

과학교육 모듈 개발 방안에 관한 연구

이 화 국

(전북대학교 사범대학 화학교육과)

김 창 식

(국민대학교 사범대학 물리교육과)

I. 서론

우리나라에 서구식 교원교육제도가 도입된지도 거의 반세기에 접어들고 있다. 그러나 중등학교 교사 양성을 위해 설립된 사범대학은 아직까지도 그 정체성(identity)과 위상을 확립하지 못한채 표류하고 있으며, “교과교육학의 미비 또는 부실”이 이와같은 사범대학의 근본적 문제에 대한 주요 요인으로 지적되어 왔다. (강우철, 1986;황정규, 1987;이화국, 1989)

따라서, “교과교육”을 독자적인 학문적 구조와 연구 패러다임(paradigm)을 갖춘 “교과교육학”으로 발전시키는 일은 사범대학을 정체성과 전문성을 갖춘 교육기관으로 자리잡게 하기 위해 매우 긴급하고도 필수적인 당면과제이다.

한편 “교과교육학”의 정립을 위해서는 교과교육학 전공자의 양성, 교과교육학 연구 확대와 함께 교과교육 교재의 개발 사업이 대대적으로 추진되어야 하며, 이중에서도 교과교육 교재 개발 사업은 교사교육에서의 활용 뿐 아니라 교과교육을 성숙된 학문분야로 인정받게 하는 가시적인 사업으로 모든 교과교육 관련자들의 적극적인 참여가 요구된다.

본 연구에서는 “교과교육”의 한 영역인 “과학교육”의 학문적 기반 구축과 우수 과학 교사교육에 기여할 수 있는 과학교육 교재를 모듈식 접근법(modular approach)에 의해 개발하는데 필요한 이론적 배경과 실제적 방안을 다음과 같은 세가지 연구과제로 나누어 논의코자 한다.

(1) ‘과학교육학’의 본질과 구조는 무엇인가?

(2) 교과과정과 교재 개발에 이용되는 모듈식 접근법이란 무엇인가?

(3) 과학교육 교재의 개발 방안은 무엇인가?

아울러 과학교육학의 구조, 모듈식 접근법 및 과학교육 모듈개발 방안에 관한 이상의 논의의 요약과 이러한 논의를 바탕으로 마련된 제언이 본 연구의 결론으로 제시될 것이다.

II. 과학교육과 과학교육학의 본질과 구조

과학은 상당기간 동안 학교교육의 교과로 이용되어 왔으나 과학교육을 연구대상으로 하는 과학교육의 역사는 매우 짧다. 여기에서는 아직 성숙되지 못한 과학교육학의 본질을 논의하기 위해 과학교육학의 구조를 교육학 및 과학교육 체제와 관계지위 규명한다.

1. 교육학과 교과교육학

교육학은 “교육의 현상과 행위에 관한 학문적 탐구과정과 그 과정을 통해 획득된 지식체제”로 정의될 수 있다. (서울대 사범대 교육연구소, 1981). 교육학의 역사는 인간의 정신적 및 신체적 발달을 어떤 가치기준에 의해 통제하거나 조력하기 위한 ‘교육’의 긴 역사에 비해 매우 짧다.

일반적으로 교육학을 체계화되고 독립적 학문의 영역으로 발전시키기 위해 1802년 "Pedagogik"라는 강좌를 독일의 괴팅겐 대학에 개설한 헤르바르트(Herbert)교수가 현대 교육학의 시조로 간주되기 때문에 현대 교육학의 학문적 체계는 지난 2세기 동안에 구축된 것이라 볼 수 있다.

헤르바르트는 윤리학과 심리학을 기반으로 교육목적론과 교육방법론을 개발하였으나, 교육이 거대한 사회적 프로그램으로 확장됨에 따라 철학, 사학, 사회학, 심리학, 행정학, 통계학 등의 사회과학들이 교육의 현상과 행위를 기술하고, 설명하며, 통제하기 위한 교육학의 개념, 법칙 및 이론 개발에 도입되었고 그 결과 교육철학, 교육사회학, 교육심리학 등의 새로운 학문 영역이 개척되었다.

그러나 교육학이 독립된 과학(science)으로 성숙되기 위해서는 교육을 철학적, 사회학적, 심리학적 접근에 의해 이해하려는 기존 사회과학의 범주를 뛰어넘는 '교육학'고유의 학문적 영역과 체계가 필요하다. 또 이 교육학 고유의 학문영역은 형식교육과 비형식교육 및 학교교육과 사회교육에서 이루어지고 있는 각종 교육에 응용되는 교육이론의 일반화와 교육철학, 교육심리학, 교육사회학의 이론들을 교육의 실천에 도입함으로써 개발되어질 수 있다.

교육학은 순수과학보다는 공학에 더 가까운 학문이라 볼 수 있으며, <그림 1>과 같이 교육학은 교육의 목표내용 및 방법에 관한 일반화된 개념, 법칙 및 이론체계를 개발하는 '일반교육학'과 각종 전문화된 교육영역의 '전문교육학'으로 구별할 수 있으며, '교과 교육학'은 이 전문교육학의 일부에 속한다(이화국, 1988).

이 교육학은 성숙된 학문체계가 갖추어진 물리학, 화

학 등의 자연과학 뿐 아니라 철학, 심리학 등과 같은 사회과학에 비해서도 상대적으로 미숙한 처지에 있으며, 따라서 아직도 "왜, 무엇을, 어떻게 교육시켜야 할 것인가?"하는 교육학 고유의 영역을 개발하는 교육학자들 보다는 교육철학자, 교육심리학자, 교육사회학자들이 교육학계의 주류를 이루고 있다.

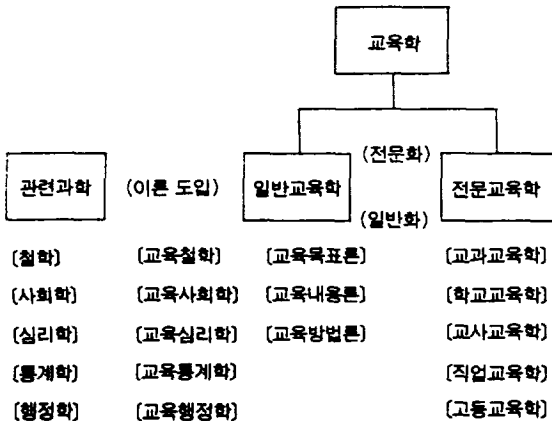
교육철학은 철학의 또 교육 심리학은 심리학의 전문화된 영역이지 이들을 교육학의 독자적이고 고유한 연구 영역이나 학문적 이론 체계로 간주하기는 어렵다. 교육학이 성숙된 학문으로 발전되려면 교육학자란 교육목표론, 교육내용론, 교육방법론 등을 총론적으로 또는 특정 교육활동에 관련시켜 연구하는 자들이 주류를 이루게 되어야 한다. 예를 들어 교육목표론 전공 연구원이나 교수는 철학, 사회학, 심리학 등으로 부터 관련 이론을 도입하여 교육목표론의 이론 체계를 정립하여야 한다. 또 교육목표론은 각종 전문화된 교육에 적용되어 직업교육 목표론, 과학교육 목표론등으로 분화되어야 하며, 각 전문교육 목표론들을 일반화 및 추상화시켜 일반교육목표론으로 발전시켜야 한다. 따라서 교과교육학은 교육학의 일부로서 합리적이고 효율적인 교과교육의 실천을 위한 개념, 법칙 및 이론을 제공해야 하며 아울러 일반교육학의 기반이 되어야 한다.

