간 유의한 차이없음

분석결과, 특허출원은 조사연도 2014년 자료를 제외하고는 산학연 협력기업이 비협력기업에 비해 평균적인 특허출원 값이 높게 나타났다. 즉, 산학연 협력여부와 특허출원의 관계가 대체로 유의미한 양의 관계에 있다고 볼 수 있다.

반면 시장최초의 제품혁신으로 발생한 매출액은 조사연도 2010년의 분석결과를 제외하고는 산학연 협력기업과 비협력기업 간의 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 기업최초의 제품혁신의 경우는 산학연 협력기업이 비협력기업에 비해 평균적인 매출기여도가 낮거나 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 시장최초혁신과 기업최초혁신의 매출기여를 종합하면 산학연 협력은 제품혁신으로 발생한 매출기여에 유의한 영향을 주지 못하거나 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

Lee와 Eom(2010)의 연구에서 주장한 바와 같이 특허성과의 경우 정부



지원에 의한 산학협력 프로그램이 특허를 주요한 평가지표로 설정하고 있기에 산학연 협력기업에서 높게 나타나는 경향이 있고, 향후 연구개발의 결과가 매출액이나 생산성을 증대시키는 기술혁신으로 이어지지 못하는 것을 보여주고 있다. 즉, 산학연 협력은 특허성과에는 효율적인 장치로서 활용될 수 있으나, 제품혁신으로 인한 경제적 성과에서는 비효율적일 수 있음을 시사한다(권민정·최석준, 2014).

뿐만 아니라 조사연도 2014년의 분석결과는 다른 연도의 분석결과와 일관되지 못한 측면을 보인다. 이는 경기침체와 같은 외부적요인으로 기업들의 혁신성향이나 정부정책의 변화 등으로 인해 협력요인과 효과의 차이가 존재할 수 있음을 보여준다. 따라서 한국기업혁신조사와 같은 횡단자료를 활용하여 단년도의 조사연도를 분석할 경우 인과효과 추정에 어려움이 있음을 나타낸다.

## 제 2 절 학문적 함의 및 정책적 시사점

본 연구의 학문적 함의는 첫째, 다년간의 분석자료를 활용하여 추세를 확인함으로써 그간 산학연 협력과 기술혁신의 관계에 대하여 양반된 결과를 종합하고자 시도하였다는 점이다. 특히 그간의 선행연구들이 혁신 성과가 높은 기업들이 산학연 협력을 하는 자기선택(self-selected)의 문제와 내생성의 문제를 보고하였는데, 기존의 국내연구에서 자주 활용되지 않았던 성향점수매칭방법을 활용하여 이를 통제하고 산학연 협력과 기술혁신의 관계를 보다 명확히 규명하고자 하였다.

둘째, 특허출원 수와 같이 전통적으로 활용되어온 기술혁신 측정변수뿐만 아니라 혁신제품의 매출액 비중을 활용함으로써 산학연 협력이 상업적 가치가 반영된 기술혁신 성과에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 또한 기존의 연구와 달리 이를 시장최초의 혁신과 기업최초의 혁신으로 구분하여 다른 기업에서 이미 활용되고 있는 혁신기술 뿐만 아니라 기업이 시장에 최초로 출시한 기술혁신의 성과를 측정하고자 하였다.

