

정부 및 전자 구매의 기술적 비효율 효과 (Technical Inefficiency Effects) 분석

A Study on the Effects of Government and Electronic Public Procurement on the Private Sector's Technical Inefficiency

노재확(Jaewhak Roh)*

초 록

정부의 전자 구매가 기업의 비효율성 개선에 주는 영향을 파악하는 것이 본 연구의 목표이다. 정부의 효과는 첫째 새롭게 정부가 기업의 수요자로 진입하였을 경우 두 번째 정부가 정보통신 기술을 이용하여 기업에 대하여 직접 수요를 창출한 경우 세 번째 단순히 정부가 정보통신을 이용하여 연계를 추진할 경우로 나누어 결과를 보았다.

첫 번째 경우에는 새롭게 기업에 대하여 새로운 수요자가 되더라도 특별히 기업에 대한 부가가치의 증가에 따른 생산성의 향상 및 기술적 비효율 효과를 발생시키지 않았다. 그러자 두 번째의 경우 직접 수요를 발생시킨 경우 생산성의 향상은 물론이고 기술적 비효율성의 제거에도 도움이 되었다. 마지막으로 단순히 정부의 연계를 위한 정보통신 기술을 이용할 경우에도 기업에 대한 생산성의 향상 및 기술적 비효율성을 제거하는 효과가 있는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

The aim of this study is to reveal the effects of government and public electronic procurement on the private sector's productivity and technical inefficiency. Three cases are analyzed. The first scenario is that the government just appears as a new consumer to enterprises. Simply participating as a new consumer to enterprises reveals that government does not contribute to the private sector's productivity or improve technical efficiency.

The second case is one where the government publicly procures the private sector's service or goods using IT technologies. It is revealed that government contribute to improve the private sector's productivity and reduce inefficiency.

The last case is where the government demands business to connect to governments using new IT technologies. The government demands to adopt the IT technology for connection results in improved productivity and efficiencies in the private sectors.

키워드 : 정부의 전자구매, 생산프론티어 모형, 비효율 효과

Public Electronic Procurement, Production Frontier Model, Inefficiency Effects

본 연구는 한성대학교 연구비 지원과제로 수행함.

* 한성대학교 무역학과 교수

2011년 05월 03일 접수, 2011년 05월 12일 심사완료 후 2011년 05월 15일 게재확정.

1. 서 론

정부의 정책과 기술의 혁신의 관계에 관한 연구는 오랫동안 중요한 연구과제로 진행되어 왔다. 그러나 대부분의 연구는 기술의 혁신을 도모하기 위한 정부의 직접적인 공급 또는 수요의 효과를 측정하는 연구였다. 정부의 직접적 수요 창출 정책 또는 공급 창출 정책에 의하여 어떻게 기술의 혁신이 이루어지는가를 주로 연구하였다.

그러나 정부와 공공기관의 수요에 의하여 직접적으로 발생하는 기술혁신 이외에도 공공기관의 수요 정책에 수반된 기술적 요구 조건에 따라 간접적인 효과도 발생할 수 있다.

예를 들어, 정부의 조달 행위가 새로운 모바일 기술을 이용하여 수행될 경우 이 공공구매 행위는 기업이 새로운 모바일 기술을 도입하고 적응해야 하며, 이런 노력이 기업의 새로운 정보통신 모바일 활용을 정착시키고 나아가 새로운 정보통신 기술의 도입과 활용을 통하여 기업의 기술적 비효율성을 낮추는 역할을 수행하고 있다는 가정이 가능하다.

또 다른 예로는 정부에서 전자 무역 정책을 구사할 경우 무역업체와 관련된 서비스 업체들은 이런 기술적 요구 수준에 맞추기 위하여 제반 전자적 시스템을 도입, 사용해야 할 필요성에 직면하게 되며, 이런 전자적 거래 시스템의 도입은 기업체 내부의 전자적 거래에 대한 이해를 제고 및 시스템의 도입 사용을 통하여 제반 분야의 생산성을 향상시키거나 비효율성을 제거할 수 있는 가능성은 충분히 존재할 수 있다.

본 연구는 앞의 예들과 같이 정부의 직접적 공급 또는 수요 정책이 아닌 일정 수준의

정보통신 기술을 요구하면서 구매 정책을 구사할 경우와 같이 간접적 정책으로 기술혁신이 민간 기업에 달성될 수 있는가 여부를 대상으로 삼고 나아가 이런 요구가 민간 기업의 비효율성 제고에도 영향을 주는가 여부를 연구의 대상으로 정하였다.

정부의 구매 또는 조달 행위가 이루어질 때 새로운 정보통신 기술을 만약 요구한다면 기업은 이러한 요구에 부응하기 위하여 새로운 기술의 도입을 촉진하고 이러한 노력의 결과 기업의 생산성을 제고할 수 있을 것이며, 또한 전자적 거래와 같은 새로운 기술의 도입은 기업의 생산성 뿐만 아니라 기업의 기술적 비효율성 개선에 도움을 줄 수 있다는 것이 본 연구의 가정이다.

이런 맥락에서 본 연구는 기존의 이 분야의 다른 연구와 차이를 가진다. 기존의 다른 연구는 정부 구매의 직접적 기술 혁신 효과를 다루는 반면, 본 연구는 기술혁신을 유도하는 정부의 수요 촉진 정책 중의 하나인 공공구매 정책에 의하여 발생하는 정보통신 기술의 파급이 기업에 주는 간접적 효과를 연구 대상으로 삼고 있다는 점에서 특징을 가진다.

이 연구는 다분히 계량 경제학적인 접근 방법을 이용하는 특징을 가지고 있다. 먼저, 기술적 비효율성 및 생산성 등의 경제학적 개념과 생산 프론티어 모형 등의 계량 경제학적 분석 방법을 바탕으로 연구를 진행한다.

전통적으로 생산성이라고 칭할 경우 투입과 산출의 비율을 통하여 얼마나 효과적으로 생산이 이루어지는가를 나타낼 때 이용한다. 이때 가장 일반적 투입 요소로 고려하는 것이 노동과 자본이다. 그런데 생산성의 향상 또는 산출의 증가는 자본과 노동의 투입 요소의 증

가로만 이루어지는 것이 아니다. 예를 들어 기술의 발전이 있을 경우 동일한 양의 요소 투입이 있지만 보다 많은 생산물이 만들어진다. 이때 경제학적 용어로 설명하면, 주된 요소인 노동과 자본 이외의 이유로 인하여 생산성이 향상되는 것을 총요소생산성(Total Factor Productivity)이라고 부른다.

