

수학 영재교육 프로그램분석 및 개발 방향

황 동 주 (한국교육개발원)

1. 서론

영재교육은 영재의 특성을 고려한 다양한 방법과 내용에 의하여 구성하여야 한다. 이러한 인식하에 영재교육진흥법은 1999년 12월 28일 국회에서 통과 되었고 정부는 영재교육에 대한 재정적이고 행정적인 지원의 책임을 가지고 있다. 이 법은 2002년 3월에 시행이 되었다. 이법에 의하여 영재를 위한 특수 고등학교, 초·중학교 영재학생을 대상으로 한 방과 후 심화 프로그램, 대학부설 영재교육센터의 속진과 심화 프로그램과 새로운 사이버 영재교육 시스템이 설립되었다.

1999년에 한국교육개발원에서는 교육부와 과학기술부의 지원을 받아 영재를 위한 교육과정 개발 연구를 수행하였으며 이 때 수학 영재를 위한 교육과정(구자억 외, 1999; 조석희 외, 1999)을 개발하였다. 그 이후에도 수학 영재를 위한 교육과정 개발(구자억 외, 2000; 방승진 외, 2001), 초·중학교 영재학생을 위한 방과 후 심화 프로그램(한인기 외, 2000a; 한인기, 2000b, 2002; 방승진 외, 2002; KEDI, 2002, 2003; Lee, Hwang & Lee, 2004; 이강섭 외, 2004)이 개발되었다.

최근 연구에서 한국교육개발원에서 개발한 프로그램 개발 방향과 실재를 소개하고자 한다.

2. 학습 자료 개발 및 구성

1) 수학영재 교수·학습 자료 개발 지침 동향

구자억 외(2000)와 황동주 외(2001)는 국내의 고등학교 수학영재교육과정에 대한 종합·분석을 토대로 영재들의 특성을 최대한 고려하고 이들을 신장시킬 수 있도록 하기 위하여 고등학교 수학영재 교육과정 개발의 기본 방향 중에서 수학 영재 교수학습 방법에 관련된 내용을 설정하였다. 한국교육개발원(2003), 김수환(2001), 한인기(2001), 조완영(2001)은 영재 교수-학습 자료, 수학 영재 교수-학습 자료의 개발 방향을 제시하였는데, 이 중 일부를 제시하면 해당교과에서의 창의적 문제 해결력, 고차적 사고력 함양, 해당 교과 내용 및 활동에 관한 흥미, 과제집착력, 자신감 함양, 자기 주도적인 학습 태도 함양, 속진보다 심화 위주, 개별화 교육, 다양한 난이도 및 심화 활동 과제 제시, 다양한 내용 영역 포함, 실생활에서 발생하는 문제 상황과 연결, 서로 관련을 맺는 하위 주제로 구성, 간 학문적인 주제, 내용이나 활동 포함, 다양한 집단 편성, 다양한 교수-학습 자료, 장소의 활용, 창의적인 산출물 강조 등이다.

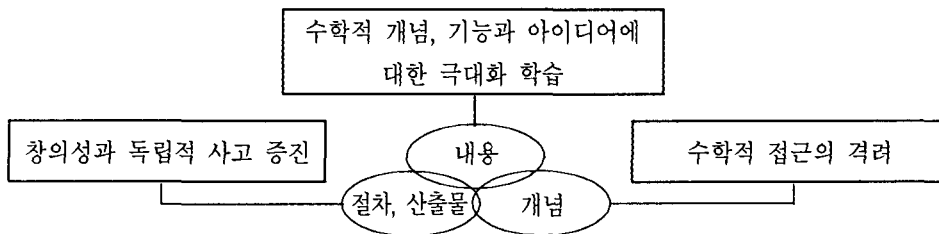
NCTM(1997)의 수학적으로 재능 있는 학생들을 위한 프로그램 개발 지침을 일부 제시하면 첫째, 수학적으로 영재인 아동과 재능 있는 아동을 위한 프로그램들은 높은 수준의 사고 과정을 길러내야 한다. 둘째, 기본(standard) 주제들에 대한 조사를 더 깊이 하는 것 뿐 아니라 실세계 상황에 수학을 적용하도록 노력해야 한다. 셋째, 의사소통하는 능력은 수학 학습에서 본질적이다. 넷째, 수학은 그 독특한 내용 특성들과 함께 공부 기술과 학업 습관을 개발하기 위한 효과적인 전달 수단을 제공해야 한다. 다섯째, 프로그램은 아동에게 창의적인(creative) 방식으로 수학적 아이디어들을 탐구할 기회를 제공해야 한다. 여섯째, 영재 학생들은 조작물(manipulative material)과 교수를 위한 보조물(instructional aids)을 빈번하게 창의적으로 사용할 수 있는 기회를 가져야 한다. 일곱째, 수학은 학교 프로그램의 다른 내용들과 관계가 되어있어야 한다. Sheffield(1999)가 제안한 수학적으로 재능이 있는 학생들을 위한 프로그램 개발 지침은 (1) 수학적 사고를 깊이 있게 도와주어야 하고, (2) 지식이 넓은 시민으로 발전시켜야 하며, (3) 수학의 재미와 아름다움을 경험하도록 하며, (4) 대학 수준과 그 이상에서 경쟁할 수 있어야 하며, (5) 증가적인 기술적인 세계의 지도자가 되어야 한다. Velikova(1999)는 특별 교육에서 준비된 독립 프로그램의 목표를 다음과 같이 설정하고 있다 : (1) 학생들의 지식을 깊고 넓게 해주어야 하며, (2) 학생들의 기술과 습관을 개발하여야 하며, (3) 수학의 다양한 영역에 흥미를 가져야 하며, (4) 과학적 문헌이나 보고서 사용에 친숙하여야 하며, (5) 수학적 스타일이나 언어를 개발하기 위하여 새로운 과학적 발견이나 저명한 수학자의 작업과 인생에 대하여 짧은 보고서를 쓸 수 있어야 하며, (6) 신문과 학회지에 발표할 준비가 되어 있어야 한다.

