

과학기술 발전특성에 근거한 국가군 분류

권철신* · 박준호**

〈 목 차 〉

1. 서 론
2. 연구의 방법론
3. 발전요인의 분석구조
4. 발전유형별 국가군 형성의 특성
5. 국가별 발전유형의 변동추이
6. 결 론

Summary: The purpose of this study is to classify the world countries into several clusters on the basis of the characteristics of the scientific and technological development, and analyse the main factors of development in each cluster. Major contributions of this study can be summarized as follows: (1) In the process of producing the composite indicators, individual indicators were adopted only if they met the condition which were logically compliable for the given time periods. Hence this thesis supports the reliability in comparing results of analysis in each period of years. (2) Could clearly capture the development characteristics and its changing process in each country.

1. 서 론

국제연합 (United Nations), 세계은행 (World Bank), OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) 등과 같은 국제기구에서는 정책적 목적을 위하여 각각 상이한 기준에 근거하여 세계 제국을 발전특성이 유사한 국가군으로 분류하고 있다.

그러나 이러한 국제기구들의 국가분류에 대해서 지표선정과 기준설정의 임의성으로 인해

* 성균관대학교 시스템경영공학부 교수 (e-mail : cskwon@speed.skku.ac.kr)

** 성균관대학교 과학기술연구소 책임연구원 (e-mail : parkjh@iesys.skku.ac.kr)

그 타당성에 대한 비판이 끊임없이 제기되어 왔는데, Berlage와 Terwenduwe (1988)는 8개 부문에서 20개 지표를 선정하여, 통계적 방법으로 국가군을 분류했으며, 권철신 (1983)도 사회경제적인 측면에서 15개 지표를 이용하여 발전유형이 유사한 국가에 대한 분류를 시도하였다. Dellaportas (1983)도 62개국을 대상으로 사회경제측면에서 7개의 지표를 선정하고 판별분석을 이용하여 선진국과 저개발국가의 규범적 분류의 타당성을 검증하였다.

그런데, 이러한 계량적 분석을 이용한 국가분류에 관한 연구는 방대한 지표분석과 통계데이터수집작업으로부터 시작되어야 하는 어려움 때문에 기존 연구의 대부분도 통계수집이 수월한 경제적, 또는 사회적 측면의 일부 지표만을 이용하여 간편한 분류를 시도하고 있어 국가발전의 제한된 측면 밖에는 고려하지 못하고 있다는 한계를 안고 있다.

다시 말하면, 발전의 제 특성을 고려한 국가군의 분류는 세계 제국의 발전구조를 발전패턴의 유사성에 따라 해명하기 위하여 반드시 선행되어야 할 연구이지만, 이러한 정량적 분석작업이 충분히 이뤄지고 있지 못하여 발전구조의 해명을 시도한 기존의 연구들은 많은 한계를 지니고 있다는 것이다.

이러한 현실적 배경에 입각해서, 본 논문은 세계 제국을 발전특성이 유사한 국가군으로 분류하기 위한 또 다른 관점에서의 기반연구로서, 금일 사회경제발전의 가장 중요한 동인으로 제기되고 있는 과학기술 (Science & Technology; 이하 S&T로 약칭)발전의 측면에서 세계 국가군을 분류하고, 각 국가군별로 발전의 구조적 특성을 고찰하는 데에 목적을 두고자 한다.

2. 연구의 방법론

2.1 분석작업의 전개

상술한 본 연구의 목적을 수행하기 위해 취해진 분석의 작업 및 수법의 적용은 아래와 같이 전개되었다.

(1) 선정지표의 검토작업에서는 지표의 대표성 및 신뢰성을 확보하기 위하여 지표의 설정, 지표의 선정, 그리고 데이터의 처리에 관한 문제를 면밀히 검토했다.

(2) 일국의 S&T발전수준을 다면적으로 측정할 수 있는 분석지표들을 설정하고, 이들을 그 유사성에 따라 축약하여 발전요인들을 추출하기 위해서 다음과 같은 사항에 대한 검토를 행했다.

(a) 「요인분석 (factor analysis)」을 구사하여 발전의 요인을 추출하는 과정에서 과학기

술의 발전요인을 구성하는 지표들이 해당 요인과 논리적으로 합당하지 않는 관계를 갖는 것으로 분석되면 해당 지표는 제거하였다. 이 과정을 분석의 모든 시대에 걸쳐 실시하여 발전요인을 구성하는 지표들의 일관성을 유지함으로써 시대별로 발전을 측정·비교하는 작업에 신뢰성을 갖도록 하였다.

(b) 발전요인을 추출한 후, 각 발전요인을 구성하는 지표들의 '요인적재량 (factor loadings)'과 각 요인들의 '고유치 (eigen value)'를 이용하여 합성지표를 작성하였는데, 특히 「확인적 요인분석 (confirmatory factor analysis)」을 사용함으로써 합성지표의 성격이 명확해질 수 있도록 강구하였다.

(c) 「군집분석 (cluster analysis)」을 이용하여 발전특성이 유사한 국가군을 분류하고, 분류된 국가군의 발전에 대한 주영향요인은 「분산분석 (analysis of variance)」을 활용하여 파악하도록 하였는데, 여기서 사용한 「군집분석」의 방법은 군집내 유클리디안 (euclidean)제 곱거리의 전반적인 합에서 가장 적은 증가를 하는 군집들을 결합하는 「Ward 방법」을 사용하였으며, 형성될 군집수는 세계 제국의 발전형태의 유사성을 파악하기 위하여 특별한 제약을 두지 않았다.

2.2 지표선정의 과정

본 연구작업에서 채택한 지표의 선정기준은 다음의 세 가지로 요약될 수 있다.

- (1) 현실적으로 획득이 가능하며, 기술적으로 측정가능한 지표만을 선정하도록 하였다.
- (2) 시간적, 공간적 변화에 무관하며 반복적으로 측정이 가능한 지표를 선정하도록 하였다.
- (3) 발전의 측정과 깊은 관련성을 가지면서, 그것이 나타내는 의미가 명확하게 인정될 수 있는 지표를 선정하도록 하였다.

본 연구에서는 먼저 S&T 발전의 세 측면을 규범적으로 구분하고, 상술한 기준설정에 따라 선정된 121개의 지표에 대하여 발전지표로서의 적합성을 검정하였다.

나아가, 데이터의 이용가능성과 전술한 지표의 선정기준을 복합적으로 고려하여, S&T의 기반수준, 과학적 성과, 기술적 성과, 과학기술자 수준의 4측면에서 지표를 체계화하는 과정을 거쳐, 최종적으로는 12개의 지표를 선정하여 분석에 활용하였는데, 이를 제시하면 다음과 같다.

- 기반수준과 관련되는 지표: 연구개발 (Research & Development; 이하 R&D로 약칭) 종사 과학기술자수, 자연과학분야 (공·이·농·학) 전공학생수, R&D 총지출, GDP 중 R&D 지출비율

- 과학적 성과와 관련되는 지표: 자연과학분야 (공·이·농·의학) 논문게재건수, 자연과

학분야 논문인용건수, 자연과학분야 논문인용 평균건수, 자연과학분야 서적출판량

- 기술적 성과와 관련이 있는 지표: 특허등록건수, GDP 중 제조업 부가가치의 비율
- 인적 수준과 관련이 있는 지표: R&D종사 과학기술자당 게재논문건수, R&D종사 과학기술자당 특허건수

2.3 데이터의 처리

본 연구에서는 137개국을 분석대상으로 하고, 분석기간은 분석작업에 사용하고자 선정된 지표들에 대해 대부분의 저개발 국가들이 통계자료를 구비하기 시작한 1970년대부터 시작하여 5년 단위로 1995년까지 분석하였는데, 즉 '70년대 전반기 (1971년~1975년), '70년대 후반기 (1976년~1980년), '80년대 전반기 (1981년~1985년), '80년대 후반기 (1986년~1990년), '90년대 전반기 (1991년~1995년)에 이르는 연대기적인 시대별 분석을 행함으로써 '횡단적 분석' 뿐만 아니라, '시계열적 분석'을 통해 S&T 발전에 따른 시대별 국가군의 분류와 더불어, 시대별 국가군의 변동까지를 파악하고자 하였다.