그러나 정보통신 기술을 잘 활용하여 생산을 높인다면 이는 동일한 요소를 투입하여 생산이 높아지는 부분도 있지만 기존의 기업의 비효율성이 개선되는 효과를 발생하고 이를 통하여 생산성이 향상될 수 있음을 가정할 수 있다. 이와 같이 특정 이유로 인하여 생산성이 향상되는 효과를 측정하는 연구에 비하여 기업의 비효율성이 개선되는 효과를 대상으로 하는 연구를 ‘기술적 비효율성(Technical Inefficiency)’에 대한 연구라고 한다.

이와 같이 총요소 생산성의 향상을 설명할 때 기술의 발전을 통하여 발생한다는 면은 많은 경제학자들이 연구를 진행하여 왔다. 그러나 정보통신 기술의 도입이 기업의 비효율성을 제거한다는 측면은 간과되어 왔다. 특히 본 연구와 같이 정부 구매행위와 관련하여 간접적인 비효율성을 연구한 예를 찾기가 매우 힘들고, 이 점에서 본 연구의 의의를 찾을 수 있다.

본 연구는 세 가지 실험으로 정부의 구매와 관련된 간접적 기술 혁신 파급 효과를 측정하고자 한다.

첫 번째로는 기업에게 정부가 잠재적 고객 중의 한 사람으로 새롭게 추가될 경우를 가정한다. 기업에게는 새로운 수요의 확대로 나타날 것이며 이는 매출의 향상, 나아가 규모의 경제가 작용한다면 부가가치의 창출로 이

어질 것으로 예측된다. 그러나 정부가 고객 중의 한 부분이 된다고 기업의 수요 전부를 좌우하는 것은 아니다. 따라서 이 경우 정부의 수요의 상대적 크기가 중요할 것이다. 그러나 일단 정부가 새롭게 기업의 제품이나 서비스에 대한 새로운 수요를 창출하여 준다면 이는 일정 부분 생산성에 영향을 줄 것으로 예측된다.

두 번째 실험은 앞의 실험보다 더욱 구체화 하여 정부가 특정 정보통신 기술을 이용하여 직접 기업에게 당해 연도에 구매를 한 경우 이런 정부의 행위는 기업의 매출 또는 부가가치의 향상으로 연결이 될 수 있다. 또한 전자적 구매 등의 특정 정보통신 기술을 이용해야 한다는 전제를 가진다면 기업은 반드시 선진화된 특정 기술의 도입과 사용해야 한다면 이로 인한 기술 축진의 영향도 있을 것이다. 이런 효과를 확인하기 위하여 당해 연도에 정부가 제시한 정보통신 기술을 이용하여 구매한 기업 더미를 사용하여 그 효과를 측정하는 방법을 이용하였다.

마지막 경우는 직접 정부의 구매 행위는 없는 경우이다. 그러나 정부와 업무의 연계가 있고 이 연계는 전자적 연계와 같이 특정 정보통신 기술을 이용하여 연계를 요구한 경우이다. 정부가 기업에 대하여 특정 기술을 이용하여 연계를 요구한다면 이는 기업의 입장에서 정부는 요구하는 정보통신 기술 및 표준화 수준을 맞추어야 한다. 이 때문에 기업의 정보통신 구비 및 활용 수준이 높아질 수 있으며 이런 정보통신 기술의 습득 및 활용으로 인하여 기업 내부의 비효율성이 향상될 수 있을 것으로 가정할 수 있다. 따라서 이로 인한 생산성의 향상 또는 기업의 비효

율성 제고의 효과가 발생할 수 있을 것으로 예측가능하다. 이 경우를 세 번째 실험 대상으로 삼았다.

그러나 본 연구는 방법론상으로 한계성이 있다. 앞에서 제기한 몇 가지 문제에 대한 계량적 검토를 위하여 구체적인 데이터가 필수적으로 요구된다. 이러한 데이터의 요구는 기존의 정부가 생산하는 데이터의 한계 내에서 연구가 수행되어야 하는 한계를 가지고 있다. 이런 이유로 인하여 연구의 목적에 정확히 부합하는 데이터를 구할 수가 없어 유사한 데이터를 활용하여 그 효과를 추정하는 방법을 활용하였다.

본 연구에서 주로 다루고 있는 방법론인 ‘기술적 비효율성 효과(Technical Inefficiency Effects)’는 일반적 용어가 아니라 경제학의 생산이론에서 사용되는 전문적 용어임을 주의할 필요가 있다. 따라서 본 방법론에 대한 보다 깊은 이해가 전제인 만큼, 보다 구체적 설명을 기존 연구 및 분석 방법에서 소개하고자 한다.

연구의 진행은 정부와 기업의 기술 발전에 관한 일반 행정 이론과 생산 프론티어에 관한 기존 연구 고찰이 다음 장에 소개되고 제 3장에서는 실제 데이터를 이용한 분석 및 결과를 그리고 마지막 제 4장에서는 결론으로 본 연구를 진행한다.

2. 기존 연구 및 분석 방법

2.1 정부와 기업의 기술 발전

기술혁신과 정부의 역할에 대한 연구는 주

로 기술혁신을 초래하는 요인에 관한 연구에 집중하고 있다. 기술혁신을 위하여 정부가 취하는 정책을 분류하면 기술혁신의 수요유도 정책(demand-pull) 정책과 공급촉진(supply-push)이론 그리고 기술혁신의 상호작용(interactionist) 이론으로 대분할 수 있다.

수요유도정책은 기술혁신의 주도자는 시장의 수요라고 추정하며 정부는 시장의 수요를 자극하는 정책을 통하여 기술혁신을 유도한다고 설명하는 반면, 공급촉진이론은 기술의 혁신은 기술혁신을 수행하는 연구자들이 우선적으로 담당하고 있으므로 정부는 이를 지원함으로써 기술혁신을 도모한다고 설명한다. 또한 기술혁신의 상호작용 이론은 수요요인과 공급요인의 상호 작용 과정 속에서 나타난다고 설명한다.

이 중에서 공공구매정책(public procurement policy)는 정부의 수요 측면을 통하여 기술혁신을 도모하는 정책으로 볼 수 있으나, 공공구매정책으로 기술 혁신을 유도하는 것은 그리 활성화 된 정책은 아니다.

이 분야의 연구를 보면 먼저, 공공 구매가 기업의 R&D에 주는 영향에 대하여 Lichtenberg[21]는 공공 구매가 기업의 R&D를 촉진하지만 순효과(net effect)는 음(-)으로 작용한다고 분석한 바 있다.

Cushman, Nam, and Tatum[16]의 연구에 따르면, 미국 건설 분야에 추진된 10건의 사업 과정 사례 분석을 통하여 민간 주체가 정부의 기술 혁신적 구매 활동을 요구하고 정부는 초기 단계의 불확실성을 최소화하기 위하여 실험 사업을 발주하면 기업과 이익단체의 협력과 상호 신뢰감의 조정을 통하여 개발 초기의 불확실성을 제거하면서 공공 구매

정책이 기술적 혁신을 성공적으로 거둘 수 있음을 밝히고 있다.

