

초등 과학 영재와 일반 아동의 과학 창의적 문제 해결 과정에서 나타난 사고 유형 및 특성

이수진 · 배진호 · 김은진

(부산교육대학교)

The Comparison of the Scientifically Gifted and General Children's Characteristics on Reasoning Patterns in Creative Science Problem Solving Processes

Lee, Soo-Jin · Bae, Jin-Ho · Kim, Eun-Jin

(Busan National University of Education)

ABSTRACT

This study examined patterns of reasoning of both the scientifically-gifted and children of average ability as witnessed in their science problem solving skills. Science problem solving skills are one of the significant characteristics of scientifically gifted children, and by using methods such as individual interviews, inductive reasoning, abductive reasoning, and deductive reasoning, the characteristics of these children can be to be further explored and categorized. The study also compared the findings with those of average children.

This study sought to determine efficient guidelines for teaching the scientifically-gifted, to come up with basic materials for developing relevant programs, and to find suggestions for identifying such students. The results of the study are as follows: Firstly, the creative science problem solving skills of the scientifically-gifted were better than that of the average students. Secondly, all of the three reasoning patterns used revealed in creative science solving processes were different between the gifted and the average, especially in terms of abductive reasoning, which was proved to reveal the greatest distinction between the two groups.

Key words : creative science problem solving skill, inductive reasoning, abductive reasoning, and deductive reasoning

I. 서론

21세기는 지식 기반 사회이다. 이미 선진 각국에서는 지식 기반 사회의 주도권을 차지하기 위해 새로운 기술과 이론을 창출해 낼 수 있는 최고급 두뇌 양성에 주력해 왔으며, 특히 과학 지식과 정보의 중요성이 그 가치를 더해가는 요즘에는 과학 영재 교육을 통한 인적 자원의 개발에 집중하고 있다(구자억 등, 2002; 전경원, 2000; Braggett & Moltzen, 2000; McCann, 2002; Persson *et al.*, 2000; Shi &

Zha, 2000; Shi, 2002). 이와 같은 맥락에서 우리나라에서도 2002년 영재교육진흥법이 발효된 이래로 과학 영재 교육에 대한 관심과 투자가 증대되어오고 있다.

과학 영재 교육은 무엇보다 과학 영재들의 특성이 잘 반영된 판별 도구를 통해서 교육 대상자를 선발하고, 그들이 지닌 잠재력을 최대로 발휘할 수 있도록 과학 영재의 특성과 교육 목표에 부합되는 우수한 교육 프로그램이 개발·제공되어야 한다. 이를 위해서는 영재의 특성이 무엇인지 밝히는 일이

우선되어야 한다. 그러나 지금까지 과학 영재에 대한 연구의 절반 이상은 과학 영재 교육 프로그램의 개발에 관한 것이었고, 과학 영재의 인지적, 정의적 특성에 관한 연구는 1/4 정도로 저조한 형편이다. 그 연구들도 몇 가지 검사지를 사용한 정량적 방법을 통해 그들의 일반적인 특징을 검토하는 수준이 많았고, 중학생 이상의 과학 영재들을 대상으로 한 것들이 대다수였다(이수진, 2007). 그러나 과학 영재의 특성을 알아보기 위해서는 영재 아동들의 과학 분야에서의 특성이나 잠재력을 관찰이나 심층적인 면담 등을 통해 좀 더 깊이있게 조사하고, 이것이 일반 아동들의 특성과 어떤 차이가 있는지 분석하는 연구가 필요하며, 또한 분화 가능성이 비교적 큰 초등 학령기에서부터 그들의 특징을 조사하는 일이 요구된다.

한편, 과거부터 창의성은 영재성의 중요한 요소 중 하나로 여겨지는 견해가 지배적이었으며, 최근에는 창의성의 영역 특이성이 조명을 받으면서, 과학교육에서는 과학 창의적 문제 해결력을 과학 영재의 중요 특성으로 간주되고 있다(이경숙, 2002; 이길재, 2006; 최선영과 강호감, 2006). 따라서 과학 창의적 문제 해결력의 측면에서 과학 영재와 일반 아동과의 차이점을 분석하고, 과학에서 요구되는 사고 과정에 대한 과학 영재와 일반 아동과의 특성을 비교 분석하는 것은 과학 영재의 판별과 교육 과정 개발에 중요한 의미가 있다.

이에 본 연구에서는 초등 과학 영재와 일반 아동을 대상으로 과학 창의적 문제 해결력에 있어서 과학 영재와 일반 아동과의 차이를 조사하고, 이때 나타나는 사고 과정을 과학적 사고 유형으로서 귀납적, 귀추적, 연역적 사고(권용주 등, 2003; Lawson, 1995)의 측면에서 탐색하여 일반 아동들과 비교·분석하였다. 이를 통해 효율적인 초등 과학 영재 교육의 방향 모색과 프로그램 개발을 위한 기초 자료 제공 및 영재 선발에서 변별력 증진을 위한 시사점을 제시하고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 과학 창의적 문제 해결에 있어서 초등 과학 영재와 일반 아동은 과학적 사고 유형면과 난이도면에서 정량적으로 어떠한 차이를 보이는지, 그리고 과학 창의적 문제 해결의 과정에서 나

타난 귀납적, 귀추적, 연역적 사고 면에서 초등 과학 영재와 일반 아동은 정성적으로 어떠한 차이를 보이는지에 대하여 조사 분석하였다.

1. 연구 대상

1) 검사 대상

정량적 연구로서 과학 창의적 문제 해결력 검사의 대상은 부산광역시 소재 B대학교 과학영재교육원 초등분과 과학반 39명과 초등학교 6학년 일반 아동 372 명으로써 과학 영재들은 영재 교육 기관의 입시 요강에 따라 소정의 다단계 절차를 거쳐 선발되었다.

2) 면담 참여자

정성적 연구를 위한 면담 참여자로서 과학 영재는 정량적 연구 검사 대상 과학영재교육원 초등분과 재학생 중 10명을 선정하였다.

일반 아동은 초등학교 6학년 6명으로써 담임교사로부터 학습 우수아로 추천받은 학생들이었다. 이들은 과학 분야에 특별한 관심이나 뛰어난 성취를 보이는 것은 아니나, 전체적인 학업 성적이 고르게 우수한 아동들이다. 일반 아동 면담 참여자로서 학업 우수아를 선정한 이유는 초등학교생으로서 일반적인 학업 성취가 고르게 우수한 학생들과 특별히 과학 분야에서 더 관심을 가지고 있으며, 뛰어난 과학 영재들과의 사고 과정을 비교하기 위해서였다.

2. 자료 수집 도구 및 방법

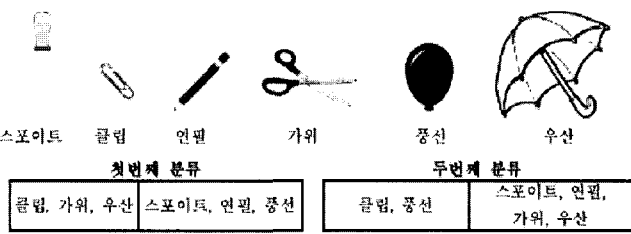


1) 검사 도구

정량적 연구를 위한 과학 창의적 문제 해결력 검사 도구는 이경숙(2004)이 개발한 초등학교에서 활용 가능한 과학 영재 판별 도구를 사용하였으며 본 검사지의 신뢰도 (Cronbach α)는 .602였다. 검사지 중 객관식 문항에 대하여 문제를 푸는데 요구되는 사고 과정을 귀납적, 귀추적, 연역적 과정 중 하나로 분류하고, 각 과정에 대한 정답률을 과학 영재와 일반아동에 대하여 비교하였다. 문제풀이에 요구되는 사고 과정의 분류는, 권용주 등(2003)이 발표한 세 가지 유형의 과학 지식 생성 과정에 수반되는 하위 요소들과 각 사고 과정에 대한 기존의 이론적 논의들을 토대로 하여(Lawson, 1995), 각 문항의 풀이 과정에서 요구되는 사고 요소들이 무엇인가를

동정하고 분류하였다. 문항 중 한 문항에 한 가지 이상의 사고 과정 하위 요소가 나타날 수도 있었는데, 이 경우에는 문제에서 요구하는 정답을 찾는

