

과학수업모형들의 특성에 관한 이론적 분석

김 한 호
(한국교원대학교)

(1995년 3월 25일 받음)

I. 서 론

학습 성취도는 학생 변인과 교사 변인의 영향을 받는다. 학생 변인은 비교적 안정적 속성을 지니고 있어 교사의 학습환경 조작능력 즉, 수업능력에 따라 학습의 질과 양이 결정된다고 볼 수 있다. 수업능력이란 수업상황에 맞는 수업모형의 선정 및 활용 능력을 의미한다(Joyce & Weil, 1980).

그 동안 여러 과학수업모형이 교육학자들(권재술, 1989; 김영민, 1991; 박종원, 1992; Suchman, 1962; Karplus, 1977; Kauchak & Eggen, 1980; Nussbaum & Novick, 1982; Renner, 1982; Cosgrove & Osborne, 1985; Lawson, 1986; Driver & Oldham, 1986; Yager, 1990)에 의하여 제시되었다. 수업모형이 소개된 문헌을 살펴보면 수업모형에 대한 안내가 매우 추상적이며, 적용에 따른 제한점과 요구되는 환경 요인에 대한 언급이 없었다. 심지어 일부 수업모형은 모든 수업 내용에 적용될 수 있다는 인상을 주기도 하였다.

수업모형들은 구체성의 정도, 목적, 사회적 풍토, 수업과정 등에서 서로 비슷하며 또한 상당히 다르다(Joyce & Weil, 1980; 권난주, 1994; 조희형 등, 1994). 따라서 수업모형들이 지닌 주요 특징에 대한 분석은 수업모형의 올바른 선택과 활용을 돕는다(Harlen & Osborne, 1985).

본 연구에서는 수업모형이 의도하는 목표 유형에 따라 기존 과학수업모형들을 분류하고자 한다. 또한 몇 가지 과학수업모형을 철학 및 심리학 배경, 목적과 가정, 수업과정, 적용환경 등의 측면에서 비교 분석하는데 목적이 있다.

II. 연구 방법 및 절차

본 연구는 기존 과학수업모형의 조사 및 분류, 분석 대상 과학수업모형의 선정, 과학수업모형의 비교·분석 등의 순

서로 수행되었다.

먼저 문헌조사를 통하여 기존 과학수업모형을 수집하였고, 이를 목표 유형별(개념, 탐구, 태도)로 분류하였다. 이때 명칭만 다를 뿐 동일한 수업모형을 확인하였으며, 특정 목표를 의도하지 않는 일반 수업모형 등은 분류 대상에서 제외시켰다.

인지갈등수업모형, 발생학습수업모형, 순환학습수업모형, 가설검증수업모형 그리고 발견학습수업모형을 이론적 분석 대상으로 선정하였다. <표 1>은 수업모형의 이론적 분석에 사용된 주요 문헌들이다. 일차 자료를 중심으로 수업모형이 지닌 철학 및 심리학적 배경, 의도하는 목적과 내재된 가정, 수업단계, 적용환경, 예상 효과를 분석하였으며, 때로는 이차 자료를 참고하거나 교과 전문가의 검토를 받았다.

수업모형이 지닌 철학 및 심리학적 배경, 목적과 가정, 수업단계, 적용환경, 예상 효과에 대한 이론적 분석 결과 중에서 핵심적인 내용을 중심으로 수업모형을 비교하였다.

<표 1> 수업모형의 이론적 분석에 사용된 주요 문헌

수업모형	일차 자료	이차 자료
인지갈등	Hashweh(1986), 권재술(1989, 1992)	
순환학습	Karplus(1980), Lawson(1980, 1986, 1989, 1995)	- 권난주(1994) - Posner 등(1982)
발생학습	Osborne와 Wittrock(1983, 1985) Cosgrove와 Osborne(1985)	- 최병순(1988) - 허명(1995)
가설검증, 발견학습	Kauchak와 Eggen(1980) 이범홍과 김영민(1983)	

III. 연구결과 및 논의

1. 과학수업모형의 분류

1950년대 초반에 과학교육에 대한 비판, '소프트니크 충격' 등은 학문중심 교육사조를 낳았다(Collette & Chiappetta, 1984). 학문중심 교육관은 합리적인 판단 능력을 갖춘 지성인의 양성에 목적을 두며, 교육 내용으로 학문의 기본 구조를, 교육방법으로는 탐구와 발견을 강조하였다(McNail, 1985). 이러한 사상은 국가의 지원 아래 각 대학이나 연구소에서 개발된 교육프로그램에 반영되었다. 대표적인 과학프로그램으로 SCIS(Science Curriculum Improvement Study), SAPA(Science-A Process Approach), BSCS(Biological Science Curriculum Study) 등이 있다.

학문중심 교육사조는 1950년대 말에 제기된 구조주의적 관점에 의거 학문을 기본 개념의 조직체로 보며, 각 학문은 나름대로 독특한 개념체계를 지닌다고 가정하였다. 또한 학생들에게 각 분야의 학자들이 지식을 추구하는 독특한 탐구방식을 가르칠 것을 강조하였는데(McNail, 1985), 이러한 맥락에서 교과별 수업모형들이 제시되었다. 예컨대 사회교과에서는 Massialas와 Cox(1966)의 탐구수업모형이, 과학교과에서는 생물과 탐구수업모형(Schwab, 1962), 순환학습수업모형(Karplus, 1977; Lawson, 1986), 탐구훈련모형(Suchman, 1962), 허명(1984)의 순환적 탐구수업모형이 제시되었다. 그러나 이들 수업모형의 수업절차를 살펴보면 아주 흡사하였다. 이러한 학문중심사상의 영향을 받아 1983년에는 '탐색, 발명, 발견'으로 이어지는 순환학습수업모형이, 1989년에는 Kauchak와 Eggen(1980)의 경험모형(experimental model), 발견모형(discovery model), 탐구모형(inquiry model)이 이범홍과 김영민(1983)에 의하여 경험수업모형, 가설검증수업모형 그리고 발견학습수업모형으로 국민학교 자연과 교사용 지도서에 소개되었다.

