정책자료 2008-20

한국기술혁신체제의 특성과 변화: 기업의 기술혁신과 성과를 중심으로

Characteristics and Changes of the Korean Innovation System: focused on Innovation and Performance of firms

김석현

STEPI 과학기술정책연구원
SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY INSTITUTE

발 간 사

기술혁신을 위해 대해 정부와 기업 모두 많은 투자를 해오고 있다. 그리하여 GDP 대비 연구개발투자가 3%에 이르러 이 지표에서 세계의 최상위국가군에 포진해 있다.

이처럼 기술혁신을 위해 많은 투자가 이루어지는 만큼, 그 성과에 대한 관심도 커지고 있다. 특히 기술혁신에 대한 기업과 정부의 투자가 궁극적으로는 기업의 경쟁력 확보에 있는 만큼, 기술혁신이 어떻게 기업의 경제적 성과로 이어질 지에 대한 연구는 그 중요성이 크다. 그리고 이처럼 국가의 총체적인 기술혁신의 투자가 기업의 성과로 이어지게 하는 것은 국가혁신체제 (National Innovation System)의 이론의 핵심이기도 하다.

하지만, 그런 정책적·이론적 관심에도 불구하고 그 실증적 분석은 아직 충분하지 못한 실정이다. 그런 점에서 실증적으로 한국의 혁신체제의 발전 또는 특성을 규명해본 본 연구는 중요한 출발점으로서의 의의를 갖는다. 특히 본 과학기술정책연구원이 오랜 동안 전략적으로 투자해온 기업기술혁신조사의 결과를 적절하게 활용하여 혁신의 성과에의 영향을 규명하여 본원이 과학적 정책기반 수립에 기여하게 되었음을 확인하게 되어 부끄럽지만 자부심을 느낀다.

부디 본 연구를 기반으로 더욱더 풍부한 혁신-성과의 실증연구가 이어지기를 바라며, 본원은 그러한 연구를 주체적으로 수행함과 동시에 원외의 연구자들도 참여할 수 있도록 최선의 지원을 드릴 것을 약속한다.

2008년 12월

과학기술정책연구원

원 장 김 석 준

요 약

제1장 서론

국민의 정부의 지식기반경제에서 나아가 참여정부에서는 과학기술중심사회구축의 큰 아젠다로 기술 혁신을 장려하고 제도적·재정적 지원을 적극적으로 확대해왔다. 지식기반경제나 과학기술중심사회 구축이나 큰 맥락에서는 국가혁신체제(NIS, National Innovation System)의 관점에 위치해 있다.

이러한 정책적 관심에도 불구하고 정책으로 인해 한국의 국가혁신체제가 어떻게 발전해왔고 또한 궁극적으로 어떠한 성과로 이어졌는지에 대한 실증적 연구와 그 방법론개발은 미미한 실정이다.

NIS의 변화발전은 크게는 교육에서 시작하여 산업적 성과 등 광범위한 범위에 걸쳐져 있으나 본고는 기업의 혁신노력과 성과에 초점을 맞추고자 한다. 이처럼 기업을 중심으로 연구하는 것은 NIS의 핵심은 기업의 성과이며, 기업의 성과를 도출하기 위한 요소들과 그 성과와의 관련에 있기 때문이다. 또한 집계데이터가 아닌 기업을 단위로 연구해야만 기업의 행동방정식에 접근하여 풍부한 가설들을 제기하고 또한 검증할 수 있기 때문이다.

이처럼 기업을 중심으로 한 NIS연구의 중요성을 감안하여 OECD의 두 전문가 그룹인 NESTI와 WPIA는 공동으로 기업데이터에 기초한 NIS의 실증연구를 수행하고 있다. 그 첫 성과는 2009년 2월에 발간될 예정이다. NESTI-WPIA는 OECD의 국가들이 많게는 18개 국가가 참여하여

공통방법론으로 기업의 성과와 혁신 사이의 구조방정식을 도출하였는데, 국가별 다양성에도 불구하고 정형화된 인과관계 (즉 stylized fact)를 도출하는데 성공하였다. 본고는 NESTI-WPIA의 연구방법론을 2002, 2005, 2008년도의 3개 횡단면 데이터를 분석하여 시간대별로 비교분석하고자 한다. 그래서 시간대별로 특징이 있는지 파악하고 나아가 국제비교를 수행하고자 한다.

제2장 문헌과 이론

제1절 지표로부터의 접근

지표(Indicator)를 통한 NIS의 변화발전 분석은 다양하게 시도되어 오고 있다. 대표적으로 쓰이는 GDP 대비 연구개발투자의 비중이 그 예이다. 기업 차원에서는 매출액 대비 연구개발투자의 비중이 또한 대표적인 예이다. 특히 최근에는 기업데이터를 중심으로 지표데이터를 심도있게 고민하는 경향이 강하다. 특히 마이크로 데이터에 주목하는 것은 마이크로 데이터를 통해서만 기술혁신 주체의 행동방정식(behavioral function)을 도출할 수 있어서 기술혁신의 작동과정을 이해할 수 있기 때문이다.

제2절 생산함수와 지식함수

1950년대부터 미국의 Solow (1956, 1957)와 Abramovitz(1956)에 의해 시작된 생산함수의 실증연구는 경제성장을 노동과 자본으로 설명되는 부분과 그 외의 부분(잔차 또는 잔여항)으로 구성할 수 있게 했다. 그 이

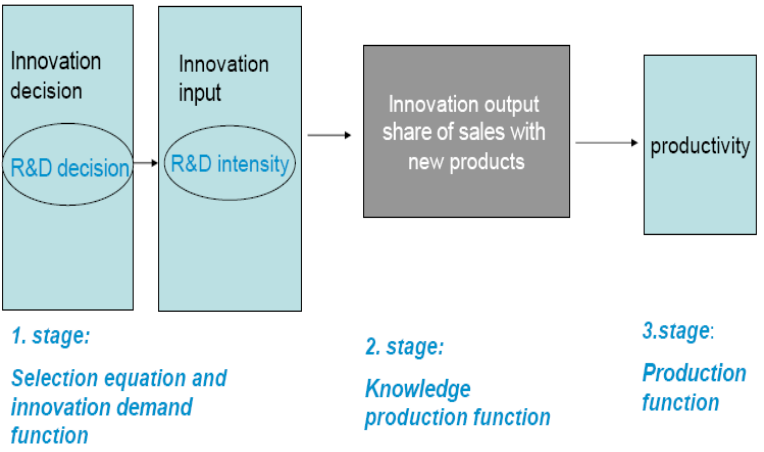
외의 부분이 총요소생산성으로 정의된다. 이처럼 총요소생산성이 잔차로서만 주어지는 한계를 극복하기 위해, 실증연구에서는 연구개발투자나 특허를 지식축적의 대리함수로 설정하여 그것의 경제성장에 대한 기여를 추정하기도 한다. 또는 유사하게 전술한 총요소생산성에 대해 연구개발투자가 기여하는 바를 추정하기도 한다.

거시경제 모델에 적용되어 왔던 생산함수 기반의 실증연구는 그 대상을 기업단위로 하면서 큰 도약을 하게 된다. 기업단위로의 연구의 심화는 기업의 행동함수에 대한 보다 많은 데이터를 포괄함으로써, 특히 전술한 바 있는 지식에 대한 대리변수 설정에서 발전하게 된다. 특히 지식생산함수는 1990년대 이후 OECD의 NESTI 전문가그룹에서 제시한 Oslo Manual에 기초한 기술혁신조사(Community Innovation Survey)가 이루어짐에 인해서 지식생산을 결정하는 다양한 요소들을 변수로 상정할 수 있게 되었다. 즉 기술혁신조사는 지식생산함수의 현실적 기반을 제공하였다고 할 수 있다. 이러한 지식함수의 실증적 구성이 가능해짐에 따라, 종래 블랙박스로 남겨졌던 지식에 대해 풍부한 실증적 접근이 가능해진 것이다. 그리고 다시 이러한 지식이 어떻게 생산함수에 개입하여 경제적 파급효과를 낳는지 추정할 수 있게 되었다.

제3장 방법론과 데이터

제1절 NESTI-WPIA 방법론

본 연구는 전술한 바대로, OECD의 전문가 그룹인 NESTI-WPIA의 연구 프로젝트의 방법론을 적용한다. NESTI-WPIA 프로젝트에서 채택한 방법론은 다음 그림과 같다.



첫 단계 (박스 2개)는 모든 분석대상기업(혁신했건 안했건)에 적용하는 것으로 혁신의 요인들(가설적으로)이 혁신여부에 끼친 영향력을 분석하고 (앞의 박스), 혁신투자(innovation inputs)에 미치는 요인(역시 가설적으로)들이 끼치는 영향을 분석한다. 두 번째 단계(2nd Stage)에서는 지식함수(knowlege production)를 도출하는 단계로서 지식은 제품혁신이 기여한 매출로 정의된다. 이 단계부터는 혁신한 기업들만들 대상으로 하며 이에 영향을 미칠 가설적 변수들로부터 회귀식을 도출한다. 마지막 단계는 생산함수의 도출이다. 생산함수는 전술한 혁신투자와 지식산출이 궁극적으로 기업의 노동생산성에 기여하는 바를 추정하는 것이다.

제 2 절 데이터

(1) 데이터 원천–한국 기술혁신조사(제조업)

과학기술정책연구원이 「한국의 기술혁신조사」를 수행하고 있다. 2002년도 이래로 기술혁신조사는 3년 단위로 이루어지고 있으며 제조업

과 서비스업을 나누어 한 조사는 2년에 걸쳐 이루어진다. 그래서 기술혁신조사는 2008년까지 2002년(제조업) 2003년(서비스업), 2005년(제조업), 2008년(제조업)이 실시되었다. 본고는 위의 조사들 중 제조업에 대한 기술혁신조사 3개 횡단면 자료를 분석대상으로 한다.

(2) 분석대상의 설정과 대표성

2002, 2005, 2008년도의 각각의 표본의 수는 3,775개, 2,743, 3,081개에 이른다. 각각의 표본은 모집단을 반영하여 설계되나, 다만 2005년도의 표본은 모집단을 법인기업으로 한정하였다. 그리하여 개인사업자는 거의 누락되었다. 그래서 3개 연도의 횡단면 데이터의 비교를 의미 있도록 하기 위해서는 법인기업으로 한정할 필요가 있다. 법인과 개인사업자의 식별은 열 자리 사업자번호 중에서 4-5번째의 부호에 따라 이루어진다.

이렇게 선정된 샘플들을 모집단으로의 환원을 위한 가중치를 적용할 경우엔 대체적으로 고용규모의 분포가 유사해져서, 어느 정도는 상호비교한 샘플임을 확인할 수 있다.

제4장 연구결과

제 1 절 혁신 관련 변수의 기술통계

(1) 혁신기업

○ 제품혁신기업의 비중은 첫 횡단면분석부터 33.4%, 35.9%, 36.9%로 일정하게 증가하고 있다.

○ 공정혁신을 도입한 기업은 제품혁신성공기업보다 작은 것으로 나타나며 2002에 비해 2005와 2006년도의 비중이 크다 (27.9, 31.4, 31.7).

(2) 외부조건의 작용-긍정적인 여건

○ 정부의 자금지원을 받은 기업의 비중은 표본에서는 2005년도가 가장 높고 2008년도가 가장 낮다 (신간순으로 30.1, 43.3, 26.4)

○ 외부협력네트워크를 활용한 기업들은 약 20%로 상당히 안정적인 비중을 차지한다.

(3) 외부조건의 작용-장애여건

○ 자금문제에 직면한 기업(HACOST)은 2005년도가 이래적으로 높은 것을 제외하면 약 25% 가량이다.

○ 지식접근성의 문제에 직면한 기업(HACOST)은 상당히 높다고 할 수 있다. 2008년도 가장 낮은데 그 비중이 25.5%이다. 2005년도엔 56.2%에 이른다.

○ 시장접근성의 문제에 대한 기업들의 답은 대체적으로 자금문제에 대한 답과 유사하다 (2005년도를 제외하면 약 20%가량)

제 2절 혁신요인의 영향

(1) 혁신에의 영향

○ 먼저, 기업규모의 변수로 채용한 고용규모(LEMP, 종업원수의 로그)와, 수출여부(FOR_MKT)는 혁신여부에 뚜렷한 경향성으로 영향을 미친다.

○ 기업특성 중 기업집단에의 소속 여부(GP)이 혁신에 미치는 영향이 부정적인 사인으로 나오고 그리고 그것이 유의성이 없다

○ 혁신장벽의 세 변수 (HAKNOW-지식, HAMARKET-시장, HACOST-비용)의 양의 영향력이 높은 유의성에서 확인된다.

○ 산업의 특성은 아직 정형화된 결과가 산출되지 못하고 있다.

(2) 혁신투자에의 영향

○ 기업특성변수들 중에서 FINSUP만이 일관되게 유의성 높은 양의 계수를 보여준다.

○ 반면, 기업집단(GP), 수출(FOR_MKT), COOP(외부협력) 모두 정형화된 유의성 높은 영향계수를 보여주지 못하고 있다. 다만, 가장 최근 횡단면에서만. FOR_MKT와 COOP이 유의성 있는 양의 계수를 보여준다.

○ 산업더미들은 혁신여부와는 달리 혁신투자에는 뚜렷한 경향적인 특징을 보여준다. 화학 (SIC_stan_5), 전자 (SIC_stan_8), 자동차/수송장비 (SIC_stan_9)는 모두 높은 유의성의 양의 영향력을 보여준다.

(3) 혁신투자가 혁신제품의 매출에 미치는 영향

○ 주목할 만한 결과는 혁신투자가 혁신제품매출에 아주 높은 유의성으로 긍정적인 영향을 미친다는 것이다. 혁신제품매출과 혁신투자가 모두 로그값이므로 그 계수는 탄력도를 의미하는데, 3개 횡단면 분석에서 그 계수는 0.147, 0.120, 0.197로서 0.1~0.2 범위안에 있다.

(4) 혁신제품매출이 노동생산성에 미치는 영향

○ 가장 중요한 시사점은 LISPE(일인당 혁신제품매출)의 차지하는 아주 유의미한 양의 효과와 PROCESS(공정혁신)의 미미한 역할이라고 할 수 있다.

○ LISPE는 세 횡단면 분석에서 공히 아주 유의한 양의 결과를 도출하였다. 하지만, 시기별로 계수의 변화는 방향성이 있다고 보기는 어려워 보인다. 세 횡단면 분석을 통해 그 계수는 대체적으로 0.33~0.83의 범위에 있다.

○ 반면 PROCESS는 2002년도엔 오히려 음의 유의성 있는 계수를 도출하였으며 유의하지는 않지만, 2005년도와 2008년도 역시 음의 계수를 도출하였다.

제5장 결론 및 시사점

(1) 생산-지식함수의 구조방정식을 통해서 다른 시간대에 걸쳐 일정한 관계가 있음을 확인하였다. 이러한 안정적인 관계는 최근의 OECD 18개 국가들간의 비교연구에서도 확인되는 바, 생산-지식 함수는 이제 NIS의 중요한 기본방정식으로 자리잡을 가능성이 커졌음을 시사한다.

