



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](#)

공기업정책학 석사학위논문

공공기술이전 결정요인에 관한 연구

- 중소기업의 대표자 특성 및 흡수역량을 중심으로 -

2022년 8월

서울대학교 행정대학원

공기업정책학과

임 동 현

공공기술이전 결정요인에 관한 연구

- 중소기업의 대표자 특성 및 흡수역량을 중심으로 -

지도교수 최 태 현

이 논문을 공기업정책학 석사
학위논문으로 제출함

2022년 3월

서울대학교 행정대학원

공기업정책학과

임 동 현

임동현의 석사 학위논문을 인준함

2022년 6월

위 원 장 정 광 호 (인)

부위원장 김 병 조 (인)

위 원 최 태 현 (인)

국문초록

올해 정부 R&D예산은 '21년 대비 8.8% 증가한 29.8조원 규모로 GDP 대비 비율은 세계 1위 수준이다. R&D 예산의 70%가 대학, 정부출연연구소 등 공공연구기관에서 집행된다. 하지만 공공연구기관의 R&D 성과의 활용도는 매우 낮은 편이다. 정부는 「기술의 이전 및 사업화 촉진계획」을 수립하여 연구개발성과의 확산을 지속적으로 추진하고 있으나, 공공연구기관이 보유한 기술 중 90% 이상은 미활용 기술로 남아 있다.

한편, 공공기술이전의 93.6%가 중소기업과 체결한 계약으로 중소기업은 공공기술 거래시장에서 주요한 수요자의 역할을 하고 있다. 공공기술이전의 결정요인에 관한 국내외 연구가 다수 진행되었으나, 대부분 연구기관의 역량, 기술거래 환경, 기술의 특성에 관한 것으로 공공기술을 이전받는 중소기업에 관한 연구가 보완될 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 “어떤 중소기업이 공공기술이전을 받는가?”, “공공기술이전을 받은 중소기업의 특성은 어떠한가?”라는 연구 질문을 제시하였다.

본 연구에서는 중소기업의 특성을 경영주 역량과 흡수역량으로 구분하고 공공기술이전에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았다. 경영주 역량은 학력 수준 및 동업종 종사경력으로 구분하고, 상업적 목적을 위해 외부 정보를 획득하고, 동화시키며 그것을 이용할 수 있는 역량으로 정의되는 흡수역량은 기술개발역량, R&D 강도, 지식재산권 보유 수준으로 구분하여 측정하였다. 측정된 변수가 일반기업과 공공기술을 이전받은 기업에서 어떤 차이를 보이는지 확인하고 성향점수매칭, 로지스틱 회귀분석을 통해 중소기업의 특성 중 공공기술이전을 결정하는 요인을 도출하였다.

분석결과 '경영주의 역량이 공공기술이전에 정(+)'의 효과를 미친다'는 가설은 기각되었으며, 기술개발역량, R&D 강도, 지식재산

권 보유수준으로 측정된 기업의 흡수역량은 공공기술이전과의 정(+)의 관계가 통계적으로 유의미한 것으로 확인되었다. 또한 오즈비, 한계효과 해석을 통해 흡수역량의 변화에 따른 공공기술이전 확률 변화의 크기를 시각적으로 확인하였다.

연구결과를 통해 다음과 같은 정책적 함의를 도출하였다. 첫째, 공공기술이전 성과확대를 위해 흡수역량이 높은 기업을 대상으로 기술마케팅을 실시하고 중소기업을 대상으로 한 기술이전·사업화 지원사업 대상 선정시 흡수역량을 평가요소로 활용한다면 사업성과를 향상 시킬수 있을 것이다. 둘째, 흡수역량이 낮은 기업은 자체 기술개발역량을 강화하거나 정부가 기술개발인력 확보를 지원하고 지식재산권 활동을 촉진하는 중소기업 지원정책을 확대해 나갈 필요가 있다. 또한 연구개발 세액공제와 같은 조세 특례 등을 통한 R&D 투자를 촉진할 수 있는 정부지원도 확대할 필요가 있다. 마지막으로, 공공기술이전을 통한 국가 R&D성과의 확산과 중소기업 기술경쟁력을 제고하기 위해서는 중소기업의 흡수역량 향상을 지원함과 동시에 기술도입 및 사업화 자금지원을 확대할 필요가 있다.

본 연구에서는 독립변수를 기업특성으로 한정하고 종속변수를 공공기술이전 성사 여부로 설정하였으나, 기술이전은 기업 외부요인의 영향을 받게 되며 기업의 기술도입의사가 분명하더라도 기술협상, 가격협상 등으로 기술이전이 성사되지 않을 수 있다. 따라서 향후 공공연구기관 유형, 기술이전 전담조직 특성, 기술분야 등 기업 외부적 요인을 기업특성과 함께 고려함과 동시에 종속변수를 세분화하여 기업의 기술이전 활동 전반에 관한 연구가 이루어진다면 보다 명확한 공공기술이전의 결정요인을 도출될 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : 중소기업, 국가R&D 성과, 공공연구기관, 기술이전,
대표자 특성, 흡수역량, 기술거래기관

학 번 : 2021-21357

목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구의 배경과 목적	1
제 2 절 연구대상 및 방법	6
제 2 장 이론적 논의와 선행연구 검토	9
제 1 절 개방형 혁신과 기술이전	9
1. 중소기업의 혁신활동	9
2. 개방형 혁신	10
3. 공공연구기관의 기술이전	13
제 2 절 경영주의 특성과 기술혁신	24
제 3 절 흡수역량과 기술혁신	26
1. 흡수역량의 개념	26
2. 흡수역량과 혁신활동의 상관관계	27
제 4 절 선행연구와의 차별성	28
제 3 장 연구의 설계 및 방법	30
제 1 절 연구모형과 가설	30
1. 연구모형	30
2. 변수의 정의	31
3. 연구가설 설정	33
제 2 절 연구방법	35
1. 연구절차	35
2. 분석대상 및 분석방법	36

제 4 장 실증분석 결과	39
제 1 절 주요변수의 일반적 특성	39
1. 기술통계 분석	39
2. 연속형 변수의 차이 검증	43
3. 범주형 변수의 연관성 분석	43
제 2 절 성향점수매칭	44
1. 성향점수매칭 결과	45
2. 성향점수매칭 수준 평가	46
3. 성향점수매칭 데이터의 기술통계 분석	47
제 3 절 로지스틱 회귀분석	52
1. 회귀계수 추정	52
2. 모형 적합성 평가	53
3. 오즈비(Odds Ratio) 해석	55
4. 한계효과(Marginal Effect) 해석	58
3. 가설검증 결과	60
제 5 장 결론	62
제 1 절 연구결과 및 정책적 함의	62
1. 연구결과	62
2. 연구의 정책적 함의	63
제 2 절 연구의 한계 및 향후과제	66
1. 연구의 한계	66
2. 향후과제	67
참고문헌	68
Abstract	73

표 목 차

[표 1-1] 공공기술이전 사례	1
[표 1-2] 기술보증기금의 신규보증 기업수와 그 중 공공기술을 이전받은 기업수	8
[표 2-1] 기업 유형별 혁신활동을 위한 정보의 원천	10
[표 2-2] 폐쇄형 혁신과 개방형 혁신 비교	11
[표 2-3] 개방형 혁신의 유형과 종류	12
[표 2-4] 기술이전·사업화 촉진계획의 비전, 목표	16
[표 2-5] 대표자 특성과 기술혁신 관련 선행연구	25
[표 3-1] 주요변수의 정의	32
[표 3-2] 본 연구의 가설	34
[표 3-3] 연구 절차도	35
[표 4-1] 연속형 변수의 기술통계	40
[표 4-2] 연속형 변수 t-test 결과	43
[표 4-3] 범주형 변수 연관성 분석 결과	44
[표 4-4] 성향점수매칭 결과	45
[표 4-5] 성향점수매칭 정보	45
[표 4-6] 성향점수매칭 수준 평가	46
[표 4-7] 성향점수매칭 후 연속형 변수의 기술통계	47
[표 4-8] 성향점수매칭 후 연속형 변수 t-test 결과	51
[표 4-9] 성향점수매칭 후 범주형 변수 연관성 분석 결과	51
[표 4-10] 본 연구의 이항 로지스틱 회귀모형	51
[표 4-11] 로지스틱 회귀분석 결과와 계수 추정량	53
[표 4-12] 연속형 변수의 평균	58
[표 4-13] 가설검증 결과	61
[표 5-1] 정부 R&D 예산 및 연구성과 관리·활용 예산 현황	64

그 립 목 차

[그림 1-1] 국가연구개발사업 예산추이	2
[그림 1-2] 주요국 GDP 대비 정부 R&D 투자	2
[그림 1-3] 공공연구기관 기술활용률 및 기술운용률 현황	3
[그림 1-4] 기술도입자 유형별 기술이전 계약체결 비중	5
[그림 1-5] 기술보증기금의 기술거래 플랫폼(테크브릿지) 개요	7
[그림 2-1] 국내 제조업 기업 규모별 혁신율	9
[그림 2-2] 기술이전의 조건부 효과성 모델(Bozeman, 2000)	13
[그림 2-3] 국내 기술거래시장 개요	17
[그림 2-4] 한국전자통신연구원의 기술이전 절차	18
[그림 2-5] 연도별 공공기술이전 건수	20
[그림 2-6] 연도별 공공기술이전 수입	20
[그림 2-7] 연도별 계약건당 및 기술건당 기술이전 수입	21
[그림 2-8] 공공연구기관의 기술이전·사업화 장애요인	22
[그림 2-9] 기술보증기금의 기술이전·사업화 지원업무 절차 및 성과	23
[그림 3-1] 본 연구의 연구모형	30
[그림 4-1] 일반기업 대표자의 최종학력 빈도	41
[그림 4-2] 기술이전기업 대표자의 최종학력 빈도	41
[그림 4-3] 일반기업의 업종 빈도	42
[그림 4-4] 기술이전기업의 업종 빈도	42
[그림 4-5] 성향점수매칭에 따른 표준화된 평균차이	46
[그림 4-6] 성향점수매칭 후 일반기업 대표자의 최종학력 빈도	49
[그림 4-7] 성향점수매칭 후 기술이전기업 대표자의 최종학력 빈도	49
[그림 4-8] 성향점수매칭 전·후 업종 빈도 비교	50
[그림 4-9] 로지스틱 회귀분석 모형적합도 검증	54
[그림 4-10] ROC 곡선	55
[그림 4-11] 추정된 오즈비의 신뢰구간	56
[그림 4-12] 기술개발역량의 한계효과	59

[그림 4-13] R&D 강도의 한계효과	59
[그림 4-14] 지식재산권 보유수준의 한계효과	60
[그림 5-1] 지식재산의 활용(이전 또는 사업화) 시 애로사항	65

제 1 장 서론

제 1 절 연구의 배경과 목적

본 연구는 중소기업의 특성을 중심으로 공공연구기관의 기술이전에 미치는 영향요인을 분석하는 것이다. Bozeman and Crow (1991)은 기술이전을 “물리적 장치, 프로세스, 노하우, 장치 또는 프로세스에 관한 소유권 있는 정보가 한 조직에서 다른 조직으로 이전되는 것”으로 정의하였다. 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」(2000년 1월 제정)¹⁾에서는 기술이전을 “양도, 실시권 허락, 기술지도, 공동연구, 합작투자 또는 인수·합병 등의 방법으로 기술이 기술보유자로부터 그 외의 자에게 이전되는 것”으로 정의하고 있다. 그 중에서도 공공기술이전¹⁾은 대학, 정부출연연구소 등 공공연구기관이 소유하고 있는 공공기술의 이전을 말한다. 공공기술이전은 표 1-1의 사례와 같이 연구성과를 민간기업으로 이전하여 사업화 성과를 창출하는 것을 목적으로 한다.

<표 1-1> 공공기술이전 사례

(단위: 개)

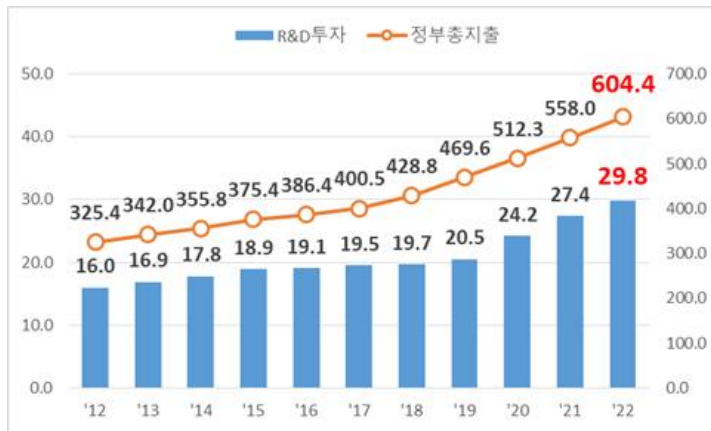
구분	사 례
기술이전 후 투자유치 성공	J社は C기술원의 소재기술 도입을 통해 제품혁신 및 기업 성장전략을 새로 수립하고 80억 투자유치 성공(17년)
기술이전 후 매출 성장	D社は 부산IP의 기술이전 중개지원을 통해 D대학교의 밸브 관련 기술 2건을 이전받아 매출액 급성장(17년 0.4억원→19년 상반기 47억원)

출처: 관계부처합동, 제7차 기술이전 및 사업화 촉진계획

1) 기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률 제2조 제5호에서 “공공기술”이란 기술의 소유권·실시권 또는 이용권 등이 공공연구기관에 귀속된 기술이라고 정의하고 있으며, 제2조 제6호에서는 “공공연구기관”을 대학, 국공립 연구기관 등을 나열하여 정의하고 있다. “공공기술이전”은 “공공연구기관”의 “기술이전”을 의미로 통용된다.

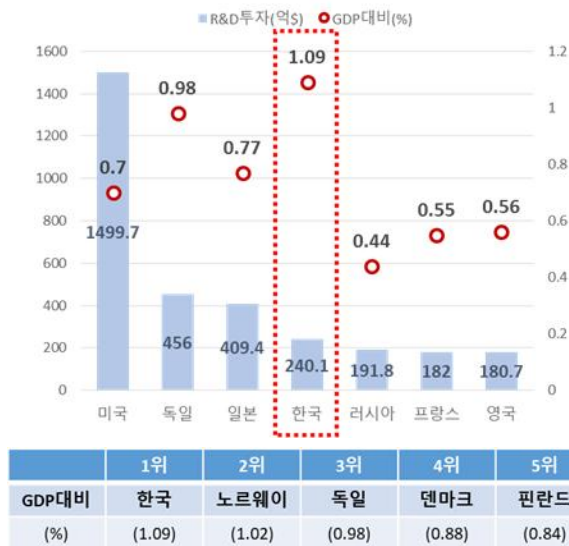
한편, 우리나라의 정부 R&D예산은 2019년에 사상 처음으로 20조원을 돌파하였으며 올해는 '21년 대비 8.8% 증가한 29.8조원이 집행될 예정이다. 주요국과 비교시 우리나라의 GDP 대비 정부 R&D 투자 규모 비중은 1.09%로 세계 최고수준이다.

<그림 1-1> 국가연구개발사업 예산추이



출처: 기획재정부 보도자료, “22년도 국가R&D 재정투자 29.8조원”

<그림 1-2> 주요국 GDP 대비 정부 R&D 투자

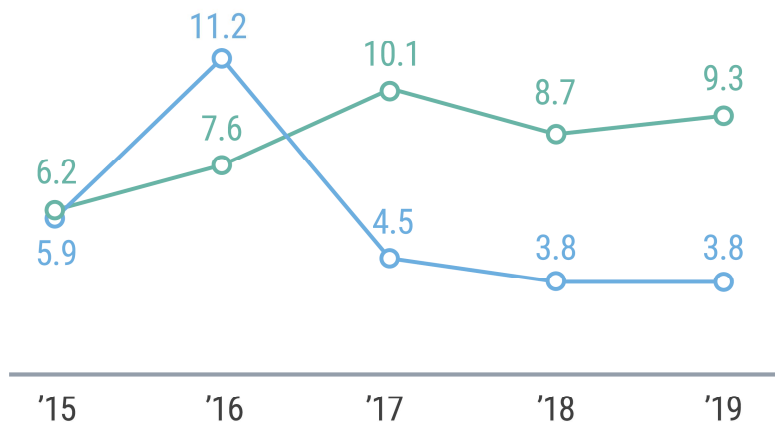


출처: 기획재정부 보도자료, “22년도 국가R&D 재정투자 29.8조원”

공공연구기관은 국가 R&D 사업에서 중요한 역할을 수행하고 있다. 2018년 기준으로 R&D예산의 68.6%가 공공연구기관에서 집행되었다²⁾. 그 성과로 매년 3만5천여 개의 기술이 신규로 확보되고 있다. 하지만 연구성과 활용을 통한 경제적 성과 창출수준은 미흡한 것으로 지적된다. 국회예산정책처는 국가 R&D 사업 연구성과 활용 체계 분석 보고서(2021)에서 “혁신적인 R&D성과창출을 위해서는 장기적인 관점에서 창의적이고 도전적인 R&D과제에 대한 안정적인 재정지원이 필요하지만, R&D 이후 후속연구개발, 기술수요자 발굴, 시장창출, 규제개선 등의 체계적인 성과활용 지원도 중요하다.”라고 지적한 바 있다.

<그림 1-3> 공공연구기관 기술활용률 및 기술운용률 현황

○ 기술활용률(%) ○ 기술운용률(%)



* 주 : 기술활용률 = 신규확보기술 중 기술이전 건수 / 신규확보 기술건수
 기술운용률 = 기술이전계약 포함 기술 건수 / 누적 기술보유 건수

출처: 국회예산정책처, 국가 R&D 사업 연구성과 활용 체계 분석 보고서

2) 2018년 R&D예산 19.6조원의 사업수행주체별 집행액 비중은 정부출연연구소가 40.7%, 기업이 23.4%, 대학 22.7%, 국공립연구소 5.2%, 정부부처 2.4%이다 (국가연구개발사업분석, 국회예산정책처, 2019).

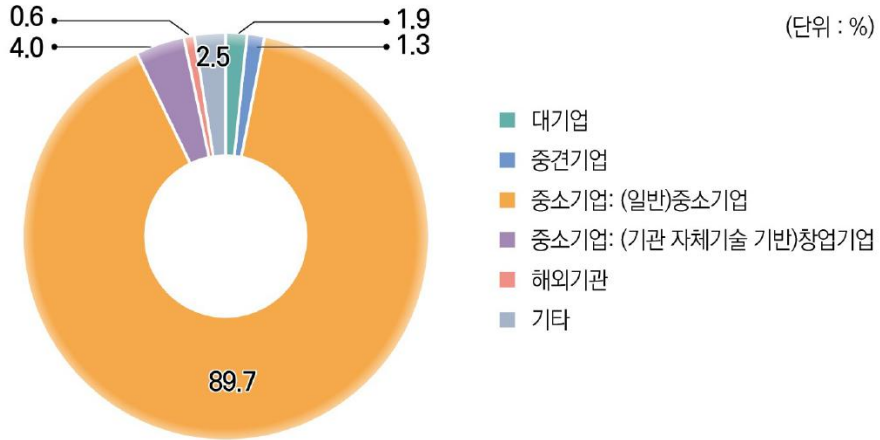
공공연구기관의 R&D 성과중 다수는 서랍 속 기술로 남아 있다. 공공연구기관의 기술이전 건수를 신규로 확보한 기술건수로 나눈 값인 기술이전율³⁾은 2020년 기준 40.8%이고 기술이전계약에 포함된 기술건수를 누적 기술보유 건수로 나눈 값인 기술운용률은 2018년 9.3%에 불과하다. 이는 공공연구기관이 보유한 기술 중 90% 이상이 미활용기술이라는 의미다. 때문에 공공연구성과의 민간으로의 이전 및 사업화 촉진을 통해 R&D투자의 효율성을 높이는 노력이 요구되고 있다.

이러한 문제 인식 하에 정부는 2000년에 (구)「기술이전촉진법」을 제정하고 「기술의 이전 및 사업화 촉진계획」을 수립·추진하여 연구개발성과의 확산을 지속적으로 추진해오고 있다. 2006년에는 (구)「기술이전촉진법」을 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」으로 개정하여 R&D성과의 단순한 이전을 넘어 상용화를 목표로 하였다. 특히 대학, 정부출연연구소 등 공공연구기관의 기술이전은 연구성과의 확산과 동시에 산업 전반의 기술경쟁력을 강화하여 국가 경제 발전에 이바지한다는 정책적 목적을 갖고 있다(관계부처합동, 2020). 하지만 7차에 걸친 「기술의 이전 및 사업화 촉진계획」 추진에도 불구하고 기술이전의 질적 성과는 감소하고 있으며 오히려 정부개입으로 인해 자율적 시장형성이 저해되었다는 지적을 받고 있다 (부경호, 류태규, 고기석, 2016).

한편, 공공기술이전에서 중소기업은 주요 기술 수요자로서 그 비중이 매우 크다. 산업통상자원부의 ‘공공기술이전 사업화 실태조사 보고서’에 따르면 2020년 기준 공공연구기관이 체결한 기술이전 계약 9,055건 중 중소기업과 체결한 계약이 93.6%(8,478건)에 달한다. 대기업, 중견기업에 비해 자체 기술개발역량이 부족한 중소기업은 대학, 연구소의 기술을 활용해 공정개선, 신제품 개발 등에 활용하고 있는 것으로 판단된다. 최근 기술변화의 속도와 환경이 급변하는 현실 속에서 기술이전사업화는 중소기업에게 시간이나 비용 측면에서 최소 투자로 단기간에 고성과를 창출할 수 있는 기회를 제공한다(한수은, 이민규 2019).

