韓國數學教育學會誌 시리즈 E
<數學教育 論文集>
제 19집 제3호. 2005. 9. 557-569

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 19 No 3, Sep. 2005. 557-569

산출물 중심의 수학 영재 프로그램의 연구

유 윤 재 (경북대학교)

수학 영재교육이 일반 학교수학교육과 차별화되어야 한다는 점은 수학적 지식의 습득이 아니라 수학적 지식의 창출에 있다. 수학적 지식의 창출에 적절한 교육프로그램은 산출물을 중시하는 연구과정인데 본 연구는 이것을 성공적으로 수행할 수 있는 프로그램을 소개하며 그 기반으로서 창의적 문제해결과정을 제안한다.

I. 서 론

수학 영재교육 프로그램은 참가하는 영재의 대상과 영재교육의 목적에 따라 적절한 프로그램을 가지고 전개될 수 있다. 국내의 수학 영재교육 프로그램에 메타분석한 결과 지도교사들은 다양한 수학적 주제를 가지고 수업에 임하고 있으나 수업내용은 대체적으로 수료할 때까지 주제의 다양성은 있어나 교육과정의 차별화는 이루어지지 않고 있다. 특히 심화과정 중심으로 운영되는 프로그램에서 이러한 현상이 두드러지게 나타나고 있는데 그 이유는 심화과정에서의 학습주제들이 위계성을 가지지 못하고 지나치게 수평화 된데 있다. 그 결과 학생들은 탈맥락적이며 분절화된 지식들이 나열된 일종의 백화점을 견학하는 상황이 되어가고 있다. 이러한 교육 프로그램은 지식의 양을 추구하는 것이기 때문에 이에 따른 수학적 능력은 수학 경시대회에는 유리할지는 모르나 수학적 생산물을 충족시킬 수 없게 되는 곤란함은 여전히 남아 있다. 여기서 수학적 산출물이란 수학 또는 수학과 관련이 있는 창작물로서 대표적인 예로는 수학 논문이 될 것이다. 수학영재 교육 프로그램에서는 과학 영역에서와 마찬가지로 스스로 산출물을 만들어 낼 수 있는 방법과 역량을 제공해줄 수 있을 때 수학영재의 창의성을 계발할 수 있는 프로그램이라고 할 수 있다.

한편 수학영재의 판별에서 과거와 같은 고난도 문제풀이 능력을 검사하는 것이 아니라 수학적 창의성을 검사하는 것이 보편화 되고 있는 이 시점에서 본다면 수학 영재교육도 수학경시대회에 의하여 평가되는 고난도 문제풀이의 기법을 학습하는 것을 넘어서 창의적 산출물을 확인할 수 있는 프로그램으로 전환될 때만이 교육 프로그램의 일관성을 가진다고 하겠다.

그러면 이러한 프로그램은 어떻게 조직되어야 하는가? 본 연구는 창의적 문제해결의 최종 결과는 산출물로서 평가된다는 전제하에서 이에 필요한 교육 프로그램을 제안하는데 목적이 있다. 이에 따른 프로그램은 3단계로 주어진다. 첫 단계는 발견에 중점을 두고 탐구 발견 학습으로 이루어지며 둘째 단계는 해결에 중점을 두며 문제해결 학습으로 이루어진다. 마지막 단계는 연구단계로서 연구 창

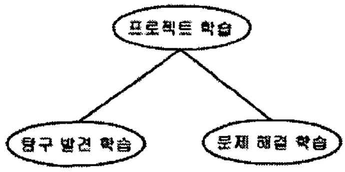
작물을 가시화하는 단계이다. 이 프로그램은 먼저 창의적 수학 문제해결을 기반으로 한 교육과정으로서 렌쥴리의 삼부 심화 모형과도 대국적으로 유사하며 보다 수학의 특성에 맞춘 것이라고 할 수 있다.