(2) 3개년도의 횡단면 분석에서 일부 변수들의 계수는 일정한 방향으로 상승 또는 하강했지만, 그 변수들은 제한적이었으며, 상승-하강 또는 하강-상승하는 등 방향성을 짐작하기 어려운 결과들이 많았다. 아직 체계적인 변화의 방향이 있다고 보기는 어렵다고 할 수 있다.

(3) 명료한 변화의 방향성이 없기 때문에, 굳이 구조변화를 검증하기 위한 보다 기술적인 분석기법을 적용할 필요는 아주 작았다.

(4) 본 연구가 확인한 정형화된 패턴 (즉 안정적인 변수사이의 관계)들 중 중요한 것들은 다음과 같다.

- 고용규모만이 (즉 기업의 크기)는 혁신여부, 혁신제품매출(즉 혁신성과), 노동생산성에 모두 아주 높은 유의수준으로 긍정적인 영향을 미친다. (다만 2005년도에만 유의성이 없는 양의 값을 같는다.)
- 수출여부와 장애요인(돈, 지식, 시장), 그리고 화학, 전자, 철강의 대리변수는 혁신 여부에 모두 아주 높은 유의수준으로 긍정적인

영향을 끼친다. 하지만, 다른 방정식들에서는 두 변수 모두 주목할 만한 영향력을 보여주지 못한다.

- 정부의 자금지원여부는 혁신투자에 미치는 영향이 유의미하게 긍정적이다.
- 기업집단소속 여부(GP)와 공정혁신 여부 (PROCESS)는 예상과 달리 각 단계별 방정식에 안정적으로 일관되게 영향력을 미치지 못하고 있다.
- 혁신투자는 혁신제품매출에 미치는 영향력이 안정적이며 유의하다. 각 횡단면 분석에 있어서 계수의 범위가 0.120~0.197로서 편차가 크지 않다. 또한 이 계수는 혁신제품매출의 혁신투자에 대한 탄력도로서 혁신투자의 성과를 예측할 수 있는 계수로서의 역할을 한다. 즉 1%의 혁신투자 증가는 0.120~0.27%의 혁신제품매출의 증가를 기대할 수 있다.
- 제품혁신매출은 노동생산성에 양의 유의미한 영향을 미치며 역시 안정적이다. 그 계수는 역시 탄력도로서 예측의 효력을 지니며 범위는 0.333~0.680이다.

(5) 기술혁신조사는 그 추상성으로 인해 정형적인 사실관계가 존재하기 어려울 것 같지만, 놀랍게도 상당한 수준의 정형성이 포착된다는 것이다. 물론 이것이 기술혁신조사가 완벽하다는 것은 물론 아니지만, 기술혁신의 NIS의 실증연구에 있어 중요한 연구기반으로의 역할이 있음을 보여준다.

(6) 나아가 이러한 버팀목 역할을 하는 실증적 기반의 존재는 서두에 제기한 과학기술혁신정책의 과학적 설계에 상당한 힘을 실을 수 있음을 의미한다.

(7) 본 연구는 기업의 기술기획과 관련된 경영의 의사결정에도 시사점을 제공한다. 앞서 언급한 것처럼, 본 연구는 혁신투자가 혁신제품

매출에 미치는 영향, 그리고 혁신제품매출이 노동생산성에 미치는 영향을 정량적인 계수로 측정하였고 그리고 이 계수는 상당히 안정성을 보인다. 그렇기 때문에 이 계수에 기반하여 기술기획 시 투자 효과에 대한 예측을 할 수 있다.

(8) 아직 기술혁신조사가 한국에서는 분석가능한 횡단면이 최대 3개 시기이기 때문에 아직은 정형성을 충분히 검증하기에는 부족한 점이 아쉬움으로 남는다. 향후 두어번의 조사가 더 진행된다면 훨씬 더 안정적인 결과를 도출할 수 있을 것으로 보인다.

목차

요약 ····· 1

제1장 서 론 ····· 17

제2장 문헌과 이론 ····· 21

제1절 지표로부터의 접근(Indicator Approach) ····· 21

제2절 생산함수/지식함수의 연계 ····· 24

제3장 방법론과 데이터 ····· 27

제1절 NESTI-WPIA 방법론 ····· 27

제2절 데이터 ····· 30

1. 데이터 원천-한국 기술혁신조사(제조업) ····· 30
2. 분석대상의 설정과 대표성 ····· 31
3. 분석대상 기업의 특성 ····· 34

제4장 연구결과 ····· 36

제1절 혁신 관련 변수의 기술통계 ····· 36

1. 혁신기업 ····· 36
2. 외부조건의 작용-긍정적인 여건 ····· 38
3. 외부조건의 작용-장애여건 ····· 40

제2절 혁신요인의 영향 ····· 42
1. 혁신에의 영향 ····· 42
2. 혁신투자에의 영향 ····· 45
3. 혁신투자가 혁신제품의 매출에 미치는 영향 ····· 47
4. 혁신제품매출이 노동생산성에 미치는 영향 ····· 49

제5장 결론 및 시사점 ····· 52

참고문헌 ····· 55

부록 ····· 57

SUMMARY ····· 61

CONTENTS ····· 63

표목차

〈표 2-1〉 각국 또는 국제기구의 대표적인 지표데이터 산출물 ····· 21
〈표2-2〉 혁신기업의 유형 ····· 23
〈표 3-1〉 표본에서의 법인의 분포 ····· 32
〈표 3-2〉 전체 표본과 분석대상의 범위 ····· 32
〈표 3-3〉 기업의 고용규모별 비중 (%) ····· 33
〈표 3-4〉 수출기업의 비중 (%) ····· 34
〈표 3-5〉 수출기업의 비중 (%) ····· 35
〈표 4-1〉 제품혁신성공기업(INNO_stric)의 비중 (%) ····· 36
〈표 4-2〉 공정혁신기업(PROCESS)의 비중 (%) ····· 37
〈표 4-3〉 정부의 자금지원 (FINSUP) 수혜기업의 비중 (%) ····· 38
〈표 4-4〉 협력네트워크의 활용 (COOP)의 비중 (%) ····· 39
〈표 4-5〉 자금문제에 직면한 기업 (HACOST)의 비중 (%) ····· 40
〈표 4-6〉 지식의 접근제한에 직면한 기업 (HAKNOW)의 비중(%) ···· 41
〈표 4-7〉 지식의 접근제한에 직면한 기업 (HAMARKET)의
비중 (%) ····· 42
〈표 4-8〉 기업혁신에 영향을 미치는 요인들 (2002-2005-2008) ··· 44
〈표 4-9〉 기업의 혁신투자에 영향을 미치는 요인들
(2002-2005-2008) ····· 46
〈표 4-10〉 혁신투자가 혁신제품매출에 미치는 영향
(2002-2005-2008) ····· 48

〈표 4-11〉 제품혁신이 노동생산성에 미치는 영향
(2002-2005-2008) ····· 50
〈부록 표-1〉 어떤 기업들이 혁신할 가능성이 높은가?
(NESTI-WPIA) ····· 57
〈부록 표-2〉 어떤 기업들이 혁신에 투자비용을 많이 지출하는가?
(NESTI-WPIA) ····· 58
〈부록 표-3〉 제품혁신이 노동생산성에 미치는 영향
(NESTI-WPIA) ····· 59

그림목차

〔그림 3-1〕 NESTI-WPIA 프로젝트의 방법론 ····· 28

| 제1장 | 서 론

국민의 정부의 지식기반경제에서 나아가 참여정부에서는 과학기술중심사회구축의 큰 아젠다로 기술 혁신을 장려하고 제도적·재정적 지원을 적극적으로 확대해왔다. 지식기반경제나 과학기술중심사회 구축이나 큰 맥락에서는 국가혁신체제(NIS, National Innovation System)의 관점에 위치해 있다.[1)]

이러한 정책적 관심에도 불구하고 정책으로 인해 한국의 국가혁신체제가 어떻게 발전해왔고 또한 궁극적으로 어떠한 성과로 이어졌는지에 대한 실증적 연구와 그 방법론개발은 미미한 실정이다.

실증연구는 크게는 지표와 데이터들을 개발하여 변화발전을 확인할 수 있으며 다른 한 편으로는 한 시대의 NIS의 구조를 요약해낼 수 있는 구조방정식을 도출하고 그 구조 방정식에 일정한 변화가 있는지 확인해서 할 수도 있다. 일반적인 경제분석에 비유한다면, 전자는 GDP의 성장일 수 있고, 후자는 실업과 인플레이션에 대한 방정식인 필립스커브(Philips Curve)를 들 수 있다.

이처럼, 지표/데이터/구조방정식이 폭과 깊이에서 대단한 발전을 해온 경제 분야와 달리 과학기술 분야, 특히 경제적 성과를 강조하는 NIS체계에서도 그 발전을 입증할 방법론적 기반은 아직은 걸음마 단계에 있다고 할 수 있다. 이는 과학기술 또는 기술혁신에 불가피한 추상성에 연유한다고 할 수 있다. 하지만 과학기술정책에 있어서도 그 과학적 기반이 강조되면서 보다 객관적인 판단기준을 제공해야할 필요성이 커지고 있다.[2)]

이런 연장선상에서 본 연구는 한국의 NIS에 일정한 진전이 있는지 그렇

1) 김석현 (2008)

2) 대표적인 과학기반정책의 사례로 미국의 NSF에 의해 주도되는 SciSIP (Science of Science, Technology, and Innovation Policy)과 OECD가 주도하는 Innovation Strategy를 들 수 있다. 보다 자세한 사항은 황용수 외 (2008)를 참조.

지 않다면 일정한 특성 즉 정형화된 사실이 있는지 분석해보고자 한다. 그것을 통해서 과학기술혁신정책의 과학적 기반을 마련하는데 일조하고자 한다.

NIS의 변화발전은 크게는 교육에서 시작하여 산업적 성과 등 광범위한 범위에 걸쳐져 있으나 본고는 기업의 혁신노력과 성과에 초점을 맞추고 한국의 최근의 NIS의 변화발전을 시기별로 그리고 섹터별로 추적해보고자 한다. 이처럼 기업을 중심으로 연구하는 것은 NIS의 핵심은 기업의 성과이며, 기업의 성과를 도출하기 위한 요소들과 그 성과와의 관련에 있기 때문이다. 또한 집계데이터가 아닌 기업을 단위로 연구해야만 기업의 행동방정식에 접근하여 풍부한 가설들을 제기하고 또한 검증할 수 있기 때문이다.

이처럼 기업을 중심으로 한 NIS연구의 중요성을 감안하여 OECD의 두 전문가 그룹인 NESTI와 WPIA는 공동으로 기업데이터에 기초한 NIS의 실증연구를 수행하고 있다.[3] 그 첫 성과는 2009년 2월에 발간될 예정이다.

이러한 분석 작업은 전술한 바대로 지표를 통한 분석과 구조방정식을 통한 분석으로 이해된다. 대체적으로 지표(indicator)들을 도출하여 비교하는 방식이 이해하기 쉽고 간명해서 많이 활용된다. 하지만, 이런 방식은 지금도 다각도로 활용되는 방면에 구조방정식 쪽은 NIS 실증분석에서는 아직 초입단계에 있어 연구가 충분하지 않다. 그래서 본 연구는 지표개발 보다는 구조방정식의 도출과 다른 시기에 만들어진 방정식의 비교에 초점을 두고자 한다.

하지만 구조방정식과 지표가 배타적으로 구별되는 것은 아니다. 구조방정식을 구성하는데 필요한 변수들이 그 자체로 지표일 수도 수도 있으며 구조방정식으로 도출한 결과(파라미터 등)가 지표로 자리매김할 수도 있다. 또한 구조방정식을 통해서 비로소 구조방정식을 구성하는 변수들의 인과관계가 규명되면서 변수가 주목할 만한 지표로 위상이 올라갈 수도 있다.

본 연구가 채택하는 구조방정식은 기술혁신의 궁극적인 목적인 기업의

3) 이 공동연구에는 필자도 참여하고 있다. NESTI (Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators)와 WPIA (Working Party on Industry Analysis)는 OECD의 DSTI(과학기술산업부, Division of Science,, technology, and Industry)소관의 전문가 그룹임. 보다 자세한 내용은 황용수 외(2008) 참조

산출에의 혁신의 영향을 분석하고자 한다. 계량경제학적으로 규명된 인과관계를 구성하는 구조식의 계수(coefficient 또는 parameter)들이 시간별로 달라지는지를 통해 분석할 수 있다. 본고는 이러한 구조식에 대한 도출과 그 비료들을 통한 분석도 시도하고자 한다.

이러한 구조방정식은 그 목적대상이 기업의 성과라는 경제적 성과이기 때문에 그 정책적 필요성이 높음과 동시에 기존의 생산함수의 확대응용으로 이론적 기반이 잘 갖추어져 있어 그 결과에 대한 신뢰성이 높다고 할 수 있다. 다만, 기술혁신을 반영하기 위해 기존의 생산함수를 확장하여 생산함수-지식함수의 결합이 요구되는데 이에 대한 연구는 최근에야 비로소 활성화되고 있다.

이처럼 그 중요성에도 불구하고 생산함수-지식함수의 실증분석이 최근에서 활발해지는 것은 지식함수를 뒷받침할 실증데이터가 최근에서야 산출되기 때문이다. 그 실증데이터는 다름아닌 기술혁신조사이다. 한국에서는 이를 한국기술혁신조사(KIS, Korea Innovation Survey)라고 이 기술혁신조사의 근간을 이루는 Oslo Manual에서는 CIS (Community Innovation Survey)라고 명명한다.

기술혁신조사는 NIS의 관점에서 설계되어 NIS를 구성하는 다양한 활동자(actor)들이 기업을 중심으로 어떻게 상호작용하는지에 대한 양상을 조사하고 있다. 즉, 특정기업이 협력기업(공급자, 수요자), 공공연구기관, 그리고 정부(지원)과 관계를 맺고 있는 정도/양태를 보여주고 있다. 또한 혁신의사결정, 자원투입정도, 혁신 장애요인, 혁신성과(특허, 매출) 등, 혁신수행의 과정에 대한 실태조사를 포함하고 있어 이에 대한 심층적인 분석의 기반을 제공한다.

기술혁신조사의 그 풍부한 활용가능성에도 불구하고 이에 대한 체계적인 연구는 아직 충분하지 못하며 최근에서야 논문들이 배출되고 있다. 유럽의 CIS를 활용하는 연구도 1990년대 이후에야 시작되었지만, 많은 연구자들이 참여하여 어느 정도 자리를 잡아가고 있다.

특히 기술혁신조사를 활용한 NIS 실증연구는 앞서 언급한 NESTI-WPIA의 연구작업을 계기로 한 차원 높게 발전할 것으로 전망된다. NESTI-WPIA

는 OECD의 국가들이 많게는 18개 국가가 참여하여 공통방법론으로 기업의 성과와 혁신 사이의 구조방정식을 도출하였는데, 국가별 다양성에도 불구하고 정형화된 인과관계 (즉 stylized fact)를 도출하는데 성공하였다. 이런 정형화된 인과관계의 발견은 생산함수-지식함수 이론의 실증적 기반을 공고히 하는 것으로서 장차, NIS의 연구도 기존의 경제학 연구 못지 않는 공고한 실증적 기반에서 수행될 가능성을 시사한다.

