

초등수학영재들의 자기주도적 학습 능력을 위한 독립연구**

전보영 · 이광호*

한국교원대학교

Case study about Independent Study for Self-directed Learning for Talented Elementary Students in Elementary Mathematics**

Bo-Young Jeon · Kwang-Ho Lee*

Korea National University of Education

<ABSTRACT>

The purpose of this study is to verify that self-directed learning for talented elementary students in math is effective and to analyze what the characteristics of self-directed learning for talented elementary students in the process of performing the independent study is by applying independent study program for self-directed learning ability for the characteristics of the talented elementary students in math and producing output as a result. The following research issues has established for the purposes of this study.

1. Is the independent study is effective to improve the ability of self-directed learning for talented elementary students in math?
2. What is the characteristic of self-directed learning for talented elementary students in math in an independent study process?

An independent research procedures were established in reviewing literature to know factors that are related to self-directed learning in the class model related with self-directed learning and reviewing common points that the traditional scholars proposed in the process of independent study. In addition, the case study was conducted to find the ability of self-directed learning for talented elementary students in math as a research methode for problem solving and to find the characteristic of self-directed learning during performing independent research studies. The analysis of the results of this study according to the collected data is as follows. First, the performing procedure in an independent study was directed by nine steps such as the introduction of an independent study, subject selection, create a research question, literature review, data collection, research and selection methods, a plan of products, the announce of products, and evaluation. Of course, this procedure can be available to reform or modify depending on the students' research complement. Second, in the ability of self-directed learning for talented elementary students in math, before researching independent study,

* 교신저자 : 이광호, paransol@knue.ac.kr

** Received 15 November 2013; Accepted 04 December 2013; Published 31 December 2013
2013. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

the average score of the degree of preparing lessons for self-directed learning is approximately 189.89, and the average score of the degree of preparing lessons for self-directed learning is approximately 201.75. In other words, self-directed learning skills before and after an independent study has a significant difference in a significant level 0.05. to perform an independent study performed of the It is considered that viewing all the theory mentioned above this independent study influences self-directed learning positively for talented elementary students in math. Third, the talented elementary students in math performed mathematical independent study on the base of attitudes to perform study by their own way. In the course of the independent study they present the trend to learn by their own way for the openness for learning opportunities and affection and enthusiasm for learning, were satisfied with the vigorous knowledge desire, enjoyed the research, and felt mathematical accomplishment. Researches on gifted education should be made more actively to improve self-directed learning skills for talented elementary students in math to make talented elementary students to grow competent people with self-directed learning skills while performing independent study courses a system has to be established that special knowledge should be offered to specialists to answer the questions. Professional training programs have to be provided about the procedure of independent study and producing products for coaching teachers and the public space has to be provided to open the procedure of independent study course and to express the outputs.

Key Words : Self-directed Learning, independent study, Talented Elementary Students in Elementary Mathematics

I. 서 론

다양한 지식과 정보에의 접근성이 열려있는 현대 사회에서는 단순한 지식 습득뿐만 아니라 지식을 필요에 맞게 재조직하여 활용하고 나아가 새로운 지식을 창출해 내는 능력이 중요하다. 또한 급변하는 사회 속에서 새로운 문제 상황에 유연하게 대처하고 해결할 수 있는 개인적 역량이 요구된다. 따라서 이러한 사회 속에서 살아나갈 학생들에게 유용한 지식이나 아이디어를 창출해 낼 수 있는 능력을 길러줄 수 있는 교육이 필요하다. 특히, 국가 경쟁력의 인적자원이 되는 영재들을 육성하기 위한 영재교육에서 더더욱 절실하다고 할 수 있다.

그 동안 정부와 영재교육기관들은 창의적 생산성과 자기주도적 학습태도를 계발하는 영재교육을 실시하는데 주력해왔다. 영재교육의 목표는 영재들의 창의적 생산성과 지도력, 자기 주도적인 학습태도를 계발하는 것이기 때문이다(박정미, 2004). 그러나 실제 영재교육현장에서는 아직 자기주도 학습능력 신장 교육이 제대로 이루어지고 있지 않는 실정이다. 자기주도 학습에 대한 실질적인 연구미비와 구체적인 자료 부족으로, 현 영재교육이 교사에게 자기주도 학습을 위한 수업 설계 방향을 제시해주지 못했으며, 그 필요성조차 설득시키지 못했기 때문이다(허남진, 2005). 그러나 영재에게 자기주도적 학습 능력은 매우 중요하다. 왜냐하면 영재가 자기주도 학습 전략을 습득하고 내면화 할 때 영재성이 발휘될 수 있고, 이러한 영재성은 다수의 삶에 영향을 미칠 수 있는 가치 있는 창의적 결실로 맺어질 수 있기 때문이다(한순미, 2005). 따라서 영재 학생들의 영재성을 키워줄 수 있는 자기주도적 학습 능력 신장을 위한 적절한 수업이 제공되어야 한다(김연비.황우형, 2010).

독립연구는 학생들이 선택한 주제를 중심으로 학생 스스로 자기 흥미와 학습 양식에 맞추어 목표를 설정하고 연구를 실행해서 결과를 발표하는 맞춤형 학습의 한 형태(Tomlinson, 2001)이다. 독립연구에

는 주제선택, 연구 질문 만들기, 연구 방법 결정하기, 자료수집, 산출물 작성, 평가의 단계가 포함되는데(임근광.강순자, 2008) 장기간 동안 심도 있는 연구와 조사를 통해 학생 스스로 탐구해야 하기 때문에 탐구기능의 계발과 확고한 이해를 획득할 수 있다. 따라서 독립연구는 영재아동의 자기주도적 학습능력을 신장시킬 수 있는 교수.학습의 한 방법이 될 수 있다. 교사가 학생들에게 동기를 부여하는 역할을 지속적으로 수행하면서 학생의 인지적 참여도를 높일 수 있고 학생 개개인의 능동적인 탐구과정을 허용하기 때문에 영재들이 선호하는 학습방법이 될 수 있는 것이다.

따라서 본 연구는 초등수학영재들의 자기주도 학습능력을 위한 독립연구 프로그램을 적용하고 그 연구 결과로 산출물을 제작해 봄으로써 독립연구가 초등수학영재 학생의 자기주도 학습에 어떤 영향을 미치는지 검증하고 그 과정에서 그들의 자기주도적 학습특성이 어떠한지를 분석해 보고자 한다

II. 이론적 배경

1. 자기주도학습

1) 자기주도학습의 개념

자기주도적 학습(Self-directed learning)이란 타인의 조력여부와 상관없이 학습자가 스스로 학습에 있어 주도권을 가지고 자신의 학습욕구를 진단하고 학습목표를 설정하며 학습에 필요한 인적, 물적 자원을 확보하고 적합한 학습전략을 선택, 실행하여 자신이 성취한 학습결과를 스스로 평가하는 과정이라 할 수 있다(Knowles, 1975). 즉, 자기주도적 학습은 학습에 대한 자율성과 주도성을 전제로 하는 학습형태를 의미하며, 교사, 동료, 교재, 교육기관, 자원매체 등 다양한 형태의 조력자들과 협력하여 이루어지는 학습형태라 할 수 있다(김연비.황우형, 2010). 또한, 학습자가 과제의 선택부터 계획 수립, 시행 및 과정, 결과의 평가에 이르기까지 주도적인

입장에 서서 교사나 다른 인사들의 도움을 구하면서 학습활동을 수행해 나가는 학습활동이라고 할 수 있다(남영만, 최용환, 2006). 이는 학생이 학습에 대한 자율성과 주도성을 가지고 학습의 주체로서 학습 활동의 전 과정에 참여하는 것을 의미한다.

