

중소벤처기업의 연구개발 활동과 기술적 파급효과와의 실증분석 : 업종별 조절효과 분석을 중심으로

구영찬(호서대학교 벤처전문대학원 박사과정)*

양동우(호서대학교 벤처전문대학원 교수)**

국 문 요 약

기업의 산업특성을 반영하는 업종을 조절변수로 하여 기술적 파급효과에 미치는 영향을 실증분석한 결과 업종은 기술적 파급효과에 유의적인 조절효과를 미치는 것으로 나타났다. 이는 동일한 R&D투입을 하더라도 기업이 속한 (산업)업종별로 그 영향은 상이함을 의미한다. 고기술업종의 파급효과는 상대적으로 더 크게 나타났으며, 전통적인 경공업분야의 저기술업종은 기술적 파급효과가 낮게 나타났다. 또한 업종의 조절변수 작용으로 투입변수 중 R&D관리시스템과의 조절효과로 인하여, 고기술업종일수록 기술적 파급효과에 미치는 R&D관리시스템의 영향력이 유의적으로 증가하였다. 이는 고기술업종일수록 기업의 R&D활동에 대한 관리 및 보상이 기술적 파급효과에 중요한 요인임을 의미한다. 따라서 정부의 중소기업에 대한 R&D지원정책은 이러한 업종별 조절효과를 고려하여 차별적 지원을 통해 효율성을 높일 필요가 있다.

핵심주제어: 기술적 파급효과, 순수 조절효과, 준 조절효과, 조절효과회귀모형, 표준산업분류

I. 서론

1.1 연구배경

중소벤처기업의 R&D활동과 그 영향에 대한 기존연구는 주로 그 기업의 R&D활동으로 인한 지식재산권(IP)창출과 매출액 증가와 같은 해당기업에 대한 성과분석에 집중되었다. 그러나 기업의 R&D 활동은 필연적으로 타 기업 혹은 타 산업에 직간접적으로 영향을 미친다. 정보통신(ICT)기술의 급격한 발달과 더불어 이러한 파급효과는 갈수록 심화되고 있는 상황이다. 기술적 파급효과란 특정산업의 신기술개발 혹은 기술혁신이 타 산업으로 파급되는 효과(Spill over)를 의미하며, 네트워크 효과의 일종으로서 긍정적 외부효과의 성격을 지닌다. 우리나라의 산업구조는 99%내외의 중소기업으로 이루어져 있다. 절대 숫자 면에서 중소기업이 국가경제에서 차지하는 비중은 거의 전부라고 해도 과언이 아니다. 더욱이 기술혁신이 급변하는 근래의 경제 환경에서 기술형 중소기업이 차지하는 중요성은 날로 커지고 있는 것이 사실이다. 이러한 상황에서 기술형 중소기업의 기술혁신 혹은 신기술개발이 국가 전체적으로 미치는 파급효과는 더욱 중요해지고 있는 실정이다. 그러나 관련 연구는 대기업 중심으로 국가경제 전체적인 산업분석 차원에서 이루어지는 것이 대부분이며

그나마 업종의 특성을 반영한 기술적 파급효과에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 이러한 배경하에 업종이 기술적 파급효과에 미치는 영향을 기술형 중소기업 차원에서 분석하고자 한다. 이러한 시도는 중소기업에 대한 정부 R&D지원정책에 업종별 특성을 반영한 차별적인 지원정책의 필요성을 제기할 것이며, 긍정적인 기술적 파급효과를 극대화 하기위한 이론적 배경을 제공할 것이다.

1.2 연구목적

기술형 중소기업은 여러 가지 자원제약하에 놓여있다. 자금, 인력, 네트워크역량, 조직 등이 중견규모 이상의 대기업에 비해 상대적 열세에 놓여 있으며, 기업의 생존을 위해서 보유자원을 효율적으로 이용하여야 하는 상황이다. 기존의 관련 연구 및 실제 데이터를 분석해보면 기업의 업종별 R&D투입이 기술적 성과를 발생시키는 강도(크기)는 업종(산업)별로 상이하게 나타나고 있다. 따라서 정부의 중소기업에 대한 R&D지원 정책도 그 기업의 업종특성을 반영하여 업종별로 세분화된 맞춤 전략이 필요하다. 그 동안의 연구는 기업의 R&D투입이 기술적성과 및 경제적 성과에 미치는 영향을 중심으로 분석되어왔다(Koo, 2012). 즉 기업의 R&D투자비율, R&D인력구조, 기업부설 R&D연구소 유무 등 R&D투입변수가 특허 등의 지식재산권(IP)에 미치는 영향 및 기업의 매

* 제1저자, 호서대학교 벤처전문대학원 벤처경영학과 박사과정, 187@kibo.or.kr

** 교신저자, 호서대학교 벤처전문대학원 벤처경영학부 교수, dwyang@hoseo.edu

· 투고일: 2014-01-11 · 수정일: 2014-03-24 · 게재확정일: 2014-04-07

출액 혹은 영업 이익률에 미치는 경제적 영향을 측정하는 것이 주된 연구였다(Suh, 2013). 이러한 투입중심의 연구는 동일한 R&D투입이 이루어졌을 때 식음료, 섬유 등 전통적인 경공업산업과 전기, 의료, 정밀기계 등 고급기술산업의 기술적 파급효과가 동일하다는 가정에 기반을 둔다. 최근 들어 이러한 기술혁신 성과에 영향을 주는 기업의 특성을 규명하는 연구가 진행되고는 있지만, 외부자원 활용정도, 지식경영(knowledge management), CEO능력, 기업규모, 네트워크 효과, 시장집중도, R&D투자비율(R&D집중도) 등 기업자체의 특성보다는 기업경영 측면 및 2차적인 투입활동만을 대상으로 실증 분석한 것에 집중되어 있다(Lichtenthaler and Ernst, 2007; Lee, 2006). 따라서 본 연구는 기업자체의 특성으로 기존에 외생변수로 간주되어왔던 기업의 업종을 조절변수(Moderator)하여 업종(산업)별 기술적 파급효과의 차이를 분석하고자 한다.