1970년대 중반부터 학생들의 선개념에 대한 연구가 활발히 이루어졌는데, 이는 과학 교육학자들과 인지 심리학자들의 관심사가 일치한데서 비롯되었다. 과학교육학자들은 1960년대의 과학교육과정 개혁을 부정적으로 인식하고 있

었으며, 인지 심리학자들은 학습에 대한 행동주의적 관점을 극복하려고 하였다. 부분적으로는 현대 과학철학의 영향을 받았다(Duit & Pfundt, 1988). 연구에서 나타난 공통점 중의 하나는 선개념의 변화 저항성이었다. 따라서 선개념을 변화시키기 위한 다양한 수업방법과 전략 고안에 연구 초점이 모아졌다. 이러한 맥락에서 다양한 수업모형이 Renner(1982), Nussbaum과 Novick(1982), Cosgrove와 Osborne(1985), Driver와 Oldham(1986), Hashweh(1986) 등에 의해 제시되었으며, Lawson(1986)은 순환학습수업모형에 오개념 연구 결과를 접목시켰다(Trowbridge & Bybee, 1990). 국내에서는 권재술(1989)이 Hashweh(1986)의 개념변화모형을 보완한 인지갈등수업모형, 박종원(1992)은 Driver와 Oldham(1986)의 수업모형을 근간으로 초인지수업모형, 김영민(1992)의 비유수업모형, 김익균(1991)의 대립개념모형 등이 제시되었다. 이들 수업모형의 주된 관심사는 학생들이 경험적으로 습득한 선개념을 과학개념으로 변화시키는 데 주된 목적이 있다.

1980년대에 들어 STS(Science Technology and Society)와 SATIS(Science And Technology In Society)라는 새로운 과학교육 운동이 제기되었다. 1982년과 1990년에 NSTA(National Science Teachers Association)는 과학 소양인의 육성을 과학교육의 핵심 목표로 제시하였다. 이는 인간의 경험적인 맥락 즉, 과학과 관련된 사회 및 일상생활의 문제를 학습소재로 선정하여 과학을 가르치고 학습하는 것을 의미한다. 과학소양이라는 개념에는 과학의 핵심 원리에 대한 이해, 과학 아이디어들이 개발되는 방법에 대한 이해, 과학과 관련된 문제에 대한 관심과 의사결정 등이 포함되어 있다. 따라서 기본 과학개념에 대한 충실한 이해와 탐구능력의 육성은 여전히 중요한 목표이며(Trowbridge & Bybee, 1990; 허명, 1994), 학습 소재로 과학과 관련된 사회문제·가치 문제를 중점적으로 다룬다. 이러한 STS 정신은 국민학교 6차 자연과 교육과정(1992)에 교과목표로 반영되었다. Iowa 대학에서는 NSTA와 미국과학재단(NSF)의 협력을 받아 현직교사들을 대상으로 Iowa Chautauqua Program을 운영하였으며, 이때 Iowa Chautauqua Model을 현직 교사 훈련모형으로 사용하였다(Yager, 1990). Collete와 Chiappetta

<표 2> 목표 유형에 따른 기존 과학수업모형의 분류

목표 유형	시대적 배경	수업모형
개념	오개념 연구	- 발생학습수업모형(Cosgrove & Osborne, 1985), 인지갈등수업모형(권재술, 1989), 초인지수업모형(박종원, 1992) 기타(Nussbaum & Novick, 1982; Renner, 1982; Driver & Oldham, 1986 등)
	학문중심사상	- 발견학습수업모형(이범홍과 김영민, 1983)
개념, 탐구	학문중심사상	- 순환학습모형(Karplus, 1977; Lawson, 1986) - 탐구수업모형(Schwab, 1962), 탐구훈련모형(Suchman, 1962), 경험 및 가설검증수업모형(이범홍과 김영민, 1983) 순환적 탐구수업모형(허명, 1984)
탐구	학문중심사상	- Iowa Chautauqua Model(Yager, 1990)
탐구, 가치·태도	STS 운동	- 의사결정, 가치명백화 모형(Collete & Chiappetta, 1984)

(1984)는 의사결정모형과 가치명백화모형을 STS 수업모형으로 제시하였다.

수업모형이 제시된 시대적 배경과 수업모형이 의도하는 주요 목표유형을 중심으로 기존 과학수업모형을 분류하면 표 2와 같다. 발생학습수업모형, 인지갈등수업모형, 초인지수업모형, Driver와 Oldham의 수업모형, Nussbaum과 Novick의 수업모형, Renner의 수업모형은 개념학습을 의도하며 오개념 연구맥락에서 제시되었다. 발견학습수업모형은 개념학습을 의도하며 학문중심사상에 배경이 있다. 학문중심사상에 주된 바탕을 둔 순환학습수업모형은 개념과 탐구 목표를 의도한다. 탐구능력 신장을 의도하는 수업모형으로는 탐구수업모형, 탐구훈련모형, 경험 및 가설검증수업모형, 순환적 탐구수업모형이 있다. 또한 STS 맥락을 수용한 Iowa Chautauqua Model, 의사결정모형 그리고 가치명백화모형은 탐구능력 신장 또는 가치와 태도 목표 달성을 의도한다.

