

학습자의 인지수준 및 학습동기 유형에 따른 자유주제 과학탐구의 효과 및 탐구 단계별 상호작용 특성

신영민 · 김현경¹ · 최병순^{2*}

병점고등학교 · ¹한국교육과정평가원 · ²한국교원대학교

The Effect of Free-inquiry Science Activity and Characteristics of Interaction in Each Inquiry Steps by Cognitive Level and Learning Motivational Type of the Students

Young Min Shin · Hyun-Kyung Kim¹ · Byung Soon Choi^{2*}

Byeongjeom High School · ¹Korea Institute for Curriculum and Evaluation ·

²Korea National University of Education

Abstract: This paper analyzed the improvement of cognitive level of the students and interactions which occurred in each step of free-topic scientific inquiry to help science teachers understand free-topic scientific inquiry better. Free-topic scientific inquiry is helpful to students with a deep strategic learning goal orientation type or a deep strategic ability goal orientation type in their transition (2B/3A) of cognitive levels. Most students have difficulties in the phase of establishing topics and hypotheses. The result says that the discussion techniques are improved through free-topic scientific inquiry, but the quality of interaction is not easily improved. The deep strategic learning goal orientation type concretizes opinion through interaction in free-topic scientific inquiry. The deep strategic ability goal orientation type are actively involve in the interaction, but they pay no attention to the process because they stick to the result. The surface strategic ability goal orientation type can not deepen a discussion due to high frequency of low level inquiry. However, the frequency of high level inquiry increases through free topic scientific inquiry operation. As a result, the characteristics of free-topic scientific inquiry were discussed and the educational implications of the progress of free-topic scientific inquiry and the organization of grouping were drawn.

Key words: free-topic scientific inquiry, social interaction

I. 서론

과학은 자연 현상을 탐구함으로써 지식을 얻는 학문이기 때문에, 과학교육에서는 과학적인 지식과 함께 탐구의 방법을 중요시 하여 왔다. 따라서 수차례에 걸친 교육과정의 개정에서도, 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고 이러한 탐구활동을 기초로 하여 과학의 기본개념을 이해하고 적용하는 것은 계속해서 중요한 과학교육의 목표로 강조되어 왔다. 특히 제7차 및 2007 개정교육과정에서는 과학 교과서의 모든 활동이 탐구적으로 이루어지도록 구성되어 있다(교육부, 1998; 교육인적자원부, 2007). 그러나 우리나라에서의 탐구중심 과학교육은 구호로만 강조되고

있을 뿐 실제의 현장에서는 제대로 이행되지 못하고 있다(조희형, 1992). 특히 일반계 고등학교 과학교육 실태를 분석한 결과에 따르면 일방적인 강의식 설명 수업을 주로 하고 있고, 학생들은 과학에 대한 흥미와 호기심이 부족하고, 과학적 태도도 소극적으로 나타났다(손영식, 2000). 또한 실험중심의 탐구학습이 널리 보급되어 있지만, 일선 교사들은 사고력과 탐구력 개발을 위한 각종 학습방법이 지나치게 이론적이고 형식화되어, 실시해 보기도 전에 어렵고 학습효과도 그다지 크지 않을 것으로 생각하고 있다(권혁렬, 1998).

이와 같은 현실적 한계점에도 불구하고 학교교육에서는 탐구능력 배양을 과학교육의 중요한 목표로 설

*교신저자: 최병순(bschoi@knue.ac.kr)

**2009.08.28(접수) 2009.11.04(1심통과) 2010.06.26(2심통과) 2010.07.01(최종통과)

***이 논문은 한국교원대학교 2009학년도 KNUe학술연구비 지원을 받아 수행하였음.

정하고 있다. 이에 따라 학생의 탐구를 강조하고 실제 교육현장에서 구체적인 현상과 접촉하여 과학적 탐구를 수행할 수 있는 기회를 제공하는 또 하나의 탐구학습 방법으로 7차 과학교육과정에서는 3~6학년 학생들을 대상으로 '자유주제 과학탐구'가 '자유탐구'라는 명칭으로 시행되어 왔다(교육부, 1999). 특히 2007개정 과학과 교육과정은 학생들의 과학적 흥미와 창의력을 신장시킬 수 있도록 학생 스스로 관심 있는 주제를 선정하여 탐구할 수 있는 '자유 탐구'를 3~10학년 '과학' 내용에 포함하여 구성하도록 명시하고 있다(교육인적자원부, 2007). 또한 청소년들의 과학반 활동을 활성화하고 좀 더 체계적인 탐구를 수행하도록 하기 위해 1년간의 탐구결과를 관련 전문가와 또래 학생들 앞에서 발표, 토론하고 평가받는 '전국과학탐구발표대회'가 20여 년간 열리고 있다(강은형, 2001).

이와 같이 국내에서 자유주제 과학탐구가 활발히 수행되고 있으나, 실제 자유주제 과학탐구가 학생에게 어떤 영향을 미치는지에 대해 연구된 바가 거의 없다. 앞서 언급했듯이 다양한 탐구중심 과학교육이 실제 학교현장에서 제대로 보급, 시행되지 못하고 있다는 선행연구 결과(권혁렬, 1998; 손영식, 2000; 조희형, 1992)를 고려했을 때, 교사 주체의 탐구학습이 아닌 학생 주체의 개방적 과학교육으로써 자유주제 과학탐구의 활성화 방안과 그 효과를 알아보는 것은 의미 있는 일이다. 이를 위해 이 연구에서는 학생들의 인지수준 및 학습동기 유형에 따라 자유주제 과학탐구가 인지수준 향상에 효과가 있는가를 알아보았다. 그것은 과학탐구 활동에서 상호작용의 수준은 학생들의 인지 수준과 관련이 깊으며(성숙경, 2005; 장상실, 2003), 과학수업 중의 탐구 활동에 비해 자유주제 과학 탐구는 개방도가 매우 높고 장기간 지속되는 활동이므로 학생들의 학습동기 유형이 인지수준 향상에 영향을 주리라 예상되기 때문이다. 또한 탐구단계별로 요구되는 사고 특성이 다르므로, 자유주제 과학탐구의 수행 단계별로 상호작용의 특성도 분석하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 모둠구성

이 연구에는 경기도 소재 인문계 고등학교 1학년

36명의 학생들이 참여하였다. 이들은 모두 과학교과 특기자로 4차에 걸친 전형 과정을 거쳐 선발되었다. 이들 중에서 18명은 실험 집단으로 방과 후에 자유주제 과학탐구활동을 실시하였으며, 다른 18명은 통제 집단으로 안내형 과학탐구 활동을 수행하였다.