공공구매 정책의 효과는 기술혁신의 단계에 따라 그 효과가 달라질 수 있으므로, 만약 기술 개발 초기의 단계라면 위험을 감수해야 하며 공급자에게 인센티브를 제공해야 기술의 혁신이 달성되고 결과로 기술의 확산 및 보급이 가능할 것이다.

김태황, 송종국[6]은 구매정책의 효과를 높이기 위해서는 몇 가지 측면이 고려되어야 한다고 설명하면서 정부의 정책이 일관성이 있어야 하고, 생산자간의 경쟁이 존재하는 시장이어야 하며, 정부가 첨단 기술에 대한 지식을 가지고 제품을 구매할 수 있을 때 공공구매정책의 기술 혁신 효과는 높다고 정리하고 있다.

정부부문 기술혁신의 결정요인을 다룬 논문은 권기영[1]이 있는데, 이는 결정 요인을 수요유발 요인, 정부적 지출요인, 기술 정보 및 인력요인, 조세 지원으로 나누어 계량분석을 한 결과 민간부문의 계수는 양으로 나타난 반면 재정적 지출은 유의성이 없는 음(-)으로 나타낸다고 정리한 바 있다.

2.2 생산함수와 생산 프론티어 모형

본 연구에서는 생산 프론티어 모형(Production Frontier Model)을 이용한다. 생산 프론티어 모형에서 사용되는 ‘기술적 효율성(Technical Efficiency)’의 개념은 일정 생산 용소의 투입과 주어진 기술 수준에서 생산 가능한 최대의 산출량과 실제 생산량의 차이(비효율성)을 의미하는데, Aigner, Lovell, and Schmidt[14]과 Meeusen and van den Broeck

[22]에 의하여 구체화 되어진 모형이다.

$$Y_i = a + X_i\beta + v_i - u_i \quad (1)$$

식 (1)처럼 표현할 경우, 기업은 i 로 표현이 되고 Y 는 종속변수로 산출량에 자연로그를 취한 값이다. 그리고 X 는 생산요소를 자연로그한 것으로 k 개의 벡터이며 β 역시 $k \times 1$ 의 벡터이다. 오차항 중에서 v 는 $i.i.d. N(0, \sigma^2)$ 로 일반 오차항을 의미한다. 기술적 비효율성은 u 로 나타나는데 이는 0보다 크거나 같은 값($u \geq 0$)을 갖는다. 따라서 항상 양(+)의 값이라는 조건을 부과하여 단측 분포(non-negative one side distribution)를 하는 것으로 가정하고 확률적 오차항 v 와는 독립적이라고 가정한다. 이렇게 단측으로 가정하는 이유는 $Y_i = a + X_i\beta + v_i$ 가 기업이 가질 수 있는 최대의 생산 변경함수로 보고 기업들은 이를 실현할 수 없는 한계를 가지고 따라서 항상 $-u$ 의 비효율성을 가지고 있는 것으로 간주한다.

문제는 기술적 비효율성 u_i 를, 합쳐있는 전체 오차항($u_i + v_i$)에서 어떻게 분리하는가 여부가 관건이 된다. 이를 위하여 초기에 선택된 방법이 u_i 의 분포를 반정규(Half normal) 분포, 지수(exponential) 분포, 일방향 분포(one-side distribution)등 일정 분포를 가정한 후에, 전체 오차항인 $v_i - u_i$ 에 대한 확률밀도함수(probability density function)를 먼저 도출하여 이를 최우법(maximum likelihood method)이나 수정 최소 자승법(corrected ordinary least square)을 사용하여 추정하게 된다. 또한 생산함수를 추정한 이후에 u_i 의 추정은 Jondrow, Lovell, Materov, and Schmidt [18]에서 제시한 $v_i - u_i$ 조건부 u_i 의 기댓값

을 이용하여 구한다.

예를 들어 u_i 가 반정규(Half normal) 분포 일 경우 u_i 와 v_i 의 결합밀도(joint density)는 아래처럼 나타낼 수 있다.

$$f(u, v) = \frac{1}{\pi\sigma_u\sigma_v} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_u^2}u^2 - \frac{1}{2\sigma_v^2}v^2\right],$$

$$u \geq 0. \tag{2}$$

여기에서 Aigner, Lovell, and Schmidt[14]의 결과를 이용하여 간단히 정리한 후에 조건부 확률분포를 도출 가능하다.

$$f(u | \epsilon) = \frac{1}{1-F} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_*} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_*^2}\left(u + \sigma_u^2 \frac{\epsilon}{\sigma^2}\right)^2\right],$$

$$u \geq 0. \tag{3}$$

여기서 σ_*^2 를 사용한 이유는 $\epsilon = v - u$ 로 정의할 경우 전체오차항 ϵ 가 주어진 상태에서 u_i 의 조건부 확률분포(conditional distribution)가 $N(\mu_*, \sigma_*^2)$ 를 따르기 때문이다. 이때 $\sigma_*^2 = \frac{\sigma_u^2\sigma_v^2}{\sigma^2}$ 이며 F는 누적 확률 분포를 의미한다. 다른 분포를 가정하여도 동일한 절차를 거치게 된다.

로그우도 함수로 표현하면 식 (4)와 같이 표현할 수 있다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \left\{ \frac{1}{2} \ln(2\pi) - \ln \sigma_s - \ln \Phi\left[\frac{s\lambda\epsilon_i}{\sigma_s}\right] - \frac{1}{2} \frac{\epsilon_i^2}{\sigma_s^2} \right\} \tag{4}$$

이때 $\sigma_s = (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{1/2}$, $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$ 이며 $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2}$, $\epsilon_i = y_i - x_i\beta$ 를 각각 나타낸다.

우리가 궁금해 하는 기업의 비효율성인 u_i 를 구하기 위하여 조건부 확률을 이용하면 식 (5)와 식 (6)처럼 나타난다.

$$E(u_i | \epsilon_i) = \mu_{*i} + \sigma_* \frac{\phi(-\mu_{*i}/\sigma_*)}{\Phi(\mu_{*i}/\sigma_*)} \tag{5}$$

$$M(u_i | \epsilon_i) = \begin{cases} \mu_{*i}, & \text{if } \mu_{*i} \geq 0 \\ 0 \end{cases} \tag{6}$$

위의 식에 의하여 기술적 비효율성을 계산할 수 있다. 기술적 (비)효율성은 조건부 기대치로 다음과 같이 표현 가능하다.

$$E_i = E\{\exp(-su_i) | \epsilon_i\}$$

이를 풀어서 쓰면 각 개별 기업의 기술적 (비)효율성은 다음과 같이 표현가능하다.

$$E_i = \frac{1 - \Phi(s\sigma_* - \mu_{*i}/\sigma_*)}{1 - \Phi(\mu_{*i}/\sigma_*)} \times \exp\left(-s\mu_{*i} + \frac{1}{2}\sigma_*^2\right) \tag{7}$$

위와 같은 u_i 가 반정규(Half normal) 분포 일 경우의 간단한 설명이지만 다양한 분포를 가정하면서 발전해 왔다. 지수(exponential) 분포(Meesun and Van den Broech[22])와 truncated normal 분포(Stevenson[23]) 등이 그 예이다.