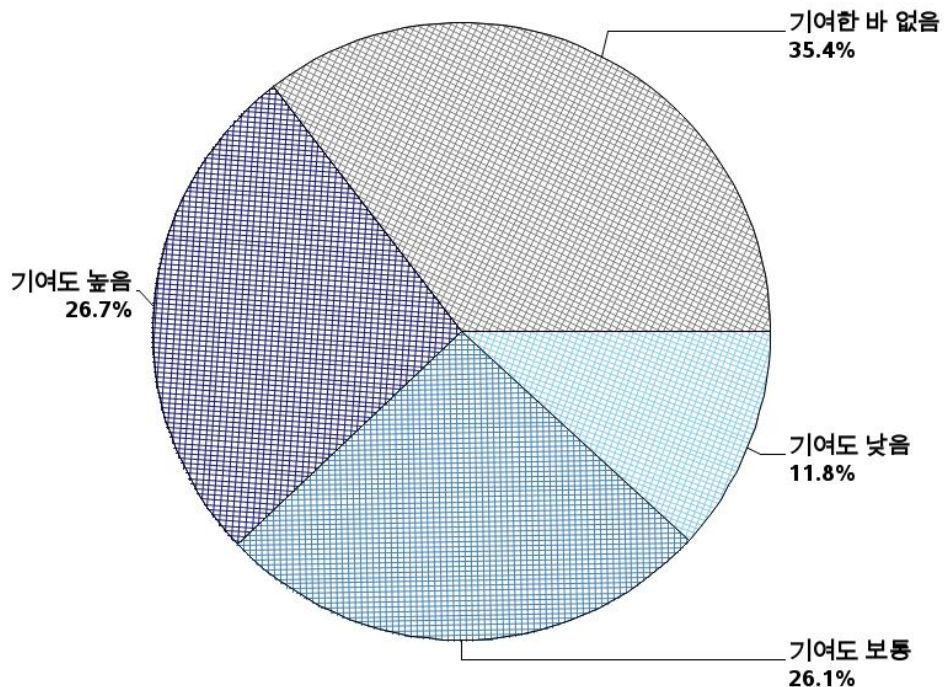
분석 결과 산학연 협력이 반드시 기술혁신 성과를 높이지 않는 것으로 나타났다. 특허성과의 경우는 기존의 연구결과와 마찬가지로 산학연 협력기업에게서 더 높은 성과가 나타났으나, 이는 Czarnitzki et al.(2007)의 연구에서 주장하듯이 일반적으로 산학연협력의 결과가 특허로 이어지는 경우가 많은 데에 있다. 반면, 제품혁신으로 발생한 매출액 비중의 경우 산학연 협력과 기술혁신의 관계가 없거나 오히려 부(-)의 방향성을 가지는 것으로 나타났다. 특히 시장최초혁신의 매출기여도는 산학연 협력기업과 비협력기업간의 유의한 차이가 없었다.

이러한 분석결과는 현재 산학연 협력에 대한 지원을 강화하는 정부의 정책에 중요한 시사점을 주고 있다. 먼저, 산학연 협력이 기술혁신에 부정적인 영향을 줄 수 있음에도 비판적인 수용없이 기술혁신 촉진을 위한 장치로서 활용되기에 문제점이 존재한다는 것이다. 따라서 기업들의 기술혁신 성향을 강화하고 산업 및 국가전반의 기술경쟁력을 강화하기 위해서는 오히려 산학연 협력보다 다른 지원정책을 강화하거나 산학연 협

력정책 수립에 있어서 주의가 요구된다고 할 수 있다.

다음으로, 기존의 연구들이 주장한 바와 같이 우리나라 산학연 협력 지원제도의 발전과정은 단기적인 산출성과를 달성하거나 기존 제도의 문제점을 해결하는 데에 치중한 측면이 있다(Lee & Eom, 2010). 따라서 산학연 협력 지원제도가 정교하게 구축되지 못한데에 따른 비효율이 발생하였다고 볼 수 있다(Guan, 2005). 아래의 [그림 9]는 2016년 한국기업혁신조사 제조업 부문에서 산학연 협력기업을 대상으로 정부의 산·학·연·지역협력 지원정책이 혁신활동 수준과 성과를 높이는 데 기여한 정도를 설문한 결과이다.

[그림 9] 산학연 협력기업 대상 산·학·연·지역협력 지원정책에 대한 평가



설문의 조사대상이 산학연 협력을 수행한 기업들임에도 불구하고 기여한 바 없음(35.4%)이 가장 높게 나타나고, 기여도 보통(26.1%)과 기여도

