

초등의 일반 학생과 과학영재 학생이 제안한 과학 탐구 문제의 유형 및 제안 과정 분석

이형철 · 전은영[†]

(부산교육대학교) · (중현초등학교)[†]

The Analysis on the Pattern and Proposition Process of Science Inquiry Problems Proposed by Elementary General Students and Science-Gifted Ones

Lee, Hyeong Cheol · Jeon, Eun Yeong[†]

(Busan National University of Education) · (Junghyun Elementary School)[†]

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the analysis on the pattern and proposition process of science inquiry problems proposed by elementary school general students and science-gifted ones. The science inquiry problems were composed of one quantitative problem and one qualitative problem. To conduct this study, general students and science-gifted ones of grade 4 and 5 in elementary schools were selected. The results of this study were as follows. In both quantitative and qualitative problem, most of the students, including all the science-gifted students and general ones, used N-IP pattern and S2 proposition process strategy to propose inquiry problems. In the relationship between proposed problem and proposition process strategy, when using S2 strategy, N-IP problems were chiefly proposed. And when using S2, S3 strategies, more patterns of inquiry problems were generated than using any other strategies. Drawing proposition processes of inquiry problem into map, science-gifted students used much more proposition process strategies than general ones.

Key words : elementary students, science inquiry problem, the pattern and the proposition process

I. 서 론

2008년 노벨 과학상 수상자 9명 중에서 일본인이 2명, 일본계 미국인이 1명, 중국계 미국인이 1명 등 5명이 동양인들이었다(노벨과 창의성, <http://www.sciencetimes.co.kr>). 아직 노벨상을 하나도 받지 못한 우리나라에서는 부러움과 함께 과학교육에 대한 관심이 어느 해보다 깊은 한 해였다.

보통 과학자들은 1년에 평균 1.48편의 논문을 쓰는 반면, 노벨 과학상을 수상한 과학자들은 평균 3.24편을 쓴다(Zuckerman, 1977). 양이 많다고 질이

보장되는 것은 아니라고 반문할 수 있겠으나, Simonton (1999)은 양과 질은 서로 관련이 있으며, 천재들의 많은 논문 편수는 창의적인 생산성과 관련이 있다고 하였다. 많은 논문을 쓰려면 다양하고 창의적인 연구 주제를 찾아야 할 것이며, 이는 결국 문제 인식으로 이어진다. 해마다 노벨 과학상이 발표되는 시기에는 어김없이 우리나라의 과학 창의성 문제가 거론되는데, Runco & Dow(1999)는 새로운 탐구 문제의 발견과 제안은 창의적 과학 학습을 위한 중요한 측면으로 강조하였다.

Bronowski(1974)는 문제의 가장 어려운 부분은 해

답이 아니라 그 문제를 설정하는데 있었다고 하였다. 또, 아인슈타인은 문제 형성은 문제의 해결보다 종종 더 본질적인 것이라고 하였다(Runco & Nemiro, 1994). Austin (1978)은 연구란 해결될 수 있는 문제를 찾는 예술이라고 하였다. 그렇다면 과학 연구란 해결될 수 있는 과학적 문제를 찾는 예술이라고 정의할 수 있다. 이처럼 많은 연구자들은 문제 인식 혹은 문제 제안의 중요성을 언급하고 있다. 실제로 과학의 역사에서 보면, 과학적으로 위대한 발견은 탐구 문제를 제안함으로써 비롯되었다(윤혜영, 2008). 일례로 Newton은 ‘사과는 왜 항상 아래로 떨어질까?’라는 탐구 문제 제안에서 출발하여 만유인력의 법칙을 발견하기에 이르렀다(차동우와 이재일, 1992).

2007년 개정 과학과 교육과정 교사용 지도서 총론에서는(교육과학기술부, 2009) 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등의 기초 탐구 과정과 더불어 통합 탐구 과정에 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등을 포함하고 있다. 그러나 현행의 문제 인식은 정상 과학에서의 과학 활동 즉 대가들이 그려놓은 밑그림 위에 빠진 그림을 채우는 활동, 수수께끼 풀이 활동이라고 생각할 수 있다(Kuhn, 1970). 다시 말하자면 학생들은 주어진 목표, 주어진 과정, 하나의 결과 도출을 위한 탐구 과정 속에서의 문제 인식만을 다루고 있다. 이처럼 과학 활동에 있어 탐구 문제 제안은 매우 중요하다고 할 수 있으나, 우리나라의 현행 과학 수업에서는 매우 제한된 상황에서의 문제 인식만을 다루고 있는 실정이다.

탐구 문제 제안에 관한 연구는 박종원(2005)의 대학생を対象으로 한 과학적 탐구 문제 제안 과정의 특성 분석과 윤혜영(2008)의 중학생을 대상으로 한 탐구 상황에 따른 과학적 탐구 문제의 제안 과정의 특성 비교 등이 있다. 박종원(2005)은 정량적인 실험 상황을 대학생들에게 제시하고 더 알아보거나 탐구해 볼 가치가 있다고 생각되는 탐구 문제를 제안하도록 하여, 6개의 탐구 문제 유형과 7개의 탐구 문제 제안 과정 유형을 사용하여 분석하였다. 윤혜영(2008)은 박종원의 탐구 문제 유형과 제안 과정 및 전략에 관한 틀을 조금 수정하였고, 중학생들에게 정량적 문제 상황과 정성적 문제 상황을 주고, 그들이 제안한 탐구 문제를 탐구 상황 별로 각각 탐구 문제 유형과 제안 과정 등을 자신이 수정한 틀로 분석하였다.

이와 같은 연구는 주로 대학생과 중학생들을 대상으로 한 것이나, 초등학생에 관한 동일한 연구는 많지 않아 본 연구자는 이 연구를 초등학생을 대상으로 실시해 보고자 한다. 초등학생의 경우, 인지 발달 수준 상 구체적 조작기와 형식적 조작기가 겹쳐 있는 단계에 있고 이러한 추상적 사고나 복잡한 추리 혹은 가설을 세워 체계적으로 검증하는데 있어서 어려움이 있는 연령대로 보인다. 그러나 이러한 탐구 문제의 제안에 관한 연구는 초등학생들에게 많은 상상력과 창의력을 불러 일으킬 수 있는 동기를 제공할 수 있고, 또한 탐구 문제를 제안하는 과정에는 많은 인지적인 활동이 포함되어 있기 때문(Torrance, 1962; Brown & Walter, 1985; Kay, 1994; Brugman, 1995;)에 초등학생들의 자기주도적 학습 뿐만 아니라, 창의적 과학 학습을 위해서도 중요한 측면이 될 수 있다(Zimmerman, 1990).

