

작용 반작용 과제에서 고등학생의 인지갈등 불안유형에 따른 설명가설 형성의 특성(I)

조용현 · 김연수¹ · 권재술
(한국교원대학교) · (오하이오 주립대학)

Characteristics of Explanatory Hypothesis Formation by Anxiety Types in High School Students Cognitive Conflict about Action-Reaction Task (I)

Cho, Yeounghean · Kim, Yeounsoo¹ · Kwon, Jaesool
(Korea National University of Education) · (The Ohio State University)¹

ABSTRACT

Based on conceptual change theory, cognitive conflict is known as an important factor for conceptual change even though there are still questions about its positive and negative effects on science learning. However there are little research which propose types of meaningful(constructive) cognitive conflict in learning science. The purpose of this study is to find out how are the anxiety types of cognitive conflict to which high school students respond in the action-reaction task, and to reveal what's the characteristic of the explanatory hypothesis according to the anxiety types. The result of this study indicated that first, the characteristics of the anxiety types of the cognitive conflict were classified as eight types. Especially the students who belong to the types of conviction of logical misconception and reasonable modification suggested explanatory hypothesis close to physical nature. On the other hand, the students who showed other types of anxiety except the two types of anxiety suggested temporary supported hypothesis or simple explanatory hypothesis based on students' observation and intuition. Finally we discussed the importance and the implication of the types of anxiety in applying the cognitive conflict strategy to science instruction.

Key words: anxiety types, cognitive conflict, explanatory hypothesis

I. 서 론

1980년대 이후 과학교육의 개념변화 이론가들은 학생들의 대안적 개념을 과학적 개념으로 변화시키는데 필요한 개념 조절 조건으로서 인지갈등의 중요성을 제안하였다(권재술, 1989, 1992; 권재술 등, 2003; Chan *et al.*, 1997; Hashweh, 1986; Hewson & Hewson, 1984,

Posner *et al.*, 1982). 그리고 그 이후 많은 연구자들이 인지갈등을 이용한 과학 수업전략이 개념변화에 효과적임을 보고하거나(Druyan, 1997, 2001; Lee & Kwon, 2002; Lee & Kwon, 2003; Niaz, 1995; 김범기와 권재술, 1995; 김연수 등, 2001; 이채은 등, 2001), 불일치 자료에 대한 다양한 반응의 중요성을 강조한 연구가 수행되었다(노태희 등, 2001, 2002; Chinn & Brewer, 1993, 1998; Lee

& Kwon, 2002; Mason, 2001; Park et al., 2001). 반면 다른 한편으로는 과학학습에서 인지갈등의 부정적 효과를 제시한 연구도 보고되었고(Champagne et al., 1985; Eylon & Linn, 1988; Dreyfus et al., 1990; Guzzetti & Glass, 1993; Limn & Carretero, 1997; Limn, 2001), 최근에는 인지갈등을 관리하는데 메타인지와 의지 그리고 자기조절의 역할이 중요한 전제가 된다는 것을 주장하는 연구가 보고되었다(Sinatra & Pintrich, 2003).

이와 관련하여, 이경호(2000)와 Kwon 등(2000)은 인지갈등의 구성 요인(Lee et al., 2003)중 인식, 흥미, 재평가 요인에 높게 반응하고, 불안 요인에 낮게 반응하는 유형이 과학개념 변화에 긍정적인 유형이라고 주장하였다. 또한 불안요인과 관련하여 Dreyfus 등(1990)은 사전지식이 부족한 학생이 인지갈등 상황을 대면하게 되면 불안을 느낄 수 있다고 제안하였고, 박종원 등(1993)은 불일치 상황에 대면한 학생들이 다른 변인을 추가적으로 언급하며 인지적으로 혼란스러운 상태를 경험할 수 있다고 강조하였다. 이와 같이 학생들이 불일치 상황에서 경험하는 불안 특성에 관한 연구는 연구자들마다 의견이 서로 다양하다.

특히 김연수(2002)는 인지갈등 구성요인 중 불안 유형에 초점을 맞추어 분석하였다. 그는 인지갈등 구성요인 중 인식, 흥미, 재평가 요인이 공통적으로 높고(즉, 인지갈등 요인을 기준으로 할 때 상대적으로 좀 더 유의미한 인지갈등을 경험한 경우이며) 불안요인에 높거나 낮게 반응하는 학생들에게 초점을 맞추었다. 연구결과에 의하면 높은 불안 반응을 보이는 학생은 논리적 오개념 확신행, 변인추가 시도형, 자신감 부족형, 과거 경험 충돌형 등의 유형으로 분류될 수 있었다. 반면 낮은 불안 반응을 보이는 학생은 예측결과 양립형, 합리적 수정형, 타인 의존형, 과거 경험 융합형 등으로 구분할 수 있었다.

그는 이들 유형 중 높은 불안의 논리적 오개념 확신행과 낮은 불안의 합리적 수정형을 개념변화 학습을 촉진시키는 유형이라고 제안하였다. 논리적 오개념 확신행의 경우, 학생이 자신의 명확한 논리적인 오개념(C1)과 과학적 개념(C2)의 차이점을 명료하게 구분할 수 있어서 과학 개념 변화 학습을 촉진시키기 때문이며, 합리적 수정형은 불일치 상황을 보고 사전개념의 합리적 수정을 시도하여 불일치 상황을 해소하려는 설명가설을 능동적으로 제안하고, 수업과정에서 수정한 개념과 과학 개념 사이의 차이점과 공통점을 인식함으로써 개념 이해를 촉진시키기 때문이라고 주장하였다.

한편, 박종원(2000, 2001)은 불일치 상황에 대면한 학생들이 설명가설을 어떻게 제안하느냐에 따라 개념변화 학습과정에 중요한 영향을 미친다고 강조하며 불일치 상황에서 학생들이 제안하는 설명가설 제안 과정에 초점을 맞추었다. 그는 학생의 배경지식이 불일치 상황에 대한 설명가설을 제안하는데 중요한 역할을 하며 학생의 배경 지식 탐색을 촉진하는 방안이 필요함을 주장하였다.

이러한 선행연구를 종합해 볼 때 불일치 상황에서 학생들이 보이는 반응 특성으로서 인지갈등의 불안 특성과 설명가설을 제안하는 특성이 개념변화 학습에 매우 중요한 요인이 된다는 것을 알 수 있다. 그러나 지금까지 수행된 연구들 중 높은 인지갈등을 경험한 고등학생들이 그 불안 유형에 따라 어떤 설명가설을 제안하는가를 알아본 연구는 찾아보기 힘들다. 그러므로 이 연구의 중요성을 다음과 같이 제시할 수 있다.

첫째, 이러한 연구는 김연수(2002)의 선행연구와 더불어 유의미하고 건설적인 인지갈등의 유형을 정의하는데 중요한 기초 연구가 될 수 있다. Limn(2001)은 유의미한 인지갈등을 일으키기 위해서는 학생들이 동기화 되어야만 하고, 갈등주제에 흥미가 있어야 하며, 자신의 선행지식을 활성화시키고, 특정한 인식론적 신념과 그 신념을 적용할 수 있는 적절한 사고 능력을 갖고 있어야 한다고 제안하였다. 그러나 그녀는 '유의미한 인지갈등 유형'이란 무엇이며, 구체적으로 어떻게 정의하는 것이 바람직한가에 관해서는 언급하지 않았다.

따라서 인지갈등의 구성요인 중 '인식', '흥미', '재평가' 요인이 높은 학생들이 불안 유형의 특성에 따라 불일치 상황을 어떻게 받아들이는가를 확인한 후, 그 불안 유형에 따라 학생이 설명가설을 어떻게 제안하는가를 알아본다면, 가설 제안에 적극적인 건설적인 인지갈등 유형과 가설 제안에 소극적인 인지갈등 유형을 보다 구체적으로 밝힐 수 있을 것이다. 이러한 연구를 통하여 인지갈등과 정모형(Lee et al., 2003)에서 유의미한 인지갈등 유형을 정의하는 합리적인 방안을 제안하리라 기대한다.

