

초등과학영재 학생의 자기주도성과 과학창의성의 관계

김민주¹ · 임채성^{2*}

¹(서울송전초등학교) · ²(서울교육대학교)

The Relationship between Self-Directedness and Scientific Creativity of Science-Gifted Elementary Students

Kim, Min-Ju¹ · Lim, Chae-Seong^{2*}

¹(Seoul Songjeon Elementary School) · ²(Seoul National University of Education)

ABSTRACT

This study analyzed the relationship between self-directedness of science-gifted elementary students and their expression of scientific creativity in science-gifted class. A science-gifted program on the topic of Hydraulic Machine was implemented to 34 fifth-graders in the Science-Gifted Education Center of an education office in Seoul, Korea for four weeks. The self-directedness of the gifted students was divided into three types of 'General, Scientific, and Topic-Related Self-Directedness'. The products of the students' activities were assessed by using a scientific creativity assessment formula. Qualitative research, such as analysis of observations and interviews, was also conducted in order to identify characteristics that were not apparently revealed by quantitative data. The main results of this study are as follows: First, science-gifted elementary students' general self-directedness and their scientific creativity were significantly correlated ($r=.373$). Second, the students' scientific self-directedness and scientific creativity did not have a significant correlation ($r=.294$). Third, there was a positive correlation between the students' topic-related self-directedness and their expression of scientific creativity. Their self-rated scores ($r=.420$) for the topic-related self-directedness and the number of activity types associated with the topic had a positive correlation ($r=.350$). Fourth, the students were categorized into four groups according to the levels of their self-directedness and scientific creativity, and the result showed that Type HH (high self-directedness and high scientific creativity) was the most common type (15 students, 38.5%), followed by Type LL (low self-directedness and low scientific creativity) (11 students, 28.2%). Eight (20.5%) and five students (12.8%) belonged to Type LH (low self-directedness and high scientific creativity) and Type HL (high self-directedness and low scientific creativity) respectively. Fifth, the classroom observation of the students in groups revealed that groups with more number of Type HH demonstrated better cooperation and performance. Sixth, the analysis results of the observation were almost matched to the results of the self-directedness and scientific creativity tests. The students with higher self-directedness demonstrated active class participation and good cooperative skills. The students with higher scientific creativity had a tendency to generate creative ideas more frequently in given situations. Seventh, dynamic activities were perceived as enjoyable and exciting by 76.9% of the students, but static activities that require creativity were regarded as interesting only by 23.1% of the students. Among the students who were satisfied with both the creative and static activities, Type HH accounted for the largest proportion (55.6%). In conclusion, factors such as students' interests, initiatives, and attitudes displayed through voluntary participations originated from their own daily life can predict the degree of scientific creativity associated with the topic. Also, when students were categorized into four types according to the level of self-directedness and scientific creativity, there was a tendency of active behavior in class, cooperative skill, and activity satisfaction. This suggested that we should consider self-directedness and scientific creativity in selecting the gifted, grouping them in class, and designing and executing programs for science-gifted elementary students.

Key words: science gifted, scientific creativity, self-directedness, classroom activity

I. 서 론

본 연구에서는 우리나라 영재교육의 기본법인 영재교육진흥법(2000)에서 설정한 세 가지 목표 중 ‘창의성 계발’과 ‘자기주도적 학습태도의 함양’에 초점을 두고, 이들이 현재 영재 교육 현장에서 어떤 양상으로 나타나고 있는지 의문점을 가졌다. 창의성은 오늘날 모든 교과에서 교육과정 상의 주요 목표로 제시되고 있을 정도로(Newton, 2010; Walker & Gleaves, 2008) 현대 교육의 큰 구심점이 되고 있다. 그에 비하여 ‘자기주도적 학습 성향’은 상대적으로 덜 부각되었으나, 지능보다 학습자의 성취에 더 많은 영향을 끼친다는 점을 증명하는 많은 연구들로 인해 그 중요성이 지속적으로 증가하고 있다(정미경, 2007; 정은숙과 안도희, 2009; Ablard & Lipschultz, 1998; Pintrich & DeGroot, 1990; Zimmerman & Martinez-Pons, 1990).

일반적으로 영재 학생들은 자기주도 학습 전략을 일반 학생들보다 자발적으로 사용하고 더욱 효과적으로 사용한다(문병상, 2000; Risemberg & Zimmerman, 1992). Ablard와 Lipschultz(1998)도 영재 학생들이 자기주도 학습 전략을 더 자주 사용하지만, 영재들 사이에서도 자기주도 학습 전략을 사용하는 측면에서 개인차가 있고, 이러한 개인차가 그들의 후속 성취에 영향을 미친다고 주장했다.

이러한 자기주도 학습 성향은 학업에 많은 영향을 미치기 때문에 자기주도 학습의 개념과 특성을 규명하기 위해서는 이것이 다른 학습 능력들과 어떠한 관계에 있는지 분석하는 것이 필요하다. 하지만 자기주도 학습과 다른 사고 능력 간의 관계를 직접적으로 규명한 연구는 드물다.

그런데, Pesut(1990)는 학습자의 주의 과정, 인식 과정에 대한 인식, 자기 강화, 자기 평가, 자기 점검의 과정을 아우르는 ‘자기 조절적인 상위 인지’ 과정이 창의성의 상위 인지적 과정과 유사한 속성을 갖는다고 주장하며, 자기주도 학습이 창의성과 밀접한 관계를 가질 수 있음을 구체적으로 암시하였다. 같은 맥락에서 손향숙(1997)도 개인의 독창성과 자발성이 중요한 역할을 하는 창의성은 전형적인 자기주도적 활동이라고 설명하였다. 자기주도 학습 성향이 창의성을 설명할 수 있는 요인이라는 것은 곧 창의적 사고력을 기르기 위한 선행요건으로 자기주도 학습을 중요하게 고려할 필요가 있음을 의

미한다.

기존 연구에서는 영역 특수적인 지식과 기능들이 과학창의성의 중요한 요인이라는 것에 일반적인 합의가 이루어져 있다(Hu & Adey, 2002). 자기주도 학습 성향 또한 학습자가 설정한 목표나 가치와 깊은 관련이 있고, 목표의 초점에 따라 행동의 동기와 전략 및 정서가 달라지기 때문에 내용 특수적 성격을 갖고 있다고 할 수 있다(Clouinger *et al.*, 1993; Zimmerman, 1989). 그러므로 본 연구에서 창의성에 대해 일반적인 접근 방법보다는 영역 특수적인 접근 방법을 사용하여 학생이 창의성을 발휘하는 분야를 과학 교과로 한정하였다. 자기주도성도 학습의 영역 및 내용과 관련성이 깊기에 일반 학습, 과학 학습, 수업 주제 등 수준에 따라 그 양상이 어떻게 달라지는지 분석하였다.

영재 학생들은 독자적인 연구수행에 필요한 기술이나 태도를 체계적으로 학습할 필요가 있다. 즉, 영재 학생은 자신의 능력과 흥미를 기반으로 자기주도적으로 학습함으로써 자신의 잠재력을 온전하게 발휘할 수 있다. 자기주도성과 과학창의성이 밀접하게 관련된다면 자기주도적인 학습을 추구하는 교육 활동이 과학창의성 발현에도 긍정적인 영향을 끼칠 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 능동적인 참여와 창의적이고 비판적인 학습과정이 요구되는 초등과학영재 교수학습의 효과적인 구현을 위해 자기주도성과 과학창의성의 관계를 검증하고, 현재 영재 교육을 받는 학생을 두 요소의 수준에 따라 유형화하였을 때 어떠한 양상을 띠고 있는지 분석하였다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 설계

본 연구는 학습에 대한 자기주도성 검사지 및 과학창의성 평가 공식을 이용한 정량적 연구와 관찰 및 면담을 통한 정성적 연구를 병행하여 초등과학영재 학생의 학습 자기주도성과 과학창의성의 관계를 분석하였다. 영재 학생의 자기주도성을 세 가지 수준으로 나누어 ‘일반 학습에 대한 자기주도성 검사지’, ‘과학 학습에 대한 자기주도성 검사지’, ‘수업 주제 학습에 대한 자기주도성 설문조사’를 통해 조사하였고, 4주 동안 유압 기계에 대한 과학영재 프로그램을 실시한 후, 학생 결과물을 통해 과학창

의성을 평가한 정량적 데이터로 두 변인의 상관관계를 분석하였다. 정량적 데이터로 드러나지 않는 특성들을 알아내기 위해 관찰, 면담 등의 정성적 데이터도 함께 수집하여 분석하였다. 모든 연구 과정은 초등 과학 교육 및 영재 교육 석·박사 전공 교사 및 전공교수의 자문과 협의 과정을 거쳐 진행하였다.

2. 연구 대상 및 적용 주제

2016학년도 서울특별시 K교육지원청 영재원 과학 분야에 소속된 5학년 학생 40명을 대상으로 유압 기계 장치에 관한 과학 영재 수업을 실시하고, 그 학생 결과물과 자기주도성 검사 결과를 토대로 자료를 수집·분석하였다.

