

CPS 모형으로 개발된 동물 발생 실험수업에서 나타난 과학영재의 특성에 따른 언어적 상호작용 분석

안 주 현

서울대학교

전 미 란

서울대학교

박 기 석

서울대학교

전 상 학

서울대학교

본 연구에서는 과학영재 학생들을 대상으로 생물 영역의 동물 발생 실험수업을 통해 나타나는 언어적 상호작용을 분석하여 과학영재성을 보여주는 특성들을 알아보고자 하였다. 연구 대상은 서울대학교 과학영재센터의 중학교 1학년 학생 20명이었으며, Creative Problem Solving (CPS) 모형을 기반으로 개발된 동물 발생 실험 프로그램으로 소집단 토의 중심의 실험 수업을 총 4회 진행하면서 학생들의 언어적 상호작용을 녹음 및 녹화, 관찰하였다. 전사된 내용으로부터 질문-응답 유형과 과학영재의 특성을 추출하여 분석하였다. 질문-응답의 유형 분석에서는 보다 높은 사고력을 요하는 사고형 질문이 기본정보형 질문보다 3~6배나 높게 나타났다. 특히, 탐구실험 I은 다른 세 탐구실험보다 기본정보형 및 사고형 질문이 40% 이상 높게 나타났다. 언어적 상호작용의 분석 결과 창의적 지필검사에서 보기 어려웠던 창의성의 세부 요인을 확인할 수 있었으며, 문제발견력 및 문제해결력, 고도의 언어능력 등을 확인하였고, 정의적 특성인 과제 집착력과 리더십도 드러나는 것을 볼 수 있었다. 본 연구 결과는 지필고사를 대신하는 영재의 판별 및 선발에서 활용할 수 있는 프로그램 개발에 실질적인 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

주제어: 과학영재, 언어적 상호작용, 인지적 특성, 정의적 특성

I. 서 론

21세기의 정보화 및 지식기반사회에서는 단순한 지식의 활용 능력보다는

전문적인 지식에 기초한 독창적인 아이디어를 창출할 수 있는 창의적인 인간을 필요로 하며, 국가의 경쟁력은 이러한 고급 두뇌의 경쟁에 의해 좌우되고 있다(이현미 외, 2002). 세계 각국은 우수한 고급 두뇌를 양성하기 위하여 영재들을 조기에 발굴하고 육성하기 위한 많은 노력을 기울이고 있다. 우리나라에서는 2002년에 영재교육진흥법이 제정되고, 시행령이 발효됨에 따라 법적·제도적 장치를 마련하게 됨으로서 영재교육이 본격적으로 시작되었으며, 2009년 4월에 발표된 ‘글로벌 창의인재 육성 정책’이 수립되어 영재 교육이 대폭 확대되었다.

2002년 영재교육진흥법에서는 영재를 ‘재능이 뛰어난 사람으로서 타고난 잠재력을 계발하기 위하여 특별한 교육을 필요로 하는 자’로 정의하고 있다. 우리나라에서는 전국적으로 과학영재교육이 활발하게 진행되고 있는데, 최근 영역·특수성에 대한 관점이 전개되면서 과학 영역에서의 영재성을 정의하려는 시도가 이루어지고 있다. Heller(2002)는 과학영재를 (자연)과학 영역에서 탁월한 성취도를 달성할 수 있는 과학적 사고력의 잠재력이나 특별한 재능을 가진 자라고 하였으며, 조석희 외(1997)는 과학영재를 전문가가 과학영역에서 뛰어난 업적으로 이루었거나 탁월한 성취를 달성할 수 있는 과학적 사고력의 잠재력이나 특별한 재능을 가진 자라고 하였다.

과학영재들은 일반 학생들과 달리 학습속도가 빠르고 독립적 성격이 강하여 혼자서 수행하는 일을 선호한다는 특성을 가지고 있으며, 창의적인 사고를 할 수 있기 때문에 그에 적절한 교수 전략 및 방법의 활용이 필요하다(심규철 외, 1999, 2004; 정병훈, 1998; 최호성 외, 2000)고 하였다. 또한 과학영재들은 일반 학생들에 비해 과학 지식을 이해하는 능력이 높고, 과학 탐구 능력이 높으며 과학 창의성이 높다는 연구 결과가 있다(조은부, 백성혜, 2006). 이 외에도 많은 학자들(Clark, 1997; Sheffield, 1994; 권치순, 2005)은 창의성이 영재성의 본질을 바로 이해하는데 매우 중요한 역할을 하며, 영재성 중에서도 창의성이 가장 핵심임을 강조하였다. 특히, Sheffield (1994)는 영재를 맹목적인 계산자나 단순한 지식활용자가 아닌 문제해결자, 문제발견자, 창조자에 해당한다고 주장하고 있는 것을 볼 수 있다.

문제발견력 및 문제해결력도 영재성을 판별하는 새로운 변수로 대두되고

있는데, 문제발견력은 과학적 발견과 발전의 원동력이 되어왔으며, 창의적 산출과 리더십에도 관련이 되는 것으로 알려져 있으며(윤경미, 김정섭, 2006), 문제해결력은 학습을 촉진시키는 수단이자 학습목표이므로 학생들의 과학 문제해결 과정을 이해하는 것은 매우 중요하다고 하였다(홍미영, 박운배, 1994). 문제해결력은 창의성과 마찬가지로 과학영재교육에서 매우 강조되고 있는 요소로써 창의성과 문제해결력을 함께 창의적 문제해결력으로 보고 이를 매우 중요하게 다루고 있다.

영재의 특성으로 창의성, 문제발견력, 문제해결력 및 고도의 언어 구사력과 같은 인지적인 특징뿐만 아니라, 비인지적 요인도 많이 강조하고 있는 것을 볼 수 있는데, Terman & Oden(1959)은 영재 중에서 가장 성공한 사람과 가장 실패한 사람을 분석한 결과 양 집단에서 가장 현저한 차이를 보인 성격 요인은 목표 달성을 위한 지속력과 통합성이라고 하였다. Renzulli(1978)도 자신의 에너지를 어떤 한 가지 과제나 영역에 집중시키는 과제에 대한 열정이 영재성을 형성하는 중요한 요인이라고 하였으며, Salovey & Mayer(1990)은 과학영재들 중에서도 리더십을 갖춘 자들만이 높은 과학적 생산성을 보인다고 주장하기도 하였다.

그럼에도 불구하고 영재를 선발하고 교육해야 하는 현장에서는 과학영재를 선발하기 위하여 1차적으로는 학교석차를 활용하거나 단순한 과학점수를 사용하는 경우가 많다. 그리고 창의적 문제해결력 검사지라는 지필검사를 활용하는 경우가 대부분이다. 이러한 문제점을 극복하고자 하는 노력의 일환으로 영재 선발 과정에서 관찰 추천을 통한 교사추천 방법을 도입하고자 하는 시점에 이르고 있다.

이에 본 연구에서는 창의적 문제 해결력을 신장시키기 위해서 개발된 CPS 기반의 발생 탐구실험 프로그램을 수행하면서 과학영재 학생들의 언어적 상호작용을 분석함으로써 수업에서 나타나는 과학영재의 특성을 알아보고, 이를 과학영재 선발에 활용함으로써 교육현장에서 영재를 가능한 적절하게 선발하는 데 도움이 되고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 중학교 1학년 학생 20명으로 구성된 서울대학교 과학교육영재센터 과학기초반을 대상으로 진행되었다. 이 학생들은 모두 본 기관에서 실시한 3단계의 전형 과정을 통해 선발된 서울 지역 내의 중학생들이다. 선발 전형 3단계는 서류심사, 창의적 문제해결력 검사, 그리고 면접으로 이루어져 있다(서울대학교 과학영재교육원 홈페이지).

