

초등영재학생의 인지양식 그룹별 골드버그 장치에 대한 문제해결전략

권 용 태
팔탄초등학교

강 호 감
경인교육대학교

본 연구의 목적은 초등영재학생의 장의존적-장독립적 인지양식에 따른 골드버그 장치 과제에 대한 문제 해결 전략을 알아보는 것이다. 연구 대상은 화성시 P초등학교의 영재학급 학생 16명이며, 사전에 인지양식 검사를 실시하여 학생들을 장의존적 그룹, 약한 장의존적 그룹, 중간적 그룹, 약한 장독립적 그룹, 장독립적 그룹의 5개 그룹으로 편성하였다. 골드버그 장치의 과제는 구슬을 시작 지점에서 가장 늦게 목표지점에 도달하도록 1 m³의 앵글구조틀 내부에 장치를 제작하는 것이었다. 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 장치 제작을 위한 계획에 있어서 장독립적인 성향이 강한 그룹일수록 구체적인 전략이 반영된 계획을 수립하였고 장의존적인 성향이 강한 그룹일수록 비구체적인 전략으로 계획을 수립하였다. 둘째, 모든 인지양식 그룹은 제한된 시간을 고려해서 많은 장치의 제작보다는 장치의 미세한 조절을 통해 구슬이 목표 지점에 가장 늦게 도착하도록 장치를 제작하였다. 셋째, 장독립적인 그룹은 논리적인 추론을 많이 사용하였고 장의존적인 그룹은 직관적인 사고를 많이 사용하였다. 넷째, 장독립적인 그룹은 협동 및 역할분담 등의 전략을 적절히 활용하였고 장의존적인 그룹은 협동보다는 개인적으로 과제를 해결하려고 노력했으며 역할분담이 원활하지 않았다. 다섯째, 과제해결의 결과는 장의존적인 성향 또는 장독립적인 성향의 한쪽으로 치우친 성향보다 중간적 그룹에서 과제해결의 결과가 우수하였다.

주제어: 초등영재, 인지양식, 문제해결전략, 골드버그 장치

I. 서 론

세계의 여러 선진국들은 지식기반사회의 주도권을 차지하기 위해 새로운 기술과 이론을 창출해 낼 수 있는 최고급 두뇌의 양성에 주력해 왔으며 특히 과학 지식과 정보의 중요성이 그 가치를 더해가는 요즘에는 영재교육을 통한 인적 자원의 개발에 집중하고 있다(구자역

교신저자: 강호감(khkam@ginue.ac.kr)

* 이 논문은 2013년 경인교육대학교 학술연구조성비에 의하여 이루어졌음.

외, 2002).

우리나라 영재교육의 목적은 재능이 뛰어난 사람을 조기에 발굴하여 능력과 소질에 맞는 교육을 실시함으로써 개인의 타고난 잠재력을 계발하고 개인의 자아실현을 도모하여 국가와 사회의 발전에 이바지하게 함을 목적(영재교육진흥법, 2011)으로 하기에 영재교육은 선행학습 등 교과학습을 위한 것이 아닌 잠재력과 창의력을 계발하여 앞으로 생겨날 많은 새로운 문제들을 해결할 수 있어야 할 것이다(교육부, 2002). 즉 급속히 발전하고 변화하는 현대 사회에서 살아가기 위해서는 단순한 지식보다는 그 상황을 바르게 이해하고 다양한 방법으로 직면한 여러 문제를 해결할 수 있는 능력이 필요하다.

영재학생들은 문제 상황에 적절하고 독창적인 산출물을 만들어 내는 창조적 능력을 배양해야 하므로 단순 지식의 습득보다는 습득한 지식을 적용하고 비판할 수 있는 비판적 사고와 창의적 사고 및 문제해결 능력을 발달시키는 데 초점을 맞추어야 한다(장병기 외, 1999). 그러므로 영재교육은 영재학생이 스스로 문제를 탐구하여 문제 해결방법을 모색해갈 수 있는 능력과 태도를 함양시켜 주는 창의적 문제 해결력을 신장시켜야 한다(구자억 외, 2002).

영재학생들의 창의적 문제 해결력을 신장시키기 위해서는 문제를 해결하기 위해서 영재학생들이 사용하는 문제해결전략에 대한 연구가 필요하며(이재신, 1994), 창의적 문제해결력을 기르기 위해 비구조화된 문제를 많이 해결해보는 것이 중요하다. 비구조화된 문제는 문제 자체가 모호하고 해결해야 할 문제가 불명확하게 정의되어 있어 문제해결자의 문제에 대한 적절한 판단에 의해서 다양한 문제 해결방법이 발휘되는 문제로 여러 가지 답이나 해결책을 가지고 있거나 전혀 해결책이 없는 경우도 있으며(Jonassen, 1997), 다양한 상황을 이해해서 창의적인 방법으로 문제를 해결해 가는 문제해결전략은 구조화된 문제보다 비구조화된 문제에서 더 잘 나타날 수 있으나, 비구조화된 문제를 어떤 과제로 할 것인지와 선택한 과제를 어떤 유형의 문제로 제시할 것인지에 대한 고려가 필요하다.

영재학생들 사이에서 문제해결전략에 차이가 있기 때문에 이재신(1994)은 영재교육을 계획할 때 지적 능력이 서로 다른 영재학생들이 많이 사용하는 문제해결전략 유형에 초점을 맞추어 과제를 고안하는 데 보다 많은 관심을 기울여야 함을 보고하고 있고, 조규락(2005)은 특정한 유형의 인지양식은 어느 특정한 유형의 문제를 해결하는 데 더 적절할 수 있기 때문에 인지양식은 문제해결에 영향을 미친다고 보고하고 있다.

장의존적·장독립적 인지양식은 Witkin(1962)에 의해 제안된 인지양식이며, 장의존적·장독립적 인지양식은 제시되는 문항이나 유형을 구별해내는 식별 능력이다. 장독립적 인지양식은 독립적으로 장의 부분을 지각하는 경향이 있고 장의존적 인지양식은 부분을 무시하고 전체로서 장을 보는 경향이 있다. 즉 장독립적 인지양식은 도형을 배경으로부터 분리된 것으로서 전체적인 상황으로부터 대상을 쉽게 구별해내는 분석적인 경향이 있는 반면에 장의존적인 인지양식자는 배경의 영향을 많이 받고 전체적으로 보는 경향이 있으므로 전체적 상황으로부터 개별적인 대상을 쉽게 구별해내지 못하는 경향이 있다.

