

한국 제조기업의 개방형 혁신 결정 요인 및 성과 실증분석

한상연*

I. 서론

선발주자가 개척한 시장에 뒤늦게 뛰어들어 단기간에 집중적인 자본투입과 시설투자로 시장의 일정부분을 차지하는 방식의 우리 제조기업의 전략은 지난 30년 동안 매우 유효하고 효과적인 전략으로 인정받아왔다. 실제로 많은 우리나라의 대기업들이 블루오션을 개척한 사례보다는 레드오션 시장에서의 실용화 기술개발, 응용기술개발분야에 집중하여 성공한 사례가 많다. 새로운 사업 영역에 대한 개척은 초기 탐색비용이 막대하고 그 위험성(Risk)이 높아 Fast-Follower 전략을 사용하는 우리 기업의 입장에서는 도전과 참여를 유인하는 요소가 매우 적다.

반면, 최근의 시장 흐름은 제품의 수명주기는 매우 짧아지는 한편, 혁신적이고 새로운 제품에 대한 소비자의 수요와 욕구는 기존 신제품에 대한 인식과 매우 차별적이다. 기술혁신 과정 자체에서 공급자의 기술수요(Supply-push) 중심이 아닌 소비자의 수요반영(Demand-pull)이 더 많은 중요 요인으로 작용하면서, 기업의 R&D와 기술혁신전략은 더욱 세분화 되고, 복잡하게 설계될 것을 요구 받고 있다. 소비자들의 구매욕구의 수준은 점차 높아지고 있고, 혁신적 제품에 대한 기대치 자체가 높은 상황이다. 국가 전체적으로도 기존의 추격형 경제성장 전략의 한계점을 인식하고, 연구개발에서의 창의성과 과학기술분야의 창조적 역량에 대한 정책적 관심이 매우 크다.

이렇듯, 기술의 변화와 고객 욕구의 변화, 경쟁의 심화 등으로 급변하는 불확실한 사업 환경에서 한 기업의 자체 역량만으로 기업의 성장전략을 추가하기란 쉽지 않다. 이로 인해 최근 들어 경쟁사를 포함한 타사와의 협력을 통해 해당 기업이 보유하고 있지 않은 자원을 타 기업으로 부터 흡수하여 성장을 모색해 나가는 경향이 두드러지게 나타나고 있다. 이러한 현상에 대하여 Chesbrough(2003)은 외부의 아이디어와 기술을 활용하는 한편 내부의 기술자원을 외부에 판매함으로써 성과를 높이는 새로운 기술혁신 방법인 개방형 기술혁신(Open Innovation)을 소개하였다. 즉, 다양한 기술혁신의 경로와 방법이 존재하기 때문에 개방형 혁신을 추구하는 기업들은 자체 R&D와 더불어 다양한 방법으로 혁신을 수행하여 짧은 제품 수명주기, 높아진 R&D비용 등의 변화 환경에서도 수익을 낼 수 있다고 주장하였다. 실제로 Bain&Company(2005, 2007)에 따르면, 선진기업의 개방형 혁신 채택률은 2004년 26%에서 2006년 53%로 2배 이상 증가하였다. 5점 척도로 조사한 만족도에서도 2004년의 3.7에서 미세하지만 3.72로 높아졌다. 즉 이들은 연구개발에 투입되는 자원을 내부에만 배정하는 것이 아니라, 투자효율성을 제고하기 위하여 외부자원을 적극적으로 활용하고 있는 것이다.

우리나라는 최근까지 국가 전체적으로 R&D투자가 지속적으로 증가하고 있으나, 연구개발의 대부분을 차지하는 기업의 연구개발이 사업화로 이어지는 연속성이 미흡하다. 실제로 한국 기업이 보유하고 있는 특허 가운데 61.1%(2004년)가 휴면상태로 존재한다.(삼성경제연구소, 2008) 물론, 기업이 경쟁기업과의 기술적 우월성과 해당기술분야에서의 선점을 위한 차원의 특허 확보도 있지만, 사업화율이 낮은 것은 투자액이 증가할수록 기업의 수익성에 악영향을 끼칠 수밖에 없다.

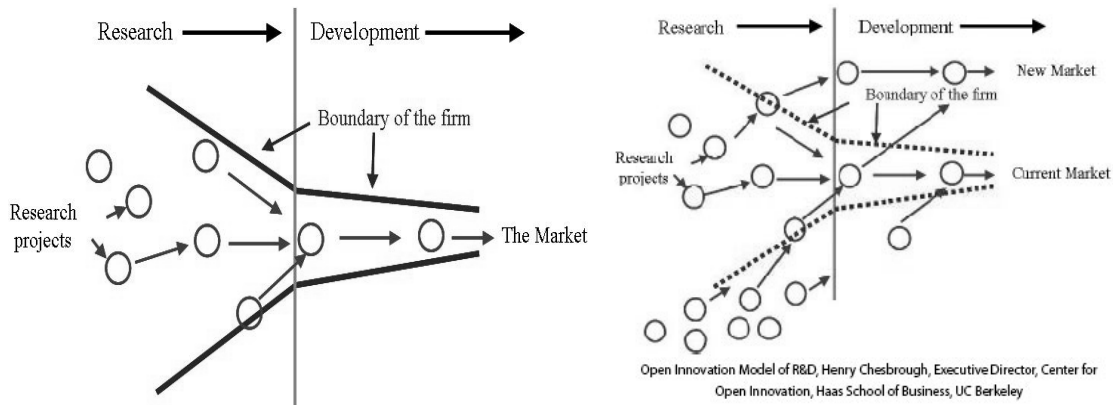
본 연구에서는 이러한 개방형 기술혁신을 결정하는 요인과 성과에 미치는 영향에 대한 실증분석을 시도하였다. 특히, 2002년부터 2007년까지의 연구개발활동조사와 한국신용평가정보(KIS)의 재무자료를 결합하여 분석의 신뢰성을 제고하였다.

