
국내 공공 연구기관들의 기술이전 효율성 분석

옥주영* · 김병근**

<목 차>

- I. 서 론
- II. 선행 연구
- III. 이론 모형
- IV. 실증 분석 결과
- V. 결 론

국문초록 : 각 의사결정단위(decision making unit: DMU)의 효율성을 추정하는 기법의 하나인 ‘확률적 프론티어 분석’(Stochastic Frontier Analysis)을 사용하여 국내 공공 연구기관에 소속된 기술이전조직의 기술이전 관련 활동들의 성과에 영향을 미치는 요인들의 효과를 분석하였다. 확률 프론티어 분석에서 독립변수들은 효율적 생산기술(‘생산 프론티어’)에 직접 영향을 미치거나 생산 프론티어와 관측치의 거리로 표현되는 DMU의 효율성에 영향을 미치는 것으로 가정된다. 해외의 선행 연구에서는 인력, 연구개발비 등의 투입변수들은 생산 프론티어에 영향을 미치고, 그 밖의 환경 또는 조직 관련 변수들은 효율성에 영향을 미치는 것으로 가정되었다. 본 연구에서는 환경 및 조직변수들이 선행 연구의 영향 경로와 다른 방식으로 성과에 영향을 미치는지 여부를 밝히기 위해 여러 형태의 모형을 추정하였다.

본 연구에서 도출된 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 투입 요소 가운데 연구개발비가 성과의 증가에 가장 확실한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 둘째, 기관유형, 기관의 소재 지역 등의 환경변수들이 성과에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 셋째, 기술이전과 관련된 보상지

* 한국기술교육대학교 대학원 기술경영학과 조교수 (ojy708@kut.ac.kr)

** 한국기술교육대학교 산업경영학부 부교수, 교신저자 (b.kim@kut.ac.kr)

스텝 등의 일부 조직변수들이 성과에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 넷째, 환경변수와 조직변수들은 DMU의 효율성에 영향을 주기 보다는 생산 프론티어에 직접 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다섯째, 일부 모형에서는 거의 모든 DMU의 효율성이 1에 가까운 것으로 나타났다는데 이는 효율성을 기준으로 공공 연구기관의 기술이전 활동성과를 평가하는 것은 효과적이지 못하다는 것을 시사한다.

본 연구의 결과는 추가적인 자료를 통해 보완되어야 한다. 또한 더욱 일반적인 생산함수 형태를 고려할 필요가 있으며 산출 거리함수 등의 개념을 이용하여 복수산출물의 경우까지 분석 범위를 확장할 필요가 있다.

주제어 : 공공 연구기관, 기술이전조직, 확률적 프론티어 분석, 생산 프론티어, 효율성

Measuring the Performance of Technology Transfer Activities of the Public Research Institutes in Korea

Joo-Young Ok · Byung-Keun Kim

Abstract : We examine the effects of environmental or organizational factors on the performance of TLOs(technology transfer offices) in the PRIs(public research institutes) using SFA(Stochastic Frontier Analysis), a technique for estimating the efficiency of DMUs(decision making units). In SFA, independent variables are assumed to determine the efficient production technique(production frontier) or affect the efficiency of DMUs. Previous researchs show that input variables such as number of personnel, R&D expenditure affect the production frontier while environmental or organizational variables affect the efficiency. We tried to estimate various types of models to find out whether environmental or organizational variables affect output variables differently from the previous research.

Main empirical findings are as follows. First, R&D expenditure tends to increase all output variables considered. Second, environmental factors such as type of institutions and location of institutions affect the level of outputs. Third, organizational factors such as reward system for technology transfer also appear to affect the output variables. Fourth, environmental or organizational variables affect the production frontier directly rather than affect the efficiency of DMUs. Lastly, the efficiency of each DMU appear to be 1 or near to 1. Since almost all DMUs are equally efficient, it may not be effective to evaluate technology transfer activities of PRIs by efficiency criteria.

We believe that this research should be complemented by additional data. More general types of production function need to be considered, and new techniques with concepts like output distance functions need to be developed to analyse multiple outputs simultaneously.

Key Words : Public Research Institute, Technology Transfer Office: TLO, Stochastic Frontier Analysis: SFA, Production Frontier, Efficiency

I. 서 론

2005년도에 국내의 대학과 공공 연구소를 포함한 259개의 공공 연구기관들은 국내 총 연구개발비의 23.1%에 달하는 5조 5,912억 원을 연구개발비로 지출하였다. 2005년 말 현재 공공 연구기관들의 보유기술 건수는 총 42,213건으로 전년 대비 19.1% 증가하였다.¹⁾ 이 가운데 민간 부문으로 이전된 기술의 누적 건수는 전년 대비 13.3% 증가한 총 8,754건에 달하였다. 보유기술 가운데 이전된 기술의 비율로 정의된 기술이전률은 전년의 18.5%에서 20.7%로 증가하였으며 기관유형별로는 공공 연구소와 대학이 각각 30.0%, 9.3%의 기술이전률을 기록하였다.²⁾ 이렇듯 국내 공공 연구기관들의 기술이전 실적이 개선되고 있으나 미국 등 선진국의 공공 연구기관들에 비해 규모나 기술이전률 측면에서 미흡한 수준이다.³⁾

2000년대에 들어와 “기술이전사업화촉진법” 시행 등 공공 연구기관에서 개발된 기술의 사업화를 촉진하기 위한 정부의 정책적 노력이 강화됨에 따라 다수의 공공 연구기관들이 기술이전사업화 전담부서를 설치하거나 기술이전사업화 전문 인력을 고용하고 있다. 2005년 국내 공공 연구기관의 기관당 평균 연구관리·기술이전 지원 인력은 4.2명으로 미국(8.2명), 일본(14.3명)에 비해 매우 낮은 수준이다. 그나마 연구관리 인력을 제외한 순수 기술이전 전담업무 인력은 기관당 평균 0.5명에 불과한 것으로 나타났다.⁴⁾

국내 공공 연구기관들에 소속된 기술이전사업화 조직의 규모가 영세하고 역사가 짧아 이들의 성과를 측정하거나 성과 영향 요인을 분석하려는 연구는 거의 없었다. 본 연구에서는 가스, 교육, 우편, 전기 등의 공공 서비스, 은행 등 민간 기관들의 성과를 분석하는데 널리 사용되고 있는 효율성/생산성 분석 기법의 하나인 ‘확률적 프론티어 분석’(Stochastic Frontier Analysis: SFA)을 활용하여 국내 공공 연구기관에 소속된 기술이전조직(TLO)들의 기술이전 관련 활동의 효율성 분석을 시도한다. 확률적 프론티어 분석은 가장 효율적인 생산기술(‘생산 프론티어’)을 추정하고 관측치와 생산 프론티어 사이

1) 본 연구에서 공공연구기관의 범위는 “지식경제부 한국기술거래소 (2008), 「2007년 기술이전 사업화 조사분석 자료집(공공연구기관)」, 2008.8.”에 준거하여 공공연구소와 대학을 포함한다. 기관의 세부 분류는 본문 <표 4>에 기술되어 있다.

2) 한국기술거래소, 「2006 기술이전·사업화 백서」, 2007.

3) 상계서. 참고로 국내 공공연구소의 기술이전률은 캐나다(41.6%)에는 뒤지나 미국(28.3%), 일본(13.4%)보다 앞서는 등 비교적 양호한 편이나 대학의 기술이전률은 미국 대학(27.2%)에 크게 뒤떨어지는 것으로 나타났다.

4) 상계서.

의 거리로 표현되는 각 의사결정단위(Decision Making Unit: DMU)의 효율성을 추정하는 기법이다.

Farrell(1957)의 연구로부터 시작된 효율성/생산성 분석은 1970년대에 자료포락성 분석(Data Envelopment Analysis: DEA)과 SFA가 등장하면서 기법과 응용 측면에서 비약적으로 발전하였다.⁵⁾ 하지만 이 분석 기법을 공공 연구기관의 기술이전 효율성 분석에 적용하려는 시도는 해외에서도 1990년대 말부터 간헐적으로 이루어져 왔다. 오래 전부터 여러 분야에서 널리 활용되어 왔던 이 기법의 적용이 지체된 가장 큰 이유는 분석에 사용할 만한 자료가 많지 않았기 때문이다. 실제로 대부분의 해외 선행 연구들은 미국의 대학기술관리자협회(AUTM)의 조사 자료에 기초하였다. 또한 AUTM 자료에는 이론 모형에서 고려되는 다양한 변수들이 제외되었기 때문에 이들 연구들은 추정 모형 선택에 제약을 받을 수밖에 없었다.

본 연구에서는 2007년 한국기술거래소에서 조사한 대학, 공공 연구소 등 공공 연구기관 기술이전현황 조사 응답 자료를 이용하여 생산 프론티어 및 효율성의 추정을 시도한다. 이 조사는 국내의 공공 연구기관의 기술이전 활동에 관하여 체계적으로 실시된 최초의 조사이다. 이제까지 공식적으로 발표된 1건의 국내 공공 연구기관 기술이전 효율성에 관한 선행 연구⁶⁾도 이 조사 자료에 근거하고 있다.

본 연구는 여러 가지 모형을 시도하는 탐험적 성격을 가진다. 국내외적으로 관련 연구들이 비교적 최근에 시작되었고 선행 문헌의 수가 적기 때문에 분석 결과의 해석을 통해 정책적 시사점을 도출하기보다는 향후 연구를 위한 예비 작업을 수행하는 것이 바람직하다고 생각된다. 예비 작업에는 선행 연구의 비교 분석, 가용한 자료를 효과적으로 활용할 수 있는 모형의 구축, 적용 가능한 다양한 분석 기법의 시도 등이 포함된다.