높음(26.7%)이 큰 차이가 없었다. 이러한 결과는 심우중과 김은실(2010)의 연구에서 산학연이 전체 정부연구비 중 상당히 높은 비중(36.45%)을 차지하고 있음에도 불구하고, 성과가 낮게 나타나는 것과 관련하여 문제가 발생한다. 이들의 연구에서 산연은 오히려 산산 또는 연연과 비교하였을 때 특허성과를 제외하고는 특허출원수, 고용창출인원수, 사업화수, 매출액 등 다른 성과에 대해서는 중간 정도로 나타났고, 학연과 산학연의 성과는 오히려 낮게 나타났다. 따라서 산학연 협력지원제도가 의도한 효과를 달성하는 지, 비효율 개선의 필요성이 존재하는지, 기업과 연구소, 대학 등 각 주체의 애로사항이 무엇인지 등 엄밀한 진단이 요구된다. 또한 장기적인 관점에서 특허성과와 같은 단기적인 산출성과보다는 성공적인 사업화나 새로운 혁신과 관련된 매출기여를 유도하는 방향으로 전환될 필요성을 주장할 수 있다.

### 제 3 절 본 연구의 한계 및 추후 연구방향

본 연구는 한국기업혁신조사의 4개 조사연도자료를 바탕으로 국내 제조업기업들의 산학연 협력과 기술혁신의 관계를 규명하고자 하였다. 성향점수분석을 통해 보다 정확한 효과분석을 시도하고자 하였고, 다년간의 조사자료에서 약 2000개의 제조업 기업이 분석에 활용되었다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 여러 한계점을 가지며 이를 보완하기 위한 추가적인 연구가 필요하다. 먼저, 본 연구는 종속변수인 기술혁신 성과로서 특허와 혁신제품으로 발생한 매출액 비중을 활용하였다. 그러나 특허와 혁신제품의 매출기여도는 기술혁신 중에서도 제품혁신을 설명하는 변수이며, 그 결과 기업의 공정혁신 성과가 반영되지 못하는 측면이 있다. 또한 앞서 기술혁신 측정방법의 장단점을 밝힌바와 같이 특허는 기업과 산업특성, 그리고 협력여부에 영향을 받으며, 혁신제품의 매출액 비중은 응답률이 낮게 나타나 결측치가 발생하는 문제점이 있다. 향후 연구에서는 공정혁신성과를 반영하는 변수를 활용하거나 낮은 응답률의 문제를 극복함으로써 이와 같은 한계점을 개선할 수 있을 것이다.

다음으로 본 연구는 독립변수인 산학연 협력에 대하여 산·학 협력인 경우, 산·연 협력인 경우, 산·학·연 협력인 경우 등 세부적인 구분 없이 산·학 또는 산·연 협력을 수행한 경우로 보았다. 그러나 Lee와 Eom(2010)의 연구나 Marzucchi et al.(2015)의 연구에서는 연구소와 대학의 특성이 기업과의 협력에 서로 다른 영향을 주며 이로써 기업의 혁신성과가 달라질 수 있음을 지적하고 있다. 향후 연구에서는 협력유형을 엄밀히 구분함으로써 본 연구의 한계를 보완할 수 있을 것이다. 추가적으로 향후 연구에서는 협력기관과 기업의 지역이 같거나 다른 경우를 고려할 수 있을 것이다. 예를 들어 Marzucchi et al.(2015)의 연구에서는 지역내 대학, 지역외 대학, 지역내 연구소, 지역외 연구소와 협력하는 경우로 구분하여 분석을 수행하였다. 본 연구에서 활용한 기업혁신조사 역시 이를 나타내는 변수가 있으나 관측수가 적고, 권역이 제주/전라권으로 나뉘는 등 구체적이지 않아 이를 활용할 수 없었다.