본 연구에 참여한 학생들은 서울특별시 K교육지원청에 소속된 각자의 학교에서 담임교사 및 학교 추천위원회의 추천을 거쳐 선발된 후, GED(Gifted Education Database) 기관심사 1단계인 창의적 문제 해결력 평가와 2단계인 면접 평가를 통해 과학 영재로 최종 선발된 학생들이다. 이처럼 여러 단계를 걸친 영재 선발 과정이 학생의 다각적인 측면을 고려한다고 판단하여 교육지원청 소속 영재 학생을 연구 대상으로 선정하였다. 또한 과학을 학습하는 3~6학년 학생 중에서 구체적 조작능력과 과학 탐구 능력이 일정 수준 이상 갖추어져 있고, 관찰이나 면담을 위한 접근과 자료 수집이 용이한 5학년을 연구 대상으로 선정하였다.

40명의 연구 대상자 중 자기주도성 검사 실시에 응하지 않거나 수업에 참석하지 않아 결과물이 누락된 6명은 제외하였다. 연구 대상의 구성은 남학생 29명과 여학생 5명으로 총 34명이다. K교육지원청 소속 초등 과학 영재원 5학년은 20명씩 2개 학급으로 구성되어 있다. 연구자는 그 중 1개 학급을 대상으로 과학 영재 수업을 하였으므로 영재 학생 20명을 심층적으로 관찰할 수 있었다.

자기주도성을 세 수준으로 나누어 연구한 까닭은 자기주도성이 ‘자신이 설정한 목표나 가치’와 깊은 관련이 있고, 목표를 성취하기 위해 학습자가 영역과 주제에 따라 질적으로 다른 행동 전략을 사용할 수 있기 때문이다. 즉, 목표의 초점에 따라 행동의 동기와 전략 및 정서가 달라지기 때문에 자기주도 학습의 초점을 일반 학습, 과학 학습, 수업 주제로 나누었을 때 그 양상이 어떻게 달라지는지 심층적

으로 분석하였다.

연구에 적용할 주제를 선정할 때 첫째, 과학 학습과 관련해서 특징이 명확히 구분되는 주제, 둘째, 학생 위주의 활동으로 구성하여 학생의 수업 태도를 관찰하기에 용이한 것, 셋째, 학생의 과학창의성을 평가할 수업 결과물을 도출할 수 있는 것을 고려하였다. 이 세 가지 조건에 따라 학생의 조작 활동, 모듈별 게임과 같은 협력 활동, 공학·수학·미술 등을 통합한 다양한 활동으로 수업을 구성할 수 있고, 과학창의성 관련 결과물을 도출할 수 있는 ‘기계 장치’로 주제를 선정하였다.

3. 자료 수집 및 절차

본 연구는 신뢰도와 타당도를 확보하기 위하여 다양한 방법으로 자료를 수집하였다. 먼저 학생의 자기주도성을 세 가지 수준으로 나누어 일반 학습에 대한 자기주도성 검사지, 이를 과학 학습의 맥락에 맞게 수정한 과학 학습에 대한 자기주도성 검사지, 수업 주제에 대한 자기주도성 설문 조사지를 개발하고 투입하였다. 또한 수업 후 학생결과물에 대한 과학창의성은 과학창의성 평가 공식에 따라 채점하였다. 검사지 외에도 수업 후 활동 만족도 조사, 면담과 수업 참여 관찰을 병행하여 자료를 수집하였다.

1) 일반 학습에 대한 자기주도성

본 연구에서는 일반적인 학습에 대한 자기주도성 검사로 김혜영 등(2010)이 개발한 초등학생용 자기주도적 학습능력 검사(SDLRS-KE-2010)를 사용하였다. 이 검사지는 Guglielmino(1977)의 SDLRS(Self-Directed Learning Readiness Scale)를 기본 틀로 하였고, 이를 김지자 등(1996)이 SDLRS-K-96에서 한국 성인 대상으로 수정하여 제시한 구성요인을 바탕으로 초등학생용으로 재구성한 것이다. 총 40문항으로 29개의 긍정문항과 11개의 부정문항으로 구성되어 있어 부정문항은 역산처리하였다. 각 문항의 응답방식은 “매우 그렇다”가 5점, “대체로 그렇다”가 4점, “보통이다”가 3점, “대체로 그렇지 않다”가 2점, “매우 그렇지 않다”가 1점인 5단계의 Likert 방식을 적용하였다.

SDLRS-KE-2010는 김혜영 등(2010)의 연구에서 초등 4학년, 6학년 학생을 대상으로 신뢰도 검사를 한 결과 Cronbach's α 값이 .91이었고, 전문검토위원의

로부터 내용 타당도를 검토 받았다. 본 연구에서는 연구 대상이 초등과학영재 5학년 학생이므로 검사 도구가 연구 목적과 대상에 부합하는지 타당도와 신뢰도를 재검토하여 현직교사이며 초등과학교육 또는 과학영재교육을 전공하는 석·박사 대학원생 16명, 과학교육 전문가 1인과 함께 수정·보완하였다. 전공자 혹은 전문가에게 타당도를 의뢰한 결과 5점 만점에 평균적으로 4.91점이었다. 신뢰도는 파일럿 테스트를 통해 전체적인 검사문항 및 구성요인에 대하여 측정하였고, 신뢰도가 떨어지는 문항은 본 검사에서 제외하였다. 검사 도구의 전체적인 신뢰도는 Cronbach's α 값이 .858이었다. 그러나 '학습 책임감', '학습에 따르는 인내심, 혼란', '학습 탐구심' 영역은 신뢰도가 각각 -.079, .177, -.110로 .5에 미치지 않아 세 영역은 자기주도적 학습 성향 검사에서 제외하였다.

2) 과학 학습에 대한 자기주도성

과학 학습에 대한 자기주도성 검사로 김혜영 등(2010)이 개발한 초등학생용 자기주도적 학습능력 검사를 본 연구의 목적에 맞게 과학 맥락으로 수정하였다. 긍정문항과 부정문항을 포함하여 구성하였고, 5단계 Likert 방식은 기존의 검사와 동일하다.

검사 도구의 타당도는 현직교사이며 초등과학교육 또는 과학영재교육을 전공하는 석·박사 대학원생 16명에게 의뢰한 결과, 5점 만점에 평균 4.91점이었다. 검사 도구의 전체적인 신뢰도는 Cronbach's α 값이 .927이었다. 그러나 '과학 학습 책임감', '과학 학습에 따르는 인내심, 혼란', '과학 학습 탐구심' 영역은 신뢰도가 각각 -.042, .312, .302로 .5에 미치지 않아, 세 영역은 자기주도적 학습 성향 검사에서 제외하였다.

3) 수업 주제에 대한 자기주도성

수업 주제에 대한 학생의 자기주도성, 흥미, 관련 체험 유무 등을 조사하였다. 자기주도성, 흥미와 관련된 것은 객관식 4문항으로 구성하였고, 각 문항에 대해 "매우 그렇다"가 5점, "대체로 그렇다"가 4점, "보통이다"가 3점, "대체로 그렇지 않다"가 2점, "매우 그렇지 않다"가 1점으로 총 20점 만점으로 채점되는 Likert 방식의 설문지이다.

기계나 도구 관련 체험 유무는 서술형 2문항으로 구성하였고, 학생이 자유롭게 서술하여 응답하게

하였다. 학생의 관련 체험은 과학자의 과학 활동과 인간 뇌의 구조 기능을 연계한 뇌기반 접근법(임채성, 2009)을 토대로, 학생이 자신의 흥미나 호기심을 바탕으로 학습 주제를 자발적으로 선택하고 학습을 실행하여 학습자 차원에서 지식을 구성하는 것을 기준으로 구조화하였다. 이 모형은 교실 수업뿐만 아니라, 교실 외에 현장체험학습, 방과 후 활동 등과 같이 학생이 일상생활에서 접하는 과학 관련 체험 활동의 본질을 설명할 수 있다. 예를 들어 학생이 기계에 관심이 많아 기계 관련 박물관이나 체험학습관에 가서 활동을 한다면 체험을 하는 과정 가운데 학습자 차원에서 기계에 대한 지식을 재구성하는 것이다.

학생의 응답을 분석하여 유형화한 결과, '관련 신문, 잡지, 서적, 인터넷 탐독', '관련 장소 견학', '학교 주최 프로그램 참여', '기계나 도구 분해', '기계나 도구 제작', '생활용품 개조', '관련 대회 참가', '기타' 총 8가지 활동 유형으로 분류할 수 있었다. 각 학생이 체험한 활동 유형의 수는 최소 0개에서 최대 4개였다.