<Table. 1> 자기주도 학습특성 8가지(유재범, 2005)

학습 기회에 대한 개방성	학습에 대한 높은 관심, 항상 학습하려는 태도, 지식의 근원에 대한 탐구심, 애매모호함에 대한 인내심, 자신의 학습에 주어지는 비판을 건설적으로 사용하는 능력, 학습에 대한 지적인 애정, 학습에 대한 자신의 책임에 대한 자각
효율적이고 독립적인 학습자로서의 자아개념	자기주도적 학습에 대한 확신, 개인적 학습 시간을 조직하는 기술, 자기도야(self-discipline), 활용할 수 있는 자원에 대한 지식
학습에 대한 솔선수범, 독립심	어려운 문제를 포기하지 않고 열심히 추구함, 자신의 학습 욕구를 수용 학습 경험을 계획하는데 참여하는 것을 선호, 혼자 학습할 수 있는 자신의 능력에 대한 믿음, 학습에 대한 애정, 만족할 정도의 읽고 이해하는 능력, 새로운 학습을 계획하여 시작할 수 있는 기술
자신의 학습에 대한 책임감	자신의 지능을 평균이상으로 지각하고 관심 있는 주제에 대해서 진지하게 학습하려는 의지, 교육의 탐색적인 성향에 대한 믿음, 적극적으로 자신의 학습을 계획하려는 욕구, 자신의 학습에 대한 책임, 자신의 학습 진도를 평가하는 기술
학습에 대한 애정과 열성	지속적으로 학습하는 사람을 존경하고, 학습하려는 강한 욕구를 보이며, 체계적인 학문 탐색을 즐기는 태도 및 가치관
미래지향적인 자기이해	평생 학습자라는 자아 개념을 가지고 자신의 미래를 생각하며 문제 상황을 문제가 아닌 도전으로 대처하는 능력
창의성	기존의 방식에 따르지 않고 새로운 방식으로 문제를 해결하며 이로 인해 발생하는 위험을 감수하고 하나의 주제에 다양하게 접근할 수 있는 능력
기본 학습 기능과 문제 해결 기능을 사용하는 능력	학습에서의 위험, 애매함, 복잡함을 인내하는 능력 그리고 직면한 학습문제를 해결하는데 사용되는 기술 및 능력

2) 자기주도 학습 준비도 척도

(1) 자기주도 학습 준비도의 개념 및 척도의 개발

Guglielmino(1977)는 자기주도적 학습을 학습자들이 지니고 있는 공통적 특성으로 간주하고 자기주도 학습의 주체자로서 학습자들이 지닐 수 있는 성향을 설정, 그러한 성향을 측정함으로써 전체적인 자기주도 학습 준비도를 점수로 나타내었다. 자기주도 학습 준비도 검사(SDLRS: Self-Directed Learning Readiness Scale)에서 그는 자기주도적 학습자가 지니고 있는 공통된 특성을 8가지로 제시하였는데 구체적으로 살펴보면 <Table. 1>와 같다.

2. 독립연구

1) 독립연구의 정의

독립연구란 새로운 주제를 혼자 또는 타인과 함께 연구하는 과정(Johnsen & Jonson, 1986) 또는 학생들이 선택한 주제를 중심으로 학생 스스로 자기흥미와 학습양식에 맞추어 목표를 설정하고 연구를 실행해서 결과를 발표하는 등의 맞춤형 학습의 한 형태(Tomlinson, 2001)이다. 독립과 연구의 합성으로 학습상황에서의 독립이란 반드시 상황과 목표를 필요로 하며 학생의 인지, 동기, 행동 측면에서 적극적으로 스스로의 학습에 참여하는 정도를 나타낸다고 할 수 있고, 연구란 새로운 지식이나 이해를 주는 발견 또는 생산이라 할 수 있다(임근광, 강순자, 2008). 즉, 독립연구란 학생 스스로가 적극적으로 학습에 참여하여 새로운 지식을 발견하거나 생산해 내는 학습활동이라고 할 수 있다(이현수, 박종률, 2011).

2) 독립연구의 절차

그 동안 많은 학자들이 독립연구의 단계를 제시하였다. Moore(2001)는 주제선정, 연구문제 발견, 연구 활동 계획 수립, 정보 수집, 정보 분석, 보고서 작성과 같은 6단계를 제시하였고 Johnsen&Gorée(2005)는 연구의 도입, 주제 선택, 연구의 조직, 질문하기, 연구 방법의 선택, 정보의 수집, 연구 산

물, 정보공유, 연구의 평가 등 Moore(2001)의 단계를 학생들 입장에서 더 세분화하여 9단계로 제시하였다. 그리고 Kaplan&Gould(2002)은 주제선택, 연구 질문, 문헌검토, 자료수집, 산출물(연구보고서 작성), 평가의 6단계를 제시하였다. 위의 단계를 종합해 볼 때, 독립연구의 절차 중 가장 일반적인 절차는 주제선택, 연구 질문 만들기, 연구 방법 결정하기, 자료수집, 산출물 작성, 평가의 단계라 할 수 있다(임근광, 강순자, 2008).

Ⅲ. 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 서울서이초등학교 방과후 학교 수학영재학급에서 수학영재교육을 받고 있는 12명의 학생들이다. 이 학생들은 모두 6학년이고 영재교육경험이 처음인 학생이 7명, 2년째인 학생이 5명이다.

2. 자료 수집과 절차

본 연구는 초등수학영재들의 자기주도적 학습 능력 향상에 독립연구가 효과가 있는지 확인하고 독립연구의 각 절차마다 학생들의 자기주도적 학습능력은 어떠한지 알아보고자 하였다. 이를 위해 양적 연구 방법과 질적 연구 방법을 병행하여 실시하였는데 독립연구 전·후에 자기주도적 학습 준비도를 측정하였고 독립연구 진행 중에 수집한 여러 자료의 분석을 통해 각 단계에서 학생들의 자기주도적 학습특성이 어떠한지 살펴보았다.

본 연구에서 수행하고자 하는 연구문제를 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

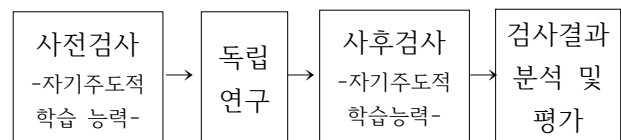
- 연구문제 1 : 독립연구는 초등수학영재들의 자기주도적 학습능력 향상에 효과가 있는가?
- 연구문제 2 : 독립연구 과정에서 초등수학영재들의 자기주도적 학습특성은 어떠한가?

제시된 연구문제 1의 타당성을 통계적으로 분석하기 위해 이를 가설로 설정하였는데, 그 내용은

다음과 같다.

- H_{1-0} (귀무가설) : 독립연구는 초등수학영재들의 자기주도적 학습능력 향상에 효과가 없다.
- H_{1-1} (대립가설) : 독립연구는 초등수학영재들의 자기주도적 학습능력 향상에 효과가 있다.

위의 가설을 검증하기 위해 <Fig. 1>과 같은 연구모형을 설계하였는데 독립연구의 효과를 검증하기 위해 동일 학생집단을 대상으로 독립연구를 실시하기 전과 후 두 차례에 걸쳐 동일한 검사지를 이용하여 자기주도적 학습능력을 검사하였다. 이 연구에서는 동일 학생집단을 대상으로 사전검사와 사후검사의 결과를 비교·분석하는 준실험설계(quasi-experimental design) 방법을 채택하였으며 이를 통해 독립연구의 효과를 확인하고자 한다.



<Fig. 1> 연구모형

자기주도학습 능력에 관한 검사는 Guglielmino의 자기주도적 학습준비도(Self-Direction Learning Readiness Scale : SDLRS) 검사지를 김지자(1996) 등이 한국어로 번역하여 개발한 것과 홍영표(2008)가 원문을 바탕으로 재번역 한 것을 참고하여 본 연구에 맞게 재구성한 검사지를 이용하였다.

제시된 연구문제 2는 질적 연구를 통해 확인하고자 하였다. 본 연구에서 독립연구는 독립연구도입, 주제선정, 연구 문제 만들기, 문헌검토 및 자료수집, 연구방법 선택, 산출물 계획, 산출물 제작, 산출물 발표, 연구 평가의 9단계로 진행되었다. 녹음 자료는 학생들의 독립연구 수행 과정 중 교사와의 면담을 기록한 것이고 동영상 자료는 학생들의 독립연구 과정 전반을 파악하기 위한 것으로 주제발표 및 산출물 계획서 발표 최종 발표 시에 촬영이 이루어졌다. 학생들의 발표내용, 발표능력, 발표내용에 대한 토론내용을 기록하기 위한 것이었다.