이러한 문제의식에서 본 연구는 KIS를 활용하여 체계적인 혁신체제에 대한 실증연구를 수행하고 다른 시점에서 획득한 횡단면 데이터 각각에서 얻어진 구조방정식 사이에 어떤 관계들이 있는지 규명하고자 한다. 특히 2008년에 수행된 제조업 KIS를 포함하여 2002, 2005, 2008년도의 3개 횡단면 데이터를 분석하여 시간대별로 비교분석하고자 한다.

NIS실증연구, 더 좁게는 기술혁신조사에 입각한 실증연구는 방대한 연구영역이고 무한한 탐색가능성이 존재한다. 필자가 단독으로 그 풍부한 세계를 제한된 시간에 연구하는 것은 불가능하다. 하지만 적어도 이번 연구를 통해 맛보기는 했다고 자부한다. 이번 연구를 통해 한국의 NIS실증연구에 일조할 것을 기대한다.

｜제2장｜문헌과 이론

제1절 지표로부터의 접근(Indicator Approach)

지표(Indicator)를 통한 NIS의 변화발전 분석은 다양하게 시도되어 오고 있다. 대표적으로 쓰이는 GDP 대비 연구개발투자의 비중이 그 예이다. 기업 차원에서는 매출액 대비 연구개발투자의 비중이 또한 대표적인 예이다.

이러한 지표 또는 통계 등을 통해서 NIS의 흐름을 보는 것은 각국별 또는 국제기구들에서 중요시해와서 다양한 지표집, 데이터집으로 체계화되어 있다.

<표 2-1> 각국 또는 국제기구의 대표적인 지표데이터 산출물

지표데이터 산출물	개요
[미국] Science and Engineering Indicators (이하 SEI, 미국, NSF가 격년으로 발간)	– 1972년부터 발간되어 왔으며, 가장 권위있는 지표데이터로서, 각국 또는 OECD등의 과학기술지표의 모델 역할을 함. 세부목차들은 변화하지만, 장(chapter)로 대표되는 큰 목차는 대체적으로 유지되어서 미국의 과학기술지표의 체계를 이루게 됨. – 큰 목차는 (1) 초중등교육 (2) 고등교육 (3) 과학기술인력 (4) 연구개발: 국가적 트렌드와 국제와의 연관 (5) 학술연구개발 (6) 산업, 기술, 시장 (5) 공공의 태도들로 이루어짐
[일본] Science and Technology Indicators (이하 STI, 일본, NISTEP이 약 3년 주기로 발간)	– 일본의 과학기술을 대표하는 지표로 1991년부터 발간되어옴. 미국의 SEI와 유사한 목적을 가지고 있으며 마찬가지로 방대함. 그런데 차이점은 최근의 국가혁신체제 또는 지식기반사회로 대표되는 과학기술정책의 패러다임을 반영하고 국제사회에서 일본과학기술의 위치를 조명하는 데 보다 초점이 실리고 있음. – 이는 4개의 구성파트들의 제목에서도 드러남 (장은 13개에 이름). (1) 국제흐름과 일본의 위치 (2) 지식기반, 인적자원, 숙련 (3) 지식생산 (4) 과학기술과 사회로 구성됨 .
[독일] Research and Innovation in Germany (이하, RIG, ZEW가 연간 발간)	– 해설보다는 일정한 체계에 따라 데이터 테이블들을 제시하고 있음 – 구성은 5개의 파트로 이루어지는데 (1) 연구개발비용 (2) 인력 (3) 기술잠재력 (4) 교육으로 구성됨. Frascati 매뉴얼에 기반한 (1)과 (2)가 가장 많은 비중을 차지하고 있음. 그밖의 장들은 기술혁신조사(Oslo Manual에 기반), 특허, 기술무역조사 등에 기반한 데이터들임

지표데이터 산출물	개요
[OECD] Main Science and Technology Indicators (이하 MSTI, 연간 2회 발간)	– 공통의 데이터집계매뉴얼에 기초하여 비교가능한 국별 데이터들을 체계적으로 정리해놓아, 국별 비교가 가능함 – 연구개발비용, 특허, 기술무역의 주제들로 이루어지는데, 이들은 모두 공통의 데이터의 집계 매뉴얼에 기반한 것들임
[EU] Science, Technology and Innovation in Europe (이하 STIE, EUROSTAT이 연간 발간)	– EU 회원국들의 국제비교가 가능한 데이터들의 종합임 – 세 파트로 구성됨. (1) 연구개발지출 (2) 지식노동자 통계 (3) 생산성 및 경쟁력. (1)과 일부(2)는 Frascati 매뉴얼에 기초하고 (3)의 일부는 Oslo Manual에 기초함. 특히 (3)은 연구개발 또는 혁신의 성과에 주목하는 부분으로 특허, 지식기반사업 등에 대한 데이터들임

이처럼 정형화된 지표데이터 뿐만 아니라 지표 데이터들을 통해 NIS의 특성 또는 변화를 이해하기 위한 많은 노력이 이루어지고 있어 연구의 발전이 계속 이루어지고 있다. 특히 최근에는 기업데이터를 중심으로 지표데이터를 심도있게 고민하는 경향이 강하다. 특히 마이크로 데이터에 주목하는 것은 마이크로 데이터를 통해서만 기술혁신 주체의 행동방정식(behavioral function)을 도출할 수 있어서 기술혁신의 작동과정을 이해할 수 있기 때문이다.

특히 최근의 <증거기반 과학기술정책 (evidence-based science & technology policy)>이라는 패러다임이 정책과 지표데이터를 모두 지배하고 있는데 (황용수 외(2008)), 이러한 기조에 따라서 최근 OECD의 NESTI는 OECD국가들의 공동작업으로 기술혁신조사에 기반한 국가비교 과학기술지표 또는 분석 연구를 수행하고 있다 (2009년 2월에 처음 작업의 결과가 발간될 예정). 이 작업은 기업을 분석단위로 하는 기술혁신조사에 기반하여 단순지표, 복합지표의 개발과 더불어 기술혁신의 경제적 성과에 이르기까지의 다양한 연구주제를 포함하고 있다.

기업데이터를 기본으로 한 지표의 도출의 차원에서 최근 주목받은 연구결과가 Arundel and Hollanders (2005)이다. 이들은 기술혁신조사에 기반하여 단순지표들을 결합하여 복합지표를 만들어서 이에 기반하여 기업을 다음

표에서와 같은 4가지 유형으로 도출한 바 있다. 그리고 이들의 연구는 EU 『European Innovation Scoreboard』(EIS) 국가혁신계의 비교분석의 틀로 활용되고 있다.

<표2-2> 혁신기업의 유형

혁신 유형	정의 및 특성
전략형 혁신기업 (Strategic innovators)	• 혁신이 경쟁전략의 핵심인 기업 • 새로운 제품 및 공정을 위해 지속적인 연구개발을 수행함 • 다른 기업에 혁신을 확산하는 혁신의 주요 원천
준전략형 혁신기업 (Intermittent innovators)	• 혁신이 경쟁전략의 핵심은 아니나, 필요에 따라서 혁신 및 연구개발 수행하는 기업 • 필요에 따라서 다른 기업이 개발한 새로운 결과를 이용하여 R&D 수행
수정형 혁신기업 (Technology modifiers)	• 연구개발활동을 하지 않으면서, 제품 및 공정을 수정하는 기업 • 대다수는 생산공학을 통해서 공정혁신을 수행함
수용형 혁신기업 (Technology adaptors)	• 다른 기업이나 조직이 개발한 혁신을 수용하여 혁신하는 기업

출처: Arundel and Hollanders (2005); 김종선(2007, 표1-1)에서 차용

나아가 최근 Bloch and Mortensen는 북구국가들을 중심으로 한 NIND project (Policy Relevant Nordic Innovation Indicators)를 통해 기술혁신산출(product/process innovation output)등에 초점을 두고 기업들을 유형화하였고 (Bloch and Mortensen. 2007)[4] 이 작업을 NESTI-WPIA 프로젝트의 일환으로 OECD국가들에 적용한 바 있다. (Bloch and Mortensen 2009 출간예정)

이러한 지표들을 통한 연구가 NIS를 이해함에 있어 중요한 수단이 되지만, 본 연구에서는 보다 구조화된 방정식을 도출하여 접근하고자 한다. 그 이유는 지표들이 결국 궁극적으로 경제발전에 끼치는 영향이 무엇인가(즉 원인과 성과 사이의 구조식)를 규명해야만 그 지표들이 의미를 갖기 때문이다. 그렇지 않다면, 지표들은 그 작위성의 단점을 여전히 안고 있기 때문이다. 그런 구조화된 방정식을 본 연구는 지식함수/생산함수 이론에 기반하고

4) 여기서는 4가지 유형을 제기한다. 특히 국제적인 범주를 추가하여서 (1) 국제적인 신제품 혁신기업 (2) 국내차원의 신제품 혁신기업 (3) 응용기업 (40 수용기업으로 구분한다.

자 한다. 이는 다음 절의 주제이다. 이 지식함수/생산함수 이론은 후술하겠지만, NESTI-WPIA가 최근 성공적으로 작업한 기업혁신의 노동생산성에의 기여 연구의 근간을 이룬다. 그런데 서론에서 언급했지만, 지표와 구조방정식은 불가분의 관계에 있음을 새삼 강조한다.

제 2 절 생산함수와 지식함수

거시적인 차원에서 기술혁신과 경제적 성과(경제성장과 같은) 사이의 거시적인 관계를 규명할 수 있다면 이는 무척이나 매력적인 그리고 정책적으로도 활용도가 높은 연구일 것이다. 이러한 연구에 초석은 생산함수의 실증적 분석에서 시작하였다.

1950년대부터 미국의 Solow (1956, 1957)와 Abramovitz(1956)에 의해 시작된 생산함수의 실증연구는 경제성장을 노동과 자본으로 설명되는 부분과 그 외의 부분(잔차 또는 잔여항)으로 구성할 수 있게 했다. 그 이외의 부분이 총요소생산성으로 정의된다. Solow와 Abramovitz가 시도한 생산함수의 실증연구를 성장회계(Growth Accounting)라고 부른다. 이러한 성장회계는 처음부터 기술혁신을 초점에 두고 그것의 경제성장에 대한 기여를 연구하고자 했던 것은 아니다. 방법론상에서 보이듯이 총요소생산성으로 근사되는(proxy) 기술혁신은 성장회계의 결과로서 파생되는 것이지 그 실체에 대한 독립적인 변수는 없었다.

이처럼 총요소생산성이 잔차로서만 주어지는 한계를 극복하기 위해, 실증연구에서는 연구개발투자나 특허를 지식축적의 대리함수로 설정하여 그것의 경제성장에 대한 기여를 추정하기도 한다.[5] 또는 유사하게 전술한 총요소생산성에 대해 연구개발투자가 기여하는 바를 추정하기도 한다. 이러한 연구에 크게 기여한 연구자들이 Schmookler(1951), Schultz(1953), Griliches(1958),

5) 이와는 별도로 노동을 단순한 노동시간을 넘어 교육, 기술습득 등 노동자에 체화된 지식의 개념으로 확대한 것이 인적자본 개념이다. 인적자본 역시 생산함수를 풍부하게 하는 중요한 실증연구의 흐름이다. 지식, 인적자본을 포괄하는 이론적 기반은 내생적 성장이론(Endogenous Ggrowth Theory)이다. 이들 이론기반과 이에 대산 실증연구에 대한 좀더 자세한 설명은 김석현 (2006) 참조.

Terleckyz(1958), Minasian (1962), Griliches(1964), Mansfield(1965) 등이다 (Griliches 2000, Chpater 4, 인용된 참고문헌은 Griliches에서 소개하고 있으므로 생략).

거시경제 모델에 적용되어 왔던 생산함수 기반의 실증연구는 그 대상을 기업단위로 하면서 큰 도약을 하게 된다. 기업단위로의 연구의 심화는 기업의 행동함수에 대한 보다 많은 데이터를 포괄함으로써, 특히 전술한 바 있는 지식에 대한 대리변수 설정에서 발전하게 된다. 그 실증연구의 가능성은 최초로 Pakes and Grilliches (1984)에 의해 제기된다. 지식축적(연구개발 또는 특허)를 별도의 함수로 설정하고 이들이 이루어지게 하는 요인(factor)들을 정식화하여 지식생산함수의 정의가 이루어진다. 특히 지식생산함수는 1990년대 이후 OECD의 NESTI 전문가그룹에서 제시한 Oslo Manual에 기초한 기술혁신조사(Community Innovation Survey)가 이루어짐에 인해서 지식생산을 결정하는 다양한 요소들을 변수로 상정할 수 있게 되었다. 즉 기술혁신조사는 지식생산함수의 현실적 기반을 제공하였다고 할 수 있다. 그 성과가 처음으로 구체화한 것이 Crepon, Duguet, and Mairesse(1998)(약칭 CDM)이며 Loof and Heshmati (2002)등에 의해 발전한다.(Loog and Heshmati가 단순하게 정식화한 모델은 다음 박스와 같음)

(1) Innovation equation:

Prob(Innov) = f(LEMP), 혁신주체간 상호작용 변수, 혁신지원/장애 변수)

이 식은 Proibit model에 의해 추정됨. LEMP는 고용규모(기업크기)의 로그값으로서 이 모델은 Schumpeterian 가설에 기반함. 이 모델은 기업이 혁신활동을 시도할 가능성에 대해 기업크기와 혁신환경의 영향에 대해 분석한다.

(2) Innovation Expenditure equation:

log(rtotpe) = f(혁신주체간 상호작용 변수, 혁신지원/장애 변수)

rtotpe는 1인당 연구개발투자비임. 이 식은 1인당 연구개발투자비를 결정하는 요인들을 분석함

(3) Innovation Output equation:

(a) lispe = f(LEMP, 혁신주체간 상호작용 변수, 혁신지원/장애 변수, log(rtotpe), MILLs)

(b) turnt = f(LEMP, 혁신주체간 상호작용 변수, 혁신지원/장애 변수, log(rtotpe), MILLs)

lispe는 1인당 혁신관련 매출액의 로그치, turnt는 혁신매출의 비율. Mills는 Mill's ratio로서 위 (2)에서 유도됨. 이는 이 (3) 혁신기업만을 대상으로 하는 bias문제에 대응하기 위해 도입됨.

(4) Productivity equation:

(a) LLpe = f(LEMP, 혁신주체간 상호작용 변수, 혁신지원/장애 변수, lispe)

(b) LLpe = f(LEMP, 혁신주체간 상호작용 변수, 혁신지원/장애 변수, turnt)

LLpe는 1인당 노동 생산성으로서 매출액/종업원수로 정의됨

이러한 지식함수의 실증적 구성이 가능해짐에 따라, 종래 블랙박스로 남겨졌던 지식에 대해 풍부한 실증적 접근이 가능해진 것이다. 그리고 다시 이러한 지식이 어떻게 생산함수에 개입하여 경제적 파급효과를 낳는지 추정할 수 있게 되었다. 그러한 실증연구의 단초를 마련한 Crepon, Duguet, and Mairesse의 연구를 저자 이름을 따서 CDM이라고 약칭한다.

