

# 과학 개념 학습을 위한 수업 절차와 전략

권 재 술

(한국교원대학교)

(1992. 9.30 받음)

## I. 서 론

‘교육’이란 본질적으로 행위이자 실천학문이다. 인간이 가지고 있는 능력을 최대한 발휘할 수 있도록 하는 노력이 곧 교육이다. 과학교육이란 과학적인 지식, 탐구능력, 태도를 최대한 육성하도록 도와주는 활동이고, 이 중에서 과학적인 개념의 올바른 이해는 과학교육의 중요한 과제 중의 하나이다.

과학교육은 학생과 과학교사와 과학내용이라는 세 가지 요소간의 의미있는 상호작용이라고 볼 때, 과학교사는 학생이라는 주체적인 존재에 대한 본질적인 이해와 과학 내용에 대한 올바른 지식이 필요하다. 이 중에서 학생 변인은 매우 통제하기 어려운 변인이기 때문에 학생이 어떻게 사물을 인식하고, 사고하며, 새로운 개념을 어떻게 창조해 나가는지를 이해하는 것은 매우 중요하다. 이 문제를 해결하기 위해서 교육학자들은 심리학자들의 연구 결과를 인용하고 있다. 그러나 심리학자들의 연구중에서 행동심리학 내지 실험 심리학 영역에서는 매우 과학적인 접근을 하고 있지만, 매우 저차원적인 심리현상, 예

컨대, 감각적 사물인식, 단순화 어휘 기억 등에 대한 연구가 대부분이다. 자연과학에서는 환원주의(reductionism)적 철학에 입각하여 복잡하고 거시적인 모든 현상을 원자론적 입장에서 설명을 시도해왔고 이러한 방법은 현재까지 상당한 성과를 거두어온 것이 사실이다. 그러나 행동인 교육의 문제까지 적용하는 데는 큰 한계가 있다. 교육에서 당면하고 있는 현상이나 문제는 자연과학에서 다루고 있는 자연현상에 비해서 그 복잡성의 정도와 질이 다르지 않나 생각된다. 그렇기 때문에 인간의 복잡한 사고 활동을 원자적인 매우 단순한 사고 활동(행동)의 집합체로 볼 수 있다는 생각은 무리한 일반화라고 본다.

자연현상의 본질을 밝히기 위해서 이상화된 상황, 단순한 상황의 연구에서 출발하여 원자적 법칙을 창출하고 이 법칙의 반복적 적용으로 자연현상에 대한 해결이 가능하였다. 그러나, 인간의 심리현상은 이러한 접근과 더불어 그 반대 방향의 접근에 의해서 이해하려는 시도가 이루어지고 있다. 교육현상은 그 자체가 자연현상에 비해서 너무나 복잡한 현상이기

때문에 단순화 시킨 상황이 아닌 있는 그대로의 상황에서 분석하는 소위 현상학적 접근방법이 도입되었다. 최근에 많이 이루어지고 있는 오개념에 대한 연구도 이러한 경향의 연구라고 할 수 있다. 이러한 연구는 실험 연구보다는 조사연구, 대집단 표집 보다는 소집단 표집, 정량적인 연구보다는 정성적인 연구, 추리통계보다는 서술적 통계(descriptive statistics)라는 특징을 갖는다.

오개념 연구 뿐만 아니라, 문제 해결력에 관한 연구를 포함한 대부분의 인지 심리학적 연구가 이러한 경향을 가지고 있다. 이것은 교육적 연구가 심리학의 한 응용과학이 아니라 심리학과 더불어 인간 사고의 본질을 밝혀 내는데 기여할 가능성이 있으므로 교육 연구는 실천학문이면서도 인지과학이라는 큰 연구 영역의 한 기초 연구 영역이 될 수도 있다고 본다. 이러한 맥락에서 최근의 과학 오개념 연구는 매우 큰 의미가 있다고 본다.

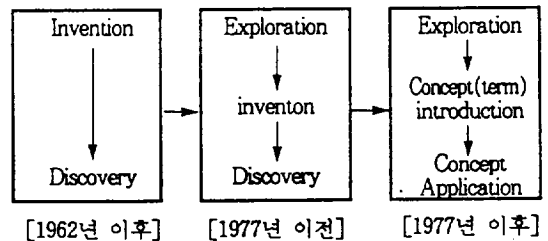
오개념에 관한 연구가 활발해지면서 학생들의 오개념을 어떻게 교정할 수 있는가에 대한 연구가 이루어지는 것은 당연한 일이다.

지금까지 과학 개념학습을 위해서 제시된 수업과정 중에서 인지과정적 접근은 Karplus가 시작하여 Renner, Lawson 등이 발전시킨 순환학습(learning cycle)방법이 가장 많이 알려지고 적용되어 왔다. 이 모형은 본질적으로 Piaget의 철학에 바탕을 두고 있다고 볼 수 있다. 최근에 Hashweh는 인지적 비평형의 의미를 확장 내지 세분화하였으며, 권재술은 Hashweh의 생각을 발전시켜 과학 개념학습을 위한 새로운 수업 절차 모형을 제시한 바가 있다. 그 후에 국내에서 주로 서울대의 박승재 지도하에 김익균(1991), 김영민(1991), 박종원(1992) 등에 의해서 과학 개념학습을 위한 수업 절차가 제시되고 이에 대한 현장 적용 연구가 보고 되었다. 이러한 연구는 앞으로 계속되어야 하겠지만, 지금 현시점에서 이러한 연구의 특징과 공통점, 그리고 이들 연구가 가정하고 있는 바에 대한 의미 분석 등을 할 필요가 있다고 판단되었다. 이러한 중간 점검은 새로운 도약, 의미있는 발전을 위해서 매우 필요하다고 생각한다. 본 연구는 앞에서 열거한 몇가지 수업절차 모형의 비교 분석을 통해서 각 모형의 명시적 또는 암시적으로 행하고 있는 가정을 분석함으로써 앞으로의 연구 방향 결정에 도움을 주고자 한다.

