

과학기술-사회과학 연계모형의 모색

On the Interdisciplinary Linkage Framework between Engineering Discipline and Social Science Discipline

박 용 태*

Abstract

Recently, the interdisciplinary linkage between engineering and social science has received an increasing attention as an emerging education discipline. Due to intrinsic complexity of innovation process and heterogeneity of disciplinary nature, however, there exists little, if not no, effort to draw a common framework in terms of educational scope and contents of the new subject.

This paper presents a number of criteria and guidelines for building up new educational framework by integrating engineering subject and social science subject. Specifically, three neo-disciplines, technology policy, technology management, and economics of technology are considered since it is postulated that the forementioned disciplines have established academic identity and fundamental structure.

By nature, this paper is an exploratory and seminal one. It is not the

* 서울대학교 공과대학 산업공학과 교수

purpose of this paper to provide a concrete table of contents of educational material. Instead, it merely brings up a discussion topic for the wide audience of academic arena, leaving the gradual consensus and convergence as future task.

Key words: linkage of engineering and social science, educational discipline, technology policy, technology management, economics of technology

I. 서론

1.1 과학기술-사회과학의 진화론적 상호관계

교육체계에 있어 사회과학(social science)과 과학기술(engineering and natural science)의 學制的 接木이 시도되고 있는 것은 오래된 현상이 아니다. 과학기술을 경제성장과 사회변화의 원동력(engine) 내지 內生的(endogenous) 변수로 인식하는 실무적 접근은 새로운 현상이 아니지만 이러한 주제와 문제의식이 본격적인 學制領域(educational discipline)으로 대두되기 시작한 것은 비교적 최근의 일인 것이다.

그러나 역사적으로 볼 때 과학기술과 사회과학은 一體(통합) -> 分離(독립) -> 擴大(신설) -> 連繫(융합)의 과정을 밟음으로써 週期的(cyclical)이고 動態的(dynamic)인 상호관계를 보여왔다. 16, 7세기에 종교의 분열과 더불어 근대과학의 보편성이 자리잡기 시작한 유럽을 중심으로 자연과학과 인문과학(특히 철학)은 學制的 구분없이 同伴的인 발전을 해 온 시기도 있었다. 그러나 18세기를 거쳐 19세기초에 이르러 실험적, 경험적 근거를 강조하는 자연과학은 先驗的, 觀念的 사고에 기초한 철학과 분리되기 시작했고 자연과학을 지칭하는 'science'에 대비하여 인문과학은 'arts' 또는 'letters'라는 명칭을 갖게 되었다. 특히 19세기는 사회적, 정치적 패러다임의 근본적인 변화와 더불어 학문의 분화가 활발히 일어난 시기였다. 자연과학 자체도 비경험적인 속성을 지니는 수학과 경험적인 속성을 지니는 물리학, 화학, 생물학 등으로 분화되고, 인문과학도 철학, 문학, 역사학 등으로 분리되었다. 19세기 후반에는 산업자본주의의 형성과 함께 자연과학의 산업적 응용을 위한 工學이 자리잡게 되고 인문과학의 사회적 연계를 지향하는 사회과학, 즉 경제학, 사회

학, 정치학 등이 생겨남으로써 오늘날 우리가 일반적으로 받아들이고 있는 學制構造 (disciplinary structure)의 기본틀을 정착시키게 되었다.

그러나 19세기 후반이래 20세기 중반까지 細分化·獨立化의 과정과 전통을 유지하던 과학기술과 사회과학은 20세기 후반에 접어들면서 학제간의 연계를 모색하는 양상을 보이게 된다. 一次的인 연계의 움직임은 사회과학내에서 독립적인 학제들간의 연계, 또한 과학기술내에서 독립적인 학제들간의 연계라는 제한적인 모습을 보였다. 그러나 최근에 일어나고 있는 二次的인 연계는 사회과학과 과학기술간의 接木을 통해 새로운 學制 (neo-discipline)의 가능성을 모색함으로써 보다 근본적인 구조변화를 시도하는 경향을 보이고 있다.

그러나 과학기술과 인문사회과학이 분리되어 있던 시기에도 과학의 의미와 성격에 대한 철학적, 역사적 해석을 시도한 노력은 지속적으로 존재하여 왔다. 이러한 시도는 보다 확대되어 과학기술의 사회과학(science and technology studies; STS)이라는 類似學制 (quasi-discipline)의 형성으로 연결되기도 하였다. 또한 간접적인 상호관계의 측면에서도, 근대의 사회과학이 경제와 사회변화의 본질을 靜態的·機械的 균형(static equilibrium)의 입장에서 해석하는 뉴턴주의적(Newtonian) 관점을 가지느냐, 아니면 動態的·進化的 불균형(dynamic disequilibrium)의 입장에서 해석하는 다윈주의적(Darwinian) 관점을 가지느냐의 차이는 과학기술의 인식론적 틀이 사회과학의 성격과 범위를 규정하는데 미친 暗默的 영향을 극명하게 반영한다고 할 수 있으며, Kuhn(1970)이 이른바 定常科學(normal science)이나 패러다임(paradigm)이라는 개념으로 설명하는 과학혁명의 해석구조는 자연과학의 근본적인 변화과정을 사회과학적 類似性(analogy)과 연결시킨 대표적 예로 지적할 수 있다.