2. 과학 탐구 실험 프로그램의 구성 및 적용

과학 탐구 실험은 동물의 발생을 주제로 하여 총 4차시로 구성되었으며, 2008년 4월 한 달에 걸쳐 주 1회씩 진행되었다. 본 연구에 이용한 과학 탐구 실험 프로그램은 Osborn(1953)이 제안한 CPS 7단계 이론을 Parnes(1977)가 수정하여 만든 Osborn-Parnes CPS 모형을 기초로 동물 발생에 관한 탐구 활동 프로그램으로 개발되어 중학교 1학년 과학영재센터 학생들에게 적용하였을 때 학생들의 창의적 문제해결력 표출에 도움을 주는 것으로 밝혀진 바 있다(박기석 외, 2008). 본 프로그램은 생식세포를 만들어내는 생식기관인 정소와 난소의 해부학적 특징과 암컷에서 난자가 만들어지는 일련의 단계를 관찰함으로써 난자형성과정(oogenesis)을 이해할 수 있는 내용을 담고 있다. 또한, 닭에서의 기관발생을 이해하고, 개구리 발생을 통해 초기발생과정인 난할 및 낭배형성과정을 이해함으로써 발생에 대한 종합적이고 다양성을 살펴볼 수 있는 내용을 포함하고 있다. 본 연구에서 수행한 탐구 실험 프로그램 영역인 발생 분야는 동물의 복제, 형질전환생물(GMO), 줄기세포, 장기이식 등 사회적으로도 큰 관심의 대상이 되고 있는 분야이며, 학문적으로는 유전적인 접근을 통해 가장 활발하게 연구가 진행되고 있는 분야이다(Gilbert, 2008). 각 차시별 CPS 단계에 따른 동물 발생 실험 프로그램의 수업 내용은 <표 1>에 나타나 있다.

<표 1> CPS 단계에 따른 동물 발생 실험 프로그램의 수업 내용

CPS 단계		수업 내용			
	관심영역 발견	닭, 개구리 등은 발생 연구 대상으로 유용함 (이론수업1)			
	자료 발견	닭의 생식기 관찰 및 달걀의 내부 관찰 (탐구 활동1)			
문제의 이해	문제 발견	닭의 내부에서 달걀이 만들어지는 것은 어디일까? (이론 수업1)	달걀의 어느 부분이 병아리로 발생할까? (이론 수업2, 탐구 활동1)	개구리의 발생 모습은 어떨까? (이론 수업3)	사람을 비롯한 다른 동물의 발생은 어떨까? (이론 수업4)
아이디어 생성	아이디어 발견	암탉과 수탉의 생식기관 비교와 달걀의 내부 구조를 확인 방법 구상 (탐구 활동1)	위의 가설을 검증하기 위한 실험 설계 (탐구 활동2)	개구리의 발생을 관찰하기 위한 방법 구상 (탐구 활동3)	주변의 다른 동물의 발생을 관찰하기 위한 방법 구상 (탐구활동4)
행위를 위한 계획	해결책 발견	암탉의 해부를 통해 난소의 모양을 확인하고 달걀(유정란)의 내부를 깨뜨려서 관찰 (탐구 활동1)	달걀을 부화기에 넣어 단계별로 관찰한다. (탐구 활동2)	양서류(개구리)의 수정란에서 발생 단계를 관찰한다. (탐구 활동3)	사람의 발생 모습도 및 실제 주변에서 채집한 동물의 발생단계를 관찰한다. (탐구 활동4)
	수용 단계	여러 동물의 발생 과정을 관찰하여 발생을 통해 하나의 세포에서 복잡한 모양을 가진 개체로 자라는 것을 이해한다.			

각 차시는 총 3시간이었으며, 이 중 앞의 1시간은 이론적 배경에 대한 소개 및 강의가 이루어졌고, 나머지 2시간 동안에는 학생들 스스로의 탐구 실험이 이루어졌다. 20명의 학생들은 한 조에 4명씩 총 5조를 이루어 매 시간 생물 탐구 실험을 수행하였다.

3. 자료 수집 및 분석

과학영재교육원 과학기초반의 수업이 이루어지는 동안 녹음과 녹화 및 비참여 관찰을 실시하여 자료를 수집하였다. 연구자는 교실에서 진행되는

모든 상황을 관찰하고 기록하였다. 녹음은 각 조별로 녹음기를 따로 비치하여 과학 탐구 실험 과정동안 진행된 학생들의 대화를 최대한으로 얻고자 하였으며, 녹음된 내용은 모두 전사하였다. 녹음자료로 학생 구분이 불분명한 경우나 학생들의 비언어적 행동 등은 녹화자료와 비참여 관찰기록을 통하여 보충하였다. 이와 같이 수집한 데이터는 영재학생들의 수업에서 나타나는 특성을 규명하기 위하여 코딩과 빈도분석, 사례추출의 3가지 방법으로 분석하였다.

4. 자료 분석 준거

연구 대상들이 과학 탐구 실험 수행 동안 나눈 언어적 상호작용이 담긴 전사 자료를 바탕으로 교사와 학생의 언어적 상호작용과 학생 간의 언어적 상호작용으로 구분하여 코딩한 후, 각 상호작용을 Chin & Brown(2002)의 연구에서 제시된 질문유형 분석 틀에 의거하여 유형별로 분류하였다. Chin & Brown(2002)의 분석틀에 따르면 질문과 응답의 유형은 크게 기본정보에 관한 질문과 사고형 질문으로 구분할 수 있으며 이들은 각각 하부 요인으로 세분화된다. 먼저 기본정보에 관한 질문으로는 이미 배운 사실을 확인하는 사실관계 질문과 실험과정 또는 결과의 표현에 관한 절차상의 질문이 있다. 또한 사고형 질문에는 이해가 부족한 부분에 대해 설명을 요구하는 이해성 질문, 가설과 검증을 포함하고 있는 예측질문, 변칙적인 결과에 대한 의문을 제시하는 변칙발견질문, 현상이나 개념이 실생활과 어떻게 연관되는지를 묻는 적용질문, 그리고 실험과정이 주어지지 않았을 때 최선의 방법과 답을 찾는 계획·전략 질문이 있다. 본 연구에서는 세부 유형별 빈도도 함께 조사하여 질문과 응답의 형태로 나타난 언어적 상호작용들이 어떤 특징을 보이는지 살펴보았다.

다음으로는 언어적 상호작용을 드러나는 영재의 특성에 따라 구분하여 분석하였다. 영재의 정의와 특성은 서론에서 제시한 것처럼 여러 학자와 연구자들에 의해 다양하게 제시되어 왔지만 본 연구에서는 영재의 특성을 크게 인지적 특성과 정의적 특성으로 나누고, 각각을 하위요소로 세분화하였다(<표 2> 참조). 인지적 특성으로는 창의성과 문제발견력, 문제해결력, 고

도의 언어능력의 하위요소를 두었고, 정의적 영역으로는 과제집착력과 리더십을 그 대상으로 하였다. <표 2>에 각 소분류 요소에 대한 데이터 분석 기준을 정리하였다. 이러한 분석을 통해 언어적 상호작용에서 나타나는 과학영재의 특성을 추출하고, 분석하였다.