과거부터 영재를 판별하는 중요한 요소 중의 하나로 창의성이 대두되어 왔고, 최근 과학교육에서는 과학 창의적 문제 해결력을 과학영재의 중요 특성으로 간주하고 있다(이경숙, 2002; 최선영과 강호감, 2006; 김은진, 2007; 이수진, 2007). 하지만 주어진 과제나 문제를 창의적으로 해결하는 것도 중요하다고 할 수 있으나, 앞서 강조한 바와 같이 탐구 상황에서 능동적으로 문제를 발견하고 해결해 나가는 것 역시 과학영재가 갖추어야 할 중요한 자질로 볼 수 있다. 그리고 이러한 관점에서 일반 학생과 과학영재 학생들의 차이점을 알아보는 것은 과학영재의 특성과 판별 그리고 과학영재 교육과정 개발에 중요한 의미가 있을 것으로 생각된다.

이에 본 연구는 초등의 일반 학생과 과학영재 학생들이 과학 탐구 문제 제안과 그 과정에 있어 각기 어떤 차이를 보이는지 그리고 그 유형들은 어떻게 비교되는지를 알고자 하여 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

- 초등의 일반 학생과 과학영재 학생이 제안한 과학 탐구 문제 유형은 각각 어떠한지 어떻게 비교되는가?
- 초등의 일반 학생과 과학영재 학생의 과학 탐구 문제 제안 과정의 전략 유형은 각각 어떠한지 어떻게 비교되는가?
- 앞의 각 경우에 있어 제안된 탐구 문제 유형과 제안 과정 전략 유형 사이에는 어떤 관계가 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 B광역시에 소재하고 있는 J초등학교 4, 5학년 각 1개 반과 같은 B광역시 교육청 과학영재반 4, 5학년 각 1개 반을 대상으로 연구하였다. 표 1은 연구 대상의 분포를 나타낸 것이다.

2. 과학적 탐구 상황 문제의 제시

본 연구에서 사용한 과학 탐구 상황 문제는 초등학교 과학 교과서(교육과학기술부, 2009) 내용 중에서 정량적 문제와 정성적 문제를 구분하여 추출하였다. 정량적 문제는 10~80℃까지의 온도에 따라 10℃ 단위로 녹는 봉산의 양을 표로 주고, 학생들에게 더 알고 싶거나 해 보고 싶은 것을 이유와 함께 쓰도록 하였다. 정성적 문제의 경우에는 윤혜영(2008)이 제시했던 탐구 상황 문제를 초등학교에 맞게 자구를 조금 수정하여 사용하였는데, 물이 담긴 비커에 막대를 꽂아놓고 여러 각도에서 관찰한 결과를 사진으로 제시하고, 더 탐구해 볼만한 가치가 있다고 생각되는 문제를 많이 제안해 보도록 하였다. 위의 모든 과정은 초등과학교육 전문가 1인의 자문과 초등과학교육전공 석사과정 대학원생 2인과 함께 검토하고 협의를 통하여 수정 보완하였다. 학생들에게 제시되었던 정량적, 정성적 질문지는 부록에 첨부하였다.

학생들에게 정량적, 정성적 탐구 질문지 각각 1장을 나누어 주고, 각각 20분 정도의 시간을 주어 탐구 문제 및 그 이유를 적도록 하였고, 여백이 모자라는 경우에 뒷면에까지 활용하도록 하였다.

3. 탐구 문제 유형 분류

탐구 문제 유형 분류를 만들기 위하여 일반 학

표 1. 연구 대상

반	학년, 인원(명)	합계
일반반	4학년: 남 16, 여 16	34
	5학년: 남 14, 여 15	29
영재반	4학년: 남 15, 여 5	20
	5학년: 남 13, 여 7	20
합계		101

생 4, 5학년 각각 8명을 대상으로 pilot test를 하였다. 이 결과와 선행 연구 그리고 초등과학전문가와 의 자문과 초등과학교육전공 석사과정 대학원생 2인과의 협의를 거쳐 표 2와 같이 과학적 탐구 문제를 분류하는 유형을 수정 보완하여 확정했다.

본 연구에서는 박종원(2005)의 W-IP(무엇 탐구 문제, What Inquiry Problem)를 I-IP(도구 탐구 문제, Instrument Inquiry Problem)로 수정하였다. 왜냐하면 pilot test 결과 초등학생들은 실험 도구 관련 질문 유형을 많이 제안하였고, 무엇에 관한 탐구 문제는 실험 도구에 관한 탐구 문제에 포함될 수 있기 때문이다. 또, 초등학생의 인지 발달 수준 상 아직 비과학적인 탐구 문제를 제안하는 경우가 있어 Un-IP(비과학적 탐구 문제, Unscientific Inquiry Problem) 유형을 추가하였다.

4. 탐구 문제 제안 과정 분류

탐구 문제 제안 과정 역시 같은 pilot test를 통해 기본 유형을 분류하고, 선행 연구를 참고로 하여 표 3과 같이 수정 보완하였다.

본 연구에서는 윤혜영(2008)의 살펴보기 전략(S1), 변화 전략(S2), 배경 지식 연결 전략(S3), 추리 전략(S4), 목표 인식 전략(S5) 등 5가지 유형 외에 어느 쪽에도 속하지 않는 피상적 응답(S6) 유형을 추가하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 정량적 과학 탐구 상황 문제

1) 정량적 문제에 대해 학생들이 제안한 탐구 문제 유형의 분석

정량적 과학 탐구 문제에 관하여 학생들이 제안한 탐구 문제 유형 사례와 분석의 예시를 몇 가지 들면 다음과 같다.

