

‘구조화된 대비활동’ : 일상적 상황과 이상적 상황을 대비시킨 개념변화 학습지도 모형

오원근 · 김재우 · 박승재

(서울대학교)

‘Structured Contrastive Activity’ : A Model of Instruction for Conceptual Change Which Contrasts Scientifically Idealised Contexts and Everyday Context

Won Kun Oh · Jaewoo Kim · Sung-Jae Pak

(Seoul National University)

ABSTRACT

This paper reports on a way of using cognitive conflict in order to bring about conceptual changes. Cognitive conflict occurs when there is a discrepancy in students mind between everyday events and the scientific concepts which are used to explain these events. In order to overcome this conflict auxiliary scientific hypotheses can be introduced, which makes the resolution easier. In this paper, we suggest a new model of conceptual change and a model of instruction named ‘structured contrastive activity’ which consists of three stages:

- contrastive discussion by introducing the auxiliary hypotheses for clarifying the cognitive conflicts of students,
- observing the phenomena in idealised contexts in order to increase the status of the scientific concepts,
- laboratory experiments which bridge the two contexts.

Key words : conceptual change, everyday context, idealised context, force and motion.

I. 서론

수업을 통하여 뉴턴 역학과 같은 과학적 개념을 제시한 후에도 학생들이 이를 잘 이해하지 못하고 선개념에 머물러 있는 것은 선개념의 기반인 일상적 상황이 과학적 개념과 불일치하기 때문이다. 예를 들어, 일상적 상황에서는 수평면 위의 운동 물체가 아무런 외적 작용이 없으면 운동을 지속되는 것이 아니라, 점점 느려져 운동하지 못하는 것으로 관찰된다. 이 때문에, 학생들은 힘

이 없으면 물체가 운동을 지속하지 못하는 것을 당연스럽게 생각하며, 운동을 지속하게 하려면 이를 위한 외력이 계속 주어져야 한다고 생각한다(McCloskey, 1983; Gunstone *et al.*, 1985; Halloun & Hestenes, 1985). 이처럼 뉴턴 역학의 기본 법칙 같은 과학개념들이 일상적 상황에서 오히려 모순되는 것처럼 보이기 때문에, 학생들은 이를 잘 받아들이지 못하고 중세적 관점과 유사한 선개념에 머물러 있게 된다(Driver, 1985). 이러한 학생들의 선개념이 변화되기 위한 조건으로 Strike &

*1998년 3월 14일 받음

Posner(1982)는 학생들이 자신의 개념에 불만족을 느끼게 되는 것을 지적하였다. 이러한 불만족은 학생의 생각으로 잘 설명되지 않는 '이상스런 사건'들을 경험함으로써 이루어진다. 따라서, 학생의 선개념을 변화시키기 위해서는 학생의 선개념과 불일치한 현상을 제시하여 인지갈등을 일으키는 것이 필요하다(Stavy & Berkowitz, 1980; Hewson, 1981; Gilbert & Watts, 1983).

그러나, 학생의 선개념과 '불일치한 현상'이라는 의미는 더 구체화될 필요가 있다. 학생의 선개념이 일상적 경험을 바탕으로 형성된 것이기 때문에 불일치한 현상은, 학생들에게는 비일상적이지만 과학적으로 이상화된 상황에서 나타날 수 있는 것이어야 한다. 앞의 예를 들면, 학생들이 일상적 경험에 바탕된 자신들의 선개념에 불만족을 느끼게 하기 위해서는 중력, 마찰 등의 효과가 없는 이상화된 상황의 운동 현상을 경험하게 하는 것이 필요하다는 것을 알 수 있다. Scott 등(1992)은 불일치 현상을 도입하여 학생의 인지갈등을 유발함으로써 개념변화를 일으키려 하는 개념변화 방략에 대한 기존의 연구들을 종합적으로 비교하여 분석하였다. 이들이 분석한 내용을 보면 기존의 개념변화 방략들은 선개념 및 과학적 개념이 관련된 상황의 차이를 제대로 고려하지 못하고 있다. 따라서, 이러한 상황의 차이를 고려한 새로운 학습지도 모형을 구안하는 것이 필요하다.

새로운 학습지도 모형을 구안하기 위해서는 그의 바탕이 되는 개념변화 학습모형이 필요하다(조희형과 박승재, 1995). 이에 따라서, 본 연구에서는 기존에 제안된 여러 개념변화 모형에서 적절히 다루어지지 못한 일상적 상황과 이상화된 비일상적 상황의 차이를 고려하여 학생의 선개념이 뉴턴 역학과 같은 개념 체계로 변화되는 과정을 설명할 수 있는 개념 변화 모형을 구안하고, 이러한 모형에 따라서 학생의 개념 변화를 촉진할 수 있는 학습지도 모형을 제안하려 한다.

