

고등학교 사회 수학 융합 프로그램이 수학 교과 태도에 미치는 효과성 분석¹⁾

김형원²⁾ · 고호경³⁾

본 연구는 고등학교 학생의 수학에 대한 가치 인식 및 흥미를 증진시키는 방안을 모색하는데 일환을 두고 수행되었다. 이와 같은 교육적 목적을 달성하기 위해서는 단편적 교과 지식의 학습 보다는 융합적인 접근을 통해 학생들이 자신의 지식을 적용할 기회가 제공되어야 한다는 주장에 따라 사회와 수학을 융합한 프로그램을 개발하고 그 적용 효과를 파악하고자 하였다. 효과성 검증을 위한 데이터 수집은 일반계 고등학교 학생들을 대상으로 사회 수학 프로그램 적용에 따른 사전 사후 설문을 통해서 이루어졌다. 사회 수학 프로그램은 실생활에서 나타나는 사회적 현상을 수학적 관점에서 문제를 해결하고자 하는 시도로서, 적용 결과 학생들은 수학 학습 및 사회 학습에 대한 태도, 수학 학습 및 사회 학습 가치 인식에 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

주요용어 : 사회 수학 융합 프로그램, 수학 교과 태도

I. 들어가는 말

최근 수학 교육계에서는 국제 성취도 비교 연구인 TIMSS(Trends in Mathematics and Science Study)나 PISA(Programme for International Student Assessment)에서 수학 성취도가 높은 것과는 대조적으로 정의적 영역의 성취가 낮게 나타나고 있음에 대한 우려와 함께 수학에 대한 가치 인식이나 수학 학습에 대한 즐거움 인식 개선에 관심을 기울일 필요가 있음을 주장하고 있다(이미경 외, 2004, 2007; 조지민 외, 2011). 이와 같은 당면 과제에 대한 해결 방안 중 하나로 2011년부터 ‘창의적 융합 인재’ 양성을 위한 융합인재교육(STEAM)에 대한 관심이 높아졌다. 이는 수학의 주요 개념이 다른 분야와 통합되어질 때 학생들은 수학에 대한 가치를 더 잘 인식할 수 있다는 주장이며(이근호 외, 2013), 또한 타 교과와의 융합을 통해서 학생들이 수학에 대한 흥미를 갖고, 보다 능동적으로 학습에 참여할 수 있다는 것이다(백운수 외, 2012).

1) 이 논문은 한국교육개발원에서 수행한 정미경 외(2014)의 ‘초·중등고등학교 융합형 교육프로그램 개발 연구’의 일환으로 수행한 ‘중·고등학교 융합형 교육프로그램 개발 연구’의 일부를 발췌·수정한 것이며 교과 태도 효과성 분석은 보고서 내용과 별개로 추가로 실시한 내용임.

2) 텍사스대학교 리오그란데밸리 (hyung.kim@utrgv.edu)

3) 아주대학교 (kohoh@ajou.ac.kr)

이에 따라 창의·융합형 인재 교육의 정립 및 일반 학교 현장에서 활용할 수 있는 프로그램 개발에 관심을 둔 연구가 활발히 진행되고 있다(고호경·김재원, 2013; 김권숙·최선영, 2012; 김유경·방정숙, 2015; 이민희·임해미, 2013; 전미숙·박문환, 2015; 정윤희·김성준, 2013 등). 이러한 융합형 프로그램들은 기존의 콘텐츠를 융합하는 수준이 아닌 다양한 지식을 활용하여 복잡한 문제에서의 해결로의 연결을 중시하며, 이러한 융합을 통해서 스스로 문제를 인식하고 해결할 수 있는 능력을 길러주고자 하는 목적을 지니고 있다(백운수 외, 2012).

우리나라의 교육은 자주적 생활 능력과 민주 시민으로서 필요한 자질을 갖추게 하여 인간다운 삶을 영위하게 하고, 민주 국가의 발전과 인류 공영의 이상을 실현하는 데 이바지하게 함을 목적으로 하고 있다(교육과학기술부, 2009, 2011). 이를 위해서는 공공 문제에 대한 합리적 판단과 참여능력의 향상, 비판적 사고 능력의 향상을 위하여 노력해야 한다. 이는 개인의 발전뿐 아니라 사회, 국가, 나아가 인류의 발전에 중요한 영향을 미치기 때문에 매우 중요한 능력이다(황갑진, 2009).

