

과학과 행동영역에 대한 과학 교사들의 인식 조사

박현주^{1,2} · 정대홍² · 최원호^{1*}

¹한국교육과정평가원 · ²서울대학교

Science Teachers' Perceptions of Science Practices

Hyun Ju Park^{1,2} · Dae Hong Jeong² · Won Ho Choi^{1*}

¹Korea Institute for Curriculum and Evaluation · ²Seoul National University

Abstract: This study investigates science teachers' perceptions of science practices for science assessment. Science practices have information about students' ability to understand scientific knowledge and to perform scientific inquiry. For this study, seven science teachers, who have served for more than five years in secondary schools in Seoul, were chosen. A structured questionnaire consisting of twenty-seven items were used in National Assessment of Educational Achievement. And then, in-depth interviews followed. Co-workers analyzed and discussed the questionnaire and interviews. As results show, science teachers tend to determine science practices based on materials and way to present materials included in questions. Science teachers tend to recognize science practice as different, depending on information and thinking process, which is expected in solving them. In addition, they have a variety of the level of definition and understanding about science practices.

Key words: science practices, scientific knowledge, scientific inquiry, science teachers

I. 서 론

과학 교육에서는 21세기 지식 기반 사회에 적응할 건전한 시민의 덕목으로 과학적 소양을 제시하고 이를 키우기 위해 탐구를 강조하고 있다(백순근 등, 2003). 1950년대까지 과학 교육에서 과학이란 과학자들이 축적해놓은 과학적 사실, 법칙, 원리로 표현되는 과학 지식을 의미하여 과학교육 평가에서도 과학 지식의 측정에 한정하였으나, 1950년대 이후 과학을 과정과 산물로서 이해하게 됨에 따라 과학 교육에서는 과정으로서의 과학인 탐구를 강조하게 되었다(최병순, 2007). 탐구를 강조하는 우리나라 과학과 교육의 방향은 제7차 교육과정, 2007년 개정 교육과정 등에서 공통적으로 과학적 소양과 과학적 태도 함양을 강조하는 것으로 나타나고 있다(교육부, 1997; 교육과학기술부, 2007).

과학교육에서 강조되는 과학적 소양을 함양하는 가장 효과적인 교육 방법 중 하나로 자연 탐구를 꼽을 수 있으며, 과학자들의 탐구 방법을 체험해보는 것은 학생들이 과학적으로 사고하는 방법을 잘 배울 수 있

는 방법이다(NRC, 1996). 그래서 우리나라 제7차 과학과 교육과정에서는 기초탐구기능과 통합탐구기능을 교육과정에 명시하고 교육과정 내용 진술문에 탐구를 통한 지식을 이해하도록 내용 진술문이 구성되었으며(교육부, 1997), 2007년 개정 과학과 교육과정에서도 필수 탐구 요소를 교육과정에 명시하는 등(교육과학기술부, 2007) 탐구는 우리나라 과학과 교육에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다.

과학 교육에서 평가는 과학 교육의 목표인 지식, 탐구, 태도로 구분하여 실시할 수 있지만, 평가 결과의 신뢰도 확보를 위해 주로 지필 평가의 형태로 실시된다. 이로 인하여 학교에서의 평가는 탐구나 태도에 관한 비중이 적은 것이 사실이다. 하지만 학생들이 가진 과학 지식을 기억에만 근거한 평가보다는 이해, 적용 등의 고등정신 기능과 함께 탐구 능력을 평가함으로써 과학 교육의 목표 달성 여부를 평가할 필요가 있다. 교육 평가에서 일반적으로 학생들의 고등정신을 평가할 수 있도록 교육 목표 평가틀을 제작하여 문항을 개발하는데(최병순, 2007), 우리나라는 이를 과학 교육에 적용하기 위하여 미국의 탐구 중심 교육과정인 SAPA (Science

*교신저자: 최원호(stensil@kice.re.kr)

**2010.08.28(접수) 2010.09.27(1심통과) 2011.01.28(2심통과) 2011.02.08(최종통과)

A Process Approach)의 기초탐구능력과 통합탐구능력 구분 방식(최병순, 2007)을 제7차 과학과 교육과정에 적용한 바 있으며(교육부, 1997), 이를 Bloom의 지식 목표 평가틀과 접목하여 이용하기도 한다.

우리나라는 대학 입학에 선발 시험으로 이용되는 대학수학능력시험과 초, 중, 고 학생들의 교육과정 도달 정도 파악을 목적으로 시행되는 국가수준학업성취도 평가에서 공통적으로 행동 영역을 지식과 탐구로 구분하여 탐구를 통한 지식의 이해라는 과학과 교육과정의 목표(교육부, 1997; 교육과학기술부, 2007)의 달성도를 확인하고 있다. 미국의 경우도 초, 중, 고등학교 학생들을 대상으로 실시하는 국가수준의 평가인 교육향상도평가(NAEP: National Assessment of Educational Progress)에서 Science Practice라는 행동 영역을 두고 각 내용 영역에서 학생들의 이해수준을 지식과 탐구 수준으로 구분하여 학생들이 국가수준의 기준(National Standard)에 도달하고 있는지 평가하고 있다(NAGB, 2009).

국제학업성취도비교연구인 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study)에서도 행동 영역에 대응되는 인지 영역으로 알기, 적용하기, 추론하기 등의 세 하위 항목을 두어 내용영역의 하위 요소들과 결합하여 문항을 개발하고 있다(김경희 등, 2008b). 국제학업성취도비교연구인 PISA(Programme for International Student Assessment)에서는 학생들의 과학적 소양을 국제적으로 비교하기 위해 문항을 개발하고 있는데, NAEP이나 TIMSS와 달리 학생들의 과학적 소양 측정을 목적으로 하기 때문에 내용 영역과 행동 영역으로 구분하는 2차원 평가틀을 사용하지는 않지만 행동 영역에 대응하는 과학 능력으로 현상에 대한 과학적 설명, 과학적 문제 인식, 과학적 증거 이용 등의 세 하위 항목을 두어 문항을 개발하고 있다(김경희 등, 2008a).

세계적으로 국가수준의 과학교육 평가에 탐구 영역을 지식과 함께 강조하여 행동 영역에 포함시켜 평가하고 있지만, 우리나라 과학교사들은 탐구 영역에 대한 인식이 그리 높지 않은 편이다. 김경미(2009)의 '과학적 탐구에 대한 과학 교사의 인식과 실제 수업 연구'에 의하면, 과학 교사들은 평상시 탐구에 대해 깊이 생각해볼 기회가 없으며, 현 교육 체제에서 과학적 탐구 수업을 시행하기 어렵다는 선입관을 가지고 있었다. 그리고 실제 수업을 관찰한 결과 과학 교사들

은 학습자들에게 적절한 탐구 수업을 이끌지 못하고 있었다. 또한 중등교사들이 학교 현장에서 교육과정에 제시된 과학 탐구 영역을 활용하더라도 주로 '자료 해석'을 활용하고 있었으며, '가설설정' 영역은 가장 적게 활용하는 것으로 나타났다. 즉, 과학 교사들이 학교 현장에서 교육과정에 제시된 탐구 영역을 다양하게 활용하는 데 어려움을 느끼고 있었다(김지영, 강순희, 2006; 유정원, 2009; 정영희, 2008).

이렇게 과학 교사들이 탐구를 학교 현장에 이용하는 데 어려움을 겪는 이유로 Costenson과 Lawson (1986)은 많은 시간과 노력, 늦은 진행 속도, 읽기 힘든 탐구 서적, 높은 위험 부담, 학생 수준 차이, 학생들의 미성숙, 교수 습관, 연속적 개념의 책 구성, 학생들이 느끼는 불편함, 많은 실험 비용 등을 제시하였다. 허명(1984)은 '탐구 지도에 시간이 많이 든다.' '단순한 개념을 전달하는 데 비효율적이다.' '교사에게 자료 준비, 학습 지도, 평가 등에 많은 부담을 준다.' '타당도와 신뢰도가 높은 탐구 능력 평가의 방법 개발이 어렵다' 등의 4가지 원인을 지적하였다(이향로, 1991에서 재인용). 또, 탐구 학습을 저해하는 교사 내적 요인으로 탐구학습에 대한 인식 부족을 지적하였다(박정희 등, 2004).

우리나라의 과학과 교육과정은 제3차 교육과정부터 현재까지 지속적으로 탐구를 강조하고 있지만(조희형, 최경희, 2005) 교육과정이나 교육과정 해설서에는 탐구 영역에 대한 자세한 설명과 예시가 충분히 제시되어 있지 않은 것도(박승재, 조희형, 1989) 교사들이 학교 현장에서 탐구를 잘 활용하지 못하는 이유가 될 수 있을 것이다.

평가는 학교에서 가르치고 배운 것을 대상으로 하기 때문에 학교에서 실시되는 교육의 질을 높이기 위한 중요한 요건 중 하나가 올바른 평가의 실시이다(Ratcliffe, 1998). 따라서 과학 교육의 중요한 목표로 다루는 지식과 탐구를 평가의 중요한 행동 영역의 요소로 교사들이 인식하여 평가에 반영하는 것은 과학 교육의 목표를 달성한다는 측면에서 중요하다. 그러므로 과학 교사들의 행동 영역에 대한 인식을 알아봄으로써 과학과 교육과정과 목표에서 강조하고 있는 과학 개념에 대한 이해 능력과 적용 능력 및 과학적 탐구 사고력에 대한 교사들의 관점을 드러낼 수 있으며, 교사들이 교수·학습 및 평가에서 행동 영역을 고려하고 활용하는 정도를 간접적으로 알 수 있다.

