

과학학습에서 불일치 상황에 대면한 초등학생의 인지갈등 측정 도구 개발

박상석 · 이경호 · 김정환 · 권혁구 · 권재술

한국교원대학교

The Development of an Instrument for the Measuring Cognitive Conflict Levels of Elementary Students Confronted with an Anomalous Situation in Science Learning

Park, Sang-Suck Lee, Gyoung-Ho, Kim, Jung-Whan, Kwon, Hweg-Gu
and Kwon, Jae-sool

Korea National University of Education

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop an Instrument for the Measurement of Cognitive Conflict Levels of students who confronted with an anomalous situation in science learning. Anomalous situation is generated when students' prediction is disconsistent with the observed fact.

In this study, the researchers identified 4 components of cognitive conflict and developed three items for each component. The items were developed and revised by four pilot tests.

In the first pilot test, 55 elementary school students participated in the test. In the second pilot test, 88 students of the 5th and 6th grader participated in the test. The instrument of measuring cognitive conflict levels was given to the subjects right after demonstrating anomalous situation. For the demonstration, two different problem situations were developed: one was a pulley problem and the other was electric bulbs in parallel. Answered reasons for each items were analyzed to assess students' understanding on each items. In third pilot test, 125 elementary school students participated in the test. A factor analysis of the responses was carried out and reliability of the test was assessed by calculating internal consistency values. The items were finalized by three pilot tests. After 1 month after the third pilot test, researchers conducted the finalized test items to 323 students of the 5th and 6th grader.

The final instrument showed moderate reliability (Cronbach- α 0.82~0.87) and good content validity(0.93). A factor analysis of the response was carried out. 4 main factors completely coincided with 4 components that we supposed to be the conducts of cognitive conflict.

The instrument can provide a means for both teachers and researchers to assess the cognitive conflict of a large number of students within a single class period. The results can be used by teachers to better understand the process of conceptual change of their students and to match instruction and materials accordingly.

I. 서론

구성주의 학습이론에 의하면 학생들은 백지에 그림을 그리듯이 새로운 개념을 획득하는 것이 아니라 자신의 머리 속에 이미 형성되어 있는 선개념을 변화시키거나 더욱 발전시키는 형태로 학습을 한다. 즉 구성주의자들은 학습이 학생들이 학습하기 전에 이미 가지고 있는 선개념과 학생들이 배우게 될 개념과의 상호작용에 의해서 이루어진다고 보며, 학습과정은 학습자 스스로가 의미를 구성해 가는 능동적 과정이라고 본다(Driver 등, 1985; Pines & West, 1985; Hashweh, 1986).

흔히 학생들의 선개념은 효과적인 학습에 장애가 되며 이러한 선개념은 많은 경우 과학자들에 의해 밝혀진 과학 개념들과는 매우 다르지만 학생들의 관점에서 보면 매우 의미 있고 그럴듯한 특징을 지니고 있다. 또 선개념은 다양할 뿐만 아니라 계속되는 학습에 의해서도 쉽게 바뀌지 않고 견고하게 지속된다고 한다(이영직, 1992; Andersson, 1986; Mohapatra, 1990). 결국 개념 변화의 출발점은 교수 이전에 학생들이 가지고 있는 선개념이라고 할 수 있다. 많은 학자들은 어떻게 이러한 선개념을 과학적 개념으로 변화시킬 것인가를 주요 과제로 연구해 왔다. 이러한 연구들에서는 인지갈등을 개념변화를 위한 가장 중요한 요소로 여기며, 학생으로 하여금 스스로 선개념에 불만족을 느끼도록 해야 한다고 제안했다(권재술, 1989; 김익균, 1991; 박종원, 1992; 오원근, 1998; 이영직, 1998; Niaz, 1995; Stavy & Bekovitz, 1980; Hewson & Hewson, 1984). 특히 권재술(1989)은 선개념이 과학적 개념으로 변하기 위해서는 인지갈등 상황을 제시해야 한다고 하였다.

최근 인지갈등에 관한 많은 연구가 이루어져 왔고 인지갈등 전략이 전통적인 교수 방법에 비해 개념변화에 매우 효과적이었다고 보고하고 있다(김범기, 권재술, 1995; Hewson & Hewson, 1984; Niaz, 1995; Druyan, 1997). 그러나 이들 연구에서 갈등을 일으킬 수 있는 상황을 제시했

지만, 학생들이 인지갈등을 겪었는지는 측정하지 않았다. 그래서 학생들은 인지갈등을 겪었는지 또한 겪었다면 어느 정도 겪었는지 알 수가 없었다. 이런 문제점 때문에 몇 연구에서는 학생들과의 면담을 통해 갈등을 겪었는지 확인했고 학생들의 반응 특성을 통해 어느 정도 갈등을 겪었는지를 판정하였다(박용운, 1996; 임이숙, 1996; 이영직, 1998).

그런데 이들이 사용한 면담의 방법이 많은 시간을 필요로 하며 소수의 정성적 연구의 한계를 가지고 있고 또한 면담을 통해 갈등의 정도를 판정하는 데 있어 판정자의 주관이 개입될 여지가 많다. 따라서 객관적으로 판정할 수 있는 세분화된 판정도구가 필요하여 본 인지갈등 측정 도구를 개발하게 되었다.

본 연구를 수행하기 위한 연구 문제는 초등학교 5, 6학년울 대상으로 물리 영역의 역학과 전자기학에서 각각 한 소재를 선택하여 갈등을 일으킬 수 있는 상황을 제시하고, 학생들이 Likert 척도를 이용한 검사지에 반응하도록 함으로써 인지갈등 여부와 그 정도를 측정할 수 있는 도구를 개발하는 것이다.

II. 도구 개발 과정

면담에 의한 인지갈등 정도를 측정한 선행연구를 토대로 본 인지갈등 측정 도구를 R & D(Research & Development) 방법에 의해 수정·보완하여 개발하였다.

1. 연구 대상

연구 대상은 초등학교 5, 6학년울 대상으로 하였다. 연구 목적에 맞는 학생은 자신의 심리적 갈등 상태를 잘 표현 할 수 있어야 하며 응답이 유가 일관성이 있어야 하기 때문에 어느 정도의 인지수준에 도달한 초등학교 고학년을 대상으로 했다.

