

혁신창출을 위한 민간R&D 투자와 신제품 수출의 동태적 공진화 관계분석*

: 중국 하이테크 산업을 중심으로

박상도(우송대학교)** · 성봉석(우송대학교)***

논문요약

본 연구는 기존 문헌연구의 검토를 통해 중국 하이테크 산업을 대상으로 혁신창출을 위한 민간R&D 투자와 신제품 수출이 동태적으로 공진화 관계를 형성하는지의 여부를 파악하기 위해 동태패널 모형을 구축하였다. 분석기간은 2004년에서 2014년이고 14개 세분 산업을 대상으로 하였다(11년×14개 세분산업). 다양한 패널프레임워크 분석 결과에 기초하여 실증분석을 위한 패널오차수정 모형을 설정하였다. 실증분석 모형으로의 차분 도입에 따라 발생하는 오차항의 이분산성과 내생성 문제의 해결을 위해 도구변수를 활용하는 1차 차분 GMM을 추정하였다. 실증분석결과, 중국 하이테크 산업의 경우 장기적인 차원에서 혁신창출을 위한 민간R&D 투자와 신제품의 수출 간 동태적인 공진화 관계가 형성되어 있음을 확인하였지만, 단기적 차원에서는 통계적으로 유의한 관계가 형성되지 않은 것으로 나타났다. 아울러, 단기적으로 시차를 두고 신제품의 수출은 GDP, 그리고 GDP는 혁신창출을 위한 민간R&D 투자에 정(+)의 영향을 미쳤으며, 현재(t)의 혁신창출을 위한 민간R&D 투자가 다음 기($t+1$)의 혁신창출을 위한 민간R&D 투자에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 신제품 수출, GDP, 혁신창출을 위한 민간R&D 투자 간 공진화를 촉진하는 느슨한 동태적 경로가 단기적으로 형성되어 있음을 보여 주고 있다.

주제어 : 혁신창출을 위한 민간R&D 투자, 신제품 수출, 중국 하이테크 산업

* 이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2015S1A3A2046546).

** 제1저자, *** 교신저자.

I. 서론

중국의 가파른 성장세가 글로벌 경기 둔화로 주춤해졌다. 중국은 새로운 글로벌 경제환경을 뉴노멀(New normal) 시대로 받아들이며, 국제 경제질서에 부합하는 무역 및 산업분야의 고도화 전략을 추진하고 있다. 특히 과학기술 분야의 집중 투자를 통해 ‘혁신’이 경제를 이끌어가는 주요 추진 동력이 되도록 하며, 그 중심에는 ‘R&D 투자’, ‘인터넷 +’, ‘메이커(Maker) 열풍’이 있다¹⁾.

중국의 혁신은 크게 M&A를 통한 기술추격 과정에서 혁신을 학습하는 전략과 중국 내수시장에서 최적화된 비용과 제품개발 과정에서의 혁신을 도모하는 전략으로 구분할 수 있다. 전자는 대부분 국유기업들 주도의 혁신으로 정부의 대규모 자금 및 정책지원 아래 해외 기술산업에 대한 전략적 M&A를 시행하는 것을 말하며, 이를 통해 최단기간 내 기술적 후발주자의 열세를 극복하고 동종 산업을 능가하는 역량을 확보할 수 있게 된다. 후자는 로컬 기업들이 시장 고객의 니즈에 부합하는 제품 생산을 통한 시장 지향성 혁신 전략을 말한다. 주목할 만한 점은 중국 산업의 혁신이 국가주도에서 민간주도로 변화하고 있다는 것과 로컬 기업들이 공정의 개선에 초점을 둔 R&D 투자에서 제품혁신(product innovation)과 기술혁신(technology innovation)을 위한 R&D 투자로 방향을 선화하고 있다는 것이다(Li et al, 2009). 이는 신흥국의 R&D 투자가 내수시장을 확대를 위한 제품 개발을 넘어 선진국 시장으로 수출될 수 있는 경쟁력을 갖추는 역혁신(reverse-innovation)단계로 성장했음을 의미하며 중국은 현재 이러한 역혁신의 주요 기지로 부상하고 있다(문익준 외, 2012).

한 제품의 수출 경쟁력을 구성하는 요소는 가격경쟁력, 브랜드 인지도, 디자인, 품질, 해당 산업 및 기업의 신용도 등 매우 다양하다. 각 요소의 상대적인 중요성에 따라 제품의 수출경쟁력이 영향을 받게지만 다른 모든 요소들 중에서 가장 기초가 되는 것은 제품의 품질이라고 할 수 있다. 제품 품질 결정 기준의 핵심 요소는 제품과 관련된 기술력 수준이며, 이를 획득하기 위한 가장

1) 인터넷 플러스는 중국 리커창 총리가 2015년 3월에 발표한 정부 실행계획(Action plan)으로 인터넷을 기반으로 한 다른 산업과의 융합발전 정책이며, 메이커 열풍은 중국의 실리콘밸리인 베이징 중관촌에서 시작된 정보통신 기술 기반 창업열풍이다.

일반적인 방법이 R&D 활동이다(안병민 외, 2010). R&D 투자와 더불어 신제품 개발을 통한 제품의 혁신 역시 산업의 수출경쟁력을 제고하는 중요한 요인이다. 역혁신의 관점에서 중국은 혁신창출을 위한 민간R&D 투자(이하 ‘혁신창출 민간R&D 투자’라 함)를 통해 신제품의 수출경쟁력을 향상시키는 정책을 2003년부터 지속적으로 추진하고 있다. 그리고 그 정책의 주요 포커스는 중국의 하이테크 산업에 맞춰져 있다.

중국 GDP에서 무역이 차지하는 비중은 ‘13년 기준으로 44.26%이며 글로벌 경기둔화로 매년 소폭 감소세를 보이고 있지만 중국의 혁신산업, 특히 하이테크 산업은 매년 꾸준한 증가 추세이다(杨钧·苑小丰, 2014). 과거 낮은 부가가치 산업의 가공무역 중심에서 하이테크 산업으로의 구조적 전환이 점진적으로 일어난 결과이며, 이러한 신제품들의 수출 경쟁력 확보는 해당 산업뿐만 아니라 국가적 차원에서 미래 성장동력을 확보하는 중요한 요인이다. 중국의 혁신창출 민간R&D 투자 확대에 인한 역혁신은 나아가 산업과 기업이 스스로 혁신 지향성을 가지게 되며 전국민 또는 글로벌 차원의 확산으로 이어지고 있으며, 이는 현재 중국의 ‘메이커’열풍과 불가분의 연관성을 갖는다.

본 논문은 이러한 관점에서 중국의 혁신창출 민간R&D 투자가 혁신산업의 주축이라고 볼 수 있는 하이테크 산업의 신제품 수출에 얼마나 기여했는지를 실증적으로 분석하고자 한다. 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 문헌고찰을 통해 R&D 투자와 수출의 역학관계를 파악하고 제도적 측면에서 중국 하이테크 산업정책을 고찰하며 분석을 위한 이론모형을 설정한다. III장에서는 본 연구에서 사용된 자료와 방법론을 기술하고 실증분석을 수행하며 그 결과를 해석한다. 마지막으로 IV장에서는 실증분석 결과에 기초한 시사점과 향후 연구방향을 제시한다.

II. 이론적 배경 및 연구모형 설정

1. R&D 투자와 수출

기존의 많은 연구들이 산업의 R&D 투자와 수출경쟁력 제고와의 상호관계

에 대하여 관심을 보여왔다. 고전적비교우위론인 리키아도의 무역모형에서 R & D 투자를 통한 생산성 증가가 발생하면 완전특화하는 상품의 생산량이 증가하고 이 상품의 (본국)소비와 수출이 동시에 증가하게 된다. 헤셔-오린 모형에서도 생산성 증가는 생산가능곡선의 확장을 통해 부분특화가 발생하는 상품의 생산량, (본국)소비 및 수출을 모두 증가시킨다. 특히 최근 실증분석 결과에 의하면 무역은 헤셔-오린 모형에서와 같이 요소 부존도 보다는 오히려 R&D와 같은 기술활동에 더 많이 좌우되고 있는 것으로 입증되었다(Fagerberg, 1996).