그러나 확률적 변경모형은 점진적 발전이 이루어진다. 기술적 비효율성에 미치는 영향의 분석 방법에 따라 ‘1단계 모형(one-step model)’과 ‘2단계 모형(two-step model)’로 분류한다. 1단계 모형은 생산함수 추정과 효율성에 영향을 미치는 외생변수를 동시에 회귀분석하는 반면, 2단계 모형에서는 먼저 생산함수 및 기술적 비효율성을 추정하고 다음 단계

에서 기술적 비효율성 추정치를 종속변수로 두고 설명변수를 이용하여 단계적으로 분석하는 방법을 의미한다. 초기의 방법론은 주로 2단계 모형을 많이 사용하였다.

그러나 Wang and Schmidt[24]가 2단계 모형의 편의(Bias)가 있음을 연구한 이후에 최근에는 주로 1단계 모형을 많이 사용하므로 본 연구의 진행도 1단계 방식으로 진행하기로 한다.

1단계 모형 중에서 가장 알려진 것이 Battese and Coelli[15]의 ‘기술 비효율성 효과 모델(Technical Inefficiency Effects Model)’이며, 본 연구는 그들이 개발한 Frontier4.0을 이용하여 진행한다.

간단히 모형을 설명하기 위하여 Battese, and Coelli[15] 모형과 동일한 Kumbhakar, Ghosh, and McGuckin[19]의 표기를 따라서 설명하면, 먼저 비효율성 항 u_i 를 외생변수로 설명한다. 앞의 방법론과 비교하면 이런 외생적 설명변수를 이용하는 점에서 차이를 가진다.

$$u_i = \gamma'z_i + \epsilon_i \tag{8}$$

식 (8)은 z_i 외생변수로 비효율성 u_i 를 설명하고 있음을 나타낸다. 이때 오차항 ϵ_i 이며 $\epsilon_i \geq -\gamma'z_i$ 이다. 이렇게 되면 MLE의 표현은 다음과 같이 바뀐다.

$$\begin{aligned} \ln L = & \text{constatnt} - 1/2\ln(\sigma_v^2 + \sigma_u^2) \\ & - \sum_i \ln \Phi\left(\frac{\gamma'z_i}{\sigma_u}\right) + \sum_i \ln \Phi\left(\frac{\mu_i^*}{\sigma^*}\right) \\ & - \frac{1}{2} \sum_i \frac{(e_i + \gamma'z_i)^2}{e_i + \gamma'z_i} \end{aligned} \tag{9}$$

여기에서 $\mu_i^* = \frac{\sigma_v^2 \gamma'z_i - \sigma_u^2 e_i}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$ 이며, $v^{*2} = \frac{\sigma_v^2 \sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$

을 의미한다.

이를 이용하여 필요한 파라미터들을 구할 수 있으며 동시에 기술적 비효율성을 구할 수 있다.

최근 확률 생산 변경 모형은 광범위한 적용이 계량경제학 분야에서 일어나고 있으며 그 적용의 범위를 점차 패널(panel) 데이터 쪽으로 확산하면서 방법론적 몇 가지 제약성에 대한 완화를 이루면서 발전을 계속하고 있다. 우리나라 연구를 보면, 전영서, 조병택[11]의 경우 횡단면 분석인 Aigner, Lovell, and Schmidt[14]를 활용하였고, 박헌수, 지우석[9] 등의 경우 횡단면 분석 자료를 이용하고 있다. 노재확[7, 8]은 횡단면자료를 이용한 정보통신의 효과를 분석한 바 있다. 나아가, 김인철, 이해춘[2], 이영훈 [10], 김정민, 전영서[3], 김정우, 이회경, 이영훈[4], 김재철, 이영수[5] 등에서는 패널 데이터를 이용한 확률 생산 변경 함수를 이용한 연구를 발견할 수 있다.

3. 실증분석 결과

3.1 자료 설명

본 실증분석에 사용된 데이터는 전자거래진흥원이 실시한 ‘e비즈니스 현황조사[12, 13]’에 대한 데이터를 기초로 2007년의 856개 데이터를 추출하여 이용하였다. 원래 현황조사에 사용된 데이터 개수는 2007년의 경우 최초 5416개의 데이터 중에서 본 연구에 필요한 재무 정보 등 충분한 정보를 모두 가진 기

업 데이터를 수집한 결과 최종 856개의 자료가 남게 되었다.

‘2007 국내기업 e비즈니스 현황조사’ 통계는 기업의 정보통신 자본 투자 및 정보통신 활용에 관한 데이터를 수집하였고, 본 연구의 진행에 필요한 재무 분석의 자료는 포함하고 있지 않아서, 한국신용평가정보의 KIS-VALUE를 통해 재무관련 자료를 구하여 두 개의 데이터를 연결하여 사용하였다. 그 중에서 필요한 정보를 구할 수 없는 기업(예를 들어 재무제표가 없거나 정보통신 투자 현황 등이 없는 기업)을 제외하면서 많은 표본이 삭제되어 나갔다.

부가가치는 한국은행의 기업경영분석의 정의에 따라 영업잉여(영업손익+대손상각비-금융비용), 인건비, 금융비용, 조세공과, 감가상각비 등으로 구성되며 손익계산서 및 제조원가 명세서에 나타난 해당항목들을 합산하여 산출하였다. 여기서 영업잉여는 영업손익에 대손상각비를 가산하고 금융비용을 차감한 잔액이며, 인건비는 판매비와 관리비용 급여, 퇴직급여, 복리후생비 항목과 제조원가명세서 중 노무비, 복리후생비 항목의 합계액을 인건비로 계산하였다. 또한 금융비용은 차입금이나 회사채발행 등에 대한 대가로 지급되는 이자비용을 의미하며 조세공과는 판매관리부문과 제조부문에서 발생한 제세금과 공과를 의미한다. 감가상각비는 판매관리부문과 제조부문에서 발생한 감가상각비로 계산하였다.

채택된 사용 데이터에는 대기업의 비중은 약 26%를 달하며 나머지는 중소기업으로 구성되어 있다. 평균 부가가치는 약 300억 수준의

기업이며 평균 유형 자산의 크기는 약 3천 4백억 정도의 규모이다. 그리고 평균 노동자의 수는 약 364명에 달하는 규모를 가진 기업들이 대상으로 선정되었다.