본 연구에 나타난 프로그램은 경북대학교 과학영재교육원 수학교실에서 지난 5년간 점점진적으로 개선된 연구 결과라는 것을 먼저 밝혀둔다.

II. 창의적 문제해결을 위한 수학 영재교육 프로그램의 조직

창의적 문제해결 프로그램은 문제 발견의 창의성, 문제 해결의 수월성을 통하여 연구 능력계발로 완성된다. 무엇보다도 이 프로그램은 산출물을 중시하는 청소년 수학자의 양성 프로그램에 초점을 맞추고 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 문제 발견 과정, 문제 해결 과정, 연구 과정을 두고 각 과정에서 필요한 교수학습 방법을 다음과 같이 제시한다.

i) 문제발견의 능력을 함양하기 위하여 탐구 발견 학습 적용한다.
ii) 문제해결을 기능을 함양하기 위하여 문제 해결 학습을 적용한다.
iii) 독자적 연구를 위한 기능을 함양하기 위하여 프로젝트 학습을 적용한다.



이 세 학습 모형은 영재교육의 최종목표에 해당하는 청소년 수학자가 되기 위한 연구 과정을 위한 준비로서 필요하며 탐구발견학습은 심화 모형과 관련되어 있고 문제해결 학습은 속진 모형과 관련되어 있으며 프로젝트 학습은 연구과정을 준비하는 학습모형이다.

2-1. 탐구 발견 학습

1) 탐구 발견 학습의 목적

i) 탐구 발견 능력 계발: 독자적인 연구 역량을 확보하기 위해서는 먼저 문제를 발견할 수 있는 능력을 습득해야 한다. 탐구 발견학습은 이러한 능력을 확보하기 위하여 제공되는 학습이다. 발견은 능력은 직관과 통찰 등 고도의 정신 작용에 의존하므로 분석될 수 없는 상황이 많이 나타난다.

ii) 비판 능력 계발: 지식은 독단에 의하여 진보하지 않으며 상호간 인지적 조절을 통하여 개선되

며 그 조절 과정은 비판적 사고에 이루어지며 따라서 사고과정의 불필요한 낭비를 줄이기 위한 비판적 사고력의 학습이 필요하다. 그러나 탐구발견학습에 있어서 중요시되어야 하는 것은 발견의 능력들이며 비판의 역할은 발견된 것들을 보다 정교하게 수정하는 과정에 필요한 최소한의 것이다.

2) 탐구 발견 학습의 원리

i) 발견의 논리로서 추측과 논박

i-1) 수학적 발견은 처음부터 완전하게 이루어지는 것이 아니라 조잡한 것에서 부터 세련된 것으로 모호한 것에서 부터 확실한 것으로 발전해 간다. 이 과정은 추측과 논박에 의하여 이루어질 수도 있고 직관이나 통찰에 의한 비 선형적 방법에 의하여 이루어질 수도 있다.

i-2) 탐구발견과정은 매우 비정형적이고 개인적이므로 이것을 수업을 통하여 가시화 되기 위해서 교사는 탐구 과정을 면밀히 관찰하고 탐구과정의 조정자 역할을 해야 한다.

i-3) 논박은 정교한 비판을 통해서 가능하므로 탐구발견학습은 비판능력의 수월성을 요구한다.

ii) 열린 수학의 요청

ii-1) 탐구 발견학습은 가설 설정을 목표로 하는 학습이다. 탐구 과정은 기존의 수학적 지식을 추적하고 재현하는 것이 아니라 새로운 수학의 창출에 목표로 두어 그들의 탐구의 방향은 기존의 수학의 재구성이 아니라 열린 형태의 수학 탐구가 되어야 한다.

ii-2) 새로운 수학을 창출하기 위해서는 창의성이 요청되고 창의성의 발현을 위해서는 열린 수학을 위한 학습 환경이 마련되어야 한다.

ii-3) 탐구의 수월성을 위하여 다양한 수학적 경험을 가져야 하므로 탐구 발견 학습에서는 심화모형이 권장된다.