비판적 사고란 Dewey의 반영적 사고에 기원을 두고 있는데(방선희, 2011), 반영적 사고는 지식을 목적으로 하는 것이 아니라 요인들에 대한 신념을 목적으로 두기 때문에(Dewey, 1910), 자연발생적으로 발전되기 보다는 체계적인 교육이 필요한 부분이다(고호경, 2005). 즉, 반영적 사고는 과학적 방법 안에 그 기원을 두고 있으며 무엇보다 관찰과 경험의 세분화된 묘사, 일반적인 설명이 포함된 또한 이를 이론적으로 발전시킬 수 있는 경험의 분석, 그리고 그 이론을 검증할 수 있는 실험의 단계가 포함되어야 한다(Rodgers, 2002). 또한 반영적 사고는 “단순히 사고의 연속만을 내포한 것이 아니라, 사고의 결론이 포함된 것을 의미한 것으로써, 이때 사고의 결론이란 순서적으로 각 결정들이 다음 것의 올바른 결과로써의 영향을 미치는 것”(Dewey, 1910, p.2-3)으로 본 것과 동일한 맥락으로, 비판적 사고 역시 문제해결의 의미까지 포괄하는 것으로 변화되면서 비판적 사고는 판단과 결정을 위한 기능적 측면뿐만 아니라 성향을 포함하는 의미로 더욱 확장하게 되었다(방선희, 2011). 따라서 비판적 사고란 어떤 견해를 받아들일지 또는 어떤 행위를 할지를 결정하기 위하여 주어진 자료들의 논리적 구조와 의미에 대한 파악을 토대로 주의 깊게 평가해보고, 증거를 확보하고 일관적인 방식으로 연결하면서 의문을 제기하고 최선의 정보위에서 결정하고 계획하는 과정에서 형성될 수 있다(김명숙 외, 2002; 이광성, 2015).

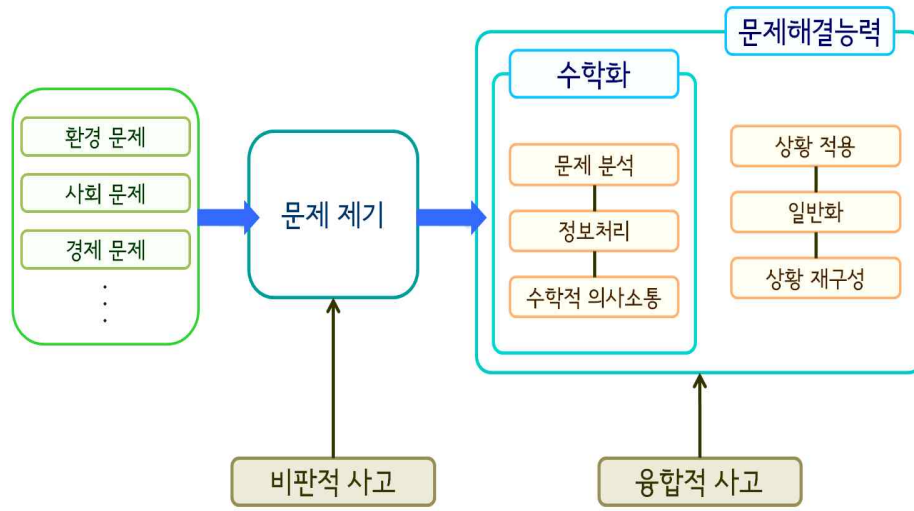
또한 이러한 비판적 사고는 학문 활동이나 민주시민의 필수 능력이라 할 수 있으며 정보화 사회에서 요구되는 각종 업무 수행에도 필요한 능력이라고도 할 수 있다(윤초희, 2016). 이러한 비판적 사고를 키우는 데 있어서 인문사회학은 현상을 제공하기 적합한 학문이라 할 수 있으므로(김윤정, 2013), 교과별로 차별화되고 교과와 특성을 고려한 내용과 교육방법을 개발해야 할 것이다(서민규, 2010; 정길용, 2005).