〈표 1〉 기본 데이터 정보

항목	수치
평균 부가가치	29,797,708,365
평균 유형자산	341,092,037,616
평균 IT자본	4,587,638,114
평균 노동자수	364
대기업 비중	0.263

이용하는 데이터 항목은 기업의 부가가치, 유형자산의 크기, 그리고 노동자 수를 이용하였고 기본적으로 콕더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수를 이용하였다.

〈표 2〉 사용된 더미 데이터

총 개	잠정 고객	직접 구매	정부와 연계
856	262	135	532
비율	0.31	0.16	0.62
	z양	음	음

‘IT 활용 조사’에서 정부와 관련하여 포함하고 있는 데이터로는 첫 번째 경우를 위하여 고객 중에서 정부/공공기관이 포함된 기업 더미, 즉 정부/공공기관이 기업의 재화나 서비스의 구매에 참여할 경우를 나타내는 더미를 이용하였다. 두 번째 경우를 위하여 인터넷을 통하여 정부와 연계되어 있으면서, 정부를 상대로 지급결제가 발생하는 기업을 나타낸 데이터가 이용되었다. 세 번째의 경우를 위하여 인터넷을 통하여 정부와 연계가 되어

있는 기업의 더미로서, 정부 관련 양식을 다룬 받거나 요청하고, 정부에게 양식을 작성하고 전송하는 경우, 정부와 거래가 발생하는 기업 등 정부와 인터넷을 통하여 연계가 되어 있는 기업군을 나타내는 데이터를 활용하였다.

표에 나타난 바와 같이 정부가 고객의 일원으로 참여하는 기업의 수는 약 262개이며 이는 전체 862개 데이터 중에서 31%를 차지한다. 더욱 직접적으로 당해 연도에 구매를 실시한 기업의 수는 135개 기업이며 이는 16%를 차지한다. 마지막으로 정부와 정보통신 기술을 이용하여 연계된 기업은 532개이며 이는 62%에 달하는 기업이다.

3.2 분석 결과

앞에서 밝힌 바와 같이 본 연구의 목표는 정부의 구매 참여 나아가 특정 기술을 요구하는 구매행위가 기업의 생산성 향상 및 기업의 비효율성 제거에 영향을 주는가 여부를 분석의 대상으로 삼았다. 이 분석을 위하여 세 가지 실험을 통하여 연구를 진행하고자 한다.

첫째는 정부가 고객의 일부로 참여할 경우의 효과를 보기 위한 것이다. 다시 말하면 기업은 제품이나 서비스를 정부에 판매할 수 있으며 정부/공공기관은 이 제품이나 서비스를 구매할 수 있다. 이때 정부도 기업에 대한 잠정적 수요자로 새롭게 참여할 수 있다. 이런 경우 기업에 주는 생산성 향상 및 기술적 비효율성 제거 효과를 측정하기 위한 것이다. 이를 측정하기 위한 데이터로서 정부/공공기관이 기업의 재화나 서비스의 구매에 참여할

경우를 나타내는 더미를 이용하였다.

두 번째의 실험은 정부가 특정 정보통신 기술을 이용하여 직접 구매하는 경우이다. 이때 정부가 직접 기업의 제품과 서비스를 당해 연도에 구매했을 뿐만 아니라 특정 정보통신 기술을 요구했을 경우에 기업에 나타내는 효과를 측정하는 경우를 나타내고 있다. 이를 측정하기 위하여 인터넷을 통하여 정부와 연계되어 있으면서, 정부를 상대로 지급결제가 발생하는 기업을 나타낸 데이터를 이용하였다.

세 번째는 특정 정보통신 기술을 이용하여 정부와 연계 및 업무 연계만 있는 경우의 효과를 나타낸다. 구매 여부를 떠나서 정부와의 연계만의 효과를 보고자 한 경우이다. 예를 들면, 기업이 무역을 할 경우 정부와 관련된 업무는 반드시 전자적으로 연계가 되어야 한다고 요구할 경우 이 요구로 인하여 기업의 비효율성 개선에 도움이 되는 효과가 발생하는가를 보기 위한 것이다. 이의 효과를 측정하기 위하여 인터넷을 통하여 연계가 되어 있는 기업군을 나타내는 데이터를 활용하였다.

3.2.1 실험 1(수요자에 정부/공공기관도 포함될 경우)

첫째는 정부가 고객의 일부로 참여할 경우의 효과를 보기 위한 것이다. 다시 말하면 기업은 제품이나 서비스를 기타 기업이나 정부에 판매할 수 있으며 정부/공공기관은 이 제품이나 서비스를 구매할 수 있다. 이 경우 정부/공공기관이 기업에 대한 수요자의 일부가 될 경우 효과를 보기 위한 것이다. 이 경우 소비자층이 사적 영역뿐만 아니라 공적

영역까지 확대된다는 점에서 기업에 영향을 줄 수 있을 것으로 추측된다.

정부가 서비스나 물품을 구입할 경우의 효과를 보면 모형 1에 나타난 바와 같이 기업의 생산성 향상에는 통계적으로 유의하게 작용하지 않음을 알 수 있다. 이는 정부가 단순한 고객의 일부로 참여하는 것으로는 기업의 부가가치의 향상 또는 생산성에 명확한 결과가 발생하지 않는 이유를 짐작할 수 있다. 이는 기업의 입장에서 정부가 기업의 모든 수요를 차지하지 않을 수 있기 때문에 기업의 부가가치의 향상 또는 생산성의 향상에 대한 직접적이고 명확한 효과를 나타내지 못하는 이유로 풀이된다. 다시 말하면, 정부와 공공기관이 창출하는 부분적인 수요의 창출로는 그 효과가 명확할 수 없다는 것이다.

실험 1에는 모형 1, 모형 2 그리고 모형 3

의 세 가지 실험을 하였다. 모형 1은 정부의 수요자로서 참여가 생산성에 미치는 영향을 그리고 모형 2와 모형 3은 기술적 비효율성에 미치는 영향을 측정하였다.