한편, Hughes(1986)는 산업이 생산을 위해 반드시 투입해야 하는 R&D투자의 최소치 개념을 통해 국가간 R&D 격차가 각 국가의 수출에 영향을 준다고 주장하며, 연립방정식 모형으로 수출성과와 R&D가 상호영향력을 가지며 모두 정(正)방향성을 띤다고 설명한다. R&D 갭이론에 따르면 국가간 비교우위 패턴이 R&D 투자와 같은 기술변수에 의해 결정되며 R&D를 통한 생산성이 무역발생의 주요 원인이 되고 있다고 보며, 수출과 R&D 투자간에는 쌍방향 인과관계(two-way relationship)가 존재하기도 하며, R&D 투자활동과 같은 기술활동은 수출과 동시성(simultaneity)을 지닌다고 설명한다.

그러나 불완전경쟁적 시장구조에서 규모의 경제나 독점적 경쟁을 통해 발생하는 산업 내 무역을 설명하는 신무역이론에 이르러서는 기술진보가 외생적(exogenously)으로 주어진다고 보는 경제성장의 원동력에 대한 설명 부족의 이론적 한계를 극복하고 한계수확체감의 법칙을 인정하면서도 기술진보가 내생적·지속적으로 유도되는 내생적 성장이론(endogenous growth theory)으로 발전하게 된다. 그리고 R&D와 수출 및 무역에 관한 다양한 연구들이 기본적으로 이러한 내생적 성장이론의 일종인 Lucas(1988), Romer(1990), Grossman and Helpman(1991)의 R&D 모형을 염두에 두고 전개된다.

국내의 대표적인 연구자로 김병우(2006)는 R&D 투자 등과 같은 혁신활동이 제품차별화를 통해 무역과 성장에 미치는 효과를 실증분석하여 이를 통해 한국 경제에 이미 R&D를 통한 산업 내 무역증대가 상당히 진행되고 있음을 확인하였다. 특히, 인적자본의 부존이 상대적으로 많은 나라에서 보다 많은 R & D를 수행하게 되며 이와 같은 연구개발에서의 상대적 특화에 의해 이 국가

는 보다 광범위한 혁신상품을 생산할 수 있는 know-how를 획득하게 되고 첨단기술산업이 국민경제에서 차지하는 몫은 상대적으로 더 커져 실질 GDP의 성장은 상대적으로 더 빨리 이루어지게 된다는 Grossman and Helpman(1991)의 이론과 맥락을 같이한다.

반면, 이병호(2009)는 기업에 관한 자원준거관점(resource-based perspective of firm)에 기초하여 기업의 수출성과에 미치는 요인을 분석하였다. 이를 통해 수출성과에 대한 결정요인으로 기업의 혁신역량이 중요하다는 것을 확인하였다. 특히 기업의 수출경험은 기업의 소중한 자원이자 자산이지만 기업을 둘러싼 환경의 변화가 심해지고 있어 과거의 성공경험이 미래의 성공을 담보해 주지 못하는 현실을 규명하였으며, 따라서 수출 경험보다는 기업의 혁신역량이 수출성과에 더 큰 영향력을 미친다고 설명한다.

성태윤·김도연·노정녀(2009)는 산업별 수출비중이 R&D 집중도와 양(+)의 관계가 있음을 실증적으로 밝히고 있으며, 수출 산업군에 속하는 기업들이 더 활발하게 R&D에 투자하고 있음을 확인하고 있다. 이는 기존의 연구들이 기업 차원의 분석에 초점을 맞춰 개별 기업의 R&D 투자가 수출증대라는 결과물을 가져온다는 점을 확인한 데 반해, 산업적 차원에서 수출비중이 높은 산업의 기업들이 R&D 투자를 대체로 많이 한다는 시사점을 제기하고 있다.

이성룡·설윤(2013)은 수출과 R&D 투자결정의 생산성간 동태적 관계에 관한 연구를 통해 제조업 수출 생산성 향상을 위해서 수출기업을 위한 제반 지원과 R&D 투자가 동시에 고려되어야 함을 주장하고 있다. 즉, 수출 및 R&D 투자 결정은 두 가지 경로(R&D 투자를 통한 생산성 향상이 수출을 향상시키는 자기 선택적 과정과 수출 경험을 통한 직접적 생산성 증대효과)를 통해 내생적으로 기업의 생산성 향상에 기여한다는 점이다. 실증분석 결과 수출 및 R&D 투자는 상호보완적 관계를 가지며 기업의 생산성에 긍정적인 영향을 미치는 점은 주목할 만한 결과이다.

김방룡(2013)은 산업에서 전통적인 생산요소인 노동이나 자본에 비하여 기술진보가 경제성장에 더 큰 기여를 하고 있으며 그 중 하이테크 산업분야인 IT 산업의 R&D 투자가 다른 투입요소에 비하여 상대적으로 유의미한 수출증

가 효과를 가져오고 있음을 실증적으로 밝히고 있다.

안병민·손병호·이경원(2010)은 한국의 국가 R&D 사업이 관련 제품의 수출 경쟁력에 도움이 되었는지를 거시적차원, 미시적 차원에서 분석하고 전문가의 검증 실시하였다. 이를 토대로 정부주도 R&D 사업이 수출성장에 적절한 영향을 미친 제품군(첨단 IT 제품), 정부와 민간기업의 R&D 역량 강화가 수출 성장에 영향을 미친 제품군(선박, 자동차, 컴퓨터 등)을 분류하였으며, 각 R&D 주체들의 역할을 재조명하였다.

상기 연구들의 흐름을 보면, R&D 투자와 국제무역 특히 수출의 관계를 분석함에 있어 초기에는 노동생산성을 주요 변수로 활용한 연구를 진행하였으나 점차 총요소생산성(Total Factor Productivity, TFP)을 활용한 연구를 통해 유의미한 결과를 찾아내고 있다. 즉 TFP는 R&D 투자에 의한 기술진보를 반영하는데 기술진보가 수출에 유의미한 영향을 미친다는 것이며 많은 실증분석 결과도 수출축진이 요소부존도 보다는 기술활동에 크게 좌우된다는 사실을 확인하고 있다(안병민 외, 2010). 또한 Hughes(1986)와 이성룡·설운(2013)의 연구에서 볼 수 있듯이 R&D 투자가 수출에 미치는 영향이 선형(linear)적인 관계가 아니라 상호 영향을 미치는 공진화(co-evolution)과정을 거치면서 수출과 R&D 투자간에는 쌍방향 인과관계(two-way relationship)가 존재한다는 점도 간과해서는 안된다.

반면, 중국의 R&D 투자와 수출의 관계를 연구한 중국문헌(徐向慧, 2015; 邓向荣·文青, 2004; 张海英·周志刚, 2014; 蒋殿春·王晓娆, 2014; 胡亮·李正辉, 2010; 陈海波, 2011; 过凌燕·刘和东, 2010; 邹洋·谭萱·叶金珍, 2015; 杨钧·苑小丰, 2014)에서는 주로 R&D 비용, 특히 수, 노동생산성, R&D 인력 등의 변화를 분석대상으로 삼았다. 이는 노동생산성에서 총요소생산성으로 비교하는 변수의 다양성이 확장된 연구성으로 보이나 R&D 투자와 수출간의 쌍방향적 인과관계인 공진화의 관점에서의 연구는 여전히 부족하다고 볼 수 있다.

또한 2006년 이후 시행된 <국가중장기과학기술발전규획강요>에 따른 민간 주도 R&D 투입(특히, 제품과 기술혁신을 위한 민간R&D 투입에 초점을 둔)이 점진적으로 기업의 생산성 향상에 기여하게 되었다. 이러한 민간R&D 투입

으로 향상된 생산성은 제품의 수출촉진 및 GDP 상승을 유도하고, 이는 다시 재투자의 토대가 되는 선순환 구조를 형성하고 있다.

아울러 글로벌 경제에서 현재 중국은 뉴노멀 시대에 직면해 있다. 개혁개방 초기 해외자본과 기술력으로 가공무역을 통한 비약적 경제성장을 이룩한 중국이 이제는 국내수요 뿐만 아니라 해외수요까지 고려해야 할 필요성이 생긴 것이다. 이는 높은 품질의 재화를 소비하는 경향이 강한 선진국으로의 수출, 특히 역혁신의 관점에서 해외기업들과의 품질경쟁이 불가피하고, 품질경쟁에서의 우위를 점하기 위해서는 수출기업들이 R&D 투자에 적극적이지 않을 수 없게 되었다. 이러한 객관적 무역환경과 기술경쟁 환경의 변화는 중국 R&D 투자의 자생적 변화를 유도하게 되었으며 종래의 국가주도 R&D 투자에서 민간과 산업 주도적인 R&D 투자로 변화하는 면모를 자연스럽게 형성하게 되었다.