## II. 과학 개념학습을 위한 절차 모형

### 1. 순환학습 모형

순환학습 모형은 원래 Karplus가 주도한 SCIS 초등과학 프로그램에서 사용했던 것이다. Karplus는 Piaget의 영향을 받아 안내된 발견학습(guided discovery)방법을 통해 교육자료를 개발하고자 하였으며, 이 과정에서 발명(invention;개념도입)과 발견(discovery;개념증명 또는 확장)이라는 두 가지 중요 과정을 생각하게 되었다. 그러나, 초기에는 탐색(exploration)단계에 대한 언급이나 순환학습이라는 용어 사용이 나타나지 않았다. 1962년에 와서 탐색단계의 중요성이 Karplus에 의해서 제기되었으며, 1970년판 SCIS 교사용 지침서에 순환학습이라는 용어가 처음 사용되었다고 한다(Lawson, 1989). 순환학습의 수업 절차는 몇번의 변신을 하였는데 그것을 도표화하면 다음과 같다.



[그림 1] 순환학습의 변화

이 모형의 탐색단계에서는 학생들이 새로운 상황에 직면하여 자기 나름의 작용과 반작용을 경험해 보는 단계이다. 교사의 많은 지도 없이 새로운 자료와 새로운 내용을 다루는 단계이다. 이 단계에서 학생들은 의문을 가져보고 문제를 찾아 보기도 한다. 자기의 어설픈 생각으로 설명을 시도해 보기도 하는 단계이다.

두번째 단계는 개념이나 용어를 도입하는 단계다. 용어의 도입은 교사나 유인물, 교과서 등에 의해서 될 수 밖에 없지만 개념의 도입은 결국 학생들에 의한 발명의 과정이라고 볼 수 있다. Lawson은 이 두번째 단계를 개념 도입이라기 보다는 용어의 도입이라고 명명하는 것이 더 적합하다고 주장한다(Lawson, 1989). 개념은 정신적인 사고 양태(pattern)이기

때문에 학생들 스스로의 머리 속에서 그려져야 한다는 것이다. 따라서 이러한 과정은 오히려 탐색단계에서 이루어지고 두번째 단계에서는 학습자의 머리 속에 그려져 있는 어떤 형태나 인상을 대표하는 용어를 제시해 주는 단계라고 주장하고 있다(Lawson, 1989).

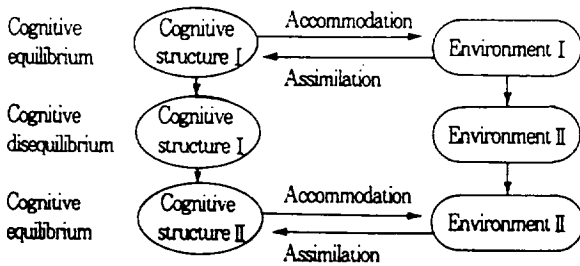
세번째 단계는 개념적용 단계이다. 이 단계에서는 두번째 단계에서 형성된 개념과 용어를 새로운 상황에 적용해 봄으로서 새로운 개념을 인지구조 속에 확실하게 형성하는 단계이다.

Lawson은 순환학습 모형을 소개하면서 이 수업 모형은 유연성이 있어야 한다고 주장한다. 예컨대, 탐색단계는 일반적으로 학습자가 자연현상과의 물리적인 접촉을 하게 되지만 모든 수업에서 그렇게 되어야 하는 것은 아니다. 어떤 경우에는 과학사적인 사례제시 과정이 탐색단계의 활동이 될 수도 있는 것이다. 뿐만 아니라, 슬라이드, O.H.P 등 시청각 교재 사용은 물론 교사의 시범, 교사의 강의도 탐색단계의 수업 형태일 수 있다는 것이다. 즉, 순환학습 모형은 수업 절차에 대한 단계를 제시한 것이고, 각 단계의 수업 방법에 대한 구체적인 수업 방법은 내용에 따라 유연성있게 개발해야 한다.

순환학습 모형에서는 Piaget가 주장하고 있는 인지적 비평형 또는 인지적 갈등은 탐색단계에서 이루어진다고 보아야 할 것이다. 탐색단계에서 새로운 자연현상, 실험도구, 자료 등을 접하고 이를 자기가 가지고 있는 기존 개념을 사용하여 설명을 시도해 보기 때문에 이 설명의 시도에서 실패를 경험하게 된다. 이 실패의 경험은 곧바로 인지적 갈등을 유발하게 될 것이다.

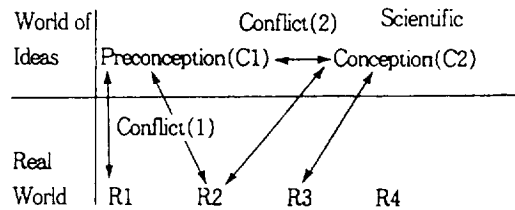
2. 인지적 갈등을 통한 과학 개념학습을 위한 수업 절차 모형 (Hashweh, 1986; 권재술, 1989)

Piaget는 인지적 갈등을 인지구조와 환경과의 인지적 비평형 관계로 제시하고 있다.



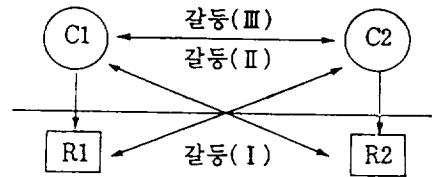
[그림 2] Piaget의 인지 발달 모형

Piaget가 말하는 환경이란 자연환경 뿐만 아니라 교과서에 있는 내용도 될 수 있다. 그러나, Hashweh (1986)는 Piaget가 말한 인지구조와 환경과의 갈등 외에도 인지구조와 인지구조 사이의 갈등 관계를 중요하게 부각시켰다. 그러나, 이것은 Piaget가 말한 인지적 비평형에 사용한 '환경'이라는 용어를 좁은 의미로 해석한 것이라는 생각이 든다. 왜냐하면, Hashweh는 인지구조와 실제상황(real world)사이의 갈등관계를 Piaget가 말한 인지적 비평형이라고 규정했으나, Piaget는 분명히 인지적 갈등에서의 환경을 배워야 할 개념까지도 포함했다고 보아야 한다. 아무튼 Hashweh는 Piaget가 분명히 하지 않았던, 두 유형의 인지적 갈등을 구분하였다는 점에서 의미가 있다고 본다.



[그림 3] Hashweh의 개념 변화 모형

권재술(1989)은 Hashweh의 입장을 수용하면서 다음과 같은 세가지 인지적 갈등 상황을 제시하고 이를 통한 수업절차 모형을 제시하였다.