본 연구는 다음의 두 가지 측면에서 선행 연구들과의 차별성을 가진다.

첫째, Siegel et al.(2003)에 따르면 공공 기술이전조직의 성과에 영향을 미치는 요인들은 연구개발비, 연구인력, 기술이전 사업화 지원활동 비용 등의 투입변수, 기관의 유형 및 특성, 지역 특성 등을 포함하는 환경변수, 보상시스템, 기관의 운영 시스템 등의 조직변수 등으로 구분된다. 아래에서 살펴볼 선행 연구들은 정량적 자료의 부족으로 조직변

5) Emrouznejad et al.(2008)의 문헌 목록에 정리되어 있는 1978년 이후 30년 동안 영문으로 된 학술지, 서적 등에 발표된 DEA 관련 문헌 수는 4,015개에 달한다. 저자들은 미발표된 학위논문, 원고, 학회나 이벤트에 발표된 논문 등을 포함할 경우 문헌 수는 7,000개를 넘을 것으로 추정하였다.

6) 현만석·유왕진(2008).

수를 다른 유형의 변수들과 함께 다루지 못하였다. 본 연구에서는 조직변수가 포함된 생산 프론티어의 추정을 시도한다.

둘째, 선행 연구들에서는 환경변수와 조직변수들이 DMU의 효율성에만 영향을 미치는 것으로 가정되었다. 그러나 환경변수와 조직변수들은 생산 프론티어 자체에 직접 영향을 미칠 수 있다. 또는 환경변수와 조직변수가 서로 다른 방식으로 영향을 미칠 수 있다. 실증분석을 통해 이들 가운데 어느 쪽이 타당한 지 밝히는 것도 의미 있는 작업이라고 생각된다. 본 연구에서는 여러 형태의 모형을 추정함으로써 이 문제를 다루어 보기로 한다.

이하 각 절의 내용은 다음과 같다. 제2절에서는 공공 기술이전조직의 효율성/생산성 분석에 관련된 국내외 선행 연구들을 살펴본다. 제3절에서는 공공 기술이전조직의 기술이전 과정 분석을 통해 성과변수와 영향변수들을 정의하고 본 연구에서 사용될 SFA 모형을 소개한다. 제4절에서는 사용된 자료와 실증분석 결과를 제시한다. 제5절에서는 본 연구의 주요 결과를 요약하고 본 연구의 한계점과 향후의 연구 방향을 논의한다.

II. 선행 연구

해외의 공공 기술이전조직의 성과에 관한 연구들은 대개 AUTM의 자료를 활용한 것들이다.⁷⁾ 이하에서는 본 연구에서 사용된 기법 및 변수와 관련도가 높은 연구 결과들을 정리하였다.

Thursby & Kemp(2002)는 DEA와 Logit 분석 기법을 사용하여 미국 대학 기술이전조직들의 효율성을 측정하고 각 기관의 효율성에 영향을 미치는 요인들에 대한 분석을 시도하였다. 영향 요인들로 DEA 분석에서 사용된 산출 및 투입변수 외에 의과대학 보유 여부, 공립/사립 구분 등의 환경변수들이 사용되었다. 사립학교가 공립학교에 비해 효율적인 것으로 나타났으며 의과대학을 보유한 대학의 효율성이 떨어지는 것으로 나타났다.

Thursby & Thursby(2002)는 DEA를 사용하여 미국 대학의 라이선스에 관련된 활동(발명신고, 특허, 라이선스)들의 총요소생산성(total factor productivity) 변화를 추정하고 미국 대학들에서 라이선스 활동이 증가한 이유를 탐색하였다. 저자들은 대학으로부터 기술을 이전받은 기업들을 대상으로 한 설문조사의 분석을 토대로 대학의 라이선스 활

7) 2004년까지의 대학 기술이전조직들의 성과를 주제로 한 연구 동향에 대해서는 Siegel and Phan(2004) 참조.

동의 증가가 응용 분야로의 연구 방향의 전환이 아니라 교수와 관리자들의 라이선스 의향 및 기업의 외부 R&D에 대한 의존도 증가에 주로 기인한다고 추정하였다.

Siegel et al.(2003)은 SFA 기법을 사용하여 미국 대학 라이선스 활동의 생산 프론티어를 추정하고 각 기관의 효율성에 영향을 미치는 요인들에 대한 분석을 시도하였다. 라이선스 건수와 라이선스 수입에 대해 각각 규모수익불변(constant returns to scale), 규모의 경제 등의 기술적 특성이 발견되었다. 기관의 특성(의과대학 보유 여부, 공립/사립 구분, 기관의 연수), 지역 경제의 특성(지역 기업의 R&D 집약도, 지역 경제 GDP) 등 환경변수들이 대학 라이선스 활동의 성과에 어느 정도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 각 기관의 생산성에 영향을 미칠 수 있는 조직의 관행에 대한 정량적 척도가 없어 기업가, 연구자, 대학의 관리자 등을 대상으로 한 설문 조사를 통하여, 교수의 보상 체계, 대학 기술이전조직 직원/보상 관행, 대학과 기업 사이의 문화적 장벽 등의 핵심적인 조직 요인들을 도출하였다.

Anderson et al.(2007)은 앞의 연구들에 비해 최신의 AUTM 조사 자료를 이용하여 미국 대학들의 기술이전 성과를 추정하였다. 각 기관의 효율성을 추정하기 위해 DEA 기법을 사용하였으며 연구 개발비를 투입변수로, 라이선스 수입, 라이선스 건수, 창업 건수, 미국 특허 신청 건수, 미국 특허 등록 건수 등을 산출변수로 설정하였다. 효율성 추정치와 의과대학 보유 여부, 공립/사립 구분 등의 환경변수들에 대하여 선형회귀분석을 시도하였다. 앞의 연구들과 마찬가지로 의과대학의 보유는 기관의 효율성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Chapple et al.(2005)은 영국의 대학 기술이전조직들을 대상으로 상대적 성과를 분석하였다. DEA와 SFA 기법을 사용하였으며 Cobb Douglas 함수와 Translog 함수 형태의 생산 함수를 고려하였다. 영국 대학 기술이전조직들의 효율성이 전반적으로 낮은 수준이며, 미국의 대학과는 달리 규모의 불경제가 존재하는 것으로 추정되어 기술이전조직들을 소규모 단위로 개편하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 지역 경제 GDP 등 환경변수들이 각 기관의 효율성에 대해 높은 설명력을 가지는 것으로 나타났다.

국내에서는 현만석·유왕진(2008)이 2007년 한국거래소에서 조사한 공공연구기관 기술이전현황 조사 응답 자료를 이용하여 대학, 공공 연구소 등 공공 연구기관들의 기술이전 효율성을 추정하였다. DEA 모형 가운데 규모수익불변 기술을 가정하는 CCR⁸⁾ 모형과 규모에 대한 보수가변(Variable Returns to Scale: VRS)을 가정하는 BCC⁹⁾ 모형을

8) Charnes, Cooper & Rhodes(1978).

사용하였다. 투입변수로 연구개발 인력, 연구개발비, 기술이전 전담인력, 총보유 기술건수 등을 설정하였으며 산출 변수로 신규 보유기술, 특허출원 건수, 특허등록 건수, 기술이전 건수, 기술이전료 수입 등을 가정하였다.

기술혁신에 관한 여러 문헌에서 기술 확산의 국지적(local) 특징이 지적되어 왔다.¹⁰⁾ 주로 지식의 암묵성(tacitness)에 기인하는¹¹⁾ 기술 확산의 국지적 성격은 공공 연구기관들의 기술이전 성과에서 지역 간 차이를 발생시킬 수 있다.

Siegel et al.(2003)과 Chapple et al.(2005) 등은 지역 기업의 R&D 집약도, 지역 경제 GDP 등 연구기관이 소속된 지역의 경제적 특성을 나타내는 변수들을 해당 기관의 라이선스 활동의 효율성에 영향을 미치는 환경변수로 설정하였다. 이들은 주로 기술 수요의 측면이 증시된 변수들이다. 그러나 지역 간 기술이전 성과의 차이는 공공 연구기관들의 지역별 밀집도의 차이에 의해서도 발생할 수 있다.

Mowery et al.(2002)은 특허인용 자료의 분석을 통하여 1980년 이후에 특허를 본격적으로 출원하기 시작한 미국 대학들의 특허 품질이 향상되었는지, 어떠한 방식을 통해 향상이 이루어졌는가를 조사하였다. 이들은 1980년대 후반부터 신규 출원 대학들이 출원한 특허에 대한 인용도가 증가한 것을 확인하였다. 또한 인용도 증가가 주로 기존 대학으로부터의 비공식적 경로를 통한 학습에 기인했다는 것을 보였다. 이들은 비공식적인 교류, 컨설팅, 다른 대학의 모니터링 등을 신규 출원 대학들의 주요 학습 경로로 추측하였다.

Mowery 등이 지적한 비공식적인 학습 경로는 특허 출원 활동에서도 암묵적 지식이 중요하다는 것을 시사한다. 이로부터 특허 출원에서 라이선스 활동에 이르기까지 기술이전 활동 전반에 걸쳐 상당한 수준의 암묵적 지식이 요구된다는 것을 쉽게 추론할 수 있다. 암묵적 지식의 전달은 지리적 제약을 받으므로, 학습할 수 있는 유사 기관들을 가까운 거리에 둔 연구기관들은 기술이전 활동에서 유리한 조건을 차지한다고 볼 수 있다.