3) 수학영역 탐구발견 학습의 종류

i) 개념을 구성하거나 확장하기 위한 모형: 주로 개념의 정립을 위한 학습으로서 기존의 개념을 확장하기 위하여 적용한다. 기존의 개념을 정교화하기 위한 학습과 초보적 개념을 확장하기 위한 학습으로 이루어진다. 전자의 경우 오개념을 확인하고 개선하는 방향으로 지도 할 수 있고 후자의 경우는 기성수학의 개념으로 안내하거나 더 나아가서 전혀 새로운 확장으로의 창의적 과정을 탐색할 수도 있다. 탐구발견학습은 아주 친근한 사례로 부터 시작하게 하여 탐구과정에서 그들의 도전욕을 자극해야 한다.

이 모형의 절차는 다음과 같다.

i-1) 과제 제시: 교사에 의하여 탐구 과제가 제시된다. 과제는 비교적 이해하기 쉽고 이미 알고 있거나 배운 것들을 사용하되 높은 수준의 탐구로 발전할 수 있는 것이 효과적이다.

i-2) 자료의 수집과 분석: 관련된 자료와 개념을 수집하고 분석하며 그 결과들은 토론을 통하여 정리한다.

i-3) 가설 설정: 수집된 자료로 부터 나름대로의 가설을 설정한다. 여기서 가설의 설정은 시각적이거나 수학적으로 가공되지 않은 상태이다.

i-4) 정의 제시: 학습자 스스로 설정한 가설로부터 관련된 정의를 제안한다. 교사는 정의의 논리적 결합 등을 토론의 장으로 유도한다.

i-5) 특성 연구: 정의에 관련된 사례를 수집하거나 토론을 통하여 정의의 타당성을 논의하며 교사는 토론의 중재자 역할을 한다.

i-6) 정의 수정: 수집된 자료를 통하여 대안적 정의를 제안한다.

과제 제시

자료수집과 분석

가설 설정

정의 제시

특성 연구

정의 수정

i-7) 예시

탐구절차	탐구활동
과제 제시	주사위를 계속하여 던지면 일정한 나오는 수의 개수에는 일정한 패턴이 존재하는 것 같다.
자료 수집과 분석	주사위를 계속해서 던져서 1의 눈의 나오는 비율을 조사하자. 동전을 계속해서 던져서 1의 눈이 나오는 비율을 조사하자.
가설 설정	주사위를 계속해서 던질 때 1의 눈이 나오는 비율은 일정할 것이다.
정의 제시	주사위를 계속해서 던질 때 1이 눈이 나오는 비율을 1의 눈이 나올 확률이라고 정의하자.
특성 연구	이 정의는 일의적인가? 즉 주사위를 계속해서 던질 때 1이 눈이 나오는 비율을 1의 눈이 나오는 비율은 확정적인가? 이 정의는 실제로 검정될 수 있는가? 실제로 확정될 수 있는 확률이란 무엇인가? 좀 더 많은 실험을 하면 일정한 수를 발견할 수 있을까? 그리고 그것이 대안이 될 수 있을까?
정의 수정	실험을 계속할 때 나타나는 일의 수의 비율의 극한을 주사위를 던졌을 때 1의 눈이 나올 확률로 정의하자.

ii) 공리론적 수학 게임 모형: 주로 공리계를 이용하여 나타날 수 있는 간단한 성질을 탐구하는 학습이다. 학생들은 이 모형으로 부터 수학적 게임의 원리와 수학의 구조라는 것을 이해한다. 동시에 동형이라는 개념을 이해하고 수학의 다양성을 경험한다. 한편 공리계로 부터 다양한 추측을 만들게 되나 그것을 증명하는 과제는 프로젝트 학습에서 취급한다.

이 모형의 절차는 다음과 같다.