따라서 이 연구에서는 과학 교사들이 가진 과학 문

항의 행동 영역에 대한 인식 실태를 파악하고자 하였다. 과학 교사들이 국가수준 학업성취도평가의 물질 영역 문항을 분석할 때 행동 영역 분류를 어떻게 하는지 알아보았으며 또한 평가 문항에 대한 행동 영역 분류에서 나타나는 인식의 특징이 무엇인지 조사하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 절차

국가수준 학업성취도평가 기출 문항을 행동 영역별로 분류하기 위하여 우리나라 대학수학능력시험(한국교육과정평가원, 2004)과 국가수준 학업성취도 평가(정은영 등, 2009)에서 사용하는 행동 영역 분류 기준을 참고하였다. 이 두 시험은 과학 영역의 평가 영역에서 행동 영역을 크게 지식과 탐구로 구분하며 동일한 문항 분류틀을 사용한다. 이 행동 영역 분류 기준을 이용하여 3명의 연구자는 국가수준 학업성취도 평가에서 시행한 물질영역 50문항에 대하여 문항 분류를 실시하였고, 연구자 사이에 행동 영역 분류가 일치하지 않은 경우에는 논의를 거쳐 재분류하였다. 최종적으로 연구자 사이에 행동 영역 분류가 일치한 27개 문항을 선정하여 현직 화학 교사 7명에게 이 문항들의 행동 영역 분류와 분류한 근거를 서술하도록 하였다. 교사들이 행동 영역을 분류할 때, 문항에서 가장 두드러지게 나타나는 영역 하나만을 고르도록 하였다. 만약, 6가지 행동 영역 중에 하나로 선택하기 어려운 경우, 기타란에 의견을 적을 수 있도록 하였다. 이후에 이 교사들을 대상으로 문항 분류의 어려움과 행동 영역에 대한 정의 등에 대해서 면담을 실시하였다. 이 내용은 모두 녹음되었고, 전사되었다. 질문지와 면담 과정에서 나타난 교사들의 행동 영역에 대한 정의 등은 역시 우리나라 대학수학능력시험(한국교육

과정평가원, 2004)과 국가수준 학업성취도 평가(정은영 등, 2009)에서 사용하는 정의에 근거하여 교수 1인, 과학교육 전문가 2인이 분석하였다. 이 연구는 연구자들의 관점과 교사들의 관점에 대한 차이를 밝히는 것이 아니라 문항을 통한 교사들이 인식 실태를 알아보는 것이 목적이므로 이를 중심으로 분석하였다.

2. 문항의 선정

연구를 위하여 국가수준 학업성취도 평가 문항 중 2004년부터 2008년까지 실시된 물질 영역 50문항을 선정하여 예비조사를 실시하였다. 국가수준 학업성취도 평가는 2004년부터 현재까지 초등학교 6학년, 중학교 3학년, 고등학교 1학년을 대상으로 시행되고 있다. 교사들의 인식 조사에 적합한 문항과 방법상의 문제를 보완하기 위해 과학 교육 전문가 3인의 합의·검토를 거쳐 최종 27문항을 선정하였다. 모든 행동 영역에 해당하는 문항을 고루 선정하기 위하여 27문항에는 초등학교 6학년, 중학교 3학년, 고등학교 1학년의 평가 문항에서 대상 문항을 선정하였다. 선정된 문항을 우리나라의 대학수학능력시험과 국가수준 학업성취도 평가에서 사용하는 행동 영역 분류 기준을 사용하여 분류하였으며 분류한 결과는 표 1과 같다.

이해 영역의 문항은 가장 많은 6개였고, 적용 문항은 8개, 문제인식 및 가설설정 문항은 2개, 탐구설계 및 수행 문항은 3개, 자료분석 및 해석은 6개, 결론도출 및 평가는 2개 문항이었다.

3. 문항의 특징

이 연구에 사용한 문항의 행동영역과 특징은 표 2와 같다. 문항의 특징이 유사한 문항을 통합하여 표를 구성하였다.

표 1
연구 대상 문항의 행동영역 분류 결과

영역	문항 번호	문항 개수
이해	1-3, 8, 14, 18	6
적용	4-7, 15, 21-23	8
문제인식 및 가설설정	9, 10	2
탐구설계 및 수행	12, 24, 25	3
자료분석 및 해석	11, 13, 16, 17, 20, 27	6
결론도출 및 평가	19, 26	2

표 2

연구에 사용한 문항의 행동영역과 특징

문항 번호	행동 영역	문항의 특징
1, 18	이해	주어진 개념을 이해하고, 이를 통해 어떤 상황을 설명하기
2, 3	이해	여러 현상에 관한 자료를 보고, 공통적인 특징을 찾아 개념으로 설명하기
8, 14	이해	실험 과정 또는 간단한 개념에 관한 지식 알아보기
4, 15	적용	개념을 새로운 상황에 활용하기
5-7, 21-23	적용	자료를 통해 해석한 개념이 활용된 사례 찾기
9, 10	문제인식 및 가설설정	주어진 상황을 보고 연구 문제 도출하기
12, 24	탐구설계 및 수행	문항에 주어진 물질의 특성을 알아내기 위한 실험 방법 설계하기
25	탐구설계 및 수행	특정 상황을 해결하기 위한 실험 방법 설계하기
11	자료분석 및 해석	주어진 자료를 해석하여 경향성 및 규칙성 등을 파악하기
13	자료분석 및 해석	자료의 핵심 내용과 특성 파악하기
16	자료분석 및 해석	자료의 변환 없이 정보를 직접 알아내기
17	자료분석 및 해석	주어진 자료를 해석하여 직접 관찰되지 않은 새로운 사실 알아내기
20	자료분석 및 해석	주어진 자료를 해석하여 각 변인들 간의 상관관계 파악하기
27	자료분석 및 해석	주어진 자료를 해석하여 변인들 간의 상관관계와 규칙성 파악하기
19, 26	결론도출 및 평가	실험의 결과를 포괄적으로 설명할 수 있는 결론 이끌어내기

그림1은 이 연구에 사용한 적용 영역의 예시 문항이다. 이 문항은 자료를 읽고 물질의 특성을 이해한 후, 이와 같은 원리로 설명할 수 있는 현상을 고르게 하는 내용이다.

5. 다음은 가스가 새어 나왔을 때의 환기 요령을 적은 글이다.

집에서 사용하는 가스가 무엇인지를 먼저 확인하세요. 만약 도시 가스를 사용하고 있다면 메탄이 주성분이므로 위쪽 창문을 열어야 합니다. 그러나 LPG를 사용하고 있다면 아래쪽에 가스가 모여 있으므로 문을 열고 아래쪽을 쓸어 내야 합니다.

위의 환기 요령에서는 물질의 특성 중 한 가지를 이용하고 있다. 이와 같은 물질의 특성으로 설명할 수 있는 현상은?

- ① 설탕은 찬 물보다 뜨거운 물에서 더 잘 녹는다.
- ② 달걀 프라이를 하면 노른자가 항상 흰자 위에 뜬다.
- ③ 겨울보다 여름에 콜라에서 이산화탄소가 더 많이 나온다.
- ④ 청주라는 술을 끓이면 더 독한 술인 소주를 만들 수 있다.
- ⑤ 아이스크림콘에서 아래에 있는 초콜릿은 위에 있는 아이스크림보다 덜 녹는다.

그림 1 적용 영역에 해당하는 문항의 예(5번)

4. 연구 참여자

서울지역에 위치한 중·고등학교에서 근무하는 과학 교사 7명이 연구에 참여하였다. 연구에 적극적으로 참여할 의사가 있고 질문지에 성실히 답변을 해줄 수 있으며, 질문지 조사 이후의 심층 면담에 적극적으로 참여할 수 있는 화학 교사 7명을 섭외하였다. 이들 모두 5년 이상의 경력이 있는 과학 교사이므로 학교 현장에서 과학 과목 시험 출제의 경험이 많은 것으로 가정하였다. 7명의 교사 모두 사범대학에서 화학교육을 전공하였고, 이들 중 2명은 주 전공 외에 공통과학을 복수전공으로 이수하였다(표 3).

표 3

연구 참여자 정보

교사	교육 경력(년)	전공	근무지
A	9	화학	서울 소재 중학교
B	23	화학	서울 소재 중학교
C	6	화학	서울 소재 고등학교
D	6	화학	서울 소재 고등학교
E	15	화학	서울 소재 고등학교
F	16	화학	서울 소재 고등학교
G	19	화학	서울 소재 고등학교

III. 연구 결과 및 논의

1. 교사들의 행동 영역 분류 결과

전체 문항에 대한 교사들의 행동 영역 분류 결과는 표 4와 같다. 표 4의 수치는 연구자들이 분류한 각 행동 영역별 문항에 대하여 동일한 영역으로 분류한 교사 수를 백분율로 나타낸 값이다. 예를 들어, 연구자들이 이해 영역이라고 분류한 문항은 6문항인데, 이들 각 문항에 대해서 교사들이 이해 영역으로 분류한 값들의 평균값이 60%이다.