모둠 구성은 과학적 사고력 검사(SRTⅢ)와 학습동기 검사(PALS)를 바탕으로 인지수준 및 학습동기 유형에 따라 구성하였다. 학습동기 유형은 먼저 PALS를 통해 학습중심 목표지향, 능력중심 목표지향, 심층적 전략지향, 피상적 전략지향의 4가지 학습동기 유형(Lompscher, 1994)을 파악한 뒤, 현종오(2001)의 학습동기 유형별 분류틀을 참고하여 학습동기 유형을 새롭게 범주화하였다. 즉 학습중심 목표지향성과 심층적 전략지향이 모두 두드러진 경우에는 심층전략적 학습목표지향형(이하 심층학습형), 능력중심 목표지향성과 심층적 전략지향이 모두 두드러진 경우에는 심층전략적 능력목표지향형(이하 심층능력형), 능력중심 목표지향성과 피상적 전략지향이 모두 두드러진 경우에는 피상전략적 능력목표지향형(이하 피상능력형)으로 나누었다. 또한 심층전략적 성향만이 두드러진 경우 심층전략형(이하 심층형)으로 나누었다.

인지수준 및 학습동기 유형에 따라 모둠을 구성하되, 무임 승차자(free rider) 효과가 발생하지 않고(Cohen, 1994), 보다 심층적이고 적극적인 자유주제 과학탐구 활동이 가능하도록 하기 위해 실험집단의 한 모둠을 2명으로 구성하였다. 또한 상호작용을 관찰할 모둠의 선택은 목적표본추출 방식(Nakhleh & Krajick, 1993)으로, 인지수준과 학습동기 유형을 고려하여 선정하였다. 인지적 측면에서 이질집단이 상호작용의 중단 없이 올바른 결론에 도달하지만(강순민, 2004), 능력의 차이가 큰 이질 집단보다는 비슷한 수준의 이질집단이 상호작용을 통한 도움을 주고받기에 적절한 구성(Cohen, 1994; Jones *et al.*, 1998)이라는 연구결과에 따라 상호작용 분석 모둠의 인지수준 차이가 크지 않도록 조정하였다. 실험집단 학생들의 인지수준 및 학습동기 유형은 표1과 같다.

2. 연구절차 및 자료수집

인지수준 및 학습동기 유형에 따른 자유주제 과학탐구가 학생들의 인지수준 향상에 효과가 있는가를 알아보기 위해 사전검사로 SRTⅢ와 PALS를 실시하

표 1
실험집단 학생들의 인지수준 및 학습동기 유형

| 모둠 | 학생 | 인지 수준 | 학습동기 유형 |
|----|-----------------|-------|---------|
| A | 민경 ⁺ | 2B/3A | 심층학습형 |
| | 철우 ⁺ | 2B/3A | 심층능력형 |
| B | 혜수 ⁺ | 2B/3A | 심층학습형 |
| | 일현 ⁺ | 2B/3A | 피상능력형 |
| C | 상기 ⁺ | 2B/3A | 심층능력형 |
| | 현규 ⁺ | 2B/3A | 피상능력형 |
| D | 병국 | 3A | 심층형 |
| | 한규 ⁺ | 2B/3A | 심층능력형 |
| E | 소영 ⁺ | 2B/3A | 심층학습형 |
| | 기룡 | 3A | 심층형 |
| F | 승윤 ⁺ | 2B/3A | 피상능력형 |
| | 수진 | 3A | 심층형 |
| G | 정원 | 3B | 심층형 |
| | 인제 | 3A | 심층학습형 |
| H | 호영 | 3A | 심층학습형 |
| | 계형 | 3B | 심층능력형 |
| I | 새롬 | 2B/3A | 심층학습형 |
| | 성민 | 2B/3A | 심층학습형 |

2B/3A: 과도기, 3A: 초기 형식적조작기, 3B: 후기 형식적조작기, +상호작용 분석 대상.

고, 사후검사로 SRTⅦ을 실시하였다. SRTⅢ와 SRTⅦ은 Shayer 등에 의해 개발된 인지수준 측정을 위한 검사 도구로써, 일련의 변인 통제 활동에 대한 학생들의 성취수준으로부터 그들의 인지수준을 평가한다(Shayer and Adey, 1981). PALS는 Anderman과 Young (1994)이 제작한 동기검사도구 중 과학영역 버전을 사용하였다. PALS의 모든 문항은 5-point Likert scale이며, 이 연구에서 검사지의 각 범주별 신뢰도(Cronbach α)는 0.76 이상이었다.

실험 집단 학생들은 방과 후에 자유주제 과학탐구 활동을 실시하였으며, 통제 집단 학생들은 안내형 과학탐구 활동을 수행하였는데, 자유주제 과학탐구 활동은 강은형(2001)의 수업 모형을 따랐다. 자유주제 과학탐구 활동은 한 주제에 대해 8개월 동안 매주 금요일과 토요일(공휴일은 제외) 방과 후에 이루어졌는데, 탐구과정에 대한 선택권이 학생들에게 주어지기 때문에 모둠의 탐구진행 정도에 따라 탐구과정 한 단

계가 25차시로 탄력적으로 운영되었다.

자유주제 과학탐구에서 탐구단계별 상호작용 특성을 알아보기 위해, 실험집단 학생들 중에서 사전 검사 결과를 바탕으로 선정된 연구대상자에 대해 준참여 관찰을 하였다. 관찰하는 동안에는 모둠의 활동에 가능한 개입하지 않아 연구대상자가 자연스럽게 활동하는 과정을 확인하고자 하였다. 탐구수행 단계별 상호작용은 MD와 비디오카메라로 동시에 녹음/녹화하였고, 학생들을 관찰하면서 특기할만한 내용을 기록한 관찰 기록지를 작성하였다. 녹음/녹화를 통해 수집한 자료를 통합하여 전사한 후 Spradly(1979)의 분석방법을 사용하여 영역별로 분류하고, 부호화 범주(coding category)를 만들어 이로부터 유형을 찾아내어 원자료를 축소하였다(Miles & Huberman, 1994).