1차 현장 검증 때는 읍·면 지역의 초등학교 6학년 1학년 55명에게, 2차 현장 검증 때는 읍·면 지역의 초등학교 5, 6학년 1학년씩 88명에게, 3차 현장 검증 때는 중·소도시 초등학교 6학년

3학년 125명에게, 4차 현장 검증 때는 읍·면 지역 초등학교 5, 6학년 1학년씩, 97명과 중·소도시 초등학교 5, 6학년 1학년씩, 92명, 그리고 대도시 초등학교 5, 6학년 2학년, 134명, 총 323명에게 현장 검증하였다.

2. 초기 검사지 개발 과정

인지갈등 과정 모형을 근거로 인지갈등의 평가요소를 선정하고, 각 평가요소에 대한 진술문을 수집하였으며, 평가요소들에 대한 개념적 정의를 한 후, 평가요소에 따른 평가목표를 세워 각 평가요소별로 세 문항씩 Likert 척도를 이용하여 초기 검사지를 개발하였다.

(1) 인지갈등의 평가요소 선정

인지갈등의 평가요소는 이경호 등(미발표)의 인지갈등 과정 모형에서 선정하였다. 인지갈등 과정 모형은 학생들이 인지갈등 시 겪게 되는 심리 과정을 불일치 상황인식, 흥미, 불안, 인지적 재평가 등 네 가지 요소로 설명하는 모형이

평가 과정을 거칠 것으로 예상한다. 이러한 4가지 과정을 모두 겪을 수록 특히, 강하게 겪을 수록 학생의 인지갈등은 클 것으로 보인다.

본 연구자들은 인지갈등 과정 모형에서 이 네 요소들을 인지갈등의 평가요소로 선정하였다. 또한 인지갈등 과정 모형의 예비 단계에서, 자기개념에 대한 확신과 불일치 상황의 사실성에 대한 신뢰를 인지갈등 예비 단계의 평가요소로 선정하였다.

(2) 평가요소에 대한 개념적 정의와 진술 선택
 선행연구를 검토하여 인지갈등의 평가요소인 불일치 상황 인식, 흥미, 불안, 인지적 재평가에 대한 개념적 정의를 내리고, 갈등 상황에서의 학생 반응에 관한 예를 수집하여 인지갈등 평가요소와 관련된 진술문 40여 개를 만들었다. 인지갈등 과정 모형과 평가요소별 진술 그리고 문헌을 통해 예비 단계의 두 요소와 갈등 단계의 네 요소들에 대하여 개념적 정의와 선택된 진술을 나타내면 <표1>과 같다.

<표1> 평가요소들에 대한 개념적 정의와 진술 선택

단계	요소	개념적 정의	선택된 진술 용어
예비 단계	자기 개념에 대한 확신	자기 자신의 개념과 문제의 이해에 대한 확신	문제 파악, 예상, 선택한 이유 설명
	불일치 상황의 사실성에 대한 신뢰	실험 결과에 영향을 미치는 요인들에 대한 신뢰	관찰의 정확성과 실험 장치 그리고 실험을 행한 선생님에 대한 신뢰
갈등 단계	불일치 상황 인식	자신의 생각과 관찰 결과가 불일치함을 인식하는 것	의문, 놀라움, 이상함
	흥미	어떤 활동이나 대상을 지향하는 감정	재미, 호기심, 관심
	불안	자신의 지식에 위협을 느낄 때 생겨나는 긴장된 감정	혼란, 고민, 답답함
	인지적 재평가	자신의 생각과 실험 결과를 비교하면서 실험 결과를 비교, 검토하는 것	보류, 신중, 타당한 근거 찾기

다. 이 모형에서 불일치 상황인식이란 학생들이 제시된 상황을 무시하거나, 잘못 본 것으로 생각하지 않고 자신의 생각과 다른 불일치 상황으로 인식하는 것을 의미한다. 그러나 제시된 상황을 불일치 상황으로 인식하지 못하는 학생은 인지갈등이 일어나지 않을 것으로 가정한다. 한편, 불일치 상황을 인식한 학생들은 흥미, 불안과 같은 정의적인 반응과 함께 현재 상황에 대한 재

(3) 초기 검사지 내용

각 평가요소에 대한 개념적 정의와 진술을 바탕으로 평가요소당 3개의 평가목표가 세워졌다. 그리고 각 평가요소에 대한 개념적 정의와 평가목표에 맞추어 문항을 구성한 결과, 초기의 문항이 <표2>와 같이 만들어졌다. 이 초기 문항은 각 평가목표별 한 문항씩 개발되어 각 평가요소당 세 문항씩으로 구성되어 있다.

<표2> 초기 검사지의 내용

구분	평가요소	문항 이름	문항	비고
검사 I	자기 개념에 대한 확신	확신1	이 문제가 무엇을 묻는 문제인지 확실히 아는가?	문제파악
		확신2	자신의 답이 맞을 것이라고 어느 정도 확신하는가?	예상
		확신3	실험 결과가 왜 그렇게 되는지 다른 사람에게 그 이유를 설명할 수 있는가?	선택 이유
검사 II	실험 결과의 사실성에 대한 신뢰	(보조 문항)	# 선생님이 행한 실험을 보니, 실험 결과가 어떻게 나타났는가? # 실험을 보기 전에 예상했던 것과 실험 결과가 같은가? ① 같다 ② 다르다	
		신뢰1	이 실험을 여러 번 반복해도 선생님이 보여준 실험 결과와 같은 결과가 나올 것이라 생각하는가?	실험 결과의 일관성
		신뢰2	선생님이 보여준 실험 결과가 맞을 것이라고 어느 정도 믿는가?	실험 결과의 사실성
		신뢰3	자신이 직접 실험해도 선생님이 보여준 실험 결과와 같은 결과가 나올 것이라고 생각하는가?	선생님에 대한 신뢰
검사 III	불일치 상황에 대한 인식	상황1	실험 결과가 나의 생각에 비추어 어느 정도 다른가?	나의 생각과 비교
		상황2	이 실험 결과를 보는 순간 어느 정도 놀랐는가?	놀라움
		상황3	실험 결과가 매우 이상한가?	이상함
	흥미	흥미1	다시 내가 실험을 해보고 싶은가?	적극성
		흥미2	이 실험 결과는 호기심이 생기는 흥미 있는 문제인가?	호기심
		흥미3	이 실험 결과의 원리(과학적인 이유)를 꼭 알고 싶은가?	지적 흥미
	불안	불안1	이 실험 결과가 나의 생각과 달라 당황스럽고 초조한가?	초조
		불안2	이 문제를 해결하기에는 나의 지식이 부족한 것 같아 불안한가?	불안
		불안3	무언가 복잡한 부분이 있는 것 같아 걱정이 되는가?	걱정
	인지적 재평가	평가1	내 생각이 옳은 생각인지를 판단하는데는 좀더 다른 것(책이나 선생님의 생각 또는 다른 실험 등)들이 필요하다고 생각하는가?	보류
		평가2	나의 생각은 부정확한 것이지만 선생님이 보여준 실험 결과는 사실이므로 그 결과를 무조건 받아들이면 된다고 생각하는가?	무조건 수용
		평가3	실험 결과는 사실이지만, 내 생각이 틀린 것은 아니다. 그 결과를 받아들일 수 없다	무조건 배척