1.2 과학기술-사회과학 연계의 필요성

과학기술과 사회과학의 간접적 연계가 지속되어 왔음에도 불구하고 직접적이고 현실적인 측면에서 兩者가 하나의 학문체계로서 통합 내지 연계될 수 가능성과 방법론, 즉 어떠한 접근기준(criteria)에 의해 기본적 틀(framework)을 구축할 것이며, 세부적인 내용(contents)으로 무엇이 포함되어야 하는지에 대해 대해서는 아직 普遍的인 합의가 이루어지지 못하고 있다. 위에서 설명한 과학기술과 사회과학간의 진화론적 상호관계도 주로

학자들간의 利己主義나 名分論的 논의에서 이루어진 것이지 교육(연구)체계와 외부수요를 접목시키는 적극적인 목적에서 이루어진 것은 아니었다.

과학기술과 사회과학의 연계를 체계적으로 모색할 필요성은 크게 두가지로 요약할 수 있다. 첫째는 교육 내지 연구의 측면에서 學制的 혼란과 불안정성을 정리할 필요가 크다는 점이다. 前述한대로 지난 수세기 동안 거시적인 교육 및 연구체계는 두차례의 분리과정을 거쳐 최근에 사회과학내의 세부분야간, 과학기술내 세부분야간 및 사회과학과 과학기술간에 새로운 연계의 과정을 모색하고 있다. 이 과정에서 학제적 혼란으로 인해 교육 및 연구체계의 안정성과 투명성이 毀損되고 나아가 지식창출의 효율성이 沮害되고 있다는 우려의 목소리가 높아지고 있다.

둘째는, 외부적인 요인으로 과학기술의 역할이나 성격이 근본적으로 달라지고 있는 점이다. 오늘날의 과학기술은 사회시스템내의 구성요소의 하나로서 투입-산출의 관계를 갖는 경제사회활동(one of the social and economic activities)으로 인식되고 있고 투자의 경제성과 사회적 합목적성이라는 요구에 직면하고 있다. 따라서 과학기술활동의 선택과 평가는 하나의 "政治的 議題(political agenda)"로 등장하고 있으며 그 결과 사회과학의 본질적인 영역과 접목되는 추세를 보인다. 또한 知識基盤經濟(knowledge-based economy)의 도래라는 전제하에 사회과학이 과학기술의 사회경제적 요인들을 排除한 채 독자적 위상을 유지하기도 어려워지고 있다.

기술-경제의 연계구조에 관한 연구를 선도해 온 OECD(1988)는 "기술, 경제 및 사회의 밀접한 상호연관성을 전제로 할 때, 근본적으로 기술변화는 그 개발과 응용의 측면에서 하나의 사건(event)이 아니라 사회적 과정(process)이며 따라서 靜態的(static)이 아니라 動態的(dynamic)이며 構造的(structural)인 입장에서 분석되어야 된다"고 명시하고 있다. 즉, 기술변화는 경제사회시스템내에서 개인의 상업적 필요나 집단의 전체적 수요에 의해 태동되고, 경제·사회적 제약조건내에서 장기적이고 대규모적인 투자에 의해 실현되며, 궁극적으로 그 성과는 경제활동과 사회생활에서 활용되고 확산된다는 것이다. 이러한 인식은 좁게는 학제의 구조에 있어 자연과학/공학과 인문과학/사회과학을 엄격히 구분하는 접근이 비합리적이며, 좁게는 技術主導論(technology-push theory)과 需要牽引論(demand-pull theory), 技術決定論과 社會決定論과 같은 兩分論이 더이상 적합하지 않다는 점을 시사하고 있다.

1.3 과학기술-사회과학 연계의 문제점

과학기술과 사회과학의 연계는 그 내용과 범위가 넓고 구성요소간의 이질성이 높기 때문에 연계체계를 單一 내지 共通모형으로 통합하는 작업은 매우 어렵다. Saren (1984)의 지적처럼 기술혁신과정의 복잡성은 이 분야에 대한 학술적 연구를 어렵게할 뿐만 아니라 기술혁신에 대한 一般模型을 도출하는데도 근본적인 장애가 되며, Clark(1985)도 내용의 광범위성과 구성요소들간의 이질성이 높다는 점, 기술이 갖는 무형자산적 속성, 多學際的(multi-disciplinary) 성격 등을 통합화의 장애요인으로 들고 있다. Dosi(1982)와 Nelson and Winter(1982) 등은 기술속성의 二重性, 즉 明示的(explicit) 성격과 默示的(tacit) 성격의 混在가 일반화의 난점이라는 점을 進化論的(evolutionary) 입장에서 설명하고 있으며 Friar and Horwitch(1985)를 비롯한 다수의 학자들은 이 분야가 경제활동주체의 실무적인 필요에 의해 제기된 분야이기 때문에 단계적인 체계화의 과정을 밟을 기회가 없었다는 점을 지적하고 있다. 따라서 실질적인 관점에서 본다면 兩者가 연계되는 각각의 상황(situation-specific)이나 목적(purpose-specific)에 따라 그 체계와 내용이 差別化된 特殊모형의 개발과 적용이 보다 바람직한 접근일 수 있다.

II. 과학기술-사회과학의 연계모형

위에서 제시한 필요성과 문제점을 토대로 본 논문에서는 과학기술과 사회과학이 연계되어 형성되었거나, 될 수 있는 학제분야를 중심으로 구체적인 교과구조와 내용을 설정할 수 있는 기준들을 제시하고자 한다. 양분야가 연계된 학제분야를 파악하는 작업은 그 목적에 의해 달라질 수 있고 분석의 수준이나 단위에 따라서도 相異한 분야가 제시될 수 있다. 그러나 본 논문에서는 巨視的인 기준과 大分類的인 접근을 통해 지금까지 가시적으로 나타난 “현상” 가운데 기존학제의 正體性(identity)이 명확하고 또한 새로운 學制(discipline)로서의 “기본적 형태나 경험”을 갖추었다고 “일반적으로 인식되는” 분야로 분석의 대상을 제한한다. 이러한 기준에서 구체적으로 기술정책학, 기술경영학 및 기술경제학을 과학기술과 사회과학이 연계된 실제분야로 파악하며 위의 세 분야를 중심으로 다양한 기준에 의한 연계모형을 모색한다.