II. 이론적 논의

1. 상황의 대비와 보조가설 도입을 통한 인지 갈등의 명료화

Hashweh(1986)는 개념 변화를 위한 모형을 제안하면서 두 종류의 인지적 갈등에 대하여 지적하였다. 하나는 학생의 선개념과 이에 불일치하는 현상 사이에 인지적 갈등이고, 다른 하나는 학생의 선개념과 과학적 개념 사이의 인지적 갈등이다. 그는 두 가지 갈등간의 관계를

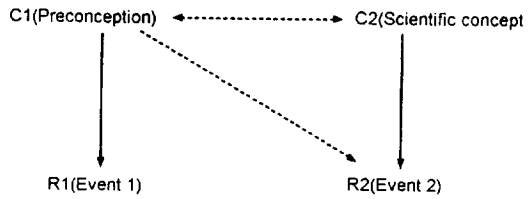


Fig. 1 The model of cognitive conflict by Hashweh (1986)

(→: consistent, - ->: inconsistent)

Fig. 1과 같이 나타내었다.

그는 C1과 C2가 같을 때 R2에 해당되는 사례들을 거듭하여 제시하고, 이러한 사례들이 C2에 의하여 잘 설명되는 것을 학생들이 깨닫게 하여 C1을 포기하게 함으로써 개념변화가 이루어질 수 있다고 하였다.

그런데, 학생들은 자신의 생각(C1)과 일치하지 않는 현상(R2)을 관찰한 후, 인지갈등을 느끼기보다는 오히려 R2를 무시하거나 또는 이를 C1에 맞추어 설명하려는 경향이 있다(Fensham, 1987; Dreyfus *et al.*, 1990; Trumper, 1997; 박종원, 1996; 김익균, 1997). 이 때문에 하쉬웨가 지적한 C1과 R2의 인지갈등이 잘 일어나지 않게 된다. 이와 관련하여, Nussbaum(1989)은 학생들이 자신의 생각을 유지하면서 불일치 현상을 설명하려는 경향성에 대하여 Lakatos의 이론을 이용하여 설명한 바 있다. 학생들은 자신의 생각을 포기하지 않은 채 임시방편적인 새로운 보조가설을 형성함으로써 자신의 생각과 불일치하는 현상을 설명하려 한다는 것이다. 이러한 지적은 Caravita & Hallden(1994)에 의해서도 제기된 바 있다. 이러한 내용을 본 연구에서는 Fig. 2와 같이 표현하였다.

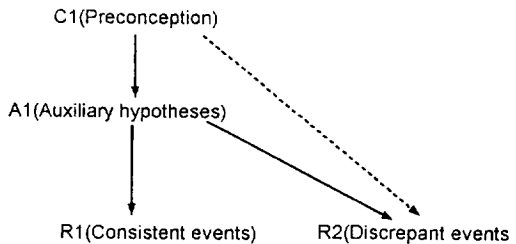


Fig. 2 Auxiliary hypotheses of students in order to explain discrepant events

(→: consistent, - ->: inconsistent)

김익균(1991)은 이렇게 학생들이 불일치 현상에 대하여 인지갈등을 인식하지 못할 경우 Hashweh의 모형이 적절하지 않을 수 있다는 점을 고려하여, 수정된 모형을 제안하였다(Fig. 3). 그가 제안한 모형에서는, 학생들의 개념 C1과 과학개념 C2가 모두 나름대로 주어진 현상을 설명할 수 있다고 전제하였다. 이러한 경우에 C1과 C2는 서로 대립되므로 이 두 개념 사이에 갈등만이 존재하게 되는데, 이는 마치 경쟁하는 두 파라다임이 각기 현상을 설명할 수 있다는 Kuhn(1962)의 설명과 유사하다.

김익균 모형은 현상을 학생의 개념과 일치, 불일치로 구분하지 않았다는 점에서 하쉬웨 모형과는 근본적인 차이가 있다. 그러나, 현상을 학생의 생각과 일치 또는 불일치 유형으로 분류하는 것과, 학생의 생각으로 설명 가능 또는 설명곤란으로 분류하는 것은 구별할 필요가 있다. 예를 들어, 인공위성 내부의 무중력 상황과 같이 중력과 마찰의 작용이 거의 없는 이상화된 상황에서는 관성의 법칙과 같은 과학적 개념은 잘 성립되는데 비하여, 외력이 없으면 정지한다는 일상적 생각이 잘 맞지 않는 것을 학생들이 인식할 수 있다. 그러나, 이러한 불일치 상황에서도 학생들은 김익균 모형의 지적처럼 자신의 개념으로 현상을 설명할 수 있다. 이는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 적당한 보조가설의 도입을 통해서 가능하다. 즉, 불일치한 상황이 곧 설명 곤란한 상황은 아닌 것이다. 따라서, Hashweh 모형에서 일치, 불일치라고 언급한 것은 설명 가능, 설명 곤란으로 해석하는 것이 타당하다. 그러므로, 설명 가능 여부와 상관없이 일단 현상을 일치, 불일치로 구분하는 것은 의미가 있다.