그리고 문서자료는 학생들이 독립연구를 수행하면서 작성했던 기록물, 보고서, 계획서, 발표자료 및 최종 결과물 평가지 그리고 연구 일지 등이다.

독립연구의 운영 일정은 방과 후 영재학급의 산출물대회의 일정에 맞추어 정규시간의 일부와 기타 시간을 이용하였으며, 운영은 학생 전체를 대상으로 하는 강의와 학생 활동, 그리고 학생들이 독립연구를 수행하면서 어려움이 있을 때 수시로 면담하는 방법으로 이루어졌다. 또한, 전화 또는 영재학급 홈페이지 게시판 등을 통해 연락하고 연구 진행 과정을 점검하였다. 학생 전체를 대상으로 하는 운영 일정은 다음 <Table. 2>과 같다.

<Table. 2> 독립연구 운영 일정표

날짜	독립연구 과정	활동내용
7/13	독립연구 도입	독립연구 안내 및 계획서 배부
7/13~7/17	주제 설정	독립연구 주제 설정
	연구문제 만들기	연구문제 만들기 및 계획서 작성
7/18	계획서 제출	독립연구 계획서 발표
7/19~7/31	문헌 검토 및 자료 수집	문헌 검토 및 자료 수집
8/1		자료수집 보고서 제출
8/2~8/14	연구방법 선택	연구방법 선택 및 산출물 계획
8/15	산출물 계획	산출물 계획서 제출
8/16~8/28	산출물 제작	산출물 제작 시작
8/31	산출물 발표	산출물 제작 과정 중간 점검
9/1~9/20		산출물 제작 완료 및 발표 준비
9/21	평가	산출물 발표대회/동료.자기평가 종합 평가

3. 자료 분석

본 연구에서 자료의 분석은 양적연구방법과 질적연구방법을 병행하여 사용하였다. 학생들의 자기주도적 학습능력 향상에 대한 분석은 Guglielmino의 자기주도적 학습준비도(Self-Direction Learning Readiness Scale : SDLRS) 검사지를 본 연구에 맞게 재구성한 검사지를 양적연구방법으로 분석하

였고 독립연구과정에서 학생들의 자기주도적 학습능력에 대해서는 녹음, 녹화 자료에 대한 전사자료, 학생들과의 면담자료, 문서자료 등을 이용하여 질적 연구방법으로 분석하였다.

1) 양적자료 분석

수집된 자료는 i-STATistics을 이용하여 분석하였다. 독립연구전후의 자기주도적 학습능력의 점수차이의 변화를 종속표본 t 검정 (t-검증, t-test)으로 비교하였다. 종속표본 t 검정은 일반적으로 하나의 집단에 대해 어떠한 요소에 의한 전과 후를 비교하기 위해 사용되는 검정법으로, 표본들이 짝을 이루고 있다고 해서 짝검정(paired test)이라고도 한다. 즉, 종속표본 t 검정은 짝을 이룬 값들의 차이를 검정하는데 사용된다. d = 각 표본요소의 값들의 차이의 평균값이고 d_0 = 영가설로 설정된 차이의 평균값이며, S_d = 표본 요소 간 차이 값을 나타낼 때, 대응표본 t 검정에 대한 검정통계량 값 t 는 다음과 같다(박성현, 조신섭, 김성수 2004).

$$t = \frac{d - d_0}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} \quad (d.f = n-1)$$

2) 질적자료 분석

독립연구과정에서 초등수학영재들의 자기주도적 학습 능력을 알아보기 위해 학생 전체를 대상으로 연구가 이루어지는 경우에는 동영상 촬영하였고 개인적인 면담이 이루어지는 경우에는 녹음을 하였다. 촬영한 동영상을 분석하기 위해 연구자는 비디오 내용을 각 경우마다 전체적으로 시청하면서 참여자들의 대화나 활동 중에 중요한 점들을 파악한 후 그 내용을 전사하였다. 독립연구의 단계별 전사내용을 이용하여 에피소드 중심으로 유형의 특징을 나눠 분석하였다. 또한, 위의 <표 II-10>에서 Guglielmino가 제시한 자기주도적 학습특성 8가지를 연구대상자들의 자기주도적 학습특성을 분석하기 위한 틀로 삼아 연구대상 학생들이 독립연구 과정에서 기록한 연구 일지, 산출물, 개인면담자료 등

을 분석하였다.

IV. 결 과

1. 자기주도적 학습능력 검사

자기주도적 학습준비도 검사결과표는 <Table. 3>

<Table. 3> 자기주도적 학습준비도 검사결과표

자기주도적 학습준비도	사전검사		사후검사		사례수	t	p
	평균	표준편차	평균	표준편차			
	189.89	16.12	201.75	15.93	12	5.7001	0.0001

<Table. 4> 자기주도적 학습특성과 독립연구 단계와의 연관성

자기주도적 학습 특성	세부요소	독립연구의 단계
학습기회에 대한 개방성	학습에 대한 높은 관심	독립연구도입
	항상 학습하려는 태도	전 과정
	지식의 근원에 대한 탐구심	문헌검토 및 자료수집
	애매모호함에 대한 인내심	문헌검토 및 자료수집, 연구방법 선택, 산출물 제작
	학습에 대한 지적인 애정	산출물 제작, 평가(자기 평가)
	학습에 대한 자신의 책임에 대한 자각	산출물제작, 평가(자기 평가)
	자신의 학습에 주어지는 비판을 건설적으로 사용하려는 능력	평가
효율적이고 독립적인 학습자로서의 자아개념	자기주도적 학습에 대한 확신	전 과정
	개인적 학습 시간을 조직하는 기술	전 과정
	자기도야(self-discipline)	전 과정
	활용할 수 있는 자원에 대한 지식	문헌 검토 및 자료 수집
학습에 대한 솔선수범, 독립심	어려운 문제를 포기하지 않고 열심히 추구함	전 과정
	자신의 학습 목표를 수용 학습 경험을 계획하는데 참여하는 것을 선호	주제 선정, 연구문제 만들기, 연구방법 선택, 산출물 계획
	혼자 학습할 수 있는 자신의 능력에 대한 믿음	전 과정
	학습에 대한 애정	전 과정
	만족할 정도의 읽고 이해하는 능력	자료 수집 및 문헌자료 검토
	새로운 학습을 계획하여 시작할 수 있는 기술	주제 선정, 연구문제 만들기, 연구방법 선택, 산출물 계획
자신의 학습에 대한 책임감	자신의 지능을 평균이상으로 지각하고 관심 있는 주제에 대해서 진지하게 학습하 려는 의지	전 과정
	교육의 탐색적인 성향에 대한 믿음	전 과정
	적극적으로 자신의 학습을 계획하려는 욕구	연구방법 계획, 산출물 계획
	자신의 학습에 대한 책임, 자신의 학습 진도를 평가하는 기술	일지 작성, 과제제출, 평가
학습에 대한 애정과 열성	지속적으로 학습하는 사람을 존경하고, 학습하려는 강한 욕구를 보이며, 체계적인 학문 탐색을 즐기는 태도 및 가치관	전 과정
미래지향적인 자기이해	평생 학습자라는 자아 개념을 가지고 자신의 미래를 생각하며 문제 상황을 문제가 아닌 도전으로 대처하는 능력	전 과정
창의성	기존의 방식에 따르지 않고 새로운 방식으로 문제를 해결하며 이로 인해 발생하는 위험을 감수하고 하나의 주제에 다양하게 접근할 수 있는 능력	연구 방법 선택 산출물 계획 및 제작
기본 학습 기능과 문제 해결 기능을 사용하는 능력	학습에서의 위험, 애매함, 복잡함을 인내하는 능력 그리고 직면한 학습문제를 해 결하는데 사용되는 기술 및 능력	산출물 계획 및 제작, 발표

과 같다. 가설에 대해 검증하기 위해 먼저 기술통계량의 측면에서 사전검사와 사후검사의 평균변화를 살펴보면, 독립연구 이전의 자기주도적 학습준비도 평균점수는 약 189.89점이고, 독립연구이후의 자기주도적 학습준비도 평균점수는 약 201.75점이므로, 독립연구 수행 이전에 비해 약 11.89점이라는 점수 차를 보였다.