2 과학교육 체제와 과학교육학의 구조

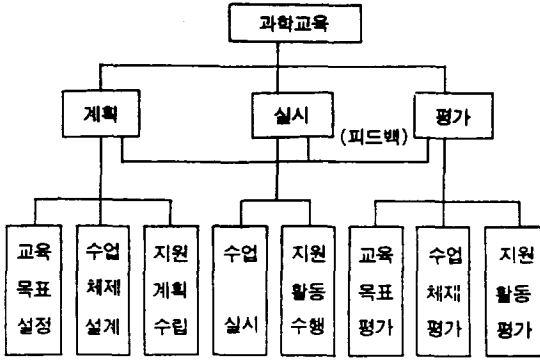
과학교육학은 과학교육의 학술적 탐색에 의해 성립된 학문이기 때문에 그 본질과 구조의 파악을 위해서는 우선 과학교육의 구조적 이해가 앞서야 한다. 과학교육은 다양하게 정의될 수 있겠으나 그 복잡성 때문에 유기적인 요소들로 구성된 체제(system)로 정의하고 구조화하는 것이 좋다.

<그림 2>에는 과학교육 체제의 한 모형을 제시하였다. 이 모형에서는 과학교육은 "계획", "실시", 및 "평가"로 구분된 인간 활동체제로 나타나 있으며, 이들 하위 체제들은 각각 교과교육 목표, 수업체제 및 지원 체제를 그들의 요소로 갖고 있다. 이 과학교육 체제에서는 과학교육의 목표가 설정되고 이 목표 달성을 위한 수업체제 및 이 수업체제의 효율적 지원을 위한 지원체제가 설계되어진다. 과학교육의 실시단계에서는 계획단계의 설계에 따라 과학수업과 과학교육지원 활동이 전개되며, 평가단계에서 교육목표, 수업체제 및 지원체제가 이상적으로 계획, 실시 및 평가되었는지가 점검된다(이화국, 1988)

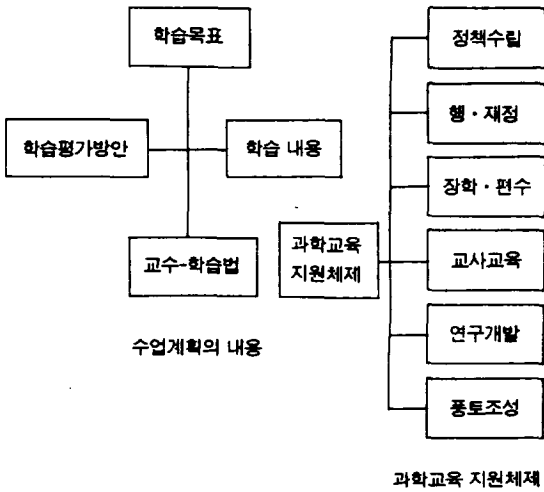
초, 중등학교 과학교육 목표가 학교, 학년 및 교과목



<그림 1> 교육학과 교과교육학의 관계



〈그림 2〉 과학교육체제의 한 모형



〈그림 3〉 과학수업계획의 내용과 과학교육 지원체제

표별로 상세화되면 이 상세화된 과학교육 목표의 달성을 위한 수업체제가 설계된다. 이 수업체제의 설계에는 〈그림 3〉과 같이 학습목표, 학습내용, 교수-학습법 및 학습평가 방안에 관한 계획이 수립되어야 하며, 이 수업체제가 이상적으로 설계, 실시 및 평가되기 위해서는 과학교육 지원체제의 합리적 뒷받침이 필요하다.

이상에서 논의된 과학교육체제의 구조로부터 과학교육학의 연구 분야와 영역을 이끌어 낼 수 있으며 〈표 1〉에는 이들 연구 영역들이 정리되어 있다. 이 표의 연구분야는 과학교육체제의 하위 체제와 요소들이며 각 연구분야에 “목적”, “내용”, “방안”, 즉, “왜”, “무엇을”, “어떻게” 라는 연구방향을 더해 연구대상 연구방향의 이원적인 연구영역이 설정된다.

예를 들어 〈표 1〉의 (A)는 “과학학습목표는 왜 작성해야 하는가?”라는 연구영역을 이루며 (B)와 (C)는 각각

〈표 1〉 과학교육 체제와 과학교육학의 연구영역

연구분야	연구방향	목적	내용	방안
과학교육목표의 설정				
과학수업체제 설계				
	• 학습목표작성		(A)	
	• 학습내용선정·조직			
	• 교수-학습법 선정·조직		(B)	
	• 학습평가 방안 수립			
과학교육 지원계획의 수립				
	• 정책수립			
	• 행·재정			
	• 장학·편수			
	• 교사교육			(C)
	• 연구개발			
	• 풍토조성			
과학수업의 실시			(D)	
과학교육활동의 수행				(E)
과학교육 목표의 평가				(F)
수업체제 평가				
지원활동 평가				

“어떤 교수학 방법이 선정, 조직될 수 있는가?”와 “교사교육은 어떻게 해야 하는가?”하는 연구영역을 이룬다. 연구방향의 “목적” “내용”과 “방안” 과학교육 체제의 각 분야의 연구에 대한 “당위성”, “합리성” 및 “효율성”을 밝히기 위한 것이다. 그러나 〈표 1〉의 (D)에서와 같이 일부 연구분야의 당위성 문제는 사소한 것이 된다. 또 합리성에 관한 연구에서는 교육목표, 학습내용, 교수법, 평가방법, 정책, 교사교육, 연구개발 등과 같은 각 연구분야에 관련된 대의 역량을 깨달을 수 있는 방법을 찾는 것이라 설명한다. 모듈은 진단-처방이라는 전체적 과정에서 학생 자신이 결정적 역할을 하도록 강조한 것이고 아울러 부모 역할의 중요성도 강조된다. 즉 모듈에서 학생, 교사, 학부모로 구성된 팀은 교육의 계획과 그 계획의 실천을 위해 서로 각자의 인식을 존중함으로써 학습과정을 통한 자유로운 의사소통에 가치를 두고 있다.

모듈에서는 여러 가지 구성요소가 있으며, Musgrave (1975)는 다음과 같은 일곱가지로 모듈의 구성요소를 정리하고 있다.

(1) 이론적 근거(rationale)

이론적 근거란 교수조직의 일부분으로서 모듈에 포함되어야 하는 것을 정당화시킨 진술로 이는 이론, 논리

그리고 실제 경험을 바탕으로 하여 명확하고 정확한 방법으로 모듈의 목적과 목표의 연관성 및 중요성을 전달하기 위한 것이다.

(2) 선행학습요건(prerequisites)

선행 학습요건은 학생이 모듈을 시작하기 위해서 이미 성취했어야 할 것들을 진술하기 위한 것이다.

(3) 학습목표(objectives)

학습목표는 학습자의 행동을 나타내는 용어로 진술되어야 한다. 즉 학습목표는 성취 준거와 수준 모두가 학생 중심으로 기술된 행동목표로 작성되어야 한다. 행동목표 중 가장 중요한 요소는 행동을 기술하는 동사로, 각 행동목표에는 관찰 가능한 행동이나 성취를 지적하는 동사가 포함되어야 한다.

(4) 선행평가(preassessment)

선행평가는 학생과 교사가 학습자의 능력을 진술된 학습목표에 비추어 측정할 수 있게 해준다. 이 평가결과에 따라 학생에게 그 모듈을 학습하기 전에 다른 모듈들을 학습시키거나, 그 모듈을 마치지 아니하고 이수학점을 부여하거나 또는 그 모듈의 특정분야를 집중적으로 학습시키는 등의 조치를 취할 수 있다.

(5) 학습활동(enabling activities)

모듈을 이용한 프로그램화된 수업에서 프로그램 교재나 매체의 형식에 따라 자율적 수업이 진행된다. 따라서 학생들은 개별적인 학습활동을 통하여 학습목표를 달성할 수 있다. 학습활동을 위한 자료가 프로그램 수업 모듈의 대부분을 차지하며, 이의 제작에는 많은 시간이 소비된다.