각 시대에 있어 데이터는 산술평균을 이용하였는데, 이는 해당 기간 동안의 평균적인 변동 추세를 반영하면서도 일부 연도가 결측되었을 경우의 데이터 보완문제까지도 해결할 수 있는 장점 때문이었다. 여기서, 데이터가 결측되어 있는 경우는 '시계열추세'를 이용하거나, 이것이 불가능하면 해당 지표와 성격이 유사하며 상관성이 높은 지표의 추세를 원용하였다.

3. 발전요인의 분석구조

3.1 발전요인의 추출

최종적으로 선정된 12개의 S&T지표에 대하여 요인분석을 통해 S&T발전요인을 추출하기에 앞서, 지표선정이 「요인분석」을 행하기에 적합한지에 대해서 「Kaiser-Meyer-Olkin 척도」를 이용하여 분석한 결과, 각 시대에서 0.67~0.75로 나타나 적정수준 이상임이 입증되었다. 뿐만 아니라, 「요인분석」모형 사용의 적합성을 분석하기 위한 「Bartlett 구형성 검정」의 결과 역시 전시대에 걸쳐 0.000으로 유의하게 나타나, 분석의 신뢰성도 확보되었다.

S&T발전의 수준 및 형태를 측정하고 해명하기 위한 발전요인은 다음과 같이 세 유형으로 추출되었는데, 이들은 전 분석 시대에 걸쳐 동일한 지표에 의해 형성되고, 설명력에 따른 요인의 순서구성에도 변동이 없었다.

(1) 제1요인은 'R&D종사 과학기술자수', '자연과학전공 학생수', 'R&D 총지출', '자연과학 분야 논문게재건수', '자연과학분야 논문인용건수', '특허등록건수'로 형성되어, 이는 S&T의 인프라로서의 성격을 갖는 지표와 S&T의 성과를 나타내는 지표가 혼재되어 있음으로써 「S&T역량」으로 규정하였다.

(2) 제2요인은 'GDP 중 R&D지출비율', '자연과학분야 논문인용 평균건수', '자연과학분야 서적출판량', 'GDP 중 제조업 부가가치 비율'로 형성됨으로써, 이들 대부분이 과학기술의 수준과 관련이 강한 특성을 갖는 것으로 해석하여 「S&T수준」으로 규정하였다.

(3) 제3요인은 'R&D종사 과학기술자당 논문게재건수'와 'R&D종사 과학기술자당 특허건수'로 형성되었는데, 이는 과학기술자의 성과를 나타내주는 지표로서의 성격을 갖는 것으로 보아 이 요인을 「S&T성과」로 규정하였다.

3.2 합성지표의 도출

본 연구에서는 S&T발전수준을 측정하기 위하여 앞에서 선정한 12개 지표를 「다변량분석법」을 구사하여 합성지표로 만들어 사용하고자 하는데, 이 경우 일반적으로는 「요인분석」을 이용하여 요인을 형성시킨 후, 산출되는 '성분점수계수 (component score coefficient)'에 의해 계산되는 요인점수를 합성지표의 값으로 사용한다.

그러나, 본 연구에서는 각 요인에 적재되는 지표들만으로 해당 요인의 점수를 계산하고, 이 요인점수 계산에 사용하는 계수는 '요인적재량 (Factor Loadings)'을 사용한다. 그 이유는 보편적으로 요인점수를 계산할 때 사용하는 회귀분석적 방법은 각 요인에 적재되는 지표들 뿐 아니라, 다른 요인에 포함되는 지표들의 효과까지도 포함하기 때문이다. 따라서 본 연구에서 취하는 요인점수 계산법은 더 정밀한 합성지표의 도출을 가능하게 할 수 있다.

여기서는 본 연구에서 취한 합성지표를 산출하기 위한 절차를 간략히 제시하면 다음과 같다.

(1) 먼저 발전요인들을 추출하고, 각 요인에 적재되는 지표들의 적재량을 합성지표의 생성을 위한 계수로 이용한다.

(2) 그런 후에, 해당지표를 표준화시킨 값에 이 계수를 곱하고, 해당 요인에 속한 모든 지표들을 합산한다.

(3) 이를 다시 '표준화 (normalization)'하여 합성지표를 생성시킨다.

(4) 그런데, 여기서 각 요인의 중요도가 다르기 때문에, 각 요인이 갖는 설명력의 비율을 가중치로 반영하여 요인점수를 보정한 후, 이들을 합산하여 합성지표를 도출한다.

4. 발전유형별 국가군 형성의 특성

4.1 포괄적 특성

본 연구에서는 세계의 137개국을 대상으로 분석하였는데, 통계작성체계가 허약하여 '결손 데이터 (loss data)'가 많은 국가를 제외한 결과, 최종적으로 분석의 대상이 된 국가는 85개국이고, 이 중 75개국은 5개 연대 전체에 걸쳐 분석되었다.

이하에서는 이들 국가를 대상으로 하여 연대별, 곧 시대별로 S&T발전의 유사성에 따라 국가군의 유형분류를 행하고, 이에 근거하여 각 유형별 발전구조의 특성에 대하여 정밀한 검토를 행하여 해석한 결과를 몇 가지로 압축해 제시하고자 한다.

(1) S&T발전패턴으로 세계의 모든 국가들을 유형화할 때 나타나는 가장 커다란 하나의 특징은 최선진국 집단이 확연히 분리된다는 점이다. 즉, 미국이 가장 앞서 있는 국가로 위치되고, 다음 수준의 국가군으로는 분석의 전시대에 걸쳐 독일, 영국, 일본이 한 '군집 (cluster)'을 형성하고 있다는 점이다.

(2) 그러나 통상적으로 선진국이라고 인식되고 있는 국가들도 S&T발전의 측면에서는 선진그룹에 포함되지 못하는 국가들도 나타난 점이 주목을 끈다. 이는 곧, 지금까지 막연히 선진국으로 인식되던 국가들이 S&T 발전의 수준 및 구조면에서는 일반적 인식과는 달리 그룹핑 (grouping)되는 현상을 확연히 나타내고 있다는 사실이다.

(3) 이러한 특이 현상은 과학기술경쟁이 격화되고 있는 금세기에 기존 선진국그룹의 재편 가능성을 예견하는 것으로 해석할 수 있다.

(4) 하위 국가군의 경우에는 S&T발전패턴이 유사한 국가들이 많은데, 이들 대부분의 국가들이 S&T 발전에 차별적인 특징을 갖지 못하고, 낮은 수준에 몰려 있다. 이러한 결과로 볼 때, S&T 발전은 하위수준의 국가들에서는 발전패턴을 형성하는데 유효하게 작용하지 않으나, 상위수준의 국가군에서는 발전의 특징을 확실하게 구분짓는 역할을 하고 있다.

(5) 따라서 선진국 중 S&T발전수준이 낮은 특성을 지니고 있는 국가는 금후 S&T개발능력의 강화야말로 국가발전전략의 핵심과제가 되어야 함을 시사하고 있다.

(6) 우리나라의 경우 발전수준이 '70년대 전반기에서 '80년대 전반기까지는 평균적인 수준에 고착되어 있다가 그 이후에 상승하여 유럽의 선진국과 같은 발전수준을 지속하고 있는데, S&T발전 요인의 전반적인 향상이 있었지만, 그 중에서도 S&T수준의 신장이 발전의 상승을 가져온 주요 원인이 된 것으로 보인다.

4.2 시대적 특징

4.2.1 '70년대 전반기

S&T발전유형에 따라 세계 제국을 분류하면 7개 군으로 나누어지는데, 이 중 단독으로 군집을 형성하는 미국을 제외한 6개 군집에 대해서 S&T발전의 수준에 차이가 있는지를 분석해본 결과, 유의성이 있는 것으로 밝혀졌다. 이들 국가군이 갖는 S&T 발전의 특성을 요약하면 다음과 같다.

