

자료포락분석을 이용한 국가표준화기관 효율성 비교

National Standardization Body benchmarking

: An international comparison using DEA

이용현*, 허은녕**

Yonghyun-Lee, Eunnyeong-Heo

I. 서론

표준화란 어떤 특성의 활동을 순서있게 접근할 목적으로 규칙을 세우고, 이것을 적용하는 과정에서 관계되는 모든 사람들의 이익을 위해 서로 협력하에 이루어지는 조직적인 행위라 말할 수 있다.

최근 들어 표준의 개념이 종전의 생산비절감의 수단이라는 소극적 개념에서 시장지배의 수단이라는 적극적 개념으로 변화하면서 표준을 지배하는 자가 세계시장을 지배하는 표준화전쟁시대로 돌입하였다.¹⁾

WTO(세계무역기구, 1995년 출범) 체제하에서 국제표준은 국가표준의 기본이 되어 수출에서의 무역장벽을 제거하고 신기술개발로 세계시장을 리드할 수 있도록 그 역할이 변하고 있다. 선진국은 개발된 신기술을 국제규격으로 만들어 시장을 선점하고 있으며, 국가간 기술이전이 확산됨에 따라, 국제교역 파트너간에 표준 및 적합성평가 요건을 통일해야 한다는 압력이 가중되고 있다. 이제 표준은 새로운 세계교역에 중요한 변수로 등장하였다.

국제표준의 역할에 대해 첫째, 국제표준은 국가간 물자나 용역의 이동을 자유롭게 하여 교역증대와 무역자유화의 기반이 될 수 있다. 세계 각국에서 서로 다른 규제기준을 가지고 있을 때 이를 무역상기술장벽(Technical Barriers to Trade)으로 간주한다. WTO의 무역상기술장벽에 대한 협정은 각종 표준(Standards), 기술규정(Technical Regulations), 적합성평가(Conformity Assessment) 등에 대해 명시하고 있다. 이는 특정 국가가 이 제도들을 의도적으로 까다롭게 운영할 경우에는 수입을 규제하는 무역장벽으로 적용될 수 있으며, 또한 실제로 악용된 사례도 많이 있기 때문에 각국의 상이한 표준, 기술규정 및 인증절차를 국제적으로 조화 내지는 통일화하여 이들이 국제무역을 저해하는 요인으로 작용하지 않도록 하기 위해서 체결되었다.

둘째, IT산업의 발전과 함께 네트워크 경제의 중요성이 극대화하여 규모의 경제 또는 세계 시장선점을 위한 전략으로 국제표준화가 추진되고 있다. 기술이나 제품개발과 동시 또는 개발 전에 국제표준 채택에 노력하고 표준을 장악한 소수기업에게 시장진출이 용이하게 되고 곧 시장을 독점할 수 있게 되어 표준주도 경쟁이 치열하게 되었다. 특히 IT 관련 첨단산업의 경우 국제표준 채택이 시장의 승자로 성립되어 제품 개발전부터 관련 기술의 국제표준화를 적극 추진하고 있다.

셋째 국제표준의 도입은 기술력이 부족한 개발도상국에게 기술이전 효과를 가져 올 수 있다. 표준은 제품과 서비스의 성능·절차·방법 등에 대한 최적의 기준으로서, 이해관계자들의 공통합의에 의한 산업과 기술의 인프라라 할 수 있다.

* 이용현, 산업자원부 기술표준원, 연구사, 871-8289, yhlee@ats.go.kr

** 허은녕, 서울대학교 지구환경시스템공학부, 교수, 880-8323, heoe@snu.ac.kr

1) Shapiro, C. and Varian, H. 1999, "The art of standards wars", California management Review, 41(2)

1. 연구배경 및 동기

우리나라는 과거 오랫동안 해외로부터의 기술도입을 통해 제품생산에 주력해 왔고 표준에 있어서도 해외에서의 도입을 당연시하여 왔다. 이런 연유에서인지 국제표준화활동은 따라가면 된다는 방식으로 스스로 주체적으로 참가하는 예가 적었다.

그러나, 최근 국제표준이 가진 영향력이 종래와는 비교도 되지 않을 만큼 커졌을 뿐만 아니라 우리나라가 세계적으로 첨단기술을 개발함에 따라 세계시장 장악을 위한 국제표준화 활동에의 적극적 참가도 또한 필수불가결해지고 있다.

대표적인 국제표준화기구인 ISO(International Organization for Standardization)는 국제적으로 통용되는 표준 및 적합성평가기준을 작성하고 학문적, 기술적, 경제적 분야에서 협력증진을 통하여 세계표준화 및 관련활동의 발전을 촉진시키기 위하여 1947년 설립되었으며 ISO의 회원은 1개국 1대표기구로 국가표준화기구가 된다.

각국의 국가표준화기구는 자국의 산업규모 및 국제교역의 국가경제내 비중에 따라 정해진 분담금을 납부하며 국제표준제정을 위한 각종 국제표준화회의의 참여 및 표준제정 문건에 대한 투표의 의무 등을 가진다. 2)

2005년 8월 현재 ISO 회원으로 가입한 국가는 156개국이고 이중 102개 국가표준화기구가 정회원으로 가입한 상태이다.

국제표준화 활동은 대부분 다자간 협력체제안에서 이루어지고 있으나 이러한 활동속에서 각국의 이익을 최대한 확보하기위해서 각 국의 표준화기구는 자국의 표준과 유사한 표준을 국제표준으로 제정하기 위한 노력의 일환으로 지역간 협력(PASC, APEC, CEN 등) 혹은 양국가간의 협력을 도모하기도 하며 또한 국제표준제정과정에서의 활발한 참여를 위해 각 기술위원회의 국제간사나 국제의장 지위를 획득하기위한 노력을 경주하기도 한다.3)

국제표준에 자국의 의견을 반영하기 위해서는 관련 국제표준화회의에 많은 기술전문가의 참여, 각 기술위원회의 의장, 간사 등의 국제적 지위 획득 등 국제표준제정과정에서의 참여가 필수적이며 가능한 많은 국제회의를 국내에 유치하는 것도 하나의 방편이 될 수 있다.