4) 과학창의성

창의성의 정의는 200가지 이상이며(Weisberg, 1993), 창의성을 보여준다고 간주되는 특징들은 300가지 이상이고(Treffinger, 2009), 창의성 평가 기법도 100여 가지로 다양하다(Treffinger, 2002). 대부분의 정의는 공통적으로 독창성(참신성)과 유용성(적절성)을 포함한다(Sternberg, 1998). 따라서, 대부분의 연구자들은 창의성을 독창적이고 유용한 산물을 만들어내는 성향이나 능력(Mayer, 1999; Mumford, 2003; Sternberg, 1998)으로 정의한다. 임채성(2012)은 창의성을 정의하는 두 가지 핵심 속성인 독창성과 유용성, 창의성이 발현되는 영역, 창의성을 발휘하는 주체를 반영하여, 학생 과학창의성(student's scientific creativity)을 학생 수준에서 과학적으로 새로우면서 유용한 것을 만들어내는 능력으로(리틀-c 창의성), 과학자 과학창의성(scientist's scientific creativity)을 과학계에서 새로우면서 유용한 것을 만들어내는 능력으로(빅-C 창의성) 정의하였다. 본 연구에서는 과학 창의성을 초등학생 수준(리틀-c 창의성)에서 과학적으로 새롭고(독창성, 참신성), 유용한(적절성) 아이디어나 산물을 만들어내는 능력(임채성, 2014)이라는 의미로 사용하였고, 이에 따라 다음과 같은 과

과학의성 평가 공식(임채성, 2014)을 사용하였다.

$$SC = \left(1 - \frac{n-1}{N-1}\right) \times U$$

위 식에서 SC는 과학창의성(scientific creativity)이고, 아이디어의 독창성과 유용성을 평가하여 100점 만점으로 산출한다. N은 집단 구성원의 전체 수이고, n은 집단에서 특정 아이디어나 산출물을 제시한 학생의 수이다. $\left(1 - \frac{n-1}{N-1}\right)$ 항은 0에서 10 사이의 값을 나타내는데, 이는 아이디어의 고유한 정도, 즉 독창성을 나타낸다. 10에 가까울수록 그 아이디어가 참신함을 나타낸다. U는 산출물이나 아이디어의 과학적 적절성 및 타당도를 나타내는 요소로서, 0에서 10 사이의 값을 나타내는데, 평가자의 전문적 판단에 의해 채점된다. 이에 대한 신뢰도 확보를 위하여 현재 교육지원청 부설 초등과학영재를 지도하고 있으며, S교육대학교 교육전문대학원에서 초등영재 교육을 전공하는 교사 4인에게 채점을 의뢰하였다. 채점자 4인의 신뢰도는 Cronbach's α 값이 1~4주차 모두 .9 이상이었고, 평균 .97이었다. 과학 창의성이 독창성 점수와 유용성 점수의 곱으로 계산되는 것은 창의성이 이 두 요소 중 어느 한 가지만 충족시키는 것이 아니라 두 요소를 모두 충족시켜야 한다 ('original and useful', not 'original or useful')는 창의성의 정의를 반영한 것이다.

본 연구에서는 4주간의 영재 수업 프로그램에서 학생들의 결과물을 과학창의성 측면에서 분석하였다. 이 기간 동안 학생은 매주 유압 기계 장치에 대해 배우고 직접 조립한 다음 그것을 실생활에서 활용하는 아이디어를 구상한다. 아이디어는 학생이 제한없이 낼 수 있고, 그림과 글로 표현하게 하였다. 아이디어 수가 복수인 경우 각 아이디어의 창의성 점수를 평균한 값을 그 학생의 과학창의성 점수로 하여 분석에 사용하였다.

과학창의성 평가 공식을 통해 산출한 점수가 타당하고 신뢰할 만한 것인지 확인하기 위해 각 주차별 과학창의성과 1~4주차의 과학창의성 점수를 평균한 값의 상관관계를 분석한 결과, $r=.72$ 로 학생의 과학창의성이 일관성 있게 나타나고 있음을 확인할 수 있었다.

5) 관찰 및 면담

본 연구에서는 연구자 중 한 사람이 직접 수업을 하며 관찰하는 참여 관찰의 형태로 수업과 동시에 발표 횟수, 창의적 발표 횟수, 학생의 개별 행동과 모둠별 협력 활동 등을 기록하는 방식을 사용하였다.

참여 관찰을 하는 상황에서 관찰된 외현적 행동 만으로는 정확한 의미를 파악하기 어렵거나 불명확한 사항에 관해서는 해당되는 학생에게 직접 질문하거나 대화를 나누는 비형식 면담 방법을 사용하였다(박병기, 2004). 학생들을 대상으로 프로그램에 대한 만족도를 조사한 후 각 활동에 대해 만족하거나 불만족하는 이유를 개별적으로 질문하여 답변을 기록하는 방식으로 면담하였다.

4. 자료 수집 및 분석, 검사도구 타당화

본 연구에서 자료를 수집하고 분석한 방법은 다음과 같다.

초등과학영재학생의 세 가지(일반 학습, 과학 학습, 수업 주제)에 대한 자기주도성과 과학창의성은 I-STATISTICS 프로그램으로 상관관계를 분석하였다. 정량적 데이터로 확인되지 않는 특성과 관련된 자료는 수업자의 수업 관찰 기록과 학생 면담을 통해 수집하였다. 수집된 정성적 데이터는 정량적 데이터와 비교하여 분석하였다. 또한 자기주도성과 과학창의성 점수 각각을 상위와 하위 수준으로 나누어 상상, 상하, 하상, 하하의 네 집단으로 나누고, 개인별 수업 행동, 모둠별 협력 활동, 활동 만족도에서 나타나는 각 집단별 특성을 관찰 및 면담한 결과를 토대로 분석하였다.

본 연구의 타당도를 확보하기 위하여 사용한 방법은 다음과 같다.

검사 도구를 통해 수집한 학생의 자기주도성과 과학창의성에 대한 정량적 데이터가 학생의 실제 행동과 일치하는지를 확인하기 위해 연구자들 중 한 사람이 수업을 진행하며 직접 관찰하고 면담한 결과와 비교하였다. 본 연구에서 연구자는 1개 학급을 대상으로 영재 수업을 진행하면서 20명의 영재 학생을 심층적으로 관찰하였지만, 학생의 자기주도성 및 과학창의성과 관련된 개인별 특성에 관한 사전 정보가 없는 상태에서 관찰하였기 때문에 이 요인들의 측면에서 편향되지 않은 관찰을 했다고 할 수 있다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 초등과학영재 학생의 자기주도성과 과학 창의성의 상관관계

1) 일반 학습에 대한 자기주도성과 과학창의성의 상관관계

초등과학영재 학생의 일반 학습에 대한 자기주도성의 하위 요소와 과학창의성의 상관관계는 Table 1과 같다. 학생의 과학창의성을 1~4주차에 걸쳐 평균한 값은 일반 학습에 대한 자기주도성 점수와 정적 상관관계($r=.373$)를 보였다. 1~4주차에 걸쳐 평균한 값을 사용한 이유는 학생의 과학창의성을 일회로 평가한 결과보다는 일정 기간에 걸쳐 나타난 과학창의성을 평균한 값이 그 학생의 과학창의성을 더 잘 나타낸다고 보았기 때문이다. 이러한 평균값을 사용할 경우 학생의 개인적 상황과 환경에 따른 가변적이고 우연한 측정치가 아닌, 그 학생의 잠재된 능력 혹은 특성으로서의 과학창의성을 더 잘 나타낼 수 있다. 1~4주차의 과학창의성 평균값과 일반 학습에 대한 자기주도성 점수가 정적 상관관계를 나타내므로, 학생의 내재적 능력으로서의 과학창의성은 또 다른 내재된 특성인 자기주도 학습 성향과 밀접한 관계를 맺고 있다고 볼 수 있다. 과학창의성 평균값은 구성요인 중 ‘자발적 주도성, 창의성’과 가장 높은 상관관계($r=.503$)를 보였다.

일반 학습에 대한 자기주도성과 과학창의성이 유의한 상관관계를 보인 것은 ‘자발적 주도성, 창의성’ 요인을 구성하는 문항이 창의성과 관련이 높고, 영재 수업에서 학생이 자발적으로 참여할수록 고차원적 사고 능력이 발휘되어 더 창의적인 아이디어가 떠

오르기 때문이라고 해석된다(오현석 등, 2007; Chavez-Eakle et al., 2006).

2) 과학 학습에 대한 자기주도성과 과학창의성의 상관관계

초등과학영재 학생의 과학 학습에 대한 자기주도성 점수와 구성요인별로 과학창의성과의 상관관계를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 학생의 과학창의성을 1~4주차에 걸쳐 평균한 값은 과학 학습에 대한 자기주도성 총점과 유의한 상관관계가 나타나지 않았다($r=.294$). 다만 과학창의성 평균값은 구성요인 중 ‘과학 학습에 대한 사랑, 신념’($r=.317$)과 유의한 상관관계를 보였다. 또, 구성요인 중 ‘과학 학습자신감, 과학 학습의욕’($r=.333$)은 3주차에 측정한 과학창의성과 유의한 상관관계를 보였다.

과학 학습에 대한 자기주도성과 과학창의성의 상관성이 나타나지 않은 이유를 알기 위해 일반과 과학 두 학습에 대한 자기주도성 점수의 상관관계, 평균 및 표준편차, 최댓값과 최솟값의 차를 분석하였다. 일반과 과학 학습에 대한 자기주도성의 상관성은 $r=.649$ 로 매우 유의한 수준으로 나타났다. 표준편차는 일반 13.00점, 과학 14.53점으로 차이가 거의 없었으나, 평균 점수는 일반 130.26점, 과학 139.15점으로 과학 학습에 대한 자기주도성이 일반 학습에 대한 자기주도성보다 약 9점 높았다. 최댓값은 일반 155점, 과학 157점, 최솟값은 일반 95점, 과학 105점으로 최댓값과 최솟값의 차가 일반은 60점, 과학은 52점이었다. 일반 학습에 대한 자기주도성의 범위가 과학 학습에 대한 자기주도성의 범위보다 8점 많다.