(1) 제1군은 미국만으로 형성되며, S&T발전구조의 전 영역에서 월등히 앞선 수준에 있다.

(2) 제2군을 형성하는 독일, 영국, 일본은 타 국가들에 비해 S&T역량과 S&T수준이 현저히 높은 반면에, S&T성과는 중간 정도의 수준이다.

(3) 유럽 국가군인 제3군은 네덜란드, 스웨덴, 스위스, 프랑스, 헝가리로 형성되는데, 이들은 S&T수준 측면의 발전이 두드러지고, S&T의 역량 및 성과도 높은 편이다.

(4) 서유럽 및 동유럽 국가들과 오세아니아의 두 선진국을 중심으로 형성되면서, 한국이 포함되어 있는 제4군은 S&T발전이 평균적인 수준을 갖고 있는 국가군으로서, 발전요인 중에서는 S&T수준이 가장 중요한 역할을 하고 있다.

(5) 중남미 국가들과 동남아시아 국가를 중심으로 형성되는 제5군은 S&T발전수준이 평균 이하인 국가군으로서, 세 측면의 발전영역이 모두 비슷한 수준을 나타내고 있다. 그리고 대부분의 아프리카 제국들을 중심으로 형성되는 제6군은 S&T발전이 가장 낮은 상태에 있는 국가군으로서, 특히 S&T수준이 현저히 낮은 특징을 갖고 있다.

(6) 인구 및 국토의 측면에서 비교적 작은 국가들인 오스트리아와 이스라엘로만 형성되는 제7군은 S&T성과가 타 군집들에 비해 현저히 높은 특징을 갖고 있기 때문에, 독립적인 발전형태를 갖는 특징적인 국가군으로 분리되었다. 이 국가군은 S&T수준도 유럽 국가인 제3군에는 미치지 못하나 상당히 높은 상태를 나타내고 있으며, S&T역량도 평균적인 수준을 유지하고 있다. '70년대 전반기에 6개로 국가군이 형성될 수 있었음에도 불구하고 7개로 분류된 것은 이 군집의 이러한 차별적인 특징 때문이다.

4.2.2 '70년대 후반기

이 시대에서는 세계 제국이 5개의 유형으로 분류됨으로써 S&T발전의 특성이 유사한 국가들이 이전 시대에 비해 더 많았음을 나타내고 있다. 이 시대에서도 여전히 미국은 발전수준이 월등하여 단독으로 군집을 형성하고 있어, 여타 4개 군집에 대한 발전수준의 차이검정을 행한 결과, 이는 역시 통계적으로 유의했다.

〈표 1〉 S&T발전 유형별 국가군

군 시대	'70년대 전반기	'70년대 후반기	'80년대 전반기	'80년대 후반기	'90년대 전반기
제1군	미국	미국	미국	미국	미국
제2군	독일, 영국, 일본	독일, 영국, 일본	독일, 영국, 일본	독일, 영국, 일본	독일, 영국, 일본
제3군	네덜란드, 스웨덴, 스위스, 프랑스, 헝가리	네덜란드, 덴마크, 벨기에, 불가리아, 브라질, 스웨덴, 스위스, 스페인, 오스트레일리아, 오스트리아, 이스라엘, 이탈리아, 체코, 캐나다, 폴란드, 프랑스, 핀란드, 한국, 헝가리	스웨덴, 스위스, 오스트리아, 캐나다, 프랑스	네덜란드, 뉴질랜드, 덴마크, 벨기에, 불가리아, 스웨덴, 스위스, 스페인, 오스트레일리아, 오스트리아, 이스라엘, 이탈리아, 체코, 캐나다, 폴란드, 프랑스, 핀란드, 한국, 헝가리	네덜란드, 덴마크, 벨기에, 스웨덴, 스위스, 스페인, 오스트리아, 이탈리아, 캐나다, 프랑스, 핀란드, 한국
제4군	남아공, 노르웨이, 뉴질랜드, 덴마크, 멕시코, 벨기에, 불가리아, 브라질, 스페인, 오스트레일리아, 이탈리아, 인도, 체코, 캐나다, 쿠바, 터키, 포르투갈, 폴란드, 핀란드, 한국	그리스, 남아공, 노르웨이, 뉴질랜드, 말타, 멕시코, 베네수엘라, 세네갈, 싱가포르, 아르헨티나, 아이슬란드, 엘살바도르, 인도, 칠레, 콜롬비아, 쿠바, 태국, 터키, 토고, 포르투갈, 필리핀	남아공, 네덜란드, 노르웨이, 뉴질랜드, 덴마크, 벨기에, 불가리아, 브라질, 스페인, 오스트레일리아, 이스라엘, 이탈리아, 체코, 콜롬비아, 쿠바, 포르투갈, 폴란드, 핀란드, 한국, 헝가리	남아공, 노르웨이, 브라질, 싱가포르, 인도, 쿠바, 태국, 터키, 토고, 포르투갈	노르웨이, 뉴질랜드, 브라질, 싱가포르, 아르헨티나, 오스트레일리아, 이스라엘, 체코, 태국, 토고, 포르투갈, 폴란드, 헝가리
제5군	그리스, 말타, 베네수엘라, 세네갈, 스리랑카, 싱가포르, 아르헨티나, 엘살바도르, 이집트, 칠레, 콜롬비아, 태국, 페루, 필리핀	가나, 나이지리아, 니제르, 르완다, 마다가스카르, 말라위, 모리셔스, 방글라데시, 부룬디, 사이프러스, 수단, 알제리, 에콰도르, 요르단, 우간다, 이란, 이집트, 인도네시아, 잠비아, 차드, 카메룬, 케냐, 코스타리카, 콩고, 튀니지, 트리니다드 토바고, 파나마, 파키스탄, 페루, 피지	멕시코, 모리셔스, 방글라데시, 베네수엘라, 세네갈, 스리랑카, 싱가포르, 아르헨티나, 아이슬란드, 엘살바도르, 인도, 인도네시아, 잠비아, 칠레, 코스타리카, 콩고, 태국, 터키, 토고, 파키스탄, 페루, 필리핀	그리스, 말타, 멕시코, 모리셔스, 방글라데시, 베네수엘라, 세네갈, 스리랑카, 아르헨티나, 아이슬란드, 엘살바도르, 이란, 이집트, 인도네시아, 잠비아, 칠레, 카메룬, 케냐, 코스타리카, 콜롬비아, 튀니지, 파키스탄, 페루, 필리핀	그리스, 남아공, 말타, 멕시코, 모리셔스, 방글라데시, 베네수엘라, 볼가리아, 스리랑카, 아이슬란드, 에콰도르, 엘살바도르, 요르단, 이란, 이집트, 인도, 인도네시아, 잠비아, 칠레, 카메룬, 케냐, 코스타리카, 콜롬비아, 쿠바, 터키, 튀니지, 트리니다드 토바고, 파키스탄, 페루, 필리핀
제6군	가나, 나이지리아, 니제르, 르완다, 마다가스카르, 말라위, 모리셔스, 방글라데시, 부룬디, 사이프러스, 수단, 아이슬란드, 알제리, 에콰도르, 요르단, 우간다, 이란, 인도네시아, 잠비아, 차드, 카메룬, 케냐, 코스타리카, 콩고, 토고, 튀니지, 트리니다드 토바고, 파나마, 파키스탄, 피지		그리스, 나이지리아, 말타, 사이프러스, 수단, 케냐, 트리니다드 토바고, 피지	가나, 나이지리아, 니제르, 르완다, 마다가스카르, 말라위, 부룬디, 사이프러스, 수단, 알제리, 에콰도르, 요르단, 우간다, 차드, 콩고, 트리니다드 토바고, 파나마, 피지	가나, 나이지리아, 니제르, 르완다, 마다가스카르, 말라위, 부룬디, 사이프러스, 세네갈, 수단, 알제리, 우간다, 차드, 콩고, 파나마, 피지
제7군	오스트리아, 이스라엘		가나, 니제르, 르완다, 마다가스카르, 말라위, 부룬디, 알제리, 에콰도르, 요르단, 우간다, 이란, 이집트, 차드, 카메룬, 튀니지, 파나마		