본 연구는 인문사회와 수학을 융합한 프로그램을 사회 수학 프로그램이라 지칭하였으며 이 프로그램에 대하여 수학 교과 및 사회 교과의 정의적 영역 측면 중 교과 태도에서의 효과성을 판단하고자 한다. 이를 통해 향후 융합인재교육이 학생들의 바람직한 ‘수학 교과 태도’를 함양하는데 있어서 기여하고자 하며, 사회 교과와 융합함으로써 비판적 사고 함양을 수반할 수 있는 프로그램으로서의 역할을 수행하는데 시사점을 제공하고자 한다.

II. 고등학교 사회 수학 프로그램 적용

1. 고등학교 사회 수학 내용 개요

본 연구에서 적용한 사회 수학 프로그램은 정미경 외(2014)에서 개발한 자료로써 사회 교과에서 다루고 있는 각종 사회 현상을 수학적 관점으로 문제를 제기한 후 수학 교과 지식을 활용하여 문제를 합리적으로 해결해 나가는 과정으로 구성되었다.



[그림 II-1] 사회 수학 프로그램 구성 방향(고호경 외, 2014, p.8)

본고에서 적용한 사회 수학 프로그램은 학습과정에서 민주시민으로서 소양을 갖추기 위하여 문제의식을 가지고 당면한 문제에 대한 의사결정을 할 수 있는 기회를 제공하기 위함이다. 가령, 학생들은 민주주의의 의미를 알고 우리 생활에서 적용하고 있는 선거의 투표 방식에 따라 다양한 결과가 도출되는 상황에 대하여 인지하고 이에 대한 문제 제기를 해 보는 경험을 한다. 이와 동시에 각 선거제도들의 장·단점을 파악해보고 합리적인 선거제도에 대한 여러 가지 기준을 생각해 볼 수 있는 기회를 갖는다. 또한 선거에서 나타나는 여러 문제점들을 인지하고 그 중 출구 조사에 관련된 문제를 합리적으로 해결하기 위한 방안을 마련한다. 이를 위하여 학생들은 출구 조사 활동을 직접 수행해 보면서 통계 지식을 활용하여 수집된 자료를 분류, 정리하고 기술하며 통계적 분석과 해석을 할 수 있도록 한다. 이와 같이 수학 내용을 수학적인 측면에서만 다루는 것이 아니라 사회, 경제 등의 다양한 소재와 관련하여 맥락적인 현상을 포함하여 제시한 것이다. 이를 통해 주어진 수량적 자료로부터 규칙성을 발견하여 미래를 예측하게 함으로써 합리적인 의사결정을 내리도록 하는 과정이 포함되어 있다.

본고에서 적용한 사회 및 수학 교과를 융합한 고등학교 사회 수학 프로그램의 단위명 각 단원에 포함된 교과 내용은 다음과 같다.

<표II-1> 사회 수학 단원명 및 교과 내용(고호경 외, 2014, p.45)

사회 수학 단원명	사회 교육 과정 내용		수학 교육 과정 내용	
	교과명	세부 단원 (대단원_중단원_소단원)	교과명	세부 단원 내용 (대단원_중단원_소단원)
I 정보 사회와 수학	사회문화	VI 현대 사회와 사회 변동_3. 현대 사회의 변동과 대응_2) 정보 사회의 특징과 대응	확률과 통계	II 확률_2. 조건부 확률_1) 조건부 확률
II 정보 윤리와 수학	생활과 윤리	III 과학 기술·환경·정보 윤리_4. 정보 사회와 윤리_1) 정보 통신 기술의 발전과 윤리적 문제	수학II	III 수열_1. 등차수열과 등비수열_5) 등비수열의 합 III 수열_3. 수학적 귀납법_1) 수열의 귀납적 정의
	경제	I 경제생활과 경제 문제의 이해_3. 분업과 특화_2) 특화 V 세계 시장과 한국 경제_1. 무역의 필요성과 원리_2) 국제 거래와 비교 우위의 원리	미적분 I	I 수열의 극한_2. 급수_2) 등비급수
III거래 와 수학	경제	VI 경제생활과 금융_3. 자산 관리 원칙과 다양한 금융 상품_2) 다양한 금융상품	수학 I	III 도형의 방정식_5. 부등식의 영역_2) 부등식의 영역의 활용
IV금융 생활과 수학	법과 정치	II 민주정치의 과정과 참여_2. 정치 참여와 선거_2) 선거와 민주 정치	수학II	III 수열_1. 등차수열과 등비수열_4.) 등비수열
			미적분 II	I 지수함수와 로그함수_2. 지수함수와 로그함수의 미분_1) 지수함수와 로그함수의 극한
V선거 와 수학			확률과 통계	III 통계_1. 확률분포_4) 정규분포 III 통계_2.통계적 추정_1)모집단과 표본, 2)모평균의 추정