9) Banker, Charnes & Cooper(1984).

10) Dosi(1988), Jaffe, Trajtenberg & Henderson(1993), Tyson(1992).

11) 기술의 기업 간, 지역/국가 간 이전을 제약하는 지식의 특징 및 유형에 관한 논의는 Tyson(1992), pp. 40-42 참조.

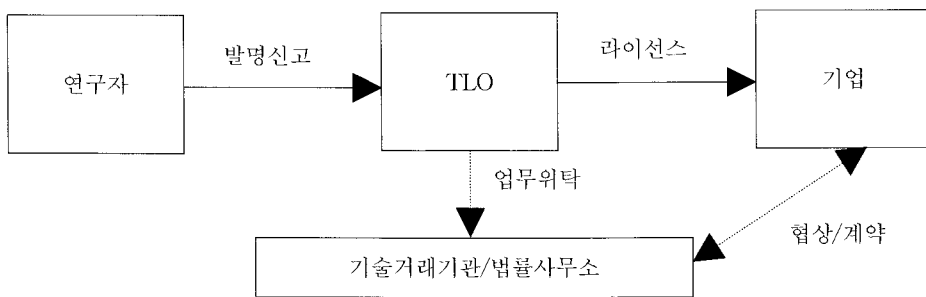
Ⅲ. 이론 모형

1. 공공 기술이전조직의 성과 결정 요인

대학, 공공 연구소 등 공공 연구기관의 기술이전은 소속된 연구자들의 연구 활동으로부터 시작된다. 인력, 자금 등의 자원이 투입된 연구 활동을 통해 보고서, 논문, 특허 등의 연구 성과물이 생성되면 연구기관의 기술이전조직은 성과물을 이전하기 위한 활동을 전개한다. 특허가 출원되기 전에도 기술이전조직은 연구자들에게 특허 출원을 위한 발명신고서를 작성하도록 독려하고 특허 출원과 등록에 이르는 각종 활동을 지원하기도 한다.

공공 연구기관의 기술이전은 대부분 기업을 대상으로 한 라이선스 형태로 이루어지나 때로는 연구자들의 창업을 통해 이루어지기도 한다.¹²⁾ 기술이전조직은 시장조사, 기술평가 등을 통해 유망기술과 이전 후보 기업을 발굴하고, 인터넷, 발간물, 설명회 등 각종 매체를 활용하여 기술이전 마케팅을 수행한다. 기술 수요기업이 확정되면 라이선스 조건을 협상하고 수요기업과 라이선스 계약을 체결한다. 대부분의 국내 공공 기술이전조직들은 기술이전 마케팅 활동과 라이선스 협상을 외부 전문 기술거래기관 또는 법률사무소에 위탁하고 있다. 다음 그림은 국내 공공 기술이전조직의 기술이전 과정을 도식화한 것이다.

<그림 1> 국내 공공 기술이전조직의 기술이전 과정



12) 기업이 공공 연구기관에 공동연구 자금을 지원하고 공동연구 성과물을 소유하는 기업지원 공동연구도 기술이전의 유형으로 볼 수 있으나 본 연구에서는 고려하지 않기로 한다.

공공 기술이전조직의 성과를 평가하고 성과에 대한 영향 요인들의 효과를 추정하기 위해서는 성과변수와 영향변수들을 정의할 필요가 있다. 먼저 선행 문헌에서 사용된 변수들을 유형별로 분류하고 본 연구에서 사용된 변수들을 정의하기로 한다.

공공 기술이전조직은 독립된 기관이 아니므로 대학이나 공공 연구소 등 소속된 상위 연구기관의 목표에 구속을 받는다. 또한 연구기관마다 소속 기술이전조직에 대해 핵심 관리 목표를 달리 설정할 수 있다. 따라서 여러 기관들의 성과를 비교하기 위한 공통된 성과변수를 정의하기 쉽지 않다. 기업과 달리 여러 가지 목표를 동시에 추구하는 공공기관의 특성상 복수의 성과변수를 고려하는 것이 바람직하다. 선행 문헌들에서는 라이선스 활동 관련 변수(계약 건수, 기술이전 수입 등), 연구자 창업 건수, 특허 관련 변수(특허 신청/등록 건수, 발명신고 건수) 등을 주요 성과변수로 설정하였다. 다만 Siegel et al.(2003)과 Chapple et al.(2005) 등 일부 선행 문헌들은 특허 관련 변수들을 성과변수가 아니라 영향변수의 일종인 투입변수로 정의하였다. 특허 등은 라이선스 활동의 중요한 투입 요소이긴 하지만 연구자들의 연구 활동과 기술이전조직의 지원 활동을 통해 생산되는 결과물이기도 하다. 특허나 발명신고의 실적을 올리기 위해서는 상당한 노력이 필요하기 때문에 많은 기술이전조직들은 특허 관련 실적을 주요 성과로 인식한다.

공공 기술이전조직의 성과에 영향을 미치는 요인들은 Siegel et al.(2003)에 따라 투입 변수, 환경변수, 조직변수 등으로 분류될 수 있다. 먼저 투입변수들은 연구 활동에서 기술이전에 이르기까지 공공 연구기관과 소속된 기술이전조직에 의해 투입된 자원들을 포함한다. 선행 문헌에서 사용된 투입변수들은 연구개발비, 연구인력, 기술이전 전담인력, 기술이전 관련 제 활동(홍보, 시장 조사, 특허/계약 관련 법률 서비스 이용 등) 건수 및 비용, 특허 관련 활동(특허 신청/등록, 발명신고¹³⁾), 특허보유 건수 등이다. 환경변수들은 기술이전조직이 통제할 수 없는 변수이다. 기술이전조직의 연수, 기술이전조직이 소속된 연구기관의 유형(대학의 경우 공립/사립의 구분, 의과대학 보유 유무 등), 지역 경제의 특성(지역 GDP, 지역 기업들의 R&D 집약도 등) 등이 선행 문헌에서 환경변수로 사용되었다. 마지막으로 조직변수들은 기술이전조직이 기술이전 촉진을 위해 도입한 각종 관행 및 규정들을 포함한다. 선행 문헌에서는 특허 신청/등록, 기술이전 실적 등에 관련된 보상체계, 기술이전조직의 운영 체계 등이 조직변수로 사용되었다.

선행 문헌에서 사용된 성과변수와 영향 변수들을 아래의 표에 정리하였다.

13) Siegel et al.(2003)은 많은 기업들이 특허가 등록되기 이전에 라이선스를 추진하기 때문에 발명신고가 핵심적인 투입변수라고 주장하고 있다.

<표 1> 선행 문헌에서 사용된 성과변수와 영향변수

구 분		내 용
성과변수		<ul style="list-style-type: none"> - 라이선스 관련(계약 건수, 이전 수입) - 특허 관련(특허 신청/등록 건수, 발명신고 건수) - 연구자 창업 건수
영향변수	투입변수	<ul style="list-style-type: none"> - 연구 활동 관련(개발비, 연구 인력) - 특허 관련(특허 신청/등록 건수, 발명신고 건수, 보유 건수) - 이전 활동 관련(전담 인력, 활동비용, 활동 건수 등)
	환경변수	<ul style="list-style-type: none"> - 이전기관의 활동 연수 - 연구기관(대학)의 유형(공립/사립, 의대 보유 여부) - 지역의 특성(지역 GDP, 지역 R&D 집약도)
	조직변수	<ul style="list-style-type: none"> - 특허, 이전 관련 보상 시스템 - 이전기관 운영 시스템 등

본 연구에서는 한국기술거래소의 기술이전현황 조사의 설문 항목 가운데 기술이전 건수, 기술이전료 수입, 신규기술¹⁴⁾ 건수 등을 성과변수로 설정하였다. 신규기술 건수를 성과변수에 포함한 이유는 앞에서 언급한 바와 같다.

기술이전현황 조사는 신규기술 건수 뿐 아니라 해당 연도 말의 누적 보유기술 건수도 질문하였다. 본 연구에서는 신규기술 건수를 성과변수로 설정하는 대신 보유기술 건수를 투입변수로 설정하였다. 지식자본을 고려한 생산성 추정 작업에서는 지식재산권, 그 중에서도 특허 보유량(stock)이 지식자본의 대응변수로 활용되기도 한다. 따라서 보유기술 건수를 투입변수로 가정해도 좋을 것이다. 본 연구에서는 보유기술 건수 외에 기술이전 사업 전담인력, 연구기관의 연구개발비 등을 투입변수로 설정하였다.

기술이전사업은 단기간 내에 성과가 발생하지 않으므로 투입변수에 시차를 두는 것이 바람직하다. 그러나 본 연구에 사용된 자료의 조사 기간이 짧고, 조사 기간 전체의 자료를 구할 수 없는 경우도 있어서 시차 모형을 사용할 수 없었다. 본 연구에 비해 조사 기간이 긴 자료를 사용한 해외의 선행 연구들도 시차 모형을 사용하지 않았다. Thusby & Kemp(2002), Siegel et al.(2003) 등은 연평균 자료를 이용하여 생산 프론티어를 추정함으로써 시차 문제를 완화하려 하였다. 본 연구에서도 이들 선행 연구에 따라 투입변수에 시차를 도입하는 대신 연평균 자료에 대한 생산 프론티어를 추정하였다.