이 초기 문항은 검사 I에서 학생의 선개념을 알아보는 문제(도르래 평형 문항이나 전구의 병렬연결 문항)가 주어진 후, 그 문제에 대해 자기 개념에 대한 확신을 세 문항으로 묻는다. 검사 I이 끝나면, 검사 II가 배부된 후, 실험 결과를 현상제시를 통하여 보여준다. 그리고 자기 개념의 옳고 그름을 확인케 하는 질문(# 1, # 2)이 주어지고 실험 결과의 사실성에 대한 신뢰를 세 문항으로 묻고 있다.

검사 III은 인지갈등의 4가지 평가요소별로 실험

결과를 보는 순간의 불일치 상황의 인식과 실험 결과에 대한 흥미와 자신의 기존 개념의 불만족으로 인한 불안, 그리고 인지적 재평가를 묻는 문항이 세 문항씩 12문항으로 이루어져 있다.

모든 문항은 의문문의 형태로 이루어져 있으며 부정문으로 물어보는 문항이 두 문항 있다. 그리고 모든 문항이 일정하게 0~4까지 5단계의 Likert 척도의 형태를 띠고 있다.

3. 선개념 조사 문항

초등학교 5, 6학년 학생들에게 인지갈등 유발이 가능하고, 그 답을 선택한 이유를 진술할 수 있는 두 문항을 택하여 측정 도구 개발에 이용하였다.

1차 현장 검증 선개념 조사 문항으로 곡선운동에서의 관성 문항과 도르래 평형 문항의 시범 실험 기구를 제작하여 사용하였다. 이 두 개의 문항에서 대다수의 학생들이 오개념을 가지고 있었고 현상제시 후 학생들의 반응은 평형 문항에서 커다란 반응이 있었으나, 곡선운동에서의 관성 문항은 한 반을 대상으로 한 번에 실험해보이기가 곤란하였고 학생 중 일부의 학생들은 현상제시를 제대로 관찰하기가 어려워 다시 한번 보여달라는 요구가 있어서 여러 번 해 보여야 했고 결과가 명확하게 차이가 나지 않아 자신의 생각이 잘못되었음을 인식하지 못하는 문제점이 있어서 2차 현장 검증부터는 곡선운동에서의 관성 문항을 전자기 문항으로 바꾸었다.

2~4차 현장 검증 선개념 조사 문항은 물리의 역학 영역에서 도르래와 평형에 관한 문항, 전자기 영역에서 전구의 병렬연결 문항을 택하였다.

4. 현장 검증

(1) 1차 현장 검증

1) 1차 내용 타당도 점검

인지갈등에 대한 전문가(박사과정) 10명에게 다음과 같은 내용을 점검 의뢰한 결과, 의문문 형태에 따른 Likert 척도의 진술이 변할 수 있음과 부정문 형태의 질문으로 인해 학생들의 반응에서 혼란을 일으킬 수 있음과 개념적 정의에 대한 문헌조사가 필요함을 지적하였다. 문제점에 따른 대책으로는 의문문 형태를 서술문으로, 부정문 형태의 문항을 긍정문 형태로 바꾸었다. 그리고 개념적 정의에 대한 문헌조사를 통해 수정·보완되었다.

2) 응답이유 분석과 문항 수정

1차 내용 타당도 점검 결과와 면담 그리고 응답이유를 통해 문항을 수정했다. 대폭 수정된 문

항만을 보면 다음과 같다. 참고로 각 평가요소와 각 문항의 이름은 다음과 같이 간단히 쓴다. 자기 개념에 대한 확신은 '확신'으로, 불일치 상황의 사실성에 대한 신뢰는 '신뢰'로, 불일치 상황 인식은 '상황'으로, 인지적 재평가는 '평가'로 쓴다. 확신에 대한 세 문항은 순서대로 확신1, 확신2, 확신3으로, 실험 결과 신뢰에 대한 세 문항은 신뢰1, 신뢰2, 신뢰3으로 쓰고, 상황에 대한 세 문항은 차례로 상황1, 상황2, 상황3으로, 흥미에 대한 세 문항은 흥미1, 흥미2, 흥미3으로, 불안에 대한 세 문항은 불안1, 불안2, 불안3으로, 평가에 대한 세 문항은 평가1, 평가2, 평가3으로 사용한다.

확신 (1)번 문항: 초기 문항에서 순수하게 질문 자체를 이해했는지를 묻고자 했으나 많은 학생들은 이 문제의 내용, 즉 과학적인 이유를 이해했는지를 묻는 것으로 받아들였다. 그래서 '이 문제의 내용(답)을 아는 것과는 관계없이 이 문제가 무엇을 묻는 문제인지 잘 알고 있다'로 수정했다.

확신 (3)번 문항: 초기 문항 '실험 결과가 왜 그렇게 되는지 다른 사람에게 그 이유를 설명할 수 있는가' 라고 이유를 설명할 수 있는지를 물었을 때, 학생들은 전체적으로 Likert 척도에서 낮은 점수를 택했으며, 이유 진술에서 '그런 능력은 없다'라고 적었다. 그래서 '나는 이 답을 선택한 이유를 가지고 있다'로 고쳤다.

신뢰 (1)번 문항: 곡선운동에서의 관성 문항에서 결과가 명확하게 차이가 나지 않고 순간적인 상황이므로 결과를 확실히 보여주기 위해 2~3회 보여주어야 하는 문제점이 있어 어느 상황에도 적용될 수 있고 더욱 기본적인 내용인 관찰의 정확성을 물었다.

신뢰 (2)번 문항: '선생님이 보여준 실험 결과가 맞을 것이라고 어느 정도 믿는가'에서 실험 장치에 대한 신뢰를 물으려 했는데, 이유 진술에서 '선생님은 거짓말하는 것 못 보았다'는 식으로 학생들은 '선생님이 보여준'에 집중을 하여 상당히 신뢰로운 것으로 반응을 했다. 그래서 '실험 장치에 문제점이 있다'로 고쳤다.