데 가장 직접적이고 비중이 큰 요소를 중심으로 분류하였다. 각 사고 유형의 문항 예와 문제 풀이에 수반되는 하위 요소 및 분석의 근거를 표 1에 제시

표 1. 과학적 사고 유형에 따른 문항 예와 수반되는 하위 요소 및 분석의 근거

사고 유형	문항 예	하위 요소	분석 근거																
귀납적 사고 (4번)	<p>● 경수이는 다음 그림에 있는 물건들을 두 묶음으로 분류해 보았다. 첫번째와 두번째 분류에서 각각 어떤 기준으로 물건들을 분류하였는지 생각하고 올바른 것을 고르시오.</p>  <p>스폰지 클립 연필 가위 풍선 우산</p> <p>첫번째 분류 두번째 분류</p> <table border="1" data-bbox="198 734 823 792"> <tr> <td>클립, 가위, 우산</td> <td>스폰지, 연필, 풍선</td> <td>클립, 풍선</td> <td>스폰지, 연필, 가위, 우산</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="260 811 795 1043"> <thead> <tr> <th>첫번째 분류 기준</th> <th>두번째 분류 기준</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 길이가 짧은 것과 긴 것</td> <td>딱딱한 것과 말랑말랑한 것</td> </tr> <tr> <td>② 물에 뜨는 것과 뜨지 않는 것</td> <td>크기가 작은 것과 큰 것</td> </tr> <tr> <td>③ 딱딱한 것과 말랑말랑한 것</td> <td>물에 뜨는 것과 뜨지 않는 것</td> </tr> <tr> <td>④ 자석에 붙는 것과 붙지 않는 것</td> <td>한가지 물질로 이루어진 것과 두가지 이상의 물질로 이루어진 것</td> </tr> <tr> <td>⑤ 한가지 색깔인 것과 여러가지 색깔이 있는 것</td> <td>쇠로 만들어진 것과 플라스틱으로 만들어진 것</td> </tr> </tbody> </table>	클립, 가위, 우산	스폰지, 연필, 풍선	클립, 풍선	스폰지, 연필, 가위, 우산	첫번째 분류 기준	두번째 분류 기준	① 길이가 짧은 것과 긴 것	딱딱한 것과 말랑말랑한 것	② 물에 뜨는 것과 뜨지 않는 것	크기가 작은 것과 큰 것	③ 딱딱한 것과 말랑말랑한 것	물에 뜨는 것과 뜨지 않는 것	④ 자석에 붙는 것과 붙지 않는 것	한가지 물질로 이루어진 것과 두가지 이상의 물질로 이루어진 것	⑤ 한가지 색깔인 것과 여러가지 색깔이 있는 것	쇠로 만들어진 것과 플라스틱으로 만들어진 것	공동성 발견, 분류	본 문항에서 요구하는 분류의 기준을 찾기 위해서는 제시된 사물들의 공통적인 특성을 발견하는 귀납적 사고가 요구된다고 판단된다.
클립, 가위, 우산	스폰지, 연필, 풍선	클립, 풍선	스폰지, 연필, 가위, 우산																
첫번째 분류 기준	두번째 분류 기준																		
① 길이가 짧은 것과 긴 것	딱딱한 것과 말랑말랑한 것																		
② 물에 뜨는 것과 뜨지 않는 것	크기가 작은 것과 큰 것																		
③ 딱딱한 것과 말랑말랑한 것	물에 뜨는 것과 뜨지 않는 것																		
④ 자석에 붙는 것과 붙지 않는 것	한가지 물질로 이루어진 것과 두가지 이상의 물질로 이루어진 것																		
⑤ 한가지 색깔인 것과 여러가지 색깔이 있는 것	쇠로 만들어진 것과 플라스틱으로 만들어진 것																		
귀추적 사고 (10번)	<p>● 아주 더운 날 개는 혀를 길게 늘어뜨리고 숨을 쉰다. 이는 침이 증발되면서 체온을 낮추는 공기가 차가워지기 때문이다. 다음 중 이와 같은 원리인 것을 모두 고른 것은?</p>  <div data-bbox="432 1149 809 1371" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(가) 아주 더운 날, 길가에 물을 뿌린다. (나) 열이 날 때 알코올로 몸을 닦아준다. (다) 더울 때는 땀이 나시 체온이 조절된다. (라) 건조한 날 빨래를 방 안에 널어놓고 잔다. (마) 드라이아이스 옆에서는 시원함이 느껴진다.</p> </div> <p>① (가) (나) ② (가) (나) (마) ③ (나) (다) (라) ④ (나) (다) (라) ⑤ (다) (라) (마)</p>	경험 상황 동정, 원인적 설명자 동정, 가설적 설명자 고안, 비교(비유)하기	본 문항은 문제에 제시된 상황에 대한 설명 원리를 동일하게 적용하여 설명할 수 있는 또다른 현상을 찾아내도록 요구하고 있으며 이는 같은 원리에 의해 설명되는 유사 상황을 떠올리고 이 설명 원리들을 비교하여 처음 현상을 설명하는 과정인 귀추적 사고를 요구한다고 판단된다.																
연역적 사고 (3번)	<p>● 최근 캐나다에서 6500만년전 공룡 세계를 주름잡던 티라노사우루스의 커다란 똥무더기 화석이 발견되었다. 흥미롭게도 똥설물에는 간개 부서진 초식 동물의 뼈가 들어있었다. 이를 관찰하여 내린 결론으로 올바른 것을 모두 고른 것은?</p>  <div data-bbox="404 1584 802 1748" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(가) 육식 공룡은 장의 길이가 길다. (나) 육식 공룡은 빠른 소화시킬 수 있다. (다) 육식 공룡은 초식 동물을 먹고 산다. (라) 단단하지 않은 물질도 화석이 될 수 있다. (마) 육식 공룡은 먹이를 씹지 않고 통째로 삼킨다.</p> </div> <p>① (가) (마) ② (나) (다) ③ (다) (라) ④ (가) (나) (라) ⑤ (가) (다) (마)</p>	결과 해석, 가설 평가, 결론 진술	본 문항에서 요구하는 결과 해석과 결론의 도출은 연역적 사고 과정에 수반되는 하위 사고 과정에 해당된다고 판단된다.																

하였다.

한편 각 문항의 예상 난이도는 검사지 개발자의 논문에서 제시된 것을 사용하였다(이경숙, 2004). 각 문항의 풀이에 요구되는 사고 유형과 예상 난이도는 표 2와 같다.

2) 면담시기 및 방법

초등과학 영재들은 2005년 7월 하계 집중 교육 기간 동안 면담을 실시하였으며, 면담은 미리 작성된 내용틀을 토대로 반구조화된 면담으로 진행하였고, 훈련받은 면담자 3명이 동시에 수행하였다. 면담자들은 과학교육학박사 학위 소지자 1명, 과학교육석사학위를 소지한 초등교사 2명이었다. 일반 아

표 2. 과학 창의적 문제 해결력 검사지의 문항별 분류표

문항 번호	내용 영역	예상 난이도	배점	사고 유형
1	화학	중	4	귀추적 사고
2	물리	중	4	귀추적 사고
3	지구과학	중	4	연역적 사고
4	물리	하	4	귀납적 사고
5	생물	중	4	귀추적 사고
6	지구과학	하	4	연역적 사고
7	물리	중	4	연역적 사고
8	생물	상	4	귀납적 사고
9	화학	중	4	연역적 사고
10	화학	상	4	귀추적 사고
11	화학	상	4	연역적 사고
12	물리	상	4	연역적 사고
13	화학	중	4	귀추적 사고
14	생물	하	4	연역적 사고
15	지구과학	상	4	연역적 사고

표 3. 면담 내용 및 분석틀

대범주	하위 범주	
개인적 환경	장래 희망, 독서량, 취미, 여가 시간의 활용, 가정 환경	
자아 정체성	자신의 정체성, 자기 효능감, 기본 성격, 리더십, 존경하는 인물	
과학관	과학이란 무엇인가?(과학의 본성) 과학 과목의 특성은? 과학을 좋아하게 된 계기, 좋아하는 과목	
학습 방법	선호하는 학습 유형 - 개인 학습 vs. 모둠 학습 자기 주도적 학습 vs. 타인에 의한 협조 학습 학습 동기- 내재적 vs. 외재적	
과학적 사고 과정 (과학 문제 풀이)	귀납적 사고	문제의 정답 여부
	귀추적 사고	하위 사고 영역의 수행도
	연역적 사고	정답으로의 접근법(왜 그렇게 생각하는가? 인식론적 근거)

동의 면담은 영재 면담자 중 초등교사 1인이 실시하였다.