2) 수학에서 영재학생들을 위한 차별화된 프로그램의 목표

Stanley(1980)는 과목을 통한 창의성을 강조하고 있다. 수학에서의 영재학생들의 교수는 수학 교실 안에서의 특별한 주의가 필요하다. 이러한 학생들을 위한 프로그램은 아래와 같은 목표를 따른다.

- (1) 영재 학생들을 위한 제공되는 교육 내용은 수학적 개념, 아이디어와 기능이 가능한 많이 있어야 한다.
- (2) 수학 영재 학생들에게는 창의성(creative)과 독립적인 사고(independent thinkers)를 준비시켜야 한다.
- (3) 수학 영재 학생들에게는 수학의 아름다움에 근접할 수 있도록 도와야 한다.

이러한 목표를 달성하기 위하여 필요한 접근 방법은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 수학영재 학습자를 위한 교육과정모델과 프로그램 목표의 관계

3) 프로그램의 유형

지금까지 국내외에서 이루어지고 있는 탐구 중심 프로그램은 주제 탐구형, 과제 해결형, 단계형, 심화형과 속진형으로 나누어 볼 수 있다. 남승인(2000)은 문제 해결형, 주제 탐구형, 과제 해결형 3가지로 분류를 하고 있으며 방승진(1998)은 단계형 프로그램을 주장하고 있다. 이강섭, 황동주(2004)는 수학 창의성 3단계 심화 모형을 제안하였다. 1단계는 수학적 문제발견 활동(The mathematical problem finding activity)이고 2단계는 수학적 문제 해결 활동(The mathematical problem solving activity)이며 3단계는 수학적 문제 설정(창조) 활동(The mathematical problem posing(creative) activity)이다. Ervynck(1991)은 3단계 수학 창의성 모형을 제안하고 있다. 그는 수학 창의성은 공백에서 발생하지 않으므로 1단계는 기본 기술 단계(A preliminary technical stage)이고, 2단계는 알고리즘 활동(The algorithmic activity)이고 3단계는 창의성 (개념적, 구성적) 활동(The constructive (creative) activity)이다. 이것을 변형하여 Gotoh(2004)는 3단계 수학 창의성 모형을 제안하고 있다. 그는 1단계는 경험적(비정형적) 활동(The empirical (informal) activity)이고, 2단계는 알고리즘(정형적) 활동(The algorithmic (formal) activity)이고 3단계는 구성적(창의성) 활동(The constructive (creative) activity)이다. Velikova(2004)는 독립 창의적 작업과 연결된 새로운 모델(MJICW)을 제안하였다. 이 모델은 Renzulli 모델을 기본으로 하고 있으나 기본적인 저자의 방법(기하학적인 부등식과 변환을 포함한 수학적 문제 체계와 새로운 문제, 새로운 변환, 새로운 교수 방법, 연구 방법을 창조할 수 있는 수학적 방법)과 경험이 포함되어 있다; (1) 1단계 활동(일반 준비, 일반적 탐색 활동); (2) 2단계 활동 2 (창의적인 작업의 준비 단계, 단체 훈련 활동); (3) 3단계 활동 (창의적인 작업).

3. 기존 영재교육 프로그램 분석을 통한 개발 방향 설정

가. 설문지를 통한 양적 분석

한국교육개발원에서 2003년에서 2005년까지 개발한 수학 프로그램 중에서 6차시 이상으로 구성된 프로그램 목록은 아래와 같다.

대상

지역	학년	부산	대구	인천	광주	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	합계
인원	중등	1	4	2	3	6	13	4	4	2	2	5	10	2	56

<표 1> 한국교육개발원 중등수학 프로그램 영역별 목록 및 설문 빈도

영역	프로그램 제목	개발 연도	학 년	영 역	차 시	지역										합계		
						부산	대구	인천	광주	경기	강원	충북	충남	전북	전남		경북	경남
대수	등식 A=B	2005	4	3	10				1	1	2	1				1	6	
	방정식의 해를 어떻게 구할까?	2005	4	3	10			1	1	1	3	2	2		1	2	13	
	생활속에 숨어있는 진범탐구	2005	4	3	10	1	2			2	4		2		1	4	16	
	수와 방정식	2004	3	2	8		1	1	1		2	1	2			1	1	10
	기하부등식	2004	2	2	6				2		2	1						5
	수학적으로 사고하기	2004	2	2	8						2	1	1		1			5
마방진	2003	3	3	14				2	1	5	1	1			3	2	1	16
기하	삼각형이 마음	2005	4	3	10		1		1	1	2	1		1	1	1	9	
	소마큐브의 해 탐구	2005	4	3	10					1	2						3	
	위에대한 여러 가지 성질과 정리	2004	1	1	8	1					2			2			5	
	피타고라스의 정리	2004	1	1	6	1					2					1	4	
	직선의 양끝은 만날까?	2004	2	2	8						2						2	
	구면피타고라스정리	2004	3	3	14				1		1	1		1	1	1	6	
	중이접기와 기하학	2004	2	2	8		1		1		3	1	1		1	1	9	
	도형의 변환	2004	2	2	12		1				2	1			1		5	
	평면도형1,2	2004	1	1	16				1		2					1	4	
	입체도형	2004	1	1	8				1		3						4	
조작을 통한 수학체험	2004	1	2	6						3						3		
평면도형의 여러 가지 성질	2004	3	3	14				1		2				1	1	5		
원뿔 곡선 탐구	2003	3	3	14						2	1	1	2	1		7		
함수	변화하는 세상을 표현해보자	2005	4	3	10		1		1	1	2				2	7		
	부등식 늘 곁에 있는 친구	2005	4	3	10					1	1				2	4		
	생활 속의 수학 부호이론	2005	4	3	6						2					2		
	생활 속의 수학 퍼지이론	2005	4	3	6					1	4	1				6		
	수들의 여행목적지는 어디일까?	2005	4	3	10					3	2	1		1		7		
	함수를 찾아보자	2005	4	3	14				1	1	1	1			2	6		
	삼각함수	2004	3	2	10	1				1	1			2	1	6		
	counting	2004	2	3	14					1	2	1			1	5		
구적 찾기 1, 2	2004	1	2	14		1	1			3	1	1		2	2	11		
확률과 통계	가장 좋은 방법을 찾자	2005	4	3	10				1	1	3					5		
	그래프와 수형도	2005	4	3	10						2	2		1	1	1	7	
	생활속의 통계	2005	4	3	10		2		1		3	1				1	8	
	수학을 알면 게임을 이긴다	2005	4	3	10		1		1		1			1	1	5		
	할인마트와 카드사의 경쟁게임	2005	4	3	12						2	1				3		
	수학적 게임과 필승전략	2004	3	2	6						3	1			1	5		
	확률이란 무엇일까?	2004	2	1	6						2	1		1		4		
	통계를 알면 더 많이 볼 수 있어요	2004	1	1	10						3					3		
이산 수학	2003	2	3	14	1	1				1				1	1	5		