한편, 강호감(1991)은 대뇌의 기능분화에 따라 좌·우반구의 기능적 차이는 특정 과제를 학습하는 인지양식에서도 나타나며, 좌반구는 우반구보다 언어적, 계열적, 논리적, 분석적인

방법으로 과제를 해결하고, 우반구는 시·공간적, 직관적, 전체적으로 과제를 해결한다. 따라서 영재학생들의 문제해결전략의 차이가 영재학생들의 인지양식에 따라서 어떤 차이가 보이는지에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있다.

창의적 문제해결을 촉진하는 학습방법의 하나인 골드버그 장치 제작 활동은 골드버그 장치를 만들 때 학생들이 상상력을 발휘하여 가능한 많은 아이디어를 도출하고, 그 아이디어를 조합하여 새로운 아이디어를 창출하는 과정을 끊임없이 반복하기 때문에 학생들의 창의성을 신장시키고 상상력을 현실화시키며 팀별 활동을 통해 리더쉽, 타인에 대한 배려, 과제 집착력을 기를 수 있다(박인수, 2007). 비구조화된 문제로서 골드버그 장치 과제 해결하기는 학생들의 과학·수학적 지식뿐만 아니라 문제 해결을 위한 공학적 설계, 조작 능력이 요구되고 또한 감성적 체험을 통해 과학 기술에 대한 흥미와 열정을 가질 수 있도록 한다(김이림, 박남제, 2012). 비구조화된 문제인 골드버그 장치 과제 해결활동을 통해 학생들은 다양한 과학적 원리를 스스로 습득할 수 있다고 보고하고 있다(김영준, 손정우, 2012).

II. 연구내용 및 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 영재성 판별 검사 및 심층면접을 통해 선발된 화성시 P초등학교 영재학급 5학년 6명과 6학년 10명이다. 이 학생들은 본 연구에서 사용된 검사도구와 과제에 대한 경험이 없었다. 이들 학생에게 인지양식 검사를 실시하여 연구대상 내에서 인지양식 검사 결과에 따라서 <표 1>과 같이 인지양식별로 다섯 그룹으로 편성하였다.

<표 1> 인지양식 결과에 따른 그룹 편성

인지양식	장의존적 성향 ←—————→ 장독립적 성향				
	1조	2조	3조	4조	5조
그룹	장의존적 그룹	약한 장의존적 그룹	중간적 그룹	약한 장독립적 그룹	장독립적 그룹
인원	3명	4명	3명	3명	3명

2. 검사도구

초등영재학생들의 인지양식의 성향에 따른 골드버그 장치 과제에 대한 문제해결전략을 알아보기 위해 장의존적·장독립적 인지양식 검사를 실시했다. 검사는 어린이용 잠입도형 검사를 개작한 임선하(1984)의 어린이용 잠입도형검사를 사용하였다.

3. 연구 과제

본 연구를 위하여 <표 2>와 같이 수업을 진행하였다. 1차시에는 ‘골드버그 장치’라는 용

어의 설명 보다는 ‘가장 단순한 과제를 해결하기 위해서 만드는 가장 복잡한 장치’와 같이 ‘장치 만들기’라는 용어로 과제를 설명하였다. 또한 과제해결을 위한 일반적인 규칙과 준비물 사용의 자율성에 대해 설명하였다.

<표 2> 수업진행 순서

순서	단계	세부내용	차시
1	폴드버그 설명	폴드버그 장치 및 일반적인 규칙 설명	1
2	발성사고법 지도	자신의 생각 등을 말로 표현하는 방법 지도	2~3
3	사전 훈련 (발성사고법 및 폴드버그 장치 연습)	발성사고법을 사용하며 폴드버그 장치 만들기 연습. 5단계 이상의 장치를 사용해서 구슬이 종이 컵에 들어가도록 장치 제작하기	4~6
4	과제 제시 (폴드버그 장치과제 해결활동 분석)	- 과제: 구슬이 목표 지점에 가장 늦게 도착하도록 장치 제작하기 - 단계: 구상 → 제작 → 결과 확인 - 재료: 그룹별 동일하게 지급	7~10

2, 3차시에는 학생들이 자신이 생각하는 것을 말로 표현하도록 발성사고법을 지도하였다. 또한 발성사고법의 능숙한 사용을 위해서 사전훈련을 실시하였다.

사전훈련은 본 연구를 위한 과제 해결 시 학생들이 발성사고법을 명확하게 사용하도록 연습의 기회를 제공하는 것과 함께 도구 사용 등의 조작 능력에 따라 문제해결전략의 결과에 차이가 발생하는 것을 예방하기 본 연구의 과제와는 다른 연습용 과제를 해결하도록 4-6차시를 진행하였다. 본 연구의 과제를 제시한 활동지는 [그림 1]과 같다.

구슬이 목표 지점에 가장 늦게 도착하도록 장치 만들기

■ 해결 과제

우리는 주변의 기계 장치들을 필요에 따라서 느리게 또는 빠르게 움직이도록 조절할 수 있다. 구슬을 움직인 다음 구슬의 움직임이 멈추지 않고 계속 움직여서 목표지점에 가장 늦게 도착하거나 지나가도록 장치를 만들어보자.

장치를 제작하기 전에 준비된 재료들을 탐색해서 문제해결전략 및 제작하고자 하는 장치의 형태, 목표지점에 ‘문제해결 기록지’에 자세하게 나타내어야하고, 제작 중에 장치의 제작 형태를 일부 수정할 수 있으나, 전체적인 장치의 구성 및 형태는 처음에 계획한 ‘문제해결 기록지’의 계획에 따라 제작하여야 한다. 장치는 가로 1m, 세로 1m, 높이 1m 크기의 정육면체 형태의 앵글구조틀 내부에만 부착할 수 있다. 한 번 움직인 구슬은 멈추지는 않고, 가장 오랜 시간 동안 움직인 다음 목표지점에 도착하거나 지나가도록 제작하여야 한다.

목표지점은 바닥면의 한 곳에 자유롭게 위치를 정할 수 있고 크기는 가로 10 cm, 세로 10 cm 이내의 형태로 표시하거나 종이컵으로 하여야 한다.

준비된 재료들의 연결·변형·부착을 자유롭게 할 수 있다.
(제외: 칼, 가위, 자, 글루건, 멀티탭, 줄자, 본드(접착제), 니퍼)

[그림 1] 활동지의 해결과제 부분

해결과제 활동지에는 해결해야할 과제, 규칙, 조건, 재료 등을 표시하였으며, 그룹별로 지급될 재료 및 지시사항 부분은 [그림 2]와 같다.