[그림 4] 세가지 유형의 인지적 갈등(권재술, 1989)

Hashweh는 갈등(I)과 갈등(II)을 구별하였으며, 권재술은 여기에 갈등(II)를 추가하였다. 이 세가지 갈등의 정의와 의미를 권재술(1989)의 논문에서 인용해 보자.

“R1은 C1에 의해서 무리없이 설명될 수 있는 현상이다. 그러나 R2를 C1에 의해서 설명하고자 할 때, 또는 R1을 C2에 의해서 설명하고자 할 때에는 그렇게 쉽게 설명되지는 않는다. 이러한 상태를 지적인 비평형이라고 하자.

비평형(1)은 이미 Piaget나 Hashweh의 모형에서 설명되었다. 그러나 비평형(2)는 아직까지 아무런 문헌에

도 나타나 있지 않다. 그 이유로서는 C2가 C1보다 높은 차원의 개념 또는 C2가 C1을 이미 포함하고 있는 개념일 때에는 비평형(1)이 해소됨으로서 비평형(2)는 자동적으로 해소되기 때문에 그 존재 가치가 별로 없다고 볼 수 있다.

그러나 그것은 인지 구조 C2가 어떤 성격이냐에 따라서 옳을 수도 있고 옳지 않을 수도 있다. 예컨대, C1이 한 자리 숫자의 곱셈이고 C2가 두 자리 숫자의 곱셈인 경우에는 비평형(2)는 있을 수 없을 것이다. 그러나 C1이 천동설의 지구 중심 개념이고 C2가 지동설의 태양 중심 개념인 경우에는 문제가 다르다. 태양 중심 개념으로서는 행성의 겉보기 운동이 잘 설명이 되나, 같은 개념으로 땅덩어리가 요동하지 않는 현상(물론 깊게 생각하면 설명이 되지만 천동설을 처음 배운 상태에서는 그렇지 않다)은 설명이 잘 되지 않는다. 비록 이것이 덜 정착된 인지 구조라고 하더라도 개념 획득의 초기 단계에서는 쉽게 나타나는 현상이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 비평형(2)도 오인의 극복에서 매우 중요한 인지 과정으로 설정하였다.

비평형(3)은 Hashweh가 지적한 바와 같이 Piaget의 이론에서 별로 부각되지 않은 인지 과정이다. 이 비평형은 다른 비평형과는 그 성격에 있어서 매우 특이하다. 우선 다른 비평형 상태는 인지 구조와 환경(자극) 사이의 문제이나 비평형(3)은 인지 구조간의 문제이다. C2가 의미있게 학습자의 기존 인지 구조에 통합되어 있다면 비평형(3)은 존재하지 않을 것이다. 그러나 실제의 경우 처음 학습한 새로운 개념은 기존 인지 구조에 완전 통합되지 않고 어정쩡하게 병치(juxtapose)되어 있다고 볼 수 있다. 이것은 Ausubel의 유의미 학습 이론의 입장에서 볼 때 매우 중요한 현상이다. 새로운 개념이 기존의 인지 구조에 의미있게 통합되지 않으면 유의미 학습이 되지 않고 극단적으로 암기하는 것에 불과하게 된다. 따라서 Ausubel의 이론은 비평형(3)을 어떻게 극복하느냐의 문제로 단순화시킬 수 있으며, Piaget의 이론은 비평형(1)을 어떻게 극복하느냐의 문제로 단순화시킬 수 있다고 할 수 있다.”

이 인지과정 모형에서 갈등(Ⅲ)의 성격에 대해서는 상당한 논의가 필요할 것 같다. 갈등(Ⅲ)은 학습자 머리 속에 들어있는 인지 구조 C1과 C2사이의 갈등 단계이다. 즉, 두가지 상반되는 인지구조를 한 사람이 가지고 있다는 의미이다. 모순일 것 같은 이러한 일이 실제로 일어나고 있는 경우를 많이 볼 수 있다. 예컨대, 가속도는 작용한 힘에 비례한다는 것을 알고 있으면서도 경우에 따라서는 힘이 작용해야 운동(등속운동)한다고 생각한다. 그것은 학생의 기존 인지 구조가 완전히 새로운 인지구조로 재조직(cognitive restructuring)되지 못하기 때문에 나타난

다. 갈등(Ⅲ)을 유발하기 위해서는 학습자가 자기의 생각을 반성해 볼 수 있는 기회가 주어져야 한다. 이것은 나중에 논의하게 될 메타인지와 매우 밀접한 관계가 있다고 생각한다.

권재술(1989)은 R을 자연현상이라고 이름하면서 실제 자연현상 뿐만 아니라 “교과서에 있는 내용이나 교사가 강의하고 있는 내용 등 학습자가 배워야 할 내용”도 포함한다고 주장하고 있다. 즉, R1이나 R2는 자연현상을 포함하여 학습자의 인지구조 밖에 있는 일체의 유형적, 무형적, 심리학적 환경을 의미한다. 이것은 Piaget가 의미하는 환경과 일치한다고 말할 수 있다. 그러나 Hashweh는 R를 좀더 협의의 의미로 물리적 현상을 의미했다고 생각된다. C1이나 C2는 학습자의 인지구조로서 교과서에 있는 내용과는 구별해야 할 것이다.

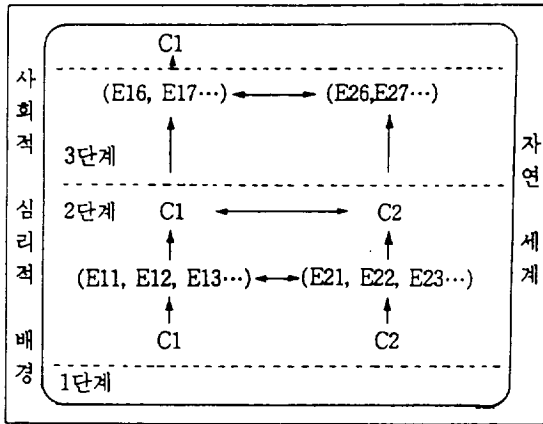
Hashweh가 말하는 C1은 R1만을 설명하는데 유용하다. C2는 R2, R3 등 다양한 자연현상을 설명하는데 유용함을 보임으로서 갈등(Ⅲ)을 해소할 수 있다고 생각하였으나 권재술(1989)은 갈등(Ⅲ)의 해소에 대한 구체적인 언급을 하지 않고 있다. 갈등(Ⅲ)의 유발과 해소의 문제는 메타인지 영역의 문제로서 이 논문의 후반부에 좀 더 자세히 논의하고자 한다.