이에 따라서, 본 연구에서는 학생의 인지갈등 모형을 다음과 같이 제시하였다. 먼저, 현상을 일상적 상황에 속한 것과 이상화된 상황에 속한 것으로 구분한다. 이때, 학생의 개념은 일상적 상황에서 잘 적용될 수 있고,

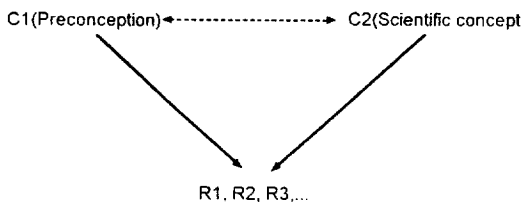


Fig. 3 The model of cognitive conflict by Kim (1991) (not original Figure)
(→: consistent, ↔: inconsistent)

과학적 개념은 이상화된 상황에서 잘 적용된다. 그러나, 학생의 개념은 일상적 상황을 설명하는 것에 맞추어져 있기 때문에 이상화된 상황에는 잘 적용되지 못하고, 과학적 개념도 마찬가지로 일상적 상황에는 그대로 적용되지 않는 것처럼 학생들이 생각할 수 있다. 즉, 이상화된 상황은 학생의 개념과 불일치하고, 일상적 상황은 과학적 개념과 불일치하다.

이러한 조건에서는 세 종류의 인지적 갈등이 가능하다(Fig. 4).

첫째는 학생의 선개념과 이상적 상황의 불일치에서 나타나는 갈등이다. 이러한 인지 갈등은 Piaget에 의하여 제기된 것으로서(Hashweh, 1986; Fosnot, 1995), 학생들은 자신의 생각과 일치하지 않는 현상을 접하게 될 때 인지 갈등을 느낄 수 있다.

둘째는 과학적 개념과 일상적 상황의 현상이 불일치하므로 나타나는 인지갈등이다. 권재술(1989)은 Hashweh 모형에 대한 수정된 모형을 제시하면서, C2와 R1의 비평형은 논의된 바가 없다고 지적하고, 이 유형의 갈등이 학생의 개념 변화를 설명하는데 필요하다는 점을 강조하였다. 그러나, 그는 이러한 갈등 유형이 존재하는지 실제로 현장에서 검증된 바는 없다고 하였다(권재술, 1992). 그렇지만, 본 연구에서 제안한 것처럼 R1과 R2를 일상적 상황과 이상적 상황에 속한 현상들로 구분함으로써 이러한 인지갈등의 존재는 확인될 수 있다.

셋째는 선개념과 과학적 개념 사이에 존재하는 불일치에서 나타나는 인지갈등이다. 이러한 인지 갈등은 Hashweh가 중요하다고 지적한 것으로서, 개념 변화에 대한 여러 구성주의적 연구는 대부분 이 유형의 인지갈등 해소를 강조하고 있다(Hewson, 1981; Driver, 1983; Pines & West, 1986; 권재술, 1989; 김익균, 1991).

이러한 논의로부터, 일상적 상황과 이상적 상황의 차이를 도입하면 다음과 같이 김익균 모형과 Hashweh

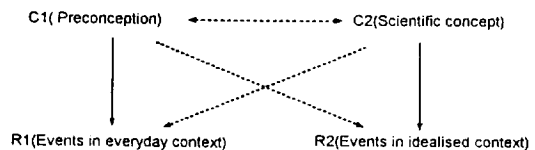


Fig. 4 Modified model of cognitive conflict which concerns the context difference
(→: consistent, ↔: inconsistent)

모형을 결합한 설명이 가능하다. 이상적 상황에서 과학적 개념 C2는 잘 성립되는데 비하여, 학생의 개념 C1은 잘 성립되지 않는다. 그렇지만, 학생들은 적당한 보조가설(A1)을 고안하여, 자신의 생각을 포기하지 않고 이상적 상황에서 현상 R2를 설명하려고 한다. 이는 김익균 모형에서 설명하는 것처럼 C1과 C2가 모두 나름대로 주어진 현상 R2를 설명하려는 것으로 볼 수 있다. 그러나, 여전히 과학적 개념 C2는 일상적 상황의 현상 R1을 잘 설명하지 못하는 것처럼 생각된다. 이 때, 과학 수업을 통하여 과학적 개념 C2에 의한 보조가설(A2)이 제시되어 일상적 상황의 현상 R1을 설명하면, C2도 일상적 상황에서 성립할 수 있다는 점을 보일 수 있다. 이렇게 개념 C1과 C2가 각각 보조가설을 이용하여 불일치 현상들을 설명할 수 있게 되면, 역시 C1과 C2가 모두 R1을 잘 설명하게 되어 두 개념은 모두 성립 가능한 경쟁이론이 된다. 따라서, 학생들이 이러한 경쟁 상태를 인식하면, 김익균 모형에서 제안한 것처럼 C1과 C2 사이의 인지적 갈등이 명료화될 수 있을 것이다(Fig. 5). 여기서 갈등의 명료화란 학생들이 두 이론 C1, C2의 차이점을 인식하고 어느 쪽이 옳은지 판단하려면 어떠한 증거가 필요한지 이해하게 된 상태를 의미한다. 이러한 갈등의 명료화를 통하여 학생들은 Hewson(1981)이 지적한 바와 같은 개념변화에 필요한 인지적 불만족 상태에 도달하게 할 수 있다.