위의 과제를 해결하기 위해 구상한 전략, 제작할 장치의 모습, 제작할 장치의 크기, 필요한 재료 등을 기록할 수 있도록 문제해결 기록지를 제공하였다. 기록지에 과제를 해결하기 위해 제작할 장치에 대한 제작 계획, 질문하고 싶은 내용을 기록 후 질문하도록 하였다. 문제해결 기록지는 초등영재학생들의 과제 해결에 도움을 줄 뿐만 아니라 연구자가 초등영재학생의 인지양식 그룹별 문제해결전략을 분석하는 자료로 사용하였다.

■ 재료(조별)		
구슬(지름 0.8 cm): 1개	칼: 1개	가위: 3개
자(30 cm): 1개	실(3 m): 1개	클립: 1통
납시 줄(30 m): 1개	케이블타이(20 cm): 50개	‘O형’ 노란고무줄: 10개
고무줄(1 m): 4개	이쑤시개: 1통	스카치테이프: 1개
양면테이프: 1개	글루건: 1개	멀티탭: 1개
솜: 1장	물(500 ml): 1개	종이컵: 5개
두루마리 휴지: 1개	수수깡: 20개	추(10 g): 2개
플라스틱 숟가락: 2개	나무젓가락: 50개	고무호스(1 m): 1개
‘S형’, ‘O형’ 고리: 각 4개	‘O형’ 연결대: 2개	‘L형’ 연결대: 1개
도화지(8절지): 4장	우드락(8절지): 4개	우드락(4절지): 4개
‘L형’ 관(30 cm): 1개	휘어지는 관(30 cm): 1개	‘C형’ 철판(1 m): 4개
볼트, 너트: 각 40개	갈대기(소): 1개	갈대기(중): 1개
철사(30 cm): 10개	니퍼: 1개	‘V형’ 앵글(50 cm): 2개
‘C형’ 앵글(30 cm): 4개	줄자(2 m): 1개	스프링(10 cm): 1개
주름 빨대: 20개	우드락 본드: 1개	접착제: 1개

■ 지시 사항

- 과제를 해결하며 자신의 생각을 말로 표현한다.
- 질문하는 방법 : ‘문제해결 기록지’에 기록 후 교사에게 질문한다.

[그림 2] 활동지의 재료 및 지시사항 부분

4. 문제해결전략의 분석틀 개발

초등영재학생들의 문제해결전략의 분석을 위하여 Polya(1957)의 문제해결전략, Rowe(1985)의 문제해결행동 분류체계, 이정원(2000)의 인지양식에 따른 행동 차이 등을 고려하였다.

본 연구에서 학생들이 해결해야할 과제가 인지양식 성향별로 3~4명의 학생들이 그룹별로 과제를 함께 해결해야 하며, 과제를 해결하는 과정에서 지적인 능력과 함께 골드버그 장치를 제작하는 조작 능력 등이 필요하기 때문에 초등영재학생들의 문제해결전략을 분석하기 위한 분석의 단계는 전략의 구상, 전략의 실천, 전략 실천의 결과로 나누어서 문제해결전략의 영역을 설정하였다<표 3>.

<표 3> 문제해결전략 분석의 단계 및 영역

단계	영역	분석 대상	
전략의 구상	<ul style="list-style-type: none"> 문제의 구체화 그림, 부분별 명칭, 재료사용 방법, 수량, 단위 표시 시간 사용 정도 	<ul style="list-style-type: none"> 기록지 질문의 사용 	
전략의 실천	<ul style="list-style-type: none"> 재료의 준비 및 정돈 아이디어 생성 방법 사고의 방법 역할분담 정도 중간점검 시간 사용 정도 	<ul style="list-style-type: none"> 의문 생성 방식 질문의 사용 의사소통 방법 구성원들의 태도 규칙의 준수와 위반 시간 배분 	활동모습
전략 실천의 결과	<ul style="list-style-type: none"> 재료 사용의 독창성 장치 제작의 다양성 문제해결 방법 과제해결의 성공과 실패 	<ul style="list-style-type: none"> 재료 사용의 다양성 장치 제작의 정교성 제작의 효율성 과제해결의 기록 	산출물

전략의 구상 단계는 과제 해결을 위한 장치를 제작하기 위해 초등영재학생들이 계획한 문제해결전략을 기록한 기록지를 분석한다. 이를 위한 분석틀을 개발하였다. 전략의 실천 단계는 계획한 문제해결전략을 실천해서 장치를 제작하는 과정이다. 전략의 실천단계에서는 참여관찰을 통한 분석을 하기 위해 활동모습 분석틀을 개발하였다. 전략 실천의 결과 단계는 장치를 제작하는 단계이다. 제작한 장치에 대한 산출물 분석틀을 개발하였다. <표 4>는 전략의 실천단계에 대한 분석틀이다.

5. 자료 수집

초등영재학생들의 문제해결을 위한 구상, 장치의 제작, 제작한 장치의 실행 등에 관한 모든 과정을 녹화하고, 녹화한 자료를 연구자와 과학교육 석사학위를 소지한 동료교사와 각각 전사하였으며, 전사한 프로토콜의 내용은 녹화 음질 등이 선명하지 않은 등의 문제점이 있었으나, 두 전사자의 프로토콜이 95%의 일치도를 보였기에 이를 통하여 문제해결전략을 분석하였다. 전사한 프로토콜을 분석하는 과정에서 그 의미가 명확하지 않은 학생들의 언어 및 행동에 대해서 추가적인 확인이 필요한 학생에 대해서 회상면담을 실시하였다.

6. 자료 처리

제작한 분석틀을 기준으로 참여관찰하며 문제해결전략을 기록하여 분석하였으며 부족한 기록에 대해서는 회상면담 및 녹화된 자료를 전사한 프로토콜 분석을 통해서 인지양식 그룹별 문제해결전략을 분석하였다.

분석틀을 이용해서 얻어진 자료의 분석 및 자료의 해석은 과학교육 석사학위를 보유한 동료교사 1인과 공동으로 진행하였고, 얻어진 자료에 대한 처리 과정은 과학영재교육 전문가의 지도에 따라 진행하였다. 기록지와 활동모습 및 산출물의 분석 결과는 연구자와 동료교

사의 분석 결과가 1차 비교 시 85%의 일치도를 보여서 불일치하는 분석에 대해 기준 재작성 후 분석틀을 다시 분석하여 2차 비교 시 95% 이상의 일치도를 보였다. 연구자와 동료교사의 자료 및 자료분석 결과가 불일치하는 내용에 대해서는 과학영재교육 전문가의 지도를 받아서 최종적으로 자료를 해석하였다.