<Table. 5> 독립연구 과정에서의 자기주도적 학습특성

학생	자기 주도적 학습능력	연구 주제	학습기회에 대한 개방성	효율적이고 독립적인 자아로서의 자아개념	학습에 대한 솔선수범, 독립심	자신의 학습에 대한 책임감	학습에 대한 애정과 열성	미래지향적인 자기이해	창의성	기본 학습 기능과 문제 해결 기능을 사용하는 능력
학생H		삼각비를 이용한 높이재기	○		○	○			○	○
학생D		몬티홀 문제	○			○		○		
학생B		나만의 스도쿠 만들기	○		○	○	○		○	○
학생K		그래프이론을 활용하여 최단경로 찾기	○	○		○	○	○		
학생G		암호속의 수학	○	○	○	○		○	○	○
학생Y		테셀레이션	○		○	○				
학생S		코호곡선으로 우리나라 지도 그리기	○	○	○	○	○	○	○	○
학생C		착시현상	○		○	○		○		○
학생A		무게중심을 이용한 저울만들기	○	○	○	○			○	
학생U		진법미로	○	○	○	○	○	○	○	○
학생L		황금비	○	○	○	○	○	○	○	○
학생J		피보나치 수열	○	○	○	○		○		○

사전검사와 사후검사 결과의 평균 차에 대한 통계적 유의성을 알아보기 위해 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 종속표본 t-검정을 실시한 결과 $t=5.7001$ 이었으며, t 값의 유의확률 $p=0.0001$ 로 나타났다. 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서의 임계 차는 $-1.96 < t < 1.96$ 이므로 t 값과 임계차를 단순 비교해보아도 t 값이 크므로 ($5.7001 > 1.96$) 가설 H_{1-0} 은 신뢰구간을 벗어난다. 확률비교를 α 와 p 의 값을 비교하면 $\alpha > p$ 이므로, 가설 H_{1-0} 과 가설 H_{1-1} 사이에는 통계적인 유의성이 있다는 것을 확인할 수 있다.

또한 p 가 0에 가까울수록 사전검사와 사후검사 결과의 통계적인 유의성이 크다는 것을 의미한다. 결국, 귀무가설 H_{1-0} 이 기각되고 대립가설 H_{1-1} 이 받아들여질 수 있으며, 이 결과는 독립연구가 학생의 자기주도적 학습능력 향상에 효과가 있다는 것을 증명한다. 사전검사 결과와 사후검사 결과의

기술통계량 및 검정통계량 분석의 결과를 종합해보면, 평균차가 약 11.89점이고 p 가 0에 가까우므로, 독립연구가 학생의 자기주도적 학습능력 향상에 긍정적인 효과가 있다고 할 수 있다.

2. 독립연구 과정에서 초등수학영재들의 자기주도적 학습특성

다음으로 Guglielmino의 자기주도 학습특성 8가지를 기반으로 영재학생들이 독립연구 전후에 자기주도 학습특성에 어떠한 변화가 있었는지 연구대상자들과의 심층면담을 통해 분석하였다. 즉, Guglielmino가 제시한 자기주도 학습특성인 학습기회에 대한 개방성, 효율적이고 독립적인 학습자로서의 자아개념, 학습에 대한 솔선수범, 독립심, 자신의 학습에 대한 책임감, 학습에 대한 애정과 열성, 미래지향적인 자기이해, 창의성, 기본 학습 기능과 문제 해결 기능을 사용하는 능력 등과 독립연구의 단계

와의 연관성을 살펴본 후 독립연구 이전에 실시한 사전 인터뷰와 독립연구 수행 후에 실시한 사후 인터뷰를 비교하여 학생들에게 두드러지게 나타나는 자기주도 학습특성을 알아보았다. <Table. 4>은 자기주도 학습특성과 독립연구의 단계와의 연관성을 살펴본 것이고 <Table. 5>은 본 연구를 위해 구안한 분석틀을 이용하여 영재학생들의 독립연구 수행 중 각각의 학생에게서 두드러지게 나타난 자기주도 학습능력을 나타낸 것이다.

1) 학습기회에 대한 개방성

자기 주도적 학습특성으로서의 개방성은 학습기회에 대한 개방성을 말하는 것으로, 학습에 대한 높은 관심, 항상 학습하려는 태도, 지식의 근원에 대한 탐구심, 애매모호함에 대한 인내심, 자신의 학습에 주어지는 비판을 건설적으로 사용하는 능력,

그리고 학습에 대한 책임감의 자각 등이 포함된다.

위의 인터뷰에서 알 수 있듯이 대부분의 학생들이 독립연구 이전에도 학습기회에 대한 개방성을 지니고 있었지만 체계적인 절차에 따른 연구 기회가 부족했기 때문에 독립연구에 대해 기대감을 가지고 있었다. 독립연구를 통해 학습에 대한 관심과 항상 학습하고자 하는 의지, 지식을 탐구하고자 하는 열정, 어렵고 애매모호한 것을 견뎌낼 수 있는 인내심, 자신에 대한 비판을 겸허히 받아들이고 그것을 자기 발전을 위해 수용하는 포용력, 학습에 대한 애정, 끝까지 최선을 다하려는 책임감을 기를 수 있었다.

2) 효율적이고 독립적인 학습자로서의 자아개념

자기 주도적 학습특성으로서의 자아개념은 효율적이고 독립적인 학습자로서의 자아개념을 말하는

<Table. 6> 학습기회에 대한 개방성에 관한 인터뷰 분석

	사전 인터뷰	사후인터뷰
학습에 대한 높은 관심	학생J : 저 스스로 공부하려고 하면 막막할 때가 종종 있어요. 저 스스로 공부하는 습관을 길러 자기주도적으로 공부해 보고 싶어요.	학생J : 한 가지 주제에 대하여 꾸준히 노력해서 꾸준함과 끈기가 생긴 것 같아요.
항상 학습하려는 태도	학생Y : 수학의 계산 같은 부분은 조금 싫어하지만, 도형 같은 분야는 재미있어서 수학을 좋아하는 편이에요. 수학에 대해 더 호기심을 가지고 탐구해 보고 싶어요. 그래서 영재 반에 들어 왔구요.	학생Y : 독립연구를 통해 여러 자료들을 조사해서 정리하고 오랜 시간 동안 노력하고 산출물을 만들기 위해 고민하고 집중하면서 저의 수학 학습 습관이 틀이 잡혀진 것 같아요.
지식의 근원에 대한 탐구심	학생S : 저는 수학 문제를 풀고 나면 재미를 느껴요. 무언가를 해냈다는 만족감이 느껴지고 기분이 좋아요.	학생S : 앞으로도 일상생활 속에서 찾을 수 있는 수학적인 현상에 대해 또는 공부를 하면서 찾게 될 재미있는 수학적 내용에 대해 깊이 있게 연구해 보고 싶어요.
애매모호함에 대한 인내심	학생D : 제 능력으로 잘 풀리지 않는 수학 문제를 접하면 짜증도 나고 수학이 싫어지기도 하지만 답안이나 주변 사람들의 도움을 받아 제가 이해하게 되었을 때 느끼는 즐거움 때문에 수학을 좋아하게 되는 것 같아요.	학생D : 저의 궁금증에 대한 답을 찾는 것이 쉽지 않다는 것을 깨달았어요. 하지만 관련 자료들을 찾아보면서 제 스스로 무엇인가를 배워가고 있다는 느낌이 들어 기분이 좋았어요.
학습에 대한 지적인 애정	학생J : 평소 다른 사람의 학습이나 저 자신의 학습에 대해서 잘 되었는지 평가해보는 것을 좋아해요. 또 문제를 풀고 스스로 답을 맞춰보고 틀린 것을 다시 한 번 풀어보려고 노력하는 편이에요.	학생J : 다른 친구들의 발표를 보면서 배울 점이나 고쳐야 할 점을 생각해 볼 수 있어서 도움이 되었던 것 같아요. 특히 제 자신이 연구에 최선을 다 했는가에 대해 생각해 볼 수 있어서 좋았어요. 다음에 또 이런 연구를 하게 된다면 더 열심히 해 보고 싶어요.
학습에 대한 자신의 책임에 대한 자각	학생C : 저는 평소 학습하는데 있어 성실성이 좀 부족한 것 같아요. 좀 더 체계적으로 학습하도록 노력해 보고 싶어요.	학생C : 산출물을 만들어 내야 한다는 책임감이 느껴져서 끝까지 포기 하지 않고 제작할 수 있었어요. 독립연구를 통해서 저 스스로에게 책임감을 심어줄 수 있었던 것 같아요.
자신의 학습에 주어지는 비판을 건설적으로 사용하는 능력	학생D : 친구들의 발표나 연구 결과에 대해 평가해 보는 것은 익숙하지 않은 데 잘 할 수 있을지 걱정 되요.	학생D : 친구들 모두 너무 잘 해서 평가하는 것이 즐거웠고 친구들의 발표에서 잘된 점과 잘못된 점들을 나중에 제 연구와 발표할 때 참고해 보고 싶어요.