2. 연구 분석

1) 설문 검사 도구

비판적 사고 평가를 위한 루브릭(Critical Thinking Assessment Rubric, Hug et al., 1999)에 따라 수학 교과 및 사회 교과 태도에 대한 의견을 묻는 설문 내용을 선별하였다(고호경 외, 2014). 이는 수학 교과와 사회 교과 태도를 묻는 문항으로써 효능감, 태도, 가치를 묻는 문항으로 구성되어있다.

<표 II-2> 정의적 영역 효과성 파악을 위한 설문 내용 구성

수학 교과 태도	수학 교과에 대한 효능감	1. 나는 수학을 잘한다.
		2. 수학은 재미있고 흥미 있는 과목이다.
		3. 수학시간에 공부를 할 때 틀릴까봐 불안하고 긴장하게 된다.
	수학 학습에 대한 태도	4. 수학에서 계산을 잘하는 것이 가장 중요하다.
		5. 수학에서 공식을 잘 외우는 것이 가장 중요하다.
	수학 학습에 대한 가치	6. 수학을 공부할 때 배운 것이 나의 생활이나 사회 문제와 어떻게 관련되는지 생각하게 된다.
		7. 수학을 열심히 하는 것은 내가 장래에 하고자 하는 일에 도움이 되기 때문에 가치가 있다.
		8. 수학 수업을 통해 비판적 사고력이 향상된다고 생각한다.
사회 교과 태도	사회교과에 대한 효능감	1. 나는 사회를 잘한다.
		2. 사회는 재미있고 흥미있는 과목이다.
		3. 사회시간에 공부를 할 때 틀릴까봐 불안하고 긴장하게 된다.
	사회 학습에 대한 태도	4. 사회에서 내용을 잘 외우는 것이 가장 중요하다.
		5. 사회를 공부할 때 배운 것이 나의 생활이나 사회 문제와 어떻게 관련되는지 생각하게 된다.
	사회 학습에 대한 가치	6. 사회를 열심히 하는 것은 내가 장래에 하고자 하는 일에 도움이 되기 때문에 가치가 있다.
		7. 사회 수업을 통해 과학, 사회, 문화 등 다양한 분야를 접할 수 있 어서 흥미롭고 만족스럽다.
		8. 사회 수업을 통해 문제해결력이 향상된다고 생각한다.

2) 연구 대상

실험수업은 총 17차시의 수업으로 진행되었으며, 경기도 H 고등학교 한 반을 대상으로 하였다. 실험반 학생들에게는 사전 검사 실시 후 <표 II-1>에서 제시하는 12차시 수업을 진행하였고 수업을 모두 끝낸 이후에 사후 검사를 진행하였다. 대조군을 통해 사회 수학 융합 프로그램의 효과성을 판단하기 위하여 동일 학교 및 학년의 동일 교사가 담당하는 학급 한 반을 비교반으로 선정하여 실험 수업 없이 사전, 사후 검사만을 실시하여 비교 분석하였다.

2) 연구 분석 도구

본 연구는 사회와 수학을 융합한 프로그램인 사회 수학 프로그램에 대한 효과성을 파악하기 위하여 SPSS v.22를 이용하여 결과를 분석하였다. 먼저, 사전, 사후 결과에 대한 대응표본 t 검정을 실시하였으며, 추가로 비모수적 검증 방법인 Wilcoxon 부호 순위 검증을 통해 대응표본 t검증 결과와 교차 비교를 실시하였다. 또한 실험군과 대조군의 점수 차이를 검증하기 위하여 독립표본 t 검정을 실시하여 그 효과성을 분석하였다.

