영재교육연구 제 20 권 제 1 호
Journal of Gifted/Talented Education
2010. Vol 20. No 1, pp. 205~229

수학 학문적 창의성 신장을 위한 멘토십 프로그램 모형 개발

방 승 진
아주대학교

최 중 오
샛별중학교

영재학교 및 과학 고등학교에 재학 중인 수학 영재의 창의적 연구 체험과 학문적 창의성 신장을 교육 목적으로 진행되는 수학분야 R&E 프로그램은 본연의 목적과는 달리 연구주제 선정과정에서의 학생들의 참여 결여, 연구 능력 신장을 위한 진행 과정에서의 개인별 평가 미비, 그리고 수학적 논문 게재 여부의 평가 항목이 배제된 상태에서 보고서 작성 및 발표 평가로 마무리 되는 등 창의적 연구자로서의 경험을 충분히 제공하고 있지 못하고 있다. 본 연구는 이러한 R&E 프로그램의 문제점을 분석하고 그 해결방안을 찾아 본래의 목적인 창의적 수학 연구 체험과 학문적 창의성 신장에 부합하는 평가모형이 결합된 새로운 멘토십 프로그램 모형을 개발하였다.

주제어: 수학영재, R&E 프로그램, 멘토십 프로그램

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

최근에 올림피아드 실적과 지식 측정 위주의 선발 전형이 폐지되고 입학사정관 전형과 같은 잠재력과 창의성 위주의 선발 전형으로 전환됨에 따라 특목고 학생들뿐만 아니라 일반 고등학교에 재학 중인 수학 영재학생들에게도 창의적 연구 과정을 통한 자기 우수성 입증자료 개발의 필요성이 부각되고 있다. 이에 따라 중·고등학교 수학 영재들의 연구 능력을 향상시키

교신저자: 방승진(math@ajou.ac.kr)

고 학문적 창의성을 신장시키기 위한 멘토십 프로그램에 대한 관심이 높아지고 있다.

사사교육(Mentorship)의 이론을 바탕으로 2003년 한국과학영재학교에서 시작된 R&E 프로그램은 고등학교 수학·과학영재들의 창의성 신장을 목적으로 전국 과학고 및 영재학교로 확대되어 실시되고 있다. 연구를 통한 교육(Research and Education)을 표방하는 R&E는 멘토의 지도아래 장기적인 연구 프로젝트 형태로 진행되며, 학생들의 결과 보고서와 발표에 대하여 평가받게 된다.

하지만 연구자로서의 경험과 학문적 창의성 신장이라는 목적으로 진행되는 R&E의 현실은 그 목적과는 다소 거리가 있게 진행되고 있다. 본 연구자가 몇 년에 걸쳐 R&E에 직접 참여하고 다른 팀들의 연구 과정을 지켜본 결과 다음과 같은 문제점들을 발견하게 되었다.

첫째, 연구 주제 선정 과정에서의 학생 참여 배제

연구자로서의 경험은 연구 주제의 선정단계부터 시작된다. 하지만 적지 않은 경우에 멘토에 의해 일방적으로 정해진 연구 주제를 학생들이 학습하는 형태로 진행되어 학생들은 연구 주제의 선정 경험을 갖지 못하게 된다.

둘째, 결과보고서 작성 및 발표 연습 위주의 활동

장기적인 연구 계획에 의해 체계적으로 진행되지 않고 연말이나 연초에 집중적으로 모여 보고서 작성과 발표연습 위주로 활동하는 경우가 많아 연구자로서의 경험을 충분히 갖지 못하고 있다. 물론 수학경시대회 위주의 입시 분위기가 학생들의 R&E 참여를 소극적으로 만든 원인이기도 했다.

셋째, 연구 기여도에 따른 개별 학생 평가의 부재

연구 과정 및 결과에 기여도가 큰 학생과 거의 참여 하지 않는 학생을 구별할 수 있는 평가 항목이 없고 결과 보고서 평가에 의해 팀별로 동일한 등급을 부여받게 되어 학생들의 개인별 연구 능력과 창의성 신장에 대한 평가가 이루어지고 있지 않다.

넷째, 연구자로서의 경험이 가능한 연구 모형의 부족

연구 과정에서 연구 소주제 선정 및 연구 수행, 결과 발표 및 토의, 그리고 결과 수정으로 이뤄지는 연구 모형의 부재로 인해 학생들의 연구 능력

신장에 지장을 초래하고 있다.

다섯째, 연구자로서의 창의적 결과물인 논문 게재 항목의 부재

R&E가 연구자로서의 경험과 창의성 신장을 교육 목적으로 하고 있음에도 불구하고 결과보고서와 발표 평가만으로 마무리 하는 것은 목적을 충분히 달성했다고 볼 수 없다. 모든 프로그램에서 학문적으로 의미 있는 논문을 쓰고 학술지에 게재할 수 있는 것은 아니지만, 관련 학술지에 논문 투고를 의무화하거나 아니면 R&E 평가 가산점 항목으로 명시하게 되면 논문작성, 투고, 평가, 논문 게재의 과정을 거치면서 본래의 목적에 근접하게 될 것이라 판단된다.

본 연구에서는 영재고와 과학고 R&E 프로그램에서의 문제점을 분석하고, 그 해결방안으로서 첫째, 프로그램 모형과 평가 모형의 결합을 통한 프로그램의 내실화, 둘째, 멘토에 의한 연구 대주제와 멘티에 의한 연구 소주제 선정 단계의 구분, 셋째, 소주제 세미나를 통한 연구 능력 배양, 넷째, 학생 개인별 연구 태도 및 기여도 평가를 도입하여 개별 학생들의 연구 능력 및 창의성 신장과정 파악, 다섯째, 창의적 산출물인 논문의 학술지 게재 여부를 평가 항목에 넣어 본래의 교육목적에 부합하는 멘토십 프로그램 모형을 개발하였다.

2. 연구 내용 및 범위

R&E 프로그램의 문제점을 분석하고 그 해결방안이 담긴 새로운 수학 학문적 멘토십 프로그램을 개발하고자 하는 본 연구의 연구 내용과 범위는 다음과 같다.

가. 영재교육 교수 · 학습 모형 분석

Renzulli의 심화학습 3단계 모형(Enrichment Triad Model), Treffinger의 자기 주도적 학습 모형(Self-directed Learning Model), 퍼듀 3단계 심화학습 모형(Purdue Three Stage Enrichment Model), Betts의 자발적 학습 모형(Autonomous Learner Model) 등 기존에 진행되는 영재교육 교수 · 학습 모형 중에서 멘토십 개념을 포함하고 있는 학습 모형을 중심으로 분석하였다.

나. R&E 프로그램의 분석

영재학교와 과학 고등학교에서 R&E 프로그램에 참여했던 학생들의 R&E 프로그램에 관한 인식을 조사한 논문을 참고하고, 사사교육에 대한 이론과 기존에 개발된 R&E 프로그램의 교수-학습 모형을 분석하였다.