것으로 자기 주도적 학습에 대한 확신, 개인적 학습 시간을 조직하는 기술, 자기도야(self-discipline), 활용할 수 있는 자원에 대한 지식 등이 포함된다.

위의 인터뷰에서 알 수 있듯이 대부분의 영재학생들이 효율적이고 독립적으로 학습해야 한다는 의식을 가지고는 있지만 실천하는데 있어 어려움을

느끼고 있었다. 독립연구를 통해 자신도 자기 주도적으로 학습할 수 있다는 확신과 자신감을 얻고, 학습시간을 계획하고 조절하는 방법을 익히고 지식인으로 자라날 수 있는 습관을 길러 자기 도야의 가능성을 느끼고 자신에게 필요한 지식을 구하는 방법을 배울 수 있었다.

<Table. 7> 효율적이고 독립적인 학습자로서의 자아개념에 관한 인터뷰 분석

	사전 인터뷰	사후인터뷰
자기주도적 학습에 대한 확신	학생S : 저의 학습 능력을 좀 더 기르기 위해서는 끈기가 더 필요할 것 같아요.	학생S : 앞으로의 연구에도 자신감을 가지고 임할 수 있을 것 같아요.
개인적 학습 시간을 조직하는 기술	학생K : 평소 공부할 때 저 혼자 스스로 계획하고 해결해 나가야 하는데 잘 못하고 있는 것 같아요.	학생K : 앞으로 계획을 세워 공부할 수 있는 저만의 자기주도적인 학습 능력을 기르는 데 좋은 영향을 준 것 같아요.
자기도야(self-discipline)	학생J : 저는 앞으로 성실함과 꾸준함을 갖춘 사람이 되고 싶어요. 그 두 가지 능력을 보완하기 위해 조그만 일부터 꾸준하고 성실하게 해나가야 한다고 생각해요. 그렇게 되면 큰일도 성실함과 꾸준함을 갖고 할 수 있을 테니까요.	학생J : 독립연구를 통해 스스로 학습주제를 통해 탐구하니 스스로 뭔가를 해내는 능력이 생긴 것 같아요. 즉, 꾸준히 노력해서 끈기를 기른 거지요. 중간 중간 어려운 부분들이 있었지만 끝까지 다 해 냈다는 것이 참 보람스러워요.
활용할 수 있는 자원에 대한 지식	학생A : 보통 필요한 자료가 있으면 인터넷을 검색해서 찾아보는 편이에요. 그렇지만 뭔가 깊이가 없는 것 같아 아쉬울 때가 종종 있었어요. 좀 더 구체적으로 자료를 찾는 방법에 대해 알아보고 싶어요.	학생A : 예전에는 인터넷 검색을 통해 자료를 모았던 것에서 나아가 직접 서점에 가서 책을 찾아보기도 하고 선생님의 도움으로 관련 논문을 찾아보기도 하고 신문 자료를 찾아보기도 하고 다양한 방법으로 자료를 모았어요. 평소에 하던 것보다 어렵긴 했지만 깊이 있게 공부했던 것 같아 흥미롭고 재미있었어요.

<Table. 8> 학습에 대한 솔선수범, 독립심에 관한 인터뷰 분석

	사전 인터뷰	사후인터뷰
어려운 문제를 포기하지 않고 열심히 추구함	학생G : 평소 수학공부를 하면서 어려움에 부딪히면 최대한 생각해 보고 풀어보다가 결국 안 되면 답안지 등을 보고서 그 문제를 풀어 본 뒤 다시 그 문제나 또는 그와 비슷한 유형의 문제를 많이 안 틀릴 때까지 풀어보는 편이에요.	학생G : 어떤 산출물을 어떻게 만들지 그것이 가장 큰 어려움이었어요. 저만의 방식으로 만들어 내는 것이 쉽지 않았어요. 컴퓨터 자판을 이용해서 암호를 만드는 것을 생각 해 낼 수 있어서 뿌듯하고 좋은 경험이 된 것 같아요.
자신의 학습 욕구를 수용 학습 경험을 계획하는데 참여하는 것을 선호	학생U : 저 스스로 주제를 잡고 연구를 해서 산출물을 제작한다는 것이 쉽지만은 않을 것 같아요.	학생U : 스스로 계획하고 스스로 탐구해 볼 수 있는 능력이 향상된 것 같아서 기분이 좋아요.
혼자 학습할 수 있는 자신의 능력에 대한 믿음	학생L : 수학 학습에서 어려움을 해결하면 기분이 상쾌하고 저 자신에게 놀라게 되요. 인내심을 기르고 집중력을 키워서 독립연구를 잘 해보고 싶어요.	학생 L : 저 혼자 모든 것을 하게 되니 자립심이 더 생긴 것 같고 모든 것에 대한 자신감이 생겼어요.
학습에 대한 애정	학생B : 저는 수학이 다른 과목에 비해 좋아요. 문제를 보고 식을 만들어 문제를 해결하면 성취감이 느껴지기 때문이에요.	학생B :산출물 내용을 글로 작성하고 발표하는 과정을 통해서 자신이 발전하고 있다는 기분이 들었고 뿌듯했어요.
만족할 정도의 읽고 이해하는 능력	학생A : 이번 독립연구를 통해 주제와 관련 자료와 저에게 필요한 자료를 찾는 방법을 배워보고 싶어요.	학생A : 관련된 서적이나 문헌에서 제 연구주제와 관련된 부분을 찾아내고 궁금한 점을 해결했을 때 정말 가슴이 뻥 뚫리는 것처럼 답답함이 사라졌어요.
새로운 학습을 계획하여 시작할 수 있는 기술	학생H : 이번 독립연구를 통해 즐거운 활동을 할 수 있을 것 같아서 기대 되요. 어떤 주제를 연구해야 할지 고민되긴 하는데 곰곰이 잘 생각해서 결정해야겠어요.	학생H : 중간에 연구주제를 변경했는데 그 동안 했던 연구 내용이 소용없게 되어 조금 아쉬웠어요. 다음부터는 연구 주제를 잡을 때 제가 잘 해낼 수 있는 것인지 심사숙고 해보고 결정해야겠어요.

3) 학습에 대한 솔선수범, 독립심

자기 주도적 학습특성으로서의 솔선수범은 학습에 대한 솔선수범과 독립심을 말하는 것으로, 어려운 문제의 추구, 자신의 학습욕구 수용, 혼자 학습할 수 있는 자신의 능력에 대한 믿음, 새로운 학습을 계획하여 시작할 수 있는 기술 등이 포함된다.

위에 제시된 인터뷰에서 알 수 있듯이 독립연구는 영재 학생들에게 주어진 과제를 포기하지 않고 열심히 추구하고, 자기 스스로 학습하고자 하는 것에 대해 계획을 세우고, 자신의 능력을 검증하여 믿음을 갖고, 학습에 대해 애정을 쏟으며, 독해력과 이해력 무엇보다 새로운 것을 시작할 수 있는 자신감을 기를 수 있게 하는 기회를 제공해 주었다. 이를 통해 영재학생들에게 보다 폭넓은 관점에서 학습에 참여하고 독립심을 가지고 솔선수범할 수 있게 되었으며 향후 자신에게 주어질 과제에 대해서도 자신감 있게 방향을 잡고 학습에 몰입할 수 있는 계기가 되었다.

