

## 과학교육의 체제모형 연구

윤선진 · 우종욱 · 김범기

(한국교원대학교)

(1995년 9월 12일 받음)

### I. 서 론

현대는 교육에 관한 제반사항이 법으로 규제되는 공교육 체제이다(강인수, 1988). 과학교육현상은 교육환경 속에서 이루어진다고 볼 수 있기에 교육과 마찬가지로 사회문화적 과정(박승재, 1980, 1985)이요, 사회적, 공공적, 조직적 활동(김종철, 1978, 1979)이라고 볼 수 있다.

과학교육현상을 사회문화적 과정으로 보는 것은 과학교육환경은 교육환경뿐만 아니라 더 나아가 사회의 환경 속에서 기성세대의 의도(박승재, 1980)가 작용된다는 것을 의미한다. 사회적 활동이라 함은 인간형성을 전제로 하면서도 그와는 차원을 달리하는 사회적 사실로서의 교육으로 과학교육의 가치, 목표, 내용, 방법 등이 사회적 합의에 따라야 하며, 과학교육활동이 제도화된 사회활동의 틀 속에서 이루어지고 있다는 뜻이다. 공공적 활동이라 함은 과학교육의 수혜자에게만 그 이익이 귀속되지않고 단순한 개인의 이익을 넘어서 사회의 일반이익(general interest)에 관련되어 있음을 뜻한다. 조직적 활동이라 함은 조직이란 공동목표를 추구하기 위하여 협력관계를 바탕으로 이룩되는 분업의 체제이기에 개인의 힘으로서는 성취할 수 없는 일을 여러 사람이 힘을 합해서 성취하고자 하는 사람의 모임이요, 업무의 체계이므로 과학교육은 점차 조직의 테두리 속에서 의도적으로 추구되는 협동행위의 체제를 갖추고 있다는 의미이다.

과학교육 연구의 접근방법은 두가지로 나타낼 수 있다. 하나는 종합적이고 거시적인 접근방법(박승재 외, 1988)으로 관련된 환경과의 상호관계를 밝혀 과학교육의 목적을 달성하고자 하는 것이고, 또 다른 하나는 분석적이며 미시적인 접근방법(박승재 외, 1988)으로 과학교육 자체의 목적, 내용, 방법, 평가 등에 관한 연구이다.

바람직한 과학교육을 저해하는 요인이나 과학교육의 정책방향과 개선의 실마리를 찾기 위해서 과학교육의 흐름에

대한 전체적인 조영은 우리가 마땅히 해야할 작업이다. 이러한 과학교육현상의 인식은 체제접근을 통하는 것이 유용하다.

그러므로 본 연구는 전체론적인 관점에서 과학교육의 흐름을 조명하고자 그 시도로 첫째, 법제적인 맥락속에서 과학교육현상의 공식적인 구조와 그 기능을 밝히고, 둘째, 이를 바탕으로 과학교육의 체제를 설정하며, 셋째, 각 체제간의 상호관련성을 맺는 이론적 분석틀로서 체제 모형을 제시하였다.

### II. 체제 이론

지난 80여년 동안 조직 관리에 관한 이론은 대체로 첫째, 1900년도 이후의 고전적 조직관리론인 Taylor의 과학적 관리론, Fayol의 행정관리론, Gulic과 Urwick의 행정관리론 및 Weber의 관료제론과 둘째, 1930년 이후의 인간관계론적 접근으로 Hawthorne 실험, 셋째, 1950년 이후의 행정과학적 접근으로 Barnard의 행정가의 기능, Simon의 행정행위론, 넷째, 1960년대 이후의 조직과 관리과정에 대한 통합적 접근으로서의 체제이론으로 일반체제이론, 개방체제론, 사회체제이론, 상황조건적합이론 등으로 단계를 거치면서 발전되어 왔다(왕기향, 1993).

체제이론은 과학의 성격에 관한 주관과 객관, 사회의 성격에 관한 규제와 급진변동의 차원에서 객관과 규제의 성격을 떠는 구조기능주의에 지적기원(Burrell & Morgan, 1982)을 두고 있다. 체제의 개념은 원래 생물학자인 Bertalanffy가 생물체(living systems)를 개방 체제로서 파악한 것을 계기로하여 자연과학에서 발달한 것인데, 이 개념을 사회과학에 도입한 것이 일반체제이론(General Systems Theory)이다(Katz & Kahn, 1978). Bertalanffy는 일반체제이론이 각각 독립된 채로 연구할 수 있는 요소 단위의 상호 작용으

로 관찰 가능한 현상을 축소 설명하고자 한 전통적 자연과학과 대비하여 전체성의 과학이라는 점을 강조한다. 그러나 체제는 체제를 구성하는 요소의 상호관계와 더 큰 환경과의 관계라는 관점에서만 진정 이해될 수 있는 것이다. 비록 일반체제이론의 주요한 연구 분야가 '일반 법칙'을 발견하는 것이지만 이는 결정론적인 것이라기보다는 그 본질상 통계적이고 확률적인 것이다(Harmon & Mayer, 1986).

체제이론에서의 체제의 개념은 학자들마다 다양한 관점에서 정의되어 사용되고 있으나 어느 정도 공통적인 정의를 발견할 수 있다. 버탈란피는 체제를 '상호작용하는 요소의 복합체들'(complexes of elements standing in interaction) (Burrell & Morgan, 1982)이라 정의하고, 이러한 체제에 대하여 유기체의 생물학적 유추를 하였다. 이와같은 유기체론적 유추 즉, 에너지의 투입, 전환, 산출, 자동조절작용, 역엔트로피(negentropy), 분화, 동귀결(equifinality) 등과 같은 특성을 강조하는 생물학적 유추는 종종 개방체제 접근방법 그 자체와 동일시되어 왔는 바, 파슨스(1951)의 사회체제의 분석에서 확립되었으며, 마찬가지로 카츠와 칸(1966) 등의 연구에서도 볼 수 있다(Burrell & Morgan, 1982). 이와 같은 분석은 체제의 경계와 거래활동, 과정(투입, 전환, 산출, 환류), 체제의 욕구충족성 혹은 자동조절작용의 달성, 하위체제와 상호의존성, 구성요소 등에 대하여 체제를 세움으로서 일반화되고 있다(Burrell & Morgan, 1982). 이를 토대로 조직의 각 부분과의 상호연관성과 조직의 욕구나 목적, 외부환경과의 관련성이라는 특징으로 나타난다(Harmon & Mayer, 1986).