다. 수학 학문적 창의성 신장을 위한 새로운 멘토십 프로그램 모형 개발

기존 R&E 프로그램의 문제점 분석을 통해 그 해결방안으로서 중·고등학교 수학 영재의 창의적 연구 체험과 수학 학문적 창의성과 신장을 위한 평가모형이 결합된 멘토십 프로그램 모형을 제시한다.

본 연구는 수학 분야로 제한하여 연구가 진행되었지만 이론적 연구를 진행하는 거의 모든 학문 분야에도 적용이 가능하리라 생각한다.

II. 이론적 배경

1. 수학영재 교육

가. 수학영재의 특성

영재의 정의에 기초하여 수학영재는 수학영역에서 뛰어난 업적을 성취하였거나 성취할 수 있는 잠재력이 뛰어나 정규 교육과정 이상의 특별한 프로그램을 필요로 하는 사람으로 정의할 수 있으며, 수학영재는 빠른 계산능력이나 높은 수학 성취도 보다는 수학적 사고력, 추론 능력 및 적용능력 등의 특성을 갖고 있다. 수학영재의 특성에 관한 연구에서 Krutetskii(1976)는 수학영재는 수학에 대한 강한 호기심을 가지고 수학적 창의성, 유연성, 정확성 그리고 문제 해결력이 뛰어나며, 수학적 상관관계에 대한 합리적이고 분석적인 사고를 하고, 자료에 대한 개념화와 일반화 능력이 뛰어난 특성을 가지고 있다고 보고 있다.

나. 수학 창의성

수학적 창의성이란 생성된 개념을 적합성과 논리성 및 연역적인 수학적 사고과정을 통해 통합하여 문제를 해결하고, 구조적 사고를 발달시키는 능

력이다(Ervynck, 1991). Srirman(2004)은 창의성이란 새롭거나 독창적인 작업 결과를 만들어내는 능력이며 수학적 창의성은 수학이라는 학문을 성장시키는 원동력이라고 보고, 수학적 창의성이 복잡한 정도에 상관없이 주어진 문제에 대해 흔치 않고 통찰력 있는 해법을 내놓는 과정이라 하였다(김기연, 2008, 재인용). 수학영재의 특성을 분석하고 그 특성에 맞게 수학 창의성 신장 프로그램을 개발하는 것은 영재교육의 궁극적 목적인 수학영재의 잠재능력 향상에 효과적일 것이다.

다. 영재학생 수준을 고려한 수학 창의성의 분류

수학영재는 수학의 개념이 정립되어 가는 초등학생부터 논리적 사고력이 신장되는 중학생, 그리고 고등학교까지의 수학교육과정의 심화가 거의 완성되어가는 고등학교 수학영재에 이르기 까지 다양한 학생들이 포함되며, 초등학교 혹은 중학교 수학영재 속에도 학교 내 영재학급, 시도교육청 영재교육원, 대학교부설 과학영재교육원에 재학하는 영재학생들 사이에 현격한 지적, 정서적 능력의 차이를 보이고 있다. 김기연(2008)은 수학 창의성을 수학이라는 특수영역, 학교수학이라는 제도적 영역, 그리고 수학 영재라는 대상적 특성에 따라 세 가지 유형으로 나누었다.

1) 학교 수학 창의성

수학 창의성은 영재학생 뿐만 아니라 일반 학생들을 대상으로 하는 수업 환경에서도 발현시킬 수 있는데, 이때의 수학 창의성은 수학자나 영재를 대상으로 하지 않고, 학교 수업 환경이라는 점에서 수학 학문적 창의성과는 구별된다. 학교 수학 창의성은 새로운 개념을 배우거나 문제를 해결하려고 할 때, 기존에 갖고 있는 개념을 연결 · 연합하여 새로운 개념을 쉽게 이해하거나 스스로 새로운 개념을 구성하는 능력으로 정의 할 수 있다(황우형 외, 2006).

2) 수학 학문적 창의성

수학 학문적 창의성은 수학자들이 자신의 분야에 대한 이론적 연구를 통해 새로운 창의적 결과를 도출하는 능력을 의미한다. Aiken(1973)은 수학적

창의성과 관련된 문헌과 연구들을 종합하여 수학 창의성은 항상 과정(process)과 다양한 산출물(product)을 기본으로 하고 있음을 발견하였다. 과정(process)과 산출물(product)은 수학 창의성을 정의하는 중요한 두 가지 본질로 어느 것에 중요성을 두느냐에 따라 수학창의성의 정의가 달라진다. Ervynck(1991)은 기존의 개념들을 통합하는 것에 대한 적합성과 논리적, 연역적인 수학의 본질을 이해하면서 문제를 해결하고, 구조적 사고를 발달시키는 능력으로 정의한 반면에, Srirman(2004)은 창의성을 새롭거나 독창적인 작업 결과를 만들어내는 능력이며 수학 창의성은 수학이라는 학문을 성장시키는 원동력이라 보고, 수학 창의성이 복잡한 정도에 상관없이 주어진 문제에 대해 흔치않고 통찰력 있는 해법을 내놓는 과정이라고 보았다.

3) 수학 영재의 창의성

대부분의 고등학교 수학영재는 오랜 기간의 수학경시 공부를 통해 수학 분야의 뛰어난 지적능력과 문제해결능력을 가지고 있으나 특정 주제를 대상으로 장기간에 걸쳐 연구하여 창의적 산출물을 만들어내는 경험을 가진 학생은 드물다. 수학 영재의 수학적 창의성은 학교 수학 창의성과 수학 학문적 창의성의 중간 단계로 이해할 수 있다. Krutetskii(1976)는 영재성을 두 가지 형태 즉, 창의적 산출물 영재성과 학문적 영재성으로 구분하였는데, 수학교과에 대한 이해력과 적용능력을 가지고 있는 고등학교 수학영재들에게는 장기간의 학문적 연구를 통한 창의적 산출물 도출하는 프로그램을 통해 수학 학문적 창의성을 신장시킬 필요가 있다.

2. 사사교육 및 R&E 프로그램

가. 사사교육

대학교수 또는 전문가와 수학영재가 인간적인 관계 속에서 이뤄지는 사사교육은 ⑴학생들로 하여금 시간, 공간 및 교육과정의 한계를 넘어 학습할 수 있는 기회를 마련해 주고, ⑵정규 학교에서는 쉽게 접근할 수 없는 자원과 시설을 사용할 기회를 주고, ⑶전문가와 상호 작용할 수 있는 기회를 제공하고, ⑷직업에 대한 각성과 선택 기회를 제공할 수 있게 해준다. 여기에

사사교육의 결과로서의 수학 창의적 산출물 도출은 고등학교 이하의 수학 영재가 자기 주도적 생산자로서의 경험을 하는 것으로 매우 특별한 의미를 부여하기에 충분하다. 이와 같은 사사교육은 영재교육 현장에서 널리 적용되고 있는 아래의 대표적인 영재 학습 모형을 적용할 수도 있다.