<표 2> 연구에서 이용된 과학영재 학생들의 특성 및 분류 기준

대분류	소분류	데이터 분석 기준
인지적 특성	창의성	Torrence(1987)는 문제, 결합, 빠진 요소, 부조화 등에 대한 예민함과 인식, 이용할 수 있는 정보 결합하기, 해결방법을 탐색하고 가설을 세우고 수정하여 완성하는 것이 창의성이라고 하였다. 본 연구에서는 그가 정의한 중요한 요소들을 조작적인 변인으로 전환한 세부 요소들인 유창성, 융통성, 독창성, 정교성을 분석하였다.
	문제 발견력	‘문제발견’은 이미 존재하거나 주어진 문제에 반응하기보다는 새로운 문제를 찾고, 떠올리고, 생성하고, 창조하는 것을 말한다(전윤식, 김정섭, 윤경미, 2003). 본 연구에서는 제시된 문제가 아니라 스스로 독특한 생각을 바탕으로 한 질문을 문제발견력으로 보았다.
	문제 해결력	Bodner & Herron(2002)은 문제해결은 무엇을 해야 될지 모르는 상황에서 무엇인가를 수행하는 것이라고 하였다. 본 연구에서는 답이 없는 상황에서 어려움이 닦쳤을 때 그 상황을 해결해가는 단계적인 과정을 문제해결력으로 보았다.
정의적 특성	고도의 언어능력	고도의 언어능력은 또래에 비해 어휘력이 풍부하고, 앞선 정보력과 높은 어휘수준을 나타내는 것을 말한다(윤여홍, 2003). 본 연구에서는 구사하는 단어, 어휘의 추상성 등이 또래의 일반 학생들에 비해 상위 수준인 경우를 고도의 언어능력이라고 보았다.
	과제 집착력	과제집착력은 어떤 한 가지 과제 또는 영역에 자신의 에너지를 집중시키는 성격 특성(Renzulli, 1978)을 의미한다. 본 연구에서는 탐구 활동 중 주어진 문제나 질문에 대해서 지속적으로 답을 하고 교사에게 역으로 질문을 하는 과정을 반복하는 정도를 통해 과제집착력을 판단하였다.
	리더십	Hersey & Blanchard(1982)은 리더십이 주어진 상황에서 개인이나 집단의 목표 달성을 위한 활동에 영향을 미치는 과정이라고 하였다. 본 연구에서는 조원을 이끌어서 실험이 효율적으로 진행되도록 영향을 미치는 언어적 태도를 리더십으로 보았다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 동물 발생 실험 수업의 대화중에 나타난 질문-응답의 형태 분류 및 빈도 조사

Chin & Brown(2002)의 질문유형 분석들에 따라 본 동물 발생 실험 프로그램에 참여한 과학영재 학생들의 탐구 활동 과정에서 나타난 언어적 상호작용을 유형별로 분류하였다. 기본정보형 질문의 경우 사실을 확인하거나 묻는 질문들에 해당하고, 사고형 질문의 경우에는 단순한 사실이 아니라 현재로서는 드러나 있지 않은 정보나 원리에 의문을 품거나 새로운 방법을 찾고 그것을 검증하는 등의 과정에 대한 질문들로 정의되어 있다. 이것으로 볼 때 기본정보형 질문에 비해 사고형 질문의 경우 보다 상위의 사고능력을 요하는 것을 알 수 있다. 본 연구에 적용된 탐구 실험 모형은 CPS 모형을 기반으로 제작된 프로그램으로 학생들에게 다양하게 생각하게 하고 이러한 생각을 바탕으로 문제를 해결할 수 있도록 하였다. 탐구 활동 중 과학영재 학생들의 질문유형 특성을 분석한 결과는 아래의 <표 3>과 같다.

<표 3> 각 활동 중에 나타난 언어적 행동의 질문-응답 유형에 따른 분류 및 빈도

질문의 형태	실험의 종류 사실관계 질문 절차상의 질문	탐구실험 I:	탐구실험 II:	탐구실험 III:	탐구실험 IV:	총계
		닭과 달걀의 내부관찰	닭의 발생	개구리의 발생	주변 동물의 발생	
기본정보형 질문	사실관계 질문	5	2	9	4	20
	절차상의 질문	11	3	4	6	24
	소개(a)	16 (18.6)* (36.4)**	5 (13.2)* (11.4)**	13 (29.5)* (29.5)**	10 (22.2)* (22.7)**	44
사고형 질문	이해성 질문	10	8	9	12	39
	예측 질문	17	5	8	7	37
	변칙 발견 질문	8	6	4	7	25
	적용 질문	6	8	8	8	30
	계획·전략 질문	29	6	2	1	38
	소개(b)	70 (81.4)* (41.4)**	33 (86.9)* (19.5)**	31 (70.5)* (18.3)**	35 (77.8)* (20.7)**	169
	총계(a+b)	86 (40.3)*	38 (17.8)*	44 (20.7)*	45 (21.1)*	213

* 각 탐구실험 내에서 전체 질문에 대한 각 기본정보형 질문과 사고형 질문이 차지하는 빈도를 나타낸다.
 ** 4차시 탐구실험에서 나타나는 전체 기본정보형 질문 혹은 전체 사고형 질문의 수에 대한 각 탐구실험에서의 기본정보형 질문 혹은 사고형 질문의 빈도를 나타낸다.

이명숙 외(2004)의 일반 학생들을 대상으로 한 유사 선행 연구에 따르면 등장 유형이 기본정보형에 치우쳐 있었으며, 사고형 질문의 경우 세부 유형 중 일부만 나타난다고 보고 하였다. 하지만 과학영재 학생들의 질문유형의 분석결과를 보면 모든 탐구실험에서 기본정보형 질문보다는 사고형 질문이 3~6배 이상 나타났는데 특히 탐구실험 I에서는 기본정보형 질문이 18.6%, 사고형 질문이 81.4%로, 탐구실험 II에서는 기본정보형 질문이 13.2%, 사고형 질문이 86.9%로 매우 높게 나타났다. 탐구실험 III와 IV에서 그 차이가 조금 줄어들었지만 사고형 질문의 세부 유형이 모두 잘 나타나고 있는 것을 알 수 있다.

각 탐구실험끼리 기본정보형 질문이나 사고형 질문을 비교하였을 때는 탐구실험 I의 닭의 해부와 달걀의 내부 관찰 실험이 다른 나머지 세 탐구실험에 비해 기본정보형 질문빈도와 사고형질문의 빈도가 모두 높게 나타난 것을 볼 수 있으며, 이는 닭의 내부 및 달걀 구조 관찰을 통해 얻은 사실들을 알고 있는 지식들로 설명하는 과정에서 교사와 학생, 학생과 학생 사이에 많은 언어적 상호작용이 발생했던 것으로 생각된다. 반면에 탐구실험 II인 닭의 발생 과정은 기본정보형 질문빈도 및 사고형 질문빈도가 4가지의 탐구실험에서 모두 가장 낮은 빈도를 보였다. 닭의 발생 과정을 확인하는 실험 자체에는 학생들 모두가 개별적으로 발생 중인 달걀을 관찰하는 실험이 포함되어 있어 학생들 간의 언어적 상호작용이 적었을 것으로 생각된다. 탐구실험 III인 개구리 발생과 탐구실험 IV인 주변동물의 발생은 비슷하게 나온 것을 볼 수 있다.