(6) 사후평가(postassessment)

사후 평가에서는 그 모듈의 학습목표에 관한 학생의 능력을 측정한다. 사후평가에서의 성공적 성취는 그 모듈의 완료를 의미한다. 성공적이지 못한 성취의 경우에는 기타의 수업기법 등이 포함된 교정 활동 단계로 넘어간다.

(7) 교정학습(remediation)

교정 학습에서는 만일 학생이 사후 평가를 성공적으로 마칠 수 없을 경우에 학생이 무엇을 하여야 하는가를 설명한다.

모듈의 개념은 프로그램 수업이 개발된 1950년대 부터 교육계에 도입되어 1960년대와 1970년대에 그 이용이 상당히 늘어났으며, 최근에 들어서는 개인적 요구에 부합되는 개별학습의 한 가지 방법으로 확립되어가고 있다. 오늘날 이용되고 있는 모듈과 모듈식 교육과정은 1950년대에 Skinner를 중심으로 개발된 프로그램 학습과 1960년대에 개발된 Postlethwaite의 청각학습법(audiotutorial approach) 및 Keller의 개별수업 체제제법(personalized system of instruction:이하 PSI 라함)이 그 이론적 배경이 되었다.

프로그램 학습법은 1950년대에 Skinner에 의해 개별학습법의 하나로 그 이론적 체계가 확립되었다. Skinner는 1954년 "The Science of Learning and Art of Teaching"에서 학습자가 개인별 학습속도에 따라 학습할 수 있는 프로그램 교수기계(teaching machine)를 이용하면 수업을 더 효과적으로 할 수 있다고 주장하였다. 그는 매우 복잡한 행동이라도 이를 단순화된 일련의 행동으로 나누어 학습시킴으로써 학습이 가능하다는 착상을 하였다. Skinner는 수업단위의 소분화와 자신의 학습속도에 따른 개별 학습 이외에도 심리학 실험에 바탕을 둔 즉각적인 평가와 강화(reinforcement)의 원리와 학생의 능동적 참여의 원리를 그의 프로그램 학습법에 도입하였다.

프로그램 학습의 성공적인 설계를 위해서는 학습과제(learning tasks)를 행동목표 형태의 학습목표로 바꾸고, 이를 과제분석(task analysis)작업을 통하여 소규모 학습과제로 나눈 후 이들을 선수-후수의 기준에 따른 일련의 단계에 따라 학습이 일어날 수 있도록 구성할 수 있어야 한다. (Eraut, 1985). 이와 같은 설계과정에서 Gagne의 학습위계이론(Gagne, 1965)과 Mager(1962)의 행동목표 작성법이 효과적으로 이용될 수 있었다. 또한 최근에는 컴퓨터의 이용에 따라 초기의 인쇄매체를 이용한 프로그램 교재보다 훨씬 다양하고 강력한 개별화 프로그램 수업이 가능하게 되었다.

프로그램 학습법 이외에도 1960년대에 개발된 두 가지의 개별학습법 즉 Postlethwaite의 청각학습법과 Keller의 PSI법이 모듈의 개념을 명료화하는데 기여하였다. Postlethwaite는 1961년 미국의 퍼듀대학에서 자신의 식물학 수업의 보충교재로 청각테이프를 사용하였는데 후에 그는 이 경험을 바탕으로 자율학습을 중심으로 한 청각 학습법을 개발하였다. 이 학습법에서는 학습목표, 프로그램화된 청각테이프, 출판된 학습안내서, 시각 보충교재 및 실제의 식물견본이 이용되었으며, 과목내용은 그가 미니코스(minicourse)라 이름한 여러 개의 작은 단위로 세분되어 개인별로 그들의 학습속도에 따라 학습할 수

있도록 구성하였다. (Oliver, 1985 Postlethwaite, 1985).

모듈식 교과과정에 영향을 끼친 또다른 개별학습법인 PSI법은 Keller와 Sherman이 대학수업에 이용하기 위하여 개발한 학습법이다. PSI법의 핵심적인 요소는 완전 학습, 개인별 학습속도에 따른 개별학습, 학생의 자극과 동기유발을 위한 소수의 강의, 정보 전달을 위해 인쇄된 학습안내서, 퀴즈식의 평가와 개인지도를 위한 보조교사 등이라 할 수 있다. (Kulik, 1985).

PSI용 교재는 일상적인 교재와는 달리 여러 개의 주제나 단원으로 구분되어 있다. 학생은 한 주제나 단원을 학습하기 전에 그 단원의 소개, 학습목표, 학습절차, 학습용 질문 등이 포함된 지침서를 읽고 이 지침서에 따라 학습목표의 달성을 위해 아무 곳에서나 개별적으로 학습을 한다. 한 단원의 학습이 끝나고 다음 단원으로 넘어가기 위해서는 그 단원을 완전히 또는 거의 완전히 끝냈다는 것을 입증해야 하며, 학생이 시험칠 준비가 되었을 때 시험이 실시된다. 시험의 실패에 따른 처벌은 없으며 학생은 합격할 때까지 몇 번에 걸쳐 시험을 치를 수 있으며 시험에 합격하면 다음 단원의 학습 지침서에 제공된다.

학생은 개인의 학습속도에 따라 학습하기 때문에 학생에 따라 학기 중간에 한 과목의 수업을 모두 칠 수도 있고 또는 두학기를 소배해야 하는 경우도 있다. 교수는 필요에 따라 약간의 강의를 해줄 수 있으며 각 단원별 평가와 필요에 따른 개인지도는 보조교사인 조교들의 도움을 받는다.

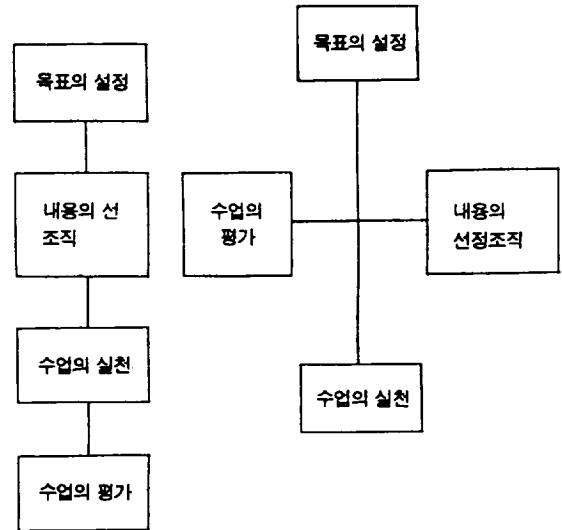
2 모든 모듈식 교과과정의 개발 절차

모듈식 교재와 교과과정의 개발 절차는 행동주의 방식의 교육과정 개발 절차에 그 뿌리를 두고 있다. 행동주의 교육과정 개발의 기본적 틀을 제시한 Tyler(1949)는 그의 저서 "Basic Principle of Curriculum and Instruction"에서 교육과정 설계에는 다음과 같은 4가지 질문이 요구된다고 지적하였다.

- (1) 성취하고자 하는 교육의 목표는 무엇인가.
- (2) 이들 교육목표의 달성을 위해 어떤 교육적 경험들이 제공될 수 있는가?
- (3) 선정된 교육적 경험들을 어떻게 효과적으로 조직할 수 있는가?
- (4) 설정된 교육목표가 성취되었는지 어떻게 측정할 것인가?

Tyler의 교육과정 개발 절차는 이상의 질문을 반영하

며, (1)목표의 설정, (2)내용의 선정, 조직, (3)수업의 실천, (4)수업의 평가로 구분되는 일련의 유기적인 단계들로 구성되어 있다. Tyler의 교육과정 개발 모형은 (그림 4)의 (A)와 같이 나타낼 수 있으나, 실제의 교육과정 개발작업은 이와 같은 일방적이기 보다는 절차와 과정들이 상호 의존적이므로 (B)와 같이 개선할 수 있다.