실제로 표준선진국이라 일컬어지는 영국, 독일, 미국은 2005년 말 현재, 각각 121, 114, 135개의 기술위원회에서 국제의장 및 간사의 역할을 수행하고 있다.

한국의 경우 같은 시점기준에서 7개 기술위원회의 국제의장 및 간사를 수입하고 있으며 세계10위권 규모의 분담금을 납부하고 있다.4)

이처럼, 표준화기구가 속한 국가의 경제적, 기술적, 정치적 표준화 환경에 따라 각국의 표준화기구의 역할과 역량은 차이가 있을 수 있다.

그렇다면 같은 정치적, 기술적, 경제적 환경 표준화 환경이라면 각국의 표준화기구는 같은 역할과 같은 역량을 가질까?

각국의 국가표준화기관은 정부가 직접 운영하는 경우도 있고, 정부가 위탁하여 민간이 운영하는 경우도 있으며 민간이 운영하는 경우도 있는 등 국가마다 다르게 운영하고 있다.

2) ISO회원은 국가표준화기구로 정회원과 통신회원 및 간행물 구독회원으로 구분되며 정회원의 경우 ISO 규격 및 다른 표준발행물 승인을 가져오는 모든 규격개발업무에 참가할 권리를 가진다.

국제규격안에 대한 검토와 투표는 국제표준화기구의 회원기관으로 반드시 수행해야할 의무사항으로 특히 ISO 중앙사무국이 투표에 회부하는 DIS/FDIS 문서의 경우 매년 상반기에 각국의 투표율을 집계하여 국제적으로 공표하고 있다. 이는 그 나라의 국제표준화 활동 참여도를 보는 척도로 삼기도 한다.

3) PASC(태평양지역표준회의), APEC(아시아태평양지역경제협력체), CEN(European Committee for Standardization), ETSI(European Telecommunications Standards Institute) 등

4) 2005년 경우 CHE 432,750 (세계12위(1.5%))

여러 가지 요인이 있겠지만, 여러 정치, 경제, 환경적 요인 이외에도 운영하는 체제의 방식에 따라서도 운영하는 사람의 자질과 역량에 따라서도 물론 다를 수 있을 것이다.

하지만, 주어진 인적 물적 환경내에서 각국이 보유한 자원을 가장 효율적으로 운영하기 위한 방법이 있을까? 물론 공공부문이 처한 현실은 일반 사기업과는 많이 다르기 때문에 성과 측정도 어려울 뿐만 아니라 성과에 따른 인센티브 시스템의 운용이 제한적이므로 공공부문의 효율성을 민간부문과 동일한 관점에서 비교하고 평가하는 것은 상당한 무리가 있다.

그러나 공공부문 내부에서의 유사기관간 비교와 벤치마킹은 공공부문 효율성 향상을 위한 중요한 수단이 될 수 있으므로 향후 조직의 효율성을 높이기 위한 준비단계로 경영성과가 우수한 국제적 유사조직의 업무부문간 모범적 경영사례비교(Benchmarking)에 의한 속성과 약은 의의가 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 ISO에 가입한 국가표준화기구를 대상으로 기관의 표준화활동과 업무 효율성을 비교하고 기관의 효율성을 높이기 방안을 모색하고자 한다.

일차적으로 ISO에 가입한 102개 정회원 국가중 자료확보가 가능한 70개국의 표준화 활동자료를 분석하였고 이차적으로 표준화 활동 및 규모의 비교가 의미있다고 판단되는 26개국을 선정하여 표준화활동과 업무효율성을 비교하였다.

본 연구에서는 이차적으로 시도한 26개국의 표준화활동에 대한 국가표준화기구의 업무효율성을 비교하고 효율성에 영향을 미치는 인자에 대한 분석을 수행하였다.

II. 기존 연구

1. 이론적 고찰

벤치마킹을 통해 공공조직의 효율성을 향상하고자 할 경우 여러 가지 접근방법이 있을 수 있다. 어떤 접근을 취하든지 가장 기본이 되는 것은 효율성의 측정이라 할 수 있다. 측정이 이루어져야 효율성이 높은 공공조직을 가려낼 수 있고 이를 벤치마킹 대상으로 삼을 수 있을 것이기 때문이다. 효율성을 어떻게 정의하든지 간에 그 측정은 대개 투입산출분석을 통해 이루어진다.

투입산출분석 방법들 중 본 연구는 DEA(Data Envelopment Analysis)를 활용하기로 한다. DEA는 주관적 가중치를 설정하지 않으면서도 금액으로 환산하기 어려운 복수의 투입산출요소(multiple-input output factor)를 포함시켜 효율성을 측정할 수 있고 또한 이러한 과정에서 어떠한 함수형태도 가정하지 않는다는 점에서 공공부문 효율성측정에 있어 기존의 측정 방법들과 차별화되는 장점을 가지고 있다.

DEA 모형을 통한 효율성은 투입과 산출의 관계를 의미하므로 투입의 관점 또는 산출의 관점에서 각각 측정될 수 있다. 산출관점은 일정한 투입에 대한 산출 극대화, 투입관점은 일정한 산출에 대한 투입극소화를 모색한다.