3) 기술이전율 = 기술이전 건수 / 신규확보(개발)기술 건수

<그림 1-4> 기술도입자 유형별 기술이전 계약체결 비중



출처: 2021 공공기술이전 사업화 실태조사 보고서

때문에 중소기업 관점에서 기술이전사업화 촉진을 위한 전용 정책 자금, 수요기반 기술창출을 위한 중소기업 맞춤형 기술이전사업화 프로그램의 필요성이 제기되었다(한수은, 이민규 2019). 지난해 정부는 기술이전을 받는 중소기업의 지원을 위해 중소기업의 기술거래 및 사업화 촉진을 위한 사업을 추진할 수 있는 근거를 마련하고 기술보증기금에 중소기업 기술혁신 계정을 설치하도록 하는 등의 내용으로 「중소기업기술혁신촉진법」을 개정(법률 제18108호, 2021. 4. 20. 공포, 10. 21. 시행)하였다. 이를 근거로 중소벤처기업부는 올해부터 재정투입을 통해 중소기업 수요 중심 기술거래 기반 조성 및 도입기술 사업화, 제품화 원스톱 지원을 핵심으로 하는 ‘중소기업 기술거래 활성화 지원사업’을 추진한다.

중소기업의 기술거래를 성공적으로 지원하기 위해서는 기업에 대한 이해가 선행될 필요가 있다. 하지만 공공기술을 이전받은 중소기업에 대한 실태조사⁴⁾와 연구가 부족해 이에 대한 보완이 필요하다. 많은 중소기

4) 국회예산정책처는 공공기관의 연구성과 관리 현황과 기업의 연구성과 활용을 중심으로 표본조사 방식으로 실태조사가 이루어지고 있으나, 공공기술 이전 도입 비율이 높은 중소기업의 표본조사율이 낮아 보완이 필요하다고 지적하고

업이 우수한 공공기술을 이전받아 사업화함으로써 기업의 기술경쟁력 제고하고 국가 경제발전에 이바지하는 것이 정부의 기술거래 활성화 정책의 궁극적인 목적임을 고려할 때 어떤 특성을 갖는 중소기업이 공공기술을 이전받는지 우선 살펴볼 필요가 있다.

본 연구에서는 중소기업의 특성을 CEO 역량과 흡수역량으로 구분하고 공공기술이전에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보고자 한다. CEO 역량은 학력 수준 및 동업종 종사경력으로 구분하고, 상업적 목적을 위해 외부 정보를 획득하고, 동화시키며 그것을 이용할 수 있는 역량으로 정의되는(Cohen and Levinthal, 1990) 흡수역량은 기술개발역량, R&D 강도, 지식재산권 보유 수준으로 구분하여 측정하였다. 측정된 변수가 일반기업과 공공기술을 이전받은 기업에서 어떤 차이를 보이는지 확인하고 로지스틱 회귀분석을 통해 중소기업의 특성 중 공공기술이전을 결정하는 요인을 도출하였다. 이를 통해 첫째, 중소기업의 특성과 공공기술이전과의 관계를 실증적으로 분석함으로써 기업의 혁신 활동 및 개방형 혁신의 결정요인에 대한 이론적 함의를 도출하고자 한다. 기업의 혁신 또는 개방형 혁신과 흡수역량과의 관계를 밝힌 선행연구 결과가 개방형 혁신의 하위 범주인 공공기술이전에도 적용 가능한지 확인하였다. 둘째, 공공연구기관의 기술이전 및 사업화 성과 확대와 중소기업의 개방형 혁신 촉진을 위한 정책적 함의를 도출하고자 한다. 연구 결과를 바탕으로 공공연구기관의 기술이전 활동의 개선 방향이 제시하고 중소기업의 흡수역량 강화를 위한 정부 지원정책의 필요성을 확인하고자 한다.

제 2 절 연구대상 및 방법

본 연구에서는 기술보증기금의 고객기업을 연구대상으로 한다. 공공연구기관으로부터 기술을 이전받은 기업은 흡수역량 차원에서 일반기업과

있다 (국회예산정책처, 2021).

어떠한 내부적 특성의 차이를 갖는지 분석하였다.

정부에 등록된 공공기술거래기관은 36개, 민간 기술거래기관은 111개이다. 2020년 기준 기술보증기금을 포함한 공공기관의 기술거래실적은 3,677건이며 민간기관의 기술거래 실적은 975건으로 공공기술거래기관 중심으로 시장이 형성되어 있다. 기술보증기금은 2001년에 정부(산업부)로부터 기술거래기관으로 지정받아 중소기업의 기술거래활동을 지원해왔다.

<그림 1-5> 기술보증기금의 기술거래 플랫폼(Tech-Bridge) 개요



출처: tb.kibo.or.kr

또한 2014년에는 ‘Tech-Bridge’라는 기술거래 플랫폼을 구축하여 중소기업의 기술수요정보를 대학, 정부출연연구소 등 공공연구기관에 제공하고 기술평가, 기술중개, 기술금융 지원을 통해 중소기업의 공공기술 이전과 사업화를 지원해오고 있다.

분석 대상은 최근 5개년(2016년부터 2020년까지)지원기업을 대상으로 하였으며 아래 표 1-2와 같다. 실제 연구에 활용된 변수는 제4장 실증분석결과에서 자세히 다루고자 한다.

<표 1-2> 기술보증기금의 신규보증 기업수와 그 중 공공기술을 이전 받은 기업수
(단위: 개)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	합계
신규보증	14,600	16,741	17,605	16,974	21,515	87,435
기술이전	185	228	213	291	261	1,178

출처: 기술보증기금

공공기술을 이전받은 기업(실험집단)과 이전받지 않은 일반기업(통제집단)을 비교 분석하여 공공기술이전과 기업내부 특성의 상관관계에 대해 살펴보고자 한다. 통제집단 표집시 선택편향(selection bias) 문제를 배제하기 위해 성향점수매칭(Propensity Score matching)을 통해 통제집단을 구성하였다. 이항 로지스틱 회귀분석을 통해 중소기업의 경영주 역량, 흡수역량이 공공기술이전에 어떠한 영향을 미치는지 확인하고자 한다. 이를 통해 공공기술이전 사업화와 중소기업의 개방형 혁신을 촉진하기 위한 논의를 진행하고자 한다.

제 2 장 이론적 논의와 선행연구 검토

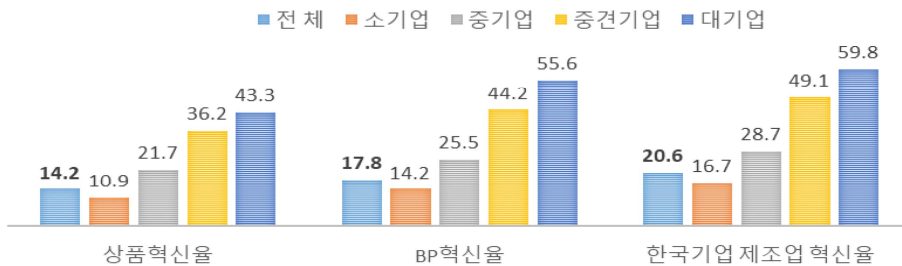
제 1 절 개방형 혁신과 기술이전

1. 중소기업의 혁신활동

우리나라의 중소기업은 국가 전체 사업체수의 99.9%, 종사자수는 83.1%를 차지한다.⁵⁾ 중소기업의 경쟁력이 우리 산업 전체의 경쟁력 수준을 좌우할 수 있음을 확인할 수 있다. 하지만 중소기업의 혁신활동은 부진한 편이다. 2020년 한국기업혁신조사에 따르면 우리나라 제조업 기업의 20.6%이 혁신활동⁶⁾을 추진 중이다. 그림 2-1와 같이 기업 규모가 클수록 혁신활동이 활발한데, 소기업과 중기업은 각각 16.7%와 28.7%, 대기업은 59.8%가 혁신활동을 추진하는 것으로 확인되었다.

<그림 2-1> 국내 제조업 기업 규모별 혁신율

(단위: %)



출처: 2020년 한국기업혁신조사(제조업)

5) 2020년 중소기업 위상지표, 중소기업중앙회

6) 한국기업혁신조사는 국제혁신조사 가이드라인인 OECD의 오슬로 매뉴얼(Oslo Manual)에 따라 이루어지고 있다. 2018년 10월 개정 발간된 오슬로 매뉴얼 4판에서는 “혁신활동은 한 기업이 혁신 달성을 위해 수행하는 모든 종류의 개발 활동, 재정 활동 및 상업 활동이 포함된다고 정의”하고 있다.

또 다른 특징으로 국내기업은 본 절에서 설명할 개방형 혁신의 반대되는 개념인 폐쇄적 혁신을 추구하는 경향을 보인다. 그 수준은 기업 규모별로 상이한데 표 2-1과 같이 대기업의 경우 기업내부에 비해 비중은 낮지만 외부의 민간기업, 대학, 공공연구소, 민간연구소 등을 혁신활동을 위한 정보원천으로 적극적으로 사용한 것으로 나타난 반면 중소기업은 상대적으로 활용이 적은 것으로 확인되었다. 요약하면, 우리나라의 중소기업은 대기업에 비해 혁신활동 추진비율이 낮고 혁신활동을 추진하는 기업도 외부와의 협력보다는 혁신 활동을 위한 정보를 회사 내부에서 찾는 경향을 보인다.

<표 2-1> 기업 유형별 혁신활동을 위한 정보의 원천

(단위: %)

구 분	기업내부	외부민간기업	외부공공기업	대학 및 고등교육기관	
전 체	83.0	27.7	13.2	19.7	
중사자수 규모	10~49인	81.7	27.1	13.6	20.1
	50~99인	83.5	22.1	6.1	13.5
	100~299인	88.3	32.5	13.2	18.9
	300~499인	93.1	43.4	27.6	35.8
	500인 이상	93.4	48.6	34.4	39.1
법정유형	소기업	81.1	25.8	13.6	18.9
	중기업	85.1	28.7	10.5	18.7
	중견기업	89.4	37.8	19.9	29.9
	대기업	95.4	53.1	38.6	44.9

(단위: %)

구 분	민간 연구소	공공(정부출연)연구소	정부부처	비영리조직	
전 체	18.3	16.4	14.3	12.8	
중사자수 규모	10~49인	19.5	17.2	14.1	13.5
	50~99인	10.5	7.7	9.3	6.5
	100~299인	14.3	14.6	14.5	10.1
	300~499인	30.0	32.8	31.9	26.0
	500인 이상	34.0	35.9	35.7	31.3
법정유형	소기업	19.8	16.9	13.3	13.4
	중기업	13.9	13.6	13.7	10.0
	중견기업	23.0	21.3	23.0	17.8
	대기업	40.8	42.8	41.5	38.5

출처: 2020년 한국기업혁신조사(제조업)

2. 개방형 혁신(Open Innovation)

2000년대 들어 정보통신기술의 급속한 발달과 더불어 제품과 서비스의 수명주기가 짧아져 기술개발에 따른 불확실성이 커짐에 따라 외부

R&D 파트너와의 협력 확대 필요성이 제기되면서 개방형 혁신이 주목받고 있다. Chesbrough (2003)는 개방형 혁신을 외부의 지식을 도입하여 활용하거나 외부 채널을 통해 내부 지식을 사업화하여 새로운 부가가치를 창출해 나가는 것으로 정의하였다. 이는 기업 내에서 모든 연구개발과 사업화를 추진하는 폐쇄형 혁신과 대비된다. 단순히 기술혁신 과정상에서만 논의되는 것이 아니라 기업의 연구개발 및 상업화 등 기업 운영 전반에 있어 외부의 자원과 지식을 적극적으로 활용함으로써, 기술혁신에 따른 비용을 절감시키고 성공 가능성을 제고시킴으로써 기업의 부가가치를 향상하기 위한 기업 전략의 하나라고 할 수 있을 것이다.

<표 2-2> 폐쇄형 혁신과 개방형 혁신 비교

	폐쇄형 혁신	개방형 혁신
조직문화	“Not invented here” / “We can do it, we will do it”	Best from anywhere: good ideas are widely distributed
핵심역량	• 수직 통합된 제품 개발 역량 • 우수 인재 확보	• 핵심 역량의 세분화와 집중 • 협력 파트너 탐색 및 관리 능력
시장전략	First mover advantage: 시장 선점 후 지배	• 시장 선점은 필요조건도, 충분조건도 아님-비즈니스 모델이 중요
R&D의 역할	• 연구, 개발 과정의 주도적 수행 • 원천 기술의 창출	• 외부 지식의 탐색 및 중개 • 내부 연구를 통한 흡수 역량 강화
IP전략	• 방어적: 지식재산의 침해 방지에 초점 • 휴먼 특허의 사정	• 공격적: 비즈니스 모델에 따라 매도/매수 • 휴먼 특허의 적극적 라이선싱
고객의 역할	수동적 수용자	• 능동적 평가자 및 공동개발자 • 고객 네트워크를 구축을 통한 시장 지배
공급사슬	• 부품, 소재의 단순 공급자 • 주로 거래 관계	• 혁신의 성과/위험, BM을 공유하는 파트너 • 공급 네트워크와 함께 혁신 생태계 구축

출처: 김석관 2008

개방형 혁신은 내향형, 외향형으로 구분할 수 있으며 기술구매, 공동연구, M&A, 기술판매 등 표 2-3과 같이 다양한 형태로 추진된다.

외향형(outbound) 개방형 혁신은 기업의 내부 지식과 비즈니스 모델을 외부로 개방하여 새로운 부가가치를 창출해 나가는 것으로, 내부기술을 판매하거나 자회사 설립을 통해 사업화 하는 것 대표적인 형태이다. 반대의 개념인 내향형(inbound) 개방형 혁신은 외부로부터 획득한 지식

을 기반으로 한다. 본 연구에서 다루고 있는 기술이전뿐만 아니라 M&A, 공동연구, 조인트벤처 설립 등이 내향형 개방형 혁신 활동에 해당한다. 중소기업이 대학, 연구소로부터 기술을 이전받는 것은 신제품 개발, 공정 개선, 기술보호 등을 위한 기술혁신 활동이며, 개방형 혁신(open innovation)의 전형적인 실시형태이다.

<표 2-3> 개방형 혁신의 유형과 종류

유형	종류	내용	비고
내향형 개방	기술 구매	금전적 계약을 통해 외부의 기술을 구매	특허권 라이선싱이 대표적
	공동 연구	외부 기관(주로 대학)과 공동으로 기술개발 프로젝트를 추진	보통 지적재산권의 공유를 수반
	연구 계약 (위탁 연구)	특정 요소기술 확보나 시험평가를 위해 외부 기관에 연구용역을 의뢰	지적재산권의 공유는 없으며, 신약 개발에서 CRO가 대표적
	장기 지원 협약	대학 등과 연구성과 사용에 관한 협약을 맺고 대규모 연구비를 일괄 지원	보통 발생하는 특허의 지분이나 우선 실시권을 기업이 얻는 조건
	합작 벤처 설립	타사와 공동으로 벤처기업을 설립하고 특정 기술의 사업화를 추진	합작 벤처는 제품 개발 완료 후 매각/인수를 통해 소멸되기도 함
	벤처 투자	신기술 탐색이나 우선 실시권 확보를 위해 벤처기업에 지분을 투자	다른 벤처캐피탈과 협력하거나 직접 벤처캐피탈을 설립
	기업 인수	유망 기술의 도입을 위해 기술을 보유한 기업(주로 벤처)을 인수	시스코, 파이자 등이 이 방식을 자주 사용하는 대표적 기업
	해결책 공모	기술적 문제를 인터넷 등을 통해 전문가들에게 공개하고 해결책을 공모	NineSigma 등 전문 사이트 활용
	사용자 혁신	사용자에게 개발 툴을 제공하거나 사용자의 피드백을 받아서 신제품 개발	의료기기, 게임, 완구 등이 대표적
	집단지성 활용	다수 전문가들의 자발적 참여를 통해 하나의 기술에 대한 지속적 개선 추구	기술의 사적 소유권을 불인정, open source S/W가 대표적
외향형 개방	기술 판매	자사의 기술을 판매하여 타사의 비즈니스 모델을 통해 사업화를 모색하고, 로열티 수입을 통해 수익 창출을 극대화	기업 내에 사장된 휴면 특허를 파는 경우도 있지만, 처음부터 기술 판매를 목적으로 기술 개발을 하는 경우도 있음
	분사화 (spin-off)	자사의 현재 비즈니스 모델로는 사업화가 어려운 기술에 대해 벤처기업을 설립하여 새로운 비즈니스 모델로 사업화를 추진	미활용 기술의 사업화, 사업 다각화 모색, 신성장동력 사업 창출 등이 목적

출처: 김석관(2008)

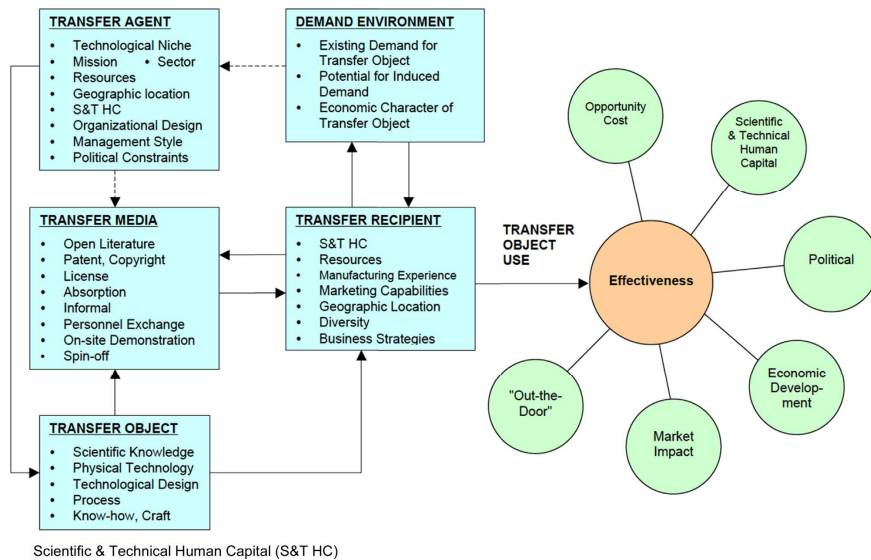
개방형 혁신활동은 대기업에 비하여 상대적으로 자원이 부족한 중소기업의 기술혁신에 더욱 적합한 혁신전략으로 간주되고 있다. 상대적으로 자체 연구개발 역량이 부족한 중소기업에는 폐쇄적 혁신 보다는 개방형 혁신이 보다 적합한 전략이다 (Dahlander Gann, 2010). 또한 중소기업은 빠른 의사결정과 유연한 조직구조를 갖고 있기 때문에 외부와 협력

하거나 새로운 기술을 도입하여 사업화하기 용이하다 (Bos-Brouwers, 2010). Bianchi et al.(2010)는 중소기업의 개방형 혁신 활동에 대한 중요성이 강조됨에 따라 기술 및 신제품 개발을 위해 필요한 자원은 증가하고 있으며, 이는 중소기업이 자체적으로 해결하기에는 현실적으로 더욱 어려워지고 있기 때문에, 개발에 필요한 역량을 확보하기 위해서는 기업 및 연구소, 학교와 같은 외부 파트너와의 협력을 형성하는 것이 합리적이라 하였다. 또한 Van De Vrande et al.(2009)는 중소기업은 개방형 혁신활동에 필요한 지식에 대한접근의 기회를 제공하고 개발비용의 절감가능하기 때문에 개발에 따른 위험을 공유할 수 있으며, 제품개발 프로세스를 개선할 수 있다고 하였다.

3. 공공연구기관의 기술이전

가. 기술이전의 개념

<그림 2-2> 기술이전의 조건부 효과성 모델(Bozeman, 2000)



앞서 언급한 바와 같이 Bozeman and Crow (1991)은 기술이전을 “물리적 장치, 프로세스, 노하우, 장치 또는 프로세스에 관한 소유권 있는 정보가 한 조직에서 다른 조직으로 이전되는 것”으로 정의하였다. ‘기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률(2000년 1월 제정)’에서는 기술이전을 “양도, 실시권 허락, 기술지도, 공동연구, 합작투자 또는 인수·합병 등의 방법으로 기술이 기술보유자로부터 그 외의 자에게 이전되는 것”으로 정의하고 있다. 여기서 “기술”은 「특허법」 등의 법률에서 정하는 특허, 실용신안, 디자인, 반도체 집적회로의 배치설계 및 소프트웨어 등의 지식재산과 더불어, 이렇게 등록된 기술을 활용하여 집적한 자본재와 정보 등을 포함한다.

기술이전과정은 동시 다발적인 진행과정들 (processes)의 복합체이며 다양한 결정요인이 존재한다. 또한 다양한 진행과정과 결정요인들의 상호작용에 의하여 그 성공여부가 결정되므로 이론적인 분석이 매우 중요하다 할 수 있다. 기술이전 연구에 관한 메타분석을 통해 도출한 Bozeman (2000)의 기술이전의 조건부 효과성 모델(CEM: contingent effectiveness model)에 따르면 기술이전은 기술공급자, 기술의 종류, 기술이전 도구, 기술도입자, 요구환경에 의해 결정된다.