행동 영역별 각 문항에 대한 교사들의 분류 결과 중 선택 비율이 가장 높은 행동 영역은 결론도출 및 평가 영역을 제외하고 연구자들이 분류한 행동 영역과 일치 하였으나, 대체로 각 행동 영역별 문항에 대하여 교사들은 다양한 행동 영역으로 인식하고 있었다. 예를 들어, 결론도출 및 평가 영역의 문항의 경우는 교사들은 이해 영역으로 가장 많은 비율로 54%, 결론도출 및 평가 영역으로는 29%, 자료분석 및 해석 영역으로는 18%로 인식하고 있었다. 각 행동 영역별 문항에 대하여 교사들이 어떻게 인식하고 있는지 각 행동 영역별로 알아보았다.

2. 교사들의 행동 영역 분류 결과에서 나타난 인식의 특징

교사들이 주로 인식한 결과가 유사한 문항들을 모아 행동 영역별로 그 특징을 알아보았다. 면담에 참여한 7명의 교사의 인식 중 3명 이상이 공통적으로 분류

한 문항의 행동 영역별 특징을 중심으로 분석하되 소수의 의견이라도 독특한 의견이 있을 시 분석 대상으로 포함시켰다. 전체 문항에 대한 교사들의 행동 영역 분류 결과는 표 5와 같다. 표 5의 수치는 문항별로 동일한 행동 영역으로 분류한 교사 수를 나타낸 것이다. 두 영역이 혼합되어 있다고 생각한 경우에는 한 영역에 0.5씩 나타났다. 표 5에서 문항 번호에 함께 제시된 행동 영역은 연구자들이 분류한 행동 영역으로, 분석의 편의상 이의 순서에 따라 문항을 분석하였다.

가. 교사들이 이해 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식

교사들이 이해 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식은 다음과 같다.

이해와 적용 영역의 분류를 어려워 함

이해 영역에 대한 교사들의 생각을 알아보기 위한 면담에서 교사들은 암기나 기억에 의존하는 지식형 문제는 쉽게 파악이 가능하나, 이해와 적용 영역의 정의와 분류를 어려워하였으며 지식은 모든 영역에 포함되어 있다고 진술했었다.

A 교사: '이것은 상현달이다.'와 같이 대응되는 개념이라면 지식인 것 같아요. 그런데 이해와 적용은 헷갈렸어요. 이해는 어떠한 원리에 의해...

A, C, F 교사: 이해와 적용은 헷갈리고 구분하기 어려웠어요. 그런데 지식은 모든 영역에 다 들어있는 것 같아요. (면담에서)

표 4 연구자가 분류한 문항에 대한 교사들의 분류 결과(%)

문항	교사들의 인식					
	이해	적용	문제인식 및 가설설정	탐구설계 및 수행	자료분석 및 해석	결론도출 및 평가
이해	60	14	2	7	7	10
적용	38	43	0	2	18	0
연구자들의 문제인식 및 가설설정	36	0	43	14	7	0
탐구설계 및 수행	24	24	5	48	0	0
인식 자료분석 및 해석	35	0	1	6	5	7
결론도출 및 평가	54	0	0	0	18	29

표 5

문항별 동일한 행동 영역으로 분류한 교사 수

문항 번호	이해	적용	문제인식 및 가설설정	탐구설계 및 수행	자료분석 및 해석	결론도출 및 평가
이해	1	3	3	0	0	0.5
	2	5	1	1	0	0
	3	7	0	0	0	0
	8	4	0	0	3	0
	14	4	1	0	0	1
	18	2	1	0	0	1.5
적용	4	2	1	0	1	3
	5	3	4	0	0	0
	6	2	3	0	0	2
	7	3.5	3.5	0	0	0
	15	3.5	0.5	0	0	3
	21	2	4	0	0	1
	22	3	3	0	0	1
	23	2	5	0	0	0
인식	9	2	0	3	1	1
	10	3	0	3	1	0
설계	12	1	0	0	6	0
	24	1	3	0	3	0
	25	3	2	1	1	0
자료	11	3	0	0	0	4
	13	4	0	0	0	2
	16	2.5	0	0	2	2.5
	17	1	0	0	0	6
	20	2	0	0	0.5	3.5
	27	2	0	0.5	0	3.5
결론	19	3	0	0	0	1
	26	4.5	0	0	0	1.5

어떤 현상을 개념으로 설명하여 이해 영역으로 분류함
어떤 현상을 보고 개념을 통해 예를 들어 설명하는
문항은 이해 영역이라고 분류하였다.

B 교사: 결국, 이해는 배운 것을 바탕으로 설명을 할
수 있는지, '예를 들어봐라' 그러면 이해라
고 생각해요.

C 교사: 일상생활의 예를 보고, 과학적 사실을 유추
하고...이러한 경우에 이해라고 했어요.

(면담에서)

이해 영역에 해당하는 1-3, 8, 14번 문항에 대하여

교사들이 이해라고 분류하였으며, 주로 문항에 포함
된 내용들이 주위에서 볼 수 있는 여러 상황이나 현
상을 개념으로 설명하는 것일 경우 이해라고 인식하
였다.

D 교사: 분자의 운동에 대해 이해하고, 이로 관찰한
사실을 설명할 수 있어야 하므로,

(2번 문항)

이해 속성을 강조함

15번 문항은 개념을 새로운 상황에 활용하는 능력
을 알아보는 문항이고, 5, 22번 문항은 자료를 통해

해석한 개념이 활용된 사례를 찾는 적용 능력을 알아보는 문항이다. 이 문항을 이해 영역으로 분류한 교사들은 이들 문항에서 제시된 자료의 과학적 원리를 이해해야 각 현상의 원인이나 자료의 의미를 파악할 수 있기 때문에 이해 영역으로 분류하였다.

D 교사: 기체의 밀도를 이용한 것을 이해하고, 각각의 현상이 어떤 물질의 특성을 이용한 것인지 이해해야 풀 수 있다. (5번 문항)

탐구 과정에 대한 내용도 결국 이해 능력을 물어보는 것이며, 모든 문항은 이해 영역의 속성을 가지고 있어 이해 영역으로 분류할 수 있다고 생각하였다.

A 교사: 탐구과정에 대해서도 지식의 이해로 분류했어요.
F 교사: 지식은 각 문항에 모두 포함되어 있다고 봐요. (면담에서)

10번 문항은 주어진 상황을 보고 연구 문제를 도출하는 능력을 알아보는 문제인식 및 가설설정 영역의 문항이다. 이 문항을 이해 영역으로 분류한 교사들은 온도와 용해도의 관계에 대한 이해 능력 없이는 연구 문제를 도출할 수 없기 때문에 이해 영역으로 분류하였다.

F 교사: 용해도, 온도와 용해도의 관계에 대한 이해가 있어야 해결할 수 있다. (10번 문항)

25번 문항은 특정 상황을 해결하기 위한 실험 방법을 설계하는 능력을 알아보는 문항이다. 이 문항을 이해 영역으로 분류한 교사들은 혼합물을 분리하는 여러 가지 방법을 이해하고, 모래와 자갈은 알갱이 크기 차이가 남을 알고 있어야 해결 가능하기 때문에 이해 영역으로 분류하였다.

D 교사: 입자의 크기에 따라 혼합물을 분리하는 실험을 찾는 것이므로 (25번 문항)

11번 문항은 주어진 자료를 해석하여 경향성 및 규칙성 등을 파악하는 능력을 알아보는 문항이며, 13번 문항은 자료의 핵심 내용과 특성을 파악하는 능력을 알아보는 문항이다. 이 문항을 이해 영역으로 분류한 교사들은 이 문항을 해결하기 위해서는 자료와 관련된

원리나 법칙을 이해하고 있어야 해결이 가능하며, 자료가 특별히 새로운 것이 아니기 때문에 자료분석 및 해석 능력이 필요하지 않은 것 같다고 설명하였다.

C, D 교사: 그래프를 통해 반응속도에 영향을 주는 적절한 요인을 이해하고 찾을 수 있어야 하므로, (11번 문항)

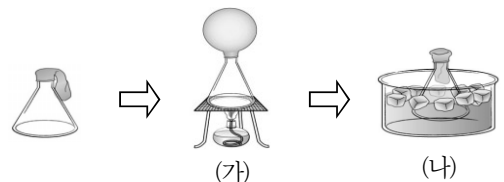
D 교사: 그림을 통해, 납이온과 요오드의 이온의 양적 관계를 찾아내야 하므로 (13번 문항)

F 교사: 일정성분비의 법칙에 대해 이해해야 함. 교과서에 있는 실험이므로 특별히 자료분석 및 해석에 해당되지 않는 것 같다. (13번 문항)

26번 문항은 실험 결과를 바탕으로 결론을 도출하는 결론도출 및 평가의 문항이다. 이 문항을 결론도출 및 평가 영역으로 분류한 교사는 1명이었고, 이해 영역으로 분류한 교사들은 7명 중 4.5명이었다. 이해 영역으로 분류한 교사들은 온도와 기체의 분자 운동, 부피 변화 등에 대해 이해하는지 알아보는 문항이라고 하였다.