2. 새로운 개념 변화 모형

Fig. 5와 같은 인지갈등 명료화를 통하여 어떻게 개념 변화가 일어나게 되는지를 설명하기 위하여 다음과 같은 개념변화 모형을 제안한다.

처음에 학생들은 자신의 개념 C1이 일상적 상황의 현상 R1을 잘 설명하는데 비하여 과학적 개념 C2는 오히

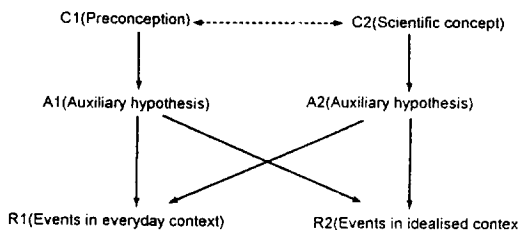


Fig. 5 Clarification of cognitive conflict between C1 and C2 by contrasting the auxiliary hypotheses (—→: consistent, -.-→: inconsistent)

려 R1을 잘 설명하지 못하는 것처럼 생각할 수 있다. Hewson(1981)의 용어를 따르면 이 경우는 C2의 개념적 지위(conceptual status)가 C1보다 낮은 상태이다. 따라서, 이 경우 개념 변화는 일어나지 않는다. 이 때, C2와 잘 일치하는 이상적 상황 R2가 제시되어도, 앞에서 논의한 바 있듯이 C1의 개념적 지위는 낮아지지 않는다. 오히려 학생들은 Fig. 2에 나타난 것처럼 보조가설 A1을 도입하여 C1을 유지하려 하므로, 여전히 C2의 개념적 지위는 높아지지 않는다.

그러나, 학생들이 보조가설 A1을 이용하여 자신의 개념 C1을 유지하려는 것과 마찬가지로, 과학적 개념 C2도 보조가설 A2를 제시하면 R1을 설명할 수 있다. 이러한 경우에는 보조가설을 이용하여 C1이 R2를 설명하고 C2가 R1을 설명할 수 있으므로, 각 개념과 현상의 갈등은 보조가설들의 도움으로 해소될 수 있다. 이렇게 하면 C2의 개념적 지위도 상승하여 C1과 대등하게 된다. 이렇게 두 개념이 주어진 현상을 각기 나름대로 설명할 수 있는 것처럼 여겨지면, 이 때문에 오히려 대비된 두 개념 C1과 C2 사이의 갈등은 더 강화된다. 이 상태가 Fig. 5의 갈등명료화 상태이다.

이 때, 학습자가 보조가설 A1과 A2를 비교하여 A2가 더 일관성 있게 R1과 R2를 잘 설명한다는 것을 받아들일 수 있으면, C1의 개념적 지위는 낮아지고 C2의 지위가 높아지면서 기대하는 개념 변화가 이루어진다고 생각할 수 있다. 이는 다음과 같은 실험실 활동을 통하여 이루어질 수 있다.

실험실 활동은 일상적 상황에서 수행되는 것이지만, 인지갈등의 내용과 관련이 적은 변인들을 가능한 통제하여 현상을 관찰함으로써 그 결과를 이상화된 상황으로 일반화하게 하는 것으로 정의할 수 있다. 이러한 의미에서 실험 활동은 단순한 과학 이론의 확인이나 과정 기술을 훈련하기 위한 단계만이 아니라, 개념 변화 과정에서 일상적 상황과 이상화된 상황을 연결하는 '교량적' 기능을 지닌다고 볼 수 있다. 예를 들어, R1은 마찰이 존재하는 일상적 상황의 현상이라고 할 때, R2는 마찰이 존재하지 않는 이상화된 상황의 현상이다. 이 때, R1'은 실험실에서 관찰되는 현상이다. 실험실도 마찰이 존재하므로 사실은 일상적 상황에 속한다. 그러나, 마찰계수가 다른 다양한 물체와 평면들 사이의 접촉에서 나타나는 운동 현상의 지속을 실험실에서는 서로 비교할 수 있다. 이러한 비교를 통하여 학생들은 마찰이 점점 줄어들면 물체의 운동이 지속되는 거리와 시간이 늘어나고, 이를 의심하면 마찰이 존재하지 않는 이상화

된 상황의 경우를 상상할 수 있게 된다. 즉, R1'은 일상적 상황에 속하지만 마찰이라는 변인을 조절하여 이상화된 상황을 외삽할 수 있게 한다는 의미에서 '교량적'이다.