3) 면담 내용

면담의 내용은 개인적 환경, 과학에 대한 인식, 학습 방법, 제시된 과학 문제의 해결로 구성되며, 그 내용은 표 3과 같다.

4) 과학적 사고 과정 분석 자료

과학적 사고 과정의 분석은 과학 문제 풀이 과정에 대한 면담으로 수행하였다. 면담 자료로 사용한 과학 문제는 과학 창의적 문제 해결력 검사지(이경숙, 2004)의 객관식 문항 중 귀납적, 귀추적, 연역적 사고 중 하나가 요구된다고 분석된 문항들 중 5개를 선별하여 주관식 문항으로 바꾸고, “왜 그렇게 생각했느냐?”는 질문을 보충하여 재구성한 후, 이를 풀어보도록 하였다. 영재 면담 자료는 선행 연구로서 김은진(2006)의 것과 같으며, 부록으로 첨부하였다. 면담 자료로 사용한 과학 문제와 관련 사고 과정 및 하위 사고 과정, 원 문항으로부터 재구성된 내용을 표 4에 제시하였다. 귀납적 사고를 요하는 문제는 Q2, Q5, 귀추적 사고를 요하는 문제는 Q1, Q3이며, 연역적 사고를 요하는 문제는 Q3, Q4이다. 재구성의 예로 Q3의 경우, 원 문항은 귀추적 사고에 해당되나, 이 설명이 맞는지에 대해 실험을 설계해 보도록 재구성하여 연역적 사고 과정까지 순차적으로 탐색하였다. 면담 과정에서 생각하는 것을 말하도록 하고, 부족한 부분은 면담자가 추가로 질문함으로써 사고 과정과 답의 이유를 알아낼 수 있도록 하여 녹음, 전사하였다.

3. 자료 분석

1) 과학 창의적 문제 해결력 검사 결과 분석

정량적 자료로서 과학 창의적 문제 해결력 검사의 점수를 과학 영재들과 일반아에 대해 총점, 문제풀이에 요구되는 과학적 사고 유형별, 문항 난이도 별로 비교 분석하였다.

2) 과학적 사고 과정 면담 결과 분석

정성적 자료로서 과학 문제 풀이 과정에 나타나는 사고 과정의 녹음, 전사 자료를 표 4에 제시한, 각 문항에 포함된 하위 사고 영역과 답의 이유에 대한 생각의 근거에 기초하여 유목화하고 코딩하여 분석하였다. 분석 작업은 전사 자료를 연구팀원들이 윤독하고, 유목화에 대하여 합의하여 결정하였다. 과학 영재들의 면담 분석 결과는 김은진(2006)의 연구에 제시된 바 있으며, 본 논문에서는 김은진(2006)의 결과를 인용하여 일반 아동의 분석 결과와 비교 제시하였다.

과를 통해서 초등 과학 영재가 일반 아동보다 과학 창의적 문제 해결력에서 뛰어난 것으로 나타났다.

초등 과학 영재와 일반 아동의 과학 창의적 문제 해결력 검사 결과는 표 5와 같다.

2) 사고 유형별 분석

초등 과학 영재와 일반 아동의 문항 정답률이 문항별로 요구되는 사고 유형과 관련이 있는지 교차 분석한 결과는 표 6과 같다.

귀납적 사고 문항에서 두 집단간 정답률 차이가

표 5. 과학 창의적 문제 해결력 검사 점수와 통계치

집단	M	SD	t	p
영재	70.69	15.82	11.299	.000**
일반	40.46	13.03		

**p<.001

표 6. 초등 과학 영재와 일반 아동의 사고 유형별 정답률과 관련성

문항별 요구되는 사고 유형	정답률		사고 유형과 집단별 정답률의 관련성 (Pearson Chi-square)
	영재	일반	
귀납적 사고 문항	.910	.519	43.522**
귀추적 사고 문항	.897	.436	136.370**
연역적 사고 문항	.567	.314	79.919**
합계	.716	.382	241.337**

**p<.001

III. 결과 및 논의

1. 초등 과학 영재와 일반 아동의 과학 창의적 문제 해결력 검사 비교

1) 집단별 전체 검사 점수

과학 창의적 문제 해결력 검사에서 두 집단은 통계적으로 매우 유의한 차이를 보이므로 본 검사 결

표 4. 과학적 사고 과정 면담을 위한 문항의 하위 사고 과정 영역과 재구성 내용

관련 사고 과정	문항 번호 (원 검사지 번호)*	하위 사고 과정	재구성 내용
귀납적 사고	Q2(문 4)	관찰, 공통성 발견, 분류	주관식, 분류 기준 질문, 생각의 근거 질문
	Q5(문 8)	관찰, 공통성 발견, 분류, 경향성 발견	공통점과 생각의 근거 질문
귀추적 사고	Q1(문 1)	의문 생성, 의문 상황 분석, 원인적 설명자 동정	주관식, 경험 상황 동정, 생각의 근거 질문
	Q3(문 6)	의문생성, 의문 상황 분석, 경험 상황 동정, 원인적 설명자 동정	주관식, 가설적 설명자 고안, 생각의 근거 질문
연역적 사고	Q3(문 6)	검증 방법 고안(변인 통제)-단순 변인	주관식, 검증 방법 고안, 생각의 근거 질문
	Q4(문 7)	검증 방법 고안-복합 변인	주관식, 가설 제시 후 검증 방법 고안, 생각 근거 질문

* 이경숙(2004)의 과학 창의적 문제 해결력 검사지의 문항 번호를 나타냄.

가장 적으나 통계적으로는 매우 유의한 수준에서 집단에 따른 상관이 있었다. 귀납적 사고 문항이 세 가지 유형의 문항 중 두 집단 모두에서 가장 정답률이 높은 유형이다. 초등 과학 영재는 일반 아동에 비해 귀납적 사고 유형의 문제를 잘 해결하므로 경험이나 관찰된 현상으로부터 보편적이고 일반화된 규칙이나 법칙을 찾아가는 인지적 과정 중 규칙성 찾기 영역에서 뛰어난 능력을 보일 것이라 추측할 수 있다.

귀추적 사고 문항은 초등 과학 영재의 정답률이 .897이고, 일반 아동은 .436이었다. 초등 과학 영재는 일반 아동에 비해 귀추적 사고 유형의 문제를 잘 해결하므로 미지의 현 상황을 이미 알고 있는 다른 상황과의 공통점을 찾아 상황을 설명하는 인지적 능력이 뛰어날 것이라 생각된다.

연역적 사고 문항에서 초등 과학 영재의 정답률은 .567, 일반 아동의 정답률은 .314로 나타났다. 초등 과학 영재는 일반 아동에 비해 연역적 사고 유형의 문제를 잘 해결하므로 증거와 가설을 결합해 문제를 해결하는 능력이 뛰어날 것이라 사료된다. 이로 볼 때 모든 유형에서 초등 과학 영재가 일반 아동에 비해 과학 창의적 문제 해결력이 높다고 할 수 있다.

전체 평균 정답률은 초등 과학 영재가 .716, 일반 아동이 .382로 초등 과학 영재의 정답률이 월등히 높았다.

한편, 사고 유형별 문항의 정답 여부가 집단 유형과 관련되는지 교차 분석을 통해 알아본 결과 세 유형 모두 매우 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 본 문항들은 유형별 정답률의 차이와 상관없이 세 유형 모두에서 초등 과학 영재와 일반 아동의 집단 유형과 매우 유의미하게 관련이 있는 것으로 나타났다. 특히 귀추적 사고와 관련된 문항에서 초등 과학 영재와 일반 아동의 차이가 가장 크며, 이는 귀추적 사고를 요하는 문항을 통해 과학 영재 판별력의 증진 가능성을 보여준다. 이는 귀추적 사고를 요하는 문항들의 평균 변별도가 .522로 과학 영재를 변별하는데 매우 긍정적이라는 김은진과 배진호(2006)의 연구 결과와도 일치한다.

