

실생활 소재 탐구 실험 형태에 따른 학생-학생 언어적 상호작용에서의 학습 접근 수준 분석

김혜심 · 이은경 · 강성주*

한국교원대학교

Analysis of Approaches to Learning Based on Student-Student Verbal Interactions according to the Type of Inquiry Experiments Using Everyday Materials

Kim, Hye Sim · Lee, Eun Kyeong · Kang, Seong Joo*

Korea National University of Education

Abstract: The purpose of this study was to compare student-student verbal interaction from two type's experiments; problem-solving and task-solving. For this study, five 3rd grade middle school students were selected and their verbal interactions recorded via voice and video; and later transcribed. The student-student verbal interactions were classified as questions, explanations, thoughts, or metacognition fields, which were separated into deep versus surface learning approaches. For the problem-solving experiment, findings revealed that the number of verbal interactions is more than doubled and in particular, the number of verbal interactions using deep-approach is more than quadrupled from the point of problem-recognition to problem-solution. As for the task-solving experiment, findings showed that verbal interactions remained evenly distributed throughout the entire experiment. Finally, it was also discovered that students relied upon a more deep learning approach during the problem-solving experiment than the task-solving experiment.

Key words: Problem-solving experiment, task-solving experiment, deep-approach, surface-approach

I. 서 론

전통적으로 실험 활동은 과학 수업의 핵심적 요소 중의 하나로 널리 인정되고 있으며, 과학 학습의 다양한 목표 달성에 효과적임이 여러 연구에서 밝혀졌다(조희형 등, 1989). 특히, 탐구를 학생들에게 효과적으로 가르치는 방법으로 실험의 역할이 크게 강조되고 있다(Leonard, 1983; Shymansky *et al.*, 1983; Tobin, 1990; 백성혜, 1995). 권용주와 Lawson(1999)의 실험 활동 중심의 교수 학습이 언어적 설명 수업보다 효과적인가에 대한 연구에서는 실험 활동 중심의 수업은 체감-시각-청각적 감각 경로를 통한 정보의 전달이 이루어질 수 있는 교수전략이고, 언어적 설명 수업은 청각을 주로 활용하고 부분적으로 시각을 사용하므로 실험 활동을 통한 수업이 과학학습에 효율적이

라 설명하고 있다. 이러한 탐구적 실험 교육의 가치를 인정하여 중등 과학 교육에 이를 정착 시키려는 노력은 실험 개발, 실험 연구 등을 통해 지속적으로 다양하게 이루어지고 있다. 그러나 이러한 노력에 비해 과학 교사들이 과학교육 현장에서 편리하게 이용할 수 있는 학습지도 자료는 부족한 편이다. 따라서 우선 학생들의 탐구능력과 과학에 대한 흥미를 자극할 수 있는 실생활 소재 탐구과정 중심의 실험 모듈을 2가지 형태로 개발하였다. 적용된 실험의 형태는 학습과정 중 학습자에 영향을 미칠 수 있는 중요한 외적 변인이다. 적용되는 프로그램에 대한 특징을 분석하고 유형별로 분류하는 연구는 흔히 이루어지고 있으나,(Domin, 1999; Johnstone, 2001) 형태별 프로그램의 적용에 따른 학습 양상의 비교는 그 중요성에 비해 다양하고 심도 있는 연구가 거의 이루어지지 못하

*교신저자: 강성주(sjkang@knie.ac.kr)

**2005.1.31(접수) 2005.8.24(1심통과) 2005.10.7(2심통과) 2006.1.2(최종통과)

***이 논문은 학술진흥재단의 BK21 지원에 의하여 연구되었음

고 있다. 따라서, 이 연구에서는 개발된 2가지 형태의 실험을 학교 현장에 적용하여 학생들의 언어적 상호작용을 살펴봄으로써 그 효과를 비교하고자 한다. 개발된 탐구 실험은 주어진 과정대로 실험하기 보다는 구성원들과 함께 실험을 계획하고, 실험 관찰에서 얻은 결과들을 여러 가지 관점에서 생각해보고 토론하는 상호작용이 필요한 실험으로 구성하였다. 또한, 고등사고능력을 필요로 하는 개발된 모듈의 효과를 선다형 지필검사지만으로 확인하기 어렵다는 판단에 따라, 학생들 사이의 언어적 상호작용을 분석하여 학습 접근 수준에 따른 양상을 그 효과로 비교분석하였다.

과학을 학습하는 방법으로 학습 접근이라는 용어가 사용되는데, 학습 접근이란 학습결과에 영향을 주는 “학생들이 학습과제를 다루는 방식”으로 정의된다 (Biggs, 1994). Chin & Brown(2000)은 과학의 학습 접근으로 심층적-피상적 접근(Deep and Surface approaches) 사이의 차이점을 비교하였는데, 학생들이 학습하는 동안 채택하게 되는 심층적-피상적 접근 학습방법의 본질에 차이점이 있다는 것을 보여주고 있다. 우선, 심층적 접근은 실질적인 동기와 과제의 내용에 관련된 접근으로, 학습주제의 의미 이해에 초점을 맞추고, 서로 관련된 부분을 다루고, 이전의 지식에 새로운 지식을 더하고, 일상생활의 경험들을 개념화하는 것이다. 이것은 학습자가 과제를 개인화하는 것을 강조하고, 학생들의 경험과 일상생활을 의미 있게 만든다. 반면, 피상적 접근은 부수적이고, 기계적인 동기에 기초한다. 피상적 접근을 사용하는 학습자는 과제를 해결해야만 하는 것으로 인식하며, 개별의 사실들을 기억하려는 경향이 있다. 또한, 기계적인 학습을 통해 용어와 절차를 재생하는 것에 초점을 맞춘다.