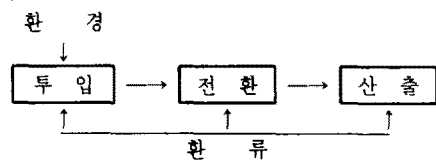
대부분의 기능주의자는 체제 존속, 체제 부분간의 상호의존성, 그리고 환경의 상황적 특질의 절대성을 주장한다. 이러한 사실의 예가 바로 모든 사회체제는 생존하기 위해서는 반드시 충족해야 할 그리고 지향해야 할 네가지 기능적 절대성, 즉 적응, 목표 달성, 통합, 잠재적 유형유지 등이다.

파슨스(Talcott Parsons, 1951)의 견해에 의하면, 이러한 네가지 기능의 효과적인 수행은 조그마한 자연적 유기체로부터 거대한 사회적 집합체에 이르기 까지 모든 생명체제의 존립에 필요하다는 것이다. 규범은 체제 하위단위(집단 및 개인)의 행동에 동기를 부여하거나 제약하는 가치체제를 구성한다. 적응과 목표달성 기능은 체제의 능률성에 관련된 반면 통합과 잠재적 유형유지 기능은 안정성에 영향을 미친다. 이러한 기능적 절대성이 보편적이라고 가정하면 파슨스에 있어 사회학적 분석이란 이러한 기능을 수행하고 또한 제한하는 사회체제의 구조와 부분 요소들을 식별하고 설명하는 것이다.

체제사고를 바탕으로 체제사고의 대상이라고 할 수 있는

체제의 성격을 다음과 같이 요약할 수 있다(김창걸, 1986).

1. 체제는 구체적인 목적을 달성하기 위하여 설계되고 구안된 수 많은 하위체제들로 구성되고 있으며, 이들은 상호의존적, 상호작용적, 상호보완적 관계에 있다.
2. 체제는 하위체제들의 개별성과 상호관련성을 인정하면서도 체제가 지향하는 목적을 위하여 질서 정연한 결합체로서 총화적인 전체성을 지니고 있다.
3. 체제는 하위체제들이 발휘하는 기능들이 전체로서 결합되는 과정에서 독특한 외적 혹은 내적 형태를 갖게 되며, 그 형태는 전체로서 환경과 상호작용하며 때로는 변화도 된다.
4. 체제는 환경으로부터 일정한 투입을 필요로 하며 이것을 전환과정을 통하여 산출로 변화시켜 다시 환경에 내보내면 일부는 환류의 과정을 통해 다시 체제속으로 흘러 들어간다<그림 1>.



<그림 1> 체제의 기본 모형

이와 같은 일반체제이론에서 사용하는 주요 용어들의 개념 정의들을 살펴보면 다음과 같다(Silver, 1983).

1. 구성요소(components); 체제의 목적을 달성하기 위하여 상호작용하는 최소의 의미있는 단위들로 정의될 수 있다.
2. 경계(boundary); 체제에 있어서 경계는 체제를 그의 환경과 구분하고 투입과 산출을 여과하는 요소이다.
3. 개방체제(open system) 및 폐쇄체제(closed system); 개방체제는 고도의 침투적인 경계를 갖고 있으며 환경으로부터 신속하고 다양한 요소들을 받아들이고 그 요소들은 요소들 사이의 상호작용을 위해 사용한다. 반대로 폐쇄체제는 상대적으로 비침투적인 경계를 갖고 있어 환경으로부터 요소를 적게 유입하고 요소도 단조로운 형태이다.
4. 투입(inputs); 경계를 거쳐 체제에 들어가는 모든 요소로 요소들이 상호작용할 수 있게 하고, 조직목적을 충족시키기 위해 상호작용하는 방법에 영향을 준다. 투입은 상대적으로 다양하기도 하고 획일적이기도 하지만, 에너지 투입과 정보 투입의 두가지 유형으로 나누어 질 수 있다. Kats와 Kahn은 단순히 체제 유지에만 필요로 하는 유지투입과 성장과 목표 성취를 위해 필요로 하는 생산 투입으로 나누었다.

5. 산출(outputs); 우연이든 계획적이든간에 체제가 환경과 인접체제에 방출하는 에너지와 정보 모두를 의미한다. 체제를 통과하고 체제에 의해 어떤 형태로 변화되는 것을 과정산출(throughputs; 전환)이라 한다.

6. 목적(purpose); 한체제가 인접체제나 상위체제에 관하여 수행하는 기능(function)들을 말한다.

7. 하위체제(subsystem)와 상위체제(suprasystem); 하위체제는 대규모 체제안에 존재하는 체제로 대규모의 전체체제의 목적 달성을 위해서 경계내에서 상호관계하는 요소들의 셀(set)을 말한다. Kats와 Kahn은 하위체제를 생산하위체제, 지원하위체제, 유지하위체제, 적응하위체제, 관리하위체제로 구분하고 있다. 상위체제는 특정한 체제를 그 구성성분으로 포함하고 있는 보다 큰 체제이다.

8. 평형(equilibrium); 조직이 환경의 변화에 대처하여 안정을 유지하는 상태이며, 정적 평형과 동적 평형으로 나누고, 이를 설명하는 데는 항상성(homeostasis), 환류(feedback), 엔트로피(entropy)가 있다.

### III. 법제적 맥락

현대의 교육은 사회적 합의인 법으로 규정되어 있는 공교육체제 아래에서 이루어지기에 법제적인 맥락속에서 과학교육체제를 찾는다는 것은 공식적인 과학교육의 흐름을 조망하고자 할 때는 유용한 일면이 있다. 그러하기에 과학교육이 운영되어지는 과정을 법제적 맥락속에서 구조와 그 기능을 살펴 과학교육의 체제를 설정하고자 한다.

과학교육의 법적인 측면에서의 정당성(이는 사회적 합의에 의한 것이기에 사회적 정당성이라 볼 수 있다.)은 대한민국헌법(1987. 10. 29. 전문개정) 제31조 1항에 "모든 국민은 능력에 따라 균등하게 교육을 받을 권리를 가진다."는 '교육을 받을 권리'에서 부터 출발한다고 할 것이다.

이는 국민의 생존권 중 교육에 관한 권리이며, 동법 제22조 1항의 모든 국민은 학문과 예술의 자유를 가진다는 자유권과의 관련도 깊다. 교육의 권리는 현대국가에 의하여 적극적으로 보장되어야 할 사회적 혹은 생존권의 일종이라는 것에 대략 일치된 견해를 보이고 있다(이원경, 1986).