따라서 본 논문에서는 중국의 경제성장과 산업발전의 맥락을 토대로, 중국 〈국가중장기과학기술발전규획강요〉 정책 출시 이후에 집중적으로 이루어진 혁신창출 민간R&D 투자와 국가적으로 육성하는 하이테크 산업 신제품 수출 사이에 공진화(共進化) 관계를 형성하고 있는지에 대하여 분석할 필요성이 생긴다.

2. 중국의 하이테크 산업 정책

중국은 개혁개방 이후 2014년까지 연평균 9%대의 경제성장 속도라는 놀라운 기록을 달성함으로써, 소위 ‘중국의 기적’을 만들어 냈다. 특히 2001년 중국의 WTO 가입으로 중국 GDP 성장에서 수출이 차지하는 비중이 획기적으로 증가하게 되었다. 이는 저렴한 노동인건비를 토대로 저부가가치 가공무역에서 집중한 결과로 중국 경제의 양적 증가에 지대한 공헌을 하였다. 그러나 2008년 일어난 미국 서브프라임 모기지 사태로 중국의 경제성장 방식은 심각한 도전에 직면하게 되었다. 기존의 ‘투자+수출’중심의 쌍끌이 성장방식이 더 이상 통하지 않게 되었고, 중국 경제가 “루이스 전환점(Lewisian turning point)”에 근접²⁾하게 되면서 값싼 노동력 확보가 점점 더 어려워지게 되었다.

2007년 14.2%의 경제성장률은 2013년 7.6%로 감소하는 등 지속적인 경기둔화 모습을 보여왔으며, 중국은 이러한 글로벌 경기둔화 상황을 새로운 경제상황, 즉 뉴 노멀 상태³⁾로 규정하고 새로운 경제성장 모델 수립에 박차를 가하고 있다. 개혁의 강도를 높여나가며 경제발전의 양적 발전에서 질적 발전으로의 전환을 추진하고 있으며 그 핵심 영역으로는 산업의 혁신을 통한 구조조정과 수출경쟁력 확보이다. 산업혁신을 위한 구조조정은 제도적 시스템 완비와 과거 정부 주도 산업육성으로 인한 공급과잉에 대한 변화이며, 수출경쟁력 확보는 R&D 투입을 통한 산업제품의 질적 고도화로 이는 주로 하이테크 산업의 R&D 투자와 혁신제품의 수출실적 향상에 초점이 맞춰져 있다.

〈그림 1〉 중국 하이테크 산업 R&D 발전 방향 흐름도

구분	발전방향			
	추격적 혁신	역 혁신	개척형 혁신	
혁신 주체	정부, 국유기업	정부, 국유기업, 민영기업, 외자기업	민간주도, 개인, 융복합 산업, 기업 등	
R&D 전략	시장기술교환전략	공정혁신	기술혁신 제품혁신	독자적 설계, 연구개발
시기	개혁개방 → 1995년	1995년 → 2003년	2004년 → 2014년	2015년
주요 정책	과학기술체제개혁에 관한 결정(1985)	과학기술발전촉진에 관한 결정(1995)	국가중장기 과학기술발전규획강요(2003)	

출처 : 〈国家中长期科技发展规划纲要〉, 〈9.5发展规划〉, 〈10.5发展规划〉, 〈11.5发展规划〉, 〈12.5发展规划〉를 토대로 저자 정리.

중국의 하이테크 산업에 대한 R&D투자는 배양기로 분류되는 개혁개방 초기와 90년대와 2000년대 초 하이테크 산업 개혁심화기 그리고 2006년 중국 11차 5개년 개발규획부터 시작된 하이테크 산업혁신 시스템 지향기로 분류할

2) 중국이 '루이스 전환점'을 지났는가에 대한 연구는 현재 진행형이며, 다양한 의견이 존재한다. 차이팡(蔡昉), 우야오우(吳要武), 왕더원(王德文), 리쉬(黎澍) 등은 중국이 루이스 전환점을 지났다고 평가하며, 류웨이(劉偉), 탕마오화(唐茂華), 황셴원과 황정취안(黃善,黃正泉), 치엔원룽(錢文龍) 등은 중국이 루이스 전환점을 아직 지나지 않았다고 설명한다. 이들 종합적으로 분석한 한동훈(2013)은 중국이 루이스 전환점을 아직 지나지 않았으며 현재 중국의 구인난은 농촌회귀 바람의 결과라고 평가한다. 그러나 잉여노동력의 부족현상은 중국이 루이스전환점으로의 근접을 시사한다고 평가할 수 있다.

3) 중국에서 지속가능한 성장을 위해 경제성장의 패러다임을 바꾸겠다는 중국정부의 신경제 기조로 고속성장보다 중고속 성장을 받아들일겠다는 의미로 사용된다. 그 특징으로 중고속 성장, 구조변화, 성장동력 전환, 불확실성 증대를 들 수 있다.

수 있다. 배양기에는 과학기술을 강조하고 4대 현대화(공업, 농업, 과학기술, 국방)을 핵심 관건으로 인식하였다. 개혁심화기는 팽창적 성장에서 혁신에 기반을 둔 효율적 성장방식으로 전환을 모색하고 지식기반 경제를 통한 하이테크 산업의 발전기이다. 이 기간 중국의 R&D 투자는 급속히 증가하였으며, GDP 대비 R&D 투자 비중은 1995년 0.57%에서 2000년에는 0.9%, 2005년에는 1.32%로 확대되었다. 나아가 2003년 발표된 <국가중장기과학기술발전규획강요(2006-2020)>에 따라 기존의 기술추격 전략으로 인한 기술의 대외의존성에서 탈피하여 독자적인 산업혁신 시스템으로 전환하기 위한 정책을 강화하였다. 그 결과 2014년 GDP 대비 R&D 비중이 2%를 초과하였고, 특히 제조업 대비 하이테크 산업의 비중은 18%까지 증가하였다. 하이테크 산업분야에서 이러한 전면적인 R&D 투자는 산업의 혁신과 수출을 촉진하는 주요 요인으로 작용하고 있다(Lundin and Serger, 2007; 박승찬, 2008; 강승호·유만로, 2016). 제도적 측면에서 살펴보면, 중국 하이테크 산업의 전략적 육성은 2003년 발표된 <국가중장기과학기술발전규획강요(2006-2020)>에서부터 출발한다. 이를 토대로 후진타오 전 국가주석의 지도이념인 과학적 발전관에 입각한 산업육성 목표를 2006년인 11차 5개년 계획부터 적극적으로 추진, 하이테크 산업을 전면적으로 육성하였다. 과학기술의 신속한 발전에 따라 정보기술 산업, 바이오테크놀로지 산업 등을 중심으로 하는 하이테크 산업을 빠르게 성장시켰다. 12차 5개년 개발계획에 이르러서는 하이테크산업을 중심으로 한 ‘7대신성장 산업’⁴⁾육성을 전략적 목표로 설정하고, 대규모 R&D 투자와 산업 구조조정을 단행하였다. 현재 중국은 전면적 개혁개방 정책을 통해 하이테크 산업의 수출을 증가시키며, 독자적인 기술과 신제품 개발을 통한 창조적인 혁신단계로 진입하기 위한 부단한 노력을 진행 중이다. 중국 하이테크 산업 발전은 2006년 <국가중장기과학기술발전규획강요>의 시행에 따라 11차 5개년 계획(2006년-2010년), 12차 5개년 계획(2011년-2015년)으로 진화하였으며 <표 1>과 같이 발전 로드맵을 정리할 수 있다.

4) 7대 신성장 산업은 에너지절약 환경보호, 차세대 정보통신, 바이오, 첨단장비 제조, 신에너지, 신소재, 신에너지 자동차 산업을 말한다.