본고도 기본적으로는 CDM의 실증모델에 문제의식에 기반한다. 하지만, 지식함수와 그에 연계하는 생산함수 자체를 추정하는 것에 기반하여 이러한 지식함수와 생산함수를 통해 한국의 NIS의 구조식을 얻는 것에 보다 초점을 둔다. 전술한 바처럼 이 지식함수와 생산함수의 계수들을 구조변수(parameter)로 간주하고 이들 파라미터들이 시간대에 걸쳐 일정한 변화가 있는지 아님 안정적인지를 규명하고자 한다. 이 실증연구는 전술한 지표연구와 더불어 NIS 연구의 실증적 기반을 제공하고자 한다.

| 제3장 | 방법론과 데이터

제 1 절 NESTI-WPIA 방법론

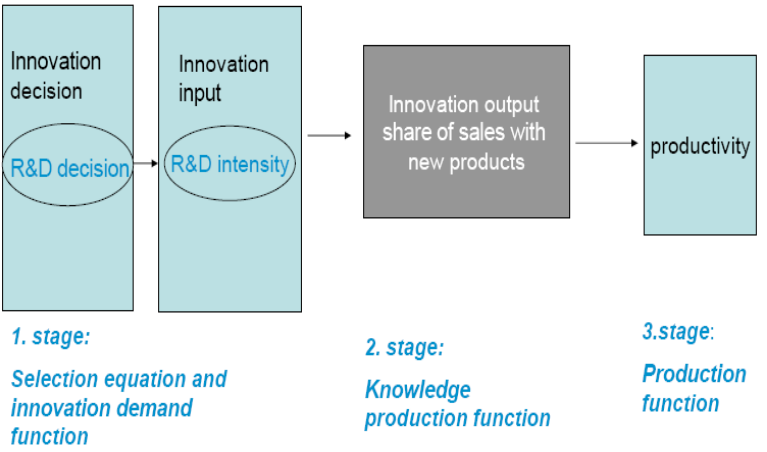
본 연구는 전술한 바대로, OECD의 전문가 그룹인 NESTI-WPIA의 연구 프로젝트의 방법론을 적용한다 (Chiara, 2009예정). 이는 NESTI-WPIA가 동일한 방법론을 OECD 18개 국에 적용하여 도출한 정형화된 결과가 있기 때문에 한국의 여러 시점에의 횡단면자료에 적용하여 OECD 18개 국에서 얻은 정형화된 결과를 비교할 수 있기 때문이다.

NESTI-WPIA 프로젝트에서 채택한 방법론은 다음 [그림 3-1]과 같다. 그림에서의 4개의 박스는 각각 회귀분석을 의미한다. 그런데 맨 앞의 박스 2개는 모여서 1단계(stage)로 표시되고 있다. 이는 2개의 회귀분석이 한 가지 기법인 heckman regression에 의해 이루어지기 때문이다. (NESTI-WPIA모델의 설명은 Chiara 2009 참조).

이 분석틀은 기본적으로 CDM이라 불리는 지식함수-생산함수 추진방법론으로서 최초로는 Pakes and Griliches (1984)에 시작한 아이디어를 Crepon, Duguet, and Mairesse (1998)에 의해서 최초로 체계적인 실증분석의 틀을 갖추었고 Loof and Heshimati (2006)가 적용하기 위한 heckman 방법론을 활용한다. NESTI-WPIA는 Loog and Heshimati의 방법론을 기본적으로 적용하고 있다. CDM의 발전과정은 각 단계별 회귀분석식의 잔차항 사이의 상관관계의 문제와 설명변수와 잔차항 사이의 상관성의 문제들을 어떻게 극복하고 일관성(consistency)있는 추정치들을 도출하는가의 문제의 해결과정이기도 하다.[6]

6) 일관성(consistency)라 함은 샘플 수를 늘림에 따라 추정치가 일정한 값으로 수렴되어 가는 것을 의미하며 이는 통계분석의 기본전제를 이루는 개념이다. 그렇지 않다면 많은 표본을 설정해도 전혀 정확성에서 이득이 없기 때문이다.

[그림 3-1] NESTI-WPIA 프로젝트의 방법론



출처: Pierre Therrein (2008) NESTI Annual Conference (2008.6.16-19)

첫 단계 (박스 2개)는 모든 분석대상기업(혁신했건 안했건)에 적용하는 것으로 혁신의 요인들(가설적으로)이 혁신여부에 끼친 영향력을 분석하고 (앞의 박스), 혁신투자(innovation inputs)에 미치는 요인(역시 가설적으로) 들이 끼치는 영향을 분석한다. Heckman 분석의 구체적인 회귀식은 다음 박 tm와 같다. 이 단계에서 Heckman 분석식을 사용하는 것은 혁신투자의 지출이 혁신한 기업과 그렇지 않은 기업사이에서 날카롭게 대비될 것이기 때문이다. 즉 단절샘플(truncated sample)의 문제에 직면하기 때문이다. Heckman 분석은 이러한 모델의 한 방법이다. 일반적으로 이 모델은 Generalize Torbit이라고 불린다. (이에 대해서는 Greene 2003 참조).

heckman 회귀식

LRTOTPE=f(GP FOR_MKT COOP FINSUP SIC)*

선택식

INNOV_strict=(LEMP GP FOR_MKT HAKNOW HAMARKET HACOST SIC)*

변수들에 대한 자세한 설명은 다음 장에서 소개될 것이다. 간단하게만 살펴보면 LRTOTPE은 혁신투자, LEMP는 기업규모이고 두 변수는 연속값을 갖는다. INNOV_strict는 혁신도입기업(보다 자세히는 제품혁신)이고 0/1의 값을 갖는다. 나머지 변수들도 그러하며 FOR_MKT는 수출, COOP는 협력, FINSUP은 정부자금지원, HAKNOW는 지식접근성의 문제, HAMARKET은 시장접근의 문제, HACOST는 비용의 문제를 뜻한다. SIC*는 산업더미변수들을 뜻한다.

두 번째 단계(2nd Stage)에서는 지식함수(knowlege production)를 도출하는 단계로서 지식은 제품혁신이 기여한 매출로 정의된다. 이 단계부터는 혁신한 기업들만들 대상으로 하며 이에 영향을 미칠 가설적 변수들로부터 회귀식을 도출한다. 이때 선택편기(selection bias)를 해소하기 위해 앞서의 Heckman 분석에서 도출한 Mill′s ratio를 설명변수로 첨가한다. 선택편기란 혁신매출은 혁신을 한 기업들에서만 값을 가지므로 이 변수는 설명변수들과도 연관되어져 있을 가능성이 있고 이에 따라 설명변수들과 잔차항(error terms) 사이에 연관(correlation0이 존재할 수 있기 때문이다. 이 경우 회귀분석식의 계수들은 일관성(consistency)이 담보되지 못한다.

지식함수 회귀식

*LISPE=f(LRTOTPE LEMP GP PROCESS COOP_*
MILLSstrict SIC*)*

자세한 변수설명은 다음 장으로 미루고 여기서는 간단하게만 설명하고자 한다. LISPE는 제품혁신매출액으로 연속변수이다. PROCESS는 공정혁신, COOP_*는 협력네트워크변수들이다. 설명한 대로 MILLSstrict는 첫 단계에서의 Heckman분석에서 도출된다.

마지막 단계는 생산함수의 도출이다. 생산함수는 전술한 혁신투자와 지식산출이 궁극적으로 기업의 노동생산성에 기여하는 바를 추정하는 것이다. 그런데 노동생산성에 영향을 끼치는 혁신제품매출액(LISPE)은 LLPPE(노동생산성)의 회귀식에서의 잔차와 일정한 연관을 가질 가능성이 크다. 즉 여

러 요인들을 통제했다고 하더라도 여전히 노동생산성이 높은 기업이 혁신제품매출이 높을 가능성이 있기 때문이다. 이런 점 때문에 LISPE 변수를 직접 설명변수로 사용하지 않고 도구변수(instrumental variable)을 사용한다. 그리고 역시 선택편기를 해소하기 위해 2단계에서와 같이 Mill's ratio를 설명변수로 사용한다.

생산함수 추정
LLPPE =f(LEMP GP PROCESS MILLSstrict SIC LISPE의 도구변수)*
LISPE의 도구변수의 도출
*LISPE= f(**LRTOTPE COOP_***, LEMP GP PROCESS MILLSstric SIC*)*

이상에서와 같은 3단계에 걸친 추정을 통해 궁극적으로 혁신투자가 노동생산성이라는 경제적 성과에 미치는 파급효과를 추정한다. 이렇게 각 횡단면 분석에 적용되어 추정된 회귀분석식을 비교함으로써 횡단면데이터 사이에 구조적인 차이가 있는지, 아니면 정형화된 특징이 있는지를 도출할 수가 있다. NESTI-WPIA는 상이한 국가들의 횡단면데이터를 비교분석한 것이다.

제 2 절 데이터

1. 데이터 원천-한국 기술혁신조사(제조업)

OECD에서 발행하는 Oslo Manual(OECD가 1993년 최초 발행)에 근거하여 기술혁신의 정성적 측면을 반영한 Community Innovation Survey (CIS)의 데이터를 기반으로 다양한 실증분석을 모색하고 샘플링바이어스에 대한 해법을 제시한다.

한국에서도 과학기술정책연구원이 「한국의 기술혁신조사」를 수행하고 있다. 2002년도 이래로 기술혁신조사는 3년 단위로 이루어지고 있으며 제조업과 서비스업을 나누어 한 조사는 2년에 걸쳐 이루어진다. 그래서 기술혁신조사는 2008년까지 2002년(제조업) 2003년(서비스업), 2005년(제조업), 2008년(제조업)이 실시되었다.

본고는 위의 조사들 중 제조업에 대한 기술혁신조사 3개 횡단면 자료를 분석대상으로 한다.

2. 분석대상의 설정과 대표성

(1) 분석대상의 선정

2002, 2005, 2008년도의 각각의 표본의 수는 3,775개, 2,743, 3,081개에 이른다. 각각의 표본은 모집단을 반영하여 설계되나, 다만 2005년도의 표본은 모집단을 법인기업으로 한정하였다. 그리하여 개인사업자는 거의 누락되었다. 그래서 3개 연도의 횡단면 데이터의 비교를 의미 있도록 하기 위해서는 법인기업으로 한정할 필요가 있다. 법인과 개인사업자의 식별은 열 자리 사업자번호 중에서 4-5번째의 부호에 따라 이루어진다.[7)]

이런 점을 고려하여 각 년도의 표본에서 법인의 비중을 비교한 것이 다음 <표 3-1>이다. 2005년도엔 법인은 예상했던 대로 대부분인 반면 2002년도는 90% 미만, 2008년도엔 80%미만으로 편차가 큼을 알 수 있다.[8)] 개인사업자는 대체적으로 규모가 작고 사업이 영세하여 혁신과는 거리가 멀기 때문에 혁신을 주제로 한 본 연구에서 법인과 개인사업자의 비중의 차이는 연구결과의 시간대별 비교에서 심각한 샘플링 바이어스를 범할 가능성이 있다.

---

7) 4-5번째의 두 자리 숫자 중에서 81-87이 법인에 해당한다. 나머지는 개인사업자이다. 81-87 중에서 82와 83은 각각 비영리법인과 정부조직 또는 지방자치단체에 해당한다.

8) 2005년도에도 개인사업자가 약간이나마 존재하는 것은 기업명부의 사업자번호가 현재의 기업의 상태를 정확하게 반영하지 못하는 경우 때문이다. 이는 사업자번호가 바뀔 수 있기 때문에 updtate되어야 하는데 그렇기 못한 경우들이 약간 존재한다.

<표 3-1> 표본에서의 법인의 분포

법인 여부	2002	2005	2008	Total
법인	3,315 (87.8)	2,711 (98.8)	2,407 (78.1)	8,433 (87.9)
개입사업자	438 (11.6)	13 (0.5)	647 (21.0)	1,098 (11.4)
식별불능	(22.0) (0.6)	(19.0) (0.7)	(27.0) (0.9)	(68.0) (0.7)
Total	3,775 (100.0)	2,743 (100.0)	3,081 (100.0)	9,599 (100.0)

나아가 본고의 핵심 분석대상인 혁신의 노동생산성에 미치는 영향 분석을 위해서는 노동생산성 등 분석대상 변수들의 값이 존재하는 (missing 아닌) 기업들을 대상으로 하여야 한다. 이러한 본 연구에서 분석하는 변수들 중에서 공통적으로 값들이 존재하는 기업들만을 분석대상으로 삼는다. 여기서 기준이 되는 연속변수들은 노동생산성(LLPPE, 매출액/고용)과 기업집단의 소속여부 (GP)의 두 변수이다. 물론 본고에서는 보다 많은 변수들을 채용하지만, 노동생산성의 데이터가 존재하면 이미 매출액과 고용의 데이터가 존재하는 것이며, 또한 많은 혁신관련데이터는 값이 존재하지 않을 경우 (missing, 즉 응답이 없는 경우)엔 0로 처리하는 것이 타당하다 (이에 대해서는 후술하고자 한다).

이처럼 법인기업이라는 조건과 주요 분석변수들에 대한 값이 존재해야 한다는 점을 고려하여 가능한 분석대상을 설정하기 위해, 두 기준에 대해 tabulation한 결과가 다음 <표 3-2>와 같다. 이 표에서 알 수 있듯이 8,433개의 법인이 존재하며 이들 중에 회귀분석 불가능한 569개를 제외한 7,864개 기업이 본 연구의 분석대상이다.

<표 3-2> 전체 표본과 분석대상의 범위

기업집단소속 GO	회귀분석가능	불가능	Total
법인	7,864	569	8,433
개인사업자	938	160	1,098
식별불능	49	19	68
Total	8,851	748	9,599

(2) 분석대상의 대표성

고용규모별로 본 표본의 분포는 3개의 횡단면데이터를 균일하다고 보기는 어렵다. (아래 <표 3-3>) 특히 2002년과 2008년은 50인 이하의 기업들의 분포가 높다 (약 50%에 이름, 반면 2005년도는 약 30%).

하지만, 모집단으로의 환원을 위한 가중치를 적용할 경우엔 대체적으로 고용규모의 분포가 유사해져서, 어느 정도는 상호비교한 샘플임을 확인할 수 있다. 하지만, 이는 가중치를 적용할 수 있는 통계치나 회귀분석이 그러하다는 것이며, 그렇지 못하여 가중치 없이 표준만으로 분석을 하는 경우엔 샘플링 오류가 있을 수 있음을 시사한다.