B, F, G 교사: 온도와 분자 운동과의 관계, 온도와 기체 부피, 분자수, 분자 사이의 거리, 충돌 횟수 등에 대해 제대로 이해하고 있는지를 알아보는 문항이다. (26번 문항)

26. 그림 (가)는 고무풍선을 씌운 삼각 플라스크를 가열했을 때의 변화를, 그림 (나)는 (가)의 삼각 플라스크를 얼음물에 넣었을 때의 변화를 나타낸 것이다.



이 실험으로 알 수 있는 플라스크 안의 공기의 변화에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 온도가 낮아지면 분자수가 줄어든다.
- ② 온도가 낮아지면 분자 사이의 거리가 멀어진다.
- ③ 온도가 높아지면 부피는 감소한다.
- ④ 온도가 높아지면 분자 운동이 활발해진다.
- ⑤ 온도가 높아지면 분자가 풍선 벽에 충돌 하는 횟수가 감소한다.

그림 2 결론도출 및 평가 영역에 해당하는 문항의 예(26번)

행동 영역은 학생들이 개념을 어떻게 이해하고 생각하는지 알아보기 위해 설정한 개념이다. 지식 영역 내에서 기억, 이해, 적용으로 갈수록 고차원적 사고 능력을 요구하고, 탐구 능력 내에서도 각 요소에 따라 다른 사고 능력을 요구한다. 주어진 개념이나 상황에 대한 이해 능력은 단순한 과학적 사실 뿐 만 아니라 개념, 원리, 법칙, 이론을 포괄한다(한국교육과정평가원, 2004). 이러한 이해 능력은 개념이나 상황과 관련된 적용, 문제인식 및 가설설정, 탐구설계 및 수행 능력, 자료분석 및 해석 능력, 결론도출 및 평가 능력을 발휘하기 위해 기초가 되는 능력이며, 구성되는 문항에 반드시 포함될 수밖에 없다. 그러므로 교사들이 문항에서 개념에 대한 이해 측면을 고려하여 많은 문항들을 이해 영역으로 분류하는 것은 이해할 수 있다. 김경미, 김성원(2002)에서 과학 교사들은 행동 영역에서 이해가 가장 중요하고, 그 다음에 적용, 지식 순으로 가중치를 두었다고 한다. 또한, 권재술 등(1998)에서도 교사들은 고등사고능력보다는 지식의 '이해'에 대한 비중을 높게 두었다. 그러나 문항마다 문항을 해결하기 위해 필요한 핵심 사고 과정이 다르다. 교사들이 문항의 특성상 포함될 수밖에 없는 개념에 대한 이해를 비중있게 인식할 수 있으나 이해 능력 이외에 문항 해결에 필요한 핵심적인 사고 과정을 간과하는 것은 문항이 가진 정보를 옳게 해석하는 것이 아니다. 따라서 각 문항에 포함된 핵심 사고 과정을 균형있게 파악하는 능력이 필요하다.

나. 교사들이 적용 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식

교사들이 적용 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식은 다음과 같다.

개념을 이용하여 일상생활의 예시를 설명함

적용 영역에 대한 교사들의 생각을 알아보기 위한 면담에서 일상생활의 예시를 도입하여 과학적 사실을 설명하는 경우를 적용 영역으로 분류하였다. 이것은 이해 영역에서 현상을 보고 개념으로 설명하는 것을 이해라고 진술한 것과 같다.

C 교사: 이해와 적용은 구분하기 어려운 거 같아요. 일상생활의 예를 도입하여 과학적 사실을 설명하는 것은 적용으로 분류했어요. (면담에서)

이해 영역에 해당하는 1번 문항은 주어진 일상생활의 상황을 해결하기 위하여 관련 개념을 이해하는지 묻는 문항이다. 이 문항을 적용 영역으로 분류한 교사들은 문제 해결에 필요한 개념을 이용하여 일상생활의 현상을 설명할 수 있기 때문에 적용 영역으로 분류하였다.

G 교사: 사물의 법칙을 일상생활에 적용하여 설명할 수 있는지 묻고 있음.

D 교사: 기체 분자 운동에 따라 압력이 나타나는 것을 이해하고, 기체의 압력이 변화하는 현상을 설명할 수 있어야 하므로 (1번 문항)

어떤 개념이 활용된 사례를 찾거나 개념이나 원리를 새로운 상황에 적용함

면담에서 개념이나 원리를 새로운 상황에 적용하는 문항은 적용 영역으로 분류하였다.

A 교사: 결론이 다 도출된 것을 새로운 상황에 적용하는 것은 적용이라고 생각해요. 기존에 알려주지 않은 것을 이미 알고 있는 개념을 통하여 이용하면 적용이겠죠. (면담에서)

적용 영역에 해당하는 5-7, 21-23번 문항은 자료를 통해 해석한 개념이 적용된 사례를 찾는 문항인데, 이 문항을 적용 영역으로 분류한 교사들은 어떤 개념이 실생활에서 활용된 사례를 찾거나, 어떤 현상에 대해 설명할 수 있는 원리를 다른 현상에 적용하기 때문에 적용 영역으로 분류하였다. 아래 그림 3의 7번 문항은 실험의 결과를 보고 이와 같은 원리가 활용된 사례를 찾는 것이다. 이 문항에 대해서 이해로 분류한 교사 3명, 적용으로 분류한 교사 3명, 이해와 적용이 혼합되어 있다고 생각한 교사는 1명이었다.

C, D, F 교사: 크로마토그래피의 원리를 이해하고 있어야 문제를 해결하고 각각의 혼합물 분리에 대해 알고 있어야 해결할 수 있으므로 이해 영역

A, B, G 교사: 크로마토그래피에 대한 이해를 바탕으로 크로마토그래피에 대한 사례를 적용, 혼합물의 분리방법으로 적용할 수 있는지, 알아보는 것이므로 적용 영역

E 교사: 그림의 원리를 다른 상황에 적용, 이해와 적용이 혼합 (7번 문항)

이해 영역이라고 한 교사들은 실험 결과의 이해 측면에 비중을 두었고, 적용 영역이라고 한 교사들은 원리의 이해를 바탕으로 사례의 적용 측면을 강조한 것을 알 수 있다.

7. 그림은 어떤 혼합물을 분리하는 실험을 나타낸 것이다.

이와 같은 원리로 혼합물을 분리하는 예로 가장 적합한 것은?

- ① 원유에서 휘발유 분리
- ② 소금물에서 소금 분리
- ③ 시금치 색소의 성분 분리
- ④ 식초 속의 아세트산 분리
- ⑤ 기름이 유출된 바다에서 기름 분리

그림 3 적용 영역에 해당하는 문항의 예(7번)

탐구설계 및 수행에 해당하는 24번 문항은 주어진 물질의 특성을 알아내기 위해서 적절한 실험 방법을 설계할 수 있는지 묻는 문항이다. 이 문항을 적용 영역으로 분류한 교사들은 온도가 높아지면 공기의 부피가 증가하는 지식을 알고 그 지식이 적용되는 적절한 실험 방법을 선택해야 하기 때문에 적용 영역으로 분류하였다.

B 교사: 기체의 부피와 온도와의 관계를 이해해서 새로운 실험 상황에 적용한 문제, 주어진 상황에서 다른 사람이 한 탐구 설계를 이해하고 자신의 지식을 적용하여 잘못된 것을 고른다. (24번 문항)

적용 영역에 대한 행동 영역 분류 결과에서 교사들은 기본적인 개념의 이해를 바탕으로 사례를 적용하는 문항의 특성으로 인하여 주로 이해와 적용 영역으

로 판단하였으나 두 영역의 비중에 대한 인식은 교사마다 달랐다. 특히 이해 영역에 해당하는 문항을 적용 영역으로 인식하는 경우 일상생활의 현상이라는 소재 측면을 강조하여 문항을 분석하려는 경향이 있음을 알 수 있었다.

과학과 교육과정에서 과학 탐구와 함께 학생들로 하여금 단편적인 개념의 암기를 지양하고 과학적 개념을 바탕으로 다양한 상황에서 문제를 해결하는 능력을 강조한다(교육부, 1997; 교육과학기술부, 2007). 적용 영역은 특정 상황에 포함된 사실, 개념, 원리, 법칙, 이론 등을 파악하는 지식의 이해 능력과는 구별되며, 학생들이 아직 접촉이 없었던 자료를 제공하거나 이전에 생각해보지 못한 새로운 접근을 통해 평가된다. 또한 이해한 개념을 새로운 상황에서의 활용 능력을 묻는 것이어야 한다(우중옥 등, 1991). 그러므로 교사들은 과학적 개념에 대한 충분한 이해를 바탕으로 교과서 이외의 소재와 일상생활에서 접할 수 있는 다양한 상황에서의 활용 능력을 평가하는 적용 영역에 대한 정의와 의미를 정확히 파악할 필요가 있다.

다. 교사들이 문제인식 및 가설설정 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식

교사들이 문제인식 및 가설설정 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식은 다음과 같다.

관련 정보가 없는 상황에서 연구 문제를 이끌어 냄 문제인식 및 가설설정 영역에 대해 교사들은 문항에서 특정 주제와 관련된 정보가 제공되지 않은 상황에서 연구 문제를 이끌어내는 것이라고 인식하였다.