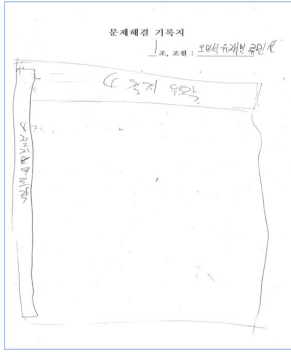
<표 4> 활동모습 분석틀

단계	영역	문제해결전략 세부내용	결과 (횟수, 유무 등)	특이 사항
전략의 실천	재료의 준비	재료의 정돈된 배치 재료의 정돈되지 않은 배치		
	의문 생성	혼자만의 의문 생성 친구에게 질문하는 의문		
아이디어 생성 방법	아이디어 생성	함께 논의하며 아이디어 생성		
	생성 방법	각자 재료를 탐색하며 아이디어 생성		
질문의 사용	질문의 사용	교사에게 질문하기 기록지에 기록하지 않고 질문하기		
	사고의 방법	논리적 추론 직접적인 조작에 의한 판단 직관적인 사고		
역할분담	역할분담	조원들끼리 역할 분담하기 역할분담하지 않기		
	구성원들의 태도	협동적 태도(장치 제작을 위해 협동하는 태도) 비협동적 태도		
의사소통	의사소통	토의·토론 등 의사소통을 통한 문제해결하기		
중간점검	중간점검	장치의 원활한 작동에 대해 중간점검하기		
규칙 준수	규칙 준수	규칙을 위반한 행동		
시간 사용	시간 사용	제작에 걸린 시간		
시간 배분	시간 배분	기록지 작성과 제작의 시간 사용 비율		

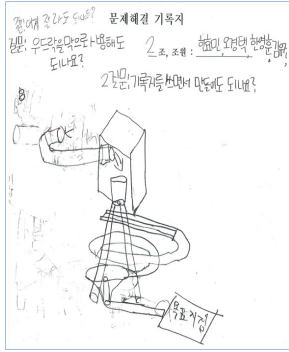
III. 결과 및 논의

1. 전략의 구상 분석: 기록지 분석

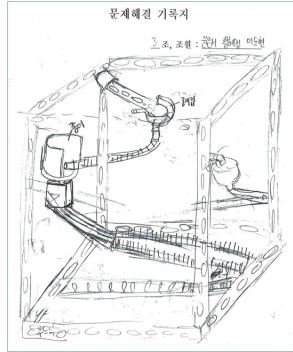
문제해결전략 구상을 위한 각 그룹의 문제해결 기록지는 [그림 3]과 같다. 인지양식 그룹별 활동 기록지를 분석한 결과, 질문하기, 목표지점 표시하기, 문제해결전략 구상을 위한 기록지 작성에 걸린 시간에 있어서는 인지양식에 따른 일관된 성향을 보이지 않았다. 그러나 그림 사용, 부분별 명칭 표시, 재료의 사용방법, 목표지점 표시, 수량 표시, 단위 표시 등에 있어서 장독립적인 성향이 강한 그룹일수록 구체적이고, 계획적으로 기록지를 작성하고, 장 의존적인 성향이 강한 그룹일수록 그림 사용, 부분별 명칭 표시, 재료의 사용방법, 목표지점 표시, 수량 표시, 단위 표시 등에 있어서 비구체적이고, 비계획적으로 기록지를 작성하였다.



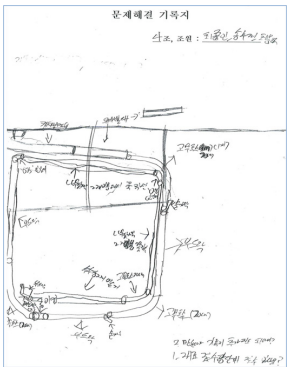
장 의존적 그룹



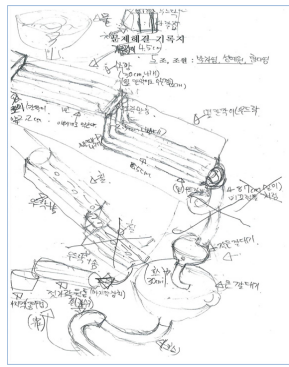
약한 장 의존적 그룹



중간적 그룹



약한 장 독립적 그룹



장 독립적 그룹

[그림 3] 각 그룹의 문제해결 기록지 예

인지양식 그룹별 문제해결 기록지의 분석은 <표 5>와 같다. 장 의존적인 그룹은 1시간 20분 동안 기록한 내용은 우드락 2개에 대한 내용이 전부였고, 구성원들이 논의를 통해 전략을 구상하기 보다는 개별적으로 재료를 탐색하였고, 서로 기록지 작성을 미루는 등의 행동을 보였으며, 질문을 하기 위해서는 기록지에 기록 후 질문을 해야 하는데, 기록지에 기록을 하지 않고 질문을 하려고 하는 행동도 보였다. 연구자가 더 이상 시간이 흘러가면 장치 제작이 불가능할 것으로 판단되어 작성을 중지하고 장치를 제작하도록 권유하였다. 과제 해결을 위한 책임감과 다른 학생들을 원만하게 이끌고 가는 리더십 등이 부족하였고, 각자가 자기중심적으로 생각하고 행동하였으며, 다른 학생들의 의견을 존중하는 태도가 부족했다.

유일하게 4명으로 구성된 약한 장 의존적 그룹은 53분 동안의 가장 짧은 시간에 기록지를 작성하였다. 재료의 명칭 및 길이를 정확히 알 수 없는 대략적인 그림의 형태로 기록지를 완성하였고, 목표지점은 표시하였으나, 기록지에 질문을 3개 기록 후 질문하였는데, 3개의 질문은 모두 활동지에 안내된 규칙을 바르게 읽지 않고 질문한 내용들이었다.

장 의존적-장 독립적 성향이 가장 중간적인 그룹은 62분에 걸쳐서 문제해결 기록지를 완성

하였다. 다른 그룹들과 다르게 유일하게 전체적인 앵글구조들의 형태를 표시하고, 앵글구조들의 어느 부분에 제작할 장치가 부착되는지 표시하였다. 구체적인 재료와 장치의 형태, 재료의 명칭을 3개 표시하였으나, 재료의 정확한 길이 및 목표지점과 질문은 기록하지 않았다.