Table 1. Correlation between general self-directedness and scientific creativity

(N=34)

변인	하위요소	과학창의성				
		1주차	2주차	3주차	4주차	1~4주차 평균
일반 자기주도성	학습에 대한 사랑, 신념	0.163	0.192	0.260	0.191	0.287
	학습자신감, 학습의욕	0.058	0.094	0.105	0.131	0.141
	자발적주도성, 창의성	0.273	0.405*	0.433**	0.378*	0.503**
	학습자 자신의 이해	0.037	0.319	0.164	0.339*	0.276
	학습 독립성	-0.037	0.203	0.311	0.075	0.195
	학습의 미래지향성	0.180	0.123	0.252	0.067	0.205
	총점	0.158	0.314	0.329*	0.293	0.373*

* $p<0.05$, ** $p<0.01$.

Table 2. Correlation between scientific self-directedness and scientific creativity

(N=34)

변인	하위요소	과학창의성				
		1주차	2주차	3주차	4주차	1~4주차 평균
과학 자기주도성	과학 학습에 대한 사랑, 신념	0.244	0.238	0.296	0.146	0.317*
	과학 학습자신감, 과학 학습의욕	0.171	0.232	0.333*	0.145	0.285
	과학 학습에 대한 자발적주도성, 창의성	0.056	0.216	0.221	0.252	0.233
	과학 학습에 있어 학습자 자신의 이해	0.087	0.234	0.220	0.110	0.216
	과학 학습 독립성	-0.125	0.233	0.164	0.072	0.091
	과학 학습의 미래지향성	0.198	0.094	0.208	0.157	0.227
	총점	0.138	0.277	0.307	0.188	0.294

* $p < 0.05$.

이를 고려할 때, 검사 도구가 측정하려는 특성의 상위 수준에 속한 사람들을 제대로 변별하지 못하는 천장효과(ceiling effect)의 가능성으로 인해(박병기, 2004; Rifkin, 2005) 과학 학습에 대한 자기주도성과 과학창의성에서 유의한 상관관계가 나타나지 않았다고 추론할 수 있다. 또한 영재 학생 40명 중 검사에 응하지 않거나 불완전한 검사로 인해 누락된 자료를 제외하면 34명의 검사 결과만이 수집되었는데, 이로 인해 자료의 범위가 제한되어 상관이 과소 추정되었을 가능성도 있다(김아영 등, 2016; Bordens & Abbott, 2002). 그러므로 이에 대해 추후 더 많은 학생을 대상으로 연구를 실시하여 분석해볼 필요가 있다.

3) 수업 주제에 대한 자기주도성과 과학창의성의 상관관계

초등과학영재 학생의 수업 주제에 대한 자기주도성의 자기 평가 점수 및 관련 활동 유형의 수와 과학창의성을 상관 분석한 것은 Table 3과 같다. 학생의 과학창의성을 1~4주차에 걸쳐 평균한 값은 수업 주제(기계)에 대한 자기주도성을 학생이 자기평

가한 점수와 정적인 상관관계($r=.420$)를 보였다. 이는 수업 주제에 대해 학생이 평소 자발적으로 참여하는 태도, 주도성, 흥미 등의 요소로 그 주제에 대한 과학창의성 발현 정도를 어느 정도 예측할 수 있음을 시사한다.

또한 과학창의성 점수는 수업 주제(기계)와 관련하여 학생이 경험한 활동 유형의 수와 정적인 상관관계($r=.350$)를 보였다. 학생이 경험한 활동 유형의 수는 수업 주제와 관련하여 주도적이고 자발적인 경험을 얼마나 다양하게 했는지를 나타내는 중요한 지표들 중 하나라고 할 수 있다. 본 연구 대상 학생들의 응답 내용은 ‘관련 신문, 잡지, 서적, 인터넷 탐독’, ‘관련 장소 견학’, ‘학교 주최 프로그램 참여’, ‘기계나 도구 분해’, ‘기계나 도구 제작’, ‘생활용품 개조’, ‘관련 대회 참가’, ‘기타’ 총 8개의 활동 유형으로 분류할 수 있었다. 학생이 정규 수업 외에 이러한 활동을 했다는 것은 기계에 관심이 많고 그에 대하여 자기주도적으로 탐구하는 태도를 가지고 있음을 나타낸다. 이는 수업 주제와 관련하여 주도적이고 자발적인 경험을 얼마나 다양하게 했는지가 과학영재수업 상황에서의 과학창의성 발현

Table 3. Correlation between topic-related self-directedness and scientific creativity

(N=34)

변인	하위요소	과학창의성				
		1주차	2주차	3주차	4주차	1~4주차 평균
수업 주제 자기주도성	자기 평가 점수	0.378*	0.331	0.287	0.219	0.420**
	관련 활동 유형 개수	0.212	0.438**	0.172	0.278	0.350*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

에 의미 있는 영향을 줄 수 있음을 시사한다.

임채성(2009)은 뇌기반 접근 방식을 통해 인지적 영역에 치우친 추상적인 이론이나 개념, 원리 학습 보다는 과학의 정의적, 행동적 요소도 과학 교육에 고루 포함하여 정의적·행동적·인지적 영역에 관여하는 각기 다른 뇌의 부위별 기능을 균형적이고 통합적으로 발달시킬 수 있음을 밝혔다. 이 접근법은 교실 수업 외에 학생이 일상생활에서 접하는 체험 활동의 본질을 설명할 수 있다. 평소에 학생이 주제와 관련하여 현장체험학습, 방과 후 활동 등과 같은 체험 활동을 하는 것은 자발적이고도 주도적으로 흥미에 기반하여 그 주제를 선택했을 가능성이 높으며, 그 주제에 대하여 정의·행동·인지 영역과 관련된 뇌 영역의 활용과 그를 통한 발달을 촉진할 수 있다.

창의력을 기르기 위해서 좌우반구가 균형 있게 발달하여 긴밀하게 상호작용하는 것이 필요하다(Jensen, 2000; Shook, 1981). 좌·우뇌의 기능을 통합하여 활성화시키는 전뇌 창의성 프로그램이 뇌의 일부를 자극하는 프로그램에 비하여 아동의 창의성 발달에 효과적인 영향을 미침을 밝힌 연구(송연자와 이윤옥, 2004; 최선영, 1999)를 통해 다양한 체험 활동에 따른 균형 있고 통합적인 뇌 자극이 독특하고 참신한 아이디어나 많은 양의 아이디어를 산출하는데 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 추론할 수 있다. 본 연구에서 조사한 수업 주제에 대한 다양한 체험 활동의 수는 뇌과학적 측면에서 그 분야에 대한 정보 자극을 통해 다양한 뇌 부위의 기능을 활용한 기회를 반영한다고 할 수 있다. 따라서 다양한 체험 활동을 접해 볼수록 많은 정보를 받고, 뇌의 다양한 부위를 활성화시켜서 과학적으로 새롭고 유용한 산물을 더 많이 만들어낼 수 있는 가능성, 즉, 과학창의성을 발휘할 가능성이 더 높다.

4) 일반 학습, 과학 학습, 수업 주제에 대한 자기 주도성과 과학창의성의 상관관계

앞선 연구 결과를 종합하여 분석·논의하기 위해 Table 4와 같이 초등과학영재 학생의 일반 학습, 과학 학습, 수업 주제에 대한 자기주도성과 과학 창의성의 상관관계를 비교하였다. 세 유형의 자기 주도성 중 수업 주제에 대한 자기주도성 점수가 과학 창의성 점수와 가장 높은 상관관계($r=.420$)를 보였고, 일반 학습에 대한 자기주도성 점수는 두 번째로 높은 상관관계($r=.373$)를 보였다. 수업 주제와 관련한 학생이 경험한 활동 유형의 수는 세 번째로 높은 상관관계($r=.350$)가 나타났고, 과학 학습에 대한 자기주도성은 유의한 상관관계가 나타나지 않았다($r=.294$).

초등과학영재학생의 자기주도성은 일반 학생보다 유의하게 높은 수준이나, 영재 집단 내에서도 자기주도성의 수준은 하위요인별로 다양하다(안초희와 정현철, 2006; 정미선, 2008; 정은숙과 안도희, 2009; Ablard & Lipschultz, 1998). 각 수업에서 발현된 영재 학생의 과학창의성도 다양한 수준으로 나타났다.