* 한상연, 한국과학기술기획평가원 연구원, 02-589-2240, syhan@kistep.re.kr

II. 선행연구

1. 개방형 기술혁신의 개념과 유형

개방형 혁신은 앞서 인용한 바와 같이 기업이 안으로 지식흐름과 밖으로의 지식흐름을 적절히 활용하여 내부의 혁신을 가속화하고, 혁신의 외부 활용 시장을 확대하는 것으로 정의된다.



(그림 1) 폐쇄형 혁신의 아이디어 흐름과 개방형 혁신의 아이디어 흐름
자료: Chesbrough(2003)

Chesbrough(2006). Chesbrough(2003)는 개방형 기술혁신을 기존의 폐쇄형 기술혁신과 차별적으로, 기업 내부의 아이디어가 여러 곳으로 갈 수도 있고, 다른 곳의 아이디어도 도입할 수 있다고 주장하였다. 즉, 폐쇄형 혁신은 기업내부의 기술혁신을 위한 아이디어나 기술이 시장을 향하여 오직 한 방향으로만 흐를 수 있지만, 개방형 혁신 프레임에서는 내·외부의 다양한 아이디어가 교환될 수 있다고 설명하였다.

복득규·이원희(2008)는 개방형 기술혁신을 두가지 형태로 정의하였다. 첫 번째는 외부의 기술과 아이디어를 내부로 끌어들이어 기술혁신의 속도를 높이고 원천을 다양화하는데 유효한 'Out-In'형이다. 두 번째는 내부의 기술을 밖으로 내보내 가치를 높여 차제 개발한 기술가치를 극대화 하는 'In-Out'형이었다. 즉, 기초연구 단계부터 외부의 아이디어와 기술을 탐색하고 외부와의 공동연구를 활성화하는 동시에 내부 기술자산을 라이선스, 스핀오프, 합작 등으로 외부에 개방하는 것이다. 개<표 6> 주요국의 상용화 이전기술 공공구매 현황 및 사례

<표 1> 개방형 혁신의 유형

유형		개념	사례
내향형 개방	기술구매	수요기술을 보유한 외부기업과 구매계약 체결·활용	P&G의 'C&D, Kimberly-Clark
	공동연구	외부 기업이나 대학 등과 공동으로 기술개발 프로젝트를 추진	인텔의 Lablet, 듀폰, 노키아, 에릭슨 등
	벤처투자	신기술 탐색이나 우선 실시권 확보를 위해 벤처기업에 지분투자	HP Lab과 벤처 캐피탈 협력, 노키아, 인텔 등
	연구계약 (위탁연구)	특정기술확보나 시험평가를 위해 외부 기관에 연구용역 의뢰	신약개발에서의 CRO등

	유형	개념	사례
내향형 개방	합작벤처 설립	외부 기술혁신 주체들과 공동으로 벤처기업을 설립하고, 특정기술의 사업화 추진	제품개발이 목적이므로, 완료후 매각/인수
	인수개발	수요기술을 보유한 기업을 인수	시스코, 화이자등이 사용
	클라우드 소싱, 해결책 공모	특정 기술문제 해결을 위하여 다수의 외부 전문가 지식이나 기술중개 조직 활용	기술중개조직 Innocentive사, NineSigma 등
	집단지성 활용	다수 전문가들의 자발적 참여를 통해 하나의 기술에 대한 지속적 개선	오픈소스 소프트웨어
	사용자 혁신	사용자에게 개발 툴을 제공하거나 사용자의 피드백을 받아 신제품 개발	의료기기, 게임, 완구 등
	장기지원협약	대학 등과 연구성과 사용에 관한 협약을 맺고 대규모 연구비를 일괄지원	발색특허의 지분이나 우선 실시권을 기업이 소유
외향형 개방	기술자산 판매	기업 내부의 사용하지 않는 보유기술을 외부에 라이선스 형태로 제공	MS의 MIPV, IBM, TI, NEC
	기술판매	기업 내부의 시장성 있는 보유기술 판매	휴먼특허의 판매가 목적이 아닌 기술판매가 주 목적
	분사화	기술활용 및 검증을 위해 관련 기술 조직을 분사	미활용기술의 사업화, 사업 다강화 등이 목적으로, 루슨트의 New Venture등
	플랫폼 공개	내부 연구개발 프로젝트를 일반에 공개하여 다른 개발자나 소비자의 참여를 촉진	시장확대가 목적이며, IBM의 PC, 리눅스의 오픈소스 소프트웨어등이 대표적

자료: Chesbrough(2006), 임영모 외(2006), 복득규 외(2008), 김석관(2009), 배종태(2010)에서 인용, 정리

본 연구에서는 기업이 연구개발 재원의 구분에서 자체연구비를 제외하고, 정부 및 공공부문, 외부 민간기업, 외국으로부터 받은 연구개발비와 공동 및 위탁 연구 등을 위해 외부로 지출한 연구개발비가 있는 기업을 개방형 기술혁신 기업으로 정의하였다.

2. 기업의 개방형 기술혁신 결정요인 연구

기업이 R&D협력과 같은 개방형 기술혁신을 수행하는 요인에는 다양한 요인이 있다. Belderbos et al.,(2004)는 R&D를 통하여 목적하는 기술개발의 시기와 관련하여, 빠른 기술진보와 시장변화에 대응하기 위하여 R&D협력을 수행한다고 하였다. 이것은 Chesbrough(2003, 2006)가 개방형 혁신이 등장하게 된 배경으로 설명한 이유와 유사하다. 즉, 대기업의 지식 독점의 종언, 인력 유동성의 증가 및 벤처캐피탈의 성장, 기술개발 비용의 증가와 제품 사이클의 축소와 같은 환경변화를 그 주요한 원인으로 분석하였다. James et al.,(2002)는 R&D의 협력유형을 결정하는 것은 공장규모, R&D투자비, 시장구조환경이라고 주장하였다. 이근재·최병호(2006)는 KIS2002 제조업 자료를 활용하여, 공동R&D의 결정요인으로 기업규모와 대학 및 연구기관의 기술지식유입이 유의미한 양의 효과를 나타냄을 도출하였다. Abramovsky et al.(2005)는 2001년 프랑스, 독일, 스페인, 영국에