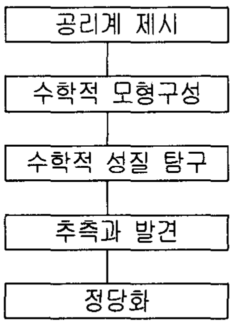
ii-1) 공리계 제시: 교사에 의하여 공리가 제시된다. 공리계의 제시는 헌법이나 게임의 규정집과 같은 것을 예로 들고 무정의 용어의 성격과 공리계의 성격을 대략적으로 설명한다. 무정의 용어는 일상 용어로 표현하는 것이 효과적이나 그 의미의 차이를 분명하게 설명해야 한다. 그렇지 않으면 학생들은 일상적인 의미 그대로 받아드리게 된다.

ii-2) 수학적 모형 구성: 공리계를 이용하여 각자 수학적 모형을 만든 후 각자가 만든 것을 가지고 비교하여 적절성을 검사한다. 범주적 공리계의 경우는 스스로 모형을 찾도록 하고 비범주적 공리계의 경우에는 교사가 문제를 제시하여 해결과정을 돕는다.

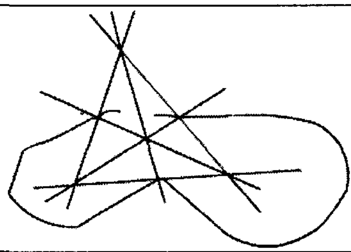
ii-3) 수학적 성질 탐구: 공리계로 부터 나오는 성질의 일부를 교사가 문제 형태로 제시하고 학생들은 그 문제를 규명하는데 이것을 토론 형식을 통하여 검토한다. 이 과정에서 교사는 탐구 방법에 관련된 여러 기능을 지도한다.

ii-4) 추측과 발견: 수학적 성질 탐구절차가 종료되면 학습자 스스로 새로운 법칙을 찾게 하는 기회를 부여한다. 이 때 필요한 개념들은 스스로 제안하도록 유도하며 브레인스토밍 기법도 필요하다. 이 단계에서 학생들의 문제 발견 능력과 재정의 능력을 요구한다.

ii-5) 정당화: 스스로 발견한 정리들을 증명한다.



ii-6) 예시

탐구절차	탐구활동
공리계 제시	Fano 기하의 공리계 1. 적어도 하나의 선이 있다. 2. 임의의 선은 꼭 3 개의 점을 품는다. 3. 모든 점이 한 선 위에 있는 것은 아니다. 4. 임의의 두 점은 꼭 하나의 선을 가진다. 5. 두 선은 적어도 하나의 점을 가진다.
수학적 모형 구성	
수학적 성질 탐구	1) 이 기하의 시각적 모형을 만들고 관련되는 정리를 예상하라. 2) 두 선은 단 하나의 점을 공유한다. 3) 이 기하는 꼭 7개의 선과 7개의 점을 가진다. 4) 이 기하의 두 점은 단 하나의 선을 결정한다. 5) 각 점은 꼭 3선 위에 있다. 6) 임의의 한 점을 지나는 모든 선들은 모든 점을 통과한다. 7) 임의의 두 점에 대하여 이 점들을 품지 않는 꼭 한 쌍의 선이 있다.
추측과 발견	1. 삼각형을 정의하자. 위의 공리계에서 삼각형의 개수는 몇 개일까? 2. 평행선을 정의하자. 평행선은 존재할까? 그렇다면 몇 쌍의 평행선이 존재할까?
발견의 정당화	추측과 토론을 통한 개선

iii) 수학적 방법론의 대안적 탐색에 관련된 탐구 모형: 수학문제를 해결하기 위하여 발명된 다양한 방법론이 있다. 주어진 문제에 대하여 다양한 방법론을 적용하고 그 효율성에 대한 비교를 통하여 특성과 장단점을 논의하는 학습이다.