## 참 고 문 헌

- 강영준. (2016). 국가 R&D 정책에 따른 기업의 R&D 투자 활성화에 대한 실효성 분석-한국기술혁신조사 (KIS) 제조업 기업을 대상으로. <차세대 인문사회연구>, 12, 45-64.
- 강인철·한나영·홍재범. (2014). 산, 연합력 공동기술개발 성과결정요인에 관한 연구. <한국경영학회 통합학술발표논문집>, 4219-4235.
- 과학기술정책연구원. (2017). 2017 년 한국기업혁신조사: 제조업 및 서비스업 부문. <조사연구>, 1-245.
- 교육부·한국연구재단. (2015). <산학협력 길라잡이: 산학협력 업무매뉴얼> . 전국대학연구·산학협력관리자 협의회 편저. 세종: 교육부 ; 대전: 한국연구재단.
- 권민정·최석준. (2014). 산학연 협력이 과학기반기업 (Science-Based Firm) 에 미치는 영향에 대한 고찰. <사회과학연구>, 40(1), 1-20.
- 김갑수·서정해·한상영. (2000). <산학연 공동협력 연구 관련시책의 현황과 과제>, 세종: 과학기술정책연구원.
- 김나미·김연수. (2016). R&D 협력 파트너 유형 및 의존도와 혁신의 성과: 한국 벤처기업들을 대상으로 한 실증연구. <기업가정신과 벤처연구 (JSBI)(구 벤처경영연구)>, 19(4), 1-17.
- 김석관. (2009). <개방형 혁신이 공공부문에 주는 전략적 시사점>. STEPI Insight, (28), 1-28.
- 김선영·이병현. (2007). 산학연 기술협력과 흡수 능력이 중소기업의 기술 혁신성과에 미치는 영향. <한국벤처창업학회 학술대회 논문집>, 37-64.
- 김성태·노근호. (2004). 지역혁신 클러스터 추정과 지역경제성장에 미치는 효과 분석. <응용경제>, 6(2), 63-98.

- 김은영. (2011). 한국 제조업의 기술혁신 결정요인에 관한 연구. <산업경제연구>, 24(3), 1451-1478.
- 김이경. (2015). 2015년 <산학연협력 스코어보드 연구>. 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 김종진·최종인. (2005). 산학협력: 대학의 새로운 역할. <한국산학기술학회논문지>, 6(6), 461-467.
- 김태운. (2010). 지역 산학협력의 활성화를 저해하는 경제·사회문화적 구조에 대한 연구. <한국행정논집>, 22(2), 309-331.
- 문혜선. (2006). 기업의 연구개발 협력 현황 및 수요 분석. <기술혁신학회지>, 9(2), 373-390.
- 박용·박호영·염명배. (2017). ICT 중소기업의 산·연 R&D 협력이 기술혁신성과에 미치는 영향. <벤처창업연구>, 12(6), 139-150.
- 배상훈·라은종·홍지인. (2016). 경향점수매칭을 통한 산학협력 선도대학 육성사업 성과분석. <교육행정학연구>, 34, 181-206.
- 서문기. (2003). 신기술혁신과 장기파동이론: 사회학적 접근. <한국사회학>, 37(6), 33-53.
- 송민호·홍상수. (2018). <지역주도 혁신성장, 산학협력의 미래발전방향>. BISTEP R&D Brief, 2018(10).
- 송위진. (2013). <사회문제해결을 위한 과학기술혁신정책>. 경기: 한올아카데미.
- 신태영. (1999). 제조업 기업의 기술혁신 형태와 결정요인: 기업규모와 기술혁신. <기술혁신학회지>, 2(2), 169-186.
- 심우중·김은실. (2010). [최우수상] 우리나라 국가연구개발사업 정부연구비의 투입 대비성과의 다각적 분석. <기술혁신학회지>, 13(1), 1-27.
- 유광수. (2008). 산학연 협력 현황과 대학의 역할. <세라미스트>, 11(1), 19-25.

