

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 메타인지와 과학탐구능력에 미치는 효과

신 명 렬

울산검단초등학교

이 용 섭

부산교육대학교

본 연구는 SGIM(Small Group Inquiry Method: 소집단 탐구기법)을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 메타인지 및 과학탐구능력에 미치는 효과를 알아보기 위해 수행되었다. 본 연구에서 개발한 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 총 9차시(6주간)로 구성하였으며, 탐구절차에 따라 계획단계(3차시), 탐구수행(4차시), 결과발표(2차시) 등으로 운영하였다. SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 메타인지 및 과학탐구능력에 미치는 효과를 살펴보기 위한 연구대상은 울산광역시 소재 M초등학교 초등과학영재학급(초등 3학년) 20명을 선정하였다. 측정도구는 메타인지 및 과학탐구능력 검사지를 사용하였고, 연구의 결과 분석은 *t*검증과 ANOVA 검증방법으로 분석하였다. 연구의 결과는 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 초등과학영재의 메타인지($t=3.371, p=.003$)에 긍정적인 효과가 있었고, 초등과학영재의 과학탐구능력($t=2.371, p=.028$)에도 긍정적인 효과가 있었다. 본 연구를 통해 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 초등과학영재들의 과학탐구능력 신장과 메타인지 함양에 도움이 된다는 것을 알 수 있었고, 초등학교의 지역영재학급이나 공동영재학급에서 운영할 수 있는 초등과학영재 프로그램으로써 지구과학 영역의 수업에 좋은 사례가 될 수 있을 것이다.

주제어: SGIM(소집단 탐구기법), 천문학습 프로그램, 초등과학영재, 과학탐구능력, 메타인지

I. 서 론

다가오는 미래사회는 지식과 정보를 능동적으로 수집 및 선택하고 이를 재구성하여 다양하고 창의적인 방법으로 주어진 과제를 해결할 수 있는 핵심 역량을 지닌 인재를 요구하고 있다. 세계 각국은 자국의 발전과 시대의 주도권을 차지하기 위한 무한경쟁시대에 돌입하였고 이를 위한 해결책을 인재의 육성으로 선정하고 이를 위해 심혈을 기울이고 있

다. 그 중에서도 과학기술의 발전은 국가전략에서 반드시 필수적인 요소로 인식되고 있으며, 세계를 주도하는 각 나라들은 과학기술의 발전을 위해 새로운 이론과 기술을 창출할 수 있는 최상위 인재집단인 과학영재를 양성하기 위한 노력을 하고 있다. 그러므로 과학영재는 국가발전을 위해서는 반드시 육성해야할 핵심 자원이며 과학영재교육에 의한 과학영재의 육성은 과학기술의 발전을 통해 무한경쟁시대에서 자국의 미래를 보장받는 최우선적인 전략이 될 것이다(신명렬, 이용섭, 2011a).

과학영재교육은 과학 분야에 뛰어난 재능과 흥미를 가진 학생이 그 잠재 능력을 발휘하여 개인의 자아실현과 국가 사회의 발전에 기여할 수 있는 기회를 제공하기 위해 창의성 및 과학탐구능력을 함께 기르는 것에 목적을 두고 있다(신명렬, 이용섭, 2011b). 따라서 과학영재를 위한 프로그램은 영재교육 대상자의 능력 증진을 극대화할 수 있는 적절한 학습 프로그램과 학습 환경이 필수적이며 어느 특정 영역의 지식에 대한 이해를 높이는 것뿐만 아니라 고차원적 사고력을 신장시키는 것이 중요하다. 특히 과학영재들에 대한 선행연구(김순식, 2010; 심규철, 김효섭, 김여상, 최선영, 2004; Bailey & Unwin, 2008; Koray et al., 2008; Loyens, 2008)에 의하면 과학영재학생은 학습속도가 빠르고 독립적인 성격이 강하여 혼자서 수행하는 일을 선호한다는 특성을 가지고 있으며 창의적인 사고를 할 수 있기 때문에 그에 적절한 교수 전략 및 방법의 활용이 필요하다고 제시하고 있다.

자유탐구에 대한 연구 등(박종호, 김재영, 배진호, 2001; 이용섭, 2009; 임수진, 2009; 장진아, 전영석, 2010; Alberto, 2005; Bailey & Unwin, 2008; Keller, 2005)에서는 탐구실행 결과에 대한 국내외 연구가 이루어져 왔다. 이들 선행연구결과는 자유탐구가 학생의 자기주도적 학습능력신장, 창의성 신장, 과학탐구능력 신장, 메타인지 함양 등에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타나고 있다. 따라서 자유탐구의 지도는 다양한 방법을 활용하여 지도할 수 있지만 2007년 개정 과학과 교육과정에서는 효과적인 지도방법으로 SGIM(Small Group Inquiry Method; 소집단 탐구기법)을 제시하고 있다.

SGIM은 협동학습 기법 중의 하나로 학생들에게 넓고 다양한 학습 경험을 제공하기 위해 설계된 것으로 이미 정해진 지식이나 기능 습득보다는 여러 측면의 문제를 해결하기 위해서 정보를 습득, 분석, 종합하는 통합적 학습에 적합하다. 이는 주제 선정, 탐구 방법 선정, 정보 수집 및 분석, 결과 발표 등에 대해서 학생들에게 최대한 책임과 자유를 부여하는 방식으로 자유탐구의 취지에 잘 부합한다.

최근 수행되어진 SGIM에 관한 연구(이용섭, 이건의, 2011; 이형철, 문주영, 배진호, 2008; 전영석, 황현정, 2010; 주국영, 최성봉, 2008)에서는 SGIM이 과학탐구능력과 과학창의적 문제해결, 과학적 태도 및 학습태도에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났으나 영재교육에 있어서는 교사의 인식부족으로 인해 그 효과가 미미한 것으로 나타났다. 이러한 선행연구결과들을 분석해본 결과 초등과학영재를 대상으로 하는 SGIM을 적용한 프로그램의 개발 및 적용을 통해 고차원적 사고와 관련된 메타인지와 과학탐구능력에 대한 효과성을 검증하는 연구는 거의 찾아볼 수 없었다. 고차원적 사고의 하위 범주를 크게 인지사고와 메타인지 사고로 분류할 수 있다(김영채, 2004a; 박인숙, 2010)고 할 때 사고 능력

의 신장을 목표로 하는 수업에서는 지식을 습득하는 인지 사고와 이를 점검하고 조절할 수 있는 메타인지를 강화할 수 있어야 한다. 그러므로 과학문제해결력을 중심으로 하는 과학탐구능력을 인지 사고 능력으로, 과학적 지식에 대한 지식과 과학적 지식의 습득 과정을 조절 및 점검해주는 능력을 메타인지로 설정하여 그 변화를 알아보는 것도 의미 있는 연구가 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 초등 과학과의 5학년 ‘지구와 우주’ 영역의 교과내용인 지구와 달, 태양계와 별에 관련된 ‘행성과 계절의 별자리’라는 주제를 가지고 초등과학영재(3학년)를 대상으로 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램을 구안하여 초등과학영재 학습에 직접 활용함으로써 초등과학영재의 메타인지와 과학탐구능력에 효과가 있는지 알아보기 위해 수행되었다. 따라서 이를 효과적으로 수행하기 위해 다음과 같이 연구문제를 설정하였다.