서 동시에 수행된 기술혁신조사에서 혁신활동을 수행하는 제조 및 서비스기업(프랑스 3,590개, 독일 1,183개, 스페인 2,747개, 영국 1,145개)을 대상으로 분석하였다. 공동R&D의 결정요인으로 기업 규모와 전유성, 대학 및 연구기관의 기술지식유입이 유의미한 양의 효과를 나타냄을 도출하였다. Faria and Schmidt(2007)는 'EURO 기술혁신조사 2001' 자료를 활용하여, 독일과 포르투갈의 국제협력활동 결정요인을 분석하였다. 국제협력활동을 촉진하는 요인으로는 흡수능력, 공공지원금, 정보유출 우려, 기업규모 등으로 나타났고, 이는 독일과 포르투갈 모두 유사한 것으로 나타났다. 수출 정도와 다국적기업 여부는 독일의 경우 유의미하게 양의 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 포르투갈의 경우에는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 문성배 외 2인(2007)은 KIS2005자료를 활용하여 ICT기업의 공동 R&D 결정요인을 실증분석하여 ICT산업은 고기술 비ICT산업과 비교하여 지식유입이 공동연구수행에 미치는 효과가 큰 것으로 나타났다. Arranz and Arroyabe(2008)는 스페인 제조기업 1,000개를 대상으로 개방형 협력활동의 결정요인을 분석하였다. 협력활동의 유형을 분석- 협력활동 유형을 수직적 협력, 수평적 협력, 공공기관과의 협력으로 구분하여 로짓(Logit)모형을 활용한 추정결과, 수평적 협력의 결정요인으로 하이테크 분야, 기업규모, R&D 조직 유무, 정책자금지원 등이 유의미한 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 미국 파트너들과의 협력은 하이테크와 중간수준의 기술분야에서 많았고, 특허의 취득을 증가시키는 것으로 나타났다.

3. 기업의 개방형 기술혁신과 기업 성과와의 관계 연구

기업의 개방형 기술혁신 중 R&D Outsourcing(위탁연구)과 기업의 성과와 관련하여, Werner(2003)는 기업 생산성과 양의 상관관계가 있다고 밝혔다. Gullec et al.,(2004)는 장기간의 생산성 성장률을 결정짓는 유의미한 요소라고 분석하였다. Amara and Landry(2005)는 1999년 캐나다 제조기업 기술혁신조사를 사용하여 정보원천의 범위가 기술개발의 혁신 정도(novelty)에 미치는 영향을 분석하였다. 정보의 원천을 기업, 시장, 연구기관, 일반정보 등 4가지로 구분하여 기술개발의 혁신정도에 미치는 영향을 실증분석하였다. 기술혁신의 정도는 세계최초개발, 국내최초개발, 기업 최초개발로 구분하였다. 추정결과, 세계 최초 개발은 내부와 연구기관의 정보원천이 기술개발의 혁신정도를 높이는 것으로 나타났고, 정보원천의 활용을 1단위 증가시킬 때 증가하는 혁신 정도는 기업내부가 1.30, 연구기관이 1.32인 것으로 나타났다. 또한, 기업 최초 개발의 경우, 내부 혁신만이 유의미하게 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다. Faems et al.,(2005)은 EU의 1997년 기술혁신조사의 벨기에 제조기업 1, 377개사 자료를 활용하여, 조직간 협력이 혁신성과에 미치는 영향을 실증 분석하였다. 토빗(Tobit)을 활용한 추정 결과, 기존 제품 개량과 신제품 출시로 인한 매출액은 협력이 다양할수록 높아지는 것으로 나타났다. Laursen and Salter(2006)은 영국 제조기업 2,707개를 대상으로 개방형탐색(open search)이 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 2001년도 영국의 기술혁신조사를 활용하여, 추정한 결과 개방형 탐색이 기술개발의 성과를 제고하는 것으로 나타났다. 또한, 탐색의 깊이는 급진적 혁신, 넓이는 점진적 혁신을 촉진하며, 개방형 탐색이 성과에 미치는 효과는 체증적으로 감소(역 U자의 형태) 하는 것으로 나타나 개방형 탐색의 효과는 한계가 있음을 밝혔다. Neito and Santamaria(2007)는 스페인 1998~2002년 제조기업 패널 데이터를 사용하여, 협력의 네트워크가 기술개발의 혁신 정도(novelty)에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과, 협력활동 및 연속성은 혁신의 정도를 높이는 것으로 나타났다. 협력대상별로는 경쟁사를 제외하고, 공급자와 고객 및 연구기관과의 협력 순으로 혁신정도를 높이는 것으로 분석되었다. 프라운호퍼(Fraunhofer)의 Stephane et al.(2010)는 CIS4 2002-2004자료를 활용하여 프랑스 및 독일 공공연구기관의 R&D협력과 기술혁신관계를 실증분석 하였다. 분석결과, 양국 모두 기업규모 및 기업의 개방성 등이 기술혁신의 확률을 높여주는 것을 나타냈으며, 기업의 성과에도 양의 효과를 나타내는 것으로 분석하였다.

III. 분석모형 및 데이터

1. 분석모형

1) 개방형 기술혁신의 결정요인 분석

본 연구에서는 실증분석은 기업의 개방형 기술혁신 결정요인 분석을 위한 모형과 개방형 기술혁신과 기업성과와의 관계를 분석하기 위한 모형 두가지로 구성된다.

먼저, 기업의 개방형 기술혁신 결정요인 분석을 위하여 헤크만의 2단계 추정법(Heckman's 2-Stage Estimation method)을 사용하였다. 무작위로 추출되지 않는(Nonrandomly) 표본을 이용하므로, 표본선택편의(Sample Selection bias)를 제거하기 위하여 이 추정방법을 사용하였다. 헤크만 2단계모형의 분석절차는 첫 번째로, 표본이 관찰될 확률을 추정하여 그 확률을 이용하여 표본 오차항의 조건부 기댓값을 구하고, 이것을 2단계 식에서 설명변수로 포함시켜 표본추출오차를 제거하는 추정방법이다.