사례1: 봉산 대신 소금이나 설탕 가루를 사용하면 결과가 어떻게 될까? -> N-IP

사례2: 물의 양을 달리하여 실험하면? -> R-IP

사례3: 봉산은 어떤 액체에 녹을까? -> I-IP

정량적 탐구 문제에 대해 초등학생들이 제안한 탐구 문제의 유형 빈도는 표 4와 같다. 4학년 일반

표 2. 분류된 탐구 문제 유형의 비교

박종원	윤혜영	본 연구	정의와 예시
N-IP	N-IP	N-IP	새로운 결과 탐구 문제(New-Result Inquiry Problems) · 측정 방법이나 범위, 실험 상황 등을 변화시키면 어떠한 새로운 결과가 나올 것인지 알아보고자하는 탐구 문제 예) 빛의 파장이 다른 것으로 실험하면 어떻게 될까?
R-IP	R-IP	R-IP	관계 탐구 문제(Relationship Inquiry Problems) · 주어진 실험 상황에서 얻은 결과들 사이에 어떠한 관계가 있을 수 있는지 알아보고자하는 탐구 문제 예) 비커의 크기나 넓이는 굴절과 어떤 관계가 있을까?
WH-IP	WH-IP	WH-IP	왜 어떻게 탐구 문제(Why-how Inquiry Problems) · 결과가 나오게 된 인과적 변인을 찾아보는 탐구 문제 예) 왜 물이 따뜻하면 봉산이 잘 녹을까?
W-IP	.	I-IP	도구 탐구 문제(Instrument Inquiry Problem) · 실험 상황에서 제시된 실험 도구 및 시약에 관련된 과학적 탐구 문제 예) 물에 완전히 녹인 봉산을 계속 끓이면 기체가 될까?
A-IP	A-IP	A-IP	적용 탐구 문제(Application Inquiry Problems) · 주어진 상황이나 결과가 다른 현상이나 상황에서 어떻게 적용될 수 있는지를 알아보고자하는 탐구 문제 예) 물질이 가장 잘 안 녹는 온도가 몇 도일까?(안 좋은 물질이 물에 잘 못 섞이게 하여 강의 오염을 막기 위해)
E-IP	E-IP	E-IP	실험 방법 탐구 문제(Experimental Inquiry Problems) · 구체적인 실험 방법을 알아보고자 하는 탐구 문제 예) 굴절이 일어나지 않게 하려면 어떻게 해야 할까?
.	.	Un-IP	비과학적 탐구 문제(Unscientific Inquiry Problem) · 실험 상황 및 과학적 탐구와 관계없는 문제 예) 굴절이란 말은 언제 생겨났을까?

표 3. 분류된 탐구 문제 제안 과정 전략 유형 비교

박종원	윤혜영	본 연구	예시
S1: 사진 전략 분석	S1: 주어진 정보와 상황의 특징을 살펴보는 전략	S1: 살펴보기 전략	그림에서는 부서진 것처럼 나왔기 때문에...
S3: 대체 전략 S7: 확장 전략	S2: 주어진 정보와 상황을 변화시켜보는 전략	S2: 변화 전략	... 쇠막대와 눈의 거리차를 줄이면 굴절 되는 각도 ...
S2: 연결 전략 S4: 갈등 전략	S3: 주어진 정보와 상황을 배경지식과 연결시켜보는 전략	S3: 배경 지식 연결 전략	물은 중성이지만 식초는 산성이라 용액의 성질이 다르니까...
S5: 추리 전략	S4: 주어진 정보와 상황에 영향을 줄 수 있는 인과적인 원인을 추리해 보는 전략	S4: 추리 전략	빛의 파장이 더 길거나 짧다면 굴절에도 영향을 미칠 것이다.
S6: 목표 인식 전략	S5: 주어진 정보와 상황이 무엇을 알아보기 위한 것인지 생각해보는 전략	S5: 목표 인식 전략	온도에 따른 봉산의 녹는 정도를 알아보는 것 같은데...
무응답	.	S6: 피상적 응답	... 궁금해서, 처음 들어보아서

학생 6.22개, 과학영재 학생 8.45개, 5학년 일반 학생 2.48개, 과학영재 학생 7.55개로 4, 5학년 모두 과학영재 학생들이 제안한 탐구 문제 숫자가 더 많은

것으로 나타났다. 하위 유형에서 살펴보면 비과학적 탐구 문제 유형인 Un-IP를 제외하고는 대부분의 하위 유형 각각에서 과학영재 학생이 일반 학생보다

표 4. 정량적 문제에서 초등학생이 제안한 탐구 문제의 유형 빈도

학년	반	제안한 탐구 문제 평균 수(%)							합계
		N-IP	R-IP	WH-IP	I-IP	A-IP	E-IP	Un-IP	
4	일반	2.31(37.1)	0.28(4.5)	0.31(5.0)	1.63(26.2)	0.03(0.5)	0.16(2.6)	1.5(24.1)	6.22
	영재	4.75(56.2)	0.5(5.9)	0.45(5.3)	1.8(21.3)	0.3(3.6)	0(0.0)	0.65(7.7)	8.45
5	일반	1.62(65.3)	0.34(13.7)	0.07(2.8)	0.07(2.8)	0(0.0)	0.07(2.8)	0.31(12.5)	2.48
	영재	4.7(62.3)	1.25(16.6)	0.4(5.3)	0.7(9.3)	0.15(2.0)	0.15(2.0)	0.2(2.7)	7.55

많은 수의 문제를 제안했음을 알 수 있었다.

그리고 학년 간 비교를 해 보았을 때, 일반 학생과 과학영재 학생 모두 4학년이 제안한 문제 수가 5학년보다 많게 나왔다. 정량적 문제 상황으로 제시한 내용이 5학년 2학기에 학습하는 내용으로서, 4학년은 내용을 학습하기 전 단계이므로 오히려 호기심을 자극하여 실험 도구에 관련된 문제 유형 I-IP나 Un-IP에 해당하는 질문이 많이 나온 것으로 생각된다. 이는 초등학교 학생들을 대상으로 교육적으로 Z생산적인 질문을 하는 능력을 조사한 Scardiamalia & Bereiter(1992)의 주제에 친숙한 정도에 따라서 주제에 대한 오리엔테이션에 필요한 정보를 묻는 질문에서부터 지식을 설명하거나 지식들의 불일치를 해소하는 “경탄(wonderment)” 질문까지 다양하였다는 연구 결과와 일치한다.

학생들이 많이 제안한 탐구 문제 유형을 살펴보면, 4학년은 일반 학생과 과학영재 학생 모두 N-IP, I-IP, Un-IP 순이었다. 5학년의 경우 일반 학생은 N-IP, R-IP, Un-IP 순이었고, 과학영재 학생은 N-IP, R-IP, I-IP 순이었다. 이를 보아 정량적 문제 상황에서 학생들이 제안한 탐구 문제 유형은 일반 학생과 과학영재 학생의 차이는 크지 않으나, 학년 간에는 약간의 차이가 있음을 알 수 있다.

선행 연구에서, 정량적 탐구 문제로서 대학생을 대상으로 한 박종원(2005)과 중학생을 대상으로 한 윤혜영(2008)의 연구는 본 연구와 제시한 실험 상황도 다르고 분석틀도 다소간에 차이는 있으나, 제안한 탐구 유형은 모두 N-IP, R-IP순이어서 본 연구의 5학년 일반 학생과 과학영재 학생들의 결과와 일치하였다.