<표 5> 문제해결 기록지 분석 (Y: 실행, N: 미실행)

단계	영역	문제해결전략	결과				
			1조	2조	3조	4조	5조
전략의 구상	문제 구체화하기	문제 상황의 구체화 및 단순화 하기	N	N	N	N	N
		질문하기	N	3회 (규칙을 오해한 질문)	N	2회 (규칙을 오해한 질문)	N
	그림 사용	그림으로 나타내기	Y	Y	Y (자세함)	Y (자세함)	Y (자세함)
	부분별 명칭 표시	그림에 나타난 부분별 재료의 명칭 표시하기	2회	0회	3회	18회	26회
	재료의 사용 방법	그림에 나타난 사용할 재료의 사용방법 표시	N	N	N	4회	16회
	목표지점 표시	구슬이 도착할 목표지점 표시	N	Y	N	Y (불명확)	Y
	수량 표시	사용할 재료의 개수 표시	N	N	N	3회	3회
	단위 표시	사용할 재료의 크기 및 길이와 관련된 단위 표시	N	N	N	3회	7회
	시간 사용	기록지 작성에 걸린 시간	미완성 (80분)	53분	62분	65분	57분

같은 6학년 남학생 3명으로 구성된 약한 장독립적 그룹은 65분에 걸쳐서 문제해결 기록지를 완성하였다. 재료의 명칭 표시(18회), 재료의 수량 표시(3회), 재료 길이 등을 단위로 표시(3회), 재료의 부착 방법을 표시(4회)하는 등 전체적으로 매우 구체적으로 기록하였다. 그러나 구슬이 최종적으로 도착해야할 목표지점을 명확하게 표시하지 않았고, 질문을 2개 기록 후 질문하였으나, 규칙을 바르게 이해하지 못한 질문들이었다.

가장 독립적인 성향이 강한 그룹은 57분이라는 비교적 짧은 시간 동안에 재료의 명칭 표시(26회), 재료의 수량 표시(3회), 재료 길이 등을 단위로 표시(7회), 재료의 구체적인 부착 방법을 표시(16회)하는 등 가장 구체적으로 전략을 구상해서 기록하는 모습을 보였다. 과제 해결의 규칙을 바르게 이해하여서 불필요한 질문을 하지 않았으며, 기록지를 작성하는 학생과 재료를 탐색하는 학생 등으로 역할을 나누어서 기록지를 작성하였고, 다른 그룹들과는 다르게 재료 중에 물이 준비된 이유가 과제 해결에 꼭 필요해서일 것으로 가설을 설정하고, 물을 이용하기 위해 고민을 많이 했고, 유일하게 기록지에 별도의 작은 그림을 그리며 물을 어떻게 사용할지 고민하였지만, 실제 장치 제작 시에는 물을 사용하지는 못했다.

2. 전략의 실천 분석: 활동모습 분석

과제해결 활동모습을 참여관찰해서 활동모습 분석틀에 기록하는 방식으로 문제해결전략의 실천을 기록해서 분석하였다. 과제해결 활동에 대한 참여관찰기록의 결과는 <표 6>과 같다.

<표 6> 참여관찰기록의 결과

전략 \ 성향	장의존적 성향	중간적 성향	장독립적 성향
규칙 준수 및 정리정돈	규칙 미준수, 정리정돈 안 함	규칙 준수, 정리정돈 안 함	규칙 준수, 정리정돈 함
의문, 아이디어 생성	개인적	협력적	개인적
구성원들의 태도	비협동적	협동적	협동적
의사소통	상호 수직적 지시 (다툼 있음)	수평적 토의	수직적 지시
판단의 근거 및 사고의 방법	직관적 사고	직접적 조작, 논리적 추론	논리적 추론, 직접적 조작
중간점검	실시함	실시함	실시함
전략구상과 제작의 시간 비율	전략 구상 시간의 비율이 높음	제작 시간의 비율이 높음	제작 시간의 비율이 높음

규칙의 준수에 있어서 장의존적인 성향의 그룹은 활동지에 제시된 규칙을 바르게 이해하지 못해서 불필요한 질문을 하는 모습을 보였고, 중간적인 성향의 그룹과 장독립적인 성향의 그룹은 활동지에 제시된 규칙을 바르게 이해하고 준수하는 모습을 보였다.

재료의 사용에 있어서 장의존적인 성향의 그룹과 중간적인 성향의 그룹은 교사로부터 재료를 가져간 후 무작위로 재료들을 탐색하였으나, 장독립적인 성향의 그룹은 다른 성향의 그룹에 비해서 정리정돈된 형태로 재료들을 놓고 탐색하였다.

의문 및 아이디어 생성에 있어서 장의존적인 성향의 그룹과 장독립적인 성향의 그룹은 각자 관심이 가는 재료들을 조작하며 재료를 어떤 형태의 장치로 제작할 것인지 아이디어를 생각하였으나, 중간적인 성향의 그룹은 구성원들이 모두 함께 같은 재료를 조작하며 어떤 형태로 장치를 제작하면 좋을지 아이디어를 생성하는 모습을 보였다.

구성원들의 태도는 장의존적인 성향의 그룹은 다른 구성원의 주장과 노력에 비협동적으로 대처하는 모습을 주로 보였다. 중간적인 성향의 그룹은 과제를 해결하기 위해 적극적으로 협동하는 태도를 보였다. 장독립적인 성향의 그룹은 협동적인 태도를 보였으나, 주장이 강하고 외향적인 학생에게 주장이 약하고 내성적인 학생이 협동하는 모습이 있었다.

의사소통 방식에 있어서 장의존적인 성향의 그룹은 구성원들이 서로 수직적인 지시를 많이 하였으며, 약간의 언쟁과 기분이 상해서 과제해결에 소극적으로 참여하는 학생이 있었다. 중간적인 성향의 그룹은 구성원들이 수평적인 관계에서 적극적으로 토의해서 의사결정을 하는 모습이 보였다. 장독립적인 성향의 그룹은 주장이 강하고 성격이 외향적인 학생이 주로

지시를 하고, 주장이 약하고 내성적인 학생은 지시 받은 행동을 수행하는 모습의 수직적인 의사소통 모습을 보였다.

판단의 근거 및 사고의 방법에 있어서 장의존적인 성향의 그룹은 직관적인 사고에 근거해서 판단하고, 실행하는 모습을 보였다. 중간적인 성향의 그룹은 논리적인 추론도 있었으나, 대부분은 직접적인 조작에 근거해서 판단하고, 실행하는 모습을 보였다. 장독립적인 성향의 그룹은 직접적인 조작도 있었으나, 대부분은 논리적 추론에 근거해서 판단하고 실행하는 모습을 보였다.