더미변수 I 를 활용하여 개방형 혁신을 수행하는 기업과 하지 않는 기업을 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & Z = \text{설명변수} \\
 & \gamma = \text{Unknown Parameter} \\
 & I = \text{개방형 기술혁신 여부}(1, 0) \\
 \text{Prob}(I=1|Z) &= \Phi(Z\gamma) \quad (1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_i &= 1(\text{개방형기술혁신수행}) \text{ if } y_i^* > 0, \varepsilon_i \geq -z_i'\gamma \\
 I_i &= 0(\text{개방형기술혁신미수행}) \text{ if } y_i^* \leq 0, \varepsilon_i < -z_i'\gamma \quad i = i\text{기업}
 \end{aligned}$$

1단계에서는 프로빗모형(Probit)을 이용하여 개방형 기술혁신을 수행할 확률을 추정한다. 추정된 β 값을 이용하여 표본 오차항의 조건부 기댓값인 λ 값을 도출한다.

$$\begin{aligned}
 E[y_i|X, I=1] &= X\beta + \rho\sigma_u\lambda(Z\gamma) \quad (2) \\
 \rho &= \text{개방형 혁신을 수행할 성향의 관찰되지 않은 결정요인과 투자액과 상관계수} \\
 \sigma_u &= u \text{의 표준편차} \\
 \gamma &= (1) \text{에서 추정된 값} \\
 \lambda &= Z\gamma \text{에서 도출된 Inverse Mill's Ratio}
 \end{aligned}$$

$$y_i = x_i\beta + \rho\sigma_u\hat{\lambda}_i + \xi_i \quad \text{일치추정량 } \beta, \sigma$$

2단계에서는 (1)에서 추정된 개방형 기술혁신을 수행할 확률을 OLS(개방형 혁신 수행기업 샘플만 사용)의 설명변수로 사용하여 결정요인을 도출한다. 결국 헤크만의 2단계 모형은 기본적인 OLS를 적용할 때 발생할 수 있는 이분산성(Heteroscedasticity) 현상을 해결하고자 사용하게 된다.

2) 개방형 기술혁신 시도가 기업성과에 미치는 영향 분석

개방형 기술혁신 시도가 기업성과에 미치는 영향은 종속변수를 총자산대비 당기순이익(ROA, Return On Asset)에 대한 설명변수별 영향을 분석한다. 이때, 본 연구에서는 구축된 패널데이터에서 시간의 흐름에 따라 변하지 않고(Invariant over time) 관찰되지 않는 특정한 변수가 기업마다 존재해 있고, 시계열별 독특한 특성이 매 기간에 잠재해 있음을 가정하는 Fixed Effect Model을 사용하였다.

2. 데이터

1) 한신평(KIS)재무자료와 연구개발활동조사 자료

<표 2> 한신평(KIS)재무자료와 연구개발활동조사 자료(2002-2007)

한신평(KIS) 재무자료		연구개발활동조사		결합(Merged) 한신평(KIS) 재무자료와 연구개발활동조사 자료	
연도	기업수	연도	기업수	연도	기업수
2002	14,108	2002	7,178	2002	2,334
2003	14,973	2003	6,991	2003	2,475
2004	15,588	2004	8,300	2004	2,272
2005	16,567	2005	9,837	2005	2,630
2006	17,788	2006	12,639	2006	3,237
2007	18,083	2007	14,966	2007	3,317
Total	97,407	Total	59,911	Total	16,265

한신평(KIS) 재무자료는 2002년부터 2008년까지 상장법인 및 외감기업, 등록사 등 전체 97,407개의 기업을 포함한다. 연구개발활동조사자료는 동일한 해당년도에 OECD Frascati 매뉴얼에 따라 교육과학기술부에서 조사된 기업으로서, 별도의 R&D조직을 갖는 전체 기업을 포괄하여 59,911개 기업을 활용하였다. 최종적으로 두 자료 Set을 결합하여 데이터 pool을 작성한 결과, 전체 16,265개의 기업을 실증분석에 사용하였다.

2) 변수

기업의 개방형 기술혁신 결정요인 분석에서 사용된 변수는 다음과 같다. 먼저 종속변수로는 매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액을 사용하였다. 여기서 개방형 기술혁신 연구개발 투자액은 정부, 공공기관, 기업, 해외로부터 받은 연구개발투자액과 동일한 대상들에 대하여 외부로 투자한 연구개발 투자액의 합을 의미한다. 설명변수로는 대기업 계열사 등 기업 그룹소속 기업인지 여부를 나타내는 지배구조 더미변수와 경쟁정도를 나타내는 CR4를 사용하였다. 또한, 매출액 대비 연구개발 투자액인 연구개발집약도를 설명변수로 사용하였고, 첨단산업인지 여부를 나타내는 더미변수를 추가하였다. 기업의 개방성을 나타내는 변수로서, 매출액 대비 수출액을 사용하였고, 재무 건전성을 나타내는 총자산대비 자기자본비율도 포함하였다. 통제변수로는 자산총액인 기업규모, 기업연령, 산업 및 연령더미를 활용하였다.

<표 3> 개방형 기술혁신 시도기업의 결정요인 분석 사용 변수

구분	주요변수	정의
지배구조	지배구조 더미	기업그룹에 속한 경우 1 그렇지 않으면 0
경쟁강도	CR4	KSIC(한국표준산업분류)상의 산업별 대분류(2digit)에 따른 상위 4개 기업의 시장점유율 합
연구개발	연구개발 집약도	연구개발 투자액/매출액
기술집약도	고 기술 제조업 더미	첨단 고수준 기술기업군에 속한 경우 1 그렇지 않으면 0
	중-고 기술제조업 더미	중-고 수준 기술기업군에 속한 경우 1 그렇지 않으면 0
	중-하 기술 제조업 더미	중-하 수준 기술기업군에 속한 경우 1 그렇지 않으면 0
개방정도	수출액/매출액	수출액/매출액
재무건전성	자기자본비율	순수 자기자본/총 자산
통제변수	기업규모	ln(자산총액)
	기업연령	기업연령
	산업더미	KSIC(한국표준산업분류)상의 산업별 대분류(2digit)
	연도더미	연도별