- 이원영. (2008). <기술혁신의 경제학>, 경기: 생능출판사.
- 이재억·오재건. (1999). 기술혁신촉진을 위한 산학연 연계 활성화 방안. <정책연구>, 1-173.
- 이진주. (1998). 혁신 / 국제심포지움 : 혁신이론의 범위와 연구동향. <한국경영학회 춘계학술연구발표회 발표논문집>, 49-79.
- 정윤경·옥영석·박병무·천동필. (2016). 산학협력 정부지원사업이 기업 재무성과에 미치는 영향. <한국기술혁신학회 학술대회>, 291-305.
- 전재욱·문형구. (2003). 기업간 공동연구개발의 성공과 위험요인: 기존 연구의 분석 및 모형의 제안. <기술혁신연구>, 11(2), 91-121.
- 정성훈. (2015). 한국의 정부주도형 지역 산학연 협력 정책에 대한 비판적 고찰. <한국지역지리학회지>, 21(4), 631-638.
- 주성환. (2016). 국가혁신시스템 협력 네트워크가 기술혁신에 미치는 영향. <디지털융복합연구>, 14(5), 107-116.
- 최석준·서영웅. (2011). 산학연 협력이 서비스기업 혁신성장에 미치는 영향. <기술혁신학회지>, 14(3), 689-710.
- 최은영·박정수. (2015). 기술혁신성장에 있어서 R&D 협력과 내부 R&D 투자의 역할에 관한 연구. <기술혁신연구>, 23(1), 61-86.
- 최지선. (2005). 서비스업 기술혁신과 협력네트워크의 특성: 수도권과 비수도권 비교 분석을 중심으로. <대한지리학회지>, 40(1), 63-77.
- 최형필·이재호. (2010). 기업의 연구협력 선택에 미치는 요인분석: 한국 제조업체를 대상으로. <기술혁신연구>, 18(1), 153-175.
- 한혁. (2018). 기업 혁신에 대한 정부 지원의 효과 연구 (박사학위논문), 서울대학교 대학원, 서울. 1-424.
- 황남웅·이정민·김연배. (2014). 기술협력 활동이 기업의 제품혁신 성과에 미치는 영향: 전유성의 조절효과를 중심으로. <기술혁신연구>, 22(1), 60-87.
- 홍성민. (2010). 자발적인 산학연 협력 활성화를 위한 정책 방향.



<Issues & Policy>, 1-10.

- Andriopoulos, C., & Lewis, M. W. (2009). Exploitation–exploration tensions and organizational ambidexterity: Managing paradoxes of innovation. *Organization science*, 20(4), 696–717.
- Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative science quarterly*, 45(3), 425–455.
- Arvanitis, S., & Hollenstein, H. (1996). Industrial innovation in Switzerland: A model-based analysis with survey data. In *Determinants of Innovation* (pp. 13–62). *Palgrave Macmillan*, London.
- Aschhoff, B., & Schmidt, T. (2008). Empirical evidence on the success of R&D cooperation – happy together?. *Review of Industrial Organization*, 33(1), 41–62.
- Audretsch, D. B. (1995). *Innovation and industry evolution*. Mit Press.
- Audretsch, D., & Vivarelli, M. (1994). Small firms and R&D spillovers: evidence from Italy. *Revue d'économie industrielle*, 67(1), 225–237.
- Bayona Sáez, C., García Marco, T., & Huerta Arribas, E. (2002). Collaboration in R&D with universities and research centres: an empirical study of Spanish firms. *R&D Management*, 32(4), 321–341.
- Becker, W., & Dietz, J. (2004). R&D cooperation and innovation activities of firms – evidence for the German manufacturing industry. *Research policy*, 33(2), 209–223.
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research policy*, 33(10), 1477–1492.
- Brouwer, E., & Kleinknecht, A. (1999). Innovative output, and a

- firm's propensity to patent.: An exploration of CIS micro data. *Research policy*, 28(6), 615–624.
- Bush, V. (1945). *Science, the endless frontier: A report to the President*. US Govt. print. off..
- Cassiman, B., & Veugelers, R. (2002). R&D cooperation and spillovers: some empirical evidence from Belgium. *American Economic Review*, 92(4), 1169–1184.
- \_\_\_\_\_. (2006). In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition. *Management science*, 52(1), 68–82.
- Cefis, E., & Marsili, O. (2005). A matter of life and death: innovation and firm survival. *Industrial and Corporate change*, 14(6), 1167–1192.
- Chesbrough, H., & Prencipe, A. (2008). Networks of innovation and modularity: a dynamic perspective. *International Journal of Technology Management*, 42(4), 414–425.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 35(1), 128–152.
- Coursey, D. H., & Bozeman, B. L. (1989). A typology of industry – government laboratory cooperative research: implications for government laboratory policies and competitiveness. In *Cooperative Research and Development: The Industry – University – Government Relationship* (pp. 3–20). *Springer*, Dordrecht.
- Czarnitzki, D., Ebersberger, B., & Fier, A. (2007). The relationship between R&D collaboration, subsidies and R&D performance: empirical evidence from Finland and Germany. *Journal of*

*applied econometrics*, 22(7), 1347–1366.