자유주제 과학탐구의 효과는 사후 검사 결과에 대한 두 집단 간의 차이를 분석하여 알아보았고, 탐구 단계별 상호작용의 특성은 실험 집단의 모둠별 활동에 대한 전사 자료와 준참여 관찰 결과에 대한 정성적 분석을 통하여 알아보았다.

3. 분석단위와 자료처리

분석단위는 연구의 목적에 따라 개인과 모둠으로 나누었다. 탐구수행에 따른 탐구능력의 신장을 알아보기 위해서 개인을 분석 단위로 하였으며, 자유주제 과학탐구 활동에서 단계별 상호작용의 특성을 알아볼 때에는 모둠별로 상호작용을 분석하였다.

자유주제 과학탐구에서 수행 단계별 상호작용 특성을 알아보기 위해, 토요일에 교사의 참관 하에 이루어진 탐구 활동 10차시 분을 녹음 및 전사하였다. 그 중에서 각 탐구단계별로 상호작용이 활발했던 2차시 분석을 선정하여 모두 6차시 분의 상호작용만을 분석 대상으로 하였다. 1차시 녹음 분량은 활동에 따라 다르며, 50~80분 범위이었다. 언어적 상호작용의 유형별 분석틀은 Chin과 Brown(2000), 이현영 등(2002)의 분석틀을 근거로 2인이 협의 하에 언어적 상호작용 범주를 만들고, 이를 바탕으로 1회 수업을 각각 분석한 후, 일치도를 비교하고 협의하는 과정을 거쳐 최종 범주를 완성하였다. 분석의 신뢰도를 확보하기 위해 연구자 1인이 반복적으로 분석하고, 분석결과는 동료연구자와 검토·논의하는 과정을 거쳤다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 자유주제 과학탐구가 인지수준 향상에 미치는 효과

학생들의 인지 수준과 과학 탐구능력 사이에는 유의한 상관성이 있으며, 탐구학습을 통해 학생들의 인지 수준을 향상시킬 수 있다는 여러 연구결과(최병순과 허명, 1987; 김종일과 우종욱, 1993; 지혜미, 1995; 김지영 등, 2002; 김조연 등, 2002)에 따라, 자유주제 과학탐구가 인지수준 향상에 효과가 있는가를 알아보기 위해 사전과 사후에 SRT 검사를 실시하였다. 검사결과는 표2에 제시되어 있다.

표2에서, 실험집단 학생들의 인지수준 향상이 통제집단에 비해 큼을 알 수 있다. 이와 같은 변화는 특히 과도기(2B/3A) 학생들에게서 두드러졌다. 실험 집단에서는 과도기 수준에 있던 11명의 학생 중에서 5명이 형식적 조작 초기로, 형식적 조작 초기에 있던 학생 1명이 형식적 조작 후기로 인지 수준이 향상되었다. 반면에 통제 집단에서는 과도기 수준에 있던 11명의 학생 중에서 2명이 형식적 조작 초기로 인지 수준이 향상되었다. 이때 인지수준의 변화가 있었던 과도기 학생은 모두 학습동기 유형이 심층학습형 혹은 심층능력형 이었다. 이는 심층학습형이나 심층능력형 학생

이 피상능력형 학생에 비해 자유주제 과학탐구과정에서 상위수준의 상호작용이 많았던 연구결과(그림1)와 함께 생각해 볼 때, 자유주제 과학탐구에서의 대화적 논의과정이 인지수준의 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다.

2. 자유주제 과학탐구 수행 단계별 상호작용 형태

(1) 주제 및 가설설정 단계의 상호작용 형태

학생들은 일련의 탐구 수행 과정 중, 특히 주제 및 가설설정 단계에서 어려움을 겪는 것으로 보인다. 학생들은 이 단계에서 30가지 이상의 다양한 의견을 제시하지만, 이미 검증된 과학 원리를 확인하거나, 탐구주제가 광범위하여 실험적 검증이 어려운 주제를 선정하는 경우가 많았다. 또한 현재 진행 중인 주제에 대한 논의가 쉽게 심화 발전되지 않으면, 곧 새로운 주제로 변경하여 다시 시작함으로써 상호작용이 심화되지 못하고 단절되는 현상이 나타났다. 이는 학생들이 자유주제 과학탐구와 같이 자율성과 의사결정권이 자신들에게 주어지는 개방적 탐구 활동을 경험해 본 적이 거의 없어서 생소할 뿐만 아니라, 정답이 없는 탐구활동임에도 불구하고 진행에 곤란을 겪으면 곧 틀렸다고 생각하고 이론에 일치할 수 있는 결과가 나올만한 주제를 다시 선정하기 때문으로 보인다.

자유주제 과학탐구 수행 과정에서 학생들이 겪는 어려움의 정도는 그림 2에 나타난 바와 같이 과제무관 상호작용의 빈도로도 설명될 수 있다. 연구 결과, 주제 및 가설설정 단계에서 학습동기 유형에 관계없이 모두 과제무관 상호작용이 가장 많았다. 이는 박성기(2008)의 연구결과와도 일치한다. 이것은 주제 선정 과정에서 의사 결정을 위한 상호작용이 원활하게 진행되지 않고 있다는 점을 반영한다고 보여 진다. 실제로 주제 및 가설설정 과정에서 대화가 걸도는 경향이 나타나고, 제시된 의문에 대해 심도 있는 논의가 진행되지 못하는 경우가 관찰되었다. 이는 심층학습형이나 심층능력형에 비해 피상능력형 학생에게서 더