- A 교사: 오픈된 상황에서 특정 단원에서 특정 개념이 주어지지 않고, 상황이 주어지고... 이러한 정제되지 않은 상황에서 문제를 확인하고 끌어내는 것을 문제인식이라고 생각해요.
- E 교사: 실험상황이 제시되어 있고, 이러한 실험은 어떠한 생각으로 이것을 진행하였는가? 라면 문제인식 같아요. (면담에서)

문제인식 및 가설설정 영역에 해당하는 9,10번은 주어진 상황을 보고 연구 문제를 도출하는 문항이다. 그림 4의 문항 9번을 문제인식 및 가설설정 영역이라

고 분류한 교사들은 3명이었으며, 나머지 교사들은 이해 또는 다른 탐구 영역으로 분류하였다. 문제인식 및 가설설정 영역으로 분류한 교사들은 특정 실험 상황이나 실험 결과를 보고, 어떤 문제 인식에서 시작된 것인지 알아내거나 적절한 가설을 세우는 경우라고 인식하였다.

B, D, E 교사: 물의 온도에 따라 잉크의 퍼지는 정도가 다름을 보고, 어떤 문제 의식에서 시작된 것인지 알아내는 것이므로, 문제인식 및 가설설정 (9번 문항)

9. 영희는 같은 양의 찬물과 더운물에 잉크를 동시에 세 방울씩 떨어뜨리고 잠시 후 그림과 같이 잉크가 더운물에서 더 빠르게 퍼지는 것을 관찰하였다.



영희가 이 실험을 통해 알아보고자 하는 것은 무엇인가?
이(가) 속도에 미치는 영향

그림 4 문제인식 및 가설설정 영역에 해당하는 문항의 예(9번)

익숙하지 않은 상황의 강조

문항에서 학생들이 연구 문제나 가정 또는 전제 등을 인식하는 것은 이전에 접해보지 않은 새로운 상황에서 가능하기 때문에 학생들이 이미 접한 내용이 제시된다면 진정한 의미의 탐구 과정 능력을 평가할 수 없다고 진술하였다.

A 교사: 실제 교과서에서 이미 문제인식이 많이 제시되어 있어서... (중략) 학생들이 어느 정도 내용에 대한 범위를 알고 있잖아요. 이런 상황에서 문제 인식 문제를 낸다면, 정말로 학생들의 탐구 기능을 평가하여, 그 기능들을 길러줬다고 하기 힘들죠.

B 교사: '어떠한 실험 상황을 봤다. 뭐 이것은 무엇과 무엇에 대한 관계를 알아보기 위한 것일

까?' 이렇게 물어봤을 때 (중략) 그 때의 실험이 익숙하지 않으면 문제 인식인 것 같아요. 왜냐하면 탐구니까... (면담에서)

문제인식 및 가설설정 영역의 문항에 포함된 형식적 측면으로 행동영역을 분류함

'이것은 무엇을 알아보기 위한 것인가?' 라는 질문은 특정 상황에 대한 연구 문제를 알아보기 위한 것일 수도 있지만, 하나의 가설을 포함한 결론 내용을 물어본다고 이해할 수도 있기 때문에 문제인식 영역과 결론도출 영역이 혼동된다고 진술하기도 하였다.

F 교사: 문제인식은 결론도출과 헷갈렸어요. '이것은 무엇을 알아보기 위한 것인가?' 의 문제 속에는 무엇과 무엇과의 관계... 이것을 문제인식으로 볼 수 있고, 그 인식 속에는 무엇과 무엇에 대한 가설이 나름대로 있기 때문에... (면담에서)

문제인식 및 가설설정과 결론도출 및 평가 영역은 문항에서 요구하는 내용이 다름에도 불구하고 이 둘의 분류를 혼동한다는 것에서 문항의 행동 영역 분류를 문항이 가진 형식적 측면을 이용하려는 경향이 있음을 알 수 있다.

그 밖에 문제인식 및 가설설정 영역으로 분류한 경우는 아니지만 문제인식 및 가설설정 영역에 해당하는 문항들에서 나타나는 교사들의 특징적인 인식을 포함시켰다. 문제인식 및 가설설정 영역의 문항은 실험 상황이나 실험 결과가 자주 등장한다. 그래서 문항의 형식에 영향을 받아서 주어진 실험의 목적이나 내용 등을 이해하는 이해 영역이나 탐구설계 및 수행 영역의 문항으로 인식하거나 또는 주어진 자료를 이용하여 문제를 해결하는 자료분석 및 해석 문항으로 인식하는 경우가 있었다.

C, F 교사: 확산 현상에 대한 이해가 있어야 실험에 대한 이유를 해결할 수 있으므로 이해

G 교사: 실험의 목적을 파악했느냐를 알아봄. 탐구 설계 및 수행

A 교사: 변인에 따른 결과 해석. 자료 해석 및 분석 (9번 문항)

문제인식 및 가설설정 영역은 주어진 상황에서의 연구문제 도출 능력과 실험의 상황, 목적, 내용 등을 이해하며, 가설을 세울 수 있는 능력을 의미한다(우종옥, 이항로, 1995; 우종옥, 정철, 1996). 문제인식 및 가설설정 영역의 문항에 대한 교사들의 인식을 살펴볼 때, 교사들이 문항의 구성이나 형식만으로 행동영역을 분류하지 않도록 문제인식 및 가설설정 영역에 대한 정의와 의미를 정확히 파악할 필요가 있다.

라. 교사들이 탐구설계 및 수행 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식

교사들이 탐구설계 및 수행 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식은 다음과 같다.

가설, 이론, 실험 목적 등에 적합한 실험 방법을 제안함
 탐구설계 및 수행 영역에 대해 교사들은 문제에서 제시한 가설이나 이론, 실험 목적 등에 적합한 실험 방법을 제안하는 것이라고 하였다.

- G 교사: 이론과 적절한 실험제안을 할 수 있는지 알아보는 문항
- E 교사: 문제를 해결하기 위한 방법의 제안이므로 실험 설계 문항 (12번 문항)

탐구설계 및 수행 영역에 해당하는 12, 24번 문항에 대해 교사들은 주어진 물질의 특성을 알아내기 위해 적절한 실험 방법을 설계할 수 있는지 평가하기 때문에 탐구설계 및 수행 영역으로 분류하였다. 그림 5의 24번 문항에 대해서 탐구설계 및 수행 영역으로 분류한 교사는 3명, 이해 영역으로 1명, 적용 영역으로 3명 분류하였다.

- A, C, E 교사: 온도에 따른 공기의 부피 변화에 적절한 실험을 사례를 통해 구상해보고 타당성을 검토하도록 유도하는 문제, 탐구 설계 및 수행
- B, G, F 교사: 온도가 높아지면 공기의 부피가 증가하는 지식을 적용한 실험 방법을 찾는 새로운 실험 상황에 적용한 문제이므로 적용 영역이다. 객관식이므로 탐구 설계 및 수행이라고 볼 수는 없다. (24번 문항)

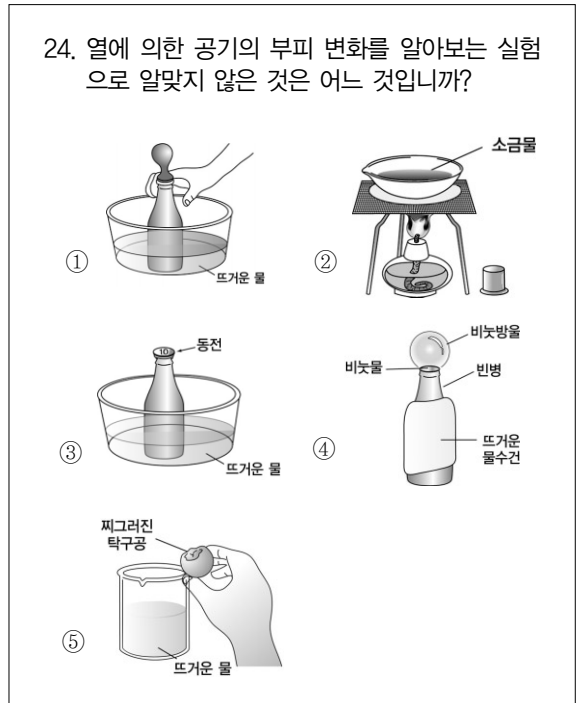


그림 5 탐구설계 및 수행 영역에 해당하는 문항의 예(24번)

문항 소재로 사용되는 실험 장치와 실험 내용 등의 영향을 받음

이해영역에 해당하는 8번 문항은 과산화수소를 분해하는 실험 장치를 제시하고, 이 실험 과정에 대한 지식의 이해 능력을 알아보는 문항이다. 이 문항을 탐구설계 및 수행 영역으로 분류한 교사들은 실험 장치의 그림과 실험 과정에 대한 내용이 등장하기 때문에 탐구설계 및 수행 영역으로 분류하였다.