2. 과학 수업모형의 비교 분석

인지갈등수업모형, 발생학습수업모형, 순환학습수업모형, 가설검증수업모형 그리고 발견학습수업모형이 지닌 주요 특징을 철학 및 심리학적 배경, 목적과 가정, 수업단계, 적용 환경, 예상 효과의 측면에서 비교한다. 목적이란 수업모형을 통해서 달성하려고 것을, 가정이란 어떤 경우에 학습이 이루어질 수 있는 가를 의미하며 주된 바탕이 철학과 심

리학에 있다. 수업 단계란 수업목표 달성을 위한 수업 과정을 뜻한다. 적용 환경이란 수업모형이 적용될 수 있는 인적·물적 상황이나 조건을 의미하는데, 이는 행동원칙(교사의 수업행동 또는 학생 활동에 대한 반응)과 사회체제(교사와 학생간의 관계, 구조화, 수업형태) 그리고 지원체제(교사와 학생이 갖추어야 할 조건, 자료의 내용과 특성, 적용 가능한 수업소재 등) 등으로 구분된다. 예상 효과는 수업모형이 이상적으로 적용된 상황에서 성취될 수 있는 직접 또는 간접적인 효과를 말한다.

1) 철학 및 심리학적 배경 비교

<표 3>은 수업모형들이 지닌 주요 철학 및 심리학적 배경을 제시한 것이다. 수업모형들이 지닌 철학적 배경을 살펴보면, 인지갈등수업모형은 주로 현대 과학철학적 관점을, 발생학습수업모형은 이를 부분적으로 반영하고 있다. 반면 순환학습수업모형과 가설검증수업모형, 발견학습수업모형은 경험주의 전통을 주된 배경으로 한다.

수업모형에 내재된 주요 심리학적 배경을 살펴보면, 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형 그리고 순환학습수업모형은 다소 차이가 있지만 구성주의 전통에 속하는 심리학 이론에 근거한다. 가설검증수업모형은 통찰을 중시하는 Gestalt 심리학에, 발견학습수업모형은 Bruner의 수업 이론에 바탕을 두고 있다.

따라서 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형 그리고 순환학습수업모형은 철학 및 심리학적 배경에서 다소 차이가

있지만, 가설검증수업모형과 발견학습수업모형은 대체로 유사하였다. 핵심 배경에 따라 수업모형을 분류하면 인지갈등수업모형은 철학 및 심리학 이론을 강조하는 수업모형으로, 발생학습수업모형과 순환학습수업모형은 심리학적 수업모형으로 분류된다. 또한 가설검증수업모형과 발견학습수업모형은 과학의 본성을 강조하는 철학적 모형으로 생각되었다.

2) 목적과 가정 비교

<표 4>는 수업모형들이 의도하는 주요 목적과 가정을 제시한 것이다. 인지갈등수업모형, 발생학습수업모형 그리고 순환학습수업모형은 개념형성·변화에 주된 목적이 있다. 또한 순환학습수업모형은 사고력 발달을 의도하기도 한다. 가설검증수업모형과 발견학습수업모형은 과학 본성에 대한 이해를 추구하지만 가설검증수업모형은 탐구능력 신장을,

<표 3> 수업모형이 지닌 철학 및 심리학적 배경 비교

수업모형	철학적 배경	심리학적 배경	특징
인지갈등	현대 과학철학* 구조주의	Ausubel 이론* Piaget 이론	철학 및 심리학적 모형
발생학습	현대 과학철학 구조주의	정보처리이론* Ausubel 이론	심리학적모형
순환학습	실증주의 철학	Piaget 이론 Gestalt 이론	심리학적모형
가설검증	실증주의 철학	Gestalt 이론	철학적 모형
발견학습	경험주의 철학* 구조주의	Bruner 이론	철학적 모형

* 핵심 배경

<표 4> 수업모형이 의도하는 목적과 내재된 가정 비교

수업모형	목적	주요 가정	
		학생	학습·수업·기타
인지갈등	개념변화	의미구성자	<ul style="list-style-type: none"> · 학습은 인지구조의 변화 · 인지갈등은 개념변화의 전제조건 · 개념변화 유형별 인지과정의 다양성
발생학습	개념변화	의미구성자	<ul style="list-style-type: none"> · 학습은 개념 포섭과 조직 · 기존 개념에 비취 정보의 선택, 평가 · 학생의 능동적 노력을 통한 개념 재구성
순환학습	개념형성, 사고력 발달	자율조정자	<ul style="list-style-type: none"> · 인지 비평형을 통한 학습 · 학생은 자율조정 성향을 지님 · 사고력은 논증, 모순해결을 통하여 향상
가설검증	과학본성 이해, 탐구능력 신장	과학자	<ul style="list-style-type: none"> · 학생은 미해결 상황에 흥미를 지님 · 가설 연역적 탐구과정
발견학습	과학본성 이해 개념형성	과학자	<ul style="list-style-type: none"> · 학문은 독특한 개념적 구조를 지님 · 기본 개념은 생산성, 경제성을 보장 · 추론 과정을 통한 과학지식의 발견

발견학습수업모형은 과학개념 형성을 의도하고 있어 주된 목적에서 차이가 있다.

수업모형에 내재된 주요 가정을 살펴보면, 인지갈등수업모형, 발생학습수업모형 그리고 순환학습수업모형에서는 학습자란 외부 정보를 기존 인지구조에 통합·조정하는 능동적인 주체로 간주한다. 또한 학습을 인지 구조의 변화로 보며, 인지갈등 또는 지적 도전감 부여 등을 주요 수업 가정으로 둔다. 그러나 인지갈등수업모형은 인지갈등을 매우 중시하며, 인지갈등 자료를 제시하는 방법과 목적에서 다른 수업모형들과 차이가 있다. 가설검증수업모형과 발견학습수업모형에서는 학생을 과학자로 보고, 과학자들이 현상을 탐구하여 지식을 발견하는 과정을 학생들에게 가르치려는 의도를 갖고 있다. 가설검증수업모형에서는 탐구과정을 가설 연역적 과정으로 간주하며, 학생들은 미해결 상황을 스스로 해결하려는 지적 호기심을 갖고 있다고 본다. 발견학습수업모형에서는 학문의 기본 구조를 중시하며, 추론과정을 통한 기본 개념의 발견이 가능하다고 본다.