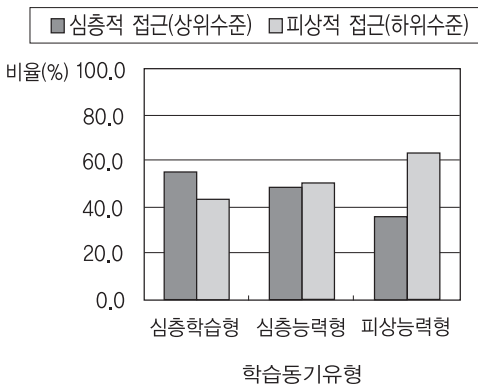


그림 1 자유주제 과학탐구에서 학습동기 유형에 따른 상호작용 수준 양상

표 2 사전과 사후의 인지수준 검사 결과 [명(%)]

| 인지수준 | 실험 집단 | | | 통제 집단 | | |
|------|-----------|----------|----------|-----------|----------|---------|
| | 2B/3A | 3A | 3B | 2B/3A | 3A | 3B |
| 사전 | 11 (61.1) | 5 (27.8) | 2 (11.1) | 11 (61.1) | 6 (33.3) | 1 (5.6) |
| 사후 | 6 (33.3) | 9 (50.0) | 3 (16.7) | 9 (50.0) | 8 (44.4) | 1 (5.6) |

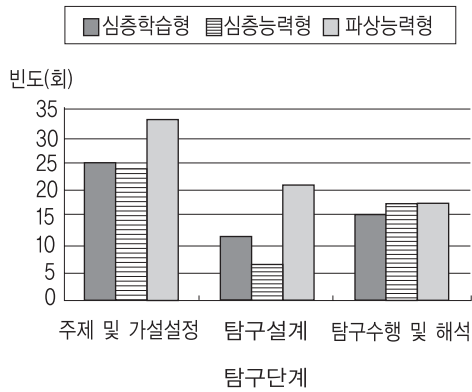


그림 2 자유주제 과학탐구에서 나타난 탐구단계별 과제 무관 진술 빈도

많이 관찰되었다.

학습동기 유형별로 상호작용의 형태를 살펴보면, 주제 및 가설설정 단계에서 심층학습형 학생들은 확장된 의견, 수용적 확장, 반론제기 상호작용 빈도가 많았으며(표3), 상호작용을 통해 동료와 자신의 의견을 정교화 시켜 나가고 있었다. 한편 심층능력형 학생들은 의견제시 상호작용이 많은 것으로 보아 동료의 의견을 듣고 정교화하기 보다 자신의 의견제시에 더 집중하는 경향이 있음을 알 수 있었다.

피상능력형은 응답의 빈도수가 많으며, 특히 단순대답, 반복과 같은 하위수준의 상호작용이 많았다. 즉 피상능력형은 외관상 주제 및 가설설정 과정에 적극적으로 참여하는 것처럼 보이지만, 질적으로 우수한

표 3 주제 및 가설설정 단계에서 학습동기 유형별 상호작용 빈도

| 수준 | 상호작용 유형 | 코드 | 심층학습형 | | 심층능력형 | | 피상능력형 | |
|-----------------|---------------------------------------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|
| | | | 평균 | 백분율 | 평균 | 백분율 | 평균 | 백분율 |
| 피상적접근 (하위수준) | (1)질문(Question) 단순질문 | Q1 | 55 | 19.8 | 87 | 25.3 | 60 | 22.6 |
| | 관련질문 | Q2 | 26 | 9.4 | 38 | 11.0 | 40 | 15.1 |
| | 확장된질문 | Q3 | 17 | 6.1 | 41 | 11.9 | 18 | 6.8 |
| 심층적접근 (상위수준) | | | 12 | 4.3 | 8 | 2.3 | 2 | 0.8 |
| 피상적접근 (하위수준) | (2)응답(Response) 단순대답 | R1 | 80 | 28.8 | 66 | 19.2 | 80.3 | 30.3 |
| | 확인 | R2 | 40 | 14.4 | 41 | 11.9 | 60 | 22.6 |
| | 설명 | R3 | 19 | 6.8 | 20 | 5.8 | 17 | 6.4 |
| 심층적접근 (상위수준) | | | 21 | 7.6 | 5 | 1.5 | 3.3 | 1.2 |
| 피상적접근 (하위수준) | (3)의견 제시 (Making suggestion) 반복 | MS1 | 61 | 21.9 | 109 | 31.7 | 67.7 | 25.5 |
| | 과제진행 관련 의견 | MS2 | 5 | 1.8 | 23 | 6.7 | 7.7 | 2.9 |
| | 과제해결 관련 의견 | MS3 | 16 | 5.8 | 17 | 4.9 | 13 | 4.9 |
| | 확장된 의견 | MS4 | 19 | 6.8 | 52 | 15.1 | 44 | 16.6 |
| 심층적접근 (상위수준) | | | 21 | 7.6 | 17 | 4.9 | 3 | 1.1 |
| 피상적접근 (하위수준) | (4)의견 받기 (Receiving opinion) 반복 | RO1 | 82 | 29.5 | 82 | 23.8 | 57 | 21.5 |
| | 수용적 확장 | RO2 | 6.7 | 2.4 | 15 | 4.4 | 36 | 13.6 |
| | 반론제기 | RO3 | 40.3 | 14.5 | 45 | 13.1 | 10 | 3.8 |
| 심층적접근 (상위수준) | | | 35 | 12.6 | 22 | 6.4 | 11 | 4.2 |
| 상위수준 상호작용 | | | 164.3 | 59.1 | 166 | 48.3 | 85.6 | 32.3 |
| 하위수준 상호작용 | | | 113.7 | 40.9 | 178 | 51.7 | 179.4 | 67.7 |

상호작용을 하지 못하고 있었다. 다음은 이에 대한 구체적인 사례이다.

[사례 1]

일현: 생물. 생물이 쉽잖아.

혜수: 생물이 좀 쉽긴 한데, 어떤 주제로 하느냐에 따라 다르지 않을까? 난 생물 관련 주제 중에 뭐가 좋은 거 같은데?

일현: 뭐... 그냥 식물 키워서 관찰하지. 뭐...