〈표 1〉 중국 하이테크 산업 발전 로드맵 요약

국가중장기 과학기술발전규획 강요(2006-2020)	목표	·GDP대비 R&D 투자비중 2.5% ·중국 발전에 과학기술 기여도 60% 이상 ·지적재산권(출원건수) 세계 5위 진입
	주요 내용	·11개 분야(에너지, 수자원 및 광산자원, 환경보호, 현대농업, 첨단 제조업, 교통운수, 정보 및 현대서비스, 인공과 보건, 新도시화, 사회 안전망, 국방)의 발전목표 설정
11차 5개년 개발규획 中 과학기술 발전 분야	목표	·국가혁신시스템 건설가속화 및 과학기술-교육의 연계강화 ·기업혁신능력 강화 ·GDP대비 R&D 투자비중 2% ·대외기술의존도 40% 이하 ·제조업 중 하이테크 산업가치 18%이상
	주요 내용	·기초연구, 에너지, 환경자원, 현대농업, 의료보건 등의 분야에서 자 주적 혁신역량 강화 ·기술혁신 강화(기업중심의 산학 연계시스템 구축, R&D 투자확대) ·지적재산권 보호 확대 및 금융권의 R&D 지원
12차 5개년 개발 규획 中 과학기술 발전분야	목표	·과학기술 성과의 상용화 및 기술인재 육성 ·전략적 신흥산업 육성 및 발전 ·GDP 대비 R&D 투자지출 2.2% ·제조업 중 하이테크 산업가치 18%이상
	주요 내용	·R&D 투자 대폭 확대, R&D 전문 프로젝트 실시 가속화 ·중점분야 핵심기술 발전을 통한 산업 고도화(R&D 투자와 신제품 개발연동 발전) ·R&D 혁신기지 및 플랫폼 구축 ·혁신형 과학기술인재 양성

출처 : 〈国家中长期科技发展规划纲要〉, 〈11.5发展规划〉, 〈12.5发展规划〉를 토대로 저자 정리.

3. 연구모형 설정 및 변수의 정의

본 연구는 중국의 하이테크 산업단위에서 혁신창출을 위한 민간(기업)의 R&D활동이 신제품의 수출에 미치는 영향에 관한 패널 벡터자기회귀모형(panel vector autoregression model)(Holtz-Eakin et al., 1998)을 설정한다. R&D 활동(Hirshleifer et al., 2013) 및 수출성장(An and Iyigun, 2004; Jones and Coviello, 2005; Casillas et al., 2012; Schemeiser, 2012)의 학습역학(learning by doing), 그리고 R&D 활동의 수행과 수출성과 간 시차의 존재(Coe et al., 1997; Chandhry et al., 2010; Sun and Heshmati, 2010)를 고려할 때, 시간이 고려된 시계열분석이 이루어져야 하며, 개별 산업에 대한 분석

을 위해서는 시계열 데이터와 횡단면 데이터를 결합한 패널 데이터를 이용한 동태패널 모형을 구축하여야하기 때문이다.

$$NPEx_{it} = \alpha + \sum_{p=1}^n \beta_{1p} NPEx_{it-p} + \sum_{p=1}^n \beta_{2p} RADIC_{it-p} + \sum_{p=1}^n \beta_{3p} RGDPPC_{it-p} + \eta_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

식(1)에서 $i = 1, 2, \dots, N$, i 는 산업을, $t = 1, 2, \dots, T$ 이고 t 는 분석기간을 나타낸다. η_{it} 는 i 번째 산업특유효과(industry-specific effect), μ_{it} 는 오차항을 나타낸다. 식(1)에 포함된 변수에 대한 설명은 <표 2>에 제시되어 있다.

<표 2> 변수설명

변수	개념적 정의	설명	측정
<i>NPEx</i>	신제품수출증진 정도	민간 R&D 투자와 신제품 개발의 결과로 유도된 신제품의 수출 성과	신제품 수출액
<i>RADIC</i>	혁신창출을 위한 민간기업의 R&D 활동 정도	규모이상(2000만RMB)민간기업의 R&D 투자활동 + 신제품 개발 투자 활동 정도	R&D 투자액과 신제품 개발비 총액
<i>RGDPC</i>	경제성장 수준	<i>NPEx</i> 와 <i>RADIC</i> 간 관계에 영향을 미칠 수 있는 생략변수(omitted variables)를 통제하기 위한 변수*	1인당 실질 GDP

주) *는 하이테크 제품에 대한 소득효과, 하이테크 산업의 육성을 위한 정책의 입안과 수행을 위한 사회적 요구, 하이테크 제품의 시장규모, 노동 대비 자본비 등을 포함하는 사회경제요인을 통제하기 위한 변수임.

식(1)의 동태패널 모형을 분석하기 위한 방법론은 다음과 같다. 첫째, 시계열의 정규성 여부를 파악하기 위해 Jarque-Bera 검정을 실시한다. 둘째, 개별 시계열 내의 구조변화 여부를 분석하기 위해 COSUM과 COSUMQ 검정(Brown et al., 1975)을 실시한다. 셋째, Pesaran(2004), Frees(1995), Friedman(1937)에 의해 제안된 방법(본 연구의 데이터 특성(T (기간) $< N$ (횡단면))에 부합하는)으로 횡단면 간 독립성 여부를 파악한다. 넷째, 구조변화와 상호의존성 검정 결과를 고려하여 패널 단위근 분석과 패널 공적분 분석을 실시한다. 마지막으로 패널 단위근 및 패널 공적분 분석 결과를 고려하여 본 연구의 실증 모형을 설정하고 실증분석을 수행한

다. 실증 분석 모형으로의 차분을 도입함으로써 발생하는 오차항 이분산성과 내생성 문제를 해결하고 일치추정량을 얻기 위해 Arellano and Bond(1991)의 1차 차분 GMM estimator(one-step difference generalized method of moments)를 추정한다.

본 연구모형의 검증을 위해 사용된 데이터는 「중국 통계연감」(2004년-2015년), 「중국과학기술통계연감」(2004년-2015년), 「중국하이테크산업연감」(2004년-2014년)와 중국상무부 무역통계자료, 과학기술부 통계자료, 해관총서 통계자료, 공업정보화부 통계자료를 인용·수집하였다. 중국 통계국 기준(2013)에 따라 하이테크 산업 5대 분류(의약제조, 우주항공, 전자통신, 컴퓨터 및 사무기기, 첨단의료장비)를 세분하여 14개 산업으로 재분류하였으며 11년간 데이터(11년 × 14개 산업, 154 observations)를 활용한다. 모든 변수는 2010년 불변가격으로 측정되었으며, 로그 값으로 변환하여 사용한다.

III. 실증분석

1. 혁신창출 연구개발 활동과 혁신 성과

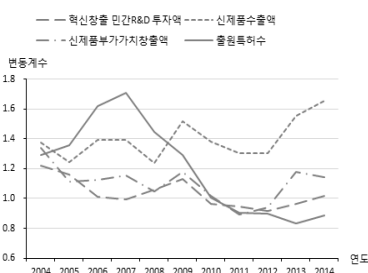
혁신창출을 위한 기업의 연구개발 활동(혁신창출을 위한 민간의 연구개발 투자액과 신제품 개발 투자액)과 다양한 혁신 성과, 즉 신제품부가가치창출액, 신제품수출액 및 출원된 특허수의 측면에서 각 산업 간 수렴 또는 발산 여부를 파악하기 위해 평균에 상대적인 변동성의 양을 설명하는 산포도의 측도인 변동계수($= \frac{\sigma}{x}$)를 연도별로 산출하였다(〈그림 2〉 참조). 〈그림 2〉에 제시된 바와 같이 전반적인 변동계수의 추이는 4개의 요인 간 비슷하게 나타나고 있다. 특히, 혁신창출 민간R&D 투자액, 신제품부가가치창출액, 출원된 특허 수는 비슷한 추이를 보이면서 2012년까지 수렴하는 현상을 보이고 있으며, 그 이후 약간씩 발산하고 있는 모습을 보이고 있다. 한편, 다른 요인의 변동계수와 신제품수출액의 변동계수가 크게 나타나고 있다. 신제품 수출액의 변동계수는 최근 2004년보다 더 높게 나타나고 있어 산업 간 수출성격에 있어 차이가 벌어지고 있는 것으로 보인다. 이는 직접적으로 신제품수출에 대한 혁신창출 민간

R&D 투자의 탄력성에 있어 산업 간 차이, 게다가 대외수출에 영향을 미치는 산업특유 요인(industry-specific factor)에 기인한 것으로 추측된다.