따라서 인지갈등수업모형, 발생학습수업모형 그리고 순환학습수업모형은 인지갈등 또는 지적 도전감을 중시하지만, 이를 유발시키는 목적과 방법에서 다소 차이가 있었다. 가설검증수업모형과 발견학습수업모형은 의도하는 목적, 수업 및 학생에 대한 가정에서 유사한 면모를 지닌다. 또한 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형은 개념 발견보다는 개념 구성에, 순환학습수업모형과 가설검증수업모형 그리고 발견학습수업모형은 개념 발견에 초점이 있다.

3) 수업 단계 비교

<표 5>는 수업모형의 단계별 활동에서 유사한 부분을 서로 대응시켜 제시한 것이다. 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 직관적 생각에 대한 체계적인 검증과정을 거친다는 점에서 매우 유사하지만, 순환학습수업모형은 적용단계를 탐색단계와 마찬가지로 매우 중시하고 있어 가설검증수업모형과 다소 차이가 있다(Karplus, 1980; Lawson, 1995). 발생학습수업모형의 초점 및 도전단계에서는 선개념 테스트를 위한 구체적인 증거 수집이 이루어지므로 순환학습수업모형의 탐색단계와 유사하며, 발생학습수업모형의 도전단계에서는 과학자들의 관점(과학개념)과 이를 지지하는 증거가 제시되는데 이는 순환학습수업모형의 용어도입단계에서 이루어지는 주요 활동과 유사하다.

권난주(1994)는 인지갈등수업모형의 선개념 표출~개념 적용 I 까지에 요구되는 인지과정으로 순환학습수업모형과 발견학습수업모형의 인지과정을 설명하였다. 또한 위에서 언급한 바와 같이 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 수업과정에서 매우 유사하였다. 이러한 결과에 비추어 보면 인지갈등수업모형의 일부 활동은 발생학습수업모형, 순환학습수업모형, 가설검증수업모형 그리고 발견학습수업모형의 주요 활동내용과 인지과정의 측면에서 본질적으로 같다고 본다. 단 차이가 있다면 인지갈등수업모형은 다른 수업모형들에서 언급되지 않은 인지구조간의 갈등 유발·해소, 인지적 조정이 이루어진 개념으로 다양한 상황을 설명하는 개념적용 II가 있다.

<표 5> 수업모형에서 서로 대응되는 수업단계

구분	인지갈등 (확장, 상호전환형)	발생학습	순환학습 (가설-연역적)	가설검증	발견학습
수업	○ 선개념 표출 ○ 갈등상황(I) 제시, 갈등 유발	○ 초점 ○ 도전 - 선개념 발표, 토론 및 비교 - 자기 관점을 지지하는 증거 수집, 토의	○ 탐색 - 직관 표출 - 가설설정 - 실험 설계 - 자료 수집 - 자료 해석, 결론 도출	○ 가설설정 ○ 가설 검증 계획 수립 ○ 자료 수집, 조직	○ 자료 관찰
단	○ 개념도입	- 과학자 관점과 증거 제시	○ 용어 도입	○ 가설 검증, 결론, 정리	○ 규칙성 발견, 정리
계	○ 개념적용 I (갈등상황II 포함) ○ 갈등상황(III)유발, 개념특성 비교 ○ 개념적용 II	○ 적용	○ 적용	○ 적용, 발전	○ 적용, 응용

따라서 수업모형의 수업단계 명칭과 주요 활동에서 차이가 있는 것처럼 인식될 수 있지만, 수업단계 또는 주요 활동이 의도하는 목적과 이의 배경이 되는 인지과정 측면에서는 크게 다르지 않다고 본다.

4) 적용 환경 비교

적용 환경이란 수업모형의 이상적인 적용에 요구되는 제반 인적·물적 환경을 의미한다. 즉, 수업모형 적용을 통하여 의도한 목표를 달성하는데 수반되어야 할 제반 조건을 말한다.

(1) 사회체제 및 행동원칙

<표 6>은 수업모형 적용에 수반되어야 할 핵심적인 사회체제와 행동원칙을 수업모형별로 제시한 것이다. 표에 제시된 것과 같이 인지갈등수업모형, 발생학습수업모형, 순환학습수업모형, 가설검증 및 발견학습수업모형은 개방적이며 수용적인 심리적 환경을 요구한다. 특히 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형 그리고 순환학습수업모형에서는 자유로운 심리적 분위기가 강조되는데, 이는 학생들이 자신의 틀린 생각을 표출하는 데 아무런 두려움이 없어야 하기 때문이다.

구조화의 측면에서 보면 인지갈등수업모형은 교사의 치밀한 사전 계획에 따라 수업이 이루어지므로 외적 구조화가 높아지지만, 학생들의 자유로운 지적 환경이 보장되어야 한다. 반면 발생학습수업모형, 순환학습수업모형 그리고 가설검증수업모형은 구조화의 정도가 낮은데, 이는 자신의 생각이나 가설에 대한 구체적인 검증 기회가 학생들에게 부여되기 때문이다. 발견학습수업모형은 교사의 사전 계획에 따라 자료가 준비되고, 이에 따라 학생들의 자유로운 활동이 이루어지므로 인지갈등수업모형과 같이 구조화 정도를 중간 수준으로 볼 수 있다.