혜수: 식물을 키운다고... 너무 막연하잖아... 그럼 식물이 잘 자라는 조건? 이걸 언제? 식물마다 실내에서 키우면 잘 자라는 것도 있고, 아닌 것도 있잖아. 똑같이 키웠는데, 꽃을 피는 것도 있고, 아닌 것도 있고...

일현: 식물이 잘 자라는 조건? 그걸로 하자.

혜수: 아, 정말~ 그냥 관찰하고 하지 말고 좀 생각해 봐~

일현: 관찰은데? 근데, 식물 너무 많잖아. 뭐 할래?

혜수: 그러네... 식물도 많지... 일단 사전 조사를 좀 해야 되지 않을까? 집에서 자주 기르는 식물이 뭐가 있는지 정도는... 관상용? 그걸 관상용이라고 하나? 뭐지?

일현: 뭐가?

혜수: 집에서 자주 기르는 식물... 관상용 식물인가? 어쨌거나 집에서 많이 기르는 식물 몇 가지로 한정해서 그 식물들이 최고로 성장할 수 있는 조건을 찾는 거야.

(심층학습형인 혜수는 문제를 해결하기 위해 의견을 제시하고 상호작용을 통해 정교화시켜 나가려고 노력하고 있다. 이에 비해 피상능력형인 일현은 단순 대답(R1)이나 반복(RO1), 관련질문(Q2), 간단한 의견 제시(MS2)만 있을 뿐, 상호작용에 적극적으로 참여하지 않으며, 동료의 질문이나 의견제시에 대해 사고의 정교화 과정 없이 생각나는 대로 일단 답변하는 행태를 보인다.)

(2) 탐구설계 단계에서 상호작용 형태

수업관찰 결과, 탐구설계 단계에서는 심층학습형 학생들의 역할이 큰 것으로 파악되었다. 심층학습형 학생들은 자신의 의견을 동료가 이해하도록 설명하는 경우가 자주 관찰되었으며, 표4에서 볼 수 있는 바와 같이 동료의 탐구설계에 관한 의견에 대해 반론을 제기하거나, 근거를 요구하는 확장된 질문형의 상호작

용이 활발했다. 따라서 심층학습형 학생들이 탐구설계에 대한 해결방안을 쉽게 이해하고 인지한 경우에는 의견이 쉽게 모아진다. 그러나 그렇지 못한 경우, 모두의 의견을 정교화 하는 상호작용이 활발하지 못해 논의가 끝을 맺지 못하고 겹들거나, 논의가 길어지면 심층학습형의 의견이 무시되는 경향이 나타났다.

특히 심층학습형과 심층능력형 학생들 간의 상호작용보다 심층학습형과 피상능력형 학생들 간의 상호작용에서 이런 경향이 더 많이 관찰되었는데, 이는 피상능력형 학생들이 심층학습형 학생들의 의견제시나 반론에 대해 계속 논리적으로 대응하기 어렵거나, 논의가 길어지면 계속되는 의견이나 반론에 대해 상호작용하는 것을 귀찮아 하기 때문으로 보인다. 이러한 결과는 피상능력형 학생들의 경우, 문제에 대한 기본개념을 이해하는 것보다 습득된 기술로 실험을 수행하는 것에만 관심을 가지며, 개념을 이해하려는 일부 학생은 동료와의 대화에서 받아들여지지 않는다는 연구결과(Richmond & Striley, 1996)와 일치한다. 다음은 이에 대한 사례이다.

[사례 2]

(전사본은 심층학습형 혜수와 피상능력형 일현이 과일전지에 대한 실험을 설계하는 과정의 일부이다.)

혜수: 건전지 분해해서 금속판을 왜 염산에 넣어?

일현: 미치겠네. 아~ 너 바보냐? 니가 건전지 분해 하자고 했잖아.

혜수: 근데, 왜 금속판을 염산에 넣는 걸 왜 여기다 넣어?

일현: 건전지에 대해 알아보자며. 그러니까 건전지가 뭘로 되어 있는지 봐야 되잖아.

혜수: 건전지 구성하는 전해질을 파악해야 되는 거 아냐?

일현: 일단 분해해서 해봐. 아니면 말면 되잖아.

혜수: 실험과정 적는데, 그럼 다 해본다로 해? 실험과정 먼저 적어놔야 되잖아.

일현: 건전지가 뭘로 되어 있는지 일단 다 보는 걸로 하면 되잖아.

혜수: 근데, 왜 그걸 염산에 넣어?

일현: 일단 찾아보자.

... (중략) ...

일현 : 일단 적자. 여러 가지 적는 게 낫잖아.

(혜수는 건전지 내부의 철판을 염산에 넣는 과정에 대해 이해하고자 하는 욕구가 있다. 혜수는 일현으로부터 해답을 얻고자 하나, 일현은 충분히 설명하

표 4
탐구설계 단계에서 학습동기 유형별 상호작용 빈도

| 수준 | 상호작용 유형 | 코드 | 심층학습형 | | 심층능력형 | | 피상능력형 | |
|-----------------|---------------------------------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|
| | | | 평균 | 백분율 | 평균 | 백분율 | 평균 | 백분율 |
| 피상적접근 (하위수준) | (1)질문(Question) | | 61 | 23.5 | 96 | 23.1 | 74 | 22.8 |
| | 단순질문 | Q1 | 26 | 10.0 | 37 | 8.9 | 57 | 17.6 |
| | 관련질문 | Q2 | 18 | 6.9 | 44 | 10.6 | 11 | 3.4 |
| 심층적접근 (상위수준) | 확장된질문 | Q3 | 17 | 6.5 | 15 | 3.6 | 6 | 1.8 |
| 피상적접근 (하위수준) | (2)응답(Response) | | 68 | 26.2 | 108 | 26.0 | 100.7 | 31.1 |
| | 단순대답 | R1 | 32 | 12.3 | 54 | 13.0 | 61 | 18.8 |
| | 확인 | R2 | 18 | 6.9 | 30 | 7.2 | 35 | 10.8 |
| 심층적접근 (상위수준) | 설명 | R3 | 18 | 6.9 | 24 | 5.8 | 4.7 | 1.5 |
| 피상적접근 (하위수준) | (3)의견 제시 (Making suggestion) | | 82 | 31.5 | 132.7 | 31.9 | 86 | 26.5 |
| | 반복 | MS1 | 10 | 3.8 | 5.7 | 1.4 | 7 | 2.2 |
| | 과제진행 관련 의견 | MS2 | 16 | 6.2 | 34 | 8.2 | 38 | 11.7 |
| 심층적접근 (상위수준) | 과제해결 관련 의견 | MS3 | 35.7 | 13.7 | 65 | 15.6 | 38.7 | 11.9 |
| | 확장된 의견 | MS4 | 20.3 | 7.8 | 28 | 6.7 | 2.3 | 0.7 |
| 피상적접근 (하위수준) | (4)의견 받기 (Receiving opinion) | | 49 | 18.8 | 79.3 | 19.1 | 64 | 19.8 |
| | 반복 | RO1 | 5 | 1.9 | 31.3 | 7.5 | 43 | 13.3 |
| | 수용적 확장 | RO2 | 18 | 6.9 | 35 | 8.4 | 14 | 4.3 |
| 심층적접근 (상위수준) | 반론제기 | RO3 | 26 | 10.0 | 13 | 3.1 | 7 | 2.2 |
| 상위수준 상호작용 | | | 151 | 58.1 | 214 | 51.4 | 110 | 34.0 |
| 하위수준 상호작용 | | | 109 | 41.9 | 202 | 48.6 | 214 | 66.0 |