자기주도성 중에서도 수업 주제에 대한 자기주도성과 같이 수업과의 관련성이 높은 자기주도성은 과학창의성과 높은 상관관계를 가졌다. 평소 수업 주제에 대한 자기주도적 학습 성향은 수업 현장에서 학생의 자발적이고 적극적인 태도와 밀접한 관련을 맺고 있는데, 이러한 태도가 학생의 창의적 사고 능력과 창의적인 아이디어를 제시할 가능성에 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 또한 과학 학습에 대한 자기주도성은 과학창의성과 유의한 상관성이 없고, 수업 주제에 대한 자기주도성이 과학 창의성과 가장 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났으므로, 과학 교과에 대한 일반적이고 이론적인 학

Table 4. Comparison of the correlation among three types of self-directedness and scientific creativity (N=34)

변인	과학 창의성					
	1주차	2주차	3주차	4주차	1~4주차 평균	
일반 자기주도성	0.158	0.314	0.329*	0.293	0.373*	
과학 자기주도성	0.138	0.277	0.307	0.188	0.294	
수업 주제 자기주도성	자기 평가 점수	0.378*	0.331	0.287	0.219	0.420**
	관련 활동 유형 개수	0.212	0.438**	0.172	0.278	0.350*

* $p<0.05$, ** $p<0.01$.

습보다는 특정 주제와 관련된 구체적인 활동을 하는 것이 과학창의성 발현에 긍정적인 영향을 줄 수 있다고 추론할 수 있다.

2. 초등과학영재학생의 자기주도성과 과학 창의성의 수준에 따른 유형별 특징

1) 자기주도성과 과학창의성의 수준에 따른 유형별 특징

본 연구에서는 정량적 자료를 더 심층적으로 분석하기 위하여 영재 학생의 자기주도성과 창의성의 수준에 따라 4집단으로 나누어 집단별로 관찰과 면담을 통해 정성적 연구를 병행하였다. 본 연구에 참여한 39명의 학생을 대상으로 일반 학습에 대한 자기주도성과 과학창의성 점수 각각의 중앙값을 기준으로 상·하 수준에 따라 학생들을 4가지로 유형화한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5에서 알 수 있는 바와 같이, 일반 학습에 대한 자기주도성과 과학창의성이 모두 높은 HH형이 15명(38.5%)으로 가장 많았고, 자기주도성은 높지만 과학창의성은 낮은 HL형이 5명(12.8%)으로 가장 적었다. 관련 연구에 따르면, 자기주도성이 낮으면 창의성도 낮고, 자기주도성이 높으면 창의성도 높은 경향을 보인다(정미경, 2007; 손향숙, 1997; Cox, 2002; Pesut, 1990). 그러므로, 본 연구에서는 HH, LL형은 일반형(ordinary type)이라고 할 수 있다. 이 중 자기주도성과 과학창의성이 모두 높은 HH형이 영재 교육적 측면에서 가장 이상적이고 보편적이라고 할 수 있다. 이 4가지의 유형 중 자기주도성은 높지만 과학창의성은 낮은 고주도-저창의(HL) 유형과 자기주도성은 낮지만 과학창의성은 높은 저주도-고창

Table 5. Distribution of students according to the levels of self-directedness for general learning and scientific creativity

		과학창의성	
		하위(L)	상위(H)
일반학습 자기 주도성	상위 (H)	HL형 (고주도-저창의형) 5(12.8)	HH형 (고주도-고창의형) 15(38.5)
	하위 (L)	LL형 (저주도-저창의형) 11(28.2)	LH형 (저주도-고창의형) 8(20.5)

의(LH) 유형은 특이형(extraordinary type)이라고 명명할 수 있다.

세 자기주도성 유형 중 일반 학습에 대한 자기주도성이 과학 학습에 대한 자기주도성과 수업 주제 관련 자기주도성에 비하여 일반화가 용이하고, 교수·학습 방법, 모둠 활동 구성 등 여러 분야에 적용하여 교육적 함의를 이끌어낼 수 있으므로 일반 학습에 대한 자기주도성과 과학창의성의 수준에 따라 유형화하여 각 유형의 구체적 사례와 주요 특징을 모둠 활동 관찰, 개인별 수업 활동 관찰, 학습 활동 흥미도 분석 등을 통해 다각도로 해석하고 논의한다.

2) 영재 학생들의 자기주도성-과학창의성 유형에 따른 모둠 활동 특징

본 연구에서 심층적으로 관찰한 20명의 학생들은 4명이 1개조가 되어 총 5개의 모둠으로 구성하였다. 모둠의 구성과 좌석은 학생의 성적, 태도 등 개인적 특성과 관계없이 무작위로 배치하였다. 연구자는 영재 수업과 영재 학생 관찰을 동시에 진행하였고, 있을 수 있는 편향을 최소화하기 위하여 학생의 자기주도성, 과학창의성 등 개인별 특성에 관한 정보를 사전에 가지고 있지 않은 상태에서 관찰하고 기록한 결과를 토대로 협력 순위에 따라 모둠원들의 자기주도성-과학창의성 유형을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

협력이 잘 이루어지는 순위는 각 수업 시간에 모둠원들이 유기적으로 협력해야 성공도가 높은 활동에 대하여 게임 활동 득점 순위, 모둠원들이 함께 조립하는 활동을 완료한 순서를 근거로 하여 결정하였다. 공동 1위와 2위를 한 2모둠, 4모둠, 1모둠의 경우 HH형이 4명 중 3명으로 높은 비율을 차지하고 있다. 실제로 수업에서 LL형이나 LH형인 1명

Table 6. Composition of groups according to cooperation ranking

협력 순위	모둠 번호	모둠원의 자기주도성-과학창의성 유형
1	2	HH형 3명, LL형 1명
	4	HH형 3명, LH형 1명
2	1	HH형 3명, LL형 1명
3	3	HL형 2명, LH형 1명, LL형 1명
4	5	HH형 1명, HL형 1명, LH형 1명, LL형 1명

의 학생이 포함된 이 모둠들에서 HH형인 나머지 3명의 학생의 주도로 협력하는 분위기에 동참하는 것을 관찰할 수 있었다. 마지막 순위인 5모둠의 경우, 4가지 모든 유형의 학생들이 1명씩 포함되어 있다. 이처럼 자기주도성-과학창의성 유형이 다양한 모둠에서는 활동을 할 때 목표 의식이 분산되었고, 개인별 특성이 서로 달라 협력에 어려움이 많았다. 3위인 3모둠의 경우도 5모둠보다는 양호한 편이었지만 개인별 제작 혹은 모둠별 활동에 집중하지 못하는 경향을 보였다.

위 사례들을 통해 학생의 자기주도성 특징을 고려하여 모둠을 구성하는 방법이 미치는 영향을 고찰해 볼 수 있다. 동질집단과 이질집단 구성의 효과는 협동학습의 목적, 학습 주제, 학습 환경 등에 따라 달라질 수 있다(Slavin, 1996). 즉, 학습 주제가 영재 혹은 일반 학생인가에 따라 같은 학습 주제라도 동질집단 구성이 효과적일 수도 있고 비효과적일 수도 있다. 그런데 협동학습의 목적이 학습 능력 수준이 낮은 학생을 동료가 도와주는 데 있다면 이질집단으로 구성하는 것이 바람직하고, 중간 단계의 학생이 더 높은 단계에 이르도록 하는 데 있다면 동질집단으로 구성하는 것이 바람직하다(Marzano *et al.*, 2001).

Hill(1986)은 학생의 능력 수준을 상·중·하로 나누었을 때, 이질집단에 속한 상위 학생이 중·하위 학생으로부터 학업적 이득을 얻지 못하고, 오히려 중·하위 학생은 상위 학생의 학습을 방해할 우려가 있다고 주장한다. 같은 맥락에서 본 연구에서는 상대적으로 협력 순위가 낮았던 3모둠, 5모둠에서 LH형과 LL형의 학생들이 모둠 활동을 방해하고 해야 할 활동을 제대로 마치지 않은 채 돌아다니거나 장난치는 모습을 관찰할 수 있었다. 그러므로 영재 학급에서는 동질집단으로 구성하는 것이 협동학습의 목적에 부합한다고 볼 수 있다.

영재 학생은 다른 영재 학생과 함께 모둠을 이룰 때 일반 학생과 모둠을 이룰 때보다 효율적이고 생산적으로 학습하며, 모둠의 생산성은 모둠 내 영재 학생 수와 직접적으로 관련 있다(Kenny, 1995; Neber *et al.*, 2001). 영재 학생 사이에서도 자기주도성과 과학창의성의 수준에 다양성이 존재함을 고려할 때, 자기주도적이고 창의적인 활동에서 모둠의 생산성은 두 특성이 높은 수준의 학생 수와 관련이 있다. 본 연구 상황에서는 창의적인 아이디어를 내어 더

효율적으로 움직이는 유압 기계 장치를 만들어야 게임에서 승리할 수 있는 모둠 활동의 특성 때문에 자기주도성과 과학창의성이 높은 학생들이 많은 모둠은 협력이 잘 이루어졌다고 할 수 있다. 또한 모둠원이 함께 조립하는 활동을 빠르게 완료하기 위해서는 모둠원이 목표 의식을 공유하고, 모둠 내 도움이 필요한 학생을 자발적으로 도와야 하므로, 목표 의식이 분산되었던 집단보다는 모둠원 간 수준 차가 많이 나지 않아 보조를 맞출 수 있었던 집단이 과제를 신속하게 완료할 수 있었다.