연역적 사고와 관련된 문항은 상대적으로 다른 사고 유형에 비해 정답률이 떨어지므로 초등 과학 영재 프로그램에서 연역적 사고와 관련된 내용을 강화되어야 한다는 것을 시사한다. 또한 귀납적 사

고에서는 두 집단 간에 유의미한 차이가 나기는 했으나 문항수가 적기 때문에 좀 더 문항 수를 보강하여 후속 연구가 필요하다.

3) 문항의 예상 난이도별 분석

초등 과학 영재와 일반 아동의 문항 정답률과 정답 여부가 문항의 예상 난이도 별로 집단 유형과 관련이 있는지 교차 분석한 결과가 표 7과 같다.

예상 난이도 별로 비교해 보면, 예상 난이도 상의 문항에서 초등 과학 영재의 정답률이 .656인데 반해 일반 아동은 .260이다. 예상 난이도 중과 하에서의 초등 과학 영재의 정답률을 비교해 보아도 모든 영역에서 초등 과학 영재의 정답률이 일반 아동의 정답률보다 높다는 것을 알 수 있다. 그러나 난이도 상과 중의 문항에서 초등 과학 영재들의 정답률은 거의 차이가 나지 않았으나 일반 아동들은 큰 차이를 보였다. 이는 영재아는 해결해야 할 과제를 신속히 인지하고, 문제 해결을 위한 적절한 전략을 선택하며 문제를 해결하는데 필요한 자원을 할당하여 자발적으로 해결책을 생성하고 해결 과정을 점검하는 데 보다 능숙하기 때문이다.

한편, 난이도별 문항의 정답 여부가 집단 유형과 관련되는지 교차 분석을 통해 알아본 결과 세 유형 모두 매우 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 본 문항들은 유형별 정답률의 차이와 상관없이 모든 난이도에서 초등 과학 영재와 일반 아동의 집단 유형과 매우 유의미하게 관련이 있는 것으로 나타났다. 특히 난이도 상의 경우에 초등과학 영재와 일반 아동의 점수 차이가 가장 크므로 초등 과학 영재 아동의 판별력을 높이기 위해서는 난이도가 상인 문제를 중심으로 하고, 난이도가 중인 문제를 적절히 섞어서 출제해야 한다는 것을 시사한다.

표 7. 초등과학 영재와 일반 아동의 문항 난이도별 정답률과 관련성

예상 난이도	정답률		집단 유형과 정답 여부의 관련성 (Pearson Chi-square)
	영재	일반	
상	.656	.260	131.070**
중	.659	.361	91.419**
하	.948	.635	46.633**
합계	.716	.382	241.337**

**p<.001

2. 초등 과학 영재와 일반 아동의 과학 창의적 문제 해결의 과정에서 나타난 과학적 사고 과정의 유형 비교

1) 면담 참여자의 개별 특성

면담에 참여한 과학 영재아와 일반 아동의 과학관과 면담을 통해 파악된 아동 특성을 표 8에 제시하였다. 과학관은 김은진(2006)에 의해 분류된 것으로 학문 기반 과학관은 과학을 자연 현상에 대한 원리를 파악하는 학문이라고 보는 관점, 생활 기반 과학관은 과학을 여러 문제 해결의 방법을 제공함으로써 실생활에 도움을 주는 학문이라고 보는 관점, 활동 기반 과학관은 과학을 실험 등 직접 해보는 과목이라고 보는 관점이다. 과학 영재들은 학문

기반과 생활 기반 과학관을 갖는 경우가 일반아에 비해 상대적으로 많았다. 또한 영재아 중 활동 기반 과학관을 갖는 아동 중에는 사교육의 영향을 길게 보이거나 외재적 학습 동기를 강하게 나타내는 경우가 있었다. 이와 관련된 후속 연구가 요구된다.

영재아들의 대다수가 사설 영재 학원의 수강 경험이 있었던 것에 반해, 일반 아동은 공통적으로 사설 영재 학원 수강 경험이 전혀 없었고 독서량은 1주일에 평균 1~2권 정도로 소설 등 문학 작품이 주류였다. 이는 영재아들이 과학 관련 서적을 선호한다는 점과 대조적이며, 독서량도 영재아들의 1일 평균 1~2권에 비해 적은 편이다(김은진, 2006). 대부분 모둠학습을 선호한다는 점에서는 영재와 일반아 간에 큰 차이가 없었다.

표 8. 면담 참여자들의 과학관과 면담에서 나타난 개인적인 특성

구분	면담 참여자	과학관*	특성
과학 영재	승희	i), ii)	밝고 명랑한 성격, 유창한 어휘력과 구사력. 리더쉽. 매우 긍정적 자아관. 자신에 판단에 단호함.
	성철	i)	밝은 성격, 과학 전문 용어를 정확히 많이 읽. 매우 진취적, 도전적, 성취감을 즐김. 과학자로서의 꿈에 대한 굳은 자신감. 옳다는 판단에 대해서도 재고하는 융통성.
	주철	i)	매우 내성적이고 신중함, 말이 적고 깊이 생각하고 표현함. 사회, 문학등 다방면에 관심.
	가희	ii)	밝고 사교적임. 다방면에 관심. 단순하게 생각하려 함. 남에게 도움주는 일을 좋아함.
	수철	i)	사교적임. 리더쉽 있음. 친구가 많음. 봉사과 타인을 돕는 일을 하고 싶음.
	병철	iii)	약간 내성적, 사회 문제에 관심이 많음. 리더쉽과 봉사 정신 약함. 주변의 관심과 격려에 의한 의무감과 부담을 가짐. 과학은 정답이 있다.
	재철	iii)	약간 내성적. 리더쉽 약함. 문제에 대해 소극적임. 내용의 이해보다 정답을 찾으려 함. 주변의 평가에 따라 자아관을 가지려 함.
	현철	iii)	내성적, 주변의 평가에 따라 자아관 의존. 자신의 판단에 자신이 없음. 문제의 핵심 파악이 느리고 정확치 못함. 주변 사람과 자신의 정체성을 동일시하려 함.
	한철	i)	내성적이고 성격이 급함, 독서량이 매우 많음. 언어 표현력이 떨어짐, 다방면에 관심. 산만함. 영재학원 수강 경험 없음. 관련 지식은 많으나 체계적이지 못하여 올바른 지식을 찾는데 시간이 많이 걸림.
	성훈	iii)	내성적, 불안함, 산만함. 사설 영재 학원을 포함한 사교육 경험 많음. 부모에게 지나치게 의존함. 자아 정체성 확립이 부족함.
일반 아동	민희	i)	피아니스트, 연예인이 꿈. 국어와 과학을 좋아 하며, 예능 분야에 소질 있음. 예능 관련 학원만 수강함. 여가시간에는 문제집 풀기, 컴퓨터로 정보 검색.
	세희	ii),iii)	선생님, 경찰, 외교관이 꿈. 독서, 컴퓨터 채팅, 게임이 취미, 수학을 좋아함. 개인 학습을 선호. 여가시간은 동생을 돌보거나 가족과 대화하며 보냄.
	예희	iii)	컴퓨터 관련 일이 꿈. 영어 공부와 취미, 좋아하는 과목은 사회. 모둠 학습을 선호. 여가 시간에는 인터넷 정보 검색. 호기심이 생기면 혼자 실험을 해보기도 함.
	현준	iii)	과학자(로봇 만들기)가 꿈. 독서가 취미, 여가시간에는 TV 시청, 학습 동기가 외부의 칭찬 등 외재적임. 좋아하는 과목은 전 과목.
	효희	iii)	외교관, 동시 통역사가 꿈. 취미는 음악 감상, 여가 시간이 별로 없음. 좋아하는 과목은 영어.
	수희	i)	화가, 만화가가 꿈. 그림 그리기가 취미, 여가 시간에는 컴퓨터 하기, 미술, 체육을 좋아 하며, 모둠 학습을 선호함.

* i) 학문 기반 과학관, ii) 생활 기반 과학관, iii) 활동 기반 과학관.