학습과제를 다루는 방식은 단순 실문을 통해서 알아낼 수 있는 것이 아니라, 과제에 따라 그 방식이 달라질 수도 있기 때문에, 특정 학습과제를 학생들에게 제시하고, 그때마다 학생들이 학습과제를 어떻게 다루는지 질적으로 살펴보아야 할 필요성이 있다. 이에 본 연구에서는 언어적 상호작용을 통해 학생들이 학습과제를 다루는 방식을 학습 접근 수준별로 분류하여 분석해 보고자 한다.

II. 연구방법 및 절차

1. 모듈의 구성

이 연구에 사용된 실생활 소재 탐구 모듈은 SAPA II의 13가지 탐구기능의 분류를 기준으로 개발되었다. 우선 현행 교육과정 내용을 고려하여 모듈 주제를 선

정하였고, 한 모듈 안에 연계되는 3~4개의 활동들이 포함되도록 구성하였다. 교사용 안내서와 학생용 활동지로 구분하여 개발된 1차 모듈을 현장 교사 대상 Workshop을 통해 수정 및 보완하였다. Workshop에 참여한 인원은 총 5명으로 화학교육을 전공한 석사 학위 이상의 교사들로 구성하였다. 개발된 모듈 활동을 직접 수행하면서 설문지를 통해 각 모듈에 포함되어 있는 탐구기능요소 선정의 타당성과 과학에 대한 흥미 향상과 탐구기능의 향상에 대한 효율성 등을 평가받았다. 또한, 교사들에 의해 지면 또는 구두로 제안된 모듈의 장단점 및 보완점에 대한 평가 및 의견을 반영하여 2차 모듈을 완성하였다.

특히, 이 연구에서 개발된 실생활 소재 탐구 실험 모듈은 두 가지 실험 형태로 개발되었다. 첫째는 문제 해결형 실험이다. 문제해결형 실험은 제시된 실험과정을 따라 실험을 수행하면 정확한 실험 결과를 얻을 수 없도록 구성되어 있다(이화정, 강성주, 2005). 학생들은 이러한 결과를 분석한 후 대안 실험 과정을 스스로 설계하여 수행해야 한다. 문제해결형 실험에서는 주어진 실험과정의 문제점을 인식하고, 이 문제점을 해결할 수 있는 실험과정을 설계하여 수행하는 것이 중요하다. 둘째는 과제해결형 실험이다. 과제해결형 실험은 실험과정이 주어지지 않으므로 학생들이 실험과정을 처음부터 스스로 설계할 것을 요구한다. 학생들은 실험을 통해 해결해야 할 과제를 받고, 그 과제를 해결하기 위한 실험방법을 설계하고, 문제가 해결될 때까지 실험을 개선하여 수행하게 된다. 문제해결형 실험보다 좀 더 높은 탐구에 해당한다. 두 실험 형태의 차이는 실험 주제의 특성이나 개념의 난이도보다는 활동과정의 구성 및 전개 방식에서 발생하는 차이로, 문제해결형 실험이 주어진 실험과정에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 과정을 수정·설계하는 문제중심실험이라면, 과제해결형 실험은 실험과정이 주어지지 않은 상황에서 제시된 과제(실험의 목표)를 해결해 나가는 열린 탐구실험 형태의 과제중심실험이다.

이 두 가지 실험의 공통점은 전통적인 형태의 실험에 비해 보다 학생 중심적인 활동이고, 지시가 적으며 실험과정을 스스로 결정해야 하므로 실험에 대한 책임감을 갖게 한다. 학생들은 스스로 문제를 인식하고, 결과를 예측하고, 실험과정을 설계하고, 탐구를 수행해야 한다.

본 연구에서는 실생활 소재를 활용하여 개발된 모듈 중 4개의 모듈을 적용하였으며, 그 모듈 중 첫째로 적용한 문제해결형 모듈1과 두 번째로 적용한 과제해결형 모듈2의 적용 결과를 분석하였다. 교육과

정상 내용 수준이 유사한 주제로 선정하기 위해 교과서 교과서의 물질 단원의 학습내용이 포함된 두 모듈을 선택하였다. 또한, 수행과정상에서도 두 모듈 모두 관찰이나 측정 등 학생들에게 익숙하게 사용되어온 탐구 기능의 활용으로, 탐구 기능의 수준에 의한 영향을 최소화하였다. 모듈1은 이온음료 속의 이온을 불꽃반응을 통해 알아내는 A활동, A활동에서 알아낼 수 없는 이온을 침전반응을 통해 알아내는 B활동, 이온음료 속의 영양소를 검출하는 C활동으로 구성되어 있다. A활동에서는 이온음료 속 이온의 농도가 낮아 불꽃반응으로는 검출하기 힘든 문제 상황이 발생한다. 모듈2는 제산제가 묽은 염산을 얼마나 중화시키는지 알아보는 A활동, 제산제를 이용하여 여러 산의 세기를 알아보는 B활동, 제산제로 음료수를 중화시켜보는 C활동으로 구성되어 있다. 가장 강력한 제산제를 찾아내는 것이 과제로 주어진다. 분석한 모듈 내에 포함된 활동의 주제는 Table 1과 같다.