III. 결과 분석

1. 수학 교과 태도 효과성 검증을 위한 사전-사후 분석 실시

1) 대응표본 t검증

사회 수학 프로그램의 효과를 확인하기 위하여 사전 점수와 사후 점수의 차이를 검증하였다. 사례수가 적은 점을 감안하여 대응표본 t검증과 비모수 검증 방법인 Wilcoxon 검증을 함께 실시하였다. 먼저, 대응표본 t검증을 실시하기 위하여 사전 점수와 사후 점수의 차이 값의 정규성을 검증하여 그 결과를 <표 3>과 <표 4>에 제시하였다.

<표 III-1> 대응 표본의 차이 값의 정규성 검증

		N	사후점수-사전점수 차이				Shapiro-Wilk's			
			평균	S.D.	왜도	첨도	통계값	p		
수 학 교 과 태 도	전체	20	1.100	2.125	.075	-.465	.959	.528		
	효능감	전체	20	.350	1.040	-1.426	5.230	.759***	.000	
		효능감1	20	.150	.489	.442	1.304	.660***	.000	
		효능감2	20	.250	.550	.132	-.076	.720***	.000	
		효능감3	20	.050	.945	1.142	5.307	.732***	.000	
	학습 태도	전체	20	-.350	1.268	.400	1.986	.904*	.049	
		태도1	20	.150	.813	-.296	2.575	.800**	.001	
		태도2	20	.200	.768	.403	.366	.850**	.005	
	가치	전체	20	1.100	1.683	.342	-.263	.926	.129	
		가치1	20	.700	.865	.119	-.726	.867*	.010	
		가치2	20	.100	.553	.083	.766	.728***	.000	
		가치3	20	.300	.865	-.119	2.378	.768***	.000	
	사 회 교 과 태 도	전체	20	1.350	2.007	.157	-1.118	.935	.190	
		효능감	전체	20	.400	1.188	-.050	-.705	.894*	.032
			효능감1	20	.150	.745	.591	.925	.826**	.002
효능감2			20	.500	.761	.398	-.037	.843**	.004	
효능감3			20	.250	.786	.225	-.018	.864**	.009	
학습 태도		전체	20	.300	1.129	.312	.894	.926	.132	
		태도1	20	.050	.686	1.023	2.886	.741***	.000	
		태도2	20	.350	.875	.774	.106	.798**	.001	
가치		전체	20	.650	1.268	.572	-.797	.865*	.010	
		가치1	20	.150	.745	-1.105	2.612	.759***	.000	
		가치2	20	.300	.733	-1.445	3.979	.705***	.000	
		가치3	20	.200	.834	.194	-.357	.873*	.013	

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

검증 결과를 보면 정규성을 충족하지 않는 경우가 다수인 것을 확인할 수 있으며 따라서 결과 해석 시 t검증 보다는 비모수 검증 결과를 기준으로 하는 것이 적합할 것으로 판단되어 추가 분석을 실시하였다. 대응표본 t검증을 실시한 결과는 <표 4>에 제시하였다.

<표Ⅲ-2> 측정 구인에 대한 대응표본 t검증 결과

			N	평균	S.D.	상관	사후-사전		대응표본 t검증				
							평균	S.D.	t	df	p	d	
수 학 교 과 태 도	전체	사전	20	26.150	4.368	.879***	-1.100	2.125	-2.315*	19	.032	.282	
		사후	20	27.250	3.432								
	효능감	사전	20	9.450	2.704	.924***	-.350	1.040	-1.505	19	.149	.132	
		사후	20	9.800	2.608								
	학습 태도	가치	사전	20	5.650	1.424	.642**	.350	1.268	1.234	19	.232	.235
			사후	20	5.300	1.559							
사 회 교 과 태 도	전체	사전	20	11.050	2.139	.619**	-1.100	1.683	-2.923**	19	.009	.617	
		사후	20	12.150	1.424								
사 회 교 과 태 도	전체	사전	20	25.450	4.536	.898***	-1.350	2.007	-3.008**	19	.007	.307	
		사후	20	26.800	4.250								
	효능감	사전	20	9.550	2.164	.845***	-.400	1.188	-1.506	19	.148	.188	
		사후	20	9.950	2.089								
	학습 태도	가치	사전	20	6.000	1.076	.427	-.300	1.129	-1.189	19	.249	.285
			사후	20	6.300	1.031							
사 회 교 과 태 도	전체	사전	20	9.900	2.198	.820***	-.650	1.268	-2.292*	19	.033	.313	
		사후	20	10.550	1.959								