- B 교사: 과산화수소 분해 시 발생하는 산소의 포집 방법을 이해하고, 실험 장치를 설계하는 능력을 알아보기 위한 문항이다.
- G 교사: 왜 수상치환 방법을 사용하는지에 대한 근거를 묻고 있다. (8번 문항)

탐구 영역은 고차원적이므로 해당하는 문항이 없음
 일부 교사들은 탐구 영역은 지식 영역에 비해 매우 고차원적이며, 열린 상황에서 평가해야 하므로 진정한 의미의 탐구를 설계하고 수행하는 문항은 없었다고 주장하였다.

C, F 교사: 저는 탐구영역(문제인식, 가설설정...)에 해당하는 것은 매우 고차원적인 것이라고 생각하고요...(중략) 문항의 대부분이 고차원적인 것을 요구하지 않았어요. 그래서 그거에 해당하는 문항은 거의 없었어요. (중략) 이런 것을 평가하려면 서답형으로는 좀 가능할지 몰라도 선택형으로는 불가능할 거 같아요. (면담에서)

문항을 통한 교사들의 인식에서 탐구설계 및 수행 영역의 의미로 관련된 개념의 이해를 바탕으로 적절한 실험 방법을 제안하는 것은 모두 동의하지만, 문항에 포함된 다른 행동영역(지식의 이해 및 적용 능력)을 더 비중 있게 인식한 경우에는 행동영역을 다르게 파악하였다. 예를 들어, 탐구 설계 능력을 묻기 위하여 실험 상황이 포함되었음에도 불구하고 실험 상황에 대한 이해 능력에 비중을 두거나 실험 상황에 개념을 적용하는 것으로 판단하여 적용 영역으로 인식하였다. 그리고 객관식 형태의 문항이므로 탐구설계 및 수행 영역이 될 수 없다는 의견은 탐구 능력을 평가함에 있어서 탐구 수행 능력을 특히 강조하여 인식한 것으로 보인다. 과학적 탐구를 위한 사고력과 탐구 능력의 평가는 지식 영역과 결합되어 출제되는 것을 이해하며 탐구 영역에 대한 인식 및 탐구설계 및 수행 영역의 특징을 옹계 파악할 필요가 있다.

마. 교사들이 자료분석 및 해석 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식

교사들이 자료분석 및 해석 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식은 다음과 같다.

자료를 해석하여 설명하거나 변인들 사이의 상관관계를 파악함

자료분석 및 해석 영역에 대해 교사들은 문항에서 주어진 자료를 설명하거나 각 변인들 사이의 상관관계를 파악하는 것이라고 인식하였다.

- A 교사: 주어진 자료를 이용하여, 한번 생각해 볼 수 있는 기회를 제공한다면 자료해석인거 같아요. (중략) 이렇게 주어진 자료를 정리하여 설명하는 것은, 자료해석인거 같아요.
- C 교사: 자료를 보고, 변인들 사이의 관계를 파악하

면, 그거는 자료해석.

E 교사: 자료 해석은 주어진 자료가 의미하는 것을 제대로 파악하고 있는가를 의미하는 것 같아요 만약, 질량과 부피가 주어졌을 때, 밀도를 판단할 수 있다면, 자료 해석이죠. 그래프의 의미 파악도 자료 해석이라고 봐요. (면담에서)

자료분석 및 해석 영역에 해당하는 17번 문항은 실험 과정에 대한 모식도와 실험결과와의 해석을 통해 미지 이온을 유추하는 경우이며, 11번 문항은 자료해석을 통하여 경향성 및 규칙성 등을 파악하여 결과에 영향을 주는 요인을 알아내는 경우이다. 그리고 20번 문항은 표를 해석하여 농도와 반응속도의 상관관계를 알아내는 경우이다. 이 문항을 자료분석 및 해석 영역으로 분류한 교사들은 17번 문항은 주어진 실험 결과를 해석하고 분석하여 미지의 이온을 추론하는 것이라고 하였고, 11, 20번 표나 그래프에서 주어진 자료의 의미를 분석하고 해석하는 능력을 알아보는 문항이라고 인식하였다.

- C 교사: 주어진 양금의 종류와 색깔은 실험결과에 적용하여 추론하는 것, 즉 자료의 해석 능력을 파악하기 위한 문항 (17번 문항)
- C, F 교사: 다양한 변인과 실험 결과와의 관련성을 분석하고, A, B, C 순으로 반응속도가 느려진다는 그래프 해석 능력이 있어야 문제를 해결할 수 있다. (11번 문항)

문항에 제공되는 자료의 새로움 강조

자료분석 및 해석 영역은 이전에 접해보지 않은 새롭고 독특한 정보가 제공되고 이를 해석하는 것이어야 한다고 하였다. 만약 단순히 교과서에서 배운 내용을 분석, 해석한다면 지식 영역으로 분류될 수도 있다고 하였다.

F 교사: 독특한 그래프, 표 등 완전히 새로운 것들은 그야말로 자료해석이라고 말할 수 있다 있을 것 같아요. 즉, 자기가 알고 있는 것을 적용하여, 완전히 새로운 자료들을 해석하는 것은 자료해석이다. 단순히 교과서에서 배운 내용을 가지고 (간단한) 자료를 해석하는 것

은 이해로도 충분하지 않은가. (면담에서)

문항에 자료가 제시되면 자료 해석의 영역으로 혼동함 적용 영역에 해당하는 4번 문항은 반응속도에 영향을 미치는 여러 요인에 대한 이해를 새로운 상황에 적용해보는 문항이다. 이 문항을 자료분석 및 해석 영역으로 분류한 교사들은 3명이었고, 나머지 교사들은 이해와 적용, 탐구설계 및 수행 영역으로 분류하였다. 자료분석 및 해석으로 분류한 교사들은 문항에서 변인들이 제시된 표가 주어졌기 때문에 변인 통제를 통해 문제를 해결하는 것으로 인식하였다. 이 문항에서는 실험 결과가 제시되지 않아 주어진 실험 조건들만으로 해석할 수 있는 내용이 없지만 자료가 주어지는 문항의 형식으로 인해 행동영역을 자료분석 및 해석 영역으로 혼동하였다.

A, C 교사: 탐구 능력 중 변인통제를 평가하는 문항으로 생각되나, 넓게는 자료의 해석 및 분석으로 볼 수도 있음.

B 교사: 반응속도를 결정하는 요소라는 지식의 이해를 바탕으로 주어진 자료에서 표를 해석하는 능력이 있어야 해결할 수 있는 문항이다. (4번 문항)

4. 표는 기체 A와 B가 반응하여 기체 C가 생성되는 반응에서 몇 가지 실험 조건을 나타낸 것이다.

실험	반응 물질의 농도(g/L)		온도(°C)	정확매
	A	B		
I	5	15	400	사용함
II	15	15	500	사용 안함
III	15	30	500	사용 안함
IV	15	45	400	사용함
V	15	45	500	사용함

위 실험 조건에서 기체 C의 초기 생성 속도가 가장 빠른 실험은?

- ① 실험 I ② 실험 II ③ 실험 III
 ④ 실험 IV ⑤ 실험 V

그림 6 적용 영역에 해당하는 문항의 예(4번)

자료분석 및 해석 영역과 지식 영역의 혼동

자료를 분석하는 내용 이외에 관련 개념에 대한 이해 능력을 바탕으로 자료를 추가로 해석해야 하는 내용이 포함될 경우 이것을 지식의 이해나 적용 영역으로 혼동하기도 하였다.

A 교사: 대부분의 문항이 단순히 자료해석 문제가 아니라, 그래프를 가지고 원가를 더 생각해야 하는 것이 많아서 자료해석인지 적용인지 이해인지 많이 헷갈렸어요. (면담에서)

자료분석 및 해석 영역은 문장, 표, 그래프, 그림 등의 자료를 해석하여 예상, 추리, 상관관계, 인과관계 등을 알아내는 것이며(김수경 등, 2007), 실험과 상황으로부터의 자료를 표와 그래프로 변화시키는 능력(송경혜 등, 2004)임을 고려해볼 때, 자료분석 및 해석 영역은 참신하고 새로운 자료를 제공하여 그 의미를 분석 및 해석하는 것으로 교사들은 잘 이해하고 있다. 하지만 일부 교사들은 자료 분석한 내용을 해석하기 위해 관련 개념에 대한 이해 능력이 필요한 경우 이를 지식의 이해 영역으로 혼동하거나 문항의 형식이 자료가 주어지는 형태라면 형식적 요소에 영향을 받아 자료분석 및 해석 영역으로 오해하는 경향이 있음을 알 수 있다.

자료분석 및 해석의 수준은 단순히 자료를 분석하는 수준에서부터 이미 알고 있는 개념을 이용하여 자료를 해석하는 수준까지 다양하다. 중등학교 과학 교사들의 학습 평가에 관한 실태에 관한 연구(김호진 등, 2000)에서 교사들은 학교 시험에서 탐구 영역 중에 자료분석 및 해석 영역의 능력을 묻는 문항을 가장 많이 출제하였다. 자료분석 및 해석 영역의 문항이 학교 현장에서 자주 활용되는 만큼 교사들이 이에 대해 옳게 이해하고 문항 출제에 활용할 수 있도록 할 필요가 있다.

바. 교사들이 결론도출 및 평가 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식

교사들이 결론도출 및 평가 영역으로 분류한 문항의 특징과 교사들의 인식은 다음과 같다.