<표 4> 개방형 기술혁신 시도기업의 결정요인 분석 사용 변수-기술통계량

변수	변수개수	평균	표준편차	최소값	최대값
지배구조 더미	16,265	0.519	0.500	0.000	1.000
CR4	16,265	0.358	0.175	0.102	0.975
연구개발집약도	16,265	0.142	1.587	0.000	64.810
고 기술 제조업 더미	16,265	0.296	0.456	0.000	1.000
중-고 기술제조업 더미	16,265	0.398	0.489	0.000	1.000
중-하 기술 제조업 더미	16,265	0.145	0.352	0.000	1.000
수출액/매출액	16,265	0.095	0.226	0.000	1.000
자기자본비율	16,265	0.455	0.283	- 5.127	0.982
기업규모	16,265	10.139	1.569	1.099	17.961
기업연령	16,265	15.312	11.943	0.000	109.000

개방형 기술혁신 시도가 기업성과에 미치는 영향 분석에서 사용된 변수는 다음과 같다. 먼저 종속변수로는 총자산대비 당기순이익(ROA, Return On Asset)을 사용하였다. 설명변수로는 앞서 개방형 기술혁신 기업의 결정요인 분석에서 사용한 주요 설명변수 들 이외에 연구개발 효과의 시차를 2년으로 가정하여, 각각 개방형 기술혁신을 시도하지 않은 기업 더미, 매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 전체 투자액을 사용하였다. 또한, 정부, 공공기관, 기업, 해외 등 개방형 기술혁신을 위한 연구개발투자의 대상별로 매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액을 설명변수로 사용하였다.

<표 5> 개방형 기술혁신 시도가 기업성과에 미치는 영향 분석 사용 변수

구분	주요변수	정의
기업성과	ROA	(당기순이익+이자비용)/총 자산
지배구조	지배구조 더미	기업그룹에 속한 경우 1 그렇지 않으면 0
경쟁강도	CR4	KSIC(한국표준산업분류)상의 산업별 대분류(2digit)에 따른 상위 4개 기업의 시장점유율 합
연구개발	연구개발 집약도	연구개발 투자액/매출액
	개방형 기술혁신 연구개발 미시도 더미	개방형 기술혁신 연구개발 시도하지 않았으면, 1 그렇지 않으면 0
	매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(전체)	개방형 기술혁신 연구개발투자액(전체)/매출액
	매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(정부)	개방형 기술혁신 연구개발투자액(정부)/매출액
	매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(공공기관)	개방형 기술혁신 연구개발투자액(공공기관)/매출액
	매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(기업)	개방형 기술혁신 연구개발투자액(기업)/매출액
	매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(해외)	개방형 기술혁신 연구개발투자액(해외)/매출액
개방정도	수출액/매출액	수출액/매출액
재무건전성	자기자본비율	순수 자기자본/총 자산
통제변수	기업규모	ln(자산총액)
	연도더미	연도별

<표 6> 개방형 기술혁신 시도가 기업성과에 미치는 영향 분석 사용 변수-기술통계량

변수	변수개수	평균	표준편차	최소값	최대값
ROA	16,265	0.048	0.168	-5.006	2.022
지배구조 더미	16,265	0.519	0.500	0.000	1.000
CR4	16,265	0.358	0.175	0.102	0.975
연구개발집약도	16,265	0.142	1.587	0.000	64.810
개방형 기술혁신 연구개발 미시도 더미	16,265	0.495	0.500	0.000	1.000
매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(전체)	16,265	0.053	0.879	0.000	55.359
매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(정부)	16,265	0.046	0.861	0.000	55.359
매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(공공기관)	16,265	0.002	0.057	0.000	6.974
매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(기업)	16,265	0.004	0.099	0.000	9.615
매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(해외)	16,265	0.001	0.019	0.000	1.298
수출액/매출액	16,265	0.095	0.226	0.000	1.000
자기자본비율	16,265	0.455	0.283	- 5.127	0.982
기업규모(ln(자산총액))	16,265	10.139	1.569	1.099	17.961
기업연령	16,265	15.312	11.943	0.000	109.000

IV. 실증분석 결과

1) 기업의 개방형 기술혁신 결정요인 분석결과

<표 7> 기업의 개방형 기술혁신 결정요인 분석결과-Heckman's 2-Stage Estimation method

종속변수 : 개방형 혁신 R&D투자/매출액		
	모델 1	모델 2
기업규모(매출액)	-0.019 *** (-3.538)	-0.019 *** (-3.587)
지배구조 더미	0.049 *** (3.174)	0.048 *** (3.155)
경쟁강도(CR4)	-0.479 (-1.048)	-0.477 (-1.048)
고 기술 제조업 더미	0.306 (1.142)	
중-고 기술제조업 더미	0.071 (0.299)	
중-저 기술 제조업 더미	0.135 (0.660)	
수출액/매출액	0.097 ** (2.004)	0.093* (1.959)
연구개발 집약도	0.525 *** (106.842)	0.525 *** (108.145)
자산 건전성	-0.057 ** (-2.170)	-0.058** (-2.204)
상수항	-0.039 (-0.174)	-0.022 (-0.099)
Mill's Lambda	0.346 ** (1.560)	0.330 ** (1.510)
관찰 표본 수	16265	16265
censored obs.	8050	8050
uncensored obs.	8215	8215
wald chi2	22121.19	22428.39

주1) 산업더미(Industry dummy) 및 년도 더미(year dummy) 포함

주2) ***는 1% 수준, **는 5% 수준 *는 10%수준에서 각각 유의

기업이 외부의 연구개발자금을 유치하거나 외부로 위탁연구 및 공동연구를 수행하는 등 개방형 기술혁신을 시도하는 결정요인에 대한 분석하였다. 그 결과 기업규모가 작을수록, 자산 건전성이 좋지 않을수록 제조 기업들은 개방형 기술혁신을 시도하는 것으로 나타났다. 즉, 내부연구개발 투입 자원이 충분하지 않은 기업이 외부의 자원을 활용하여 기술혁신을 시도하려는 가능성이 더 높은 것으로 추론할 수 있다. 반면에, 매출액 중 수출액, 연구개발 집약도, 지배구조가 대규모 기업 그룹 소속 등이 결정요인으로 분석되었다. 즉, 매출액중 수출액이 차지하는 비중이 큰 개방적 환경의 기업이나, 연구개발에 대한 투자 자체가 큰 기업의 경우 좀 더 적극적으로 개방형 기술혁신을 시도하는 것으로 판단된다. Faria and Schmidt(2007)는 이와 유사하게 국제협력활동을 결정하는 요인분석을 한 바 있다. 연구결과 R&D투자와 수출을 많이 하는 다국적 기업일수록 국제협력 활동을 많이 시도하는 것으로 분석하였다.