인지갈등 수업은 주로 토의 중심으로 이루어지는데, 필요에 따라 실험이나 시범실험 또는 강의·조사 등과 같은 다양한 형태의 수업도 가능하다. 발생학습수업모형, 순환학습수업모형, 가설검증수업모형 그리고 발견학습수업모형은 학생들의 구체적인 경험을 강조하므로 실험·관찰 및 토의 중심으로 수업이 운영되며, 수업단계 활동의 성격에 따라 다양한 수업형태가 이루어지게 된다.

인지갈등수업모형과 발생학습수업모형을 적용할 경우, 교사는 학생들의 반응에 대한 평가적 판단을 유보하고 그 의미를 해석하여 적절히 대처해야 한다. 발생학습수업모형의 경우 토의 과정에서 학생들이 자신의 견해를 포함하여

<표 6> 수업모형 적용에 요구되는 사회체제 및 행동 원칙 비교

구 분		인지갈등	발생학습	순환학습	가설검증	발견학습
사 회 체 제	심리적환경	개방적, 수용적	개방적, 수용적	개방적, 수용적	개방적, 수용적	개방적, 수용적
	구조화	중	중저, 중	저, 중저	저, 중저	중
	수업형태	토의	토의·실험	실험·토의	실험·토의	관찰·토의
행동원칙		- 평가 유보 - 반응 수용, 해석	- 비판, 분석적 사고 조장 - 학습에 대한 책임감 강조 - 반응 수용, 해석	- 평가 유보 - 직접 경험 활동 중시 - 자유로운 활동 보장	- 평가 유보 - 시행착오 인정 - 과정 중시	- 경험 기회의 극대화 - 다양한 관찰

구조화 정도 : (교사중심) 고 ←————— 중 —————→ 저 (학생중심)

(교사와 학생 중심)

다른 학생들의 견해를 분석 및 비판적인 관점에서 파악하도록 조장해야 한다. 순환학습수업모형과 발견학습수업모형에서는 학생들의 직접 경험 활동이 최대한 보장되어야 하며, 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 학생들이 제시한 가설에 대한 평가적 판단 유보와 아울러 결과보다는 과정 자체에 중점을 두고 학생들의 시행착오를 교사가 인정해 줄 것을 요구한다.

(2) 지원 체계

<표 7>은 수업모형 적용에 수반되어야 할 핵심 지원체제를 수업모형별로 제시한 것이다. 수업모형을 제대로 적용하려면 교사는 학생들의 사고를 자극하며 또한 활발한 토의와 수업 참여를 유도할 수 있는 수업 기술을 갖추고 있어야 한다. 또한 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형을 적용할 교사는 학생들의 응답을 분석하여 개념상태를 파악하고, 이에 적절한 개념 실례와 실례를 제시하려면 과학개념을 충실히 이해하고 있어야 한다(Fensham 등, 1994). 또한 발견학습수업모형의 경우 교사가 과학개념을 이해하고 있어야 개념의 실례를 구별하며, 이에 적절한 사례를 선정할 수 있다. 반면 순환학습수업모형과 가설검증수업모형의 경우, 교사가 실제적인 탐구경험을 갖고 있어야 효과적으로 적용될 수 있다(허명, 1994). 따라서 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형과 그리고 발견학습수업모형은 다른 수업모형에 비하여 교사의 과학개념에 대한 이해를 강조한다.

학생의 측면에서 보면, 수업모형들은 학생들의 의사소통 능력과 적절한 토의 자세를 요구한다. 발견학습수업모형을 제외한 다른 수업모형들은 학생들이 학습내용에 대한 경험적 지식 또는 관련지식을 갖고 있을 때 적용 가능하다. 수업모형 적용에 요구되는 학생들의 사고능력 중에서 가장 고차적인 사고 수준을 살펴보면, 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형 그리고 가설검증수업모형에서는 형식적 사고 또는 분석·비판적 사고 능력이, 발견학습수업모형에서는 추리 능력이 요구된다. 순환학습수업모형은 수업유형에 따라 요구되는 학생들의 사고 능력이 다른데, 경험-추론적 또는 서술적 순환학습수업모형은 구체적 조작기와 과도기의 학생들에게, 가설-연역적 순환학습은 직관적 또는 가설-연역적 사고가 가능한 형식적 조작기의 학생들에게 적용될 수 있다.

자료 및 실험환경의 측면에서 인지갈등수업모형은 다양한 인지갈등 자료를 요구하며, 발생학습수업모형의 경우 학생들에게 경험적으로 친숙한 자료가 마련되어야 한다. 순환학습수업모형과 가설검증수업모형에서는 학생들이 제시한 다양한 가설이 검증될 수 있도록 풍부한 자료들이 갖춰진 개방적 실험환경이 필요하다. 발견학습수업모형은 개념 속성이 분명히 나타나는 자료를 요구한다.

수업모형들은 적용될 수 있는 수업소재에서 다소 차이가 있다. 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형 그리고 순환학습수업모형은 학생들의 선개념이 표출될 수 있는 경험적

<표 7> 수업모형 적용에 요구되는 지원체제 비교

구분	인지갈등	발생학습	순환학습	가설검증	발견학습	
지	교사조건	- 개념 이해 - 수업기술 ; 토의, 참여	- 탐구경험 - 수업기술 ; 토의, 발문	- 탐구경험 - 수업기술 ; 발문	- 개념이해 - 발문기술	
원	학생조건	- 토의능력 - 경험적 지식 - 형식적 사고	- 토의능력 - 관련 지식 - 구체적 또는 형식적 사고	- 토의능력 - 관련 지식 - 탐구적 태도 - 형식적 사고	- 토의능력 - 추론능력과 구체적 사고	
체	자 료	- 인지갈등 - 개념도입	- 친숙한 자료 - 개념 발달사적 근거, 증거	- 인지갈등 - 다양, 개방적 실험환경·자료	- 다양, 개방적 실험환경·자료	- 다양한 실례, - 분명·가시적
제	적용가능 소재	선개념 관련	선개념 관련	- 선개념 관련 - 직접 경험 - 서술 또는 인과 적 소재	- 직접 경험 - 인과적 소재	- 직접 경험

소재에 적용될 수 있다. 순환학습수업모형은 이와 더불어 직접 경험이 가능해야 하며, 가설-연역적 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 경험적이며 인과적인 소재에 국한되어 적용될 수 있다. 발견학습수업모형은 가르치려는 개념속성이 감각적으로 드러나는 소재에서만 적용된다. 즉, 구체적인 실험결과나 자료 수집이 어려운 추상적 내용을 가르치려는 경우, 발견학습수업모형이 적절하지 않음을 의미한다.