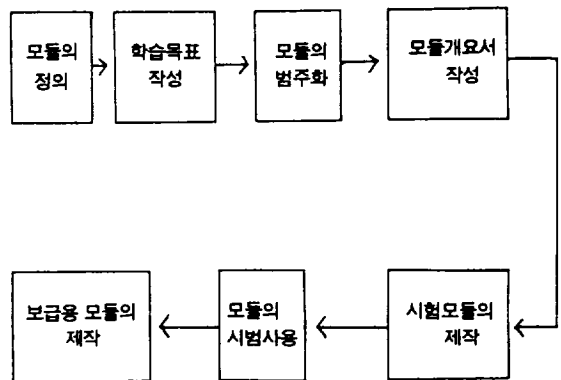


(A) Tyler의 모형

(B) Tyler모형의 개선모형

(그림 4) Tyler의 교육과정 개발모형

Tyler모형은 행동주의 방식의 교육과정 개발의 기본적 틀을 제공해주나, 모듈식 교재개발에는 이보다는 더 구체적인 절차 모형이 필요하며, 프로그램 학습 교재개발의 일반적 절차 모형(Eraut, 1985)을 단순화 시킨 (그림 5)와 같은 절차 모형이 모듈식 교재개발에 효과적으로 이용될 수 있을 것이다.



(그림 5) 모듈식 교재 개발의 기본적 절차

이 모형의 각 단계에서는 다음과 같은 활동이 전개된다.

(1) 모듈의 정의

모듈 개발의 배경, 필요성, 예산, 기간, 절차 등을 제시한다.

(2) 학습목표 작성

개발할 모듈의 이용 결과로 성취시키고자 하는 학생의 인지적, 정의적 및 신체운동적 능력을 행동목표로 작성한다. 학습목표 작성에는 대상학생과 교수-학습 여건 등이 고려된다.

(3) 모듈의 범주화

모듈의 전체 학습 목표를 영역별로 나누어 개발될 모듈의 개수, 모듈명, 모듈의 크기 등을 결정한다. 모듈의 정의, 학습목표의 작성, 모듈의 범주화는 모듈개발 연구팀에 의해 이루어진다.

(4) 모듈개요서 작성

모듈화에 의해 얻어진 각 모듈별로 모듈의 학습목표, 학습내용, 범위, 평가방안, 선-후수관계 등을 기술한 개요서가 작성되며 이 개요서는 연구팀 또는 연구팀과 집필진이 협동하여 작성한다.

(5) 시험 모듈의 제작

각 모듈 개요서에 따라 시범사용을 위한 학생용 학습 모듈과 교사지침서를 제작한다.

(6) 모듈의 시범사용

시범사용을 위한 모듈을 대상 학생의 일부를 선정하여 이용해 본다. 시범사용은 몇 차례에 걸쳐 실시될 수도 있으며 시범사용에서 얻어진 모듈의 문제점들은 보급용 모듈 작성에 투입된다.

(7) 보급용 모듈의 제작

시범 사용 결과를 바탕으로 일선학교에서 이용할 수 있는 학생용 모듈과 교사-지침서, 교육자료 등이 개발된다. 현장 사용에서 확인된 문제점들은 모듈의 개선을 위한 자료로 이용된다.

모듈식 교재 개발을 위한 〈그림 5〉의 절차모형은 순차적이기는 하나 일방향적이 아니고 피드백 과정이 포함된 체계 접근법(systems approaches)에 의해 운영되어야

한다.

3. 모듈식 교과과정과 교재의 장·단점

크거나 작거나 한 교과영역을 위한 전통적인 교재에 비하여 모듈식 교재는 다음에 열거하는 것과 같은 장점과 단점을 가지고 있다. (McNeill, 1985. Musgrave, 1975 Postleswaite, 1985.)

(1) 교과과정 개발의 효율성

한 교과영역 내용이 누락되거나 중복되는 것이 적도록 교과과정과 교재를 개발할 수 있으며, 교과과정과 교재 개발 후 교과내용의 추가, 제거 및 수정이 용이하다.

(2) 교재 선택과 이수 순서의 다양성

교사의 판단과 학생의 필요, 흥미 및 관심에 따라 프로그램을 학생의 집단 또는 개별학생에 맞춰 다양하게 구성할 수 있다.

(3) 교수-학습의 개별화

개인별 교육프로그램을 자신의 학습진도에 따라 능동적이고 개별화된 형태를 운영할 수 있다. 모듈의 선택과 능동적 학습과정의 참여는 학생의 학습 동기와 책임감의 개발에도 도움이 된다.

(4) 수업진도와 학습 성취도 평가의 용이성

교사와 학생은 수업의 진도와 성취도를 용이하게 평가할 수 있으며, 교육행정기는 이 평가 결과를 수업관리와 교육 지원체제 개선에 쉽게 투입할 수 있다.

(5) 학생의 학습 실패 가능성 감소

큰 규모의 교재에 비해 전반부의 학습결손에 따른 학습 실패 가능성이 적으며, 더욱이 학습의 개별화는 이와 같은 실패의 가능성을 더욱 감소시켜 준다.

(6) 교수목표와 방법의 명료화

교사들이 학습내용과 평가방법을 결정하는데 사용될 수 있는 성취목표의 구조가 제시되어 있다. 물론 이상과 같은 모듈식 교과과정과 교재의 일반적인 장점들은 교과의 목표나 내용의 범위와 수준뿐 아니라 개발된 교재와 이 교재를 이용하는 교사의 질적 수준에 따라 큰 차이가 나게 된다.

한편 모듈식 교재는 앞에서 지적한 장점에 비해 학습 목표를 명확한 행동주의 용어로 작성해야 한다는 어려

움이 대표적인 단점으로 지적되고 있다. 또한 모듈이 개인학습의 주된 견인차 역할을 맡기 위해서는 교육과정 전문가들이 극복해야 할 장벽들도 있는데 교사들의 대중 학습방법에 대한 지나친 신봉, 새로운 변화에 대한 두려움, 그리고 교사들을 위한 적절한 현직교육의 부족 등이 주된 장벽이다. (Musgrave, 1975).

Moon(1988)은 그동안 지적되어 온 모듈식 교과과정과 교재에 대한 비판을 아래와 같은 열거지로 요약하고 있다.

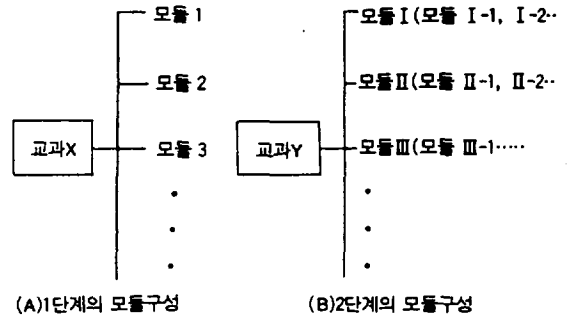
- (1) 모듈식 교과과정은 종래의 교과과목 중심 교과과정이 가지고 있던 일관성의 분해를 초래한다.
- (2) 모듈식 구조는 여러가지 다른 대안적 형태의 학습을 금지시킨다.
- (3) 모듈식 구조는 교과과정 안의 통합적 교수과정과 교수기술의 개발을 저해한다.
- (4) 모듈식 구조는 자연계와 같은 어떤 특정 교과과정 분야에만 적합하다.
- (5) 모듈식 구조는 기존의 학생-교사간의 관계를 부정한다.
- (6) 모듈식 구조는 교실 안에서 발생하는 일을 실제로 변화시키지 못한다. 교육의 개선은 구조의 개혁에서 보다는 교수와 학습의 과정 변형에 기인하는 듯하다.
- (7) 모듈식으로 세분화시키는 작업은 학생과 교사들에게 불필요한 압박감과 지나친 양의 평가를 수반한다.
- (8) 모듈식 설계는 모듈의 단위와 계획하는 시간의 길이가 종래의 설계와는 다르기 때문에 오히려 혼돈만을 초래한다.
- (9) 모듈은 학생의 학습을 도구적인 면으로만 보게끔 만든다.
- (10) 모듈은 교과과정 개발과 교사 현직교육과 같은 과도적 단계를 거치지 않고는 실제로 적용될 수가 없다.