본 연구에서 사용된 성과변수와 투입변수의 명칭과 정의는 다음과 표와 같다.

14) 해당 연도에 신규로 등록된 특허, 실용신안, 노하우, 저작권 등의 지식재산권을 의미하나 특허가 대부분을 차지한다.

<표 2> 본 연구에서 사용된 성과/투입변수

	구 분	변수 명칭	정 의
성과 변수	기술이전건수	TRANSFER	2004~05년 평균 기술이전 건수
	기술이전료수입	ROYALTY	2004~05년 평균 기술이전료 수입
	신규기술건수	IPICR	2004~05년 평균 신규기술 건수
투입 변수	보유기술건수	IP04	2004년 말 현재 보유기술 건수
	기술이전사업 전담인력	STAFF	2005년 기술이전사업 전담인력
	연구개발비	EXPEND	2004년~05년 평균 연구개발비 ¹⁵⁾

주: 일부 기관들의 경우 2004년 또는 2005년의 연구개발비 자료를 구할 수 없어 보고된 한 해의 자료를 평균 연구개발비로 가정하였음.

본 연구에서는 기술이전현황 조사의 설문 항목 가운데 기관 유형과 기관의 소재 지역 등을 환경변수로 설정하였다. 기술이전현황 조사는 기관 유형을 국공립시험연구기관, 정부출연 연구기관, 특정연구기관, 전문생산기술연구소, 국공립대학, 사립대학, 기타 R&D 관련 법인단체 등 7가지로 분류하였다.¹⁵⁾ 본 연구에서는 국공립대학과 사립대학을 대학으로, 그 밖의 기관을 공공 연구소로 재분류하였다. 1980년대까지 정부출연 연구기관을 주축으로 하는 공공 연구소가 우리나라의 과학기술 R&D를 주도하였으며, 대학들은 거의 전적으로 교육을 통한 인력 양성에 치중하였다. 1990년대 이후 대학의 R&D 활동이 빠르게 성장하였지만 서론에서 언급한 바와 같이 공공 연구소와 대학의 기술이전률은 큰 차이를 보이고 있다. 따라서 해외 선행 연구들과 같이 대학의 유형을 세분화하기 보다는 대학과 공공 연구소를 구분하여 이들을 비교하는 것이 타당하다고 생각된다.

기술이전현황 조사는 공공 연구기관의 소재 지역을 서울, 경기도, 충청도, 전라도, 경상도, 강원도, 제주 등 7개로 분류하였다. 2007년 조사 대상 기관들의 지역별 분포를 살펴보면 충청도, 경상도, 서울 등에 다수의 기관이 분포되어 있는 것으로 나타났다.¹⁶⁾ 충청도의 경우 대덕 지역을 중심으로 공공 연구소들이 밀집되어 있으므로 서울과 충청도의 연구기관 밀집도가 다른 지역들에 비해 높다고 할 수 있다. 본 연구에서는 앞의 선행 문헌 검토에서 언급한 바와 같이 지역별 연구기관 밀집도의 차이가 지역별 기술이전 성과의 차이에 영향을 미칠 것으로 가정하여 연구기관 밀집도가 높은 서울과 충청도 등 2 지역을 나타내는 2개의 더미 변수들을 환경변수에 추가하였다.

15) 2007년 기술이전현황조사 대상 기관 총 263개의 7개 유형별 분포는 다음과 같다. 국공립시험 연구기관 62, 정부출연 연구기관 19, 특정연구기관 4, 전문생산기술연구소 15, 국공립대학 33, 사립대학 115, 기타 R&D관련 법인단체 15.

16) 충청도 57, 경상도 57, 서울 51, 경기도 46, 전라도 33, 강원도 15, 제주 4.

한편 조직변수로 기술이전현황 조사의 설문 항목 가운데 기술이전 활동 운영시스템 관련 2개(기술이전정보 관리 여부, 연구개발 성과관리 규정 보유 여부), 보상시스템 관련 3개(발명자 기술료 수입 배분 비율, 산학협력단 기술료 수입 배분 비율, 인센티브 제도 보유 여부) 등 5개 항목을 설정하였다.

본 연구에서 사용된 환경변수 및 조직변수들의 명칭과 정의를 다음의 표에 정리하였다.

<표 3> 본 연구에서 사용된 환경/조직변수

구분		변수 명칭	정의
환경 변수	기관 유형	TYPE	공공 연구소(=0) 또는 대학(=1)
	서울 소재	REG1	서울 이외 지역(=0) 또는 서울(=1)
	충청도 소재	REG2	충청도 이외 지역(=0) 또는 충청도 지역(=1)
조직 변수	기술이전정보 관리	DBMAN	관리하고 있지 않음(=0) 또는 관리하고 있음(=1)
	연구개발성과 관리 규정	RDMAN	보유하고 있지 않음(=0) 또는 보유하고 있음(=1)
	발명자 배분 비율	INVENTOR	발명자에게 귀속되는 기술료 수입 배분 비율(%)
	산학협력단 배분 비율	TLOSHARE	산학협력단에 귀속되는 기술료 수입 배분 비율(%)
	인센티브제도	ICENT1	없음(=0) 또는 보유(=1)

2. 효율성 분석 모형

개별 DMU의 효율성을 추정하는 기법은 비모수적(non parametric) 방법인 DEA와 모수적(parametric) 방법인 SFA로 구분된다. DEA에서는 생산 기술(생산가능집합)에 대한 강한 가정이 필요하지 않기 때문에 여러 개의 산출물을 가지는 생산기술의 분석이 용이하다. 반면에 비모수적인 추정 기법이 사용되므로 통계적인 추론이 어렵고 이상치(outlier)에 따라 결과가 크게 달라질 수 있다. 또한 생산가능집합이 불록하지 않은 기술¹⁷⁾에 대해서는 DEA를 적용하기 어렵다. SFA의 장점은 잡음(noise)이 많은 자료를 분석하는데 적합하고, 모수적 추정 기법을 사용하므로 통계적 추론이 비교적 쉽다는 것이다. 그러나 SFA에서는 생산함수 형태와 비효율성을 나타내는 잠재변수(latent variable)의 분포에 대한 강한 가정이 요구된다. 또한 여러 개의 산출물을 가지는 기술을 취급하

17) 전역적(global) 규모의 경제가 존재하는 생산 기술의 경우 생산가능집합의 불록성 가정이 설립하지 않는다.

기 어렵기 때문에 적용 범위가 주로 단일 산출물 기술로 제한된다.¹⁸⁾ 본 연구에서는 주로 SFA 기법을 사용할 것이므로 이하에서는 SFA 모형으로 논의를 국한하기로 한다.

Aigner et al.(1977), Meeusen & Van den Broeck(1977)에 의해 제시된 생산함수의 단순한 형태는 다음의 식과 같다. 이 식은 대개 실증분석에서 널리 사용되는 Cobb Douglas 함수형의 생산함수를 자연로그로 변수 변환함으로써 도출된다.

$$y_i = X_i\beta + \epsilon_i \quad (1)$$

여기에서 i 는 DMU, y 는 생산량, X 는 투입 벡터, β 는 추정되어야 할 모수 벡터, $\epsilon_i = V_i - U_i$ 는 2개의 성분으로 구성되는 오차로서 이 가운데 비음의 값을 가지는 U_i 는 잠재변수로서 DMU의 비효율성을 나타낸다. U_i 값이 클수록 DMU i 의 산출 y_i 가 생산 프론티어 $X_i\beta$ 로부터 멀어(작아)지므로 DMU i 의 효율성은 낮아지게 된다. SFA 모형은 U_i 의 분포 형태에 따라 half normal, truncated normal, exponential, gamma 등의 모형으로 구분되는데 실증 분석에서는 half normal 모형이 가장 많이 사용된다. 그리고 모수의 추정에는 최우도(maximum likelihood) 추정 기법이 주로 사용된다. 본 연구에서 사용된 LIMDEP 등의 확률적 프론티어 분석 소프트웨어들은 최우도 추정을 시작하기 전에 OLS(ordinary least square) 추정에 따른 잔차의 비대칭도(skewness)를 조사한다. U_i 가 비음의 값을 가진다면 OLS 추정 잔차는 음의 값에서 넓은 분포 대역을 가져야 한다. OLS 추정 잔차가 이와 반대되는 분포를 나타낼 경우(즉 잘못된 비대칭도를 가질 경우) half normal 분포를 따르는 것으로 가정된 U_i 의 추정은 실패하게 된다.¹⁹⁾ 이때는 추정하려는 함수 형태를 변형하거나 두 개의 모수를 가지는 truncated normal 모형 등을 사용하면 문제를 해결할 수 있다. 본 연구에서는 1차적으로 half normal 모형의 추정을 시도

18) 비용함수를 이용하면 복수의 산출물을 가진 기술에 대해서도 SFA를 적용할 수 있다. 그러나 비용함수를 적용하기 위해서는 DMU가 비용극소화 행위를 한다는 가정이 요구되는데 민간 기업이 아닌 공공기관에 대해서는 이 가정을 정당화하기 어렵다. 최근에는 산출 거리함수(output distance function)를 이용하여 복수의 산출물에 대해 SFA를 적용하는 사례들이 나타나고 있다. 최소자승회귀법을 이용하여 복수의 산출물을 가지는 기술에 대해 SFA를 적용한 사례에 대해서는 Grosskopf et al.(1997)을 참조. Journal of Econometrics 126(2005)은 바람직하지 못한 산출물(환경오염물질)을 포함한 복수의 산출물을 가진 기술에 대해서 SFA 기법을 적용하는 여러 논문을 수록하고 있다. 이들에 대한 소개는 Dorfman & Koop(2005)의 권두 논문 참조.