기술의 종류, 기술이전 도구는 ‘어떤 형태의 기술이 어떠한 방식으로 이전되느냐’에 관한 것으로, 기술, 노하우, 장치 등이 매매, 실시권 부여, 공동연구 등 다양한 방식으로 이전될 수 있다는 것을 설명한다. 요구환경에는 기술이전에 대한 수요에 관여하거나 잠재 수요를 발생시키는 시장요인, 정부정책 등이 해당된다. 기술공급자와 기술도입자는 기술이전의 거래 당사자이다. 본 연구에서 살펴볼 기술이전을 결정하는 기술도입자의 특성은 과학기술인적자본, 자원, 생산경험, 마케팅능력, 지리적 위치, 다양성, 사업전략 등으로 구성된다 Bozeman (2000).

나. 기술이전 촉진 정책

기술의 소유권 및 실시권 등이 공공연구기관에 귀속된 신기술을 민간 부문에 이전하여 사업화를 촉진하고, 민간부문에서 개발된 신기술이 원활히 거래될 수 있도록 관련 시책을 수립·추진할 필요가 제기되며 2000년 1월에 기술이전촉진법이 제정되었다. 이 법은 미국에서 연구개발을 통한 산업경쟁력 강화를 위해 1980년에 제정된 베이돌법(Bayh-Dole Act)을 벤치마킹했다는 의미에서 ‘한국판 베이돌법’으로도 일컬어졌다. 이후 기술의 이전뿐만 아니라 R&D결과물의 보다 적극적인 활용이 요구됨에 따라 기술사업화 촉진에 관한 사항을 규정하기 위하여 2006년 12월 「기술이전촉진법」은 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」(이하 ‘기술이전법’)으로 전면 개정되었다. 기술금융 확대, 기술평가 강화 등 기술사업화 활성화를 위한 제도적 기반을 구축함으로써 기술의 개발에서부터 이전과 사업화까지 전주기적으로 지원한다는 것이 주요 골자다. 기술이전 기여자에게 인센티브를 제공하고 R&D성과물의 소유권 관련내용 등을 공공연구기관이 자체 내규화하도록 의무화하였고, 기술현물출자에 관한 특례를 제공하면서 기술의 유동화 촉진을 위해 발생할 수 있는 손실을 정부가 보전할 수 있도록 하였다.

기술이전법 제5조에 따르면, 산업통상자원부 장관에게 기술이전·사업화에 관한 정책목표와 그 목표달성을 위한 「기술이전 및 사업화 촉진계획」(이하 ‘촉진계획’)을 수립하고, 이를 시행할 의무를 부여하였다. 촉진계획은 효과적인 기술이전·사업화 정책 추진을 위해 3년 단위로 하는 중기계획과 매년 연간시행계획으로 구성되며, 관계중앙행정기관의 장은 촉진계획 수립을 위하여 해당 기관별 R&D사업의 기술이전·사업화에 관한 계획을 수립하여 이를 산업통상자원부 장관에게 통보하도록 규정하고 있다.

<표 2-4>는 각 기술이전·사업화 촉진계획의 비전 및 목표와 각 촉진계획에 포함된 정책 과제들의 수, 산업부 주관·소관 정책 과제의 수를

표시한 것이다. 제1,2,3차 기술이전·사업화 촉진계획에 포함된 정책 과제는 대부분 산업부 주관 또는 소관 정책 과제였지만 제4,5,6,7차 기술이전·사업화 촉진 계획에서는 타 부처 주관 또는 소관 정책이 증가한 것을 확인할 수 있다. 이는 앞서 살펴본 것과 같이 공공기술사업화 기업 등 기술사업화 기업설립 및 성장지원 영역에 속하는 3개 분야를 중심으로 타 부처의 기술이전·사업화 지원정책이 확대되었다는 것을 보여준다.

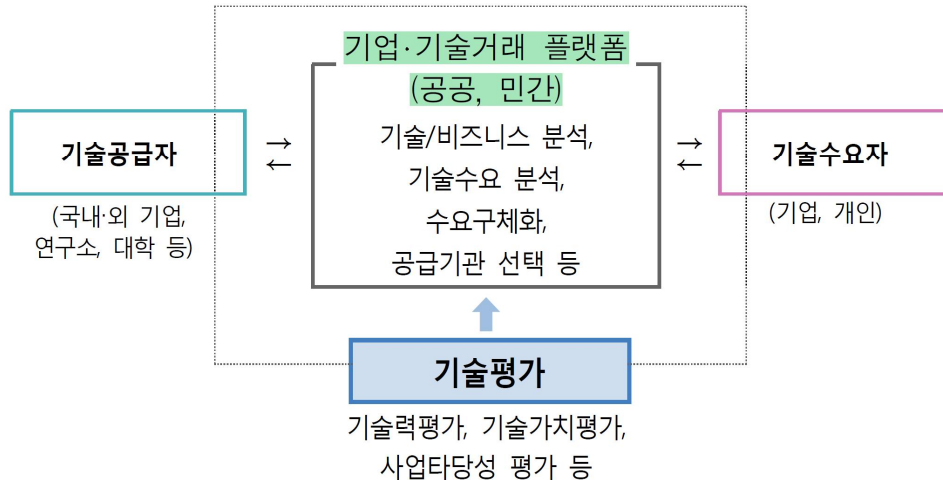
<표 2-4> 기술이전·사업화 촉진계획의 비전, 목표

구분		비전 및 목표	주요 정책 과제	산업부(지경부) 주관/소관 정책 과제
2000년대	제1차 기술이전·사업화 촉진계획('01~'05)	-기술이전 및 사업화 촉진으로 기술개발의 선순환 구조 구축 -기술거래시장 조성 및 활성화	25	25
	제2차 기술이전·사업화 촉진계획('06~'08)	-기술이전 및 사업화 촉진을 통한 기술혁신형 기업의 성장시스템 구축 -지식, 사업화, 금융, 제도 격차 해소	30	29
	제3차 기술이전·사업화 촉진계획('09~'11)	-기술기반 글로벌 기업 창출·육성 -수주기적 기술이전·사업화 촉진 시스템 구축	20	20
2010년대	제4차 기술이전·사업화 촉진계획('12~'14)	-기술과 시장의 선순환 생태계 조성 -기술이전·사업화의 시장성과 제고	36	33
	제5차 기술이전·사업화 촉진계획('15~'16)	-창조경제 구현을 위한 기술이전·사업화 생태계 조성 -공공연구기관의 기술이전율, 연구생산성 향상	25	21
	제6차 기술이전·사업화 촉진계획('17~'19)	-新산업 중심 산업구조 고도화를 위한 오픈이노 베이션 촉진 생태계 조성 -외부기술 도입(Buy R&D) 활성화(기업의 개방 형 기술획득 비중, 공공기관 기술이전율, 기술도 입 이후 사업화 성공률)	39	25
	제7차 기술이전·사업화 촉진계획('20~'22)	-혁신성장 구현을 위한 기술이전·사업화 기반조 성 -기술→제품→시장의 간극 해소, 기술 공급자 (tech-push) 중심에서 시장 수요자 (market-driven) 중심으로 기술사업화 정책의 관점 전환	42	31

출처: 과학기술정책연구원(2020)

다. 공공기술이전 성과와 한계

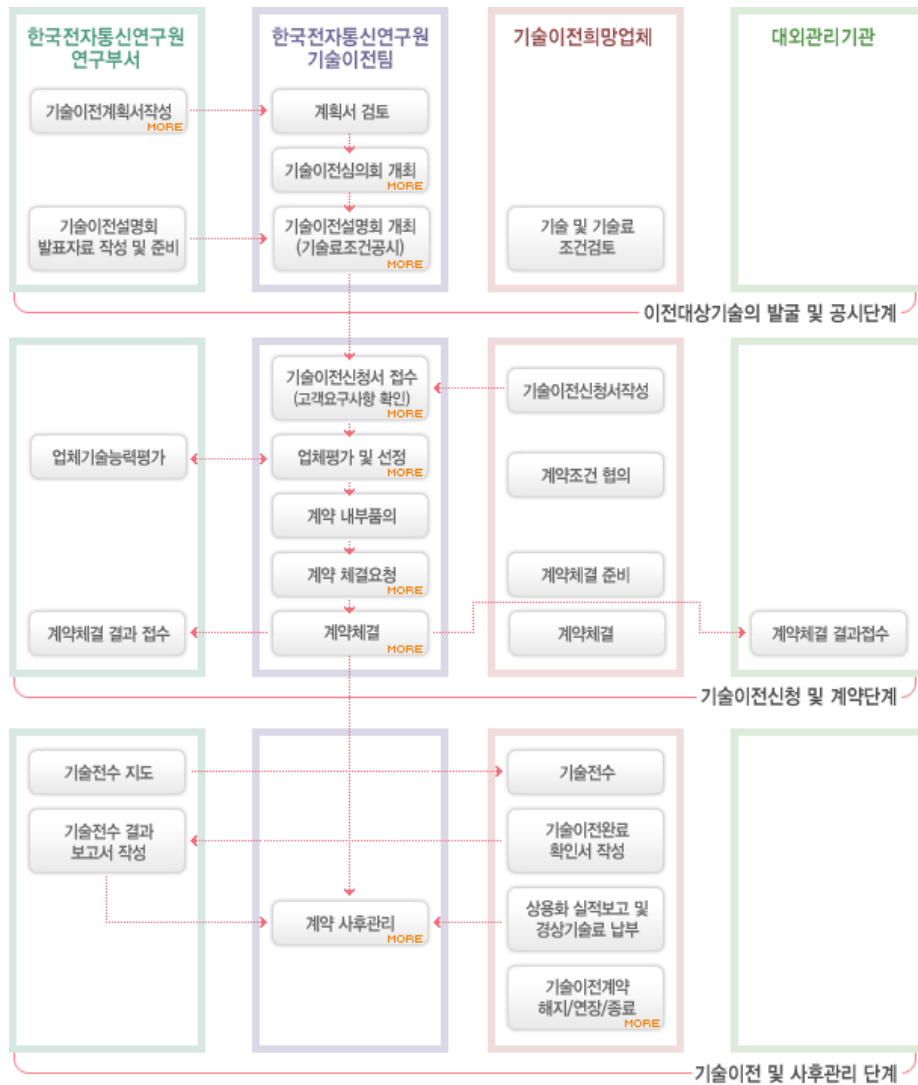
<그림 2-3> 국내 기술거래시장 개요



출처: “기술평가제도 현황 및 활성화를 위한 과제”, 국회입법조사처, 2019.12.

그림 2-3과 같이 공공기술연구기관의 기술이전시장에는 기술공급자인 공공연구기관, 기술수요자인 기업 그리고 기술거래기관이 이해관계자로 참여하고 있다. 공공연구기관은 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」 제11조에 따라 공공연구기관에서 개발된 기술을 민간으로 이전하여 사업화를 촉진하기 위해 기술이전·사업화 전담조직을 설치하여 운용중이다. 전체 공공기관중 90.5%가 기술이전·사업화 업무를 수행하고 있으며, 63.0%가 전담부서를 보유하고 있다(국회예산정책처, 2021). 또한 공공연구기관은 「산업교육 및 산학협력촉진에 관한 법률」 제36조의2에 따른 산학협력기술지주회사, 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」 제21조의3에 따른 공공연구기관 첨단기술지주회사, 「벤처기업 육성에 관한 특별조치법」 제11조의2에 따른 신기술창업 전문회사를 설립하여 기관이 보유한 신기술을 전략적으로 사업화하여 수익을 창출하기 위한 기술지주회사를 설립하였다. ‘21년 6월 말 기준 75개 대학기술지주회사와 미래과학기술지주, 한국과학기술지주, 에트리홀딩스 총 78개 기술지주회사가 운영 중이다.

<그림 2-4> 한국전자통신연구원의 기술이전 절차



출처: itec.etri.re.kr

그림 2-4는 한국전자통신연구원(ETRI)⁷⁾의 기술이전 절차이다. 기술이전 절차는 이전 대상기술의 발굴 및 공시단계, 기술이전 신청 및 계약, 기술이전 및 사후관리 단계로 구성된다. 이전 기술이 선정되면 기술이전

7) 한국전자통신연구원은 2020년 기준 기술이전 304건, 기술료 수입 640억원으로 국내 최고 수준의 기술이전 성과를 거두고 있는 기관이다. (전자신문, '21.9.13)

설명회 등 수요기업 탐색을 통해 이전받을 기업을 물색하며, 기술료 등 계약조건 협의를 통해 기술이전이 진행된다. 계약방식은 기술양도, 라이선스(기술실시계약), 현물출자 등이 있으며, 기술료는 정액기술료, 경상기술료(로열티) 등의 방식으로 납부한다. 기술이전 계약 후에는 공공연구기관의 기술전수, 사후관리 등이 진행된다.

공공기술이전의 성공사례는 많은 언론기사에서 찾아볼 수 있는데 다음 두 가지 사례는 공공기술이전이 기업의 성장에 핵심적인 역할을 한 사례이다.

<中企 성장 사다리 된 기보 '테크 브리지'8>

(주)티앤이코리아는 충남대 전기공학과 연구팀의 '영구 자석형 동기 전동기의 속도·위치 관측기' 특허기술을 이전받아 1년 만인 2015년 3월 기존 제품보다 효율은 10% 높으면서도 가격과 크기는 20% 가량 낮은 '컴팩트 터보블로워'를 출시했다. 기존 제품보다 전력 사용을 32% 절감할 수 있는 우수성을 인정받아 2015년 10월 콜롬비아의 코카콜라 공장에 첫 수출을 했고 이후 멕시코, 베트남, 대만, 중국 등 12개국으로 판로를 넓혔다.

<국방기술 이전 받아 수천억원 대박"...독일 추월한 한류기업의 성공비결9>

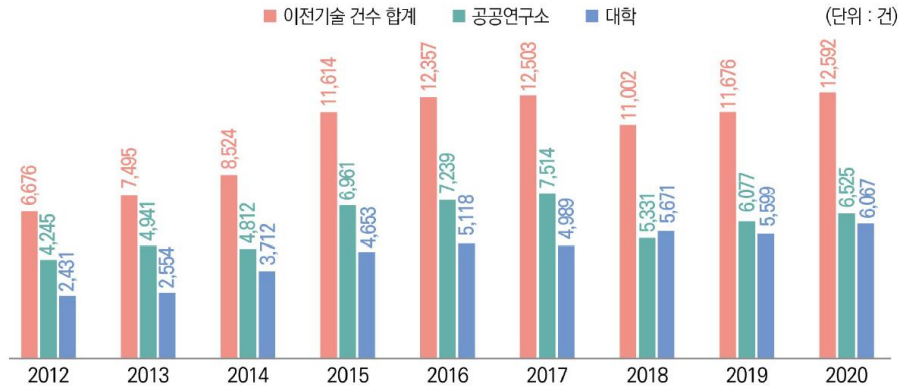
(주)아이쓰리시스템은 국방연구소(ADD)로부터 적외선 검출기 등 국방기술을 이전 받아 민수용으로 상용화했다. 현재까지 이 회사 누적 매출은 2,200억원을 넘어섰고, 적외선 검출기 성능은 독일을 넘어서서 세계 선도국인 프랑스 등과 어깨를 견주고 있다.

산업통상자원부의 2021년 기술이전 사업화 실태조사 보고서에 따르면 우리나라의 법률상 공공연구기관은 대학 150개, 공공연구소 148개로 총 298개이다. 2020년 말 기준 공공연구기관이 보유한 기술은 355,017건이고 2019년 한해 35,504건의 기술이 새롭게 확보되었다.

8) 출처 : <https://www.sedaily.com/NewsView/1VFEEP3DFJ>

9) 출처 : <https://www.sedaily.com/NewsView/22U01LGVNG>

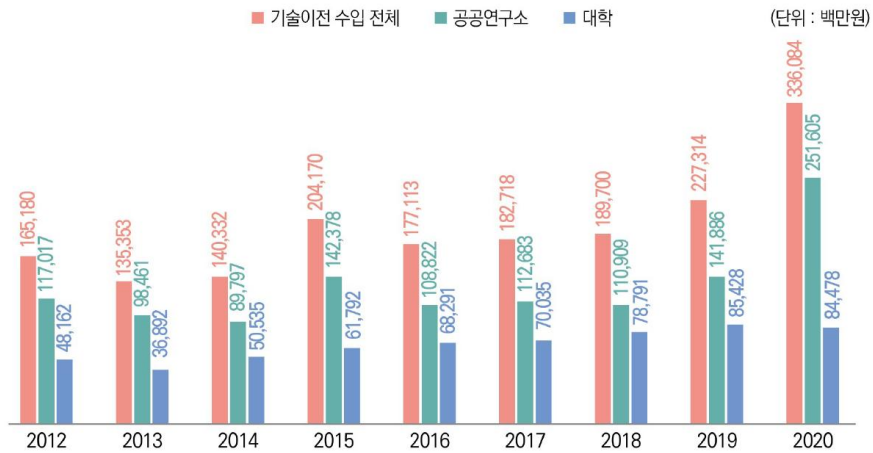
<그림 2-5> 연도별 공공기술이전 건수



출처: 2021년 기술이전 사업화 실태조사 보고서

2020년도에 이전된 기술은 총 12,592건으로 2019년 대비 7.8% 증가하였다. 공공연구소의 이전기술은 6,525건으로 2019년 대비 7.4% 증가하였으나, 대학은 6,067건으로 전년도 대비 8.4%가 증가하였다.

<그림 2-6> 연도별 공공기술이전 수입



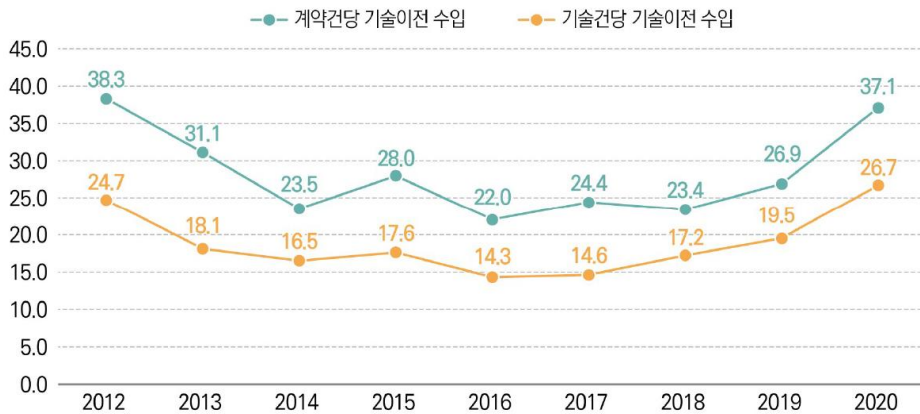
출처: 2021년 기술이전 사업화 실태조사 보고서

2020년 공공연구기관의 기술이전 수입은 약 3,361억원으로 2019년 대비 약 1,088억원이 증가하였다. 계약건당 평균 수입은 약 37백만원으로 2016년 이후 증가추세에 있다. 하지만 앞서 ‘연구의 배경’에서 살펴본 바

와 같이 보유기술의 90% 이상이 미활용 기술로 남아 있어 공공연구기관의 기술이전 성과의 확대가 필요한 실정이다.

<그림 2-7> 연도별 계약건당 및 기술건당 기술이전 수입

(단위: 백만원)



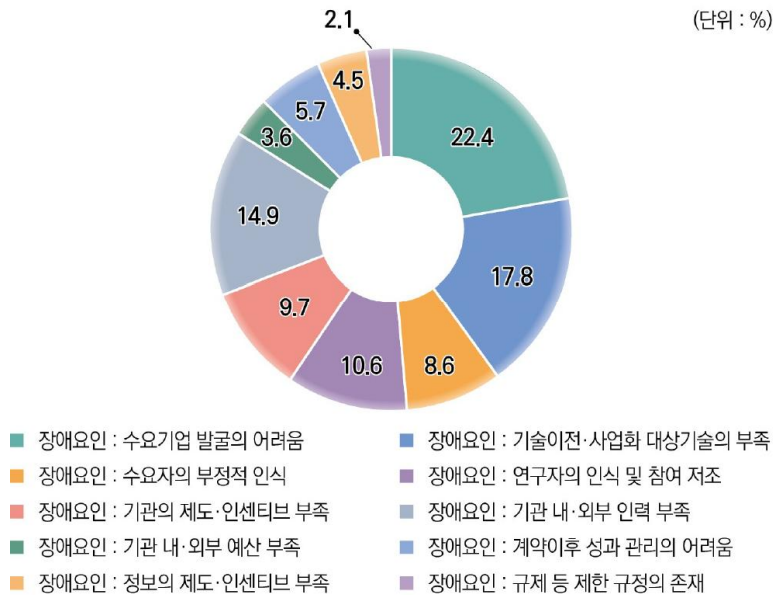
출처: 2021년 기술이전 사업화 실태조사 보고서

산업통상자원부는 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」 제10조 제1항에 근거하여 기술거래기관을 지정하여 운영중이다. 기술거래기관은 기술이전·사업화 대상 기술을 수집, 조사, 분석, 평가, 관리, 유통 및 관련 정보망 구축, 기술이전 중개·알선, 그 밖에 기술이전·사업화 정보의 유통을 촉진하는 역할을 수행한다. 현재 기술거래기관은 총 147개이며 공공기관 18개, 테크노파크 18개, 민간기관 111개로 민간의 비중이 높다 (국회예산정책처, 2021).