둘째, 인지갈등 불안유형을 고려한 개별화된 단계적 수업전략을 제안하는 기초 연구가 될 수 있다. 인지갈등의 불안유형에 따라 가설 제안 활동에 능동적인 그룹과 수동적인 그룹을 구체적으로 분류할 수 있다면, 과학 교사는 그 분류 특성에 적합한 상호작용을 통하여 가설제안에 수동적인 그룹을 보다 과학적으로 관리할 수 있을 것이다. 따라서 과학 교사는 불일치 상황을 이용하는 수업상황에

서 높은 인지갈등을 경험하는 학생들을 불안유형에 근거하여 보다 효율적으로 관리할 수 있는 유의미한 인지갈등 전략 수업을 전개할 수 있다.

따라서 이와 같은 연구목적을 수행하기 위하여 고등학교 학생들이 역학과 관련된 주제(작용-반작용 과제)에서 인지갈등 상황을 대면하였을 때 나타나는 불안유형에 따라 학생들이 제시하는 설명가설에 어떤 차이점이 있는가를 알아보고자 하였다. 구체적으로 이러한 연구주제를 접근하기 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

- (1) 선풍기-수레 과제에서 고등학생이 보이는 인지갈등의 불안 유형은 무엇인가?
- (2) 불안유형에 따라 불일치 자료에 대하여 제안한 설명가설은 어떤 특징이 있는가?

II. 연구 절차 및 방법

이 연구를 위하여 경기도에 위치한 일반계 고등학교의 1학년 과학 특활반 학생 31명 중 작용과 반작용 개념에 관하여 오개념을 갖고 있는 16명의 학생이 자발적으로 참여하였다. 이 학생들은 반에서 과학학습취도가 상위 30%에 포함된 학생들로 물리 학습에 대한 흥미 정도가 보통 이상이라고 면담 과정에서 강조하였다. 또한 이들은 선풍기 수레 과제에서 수레와 선풍기에 작용하는 힘의 작용점을 잘못 표현하거나, 동시에 고려해야 할 한 쌍의 작용 반작용의 힘 중에서 한 가지 힘만 표현함으로써 수레가 특정 방향으로 움직인다는 오개념을 공통적으로 갖고 있었던 학생들이다.

이 연구의 인지갈등 과제로 사용한 작용 반작용 과제는 Fig. 1과 같이 김연수(2002)가 사용한 선풍기-수레 과제를 이용하였다(인지갈등전략 연구회, 2003; Kim et al., 2001; Jargodzki & Potter, 2001). 이 과제는 선풍기를 작동시켰을 때, 수레의 운동상태가 어떻게 될지 예측하도록 하고, 실험 결과 자신의 예측과 다른 경우 어떠한 설명 가설을 제안하는가를 알아보는 과제이다. 이 과제는 공기와 바닥 표면과 관련된 이상화 조건과 선풍기와 판 사이의

거리, 선풍기 바람이 판을 때리는 각도, 판의 크기 및 모양 등에 따라 다양한 응답이 가능한 과제이다. 특히 이 과제에서 수레가 움직이느냐 움직이지 않느냐 하는 단편적인 결과에 핵심을 맞춘 것이 아니고, 학생이 자신의 예측 결과를 반증하는 실험 결과를 관찰 후, 어떤 반응 특성과 가설 제안 특성을 보이는가에 초점을 맞추었다.

Fig. 1. Task of action and reaction

또한 학생들의 인지갈등을 요인별(인식, 흥미, 불안, 재평가)로 측정하기 위하여 인지갈등 측정 검사도구를 사용하였다(Lee et al., 2003). 특히 이 연구에서는 인지갈등 상황에서 인지갈등 구성요인 중 인식, 흥미, 재평가 요인은 상 수준(인지갈등 수준: 67%이상)으로 높지만, 특히 불안 요인이 높거나(불안 수준: 67%이상) 낮게(불안 수준: 33%이하) 나타난 학생의 반응에 초점을 맞추어 분석하였다. 그 이유는 Lee 등(2003)이 제안한 인지갈등 과정 모형에서 유의미한 인지갈등의 특성을 찾는 데 초점을 맞추었기 때문이다. 먼저 인지갈등이 '유의미' 하다는 것은 인지갈등 요인 중 세 가지 요인인 '인식', '흥미', '재평가' 요인에 대한 반응 세기가 상대적으로 높다는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 그러나 '불안' 요인의 경우는 불안의 높·낮이 보다는 '불안' 반응에 대한 특성에 따라 불일치 자료를 받아들이는 특성이 다를 수 있기 때문이다(김연수, 2002).

인지갈등 측정 면담에서 인지갈등의 불안 요인에 관련하여 질문한 문항은 인지갈등 검사도구의 불안요인을 문

1) 선풍기-수레 과제에서 지면의 바닥과 수레바퀴 사이의 마찰력에 의한 효과를 없애기 위하여 에어트랙을 이용하여 시범보이는 방법이 있다(Martinez & Schulkins, 1986). 그러나 이 방법보다는 선풍기-수레 과제를 2.5m 이상의 줄을 이용하여 천장에 매달아 시범보이는 연구자들이 고안한 방법을 제안하고 싶다. 이 경우 돛과 선풍기 사이의 거리에 따라 세 가지 운동상태(정지, 오른쪽 가속, 왼쪽 가속)가 가능함을 쉽게 보일 수 있으며 운동방정식을 이용하여 알짜 힘의 크기를 계산할 수도 있다. 이 과제와 관련된 교훈적 논의는 다음 문헌을 참고하길 바란다(인지갈등전략 연구회, 2003; Clark, 1986a, 1986b; Jargodzki & Potter, 2001; Hewitt, 1988, 2003; Rutledge, 1986; Wallingford, 1986).

2) 검사도구는 부록을 참조.

Table 1. Items of anxiety component in cognitive conflict level test

Measurement component	Test items
Anxiety	1. The result of the demonstration confuse me. 2. Since I cannot solve the problem, I am uncomfortable. 3. Since I cannot understand the reason for the result, I feel depressed.

는 하위 문항으로서 그 내용은 Table 1과 같다.

Table 1에서 보이는 바와 같이 Lee 등(2003)은 불일치 상황에서 학습자가 보이는 '혼란'스럽고, '고민'이 되고, '답답'한 상태를 Anderson과 Bourke(2000)의 정의적 특성 분류기준을 근거로 불안 요인으로 정의하였다.

면담과정은 김연수(2002)의 연구에서 사용한 인지갈등 측정면담 및 박종원(2001)등의 과학적 설명가설의 제안과정을 참고하여 다음과 같이 2단계로 구분하여 사례제시면담(LAI)(Osborne & Freyberg, 1985)을 실시하였다. 면담 시간은 학생 개인별로 약 70분~90분 정도가 소요되었다. 면담의 제 I 단계는 선풍기-수레 과제에 대한 사전예측이 불일치한 학생의 불안유형을 확인하기 위한 것이다. 불안 유형은 면담원안을 근거로 원인연쇄분석방법³⁾(김연수, 2002; 이용숙, 1998; Werner & Schoepfle, 1987)을 이용하여 분석하였다.

제 II 단계는 불일치 현상을 설명하기 위한 설명가설을 제안해 보도록 한 것이다. 이 단계에서는 학생의 설명이 구체화되었을 때, 어떻게 그러한 설명을 하게 되었으며 설명가설을 제안하게 된 근원이 무엇인지 알아보기 위한 면담을 실시하였다.

이 연구 결과의 근거가 된 자료는 사례제시 면담 원안, 인지갈등 측정 면담 원안, 사전예측 및 설명가설 제안 Work Sheet 등이었다. 녹음된 면담 내용을 모두 전사하여 그 결과를 물리교육을 전공하는 현장 교사 4명과 공동으로 자료를 해석하였으며, 연구자들이 서로가 모두 공통적으로 동의하는 사항에 한하여 결과를 도출함으로써 연구결과의 타당도와 신뢰도를 높이고자 노력하였다. 또한 불안유형 판별과 관련해서 연구자들이 프로토콜을 보고 제안한 결과와 별도로 각각의 학생들이 불안유형의 특성이 진술된 카드를 이용하여 자신의 불안유형을 다시 확인하는 과정을 수행함으로써, 연구자들의 판단과 학생의 판

단이 서로 일치함을 확인할 수 있었다.

