

# 科學科 授業模型

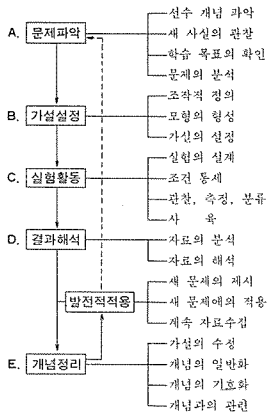
—〈下〉—

韓 福 洙  
(서울市敎委 獎學士)

## 3. 科學科 探究學習過程模型의 例

〈그림 6〉에서 제시한 探究學習過程 模型은 探究의 과정에 있어서 화살표 방향으로의 方向性을 나타낸 것이며, 실제로 科學科 學習活動을 분석하여 보면, 學習活動 範疇의 여러 요소들이 다양하게 조직되어 나타난다. 편의상 중학교 科學을 중심으로 몇 가지만 예시하기로 한다.

〈그림 6〉 과학과 탐구학습과정 모형  
(탐구의 과정) (학습활동의 범주)



가. 探究學習의 全過程이 이루어 지는 경우

우리나라 中학교 科學교과서 내용에서 1시간 授業中에 科學科 探究學習過程 모형의 全過程에 따라 전개되는 경우는 극히 드물다. 보통 2~10시간의 小單元에서 이루어지거나, 때에 따라서 두 學年에 까지 걸쳐 있기도 한다.

중학교 2학년 과학에서 단원 1. 원자모델의

「〈실험 1〉 수수께끼 상자속의 물체들」은 1시간 수업으로 探究學習의 全過程을 학습할 수 있는 좋은 素材이다. 학습활동 범주의 요소에 따라 그 探究過程을 說明하면, [問題把握]상자 속은 어떻게 되어 있으며, 어떤 물체가 들어 있는가? 의 문제를 알고, 상자를 흔들거나 기울여 보면서 관찰한다.

[模型形成] 상자속은 어떤 물체가 어떻게 되어 있는지 그림을 그려서 모형을 세운다.

[假說設定] 꽂혀있는 쇠막대를 뺄때 어떤 일이 일어날 것인지를 예상한다. 쇠막대 a 또는 b 를 각각 뺄 때 어떤 일이 일어날 것인지를 가설을 설정한다.

[實驗活動] 상자를 어떻게 놓고, 또 어느 쇠막대를 먼저 뺄 것인지, 실험설계를 한 후, 순서에 따라 막대를 빼고 그 결과를 관찰하면서 자료를 수집한다.

[資料分析 및 解釈] 관찰 결과와 수집한 자료를 분석한 후, 처음의 모형과 假說을 해석한다.

[模型의 수정] 처음에 형성한 모형을 수정하고 새로운 모형을 형성한다. 이때 다시 처음과 같은 과정을 밟고 修正 검토하여 점차 概念을 일반화하게 된다.

探究學習의 全過程이 이루어지는 다른 例는 中1學年의 세 單元 「물질의 특성」「물질의 분리리」「화합물과 원소」로부터 2學年의 「원자와 분자」에 걸쳐 있다.

[問題把握] 질량의 보존, 불꽃반응에서 성분 원소 확인, 원소의 개념, 화합물의 특성 등을 검토한다.

[模型形成] 원자모델 수립.

[새 事實의 觀察] 편과 고리로 된 화합물(P-R 및 PR<sub>2</sub>)에서의 조성비 관찰.

[새 模型 및 假說設定] 두 화합물 PR과 P-R<sub>2</sub>에서 1g의 P와 결합하는 R의 질량비는 1:2이며, 구리와 염소로 된 두 화합물에서 구리 1g과 결합하는 염소의 질량비도 1:2일 것이다

[檢證實験] 구리와 염소로 된 두 화합물에서 구리 1g과 결합된 염소의 질량비 측정, 및 자료 수집.

〔結果解釋〕 검증 실험 결과의 분석, 다른 예의 질소와 산소로 된 두 화합물의 자료 해석 등  
〔概念整理〕 배수 비례의 법칙으로 일반화.