4) 자신의 학습에 대한 책임감

<Table. 9> 자신의 학습에 대한 책임감에 관한 인터뷰 분석

	사전 인터뷰	사후인터뷰
자신의 지능을 평균이상으로 지각하고 관심 있는 주제에 대해서 진지하게 학습하려는 의지	학생K : 수학 공부를 하기 전에 계획표를 만들고 공부하는 편이고 교과서에 나오는 내용뿐만 아니라 창의력을 키울 수 있는 체험을 하는 것도 좋아해요. 수학과 관련된 많은 경험을 해보고 싶어요.	학생 K : 독립연구를 통해 제가 연구한 한붓그리기에 대해 많은 정보를 얻을 수 있어서 좋았고 저만의 산출물을 제작할 수 있어서 기뻐요.
교육의 탐색적인 성향에 대한 믿음	학생D : 수학 공부를 하는데 필요한 능력은 창의력과 집중력이라고 생각해요. 창의력을 보완하기 위해서는 주변 사물에 대해 '왜?'라는 호기심을 많이 가지고 책을 읽고 충분한 지식을 가져야 해요. 집중력을 보완하기 위해서는 목표를 정하고 시간을 제한한 후 자기주도적으로 학습으로 해야 한다고 생각해요.	학생D : 독립연구 및 산출물 대회는 저에게 많은 수학적 지식을 쌓아주었어요. 그래서 후에 여러 문제들의 응용을 조금 더 쉽게 할 수 있을 것 같아요. 특히 산출물 제작과정은 자기주도가 꼭 필요한 부분이었고 저의 자기주도적 학습 능력도 향상된 것 같아요.
적극적으로 자신의 학습을 계획하려는 욕구	학생Y: 제가 스스로 계획을 세워 수학공부를 하고 나면 성취감과 후련함이 느껴져요. 앞으로 어려운 문제라도 끝까지 포기하지 않고 도전하는 끈기가 필요할 것 같고 문제들을 뛰어넘을 장벽이라고 생각하지 않고 하나의 디딤돌이라고 생각하고 열심히 공부해보고 싶어요.	학생Y : 독립연구를 통해 스스로 문제를 해결할 수 있는 능력을 배운 것 같아요. 제 연구에 필요한 자료를 수집하는 방법을 익힐 수 있었고 모은 자료들을 정리하면서 수학에 대한 지식도 쌓을 수 있었어요. 다른 사람들의 도움 없이 저 혼자 문제를 해결할 수 있는 능력을 향상시킬 수 있었던 좋은 경험이었어요.
자신의 학습에 대한 책임, 자신의 학습 진도를 평가하는 기술	학생U :성취감을 느끼고 도전하고 싶은 마음이 들게 하는 수학이라는 분야가 정말 좋아요.	학생U : 주제에 맞는 연구문제를 만들고 산출물을 발표하는 등 여러 가지 일들을 스스로 계획하고 실천해야 했기 때문에 조금은 힘들었지만 스스로 탐구해 나가는 능력이 향상된 것 같아요.

자기주도적 학습특성으로서의 책임감은 자신의 학습에 대한 책임감을 말하는 것으로, 자신의 지능을 평균 또는 그 이상으로 지각하는 것, 관심 있는 주제에 대해 진지하게 학습하려는 의지, 적극적인 학습계획 욕구, 자신의 학습에 대한 책임, 자신의 학습 진도를 평가하는 기술 등이 포함된다.

자신의 학습에 대한 책임감과 관련하여 사전인터뷰의 경우 독립연구를 수행하지 않은 상태이기 때문에 이전 학습 경험에 비추어 영재학생들이 그동안 어떤 식으로 학습을 해왔는지 물어보았다. 그 결과 많은 영재학생들이 자신의 관심 있는 주제에 대해서 학습하려는 의지를 보였고 자신의 탐색능력에 대해 믿음을 갖고 있었으며 적극적으로 학습을 계획하고 책임감 있게 수행하고 자신의 학습 진도를 점검하고 평가하고자 하는 의욕이 있었다. 이에 독립연구 수행은 자기 스스로 깊이 있는 연구를 수행하는 기회가 되었기에 영재학생들이 자신의 학습에 대한 책임감을 좀 더 향상시킬 수 있는 계기가 되었다.

5) 학습에 대한 애정과 열성

자기주도적 학습특성으로서의 학습열성과 애정은 지속적으로 학습하는 사람을 존경하고, 학습하려는 강한 욕구를 보이며, 체계적인 학문탐색을 즐기는 태도 및 가치관을 소유하는 것 등을 포함한다.

영재학생들은 독립연구를 수행하기 전에도 수학 사나 수학자에 관한 이야기를 읽으며 수학에 대한 관심을 갖고 있었다. 독립연구를 계기로 수학자들에 대한 존경심을 갖게 되었으며 그들을 바라보며 본받고 노력하려는 의지를 다지게 되었다.

6) 미래지향적인 자기이해

자기주도적 학습특성으로서의 미래지향성은 미래 지향적인 자기이해를 말하는 것으로, 평생학습자라는 자아개념을 가지고 자신의 미래를 생각하며, 어려운 상황을 문제가 아닌 도전으로 간주하여 이에 대처하는 능력 등을 말한다.

위에 제시된 인터뷰처럼 영재학생들은 독립연구를 통해 수학에서 느끼는 흥미를 지니고 앞으로 지

속적으로 수학적 지식 탐구에 매진할 것을 다짐하게 되었다. 수학이라는 분야가 머리 아프고 해결하기 힘든 단순한 문제가 아니라 자신이 도전하고 성취감을 느낄 수 있는 분야라는 깨달음을 얻은 것이다.

7) 창의성

자기 주도적 학습특성으로서의 창의성은 기존의 방식에 따르지 않고 새로운 방식으로 문제를 해결하며, 이로 인해 발생하는 위험을 감수하고, 하나의 주제에 다양하게 접근할 수 있는 능력을 말한다.

영재학생들은 독립연구를 통해 평소에 연구해 보고 싶었던 주제를 설정하여 다른 사람들과는 다르게 자신만의 새로운 것을 창출해 내기 위해 오랜 기간 동안 몰두하였다. 또 그러한 기회를 갖게 된 것에 대해 대체적으로 만족하였다. 자신의 창의성을 발현하고 여러 사람들 앞에서 그 결과를 설명할 수 있는 기회를 갖는 것은 앞으로 우리나라의 수학을 이끌어 갈 영재 학생들이 학문으로의 길을 맞보는 좋은 계기가 되었다.

<Table. 9> 학습에 대한 애정과 열성에 관한 인터뷰 결과

	사전 인터뷰	사후인터뷰
지속적으로 학습하는 사람을 존경하고, 학습하려는 강한 욕구를 보이며, 체계적인 학문 탐색을 즐기는 태도 및 가치관	학생B : 수학자들에 대한 위인전이나 수학사에 관한 책을 읽는 것을 좋아해요. 앞으로도 평생 수학 연구에 몰두한 사람들에 관한 책을 많이 읽어 보고 배워가고 싶고 저 또한 끈기를 갖고 공부해 나가고 싶어요.	학생B : 독립연구와 산출물 대회에 참여하면서 수학자들이 새로운 수학적 이론을 발견하고 체계적으로 정리하여 발표하는 것이 얼마나 대단한 일인지 알 수 있었어요. 저는 아직은 모르는 것이 많으니까 더욱 더 열심히 공부해야겠어요.

<Table. 10> 미래지향적인 자기이해에 관한 인터뷰 분석

	사전 인터뷰	사후인터뷰
평생 학습자라는 자아 개념을 가지고 자신의 미래를 생각하며 문제 상황을 문제가 아닌 도전으로 대처하는 능력	학생L : 저는 평소 미스터리를 좋아해요. 흥미롭고 신기하기 때문이에요. 그런데 수학도 마치 미스터리 같다는 생각이 들어요. 어려운 수학문제를 풀고 나면 기본이 상쾌하고 저 자신의 능력이 놀라게 되기 때문이에요. 도전하고 싶다는 생각이 들고 저의 인내심을 기르는 데 좋을 것 같아요.	학생L : 독립연구 과정에서 저 스스로 혼자 모든 것을 하게 되니 자립심이 생겼고 자신감이 생겼어요. 이러한 마음가짐을 가지고 앞으로도 수학 공부에 매진해야겠어요. 특히 여러 가지 방법으로 문제를 해결해 보도록 노력할 것이고 평소에도 모든 것에 호기심을 가지고 생활해야겠어요.

