

# 과학 개념 학습에서 배경 지식이 문제를 해결하는데 미치는 영향

최혁준

(한국교육과정평가원)

## The Effects of Background Knowledge on Solving Problems in Learning Scientific Concept

Choi, Hyukjoon

(Korea Institute of Curriculum and Evaluation)

### ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the effects of background knowledge on problem solving. To achieve this aim, I proposed the model which shows problem solving process centering around background knowledge, conducted the lessons concerning the concept 'weightlessness' on pre-service elementary teachers, and then classified the pre-service elementary teachers into several groups by the difference of the results presented in the process of solving the problems on weightlessness. And I examined qualitatively the effects of background knowledge on problem solving through the interview with 11 volunteers. On the cause of the failing the problem solving, the failure of acquiring or activating the background knowledge related to the learning concept was most frequently, secondly the use of the background knowledge unrelated to the learning concept, and thirdly the failure of understanding the learning concept. To acquire or activate the background knowledge related to the learning concept was more difficult than to understand the new learning concept, and the cases that use the background knowledge unrelated to the learning concept failed to solve problem. The result of interview, all interviewee understood the learning concept correctly, but all of them who fail to acquire or activate the background knowledge related to the learning concept, or use the background knowledge unrelated to the learning concept, could not solve the problem.

**Key words** : background knowledge, problem solving, weightlessness, free-fall motion

### I. 서 론

구성주의 관점에서 개인은 환경과 상호작용하며 다양한 경험을 통해 주체적으로 지식을 구성한다. 학습자는 나름대로 자신이 구성한 개념을 가지고 학습에 참여하며, 이와 같은 개념과 주변 환경이 능동적으로 상호작용을 하면서 학습자에게 개념 변화가 일어나는 것을 학습이라고 한다. 선지식(prior knowledge)은 학습자가 학습 환경으로 들어갈 때 가지고 있는 새로운 지식을 구성하는데 잠재적으로 관련된 모든 지식이라고 할 수 있다(Biemans & Simons,

1999). 선지식과 비슷한 용어로 배경 지식(background knowledge)이란 용어가 있다. Strangman과 Hall(2004)은 배경 지식과 선지식은 일반적으로 서로 바꾸어 사용할 수 있는 용어이며 동일한 기본 개념을 설명한다고 보았다. 배경 지식을 선지식과 엄격히 구분하지 않고 사용한 Felthman과 Downs(2002)의 연구에서, English Second Language 학생들을 대상으로 한 자연사 수업에서의 배경 지식으로 영어의 숙련을 언급하였다.

그러나 Chinn과 Brewer(1993)는 배경 지식을 선 지식과 구별하여 선지식의 특성 중 하나로 배경 지

식을 들었으며, 배경 지식에 대해 다음과 같이 언급하였다.

개인의 배경 지식은 변칙사례에 대한 반응을 결정하는데 있어 매우 영향력 있는 요소이다. [중략] 배경 지식은 특별히 현재 평가 중인 이론의 일부는 아니나 타당하다고 여기는 과학적 지식이다. 예를 들어, 우주 기원에 관한 기원을 연구 중인 천문학자는 자신의 수학적 지식, 화학적 스펙트럼에 관한 지식, 그리고 전파 망원경 작동법에 관한 지식이 사실이라고 여긴다; 이러한 지식은 평가받는 이론의 일부로 간주되지는 않는다(p. 32).

즉, 배경 지식이란 직접 평가받고 있는 개념은 아니지만 학생들이 한 개념을 이해하면서 사용하는 관련된 지식으로, 새로운 개념을 이해하기 위해서는 충분한 배경 지식이 필요하다(Chinn & Brewer, 1993; Strike & Posner, 1985). 일정한 배경 지식이 없다면 직접적으로 평가받는 새로운 학습 개념을 지지하는 논리들을 이해하지 못할 수 있다. 학생이 수업을 통해 올바른 학습 개념을 획득하기 위해서는 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있고 이를 수업 중 활성화하거나, 만일 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있지 않다면 수업을 통해 올바른 배경 지식을 획득해야 한다. 그러므로 교사는 새로운 학습 개념을 가르칠 때 수업에 참여하는 학생이 갖고 있는 관련 배경 지식이 어떠한지 파악할 필요가 있으며, 필요한 경우 학생들에게 그러한 배경 지식을 획득할 수 있는 기회를 제공해야 한다.

일반적으로 선지식은 학습자가 학습하도록 요구된 개념에 대해 학습 전에 가지고 개념으로 보는 반면, 배경 지식은 직접 평가받거나 학습하는 개념이 아니므로 선지식과 구별된다고 하겠다. 또한, Ausubel이 언급한 선행 조직자(advance organizer)는 학습할 내용보다 미리 제공된 포괄적인 도입 내용으로 보다 높은 수준의 추상성과 일반성, 포괄성으로 제시된다(Driscoll, 2000)는 점에서 학습할 내용을 이해하기 위한 구체적인 개념인 배경 지식과 차이가 있다고 하겠다.

국내의 선행 연구에서 배경 지식은 특정한 정의 없이 사용되고 있다. 또한, 과학교육 분야에서 배경 지식과 관련하여 연구된 논문은 찾아보기 힘들며, 주로 읽기나 듣기 능력과 관련하여 제공된 텍스트에 대한 관련 지식을 배경 지식으로 간주하고 이러

한 배경 지식과 읽기나 듣기 능력 사이의 관련성에 대한 연구가 수행되었다(박덕재, 2003; 서혁과 서수현, 2007; 손성규, 2004; 송석요, 2004; 이상숙, 2000; 최혜실, 1992). 반면, 김경과 김동식(2002)은 웹기반 PBL에서 배경 지식이 PBL 활동에 미치는 영향을 조사하였는데, 배경 지식 수준을 PBL 수행 과제에 관련된 30문항의 객관식 문제의 점수를 사용하여 판단하였다.