4. 모듈식 교재의 구성방안

모듈식 교과과정의 가장 큰 외형적 특징은 교재의 제작과 이용시에 교재를 구성하는 형태에 있다. 교재의 제작은 그 교재의 이용을 고려하여 이루어지나 두 문제는 독립적인 요소도 갖고 있다.

한 교과영역의 교재개발을 위해 모듈을 제작할 때 우선적으로 구상되어야 할 사항은 교과영역을 몇 단계로 나누고 각 단계별 영역에 몇 개 정도의 모듈을 포함시킬 것인가? 하는 모듈의 범주화 문제이다. 만일 교과가 단순한 'X'교과와 경우에는 <그림 6>의 (A)와 같이 1단계적인 범주화가 가능할 것이나, 크고 복잡한 'Y'교과의

경우에는 (B)와 같이 2 또는 3단계로 모듈들을 묶을 필요가 있다.



(A) 1단계의 모듈구성 (B) 2단계의 모듈구성

<그림 6> 모듈 제작을 위한 모듈 구성형태의 예

모듈식 교재가 개발되거나 교과교육에 도입될 경우 교사는 자신의 학생들에게 이 모듈을 어떻게 이수시킬 것인가를 결정하여야 한다. 모듈식 교과과정의 일반적 원리에 의하면 학습을 개별화하는 것이 좋고 따라서 개별 학생에 따라 모듈의 선택과 학습 진도에 자율권이 주어지는 것이 좋다. 그러나 실제 학교 상황에서 이와같은 이상적인 개별학습을 위한 여건이 갖추어지기가 쉽지 않아, 교사는 모듈을 공통필수, 계열필수, 계열선택 및 자유선택 등의 평태로 나누어 학생들에게 선택하도록 한다.

이때 공통필수 모듈은 교사가 지도하는 대상학생 모두에게 이수시킬 모듈이며, 계열필수 모듈은 학습집단을 어떤 특성에 따라 나눈 후 각 소집단별로 각 집단의

<표 2> 모듈식 교재의 선택적 이수를 위한 모듈 구성형태

모 형 태	공 통 필수(A)	계 열 필수(B)	계 열 선택(C)	자 유 선택(D)
A	○			
B		○		
C			○	
D				○
AB	○	○		
AC	○		○	
AD	○			○
BC		○	○	
BD		○		○
CD			○	○
ABC	○	○	○	
ABD	○	○		○
ACD	○		○	○
BCD		○	○	○
ABCD	○	○	○	○

학생에게 이수시킬 모듈이다. 또 계열선택 모듈은 소집단의 계열에 속한 학생들에게만 선택이 허용되는 모듈이며, 자유선택 모듈은 모든 학생에게 자유로운 선택이 허용되는 모듈이다.

(표 2)에는 모듈 교재의 선택적 이수형태가 제시되어 있으며, 어떠한 형태로 모듈을 이수시킬 것인가는 대상 학생, 교육시설, 교육기간, 교사들의 여건 등에 따라 결정될 것이다.

이제 이러한 모듈식 교과과정과 교재의 구성이 현재 이용되고 있는 몇개의 모듈 교재에서 어떻게 되어 있는지를 살펴본다.

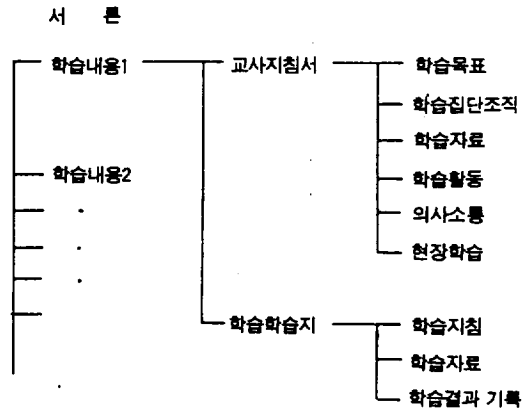
(1) 스코틀랜드 직업교육 협의회(SCOVEC, 1987)는 16-18세 청소년의 직업 프로그램을 위해 2,000개 이상의 모듈을 개발하였는데 (Hart, 1988), 이 SOVVEC 모듈은 '경영과 행정', '공학', '순수 및 응용과학' 등 9개 범주로 구분되어 있다. 모듈의 기본 수업시간 단위를 40시간으로 정하고 각 모듈의 길이를 이 기본단위 시간의 1/2, 2, 3, 4배 등이 되게 하여 이용이 편리하게 되어 있다. 또 각 모듈은 '형태와 목적', '바람직한 등록수준', '기대되는 학업 성과', '학습내용과 상황', '교수-학습 방법', '평가절차', '보기와 학습지침' 등의 요소가 포함된 개발 지침에 의해 제작되었다.

(2) 미국 국립 직업교육 연구소에 의해 개발되고 한국 직업훈련 관리공단 직업훈련 연구소에 번역되어 우리나라에 소개된 바 있는 직업교사 교육용 모듈은 '교수준비 및 계획', '교수법', '교수-학습 평가', '생활지도', '현장실습' 등 10개 범주로 구성되어 있다. (직업훈련소, 1982)

10개 범주는 ABC 등으로 또 각 범주의 개별 모듈은 A-1, A-2, A-5 등으로 구별되어 있으며 개별 모듈들 사이의 학습계열이 제시되어 있어 학습자의 필요에 따른 선택적 이용이 매우 용이하게 되어 있다.

(3) 영국 워릭대학교의 Screen 박사와 그의 연구팀은 탐구과정 중심의 과학교육 과정인 'Warick Process Science'(WPS)를 개발하였다. (Screen, 1986) 11-16세 학생들의 과학수업에 이용될 수 있도록 개발된 WPS는 학생들이 나이에 따라 3편(section)으로 구분된 60여개의 모듈로 구성되어 있다. 이 중 제1편은 탐구 기술 중심으로 개별 모듈이 제작 되었으며, 제2편은 과학의 주제, 제3편은 GCSE 시험(DES and Welsh Office, 1985)에 대비한 수업내용에 맞춰 개발되었다. 따라서 WPS의 각 모듈은

독립적으로 또는 모듈의 조합으로 이용될 수 있도록 되어 있다. 또 이 WPS의 각 모듈은 매우 광범위한 영역을 포괄하고 있기 때문에 모든 모듈의 구성이 똑 같지는 아니하나 일반적으로 (그림 7)과 같은 요소들로 이루어져 있다.



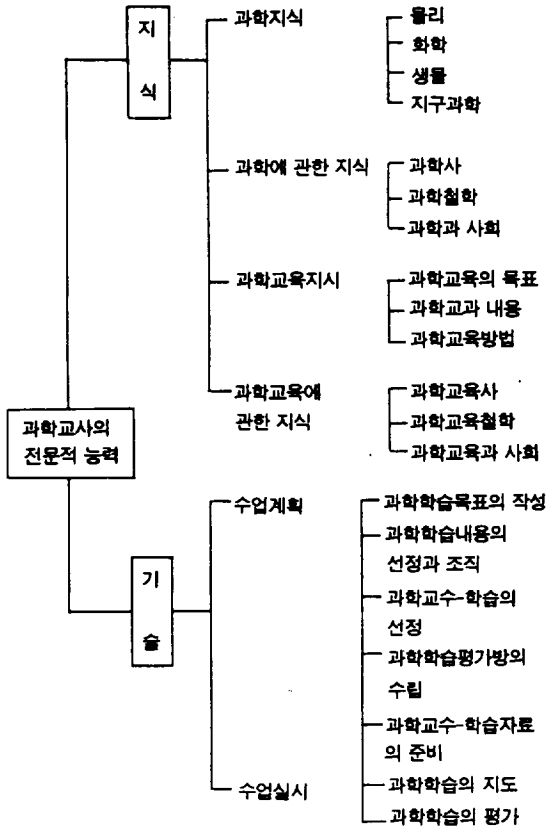
(그림 7) Warick Process Science 개별모듈의 구성요소

IV. 과학교육 모듈의 개발 방안

과학교육 모듈의 개발을 위해서는 앞에서 논의된 과학교육의 본질 및 구조와 교육과정 개발을 위한 모듈식 접근법의 통합이 이루어져야 한다. 여기서는 과학교육 모듈의 구성방안 및 교사 교육용 과학교육 모듈의 개발 지침을 논의한다.