공공연구기관의 기술이전 성과확대를 위한 많은 국내외 연구들이 진행되었다. Thursby, Kemp (2002)는 미국 대학의 기술이전 성과는 연구자와 직원의 역량뿐만 아니라 기술이전 전담조직의 인원수가 긍정적인 영향을 미친다고 주장하였고, Siegel, Waldman, Link (2003)는 공공기술 이전에서 연구자와 기술이전 담당 직원에 대한 보상 시스템이 가장 중요하다는 것을 확인했다. 임채윤, 이윤준 (2007)은 기술분야별, 기술수명주기별로 기술에 대한 수요의 차이가 발생하며, 기술이전 전담조직과 연구

관리시스템 수준에 따라 기술이전 성과가 달라진다는 것을 확인했다. 박지원, 윤수진, 박범수 (2007)는 로지스틱 회귀분석을 통해 기업의 보유제품과 연계성이 높고 호환성이 높은 기술일수록 이전된 기술의 사업화 성공률이 높다는 것을 검증했다. 이처럼 공공기술이전의 결정요인에 대한 연구는 주로 기술, 기술공급자, 기술거래 환경 관점에서 이루어져 왔다. 하지만 기술도입자의 특성은 Bozeman (2000)이 제시한 기술이전의 조건부 효과성 모델에서 기술이전을 결정하는 중요한 요인중 하나다. 공공기술이전의 결정요인을 다차원적으로 이해하기 위해서는 기술도입자에 관한 연구가 보완되어야 하며, 특히 국내 공공기술이전에서 중소기업의 특성을 살펴보는 것이 매우 중요하다. 때문에 “어떤 중소기업이 공공기술이전을 받는가? 공공기술이전을 받은 중소기업의 특성은 어떠한가?”라는 질문에 관한 연구가 필요하다. 그림 2-8과 같이 공공연구기관이 꼽은 기술이전·사업화에 있어 가장 큰 장애요인도 수요기업 발굴의 어려움 (22.4%)으로 조사되었지만 기술도입자 관점의 연구는 부족한 실정이다.

<그림 2-8> 공공연구기관의 기술이전·사업화 장애요인



출처: 2021년 기술이전 사업화 실태조사 보고서

배지혁, 양동우 (2011)는 정부출연연구소로부터 공공기술을 이전받은 기업의 특성과 기술사업화 성과의 연관성을 분석하여 공공기술사업화 성과에는 경영자 요인이 정(+)의 영향이 있는 것으로 확인했다. 서일원 (2017)은 기존 연구가 대학, 연구소의 기술공급에 관한 요인과 효율성 분석에 국한되어 왔음을 지적하며 공공기술 사업화가 기업의 기술수준과 재무적 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 기존 연구와 달리 기술도입기업 관점에서 공공기술의 사업화 성공요인을 찾고자 한 것으로 의미가 있다. 그러나 기술이전이 기술사업화 활동에 선행되는 점을 고려할 때 기업이 기술을 도입하는 시점인 기술이전 단계의 기업특성에 관한 연구가 보완되어야 한다. 관련 연구가 부족한 것은 기업특성과 기술이전정보는 영업비밀로 취급되어 연구를 위한 데이터 획득, 인터뷰, 설문 등이 어려운 점이 원인으로 추측된다.

라. 기술보증기금의 기술이전 및 사업화 지원업무

<그림 2-9> 기술보증기금의 기술이전·사업화 지원업무 절차 및 성과



출처: 2020년 기술보증기금 연차보고서

기술보증기금은 중소기업이 필요로 하는 기술을 이전받아 사업화를 원활히 추진할 수 있도록 기술탐색, 기술이전 중개, 사업화 금융을 지원하여 개방형 기술혁신 생태계의 조성을 촉진하고 있다. 이를 위해 기술거래 플랫폼인 Tech-Bridge 및 2Win-Bridge¹⁰⁾를 구축하고 전국 8개 기술혁신센터를 설치·운영하여 온·오프라인 융합형 기술거래 인프라를 확보하고 있다.

기술유통 온라인 플랫폼인 Tech-Bridge는 기술의 수요정보와 공급정보를 한데 모아서 기업에 맞춤형으로 제공하고 있으며 KTMS(Kibo Technology Matching System)가 탑재되어 있어 수요기술과 공급기술을 자동으로 매칭하여 추천한다. 현재 공공연 공급기술 약 39만 건을 확보 중이며 매년 1,500건 이상의 수요기술을 발굴하여 기업, 연구기관, 기술거래기관 등 시장 참여자에게 제공하고 있다. 기술거래 지원과 함께 기술보증(IP인수보증)을 통한 기술도입 및 상용화를 위한 자금을 공급함으로써 중소기업의 기술탐색, 기술이전계약, 상용화를 위한 원스톱 서비스를 제공하고 있다. 2020년에는 900건의 기술을 이전하였으며 613억원의 보증을 지원하였다.

중소벤처기업부는 2020년에 ‘Tech-Bridge 활용 상용화 기술개발사업’ 신설하였는데, 이는 기술보증기금의 Tech-Bridge를 통해 중소기업으로 이전된 소재·부품·장비 관련 공공기술의 상용화를 목적으로 한다. 또한 기술보증기금은 '21년 4월 「중소기업기술혁신촉진법」 개정으로 중소기업 기술거래 사업화 전담기관으로 지정되어 올해부터 중소기업의 공공기술 이전, 사업화 로드맵 수립, 후속개발 등을 지원할 계획이다.

제 2 절 경영주의 특성과 기술혁신

경영주의 특성은 기업활동에 큰 영향을 미친다(Papadakis and Barwise, 2002). Hambrick and Mason(1984)은 경영주의 경험, 추구하는 가치 등이 기업의 전략적 결정에 큰 영향을 미친다고 하였다. 대기업의

10) 중소기업 보유기술(신탁기술)을 대기업, 중견기업으로 이전하기 위한 플랫폼

경우 경영진의 지원이 개방형 혁신활동에 중요한 요인으로 작용하지만 (Chesbrough and Brunswicker, 2013, Moratara et al., 2011) 규모가 작은 중소기업의 혁신활동에는 경영주가 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Marcati et al., 2008).

표 2-5 선행연구와 같이 대표자의 다양한 특성은 기업의 기술혁신 및 개방형 혁신에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. Barker III et al.(2011)은 1,000개 기업에 대한 계량 분석을 통해 대표자가 연령이 낮을수록, 주식지분, 엔지니어 및 R&D 경력, 과학기술 분야 학위수준이 높을수록 기업의 R&D 투자가 활발한 것으로 확인하였다. 또한 Ahn, J. M. et al.(2018)은 학력, 경력, 기업가 정신 수준은 개방형 혁신에 정의 효과를 미친다고 하였으며, Barrett, G. et al.(2021)도 학력, 경력, 네트워크 수준이 높을수록 개방형 혁신이 활발한 것으로 확인하였다. 이처럼 경영주의 역량은 기업 혁신활동 전반에 영향을 미치기 때문에 중소기업의 공공기술이전과의 상관관계도 살펴볼 필요가 있다. 특히 대표자의 학력과 경력은 선행연구에서 공통적으로 R&D투자, 개방형 혁신과의 관계가 확인되어 그것이 공공기술이전에서도 결정요인으로 작용하는지 연구할 필요가 있다.

<표 2-5> 대표자 특성과 기술혁신 관련 선행연구

저자	연구내용	대표자 특성 변수
Barker III, V. L., & Mueller, G. C. (2002)	대표자 특성이 기업의 R&D 투자에 미치는 영향	근무기간, 나이(-), 주식지분(+), 엔지니어 및 R&D 경력(+), 과학기술 학위(+)
Ahn, J. M., Minshall, T., & Mortara, L. (2018)	중소기업의 대표자 특성이 개방형 혁신에 미치는 영향	학력(+), 경력(+), 기업가 정신(+)
이인기, 양동우 (2016)	대표자의 기술역량이 경영성과(연구개발활동)에 미치는 영향	학력(+), 경력(+)
Barrett, G., Dooley, L., & Bogue, J. (2021)	고기술 중소기업의 대표자 특성이 개방형 혁신에 미치는 영향	학력(+), 과학 및 공학 전공(+), 경력(+), 네트워크(+)

(+) 기술혁신에 '정'의 효과, (-) 기술혁신에 '부'의 효과

제 3 절 흡수역량과 기술혁신

1. 흡수역량의 개념

중소기업의 개방형 혁신활동에 있어 기업의 특성과 같은 내부적 요인은 외부적 요인에 비해 더욱 중요하게 작용한다 Hoffman et al. (1998). 기업 내부적 요인의 중요성은 흡수역량(absorptive capacity) 이론(Cohen and Levinthal, 1990)으로 뒷받침 된다.

Cohen and Levinthal(1990)은 흡수역량을 '외부의 지식을 찾아내고 인식하여 내부의 지식으로 소화하고 체득(활용)하는 행위 능력'이라고 정의하고, 이를 통해 기업은 제품개발, 공정개선 등과 같은 혁신을 일으키게 된다고 설명하고 있다. 즉, 새롭게 획득한 외부 지식을 기업의 기존 역량과 어떻게 조화시켜 활용할 수 있는가에 대한 능력, 이를 흡수역량이라고 한다는 것이다. 흡수역량은 외부의 지식을 활용하는 능력으로, 새로운 정보의 가치를 인식하고 획득하여 상업적 목적으로 활용할 수 있게 한다 (Todorova and Durisin, 2007).

Cohen and Levinthal(1990)은 새로운 기술적 지식을 인지하고 획득하였을 때 기업이 그와 관련된 지식을 이미 보유하고 있다면, 그 지식에 포함된 최근의 과학적, 기술적 요소를 통해 새로운 것을 이해하고 받아들일 수 있는데 있어 더욱 효율적일 수 있으며, 나아가 새로운 제품이나 아이디어를 얻는데 매우 용이한 결과를 가져올 수도 있다고 주장하였다. 즉, 기술혁신을 수행하는 과정에 있어서, 해당 조직이 보유하고 있는 축적된 사전 지식정도와 기술혁신 과정상의 노력·의지(기술학습 능력, 기술전략, 기술 리더십, 개방형 혁신 등) 정도에 따라 혁신 성과에 영향을 줄 수 있는 역량이 바로 '흡수역량'이라는 것이다.

흡수역량에 대한 또 다른 대표적인 정의는 Lane and Lubatkin(1998)

와 Zahra and George(2002)를 들 수 있는데, 먼저 Lane and Lubatkin(1998)는 흡수역량을 '새로운 지식자원을 인식하고 활용하여 새로운 지식을 창출, 내재화(또는 전달) 및 활용 할 수 있는 능력'이라고 정의하였으며, Zahra and George(2002)는 기업의 흡수역량을 '기업의 경쟁력 강화를 위해 외부로부터 지식을 획득하고 이를 내재화 할 수 있도록 변환시키고 응용하여 활용하는 조직 활동 능력'으로 설명하고 있다.

2. 흡수역량과 혁신활동의 상관관계

흡수역량은 다수의 연구를 통해 R&D 투자 비중 Cohen and Levinthal (1989), 특허보유수 Ahuja and Katila (2001), R&D 인력 비중 Veugelers (1997), 인센티브 시스템 Vandenbosch, Volberda, De Boer (1999) 등으로 측정되었다. 흡수역량을 보유한 기업들은 외부 지식을 평가하는 더 많은 역량을 갖게 된다 (Leonard-Barton, 1988; Martin and Salomon, 2003). Zhao et al. (2005)에 따르면 흡수역량은 두 방법으로 기술획득에 영향을 미친다. 첫째, 기업들은 외부 기술의 가치를 확인하고 평가하는 능력과 획득된 기술을 동화하고 내부화하는 능력을 가져야 한다. 둘째, 외부로 부터 기술도입은 리스크와 불확실성을 포함한다. 그러나 흡수역량을 보유한 기업은 외부기술을 검토하고 평가할 수 있는 역량을 갖기 때문에, 기업들은 기술협력을 더욱 확신하게 되고 기술도입과 관련된 불확실성과 리스크를 인내할 의지가 생기게 된다. 실제로 Lin, Chang and Chang (2004)은 흡수역량이 기술이전 성과에 중요한 요인으로 작용한다고 밝혔다.

Cohen and Levinthal (1990)은 조직의 흡수역량은 조직구성원 개개인의 흡수역량에 의존한다고 주장했다. 다수의 연구에서 기술인력의 교육 수준, 기술적 경험 등이 기술혁신에 결정적 요인으로 작용함이 밝혀졌다 (Shefer and Frenkel, 1998; Koschatzky et al., 2001; Romijn and Albaladejo, 2002; Hu, 2003).

흡수역량과 관련이 없지만 기업의 혁신활동에 영향을 주는 요인으로는 기업의 규모, 업력, 업종 등이 있다. Pekovic et al. (2015)는 기업의 규모가 증가할수록 연구개발에 투자하는 규모가 커진다고 주장한 반면, Baumann and Kritikos (2016)은 기업의 규모가 작을수록 연구개발 강도가 크게 나타난다고 하였다. Balasubramanian and Lee (2008), Coad, Segarra and Teruel (2016)은 업력과 혁신활동과의 관계를 분석하여 업력이 낮은 창업기업에서 혁신활동이 보다 강하게 추진된다는 것을 확인했다.

제 4 절 선행연구와의 차별성

본 연구는 앞서 살펴본 선행연구와 다음과 같은 차별성을 갖는다. 첫째, 공공기술이전은 대학, 연구소, 기술거래기관, 기업 등 다양한 이해관계자의 상호작용에 의해 결정되지만 대부분의 연구가 대학, 연구소 등 기술공급자 관점에서 이루어져 왔다(Thursby, Kemp, 2002, Siegel, Waldman, Link, 2003). 본 연구는 기술이전의 결정요인을 비중있는 기술수요자인 중소기업의 특성에서 확인하였다는 점에서 의미가 있다.

둘째, 중소기업의 내부적 특성을 경영주의 역량과 흡수역량 이론을 통해 설명하고 연구개발 인력의 역량, 연구개발에 대한 투자, 지식재산권 보유 수준 등 선행연구를 통해 확인된 다양한 흡수역량에 대한 조작적 정의를 적용하여 공공기술이전과의 상관관계를 확인하였다. 이를 통해 공공연구 성과의 확산과 중소기업의 개방형 혁신을 촉진하기 위한 정책적 함의를 도출하고자 하였다.

셋째, 기업정보에 대한 접근이 제한적인 상황에서 기업의 특성과 기술이전과의 상관관계의 확인을 위해 기존연구는 일부 기업에 대한 설문에 의존하였다(Lin, Chang and Chang, 2004). 본 연구에서는 기술보증기금의 실제 중소기업에 대한 기술금융, 기술이전·사업화 지원을 통해 확보된 통계 정보를 활용하여 보다 객관적이고 정확한 분석을 시도하였다.

또한 Rosenbaum and Rubin(1983)이 처음 제시한 성향점수매칭 (Propensity Score Matching)을 적용하여 통제집단 표집시 발생할 수 있는 선택편향의 문제를 해결하고자 하였다.

제 3 장 연구의 설계 및 분석방법

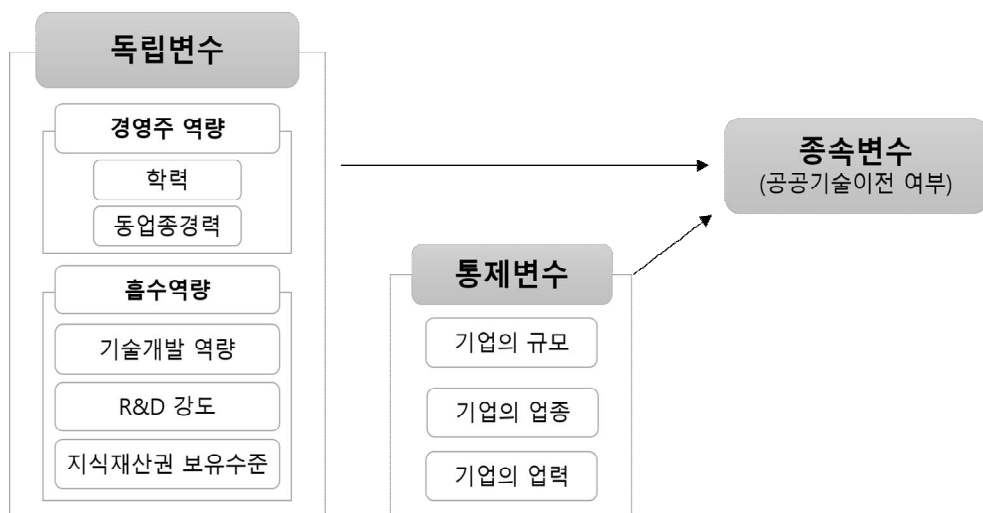
제 1 절 연구모형과 가설

1. 연구모형

본 연구는 중소기업의 경영주 역량, 기술개발역량, R&D 강도, 지식재산권 보유수준과 같은 흡수역량 요인이 공공기술이전 결정에 어떠한 영향을 미치는가에 관한 것이다. 이를 위해 그림 3-1과 같이 연구모형을 구성하였다.

독립변수는 경영주 역량 및 흡수역량으로 구분하고 경영주 학력, 동업종경력, 기술개발 역량, R&D 강도, 지식재산권 보유수준이 공공기술이전과 어떤 상관관계를 갖는지 살펴보았다. 독립변수 외에 종속변수에 영향을 줄 수 있는 기업의 규모, 업종, 업력은 통제하였다.

<그림 3-1> 본 연구의 연구모형



2. 변수의 정의

연구변수는 앞서 살펴본 경영주 역량 및 흡수역량, 기술혁신과의 관계에 관한 선행연구와 중소벤처기업부 고시 「기술혁신형 중소기업(Inno-Biz) 제도 운영규정」의 별표3. 기술혁신시스템 평가표의 변수 측정 방법을 참조하여 다음과 같이 정의하였다.

독립변수는 경영주 역량, 흡수역량으로 구분되며, 경영주 역량은 학력 및 동업종 종사경력, 흡수역량은 기술개발역량, R&D강도, 지식재산권 보유수준으로 구성된다. 경영주의 학력은 범주형 변수로 ‘고졸이하’, ‘전문학사’, ‘학사’, ‘석사’, ‘박사’로 구분하였으며, 전문학사 이상은 전공이 기업의 업종과 유관한 경우에 한하여 인정하였다. 예를 들어 기계 제조업 영위중인 기업은 기계공학, 재료공학 등의 학위를 보유한 경우에 한하여 해당 학력으로 인정된다. 경영주의 동업종 종사경력은 해당기업 재직기간에 한국표준산업분류¹¹⁾의 중분류 이상 동일한 업종에서 근무한 경력을 더하여 활용하였다. 기술개발역량은 기업부설연구소, 연구개발전담부서 등 기술개발조직을 보유하고 해당 부서에 근무하는 근로자수를 전체 근로자수로 나눈 값을 활용하였다. R&D강도와 지식재산 보유수준은 Inno-Biz 제도 운영규정의 기술혁신시스템 평가표를 참조하였다. R&D강도는 연구개발비를 매출액으로 나눈 값으로 정의하였는데, 연구개발비는 재무상태표상의 개발비 증가액(당기 개발비-전기 개발비), 손익계산서의 경상연구개발비, 제조원가명세서의 경상개발비를 합산하였다. 지식재산 보유 수준은 특허등록은 건당 3점, 특허출원은 건당 1점으로 환산한 수치를 활용하였다. 예를 들어 기업 또는 대표자가 보유한 특허등록가 2건이고 출원중인 특허가 1건인 경우 7점으로 환산한다.

11) 한국표준산업분류는 대분류, 중분류, 소분류, 세분류, 세세분류로 구분된다. 예를 들어 세세분류가 산업용가스 제조업은 (세분류) 기초 무기화학 물질 제조업, (소분류) 기초 화학물질 제조업, (중분류) 화학물질 및 화학제품제조업으로 분류된다.

종속변수는 이진형 변수로 공공연구기관(대학, 연구소)으로부터 기술이전을 받은 경우 '1', 기술이전을 받지 않은 경우 '0'으로 설정하였다. 통제변수는 흡수역량 이외에 공공기술이전 결정에 영향을 줄 수 있는 기업의 규모, 업종, 업력으로 구성하였다.

지금까지 살펴본 주요 변수의 조작적 정의를 정리하면 표3-1과 같다.

<표 3-1> 주요변수의 정의

변수분	변수명	유형	설명
독립 변수	경영주 학력	범주형	고졸이하(0), 전문학사(1), 학사(2), 석사(3), 박사(4) * 전문학사 이상은 업종과 관련한 학위인 경우만 인정
	경영주 동업종 경력	연속형	한국표준산업분류상 중분류 이상 동일한 업종에서 근무한 경력을 연수로 환산하여 활용
	기술개발역량	연속형	종업원수 대비 연구개발전담인력 비중(%)
	R&D강도	연속형	당기매출액 대비 당기연구개발비 비중(%) * 연구개발비 = 재무상태표상의 개발비 증가액(당기 개발비-전기 개발비) + 손익계산서상의 경상개발비·연구비, 개발비 상각액 + 제조원가명세서상의 경상개발비 등
	지식재산권 보유수준	연속형	특허 등록(건당 3점), 특허출원 건수(건당 1점) * (예시) 특허등록 2건, 특허출원 1건인 경우 총점 7점
통제 변수	기업의 규모	연속형	log 당기 총자산
	기업의 업종	범주형	한국표준산업분류 세분류 기준
	기업의 업력	연속형	창업일 이후 통계일까지를 년수로 환산하여 활용
종속 변수	공공기술이전 여부	이진형	공공연구기관 기술이전 여(1), 부(0)

3. 연구가설 설정

본 연구에서는 독립변수를 1. 경영주의 학력, 2. 경영주의 동업종 종사 경력, 3. 기술개발 역량, 4. R&D 강도, 5. 지식재산권 보유 수준으로 구분하고 독립변수가 공공기술이전에 어떠한 영향을 미치는지 분석하여 중소기업의 공공기술이전 결정요인을 도출하고자 한다.