중간점검의 실천에 있어서 모든 인지양식 성향별 그룹들은 중간점검을 실시하였다. 본 연구에서 학생들에게 제시된 과제의 특성이 여러 단계의 동작들이 연속해서 실행되어야 하기 때문에 모든 인지양식 성향별 그룹들이 중간점검을 실시한 것으로 보였다. 다만 중간점검을 실천하고, 중간점검으로 제작한 장치들의 단점을 찾고, 부족한 점을 보완하는 긍정적인 결과를 얻은 그룹은 협력적으로 문제해결전략을 실천한 중간적인 성향의 그룹과 장독립적인 성향의 그룹이었다.

전략구상과 장치 제작의 시간 사용 비율에 있어서 장의존적인 그룹은 전략 구상의 시간 비율이 높았다. 장의존적인 그룹은 구상한 전략을 합의하는 과정에서 원만하게 의사소통이 이루어지지 못해서 최종적으로 전략 구상을 기록하는 기록지를 완성하지 못하였다. 중간적인 성향의 그룹과 장독립적인 성향의 그룹은 논리적인 추론과 직접적인 조작을 통해 다른 구성원을 설득하는 원만한 의사소통을 통해서 상대적으로 전략을 구상하는 시간을 줄였기 때문에 장치를 제작하는데 사용한 장치 제작 시간의 비율이 높았다.

과제해결 활동에 대한 참여관찰기록의 분석을 종합해보면 장의존적인 성향을 가진 그룹은 개인적이고, 비협동적인 태도를 보였으며, 상호 수직적인 지시로 인해서 의사소통이 원만하지 않았고, 주로 직관적인 사고에 근거해서 판단하고 실행하는 모습을 보였다. 중간적인 성향의 그룹은 협력적이고, 협동적인 태도를 보였으며, 수평적인 토의와 직접적인 조작과 논리적인 추론을 통해 판단하고 실행하는 모습을 보였다. 장독립적인 성향의 그룹은 논리적인 추론과 직접적인 조작을 사용해서 판단하고 실행하였으나, 주장이 강하거나 외향적인 성격의 학생이 수직적으로 지시하는 결정에 의해 내성적인 성격의 학생이 따라가는 일방적인 형태의 의사소통 모습을 보였다.

3. 전략실천의 결과 분석: 산출물 분석

인지양식 그룹별로 초등영재학생들이 과제해결을 위해 제작한 산출물에 대한 분석의 기록은 <표 7>과 같다. 문제해결전략의 실천에 의해 제작된 장치인 산출물을 분석한 결과, 모든 그룹이 많은 장치의 제작보다는 장치의 미세한 조절을 통해 구슬의 움직이는 시간을 늘렸다. 인지양식 성향이 중간적이거나, 약한 장의존 또는 장독립적인 그룹에서 장치 실행의 결과가 우수하였고, 인지양식 성향이 한쪽으로 치우친 그룹의 경우에는 장치 작동 결과, 구슬이 3번 모두 목표지점에 도달하지 못하는 등 장치 제작의 정교성이 낮았고, 구슬이 움직이는 시간도 짧았다.

<표 7> 산출물 분석의 기록

단계	영역	문제해결전략	결과				
			1조	2조	3조	4조	5조
전략 실천의 결과	문제해결 방법	많은 장치의 사용으로 도착시간 늦추기(1)	2	2	2	2	2
	재료 및 장치 다양성	미세한 조절에 의해 도착시간 늦추기(2)					
	재료 및 장치 다양성	유의미하게 사용된 재료의 종류	7개	6개	10개	5개	7개
	재료 및 장치 다양성	유의미하게 제작한 장치의 종류	5개	5개	6개	4개	5개
	제작의 정교성	장치의 반복적인 작동 가능(1)	1	1	1	1	1
	제작의 정교성	장치의 반복적인 작동 불가능(2)					
	제작의 독창성	다른 팀에서 제작하지 않은 유의미한 장치	1개	1개	1개	1개	0개
	제작의 효율성	제작한 장치 중 구슬이 지나가지 않는 장치	없음	없음	없음	없음	없음
	계획과의 일치도	기록지의 계획과 산출물의 일치 정도	기록지 미완성	일부 미완성	일치	일치	일치
	과제해결의 성공과 실패	목표지점에 구슬의 도착 여부	모두 실패	1/3 성공	모두 성공	1/3 성공	모두 실패
	구슬의 이동시간	구슬이 멈추는 데 걸린 평균 시간	1.9초	5.6초	6.9초	7.6초	3.9초
	구슬의 이동시간	구슬이 멈추는 데 걸린 최고 시간	2.1초	6.2초	8.4초	9.3초	4.7초

전략실천 단계에서 제작된 산출물의 분석 결과는 <표 8>과 같다.

모든 그룹들이 장치의 미세한 조절에 의해 구슬의 움직이는 시간을 늘리고자 했으며 이는 사후 인터뷰를 통해 주어진 장치의 제작 시간을 고려한 것으로 확인되었다. 모든 그룹들이

<표 8> 산출물의 분석

단계	영역	분석 결과
전략 실천의 결과	문제해결 방법	모든 그룹이 장치의 미세한 조절에 의해 구슬의 움직이는 시간을 늘림
	재료 및 장치 다양성	모든 그룹이 사용한 재료의 종류보다 제작한 장치의 종류가 적으며 재료를 다양한 장치로 활용하는 전략은 모두 부족함
	장치 제작의 정교성	모든 그룹의 장치를 반복해서 사용할 수 있음
	제작의 독창성	1~4조 그룹들은 독창적인 장치를 1개씩 꾸밈. 5조는 물을 이용해서 구슬의 속도를 늦추기 위해 많은 시간을 투자했으나 실패하고 포기함.
	제작의 효율성	모든 그룹이 모든 장치로 구슬이 지나가도록 제작함
	계획과의 일치도	3~5조는 구상한 계획과 제작 결과가 대부분 일치함 2조는 고무호스의 사용 방법이 불일치 1조는 기록지 미완성으로 일치여부 확인 못함
	과제해결의 성공과 실패	중간적 그룹은 3번의 시도 중 3번 모두 성공했고, 약한 장의존적·장독립적 그룹은 3번의 시도 중 1번 성공했고, 장의존적·장독립적 그룹은 모두 실패함
	기록 측정	평균/최고 기록: 4조 > 3조 > 2조 > 5조 > 1조 한쪽에 치우친 인지양식 그룹보다 약한 장독립적·중간적·약한 장의존적 그룹 순으로 결과가 높음