〔發展的 通用〕 P와 R의 조성비만 알 때 P-R와 PR<sub>2</sub>, 또는 P<sub>2</sub>R<sub>2</sub>와 P<sub>2</sub>R<sub>4</sub>,…… 등이 성립한다. 실제 화합물은 어떻게 될 것인가—새 問題의 提示로부터 새 問題의 通用으로 發展한다.

나. 「假說設定」 段階에 속하는 경우

中學校 2학년의 「원자와 분자」 단원의 〈실험 2〉, 〈실험 3〉 P와 R의 화합물, 그리고 〈실험 9〉 기체분자운동모델실험 등은 假說設定의 단계에 속한다.

〈실험 9〉 기체분자운동 모델실험의 예를 든다.

〔學習目標의 確認〕 피스톤 위의 무게를 2배, 3배……로 할 때, 실린더의 부피는 어떻게 되겠는가?—학습 목표를 확인한다.

〔問題의 分析〕 두 피스톤 사이의 높이를 측정하여 공간의 부피를 비교한다. 아래 피스톤 R의 진동을 일정하게 하고, 피스톤 P<sub>2</sub>의 무게만 2배, 3배로 한다.

〔새 事實의 觀察〕 피스톤 P<sub>2</sub>의 무게를 두 배, 세 배로 늘리면서, 두 피스톤 사이의 높이를 측정하고, 실린더의 부피를 비교한다.

〔模型 形成〕 피스톤 P<sub>2</sub>가 받는 압력을 2 배, 3배, 4배……로 할 때, 두 피스톤 사이의 부피는  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ……로 줄어든다.

〔假說의 設定〕 강철구를 기체 분자, 피스톤의 무게를 압력, 실린더의 부피를 기체의 부피로 할 때, 기체의 압력을 두 배, 세 배, 네 배……로 크게 하면 기체의 부피는  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ……로 줄어든 것이다.

〔檢證 實驗〕 차시 예고.

다. 「實驗 活動」 段階에 속하는 경우

探究學習에서 실험 활동을 탐색실험, 발견실험, 검증실험의 세 가지 형태로 나누기도 한다.

探索實驗은 問題把握段階에서 새 사실의 발견을 위한 실험이라 할 수 있다.

發見實驗은 대부분 歸納的인 思考過程에 따

라 새로운 개념을 얻는 경우가 많다. 이 새로운 개념은 학생들로서 처음 발견하였다는 의미이지, 創出된 것은 아니다.

中學校 1학년 「물질의 특성」 단원에서 質量 보존의 法則을 유도하여 새 概念을 얻기 까지의 실험은 발견실험이라 할 수 있다. 특히 이러한 발견실험일 경우, 사용하는 약품이나, 物質 이름을 밝히지 않고 제시하였다가 나중에 발견하는 기쁨을 갖도록 한다는 점에서 중요하다.

우리나라 科學書에는 참 의미의 발견실험으로 계획된 부분이 없어서 아쉽지만, IPS 물상에는 발견실험으로 考案된 것을 많이 찾을 수 있다. 예로서 고체의 밀도 실험을 살펴 보기로 한다.

〔學習目標의 확인〕 붉은 색과 청색으로 된 정육면체 금속도막 두 개는 각각 어떤 물질로 되어 있는가?—목표를 확인한다.

〔實驗의 設計〕 금속 도막 1cm<sup>3</sup>의 질량을 측정하는 방법에 대하여 토의한다. (질량의 측정, 부피의 측정, → 질량÷부피를 계산한다.)

〔測定實驗〕 2인 1組로 실험을 하고, 各實驗組의 實驗值를 흑판에 기록하여 표로 모은다.

〔資料의 解釋〕 도표 또는 히스토그램을 그린 후, 두 금속 도막 1cm<sup>3</sup>의 질량을 평균값으로 정한다.

〔概念의 一般化〕 어느 물질 1cm<sup>3</sup>의 질량은 밀도임을 導入하고, 밀도는 물질마다 다른 特性이며, 밀도표를 소개한다.

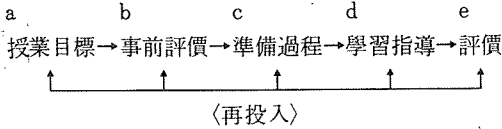
두 직육면체 금속도막의 밀도값으로부터 어떤 물질인지 發見하게 한다.