1. 과학 교과교육 모듈의 구성방안

과학교육의 연구범위를 “왜, 무엇을, 어떻게 가르쳐야 하는가?”로 설정할 경우 과학 교과교육 모듈은 거의 모든 과학모듈과 교육학모듈을 포함하는 광범위한 것이 될 것이다. 그러나 교과 내용(무엇을)의 연구 영역을 기존 과학 지식으로 제한함으로써 순수 과학을 과학교육의 연구 영역에서 제외시키고, 교육의 목표(왜)와 방법(어떻게)을 과학교과 내용과 관련된 것만으로 제한함으로써 기초교육학을 과학교육 연구영역에서 제외시킬 수 있을 것이다. 만일 이러한 한정적 연구 영역을 과학교육학 연구의 범위로 정한다면 그 연구 영역은 (표 1)과 같이 과학교육의 체제분석에 의해 얻어질 수 있으며, 과학 교과교육 모듈은 이들 영역을 원소(elemente)로 하는 집합으로 구성할 수 있다. 이때 만일 각 연구 영역을 학교 급별이나 과학과목에 따라 세분한다면 개발될 수 있는 모



〈그림 8〉 과학교사 양성과정에서 개발해야 할 과학교사의 전문적 능력

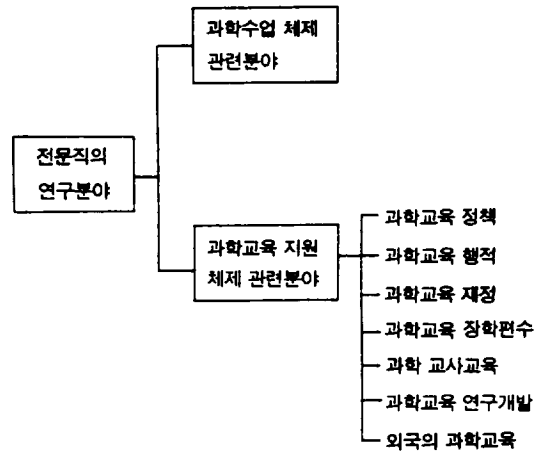
들의 수는 매우 크게 증가된다.

한편 과학 교과교육 모듈의 개발범위를 사범대학의 과학교사 양성과정에서 사용할 수 있는 교사 교육용 교재 개발로 한정한다면 〈그림 8〉과 같이 과학교사가 필수적으로 갖추어야 할 지식과 기술을 범주화하여 모듈의 범주를 설정할 수 있다.

물론 이 범주들 중에서 과학지식은 과학모듈로 또 학생지도, 교직원, 학급경영 등의 능력은 기초 교육학 모듈에 포함된 것으로 간주하였다.

과학교사 양성과정의 교양교과와 순수 교육학 교과의 교육에 의해 개발된 교사로서의 공통적 능력과 순수과학 교과의 교육에 의해 획득한 과학지식을 바탕으로 과학교육 교과에서는 모든 과학교사들이 〈그림 8〉에 제시된 지식과 기술(skills)를 갖추 수 있는 교육을 실시해야 한다. 〈그림 8〉의 과학지식 범주 이외의 세부범주, 즉 과학사, 과학철학, 과학교육의 목표 등 16개의 세부범주는 학교 급별 및 초·중등학교 과학 과목별로 더 세분화될 수 있고, 반대로 과학학습지도와 평가와 같이 이들

세부 범주들을 모아 새로운 범주를 만들 수도 있을 것이다.



〈그림 9〉 과학교육 전문직의 연구분야 분류

과학교사가 수년간의 교사 경험을 쌓은 뒤 과학교육 연구소 연구원, 과학교육 교수, 장학사, 연구사 등의 전문직으로 이동하려 할 경우에는 〈그림 8〉에 제시된 과학교사의 전문적 능력 이외에도 주로 과학교육 지원체제와 관련이 많은 〈그림 9〉와 같은 분야에 관한 이론과 실재를 익혀야 한다. 한편 이러한 전문적 능력은 과학교육 석·박사 과정이나 연수 과정의 교육을 통하여 개발하여 질 것으로 기대되기 때문에 〈그림 9〉의 분류 체제는 교사양성 교육용 이외의 과학교과교육 모듈 개발을 위한 하나의 지침으로 이용될 수 있을 것이다.

2 교사교육용 과학교육 모듈의 개발 지침

우리나라의 사범대학이 정체성을 확립하고 우수 과학교사를 양성하기 위한 체제를 갖추기 위해서는 최우선적으로 교과교육 전공교수를 확보하고 교과교육 연구개발 사업을 획기적으로 지원해야 할 필요가 있음을 수차 강조한 바 있다.

과학교육학계는 다른 교과교육 분야에 비해 상대적으로 많은 10여명의 과학교육 박사를 확보하고 있고, IBRD차관 사업에 의해 67명의 과학교육계 학과(수학교육 일부 포함) 교수를 해외에 파견하여 교과교육연수를 실시하였다. (이화국, 1989) 따라서 만족스럽지는 못하나 우리나라 과학 교육학계는 교과교육의 학문적 연구를 시작할 준비가 되어 있으며, 과학교사 교육용 교과교육 모듈의 개발을 시도할 수 있는 최소한의 인적 자원을 확

보하게 되었다.

따라서 이제부터 지금까지 논의된 우리나라 과학교과 교육의 실태와 모듈식 교과과정 이론적 배경을 고려하여 과학교사 양성에 이용될 교과교육 모듈 개발의 기본 지침을 작성한다.

다음은 과학교사 양성과정에서 이용될 수 있는 과학 교과교육 모듈의 개발을 위한 지침의 한 예로 이 지침에는 모듈의 목적, 범위, 구성, 갯수와 길이 등이 규정되어야 한다.

(1) 모듈의 목적

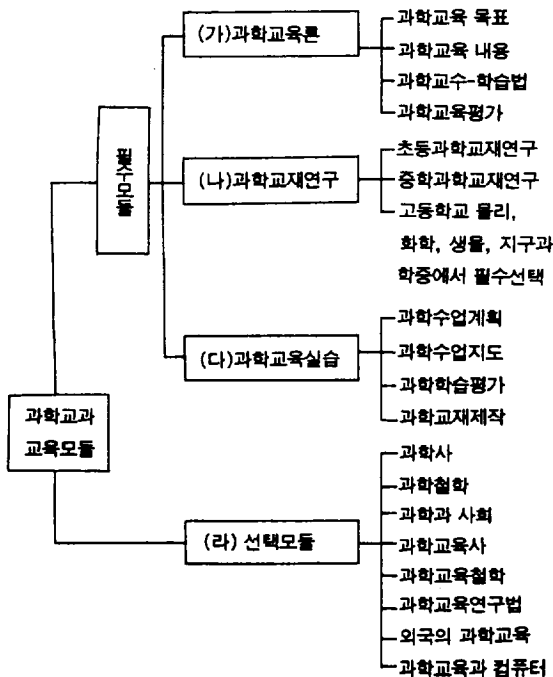
학교 과학 수업의 합리적 계획에 필요한 지식과 과학 학습의 효과적 지도 및 평가 기능을 개발한다.

(2) 모듈의 범위

과학교사 직전 교육에 이용될 모듈이므로 (그림 9)에 제시된 과학교육지원체제 관련능력을 배제하고 과학수업체제 관련능력 개발에 초점을 맞춘다.