1) 구성적인 측면

가) 수준별 교재

- 수준별로 심화 1단계, 심화 2단계 이렇게 해 주시면 수준이 높은 학생들은 심화 2단계 또는 그 이상까지 하고 그렇지 못한 학생들은 1단계까지만 했으면 한다.

- 지역교육청에 따라 학생들의 수준이 차이가 있으므로 지도교사가 학생들에 맞추어 재구성할 수 있도록 삼부십화도 수준에 따른 구성이 있었으면 좋겠다. 예를 들어 1, 2, 3부 모두 3수준 또는 2수준으로 나누어 구성하였으면 한다.
- 개발된 자료를 이용해 수업을 하다 보니 사실 학생들이 이해가 잘 안 되는 부분들이 많았던 것이 사실이기도 하구요. 그래서 가능하면 수준별로 작성이 되었으면 하기 바랍니다.
- 같은 내용을 가르칠 수 있도록 수준이 다른 내용으로 만들어져 있었으면 한다.
- 영재교재를 만들 때 수준을 많이 고려했으면 합니다. 다양한 수준으로 나누어서 제공된다면 좀 더 일선에서 지도하는 교사로서는 좋을 것 같습니다.

나) 내용 구성

- 활동 내용 구성
 - 주제에 따른 활동내용을 모듈별로 조직해 놓으면 어떨까요. 필요한 부분만 꺼내서 쓰고 모자라는 부분은 추가하여 수업 할 수 있는 등 심화 자료나 더 쉬운 내용들도 추가 해 놓으면 좋겠습니다.
 - 1시간 분량으로 너무 많은 내용을 넣지 말아주세요.
 - 자료를 만드실 때 만드는 의도가 교재에 있으면 도움이 될 것 같습니다.
- 학습지와 지도서 형식
 - 바로 수업을 활용할 수 있는 지도안 양식이나 학생이 바로 이용할 수 있는 학습지 양식으로도 개발되면 좋겠습니다.
- 흥미 유발
 - 다양하고 학생들의 흥미를 유발하는 내용을 많이 개발해 주셨으면 합니다.
 - 조작활동이 필요한 수학자료 수업으로 흥미롭고 사고력 신장에 도움이 되는 자료개발이 필요함.
 - 활동적인 부분이 거의 없어서 그 부분을 만들기 위해 너무 힘들었던 것 같습니다.
 - 중등수학을 담당하고 있는 저로써는 기존의 학습 자료가 너무 흥미와 활동위주로 구성되었다는 것에 약간의 불만을 품고 있습니다. 심화된 자료가 더 많았으면 좋겠다.
- 참고 자료 및 인터넷 사이트
 - 수업지도안을 만들다 보면 실제로 참고해야 하는 책이나 인터넷 사이트 등도 많이 소개를 해 주시면 감사하겠습니다.
 - 인터넷 참고 사이트를 해결

2) 내용적인 측면

- 가) 중학생들의 교육과정을 고려한 교수-학습 자료 개발
 - 중학생들의 교육과정에서 벗어나는 고등수준의 내용을 다루는 경우를 종종 발견합니다.

- 교육과정에 나와 있는 내용을 바탕으로도 심화되어 있으면서 창의적인 수학을 이끌어 낼 수 있으리라 생각합니다.
- 교과서에서 다루는 내용 위주의 자료 개발
- 선행지식이 부족한 학생들을 위한 정규교과내용을 잘 설명해 놓은 자료도 많이 나왔으면 합니다.
- 학교 교육과정의 교과내용을 심화
- 지역 교육청 학생들의 수준에 맞는 부분도 있었으면 합니다. 어려운 내용도 있습니다.
- 중 2학생을 대상으로 하는 수업을 위한 선수학습이 필요한 내용이 많아 기본지식 전달과정이 필요하여 본시 수업을 진행하는데 무리가 있어 만족스러운 수업이 어려움.
- 아무리 좋은 내용이라도 인지수준에 맞지 않으면 가르치는 교사나 학생들 모두 부담이 커서 사용하기가 어렵다.
- 교육과정을 넘어서지 않게 구성

나) 탐구 활동을 강화하는 교수-학습 자료 개발

- 학생이 서로 탐구하고 의사소통하고 발표하고 만들어갈 수 있는 수업이 될 수 있도록 만들어주세요.
- 탐구형 학습 자료의 개발
- 자료를 수집하고 가공하여 수학적으로 분석하는 내용
- 삼부심화 산출물로 학생들이 그 주제에 대해 뭔가를 만들어내기를 기대한다면 조별로 탐구할 주제를 어느 정도 주는 것이 좋을 것 같습니다.