지 못하고, 해수는 계속 답을 공급해 한다. 반복되는 해수의 질문에 일현은 논리적으로 대응하지 못하고, 탐구과정이 맞는지 확신하지 못하나 그대로 논의를 마치려 한다.)

심층능력형의 경우, 주제 및 가설설정 단계와 유사하게 탐구설계 단계에서도 의견제시 상호작용이 많았으며, 이를 통해 논의의 합의점을 찾기 위해 매우 적극적, 주도적으로 상호작용에 참여하고 있음을 알 수 있었다. 또한 심층능력형은 탐구설계 시 탐구결과의 성공적 도출 가능성에 대한 고려까지 동시에 하는 특징을 보였다. 피상능력형의 경우 하위수준의 상호작용이 많았고, 의문이 생기거나 질문을 받았을 때 생각

나는 대로 일단 답변을 하고 넘어가는 경향이 있었으며, 탐구과정에 대한 논의를 심화시키지 못하고 동료의 의견을 합의된 의견으로 간주해 논의를 종결하려는 경향을 보였다.

(3) 탐구수행 및 해석 단계에서 상호작용 형태

탐구수행 및 해석 단계에서 심층학습형, 심층능력형, 피상능력형 모두 응답, 의견받기 상호작용이 증가하였다(표5). 이는 다른 학생들의 생각을 듣는 것보다 자신의 주장을 진술하는 것에 더 익숙했던 학생들이, 자유주제 과학탐구를 수행함에 따라 점차 다른 학생들의 생각에도 귀를 기울이게 됨으로써 상호작용이 원활해져 감을 보여주는 것이다. 그러나 전체 인지적

표 5
탐구수행 및 해석 단계에서 학습동기 유형별 상호작용 빈도

| 수준 | 상호작용 유형 | 코드 | 심층학습형 | | 심층능력형 | | 피상능력형 | |
|-----------------|---------------------------------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|
| | | | 평균 | 백분율 | 평균 | 백분율 | 평균 | 백분율 |
| 피상적접근 (하위수준) | (1)질문(Question) | | 105.7 | 20.0 | 115.2 | 18.3 | 94 | 17.9 |
| | 단순질문 | Q1 | 34 | 6.4 | 33 | 5.2 | 40 | 7.6 |
| | 관련질문 | Q2 | 30 | 5.7 | 51 | 8.1 | 33 | 6.3 |
| 심층적접근 (상위수준) | 확장된질문 | Q3 | 41.7 | 7.9 | 31.2 | 5.0 | 21 | 4.0 |
| 피상적접근 (하위수준) | (2)응답(Response) | | 179.3 | 33.8 | 218.3 | 34.7 | 213.3 | 40.6 |
| | 단순대답 | R1 | 121 | 22.8 | 136 | 21.6 | 171.3 | 32.6 |
| | 확인 | R2 | 33.3 | 6.3 | 55.3 | 8.8 | 31.3 | 6.0 |
| 심층적접근 (상위수준) | 설명 | R3 | 25 | 4.7 | 27 | 4.3 | 10.7 | 2.0 |
| 피상적접근 (하위수준) | (3)의견 제시 (Making suggestion) | | 160 | 30.2 | 200.5 | 31.9 | 136.7 | 26.0 |
| | 반복 | MS1 | 21 | 4.0 | 25.7 | 4.1 | 10.7 | 2.0 |
| | 과제진행 관련 의견 | MS2 | 40 | 7.5 | 71.3 | 11.3 | 77.7 | 14.8 |
| | 과제해결 관련 의견 | MS3 | 50 | 9.4 | 65.5 | 10.4 | 38 | 7.2 |
| 심층적접근 (상위수준) | 확장된 의견 | MS4 | 49 | 9.2 | 38 | 6.0 | 10.3 | 2.0 |
| 피상적접근 (하위수준) | (4)의견 받기 (Receiving opinion) | | 85 | 16.0 | 95 | 15.1 | 82 | 15.6 |
| | 반복 | RO1 | 24 | 4.5 | 20 | 3.2 | 45.3 | 8.6 |
| | 수용적 확장 | RO2 | 36 | 6.8 | 58 | 9.2 | 29 | 5.5 |
| 심층적접근 (상위수준) | 반론제기 | RO3 | 25 | 4.7 | 17 | 2.7 | 7.7 | 1.5 |
| 상위수준 상호작용 | | | 266.3 | 50.2 | 308 | 49.0 | 194.4 | 37.0 |
| 하위수준 상호작용 | | | 263.7 | 49.8 | 321 | 51.0 | 331.6 | 63.0 |

상호작용 내에서 의견받기가 차지하는 비율은 오히려 감소하고, 응답 역시 단순응답만 크게 증가함으로써 자유주제 과학탐구 활동을 통해 점차 논의의 기술은 증가하나, 상호작용의 질적 향상은 쉽게 나타나지 않는 것으로 보인다.