상황 (1)번 문항: 초기 문항은 '— 어느 정도 다른가?'로 부정형으로 묻고 있다. 여기에서 '실

험 결과가 나의 생각과 전혀 다르다'고 생각한 아동은 Likert 0~4의 5단계 척도에서 4인 '매우 그렇다'로 택해야 하나 0인 '전혀 아니다'를 택한 아동이 많았다. 이렇게 부정문으로 물어보는 경우 학생들에게 혼란을 가져올 수 있으므로 긍정 문 형태로 바꾸었다.

상황 (3)번 문항: 이 문항은 자신의 생각과 예상과 달라 이상하다고 느끼는 정도를 물으려 했는데, 이상한 이유가 없어서 결과에 대한 신뢰로 해석하고 반응하는 아동이 있었다. 그래서 '나의 생각과 달라서'를 넣었다.

흥미 (2)번 문항: 초기 문항에서 '호기심이 생기는'과 '흥미 있는'의 같은 의미가 반복되고 있으므로 '흥미 있는'을 삭제하였다.

흥미 (3)번 문항: 초기 문항에서 원리란 말이 초등학생들에게 어려운 어휘여서, '이 실험 결과에 대한 이유를 알고 싶다'로 바꾸었다.

불안 (1)번 문항: 초기 문항에서 '--- 당황스럽고 초조한가?'로 물었는데, 일부 아동들이 0을 택하면서 '초조할 것까지는 없다'고 반응을 했고, 전체적으로 점수가 너무 낮게 나와 이 어휘가 주는 느낌이 너무 강하기 때문에 해석하여 '--- 나의 생각과 달라 혼란스럽다'로 바꾸었다.

불안 (2)번 문항: 초기 문항에서 '--- 불안한가?'로 물었는데, 일부 아동들이 0을 택하면서 '불안하지는 않다'고 반응을 했고, 전체적으로 점수가 너무 낮게 나와 이 어휘가 주는 느낌이 너무 강하기 때문에 해석하여 '--- 고민이 된다'로 바꾸었다.

불안 (3)번 문항: 초기 문항에서 '--- 걱정이 되는가?'로 물었는데, 일부 아동들이 0을 택하면서 '걱정되지 않는다', '걱정까지 될 것 없다고 본다'고 반응을 했고, 전체적으로 점수가 너무 낮게 나와 이 어휘가 주는 느낌이 너무 강하기 때문에 해석하여 '--- 이유를 이해할 수 없어서 답답하다'로 바꾸었다.

평가 (1)번 문항: 자신의 생각에 대한 타당성의 판단을 보류하고자 하는지에 대한 문항인데, '책이나 선생님의 생각 또는 다른 실험 등'에 집중하여 이 문제(도르래 평형, 전구의 밝기 비교)가 아닌 일반적인 것으로 해석하는 아동이 있었다. 그래서 이 부분을 빼고 '내 생각이 잘못된

것인지를 확실히 알려면 좀더 확인해 보아야 한다'로 고쳤다.

평가 (2)번 문항: 결과를 무조건 수용하는지 평가적 수용인지를 알아보려고 한 문항인데, '무조건'이라는 말 때문에 점수가 낮게 나왔다. 또 '나의 생각은 부정확한 것이지만'에 집중하여 상황 특성적인 문항이 아닌 일반 상황에 대한 문항으로 해석한 아동이 있었고, '선생님이 보여준'에 집중하여 4를 택하면서 '선생님이 거짓말하는 것 못 봤다'고 반응했다. 그래서 '나의 생각은 부정확한 것이지만', '선생님이 보여준', '무조건'의 용어를 빼었다.

평가 (3)번 문항: 초기 문항은 무조건 배척에 관한 문항으로 '--- 그 결과를 받아들일 수 없다'로 부정형으로 묻고 있다. 1차 현장 검증결과, '받아들여야 한다'고 생각한 아동은 Likert 0~4의 5단계 척도에서 0~1을 택해야 하나 3을 택하면서 '내 의견도 좋지만 실험 결과도 중요시 생각해야 한다'고 이유 진술을 적어 부정형으로 묻기 때문에 생기는 혼란을 겪은 아동이 있었다. 그러나 같은 내용을 포함하면서 이 문항을 긍정형으로 바꾸기는 어려웠다.

(2) 2차 현장 검증

1) 2차 내용 타당도 점검

초·중등의 현장 경험이 있는 석·박사 과정의 대학원생들 25명에게 평가요소의 용어 정의에 비추어, 각 문항이 어떤 평가요소에 대한 문항인지를 고르도록 하였다. 즉, 각 문항이 보기에 주어진 평가요소 중에서 어떤 평가요소를 묻고 있는지를 물었다. 그리고 검사지에 사용된 어휘 수준이 초등학교 5, 6학년 학생들에게 적절한지를 평가하도록 하였다. 점검 결과 어휘 수준은 별문제가 없었으나 각 문항이 어떤 평가요소를 묻고 있는지에 대한 질문에 각 문항이 다른 평가요소를 묻는 문항과 구별이 되지 않는 문제점이 나타났다.

2) 상관관계와 요인분석

각 평가요소에 의한 점수와 총점과의 상관계수를 판정하여 본 검사도구의 평가요소에 대한 타당도를 조사한 결과, 검사 문항간의 상관계수

와 총점과의 상관관계는, 역학 영역에서 상황1, 평가2, 평가3이 총점과 상관계수가 0.23, 0.10, 0.21로 약한 상관관계에 있다. 전자기 영역에서는 상황1, 평가2, 평가3이 -0.02, 0.10, 0.29로 거의 상관이 없는 것으로 나타났다. 역학 영역과 전자기 영역의 상관관계에서 수정되어야 할 문항은 상황1, 평가1, 평가2, 평가3으로 나타났다.

요인분석 결과, 흥미 요인의 문항들이 하나의 요인으로 묶이고, 다른 요인의 문항들은 묶이지 않고 흩어진 것으로 나타났다.

3) 응답이유 분석과 문항 수정

내용 타당도와 상관관계, 요인분석, 그리고 응답이유 분석을 통해 문항 수정이 이루어 졌는데, 많은 수정이 가해진 문항을 살펴보면 다음과 같다.

확신 (1)번 문항: '이 문제의 내용(답)을 아는 것과는 관계없이 이 문제가 무엇을 묻는 문제인지 잘 알고 있다'로 고쳐 2차 현장 검증을 한 결과, 많은 학생들이 이 말이 무슨 뜻인지 모르겠다고 했다. 그래서 '위 문제의 그림을 잘 보았고 문제를 잘 보았고 문제를 확실히 읽었다'로 고쳤다.