<표 3-3> 기업의 고용규모별 비중 (%)

기업규모별 분포	2002	2005	2008	Total
표본				
<10	63 (2.1)	5 (0.2)	0 (0.0)	68 (0.9)
<50	(1320.0) (44.5)	(765.0) (29.7)	(1167.0) (50.2)	(3252.0) (41.4)
<100	702 (23.7)	644 (25.0)	285 (12.3)	1,631 (20.7)
<300	(639.0) (21.6)	(760.0) (29.5)	(448.0) (19.3)	(1847.0) (23.5)
<500	111 (3.7)	174 (6.8)	164 (7.1)	449 (5.7)
>=500	129 (4.4)	227 (8.8)	261 (11.2)	617 (7.9)
Total	2,964 (100.0)	2,575 (100.0)	2,325 (100.0)	7,864 (100.0)
가중치 적용(모집단 환원)				
<10	741 (3.2)	127 (0.5)	0 (0.0)	868 (1.1)
<50	14,280 (61.2)	20,180 (74.3)	23,853 (77.1)	58,313 (71.6)
<100	4,349 (18.6)	3,678 (13.6)	4,089 (13.2)	12,117 (14.9)
<300	(3084.1) (13.2)	(2336.1) (8.6)	(2291.0) (7.4)	(7711.2) (9.5)
<500	412.63 (1.8)	379.5621 (1.4)	303.6855 (1.0)	1095.878 (1.4)
>=500	480.77 (2.1)	450.7528 (1.7)	410.8917 (1.3)	1342.414 (1.7)
Total	23,347 (100.0)	27,152 (100.0)	30,948 (100.0)	81,447 (100.0)

3. 분석대상 기업의 특성

(1) 수출기업

수출기업(FOR_MKT)은 조사년도 직전의 3년간 (2002년도는 2년간)에 수출실적이 있는 기업으로 정의한다. 분석대상 중에서 수출기업의 비중은 2008년도가 눈에 띠게 낮은 반면(36.3%). 2002와 2003엔 약 60%로 높다. (아래 <표 3-4>) 모집단으로 환원하기 위한 가중치를 적용하면 2005년도가 2002년도보다 약간 작아진다.

<표 3-4> 수출기업의 비중 (%)

수출기업 FOR_MKT	2002	2005	2008	Total
표본				
0	1,214	1,010	1,482	3,706
	(41.0)	(39.2)	(63.7)	(47.1)
1	1,750	1,565	843	4,158
	(59.0)	(60.8)	(36.3)	(52.9)
Total	2,964	2,575	2,325	7,864
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
가중치 적용(모집단 환원)				
0	11,008	14,422	22,233	47,662
	(47.2)	(53.1)	(71.8)	(58.5)
1	12,340	12,730	8,716	33,785
	(52.9)	(46.9)	(28.2)	(41.5)
Total	23,347	27,152	30,948	81,447
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

(2) 기업집단소속 여부

분석대상 중 기업집단에 속한 기업의 비중은 10% 전후에 위치한다. (아래 <표 3-4> 그런데 가중치를 적용하면 5% 전후에서 그 차이가 아주 작아진다.

<표 3-5> 수출기업의 비중 (%)

기업집단소속 GO	2002	2005	2008	Total
표본				
0	2,738	2,242	2,024	7,004
	(92.4)	(87.1)	(87.1)	(89.1)
1	226	333	301	860
	(7.6)	(12.9)	(13.0)	(10.9)
Total	2,964	2,575	2,325	7,864
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
가중치 적용(모집단 환원)				
0	22,196	25,722	29,578	77,495
	(95.1)	(94.7)	(95.6)	(95.2)
1	1,152	1,430	1,370	3,952
	(4.9)	(5.3)	(4.4)	(4.9)
Total	23,347	27,152	30,948	81,447
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

｜제4장｜연구결과

제 1 절 혁신 관련 변수의 기술통계

1. 혁신기업

(1) 제품혁신에 성공한 기업

본고에서 혁신기업은 혁신투자를 하고 동시에 혁신제품이 매출에서 차지하는 비중이 양인 기업으로 정의한다. 여기서의 혁신은 제품혁신을 요구하기 때문에 상당히 엄격한 정의라고 할 수 있다.

<표 4-1> 제품혁신성공기업(INNO_stric)의 비중 (%)

제품혁신성공 (INNOV_strict)	2002	2005	2008	Total
표본통계				
0	1,973 (66.6)	1,651 (64.1)	1,468 (63.1)	5,092 (64.8)
1	991 (33.4)	924 (35.9)	857 (36.9)	2,772 (35.3)
Total	2,964 (100.0)	2,575 (100.0)	2,325 (100.0)	7,864 (100.0)
가중치 적용(모집단 환원)				
0	17,040 (73.0)	19,580 (72.1)	21,977 (71.0)	58,596 (71.9)
1	6,308 (27.0)	7,572 (27.9)	8,972 (29.0)	22,851 (28.1)
Total	23,347 (100.0)	27,152 (100.0)	30,948 (100.0)	81,447 (100.0)

주: 제품혁신성공기업은 혁신투자를 수행하고 제품혁신결과가 매출에 반영되어 있는 기업으로 정의된다. 즉 양쪽 기준에 모두 긍정적인 답을 한 기업들이 INNOV_strict=1로 정의되며 나머지 기업들은 모두 0으로 처리된다. 이들 중엔 답변을 안한 기업들(missing value)도 있는데 답변을 하지 않는 기업들도 0으로 처리한 이유는 혁신을 수행한 기업만이 일반적으로 긍정으로 답할 것으로 기대되기 때문이다.

이 정의에 따르면 혁신기업의 비중은 첫 횡단면분석부터 33.4%, 35.9%, 36.9%로 일정하게 증가하고 있다. 이러한 혁신기업의 비중의 증가는 그 자체로는 고무적이지만, 표본집단의 모집단에 대한 대표성에 대한 완벽한 검증이 이루어지지 않고서는 장담하기 어렵기 때문에 혁신기업의 비중이 증가했다고 주장하는 것은 아직 유보되어야 한다. 이는 모집단 환원을 위한 가중치를 적용할 경우, 혁신기업의 비중은 전체적으로 낮아지면서 동시에 차시간대별 차이가 작아지는 것에서 확인할 수 있다 (27.0, 27.9, 29.0)

(2) 공정혁신을 도입한 기업

공정혁신을 도입한 기업은 제품혁신성공기업보다 작은 것으로 나타나며 2002에 비해 2005와 2006년도의 비중이 크다 (27.9, 31.4, 31.7). 모집단으로 환원한 가중치를 적용할 경우, 역시 낮아지며, 2005년도가 2007년도보다 약간 크다 (20.4, 22.7, 22.4). 그리고 전체적으로 비중의 차이도 작아진다. 일반적으로 공정혁신보다 제품혁신이 어렵고 많은 투자를 하는 것에 비추어 공정혁신기업이 제품혁신성공기업보다 작은 것은 유의해야 할 요소이며 이에 대한 향후 연구가 요구된다. 공정혁신은 후술하는 노동생산성에 미치는 효과에서도 상식과는 다소 괴리되는 결과가 도출된다.

<표 4-2> 공정혁신기업(PROCESS)의 비중 (%)

공정혁신도입 PROCESS	2002	2005	2008	Total
표본통계				
0	2,138 (72.1)	1,766 (68.6)	1,588 (68.3)	5,492 (69.8)
1	826 (27.9)	809 (31.4)	737 (31.7)	2,372 (30.2)
Total	2,964 (100.0)	2,575 (100.0)	2,325 (100.0)	7,864 (100.0)
가중치 적용(모집단 환원)				
0	18,593 (79.6)	20,980 (77.3)	24,020 (77.6)	63,594 (78.1)
1	4,754 (20.4)	6,172 (22.7)	6,928 (22.4)	17,853 (21.9)
Total	23,347 (100.0)	27,152 (100.0)	30,948 (100.0)	81,447 (100.0)

주: 공정혁신기업은 공정혁신을 도입한 기업으로 정의된다. 즉 PROCESS=1인 기업들이다. 답변을 하지 않은 기업들(missing value)은 모두 0으로 처리된다. 그 이유는 제품혁신성공기업에서와 동일하다.

2. 외부조건의 작용-긍정적인 여건

(1) 정부자금의 지원

외부조건 중에서 일반적으로 정부의 자금지원은 중요한 요소로 간주된다. 이는 기업의 투자활동 중에서도 연구개발활동과 같은 혁신활동은 공공재적 성격이 있는 것으로 간주되어 공공자금이 보조금 또는 융자 형태로 기업에 지원된다. 한국의 기술혁신조사에서 정부의 자금지원은 크게 (1) 조세감면 (2) 정부연구개발사업에의 참여(보조금) (3) 사업화 자금 지원(융자)으로 구성된다.

정부의 자금지원을 받은 기업의 비중은 표본에서는 2005년도가 가장 높고 2008년도가 가장 낮다 (신간순으로 30.1, 43.3, 26.4). 하지만 가중치를 적용할 경우, 2005년이 여전히 높지만 차이가 다소 준다 (시간순으로 각각 22.5, 33.0, 21.4).

<표 4-3> 정부의 자금지원 (FINSUP) 수혜기업의 비중 (%)

정부자금지수혜 FINSUP	2002	2005	2008	Total
표본				
0	2,073 (69.9)	1,460 (56.7)	1,712 (73.6)	5,245 (66.7)
1	891 (30.1)	1,115 (43.3)	613 (26.4)	2,619 (33.3)
Total	2,964 (100.0)	2,575 (100.0)	2,325 (100.0)	7,864 (100.0)
가중치 적용(모집단 환원)				
0	18,104 (77.5)	18,190 (67.0)	24,338 (78.6)	60,632 (74.4)
1	5,244 (22.5)	8,961 (33.0)	6,610 (21.4)	20,815 (25.6)
Total	23,347 (100.0)	27,152 (100.0)	30,948 (100.0)	81,447 (100.0)

주1: 정부의 자금지원은 크게 (1) 조세감면 (2) 정부연구개발사업에의 참여(보조금) (3) 사업화 자금 지원(융자)으로 구성된다.

주2: 답변을 하지 않은 기업들(missing value)은 모두 0으로 처리된다. 그 이유는 제품혁신성공기업에서와 동일하다.

(2) 협력네트워크

한국의 기술혁신조사에서 협력네트워크는 10개 가량의 문항으로 구성되는데 이는 다시 OECD의 일반적인 기술혁신조사의 질문서와 같이 (1) 수요기업과의 협력 (COOP_client) (2) 공급업체와의 협력 (COOP_supplier) (3) 대학이나 정부연구소와의 협력 (COOP_public) (4) 경쟁기업이나 컨설팅 업체 등과의 협력 (COOP_private)의 유형을 도출할 수 있다. 이들 유형 중에서 하나라도 긍정적인 답변이 있으면 외부협력네트워크를 활용한 것으로 할 수 있다 (COOP=1). 그런 답변을 한 기업들의 비중이 다음 <표 4-4>와 같다. 외부협력네트워크를 활용한 기업들은 약 20%로 상당히 안정적인 비중을 차지한다. 가중치를 적용하면 약 15% 가량으로 낮아진다.

<표 4-4> 협력네트워크의 활용 (COOP)의 비중 (%)

협력네트외크 COOP	2002	2005	2008	Total
표본				
0	2,342 (79.0)	2,018 (78.4)	1,811 (77.9)	6,171 (78.5)
1	622 (21.0)	557 (21.6)	514 (22.1)	1,693 (21.5)
Total	2,964 (100.0)	2,575 (100.0)	2,325 (100.0)	7,864 (100.0)
가중치 적용(모집단 환원)				
0	19,526 (83.6)	23,098 (85.1)	26,437 (85.4)	69,062 (84.8)
1	3,821 (16.4)	4,053 (14.9)	4,511 (14.6)	12,385 (15.2)
Total	23,347 (100.0)	27,152 (100.0)	30,948 (100.0)	81,447 (100.0)

주1: 협력네트워크는 (1) 수요기업과의 협력 (COOP_client) (2) 공급업체와의 협력 (COOP_supplier) (3) 대학이나 정부연구소와의 협력 (COOP_public) (4) 경쟁기업이나 컨설팅 업체 등과의 협력 (COOP_private)의 유형으로 구분되며 이들 유형 중에서 하나라도 긍정적인 답변이 있으면 외부협력네트워크를 활용한 것으로 할 수 있다 (COOP=1).

주2: 답변을 하지 않은 기업들(missing value)은 모두 0으로 처리된다. 그 이유는 제품혁신성공기업에서와 동일하다.

3. 외부조건의 작용-장애여건

한국 또는 OECD일반적인 질문서에서 혁신의 장애요인은 혁신을 시도하지 않은 기업과 시도했더라도 성공을 못한 기업들에 대해 장애요인을 묻고 있다. 많게는 약 30여 개에 이르는 장애요인 질문들 중에서 OECD의 일반적인 질문서들과 같은 구성으로 (1) 자금문제 (2) 지식접근문제 (3) 시장접근문제로 이루어진다. 이들 질문은 한국에서는 5점척도로 이루어진다. 그래서 4(약간 중요) 5(아주 중요)라고 답한 세부 문항 들을 각각 장애요인을 겪은 것으로 처리한다. 위 세 유형을 구성하는 세부문항들에 대한 답이 하나라도 4 또는 5라면 각각의 문제들에 직면한 기업을 처리한다.

(1) 자금문제

자금문제에 직면한 기업(HACOST)은 2005년도가 이래적으로 높은 것을 제외하면 약 25% 가량이다. <표 4-5> 가중치를 적용하면, 2002와 2008은 약 20%로 낮아지지만, 2005년도는 오히려 42.3%에서 45.8%로 상승한다.

<표 4-5> 자금문제에 직면한 기업 (HACOST)의 비중 (%)

자금문제 HACOST	2002	2005	2008	Total
표본				
0	2,244 (75.7)	1,485 (57.7)	1,753 (75.4)	5,482 (69.7)
1	720 (24.3)	1,090 (42.3)	572 (24.6)	2,382 (30.3)
Total	2,964 (100.0)	2,575 (100.0)	2,325 (100.0)	7,864 (100.0)
가중치 적용(모집단 환원)				
0	18,579 (79.6)	14,706 (54.2)	23,892 (77.2)	57,176 (70.2)
1	4,768 (20.4)	12,446 (45.8)	7,056 (22.8)	24,271 (29.8)
Total	23,347 (100.0)	27,152 (100.0)	30,948 (100.0)	81,447 (100.0)

주1: HACOST 변수의 형성은 본 소절의 시작 본문 참조

주2: 답변을 하지 않은 기업들(missing value)은 모두 0으로 처리된다. 그 이유는 제품혁신성공기업에서와 동일하다.

(2) 지식접근의 제한

기술혁신조사에서 지식접근은 (1) 내부의 인력의 질과 전문성의 문제 (2) 기술정보의 부족 (3) 시장정보의 부족 (4) 협력파트너 또는 조력서비스제공자의 탐색의 어려움으로 구성된다.

지식접근성에 직면한 기업(HACOST)은 상당히 높다고 할 수 있다. 2008년도 가장 낮은데 그 비중이 25.5%이다. 2005년도엔 56.2%에 이른다. <표 4.6> 가중치를 적용해도 상대적으로 낮아질 뿐이다. 전술한 자금문제보다도 지식접근성의 문제를 보다 심각하게 생각한다는 것이며 이는 기업의 혁신에 대한 장애물로 중요하게 고려해야 할 요소임을 의미한다.