C1과 C2의 개념적 지위가 대등해지면 학생들은 인지 갈등 상태에 있을 것이므로, '교량적 실험 활동'을 통하여 스스로 변인을 조절하여 '결정적' 실험을 수행하게 하여 보조가설 A2의 타당성과 A1의 한계를 판단하도록 기회를 주면, 학생들은 자발적으로 C1을 버리고 C2를 인정하여 개념변화를 일으킬 수 있다고 예상된다. 따라서, 일상적 상황과 이상적 상황 사이의 교량적 역할을 할 수 있는 적절한 현상 R1'을 실험실 활동을 통하여 제시한 다음, 학생들이 보조가설인 A1로는 이를 잘 설명할 수 없지만 A2로는 잘 설명된다는 것을 깨닫게 하면, A1이 한계가 있다는 것을 학생들이 이해함으로써 C1의 개념적 지위가 낮아져 기대하는 개념 변화가 일어난다고 할 수 있다(Fig. 6).

이러한 모형에 따른 전체적인 개념 변화 과정을 Fig. 7과 같이 나타낼 수 있다.

3. 개념 변화 학습지도 모형의 구안

앞 절에서 제시된 개념 변화 모형에 따른 학습지도 모형을 다음과 같이 제안할 수 있다. 이 학습지도 모형의 핵심은 학생의 개념과 불일치한 현상을 어떻게 제시할 것인가 하는 점과, 어떻게 보조가설을 제시하여 개념변화에 필요한 인지갈등을 명료화할 것인가를 고려한 것이다.

Fig. 7의 개념 변화 모형을 고려하면, 학습지도 모형은 일상적 상황에서 인지 갈등의 유발, 이상적 상황의 관찰을 통한 과학적 개념 C2의 지위 상승, 교량적 상황을 통한 학생의 선개념 C1의 지위 저하 및 개념 변

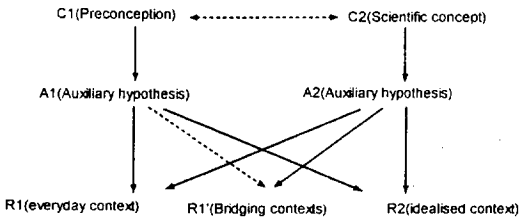


Fig. 6 Conceptual change by introducing the bridging contexts

(—→: consistent, - - -→: inconsistent)

화 세 단계로 구성할 수 있다

학습지도 모형의 첫 단계는 학생들이 갈등을 인식하게 하는 단계이다. 김재우와 오원근(1997)은 '대비적 토론'이 이에 적합하다는 것을 보고하였다. '대비적 토론'은 학생의 개념과 과학적 개념이 각각 일상적 상황과 이상화된 상황에서 성립되게 하기 위하여 양쪽의 개념들과 보조가설들을 대비시켜 토론하는 것이다. 이들은 대비적 토론을 학생들이 수행하게 하면, 이 토론이 대비된 두 생각을 서로 비교하게 하므로 어느 쪽이 옳은지 실제 현상에 대한 관찰을 통하여 판단하고자 하는 요구를 일으켜, 이후 이상화된 상황에 대한 관찰을 통하여 인지적 갈등이 해소되고 개념변화가 촉진될 수 있다고 하였다.

'대비적 토론'을 통하여 대립된 두 개념이 각각 설명할 수 있는 현상과 설명할 수 없는 현상을 제시하고, 서로 대비된 관점에서 상대방이 현상을 잘 설명하지 못하는 한계를 지적한다. 이러한 과정을 거치면 C1과 C2가 각각 현상을 설명하는데 타당성이 있다는 것을 깨닫게 되므로, 학생들은 자신이 가지고 있던 사전개념 C1만이 옳다는 생각을 계속 유지하기는 어렵다는 것을 깨닫게 된다. 이는 두 개념간의 인지적 갈등이 강화됨을 의미한다. 이러한 갈등의 강화는 도입된 보조가설들 때문에 일어난 것이므로, 학생들은 그러한 보조 가설들 중 어느 것이 더 타당한지 판단해야 할 욕구를 느끼게 되어, 현상에 대한 관찰을 통하여 어느 개념이 옳은지 경험적으로 검증하는 문제만 남게 된다. 이는 두 이론이 경쟁할 때 '결정적 실험'이 역할을 하게 된다는 Lakatos(1970, pp. 157-158)의 주장과 일치하는 관점에 따른 것이다. 즉, 앞에서 논의한 것처럼 대비적 토론은 개념과 현상간의 갈등을 해소함으로써 두 개념간의 갈등을 더 강화시켜 개념 변화의 동기를 강화할 뿐 아니라, 각 개념이 현상을 어떻게 설명하는지 제시함으로써 학생들이 새로이 제시되는 현상의 어떤 점을 주목해서 관찰해야 하는가 하는 관점을 가지게 한다는 것이다.