모형 1은 기업의 생산성에 정통적으로 사용되는 노동과 자본 그리고 본 연구에서 테스트하려는 정부/공공기관의 수요자로 참여 사실을 나타내는 더미를 통하여 생산성을 측정할 것이다. 모형 1을 보면 전통적인 생산요소인 노동과 자본은 양의 값을 나타내었다. 그리고 그 계수의 합도 약 0.9를 나타내고 있어 규모에 관한 수확체감이 작용하고 있음을 나타낸다. 그러나 추가로 덧붙인 정부고객 더미는 -0.0963으로 음의 부호가 생산함수에서 나타났다. 그러나 이를 정부 고객이 생산성을 낮추는 것으로 해석할 수는 없다. 이유는 변수의 t 값이 통계적으로 유의미하지 않음으

〈표 3〉 정부/공공기관이 참여 효과

	모형 1	모형 2	모형 3
절편	13.055** (0.3739)	13.741** (0.3)	13.973** (0.34)
로그 자본	.284** (0.019)	0.273** (0.157)	0.276** (0.017)
로그 노동자	.613** (0.0302)	0.648** (0.0273)	0.633** (0.028)
정부 고객	-0.0963 (.068)		
delta 0		-41.33* (26.43)	
정부 고객		6.933 (4.184)	0.260 (0.16)
sigma-squared gamma		25.745* 0.98** (0.001)	1.502** 0.75** (0.00414)
log likelihood function		-1098.63	-1109.06

주) 1. () 안은 표준오차임.
 2. *, **은 각각 10%, 5%의 유의수준에서 유의함을 나타냄.
 3. gamma 값은 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$ 을 나타낸다.

로 인하여 음의 부호가 특별한 의미를 갖지 못하기 때문이다. 결국 정부의 기업에 대한 수요자로서 참여는 생산성에는 명확한 효과를 만들지 못하는 것으로 나타났다.

모형 2와 모형 3을 통하여 정부의 수요자로서의 참여 사실이 기업의 ‘기술적 비효율성 효과’에 나타내는 영향을 보고자 한다. 모형 2는 $\mu \neq 0$ (또는 δ_0)를 가정한 모델임에 비하여 모형 3은 $\mu = 0$ (또는 $\delta_0 = 0$)를 가정한 모델이다.

두 모형 모두 기업의 비효율성 존재를 가정하고 있기 때문에 추정의 결과 기업의 비효율성 존재 유무가 우선 관심의 대상이 된다. 만약 기업들에서 비효율성이 존재하지 않는다면 특별히 비효율성의 개선을 위한 방법을 찾아야할 필요는 없기 때문이다.

비효율성 존재 유무는 값 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$ 로 표시된 수치가 1에 가까울수록 비효율의 존재를 나타내게 된다. 모형 2와 모형 3 모두 0.5를 초과하여 기업에서 비효율성이 존재함을 보여 주고 있다. 또한 통계적 유의미성도 가지고 있는 것으로 나타났다.

확인된 기업의 비효율성의 개선을 위하여 정부가 기업의 물품이나 서비스의 수요자로 참여하여 주는 것이 도움이 되는가의 여부는 ‘기술적 비효율성 효과’ 추정의 결과로 알 수 있다. 결과인 δ_1 의 부호가 양으로 나타났으며 이는 비효율성을 오히려 높이고 있음을 나타낸다. 그러나 그 통계적 유의성이 낮음으로 인하여 역시 그 의미를 찾기 힘들다. 따라서 기업에 대하여 공공기관이 수요자로 단순 참여하는 것으로는 기업의 ‘기술적 비효율성 효과’ 개선에 명확한 영향이 없음을 알게 된다.

결국 정부가 기업에 대한 수요자로 참여하는 것만으로는 기업의 생산성을 높이는 효과도 명확하지 않고 나아가 기업에 존재하는 기술적 비효율성을 개선하는 효과도 명확하지 않음을 알 수 있다.

3.2.2 실험 2(정부의 직접 구매가 발생할 경우)

실험 2의 경우는 정부가 잠재적 고객으로 참여할 뿐만 아니라 당해 연도에 정보통신 기술을 이용하여 직접 구매를 행사하였을 경우의 효과를 추정하였다.

우리가 쉽게 추측할 수 있는 결과는 기업이 정부의 구매 방식인 특정 정보통신 기술을 이용하여 정부의 구매가 이루어지면, 기업에 대한 새로운 수요를 창출을 의미하며 이는 매출의 증가로 이어지고, 나아가 부가가치의 증가로 이어 질 수 있으므로 결과물과 투입 요소의 비를 고려하는 생산성에 긍정적 영향을 줄 수 있을 것으로 예상할 수 있다.

결과를 확인하기 위하여 세 가지 모형을 이용하였다. 먼저 모형 4는 생산함수에 직접 구매의 효과를 포함시킨 모형인 반면 모형 5와 6은 생산함수와 기술적 비효율성에 미치는 영향을 포함한 모형이다.

추정의 결과 모형 4에서는 생산함수의 결과를 보면 직접구매는 양의 값인 0.26의 수치를 보이면서 통계적으로 유의미하게 작용하고 있음을 나타내었다. 이는 정부의 직접 구매는 기업의 생산성을 높이고 있음을 나타낸다. 그리고 그 효과도 유효자산에서 보여 주는 0.28에 가까운 수치를 보여주고 있어 매우 중요하게 작용하고 있음도 알게 한다.

정부의 직접 구매는 기업의 기술적 비효율

성 제거에 도움이 될 것인가 여부를 보기 위하여 모형 5와 모형 6를 추정하였다.

먼저 모형 5와 모형 6에서 기업의 기술적 비효율성이 존재하는 유무를 알기 위하여 모형 4와 모형 5의 감마($\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$)값을 본 결과 0.97과 0.76으로 모두 통계적으로 유의미하게 기업의 기술적 비효율성이 존재함을 보여주고 있다. 이 결과로 인하여 존재가 입증된 기술적 비효율성의 제거에 정부의 특정 기술을 요구하는 구매활동의 효과를 추정하는 것이 필요하게 된다.

이러한 기술적 비효율성의 개선에 기업의 직접 구매가 도움을 주는가 여부를 보기 위하여 모형 5와 모형 6의 정부의 효과를 나타내는

델타 1(δ_1)의 수치를 보면 -10.71로 모형 5에서 유의미함을 보여 주며 모형 6에서는 -0.88로 역시 통계적 유의미함을 보여 주고 있다. 동시에 음의 값은 기술적 비효율성을 개선하는데 도움을 주고 있음을 나타낸다. 이 수치로써 기업의 정보통신 기술을 이용한 직접 구매 활동은 기업의 비효율성 제거에 도움을 주고 있음을 나타낸다.