탐구수행 단계에서 심층학습형은 전 단계와 유사한 형태의 상호작용이 지속되었으며, 심층학습형의 이와 같은 상호작용은 동료의 상호작용을 지속적으로 촉진하는 역할을 하고 있었다. 탐구수행 단계에서 심층능력형은 적극적, 주도적으로 상호작용을 하였으나, 동료의 의견을 정교화 하는 상호작용보다 자신의 의견을 제시하는 상호작용이 많았다. 이와 같은 성향은 탐구수행 단계에서 중요한 조작을 독차지하거나, 동료

의 조작이 불안하여 다시 확인하는 형태로도 나타나 동료의 불만이 쌓이는 원인이 되었다. 또한 탐구활동의 결과를 이론에 맞추어 관찰하려는 경향을 보임으로써 동료의 탐구동기를 약화시키고 탐구활동이 이론 확인실험으로 흐르는 원인이 되기도 했다.

피상능력형의 경우 탐구수행 단계에서 심층학습형, 심층능력형과는 달리 상위수준의 상호작용이 증가함으로써 자유주제 과학탐구 활동을 통해 피상능력형 학생이 점차 동료와 자신의 의견을 정교화하고 심화시키는 방향으로 발전해 가고 있음을 알 수 있었다. 그러나 피상능력형은 여전히 탐구수행 과정에서 끈기를 갖고 깊이 생각하는데 익숙하지 않으므로, 교사의 지속적인 관심이 요구된다. 다음은 탐구수행 단계에

서 심층능력형과 피상능력형의 상호작용 특성이 잘 나타나는 전형적인 사례이다.

[사례 3]

현규: 이상해.

상기: 암모니아 만들었나?

현규: 이거.

상기: 너 이거 농도 맞나?

현규: 이상해... 이거 맞아?

상기: 야~! 이거 제대로 만들었나고? 너 몇 미리 넣었나?

현규: 야, 이거 바뀐 거 같아. 이상하다니까~!

상기: 야~! 암 것도 안해 놓고는 뭐?(화내며)

현규: 다시 하자고. 이상하다니까~! 아닌가? 맞아?

... (중략) ...

(심층능력형 상기는 중요한 조작을 계속 독차지하거나, 진행 과정을 계속 확인해 왔다. 그 과정에서 피상능력형 현규는 조작에서 멀어져 다른 팀을 기웃거리거나, 상기가 시킨 단순 조작에만 집중하게 된다. 면담에서 피상능력형 현규는 심층능력형 학생이 자신의 의견만 주장한다고 불만을 토로했다. 그러나 심층능력형 학생의 면담에서는 오히려 자기 혼자 탐구 활동을 모두 수행하고 있어 힘들다는 불만을 갖고 있음을 확인할 수 있었다. 한편 피상능력형 현규는 탐구 과정에서 뭔가 문제점을 발견하지만, 그 원인에 대한 특별한 분석 없이 처음부터 다시 수행하기를 제안함으로써 사고를 정교화 시키지 못하고 있다.)

IV. 결 론

이 연구로부터 자유주제 과학탐구 활동이 인지수준이 과도기(2B/3A)이고, 학습동기수준이 심층학습형이나 심층능력형인 학생들의 인지수준 변화에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있었다. 따라서 자유주제 과학탐구는 구조화되고 안내된 현재의 학교 과학탐구 수업의 한계점을 극복할 수 있는 대안으로 제안될 수 있을 것이다.

일련의 탐구수행 과정 중 학생들은 특히 주제 및 가설설정 단계에서 어려움을 겪었다. 창의적, 자기주도적, 개방적 성격의 탐구에 익숙하지 않은 학생들은 탐구주제 및 가설설정 과정에서 논의를 심화·발전시키지 못하고 단절되는 현상이 자주 나타났다. 이러한 현상은 특히 피상능력형 학생들에게서 많이 관찰되었

다. 탐구설계 단계에서는 심층학습형 학생들의 역할이 컸다. 이들은 의견제시 상호작용을 활발히 하였으며, 제안된 탐구 설계 방안에 대하여 반론을 제기하거나 근거를 요구하는 발문을 통하여 탐구 설계를 정교화 시켜 나갔다. 이에 반해 피상능력형 학생들은 제기된 의문이나 질문들에 대하여 깊이 생각하기 보다는 생각나는 대로 답변하는 경향이 있었으며, 논의를 발전시키는데 기여하지 못하고 동료의 의견을 합의된 의견으로 간주해 논의를 빨리 종결시키려는 태도를 보였다. 탐구 수행 및 해석 단계에서는 학생들의 학습동기 유형에 관계없이 응답의 빈도 및 비율이 크게 증가하였고, 의견 받기의 빈도도 증가하였다. 이는 자기 자신의 주장에 익숙했던 학생들이 점차 다른 학생들의 생각에도 귀를 기울여 상호작용이 원활해져 감을 보여주는 것이다. 그러나 응답의 빈도나 비율의 증가가 단순 응답에 의존한 바가 크며, 전체 상호작용에서의 의견받기가 차지하는 비율은 감소한 것으로 보아 논의의 기술은 점차 나아지고 있으나 상호작용의 질적 향상은 한계가 있음을 알 수 있었다.

자유주제 과학탐구 과정에서 심층학습형 학생들은 과학탐구 과정을 통해 동료의 의견을 귀담아 듣고, 동료와 자신의 의견을 정교화 시켜 나감으로써 모둠 내에서 메타인지적 사고 및 동료의 상호작용을 지속적으로 촉진하는 긍정적인 역할을 하였다. 또한 심층능력형 학생들은 탐구 전 과정에 걸쳐 가장 활발한 상호작용을 통해 모둠의 상호작용을 촉진하는 역할을 하였다. 그러나 자신의 의견을 주장하기에 앞서 동료의 의견을 존중하는 면이 부족하고, 탐구결과에 대한 집착으로 인해 탐구의 과정적 측면을 무시하거나 탐구의 결과를 이론에 맞추려는 부정적인 태도가 관찰되었다. 피상능력형 학생들은 하위수준의 상호작용이 많고, 탐구활동에 소극적이며, 탐구과정에 대한 논의를 심화시키지 못하고 동료의 의견을 합의된 의견으로 간주해 논의를 종결하려는 경향이 있었다. 그러나 자유주제 과학탐구가 진행됨에 따라 상위수준의 상호작용이 증가하였다. 이는 피상능력형 학생의 과학적 사고를 유도하고, 점차 자신의 의견을 더욱 정교화 하는데 자유주제 과학탐구가 효과적인 탐구모델로 제안될 수 있음을 의미한다. 또한 피상능력형 학생에 대해 교사는 탐구활동 과정에서 메타인지적 질문을 통해 사고의 정교화가 이루어지도록 유도할 필요가 있음을 시사해 준다.