Table 1
The contents of modules

Title	Student activity
1. What kinds of ions are included in ion-beverage?	A. Verification for the presence of elements by flame reaction
	B. Verification for the presence of ions by precipitation reaction
	C. Verification for the presence of nutrition
2. Take anti-acid when you suffer from stomachache!	A. How much can anti-acid neutralize acid in the stomach?
	B. Which anti-acid is more powerful?
	C. What would happen when you take anti-acid with beverage?

문제해결형 실험인 모듈1은 3개의 활동으로 구성되어 있으며 활동A에서 문제가 발생하고, 이 문제를 해결해야만 다음 활동을 할 수 있도록 구성되었다. 모듈2는 과제해결형 실험으로 제시된 과제를 해결하기 위해 학생 스스로 실험을 설계하여 진행하도록 구성되었다.

2. 연구 상황

충북 청원군 소재 중학교 3학년 학생 5인 1조의 소집단을 대상으로 개발된 실생활 소재 탐구 모듈을 적용하였다. 2004년 4월부터 7월까지 12차시의 실험을 투입·관찰하였다. 수업은 3주에 한번씩, 토요일에 3

차시 수업이 연속으로 진행되었으며, 3차시 동안 한 주제로 구성된 모듈내의 활동을 모두 진행하였다. 매 차시별 수업 시간은 따로 정해진 것이 아니라 상황에 따라 결정되었는데, 학생들이 어려워했던 실험은 실험의 흐름을 유지하기 위해 1시간 이상 연속적으로 행해졌고 이외의 실험은 보통 45~50분 동안 행해졌다.

실험 활동에 자발적으로 참여한 5명의 학생들로 하나의 소집단으로 구성하였으며, 과학성적 평균을 기준으로 분석한 결과 상위권인 학생 1명, 하위권인 학생 1명, 중위권인 학생 3명이었다. 연구자는 실험에 대해 간단히 설명을 해주고 학생들이 실험을 수행하는 동안의 질문에 답하기는 하였으나 결정적인 실험 방법을 제시하는 것이 아니라 학생들의 생각을 도울 수 있는 정도로만 관여하였다. 매 차시 실험과정을 녹음 및 녹화하였으며, 연구자 2인이 동시에 실험조를 관찰하였다. 수업 처치 기간 동안 연구 대상 학생들로부터 녹음이나 녹화에 대한 거부감을 나타내는 행동은 발견할 수 없었다.

3. 자료 분석

본 연구에서 사용된 학생들의 언어적 상호작용 분류틀은 선행연구(Chin & Brown, 2000)를 참고하여 개발하였다. Chin과 Brown(2000)의 경우 학생들의 대화 및 행동분석틀을 크게 사고, 설명, 질문, 메타인지, 실험 등 5가지 영역으로 나누고 각 영역별 하위요소로 심층적 접근, 피상적 접근으로 나누었다. 본 연구에서는 학생-학생 상호작용 유형만을 4개 영역(사고, 설명, 질문, 메타인지)으로 범주화하고 하위요소를 보다 상세화하였으며, 2인의 연구자가 관찰을 통해 파악된 특성과 프로토콜을 분석하면서 언어적 상호작용을 추출해내고, 기록원고에 대한 반복적인 분석을 통한 귀납적인 방식으로 보완하였다. 개발한 분석틀을 토대로 연구자 4인이 일부 기록 원고를 각각 분류하여 차이를 검토하는 과정을 통해 수정·보완하여 최종적인 분류틀을 개발하였다.

본 연구에서 사용한 탐구실험 과정에서 발생하는 학생-학생 사이의 언어적 상호작용 유형의 분류틀은 Table 2에 제시되었다.

실생활 소재를 사용한 탐구 모듈을 적용한 탐구 실험 수업과정에서 나타나는 언어적 행동은 「질문」, 「설명」, 「사고」, 「메타인지」의 4개 범주로 구분한 후, 각 범주별로 상호작용의 수준을 고려하여, 총 15개의 행동으로 세분하였다.

「질문」은 교과서적 지식, 간단한 관찰 등의 ‘사실적 질문(QS1)’과 주어진 절차를 분명히 하거나, 앞으로

Table 2
The types of student-student interaction on science inquiry experiments

Interaction type	Explanation
I. Question	
Surface Question 1(QS1)	· Questions related to information in textbooks or some observation
Surface Question 2(QS2)	· Question which sought clarification about a given procedure or asked how a task was to be carried out
Deep Question (QD)	· Comprehension questions which typically sought an explanation of something not understood
	· Prediction questions which were involving some speculation or hypothesis-verification
	· Anomaly detection questions in which students detected some discrepant information
	· Application questions in which students wondered of what use was the information
· Planning or strategy questions in which the student wondered how best to proceed next when no prior procedure had been given	
II. Explanation	
Surface Explanation 1(ES1)	· Answering Yes/No simply or simple reconstruction of question
Surface Explanation 2(ES2)	· Observing, measuring and confirming experiment
Deep Explanation 1(ED1)	· Macroscopic explanation which referred to what was visible
Deep Explanation 2(ED2)	· Microscopic explanation which described nonobservable theoretical entities and cause-effect relationships
III. Thinking	
Surface Thinking 1 (TS1)	· No further proceeding
Surface Thinking 2 (TS2)	· Giving opinions of the experimental procedure or method with little relation
Surface Thinking 3 (TS3)	· Giving opinions of problem-solving which were short and lacking in details
Deep Thinking (TD)	· Giving opinions of problem-solving which illustrated with specific examples and references to real life experience
IV. Metacognition	
Surface Metacognition 1 (MS1)	· Simple acceptance of the suggested opinions
Surface Metacognition 2 (MS2)	· Simple critique of their own or others' ideas and actions
Deep Metacognition 1 (MD1)	· Indication of the limitation in the suggested ideas and experiments
Deep Metacognition 2 (MD2)	· Reflection thinking to other's suggested opinion