〈표 2〉 S&T발전 요인별 점수

군 시대	'70년대 전반기		'70년대 후반기		'80년대 전반기		'80년대 후반기		'90년대 전반기	
제2군	S&T역량	2.038	S&T역량	1.982	S&T역량	1.891	S&T역량	1.891	S&T역량	2.183
	S&T수준	2.561	S&T수준	2.949	S&T수준	2.515	S&T수준	2.319	S&T수준	2.623
	S&T성과	-.163	S&T성과	.023	S&T성과	-.063	S&T성과	-.060	S&T성과	-.067
제3군	S&T역량	.203	S&T역량	.061	S&T역량	.323	S&T역량	.062	S&T역량	.271
	S&T수준	1.697	S&T수준	.952	S&T수준	1.220	S&T수준	1.061	S&T수준	1.234
	S&T성과	-.020	S&T성과	-.076	S&T성과	.598	S&T성과	.076	S&T성과	.187
제4군	S&T역량	.021	S&T역량	-.181	S&T역량	-.078	S&T역량	-.132	S&T역량	-.185
	S&T수준	.590	S&T수준	-.006	S&T수준	.813	S&T수준	.198	S&T수준	.498
	S&T성과	-.116	S&T성과	-.085	S&T성과	-.026	S&T성과	-.171	S&T성과	-.140
제5군	S&T역량	-.252	S&T역량	-.301	S&T역량	-.198	S&T역량	-.250	S&T역량	-.231
	S&T수준	-.225	S&T수준	-.853	S&T수준	-.319	S&T수준	-.428	S&T수준	-.323
	S&T성과	-.255	S&T성과	-.217	S&T성과	-.280	S&T성과	-.182	S&T성과	-.173
제6군	S&T역량	-.305			S&T역량	-.303	S&T역량	-.314	S&T역량	-.329
	S&T수준	-.843			S&T수준	-.798	S&T수준	-1.134	S&T수준	-1.160
	S&T성과	-.185			S&T성과	.538	S&T성과	-.155	S&T성과	-.210
제7군	S&T역량	-.150			S&T역량	-.307				
	S&T수준	.872			S&T수준	-1.030				
	S&T성과	1.498			S&T성과	-.335				

주: 시대별 각 발전요인의 유의도는 '80년대 후반기 ('86-'90년대)의 0.003인 'S&T성과' 이외에는 모두 0.000임.

세계 제국의 국가군 형성에 따른 S&T의 구조적 특성을 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 제1군은 미국만으로 형성되며, 발전수준이 가장 높은 국가이다.
- (2) 제2군은 독일, 영국, 일본으로 구성되며, S&T수준과 S&T역량이 두드러지게 높은 상태로서, 전 시대에 평균보다 낮은 수준이었던 S&T성과도 미국 다음으로 높은 수준으로 제고되었다.
- (3) 대부분의 유럽 국가와 함께 한국이 포함되는 제3군은 이전 시대의 제3군과 제4군의 일부 국가로 형성되는 국가군으로서, S&T역량과 S&T성과는 평균적인 수준에 머무르고 있으나, S&T수준은 높은 특징을 갖고 있다.
- (4) 중남미 국가와 유럽 국가 중 전반적인 발전수준이 약간 낮은 것으로 인식되고 있는 국가를 중심으로 이루어진 제4군은 이전 시대에서는 제4군 및 제5군에 속하는 국가들로서, S&T발전은 평균보다 낮은 상태를 나타내고 있으나, S&T수준은 타 발전요인보다 나은 특징을 갖고 있다.
- (5) 아프리카 국가들을 중심으로 형성되는 제5군은 발전수준이 가장 낮은 군으로, 특히

S&T수준이 현저하게 뒤져 있는 특징을 갖고 있다.

4.2.3 '80년대 전반기

이 시대에 세계 제국은 7개의 군집으로 나뉘어지는데, 이 시대에도 미국은 단독으로 군집을 형성하고 있어, 이를 제외한 6개 군집에 대한 차이검정을 행해 본 결과, 통계적 유의성이 입증되었다.

S&T 발전특성의 유사성에 따라 형성되는 국가군들이 갖고 있는 제 특징은 다음과 같이 요약된다.

(1) 제1군은 미국만으로 형성되며, 모든 면에서 가장 발전된 수준을 나타낸다.

(2) 제2군은 역시 독일, 영국, 일본으로 형성되며, S&T수준과 S&T역량에서 가장 높은 상태를 이루고 있지만, S&T성과는 평균적인 수준에 머무르고 있다.

(3) 유럽 국가인 오스트리아, 스웨덴, 스위스, 프랑스와 성격적으로는 서유럽 국가와 유사한 특징을 가진 캐나다로 형성되는 제3군은 세 영역의 S&T발전이 비교적 고르게 이루어지고 있지만, 특히 S&T성과는 미국 다음으로 높은 특징을 갖고 있다.

(4) 대부분의 유럽 국가를 중심으로, 오세아니아의 두 선진국과 일부 라틴아메리카의 국가, 그리고 한국으로 형성되는 제4군은 S&T수준은 비교적 높은 상태이지만, 다른 두 영역의 발전은 평균적인 수준을 갖고 있는 특징을 나타내는 국가군이다.

(5) 벵골만 주변에 있는 아시아 국가들과 라틴아메리카의 일부 국가를 중심으로 형성되는 제5군은 S&T발전의 세 영역이 모두 평균 이하의 낮은 수준을 갖고 있으며, 특히 S&T수준이 뒤쳐져 있는 특징을 갖고 있다.

(6) 지중해 국가인 그리스, 말타, 사이프러스와 아프리카 중부권에 속하는 나이지리아, 수단, 케냐를 중심으로 트리니다드 토바고와 피지로 형성되는 제6군은 S&T역량과 S&T수준은 제5군보다도 발전수준이 낮으나, S&T성과에 있어서는 제3군에 속하는 국가군과 동일한 수준을 갖고 있는 특징을 나타내고 있다. 그러나 이러한 특징은 이들 국가들의 발전수준이 다음 시대에 더 향상되지 않았던 것으로 볼 때 일시적인 현상으로 파악되며, 이 때문에 S&T의 발전형태가 유사한 국가군이 7개로 분류된 것으로 해석할 수 있다.

(7) 아프리카 국가를 중심으로 형성되는 제7군은 S&T의 발전수준이 가장 낮은 국가군으로, 특히 S&T수준이 타 국가군에 비해 현저히 낮은 특징을 갖고 있다.

4.2.4 '80년대 후반기

S&T발전특성에 따른 국가군은 모두 6개 군집으로 나뉘어지는데, 발전특성에 대한 차이검정의 결과도 유의하였다. 따라서, 발전특성의 유사성에 따른 국가군별 발전특성에 대한 검

도를 요약하도록 한다.

(1) 제1군은 미국만으로 형성되며, 전 영역에서 월등히 앞서 있다.

(2) 전시대와 마찬가지로 독일, 영국, 일본으로 형성되는 제2군의 발전특성과 각 영역의 발전수준은 전시대와 동일하다는 특징을 갖고 있다.

(3) 대부분의 유럽 국가와 한국이 포함되는 제3군은 '70년대 후반기에 제3군을 형성했던 국가들 중에서 브라질이 빠지고, 뉴질랜드가 포함된 것을 제외하고는 동일한 국가들로 이뤄지며, 발전특정도 S&T성과가 높아진 것 외에는 당시와 유사하다. 그러나, '80년대 전반기와 비교해 보면, S&T발전의 세 영역의 수준은 낮아졌으며, 특히 S&T역량과 S&T성과의 측면에서 타 국가군과의 격차가 많이 줄어든 특징을 보이고 있다.

