

표준과 기술혁신의 연관성에 관한 소고

성태경*

<요 약>

최근 '신표준경제'(New Standards Economy)라는 말이 나올 정도로 지식기반경제에서 (기술)표준은 국가경제 및 산업, 그리고 기업경영에 있어서 핵심요소로 부각되고 있다. 본 연구는 표준 및 표준화의 개념을 검토하고, 표준과 기술혁신의 연관성에 관한 경제이론을 재구성하였다. 즉 표준과 기술혁신의 연관성을 표준의 경제적 기능에 따라서 정리하고, 제품 및 공정의 차원, 기업혁신활동 차원, 그리고 국민경제적 차원에서 각각 살펴보았다. 이를 통하여 도출된 몇 가지 결론 및 시사점은 다음과 같다. 첫째, 표준은 그 기능(호환성, 품질확보/안전성, 정보제공, 다양성 감소)에 따라서 기술혁신에 미치는 효과가 상이하게 나타나며, 특히 기술혁신의 장애요인으로 작용할 수 있다. 예를 들어 호환성 표준의 경우 구기술에서 신기술로의 전환을 방해하는 잠김효과(lock-in effect)를 가져오며, 다양성 감소표준은 말 그대로 범위의 경계를 축소시킨다. 둘째, 표준 및 표준화는 제품혁신 및 공정혁신 측면에서도 긍정적인 역할을 수행한다. 셋째, 표준은 R&D활동, 생산 및 제조활동, 시장 침투 및 확대, 공급사슬, 기술이전 등 기업혁신활동의 전 단계에 걸쳐 기술혁신을 촉진시키므로 이를 고려한 기업과 산업의 전략, 더 나아가서 정부의 R&D정책이 요구된다. 넷째, 국가혁신시스템(NIS) 관점에서 볼 때 표준은 인프라기술(infra-technology)로서 공공재적 성격을 가지므로 정부는 표준 및 표준화제도에 대한 적정투자 수준을 결정해야 한다. 이와 같은 표준과 기술혁신의 연관성에 대한 이론적 논의를 토대로 향후 구체적인 가설설정을 통해 실증적인 검증이 요청된다.

핵심주제어 : 표준, 표준화, 기술혁신, 국가혁신시스템, R&D정책

I. 서 론

정보화 사회 및 지식기반경제에서 표준(standards)은 국가경제 및 산업, 그리고 기업경영에 있어서 핵심요소로 부각되고 있다. 과거에 표준은 신제품 혹은 신시장이 출현한 이후, 하나의 기술적인 이슈 혹은 품질관리의 문제로 취급되었으나, 최근 시장의 글로벌화와 새로운 비즈니스 모델의 출현으로 표준화(standardization)는 다양한 산업에서 제품개발과 경쟁양식의 중요한 고려 요소가 되었다. IT산업에서 통신기술의 표준화는 필수적이며, 많은 국가와 기업들이 기술표준의 선점을 통해 시장 지배적 위치를 확보하는데 사활을 걸고 있다. 예를 들어 중국은 최근 거대한 자국 시장을 바탕으로 무선 랜 및 3세대 이동통신 표준 등을 제정하여 미국 등 선진국과 국제표준 선점 경쟁을 벌이고 있다.

특히 표준은 기술혁신과 밀접히 연관되어 있다. 국민경제적인 차원에서 표준은 그 자체가 하나의 지식으로서 국가혁신시스템 내에서 중요한 역할을 수행한다. 즉 표준은 혁신시스템 내의 어떤 기업도 접근할 수 있는 인프라기술(infra-technology)을 구성하는 중요한 요소로서 과학기반으로부터 생산되며, 원천핵심기술을 지원한다. 표준은 산업기반과 상호연관관계를 가지면서 제품 및 공정기술도 지원한다. 표준은 기업 차원에서도 기술혁신을 촉진시킨다. 표준은 기업에게 하나의 규제 혹은 제약으로서 기업의 기술혁신활동을 위축시키는 요인이 되기도 하지만, 기업의 혁신단계, 즉 R&D단계, 생산단계, 판매단계 등에 걸쳐서 혁신을 지원한다.

하지만 아직까지 표준과 기술혁신 간의 관계에 대해서 산발적으로 언급되고 있을 뿐 체계적으로 이해되고 있지 못한 실정이다. 최근 영국, 독일, 미국 등 해외에서는 표준 및 표준화에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔으나, 표준화가 기술혁신에 미치는 영향에 대한 연구기반은 매우 미흡한 것으로 평가되고 있다(Blind, 2004). 개별 사례를 통해 표준화의 양면성을 부각시키는 데 그치고 있으며(Allen and Sriram, 2000).¹⁾ 표준의 경제적 효과를 측정하는 연구에서도 표준화의 '기술혁신에 대한 영향'이 명확히 발견되지 않았다(Coursey and Link, 1998).

국내의 경우 정책당국이 기술혁신과정에서 기술표준의 중요성을 인식하고, 지식경제부 기술표준원을 중심으로 기업혁신을 위한 표준화 정책을 강화하여 왔다. 그러나 정책을 담당하는 책임자들뿐만 아니라 실무기관 구성원들조차 표준

1) Allen and Sriram(2000)은 금화주조, 타자기 키보드 배열(QWERTY), 유압시스템, 제품데이터 교환 등 네 개의 사례를 통해 기술혁신과 표준의 연관성을 설명하였다.

및 표준화 정책과 관련된 기본적 경제원리에 대한 이해가 부족한 실정이다. 특히 기술혁신과정에서 표준의 역할에 대한 이해가 절실히 요청되고 있다.

본 연구의 목적은 표준과 기술혁신의 연관성을 제품 및 공정 차원, 기업차원, 그리고 국민경제적 차원 등 다각적인 측면에서 고찰하는데 있다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 제Ⅱ절에서는 표준 및 표준화, 그리고 기술혁신의 개념을 정립한다. 제Ⅲ절에서는 표준의 경제적 기능 따른 기술혁신과의 관계를 살펴본다. 제Ⅳ절에서는 제품 및 공정 차원에서 표준과 기술혁신의 연관성을 밝힌다. 제Ⅴ절에서는 기술혁신 단계별로 표준의 역할을 분석하고, 제Ⅵ절에서는 국민경제적 차원에서 표준 및 표준제도의 기술혁신에 대한 역할을 고찰한다. 마지막 제Ⅶ절에서는 연구결과를 요약하고 정책적 시사점 및 향후 연구 과제를 제시한다.