檢證實驗의 例는 가장 흔하게 많다.檢證實驗程過은 假說設定段階의 다음에 오는 것으로 實驗設計→ 관찰, 측정, 분류, 실험→資料의 分析 및 解釋→假說의 修正→다른 검증, 실험결과

와의 關聯→概念의 일반화의 과정을 흔하게 사용한다.

#### 4 探究學習中心의 科學授業體制

科學科授業體制模型은 다음과 같이 5단계를 제시하였다.



探究學習過程에는 假說的이고 演繹的인 思考過程이 요구되고 있어 多人數集團일 경우 극심한 個人差가 유발된다. 本科學科授業體制的 특징이라면, 학습에 들어 가기 前에 先修 학습능력을 진단하고 未達된 자들에게 적절한 처치를 하여 같은 出發點行動을 갖도록 하고, 일정한 학습이 진행된 후에 形成的 評價를 하고 다시 미달된 자를 처치하여 授業目標만큼의 수준에 까지 이끌어 주는데 있으며, 특히 準備過程에서는 事前準備·事前實驗 및 事前研修體制를 강화함으로써 조직적이고 체계적인 학습활동을 하도록 한 것이다.

本科學科授業體制模型을 中學校 1학년「化學物과 元素」단원에 적용한 예를 들기로 한다. (1차 소규모 시범을 위한 과학수업지침서' 한국교육개발원, 1976 참고)

a. 目標設定段階.

科學科 目標分類는 과학 지식의 이해, 과학적 探究能力的 신장, 과학적 태도의 함양 및 과학 기술의 숙달로 나누어 목표를 설정하였다. 편의상 과학지식의 이해면과 과학적 탐구능력의 신장면만을 소개 하기로 한다.

화합물과 원소 단원 목표

1. 과학 지식의 이해

11. 화합물과 혼합물 및 화합물과 원소를 각각 구별하여 안다.
12. 주어진 화합물을 열, 전기 및 촉매를 이용하여 각각 분해하는 방법을 안다.
13. 산화와 환원을 이해하고 침전반응을 합성하는 방법을 안다.
14. 정비례의 법칙을 분해와 합성 실험에 적용하여 설명할 수 있다.
15. 원소의 불꽃 반응이나 스펙트럼 분석으로 화합물 및 원소를 확인하는 방법을 안다.
16. 원소를 발견하게 된 역사를 알고, 각 원소

를 기호로 구별하여 사용할 수 있다.

2. 과학적 탐구 능력의 신장

21. 원소 및 정비례 법칙을 각각 조작적으로 정의할 수 있다.
22. 물 과산화수소 및 염화나트륨 용액을 각각 실험으로 구별하여 확인할 수 있다.
23. 주어진 화합물을 열, 전기 및 촉매를 이용하여 분해하고, 분리된 물질의 성질을 관찰할 수 있다.
24. 산화, 환원 및 침전반응으로 순수한 물질을 얻을 수 있고 그 성분 물질간의 질량비를 측정할 수 있다.
25. 구리와 그 산화물과의 관계 및 요오드화납의 침전 반응에서 그 성분 물질간의 관계를 나타내는 그래프를 해석할 수 있다.
26. 물질의 합성 및 분해에 있어서 그 반응 전후의 관계를 식으로 나타내고 해석할 수 있다.

b. 事前評價.

단원 수업전 診斷評價로서, 모든 학생을 대상으로 학생들 스스로 하게 한다. 自己 스스로 평가하여 학습 未達者(80% 미만 到達)는 프로그램자로나, 보충교재를 통하여 학습하도록 한다.

진단평가의 처음 시작하는 말을 소개하면

※다음 문제를 풀어보고, 정답과 맞추어 여러분 스스로 채점한 후, 4문제 이상 맞았으면 통과한 것이고, 3문제 이하 맞았으면 선생님의 지시를 받아 보충자료(앞서 할 총계식 과학공부)를 공부하기로 하자'고 인도한다.

문제형식은 객관식으로 중학교 1학년 대상으로 화합물과 원소에 대한 기득경험 또는 先修概念(주로 국민학교 5.6의 學習內容)을 평가한다. 5문항을 출제하여 10분 평가, 5분 채점으로 20분 이내에 처리하도록 한 것이다.