이상에서 논의한 적용 환경을 종합하면, 수업모형들은 요구하는 심리적 환경과 수업 형태에서 매우 유사하며, 개방적이고 자유로운 심리적 환경에서 학생 또는 교사와 학생 중심의 수업이 이루어진다. 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 구조화 정도에서 다른 수업모형보다 낮았다. 또한 인지갈등수업모형, 발생학습수업모형, 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 교사가 인내심을 갖고 학생들의 응답을 들어주며, 이를 수용해 줄 것을 요구한다. 순환학습수업모형과 가설검증수업모형 그리고 발견학습수업모형에서는 학생들의 직접 경험이 최대 한도 보장되어야 하며, 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 개방적인 실험환경이 마련된 인과적 소재에 국한되어 적용될 수 있다는 점에서 다른 수업모형들과 차이가 있다. 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형 그리고 발견학습수업모형은 교사의 과학개념에 대한 이해를, 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 교사의 탐구경험을 강조한다.

5) 예상 효과 비교

수업모형 적용에 따른 예상 효과를 제시하면 표 8과 같다. 직접적인 효과는 수업모형이 의도하는 학습활동을 통하여 성취되는 것이며, 간접적인 효과는 수업모형이 야기하는 사회적 풍토에서 부수적으로 길러지는 것이다.

인지갈등수업모형과 발생학습수업모형의 직접적인 효과는 학생들이 갖고 있는 선개념의 변화에 있다. 또한 발생학습수업모형의 경우 과학적 방법을 사용하여 자신의 생각을 테스트하는 과정에서 일부 탐구능력이 신장될 수 있다. 순환학습수업모형의 효과는 개념형성과 사고력 발달에 있다. 그러나 사고력은 탐구능력과 유의미한 관계(Lawson, 1980; 임청환, 1992; 소원주, 1993)에 있으므로 순환학습수업모형은 개념형성과 탐구능력 신장을 의도한다고 볼 수 있다. 가설검증수업모형에서는 탐구능력의 신장과 과학의 본성에 대한 이해가 주된 효과이며, 부수적으로 과학개념의 습득을 기한다. 발견학습수업모형은 개념 형성 및 과학 본성의 이해에 주된 효과가 있으며, 관찰 및 추론활동을 통한 개념발견 과정에서 일부 탐구능력도 부수적으로 신장된다.

간접적인 효과인 의사소통 능력과 적절한 토의 자세·태도는 모든 수업모형에서 길러질 수 있다. 분석적이며 반성적인 사고능력과 태도는 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형을 통하여 길러진다. 학생들의 구체적인 경험을 강조하는 순환학습수업모형과 가설검증수업모형 그리고 발견학습수업모형 적용을 통하여 과학에 대한 관심과 흥미가 제고되며, 자발적인 탐색경험 제공은 창의성 신장으로 이어질 수 있다.

<표 8> 수업모형 적용에 의한 예상 효과 비교

수업모형	직접 효과	간접효과
인지갈등	선개념 변화*	의사소통 능력·태도 분석적, 반성적 사고
발생학습	선개념 변화* 탐구능력 신장	의사소통 능력·태도 분석적, 반성적 사고
순환학습	개념형성* 탐구능력 신장*	의사소통 능력·태도 과학 흥미·합리적 태도 창의력
가설검증	탐구능력 신장* 과학 본성의 이해* 개념 형성	의사소통 능력·태도 과학 흥미·합리적 태도 창의력
발견학습	개념 형성* 과학 본성의 이해* 탐구능력 신장	개념형성 능력 의사소통 능력·태도 과학흥미 긍정적 자아개념

* 주요 효과

이상의 결과를 종합하면 수업모형들은 다양한 효과를 지니고 있다. 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형의 예상 효과를 비교해 보면 매우 유사하다. 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 직접 및 간접적인 효과가 비슷하지만, 순환학습수업모형은 또한 개념적인 측면에서의 효과로 직접적으로 의도하고 있어 차이를 보인다. 이러한 직접·간접적인 효과는 수업모형이 이상적인 환경에서 제대로 적용되었을 경우를 가정한 것이다. 따라서 수업모형이 어떤 상황에서 어떻게 적용되었으며, 또한 어느 정도 수업모형의 본질적 특성이 수업에 반영되었는가에 따라 수업모형의 적용 효과가 달라질 것으로 생각된다.

6) 수업모형의 종합 비교

<표 9>는 수업모형들이 지닌 다양한 특징에서 핵심적인 내용을 제시한 것이다. 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형은 수업모형이 제시된 배경, 가정 그리고 적용 환경 등

제반 측면에서 매우 유사하다. 인지갈등수업모형과 순환학습수업모형은 인지과정의 측면에서 유사하지만, 적용 효과와 교사가 갖춰야 할 조건, 철학적 배경 그리고 적용 가능한 수업소재 등에서 다소 차이가 있다. 가설검증수업모형과 발견학습수업모형은 핵심 가정과 철학 및 심리학적 배경이 같지만, 적용 환경과 적용 효과 측면에서 다른 면모를 보인다. 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 수업과정 및 적용 환경 등에서 매우 유사하지만, 주요 가정과 의도하는 목적에서 차이가 있다.