〈그림 3〉는 혁신창출 민간R&D 투자액 대비 신제품부가가치창출액과 신제품수출액의 비를 제시하고 있다. 하이테크 산업 평균 신제품부가가치창출액과 신제품수출액은 각각 혁신창출 민간R&D 투자액의 7.9배와 3.9배로 나타났다. 〈그림 3〉에 제시된 바와 같이 컴퓨터제조업이 민간R&D 투자대비 신제품부가가치창출액의 비가 18배, 신제품수출액의 비가 10배로 나타났으며, 컴퓨터외부장비제조업은 각각 16배, 12배, 가정용시청가설비제조업은 각각 12배, 4배 정도를 보이고 있다. 산업별 혁신창출 민간R&D 투자액 대비 산출의 비가 다른 것은 산출에 대한 혁신창출 민간R&D 투자의 탄력성이 다르다는 것을 의미하며 혁신창출 민간R&D 투자에서 산출로 이어지는 과정, 즉 혁신기반의 생산성 향상과 이를 통한 신제품 수출촉진 사이의 구조적 관계가 산업 간 상이하기 때문일 것이다.

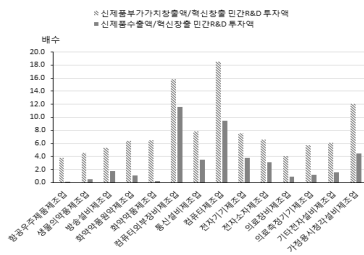
〈그림 2〉

혁신창출 민간R&D 투자액과 산출의 수렴 여부



〈그림 3〉

혁신창출 민간R&D투자액대비 산출



2. 패널프레임워크 분석

Jarque-Bera 검정은 14개 산업에서 *NPEX*, *RADIC*와 *RGDPPC*의 시계열이 모두 정규성을 확보하고 있다(〈표 3〉 참조).

〈표 3〉 기술통계

산업	변수	평균	표준편차	왜도	첨도	JB값
화학약품원약제조	NPEX	4.77	0.65	-0.36	1.94	0.85
	RADIC	4.81	1.04	-0.64	2.84	0.76
	RGDPPC	10.13	0.55	-0.19	1.72	0.81
화학약품제조	NPEX	3.83	0.85	0.36	1.74	0.96
	RADIC	2.03	0.59	-0.98	2.88	1.79
생물의약품제조	NPEX	0.36	1.39	0.13	1.66	0.81
	RADIC	2.35	1.31	-0.10	1.81	0.66
우주항공제품제조	NPEX	3.08	1.01	-0.12	1.94	0.53
	RADIC	4.85	0.79	0.01	1.56	0.94
통신설비제조	NPEX	7.35	0.88	-0.21	2.28	0.31
	RADIC	6.17	0.75	-0.01	1.80	0.65
방송설비제조	NPEX	3.14	1.15	0.38	1.73	1.00
	RADIC	2.63	1.16	0.37	1.77	0.94
전자소자제조	NPEX	6.46	0.80	-0.23	1.70	0.86
	RADIC	5.14	0.91	0.02	1.67	0.80
전자기기제조	NPEX	6.09	0.87	-0.27	1.55	1.10
	RADIC	5.00	0.87	-0.46	2.27	0.63
가정용시청각설비제조	NPEX	6.45	0.36	0.54	2.22	0.82
	RADIC	4.97	0.51	-0.52	2.10	0.37
기타전자설비제조	NPEX	3.33	1.56	-0.81	3.65	1.40
	RADIC	3.03	1.60	-0.37	2.17	0.56
컴퓨터제조	NPEX	6.66	1.02	-0.30	1.85	0.77
	RADIC	4.59	0.51	-0.01	1.76	0.70
컴퓨터외부장비제조	NPEX	6.56	0.70	0.71	2.21	1.21
	RADIC	4.20	0.65	-0.94	4.37	2.51
의료장비제조	NPEX	3.03	0.94	-0.27	1.98	0.01
	RADIC	3.25	0.25	-0.31	1.97	0.67
의료측정기기제조	NPEX	4.51	-0.78	2.46	1.25	1.25
	RADIC	4.46	-0.16	1.80	0.69	0.69

- 주) 1. 각셀에 제시된 기술통계량은 로그 변환된 변수에 대한 것임.
 2. RGDPPC는 각 산업에 동일하게 적용되는 변수이기 때문에, 화학약품원약제조업 부문에서만 기술했음.
 3. JB값은 Jarque-Bera 검정통계량 값을 나타냄.

CUSUM 및 CUSMMQ 검정결과, CUSUM 검정에서 화학약품제조업, 의료 측정기기제조업 경우를 제외하고는 모든 산업에서 시계열 내 구조적 변화가 없는 것으로 나타났다. Pesaran(2004)의 상호의존성 검정결과는 검정통계량이

2.589($p=0.00$)로 나타나 횡단면 간 상호의존성이 있는 것으로 나타났다. 그렇지만, Frees(1995) 및 Friedman(1937) 검정은 각각 검정통계량이 0.296($p=0.13$)와 17.961($p=0.15$)로 나타나 횡단면이 상호 독립적이라는 귀무가설을 기각하지 못하고 있다.

모든 산업의 시계열 내 구조적변화가 없음과 횡단면 간 상호의존적이지 않음을 고려하여 본 연구는 이러한 데이터 특성에 부합하는 Maddala and Wu(1999), Breitung(2001), Choi(2001), Levin et al.(2002), Im et al.(2003)에 기초하여 시계열의 정상성(stationarity) 파악을 위한 패널 단위근 검정을 수행하였다. <표 4>에는 *NPEX*, *RADIC*, *RGDPPC*에 대한 단위근 검정결과(추세포함)가 제시되어 있다.

<표 4> 패널 단위근 검정

변수	<i>NPEX</i>	$\Delta NPEX$	<i>RADIC</i>	$\Delta RADIC$	<i>RGDPPC</i>	$\Delta RGDPPC$
<i>LLC t*</i>	-11.52 ($\langle 0.00$)	-11.99 ($\langle 0.00$)	-8.25 ($\langle 0.00$)	-12.20 ($\langle 0.00$)	0.46 ($\langle 0.68$)	-19.11 ($\langle 0.00$)
<i>Breitung t-sta.</i>	0.09 ($\langle 0.53$)	-4.04 ($\langle 0.00$)	-1.52 ($\langle 0.06$)	-1.81 ($\langle 0.04$)	3.06 ($\langle 0.99$)	-4.13 ($\langle 0.00$)
<i>IPS W-sta.</i>	-3.51 ($\langle 0.00$)	-2.37 ($\langle 0.00$)	-2.40 ($\langle 0.00$)	-3.02 ($\langle 0.00$)	4.68 ($\langle 1.00$)	-3.71 ($\langle 0.00$)
<i>ADF-Fisher χ^2</i>	66.76 ($\langle 0.00$)	66.13 ($\langle 0.00$)	54.31 ($\langle 0.00$)	79.46 ($\langle 0.00$)	2.28 ($\langle 1.00$)	99.75 ($\langle 0.00$)
<i>PP-Fisher χ^2</i>	88.51 ($\langle 0.00$)	130.97 ($\langle 0.00$)	67.42 ($\langle 0.00$)	136.78 ($\langle 0.00$)	0.01 ($\langle 1.00$)	86.26 ($\langle 0.00$)

주) 1. *LLC t**, *Breitung t-stat*, *IPS W-stat*, *ADF-Fisher χ^2* , *PP-Fisher χ^2* 는 순서대로 Levin, Lin and Chu(2007), Breitung(2001), Im, Pesaran and Shin(2003), Maddala and Wu(1999)와 Choi(2001)에 근거.

주) 2. *LLC t**, *Breitung t-stat*의 경우 H_0 는 패널개체 간 공통 단위근 존재, *IPS W-stat*, *ADF-Fisher χ^2* , *PP-Fisher χ^2* 의 경우 H_0 는 패널개체 각각이 특유 단위근 존재한다는 것을 검정하고 있음.

주) 3. ()의 수치는 p값, time lags는 자동으로 설정.