III. 연구 결과 및 논의

이 연구에서는 면담 절차를 기준으로 크게 두 가지 연구문제를 수행하였다.

첫 번째 연구 문제에 대한 결과로서 인지갈등상황에서 불안 요인 반응을 분석한 후, 고등학생이 보이는 불안 유형의 특성을 제시하였다. 그리고 두 번째 연구 문제에 대한 결과로서 고등학생이 보이는 인지갈등의 불안 유형에 따라서 불일치 자료에 대하여 어떤 설명가설을 제안하는가를 분석하였다.

1. 인지갈등의 불안유형

대학생을 참여자로 사례 연구를 수행한 김연수(2002)의 연구결과와 유사하게 불안유형을 크게 여덟 가지로 유형으로 정리하였다. 면담학생 16명은 인지갈등 측정면담에서 인식, 흥미, 재평가 영역의 반응에서는 비교적 모두 높은 리커드 척도 점수(인지갈등수준 평균: 92%)를 보인 학생들이다. 이 학생들이 대표적으로 나타난 인지갈등의 불안 요인(혼란스럽고, 고민스럽고, 답답한 이유)에 관한 반응 특징을 여덟 가지 유형으로 정리하였다. 먼저 불안정도(불안수준: 67%)가 높게 나타난 학생들의 불안 유형에 따른 학생분포를 제시하면 다음 Table 2와 같다.

위의 표에서 나타난 바와 같이 학생들이 인지갈등과제인 선풍기-수레 문제의 불일치 상황을 보고 불안정도를 크게 느끼는 경우는 사전예측 단계에서 자신의 대안개념을 확신하고 자신의 생각을 논리적으로 전개했을 때(논리적 오개념 확신행), 불일치 상황에 여러 가지 변인을 추가하면서 자신의 예측을 합리화시킬 때(변인추가 시도행),

3) 원인연쇄분석방법은 질적 연구방법에서 면담 참여자의 이유진술 내용에 대하여 좀 더 근원적인 이유를 알아보고자 사용하는 분석방법이다. 면담 참여자와 질문자 사이의 연쇄적인 질의 응답과정을 통해 보다 심층적인 원인을 밝히는데 사용될 수 있으며, 결과적으로 진술 내용의 원인을 연쇄적인 도형으로 구조화하여 표현할 수 있다.

Table 2. The distribution of students by the type of high anxiety in cognitive conflict

Type of anxiety	Conviction of logical misconception	Trial of variation addition	Lack of confidence	Collision of past experience
student	student no.1 student no.16 student no.20	student no.4 student no.9 student no.14 student no.18	student no.8 student no.11	student no.10

문제현상을 설명할 수 있는 자신감이 부족할 때(자신감 부족형), 그리고 불일치 현상과 과거경험이 충돌할 때(과거경험 충돌형) 등 네 가지 유형으로 정리하였다. 이러한 네 가지 유형의 특성을 가진 학생의 대표적 사례를 제시하면 다음과 같다.

논리적 오개념 확신형(사례 1번 학생)

이 학생은 체계적이고 논리적인 대안 개념을 갖고 있는 유형으로 자기 개념에 대한 확신 정도가 매우 높은 유형으로 연구자와의 불안 요인에 대한 면담내용은 다음과 같다.

연구자 : 너의 예측과 불일치해서 혼란스럽고 답답한 거니?

학 생 : 물론 예측과 틀려서 그런 것도 있지만, 제가 확실하게 알고 있는 원리와 틀려서 더욱 그래요.

연구자 : 너를 혼란스럽고 답답하게 만든 너만의 확실한 원리가 무엇이라고 생각하지?

학 생 : 일단, 선풍기와 공기의 작용·반작용의 두 힘, 또 하나는 공기와 판지의 작용·반작용의 두 힘이 있어요. 그리고 수레와 선풍기 및 판지는 한 덩어리로 생각해서 공기는 상관하지 말고 생각하면 공기가 선풍기를 뒤로 미는 힘보다는 공기가 판지를 앞으로 미는 힘이 더 크기 때문에 수레는 바람이 부는 쪽인 앞으로 가는 원리요!

연구자 : 공기가 판지를 미는 힘이 더 크다는 원리는 무엇인가?

학 생 : 선풍기에서 바람이 계속 불어나가고 있으므로 먼저 불어나갔던 공기덩어리는 뒤에서 불어오는 공기덩어리가 연속적으로 밀어 주기 때문에 판지에 도달할 때는 매우 큰 힘의 효과가 나타나죠.

위의 대화에서 나타난 바와 같이 이 학생은 공기와 선풍기, 수레와 판지 사이에 작용하는 두 힘(작용과 반작용)을 강조하면서 선풍기에서 나오는 공기가 앞에 있는 공기를 밀기 때문에 결국 오른쪽의 총 힘이 더 커져 선풍기가 움직인다는 논리를 매우 강하게 주장하였다. 이와 같이 논리적 오개념 확신형은 자신의 명확한 논리대로 관찰결과가 나오지 않았기 때문에 높은 불안반응을 보인 유형이다.

변인 추가 시도형(사례 4번 학생)

이 학생은 불일치 상황을 보고 특정 변인을 언급하면서 자신의 예측을 합리화시키는 유형으로 불안 요인과 관련된 면담내용은 다음과 같다.

연구자 : 지금, 너는 수레가 움직여야 되는데 정지한 다른 이유가 있다고 했는데 그 이유를 이야기 해볼래?

학 생 : 아니 분명히 수레에 선풍기에 의한 바람의 힘이 판지에 작용하는데 수레의 무게가 너무 무거워 안 움직일 수도 있잖아요.

연구자 : 그래? 지금 수레가 정지한 이유를 다른 어떤 요인 때문에 가지 않다고 생각하니?

학 생 : 예! 바람이 판지를 미는 힘이 수레의 최대정지마찰력보다 작아서요! 또한, "판지가 흔들리지만 예상보다는 바람이 판지를 때리는 힘이 약해서 바람의 세기를 좀더 강하게 하고, 수레의 무게를 아주 많이 줄여 마찰력을 무시하면 갈 수 있는 요인이 되죠!

위의 대화에서 나타난 바와 같이 변인추가 시도형은 불일치 상황을 관찰한 후, 판지의 크기, 바람의 세기, 마찰력 등 다양한 요인을 추가적으로 언급하며 수레가 움직일 수 있다는 자신의 처음 주장을 합리화시키는 반응을 보여 줌으로써 높은 불안 반응을 보인 유형이다.

자신감 부족형(사례 8번 학생)

이 학생은 자신이 모르는 다른 원인이 있을 것 같다는 사실을 강조하여 문제에 대한 호기심은 있으나 자신감이 크게 부족하여 현상을 설명할 수 없다고 강조한 유형으로 불안정도에 대한 응답은 다음과 같다.

연구자 : 이 과제를 보고 내가 답답하고 혼란스러운 이유를 말 해볼래?

학 생 : 바람이 오른쪽으로 미니까, 오른쪽으로 이동해야 하는데 이동하지 않았고, 실험장치에도 더 조작해야 할 것도 없는 것 같은데 그렇지 않으니까 답답하네요.

연구자 : 그래도, 네가 아는 대로 수레가 정지한 이유를 설명해볼래?

학 생 : 글썄요! 설명할만한 이론을 잘 모르고, 너무 복잡한 것 같아 도저히 설명할 만한 자신도 없고 엄두를 못 내겠어요! 알고는 싶은데...

위의 응답에서 나타난 바와 같이 이 학생은 문제현상에 대한 호기심은 있으나 자신의 배경지식을 이용하여 불일치 현상을 설명할만한 자신감이 없었기 때문에 불안정도가 높았던 유형이다.

과거경험 총괄형(사례 10번 학생)

이 학생은 과거에 경험했던 돛단배 상황과 선풍기-수레 과제의 실험 결과 사이의 갈등으로 인해서 높은 불안을 보여주었던 유형으로 불안 요인과 관련된 면담내용은 다음과 같다.

연구자 : 왜? 그렇게 고민스러운데?

학 생 : 과거에 TV에서 보았던 돛단배는 바람에 의해 움직이는데 이 경우에는 정지해서 고민스러워요!

