

국가혁신체제의 유형분류

- OECD회원국의 연구개발구조를 중심으로 -

A Taxonomy of National Systems of Innovation based on the R&D structure of OECD member economies

박 용 태*

Abstract

Since the advent of conceptual prototype and seminal application, the notion of national systems of innovation(NSI) has drawn an increasing recognition. Although the morphological entanglement is still ubiquitous and the theoretical underpinning is fragile, NSI seems to be the last step toward an increasingly complex and encompassing concept of innovation research.

Inevitably, NSI necessitates the comparative analysis in that it normatively attempts to draw best practices. Unfortunately, national profiles are too complex and diverse to derive a unified, concrete representation of the system, posing the problem of defining and modelling NSI for international comparison.

This paper aims at providing an inductive taxonomy of NSI based on R&D structure of OECD member economies. Based on the similarity among national profiles, clustering method was applied to identify seven clusters such as (1) enterprise-government funding and enterprise-education performing group, (2) enterprise-government funding and balanced performing group, (3) balanced funding and enterprise-education performing

* 서울대학교 공과대학 산업공학과 교수. Tel. (02)880-8358/Fax. (02)878-3511/E-mail : parkyt@cybernet.snu.ac.kr

group, (4) balanced funding and performing group, (5) enterprise-dominating group, (6) government-education dominating group and (7) government-education funding and education performing group.

This paper by nature is descriptive and exploratory. R&D structure represents a static snapshot of innovative performance since it accounts for only the input side of NSI and thus may not offer convincing explanations of the holistic innovation system. A more detailed and extensive analysis on the economic/technological performance across clusters will shed light on the promising avenue to future research.

I. 서 론

'80년대 중반 개념적 구조와 예시적 실증분석이 제시된 이래(Lundvall, 1985; Freeman, 1987), 국가혁신체제(NSI)에 관한 연구는 기술혁신이론의 중요한 주제로 인식되어 왔다. 이러한 현상의 배경은 기술혁신과정이 복잡해지고 기술혁신유형이 다양해지면서 기존의 관련개념들 예를 들어 paradigm(Kuhn, 1970; Dosi, 1982; Freeman and Perez, 1988), regime(Nelson and Winter, 1982), network(Freeman, 1991), trajectory (Dosi, 1982), guidepost(Sahal, 1985), life cycle(Abernathy and Utterback, 1975) 등의 설명력의 한계가 드러나고 이에 대한 대안으로서 구조적 내지 동태적인 관점에서 가장 포괄적인 분석들이라고 할 수 있는 국가차원의 시스템접근의 유용성이 부각된 사실을 들 수 있다.

그러나 NSI연구는 현재까지 이론적 기반이나 연구방법론에 대한 명확한 기반을 구축하지 못하고 있다. 특히 NSI연구의 궁극적 목표는 다양한 국가들간의 비교분석을 통해 최적 시스템(best practice)을 도출하는 데 있으나 비교분석을 위한 표준구조와 유형을 제시하지 못함으로써 개별국가별 분석(Freeman, 1988; Mowery and Rosenberg, 1990), 양국간 비교 분석(Edquist and Lundvall, 1993), 주제별 분석(Christensen, 1992; OECD, 1995) 등의 수준에 머무르고 있는 실정이다.

이러한 한계를 극복하기 위해 다양한 NSI를 유형화하는 노력들이 일부 이루어졌다. Nelson(1993) 등은 NSI를 크게 large high-income countries, smaller high-income countries, lower-income countries의 세 그룹으로 나누고 있다. 유사한 기준에서 Niosi(1993) 등은 large world powers, small industrialized countries, late industrializers