권재술(1989)은 인지적 갈등 유형의 세분화와 함께 학습해야 할 개념이 유형에 따른 다양한 수업 절차 모형을 제시하고 있다. 그는 개념 변화의 유형을 확장형 개념변화, 상호전환형 개념변화, 혁명형 개념변화로 나누고 각각에 대한 수업절차를 제시하였다. 그러나 이것은 단순한 제안이었을 뿐 실험적 증거를 제시하지는 않았다. 뿐만 아니라 세가지 인지적 갈등의 존재가 논리적인 분석으로는 인정이 되나 그것의 존재와 존재한다면 그 세가지 갈등 특성이 어떻게 되는지에 대한 실증적 증거들이 제시되어야 할 것이다. 이에 대해서는 이경호(1990)의 연구에서 갈등(I)과 갈등(Ⅱ)의 존재를 확인 하였으나 갈등(Ⅲ)에 대한 분석은 되지 않았다.

결국 이 절차모형은 단순히 절차일뿐이지 각 절차에 필요한 구체적 수업전략은 제시하지 않았다고 할 수 있다. 이 점에 있어서는 순환학습 모형도 마찬가지이다.

### 3. 반성적 사고를 통한 과학 개념학습 절차 모형 (김익균, 1991)

김익균(1991)은 과학 개념학습에서 인지적 갈등의 필요성을 인정하면서도 인지적 갈등 보다는 개념변화에서 생성기능과 비교분석 기능을 통하여 개념변화를 유도하고자 하였다. 김익균은 개념변화 과정을 다음 그림과 같이 제시하고 있다.



← : 비교분석      ↑ : 생성  
 C1 : 학생 자신의 개념(가설)    C2 : 대립 개념(가설)  
 E11, E12... 학생의 가설에 기초한 현상(실세계)에 대한 설명(증거)  
 E21, E22... 대립가설에 기초한 현상(실세계)에 대한 설명(증거)

[그림 5] 김익균의 개념 변화 모형

이 모형에서 C1은 Hashweh나 권재술의 모형에서 제시하는 학생자신의 개념이나, C2는 과학자적인 개념만이 아니라 새로운 오개념일 수도 있다. 이를 대립개념 또는 대립가설이라고 정의하고 있다. 권재술의 모형에서는 인지적 갈등(I)이 매우 중요하게 부각되고 있음에 비하여 여기서는 대립되는 두 개념 C1과 C2에 의한 설명인 (E11, E12...)와 (E21, E22...)의 상호 비교 분석을 통해서 개념변화를 유도하고 있다. 김익균의 모형에서는 세 단계의 수업절차가 제시되는데, 첫번째 단계는 수업에서는 나타나지 않지만, 수업에 임하는 학습자가 이미 많은 경험을 통하여 사전개념 C1이 형성되는 단계이다. 두번째 단계는 개념으로부터 문제상황에 따라 설명을 하는 단계와 이 설명들을 비교하는 단계, 그리고 이 설명들의 비교 분석을 바탕으로 대립개념들을 비교 분석하는 과정이다. 이 과정을 통하여 C1과 C2가 분명히 정의되고 그 정확한 의미가 학습자에 의해서 학습되게 된다. 즉, 이를 생성단계라고 할 수 있다. 세

번째 단계는 생성된 이론으로부터 증거를 생성하는 단계로 볼 수 있다. 이 단계에서 C1과 C2를 비교분석하게 되어 새로운 개념 C1'로 변화하게 된다. C1'은 C2일 수도 있고 C2가 아닌 새로운 오개념일 수도 있다. 김익균은 이 모형을 제시하면서 권재술의 기존 모형과의 차이점을 다음과 같이 세가지로 제시하고 있다.

“첫째, 개념변화 방법에서의 차이를 들 수 있다. 본 모형에서는 사전개념과 새로운 개념 사이의 갈등을 고려한 점에서 Hashweh와 권재술의 모형과 유사하지만 그들은 개념 간의 갈등해소를 자연현상과 학습자의 개념사이의 갈등을 통하여 유도하였다. 이들은 학생들의 개념으로는 설명되지 않는 예시 R2, R3를 제공하여 개념변화를 시도하였다. Hashweh(1985)는 학생의 사전개념이 갈등이 되는 예시를 여러 가지로 제공하여 개념 간의 갈등을 야기시키려 하였다. 권재술은 이와 함께 학생의 사전개념으로는 쉽게 설명이 되지 않는 새로운 학습 개념으로는 잘 설명이 되지 않는 갈등을 중요하게 부각시켰다. 본 연구에서는 갈등의 제시만으로 개념변화를 기대하거나 정해진 과정을 중시하여 개념변화를 시도하지 않고 학생들 자신의 사전개념과 대립개념들에 대한 이해를 통하여 두 개념간의 갈등을 유도하였다. 즉, 학생들로 하여금 다양한 물리 상황의 증거적 예시를 비교 분석하게 하여 이 증거들의 이차적 특징이라 할 수 있는 대립개념들에 대한 이해 뿐 아니라 자신의 개념에 대해서도 반성적 사고를 하도록 하였다. 그러나 학습자들이 어떤 정해진 과정을 거쳐 개념변화를 할 것으로 기대하지는 않았다. 왜냐하면 그 과정은 매우 복잡한 과정일 수 있으며 또한 개별적일 것으로 생각되기 때문이다.

둘째, 개념변화 과정상의 차이를 보면 권재술의 연구에서는 사전개념과 학습할 개념 사이에 관계 유형을 나누고 문제해결 과정을 도입하여 각각의 유형에 따라 예상되는 개념변화 과정을 세분화하여 제시하였다. Hashweh는 학생의 사전개념과 자연세계 사이, 개념과 개념 사이의 갈등을 제시할 것을 언급할 뿐 구체적 과정은 제시하지 않았다. 본 연구에서는 각기 다른 대립개념들에 기초한 다양한 자연현상에 대한 설명으로부터 각각의 개념을 추론하는 대립가설의 증거적 비판 논의와 반성적 사고 과정과 그 개념으로부터 새로운 상황의 문제를 설명하는 증거생성 과정으로 구성되어 있다. 그러나 이 과정 중 중요한 과정은 대립가설의 증거적 비판 논의와 반성적 사고 과정이다.