연구자 : 그래? 돛단배의 경우와 달라서 혼란스럽다고 했는데 차분하게 다시 설명해 볼까?

학 생 : 배는 수레, 돛은 판지와 같은 역할이죠! 그런데 돛단배는 바람이 불면 가는데 수레는 판지가 흔들릴 정도로 바람이 불어 가는데도 정지한 것이 이상하잖아요!

면담 내용에서와 같이 이 학생은 돛단배가 움직이는 상황을 수레가 움직이는 상황과 연관시켜 문제상황을 예측하였으며 실제 결과는 자신의 경험적 사실과 다르게 나왔기 때문에 높은 불안 반응을 보였다고 주장한 사례이다.

반면 다음과 같이 불안정도(불안수준: 33% 이하)가 낮게 나타난 학생들의 불안 유형에 따른 학생분포를 제시하면 다음 Table 3과 같다.

학생들이 작용 반작용 과제의 결과에 대한 불일치 상황을 보고 인지갈등의 불안 요인에 낮게 반응하는 경우를 분석하여 유형을 정리하면, 사전예측의 결과가 상황에 따라서 양립될 수 있다고 생각하는 경우(예측결과 양립형), 문제현상에 대한 불일치 상황의 결과를 보고 바로 자신 있게 합리적으로 자신의 논리를 수정할 때(합리적 수정형), 교사나 친구에게 의존하여 해결하면 된다는 소극적인 태도를 보일 때(타인 의존형), 과거 경험으로 문제현상을 비교하여 불일치 상황을 합리화시키려 할 때(과거경험 융합형) 등 네 가지 유형으로 제시할 수 있었다. 이러한 네 가지 유형의 특성을 가진 학생의 대표적 사례를 제시하면 다음과 같다.

예측결과 양립형(사례 5번 학생)

이 학생은 실험 결과에 대한 사전예측 과정에서 양립된 실험 결과를 모두 예상하고 있었기 때문에 실험결과에 대하여 자신이 생각한 두 가지 예측 결과 중 한가지 사례를 관찰한 것이라고 주장하며 실험결과를 합리화시키는 유형이다. 이 학생의 불안요인에 관한 면담 내용은 다음

Table 3. The distribution of students by the type of low anxiety in cognitive conflict

Type of anxiety	Compatibility of prediction result	Reasonable modification	Dependence of other people	Fusion of past experience
student	student no.5	student no.7	student no.3 student no.13 student no.17	student no.6

과 같다.

연구자 : 문제현상이 어떤 경우일 때 오른쪽으로 가고, 또 정지할 수 있다는 건가? 또한 고민스럽지 않는 이유는?

학 생 : 바람이 세게 불면 오른쪽으로 갈 수 있다고는 했지만, 바람이 약하고 수레가 무거워지면 정지한다고 예상했기 때문에 상황에 따라서 달라질 수도 있다고 생각해서 그렇게 대답하지는 않지요.

연구자 : 갑자기 수레가 무거우면 정지한다고 한 이유는?

학 생 : 바람이 힘에 비해서 수레가 무거우면 정지할 것이고, 가벼우면 움직일 수도 있죠.

면담 내용에서와 같이 이 학생은 관찰 결과가 실험 상황에 따라 두 가지 상반된 결과로 나올 수 있다는 것을 강조한 사례로서 특히 바람의 세기와 수레 무게의 상대적 크기 차를 주장하였다. 따라서 불일치 상황을 보아도 자신의 생각이 틀린 것이 아니기 때문에 불안을 별로 느끼지 않았다고 주장한 유형이다.

합리적 수정형(사례 7번 학생)

이 학생의 경우는 불일치 상황을 보고 자신의 선행 개념을 합리적으로 수정하면서 실험결과 해결에 강한 자신감을 보이는 유형이다. 이러한 특징을 불안 요인에 관한 다음 대화 내용에서 찾아볼 수 있다.

연구자 : 문제현상에 대한 결과가 일치하지 않아도 별로 걱정이 안 된다고 했는데 그 이유라도 있나?

학 생 : 비록 최종 예상은 틀렸지만, 결과를 보니 충분히 수정이 가능하여 정지할 것이라는 설명을 할 수 있다는 것을 확신할 수 있기 때문이죠. 즉, 수레에 작용하는 평형의 두 힘 때문에 정지한 상황이 정리가 되네요.

연구자 : 문제현상을 설명할 수 있는 확신이 있는데 설명을 해줄 수 있겠나?

학 생 : 공기가 프로펠러를 뒤로 미는 힘과 바람이 판지를 앞으로 미는 두 힘이 서로 평형을 이루기 때문에 정지한 상황이 정리가 되네요.

위의 응답에서 나타난 바와 같이 이 학생은 불일치 상황을 보고 난 직후 불일치 현상에 대한 설명을 비교적 물리적 본성에 가까운 설명가설로 바꾸어 차분하고 진지하게 제시하였다. 다시 말해서 이 유형의 학생은 자신의 초기이론을 불일치 상황에 맞도록 수정을 시도하였고, 이러한 수정이론을 이용하여 불일치 상황을 나름대로 설명할 수 있다는 자신감이 있었기 때문에 낮은 불안 반응을 보여준 사례이다.

타인 의존형(사례 3번 학생)

이 학생은 스스로 실험 현상을 설명해보려고 노력하는 능동적인 태도보다는 실험결과를 인정하고 교사나 친구에 의존해서 해결하면 된다고 편안하게 생각하는 유형으로서 이 학생의 불안요인에 관한 면담 내용은 다음과 같다.

연구자 : 문제 현상의 실험을 관찰하고 본인의 생각과 일치하지 않았는데 별로 불안을 느끼지 않는 까닭은?

학 생 : 선생님이나 친구들에게 물어보면 될 것 같고, 또한 이 실험에 대해서 그 이유를 그렇게 알려고 안 해도 상관없을 것 같아요!

위의 대화에서 나타난 바와 같이 이 학생은 본인이 문제현상을 적극적으로 해결하려고 하지 않고 남들에게 물어봐서 해결하면 된다는 막연한 기대감을 지니면서 타인에게 의존하려는 경향이 매우 강함을 알 수 있다. 따라서 이 학생은 낮은 불안 반응을 보여주었다.

과거경험 융합형(사례 6번 학생)

이 학생은 과거에 책에서 읽은 기억이나 T·V나 만화에서 보았던 과거 경험에 의존하여 자신의 불안 반응을 합리화시키는 유형으로서 불안요인에 관한 면담 내용은 다음과 같다.

연구자 : 수레가 앞으로 가는 너의 예상과 지금 실험 결과가 일치하지 않았는데 별 걱정이 안 되니?

학 생 : 과거 만화책에서 보았는데 배의 돛을 향해 주인 공이 움직이면서 무술을 써서 바람이 확 부니까, 배가 앞으로 조금씩 가는데, 과거에 봤던 책을 제가 잘못 본 것 같아서 다시 찾아보면 되니까 그리 답답하지는 않죠!

위의 대화에서 나타난 바와 같이 이 학생은 과제에 만 화책을 본 경험을 문제현상과 관련시켜 불일치 현상을 단순하게 합리화시키는 반응을 보여주고 있다. 따라서 이 학생도 낮은 불안 반응을 보여주었다.

이상과 같은 높은 인지갈등을 경험한 고등학생이 인지갈등의 불안 요인과 관련하여 나타내는 반응은 대학생들 대상으로 연구한 김연수(2002)의 연구에서와 같이 불안 정도의 높·낮이에 따라 각각 네 가지 유형으로 분류할 수 있었다.

2. 불안유형에 따른 설명가설의 특성

불일치 상황을 경험한 학생들이 인지갈등의 불안유형에 따라 불일치 상황(선풍기-수레 문제)을 어떻게 설명하는가를 알아보기 위하여 실험결과를 관찰하도록 한 후 설명가설을 제안하도록 하였다. 이에 연구자는 효과적으로 설명가설을 제안하게 하기 위해 학습보조자료(Work Sheet)를 이용하여 다음과 같은 두 가지 질문에 초점을 맞추었다.