첫째, 초등과학영재를 위한 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램을 어떻게 구안하고 적용할 것인가?

둘째, SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 메타인지에 어떤 효과가 있는가?

셋째, SGIM을 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력 신장에 어떤 효과가 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 울산광역시 교육청에서 운영하는 단위학교영재학급 중 울산광역시 북구에 소재하는 M초등학교에 설치된 초등과학영재학급(3학년)을 연구 대상으로 선정하였다. 초등과학영재학급은 2011년 3월 2부터 3월 25일까지 재학생 151명을 대상으로 교사관찰추천과 다단계 선발과정에 의해 선발된 20명의 인원으로서 구성되어 있으며, 남학생 13명 여학생 7명으로 구성되어 있다.

2. 측정도구

가. 메타인지 검사

메타인지 검사는 Scraw와 Sperling (1994)이 개발한 검사를 옥수경(2008)이 초등학교 수준에 맞게 어휘를 빈안한 후 사용한 것을 활용하였다. 검사문항의 구성은 메타인지의 하위범주를 메타인지적 지식과 메타인지적 조절의 하위범주로 구분하고 각각의 하위요소에 선언적 지식 7문항, 절차적 지식 2문항, 조건적 지식 5문항, 계획 6문항, 정보관리 전략 7문항, 문제해결과정 모니터링 6문항, 결과 수정 전략 3문항, 검토 4문항 등의 총 40문항으로 구성되어 있다. 설문 문항에 대한 신뢰도는 $\alpha=.788$ 로 조사되었다. 자료의 수집을 위

해 메타인지검사를 40분간 실시하였으며, 각 문항은 Likert 5점 척도로 구성하였으며 하위 요소별 각 문항은 <표 1>과 같다.

<표 1> 메타인지의 하위요소 및 검사문항

구분	하위요소	문항수	해당문항번호
메타인지적 지식	선언적 지식	7	5, 10, 12, 15, 16, 29, 38
	절차적 지식	2	3, 30
	조건적 지식	5	14, 17, 24, 26, 32
메타인지적 조절	계획	6	4, 6, 8, 20, 21, 35
	정보관리 전략	7	9, 13, 27, 28, 34, 36, 39
	문제해결과정 모니터링	6	1, 2, 11, 19, 25, 31
	결과 수정 전략	3	23, 37, 40
	검토	4	7, 18, 22, 33
전 체		40	-

나. 과학탐구능력검사

본 연구에서 과학탐구능력을 검사하기 위하여 권재술과 김범기(1994)가 개발한 과학탐구능력 검사지를 사전·사후 검사지로 사용하였다. 본 검사지는 초등학교 학생을 대상으로 한 4지 선다형태의 문항으로 총 30문항으로 이루어져 있고, 과학탐구능력을 기초탐구능력과 통합탐구능력으로 구분하고 있으며 자세한 사항은 <표 2>와 같다. 기초탐구능력은 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상 등의 5개 탐구 요소로 구분하고 있으며, 통합탐구능력은 자료 변환, 자료 해석, 가설 설정, 변인 통제, 일반화 등의 5개 탐구 요소로 구분되어 있다. 본 검사지의 평균 난이도는 .61, 평균 변별도는 .41, Cronbach's α 는 .81이다.

<표 2> 탐구 능력 검사지의 탐구과정 요소와 관련문항

과학탐구 과정요소	기초탐구능력요소					통합탐구능력요소				
	관찰	분류	측정	추리	예상	자료 해석	자료 변환	가설 설정	변인 통제	일반화
관련문항번호	1,4,7	2,5,8	3,6,9	10,12,14	11,13,15	17,18,20	16,19,21	25,27,29	22,23,24	26,28,30

3. 실험 설계

본 연구의 실험설계는 단일집단 전후검사를 기본설계로 계획되었다. 따라서 이 실험의 독립변수 X는 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램으로 설정하였으며, 종속변인 O는 메타인지점수와 과학탐구능력 점수의 변화로 설정하였다. 다만 단일집단 내의 인지적 능력의 수준별 집단의 변화를 자세히 알아보기 위해 과학탐구능력 점수를 기준으로 상, 중, 하위 집단으로 구분하여 변화를 알아볼 수 있도록 <표 3>과 같이 실험 설계하였다.

<표 3> 실험설계

G ₁				
G ₂	O ₁		X ₁	O ₂
G ₃				
G ₁ : 과학탐구능력 검사점수 상위집단				
G ₂ : 과학탐구능력 검사점수 중위집단				
G ₃ : 과학탐구능력 검사점수 하위집단				
O ₁ : 사전검사(과학탐구능력검사, 메타인지 검사)				
X ₁ : SGIM을 적용한 천문학습 프로그램				
O ₂ : 사후검사(과학탐구능력검사, 메타인지 검사)				

4. 연구절차

본 연구를 위하여 연구반의 실험처치를 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램을 실행하였다. 실험기간은 2011년 6월 1일부터 7월14일까지 6주간 실행하였고, 실험처치 프로그램의 내용은 초등학교 과학과 ‘지구와 우주’ 영역에서 ‘지구와 달’, ‘태양계와 별’ 단원의 내용 중 계절적 환경과 학생수준을 고려하여 행성과 계절의 별자리에 관한내용으로 제한하였다. 수업처치 이전 6월 1일에 메타인지 및 과학탐구능력 검사지로 사전검사를 실시하였다. 연구반은 SGIM을 적용하여 천문학습 프로그램을 매주 1시간 또는 2시간에 걸쳐 실시하였으며 SGIM의 탐구절차에 따라 계획단계(3차시), 탐구수행(4차시), 결과발표(2차시) 등으로 계획하여 실시하였다. 사후검사는 7월 14일에 메타인지 및 과학탐구능력 검사를 각각 실시하였다.

5. 자료의 수집과 분석

자료의 수집을 위하여 실험처치 전 2011년 6월 1일에 40분간 메타인지검사와 과학탐구능력의 사전검사를 실시하였고 실험처치 후 7월 14일 40분간 메타인지와 과학탐구능력 검사지를 활용하여 사후검사를 실시하여 자료를 수집하였다.