또한 탐구실험I의 기본정보형 질문의 유형을 보면 과학영재 학생들이 하는 기본정보형 질문은 사실관계 질문보다는 절차상의 질문이 높은 빈도로 나타나는 것을 할 수 있으며 사고형 질문에서 계획 및 전략 질문이 5개 질문 항목 중에서 41.4%(29/70)로 가장 높게 나온 것으로 보아 학생들이 질문을 통해 탐구 활동 간의 실험을 계획하고 전략을 세우도록 한 것에 기인한다고 생각된다. 하지만 탐구실험 II(18.2%), III(6.4%), IV(2.9%)은 계획 및 전략 질문이 매우 저조한 것을 볼 있는데 이는 특별한 전략을 필요로 하는 대신에 관찰이 우선하였기 때문이라고 생각된다.

2. 동물 발생 실험 수업에서 나타난 과학영재 학생들의 특성

본 연구는 CPS 모형을 기반으로 만들어진 동물 발생 실험 프로그램을 과학영재 학생들에게 적용 후 교사와 학생 및 학생과 학생의 언어적 상호관계에서도 과학영재 학생들에게 나타나는 특성이 보이는지 확인하였다. 인지적 특성으로는 창의성, 문제발견력, 문제해결력, 고도의 언어 능력이 두드러지게 나타났으며, 정의적 특성으로는 과제 집착력과 리더십이 드러나는 것을 볼 수 있었다. 분석표에서 교사는 T로, 학생은 S로 나타냈다. 예를 들면, 2-T76에서 2는 탐구실험 II를, T는 교사를, 76은 교사로부터 나온 이야기의 순번 즉 76번째 말을 의미하며, 2-1S2에서 2는 탐구실험 II를, 1은 1조를, S는 학생을, 2는 1조의 두 번째 학생을 나타낸다.

가. 인지적 특성

1) 창의성

창의성은 영재의 특성에 관한 여러 연구에서 주로 언급되는 특성 중의 하나로 영재성의 본질을 바로 이해하는데 매우 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 Torrence(1987)의 창의성 요인에 따라 다양하고 구체적인 질문과 응답을 하는 내용을 근거로 창의성을 보고자 하였다. 창의성을 평가하기 위한 세부 요소들로 주로 유창성, 융통성, 독창성, 정교성을 분석하였다. 각 세부 요인들에 대한 언어적 상호작용을 <표 4>에 예시하였다.

유창성은 제한 시간 동안 관련 아이디어를 얼마나 많이 산출하는가를 말하는 것으로 <표 4>에 2가지 예시를 제시하였다. 첫 번째 예시에는 달걀 내부를 보기 위해서 6가지의 방법이 제시되었는데 2-1S2 학생이 2가지, 2-1S4 학생이 4가지의 가능성을 제시하였다.

융통성은 문제를 얼마나 다양한 관점에서 생각하는지를 의미한다. 융통성의 첫 번째 예시에서는 사람의 시험관 아기를 만드는 것처럼 닭도 정자와 난자를 빼내 수정을 시키면 체내수정으로 볼 수 없었던 초기 난할 과정을 볼 수 있지 않을까 하는 새로운 관점을 제시해 주었다.

독창성은 다른 사람들과 구별되는 독특한 생각이나 반응을 보이는 것을 의

<표 4> 과학영재의 특성 중 창의성에 해당하는 언어적 상호작용 예시

영재의 특성	언어적 상호작용 예시	
유창성	2-T76 : 그러면 달걀 내부를 관찰할 수 있어야 할 텐데, 내부를 보려면 어떻게 해야 할까?	
	2-1S2 : 깨요. 아주 밝은 빛을 비춰서 내부를 봐요.	
	2-1S2 : 껍질을 염산에 녹여요.	
	2-1S4 : 핀셋으로 찌른 다음에 퍼 올려요.	
	2-1S4 : 불빛을 비춰서 안을 봐요.	
	2-1S4 : 얼린 다음에 다시 녹여요.	
	2-1S4 : 식초에 담귀봐요.	
	1-3S3 : 흰자를 빼고 물을 대신 넣으면 그래도 자랄까요?	
	1-3S3 : 그럼 그 습도랑 (온도를) 유지시켜 준다면 물을 넣은 상태에서도 자랄까요?	
	1-3S3 : 식용유는 어떨까요?	
유통성	2-2S1 : 인간도 시험관 아기 있는 것처럼 닭의 정자와 난자를 빼서 수정시키면 포배기까지 키울 수 있을 테니까 관찰할 수 있지 않을까?	
	1-3S3 : 우리 장기는 3미터 이상이라는 소리를 들은 적이 있는데, 애(닭) 장기도 1미터 이상이다.	
창의성	1-3S3 : 표면적을 구해보자.	
	1-3S3 : 흰자를 빼고 그 안에 물을 넣는 거야.	
	2-1S4 : 세포를 배양해서 팔 같은 것을 만들어서 기계에 접합해요.	
	2-1S1 : 껍데기를 뜯어내서 흰자를 조금씩 분리해요.	
	2-1S2 : 껍질을 염산에 녹여요.	
	2-1S3 : 난막은 뜯어버려요.	
	2-1S4 : 얼린 다음에 다시 녹여요.	
	2-1S4 : 불빛을 비춰서 안을 봐요.	
	독창성	1-T159 : 이 하얀 배 부분이 점점 자라서 병아리가 된다고 한다면 이것을 어떻게 확인해 볼 수 있을까?
		1-2S1 : 매일매일 수집해서 매일 매일 깨뜨려요.
1-1S2 : 깨물어요. 날짜별로 나뉘요.		
1-2S1 : 한 12일 간 있잖아요. 유정란을 가지고 매일매일 수집해서 매일매일 동시에 깨뜨려요. 그리고 매일매일 성장과정을 봐요.		
2-T76 : 그러면 달걀 내부를 관찰할 수 있어야 할 텐데, 내부를 보려면 어떻게 해야 할까?		
2-1S1 : 꺼내는 게 편하겠지.		
2-1S1 : 껍데기를 뜯어내서 흰자를 조금씩 분리해요.		
정교성	2-1S1 : 핀셋으로 껍데기를 부셔서 살짝 깨요. 핀셋으로 쿡 찢러요.	
	2-1S1 : 핀셋으로 난막을 뜯기 위해서 선을 그은 다음에 뜯고, 옆으로 뜯은 다음에 꼭 벌려서 살짝 꺼내요.	

미한다. 독창성의 첫 번째 예시에서 나타나는 생식기관을 포함하는 내부 장치의 표면적을 구하는 것이라든가, 흰자를 빼고 물을 넣어 발생을 시켜보자는 것은 매우 독특한 생각이다. 발생하는 배아의 세포를 배양하여 팔을 만들어보겠다는 생각은 배아 세포가 줄기세포의 특징을 가지고 있다는 개념을 실험 과정중에 적용한 것으로 고도의 과학 지식을 가지고 있는 독창적인 생각이다.