재료를 다양한 방법으로 활용해서 장치를 제작하는 전략이 부족했기 때문에 사용한 재료의 종류보다 제작한 장치의 수가 적었다. 모든 그룹들은 다른 그룹들이 생각하지 못한 형태의 독창적인 장치를 제작하고자 노력하였으며 장독립적인 그룹을 제외한 나머지 그룹들은 독창적인 장치 제작에 성공하였다. 대부분의 그룹들이 구상한 계획과 일치하도록 장치를 제작하였으나 창의적인 성향이 강한 인지양식 그룹일수록 구상한 계획과 제작한 장치가 일치되지 않는 결과를 보였다. 제작한 장치로 주어진 과제를 해결할 수 있는지에 관한 결과는 창의적인 또는 장독립적인 성향이 강한 인지양식 그룹일수록 실패한 횟수가 많았으며 인지양식 성향이 중간적인 그룹일수록 과제해결의 성공 횟수가 많았다. 과제 해결에 있어서 구슬이 움직인 시간의 기록은 창의적인 또는 장독립적 성향이 강한 그룹일수록 구슬이 움직인 시간의 기록이 짧았으며 중간적인 성향의 인지양식 그룹들의 구슬이 움직인 시간의 기록이 길었다.

학생들이 제작한 산출물인 골드버그 장치를 실행해서 얻어진 구슬이 움직인 시간 기록 및 구슬의 목표도달 결과는 <표 9>와 같다.

<표 9> 산출물의 시간측정 및 목표도달 결과 (단위: 초)

구분	1조		2조		3조		4조		5조	
	구슬의 이동 시간	목표 도달 여부	구슬의 이동 시간	목표 도달 여부	구슬의 이동 시간	목표 도달 여부	구슬의 이동 시간	목표 도달 여부	구슬의 이동 시간	목표 도달 여부
1회	1.6	×	5.6	×	8.4	○	5.2	×	4.5	×
2회	2.1	×	5.2	×	6.0	○	9.3	○	2.7	×
3회	2.1	×	6.2	○	6.3	○	8.5	×	4.7	×
평균	1.9	0회	5.6	1회	6.9	3회	7.6	1회	3.9	0회
최고 기록	2.1		6.2		8.4		9.3		4.7	

제작한 골드버그 장치에서 구슬이 움직이는데 걸린 시간을 측정한 결과, 약한 장독립적 그룹의 구슬이 가장 오랜 시간 동안 움직였고, 중간적 그룹, 약한 창의적인 그룹, 장독립적 그룹, 창의적인 그룹의 순서로 결과가 나타났다. 목표지점에 성공적으로 구슬이 도착한 횟수는 중간적 그룹이 3회로 가장 우수하였고, 약한 창의적인 그룹과 약한 장독립적 그룹이 각각 1회 성공하였으며, 장독립적 그룹과 창의적인 그룹은 모두 실패하였다.

구슬이 움직이는 데 걸린 시간과 목표지점에 성공적으로 구슬이 도착한 횟수를 종합적으로 분석한 결과, 중간적 그룹의 결과가 가장 우수하였고, 약한 장독립적 그룹과 약한 창의적인 그룹의 결과도 양호하였다. 하지만 인지양식 성향이 한쪽으로 치우친 창의적인 그룹과 장독립적 그룹은 구슬이 이동하는 데 걸린 시간도 가장 짧았고, 구슬이 목표지점에 도달하는데 있어서도 모두 실패하였다.

이러한 결과는 장독립적 그룹이 문제해결전략을 가장 구체적이고 계획적으로 구상한 것과는 상이한 결과이고, 문제해결전략의 구상에 대한 구체성 및 계획성이 문제해결전략 실천의 결과와 정비례하지 않는 것으로 나타났다. 이는 장독립적인 성향이 강한 그룹에서 처음

에 구상한 계획에 문제가 있었으며 이러한 불완전한 계획을 장치를 제작하며 바르게 수정하지 못해서 생긴 결과로 보인다.

문제해결전략 실천의 결과는 문제를 해결하는 과정에서의 다양한 문제해결전략을 효과적으로 사용한 정도에 따라 달라지는 것으로 보였다. 문제해결전략 실천의 결과가 우수한 중간적 그룹과 약한 장독립적 그룹의 기록을 살펴보면 모든 구성원들이 협동적인 태도, 적절한 역할분담, 수평적인 의사소통, 논리적인 추론과 직접적 조작에 의한 합리적인 판단을 적절히 사용한 것으로 나타났다. 특히 장독립적인 성향이 강한 그룹의 경우에는 수평적으로 대화하지 못하였으며 또한 시행착오를 협동하며 해결하지 못하는 모습을 보였다.

또한 문제해결전략 실천의 결과는 장의존적 또는 장독립적 성향의 한 가지 인지양식이 강한 인지양식 성향보다는 중간적 성향 등 장의존적 인지양식과 장독립적 인지양식이 함께 있는 성향의 인지양식 그룹에서 좋은 결과를 보였다. 이는 인지양식에 따라 선호하는 문제해결전략 유형이 다름을 보여주는 선행연구들을 통해 다양한 문제해결전략을 필요로 하는 골드버그 장치 제작에 있어서 특정 인지양식이 강한 그룹보다 장의존적 인지양식과 장독립적 인지양식이 함께 있는 성향의 인지양식 그룹이 다양한 문제해결전략을 적절히 사용할 수 있었음을 보여준다.

IV. 결론 및 제언

장의존적-장독립적 인지양식에 따른 초등영재학생들의 골드버그 장치 과제에 대한 문제해결전략을 연구한 결론은 다음과 같다.

첫째, 과제해결을 위해 구상한 계획을 기록한 기록지에 있어서 장독립적인 성향이 강한 그룹일수록 구체적인 전략이 반영된 계획을 수립하여 이를 준수하여 과제해결 장치를 제작하였고, 장의존적인 성향이 강한 그룹일수록 비구체적인 전략으로 계획을 수립하여서 과제해결을 위한 장치를 제작하면서 문제해결전략을 생각해내고 적용하였다.