19) 이 문제에 관한 논의는 Greene(2007), E33-14~E33-16을 참조.

하고 이모형의 추정이 실패할 경우 truncated normal 모형을 추정하였다. 각 모형별로 U_i 의 분포에 대한 가정은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{half normal model: } & U_i = N^+(0, \sigma_u^2), \\ \text{truncated normal model: } & U_i = N^+(\mu, \sigma_u^2) \end{aligned} \quad (2)$$

본 연구에서 사용된 단순 모형은 다음의 식과 같다. 산출변수(Y)로는 TRANSFER, ROYALTY, IPICR 등 3개의 성과변수들이 사용되었다.

$$\begin{aligned} \ln(Y_i) &= \beta_0 + \beta_1 \ln(IP04_i) + \beta_2 \ln(STAFF_i) + \beta_3 \ln(EXPEND_i) + V_i - U_i, \\ Y_i &= TRANSFER_i \text{ or } ROYALTY_i \text{ or } IPICR_i \end{aligned} \quad (3)$$

환경변수, 조직변수 등을 위의 단순 모형에 도입하는 방법은 2가지가 있다. 첫째는 이들 변수를 투입변수와 동등한 독립변수로 다음의 식 (4)과 같이 원래의 모형에 추가하는 것이다. 여기에서 Z 는 환경/조직변수 벡터이다. 이 경우 환경변수와 조직변수들은 생산 프론티어에 직접 영향을 미치는 요인으로서 각 DMU의 효율성은 설명될 수 없는 것으로 남게 된다.

$$y_i = X_i\beta + Z_i\delta + \epsilon_i \quad (4)$$

본 연구에서 사용된 환경변수와 조직변수를 포함한 추정 모형은 다음의 식과 같다.

$$\begin{aligned} \ln(Y_i) &= \beta_0 + \beta_1 \ln(IP04_i) + \beta_2 \ln(STAFF_i) + \beta_3 \ln(EXPEND_i) \\ &+ \delta_T TYPE_i + \delta_{R1} REG1_i + \delta_{R2} REG2_i \\ &+ \delta_D DBMAN_i + \delta_R RDMAN_i + \delta_{IV} INVENTOR_i \\ &+ \delta_{TL} TLOSHARE_i + \delta_{IN} ICENT1_i + V_i - U_i \end{aligned} \quad (5)$$

환경/조직변수들을 독립변수로 도입하는 두 번째 방법은 이들을 생산 프론티어가 아닌 각 DMU의 비효율성을 나타내는 U_i 의 설명변수로 처리하는 것이다. 이를 위한 구체적인 방법은 여러 가지가 있으나²⁰⁾ 다음의 식 (6)과 같이 U_i 가 $Z_i\delta$ 을 기댓값으로 가지는

truncated normal 분포에 따른다고 가정하는 것이 보통이다.

$$U_i \sim N^+(Z_i\delta, \sigma_u^2) \quad (6)$$

본 연구에서는 다음과 같은 추정 모형을 사용하였다.

$$U_i = \delta_0 + \delta_T TYPE_i + \delta_{R1} REG1_i + \delta_{R2} REG2_i + \delta_D DBMAN_i + \delta_R RDMAN_i + \delta_{IV} INVENTOR_i + \delta_{TL} TLOSHARE_i + \delta_{IN} ICENT1_i + u_i \quad (7)$$

한편 환경변수들은 DMU가 통제할 수 없는 변수인 반면에 조직변수들은 DMU가 선택 가능한 변수이므로, 환경변수들은 생산 프론티어에 영향을 주지만 조직변수들은 각 DMU의 효율성에 영향을 미칠 것으로 생각해 볼 수 있다.²¹⁾ 본 연구에서는 변수들의 통제 가능성 여부가 다른 영향을 미치는지 확인하기 위하여 다음과 같은 식 (8)을 추정하였다. 이모형에서 3개의 환경변수들은 생산 프론티어에 직접 영향을 미치고 5개의 조직변수들은 각 DMU의 비효율성을 나타내는 U_i 에 영향을 미치는 것으로 가정하였다.

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(IP04_i) + \beta_2 \ln(STAFF_i) + \beta_3 \ln(EXPEND_i) + \delta_T TYPE_i + \delta_{R1} REG1_i + \delta_{R2} REG2_i + V_i - U_i \quad (8)$$

$$U_i = \delta_0 + \delta_D DBMAN_i + \delta_R RDMAN_i + \delta_{IV} INVENTOR_i + \delta_{TL} TLOSHARE_i + \delta_{IN} ICENT1_i + u_i$$

식 (4)과 같이 환경/조직변수가 투입변수와 동등한 생산 프론티어의 설명 변수로 가정되는 경우에는 식 (1)의 단순모형과 동일한 추정 방법을 통해 투입변수의 모수 β 와 환경/조직변수의 모수 δ 을 동시에 추정할 수 있다. 그러나 식 (6)과 같이 환경/조직변수가 각 DMU의 효율성에 영향을 미치는 요인으로 가정되는 경우에는 우도 함수가 복잡해지므로 모형의 추정이 쉽지 않다. 이 문제를 회피하기 위해 이제까지 주로 사용해 온 방법이

20) 외생변수의 영향을 도입하는 여러 접근들에 대한 상세한 설명은 Kumbhakar & Lovell(2000), 제7장 참조.

21) 이 문제를 지적해 준 동양공업전문대학의 송재도 교수에게 감사드린다.

2단계 추정 기법이다. 이는 식 (1)과 같이 투입변수만을 포함하는 프론티어 함수와 각 DMU의 효율성을 추정하고, 효율성 추정치와 환경/조직변수로 구성되는 Logit 또는 Tobit모형을 추정하는 방법이다. 그러나 이 방법에 대해서는 다음과 같은 비판이 제기된다.²²⁾ 첫째, 투입변수와 환경/조직변수들 사이에 상관관계가 존재할 경우 관련 변수의 누락으로 인해 첫 단계에서 추정된 최우 추정량들이 편기(bias)를 가지게 되는 문제가 발생한다. 둘째, 각 DMU의 비효율성이 동일한 분포를 따른다는 첫 단계 가정과 각 DMU의 환경/조직변수와 함수 관계를 가진다는 두 번째 가정 사이에 모순이 발생한다. 현재에는 2단계 추정 기법의 한계를 극복하기 위한 동시 추정 기법이 개발되어 있다.²³⁾ 본 연구에서는 동시 추정 기법을 사용하였다.

본 연구에서는 최우도 추정 기법을 사용하여 식 (3), 식 (5), 식 (7), 식 (8)의 생산 프론티어를 추정하였으며 LIMDEP ver. 9.0 소프트웨어를 이용하였다.

IV. 실증 분석 결과

1. 자료 및 사용 변수

본 연구에서는 2007년에 한국기술거래소에서 조사한 공공연구기관 기술이전 현황조사에 응답한 기관들 가운데 기술이전 실적을 보유하고, 연구개발비 규모가 확인 가능한 41개의 공공 연구기관들의 응답 자료를 사용하였다. 이 표본에는 조사 대상 총 263개 기관들 가운데 국내 최상위의 연구 및 기술이전 활동 실적을 나타내는 기관들이 모두 포함되어 있다. 41개 기관의 지역 및 유형별 분포는 다음의 표와 같다. 지역별로는 충청도와 서울에 각각 17개와 10개 기관이 위치하여 이 두 지역에 국내 상위 공공 연구기관들이 집중적으로 분포한 것으로 나타났다. 유형별로는 정부출연연구기관이 14개로 1위를 차지하고, 사립대학)과 국공립대학이 각각 11개, 9개로 그 뒤를 잇고 있다. 14개 정부출연 연구기관 가운데 10개가 충청도에 위치하고, 11개 사립대학 가운데 7개가 서울에 위치해 있다.

22) Kumbhakar & Lovell(2000), p. 264.

23) 비모수적 접근에서는 아직까지 동시 추정 기법이 개발되어 있지 않다. 비모수적 접근에서 2단계 추정 기법의 사용에 따른 문제점 분석 및 개선 방안에 대한 논의는 Simar & Wilson (2007) 참조.

<표 4> 41개 공공 연구기관의 지역/유형 분포

	시험연구 기관	정출연구 기관	특정연구 기관	생산기술 연구	국공립대 학	사립 대학	기타	합계
서울	1	1			1	7		10
경기	1	2				2		5
충청		10	1	1	3	1	1	17
전라			1		2			3
경상	1	1			3	1		6
강원								
제주								
합계	3	14	2	1	9	11	1	41

다음의 표는 41개 표본에 포함된 20개 대학과 나머지 21개 공공 연구기관들의 성과변수 평균값들을 비교한 것이다. 대학이 신규기술 건수에서는 앞서지만 기술이전 건수와 기술이전료 수입에서는 뒤지는 것으로 나타났다. 이는 국내의 상위권 대학들이 연구의 양적인 측면에서는 정부출연 연구기관 등 공공 연구소를 추월하는데 이르렀으나 연구의 질적인 측면에서는 공공 연구소에 미치지 못하고 있음을 보여준다.