다) 실생활(첨단 분야)과 관련된 내용을 고려한 교수-학습 자료 개발

- 현 생활이나 첨단 분야 또는 과학(물리 등)에서 쓰이는 수학에 대한 내용입니다.(개발원 자료 중 생활 속의 부호이론 같은 내용이 많이 있었으면 좋겠습니다.)
- 수학을 학생들이 실 생활 속에서 느낄 수 있는 주제를 보다 많이 개발했으면 합니다. 보다 폭넓은 주제를 가지고 개발했으면 하는 바램입니다.
- 생활에서 쉽게 구할 수 있는 자료들을 이용하여 학생들이 수학 실험을 통한 학습을 할 수 있는 프로그램이 많이 개발 되었으면 합니다.

라) 기타 주제 설정과 관련된 내용을 고려한 교수-학습 자료 개발

- 테크날리지 활용을 고려
- 통합교과적인 내용을 고려
- 개념 위주의 교육내용을 고려
- 기하 부분이 차지하는 비중이 너무 많다
: 기하부분이 많은 부분을 차지하는 것으로 보고 있습니다.

- 초등과 중등의 중복을 피하자
: 지역교육청에서는 보면 초등에서 배운 내용을 중등에서 다시 지도하는 경우도 있어서 학생들이 싫어하므로 중복을 하지 않았으면 합니다.
- 여러 가지 답과 문제 해결이 나오는 활동
: 학습 자료에 개념위주보기 보다는 문제풀이 위주가 너무 많고, 다양한 풀이 보다는 많은 풀이를 추구한다는 느낌이 있습니다. 자료를 보면 다양한 풀이는 거의 없는 것 같습니다.

3) 한국교육개발원 수학 프로그램 영역별 설문 조사에 대한 시사점

- 해당 분야와 학년 수준에서 창의적인 지식 창출능력을 함양할 수 있는 내용과 활동으로 구성한다.
- 창의적 문제해결력을 구성하는 5 요소들이 역동적으로 상호작용할 수 있도록 격려하거나 요구하는 과제를 구성해야 한다.
- 실생활과 최근 수학 연구 동향과 관련된 내용, 간학문적인 내용과 활동이 다양한 형태로 포함되도록 한다.
- 학생들이 흥미와 호기심을 지니는 주제, 내용, 활동을 제시한다.
- 다양한 수업 방법을 포함한다.
- 다양한 집단편성 방법을 필요에 따라 융통성 있게 활용한다.
- 개별화 학습이 최대한으로 이루어지도록 한다.
- 정규교육과정 내용을 기반으로 보다 도전적이고, 복잡하고 추상적인 개념, 내용이 포함되도록 한다.
- 학생의 능력과 흥미에 따라 산출물을 만들 수 있도록 허용한다.
- 흥미롭게 자료를 구성한다.
- 실생활의 문제를 대상으로 이미 학습한 개념, 원리, 지식을 적용하여 문제해결 활동을 하도록 한다.
- 학생들의 의사소통 능력신장에 필요한 발표와 토론의 기회를 충분히 준다.
- 초등학교와 중학교간, 학년간 및 활동간에 학습내용의 연계가 잘 이루어지도록 한다.

나. 수학 영재 교수-학습 자료 개발 방향

1) 해당 분야와 학년 수준에서 창의적인 지식 창출능력을 함양할 수 있는 내용과 활동으로 구성한다. 수학자가 수학을 한다는 것을 경험 할 수 있게 탐구활동, 창조 활동 등으로 구성한다. 수학자들의 연구 문제 찾아내기, 연구 계획하기, 연구 수행하기, 자료 수집 및 분석하기, 보고서 작성하기, 전문가들에게 발표하기 등을 포함시킨다. 해당 분야의 전문적인 탐구 및 창조 활동을 하는데 필요한 기 능과 과정을 습득하고 숙달할 수 있는 기회를 제공한다.

2) 창의적 문제해결력을 구성하는 요소들이 역동적으로 상호작용할 수 있도록 격려하거나 요구하는 과제를 구성해야 한다.

이 5 요소들이 모두 요구되도록 과제나 활동을 구성해야 하지만 학습의 단계별로 그 비중은 약간씩 다르도록 구성한다.

제1단계 탐색 단계에서는 주제의 탐구에 초점을 둔다. 제2단계 수학적 지식과 기능 습득 단계는 일반적 지식과 기능, 특정 영역의 지식과 기능의 습득과 숙달에 비중을 둔다. 제3단계 탐구 수행단계에서는 논리적 비판적 사고 및 확산적 사고의 활발한 적용에 비중을 둔다.

3) 실생활과 최근 수학 연구 동향과 관련된 내용, 간학문적인 내용과 활동이 다양한 형태로 포함되도록 한다.

예를 들면, 수학 분야에서 부호이론, 게임이론, 퍼지이론, 암호론 등과 생활 속에서 수학적 사고를 하도록 요구하는 프로그램을 포함시킴으로써 다양한 시각에서 문제를 바라보고 새로운 문제해결 방안을 모색할 수 있는 능력을 계발하도록 한다.

4) 학생들이 흥미와 호기심을 지니는 주제, 내용, 활동을 제시한다.

학생들의 연령에 따라 특히 흥미와 호기심을 갖는 주제, 내용, 활동이 각기 다른 점에 유의한다. 또한 특정 현상에 대해 문제의식을 갖도록 내용을 구성함으로써 적극적으로 학생들의 흥미와 호기심을 자극하는 것이 필요하다.