- Czarnitzki, D., & Fier, A. (2003). Publicly funded R&D collaborations and patent outcome in Germany.
- Dougherty, D., & Hardy, C. (1996). Sustained product innovation in large, mature organizations: Overcoming innovation-to-organization problems. *Academy of management journal*, 39(5), 1120–1153.
- Doern, G. B., & Stoney, C. (Eds.). (2009). *Research and innovation policy: Changing federal government–university relations*. University of Toronto Press, Toronto.
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of economic literature*, 1120–1171.
- Eslaminosratabadi. (2018). *The Timing and Type of Alliance Partnerships in the New Product Development Process*. (Unpublished doctoral dissertation). McMaster University. Hamilton. Ontario.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. A. (1995). Universities and the global knowledge economy: A triple helix of university–industry–government relations.
- Falck, O., Heblich, S., & Kipar, S. (2010). Industrial innovation: Direct evidence from a cluster-oriented policy. *Regional Science and Urban Economics*, 40(6), 574–582.
- Freel, M. S. (2003). Sectoral patterns of small firm innovation, networking and proximity. *Research policy*, 32(5), 751–770.
- Freel, M. S., & Harrison, R. T. (2006). Innovation and cooperation in the small firm sector: Evidence from ‘Northern Britain’. *Regional Studies*, 40(4), 289–305.
- Freeman, J., & Hannan, M. T. (1989). Setting the record straight on

organizational ecology: Rebuttal to Young.

- Fritsch, M., & Lukas, R. (2001). Who cooperates on R&D?. *Research policy*, 30(2), 297-312.
- Gopalakrishnan, S., & Damanpour, F. (1997). A review of innovation research in economics, sociology and technology management. *Omega*, 25(1), 15-28.
- Goswami, S., & Mathew, M. (2005). Definition of innovation revisited: An empirical study on Indian information technology industry. *International Journal of Innovation Management*, 9(03), 371-383.
- Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of economics*, 10(1), 92-116.
- Gronum, S., Verreyne, M. L., & Kastle, T. (2012). The role of networks in small and medium sized enterprise innovation and firm performance. *Journal of Small Business Management*, 50(2), 257-282.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1993). *Innovation and growth in the global economy*. MIT press.
- Guan, J. C., Yam, R. C., & Mok, C. K. (2005). Collaboration between industry and research institutes/universities on industrial innovation in Beijing, China. *Technology Analysis & Strategic Management*, 17(3), 339-353.
- Hagedoorn, J. (2002). Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. *Research policy*, 31(4), 477-492.
- Hagedoorn, J., Link, A. N., & Vonortas, N. S. (2000). Research partnerships. *Research policy*, 29(4-5), 567-586.

- Hennart, J. F. (1988). A transaction costs theory of equity joint ventures. *Strategic management journal*, 9(4), 361-374.
- Khandker, S., B. Koolwal, G., & Samad, H. (2009). *Handbook on impact evaluation: quantitative methods and practices*. The World Bank.
- Kleinknecht, A. (2000). *Indicators of manufacturing and service innovation: their strengths and weaknesses*. In *Innovation systems in the service economy (pp. 169-186)*. Springer, Boston, MA.
- Lee, K., & Eom, B. (2010). *Determinants of industry academy linkages and their impacts on firm performance: the case of Korea as a latecomer in knowledge industrialization*. IDRC Workshop Mexico.
- Link, A. N., & Scott, J. T. (2001). Public/private partnerships: stimulating competition in a dynamic market. *International Journal of Industrial Organization*, 19(5), 763-794.
- Lööf, H., & Broström, A. (2008). Does knowledge diffusion between university and industry increase innovativeness?. *The Journal of Technology Transfer*, 33(1), 73-90.
- Maietta, O. W. (2015). Determinants of university - firm R&D collaboration and its impact on innovation: A perspective from a low-tech industry. *Research Policy*, 44(7), 1341-1359.
- Manual, O. O. (2018). *Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation*. OECD. (Original work published in 1992).
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization science*, 2(1), 71-87.
- Marzucchi, A., Antonioli, D., & Montresor, S. (2015). Industry - research co operation within and across regional boundaries.