어떻게 해야 하는지 묻는 ‘절차 질문(QS2)’을 ‘피상적 접근 질문’으로 분류하였고, 이해되지 않는 상황에서 설명을 요하는 ‘이해질문’, 추론, 가설·검증의 ‘예상 질문’, 제시된 정보의 모순을 감지했을 때 묻는 ‘이상발견질문’, 다루고 있는 정보의 이용을 묻는 ‘적용질문’, 주어진 절차가 없을 때 앞으로 어떻게 진행할지 묻는 ‘계획 또는 전략 질문’들은 ‘심층적 접근 질문(QD)’으로 분류하였다.

‘설명’은 질문에 대한 설명을 포함한 응답인데, 질문에 대한 긍정이나 부정의 대답, 질문의 단순한 재구성은 ‘피상적 설명1(ES1)’로 분류하였고, 발생한 현상에 대한 단순관찰, 측정, 단순묘사를 포함한 대화는 ‘피상적 설명2(ES2)’로 분류하였다. 눈에 보이는 현상과 물질을 사용해 설명하는 거시적인 관점의 설명은 ‘심층적 설명1(ED1)’로, 원인-결과의 관점에서 설명하

거나 입자수준의 미시적 관점에서 설명하는 것은 ‘심층적 설명2(ED2)’로 분류하였다.

응답이나 현상 묘사, 근거에 의하여 이유를 밝히는 ‘설명’과 달리, ‘사고’는 실험의 진행이나 문제해결에 대한 의견 제시이다. 즉, 본 연구에서는 과학탐구 실험 중 문제 상황에서 제시하는 의견을 의미한다. 사고의 표현은 학생들이 문제 상황에 직면했을 때, 문제에 대한 이미 만들어진 해결책이 없을 때 해결을 창출해 내는 학생의 능력이라고 볼 수 있다. 특히 문제가 친숙한 상황이 아니고, 학생들이 과거에 기계적으로 학습한 어떤 것이나 사실을 단순히 회상하는 것에 의존할 수 없을 때 나타난다(Chin & Brown, 2002a). 따라서 과학탐구 실험 중 문제 상황에서 더 이상의 생각을 진행시키려 하지 않는 포기의 경우는 ‘피상적 사고1(TS1)’, 실험방법, 실험절차에 대한 의견인데,

Table 3

Interaction frequency on problem-solving and task-solving experiment

Time(min)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	sum	mean
problem-solving (%)	34 (10.3)	36 (10.9)	29 (8.8)	78 (23.7)	83 (25.2)	20 (6.1)	28 (8.5)	16 (4.9)	5 (1.5)			329 (100)	36.6
task-solving (%)	28 (6.5)	56 (13.0)	38 (8.8)	62 (14.4)	47 (10.9)	33 (7.7)	35 (8.1)	33 (7.7)	32 (7.4)	23 (5.3)	43 (10.0)	430 (100)	39.1

문제 상황과는 관계없이 실험진행에 대한 지시를 포함한 경우는 ‘피상적 사고2(TS2)’로 분류하였다. 문제 해결에 대한 의견제시인 경우, 문제와 관련성은 있으나 짧고 구체적이지 않은 형태의 의견 제시는 ‘피상적 사고3(TS3)’으로 분류하였고, 문제에 대한 상세하고, 구체적인 예시를 사용한 의견이나 결정적으로 실험에 결론을 내리는데 도움이 되는 의견은 ‘심층적 사고(TD)’로 분류하였다.

「메타인지」는 실험 중 자신 또는 타인의 의견과 행동에 대한 평가·반추를 의미한다. 즉, 자신과 타인에 의한 설명이나 의견의 문제점을 지적하고 대안을 제시하는 것이다. 자신이나 타인에 의해 제시된 의견을 단순히 긍정 또는 부정하거나, 원인이나 이유 없이 단순히 수용하는 경우는 ‘피상적 메타인지1(MS1)’로 분류하였고, 자신이나 타인의 의견·행동에 대한 단순한 평가와 실험과정, 결론에 대한 단순한 평가를 ‘피상적 메타인지2(MS2)’로 분류하였다. 또한, 제시된 의견에 대해 한계나 문제점만을 지적하는 경우, 제시한 실험 결론에 대한 의견의 한계, 문제점을 지적하는 경우는 ‘심층적 메타인지1(MD1)’로 분류하고, 제시된 의견을 수정할 만한 대안을 제시하는 경우는 ‘심층적 메타인지2(MD2)’로 분류하였다.

이러한 분류들에 근거하여 문제해결형 모듈과 과제해결형 모듈에 따른 학습 접근 수준에 의한 언어적 상호작용의 수를 비교분석하였는데, 먼저 최종 분류들에 따라 1인의 분석자가 전체 기록 원고를 분류한 후, 또 다른 연구자가 이를 검토하였다.