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

<표 4>에 따르면, 사전 점수와 사후 점수에 유의미한 차이를 보인 것은 수학 교과에서는 수학 교과 태도 전체($t = -2.315$, $p = .032$), 가치($t = -2.923$, $p = .009$)이며, 사회 교과에서는 사회 교과 태도 전체($t = -3.008$, $p = .007$), 가치($t = -2.292$, $p = .033$)이다.

수학 학습에 대한 가치에서는 중간 효과 크기(Cohen's $d = .617$)로 나타나지만 그 외에는 모두 작은 효과 크기로 나타난다(Cohen's $d = .282 \sim .313$).

<표Ⅲ-3> 개별 문항에 대한 대응표본 t검증 결과

		N	평균	S.D.	상관	사후-사전		대응표본 t검증					
						평균	S.D.	t	df	p	d		
수 학 교 과 태 도	효능감1	사전	20	3.150	1.089	.909***	-.150	.489	-1.371	19	.186	.133	
		사후	20	3.300	1.174								
	효능감2	사전	20	3.750	1.020	.844***	-.250	.550	-2.032	19	.056	.258	
		사후	20	4.000	.918								
	효능감3	사전	20	3.450	1.146	.728***	-.050	.945	-.237	19	.815	.040	
		사후	20	3.500	1.357								
	학습	사전	20	3.300	.979	.662**	-.150	.813	-.825	19	.419	.152	
	태도1	사후	20	3.450	.999								
	학습	사전	20	3.050	.759	.550*	-.200	.768	-1.165	19	.258	.248	
	태도2	사후	20	3.250	.851								
	가치	가치1	사전	20	3.150	1.040	.556*	-.700	.865	-3.621**	19	.002	.860
			사후	20	3.850	.587							
가치2		사전	20	4.300	.733	.724***	-.100	.553	-.809	19	.428	.134	
사후	20	4.400	.754										
가치3	가치3	사전	20	3.600	.883	.391	-.300	.865	-1.552	19	.137	.394	
		사후	20	3.900	.641								
	<hr/>												
사 회 교 과 태 도	효능감1	사전	20	2.900	1.021	.703**	-.150	.745	-.900	19	.379	.157	
		사후	20	3.050	.887								
	효능감2	사전	20	3.050	.999	.741***	-.500	.761	-2.939**	19	.008	.477	
		사후	20	3.550	1.099								
	효능감3	사전	20	2.400	.754	.542*	-.250	.786	-1.422	19	.171	.307	
		사후	20	2.650	.875								
	학습	사전	20	3.750	.910	.678**	-.050	.686	-.326	19	.748	.060	
	태도1	사후	20	3.800	.768								
	학습	사전	20	3.750	.910	.443	-.350	.875	-1.789	19	.090	.430	
	태도2	사후	20	4.100	.718								
	가치	가치1	사전	20	3.000	.973	.645**	-.150	.745	-.900	19	.379	.182
			사후	20	3.150	.671							
가치2		사전	20	3.500	.827	.669**	-.300	.733	-1.831	19	.083	.337	
사후	20	3.800	.951										
가치3	가치3	사전	20	3.400	.821	.484*	-.200	.834	-1.073	19	.297	.244	
		사후	20	3.600	.821								

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

개별 문항을 가지고 분석한 결과로는(<표 5>), 수학 교과에서는 가치1($t = -3.621$, $p = .002$)에서 유의미한 차이가 나타나며 수학 효능감2($t = -2.032$, $p = .056$)의 경우 유의미한 차이에 근사한 결과를 확인할 수 있다. 사회 교과에서는 사회 효능감2($t = -2.939$, $p = .008$)에서 유의미한 차이가 있다.