2.1 기술정책학의 연계모형

기술정책학을 體系化하는 기준은 다양하다. 공공정책이 어떠한 목적에서 어느 분야나 영역을 대상으로 하느냐, 공공정책의 주체인 정부가 정책수립과 집행과정에서 어떠한 역할을 수행하느냐, 정책이라는 시스템이 어떠한 요소들로 구성되느냐, 또는 정책은 실제로 어떠한 과정이나 단계를 거치면서 이루어지느냐 등의 기준에 의해 相異한 체계화가 가능한 것이다.

2.1.1 정책목적에 의한 접근(policy objective approach)

정책목적을 기준으로 기술정책을 체계화하는 방법은 가장 전통적인 접근의 하나이다. 이 기준은 기본적으로 정부개입이 가장 필요하거나 정당화될 수 있는 대표적인 분야들을 파악하고 각각의 분야에 대해 구체적인 정책목적과 방향을 제시하는 방법으로 체계화를 시도한다. 물론 기술정책학의 세부내용은 각 분야의 목적을 달성할 수 있는 정책수단의 개발을 포함하게 된다.

Tisdell(1981)은 이러한 접근의 가장 전형적인 예로 OECD(1975)와 EC(1981)의 기준을 들고 있다. OECD의 기준을 기술정책의 체계화에 적용할 경우 크게 국가안보정책(National Security Policy), 거대과학정책(Big Science Policy), 경제개발정책(Economic Development Policy), 공공복지정책(Community Service Policy), 기초과학진흥정책(Science Advancement Policy), 기타목적정책(Other Activities Policy) 등으로 나눌 수 있다. 마찬가지로 EC의 기준도 국방기술정책(Defence Technology Policy), 첨단기술정책(Advanced Technology Policy), 산업기술정책(Industrial Technology Policy), 사회복지정책(Social Purpose Policy), 과학진흥정책(Knowledge Advancement Policy) 등으로 大分할 수 있다.

그러나 OECD나 EC의 기준이 주로 서구선진국들을 대상으로 제시된 것이므로 산업화와 기술정책의 역사가 짧고 과학기술기반이 취약한 개도국의 입장에서는 기술도입 및 이전정책, 산업육성정책, 지역개발정책 등의 목적이 보다 중요할 수 있다.

2.1.2 정책기조에 의한 접근(policy direction approach)

또다른 전통적인 분류법은 과학기술을 그 성격에 따라 “과학”과 “기술”로 나누어 정책기조에 따라 과학정책과 기술정책으로 兩分하는 접근이다. 線型모형(linear model)에 기초한 이 접근은 과학과 기술의 분리라는 기본전제의 타당성에 대한 비판에도 불구하고 합리적이고 실질적인 정책기조로서 상당한 설득력을 유지하고 있다.

Szanto(1996)는 과학정책과 기술정책은 그 목적과 철학이 근본적으로 相異함으로 실질적인 정책의 수립방향이나, 집행 및 평가에 있어 다른 기준과 방법이 적용되어야 한다고 주장하고 있다. Dodgson과 Bessant(1996)은 위의 접근을 확대하여 과학정책(Science Policy), 기술정책(Technology Policy) 및 혁신정책(Innovation Policy)으로 細分하고 있다. 즉 과학정책은 과학교육, 대학 및 공공연구 및 거대과학 연구, 기술정책은 산업기술의 개발 및 기술집약기업의 지원, 혁신정책은 기술이전 및 확산과 중소기업 지원 등을 다루는 정책분야로 差別化하고 있는 것이다. Rothwell and Zegveld (1985)는 기술정책을 산업정책(Industrial Policy)으로, 혁신정책은 다시 Innovation Policy와 Strategic Innovation Policy로 나누는 분류를 제시하고 있다. 최근에는 여기에 이른바 기술하부구조정책(Technological Infrastructure Policy; TIP)이라는 정책분야를 독립적으로 제시하는 접근도 제시되고 있다(Tassey(1992), Teubal et.al.(1996)).

위의 논의들을 종합하여 정책기조에 의한 기술정책학의 체계화를 모색한다면 과학정책, 기술정책, 혁신정책 및 하부구조정책으로 구성되는 체계가 제시될 수 있다.

2.1.3 정부역할에 의한 접근(governmental-role approach)

前述한대로 기술정책의 근거가 정부개입의 정당성에 기초하고 있다면 구체적인 정부의 역할이 무엇이며 각 역할에 따른 효과적인 정책체계와 수단이 무엇이나를 기준으로 기술정책을 체계화하는 접근도 가능하다.

정부는 공공투자와 공공연구자원을 활용하여 과학기술자산을 창출하는 供給者(supplier)의 역할을 하며 동시에 그 자산을 활용하여 산업경쟁력을 강화하거나 사회복지 수준을 제고하는 使用者 또는 需要者(user)의 역할을 하기도 한다(Lundvall, 1992). 또한 간접적인 정책수단과 제도적 장치의 활용을 통해 민간부문의 기술활동을 진흥하거나 (promote) 규제하는(regulate) 역할도 한다. 한편 Gregersen(1992)은 정부의 과학기

술정책은 국가전체의 기술공급과 수요간의 수준과 속도의 균형을 유지하는데 있다는 관점에서 調整者(pacer)의 역할을 강조하기도 한다.