- 질문 1. 선풍기-수레 과제의 실험 관찰결과 수레, 선풍기 및 판자에 작용하는 힘을 표현하는가?
- 질문 2. 선풍기-수레 과제의 실험 관찰결과 이 현상에 대하여 어떤 설명 가설을 제안하는가?

먼저 이와 같은 II 단계 과정에서 16명의 학생들이 제안한 설명가설을 불안유형에 따라 정리하면 다음과 같다.

논리적 오개념 확산형(사례 1번 학생)

이 학생은 문제현상을 관찰하고 난 후 선풍기가 정지한 이유를 어떤 두 힘의 평형관계를 강조하면서 힘의 평형에 관한 배경 지식을 동원하여 설명가설을 제안하였다. 다음은 연구자가 제시한 시범실험에 관하여 학생이 제안한 설명가설과 관련된 대화내용이다.

연구자 : 문제 현상을 관찰한 후 수레가 정지한 이유를 설명해볼래?

학 생 : 선풍기를 뒤로 미는 힘 벡터와 판자를 앞으로 미는 힘 벡터가 서로 평형을 이루어 정지한 겁니다.

연구자 : 수레가 정지한 근거를 구체적인 힘 벡터를 이용해서 표현해볼까?

학 생 : F_1 (바람이 선풍기에게 준 반작용의 힘 : 왼쪽) + F_4 (수레의 마찰력: 왼쪽) = F_2 (바람이 판자를 미는 힘 : 오른쪽) + F_3 (바람이 다시 판자를 미는 반작용의 힘 :오른쪽), 이 식에서 보는 것처럼 수레에 작용하는 각 방향의 두 가지 힘이 합성되어 서로 평형을 이루어 수레가 정지한 것이죠.

이 학생은 선풍기-수레에 작용한 힘을 나름대로 작용, 반작용의 두 힘을 모두 고려하여 언급한 후 왼쪽으로 작용하는 마찰력을 추가하여 전체적으로 선풍기-수레에 작용하는 모든 힘이 평형을 이루기 때문에 정지해있다는 물리적 본성⁴⁾에 가까운 가설을 제안하였다. 이러한 특성은 다른 연구(박종원, 2001)에서도 언급되었듯이 명확한 사전개념을 갖고 배경지식들(작용·반작용의 힘, 평형개념, 마찰력 등) 사이의 연관을 지어 가설을 세우는 학생이 물리적 본성에 가까운 가설을 제안한다는 결과를 잘 보여주고 있다.

변인추가 시도형(사례 4번 학생)

이 학생은 문제현상의 사례제시를 관찰 한 후 수레가 정지한 이유를 수레와 선풍기를 포함한 전체의 질량 및 바람의 세기, 마찰력 등의 실험공간에서의 다양한 변인을 추가하여 탐색을 한 사실이 연구자와의 다음 면담내용에서 두드러지게 나타났다.

연구자 : 현상의 결과를 관찰한 후 자꾸 수레바퀴와 판자를 먼저 보고 그랬는데 나름대로의 설명할 수 있는 가설을 세워 볼래?

학 생 : 선풍기를 수레에서 내려 밖에다가 놔두고, 선풍기를 가동하면 수레가 앞으로 나가는 것으로 보아서 선풍기의 질량이 너무 커서 바람이 판자를 밀어서 앞으로 나가는 힘, 즉 판자를 부딪힌 힘으로는 움직이는 것이 어려울 것 같아 수레는 정지합니다.

위의 대화에서 나타난 바와 같이 위 학생은 실제로 수레를 직접 한번 밀어보기도 하고, 바퀴의 윤활 작용을 점

4) 이 학생이 제안한 개념이 물리적으로 옳은 개념을 제안한 것은 아니다(F_3 와 같이 바람이 반동으로 나오면서 힘이 오른쪽으로 더 작용한다고 생각하고 있다.). 물리적 본성에 가깝다는 의미가 물리적으로 옳은 과학적 개념을 의미하는 것은 아니며, 상대적으로 과학적 개념에 접근한 진술을 하였다는 것을 의미한다.

검하면서 판지의 딱딱한 정도 등 다양한 실험에 관한 변인을 탐색하기도 하였다. 결국 이 학생은 선풍기의 질량이 너무 무겁기 때문에 판지에 부딪히는 바람의 힘이 너무 약해서 수레가 움직일 수 없다는 가설을 제안하였다. 이 학생은 실험상황의 관찰을 토대로 가설을 찾아 제안하는 대표적인 사례로써 핵심이론을 유지한 채 실험결과와 관련된 보조가설을 제안하는 특성을 보여주었다.

자신감 부족형(사례 8번 학생)

이 학생은 수레가 정지한 이유를 어떤 두 힘의 평형 때문이라는 단순한 설명가설을 제시하였으나 매우 자신이 없는 표정을 지으면서 구체적으로 설명하지는 못하고 머뭇거렸다. 다음은 이 학생이 제시한 가설과 관련된 대화 내용이다.

연구자 : 왜? 오른쪽으로 간다 했다가 왼쪽으로 간다라고 고치고, 다음엔 정지로 고친 다음에 최종에측에는 오른쪽으로 움직인다고 했는데 갈팡질팡 하는 이유는 혹시 상황에 따라서 답이 다를 수 있다고 예측한 건가?

학 생 : 아니에요! 수레에 작용하는 힘은 바람에 판지에 부딪쳐 서로 주고받는 힘이 있는 무슨 확실한 원리가 있는 것 같은데 잘 떠오르지 않네요! 알고 싶은데 어떻게 설명하기가 너무 자신이 없어 답답합니다.

위의 대화에서 나타난 바와 같이 위 학생은 문제현상의 사례제시를 관찰 한 후에 작용 반작용 법칙의 배경지식을 언급하여 새로운 가설을 세워 설명하려고 노력했으나 힘의 정확한 작용점을 표시하는데는 자신이 없어 하면서 설명하기를 꺼려하다가 곧 포기하는 경향을 보여주었다. 다시 말해서 이 학생은 배경지식을 단편적으로 적용시켰을 뿐만 아니라 배경지식에 대한 자신감이 부족하여 배경지식과 불일치 상황 사이에 구체적인 연관을 제시하는데 실패한 사례이다.

과거경험 충돌형(사례 10번 학생)

이 학생은 과거에 T·V에서 보았던 돛단배의 경험에 강한 인상을 받아 수레가 정지한 이유를 자꾸 돛단배의 경우와 연결을 시켜 설명하려고 노력하였다. 다음은 문제현상에 관한 학생이 제안한 설명가설과 관련된 대화 내용이다.

연구자 : 문제현상을 관찰한 후 수레가 정지한 이유를 설명해볼래?

학 생 : 선풍기의 바람을 판지가 그대로 받지 않고, 받은 바람을 뒤로 뚫어 내어서 움직이지 않는 것 같다.

연구자 : 뚫어 내지 않으면 움직일 것 같은가?

학 생 : 예! 과거에 T·V의 영화에서 시청하였던 돛단배의 경우에는 바람을 받아 가듯이 수레도 판지에서 뚫기는 힘이 제거되면 앞으로 움직이겠죠...

[중간생략]

학 생 : 돛단배의 경우에는 돛이 천으로 되어서 그대로 바람을 흡수해서 그 힘으로 가지만, 이 실험에서는 판지가 매우 딱딱해서 바람이 판지에 도달하는 순간 뚫어나가 결국 판지에는 바람의 힘이 손실되는 거죠.

위에서와 같이 이 학생은 경험을 통해서 축적한 배경지식(돛단배의 사례)을 이용하여 설명을 시도하고 있지만 물리적 본성과는 거리가 먼 설명 가설을 제안하였다. 이와 같은 결과는 배경지식에 근거하여 가설을 제안할지라도 관찰현상의 표면적 특성에만 머물러 물리적 현상의 본질적 특성을 고려하지 못한다면 바람직한 설명가설을 제안하기 힘들다는 것을 보여준다.

예측결과 양립형(사례 5번 학생)

이 학생은 실험의 외형적인 요인에 의해서 실험결과가 바뀔 수도 있다고 주장하였다. 이 학생이 제안한 가설과 관련된 면담 내용은 다음과 같다.