(4) 유럽 국가인 노르웨이, 터키, 포르투갈과 벵골만의 양안에 있는 싱가포르, 인도, 태국을 중심으로, 남아공, 브라질, 쿠바, 토고로 이뤄지는 제4군은 S&T역량 및 수준은 중간에 속하는 국가군이나, S&T성과는 가장 낮은 국가군이라는 특징을 나타내고 있다. 전시대와 비교해 보아도 세계 각국 중에서 발전의 수준이 상대적으로 많이 떨어진 상태를 보이고 있다.

(5) 라틴아메리카의 국가와 종교적으로 회교권으로 볼 수 있는 아프리카 및 아시아의 일부 국가들을 중심으로 유럽의 그리스, 말타, 아이슬란드로 형성되는 제5군은 발전수준이 낮은 수준에 속하는 국가군으로, S&T수준은 다른 어떤 S&T의 영역보다 더욱 낮은 상태이다. 전시대의 발전특성이 유사한 제5군과 비교해 볼 때도, S&T발전의 모든 영역에서 더욱 하락한 상태를 나타내고 있다.

(6) 아프리카의 국가를 중심으로 형성되는 제6군은 발전이 가장 낙후되어 있는 국가군으로서, 타 국가군에 비하여 S&T수준의 격차가 현저하다는 특징을 갖고 있다. 그러나 전시대에 유사한 발전특성을 나타내었던 제7군의 발전특성과 비교해 볼 때, 다른 국가군과 S&T성과의 격차는 많이 감소되었으며, 다른 두 영역의 격차는 비슷한 수준을 유지하고 있다.

4.2.5 '90년대 전반기

'90년대 전반기인 1991-1995년대에도 6개의 군집으로 나뉘어지는데, '70년대 전반기와 '80년대 전반기에 S&T성과가 매우 높았던 소수의 국가에 의해 형성되는 군집을 예외적인 현상으로 파악한다면, '70년대 후반기와 같은 경우도 있지만 6개 군으로 분류되는 것으로 그 유형을 파악하는 것이 타당할 것으로 본다.

이 시대에도 다른 시대와 동일하게 미국은 단독으로 군집을 형성하며, 6개 국가군간의 발전특정도 통계적으로 차이가 있음을 나타내고 있다.

이하에서 발전특성의 유사성에 따른 국가군별 발전특성을 검토하여 요약한다.

(1) 미국만으로 형성되는 제1군은 모든 면에서 가장 발전된 수준을 나타낸다.

(2) 독일, 영국, 일본으로 형성되는 제2군은 S&T역량과 S&T수준에서 다른 군집들에 비해 가장 발전수준이 높는데, 전시대와 비교해서도 두 영역의 발전수준은 더 높아진 것으로 파악된다. 그러나 S&T성과는 여전히 평균적인 수준에 머무르고 있는 것이 특징이다.

(3) 서유럽 및 북유럽 국가를 중심으로 한국이 포함되어 형성되는 제3군은 전시대의 국가군에서 오세아니아의 두 선진국과 동유럽의 공산국가들이 탈락되어 형성되고 있다. S&T수준이 발전에 주된 영향을 주고 있지만, S&T성과는 제2군보다도 더 높은 특징을 나타내고 있으며, 전시대에 비해서도 세 발전영역 모두에서 상대적인 수준이 더 높아졌음을 보이고 있다.

(4) 유럽 국가 및 유럽 국가로서의 특징이 강한 국가들로 이뤄지는 제4군은 전시대에 발전 특징이 같았던 제4군을 형성했던 국가군 중에서 노르웨이, 브라질, 싱가포르, 태국, 토고, 포르투갈과 오세아니아의 오스트레일리아와 뉴질랜드, 또한 동구 공산권이었던 민주화과정을 밟고 있는 체코, 폴란드, 헝가리, 그리고 아르헨티나와 이스라엘로 이뤄지는데, 발전수준은 중간 정도에 위치하고 있으나, 전시대에 비해 다른 영역의 변동은 미미하나 S&T수준은 급향상되는 특징을 보이고 있다.

(5) 라틴아메리카, 아시아, 아프리카의 국가들이 중심이 되어 이뤄지는 제5국가군의 발전수준은 평균 이하로 낮고, 전시대에 비해서도 상승의 수준이 미미하다.

(6) 아프리카 국가군으로 간주될 수 있는 제6군은 모든 면에서 발전이 가장 뒤져 있는 국가들로서, 발전영역 중에서 S&T성과의 격차보다는 S&T수준의 발전이 상대적으로 현저하게 뒤져 있고, 전시대에 비해서 발전수준이 상대적으로 더욱 낮은 특징을 나타내고 있다.

5. 국가별 발전유형의 변동추이

발전의 유사성에 따라 국가군을 분류했을 때, '70년대 전반기인 1971-1975년대의 오스트리아와 이스라엘로 이뤄지는 제7군과 '80년대 전반기인 1981-1985년대의 제6군은 소수의 국가로 형성될 뿐만 아니라, 이들의 발전특성은 이후 다른 시대에서는 나타나지 않는 예외적으로 나타나는 발전형태로 파악되며, 또한 '70년대 후반기인 1976-1980년대도 발전특성이 타 시대와는 크게 다르게 나타나기 때문에 분석에서 배제시키도록 한다.

이는 발전특성의 변동추이를 분석하기 위해서는 발전특성이 유사한 국가군을 대상으로 해야만 변동의 유무를 명확히 파악할 수 있기 때문이다. 따라서 1971년-1975년, 1981년-1985년, 1986년-1990년, 1991년-1995년까지의 5년 간격의 4개 시대에서의 발전유형을 각각 6개 국가군으로 파악하여 분석하고자 한다.

아울러, 변동추이과정에 대한 표현상의 명시성을 강화하기 위하여 6개 국가군을 순서대로 A~F의 문자로써 편의적으로 표현하고, 발전유형의 변동과정에 대한 검토작업의 해석결과를 아래와 같이 간결히 정리하도록 한다.

(1) 전 기간에 걸쳐 변동없는 발전수준을 지속하는 국가

예컨대, 미국 (A형), 독일·영국·일본 (B형), 스위스·스웨덴·프랑스 (C형), 노르웨이·브라질·포르투갈 (D형), 베네수엘라·스리랑카·엘살바도르·칠레·페루·필리핀 (E형), 가나·니제르·르완다·마다가스카르·말라위·부룬디·알제리·우간다·차드·파나마 (F형)가 이 형태에 속하는 국가들이다.

(2) 발전수준이 고착되던 중, 상승한 후 그 상태를 지속하는 국가

(a) 'DDCC형': 유럽 국가군으로 덴마크, 벨기에, 스페인, 이탈리아, 그리고 한국이 이에 속하며, 이 유형의 국가들은 전반적으로 발전수준의 향상이 있었지만, 특히 S&T수준의 신장이 발전수준의 상승을 가져온 주요 요인이 된 것으로 해석된다.

(b) 'EEDD형': 동남아시아 국가인 싱가포르와 태국이 이에 속하며, 이 유형의 국가들도 S&T수준의 신장이 발전수준의 상승을 초래한 것으로 볼 수 있다.

(c) 'FFEE형': 문화적으로 회교국이라는 특징을 갖고 있는 이란, 카메룬, 튀니지가 이 유형에 속하며, 이 국가들 역시 S&T수준의 향상이 성장을 초래한 것으로 해석된다.

(3) 발전수준이 장기간 고착되던 중, 상승한 국가

(a) 'EEED형': 아르헨티나가 이에 속하며, S&T수준의 향상이 발전을 주도한 것으로 해석된다.

(b) 'FFFE형': 에콰도르와 요르단이 이에 속하며, 낮은 수준이기는 하지만 S&T수준과 S&T역량의 향상이 성장을 초래한 국가로 볼 수 있다.