2.1.4 시스템적 접근(systems approach)

정책체계를 하나의 시스템으로 해석하여 기술정책을 체계화하는 접근도 매우 유용한 방법이다. 정책이라는 시스템은 크게 체제, 제도 및 수단의 세가지 요소로 이루어진다. 즉 정책의 수립과 집행을 위해서는 먼저 정책전반의 흐름을 관장하는 정부조직, 기술자산을 창조하는 연구개발조직, 기술요소를 필요로 하는 사용자조직, 조직간에 위치하는 연계조직 등 可視的이고 物理的인 “체제”가 필요하다. 또한 정책의 수립과 집행에 관한 근거와 절차 등의 규정을 통해 실제로 운영될 수 있는 “법적, 제도적 근거”가 마련되어야 한다. 또한 정책이 효과적으로 수행되기 위해서는 관련조직의 활동을 진흥하거나 규제할 수 있는 “정책수단”이 개발되어야 한다.

기술정책에 대해서도 위의 일반적 기준을 적용할 수 있으므로 기술정책체제, 기술정책제도 및 기술정책수단으로 구성되는 시스템으로 기술정책을 체계화할 수 있다. 물론 세부적인 모형의 구축에 있어 여타 정책분야와 비교하여 기술정책만이 갖는 차별적 특성이 고려되어야 함은 물론이다.

2.1.5 정책과정에 의한 접근(procedural approach)

일반적으로 하나의 정책이 수립되고 집행되는 과정은 여러개의 단계를 거쳐 진행되는 壽命週期的(life cycle) 성격을 지닌다. 따라서 정책과정의 단계를 세분하여 그 단계에 관련된 정책활동과 내용을 중심으로 기술정책학의 체계를 모색할 수 있다.

먼저 사회적 상황과 조건의 변화에 따라 공공부문은 새로운 정책議題(policy issue)를 인식하게 되고, 이 의제에 대한 분석을 통해 정책企劃(planning)을 하게되며, 제도적 근거의 마련(legislating)과 실질적인 정책수단의 開發(developing)을 거쳐 정책집행(implementation)을 하고, 최종적으로 정책성과에 대한 평가(evaluation)를 하게된다. 이러한 정책단계의 過程(process)을 중심으로 기술정책을 체계화하는 접근이 가능한 것이다.

2.2 기술경영학의 연계모형

기술혁신과정의 복잡성과 가변성, 구성요소들간의 異質性, 기술의 無形的 속성, 多學際的(multi-disciplinary) 성격 등으로 인해 기술경영학의 체계를 단일모형으로 통합하는 일은 매우 어려운 과제이다. 특히 기술경영의 체계화는 기업의 경영현장과 실무적 내지 경험적으로 연결된 분야이기 이러한 특성을 고려해야 한다.

2.2.1 경영계층적 접근(hierarchical approach)

먼저 기업경영의 실무적인 목적에서 접근할 경우, 경영조직의 계층에 따라 기술경영의 체계화를 시도할 수 있다. 일반적으로 경영조직의 계층은 최고경영층(top management), 중간관리층(middle management) 그리고 운영/사무인력(operations and clerical personnel)으로 나뉘어지며 각계층은 의사결정이나 활동의 내용과 성격의 차이에 따라 필요한 정보의 량과 質도 달라지게 된다. 흔히 최고경영층은 長期的(long-term)이고 非定型化(non-programmable)된 문제에 대해 전략적인 판단을 하고 전체적인 활동의 지침과 원칙을 제시하는데 반해 하위계층은 日常的(routine)이고 반복적(repetitive)인 업무의 효율적 처리에 초점을 맞추게 된다. 중간계층의 역할은 上下의 유기적 연결에 필요한 관리와 통제를 담당하는데 있다.

기술경영에 있어서도 경영계층의 차이에 따라 활동의 성격과 내용이 달라지고 이러한 차별성이 체계화의 기준이 될 수 있다. 즉, 기업실무적인 관점에서는 경영조직의 계층에 적합한 기술경영의 내용과 기준을 파악하여 각계층에 분배, 적용함으로써 ‘階層’과 ‘業務’ 간의 조화를 추구하는 접근이 가능한 것이다.

2.2.2 경영시스템적 접근(systems approach)

기술경영을 하나의 시스템으로 간주하고 그 구성요소를 중심으로 체계화를 시도할 수도 있다. 즉, 기술경영의 구성요소들의 기능이나 성격에 따라 전체적인 구조를 파악하는 접근이 가능한 것이다. 예를들어 Adler(1989)는 기술경영의 모형을 크게 內容모형(content model)과 過程모형(process model)으로 대분하고 있다. 즉, 기술경영의 구조를 그 안에 포함되는 靜態的(static)인 내용과 動態的(dynamic)인 과정의 흐름으로 구성

되는 시스템으로 해석하는 것이다. 좀더 구체적으로 Sharif(1988)는 기술경영의 구성요소를 기술요소(Technoware), 인력요소(Humanware), 정보요소(Infoware) 및 조직요소(Orgaware)로 나누고 있다. Kocaoglu (1990)는 이를 좀더 세분하여 기술인력요소(human subsystem), 프로젝트요소(project subsystem), 조직요소(organizational subsystem), 자원요소(resource subsystem), 기술요소(technology subsystem) 및 전략요소(strategy subsystem)로 구성된 기술경영시스템을 제시하고 있다.

그러나 완전한 의미의 시스템적 접근은 '外部環境'이 포함될 수 있도록 시스템의 범위를 확대시키는 것이 필요하다. Rosenbloom(1989)은 기술경영시스템은 외부환경(Environment), 조직(Organization) 및 프로젝트(Innovation Project)로 구성된다고 주장하고 있다. 외부환경은 사회적 가치체계나 정부정책과 같은 거시경제적인 요소들과 시장수요나 경쟁양상과 같은 산업조직적인 요소들로 이루어진다. 조직은 시스템의 핵심부에 위치하면서 인력관리, 자원관리, 예산배분, 기능 및 부문간의 조정 등의 다양한 활동을 포함한다. 마지막으로 개별적이고 구체적인 프로젝트들은 시스템을 흐르는 物流에 해당되는 요소들이다.