2) 탐구 문제 제안 과정 전략의 분석

정량적 과학 탐구 문제에 관하여 학생들이 제안한 탐구 문제 제안 과정 사례와 분석의 예시를 몇

가지 들면 다음과 같다.

사례1: 붓산 대신 소금이나 설탕 가루를 사용하면 결과가 어떻게 될까?(N-IP)

→ 이유: 가루마다 성질이 다르므로(S3) 결과가 달라 나올 것 같다(S4).

사례2: 물의 양을 달리하여 실험하면?(R-IP)

→ 이유: 표를 보면 온도를 변화시켜 붓산의 녹는 양을 보는 것 같은데(S1) 온도는 일정하게 두고 물의 양을 변화시켜 붓산의 녹는 정도를 알아보고 싶다(S2).

사례3: 붓산은 어떤 액체에 녹을까?(I-IP)

→ 이유: 용액의 성질이 달라지면 붓산이 녹지 않을 수도 있을 것 같아서(S4)

정량적 탐구 문제에 대해 초등학생들이 제안한 탐구 문제의 제안 과정 전략의 빈도는 표 5와 같다. 4학년 일반 학생 6.34개, 과학영재 학생 10.5개, 5학년 일반 학생 2.72개, 과학영재 학생 11.45개로 나타났다. 이를 제안 문제 1개당 제안 과정 수로 바꾸어 보면 4학년 일반 학생 1.02개, 과학영재 학생 1.24개, 5학년 일반 학생 1.10개, 과학영재 학생 1.52개로 4학년보다는 5학년이, 일반 학생보다 과학영재 학생이 한 문제를 제안하는데 보다 많은 전략을 사용함을 알 수 있었다. 탐구 문제 제안 과정 전략 중 학생들이 많이 사용한 하위 유형을 살펴보면 4학년 일반 학생은 S2, S6, S1 순이었고, 과학영재 학생은 S2, S6, S3 순이었다. 5학년 일반 학생은 S2, S1, S3, 과학영재반 학생 S2, S1, S4 순이었다. 이를 통해 탐구 문제를 학습하기 전인 4학년의 경우 S2, S6 전략을 많이 사용하며, 탐구 문제를 학습한 5학년의 경우 S2, S1 전략을 많이 사용함을 알 수 있었다. 일반 학생과 과학영재 학생의 비교에서는 같은 학년에서 큰 차이는 보이지 않으나, 일반 학생의 경우 추리 전략 S4를 4학년 0.5%, 5학년 0%로 거의 사용하지 않은 반면 과

표 5. 정량적 문제에서 초등학생의 탐구 문제 제안 과정 전략 빈도

학년	반	탐구 문제 제안 과정 전략 평균 수(%)						합계
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	
4	일반	1.63(25.7)	2.09(33.0)	0.59(9.3)	0.03(0.5)	0.16(2.5)	1.84(29.0)	6.34(1.02)*
	영재	1(9.5)	4.65(44.3)	1.55(14.8)	1.15(11.0)	0(0.0)	2.15(20.5)	10.5(1.24)*
5	일반	0.41(15.1)	1.69(62.1)	0.34(12.5)	0(0.0)	0(0.0)	0.28(10.3)	2.72(1.10)*
	영재	2.7(23.6)	5.9(51.5)	1.15(10.0)	1.3(11.4)	0(0.0)	0.40(3.5)	11.45(1.52)*

* 제안 문제 1개당 제안 과정 전략의 수

과학영재 학생은 S4 전략을 4학년 11.0%, 5학년 11.4%를 사용하였다.

이를 박종원(2005)과 윤혜영(2008)의 연구 결과와 비교를 하면 다음과 같다. 대학생의 경우는 배경 지식을 연결하는 S3 전략을 가장 많이 활용하였고, 그 다음이 주어진 정보와 상황을 변화시키고자 하는 S2였으며, 중학생의 경우에는 본 연구와 마찬가지로 S2 전략을 가장 많이 사용하였고, 그 다음은 주어진 정보와 상황을 살펴보는 S1으로서 본 연구 결과

와 비슷하다.

3) 제안된 탐구 문제 유형과 제안 과정 전략의 관계

표 6 및 표 7은 정량적 문제에서, 4, 5학년 일반 학생과 과학영재 학생이 제안한 탐구 문제 유형과 제안 과정 전략 유형의 관계를 함께 정리한 것이다. 학년별 그리고 일반 학생과 과학영재 학생별로 다소간의 차이는 있으나, 주로 S2 전략 유형을 많이 사용

표 6. 정량적 문제에서 4학년 일반/과학영재 학생의 문제유형과 제안 과정 전략 관계 (일반 학생/과학영재 학생)

	N-IP	R-IP	WH-IP	I-IP	A-IP	E-IP	Un-IP	합계
S1	4/9	7/2	10/5	23/1	0/0	3/2	6/1	53/20
S2	69/82	1/1	0/0	1/3	0/1	0/0	1/1	72/88
S3	3/15	0/0	0/1	5/11	0/1	1/3	10/0	19/31
S4	0/16	1/3	0/0	0/0	0/1	0/0	0/0	1/20
S5	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
S6	3/2	0/4	0/4	21/23	0/0	0/0	30/11	54/44
합계	79/124	9/10	10/10	50/38	0/3	4/5	47/13	199/203

표 7. 정량적 문제에서 5학년 일반/과학영재 학생의 문제 유형과 제안 과정 전략 관계 (일반 학생/과학영재 학생)

	N-IP	R-IP	WH-IP	I-IP	A-IP	E-IP	Un-IP	합계
S1	5/34	3/10	2/8	0/1	0/0	2/2	1/0	13/55
S2	42/92	7/21	0/0	0/3	0/0	2/3	0/0	51/119
S3	5/14	0/2	0/0	2/5	0/2	1/0	2/0	10/23
S4	0/15	0/11	0/0	0/3	0/0	0/0	0/0	0/29
S5	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
S6	1/0	0/0	0/0	0/3	0/1	0/0	7/4	8/8
합계	53/155	10/44	2/8	2/15	0/3	5/5	10/4	82/234

하였고, 이때 가장 많은 문제를 제안하였으며, 주로 N-IP 문제 유형이 가장 많은 것으로 나왔다. 또한 S1 전략을 활용했을 때 가장 다양한 탐구 문제를 제안하는 것으로 보였다. 그리고 4학년은 5학년에 비해서 피상적 응답인 S6 전략 유형이 많이 나왔고, 또 Un-IP 문제를 많이 제안했음을 알 수 있다. 이는 학생들의 연령대가 아직 자신의 표현을 잘 하지 못하며, 과학의 논리성이나 명료함에 쫓아오기 부족한 상황이기 때문으로 판단된다. 적용 탐구 문제에 해당하는 A-IP 유형의 문제가 가장 적게 나왔는데, 이는 학생들의 과학 지식 수준이 아직 적용의 단계까지 사고할 수준이 아니기 때문에 나온 결과로 보여진다.