정교성은 한 가지 아이디어에 대해 얼마나 구체적이고 심층적으로 생각하는지를 뜻한다. 정교성의 두 번째 예시에서 달걀 내부를 관찰하기 위해서 2-1S1 학생이 연속적으로 4단계의 아이디어를 생각해 내는 것을 볼 수 있다. 이 학생은 껍질을 벗기고, 난막을 뜯는 단계적인 과정을 밟고 있으며, 핀셋을 이용하고 선을 긋는 등 도구와 적절한 방법을 이용하는 것을 보면 매우 구체적으로 절차를 밟아 가면서 실험을 하고 있는 것을 알 수 있다.

2) 문제발견력

문제발견력은 과학적 발견과 발전의 원동력이 되어왔으며, 창의적 산출과 리더십에도 관련이 되는 등의 이유로 영재판별의 새로운 변인으로 대두되었다(윤경미, 김정섭, 2006).

본 연구에서는 ‘문제발견’은 이미 존재하거나 주어진 문제에 반응하기보다는 새로운 문제를 찾고, 떠올리고, 생성하고, 창조하는 것을 말한다(전윤식, 김정섭, 윤경미, 2003)는 것에 근거하여 제시된 문제가 아니라 스스로 독특한 생각을 바탕으로 한 질문을 하는 것을 문제발견력으로 생각하여 추출하였으며, 이를 <표 5>에 정리하였다.

<표 5> 과학영재의 특성 중 문제발견력에 해당하는 언어적 상호작용 예시

영재의 특성	언어적 상호작용 예시
문제발견력	1-3S2 : 이 달걀을 어떻게 버리지 않고 처리할 수 있을까요? 음...
	1-3S3 : 흰자를 빼고 물을 대신 넣으면 그래도 자랄까요?
	1-3S3 : 그럼 그 습도랑 (온도를) 유지시켜 준다면 물을 넣은 상태에서도 자랄까요?
	1-3S3 : 식용유는 어떨까요?
	1-4S1 : 야 이거 봐. 이렇게만 하면 발가락 사이가 벌어져.
	1-4S1 : 이거 잡아당기면 발가락 사이가 벌어져.
	1-4S1 : 다리를 뒤로 젖혀서 뻗게 하면 하얀색 줄이 나오는데, 이게 힘줄이고, 이걸 당기면 발가락이 오므려졌다 퍼졌다 해.
	1-3S4 : 우리 애가 뭐 먹었는지 맞춰보자.

<표 5>의 4가지 예시처럼 탐구 실험 활동 과정에서 과학영재 학생들이 실험을 하면서 스스로 문제를 찾아내고 서로에게 이를 확인하면서 진행하는 것을 볼 수 있었다. 첫 번째 예시에서는 달의 발생 과정을 관찰한 후에 남는 문제는 달갈의 껍질과 액체를 버리는 것인데 1-3S2 학생은 이러한 문제점을 발견하였으며, 두 번째 예시에서 1-3S3 학생은 물 혹은 식용유를 넣어 발생을 시켜보면 어떨까라고 궁금증을 가짐으로써 구조에 따른 발생 과정을 알아보고자 하였다는 것을 알 수 있다. 이러한 궁금증을 바탕으로 흰자와 노른자의 역할에 대한 실험을 하여 각각에 대한 역할을 밝히는 과정으로 갈 수 있을 것이다.

3) 문제해결력

문제해결력은 창의성과 마찬가지로 과학영재교육에서 매우 강조되고 있는 요소로서 창의성과 문제해결력을 함께 창의적 문제해결력으로 보고 이를 매우 중요하게 다루고 있다. Bodner & Herron(2002)은 문제해결은 무엇을 해야 될지 모르는 상황에서 무엇인가를 수행하는 것이라고 하였다. 본 연구에서는 답이 없는 상황에서 어려움이 닦혔을 때 그 상황을 해결해가는 내용을 문제해결력으로 보았다. 탐구 실험 과정 중에 학생들이 자신의 지식과 창의성을 모두 동원하여 문제를 해결해 나가는 것을 볼 수 있었으며, <표 6>에 3가지 예시를 정리하였다.

<표 6> 과학영재의 특성 중 문제해결력에 해당하는 언어적 상호작용 예시

영재의 특성	언어적 상호작용 예시
문제해결력	1-3S3 : 일단은 이제 더 이상은 장기가 없을 거 아니야. 그러면 이제 이렇게 배출구를 만드는 거야. 그럼 피가 여기로 빨아들이지 않을까?
	1-3S1 : 아래쪽부터 절개를 하는데, 가슴뼈가 있으니까 그것을 피해서 자르자.
	1-3S2 : 단면도를 해야 볼 수 있지 않을까? 일단 처음에는 바깥 피부나 살들을 발라낸 다음에 천천히 하나씩 분해해 가는 게 어디에 어디가 위치해 있는지 알 수 있을 것 같은데.
	1-3S4 : 아래로 잘라 내려간 다음 드러내고 전체가 다 보이게 절개한 후 식도부터 들어내서 해부하면 될 것 같아.
	2-T69 : 달갈의 내부 관찰할 때 보였던 흰 점(배)이 병아리가 될 것이라고 추측은 하지만 이것을 사람들에게 증명해야하는 경우에 어떻게 할 수 있을까?
	2-1S3 : 날짜별로 달갈을 깨서 확인해 봐요.
	2-1S2 : 배 부분만 자라게 해요. 배 부분만 잘라서 부화기에 넣어 봐요.
	2-1S1 : 배 부분만 빼 놓고 자라게 한 다음 안자라는지 확인해 봐요. 배가 없을 때, 난황이 없을 때, 그리고 나머지 경우도요.

예시 1과 2를 볼 때 1-3S1에서 1-3S4의 같은 네 명의 같은 조 학생들은 문제를 스스로 제시하고, 해결해 가면서 탐구를 하는 것을 볼 수 있다. 세 번째 예시에서는 교사의 질문에 대한 대응이기는 하였지만 학생들은 흰 점(배)이 병아리가 될 것인지를 실험 발생학적인 방법을 통해서 증명할 수 있는 구체적인 실험 방법을 해결책으로 제시하였다. 이러한 방법은 가장 초기의 관찰을 통한 연구인 비교배발생학(comparative embryology) 단계를 지나 실험 발생학(experimental developmental biology)적 발생 연구 방법의 적용과 유사한 것이라 생각된다(Gilbert, 2008). 이는 예전 과학자들이 실행했던 모형을 학생들이 스스로 찾아나가는 것으로 훌륭한 문제해결력의 예시로 분석되었다.

4) 고도의 언어능력

고도의 언어능력은 또래에 비해 어휘력이 풍부하고, 앞선 정보력과 높은 어휘수준을 나타내는 것을 말한다(윤여홍, 2003). 본 연구에서는 구사하는 단어, 어휘, 철학 등이 또래의 일반 학생들에 비해 상위 수준인 경우를 고도의 언어능력이라고 보았다. <표 7>은 언어 능력에 대한 예시를 보여준다.