II. 선행연구 고찰

2.1 기술적 파급효과

기술적 파급효과(Technology spillover effect)의 개념은 특정 기업의 기술혁신의 성과가 그 주체가 의도하지 않은 형태로 타 기업, 타 산업 및 타 기술 분야에 영향을 미치는 것을 말한다.¹⁾ 이러한 기술적 파급효과는 한 기업 및 산업에서의 기술혁신의 성과를 타 기업, 산업 및 기술이 합당한 비용의 지불 없이 이용함으로써 생겨나는 것이다(Mohnen, 1996). 연구개발의 과정을 통해 연구개발 수행주체는 기술혁신의 결과 (1)기술지식 및 정보를 얻게 되고, 이를 활용하여 (2)보다 효율적인 생산기술(공정혁신)을 이용하여 개선된 제품(제품혁신)을 생산하게 된다. 연구개발을 통해 획득한 '기술지식의 확산'으로 인해 나타나는 파급효과를 '기술적 파급효과'라 하고, 연구개발을 통해 생산된 '혁신적 제품의 유통'을 통해 나타나는 금전적 파급효과를 '경제적 파급효과'라 한다. 기술혁신의 경제적 파급효과의 경로를 기업차원에서 살펴보면, 고 기술 생산자에서 저기술 생산자에게로 기술적 파급효과가 발생하면 저기술 생산자는 고품질의 제품을 생산하게 되고 기존의 차별적 우위를 유지하기위해서 고기술 생산자도 혁신적인 신제품 개발 혹은 기술혁신을 할 수 밖에 없는 구조라는 것이다(Xie and Liu, 2013). 기술적 파급효과에 의해 연구개발의 결과로 얻어진 기술지식과 정보가 특허나 학술지 또는 인적 네트워크를 통한 기술정보의 흐름이나 연구인력, 기술자 이동 등을 통해 확산되어 다른 산업에서 혁신의 효과를 얻게 되는 경우 기술적 파급효과가 발생하게 된다. 국가간에도 기술적 파급효과는 발생한다. 특정국가의 신기술개발 혹은 기

술혁신이 다른 국가의 경기변동에 장기적인 영향을 미친다는 사실이 미국과 일본 간 기술적 파급효과 분석에서 밝혀졌다(Ko, 2012). 가격의 매개를 통한 상업적 거래와는 무관하게 발생할 수 있으며, 역 엔지니어링(reverse engineering)을 통한 기술의 확산, 항공기 엔진부문의 제작 기술 혁신이 자동차 엔진 부문의 혁신으로 파급되는 경우가 그 예라 할 수 있겠다.

기술혁신의 성과가 시장 기구를 매개로 하여 배분되는 경제적 파급효과와는 달리, 기술적 파급은 연구개발 성과의 공공재(Public goods)적 성격으로 인해 발생하는 것으로, 진정한 의미의 지식파급으로 볼 수 있고 지속적인 경제성장(economic growth)의 근간이 되는 외부성의 원천으로 볼 수 있다.²⁾ Griliches(1992)는 경제적 파급효과를 '진정한 의미의 지식파급(pure knowledge spillover)'인 기술적 파급효과와 명확히 구분하고 있다.

2.2 산업별 특성과 기술적 파급효과

기술적 파급효과를 측정하기 위해 가장 오래 전부터 사용되어온 방법은 레온티에프의 산업연관분석(투입-산출분석)아이디어를 확장한 특허 및 기술혁신 정보를 바탕으로 일종의 기술 투입-산출표를 만들어 기술적 파급효과를 측정하는 방법이다(Kim, 2007). 특허의 창출산업과 활용산업을 행과 열로 하여 구성한 2차원 행렬을 이용하여 기술의 흐름을 측정하는 방법(Scherer, 1982) 혹은 혁신의 창출부문, 이용부문, 혁신기업의 주 활동부문으로 구성된 3차원 행렬을 구성하여 이를 통해 기술의 흐름을 파악하는 방법(Pavitt, 1984)등이 이에 해당한다. 기술적 파급효과를 측정하는 대표적인 방법은 Griliches(1979)에서 제안되고, Jaffe(1986)에 의해 발전된 방법으로, 각 산업별 특성을 바탕으로 기술 공간 내에 각 산업의 기술 위치 벡터를 유도하고, 이들 기술위치벡터의 상대적 거리를 측정함으로써 기술적 유사성 정도를 파악하는 방법이다. 앞에서의 방법은 기술적 파급효과에 대한 계량적인 추정방법인 반면, 전문가를 활용한 정성적인 평가방법도 존재한다. 전문가 평점방식의 기술적 파급효과는 기술의 활용성, 기술의 응용성 및 기술의 확장성 등의 평가지표에 대해 변리사, 회계사, 기술가치평가사 등의 전문인력의 평점으로 기술적 파급효과를 산출한다. 이러한 정성적 평가는 기술가치평가(Technology valuation)의 세부 항목으로 기술평가 현장에서 활용되고 있다(Park, 2009). 본 연구에서는 기술거리측정방법과 전문가 평점방식이 혼합된 기술적 파급효과 지표를 사용하여 분석한다.

2.3 기술적 파급효과의 업종조절효과

1) 일반적으로, 외부성에는 외부경제효과와 외부불경제효과가 있으나, 일반적인 의미의 기술적 파급효과는 타산업에 미치는 긍정적인 영향을 의미하므로 본 논문에서도 기술적 파급효과를 외부경제효과로 간주한다
 2) 렌트 파급(rent spillover)로 나타나는 경제적 파급은 금전적 외부성(pecuniary externalities)의 성격을 가지는데, 금전적 외부성이 진정한 의미의 외부성인지에 대해서는 전통 경제학에서도 회의적인 시각을 보이고 있다(Kim, 1996 ; Lee, 1999).

개별기업 차원에서 기술적 파급효과에 영향을 미치는 요인은 크게 두 가지다. 첫째는 앞서 살펴본 개별기업이 속한 산업의 기술적 특성이며, 다른 하나는 개별기업의 R&D활동으로부터 발생하는 긍정적 외부효과이다. R&D활동이 기술적 성과 및 파급효과에 미치는 영향은 기존 연구의 주된 주제로 다양한 관점에서 연구가 되어왔다.