자료의 분석을 위하여 과학탐구능력 검사는 문항별로 1점을 부여하고 총 30점 만점으로 채점하고, 기초탐구능력과 통합탐구능력의 하위요소별로 점수의 변화를 종속표본 t검증을 실시하여 자료를 분석하였다. 단 과학탐구능력의 집단 내 인지 사고의 수준별 집단의 변화를 분석하기 위해 과학탐구능력 사전검사 점수를 기준으로 상, 중, 하위 집단으로 구분하고 각각의 과학탐구능력의 변화를 변량분석(ANOVA)을 통하여 그 결과를 분석하였다. 다음으로 메타인지 검사는 문항별로 리커트척도에 의한 점수를 1점에서 5점까지 부여하고 총 40문항을 메타인지적 지식과 메타인지적 조절의 하위범주별 요소의 점수 변화를 종속표본 t검증을 실시하여 분석하였고 집단 내 인지사고의 수준별 집단의 변화를 분석하기 위해 과학탐구능력 사전검사 점수를 기준으로 분류한 상, 중, 하위 집단별로 메타인지 점수의 변화를 변량분석(ANOVA)으로 분석하였다.

III. SGIM을 적용한 천문학습 프로그램의 구안 및 적용

1. SGIM을 적용한 천문학습 프로그램의 구안

가. 목표의 설정

2007년 개정 과학과 교육과정에서는 과학과의 목표를 궁극적으로 과학적 소양을 기르는 것으로 보고, 이를 크게 총괄목표와 하위 목표로 분류하였다. 이를 반영하여 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램의 목표 설정 또한 총괄목표와 하위목표의 지식, 탐구, 태도 등으로 분류하여 <표 4>와 같이 설정하였다.

<표 4> SGIM을 적용한 천문학습 프로그램의 목표 설정

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램의 목표	
	SGIM을 적용한 천문학습 프로그램을 통하여 다양한 천체를 조사하고 관측 탐구하여 자연 현상에 친숙해지고 더 나아가 과학적 지식의 축적과 자연법칙의 원리를 이해할 수 있는 기회를 제공하고 과학자로서의 기초적인 소양을 기르는데 있다.
지식	1) 태양계에 구성원과 특징을 알 수 있다. 2) 별과 별자리의 종류와 이름을 알고 찾는 방법을 알 수 있다. 3) 천체망원경의 종류와 사용법을 알 수 있다.
탐구	1) 천체 관측에 필요한 기초 자료를 수집할 수 있다. 2) 주어진 상황에 적합한 천문학습계획을 수립할 수 있다. 3) 천체망원경을 이용하여 달과 행성을 관측하고 그 결과를 보고서로 작성할 수 있다. 4) 다양한 방법으로 계절의 별자리를 찾고 그 결과를 보고서로 작성할 수 있다.
태도	1) 천문학습 프로그램을 통하여 우주에 대한 관심과 호기심을 가질 수 있도록 한다. 2) 천문학습 프로그램을 통하여 자연법칙을 이해하고 탐구하려는 태도를 갖는다. 3) 우주를 향해 나아가려는 의지와 꿈을 가질 수 있도록 한다.

나. 프로그램의 내용 선정

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 학교 교육과정에서 편성된 천문영역의 학습목표와 학습내용을 기초로 계획단계(3차시) - 탐구수행(4차시) - 결과발표(2차시) 등의 소집단 탐구기법의 탐구절차로 구분하여 학습내용을 구성하였다.

<표 5> SGIM을 적용한 탐구절차별 천문학습 프로그램의 내용

계획단계(3차시)	탐구수행(4차시)	결과발표(2차시)
- 주제선정 및 모듈구성	- 달과 행성의 관측하기	- 산출물 전시 및 천체 관측 결과 발표하기
- 천문학습 계획수립하기	- 계절의 별자리 관측하기	- 평가하기
	- 천문학습 산출물 만들기	
	- 천문학습 보고서 작성하기	

2. SGIM을 적용한 천문학습 프로그램의 적용

가. 교수-학습지도계획

SGIM은 탐구절차에 따라 계획단계-탐구수행-결과발표의 세부분으로 나눌 수 있으며

천문학습 프로그램의 지도 단계에 따라 세부적으로 6단계로 교수-학습지도계획을 구성할 수 있다. 이를 바탕으로 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램의 교수-학습지도계획을 수립해 보면 <표 6>과 같다.

<표 6> SGIM을 적용한 천문학습 프로그램 교수-학습 지도계획

절차	SGIM의 지도단계	학습내용	차시
계획 단계	1. 주제선정 및 소집단 구성	천문학습의 필요성 알기	1
		주제선정 및 모둠편성	2
탐구 수행	2. 탐구계획의 수립	역할 분담 및 관측계획서 작성	3
		천체관측 I-(달과 행성)	4
	3. 탐구 수행 및 중간 점검	천체관측 II-(계절의 별자리)	5
		산출물 만들기(별자리 카드)	6
	4. 최종보고서 작성	관측 보고서 작성	7
		5. 최종보고서 발표	산출물 전시 및 결과 발표
6. 평가	평가 항목에 맞게 상호 평가		9

나. SGIM을 적용한 천문학습 프로그램의 실제

1) 1단계: 주제 선정 및 소집단 구성(1-2차시)

천문학습의 탐구주제를 선정하는 단계로 천문학습의 필요성과 학습내용을 간단히 소개 받은 후 모둠별 필수 주제인 달과 행성(토성), 선택 주제인 별자리 중에서 각각 탐구주제를 선정할 수 있도록 하였다. 필수 주제는 지구의 위성인 달과 학습기간 동안 실제 관측 가능한 행성인 ‘토성’으로 선정하도록 하였고 학급 전체가 공통으로 필수 주제에 대한 탐구계획의 수립 및 탐구활동이 이루어질 수 있도록 한다. 선택 주제는 계절의 별자리를 중심으로 관측 가능한 별자리로 안내되어진 다양한 주제에서 모둠별로 서로 다른 한 가지 주제를 선택하여 자료수집과 탐구활동을 진행할 수 있도록 한다.

<표 7> SGIM을 적용한 천문학습 프로그램 주제 선정하기

모둠명	필수 주제	선택 주제
1모둠	달과 토성	큰곰자리와 작은곰자리
2모둠		목동자리와 처녀자리
3모둠		전갈자리와 궁수자리
4모둠		거문고 자리와 독수리 자리
5모둠		사자자리와 백조자리

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램에서의 소집단 구성은 소집단 협동학습 형태로 구성하였다. 이형철 외(2008)의 선행연구 결과에 의하면 협동학습에서 학습능력과 성별 등이 각기 다른 이질적인 학생들이 동일한 학습목표를 향하여 소집단 내에서 함께 활동할 때 과학탐구능력에 긍정적인 효과가 있다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 모둠원의 구성을

과학탐구능력점수 기준으로 상, 중, 하로 구분하고 성별을 고려하여 각 수준별 구성원들이 균등하게 참여할 수 있도록 조직하였다. 또한 탐구활동을 원활히 하기 위해서는 협동학습의 4가지 기본 원리를 적용하여 긍정적인 상호의존, 개인적인 책임감 부여, 동등한 참여, 동시 다발적 상호작용이 가능하도록 초등과학영재학급 학생들이 4인 1조 총 5모둠으로 구성하고 문제를 해결할 수 있도록 한다.