Ⅱ. 표준과 기술혁신의 정의 문제

표준과 기술혁신 간의 연관성을 살펴보기 전에 먼저 각각의 개념을 분명히 하고자 한다. 표준을 사전적으로 정의하면, 어떤 행동에 대한 합의된 방법'(an agreed way of doing something)이라고 할 수 있다. 기업에 있어서 표준은 효율성 등 경제적 이득을 실현하기 위하여 모든 유형의 기업 활동에 활용될 수 있는 기술지식(technological knowledge)의 한 형태이다. 표준은 공식적으로 기록되거나 출간될 수도 있고, 암묵적 관례가 될 수도 있다. 표준은 제품, 공정, 또는 서비스에 적용될 수 있다. 하나의 공식적인 표준은 다음과 같이 정의된다.

“표준이란 주어진 여건 하에서 최적의 질서 확립을 목적으로, 활동 및 그 결과에 대한 특성, 규칙, 또는 지침을 제공하는 문서로서, 공통되고 반복적인 사용을 위하여 합의에 의해 제정되고 인정된 기관에 의해서 승인된 것이다.”(ISO/IEC, 2004, 8)

표준은 실제 혹은 예측된 성과가 측정될 수 있는 기준으로서 기술적인 체계(technical regimes)를 형성한다. 하나의 표준은 구체적으로 다음과 같이 설명될 수 있다(Munden and Bolin, 2005).

- 두 개의 별도 기술이 공통된 인터페이스를 통해서 상호 운용될 수 있는

방법

- 계량 단위(예: 미터) 등 측정기준
- 기업이 정부규제를 충족시킬 수 있는 방법
- 전문적인 자격증과 같은 지식이나 성과의 수준
- 제품이나 서비스의 질
- 특정한 비즈니스 프로세스

따라서 하나의 표준은 사용자의 요구, 생산자의 기술적 가능성 및 비용, 그리고 정부의 공공규제 간의 균형을 표출하는 것으로 볼 수 있다.

산업표준(industrial standards)은 한 산업 내에서 제품, 생산공정, 형식, 과정 등 모든 요소가 공동으로 만족시켜야 하는 제원의 집합을 말한다. 표준화(standardization)는 이러한 일치성(conformity)을 확립하는 조직적 활동으로, 경제적인 효율성 증대를 목적으로 한다.

한편 기술혁신은 신제품 혹은 신공정 등 기술적 혁신(technological innovation)에 국한되어 정의되기도 하지만 제도적 혁신(institutional innovation), 시장창출 등을 포함하여 폭넓게 정의할 수 있다. 본 연구에서는 Schumpeter (1934)의 전통에 따라 기술혁신을 '새로운 조합'(new combination)을 추구하는 활동으로 정의하고자 한다. 여기서 '새로운 조합들'은 신제품 개발, 신공정 개발, 신시장 개척, 신조직 창출 등 넓은 의미의 혁신 개념이다.²⁾ 기술혁신의 단계별로 보면 새로운 아이디어가 생성되어 발명, 개발, 그리고 상업화의 과정을 거쳐 경제적 성과로 이어지는 일련의 과정을 말한다.

Ⅲ. 표준의 경제적 역할과 기술혁신

표준은 그 경제적 역할³⁾에 따라 기술혁신에 미치는 영향이 다르게 나타난다. 따라서 표준과 기술혁신의 연관성을 다루는 기존 연구들은 표준의 경제적 역할을 기준으로 분석을 진행해 오고 있다(Swann, 2000, Tasse, 2000, Blind, 2004). 표준의 경제적 역할은 호환성 증진, 품질확보 및 안전성 증진, 정보제공,

2) Oslo Manual 제3차 개정판에서도 이러한 정의를 채용하고 있다(OECD, 2005).

3) '합의된 방법'으로서의 표준은 경제적 측면에서만 아니라 법, 사회관계, 정치, 엔지니어링 측면에서도 분석할 수 있다(Swann, 2000). 여기서 표준의 경제적 역할이란 경제적 측면에서 본 것이며, 궁극적으로는 비용절감 혹은 효율성 제고라는 경제적 효과를 가져 올 수 있다.

다양성 감소 등으로 구분되고 있다

1. 호환성 증진

표준은 어떤 한 제품은 그 제품 혹은 서비스 시스템 내에서 보완적인 제품들과 서로 대체하여 작동해야만 한다는 특성을 규정한다. 대표적인 예로 A4, B5, B3 등과 같은 복사용지 규격을 들 수 있다. 이러한 호환표준은 상이한 제품 간 뿐만 아니라 기업간, 국가간 상호 운용성을 촉진시킨다.

이러한 호환성 혹은 인터페이스 기능 표준은 시스템 내에서의 요소결합과 네트워크의 연결 가능성을 높임으로써 기술혁신에 긍정적으로 영향을 미친다. 예를 들어 인터넷 상에서 거래를 가능하게 하는 ebXML(Electronic Business XML) 표준은 다양한 형태의 기술혁신을 유발하고 있다. 구체적으로 ebXML 표준은 환자에 대한 의료정보의 취급이 어려운 의료산업에서 자료의 전송 및 통합을 가능하게 한다(Fanning, 2007). 더 나아가서 호환성 표준은 시장을 통합시키며, 시장에서 임계물량(critical mass)을 확보할 수 있도록 한다.

그러나 호환성 표준은 기존기술에서 신기술로의 전환을 방해하는 요인으로도 작용할 수 있다. 이는 네트워크 외부성으로 인해 나타나는 기술적 고착화(lock-in) 현상으로 인한 것이다. 예를 들어 모든 컴퓨터에서 마우스, 키보드, 저장장치 등을 본체와 연결할 때 사용하는 USB(Universal Serial Bus) 포트는 호환성 표준인데, 이를 대체할 수 있는 우월한 신기술이 나온다 하더라도 기존 제조업체나 사용자들이 기존의 기술을 고수하려는 경향이 있다는 것이다. 이는 전환비용(switching cost)이 크기 때문이다.

2. 품질확보/안전성 증진

표준은 제품이나 서비스의 기능, 효율성, 안전성, 환경효과 등과 같이 다양한 측면에서 '수용 가능한' 수준 혹은 최소 기준을 규정한다. 전기안전규격, 호텔 등급표시, 장난감 안전기준 등이 대표적인 품질확보 /안전성 표준의 예이다.