따라서 인지갈등수업모형과 발생학습수업모형, 순환학습수업모형과 가설검증수업모형은 매우 유사한 수업모형이라고 생각되지만, 유사한 측면의 경우 강조하는 정도에서 다소 차이가 있어 완전히 일치한다고 보기 어렵다. 예를 들면 인지갈등은 인지갈등수업모형, 발생학습수업모형, 순환학습 그리고 가설검증수업모형이 중시하는 주요한 가정이다. 그러나 인지갈등수업모형은 다른 수업모형에 비하여 인지적 갈등을 특히 강조한다는 점에서 차이가 있다.

<표 9> 수업모형이 지닌 주요 특징 비교

구 분		인지갈등	발생학습	순환학습	가설검증	발견학습
배경	철학	현대 과학철학		경험주의 전통		
	심리학	Ausubel 정보처리이론 Piaget (구성주의 전통)			Gestalt Bruner	
	핵심	철학과 심리학	심리학		철학	
가정	학생	의미 구성자, 자율 조정자			과학자	
	수업, 학습	선개념고려, 인지갈등 중시, 인지구조 변화			학습 흥미, 탐구 과정	학문 구조
수업과정		인지갈등의 유발·해소 과정	가설(선개념)에 대한 검증 과정			관찰 사실에 대한 추론 과정
적용	사회체제	구조화	중	중, 중저	저, 중저	중
		분위기	개방적이며 수용적인 학습 분위기			
	수업형태	토의중심	실험 및 토의 중심			
행동원칙	공통점	평가적 반응, 행동유보				
	특징	응답, 반응해석(개념파악)		직접경험	시행착오	경험 극대화
지원체제	교사	과학개념		탐구경험		과학개념
	학생	형식적 사고(순환학습: 구체~형식적 사고)				추리능력
	적용	선개념 관련 소재(내용)		경험적 자료, 인과적 소재		경험, 관찰
적용효과	직접	개념변화		개념형성, 탐구능력	탐구능력, 과학본성	개념형성, 과학본성
	간접	의사소통, 비판·분석·반성적 사고		의사소통, 흥미, 창의력		의사소통, 흥미

* 수업모형에는 여러 가지 이론들이 복합적으로 반영되어 있다. 따라서 수업모형들이 지닌 이론과 특징에서 공유하는 부분이 많다. 표에 제시된 내용은 수업모형이 지닌 다양한 특징 중에서 핵심적인 내용을 간추려 제시한 것이다.

IV. 결 론

본 연구에서는 기존 과학수업모형을 목표 유형에 따라 분류해 보았다. 또한 인지갈등수업모형, 발생학습수업모형, 순환학습수업모형, 가설검증수업모형 그리고 발견학습수업모형을 다각적인 측면에서 이론적으로 비교 분석하였다.

기존 과학수업모형들은 개념적 목표를 강조하는 수업모형, 개념과 탐구 목표를 의도하는 수업모형, 탐구능력 신장을 의도하는 수업모형, 탐구와 가치·태도 목표를 중시하는 수업모형으로 분류되었다. 학문중심사상에 바탕을 둔 수업모형은 탐구 또는 개념을, 오개념 연구맥락에서 제시된 수업모형들은 개념적인 측면을 강조한다. STS 맥락에서 제시된 수업모형은 탐구와 가치·태도 목표의 달성을 의도한다.

과학수업모형들은 다양한 배경과 특징을 지니고 있었지만, 어떤 면에서는 매우 유사하거나 달랐으며 또한 유사한 면의 경우 강조하는 정도에서 차이가 있었다. 즉, 한가지 목표유형을 가르칠 수 있는 수업모형이 복수로 존재하지만, 이들 수업모형이 요구하는 적용 환경과 수업 과정 등에서 많은 유사점과 차이점이 있었다. 따라서 수업모형을 선정·적용하려면 수업모형들이 의도하는 목적과 적용 환경 등을 면밀히 검토한 다음, 실제 수업 상황과 여건에 잘 부합되는 수업모형을 선택해야 한다. 예컨대 개념적인 목표를 가르치기 위하여 인지갈등수업모형, 발생학습수업모형, 순환학습수업모형 그리고 발견학습수업모형을 선정할 수 있다. 그러나 이들 수업모형이 요구하는 학생과 교사의 조건, 수업형태와 자료 등에서 다소 차이가 있으므로 실제 수업상황에 근접한 수업모형을 선정해야 한다. 또는 수업모형의 일부 단계에서 요구되는 사고 능력이 학생들의 사고 능력 보다 높은 경우, 학생들의 특성을 고려하여 수업모형이 지닌 구조화에 대한 수정이 이루어져야 한다. 즉, 교사의 구체적인 안내와 조연이 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

권난주(1994). 과학개념학습을 위한 수업모형의 비교와 일반모형 탐색. 한국교원대학교 석사학위논문.
 권재술(1989). 과학 개념 형성의 한 인지적 모형. 물리교육, 7(1), 1-9. 한국물리학회.
 권재술(1992). 과학개념학습을 위한 수업절차와 전략. 과학교육학회지, 12(2), 19-29. 한국과학교육학회.
 교육부(1992). 국민학교 교육과정.
 김영민(1991). 중학생의 전류 개념 변화에 미치는 체계적 비