2.2.3 경영과정적 접근(procedural approach)

기술경영을 기술활동의 동태적인 과정 또는 기술요소의 진화론적 단계로 파악하여 체계화의 기준을 도출할 수도 있다. 즉, 기술경영이 다양한 요소들로 구성된 복합체적 성격을 지니고 있지만 동시에 그 과정을 단계별로 나눌 수 있는 順次性和 또한 각각의 단계에 있어 그 목적이나 성격이 달라지는 動態性を 보이며 따라서 기술경영의 進化的 변화의 과정을 중심으로 기술경영의 체계화를 시도하는 접근이 가능한 것이다. 실제로 이러한 과정적 접근은 기술경영의 관련연구 전반에 있어 가장 일반적인 기준의 하나로 사용되어 왔다.

과정적 접근에 있어 가장 전통적인 기준은 기술혁신의 과정을 순차적인 선형모형으로 설명하는 시각이다. 즉 기술경영의 全週期를 몇개의 진화적 단계로 나누고 각단계에 관련된 세부활동과 조직의 관리를 파악함으로써 체계화의 틀을 구축할 수 있는 것이다. 과정적 접근의 또다른 기준은 수명주기(life cycle)에 의한 체계화이다. Utterback and Abernathy(1975)와 Abernathy and Townsend(1975) 등에 의해 技術動學(technology dynamics)의 주요한 定型의 하나로 자리잡은 수명주기이론은 기술요소의

進化과정을 動態的인 변화에 따라 流動期(fluid), 過渡期(transition) 및 硬化期(specific) 등의 단계로 구분하고 각단계의 특성과 조건에 맞는 기술경영의 목표와 내용을 파악하는 접근방법이다. 이 모형은 기술경영의 체계를 몇개의 단계로 나누어 분석한다는 점에서는 앞의 선형모형과 유사한 접근이지만 선형모형이 '기술활동의 내용'을 단계화하는데 반해 수명주기이론은 '기술성격의 변화'에 초점을 맞춘다는 점에서 근본적인 차이를 보인다. 이러한 접근을 기술경영의 체계화에 援用하면 기술의 수명주기를 선택과정, 창출과정, 확산과정 등으로 크게 나눌 수 있다. 이를 구체화시켜 각단계에 필요한 기술경영의 내용들을 살펴보면, 선택과정에는 기술경영의 기획 및 평가와 기술대안의 사전평가 및 선정 등이 포함되며 창출과정은 기술활동의 관리 및 통제와 기술성과의 사후평가 등으로 구성되고 확산과정은 신기술의 활용 및 기존기술의 점진적 개선 등으로 이루어진다.

2.2.4 조직구조적 접근(organizational approach)

조직구조적 관점에서 기술경영의 내용과 역할을 실제의 조직부문과 연계하여 체계화할 수도 있다. 대부분의 기업조직은 경영활동의 순차적 기능에 따라 여러개의 부문으로 구성되어 있으므로 각 부문을 기술경영과 연결시켜 기술경영활동을 체계화할 수 있는 것이다. 예를들어 Saren(1984)은 기술경영에 관련된 관련부문을 R&D Department -> Design Department -> Engineering Department -> Production Department -> Marketing Department로 나누고 있다. 부문단계에 의한 접근은 기본적으로 위에서 제시한 선형모형과 類似한 기준에 토대하고 있지만 선형모형이 '기술활동' 자체의 변형과정에 초점을 맞추는데 반해 부문별 접근은 '경영조직'의 역할과 기능이 그 기준이 된다는 측면에서 차이점을 지적할 수 있다.

2.3 기술경제학의 연계모형

狹義의 기술경제학은 기술변화가 경제의 均衡상태를 파괴하는(disequilibrating) 원인과 그 결과로 惹起된 不均衡상태에 경제구조가 적응하는(adjusting) 과정의 분석을 本領으로 함으로써 '기술변화를 분석대상으로 하는 경제학의 한분야(a branch of economics)'라는 제한된 의미를 갖는다. 그러나 포괄적이고 보편적인 기술경제학의 정의는 Granstrand(1994)가 제시한대로 "기술변화에 대한 經濟學的 분석(economic

analysis of technological change)”과 “경제적 변화에 대한 技術的 觀點에서의 분석 (analysis of economic change, focusing on technology)”을 모두 포함하는 시각이다. 따라서 기술경제학의 연계모형도 이러한 包括的이고 相互的인 觀點에서 제시되어야 한다.

2.3.1 변수양립적 접근(correspondence approach)

기술경제학의 가장 전통적인 체계화는, 기존경제학의 분석단위와 수준을 기준으로 경제변수와 기술변수를 兩立的으로 나열하여 兩者간의 관계를 분석하는 접근이다. 이 경우 분석단위나 수준은 크게 국민경제/거시(macro) 수준, 산업/중간(meso) 수준 및 기업/미시(micro) 수준으로 나눌 수 있다.

일반적으로 말하는 기술경제학(Economics of Technology)은 크게 두가지의 관점에서 그 영역을 구축하여 왔다. 첫째는 巨視經濟的 觀點에서 경제성장과 기술변화를 분석하는 접근이다. 즉 거시적 기술요소 즉 연구개발구조나 총량적 기술투자 등을 국민경제의 총공급을 결정하는 생산함수와 연계시켜 기술투입의 변화가 거시경제지표 즉 성장률, 국제수지, 소득, 고용, 물가, 경기변동 등에 어떠한 영향을 미치는가를 분석하는 영역이다. 다만 국제기술이전이나 교역지수와 같은 지표를 통해 국민경제간의 상호관계를 분석하는 영역은 거시경제적 관점에 포함시킬 수도 있고 國際經濟的 觀點으로 분리시킬 수도 있다.