(3) 모듈의 구성

과학교사 양성 과정에서 교육시켜야 할 (그림 8)에 제시된 과학교사의 전문적 능력의 분류를 토대로 (그림 10)과 같이 모듈을 구성한다. (그림 10)의 세부영역을 각각 이 모듈의 단위가 될 수도 있고 이들을 합하거나



(그림 10) 과학교사 직전교육용 과학교과교육 모듈의 구성

더 세분화하여 모듈을 구성할 수도 있다. 예를 들어 '과학교육목표'와 '과학교육내용'은 '과학교육과정'영역으로 합해질 수 있으며 '과학교육평가'는 '과학지식평가', '과학태도평가', '과학실험평가'등으로 더 세분화할 수 있다.

(4) 모듈의 갯수와 길이

대학 수업에의 실제적 이용을 위해서는 한 모듈의 길이는 최소 0.5에서 최대 3.0 학점용이 될 수 있을 것이다. 개발해야 할 모듈의 갯수는 단위 모듈의 길이와 과학 교과교육의 전체 이수학점수에 따라 달라진다. 현재 과학 교과교육 과목은 대학에 따라 2-3과목 4-9학점 정도가 개설되고 있으나, 가까운 장래에 필수 3과목 9학점, 선택 2과목 6학점 이상은 이수시켜야 할 것이며, 선택교과를 2배수로 개설한다면 필수 9학점에 선택 12학점을 더한 21학점 분에 해당하는 모듈이 우선적으로 개발되어야 할 것이다.

과학교과교육 모듈의 개발은 과학교육학계 전체가 공동 사업으로 전개할 필요가 있으며, 위에 제시된 지침을 수정하고 적용하여 과학 교과교육 모듈의 총괄적 구조를 결정하여야 한다. 또 전체 모듈의 범주, 이름, 길이 등이 결정되면 이어서 다음과 같은 개별모듈의 내용과 구성 체제에 관한 지침이 작성되어야 한다.

(1) 모듈명

모듈의 이름과 모듈의 분류번호가 있을 경우 이를 기입한다.

(2) 모듈의 소개

그 모듈의 목적, 구성, 이용대상, 이용방법과 제한점 등을 진술한다.

(3) 모듈의 최종학습 목표

그 모듈의 학습에 의해 개발되어지기를 기대하는 학습목표를 제시한다.

(4) 모듈의 중간학습목표

모듈의 최종학습목표 달성에 필요한 중간 학습목표를 행동목표 형태로 진술하고, 각 중간학습목표별로 다음과 같은 내용을 제시한다.

- 선행평가: 선수학습능력의 소유 여부를 평가하기 위한 평가 방안을 제시한다.
- 학습활동: 학습내용을 지식, 지적 기능 실험기능, 태도 등으로 구분하고 각 학습내용의 교

수 학습을 위한 학습의 형태, 학습집단의 구성방법, 학습자료 및 학습경험 자원 등을 제시한다.

- 형성평가: 중간학습목표 달성 여부를 평가하기 위한 평가도구를 제시한다.
- 피드백: 형성평가 결과에 따른 조치를 제시한다.

(5) 총괄평가

모듈의 최종목표 달성 여부의 평가방법과 평가준거를 제시한다.

(6) 보충 및 추가학습자료

보충학습과 추가 학습에 이용될 자료나 자료목록을 제시한다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

‘과학교육’이 독립적인 학문의 영역으로 성숙되기 위해서는 고유의 패러다임에 따른 연구의 수행과 함께 과학교육학계가 공동으로 이용할 과학교육 교재 개발이 필수적으로 이루어져야 한다. 특히 교사 교육용 과학교육 교재는 사범대학의 위치의 확립과 과학교육학의 객관적 인정확대 및 과학교육 전문인력의 훈련 등을 위해 조속하고도 광범위하게 추진되어야 한다.

본 연구에서는 이와같은 과학교육 교재의 효과적인 개발 방안을 구안하기 위하여 과학교과 교육학의 구조를 규명하고 효율적인 교과과정과 교재의 개발과 활동을 위한 모듈식 접근법의 이론적 배경을 논의했으며, 또한 이들 논의를 바탕으로 과학교육 모듈을 개발하기 위한 구체적 방안을 제시하였다.

우선 과학교육학의 본질과 구조는 과학교과가 서구와 우리나라의 학교 교육에 도입된 역사와 교육학과 교과교육학의 관계에 관한 논의와 과학교육체제와 과학교육학의 연구영역의 확인을 통하여 규명하였다. 또한 모듈식 접근법의 이론과 실제에 관한 고찰에 의해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 모듈식 접근법은 행동주의적 심리학에 기초를 두고 있으며, Skinner의 프로그램 학습법, Postlethwaite의 청각학습법 (audiotutorial approach), Keller의 개별 수업 체제법 등의 이론과 실제를 바탕으로 개발되었다.
- (2) 학습모듈은 독자적 학습 목표 달성을 위해 개별적 이용이 가능하며, 두 개 이상의 모듈을 모으면 더 광범

위한 학습 목표 달성을 위해 이용할 수 있다.

(3) 모듈식 교재의 개발을 위해서는 모듈의 정의, 학습목표의 작성, 모듈의 범부화, 모듈의 개요서의 작성과 같은 준비가 있어야 하며, 시험 모듈이 제작되면 시범사용을 거쳐 보급용 모듈을 제작하게 된다 (<그림 5> 참조).

(4) 모듈식 교재의 주요 장점으로서는 교재개발의 효율성, 교재선택과 이수 순서의 다양성, 교수-학습의 개별화, 수업지도와 학습성취도 평가의 용이성, 학생의 학습 실패 가능성 감소, 교수목표와 방법의 명료화를 들 수 있다.

(5) 모듈식 교재의 사용은 교과과정의 일관성 분해, 학습형태의 제한, 학생-교사관계의 약화, 교수-학습의 압박감 증대 등을 유발할 수 있으며, 모듈식 접근법이 모든 분야에 똑같이 효과적인 것은 아니다.

(6) 모듈식 교재는 1단계, 2단계, 3단계 등의 형태에 의해 구성이 가능하다. (<그림 6>참조).

(7) 모듈식 교재의 이용을 위한 모듈의 선택은 공통필수, 계열필수, 계열선택, 자유선택 모듈의 조합에 의해 다양하게 이루어질 수 있다. (<표 3> 참조).

(8) 모듈식 교재에는 학생들의 자율학습이 가능하도록 자세한 교수-학습 및 평가방법이 포함되는 것이 좋다.

(9) 모듈식 교재의 이용범위가 넓은 경우에는 SCO-VEC 모듈에서와 같이 단위 모듈의 표준길이를 정하는 것이 효과적이다.

(10) 모듈식 교재는 학생의 학습용과 교사의 지도용이 함께 제작되고 필요에 따라 인쇄자료 이외의 시청각 자료, 컴퓨터 교육 자료 등이 겸비될 필요가 있다.

과학교육학의 구조와 모듈식 교과과정 개발의 고찰을 통하여 과학교육 교재 개발에 모듈식 접근법이 효율적으로 이용될 수 있음을 확인하고, 다음과 같은 주요 개발절차, 내용, 방법 등이 포함되어 있는 과학교육 모듈 개발 지침이 작성되었다.

- (1) 과학교육학계가 연구개발 인력을 관리하고, 정부나 연구재단에서 연구개발비를 투입하여 과학교과교육 연구사업을 시행한다.
- (2) 과학교과교육 모듈의 분류체제를 과학교사가 갖추어야 할 전문적 자질의 범주를 바탕으로 작성한다. (<그림 8>참조).
- (3) 과학교과교육의 전체 모듈의 개발을 위해 모듈의 목적, 범위, 구성, 갯수, 길이 등을 결정한다.
- (4) 개별 모듈의 제작을 위해 모듈의 이름, 내용, 최

종 학습목표, 중간 학습목표, 학습활동과 내용, 총괄평가, 보충 및 추가학습 자료 등의 항목을 포함하는 모듈 설명서를 작성한다.