Charnes 등(1978)은 Farrell(1957)의 프런티어 효율성 측정개념에 입각하여, 각 의사결정단위(Decision Making Unit, DMU)의 기술효율성은 상대적으로 더 효율적인 DMU들이 경험적으로 형성하는 효율성 프런티어와의 관계 속에서 측정될 수 있다고 보고, 선형계획문제(linear programming problem)로 구성된 DEA모형을 제시하였다. 그러므로 DEA 효율성 측정의 핵심은 경험적 프런티어를 형성하고 이와 비교하여 한 조직의 효율성을 상대적으로 측정한다는 데 있다.

벤치마킹 정보를 보다 현실적인 차원에서 규명하기 위해서는 두가지 추가적인 작업이 필요

하다. 하나는 그 조직이 따라잡을 수 있을만한 수준의 프론티어를 새롭게 추정하는 일이고, 다른 하나는 프론티어상의 DMU중에서 최적의 벤치마킹 대상을 선별하는 일이다. 전자는 프론티어의 이동을 통해서 그리고 후자는 가장 유사한 공공조직의 규명을 통해 이루어진다. DEA 분석후 다음 단계에서 외생요인들과 DEA 효율치간 관계를 평가할 때 Tobit 회귀분석을 많이 접할 수 있다.

DEA로 얻어진 기술적 효율성에는 순기술적 효율성뿐아니라 제도, 규제, 환경 등과 같은 외부요인이 미치는 영향도 포함이 되었다. 따라서 앞에서 앞에서도 기술한바와 같이 순기술적 효율성만을 분리하고, 외부요인이 기술적 효율성에 미치는 영향을 분석하기 위해서 기술적 효율성을 종속변수로 하고 외부요인을 독립변수로 하여 토빗회귀분석을 수행한 연구들이 많이 있다.

2. DEA를 이용한 선행연구

효율성을 측정하는 비모수적 접근은 DEA 모델의 CRS(constant returns to scale), VRS(variable returns to scale)를 도입한 Charnes et al. and Banker et al.의 영향 이래 계속 발전해 왔다.

이의 목적은 DMU의 상대적인 효율성을 측정하는 것으로, 제조와 서비스 운용의 이행을 개선하고 평가하는 도구로써 중요성이 증가하고 있다.

이는 산업계, 교육계, 의료, 재정부문 등의 벤치마킹과 이행평가에 광범위하게 응용되어왔다. 예를 들면 Day, D.L., Lewin, A.Y.(1995); Sarrico, C.S(1997); Tarja Joro(1998); Pun-Lee Lam(2001); Necmi K. Avkiran(2001); K. KERSTENS(1996); Xueming Luo(2003); Petros Hadjicostas (2006); Carlos Pombo(2006); Manuel Muñiz(2006), Donna Retzlaff-Roberts(2004), Antonio Afonso(2006), Kevin Cullinane(2006), Angel M.Prieto(2006) 등이 있다.

WTO의 출범과 함께 자유무역의 추구는 세계경제의 글로벌화를 가속화시키고 이와 더불어 세계 각 국은 한편으로는 표준의 개방성을 활용하면서 또 한편으로는 이를 전략적으로 활용하려는 사례 또한 늘고 있다. 점점 더 다양해지고 중요성이 더해가는 표준과 더불어 표준화기관의 역할도 더 커지고 중요해지고 있다고 할 수 있지만, 표준과 관련된 경제학적 실증 연구도 드물고 또한 표준화기구의 효율성에 대한 연구는 전무한 실정이다.

국가표준화기구는 대부분 정부조직이거나 정부에 의해 지정한 기관이 운영하는 비영리기관이고 DEA기법은 비영리조직에 많이 응용되고 있으므로 이 연구를 위해 공공기관을 대상으로 DEA에 의해 수행된 효율성관련 연구를 검토하였다. (표1.)

또한 P.-L. Lam(2001), Benjamin B.M.Shao(2002), M.T.Balaguer-Coll(2003), John C.S. Tang(2004), Attah K.Boame(2004), Abhiman Das(2004), Ayoe Hoff(2006), L. Drake(2006)의 논문들은 1단계로 조직의 효율성을 측정하기위해 DEA를 이용하고 2단계로 효율성에 영향을 미치는 인자의 규명하기 위해 토빗분석을 수행하였다.

표 1. DEA를 이용해 효율성을 비교분석한 선행연구

paper	Method	Units	Inputs	Outputs
W.D.Zhang et al (2006)	CCR BCC	securities industry, 1980-2000	labor capital equity	commission revenue trading gains investment banking revenue revenue from asset management total revenue
L.Drake et al. (2006) *T	BCC SBM	B a n k i n g s y s t e m, 1995-2001	employee expenses non-interest expenses loan loss provisions	net interest income net commission income total other income
R.Ramanathan (2006)	CCR BCC	performance of 18 countries, 1999	age dependency ratio illiteracy rate, adult female mortality rate, infant	ratio of total labor to population life expectancy at birth, total primary education, teachers GNP per capita
P.L.La (2001) *T	BCC	T h e r m a l p o w e r generation 1995-1996	total labor	generating capacity fuel consumption
D.Retzlaff (2004)	CCR	Health care 1998 29OECD	healthcare resource: beds,expenditure,physician, MRI social environments: school expectancy,Gini	infant mortality life expectancy at birth child mortality rate
K.Cullinane (2006)	DEA BCC CCR SFA	Container port industry	terminal length, area quayside gantry yard gantry straddle carrier	container throughput
A.K.Boame (2004)	BCC CCR	urban transit 1990-1998	fleet size litres of fuel used labor	revenue vehicle kilometres
B.Watcharasriroj(2004)		public hospital	physicians nurses beds	inpatients outpatients surgeries IT
B.B.M.Shao (2002)	BCC	information technology firm 500 1988-1992	capital labor IT hardware value staff expenses IT SPENDING	value added output
T.Kirjavainen (1997)	BCC CCR	secondary school	teaching hours per week nonteaching hours experience of teachers education of teachers admission level education level of s-parent	number of student who passed their grade number of graduates score in compulsory subjects score in additional subjects

Ⅲ. 자료 및 분석 방법

1. 자 료

본 연구에서는 ISO 회원국중 26개 국가표준화기관의 2003년 표준화활동자료를 이용하였으며 이는 ISO members⁵⁾ 및 ISO website⁶⁾에서 수집하였다.