<표 5> 기관 유형별 기술이전 관련활동 성과 비교

	기술이전 건수(개)	기술이전료 수입(백만 원)	신규기술 건수(개)
대학	16	200	127
공공연구소	29	2,524	104

주 : 2004년과 2005년의 평균 실적임

본 연구에서 사용된 성과변수 3개, 투입변수 3개, 환경변수 3개, 조직변수 5개 등 총 14개 변수의 기술 통계는 다음의 표와 같다.

<표 6> 사용 변수들의 기술 통계

변수명	내 용	평균	표준 편차	최솟값	최댓값
TRANSFER	2004-2005 평균 기술이전 건수	23.1	46.1	0	292
ROYALTY	2004-2005 평균 기술이전료 수입(백만 원)	1,390.5	6,433.5	0	41,447
IPICR	2004-2005 평균 신규기술 건수	115.1	106.0	0	424.5
IP04	2004년 말 보유 기술 건수	618.2	1,056.7	1	6,103

STAFF	기술이전 전담인력	8.0	8.5	0.9	35
EXPEND	2004-2005 평균 연구개발비(백만 원)	77,587.7	95,147.6	635	464,311
TYPE	기관 유형 더미(대학=1)	0.49	0.51	0	1
REG1	서울 소재 더미	0.24	0.43	0	1
REG2	충청권 소재 더미	0.41	0.50	0	1
DBMAN	기술이전 DB 보유 여부	0.90	0.30	0	1
RDMAN	R&D성과 관리 규정 보유 여부	0.85	0.36	0	1
INVENTOR	발명자 기술료 배분 비율(%)	51.1	20.7	0	80
TLOSHARE	TLO 기술료 배분 비율(%)	13.2	16.0	0	40
ICENT1	인센티브제도 보유 여부	0.76	0.43	0	1

투입변수, 환경/조직변수들 사이의 상관계수를 아래의 표에 나타냈다. 편의상 대각선 아래의 수치만 표시하였다. 기관 유형(TYPE)과 산학협력단의 기술료 배분 비율(TLOSHARE)의 상관 계수가 0.859로 높게 나타나 두 변수를 동시에 사용할 경우 공선성(co-linearity)의 문제가 발생할 가능성이 있다. 투입변수들 사이의 상관관계는 낮게 나타났다. 투입변수와 환경/조직변수들 사이의 상관관계도 대체로 낮은 것으로 나타났는데, 기관 유형, 충청도 더미(REG2), 산학협력단 기술료 배분 비율 등이 상대적으로 높은 상관관계를 가지는 것으로 나타났다.

<표 7> 투입, 환경, 조직변수 간의 상관계수

	IP04	STAF	EXPE	TYPE	REG1	REG2	DBMA	RDMA	INVT	TLO	ICEN
IP04	1										
STAF	-0.05	1									
EXPE	0.257	-0.125	1								
TYPE	-0.178	0.305	-0.349	1							
REG1	-0.106	0.137	-0.086	0.355	1						
REG2	-0.285	-0.221	0.373	-0.425	-0.478	1					
DBMA	-0.036	0.099	-0.358	0.321	0.187	-0.391	1				
RDMA	0.176	-0.033	-0.072	-0.010	0.074	-0.072	0.329	1			
INVT	0.132	0.250	-0.199	0.506	0.245	-0.274	0.619	0.459	1		
TLO	-0.276	0.264	-0.358	0.859	0.414	-0.376	0.276	-0.121	0.352	1	
ICEN	-0.181	-0.198	0.204	-0.241	0.058	-0.098	0.05	0.086	-0.206	-0.190	1

2. 추정 결과

연평균 기술이전 건수(TRANSFER), 연평균 기술이전료 수입(ROYALTY), 연평균 신규기술 건수(IPICR) 등을 종속 변수로 하여 식 (3), 식 (5), 식 (7), 식(8)의 모수들을 추정하였다.

연평균 기술이전 건수(TRANSFER)를 종속 변수로 한 추정 결과를 다음의 표에 요약하였다. (1H)와 (2H)는 각각 식 (3), 식 (5)을 half normal 모형에 따라 추정한 것이며, (3T)와 (4T)는 각각 식 (7), 식 (8)을 동시 추정기법을 통해 추정한 것이다. (2H), (3T), (4T)의 경우 기관 유형(TYPE)과 산학협력단의 기술료 배분 비율(TLOSHARE) 사이에 공선성이 의심되므로 두 변수를 포함한 식과 어느 한 변수를 제외한 식을 모두 추정해 보았다. 표에는 산학협력단의 기술료 배분 비율을 제외한 경우((2-1)와 (3T))와 두 변수를 모두 포함한 경우((2-2)와 (4T))만을 나타내었다.

투입변수 가운데 연구개발비(EXPEND)가 (4T)를 제외한 모든 경우에 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 또한 계수의 통계적 유의도도 대체로 다른 변수들에 비해 높게 나타났다.

(2H)의 경우 산학협력단의 기술료 배분 비율이 제외된 (2-1)의 계수들의 통계적 유의도가 기관 유형, 산학협력단의 기술료 배분 비율 등 두 변수가 모두 포함된 (2-2)의 계수들의 통계적 유의도보다 높게 나타났다. 이는 두 변수들 사이에 공선성이 존재할 경우 예상되는 결과이다. (2-1)에서는 보유 기술건수(IP04), 기술이전 전담인력(STAFF), 연구개발비 등 세 투입변수들의 계수가 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 전담인력과 연구개발비가 증가할수록 기술이전 건수가 증가하나 보유 기술건수가 증가할수록 기술이전 건수는 감소하는 것으로 나타났다. (2-2)에서는 투입변수 가운데 연구개발비의 계수만 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

<표 8> 확률적 프론티어 모형의 추정 결과(기술이전 건수)

	종속변수 : TRANSFER				
	(1H)	(2H)		(3T)	(4T)
		(2-1)	(2-2)		
Constant	-9.337(2.164) ^b	-9.437(0.677) ^b	-9.656(1.420) ^b	-3.933(1.740) ^a	-2.922(2.156)
IP04	0.046(0.151)	-0.135(0.062) ^a	-0.159(0.068)	0.204(0.143)	0.227(0.138)
STAFF	0.132(0.183)	0.240(0.089) ^b	0.236(0.153)	0.055(0.155)	0.051(0.157)
EXPEND	1.157(0.237) ^b	1.090(0.084) ^b	1.116(0.175) ^b	0.526(0.203) ^b	0.415(0.252)

TYPE		-0.497(0.185) ^b	-0.902(0.457) ^a	-0.011(53.89)	-0.391(0.467)
REG1		0.105(0.204)	0.047(0.336)	-19.96(238.4)	0.734(0.448)
REG2		-0.186(0.175)	-0.180(0.234)	-8.850(125.3)	0.047(0.617)
DBMAN		-0.107(0.136)	-0.452(0.400)	45.71(634.1)	42.33(193.2)
RDMAN		-0.457(0.108) ^b	-0.438(0.172) ^a	11.18(117.6)	7.872(37.60)
INVENTOR		0.029(0.003) ^b	0.036(0.008) ^b	-1.107(14.35)	-0.799(3.296)
TLOSHARE			0.013(0.112)		0.060(0.709)
ICENT1		1.109(0.217) ^b	1.164(0.380) ^a	-19.84(474.3)	-18.27(114.6)
log likelihood	-64.31	-54.63	-54.04	-50.26	-47.66
$\lambda = \sigma_u / \sigma_v$	3.115(0.949) ^b	101,280(4,232) ^b	60,837(4,653) ^b	6.751(79.80)	5.175(12.14)
평균기술효율성	0.35	1.0	1.0	0.54	0.60

주: 괄호 안은 표준오차

a: 유의수준 5%에서 유의미

b: 유의수준 1%에서 유의미

(2-1)과 (2-2)에서 기관 유형(TYPE), 연구개발 성과관리 규정 보유 여부(RDMAN), 발명자의 기술수입료 배분 비율(INVENTOR), 인센티브제도 보유 여부(ICENT1) 등의 계수가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 계수의 부호를 살펴보면 발명자에 대한 기술수입료 배분 등의 보상제도가 기술이전을 촉진하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 기관별로는 대학의 기술이전 활동이 공공 연구소에 비해 뒤지는 것으로 나타났는데 이 결과는 <표 5>의 내용과 일치한다. 다만 연구개발 성과관리 규정을 보유하는 것은 기술이전을 저해하는 것으로 나타났다.

환경/조직변수가 모두 효율성에만 영향을 미친다고 가정된 (3T), 환경변수와 조직변수가 각각 생산 프론티어와 효율성에 영향을 미친다고 가정된 (4T)의 경우 거의 대부분의 계수들의 통계적 유의도가 매우 낮은 것으로 나타났다. 계수들의 통계적 유의도를 기준으로 할 경우 환경/조직변수들은 효율성보다는 생산 프론티어에 직접 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. (3T)와 (4T)의 log likelihood 값이 (2H)의 그것보다 높지만 이는 half normal 모형과 truncated normal 모형의 차이에 기인한 것으로 판단된다. 즉 동일한 식을 half normal 모형과 truncated normal 모형으로 추정할 경우 truncated normal 모형의 log likelihood 값이 더 높게 나오는 것으로 관측되었다.

(1H)의 경우 전 기관들의 평균 기술적 효율성(technical efficiency)²⁴⁾이 0.35로 낮게

24) 각 DMU의 기술적 효율성은 $\text{Exp}(-\hat{u}_i)$ 로 정의되는데 여기에서 \hat{u}_i 는 Jondrow et al.(1982)에서 제시된 방법에 따라 계산된, 비효율성을 나타내는 오차항 u_i 의 추정치이다. 가장 효율적인 DMU의 경우 \hat{u}_i 가 0이며 기술적 효율성은 1이 된다.