2) 기업의 개방형 기술혁신 시도가 기업성과에 미치는 영향 분석

<표 8> 기업의 개방형 기술혁신 시도가 기업성과에 미치는 영향 분석 결과-Model 1

(Fixed Effect Model)종속변수 : ROA					
	전체	고 기술 제조업	중-고 기술제조업	중-저 기술 제조업	저 기술 제조업
ROA(t-1)	-0.324 *** (-22.36)	-0.382 *** (-15.22)	-0.245 *** (-10.35)	-0.252 *** (-6.52)	-0.304 * (-6.82)
개방형 기술혁신 연구개발 미시도 더미(t-2)	-0.002 (-0.55)	0.008 (0.75)	-0.011 ** (-2.23)	-0.012 * (-1.69)	0.015 (1.20)
매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(전체)(t-2)	0.007 (1.09)	0.009 (0.88)	-0.030 * (-1.72)	0.104 (0.90)	-0.089 (-0.99)
연구개발 집약도(t-2)	0.001 (0.23)	-0.002 (-0.48)	0.025 ** (2.35)	-0.057 (-0.73)	0.03 (0.73)
기업규모	0.108 *** (19.69)	0.108 *** (10.19)	0.089 *** (12.28)	0.098 *** (8.49)	0.177 * (9.13)
경쟁강도	0.015 (0.11)	1.286 * (1.84)	-0.222 (-1.11)	0.387 ** (2.03)	0.237 (0.54)
수출액/매출액	-0.022 (-0.93)	0.015 (0.32)	-0.069 ** (-2.30)	0.046 (0.88)	-0.045 (-0.67)
자산 건전성	0.456 *** (37.31)	0.509 *** (23.73)	0.395 *** (20.56)	0.287 *** (10.80)	0.445 * (10.50)
상수항	-1.233 *** (-16.28)	-1.998 *** (-5.14)	-0.929 *** (-9.37)	-1.227 *** (-8.36)	-2.063 * (-8.99)
R-squared	0.337	0.41	0.289	0.302	0.262
log likelihood	7460.129	1700.897	3764.924	1527.221	1038.347
관찰 표본 수	6,582	1,955	2,691	952	984

개방형 기술혁신 시도가 기업성과에 미치는 영향은 기업의 성과변수로서 ROA를 사용하였다. <표 8>의 Model 1은 개방형 기술혁신을 위한 연구개발 투자자금의 원천과 무관하게, 내부 연구개발 투자금을 제외한 수탁 혹은 위탁 및 공동연구개발자금 투자액을 설명변수로 사용하였다. 또한, 연구개발 투자효과를 2년으로 가정하였다. R&D 집약도에 따른 기술수준별 산업군으로 패널자료를 구성하였는데, 제조업 산업군의 분류는 Hatzichronoglou(1997)의 OECD 기준을 활용하되, 기술수준에 따라 고 기술(High-Technology)제조업과 중-고 기술(Medium-Technology)제조업, 중-저 기술(Medium-Low Technology)제조업, 저 기술(Low-Technology)제조업 4가지로 재분류하였다.

분석결과, 개방형 기술혁신 연구개발 미시도 더미는 중-고 기술 제조업과 중-저 기술 제조업에서 유의미하게 음의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 즉, 과거의 개방형 기술혁신 시도가 현재의 ROA를 증가 시키는 것으로 판단 할 수 있다. 연구개발 집약도는 중-고 기술 제조업에서만 유의미하게 양의 관계를 갖는 것으로 나타나, 화합물 및 화학제품 제조업, 자동차 및 트레일러 제조업 등에서 연구개발 투자가 많을수록 기업의 성과를 향상시키는 것으로 나타났다. 기업규모는 전체 뿐 만 아니라 모든 산업 군에서 ROA증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고 기술 제조업과 중-저 기술 제조업은 산업 내 경쟁강도가 높을수록 ROA를 증가시키는 것으로 나타났다. 반면, 중-고 기술 제조업은 개방성으로 대표되는 매출액 대비 수출액 비율이 낮을수록 ROA가 증가하는 것으로 분석되었다. 자산 건전성은 모든 제조업 산업군에서 유의미하게 ROA에 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