연구자 : 문제 현상을 관찰한 후 너의 설명가설을 제안해볼래?

학 생 : 선풍기로 인해 공기가 밀려 판지를 밀지만, 수레의 마찰력보다는 크지 않기 때문에 밀리지 않는 것 같아서 수레가 정지한 것 같아요. 즉, 조건에 따라서 갈 수도 있고 정지할 수도 있지 않을까요?

연구자 : 상황에 따라서 수레가 정지 아니면, 움직일 수 있다고 자꾸 상황을 강조하는데 어떤 상황을 말하는 거지?

학 생 : 모든 자연현상은 조건에 따라 결과가 나오기 때문에, 여기서도 수레가 움직이는데 있어서 바람

의 세기에 비해서 마찰력이 더 크면 정지하고, 마찰력이 더 작으면 움직일 수도 있다고 봅니다.

이 학생은 문제현상을 관찰 한 후 마찰력이라는 배경지식을 이용하여 바람이 판지를 미는 힘(바람의 세기)과 마찰력 사이의 관계를 언급하며 핵심이론의 변화 없이 바람의 세기와 비교해서 마찰력의 크기에 따라 수레의 운동상태가 달라질 것이라는 임시적 보조가설을 제안하였다.

합리적 수정형(사례 7번 학생)

이 학생은 수레가 정지한 결과를 보고서도 별로 당황하지 않고 고개를 끄덕이면서 차분하게 자신의 틀린 진술을 수정하면서 매우 자신 있는 표정을 지었다. 다음은 이 학생이 제안한 가설과 관련된 대화 내용이다.

연구자 : 금방 너의 표정은 알 수 있다는 표정을 지었는데 문제 현상에 대한 설명을 해볼래?

학 생 : 선풍기와 판지사이에는 공기가 존재하는데 그 공기와 선풍기의 바람 사이에는 서로 작용·반작용의 힘이 작용하고 있고, 마찬가지로 공기와 판지 사이에도 서로 작용·반작용의 힘이 작용하고 있지요. 두 쌍의 작용·반작용의 힘들 중에서 바람이 선풍기를 뒤로 미는 반작용의 힘과 바람이 판지를 앞으로 미는 작용의 힘이 서로 평형을 이루어 정지한 것입니다.

연구자 : 수정한 설명을 확신한다고 생각한 이유는?

학 생 : 정지한 것에 대한 결과를 판지, 선풍기, 공기에 각각 해당하는 작용·반작용의 법칙과 두 힘의 평형을 적용해서 설명할 수 있을 것 같아요!

이 학생은 문제현상의 불일치 상황을 관찰한 후에 차분하고 진지하게 실험세트를 유심히 관찰하면서 선풍기와 바람 및 판지와 바람 사이의 작용·반작용의 두 힘과 그 중에서 수레에 작용하는 두 힘의 평형이라는 배경지식을 언급하여 물리적 본성에 가까운 타당성 있는 가설을 제시하였다. 이러한 결과는 높은 불안 유형의 논리적 오개념 확신행의 학생이 배경지식들 사이의 연관을 지어 물리적 본성에 가까운 가설을 제안한 특징과 유사하다.

타인 의존형(사례 3번 학생)

이 학생은 인지갈등 과제에 대한 설명을 처음부터 망설이고 자꾸 연구자만을 쳐다보면서 “선생님이 설명해 주시면 안되나요?” 라는 질문만 반복하였다. 다음은 연구자가 제시한 시범실험에 관하여 학생이 제안한 설명가설과 관련된 면담 내용이다.

연구자 : 시범실험을 관찰한 후 수레가 정지한 근거를 설명해볼까?

학 생 : 선풍기에서 발생한 바람이 수레를 움직이게 할 만큼 큰 힘이 아니어서 움직이지 않을 것이라고 생각은 하지만 선생님 설명을 들어야 정확하게 알 것 같은데?

연구자 : 그럼, 선풍기 바람이 세게 불어도 정지한다면 어떻게 설명할까?

학 생 : 글썄요! 선생님 설명을 들으면 안되나요? 설명 좀 해주시면 안되나요?

위의 대화에서 나타난 바와 같이 이 학생은 핵심이론의 변화 없이 바람의 세기와 관련지어 실험과 관련된 보조가설을 소극적으로 제안하였고, 결국 자신이 직접 해결해보려는 노력도 없이 자꾸 선생님에게 의지해서 결론을 내리던 된다는 수동적인 태도를 보여주었다.

과거 경험 융합형(사례 6번 학생)

이 학생은 과거에 책에서 읽었던 돛단배 사례를 강조하여 수레의 무게와 바람의 세기를 주요 요인으로 언급하면서 현상을 설명하였다. 다음은 이 학생이 제안한 가설과 관련된 대화 내용이다.

연구자 : 이 현상을 보고 설명을 제안해 볼래?

학 생 : 선풍기의 바람이 판지를 미는데 오른쪽으로 가야하지만 수레와 선풍기가 무거워서 못 가니까 정지한 것 아닐까요?

연구자 : 그럼, 수레를 가볍게 해서 실험하면 어떨까?

학 생 : 돛단배가 가듯이 움직일텐데...조금 차이가 있는 것 같은데...

연구자 : 무슨 차이가 있는데?

학 생 : 그런데! 돛단배는 넓은 바다 전체에서 바람이 불고 있다는 것이 물리죠! 즉, 돛단배는 바다 전체에서 바람이 불고 있어서 바람의 힘이 세계 불어 배가 가는 것이죠. 하지만, 이 수레는 소형 선풍

기에서 바람이 불고 있어서 바람이 약해서 수레
가 못 가는 거죠.

이 학생은 실험 상황에 대한 탐색활동을 경험적으로 인식하고 있는 듯한데 사례와 연관지어 핵심이론은 유지한 채 실험과 관련된 보조가설을 제안한 사례이다. 이와 같은 사례에서 알 수 있듯이 학생이 불일치 상황을 합리화시키기 위하여 관찰활동을 통해서 확인한 요인을 자신이 기억하고 있는 사실과 연관지어 핵심이론을 공고히 할 수 있음을 알 수 있다.

IV. 결론 및 제언

앞장의 연구 결과를 요약하고 그 결과를 근거로 결론 및 제언을 제시한다.

첫째, 인지갈등 측정면담결과 나타난 인지갈등의 불안 유형은 대학생을 대상으로 조사한 김연수(2002)의 연구에서와 같이 고등학생들에게도 불안 정도의 높·낮이에 따라 각각 다음과 같은 네 가지 유형을 확인하였다. 학생들이 선풍기-수레 문제의 불일치 상황을 보고 인지갈등의 불안 요인에 높게 반응하는 경우는 사전예측 단계에서 자신의 논리적 대안개념을 확신하고 자신의 논리를 전개할 때(논리적 오개념 확신행), 불일치 상황을 보고 실험상황과 관련된 여러 가지 변인을 추가하면서 자신의 예측을 합리화시킬 때(변인추가 시도형), 자신의 배경지식을 이용하여 문제현상을 설명할 수 있는 자신감이 부족할 때(자신감 부족형), 그리고 불일치 현상과 과거경험이 충돌하여 갈등을 크게 느낄 때(과거경험 충돌형)등 이었다.

반면 학생들이 인지갈등의 불안요인에 낮게 반응하는 경우는 사전예측의 결과가 실험 변인에 따라서 서로 상반된 결과가 나올 수 있다고 생각할 때(예측결과 양립형), 실험결과를 보고 배경지식을 이용하여 바로 자신 있게 자신의 논리를 합리적으로 수정할 때(합리적 수정형), 교사나 친구에게 의존하여 해결하면 된다는 소극적인 태도를 보일 때(타인 의존형), 과거에 경험하거나 알게된 사실에 근거하여 불일치 상황을 합리화시키려 할 때(과거경험 융합형) 등 네 가지 유형을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 인지갈등의 불안 요인이 단순히 불안 정도의 높·낮이에 따라 고려되어야 할 특성이 아니고 학생이 갖고 있는 배경지식과 자료수용 태도에 따라 보다 구체적으로 분류되어야 할 필요성을 강조한 김연수(2002)의 연구결과와 잘 일치

한다. 따라서 이와 같은 결과는 인지갈등의 불안유형 분류 특성에 근거하여 건설적인 인지갈등 유형이 정의되어 함을 의미한다고 볼 수 있다. 또한 인지갈등의 정도가 높다고 하더라도 이와 같은 불안 유형별 특성을 교사가 고려하여 적합한 상호작용을 할 때 이상적인 유의미한 추후 학습이 이루어질 수 있으리라 생각한다.