중소기업, 특히 창업기업이나 중소기업의 혁신활동은 경영주의 판단과 의사결정에 영향을 크게 받는다. 경영주가 도전적이고 적극적인 특성을 가질 경우 혁신에 대한 투자를 활발히 추진한다 (김영조, 2007). 혁신에 대한 최고경영자의 적극적인 지원은 내부적 장애를 극복할 수 있는 수단이 되며 보다 효율적인 혁신성과를 달성할 수 있다(Rothwell, 1992). 이 인기와 양동우(2016)는 CEO의 기술적 역량은 기업의 기술적 역량에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 고학력일수록, 동업종종사경험이 많을수록 연구개발 활동에 적극적임을 확인하였다.

가설 1. 중소기업 경영주 역량은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

- 1-① 경영주의 학력은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- 2-② 경영주의 동업종 종사 경력은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

Veugelers (1997)은 R&D 인력의 비중, 학력수준이 흡수역량에 영향을 준다고 보았으며 혁신활동 수준과 유의미한 상관관계가 있음을 확인했다. 중소기업의 R&D인력 비중이 큰 경우 기술탐색을 위한 대학, 연구소와 인적 네트워크가 구축되어 있을 가능성이 높고 공공연구기관이 보유한 기술 평가하고 내부화하는 능력은 기술이전에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

가설 2. 중소기업의 흡수역량은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

- 2-① 중소기업의 기술개발인력 비중은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

다수의 연구에서 흡수역량의 조작적 정의를 R&D 강도(R&D투자액을 매출액을 나눈 값)로 설정하였다. (Belderbos et al., 2004; Mowery et al., 1996; Oltra and Flor, 2003; Stock, Greis, and Fischer, 2001; Tsai, 2001). 기업이 R&D에 비중을 높게 두고 사업을 추진한다는 것은 혁신 활동과의 연계성이 높다고 볼 수 있다. Tsai (2001)는 기업의 R&D 강도가 혁신활동과 성과에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인했다.

2-② 중소기업의 R&D 강도는 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

Pisano (2006), Brouwer and Kleinknecht (1999)는 지식재산권 보유수준이 혁신 네트워크를 보다 더 넓게 확산시킨다는 것을 확인했다. Lichtenthaler (2010) 또한 기업의 지식재산권 포트폴리오가 개방형 혁신의 중요한 결정요인이라는 것을 실증했다.

2-③ 중소기업의 지식재산권 보유수준은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

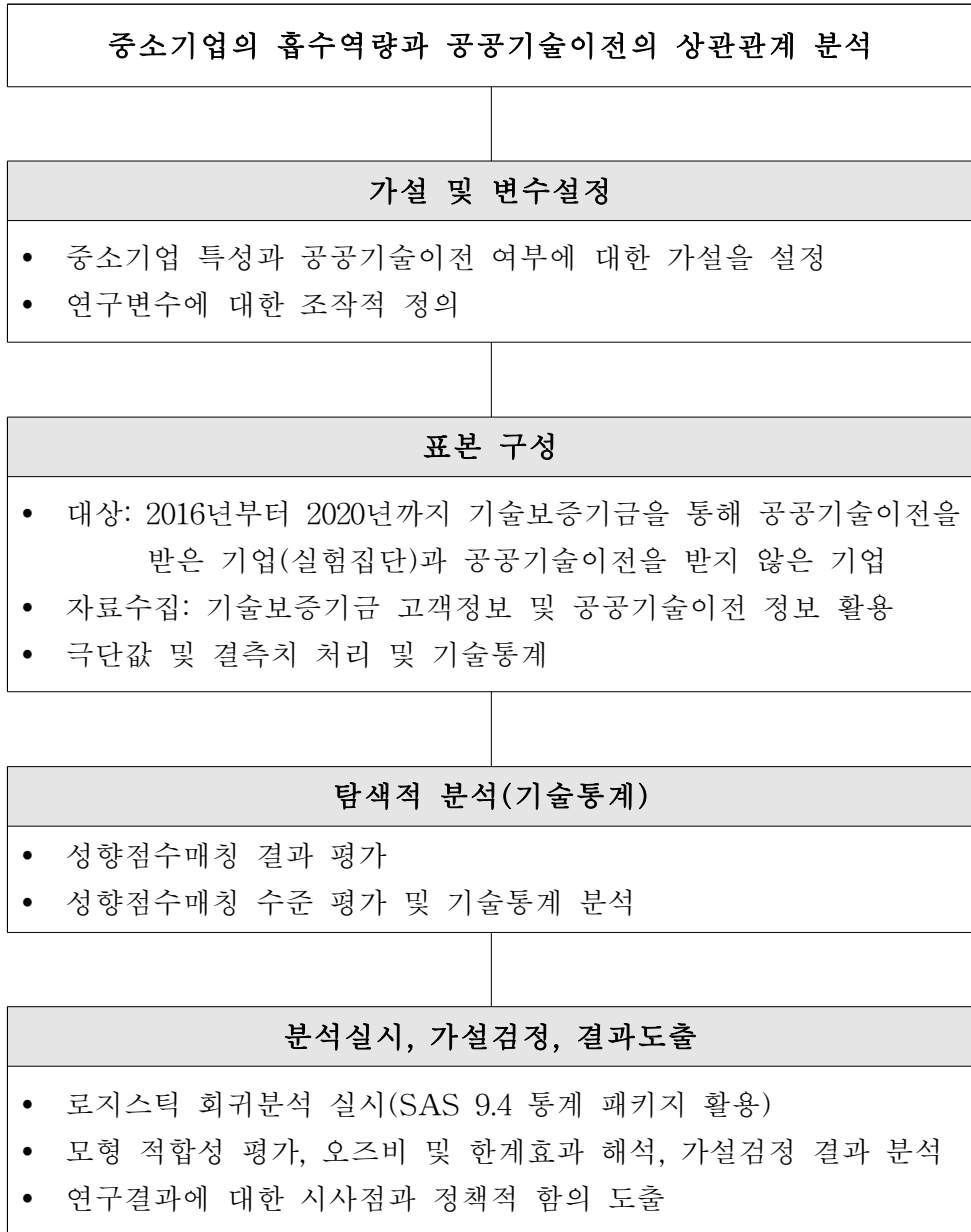
<표 3-2> 본 연구의 가설

1	중소기업 경영주 역량은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
	① 경영주의 학력은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
	② 경영주의 동업종 종사 경력은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
2	중소기업 흡수역량은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
	① 중소기업의 기술개발인력 비중은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
	② 중소기업의 R&D 강도는 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
	③ 중소기업의 지식재산권 보유수준은 공공기술이전에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

제 2 절 연구방법

1. 연구절차

<표 3-3> 연구 절차도



2. 분석대상 및 분석방법

본 연구에서는 기술기반 중소기업을 대상으로 기술평가, 기술보증, 기술이전 및 사업화를 지원하고 있는 기술보증기금의 고객기업 데이터베이스를 활용할 예정이다. 기술보증기금은 2014년부터 테크브릿지라는 온라인 기술거래 플랫폼을 구축하고 공공기술을 중소기업에 이전하는 업무를 추진 중이다. 2016년에서 2020년 까지 5년간 공공기술을 이전받은 기업과 이전받지 않은 기업에서 표본을 추출할 계획이다. 성향점수매칭(PSM: propensity score matching)을 통해 기술보증기금과 거래중인 기업중 공공기술을 이전받지 않은 기업을 통제집단으로 표집할 계획이다.

공공기술이전과 중소기업의 특성의 상관관계를 분석하기 위해서는 공공기술이전을 받은 기업과 공공기술이전을 받지 않은 기업의 특성을 비교해야한다. 이러한 관찰연구 중에서 본 연구와 같이 두 군을 비교하는 연구는 대부분 비무작위 표본 추출을 기준으로 진행되어 왔지만 비무작위 표본 추출은 선택편의(selection bias)를 통제할 수 없는 문제점을 가지고 있다. 선택편의는 집단간 이질성으로 인해 발생하는 것으로, 분석결과에 대한 올바르지 못한 추론을 하게 하거나 결과를 과소 혹은 과대 추정하는 오류를 발생시킨다.

PSM은 Rosenbaum and Rubin(1983)이 처음 제시한 방법론으로, 실험 집단과 유사한 비교집단을 인위적으로 구성하는 방법이다. Rosenbaum and Rubin(1983)은 성향점수를 이용한 평균 처리 효과(average treatment effect, ATE)를 제안하였고, 그들의 논문에서 관찰 자료의 인과관계를 보다 명확히 계산하기 위한 방법으로 성향 점수라는 용어를 처음 소개 하였다. 이 방법은 관측된 공변량벡터가 주어졌을 때 특정한 처리에 배정될 조건부 확률로 정의하고 있다. 성향 점수는 실험집단과 통제집단 간에 비교하고자 하는 처리변수 이외의 유사하지 않게 분포된 변수들을 통제하는 기법 중 하나이다. 조건부 확률에 대한 예측은 모형화된 결과로부터 성향점수(Propensity score)를 추정함으로써 구할 수 있

고, 준-랜덤화 실험과 비슷한 효과를 갖게 한다.

PSM을 통해 통제집단을 선정하는 경우 실험집단과 통제집단의 관찰 가능한 특성들은 상당히 유사한 분포를 갖게 되어 선택 편이의 통제 효과를 갖게 된다. 하지만 이러한 성향 점수는 관찰 가능한 특성만을 고려하여 특정 사업을 지원 받게 될 조건부 확률을 측정하는 것이므로 성향 점수 매칭으로는 관측 가능한 특성에 대한 통제만 가능하며 관측할 수 없는 특성의 통제는 원천적으로 불가능하다는 한계점을 가지고 있다.

PSM이 등장한 이후로 다양한 매칭방법이 소개되었으나, 최근에는 Greedy matching method와 Optimal matching method를 많이 사용한다. 이 두가지 방법은 다른 PSM의 장점들을 사용하여 이루어지며, 방대한 양의 자료를 다루기에 적합하다 (이동규, 2016). PSM의 방법 중 가장 최근에 소개된 Optimal propensity score matching (OPMS)은 관찰연구에서 bias를 통제하는데 가장 많이 사용된다. OPMS는 유사한 propensity score를 가진 통제집단과 실험집단의 연구대상들이 하나의 계층으로 분류하여, 자료 전반에 걸쳐 층화를 시행한다. 여러 개의 계층으로 나누어지는 과정 중에 짝짓기가 이루어지며, 각 계층 내에서 처치 집단과 통제집단 표본수의 비율에 따라 매칭 프로세스가 결정된다. 이 방법으로 전체 표본에 대한 성향점수의 통계적 거리를 최소화하는 계층을 만들어 통계분석을 시행한다. 본 연구에 사용된 데이터에서 실험집단에 비해 통제집단의 표본수가 상대적으로 충분히 많아 성향점수 매칭을 통해 통제집단을 비교집단을 구성하기 유리한 환경이라 할 수 있다.

Propensity score가 같은 대상들만 매칭을 했다면 매칭이 완료된 자료는 완벽하게 균형을 이루는 실험집단과 통제집단을 가지게 된다. 그러나 propensity score는 propensity score model에 포함된 모든 공변량에 대한 확률이고, PSM은 propensity score가 가까운 것들끼리 매칭을 이루는 과정이다. 따라서 PSM후에는 매칭의 적절성에 대해 검정이 필요하다. SAS 9.4에서는 PSMATCH 프로시저를 통해 OPMS 등 다양한 PSM 방법과 매칭의 적절성 검정을 제공한다.

본 연구에서는 통제변수인 중소기업의 총자산, 업력, 업종을 공변량으로 설정하여 OPMS를 실시하고 매칭된 데이터를 분석대상으로 설정하였다.

본 연구에서는 이항 로지스틱 회귀분석을 통해 중소기업의 공공기술 이전 결정요인을 확인하고자 한다. 로지스틱 회귀분석은 종속변수가 이항변수(binary variable) 또는 다항변수(multinomial variable)일 때 사용하는 통계분석 방법으로 사회과학 연구에서 널리 사용되어 왔다 (Morrow-Howell and Proctor 1992; Long 1997; Stokes 2000; Harrell 2001). 행정학 연구에서 찬성과 반대와 같은 선택의 문제나, 특정 위험이나 행위의 존재 여부, 혹은 여러 대안 중 어느 것을 선택할지 등의 문제는 흔히 다루어지기 때문에 로지스틱 회귀분석의 활용범위는 매우 넓다 (고길곤, 2017).

제 4 장 실증분석 결과

제 1 절 주요변수의 일반적 특성

1. 기술통계 분석

본 연구에서 활용한 데이터의 총 관측값 수는 70,777개이다. 기술이전 기업이 공공기술을 이전받기 위해 대학, 연구소 등에 지불한 금액, 즉 기술료의 최소값은 0원, 최대값은 200억원, 평균값은 46백만원이다. 기술개발을 위한 투자의 관점에서 무상으로 또는 저가에 기술을 이전받은 기업은 기술이전기업에서 배제할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 최근 공공연구기관의 평균 기술료¹²⁾를 고려하여 기술이전기업은 기술료가 30백만(techtransfer30)원 이상인 경우로 정의하였다. 기술이전기업으로 분류된 관측값 수는 524개이고 일반기업으로 분류된 관측값 수는 70,253개이다.

본 연구에서 활용한 데이터는 기업이 제출한 자료를 기술보증기금 담당자가 전산에 입력한 것으로 입력시 오류가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 사분위수 범위(Inter-Quartile Range, IQR)을 활용하여 이상치를 제거하였다. $[Q_1 - 1.5 \times IQR, Q_3 + 1.5 \times IQR]$ 의 범위에 벗어난 위치에 있다면 이 관찰점을 이상치로 판단하였다. (고길곤 2019) 사분위수 범위를 활용하여 이상치 데이터 제거 후 연속형 변수의 기술통계는 표 4-1과 같다.

기술이전기업(13.47년)은 일반기업(14.46년)에 비해 대표자의 평균 동업종 종사경력이 짧다. 반면 기술개발인력 비중(기술이전기업 66.5%, 일반기업 56.7%)과 매출액 대비 R&D 투자 비중¹³⁾(기술이전기업 - 2.23, 일반기

12) 2021년 공공기술이전사업화 실태조사보고서에 따르면 계약건당 기술료는 2016년 24백만원에서 2020년 37백만원으로 증가하였다.

업 -3.17)은 기술이전기업이 크다. 특허권 보유 평균점수 또한 기술이전 기업(2.3점)이 일반기업(0.92점)보다 더 높다는 것을 알 수 있다. 공공기술 이전을 받은 기업군이 일반기업에 비해 자산규모는 더 크고, 기업 업력 또한 더 길다는 것을 알 수 있다.

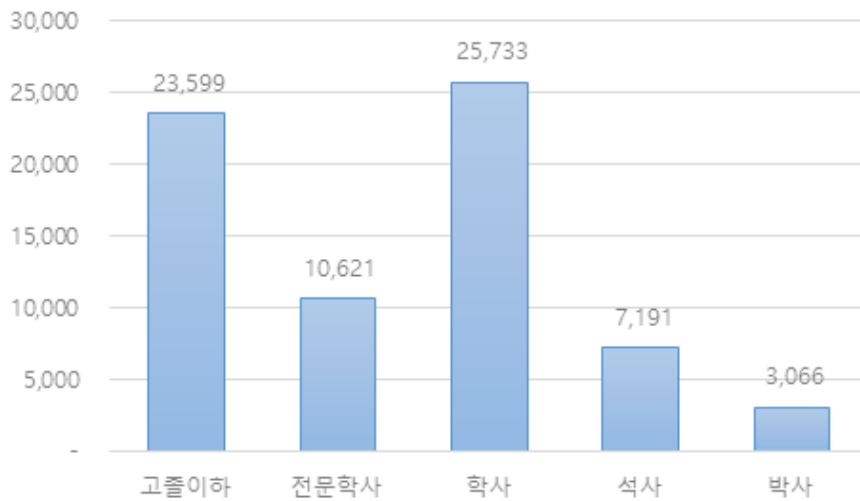
<표 4-1> 연속형 변수의 기술통계

구분	관측값 수	변수명	Label(변수설명)	평균	표준편차	최소값	최대값
일반 기업	70,253	career	대표자 동업종 경력년수	14.46	9.64	0.00	42.00
		techratio	기술개발인력 비중	0.57	0.35	0.00	1.00
		lnrndratio	매출 대비 R&D투자(로그)	-3.17	1.46	-7.05	0.83
		patentscore	특허권 보유 점수	0.92	1.75	0.00	7.00
		lnasset	총자산(로그)	20.47	1.71	15.76	25.33
		ageyear	기업 업력(년)	3.96	4.15	-0.02	16.90
기술 이전 기업	524	career	대표자 동업종 경력년수	13.47	8.69	0.00	42.00
		techratio	기술개발인력 비중	0.66	0.31	0.00	1.00
		lnrndratio	매출 대비 R&D투자(로그)	-2.23	1.49	-7.03	0.80
		patentscore	특허권 보유 점수	2.30	2.38	0.00	7.00
		lnasset	총자산(로그)	20.79	1.63	16.01	25.20
		ageyear	기업 업력(년)	4.34	4.05	0.03	16.80

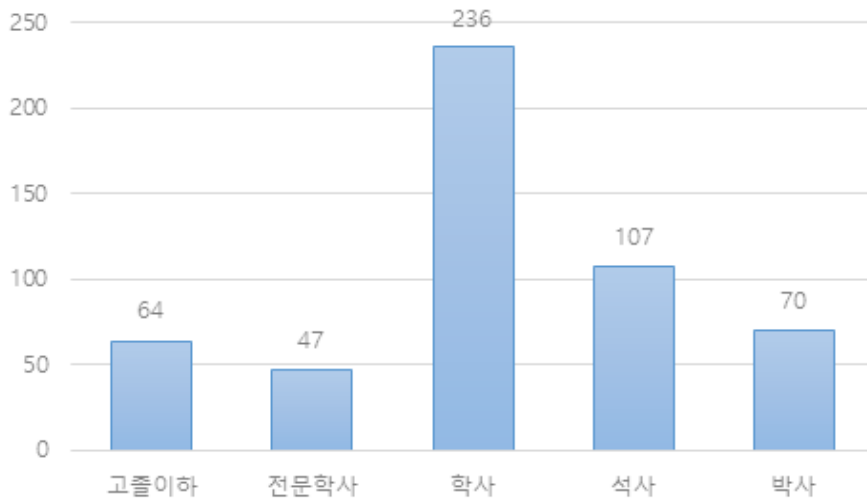
13) 로그값으로 이를 비율로 환산하면 기술이전기업 10.8%, 일반기업 4.2% 수준이다.

범주형 변수인 경영주의 학력(edu)의 분포는 그림 4-1, 그림 4-2와 같다. 기술이전기업과 일반기업은 학력 수준에서 큰 차이를 보인다. 최종학력이 학사 이상인 기업의 비중은 일반기업(51.3%)에 비해 기술이전기업(78.8%)에서 높게 나타난다.

<그림 4-1> 일반기업 대표자의 최종학력 빈도

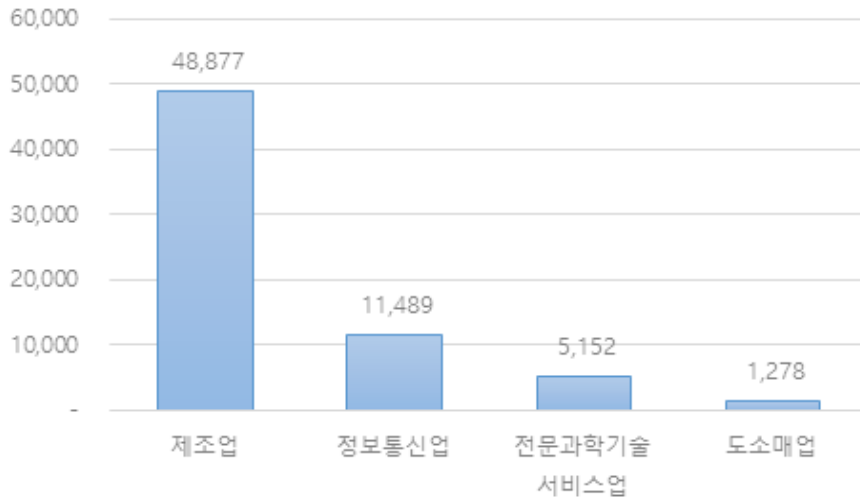


<그림 4-2> 기술이전기업 대표자의 최종학력 빈도

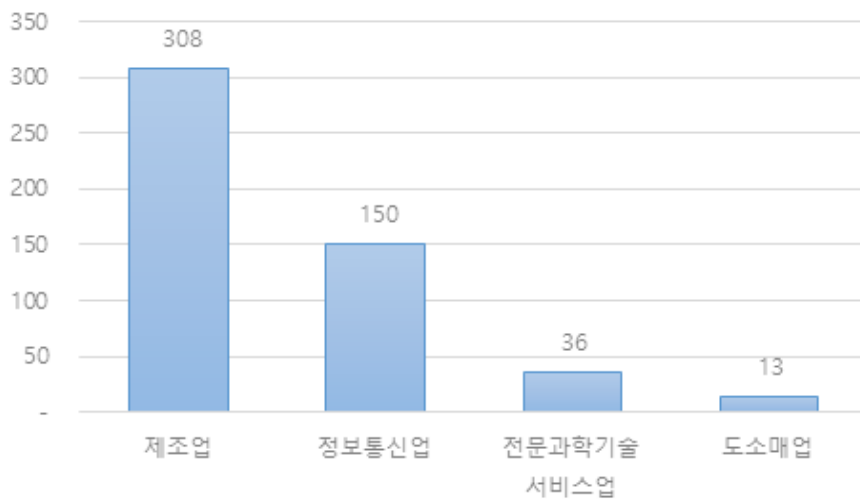


기업의 업종 분포는 그림 4-3, 그림 4-4와 같다. 기술이전 여부와 무관하게 제조업(make)의 비중이 가장 높으며, 정보통신업(tele), 전문·과학·기술 서비스업(serv), 도소매업(sale) 순이다.