둘째, 장독립적인 그룹일수록 논리적인 추론을 많이 사용하였으나, 주장이 강하거나 외향적인 성격의 학생의 일방적인 지시로 역할분담 및 문제해결활동이 실행되는 모습이 보였다. 장의존적인 그룹일수록 직관적인 사고를 많이 사용했고, 다른 구성원들을 논리적으로 설득하기 보다는 자신의 직관에 의해 재료의 조작 및 장치의 제작을 개인적으로 시도하는 모습을 보였다. 중간적 그룹은 직접적인 조작과 논리적인 추론을 적절히 사용하였고, 다른 구성원들을 적절히 설득하는 등 원만한 의사소통과 협동, 그리고 역할분담을 활용해서 문제해결활동이 실행되는 모습을 보였다.

셋째, 골드버그 장치 과제에 대한 과제해결의 결과는 높은 지적인 능력과 학업성취를 보이는 장독립적인 성향이 강한 그룹에서 우수한 결과를 보이지는 못했다. 과제해결의 결과는 인지양식 성향이 중간적인 그룹 또는 약한 장독립적인 그룹, 약한 장의존적인 그룹에서 우수했다. 즉 일반적으로 높은 지적인 능력과 학업성취를 보이는 장독립적인 성향이 강한 그룹이 골드버그 장치 제작과 같은 다양한 문제해결전략이 필요한 과제 해결에 있어서 반드시

우수한 결과를 나타내지는 못함을 보여준다.

위와 같은 연구 결론으로 인지양식과 문제해결전략에 관한 제언은 다음과 같다.

첫째, 연구대상인 초등영재학급 학생들의 인지양식 검사 결과로 보아 영재학생들의 인지양식이 다양하므로 다양한 인지양식을 고려한 지도방법과 프로그램이 필요할 것이다.

둘째, 문제해결전략의 향상을 위해 장의존적인 성향이 강한 학생들에게는 논리적으로 추론하는 능력과 효율적인 역할분담을 통해 협동하며 과제를 해결하도록 지도하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

셋째, 장독립적인 성향이 강한 학생들에게는 수립한 계획을 수행하며 계획을 수정하거나 보완하는 등 문제해결전략을 유연하게 사용할 수 있도록 지도하는 방법에 대한 연구와 구성원들끼리 수평적으로 대화하며 시행착오를 수정할 수 있도록 지도하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

넷째, 과제해결에서 사용된 문제해결전략에 관한 연구의 모든 결과가 인지양식 그룹별로 일관된 결과를 보여주지 않는 것은 남녀의 성별, 5학년과 6학년의 연령 차이, 도구에 대한 조작능력 등에서의 개인 능력 차이, 조원들 사이의 친분 등이 영향을 준 것으로 보였다. 이러한 요인들이 다른 요인들에 어떤 영향을 주며, 문제해결전략의 발현에 어떤 결과를 미쳤는지에 대해 연구가 필요하겠다.

참 고 문 헌

- 강호감 (1991). **두뇌의 기능분화에 따른 교수전략이 창의력 및 자연과 학업성취도에 미치는 영향**. 서울대학교 박사학위논문.
- 김영준, 손정우 (2012). 골드버그 장치 수업 프로그램이 초등 영재 학생들의 창의적 인성에 미치는 영향. **영재교육연구**, 22(2), 451-465.
- 김이립, 박남재 (2012). 루브 골드버그 장치를 활용한 STEAM 초등교육 프로그램 개발 및 적용. **한국컴퓨터교육학회지**, 16(2), 117-121.
- 구자역, 김홍원, 박성익, 안미숙, 이순주, 조석희 (2002). **동서양 주요 국가들의 영재교육**. 문음사: 서울.
- 박인수 (2007). 골드버그 장치를 활용한 발명교육 적용방안 연구. **발명교육학회지**, 11(1), 95-183.
- 이정원 (2000). **수업효과 증진을 위한 학생의 인지양식과 교사의 수업유형의 최적 조합 모델**. 전북대학교 박사학위논문.
- 이재신 (1994). 상이한 과제 유형에 따른 영재집단간 문제해결전략에서의 차이 분석. **한국교육심리학회지**, 9(1), 55-78.
- 임선하 (1984). **학습자의 인지양식과 자료의 제시형태가 개념획득에 미치는 효과**. 서울대학교 석사학위논문.
- 장병기, 이대형, 김남일, 이면우 (1999). 초등학교 과학영재아를 위한 특별 프로그램 개발

연구. **과학교육학회지**. 23(1), 21-34.

조규락 (2005). 인지양식이 문제유형별 문제해결에 미치는 영향. **한국교육정보미디어학회지**, 11(4), 57-75.

Jonassen, D. H. (1997). Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *Educational Technology: Research and Development*, 45(1), 65-94.

Polya, G. (1957). *How to solve it : A new aspect of mathematical method*, New Jersey: Princeton University Press, 80-100.

Rowe. H. A. H (1985). *Problem solving and intelligence*. Hillsdale. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

= Abstract =

Problem Solving Strategy for Goldberg Machine Task According to the Cognitive Styles of Elementary Gifted Students Group

Yong-tae Kwon

Paltan Elementry School

Ho-kam Kang

Gyeongin National University of Education

The purpose of this study was to explore the problem solving strategy for Goldberg machine tasks of the gifted students in elementary science depending on the cognitive style(tendency to field-dependent and field independent). It was aimed to provide suggestions for the features and differences of the problem solving strategies of the gifted students in elementary science according to their cognitive styles. A total of 16 students, from the gifted class of P elementary school in Hwaseong were sampled for the research, cognitive styles Test was conducted to divide the students in teams, and the teams were classified according to cognitive style tendencies to five groups of field-dependent group, weak field-dependent group, mixed group, weak field-independent group and field-independent group. The Goldberg device task given was to make a Goldberg device within the angle framework of (Figure) 1, for a bead to start from the starting point and to reach the final point the last. The results are as follows: First, regarding the plan for producing the device, the stronger the field-independent tendency, they established more specific strategy-reflected plan; the stronger the field-dependent tendency, they established less specific strategy-reflected plan. Second, all cognitive style groups took a limited period of time into consideration, to fabricate the devices for the ball to arrive the last using a fine adjustment rather than many devices. Third, the field-independent group used a lot of logical reasoning; the field-dependent group used a lot of intuitive thinking. Fourth, the field independent group properly utilized strategies such as cooperation and role allocation; the field-dependent group tried to solve the task personally rather than cooperatively with poor role allocation. Fifth, the intermediate mixed group solved the problem better than the inclined groups such as field-dependent or field-independent groups.

Key Words: Gifted, Cognitive styles, Problem solving strategy, Goldberg machine

1차 원고접수: 2014년 12월 19일

수정원고접수: 2015년 2월 10일

최종게재결정: 2015년 2월 10일