

『科學科 授業模型은 <上> <下>로 나누어 게재합니다.』

# 科學科 授業模型

— <上> —

## ◇ 머리말

科學을 왜 배우는가? 무엇을 배울 것인가는 敎育課程에 法으로 定하여져 있다. 그러나 科學을 어떻게 가르칠 것인가 하는 敎授方法에 대하여는 方向만 제시되었을 뿐, 구체적인 것은 학교 敎사에게 맡기고 있다.

우리나라 科學敎育課程은 1973년부터 선진국의 科敎敎育課程 改革運動의 영향을 받아 과정의 본질적인 탐구수업을 강조하여 왔다. 말하자면, 과학자들이 탐구하는 과정대로 ‘科學을 하는 수업’을 의미하는 것이다.

1970년대 초부터 오늘까지 10여년이 지났으나, 사실상 科學敎育課程 運營에 있어서 많은 문제점이 제기되기도 하였다.

첫째로 우리나라의 敎育與件面에서 탐구적인 科學授業을 수용할만한 환경이 되지 못하고 있다는 점이다. 60~70명의 과밀학급인 것은 물론이고, 대도시의 경우 40학급 이상의 過大學級 運營으로 실험실이나 敎具의 不備를 들 수 있다.

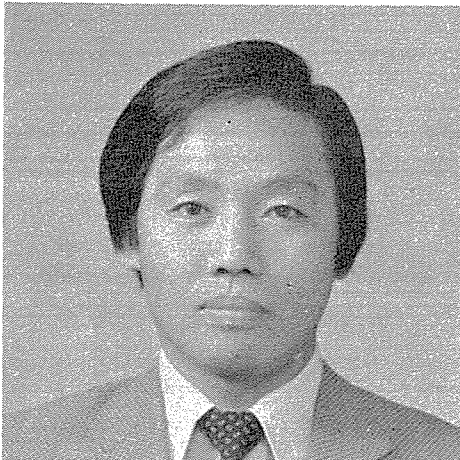
둘째로 敎育熱 加熱에 따른 上級學校에의 入試의 영향으로, 知識 理解 위주의 科學敎育 운영을 하고 있는 점이다. 제도상의 문제일 수 있으나, 어떤 점에서는 社會의 要求(?)이기도 하여 실험중심이든 탐구수업중심이든 학습지도가 과학본연의 수업으로 유도되지 못하는 尠해 요인이 되고 있다.

세째로 탐구수업을 수용할만한 풍토조성이 되어 있지 못하다는 점이다. 탐구수업은 과학에만 있을 수 있는 것은 아니다. 다른 敎과에서도 적용할 수 있는 것으로서 敎師中心의 수업보다는 學生중심의 수업으로 이끌어 주어야 하며 자유롭게 의사를 발표할 수 있고, 활발하게 民主적인 托의분위기를 조성할 수 있어야 할 것이다.

네째로 敎사의 자질이 뒤따르지 못하고 있다. 대학에서의 敎育 뿐만 아니라, 敎師 再敎育에 있어서 科學실험을 집중적으로 다루었는지라도, 科學授業에 대한 특별한 과정, 특히 연구수업

韓 福 洙

〈서울市敎委 獎學士〉



에 대한 Work Shop이나 실습은 소홀하지 않았는지 재검토 하여야 할 것이다.

과학의 본성에 입각하여 볼 때, 과학교육의 방향을 검토하고, **이제는 科學科 授業體制를 재정립하는 것은 매우 중요한 과제가 아닐 수 없다.** 어떤 점에서는 과학적인 탐구과정 자체를 일정한 방법으로 설명할 수 없기에 科學科 탐구수업조차도 논의할 성격이 아니라는 異論도 제기할 수도 있다.

그러나 학습현장에서 학생들의 성격이나, 교재의 구성에 따라, 가능한 탐구수업에의 접근은 시도되어야 할 것이다.

挑戰없는 發展은 없다. 여기에 제시하는 과학수업 모형은 하나의 예시일 수 있으며, 假說의 일 수 있다.

本稿에서는 과학의 본성을 검토하면서 과학과 과학교육의 연관성, 科學科에 요구되는 수업체제, 그리고 탐구수업과 강의수업에 대한 몇 가지 모형을 제시하고자 한다.