본 연구에서는 배경 지식을 선지식과 구분하여 Chinn과 Brewer(1993)가 언급한 개념으로 사용하였으며, 학생들이 제시된 과학 문제를 해결하는 과정을 배경 지식을 중심으로 간단한 모형으로 제시하고, 문제를 해결하는 과정에서 나타나는 결과에 따라 학생들을 몇 가지 유형으로 나누어 보았다. 또한, 면담을 통해 배경 지식이 학생들이 문제를 해결하는데 어떠한 영향을 미치는지 정성적으로 살펴보았다.

## II. 배경 지식에 따른 문제 해결 과정 모형 제안

앞서 언급하였듯이 적절한 배경 지식이 없다면 새로운 학습 개념을 이해하지 못하므로 관련 문제를 해결하지 못할 수 있다. 즉, 학습자가 수업을 통해 올바른 학습 개념을 획득하고 이를 적용하여 관련 문제를 해결하기 위해서는 수업 전 학습 개념과 관련된 올바른 배경 지식을 갖고 있고 이를 수업 중 활성화하여야 한다. 만일 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있지 못한 경우는 수업을 통해 올바른 배경 지식을 획득할 수 있어야 한다. 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있는 경우라도 문제를 해결하는 동안 이 배경 지식을 활성화시켜 사용하지 못한다면 올바른 배경 지식을 갖고 있지 못한 경우와 마찬가지로 학습 개념의 이해 여부와 상관없이 문제를 해결할 수 없을 것이다.

그림 1은 이와 같이 배경 지식을 중심으로 학습자가 수업 시간에 제시된 문제를 해결하는 과정을 간단한 모형으로 나타낸 것이다.

수업에서 제시된 문제를 해결한 경우는 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있는지, 수업 중 올바른 배경 지식을 활성화하거나 획득했는지, 그리고 학습 개념을 바르게 이해하고 있는지 등 세 번의 판단을 거쳐 옳은 배경 지식을 활성화하거나 획득하고

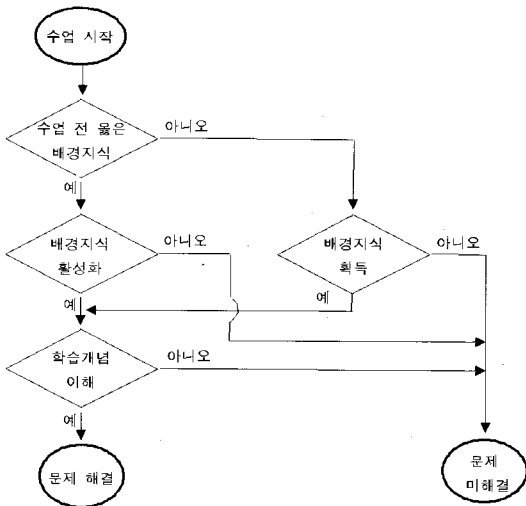


그림 1. 문제 해결 과정 모형

학습 개념도 바르게 이해한다고 분류된 경우이다. 반면 배경 지식 획득/활성화나 학습 개념 이해 중 하나라도 실패하게 된다면 문제를 해결할 수 없다. 그러므로 문제를 해결하지 못한 경우는 그 원인에 따라 1) 배경 지식 획득/활성화 실패, 2) 학습 개념 이해 실패, 그리고 3) 배경 지식 획득/활성화 실패 및 학습 개념 이해 실패 등과 같은 세 가지 유형으로 분류될 수 있다.

표 1은 앞에서 설명한 세 번의 판단에 근거하여 수업 후 학생들의 문제 해결 결과를 분류하는 틀이다. 문제 해결 결과는 문제 해결을 실패한 경우 나타날 수 있는 원인에 따른 세 가지 유형과 문제를 해결한 유형을 더하여 모두 4가지 유형을 생각할 수 있다. 여기에 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있는 경우와 그렇지 않은 경우를 구분하여 모두 여덟 가지로 문제 해결 결과를 나눌 수 있다. 이 분류틀은 학생들이 수업을 통해 과학적인 개념을 획득하고 제시된 문제를 해결하는데 있어 배경 지식과 학습 개념 중 어떤 부분에서 어려움을 겪는지 확인하는데 도움을 줄 수 있다.

### III. 연구의 내용 및 방법

#### 1. 연구 대상 및 연구 절차

이 연구에서는 교육대학교 1학년 학생 136명을

표 1. 문제 해결 결과 분류틀

판단 I <sup>a</sup>	판단 II <sup>b</sup>	판단 III <sup>c</sup>	문제 해결 결과
x	x	x	배경 지식 획득 실패 및 학습 개념 이해 실패
x	x	○	배경 지식 획득 실패
x	○	x	학습 개념 이해 실패
x	○	○	문제 해결
○	x	x	배경 지식 활성화 실패 및 학습 개념 이해 실패
○	x	○	배경 지식 활성화 실패
○	○	x	학습 개념 이해 실패
○	○	○	문제 해결

주. ○: 예; x: 아니오

<sup>a</sup>수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있는가?

<sup>b</sup>수업 중 올바른 배경 지식을 획득 또는 활성화하였는가?

<sup>c</sup>수업 중 학습 개념을 바르게 이해하였는가?

대상으로 본 연구의 절차에 따른 수업 중 학습하는 개념)에 대한 사전 검사를 실시하여, 사전 검사 결과 과학적 개념을 갖고 있지 않은 70명을 연구의 대상으로 하였다. 이 중 남학생은 16명이었고, 여학생은 54명이었다. 이들 중 21명은 뒤에서 언급할 배경 지식인 자유낙하에 대해 수업 전 옳은 개념을 갖고 있는 반면, 나머지 49명은 이를 바르게 이해하고 있지 않은 것으로 나타났다.

이 연구에서 학생들이 수업 중 학습하는 학습 개념은 '무중력 상태'이며, 사전, 사후 개념 검사 문항은 무중력 상태와 관련하여 물이 담겨있는 구멍 뚫린 컵이 자유낙하할 때, 컵 안에 있는 물이 어떻게 되는지를 묻고 있다. 학생들이 이러한 문항을 해결하기 위해서는 자유낙하하고 있는 컵 안은 무중력 상태가 되며, 이러한 무중력 상태에서는 구멍 뚫린 컵에서 물이 흘러나오지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 그러나 그에 앞서 어떠한 경우 물체가 자유낙하하고 있는 것인지를 알아야 한다. 즉, 사전, 사후 개념 검사 문항을 해결하기 위하여서는 손을 떠나 공중에 떠있는 물체에는 중력만 작용하며, 이러한 상태를 자유낙하라고 한다는 것을 알아야 한다. 따라서 이 연구에서는 '자유낙하' 개념을 '무중력 상태'에 대한 배경 지식으로 간주하였다.