셋째, 연구에서 고려하고 있는 개념의 종류이다. Hashweh와 권재술의 모형에서 고려하고 있는 개념은 학생의 사전개념과 학습할 개념 즉, 힘과 가속도에 관

한 연구에서는 뉴턴 역학 개념이다. 그러나 본 연구에서는 새로운 대립개념은 하나 이상이어야 하며, 이 대립개념 속에는 학습할 물리개념과 물리적으로 옳지 못한 개념들을 함께 포함한다. 따라서 학생들은 뉴턴역학 개념 뿐 아니라 다른 학생들이 가질 수 있는 대표적 사전개념도 경험하게 되며, 이 개념들은 대립개념으로 인식하게 된다. 그리고 몇가지 대립개념들과 자신의 개념과의 비료를 통하여 받아들일 개념을 학습자가 결정한다는 점이 다르다.”

이 논문은 권재술의 모형과 같이 수업의 절차만을 제시한 것이 아니라 각 과정에서 사용해야 할 전략인 대립개념을 증거에 입각하여 비판함과 반성적인 사고법을 도입하였다. 이것은 수업절차와 수업전략을 동시에 제시하였다는 점과 실험적 증거를 함께 제시했다는 점에서 큰 의미가 있다고 볼 수 있다.

4. 구성주의적 과학 개념학습 절차 모형 (Needham, 1987; 박종원, 1992)

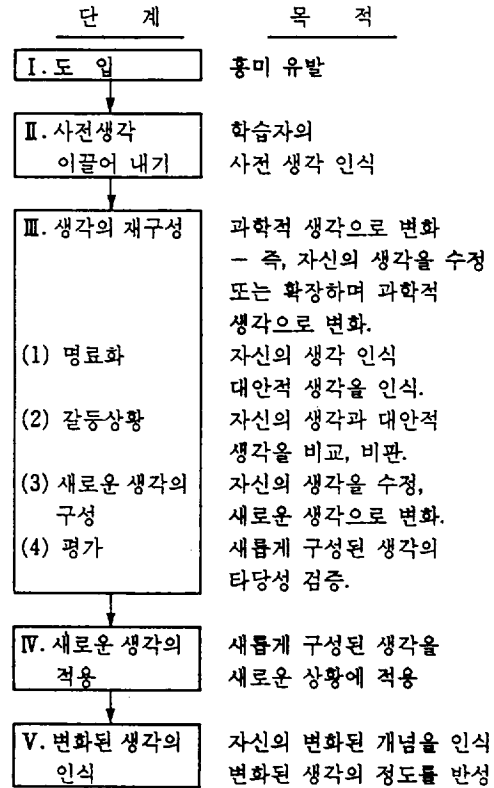
구성주의적(Constructivist) 입장은 Piaget를 위시한 대부분의 인지심리학자들이 받아들이는 입장이라고 할 수 있다. 구성주의적 입장에서는 학습자가 피동적으로 어떤 새로운 개념을 받아들이는 것이 아니라 주체적인 입장에서 자기의 개념을 재조직해 가는 것이 학습의 과정이라고 보는 입장이다.

박종원은 Needham(1987)이 구성주의적 입장에서 제시한 개념학습 절차를 다음과 같이 제시하고 있다.

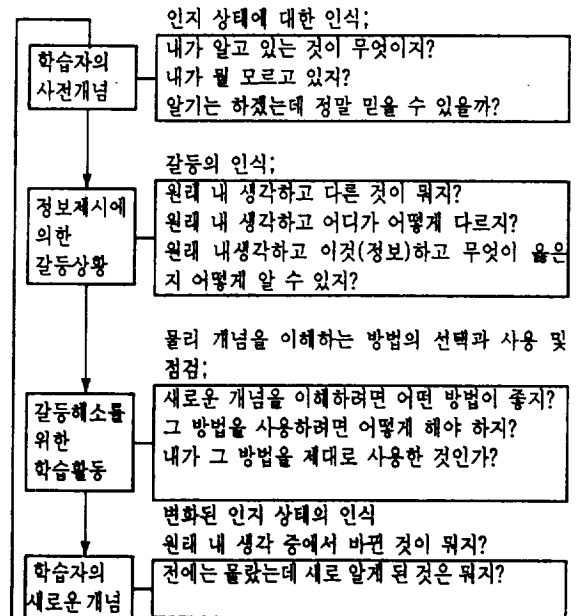
이 절차 모형을 보면, 인지적 갈등이 절차의 핵으로 부각시키고 있다. 그러나 인지적 갈등을 권재술의 모형에서 제시한 C1과 R2사이가 아닌 C1과 C2사이의 갈등을 강조하였다는 점에서 차이가 있다.

박종원(1992)은 Needham의 수업 절차모형을 수용하면서 좀 단순화 시켜서 다음과 같이 4단계의 순화적인 개념변화에 관한 절차모형을 제시하고 있다.

이 모형은 절차에 있어서는 권재술의 모형에 포함 된다고 보아도 무방할 것으로 본다. 다만 권재술의 모형에서는 제시하지 않았던 각 절차에서의 수업 전략인 인지활동(초인지)을 부각시킨 것이 차이라고 할 수 있다.



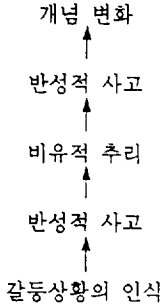
[그림 6] 구성주의 관점에 따른 학습의 단계와 목표(Needham, 1987)



[그림 7] 초인지를 이용한 개념 변화 모형

5. 비유적 추리를 통한 과학 개념학습 절차 모형 (김영민, 1991)

김영민(1991)은 비유적 추리를 통하여 전류의 개념 변화 과정을 다음과 같이 제시하고 있다.