나타났지만 환경/조직변수들을 고려한 (2H)에서는 모든 기관들의 기술적 효율성이 1에 가깝게 나타났다. 따라서 투입변수 외에 환경 및 조직변수들을 고려할 경우 국내 공공 기술이전조직들의 건수를 기준으로 한 기술이전 활동은 효율적인 것으로 해석된다.

연평균 기술이전료 수입(ROYALTY)을 종속 변수로 한 추정 결과는 다음의 표와 같다.

연구개발비의 계수는 모든 경우에 1% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. (1H)와 (2-1)에서 모든 투입변수의 계수가 1% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 그러나 (1H)에서는 2004년 보유기술(IP04)의 증가가 기술이전료 수입의 감소를 가져오는 반면 (2-1)에서는 기술이전료 수입의 증가를 가져오는 것으로 나타났다. 앞서와 마찬가지로 (2-1)의 계수들의 통계적 유의도가 (2-2)보다 높게 나타났다. 특히 (2-1)의 경우 3개의 환경변수 외에 발명자의 기술수입료 배분 비율(INVENTOR), 인센티브제도 보유 여부(ICENT1) 등의 조직변수들이 유의한 것으로 나타났다. 대학은 <표 5>에서 예상된 바와 같이 공공 연구소에 비해 낮은 기술이전료 수입을 얻는 것으로 나타났다. 그리고 서울과 충청도 지역이 다른 지역들에 비해 높은 기술이전료 수입을 얻는 것으로 나타났다. 환경 변수와 조직변수가 DMU의 효율성에만 영향을 미친다고 가정한 (3T)의 경우 앞의 기술 이전 건수와 마찬가지로 계수들의 통계적 유의도가 대부분 매우 낮게 나타났다. 조직변수도 환경변수와 마찬가지로 DMU의 효율성보다는 생산 프론티어에 직접 영향을 미치는 것으로 보인다((2-1)와 (4T) 비교).

환경/조직변수들을 고려하지 않은 (1H)에서도 전 기관의 평균 기술적 효율성이 1로 나타났다. (2H)는 환경/조직변수를 고려하더라도 기술적 효율성이 거의 변하지 않는다는 것을 보여준다. 반면에 (3T)와 4(T)의 경우 전 기관의 평균 기술적 효율성이 0.40~0.44로 낮게 나타났다.

<표 9> 확률적 프론티어 모형의 추정 결과(기술이전료 수입)

	종속변수 : ROYALTY				
	(1H)	(2H)		(3T)	(4T)
		(2-1)	(2-2)		
Constant	-11.98(0.022) ^b	-10.64(0.385) ^b	-11.18(0.866) ^b	-9.164(2.460) ^b	-8.069(2.605) ^a
IP04	-0.002(0.0005) ^b	0.194(0.056) ^b	0.154(0.123)	0.143(0.180)	0.160(0.160)
STAFF	0.336(0.004) ^b	0.469(0.026) ^b	0.389(0.097) ^b	0.142(0.270)	0.130(0.139)
EXPEND	1.694(0.001) ^b	1.432(0.051) ^b	1.536(0.129) ^b	1.326(0.302) ^b	1.276(0.277) ^b
TYPE		-1.054(0.142) ^b	-1.496(0.116) ^b	7.269(161.2)	-1.596(0.602) ^b
REG1		1.109(0.087) ^b	0.882(0.397) ^a	-74.28(1,527)	0.739(0.352) ^a
REG2		0.641(0.051) ^b	0.474(0.156) ^a	-5.769(121.3)	0.180(0.424)

DBMAN		-0.442(0.227)	-0.438(0.572)	10.90(166.2)	5.125(22.82)
RDMAN		0.098(0.102)	0.013(0.208)	-31.37(619.5)	-33.21(118.1)
INVENTOR		0.013(0.002) ^b	0.011(0.009)	-0.542(10.15)	0.121(1.043)
TLOSHARE			0.018(0.011)		-2.085(7.353)
ICENT1		-0.605(0.132) ^b	-0.596(0.373)	22.31(884.5)	16.72(104.83)
log likelihood	-66.74	-62.80	-62.47	-65.60	-58.66
$\lambda = \sigma_u / \sigma_v$	621,981(20,189) ^b	119,147(3,731) ^b	68,374(4,212) ^b	11.83(234.5)	12.77(38.54)
평균기술효율성	1.0	1.0	1.0	0.40	0.44

주: 괄호 안은 표준오차

a: 유의수준 5%에서 유의미

b: 유의수준 1%에서 유의미

연평균 신규기술 건수(IPICR)를 종속 변수로 한 추정 결과는 다음의 표와 같다.

<표 10> 확률적 프론티어 모형의 추정 결과(신규기술 건수)

	종속변수 : IPICR				
	(1T)	(2H)		(3T)	(4T)
		(2-1)	(2-2)		
Constant	-0.809(1.607)	-4.993(0.530) ^b	-4.542(1.009) ^b	-3.189(1.704)	-1.878(2.066)
IP04	0.304(0.198)	0.745(0.040) ^b	0.731(0.089) ^b	0.207(0.140)	0.537(0.119) ^b
STAFF	0.024(0.136)	-0.355(0.047) ^b	-0.401(0.145)	-0.046(0.073)	-0.035(0.095)
EXPEND	0.394(0.217)	0.467(0.057) ^b	0.437(0.093) ^b	0.653(0.190) ^b	0.307(0.214)
TYPE		0.601(0.053) ^b	0.304(0.531)	-38.18(123.3)	0.418(0.347)
REG1		0.701(0.107) ^b	0.716(0.287) ^a	4.791(10.11)	0.435(0.205) ^a
REG2		-0.781(0.072) ^b	-0.781(0.194) ^b	5.775(11.38)	-0.250(0.248)
DBMAN		1.083(0.298) ^b	0.864(0.512)	-0.361(13.63)	-0.065(42.20)
RDMAN		0.395(0.082) ^b	0.410(0.312)	3.449(27.72)	-3.314(67.41)
INVENTOR		-0.002(0.0003) ^b	0.002(0.010)	-0.067(0.498)	-0.274(2.807)
TLOSHARE			0.007(0.015)		-0.712(6.539)
ICENT1		0.031(0.126)	0.029(0.307)	-7.198(14.58)	-21.34(363.5)
log likelihood	-55.96	-45.80	-45.70	-36.28	-31.93
$\lambda = \sigma_u / \sigma_v$	78.41(1,267)	122,010(5,512) ^b	51,216(4,490) ^b	7.474(12.64)	7.756(62.36)
평균기술효율성	0.49	1.0	1.0	0.52	0.55

주: 괄호 안은 표준오차

a: 유의수준 5%에서 유의미

b: 유의수준 1%에서 유의미

(1T)는 식 (3)을 truncated normal 모형에 따라 추정한 것이다. half normal 모형의 경우 추정치들의 분산행렬이 특이행렬(singular matrix)로 나타나 모형의 추정에 실패하였다. (1T)의 경우에도 계수들의 통계적 유의도가 모두 낮게 나타났다. 앞의 기술이전 건수, 기술이전료 수입을 종속변수로 할 때와 마찬가지로 산학협력단의 기술료 배분 비율(TLOSHARE)을 제외한 (2-1)의 계수들의 통계적 유의도가 (2-2)보다 높게 나타났다. 특히 (2-1)에서는 인센티브제도 보유 여부(ICENT1)를 제외한 모든 변수들의 계수가 유의수준 1%에서 유의한 것으로 나타났다. 보유기술, 연구개발비의 증가가 신규기술의 증가를 유발하는 것으로 나타났다. 대학의 신규기술 창출 활동이 공공 연구소의 그것에 비해 활발한 것으로 나타났는데 이는 <표 5>의 결과와 일치한다. 한편 지역별로는 서울의 신규기술 창출 활동이 활발한 반면 충청도의 활동은 저조한 것으로 나타났다. <표 4>와 <표 5>는 그 이유를 보여준다. 즉 서울에는 높은 연구 역량을 가진 상위권 대학들이 많은 반면 충청도에는 대학에 비해 신규기술 건수가 평균적으로 떨어지는 공공 연구소들이 많다는 것이다. (3T)와 (4T)의 경우 앞의 기술이전 건수, 기술이전료 수입과 마찬가지로 계수들의 통계적 유의도가 대부분 낮게 나타났다.

각 모형별 기술적 효율성을 보면 (1T) 0.49, (2H) 1.0, (3) 0.50으로 앞의 기술이전 건수, 기술이전료 수입과 마찬가지로 (2H)에서 거의 모든 기관들이 효율적인 것으로 나타났다. 즉 환경/조직변수들을 고려하면 거의 모든 기관들이 효율적으로 신규기술을 창출하고 있다고 볼 수 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 SFA 기법을 이용하여 국내 41개 공공 연구기관에 소속된 기술이전조직의 효율성을 분석하였다. 종속변수로 기술이전 건수, 기술이전료 수입, 신규기술 건수 등을 사용하였으며, 독립변수로 연구개발비 등의 투입요소 외에 기관의 특성, 기술이전 관련 보상제도 등의 환경/조직 요소들을 사용하였다. 본 연구에서 얻은 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 투입요소 가운데 연구개발비가 산출 증가에 가장 확실한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 연구개발비는 기술이전 건수, 기술이전료 수입, 신규기술 건수 등 본 연구에서 고려된 모든 성과의 증가에 기여하는 것으로 나타났다. 특히 등 연구기관의 보유기술은

신규기술 증가에 기여하는 것으로 나타났으며, 기술이전 전담인력은 기술이전 건수와 기술이전료 수입 증가에 기여하는 것으로 나타났다.