학생들의 배경 지식 및 사전 개념을 조사한 후,

1) 본 연구에서는 이러한 개념을 '학습 개념'이라고 지칭하였다.

수업을 실시하였다. 수업이 끝난 직후 학생들의 사후 개념을 조사하는 것으로 문제를 해결하도록 하였다. 전체적인 소요 시간은 50분이었다.

학생들이 사전, 사후 개념 검사 문항에 대해 응답하는 과정에서 답지 선택에 대한 이유를 기술하도록 하였으나, 학생들이 기술한 이유가 분명하게 잘 나타나지 않은 경우가 있다. 학생들의 응답 이유를 분명하게 확인하고 또한 문제 해결에 있어 배경 지식이 어떻게 영향을 미치는지 정성적으로 살펴보기 위해 70명의 연구 참여자 중 희망자 11명에 대해 면담을 실시하였다. 이들 면담자는 모두 사후 개념 검사 결과 무중력 상태란 학습 개념에 대해서 올바른 이해를 하고 있는 것으로 나타났다. 개인당 면담 시간은 10분에서 20분 정도이며, 학생들이 사전, 사후 개념 검사 문항에 답한 이유를 확인하는 식으로 진행하였다. 학생들의 면담 과정은 모두 녹음하였다.

## 2. 검사 도구

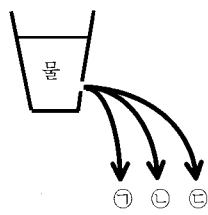
### 1) 사전·사후 개념 검사 문항

무중력 상태에 대한 학생들의 사전, 사후 개념을 검사하기 위한 문항을 개발하였다. 학생들이 무중력 상태에 관한 개념이 올바르게 개발된 사전, 사후 개념 검사 문항을 모두 해결할 수 있는지에 대한 내용 타당도는 4명의 물리교육을 전공한 전문가에게 검증받았다.

사전 개념 검사 문항은 모두 2문항이다. 각 문항은 '기타' 항목을 포함하여 5개의 답지로 구성되어 있으며, 답지를 선택한 이유에 대하여 학생들이 직접 기술하도록 하였다. 사전 개념 검사 문항1은 컵을 잡고 있던 손을 가만히 놓아 컵을 떨어뜨리면, 컵이 낙하하면서 물은 어떻게 되는지 물었고(그림 2 참조), 사전 개념 검사 문항2는 이 컵을 포물선 운동하도록 가만히 던진다면, 컵이 손을 떠난 상태에서 물은 어떻게 되는지 물었다.

사후 개념 검사에서는 모두 4문항을 제시하였다. 사후 개념 검사 문항1과 사후 개념 검사 문항2는 각각 사전 개념 검사에서 사용한 문항과 동일한 문항을 사용하였다. 사후 개념 검사 문항3은 옆면에 구멍이 있는 캔 속에 물을 넣고 이 캔을 연직 위로 던져 올릴 때, 캔이 손을 떠나 위로 올라가는 동안 캔 속의 물은 어떻게 되는지 물었고, 사후 개념 검사 문항4

1. 오른쪽 그림과 같이 옆면에 구멍이 있는 컵에 물을 넣고, 손가락으로 구멍을 막은 채 잡고 있었다. (만일, 구멍을 막지 않았다면 물은 ㉠과 같이 흘러나오며, 공기의 저항은 무시한다.) 만일 이 컵을 포물선 운동하도록 가만히 던진다면 컵이 손을 떠난 상태에서 물은 어떻게 될까? ( )



(가) ㉠과 같이 흘러나온다.  
 (나) ㉡과 같이 흘러나온다.  
 (다) ㉢과 같이 흘러나온다.  
 (라) 물이 흘러나오지 않는다.  
 (마) 기타 ( )

그 이유는?

그림 2. 사전 개념 검사 문항1

는 이 캔이 정상에 도달한 다음, 내려오는 동안 캔 속의 물은 어떻게 되는지 물었다.

응답에 대한 이유 진술을 포함하여 4문항 모두 옳게 답한 경우만 과학적 개념을 갖고 문제를 해결한 것으로 판단하였으며, 나머지 경우는 모두 문제를 해결하지 못한 것으로 판단하였다.

### 2) 배경 지식 검사 문항

이 연구에서 무중력 상태에 대한 배경 지식으로 간주하는 자유낙하에 대한 학생들의 이해 정도를 알아보기 위하여 3문항의 배경 지식 검사 문항을 개발하였다. 세 문항은 모두 속이 빈 금속 상자가 자유낙하하고 있는 경우로 이 상자에 작용하는 힘을 그림 위에 직접 화살표로 표시하는 것이다. 이때, 금속 상자의 운동 상태를 모두 다르게 하였다. 세 문항의 문제 상황은 다음과 같다; (1) 가만히 잡고 있던 손을 놓아 상자를 아래로 떨어뜨리는 경우, (2) 위로 던져, 상자가 위로 올라가고 있는 경우, (3) 포물선 운동을 하도록 던진 경우.

세 문항 모두 중력만 작용하는 것으로 옳게 표시한 학생은 수업 전 옳은 배경 지식을 갖고 있는 것으로 간주하였고, 한 문항이라도 틀린 경우는 수업 전 옳은 배경 지식을 갖고 있지 않은 것으로 간주하였다.

### 3) 수업 처치 및 자료 처리

자유낙하하는 구멍 뚫린 컵에서 물이 흘러나오지 않는 이유에 대하여 10분 정도 설명하는 수업을

실시하였다.