<Table. 11> 창의성에 관한 인터뷰 분석

	사전 인터뷰	사후인터뷰
기존의 방식에 따르지 않고 새로운 방식으로 문제를 해결하며 이로 인해 발생하는 위험을 감수하고 하나의 주제에 다양하게 접근할 수 있는 능력	학생S : 새로운 것을 배우는 것은 재미있는 일인 것 같아요. 그리고 이미 알고 있는 것들도 다른 사람들과는 다르게 생각해 보려고 노력해 보는 편이에요. 남들이 그냥 지나치는 것들도 뭔가 재미있는 점은 없는지 습관적으로 생각해 보는 것 같아요. 이런 저의 독특한 면을 이번 독립연구를 통해 바람직한 방향으로 이끌어 보고 싶어요.	학생S : 저는 우리나라 지도를 다른 방법으로 그릴 수 있는 방법이 없을까? 하고 생각해 봤어요. 그때 프랙탈의 코흐곡선이 생각났어요. 우리나라 서해안과 남해안이 매우 복잡하다는 것과 프랙탈의 코흐곡선을 연관 지어 지도를 그려야겠다는 생각이 들었어요. 그래서 GSP 프로그램을 이용해서 지도를 그려 보기로 했어요. 주제를 잡는 것이 어려웠지 지도를 그리고 발표를 위해 컴퓨터 화면 캡처 프로그램으로 동영상도 만드는 것은 어렵지 않았어요. 평소에 알던 것들을 연관 지어 새로운 것을 만들어 낼 수 있어서 정말 재미있었어요.

<Table. 12> 기본 학습 기능과 문제 해결 기능을 사용하는 능력에 관한 인터뷰 분석

	사전 인터뷰	사후인터뷰
학습에서의 위험, 애매함, 복잡함을 인내하는 능력 그리고 직면한 학습문제를 해결하는데 사용되는 기술 및 능력	학생 H : 저는 평소에 수학공부를 하다가 어려움에 부딪히면 포기하는 것보다는 끝까지 해결해 보려고 하는 편이에요. 해결하고 난 후에 드는 기분이 너무 좋기 때문이에요. 그리고 저의 문제를 해결해 내는 능력이 향상된 것 같아서 뿌듯하기도 해요. 많은 것을 공부해서 더 어렵고 복잡한 문제들도 도전해 볼 수 있었으면 좋겠어요.	학생 H : 독립연구를 하면서 저의 문제 해결 능력이 향상된 것 같아요. 무엇을 연구해야 할지 어떤 방법으로 연구를 할지 고민도 하고 팔이 부러져서 산출물 제작을 할 때 힘들기도 했지만 그런 어려움을 극복하고 무언가를 성취했다는 것이 정말 만족스러워요. 앞으로도 혼자서 연구를 하게 된다면 즐겁게 해나갈 수 있을 것 같아요.

8) 기본 학습 기능과 문제 해결 기능을 사용하는 능력
자기 주도적 학습특성으로서의 기본 학습 기능과 문제 해결 기능을 사용하는 능력은 학습에서의 위험 애매함 복잡함을 인내하는 능력, 직면한 학습문제를 해결하는데 사용되는 기술 및 능력 등을 의미한다.

독립연구의 수행은 영재학생들에게 학습에서 부딪히는 어려움들을 참고 견디며 끝까지 최선을 다해 해결할 수 있는 능력을 기르는 좋은 계기가 되었다. 또한 앞으로 자기에게 주어진 연구에 대해서 두려워하기 보다는 자신감을 갖고 참여하고자 하는 의욕을 불러일으켰다.

V. 논의 및 제언

1. 논의

본 연구는 초등수학영재들의 자기주도학습 능력 향상을 위한 프로그램으로서 독립연구를 수행해 봄

으로써 그 효과를 밝히고 그 과정에서 영재학생들의 자기주도적 학습특성이 어떠한지 밝혀 연구 기능을 향상시키는데 목적이 있다. 연구 결과가 지니는 의미와 시사점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 대부분의 영재 교수.학습 모형들이 영재의 자기주도적 특성을 고려하여 자발적 연구 능력 향상을 위한 교육을 강조하고 있으나 우리나라의 수학영재교육에는 아직 제대로 적용되고 있지 않은 실정이다. 대부분의 영재교육기관에서는 교육청에서 제공하는 교육 자료를 편집하여 활용하고 있고 수업 구조가 영재학생들의 수학 지식의 습득에만 머무르고 있으며 개별적 혹은 소집단의 학생들이 주제를 갖고 연구를 수행하는 과정이 소홀히 되고 있는 것이다. 따라서 영재학생들의 자기주도적인 연구 기능을 향상시킬 수 있는 교육 프로그램이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 독립연구의 도입, 주제 선정, 연구문제 만들기, 문헌 검토 및 자료수집, 연구방법 선택, 산출물 계획, 산출물 제작, 산출물 발표, 평가 단계로 세분화하여 독립연구를

진행하였다. 연구 결과 대부분의 학생들이 자기주도적 학습능력이 향상되었음을 알 수 있었다. 따라서 영재학생들의 연구 기능과 자기주도적 학습 능력 향상을 위해 앞으로도 독립연구와 같은 프로그램 개발 및 적용이 활발하게 이루어져야 할 것이다.

둘째, 본 연구에서는 Guglielmino의 자기주도적 학습특성 8가지를 기준으로 독립연구 과정에서 보이는 학생들의 학습특성을 사전·사후 인터뷰를 통해 파악해 보았다. 그 결과 많은 학생들이 학습기회에 대한 개방성, 효율적인 학습자로서의 자아개념, 학습에서의 주도성과 독립성, 책임감의 수용, 학습에 대한 열정, 창의성, 미래 지향성, 기본적인 학습방법과 문제해결 능력에 대한 자기평가 등 자기주도적 학습특성이 향상되었음을 보였다. 즉, 독립연구 수행을 통해 자기주도적으로 학습해 나갈 수 있는 방법을 익힐 수 있었던 것이다. 앞으로도 새로운 지식을 창출해 낼 수 있는 가능성을 지닌 영재학생들에게 자기주도적으로 학습해 나가는 능력을 길러줄 수 있고 그 방법을 익혀 갈 수 있는 기회가 많이 주어져야 할 것이다.

셋째, Marker&Nielsen(1996)은 산출물을 학생들의 학습과정에 대한 유형의 증거물이라고 정의하였고 Young(1985)은 아무리 가치 있고 새롭고 진귀한 아이디어라고 하더라도 그것이 워크숍, 저널투고, 책 출판 등과 같은 방법을 동원하여 외부로 표현되고 공유되어 타인과의 의사소통을 통해 구체화되고 평가되어야 진정한 의미의 창의적 산출물이라고 주장하였다. 따라서 본 연구에서는 학생들의 독립연구 결과를 산출물로 제작하는 과정을 갖고 이를 청중을 대상으로 설명하는 기회를 갖도록 하였다. 여러 사람 앞에서 자신의 연구결과를 발표하는 것에 부담을 갖기도 하였지만 많은 학생들이 성취감을 느끼고 자신감을 얻을 수 있었다. 또한, 다른 사람들의 연구 과정과 결과를 살펴봄으로써 장점과 단점을 파악하고 도움이 될 만한 아이디어를 제시해 봄으로써 비판적 사고력을 기르고 추후 자신의 연구에 도움이 될 만한 사항들을 파악할 수 있었다.