<표 9> 기업의 개방형 기술혁신 시도가 기업성장에 미치는 영향 분석 결과-Model 2

(Fixed Effect Model)종속변수 : ROA					
	전체	고 기술 제조업	중-고 기술제조업	중-저 기술 제조업	저기술 제조업
ROA(t-1)	-0.324 *** (-22.39)	-0.382 *** (-15.21)	-0.245 *** (-10.33)	-0.255 *** (-6.58)	-0.308 * (-6.88)
매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(정부)(t-2)	0.006 (0.65)	0.004 (0.26)	-0.100 *** (-3.19)	0.034 (0.22)	-0.125 (-1.34)
매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(공공기관)(t-2)	-0.01 (-0.08)	-0.004 (-0.02)	0.174 (1.07)	-0.842 (-0.95)	1.989 (1.64)
매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(기업)(t-2)	0.006 (0.51)	0.019 (0.82)	-0.049 ** (-2.58)	0.232 (0.88)	-0.167 (-0.40)
매출액 대비 개방형 기술혁신 연구개발 투자액(해외)(t-2)	0.627 ** (2.09)	0.572 (1.34)	0.306 (0.45)	-1.738 (-0.70)	3.351 (1.16)
연구개발 집약도(t-2)	0.001 (0.27)	-0.001 (-0.07)	0.065 *** (3.55)	0.004 (0.04)	0.032 (0.77)
기업규모(ln(자산총액))	0.108 *** (19.78)	0.109 *** (10.22)	0.089 *** (12.27)	0.095 *** (8.11)	0.174 * (9.00)
경쟁강도	0.015 (0.11)	1.243 * (1.77)	-0.216 (-1.08)	0.401 ** (2.09)	0.149 (0.34)
수출액/매출액	-0.022 (-0.94)	0.013 (0.29)	-0.064 ** (-2.10)	0.054 (1.03)	-0.049 (-0.73)
자산 건전성	0.457 *** (37.34)	0.510 *** (23.74)	0.392 *** (20.36)	0.285 *** (10.65)	0.445 * (10.51)
상수항	-1.240 *** (-16.39)	-1.981 *** (-5.10)	-0.938 *** (-9.44)	-1.209 *** (-8.14)	-2.016 * (-8.83)
R-squared	0.338	0.411	0.291	0.3	0.266
log likelihood	7463.29	1702.102	3767.687	1526.338	1040.937
관찰 표본 수	6,582	1,955	2,691	952	984

Model 2에서는 전체 표본과 기술 수준에 따른 산업군 별로 개방형 기술혁신 연구개발 투자액을 재원의 원천별로 분리하여 분석을 시도하였다. 분석결과 중-고 기술 제조업은 정부의 연구개발 투자액이나 외부 기업의 연구개발 투자액이 ROA에 대하여 유의미 하게 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 전체적으로는 해외 파트너와의 연구개발 활동이나 투자유치가 ROA에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 해외의 자발적인 연구개발 투자유치나 공동연구, 위탁은 국내의 그것보다 좀 더 선별적인 과정을 통하여 이루어진다고 추론할 수 있으므로, 기업의 성과에 좀 더 직접적으로 긍정적인 영향을 미친다고 판단 할 수 있다. 또한, 연구개발 집약도는 중-고 기술 제조업에서만 ROA와 유의미하게 양의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 기업규모는 전체 표본에서 동일하게 양의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 고 기술 제조업과 중-저 기술 제조업에서는 경쟁강도가 높을수록 ROA가 증가하는 것으로 나타났다. 반면, 중-고 기술 제조업에서는 매출액중 수출액이 차지하는 비율이 높을수록 ROA의 증가에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 자산 건전성은 전체 표본에서 동일하게 ROA의 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

V. 결론 및 향후 연구방향

본 연구에서는 국가연구개발활동조사 자료를 활용하여 우리나라 제조기업의 개방형 기술혁신 활동의 결정요인과 기업성과에 대한 영향분석을 통하여 그 효과를 분석하였다. 특히, 국가연구개발활동조사의 매출액, 자산, 당기순이익 등 설문에 의한 데이터의 객관성 및 신뢰성을 보완하기 위하여 재무관련 자료는 외부자료인 한신평의 재무데이터를 결합하여 활용하였다. 기존의 연구들은 기술혁신조사(CIS)에 기반하여 기술혁신활동의 유무에 따라 결정요인 및 기업성과에 대한 영향을 분석하였다. 반면, 본 연구에서는 조사대상이 훨씬 더 크고, 매년 정기적으로 수행되어 패널데이터를 구성할 수 있는 국가연구개발활동조사 자료를 활용하여 실증분석을 시도했다는 점에서 의의가 있다. 또한, 신용평가사의 재무데이터를 결합 활용하여 실증분석의 신뢰성을 제고하였다.

분석결과는 기업규모가 작을수록, 자산 건전성이 좋지 않을수록 제조 기업들은 개방형 기술혁신을 시도하는 것으로 나타났다. 또한, 매출액 중 수출액, 연구개발 집약도, 지배구조가 대규모 기업 그룹 소속 등이 개방형 기술혁신의 주요 결정요인으로 분석되었다. 즉, 기업 규모가 작지만 연구개발에 대한 투자가 많고, 외부자원을 충분히 활용 할 수 있는 네트워크 환경이 잘 갖춰진 기업일수록 개방형 기술혁신 시도에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

또한, ROA를 기업의 성과변수로 하여 분석한 개방형 기술혁신의 영향분석에서는 2년 전 개방형 기술혁신 연구개발 미시도 더미가 중-고 기술 제조업과 중-저 기술 제조업에서 유의미하게 음의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 즉, 과거의 중-고 기술 제조업과 중-저 기술 제조업의 개방형 기술혁신 시도가 현재의 기업성과를 제고하는 것으로 분석되었다. 중-고 기술 제조업은 매출액 중 연구개발 투자액이 높을수록 ROA에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 산업 내 경쟁강도가 기업성과에 미치는 영향에서는 고 기술 제조업과 중-저 기술 제조업이 유의미 하게 양의 효과를 갖는 것으로 분석되었다. 개방형 기술혁신의 연구개발 투자액의 재원별로 기업에 미치는 영향 분석에서는 중-고 기술 제조업은 정부의 연구개발 투자액이나 외부 기업의 연구개발 투자액이 ROA에 대하여 유의미 하게 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 전체적으로는 해외 파트너와의 연구개발 활동이나 투자유치가 ROA에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구를 통하여 Chesbrough(2006)가 제시한 개방형 기술혁신의 원인을 규명하고자 실증분석을 시도하였다. 개방형 기술혁신의 결정요인 분석을 통해서 자산 건전성이 전체 매출액중 개방형 혁신 R&D투자액 비율과 유의미 하게 음의 관계를 갖는 것으로 나타나, 연구개발 및 기술혁신을 위한 투자재원조달이 필요한 기업일수록 개방형 기술혁신을 시도하는 것으로 판단 할 수 있었다. 또한, 기업의 지배구조가 대기업 계열사 등 외부 재원조달의 네트워크가 충실하게 갖추어진 기업일수록 좀 더 개방형 기술혁신을 시도 할 수 있는 여력이 있는 것으로 분석된다. 반면, 개방형 기술혁신의 기업성과에 대한 영향분석에서는 기술수준 산업별로 다르게 나타나 개방형 혁신의 효과가 차별적으로 나타나는 것으로 추론된다. 중-고 기술 제조업 및 중-저 기술 제조업에서 과거의 개방형 기술혁신 연구개발을 시도하지 않은 것이 현재의 ROA와 유의미 하게 음의 관계를 갖는 것으로 나타나, 개방형 기술혁신에 긍정적 효과를 미치는 것을 알 수 있었다.