서환주, 이영수와 김정언(2008)은 정보통신기술(ICT)산업에서 R&D투자가 여타 산업에 미치는 기술적 파급효과를 생산성 향상측면에서 연구하였다. 김선재와 이영화(2013)는 한국 기업들의 R&D투자가 산업간 기술파급효과에 미치는 영향을 산업연관분석표를 이용하여 전후방연관효과를 중심으로 분석하였다. 김유진과 심진보(2011)는 국내 OLED 조명산업에 초점을 맞추어 기술의 경제적 파급효과 및 연관효과를 분석하였다. 또한 신용도와 조흥제(2011)는 국내 항공제조산업의 기술적 파급효과를 산업연관분석을 통해 분석하였고, 임정호(2004)는 산업간 연구개발의 파급효과를 식음료 산업을 중심으로 분석하였다. 관련 국외논문으로 Wenqing, Zinai and Qiang(2011)은 중국의 35개 산업별 섹터 간 기술적 파급효과의 크기를 산업연관분석표를 이용하여 측정하였으며, Liang and Zhang(2012)은 중국의 신기술제품과 기술혁신에 있어서 업종별 특성의 효과를 연구하였다. Ning and Yu (2010)는 연관산업의 기술적 파급효과 경로에 영향을 미치는 요인을 탐색하였다.

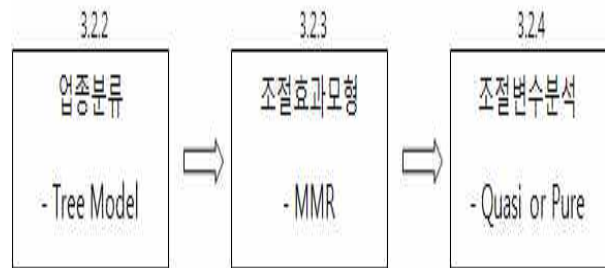
<표 1> 선행연구 결과 요약

연구자	모형	모형요약	결과
서환주, 이영수, 김정언 (2008)	산업조직 분석	정보통신기술(ICT)산업에서 R&D투자가 여타 산업에 미치는 기술적 파급효과분석. 독립변수는 ICT산업의 R&D투자비율, 종속변수는 TFP(총요소생산성)	ICT산업의 R&D투자는 기술적 파급효과를 통해 타 산업의 생산성을 향상시킴
김선재, 이영화(2013)	산업연관 분석	기업들의 R&D투자가 산업간 기술파급효과에 미치는 영향분석. 기업의 R&D투자율을 독립변수로하여 산업연관표 이용	R&D투자는 전후방연관효과를 통해 산업간 기술적 파급효과를 발생시킴
김유진, 심진보(2011)	산업연관 분석	국내 OLED 조명산업의 기술적 경제적 파급효과 분석. 조명산업의 R&D투자를 독립변수로하여 TFP향상도 측정	OLED 조명산업의 기술적 파급효과로 인해 연관산업의 생산성(TFP) 향상이 발생함
신용도, 조흥제 (2011)	산업연관 분석	국내 항공제조산업의 기술적 파급효과를 산업연관분석을 통해 분석. 항공제조산업의 R&D투자를 독립변수로하여 전후방연관효과 크기측정	항공제조산업은 전후방 연관효과가 매우 큼
임정호 (2004)	회귀 분석	국내식음료 산업의 연구개발 파급효과 분석. 식음료 산업의 R&D투자를 독립변수로하여 산업연관표상의 유발계수를 이용하여 파급효과 측정	식음료 산업의 경우 연구개발의 파급효과는 통계적으로 유의적이지 못함
Wenqing Pan, Zinai Li and Qiang Liu (2011)	산업연관 분석표	중국의 35개 산업별 섹터간 기술적 파급효과의 크기분석. 각 산업별 R&D투자액을 독립변수로하여 산업연관분석을 이용하여 유발효과 측정	산업별 기술적 파급효과의 크기는 전자, 기계 등 전통적인 고기술산업에서 크게 나타남
Liang Hua and Zhang Zongyi (2012)	계량모형	중국의 신기술제품과 기술혁신에 있어서 업종별 특성의 효과를 분석	전기,전자 등 전통적인 고기술업종에서 기술혁신이 빈번함

III. 연구모형 및 실증분석

3.1 연구모형

본 연구모형은 3단계로 구성되었다. 1단계는 기술적 파급효과와 산업별 특성을 반영하기 위해서 통계청이 발표한 제 9차 한국표준산업분류(KSIC 9)의 중분류기준(2 digit number)을 산업별 R&D특성에 관한 국내의 기존의 선행연구 결과를 참조하여 선형적으로 그룹핑하였다. 이러한 선형적 분류가 과연 타당한지 사후적으로 검증하기 위하여 유사집단 분류기법(group classification)인 나무모형(Chaid)을 이용하여 검토하였으며, 대체로 식료·섬유·가구 등 경공업분야(KSIC 9 2digit number=10)와 기계·전자 등 전통적 중공업 분야 및 컴퓨터·바이오 등 첨단분야로 분류되어 본 연구의 선형적 분류가 큰 무리가 없음을 보여주었다. 2단계로 분류된 업종을 조절변수(moderator)로 하여 대표적인 R&D투입변수와 함께 조절효과 회귀모형(Moderated Multiple Regression;MMR)을 구성하여 기술적 파급효과에 업종의 조절효과가 유의적인 영향을 미치는지 F검정을 시행하였다(Baron and Kenny, 1986). 마지막 3단계는 업종변수가 조절효과가 있다고 할 때 순수조절효과변수(pure moderator)인지 준조절효과변수(quasi moderator)인지에 대하여 회귀모형의 비교분석을 통하여 최종적으로 검증하였다(Sharma, Durand and Arie, 1981).