이 결과는 박종원(2005)의 대학생을 대상으로 한 경우와 윤혜영(2008)의 중학생을 대상으로 한 연구 결과와 거의 일치한다.

그림 1과 그림 2는 정량적 탐구 상황 문제에 대하여 일반 학생과 과학영재 학생들이 제안한 탐구 문제 유형과 이에 도달하는 제안 과정 전략을 도표로 만든 것으로서 4, 5학년이 비슷한 경향을 보이므로 본 연구에서는 5학년의 것만을 예시로 나타내었다. 도표 상으로 보았을 때 일반 학생들보다는 과학영재 학생들이 훨씬 많은 전략 유형을 활용하여 탐

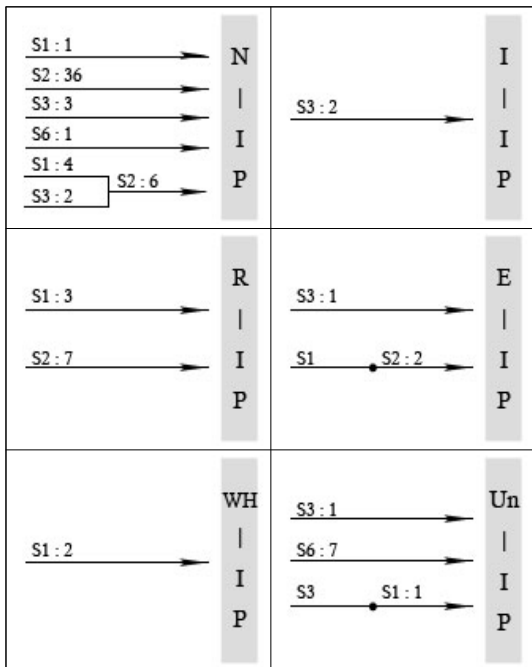


그림 1. 정량적 문제에서 5학년 일반 학생의 문제 제안 과정

구 문제의 제안에 이르고 있다는 것을 알 수 있다.

2. 정성적 과학 탐구 상황 문제

1) 정성적 문제에 대해 학생들이 제안한 탐구 문제 유형의 분석

정성적 과학 탐구 문제에 관하여 학생들이 제안한 탐구 문제 유형 사례와 분석의 예시를 몇 가지 들면 다음과 같다.

사례1: 물의 양이 식탁대가 보이는 각도에 영향을 줄까? → R-IP

사례2: 일반 태양 광선 밑에서 실험하면 어떻게 될까? → N-IP

사례3: 물의 종류도 영향을 미칠까? → R-IP

표 8에서, 정성적 문제 상황에서 제안한 탐구 문제 수는 4학년 일반 학생 3.59개, 과학영재 학생 7.75개,

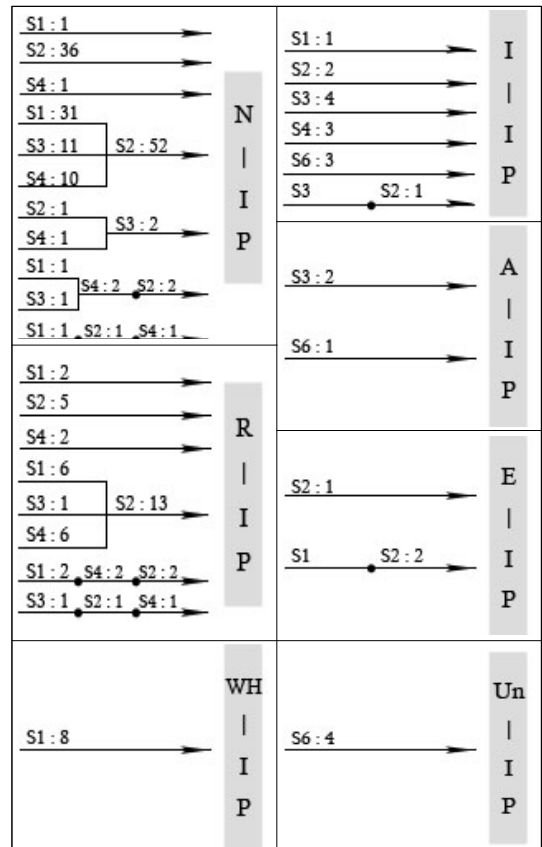


그림 2. 정량적 문제에서 5학년 과학영재 학생 탐구 문제 제안 과정

표 8. 정성적 문제에서 초등학생이 제안한 탐구 문제 유형 빈도

학년	반	제안한 탐구 문제 평균 수 (%)							합계
		N-IP	R-IP	WH-IP	I-IP	A-IP	E-IP	Un-IP	
4	일반	2.09(58.2)	0.38(10.6)	0.19(5.3)	0.59(16.4)	0(0.0)	0(0.0)	0.34(9.5)	3.59
	영재	4.2(54.2)	0.65(8.4)	1.05(13.6)	1.25(16.1)	0.15(1.9)	0.05(0.7)	0.4(5.2)	7.75
5	일반	2.24(61.2)	0.24(6.6)	0.41(11.2)	0.34(9.3)	0.03(0.8)	0.03(0.8)	0.34(9.3)	3.66
	영재	3.6(46.5)	1.85(23.9)	0.65(8.4)	0.95(12.3)	0.05(0.7)	0.2(2.6)	0.45(5.8)	7.75

5학년 일반 학생 3.66개, 과학영재 학생 7.75개로 4, 5학년 모두 과학영재 학생들이 제안한 탐구 문제 수가 더 많은 것으로 나왔다. 하위 유형별로 살펴볼 때 모든 유형에서 과학영재 학생들이 일반 학생들 보다 많은 수의 탐구 문제를 제안하였다. 그리고 일반 학생과 과학영재 학생의 제안한 탐구 문제 수의 차이는 있지만, 4, 5학년 학년 간의 차이는 별로 없는 것으로 나타났다. 이는 질문을 잘하기 위해서는 상당한 정도의 영역 특정적 지식이 필요하다(Miyake & Norman, 1979)는 연구 결과에 비추어 볼 때, 굴절이 초등학교 6학년 1학기에서 이루어지는 학습 내용으로서 이를 학습하지 못한 일반 학생 4, 5학년의 사전지식 수준은 비슷하나, 과학영재 학생의 경우에는 과학 관련 도서나 3학년 2학기의 빛과 그림자 단원을 학습하면서 심화 학습으로 굴절에 관한 배경 지식을 습득한 것으로 보인다.