최저품질 및 안전성 확보 표준은 기본적으로 제품에 대한 정보비대칭성의 문제를 경감시키며, 신제품이 시장에 진입할 경우에 인증(accreditation) 등을 통해 수용가능성을 높임으로써 기술혁신의 성공을 가능하게 한다. 그러나 규제에 의해 기술의 폐쇄성을 초래하여 기술혁신에 부정적인 영향도 미칠 수 있다.

3. 정보제공

표준은 평가된 과학적 혹은 공학적 정보가 제공되는 것을 돕는다. 이러한 정보는 제품특성을 설명하거나, 수치화하고, 평가하기 위한 서적, 전자데이터베이스, 용어집, 시험 및 측정 방법의 형태로 제공된다. 가장 쉬운 예로 공공시설 표시 형식을 들 수 있다. 특히 첨단기술제품에 있어서 널리 받아들여지는 시험 및 측정표준(measurement standards)의 범위는 구매자와 판매자 간의 거래비용을 크게 감소시킨다.

참조표준(reference standards)도 정보제공기능을 수행한다. 참조표준은 신뢰할 수 있는 수치 데이터를 말하는데, 데이터와 정보의 정확도와 신뢰도를 공인하기 위한 자료로 사용되며, 각종 과학기술 물성 값, 실험측정 데이터, 수치 및 상수 데이터 등으로 구성된다.

이와 같은 표준의 정보제공 기능은 기술혁신의 원천이 될 수 있다. 즉 기술표준 사양서에는 최신의 과학기술정보가 체화되어 있어서 특허명세서처럼 새로운 아이디어를 창출하는 수단이 될 수 있다. 특히 공식적인 표준의 제정주체와의 활용자들 간의 노하우가 무상으로 이전될 수도 있다(Blind, 2004, 27).

4. 다양성의 감소

표준은 하나의 제품이 크기, 품질 등과 같은 특성 면에서 제한되거나 일정한 범위 내에서 생산되도록 한다. 대부분의 표준은 이러한 다양성의 감소 기능을 수행하며, 기본적으로 규모의 경제를 달성하도록 한다. 이의 대표적인 예가 AA, AAA 등과 같은 건전지의 크기 표준이다. 표준의 이러한 다양성 감소 기능은 데이터 양식과 같은 기능적인 분야에도 적용되고 있으며, 컴퓨터 아키텍처와 주변기기 간의 호환기능에서 볼 수 있듯이 물리적 특성과 기능적인 특성을 통합한다.

다양성 감소 표준은 신제품에 대해서 규모의 경제를 달성하게 한다. 즉 신제품의 임계물량 확보를 가능하게 하여 평균비용을 감소시킨다. 그러나 다양성 감소 표준은 말 그대로 제품의 다양성을 축소시켜 기술혁신에 부정적으로 영향을 미친다.

<표 1>에는 표준의 경제적 역할에 따른 기술혁신에 대한 효과를 긍정적 효과와 부정적 효과로 나누어 요약해 놓았다.

<표 1> 표준의 경제적 역할에 따른 기술혁신에 대한 효과

표준의 경제적 역할	긍정적 효과	부정적 효과
호환성 증진	시스템 내에서의 요소결합과 네트워크의 연결가능성 제고	고착화(lock-in effect) 현상
품질확보/안전성 증진	제품에 대한 정보비대칭성 문제 경감(예: 인증)으로 시장진입 용이	규제로 인한 기술의 폐쇄성 초래
정보제공	아이디어의 획득 및 창출 수단	-
다양성 감소	규모의 경제로 평균비용 인하	제품의 디자인 등 다양성 축소

IV. 제품 및 생산공정 차원에서의 표준과 기술혁신

1. 표준과 제품혁신

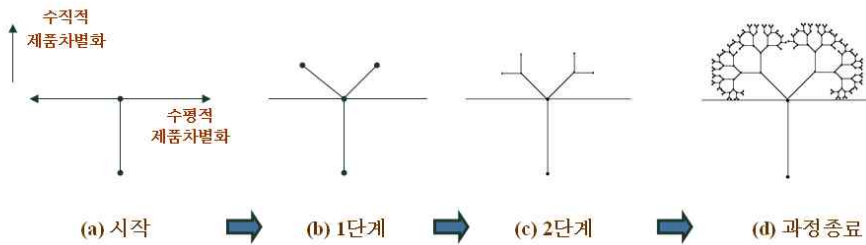
1.1 기술혁신이 표준화를 수반하는 경우

기술혁신(제품혁신)의 과정은 나무의 성장에 비유할 수 있으며, 표준화는 신제품의 성장유형을 형성하는 토양을 제공한다(Swann, 2000). <그림 1>에서 보는 바와 같이 표준은 (a)~(d)와 같은 기술혁신의 패턴을 형성시킨다. 그림에서 공간은 기술적 가능성을 나타내며, 종축은 수직적 제품차별화를, 횡축은 수평적 제품차별화의 정도를 나타낸다. (a), (b), (c)에서 큰 가지들은 혁신이라기보다는 표준을 의미한다. 그러나 (d)에서 작은 나뭇가지들은 혁신성과를 나타낸다. 만약 이러한 혁신들이 어떤 하나의 표준과 밀접히 연계되어 있다면, 소비자와 생산자간의 신뢰는 더욱 커지고, 그 표준 주변의 지원제품들의 임계모체(critical mass)는 더 커질 것이다.