국문 요약

이 연구는 자유주제 과학탐구 과정에서 일어나는 인지수준 향상 정도 및 탐구단계별 상호작용을 분석함으로써, 자유주제 과학탐구에 대한 질적 이해를 돕고자 하였다. 자유주제 과학탐구는 인지수준이 과도기(2B/3A)이고, 학습동기수준이 심층학습형, 심층능력형인 학생들의 탐구능력 신장에 긍정적인 효과가 있었다. 또한 학생들은 탐구과정 중 주제 및 가설설정 단계에서 어려움을 겪으며, 자유탐구가 진행됨에 따라 논의의 기술은 증가하나, 상호작용의 질적 향상은 쉽게 나타나지 않음을 알 수 있었다. 심층학습형은 모둠 내에서 사고의 정교화를 촉진하는 역할을 하고 있었다. 심층능력형은 가장 주도적으로 상호작용에 참여하여 논의를 이끌며, 탐구결과에 대한 집착으로 과정적 측면을 소홀히 하는 경향이 있었다. 그리고 피상능력형은 하위수준의 상호작용이 많아서 논의를 심화시키지 못하나, 자유탐구가 진행됨에 따라 점차 상위수준의 상호작용이 증가하는 긍정적인 변화를 보였다. 이 연구로부터 자유주제 과학탐구 활동의 특성 및 자유주제 과학탐구 활동의 진행과 모둠구성에 대한 시사점을 얻을 수 있었으며, 이에 대해 논하였다.

참고 문헌

강순민 (2004). 과학적 맥락의 논의 과제 해결과정에서 나타나는 논의과정 요소의 특징. 한국교원대학교 박사학위논문.

강은형 (2001). 중학교 자유주제 과학탐구의 문제 해결 유형과 탐구수준 평가 연구. 서울대학교 박사학위논문.

권혁렬 (1998). 과제학습을 이용한 지리와 탐구력 신장에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.

교육부 (1998). 과학과교육과정(별책9). 서울: 대한교과서.

교육부 (1999). 중학교 교육 과정 해설(III). 서울: 대한교과서(주).

교육인적자원부 (2007). 제7차 개정 교육과정: 과학과 교육과정 및 해설.

김조연, 신애경, 박국태, 최병순 (2001). 사회적 상호작용을 강조한 과학탐구실험의 효과 및 학생들이 인지수준에 따른 상호작용 분석. 대한화학회지, 45(5), 470-480.

45(5), 470-480.

김종일, 우종옥 (1993). 고등학생의 인지수준과 과학탐구 능력과의 관계 분석. 한국과학교육학회지, 13(2), 296-307.

김지영, 성숙경, 강성주, 박종윤, 최병순 (2002). 사회적 상호작용을 강조한 과학탐구실험의 효과. 한국과학교육학회지, 22(4), 757-767.

박성기 (2008). 자유탐구과제 수행 과정에서 나타난 초등 과학 영재 학생들의 상호작용 분석. 한국교원대학교 석사학위논문.

성숙경 (2005). 사회적 상호작용을 강조한 과학탐구실험에서 언어적 상호작용의 변화와 특징. 한국교원대학교 박사학위논문.

손영식 (2000). 과학과 교수-학습 개선에 관한 연구. 연구논총_경기도 교육연구정보원, 12(9), 165-191.

이현영, 장상실, 성숙경, 강성주, 최병순 (2002). 사회적 상호작용을 강조한 과학탐구실험 과정에서 학생-학생 상호작용 양상 분석. 한국과학교육학회지, 22(3), 660-670.

장상실 (2003). 사회적 상호작용을 강조한 과학탐구실험 과정에서 학생-학생 상호작용 변화와 변화 요인. 한국교원대학교 석사학위논문.

조희형 (1992). 과학적 탐구의 본질에 대한 분석 및 탐구력 신장을 위한 학습지도 방법에 관한 연구. 12(1), 61-73.

지혜미 (1995). 우리나라 중학생의 논리적 사고력과 과학 탐구 능력과의 관계에 대하여. 이화여자대학교 석사학위논문.

최병순, 허명 (1987). 중학생들의 인지수준과 학교과내용과의 관계 분석. 한국과학교육학회지, 7(1), 19-32.

현종오 (2001). 사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구실험에서 학생들의 학습동기에 따른 상호작용 분석. 한국교원대학교 석사학위논문.

Anderman, E. M. & Young, A. J. (1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effects. Journal of Research in Science Teaching, 31(8), 811-831.

Cohen, E. G. (1994). Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups. Review of Educational Research, 64(1), 1-35.

Jones, M. G., Rua, M. J., & Garter, G. (1998). Science teachers' conceptual growth within Vygotsky's zone of proximal development. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 967-985.

Lompscher, J (1994). Learning strategies: An essential component of learning activity. Paper presented at the 5th EARLI conference, Aix-en-Provence.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. London: SAGE Publications.

Nakhleh, M. B., & Krajcik, J. S. (1993). A protocol analysis of the influence of technology on students' action, verbal commentary and

thought process during the performance of acid-base titration. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), 1149-1168.

Richmond, G., & Striley, J. (1996). Making meaning in classrooms: Social processes in small-group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 839-858.

Shayer, M. and Adey, P. S. (1981). *Towards a science of science teaching*. London: Heinemann Educational.

Spradly, J. P. (1979). *The Ethnographic interview*. Holt, Rinehart and Winston.