(4) 발전수준이 고착되던 중, 상승 후 다시 하락한 국가

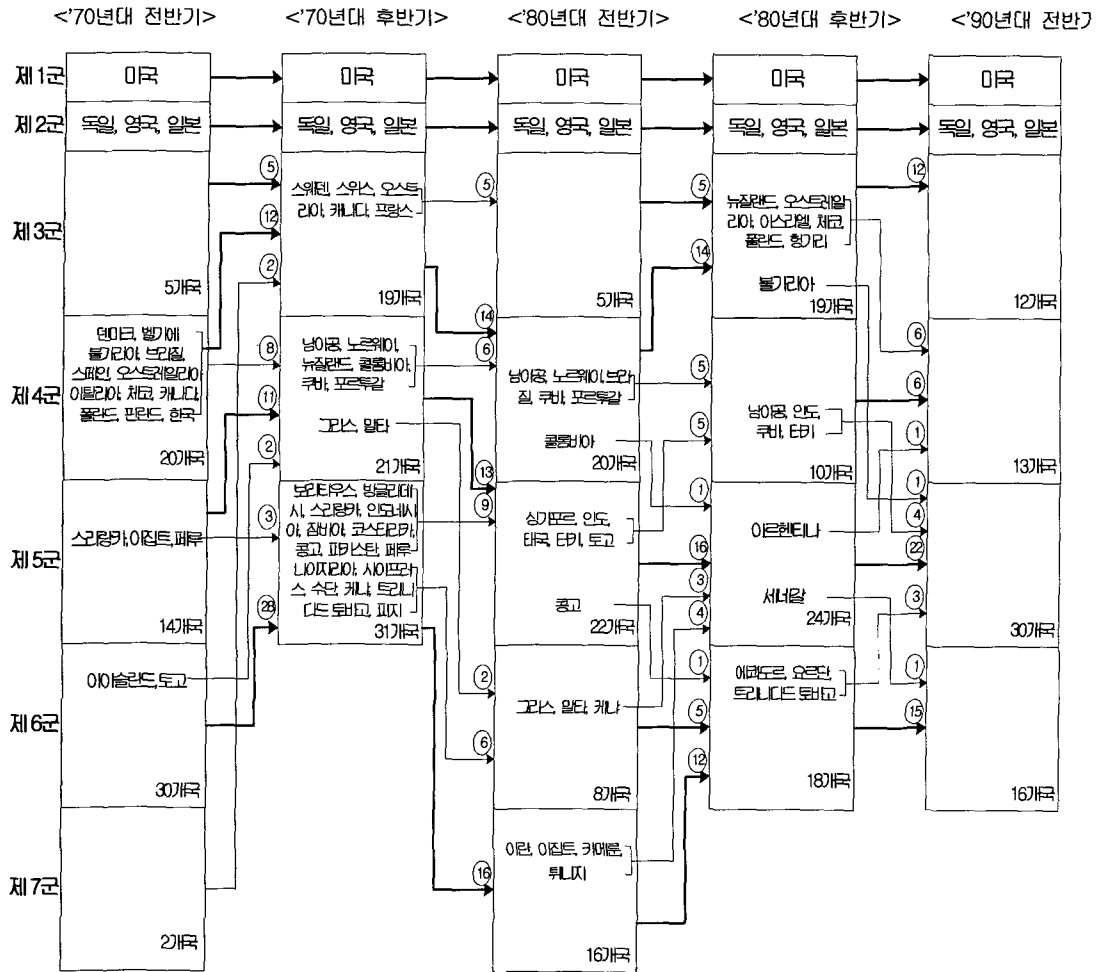
(a) 'DDCD형': 오세아니아의 두 선진국인 뉴질랜드와 오스트레일리아, 그리고 동구 공산권 국가였던 체코와 폴란드가 이에 속하며, 이 국가들은 특히 S&T수준의 향상이 발전수준의 향상을 가져 왔지만, 세 영역의 전반적인 하락으로 인하여 발전형태가 이전 상태로 회귀한 형태의 특징을 나타내고 있다.

(b) 'DDCE형': 불가리아가 이에 속하며, 'DDCD형'과 발전특성은 유사하나, 민주화 과정을 거치는 동안 S&T수준의 급격한 하락이 이전보다 더 낮은 수준의 발전구조로 떨어지게 한 것으로 해석된다.

(5) 발전수준이 장기간 고착되던 중, 하락한 국가

(a) 'DDDE형': 남아공과 쿠바가 이에 속하며, S&T역량과 S&T수준의 하락으로 발전수준이 떨어진 것으로 파악된다.

- (b) 「EEEE형」: 세네갈이 이에 속하며, 변화의 특징은 「DDDE형」과 같다.
- (6) 발전수준이 상승한 후, 지속되는 국가
- (a) 「DCCC형」: 캐나다가 이에 속하며, 세 영역 모두에서 발전수준의 향상이 두드러지면서 발전단계가 상승하고, 이를 지속시켜온 형태이다.
- (b) 「FEEE형」: 방글라데시, 인도네시아, 파키스탄, 모리셔스, 잠비아, 코스타리카, 아이슬란드가 이에 속하는데, S&T역량과 S&T수준의 향상이 발전수준의 상승을 초래한 것으로 볼 수 있으며, 이를 지속해오는 국가들이다.
- (7) 발전수준이 상승한 후, 원래 수준으로 하락하여 고착된 국가
- (a) 「EDEE형」: 콜롬비아가 이에 속하며, S&T역량과 S&T수준의 향상이 발전수준의 상승을 초래하였으나, 다시 이 두 영역의 부진으로 하락한 상태이다.
- (b) 「FEFF형」: 콩고가 이에 속하며, 낮은 수준이기는 하지만 3영역의 S&T발전 향상이 발전수준의 상승을 초래하였으나, S&T역량과 S&T수준의 부진으로 다시 하락한 상태이다.
- (8) 발전수준이 하락한 후, 원래 수준으로 상승하여 지속되는 국가
- (a) 「CDCC형」: 네덜란드가 이에 속하며, S&T역량과 S&T수준이 크게 낮아져 발전수준이 하락하였으나, 다시 그 수준이 회복되어 발전을 지속하는 상태를 보여주고 있다.
- (b) 「EFEE형」: 이집트, 네덜란드가 이에 속하며, 발전의 세 영역 중에서도 S&T수준이 낮아 발전수준이 하락하였으나, 다시 그 수준이 회복되면서 그 상태가 지속되는 현상을 보여주고 있다.
- (9) 발전수준이 하락 후, 고착된 국가: 「DEEE형」인 멕시코만 이 형태인 것으로 분석되었는데, S&T수준이 낮아져 발전수준이 하락하였고 이 상태가 고착되고 있는 국가유형이다.
- (10) 발전수준이 하락과 상승을 반복하는 국가
- (a) 「CDCD형」: 헝가리가 이에 속하며, 발전의 세 영역 중에서 S&T수준의 변동폭이 커서 발전형태의 변화가 심한 형태를 띠고 있다.
- (b) 「DEDE형」: 인도와 터키가 이에 속하며, 「CDCD형」과 마찬가지로 S&T수준의 변동폭이 심하여 발전형태가 일정하지 않는 빈번한 변화를 나타내고 있다.
- 75개 분석대상국가의 25년 동안 S&T발전형태의 변화추이에서 파악할 수 있는 것은 첫째, 발전수준이 상승하는 국가들이 하강하는 국가보다 더 많다는 것이다.
- 둘째, 상승이 지속적으로 이루어져 발전수준이 계속 높아지는 국가는 없다는 것이다. 반대로, 지속적으로 하강하는 국가도 없었다. 변화가 있는 대부분의 국가는 상승 후 고착, 또는 하강 후 고착되는 현상을 나타내고 있다.