2) 귀납적 사고

Q2의 귀납적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서 나타난 면담 참여자들의 특성은 표 9와 같다. Q2의 첫 번째 분류의 경우에는 두 집단 모두가 공통성을 발견한 후 분류할 수 있었으나, 두 번째 분류에서는 일반 아동들은 모두 분류 기준을 이야기하지 못하거나 틀린 기준을 말했다.

일반 아동들은 유형 a에 거의 속해 있는데 귀납적 사고를 요하는 문제를 풀 때 제시된 대상에 복합적인 요소가 들어가 있을 경우에는 공통성을 찾아 분류하는데 어려움을 느끼는 것을 알 수 있다. 반면 초등 과학 영재들은 귀납적 사고를 요하는 문제를 풀 때 복합적인 요소라도 공통성을 찾아 분류 기준을 객관적으로 세워 문제를 해결할 수 있다. 그러나 초등 과학 영재 중에서 두 번째 분류 기준을 파악하지 못한 4명 중 3명은 문제에 대한 확신이 없거나 전에 배웠는데 기억이 안 난다는 식으로 대답을 하고, 분류 기준을 세우는 것이 객관적이지 못한 경향을 보였다(김은진, 2006). 이들 3명은 활동 기반 과학관을 가진 아동이며, 영재 중 승희와 일반아 중 수희는 학문 기반 과학관을 가진 아동으로 두 번째 분류에는 실패했으나, 공통성을 주관적인 기준으로 찾아내고자 시도하였다.

또한 자신이 생각하는 기준에 따라 주어진 물건들을 분류해 보라고 했을 때 일반 아동들은 생활과 연관된 기준을 제시하거나 단순한 외형적 성질과 관련해 대답하였지만, 초등 과학 영재의 경우, 제시된 문항의 글자의 차이라든가 손으로 쥐는 부분이 있는 것과 없는 것 같이 창의성의 한 요소인 독창성과 관련된 응답을 보였다. 귀납적 사고 과정에서

나타난 유형의 면담 예를 아래와 같이 제시한다.

가희(영재)>>

A : 두 번째 분류된 것은 손으로 쥐는 부분이 따로 있는 것과 없는 것 (우산 같은 경우에 손잡이를 말함.)

한준(영재)>>

A : 첫 번째 분류는... 일단은 그 뭐였더라, 금속 붙어있는지 안 붙어있는지, 첫 번째 분류는 다른 것도 생각할 수 있는데요, 짝수에 있는 거 하구요 홀수에 있는 거 하구요.

민희(일반아)>>

A : (첫 번째 분류)가위, 연필, 클립은 주로 학용품이고 나머지는 아닌 것

예희(일반아)>>

Q : 네가 스스로 분류해 보면?

A : 풍선, 스포이트 란 아닌 것

Q : 어떻게 분리했어?

A : 고무로 된 것과 아닌 것

또 하나의 귀납적 사고 문항인 Q5의 풀이 과정에서 나타난 면담 참여자들의 특성은 표 10과 같다. 초등 과학 영재들은 모두 답을 찾는데 반해 일반 아동들은 답을 찾지 못했다. 그러나 초등 과학 영재들 중 유형 c에 속하는 아동들은 단어의 공통점을 찾거나 같은 단어를 반복하여 설명하려고 하거나 대상의 속성을 걸모양과 관련지어 파악하려는 경향이 있었다. 이들은 활동 중심 과학관을 가진 영

표 9. 귀납적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서 나타난 특성-Q2

유형	영재	일반	정답 여부*		특성
			I	II	
a		민희, 사회현준, 효희, 예희	○	×	· 제시된 대상의 속성을 파악할 때 단순 요소가 들어간 간단한 속성은 파악할 수 있음. · 복합적인 요소가 들어갔을 때는 공통성을 찾지 못해 분류기준을 말할 수 없음.
b	승희, 병철, 재철, 성훈	수희	○	×	· 제시된 대상의 속성을 파악할 때 단순 요소가 들어간 간단한 속성은 파악할 수 있음. · 문제에 대한 확신이 없거나 전에 배웠는데 기억이 안 난다는 식으로 대답을 함. · 복합적인 요소가 들어갔을 때 공통성을 찾을 수 있으나 분류 기준이 주관적임.
c	현철, 성철, 한철, 주철, 수철, 한준, 가희		○	○	· 제시된 대상의 속성을 파악할 때 단순요소가 들어간 간단한 속성은 파악할 수 있음. · 복합적인 요소가 들어갔을 때 공통성을 찾아 분류 기준을 세워 분류할 수 있음.

* Q2의 첫 번째 분류를 I, 두 번째 분류를 II라고 함.

표 10. 귀납적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서 나타난 특성-Q5

유형	영재	일반	정답 여부	특성
e	현준, 민희, 세희, 수희, 예희, 효희		x	· 제시된 대상의 속성을 단어의 공통점에서 찾거나 주어진 그림의 겉모양과 관련지어 파악하려는 경향. · 정확하지 않은 과학 개념을 사용하여 설명하려고 함.
	성훈, 현철		o	
f	주철, 재철, 수철, 병철, 한준, 가희, 승희, 성철		o	· 주어진 대상을 관찰한 후 공통적인 과학 개념을 발견하여 그 과학 개념과 주어진 문항과의 관계를 살펴 경향성을 발견할 수 있었고 이것을 주변의 상황과 연관시켜 생각할 수 있음.

재들이었다.

전체적으로 볼 때, 귀납적 사고에서는 단순 사상 보다는 복합적 특성을 가진 사물이나 사상으로 부터 공통점을 이끌어내는 능력에서 과학 영재아와 일반 아동의 차이가 드러났다. 또한 과학 영재의 대부분은 주어진 대상의 공통점을 과학 개념과 관련하여 발견하려 시도하고 그 경향성을 주변의 상황과도 연관지어 생각할 수 있었던데 반해 일반 아동은 과학 개념과 관련짓지 못하는 경향이 있었다. 따라서 과학 영재의 판별이나 선정을 위한 문항의 제작에 있어서 귀납적 사고를 요하는 문항을 출제할 때에는 좀 더 복합적 특성을 가진 사상을 활용하고, 문제의 상황을 과학적 개념이 요구되는 상황과 이를 일반적 생활 상황과 연관지어 공통성을 찾아 문제를 해결하도록 방향을 설정하는 것이 변별력을 높이는데 유용할 것으로 판단된다.

3) 귀추적 사고

귀추적 사고를 요하는 문제로서 Q1의 풀이 과정에서 나타난 특성은 표 11과 같다. 정답을 맞힌 아동은 일반 아동과 초등 과학 영재를 모두 포함해서 봤을 때 가희를(생활 기반) 제외하고는 모두 학문

기반 과학관을 가진 아동들이었다. 이와 같이 아동들이 갖는 과학관과 귀추적 사고 과정과는 특히 연관성이 깊어 보이며 이는 후속 연구가 필요한 부분이다.

유형 가와 나에는 일반 아동들이 포함되지 않았는데, 일반 아동들은 귀추적 사고를 요하는 문제를 풀 때 대부분 경험을 먼저 사용해서 풀려고 하고 과학 지식은 거의 쓰지 않는 경향을 보였다. 이에 반해 초등 과학 영재들은 모든 경우에서 과학 지식을 사용해 문제를 풀려는 경향이 있었다.

유형 다에 속하는 초등 과학 영재들은 대부분 활동 기반 과학관에 속하였고 문제를 틀린 일반 아동들은 과학관과는 상관없이 거의 유형 라에 속했다(김은진, 2006).

귀추적 사고를 요하는 Q3의 풀이 과정에서 나타난 면담 참여자들의 사고 특성은 표 12와 같다.