모형 5과 모형 6의 차이는 ‘기술적 비효율성 효과’를 측정함에 있어 모형 5는 $\mu \neq 0$ (또는 δ_0)를 가정한 모형임에 비하여 모형 6은 $\mu = 0$ (또는 $\delta_0 = 0$)를 가정한 모형임에 차이가 있다. 본 연구에서 중요한 이슈는 아니지만 모형 5과 모형 6를 비교하여 $\mu = 0$ 의 가정을 검

〈표 4〉 정부의 직접 구매 효과

	모형 4	모형 5	모형 6
절편	12.89** (0.372)	13.68** (0.321)	13.902** (0.33)
로그 자본	0.28** (0.01)	0.277** (0.0162)	0.279** (0.0017)
로그 노동	0.604** (0.030)	0.63** (0.026)	0.627** (0.0028)
직접구매	0.269** (0.085)		
delta 0		-20.559** (8.85)	
직접구매		-10.712** (3.56)	-0.883** (0.32)
sigma-squared		14.9	1.606
Gamma		0.972** (0.012)	0.764** (0.0038)
log likelihood function		-1096.81	-1105.13

주) 1. () 안은 표준오차임.
 2. *, **은 각각 10%, 5%의 유의수준에서 유의함을 나타냄.
 3. gamma 값은 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$ 을 나타낸다.

정한다면 χ^2 분포를 이용한 LR(log likelihood ratio test)를 통하여 실험할 수 있고 이 경우 16.65의 값으로 모형 5가 모형 6보다 나은 모형임을 알 수 있다[17].

결과적으로 특정 정보통신 기술을 이용하여 정부가 기업에 대한 구매를 실시할 경우 기업의 생산성 향상에 도움이 되며 나아가 기술적 비효율성을 제거함에도 도움을 주고 있음을 알 수 있게 한다.

3.2.3 실험 3(정보통신 기술을 이용한 정부와 연계)

이번 실험은 정부가 특정 정보통신 기술을 이용하여 연계를 요구할 경우 이것이 기업의 특정 정보통신 기술과 연계 가능한 기술의 도입을 촉진하고 나아가 기업의 생산성 향상

과 기술적 비효율성 제거에 도움을 주는가를 알고자 하는 것이 목적이다.

모형 7을 통하여 정부가 용구하는 정보통신 기술을 통하여 연계하는 것이 기업의 생산성 향상에 도움을 주는가 여부를 보고자 하고 모형 8과 모형 9에서는 과연 기업의 비효율성 제고에도 도움이 되는가를 밝혀내고자 한다.

모형 7은 노동과 자본으로 구성된 생산요소에 정부의 연계 변수를 추가한 모형이다. 결과를 보면, 정부의 특정 정보통신 기술을 이용한 연계는 기업의 생산성 향상에 0.082의 양의 값과 통계적 유의미한 값으로 도움을 주고 있음을 알 수 있다.

이를 해석하면 정부에서 특정 기술을 요구하여 정부로부터 구매를 하도록 할 경우 이

〈표 5〉 정부와 연계 효과

	모형 7	모형 8	모형 9
절편	12.967** (0.373)	13.69** (0.28)	13.921** (0.339)
로그 자본	0.286** (0.018)	0.27** (0.014)	0.278** (0.0171)
로그 노동	0.605** (0.0299)	0.640** (0.027)	0.628** (0.0283)
정부 연계	0.0826** (0.063)		
delta 0		-38.634** (22.3489)	
정부 연계		-4.131* (2.716)	-0.351** (0.201)
sigma-squared gamma		27.46* (0.0089)	1.68323 (0.0036)
log likelihood function		-1099.93	1108.468

주) 1. () 안은 표준오차임.
 2. *, **은 각각 10%, 5%의 유의수준에서 유의함을 나타냄.
 3. gamma 값은 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$ 을 나타낸다.

런 정책은 기업의 새로운 기술의 이용과 확산에 도움을 줄 수 있음을 보여 주고 있으며 이를 통하여 생산성의 향상에 기여하고 있음을 보이고 있다.

모형 8과 모형 9에서 실험하고자 하는 바는 정부의 특정 기술의 요구를 통한 구매가 기업 기술적 비효율성을 제거하는 데 도움을 주는가 하는 문제에 대한 실험이다.

모형 8과 모형 9에서 먼저 기업에 있어 비효율성이 존재하는가 여부를 우선적으로 검토할 필요가 있다. 만약 존재한다면 정부와의 연계가 기업의 비효율성 제거에 도움이 되는가를 검토하는 순으로 가야할 것이다.

결과를 보면 감마(gamma) 값으로 나타난 기술적 비효율성의 존재를 보면 모형 8에서 0.98로 유의미하게 그리고 모형 9에서 0.775의 값으로 통계적으로 유의미하게 기술적 비효율성이 존재함을 보여 준다.

다음으로는 이런 기술적 비효율성을 제거하는데 정부의 특정 기술의 요구가 도움을 주는가 여부를 델타 1(δ_1)값을 통하여 살펴보면 통계적으로 모형 8에서는 유의미하게 -4.13 그리고 모형 9에서는 -0.35의 수치로 비효율성 제거에 도움을 주고 있음을 나타내고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 실험 8과 실험 9의 차이는 '기술적 비효율성 효과'를 측정함에 있어 모형 8은 $\mu \neq 0$ (또는 δ_0)를 가정한 모형임에 비하여 모형 9는 $\mu = 0$ (또는 $\delta_0 = 0$)를 가정한 모형임에 차이가 있다. 본 연구에서 중요한 이슈는 아니지만 모형 8과 모형 9를 비교하여 $\mu = 0$ 의 가정을 검정한다면 χ^2 분포를 이용한 LR(log likelihood ratio test)를 통하여 실험할 수 있고 이 경우 17.082의 값으로 모형 8이 모형 9보다 나은 모형임을 알

수 있다.

결국 실험 3에서는 정부의 연계를 위한 특정 수준의 정보통신 기술의 활용 요구는 기업의 정보통신 구비 수준을 높여 기업의 생산성의 향상에 도움을 줄 뿐만 아니라 기업의 기술적 비효율성 제거에도 도움이 되고 있음을 나타내고 있다.

4. 결 론

본 연구의 목표는 정부가 간접적으로 특정 정보통신 기술을 요구하면서 잠정적 구매자로 활동할 경우, 직접 구매할 경우, 특정 기술을 요구하면서 연계할 경우 기업의 새로운 기술 도입과 활용 촉진 그리고 나아가 기업의 비효율성 제거에도 도움을 주는가 여부를 연구의 대상으로 삼았다.

본 연구의 진행은 856개의 기업 데이터를 이용하였고, 콕더글라스(Cobb-Douglas)라고 알려진 생산함수와 생산 프론티어 모형(Production Frontier Model) 중에서 비효율성의 원인을 모형 안에서 동시에 추정하는 '기술적 비효율성 효과(Technical Inefficiency Effects Model)' 모형을 이용하여 분석하였다.

계량적 연구에서 오는 데이터 수집의 한계상 정부의 역할에 대하여 잠정적 고객으로 단순히 구매자 역할을 수행할 경우, 일정 수준의 정보 통신 기술을 이용하여 정부가 직접 구매에 참여할 경우, 특정 수준의 정보통신 활용을 요구하여 정부에 접촉을 요구할 경우로 대분하여 연구를 진행하였다.