둘째, 기관유형, 기관의 소재 지역 등의 환경변수들이 성과와 관련 있는 것으로 나타났다. 대학들이 정부출연 연구소 등 공공 연구소들에 비해 기술이전 건수와 기술이전료 수입에서는 뒤지나 신규기술의 창출에서는 앞서는 것으로 나타났다. 서울 지역에 위치한 기관들이 기술이전료 수입과 신규기술 창출에서 앞서고 있는 것으로 나타났으며, 충청권 지역에 위치한 기관들은 기술이전료 수입에서는 타 지역 기관들에 비해 우월하나 신규기술 창출에서는 뒤지는 것으로 나타났다.

셋째, 기술이전과 관련된 보상시스템은 성과에 영향을 미치나 성과변수마다 다른 방향으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 예를 들어 연구자들에의 기술이전료 수입 배분 비율은 기술이전 건수와 기술이전료 수입의 증가에 기여하나 신규기술 창출에는 기여하지 못하는 것으로 나타났다.

넷째, 환경변수와 조직변수는 기관별 기술이전의 효율성에 영향을 주기 보다는 생산 프론티어에 직접 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 환경변수와 조직변수들을 고려할 경우 모든 DMU의 기술적 효율성이 1에 육박하여 분석 대상 기관들의 기술이전 활동이 효율적으로 운영되는 것으로 나타났다.

환경변수와 조직변수가 추정 모형에 포함될 경우 거의 모든 DMU들이 효율적이라는 본 연구의 분석결과는 공공 연구기관 기술이전 활동의 평가에 관련된 하나의 정책적 시사점을 제공한다. 거의 모든 기관들이 환경변수 및 조직변수의 한계 내에서 기술이전 활동을 효율적으로 수행하고 있으므로 이들의 기술이전 활동성과를 효율성 기준으로 평가하는 것은 효과적이지 않을 수 있다. 또한 연속형 자료만을 처리할 수 있는 DEA와 같은 다른 효율성 추정 기법으로부터 얻은 결과를 근거로 기관들을 평가하는 것은 바람직하지 않을 수 있다. 왜냐하면 DEA와 SFA는 동일한 자료에 대해 상이한 분석 결과들을 내놓을 수 있기 때문이다.

공공 연구기관의 기술이전 효율성에 관한 연구는 국내외적으로 초기 단계에 있다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 구체적인 정책적 시사점을 도출하기 보다는 후속 연구를 위해 여러 가지 모형을 시도하는 데 중점을 두었다. 우리는 이를 통해 선행 연구들과 다른 결과들을 얻을 수 있었다. 그러나 본 연구는 후속 연구에서 극복되어야 할 몇 가지 한계를 가진다. 첫째, 해외의 선행 연구들에 비해 자료가 충분하지 못하였다. 추정에 사용된 표본의 크기가 41개로 비교적 작은 편이며 조사 대상 기간도 2년에 불과하다. 표본의 크기가 41개로 줄어 든 이유는 국내 공공 연구기관의 기술이전 활동이 최근에 본격화되기

시작하여 조사 대상 기간에 대부분의 기관이 기술이전 관련 실적을 내지 못했기 때문이다. 조사 대상 기간 이후의 기관별 기술이전 활동에 관한 자료가 수집되면 후속 연구에서는 사용 가능한 표본 및 관측치의 수가 늘어나게 될 것이다.²⁵⁾ 둘째, 추정에 사용된 함수의 형태가 제한적이었다. 본 연구에서는 가능한 한 변수의 증가에 따른 자유도의 손실을 회피하기 위하여 Cobb Douglas형의 함수를 사용하였다. 향후 더 많은 자료가 확보되면 Translog함수 등 더욱 일반적인 함수의 적용을 시도할 계획이다.²⁶⁾ 셋째, 복수 산출물 분석이 어려운 SFA 기법의 한계로 각각의 성과변수별로 별도로 추정 작업이 이루어졌다. 후속 연구에서는 SFA로도 복수의 산출물을 가지는 기술을 처리할 수 있게 해 주는 산출 거리함수 기법의 적용이 고려되어야 할 것이다.

25) 후속 연구를 위하여 2006년부터 2008년까지 국내 공공연구기관의 기술이전 및 사업화 활동에 관한 조사를 진행할 계획이다.

26) Cobb Douglas 함수가 특수한 형태의 함수이긴 하지만 일반적인 형태인 Translog 함수를 사용할 경우 추정 모수의 증가, Taylor 전개를 위한 지점 설정의 자의성 등의 문제점들이 나타나기 때문에 Cobb Douglas 함수의 사용이 본 연구의 중요한 한계를 규정한다고는 생각되지 않는다.

참고문헌

- 지식경제부 한국기술거래소 (2008), 「2007년 기술이전사업화 조사분석 자료집(공공연구기관)」, 2008.8.
- 한국기술거래소 (2007), 「2006 기술이전·사업화 백서」.
- 현만석·유왕진 (2008), “DEA 모형을 이용한 공공연구기관의 기술이전 효율성 분석에 관한 연구”, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, Vol. 31, No. 2, pp. 94-103.
- Aigner, D. J., C. A. K. Lovell, and P. Schmidt (1977), “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Functions”, *Journal of Econometrics*, Vol. 6, pp. 21-37.
- Anderson, T. R., T. U. Daim, and F. F. Lavoie (2007), “Measuring the Efficiency of University Technology Transfer”, *Technovation*, Vol. 27, pp. 306-318.
- Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper (1984), “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*, Vol. 30, pp. 1078-1092.
- Chapple, W., A. Lockett, D. Siegel and M. Wright (2005), “Assessing the Relative Performance of U.K. University Technology Transfer Offices: Parametric and Non-parametric Evidence”, *Research Policy*, Vol. 34, pp. 369-384.
- Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes (1978), “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, No. 6, pp. 429-444.
- Coelli, T., D. S. Prasada Rao, and G. E. Battese (1998), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Dorfman, J. H. and G. Koop (2005), “Current Developments in Productivity and Efficiency Measurement”, *Journal of Econometrics*, Vol. 126, pp. 233-240.
- Dosi, G. (1988), “Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation”, *Journal of Economic Literature*, Vol. 26, No. 3, pp. 1120-71.
- Emrouznejad, A., B. Parker and G. Tavares (2008), “Evaluation of Research in Efficiency and Productivity: A Survey and Analysis of The First 30 Years of Scholarly Literature in DEA”, *Journal of Socio-Economics Planning Science*, Vol. 42, No. 3, pp. 151-157.
- Färe, R. and D. Primont (1990), “A Distance Function Approach to Multioutput Technologies”, *Southern Economic Journal*, Vol. 56, No. 4, pp. 879-891.
- Farrell, M. J. (1957), “The Measurement of Production Efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General*, 120, Part 3, pp. 253-281.

- Greene, W. H. (2007), *LIMDEP version 9.0 Econometric Modelling Guide*, Vol. 2, Plainview NY: Econometric Software, Inc.
- Grosskopf, S., K. J. Hayes, L. L. Taylor and W. L. Weber (1997), "Budget-constrained Frontier Measures of Fiscal Equality and Efficiency in Schooling", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 79, No. 1, pp. 116-124.
- Jaffe, A. B., M. Trajtenberg, and R. Henderson (1993), "Geographic Localization of Knowledge Spillovers Evidenced by Patent Citations", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108, pp. 577-598.
- Jondrow, J., K. Lovell, I. Materov, and P. Schmidt (1982), "On Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model", *Journal of Econometrics*, Vol. 19, pp. 233-238.
- Kumbhakar, S. C. and C. A. K. Lovell (2000), *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Meeusen, W. and J. Van den Broeck (1977), "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Errors", *International Economic Review*, Vol. 18, pp. 435-444.
- Mowery, D. C., B. N. Sampat, and Ziedonis, A. A. (2002) "Learning to Patent: Institutional Experience, Learning, and The Characteristics of US University Patents after The Bayh-Dole Act, 1981-1992", *Management Science*, Vol. 48, No. 1, pp. 73-89.
- Siegel, D. S., D. Waldman, and A. Link (2003), "Assessing the Impact of Organizational Practices on the Relative Productivity of University Technology Transfer Offices: An Exploratory Study", *Research Policy*, Vol. 32, pp. 27-48.
- Siegel, D. S. and P. H. Phan (2004), "Analyzing the Effectiveness of University Technology Transfer: Implications for Entrepreneurship Education", *Rensselaer Working Papers in Economics*, No. 0426.
- Simar, L. and P. W. Wilson (2007), "Estimation and Inference in Two-stage, Semi-parametric Models of Production Processes", *Journal of Econometrics*, Vol. 136, pp. 31-64.
- Thursby, J. G. and S. Kemp (2002), "Growth and Productive Efficiency of University Intellectual Property Licensing", *Research Policy*, Vol. 31, pp. 109-124.
- Thursby, J. G. and M. Thursby (2002), "Who is Selling the Ivory Tower? Source of Growth in University Licensing", *Management Science*, Vol. 48, No. 1, pp. 90-104.
- Tyson, L. (1992), *Who's Bashing Whom?*, Washington, DC: Institute for International Economics.

□ 투고일: 2009. 09. 01 / 수정일: 2009. 10. 22 / 게재확정일: 2009. 11. 02