수업 전 옳은 배경 지식을 가진 학생은 문제를 해결하는 과정에서 이 배경 지식을 활성화시킬 수 있어야 하며, 옳은 배경 지식을 갖고 있지 않은 학생은 수업을 통해 이 배경 지식을 획득하여 사용해야 한다. 이 연구에서는 수업 처치를 통해 학생들이 옳은 배경 지식을 활성화시키거나 이를 얻을 수 있도록 고려하여, 연구자가 이와 관련하여 학생들에게 다음과 같은 설명을 하였다.

컵을 위로 던지건, 아래로 던지건, 옆으로 던지건, 비스듬히 던지건, 컵을 어떻게 던지더라도 손을 떠난 컵에는 중력만 작용한다. 많은 학생들이 초속도 0인 상태, 즉 정지한 상태에서 물체에 중력이 작용하여 아래로 떨어지는 경우만을 자유낙하한다고 생각하는데 그것은 잘못된 생각이다. 자유낙하란 물체의 운동 상태와 상관없이 중력만 작용하여 운동하는 모든 경우를 일컫는 말이다.

학습 개념인 무중력 상태 개념에 대한 수업 내용은 크게 일반적인 경우에 대한 부분과 자유낙하하는 경우에 대한 부분으로 구성되었다. Galili(1993, 1995)는 무중력 상태에 대한 학생들의 혼란이 무게를 중력과 동일한 개념으로 가르치는데 있다고 보고, 이러한 혼란을 제거하기 위해서는 무게를 물체가 접촉하는 면에 대하여 느끼는 수직항력으로 설명하는 것이 바람직하다고 지적하였다. 이 연구에서는 Galili가 지적한 이러한 내용을 고려하여 수업 내용을 구성하였다.

앞서 언급한 바와 같이 학습 개념인 무중력 상태 개념뿐만 아니라 배경 지식인 자유낙하 개념에 대해서도 설명하므로, 학생들이 수업 전 올바른 학습 개념과 배경 지식을 가지고 있지 않을지라도 수업을 통해 올바른 학습 개념과 배경 지식을 얻어 제시된 문제를 해결할 수 있도록 수업 내용을 구성하여 진행하였다.

#### IV. 연구 결과

앞서 언급한 그림 1의 배경 지식에 따른 문제 해결과정 모형에 따라 표 1과 같이 제안한 분류틀을 사용하여 사전 검사 결과, 무중력 상태에 대한 과학적 개념을 갖고 있지 않은 70명을 대상으로 그들의 문제 해결 결과를 분류하였다.

세 문항의 배경 지식 검사 문항을 모두 옳게 응답한 경우 수업 전 갖고 있는 배경 지식이 올바르다고 판단하였으며, 그렇지 않은 경우는 수업 전 갖고 있는 배경 지식이 올바르지 않다고 판단하였다. 4문항의 사후 개념 검사 문항에 응답하는 과정에서 검사 문항에 제시된 모든 물체는 중력만 작용하는 자유낙하 상태라고 하였을 때 수업 중 올바른 배경 지식을 획득하거나 활성화한 것으로 간주하였다. 그리고 4문항의 사후 개념 검사 문항 중 한 문항 이상에서 물이 흘러나오지 않는 이유를 무중력 상태에 대한 올바른 개념을 가지고 설명하고, 나머지 문항에서 무중력 상태를 설명하는 오류가 발견되지 않을 때 학습 개념인 무중력 상태를 이해하고 있는 것으로 판단하였다.

그러나 실제 이와 같은 방법으로 학생들을 분류하는 과정에서 학생들이 기술한 응답만으로는 수업 중 옳은 배경 지식을 획득/활성화하였는지, 또는 수업 중 옳은 무중력 상태에 대한 개념을 이해하였는지 정확히 판단하기 어려운 경우가 있었다. 또한 사후 개념 검사 문항으로 제시된 문제를 해결하는 과정에서 연구자가 의도한 배경 지식인 자유낙하 개념 이외에 학생들이 다른 배경 지식을 사용하고 있다는 것을 확인하였다. 그러므로 이를 고려하여 학생들의 문제 해결 결과 분류를 표 2와 같이 수정할 필요가 나타났다. 표 2에서 비교에 '추가'라고 기입한 경우는 연구자가 처음 의도한 8가지 분류 이외에 추가된 부분이다.

표 2의 분류를 보면, 문제 해결에 실패한 이유를 다음과 같은 세 가지 원인으로 분류할 수 있다; (1) 배경 지식 획득/활성화 실패, (2) 학습 개념 이해 실패, (3) 다른 배경 지식 사용. 표 3은 이와 같은 세 가지 원인별 사례수를 나타낸 것이다. 학생들의 응답 내용을 가지고 배경 지식 획득/활성화의 실패나 학습 개념 이해 실패를 정확히 판단하기 어려운 경우는 모두 5건인데 이런 경우는 0.5의 사례로 계산하였다. 또한, 한 학생의 과학적 개념 획득 실패 원인이 여러 가지인 경우는 각 원인마다 중복하여 계산하였다.

전체적으로 문제 해결에 실패한 원인별 사례수는 배경 지식 획득/활성화 실패, 다른 배경 지식 사용, 학습 개념 이해 실패의 순이었다. 특히 수업에서 활용해야 하는 적절한 배경 지식 대신 다른 배경 지식을 사용한 경우 모두 제시된 문제를 해결하는

표 2. 문제 해결 결과 분류

판단 I <sup>a</sup>	판단 II <sup>b</sup>	판단 III <sup>c</sup>	판단 IV <sup>d</sup>	인원	문제 해결 결과	비고
x	x	x	x	3	배경 지식 획득 실패/학습 개념 이해 실패	
x	x	△	x	1	배경 지식 획득 실패/학습 개념 이해 불분명	추가
x	x	○	x	14	배경 지식 획득 실패	
x	x	○	○	2	배경 지식 획득 실패/다른 배경 지식 사용	추가
x	△	○	○	1	배경 지식 획득 불분명/다른 배경 지식 사용	추가
x	○	x	x	1	학습 개념 이해 실패	
x	○	△	○	1	학습 개념 이해 불분명/다른 배경 지식 사용	추가
x	○	○	○	4	다른 배경 지식 사용	추가
x	○	○	x	22	문제 해결	
○	x	x	x	0	배경 지식 활성화 실패/학습 개념 이해 실패	
○	x	○	x	4	배경 지식 활성화 실패	
○	△	x	○	2	배경 지식 활성화 불분명/학습 개념 이해 실패/다른 배경 지식 사용	추가
○	○	x	x	0	학습 개념 이해 실패	
○	○	○	○	7	다른 배경 지식 사용	추가
○	○	○	x	8	문제 해결	
계				70		

주: 비교란에 추가라고 기입된 경우는 처음 연구자가 의도한 8가지 분류 이외에 추가된 부분이다.