<표 8> SGIM을 적용한 천문학습 프로그램 모둠의 구성 및 역할 분담

역할	1조		2조		3조		4조		5조	
	이름	탐구 점수	이름	탐구 점수	이름	탐구 점수	이름	탐구 점수	이름	탐구 점수
이끌이	박○○	상	김○○	상	장○○	상	김○○	상	김○○	상
점검이	최○○	중	이○○	상	김○○	중	김○○	중	노○○	중
점검이	박○○	중	곽○○	하	이○○	중	강○○	중	국○○	하
섬김이	김○○	하	김○○	하	김○○	하	남○○	하	박○○	하

2) 2단계: 탐구계획의 수립(3차시)

소집단 구성원들이 협력하여 선택한 과제해결을 위한 계획을 세우는 단계이다. 모듬의 구성을 이끌이, 점검이, 칭찬이, 섬김이 등으로 역할을 분담하였다. 천문학습의 계획수립은 언제, 어디서, 무엇을, 왜, 어떻게 등의 항목에 맞추어 작성할 수 있도록 하였으며, 필수 주제(2)와 선택주제(2)를 1인 2주제(필수, 선택 각각 1주제)로 각각 분담하여 정보를 수집하고 관측이 가능한 시간과 장소 그리고 천체관측 대상물의 순서와 관측수단을 선정하여 모듬별로 관측순서가 중복되지 않도록 하였고 천체관측 시 주의할 사항을 조사하여 기록할 수 있도록 하였다. 시간과 장소는 천문학습의 제한적인 특성상 적절한 시기와 장소를 교사가 선정하여 제시하였다.

<표 9> SGIM을 적용한 천문학습 프로그램 주제 선정하기

모듬명	일시	장소	주제별 천체관측 대상	학습주제	분담하기	관찰순서
1모듬	6월 25일	울산 과학관 별보미 천체 관측실	필수 달과 토성	박○○	박○○	1
			선택 큰곰자리와 작은곰자리	최○○	김○○	6
필수 달과 토성			김○○	곽○○	2	
선택 목동자리와 처녀자리			이○○	김○○	7	
필수 달과 토성			이○○	장○○	3	
선택 전갈자리와 궁수자리			김○○	김○○	8	
필수 달과 토성			김○○	강○○	4	
선택 거문고자리와 독수리자리			김○○	남○○	9	
필수 달과 토성			국○○	김○○	5	
5모듬			선택 백조자리와 사자자리	박○○	노○○	10

3) 3단계: 탐구수행 및 중간점검(4~차시)

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램에서 탐구수행 및 중간점검 단계는 프로그램의 특성

이 가장 잘 반영되는 단계로 모듈별로 필수 주제와 선택주제에 대하여 수립한 천체관측 계획을 바탕으로 천체관측대상을 관측하여 탐구활동을 수행하고 천체관측결과 보고서를 작성하여 탐구결과를 발표할 수 있는 자료로 활용할 수 있도록 하였다.

따라서 탐구수행 및 중간점검 절차는 먼저 전체학습을 통하여 천체망원경의 사용법을 익히고, 모듈별로 계획된 순서에 의하여 필수 주제인 달과 토성을 천체망원경으로 관측하였고 선택주제는 안시관측과 쌍안경을 사용하여 각각의 천체관측 대상을 관측 할 수 있도록 하였으며, 관측결과는 자료의 작성과 수집이 동시에 이뤄질 수 있도록 하였다.

4) 최종보고서 작성(7차시)

최종보고서 작성은 모듈별로 천문학습 계획에 따라 천체관측보고서(I)은 직접 수집한 천체관측 대상에 대한 정보수집을 주요 내용으로 하여 작성하도록 하였고 천체관측보고서(II)는 천체관측을 통하여 직접 관찰한 내용과 모습을 순서에 맞게 개인별로 정리하여 작성하도록 하였다.

5) 최종보고서 발표(8차시)

최종보고서 발표는 모듈별로 다양한 학습결과를 학급 모두와 공유하는 단계이다. 작성한 보고서를 바탕으로 모듈별로 발표 자료를 다양하게 준비하고 보고서 내용은 실물 화상기를 이용하여 발표할 수 있도록 하였다. 필수 주제는 같지만 선택주제는 각각 다르기 때문에 모듈에서는 필수 주제와 선택주제에 관한 학습 내용과 학습방법을 정리하여 발표할 수 있도록 하였다.

6) 평가(9차시)

천문학습 프로그램에서 평가는 모듈별 평가와 자기학습평가로 실시하였다. 모듈별 평가는 탐구주제와 절차의 과학성 및 창의성, 동기유발 수준과 참여정도, 발표 방법의 창의성 등을 기준으로 자유롭게 기술하는 상호평가 방식으로 실시하였고 자기평가는 학생들이 스스로 얼마나 자기 주도적으로 자발성을 가지고 탐구를 수행하였는지에 주안점을 두고 평가하였다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 메타인지의 결과분석

가. 메타인지적 지식

메타인지적 지식의 사전, 사후 검사점수의 t 검증결과를 살펴보면 $t=2.078$, $p=.051$ 이다. 이 결과는 $p>.05$ 로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 다만 집단별 사전, 사후검사의 변화를 살펴보면 상위집단의 t 검증결과($t=3.250$, $p=.023$)는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 10> 메타인지적 지식의 사전-사후 검사점수의 평균과 표준편차($p < .05$)

집단	<i>N</i>	점수	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
상	6	사전	57.00	8.72	3.250	.023
		사후	61.50	7.09		
중	7	사전	55.86	12.82	2.306	.061
		사후	61.71	9.11		
하	7	사전	52.57	9.11	.649	.541
		사후	51.14	8.51		
전체	20	사전	55.05	10.09	2.078	.051
		사후	57.95	9.41		

메타인지적 지식의 하위요소별로 사전, 사후 검사점수의 평균과 표준편차를 살펴보면 선언적 지식, 절차적 지식, 조건적 지식 등 세 영역 모두에서 고른 평균점수의 향상이 있었다. 집단별 검사점수의 평균의 변화를 살펴보면 하위 집단을 제외한 상위 집단의 평균 점수가 향상이 있었다.