- 주 1) 원 안의 숫자는 이동하는 국가의 수를 나타낸 것임.
 2) 굵은 선은 해당 국가군에서 가장 다수의 국가가 이동한 추이를 나타낸 것임.
 3) 그림을 보는 방법; 예를 들어, '70년대 후반기의 제3군은 '70년대 전반기 제3군의 5개 국가, 제4군의 12개 국가, 제7군의 2개 국가가 이동하여 19개 국가로 형성됨을 나타내고 있음. 제3군의 스웨덴 등 5개 국가는 다음 시대에 제3군을 형성하고, 기타 14개국은 제4군을 형성하는 추이를 나타내고 있음.

<그림 1> 시대별 발전형태의 변동추이

셋째, S&T발전수준이 급격히 높아지거나, 하락하는 국가는 1980년대 이후 불가리아의 경우를 제외하고는 없다는 것이다. 그러므로, S&T발전은 단시일에 급격하게 이뤄질 수 있는 성질의 것이 아님을 알 수 있다. 물론 이러한 현상이 S&T발전에서만 나타나는 현상인지 발전의 일반적인 현상인지에 대해서는 사회경제발전에서 의한 국가군분류의 결과와 비교를 해보아야 명확하게 파악할 수 있을 것이다.

넷째, 우리나라의 경우 발전수준이 '80년대 전반기까지는 제4군에 고착되어 있다가 그 이후에 상승하여 유럽의 선진국과 같은 발전수준을 지속하고 있는 데, S&T수준의 신장이 발전의 상승을 가져온 주요 원인이 된 것으로 보인다. 그리고, 발전수준의 상승이 있었던 '80년대 후반기의 S&T수준에 있어서는 'GDP 중 제조업 부가가치 비율'지표와 'GDP 중 R&D 지출비율'지표의 중요도가 상대적으로 크게 나타난 것으로 볼 때, R&D에 대한 투자증가와 이 결과가 제조업의 수익성 증가로 이어진 것으로 해석된다.

6. 결 론

세계 제국을 S&T발전의 특성에 따라 국가군의 유형분류를 시도한 본 연구작업을 통해서 얻어진 성과 및 의의를 요약하면 다음과 같다.

첫째, S&T발전에 관련되는 제 지표에 대한 검정을 통해 발전의 주요인을 도출하고, 체계적인 접근방식과 통계적인 수법을 이용하여 유용한 합성지표를 도출해 냄으로써, 국가별 과학기술 발전형태에 대한 일관성 있는 측정 및 해석이 용이하게 되었다.

둘째, 세계 제국에 대한 S&T발전의 구조적 특징이 명료하게 밝혀짐과 동시에, 그간 정태적인 분석수준에서 이루어져 왔던 기존연구의 범위를 넘어, 동태적인 분석방법을 구사함으로써 국가발전의 변동추이에 대한 파악이 가능하게 되었다. 즉, 시대별 「군집분석」을 통하여 S&T에 의한 세계 제국의 유형화를 시도하고 발전특성을 분석함으로써 군집유형의 변동과 국가군의 S&T발전요인에 대한 동태적 특성을 제시하였다.

셋째, 본 연구는 지금까지 주로 사회경제적 측정척도로 이루어져 온 국가군 분류의 단순성을 극복하고, 사회경제발전을 촉진하는 S&T발전의 다양한 측면을 반영함으로써 세계 제국에 대한 발전의 유형분류를 새롭게 시도했을 뿐만 아니라, 발전형태의 유형분류와 각 유형의 발전특성에 대한 구조분석을 통해 개별 국가들의 입장에서 장기적인 S&T개발 정책수립에 도움이 될 수 있는 많은 해석적인 시사를 제공하였다.

넷째, 사회경제와 과학기술을 포괄하는 통합적인 관점에서 국가별 유형분류와 발전의 구조분석을 행하기 위한 연구를 현재 진행 중에 있는 바, 본 연구에서 이루어진 제 성과는 무엇보다 금후, 과학기술발전과 사회경제발전을 통합한 「통합발전모형」구축에 관한 연구작업에 소중한 토대를 마련해주었다 하겠다.

본 연구의 분석결과를 통하여 함의되고 있는 세계 각국에 관련되는 과학기술발전의 많은 정책적 대안들 중에서, 우리나라와 관련된 몇 가지의 유용한 정책적 시사를 행함으로써 본 논문을 마감하고자 한다.

첫째, 우리나라는 '80년대 후반기 이후에는 제3군에 속해 있었는데, 이 군내에 속한 국가들을 더 세분해보면, '80년대 후반기와 '90년대 전반기의 특징에 차이가 있다는 사실이다.

'80년대 후반기에는 프랑스, 캐나다, 이탈리아 등과 같은 서구 유럽국가와는 차별적이고, 헝가리, 불가리아, 체코와 같은 동구 공산권 국가와 더 동질적이며, 발전수준도 동일 군내에서는 상당히 뒤쳐져 있었다. 그러나, '90년대 전반기에 들어가서는 프랑스, 스위스와 같은 국가들과 더욱 동질적인 특징을 나타내고 있어, S&T발전수준에 상당한 향상이 있었음을 나타내고 있다.

둘째, 향후 우리나라가 제2군의 S&T수준에 도달하기 위해서 정책적으로 가장 큰 관심을 가져야 할 측면은 「S&T역량」의 강화라 하겠다. 이는 특히, 요인을 형성하는 지표들의 중요도를 통해서 구체적으로 분석해 보았을 때, 「R&D 총지출」, 「R&D중사 과학기술자수」, 「자연과학전공 학생수」와 같은 과학기술관련 「자원 및 인재」의 확충에 대한 집중적인 정책선택이 우리나라의 과학기술 발전수준의 급속한 향상을 위해서는 무엇보다 긴급히 요구된다는 사실이다.

끝으로, 금후 한 가지 검토되어야 할 중요한 과제로서는 「R&D투자를 선진국과 같은 수준인 GNP의 3%로 또는 5%로 하겠다」와 같은 식의 현재의 정책목표로서는 발전에 미칠 효과를 정확히 정량화할 수가 없다는 점이다.

우리나라의 과학기술발전을 위해 수립되어야 할 상술한 S&T재원과 S&T인재에 대한 정책강화가 실효를 얻기 위해서는 「어느 정도를 투입해야만 어느 정도의 성과가 산출되는가」에 대한 투입산출간의 함수적인 관계를 규명하기 위한 연구, 곧 권철신 (1981)의 연구에서 제시된 「역치 (threshold point)」를 집중적으로 파악하기 위한 연구가 우리 학계에서 차후과제로 수행되어야 할 필요가 있다 하겠다.

〈참 고 문 헌〉

- 권철신 (1981), “과학기술발전패턴의 추출을 위한 계량적 분석”, 『대한산업공학회지』, 제7권, 제2호, pp. 27-41.
- 권철신 (1983), “사회경제발전구조의 유형분석을 위한 계량적 접근”, 『한국OR학회지』, 제8권 제2호, pp. 27-43.
- 김기국 외 (1998), 『국가 과학기술통계·지표체계의 구상』, 과학기술정책관리연구소.
- 高森 寛·山下彰一 (1975), “社會經濟發展の指標化について”, 『小浪 充(編), 發展構造の比較研究』, 東京: アジア經濟研究所.
- 科學技術政策研究所 (1991), 『科學技術指標體系』, 東京: 日本科學技術廳.
- 科學技術政策研究所 (1995), 『科學技術指標1994』, 東京: 日本科學技術廳.
- 科學技術政策研究所 (1998), 『科學技術指標1997』, 東京: 日本科學技術廳.
- 山田圭一·權哲信·林 亞夫 (1981), 『發展途上國における科學技術發展パターン』, 東京: 日本政策科學研究所.
- Anandkrishnan, M. and H. Morita-Lou (1985), “Indicators of Science and Technology for Development”, in Morita-Lou, H. (ed.), *Science and Technology Indicators for Development*, Boulder and London: Westview Press.
- Berlage, L. and D. Terwenduwe (1988), “The Classification of Countries by Cluster and by Factor Analysis”, *World Development*, Vol. 16, No. 12, pp. 1527-1545.
- Dellaportas, G. (1983), “Classification of Nations as Developed and Less Developed”, *American Journal of Economics and Sociology*, Vol. 42, No. 2, pp. 153-166.
- Elkana, Y., et. al (ed.) (1978), *Toward a Metric of Science: The Advent of Science Indicators*, New York: Wiley & Sons.
- Konrad, N. and D. Wahl (1990), “Science, Technology and Development Indicators for Third World Countries - Possibilities for Analysis and Grouping”, *Scientometrics*, Vol. 19, No. 3-4, pp. 245-270.
- OECD (1976), *The Measurement of Scientific and Technological Activities*, OECD.
- Teitel, S. (1987), “Science and Technology Indicators, Country Size and Economic Development: An International Comparison”, *World Development*, Vol. 15, No. 9, pp. 1225-1235.