일반 아동 모두가 유형 사에 속했는데 유형 사에 속한 아동들은 문제의 잘못된 근본 원인을 찾지 않고 그 문제에 제시된 상황은 맞다는 가정 하에 그런 일은 일어나지 않을 것이라고 생각하는 경향이 있다. 예를 들면 문제에 등장하는 승환이의 설명은 유람선이 다닌다고 강물의 위아래가 끌고루

표 11. 귀추적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서 나타난 특성-Q1

유형	영재	일반	정답 여부	특성
가	수철, 가희, 성철		o	· 과학 지식과 경험을 모두 사용해 문제를 해결함.
	승희		x	
	주철, 한준		o	
나		민희	o	· 완전한 과학 지식으로 해결하며 유사 경험을 찾아보려는 시도를 하지 않음. · 과학 지식을 사용해 문제를 풀려고 하나 완벽하지 않아 확실한 설명을 하지 못함.
	현철, 한철, 성훈, 재철, 병철	현준	x	
다		세희, 예희, 수희, 효희	x	· 경험을 사용해 풀려고 하며 과학 지식을 거의 사용하지 않으며 그 과학 지식도 완벽하지 않음.

표 12. 귀추적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서 나타난 특성-Q3

유형	영재	일반	정답 여부	특성
마	수철, 가희 성철, 승희		○	· 과학 지식과 경험을 모두 사용해 문제를 해결함.
바	주철, 한준		○	· 완전한 과학 지식으로 해결하며 유사 경험을 찾아보려는 시도를 하지 않음.
사	현철, 한철, 성훈	세희, 수희	○	· 과학 지식을 사용해 문제를 풀려고 하나 완벽하지 않아 확실한 설명을 하지 못하며 문제에 있는 문항에 집착해 문제를 풀거나 관계없다는 식으로 넘어가려고 하는 성향.
	재철, 병철	예희, 현준, 효희, 민희	x	· 문제의 잘못된 부분을 원인으로 삼지 않고 다른 부분을 이유를 들어서 설명함. (원인적 설명자를 제대로 파악하지 못함.) · 경험과 관련해서 설명하려고만 함.

쉬일 수 있는 것은 아닌데, 그 가정은 맞다고 전제하고 위아래가 골고루 섞인다고 해서 얼지 않는 것은 아니라는 그 결론을 틀렸다고 생각하는 경향을 보였다. 즉, 문제 상황을 경험과 관련해서 생각하는 하나 그 문제의 원인을 제대로 파악하지 못해 문제를 해결을 하지 못하였다. 초등 과학 영재의 경우도 유형 사에 속하는 경우, 일반 아동과 같이 원인적 설명자를 잘 찾지 못하거나 말의 논리성이 없었다. 즉, 가정이 틀렸는데 틀린 것을 알지 못하고 그것에 기초에 자신의 생각을 증명하려고 하는 경향이 있었다. 귀추적 사고의 면담 예를 아래에 제시한다.

주철(영재아)>> - 유형 나의 예

Q : ㄷ은?

A : 기체는 압력이 높으면 용해도가 더 높아서 많이 녹아있을 수 있는데 병을 따면 압력이 낮아지기 때문에 기체가 그만큼 액체 안에 녹아있지 못하고 밖으로 나오기 때문에 안개 같은 것이 생긴다.

민희(일반아)>> - 유형 다의 예 1

Q : ㄷ은?

A : 아니에요.

Q : 왜 그렇게 생각해?

A : 음... 아... 아... 맞는 것 같아요.

Q : 그럼 왜 맞는 것 같아요?

A : 기체가 있으니까 안개가 생기잖아요.

Q : 음... 그래 그럼 안개는 무엇으로 생기는데?

A : 잘 모르겠어요.

세희(일반아)>> 유형 사의 예

Q : 승환이는 맞는 것 같아요?

A : 아니요

Q : 왜 아니야?

A : 강물이 위아래로 골고루 섞인 다해도 얼거나 그런 것은 같은 물이기 때문에 상관이 없는 것 같아요.

Q : 음... 같은 물이기 때문에 상관이 없다?

재철(영재아)>> 유형 사의 예

Q : 승환이는 왜 맞아?

A : 그러면은 강물의 위아래가 섞이면 온도가 쉽게 안 낮아지니까. 또 지은이도 온난화 현상이니까 맞고

Q : 경민이는 왜 틀렸어?

A : 물이 많은 거랑 잘 안어는 거랑 상관없잖아요.

Q : 영주는?

A : 소금물이 그 그냥 얼음보다 늦게 어는 거랑 비슷한 것 같아요.

전체적으로 볼 때, 귀추적 사고 과정에서 대부분의 과학 영재는 자신의 경험뿐만 아니라 관련된 과학 지식을 결합하여 문제를 푸는 경향이 있었으나 일반 아동들은 오로지 자신의 경험에 근거해 문제를 풀려고 하였으며, 결과적으로 영재아들의 정답률이 훨씬 높았다. 또한 문제에 나타난 원인을 설명할 때 영재 아동들은 그 원인을 제대로 찾아 분석하였지만 일반 아동들은 문제의 원인을 파악하지 못하고 다른 곳에서 문제가 잘못되어 있다고 생각하고 푸는 경향이 있었다. 따라서 귀추적 사고 문제의 경우, 초등 과학 영재와 일반 아동을 변별력을 높이기 위해서는 경험과 과학적 지식의 통합을 요구하면서 원인을 설명하도록 하는 방향으로 문항을 제작한다면 효과적인 것으로 판단된다.

4) 연역적 사고

연역적 사고를 요하는 문제는 Q3과 Q4이며, 이 두 문제 모두 문제 내에서 현상의 원인에 대한 가설을 제시한 후 면담 참여자에게 제시된 가설을 검증하기 위한 실험을 설계하도록 하였으며 두 문항 모두 현상에 대한 가설과 가설 설정의 지지 기반인 과학 원리를 내포하고 있다.

Q3는 단순 변인을 가진 문제에 대한 가설 검증 실험을 설계하는 문제이다. Q3의 풀이 과정에서 나타난 특성은 표 13과 같다.

연역적 사고 중 단순 변인을 가진 검증 방법을 고안하는 문제 풀이 과정에서는 유형 A, B, C에 골고루 일반 아동과 초등 과학 영재들이 분포하고 있다. 일반 아동 중 예회는 유형 A에 속하여 Q3의 가설 검증을 가장 적절하게 한 측에 속하는데 이는 평소에도 호기심이 생기면 자발적으로 실험하는 경험을 많이 한 덕분이라고 추측할 수 있으며, 이는 실험을 해본 경험이 연역적 사고 중 단순 변인을 가진 가설을 검증하는데 도움이 된다는 것을 알 수 있으며 학교 교육 과정에서의 실험을 중요성을 보여주는 것이라 할 수 있다.

유형 B에 속하는 아동들은 현철을 제외하고는 모두 학문 기반 과학관을 가진 아동들로서 문제에서 제시하는 과학 원리 자체를 검증하려는 시도를 하였고, 유형 C는 문제속의 상황을 그대로 연출하는 설계를 하였다.

Q4는 복합 변인을 가진 문제의 실험 설계를 요하는 문제로서 Q4의 풀이 과정에서 나타난 특성은 표 14와 같다. 가설 검증 과정의 연역적 구조는 예측한 후 실험을 통해 가설을 검증하는 것이다. 즉, 가설을 검증하기 위해서는 가설 자체를 검증하기 보다는 가설을 반증할 수 있는 실험을 설계하고 그 결과가 부정됨을 확인함으로써 가설을 채택하는 방식으로 이루어져야 한다(박종원, 1998).

그러나 초등 과학 영재와 일반 아동의 구분 없이 모든 면담 참여자들이 원리 자체를 재확인하는 불필요한 시도를 계획하거나 아니면 문제의 상황을 그대로 재현하는 설계를 시도함으로써 결국 문제 풀이에 아무도 성공하지 못했다. 이것이 가설 검증에 대한 경험 부족인지 초등학교의 인지 수준의 한계 때문인지는 확실하지 않으나, 현재 과학 교육 과정 속에 연역적 사고를 통해 가설을 검증하는 논리적 사고의 부분이 포함되어야함을 시사한다(김은진, 2006).