<표 11> 메타인지적 지식의 하위요소 사전-사후 검사점수의 평균 및 표준편차

집단	<i>N</i>	점수	선언적 지식		절차적 지식		조건적 지식	
			<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
상	6	사전	28.50	5.82	7.67	1.86	20.83	2.64
		사후	30.17	4.26	8.83	1.83	22.50	2.51
중	7	사전	29.00	6.45	7.29	1.60	19.57	5.65
		사후	30.86	4.74	9.00	1.00	21.86	3.93
하	7	사전	26.00	5.55	7.86	1.60	18.71	3.59
		사후	25.71	4.72	6.71	1.60	18.71	3.15
전체	20	사전	27.80	5.55	7.60	1.54	19.65	4.09
		사후	28.85	4.96	8.15	1.76	20.95	3.55

메타인지적 지식의 일원변량분석 결과를 살펴보면 검정통계량 $F=3.584$, $p=.050$ 이다. 따라서 유의수준 .05에서 $p > .05$ 이므로 집단별 메타인지적 지식 점수에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 12> 집단별 메타인지적 지식의 일원변량분석 결과

	제공합	자유도	평균제곱	<i>F</i>	<i>p</i>	
집단별	집단-간	499.164	2	249.582	3.584	.050
	집단-내	1183.786	17	69.634		
	합계	1682.950	19			

이러한 연구결과는 메타인지적 지식에 있어 유의미한 차이가 있었다는 옥수경(2008)과 박인숙(2010)의 연구결과와는 다르게 나타났다. 이와 같이 연구결과가 다르게 나타난 것

은 선행연구는 19차시와 34차시로 비교적 장기간 프로그램이 적용되었던 반면에 본 연구에서는 6주 9차시로 단기간에 적용된 한계에 인한 것으로 좀 더 기간을 늘려 적용한다면 충분한 효과가 있을 것으로 분석되었다.

나. 메타인지적 조절

메타인지적 조절의 사전, 사후 검사점수의 평균과 표준편차를 살펴보면 상, 중, 하위집단 모두 고른 향상을 보이고 있으며 하위집단에 비해 상, 중위 집단의 향상이 많은 것으로 나타났다. 메타인지적 조절의 *t*검증결과는 $t=3.986, p=.001$ 이다. 이 결과는 $p<.05$ 이므로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 집단별로 살펴보면 상위집단($t=3.464, p=.018$)과 중위집단($t=3.280, p=.017$)에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 13> 메타인지적 조절의 사전-사후 검사점수의 평균과 표준편차

집단	N	점수	M	SD	t	p
상	6	사전	103.50	16.99	3.464	.018
		사후	113.17	13.98		
중	7	사전	105.29	20.62	3.280	.017
		사후	114.43	16.57		
하	7	사전	93.00	17.04	.872	.417
		사후	96.57	12.26		
전체	20	사전	100.45	18.27	3.986	.001
		사후	107.80	16.04		

메타인지적 조절의 하위요소별 사전-사후 검사점수의 평균 및 표준편차의 변화를 살펴보면 계획, 정보관리전략, 문제해결과정 모니터링, 결과수정 전략, 검토 등 전 영역에서 고른 향상을 보여주고 있으며 집단별 변화에서는 상위 집단과 중위집단의 평균점수가 향상이 많다.

<표 14> 메타인지적 조절의 하위요소 사전-사후 검사점수의 평균 및 표준편차

집단	N	점수	계획		정보관리 전략		문제해결과정 모니터링		결과수정 전략		검토	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
상	6	사전	24.33	3.39	28.67	4.50	23.17	5.34	11.83	2.29	15.50	3.27
		사후	26.33	2.94	30.33	4.13	25.50	3.83	13.50	1.87	17.50	2.26
중	7	사전	24.71	4.75	28.57	6.92	22.57	5.68	12.57	1.62	16.86	2.49
		사후	26.29	3.82	30.29	5.94	26.00	4.24	13.57	1.99	18.29	1.80
하	7	사전	22.29	4.96	25.29	4.79	19.71	4.54	10.43	2.37	15.29	2.56
		사후	22.86	3.24	25.86	4.34	20.71	4.42	11.57	2.15	15.57	1.27
전체	20	사전	23.75	4.38	27.45	5.51	21.75	5.16	11.60	2.19	15.90	2.71
		사후	25.10	3.61	28.75	5.13	24.00	4.68	12.85	2.13	17.10	2.07

메타인지적 조절의 일원변량분석결과를 살펴보면 검정통계량 $F=3.285, p=.062$ 이다. 따라서 유의수준 .05에서 $p>.05$ 이므로 집단별 메타인지적 조절 점수에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 15> 집단별 메타인지적 조절의 일원변량분석 결과

	제공합	자유도	평균제곱	<i>F</i>	<i>p</i>	
집단별	집단-간	1362.938	2	681.469	3.285	.062
	집단-내	3526.262	17	207.427		
	합계	4889.200	19			

본 연구에서 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 메타인지적 조절에 미치는 효과는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 박인숙(2010), 옥수경(2007) 등의 연구결과와 비슷하게 나타났으며, 특히 집단 수준별로 살펴보면 상, 중위 집단의 변화가 좀 더 효과적인 것으로 나타났다.

다. 메타인지

메타인지의 사전-사후 검사점수의 평균과 표준편차 결과를 기술통계와 *t*검증결과 자료로 나타내면 <표 16>과 같다. 그 결과 학급전체의 메타인지 검사 점수의 평균과 표준편차는 모두 향상되었고 집단별로 사전, 사후점수의 평균과 표준편차에서는 상위 집단의 평균 점수에서 향상이 있는 것으로 나타났다. 메타인지의 *t*검증결과는 $t=3.371, p=.003$ 으로 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 상위집단($t=3.552, p=.016$)과 중위집단($t=3.052, p=.022$)의 검증결과가 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 16> 메타인지의 사전-사후 검사 점수의 평균 및 표준편차

집단	<i>N</i>	검사	메타인지			
			<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
상	6	사전	165.50	25.05	3.552	.016
		사후	174.67	20.81		
중	7	사전	161.14	32.70	3.052	.022
		사후	176.14	25.67		
하	7	사전	145.57	25.32	.236	.822
		사후	147.71	19.06		
전체	20	사전	155.50	27.59	3.371	.003
		사후	165.75	24.93		

메타인지의 하위요소별로 상, 중, 하 집단에 미치는 효과를 알아보기 위한 사전-사후 검사 점수의 평균과 표준편차를 나타내 보면 <표 17>과 같다. 메타인지적 지식과 메타인지적 조절 모두 평균점수의 향상이 있었지만 메타인지적 조절에서 두드러진 변화가 나타

나고 있으며, 집단별로 살펴보면 상위집단에 좀 더 많은 평균점수의 향상이 나타났다.

<표 17> 메타인지의 하위요소 사전-사후 검사점수의 평균 및 표준편차

집단	N	점수	메타인지적 지식		메타인지적 조절	
			M	SD	M	SD
상	6	사전	57.00	8.72	103.50	16.99
		사후	61.50	7.09	113.17	13.98
중	7	사전	55.86	12.82	105.29	20.62
		사후	61.71	9.11	114.43	16.57
하	7	사전	52.57	9.11	93.00	17.04
		사후	51.14	8.51	96.57	12.26
전체	20	사전	55.05	10.91	100.45	18.27
		사후	57.95	9.41	107.80	16.04

메타인지의 집단별 일원변량분석결과를 살펴보면 검정통계량 $F=3.595$ 로서, $p=.050$ 이다. 따라서 유의수준 .05에서 $p>.05$ 이므로 집단별 메타인지 점수에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 18> 집단별 메타인지의 일원변량분석 결과($p<.05$)

집단별		제공합	자유도	평균제곱	F	p
집단별	집단-간	3510.131	2	1755.065	3.595	.050
	집단-내	8299.619	17	488.213		
	합계	11809.750	19			

본 연구에서 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 메타인지에 미치는 효과는 $t=3.371$, $p=.001$ 로 $p<.05$ 에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 메타인지의 하위요소 중 메타인지적 조절($t=3.986$, $p=.001$)에 좀 더 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 연구결과는 박인숙(2010), 박중호 외(2001), 옥수경(2008) 등의 연구결과와 유사하다. 또한 집단내 인지사고의 수준별 집단의 변화를 살펴보면 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 메타인지의 하위범주 중 메타인지적 조절에 더 효과가 있는 것으로 보인다.