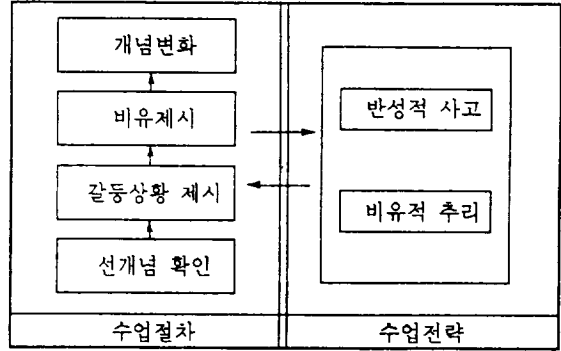
[그림 8] 비유적 추리를 통한 학생의 전류 개념 변화

이 모형에서는 갈등상황의 인식을 학습의 출발점으로 보고 있다. 갈등이 일단 형성되면 자신의 생각을 재점검(반성)해보고, 자기의 생각과 다른 생각 또는 자연현상에 나타난 결과와 비교하는 반성적 사고 과정이 필요하다고 주장한다. 그러나 그는 실제 수업설계에서는 다음과 같은 약간 변형된 수업절차를 다음과 같이 제시하고 있다.



[그림 9] 전류 개념 변화를 위한 수업의 과정

여기서는 선개념의 확인과정일 추가되었다. 김영민이 제시한 모형을 필자 나름대로 재조직하여 본다면 다음과 같이 제시할 수 있지 않은가 생각된다.



[그림 10] 비유적 추리를 통한 수업절차와 전략

이렇게 본다면 비유제시를 C2 제시의 일종으로 볼 때, 김영민이 제시한 수업절차는 순환학습 모형이나 권재술의 모형에 포함된다고 볼 수 있다. 다만 반성적 사고와 비유적 추리 과제라는 수업전략이 인지적 갈등 해소의 수단으로 제시되었다는 점에서 특징이 있다고 할 수 있다.

### Ⅲ. 수업모형의 비교

수업모형의 비교에서 수업절차와 수업전략(또는 수업 방략)을 구분하여 정의할 필요가 있다. 이 두 가지 개념을 완벽히 구별하기는 어렵지만 순환학습 모형이나 권재술의 인지적 갈등을 통한 수업 모형은 절차모형이라고 할 수 있는 반면, 김익균의 반성적 사고를 통한 수업 모형을 수업 절차와 전략이 통합된 모형, 박종원과 김영민이 제시한 모형을 절차와 전략이 연합된 모형이라고 할 수 있다. 특히 박종원(1992)의 연구에서는 이 절차와 전략을 2원적으로 제시함으로써 그 차이를 분명하게 제시하고 있다. 수업절차는 수업의 시간적 순서를 제시하는 것으로서 비교적 범내용적 성격을 띠고 있으나, 수업전략은 비교적 내용 의존적이라고 생각된다. 수업 전략이 내용 의존적이기 때문에 다양한 수업전략이 제시되는 것은 당연하다고 본다. 김익균의 증거에 입각한 비판 논의와 반성적 사고 방법, 김영민의 비유적 추리는 학습전략으로서 병존이 가능하며, 이를 배반적이지 않을 수 있다. 특히, 학습내용에 따라 보다 더 유용한 방법과 보다 효과적이지 못한 방법이 있을 수 있는 것이다.

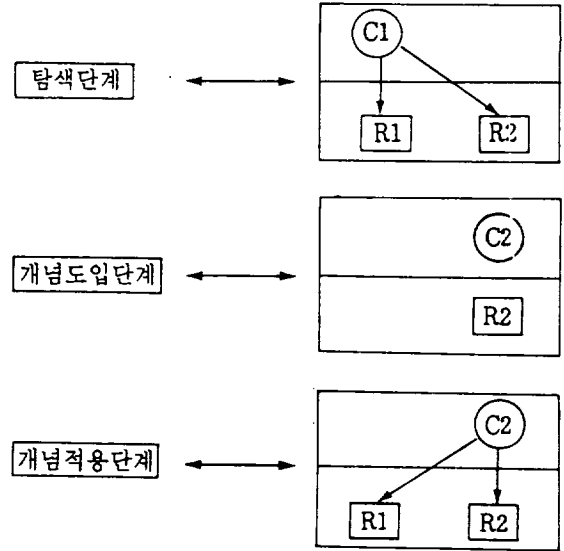
수업모형	수업절차	수업전략
순환학습 (Karplus)	탐색→개념도입→개념 적용	없음
인지적 갈등을 통한 개념변화 모형 (Hashweh, 권재술)	선개념확인→갈등(I) 유발→개념도입→(I)해소→갈등(Ⅲ)유발과 해소	없음
반성적 사고 수업모형(김익균)	선개념 형성→문제상황 설명(선개념 및 대립개념 확인)→대립개념 비교(인지적 갈등유발)→증거생성→개념형성	반성적 사고, 증거적 비판.
메타인지 수업모형(박종원)	선개념확인→갈등유발→갈등해소→개념형성	메타인지
비유 수업모형(김영민)	선개념확인→갈등상황→비유제시→개념변화	비유법

[그림 11] 수업모형의 비교

그러나 수업절차 모형에 있어서는 약간 성격이 다르다. 수업절차는, 크게는 내용 의존적일 수 있으나 (필자도 개념 유형에 따른 수업절차 유형을 제시하였다(권재술, 1989)) 비교적 범내용적이다. 예컨대, 순환학습 모형이 다양한 수업전략하에서 성립할 수 있는 것을 보아서도 알 수 있다. 따라서 수업절차 모형에 있어서는 어느 정도 비교 비판이 가능하다고 판단된다.

본 연구에서는 수업모형의 소개에서 제시한 5가지 수업모형을 수업절차적인 측면에서 비교 분석하고자 한다. 우선 인지적 갈등을 통한 개념학습 절차 모형(권재술, 1989)과 순환학습 모형을 비교하여 보자. 순환학습에서는 탐색-개념(또는 용어)도입-개념 적용의 절차를 제시하고 있다. 이 절차는 다음과 같이 권재술(1989)의 모형의 한 특수한 과정으로 간주할 수 있다.