이 때, 학생들은 대체로 이상적 상황의 현상들을 잘 경험하지 못하였기 때문에 '이상적 상황의 현상들을 관찰' 하게 하는 것이 필요하다. 이렇게 함으로써 일상적 상황과 차이를 느낄 뿐 아니라, A2가 그 차이를 어떻게 설명하는지 알게 하여 A2가 일상적 현상을 설명할 수 있다는 것을 알게 한다. 이러한 과정을 거치면 과학적 개념 C2의 지위가 상승될 수 있다.

C2의 지위가 상승하여 C1과 대등하게 되면, 학생들은 실험실 활동을 통하여 두 보조가설 A1과 A2의 타당성을 비교할 수 있다. 이는 여러 변인들을 통제하고, 일

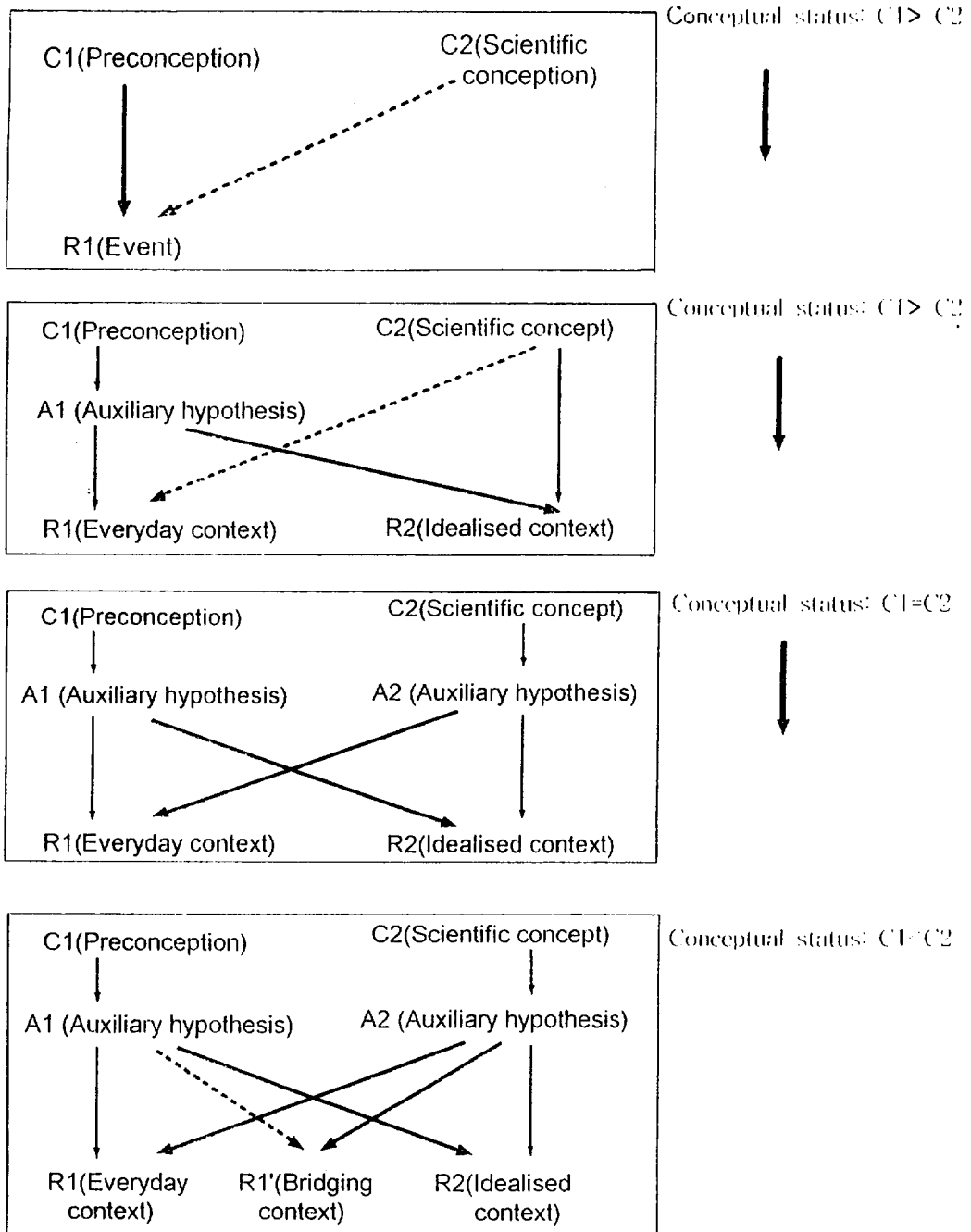


Fig. 7 New model of conceptual change
 (→: consistent, ---->: inconsistent)