III. 연구결과 및 논의

과학 탐구실험 과정에서 상호작용 양상의 뚜렷한 차이를 보이는 문제해결형 실험과 과제해결형 실험의 두 가지 형태의 실험을 분석하였다. 두 가지 형태의 실험으로 구성된 모듈을 적용하였을 때, 학생-학생 상호작용 수의 변화, 학습 접근 수준, 상호작용의 유형에 있어 차이가 있는지 살펴보았다. 모듈1의 활동A에는 활동 중간에 불꽃반응으로 확인하기 힘든 상황이 제시되어, 이러한 문제 상황에서 학생들이 어떻게 문

제를 해결해 나가는지, 상호작용의 유형에는 변화가 있는지 살펴보았고, 모듈2에는 모듈1처럼 활동 중간에 문제점이 드러나는 것이 아니라, 처음에 실험을 통해 해결해야 할 과제(실험의 목표)를 제시해주고, 학생들에게 그 과제를 해결해 보도록 하는 형태의 실험이었다. 모듈2의 활동A를 분석하여, 두 가지 형태인 탐구실험의 차이점을 살펴보았다.

1. 실험 형태별 시간에 따른 상호작용 수 비교

모듈1(문제해결형)과 모듈2(과제해결형)의 활동A를 각각 시간에 따른 상호작용 수에 있어 차이가 있는지 살펴보았으며 그 결과는 각각 Table 3과 같다.

Table 3은 문제해결형 실험과 과제해결형 실험의 시간에 따른 상호작용 대화 수의 변화를 나타낸 것이다. Table 3에 제시된 문제해결형 실험은 이온음료에 들어있는 이온을 불꽃 반응 실험을 통해 확인하는 것인데 이온음료와 알코올을 적당한 비율로 분무기에 섞어 불꽃 위에 분사하여 불꽃의 색을 관찰하는 것이다. 이때 이온음료와 알코올을 적당한 비율로 섞어야 불꽃의 색을 조금 관찰할 수 있고 이를 이용하여 어떤 이온이 들어있는지 분명하게 확인하고자 하려면 이온의 농도를 더 진하게 해야 한다. 학생들은 실험을 시작한 지 15분 후에 이온음료와 알코올을 섞는 과정에서 이온음료를 너무 많이 섞어 불이 잘 붙지 않는 문제 상황에 봉착하자, 이 문제를 해결하기 위해 서로 의견을 제시하고, 실험을 진행하여 갑자기 대화 수가 문제 발생 이전에 비해 2배 가량 증가하는 것을 볼 수 있었다. 학생들은 알코올을 더 넣어보고, 그래도 잘 안되자 혼란스러워 하면서 계속 문제점을 해결하기 위해 고심하는 것을 볼 수 있었다. 이온음료를 너무 적게 넣으면 이온의 색을 관찰하기가 힘들다. 학생들이 한참동안 고민하고, 토론하는 과정을 지켜보다가 교사가 이온의 색을 관찰하기 힘든 이유를 생각해보고, 색을 잘 관찰할 수 있을 만큼 이온의 양을 늘리기 위한 방법에 대해 생각해 볼 것을 권유하자 학생들이 이온음료를 끊어 알코올과 섞어 실험을 진행해 문제를 해결하는 것을 볼 수 있었다. 교사들이 학생들을 도울 수 있는 방법은 탐구가 일어날 수 있는 정도의

Table 4

Interaction tendency about learning approach level on problem-solving and task-solving experiment

		Time(min)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	sum	mean	
problem-solving	Surface	34	32	25	61	60	8	28	14	1		263	29.2	
	(%)	(12.9)	(12.2)	(9.5)	(23.2)	(22.8)	(3.0)	(10.6)	(5.3)	(0.4)		(100)		
problem-solving	Deep	0	4	4	17	23	12	0	2	4		66	7.3	
	(%)	(0.0)	(6.1)	(6.1)	(25.8)	(34.8)	(18.2)	(0.0)	(3.0)	(6.1)		(100)		
task-solving	Surface	28	51	31	56	42	29	31	32	28	20	36	384	34.9
	(%)	(7.3)	(13.3)	(8.1)	(14.6)	(10.9)	(7.6)	(8.1)	(8.3)	(7.3)	(5.2)	(9.4)	(100)	
task-solving	Deep	0	5	7	6	5	4	4	1	4	3	7	46	4.2
	(%)	(0.0)	(10.9)	(15.2)	(13.0)	(10.9)	(8.7)	(8.7)	(2.2)	(8.7)	(6.5)	(15.2)	(100)	

문제와 의문을 제시하는 것이다(Chin, 2002b). 15분~25분 사이에 문제를 해결하기 위해 학생-학생 간에 많은 대화가 있었음을 알 수 있었고, 문제를 해결하고 실험에 대한 결론을 내리는 40분 이후에는 별다른 문제점이 없어 대화수가 다시 감소하는 것을 볼 수 있었다.

Table 3에 제시된 과제해결형 실험은 생산제의 효능을 적정을 통해 비교해보는 활동인데 같은 양의 물에 여러 종류의 생산제를 녹이고, 같은 농도의 산으로 적정해야 한다. 이때, 지시약을 사용하는데 색 변화를 잘 관찰하기 위해서는 대조군을 설치하는 것이 중요하다. 학생들은 처음부터 생산제의 효능을 알아보기 위한 실험을 설계해야 하므로, 실험을 설계하는 과정에서 다른 때보다 약간 많은 대화가 이루어졌음을 알 수 있다. 문제해결형 실험과 비교해보면 과제해결형 실험의 경우에는 전체적으로 상호작용 대화 수의 급격한 변화 없이 전반적으로 고르게 분포된 것을 알 수 있다.