〈부록 1〉 자료의 출처

- R&D종사 과학기술자수: 「Unesco Statistical Yearbook 각년도, Unesco」
- 자연과학 (공·이·농학) 전공학생수: 「Unesco Statistical Yearbook 각년도, Unesco」
- R&D총지출: 「Unesco Statistical Yearbook 각년도, Unesco」
- GDP 중 R&D지출 비율: 「Unesco Statistical Yearbook 각년도, Unesco」
- S&T분야 (공·이·농·의학) 논문게재건수: 「Science Citation Index, Institute for Scientific Information」자료로 계산
- S&T분야 (공·이·농·의학) 논문인용건수: 「Science Citation Index, Institute for Scientific Information」자료로 계산
- S&T분야 (공·이·농·의학) 논문인용평균건수: 「Science Citation Index, Institute for Scientific Information」자료로 계산
- S&T분야 (공·이·농·의학) 서적출판량: 「Unesco Statistical Yearbook 각년도, Unesco」자료로 계산
- 특허등록건수: 「Statistical Yearbook 각년도, UN」
- GDP 중 제조업부가가치 (Manufacturing Value Added)의 비율: 「International Yearbook of Industrial Statistics 각년도, UNIDO」
- R&D종사 과학기술자당 게재논문건수: 「S&T분야 논문게재건수 ÷ R&D 종사과학기술자수」로 자료의 출처는 계산을 위해 사용된 지표의 출처와 동일
- R&D종사 과학기술자당 특허건수: 「특허등록건수 ÷ R&D종사 과학기술자수」로 자료의 출처는 계산을 위해 사용된 지표의 출처와 동일
- 환율 (Exchange Rate): 「Global Development Finance & World Development Indicators, World Bank」

〈부록 2〉 요인분석의 결과

1. 1971-1975년대

지표	요인	1	2	3	공유치
R&D종사과학기술자수		.909	.249	-8.721E-02	.895
자연과학전공 학생수		.575	.345	-.225	.500
R&D총지출		.911	.198	-2.936E-02	.871
GDP 중 R&D지출비율		.393	.701	9.357E-03	.646
S&T분야 논문게재건수		.967	.157	1.924E-02	.959
S&T분야 논문인용건수		.954	8.976E-02	3.719E-02	.920
S&T분야 논문인용 평균건수		.354	.699	.223	.664
S&T분야 서적출판량		.557	.695	-.117	.807
특허등록건수		.812	.446	5.676E-02	.861
GDP 중 제조업부가가치 비율		-3.018E-02	.830	2.406E-02	.691
R&D종사과학기술자당 논문게재건수		1.885E-02	-1.641E-04	.833	.695
R&D종사과학기술자당 특허건수		-8.367E-02	8.734E-02	.820	.687
고유치(Eigenvalue)		5.090	2.612	1.495	
분산율(%)		42.420	21.763	12.457	

2. 1976-1980년대

지표	요인	1	2	3	공유치
R&D종사과학기술자수		.901	.304	-6.667E-02	.909
자연과학전공학생수		.717	.270	-.113	.600
R&D총지출		.942	.198	-1.305E-02	.926
GDP 중 R&D지출비율		.362	.611	-.121	.518
S&T분야 논문게재건수		.975	.145	2.844E-02	.972
S&T분야 논문인용건수		.968	6.669E-02	3.561E-02	.943
S&T분야 논문인용 평균건수		.355	.660	.280	.640
S&T분야 서적출판량		.299	.780	-7.984E-02	.704
특허등록건수		.814	.476	5.580E-02	.891
GDP 중 제조업부가가치 비율		-9.297E-03	.805	5.616E-02	.652
R&D종사과학기술자당 논문게재건수		2.308E-02	-4.509E-02	.913	.836
R&D종사과학기술자당 특허건수		-7.843E-02	8.501E-02	.935	.888
고유치(Eigenvalue)		5.115	2.530	1.834	
분산율(%)		42.625	21.086	15.284	

3. 1981-1985년대

지표	요인	1	2	3	공유치
R&D종사과학기술자수		.923	.252	-6.203E-02	.919
자연과학전공학생수		.822	.197	-9.893E-02	.725
R&D총지출		.952	.193	-2.162E-02	.945
GDP 중 R&D지출비율		.239	.676	-.183	.548
S&T분야 논문게재건수		.967	.176	1.552E-02	.966
S&T분야 논문인용건수		.956	.109	2.048E-02	.927
S&T분야 논문인용 평균건수		.334	.689	.252	.651
S&T분야 서적출판량		.486	.698	-6.448E-03	.724
특허등록건수		.819	.435	6.557E-02	.865
GDP 중 제조업부가가치 비율		7.699E-03	.825	5.010E-02	.684
R&D종사과학기술자당 논문게재건수		3.240E-02	-8.050E-02	.824	.686
R&D종사과학기술자당 특허건수		-8.538E-02	.122	.842	.732
고유치(Eigenvalue)		5.368	2.495	1.507	
분산율(%)		44.731	20.788	12.560	

4. 1986-1990년대

지표	요인	1	2	3	공유치
R&D종사과학기술자수		.942	.198	-5.275E-02	.929
자연과학전공학생수		.875	.155	-7.802E-02	.796
R&D총지출		.963	.173	-1.307E-02	.958
GDP 중 R&D지출비율		.202	.660	-.145	.498
S&T분야 논문게재건수		.973	.154	3.430E-02	.971
S&T분야 논문인용건수		.959	8.324E-02	3.140E-02	.927
S&T분야 논문인용 평균건수		.366	.610	.412	.676
S&T분야 서적출판량		.585	.631	6.078E-02	.743
특허등록건수		.877	.381	9.551E-02	.923
GDP 중 제조업부가가치 비율		3.035E-02	.775	4.482E-02	.603
R&D종사과학기술자당 논문게재건수		1.941E-02	-.196	.833	.733
R&D종사과학기술자당 특허건수		-7.608E-02	.225	.875	.822
고유치(Eigenvalue)		5.739	2.163	1.676	
분산율(%)		47.824	18.028	13.965	

5. 1991-1995년대

지표	요인	1	2	3	공유치
R&D중사과학기술자수		.946	.201	-5.304E-02	.937
자연과학전공학생수		.865	.214	-8.687E-02	.802
R&D총지출		.947	.193	-2.392E-02	.935
GDP 중 R&D지출비율		.246	.427	-9.146E-02	.251
S&T분야 논문게재건수		.960	.181	2.356E-02	.956
S&T분야 논문인용건수		.944	.120	2.967E-02	.906
S&T분야 논문인용 평균건수		.288	.759	.302	.751
S&T분야 서적출판량		.560	.593	5.310E-02	.667
특허등록건수		.823	.454	6.579E-02	.889
GDP 중 제조업부가가치 비율		5.658E-02	.759	-4.419E-02	.582
R&D중사과학기술자당 논문게재건수		4.257E-02	-.226	.844	.765
R&D중사과학기술자당 특허건수		-9.746E-02	.330	.775	.718
고유치(Eigenvalue)		5.503	2.223	1.434	
분산율(%)		45.861	18.524	11.946	