이러한 학습권을 토대로 하여 교원의 교육 연구 지도권에 대해서 교원은 학생을 직접 지도 교육하는 직무집행권을 가지며(교육법 제73조), 학문의 연찬과 교육의 원리와 방법을 탐구연구하여 국민교육에 전력을 다하여야 하며(교육법 제74조), 또한 그 직책을 수행하기 위하여 부단히 연구와 수양에 노력하여야 하고(교육공무원법 제38조), 상호 협동하여 문화 창건에 진력하여야 하는(교육법 제80조) 교육권이

존재하며, 이를 위한 입법권은 국회(헌법 제40조)가, 행정권은 대통령을 수반으로 하는 정부(헌법 제66조)가, 사법권은 법원(헌법 제101조)이 가지게 된다.

헌법 제31조 6항에 의거 교육법(1949.12.31. 법률제 86호-33차개정 1991.12.31. 법률 제4474호)이 제정되어 있는 바, 제1조에 목적, 제2조에 교육방침이 있으며, 특히 제3조에 과학교육은 특히 중시되어야 한다고 하였다.

과학교육과 관련된 제반 법률은 헌법과 교육법, 교육법 시행령뿐만 아니라 지방교육자치에 관한 법률, 지방교육자치에 관한 법률 시행령, 정부조직법, 교육부와 그 소속기관 직제, 지방교육행정기관 직제, 서울대학교설치령, 국립학교설치령, 한국교원대학교설치령, 국가공무원법, 교육공무원법, 주임교사 임용규정, 교원연수에 관한 규정, 교육행정관리규정, 대학학생정원령, 대학원규정, 연구학교규정, 고등학교학업성적관리지침, 고등학교학칙준칙, 중학교학칙준칙, 교육과정심의회규정, 교과용도서에 관한규정, 국민학교 중학교 고등학교 생활기록부 취급요령, 학교시설 설비기준령, 학교교구 설비기준, 기초과학연구진흥법 및 그 시행령, 과학교육진흥법 및 그 시행령, 교육부행정감사규정, 한국교육개발원육성법 및 그 시행령, 감사원법 등이 있다. 이에 의하면 과학교육에 관련되는 기관 및 집단은 대통령, 국무회의, 국무총리, 교육부장차관, 국립교육평가원, 중앙교육연수원, 한국교육개발원, 각 대학의 과학교육과와 과학교육연구소, 한국교원대학교, 시도교육위원회와 시도교육감, 시군구 교육장, 각시도의 과학교육원 또는 교육과학연구원, 각급학교의 교장, 교감, 과학관련 교사, 각급학교의 학생들이다.

이와 함께 한국과학교육학회와 초등, 물리, 화학, 생물 및 지구과학교육학회, 언론기관, 기교제상사, 출판사 등도 관련된다. 또한 과학교육의 과정은 국민의 권리로서 주어지는 학습권에 의하여 시작되고, 국가는 이 의무를 수행하기 위해 교육권이 주어진다. 학습권과 교육권의 효과적인 수행을 위해 이를 조직하고, 관리하는 행정체계를 세워 행정권을 갖게되고, 또한 사회적 합의에 의해 과학교육의 방향을 설정하는 정책적 고려도 따른다. 이러한 권리와 의무의 제과정이 바람직한 방향으로 갈 수 있도록 사회는 주시하고 이를 연구 평가하게 된다.

### IV. 과학교육체제와 그 하위체제의 설정

과학교육체제라는 용어의 의미는 과학교육의 목적 달성을 위하여 실천할 수 있는 제반활동이 일어나는 현상 전체를 통칭하는 것이다. 그 하위체제는 법적 근거에 의해 독립적으로 그 기능과 역할이 주어진 기관과 집단 등으로 설정

한다. 이러한 잇점은 과학교육의 목적을 달성하기 위하여 공식적으로 환경으로부터 어느 수준의 투입이 이루어지며, 이것이 어떻게 전환이 되어 다시 환경으로 산출이 되는가를 조명할 수 있기 때문이다.

과학교육체제의 연구에 있어서 박승재(1988) 교수는 과학교육실태과약을 위한 과학교육체제의 한모형을 학생의 과학학습성취도를 토대로 하여 이 성취도의 달성을 위한 과학수업체제, 이상적 수업체제를 위한 과학교육지원체제로 상정하였다. 학생의 과학성취도는 과학수업체제와 과학교육지원체제의 평가준거가 되며, 과학수업체제는 과학교육지원체제의 평가준거가 된다고 보았다. 또한 과학교육실태 조사를 위한 과학학습성취의 범주를 지식, 탐구력, 태도로, 다시 지식을 과학지식과 과학에 관한지식으로 나누었다. 과학지식을 물리, 화학, 생물, 지구과학 지식으로, 과학에 관한 지식을 과학철학, 과학사 등으로 나누었다. 또한 탐구력을 탐구사고력, 실험기능, 종합적 탐구력으로, 태도를 과학에 관한 태도, 과학교육에 관한 태도, 과학적 태도로 나누었다. 수업체제의 조사영역을 학생, 교사, 여건으로, 학생을 과학 학습활동과 학습습관으로, 교사를 수업계획실시 및 평가로, 여건을 기자재에서 실험기구, 컴퓨터, 시청각 기구 등으로, 교육자료에서 인쇄자료, 시청각자료, 컴퓨터 소프트웨어 등으로, 시설에서 강의실, 실험실, 실습장 등으로 나누었다. 과학교육지원체제에서는 정책 및 행재정, 연구개발, 인력양성, 장학편수, 사회환경 등으로 설정하였다.

한편 이화국과 김창식(1990) 교수는 '과학교육 모듈 개발 방안에 관한 연구'에서 과학교육체제의 한 모형으로 계획, 실시, 평가로 3대분하고 계획을 교육목표설정, 수업체제설계, 지원계획수립으로, 실시를 수업실시, 지원활동수행으로, 평가를 교육목표평가, 수업체제평가, 지원활동평가로 하였으며, 과학교육체제를 행재정, 연구개발, 교육설비지원, 교사교육, 과학수업으로 하여 과학수업체제를 목표설정, 과제조직, 방법설정, 평가로 설정한 바 있다. 또한 과학교육 지원체제를 정책수립, 행재정, 장학편수, 교사교육, 연구개발, 풍토조성으로 나누었다.