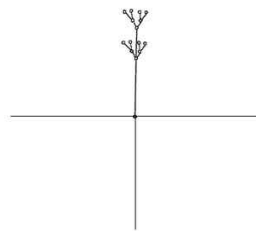
이러한 혁신 패턴, 즉 하나의 표준을 중심으로 다양한 신제품들이 출현한 대표적인 예가 스프레드시트(Spread-sheet) 제품에서 나타난 Lotus 1-2-3 현상이다. 최초의 스프레드시트는 AppleⅢ에 활용된 VisiCalc로 IBM PC 등에도 사용되는 등 표준으로 자리 잡았다. 그러나 1983년 단순한 진화가 아닌 획기적 기술혁신으로 평가되는 Lotus 1-2-3가 출시되었고, 1985년에는 지배제품이 되었다. 이 과정에서 Lotus 1-2-3라는 표준을 중심으로 PlannerCalc, SuperCalc4, Framework, VP-Planer, The Twin 등 여러 종류의 제품이 등장하였다. 그러나

이들 제품은 Lotus 1-2-3를 대체할 정도로 임계모체를 확보하지 못하여 도태되었다. 그 후 1987년 마이크로소프트사가 Excel을 출시하였고, 볼랜드사도 Quattro를 개발하여 Lotus 1-2-3와 경쟁하게 되었고, 1990년대 후반에는 Excel이 하나의 표준으로서 지배제품이 되었다.²⁾

만약 기술혁신의 초기에 하나의 표준이 지배제품이 되면 표준화와 기술혁신은 <그림 2>와 같이 될 것이다. 즉 기술혁신의 초기단계에서 몇몇 생산자의 부수적인 기술혁신이 허용되지만 그것은 선도적인 가치를 지원하는 방식으로 진행된다. 이러한 패턴은 신기술이 특허화 되어 진행되는 과정과 비슷하다. 이의 대표적 예로 마이크로소프트사의 익스플로러(Explorer)를 들 수 있다. 익스플로러는 기술혁신의 초기단계에서 넷스케이프 등 다른 기술들과 시장에서 경쟁하여 단기간에 유일한 표준으로서 지배제품(dominant design)으로 자리잡게 되었다.



<그림 1> 표준화와 제품혁신: 표준화를 수반하는 경우

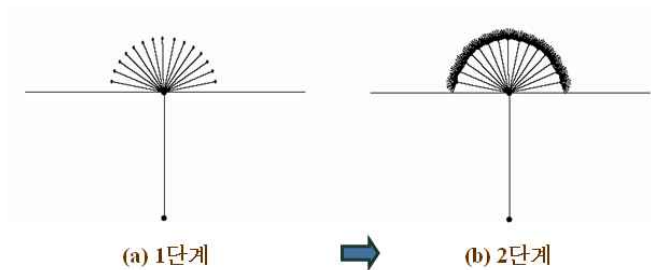


<그림 2> 표준화를 통해 기술혁신 초기에 지배제품이 되는 경우

2) 이와 같이 시장에서 기업 간 경쟁을 통하여 표준으로 자리잡게 되는 표준을 '사실상의 표준'(de facto standards)이라 한다. 이 사례에 대한 자세한 내용은 박정수·이덕희(2003) 참조

1.2 기술혁신이 표준화를 수반하지 않는 경우

<그림 3>은 표준화 없이 기술혁신이 일어나는 과정을 보여준다. 그림에서 제품혁신공간은 점차 채워지지만 공식적인 표준이 없이 진행된다. 초기단계에서 서로 차별화된 기술혁신이 다양한 방향에서 다수 발생한다. 기술혁신의 수는 기본적으로 시장구조에 의존하나, (b)에서 보는 바와 같이 버섯 모양처럼 형성된다. 그러나 표준화를 수반한 경우와는 달리 규모의 경제를 실현하지 못하며, 중복된 노력이 취해진다.



<그림 3> 표준화와 제품혁신 : 표준화를 수반하지 않는 경우

2. 표준과 공정혁신

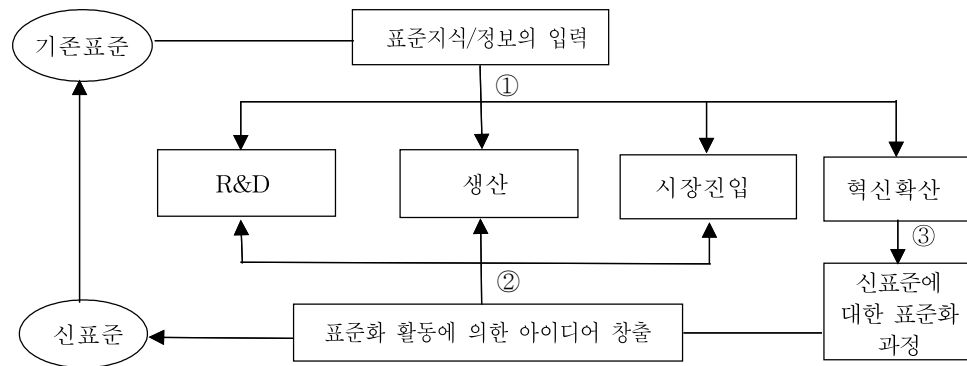
이상에서 살펴본 표준과 제품혁신의 연관성은 공정혁신의 경우에도 그대로 원용할 수 있다. 다만 표준의 기능이 공정혁신에 미치는 독특한 영향이 있다. 예를 들어 다양성 감소의 경우 표준은 규모의 경제 실현을 가능하게 하며, 이로 인한 대량생산은 보다 자본집약적 공정기술(capital-intensive process technologies)을 개발하도록 한다.

V. 기술혁신단계별 표준의 역할

인프라기술로서의 표준은 기업혁신활동의 단계, 즉 R&D단계, 생산단계, 상업화 및 시장침투단계 등에서 중요한 역할을 수행한다(<그림 4> 및 <표 2> 참조).

<그림 4>에는 기술혁신과정에서 표준 및 표준화가 수행하는 역할을 모형화하여 그려 놓았다. 그림에서 보는 바와 같이 기업 내부의 연구자, 개발자, 엔지

니어, 그리고 판매전문가들은 최신기술(the state of the arts)의 관한 정보원천으로서 표준화 문서를 활용하는 한편(①), 아이디어를 창출하기 위한 수단으로서 표준화 활동에 참여한다(②). 이는 기술표준 사양서에 최신의 과학기술정보가 체화되어 있어서 특허명세서처럼 새로운 아이디어를 창출하는 수단이 될 수 있기 때문이다. 특히 공식적인 표준의 경우 제정주체와 이의 활용자들 간의 노하우가 무상으로 이전될 수도 있다. 기술혁신의 확산과 함께 일단 기술혁신이 완료되면, 새로운 기술에 대한 표준화 제안이 받아들여지면서 신표준에 대한 표준화 과정이 시작된다(③). 표준 및 표준화가 기업의 기술혁신과정에서 가지는 구체적 역할을 보면 다음과 같다.