둘째, 높은 불안 유형의 '논리적 오개념 확신행'과 낮은 불안유형의 '합리적 수정형'의 학생은 불일치 상황을 관찰한 후, 배경지식을 이용하여 초기이론을 수정하였는데 이들은 물리적 본성에 가까운 설명가설을 제안하였다. 반면 높은 불안 유형의 '자신감 부족형'과 낮은 불안 유형의 '타인 의존형'은 설명가설을 제안하지 못하거나 매우 수동적인 태도를 보여주었으며, 높은 불안의 '변인추가 시도형'은 실험상황에서 관찰한 변인을 도입하여 핵심이론을 보완하는 보조적 임시가설을 제안하는 특성을 보여주었다. 또한 높은 불안의 '과거경험 충돌형'과 낮은 불안의 '과거경험 융합형' 및 '예측결과 양립형'의 학생은 배경 지식과 실험상황에 도출한 변인을 이용하여 핵심이론을 합리화하는 임시적 보조가설을 제안하는 특징을 보여주었다.

이러한 결과를 통해서 우리가 주목해야 할 사실은 학생들이 배경지식을 연관시켜 물리적 본성에 가까운 설명가설을 제안하기 위해서는 사전 예측단계에서 이미 학생이 갖고 있는 이론이 잘 구조화되어 있어야 한다는 것이다. '논리적 오개념 확신행'이나 '합리적 수정형'의 학생들은 불일치 하는 결과를 예측하였어도 이미 자신이 제안한 이론을 힘의 평형 개념과 작용·반작용 개념과 연관시켜 이해하고 있었다. 과학교사가 인지갈등전략을 이용할 경우 이와 같은 불안 유형의 학생들은 보다 심화된 과학개념학습이 가능하리라 예상된다.

반면에 '과거경험 충돌형'이나 '융합형' 또는 '예측결과 양립형'과 같이 배경지식의 탐색이 단편적 과거 경험에 의존하거나 실험관찰 상황의 표면적 특징에 한정될 경우, '변인추가 시도형'과 같이 실험상황에서의 관찰이 표면적 특징에만 머무를 경우는 새로운 이론적 가설을 제안하기 힘들다는 것을 시사한다. 이러한 유형의 학생들은 자신의 배경 지식을 순차적으로 반추하여 자신이 제안한 가설의 논리를 명확히 이해하도록 촉진하는 단계적 시범 실험과 구체적인 학습자료가 필요하다.

무엇보다도 교사의 도움이 가장 크게 필요로 하며, 집중적인 상호작용이 적극적으로 이루어져야 할 유형은 '자

신감 부족형'과 '타인 의존형'의 학생들이다. '자신감 부족형'의 학생들은 배경지식이나 가설을 제안하는 활동에 대한 자신감 부족의 원인이 무엇에 근거하는가를 심층적으로 탐색하고 이해하는 것이 중요하다고 생각되며, '타인 의존형'의 학생들도 자신의 학습동기와 학습 태도를 반추할 수 있도록 돕는 과학교사와의 구체적인 상호작용이 연구되어야 한다.

국 문 요 약

과학학습에서 인지갈등은 개념변화의 중요한 필요조건으로 인식되고 있다. 그러나 아직까지 인지갈등 유형 중 어떤 갈등 유형이 과학학습과정에서 건설적인 갈등유형인가를 제안한 연구는 찾아보기 힘들다. 따라서 이 연구의 목적은 16명의 고등학생을 대상으로 작용 반작용의 법칙과 관련된 불일치 현상(선풍기-수레 문제)을 제시 한 후, 인지갈등의 불안요인 반응에 초점을 맞추어 인지갈등의 불안유형을 구분하고, 불안유형에 따라 학생이 제안하는 설명가설의 특징을 알아보고자 하였다. 연구결과 인지갈등의 불안 요인 반응에 대한 높·낮이에 따라 각각 네 가지 유형의 불안 유형을 확인하였으며, 각 불안유형에 따른 설명가설의 특징과 과학수업에서 인지갈등 수업전략을 적용할 때 중요하게 고려해야 할 불안유형의 특성을 논의하였다.

참 고 문 헌

- 권재술(1989). 과학 개념의 한 인지적 모형. 물리교육, 7, 1-9.
- 권재술(1992). 과학 개념 학습을 위한 수업 절차와 전략. 한국과학교육학회지, 12, 19-29.
- 권재술, 이경호, 김연수(2003). 인지갈등과 개념변화의 필요조건과 충분조건. 한국과학교육학회지, 23, 574-591.
- 김연수, 서상오, 이경호, 박현주, 권재술 (2001). 중등과학 교육에서 인지갈등 수업전략 활용 실태. 한국과학교육학회지, 21, 400-410.
- 김연수(2002). 인지갈등 불안 유형과 귀인의 동기 심리학적 요인에 따른 학생의 물리 개념 변화 특성. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 김범기, 권재술(1995). 과학개념과 인지적 갈등의 유형이 학생들의 개념변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지 15, 472-486.
- 노태희, 정은희, 강석진, 한재영(2002). 개념 학습에서 변칙 사례의 역할. 한국과학교육학회지, 22, 586-594.
- 노태희, 임희연, 강석진, 김순주(2001). 학생의 인지적·정의적 변인, 변칙 사례에 의한 인지갈등, 개념변화 사이의 관계. 한국과학교육학회지, 21, 658-667.
- 박종원, 장병기, 윤혜경, 박승재(1993). 중학생의 빛과 그림자에 대한 증거평가. 한국과학교육학회지, 13, 135-145.
- 박종원(2000). 학생의 과학적 설명가설의 생성과정 분석 - 과학적 가설의 정의와 특성을 중심으로 - 한국과학교육학회지, 20, 667-679.
- 박종원(2001). 학생의 과학적 설명가설의 생성과정 분석 - 대학생의 반응 분석을 중심으로- 한국과학교육학회지 21, 609~621.
- 이경호(2000). 고등학생의 물리개념 변화에 미치는 인지갈등, 학습동기와 학습전략의 영향. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 이용숙(1998). 교육에서의 질적 자료의 분석. 이용숙·김영천 편(1998), 교육에서의 질적 연구: 방법과 적용 (pp. 107-186). 서울: 교육과학사.
- 이채은, 이경호, 김지나, 권재술(2001). 인지갈등 상황 제시유형에 따른 고등학생들의 역학 개념변화. 한국과학교육학회지, 21, 697-709.
- 인지갈등전략 연구회(2003). 선풍기를 이용하여 무풍지대에서 빠져나올 수 있을까? 제 44차 한국과학교육학회 정기총회 및 하계학술대회 워크숍, 151-153.
- Anderson, L. W., & Bourke, S. F.(2000). *Assessing affective characteristics in the schools*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associate.
- Chan, C., Burtis, J., & Bereiter, C.(1997). Knowledge building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction*, 15, 1-40.
- Champagne, A. B., Gunstone, R. F., & Kolpfer, L. E. (1985). Instructional Consequences of Students' Knowledge about Physics Phenomena. In L. H. T. West & A. L. Pines (Ed.) *Cognitive Structure and Conceptual Change*. Orlando, FL: Academic Press, 61-90.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F.(1993). The role of