<그림 1> 연구단계

3.2 실증분석

3.2.1 자료설명 및 변수정의

본 연구는 2010년부터 2012년까지 3개년 동안 기술보증기금의 기술평가 신청기업들의 기업기초정보 및 R&D관련 데이터를 사용하여 분석하였다. 표본은 본 연구대상인 중소기업(중업원수 기준 300명 이하 기업체)만을 대상으로 하였으며, 중복신청 기업은 가장 최근 신청 날짜의 값을 기준으로 과거 중복치는 제외하였다. 업력과 종업원 수의 경우 척도 스케일을 완화하고자 회사설립 이후 최종 조사시점인 2013년 6월까지의 기간을 개월수 및 종업원 수의 자연로그값을 사용하였으며, 업력 1개월 미만은 제외하였다. 각 변수는 연속변수와 Likert 5점 척도로 구성되어 있으며, 결측치를 제외한 총 표본수는 N=2,184개이다.

<표 2> 기초 통계량

기업 기초 정보	척도	평균	표준편차
업력	개월	76.00	69.35
종업원 수	명	17.01	26.72
경영주동업종경험수준	Likert	3.35	1.04
경영주지식수준	Likert	4.08	1.22
경영주기술경영능력	Likert	4.59	0.53
자금조달능력	Likert	3.07	0.56
RD전담조직	Likert	2.68	1.23
과제총괄책임자RD역량	Likert	3.89	0.63
참여연구원의RD역량	Likert	3.75	1.16
RD관리시스템	Likert	3.88	0.79
지식재산권등	Likert	2.46	1.54
국가RD사업실적	Likert	2.34	0.83
연구개발투자비율	Likert	2.37	1.30
RD장비보유현황	Likert	3.89	0.58
RD추진의적정성	Likert	4.68	0.50
기술의경제적수명	Likert	3.98	0.76
특허확보및차별성	Likert	3.67	0.57
기술적파급효과	Likert	3.91	1.19
특허	건수	1.93	3.95
디자인	건수	.59	4.71
프로그램등록	건수	.13	1.28

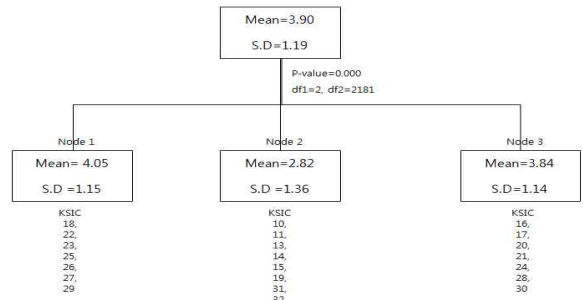
독립변수는 선행연구를 통해서 이론적으로 타당한 변수후보군을 바탕으로 기보의 기술평가신청기업 평가에 사용된 변수들을 다중회귀분석하여 유의적인 변수를 선정한 것이다. 선행연구를 참조한 변수후보군의 구조와 변수 명 및 조작적 정의는 다음과 같다.

<표 3> 변수요약

구조	변수 명	조작적 정의
경영주 관련요인	Ln 업력	평가시점까지 업력 개월수의 자연로그값
	Ln 종업원수	평가시점까지 상시종업원수의 자연로그값
	경영주동업종 경험수준	경영주의 동종업종 이력 평가점수
	경영주지식수준	경영주의 지식수준 평가점수
	경영주기술경영능력	경영주의 기술경영능력 평가점수
R&D투입 관련요인	자금조달능력	R&D 자금조달 능력 평가점수
	RD전담조직	R&D 전담조직 평가점수
	과제총괄책임자 RD역량	과제총괄책임자 R&D역량 평가점수
	참여연구원의RD역량	참여연구원의 R&D역량 평가점수
	RD관리시스템	R&D활동 보상시스템 평가점수
	지식재산권등	지식재산권 확보 정도 평가점수
	국가RD사업실적	국가R&D사업 참여 실적 평가점수
	연구개발투자비율	연구개발투자비율 평가점수
R&D 성과관련 요인	RD장비보유현황	R&D장비보유현황 평가점수
	RD추진의적정성	RD추진의 적절성 여부 평가점수
	기술의경제적수명	기술의 경제적 수명 평가점수
	특허	평가시점까지 특허건수
R&D 성과관련 요인	디자인	평가시점까지 디자인 건수
	프로그램등록	평가시점까지 완료된 프로그램 등록건수
	더미	D1_M 중기술 업종더미변수
더미	D2_H 고기술 업종더미변수	

3.2.2 업종분류

먼저 한국표준산업분류(KSIC9)의 중분류기준(2 digit number)을 산업별 R&D특성과 기술적 파급효과에 관한 국내의 선행연구 결과를 참조하여 선형적으로 3집단으로 분류하였다. 이후 유사집단분류모형인 나무모형(Chi-squared Automatic Interaction Decion;CHAID)을 이용하여 선형적 분류가 타당한지 사후검증 하였다. 분석결과 기보의 기술평가신청기업은 총 3개의 노드로 유의미하게 분류되었으며(P-value<0.00), 대체로 식음료 및 섬유의 저기술 업종, 전자장비제조, 화학 및 자동차의 중기술 업종 그리고 전자부품 및 컴퓨터, 의료 등 고기술 업종으로 유의미하게 분류되었음을 알 수 있다.



<그림 2> 업종분류

<표 4> 기술업종 분류

구분	KSIC 중분류	업종
고기술 업종	25	금속가공제품제조업,기계및기구제외
	29	기타기계및장비제조업
	26	전자부품,컴퓨터,영상,음향및통신장비제조업
	27	의료,정밀,광학기기와시계제조업
	22	고무제품및플라스틱제품제조업
	23	비금속광물제품제조업
저기술 업종	18	인쇄및기록매체복제업
	13	섬유제품제조업,의복제외
	10	식품제조업
	31	기타운송장비 제조업
	14	의복,의복액세서리및모피제품제조업
	15	가죽,기방및신발제조업
	32	가구제조업
중기술 업종	11	음료제조업
	19	코크스,연탄및석유정제품제조업
	28	전자장비제조업
	20	화학물질 및 화학제품제조업,의약품제외
	30	자동차및트레일러제조업
	24	1차금속제조업
	21	의료용물질및의약품제조업
17	펄프,종이및종이제품제조업	
16	목재및나무제품제조업,가구제외	

이러한 분류결과가 통계적으로 유의한지 알아보기 위하여 일원분산분석(One-way ANOVA)를 시행하였고, 각 군집별로 차이가 유의한지 분석하였다. 분석결과 분산분석의 F통계량

은 80.379로 유의확률 P값<0.00으로 나타났으며, 각 집단별 차이를 알아보는 다중비교 방법 중 보수적인 Scheffe와 LSD 모두 P-value가 0.01보다 매우 작아(***로 표시) 유의적으로 차이가 있음을 알 수 있다.