<표 4>에서 제시된 바와 같이 Maddala and Wu(1999), Breitung(2001), Choi(2001), Levin et al.(2002), Im et al.(2003)에 기초한 검정결과는 모두

수준변수에서 시계열에 단위근이 존재한다는 귀무가설을 기각하고 있다. 즉, 단위근이 없음을 보이고 있다. 그렇지만, Breitung(2001)은 단위근이 존재하고 있음을 보여주고 있다. Breitung(2001) 패널 단위근 검정은 표본의 크기에 따른 왜곡이 가장 적고 검정력이 가장 뛰어나다(Hlouskova and Wagner, 2006). 따라서 변수들에 대한 검정은 Breitung(2001)에 기초한 패널 단위근 검정결과에 기초하여 해석한다(Sadorsky, 2009). Breitung(2001)에 기초한 검정결과는 수준변수에서 존재하고 있는 단위근이 차분하는 경우 모든 변수, 차변변수($\Delta NPEX$, $\Delta RADIC$, $\Delta RGDP$)가 1%의 수준에서 귀무가설을 기각시킴으로써 단위근이 사라지는 것으로 나타났다.

패널 단위근이 존재하는 것으로 파악되었기 때문에, 시계열에 있어 공적분이 존재하는 것을 파악할 필요가 있다. 변수 간 장기 공동변화 현상의 존재여부를 파악하기 위해 본 연구는 Pedroni(1999, 2004)에 의해 제안된 이질적인 패널 공적분 검정을 수행한다. 이 방법은 단기 동학(절편) 및 장기 기울기 계수가 패널 개체 자료(횡단자료)에 걸쳐 이질적인 것이 허용(패널 개체 간 이질성 가정)되는 동적 패널 모형에서 수행되는 잔차 기반의 검정이다.

〈표 5〉 패널 공적분 검정

	Unweighted	Weighted
a) H_1 : common AR coefs(within dimension)		
Panel $v-sta.$	-2.29(0.02)	-3.69(0.00)
Panel $\rho-sta.$	1.36(0.15)	1.33(0.16)
Panel $pp-sta.$	-7.69(0.00)	-6.67(0.00)
Panel $ADF-sta.$	-7.38(0.00)	-7.40(0.00)
b) H_1 : common AR coefs(between dimension)		
Group $\rho-sta.$	3.14(0.00)	
Group $pp-sta.$	-8.97(0.00)	
Group $ADF-sta.$	-7.52(0.00)	

<표 5>에 제시된 바와 같이 하이테크 산업에서 a)의 경우(within dimension) *Panel v-stat.*, *Panel ρ-stat.*, *Panel PP-stat.*, *Panel ADF-stat.* 각각 2 개씩(장기분산값에 의해 가중된 또는 가중되지 않은 검정통계량) 총 8개의 검정통계량에서 6개가 1% 수준에서 “적어도 일부 패널 개체에 대해 공적분관계가 존재하지 않는다.”는 귀무가설을 기각시키고 있다. b)의 경우(between dimension) *Group ρ-stat.*, *Group PP-stat.*, *Group ADF-stat.* 모두에서 1% 수준에서 “모든 패널 개체에 공적분 관계가 존재하지 않는다.”는 귀무가설이 기각되고 있다.

패널 프레임워크에 분석결과, 단위근이 존재하는 것으로 나타났으며, 공적분도 존재하는 것으로 분석되었다. 본 연구는 패널 공적분 결과를 고려하여 다음과 같은 동태 패널 벡터 오차 수정모형(dynamic panel vector error correction model: PVECM)을 설정한다.

$$\begin{bmatrix} \Delta \ln NPEX_{it} \\ \Delta \ln RADIC_{it} \\ \Delta \ln RGDPPC_{it} \end{bmatrix} = \sum_{j=1}^m \begin{bmatrix} \beta_{11j} & \beta_{12j} & \beta_{13j} \\ \beta_{21j} & \beta_{22j} & \beta_{23j} \\ \beta_{31j} & \beta_{32j} & \beta_{33j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \ln NPEX_{it-j} \\ \Delta \ln RADIC_{it-j} \\ \Delta \ln RGDPPC_{it-j} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{1i} \\ \gamma_{2i} \\ \gamma_{3i} \end{bmatrix} [ECT_{it-1}] + \begin{bmatrix} \Delta \mu_{1it} \\ \Delta \mu_{2it} \\ \Delta \mu_{3it} \end{bmatrix} \quad (2)$$

식(2))에서 Δ 는 차분, $\ln NPEX$, $\ln RADIC$, $\ln RGDPPC$ 는 각각, 신제품수출, 혁신창출을 위한 민간 R&D 투자와 1인당 실질GDP에 대한 로그 값, $\beta_{11j} \sim \beta_{33j}$ 는 단기 조정계수, μ_{1it} , μ_{2it} , μ_{3it} 는 오차항을 나타낸다. ECT_{it-1} 는 오차수정항(시차 1기)이다.

Arellano and Bond(1991)의 1단계 차분 GMM을 이용하여 식(2)에 포함된 시차설명변수와 오차항 간 내생성문제를 교정하고 추정하였다. 공적분 관계가 확인되었기 때문에, 먼저 신제품수출에 대한 혁신창출 민간R&D 투자의 장기 효과를 추정하였다. 다양한 방법이 존재하지만, Kao and Chiang(2000)의 DOLS(dynamic OLS)와 Pesaran et al.(1999) PMG(pooled mean group estimator)를 수행한다. DOLS는 회귀계수의 외생성을 다루고 데이터의 공적분

을 고려하여 장기관계에 관한 지속적이고 효율적인 추정을 가능케 한다. PMG는 횡단면 간 장기추정계수의 동일성을 부과하면서 횡단면 간 단기모수의 차별성을 허용하는 추정량이다. 따라서 본 연구는 장기모수의 추정을 위해서는 DOLS, 장·단기 동시추정을 위해서는 PMG를 사용한다. DOLS를 활용한 장기 추정결과는 <표 6>의 a)와 같다.

<표 6> 신제품 수출에 대한 혁신창출 민간 R&D 투자의 영향

A) 장기추정(DOLS)				
변수	추정계수	$z-sta.$	p 값	
$RADIC$	0.584	4.660	0.00	
$RDGPPC$	0.827	3.770	0.00	
B) 1차 차분 GMM 추정				
독립변수	종속변수			
	$\Delta NPEX$	$\Delta RADIC$	$\Delta RGDPPC$	
$\Delta NPEX_{it-1}$	0,066(0,174)	-0,067(0,042)	0,189(0,032)	** *
$\Delta RADIC_{it-1}$	0,099(0,256)	0,836(0,080)	** *	-0,055(0,097)
$\Delta RADIC_{it-2}$	0,149(0,295)			
$\Delta RGDPPC_{it-1}$	0,632(0,570)	0,253(0,124)	**	0,008(0,305)
ECT_{it-1}	-0,097(0,146)	-0,147(0,004)		-0,102(0,056)
Sargan 검정	61,970[0,019]	74,650[0,002]		0,380[0,537]
Hansen 검정	12,920[1,000]	13,590[1,000]		1,340[0,247]
m_1	-2,440[0,015]	-2,340[0,019]		1,690[0,093]
m_2	-0,540[0,590]	-1,180[0,240]		1,310[0,191]

주) 1. 검정은 1단계 차분(one-step difference) GMM에 기초하였으며, Roodman (2009)에 기초하여 GMM 추정에서 설명변수는 외생적인 것으로 가정하며, GMM 스타일의 도구변수로 투입되었음.

주) 2. b)에서 셀의 수치는 추정계수, ()의 수치는 표준오차, 그리고 []의 수치는 *p*값임. ***, **는 각각 1%, 5% 유의수준을 의미함.

〈표 6〉의 a)에 제시된 추정결과는 장기적 차원에서 혁신창출 민간R&D 투자가 신제품의 수출에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. GDP 역시 신제품의 수출에 장기적으로 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

GMM 추정결과는 〈표 6〉의 b)에 제시되어 있다. *Sargan*과 *Hansen-J* 검정 결과, m_1 , m_2 통계량은 식(2)의 오차항에 계열상관이 없게 되는 시차는 모두 1로 나타나고 있다. *Hansen-J* 검정은 “과대식별조건이 적절하다(도구 변수가 타당하다).”는 귀무가설을 기각시키지 못함으로써 본 실증모형이 타당함을 보여 주고 있다. GMM 추정결과를 보면, 단기적으로 혁신창출 민간 R&D 투자와 신제품의 수출 간에는 양방향적 정(+)의 관계가 없는 것으로 나타났다. 신제품 수출은 단기적으로 GDP에 통계적으로 유의한 정(+)의 영향을 미치며, GDP는 혁신창출 민간R&D 투자에 통계적으로 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 혁신창출 민간R&D 투자는 학습역학, 즉 전기의 투자가 다음 기의 투자에 영향을 미치는 동태적 인과경로(dynamic path dependency)가 존재하는 것으로 나타났다.