<그림 4-3> 일반기업의 업종 빈도



<그림 4-4> 기술이전기업의 업종 빈도



2. 연속형 변수의 차이 검증

기술이전 여부에 따라 변수가 통계적으로 유의한 차이를 보이는지 검증해 볼 필요가 있다. t-test를 통해 기술이전 여부에 따른 연속형 변수의 차이를 검증하였다. 연속형 변수의 t-test결과는 표 4-2와 같다. 기술이전 여부에 따라 경영주의 동업종 종사경력(career), 기술개발역량(techratio), R&D강도(lnrndratio), 지식재산권 보유수준(patentscore), 기업의 규모(lnasset), 업력(ageyear)에서 차이가 유의수준 5% 하에서 통계적으로 유의미한 것으로 확인되었다.

<표 4-2> 연속형 변수 t-test 결과

변수	일반기업		기술이전기업		t-test	
	N	평균	N	평균	t	p
career	69,876	14.4568	523	13.4665	2.34**	0.0192
techratio	54,442	0.5669	496	0.6648	-6.22***	<.0001
lnrndratio	16,671	-3.1732	280	-2.2336	-10.71***	<.0001
patentscore	61,383	0.9186	323	2.3003	-14.12***	<.0001
lnasset	47,512	20.4703	436	20.7893	-3.87***	0.0001
ageyear	64,613	3.9591	490	4.3425	-2.04**	0.0417

p<0.05 *p<0.01

3. 범주형 변수의 연관성 분석

이러한 차이를 연관성 분석을 통해 확인한 결과는 표 4-3과 같다. 분석결과 카이제곱 통계량의 p-value가 <.0001 이므로 유의수준 1%하에서 ‘경영주 학력과 기술이전여부가 서로 독립이다’ 그리고 ‘기업의 업종과 기술이전여부가 서로 독립이다’라는 귀무가설을 기각할 수 있다. 따라서 기술이전여부에 따른 경영주의 학력과 업종 분포의 차이가 통계적으로 인정된다.

<표 4-3> 범주형 변수 연관성 분석 결과(카이제곱 통계량)

변수	자유도	값	확률
경영주 학력(edu)	4	241.3047***	<.0001
기업의 업종(business)	3	56.6195***	<.0001

***p<0.01

제 2 절 성향점수매칭

1. 성향점수매칭 결과

3장에서 언급한 바와 같이 본 연구에서는 SAS 9.4의 PSMATCH 프로시저를 통해 OPMS(Optimal propensity score matching)를 실시하였다. 매칭에 사용된 공변량은 통제변수인 기업의 규모(로그 총자산, lnasset), 업종¹⁴⁾, 업력(ageyear)이며, 칼리퍼(caliper) 값은 0.25로 지정하여 성향점수 표준편차의 0.25배 이내에 위치하는 관측점만 매칭되도록 하였다. 결측치를 제외하고 기술이전기업 정보는 403개 활용되었다. 매칭 전 유효한 일반기업 데이터는 42,307로 충분한 데이터가 확보되어 1:2 매칭을 실시하였다.

성향점수매칭 결과는 표 4-4와 같이 403개의 기술이전 기업데이터에 806개의 일반기업 데이터가 매칭되었다.

14) PSMATCH 프로시저에서 범주형 변수는 이항변수만 처리가 가능하여 업종을 제조업(make), 도소매업(sale), 전문·과학·기술 서비스업(serv), 정보통신업(tele), 기타업종(etc) 여부로 변환하여 매칭하였다.

<표 4-4> 성향점수매칭 결과

Matching Information	
Distance Metric	Logit of Propensity Score
Method	Optimal Fixed Ratio Matching
Control/Treated Ratio	2
Caliper (Logit PS)	0.126375
Matched Sets	403
Matched Obs (Treated)	403
Matched Obs (Control)	806
Total Absolute Difference	0.067671

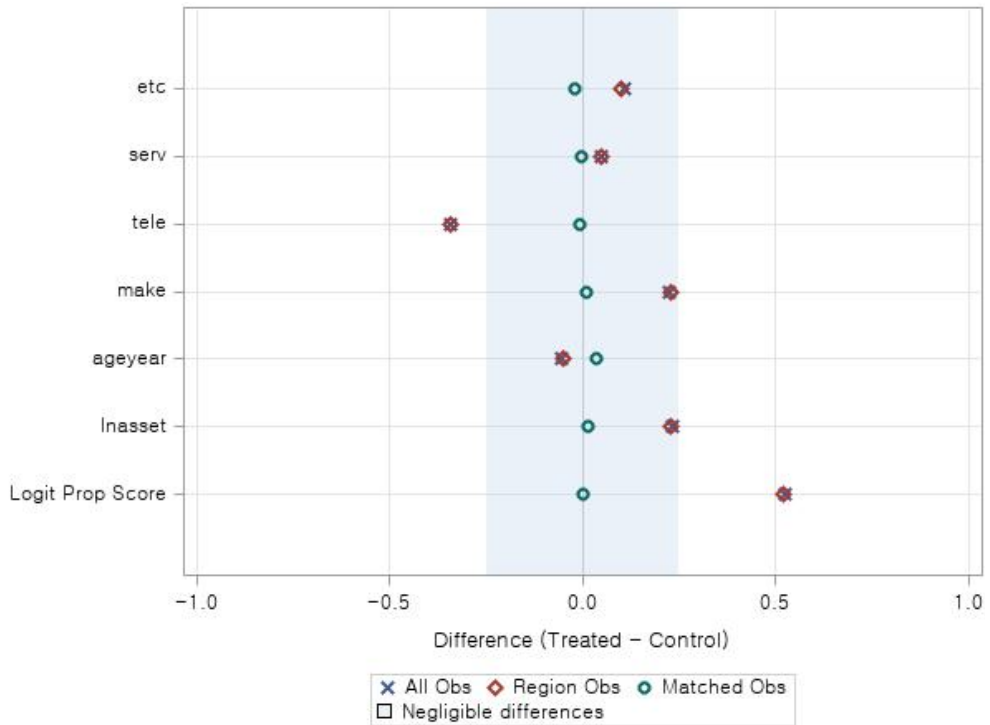
표 4-5은 처리집단과 통제집단의 성향점수에 대한 정보를 제공해주고 있다. 매칭이 이루어지기 전에는 처리집단과 통제집단의 성향점수 차이가 0.003점이었던 것이 매칭이 이루어진 표본에서는 0으로 줄어들었음을 알 수 있다.

<표 4-5> 성향점수 정보

구분	Treated(기술이전기업)					Control(일반기업)					Treated - Control Mean Difference
	N	Mean	std	Min	Max	N	Mean	std	Min	Max	
All	403	0.0123	0.0068	0.0027	0.0408	42307	0.0094	0.0053	0.0013	0.0732	0.003
Region	403	0.0123	0.0068	0.0027	0.0408	42129	0.0094	0.0052	0.0023	0.0459	0.003
Matched	403	0.0123	0.0068	0.0027	0.0408	806	0.0123	0.0068	0.0027	0.0411	0

그림 4-5는 매칭 전(X), 후(o)의 표준화된 평균차이(Standardized Mean Differences)를 나타낸다. 그림에서 음영으로 표시된 영역은 이 차이가 통계적으로 유의미하지 않은 영역을 나타낸다. 따라서 전체적으로 자료는 매칭 이후 기술이전기업과 일반기업간 기업의 규모(로그 총자산, lnasset), 업종, 업력(ageyear)의 차이가 없다고 판단할 수 있다.

<그림 4-5> 성향점수매칭에 따른 표준화된 평균차이



2. 성향점수매칭 수준 평가

<표 4-6> 성향점수매칭 수준 평가

변수	매칭전		매칭후	
	Standardized Difference	Variance Ratio	Standardized Difference	Variance Ratio
총자산(Inasset)	0.23391	0.9366	0.01353	0.9532
업력(ageyear)	-0.05513	0.9151	0.03449	1.1149
제조업(make)	0.22488	1.1461	0.01043	1.0038
전문과학기술 서비스업(serv)	0.04820	0.8506	-0.00484	1.0183
정보통신업(tele)	-0.34137	1.5733	-0.00898	1.0072
기타업종(etc)	0.10734	0.5851	-0.01963	1.1535

성향점수매칭 수준 평가결과는 표 4-6와 같다. Standardized Difference의 절대값이 0.1 이하로 그 값이 적을 수록 일반적으로 매칭의 질이 좋다고 판단된다(Normand et al. 2001, Mamdani et al. 2005, Austin 2009). 또한 Variance Ratio (통제집단의 분산 대비 처리집단의 분산비율)이 0.5에서 2사이면 균형화가 잘 이뤄졌다고 판단된다(Rubin 2001, Stuart 2010). 매칭후에 Standardized Difference가 0에 가깝게 감소하고 Variance Ratio가 0.5와 2사이에 분포하여 매칭의 질이 양호하고 균형화가 잘 이루어졌다고 평가할 수 있다.

3. 성향점수매칭 데이터의 기술통계 분석

<표 4-7> 성향점수매칭 후 연속형 변수의 기술통계

구분	관측값 수	변수명	Label(변수설명)	평균	표준편차	최소값	최대값
일반 기업	806	career	대표자 동업종 경력년수	14.75	8.63	0.00	42.00
		techratio	기술개발인력 비중	0.53	0.32	0.00	1.00
		lnrndratio	매출 대비 R&D투자(로그)	-3.04	1.40	-7.05	0.40
		patentscore	특허권 보유 점수	1.26	2.01	0.00	7.00
		lnasset	총자산(로그)	20.63	1.62	15.76	24.80
		ageyear	기업 업력(년)	5.01	3.78	0.12	16.89

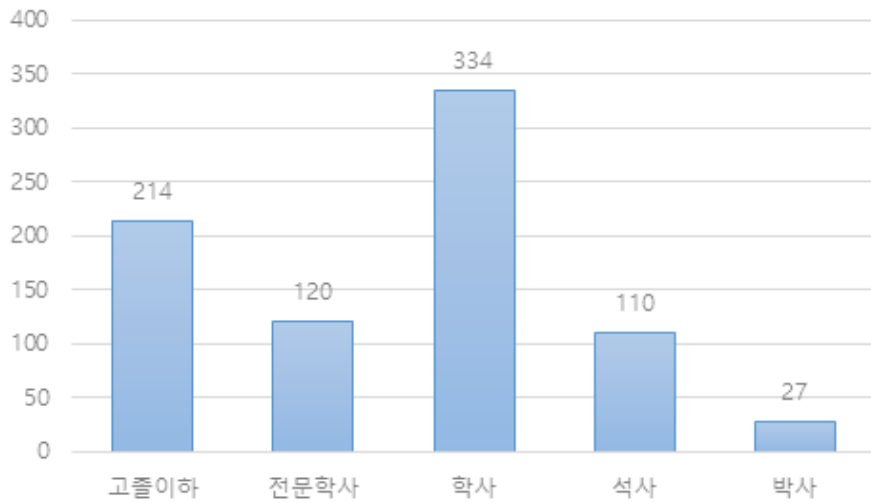
구분	관측값 수	변수명	Label(변수설명)	평균	표준편차	최소값	최대값
기술 이전 기업	403	career	대표자 동업종 경력년수	13.56	8.39	0.00	42.00
		techratio	기술개발인력 비중	0.65	0.30	0.00	1.00
		lnrndratio	매출 대비 R&D투자(로그)	-2.15	1.46	-6.45	0.80
		patentscore	특허권 보유 점수	2.70	2.44	0.00	7.00
		lnasset	총자산(로그)	20.65	1.58	16.01	24.27
		ageyear	기업 업력(년)	5.15	3.99	0.08	16.80

성향점수매칭 후 연속형 변수의 기술통계는 표 4-7과 같다. 독립변수의 경우 매칭전과 동일한 경향을 보인다. 기술이전기업(13.56년)은 일반기업(14.75년)에 비해 대표자의 평균 동업종 종사경력이 짧다. 반면 기술개발인력 비중(기술이전기업 64.9%, 일반기업 53.1%)과 매출액 대비 R&D 투자 비중¹⁵⁾(기술이전기업 -2.15, 일반기업 -3.04)은 기술이전기업이 크다. 특허권 보유 평균점수 또한 기술이전기업(2.7점)이 일반기업(1.26점)보다 더 높다는 것을 알 수 있다. 성향점수매칭 결과에 따라 자산규모와 기업의 업력은 기술이전기업과 일반기업의 차이가 크게 감소했다. 그 차이는 표 4-8 성향점수매칭 후 연속형 변수의 t-test 결과에서 자세히 설명 하겠다.

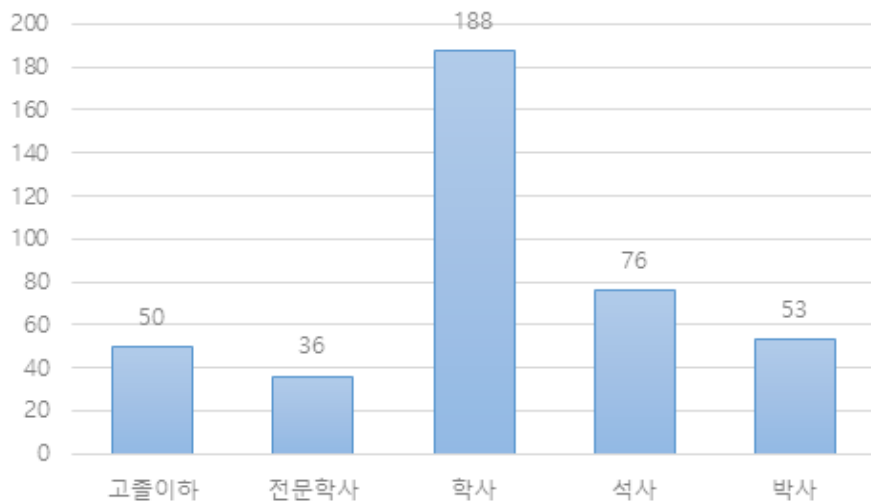
15) 로그값으로 이를 비율로 환산하면 기술이전기업 11.6%, 일반기업 4.8% 수준이다.

성향점수매칭 후 경영주의 학력(edu)의 분포는 그림 4-6, 그림 4-7과 같다. 매칭전 자료와 동일하게 기술이전기업과 일반기업은 경영주의 최종 학력에서 큰 차이를 보인다. 일반기업(58.5%)에 비해 기술이전기업(78.7%)은 경영주의 학력이 학사 이상 비중이 높은 경향을 보인다.

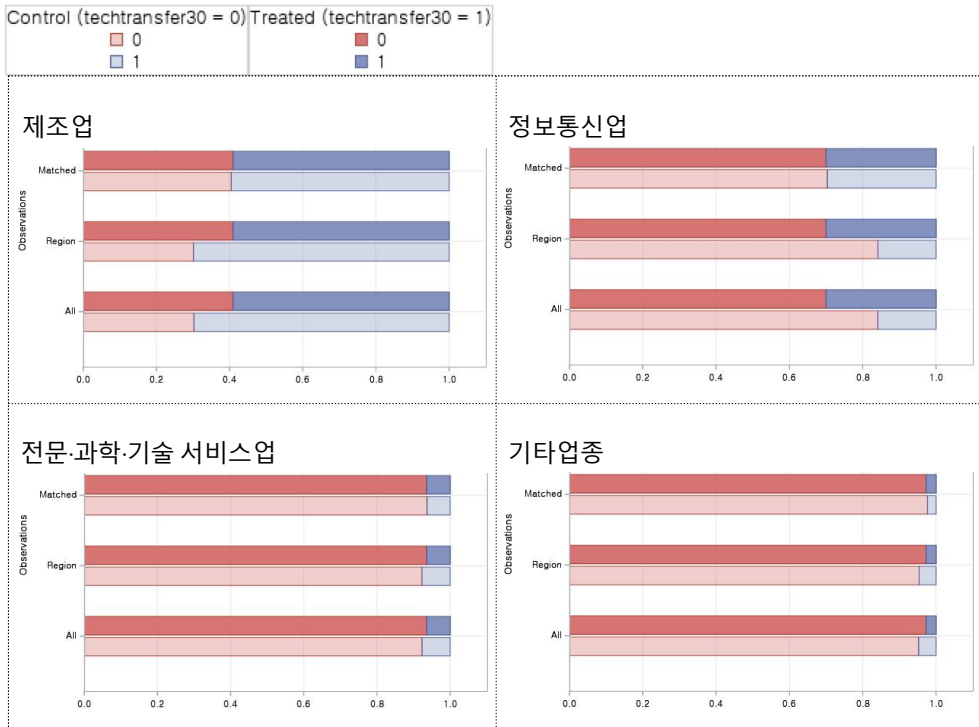
<그림 4-6> 성향점수매칭 후 일반기업 대표자의 최종학력 빈도



<그림 4-7> 성향점수매칭 후 기술이전기업 대표자의 최종학력 빈도



<그림 4-8> 성향점수매칭 전·후 업종 빈도 비교



성향점수매칭 전·후 기업의 업종 분포는 그림 4-8과 같다. 진한색 음영은 기술이전기업, 연한색은 일반기업의 업종분포이다. 매칭전 자료와 동일하게 기술이전기업과 일반기업은 경영주의 최종 학력에서 큰 차이를 보인다. 일반기업(58.5%)에 비해 기술이전기업(78.7%)은 경영주의 학력이 학사 이상 비중이 높은 경향을 보인다.

성향점수매칭 후 연속형 변수의 t-test를 실시한 결과는 표 4-8과 같다. 기술이전 여부에 따라 연속형 독립변수인 경영주의 동업종 종사경력 (career), 기술개발역량(techratio), R&D강도(lnrndratio), 지식재산권 보유 수준(patentscore)에서 통계적으로 유의미한 차이를 확인할 수 있었다. 반면, 성향점수매칭에서 사용된 공변량인 기업의 규모(lnasset), 업력 (ageyear)은 매칭의 결과로 그 차이가 통계적으로 유의미하지 않게 변화한 것으로 확인되었다.

<표 4-8> 성향점수매칭 후 연속형 변수 t-test 결과

변수	일반기업		기술이전기업		t-test	
	N	평균	N	평균	t	p
career	804	14.7450	403	13.5583	2.27**	0.0232
techratio	769	0.5314	398	0.6486	-6.12***	<.0001
lnrndratio	332	-3.0390	254	-2.1478	-7.51***	<.0001
patentscore	661	1.2602	228	2.7018	-8.82***	<.0001
lnasset	806	20.6268	403	20.6486	-0.22	0.8244
ageyear	806	5.0060	403	5.1470	-0.60	0.5491

p<0.05 *p<0.01

성향점수매칭 후 범주형 변수의 연관성 분석을 통해 확인한 결과는 표 4-9와 같다. ‘기업의 업종(business)과 기술이전여부가 서로 독립이다.’라는 귀무가설이 지지된다. 이는 업종을 공변량으로 성향점수매칭을 실시한 결과이다. 반면, ‘경영주 학력과 기술이전여부가 서로 독립이다’라는 가설은 카이제곱 통계량의 p-value가 <.0001 이므로 유의수준 1%하에서 기각할 수 있다.

<표 4-9> 성향점수매칭 후 범주형 변수 연관성 분석 결과(카이제곱 통계량)

변수	자유도	값	확률
경영주 학력(edu)	4	77.4037***	<.0001
기업의 업종(business)	3	0.9753	0.9753

***p<0.01

제 3 절 로지스틱 회귀분석

1. 회귀계수 추정

본 연구에서는 경영주의 특성 및 흡수역량이 공공기술이전에 미치는 영향을 분석하기 위해 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 이항 로지스틱 회귀분석에서는 예, 아니오 두 개의 범주를 갖는데, 본 연구에서 기준사건을 ‘i번째 관찰점이 공공기술을 이전받을 확률(π_i)’로 정하고 ‘i번째 관찰점이 공공기술을 이전받지 않을 확률($1-\pi_i$)’과의 상대적 비율(오즈(odds))을 측정하였다.

본 연구의 이항 로지스틱 회귀모형은 표 4-10과 같다. 범주형 변수는 더미변수화 하였으며, 경영주의 학력은 ‘학사’, 기업의 업종은 ‘제조업’을 기준범주로 설정하였다.

<표 4-10> 본 연구의 이항 로지스틱 회귀모형

$$\ln\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right) = \hat{\beta}_0 + \overbrace{\hat{\beta}_1 \text{고졸이하}_i + \hat{\beta}_2 \text{전문학사}_i + \hat{\beta}_3 \text{석사}_i + \hat{\beta}_4 \text{박사}_i}^{\text{경영주 학력}} + \hat{\beta}_5 \text{동업종경력}_i + \hat{\beta}_6 \text{기술개발역량}_i + \hat{\beta}_7 \text{연구개발강도}_i + \hat{\beta}_8 \text{지재권보유수준}_i + \underbrace{\hat{\beta}_9 \text{정보통신업}_i + \hat{\beta}_{10} \text{전문과학기술서비스업}_i + \hat{\beta}_{11} \text{도소매업}_i}_{\text{기업의업종}} + \hat{\beta}_{12} \text{기업규모}_i + \hat{\beta}_{13} \text{기업업력}_i$$

성향점수매칭후 데이터를 로지스틱 회귀분석한 결과 추정된 회귀계수는 표 4-11과 같다. 대표자의 특성(학력, 동업종경력)은 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 확인되었으며, 흡수역량 측정변수인 기술개발역량과 지식재산권 보유수준은 1% 수준에서, R&D 강도는 5% 수준에서 통계적 유의성이 확인되었다.