로 분류하고 있다. Fagerberg(1988)는 생산성과 기술활동수준에 따라 high-productivity and high-activity cluster, medium-productivity and medium-activity cluster, high-productivity but low-activity cluster, low-productivity with diverse-activity 등으로 나눈다. Ergas(1987)는 기술정책의 기초에 따라 mission-oriented countries와 diffusion-oriented countries로 양분한다. 이러한 분류들은 분석의 기본틀로서는 유용하지만 직관적이고 연역적인 분류기준을 적용함으로써 실증적인 근거가 결여되었다는 문제점을 안고 있다. 본 논문은 기존분류의 문제점에 대한 비판을 토대로 다양한 형태의 혁신체제들을 실증적으로 유형화함으로써 국제적인 비교가 용이한 NSI의 기본형태를 제시하고 나아가 NSI의 변화과정에 대한 시사점을 도출하는데 그 목적이 있다

II. 자료수집과 군집분석

2. 1 연구개발재원의 흐름구조

본 논문에서 사용된 자료는 OECD database(1997)과 과학기술연구활동조사보고서(1996)년에 나타난 연구개발재원의 흐름구조(R&D expenditure flow structure)이다. 주로 '93년 또는 '94년을 기준시점으로 총 23개국의 자료가 포함되었다. 연구개발재원의 흐름구조는 정부부문(주로 공공연구소), 교육부문(주로 대학), 민간부문(주로 기업연구소) 및 비영리연구조직을 중심적인 연구개발주체로 상정하고 각 주체들간에 국내연구개발투자(gross domestic expenditure on R&D : GERD)가 공급되고(origin of fund) 사용되는(usage of fund) 상대적 비중을 정량화시킨 자료로 정의된다. 따라서 이러한 상호관계는 아래와 같은 4x4의 상대흐름행렬(relative flow matrix)로 표시될 수 있다:

$$F_c = [f_{ij}]_c \quad \text{where, } f_{ij} = \frac{r_{ij}}{R},$$

$$R = \text{GERD}, \quad r_{ij} = \text{R\&D flow amount from actor } i \text{ to } j.$$

연구개발투자의 흐름구조는 투입부문의 거시적 지표로서 NSI내에서 기술혁신이 생성, 확산되는 전과정을 설명하기에는 부족하지만 NSI의 전체적 구조를 결정하는 일차적 변수라는 측면에서 NSI를 유형화하는데 유용한 기준으로 제시될 수 있다.

2. 2 연구개발재원의 흐름구조

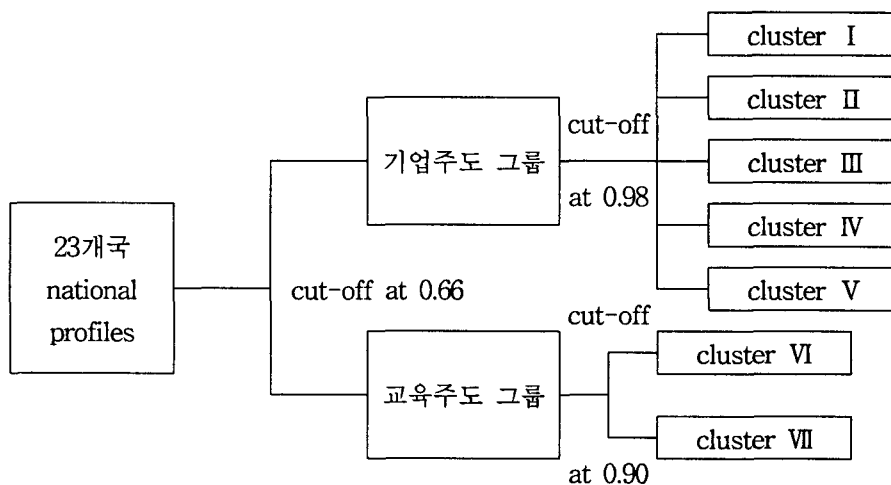
위의 상대흐름행렬을 토대로 비교대상이 되는 두 나라간의 유사성은 상관계수로 측정할 수 있으며 종합적으로 아래와 같은 23x23의 유사성구조행렬(structural similarity matrix)로 표시된다.

$$S = [s_{m,n}], \text{ for } m, n = 1, 2, \dots, 23.$$

위의 행렬에서 유사성계수는 1.0(두 나라의 구조가 완전히 동일)에서 0.0(두 나라의 구조가 완전히 상이) 사이의 값을 갖게되며 실제로 가장 낮은 값은 0.190(한국과 멕시코), 가장 높은 값은 0.997(이탈리아와 핀란드)로 나타났다.