둘째는 微視經濟的 觀點에서 산업조직과 기술변화를 분석하는 접근이다. 개별산업이나 개별기업의 산업조직과 시장구조, 기업규모, 기술투자, 제품구성(product mix) 등과 같은 미시적 기술변수의 변화가 미시경제변수 즉 투자수익율, 생산성, 경쟁력에 어떠한 영향을 미치는가를 분석하는 영역이다. 이 경우, 미시경제적 분석은 다시 산업수준과 기업수준으로 분리할 수 있다.

분석수준에 따라 기술변수와 경제변수를 대응시키는 체계화모형은 다시 양자간의 因果關係(causality)를 어떻게 보느냐에 따라 크게 두가지 접근으로 나눌 수 있다. 즉 기술변수를 獨立變數(independent variable)로 설정하고 그에따라 경제변수를 從屬變數(dependent variable)로 할 수도 있고 반대로 경제변수를 원인으로 기술변수를 결과로 접근할 수도 있다. 또하나 지적해야 할 점은 접근방법, 즉 modelling에 관한 문제이다. 기술경제학의 전통적인 접근방법은 신고전학파적 이론에 기초한 靜的 部分均衡 모델

(static/partial equilibrium modelling)의 사용이었다. 그러나 최근에는 크게 두가지의 새로운 접근방법이 주목을 받고 있다. 첫째는, 보다 현실적인 가정들을 포함시켜 균형모형을 확장시키는 一般均衡 모델(general equilibrium modelling)로서 이는 흔히 新成長理論(new growth theory)로 불린다(Romer(1989), Lucas(1988) 등). 둘째는, 靜的 균형으로부터 動的 변화의 과정을 중시하는 이른바 進化論的 모델(evolutionary modelling)이다(Nelson and Winters(1982), Dosi and Nelson(1994)).

2.3.2 주제중심적 접근(thematic approach)

기술경제학을 체계화하는 또다른 접근은 "현실경제"의 주요주제를 개별적으로 파악하고 그 주제에 대해 기술변수를 대응시켜 체계화하는 방법이다. 물론 현실경제의 주제들은 경제학의 學制的 주제들과 일치할 수 있으며 그러한 의미에서 본다면 위에서 제시한 변수간의 對應을 토대로 체계화하는 접근과 본질적인 차이는 없을 수 있다. 그러나 많은 경우 현실경제에서 제기되는 주제는 첫째 時宜性(timeliness)을 지닌다는 점, 둘째 非경제학적(non-academic)인 용어로 표현된다는 점에서 상당히 다른 성격을 지닐 수 있다. 예를 들어 OECD의 기술경제프로그램(Technology and Economy Program, 1992)은 기술변화를 크게 기술혁신(innovation)과 확산(diffusion)으로 규정한 후 기술변화와 관련된 경제현상의 주요주제를 경제성장, 기업조직, 세계화, 경쟁력, 환경, 인력개발, 선-후진국 국제경제 등으로 제시하고 있다. 이러한 現實經濟의 주제들은 대부분 '전통경제학'의 학제적 주제들과 명확하게 대응시키기 어려운 문제들이다.

실제로 기술경제학의 발전과정을 분석해보면 기존경제학의 구조(특히 거시와 미시의 二重構造)를 토대로 경제변수들과 기술변수들간의 균형적이고 순차적인 연계가 이루어진 것이 아니라 일부주제, 예를 들어 기술과 산업조직, 기술과 경제성장, 기술과 국제무역, 기술과 경기변동, 기술과 기업생산 등을 중심으로 불균형적인 연계가 이루어졌으며 각 주제들의 擡頭도 시대상황적인 요인이 크게 작용한 사실을 알 수 있다. 따라서 기존경제학의 틀을 사용하기보다는 시의적인 필요성에 의해 현실경제의 관심주제와 選別的으로 연계시키는 주제별 접근이 유용할 수도 있다.

2.3.3 산업분야별 접근(industry-specific approach)

또다른 접근은 경제학의 분석수준을 '産業次元'으로 제한하여 각각의 산업차원에서 기술 변수와 경제변수를 연계시키는 산업경제학적(Industrial Economics) 체계화이다. 예를 들어 통신기술경제는 정보통신산업을 대상으로 하고 에너지기술경제는 에너지산업을 대상으로 하는 식의 접근이다. 이러한 접근은 역사적으로 공학이나 산업분야에서 경제학적 접근을 援用하면서 시작되었으므로 전통경제학의 확장에서 생겨난 기술경제학과 비교하여 特化 내지 專門化된 類似학제(quasi-discipline)라고 할 수 있다.

산업기술경제적 접근의 장점은 그 대상이 특정산업으로 명확하게 설정됨으로써 보다 실질적이고 구체적인 분석을 할 수 있다는데 있다. 그러나 동시에 産業聯關性으로 인해 특정산업을 독립적인 분석대상으로 한정하거나 분야간의 경계를 설정하기가 어렵고, 개별분야가 하나의 학문분야로 구성될 수 있는 臨界規模(critical mass)를 형성하기 어려운 단점도 있다. 또한 산업구분을 어떤 기준으로 할 것인가 하는 문제도 해결되어야 한다.