학생들이 많이 제안한 탐구 문제 유형을 살펴보면, 4학년 일반 학생은 N-IP, I-IP, R-IP 순이었고, 과학영재 학생은 N-IP, I-IP, WH-IP 순이었다. 5학년 일반 학생은 N-IP, WH-IP, I-IP 순이었고, 과학영재 학생은 N-IP, R-IP, I-IP 순이었다. 이를 보아 정량적 문제 상황의 경우 대체적으로 학생들은 N-IP, I-IP, R-IP 유형의 문제를 많이 제안하는 것을 알 수 있었고, 정량적 문제에서 많이 나왔던 Un-IP가 상대적으로 적게 나온 것은 정량적 문제보다는 정성적 문제가 비교적 자유롭게 사고할 수 있다는 특성에 기인한 것으로 본다.

윤혜영(2008)의 연구 결과에 의하면 중학생의 경우에는 같은 탐구 문제 상황에서 N-IP, WH-IP 순으로 나와, 본 연구 결과와 조금 상이하다.

2) 탐구 문제 제안 과정 전략의 분석

정성적 과학 탐구 문제에 관하여 학생들이 제안한 탐구 문제 제안 과정 사례와 분석의 예시를 몇

가지 들면 다음과 같다.

사례1: 물의 양이 쇠막대가 보이는 각도에 영향을 줄까?(R-IP)

-> 이유: 사진에서는 모두 물의 양이 같다(S1). 물의 양이 다르면 혹시 더 크게 보이거나 더 작게 보일 것 같은데(S4) 그것을 알고 싶어서(S2)

사례2: 일반 태양광선 밑에서 실험하면 어떻게 될까?(N-IP)

-> 이유: 태양광선은 가시광선, 전자파 등 여러 가지 빛이 모두 포함되어 있다(S4). 그것이 굴절에 어떤 영향을 미칠지 궁금하다(S2).

사례3: 물의 종류도 영향을 미칠까?(R-IP)

★ 알고 싶은 내용: (R-IP)

-> 이유: 액체의 종류에 따라 밀도가 다르다(S3). 이것이 쇠막대가 꺾여 보이는 것에 영향을 미칠지 실험해 보고 싶다(S2).

정성적 문제 상황에서의 초등학생의 탐구 문제 제안 과정 전략을 분석한 결과는 표 9와 같다. 사용한 탐구 문제 제안 과정 전략은 4학년 일반 학생 4.25개, 과학영재 학생 9.35개, 5학년 일반 학생 4.00개, 과학영재 학생 12.55개로 나타났다. 이를 제안 문제 1개당 제안 과정 수로 바꾸어보면 4학년 일반 학생 1.18개, 과학영재 학생 1.21개, 5학년 일반 학생 1.09개, 과학영재 학생 1.62개로 정량적 문제 상황과 마찬가지로 과학영재 학생이 일반 학생보다 탐구 문제를 제안하는데 보다 많은 전략을 사용할 수 있다. 그러나 학년 간 비교에서는 과학영재 학생은 4학년보다 5학년이 많은 수의 전략을 사용하였지만, 일반 학생의 경우는 오히려 4학년이 5학년보다 많은 수의 전략을 사용하였다.

탐구 문제 제안 과정 전략 중 학생들이 많이 사용한 하위 유형을 살펴보면 4학년 일반 학생은 S2, S1, S6 순이었고, 과학영재 학생은 S2, S3, S6 순이었

표 9. 정성적 문제에서 초등학생의 탐구 문제 제안 과정 전략 빈도

학년	반	탐구 문제 제안 과정 전략 평균 수(%)						합계
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	
4	일반	0.78(18.4)	2.28(53.7)	0.41(9.7)	0.22(5.2)	0.13(3.0)	0.44(10.4)	4.25(1.18)*
	영재	1.25(13.4)	4.40(47.1)	1.65(17.7)	0.45(4.8)	0.15(1.6)	1.45(15.5)	9.35(1.21)*
5	일반	0.76(19.0)	2.38(59.5)	0.38(9.5)	0.1(2.5)	0.1(2.5)	0.28(7.0)	4.00(1.09)*
	영재	2.35(18.7)	5.75(45.8)	1.15(9.2)	2.75(21.9)	0.05(0.4)	0.5(4.0)	12.55(1.62)*

* 제안 문제 1개당 제안 과정 전략의 수

다. 5학년 일반 학생은 S2, S1, S3, 과학영재 학생은 S2, S4, S1 순이었다.

정량적 문제와 정성적 문제에 있어 학생들이 가장 많이 사용한 전략은 주어진 정보나 상황을 변화시켜보고자 하는 S2 전략이며, 그 외에는 살펴보기 전략 S1, 배경 지식 연관의 전략 S6 등의 전략을 많이 사용하는 것을 알 수 있었다.

3) 탐구 문제 유형과 제안 과정 전략의 관계

표 10 및 표 11은 정성적 문제에서, 4, 5학년 일반 학생과 과학영재 학생이 제안한 탐구 문제 유형과 제안 과정 전략 유형의 관계를 함께 정리한 것이다. 전반적인 관계는 정량적 탐구 문제 상황과 대동소이하었다. S2 전략 유형을 가장 많이 사용하였고, 또 이때 가장 많은 문제를 제안하였으며, 또 N-IP 문제 유형을 가장 많이 제안했음을 알 수 있다. 그 외 S1, S3 유형을 사용하였으며, 이때에도 주로 N-IP형 문제를 제안한 것으로 나왔다. 그리고 S2, S3 전략을 사용하였을 때 비교적 다양한 유형의 탐구 문제를 제안하는 것으로 나왔다. 또한 A-IP의 유형 문제가 가장 적게 나온 것도 앞의 정량적 문제와 같이

학생들의 과학 지식 수준이 아직 적용의 단계까지 사고할 수준이 아니기 때문에 나온 결과로 보여진다.

윤혜영(2008)의 중학생을 대상으로 한 정성적 탐구 문제의 연구 결과에도 S2 전략을 사용했을 때 주로 N-IP형 문제를 많이 제안하는 것으로 결과가 나왔으며, 이것은 본 연구 결과와 일치하였다.