5) ISO는 ISO회원기관을 대상으로 표준화활동에 일반적인 현황자료를 조사 발간하고 있다.

6) www.iso.ch

2. 분석방법

본 연구에서는 DEA에 의한 효율성분석의 투입요소로 표준화기관의 full time staff 수와 연간 예산의 두가지를 설정하였다. 표준개발작업을 대행하는 기관의 갯수도 투입요소로 볼 수 있으나 누락된 데이터가 많고 국가마다 규모도 상이해 동 연구에서는 생략하였다.

산출요소에 대하여는, 조직의 산출을 측정함에 있어 가장 바람직한 접근은 그 조직의 존립목적 을 표현하는 지표를 활용하는 것이라 할 수 있다. 본 연구의 대상인 표준화기관의 존립목적은 무역자유화를 위한 국가간 적합성평가체제의 일치화라고 볼 수 있고, 따라서 이를 위한 각 국가의 국내외 표준화활동들을 이상적인 산출지표로 볼 수 있다.

동 연구에 사용된 투입-산출요소를 정리하면 표2과 같고 이들 요소의 통계적 특성은 표3에 요약하였다.

표 2. 1단계 DEA 분석에서의 투입/산출요소

투입 및 산출인자	설명
xstaff	Number of staffs directly employed
xbudget	Annual budget 2002
xstdno	Total number of standards published at 31 December 2002
xadoint	Number of international Standards adopted at national standards at 31 December 2002
xprojno	Number of standards projects(total)
xprate	Number of P-memberships
xvoting	Number of voting relating to DIS/FDIS
xchano	Number of TC and SC secretariats

표 3. (A)Descriptive Statistics

	인원수 (xstaff)	예산 (xbudget)	채택표준 (xadoint)	간사수 (xchano)	프로젝트수 (xprojno)	국가표준수 (xstdno)	투표율 (xvoting)
Mean	483.61	49513003	4427.76	24.38	3769.57	16449.42	716.57
Median	168	19952500	2695	5.5	1863.5	17333	723.5
Maximum	5175	501000000	11000	135	12969	27179	1434
Minimum	40	885079	340	1	50	2143	116
Std.Dev.	1016.55	98581892	3635.60	40.61	3569.06	8411.85	383.97

또한 국가표준화기관마다 주요 업무는 공통된 면이 많으나 국가마다 운영의 규모와 방식에 차이가 있어 DEA를 통해 도출되는 생산적 효율성과 기술적 효율성의 값에 대한 추가적인 분석을 수행하였다.

효율치(efficiency score)에 영향을 미칠 수 있는 제도나 환경 등의 외부요인으로서 효율치 평가시 반영되지 못했던 표준화기관의 조직유형(정부 또는 민간), 기관예산의 정부지원비율(0~100%), 표준화기관의 특정업무 수행유무(수행한다/수행하지 않는다), 기타 해당국의 산업 규모 및 국제교역의 국가경제내 비중에 따라 표준화업무 수행정도에 차이가 있을 수 있으므로 이를 나타내기 위해 ISO분담금 등을 설명변수로 토빗분석을 수행하였다.

여기서 표준화기관의 업무는 모두 10가지로 분류하였고 사용된 변수를 정리하면 표 3과 같다.

표 4. Tobit 분석시 사용된 독립변수

독립변수	설명
Std_dep	standards development affair
promotion	promotion
training	training
sales	Marketing and Sales
certi_p	Certification of products
certi_sys	Certification of management system
accredit	Accreditation
q_assure	Quality assurance consultancy
metrology	Metrology
test	Testing facilities
research	Applied industrial research
govern_b	percentage of total income from Government
p1/govern0	Legal status(government=0/nongovernment=1)
payable_ISO	payable unit as a ISO member

IV. 분석 결과

1. DEA에 의한 효율성 분석

DEA를 이용하여 얻은 표준화기관들의 효율성(efficiency score) 결과는 다음 표5와 같다. 각 표준화기관별로 전체기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성의 값을 산출하여 효율성값을 평가하였다. 여기에서 전체기술효율성은 CRS(Constant return to scale)모형에 의해, 순수기술효율성은 VRS(Variable return to scale)모형에 의해, 규모효율성은 전체기술효율성을 순수기술효율성으로 나누어서 얻은 값이다.

효율성 측정결과, 전체기술효율성(TE) 값의 평균은 0.5117 였고, 가장 효율성이 낮은 기관의 효율치는 0.0191로 표준화기관간에 효율성의 차이가 큼을 알 수 있었다. 전체평균 순수기술효율성(PTE)은 0.8401, 규모효율성은 0.6104로 효율적인 원인이 규모에 의한 요인이 그리 큰 것으로 나타나지는 않았다.

이는 규모의 요인에 의해 비효율이 발생하는 DMU가 16개, 순수기술적 요인에 의해 비효율이 발생하는 경우가 6개로 규모의 요인에 의해서 비효율이 발생하는 DMU가 많은 것에 의해서도 알 수 있다.

표준화기관이 정부기관인 경우와 비정부기관인 경우를 비교하면 전체평균과 비교할 때 큰 차이를 나타내지 않았다. 이는 운영주체의 법적지위가 기관효율에 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있다. 표준화기관의 100인 이상 및 100인 이하로 분류했을 때의 기관규모에 대한 효율성 분석에서 100인 이하의 표준화기관인 경우 효율이 상당히 높은 것을 관찰 할 수 있었으며 frontier상에 위치한 표준화기관은 모두 100인 이하 규모의 기관임을 알 수 있었다. 또한 OECD 국가와 Non-OECD국가의 비교에 대해 오히려 Non OECD국가의 효율이 높은 것을 알 수 있었다.