본 연구에서는 자기주도성과 과학창의성이 모두 높은 HH형의 학생들이 더 많은 모둠일수록 모둠원 간에 협력적 태도를 더 많이 보였고, 게임, 상호 교수 같은 모둠별 활동이 잘 이루어졌기 때문에, 영재 학급에서 동질집단 구성의 효과를 극대화하기 위해 학생의 수준을 나눌 때에 자기주도성과 과학창의성의 특성을 고려하여 이 특성이 상위 수준인 학생의 비율을 높게 하여 집단을 구성하는 방안을 생각해볼 수 있지만, 모든 모둠을 이렇게 구성하는 것은 현실적으로 불가능하기 때문에 이 요인들과 관련하여 모둠을 구성하는 방식에 대해서는 더 체계적인 후속 연구가 필요하다.

또한 임채성(1997)은 서로 다른 학생이 아이디어를 공유함으로써 각 개인에게는 없거나 활성화되지 않았던 더 새롭고 높은 차원의 아이디어가 창발될 수 있다고 설명하였다. 본 연구에서 상대적으로 협력 순위가 높았던 1모둠, 2모둠, 4모둠에서 서로 도움이 되는 긍정적 상호작용이 활발하게 이루어졌고, 그에 따라 조립·제작하는 개별 활동과 협력하여 성취를 이루어내는 모둠별 활동이 잘 이루어졌는데, 구체적으로는 학생들끼리 모둠 안에서 서로 토론하는 모습을 통해 확인할 수 있었다. 학생들은 유압 기계 장치를 조립하는 과정에서 실수로 부품을 잘못 조립했거나, 순서가 혼동되는 부분이 있으면 다른 모둠원에게 알려주었고, 접합처럼 조장이 어려운 부분은 더 쉬운 방식을 서로 제시하였다. 또한 게임 활동에서 더 효율적으로 목표를 달성하기 위한 전략이 떠오르면 자유롭게 제안하여 아이디어를 공유하는 과정에서 가장 효과적인 방식을 학생들 스스로 찾아낼 수 있었다. 자기주도적이고 과학창의성이 높은 학생들이 아이디어를 적극적으로 제시하고 교환하여 더 높은 차원의 아이디어를 새롭게 만들어 나가는 모습을 통해 자기주도성, 과학

창의성의 수준에서 동질적으로 구성된 집단의 긍정적인 면을 관찰할 수 있었다.

3) 영재 학생들의 자기주도성-과학창의성 유형에 따른 개인 활동 특징

과학 영재 학생의 개별 수업 모습을 관찰한 결과, 각 학생의 자기주도성-과학창의성 유형에 따른 수업 중 개인 활동의 특징은 Table 7과 같다.

Table 7에서 자기주도성과 과학창의성 점수와 실제 수업에서 나타난 학생들의 행동이 거의 일치하는 것을 알 수 있다. 자기주도성이 높을수록 수업 참여 태도와 모둠별 협력 정도가 높고 발표에 적극적으로 참여하는 등 행동 특성으로만 봤을 때 교사가 바람직한 학생으로 간주할 가능성이 높다. 자기주도성은 높지만 과학창의성이 낮은 학생의 경우, 발표에는 적극적이거나 창의적인 아이디어를 내는 경우는 적었다. 또한 집중력, 이해력, 조작 능력 등 인지·기능적 능력이 떨어지는 학생도 있었다.

과학창의성이 높을수록 수업 상황에서 창의적인 아이디어를 내는 경향이 높았다. 하지만 과학창의성이 높다고 해서 수업에 적극적으로 참여하거나 발표를 자주 하는 것은 아니므로 소극적인 학생의 경우 창의적으로 사고하는지 여부를 파악하기 어려

웠다. 또한 과학창의성이 높지만 자기주도성은 낮은 학생의 경우, 수업 참여 태도와 모둠별 협력 정도가 낮은 경향을 보였다.

이상의 연구 결과는 영재집단에서도 자기주도성이 높은 학생들은 상대적으로 과학에 대한 높은 인지적 능력뿐만 아니라, 긍정적인 정서적 태도도 가지고 있고(윤초희와 정현철, 2006; 정미선, 2008; 정은숙과 안도희, 2009; Pekrun *et al.*, 2002; Pintrich, 2003), 학습태도가 자기주도성과 비교적 높은 정적 상관관계를 가지고 있다(하주영, 2011; Pintrich, 1995)는 연구 결과와 맥락이 같다. 또한 영재 학생들이 일반 학급의 학생들보다 뛰어난 과학적 태도, 창의성 및 문제 해결력을 지니고 있고(박민정과 전동렬, 2008; Caleon & Subramaniam, 2008; Harty & Beall, 1984), 자기주도 학습 성향도 뛰어나나 자기주도 학습 전략 사용에 있어 영재들 사이에서도 개인차가 있다(Ablard & Lipschultz, 1998)는 연구결과와 관계가 깊다. 영재 학생은 자기주도성과 과학창의성이 높을 것이라는 일반적인 예상에서 벗어나는 유형의 학생들의 개별 관찰을 통하여 학습 태도, 발표력, 수업 현장에서의 창의성 등을 구체적으로 조사·분석할 수 있다.

이에 따라 창의적이지만 소극적인 학생의 경우, 적극성을 요구하는 발표보다는 자신의 생각을 글이나 그림으로 표현하는 방법으로 지도하고, 자기주도성이 높아 적극적이지만 덜 창의적인 학생의 경우 발표만 하기보다는 자신의 생각을 기록하여 발표 전에 아이디어의 참신성과 과학적 유용성·타당성을 반성적으로 검토할 수 있도록 지도하는 방안을 제안한다.

Table 7. Characteristics of individual students' activities by the levels of self-directedness and scientific creativity

유형	활동의 주요 특징
HH형	· 자기주도성과 과학창의성이 모두 높음. · 대체로 학습 태도와 모둠별 협력 태도가 우수한 편임. · 발표에 적극적으로 참여하고 창의적 아이디어를 발표하나, 그중 2명은 발표에 매우 소극적임.
HL형	· 자기주도성이 높고 과학창의성은 낮은 유형. · 대체로 학습 태도와 모둠별 협력 태도가 양호한 편임. · 3명 모두 발표를 열심히 하나, 그중 창의적 아이디어를 내는 학생은 1명임. · 3명 중 1명은 집중력과 창의성이 낮고, 활동의 요지와 학습의 핵심을 파악하는 데 어려움이 있음.
LH형	· 자기주도성은 낮고 과학창의성이 높은 유형. · 학습 태도와 모둠별 협력 태도가 불량한 편임. · 3명 모두 발표를 열심히 하는 편이고, 그중 2명은 창의적 아이디어를 냄.
LL형	· 자기주도성과 과학창의성이 낮은 유형. · 학습 태도와 모둠별 협력 태도가 불손하거나, 매우 조용하고 소극적인 두 가지 경향으로 나뉨. · 4명 중 2명은 발표를 가끔 하고, 2명은 전혀 하지 않음. · 발표하는 학생의 경우, 간혹 창의적인 아이디어를 냄.

4) 유압 기계 학습에서 자기주도성-과학창의성 유형별 만족도

4주간의 유압 기계 학습 프로그램을 마친 뒤 영재 학생들에게 만족도가 가장 높았던 활동 3개를 선정하게 하는 설문 조사를 실시하였다. 대부분의 학생들(76.9%)이 ‘만든 유압 기계 팔로 과자나 종이컵 옮기기’, ‘만든 유압 프레스로 치즈 샌드위치 꾸미기’ 같은 역동적이고 외현적인 흥미 위주의 활동을 제시하였다. 선행 연구에 따르면, 우리가 일반적으로 놀이로 분류하는 활동, 즉 단순한 호기심이나 휴양 및 오락과 관련 있는 활동이 지적 활동에 대한 동기를 부여한다(Gagné & Deci, 2005; Berlyne, 1960).

샌드위치 꾸미기, 과자나 종이컵 옮기기 같은 게임 활동은 놀이에 가까운 활동으로 초등학생에게 학습 동기를 부여할 수 있는 활동이다.

반면, 39명 중 9명(23.1%)의 학생들은 ‘장치를 실생활에 활용할 방법을 글과 그림으로 구상하는 활동’과 ‘내가 만든 장치를 수정·보완하여 글과 그림으로 적는 활동’ 등 창의성이 요구되지만 상대적으로 더 정적인 활동에 높은 만족감을 나타냈다. 다음은 ‘장치를 실생활에 활용할 방법을 글과 그림으로 구상하는 활동’에 대한 만족도가 높은 학생들을 대상으로 그 이유를 질의·면담한 내용이다.

<장치를 실생활에 활용할 방법을 글과 그림으로 구상하는 활동에 대한 면담>

교사: 내가 만든 장치를 실생활에 활용할 방법을 구상하는 활동을 가장 좋았던 활동 3가지에 넣은 이유가 무엇이니?

강*준(HH): 배운 것을 실생활에 쓸 수 있다는 것을 알 수 있어서요.

김*희(HH): 창의력을 기를 수 있고 직접 생각해 보아서요.

김*진(HH): 배운 것을 복습하고, 생각하는 힘이 길러졌어요.