<표 4-11> 로지스틱 회귀분석 결과와 계수 추정량

계수	변수명	계수추정량	Pr > ChiSq	Exp(Est)
$\hat{\beta}_0$	Intercept	-7.1021**	0.0308	0.001
$\hat{\beta}_1$	고졸이하	-0.4396	0.2969	0.644
$\hat{\beta}_2$	전문학사	-0.7753	0.1474	0.461
$\hat{\beta}_3$	석사	0.3713	0.3159	1.45
$\hat{\beta}_4$	박사	0.4188	0.4552	1.52
$\hat{\beta}_5$	동업종경력	0.00782	0.6688	1.008
$\hat{\beta}_6$	기술개발역량	2.7126***	<.0001	15.068
$\hat{\beta}_7$	R&D(연구개발)강도	0.3065**	0.0106	1.359
$\hat{\beta}_8$	지식재산권보유수준	0.2969***	<.0001	1.346
$\hat{\beta}_9$	정보통신업	-0.00638	0.9839	0.994
$\hat{\beta}_{10}$	전문과학기술서비스업	-0.8739	0.1973	0.417
$\hat{\beta}_{11}$	도소매업	-0.5694	0.5812	0.566
$\hat{\beta}_{12}$	기업규모	0.2249	0.1504	1.252
$\hat{\beta}_{13}$	기업업력	0.0192	0.6724	1.019

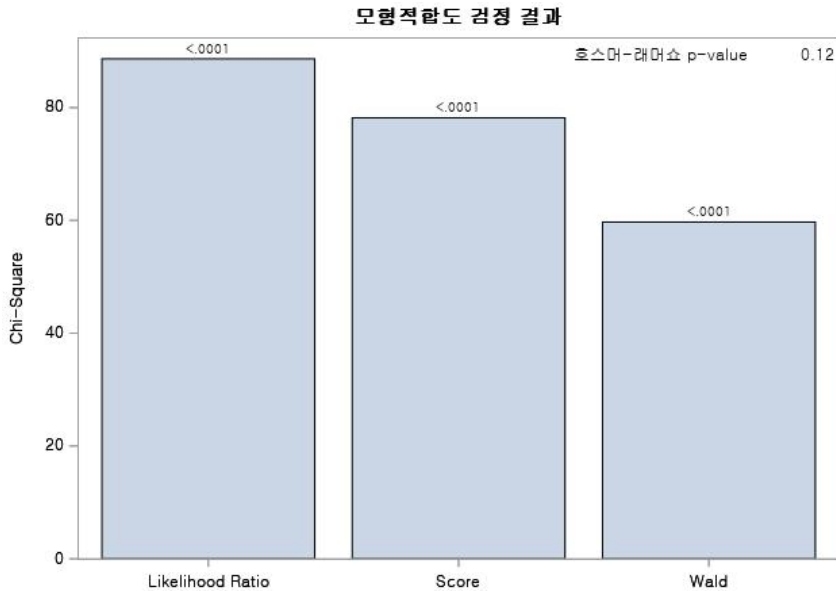
p<0.05 *p<0.01

2. 모형 적합성 평가

그림 4-4는 모형적합도 판단을 위해 우도비(Likelihood Ratio) 검정, 스코어(Score) 검정, 왈드(Wald) 검정과 호스머-래머쇼(Hosmer-

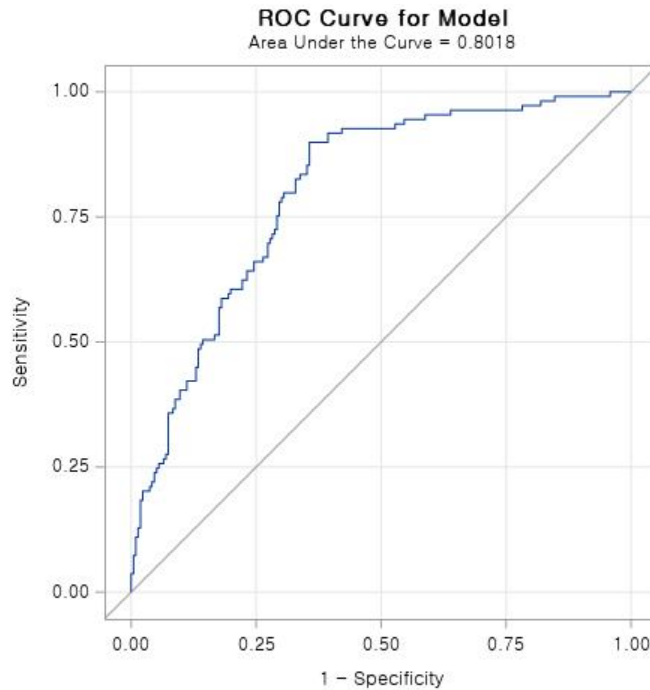
Lemeshow, HL) 통계량 결과를 시각화 한 것이다. 수직축의 값은 각 검정 통계량 값을 나타내며 각 막대그래프 위에 제시된 값은 유의확률 값을 나타낸다. 이 유의확률이 5% 유의수준보다 낮으므로 본 연구의 모형은 적합하다고 판단할 수 있다. 호스머-래머쇼 검정 통계량은 기대 관측빈도와 실제 관측빈도 간의 차이에 대한 카이제곱 통계량을 사용하며 귀무가설은 ‘모형이 적합하다’이다(고길곤 2019). 본 연구의 이항 로지스틱 회귀모형의 카이제곱 검정 통계량의 유의수준은 0.12로 0.05보다 높게 도출되었으므로 통계적으로 모형의 적합도는 인정된다.

<그림 4-9> 로지스틱 회귀분석 모형적합도 검증



모형이 사건 발생 확률을 얼마나 잘 예측하는지는 그림 4-10 ROC(Receiver Operating Characteristic) 곡선으로 평가할 수 있다. 일반적으로 ROC 곡선 아래의 면적 크기가 0.6이하의 적합도 좋지 않다고 판단된다. 본 연구모형의 ROC 곡선 면적은 0.8018으로 모형의 예측성능은 보통 수준으로 판단된다.

<그림 4-10> ROC 곡선

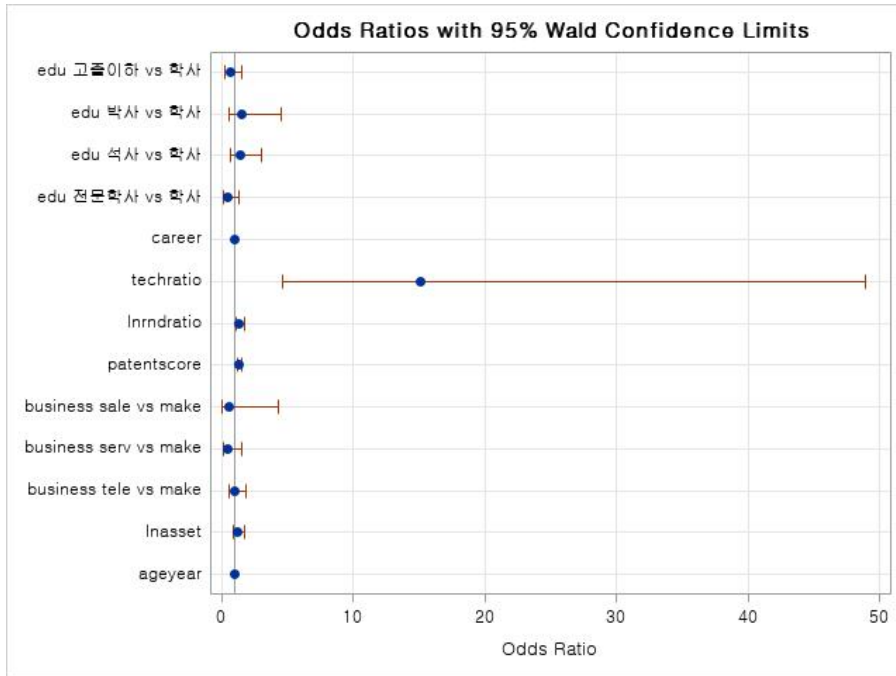


3. 오즈비(Odds Ratio) 해석

다중 회귀분석과 달리 로지스틱 회귀분석에서는 독립변수가 종속변수에 미치는 영향의 크기가 해당 독립변수의 값과 다른 변수의 값의 크기에 영향을 받기 때문에 독립변수의 영향력을 회귀계수만으로 정확하게 추정하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 오즈비를 이용한 독립변수의 영향, 한계효과를 통한 확률 변화의 크기를 해석하였다.

그림 4-6은 오즈비의 추정량과 신뢰구간을 시각화한 그래프이다. 신뢰구간이 1을 포함하면 독립변수 변화가 종속변수의 발생확률에 통계적으로 유의미하지 않은 영향을 미친다고 해석할 수 있다. 회귀계수 추정에서와 동일하게 기술개발역량, 연구개발강도, 지식재산권 보유수준이 유의한 변수임을 알 수 있다.

<그림 4-11> 추정된 오즈비의 신뢰구간



먼저, 회귀계수 추정을 통해 통계적 유의미가 확인된 기술개발역량의 변화는 오즈비에 어떤 영향을 미치는지 확인하였다. 표 4-10 로지스틱 회귀모형에서 기술개발역량이 한 단위 증가한 후의 로지스틱 함수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 \ln\left(\frac{\pi_j}{1-\pi_j}\right) &= \hat{\beta}_0 + \overbrace{\hat{\beta}_1 \text{고졸이하}_i + \hat{\beta}_2 \text{전문학사}_i + \hat{\beta}_3 \text{석사}_i + \hat{\beta}_4 \text{박사}_i}^{\text{경영주학력}} \\
 &+ \hat{\beta}_5 \text{동업종경력}_i + \hat{\beta}_6 (\text{기술개발역량}_i + 1) \\
 &+ \hat{\beta}_7 \text{연구개발강도}_i + \hat{\beta}_8 \text{지재권보유수준}_i \\
 &+ \underbrace{\hat{\beta}_9 \text{정보통신업}_i + \hat{\beta}_{10} \text{전문과학기술서비스업}_i + \hat{\beta}_{11} \text{도소매업}_i}_{\text{기업의업종}} \\
 &+ \hat{\beta}_{12} \text{기업규모}_i + \hat{\beta}_{13} \text{기업업력}_i
 \end{aligned}$$

기술개발역량이 한 단위 증가(+1)할 때 로짓은 아래와 같이 회귀계수 만큼 증가하는 것을 알 수 있다.

$$\ln\left(\frac{\pi_j}{1-\pi_j}\right) - \ln\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right) = \ln\left(\frac{\left(\frac{\pi_j}{1-\pi_j}\right)}{\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right)}\right) = \hat{\beta}_6$$

또한 기술개발역량이 한 단위 증가할 때 오즈비는 $\exp(\hat{\beta}_6)$ 배로 변한다.

$$\text{오즈비} = \frac{\left(\frac{\pi_j}{1-\pi_j}\right)}{\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right)} = \exp(\hat{\beta}_6)$$

변수별 오즈비는 표 4-11 Exp(Est) 컬럼에 제시되고 있다. 해당 변수의 오즈비가 1보다 크다면 값의 증가에 따라 공공기술이전을 받을 확률이 커진다고 해석할 수 있다. 기술개발역량, R&D강도, 지식재산권 보유수준의 오즈비 추정량은 각각 15.068, 1.359, 1.346 이다. 오즈비 추정량을 활용하여 다음과 같은 해석이 가능하다.

“다른 조건이 일정할 때 기술개발역량이 한 단위 증가할 때 오즈는 15.068배 증가한다.”

“다른 조건이 일정할 때 R&D강도(로그값)가 한 단위 증가할 때 오즈는 1.359배 증가한다.”

“다른 조건이 일정할 때 지식재산 보유 수준이 한 단위 증가할 때 오즈는 1.346배 증가한다.”

4. 한계효과(Marginal Effect) 해석

앞서 살펴본 로지스틱 회귀분석의 회귀계수와 오즈비 분석은 일반적인 회귀분석과 같은 직관적 해석이 어렵다. 때문에 로지스틱 회귀분석에서는 한계효과(marginal effect) 개념을 이용하여 회귀계수를 해석하는 것이 유용한 방법이다(고길곤 2019). 한계효과는 독립변수가 변할 때 사건이 발생할 확률의 변화 크기를 의미한다. 로지스틱 회귀모형의 비선형성으로 관심있는 변수 외 다른 독립변수 값을 일정하게 고정한 후 한계효과를 분석한다. 일반적으로는 다른 독립변수들이 평균값을 갖는다는 가정하에 한계효과를 계산한다. 이를 통해 독립변수의 변화에 따른 확률 변화의 크기를 해석할 수 있다.

본 연구에서는 연속형 변수의 경우 평균값, 범주형 변수의 경우 기준 범주로 고정하고 회귀계수가 통계적으로 95% 신뢰수준 범위 내에서 유의미한 것으로 확인된 기술개발역량, R&D 강도, 지식재산권 보유 수준의 한계효과를 분석하였다. 연속형 변수의 평균(성향점수매칭후)은 표 4-12와 같다. 그리고 범주형 변수인 경영주의 학력과 업종의 기준범주는 그 비중이 가장 큰 학사 및 제조업이다.

<표 4-12> 연속형 변수의 평균

경영주 동업종 종사경력 (career)	기술개발역량 (techratio)	R&D강도 (lnrndratio)	지식재산권 보유수준 (patentscore)	기업의 규모 (lnasset)	기업의 업력 (ageyear)
14.35	0.57	-2.65	1.63	20.63	5.053

그림 4-12은 기술개발역량의 한계효과를 나타낸다. 범주형 변수가 기준범주(학사, 제조업)이고, 기술개발역량 이외의 연속형 변수는 평균으로 고정되었을 때 기술개발역량, 즉 총 종업원수 대비 기술개발인력 비중이 40%에서 80% 증가했을 때 기술이전 가능성은 약 20% 증가한다.

<그림 4-12> 기술개발역량의 한계효과

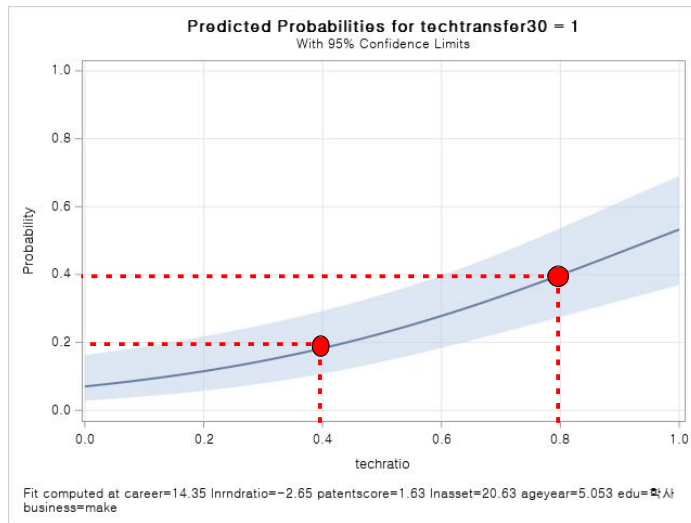
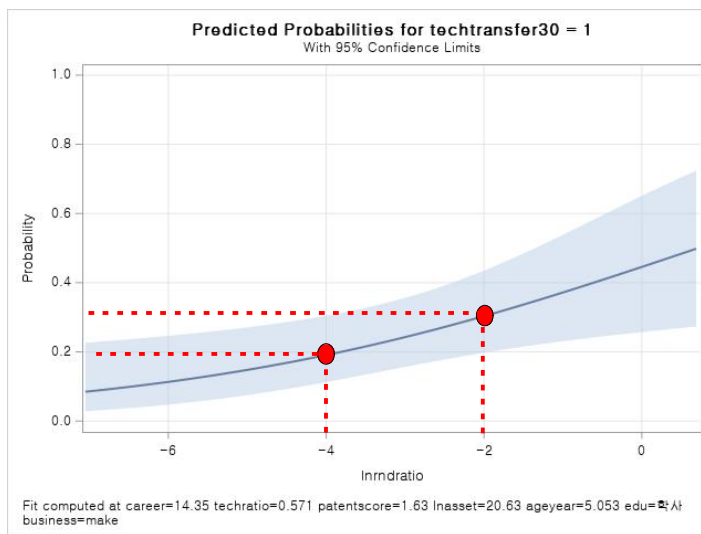


그림 4-13은 R&D강도의 한계효과를 나타낸다. 범주형 변수가 기준범주 (학사, 제조업)이고, R&D강도 이외의 연속형 변수는 평균으로 고정되었을 때 R&D강도, 즉 매출액 대비 연구개발비 비중이 1.83% ($\exp(-4)$)에서 13.53% ($\exp(-2)$)로 증가했을 때 기술이전 가능성은 약 10% 증가한다.

<그림 4-13> R&D 강도의 한계효과



<그림 4-9> 지식재산권 보유 수준의 한계효과

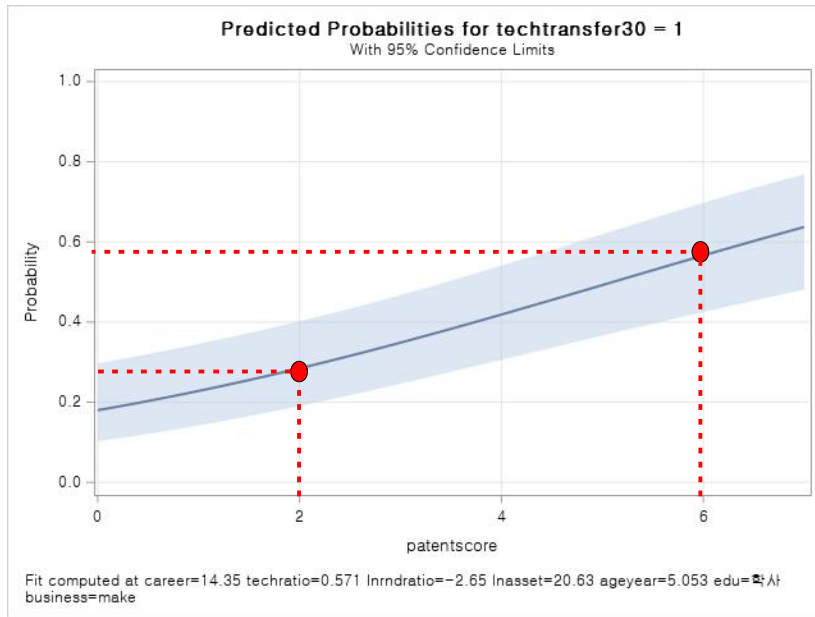


그림 4-14은 지식재산권 보유 수준의 한계효과를 나타낸다. 범주형 변수가 기준범주(학사, 제조업)이고, 지식재산권 보유수준 이외의 연속형 변수는 평균값으로 고정되었을 때 지식재산권 보유수준(특허등록 건당 3점 + 출원 건당 1점)이 2에서 6으로 증가했을 때 기술이전 가능성은 약 30% 증가한다.

5. 가설검증 결과

회귀계수 추정결과에 따른 가설검증 결과는 표 4-13과 같다. 회귀계수 검증결과 경영주의 역량이 공공기술이전에 정(+의 효과를 미칠 것이라는 가설1-1, 가설 1-2는 기각되었다. Barker III et al.(2011), 이인기와 양동우(2016), Ahn, J. M. et al.(2018), Barrett, G. et al.(2021)가 대표자의 학

력, 경력이 R&D투자, 개방형 혁신활동에 정(+)영향을 미치는 것으로 확인것과는 반대의 결과이다. CEO의 역량은 혁신-개방형혁신의 하위 개념인 공공기술이전에서는 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 해석된다.

<표 4-13> 가설검증 결과

1	중소기업 경영주 역량은 공공기술이전에 정(+)¹의 영향을 미칠 것이다.	기 각
	① 경영주의 학력은 공공기술이전에 정(+) ¹ 의 영향을 미칠 것이다.	
	② 경영주의 동업종 종사 경력은 공공기술이전에 정(+) ¹ 의 영향을 미칠 것이다.	
2	중소기업 흡수역량은 공공기술이전에 정(+)²의 영향을 미칠 것이다.	채 택
	① 중소기업의 기술개발인력 비중은 공공기술이전에 정(+) ² 의 영향을 미칠 것이다.	
	② 중소기업의 R&D 강도는 공공기술이전에 정(+) ² 의 영향을 미칠 것이다.	
	③ 중소기업의 지식재산권 보유수준은 공공기술이전에 정(+) ² 의 영향을 미칠 것이다.	

반면, 흡수역량과 연관된 “중소기업의 기술개발인력 비중은 공공기술이전에 정(+)²의 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 2-1, “중소기업의 R&D 강도는 공공기술이전에 정(+)²의 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 2-2과 “중소기업의 지식재산권 보유수준은 공공기술이전에 정(+)²의 영향을 미칠 것이다.”라는 가설 2-3이 통계적으로 유의미한 것으로 확인되었다. 이는 흡수역량이 R&D 투자, 개방형 혁신활동에 정(+)²의 효과를 미친다고 확인한 Veugelers (1997), Belderbos et al.(2004), Mowery et al.(1996), Oltra and Flor(2003), Stock, Greis, and Fischer(2001), Tsai(2001), Pisano(2006), Brouwer and Kleinknecht(1999) 등의 선행연구결과와 일치한다.