<표 7> 과학영재의 특성 중 고도의 언어능력에 해당하는 언어적 상호작용 예시

영재의 특성	언어적 상호작용 예시
고도의 언어능력	2-2S1 : 남성 우월적인 사고가 젓어 있는데, 한 마디로 자궁하고 난자는 단지 정자가 자라는 영양물질과 장소를 공급할 뿐, 정자가 모든 유전물질을 가지고 있다고 생각하는 것입니다. 사실상 옛날에는 아기가 정자 안에 들어있고, 정자가 자라서 아기가 된다고 생각했습니다.
	2-2S1 : 그렇지만 그것은 틀린 이야기에요. 왜냐하면 정자 같은 경우에도 n만큼의 유전물질을 받고, 난자 같은 경우에도 n만큼을 받는데 유전물질들이 수정을 해야 2n인 수정란이 되요. 만약 정자만 받으면 n이어야 하는데 실제로 말이 안돼요. 예를 들어 정자만 갖고 그렇게 된다면 인간이 거의 다 똑같은 모습이어야 하는데, 그렇지 않기 때문에 말이 안돼요.
	2-3S1 : 닭 같은 경우는 모체에서 분리가 된 상태라 부화를 할 때 모체로부터 감염이 안 되지만 사람은 나오면서 혈관이 터지면 에이즈라던가 그런 것에 감염이 될 수도 있을 것 같아요.

예시 1의 2-2S1 학생은 18세기까지 사람 발생의 한 가설을 설명하고 있다. 18세기에는 수정 과정에 정자와 난자가 중요한 것을 알았지만 이들이 어떻게 관여하는가에 대해서는 논란이 많았다. 정원론자들은 정자에 사람의 축소판이 있다고 생각하였으며, 난원론자들은 난자에 사람의 축소판이 있다고 생각하였는데 2-2S1 학생은 정원론자의 생각을 남성 우월주의에 그 기초를 두고 있다고 판단하고 있다. 또한, 감수분열을 통해서 배우자가 염색체 반(n)을 가지고 있고 이들이 만나 다시 2n 염색체를 다시 형성한다는 것을 정확하게 알고 있으며, 더군다나 정자만이 발생을 한다면 무성생식에서 관찰되는 같은 유전자의 자손만을 갖게 될 것으로 추론하고 있는 것으로 보아 자신이 가지고 있는 심화 정보를 의미 있게 연결할 줄 아는 것으로 사료된다. 예시 2의 2-3S1 학생은 닭과 사람의 발생 과정의 차이에 의해 감염 여부가 달라질 수 있다는 것을 정확한 심화 정보를 가지고 잘 표현하고 있다. 위의 예시 결과로 볼 때 과학 분야에서의 고도의 언어 능력은 상당 부분 심화 정보를 가지고 있을 때 상당히 의미 있게 표출될 수 있다는 것을 알 수 있다.

나. 정의적 특성

정의적 특성은 문제해결력 지필검사로는 알기 어려운 부분인데, 영재성을 규명할 때 전통적인 검사나 성적에 의해서 추정된 지적 학업 능력 외에 정의적 요인도 중요한 요소가 된다고 하였다(Terman, 1952; 박성익 외, 2003). 본 연구에서는 정의적 특성으로 과제 집착력과 리더십이 잘 드러나는 것을 볼 수 있었다.

1) 과제집착력

본 연구에서는 탐구 실험을 하면서 주어진 질문에 대해서 지속적으로 답을 하고 교사에게 역으로 계속 파고들며 반복하여 질문하는 과정을 통해 알고자하는 노력과 태도를 보이는 것을 과제집착력으로 보았다. 대표적으로 다음과 같은 예시를 들 수 있다(<표 8>).

<표 8> 과학영재의 특성 중 과제집착력에 해당하는 언어적 상호작용 예시

영재의 특성	언어적 상호작용 예시
과제집착력	4-T41 : 사람의 난자는 한 달에 한 개가 성숙이 될까요, 아니면 한 번에 여러 개가 될까요?
	4-1S1,2,3,4 : 하나만.
	4-T42 : 여러분 하나로 알고 있는데, 몇 개가 같이 되는 거예요. 되다가 하나만 남고 나머지는 퇴화되어서 없어지는 거예요. 그래서 하나만 성숙되어 남아있게 되는 거지요.
	4-1S2 : 근데 왜 그렇게 낭비를 해요? 난모세포가, 여러 개가 같이 시작해요?
	4-T44 : 그렇지. 여러 개가 함께 시작하는 거예요. 태아에는 200만 개 정도 있어요.
	4-1S2 : 그럼 그 중에 하나만 살아있고 다 죽으면 한 번만...
	4-T45 : (난자의 생성과 성숙 및 퇴화과정에 대한 설명)
	4-1S2 : 그러면 그 때가 되면 난모세포가 거의 없는 거예요?
	(그만 정리하자는 교사의 말에 대한 각 조 학생들의 반응)
	1-1S1 : 옛 이거만 잘라볼게요.
	1-2S3 : 식도랑 입을 연결해보고 있잖아. 가만히 있어봐.
	1-3S4 : 옛 우리 이거 터뜨려보자. 이거 오줌이야. 여기에 공기를 채워서 축구를 했었대.
	1-4S3 : 이제 마지막이니 장을 잘라보자.
	1-4S1 : 뇌는 어디에 있어? 뇌 찾아보자.
	3-1S1 : 나한테 슬라이드 넘겨줘. 어린 걸 볼 기회가 또 어디 있겠어?

탐구실험 IV에서 사람의 발생에 대한 강의가 있었는데 예시 1에서는 강사의 설명에 1조 학생들이 난자가 형성되고 과정, 생명체에서 벌어지는 것에 대한 효율성의 문제, 미래에 여성의 몸에서 일어날지도 모를 불행한 가능성 등에 대하여 깊은 관심을 가지고 지속적으로 질문을 하는 것을 볼 수 있다. 예시 2에서는 탐구실험 I에서 벌어지는 과제집착력을 보여주는 것으로 마무리 지어야 할 상황에서 1~4조 모두 호기심과 함께 실험을 더 해보고자 하는 강한 집착을 보여주었다.

2) 리더십

리더십을 주어진 상황에서 개인이나 집단의 목표 달성을 위한 활동에 영향을 미치는 과정이라고 말한 Hersey & Blanchard(1982)의 정의에 따라 조

원을 이끌어서 실험이 효율적으로 진행되도록 영향을 미치는 언어적 태도를 리더십으로 판단하였다. <표 9>에서는 탐구실험 I을 수행하던 중에 나타나는 리더십에 대한 3가지 예시를 보여주고 있다.

<표 9> 과학영재의 특성 중 리더십에 해당하는 언어적 상호작용 예시

영재의 특성	언어적 상호작용 예시
리더십	1-2S2 : 내가 잡고 있을 테니까 잘라봐. 양쪽에서 잡자. 내가 만지는 건 잘하는데 자르는 걸 잘 못해.
	1-2S2 : 야 이렇게 하자. 장기들은 여기다 놓고, 지방은 여기에다 놓아.
	1-2S2 : 이거 일단 들어내자. 여기 사이의 얇은 막 있지? 여기 여기 잘라.
	1-4S1 : 자르자. 여기서 이렇게 잘라 올라가. 칼집을 살짝 내서 여기서부터 잘라 올라가.
	1-4S1 : 여기 가운데로 잘라 들어가. 그리고 위로 올라가. 너가 다리를 잡아. 내가 여기를 잡을게.
	1-4S1 : 너가 물 뿌려. 피부를 잘라 들어가자. 이것 치우고.
	1-4S1 : 핀셋으로 옆에서 누가 잡아봐. 이쪽은 너가 잘라.
	1-4S1 : 장기 자르지 말고 잘해봐. 우선 지방질만 들어내. 장이 연결되어 있으면 자르면 안돼.
	1-4S1 : 칼로 자르면 (잘리는 면이)부정확해. 가위 쥐봐.
	1-3S3 : 넓은데서 하자.
	1-3S3 : 야야 잠깐만. 이렇게 해보자.
	1-3S3 : 잠깐, 여기서 해부 한 번이라도 해보고 싶은 사람?
	1-3S3 : 이제 가위가 나설 차례야. 메스 좀 나와 봐.
	1-3S2 : 왼쪽부터 잘라보자.
	1-3S3 : 거길 자르지 말고, 여기를 잘라.
	1-3S3 : 여기 막을 드러내. 막을 자르자.