<표 5> 다중비교

다중 비교				
방법	집단1	집단2	표준 오차	유의확률
Scheffe	저기술 업종	중기술 업종	0.10	0.000***
		고기술 업종	0.09	0.000***
	중기술 업종	저기술 업종	0.10	0.000***
		고기술 업종	.005	0.001***
	고기술 업종	저기술 업종	0.09	0.000***
		중기술 업종	0.05	0.001***
LSD	저기술 업종	중기술 업종	0.10	0.000***
		고기술 업종	0.09	0.000***
	중기술 업종	저기술 업종	0.10	0.000***
		고기술 업종	0.05	0.000***
	고기술 업종	저기술 업종	0.09	0.000***
		중기술 업종	0.05	0.000***

3.2.3 조절효과모형

3.2.2에서의 유의적인 결과를 바탕으로 이제 기존연구에서는 외생변수로 분류된 업종변수를 내생변수화하여 모형 내 반영하기 위해서 조절변수로 도입하였다. 앞서의 다중회귀분석에서 유의적인 영향을 미치는 통상적인 R&D투입변수와 업종변수를 함께 고려하여 조절회귀모형을 구성하였다. 기술적 파급효과에 영향을 미치는 독립변수와 업종더미 조절변수 및 상호작용항을 구성하여 다중회귀분석을 시행하였으며, 각 모형은 아래와 같이 분류된다. 모형의 적합성 검증은 각 모형의 R-Square값을 비교하여 유의적인 증가정도를 검증하는 F 통계량을 이용하여 분석하였다.

모형1. $y = \alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + e_i$

모형2. $y = \alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \gamma_1x_1d + \gamma_2x_2d + \gamma_3x_3d + \gamma_4x_4d + e_i$

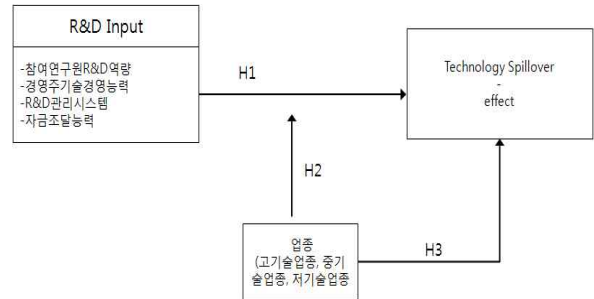
모형3. $y = \alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \gamma_1x_1d + \gamma_2x_2d + \gamma_3x_3d + \gamma_4x_4d + d_1 + d_2 + e_i$

where, x_1 = 참여연구원의 RD역량, x_2 = 경영주기술경영능력, x_3 = RD관리시스템, x_4 = 자금조달능력, d_1 = 중기술 업종더미, d_2 = 고기술 업종더미, xd = 업종조절효과항(상호작용항) e_i = 오차항

모형1은 기술적 파급효과에 영향을 미치는 설명요인으로 R&D투입변수만을 독립변수로 사용하여 회귀식을 구성하였으며(기본모형), 모형2는 업종의 순수한 조절효과(modulating

effect)를 살펴보기 위해서 독립변수와 조절변수(=독립변수×업종)로 구성하여 모형에 순수한 조절효과인 상호작용항만을 추가하였고, 모형3은 모형2의 순수한 조절효과와 함께 업종변수 자체가 독립변수로서의 역할을 하는지 여부를 검증하기 위해서 조절변수를 더미변수로 추가하였다. 이렇게 굳이 조절효과를 구분한 이유는 준(Quasi)조절효과를 가지는 조절변수는 순수(Pure)조절효과만을 가지는 조절변수에 비해 모형내에서 종속변수에 대한 영향력과 설명강도가 더 크기 때문에 상대적으로 더 중요하게 다루어져야 하기 때문이다(Sharma, S., Durand, R. M. and Gur-Arie, O. 1981). 각 모형의 적합성 검증을 위하여 다음과 같은 가설을 수립한다.

- H1 : 업종은 기본모형과 비교해서 순수조절효과가 없는 변수이다. (모형1과 모형2의 비교)
 - H2 : 업종은 기본모형과 비교해서 준조절효과가 없는 변수이다. (모형1과 모형3의 비교)
 - H3 : 업종은 순수조절효과와 준조절효과를 비교할 때 순수 조절효과이다. (모형2와 모형3비교)
- 위 가설을 연구모형을 표현하면 다음과 같다.



<그림 3> 연구모형

먼저 모형1을 분석하기 위하여 먼저 변수후보군을 대상으로 상관분석을 시행한 결과는 아래와 같으며, 전반적으로 변량들 간에 유의적인 상관관계를 지니며, 상관계수의 크기는 그리 크지 않은 것으로 나타나 향후 회귀분석에서 다중공선성 문제는 그리 심각하지 않음을 사전에 알 수 있다.(0.01, 0.05, 0.1 각 유의수준 ***, **, *로 표시)

<표 6> 상관관계 분석

		변 수										
No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Variable		업종 더미	Ln 업력	Ln 종업원 수	경영주종업종경험 수준	경영주지식수준	경영주기술경영능력	자금조달능력	RD전담조직	과제총괄책임자RD역량	참여구원의 RD역량	RD관리시스템
No.		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Variable		지식재산권등	국가RD사업실적	연구개발투자비율	RD장비보유현황	RD추진의 적정성	기술의경계제적수명	특허확보 및차별성	특허	디자인	프로그램등록	기술적파급효과