상황 (1)번 문항: 상관관계와 요인분석에서 다른 상황 문항과 관련이 없는 것으로 나타났다. '실험 결과를 보니 왜 그럴까 하는 의문이 생긴다'로 고쳐서 불일치 상황의 다른 문항과 같은 요인으로 묶임을 고려했다.

흥미 (1)번 문항: '다시 내가 실험을 해보고 싶다'에서 흥미가 있어서 자기가 해보고 싶은가로 물으려 했는데, 인지적 재평가로 해석하고 반응하는 아동이 있었다. 또 어떤 아동은 결과에 대한 신뢰로 해석하고 반응하는 아동이 있었다. 그리고 흥미 이상으로 해석하여, 0을 택하면서 이유 진술에서 '실험능력에 자신이 없어서'라고 반응을 했다. 그래서 '다시 한번 보고 싶다'로 바꾸었다.

불안 (1)번 문항: 학생들이 '혼란스럽다'보다 '나의 생각과 달라'에 집중해서 반응을 했다. 그래서 '이 실험 결과를 보니 혼란스럽다'로 고쳤다.

불안 (2)번 문항: 학생들이 '고민이 된다'보다

'나의 지식이 부족한 것 같아'에 집중을 했고, 여가서의 지식을 이 문제(도르래 평형, 전구의 밝기 비교)에 대한 지식이 아니라 일반적인 지식으로 해석하여 반응을 했다. 그래서 '나의 지식이 부족한 것 같아' 부분을 뺐다.

평가 (2)번 문항: 인지적 재평가는 실험 결과를 평가하여 무조건 수용할 것인지 배척할 것인지를 결정하는 것이 아니라 실험 결과를 인정하면서 자신의 생각을 평가하는 것이다. 즉 내 생각이 잘못되었다 또는 내 생각이 맞다 등으로 생각하는 것이다. 그래서 '실험 결과가 왜 그런지 더 깊이 생각해야겠다'로 고쳤다.

평가 (3)번 문항: '이 문제에 대하여 더 이상 생각하기 싫다'는 문항에 대해 '더 이상 생각하기 싫다'라고 응답 이유를 쓴 몇 아동의 반응이 '전혀 아니다'를 택하였다. 이것은 1차 현장 검증 때와 같은 문제점, 즉 부정형으로 묻기 때문에 생기는 혼란을 겪는 아동이 있었다. 그래서 실험 결과를 설명할 수 없기 때문에 '근거를 찾아야겠다'로 고쳤다.

(3) 3차 현장 검증

2차 현장 검증 결과를 바탕으로 수정·보완되어 3차 현장 검증 문항이 완성되었으며 상관관계 분석과 요인분석, 그리고 면담 결과를 중심으로 문항이 수정·보완되었다. 검사지는 A형, B형 두 종류로 나누었는데 A형 검사지는 12개의 검사 문항이 인지갈등 과정 모형에 따른 순서로 배열된 검사지이며 B형 검사지는 검사 문항을 임의로 섞은 것으로 한 반을 두 집단으로 임의로 나누어 A형, B형에 응답하도록 하였고, 전자기 영역에서는 A형과 B형을 바꾸어 응답하도록 하였다.

1) 내용 타당도 점검

내용 점검 방법은 문항 진술내용이 4개의 평가요소 중 어디에 속하는지를 알아보았다. 인지갈등에 관한 연구를 한 경험이 없는 대학원생을 대상으로 내용 점검 결과 B형 검사지의 평가요소 상황에서 '이상하다'는 의미를 불안으로 해석하는 경우가 많았으며 평가요소 상황에 속하는 세 문항은 불안으로 인식하는 경우가 있었다.

2) 상관관계와 요인분석

역학과 전자기 영역에서 A형, B형 검사지의 상관관계를 비교해 보고, A형, B형에서 공통적으로 상관관계가 낮은 문항을 찾아본 결과, 전반적으로 검토해야 할 문항은 상황1, 흥미1, 흥미2, 흥미3, 평가1이었다.

요인분석 결과, A형 검사지의 역학에서는 평가요소 평가와 불안이 한 요인으로 잘 묶이고 상황과 흥미도 어느 정도 묶이는 것을 볼 수 있었다. 반면 B형 검사지 역학과 전자기 영역에서는 평가요소 불안만이 한 요인으로 잘 묶이고 다른 요인들은 전체적으로 흩어졌다. 또한 각 문항의 총점과의 상관에서도 역학뿐만 아니라 전자기에서도 A형이 B형보다 높은 상관을 보였다. A형 검사지와 B형 검사지의 차이점은 문항의 배열 순서이다. 문항 배열 순서에 따라 검사지의 결과가 다르게 나온 것으로 보아 인지갈등 과정이 시간적인 흐름과 연관이 있다고 볼 수 있다.

3) 응답이유 분석과 문항 수정

3차 내용 타당도와 상관계수, 요인분석, 그리고 응답이유를 근거로 다음과 같은 문항들이 수정되었다.

확신 (1)번 문항: '위 문제의 그림을 잘 보았고 문제를 잘 보았고 문제를 확실히 읽었다'로 고쳐 3차 현장 검증을 했다. 3차 현장 검증 결과, 일부학생들은 '그림을 잘 보았고 문제를 확실히 읽었다'의 내용이 문제파악이 아니라 단지 읽었다는 의미만 가지고 있다고 이해했다. 그래서 '앞 문제의 그림을 잘 보았고 문장을 이해했다'로 진술했다.

상황 (1)번 문항: 불일치 상황 인식은 실험 결과를 보는 순간 자신의 생각과 실험 결과가 불일치함을 인식하는 것으로 '실험 결과를 보는 순간'의 상황을 넣었다. 그리고 시제를 현재에서 과거로 고쳤다.

상황 (3)번 문항: 상황 (1), (2)와 같이 '실험 결과를 보는 순간'의 상황을 넣었다. 그리고 시제를 현재에서 과거로 고쳤다.

흥미 (1)번 문항: 많은 어린이가 '실험이니까 똑같은 것이다'로 반응을 했고 전자기 병렬연결

문제는 2, 3회 보여주어 실험 결과를 확인하도록 해야 하는 문항에서는 부적절하여 '이 실험 결과는 재미있다'로 고쳤다.