<표 9>의 예시를 볼 때 탐구실험 I은 리더십을 드러내기에는 적절한 과제인 것을 알 수 있다. 해부라는 큰 사건 앞에서 학생들은 어떻게 시작하여 어떻게 구체적으로 해부를 하여 학습을 할 것인가에 대한 고민을 할 수 밖에 없다고 생각된다. 강사가 와서 어떻게 하라고 구체적으로 알려 주어야만 하는 것이 아니라 세 학생 모두 적극적으로 리더십을 발휘하면서 실험을 이끌어 나가는 것을 볼 수 있다.

흥미로운 점은 리더의 역할이 고정된 것이 아니라 실험 과정 중 토의를 거쳐 자연스럽게 변화하는 것을 관찰할 수 있었다. 각 차시별과 조별로 언어적 태도에 나타난 리더 역할의 변화 빈도를 살펴보았더니 2시간의 탐구 활동 동안 적게는 6회, 많게는 14회의 리더 역할을 하는 학생의 변화가 일어났다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 동물 발생 실험 프로그램을 수행하면서 나타나는 학생들의 대화를 녹음 및 녹화하고 분석함으로써 언어적 상호작용에서 나타나는 과학 영재 학생들의 특성을 분석하였다. 학생들은 창의적 문제 해결력을 신장시키기 위해서 개발된 CPS 기반의 동물 발생 실험 프로그램을 수행하였다. 연구 목적에 따라 학생들이 이 프로그램을 수행하면서 보여주었던 인지적·정의적 특성을 조사한 결론과 그에 따른 제언을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 동물 발생 실험 4차시 활동 중에 나타난 언어적 상호작용의 질문-응답 유형 중 4 종류의 탐구실험 모두에서 기본정보형 질문보다는 사고형 질문이 3~6배로 높은 빈도를 나타내었다. 이를 통하여 강의식 수업보다는 탐구실험 수업에서 학생들의 좀 더 적극적인 반응을 유도할 수 있으며 사고능력을 좀 더 관찰할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 평소에 강의식 수업이 대부분 이루어지고 있는 학교 현장에서 과학영재 학생들을 관찰을 통하여 추천한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 그러므로 이렇게 학생들의 적극적인 반응을 유도할 수 있고 사고능력을 드러낼 수 있는 수업을 활용한다면 과학영재를 선발할 때 좀 더 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

둘째, 탐구실험 I은 다른 탐구실험 수업에 비해 기본정보형 질문과 사고형 질문이 월등히 높게 나타났다. 창의성의 하부 요인인 유창성, 융통성, 독창성, 정교성이 고르게 관찰되고, 문제발견력, 문제해결력도 자주 관찰되었다. 뿐만 아니라 정의적 특성인 과제 집착력과 리더십도 다른 탐구실험에 비해서 잘 드러났다. 이는 탐구실험 I이 답의 해부, 난자형성과정의 관찰, 달걀의 내부 관찰과 같은 다양한 활동을 포함하고 있기 때문이며, 또한, 해

부를 통한 구조 관찰로부터 다양한 사고를 요하는 부분을 포함하기 때문으로 생각된다. 탐구실험 I과 같이 학생들에게는 익숙하지 않은 내용에 대한 관찰 등을 포함하여 다양한 사고를 드러낼 수 있도록 하는 수업은 과학영재의 특성을 나타내는 데 도움이 된다는 것을 알 수 있다. 탐구실험 수업 중에서도 이렇게 특별히 익숙하지 않은 내용을 관찰하게 하고 다양한 사고를 요구하는 수업을 적용하여 일반수업에서보다는 좀 더 과학영재로서의 특성을 드러낼 기회를 많이 제공할 필요가 있다고 사료되는 바이다.

셋째, 탐구실험을 통하여 창의적 문제 해결력 지필고사에서는 알 수 없었던 창의성의 하부 요인들과 문제발견력 및 문제해결력, 그리고 고도의 언어능력을 확인할 수 있었고, 정의적 영역의 특성에 대한 관찰이 가능하였다. 지필검사에서는 창의적 문제해결력을 보기 위하여 가능한 많은 답을 쓰도록 하는 유창성 정도의 한계를 벗어나기가 어려우며, 이를 극복하기 위하여 문제를 출제할 때 많은 어려움이 있다. 탐구실험 수업에서는 학생들의 창의성을 요인별로 드러낼 수 있는 기회를 제공하였고, 뿐만 아니라 문제발견력 및 문제해결력을 알아볼 수 있었다. 그리고 과제 집착력과 리더십과 같은 정의적 특성도 구체적으로 확인할 수 있었다. 학생들은 탐구실험을 하면서 다양한 방면에서 관심을 나타내고 과제에 대한 집착력을 보여주었으며, 더불어 탐구실험 진행될 수 있도록 적극적으로 리더십을 발휘하였다.

과학영재 교육이 성공적으로 수행되기 위한 1차적인 관문은 영재의 판별 및 선발이다(Davis & Rimm, 1998). 지금까지는 과학영재를 선발하기 위하여 과학적성 검사나 과학사고력 검사(조성은, 이화국, 2000), 인지적인 측면을 강조하는 지필고사(전영석 외, 2001; 최호성, 2003; 장낙한 외, 2006) 등을 사용해 왔으나, 이에 대한 많은 문제점을 동반하였다. 이를 해결하기 위하여 교사 추천만을 통한 영재선발 방법이 제시되기도 하였다(박성익 외, 2003; 박민정, 전동렬, 2008).

최근에는 이를 보완하고 절충하려는 노력의 일환으로 관찰 과정을 도입한 관찰·추천 전형방안을 도입하고자 연구와 연수가 실시되고 있다. 관찰 전형을 도입하기 위해서는 학생들이 개인별 혹은 그룹별로 과제물을 수행하여 산출물을 제출할 수 있는 적절한 프로그램이 필요하다. 왜냐하면 과제

를 수행하는 과정에서 영재성이 좀 더 드러날 수 있기 때문이다. 본 동물 발생 실험 프로그램의 운영 및 언어적 상호작용의 결과 분석을 통하여 본 프로그램이 영재의 판별 및 선발 과정에 대한 모형 프로그램으로 이용될 수 있겠다는 것을 알 수 있었다. 강의식 수업보다는 탐구실험 수업이 학생들의 적극적인 사고를 드러내도록 하며, 특히 과학영재의 인지적·정의적 특성을 잘 나타낼 수 있게 해준다는 것을 확인하였다. 과학영재를 판별하고 선발할 때 단순히 학교석차나 과학성적을 사용하기보다는 과학영재의 특성을 잘 드러낼 수 있는 활동을 적용해봄으로써 과학영재의 가능성을 좀 더 신중하게 확인할 것을 제안한다.

V. 감사의 말씀

본 과제에서 녹음된 내용을 전사하는데 도움을 주신 고은솔 님과 김윤경 님께 진심으로 고마움을 전합니다.