- What does innovation policy add?. *Papers in Regional Science*, 94(3), 499–524.
- Miotti, L., & Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D: why and with whom?: An integrated framework of analysis. *Research policy*, 32(8), 1481–1499.
- Onida, F., & Malerba, F. (1989). R&D cooperation between industry, universities and research organizations in Europe. *Technovation*, 9(2-3), 137–195.
- OECD (2002), *Benchmarking Industry–Science Relationships*, OECD Publishing, Paris
- Pisano, G. P. (1990). The R&D boundaries of the firm: an empirical analysis. *Administrative science quarterly*, 35(1), 153–176.
- REPRESENTATIVES, U. H. O., & CONGRESS, O. H. F. (1998). *Unlocking Our Future: Toward a New National Science Policy*: [The Ehlers Report].
- Rigby, D. K. (1994). Managing the management tools. *Planning Review*, 22(5), 20–24.
- Rubin, D. B. (2001). Using propensity scores to help design observational studies: application to the tobacco litigation. *Health Services and Outcomes Research Methodology*, 2(3-4), 169–188.
- Scandura, A. (2016). University - industry collaboration and firms' R&D effort. *Research Policy*, 45(9), 1907–1922.
- Schumpeter, J. A. (2017). *Theory of economic development*. Routledge.
- Shah, R., Gao, Z., & Mittal, H. (2014). *Innovation, entrepreneurship, and the economy in the US, China, and India: Historical perspectives and future trends*. Academic Press.
- Stuart, T. E. (2000). Interorganizational alliances and the performance

- of firms: a study of growth and innovation rates in a high technology industry. *Strategic management journal*, 21(8), 791-811.
- Szücs, F. (2018). Research subsidies, industry - university cooperation and innovation. *Research Policy*, 47(7), 1256-1266.
- Tether, B. S. (2002). Who co-operates for innovation, and why: an empirical analysis. *Research policy*, 31(6), 947-967.
- Veugelers, R., & Cassiman, B. (2005). R&D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing. *International Journal of Industrial Organization*, 23(5-6), 355-379.
- World Economic Forum, 2018. *The Global Competitiveness Report. 2017-2018*. World Economic Forum, Geneva.
- Yu, G., Harrison, S. P., & Xue, B. (2001). *Lake status records from China: data base documentation* (pp. 1-243). MPI-BGC.

[부록 1] 매칭 이전과 이후 변수들의 평균차이 검정결과

변수명	매칭 전				매칭 후			
	통제집단 평균	처리집단 평균	평균 차이	t값	통제집단 평균	처리집단 평균	평균 차이	t값
기업연령	18.646	16.929	1.717	-2.01**	18.889	19.897	-1.008	0.680
기업규모	4.054	3.719	0.334	-3.79***	4.099	4.080	0.018	-0.100
연구인력 비중	15.733	6.428	9.305	-8.85***	16.048	18.214	-2.167	1.280
연구소 보유여부	0.752	0.292	0.460	-12.6***	0.849	0.865	-0.016	0.360
산업1	0.031	0.058	-0.027	1.920	0.024	0.040	-0.016	0.720
산업2	0.019	0.069	-0.050	4.38***	0.016	0.008	0.008	-0.600
산업3	0.025	0.043	-0.018	1.380	0.032	0.032	0.000	0.000
산업4	0.174	0.143	0.031	-1.090	0.198	0.191	0.008	-0.200
산업5	0.106	0.189	-0.084	3.33***	0.079	0.135	-0.056	1.430
산업6	0.342	0.134	0.207	-5.470	0.397	0.365	0.032	-0.500
산업7	0.155	0.205	-0.050	1.540	0.079	0.119	-0.040	1.050
산업8	0.137	0.132	0.005	-0.170	0.159	0.103	0.056	-1.300
중소기업 여부	0.963	0.953	0.010	-0.570	0.968	0.968	0.000	0.000
이노비즈 인증여부	0.553	0.188	0.365	-9.16***	0.627	0.635	-0.008	0.130
벤처기업 인증여부	0.453	0.133	0.320	-8.06***	0.492	0.492	0.000	0.000
정부지원 제도활용 여부	0.901	0.423	0.478	-19.2***	0.992	0.968	0.024	-1.400
서울,경 기	0.342	0.389	-0.048	1.210	0.294	0.333	-0.040	0.680
충청도	0.106	0.099	0.007	-0.270	0.111	0.095	0.016	-0.400
대전	0.044	0.019	0.025	-1.540	0.056	0.056	0.000	0.000