변수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	1																						
2	*	1																					
3	**	**	1																				
4	**	**	**	1																			
5	**	**	**	**	1																		
6	**	-	*	**	**	1																	
7	-	**	**	**	-	-	1																
8	-	**	**	**	**	**	**	1															
9	-	**	**	**	**	*	-	**	1														
10	-	**	**	-	*	**	**	**	**	1													
11	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	1												
12	-	**	**	**	*	-	**	**	**	**	**	1											
13	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	1										
14	-	**	**	**	-	-	-	**	**	**	**	**	**	1									
15	*	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	1								
16	-	-	**	**	**	-	-	-	-	**	-	-	-	**	1								
17	-	**	**	**	**	**	-	-	-	**	-	-	-	**	**	1							
18	-	-	-	**	**	**	-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	1						
19	**	**	-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	-	-	**	1				
20	**	**	-	-	-	-	*	-	-	-	**	-	-	-	-	-	-	**	1				
21	**	**	-	-	-	-	**	**	*	*	**	**	*	-	-	-	*	**	-	1			
22	**	-	-	-	**	-	-	-	**	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	1		

다음으로 변수후보군에 대해 기술적 파급효과에 유의적인 독립변수를 선정하기 위해 다중회귀분석을 시행한 결과는 아래와 같으며, VIF값을 체크한 결과 계수추정치의 안전성을 확보하기 위한 다중공선성 문제는 앞서 상관분석에서 살펴본 바와 같이 역시 크게 문제가 되지 않는 것으로 나타났다.

<표 7> 회귀분석

독립변수	B	β	유의 확률	VIF
(상수)	3.276		0.000	
Ln업력	0.003	0.003	0.897	1.391
Ln종업원수	0.012	0.010	0.716	1.631
경영주등업종 경험수준	-0.032	-0.028	0.280	1.584
경영주지식수준	-0.024	-0.025	0.325	1.478
경영주 기술경영능력	-0.172	-0.076	0.001***	1.185
자금조달능력	-0.101	-0.047	.032**	1.135
RD전담조직	-0.029	-0.030	0.297	1.928
과제총괄책임자 RD역량	-0.026	-0.014	0.534	1.134
참여연구원의 RD역량	0.077	0.075	0.001***	1.297
RD관리시스템	0.076	0.050	0.033**	1.327
지식재산권등	0.005	0.007	0.824	2.210
국가RD사업실적	0.043	0.030	0.216	1.385
연구개발 투자비율	0.028	0.031	0.200	1.376
RD장비보유현황	-0.078	-0.038	0.098	1.234
RD추진의적정성	0.051	0.021	0.335	1.134
기술의 경제적수명	0.019	0.012	0.569	1.067
특허확보 및 차별성	0.055	0.027	0.247	1.247
특허	0.003	0.011	0.678	1.813
디자인	-0.001	-0.006	0.778	1.038
프로그램등록	0.004	0.004	0.843	1.032
D1_M(중기술업종)	1.022	0.381	0.000***	3.619
D2_H(고기술업종)	1.227	0.488	0.000***	3.662

이상의 결과를 살펴보면, 기술적 파급효과에 영향을 미치는 요인은 경영주의 기술경영능력과 R&D자금조달능력 및 참여연구원의 R&D역량과 R&D 관리시스템으로 나타났다.(0.01, 0.05, 0.1 각 유의수준 ***, **, * 로 표시)

경영주의 기술경영능력과 자금조달능력은 부의 회귀계수추정치를 갖는데 이는 통상적인 예측과는 상이하다. 이는 분석자료인 기보의 기술평가신청기업 데이터의 절삭된 데이터(Truncated data)의 특징으로 유추해볼 수 있다. 즉 기술평가신청기업의 경영주들은 일정수준이상 기술경영능력을 보유하기 때문에 이들 간에 편차(즉, 분산)를 작게 만들어서 회귀계수를 불안정하게 만들 수 있다. 또한 자금조달능력의 경우에도 기보에 기술평가를 신청하는 기업은 R&D자금조달을 위한 경우가 많기 때문에 일반적인 중소기업 전체의 모집단과 비교해해서 자료가 절삭되어 나타난 경우로 해석된다. 즉, 자금조달능력이 좋을수록 기술평가를 신청할 확률은 상대적으로 낮아지고 따라서 자금조달능력이 불량한 기업일수록 표본에 포함될 가능성이 크다. 참여연구원의 R&D능력 점수가 높을수록 기업의 기술적 파급효과는 크며, 기업의 R&D관리 보상시스템이 우수할수록 또한 기술적 파급효과가 크다. 또한 업종더미변수 또한 유의적이다.

3.2.4 조절변수 분석

3.2.3에서 유의적으로 나타난 업종더미변수를 이용하여 일반적인 R&D투입변수와 함께 조절효과모형을 구성하여 분석하였다. 귀무가설과 통계결과는 다음과 같다.

$H1$: 업종은 기본모형과 비교해서 순수조절효과가 없는 변수이다. (모형1과 모형2의 비교)

-> 기각 (업종변수는 순수조절효과변수이다)

<표 8> 기본모형 vs 순수조절효과모형

H1 검증	모형1		모형2	
	β	표준오차	β	표준오차
C(상수)	4.464	0.267	4.288	0.261
경영주기술경영능력	-0.185	0.050	-0.274	0.101
자금조달능력	-0.107	0.046	-0.095	0.107
참여연구원의RD역량	0.080	0.022	0.157	0.058
RD관리시스템	0.081	0.034	-0.023	0.089
CD	-	-	0.069	0.055
MD	-	-	0.005	0.063
RD	-	-	-0.057	0.034
SD	-	-	0.078	0.052
R^2	0.015		0.067	
ΔR^2	0.015		0.052	
유의확률(P-value)	0.000		0.000	

* where, CD = 경영주기술경영능력×업종
 MD = 자금조달능력×업종
 RD = 참여연구원의R&D역량×업종
 SD = R&D관리시스템×업종

H2 : 업종은 기본모형과 비교해서 준조절효과가 없는 변수이다. (모형1과 모형3의 비교)
 -> 기각 (업종변수는 준조절효과변수이다)