흥미 (3)번 문항: 면담 결과 학생들이 '실험 결과에 대한 이유를 알고 싶다'가 정서적인 측면을 묻는 것이 아니라 지적인 측면을 묻고 있는 것으로 파악하는 아동이 있었고, 흥미 (3)의 문항이 상관관계와 요인분석에서 같은 요인으로 묶이지 않아 흥미의 측면이 '이 실험 결과는 나의 관심을 끈다'로 고쳤다.

(4) 4차 현장 검증

3차 현장 검증 결과 수정·보완된 문항으로 4차 현장 검증을 하게 되었다. 3차 현장 검증 결과 문항 배열 순서에 따라 검사지의 결과가 다르게 나온 것으로 보아 인지갈등 과정이 시간적인 흐름과 연관이 있음을 알았다. 그래서 4차 현장 검증 때는 3차 현장 검증 때의 A형 검사지를 사용하게 되었다. 4차 현장 검증 문항 내용은 <표3>과 같다. (13)번, (14)번 문항은 성실하게 답한 아동과 그렇지 않은 아동을 구별하기 위한 문항이다. 만약 현장 검증 대상이 (13)번, (14)번 문항 중에서 한 문항이라도 지시대로 하지 않으면 그 대상의 자료는 가치가 없어진다.

III. 도구의 타당도와 신뢰도

4차 현장 검증 결과는 본 도구의 최종적인 타당도와 신뢰도이다. 본 도구의 타당도와 신뢰도, 현장 검증 과정에서 나타난 경향성은 다음과 같다.

1. 도구의 타당도 검증

(1) 4차 내용 타당도 검증

두 가지 형식으로, 두 집단에게 한 가지씩 내용 타당도를 점검 의뢰하였다.

첫 번째는 초·중등의 현장 경험이 있는 석·박사 과정의 대학원생들 11명에게 평가요소의 용어 정의에 비추어, 각 문항이 어떤 평가요소에 대한 문항인지를 고르도록 하였다. 그 결과, 평

<표3> 4차 현장 검증 검사문항

구분	평가요소	문항 이름	문 항	비 고
검사 I	자기 개념에 대한 확신	확신1	위 문제의 그림을 잘 보았고 문장을 이해했다.	문제파악
		확신2	내가 선택한 답이 맞을 것이라고 생각한다.	예상
		확신3	나는 이 답을 선택한 이유를 가지고 있다.	선택 이유
검사 II	실험 결과의 사실성에 대한 신뢰	(보조 문항) 신뢰1	# 선생님이 행한 실험을 보니, 실험 결과가 어떻게 나타났는가? # 실험을 보기 전에 예상했던 것과 실험 결과가 같은가? ① 같다 ② 다르다 나는 선생님이 실험하는 것을 잘 보았다.	관찰의 정확성
		신뢰2	실험 장치에 문제점이 있다.	실험 장치에 대한 신뢰
		신뢰3	자신이 직접 실험해도 선생님이 보여준 실험 결과와 같은 결과가 나올 것이다.	선생님에 대한 신뢰
검사 III	불일치 상황에 대한 인식	상황1	실험 결과를 보는 순간 왜 그럴까 하는 의문이 생겼다.	의문
		상황2	이 실험 결과를 보는 순간 놀라웠다.	놀라움
		상황3	실험 결과를 보는 순간 나의 예상과 달라서 이상하다는 생 각이 들었다.	이상함
	흥미	흥미1	이 실험 결과는 재미있다.	재미있음
		흥미2	이 실험 결과를 보니 호기심이 생긴다.	호기심
		흥미3	이 실험 결과는 나의 관심을 끈다.	관심
	불안	불안1	이 실험 결과를 보니 혼란스럽다.	혼란
		불안2	이 문제를 해결할 수 없어 고민이 된다.	고민
		불안3	이 실험 결과에 대한 이유를 이해할 수 없어서 답답하다.	부담
	인지적 재평가	평가1	내 생각이 잘못된 것인지 좀더 확실히 보고 싶다.	보류
		평가2	실험 결과가 왜 그런지 더 깊이 생각해야겠다.	신중
		평가3	실험 결과를 설명할 수 있는 근거를 찾아야겠다.	타당한 근거 찾기
기타*		이 실험에서 실험 결과가 나의 생각과 다르면 1번에, 같으면 2번에 표시 (V)를 하시오.		
		이 문제 대하여 더 이상 생각하기 싫으면 3번에, 더 생각하고 싶으면 4번 에 표시(V)를 하시오.		

가요소 확신에 관한 문제에서는 쉽게 확신이라
는 평가요소를 구별했으나 평가요소 신뢰에 관
한 문제에서는 약 23%가 구별하지 못했다. 평가
요소 상황에 관한 문제에서는 평가와 약 20%가
혼동하는 경향이 있었다. 그리고 평가요소 흥미
에 관한 문제에서는 쉽게 평가요소를 구별했고,
평가요소 불안에 관한 문제에서는 평가요소 상
황과 약간 혼동하는 경향이 있었다. 그리고 평가
요소 평가에서는 평가1 문항은 약 50%가 평가요
소 상황과 혼동하는 경향이 있었다.

두 번째는 과학 교육 교수 2명과 대학원생 6
명에게 각 평가문항과 그 평가요소를 제시하고,
각 평가문항이 그 해당 평가요소를 얼마나 반영
하는지를 1-5까지 5단계 Likert 척도에 표시하도
록 하였다. 그 결과 각 평가문항이 해당 평가요

소를 반영하는 비율은 최고 0.97, 최저 0.85, 평
균 0.93으로 나타났다.

(2) 구인 타당도 검증

2차, 3차 현장 검증 때와 같이 상관계수를 살
펴보아 각 평가요소의 문항간에 상관관계를 살
펴보고, 요인분석을 통해 각 문항이 그 평가요소
를 제대로 반영하여 서로 묶이는지를 살펴보았
다.

1) 상관관계 분석

역학과 전자기에서 각 문항의 총점과의 상관
과 한 평가요소 안의 각 문항간의 상관을 살펴
보았다. <표4>의 역학에서 문항의 상관관계를
보면 역학 영역에서 측정된 검사 문항의 결과와
총점간의 상관 계수는 최저 0.45, 최고 0.72로 4

가지 평가요소에서 높은 상관 관계가 있다.