## ◇ 科學의 本性

### 1. 과학의 정의

대영백과사전에서는 『科學이란 자연현상들과 그 현상들 사이의 관계에 관한 체계잡힌 지식』이라 정의하고 있다. 이러한 정의에 의한다면 과학교과서에 실려 있는 내용은 과학임에 틀림없다. 그러나 과학은 자연에 관한 지식만을 의미하지는 않는다.

科學(science)이란 용어는 라틴어 ‘scientia’에서 유래된 것으로 ‘...을 알아내다’ 또는 ‘...을 안다’라는 뜻을 가지고 있다. 이러한 어원에 따르면 과학은 무엇을 알아내는 일, 말하자면 알아내어진 지식뿐만 아니라 그것을 알아내기 위한 과정까지도 고려하여야 할 것이다.

「코언트」(J. B. Conant)는 『科學이란 관찰과 실험으로 얻은 一聯의 개념과 개념체계인 동시에 계속적으로 관찰과 실험을 해나가는 것』이라 하였다. 그리고 「대비드 모우」(David Moe)는 科學의 뜻을 두 측면, 즉 과학지식과 인간의 탐구활동의 두 차원으로 나누어 설명하고 있다.

이와 같은 몇 가지 정의에서 보면 과학은 체계잡힌 과학지식과 그 지식을 발견하기 위한 인간의 고등한 정신작용의 하나인 탐구활동을 통털어서 지칭하는 말이라 할 수 있겠다.

### 2. 과학적 탐구방법

「Dewey」는 과학적 방법을 (1) 문제의 인식, (2) 의미있는 자료의 수집, (3) 가설의 설정, (4) 가설의 검증, (5) 가설의 긍정 또는 부정으로 구분한 적이 있다. 이러한 5단계 과학적 방법은 일반 사회과학을 전공한 사람들에게 널리 알려져 있으며, 이러한 과학적 방법에 대한 설명 외에도, 사실(Fact)→개념(Concept)→추정(Presumption)→가정(Assumption)→이론(Theory)→법칙(Law)과 같은 어떤 이론형성의 용어적인 위계관계 조차도 과학적인 방법으로 설명하고 있다.

그러나 과학적 방법을 이처럼 단순하게 분류하는데 대하여 많은 科學者들은 의견을 제기하고 있다. 「코난트」는 물리학, 화학, 생물학, 뿐만 아니라 과학사를 깊이 살려본 후에 일반적으로 인정되고 있는 것과 같은 과학적 방법이란 없다고 지적하였다. 말하자면 과학적 방법은 정신적 과정 또는 고등정신 과정이므로, 그것을 단순한 논리적인 과정으로 나누거나 도식화하기 어렵다고 주장한 것이다. 한 가지 예를 들면, 假說을 수립하는 과정을 아무리 모방하였다 하더라도 그 비범한 가설을 똑같이 창출해 낼 수 있는 것은 아니기 때문이다.

과학의 성격으로 볼 때, 분명한 것은 과학적 탐구방법이란 공허한 無에서 출발하는 것은 결코 아니라는 것이다. 하나의 새로운 원리가 발견되기 까지에는 기존의 지식이나 원리를 바탕으로 하고 있다는 점이다.

또 과학은 「아리스토텔레스」(Aristoteles)의 이론을 타파하는데 있어서 「갈릴레이」(G. Galilei)가 실증적인 방법을 사용한 것과 같이 실증적이면서 객관적인 사실을 토대로 하여 이론을 세워 나가고 있다.

그리고 과학은 그 정의에서도 체계화된 지식이라 할만큼 논리적 모순을 배제하고 있는 점을

들 수 있다. 구체적인 사물에서 개념을 이끌어 내고, 체계적이며 논리적인 사고를 바탕으로 이것이 사실에 비추어서 틀림이 없는가 항상 비판적으로 검토하는 것이 특징이라 할 수 있다.