2. 과학탐구능력의 결과분석

가. 기초탐구능력

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 기초탐구능력에 미치는 효과는 과학탐구능력 사전검사를 실시한 후, 검사점수 기준으로 상, 중, 하위 집단별로 구분하여 자료를 수집한 후 그 효과를 분석하였다. 기술통계 자료로 중심으로 그 효과를 살펴보면 <표 19>와 같다. 학급전체의 기초탐구능력은 t 검증결과($t=.620$, $p=.543$) 유의미한 차이가

없는 것으로 나타났으며, 집단별로 살펴보면 <표 19>에는 상, 중, 하위 집단 모두 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 19> 집단별 기초탐구능력 사전-사후 검사점수의 평균과 표준편차

집단	N	점수	M	SD	t	p
상	6	사전	10.67	1.03	.889	.415
		사후	10.17	1.17		
중	7	사전	9.71	1.60	1.804	.121
		사후	8.57	1.77		
하	7	사전	8.00	1.00	1.216	.270
		사후	8.86	1.77		
전체	20	사전	9.40	1.64	.620	.543
		사후	9.15	1.66		

집단별 기초탐구능력의 하위요소 검사점수의 평균과 표준편차를 살펴보면 <표 20>와 같다. 상위집단에서는 관찰과 측정영역에서 평균점수의 향상이 나타났고, 중위집단에서는 측정영역에서 평균점수의 향상이 나타났으며, 하위집단에서는 관찰, 측정, 추리, 예상 등 네 영역에서 평균점수의 향상이 나타났다. 그러므로 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 기초탐구능력 중 하위요소에 미치는 영향은 대체적으로 측정영역에 긍정적인 변화가 있었으며, 집단별로 살펴보면 상, 중위 집단보다 하위집단에 좀 더 긍정적인 효과를 미치는 것을 알 수 있다.

<표 20> 집단별 기초탐구능력 하위요소 사전-사후 검사점수의 평균과 표준편차

집단	N	점수	관찰		분류		측정		추리		예상	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
상	6	사전	2.50	.55	1.67	.52	2.17	.75	1.83	.75	2.50	.55
		사후	2.67	.52	1.67	.52	2.67	.52	1.50	.84	1.67	.52
중	7	사전	2.43	.53	1.71	.76	1.86	.69	1.29	.95	2.43	.79
		사후	2.14	.38	1.29	.49	2.29	.76	1.29	.84	1.57	.79
하	7	사전	2.14	.90	1.86	.90	1.43	.53	.86	1.07	1.71	.76
		사후	2.29	.49	1.86	.69	1.86	.90	1.00	1.00	1.86	.90
전체	20	사전	2.35	.67	1.75	.72	1.80	.70	1.30	.98	2.20	.77
		사후	2.35	.50	1.60	.60	2.25	.79	1.25	.79	1.70	.73

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재에 미치는 효과를 검증하기 위하여 상, 중, 하 세집단의 기초탐구능력의 일원변량분석 결과를 살펴보면 검정통계량 $F=1.791$, $p=.197$ 이다. 그러므로 유의수준 .05에서 집단별 기초탐구능력 점수에서 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다.

<표 21> 집단별 기초탐구능력에 대한 일원변량분석($p < .05$)

		제곱합	자유도	평균제곱	<i>F</i>	<i>p</i>
집단별	집단-간	9.145	2	4.573	1.791	.197
	집단-내	43.405	17	2.553		
	합계	52.550	19			

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 기초탐구능력에 미치는 효과는 긍정적인 효과가 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 기초탐구능력 점수에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타난 이용섭과 이건의(2011), 신명렬과 이용섭(2011b)의 연구결과와 다르게 나타났으나 신명렬과 이용섭(2011a)의 연구결과와 같게 나타났다. 이러한 원인은 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 소집단 단위의 활동으로 탐구활동이 이루어짐으로 기초적인 관찰과 측정활동이 공동사고와 상호작용을 통한 토론 활동이 주가 되는 통합 탐구활동의 빈도보다 적게 나타나기 때문인 것으로 분석되었다.

나. 통합탐구능력

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 통합탐구능력에 미치는 효과를 알아보기 위해 과학탐구능력 사전점수 기준으로 상, 중, 하 집단별로 구분하여 자료를 수집하여 분석하였다. 그 효과를 살펴보면 <표 22>와 같다. 학급전체의 통합탐구능력 검사 점수의 *t*검증결과($t=3.382, p=.003$) 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 집단별로 살펴보면 중위 집단의 *t*검증결과($t=3.382, p=.015$)에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 22> 집단별 통합탐구능력의 사전-사후 검사점수의 평균과 표준편차

집단별	<i>N</i>	점수	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
상	6	사전	6.50	1.64	.349	.741
		사후	6.67	1.51		
중	7	사전	4.71	1.60	3.382	.015
		사후	6.86	1.57		
하	7	사전	3.57	1.27	2.091	.081
		사후	5.14	2.73		
전체	20	사전	4.85	1.87	3.382	.003
		사후	6.20	2.09		

집단별로 통합탐구능력의 하위요소 검사점수의 평균과 표준편차를 살펴보면 <표 23>과 같다. 상위집단은 자료해설, 가설설정, 변인통제에서 평균점수의 향상이 나타났고 중위 집단에서는 자료변환, 가설설정, 변인통제, 일반화에서 평균점수의 향상이 나타났으며, 하위집단에서는 자료해설, 가설설정, 자료변환, 변인통제, 일반화 등 모든 영역에서 고른 평균점수의 향상이 나타났다.