표 5. 각국 표준화기관별 효율성 측정결과

DMU	TE	PTE	SE
Australia	0.1022	0.1046	0.9771
Austria	0.6025	0.8832	0.6822
Czech Republic	0.7172	1	0.7172
Denmark	0.5216	1	0.5216
France	0.2203	1	0.2203
Germany	0.2526	1	0.2526
Hungary	0.6004	0.6845	0.8771
Israel	0.0191	0.0552	0.3460
Italy	0.5101	1	0.5101
Korea	0.3501	0.8359	0.4188
Poland	0.4893	1	0.4893
Russian	0.8596	1	0.8596
South Af	0.1198	0.1264	0.9478
Sweden	0.3773	1	0.3773
Turkey	0.0784	0.9311	0.0842
UK	0.0426	1	0.0426
Nether land	0.5185	1	0.5185
NewZ land	0.3438	0.8445	0.4071
Belgium	1	1	1
Brazil	0.4413	0.6706	0.6581
Canada	0.7027	0.7057	0.9957
China	0.8307	1	0.8307
Finland	1	1	1
Malaysia	0.6053	1	0.6053
Romania	1	1	1
USA	1	1	1

또한 표준화기관이 속한 국가분류를 OECD국가와 Non-OECD국가로 나누어 비교할 경우 OECD국가보다는 Non-OECD국가의 경우 훨씬 효율치가 높았으며 산출에 비해 투입되는 예산과 인력이 OECD국가가 상대적으로 많아서 인 것으로 추론할 수 있었다

표 7.에서 보여주는 것처럼 Non-OECD국가 표준화기관과 표준화기관이 정부인 경우 OECD 국가의 표준화기관과 표준화기관이 비정부인 경우보다 기관이 수행하는 업무종류가 많다는 것을 알 수 있었다.

표 6. 국가표준화기관의 효율성 분석

DMU		TE	PTE	SE
전체평균		0.5117	0.8401	0.6284
법적지위	정부기관	0.5085	0.7881	0.6898
	비정부기관	0.5141	0.8782	0.5834
기관규모	100인 이상	0.3754	0.8012	0.5201
	100인 미만	0.7693	0.9134	0.8330
국가분류	OECD	0.4963	0.8942	0.5838
	Non-OECD	0.5537	0.6932	0.7496

표 7. 표준화기구 효율에 영향을 미칠 수 있는 외부요인 요약

구분		업무수	성 격 (민간1/정부0)	1인당 GDP	ISO 분담금
all group	민간	6.5	0.95	26513	86.6
	정부	7.1	0.69	20194	80.0
	OECD	6.5	0.80	27442	87.1
	Non-OECD	8.1	0.50	3743	49.0
large group NSB	민간	7.2	1	31636	106
	정부	8	0.14	10932	34.4
	OECD	7	0.64	26196	87.1
	Non-OECD	10	0.67	8714	25.7

2. 효율성의 평가

DEA 분석을 통하여 효율성 값을 구하고 비효율적인 요인이 발생한 부문과 비효율적인 정도를 파악할 수 있다.

DEA 모형에 의해서 분석대상 DMU중 한국 표준화기관의 효율성은 0.3501이며 참조집단은 벨기에(0.33), 핀란드(1.01), 루마니아 (0.12), 미국(0.00) 이다.

이때 한국은 참조집단과 비교할 때 0.3501정도가 효율적임을 의미한다.

표 8. 한국의 표준화기구에 대한 효율치 산출표

DMU	전체기술효율성	input		잠재가격(λ)
		budget	staff	
Belgium	1	6570000	42	0.33
Finland	1	9000000	60	1.01
Romania	1	885079	86	0.12
Korea	0.3501	32731736	244	

참조집단의 잠재가격(λ 값)은 각 참조집단이 한국표준화기관의 효율성에 영향을 미치는 가중치이다. 이러한 잠재가격을 이용해서 각 DMU의 비효율적인 부문과 정도를 계산할 수 있다. 즉, 참조집단별로 잠재가격과 투입-산출벡터를 곱한후 각각의 값을 더하여 비효율적인 표준화기관이 자신의 참조집단인 효율적인 표준화기관이 위치한 프론티어상에 놓이기 위해 가져가야할 투입-산출량 값을 구할 수 있다.

구체적으로 한국의 효율성측정치를 계산해보면 표 8. 에서 효율적인 budget의 경우, $11364309.5 \text{ CHF}(0.33 \times 6570000 + 1.01 \times 9000000 + 0.12 \times 885079)$, 효율적인 staff의 경우는 $84.78 \text{ 명}(0.33 \times 42 + 1.01 \times 60 + 0.12 \times 86)$ 으로 계산될 수 있고, 따라서 비효율적인 정도는 각각 0.65, 0.65 가 되어 전체적인 효율성은 $0.35(100 - 0.65 = 0.35)$ 임을 알 수 있다.

이와 같은 계산과정을 통하여 초과 투입량 및 초과비율, 과소산출량 및 과소비율을 계산할 수 있지만, 이는 이론적인 면이 강하다.

그러나 개선의 여지는 있을 것으로 판단되어 2단계로 Tobit 회귀분석을 통해 효율에 영향을 미치는 인자를 보다 정확히 분석해 보고자 시도하였다.