1) Renzulli의 심화학습 3단계 모형(Enrichment Triad Model)

심화학습 3단계 모형은 코네티컷 대학교의 Renzulli(1977)교수가 개발한 것으로 현재 영재교육의 대표적인 교육 프로그램 중 하나이다. 영재성은 현재의 상태를 의미하는 것이 아니라 특정한 학습 영역에서의 영재성 있는 행동의 발달 즉, 발달된 상태로서의 결과가 아니라, 발달해 가는 과정으로서의 영재성과 재능을 의미하는 것으로 보며, 모든 아동들이 특정 전문가 집단 속에서 전문가가 될 수 있도록 도와주는 여건만 마련된다면, 누구나 특수한 사람 혹은 전문가가 될 수 있다는 관점이다. 심화학습 3단계 모형은 1단계 심화 일반적인 탐색 활동(general exploratory activities), 2단계 심화 집단 훈련 활동(group training activities), 3단계 심화 개인 혹은 소집단별 현실 문제 탐구 활동(individual or small group investigations of real problems)으로 구성되며, 세 가지 심화활동은 서로 유기적으로 결합하는 삼원구조로 이뤄진다. 1, 2단계 심화 활동이 비교적 많은 수의 학생들을 대상으로 하는 반면에 3단계 심화 활동은 학생들이 획득할 수 있는 심화 수준의 최상위 단계로서, 첫째, 학생 개인이나 소집단의 흥미에 기초를 두고, 둘째, 학생들에게 실행 전문가로서의 역할과 기술을 가질 것을 요구하며, 셋째, 연구과정에서 과학적 방법을 사용해야 하며, 넷째, 타인의 의견을 경청할 수 있는 감각능력이 뛰어나 기존 연구 성과들과의 원활한 의사소통이 가능하도록 격려되며, 마지막으로 신뢰할 수 있는 학생 성취도 평가를 위해서 다면적이고 총체적인 수행 평가를 실시한다는 5가지 측면에서 다른 단계의 심화 유형과 구별된다. 즉, 학생들이 지식의 소비자가 아니라 지식의 생산자로서의 활동을 하도록 유도하는 것을 목적으로 한다(최호성 외, 2003).

2) Treffinger의 자기 주도적 학습 모형(Self-directed Learning Model)

자기 주도적 학습 모형의 기본 가정은 학생들이 능동적이고 주도적으로 학습에 참여할 때 학습 효과가 높으며, 스스로 선택한 과제 혹은 분야를 학습하면 동기화가 잘 이루어진다는 것으로, 교수 영역은 목표와 목적, 출발점 행동의 측정, 교수 절차의 확인 및 실행, 수행의 평가 등의 요소로 구성된다(Treffinger, 1975). 자기 주도적 학습 모형은 영재들이 자기주도적인 학습이 이뤄지도록 교사주도수업단계(command style), 영재주도학습 1단계(task style), 영재주도학습 2단계(peer-partner style), 영재주도학습 3단계(self-directed style)의 4단계로 이뤄지게 된다. 이 때, 영재주도학습 3단계(self-directed style)에서는 학습활동의 내용 및 방법, 소요 시간 등을 학생 스스로 선택하고, 교사는 학습 촉진을 위한 자원관리자로서의 역할을 수행한다.

3) 퍼듀 3단계 심화학습 모형(Purdue Three Stage Enrichment Model)

퍼듀 3단계 심화학습 모형은 1973년 퍼듀 대학교의 영재교육센터(Gifted Education Research Institute: GERI)에서 Feldhusen, Linden, Ames 등이 퍼듀 대학교의 수업 모형에 관한 연구를 위하여 대학생들에게 적용한 것을 시작으로, 1977년 Feldhuen과 Kolloff가 초등학교 영재아를 위한 3단계 심화학습 모형으로 수정·보완하여 만든 것이다. 이 모형은 학생들의 학습에 대한 흥미를 높이고 탐구력을 향상시키기 위한 것으로, 제1단계에서는 기초적인 확산적·수렴적 사고 능력과 상상력을 지도하고, 융통성, 유창성, 독창성, 정교성 등의 기능을 계발하는데 중점을 둔다. 제2단계에서는 학생 주도적인 심화학습활동이 이뤄지며 창의적 문제 해결력 신장에 필요한 전략과 기능을 향상시키는데 중점을 둔다. 제3단계에서는 학생 주도적으로 좀 더 폭넓고 깊이 있는 프로젝트를 통해 제2단계에서 배웠던 인지 기술과 전략을 활용할 수 있는 독립적인 개별 학습의 기회를 갖게 된다. 이 때, 학생들은 개인 프로젝트를 독립적으로 수행하면서 내적인 동기 유발을 통한 연구자로서의 경험을 하게 된다(Feldhusen & Robinson-Wyman, 1986).

4) Betts의 자발적 학습 모형(Autonomous Learner Model)

Betts의 자발적 학습 모형의 8가지 기본 목적은 첫째, 긍정적인 자아개념 계발, 둘째, 자신의 영재성 이해, 셋째, 올바른 대인관계 형성, 넷째, 다양한 영역에서의 지식 확대, 다섯째, 사고력, 판단력, 문제해결력 계발, 여섯째, 지적, 정서적, 사회적 능력 계발, 일곱째, 학교 내·외에서의 자신의 학습에 대한 책임감 형성, 여덟째, 책임감과 창의력을 겸비한 독립적인 학습자 형성이다. 이와 같은 교육 목적을 달성하기 위한 학습 모형은 오리엔테이션, 자기 개발, 심화학습 활동, 세미나, 심층적 연구 등의 5단계로 구성이 되어 있는데, 특히 세미나는 영재학생을 독립적인 학습자로 간주하며, 3~5명의 소집단 학생들이 자신들이 연구한 주제와 내용을 세미나 형식으로 동료들에게 발표하고 상호 평가하게 된다. 또한 심층적 연구 단계는 렌줄리의 심화학습 3단계와 매우 유사한데, 학생들은 개인별 또는 2~3명의 소집단으로 편성되어 연구계획서를 작성하고 연구의 수행, 발표 및 평가의 과정을 학생들 스스로 진행하게 되며 필요에 따라서 교사의 도움을 받을 수 있다.

지금까지 살펴본 영재교육 학습 모형들은 공통적으로 영재교육에서 학생은 심화된 자기주도 학습과 독립적인 주제 탐구를 통해 창의적 결과를 산출하는 지식의 생산자로서의 연구자 역할을 수행한다. 또한 영재교육 학습 모형에서의 심화과정은 교사의 안내 및 지도를 통해 심화된 주제를 장기간에 걸쳐 진행하며, 그 과정 속에서 과학자 또는 연구자로서의 경험을 갖게 된다는 측면에서 깊이 있고 독립적인 주제 탐구를 통해 창의적 산출물을 개발하는 사사교육의 의미를 내포하고 있다.