포괄적인 결론을 내리거나 일반화함

결론도출 및 평가 영역에 대해 자료분석 및 해석 결

과를 통해 포괄적인 결론을 내리는 것으로 인식하였으며, 문제인식이나 가설설정에 대한 대답으로 인식하기도 하였다.

- B 교사: 결론도출은 자료해석보다 더 포괄적인 거 같아요.
- F 교사: 결론은 자료해석 다음에 이루어지는 과정으로서, 생각을 정리해서 사고력을 끌어내고... 결론도출은 '온도가 높아지면 반응속도가 빨라진다.'처럼 참과 거짓을 판단할 수 있는 어떤 하나의 서술문을 말하는 것 같아요.
- E 교사: 원래 결론은 문제인식이나 가설에 대한 대답, 이라고 생각해요. (중략) 자료를 바탕으로 내용이 잘 나타나지 않는 경우에는 조각 조각 다 해석된 자료를 다 통합해서 얘기할 수 있으면, 결론도출이에요. (면담에서)

결론도출 및 평가 영역에 해당하는 19번 문항은 실험 결과를 보고, 포괄적으로 설명할 수 있는 결론을 이끌어내는지 알아보는 문항이다. 이 문항을 결론도출 및 평가 영역으로 분류한 교사들도 주어진 실험의 결과로부터 결론을 이끌어내는 결론도출의 문항이라고 인식하였다.

- B, D 교사: 주어진 자료로부터 결론을 끌어내는 능력을 알아보는 문항. (19번 문항)
- A 교사: 해석된 자료를 통해서 하나의 문장으로 일반화시키면 그것은 결론도출이에요. (면담에서)

자료분석 및 해석 영역과 혼동함

그 밖에 결론도출 및 평가 영역으로 분류한 경우는 아니지만 결론도출 및 평가 영역에 대한 교사들의 인식이 나타나는 내용을 포함시켰다. 26번 문항은 결론도출 및 평가 영역의 문항이고, 27번 문항은 주어진 자료를 해석하는 자료분석 및 해석 영역의 문항이다.

- A 교사: 변인통제에 따른 실험 관찰 결과를 통한 추론을 요구하므로 자료 분석 및 해석
- C 교사: 실험에 대한 결론을 도출해낼 수 있는가를 묻는 문항이다. 지식의 이해로도 볼 수 있지만 지식의 이해보다는 더 고차원적인 사

고과정을 묻는 문항이라고 생각했다. 결론도출 및 평가 (26번 문항)

- A 교사: 이미 결과 자료에서 결론을 도출한 내용 중 타당성을 검토하고 있는 문제이므로 결론도출 및 평가
- G 교사: 주어진 자료를 해석하거나 분석하여 올바른 결론을 도출하는지 묻고 있으므로 자료 해석 및 분석임. (27번 문항)

교사들의 인식을 통해 문항에서 주어진 자료의 의미를 파악하는 인지 과정과 자료의 결과를 이용하여 실험 사실을 포괄적으로 설명하는 경우를 혼동하여 결론도출 및 평가 영역의 문항을 자료분석 및 해석으로 분류하였다. 또한 27번 문항에 대한 교사들의 의견에서 문제를 해결하는 데에 필요한 사고 과정은 동일하게 이해하고 있으나 행동 영역에 대한 구체적인 의미를 다르게 인식하는 것을 알 수 있다.

자료해석은 자료에 담겨진 의미를 이해하고 그 의미를 파악하는 과정이며(Wray, 1987; Watson, 1991), 결론도출은 수집된 자료로부터 모든 중요한 정보들을 추출하여 폭넓게 설명하는 것이다. 즉, 결론도출은 실험의 결과에 대한 요약이 아니라 그 주제나 가설에 대한 확정적인 결론을 나타내는 것이다(조희형, 최경희, 2005). 또한 주어진 자료를 통해 결론을 도출하고, 일반화하는 능력, 그리고 이에 대한 타당성을 검토하는 과정은 지식 영역에 비해 고차원적인 사고과정이다. 그러므로 결론도출 및 평가 영역은 탐구 기능 중에서 가장 종합적인 능력이라는 측면에서 결론도출 및 평가 영역의 문항에 대하여 교사들이 옳게 이해하고 문항 출제에 활용할 수 있도록 할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 국가수준 학업성취도 평가 문항의 일부를 활용하여 교사들이 문항을 어떤 행동 영역으로 분류하며, 행동 영역별로 어떻게 인식하는지를 알아보고 분석하였다. 각 문항에 대하여 교사들의 행동 영역 분류 결과, 교사들의 선택 비율이 가장 높은 행동 영역은 대체로 연구자들이 분류한 결과와 일치하였으나, 각 문항에 대한 교사들의 행동 영역 분류 결과는 다양했다. 이해 영역에 해당하는 문항에 대해서 교사들의 60%가 해당 영역으로 분류하였고, 자료분석 및

해석 영역에 해당하는 문항에 대해서 교사들의 51%가 해당 영역으로 분류하였으며, 나머지 영역에서는 일치도가 50% 미만이었다. 특히, 결론도출 및 평가 영역에 해당하는 문항에 대해서는 가장 낮은 일치도로 교사들의 29%가 해당 영역으로 분류하였다.

전체 문항에 대한 교사들의 인식을 종합해볼 때, 문항에 포함된 소재나 소재의 제시방법에 근거해 행동 영역을 결정하는 경향을 볼 수 있었다. 예를 들어 일상생활의 소재가 포함되면 적용 영역으로 분류하거나 그림이나 표, 그래프가 제시되면 자료분석 및 해석으로 분류하는 경향이 있었다. 또한 탐구 영역에 해당하는 문항에서는 지식 영역의 요소를 중심으로 문항의 행동 영역을 분류하는 경향이 나타났다. 탐구 설계 방법을 묻는 문항에서 실험 설계를 계획하는 능력을 실험과 관련된 개념의 이해 능력으로 생각하였으며, 자료분석 및 해석 영역에 해당하는 문항에서도 교사들은 제시된 자료를 분석 및 해석하여 새로운 사실을 알아내는 능력을 제시된 자료와 관련된 개념의 이해 능력으로 생각하여 행동영역을 지식의 이해로 분류하는 경향이 있었다.

위 결과를 통해 다음과 같은 점을 알 수 있다.

첫째, 연구에 참여한 교사들은 문제를 해결하기 위해 이용하는 문항의 정보와 사고 과정에 따라 행동 영역을 다양하게 인식하였다. 행동 영역 중에서도 특히 이해와 적용, 자료분석 및 해석과 결론도출 및 평가 영역에서는 각 영역 사이에 중복되는 요소를 많이 가지고 있어서 교사들이 비중 있게 인식하는 요소에 따라 행동 영역 분류에 차이가 나타났다. 예를 들어, 똑같은 문항에 대하여 이해라고 판단한 교사들은 어떤 상황이나 현상을 개념으로 설명하는 데에 초점을 맞추어 분류하였고, 적용이라고 판단한 교사들은 개념과 관련된 일상생활의 현상이라는 소재 측면에 초점을 맞추어 행동 영역을 분류하였다.

둘째, 연구에 참여한 교사들은 평가 문항 출제에 관해 경험과 전문성을 갖추었음에도 불구하고, 문항에 대한 행동 영역 분류가 쉽지 않았다. 그리고 국가수준 과학과 평가에서 사용하는 행동 영역에 대한 정의나 의미를 구체적으로 알지 못하거나 이해 정도가 달랐다. 문항에 주어진 실험 상황을 이용하여 실험의 목적이나 가설을 묻는 내용은 동일하게 파악하였으나 행동 영역에 대한 의미를 다르게 인식하여 문제인식 및 가설설정 영역에 해당하는 문항을 탐구설계 및 수행

영역으로 분류하기도 하였다. 또한 지식과 탐구 영역의 차원, 탐구 자체의 특성 등에 대해 교사들마다 인식하는 기준이 달랐다. 탐구 과정 능력은 지식 영역에 비해 매우 고차원적이기 때문에 직접 수행하는 활동에 의해서만 평가가 가능하다고 생각한 반면, 탐구 영역도 질 좋은 문항 개발을 통해 지필 평가가 가능하다고 생각하기도 하였다.

이 연구 결과를 통해 다음과 같이 제안을 하고자 한다.

첫째, 국가수준 과학과 평가에서 사용하는 행동 영역의 정의나 분류 방법에 대한 교사들의 관심을 높여야 한다. 교사는 수업 계획자, 수업 실행자이며, 평가자이기도 하다. 그러므로 학교 교육의 중추적인 역할을 하는 교사가 가지고 있는 행동영역에 대한 인식은 교수·학습뿐만 아니라 평가에도 영향을 미쳐 학생들의 능력을 좀 더 분석적으로 이해하는 데에 도움을 줄 수 있을 것이다. 미국의 NAEP에 관한 자료(NAGB, 2009)에 의하면, NAEP의 4가지 행동 영역은 서로 연관되어 있고, 독립적이지 못하지만 행동 영역을 구별하여 다루는 이유는 문항 개발과 학생의 반응을 해석할 때 도움이 될 수 있기 때문임을 제시하고 있다. 그러므로 교사들은 행동 영역의 정의나 분류 방법에 대한 관심과 이해를 높일 필요가 있다.