유형별로 살펴보면 초등 과학 영재들이 유형 D, E, F에 골고루 나누어져 있는데 반해, 일반 아동의 경우 유형 F에 모두 속해 있다. 일반 아동들은 복합 변인을 가진 검증에서 변인 자체가 단일하다고 생각하고 실험을 설계하여 제시된 문항을 그대로 사용하였다. 유형 D와 E에 속하는 초등 과학 영재들은 가설의 지지 기반인 과학 원리(열전도의 원리) 자체

표 13. 연역적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서 나타난 특성-Q3

유형	영재	일반	정답 여부	특성
A	가희, 한준	예회	△	· 제시된 과학 원리를 현상에 적용하여 확인하는 설계를 시도하지만 완벽하지 못함.
B	수철, 성철, 현철, 주철	민희, 수희	x	· 가설의 전제로 제시하고 있는 과학 원리 자체를 확인하기 위한 실험을 설계함.
C	승희, 한철, 재철, 성훈	현준, 세희, 효희	x	· 문제의 표현속의 상황을 그대로 연출하는 설계를 하여 문제를 해결함.

표 14. 연역적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서 나타난 특성-Q4

유형	영재	일반	정답 여부	특성
D	가희, 성철, 한철		x	· 실험군과 대조군이 포함된 하나의 실험을 설계함. · 제시된 가설에서 전제하는 과학 원리를 확인하는 실험을 설계함.
E	현철, 한준, 승희, 병철, 주철		x	· 독립된 2개의 실험을 따로 설계함. · 제시된 가설에 전제하는 과학 원리를 확인하는 실험을 설계함.
F	재철, 수철	세희, 예회 민희, 효희 현준, 수희	x	· 문제의 표현속의 상황을 그대로 이용하여 실험을 연출하는 설계를 함.
G	성훈		x	· 잘 기억나지 않는다고 하며 시도하지 못함.

를 실험하려고 시도하였고, 유형 D는 하나의 실험을, 유형 E는 독립된 2개의 실험을 따로 설계한 차이가 있었다. 이로 볼 때, 영재들은 변인의 복합성은 파악한 것으로 판단된다.

연역적 사고의 면담 예는 아래와 같다.

예희(일반아)>> 유형 A의 예

A : 네, 그러니까 옆을 안에 구슬 넣고 열리는 거랑 안 넣고 열리는 거랑 시간이...

Q : 뭐가 더 오래 걸리는데?

A : 그 구슬 넣고 열리는 게 조금 더 걸려요.

Q : 좀 더 걸린다고?

A : 살짝... 거... 한 시간인가 두 시간인가, 그 정도... 기준으로 위에 살짝 살얼음이 생길 정도로... 그게 조금 밖에 안 열려요. 구슬 들어간 게

Q : 실제로 해봤어?

A : 네. 심심해서... 집에서...

승희(영재아)>> . 유형 E의 예

A : 우선 전자레인지에서 왜 빨리 식는지부터 알아 봐야 되는데, 뜨거운 음식물과 전혀 열을 가지지 않은 그릇을 가지고 어떻게 열의 변화가 일어나는지를 알아보면 될 것입니다. 반대로 가스레인지는 가열한 그릇과 가열하지 않은 음식물을 가지고 실험을 하면 그릇 때문에 보온이 될 것 같습니다. 즉, 가스레인지는 전체적으로 동시에 가열이 되므로 그릇도 가열이 되고 음식물도 같이 가열이 되므로..

Q : 전자레인지에서 알아보는 실험하고 가스레인지에서 알아보는 실험이 두 개가 다르네?

A : 네. 열 이동 방향이 틀리기 때문에.

연역적 사고 과정은 과학 영재와 일반 아동 모두 적절치 못하였다. 따라서 현재로서는 연역적 사고 문항으로 과학 영재와 일반 아동을 변별을 하는 것보다 학교 과학과 과학 영재의 과학 교육 과정 속에 가설 검증에 대한 논리적 사고 관련 내용을 포함하고 교육하는 것이 선행될 일로 생각된다. 다만, 복합 변인이 포함된 문제에서는 과학 영재들은 변인을 추출하여 실험군과 대조군을 설정하고 실험 설계를 시도하였으나, 일반 아동은 변인 자체를 단순 변인으로 인식하는 경향이 보였다는 점에 착안하여 볼 때, 초등 과학 영재와 일반 아동을 변별하

는 연역적 사고를 요하는 문제를 낼 때는 연역적 사고 중 단순 변인을 가진 문제보다는 복합 변인에 따라 검증하여 풀 수 있는 문항으로 제작하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학 창의적 문제 해결력 검사를 통해 초등 과학 영재와 일반 아동의 특성을 비교·분석하고 귀납적, 귀추적, 연역적 사고 과정을 수반하는 과학 문제 풀이 과정에서 나타난 사고 특성과 유형을 탐색하였다.

과학 창의적 문제 해결력 검사에서 초등 과학 영재는 일반 아동에 비해 난이도나 문제의 사고 유형과는 상관없이 과학 창의적 문제 해결력이 높게 나타났으며 통계적으로도 매우 유의한 차이를 보였다.

과학적 사고 유형과 집단별 정답률의 관련성은 세가지 유형 모두 통계적으로 매우 유의한 수준에서 차이가 났지만, 순서적으로는 귀추적, 연역적, 귀납적 사고 순으로 집단과의 관련성이 컸다. 즉, 과학 영재 집단과 일반 아동 집단은 이와 같은 순서로 정답률에 있어서 차이가 나며, 이는 곧 두 집단의 변별력을 높이는데 이러한 순서로 효과적일 수 있다는 해석이 가능하다. 그러나 이 부분에 관해서는 후속 연구가 요구된다.

문항의 난이도와 집단별 정답률의 관련성에서도 상, 중, 하 모두 통계적으로 매우 유의한 수준에서 차이가 났지만, 순서적으로 상, 중, 하 순으로 집단과의 관련성이 컸다. 이는 과학 영재의 변별력을 높이기 위해서는 보다 어려운 수준의 문항을 출제하는 것이 효과적이라는 점을 시사한다.

귀납적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서 복합적인 요소를 포함하는 사상에서 공통점을 이끌어내는 능력에서 영재아와 일반아의 차이가 나타났다. 영재아들은 특히, 과학 개념과 관련하여 공통점을 찾고 이를 주변 상황과 연결하는 반면에 일반아들은 과학 개념과 관련짓지 못하는 경향이 있었다. 따라서 과학 영재의 변별력을 높이기 위해서는 복합적 특성의 사상을 포함하는 과학 개념들을 사용하여 공통점과 경향성을 발견하도록 하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

귀추적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서 초등 과학 영재는 자신의 경험과 관련된 과학

지식을 같이 고려하여 문제를 해결하였으며, 문제의 근본 원인을 파악하는 능력이 뛰어난 반면, 일반 아동은 자신의 경험에만 의지하여 문제 풀이를 시도하였고, 문제의 원인 파악도 잘 해 내지 못하였다. 따라서 귀추적 사고 문항을 통해서 과학 영재의 변별력을 높이기 위해서는 경험과 과학 지식의 통합을 요구하면서 원인을 설명하도록 하는 방향으로 문항을 제작하면 효과적일 것으로 판단된다.

연역적 사고를 요하는 과학 문제 풀이 과정에서는 두 집단 모두 올바른 연역적 사고를 수행하지 못하였으나, 과학 영재는 복합 변인을 포함하는 문제 상황을 파악하고, 실험을 설계하는 능력이 파악된 반면, 일반 아동은 복합 변인 자체를 인식하지 못하였다. 따라서 복합 변인을 포함하는 문제를 출제하는 것이 변별력을 높이는데 효과적일 것으로 판단된다. 그러나 연역적 사고와 관련해서는 학교 과학과 영재 과학 교육 과정에 가설 검증의 논리적 특징을 포함시킬 필요성이 있음이 시사되었다.

초등 과학 영재와 일반 아동의 면담 결과, 분석 과정에서 초등 과학 영재들은 일반 아동에 비해 학문 기반 과학관이나 생활 기반 과학관이 많았다. 그런데 활동 기반 과학관을 가진 영재아들은 문제 풀이과정에서 일반 아동과 유사한 유형으로 유목화되는 경향이 있었고, 반대로 일반 아동 중에 학문 기반 과학관을 가진 아동은 영재아와 유사한 유형으로 유목화되는 경향이 있었다. 이는 아동들이 가지는 과학관과 과학적 사고 과정간에 관련성이 있을 것으로 유추되는 부분이며, 이에 대해서는 보다 심도있는 후속 연구가 요구된다.