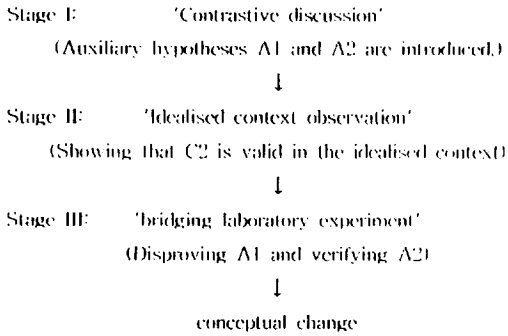


Fig. 8 The model of instruction: 'structured contrastive activity'

상적 상황과 이상적 상황의 차이를 이해하는데 필요한 변인들만을 변화시킴으로써 가능하다. 이러한 실험 활동은 두 상황을 '교량화'하는 역할을 한다. 이 활동을 통하여 A2가 더 타당하며, A1은 현상을 설명하는데 한계가 있다는 것을 학생들이 깨닫게 함으로써, 자신들의 생각 C1을 포기하고 개념변화가 이루어지게 할 수 있다.

이렇게 대비적 토론 및 이상적 상황 관찰, 교량적 실험 활동을 체계적으로 연결하여 개념 변화를 일으키는 학습지도 모형을 '구조화된 대비 활동'이라고 정의한다 (Fig. 8).

III. 결론 및 시사점

본 연구에서는 기존의 개념 변화 모형에서 잘 고려되지 않았던 일상적 상황과 이상적 상황의 차이를 고려하여 학생의 개념 변화 과정을 설명할 수 있는 개념 변화 모형과 그에 따른 학습지도 모형을 제안하였다.

Hewson(1981)은 개념 변화에 필요한 조건으로서 학습되는 새로운 개념이 학생들에게 그럴 듯 하고, 이해할 만 하고, 유용하게 여겨질 뿐 아니라, 자신의 기존 개념이 불만족스럽게 느껴져야 한다는 네 가지를 제시하였다. 이러한 제안은 두 가지를 함축하고 있다. 첫째는 학생의 개념변화가 이루어지려면 기존 개념을 대치할 만큼 타당성있게 보이는 새로운 개념이 제시되어야 한다는 것이고, 둘째는 기존 개념에 대한 불만족이 일어나지 않으면, 개념 변화가 이루어지지 않는다는 것이다.

그러나, Hewson의 제안 속에는 이러한 불만족을 일으키기 위한 방법이 명시적으로 제시되어 있지 않다. 이에 비하여 본 연구에서 제안한 모형에서는 학생들의 선개념에 대하여 불만족을 일으키게 하는 것과, 타당성 있는 반대 개념을 제안할 수 있는 구체적인 방법이 명시되어 있다. 즉, 학생들의 선개념은 일상적 상황만을 전제로 하여 형성된 것이므로, 이와 대비되는 이상화된 상황을 제시하는 것이 학생들 자신의 생각에 대한 불만족을 일으키게 하는 필요조건이라는 것이다.

또한, 개념변화 과정에 대하여 Hewson은 한 쪽의 개념적 지위가 상승함으로써 다른 쪽의 개념적 지위 하강이 동반되어 개념 변화가 이루어진다고 설명하였다. 그러나, 이러한 모형이 의미있는지는 검증되지 않았다고 그 자신도 지적한 바 있다(Hewson, 1989). 그의 모형에서는 학습되어야 할 개념적 지위가 어떻게 상승할 수 있는지 명시적으로 언급되어 있지 않으며, 또한 그 개념의 지위 상승이 곧바로 기존 개념의 지위 하강을 의미하는지도 분명하지 않다. 이에 비하여 본 모형은 두 개념의 지위가 대등해지는 중간 과정을 전제하고 있다. 이 상태에서 교량적 실험을 도입함으로써 선개념의 지위가 내려가면서 학생의 개념이 과학적 개념으로 변화될 수 있다고 제안하였다. 따라서, 본 연구에서 제안된 개념변화 모형은 학습지도 모형을 구안하는데 필요한 더 구체적인 내용을 제시하였다고 할 수 있다.