탐색단계란 학습자에게 새로운 상황을 제시한 후 학생의 기존 인지구조를 사용하여 설명해보고 문제를 발견하는 단계이므로 자기의 기존 생각을 자기가 깨닫는 과정과 새로운 상황에 적용했을 때 나타나는 문제점으로부터 인지적 갈등을 야기하는 단계로 볼 수 있다. 개념 도입 단계는 C2를 교사가 도입하는 단계이며, 개념 적용 단계는 도입한 C2를 R1과 R2에 적용하여 설명을 시도함으로써 C2를 학습자의 인지구조에 동화시키는 과정이라고 할 수 있다. 순환학습 모형에서는 인지적 갈등을 크게 부각시키지는 않았으나 인지적 갈등(I)을 주로 염두에 두지 않았



(순환학습 모형) (인지적 갈등을 통한 개념학습 절차 모형)

[그림 12] 인지적 갈등을 통한 절차 모형과 순환학습 모형의 비교

나 생각이 된다.

박종원과 김영민이 제시한 수업절차는 그 외형적인 형식에 있어서 권재술(1989)이 제시한 모형의 한 특수한 경우라는 것을 쉽게 알 수 있다. 그러나 이 두 모형에서는 자연현상과 인지구조 간의 상호작용을 부각시키지 않고 학생들의 생각에 대한 반성적 사고를 통한 내적인 인지적 갈등을 부각시키고 있다. 특히, 박종원의 메타인지적 사고는 연구자가 판단하기에 갈등(Ⅲ)의 해소에 주된 관계가 있다고 생각된다. 물론 자신의 인지구조가 무엇인지 확인하는 과정, 새로운 정보가 제시되었을 때, 이 정보가 자기의 생각과 어떻게 다른지에 대한 메타인지적 사고(반성적 사고) 등은 갈등(I)과 갈등(Ⅱ)의 확인에도 사용되기는 하나, 메타인지는 주로 아이디어와 아이디어간의 갈등이 주된 관심사이므로 갈등(Ⅲ)과 밀접한 관계가 있다고 판단된다. 박종원과 김영민의 연구에서는 개념과 개념간의 갈등에 초점을 맞추기는 했으나 수업절차적인 측면에서는 권재술(1989)의 수업절차 모형에 포함된다고 하여도 크게 틀리지는 않을 것 같다.

김익균(1991)이 제시한 모형은 자신의 연구에서 지적했듯이 권재술의 모형과 근본적인 차이가 있다



고 주장했기 때문에 좀더 자세한 논의가 필요할 것 같다. 김익균은 “갈등의 제시만으로 개념 변화를 기대하거나 정해진 과정을 중시하여 개념변화를 시도하지 않고 학생들 자신의 개념과 대립개념들에 대한 이해를 통하여 두 개념 간의 갈등을 유도하였다(P. 49)”고 주장한다. 이것은 Hashweh나 권재술의 모형이 수업절차 모형이고 갈등 유도를 위한 구체적인 전략을 제시하지 않은 모형이라는 점을 간과한데서 나온 오해가 아닌가 생각된다. 권재술(1989)은 R2를 제시할 때 갈등(I)이 필요하다는 점을 강조했다나 R2만 제시하는 방법은 구체적으로 김익균이 제시한 (E11, E12...)일 수 있는 것이다. 어느 교사가 R2만 제시하고 “이것이 왜 그런가 설명해 보아라”고 학생들에게 요구하지 않겠는가? 김익균이 제시하는 반성적 사고는 박종원의 연구에서 구체적으로 제시된 바와 같이 모든 학습 과정에서의 중요한 학습전략이라고 할 수 있다. 또한 김익균은 대립개념의 도입이 권재술의 모형과의 차이점이라고 지적하고 있으나 C2는 C1과 대립개념으로 볼 수 있다. 김익균은 C2는 하나가 아니라 오개념을 포함한 다양한 개념을 총칭하는 것으로 부각시켰다. 그것은 우리의 인지구조가 복잡하기 때문에 Hashweh나 권재술이 제시한 것과 같은 단순한 도식으로는 개념변화가 일어나지 않는다는 주장이다. 이것은 매우 타당한 주장이라고 생각된다. 권재술의 모형이 이러한 취약점이 있는 것도 사실이다. 그러나, 김익균이 제시한 다양한 C2의 제시는 C1-C2의 단순한 도식을 반복해서 적용하는 경우가 아닐까 생각된다. 또한 김익균은 C1→C2 또는 (C1→R)↔(C2→R)의 갈등 즉, (E11, E12...)↔(E21, E22...)의 갈등을 부각시켰다. 의미에 있어서 차이가 있기는 하지만 이러한 갈등은 모두 세가지 지적 갈등 중에 포함된다고 본다. 즉 김익균이 제시하는 지적 갈등은 권재술의 지적 갈등(Ⅲ)에 가깝다고 생각되며, 이 갈등(Ⅲ)의 해소를 위한 매우 유용한 방법 중의 하나가 메타인지적 반성적 사고 방법이라는 점을 밝힌 것이라고 해석할 수 있을 것 같다.

그러나 김익균은 권재술의 모형에서 제시한 기계적인 수업절차가 곧바로 개념변화로 연결될 수 없다는 점을 지적한 것과 개념 변화를 위해서는 수업전략의 도움이 반드시 필요하다는 점을 일깨워주었다는 점이 큰 의미가 있다고 본다. 그러나 수업절차 측면에서 본다면 김익균은 R1과 R2를 (E11, E12...)또

는 (E21, E22...)등과 같이 학습자의 인지구조(C)와 자연현상(R)사이의 지적 관계로 대치했다는 점에서 차이가 있으나, 이것은 권재술의 모형에서 (C→R)의 관계를 다르게 표현한 것이라고 볼 수 있다. 즉, 김익균의 모형에서도 C1이 C2로 접근해 가는 과정을 나타내고 있다고 볼 수 있다.

이상에서 논의한 것과 같이 개념학습에서는 기존의 인지구조(C1)와 변화해야 할 인지구조(C2), 그리고 여기에 대응하는 인지구조 밖의 학습 환경(R1, R2) 사이의 상호작용이라는 도식에서 벗어나기는 어렵다고 본다.

#### IV. 결론 및 논의

개념변화에 관한 몇가지 학습 모형을 비교 분석해 보았다. 학습절차에 관한 개념학습을 위해서는 학생들의 기존 인지구조(C1)와 새로 변해야 할 인지구조(C2)와 이에 대응하는 환경(R1과 R2) 사이의 역동적인 관계라는 도식에서 벗어날 수 없을 것 같다. 중요한 것은 모든 연구자들이 강조하고 있는 지적 갈등의 본질과 이 지적 갈등에 어떤 유형이 있으며, 그 유형들의 구분은 정확하고 의미있는 분류인가에 대한 더 많은 연구와 수업절차의 각 단계마다 활용해야 할 교수 또는 학습전략에 대한 연구가 많이 이루어져야 할 것으로 본다.