나. R&E 프로그램 분석

1) R&E 프로그램의 학습 모형 분석

가) 최호성 외(2003)의 R&E 프로그램의 학습 모형

연구계획 수립 → 탐구주제 선정 → 심화학습(사사교육, 해외연수, 위탁교육) → 중간보고서 제출 → 최종보고서 제출

이 모형은 한국과학영재학교(前 부산과학고등학교) 학생들을 대상으로 개발되었으며, 전국 과학고에서 진행되는 R&E 프로그램과는 다소 차이가 있다. 시행 초기 대부분의 학생들이 R&E 프로그램의 목적과 방법을 제대로 인식하지 못한 상태에서 참여하여 연구주제의 선정에서 결과도출까지 주도적으로 진행하는 것에 익숙하지 않은 것으로 조사되었다. 또한 연구를 통한 교육이라는 목적과는 다르게 평상시 꾸준하게 진행되지 않고, 결과 보고서 및 발표, 그리고 그에 따른 평가 위주로 운영되는 경향이 있었다.

나) 이선길(2006)의 R&E 프로그램 학습 모형

연구 주제 탐색 → 문제 선정 → 연구 계획 → 수행 → 결론 도출 → 발표 및 토의

이선길(2006)은 기존 R&E 프로그램의 문제점으로 지적되어온 참여 학생들의 R&E 프로그램의 이해도 부족으로 인한 참여도 저하를 해결하는 방안으로 첫째, 연구 주제에 대한 지속적인 메타인지(Metacognition) 활동을 강조하고, 둘째, 스캐폴딩(Scaffolding)을 통한 조력 및 협력 연구, 셋째, 체계적인 연구노트의 정리를 통한 연구과제의 이해 및 연구 방향 설정을 제시하였다. 메타인지 및 스캐폴딩 활동은 R&E 경험이 없는 학생들의 연구 주제에 대한 이해를 돕고 연구의 주체이면서 조력자로서의 역할 수행의 중요성을 인식할 수 있도록 하였다. 또한 형식적인 평가 대상으로 여겨질 수 있는 연구노트의 메타 인지적 활용 방안을 제시하였다.

다) 황명주(2007)의 SCL(Scientific Community Laboratory) 학습 모형

연구의 시작(팀 구성) → 교육적인 연구과정(기초지식과 실험기술 훈련) → 창의적인 연구과정(창의적 발상을 통한 새로운 연구) → 연구보고서 작성/발표

SCL은 최근 미국에서 연구하고 있는 새로운 과학교육 방법 중의 하나로 학생들이 소단위 연구주제인 RQ(Research Question)을 해결하는 과정으로 수업을 구성하고, 과학자의 입장에서 주어진 주제를 각자의 방법으로 연구하고 결과를 학회발표처럼 발표하도록 하며 자기의 결론을 정당화하기 위

해 데이터를 보완하거나 재구성하고 다른 학생들의 연구결과도 인용하는 등 과학자 사회의 연구 패턴을 모델화 한 것이다. SCL(Scientific Community Laboratory) 교수-학습 모형은 RQ과정에서 얻은 결과물 중에서 상호토론 및 검증과정을 통해 선별된 결과를 연구 공동체가 공유하여 다음 단계의 연구에 활용할 수 있도록 하는 학회 학술활동과 유사한 방법으로 진행하여 연구자로서의 경험을 체득하게 하는데 주안점을 두었다.

2) R&E 프로그램에 참여한 학생들의 인식 분석

영재학교 또는 과학고에 재학 중인 영재학생들의 창의성 신장이라는 본래의 교육목적을 달성할 수 있도록 하는 R&E 프로그램의 개발을 위해서는 지금까지 연구된 다양한 영재교육 및 창의성 신장 교육 관련 이론에 대한 분석과 함께 그동안 R&E 프로그램에 참여했던 학생들의 인식 조사를 통해 효과성을 분석할 필요가 있다.

김경대·심재영(2008)는 과학고 또는 영재학교에서 R&E 프로그램을 경험한 KAIST신입생 182명을 대상으로 R&E 프로그램의 효과성에 대한 학생들의 인식을 조사하였다.

<표 1> KAIST 신입생들의 R&E 프로그램의 효과성에 대한 인식 조사 결과

순번	Theme of question	긍정도
1	Cooperative research with co-workers	81.4%
2	Scientific knowledge	80.8%
3	Attitudes about scientists	77.5%
4	Self motivation	75.8%
5	Interests in science and technology	68.7%
6	Scientific inquiry	62.7%
7	Creative thinking	61.5%

설문조사 결과 R&E 프로그램에 참여했던 학생들은 교수, 교사 및 동료 학생과의 공동연구(81.4%)와 연구주제에 대한 전문지식의 습득(80.8%) 그리고 연구자로서의 연구 태도(77.5%)에 대한 긍정정적인 답변이 창의성 신장(61.5%)에 비해 높게 나왔다. 이 결과로부터 R&E 프로그램은 교육목적에

대체로 부합하고 있음을 알 수 있으며, 창의성 신장보다는 자기 주도적인 연구 태도 습득에 효과가 있는 것으로 조사되었다.

이와 같은 R&E 프로그램의 긍정적인 인식에도 불구하고, 1, 2학년 재학 중 정규교육과정으로 R&E에 참여하는 영재학교와 정규교육과정이 아닌 방과후 활동으로 신청학생 중에서 일부가 참여하는 과학고 사이의 R&E 프로그램에 대한 인식의 차이가 있었다.

<표 2> 영재학교와 과학고 R&E의 인식 조사 결과

순번	Theme of question	Strongly Agree(%)		Strongly Disagree(%)	
		SHS	KSA	SHS	KSA
1	Cooperative research with co-workers	29.3	42.4	10.3	1.5
2	Scientific knowledge	19.8	40.9	10.3	1.5
3	Attitudes about scientists	26.7	37.9	6.9	3.0
4	Self motivation	30.2	21.2	12.9	6.1
5	Interests in science and technology	14.7	28.8	11.2	7.6
6	Scientific inquiry	7.8	22.7	12.9	1.5
7	Creative thinking	6.9	19.7	10.3	3.0

강한 긍정(Strongly Agree)에서는 6개의 항목에 대해 영재학교 출신 학생들의 응답률이 높은 차이로 높았고, 단지 자발적 참여 항목에서만 과학고(30.2%)가 영재학교(21.2%)보다 높았다. 그 이유는 의무적으로 모든 학생이 참여해야 하는 영재학교와는 달리 희망하는 학생들 중에서 선별하여 진행하는 과학고 R&E 프로그램 운영상의 차이점이라 판단된다. 강한 부정(Strongly Disagree)에서는 모든 항목에 대해 매우 큰 차이로 과학고 학생들의 응답률이 높았다. 이와 같은 결과는 비정규 교육과정으로 진행되는 과학고 R&E 프로그램에 대한 운영상의 문제점을 분석하고 해결 방안을 마련해야 할 필요성이 있음을 의미한다.