<표 23> 집단별 통합탐구능력 하위요소 사전-사후 검사점수의 평균과 표준편차

집단	N	점수	자료해석		자료변환		가설설정		변인통제		일반화	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
상	6	사전	.83	.98	1.33	1.03	1.16	.75	1.33	.82	1.83	.75
		사후	1.00	.89	1.33	1.03	1.33	.82	1.50	.55	1.50	.55
중	7	사전	1.00	.82	.86	.69	1.00	.82	1.14	1.07	.71	.49
		사후	.86	.90	1.14	.69	1.71	.76	1.71	.49	1.43	.79
하	7	사전	.57	.79	.86	.90	.71	.49	.57	.79	.86	.90
		사후	.71	1.25	1.14	.69	1.29	.76	.86	.69	1.14	1.07
전체	20	사전	.80	.83	1.00	.86	.95	.69	1.00	.92	1.10	.85
		사후	.85	.99	1.20	.77	1.45	.76	1.35	.67	1.35	.81

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 통합탐구능력에 미치는 효과를 알기 위해 상, 중, 하 세 집단으로 통합탐구능력 결과검증을 살펴보면 검정통계량 $F=1.454, p=.261$ 이다. 그러므로 유의수준 .05에서 $p>.05$ 이므로 집단별 통합탐구능력 점수에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 24> 집단별 통합탐구능력에 대한 일원변량분석($p<.05$)

	제공함	자유도	평균제곱	F	p	
집단별	집단-간	12.152	2	6.076	1.454	.261
	집단-내	71.048	17	4.179		
	합계	83.200	19			

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 통합탐구능력에 미치는 효과는 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났으며, 수준별 집단은 중위 집단에 효과적인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이용섭과 이건의(2011)의 연구결과와 비슷하나 신명렬과 이용섭(2011b)와 다르게 나타났다. 따라서 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 소집단내의 구성원들의 상호작용을 통해 다양한 분석과 탐구활동이 가능한 통합탐구능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

다. 과학탐구능력

SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력에 미치는 효과를 상, 중, 하 집단별로 구분하여 자료를 수집하여 그 효과를 분석하면 <표 25>와 같다. 학급 전체의 t 검증결과 $t=2.371, p=.028$ 로서 $p<.05$ 에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 집단별로 살펴보면 하위집단($t=3.104, p=.021$)의 t 검증결과가 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 25> 집단별 과학 탐구 능력의 사전-사후 검사점수의 평균과 표준편차

집단	N	점수	M	SD	t	p
상	6	사전	17.17	1.83	.674	.530
		사후	16.83	1.60		
중	7	사전	14.43	.79	1.323	.234
		사후	15.43	1.40		
하	7	사전	11.57	2.07	3.104	.021
		사후	14.00	2.94		
전체	20	사전	14.25	2.79	2.371	.028
		사후	15.35	2.32		

초등과학영재 상, 중, 하 세집단의 과학탐구능력의 일원변량분석 결과검증에서 $F=2.887$, $p=.083$ 이다. 유의수준 .05에서 $p>.05$ 이므로 집단별 과학탐구능력 점수에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 26> 집단별 과학 탐구 능력에 대한 일원변량분석

	제공합	자유도	평균제곱	F	p	
집단별	집단-간	26.002	2	13.001	2.887	.083
	집단-내	76.548	17	4.503		
	합계	102.550	19			

이상과 같이 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 기초탐구능력보다 통합탐구능력에서 좀 더 긍정적인 효과가 있었지만, 과학탐구능력에서 유의미한 차이가 없다는 연구결과를 얻을 수 있었다. 이러한 연구결과는 이용섭과 이건의(2011)의 연구결과와 유사하였으나 신명렬과 이용섭(2011b)의 연구와는 다르게 나왔다. 이것은 SGIM을 적용한 학습에서는 소집단 협력활동을 통하여 자료를 분석하고 의견을 조율하는 과정을 통하여 일반화하는 활동이 활성화 되었기에 통합탐구능력에 긍정적인 효과가 있었던 것으로 사려 되며, PBL 기반 학습은 문제중심활동을 통하여 관찰과 측정 등의 탐구활동에 초점을 맞추어 학습이 진행됨으로 기초탐구능력에 긍정적인 효과가 있는 것으로 분석되었다. 다만 초등과학영재학급을 상, 중, 하 집단으로 구분하여 분석한 결과 전체집단에서 상, 중위 집단보다 하위 집단에서 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 그러므로 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 초등과학영재들의 과학탐구능력에는 긍정적인 영향을 미쳤다고 판단되지만 세부적으로는 기초탐구능력을 향상시킬 수 있는 방법을 모색하고 상위집단의 과학탐구능력 향상을 위한 방법 또한 모색해야 할 것이다.

IV. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재학생의 메타인지와 과학

탐구능력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 첫째, 초등과학영재를 위한 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램을 어떻게 구안하고 적용할 것인가? 둘째, SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 메타인지에 어떤 효과가 있는가? 셋째, SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력에 어떤 효과가 있는가? 라는 연구 과제를 가지고 연구를 수행하였다.

연구의 효과적인 수행을 위하여 연구의 절차는 선행연구와 교육과정분석을 통하여 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램을 개발한 후 울산광역시 소재 M초등학교에서 운영하는 초등과학영재반(초등 3학년) 학생들을 연구대상으로 하여 6주 9차시 수업을 적용하였으며, 수업 전, 후에 메타인지와 과학탐구능력 사전, 사후검사를 실시하여 그 효과를 분석하였다. 연구의 추진결과는 다음과 같다.

첫째, SGIM을 적용한 천문학습 프로그램의 구안은 학교 교육과정에서 편성된 천문영역의 학습목표와 학습내용을 기초로 소집단 탐구기법의 탐구절차에 따라 계획단계(3차시) - 탐구수행(4차시) - 결과발표(2차시) 등으로 구분하여 주제선정 및 소집단 구성, 탐구계획 수립, 탐구수행 및 중간점검, 최종 보고서 작성, 최종 보고서 발표, 평가 등 6단계로 프로그램을 구성하여 적용하였다.

둘째, SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 초등과학영재학생들의 메타인지에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 초등과학영재학생 메타인지 결과검증에서 $t=3.371$, $p=.001$ 이므로 유의수준 .05에서 $p<.05$ 이므로 메타인지에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 수준별 집단의 검증결과로는 상위집단($t=3.552$, $p=.016$)과 중위집단($t=3.052$, $p=.022$)의 검증결과가 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

셋째, SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 초등과학영재학생들의 과학탐구능력에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 초등과학영재학생의 과학탐구능력 결과검증에서 $t=3.104$, $p=.021$ 로서 유의수준 .05에서 $p<.05$ 이므로 과학탐구능력에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 수준별 집단의 검증결과로 하위집단($t=3.104$, $p=.021$)의 t 검증결과가 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

따라서 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램이 초등과학영재의 메타인지와 과학탐구능력에 긍정적인 효과가 미치는 것으로 판단되며, 특히 메타인지는 상위집단에 긍정적인 영향을 주고 과학탐구능력은 하위집단에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다.

2. 제언

이상과 같이 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 초등과학영재학생의 메타인지와 과학탐구능력을 효과적으로 신장시킬 수 있으며 학습자 인지적 사고와 초인지적 사고 발달에 긍정적이고 효과적인 교수학습방법임을 시사하고 있다. 그러나 연구의 추진과정에서 드러난 몇 가지 문제점과 시사점에 대해 제언하고자 한다.

첫째, SGIM을 익힐 수 있는 시간이 프로그램 내에 배정되어야 하겠다. 천문학습 수업을 진행할 때, SGIM의 적용능력이 미숙하여 모듈별 탐구활동이 위축되고 주어진 시간에

탐구활동을 끝내지 못하는 경우가 있었다. 따라서 다양한 수업시간에 SGIM을 적용한 프로그램을 경험하여 자연스럽게 소집단 탐구기법을 익힐 수 있도록 해야 한다.