5) 다양한 수업 방법을 포함한다.

그리기, 만들기, 쓰기, 조사, 토의, 발표, 현장 답사, 실험, 실습, 멀티미디어 학습, 사사 등 학생이 다양한 형태로 능동적으로 참여하는 다양한 수업 방법이 활용되도록 한다. 학생들마다 표현하는 방식에 대한 선호도나 우수한 정도가 다르다. 굳이 획일적인 방법으로 표현하게 하기 보다는 각자 가장 뛰어나게 표현할 수 있는 방법을 선택할 수 있도록 허용하여야 한다.

6) 다양한 집단편성 방법을 필요에 따라 융통성 있게 활용한다.

개인학습, 소집단 학습, 전체학습 등 각각의 집단 편성 방법은 활동의 특성에 따라 더 효율적인 정도가 다르다. 활동의 성격에 따라 소집단 학습이 더 적절한 경우가 있는가 하면 전체 학습이 더 효율적인 경우가 있다. 예를 들면, 일반적인 안내는 전체학습으로 여러 사람의 아이디어를 모아서 함께 작업해야 하는 경우에는 소집단 학습, 자료의 조사, 반복 훈련 등은 개인 학습의 형태로 하는 것이 더 효율적일 것이다.

7) 개별화 학습이 최대한으로 이루어지도록 한다.

난이도가 다양한 과제들을 골고루 포함시킴으로써, 능력이나 지식수준 및 흥미도가 다른 학생들을 대상으로 해서도 활용이 될 수 있는 교수-학습 자료로 개발한다.

8) 정규교육과정 내용을 기반으로 보다 도전적이고, 복잡하고 추상적인 개념, 내용이 포함되도록 한다.

영재들은 일반 학생들에 비해 학습 속도가 매우 빠르고 기억력이 우수하기 때문에 정규교육과정의 내용을 기반으로 보다 더 도전적이고 복잡하고 추상적인 개념과 내용이 아니면 지루하게 느낄 수 있다. 그렇다고 해서 내용의 습득에만 치중하는 속진방식의 교육 활동이어서는 안 된다. 분석, 종합, 평가 및 지식의 창출을 요구하는 고급 사고력의 발휘에 많은 비중을 두어야 한다.

9) 학생의 능력과 흥미에 따라 산출물을 만들 수 있도록 허용한다.

학생들마다 능력의 수준과 적성 및 흥미 분야가 다르다. 그러므로, 확실적인 산출물을 요구하기 보다는 각자의 능력과 관심에 따라 각기 다른 산출물을 만들 수 있도록 허용해야 모든 학생들이 적극적으로 산출물을 만들어내는데 참여하게 되고, 이런 과정을 통해서 자신의 재능을 점점 더 계발하게 된다.

10) 흥미롭게 자료를 구성한다.

교수-학습 자료는 보기 쉽고, 지루하지 않고, 재미있게 구성한다. 아무리 학습력이 뛰어난 영재라도 재미를 느끼지 않으면 학습에 적극적으로 참여하기가 쉽지 않다. 따라서, 영재 학생들의 관심을 끌 수 있는 읽기 자료, 사진, 삽화, 만화, 원 자료, 인터넷 사이트 등을 제시하고, 보기 쉽고, 지루하지 않고 재미있도록 구성할 필요가 있다.

11) 실생활의 문제를 대상으로 이미 학습한 개념, 원리, 지식을 적용하여 문제해결 활동을 하도록 한다.

실생활에서 찾아볼 수 있는 문제들은 대체로 비구조화되고 덜 정의된 문제들로서 창의적인 문제 해결력을 발휘할 수 있는 여지가 많다. 학생들로 하여금 실생활에서 해결되어야 할 문제를 찾아내고, 그 문제를 해결하기 위해서 학습한 개념, 원리, 지식들을 활용하도록 격려한다.

12) 학생들의 의사소통 능력신장에 필요한 발표와 토론의 기회를 충분히 준다.

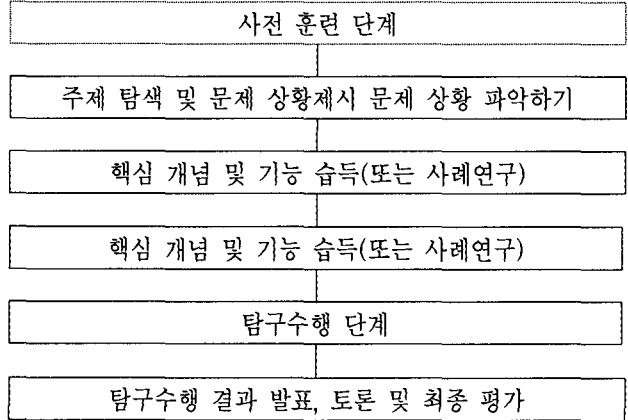
영재학생들의 좋은 아이디어를 다른 사람들에게 설득력 있게 전달하는 능력, 다른 사람의 이야기를 경청하고 건설적으로 비판하는 능력, 다른 사람의 이야기를 들으면서 자극을 받아 새로운 시각에서 문제를 바라보고 더 좋은 아이디어를 창출해내는 능력들을 계발할 필요가 있다.

13) 초등학교와 중학교간, 학년간 및 활동간에 학습내용의 연계가 잘 이루어지도록 한다.

연구진 및 대표집필진, 같은 교과와 대표집필진은 상호 의사소통을 긴밀히 하여 상호 검토 기회를 가짐으로써 학년간의 내용 및 활동들이 중복되거나 지나치게 거리가 멀어지지 않도록 한다.