3. R&E 프로그램의 문제점

수학·과학 분야 영재학생들에게 연구자로서의 경험과 학문적 창의성 신

장을 목적으로 개발된 R&E 프로그램은 사교육에 의한 선수학습과 문제해결능력에 집중된 영재교육을 탐구 중심의 사사교육으로 전환시키는 계기를 마련하였다. 또한 학생들의 잠재능력과 연구 능력을 중시하는 입학사정관제 전형과 같은 교육 환경의 변화에 적합한 교육 프로그램이라 판단된다. 따라서 현재 발견되는 여러 가지 문제점을 분석하고 그 해결방안을 마련하여 본래의 교육 목적을 달성할 수 있는 멘토십 프로그램 모형의 개발은 큰 의미가 있다. 기존의 R&E 프로그램의 분석을 통해 발견되는 문제점을 프로그램 진행 단계별로 나누어 서술하면 다음과 같다.

가. 연구 계획서 평가 측면

멘토십 프로그램은 학생들의 연구수행능력 및 창의성 신장을 위해 장기적인 계획에 따라 연구를 통한 교육을 진행하는 교육방법이다. 따라서 연구계획서에는 연구 주제의 선정, 연구 방향 및 방법, 참여 학생의 수행평가 계획, 창의적 산출 능력 신장 계획 등이 평가 항목으로 서술되어져야 한다. <표 3>에서는 참여 학생들의 연구수행 능력의 신장 정도를 측정할 수 있는 평가항목, 창의적 산출 능력 신장에 대한 평가 항목이 빠져 있으며, 연구시설 및 설비 활용계획의 충실도에 대한 평가 항목은 수학 분야의 연구 평가 항목으로는 적절하지 않으므로 다른 항목으로 대치해야 한다.

<표 3> 2011학년도 전국 과학고 및 영재고 R&E의 연구계획서의 주요 평가 항목

구 분(배점)	평 가 항 목(배점)
과제수준(60점)	- 탐구주제 수준과 학생의 탐구능력 일치성(20점) - 탐구주제의 참신성, 유용성, 적정성(20점) - 연구 내용의 사사교육의 적합성(20점)
수행계획의 적절성(60점)	- 과제수행계획의 실행 가능성(20점) - 연구시설 및 설비 활용계획의 충실도(20점)

나. 수학 창의성 신장 측면

R&E 프로그램에 참여했던 KAIST 신입생들을 대상으로 인식을 조사한 김경대·심재영(2008)의 설문 결과에서 다른 항목에 비해 창의성 신장관련

응답률이 낮게 나왔다. 이는 R&E 프로그램에 참여하고 결과보고서를 작성하여 평가받는 현재의 학습모형에 참여하였던 학생들이 창의성이 신장되는 경험이 충분하지 못하였다고 판단하고 있는 것으로, R&E 프로그램이 본래의 목적에 맞게 학생들의 수학 창의성을 신장 시킬 수 있는 방안이 필요하다. 수학 영재학생들의 창의성은 주제와 관련된 수학이론의 학습과정과 연구 결과 도출, 그리고 결과보고서 작성만으로는 신장시키기 어렵다. 고등학교 수학 영재들이 참여하는 R&E 프로그램의 교육 목적으로서의 수학 창의성을 신장시키기 위해서는 연구 결과를 바탕으로 논문을 작성하여 관련 학술지에 투고하고 전문가에게 평가 받는 수학 학문적 창의성 단계까지의 경험이 필요하다.

다. 수학 학문적 연구 능력 신장 측면

R&E 프로그램은 예비 수학자로서 멘토의 지도아래 자기 주도적 연구를 통해 창의적 산출물을 도출하는 경험을 통해 연구 능력을 신장시키는데 그 목적이 있다. 하지만 대부분의 경우에 연구 주제에 대한 지식과 연구 경험이 부족한 학생들이 학습자의 위치에서 멘토에 의해 제시된 주제를 학습 및 탐구하여 결과를 도출하고 평가에 대한 준비를 하는 방법으로 프로그램이 진행된다.

R&E 프로그램 본래의 목적인 학생들의 연구 능력 신장을 달성하기 위해 수학자들의 학술 세미나 형식을 R&E 프로그램에 도입할 필요가 있다. 이를 위해 연구를 진행하는 각 단계별로 '소주제 선정 → 연구 역할 분담 → 연구 수행 → 발표 및 토의 → 소주제 결과 보고서 작성 → 새로운 소주제 선정'등으로 구성되는 소주제 세미나(Seminar of Small Topics) 교수-학습 방법을 도입하여 대주제 관련 이론학습을 통해 얻어진 지식을 바탕으로 학생들 스스로 구체화된 소주제를 선정하여 연구하고 발표/토론하는 과정을 반복적으로 수행하는 연구 주체로서의 경험을 통해 수학 학문적 연구 능력을 신장시킬 수 있다.

라. 학생들의 연구 과정 및 결과 기여도 판단 측면

보통 4명에서 8명 사이로 구성되는 멘티의 수학 능력 및 연구 수행 능

력, 그리고 프로그램 참여 의지는 모두 다르다. 실제 R&E 프로그램에 주도적으로 참여하는 학생과 수동적으로 참여하는 학생 사이의 프로그램에 대한 기여도 뿐 만아니라, 만족도의 차이가 날 수 밖에 없다. 하지만 기존의 R&E 프로그램은 연구에 적극적으로 참여하는 학생과 거의 참여하지 않는 학생을 구분하지 않고 단지 결과보고서 평가를 통해 팀별 등급을 부여한다. 아무리 공동 연구라 하더라도 이와 같은 단순 평가 방법으로는 학생 개인별 연구 능력 및 창의성 신장을 파악할 수 없으며, 오히려 연구 과제가 일부 학생에게 과중하게 부여되고 올바른 연구윤리를 심어주지 못한다.

학생들이 바쁜 일과 중에도 프로그램에 적극적으로 참여하도록 하기 위해서는,

첫째, 프로그램의 참여 여부, 연구 결과, 그리고 평가 결과가 학생들의 진로선택과 장학금 수여 등의 실질적으로 도움이 되는 환경이 필요하며,

둘째, R&E 프로그램의 지도교수가 개별 학생들의 연구 참여 태도 및 수행 능력 등의 기여도를 평가하고 그 결과를 다시 피드백 할 수 있는 수행평가 항목이 필요하다. 또한 팀별 평가 결과에 개인별 연구 기여도를 기입할 수 있는 항목을 개설할 필요가 있다.

마. 학생 개인별 연구 기여도 평가 측면

결과 보고서에 의한 R&E 프로그램 평가는 개별 학생들의 연구 능력 향상 정도와 창의적 산출물 생산능력, 그리고 공동연구에 적극적으로 참여 하는 태도 등을 전반적으로 평가하기에는 어려움이 있다. 개별 학생의 연구 능력 향상 정도와 공동연구에 적극적으로 참여여부를 평가하기 위해서는 개인별 연구노트에 연구 과정, 내용, 결과 등을 수시로 작성하도록 하여 이를 평가항목에 포함시키는 것이 효과적이다. 또한 연구 결과를 정리하여 발표를 통해 평가 받는 것으로는 창의성을 신장시키기 어렵다. 고등학교 수학 영재의 창의성 신장을 위해서는 학문적 연구 결과를 논문으로 정리하여 관련 학술지에 투고하고 해당분야 전문가에게 심사 받는 연구자로서의 경험이 필요하다.