2. 실험 형태별 학습 접근 수준 비교

두 가지 실험 형태별 학습 접근 수준별 상호작용의 수에 차이가 있는지 살펴보았으며 그 결과는 각각 Table 4와 같다.

먼저 문제해결형 실험의 시간에 따른 학습 접근 수준의 상호작용 대화 수 변화를 Table 4에 나타내었다. 문제가 발생한 15~25분 사이에 피상적 접근뿐만 아니라 심층적 접근 수준의 상호작용이 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한 전체 피상적 접근 수준의 상호작용 중 5분 동안 일어난 피상적 접근의 %비율을 살펴보면 문제 상황에서 피상적 접근의 비율은 다른 때에 비해 약 2배 정도 증가하는 것을 볼 수 있다. 그러나 심층적 접근의 비율을 살펴보면 다른 때에 비해 4배 이상 증가하는 것을 볼 수 있다. 거의 모든 심층적 접근 수준의 상호작용이 바로 이 때 문제 상황에서 이

루어진다고 볼 수 있다.

다음으로 과제해결형 실험의 시간에 따른 심층적-피상적 접근 상호작용 대화 수의 변화는 Table 4에 나타내었다. 문제해결형 실험과 달리 과제해결형 실험에서는 피상적 접근과 심층적 접근의 상호작용 대화 수, 각각의 전체 접근 수준 별 차지하는 %비율이 실험 전반적으로 고르게 분포하는 편이다. 실험을 설계해야 하는 5~20분에는 다른 때에 비해 좀 더 많은 심층적 접근 수준의 상호작용이 이루어지긴 하였지만 문제해결형 실험의 심층적 접근이 4배 이상 증가한 것에 비하면 2배도 채 증가하지 않았음을 알 수 있었다. 또한, 실험을 계속 진행하는 동안 학생들의 심층적 접근 수준의 대화 수는 8%이하로 큰 변화를 보이지 않았는데, 이는 실험결과를 바르게 이끌 수 있을 만큼의 높은 수준의 대화보다는 실험결과를 얻는 데는 큰 도움이 되지 않는 낮은 수준의 대화만 거의 이루어지기 때문이라고 볼 수 있다. 그러나 실험결론을 내리는 실험 후반부 55분쯤에는 실험결과를 되짚어 보면서 심층적 접근의 상호작용이 15%정도 이루어져 다른 때에 비해 좀 더 많이 이루어지는 것을 볼 수 있었다.

문제해결형 실험과 과제해결형 실험 중 학생들을 좀 더 높은 수준의 상호작용이 이루어지도록 하는데 효율적인 실험 형태가 어떤 것인지 알아보기 위하여 1차시 전체 대화 수 중 심층적-피상적 접근이 차지하는 비율을 비교해보았는데, 그 결과는 Table 5에 나타내었다.

Table 5
Comparison of the approach level in accordance with the experiment type

Level	Surface approaches	Deep approaches
Experiment type		
Problem-solving	79.9	20.1
Task-solving	89.3	10.7

Table 5에서 심층적 접근 수준의 상호작용 비율만 살펴보면, 학생들의 학습 접근 수준이 대부분 피상적 접근에 머무르고 있으며 과제해결형 실험보다 문제해결형 실험에서 약 10% 정도 심층적 접근이 더 많이 이루어지는 것을 알 수 있다.

학생들의 실험을 관찰한 결과, 문제해결형 실험에서는 실험과정 중에 나타나는 문제 상황이 학생 본인의 실험 잘못에 기인하는 것으로 생각하고 그 원인을 찾으려고 노력하며, 또한 주어진 실험 방법에 문제점을 파악하고 개선된 방법을 제안하고자 하는 노력을 많이 하기 때문에 심층적 접근의 대화수가 증가하는 것으로 생각된다. 이와 같이 제시된 실험 방법에서 발생한 문제점을 찾아 수정하면 되는 문제해결형 실험인 모듈1에 비해, 과제해결형 실험인 모듈2에서의 경우 탐구 과제만을 제시하고 실험의 모든 과정을 설계하도록 하는 것은 훨씬 통합적인 사고능력을 요구하는 형태이기 때문에, 상대적으로 수준이 낮은 학생들은 소집단 활동에 참여하기 어려워 낮은 수준의 상호작용이 많이 이루어진 것으로 생각된다. 윤희경과 박승재(2001)는 학습동기의 유발에서 외적 동기의 유발보다는 내적 동기의 유발이 지속적이고 효과적이라 하였는데, 이러한 내적 동기를 유발시키기 위해서는 도전, 호기심, 권한들의 요인이 있다고 하였다. 내적 동기를 유발시키기 위해서 과제나 활동은 먼저 학생들이 ‘도전해 볼만 한 것’이어야 하며, 적절한 난이도를 가진 것이라고 하였다. 이러한 내적 동기 유발을 위해서는 과제의 특성을 개선하고 과제 수행 자체가 유익하고 가치로운 경험으로 학생들에게 인식되는 것이 중요하다고 볼 수 있다. 이러한 맥락에서 문제해결형 실험은 과제해결형 실험보다 학생들에게 도전해 볼만한 난이도의 실험이었다고 생각되며, 과제해결형 실험은 소집단 구성 학생들 모두가 쉽게 접근하기 어려운 형태여서 심층적 접근 수준의 학습이 적게 이루어졌다고 생각된다.