2. 3 군집분석

위의 유사성구조행렬에 대해 agglomerative hierarchical method(AHM)의 방법과 평균 군집기준(average clustering criterion)을 적용하여 군집분석을 실시하였다. 우선 1단계에서 크게 기업주도그룹(enterprise-leading group)과 교육주도그룹(education-leading group)으로 양분하였으며, 이를 확장한 2단계에서는 7개의 그룹으로 세분하였다. 군집분석의 과정은 [그림 1]의 dendrogram에 제시되어 있다.



(그림 1) 계층군집의 Dendrogram

Ⅲ. 분류체계

군집분석을 통해 도출된 NSI유형은 각 주체들간의 연구개발투자의 흐름, 즉 공급과 사용에 기여한 상대적 규모와 비중에 따라 (1) 기업/정부공급-기업/교육사용, (2) 기업/정부공급-균형사용, (3) 균형공급-기업/정부사용, (4) 균형공급-균형사용, (5) 기업주도, (6) 정부/교육주도, (7) 정부/교육공급-교육사용의 크게 7개의 그룹으로 나눌 수 있다(<표 1> 참조).

〈표 1〉 NSI의 분류체계

그룹	연구개발재원의 흐름특성								해당국가
	R&D fund의 공급				R&D fund의 사용				
	GOV	ENT	EDU	NON	GOV	ENT	EDU	NON	
I	M	H	L	VL	L	VH	M	L/VL	USA, Germany, UK, Ireland
II	M/H	H	L	VL	M	H	M	VL	France, Denmark, Finland, Italy
III	M	H	M	VL	L	H	H	VL	Belgium, Sweden, Swiss
IV	M	M	M	VL	M	M	M	VL	Australia, Netherlands, Canada, Spain
V	M/L	VH	L	L	M/L	VH	M/L	L	Japan, Korea
VI	H	M/L	M	VL	H	M/L	VH/H	L/VL	Iceland, New Zealand, Mexico
VII	H	L	H/M	VL	M/L	M/L	VH	L/VL	Greece, Portugal, Turkey

주 : (1) GOV=government, ENT=enterprises, EDU=education,
NON=non-profit organization

(2) VH=very high, H=high, M=medium, L=low, VL=very low

IV. 결론 및 시사점

위에서 제시된 NSI의 유형과 관련하여 다음 몇 가지의 분석주제가 제시될 수 있다. 각 그룹들간에 어떤 차이가 존재하며 그 차이는 일반화될 수 있는가? 각국간의 차이를 토대로 NSI의 진화과정을 정형화할 수 있는가? 유형분류를 최적의 NSI(best practice NSI)에 대한 연구개발흐름구조를 도출할 수 있는가? 이 질문에 답하기 위해 각국의 국내총생산에 대한 연구개발투자의 비율(GERD ratio to GDP)와 일인당 국민소득(per capita GDP)의 두 변수를 토대로 ANOVA분석을 수행한 결과 기업주도그룹(cluster I-V)과 교육주도그룹간(cluster VI, VII)에는 유의한 차이가 존재하였으나 세부그룹간에는 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 즉 기업주도그룹은 교육주도그룹보다 상당히 높은 GERD비율과 국민소득을 보여주고 있으나 기업주도그룹 내의 각 cluster간에는 별다른 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 일반적으로 산업화의 초기단계 즉 산업의 기술집약도가 낮고, 민간부문의 상대적 비중이 낮은 단계에서는 교육/공공부문이 NSI를 주도하며 산업화가 일정수준으로 진전되면 민간부문과 교육/공공부문간의 균형이 이루어지고 그 이후에는 민간부문이 주도적 역할을 하게 된다는 NSI의 일반적인 진화과정을 시사한다고 할 수 있다. 한국의 경우에도 '60년대 산업화의 초기단계에서는 공공부문(출연연구소)중심의 NSI로 출발하여 '80년대초 공공 : 민간의 균형시점을 거쳐 현재는 민간부문이 주도하는 NSI로 변화되어 왔다.