III. 수학 학문적 창의성 신장을 위한 멘토십 프로그램 모형 개발

1. 새로운 멘토십 프로그램 모형 개발의 필요성

최근 입학사정관제 전형의 확대로 인해 과학고 또는 영재학교 학생들뿐만 아니라 일반 중·고등학교에 재학 중인 수학 영재학생들에게도 수학 연구 능력을 신장시킬 수 있는 멘토십 프로그램의 확대실시에 대한 의견이 제기되고 있고, 대통령 장학금을 포함하여 다양한 학생 능력 평가에서 학생들의 연구 능력이 중요한 평가 항목으로 자리 잡고 있다. 또한 기존의 R&E 프로그램 문제점, 즉

첫째, 연구 주제 선정 과정에서의 학생 참여 배제

둘째, 결과보고서 작성 및 발표 연습 위주의 활동

셋째, 연구 과정 및 기여도에 따른 학생 개인별 평가 항목의 부재

넷째, 연구자로서의 경험이 가능한 연구 모형의 부족

다섯째, 연구자로서의 창의적 결과물인 논문의 투고 및 게재 항목의 부재

이런 상황에서 기존의 R&E 프로그램 모형으로는 연구 경험과 창의성 신장이라는 본래의 목적을 달성하기 어렵고, 문제점을 해결할 수 있는 새로운 멘토십 프로그램 모형 및 평가 모형의 개발이 필요하다.

2. 수학 학문적 창의성 신장을 위한 멘토십 프로그램 모형

본 연구에서 개발한 수학 학문적 창의성 신장을 위한 멘토십 프로그램 교수-학습 모형의 주안점은,

첫째, 대주제 및 소주제 선정 과정의 상세화

멘토십 프로그램의 계획 단계에서 선정되는 대주제는 주로 멘토에 의해 정해진다. 따라서 멘토에게는 학생들의 창의성 및 연구 능력 신장을 위한 대주제의 선정 및 연구 계획 수립 능력이 요구된다. 팀이 구성된 후에는 멘토와 멘티가 함께 참여하여 Brain Storming 등의 과정을 통해 창의적 연구주제를 탐색한다. 이때, 이론적 연구 주제 및 창의적 연구주제는 상호 보완적인 의미를 가지게 되는데, 이론학습 → 창의적 연구주제 제안, 또는 창의

적 연구 주제 제안→이론 학습 과정이 반복된다. 토론을 거쳐 선정된 연구 소주제를 선정 및 역할 분담의 과정을 거치게 된다.

<표 4> 대주제 및 소주제 선정 과정

대주제 선정	멘토	멘토십 프로그램 연구 주제 선정 /계획 수립
↓		
연구주제(대주제) 탐색	멘토, 멘티	멘토십 프로그램의 이해 대주제 관련 자료수집 연구 주제 탐색 연구 주제의 이해
↓		
창의적 연구 소주제 제안/토론(Brain Storming)	멘토, 멘티	Brain Storming 등을 통한 창의적 연구 소주제 제안 및 토론
↓		
연구 주제 확정/역할 분담	멘토, 멘티	이론적 연구 주제↔창의적 연구 주제 (상호 보완적 성격)
↓		
소주제 탐색 (소주제 세미나)	멘토, 멘티	개인별, 팀별 소주제 탐색

둘째, 소주제 세미나(Seminar of Small Topics)

수학자들이 자신의 연구결과를 관련 학술회의에서 발표하고 토론하며, 오류를 수정 보완하는 과정을 멘토십 프로그램 과정에 도입하여 개별 또는 팀별 소단위 연구주제의 결과를 발표하고 토론하는 과정인 소주제 세미나의 반복적 수행을 통해 연구 방법 및 경험을 체득할 수 있도록 하였다. 소주제 세미나는 연구 주제 관련 이론 학습 과정에서의 '이론 학습 소주제 세미나'와 창의적 산출물 도출을 위한 과정에서의 '창의성 신장 소주제 세미나'로 구분할 수 있다.

<표 5> 소주제 세미나(Seminar of Small Topics)

창의적 연구 소주제 선정 (Brain Storming)	이론 학습 소주제 ↔ 창의성 신장 소주제
↓	
연구 계획	연구 방법 토의 개인별, 팀별 연구 과제 분담 개인별, 팀별 연구 계획 수립
↓	
탐색	자료 수집 및 문헌 검토
↓	
탐구	자료 분석 개인별, 팀별 연구 과제 수행 연구 결과 정리
↓	
소주제 세미나 (연구 결과의 발표/토론)	개인별, 팀별 연구 결과 발표 내용의 타당성 토론 연구 결과의 수정 및 보완 연구 보고서 작성 연구 결과의 공유
↓	
새로운 소주제 제안 및 선정	새로운 탐구 주제의 제안 및 선정

셋째, 수학 학문적 창의성 신장

결과보고서 작성과 발표만으로 수학 창의성 신장이라는 교육 목적을 달성하기에는 무리가 있다. R&E프로그램에 참여한 경험이 있는 KAIST 신입생들의 인식을 조사한 김경대·심재영(2008)에 의하면 조사 항목 중에서 창의성 신장에 대한 긍정적인 답변이 다른 항목에 비해 낮게 조사되었는데, 이는 학생들이 연구수행 → 결과보고서 작성 및 발표 → 평가로 진행되는 현재의 R&E 프로그램에서 수학 학문적 창의성 신장에 대한 경험을 하기 어렵기 때문이다. Aiken(1973)은 수학적 창의성과 관련된 문헌과 연구들을 종합하여 수학 창의성은 항상 과정(process)과 다양한 산출물(product)을 기본으로 하고 있음을 발견하였다. 여기서 수학자의 산출물은 전문가들에 의해 그 가치를 평가 받은 논문 또는 교재를 의미하는 것으로, 학생들도 수학 학문적 창의 산출물로서의 논문을 작성하여 관련 학술지에 투고하고 전문가에게 평가받

는 과정을 통해 수학 창의성을 신장시킬 수 있는 경험을 할 수 있을 것이다.

넷째, 멘토십 프로그램의 3단계 평가

멘토십 프로그램의 결과 평가는 크게 세 가지 즉, 연구 계획서 평가, 과정 평가, 결과 평가로 구분할 수 있다.

연구계획서 평가는 멘토에 의해 작성된 연구 계획서에 대하여 멘토의 연구 능력 및 프로그램의 이해정도, 그리고 멘토십 프로그램으로서의 적합성 등을 평가하고 그 결과를 선정여부에 반영한다. 연구계획서에는 연구주제 관련 선행연구 내용, 주제 탐색 전략(브레인스토밍) 및 참여 학생들의 연구 수행평가 계획(연구 기여도)이 포함되어야 한다. 멘토에 의해 장기적으로 진행되는 연구 프로젝트인 멘토십 프로그램의 특성상 멘토의 태도 및 연구 능력, 그리고 프로그램의 목적에 대한 이해가 학생들에게 미치는 영향이 다른 교육 프로그램에 비해 크다. 이와 같은 이유로 프로그램의 선정단계에서 연구계획서 평가의 정확한 준거를 마련해야 할 필요가 있다.