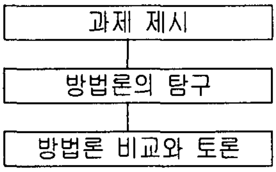
수학의 방법론을 비교할 때 하나의 방법론이 다른 방법론에 비하여 항상 좋다는 보장은 없으며 장단점은 문제의 성격에 따라 달라진다. 예를 들면 논증기하학적 방법이 복잡한 도형의 경우에는 해석기하의 방법보다는 다루기 힘들지만 간단한 문제를 다루는데 있어서는 매우 효과적이다. 그러므로 이 모형의 학습을 효과적으로 달성하기 위해서는 사안의 특징과 맥락을 고려한 지도가 필요하다.

이 모형의 절차는 다음과 같다.

iii-1) 과제 제시

iii-2) 방법론의 탐구

iii-3) 방법론 비교와 토론



iv) 수학적 가치에 대한 토론 모형: 수학과 인간, 수학과 사회수학의 장래, 등 수학과 인간의 상호작용 및 수학의 문화에 대한 전반적인 범위를 다양한 관점에서 조망할 수 있는 능력을 함양하기 위한 모형이다. 연구 주제로 사용할 수도 있지만 주제를 축소하여 탐구토론 수업으로 사용할 수 있다. 이 모형은 탐구 발견 과정보다 토론 과정이 부각되며 수학적 사고력보다는 보다 일반적 사고가 요구된다. 그러므로 이 모형에서 뛰어난 능력을 갖추고 있다고 하더라도 수학적 재능을 의미하는 것은 아니며 수학의 문화를 이해하기 위한 교양의 기회를 주기위한 성격을 가지고 있다.

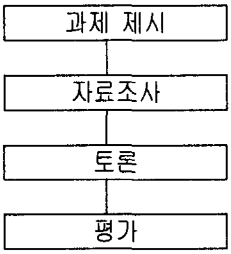
이 모형의 절차는 다음과 같다.

iv-1) 과제 제시: 과제를 구체적으로 제시하여 탐구를 구체적으로 수행할 수있는 주제를 정하거나 학생들의 다양한 관점과 기호를 탐색할 수 있는 보다 포괄적 주제를 제시한다.

iv-2) 자료조사: 관련된 자료를 조사할 수 있도록 필요한 자료에 대한 정보를 제공한다.

iv-3) 토론: 교사는 사회자가 되어 토론을 주재한다.

iv-4) 평가: 평가는 개개인에 대한 능력을 평가하는 것이 아니라 토론 전반의 흐름에 대한 평가로서 개선되어야 할 부분을 중점적으로 다루어야 한다.



4) 교사의 역할

i) 학생에게 전적으로 탐구과정을 맡기게 되면 시간낭비를 초래할 가능성이 높으므로 적절한 시기에 안내자의 역할을 해야 한다. 이 때 적절한 시기를 찾는 것이 매우 중요하다.

ii) 일반적으로 탐구토론 학습의 과정은 모호함에서 확실함으로 발전해간다. 교사는 모호함을 견디어 낼 수 있는 동기를 부여한다.

iii) 일반적으로 교사는 비계의 역할을 하지만 토론을 활성화하고 토론 방향을 효과적으로 이끌기 위해서 토론자로서의 역할도 해야 한다.

2-2. 문제해결 학습

1) 문제해결 학습의 목적

i) 연구 수행을 위한 기반 확보: 탐구 발견 학습과 더불어 문제해결학습은 학습자가 발견한 문제 또는 타인에 의하여 제시된 문제를 해결하기 위한 다양한 기능과 방법을 학습하는 것이다. 문제 해결학습의 수월성을 통하여 문제는 완전하게 자신의 것으로 소유하게 되되 이후 연구과정을 통하여 완성된다.

ii) 문제 해결 전략과 기능 함양: 학생들은 기본적으로 문제해결을 위한 기본 지식을 이해하고 있어야 하는데 이런 것은 주로 정리를 통하여 제시된다. 그러므로 학습자는 문제해결의 수월성을 확보하기 위하여 속진학습이 권장된다. 한편 그러한 지식들은 학습위계에 의존하기 때문에 영재아의 학습 준비도를 고려해야 한다. 고급 수준의 지식이 문제 해결에 도움을 주는 것은 사실이지만 보다 낮은 수준의 지식으로 고급 수준의 문제를 해결하는 것도 수학적 사고력의 향상을 위해서는 필요한 부분이다.