제 5 장 결론

제 1 절 연구결과 및 정책적 함의

1. 연구결과

본 연구를 통해 중소기업의 경영주역량 및 흡수역량과 공공기술이전의 상관관계를 기업정보 및 공공기술이전 성과 데이터를 활용하여 실증적으로 확인하였다. 기존연구가 흡수역량의 영향을 혁신활동 또는 개방형 혁신 수준에서 확인하였다면 본 연구에서는 한 차원 더 들어가 공공기술이전과의 통계적 유의성을 확인한 점에서 의미가 있다. 또한 로지스틱 회귀분석의 오즈비, 한계효과를 이용하여 흡수역량 차이에 따른 공공기술이전 가능성을 확률적으로 해석하고자 하였다.

학력, 동업종 종사경력 등 경영주의 역량은 공공기술이전 여부와 통계적 유의성이 없는 것으로 나타나 관련 가설이 기각되었다. 경영주의 교육수준이 혁신활동에 영향을 미친다는 것을 확인한 Hoffman et al. (1998), 이인기와 양동우 (2016)의 연구결과와 관련하여 공공기술이전은 혁신활동의 하위범주로서 동일한 상관관계를 갖는다는 것과는 상이한 결과이다.

반면, 기술개발역량, R&D 강도, 지식재산권 보유수준은 공공기술이전 여부와 통계적으로 유의미한 정(+)의 상관관계에 있는 것으로 확인하였다. 이러한 결과는 문헌조사에서 살펴본 외부의 지식을 활용하는 능력, 즉 흡수역량으로 정의되는 새로운 정보의 가치를 인식하고 획득하여 상업적 목적으로 활용하는 능력이 개방형 혁신의 동기가 된다는 연구결과를 지지한다. 외부기술의 가치를 확인하고 평가하고 내부화하는 능력을 갖기 때문에 공공기술도입에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다.

2. 연구의 정책적 함의

공공연구기관의 기술이전 성과확대를 위한 많은 국내외 연구와 정부 정책이 추진되어 왔다. 하지만 서론에서 밝힌 바와 같이 기존 기술이전의 결정요인에 관한 연구는 주로 기술과 연구기관 관점에서 이루어져 기술을 도입하는 기업에 대한 연구는 부족하다. 정부정책 또한 공공기술이전 촉진을 위해 R&D 예산확대 및 환경개선, 공공연구기관의 기술이전 인력 확보, 연구자 등에 대한 인센티브 제도, 기술거래기관 지원 등의 정책이 추진되어 왔지만 수요기업에 대한 지원은 미흡했다.

본 연구의 결과는 공공기술이전 확대와 중소기업의 개방형 혁신 촉진을 위한 다음의 정책적 함의를 갖는다.

첫째로 공공기술이전 확대를 위해 흡수역량이 충분한 기업을 대상으로 기술마케팅을 확대해야 한다. 공공연구기관의 기술이전 담당부서와 기술거래기관은 연구성과를 인터넷에 게시하거나 대량 메일 발송 등의 방법으로 대중이나 임의 기업을 대상으로 한 기술 홍보활동보다는 기술 수요를 바탕으로 R&D에 대한 투자가 활발하고 지식재산권 보유수준이 높은 기업을 타겟팅하여 기술이전 성공 가능성을 높이고 효율성있는 기술거래활동을 추진하여야 한다. 또한 중소기업의 기술이전 및 사업화 지원사업 추진시 흡수역량이 높은 중소기업을 선별하여 지원한다면 사업성과를 향상 시킬수 있을 것으로 판단된다. 중소기업의 기술수요정보와 흡수역량에 관한 데이터를 확보하고 있는 기술보증기금의 인프라를 활용하는 것도 좋은 방법이라고 판단된다.

둘째로, 흡수역량이 낮은 기업은 자체 기술개발역량을 강화하거나 외부 지원을 통해 보완할 수 있는 지원정책이 필요하다. 낮은 흡수역량은 기술혁신활동에 소극적이거나 폐쇄적 혁신에 매몰될 가능성이 있다. 따라서 기술개발인력 확보를 지원하고 지식재산권 활동을 촉진하는 중소기

업 지원정책을 확대해 나갈 필요가 있다. 또한 연구개발 세액공제와 같은 조세 특례 등을 통한 R&D 투자를 촉진할 수 있는 정부지원도 확대될 필요가 있다. 중소기업의 흡수역량이 향상되면 기업에 신제품 개발, 공정개선 등에 활용할 수 있는 기술의 가치를 인식하고 획득하여 상업적 목적으로 활용하고자 하는 동인을 제공하여 공공기술에 대한 수요를 확대할 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 중소기업을 대상으로 한 연구성과 활용지원사업을 확대해야 한다. 국회예산정책처는 ‘국가 R&D사업 연구성과 활용 체계 분석 보고서’에서 연구성과 수집·관리, 연구성과 이전 촉진, 연구성과 활용 지원 분야에 관련된 정부 예산은 2021년 기준 14개 부처, 52개 세부사업에 8,178억원이 편성되어 전체 R&D 예산 대비 2.98% 수준이다. 중소벤처기업부의 연구성과 활용 사업은 총 381억원 규모이고 중소벤처기업부 R&D 예산 대비 2.21%로 정부 전체 비율 2.98% 대비 낮은 수준이다.

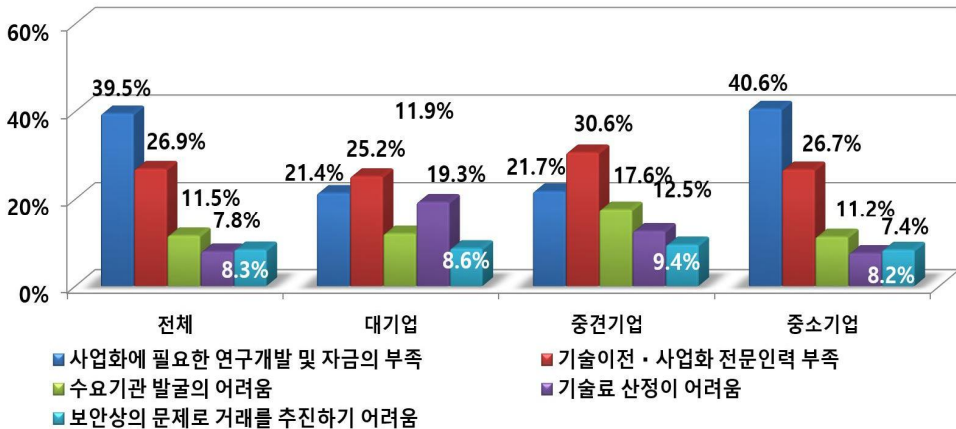
<표 5-1> 정부 R&D 예산 및 연구성과 관리·활용 예산 현황

년도		2017	2018	2019	2020	2021
전부처 R&D 사업	예산(억원)	194,615	196,681	205,328	242,195	274,005
	연구성과 관리· 활용예산(백만원)	406,119	396,323	436,774	634,216	817,758
	비율	2.09%	2.02%	2.13%	2.62%	2.98%
중소벤처기업부	예산(억원)	11,172	10,917	10,744	14,885	17,229
	연구성과 관리· 활용예산(백만원)	1,335	1,370	1,452	22,338	38,072
	비율	0.12%	0.13%	0.14%	1.50%	2.21%

출처: 국회예산정책처, 국가 R&D 사업 연구성과 활용 체계 분석 보고서 재구성

중소벤처기업부의 연구성과 활용 사업은 4개 사업으로 구성되는데, 세부 내용을 보면 ① 중소기업 전략기술 연구조사 18억원, ② Tech-Bridge 활용 상용화 기술개발 249억원, ③ 우수연구개발 혁신제품 지정 및 시범구매사업 14억원, ④ 기술지주회사 자회사 R&BD지원 100억원이다. 그중 공공기술이전·사업화와 관련된 과제는 ②번과 ④번 2개 과제로 연간 349억원 수준으로 확인된다. 공공연구기관의 기술이전계약의 93.6%가 중소기업을 통해서 이루어지는 점을 고려할 때 정부지원 규모는 매우 부족한 것으로 평가된다. 중소벤처기업부의 2021년 중소기업기술통계조사에 따르면 국내외 기술도입 시 가장 큰 애로사항으로 중소기업의 53%가 ‘과도한 기술도입비 부담’을 꼽았고, 특허청의 2021년 지식재산활동조사에서는 지식재산 활용 시 가장 큰 애로사항으로 중소기업 40.6%가 ‘사업화에 필요한 연구개발 및 자금의 부족’을 답했다. 따라서 공공기술이전을 통한 국가 R&D성과의 확산과 중소기업 기술경쟁력을 제고하기 위해서는 중소기업의 기술개발인력 확보, 지식재산권 확보 지원 등을 통해 흡수역량 강화함과 동시에 기술도입 및 사업화 자금지원을 확대할 필요가 있다.

<그림 5-1> 지식재산의 활용(이전 또는 사업화) 시 애로사항



출처: 특허청, 2021년도 지식재산활동조사

제 2 절 연구의 한계 및 향후과제

1. 연구의 한계

본 연구의 한계는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 데이터 확보의 한계로 기술보증기금의 일반기업 정보와 기술거래 활동을 통한 공공기술이전 성공 사례 데이터만을 활용했다. 기술이전은 기술공급자와 기술도입자가 직접 거래하고 계약하는 형태와 기술보증기금과 같은 기술거래기관의 중개를 통해 성사되는 형태가 있다. 또한 기술거래기관은 민간기술거래기관, 공공기술거래기관으로 분류된다. 따라서 보다 다양한 경로의 기술이전 성공사례를 확보하여 표본의 대표성을 보완할 필요가 있다.

둘째, 기술이전의 성공은 기술공급자, 기술의 종류, 기술이전 도구, 기술도입자, 요구환경 등 다양한 요인에 의해 결정(Bozeman, 2000)되어 경영주 역량, 흡수역량 이외의 변수를 전부 통제하는 것은 한계가 있었다. 공공연구기관 유형, 기술이전 전담조직 특성, 기술분야 등 기업 외부적 요인 또한 영향이 있으나 본 연구에서는 기업의 내부적 요인, 특히 흡수역량에 관심을 갖고 공공기술이전 결정과 상관관계가 있는 기업규모, 업력, 업종만을 통제하였다.

셋째, 흡수역량과의 관계를 기술도입의사가 아닌 공공기술이전의 성사여부에 한정하여 분석하였다. 기업이 공공기술 도입의지가 있더라도 기술협상, 가격협상 등의 결과로 기술이전이 성사되지 않을 수 있다. 따라서 종속변수를 세분화하여 기업의 기술이전 활동 전반에 관한 연구가 필요하다. 하지만 기술이전을 추진한 기업의 기술이전 단계별 기술도입의사와 기술이전 활동 내용을 확인하는 것은 한계가 있었다.

2. 향후과제

본 연구의 한계점을 고려할 때 다음과 같은 후속연구가 요구된다.

첫째, 본 연구의 한계에서 언급한 바와 같이 중소기업의 개방형 혁신 활동은 다양한 요인에 의해 결정되므로 다차원적인 분석이 필요하며 흡수역량과의 상관관계를 보다 명확히 하기 위해서는 다양한 변수의 통제를 고려할 필요가 있다. 예를 들어 기술이전에 영향을 주는 것으로 알려진 공공연구기관의 기술이전 역량, 전략 등 기술공급자 특성과 기술의 우수성, 권리범위 등 기술의 속성 등이 통제될 때 기업의 흡수역량이 기술이전 성과와 어떤 상관관계를 갖는지에 관한 연구가 보완되어야 한다.

둘째, 흡수역량과 개방형 혁신과의 관계를 동태적인 관점에서 분석할 필요가 있다. 본 연구에서는 기술이전 성공 여부를 독립변수로 하여 이분법적인 결과에 대한 흡수역량의 영향을 확인하였다. 하지만 기술이전 성공에 이르기까지 기업은 다양한 시행착오와 공공연구기관과의 상호작용을 경험한다. 따라서 기업이 특정 기술분야에 대한 수요를 갖고 기술을 탐색하는 단계, 기술협상 및 계약단계에서 기업의 흡수역량이 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구가 추가적으로 진행될 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 관계부처합동, (2020). 제7차 기술이전 및 사업화 촉진계획
- 국회예산정책처, (2019). 국가연구개발사업 분석(총괄)
- 국회예산정책처, (2021). 국가R&D사업 연구성과 활용 체계 분석
- 국회예산정책처, (2021). 나보 브리핑 제115호 국가R&D사업 연구성과 활용 체계 분석
- 산업통상자원부, (2021). 공공연구기관 기술이전 사업화 실태조사
- 고길근, (2017). 행정학 분야의 로지스틱 회귀분석 활용 절차와 쟁점. 현대사회와 행정, 27, 3-33.
- 박지원, 윤수진, & 박범수. (2015). 공공 R&D 이전기술의 사업화 성공요인 분석 및 성과제고 방안. 기술혁신학회지, 18(1), 28-48.
- 배지혁, & 양동우. (2011). 기술매수기업특성이 기술이전사업화성과에 미치는 영향에 관한 실증연구. 한국기술혁신학회 학술대회, 191-205.
- 부경호, 고기석, 이태한, 송상엽, & 류태규. (2015). 우리 기술시장의 정책적 동인: 실패의 궤적과 그 치유. 한국기술혁신학회 학술대회, 35-54.
- 서일원. (2017). 기술수요자 관점의 공공기술사업화 추진성과에 관한 연구. 기술혁신학회지, 20(3), 664-683.
- 이인기, 양동우. (2016). CEO 의 기술적 역량이 경영성과에 미치는 효과에 관한 실증연구: 기업의 기술적 역량 매개효과 중심으로. 벤처창업연구, 11(2), 167-182.
- 임채윤, 이윤준. (2007). 기술이전 성공요인 분석을 통한 기술사업화 활성화 방안: 정부출연연구소를 중심으로. 정책연구, 1-183.
- 한수은, 이민규. (2019). 중소기업에 대한 공공기술이전사업화 활성화 방안의 수립: 기술공급자, 기술수요자, 정책적 관점의 비교. 한국기술혁신학회지, 14(4), 265-307.
- Ahuja, G., & Katila, R. (2001). Technological acquisitions and the

- innovation performance of acquiring firms: A longitudinal study. *Strategic management journal*, 22(3), 197-220.
- Ahn, J. M., Minshall, T., & Mortara, L. (2018). How do entrepreneurial leaders promote open innovation adoption in small firms?. In *Researching Open Innovation in SMEs* (pp. 137-177).
- Barker III, V. L., & Mueller, G. C. (2002). CEO characteristics and firm R&D spending. *Management Science*, 48(6), 782-801.
- Barrett, G., Dooley, L., & Bogue, J. (2021). Open innovation within high-tech SMEs: A study of the entrepreneurial founder's influence on open innovation practices. *Technovation*, 103, 102232.
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research policy*, 33(10), 1477-1492.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research policy*, 29(4-5), 627-655.
- 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.
- Chesbrough, H. W. (2003). Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R&D. *The economic journal*, 99(397), 569-596.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 128-152.
- Harrell Jr, F. E. (2015). *Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis*. Springer.

- Hoffman, K., Parejo, M., Bessant, J., & Perren, L. (1998). Small firms, R&D, technology and innovation in the UK: a literature review. *Technovation*, 18(1), 39–55.
- Hu, A. G. (2003). R&D organization, monitoring intensity, and innovation performance in Chinese industry. *Economics of Innovation and New Technology*, 12(2), 117–144.
- Koschatzky, K., Bross, U., & Stanovnik, P. (2001). Development and innovation potential in the Slovene manufacturing industry: analysis of an industrial innovation survey. *Technovation*, 21(5), 311–324.
- Leonard-Barton, D. (1988). Implementation characteristics of organizational innovations: Limits and opportunities for management strategies. *Communication research*.
- Lichtenthaler, U. (2010). Intellectual property and open innovation: an empirical analysis. *International Journal of Technology Management*, 52(3/4), 372–391.
- Lin, C., Chang, S., & Chang, C. S. (2004). The impact of technology absorptive capacity on technology transfer performance. *International journal of technology transfer and commercialization*, 3(4), 384–409.
- Long, J. S., & Long, J. S. (1997). *Regression models for categorical and limited dependent variables* (Vol. 7). Sage.
- Martin, X., & Salomon, R. (2003). Knowledge transfer capacity and its implications for the theory of the multinational corporation. *Journal of International Business Studies*, 34(4), 356–373.
- Morrow-Howell, N., & Proctor, E. (1993). The use of logistic regression in social work research. *Journal of Social Service Research*, 16(1–2), 87–104.
- Mowery, D. C., Oxley, J. E., & Silverman, B. S. (1996). Strategic

- alliances and interfirm knowledge transfer. *Strategic management journal*, 17(S2), 77-91.
- Oltra, M. J., & Flor, M. (2003). The impact of technological opportunities and innovative capabilities on firms' output innovation. *Creativity and Innovation Management*, 12(3), 137-144.
- Pisano, G. (2006). Profiting from innovation and the intellectual property revolution. *Research policy*, 35(8), 1122-1130.
- Romijn, H., & Albaladejo, M. (2002). Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast England. *Research policy*, 31(7), 1053-1067.
- Shefer, D., & Frenkel, A. (1998). Local milieu and innovations: Some empirical results. *The Annals of Regional Science*, 32(1), 185-200.
- Siegel, D. S., Waldman, D., & Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research policy*, 32(1), 27-48.
- Stokes, M. E., Davis, C. S., & Koch, G. G. (1995). *Categorical data analysis using the SAS system*. SAS Institute. Inc., Cary, NC, 34-35.
- Stock, G. N., Greis, N. P., & Fischer, W. A. (2001). Absorptive capacity and new product development. *The Journal of High Technology Management Research*, 12(1), 77-91.
- Thursby, J. G., & Kemp, S. (2002). Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. *Research policy*, 31(1), 109-124.
- Todorova, G., & Durisin, B. (2007). Absorptive capacity: Valuing a reconceptualization. *Academy of management review*, 32(3),

774-786.

- Tsai, W. (2001). Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *Academy of management journal*, 44(5), 996-1004.
- Van den Bosch, F. A., Volberda, H. W., & De Boer, M. (1999). Coevolution of firm absorptive capacity and knowledge environment: Organizational forms and combinative capabilities. *Organization science*, 10(5), 551-568.
- Veugelers, R. (1997). Internal R & D expenditures and external technology sourcing. *Research policy*, 26(3), 303-315.
- Zhao, H., Tong, X., Wong, P. K., & Zhu, J. (2005). Types of technology sourcing and innovative capability: An exploratory study of Singapore manufacturing firms. *The Journal of High Technology Management Research*, 16(2), 209-224.

Abstract

Absorptive Capacity and CEO Characteristics as a Determinant of Technology Transfer from Public Research Institutes to SMEs

Donghyun Lim

Department of Public Enterprise Policy
The Graduate School of Public Administration
Seoul National University

The government's R&D budget this year is 29.8 trillion won, an increase of 8.8% compared to last year, and its ratio to GDP is the highest in the world. 70% of the R&D budget is executed by public research institutes such as universities and government-funded research institutes. The government has established the "Technology Transfer and Commercialization Promotion Plan" and is continuously promoting the spread of R&D results, but more than 90% of the technologies owned by public research institutes remain unused.

On the other hand, small and medium-sized enterprises (SMEs) are playing the key role as major consumers in the public technology market. 93.6% of public technology transfer contracts are conducted by SMEs. Although many researches have been studied on the determinants of public technology transfer, most of them focused on the capabilities of research institutes, the technology transaction environment, and the characteristics of technology. Studies on SMEs received public technology need to be supplemented. In this study, research questions such as "Which SMEs receive public technology

transfer?” and “What are the characteristics of SMEs that have received public technology transfer?” were presented.

Independent variables, the characteristics of SMEs are divided into CEO characteristics and absorptive capacity, and how the characteristics of SMEs affect public technology transfer is studied. CEO characteristics are divided into academic background and work experience in the same industry, and absorptive capacity, defined as the ability to acquire, assimilate, and use external information for commercial purposes, is divided into technology development capacity, R&D intensity, and level of intellectual property rights. We statistically evaluated differences in the independent variables between general companies and companies that received public technology, and derived factors that determine public technology transfer among the characteristics of SMEs through propensity score matching and logistic regression analysis with SAS.

The results of the study, the hypothesis that CEO characteristics has a positive effect on public technology transfer was rejected. The positive relationship between the absorptive capacity and public technology transfer was statistically confirmed. Also, the magnitude of the change in the probability of public technology transfer according to the change in absorptive capacity was evaluated through the analysis of odds ratio and marginal effect.

The following policy implications were discussed from the research results. First, in order to expand performance of public technology transfer, technology marketing need to be conducted for SMEs with high absorptive capacity. And if the absorptive capacity is used as an evaluation factor when selecting the technology transfer and commercialization support project for SMEs, business performance can be improved. Second, companies with low absorptive capacity

need to either strengthen their own technology development capabilities or expand the government's support policy for SMEs to support technology development manpower and promote intellectual property rights activities. In addition, it is necessary to expand government support to promote R&D investment through special taxation such as deduction of R&D tax. Third, in order to commercialization of R&D results through public technology transfer and to enhance technological competitiveness of SMEs, it is necessary to support the improvement of SMEs's absorptive capacity and at the same time expand financial support for technology introduction and commercialization.

In this study, the independent variable was limited to the characteristics of SMEs and the dependent variable was set as whether the public technology transfer was successful or not. Therefore, if external factors such as the type of public research institute, the characteristics of the technology transfer organization, and the technology sector are considered together with the company characteristics, and at the same time, the research on the overall technology transfer activity of the company is conducted by subdividing the dependent variables, more specified determinant of technology transfer from public research institutes to SMEs will be provided.

**keywords : SMEs, Public Research Institutes, R&D Results
Technology Transfer, CEO characteristics,
Absorptive Capacity**

Student Number : 2021-21357