<그림 4> 기술혁신단계에서 표준의 역할

1. R&D와 표준

먼저 <그림 4>의 모형에서 R&D의 과정, 즉 기초연구, 응용연구, 그리고 개발을 성공적으로 수행하고 성과를 얻기 위해서는 측정표준의 정확성과 정밀도가 필수적이다. 이때 측정표준기술은 과학자들과 엔지니어들이 사용하는 기초적 지식 풀(pool)을 제공한다. 예를 들어 통신시스템은 매우 정확하고 신뢰성 있는 시간과 주파수 표준에 의존한다. 기업들도 기술혁신성과의 측정이 불확실한 상황에서는 신기술의 상업화를 위한 첫 단계인 R&D활동에 투자하기를 꺼려하게 될 것이다. 반대로 정교한 측정기술, 기술표준, 그리고 관련 소재특성에 대한 데이터들은 R&D활동을 촉진시키며, 기업부문의 과학자 혹은 엔지니어들로 하여금 새로운 기술적 원리를 개발하고, 이러한 결과를 자사의 의사결정자와 첨단소재 공급자들에게 알려줌으로써 사내 R&D활동을 보다 효과적으로 수행하게끔

도와준다.

한편 기술혁신활동도 표준화에 영향을 미친다. 이는 표준화가 기업의 내부적 기술혁신 과정에서 연속적으로 이루어지기 때문이다. Farrell and Saloner(1985)에 의하면, R&D활동이 활발한 기업들은 다른 기업의 제품 및 공정기술과 호환되는 시장성 있는 제품 및 공정기술을 개발하기 위하여 표준화 과정에 더 적극적으로 참여하는 경향이 있다고 한다.

<표 2> 기술혁신 단계별 표준의 역할

	R&D단계	생산단계	상업화 및 시장침투단계
경제적 성과	타이밍과 효율성	공정 및 품질통제	거래비용 감소
표준의 내용	<ul style="list-style-type: none"> 소재의 특성 측정방법 기법: 생산디자인 	<ul style="list-style-type: none"> 공정모델링 측정 및 시험방법 공정 및 품질통제 방법 	<ul style="list-style-type: none"> 인증된 시험방법 인터페이스 표준 호환 및 확인가능 시험설비
구체적 사례	<ul style="list-style-type: none"> Josephson volt standard(전류측정 관련 기본표준) 	<ul style="list-style-type: none"> Sulfur in fossil fuels (화석연료에서 황의 양을 측정하는 표준참조 물질) Gas mixtures(환경관련 혼합가스를 측정하는 표준참조 물질) 	<ul style="list-style-type: none"> Sulfur in fossil fuels(좌동) Electronic data exchange formats(전자문서 및 자료 전송 표준참조자료)

주 : 구체적 사례의 경우 원래의 의미를 살리기 위해서 영어 그대로 표기하고 설명함.

자료: Tasse(2006)

2. 생산과 표준

또한 표준은 제품의 생산단계에서 품질과 생산공정 통제에 필수적이다. 전사적 시스템 접근방법을 통해 생산성 향상을 달성하기 위해서 생산과정은 점차 정교한 측정표준에 의존하게 되었다. 종전에는 생산공정 통제를 위한 측정표준은 대부분 정태적인 활동이었고, 주로 생산의 최종단계에서 중요하였다. 그러나 최근의 생산공정은 지속적인 측정과 생산하는 동안 일어나는 측정 변화에 즉각적으로 반응하는 능력을 필요로 하고 있다. 마찬가지로 품질확보도 한때는 생산의 최종단계에서 주로 품질검사와 관련된 활동이었다. 그러나 오늘날에는 생산단계 초기에 그 활동의 초점이 맞추어지고 있다. 기계장비들은 스스로 자신의

성능을 측정하고, 가공되는 제품의 특성을 측정하며, 당초 예정된 디자인과의 차이에 생산공정이 자동적으로 조정되도록 설계되어 지고 있다.

더 나아가서 자동화 기술들은 제품 변형과 시스템 지향적 통제라는 측면에서 점차 유연성을 중시하고 있다. 이 두 가지 특성으로 말미암아 생산과정에서 보다 정교한 측정과 통제 알고리즘이 요구되고 있다. 더구나 합당한 범위 내에서 유연생산체제(Flexible Manufacturing System; FMS)를 구축하기 위해서는 다양한 구매자들로부터 자재 구매를 확보하고, 그들 간의 경쟁을 부추기며, 중소기업에 의해 공급되는 부품시장에 접근을 용이하게 하는 호환표준(interface standards)이 없어서는 안 된다.

3. 시장과 표준

표준은 상업화 및 시장진출 단계에서도 필수적이다. 첨단기술제품이 시장에 진출하는 데는 매우 높은 수준의 위험을 수반하게 되는데, 산업표준은 바로 이러한 위험을 감소시켜 줌으로써 신기술이 확산되도록 도와준다. 예를 들어 발전소에서 사용되는 송전설비는 설비의 내구기간동안 전기손실이 설비구입가격을 초과할 수 있으므로, 극도로 낮은 전기 손실율을 가져야 한다. 이러한 전기손실을 막기 위해서 첨단측정방법이 필요하며, 허용되는 전기손실 수준을 만족시키지 못하는 기업은 시장에서 구매자에게 외면당하게 될 것이다. 만약 사용자와 공급자간에 상호 받아들일 수 있는 시험방법이 존재하지 않으면, 이를 둘러싼 논쟁으로 거래비용이 발생하며, 이는 그만큼 시장진입을 더디게 한다. 특히 제품수명주기가 짧아지는 국제시장에서 경쟁하는 기업들에게는 시장진입의 적기를 놓치게 되어 매우 치명적이다. 따라서 각 기술수명주기에서 적절하게 활용할 수 있는 기술표준의 확립이 중요하다.