기본 정리의 이해를 위해서는 관련된 문제를 다양하게 접하게 하여 정리를 친숙하게 해야 한다.

2) 문제 해결 학습의 분류

i) 문제의 수준: 해결 기능을 수월성을 확보하기 위해서는 문제의 수준을 계열화함으로서 효율성을 높일 수 있다.

i-1) quiz[1] : 개념과 관련 지식의 초보적 이해를 위한 문제로서 알고리듬적 성격을 가지고 있다. 학습자는 이런 형식의 문제를 통하여 관련 정리나 사실을 보다 확실하게 이해하기 위하여 제공되는 문제 형식이다.

i-2) exercise[2]: 개념과 관련 지식의 심화 이해를 위한 문제로서 관련 정리나 사실들이 즉시 연결되지 않으며 관련 정리 또는 수학적 사실을 적용하기 위해서는 주어진 문제를 변형하거나 재조직해야 한다.

i-3) problem: 고등 사고력의 함양을 위한 문제로서 다양한 문제해결의 전략을 선택하고 문제를 재구성해야 하며 이에 따른 관련 지식의 이해를 요구한다.

ii) 문제의 종류

ii-1) 문제 해결 기능을 계발하기 위한 문제: 수학적으로 처리할 수 있는 기능을 학습하기 위한 것으로 해결을 위한 기교를 학습한다. 해석적 방법, 대수적 방법, 기하학적 방법 등 다양한 학문적 방법을 연마하고 주어진 문제를 다른 영역으로 변환하는 기법의 학습 등 보다 고

---

1) 이해를 묻는 간단한 문제

2) 교사의 시범에 의하여 학습될 수 있는 문제들

급 사고 기능을 강조한다.

문제 제시
해결 기능 탐색
반성

ii-2) 문제 해결의 종합적 능력을 계발하기 위한 문제: 문제 해결 기능이 두 가지 이상을 복합적으로 사용해서 해결할 수 있는 문제해결이 다양한 경험을 학습한다.

과제 제시
문제 발견
문제 해결
반성

3) 문제해결 학습의 절차

i) 관련 지식의 이해

i-1) 관련 지식은 주로 설명식 수업을 통하여 시범을 보인다.

i-2) 초보적 문제들을 통하여 개념과 관련 지식들이 명료화 된다.

ii) 문제제시와 해결

ii-1) 문제는 관련 지식과 연관된 것이다.

ii-2) 문제는 난이도에 따른 배치를 함으로써 사고를 단계를 점진적으로 높인다.

ii-3) 다양한 메타인지적 지식을 활용할 수 있도록 사전에 준비되어야 한다.

iii) 결과 발표와 토론

iii-1) 해결과정에서 핵심이 되는 내용을 찾는다.

iii-2) 다른 해결 방법을 찾고 서로 비교한다.

iii-3) 수학적 의사소통의 방법을 익힌다.

4) 지도 교사의 역할

i) 다양한 문제 해결 기법을 소개함으로써 기법의 유창성을 확보할 수 있도록 한다.

ii) 문제 해결의 메타전략을 충분하게 활용할 수 있도록 반복해서 지도한다.

5) 문제해결학습의 사례

i) 문제 해결 기본적 요소 또는 기능을 계발하기 위한 문제: 수학의 각 영역에서 문제해결을 위한 방법들이 공식과 정리를 통하여 소개되어 있다.