<표 4-6> 지식의 접근제한에 직면한 기업 (HAKNOW)의 비중 (%)

자금문제 HAKNOW	2002	2005	2008	Total
표본				
0	1,817	1,127	1,732	4,676
	(61.3)	(43.8)	(74.5)	(59.5)
1	1,147	1,448	593	3,188
	(38.7)	(56.2)	(25.5)	(40.5)
Total	2,964	2,575	2,325	7,864
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
가중치 적용(모집단 환원)				
0	16,021	12,778	24,214	53,013
	(68.6)	(47.1)	(78.2)	(65.1)
1	7,326	14,374	6,734	28,434
	(31.4)	(52.9)	(21.8)	(34.9)
Total	23,347	27,152	30,948	81,447
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

주1: HAKNOW 변수의 형성은 본 소절의 시작 본문 참조

주2: 답변을 하지 않은 기업들(missing value)은 모두 0으로 처리된다. 그 이유는 제품혁신성공기업에서와 동일하다.

(3) 시장접근의 제한

시장접근의 제한의 문제는 (1) 기존시장의 경쟁자들을 뚫고 진입하기 어렵거나 (2) 시장에서의 수요에 대한 불확실성으로 인하여 투자를 결행하기

가 어려운지에 대한 것이다. 이에 대한 기업들의 답은 대체적으로 자금문제에 대한 답과 유사하다 (2005년도를 제외하면 약 20%가량)

<표 4-7> 지식의 접근제한에 직면한 기업 (HAMARKET)의 비중 (%)

자금문제 HAMARKET	2002	2005	2008	Total
표본				
0	2,355	1,703	1,870	5,928
	(79.5)	(66.1)	(80.4)	(75.4)
1	609	872	455	1,936
	(20.6)	(33.9)	(19.6)	(24.6)
Total	2,964	2,575	2,325	7,864
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
가중치 적용(모집단 환원)				
0	19,555	18,457	26,294	64,307
	(83.8)	(68.0)	(85.0)	(79.0)
1	3,792	8,694	4,654	17,140
	(16.2)	(32.0)	(15.0)	(21.0)
Total	23,347	27,152	30,948	81,447
	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

주1: HAMARKET 변수의 형성은 본 소절의 시작 본문 참조

주2: 답변을 하지 않은 기업들(missing value)은 모두 0으로 처리된다. 그 이유는 제품혁신성공기업에서와 동일하다.

제2절 혁신요인의 영향

1. 혁신에의 영향

혁신투자(LRTOTPE, 일인당 혁신투자의 로그치)에 미치는 변수들과 그 영향을 분석하는데 이런 분석은 전술한 바대로 선택편기(selection bias)의 오류에 빠질 가능성이 크다. 이 우 선택변기의 문제를 극복하기 위해 heckman 기법을 사용한다. heckman 기법은 혁신한 기업(INNOV_strict)과 그 설명변수(즉 혁신요인)들의 회귀분석을 수행하고 (이 경우 모든 샘플에

대해 회귀분석이 이우러진다) 이 결과를 이어받아 혁신투자에 도입하는 것이다 (이 경우, 혁신기업들에 대해서만 회귀분석이 이루어진다). 그러므로 heckman 분석은 두 가지 회귀분석 결과를 제공하는데, 이 절에서는 먼저 혁신(INNOV_strict)에 대한 회귀분석 결과를 소개하고자 한다. 다음 <표 4-8>이 그 결과이다. 계수는 한계효과(marginal effect), 즉 설명변수에 대하 피설명변수의 미분치로 정의된다.

세 횡단면 회귀분석은 대체적으로 기업의 특성변수들에 대해 안정적인 결과를 보여준다.

먼저, 기업규모의 변수로 채용한 고용규모(LEMP, 종업원수의 로그)와, 수출여부(FOR_MKT)는 혁신여부에 뚜렷한 경향성으로 영향을 미친다. 두 변수 모두 높은 유의수준 (0.1%)에서 양의 방향으로 영향을 미침을 다음 표에서 확인할 수 있다. 다만, 계수의 크기의 방향성은 아직은 판단하기에 이르다. LEMP의 영향은 2002년에 비해 2005년에 작아졌다가 2008년에 상당히 커진다. 반면, 수출의 영향은 2002년에 비해 2005년에 비해 대폭 커졌다가 2008년엔 다소 감소한다. 두 변수의 긍정적인 영향은 NESTI-WPIA 프로젝트(부록의 표 1)에서도 마찬가지로 확인된다. 18개 국에 걸쳐 거의 예외없이 높은 유의수준에서 두 변수는 긍정적인 영향을 미친다.

기업특성 중 기업집단에의 소속 여부(GP)이 혁신에 미치는 영향이 부정적인 사인으로 나오고 그리고 그것이 유의성이 없다는 점은 흥미롭다. 이는 세 횡단면분석에서 모두 동일한데, 이는 외국의 사례와는 전혀 다르다. NESTI-WPIA프로젝트에서는 대체적으로 기업집단의 소속이 혁신에 강한 영향을 끼친다. 기업집단 소속 여부가 혁신에 대해 영향을 안미치는 것은 일단 한국적인 특성으로 정형화시킬 수 있다고 보이며 그에 대한 향후 보다 자세한 분석이 필요하다.

<표 4-8> 기업혁신에 영향을 미치는 요인들 (2002-2005-2008)

Depenent: INNOV_strict			
COEFFICIENT	2002	2005	2008
Constant	-2.367***	-1.795***	-2.364***
	(0.19)	(0.16)	(0.18)
LEMP	0.229***	0.190***	0.291***
고용규모의 로그	(0.03)	(0.02)	(0.03)
GP	-0.109	-0.0221	0.115
기업집단소속	(0.11)	(0.08)	(0.10)
FOR_MKT	0.321***	0.526***	0.426***
수출기업	(0.06)	(0.06)	(0.07)
HAKNOW	1.173***	0.253***	0.653***
지식장벽	(0.06)	(0.06)	(0.08)
HAMARKET	0.414***	0.130**	0.131
시장장벽	(0.08)	(0.06)	(0.08)
HACOST	0.268***	0.125**	0.517***
비용장벽	(0.08)	(0.06)	(0.08)
SIC_stan_2	-0.403**	-0.371***	0.0718
섬유/의류	(0.19)	(0.14)	(0.16)
SIC_stan_3	-0.105	-0.248	-0.131
목재	(0.35)	(0.26)	(0.24)
SIC_stan_4	-0.632**	-0.436***	-0.205
종이/출판	(0.27)	(0.17)	(0.18)
SIC_stan_5	0.167	0.158	0.526***
화학	(0.16)	(0.12)	(0.15)
SIC_stan_6	-0.22	-0.315*	0.295*
비금속가공	(0.21)	(0.19)	(0.18)
SIC_stan_7	-0.0352	-0.0851	0.0598
금속가공	(0.17)	(0.13)	(0.16)
SIC_stan_8	0.221	0.12	0.481***
전자	(0.15)	(0.11)	(0.14)
SIC_stan_9	-0.0293	-0.252*	-0.0348
자동차/수송장비	(0.17)	(0.14)	(0.16)
SIC_stan_10	0.0974	0.103	0.344*
가구	(0.25)	(0.18)	(0.18)
Observations	2964	2575	2325

주1: 산업더미에서 기준 산업은 SIC_stan_1 (음식료품).

주2: 계수는 한계효과(marginal effect), 즉 설명변수에 대하 피설명변수의 미분치로 정의됨

혁신장벽의 세 변수 (HAKNOW-지식, HAMARKET-시장, HACOST-비용)의 양의 영향력이 높은 유의성에서 확인된다. 이는 NESTI-WPIA에서도 동일하다. 장벽이 오히려 혁신에 긍정적인 결과를 끼친다는 것은 역설적인 결과인데, 이는 설문조사 문항설계에서 비롯된 것으로 해석된다. 즉 혁신에 성공한 기업이나 실패한 기업에게나 동일한 문항이 주어지는데, 위 장애요인들은 혁신에 성공한 기업 역시 경험하는 부분이기 때문이다. 이러한 역설적인 결과를 피하기 위해서는 혁신조사 문항의 재설계가 필요하다. (Chiara 2009)

산업의 특성은 아직 정형화된 결과가 산출되지 못하고 있다. 섬유/의류(SIC_stan_2)와 종이/출판(SIC_stan_3)만이 처음 두 횡단면 분석에서 음의 계수를 보일 뿐이다. 세 횡단면 분석에서 모두 일정한 유의성 높은 계수는 존재하지 않는다. 참고로 산업더미에서 음의 계수의 의미는 기준산업(음식료품, SIC_stan_1)에 비해 혁신성이 떨어짐을 의미한다.

2. 혁신투자에의 영향

이 분석은 전술한 바대로 혁신투자(LRTOTPE)에 미치는 요소들에 대해 그 영향력을 분석한 것으로, heckman 기법의 두 번째 회귀분석 파트이다. 분석 결과는 다음 <표 4.9>와 같다.

이 결과에서 특이한 것은 기업특성변수들 중에서 FINSUP만이 일관되게 유의성 높은 양의 계수를 보여준다는 것이다. 즉 외부지원을 받은 기업일수록 혁신투자를 보다 많이 한다는 것이다. 반면, 기업집단(GP), 수출(FOR_MKT), COOP(외부협력) 모두 정형화된 유의성 높은 영향계수를 보여주지 못하고 있다. 다만, 가장 최근 횡단면에서만. FOR_MKT와 COOP이 유의성 있는 양의 계수를 보여준다.

이는 OECD국가들의 일반적인 경향과는 상이하다. NESTI-WPIA 프로젝트의 결과는 대체적으로 GP, FOR_MKT, COOP이 양의 유의성 있는 계수를 보여준다<부록 표-2>. 이러한 기업특성이 혁신투자에 미치는 영향력이 OECD 국가들의 일반적인 경향과 상이함은 좀더 연구되어야 할 과제이다.

전술한 FINSUP이 높은 유의성으로 양의 영향력을 보이는 것인 OECD국가들의 일반적인 경향이다.

<표 4-9> 기업의 혁신투자에 영향을 미치는 요인들 (2002-2005-2008)

Depenent: LRTOTPE: log (일인당 혁신투자)			
COEFFICIENT	2002	2005	2008
Constant	0.298	−0.532	0.488**
	(0.26)	(0.35)	(0.22)
GP	0.0608	−0.0536	−0.0976
기업집단소속	(0.14)	(0.15)	(0.11)
FOR_MKT	−0.151	0.308*	0.184*
수출기업	(0.10)	(0.16)	(0.10)
COOP	0.0853	0.117	0.355***
외부와의 협력	(0.09)	(0.10)	(0.09)
FINSUP	0.475***	0.548***	0.429***
외부자금도입	(0.09)	(0.11)	(0.09)
SIC_stan_2	−0.0386	−0.0527	0.529**
섬유/의류	(0.31)	(0.30)	(0.23)
SIC_stan_3	1.023*	−0.23	0.672
목재	(0.55)	(0.59)	(0.42)
SIC_stan_4	0.383	−0.292	0.199
종이/출판	(0.55)	(0.39)	(0.27)
SIC_stan_5	0.557**	0.657***	1.088***
화학	(0.24)	(0.23)	(0.20)
SIC_stan_6	−0.021	−0.387	0.407*
비금속가공	(0.35)	(0.40)	(0.25)
SIC_stan_7	0.064	0.435*	0.588***
금속가공	(0.26)	(0.26)	(0.22)
SIC_stan_8	0.971***	0.946***	1.362***
전자	(0.23)	(0.22)	(0.19)
SIC_stan_9	0.765***	0.488*	0.895***
자동차/수송장비	(0.25)	(0.27)	(0.22)
SIC_stan_10	0.144	0.0484	0.953***
가구	(0.36)	(0.34)	(0.25)
Observations	2964	2575	2325

주: 산업더미에서 기준 산업은 SIC_stan_1 (음식료품).

산업더미들은 혁신여부와는 달리 혁신투자에는 뚜렷한 경향적인 특징을 보여준다. 화학 (SIC_stan_5), 전자 (SIC_stan_8), 자동차/수송장비 (SIC_stan_9)는 모두 높은 유의성의 양의 영향력을 보여준다. 이들은 모두 대표적인 연구개발투자 산업으로서 이러한 양의 영향력은 상식에 부응한다. 이들 산업은 2002년에 비해 2008년에 영향력 계수가 큼을 보여준다. 이러한 경향이 안정적인지 아닌지는 좀 더 지켜보아야 할 것이지만 주목할 만한 특성으로 확인된다. 2005년도의 결과는 그러한 상승경향에 부합하기도 (화학), 그렇지 못하기도(전자, 자동차) 한다. 산업들 중 최근의 횡단면 분석에 유의성 있는 계수를 보여주는 것들은 섬의/의류와 가구이다. 이들은 그런데 일반적으로 혁신투자를 많이 하는 산업군은 아니므로 그러한 경향이 안정적일지는 향후의 혁신조사 결과에서 확인될 것이다.

3. 혁신투자가 혁신제품의 매출에 미치는 영향

이 분석은 혁신투자가 혁신제품의 매출에 미치는 영향을 분석한 것인데, 전술한 바와 같은 선택편기를 해소하기 위해 앞서의 heckman 분석의 결과를 통해 얻어지는 Mill's ratio(MILLSstrict)를 혁신제품을 설명하는 변수들에 포함시킨다. 이 결과가 다음 <표 4-10>과 같다.

무엇보다도 주목할 만한 결과는 혁신투자가 혁신제품매출에 아주 높은 유의성으로 긍정적인 영향을 미친다는 것이다. 혁신제품매출과 혁신투자가 모두 로그값이므로 그 계수는 탄력도를 의미하는데, 3개 횡단면분석에서 그 계수는 0.147, 0.120, 0.197로서 0.1~0.2 범위안에 있다. 이는 혁신투자를 1% 증가하면, 제품혁신에 기인한 매출증가가 0.1% 또는 0.2%를 기대할 수 있다는 것이다.

통제변수들 중에서 LEMP(고용규모)는 안정적으로 높은 유의수준에서 양의 효과를 보여준다. 반면, 이외에는 세 횡단면분석에서 모두 높은 수준의 일관된 긍정 또는 부정의 효과를 보여주는 변수들은 없다.