[부록 2] 변수들의 표준화된 차이 요약

변수명	구분	평균 차이	표준 편차	표준화된 차이	백분율 감소	분산 비율
성향점수	매칭전	0.14542	0.11439	1.2713		5.3174
	매칭후	0.00063		0.00546	99.57	1.0058
기업연령	매칭전	1.71404	10.96225	0.15636		1.1481
	매칭후	-1.00794		-0.09195	41.2	0.7941
기업규모	매칭전	0.33479	1.1295	0.29641		1.1278
	매칭후	0.01839		0.01628	94.51	1.4931
연구인력비중	매칭전	9.30506	11.69718	0.7955		1.745
	매칭후	-2.16667		-0.18523	76.72	0.5591
연구소 보유여부	매칭전	-0.45969	0.44351	-1.03649		0.9034
	매칭후	0.01587		0.03579	96.55	1.0971
산업1	매칭전	0.02737	0.20628	0.13268		0.547
	매칭후	0.01587		0.07695	42	0.6099
산업2	매칭전	0.04996	0.2027	0.24648		0.2862
	매칭후	-0.00794		-0.03915	84.12	1.984
산업3	매칭전	0.01767	0.18019	0.09806		0.5952
	매칭후	0		0	100	1
산업4	매칭전	-0.03098	0.36481	-0.08493		1.1728
	매칭후	-0.00794		-0.02176	74.38	1.0315
산업5	매칭전	0.08325	0.35187	0.23659		0.6165
	매칭후	0.05556		0.15789	33.26	0.626
산업6	매칭전	-0.20703	0.41315	-0.5011		1.9311
	매칭후	-0.03175		-0.07684	84.67	1.0326
산업7	매칭전	0.04999	0.3836	0.13032		0.8041
	매칭후	0.03968		0.10345	20.62	0.6967
산업8	매칭전	-0.00441	0.34112	-0.01292		1.0281
	매칭후	-0.05556		-0.16286	0	1.4432
중소기업 여부	매칭전	-0.00942	0.20048	-0.04699		0.8061
	매칭후	0		0	100	1
이노비즈 인증여부	매칭전	-0.36448	0.44725	-0.81494		1.6173
	매칭후	0.00794		0.01775	97.82	1.009
벤처기업 인증여부	매칭전	-0.3204	0.42612	-0.75189		2.149
	매칭후	0		0	100	1
정부지원제도 활용여부	매칭전	-0.47809	0.40835	-1.17077		0.3668
	매칭후	-0.02381		-0.05831	95.02	0.2561
서울,경기	매칭전	0.0478	0.48098	0.09937		0.9459
	매칭후	0.03968		0.0825	16.97	0.9334
충청도	매칭전	-0.00674	0.30292	-0.02224		1.0602
	매칭후	-0.01587		-0.0524	0	1.1462
대전	매칭전	-0.02496	0.17286	-0.14439		2.2881
	매칭후	0		0	100	1

## Abstract

# A Study on the Relationship between the R&D Cooperation with University and Research Institute and Technological Performance

- Focusing on the Analysis of Korean  
Manufacturing Firms

Yul, Ha

Public Administration Major

Graduate School of Public Administration

Seoul National University

The study focuses on the impact of collaboration with universities and research institutes (URIs) on firms' innovation performance in Korean manufacturing enterprises. The analysis relies on firm-level data from four waves of Korean Innovation Survey (KIS), covering the 2007-2015 years. Propensity score matching is applied to construct an appropriate control group and to investigate the effect of URI-firm collaborations. Results suggest that R&D cooperation with

URIs has a positive influence on firms' patent success as a patent application. In contrast, collaboration with URIs has no significant or a negative effect on the share of turnover from the market and firm novelties.

**keywords** : Collaboration with universities and research institutes, Technological innovation, Propensity score matching, Resource-based theory, Transaction cost theory, Innovation sales.

***Student Number*** : **2017-25691**