> 표면적이 일정한 직육면체의 부피가 최대로 되는 도형을 구하라.
>
> 풀이: 직육면체의 가로, 세로, 높이를 각각 a, b, c라고 하면 조건으로 부터 $ab+bc+ca=K$(일정)가 되고 주어진 문제는 $V=abc$의 최대값을 구하는 문제로 변형된다. 산술기하평균에 관한 부등식으로 부터
>
> $$\frac{ab+bc+ca}{3} \geq \sqrt{3} of (abc)^2$$
>
> 이고 이 부등식에서 등식이 성립할 조건은
>
> $$ab=bc=ca$$
>
> 이므로 이것은
>
> $$a=b=c$$
>
> 가 되고 부피는 세 변이 일정할 경우일 최대가 된다.

ii) 문제 해결의 종합적 능력을 계발하기 위한 문제로서 다음 예시는 주차장에 차를 주차할 때 필요한 최소한의 주차공간을 확보하는 문제이다. 실제 문제는 앞으로 주차하는 것과 뒤로 주차하는 것의 차이점에 대한 연구였다. 학생들은 이 문제를 단순화하여 먼저 2륜 차량에 대해서 연구하고 이어 4륜 차량으로 확장시킨다. 사고실험 또는 실제 장난감 차를 이용하여 주차모의 실험을 실시하고 그 결과들의 수학적 모형을 만든다. 주차 문제의 핵심은 주차 공간 설계의 문제로 구체화 되고 이 문제의 해결은 전륜과 후륜의 차이의 문제로 귀착된다. 실제 학생들이 탐구한 상황은 다음 표와 같다.

단계	문제의 구체화	학생활동	교사의 역할
과제제시	주차하기 위한 최소 면적을 확보를 위한 조건은 무엇인가?	■모형 설계를 위한 변인 분석: ■주차장 설계를 위한 차량의 크기 설정 ■주차장 형태 설정	■문제의 단순화와 관련된 조언 ■문제의 제한점 제시
문제발견	전진 주차와 후진 주차의 공간 사용의 차이점 발견	■전진 주차와 후진 주차의 궤적의 비교: 궤적을 결정하는 것은 바퀴와 바퀴 축임을 이해 ■전륜과 후륜의 기능 차이가 문제의 핵심임을 발견	■문제해결을 위한 전략에 대한 조언 자동차 궤적과 열차의 궤적간의 차이 비교 ■바퀴의 공학적 특징 소개
문제해결	전진 주차와 후진 주차의 공간차지에 관련된 면적 계산	■2륜차의 모형 연구에서부터 4륜차의 모형으로 확대 연구하는 전략수립 ■바퀴와 바퀴축의 모형 설정 ■궤적 설계	■바퀴의 차량내 위치에 대한 제한점 제시
반성	모형연구의 문제점 논의	■모형과 실제와의 차이점은 무엇인가? ■해결책은 실제로 사용할 수 있는가?	■모형을 연구하는 것에 따른 문제점 제시

2-3. 프로젝트 학습[3)]

1) 프로젝트 학습의 목적

i) 연구 방법과 절차의 학습: 문제 발견과 문제해결의 훈련이 충분히 되어도 실제 로 논문을 쓰기 위해서는 충분하지 않다. 연구논문을 작성하기 위해서는 학술정보 조사에 대한 절차적 지식을 가지고 있어야 한다.

ii) 독자적 연구 역량을 함양: 프로젝트 학습은 연구과정을 이해하고 실행하기 위한 기능을 가지기 위한 학습이다. 영재교육에서 가져야 할 학생의 모든 능력과 태도가 종합적으로 적용되는 부분이다.