둘째, 본 연구는 단위학교 초등과학영재학급을 대상으로 수행되었기 때문에 연구반을 가지고 세 그룹으로 나누어 자료를 수집하고 분석하였다. 따라서 본 연구가 좀 더 신뢰로운 연구결과를 얻기 위해서는 연구반과 비교반을 선정하여 더 많은 초등과학영재학생들을 대상으로 연구를 수행할 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서 SGIM을 적용한 천문학습 프로그램은 초등과학영재학생의 과학탐구능력 수준별 상, 중, 하위 집단에서 하위 집단에 많은 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 차기 연구과제로 상위집단과 중위집단에 긍정적인 효과를 주기 위해서 동질집단으로 소집단을 구성하여 연구를 수행할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 권재술, 김범기 (1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. **과학교육**, 14(3), 251-264.
- 김순식 (2010). 문제발견 중심의 과학 탐구수업이 영재학생들에게 미치는 효과. **영재와 영재교육**, 9(2), 37-63.
- 김영채 (2004a). **사고력: 이론, 개발과 수업**. 서울: 교육과학사.
- 김은진 (2007). **과학영재와 창의적 문제해결력의 평가**. 경기도: 한국학술정보(주).
- 박윤희, 이하룡, 문성배 (2010). IIM을 적용한 SGIML이 초등학생들의 과학 탐구능력 및 메타인지에 미치는 효과. **대한지구과학교육학회지**, 3(2), 148-157.
- 박인숙 (2010). **메타인지 기능을 강화한 과학 창의적 문제 해결 능력 신장 프로그램 개발과 적용**. 박사학위논문. 이화여자대학교.
- 박종호, 김재영, 배진호 (2001). 자유탐구활동이 초등학생의 과학탐구능력과 메타인지에 미치는 영향. **초등과학교육**, 20(2), 271-280.
- 신명렬, 이용섭 (2011a). IIM을 적용한 천문학습 프로그램 개발·적용이 초등과학영재학생의 과학탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과. **영재교육연구**, 21(2), 337-356.
- 신명렬, 이용섭 (2011b). PBL 기반 천체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학적 탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과. **대한지구과학교육학회지**, 4(1), 20-31.
- 신지은, 한기순, 정현철, 박병진, 최승언 (2002). 과학 영재 학생과 일반 학생은 창의성에서 어떻게 다른가. **한국과학교육학회지**, 22(1), 158-175.
- 심규철, 김현섭, 김여상, 최선영 (2004). 생물 분야 과학영재들의 학습 양식에 대한 조사연구. **한국생물교육학회지**, 32(4), 267-275.
- 유민아 (2004). **조사 학습 능력 향상을 위한 IIM 프로그램의 효과**. 석사학위논문. 춘천교육대학교.
- 이용섭 (2009). 초등예비교사의 자유탐구 방법에 대한 선호도 및 실행결과 분석. **초등과학**

교육, 28(4), 440-449.

- 이용섭, 이건의 (2011). 과학과의 SGIM 적용 수업이 과학적 탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 효과. **대한지구과학교육학회지**, 4(1), 43-56.
- 이형철, 문주영, 배진호 (2008). 초등학교 과학 협동 학습에서 소집단 구성을 달리한 효과. **초등과학교육**, 27(4), 446-454.
- 임수진 (2009). **자유탐구 활동이 초등학생의 과학적 탐구 능력과 창의성 신장에 미치는 영향**. 석사학위논문. 한국교원대학교.
- 장진아, 전영석 (2010). 초등학생을 위한 자유탐구 프로그램 개발 및 적용: 학생의 과학탐구 기능 및 지속적 피드백을 중심으로. **초등과학교육**, 29(2), 207-218.
- 전영석, 황현정 (2010). 소집단 자유탐구에서 나타나는 학생-학생 언어적 상호작용분석. **한국초등교육**, 21(2), 227-246.
- 주국영, 최성봉 (2008). 영재교육을 위한 능동적 소집단 협력학습 프로그램의 효과. **한국지구과학학회지**, 29(6), 474-486.
- Alberto, C. (2005). Contemporary nativism, scientific texture, and the moral limits of free inquiry. *Philosophy of Science*, 72, 1220-1231.
- Bailey, B., & Unwin, L. (2008). Fostering "habits of reflection, independent study and free inquiry": An analysis of the short-lived phenomenon of general/liberal studies in english vocational education and training (EJ785971). *Journal of Vocational Education and Training*, 60(1), 61-74.
- Keller, J. C. (2005). Fighting for free-inquiry, limited role for religion in science. *Science & Theology News*, 5(8), 8.
- Koray, O., Presley, A., Koksals, M. S., & Ozdemir, M. (2008). Enhancing problem-solving skills of pre-service elementary school teachers through problem-based learning (EJ832123). *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2), 18.
- Loyens, S. M. M., Magda, J., & Rikers, R. M. J. P. (2008). Self-directed learning in problem-based learning and its relationships with self-regulated learning (EJ817571). *Educational Psychology Review*, 20(4), 411-427.

=Abstract=

Effects of the Astronomical Learning Program using SGIM on Metacognition and Science Process Skills in the Elementary Scientific Gifted

Myeung-Ryeul Shin

Geomdan Elementary School

Yong-Seob Lee

Busan National University of Education

The purpose of this study was to find the effect of the astronomical learning program using SGIM on metacognition and science process skills in the elementary scientific gifted students. For this purpose, this research developed the astronomical learning program using SGIM. This program was totally consisted 9 lessen. there was 6 part in this program. It contained select the subject and small grouping (step 1-2), planing inquiry (step 3), doing inquiry (step 4-6), making a report (step 7), announcing (step 8), evaluation (step 9). To find the effect of the astronomical learning program using sgim on metacognition and science process skills in the elementary scientific gifted students. 20 participants was selected. These students were attended at a scientific gifted class (3rd grade) of an elementary school located in Ulsan. First, metacognition test and science process skills test was used to find the effect of the astronomical learning program using SGIM. And the results were analyzed by SPSSWIN 18.0. The results of this study were as follows. First, the astronomical learning program using SGIM was a positive effects on metacognition of the elementary scientific gifted students ($t=3.371, p=.001$). Second, the astronomical learning program using SGIM was a positive effects on science process skills of the elementary scientific gifted students ($t=3.104, p=.021$). According to this research, the astronomical learning program using SGIM was verified to improve metacognition and science process skills on the elementary scientific gifted students. It will be contribute on the curriculum construction of the gifted school or gifted class.

Key Words: SGIM (Small Group Inquiry Method), The astronomical learning program, The elementary scientific gifted students, Metacognition, Science process skills

1차 원고접수: 2011년 7월 31일

수정원고접수: 2011년 9월 10일

최종게재결정: 2011년 9월 26일