다. 집필체제

1) 대주제의 전개 단계



(1) 주제 탐색 및 문제 상황 제시

- 학생들이 과제에 흥미를 유발할 수 있는 수업자료 및 문제 상황의 제시
- 학생들에게 광범위하고 다양한 내용에 접하게 한다.
- 주제에 대한 학생들의 흥미와 관심을 북돋워주는 데 목적이 있다.
- 실생활과 최근의 수학 연구 분야와 관련된 내용의 상황 제시

(2) 개념의 이해, 사고 기능, 연구 방법, 태도의 집단훈련 활동

학생이 결국 탐구하고자 하는 주제를 중심으로 “사고하고 느끼는” 과정을 습득하는 과정으로 문제해결에 도움이 되는 수학적 지식, 기능, 노력, 태도, 방법 등을 습득한다.

- 교사와 학생이 함께하는 활동 중심으로 구성
- 학습 내용은 정규교육과정에서 접하지 않은 내용, 실생활, 수학적, 간학문적인 접근, 최근 수학 연구 분야와 관련된 내용 포함.
- 정의적 측면: 가치관, 인식 훈련, 동기의 부여
- 인지기능: 분류, 비교, 해석, 비판적 사고, 문제해결, 발견, 탐구, 반성적 사고, 도서관 자료 활용능력, 연구 및 논문 보고서 작성법,
- 주요활동: 문헌 분석, 문제 풀이, 토론, 조사, 실험, 실습, 도서관 사용법 실습, 자료의 분석, 자료의 종합, 분석 결과에 대한 평가 등

* 반드시 문제 해결과 탐구수행과 연관성이 있거나 직접적인 도움이 되는 활동으로 구성

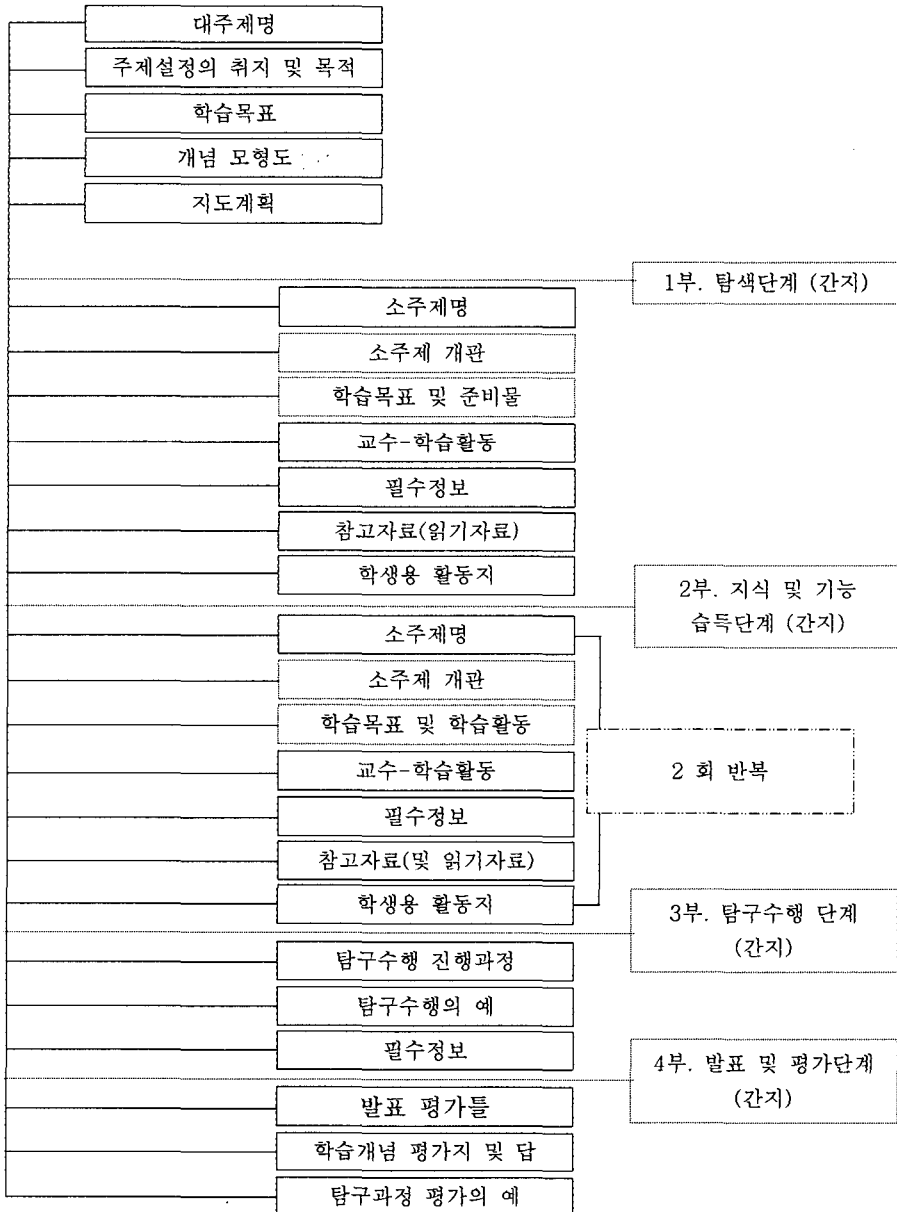
(3) 소집단별 창의적인 탐구활동 및 정리 평가

- 학생이 주도하는 활동
- 산출물을 만들거나, 문제를 해결하는 활동중심

○ 보고서 작성 및 발표, 활동 내용의 정리 및 평가, 습득한 지식 정리 및 새로운 발전가능성 토의

* 1단계의 탐색활동과 2단계에서 익힌 지식 및 기능을 충분히 활용하는 산출물 또는 문제해결을 요구하도록 구성

2) 집필 요소



라. 수학 교수-학습자료 예시

1) 주제 선정의 취지

현대 수학의 중요한 응용으로 암호론과 게임이론을 들 수 있다. 암호론이 사이버 세상을 설계하는 골격이 되어가고 있다면, 게임이론은 경제, 정치, 군사 및 법학 분야 등 다양한 사회양상을 이해하고 해석하는 분야에서 응용되고 있다. 사이버시대인 만큼, 암호론은 많은 분야에서 이야기하고 있지만, 아니 암호론이 응용되거나 이야기 되지 않는 분야가 거의 없지만, 게임이론은 경제학자와 수학자를 제외하면 여전히 생소한 수학의 한 분야이다.