2) 프로젝트 학습의 절차

i) 주제 탐색

i-1) 관심분야에 대한 기초자료조사

i-2) 지도교사로 부터 주제 협의 및 지도 조언 청취: 학습자 스스로가 관심이 있다고 생각하는 과제를 찾아서 지도교사의 조언을 받아 개인 연구를 요청하는 경우도 있다. 과제는 강제로 부여된 것이 아니라 학습자 스스로 문제를 찾고 탐구한 것이므로 영재교육의 취지에 부합

3) 프로젝트 학습과 관련되어 자기주도적 학습 모형으로는 Treffinger의 모형을 참고하라. 교사주도형과 학습자 주도형에 대한 다양한 모형과 절차가 소개되어 있다. (Teaching for Self Directed Learning : A Priority for the Gifted and Talented, Gifted Child Quarterly, 19. p.47. 1975,)

되는 국면이라고 할 수 있다. 그러므로 이러한 경우가 발생하면 학습자에게 적극적으로 도움을 줌으로서 탐구에 대한 열정을 고취시킬 수 있고 학습의 능동화를 기할 수 있다. 이러한 자기주도적이고 능동적인 학습 성향을 가진 학생들이야말로 영재교육에서 실제로 중요한 재원이다.

ii) 과제 발견

ii-1) 다양한 확산적 기법 사용을 통하여 과제발견

ii-2) 기존 문제로 부터 문제 발견

iii) 연구계획 설계

iii-1) 연구일정 수립: 분기별로 구체화하며 실행가능성을 전제로 함. 과제의 성격에 따라서 지도교사가 일정을 강제할 수도 있다.

iii-2) 연구방법론 설계: 중장기적이고 복잡한 프로젝트는 연구방법론이 설계되어야 하지만 간단한 것은 필요하지 않다.

iii-3) 지도교사와 협의할 내용 목록 만들기

iv) 과제 해결

v) 보고서 작성: 보고서는 일반적으로 비슷하나 추구하는 내용의 성격에 따라 각 영역마다 특별한 기술 양식이 있으므로 기술형식을 숙지해야함.

3) 프로젝트 학습에서 지도교사의 역할

i) 프로젝트의 진행과정 확인과 조언

ii) 연구의 단계를 단계별로 세분화 하여 연구 활동의 세부단계를 파악할 수 있도록 도와준다.

iii) 보고서 작성의 조언: 대부분의 학생들은 전문가들의 수준의 내용을 알고 있다고 하더라도 그것을 체계적으로 조직하고 기술하는 요령을 모르는 경우가 있다.

III. 결론 및 제언

본 프로그램은 경북대학교 과학영재교육원 수학교실에서 실제로 사용하고 있는 것으로서 3년 단위의 과정인데 연구 과정은 중학교 3학년에서 실시되고 있으며 사사를 통해서 이루어진다. 탐구 발견 학습은 학생들과 학부모가 매우 만족하는 것이었는데 주된 이유는 일반 학교수업에서 경험하지 못한 것이었기 때문이었다고 추측된다.

한편 탐구 발견학습은 수학에 대한 해박한 지식과 토론에 대한 조정능력이 필요하기 때문에 지도교사는 보다 전문적 지식을 가지고 있어야 한다. 이러한 문제 때문에 탐구토론 과정은 주로 교수들에게 할당되었다.

문제 해결 과정에서 미적분법과 같은 반드시 높은 지식이 필요한 것은 아니며 그러한 고등지식을 사용하지 않고 문제를 해결하는 것이 오히려 더 높은 사고력을 함양하는 것으로 간주될 수도 있다. 이러한 제안에 동의한다면 속진학습을 강요할 필요는 없다고 본다.

기존의 수학 영재교육이 경시대회를 지향하는 것이었다면 새로운 영재교육은 산출물 중심이 되어야 하고 영재교육이 청소년 수학자를 양성하는 프로그램이라고 한다면 산출물의 중심의 프로그램은 더욱 중요하다.

참 고 문 헌

Treffinger, Teaching for Self Directed Learning : A Priority for the Gifted and Talented, *Gifted Child Quarterly*, **19**. p.47. 1975,)