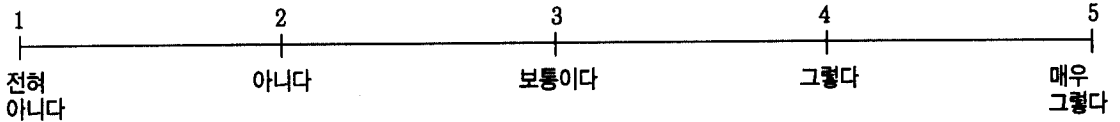
- anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1-49.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F.(1998). An empirical test of a taxonomy of responses to anomalous data in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 623-654.
- Clark, R. B.(1986a). The answer in obvious, isn't it? *The Physics Teacher*, 24(1), 38-39.
- Clark, R. B.(1986b). Response. *The Physics Teacher*, 24(7), 393.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Eliovitch, R.(1990). Applying the "cognitive conflict" strategy for conceptual change: Some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, 74, 555-569.
- Druyan, S.(1997). Effect of the kinesthetic conflict on promoting scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 1083-1099.
- Druyan, S.(2001). A comparison of four types of cognitive conflict and their effect on cognitive development. *International Journal of Behavioral Development*, 25, 226-236.
- Eylon, B., & Linn, M. C.(1988). Learning and instruction: an examination of four research perspectives in science education. *Review of Educational Research*, 58, 251-301.
- Guzzetti, B. J., & Glass, G. V.(1993). Promoting conceptual change in science: A comparative metaanalysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28, 116-159.
- Hashweh, M. Z.(1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8, 229-249.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. A.(1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.
- Hewitt, P.(1988). Figuring physics. *The Physics Teacher*, 26(1), 57-58.
- Hewitt, P.(2003). *Conceptual physics*. (ninth edition). Addition-Wesley Publishing Company, Inc.
- Jargodzki, C., & Potter, F.(2001). *Mad about physics: braintwisters, paradoxes, and curiosities*. New York: John Wiley.
- Kim, Y., Choi, W., Moon, S., Choi, H.(2001). Action and Reaction with a Fan and a Cart, *Program and Abstracts of 2001 International Conference on Physics Education in Cultural Context*, CheongJu.
- Kwon, J., Lee, G., Park, H., Kim, J., & Lee, Y.(2000, April). The relationship between the characteristics of cognitive conflict and response to anomalous situations when learning science. *Paper presented at National Association for Research in Science Teaching*, New Orleans.
- Lee, G., & Kwon, J. (2003). Toward an Understanding and use of cognitive conflict in science instruction(I), *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23, 360-374.
- Lee, G., Kwon, J., Park, S., Kim, J., Kwon, H., & Park, H.(2003). Development of an instrument for measuring cognitive conflict in secondary-level science class, *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 585-603.
- Lee, Y., & Kwon, J.(2002). The effects of cognitive conflict on students' conceptual change in physics, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22, 923-943.
- Limn, M.(2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11, 357-380.
- Limn, M., & Carretero, M.(1997). Conceptual change and anomalous data: A case study in the domain of natural science. *European Journal of Psychology of Education*, 12, 213-230.
- Mason, L.(2001). Responses to anomalous data on controversial topics and theory change. *Learning and Instruction*, 11, 453-483.
- Martinez, K., Schulkins, M.(1986). The H.M.S. Newton

- III: an onboard-fan-powered sail cart. *The Physics Teacher*, 24(7), 393.
- Niaz, M.(1995). Cognitive conflict as a teaching strategy in solving chemistry problems: A dialectic-constructivist perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 959-970.
- Osborne, R. J., & Freyberg, P.(1985). *Learning in science: The implication of children's science*. Auckland, NZ: Heinemann.
- Park, J., Kim, I., Kim, M., & Lee, M.(2001). Analysis of the students' processes of confirmation and falsification of their prior ideas about electrostatics. *International Journal of Science Education*, 23, 1219-1236.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A.(1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 221-227.
- Rutledge, C. T.(1986). The obvious answer is correct! *The Physics Teacher*, 24(7), 393.
- Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R.,(2003). *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Willingford(1986). Obvious?? *The Physics Teacher*, 24(7), 392.
- Werner, O., & Schoepfle, G. M.(1987). *Systematic Fieldwork*. Newbury Park: Sage Publications.

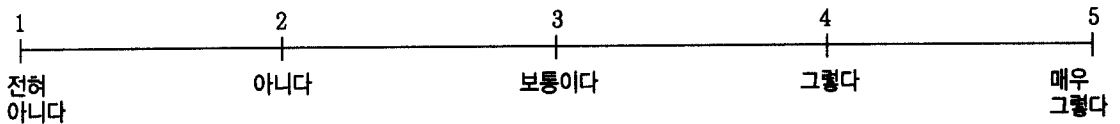
부 록

인지갈등 측정도구

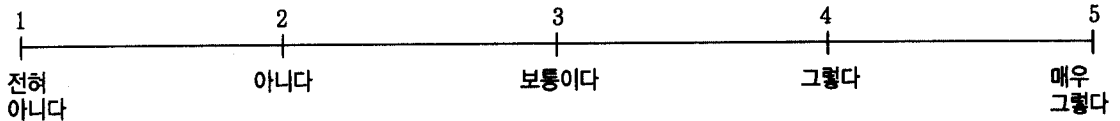
1. 실험 결과를 보는 순간 왜 그럴까? 하는 생각이 들었다.



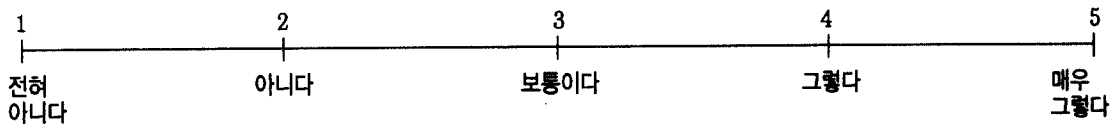
2. 이 실험 결과를 보는 순간 놀라웠다.



3. 실험결과를 보는 순간 나의 예상과 달라서 이상하다는 생각이 들었다.



4. 이 실험 결과는 재미있다.



5. 이 실험결과를 보니 호기심이 생긴다.



6. 이 실험결과를 나의 관심을 끈다.

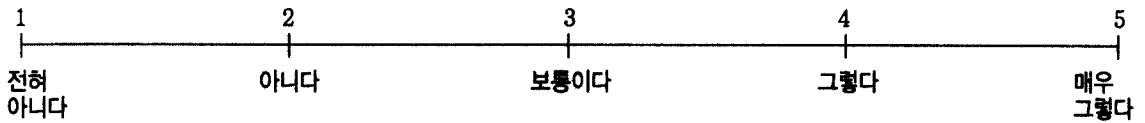


7. 이 실험 결과를 보니 혼란스럽다.



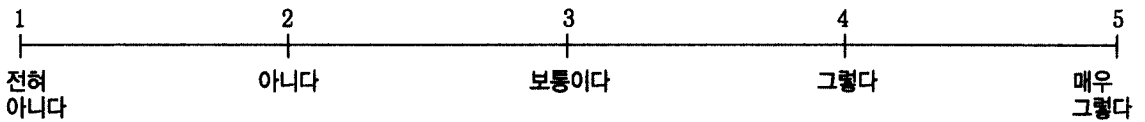
그 이유는?

8. 이 문제를 해결할 수 없어 고민이다.



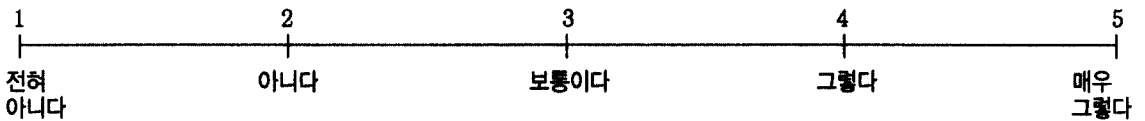
그 이유는?

9. 이 실험 결과에 대한 이유를 이해할 수 없어서 답답하다.

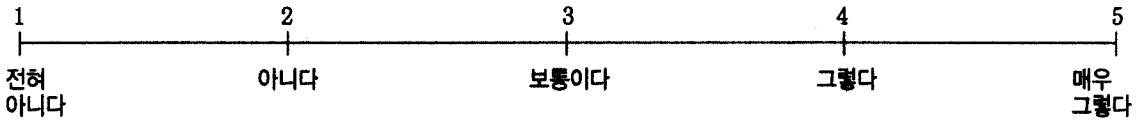


그 이유는?

10. 내 생각이 잘못된 것인지 좀 더 확인해 보고 싶다.



11. 실험 결과가 왜 그런지 더 깊이 생각해야겠다.



12. 실험 결과를 설명할 수 있는 근거를 찾아야겠다.