.... (중략)

즉 ‘실제의 문제를 어떻게 수학적으로 형식화하는가?’가 이 자료의 초점이라고 볼 수 있다. 본 자료를 통하여 일반사회현상을 형식화하는 과정에서 게임이론의 지식습득뿐만 아니라, 신용카드에 대한 올바른 인식, 학생들 스스로 문제를 발견하고 해결하는 과정을 경험하고, 올바른 토론하는 자세를 배우도록 한다.

2) 학생들이 해결해야 할 문제 상황

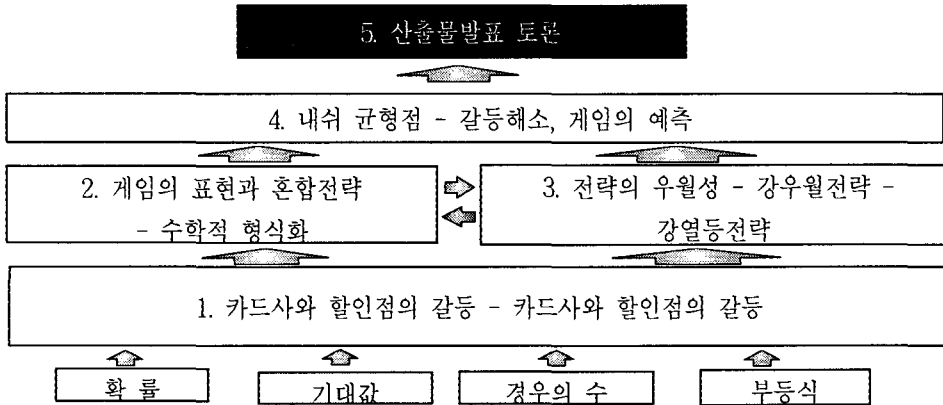
카드사는 카드사용이 가장 많이 이루어지는 할인점의 카드수수료를 인상하겠다고 통보하였다. 이러한 통보에 대해서 카드사와 할인점간에는 다양한 상황이 연출될 수 있다.

<2004년 카드사-할인점 갈등 일지>

- 2004년 6월 26일 - B카드 다음달부터 가맹점 수수료 인상통보
....(중략)
- 2004년 10월 15일 - E할인점 11월부터 직불카드 받는다

이러한 카드사와 할인 마트사의 갈등을 해결하려고 합니다. 영재 학생들의 많은 참여를 바랍니다.

3) 개념 모형도



4) 지도 계획

전개단계	활동명	주요 수업활동	주요수업 형태	탐구 단계	예상 차시
1단계 계획 수립하기	카드사와 할인점의 갈등 - 확률과 기대값	<ul style="list-style-type: none"> · 단원소개 · 카드사와 할인점의 갈등 · 게임의 예 · 그래프 및 행렬의 정의 · 심화- 가위-바위-보게임 	교사장의 모듬활동 전체토론		60분
		<ul style="list-style-type: none"> · 조별 탐구 주제 설정하기 · 관련자료 수집 방법 · 문제 상황 제시 및 문제 상황과악하기 	모듬활동	· 안내	30분
2단계 지식 및 기능 습득하기	게임의 표현과 혼합전략	<ul style="list-style-type: none"> · 카드사와 할인점의 갈등 · 전략형게임의 표현(이론) · 비스마르크해전(게임의 예) · 배구의 전략(혼합전략의 필요) · 순수전략과 혼합전략(이론) · 심화-1차 세계 대전의 발발 	모듬활동 전체토론		60분
		<ul style="list-style-type: none"> · 수집한 자료 정리 및 주제 재검토. · 다음시간까지 해야 할 일정하기. 	조별발표	자료 수집	30분
	전략의 우월성	<ul style="list-style-type: none"> · 카드사와 할인점. · 강우월전략과 강열등전략(이론) · 카드놀이 · 강열등전략의 제거(이론) · 배구에서 강열등전략제거 · 심화-아브랑슈협곡전투 	개인실습 개별 피드 백 모듬활동 개인실습		60분
		<ul style="list-style-type: none"> · 형식화한 게임검토 및 자료보완계획 	모듬활동	자료 분석	30분
3단계 수행하기	내쉬 균형점	<ul style="list-style-type: none"> · 카드사와 할인점의 예측. · 내쉬균형점.(이론) · 내쉬균형점의 예 	모듬활동		45분
		<ul style="list-style-type: none"> · 개인별 또는 조별 탐구계획서 발표하기 		발표, 토의	20분
		<ul style="list-style-type: none"> · 설정한 게임에서 전략의 우월성 발표 및 보고서 계획 	모듬활동	최종 마무리	25분
	산출물 발표	<ul style="list-style-type: none"> · 모듬별 발표, 토론, 평가 · 활동 : 창의적 산출물 발표/평가 · 프로젝트 전체 활동에 대한 소감 발표하기 	모듬활동	창의적 산출물 제작/발표/평가	60분
<ul style="list-style-type: none"> · 개념이해 평가 문제지와 답(5문항 이내) · 탐구수행능력 평가 또는 문제제기능력 평가(본 과 정을 수행하면서 요구되는 탐구과정을 수행해야 하 는 유사한 과제를 주고 탐구 설계능력을 평가한다.) 				30분	