과학교육은 '목적으로서 인간을 위하여, 수단으로서 과학과 교육을 통하여 이루어 지는 인간의 실제적 행위'로 사회문화적 과정이요, 사회적, 조직적, 공공적 활동이라 하였을 때, 실제적(practical)이라는 말은 수단적, 도덕적, 진단적 의미로 파악할 수 있다. 수단적이라 함은 과학교육의 목적을 '어떻게' 달성하는가?라는 목적지향의 문제이다. 도덕적이라 함은 추구할 가치가 있으며, 또 추구할 가치가 있다면 어떤 방법에 의해 추구할 수 있는가?라는 정당성과 과학 교육의 identity의 문제이다. 진단적이라 함은 왜 어떤 특별한 상

황이 현상대로 존재하는가?라는 상황의 문제에 대한 처방으로 이는 개선을 전제로 한다.

여기에서 인간의 실제적 행위의 과정은 끊임없이 순환하는 계획과 실행, 평가로 3대분 할 수가 있다. 이것은 plan, do, see(박동서, 1981)의 과정으로 인간의 활동을 간단하나마 의미있게 분류한 준거라 할 수 있다. 따라서 전체적인 관점에서 과학 교육에 관하여 계획을 하고 실행을 하며, 평가를 하는 집단으로 나누어 이를 과학교육체제의 하위체제로 삼고 각각 계획체제, 실행체제, 평가체제로 3대분 하고자한다.

과학교육계획체제는 국가수준의 계획을 세워 과학교육의 방향을 설정하는 과학교육정책권 및 행정권으로, 의사결정을 하는 대통령, 국무회의, 교육부장차관과, 이를 집행하는 교육부 과학교육관련 각실국장과 담당장학관 및 편수관 그리고 이에 따라 지방교육의 방향을 설정하고 집행하는 각 시도교육위원회와 교육청교육감 및 하급 지방교육행정기관인 시군구 교육장을 들 수 있다.

국가행정사무의 통일적이고 능률적인 수행을 위하여 국가행정기관의 설치, 조직과 직무범위의 대강을 정함을 목적(정부조직법 제1조)으로 하는 정부조직법(1973. 1.15 전문개정 법률 제2437호 16차 개정 1991. 5.31. 법률제4371호)에 의거한 행정기관의 대통령(동법 제10조-대통령의 행정감독권), 대통령비서실(동법 제11조), 국무회의(동법 제12조), 국무총리(동법 제15조 국무총리의 행정감독권), 행정각부(동법 제29조)가 있다.

행정각부 중 교육부는 교육부장관(동법 제29조, 제35조), 교육부차관(동법 제29조 2항)이 있고, 교육부와 그 소속 기관직제(1991. 2. 1. 대통령령 제13282호 개정 1992. 3.28. 대통령령 제13623호)에 의거한 하부조직으로서(동법 제4조) 기획관리실(동법 제10조), 장학편수실(동법 제11조), 보통교육국(동법 제13조), 교직원국(동법 제14조), 과학교육국(동법 제15조), 교육시설국(동법 제17조)을 두며, 교육부의 소속기관으로서 국립교육평가원(동법 제26조), 중앙교육연수원(동법 제48조)을 두고 있다.

지방교육자치에 관한 법률(1991. 3.8. 법률 제4347호 개정 1991.12.31. 법률 제4473호)에 의거한 심의의결기관으로서의 교육위원회(동법 제3조), 집행기관으로서의 교육감(동법 제25조), 부교육감 및 보조기관(동법 제40조-보조기관), 하급교육행정기관(시군구교육청), 지방교육행정기관직제(1991. 8.16 대통령령 제13451호 개정 1992. 3. 6. 대통령령 제13609호)에 의거한 서울특별시 및 부산직할시 교육청의 초등교육국(동법 제9조), 중등교육국(제10조), 관리국(동법 제12조), 기타 직할시 및 도의 초등교육국(제18조), 중등교육국(제19조), 관리국(제20조), 각 시도별 과학교육원 또는 교육과학연

구원 설치조례에 의한 과학교육원 또는 교육과학연구원이 있어 과학교육에 관계한다. 과학교육실행체제는 학교과학교육권으로 교육을 받을 권리, 즉 학습권 및 발달권의 권리를 갖는 학습집단과 이에 터하여 교육을 할 의무를 지는, 즉 교육권 행사에 종사하는 교원집단이 있다.

학습집단은 단계별로 학교의 종류(교육법 제81조)에 따른 각급학교의 각학년의 적령집단인 학생들로 이루어져 있으며, 일반적으로 정태적인 구조면에서는 각학년별 학생들로 구성되어지나, 동태적인 입장에서는 1년을 단위로 입학과 졸업으로서 구성원의 투입과 산출이 있게 된다. 초등학교는 국민생활에 필요한 기초적인 초등보통교육을 하는 것을 목적으로 하며(교육법 제93조), 이 목적을 실현하기 위한 목표 설정과 또한 이 목표를 달성하도록 노력하여야 한다(동법 제94조). 중학교는 초등학교에서 받은 교육의 기초위에 중등보통교육을 하는 것을 목적으로 하며(동법 제100조), 이 목적을 실현하기 위한 목표 설정과 또한 이러한 목표를 달성하도록 노력하여야 한다(동법 제101조).

고등학교는 중학교에서 받은 교육의 기초위에 고등보통교육과 전문교육을 하는 것을 목적으로 하며(동법 104조), 이 목적을 실현하기 위한 목표 설정과 또한 이러한 목표를 달성하도록 노력하여야 한다(동법 제105조).

대학은 국가와 인류사회발전에 필요한 학술의 심오한 이론과 그 광범하고 정직한 응용방법을 교수·연구하며, 지도적 인격을 도야하는 것을 목적으로 한다(동법 제108조).

각급 학교의 목적은 교육법 제1조의 교육의 목적과 제2조의 교육의 방침을 달성하기 위한 단계별 학교의 기능에 속한다. 또한 각급 학교의 입학(교육법 제96조-국민학교에 취학시킬 의무, 동법 제 103조-중학교 입학자격, 동법 제107조와 107조의 2-고등학교 입학 자격 및 고등학교 입학방법, 동법 제111조와 제111조의 2-대학입학자격 및 대학입학방법)과 졸업(교육법 제85조, 교육법시행령 제55조 제56조 5항-설립인가, 학칙, 학칙 기재사항의 졸업)은 법으로 규정되어 있다. 이에 따라 각급 학교마다 투입과 산출의 조건은 다르다.