둘째, 탐구 영역의 평가에 대한 인식 제고가 필요하다. 일부 교사들은 탐구 영역은 학생 스스로 수행해야 한다는 인식이 강해서 지필평가를 통해서서는 탐구 과정 능력을 평가하기 힘들다고 진술하였다. 실제로 관찰이나 측정, 또는 조작적 정의와 같은 면은 지필 평가로 평가하기 어렵지만, 그 외의 일련의 탐구 과정은 타당도와 신뢰도 높은 지필 평가 문항을 통해서 가능하다(우종옥, 이항로, 1995). 또한 과학과 교육과정(교육부, 1997)에서는 내용 지식과 탐구 과정을 모두 목표로 하며 '탐구를 통한 지식의 이해와 일상생활에의 적용'을 강조하고 있다. 실제 과학 수업에서 수업을 주관하는 교사가 가지고 있는 탐구 및 탐구 수업에 대한 지각의 수준에 따라 학교 현장에서 수업의 질이 영향 받을 수 있다(이광호 등, 2000). 그리고 학생들의 과학적 소양을 높이기 위해 탐구를 효율적으로 경험하기 위해서 과학교사들의 탐구과정에 대한 인식이 무엇보다도 중요하다(정혜선, 오은아, 2003; Morrison, 2008). 그러므로 과학 교사들이 탐구 과정 능력과 관련된 행동 영역을 지필 평가에 활용할 수 있으며, 이를 통하여 학생들의 과학 탐구에 대한 관심을 높일 수

있음을 이해할 필요가 있다.

셋째, 교사들이 이해하기 쉽고, 현실적으로 활용 가능한 행동 영역의 의미에 대한 안내와 연수가 있어야 할 것이다. 행동 영역은 모든 평가의 틀을 구성하는 중요 요소이며, 교육과정의 목표를 구현하기 위해 교사들이 인지하고 있어야 할 요소이다. 그러므로 국가 수준의 과학과 교육과정의 목표를 달성하는 것과 더불어 행동 영역의 의미와 각 요소에 대한 교사들의 이해를 높이기 위하여 국가 및 교육청 수준의 연수가 진행될 필요가 있다.

이 연구는 교사들이 행동 영역 분류에 대한 부족함을 드러내려는 것이 아니라 행동 영역과 행동 영역의 여러 요소들에 대하여 교사들이 가지고 있는 인식의 다양성을 알아보는 것이다. 이 연구 결과와 같이 교사들이나 연구자에 따라 행동 영역 구분 방식이나 의미를 다르게 이해할 수 있지만 행동 영역은 학생들이 과학 지식을 어떻게 이해하고 과학적 탐구를 어떻게 수행하는지에 대한 정보를 알려주므로 교사나 연구자들이 행동 영역의 정의나 의미에 대하여 가급적 통일된 시각을 가질 필요가 있다. 그리고 이 연구 결과를 기초로 과학 교사들의 행동 영역에 대한 인식 실태를 더 심층적으로 조사하는 연구를 추후 진행할 필요가 있다.

국문 요약

이 연구는 과학과 평가에 이용되는 행동 영역에 대한 과학 교사들의 인식을 조사하였다. 행동 영역은 학생들이 과학 지식을 어떻게 이해하고 과학적 탐구를 어떻게 수행하는지에 대한 정보를 알려준다. 연구 참여자는 서울 지역 중, 고등학교에서 5년 이상 근무한 7명의 과학 교사였고, 연구를 위해 국가수준 학업성취도 평가에서 기출된 27문항으로 구성된 구조화된 질문지와 심층 면담이 진행되었다. 질문지와 면담 내용은 동료 연구자와 함께 분석하고 논의하였다. 연구 결과, 과학교사들은 문항에 포함된 소재나 소재의 제시 방법에 근거해 행동 영역을 결정하는 경향이 있었다. 그리고 교사들이 문항 해결에 필요할 것이라고 예상한 정보와 사고 과정에 따라 행동 영역을 다르게 인식하였으며 또한 행동 영역의 정의와 의미에 대한 이해 정도가 달랐다.

참고 문헌

- 교육부 (1997). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제 1997-15호.
- 교육과학기술부 (2007). 제7차 개정 교육과정. 교육인적자원부 고시 제2007-79호.
- 권재술, 최병순, 김찬중 (1998). 국가수준의 과학 지식 평가 체제. 한국과학교육학회지, 18(4), 601-615.
- 김경미 (2009). 과학적 탐구와 탐구활동에 대한 중등 과학 교사의 인식 및 실제 수업. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 김경미, 김성원 (2002). 과학과 평가 영역간의 중요도에 관한 교사들의 인식 연구. 한국과학교육학회지, 22(3), 540-549.
- 김경희, 김수진, 김남희, 박선용, 김지영, 박효희, 정송 (2008a). 국제 학업성취도(TIMSS/PISA)에 나타난 우리나라 중·고등학생의 성취 변화의 특성. 한국교육과정평가원, 연구보고 RRE 2008-3-1.
- 김경희, 김수진, 김남희, 박선용, 김지영, 박효희, 정송 (2008b). 수학 · 과학 성취도 추이변화 국제비교 연구-TIMSS 2007 결과보고서. 한국교육과정평가원, 연구보고 RRE 2008-3-3.
- 김수경, 김명숙, 이은경, 하민수, 김동훈, 김중복, 차희영, 김성하, 강성주, 김정률 (2007). 중학생의 과학 탐구 능력 측정을 위한 평가 도구의 개발. 한국생물교육학회지, 35(2), 163-177.
- 김지영, 강순희 (2006). 중등학교 과학 교사들의 탐구 과정의 활용 정도와 가설에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 26(2), 258-267.
- 김호진, 곽대오, 성민웅 (2000). 중등학교 과학교사들의 학습 평가에 관한 실태조사. 한국과학교육학회지, 20(1), 101-111.
- 박승재, 조희형 (1989). 과학론과 과학교육. 서울: 교육과학사.
- 박정희, 김정률, 박예리 (2004). 탐구 학습에 관한 중등 과학교사들의 인식. 한국지구과학교육학회지, 25(8), 731-738.
- 백승근, 최미숙, 차우규, 박경미, 이명희, 박선미, 이양락, 이춘식, 왕석순, 서지영, 양종모, 이주연, 이재근 (2003). 교과교육평가의 이론과 실제. 서울: 원미사.
- 송경혜, 이항로, 임청환 (2004). 초등학교 고학년

학생의 과학 탐구능력 측정을 위한 평가 도구 개발. 한국과학교육학회지, 24(6), 1245-1255.

우종옥, 이항로 (1995). 고등학생의 지구과학 탐구능력 측정을 위한 평가도구개발. 한국과학교육학회지, 15(1), 92-103.

우종옥, 이항로, 이경훈 (1991). 대학 수학능력 시험의 수리·탐구 영역 중 지구과학 교과에 관련된 탐구능력 측정을 위한 행동 요소의 추출과 평가 목표의 상세화 연구 I. 한국과학교육학회지, 11(1), 83-96.

우종옥, 정철 (1996). 과학 탐구의 3차원 평가들에 의한 평가 목표 분류 및 진술. 한국과학교육학회지, 16(3), 270-277.

유정원 (2009). 한국 대학수학능력시험과 일본 센터시험 화학문항 비교연구. 성신여자대학교 대학원 석사학위논문.

이광호, 조규성, 김수민 (2000). 탐구적 과학수업에 대한 전북지역 과학교사의 인식 조사 연구. 과학교육논총, 25, 53-63.

이항로 (1991). 고등학생의 과학 탐구능력 측정을 위한 평가도구 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.

정영희 (2008). 대학수학능력시험의 과학 탐구 영역 중 화학 1 문항 분석 연구 (최근 4년간 시험 자료 분석) 서울대학교 대학원 석사학위논문.

정은영, 최원호, 이인호, 김미영, 신석주, 김진국, 최인봉, 김희경, 김소영, 유진은(2009). 2008년 국가수준 학업성취도 평가 연구-과학-. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2009-9-4.

정혜선, 오은아 (2003). 과학적 증거와 설명에 대한 초등학교 6학년 학생의 이해. 한국과학교육학회지, 23(6), 634-649.

조희형, 최경희 (2005). 과학 교육의 이론과 실제. 서울: 교육과학사.

최병순 (2007). 화학 교재 연구 및 지도. 경기: 자유아카데미.

한국교육과정평가원 (2004). 대학수학능력시험 출제 매뉴얼 과학탐구 영역.

허명 (1984). 과학 탐구 평가들의 개발. 한국과학교육학회지, 4(2), 57-63.

Costenson, K. & Lawson, A. E. (1986). Why isn't inquiry used in more classrooms?. The American Biology Teacher, 48(3), 150-158.

Morrison, J. A. (2008). Individual inquiry investigations in elementary science methods course. Journal of Science Teacher Education, 19, 117-134.

NAGB(National Assessment Governing Board) (2009). Science Framework for the 2009 National Assessment of Educational Progress. U.S. Department of Education.

NRC(National Research Council) (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.

Ratcliffe, M. (1998). Discussing socio-scientific issues in science lessons: pupils' actions and the teacher's role. School Science Review, 79(288), 55-59.

Watson, C. (1991). Process Science in Action. New York: Heinemann.

Wray, J. (1987). Science Process. London: Heinemann Educational Books.