과학적인 탐구방법을 단순한 방법으로 표현하기는 어려울지라도 논리적인 사고과정에 따라 「케미니」(John. G. Kemeny)는 과학적인 방법의 본성을 과학의 순환(Cycle)으로 설명하고 있다. 즉, 먼저 과학자는 자연의 사실들을 관찰하고 다음에는 그가 관측한 것과 미래에 일어날 현상에 대하여 일반화하여 기술하고 다음으로 그의 이론을 근거로 하여 예언을 하며, 다시 사실을 검토하게 된다는 것이다. 이러한 탐구과정에는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 실험, 데이터의 해석, 기록 전달, 가설 설정, 모형형성, 조작적 정의, 조건 통제 등 과학행동이 요구될 뿐만 아니라, 直觀的 思考, 歸納的 思考 및 演繹的 思考와 같은 科學的 思考를 하게 된다.

과학의 발전성은 곧 어느 순간에 있어서 科學의 한계성을 노출하게 된다. 우리의 감각에 의한 측정과 무궁한 상상력에 의한 인간활동을 하게 되어, 과학은 보통 말하고 생각하듯 완전한 것이 아니다. 오히려 더 넓고 많은 새로운 문제로 이끌어 다시 탐구과정을 촉진하게 되는 力動的 開放活動이 과학이라 할 수 있다.

### ◇ 과학과 과학교육

1950년대 후반에서부터 세계 여러 나라에서 일기시작한 현대 과학교육의 思潮를 보면 몇 가지 공통적인 특징이 있다.

첫째로 과학 기술의 급속한 발전에 의하여 학교교육에서 과학지식의 양적 팽창을 어떻게 극복하여야 하는지의 문제에 부딪치게 되었다. 여기에 科學知識의 精選과 構造化와 方法論的 革新이 절실하게 된 것이다.

둘째로 과학하는 과정을 강조한 것으로, 학생들로 하여금 과학자가 자기의 문제를 해결하고자 사용한 과정과 똑같은 경로로 과학을 탐구하는 입장에서 과학을 학습하여야 한다는 것이다. 여기에 과학적 탐구방법을 어떻게 학교교육에서

조직하여 도입할 것인가 하는 방법론적 접근이 필요하게 되었다.

세째로 어떠한 첨단 과학적 지식이나 내용이라 할지라도 그 방법 여하에 따라서는 어느 발달단계에 있는 학생들에게도 효과적으로 가르칠 수 있다는 知的 早期教育化를 들 수 있다. 이러한 관점은 「브루너」(J. S. Bruner)의 가설적인 주장에서 출발되었다고 할 수 있으나, 교육내용의 질적 향상으로부터, 학생들의 발달단계에서 습득가능성이 있다는 확신이라기 보다는 습득하지 않으면 안된다는 필연성에서부터 고찰하지 않으면 안될 것이다.

위와 같은 몇 가지 관점들은 이러한 학교교육과정의 개혁운동 전후에 있었던 교육학 및 심리학과 밀접한 관련을 지으며 논의할 수 있겠다.

#### 1. 기본개념과 구조화

개념의 구조화에 관한 중요한 이론은 「브루너」의 “教育的 過程”(The Process of Education)에 간결하게 표현하고 있다. “교육의 과정”은 1959년에 열린 미국의 Wood Hall회의에서 35인의 과학자, 교육학자나 숲미과학아카데미에 의하여 소집되어 미국의 학교교육을 어떻게 개선할 것인가에 대하여 토의한 결과를 그 회의의 의장을 맡았던 「브루너」가 집약한 것이며, 세계 여러 나라에서 교육과정개발의 이론적 기초로 삼고 있다.

개념의 구조와 교육과정과의 관련성을 살펴보면, 교육과정구성에 있어서 단편적인 지식을 망라적으로 가르치는 것이 아니라, 현대과학에 비추어 그 교과중에서 가장 기본적인 개념 또는 구조를 정선하여 학습하고, 그러한 학습을 통하여 보다 넓게 관계 깊은 다른 지식의 학습에 관련을 갖도록 확대 발전할 수 있도록 구성하는 것이다.

또한 구조의 중요성을 학습지도면에서 고찰하고, 기본적인 構造를 이해하면, 구조화된 전체 패턴 속에서 기억하게 되므로 빨리 망각되지 않고 把持力이 증가된다는 것이다. 일반적인 것 또는 기본원리를 학습하면, 남아 있는 기억이 필요할 때에는 세부적인 개념과의 관계를 재구

성하거나 다른 사태에 적용하는 매개술로 되어 매우 중요하다고 할 수 있다.