초등학교는 의무교육으로 적령아동의 100%가 취학하고 있다. 이 중 산출은 거의 100%가 되며, 이 졸업자중 중학교 입학자는 현재 거의 100%이다. 중학교 졸업자 가운데에서 고등학교 진학자 즉, 고등학교 입학자는 현재 약 95%이며, 나머지는 사회로 투입되고, 고등학교의 졸업자 가운데에서 대학교 진학을 즉, 대학입학자는 교육부 고시인 매학년도 대학학생정원령에 따라 입학정원이 확정되기에 일반계 고등학교의 대학진학률은 약 50%가 된다. 이러한 것은 1년을 주기로 이루어지므로 '길들여진(tamed) 문제'의 성격을 띤다.

이러한 사실에서 일반계 고등학교의 내부구조는 1, 2, 3학년의 학년중심과 각학년별 학급으로 되어 있으며, 학급학생수는 48명(93학년도 입학생의 학급당 정원은 48명이며 매해 1명씩 줄어 94학년도 입학생의 학급당 학생정원은 47명이다)을 넘지않게 되어있다. 또한 1학년은 공통과정, 2, 3학년은 선택과정으로 인문사회과정, 자연과정, 직업과정을 두고 있다<그림 2>. 이러한 내부구조의 학습집단의 성격상 대상의 상이함에 따라 과학교과의 목표, 내용 및 그 수준과 방법도 달라져야 함을 알 수 있다.

중학생 (95%) ⇒	1학년 ⇒	2학년 ⇒	3학년 ⇒	대학(≒50%) ⇒(대학학생정원령) 사회(≒50%)
	공통과정	인문사회과정		
		자연과정		
		직업과정		

<그림 2> 일반계 고등학교 학습집단의 내부구조

교원집단은 교육을 받게할 의무를 지는 교육권을 행사하는 각급학교의 교직원으로 총장, 교수, 교장, 교감, 주임(업무 분장상의 보직명으로 직위 또는 자격은 아니다.), 교사 등으로 구성된다(교육법 제73조, 제74조, 제75조, 제79조-교원의 종별과 자격).

과학교육평가체제는 과학교육을 '본다(see)'는 의미가 암묵적으로 가정되어 있고, 개선을 전제로 한다. 연구의 중점을 과정과 결과를 그 준거로 볼 때, 과정에 치우치는 연구, 교수, 연수기관과 결과에 치우치는 평가, 감사, 언론기관이 있다. 또한 종합적으로 과학교육에 관련하는 의사소통 및 논의의 장으로 현재 과학교육사회의 paradigm을 형성하는 각 학회를 상정할 수 있다.

연구, 개발, 평가기관으로서, 한국교육개발원(한국교육개발원 육성법-1973.12.27 법률 제2616호 개정 1990. 12. 27. 법률 제4268호), 국립교육평가원(교육부와 그 소속기관직제 제26조-국립교육평가원의 직무-각급학교의 학생의 학력 기타 교육성과와 각급학교 기타 교육기관의 교육평가지원에 관한 사무를 관장한다.), 국립대학교의 과학교육과와 부속과학교육연구소(국립학교 설치령 제11조 제3항의 11-사범대학, 제29조 제1항의 3-교육대학, 서울대학교설치령 제6조 3항의 7)를 들 수가 있고, 또한 각 행정기관의 자체 연구와 개발 및 평가 기능을 상정할 수가 있다. 여기에서의 특징은 각기관의 주요업무의 성격이 한국교육개발원은 개발과 연구기능이, 국립교육평가원은 평가와 연구 기능이, 각국립대학은 연구와 교수 기능으로 볼 수 있으나 한국교원대학교는 교수와 연구 및 연수(교원양성기관: 동법 제124조 개정

72.12.16 제125조 개정 77.12.31), 그리고 연구기관(교육부와 그 소속 기관직제 제48조-중앙교육연수원의 직무, 한국교원대학교설치령 제5조-부속기관 중 1의 종합교원연수원)을 들 수가 있다.

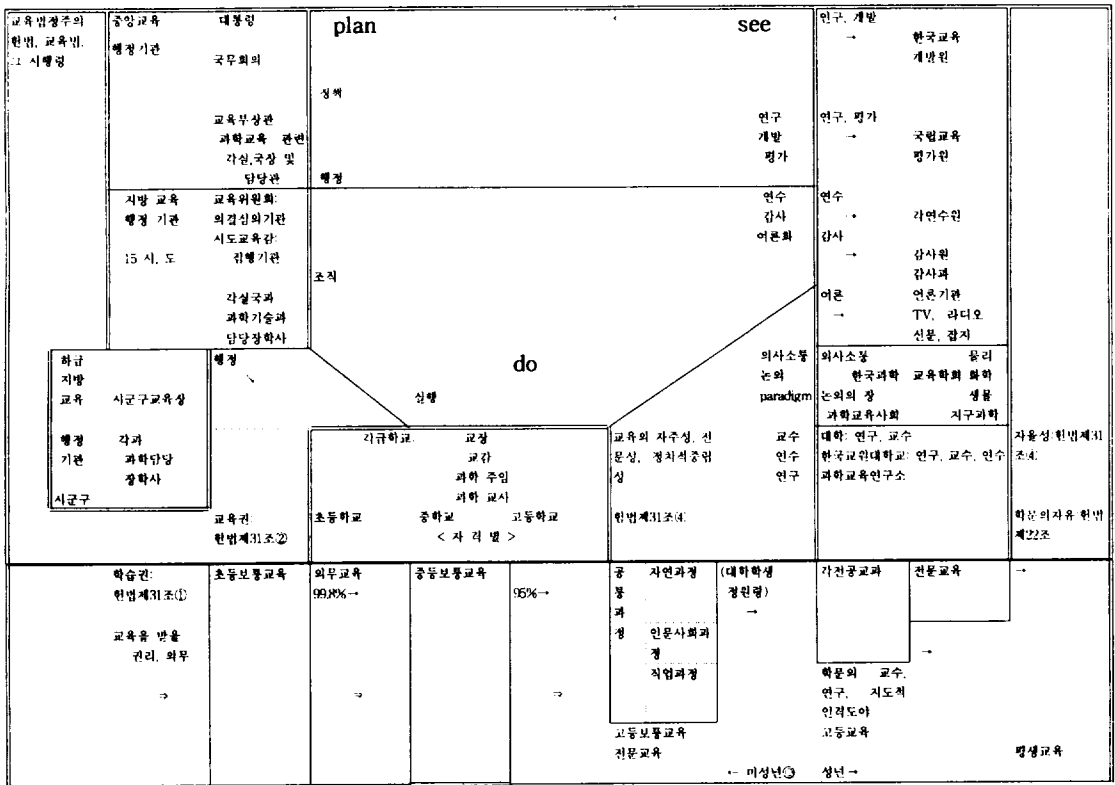
한국교육개발원 육성법(1973.12.27 법률 제2616호 개정 1990.12.27 법률 제4268호)에 의하여 교육의 목적, 내용, 방법 등의 개발에 관한 조사연구와 그 성과의 보급활용을 위한 교육방송을 하계하기 위하여 재단법인 한국교육개발원을 설립하고 이를 보호 육성함으로써 교육의 발전에 기여함을 목적으로 한다.