2 제언

교과교육 모듈의 개발에는 이 연구-개발 사업을 수행할 전문인력과 연구 수행을 위한 행, 재정적 지원이 필수적이다. 다행히 과학교과 교육분야는 10여명의 신진 과학교육 박사들이 배출되어 기본 연구개발 인력이 확보되어 있기 때문에 우선적으로 교사교육용 과학교육 교재를 모듈식 접근법에 의해 개발할 수 있도록 다음과 같이 연구개발 사업을 추진할 것을 본 연구의 제언으로 제시한다.

(1) 문교부는 과학교육과, 양성과, 학술진흥과의 협의를 거쳐 과학교과교육 모듈 개발을 하기 위해 연구기간 3년의 연구개발 사업비 9천만원을 확보한다.

(2) 한국과학교육학회, 한국물리학회 물리교육분과, 대한화학회 화학교육위원회, 생물교육학회 등의 과학교육 관련 학회들의 협의를 거쳐 '과학 교과교육 모듈개발 연구단'을 구성한다.

(3) 문교부는 1차년도 2천만원, 2차년도 4천만원, 3차년도 3천만원의 연구비를 '과학 교과교육 모듈 개발 연구단'에 지급한다.

(4) 과학교과교육 모듈 개발 연구단은 1차년도에는 모듈의 범주와 모듈 설명서 개발을 위한 기초연구와 공청회 등을 통해 교사교육에서의 교과교육의 위치와 역할에 관한 바른 인식을 확산시킨다.

(5) 과학교과교육 모듈 개발 연구단은 2차년도에 개별 모듈별제작 담당자를 선정하여 모듈을 제작하고 시범사용을 거친 연구결과를 문교부에 제출한다.

(6) 과학교과교육 모듈개발 연구단은 3차년도에 대규모 시범사용을 거쳐 보급용 모듈을 제작하여, 이를 연구결과로 문교부에 제출한다.

(7) 과학교육단체총연합회는 개발된 과학교과교육 모듈의 판권을 인수받아 이 모듈의 출판과 보급을 책임지며, 출판에 의한 모든 수입은 과학교육단체총연합회의 과학교육 진흥사업에 투입한다.

(8) 문교부는 과학교과교육 모듈개발 사업의 추진과정을 점검하고, 과학교육 이외의 다른 교과교육 분야에도 이와같은 형태의 사업을 적극적으로 추진한다.

이상에서 제시된 교과교육 개발을 통한 사범대학의 정체성 확립 및 교사교육용 과학 교과교육 모듈개발 사

업 추진을 위한 제언들은 주로 문교부, 연구재단, 과학교육계 학회 등의 정책 및 제도적 지원에 관한 것들이었다. 그러나 교사양성 대학의 위상 정립을 위한 교과교육의 개발은 모든 교육대학과 사범대학 교수들이 이 과제에 자신들과 교사양성 대학의 미래 운명이 걸려 있다는 지각있는 인식을 갖고 적극적으로 대처하지 않으면 별다른 성과없이 지난 반세기 동안 계속되어온 교사교육의 표류가 연장될 것이다. 따라서 우리나라 교사교육 발전의 핵심적인 책임이 정부나 남이 아닌 교사교육기관 구성원에 있음을 깨닫고 모든 교사교육 기관의 교수, 특히 교과교육 관련교수들의 투철한 사명 의식과 적극적인 참여가 절실히 요구됨을 마지막 제언으로 재삼 강조해 둔다.

참고 문헌

강우철(1986), 교과교육의 기본과제, 새교육, 대한교육연합회, 제 379호, p.36.

문교부(1986), 초·중·고등학교 교육과정(1946-1981):총론, 대한교과서 주식회사

박승재(1980), 과학교육의 연구론 소고, 서울대학교 사대논총, 제 27집, p.1.

박승재외(1985), 과학교육, 교육과학사

이돈희(1987), 교과교육학의 성격과 과제, 서울대학교, 제34집, p.1

이화국(1985), 외국과학교육의 동향, (박승재(편), 과학교육, 교육과학사, 제3장).

이화국(1988), 교원교육에서의 교과교육의 실태와 개선방안, 대학교육, 한국대학교육협의회, 제 32권, p.79, 제33권 p.70.

이화국(1989), 우수과학교사 양성을 위한 사범대학의 정체성 확립, 과학교육, 시청각교육사, 제 295호, p.15.

이화국(1989), 과학교사교육 개선을 위한 10대 주요과제, 과학교육, 시청각교육사, 제298호, P.24

서울대학교 사범대학 교육연구소(1981), 교육학 용어사전, 배영사.

정연태외(1977), 과학과 교육, 한국능력개발사

직업훈련연구소(1982), 성취지향 교사교육교재 활용지침서, 자원인사용, 한국직업훈련관리공단, 직업 훈련연구소

황정규(1987), 사범대학(학부)교과 교육학의 발전과제, 서울대학교 사대논총, 제 34집, p.19.

DES and Welsh office(1985). GCSE:General Certificate of Secondary Education. The National Criteria. HMSO:London.

Eraut. M(1985), Programmed Learning, In. Husen & Postlewaite(Ed.) The International Encyclopedia of Education. Pergamon: Oxford.p.4096.

Gagn'e. M(1965). The condition of Learning, Holt: Rinehart and Winston: New York.

Hart.J.(1988). The Scottish Action Plan Experience. In. B. Moon

- (Ed.) Modular Curriculum. Paul Chapman: London
- Kulik, J.A.(1985), Keller Plan: A Personalized System of Instruction. Husen & Postlewaite (Ed.) The International Encyclopedia of Education Pergamon: Oxford, p.2798.
- Mager, R.F.(1962), Preparing Instructional Objectives. Fearon Publishers: San Francisco.
- McNeill, J.D.(1985), Curriculum: A Comprehensive Introduction. 3rd ed., Little Brown and Company: Boston.
- Moon, B.(1988), Modular Curriculum. Paul Chapman Publishing: London.
- Musgrave, G.R.(1975), Individualized Instruction: Teaching Strategies Focusing on the Learner. Allyn and Bacon: Boston.
- Oliver, A. I.(1985). Minicourses. In. Husen and Postlewaite(Ed.) The International Encyclopedia of Education, Pergamon: Oxford, p.3365.
- Postlewaite, S.N(1985), Module Approach. In. Husen & Postlewaite(Ed.) The International Encyclopedia of Education Pergamon: Oxford.p.3398.
- Screen, P.(1986), Warwick Process Science: Section One, One. Ashford Press: South Hampton.
- SCOVEC(1987), The National Certificate: Catalogue of Module Descriptors. Session 1987-1988, Scottish Vocational Council: Glasgow
- Tyler, R.W(1949), Basic Principles of Curriculum and Instruction. The University of Chicago Press: Chicago.
- Valletutti P J & Salpino, A.D(1979), Individualizing Educational Objectives and Programs. A Modular Approach. University Park Press: Baltimore.

ABSTRACT

A Study on Development of Science Education Modules

Wha-Kuk Lee and Chang-Shik Kim *

Department of Chemical Education, Chonbuk National University

* Department of Physics Education, Kookmin University

Development of science education curriculum and instructional materials have been considered as the most essential task for the establishment of science education as an independent discipline, and for the intrenchment of status and identity of colleges of Education

The aim of this study was to identify the necessity and types for the development of science education curriculum and instructional materials. The nature and structure of science education were discussed in connection with school science subjects, science of education, and the structure of science education system. Also essential theory and practice of modular approach for development of curriculum were investigated in order to organize a guideline for the development of science education modules.

The guideline includes development procedures, major contents, and structure of science education modules which is organized by integration of the nature of science education and concepts of modular approach for curriculum development.