본 연구가 갖는 한계점은 다음과 같다. 개방형 기술혁신은 기업이 속한 산업군이나 기업의 개별적 수요와 재무적 상황에 맞게 시도될 것으로 추론된다. 따라서 향후 연구에서는 본 연구에서 사용된 설명변수 이외 기업의 이러한 특성을 대표하는 설명변수의 발굴 및 분석이 필요하다. 또한, 산업 내 경쟁강도나 기업의 개방성 측면, 기업의 네트워크 역량 등에 대한 변수도 충분히 기업의 특성을 반영 할 수 있도록 개선해야 할 것으로 판단된다. 개방형 기술혁신의 기업성과에 대한 영향 분석에서는 개방형 기술혁신의 시차에 대한 고려에 따라 다양한 시차를 반영하여 분석해볼 필요가 있고, 분석에 사용된 설명변수 이외 설명력을 가진 기업 성과에 미치는 영향변수들을 추가하여 분석하면 좀 더 효과적인 분석이 될 것으로 생각한다.

참고문헌

- 교육과학기술부·한국과학기술기획평가원(2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008), 과학기술연구 개발활동조사보고서, 교육과학기술부·한국과학기술기획평가원
- 김석관 (2009), “개방형 혁신은 새로운 혁신 방법론인가?: Chesbrough의 개방형 혁신이론에 대한 비판적 평가”, 「기술혁신연구」, 겨울 특별호, 기술경영경제학회, pp. 99-133.
- 문성배·전현배·이은민 (2007), “ICT기업의 공동 R&D 결정요인 분석”, 연구보고 07-11, 정보통신 정책연구원.
- 배종태 (2010), “개방형 혁신의 전제조건과 사업모형”, 「기술과 미래」, 01/01월호, 한국산업기술진흥원, pp. 10-13.
- 복득규·이원희 (2008). “한국 제조업의 개방형 기술혁신 현황과 효과 분석”, 「Issue Paper」, 삼성경제연구소.
- 양희승 (2010), “LG화학의 개방형 혁신 도입과정과 우리나라 기업에의 적용에 관한 고찰”, 「기술혁신연구」, 제18권 제1호, 기술경영경제학회, pp. 123-152
- 이근재·최병호, (2006), “기술협력의 결정요인에 관한 실증적 연구”, 「산업조직연구」, 제14권 제4호, pp. 67-101.
- 이우성 (2008), “우리나라 R&D 투자의 산업별 효과와 정책과제”, 「과학기술정책」, 05/06월호, 과학기술정책연구원.
- 임영모·복득규 (2006), “개방형 기술혁신의 확산과 시사점”, 「CEO Information」, 제575호, 삼성경제연구소.
- 최형필·이재호 (2010), “기업의 연구협력 선택에 미치는 요인분석 : 한국 제조업체를 대상으로”, 「기술혁신연구」, 제18권 제1호, 기술경영경제학회, pp. 153-175
- Abramovsky, Laura, Elisabeth Kremp, Alberto Lopez, Tobias Schmidt, and Helen Simpson (2005), *Understanding Co-operative R&D Activity: Evidence from Four European Countries*, IFS Working Paper, WP05/23.
- Amara and Landry (2005), “Sources of information as determinants of novelty of innovation in manufacturing firms: Evidence from the 1999 statistics Canada innovation survey”, *Technovation*, Volume 25, Issue 3, pp. 245-259
- Arranz and Arroyabe (2008), “The choice of partners in R&D cooperation: An empirical analysis of Spanish firms”, *Technovation*, Volume 28, Issues 1-2, pp. 88-100
- Bain & Company (2005, 2007), *Management Tools and Trends*.
- Belderbos, R., M. Carree and B. Lokshin (2004), “Cooperative R&D and Firm Performance”, *Research Policy*, Vol. 33, No. 10, pp. 1477-1492.
- Chesbrough (2003), *Open Business Innovation*, Harvard Business School Press.
- Chesbrough (2006), *Open Innovation Models*, Harvard Business School Press.
- Dries Faems, Bart Van Looy, and Koenraad Debackere (2005), “Interorganizational Collaboration and Innovation : Toward a Portfolio Approach”, *Journal of Product Innovation Management*, Volume 22, Issue 3, pp. 238-250.
- Faria and Schmidt (2007), *International cooperation on innovation: empirical evidence for German and Portuguese firms*, Discussion Paper Series, No 30/2007, Deutsche Bundesbank.
- Guellec, Dominique and van Pottelsberge de la Potterie, Bruno (2004), *From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter?*, Oxford Bulletin of Economics and Statistics.

- Hatzichronoglou, Thomas (1997), "Revision of the High-Technology Sector and Product Classification," OECD Science, Technology and Industry Working Papers 1997/2, OECD.
- James H. Love and Stephen Roper (2002), "Internal Versus External R&D: A Study of R&D Choice with Sample Selection", *International Journal of the Economics of Business*, Volume 9, Issue 2 July 2002, pp. 239 - 255
- Laursen, Keld., and Ammon J. Salter (2006), "Open for Innovation: The role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms." *Strategic Management Journal*, Volume 27, Number 2, pp. 131-150.
- María Jesús Nieto and Lluís Santamaría (2007), "The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation", *Technovation*, Volume 27, Issues 6-7, pp. 367-377.
- Stéphane Robin and Torben Schubert (2010), *Cooperation with Public Research Institutions and Success in Innovation: Evidence from France and Germany*, Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis, No. 24, Fraunhofer Institute.
- Werner Bonte (2003), "R&D and productivity internal vs. external R&D - Evidence from west german manufacturing industries", *Economics of Innovation and New Technology*, Volume 12, Number 4, pp. 343-360.