3. 효율성에 대한 영향요인 분석

국가표준화기관들의 업무는 대략 12가지업무로 나뉘어지며 국가마다 업무종류의 차이를 가진다. 예를 들면 한국의 경우는 표준개발업무, 정보제공업무, 대중홍보 및 증진업무, 시스템인증업무, 법정계량업무, 시험기능 그리고 연구개발업무를 수행하며 기타 추가의 업무도 수행하는데 비해 미국의 경우는 표준의 정보제공업무, 대중홍보, 교육훈련, 인정업무를 수행하고 있다. 표준화기관의 업무는 대부분 이윤추구라기보다 대중에게 표준의 특성중에 하나인 개방성을 원칙으로 정보제공이나 대중화를 위한 업무가 주를 이루기 때문에 정부가 직접 운영하거나 민간에 위임하는 형식으로 운영되고 지원되는 정부예산 또한 국가마다 다르다.

표 9. 표준화기관별 업무영역

	업무 종류 : (공통업무 : 표준관련 정보제공)										
	표준개발	보급	훈련	판매	제품인증	시스템인증	인정	품질보증	계량	시험검사	연구
Australia	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
Austria	○	○	○	○	×	○	×	×	×	×	×
Belgium	○	×	×	○	×	○	○	×	×	×	○
Brazil	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
Canada	×	○	○	×	×	×	○	×	×	×	×
China	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
Czech	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
Denmark	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
Finland	○	○	×	○	×	×	×	×	×	×	×
France	○	○	○	○	○	○	×	○	×	×	×
Germany	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
Hungary	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	×
Israel	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○
Italy	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
Korea	○	○	×	×	×	○	○	×	○	○	○
Malaysia	○	○	×	×	×	×	○	×	×	×	×
Poland	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
Romania	○	○	○	○	×	○	×	×	×	×	×
Russian	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
SouthAf	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	×
Sweden	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
Turkey	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○
UK	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	○
USA	×	○	○	○	×	×	○	×	×	×	×
Nether	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
NewZD	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×

본 연구에서는 표준화기관들의 업무종류와 기관성격, 정부예산의 투입정도가 효율성에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다.

표준화기관에서 하고 있는 업무의 종류는 크게 12가지로 분류할 수 있고 기관성격은 정부기관과 정부에서 위임받은 민간기관으로 분류할 수 있으며 또한 정부예산의 투입은 0%~100%까지 세분화시킬 수 있다.

또한 한 국가의 경제규모나 발전정도에 따라서 표준화업무에 참여하는 정책적 의지나 규모도 달라질 수 있으므로 이를 반영할 수 있는 인자를 고려하였다. (표9, 표10)

표 10. 각국 표준화기관의 성격 및 경제규모

	정부예산지원 비율	업무수	민간(0) /정부기관(1)	GDP/Capital	payable unit	효율
Australia	2.5	7	0	32437	48	10.22
Austria	11	6	0	36004	37	60.25
Belgium	29.4	6	0	34336	76	100
Brazil	17	7	0	4333	68	46.73
Canada	56.1	4	0	30574	121	70.27
China	100	11	1	1700	129	83.07
Czech	36	5	1	10551	13	71.72
Denmark	29	7	0	45330	28	52.16
Finland	28	4	0	35565	21	100
France	0	8	0	32918	199	22.03
Germany	11	7	0	33346	280	25.26
Hungary	26	8	0	9970	12	60.04
Israel	3	10	0	17294	17	1.91
Italy	24	7	0	29644	154	51.06
Korea	100	8	1	14153	73	35.01
Malaysia	100	4	1	4217	32	60.53
Poland	75.23	5	1	6328	23	48.93
Romania	0	6	0	3362	5	100
Russian	82	11	1	4093	42	85.96
SouthAf	26	10	0	4755	18	11.98
Sweden	10	5	0	38931	42	37.73
Turkey	0	10	1	4207	24	7.84
UK	1.5	9	0	35634	193	4.26
USA	3	5	0	39732	280	100
Nether	1	5	0	37285	94	51.85
NewZD	0	5	0	24608	8	34.38

일차적으로 DEA 분석에 의한 효율성의 원인이 무엇인지를 분석하기 위해 상기 언급한 인자들을 반영해 Tobit 회귀분석을 수행하였다. 인자 선정에 대해 표준화기관마다 수행업무의 차이가 있고 표준화기관이 속한 국가마다 처해진 여건이 다르므로 이를 최대한 반영할 수 있도록 분석인자를 선정하였다. 이에 대한 회귀분석 결과를 표 11.에 나타내었다.

효율성에 영향을 미치는 유의적인 변수는 1% 유의수준에서 교육훈련업무($\beta = -33.949$, $p < 0.01$), 판매업무($\beta = 95.412$, $p < 0.01$), 제품인증업무($\beta = -28.070$, $p < 0.01$), 인정업무($\beta = 46.686$, $p < 0.01$)였고 5% 유의수준에서는 표준개발업무($\beta = -48.006$, $p < 0.05$), 시스템인증업무($\beta = 24.737$, $p < 0.05$), 정부예산지원비율($\beta = 0.3768$, $p < 0.05$)이 추가되었다.

즉 표준개발업무와 교육훈련업무, 제품인증업무를 할수록 기관효율에 부정적인 영향을 주었고 규격판매업무, 시스템인증업무, 인정업무를 할수록 기관효율에 긍정적 영향을 줄 수 있었고 정부예산지원 비율이 많을수록 기관효율이 높은 결과를 나타내었다.

또한 10% 유의수준에서는 ISO분담금과 규격보급업무, 계량업무도 유의한 변수로 볼 수 있으며 규격보급업무는 기관효율과 정의 관계인 반면, ISO 분담금과 계량업무는 기관효율과 부의 관계를 나타내었다.