결과, 정부가 단순히 잠정적 고객으로 참여할 경우는 기업의 생산 함수로 나타나는 생산

성 향상에 뚜렷한 영향을 주지 못함을 알 수 있었을 뿐만 아니라, 기업의 비효율성 제거에 대한 영향은 불투명한 것으로 나타났다.

그러나 정부가 특정 정보통신 기술을 이용하여 직접 구매를 할 경우 기업의 생산성 향상에 양(+)의 영향을 유의적으로 주며, 나아가 기업의 기술적 비효율성도 제거에 도움이 되는 것으로 나타났다.

또한, 일정 수준의 정보통신 활용의 요구하는 정부와 연계 역시 비록 직접적인 수요가 발생하고 있지 않음에도 불구하고, 기업의 생산성 향상에 도움이 되며 또한 기업의 기술적 비효율성 제거에도 도움이 되는 것으로 나타났다.

간단히 정리하면 정부가 특정 정보통신 기술을 요구하여 정부와 연계를 요구하는 것은 기업의 생산성 향상 및 비효율성 개선에 도움이 되고 있으며 나아가 직접 구매를 시행한다면 이 또한 생산성 향상 및 비효율성 개선에 도움이 되고 있음을 보여 주고 있다.

그러나 본 연구는 정보통신 기술을 이용한 직접 구매와 일정 수준의 정보통신을 이용한 정부와 연계에서 나타나는 효과들이 구체적으로 어떤 메카니즘을 통하여 이러한 긍정적 영향이 발생하는가를 분석하지는 못하였다. 보다 구체적 연구는 미래의 다른 연구를 통하여 진행되어야 할 것이다. 또한 이런 연구의 결과는 정부의 구매를 통한 정책, 공급을 통한 정책 또는 간접적 정책이 기술의 혁신에 미치는 영향을 파악하게 하는 중요한 의미를 가지는 만큼 앞으로 구체적이며 직접적인 데이터의 발굴도 요구된다. 이런 데이터의 제한으로 본 연구는 구체적 효과의 메카니즘을 보이지 못하는 한계를 가진다.

참 고 문 헌

- [1] 권기영, “정부의 기술혁신에 대한 지원정책의 효과분석”, 행정문제논집, 제12권, pp. 411-442, 1993.
- [2] 김인철, 이해춘, “DEA를 이용한 외환위기 전후의 은행 효율성 비교 분석”, 산업조직연구, 제11권, 제2호, pp. 1-28, 2003.
- [3] 김정민, 전영서, “기술적 효율성에 근거한 국가 경쟁력 측정에 관한 연구”, 산업조직연구, 제9권, 제2호, pp. 105-130, 2001.
- [4] 김정우, 이희경, 이영훈, “확률프론티어분석을 이용한 연구개발 투자의 OECD 국가간 파급효과”, 산업조직연구, 제9권, 제1호, pp. 35-58, 2001.
- [5] 김재철, 이영수, “동북아지역 주요 항공사들의 기술적 효율성 및 결정요인 분석”, 산업조직연구, 제12권, 제4호, pp. 1-32, 2004.
- [6] 김태황, 송종국, “기술혁신 지향적 정부 구매제도의 정책방향”, 기술경영경제학회 17회 학술발표회, 제17권, pp. 123-151, 2000.
- [7] 노재확, “확률적 변경 생산(Stochastic Frontier Production)모형을 이용한 정보통신 활용이 제조 기업의 기술적 비효율성(Technical Inefficiency)에 미치는 영향 연구”, 국제e비즈니스연구, 제12권, 제2호, pp. 273-293, 2011.
- [8] 노재확, 박해선, “ICT 활용 생산성 효과 측정 방안 연구”, IT 활용지수 개발 연구, 전자거래진흥원, 2008.
- [9] 박현수, 지우석, “우리나라 첨단 기업의 기술적 효율성 추정에 관한 연구”, 지역연구, 제20권, 제2호, pp. 1-20, 2004.

- [10] 이영훈, “한국프로농구팀의 효율성 분석”, 산업조직연구, 제8권, 제2호, pp. 87-114, 2000.
- [11] 전영서, 조병택, “한국 자동차회사의 기술적 효율성 측정 및 경쟁 요인에 관한 연구”, 산업조직연구, 제8권, 제1호, pp. 183-198, 2000.
- [12] 지식경제부, 전자거래진흥원, 국내기업 e-비즈니스와 IT활용 조사 보고서, 2008.
- [13] 전자거래진흥원, 2007 국내기업 e비즈니스 현황조사, 2008.
- [14] Aigner, S. C., Lovell, C. A. K., and Schmidt, “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models,” *Journal of Econometrics*, Vol. 101, pp. 219-255, 1977.
- [15] Battese, G. E. and Coelli, T. J., “Frontier production functions, technical efficiency and panel data with application to paddy farmers in India,” *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 3, pp. 153-169, 1992.
- [16] Cushman, N., Nam, C. H., and Tatum, C. B., “Technology transfer in building construction case of seismic design,” *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 118, No. 1, pp. 129-141, 1992.
- [17] Greene, W., “A Gamma-Distributed Stochastic Frontier Model,” *Journal of Econometrics*, Vol. 46, pp. 141-163, 1990.
- [18] Jondrow, J., Lovell, C. A. K., Materov, I. S., and Schmidt, P., “On the estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function,” *Journal of Econometrics*, Vol. 19, pp. 233-284, 1982.
- [19] Kumbhakar, S. C., Ghosh, S., and McGuckin, J. T., “A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in US dairy farms,” *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 9, pp. 279-286, 1991.
- [20] Kumbhakar, S. C. and Knox Lovell, C. A., *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press; Cambridge, 2004.
- [21] Lichtenberg, F. R., “The private R&D Investment response to Federal Design and Technical Competitions,” *American Economic Review*, Vol. 78, No. 3, pp. 550-558, 1988.
- [22] Meeusen, W. and J. van den Broeck, “Efficiency Estimation from Cobb Douglas Production Functions with Composed Error,” *International Economic Review*, Vol. 18, No. 2, pp. 435-444, 1977.
- [23] Stevenson, “Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation,” *Journal of Econometrics*, Vol. 13, pp. 57-66, 1980.
- [24] Wang, H. J. and Schmidt, P., “One Step and Two Step Estimation of the Effects of Exogenous Variables on Technical Efficiency Levels,” *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 18, pp. 129-144, 2002.

저 자 소개



노재환

1985년

1993년

1997년

1999년

2001년

2001년~현재

관심분야

(E-mail : jwroh@hansung.ac.kr)

부산대학교 경제학과

Virginia Tech 경제학 (석사)

Texas A&M 경제학 (박사)

ETRI 기술경제부

KISDI

한성대학교 무역학과 교수

전자상거래, 전자무역, IT정책