또한 표준 및 표준화는 네트워크 효과(network effects)를 통해서 시장을 형성하고 확대시킨다. 네트워크 효과란 제품의 사용이 확산될수록 그 가치가 증가하는 현상이다. 전화나 이메일 등이 네트워크 효과를 나타내는 대표적인 예이다. 이러한 시장에서는 적절한 인터페이스를 통한 호환성, 상호운영, 그리고 연결 등이 무엇보다도 중요하다. 따라서 표준은 필수적이며, 네트워크 자체의 생성과 진화를 규정한다. 하나의 공통된 표준이 연결과 상호소통을 가능하게 한다면 네트워크는 어디에서나 형성된다. 표준을 통한 시장가치창출의 대표적인 사례로는 Sun Microsystems를 들 수 있다. Sun사는 세계적인 하드웨어, 소프트웨어, IT서비스 제공기업으로 1982년 설립되어 현재 100개 이상 국가에 지사를

가지고 있다. 1995년 Java 기술을 소개하였고, 세계적으로 2억 5천만대 이상의 휴대폰이 이 기술을 사용하고 있다. Sun사는 설립 당시부터 UNIXTM, TCP/IP, Ethernet, VME bus 등 하드웨어 및 소프트웨어의 표준에 기반을 두었고, “큰 빵을 조금씩 나누어 가지는 것이 작은 빵을 많이 차지하는 것보다 유리하다”는 입장에서 자사의 기술을 시장에 제공하여 세계적으로 활용되게 하고, 결과적으로 거대한 기술체제를 만들고 있다.

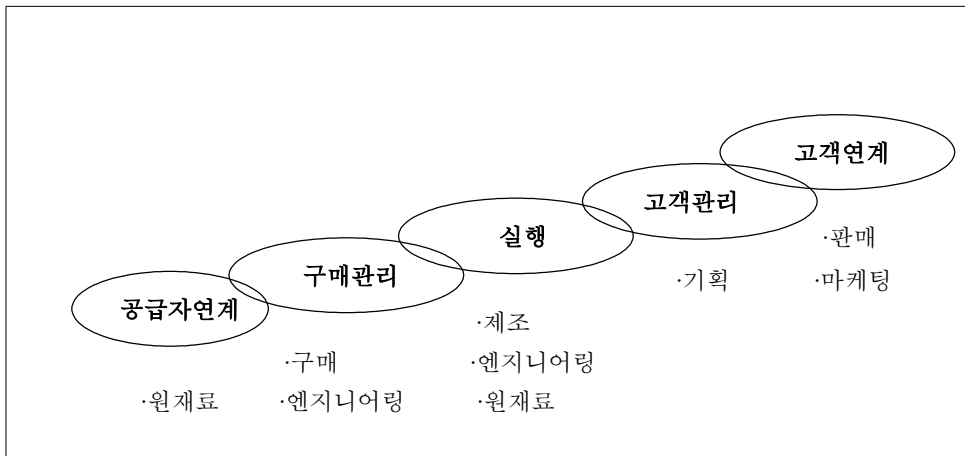
뿐만 아니라 표준은 모듈라 아키텍처에서 부품에 대한 정의와 인터페이스를 제공함으로써 혁신을 유발시키며, 궁극적으로 기술, 제품, 시장을 전략적으로 통합하여 플랫폼의 제품 및 부품시장을 더 크게 확대시킨다. 이의 대표적인 예로 Hewlett Packard(HP)를 들 수 있다. 잘 알려진 바와 같이 HP사는 IT인프라, PC, 프린팅, 글로벌 서비스 등 다양한 제품과 서비스를 제공하는 기업으로, HP사의 표준화 전략은 ① 산업표준아키텍처의 구축, ② 재사용가능한 부품, 그리고 ③ 일관성 있는 실행 등으로 요약된다. HP사는 산업표준을 위한 협력전략과 플랫폼 전략을 통해 시장을 확보하고 있다. 특히 산업표준이 HP가 제공하는 서비스의 기반이라고 강조함으로써 시장에서 소비자의 신뢰를 얻고 있다.

4. 전 단계에 걸친 역할

표준은 기술혁신의 한 단계에서만 역할을 수행하는 것이 아니라 여러 단계에 걸쳐서 활용된다. <표 1>에서 보는 바와 같이 화석연료에서 황의 양을 측정하는 표준참조물질(Standard Reference Material; SRM)인 ‘Sulfur in fossil fuels’는 생산단계뿐만 아니라 상업화 및 시장침투단계에서도 역할을 수행한다. 화석연료와 관련된 전체적인 공급사슬(supply chain), 즉 측정도구제조업자, 독립적인 시험실험실, 부수적 표준의 산업공급자, 석탄가공업자 및 정유업체, 발전소, 제철소 등은 공해감시 및 통제장비를 디자인하기 위해서는 반드시 이 표준 물질을 사용해야 한다.

공급사슬 속에서 표준의 역할은 여기에 그치지 않는다. 일반적으로 공급사슬 경영(Supply Chain Management; SCM)이란 <그림 5>에서 보는 바와 같이 부품공급자의 공급자로부터 고객의 고객에 이르기까지 정보, 제품, 서비스, 자금 등을 효과적으로 관리하는데 필요한 시스템을 디자인하고, 운영하며, 개선하는 활동을 말한다. SCM 시스템은 고객지향적인 경영활동으로, 부품 및 원료공급자, 고객 등 이해당사자들에 의해서 활용되는 표준화된 방법이나 도구에 의하여

측정되고 평가된다. 다시 말해서 SCM에 포함되는 기업 간 정보, 제품, 자금, 서비스의 원활한 흐름을 위하여 IT표준화 및 공통적인 기술요구사항 등 표준이행이 필수적이다. 표준화를 통한 공급사슬통합의 이득이 큰 산업들은 자동차, 전자부품, 건설, 물류 등이다. 최근 미국 연방기술표준국(NIST)에서는 SCM의 사례분석 대상으로 자동차산업과 전자부품산업을 분석하였다(RTI International, 2004). 미국 자동차산업은 독과점 체제이지만, 제1차 및 제2차 하청업체를 고려하면 수천 개 이상의 기업들로 구성되는 공급사슬이 형성되며, 이들이 하드웨어, 소프트웨어, 도구장비, 로봇 등 하부구조 면에서 표준화 된다면 매우 큰 경제적 효과를 얻을 것으로 예측하고 있다.



<그림 5> 공급사슬(Supply Chain)

5. 표준과 기술확산

표준은 기술의 확산을 가능하게 하고 촉진시킨다. 이는 표준이 최신기술(state-of-the-art), 최상의 관행(best practice), 그리고 목적에 대한 적합성(fitness for purpose) 등을 체화함으로써 학습 및 경험효과를 극대화시키기 때문에 가능하다.

만약 표준이 투명하고, 민주적인 포럼에 의해서 공개적으로 개발되고, 광범위한 지역을 커버한다면, 그 표준은 시장에서 널리 확산되어질 것이다. 따라서 기술확산을 위한 하나의 정책 메커니즘으로서 표준은 효율적인 뿐만 아니라 효과적이다.