참고문헌

구자역, 김홍원, 박성익, 안미숙, 이순주, 조석희(2002). 동서양 주요 국가들의 영재교육. 문음사: 서울.
 권용주, 정진수, 박윤복, 강민정(2003). 선언적 과학지식의 생성과정에 대한 과학철학적 연구 -귀납적, 귀추적 연역적 과정을 중심으로-. 한국과학교육학회지, 23(3), 215-228.
 김은진(2006). 과학 문제 풀이 과정에서 나타난 초등 과학영재들의 사고특성 탐색. 초등과학교육, 25(2), 179-190.

김은진, 배진호(2006). 과학적 사고유형에 기초한 초등 과학 영재 선발 문항 개발의 가능성. 제 61회 한국생물과학협회 정기학술대회 초록집, 289.
 박중원(1998). 과학활동에서 연역적 사고의 역할. 한국과학교육학회지, 18(1), 1-17.
 이경숙(2004). 초등학교에서 활용 가능한 과학 영재 판별 도구의 개발. 이화여자대학교 석사학위논문.
 이길재(2006). 창의적 문제해결력 평가도구 제작. 부산광역시 영재교육진흥원 영재교육직무연구자료, 484-505.
 이수진(2007). 초등과학영재와 일반아동의 특성 비교 연구: 과학 창의적 문제 해결과정에서 나타난 사고 유형 중심으로. 부산교육대학교 교육학석사학위논문.
 전경원(2000). 영재교육학. 학문사.
 조석희(1997). 과학 영재 판별 도구 개발 연구(II) -검사 제작편-. CR 97-51. 서울 : 한국 교육 개발원.
 최선영, 강호감 (2006). 초등학교 과학영재학급 학생선발을 위한 과학 창의적 문제해결력 검사도구 개발 초등과학교육, 25(1), 27-38.
 Braggett, E. J. & Moltzen, R. I. (2000). Programs and practices for identifying and nurturing giftedness and talent in Austrlia and New Zealand, In K. A. Heller, F. J. Monks, R. J. Steinberg & R. F. Subotnik (Eds.) *International handbook of giftedness and talented*. 2nd ed., Elsevier science Ltd. Oxford, UK.
 Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Wordsworth Publishing Company.
 McCann, M. (2002). Identification on the gifted: a specific focus on students gifted in science and mathematics. *In proceeding of international conference on education for the gifted in science*. Busan, Korea.
 Persson, R. S., Joswig, H. & Balogh, L. (2000). Gifted education in Europe: programs, practices, and current research. In K. A. Heller, F. J. Monks, R. J. Steinberg & R. F. Subotnik (Eds.) *International handbook of giftedness and talented*. 2nd ed., Elsevier science Ltd. Oxford, UK.
 Shi, J. & Zha, Z.(2000). Psychological research on and educationa of gifted and talented children in China. In K. A. Heller, F. J. Monks, R. J. Steinberg & R.F. Subotnik (Eds.) *International handbook of giftedness and talented*. 2nd ed., Elsevier science Ltd. Oxford, UK.
 Shi, J.(2002). Identifying and educating academically gifted children in China. *In proceeding of international conference on education for the gifted in science*. Busan, Korea.

<부록>

과학적 사고 과정 탐색을 위한 면담 문제

Q1. 사이다가 특 쓰는 맛을 내는 것은 사이다 속에 탄산가스가 녹아 있기 때문이다. 이와 같이 액체 속에 기체가 녹아 있다는 사실을 확인할 수 있는 현상을 모두 고르세요.



- (ㄱ) 오렌지 주스는 신 맛이 난다.
- (ㄴ) 물을 끓일 때 주전자 밑바닥에 공기 방울이 생긴다.
- (ㄷ) 콜라병을 따는 순간 병 입구에 안개 같은 것이 생긴다.
- (ㄹ) 추운 날 밖에 있다가 실내로 들어오면 안경에 김이 서린다.
- (ㅁ) 물을 얼려 얼음을 만들면 얼음의 바깥쪽은 투명한데 안쪽은 불투명하다.

왜 그렇게 생각하나요?

Q2. 지에는 다음 그림에 있는 물건들을 두 묶음으로 분류해 보았다. 첫 번째와 두 번째 분류에서 각각 어떤 기준으로 물건들을 분류하였는지 생각해 보고 이야기해 보세요.



첫 번째 분류

클립, 가위, 우산	스포이트, 연필, 풍선
------------	--------------

두 번째 분류

클립, 풍선	스포이트, 연필, 가위, 우산
--------	------------------

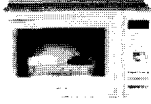
Q3. 옛날에는 겨울철마다 한강이 꽁꽁 얼었기 때문에 얼음 위를 걸어서 건널 수 있었다고 한다. 그러나 요즘은 한강이 어는 것을 보기가 쉽지 않다. 최근에 한강이 잘 얼지 않는 이유에 대해 올바르게 설명한 사람을 모두 고르세요.



- 승환: 요즘엔 한강에 유람선이 떠다니기 때문에 강물의 위아래가 끌고루 섞여서 얼음이 얼 수 없는 거야.
- 지은: 환경 오염 때문에 지구가 점점 더 더워지고 있어. 그 때문에 겨울이 예전처럼 춥지 않아서 강물이 얼지 않는 거야.
- 경민: 예전보다 강수량이 많아져서 강물의 양이 늘어났기 때문에 잘 얼지 않는 거야. 물의 양이 많으면 쉽게 얼지 않잖아.
- 영주: 같은 양이라도 설탕을 탄 물은 순수한 물보다 잘 얼지 않아. 강물이 오염되어 불순물이 많이 들어가서 잘 얼지 않는 거야.




자신이 고른 설명 중 하나에 대해 그것이 맞는지를 실험을 통해 확인하려면 어떻게 해야 할지 설명해 보세요.

Q4. 전자레인지로 이용하여 음식을 데우면 가스레인지로 데우는 것보다 빨리 데울 수 있다. 그러나 전자레인지로 데운 음식은 가스레인지로 데운 음식보다 빨리 식는다. 그 이유에 대하여 현이는 다음과 같이 설명하였다. 현이의 설명을 확인하는 실험을 하려면 어떻게 설계하면 될 지 설명해 보세요.

	<p style="text-align: center;">- 전자 레인지의 원리-</p> <p>전자 레인지가 음식을 따뜻하게 데울 수 있는 것은 전자파 때문이다. 전자 레인지의 전자파는 음식 속에 있는 물분자들을 진동시켜 열을 발생시킨다.</p>
---	---

현이: “전자레인지의 전자파는 음식물 속의 수분을 데우는 것이기 때문에 그릇보다 그릇에 담겨있는 음식을 먼저 데운다. 따라서 전자레인지에서 음식물을 꺼내면 음식물이 그릇보다 더 뜨겁기 때문에 그릇에게 열을 빼앗기게 되지. 그러나 가스레인지는 불꽃이 직접 닿는 그릇을 먼저 데우고 이 때문에 음식을 가스레인지에서 내려놓더라도 그릇의 열 때문에 보온이 되는 거야.”

Q5. 다음은 우리 몸에 대한 설명이다. 주어진 내용과 관련이 있는 것은 무엇일까요?

 <p style="text-align: center;">뇌</p> <p>주름이 많이 잡혀있어 많은 뇌세포가 있을 수 있다.</p>	 <p style="text-align: center;">폐</p> <p>기관지가 여러 개의 가지로 나뉘어 사방으로 뻗어있어 가스 교환이 잘 이루어진다.</p>	 <p style="text-align: center;">소장</p> <p>수많은 주름이 있어 영양분의 흡수가 잘 이루어진다.</p>
---	---	--

- ① 바람이 많이 불면 빨래가 빨리 마른다.
- ② 뜨거운 물을 사용하면 소금을 많이 녹일 수 있다.
- ③ 나무의 뿌리는 나무가 쓰러지지 않도록 지지해준다.
- ④ 담요를 막대기로 세게 두드리면 담요에 붙어있는 먼지가 잘 떨어진다.
- ⑤ 얼음을 그냥 넣는 것보다 잘게 부수어 넣어야 주스가 빨리 차가워진다.

위에 제시한 세 기관이 가지는 공통점은 무엇이라고 생각하나요?
 답으로 고른 현상과의 공통점은 무엇이라고 생각하나요?