유 수업의 영향. 서울대학교 박사학위논문.
 김익균(1991). 대립개념의 증거적 비판 논의와 반성적 사고를 통한 대학생의 힘과 가속도 개념 변화. 서울대학교 박사학위논문.
 문교부(1983). 국민학교 교사용 지도서: 자연 6-1. 국정교과서주식회사.
 문교부(1989). 국민학교 교사용 지도서: 자연 6-1. 국정교과서주식회사.
 박종원(1992). 상대론 기초 개념 변화에 있어서 초인지의 역할. 서울대학교 박사학위논문.
 소원주(1993). 중학생의 논리적 사고력과 통합적 탐구능력에 관한 한·일 비교연구. 한국교원대학교 석사학위논문.
 이범홍, 김영민(1983). 과학과 수업과정 모형 및 평가방법 개선연구: 국민학교 자연과를 중심으로. 연구보고 RP 83-7. 한국교육개발원.
 임청환(1992). 논리적 사고력과 과학 탐구 기능 요소의 위계적 분석. 한국교원대학교 박사학위논문.
 최병순(1988). 인지발달과 탐구학습. 화학교육, 15(1), 54-59. 화학교육학회.
 Collette, A.T., & Chiappetta, E.L.(1984). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Times Mirror/Morsby College Publishing.
 Cosgrove, M., & Osborne, R.J.(1985). Lesson frameworks for changing children's ideas. In *Learning in science: The implications of children's science*, Osborne, R.J., & Freyberg, P.(ed.). Auckland: Heinmann.
 Driver, R., & Oldham, V.(1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-22.
 Duit, R., & Pfundt, H.(1988). Bibliography: Students' alternative frameworks and science education. IPN Institute for Science Education at the University of Kiel, xxvii-xxxii.
 Fensham, P.J., Guston, R.F., & White, R.T.(1994). Science content and constructivist view of learning and teaching. In *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning*, Fensham, P.J., Guston, R.F. & White, R.T. (ed.). London: The Palmer Press.
 Harlen, W., & Osborne, R.J.(1985). A model for learning and teaching applied to primary science. *Journal of*

- Curriculum Studies*, 17(2), 133-46.
- Hashweh, M.Z.(1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-49.
- Hur, M.(1984). Evaluation of inquiry activity in science curricula. Doctor Dissertation, Columbia University.
- Joyce, B., & Weil, M. (1980). *Model of teaching*. New York: Prentice Hall.
- Karplus, R.(1977). Science teaching and development of reasoning. Berkely: University of California Press.
- Karplus, R.(1980). Teaching for the development of reasoning. In *1980 AETS yearbook: The psychology of teaching for thinking and creativity*. The Ohio State Univ. Columbus.
- Kauchak, D., & Eggen, P.(1980). *Exploring science in the elementary schools*. Houghton Mifflin Company.
- Lawson, A.E.(1980). A theory of teaching for conceptual understanding, rational thought, and creativity, 104-49. In *1980 AETS yearbook: The psychology of teaching for thinking and creativity*. The Ohio State Univ. Columbus.
- Lawson, A.E.(1986). *Integrating research on misconceptions, reasoning patterns and three types of learning cycles*. ED 278 567.
- Lawson, A.E., Abraham, M.R. & Renner, J.W.(1989). A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills. *NARST Monograph(Number One)*.
- Lawson, A.E.(1995). *Science teaching and the development of thinking*. Wadsworth Publishing Company, California.
- McNeil, J.D.(1985). *Curriculum: A comprehensive introduction* (3th ed.). Little, Brown & Company.
- Massialas, B., & Cox, B. (1966). *Inquiry in social studies*. New York: McGraw-Hill.
- Nassbaum, J., & Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation :Toward a principled teaching strategy. *Instructional Science*, Vol. 11, 183-200.
- National Science Teachers Association(1982). Science-Technology-Society: Science education for the 1980s. *A NSTA Position Statement*. Washington.
- National Science Teachers Association(1990). Science-Technology-Society: A new effort for providing appropriate science for all. *A NSTA Position Statement*. Washington.
- Osborne, R.J., & Wittrock, M.C.(1983). Learning science: A generative processes. *Science Education*, 67(4), 489-508.
- Osborne, R.J., & Wittrock, M.C.(1985). The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education*, 12, 59-87.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A.(1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-27.
- Renner, J.(1982). The power of purpose. *Science Education*, 66(5), 709-16.
- Schwab, J.J.(1962). *The teaching of science*. Mass: Harvard University Press.
- Suchman, J.R.(1962). *The elementary school training program in scientific inquiry*. Report to the US office of Education. Project title VII. Urbana: University of Illinois.
- Trowbridge, L.W., & Bybee, R.W.(1990). *Becoming a secondary school science teacher*(5th ed.). New York: Macmillan Publishing Company.
- Yager, R.E. (1990). The Iowa Chautauqu Program: What assessment results indicate about STS instruction. Unpublished Paper.

ABSTRACT

Theoretical Analyses of Science Teaching Models

Kim, Han-Ho

(Korea National University of Education)

The purpose of this study was to analyze science teaching models: Cognitive Conflict Teaching Model(CCTM), Generative Learning Model(GLM), Learning Cycle Model(LCM), Hypothesis-Testing Model(HTM), and Discovery Teaching Model(DTM). Using literature review, the models were analyzed and compared in several aspects: philosophical and psychological bases, primary goals and assumptions, syntax, implementation environments, and probable effects.

The major findings were as follows:

1. Science teaching models had diverse features. In the comparisons of science teaching models, some differences and similarities were founded. These were different in the degree of similarity and emphasis.
2. CCTM and GLM resemble each other in philosophical and psychological bases, primary goals and main assumptions, implementation environments, and probable effects.
3. LCM and HTM showed similarities in philosophical bases, syntax, and implementation environments. But differences were founded in other aspects.

These results showed that the diverse features of science teaching models should be considered in choosing a model for science teaching.