산업경제학적으로 체계화를 시도할 경우 '産業別 기술혁신의 類型(sectoral pattern of technological innovation)'이라는 개념의 적용이 매우 중요하다. 산업의 기술혁신유형은 일반적으로 특정산업에서 나타나는 기술혁신의 방식, 기술혁신 원천의 소재, 기술혁신 주체의 특성 등을 종합적으로 지칭하는 개념이다(박용태 외(1994)). 이러한 기술혁신의 유형은 대부분의 경우 산업별로 상이한 형태로 나타난다(Dosi(1988), Pavitt(1984), Levin et.al.(1988) 등). 기술혁신의 패턴이 어떠한 規則性과 定型性을 나타내는 근본적 이유는 기술패러다임이나 유인메카니즘의 존재에 基因한다. 그러나 실제로 기술혁신이 창출되고, 확산되고, 활용되는 속도와 방식이 산업분야에 따라 차이가 나타나는 이유는 기술패러다임과 유인메카니즘이 모든 산업에 공통적으로 존재하기는 하되 그 내용 및 영향력이 각산업마다 다르기 때문이다. 즉 구체적인 결정요인들, 예를들어 기술혁신의 기회, 기술성과의 專有性, 그리고 수요의 패턴 등이 산업별로 차이가 나기 때문이다. 따라서 산업경제적 기술경제적 접근에 있어 산업별 기술혁신유형에 대한 명확한 이해와 산업분야간의 비교분석은 일차적인 前提이자 근본적인 主題가 된다.

Ⅲ. 결론

최근 과학기술과 사회과학의 연계는 교육 및 연구의 學制的 재구성(restructuring)이라는 내부적 동기와 과학기술의 경제적·사회적 정당성의 확보라는 외부적 동기가 맞물리면서 활발한 논의가 이루어지고 있다. 이러한 현상은 지난 수세기 동안의 역사적 순환과정에서 나타나는 일시적 潮流로 해석할 수도 있지만 경제사회 및 과학기술자체의 근본적 패러다임이 변화하면서 발생하는 구조적 현상으로 해석하는 것이 보다 정확할 것이다. 또한 兩者의 학제적 연계의 가능성에 대해서도 긍정적인 인식이 확산되고 있는 실정이다. 그러나 직접적이고 현실적인 측면에서 과학기술과 사회과학을 어떻게 하나의 학문체계로서 연계시킬 것인가에 대한 방법론 내지 모형개발의 노력은 아직도 크게 未洽하다. 본 논문은 과학기술-사회과학 연계의 체계화라는 명제하에 기술정책학, 기술경영학 및 기술경제학에 대해 교육구조와 내용을 설정할 수 있는 다양한 기준들을 제시하였다.

세부적인 학제의 구성을 불문하고 과학기술과 사회과학의 연계는 다음 두가지의 원칙에 立脚하여야 한다. 첫째는, 학제적 정체성과 전문성의 확보를 위해 “기술혁신이론(innovation theory)”을 학문적 기반(fundamentals)으로 해야 한다. 기술혁신의 본질에 대한 명확한 근거없이 연계를 모색할 경우 일종의 類似학제나 단순한 실무기법으로서의 한계를 벗어나기 어렵다. 둘째는, 과학기술과 사회과학간의 “融合(fusion)”을 추구해야 한다. 단지 사회과학분야의 학문적 배경을 가진 인력에게 과학기술의 기초지식을 이해시킨다거나 반대로 과학기술의 학문적 배경을 가진 인력에게 사회과학의 기초지식을 이해시킨다는 접근을 통해서 진정한 의미의 새로운 학제(neo-discipline)로 성립될 수 없다.

본 논문은 探索的(exploratory) 研究의 성격으로 과학기술과 사회과학의 연계모형이라는 주제에 대해 문제를 제기하고 가능한 대안들을 제시해 본 것이다. 따라서 본 논문에는 해석과 접근방법의 恣意性이 다분히 존재하며 무리한 논리전개에 따른 문제점도 지적될 수 있다. 또한 본 논문에서 제시된 체계화의 기준들은 개별적으로는 불완전한 것이므로 실제의 체계화과정에서는 複數의 기준들을 통합하는 작업이 필요하다. 본 논문을 계기로 이 주제에 대한 연구자들간의 논의가 활발히 진행되고 좀더 다양한 의견들이 제기되어 보편적인 합의가 도출될 수 있기를 기대한다. 특히 본주제에 대한 논의가 지금까지 주로 유럽이나 미국을 중심으로 진행되어 왔음을 고려할 때 우리나라의 현실과 특성에 맞는 “韓國型 체계화”의 수립은 매우 의미있는 작업이 될 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

-국 내 문 헌-

- 1) 과학기술정책관리연구소, 과학기술관련 주요용어 해설, 1993.
- 2) 박용태외, 산업별 기술혁신패턴의 비교분석, 과학기술정책관리연구소, 1994.
- 3) 박용태, 기술경영의 개념정립과 체계화모형, 과학기술정책관리연구소, 1995.

-해 외 문 헌-

- 1) Abernathy, W. and Townsend, P., "Technology, Productivity and Process Change", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.7, No.19, 1975.
- 2) Adler, P., "Technology Strategy: A Guide to the Literatures, Research on Technological Innovation", *Management and Policy*, Vol.4, 1989.
- 3) Basalla, G., The Evolution of Technology, Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, 1988.
- 4) Betz, F., Managing Technology, Prentice-Hall, England Cliffs, 1987.
- 5) Burgelman, R. and Rosenbloom, R., "Technology Strategy: An Evolutionary Process Perspective", *Research on Technological Innovation, Management and Policy*, Vol.4, 1989.
- 6) Callon, M., "Four Models for the Dynamics of Science", in Jasanoff, S. et.al.(eds.), Handbook of Science and Technology Studies, SAGE Publications, Thousand Oaks, 1995.
- 7) Clark, K., "The Interaction of Design Hierarchies and Market Concepts in Technological Innovation", *Research Policy*, 14, 1985.
- 8) Coombs, R, Saviotti, P. and Walsh, V., Economics and Technological Change, MacMillan Education Ltd., London, 1987.
- 9) Cooper, R., "The New Product Process: An Empirically-Based Classification Scheme", *R&D Management*, Vol.13, No.1, 1983.
- 10) Crow, M., "Science and Technology Policy in the United States: Trading in the 1950 Model", *Science and Public Policy*, August, 1994.
- 11) Dodgson, M and Bessant, J., Effective Innovation Policy: A New Approach.