앞으로 수업절차와 수업전략의 확립을 위해서 다음과 같은 연구와 논의가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

첫째, 지적 비평형 또는 갈등의 본질과 유형에 대한 실증적 연구가 필요하다.

권재술(1989)이 제시한 세가지 지적 갈등의 분류는 정말로 의미있는 분류인가? 의미있는 분류라면 그 세 가지 지적 갈등의 특성은 무엇인가? 의미있는 분류가 아니라면 그 실증적 증거는 무엇이며 어떻게 다시 개념을 정립해야 할 것인가? 세 가지 지적 갈등 외에 더 다양한 지적 갈등 유형이 있을 수 있는가? 등의 문제에 대한 구체적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

둘째, 수업 절차 모형과 병행하여 다양한 수업전략이 개발되어야 한다. 이 점에 있어서는 김익균(1991), 김영민(1991), 박종원(1992)의 연구는 매우 중요한 의미가 있었다고 본다. 수업절차와 관련하여 중요한 수업전략의 탐색방안을 사용하는 수업전략이

인지적 갈등의 유발과 그 해소에 어떻게 기여하는가를 면밀히 분석할 필요가 있다. 예컨대, 증거에 입각한 비판 논의는 갈등(I), 갈등(II), 갈등(III) 중 어느 갈등의 유발 또는 해소에 특별히 효과적인가? 메타인지적 사고 방법은 학습의 어느 단계, 어느 갈등의 유발 또는 해소에 유용한가 등의 연구가 이루어져야 할 것으로 본다.

내췌, 메타인지의 정의와 본질에 대한 연구가 있어야 할 것 같다.

메타인지는 자신의 '인지에 대한 인지'라는 정의가 가장 일반적인 정의라고 할 수 있다. 자기가 어떤 생각을 하고 있는가에 대한 각성이 곧 메타인지이다. 자기 생각의 옳고 그름을 분석해 보고 그것을 수정하는 활동을 메타인지라고 한다.

메타인지를 이렇게 본다면 Bloom의 목표분류에서 이해수준 이상인 분석, 종합, 평가 영역의 사고 능력은 모두 메타인지라고 할 수 있을 것 같다. 예를 들어서 "물체는 공중에서 놓으면 떨어진다"는 생각을 하나의 인지라고 하자. 그런데 "물체를 놓으면 왜 떨어지지?"하는 의문은 엄격히 말할 때 메타인지적 사고라고 할 수 있다. 만약 그가 "아하, 지구가 끌어당기기 때문에 떨어지지!"하고 생각하는 것을 메타인지를 통한 하나의 인지이다. "물체가 떨어진다고 꼭 지구의 인력이 있다고 생각해야 하나?"하는 의문은 더 높은 차원의 메타인지라고 할 수 있다. 이렇게 본다면 모든 사고에 있어서 메타인지가 아닌 인지는 존재하는가 하는 의문이 생긴다. 뿐만아니라 메타인지도 하나의 인지임에는 틀림없다. 인지와 메타인지의 구분은 하나의 상대적인 개념일 뿐 절대적인 구분은 불가능 할 것 같기도 하다.

Piaget가 사용해 온 인지 또는 인지구조, 인지적 갈등은 그가 메타인지라는 말을 사용하지는 않았지만 대부분 메타인지적 인지과정으로 보이기도 한다. 자기 생각을 따져보고 비판해 보는 것이 형식적 조

작 논리의 일반적 형상이 아닌가?

특히 Piaget가 말하는 인지적 갈등이 메타인지적인 인지과정이 없이도 가능할 것인가? 박종원 연구에서도 지적했듯이 메타인지는 인지갈등의 유발에 매우 중요한 인지전략임이 지적되어 있다. 따라서 메타인지를 좁은 의미로 다시 규정하든가 인지와 메타인지를 분명하게 할 필요가 있을 것 같다.

끝으로, 연구를 수행함에 있어서 협동적인 노력과 타인의 연구에 대한 진지한 비판적 논의가 활발해야 할 것으로 본다. 외국의 연구 결과는 잘 인용하고 논의하면서도 국내 연구에 대한 인용이나 비판은 상대적으로 매우 빈약한 것이 사실이다. 국내 연구의 활성화를 위해서 이러한 비판은 매우 필요하다고 사료된다.

## 참고 문헌

- 권재술(1989), 과학 개념 형성의 한 인지적 모형, 한국 물리학회지 "물리교육" 제7권 1호, 1~9.
- 김익균(1991), 대립 개념의 증거적 비판 논의와 반성적 사고를 통한 대학생의 힘과 가속도 개념 변화, 서울대학교 박사학위 논문, 서울대학교.
- 김영민(1991), 중학생의 전류 개념 변화에 미치는 체계적 비유 수업의 영향, 서울대학교 박사학위 논문, 서울대학교.
- 박종원(1992), 상대론 기초 개념 변화에 있어서 초인지 역할, 서울대학교 박사학위 논문, 서울대학교.
- Anton E. Lawson, Michael R. Abraham and John W. Renner (1989), A Theory of instruction : Using the Learning Cycle to teach science concepts and thinking skills, NARST MONOGRAPH, Number one.

(ABSTRACT)

# A Comparative Discussion on the Instructional Procedure and Strategies in Learning Scientific Concepts

Jae-Sool Kwon

(Korea National University of Education)

In this study, five learning models were compared and discussed in terms of their learning procedures and learning strategies. After a brief introduction of each model, the author discussed the differences and similarities among the five learning models. As a result, Kwon's procedural learning (Kwon, 1989) seemed to encompass almost all the learning models proposed by the other four authors. All the models emphasized the importance of cognitive conflict. However, I. K. Kim (1991), Park (1992) and Y. M. Kim (1991) seemed to be concentrated their attention on the cognitive conflict between concepts; while Hashweh and Kwon emphasized cognitive conflict between cognitive structure and environment. The study also suggested more study on the empirical evidence of the three kinds of the cognitive conflicts proposed by Kwon (1989) and on the development of learning strategies to induce and overcome the cognitive conflicts.