넷째, Moore(2001)는 학생들이 제안한 새로운 아이디어나 학생들의 발견에 대해 지대한 관심을 가져주면 학생들이 더욱 더 독립연구에 흥미를 느낄 것이라고 하였다(임근광·강순자, 2008). 즉, 학생들의 독립연구에 대한 교사와 학부모 등 주변사람들의 관심과 지지는 학생들이 연구를 수행하는데 있어 큰 버팀목이 되는 것이다. 따라서 본 연구에서는 영재학급 게시판에 통해 연구 진행 상황을 지속적으로 점검하고 의문사항에 대해 교사와 함께 의논하였으며 중간 중간 연구에 대한 보고 과정을 거치면서 친구들의 조언을 듣고 연구를 수정·보완해 갔다. 또한, 장시간에 걸친 연구 과정에서 학부모들의 적극적인 격려와 지지를 통해 자신감을 얻었고 연구에 필요한 지식을 찾는데 있어 도움을 받았다. 즉, 교사, 동료 학생, 학부모가 모두 함께 학생들의 연구에 참여하였고 연구의 수행을 촉진시키는 역할을 하였다.

본 연구의 결과가 모든 영재학생들에게 일반화될 수는 없겠지만 수학영재교육 과정 부분에 주는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 수학 영재들에게는 단순히 수학적 사실이나 소재를 소개해주는 것보다는 심화된 내용을 바탕으로 자기가 스스로 연구해 나갈 수 있는 교육프로그램이 필요하다. 단순히 지식 습득이나 문제 풀이에서 나아가 창의적인 문제해결과 깊이 있는 주제 탐구를 통해 창의적인 산출물을 만들어 내도록 하거나 높은 수준의 개별연구를 할 수 있게 하는 프로그램을 개발해야 한다. 이를 통해 수학영재들이 스스로 학습할 수 있게 하고 지식 창출의 성취감을 느낄 수 있게 해야 하는 것이다.

둘째, 수학영재는 자기주도적인 학습을 통해 스스로 자신의 수학적 능력을 발전시켜나가는 특성이 있다. 이러한 특성에 맞게 일방적인 교사의 설명보다는 학생 중심의 교육이 이루어 져야 하고 창의적인 사고를 유발할 수 있는 적절한 교사의 발문이 필요하다. 또한 교사와의 지속적인 지도를 통해 개개인의 능력에 맞는 맞춤형 영재교육이 이루어져야 한다.

2. 연구의 제한점

본 연구는 독립연구 수행을 통해 초등수학영재학생들의 자기주도적 학습능력을 향상시킬 수 있는가를 검증하고 독립연구 전과 비교할 때 독립연구의 각 단계에서 학생들의 자기주도적 학습특성이 어떠한지 파악해 보는 것에 목적이 있다. 그러나 결과를 해석하거나 일반화 할 때 다음과 같은 제한점이 있다.

첫째, 이 연구는 특정 수학영재학급 재학생들을 대상으로 하였기 때문에 연구 결과를 일반화하는데 신중을 기해야 한다.

둘째, 수학영재들의 자기주도학습 준비도는 독립연구를 수행하는 과정에서 가장 정확하게 측정될 수 있을 것이다. 그러나 독립연구의 사전과 사후에 측정했기 때문에 상황에 의존성이 큰 실제 자기주도적 학습능력과 다소 다르게 나타날 수도 있다.

셋째, 독립연구가 수개월에 걸쳐 실시되었기 때문에 학습의 효과에 영향을 미칠 수 있는 성숙이나 그 외 여러 변인들의 개입 가능성을 배제할 수 없다.

3. 제언

본 연구에서 얻어진 결과를 바탕으로 제한점이나 부족한 점을 보완하여 보다 나은 후속 연구를 위하여 다음을 제언하고자 한다.

첫째, 초등수학영재들의 자기주도적 학습능력을 향상 시킬 수 있는 영재교육과정에 대한 연구가 더욱 활발히 이루어져야 한다. 독립연구 뿐만 아니라 한 가지 주제를 가지고 체계적인 절차를 가지고 프로젝트 수업을 할 수 있는 교육과정을 개발하는 것도 한 방법이라고 할 수 있겠다.

둘째, 수학영재들의 독립연구 수행에 필요한 인적 네트워크를 구축하는 방안이 필요하다. 일반 초등학교에서 실시되고 있는 영재교육의 경우 학생들의 독립연구에 필요한 멘토의 역할이 영재 담당 교사에게 국한되어 있는 것이 현실이다. 범위를 넓혀 좀 더 심화되고 전문적인 지식이 필요할 때 관련 분야의 전문가에게 도움을 받을 수 있는 시스템이 구축되어야 한다.

셋째, 수학영재 지도 교사들을 대상으로 독립연구 과정과 산출물 제작 과정에 대한 전문적인 연수 프로그램이 제공되어야 한다. 독립연구의 절차를 익히고 영재학생들을 지도 할 수 있는 소양을 갖춘 영재 교사가 배출되어야만 창의적 지식 생산자를 배출할 수 있는 영재 교육이 가능할 것이다.

넷째, 수학영재 학생들의 독립연구 과정 및 산출물을 공개 할 수 있는 장이 마련되어야 한다. 본 연구의 경우 산출물 대회 결과를 본교 학교 신문에 실는 것으로 만족해야 했는데 앞으로 영재들의 독립연구가 활발하게 진행되기 위해서는 좀 더 체계적인 공개의 장이 필요하다고 본다. 자신의 연구 결과를 동료와 학부모뿐만 아니라 많은 사람들에게 공개하고 지지와 평가 받고 이를 통해 앞으로의 연구에 필요한 피드백 자료를 얻을 수 있는 기회를 만들어 주어야 할 것이다.

참고 문헌

- 김연비, 황우형(2010). 수학영재와 일반아동의 성격유형과 자기주도 학습능력 비교 분석. 교과교육연구, 3(2), 53-101.
- 남영만, 최용환(2006). 자기 주도 학습 능력신장을 위한 자기평가 학습의 실행연구. 교육이론과 실천, 16, 61-81.
- 박성현, 조신섭, 김성수(2004). 한글 SPSS: Ver. SPSS 12K. 서울: 한나래
- 박정미(2004). 수학과 영재교육을 위한 창의적 산출물 : 열쌍 몸짱 로봇제작을 중심으로. 대한사고개박학회 2004 연차학술발표대회 발표논문.
- 유재범(2005). 인터넷을 활용한 과학수업이 자기주도적 학습 능력에 미치는 영향. 대진대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 이헌수, 박종률(2011). 수학 영재학생의 사사독립연구에 대한 산출물 분석 : 중등 영재학

- 생을 중심으로 한 사례연구. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 25(1), 185-205.
- 임근광, 강순자(2008). 수학영재학생들의 독립연구 절차와 교사의 역할. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 47(3), 311-335.
- 한순미(2005). 지식사회에서 영재들에게 요구되는 지식과 전략. 영재와 영재교육, 4(1), 85-104.
- 허남진(2005). 학습자 변인의 자기주도 학습에 대한 예측력 분석. 홍익대학교 대학원 박사학위 논문.
- 홍영표(2003). 특성화 고등학교 학생들의 자기주도학습준비도와 관련 변인. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- Guglielmino, L. M (1977). *Development of the self-directed learning readiness scale*. Doctoral Dissertation. University of Georgia.
- Johnsen, S. K., & Jonson, K. (1986). *Independent Study Program*. WACO, TX: Prufrock Press.
- Johnsen, S.K., & Goree, K. (2005). *Independent Study for Gifted Learners*. New York: Prufrock Press, Inc.
- Kaplan, S. N., & Gould, B. (2002). *Independent Study*. California: E2E.
- Knowles, M. S. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Chicago, IL: Follet Publishing Co.
- Marker, C. J., & Neilson, A. B. (1996). *Curriculum Development and Teaching Strategies for the Gifted Learners(2nd)*, Austin, Texas : Pro-ed.
- Moore, B. (2001). Developing of Research skill for gifted students. In Karnes, F. A., & Bean, S. M. (Ed). *Methods and materials for teaching the gifted..* New York: Prufrock Press, Inc.
- Tomlinson, C. A (2001). *How to Differntiate Instruction in Mixed-Ability Classrooms*. Alexandria. VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Young, J. G. (1985). What Is Creativity? *The Journal of Creative Behavior*, 19(2), 77-87.