IV. 요약 및 시사점

본 연구는 중국의 하이테크 산업에 있어 혁신창출을 위한 규모이상 기업의 민간R&D 활동이 혁신제품의 수출에 미치는 영향을 동태패널 접근을 통해 실증적으로 분석했다. 시계열 내의 구조적 변화가 없음과 횡단면 간 상호의존성이 없음을 고려한 검정에서 패널 단위근이 존재하고 변수 간 패널 공적분 관계가 있는 것으로 나타났다. 이에 본 연구는 패널 벡터오차수정모형을 설정하여, DOLS를 통해 장기관계를 추정하고, GMM 추정을 통해 단기관계를 추정하였다. 본 연구의 결과에 이에 대한 시사점은 다음과 같다. 첫째, 신제품의 수출에 대한 혁신창출을 위한 기업의 연구개발 투자의 탄력성은 0.584, GDP 탄력성은 0.827로 나타났다. 즉, 장기적으로 혁신창출을 위한 민간R&D 투입액(1% 증가)과 신제품수출액(0.584%까지 증가) 간 공진화관계가 있음을 보여

주고 있다. 이러한 결과는 하이테크 산업에서는 적어도 장기적인 차원에서 신제품의 수출에 대한 혁신창출 민간R&D 활동의 지속적인 정(+)의 탄력성을 유지하고 제고시킬 수 있는 지속적인 노력이 필요함을 시사한다. 특히, 산업간 혁신창출 민간R&D 투자액 대비 산출(<그림 3> 참조)이 상이하고, 신제품 수출의 변동계수가 상대적으로 큰(<그림 2> 참조) 사실을 고려하여 산업별로 혁신창출 민간R&D 투자에서 신제품의 수출 사이에 이르는 메커니즘에 대한 정책적 학습을 통해 산업특유 요인과 메커니즘에 기초한 장기적인 혁신창출연구개발정책의 입안과 수행이 필요하다.

둘째, 단기적인 차원에서 신제품수출은 GDP, 그리고 GDP는 혁신창출 민간R&D 활동에 통계적으로 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 단기적인 차원에서 수출, GDP, 그리고 혁신창출 민간R&D 활동의 수행으로 이어지는 학습역학, 즉 동태적 경로의존 현상이 존재하고 있음을 시사한다. 즉, 하이테크 산업에서 신제품수출이 경제성장을 촉진하고, 해당 산업의 혁신을 촉진하는 단기적 차원의 선순환구조가 이미 형성되어 있음을 의미한다. 게다가 전기($t-1$)의 혁신창출 민간R&D 투자가 현재(t)의 혁신창출 민간R&D 투자에 긍정적인 영향을 미치는 혁신창출 민간R&D의 학습역학(learning-by-performing R&D)이 존재한다는 사실은 수출, GDP, 그리고 혁신창출 민간R&D 투자로 이어지는 메커니즘을 더욱 견고하게 만들고 있는 상황이다. 이는 단기적 차원의 그러한 선순환 구조가 장기적 차원의 혁신창출을 위한 민간 R&D 투자와 조화되고, 이를 통해 장·단기 차원에서 신제품수출을 촉진하고 지속적인 산업성장을 견인하게 하는 정책적 노력이 필요함을 시사한다.

셋째, 단기적으로 혁신창출 민간R&D 투자는 신제품수출에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 단기적으로 반드시 혁신창출 민간R&D 투자가 신제품의 수출에 기여할 수 없다는 의미는 아니다. 오히려 다양한 요인에 기인하여 기업의 혁신창출 R&D 활동이 신제품의 수출로 이어지지 못하였음을 시사한다. Alvarez(2004), Altomonte et al.(2013), Calantone et al.(2006), Monreal-Pérez et al.(2012), Pla-Barber

and Alegre(2007), Rodriguez et al.(2013)에 따르면, 기업의 조직적 혁신, 기술수준, 수출시장 개척능력, 제품적응화 전략, 업력(業曆) 등과 같은 요인들은 혁신창출 연구개발 활동의 효율성에 영향을 미쳐 생산성의 제고를 통한 수출 성과를 촉진할 수 있다. 이러한 맥락에서 본 연구의 결과는 적어도 다양한 계량적 및 정성적 연구의 수행을 통해 단기적으로 수출을 촉진하는데 기여할 수 있는 혁신창출 민간R&D 활동(즉, 투자)과 그러한 관련 요인 간 상호관계를 이해하는데 상당한 노력을 경주해야 할 필요성을 시사하고 있다.

본 연구는 중국의 하이테크 산업에서 혁신창출 민간R&D 활동과 신제품의 수출 간 관계에 대한 논의에 많은 기여를 하고 있다. 그렇지만, 모델에 산업특유 요인, 산업수출정책 등과 같은 요인을 포함시키지 못한 점은 한계이다. 물론, 모델에 1인당 실질GDP를 통제변수로 포함시킴으로써 어느 정도는 생략변수(omitted variables)의 영향을 고려하였다. 그렇지만, 산업특유 요인, 수출촉진정책은 다른 맥락에서 유인되는 것이다. 따라서 향후 이들 변수를 포함시킴으로써 혁신창출 민간R&D 활동과 신제품수출 간 관계에 대한 더 면밀한 분석이 이루어질 필요가 있다. 본 연구는 신제품수출에 대한 혁신창출 민간R&D 활동의 직접적인 영향을 분석하는데 초점을 두었다. 이에 본 연구는 혁신창출 민간R&D 활동에서 신제품수출로 이어지는 프로세스, 예를 들어, 연구개발비 투입, 혁신창출, 생산성증대, 수출로 이어지는 과정에 대한 정책적 시사점을 제시하지 못한다. 그렇지만, 효과적이고 효율적인 혁신창출 민간R&D 활동은 R&D 수행에서 수출촉진으로 이어지는 프로세스에 대한 면밀한 이해를 기초로 한다. 따라서 향후 연구는 그러한 프로세스에 관한 문제에 초점을 둘 필요가 있다.

참고문헌

- 강승호·유만로, “중국 지역별 R&D 효율성 분석(2008-2013).” 『동북아경제연구』 제28권 제1호, 2016, pp. 137~170.
- 김방룡, “IT 부문 R&D 투자가 수출에 미치는 효과분석.” 『한국정보통신학회논문지』 제17권 제5호, 2013, pp. 1043~1048.
- 김병우, “R&D 투자가 한국경제 수출에 미치는 영향 분석.” 『기술혁신연구』 제14권 제1호, 2006, pp. 31~66.
- 문익준·나수엽·여지나·박민숙·은종학, “중국기업 연구개발 투자의 특징과 시사점.” 『대외경제정책 연구원 연구보고서』, 2012, pp. 12~17.
- 박승찬, “글로벌 IT 기업의 중국 내 R&D 현지화 연구.” 『한중사회과학연구』 제6권 제1호, 2008, pp. 1~32.
- 성태운·김도연·노정녀, “수출산업에서 R&D 투자가 보다 적극적으로 이루어지는가?” 『한국경제 연구』 제26권 제3호, 2009, pp. 95~115.
- 안병만·손병호·이경원, “국가 R&D 사업의 수출경쟁력 기여평가.” 『한국공공관리학보』 제24권 제1호, 2010, pp. 53~76.
- 이병호, “기업의 혁신역량과 수출마케팅역량이 수출성가에 미치는 영향에 대한 분석.” 『국제경영리뷰』 제13권 제3호, 2009, pp. 29~46.
- 이성룡·설운, “수출과 R&D 투자결정, 생산성의 동태적 관계에 대한 실증분석.” 『한국경제연구』 제31권 제1호, 2013, pp. 193~217.
- 한동훈, “중국은 루이스 전환점을 지났는가?” 『비교경제연구』 제20권 제1호, 2013, pp. 47~82.
- Altomonte, C., Aquilante, T., Békés, G. and Ottaviano, G. I., “Internationalization and innovation of firms: Evidence and policy.” *Economic Policy*, 28, 2013, pp. 663~700.
- Alvarez, E., “Sources of export success in small- and medium-sized enterprises: The impact of public programs.” *International Business Review*, 13, 2004, pp. 384~400.
- An, G. and Iyigun, M. F., “The export technology content, learning by doing and specialization in foreign trade.” *Journal of International Economics*, Vol. 64, 2004, pp. 465~484.
- Breitung, J., “The local power of some unit root tests for panel data.” *Advances in Econometrics*, Vol. 15, 2001, pp. 161~177.
- Brown, R. L., Durbin, J. and Evans, J. M., “Techniques for testing the constancy of regression relationships over time.” *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 1975, pp. 149~192.
- Calantone, R. J., Kim, D., Schmidt, J. B. and Cavusgil, S. T., “The influence of internal and external firm factors on international product adaptation strategy and export performance: A three-country comparison.”, *Journal of Business Research*, 59, 2006,

pp. 176~185.