보충 교재로는 흔히 프로그램자료가 쓰이나 제작하는데 많은 시간과 研究가 필요하다.

다른 형식의 보충교재로는 매우 쉬운 用語로 낮은 수준의 단계로부터 점차 높은 수준에까지 쉽게 이해할 수 있는 說明式教材를 만드는 것이다.

이러한 보충교재를 누가 지도하며, 언제 학습

기회를 제공하느냐하는 문제가 생긴다. 이 보충 교재는 가정학습으로 활용할 수 있으며, 보충 자료를 모두 학습한 학생은 다시 形成評價를 한 후 미달된 경우, 교사나 실험조교의 개별지도 를 받으면 될 것이다.

c. 準備過程 段階

중학교 1학년의 경우, 계절적 고려는 生物單元밖에 없다. 物象科學부문에서는 교과서 配列에 따른다.

年間授業進度表, 單元別 學習計劃表, 年間科學實驗計劃表는 이미 작성되었으므로, 한 單元내에서는, 小單元別 學習計劃表를 다시 작성하고, 이 때 실험주제별로 시범실험, 분단실험, 조별실험(2명)으로 구분하여야 하며, 필요한 기구 및 자료를 산출, 구입이 이루어져야 한다. 그리고 기타 과학교구를 점검하고, 영화필름은 대여할 것인가, 필요한 패드 및 OHP자료의 제작은 언제, 어떻게 할 것인가에 대한 계획을 세워야 할 것이다. 그리고 一週日에 1회씩 小單元別 또는 前週 수업용 事前實驗을 同學年 과 학교사끼리 실시한다.

d. 學習指導 段階

앞에서 例示한 3. 科學科 探究學習過程 模型의 예로 대신한다. 學習指導段階에서 빼 놓아서는 안될 것은 小單元이 끝나는 대로 연습문제를 다루는 기회를 제공하는 것이다.

그리고 形成的 評價를 실시하는 것인데, 이것도 20분 이내에 처리할 수 있도록 계획하고 처리방법은 事前評價段階와 동일하게 보충기회를 제공한다.

e. 成就度評價 段階

성취도 평가는 처음에 설정한 목표의 도달 여부를 확인하는 것이어야 한다. 「화합물과 원소」 단원의 평가 계획을 예로 들기로 한다.

다음의 항목 I, II, III, IV, V, VI, IX, X의 評價는 필답고사로 각 목표에 따라 3문항을 출제하고, 2문항 이상 성공하였을 때, 각 항목의 목표가 성취된 것으로 간주한다.

「화합물과 원소」 단원 평가계획

항목	목표의 분류기호	평가 방법	필답고사 문항수	비 고
I	11. 21	필답고사	3문항	
II	12	필답고사	3문항	
III	13	필답고사	3문항	
IV	14. 21	필답고사	3문항	
V	15. 16	필답고사	3문항	
VI	22	필답고사	3문항	
VII	23	필답고사, 관찰 및 배움책 검사	2문항	목표41항·43항과 관련됨
VIII	24	필답고사, 관찰 및 배움책 검사	2문항	목표41항·43항과 관련됨
IX	25	필답고사	3문항	
X	26	필답고사	3문항	

계28문항

항목 VII과 VIII의 評價는 필답고사에서 1문항 성공한 학생으로, 관찰 평가로부터 관찰점검 문항(3문항)중 2문항 이상을 합격하였을 때, 그 목표를 성취한 것으로 간주한다.

그리고 평가점수의 환산은 10개의 평가항목 중에서 도달된 항목수를 점수로 환산하여 나타내었으며, 0, 1, 2……10항목으로 11등급급으로 1등급당 9점의 점수차가 있도록 점수화할 수 있겠다.

도달한 항목수	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
점 수 (점)	100	91	82	73	64	55	46	37	28	19	10

◇ 結 語

科學科 授業模型에는 一樣한 방법으로 展開될 수는 없다. 學習課題의 성격에 따라, 학생들의 지적인 수준에 따라 다르게 제시될 수 있다.

이러한 授業模型은 계속하여 연구·검토되어야 하며, 특히 科學科 教育의 학문적인 體系化가 어느때 보다도 重要하다고 본다.