- International Thomson Business Press, London, 1996.
- 12) Dosi, G., "Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change", *Research Policy*, June 1982.
 - 13) Dosi, G. and Nelson, R., "An Introduction to Evolutionary Theories in Economics", *Journal of Evolutionary Economics*, Vol.4, 1994.
 - 14) Dosi, G., Freeman, C., and Nelson, R.(eds.), Technical Change and Economic Theory, Pinter Publishers, London, 1988..
 - 15) Edge, D., "Reinventing the Wheel", in Jasanoff, S. et.al.(eds.), Handbook of Science and Technology Studies, SAGE Publications, Thousand Oaks, 1995.
 - 16) Edosomwan, J., Integrating Innovation and Technology Management, John Wiley and Sons, New York, 1989.
 - 17) Friar, J. and Horwitch, M., "The Emergence of Technology Strategy: A New Dimension of Strategic Management", *Technology in Society*, Vol.7, No.2, 1985.
 - 18) Granstrand, O.(eds.), Economic of Technology, North-Holland, Amsterdam, 1994.
 - 19) Gregersen, B., "The Public Sector as a Pacer in National System of Innovation", in Lundvall, B-A.(eds.), National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, Pinter Publisher, London, 1992.
 - 20) Kocaoglu, D., "Toward a Paradigm for Engineering and Technology Management", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 37(2), 1990.
 - 21) Kuhn, T., The Structure of Scientific Revolutions, University of Chicago Press, Chicago, 1970.
 - 22) Lasswell, H., "The Policy Orientation", in Lerner, D. and Lasswell, H.(eds.), The Policy Sciences, Stanford University Press, 1951.
 - 23) Lucas, R. E., "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, Vol.22, No.2, 1988.
 - 24) Lundvall B., National Systems of Innovation, Pinter, London, 1992.

- 25) Merton, R., The Sociology of Science. University of Chicago Press, 1973.
- 26) Nelson, R.(eds.), National Innovation System. Oxford University Press, New York, 1993.
- 27) Nelson, R. and Winter, S., An Evolutionary Theory of Economic Change. Harvard University Press, Cambridge, 1982.
- 28) OECD, Changing Priorities for Government R&D. Paris, 1975.
- 29) OECD, New Technologies in the 1990s: A Socio-economic Strategy. Paris, 1988.
- 30) OECD, Technology and The Economy: The Key Relationships. Paris, 1992.
- 31) OECD, Governance in Transition: Public Management Reforms in OECD Countries. Paris, 1995.
- 32) Pavitt, K., "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, Vol.13, No.6, 1984.
- 33) Porter, M., Competitive Strategy. Free Press, New York, 1980.
- 34) Rahman, A., "The Interaction between Science, Technology and Society: Historical and Comparative Perspective", *International Social Science Journal*, Vol.33, No.3, 1981.
- 35) Rosenberg, N., Inside the Black Box: Technology and Economics. Cambridge University Press, 1982.
- 36) Romer, P., "What Determines the Rate of Growth and Technological Change", *The World Bank Working Papers*, WPS 279, 1989.
- 37) Rosenbloom, R., Technological Innovation, Management and Policy. Jai Press, London, 1989.
- 38) Rothwell, R. and Zegveld, W., Reindustrialization and Technology. Longman, London, 1985.
- 39) Roussel, P. et.al., Third Generation R&D: Managing The Link to Corporate Strategy. Harvard Business School Press, Boston, 1991.
- 40) Saren, M., "A Classification and Review of Models of the Intra-Firm Innovation Process", *R&D Management*, Vol.14, No.1, 1984.
- 41) Sharif, N., "Basis for Techno-economic Policy Analysis", *Science and Public Policy*, Vol.15, No.4, 1988.

- 42) Sundbo, J., "Three Paradigms in Innovation Theory", Science and Public Policy, December, 1995.
- 43) Szanto, B., "Science Policy vs Technology Policy?", Technovation, Vol.16, No.8, 1996.
- 44) Tassy, G., Technology Infrastructure and Competitive Position, Kluwer Academic Publishers, Mass., 1992.
- 45) Teubal, M. et.al.(eds.), Technological Infrastructure Policy, Kluwer Academic Publisher, Netherlands, 1996.
- 46) The Task Force on Management of Technology, Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage, National Academy Press, Washington,D.C., 1987.
- 47) Tisdell, C., Science and Technology Policy: Priorities of Governments, Chapman and Hall, London, 1981.
- 48) Twiss, B., Managing Technological Innovation, Pitman, London, 1992.
- 49) Utterback, J. and Abernathy, W., "A Dynamic Model of Product and Process Innovation", OMEGA, Vol.3, No.6, 1975.
- 50) van de Donk and Snellen, I., "Knowledge-Based Systems in Public Administration: Evolving Practices and Norms" in Snellen, I.(eds.), Expert Systems in Public Administration, Elsevier, Amsterdam, 1989.
- 51) Waks, L., "STS as an Academic Field and a Social Movement", Technology in Society, Vol.15, 1993.
- 52) Ziman, J., Teaching and Learning about Science and Society, Cambridge University Press, Cambridge, 1980.
- 53) Ziman, J., An Introduction to Science Studies, Cambridge University Press, Cambridge, 1984.