참 고 문 헌

- 구자역 · 조석희 · 김홍원 · 서혜애 · 장영숙 · 임희준 · 방승진 · 황동주 (2000). 영재교육과정 개발 연구: 고등학교 영재교육과정 시안 개발을 위한 기초 연구. 서울: 한국교육개발원.
- 구자역 · 조석희 · 김홍원 · 서혜애 · 장영숙 · 황동주 · 임희준 (1999). 영재교육과정 개발 연구: 초·중 학교 영재교육과정 시안 개발을 위한 기초 연구. 서울: 한국교육개발원.
- 김수환 (2001). 초등 수학 프로그램의 개발방향, 영재교육 프로그램의 개발 및 평가, 2001년도 한국영재학회 추계학술발표 세미나 자료.
- 남승인 (2000). 초등학교 저학년 영재지도 방안. 한국수학교육학회 시리즈 F <수학교육 세미나>.
- 방승진 외 (1998). 수학 영재발굴에 관한 연구. 아주대학교 과학영재교육센터.
- 방승진 · 이상원 · 이우식 (2002). 영재학생을 위한 심화학습 교재개발에 관한 연구-중학교 3학년 중심 -. 한국수학교육학술지 시리즈 F<수학교육 학술지> 7. pp.103-119, 서울: 한국수학교육학회..
- 방승진 · 홍지창 · 황동주 (2001). 고등학교 수학영재교육과정 시안 개발. 한국수학교육학술지 시리즈 F <수학교육 학술지> 6. pp.223-245, 서울: 한국수학교육학회.
- 신현용 · 류익승 · 한인기 (2000). 과학 고등학교 수학 특별반의 영재교육에 관한 연구. 한국수학교육학술지 시리즈 F <수학교육 학술지> 5. pp.125-140, 서울: 한국수학교육학회.
- 이강섭 · 황동주 (2004). 초등학교 1학년 수학영재를 위한 심화프로그램 개발. 한국수학교육학술지 시리즈 E <수학교육 논문집>. 제 18집 제 3 호, 73-80.
- 이상근 · 한인기 (2000). "유추"를 활용한 기하 심화학습 자료 개발. 한국수학교육학술지 시리즈 F <수학교육 학술지> 5. pp.165-174, 서울: 한국수학교육학회.
- 조석희 · 김홍원 · 김수용 · 방승진 · 황동주 (2000). 과학 영재교육을 위한 교육과정 개발 연구. 한국과학재단, 정책 98-14.
- 조완영 (2001). 일반학교의 수학과 영재교육 자료 개발의 이론과 실제, 수학영재지도를 위한 교사 연수교재(전문과정). 대구대학교부설 초등교육연수원 · 대구광역시 교육청.
- 한국교육개발원 (2003). 교육청 영재 심화 교수-학습 자료 개발 연구. 한국교육개발원.
- 한국교육개발원 (2004). 변화하는 세상을 표현해 보자. 수탁연구 RM 2004 - 45 - 12. 한국교육개발원.
- 한인기 (2000). 작도 문제를 활용한 심화학습 교재 개발에 관한 연구. 한국수학교육학술지 시리즈 F <수학교육 학술지> 5. pp.221-232, 서울: 한국수학교육학회.
- 한인기 (2001). 중등 수학 프로그램의 개발방향, 영재교육 프로그램의 개발 및 평가, 2001년도 한국영재학회 추계학술발표 세미나 자료. 한국영재학회.
- 황동주 (2004). 수학영재 판별의 도구와 문제 제작. 2004 제1기 수학, 과학 영재교육담당교사 직무연수. 63-79. 경북대학교 사범대학 부설 중등교육연수원.

- 황동주 (2005). 수학 영재 관별의 타당도 향상을 위한 수학 창의성 및 문제 해결력 검사 개발과 채점 방법에 관한 연구. 단국대학교 박사학위 논문.
- 황동주 · 홍지창 · 서종진 (2002). ERIC 검색을 통한 미국의 수학영재교육 프로그램 분석. 한국수학교육학술지 시리즈 F<수학교육 학술지> 7, 121-131. 한국수학교육학회.
- Ervynck, G. (1991). Mathematical Creativity. In D. Tall (Ed.). *Advanced Mathematical Thinking*, 42-53. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Gotoh, G. (2004). The quality of the reasoning in problem solving process. In E. Barbeau et al (Ed.), *Proceedings of the Topic Study Group 4: Activities and Programs for Gifted Students*(pp.100-103). Riga : The 10'th International Congress on Mathematical Education.
- Lappan, Glenda, James T. Fey, William M, Fitzgerald, Susan N. Friel, and Elizabeth Difanis Phillips. *How Likely Is It? Glenview, III: Prentice Hall, 2002.*
- Lee, K. S., Hwang, D. J, & Lee, W. S. (2004). Development of Enrichment Programs for the Mathematically Gifted : Focused on the Conic section. In E. Barbeau et al (Ed.), *Proceedings of the Topic Study Group 4: Activities and Programs for Gifted Students*(pp.125-132). Riga, The 10'th International Congress on Mathematical Education.
- NCTM (1987). *Providing Opportunities for the Mathematically Gifted*, K-12. Edited by House, Reston, Virginia: NCTM.
- Sheffield, R. (1999). *Serving the needs of the mathematically promising*. In L. J. Sheffield (Ed.), *Developing mathematically promising students* (pp. 43-55). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Stanley, J. (1980). On educating the gifted. *Educational Researcher*, 9, 8-12.
- Velikova, E. (2004). Extracurricular work with creative-productive gifted students - program and activities. In E. Barbeau et al (Ed.), *Proceedings of the Topic Study Group 4: Activities and Programs for Gifted Students*(pp.71-82). Riga : The 10'th International Congress on Mathematical Education.
- Wheatley, G. H. (1989). Instructional Methods for the Gifted. In *Excellence In Educating The Gifted*.