교육법 제118조의 2 종합교원양성대학으로서 한국교원대학교 설치령(1984. 3.15 대통령령 제11382호 6차 개정 1992. 3. 6. 대통령령 제13606호) 제2조 교육부장관의 관할 아래 유치원, 국민학교, 중학교, 고등학교 등의 교원양성, 교원의 교육 및 교육연구 기능에 관한 사항을 담당하기 위하여 국립학교로서 한국교원대학교를 둔다. 국립대학교는 교수와 연구 기능이 한국교원대학교는 교수, 연구, 연수 기능

이 한국교육개발원은 연구, 개발기능이 국립중앙교육평가원은 연구, 평가 기능이 있다. 국립대학교의 사범대학 과학교육과에는 과학교육연구소가 있어 연구 기능이 있다.

한국과학교육학회는 헌법 제22조 1항(학문과 예술의 자유)과 동법 제21조 1항(언론 출판의 자유와 집회 결사의 자유)에 관련되어 있다. 한국과학교육학회는 과학교육의 연구 및 개발활동을 통하여 과학교육의 발전에 이바지하기 위해 1976년 6월 30일 창립되어 한국교총에 1986년에 산하단체로 가입하였다. 이 학회는 학술발표회 및 세미나를 개최하고 있으며 교사재교육을 위한 워크샵, 외국 유명과학교육자 초청강연과 학회지 발간하고 있다. 한국과학교육학회의 구성회원은 초중등교사, 교수, 등 과학관련 전문가들의 의사소통과 과학교육자 사회의 paradigm을 형성하고 있다. 정보교환장소로도 활용된다. 과학교육에 관하여 제반 사항이 논의되어지는 곳이다.

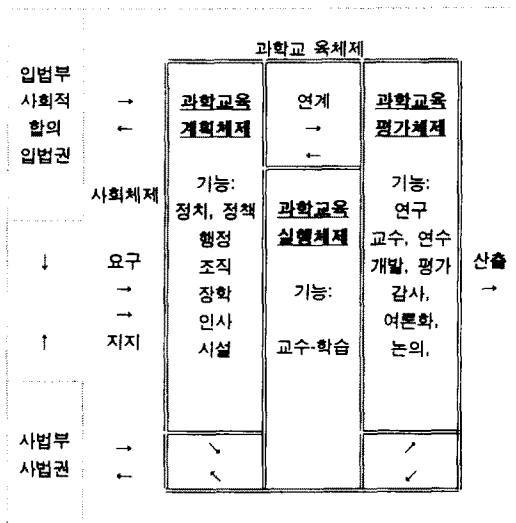
이와 같이 법제적 맥락에 따라 과학교육의 정태적 구조와 기능을 <그림 3>과 같이 제시할 수 있다. 여기서 기관별



<그림 3> 과학교육의 정태적 구조

로 그 기능에 따라 계획, 실행, 평가체제로 항목화하고, 설정의 기초로 사회적 정당화의 근거인 법조항과 중핵적인 용어, 즉 학습권, 교육권, 자율성, 학문의 자유 등과 세분화된 기능, 즉 정치, 정책, 행정, 조직, 연구, 개발, 평가, 연수, 감사, 의사소통, 실행 등 및 학습체제의 구조적 특징인 시공간적 투입과 산출의 백분율, 학문의 자유와 자율성을 구분짓는 학습자의 특성인 미성년과 성년 등을 제시하였다.

이것을 과학교육체제의 하위체제로서 그 구조와 기능별로 과학교육계획체제, 과학교육실행체제, 과학교육평가체제로 3원화하고, 이를 다시 독립된 기관별로 세분하여 과학교육계획체제에 중앙과학교육행정체제, 지방과학교육행정체제, 하급지방과학교육행정체제로 과학교육실행체제의 하위체제로 각급 학교과학교육체제로 이를 다시 학습체제와 교수체제로, 과학교육평가체제를 과학교육에 관하여 전반적인 사항을 본다는 것을 전제로 하며, 강조되어지는 기능별로 연구, 개발 기능은 한국교육개발원, 연구, 평가기능은 국립교육평가원, 연구, 교수기능은 국공립대학교 그 소속 과학교육연구소로 연구, 교수, 연수 기능은 한국교원대학교, 감사 기능은 감사원과 기관의 자체 평가 집단인 감사실(과)로 여론기관인 TV, 라디오, 신문, 잡지 및 기교제를 만드는 각 교구 상사로 나눌 수 있으며, 이들을 영역화하여 그 기능을 제시하면 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 과학교육 체제의 기능

과학교육체제는 그 환경인 사회체제로부터 투입으로 요구와 지지를 받고, 그 실제적 행위의 결과인 과학교육을 받

은 학생을 산출로 그 환경으로 내보내며, 이러한 실제적 행위가 곧 사회에 기여를 하게 된다. 이로써 과학교육체제는 파슨스의 견해에 따르면 적용, 목표달성, 통합, 잠재적 유형 유지 등의 기능을 하게된다고 볼 수 있다.

### V. 과학교육 체제모형

체제(system)는 chaos가 아닌 그 무엇으로 질서(order)와 일정한 양식(pattern)을 나타내는 어떠한 구조로 규모에 따라 복잡한 계층(hierarchie/hierarchy) 구조를 나타낸다. 시스템의 인식은 바로 독자성의 인식을 뜻한다. 독자성을 인식할 수 있는 분석의 틀로서 과학교육의 체제모형이 요청된다.

법제적인 맥락에서 과학교육체제의 구성원(personnel)은 과학교육에 관련되는 학생, 과학교육자, 과학교육학자, 교육자, 교육학자, 과학자, 정치가, 행정가, 교육행정가, 교육전문직, 기능직, 언론인, 기업가 등으로 이루어진다.