한편, 기존의 여러 개념변화 학습지도 모형에서 실험 활동의 역할을 분명하게 제시하지 않았다. 이러한 모형들은 학생들이 현상을 경험하도록 하는 것이 개념 변화에 필요하다고 주장하고 있음에도 불구하고, 이러한 주장들이 제안된 모형들 속에 적절하게 구조화되어 있지 못하다. Nerssessian(1989)은 갈릴레이가 자신의 개념 변화 과정과 타인을 설득하는 과정에서 사용한 실험과 사고 실험에 대한 분석을 통하여, '실험은 비과학적 사전 개념에 대하여 갈등을 표출시키고, 이를 통한 개념 변화를 촉진하기 위한 분명한 목표를 가질 때만 의미가 있다'고 하였다. 이러한 논의에 비추어 볼 때, 본 연구의 학습지도 모형은 '이상적 상황과 일상적 상황의 교량화'로 실험 활동의 역할을 분명히 함으로써, 학교 과학 수업에서 실험 활동이 개념 변화에 어떻게 관련되는가 하는 점을 명확하게 할 수 있다.

본 연구의 후속 연구에서는 '구조화된 대비활동' 모형을 적용한 실제 수업을 통하여 학생의 개념 변화 과정을 조사하고, 이러한 과정이 본 연구에서 제안된 개념 변화 모형으로 잘 설명되는지 알아보고자 한다.

적 요

학생의 선개념은 일상적 상황의 경험을 바탕으로 형성된 반면, 과학적 개념은 이상화된 상황을 전제로 하여 형성된 것이므로, 개념변화에 필요한 학생의 인지갈등을 유발하려면 이러한 상황의 불일치를 고려할 필요가 있다. 또한, 학생들은 자신의 생각과 불일치한 현상을 대면하였을 때, 적당한 보조가설을 도입하여 이를 설명하려 함으로 개념변화가 이루어지지 않을 수 있다. 오히려, 과학적 개념이 일상적 상황에서 잘 맞지 않는다고 학생들이 생각할 수 있으므로, 과학적 개념에 따른 보조가설을 도입하여 일상적 상황의 현상을 설명할 필요가 있다. 본 연구에서는 이러한 점들을 고려한 개념변화 모형을 구안하고, 이에 따라서 보조 가설의 대비를 통한 인지갈등의 명료화, 일상적 상황의 관찰을 통한 과학적 개념의 개념적 지위 상승, 교량적 실험활동을 통한 학생의 선개념의 지위 하강을 통하여 개념변화가 이루어지게 하는 세 단계로 구성된 학습지도 모형인 '구조화된 대비활동'을 제안하였다.

참 고 문 헌

- 권재술 (1989). 과학개념의 한 인지적 모형. 물리교육, 한국물리학회, 제 7권, 1호, 1-9.
- 권재술(1992). 과학 개념 학습을 위한 수업 절차와 전략. 한국과학교육학회지, 12, 19-30.
- 김익균 (1991). 대립개념의 증거적 비판 논의와 반성적 사고를 통한 대학생의 험과 가속도 개념 변화. 서울대학교 대학원, 박사학위 논문.
- 김재우, 오원근, 박승재 (1997). 수평 및 낙하운동에 대한 과학사적 대립개념의 대비적 토론이 무중력 상황 도입을 통한 중학교 1학년 학생의 개념 변화에 미친 효과. 한국과학교육학회지, 제 17권, 1호, 31-44.
- 박종원 (1996). 학생의 선개념과 탐구 기능이 전기 실험 결과의 해석에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 제 16권, 3호, 227-238.
- Caravita, S., & Hallden, O. (1994). Reframing the problem of conceptual change. *Learning & Instruction*, 4, 89-111.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Elioitch, R. (1990). Applying the Cognitive conflicts strategy for conceptual change-some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, 74, 555-569.
- Driver, R. (1983). Theories in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). Children's ideas in science. Milton Keynes: Open University Press.
- Gilbert, J. K., & Watts, D. M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in Science Education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985). Common sense conceptions about motion. *American Journal of Physics*, 53, 1056-1065.
- Hashweh, M. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
- Hewson, P. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3, 383-396.
- Kuhn, T. (1960). The structure of scientific revolutions. Chicago: The University of Chicago Press.
- McCloskey, M. (1983). Intuitive physics. *Scientific American*, 248, 114-122.
- Nersessian, N. J. (1989). Conceptual change in science and in Science Education. *Synthese*, 80, 163-183.
- Nussbaum, J. (1989). Classroom conceptual change: Philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, 11, 530-540.
- Pines, L. A., & West, L. H. T. (1986). Conceptual understanding and science learning: an interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*, 70, 583-604.
- Scott, P. H., Asoko, H. M., & Driver, L. (1992). Teaching for conceptual change: A review of strategies. In R. Duit, F. Goldberg (Eds.), Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. IPN: Kiel.

Slotta, J. D., Chi, M. T. H., & Elena, J. (1995).
Assessing students' misclassifications of physics
concepts: An ontological basis for conceptual
change. *Cognition & Instruction*, 13(3), 373-400.
Strike, K. A., & Posner, G. J. (1982). Conceptual
change and science teaching. *European Journal of*

Science Education, 4, 231-240.

Trumper, R. (1997). Applying conceptual conflict
strategies in the learning of the energy concept.
Research in Science & Technological Education, 15,
5-14.