은 요인 수를 4개로 지정하였다. <표5>의 역학

<표4> 역학에서 상관관계/4차

	상황1	상황2	상황3	흥미1	흥미2	흥미3	불안1	불안2	불안3	평가1	평가2	평가3
상황1	1.00											
상황2	.59**	1.00										
상황3	.38**	.40**	1.00									
흥미1	.41**	.40**	.14**	1.00								
흥미2	.53**	.51**	.28**	.52**	1.00							
흥미3	.51**	.50**	.27**	.49**	.65**	1.00						
불안1	.10	.23**	.32**	.09	.16*	.13	1.00					
불안2	.27**	.29**	.25**	.19**	.29**	.26**	.48**	1.00				
불안3	.37**	.34**	.35**	.16*	.33**	.28**	.46**	.65**	1.00			
평가1	.51**	.46**	.32**	.33**	.40**	.38**	.17*	.31**	.44**	1.00		
평가2	.51**	.43**	.32**	.45**	.54**	.54**	.08	.24**	.35**	.59**	1.00	
평가3	.39**	.29**	.21**	.41**	.39**	.44**	.12	.23**	.28**	.46**	.66**	1.00
총점	.71**	.70**	.56**	.58**	.72**	.69**	.45**	.60**	.67**	.70**	.72**	.62**

* p<0.05, ** p<0.01

인지갈등의 평가요소와 각 3문항간의 상관계수는 평가요소 상황에서 0.59, 0.38, 0.40, 평가요소 평가에서 0.52, 0.49, 0.65, 평가요소 불안에서 0.48, 0.46, 0.65, 평가요소 평가에서 0.59, 0.48, 0.66으로 나타나 요소별 3문항간에 확실한 상관관계가 있다. 또한, 한 요소의 3문항간의 상관계수가 서로 다른 요소의 문항간의 상관 계수보다 높은 편이다. 인지갈등의 평가요소가 4가지 요인으로 잘 설정되어 있음을 나타낸다.

전자기에서 문항의 상관관계에서는 검사 문항과 총점과의 상관계수는 불안1에서 최저 0.43, 평가1에서 최고 0.69로 분명한 상관 관계가 있었다. 이는 역학 영역에서 얻은 결과와 비슷하다. 각 평가요소의 3문항간의 상관계수는 평가요소 상황에서 0.47, 0.28, 0.38, 평가요소 흥미에서 0.55, 0.42, 0.66, 평가요소 상황에서 0.47, 0.42, 0.53, 평가요소 평가에서 0.48, 0.45, 0.48로 나타나 요소별 3문항간에 상관계수가 높은 편이다.

전반적으로 전자기 영역에서 4가지 평가요소의 문항간의 상관계수가 역학영역에서보다 조금 낮다. 또한 각 평가요소의 세 문항간의 상관계수가 서로 다른 평가요소의 문항간의 상관계수보다 높은 편이다.

2) 요인분석

4차 현장 검사에서 수집된 자료에서 정답자와 13번 문항과 14번 문항에서 불성실 응답자를 가려내어 제외하고 요인분석을 하였다. 분석 방법

의 요인분석에서 평가요소 흥미 세 문항은 요인1에, 평가요소 평가 세 문항은 요인2에, 평가요소 불안 세 문항은 요인3에, 평가요소 상황 세 문항은 요인4에 묶여있어 검사도구가 타당함을 알 수 있다. 전자기의 요인분석에서 평가요소 평가 세 문항은 요인1에, 평가요소 흥미 세 문항은 요인2에, 평가요소 불안 세 문항은 요인3에, 평가요소 상황 세 문항은 요인4에 묶여, 각 평가요소의 세 문항은 각각 한 개의 요인으로 모여있음을 알 수 있다.

<표5> 역학에서 요인분석/4차

	요인1	요인2	요인3	요인4
흥미2	.78	.22	.17	.203
흥미1	.77	.24	.05	-.05
흥미3	.76	.26	.10	.189
평가3	.28	.82	.105	-.01
평가2	.39	.77	.05	.21
평가1	.17	.69	.19	.38
불안2	.17	.16	.84	.03
불안1	.05	-.01	.80	.15
불안3	.09	.31	.76	.24
상황3	.02	.14	.23	.82
상황2	.55	.10	.16	.60
상황1	.50	.34	0.10	.54

2. 도구의 신뢰도 검증

개발된 본 인지갈등 검사도구의 Cronbach- α 값을 조사한 결과는 <표6>과 같다.

<표6> 도구의 신뢰도 검증/4차

	상황	흥미	불안	평가	전체
역학	.71	.79	.78	.80	.87
전자기	.64	.78	.73	.72	.82

최종 개발된 검사도구의 내적 합치도 Cronbach- α 값은 역학 영역에서 전체 0.87, 전자기 영역에서 전체 0.82이다. 각 평가요소별 Cronbach- α 값은 역학 영역에서 0.71~0.80이고 전자기 영역에서 0.64~0.78로 나타나 높은 신뢰도를 얻었다.

3. 경향성 분석

선개념 조사 문항에 대한 오답률과 정답자 집단과 오답자 집단의 인지갈등 수준과 인지갈등 유발 소재에 따른 인지갈등의 수준을 4차 투입의 결과로부터 알아보았다.

(1) 선개념 조사 문항에서 오답률

도르래 평형 문항에서는 초등학교 5, 6학년 학생들은 이 문항에 대하여 81%(4차 현장 검증 결과)의 오답률을 나타내었다. 학생들은 오답자 중 많은 학생들은 나무토막이 원래의 위치로 돌아간다고 하거나 나무토막이 더욱 아래로 내려간다고 반응하였다.

전구 병렬연결 문항에서는 학생들은 이 문항에 대하여 89%의 오답률을 나타내었다. 많은 학생들이 전류가 한 곳에서 나와 두 가닥으로 나누어 흐르다가 한 가닥으로만 흐를 수 있기 때문에 더 밝아진다고 반응하여 '전류 분배 모형'의 오개념을 가지고 있음을 확인하였다.

(2) 정답자와 오답자의 인지갈등 수준 비교

4차의 현장 검증 결과를 토대로 역학 영역의 정답자와 오답자간의 인지갈등 수준을 비교한 결과는 <표7>와 같다. 전자기 영역에서도 역학 영역과 마찬가지로 정답자와 오답자의 인지갈등 정도는 유의미한 차이를 보이고 있다. 이것은 인

지갈등 유발을 일으키기 위한 소재에 관계없이 오답자가 정답자보다 인지갈등을 많이 겪는다는 것을 보여 주어, 과학학습에서 기존의 자신의 생각이 잘못되었음을 명확하게 인식하는 것이 중요함을 보여준다.

<표7> 역학에서 오답자와 정답자간 인지갈등 수준 비교/4차

집단	사례수	평균	표준편차	표준오차	t
오답자	211	31.02	9.40	.65	7.48**
정답자	43	19.63	7.46	1.14	

(3) 인지갈등 유발 소재에 따른 인지갈등 수준 비교

인지갈등 유발 소재에 따라서 인지갈등의 정도는 어떠한지를 알아보려고 역학분야의 오답자 집단과 전자기학 분야의 오답자 집단에 대하여 t 검정으로 비교하여 본 결과는 <표8>과 같다.