김*수(HL): 실생활에 직접 적용해 창의성을 끌어낼 수 있어서요.

김*준(LH): 유압의 원리에 대한 창의성을 함께 기를 수 있었어요.

구*빈(HH): 창의력을 기를 수 있었어요.

박*수(LH): 나의 아이디어를 증폭해서 좀 더 많은 생각을 할 수 있었어요.

유*중(HL): 실생활에 쓸 수 있는 유압 장치를 생각할 수 있어서요.

위 면담 내용에서 알 수 있는 바와 같이 유압 장치를 실생활에 활용할 방법을 구상하는 활동에 만족하였던 학생들은 배운 것을 복습하고 실생활에 활용, 유압의 원리를 적용, 창의력 향상, 아이디어 증폭을 통한 사고력 향상 등 활동의 목적을 명확하게 인식하고 있었다. 비록 정적인 활동일지라도 자신의 삶에 도움이 되고 관련성이 높다고 판단하여 활동에 만족하였다. 다음은 ‘내가 만든 장치를 수정·보완하여 글과 그림으로 적는 활동’에 대한 만족도가 높은 학생들을 대상으로 그 이유를 질의·면담한 내용이다.

<내가 만든 장치를 수정·보완하여 글과 그림으로 적는 활

동에 대한 면담>

교사: 내가 만든 장치를 수정·보완하는 활동을 가장 좋았던 활동 3가지에 넣은 이유가 무엇이니?

김*진(HH): 파스칼의 원리를 더 확실하게 알 수 있었기 때문이에요.

박*수(LH): 나의 생각을 뒤돌아 볼 수 있어서요.

위*연(HH): 그저 수업으로 끝나지 않고 상상해보고 복습할 수 있어 기억에 남아요.

위 면담 내용에서 알 수 있는 바와 같이 장치를 수정·보완할 방법을 구상하는 활동에 만족하였던 학생들은 원리를 확실하게 이해, 나의 생각을 추적하여 개선, 상상해보고 복습한다는 데 비중을 두었다. 쉽게 재미를 느낄 수 있는 활동이 아닐지라도 학습자 고유의 특성에 따라 수정·보완해 보는 활동에서 의미를 발견하여 긍정적으로 지각한 것이다.

창의성이 요구되는 정적인 활동에 만족한 9명의 학생들이 자기주도성-과학창의성의 4유형 중 어느 유형에 속한지 분석한 결과, 9명 중 5명(55.6%)이 자기주도성과 과학창의성이 모두 높은 HH형이었고, 2명(22.2%)은 과학창의성이 낮은 HL형, 2명(22.2%)은 자기주도성이 낮은 LH형이었다. 그렇게 답한 학생들 중 자기주도성과 과학창의성이 모두 낮은 LL형은 없었다.

또한 39명 중 흥미 위주의 활동을 선호하였던 30명의 학생들이 속하는 4가지 유형을 분석한 결과, HH형에 속하는 15명 중 10명, HL형에 속하는 5명 중 3명, LH형에 속하는 8명 중 6명, LL형에 속하는 11명 중 11명이 역동적이고 외현적인 활동에 만족하는 것으로 나타났다.

같은 활동에 대한 만족도가 이처럼 다양하게 나타난 것은 과제 곤란도, 자기관련성, 인지적 불일치, 추론 등은 학습자 고유의 특성에 따라 다르게 지각되어 동일한 과제나 학습 활동이라도 학습자에 따라 흥미를 느끼는 정도가 다르기 때문이라고 해석할 수 있다(Ames, 1992; Berlyne, 1960; Schunk *et al.*, 2012). 이처럼 학습자의 생활과 관련성이 높아 유용하다고 인식되는 학습 내용이 상황적 흥미 유발에 긍정적인 영향을 주므로 학습자의 관심과 지적 수준에 적합하도록 학습활동을 제시해야 한다(Ambrose *et al.*, 2010; Bransford *et al.*, 1999). 또한 상황에 의해 야기되는 흥미가 학습자의 내재동기로 발달하는 과정에는 상황에 대한 학습자의 관여, 인지적 경험, 자기주도성이라는 조건이 필요한데(Hidi, 1990), 본

연구에서는 학생들이 원리를 적용·활용 방안을 탐색하는 활동에 대해서는 능동적으로 참여하여 과학 창의성과 관련한 인지적 도전을 하게 되므로 자기 주도성과 과학창의성이 높은 학생일수록 창의적인 문제 해결 활동에 흥미를 더 많이 느낀다고 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서 초등과학영재학생의 세 가지 자기주도성과 과학창의성의 상관관계를 분석하고, 두 요소의 상·하 수준에 따라 네 집단으로 유형화하여 분석한 결과, 다음과 같은 결론과 제언을 할 수 있다.

첫째, 자기주도성과 과학창의성은 유의한 상관관계를 보였고, 자기주도성이 높을수록 과학창의성도 높았다. 그러므로 과학 영재 교육에서 과학창의성 향상을 위한 프로그램이나 수업을 계획·실행할 때 학생의 자기주도성 요인도 함께 고려할 필요가 있다.

둘째, 자기주도성 중에서도 수업 주제에 대한 자기주도성과 같이 구체적인 맥락에서 과학창의성과 높은 상관관계를 나타냈으므로 과학 영재 학생은 교과 활동 외에 평소 다양한 주제에 대해 관심을 갖고, 자기주도적으로 탐구하려는 태도를 개발해야 한다.

셋째, 과학 영재 학생은 자기주도성과 과학창의성이 모두 높은 HH형이 가장 높은 비율을 차지하였으나, 그러한 경향성에서 벗어나는 HL, LH형도 존재하였다. 영재 교육적 측면에서 자기주도성과 과학창의성이 모두 높은 것이 바람직하지만, 어느 한 쪽이 떨어지는 학생의 경우 부족한 능력을 보완하여 두 요인이 더 긴밀하게 상호 연계되게 할 방안을 모색할 필요가 있다. 그러므로 HL, LH, LL형 학생들의 정서적·행동적·인지적 특성을 심층적으로 연구하는 것이 필요하다. 또한 자기주도성과 같이 잠재된 능력을 갖춘 학생이 선발될 수 있도록 영재 선발 과정을 검토하는 것도 필요하다.

넷째, 이질집단의 효과에 대해서는 연구들마다 의견이 다르고 논란이 많지만, 본 연구에서 HH형 3명과 LL형 혹은 LH형 1명으로 구성된 집단이 긍정적 상호작용이 활발하게 이루어졌고, 그에 따라 조립·제작의 개별 활동과 협력하는 모둠별 활동이 잘 이루어졌다.

다섯째, 영재 학생의 자기주도성·과학창의성 유형에 따른 개별 수업 활동을 관찰한 결과는 자기주

도성과 과학창의성에 대한 검사 결과와 대체로 일치했으므로 본 연구에서 실시한 자기주도성 검사지와 과학창의성 평가 방식이 어느 정도 타당하다고 할 수 있고, 교수·학습 상황에서 두 검사 도구를 더 효과적으로 활용할 방안을 모색할 필요가 있다. 또한 자기주도성이 높은 학생일수록 학습 태도가 긍정적이므로, 자기주도성을 기반으로 정의적 요인을 향상시키는 접근법의 효과도 검증할 필요가 있다.

여섯째, 자기주도성과 과학창의성이 높은 학생일수록 단순한 상황적 흥미를 불러일으키는 활동보다 정적인 활동일지라도 글이나 그림 등 다양한 방식으로 구상하는 창의적인 문제 해결 활동에 흥미를 느낄 가능성이 높다. 과학 영재 학생들이 창의적 문제 해결 활동에 흥미를 느끼기 위해서는 활동의 목적과 중요성을 인지하는 것과 창의적 활동에 대해 자발적이고 주도적인 태도를 갖추는 것이 필요하다.

본 연구에서는 일반 학습, 과학 학습, 수업주제에 대한 자기주도성과 과학창의성의 관계 분석에서부터 과학 영재 학생의 특성에 따른 관찰 및 면담에 이르기까지 자기주도성과 과학창의성의 관계를 다각도로 탐구·분석하였다. 또한 자기주도성 외에도 의사소통능력, 분류 능력과 같은 탐구 기능, 창의성을 발휘하는 주제에 대한 지식의 양 등의 개인적 특성들과 과학창의성의 관계를 규명한다면 영재 학생의 과학창의성의 본질을 폭 넓게 이해할 수 있을 것이다. 그리고 학생의 활동 과정이나 결과에 대한 학생 자신의 평가, 교사에 의한 평가, 공식에 따른 평가 결과를 비교·분석함으로써, 학생의 과학창의 활동을 더 효과적으로 지도하고 평가할 수 있는 방안을 도출할 수 있을 것이다.

참고문헌

곽금주, 정윤경, 김민화 (2010). 아동발달심리학. 서울: 박학사.
김아영, 차정은, 이채희, 주지은, 임은영 (2016). 혼자쓰는 연구논문. 서울: 학지사.
김지자, 김경성, 유귀옥, 유길한 (1996). 초등학교 교사를 위한 자기주도학습 준비도 측정도구의 개발과 활용방안. 평생교육학연구, 2(1), 1-25.
김혜영, 김금선 (2010). 초등학생용 자기주도학습능력 검사의 탐색 및 개발. 교육종합연구, 8(1), 21-42.
문병상 (2000). 영재와 평재간의 학업적 자기조절의 차이. 초등교육연구, 14(1), 181-197.