<표 4-10> 혁신투자가 혁신제품매출에 미치는 영향 (2002-2005-2008)

Depenent: LISPE: log (일인당혁신제품매출)			
COEFFICIENT	2002	2005	2008
Constant	7.764***	7.114***	7.755***
	(0.29)	(0.41)	(0.35)
GP	0.320***	0.222*	0.145
기업집단소속	(0.12)	(0.12)	(0.12)
LEMP	0.148***	0.166***	0.0937**
종업업원수의 로그	(0.04)	(0.05)	(0.04)
PROCESS	0.284***	0.0722	0.0846
공정혁신	(0.08)	(0.08)	(0.10)
MILLSstrict	0.269***	0.378*	-0.146
Mill's ratio	(0.09)	(0.20)	(0.14)
COOP_client	-0.249*	-0.257**	0.241*
협력-고객	(0.14)	(0.13)	(0.15)
COOP_supplier	0.270*	0.325**	0.114
협력-공급자	(0.14)	(0.13)	(0.15)
COOP_private	0.0791	0.141	-0.2
협력-기업	(0.12)	(0.10)	(0.15)
COOP_public	-0.053	-0.189**	-0.212
협력-공공	(0.11)	(0.10)	(0.13)
LRTOTPE	0.147***	0.120***	0.197***
log (일인당 혁신투자)	(0.03)	(0.03)	(0.03)
SIC_stan_2	-0.16	0.410*	0.238
섬유/의류	(0.28)	(0.23)	(0.26)
SIC_stan_3	0.111	0.840**	-0.0547
목재	(0.31)	(0.39)	(0.32)
SIC_stan_4	-0.728	0.304	-0.409
종이/출판	(0.52)	(0.36)	(0.31)
SIC_stan_5	-0.380*	0.716***	-0.15
화학	(0.23)	(0.20)	(0.22)
SIC_stan_6	-0.909***	-0.167	-0.133
비금속가공	(0.35)	(0.26)	(0.26)
SIC_stan_7	-0.325	0.609***	0.0632
금속가공	(0.23)	(0.22)	(0.24)
SIC_stan_8	-0.459**	0.590***	-0.096
전자	(0.22)	(0.18)	(0.21)
SIC_stan_9	-0.403*	0.451**	0.157
자동차/수송장비	(0.24)	(0.20)	(0.23)
SIC_stan_10	-0.353	0.704**	0.193
가구	(0.40)	(0.27)	(0.27)
Observations	991	924	857
R-squared	0.08	0.08	0.08

주: 산업더미에서 기준 산업은 SIC_stan_1 (음식료품).

4. 혁신제품매출이 노동생산성에 미치는 영향

이 분석은 전술한 IV분석의 두 번째 단계(Second Stage)에 해당한다. 특히 혁신의 성과인 일인당혁신제품매출(LISPE)이 기업의 노동생산성에 기여하는 바를 추정하는 것이 주 목적이다. 첫 단계(First Stage)에서 처럼 MILL's ratio(MILLstrict)가 편기오류를 해소하기 위해 도입되며 그밖에 GP, LEMP, PROCESS는 통제 변수들로 역할을 한다. 특히 PROCESS는 기업의 노동생산성이 공정혁신(if PROCESS=1)에 의해 이루어질 수도 있기 때문에 그 역할을 통제하기 위해 도입된 것이다. 분석의 결과는 다음 <표 4-11>와 같다.

이 분석에서 가장 중요한 시사점은 LISPE(일인당 혁신제품매출)가 보이는 아주 유의미한 양의 효과와 PROCESS(공정혁신)의 미미한 역할이라고 할 수 있다. LISPE는 세 횡단면 분석에서 공히 아주 유의한 양의 결과를 도출하였다. 하지만, 시기별로 계수의 변화는 방향성이 있다고 보기는 어려워 보인다. 반면 PROCESS는 2002년도엔 오히려 음의 유의성 있는 계수를 도출하였으며 유의하지는 않지만, 2005년도와 2008년도 역시 음의 계수를 도출하였다. 이러한 결과는 NESTI-WPIA의 프로젝트와도 동일하다. 대부분의 국가들에서 PROCESS는 음의 계수를 도출하였으며 일부 국가들에서는 심지어는 강한 유의성을 보여준다. 이에 대해 Chiara(2009)는 두 가지 가능성을 가설로 제기한다. 먼저, 공정혁신의 도입시 적응비용(adjustment cost)이 발생하여 그 성과가 구현되기 전에는 오히려 생산성 저하를 한동안 경험할 수 있다는 것이 한 가설이다. 다음 가설은 제품혁신이 좋은 경기 사이클에서 적극적이고 공격적인 기업활동의 일환인데 반해 공정혁신은 대게 경기 위축기 또는 많은 경쟁으로 시장이 포화상태일 때 방어적으로 이루어진다는 것이다. 그렇기 때문에 공정혁신과 노동생산성의 관계는 음일 수 있다는 것이다. 이에 대한 답은 횡단면 분석으로는 얻기 어려우며 체계적이고 경기사이클을 반영할 수 있는 장기적인 패널데이터가 구축되어야만 하는 얻을 수 있는 장기연구과제이다.

〈표 4-11〉 제품혁신이 노동생산성에 미치는 영향 (2002-2005-2008)

Depenent: LLPPE: log (일인당노동생산성)			
COEFFICIENT	2002	2005	2008
Constant	−1.427*	−1.696**	1.573**
	(0.83)	(0.78)	(0.76)
GP	0.150*	0.188***	0.259***
기업집단소속	(0.08)	(0.07)	(0.06)
LEMP	0.108***	0.0262	0.143***
고용수의 로그	(0.03)	(0.03)	(0.02)
LISPE	0.680***	0.803***	0.333***
일인당 제품혁신매출금액	(0.10)	(0.10)	(0.09)
PROCESS	−0.119**	−0.0651	−0.00965
공정혁신도입	(0.06)	(0.05)	(0.05)
MILLSstrict	−0.137**	−0.343***	0.11
(heckman 분석에서 유도)	(0.06)	(0.12)	(0.07)
SIC_stan_2	0.262	−0.0225	0.181*
섬유/의류	(0.16)	(0.13)	(0.10)
SIC_stan_3	−0.123	−0.0323	0.401***
목재	(0.19)	(0.27)	(0.13)
SIC_stan_4	0.823*	0.128	0.441***
종이/출판	(0.45)	(0.16)	(0.16)
SIC_stan_5	0.358***	−0.0738	0.467***
화학	(0.13)	(0.14)	(0.11)
SIC_stan_6	0.367	−0.0492	0.247**
비금속가공	(0.23)	(0.19)	(0.12)
SIC_stan_7	0.425***	−0.0202	0.551***
금속가공	(0.14)	(0.13)	(0.12)
SIC_stan_8	0.0347	−0.186	0.131
전자	(0.13)	(0.12)	(0.10)
SIC_stan_9	0.116	−0.136	0.172
자동차/수송장비	(0.14)	(0.13)	(0.11)
SIC_stan_10	0.0721	−0.25	0.220*
가구	(0.19)	(0.18)	(0.12)
Observations	991	924	857

주: 산업더미에서 기준 산업은 SIC_stan_1 (음식료품).

LISPE의 계수는 양이다 음이다라는 방향성 못지 않게, 그 크기도 의미를 가진다. 좌변의 LLPPE와 LISPE가 모두 금액의 로그값으로서 LISPE의 계수는 탄력도를 뜻한다. 즉 그 계수는 LISPE가 1% 증가할 때 LLPPE는 얼

만큰 증가하는가를 예측하는데 쓰일 수 있다. 2002년도와 2005년도의 횡단면 분석 결과인 0.68과 0.83도 OECD국가들과 비교하여 가장 높은 수치이다. 다만, 전술한 바대로 계수들의 크기가 횡단면 분석결과에 있어서는 아직은 유동적이라고 할 수 있다. 다만, 이 세 횡단면 분석을 통해 대체적으로 0.33~0.83의 범위에 있다고만 결론지을 수 있을 것이다.

통제변수들 중에서 GP(기업집단)와 LEMP(고용규모)은 대체적으로 안정적인 양의 영향력을 보인다고 할 수 있다. 다만, 2005년도 횡단면 분석에서 LEMP는 유의성이 없다. GP의 계수가 시간대별로 지속적으로 커지고 있는 점은 주목할 만하다. 이는 기업집단이 혁신성과(혁신제품매출)을 모다 효율적으로 상업적 성과로 귀결지을 수 있는 능력이 있는 것으로 해석될 수 있는 중요한 의미를 담고 있다. 하지만, 그러한 중요한 결론을 도출하기 위해서는 조사에 포함된 기업집단의 혁신과 성과에 대한 보다 체계적인 후속 연구가 필요하다.

선택편기를 해소하기 위해 도입된 MILLstrict (Heckaman분석에서 도출)의 계수도 주목할 만하다. 2002년도와 2005년도 횡단면에서는 유의미한 음의 계수값을 보여주며, 2008년도엔 유의하지 않다. 그러므로 이 결과를 일반하기는 어렵지만, 적어도 초반의 두 분석에서는 유의미한 음의 값을 제공하여, 선택편기로 인한 효과가 있음을 시사한다.

그밖에 산업변수들은 상대적으로 유의성이 떨어져서 분석대상으로 삼기에는 정형화되기 어려운 면이 있다. 다만, 화학과 금속가공 두 산업이 대체적으로 유의미한 양의 특성을 두 회귀분석(2002, 2008)에 보이고 있음을 지적하고자 한다.

| 제5장 | 결론 및 시사점

본 연구는 지식-생산함수를 3개의 다른 시간대 (2002-2005-2008)의 횡단면 혁신조사데이터를 기반으로 도출하였다. 이 지식-생산함수를 통해 각 시기의 특성을 드러내는 구조방정식으로 삼고자 하였다. 그런데 지식-생산함수가 구조방정식으로 자리잡기 위해서는 다른 시간대에 도출한 방정식 사이에 일정한 유사성이 있거나 변화가 있더라도 일정한 정향성이 있어야 한다.

(1) 본 연구는 적어도 전자는 확인할 수 있었다. 생산-지식함수의 구조방정식을 통해서 다른 시간대에 걸쳐 일정한 관계가 있음을 확인하였다. 이러한 안정적인 관계는 최근의 OECD 18개 국가들간의 비교연구에서도 확인되는 바, 생산-지식 함수는 이제 NIS의 중요한 기본방정식으로 자리잡을 가능성이 커졌음을 시사한다. 하지만 이는 가능성이지 아직 아주 설득력 있는 구조방정식을 도출했다고 보기는 어렵다. 아직은 가설적 측면에서 제시된 설명변수들의 계수가 유의성이 떨어진 경우도 많기 때문이며 또한 다른 분석하고자 하는 횡단면에 따라 다른 결과들도 도출되었기 때문이다.

(2) 이때 계수들이 비록 변화하더라도 유의성을 가지고 있고 일정한 방향(커진다던지 작아진다던지)으로 변화한다면 이 자체도 중요한 정형적 사실(stylized fact)로 간주될 수 있지만, 그런 정도엔 미흡하다. 3개년도의 횡단면 분석에서 일부 변수들의 계수는 일정한 방향으로 상승 또는 하강했지만, 그 변수들은 제한적이었으며, 상승-하강 또는 하강-상승하는 등 방향성을 짐작하기 어려운 결과들이 많았다. 아직 체계적인 변화의 방향이 있다고 보기는 어렵다고 할 수 있다.

(3) 명료한 변화의 방향성이 없기 때문에, 굳이 구조변화를 검증하기 위한 보다 기술적인 분석기법을 적용할 필요는 아주 작았다. 또한 아직 다른 시기에 걸친 세 횡단면의 샘플이 그 자체로는 비교하기에는 적합하지 않는 면이 있어서 전문적인 기법을 적용하기에 무리가 따른다. 이는 2002-2005-2008의

모집단 자체도 동일하지 않으며, 설령 그렇다하더라도 추출된 연구대상 샘플들의 모집단 대표성이 높지 않기 때문이기도 하다.[9)]

(4) 본 연구가 확인한 정형화된 패턴 (즉 안정적인 변수사이의 관계)들 중 중요한 것들은 다음과 같다.

- 고용규모만이 (즉 기업의 크기)는 혁신여부, 혁신제품매출(즉 혁신성과), 노동생산성에 모두 아주 높은 유의수준으로 긍정적인 영향을 미친다. (다만 2005년도에만 유의성이 없는 양의 값을 같는다.)
- 수출여부와 장애요인(돈, 지식, 시장), 그리고 화학, 전자, 철강의 대리변수는 혁신 여부에 모두 아주 높은 유의수준으로 긍정적인 영향을 끼친다. 하지만, 다른 방정식들에서는 두 변수 모두 주목할 만한 영향력을 보여주지 못한다.
- 정부의 자금지원여부는 혁신투자에 미치는 영향이 유의미하게 긍정적이다.
- 기업집단소속 여부(GP)와 공정혁신 여부 (PROCESS)는 예상과 달리 각 단계별 방정식에 안정적으로 일관되게 영향력을 미치지 못하고 있다.
- 혁신투자는 혁신제품매출에 미치는 영향력이 안정적이며 유의하다. 각 횡단면 분석에 있어서 계수의 범위가 0.120~0.197로서 편차가 크지 않다. 또한 이 계수는 혁신제품매출의 혁신투자에 대한 탄력도로서 혁신투자의 성과를 예측할 수 있는 계수로서의 역할을 한다. 즉 1%의 혁신투자 증가는 0.120~0.27%의 혁신제품매출의 증가를 기대할 수 있다.
- 제품혁신매출은 노동생산성에 양의 유의미한 영향을 미치며 역시 안정적이다. 그 계수는 역시 탄력도로서 예측의 효력을 지니며 범위는 0.333~0.680이다.

---

9) 혁신조사가 2002년도엔 과학기술정책연구원의 임의조사로서 민간 기업 DB를 모집단으로 활용했다. 그리고 최근 2개 조사에서는 통계청의 DB를 활용했다. 그런데, 2005년도엔 법인만을 모집단으로 삼아, 그 전후의 조사와 모집단에 비해 범위가 작다. 표본추출시 산업X고용규모를 기본으로 하는데, 산업분류는 3개 년도에 동일하지만 고용규모는 2002년도엔 분류기준이 다르다. 이러한 이유들로 인해서 표본이 얼마나 대표성이 있는지, 그리고 다은 시간대의 표본들이 상호 비교가능한지는 여전히 고민해야할 사항이다.

(5) 이상에서 본 바와 같이, 기술혁신조사는 그 추상성으로 인해 정형적인 사실관계가 존재하기 어려울 것 같지만, 놀랍게도 상당한 수준의 정형성이 포착된다는 것이다. 물론 이것이 기술혁신조사가 완벽하다는 것은 아니지만, 기술혁신의 NIS의 실증연구에 있어 중요한 연구기반으로의 역할이 있음을 보여준다.

(6) 나아가 이러한 버팀목 역할을 하는 실증적 기반의 존재는 서두에 제기한 과학기술혁신정책의 과학적 설계에 상당한 힘을 실을 수 있음을 의미한다. 바로 위에서 요약한 바처럼 정부의 자금지원과 같은 정책변수가 안정적으로 기업의 혁신투자규모에 영향을 끼치는 것은 정부자금지원의 구축효과와 같은 논쟁에서 중요한 실증기반의 역할을 할 수 있는 것이다. 본 연구에서는 안정적인 관계를 얻지 못했던 기업집단변수도 역시 중요한 정책변수일 수 있다. 기업집단의 정의와 그에 따른 규제는 정책적 영역으로서, 이러한 규제가 기업활동에 미치는 효과 중에서 혁신의 측면에서 실증적으로 규명해볼 여지를 제공하는 것이다. OECD 국가들에서는 기업집단에의 소속이 긍정적으로 안정적인 영향력을 보이는데 반해 한국에서는 그렇지 못하다는 것 역시 향후에 중요한 연구과제를 제기한다.

(7) 또한 본 연구는 기업의 기술기획과 관련된 경영의 의사결정에도 시사점을 제공한다. 앞서 언급한 것처럼, 본 연구는 혁신투자가 혁신제품매출에 미치는 영향, 그리고 혁신제품매출이 노동생산성에 미치는 영향을 정량적인 계수로 측정하였고 그리고 이 계수는 상당히 안정성을 보인다. 그렇기 때문에 이 계수에 기반하여 기술기획 시 투자 효과에 대한 예측을 할 수 있다.