<표 9> 기본모형 vs 준조절효과모형

H2 검증	모형1		모형3	
	β	표준오차	β	표준오차
C(상수)	4.464	0.267	2.521	0.746
경영주기술경영능력	-0.185	0.050	-0.055	0.142
자금조달능력	-0.107	0.046	-0.015	0.118
참여연구원의RD역량	0.080	0.022	0.163	0.058
RD관리시스템	0.081	0.034	0.001	0.089
CD	-	-	-0.061	0.082
MD	-	-	-0.048	0.070
RD	-	-	-0.060	0.035
SD	-	-	0.061	0.052
D1_M	-	-	1.429	0.451
D2_H	-	-	2.050	0.871
R^2	0.015		0.083	
ΔR^2	0.015		0.068	
유의확률(P-value)	0.000		0.000	

H3 : 업종은 순수조절효과와 준조절효과를 비교할 때 순수 조절효과이다. (모형2와 모형3 비교)
 -> 기각 (업종변수는 준조절효과변수이다)

<표 10> 순수조절효과모형 vs 준조절효과모형

H3 검증	모형2		모형3	
	β	표준오차	β	표준오차
C(상수)	4.288	0.261	2.521	0.746
경영주기술경영능력	-0.274	0.101	-0.055	0.142
자금조달능력	-0.095	0.107	-0.015	0.118
참여연구원의RD역량	0.157	0.058	0.163	0.058
RD관리시스템	-0.023	0.089	0.001	0.089
CD	0.069	0.055	-0.061	0.082
MD	0.005	0.063	-0.048	0.070
RD	-0.057	0.034	-0.060	0.035
SD	0.078	0.052	0.061	0.052
D1_M			1.429	0.451
D2_H			2.050	0.871
R^2	0.067		0.083	
ΔR^2	0.052		0.016	
유의확률(P-value)	0.000		0.000	

3.3 실증분석 결과 및 해석

모형 3.2.3과 3.2.4의 실증분석 결과를 살펴보면 먼저 기존선행 연구를 바탕으로 선정된 독립변수들로 구성된 모형1은 중소기업의 기술적 파급효과에 있어서 충분한 설명력을 가지지 못한 것으로 나타났으며($\Delta R^2=0.015$), 업종(산업)변수가

모형에 조절효과를 가지기 때문에 이를 반영하여야 정확한 예측이 가능함을 알 수 있다.(모형 2의 $\Delta R^2=0.052$, 모형 3의 $\Delta R^2=0.068$) 모형 3.2.4의 조절효과모형을 조절변수 측면에서 분석한 결과를 보면, 업종(산업)변수는 중소기업의 기술적 파급효과에 유의적인 영향을 미치며, 순수조절효과는 물론 준조절효과도 발생한다. 따라서 모형적합성 측면에서 준조절효과모형이 더 나은 것으로 보인다. 즉, 기술적파급효과를 설명하는데 있어서 통상적인 R&D변수인 X와 조절변수인 가변수D 및 상호작용인 X×D를 모두 고려한 준조절회귀모형이 가장 적합한 모형임을 알 수 있다.(모형2와 모형3을 비교했을 때 $\Delta R^2 =0.016$ 으로 유의확률(P-Value)<0.001 으로서 1% 수준에서 유의적임)

이상의 실증연구결과가 갖는 경제적 의의는 다음의 몇 가지로 요약할 수 있다. 먼저 중소기업의 기술적 파급효과에 있어서 통상적으로 저기술업종, 중기술업종, 고기술업종으로 나누어지는 업종(산업)변수는 동일한 R&D 변수에 유효한 차이를 발생시키는 요인으로 작용한다. 즉 고기술업종이 전통적인 저기술업종에 비하여 동일한 R&D 활동에도 불구하고 더 높은 기술적 파급효과를 나타낸다. 이는 전자부품, 컴퓨터, 의료 및 인쇄매체복제업등과 같은 고기술업종이 여타산업에 미치는 영향이 저기술 산업에 비해 크다는 것을 의미하며 우리의 직관과도 일치한다. 따라서 중소기업 R&D 지원정책도 이러한 결과를 반영하여 업종별로 세분화되어야 한다.

둘째는 통계결과에서 본바와 같이 채택된 준조절모형의 경우 다른 조절효과가 기술적 파급효과에 부의 영향을 미치는 것과 달리 R&D관리시스템×업종의 SD조절변수는 양의 효과를 미치고 있다. 즉, 기업의 기술적 파급효과에 있어서 고기술업종일수록 R&D관리시스템과(+)상호작용을 일으키며 이는 컴퓨터, 의료, 전자부품제조 등과 같은 고기술업종에 대한 R&D지원정책이 성과보상 및 연구개발 인센티브 제공 등 R&D성과관리 측면에 초점을 맞추어야 함을 의미한다.

IV. 결론

4.1 연구결과의 시사점 및 한계

본 연구에서는 기술형 중소기업의 업종조절변수에 대한 효과를 검증하였다. 결과적으로 업종조절변수는 기업의 기술적 파급효과에 중요요인임을 밝혔으며, 정부의 중소기업에 대한 R&D 지원정책이 업종을 고려한 업종별 세부지원 정책이 보다 효과적임을 지적하였다. 본연구의 한계점은 다음과 같다

첫째, 분석데이터인 기술보증기금의 기술평가신청기업의 항목들이 거의 대부분 5점척도로 되어있기 때문에 조절효과에 대한 충분한 검증력을 확보하지 못하였다. 즉 Scale coarseness(척도 조악성)문제가 발생하였기 때문에 향후 분석에서는 이를 보정한 분석이 필요하다(Aguinis, Pierce and

Culpepper, 2009).

둘째, MMR 분석의 경우 상호작용항(독립변수×조절변수)은 필연적으로 다중공선성을 유발하며 이는 VIF가 팽창하여 회귀계수 추정치가 불안정해지는 단점이 있다. 이를 해결하기 위한 다양한 방법이 있으나, 이러한 모든 방법이 사실은 모형의 적합도를 전혀 향상시키지 못한다는 주장도 있다 (Kromery and Foster-Johnson, 1998). 따라서 향후 연구에서는 PLS나 구조방정식모형 등을 사용하여 다양한 접근방법이 필요하다.