과학교육의 상위체제는 과학교육체제의 환경으로서 교육체제와 사회체제이며, 하위체제는 독립된 기관의 주 기능별 분류(plan-do-see)로 과학교육계획에 관련되어 과학교육의 방향을 설정하는 과학교육계획체제와 이를 실행하는 과학교육실행체제 및 개선을 전제로 연구와 평가하는 과학교육평가체제가 있다.

각 체제와 그 하위체제의 구성요소는 기능요소로 과업이 있으며, 구조요소로는 외생적으로 환경과 규모 및 기술이, 내생적으로는 전략과 권력이 있다(왕기향, 1993). 매개변인(parameters)으로서 투입변인(inputs)은 사회적 요구와 지지이고, 산출변인(outputs)은 조직의 목적달성이며, 이것이 충분하지 못할 때는 환류(feedback)되어 다시 투입으로 된다.

변수(variables)는 투입을 여하히 산출로 전환시킬 수 있게 되는 전환변인(throughputs)으로 내부과정변수이며, 그 메타가치는 효과성이 된다(Hodgkinson, 1983)). 또한 plan, do, see의 순환과정을 밟는다.

연계(linkage)는 체제간의 상호관련성으로 수권적, 규범적, 기능적, 확산적 연계로 구분된다. 의사전달에 있어서 연계는 실책이 중요시된다. 실책(mishap)은 발신자의 왜곡된 전달, 즉 말과 문서상의 의사 전달의 한계와 전달내용을 약화시킬 수 있는 다른 제약 조건(의사전달에 할애된 시간, 언어의 애매모호성, 일관성이 없고 이데올로기적인 성향의 말이나 구절)으로 추상화의 단계를 벗어나지 못하게 된다. 일반적 목표는 합의가 되나, 구체적 목표는 불일치되는 사례가 많다. 수신자의 잘못된 해석으로 의도성, 수신자의 이해

관계, 인식의 차, 목적성, 무시, 수신자의 수용여부에 달려있다. 전달체계의 붕괴(communication failures)는 효과적인 메카니즘의 잡음과 정체 및 후속조치와 복종 메카니즘의 부재 및 부적절성에 의해 체제는 실패하게 된다. 의사전달의 연계에 있어서 체제내의 창구 역할을 하는 실무담당책임자(gate keeper; 문지기)의 기능과 역할이 중요함을 인식할 수 있다.

목표의 기능은 미래지향적이며, 계획기능을 갖게되고, 정통성(legitimacy)의 근거와 효과성(effectiveness)의 기준으로 작용한다.

이러한 관점과 기본체제모형<그림 1>과의 관계를 정리하여 과학교육체제의 분석틀로서 개념적 모형을 제시하면 다음 <그림 5>와 같다.

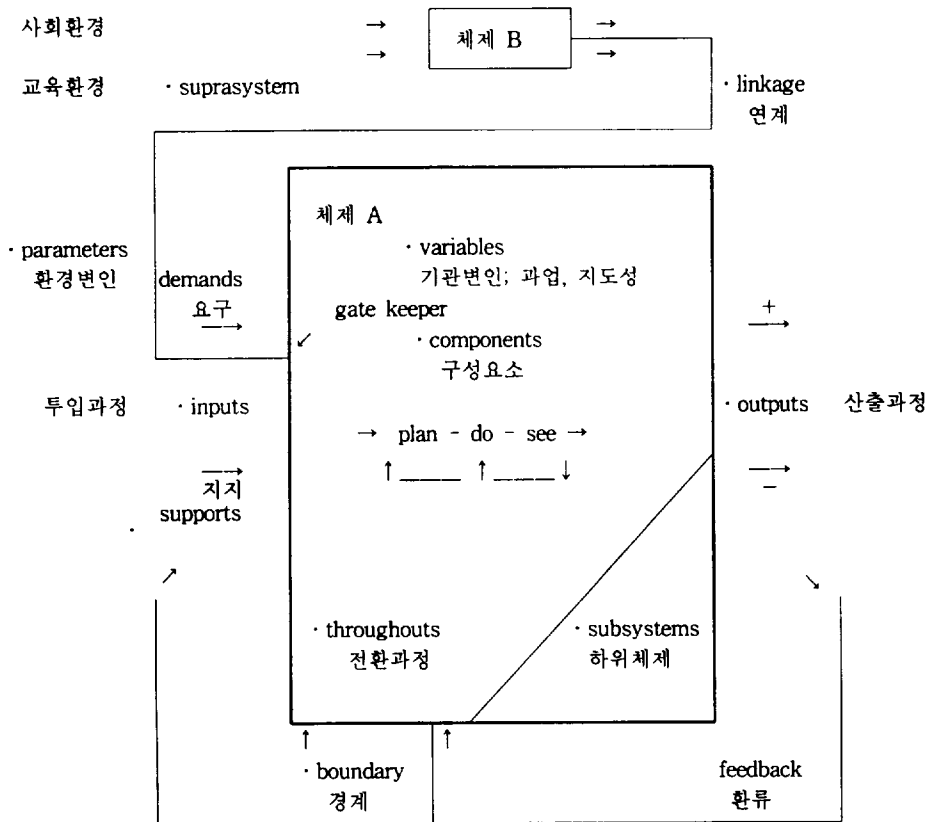
이 모형은 사회환경으로부터 투입되는 요구와 지지에 따라 환경과의 경계로 체제의 특성을 유지하며, 체제내의 전환과정변수인 과업, 지도성, 구성요소와 plan-do-see의 기

능의 연계에 따라 전환이 되어 환경으로 산출되며, 부적 산출은 다시 투입과 전환과정으로 환류되는 과정을 보여주며, 이 체제(A)가 다른 체제(B)와 연계되어 짐을 나타내고, 연계시 gatekeeper와의 관계를 보여준다.

따라서 이 모형은 각체제를 구성하는 요소와 요소와의 연계를 분석단위로 삼아 고찰할 수 있음을 나타낸다.

### VI. 결론 및 제언

과학교육현상을 하나의 체제로 인식한다는 것은 과학교육의 독자성을 인식한다는 의미이며, 이것은 identity와 관련된 문제이다. 체제적 사고는 현상의 인식에 있어서 전체론적인 관점이며, 생태학적인 경쟁과 갈등의 문제가 아니라 유기체와 같은 질서와 조화, 그리고 상호협동적인 사고다. 그러므로 바람직한 과학교육을 위해서 이것을 저해하는 요인이 어떠한 체제의 맥락점에서 기인하는지 또는 과학교



<그림 5> 체제 모형



육의 개선의 실마리를 어디에서 찾아야하는지는 과학교육 현상의 전체적인 흐름에서 질서와 일정한 양식을 밝혀야한다. 이러한 과학교육의 인식은 체제접근을 통하는 것이 유용하다.