표 11. Tobit 모형의 추정치 (전체효율성)

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
표준개발	-48.006340	20.448184	-2.35	0.0189*
보급	48.487121	25.624420	1.89	0.0585
교육훈련	-33.949001	12.095352	-2.81	0.0050**
판매	95.412759	13.714925	6.96	<.0001**
제품인증	-28.070847	9.299609	-3.02	0.0025**
시스템인증	24.737609	9.692128	2.55	0.0107*
인정	46.686491	16.531212	2.82	0.0047**
품질보증	-9.777470	12.706907	-0.77	0.4416
계량	-26.698988	13.937793	-1.92	0.0554
시험검사	-8.322206	12.974536	-0.64	0.5212
연구개발	-5.375608	16.947004	-0.32	0.7511
정부예산지원비율	0.376847	0.188190	2.00	0.0452*
민간1/정부0	12.404128	12.429500	1.00	0.3183
ISO 분담금	-0.081269	0.048935	-1.66	0.0968

** p-value : 1% 수준에서 유의(**), 5%수준에서 유의(*), Log likelihood : -101.705

두 번째 DEA 모형에서 도출된 순수효율성 값을 종속변수로 회귀분석한 결과, 효율성에 영향을 미치는 유의적인 변수는 5% 유의수준에서 제품인증업무($\beta = -26.4050$, $p < 0.05$), 계량업무($\beta = 48.611421$, $p < 0.05$)였고 10% 유의수준에서는 규격판매업무($\beta = 34.5070$, $p < 0.1$)가 유의한 변수로 나타나 기관효율과는 정의 관계를 보였으며 민간에서 운영하는 경우가 정부에서 운영하는 경우보다 기관효율에 긍정적인 영향을 미쳤다.

표 12. Tobit 모형의 추정치 (순수기술효율성)

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
표준개발	22.587013	29.411489	0.77	0.4425
보급	0.619984	36.856685	1.10	0.2704
교육훈련	-2.330632	17.397254	-0.13	0.8934
판매	34.507007	19.726753	1.75	0.0802*
제품인증	-26.405090	13.376020	-1.97	0.0484**
시스템인증	9.851873	13.940595	0.71	0.4798
인정	18.163031	23.777542	0.76	0.4449
품질보증	6.019575	18.276880	0.33	0.7419
계량	48.611421	20.047316	-2.42	0.0153**
시험검사	0.503272	18.661827	0.03	0.9785
연구개발	17.794100	24.375589	0.73	0.4654
정부예산지원비율	0.063580	0.270682	0.23	0.8143
민간1/정부0	34.256150	17.877871	-1.92	0.0553*
ISO 분담금	0.114260	0.070385	1.62	0.1045

** p-value : 5% 수준에서 유의(**), 10%수준에서 유의(*), Log likelihood : -111.156

마찬가지로 세 번째 DEA 모형에서 도출된 규모효율성을 종속변수로 회귀분석한 결과, 1% 유의수준에서 유의적인 변수는 표준개발 ($\beta = -65.2585$, $p < 0.01$), 규격판매(Marketing & sales)($\beta = 71.7265$, $p < 0.01$), 인정업무 ($\beta = 43.8545$, $p < 0.01$), 연구개발업무 ($\beta = -43.8617$, $p < 0.01$), ISO 분담금 ($\beta = -0.182545$, $p < 0.01$)로 나타났으며 규격판매업무와 인정업무는 기관효율과 정의 관계를 보였고, 표준개발업무와 연구개발업무와는 부의 관계를 보였다. 또한 ISO 분담금이 많은 기관이 효율성이 높지는 않다는 분석결과를 보였다.

표 13. Tobit 모형의 추정치 (규모효율성)

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
표준개발	-65.258546	20.199141	-3.23	0.0012**
보급	3.352486	25.312336	0.13	0.8946
교육훈련	-30.174908	11.948039	-2.53	0.0116*
판매	71.726531	13.547887	5.29	<.0001**
제품인증	-6.631239	9.186347	-0.72	0.4704
시스템인증	23.683069	9.574084	2.47	0.0134*
인정	43.854503	16.329876	2.69	0.0072**
품질보증	-7.859269	12.552146	-0.63	0.5312
계량	0.875972	13.768040	0.06	0.9493
시험검사	5.155882	12.816515	0.40	0.6875
연구개발	-43.861774	16.740601	-2.62	0.0088**
정부예산지원비율	0.294607	0.185898	1.58	0.1130
민간1/정부0	25.065640	12.278118	2.04	0.0412*
ISO 분담금	-0.182545	0.048339	-3.78	0.0002**

** p-value : 1% 수준에서 유의(**), 5%수준에서 유의(*), Log likelihood : -101.387

위의 세 개의 회귀모형에서 공통적으로 효율성에 영향을 미치는 영향변수는 교육훈련업무, ($\beta = -33.949$, $p < 0.01$), 판매업무($\beta = 95.412$, $p < 0.01$), 제품인증업무($\beta = -28.070$, $p < 0.01$), 인정업무($\beta = 46.686$, $p < 0.01$)였고, 5% 유의수준에서는 표준개발업무($\beta = -48.006$, $p < 0.05$)로 나타나, 판매업무와 인정업무를 하는 기관일수록 기관효율에 정의 영향을, 교육훈련업무와 표준개발업무를 할수록 기관효율에 부의 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

V. 결론 및 고찰

본 연구에서 선정한 투입산출요소가 과연 국가표준화기관의 전반적인 투입산출요소를 대변하는지의 여부는 본 연구에서 채택한 DEA 모형 전반의 타당성과 직결되는 것이다. 하지만 DEA의 경우 투입산출요소 선정의 타당성 여부를 검증할 수 있는 고유의 통계적 수단은 제시되어 있지 않다.

대부분의 DEA연구들은 선형적 내지 이론적인 측면에서 투입산출 모형을 구성하는 것이 일반적이며, 이점은 DEA가 지니는 근본적인 한계 중 하나로 지적된다.