3. 실험 형태별 상호작용의 유형 비교

두 종류의 실험형태를 적용했을 때, 시간에 따른 상호작용의 유형에 차이가 있는지 살펴보았다. 실험을 시작하는 초반에는 TS2(실험진행에 대한 의견제시)와 ES2(발생한 현상에 대한 단순 관찰, 측정을 포함한 행동), QS1(단순질문), QS2(절차질문)가 상호작용의 주요 유형으로 분석되었으며, 실험을 진행하는 동안에 학생들의 상호작용은 주로 TS2로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 또한 문제해결형 실험과 과제해결형 실험 모두에서 원인-결과의 관점에서 설명하거나 입자수

준의 미시적 관점에서 설명하는 ‘심층적 설명2(ED2)’와 제시된 의견을 수정할 만한 대안을 제시하는 ‘심층적 메타인지2(MD2)’가 이루어지지 않음을 알 수 있었다. ED2의 경우, 실험에 참여한 학생들이 관찰 내용을 현상적으로 설명하는 데에는 익숙하지만 그 원인을 과학적 원리를 근거로 설명하는 데에 어려움을 느꼈거나, 입자 수준의 개념을 거시적인 대상에 적용하는 데에 익숙하지 못한 상태여서 미시적 관점으로 설명하는 것이 어려웠으리라 생각된다. 또한 연구자의 관찰결과, 학생들이 서로 자신의 의견을 제시하지만(TD), 이렇게 제시된 의견을 평가하며 그 의견에 대한 자신의 대안을 제시하는 메타인지적인 요소(MD2)는 잘 나타나지 않았다. 이는 먼저 제시된 의견에 대한 평가나 대안을 제시하기보다는, 또 다른 새로운 의견을 제시하는(TD) 형태의 대화로 연결되어 진행되었기 때문이라고 생각된다. 따라서, 제시된 의견이 여러 단계를 거쳐 정교화되는 과정을 관찰하기는 어려웠다. 과학적 사고는 단순한 동의를 통해서보다는 반론의 제기과 서로 다른 견해의 협상을 통해 발달하는데(Alexopoulou & Driver, 1996), 이와 관련된 태도가 학생들에게 부족함을 알 수 있다.

문제해결형 실험과 과제해결형 실험의 대화 유형을 살펴본 결과, 문제해결형 실험에서는 실험 중 문제가 발생하고(15분) 이를 해결하는 25분 지점에서 갑자기 많은 대화가 이루어짐을 볼 수 있었다. 이때 상호작용의 유형을 살펴보면, 15분 이후부터 QD(심층적 질문)의 수가 먼저 급격히 증가하고, 이것과 약 5분의 시간차 간격을 두고 TD(문제 해결에 대한 의견제시)가 증가하는 것을 볼 수 있었다(Figure 1).

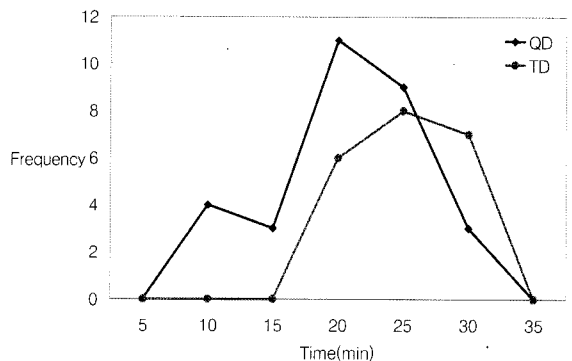


Fig. 1 Interaction tendency about QD-TD on problem-solving experiment

이러한 결과는 실험의 형태가 가지는 특징으로 보 이는데, 문제해결형 실험에서는 학생들이 문제점을 발

견한 후, 계속 그 이유에 대해 서로 질문하고(QD), 질문에 대한 응답으로써 문제를 해결할 수 있는 의견을 제시(TD)하는 것으로서 응답을 하는 경우가 많았기 때문이라고 생각된다.

과제해결형 실험에서는 특히 QS1, ES2, TS2, MS2 영역의 대화가 많이 일어난 것으로 분석되었는데, 이는 과제해결형 실험의 특징이라 할 수 있다. 학생들에게 실험 방법을 제시하지 않았기 때문에 학생들은 시행착오적인 실험에 대한 지시(TS2)가 많았으며 이에 따른 실험 진행에 대한 평가(MS2)도 많이 이루어졌다. 따라서 본인들이 제안한 방법대로 실험을 진행하는 동안 관찰한 사실을 확인하는 질문(QS1)도 많아졌고 학생들 서로가 관찰한 내용을 설명·묘사(ES2)하는 대화가 많이 이루어지는 것을 알 수 있었다. 그러나 이와 관련된 심층적 접근 수준의 학습이 이루어지지 않는 것으로 보아 잘못된 실험 설계를 바로 고치기 위한 반추보다는 시행착오적인 행동으로 해결하려고 함으로써 실험 설계 부분을 어려워하고 있음을 알 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 실생활 소재 탐구 모형을 적용한 과학 탐구 실험 수업 과정에서 학생-학생 상호작용 유형을 분류하고, 탐구 실험 형태에 따른 학생들의 학습 접근 수준을 알아보았다. 학생들 간의 상호작용의 대부분이 피상적 접근에 머무르고 있었으나, 실험과정 중 문제점을 해결해야 하는 상황에서나, 구체적인 실험방법을 제시하지 않았을 때 심층적 접근이 나타났다. 이는 학생들에게 실험과정, 방법을 구체적으로 제시하거나, 이미 학생들이 결과를 알고 있는 개념 확인 실험을 하는 것은 학생들을 심층적 접근으로 이끌지 못한다는 것을 알 수 있었다. 또한, 사후 인터뷰 결과에 의하면 이와 같은 형태의 탐구실험이 오히려 실험방법이 구체적으로 제시되는 형태에 비하여 과제에 대한 흥미를 이끌어 내는 것으로 나타났다.