<표 6> 수학 학문적 창의성 신장을 위한 멘토십 프로그램 평가 모형

1. 연구 계획서 평가 (멘토십 프로그램 선정 평가)	멘토의 멘토십 프로그램 이해정도 탐구 주제의 참신성, 유용성, 적정성 연구 내용의 사사교육의 적합성 주제탐색 전략/학생 연구수행평가 계획 과제수행계획의 실행가능성
2. 과정 평가 (학생의 참여도, 기여도 평가)	연구노트 평가 연구노트(연구과정, 내용, 결과) → 연구능력 향상 정도 평가
	연구 태도 평가 학생들의 참여 태도, 연구 기여도 평가
3. 결과 평가 (창의적 산출물 평가)	중간보고서 평가 연구 목적 및 방향의 적합성, 다른 팀의 연구 과정 참고
	최종 결과 평가 1. 결과보고서 평가 창의적 연구 능력 평가 2. 발표 평가 발표 및 의사소통 능력 평가
	학술지 게재 논문 창의적 산출물의 학문적 가치 평가 (논문작성 → 논문투고 → 논문심사 → 논문수정 → 논문게재)

과정평가는 멘토에 의해 학생들의 연구노트 및 연구 태도를 평가하는 것으로, 학생들의 연구 능력 신장 및 연구 참여도 개선을 목적으로 진행되고 학생들에게 즉시 피드백 되어 학생들의 참여도를 높이고 개인별 연구 기여도 및 연구 능력 신장 정도를 평가한다. 연구노트는 영재학교와 과학고 R&E에서 형식화된 상태로 운영되고 있으나, 학생들의 개별적인 연구 능력을 신장시킬 수 있는 방안으로 계발되어야 한다. 멘토십 프로그램의 교육 목적은 고등학교 영재들의 창의성과 연구 능력 신장이다. 연구 능력이 서로 다른 학생들이 한 팀이 되어 공동으로 연구를 진행하면서 학생 개개인의 연구 능력을 신장시키기 위해서는 개인별 연구 노트를 작성하고, 멘토에 의해 연구 노트를 수시로 평가하고 평가 결과를 피드백 하여 학생들의 연구 참여도를 높여야 한다. 학생들의 연구과정을 상세하게 기록할 수 있는 연구노트 사이트를 구축하여 작성된 내용을 멘토뿐만 아니라 참여 학생들도 볼 수 있게 하여 개인별 연구 과정 및 결과를 서로 참고할 수 있도록 하면 효과적일 것이라 생각된다. 이와 같은 과정평가를 통해 개인별 연구 능력 향상 정도와 연구 참여도 및 기여도 등 개인별 평가는 진학 및 장학금 선발과정에서 중요한 평가 항목으로 자리 잡고 있다. 실제 최근에 학생들의 관심이 높아지고 있는 대통령장학금 선정과정에서 한 팀으로 R&E 프로그램에 참여한 학생들 사이의 평가에 대해 논의하면서 연구 과정에서의 개인별 기여도의 필요성이 언급된 적이 있다.

결과 평가는 중간보고서 평가, 결과보고서 평가, 학술지 게제 논문 평가의 세 가지 항목으로 구성된다. 중간보고서 평가는 연구를 진행하는 중간 단계에서 자기 팀의 연구과정을 정리할 뿐만 아니라 다른 팀의 연구과정을 참고하여 연구방법 및 내용을 개선하기 위한 것이고, 결과평가는 학생들의 최종 연구 보고서 내용을 바탕으로, 발표 및 토론을 통한 면접 평가 형식으로 진행된다. 최근에는 발표평가 2~3개월 전에 연구보고서를 제출하도록 하여 발표평가 이전에 보고서에 대한 평가를 실시하고 있다. 마지막으로 학술지 게제 논문 평가는 논문작성 → 논문투고 → 논문심사(게재가, 수정 후 게재가, 게재불가) → 논문수정 → 논문게재의 과정을 거쳐 학생들이 예비 수학자로서 수학 학문적 창의성을 전문가를 통해 공식적으로 창의적 산출물의 가치를 평가 받게 된다. 학술지에 게재되는 논문에 대한 평가는 최종 보고서 발표 평가 이전에 게재(또는 게재확정)된 논문에 대한 평가뿐만 아니라 평가가 종료된 이후에 게재된 논문에 대

한 평가도 고려해야 하는데, 이는 학술지 논문 작성 단계를 거치는 경험을 통해 수학 연구자로서의 창의적 연구 결과 도출 능력을 신장시킬 수 있기 때문이다.

<표 7> 학문적 창의성 신장을 위한 멘토십 프로그램 모형

1. 멘토십 프로그램 계획	대주제 선정(멘토) 연구 주제, 연구 목적, 연구 방향 제시 연구 계획 수립
2. 연구 주제 탐색	대주제 관련 자료 수집 연구 주제 탐색 연구 목적 및 방법 토의 멘토십 프로그램의 이해
3. 창의적 연구 소주제 제안/토론 (Brain Storming)	문헌 검토 및 연구 주제의 이해 이론적 연구주제/창의적 연구주제 제안 및 토론
4. 연구 소주제 확정 (이론학습 소주제와 창의성 신장 소주제는 상호 보완적인 성격)	

이론학습 소주제				창의성 신장 소주제			
소주제1	소주제2	소주제3	…	소주제1	소주제2	소주제3	…

5. 연구 역할 분담(팀별, 개인별)	연구주제 및 역할 분담
6. 수행(소주제 세미나)	이론학습 소주제 세미나 연구 주제 관련 이론 학습
	창의성 신장 소주제 세미나 학문적 창의성 관련 소주제 선정/탐구
7. 창의적 연구 결과	멘토십 프로그램 보고서 소주제 세미나 연구 결과 정리 연구 결과 세미나/토론 연구 결과의 수정/보완 중간보고서 작성 최종 연구 결과보고서 작성
	학술지 투고 논문 연구 결과 수정/보완 연구 논문 작성 관련 학술지 투고 논문 작성/투고
8. 멘토십 프로그램 평가	창의적 산출물 중간/결과보고서 평가 창의적 산출물 발표 평가 학술지 논문 게재 여부 평가

IV. 결론 및 제언

최근 고등학교 수학·과학 영재들을 대상으로 진행되는 R&E 프로그램뿐만 아니라 대학부설 영재교육원에서도 각 분야의 뛰어난 영재들을 대상으로 사사교육을 확대하고 있고, 학생들의 창의성과 연구능력을 평가 대상으로 하는 입학사정관제 전형의 확대로 일반 중·고등학교에 재학 중인 수학 영재학생들에게도 사사교육의 확대 필요성이 부각되고 있다. 최근 대통령 장학금 수여 대상학생 선정 평가에서도 올림피아드 성적이 배제되고 학생들의 창의적 연구능력이 주요 심사 대상이 되고 있음은 주목할 사항이다.