○: 예; x: 아니오; △: 판단하기 어려운 경우.

<sup>a</sup>수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있는가?

<sup>b</sup>수업 중 올바른 배경 지식을 획득 또는 활성화하였는가?

<sup>c</sup>수업 중 무중력 상태에 대한 개념(학습 개념)을 바르게 이해하였는가?

<sup>d</sup>수업 중 배경 지식으로 또 다른 배경 지식을 사용하였는가?

표 3. 문제 해결 실패 원인별 사례수

문제 해결 실패 원인	사례수	전체 사례에 대한 비율
배경 지식 획득/활성화 실패	25.5	51.5
학습 개념 이해 실패	7.0	14.1
다른 배경 지식 사용	17.0	34.3
계	49.5	100.0

사용한 예는 다음과 같다.

중력과 관성력이 평형을 이루어  
물은 아래로 떨어지기보다는 처음 상태를 유지하고  
포물선 운동을 하면서 원심력이 물줄기에 영향을 미쳐

이 연구에서는 배경 지식이 학생들이 문제를 해결하는데 어떠한 영향을 미치는지 정성적으로 살펴 보기 위해 면담을 실시하였다. 표 4는 수업 전 배경 지식 상태와 문제 해결 결과 유형 등 면담에 참여한 11명에 대한 기초 자료를 나타낸 것이다.

이들에 대한 구체적인 면담 내용 및 그 분석은 다음과 같다.

데 실패하였다. 이 연구에서 학생들이 사용한 다른 배경 지식은 대부분 관성 개념으로, 사후 개념 검사 문항에 대한 응답 이유를 기술하면서 관성 개념을

- 2) 앞서 언급하였듯이 이들은 모두 수업 전 학습 개념이 바르지 않은 경우이다. 또한, 수업 후 학습 개념을 바르게 이해하지 못한 사례가 7건 있었으나, 면담자 중에는 이러한 사례가 포함되지 않았다. 즉, 면담자는 모두 수업을 통해 학습 개념을 바르게 이해하고 있는 경우이다.

표 4. 면담 학생들에 대한 기초 자료

학생 번호	수업 전 배경 지식	문제 해결 결과 유형
학생01	옳지 않음	A
학생02	옳지 않음	A
학생03	옳지 않음	B
학생04	옳지 않음	B
학생05	옳음	B
학생06	옳음	B
학생07	옳음	B
학생08	옳음	B
학생09	옳지 않음	C
학생10	옳지 않음	C
학생11	옳음	C

주. A: 배경 지식 획득/활성화 실패, B: 다른 배경 지식 사용, C: 문제 해결.

### 1. 배경 지식 획득이나 활성화에 실패한 경우

면담자 11명 중 2명이 배경 지식 획득/활성화에 실패하였다. 이들은 사전 개념 검사 문항2와 사후 개념 검사 문항2를 동일하게 틀린 답지를 선택하였다.

학생01은 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있지는 않았는데, 수업을 통해서도 올바른 배경 지식을 획득하지 못하므로 사후 개념 검사 문항2에 대하여 사전 개념 검사와 동일하게 틀린 답을 고수하였다.

연구자: [사후 개념 검사 문항] 1번 문항과 2번 문항은 같은 내용을 묻는 문제였나요?

학생이: 아니요.

연구자: 1번은 물이 흘러나오지 않는다고 대답했네요. 이유는 사전 문항과 같았나요?

학생이: 비슷한데 같은 중력가속도로 운동하기 때문이라는 생각은 수업 전에는 하지 못했어요. (이 학생은 사전 개념 검사에서 물이 흘러나오지 않는 이유를 '단순히 무중력 상태 때문이다.'라고 기술했었다.)

연구자: 2번은 ㉠이라고 썼네요. 사전 개념 검사에서도 그렇게 했는데 답이 같네요. 답이 맞을 거라고 생각했나요?

학생이: 네, 확신은 없으나 답이 맞았을 것이라고 생각했어요. 분명히 물이 흘러나오지는 않을 거라고 생각했어요.

연구자: 내가 설명하는 것 들었어요? 위로 던지건, 아래로 던지건, 옆으로 던지건, 어떻게 던지건 손을 떠난 물체에는 중력만 작용하게 되고 중력만 작용하는 물체는 그 안이 무중력 상태이고, 그런 경우 물이 흘러나오지 않는다는.

학생이: 그런데 고등학교에서 포물선 운동을 배웠어요. x축과 y축으로 나누고. 그래서 무중력 상태는 아니라고 생각했는데요.

연구자: 그래요? x축은 중력을 받고, y축은 아무런 힘도 작용하지 않는데.

학생이: 아니요, 고등학교 때 y축으로도 힘을 받는다고 했는데.

연구자: 내가 수업에서 설명했는데, 어떻게 던지건 손을 떠난 물체에는 중력만 작용하게 된다고. 그 이야기는 기억나요?

학생이: 그 이야기는 들었는데, 고등학교에서 포물선 운동하는 경우 x축도 힘이 있다고 배웠는데요.

연구자: 내 이야기와 다르다고 생각하지 않았어요? 이상하지 않았어요?

학생이: 조금 이상도 했는데..... 아마도 다른 이야기라고 생각한 것 같아요.

학생01은 수업을 통해 무중력 상태에 대한 개념을 이해하였다. 그리고 수업 전에 옳지 않은 배경 지식을 갖고 있었는데, 이 배경 지식은 분명히 고등학교에서 배운 것이라고 생각하고 있다. 이것이 매우 확고하여 연구자가 수업에서 설명하였음에도 불구하고 자신이 갖고 있던 배경 지식이 잘못된 것이라는 인식을 하지 못했다. 그래서 이 학생은 사전 개념 검사에서 잘못된 응답을 사후 개념 검사에서도 그대로 고수하였다.