<표8> 역학과 전자기의 오답자간 인지갈등 수준비교/4차

집단	사례수	평균	표준편차	표준오차	t
역학	211	31.02	9.40	9.40	1.86
전자기	20 0	29.38	8.51	8.51	

역학의 도르래 평형 문항에서는 81%의 오답률을 나타내었고 전자기학의 전구의 병렬연결 문항에서는 89%의 오답률을 나타내었다. 전구의 병렬연결 문항이 도르래 평형 문항보다 오답률이 높음에도 불구하고 갈등점수의 평균에서는 의미 있는 차이는 아니지만 역학이 약간 높은 점수를 보이고 있다. 이것은 전자기보다는 역학의 현상제시가 더 명확하게 결과를 보여주고 있기 때문이라고 생각되며 선행연구의 결과(이영적, 1998)와도 일치된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 불일치 상황에 대면한 학생들의 인지갈등 수준을 측정할 수 있는 도구를 개발하는데 목적이 있다.

네 번의 현장 검증을 거쳐 개발된 인지갈등

측정 도구는 인지갈등 과정 모형 등 문헌 연구를 통해 4개의 평가요소, 즉 불일치 상황 인식, 흥미, 불안, 인지적 재평가를 선정하였고, 각 평가요소에 대한 진술문을 문헌을 통해 수집하였다. 각 진술문과 문헌을 통해 평가요소에 대한 개념적 정의를 나린 후, 각 평가요소별 3개의 평가목표를 세워 각 평가요소별로 세 문항씩 개발하여 전체 18문항(예비 단계 6문항, 갈등 단계 12문항)으로 된 초기 문항을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 인지갈등 측정 도구는 네 차례의 현장 검증을 실시하였고, 이를 통하여 얻은 자료를 이용하여 내용 타당도와 구인 타당도, 면담 내용, 응답이유를 분석하여 문항을 수정 개발하였다.

네 차례의 현장 검증을 통하여 수정 보완하여 최종적으로 확정된 인지갈등 측정 도구는 상관계수법에서 평가요소별 문항간의 상관계수가 다른 문항과의 상관계수보다 높았으며, 문항간의 상관계수는 역학 영역에서 최저 0.48에서 최대 0.83, 전자기 영역에서 최저 0.40 최대 0.79로 나타났다. 총점과 문항과의 상관계수는 역학 영역에서 최저 0.54 최대 0.77, 전자기 영역에서 최저 0.54에서 최대 0.76으로 나타났다. 요인분석을 한 결과 역학영역과 전자기 영역 모두에서 평가요소 문항간에 같은 요인으로 추출되어 구인 타당도를 확보하였다. 내용 타당도는 0.85에서 0.97의 값을 보였다.

도구의 문항간 내적 일치도 Cronbach- α 값은 역학 영역에서 0.91, 전자기 영역에서 0.86으로 높은 신뢰도를 얻었다. 또한 본 도구를 사용하여 정답자와 오답자간, 역학 영역과 전자기 영역에서의 인지갈등 정도를 비교한 결과 선행연구의 결과와 일치하였다. 이상으로 본 도구가 초등학생들의 인지갈등을 측정하는데 유용하다는 것을 보일 수 있었다.

끝으로 본 연구는 몇 가지 제한점을 갖기 때문에 후속 연구에 대한 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 학생들에게 불일치 현상을 시범실험으로 제시하고 학생들이 그 때 느끼는 갈등을 측정하였다. 따라서 이 검사지를 불일치 상황이라 하더라도 현상제시가 아닌 논리제시 등 여러 인지갈등 유발 방법에 따라 적용할 수

있는지는 알 수 없으며 이에 맞는 측정 도구의 개발이 필요하다. 둘째, 본 인지갈등 측정 도구는 초등학교 5, 6학년을 대상으로 하여 개발되었으므로, 이 도구를 초등학교 1~4학년 학생들에게 적용할 수 있는지는 알 수 없다. 따라서 이들 학년에 적용될 수 있는 측정 도구에 관한 연구도 필요하다.

참 고 문 헌

1. 권재술(1989). 과학 개념의 한 인지적 모형. 물리교육, 7(1), 1-14.
2. 김범기, 권재술(1995). 과학 개념과 인지갈등의 유형이 학생들의 개념변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15(4), 472-486.
3. 김익균(1991). 대립개념의 증거적 비판 논의와 반성적 사고를 통한 대학생의 힘과 가속도 개념 변화. 서울대학교 박사학위논문.
4. 박용운(1996). 전기회로에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지갈등 유발에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
5. 박종원(1992). 인지갈등의 이론적 모형. 전남대학교 과학교육지, 16(1), 17-35.
6. 오원근(1998). 비일상적 상황의 무중력과 상대성이 도입된 구조화된 대비활동을 통한 중학생의 힘과 운동 개념 변화. 서울대학교 박사학위논문.
7. 이경호, 이영직, 권재술(미발표). 인지갈등 과정 모형.
8. 이영직(1992). 뉴턴 운동법칙에 관한 학생들의 오개념 견고성. 한국교원대학교 석사학위논문.
9. 이영직(1998). 인지갈등에 의한 고등학생의 물리 개념 변화. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
10. 임이숙(1996). 뉴턴의 운동법칙에 관한 문제에서 갈등상황의 유형이 학생들의 인지갈등 유발에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
11. Andersson, B. (1986). The experiential gestalt of causation: a common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal*

-
- of *Science Education*, 8, 155-171.
12. Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes; Open University Press.
 13. Druyan, S. (1997). Effect of the kinesthetic conflict on promoting scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1083-1099.
 14. Hashweh, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 229-249.
 15. Hewson, P. W., & Hewson, M. G. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1 - 13.
 16. Mohapatra, J. K. (1990). Episodic conceptualization: A possible cause of manifest alternative conceptions amongst groups of pupils some indian school. *International Journal of Science Education*, 12, 417-427.
 17. Niaz, M. (1995). Cognitive conflict as a teaching strategy in solving chemistry problems: A dialectic-constructivist perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 959-970.
 18. Pines, A. L. & West, L. H. T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a source-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), , 583-604.
 19. Stavy, R., & Bekovitz, B. (1980). Cognitive conflict as a basic for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64(5), 679-692.

1998년 12월 23일 접수