표준이 기술이전의 수단이 될 수 있다는 견해는 기업내부 R&D, 기술이전, 그리고 네트워킹 간의 상호 대체관계를 밝힌 Love and Roper(1999)에 의해서 실증적으로 뒷받침되고 있다.

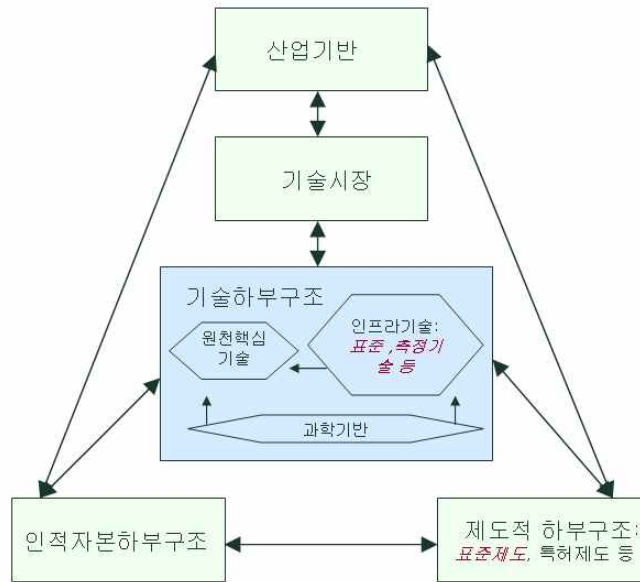
VI. 국가혁신시스템에서 표준 및 표준제도의 역할

하나의 지식체계로서 표준은 국민경제에서 하나의 사회간접자본으로서 기술혁신을 지원한다. 보다 구체적으로 말하면 표준 및 표준제도는 국가혁신시스템(National Innovation System; NIS)속에서 기술혁신을 촉진시킨다.

국가혁신시스템의 개념은 Freeman(1988)에서 그 효시를 찾을 수 있다. 그에 의하면 NIS란 “활동과 상호작용을 통해서 새로운 기술을 창안하고 도입하며, 수정·확산시키는 공공 및 민간부문의 다양한 제도들의 네트워크”로 정의되고 있다. 최초로 NIS 개념을 적용하여 국가 간 실증분석을 수행한 Nelson and Rosenberg(1993)도 NIS를 “기술혁신성장에 영향을 미치면서 주된 역할을 수행하는 조직체들의 집합”으로 정의하였다. 따라서 NIS는 단순히 기술혁신을 위한 제도적 하부구조로 볼 수 있으며, 민간 및 공공 연구소, 대학, 기술센터, 지원기관(예: 금융시스템) 등이 여기에 속한다.

한편 Lundvall(1988, 1992)은 NIS를 기술의 창안 및 확산뿐만 아니라 탐색 및 학습활동에 관련된 모든 조직과 기관을 포함하는 개념으로 확장하였다. 즉 과학자, 엔지니어, 숙련기술자, 그리고 숙련노동자를 공급하는 교육훈련시스템, 생산시스템 등도 NIS의 구성요인이 된다는 것이다. 더 나아가서 OECD에서는 NIS 개념에 공공부문에서의 R&D 수행을 감독하고 기업부문 R&D와의 조정을 가능하게 하는 과학기술정책 수립기관도 포함시키고 있으며, 특별히 정보통신 하부구조를 중요한 구성요인으로 강조하였다(OECD, 1999).

이러한 NIS 개념을 바탕으로 국내에서는 성태경(2007)이 NIS의 개념을 <그림 6>과 같이 모형화하였다. 그림에서 보는 바와 같이 NIS는 제도적 하부구조, 인적자본하부구조 등 혁신의 전통적인 구성요소뿐만 아니라 기술하부구조(technological infrastructure)를 포함하고 있으며, 혁신의 궁극적인 목표인 산업기반의 구축도 하나의 구성요소로 보고 있다. 특히 기술창출과 제품 및 서비스시장을 연결하는 기술시장을 NIS의 구성요소로 포함시켰으며, NIS 구성요소들을 서로 연결해 주는 기능을 하는 실체로서 혁신네트워크도 독립적인 요소로 보고 있다.



자료: 성태경(2007)를 토대로 작성

<그림 6> NIS에서 표준 및 표준제도의 역할

<그림 6>에서 보는 바와 같이 하나의 지식으로서 표준(standards)은 기술하부구조 중 인프라기술(infra-technology)을 구성하는 중요한 요소로서 과학기반으로부터 생산되며, 원천핵심기술을 지원한다. 물론 표준은 기술하부구조의 구성요소로서 산업기반과 상호연관관계를 갖으면서 제품 및 공정기술도 지원한다. 인프라기술로서의 표준은 측정 및 시험방법, 호환표준, 과학정보 및 엔지니어링 데이터베이스, 참조표준물질 등 주로 비제품표준(non-product standards)이다.

한편 표준제도는 특허제도 등과 함께 NIS에서 제도적하부구조의 구성요인이 된다. 표준제도는 표준의 생산, 제정 및 관리, 그리고 확산을 지원하는 역할을 수행한다.

VII. 요약 및 시사점

기술혁신과정에서 표준의 중요성이 크게 부각되는 최근 상황에서 본 연구는 표준 및 표준화의 개념을 검토하고, 표준과 기술혁신의 연관성에 관한 이론을 재구성하였다. 즉 표준과 기술혁신의 연관성을 표준의 경제적 역할에 따라서 정

리하고, 제품 및 공정의 차원, 기업혁신활동 차원, 그리고 국민경제적 차원에서 각각 살펴보았다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 표준은 그 기능(호환성, 품질확보/안전성, 정보제공, 다양성 감소에 따라서 기술혁신에 미치는 효과가 상이하게 나타남을 확인하였다. 특히 표준은 일반적으로 기술혁신에 긍정적인 효과를 미치지만 이면에는 장애요인으로 작용하고 있음을 지적하였다. 예를 들어 호환성 표준의 경우 구기술에서 신기술로의 전환을 방해하는 잠김효과(lock-in effect)를 가져오며, 다양성 감소표준은 말 그대로 범위의 경계를 축소시킨다.