그림 3과 그림 4는 정성적 문제에 대하여 5학년 일반 학생과 과학영재 학생들이 제안한 탐구 문제 유형과 제안 과정 전략을 도표로 만든 것을 예시로 나타내었다. 도표 상으로 보았을 때 정량적 문제에서와 마찬가지로 일반 학생들보다는 과학영재 학생들이 훨씬 많은 전략 유형을 활용하여 탐구 문제를 제안에 이르고 있다는 것을 알 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학교 4, 5학년 일반 학생과 과학영재 학생을 대상으로 제시된 정량적 및 정성적 탐구 상황 문제 각각에 대해 학생들이 제안하는 탐구 문제 유형과 제안 과정 전략 유형을 조사하였고, 제안된 탐구 문제와 탐구 과정 전략 유형의 관계를

표 10. 정성적 문제에서 4학년 일반/과학영재 학생의 문제유형과 제안 과정 전략 관계 (일반 학생/과학영재 학생)

	N-IP	R-IP	WH-IP	I-IP	A-IP	E-IP	Un-IP	합계
S1	12/9	6/3	3/11	0/0	0/0	5/1	0/1	26/25
S2	67/71	3/5	1/0	0/1	0/1	1/1	2/0	74/79
S3	5/21	1/2	1/4	0/4	0/0	5/0	2/2	14/33
S4	2/5	4/3	0/1	0/1	0/0	0/0	1/0	7/10
S5	3/0	0/0	1/2	0/0	0/0	0/1	0/0	4/3
S6	0/0	0/1	0/3	0/19	0/1	8/0	6/5	14/29
합계	89/106	14/14	6/21	0/25	0/2	11/3	5/8	125/179

표 11. 정성적 문제에서 5학년 일반/과학영재 학생의 문제유형과 제안 과정 전략 관계 (일반 학생/과학영재 학생)

	N-IP	R-IP	WH-IP	I-IP	A-IP	E-IP	Un-IP	합계
S1	4/15	4/11	8/12	2/4	0/1	1/2	2/1	21/46
S2	64/71	0/30	0/0	3/11	0/0	0/2	1/0	68/114
S3	1/11	1/2	4/5	4/3	1/0	0/2	0/1	11/24
S4	0/29	0/24	2/0	1/3	0/1	0/0	0/0	3/57
S5	0/1	1/0	2/0	0/0	0/0	0/0	0/0	3/1
S6	0/0	0/0	1/0	0/3	0/0	0/0	7/7	8/10
합계	69/127	6/67	16/17	10/24	1/2	1/6	3/9	106/252

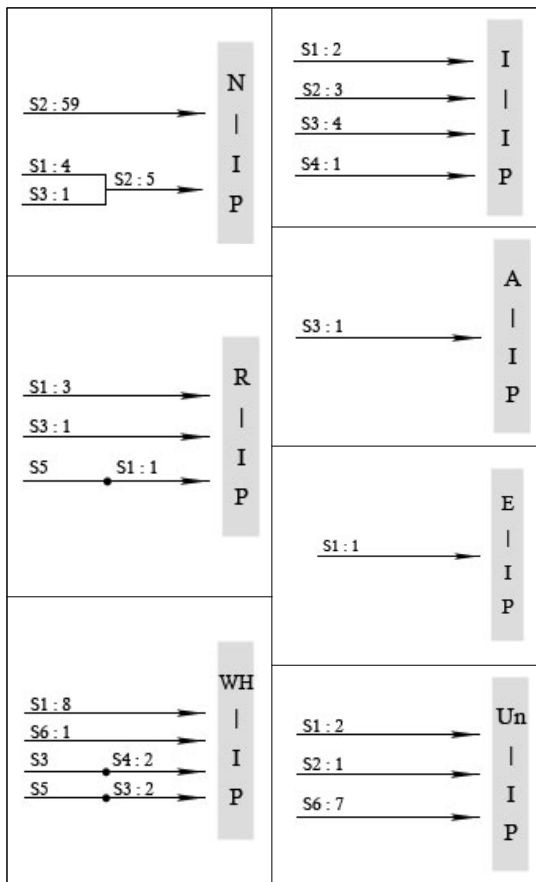


그림 3. 정성적 문제에서 5학년 일반 학생의 탐구 문제 제안 과정

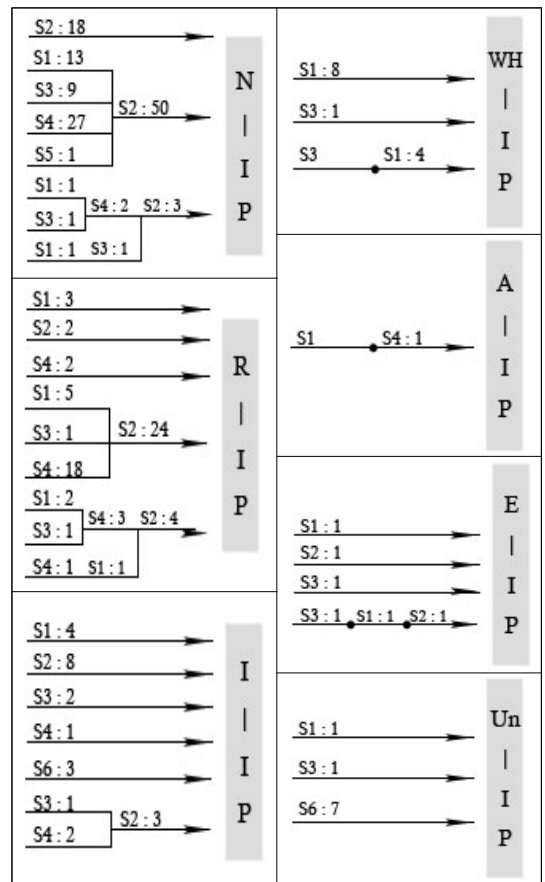


그림 4. 정성적 문제에서 5학년 과학영재 학생의 탐구 문제 제안 과정

알아보았다.

분석들은, 연구자가 선행 연구를 수정·보완하여, 탐구 문제 유형을 N-IP, R-IP, WH-IP, I-IP, A-IP, E-IP, Un-IP의 7가지로, 탐구 문제 제안 과정 전략 유형을 S1, S2, S3, S4, S5, S6의 6가지로 나눈 것을

사용하였다.

전반적으로 정량적 문제와 정성적 문제 모두에 있어, 과학영재 학생은 같은 학년의 일반 학생보다 많은 수의 탐구 문제를 제안하였고, 사용한 제안 과정 유형 전략 수도 많았다.

제안된 탐구 문제의 유형에 있어서는, 4학년의 경우 정량적 및 정성적 문제에서 일반반과 과학영재반 모두 N-IP 유형이 가장 많았고, 그 다음이 I-IP였다. 5학년의 경우에도 정량적 및 정성적 문제에서 일반 학생과 과학영재 학생 모두 N-IP 유형 가장 많았고, 그 다음은 R-IP였다.