학생02도 학생01과 마찬가지로 수업 전 배경 지식이 올바르지 않고 수업을 통해서도 올바른 배경 지식을 획득하지 못한 경우이다. 결국 사전 개념 검사에서의 잘못된 응답을 사후 개념 검사를 할 때 그대로 고수하였다.

연구자: 포물선 운동하는 경우 물이 흘러나온다고 했네요. 여기(사후 개념검사)에서도 [사전 검사와] 똑같이 3번이라고 답했네요. 왜 그럴죠?

학생02: 제가 처음(사전 개념 검사)에는 관성에 대해 썼잖아요. 그런데 선생님이 [수업 중에] 설명해서 중력[과 포물선 방향의 힘]에 대해서 썼어요.

연구자: 그런데, 공중에 떠있는 것은 중력만 받고, 이런 경우는 모두 무중력 상태라고 설명을 했죠. 내가 수업시간에 말한 것 기억나요?

학생2: 기억은 나는데, 그것이(이 문제가) 무중력과 관련이 있다고는 생각 안 했어요.

[중략]

연구자: 위로 던져 올린 경우도 물이 나온다고 했네요.

학생2: 이것도 위로 던진 힘이 있으니까 무중력 상태가 아니라고 생각했어요.

학생02 역시 수업을 통해 학습 개념인 무중력 상태에 대한 개념을 이해하였다. 또한 이 학생은 연구자가 수업을 하면서 관성이란 용어를 사용하지 않고 중력을 가지고 무중력 상태를 설명한 것을 파악하고 있었다. 그러나 수업 전 자신이 가지고 있던 배경 지식이 옳지 않다는 것을 파악하지 못하고 사후 개념 검사에서도 잘못된 배경 지식을 사용하였다. 단지 사용하는 용어만 바뀌었고 사전 개념 검사에서 잘못된 응답을 사후 개념 검사에서도 그대로 고수하였다.

## 2. 다른 배경 지식을 사용한 경우

면담자 중 7명은 일부 문항에 대하여서는 올바른 배경 지식을 획득하여 사용하거나 수업 전 가지고 있던 올바른 배경 지식을 활성화하였으나 다른 문항에 대하여서는 다른 배경 지식을 사용하므로 그 문항을 해결하지 못하였다. 이들 중 6명은 사전 개념 검사 문항2에 대한 틀린 답을 사후 개념 검사에서 수정하였고 1명은 자신의 틀린 답을 고수하였다.

학생03과 학생04는 매우 유사한 결과를 보였다. 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있지 않았으나, 수업을 통해 올바른 배경 지식 뿐만 아니라 무중력 상태에 대한 개념도 바르게 이해하게 되어, 사후 개념 검사 문항1, 검사 문항2와 검사 문항4를 해결할 수 있었다. 그러나 사후 개념 검사 문항3은 이들 문제와는 다른 내용의 문제로 인식하여, 중력 이외에 수직항력이 작용하는 것으로 잘못 생각하였다.

연구자: 포물선 운동할 때는 컵에 어떤 힘이 작용하죠?

학생3: 1번 문제와 마찬가지로 중력만 작용해요. 선생님님이 손을 떠나 공중에 떠있는 물체는 중력만 받는다요 했잖아요.

연구자: 그럼 문제1과 문제2는 같은 문제였겠네요?

학생3: 중력과 수직항력이 작용하는데 두 힘이 상쇄되어 아무런 힘도 작용하지 않는다고 했어요.

연구자: 앞에서는 공중에 떠있는 물체는 중력만 받는다요 했잖아요? 위로 던진 경우도 공중에 떠있는 것 맞잖아요?

학생3: 상황이 달라지니까 혼동이 되네요. 말로는 이해했는데, 실제 문제로 나오니까 잘 모르겠어요. 상황이 달라지니까 원래 제가 갖고 있는 생각으로 돌아갔어요.

학생05는 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있었다. 다른 문항을 풀 때는 이 배경 지식을 활성화시키며, 무중력 상태에 대한 개념을 이해한 것으로 보인다. 사후 개념 검사 문항2에 대하여서는 무중력 상태에 대한 개념을 적용하지 못하고 다른 배경 지식을 사용함으로써 사전 개념 검사에서와 같은 답을 고수하였다.

연구자: 잡고 있던 손을 가만히 놓아 컵을 떨어뜨리면, 컵이 떨어지는 동안 물은 흘러나오지 않는다고 했네요.

학생5: 네, 컵과 물에 대한 작용하는 중력가속도가 같으므로 무중력 상태가 되거든요.

연구자: 어때요, 이 대답은 수업 내용과 같나요?

학생5: 네, 수업에서 배운 대로 쓰려고 했어요.

컵과 물에 대한 작용하는 중력가속도가 같으므로 무중력 상태가 되어 컵에서 물이 흘러나오지 않는다고 대답하였다. 이것으로 보아 학생05는 수업을 통해 올바른 무중력 상태 개념을 이해한 것으로 보인다.

연구자: 그러면 [사후 개념 검사 문항] 2번을 봅시다. 포물선 운동을 해도 항상 중력이 작용하니까 ㉠과 같이 흘러나온다고 했네요. 이 대답은 사전 개념 검사해서 한 답과 같네요. 이유도 똑 같이 썼어요.

학생5: 네.

연구자: 어때요, [사후 개념 검사 문항] 1번과 2번은 다른 문제인가요?

학생5: 다르다고는 생각하지 않은 것 같은데요. 그래도 처음 [2번에 대한] 생각을 버릴 수가 없었어요.

[중략]

연구자: 이 경우 [사후 개념 검사 문항2] 작용하는 힘은 어떤 것들이 있나요?

학생5: 중력만 작용해요. [포물선 운동은] 수직으로 운동하는 거랑 옆으로 운동하는 거랑 합쳐진 것으로, 위로 던진 거나 아래로 던진 거나 상관없이 수직으로 운동하는 거에 대해서는 물이 나올 필요가 없는데, 옆으로의 운동 때문에 물이 나올 것 같아요.