둘째, 표준 및 표준화는 제품혁신 및 공정혁신 측면에서도 긍정적인 역할을 수행한다. 물론 주어진 상황과 표준의 유형에 따라서 기술혁신에 미치는 효과는 다르게 나타난다.

셋째, 표준은 기업활동의 단계, 즉 R&D활동, 생산 및 제조활동, 시장침투 및 확대 등에 걸쳐 기술혁신을 촉진시킨다. 더 나아가서 표준은 공급사슬(supply chain) 속에서 효율성을 증대시키고 기술이전 및 확산의 효과적인 수단이 된다. 따라서 기업과 산업은 기업활동 전 단계에 걸친 표준의 역할을 고려한 경영 전략을 추구해야 한다. 정부도 R&D정책 면에서 이를 반영해야 한다. 예를 들면 국가R&D 프로젝트가 순수하게 기술개발만을 추구할 것인지, 아니면 기술개발과 표준화를 연계하여 추구할 것인지를 현명하게 결정해야 한다.

넷째, 국가혁신시스템(NIS) 관점에서 볼 때 표준-보다 정확히는 측정표준 등 비제품표준-은 기술하부구조 중 인프라기술의 핵심 지식으로서의 기능을 수행한다. 인프라기술로서 표준은 공공재적 성격을 가지므로 정부는 표준 및 표준화 제도에 대한 적절한 투자를 수준을 결정해야 한다.

본 논문은 표준과 기술혁신의 연관성에 대한 일차적인 연구로서 그간 진행되어온 이론적인 측면을 정리하는데 그치고 있다. 따라서 표준과 기술혁신의 연관성에 대해 보다 구체적인 가설을 설정하여 우리나라 현실에 대하여 실증적으로 검증하는 작업이 요청된다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 국내에서 표준 및 표준화에 대한 경제적 측면의 연구가 미흡하고, 특히 표준과 기술혁신 간의 연관성에 대한 연구가 전무한 상황에서 양자 간의 관계를 이론적인 측면에서나마 최초로 밝히려 했다는 점에서 의미가 있다고 본다. 이를 계기로 국내에서도 표준 및 표준화에 대한 연구가 활발히 이루어졌으면 한다.

참고문헌

1. 성태경(2007), 과학기술혁신시책의 조사·분석과 종합평가, 서울, 과학기술교육부
2. 박정수·이덕희(2003), 표준화 결정요인 분석과 표준획득 전략: IT산업을 중심으로, 서울, 산업연구원
3. Allen, R. H. and Sriram, R. D.(2000), "The Role of Standards in Innovation," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.4, pp.171-181.
4. Blind, K.(2004), *The Economics of Standards*, Northampton, MA: Edward Elgar.
5. Coursey, B.M. and A.N. Link(1998), "Evaluating Technology-based Public Institutions: The Case of Radiopharmaceutical Standards Research at the National Institute of Standards and Technology," *Research Evaluation*, Vol.7, No.3, pp.147-57.
6. Fanning, B. (2007), "Standards and Innovation," *Standards*, March/April, pp.58-59.
7. Farrell, J. and G. Saloner(1985), "Standardization, Compatibility, and Innovation," *Rand Journal of Economics*, Vol.16, pp.70-83.
8. Freeman, C.(1988), "Japan: A New National System of Innovation?," in G. Dosi et al., eds., *Technical Change and Economic Theory*, London and New York: Pinter, pp.330-348.
9. ISO/IEC(International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission) (2004), *ISO/IEC Directives, Part 2: Rules for the Structure and Drafting of International Standards*, Fifth Edition.
10. Love, J. and S. Roper(1999), "The Determinants of Innovation: R&D, Technology Transfer and Networking Effects," *Review of Industrial Organization*, Vol. 15, pp.43-64.
11. Lundvall, B.(1988), "Innovation as an Iterative Process: From User-Supplier Interaction to the National System of Innovation," in G. Dosi et al., eds., *Technical Change and Economic Theory*, London and New York: Pinter. pp. 349-369.
12. Lundvall, B.(1992), *National Systems of Innovation: Toward a Theory of*

Innovation and Interactive Learning, London: Pinter.

13. Munden, S. and S. Bolin(2005), *Best Practice Next Practice: How to Survive, Innovate and Grow in an Ever Changing World*, Available at <http://www.nssf.info>.
14. Nelson, R. R. and N. Rosenberg(1993), "Technical Innovation and National Systems," R.R. Nelson (ed.), *National Systems of Innovation-Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
15. OECD(1999), *Managing National Innovation Systems*, Paris: OECD.
16. OECD(2005), "The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data," *OSLO Manual, Final draft of the third edition*. Paris: OECD.
17. RTI International(2004), *Economic Impact of Inadequate Infrastructure for Supply Chain Integration*, Planning Report 04-2, Gaithersburg: NIST.
18. Schumpeter, J.(1934), *The Theory of Economic Development*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
19. Swann, G. M. P.(2000), *The Economics of Standardization, Final Report for Standards and Technical Regulations Directorate*, Department of Trade and Industry, UK.
20. Tasse, G. (2000), "Standardization in Technology-based Markets," *Research Policy*, Vol. 29, No. 4/5, pp. 587-602.
21. Tasse, G. (2006), "The Role and Economic Impacts of Technology Infrastructure," Available at <http://www.nist.gov/planning>.

Abstract

An Essay on the Relationship between Standards and Technological Innovation

Sung, Tae-Kyung*

In the information society, characterized by knowledge and network economy, standards and standardization became a very important factor in determining the competitiveness of nations and firms. This paper defines the concept of standards and standardization and reconstructs the theory on the relationship between standards and technological innovation. The findings and policy implications are as follows. First, the effect of standards on technological innovation differs according to its function(compatibility, minimum quality, information, and variety reduction) and types(product-related and non-product). On the other hand, standards can impede technological innovation. Second, in terms of national innovation system(NIS), standards are an infra-technology, which is a public good. Therefore, government should decide the optimal level of investment on standards and standardization. Third, since standards foster firms' innovation over the all stages of business activities company, industry, and government should connect standardization activities with R&D, manufacturing, marketing, supply chain, and technology transfer, Fourth, standards play an important role in product innovation as well as process innovation. Based on these theoretical background and hypotheses, the empirical study of the Korean firms is needed.

Key Words : Standards, Standardization, Technological Innovation,
National Innovation System, R&D policy

* Professor, School of Management, Jeonju University