특히, 본 연구에서 적용한 실험과정 중 나타나는 문제점을 해결해야 하는 문제해결형 실험에서는 해결해야 할 문제 발생시 학생-학생 상호작용의 수가 증가하며, 심층적 접근 수준의 상호작용 수도 증가하는 것으로 나타났다. 이 때 이루어지는 심층적 접근 수준의 상호작용의 유형을 분석한 결과, 특히 질문, 사고 영역에서의 증가가 두드러졌다. 이는 문제해결형 실험이 학생들의 비판적 참여를 증가시킨다는 이화정과 강성주(2005)의 연구결과와 연관된다. 이를 통해 문제해결

형 실험이 통합적 사고능력 향상에 효과적이며, 중학생 수준에서 적절한 난이도의 실험형태를 도입한다면 보다 탐구적인 실험 효과를 얻을 수 있으리라 생각된다. 또한, 과제해결형 실험에서도 문제해결형 실험 이후의 심화과정이나 고학년의 학생들에게로의 적용을 고려해서 재구성할 경우 더 많은 심층적 학습 접근을 유도할 수 있으리라 기대된다.

따라서, 학생들에게 다양한 형태의 탐구실험을 적용해 보고 그에 따른 상호작용 양상을 분석해 좀 더 효과적인 탐구 실험의 형태를 제시해 보는 연구가 후속되어야 한다. 또한 학생들을 좀 더 사고할 수 있도록 돕고, 심층적 학습 접근을 유도할 수 있는 탐구 실험들이 많이 개발되어야 할 것으로 사료된다.

국문 요약

본 연구에서는 실생활 소재를 사용한 문제해결형과 과제해결형 탐구 활동을 적용했을 때, 학생 간 상호작용의 양상을 조사하였다. 연구를 위해, 충북 청원군 소재 중학교 3학년 학생 5명의 실험 수업을 관찰하고, 녹음 및 녹화 후 기록 원고를 작성·분석하였다. 학생들의 대화를 질문, 설명, 사고, 메타인지의 4가지 상호작용 유형으로 분류하고, 각 유형별 학습 접근 수준은 심층적·피상적 접근으로 분류하였다. 실험 형태별 언어적 상호작용의 수와 학습 접근 수준 비교 결과, 문제해결형 탐구실험은 문제점 발견에서 해결까지 상호작용의 수가 문제 발생 이전에 비해 2배 가량 증가하는 것을 볼 수 있었으며, 심층적 접근 수준의 상호작용의 수도 4배 정도 증가하는 것으로 나타났다. 한편, 과제해결형 탐구실험에서는 실험과정 중 상호작용의 수가 고루 분포하였다. 또한 학생들은 문제해결형 탐구실험에서 보다 많은 심층적 접근의 상호작용을 보이는 것으로 나타났다.

참고 문헌

- 권용주, Lawson, A. E. (1999), 과학 교수 학습 과정에서 실험활동 중심 수업의 효율성에 대한 신경학적 설명. 한국과학교육학회지, 19(1), 29-40.
- 백성혜(1995), 과학탐구 실험대회의 문제점 분석. 한국과학교육학회지, 15(2), 173-184.
- 윤혜경, 박승재(2001), 확장적 과학 탐구 과제의 특징이 중학생의 탐구 동기에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 21(1), 1-12.
- 이화정, 강성주(2005), 교사양성 대학에서의 일반화 학실험 개선과 적용. 한국과학교육학회지, 25(3), 346-352.

조희형, 이문원, 조영신, 한인숙(1989). 중등학교 과학교육의 내실화방안에 대한 연구. 한국과학교육학회지, 9(1), 75-89.

Alexopoulou, E., & Driver, R.(1996). Small-group discussion in physics: Peer interaction modes in pairs and fours. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), 1099-1114.

Biggs, J. (1994). Approaches to learning: Nature and measurement of. In Husen, T. and Postlethwaite, T. N. (Ed.), *The international encyclopedia of education* (2nd Ed., Vol. 1), (pp. 319-322). Oxford: Pergamon.

Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138.

Chin, C., & Brown, D. E. (2002a). Student-generated question: a meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549.

Chin, C., & Kayalvizhi, G. (2002b). Posing problems

for open investigations: what questions do pupils ask? *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 269-287.

Domin, D. S. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 543-547.

Johnstone, A. I., & Al-Shuaili, A. (2001) Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *University Chemistry Education*, 5, 42-51.

Leonard, W. H.(1983). An Experimental Study of a BSCS-Style Laboratory Approach for University General Biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 807-813.

Shymansky, J. A., Kyle, W. C., & Alport, J. M.(1983). The effects of new science curricula on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 387-404.

Tobin, K.(1990). Research on Science Laboratory Activities. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418.