연구자: 내가 수업시간에 이야기를 했는데요. 위로 던지



건, 아래로 던지건, 옆으로 던지건, 어떻게 던지건 손을 떠난 물체에는 중력만 작용하게 되고 중력만 작용하는 물체는 그 안이 무중력 상태라고.

학생5: 수업 내용은 저도 들었어요.

연구자: 그렇다면 답은 뭐라고 해야 하지요.

학생5: 이거랑(사후 개념 검사 문항1의 답) 똑같아요.

연구자: 그런데 답은 왜 달리 썼지요?

학생5: 제가 잘못 생각한 것 같아요.

[중략]

연구자: 수업을 들을 때 사전 개념 검사 문항 2번이 틀렸다는 것을 파악하지 못 했나요?

학생5: 네.

연구자: 그러면 또 틀릴 수 있다는 생각은 했어요?

학생5: 네.

연구자: 그러면 왜 바꿀 생각은 안 했나요?

학생5: 제가 [사전 개념 검사 문항] 2번이 틀렸다는 것은 알지 못했어요. 답에 대한 확신은 없었으나 처음 생각을 버릴 수 없었어요. 그것(처음 생각의 문제)에 대해서는 선생님이 해결해 주지 않으셨고, 잘 연결이 안됐어요.

학생5는 위로 던진 경우에도 올바른 답을 하였다. 수업 전 올바른 배경 지식도 가지고 있었고, 수업 중 연구자가 배경 지식에 대하여 설명한 것도 기억하고 있었다. 포물선 운동하는 경우도 중력만이 작용한다는 것을 알고 있었다. 본인은 검사 문항1과 검사 문항2를 다른 문항으로 생각하지 않았다고 하였으나 사실 학생5는 두 문항을 다른 종류의 문항으로 생각하고 있었다. 검사 문항1에 수평 방향의 운동이 추가된 검사 문항2에서 물이 흘러나오는지 에 대한 물음을 무중력 상태, 즉, 수직항력이 0이 된다는 사실을 가지고 해결하려고 하지 않고 수평 방향의 운동과 관련된 것으로 생각하였다. 그러므로 학생5는 위나 아래 즉, 연직 방향의 운동에 대하여서는 바른 이해를 하였으나 포물선 운동에 대하여서는 연구자가 수업에서 해결해 주지 않은 것으로 인식하고 본인의 사전 개념을 고수하였다.

이 학생의 경우 주어진 문항들을 별개의 문제로 생각하고 문항에 따라 학습한 개념을 적용하기도 하고 적용하지 못하기도 하였다. 이 학생은 물체의 운동을 연직 운동과 수평 운동으로 구별하여 수평 운동에 의하여서는 물이 나온다는 틀린 개념을 적용하였다.

학생5와 마찬가지로 학생6과 학생7, 학생8의 경우도 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있었고, 수

업을 통해 무중력 상태에 대한 개념도 바르게 이해했다. 사후 개념 검사 문항1과 검사 문항2, 검사 문항4를 해결하는 과정에서는 이 배경 지식을 활성화하여 문제를 해결하였으나, 위로 던진 경우인 사후 개념 검사 문항3은 지금까지 다루었던 문제와 다른 내용의 문제라고 인식하고, 이 문제를 해결하는 과정에서 다른 배경 지식을 사용하므로 결국 틀리게 답하였다.

연구자: 3번 문항을 봅시다. 컵을 위로 던졌어요. ‘컵은 중력이 작용하지만 위로 운동하므로 서로(힘의 방향과 운동 방향이) 반대가 된다. 그러나 아래와 위로 받는 힘의 크기가 같기 때문에 물은 아래로 흘러나온다.’ 이렇게 답했네요. 이게 무슨 뜻이지요?

학생6: 제가 혼란을 일으킨 거예요. 올라가게 던진 것은 (포물선 운동하게 던진 것과) 상황이 바뀌었으니까 다른 운동이 될 거라고 생각했어요.

연구자: 포물선 운동할 때는 중력만 받는다고 대답했잖아요.

학생6: 그러니까요. 포물선 운동은 정확한 개념을 확신하고 있었고요, 이 문제(문항3)는 앞의 것(문항2)과 상황이 대치되면서 많은 혼란을 일으켰어요. 처음에는 같은 답을 했다가, 그래도 다른 상황인 것 같아서 확실하지 않지만 다르게 답했어요.

학생7과 학생8도 학생6과 유사하게 사후 개념 검사 문항3과 같이 위로 던진 경우 중력 이외에 위로 던진 힘이 별도로 작용하거나 컵 안의 물이 컵을 누르는 힘이 강해져서 물이 흘러나온다고 잘못 응답하였다.

### 3. 제시된 문제를 해결한 경우

면담자 중 올바른 배경 지식을 획득/활성화하므로 문제를 해결한 경우는 모두 3명이었다.

학생9와 학생10은 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있지 못했다. 그러나 수업을 통해 무중력 상태에 대한 개념도 바르게 이해했을 뿐만 아니라 옳은 배경 지식도 획득하여 활용하므로 사후 개념 검사 문항을 모두 해결할 수 있었다.

연구자: 문항2는 뭐라고 이유를 썼나요?

학생9: 컵과 물이 동시에 움직이니까 무중력 상태가 되어 물이 흘러나오지 않는다고 썼어요.

연구자: 그럼, 문항3은요?

학생9: 그것도 똑같이 썼어요.

연구자: 언제 그런 생각을 갖게 됐나요?

학생9: 선생님이 수업 중 공중에 떠있는 물체는 중력만 받는다고 했잖아요. 전부 컵이 공중에 떠있으니까, 모두 물이 흘러나오지 않는 것이 답이라고 생각했어요.