참 고 문 헌

- 권치순 (2005). 초등과학 영재교육의 방향과 과제. **초등과학교육**, 24(2), 192-201.
- 박기석, 안주현, 김희수, 전미란, 전상학 (2008). 동물 발생의 기본 단계 이해를 위한 탐구활동 프로그램 개발 및 적용-과학영재 학생을 대상으로. **한국생물교육학회지**, 36(4), 523-536.
- 박민정, 전동렬 (2008). 과학 영재교육 대상자 선발 방법으로써 교사 추천제 분석: 학생의 과학적 태도, 탐구력, 사고력, 문제 해결력, 창의성을 중심으로. **한국과학교육학회지**, 28(2), 111-119.
- 박성익, 조석희, 김홍원, 이지현, 윤여홍, 진석언, 한기순 (2003). **영재교육학원론**. 서울: 교육과학사.
- 심규철, 조선희, 장남기 (1999). 중학교 과학영재들의 생물 교과에 대한 흥미 연구. **한국생물교육학회지**, 27(3), 194-201.
- 심규철, 김현섭, 김여상, 최선영 (2004). 생물 분야 과학영재들의 학습 양식에 대한 조사연구. **한국생물교육학회지**, 32(4), 267-275.
- 윤경미, 김정섭 (2006). 영재판별의 새로운 변인: 문제해결력. **교육심리연구**, 20(3),

587-604.

- 윤여홍 (2003). **영재의 지적, 정의적 특성**. 박성익 외. (편저). 영재교육학원론. (pp75-102) 서울: 교육과학사.
- 이명숙, 조광희, 송진웅 (2004). 소집단 실험활동에서 나타난 중학생 질문-응답의 유형과 빈도. **한국과학교육학회지**, 24(2), 277-286.
- 이현미, 김성하, 차희영, 이길재, 정완호 (2002). Rapid-Cycling Brassica rapa를 이용한 창의력 및 과학적 사고력 향상을 위한 광합성 실험 모듈의 개발. **생물교육학회지**, 30(4), 289-300.
- 장낙한, 유진우, 류해일 (2006). 우리나라 대학부설 과학영재교육원의 영재학생 선발 과정에 대한 비교분석. **영재교육연구**, 16(2), 101-122.
- 전영석, 신영준, 손정우, 배병일, 동효관, 김규상, 신희관, 홍달식 (2001). 한성과학고등학교 중학생 영재학급의 학생 선발 과정과 결과 분석. **영재교육연구**, 11(2), 71-83.
- 전윤식, 김정섭, 윤경미 (2003). 창의성 교육의 새로운 접근: 문제찾기. **교육학연구**, 41(3), 215-238.
- 정병훈 (1998). **창의적 사고 형성을 위한 물리교육**. 한국과학교육학회, 제34차 하계학술대회 자료집.
- 조석희, 시기자, 지은림 (1997). **과학영재 판별도구 개발연구(II)**. 한국교육개발원.
- 조성은, 이화국 (2000). 과학영재교육센터의 학생 선발에 관한 연구. **전북대학교 과학교육논총**, 25, 25-52.
- 조은부, 백성혜 (2006). 초등과학 영재학급 학생들과 일반 학생의 인지적 특성 비교 분석. **한국과학교육학회지**, 26(3), 307-316.
- 최호성 (2003). 중등 영재 판별과 교육 프로그램의 비판적 검토. **영재교육학회**, 13(5), 1-28.
- 최호성, 이화국, 이근현 (2000). **과학영재의 선발 및 판별**. 전국과학영재교육센터협의회 정책연구보고서.
- 홍미영, 박운배 (1994). 대학생들의 기체의 성질에 대한 문제해결 과정의 분석. **한국과학교육학회지**, 14(2), 143-158.
- Blurton, C. (1983). Science talent: The elusive gift. *School Science and Mathematics*, 83(8), 654-664.
- Bodner, G. M., & Herron, J. D. (2002). Problem-solving in Chemistry. In Gilbert, J. K. Jong, O. D., Treagust, D. F., & Driel, J. V. (Eds.) *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 235-266). Kluwer Academic Publishers.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2002). Student-generated question: A meaningful aspect of

- learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549.
- Clark, B. (1997). *Growing up gifted*. Columbus, OH: Merrill Prentice Hall.
- Davis, G. A., & Rimm, S. B. (1998). *Education of the gifted and talented*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Gilbert, S. F. (2008). *Developmental biology* (8th ed.). Sinauer Associates.
- Heller, K. (2002). *Identifying and nurturing the gifted in math, science, and technology*. In Proceedings of International Conference on Education for the Gifted in Science (pp. 51-90). Korean Society for the Gifted: Seoul.
- Hersey, P., & Blanchard, K. (1982). *Management of organizational behavior*. Englewood Cliffs, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Osborn, A. (1953). *Applied imagination*. New York: Scribner's.
- Parnes, S. J. (1977). Guiding creative action. *Gifted Child Quarterly*, 21, 460-476.
- Renzulli, J. (1978). What makes giftedness?: Reexamining a definition. *Phi Delta Kappan*, 180-184.
- Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). Emotional intelligence: Imagination, cognition, and personality. New York: Harper.
- Sheffield, L. J. (1994). *The development of gifted and talented mathematics students and National Council of Teachers of Mathematics Standards*. Storrs, CT: The National Research Center on the Gifted and Talented.
- Terman, L. M. (1925). *Genetic studies of genius*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Terman, L. M., & Oden, M. H. (1959). *Genetic studies of genius: Vol.5. The gifted group at midlife: Thirty-five years' follow-up of a superior group*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Torrence, E. P. (1987). *Teaching for creativity*. In S. G. Isaksen (Ed.), *Frontiers of creativity research*. Buffalo, NY: Bearly Limited.

= Abstract =

The Analysis of The Science Gifted's Characteristics Present in Linguistic Interactions in The Animal Development Inquiry Activity Program Based on Creative Problem Solving(CPS) Model

Ju Hyun Ahn

Seoul National University

Miran Chun

Seoul National University

Ki-Seok Park

Seoul National University

Sang-Hak Jeon

Seoul National University

The purpose of this study is to investigate the characteristics that indicate scientifically gifted students by analyzing the verbal interactions in developmental biology inquiry-experimental classes. The subjects were 20 first-grade middle school students who were participating in SNU Science Gifted Education Center. In these experimental classes which were developed based on the CPS Model, we conducted a total of four experimental sessions of small group discussions, and the students' verbal interactions were both taped and video recorded, and observed. From the transcriptions, the patterns of question-answer and the characteristics of scientifically gifted students were analyzed. In the case of question-answer patterns, thinking questions appeared 3~6 times more frequently than the standard information questions. Especially, the case of experimental class 1 showed 40% more thinking questions as well as standard information questions than the other 3 classes. Through the results of analysing verbal

interactions, we were able to find more detailed aspects to creativity that were not identifiable in paper-pencil examinations, as well as affective characteristics such as task commitment and leadership. We believe our findings upon inquiry will be of substantial significance in substituting for the paper-pencil examination in distinguishing and selecting scientifically gifted students.

Key Words: The science-gifted, linguistic interaction, Cognitive characteristics, Emotional characteristics

1차 원고접수: 2010년 3월 10일
수정원고접수: 2010년 4월 19일
최종게재결정: 2010년 4월 22일