DEA 기법은 선형계획법에 의거 일정한 DMU를 측정대상으로 하여 경영실적의 상대적 효율성을 비교측정하는 방법이다. 이 방법은 효율적 프론티어상에 있는 의사결정단위에 비교하여 비효율적인 의사결정단위의 비효율성의 크기와 효율적이 되기 위한 방안을 제시할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서 DEA 분석결과에 따르면 표본 국가표준화기관의 전체기술효율성 값은 평균 0.5128, 순수기술효율성 값은 0.8401, 규모효율성 값은 0.6104로 순수기술 비효율성보다 규모의 비효율성이 더 큰 것으로 나타나 업무의 생산성을 높이는 것도 중요하지만 표준화기관의 규모를 확대하거나 축소하는 것이 기관의 효율을 높이는데 영향을 준다는 것을 암시하고 있다.

DEA 기법은 효율성을 평가하는 탁월한 기법임에도 불구하고 DEA 모형의 투입 및 산출변수의 선정이 어떻게 하는가에 따라 효율성의 값이 다르게 나올 수 있기 때문에 적용시 유의하여야 할 것이다. 변수선정의 타당성을 높이기 위해 선행연구들을 참조하여 변수를 선정하였지만 표준화기관효율에 대한 비교분석에 대한 연구는 전무하므로 구체적인 기준이나 체계

에 미흡함이 있을 수 있다는 것을 밝히고 싶다. 둘째, DEA 모형은 분석대상 DMU 들간의 상대적 효율성을 측정하는 데는 유리하지만 절대적인 값이 아니라는 점, 셋째 표본구성에 따라 각 DMU의 효율성값이 1인 기관이라도 개선의 여지가 없다는 것은 아니라는 것이다. 한편 효율성의 차이가 왜 나는지, 효율성에 영향을 미치는 요인이 무엇인지에 대해 토빗모형을 이용하여 설명변수의 영향을 추정하고 있으나, 그 결과 효율성에 긍정적 영향을 미치는 영향변수는 판매업무, 제품인증업무, 인정업무였고 부정적 영향을 미치는 변수는 표준개발업무, 교육훈련업무로 판매업무와 인정업무를 하는 기관일수록 기관효율이 상대적으로 높다고 볼 수 있고 교육훈련업무와 표준개발업무를 할수록 기관효율이 낮아진다고 볼 수 있다. 또한 효율성값이 1인 기관들의 업무수를 고려하면 상대적으로 적은 업무에 집중하고 있는 것을 볼 수 있다. 표준화기관이 정부기관인 경우를 포함하여, 비효율성이 높은 기관들은 상대적으로 업무범위가 더 넓은 것을 확인할 수 있었다. 이는 분석대상 기관들 중 비효율성을 초래하고 있는 대부분의 기관(22중 16)들이 규모의 비효율성을 초래하고 있다는 분석결과와 일치한다고 볼 수 있다.

본 연구의 결과로 효율성과 영향요인간 인과적 관계로 보고 있으나 표준화기구가 이익단체는 아니라 해도 정부기관이 아닌 민간에서 위임하여 운영되는 기관이 많고 업무종류에 따라 이윤추구가 목표시되는 업무가 기관의 효율을 높이는 방향으로 작용하는 것을 고려할 때 상호작용이 있다고도 볼 수 있을 것이다.

이는 연간 기관예산의 성격 및 종류와 연간 변화추이 등의 데이터를 추가한 모형형태로 추가 연구가 진행될 필요가 있을 것이다.

참고문헌

- Anger M.Prieto, (2006), "Network DEA efficiency in input-output models: with an application to OECD countries", European Journal of Operational Research
- Antonio Afonso,(2006), "Cross-country efficiency of secondary education provision: A semi-parametric analysis with non-discretionary inputs", Economic Modelling
- Banker RD, Charnes A, Cooper W.(1984). "Models for the estimation of technical and scale efficiencies in data envelopment analysis." Management Science 30,1078-
- Bruno Ventelou and Xavier Bry, (2006), "The role of public spending in economic growth: Envelopment method". Journal of Policy Modeling 28, 403-413
- Charnes A, Cooper W, Lewin AY, Seiford LM.(1994). Data envelopment analysis. Boston: Kluwer Academic Publishers
- Donna Retzlaff-Roberts, (2004)."Technical efficiency in the use of health care resources: a comparison of OECD countries".Health Policy 69, 55
- Gerhard Reichmann,(2006)," University library benchmarking:An international comparison using DEA", International Journal of Production economics 100, 131-147
- Kaoru Tone and Miki Tsutsui, (2006), "Decomposition of cost efficiency and its application to Japanese-US electric utility comparisons", Socio-Economic Planning Sciences
- Kevin Cullinane,(2006)."The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis", Transportation Research part A 40,354-374

- Leigh Drake, et al.(2006), " The impact of macroeconomic and regulatory factors on bank efficiency: A non-parametric analysis of Hong Kong's banking system", Journal of Banking & Finance 30, 1443-1466
- Wei David Zhang, et al, (2006),"Technical progress, inefficiency, and productivity growth in the US securities industry, 1980-2000", Journal of Business Research 59, 589-594
- 『기술표준백서』(2005), 산업자원부 기술표준원
- 『미래사회와 표준』(2005), 한국표준협회
- 양동현(2001), "DEA모형을 이용한 종합병원의 효율성 측정과 영향요인", 병원경영학회지, 제10권 1호, 71-92
- 오동일(2000), "가중치에 대한 제약 및 분석표본수에 따른 DEA효율성과 참조집단의 변화에 대한 실험연구", 경영학연구 제29권 4호, 748-768
- 윤경준(2000), 한국 행정학보 제39권 제2호, 233~262