셋째, 본 연구에서 기술적 파급효과를 업종을 조절변수로 사용하여 기존 선행연구에서 사용된 독립변수들과 조절효과 회귀모형을 구성하여 기업차원에서 분석하였는데, 향후 연구에선 산업연관분석 및 전후방연관효과를 이용한 IO분석방법론을 결합하여 국가전체적인 중소기업의 업종별 기술적 파급효과를 분석할 필요가 있다.

REFERENCE

- Aguinis, H., Pierce, C. A. and Culpepper, S. A. (2009), Scale Coarseness as a Methodological Artifact Correcting Correlation Coefficients Attenuated From Using Coarse Scales. *Organizational Research Methods*, 12(4), 623-652.
- Baron, R. M. and Kenny, D. A. (1986), The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations, *Journal of personality and social psychology*, 51(6), 1173-1182.
- Griliches, Z. (1979), Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth, *Bell Journal of economics*, 10(1), 92-116.
- Griliches, Z. (1992), The search for R&D spillovers (No. w3768). *National Bureau of Economic Research*.
- Im, J. H. (2004), *Analysis on The Interindustrial R&D Spillover Effects among the Food and Beverage Industries*, Doctoral dissertation, Seoul National University.
- Jaffe, A. (1986), Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value, *American Economic Review*, 76(5), 984-1001.
- Kim, D. K. (1996), *The Modern Public Finance*, Seoul: Pak Young Sa Press.
- Kim, M. S. (2007), The R&D Inter-Industry Spillover in the Korean Manufacturing Industry : On the Analysis of 1998, 2000, 2003 IO-tables of Korea, *Journal of Industrial Economics and Business*, 20(3), 901-924.
- Kim, S. J. and Lee, Y. H. (2013), The Impact of Enterprise R&D Investment on Inter-industry Technology Spillover in Korea under the new Normal Era. *The Journal of the Korea Contents Association*, 13(2), 390-399.
- Kim, Y. J. and Sim, J. B. (2011), A Study on the OLED Lighting Industry's Effects on Korean Economy using Input-Output Tables, *Journal of Industrial Economics and Business*, 24(4), 2225-2246.
- Ko, J. H. (2012), Technology Spillovers between the US and Japan. *International Journal of Economics and Finance*, 4(1), 110-119.
- Koo, I. S. (2012), The Effects of Innovation Activity to Business Performance in Small and Medium Enterprises. *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 7(4), 1-8.
- Kromery, J. D. and Foster-Johnson, L. (1998), Mean centering in moderated multiple regression: Much ado about nothing, *Educational and Psychological Measurement*, 58(1), 42-67.
- Lee, J. K. (1999), *The Public Finance*, Seoul: Da San Books Press.
- Lee, J. W. and Gang, Y. W. (2006), Impact of the Cooperation with Large Enterprise on Technological Innovation of SME: An Exploratory Study, *The Asian Pacific Journal of Small Business*, 28(3), 243-268.
- Liang, H. and Zhang, Z. (2012), The effects of industry characteristics on the sources of technological product and process innovation, *The Journal of Technology Transfer*, 37(6), 867-884.
- Lichtenthaler, U. and Ernst, H. (2007), External technology commercialization in large firms: results of a quantitative benchmarking study, *R&D Management*, 37(5), 383-397.
- Mohnen, P. (1996), R&D externalities and productivity growth, *STI review*, 18(1), 39-66.
- Ning, J. and Yu, B. (2010), Analysis of the Influence Factors on the Process of Technology Spillovers in Associated Industries, *Journal of Harbin University of Science and Technology*, 4, 019.
- Park, J. M. (2009), Mapping Intellectual Space of Technology, Innovation Management in Korea, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 12(1), 165-188.
- Pavitt, K. (1984), Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory, *Research policy*, 13(6), 343-373.
- Scherer, F. M. (1982), Inter-industry technology flows and productivity growth. *The Review of Economics and Statistics*, 627-634.
- Seo, H. J., Lee, Y. S. and Kim, J.E.(2008), R&D Spillover Effects of ICT Industry, *The e-Business Studies*, 9(4), 395-405.
- Sharma, S., Durand, R. M. and Gur-Arie, O. (1981), Identification and analysis of moderator variables, *Journal of marketing research*, 291-300.
- Shin, Y. D. and Cho, H. J. (2011), A Study on Technology Diffusion Effects of the Aerospace Manufacturing Industry. *Aviation Management Society of Korea*, 9(3), 65-75.
- Suh, S. H. (2013), A Case Study on the Transfer of Technology from Government-funded Research Institute to Industry, *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship*, 8(2), 187-197.

- Wenqing, P., Zinai, L. and Qiang, L. (2011), Inter-industry Technology Spillover Effects in China: Evidence from 35 Industry Sectors [J]. *Economic Research Journal*, 7, 18-29.
- Xie, Y. and Liu, X. (2013), Technology Spillover, Production Cost, and Product Quality, *International journal of Science Commerce and Humanities*, 1(3), 173-183.

An Empirical Study on the Relationship between SME Venture's R&D and Technology Spillover Effect : Focused on the Moderating Effect of Industry

Koo, Young Chan*

Yang, Dong Woo**

Abstract

Standard Industrial classification is a key factor of technology spillover effect. It is the result of the empirical study that is the IC(industrial classification) which influences the technology spillover effect by way of interaction term, or moderating effect combining independent variables and moderators. As relatively high technology industry is more important than the low counterpart in R&D management system. And the result of the study says that Government should support SME's considering the IC moderating effect and different subsidies which is appropriated to the SME's IC(industrial classification). This way of Government subsidy will improve the efficiency of industrial policy effect of SME's.

Keywords: Technology spillover effect, Pure Moderating effect, Quasi Moderating effecting, Moderated Multiple Regression(MMR), Korea Standard Industrial Classification(KSIC),

* Graduate school of Venture, Hoseo University, Seoul, Korea, 187@kibo.or.kr

** Professor, Graduate school of Venture, Hoseo University, Seoul, Korea, dwyang@hoseo.edu