과학교육은 '목적으로서 인간을 위하여, 수단 내지는 방법으로서 과학과 교육을 통하여 이루어지는 인간의 실제적 행위'로 사회문화적 과정이요, 사회적, 조직적, 공공적 활동이라고 보고, 여기에서 인간의 실제적 행위는 끊임없이 순환하는 plan-do-see의 과정으로 인간의 활동을 간단하나마 의미있게 분류한 준거라 할 수 있기에 과학 교육의 전체적인 관점에서 과학 교육에 관하여 계획을 하고 실행을 하며, 평가를 하는 집단으로 나누어 이를 과학교육체제의 하위체제로 삼고 각각 과학교육계획체제, 과학교육실행체제, 과학교육평가체제로 3대분 하였다.

과학교육계획체제는 정책과 행정기관으로 중앙교육행정기관, 지방교육행정기관, 하급지방교육행정기관이다. 과학교육실행체제는 각급학교로 과학교육의 중핵을 이루며, 교수체제와 학습체제이다. 과학교육평가체제는 과학교육에 관련된 제반 사항을 '본다(see)'는 의미의 기능이 있음으로 해서 설정되었으며, 연구를 바탕으로 한다. 여기에 개발 기능이 있는 한국교육개발원, 평가 기능이 있는 국립교육평가원, 교수 기능이 있는 각 대학, 교수 및 연수 기능을 갖는 한국교원대학교, 연수 기능이 있는 각 연수원 등이다. 연구에 주 목적이 있는 각 대학의 과학교육연구소도 있다. 결과에 따라 책임의 소재를 묻는 감사원과 자체평가를 하는 각 기관의 감사과가 있다. 언론기관은 과학교육에 대한 사실 보도와 여론화하여 권리에 대한 침해를 방지하고 있다.

이와 아울러 법적적 맥락속에서 과학교육현상의 공식적인 흐름을 그 구조와 기능을 조명하여, 이를 영역화하였다 <그림 3>. 그리고, 이러한 각 체제간의 상호관련성을 연계해주는 이론적 틀로서 체제의 경계, 기관의 구성요소와 변수(전환변인), 매개변인(투입변인, 산출변인), 연계와 실책, 창구(gate keeper; 실무담당책임자), plan-do-see의 순환과정으로 체제모형을 설정하여 제시하였다<그림 5>.

이러한 체제 모형에 관한 이론적 틀은 과학교육현상의 전체적인 흐름과 체제의 특성 및 체제간 연계의 인식에 대해 유용하다고 판단된다. 보다 구체적인 사례연구를 통한 후속 작업이 과제로 남게된다.

### 참 고 문 헌

강인수(1988). 교육법 연구, 문음사.  
 강인수(1993). 교육개혁을 위한 교육관계법의 재검토. 교육

월보, 139, 교육부.  
 교육법전편찬회 편(1992). 교육법전. 교학사 1992년 개정판.  
 김만기(1979). 대조직관계의 발전을 위한 조직전략. 한국교육정책의 탐색. 교육행정연구회 편. 배영사.  
 김종철(1978). 교육행정의 이론과 실제. 교육과학사.  
 김종철(1979). 교육정책의 개념. 한국교육정책의 탐색. 교육행정학연구회 편. 배영사.  
 김종철(1990). 한국교육정책연구. 교육과학사.  
 김창식 외(1993). 초·중등 과학교육 및 정책의 종합적 평가와 전망에 관한 연구. 한국과학교육단체총연합회.  
 남정걸(1993). 교육조직행위론. 교육과학사.  
 박동서(1986). 한국행정론. 법문사, p. 51.  
 박승재 외(1988). 초중등 학교 과학교육의 실태분석과 진흥 방안 및 점검체제 확립 연구.  
 박승재 편저(1985). 과학교육. 교육과학사.  
 양창삼(1992). 조직이론. 박영사.  
 오석홍 편(1993). 정책학의 주요이론. 경세원.  
 왕기항(1993). 교육조직론. 김문당.  
 이원정(1986). 교육법의 이론과 실상. 문음사.  
 이화국, 김창식(1990). 과학교육 모듈 개발 방안에 관한 연구. 한국과학교육회지, 10(2).  
 조석준(1978). 조직론. 법문사.  
 Boulding, K. E. 저, 이정식 역(1990). 토탈 시스템으로서의 세계. 범양사출판부.  
 Burrell, G. & Morgan, G. 저. 윤재풍 역(1990). 사회과학과 조직이론. 박영사.  
 Clegg, S. & Dunkerley, D., 저. 김진균, 허석렬 역(1987). 조직사회학. 풀빛.  
 Harmon, M. M. & Mayer, R. T. 저, 최창현 역(1992). 행정조직이론. 대영문화사.  
 Hodgkinson, C. 저, 안성호 역(1992). 리더십철학. 대영문화사.  
 Nakamura, R.T. & Smallwood, F. 저, 김영기, 남궁근, 유낙근, 최용부 역(1985). 정책집행론, 법문사.  
 Hall, R. H. (1982). Organizations. Prentice-Hall. Inc.  
 Immegart, G.L. & Pilecki, F.J. (1973). An introduction to systems for the educational administrator. Addison-Wesley Publishing Company.  
 Katz, D. & Kahn, R.L. (1978). The Social Psychology of Organizations. John Wiley and Sons.  
 Silver, P.F. (1983). Educational Administration: Theoretical Perspectives on Practice and Research. Harper & Row.

(ABSTRACT)

## A Study on the Systems Model of the Science Education

Sun-Jin Youn · Jong-Ok Woo · Beom-Ki Kim  
(Korea National University of Education)

The purpose of this study is to examine closely the flow process of science education phenomena for the political direction and improvement of science education.

Therefore the science education system is analyzed in a view of the legislative system.

The results are as follows:

1. The science education system is divided into the plan system, do system and see system by the criteria of plan do see that is the general process of human activity and the area is established as the field of science education administration, school science education, and science education evaluation.
2. The system model that the system characteristics and interrelationship between the systems are conceivable is suggested as the conceptions of boundary, components, variables, parameters, linkage and mishap, gatekeeper etc.