그러면 공공부문과 민간부문의 주도적 역할이 역전된 이후에 NSI는 어떠한 방향으로 진화하며 진화해야 하는 것인가? 이 질문에 대한 일반적인 결론은 도출하기는 매우 어렵다. 기업주도그룹 내에서도 다양한 형태의 세부그룹이 존재하며 그 가운데 어느 그룹이 가장 효과적이며 성공적인 형태인가를 평가하기는 어렵기 때문이다. 다만 한국의 NSI는 기업주도그룹 내에서도 가장 극단적인 형태, 즉 민간부문이 절대적인 우위를 차지하는 양상을 보이며, 또한 다른 국가들에 비해서 상대적으로 효과적이라는 증거를 제시할 수 없다는 점에서 문제의식을 도출할 수는 있다. 그러나 기업주도그룹 내에서 왜 다양한 형태로 세분되는지, 또한 각 형태간의 성과(performance)를 어떻게 비교하여 최적시스템을 찾아낼 수 있는지 등의 문제는 후속연구의 중요한 주제로 제시할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 科學技術研究活動調查報告, 과학기술처, 1996.
2. L Christensen, "The Role of Finance in National Systems of Innovation", in B-A Lundvall(eds.), National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, Printer Publishers, 1992.
3. G Dosi, "Technological Paradigms and Technological Trajectories : A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change", Research Policy, 2(3), 1982, pages 147-162.
4. G Dosi and R Nelson, "An Introduction to Evolutionary Theories in Economics", Journal of Evolutionary Economics, 4, 1994, pages 153-172.
5. C Edquist and B-A Lundvall, "Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation", in R Nelson(eds), National Innovation System, Oxford University Press, 1993.
6. H Ergas, "Does Technology Policy Matter?", in B Guile and H Brooks(eds), Technology and Global Industry, National Academy Press, 1987.
7. J Fagerberg, "Why Growth Rates Differ", in G Dosi et al(eds), Technical Change and Economic Theory, Printer Publishers, London, 1988.
8. C Freeman, "Networks of Innovators : A Synthesis of Research Issues", Research Policy, 20, 1991, pages 499-514.
9. C Freeman, Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan, Printer Publishers, 1987.
10. C Freeman and C Perez, "Structural Crises of Adjustment : Business Cycles and Investment Behavior", in C Dosi et al(eds), Technical Change and Economic Theory, Printer Publishers, London, 1988.
11. T Kuhn, The Structure of Scientific Revolutions, University of Chicago Press, 1970.
12. B-A Lundvall, Product Innovation and User-Product Interaction, Aalborg University Press, 1985

13. D Mowery, "The U.S. National Innovation System : Origins and Prospects for Change", *Research Policy*, 21, 1992, pages 125-144.
14. R Nelson(eds), *National Innovation System*, Oxford University Press, New York, 1993.
15. R Nelson and S Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, 1982.
16. J Niosi, P Saviotti, B Bellon and M Crow, "National Systems of Innovation : In Search of a Workable Concept", *Technology in Society*, 15, 1993, pages 207-227.
17. OECD, *Industrial Competitiveness : Benchmarking Business Environments in the Global Economy*, Paris, 1997.
18. D Sahal, "Technological Guideposts and Innovation Avenues", *Research Policy*, 14, 1985, pages 61-82.
19. J Utterback and W Abernathy, "A Dynamic Model of Process and Product Innovation", *OMEGA*, 13(6), 1975.