학생11도 위의 두 학생과 마찬가지로 사후 개념이 과학적인 학생이다. 이 학생은 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있었으나 문제를 푸는 과정에서 이를 활성화시키지 못하고 사전 개념 검사 문항2에서 포물선 궤도를 컵을 던지면 컵을 던질 때 작용하는 힘이 컵에 계속 남아있다고 잘못 생각했었다. 그러나 이 학생은 수업 중 공중에 떠있는 물체에는 중력만이 작용한다는 배경 지식을 스스로 활성화시킬 수 있었으며 자신의 사전 개념 검사 문항2에 대한 답이 틀렸다는 것도 알고 있었다. 그러므로 이를 적용하여 사후 개념 검사 문항을 모두 해결할 수 있었다.

## V. 결론 및 제언

본 연구에서는 학생들이 제시된 문제를 해결하는 과정을 배경 지식을 중심으로 간단한 모형으로 제시하고, 문제를 해결하는 과정에서 나타나는 결과의 차이에 따라 학생들을 몇 가지 유형으로 나누어 보았다. 처음 모형을 제안하였을 때에는 수업 전 올바른 배경 지식을 갖고 있는지, 수업 중 올바른 배경 지식을 활성화하거나 획득했는지, 그리고 학습 개념을 바르게 이해하고 있는지 등 세 번의 판단에 따라 8가지로 문제 해결 결과를 나눌 수 있을 것으로 제안하였으나 70명의 교육대학교 학생들을 대상으로 무중력 상태 개념을 학습하는 수업에서 이와 관련된 문제 해결 과정에 이를 적용한 결과, 주어진 학습 개념에 대한 문항을 해결하는 과정에서 연구자가 의도한 배경 지식 이외에 여러 학생들이 연구자가 고려하지 않은 또 다른 배경 지식을 사용하는 것으로 나타났다. 그리고 이러한 경우는 모두 문제해결을 실패하였다.

학생들이 문제 해결에 실패한 원인은 배경 지식 획득/활성화 실패, 다른 배경 지식 사용, 학습 개념 이해 실패의 순으로 많았다. 또한 수업에서 활용하여야 하는 적절한 배경 지식 대신 다른 배경 지식을

사용한 경우 모두 제시된 문제를 해결하는데 실패하였다.

11명을 대상으로 한 면담 결과도 이러한 사실을 뒷받침하였다. 특히 모든 면담자는 사후 개념 검사 결과 학습 개념을 바르게 이해하고 있는 것으로 파악되었으나, 필요한 배경 지식을 획득 또는 활성화하는 것을 실패하였거나 불필요한 배경 지식을 활용함으로써 사후 개념 검 문항으로 제시된 문제를 해결하지 못하는 경우가 나타났다. 이것은 학습 개념의 이해에 앞서 필요한 배경 지식의 이해가 문제 해결에 있어 선행되어야 함을 알 수 있다.

본 연구 결과, 올바른 배경 지식을 가지고 있지 않거나 이를 가지고 있더라도 문제를 해결하는데 활성화시키지 못하면 학습 개념을 이해하고 있더라도 제시된 문제를 해결할 수 없다는 것을 확인하였으며, 특히 불필요한 배경 지식을 사용함은 문제 해결에 방해가 된다는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 무중력 상태란 학습 개념에 대한 문제를 해결하는데 있어 자유낙하 개념을 문제를 해결하는데 필요한 배경 지식인 반면, 관성은 문제 해결을 방해하는 불필요한 배경 지식인 것으로 나타났다. 그러므로 문제 해결 학습에 있어 교사는 필요한 배경 지식과 불필요한 배경 지식을 파악하여 이를 고려한 수업을 전개함이 요구된다. 그러므로 여러 학습 개념에 대해서 이러한 배경 지식을 파악하는 후속 연구가 필요하겠다.

## 참고문헌

- 김경, 김동식(2002). 컴퓨터활용교육: 웹 기반 PBL(Problem-Based Learning)에서 배경 지식 수준과 메타인지 지원 도구의 제공 여부가 PBL 활동에 미치는 영향. 컴퓨터교육학회논문지, 5(2), 29-37.
- 박덕재(2003). 청해와 독해의 연관관계와 배경 지식을 이용한 통합 수업에 관한 연구. 인문사회과학논문집, 32, 31-44.
- 서혁, 서수현(2007). 읽기 능력 검사 개발 연구 (1): 읽기 능력 검사의 하위 영역 설정 연구. 국어교육, 123, 213-242.
- 손성규(2004). 문법과 배경 지식의 활성화를 통한 듣기 지도에 관한 연구. 인문사회과학논문집, 33, 87-112.
- 송석요(2004). 어휘 능력, 배경 지식, 읽기 전략이 영어 읽기에 미치는 영향: 한국 대학생들을 중심으로. 영어영문학연구, 46(4), 243-262.

이상숙(2000). 짧은 대화 독해에서의 배경 지식을 위한 영상 매체 역할의 규명. *영상영어교육*, 1, 31-46.

최혜실(1992). 문학교육에 있어서 배경 지식의 문제. *국어교육*, 79, 295-309.

Biemans, H. J. A., & Simons, P. R. J. (1999). Computer-assisted instructional strategies for promoting conceptual change. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 247-262). Oxford, UK: Elsevier Science.

Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1-49.

Driscoll, M. P. (2000). *Psychology of learning for instruction*. Boston: Pearson Allyn & Bacon. (양용칠 역(2002). 수업설계를 위한 학습심리학. 서울: 교육과학사.)

Felthman, N. F., & Downs, C. T. (2002). Three forms of

assessment of prior knowledge, and improved performance following an enrichment programme, of English second language biology students within the context of a marine theme. *International Journal of Science Education*, 24(2), 157-184.

Galili, I. (1993). Weight and gravity: teachers' ambiguity and students' confusion about the concepts. *International Journal of Science Education*, 15, 149-162.

Galili, I. (1995). Interpretation of students' understanding of concept of weightlessness. *Research in Science Education*, 25, 51-74.

Strangman, N., & Hall, T. (2004). Background Knowledge, NCAC Curriculum Enhancement Report.

Strike, K. A., & Posner, G. J. (1985). *Conceptual change view of learning and understanding*. In L. H. T. West & A. L. Pines (Eds.), *Cognitive structure and conceptual change* (pp. 211-230). Orlando, FL: Academic Press.