- 박민정, 전동렬 (2008). 과학 영재교육 대상자 선발방법으로써 교사 추천제 분석: 학생의 과학적 태도, 탐구력, 사고력, 문제 해결력, 창의성을 중심으로. *한국과학교육학회지*, 28(2), 111-119.
- 박병기 (2004). *교육평가용어사전*. 서울: 학지사.
- 박숙희 (2009). 소외계층 영재교육. *영재와 영재교육*, 8, 5-21.
- 박혜영, 이신동 (2015). 자기조절학습능력과 영재성 구인 비교. *영재와 영재교육*, 14, 267-288.
- 손항숙 (1997). 자기규제적 방략 훈련과 확산적 사고 훈련이 창의성 향상에 미치는 효과. *성균관대학교 박사학위논문*.
- 송연자, 이윤옥 (2004). 뇌기능 분화에 따른 창의성 증진 프로그램이 유아의 창의성에 미치는 효과. *교육발전연구*, 20(1), 69-87.
- 오현석, 최지영, 최윤미, 권귀현 (2007). 과학인재의 성장 및 전문성 발달과정에서의 영향 요인에 관한 연구. *한국과학교육학회지*, 27(9), 907-918.
- 윤초희, 정현철 (2006). 과학영재의 과학탐구능력 관련 변인에 대한 경로분석. *교육심리연구*, 20(2), 321-339.
- 임채성 (1997). 협동학습의 대뇌생물학적 기초: 아이디어-공유 창출 모델. *생물교육 (구 생물교육학회지)*, 25(2), 143-155.
- 임채성 (2009). 뇌기반 진화적 과학 교수학습 모형의 개발. *한국과학교육학회지*, 29(8), 990-1010.
- 임채성 (2012). 뇌기반 진화적 접근법에 따른 창의적 과학 문제해결 지도 모형 개발. *생물교육*, 40(4), 429-452.
- 임채성 (2014). 과학창의성 평가 공식의 개발과 적용. *초등과학교육*, 33(2), 242-257.
- 정미경 (2007). 자기조절학습과 창의적, 비판적 사고력간의 관계. *영재와 영재교육*, 6, 163-182.
- 정은숙, 안도희 (2009). 웹기반 과학 수업 방법과 자기조절학습 수준이 초등학생의 과학적 자기효능감과 과학 학습성취에 미치는 효과. *초등교육연구*, 22(2), 281-305.
- 정현철, 조석희, 서혜애, 신명경, 허남영 (2004). 영재의 자율연구능력 기초탐색연구. *수탁연구 CR*, 43.
- 최선영 (1999). 진뇌학습 프로그램이 초등학생의 창의력, 자연과 학업성취도, 과학적 태도 및 학습 양식에 미치는 효과. *서울대학교 대학원 박사학위논문*, 서울.
- 하주영 (2011). 간호대학생의 학습유형과 학습태도 및 자기주도적 학습능력. *한국간호교육학회지*, 17(3), 355-364.
- Ablard, K. E. & Lipschultz, R. E. (1998). Self-regulated learning in high-achieving students: Relations to advanced reasoning, achievement goals, and gender. *Journal of Educational Psychology*, 90(1), 94-101.
- Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C. & Norman, M. K. (2010). How learning works: Seven research-based principles for smart teaching. John Wiley & Sons.
- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84(3), 261-271.
- Berlyne, D. E. (1960). Conflict, arousal, and curiosity. New York: McGraw-Hill.
- Bordens, K. S. & Abbott, B. B. (2002). Research design and methods: A process approach. McGraw-Hill.
- Bransford, J. D., Brown, A. & Cocking, R. (1999). How people learn: Mind, brain, experience, and school. Washington, DC: National Research Council.
- Caleon, I. S. & Subramaniam, R. (2008). Attitudes towards science of intellectually gifted and mainstream upper primary students in Singapore. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(8), 940-954.
- Chavez-Eakle, R. A., Lara, M. D. C. & Cruz-Fuentes, C. (2006). Personality: A possible bridge between creativity and psychopathology? *Creativity Research Journal*, 18(1), 27-38.
- Cloninger, C. R., Svrakic, D. M. & Przybeck, T. R. (1993). A psychobiological model of temperament and character. *Archives of General Psychiatry*, 50(12), 975-990.
- Cox, B. F. (2002). The relationship between creativity and self-directed learning among adult community college students. Unpublished doctoral dissertation, University of Tennessee.
- Fox, L. H. (1976). Changing behaviors and attitudes of gifted girls. *Paper presented at the American Psychological Association*, September, 1976, Washington, DC (ERIC Document Reproduction Service No. ED 183 088).
- Gagné, M. & Deci, E. L. (2005). Self determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26(4), 331-362.
- Guglielmino, P. J. & Murdick, R. G. (1997). Self-directed learning: The quiet revolution in corporate training and development. *SAM Advanced Management Journal*, 62(3), 10-18.
- Harty, H. & Beall, D. (1984). Attitudes toward science of gifted and nongifted fifth graders. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(5), 483-488.
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549-571.
- Hill, P. (1986). Human growth and development throughout life. New York: Longman.
- Hu, W. & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for

- secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Jensen, E. (2000). Brain-based learning: The new science of teaching and training. The Brain Store.
- Kenny, D. A., Archambault, F. X. & Hallmark, B. W. (1995). The effect of group composition on gifted and non-gifted elementary students in cooperative learning groups. Storrs, CT: National Research Center on the Gifted and Talented, University of Connecticut.
- Marzano, R. J., Pickering, D. & Pollock, J. E. (2001). Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement. Alexandria, VA: ASCD.
- Mayer, R. E. (1999). Fifty years of creativity research. In R. J. Sternberg (ed.), *Handbook of creativity*. New York: Cambridge University Press.
- Mumford, M. D. (2003). Where have we been, where are we going? Taking stock in creativity research. *Creativity Research Journal*, 15(2-3), 107-120.
- Neber, H., Finsterwald, M. & Urban, N. (2001). Cooperative learning with gifted and high-achieving students: A review and meta-analyses of 12 studies. *High Ability Studies*, 12(2), 199-214.
- Newton, L. & Newton, D. (2010). Creative thinking and teaching for creativity in elementary school science. *Gifted and Talented International*, 25(2), 111-124.
- Newton, D. P. & Newton, L. D. (2010). What teachers see as creative incidents in elementary science lessons. *International Journal of Science Education*, 32(15), 1989-2005.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W. & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91-105.
- Pesut, D. J. (1990). Creative thinking as a self-regulatory metacognitive process: A model for education, training and further research. *The Journal of Creative Behavior*, 24(2), 105-110.
- Pintrich, P. R. & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
- Pintrich, P. R. (1995). Understanding self regulated learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 1995(63), 3-12.
- Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667.
- Rifkin, B. (2005). A ceiling effect in traditional classroom foreign language instruction: Data from Russian. *The Modern Language Journal*, 89(1), 3-18.
- Risemberg, R. & Zimmerman, B. J. (1992). Self regulated learning in gifted students. *Roeper Review*, 15(2), 98-101.
- Schunk, D. H., Meece, J. R. & Pintrich, P. R. (2012). Motivation in education: Theory, research, and applications. Pearson Higher Ed.
- Shepherd, G. & Regan, W. (1981). Modern elementary curriculum (6th ed.). Oklahoma City, OH: University of Oklahoma Press.
- Shook, R. (1981). The two brains and the education process. Paper presented at the Conference of the National Association for Asian and Pacific American Education, Honolulu, Hawaii.
- Slavin, R. E. (1996). Research on cooperative learning and achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary Educational Psychology*, 21(1), 43-69.
- Slavin, R. E. (2008). Cooperative learning, success for all, and evidence-based reform in education. *Éducation et didactique*, 2(2), 149-157.
- Sternberg, R. J. (1998, Ed.). *Handbook of human creativity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Treffinger, D. J., Young, G. C., Selby, E. C., & Shepardson, C. (2002). Assessing creativity: A guide for educators. National Research Center on the Gifted and Talented.
- Treffinger, D. J. (2009). Myth 5: Creativity is too difficult to measure. *Gifted Child Quarterly*, 53(4), 245-247.
- Walker, C. & Gleaves, A. (2008). An exploration of students' perceptions and understandings of creativity as an assessment criterion in undergraduate-level studies within higher education. *Irish Educational Studies*, 27(1), 41-54.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. WH Freeman New York.
- Yarborough, B. H. & Johnson, R. A. (1983). Identifying the gifted: A theory-practice gap. *Gifted Child Quarterly*, 27(3), 135-138.
- Zimmerman, B. J. (1989). Models of self-regulated learning and academic achievement. In *Self-regulated learning and academic achievement*. Springer New York. pp. 1-25.
- Zimmerman, B. J. & Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in self-regulated learning: Relating grade, sex, and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 51-59.