(8) 아직 기술혁신조사가 한국에서는 분석가능한 횡단면이 최대 3개 시기이기 때문에 아직은 정형성을 충분히 검증하기에는 부족한 점이 아쉬움으로 남는다. 향후 두어번의 조사가 더 진행된다면 훨씬 더 안정적인 결과를 도출할 수 있을 것으로 보이며 그 결과는 한국의 NIS실증연구와 정책수립에 있어 한층 더 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다. 다만, 향후 조사에서 샘플링에 있어서 보다 정교함과 신뢰성이 요구된다. 그래야만 구조방정식의 변화에 대해 과학적인 검증기법을 적용하는 것이 유의미하기 때문이다. 그런 신뢰성 높은 혁신조사를 기대해본다.

• 참고문헌 •

과학기술정책연구원 (2002, 2005, 2008) 힌극의 기술혁신조사: 제조업.

김석현 (2006). 「산업별 연구개발투자의 생산성 기여」. 과학기술정책연구원.

_____ (2007), 외환위기 이후 한국기업의 성장요인 분석: 기술혁신을 중심으로, 과학기술정책연구원

김종선 (2007), 기술혁신 유형에 따른 혁신형 중소기업의 육성방안, 과학기술정책연구원

황용수 외 (2008), 과학기술혁신활동의 측정의 과학화를 위한 대응과제, 과학기술정책연구원

Abramovitz, Moses (1956), "Resource and Output Trends in th United States since 1870s", *The American Economic Review*, Vol. 46, No. 2, Papers and Proceedings of the Sixty-eighth Annual Meeting of the American Economic Association, (May, 1956), pp. 5-23.

Arundel, A. and Hugo H.(2005), EXIS: An Explorttory Approach to Innovation Scoreboards, European Commission Enterprise Directorate-General.

Bloch & Mortensen (2009.2 예정) (OECD 보고서에서 제목은 미정이며 Innovation Modes를 주제로함). 초안은 NESTI 연례회의(2008.6.16-19) 서 발표되었음. Innovation Indicators" (DSTI/EAS/STP/NESTI(2008)14)

Chiara (2009.2 예정) (OECD 보고서에서) “Innovation and productivity: estimating the core model across 18

Crepon Bruno, Emmanuel Duguet, and Jacues Mairesse (1998), "Research, Innovation, and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level", NBER Working Paper Series, No. 6696.

Griliches, Zvi, ed. (1984), R&D and Productivity, The University of Chicago Press : Chicago.

Greene, William (2003), Econometric Analysis. Prentice Hall.

Griliches, Zvi and Jacques Mairesse (1984), "Productivity and R&D at the Firm Level." In Zvi Griliches ed.

EUROSTAT (연간), Science, Technology and Innovation in Europe.

Lőőf and Heshmati(2006), “On the Relationship between Innovation and Performance: a Sensitivity Analysis", Economics of Innovation and New Technology, 15(4/5, June/July), pp. 317-44.

NISTEP (3-4년 간격), Science and Technology Indicators.

NSF (격년), Science and Engineering Indicators.

OECD (1993), Oslo Manual.

OECD (2009.2. 예정) (제목은 미정이며 NESTI-WPIA의 공동연구: CIS에 기반한 NIS 연구가 주제임)

OECD (연 2회) Main Science and Technology Indicators.

Pakes Ariel and Zvi Griliches (1984), "Patents and R&D at the Firm Level: A Frist Look." In Zvi Griliches ed.

Solow, Robert (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics*, 70(February), 65-94.

_____ (1957), "Technological Change and Aggregate Production Function." *Review of Economic Statistics*, 39(3), 312-20.

Therrein, Pierre (2008) NESTI Annual Conference (2008.6.16-19)

ZEW (연간), Research and Innovation in Germany.

• 부 록 •

<부록 표-1> 어떤 기업들이 혁신할 가능성이 높은가? (NESTI-WPIA)

	Belonging to a group	Operating in a foreign market	Being large (size)	Barriers related to knowledge (1)	Barriers related to markets (2)	Barriers related to costs (3)	rho (4)	No. Obs.	P-value (5)
Australia	0.352***		0.153***	0.232***	0.207***	0.348***		3697	0.522
Austria	0.213*	0.454***	0.253***	−0.0765	−0.182	−0.00122	0.223	1001	0.226
Belgium	0.198***	0.617***	0.267***	0.0427	−0.0500	0.455***	0.41	2695	0.0012
Brazil	0.424***	−0.264***	0.123***	0.152***	0.131***	0.0320	2.019***	9384	0.000
Canada	−0.105*	0.290***	0.140***				1.005***	5355	0.000
Denmark	0.186**	0.637***	0.253***	0.243**	0.0288	0.391***	0.324**	1729	0.0202
Finland	0.0649	0.532***	0.254***	0.190**	0.259***	−0.0266	0.477***	2,155	0.00178
France	0.227***	0.778***	0.204***	0.201***	0.0678***	0.227***	0.643***	18,056	0.000
Germany	0.144***	0.529***	0.0884***	0.0144	−0.107	0.173***	0.256**	3,242	0.0656
Italy	0.203***	0.478***	0.185***	0.110***	−0.0680**	0.0908***	0.753***	15,915	0.000
Korea	−0.064		0.202***	0.201***	0.006	0.136*	0.662	1,335	0.007
Luxembourg	0.267*	0.314**	0.248***	0.191	−0.101	0.359*	0.192	545	0.701
Netherlands	0.164***	0.546***	0.213***	0.175***	−0.111**	0.0123	0.727***	6,858	0.000
New Zealand	0.113**	0.349***	0.0785***	0.0892*	0.0270	0.138***	1.337***	3,426	0.000
Norway	−0.0724	0.643***	0.320***	0.301***	0.0478	0.301***	0.739***	1,852	0.000
Sweden	0.173***	0.576***	0.09***	0.556***	0.16***	0.119**		2,954	0.563
Switzerland		0.312***	0.045*	0.075	0.201*	−0.065	0.927***	1,964	0.000
United Kingdom	0.174***	0.464***	0.0468***	0.287***	0.0883**	0.0883**	(0.040)	11,162	0.261

Notes: Coefficients reported are marginal effects, i.e.they predict the likelihood of being innovative. For example, an Austrian firm operating on a foreign market is 45% more likely to be innovative than an Austrian firm only active in the local market. For Canada and Brazil the regressions are weighted to the population. Results are based on 2004 innovation surveys (CIS4 for European countries), except for Austria which used CIS3 dataAustralia where the innovation survey has 2005 as the reference year and New Zealand that has a two-year reference period, 2004-5 . For Australia the group variable is imputed. Switzerland does not have information on whether firms belong to groups; Australia does not have information on whether firms serve a foreign market and in Canada the survey does not ask about obstacles to innovation.

(1) Knowledge factors are defined e.g. as lack of qualified personnel, lack of technological and/or market information or lack of co-operation partners).

(2) Market factors refer e.g. to marketdominated by established enterprises or uncertain demand for innovative goods or services.

출처: NESTI-WPIA의 마이크로데이터 프로젝트 결과에서 Table 3.1 (2009년 2월 경 출간 예정)

<부록 표-2> 어떤 기업들이 혁신에 투자비용을 많이 지출하는가? (NESTI-WPIA)

	Belonging to a group	Operating in a foreign market	Being engaged in co-operation	Receiving financial public support	No. of observations
Australia	0.443**		-0.161	-0.0334	3
Austria	0.161	0.737***	0.408***	0.746***	1
Belgium	0.233*	0.524***	-0.0205	0.714***	2
Brazil	0.875***	-0.204*	0.384***	0.332***	9
Canada	0.145*	0.448***	0.173**	0.183*	5
Denmark	0.477***	0.762***	0.182	0.735***	1
Finland	0.260**	0.361*	0.495***	0.460***	2
France	0.231***	1.158***	0.427***	0.683***	18
Germany	0.0538	0.610***	0.402***	0.469***	3
Italy	0.268***	0.511***	0.310***	0.412***	15
Korea	-0.167		0.079	0.407***	1335
Luxembourg	0.212	0.434	0.102	0.352	545
Netherlands	0.247***	0.675***	0.389***	0.569***	6
New Zealand	0.664***	0.740***	0.225***	0.143	3
Norway	-0.0436	0.706***	0.354***	0.657***	1
Sweden	0.173***		0.576***		2
Switzerland		-0.717**	0.370**	-0.128	1
United Kingdom	0.0508	0.513***	0.377***	0.537***	11

Note: Coefficients reported are marginal effects for the co-operation and financial support variables but not for the group and foreign markets variables because the latter enter both the selection (probability to innovate) and the outcome (innovation intensity) equation. When variables enter both the selection and outcome equations their marginal effect can be broken down into two parts: the first is the direct effect on the mean of the dependent variable (which is reported in this table) and the second comes from its effect through its presence in the selection equation.

For Canada and Brazil, the regressions are weighted to the population. Results are based on 2004 innovation surveys (CIS-4 for European countries), except for Austria which used CIS3 data Australia where the innovation survey has 2005 as the reference yearand New Zealand that has a two-year reference period, 2004-5 ..

Belonging to a group; operating in a foreign market; being engaged in co-operation and receiving financial support are 0/1 dummies.

For Australia the group variable is imputed from responses to the question about whether the enterprise collaborated with other members of their group and is underreported as it omits enterprises that are part of an enterprise group but did not collaborate with other enterprises within the group on innovation projects.

For New Zealand information on innovation expenditure is codified as a categorical variable; to transform it to a continuous variable midpoints of each range are used and multiplied by total reported expenditure.

Industry dummies included but not reported. Note also that standard errors are not reported for reasons of readability but are available from the author upon request.

* significant at the 10% level; ** significant at the 5% level; *** significant at the 1% level.

출처: NESTI-WPIA의 마이크로데이터 프로젝트 결과에서 Table 3.2 (2009년 2월 경 출간 예정)

<부록 표-3> 제품혁신이 노동생산성에 미치는 영향 (NESTI-WPIA)

	Belonging to a group	Being large (Size)	Having implemented a process innovation	Log innovation sales per worker (product innovation)	No. of observations
Australia	0.120	0.144***	-0.0890	0.557***	509
Austria	0.182**	0.0111	0.0443	0.312***	359
Belgium	0.328***	-0.003	-0.116**	0.447***	718
Brazil	0.183**	0.140***	-0.211***	0.647***	1
Canada	0.250***	0.0772**	-0.122**	0.436***	2
Denmark	0.186**	0.0732***	-0.0405	0.345***	584
Finland	0.244***	0.0859**	-0.0677	0.314***	698
France	0.232***	0.0536***	-0.129***	0.474***	2
Germany	0.0838**	0.0625***	-0.116***	0.500***	1390
Italy	0.093	0.00391	-0.192**	0.485***	747
Korea	0.171***	0.084	-0.083	0.689***	626
Luxembourg	0.434***	0.0349	-0.142	0.226*	207
Netherlands	0.0219	0.0902***	-0.0440	0.409***	1
New Zealand	0.128**	0.0662***	-0.135***	0.682***	993
Norway	0.256***	0.0407	-0.0716	0.344***	672
Switzerland		0.113***	-0.091	0.295	394
United Kingdom	0.150***	0.058***	-0.121***	0.550***	2

Notes: For Canada and Brazil the regressions are weighted to the population. Results are based on 2004 innovation surveys (CIS-4 for European countries), except for Austria which used CIS3 data Australia where the innovation survey has 2005 as the reference year New Zealand that has a two-year reference period, 2004-5 ..

Belonging to a group; and having implemented process innovation are 0/1 dummies. Size is measured as log employment.

Industry dummies and inverse Mills ratio are included but not reported.

For Australiathe group variable is imputed from responses to the question about whether the enterprise collaborated with other members of their group and is underreported as it omits enterprises that are part of an enterprise group but did not collaborate with other enterprises within the group on innovation projects.

For New Zealand information on innovation sales is codified as a categorical variable; to transform it to a continuous variable midpoints of each range are used and multiplied by total reported expenditure.

For all countries, except Belgium and Korea, significance levels are reported based on bootstrapped standard errors.*significant at the 10% level; ** significant at the 5% level; *** significant at the 1% level.

출처: NESTI-WPIA의 마이크로데이터 프로젝트 결과에서 Table 3.2 (2009년 2월 경 출간 예정)

SUMMARY

Abstract

This study constructs the production and knowledge function of Korean firms, following the method of NESTI-WPIA productivity analysis, a simple version of Crepon, Duguet, and Mariesse (1998), whose results will be published soon. The study utilize Korean Innovation Survey in the manufacturing sector for the three cross section data of 2002, 2005, of 2008.

Production and knowledge functions are more or less stable over different cross section data. A few notable results are as follows. (1) Innovation investments affect innovation sales steadily. The elasticities are 0.120~0.197. (2) Innovation sales affect labor productivity steadily. The elasticities are 0.333~0.680. (3) The size of firms affects positively innovation efforts, innovation sales. (4) The government funding positively affects innovation investments.

This analysis first reveals stable relations between innovation inputs and outcomes and economic impacts over different cross section data. It will help policy makers and entrepeneurs in predicting an outcome from their efforts to support and to execute innovations.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction ····· **17**

Chapter 2. Literature and Theory ····· **21**

2.1 Indicator Approach ····· 21
2.2 production and knowledge function ····· 24

Chapter 3. Methodology and Data ····· **27**

3.1 NESTI-WPIA Methodology ····· 27
3.2 Data ····· 30
3.2.1. Sources-Korea Innovation Survey ····· 30
3.2.2. Research Sample ····· 31
3.2.3. Characterictisc of Research Sample ····· 34

Chapter 4. Results ····· **36**

4.1. Descriptive Statistics related to Innovation ····· 36
4.1.1. Innovatative Firms ····· 36
4.1.2. External Factors-Supportive ····· 38
4.1.3. External Factors-Hampering ····· 40
4.2. Innovation, its factors, and its oucomes ····· 42
4.2.1. Innovation Decision ····· 42
4.2.2. Innovation Investments ····· 45
4.2.3. Innovation Sales Outcome ····· 47
4.2.4. Labor Productivity ····· 49

Chapter 5. Conclusion and Implication ····· **52**

References ····· **55**

Appendix ····· **57**

Summary ····· **61**

Contents ····· **63**

저 자

・김석현 | 과학기술정책연구원 부연구위원 |

: : 정책자료 2008 - 20
한국기술혁신체제의 특성과 변화: 기업의 기술혁신과 성과를 중심으로

2008년 12월 일 인쇄
2008년 12월 일 발행

著 者 | 김석현
發行人 | 김석준
發行處 | 과학기술정책연구원
서울특별시 동작구 보라매길 44(신대방동 395-70) 전문건설회관 26층
Tel: 02)3284-1800 **Fax:** 02)849-8016
登 錄 | 2003년 9월 5일 제20-444호
組版 및 印刷 | (주)정인I&D **Tel:**02)3486-6791~6 **Fax:** 02)3486-6790,6797