- Casillas, J. C., Moreno, A. M. and Acedo, F. J., "Path dependence view of export behavior: a relationship between static patterns and dynamic configurations." *International Business Review*, Vol. 21, 2012, pp. 465~479.
- Chaudhry, I. S., Malik, A., Faridi, M. Z., "Exploring the causality relationship between trade liberalization, human capital and economic growth: empirical evidence from Pakistan." *Journal of International Finance*, Vol. 2, 2010, pp. 175~182.
- Choi, I., "Unit root tests for panel data." *Journal of International Money and Finances*, Vol. 20, 2001, pp. 249~272.
- Coe, D., Helpman, E., Hoffmeister, A., "North-South R&D spillover." *Economic Journal*, Vol. 107, 1997, pp. 134~149.
- Fagerberg J., "Technology and Competitiveness", *Oxford Review of Economic Policy*, Vol.12, No.3, 1996, pp. 253~281.
- Frees, E. W., "Assessing cross-sectional correlation in panel data." *Journal of Economics*, Vol. 69, 1995, pp. 393~414.
- Friedman, M., "The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance." *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 32, 1937, pp. 675~701.
- Grossman G. and E. Helpman, *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, 1991.
- Hansen, L., "Large sample properties of generalized method of moment estimators." *Econometrica*, Vol. 50, 1982, pp. 1029~1054.
- Hirshleifer, D., Hsu, P.-H. and Li, D., "Innovative efficiency and stock returns." *Journal of Financial Economics*, Vol. 107, 2013, pp. 632~654.
- Hlouskova, J. and Wagner, M., "The performance of panel unit root and stationarity tests: Results from a large scale simulation study." *Econometric Reviews*, Vol. 25, 2006, pp. 85~116.
- Holtz-Eakin, D., Newey, W. and Rosen, H., "Estimating vector autoregressions with panel data." *Econometrica*, Vol. 56, 1998, pp. 1371~1395.
- Im, K. S., Persaran, M. H. and Shin, Y., "Testing for unit roots in heterogeneous panels." *Journal of Econometrica*, 115, 2003, pp.53~74.
- Jones, M. and Coviello, N. E., "Internationalisation: conceptualising an entrepreneurial process of behaviour in time." *Journal of International Business Studies*, Vol. 36, 2005, pp. 284~303.
- Levin, A., Lin, C. F. and Chu, C., "Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample

- properties." *Journal of Econometrics*, Vol. 108, 2002, pp. 1~24.
- Lucas, R. E., "On the Mechanics of Economic-Development." *J Monetary Econ*, Vol. 22, 1988, pp. 3~42.
- Lundin, M. and Serger, S. S., "Globalization of R&D and China." *Asia Pacific Business Review*, Vol. 13, 2007, pp. 311~319.
- Maddala, G. S. and Wu, S., "A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test." *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 61, 1999, pp. 631~652.
- Monreal-Pérez, J., Aragón-Sánchez, A. and Sánchez-Marín, G. A., "A longitudinal study of the relationship between export activity and innovation in the Spanish firm: The moderating role of productivity." *International Business Review*, 21, 2012, pp. 862~877.
- Pedroni, P., "Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors." *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 61, 1999, pp. 653~678.
- Pedroni, P., "Panel cointegration: Asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis." *Econometric Theory*, Vol. 20, 2004, pp. 597~625.
- Pesaran, M. H., "General diagnostic tests for cross section dependence in panels," University of Cambridge, Faculty of Economics, Cambridge Working Papers in Economic No. 0435, 2004.
- Pla-Barber, J. and Alegre, J., "Analysing the link between export intensity, innovation and firm size in a science-based industry." *International Business Review*, 16, 2007, pp. 275~293.
- Rodriguez, C. M., Wise, J. A. and Martinez, C. R., "Strategic capabilities in exporting: An examination of the performance of Mexican firms." *Management Decision*, 51, 2013, pp. 1643~1663.
- Romer, P. M., "Endogenous Technological-Change." *J Polit Econ*, Vol. 98, 1990, pp. 71~102.
- Roodman, D., "How to Extabond 2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata," *The Stata Journal*, Vol. 9, 2009, pp. 86~136.
- Sadorsky, P., "Renewable energy consumption and income in emerging economies." *Energy Policy*, Vol. 37, 2009, pp. 4021~4028.
- Sargan, J., "The estimation of economic relationships using instrumental variable." *Econometric a*, Vol. 26, 1958, pp. 393~415.
- Schmeiser, K. N., "Learning to export: export growth and the destination decision of firms." *Journal of International Economics*, Vol. 87, 2012, pp. 89~97.
- Sun, P. and Heshmati, A., *International trade and its effects on economic growth in China*. Bonn: The Institute for the Study of Labor, IZA discussion paper, no.5151, 2010.

- 徐向慧, “中国高科技产品出口面临的障碍及对策剖析.” 『对外经贸实务』 7卷, 2015, pp. 49~52.
- 邓向荣·文青, “中国 R&D 资源投入模式及其相关政策分析——政府主导型 R&D 投入模式分析.” 当代财经』 3卷, 2004, pp. 23~26.
- 张海英·周志刚, “中国 R&D 强度与经济增长、产业结构调整的动态关系研究.” 『经济问题探索』 6卷, 2014, pp. 18~22.
- 蒋殿春·王晓尧, “中国 R&D 结构对生产率影响的比较分析.” 『南开经济研究』 2卷, 2014, pp. 59~73.
- 胡 亮·李正辉, “中国 R&D 投入对经济增长贡献的变动特征研究.” 『统计与决策』 23卷, 2010, pp. 102~105.
- 陈海波, “中国 R&D 投入与经济增长的系统动态仿真研究.” 『统计与决策』 10卷, 2011, pp. 100~102.
- 过凌燕·刘和东, “中国 R&D 投入的产出效应分析.” 『工业技术经济』 29(8)卷, 2010, pp. 127~129.
- 邹洋·谭莹·叶金珍, “中国 R&D 投入与就业结构——基于存量数据的实证研究.” 『山西财经大学学报』 9卷, 2015, pp. 1~14.
- 杨 钧, 苑小丰, “中国 R&D 投入与经济增长质量问题实证研究.” 『宏观质量研究』 2卷, 2014, pp. 45~51.

Abstract

An analysis of dynamic co-evolution between Private R&D expenditure for inducing innovation and export of New products
: An evidence from Chinese high-tech industry

Park, Sang-Do(Woosong University)
Sung, Bong-Suk(Woosong University)

This article employs dynamic panel approach to test the effect of innovative Private R&D efficiency of policy on New product export in china high-tech industry. We use panel data for 14 high-tech industry in china for the period 2004-2014. Taking into account the results of panel framework analyses (e.g. normality, structural break, cross-sectional dependence, panel unit-root and cointegration tests), the panel vector autoregression (VAR) model in the first difference was used to test the causal relationship among the variables in question. To deal with the simultaneity problem introduced by differences and the existence of heteroskedasticity in the genuine error across countries, panel generalized method of moments (GMM) estimation were conducted, then on the basis of the difference in GMM estimation results, causality was determined by running Walt tests on the coefficients of variables. The results shows that there is long-run linear casual relationship between innovative Private R&D efficiency of policy and New product export in high-tech industry of the china, and that there is no short-run linear causal relationship running from innovative Private R&D efficiency of policy to export. Plus, the study reveals that there is not only shot-run linear bilateral relationship between New product export and GDP, GDP and innovative Private R&D efficiency but also existed dynamic path dependency.

Key Words : Private R&D expenditure to induce innovation, Export of New product, Chinese high-tech industry.

투고일 : 2016년 09월 28일 • 심사일 : 2016년 11월 25일 • 게재확정일 : 2016년 12월 22일