## 2. 학습의 준비성

과학교육과정에서 중요한 準據에 속하는 개념은 학습의 準備性(Readiness for learning)이다. 학습의 준비성은 한마디로 말해서 ‘무엇을 가르칠 수 있을 때(When to teach)’ 또는 ‘무엇을 배울 수 있을 때(When to learn)’를 말한다.

예컨대, 보존개념은 可逆의 思考가 가능하여야만 학습될 수 있다. 이 때 가역적 사고는 학습의 준비성이라 할 수 있다. 다른 예를 들면, 곱셈연산을 학습하려면, 뺄셈·덧셈 정도는 알고 있어야 한다. 이 때 곱셈연산을 학습하기 위한 학습의 준비성은 곱셈·뺄셈이라고 볼 수 있다.

학습의 준비성 개념에 관계되는 요인으로는 지능 발달, 학습의 位階, 학습의 동기개념이다. 학습의 준비성개념이 교육적으로 시사하고 있는 중요한 핵심은 학습자가 무엇을 배울 시기는 정해져 있다는 점이다. 이러한 학습의 준비성개념은 「브루너」가 제시한 가설, 즉 『어떤 교과(내용)이든, 어느 발달단계의 아동에게도 그들의 지적 발달단계에 알맞게 그 교과를 조직하여 제시한다면 효과적으로 가르칠 수 있다』는 가설과 관련되어 있다.

여기에서 ‘어느 知的 發達段階」란 「피아제」(J. Piaget)의 지적 발달단계를 말하는 것으로, 피아제의 지적발달이론을 배경으로하고 있다. 피아제는 아동의 지능은 환경과 유기체간의 끊임없는 상호작용에 의해 형성·발달한다고 보고 있다. 이러한 이론에 관련하여 「브루너」는 각 단계마다 아동은 자연현상을 그들 나름대로 독특한 방법과 양식으로 이해하고 있다는데 착안점을 두고 있었다.

「브루너」의 이러한 주장은 과학교육과정의 방향에 크게 영향을 준 것으로, 고등학교나 대학교에서 다를 수 있을 것으로 보던 假說-演譯的 실험을 중학교 수준까지 끌어 내렸던 것이다.

다음으로 그의 가설 가운데 ‘知的으로 알맞은

형태로 조직한다면’이란 뜻은 지적발달단계에 따른 지적 기능의 특성을 교육방법에 이용하자는 생각이다.

「브루너」의 주장과 같이 어려운 지식을 발달 정도에 알맞게 어떻게 제시하느냐 하는 점은 교육과정구성에 있어서나, 학습지도에 있어서 많은 시사를 주고 있어서 연구과제가 아닐 수 없다.

## 3. 학습의 동기

학습의 동기(Motivation)란 인간의 행동의 원인으로서는 外的 動機와 內的 動機 두 측면이 있다.

외적 동기란 외부적 압력 내지 외적 유인작용을 뜻한다. 말하자면 외적인 강압에 못이겨서 학습하는 경우와 유인에 이끌리어 학습하는 경우를 말한다. 학교교육에 있어서 학교조직 자체는 학습을 강요하는 하나의 외적 압력 요소가 될 수 있다. 학교의 분위기, 학교사회의 표면적이건 잠재적이건 학생에게 기대하고 요청하는 압력이 학생들의 학습을 가능케 할 수 있다. 이러한 외적 동기의 요인으로는 상벌, 사회동기, 사회경제적 지위, 사회적 구조를 들 수 있다.

社會動機는 학교교육에 있어서 교사의 태도와 역할에 관계되는 교사와의 관계를 말하며, 그리고 학부모의 직업과 관계되는 사회경제적 지위, 경쟁적인 또는 발전지향적인 학교 사회적 구조도 중요한 요인이 될 수 있다.

內的 動機는 흥미, 지적 호기심, 자신감 및 자기목적, 그리고 학습의지등의 요인에 관계된다. 특히 지적호기심은 내적 동기 요인으로서, 브루너는 호기심을 내적동기의 원형이라고 하였다. 「브루너」는 이러한 지적 호기심을 학습의지의 원동력으로보고, 지속적인 학습을 자극한다고 하였다.

과학교육과정이 정선된 개념으로된 딱딱한 학문적인 구조화를 강조하므로써, 실제 학습지도에서는 학습의 동기를 강조하지 않을 수 없는 필연성이 있다.

<다음호에 계속>