본 연구에서는 수학 영재학생들의 창의적 연구 체험과 수학 창의성 신장 등을 목적으로 하는 멘토십 프로그램 교수-학습 모형과 평가 모형을 개발하기 위해 기존의 과학고 R&E 프로그램 모형을 분석하고, 문제점을 검토하여 그 해결 방안으로 아래와 같은 내용을 제시하였다.

첫째, 멘토십 프로그램의 연구 주제를 계획단계에서 멘토에 의해 제시되는 대주제와 연구 수행 단계에서 멘토와 멘티가 공동 연구를 통해 선정하는 구체적인 연구주제로서의 소주제를 구분하였다. 대주제는 교육자로서 멘토가 학생에게 제시하는 큰 틀에서의 교육(Education) 내용이고, 소주제는 예비 수학자로서 학생들 스스로 탐구할 연구(Research) 주제로, 연구를 통한 교육(Research and Education)이라는 멘토십 프로그램의 본래의 취지에 부합하도록 하였다.

둘째, 학생들의 연구능력을 신장시키기 위해 소주제 세미나(Seminar of Small Topics) 교수-학습 모형을 제시하였다. 학생들은 멘토가 제시한 대주제에 관련된 자료를 분석하고 학습하면서 스스로 이론학습 소주제와 창의적 학습 소주제를 선정 → 개인별 또는 팀별 연구과제 수행 → 보고서 작성 → 발표 및 토론 → 보고서 수정 및 보완으로 진행되는 소주제 세미나를 통해 예비 수학자로서의 연구 능력을 습득하고 신장시켜 나가게 된다.

셋째, R&E 프로그램의 평가는 크게 세 가지 즉, 연구 계획서 평가, 과정평가, 결과 평가로 구분하여 평가항목을 구체화하였다. 본 연구에서 제시한 멘토십 프로그램의 큰 특징 중의 하나는 프로그램 모형과 평가 모형을 함

께 제시한 것이다. 특히 연구 경험과 창의성 신장이라는 교육목적을 달성하기 위한 구체적인 평가 항목을 제시하였다.

넷째, 학생들의 수학 학문적 창의성 신장을 위해 학술지 논문 게제여부를 평가 항목에 추가하였다. 멘토십 프로그램의 대표적인 교육목적 중의 하나인 수학 창의성 신장 또한 결과보고서의 평가만으로는 교육 목적의 도달 여부를 판단하기 어렵다. 수학분야의 높은 지적 능력을 가지고 있는 수학영재들을 대상으로 진행되는 멘토십 프로그램은 학교 수학에서의 창의성을 뛰어넘어 수학 학문적 창의성 신장을 그 목적으로 진행되어야 한다고 생각된다. 따라서 학술지에 논문의 게제 여부를 창의적 산출물 평가 항목에 넣음으로써 학생들은 자신이 연구한 결과를 논문으로 정리하여 학술지에 투고하고 전문가에게 평가받는 과정을 거치면서 예비 수학자로서의 창의적 산출물 생산 과정을 경험하게 된다.

본 연구에서 제시한 수학분야 멘토십 프로그램의 교수-학습 모형은 평가 모형이 함께 적용되지 않으면 실현되기 어려운 점이 있다. 교육 방법과 목표는 평가 방법과 대상에 영향을 받을 수밖에 없기 때문이다. 수학분야에 대한 우수한 지적 능력 및 잠재력을 가지고 있는 수학 영재들을 대상으로 수학자의 연구 태도, 방법 및 과정을 습득할 수 있는 창의적 수학 연구 체험과 학문적 창의성을 신장시키기 위한 멘토십 프로그램 교수-학습 모형에 대한 연구는 계속 되어야 한다.

참 고 문 헌

김기연 (2008). **수학영재의 창의적 생산력 신장을 위한 학습 지도 및 평가에 관한 연구.** 박사학위논문. 이화여자대학교.

김경대, 심재영 (2008). R&E 프로그램을 체험한 과학영재들의 사사교육 프로그램 효과에 대한 인식: KAIST 신입생을 중심으로. **한국과학교육학회지,** 28(4), 282-290.

이선길 (2006). **고등학교 과학영재를 위한 사사 연구(R&E) 프로젝트 학습 모형의 개발과 적용.** 박사학위논문. 이화여자대학교.

최호성, 강호감, 서혜애, 박일영, 이혁우, 이진희, 박경희, 박지현 (2003). **연구와 교육**

(R&E) 프로그램을 통한 과학 영재의 창의성 신장 방안에 관한 연구. 과학재단(現 창의재단) 연구보고서

황명주 (2007). **과학영재 R&E 지도를 위한 과학 공동체 교수-학습 모형의 개발과 자기센서 소자 개발 학습과정의 적용.** 박사학위논문. 공주대학교.

황우형, 최계현, 김경미, 이명희 (2006). 수학교육과 수학적 창의성. **수학교육논문집,** 20(4), 561-574.

Aiken, L. P. (1973). *Ability and creativity in mathematics.* Mathematics Education Reports in Guilford College (ERIC Document Reproduction Service No. Ed077730).

Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. In Tall, D(Ed.). *Advanced mathematical thinking.* (pp.42-54). Kluwer Academic Publishers.

Feldhusen, J. F., & Robinson-Wyman, A. (1986). The Purdue secondary model for gifted education. In J. S. Renzulli(Ed.), *Models for Developing Programs for the Gifted and Talented (pp. 153-179).* Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children:* The University of Chicago Press.

Renzulli, J. S. (1997). *The enrichment triad model: A gride for developing defennsible programs for the gifted and talented.* Mansfield, Center, CT: Creative Learning Center.

Srirman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematical Educator, 14*(1), 19-34.

= Abstract =

Implementations of Mentorship Program Model for the Academic Creativities of Mathematics

Seung Jin Bang

Department of Mathematics, Ajou University, Gyeonggi-do 442-749, Korea

Jung Oh Choi

Saetbyeol Middle School, Gyeonggi-do 463-020, Korea

The R&E(Research and Education) programs in Mathematics, which have the objects to give students mathematically creative experiences and enlarge creativities of the study of mathematics, could not give the experiences as creative researchers because of the following reasons: The students did not participate in the process of choosing the subjects, the evaluation of individual students actually did not existed, and the publications of mathematics papers have been excluded.

In this paper, we study on the issues and some suggestions related to these R&E programs to obtain new R&E Model that gives a mathematically creative experience and enlarges creativities of the study of mathematics.

Key Words: Mathematically gifted students, Research and Education, Mentorship Program

1차 원고접수: 2010년 3월 21일
수정원고접수: 2010년 4월 17일
최종게재결정: 2010년 4월 22일