탐구 과정 전략 유형에 있어서는 정량적 및 정성적 문제 모두에서 4학년의 경우에는 일반 학생은 S2, S6, S1 등의 전략을 많이 사용하였고, 과학영재 학생은 S2, S6, S3 등을 많이 사용하였다. 5학년의 경우에도 일반 학생은 S2, S1, S3 등의 전략을, 과학영재 학생은 S2, S1, S4 등의 전략을 많이 사용하였다.

제안된 탐구 문제와 탐구 과정 전략 유형의 관계에서는 정량적 및 정성적 문제에 있어 모두 S2 전략을 가장 많이 사용하고, 그 외 S1, S3 전략을 많이 사용하였으며, 이때 주로 N-IP 문제 유형을 제안한 것으로 나왔다. 그리고 S2, S3 전략을 사용하였을 때 비교적 다양한 유형의 탐구 문제를 제안하는 것으로 나왔다. 그리고 탐구 문제 제안 과정을 그림으로 그려보았을 때 일반반보다 과학영재반이 훨씬 더 다양한 제안 과정 전략을 활용한다는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 초등학교 4, 5학년의 일반 학생과 과학영재 학생 각각 1개반을 연구 대상으로 하였으나, 연구 결과의 일반화를 위해서는 보다 더 많은 학급수로서 연구할 필요가 있으며, 다른 정량적 및 정성적 탐구 문제일 때는 다른 결과가 나올 수도 있다고 생각되므로 좀 더 다양한 문제를 통하여 이러한 연구를 해보는 것도 의미가 있을 것이다. 그리고 이러한 광범위한 연구를 통하여 일반 학생과 과학영재 학생들의 과학 탐구에 있어서의 각기 구별되는 패턴을 찾아보는 후속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

교육과학기술부(2009). 초등학교 3, 4, 5, 6학년 과학교과서. (주)금성출판사.
 교육과학기술부(2009). 초등학교 교사용 지도서. (주)금성출판사.
 김은진(2007). 과학영재의 창의적 문제 해결력의 평가. 한국학술정보(주).

노벨상과 창의성. Retrieved October 3, 2008, from <http://www.sciencetimes.co.kr>.
 박종원(2005). 학생의 과학적 탐구 문제의 제안 과정과 특성 분석. *새물리*, 50(4), 203-211.
 윤혜영(2008). 탐구상황과 대상에 따른 학생의 과학적 탐구 문제 제안 과정의 특성 비교. *전남대학교 석사학위논문*.
 이경숙(2004). 초등학교에서 활용가능한 과학영재 판별 도구의 개발. *이화여자대학교 석사학위 논문*.
 이수진(2007). 초등과학영재와 일반아동의 특성 비교 연구: 과학 창의적 문제 해결과정에서 나타난 사고 유형 중심으로. *부산교육대학교 석사학위 논문*.
 차동우, 이재일 번역(1992). *물리 이야기*. 진과과학사.
 최선영, 강호감(2006). 초등학교 과학영재학급 학생 선발을 위한 과학 창의적 문제 해결력 검사도구 개발. *초등과학교육*, 25(1), 27-38.
 Austin, J. H. (1978) *Chase, chance, and creativity*. New York : Columbia University Press.
 Bronowski, J. (1974). *The ascent of man*, Boston: Little, Brown
 김은국(역) *인간 등정의 발자취*. 서울: 범양사 출판부.
 Brown, S. I. & Walter, M. I.(1985). *The art of problem posing*. Lawrence Erlbaum Associates, London.
 Kay, S. (1994). From theory to practice: Promoting problem-finding behavior in children. *Roeper Review*, 16, 195-197.
 Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolution*. Chicago : University of Chicago Press.
 Miyake, N. & Norman, D. A. (1979). To ask a question, one must know enough to know what is not known. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 357-364.
 Runco, M. A. & Dow, G. (1999). *Encyclopedia of creativity*, edited by Runco, M. A. and S. R. Pritzker. Academic Press, San Diego.
 Runco, M. A. & Nemiro, J. (1994). Problem finding, creativity, and giftedness. *Roeper Review*, 16, 235-241.
 Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1992). Text-based and knowledge-based questioning by children. *Cognition and Instruction*, 9(3), 177-198.
 Simonton & Dean, K. (1999). *Geius Creative, and Leadership: Iuniverse Inc.*
 Torrance, E. P. (1962). *Guiding creative talent*. New Jersey: Prentice Hall.
 Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational Psychologist*, 25, 3-17.
 Zuckerman, H. (1977). *Scientific elite*. Nobel Laureates in the Unite States.

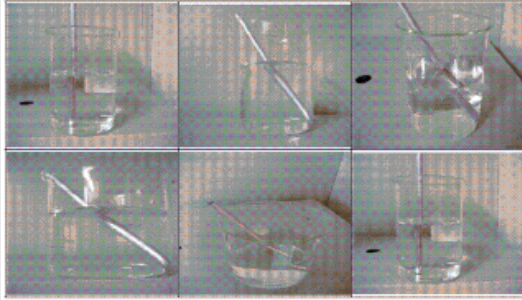
부록: 질문지

()초등학교 ()학년 ()반 ()

()초등학교 ()학년 ()반 ()

♥ 생각 펼치기 ♥

※ 다음은 물에 담긴 비커에 알루미늄막대를 꽂아 놓고 여러 각도에서 관찰한 결과를 사진으로 찍은 것입니다. 이 사진을 보고 더 얇고 싱거나 더 해보고 싱은 실험을 많이 써 보세요.



얇고 싱거나 실험하고 싱은 내용1 : _____

이유1 : _____

얇고 싱거나 실험하고 싱은 내용2 : _____

이유2 : _____

얇고 싱거나 실험하고 싱은 내용3 : _____

이유3 : _____

♥ 생각 펼치기 ♥

※ 다음은 온도에 따라 봉산에 녹은 양을 나타낸 표입니다. 물은 100g 사용하였습니다. 이 실험을 보고 더 얇고 싱거나 더 해보고 싱은 실험을 많이 써 보세요.

온도 (°C)	10	20	30	40	50	60	70	80
녹은 봉산의 양 (g)	2.66	3.57	5.04	6.72	11.54	14.81	18.62	23.62



얇고 싱거나 실험하고 싱은 내용1 : _____

이유1 : _____

얇고 싱거나 실험하고 싱은 내용2 : _____

이유2 : _____

얇고 싱거나 실험하고 싱은 내용3 : _____

이유3 : _____