수학 학습 태도1의 효과 크기는 매우 큰 것으로 나타났고(Cohen's $d = .890$), 사회 교과에 대한 효능감2(Cohen's $d = .477$)는 중간 효과 크기, 수학 효능감2(Cohen's $d = .258$)는 작은 효과 크기를 보이고 있다.

2) Wilcoxon 부호 순위 검증

자료의 사례수가 적고 정규성 가정을 충족하지 못하는 경우가 다수 있었기 때문에 대응표본 t검증 결과와 교차 비교를 위해 비모수적 검증 방법인 Wilcoxon 부호 순위 검증을 추가로 실시하였으며 그 결과를 <표 6>에 제시하였다. 사전-사후 점수의 차이를 보기 위해서 단측 검증을 실시하였으며 유의도의 신뢰 구간을 확인하기 위하여 자료에서 샘플을 추출하여 반복 시행하는 Monte Carlo 방법을 사용하였고 샘플 수는 1,000개를 적용하였다.

<표Ⅲ-4> 사전-사후 점수의 차이에 대한 Wilcoxon 부호 순위 검증 결과

		N	사전-사후 차이		Wilcoxon				
			중앙값	범위	z	p (단측)	99%상한	99%하한	
수 학 교 과 태 도	전체	20	1.000	8.000	-2.094*	.019	.030	.008	
	효능감	전체	20	.000	5.000	-1.652	.063	.083	.043
		효능감1	20	.000	2.000	-1.342	.183	.214	.152
		효능감2	20	.000	2.000	-1.890	.077	.099	.055
		효능감3	20	.000	5.000	-.108	.510	.551	.469
	학습 태도	전체	20	.000	6.000	-1.328	.123	.150	.096
		태도1	20	.000	4.000	-.791	.293	.330	.256
		태도2	20	.000	3.000	-1.155	.197	.229	.165
	가치	전체	20	1.000	6.000	-2.484*	.013	.022	.004
		가치1	20	1.000	3.000	-2.810**	.001	.004	.000
		가치2	20	.000	2.000	-.816	.334	.372	.296
		가치3	20	.000	4.000	-1.387	.116	.142	.090
	사 회 교 과 태 도	전체	20	1.000	7.000	-2.515**	.006	.012	.000
		효능감	전체	20	.000	4.000	-1.532	.089	.112
효능감1			20	.000	3.000	-.905	.275	.311	.239
효능감2			20	.000	3.000	-2.486*	.010	.018	.002
효능감3			20	.000	3.000	-1.387	.150	.179	.121
학습 태도		전체	20	.000	5.000	-1.112	.163	.193	.133
		태도1	20	.000	3.000	-.333	.493	.534	.452
		태도2	20	.000	3.000	-1.732	.055	.074	.036
가치		전체	20	.000	4.000	-2.167*	.013	.022	.004
		가치1	20	.000	3.000	-.905	.275	.311	.239
		가치2	20	.000	3.000	-1.732	.074	.095	.053
		가치3	20	.000	3.000	-1.069	.228	.262	.194

* $p < .05$, ** $p < .01$

Wilcoxon 부호 순위 검증 결과 대체로 t검증의 결과와 유사하였으나 단측 검정으로 변경했음에도 수학 효능감2 문항은 유의도가 오히려 증가하였으며($z = -1.890, p = .077$) 이 경우에는 비모수 검정 결과를 선택하여 유의미한 차이가 없는 것으로 판단하는 것이 적합할 것이다.

수학 교과에서는 수학 태도 전체($z=-2.094, p=.019$), 수학 가치($z=-2.484, p=.013$), 사회 교과에서는 사회 교과 태도 전체($z=-2.515, p=.006$), 사회 가치($z=-2.167, p=.013$)에 속해있는 문항들에서 유의미한 차이를 확인할 수 있으며 사회 학습 태도2에서 유의미한 차이에 매우 근사한 결과를 얻을 수 있다($z=-1.732, p=.055$).

2. 교과 태도 효과성 검증을 위한 실험군과 대조군과의 비교 분석

1) 독립표본 t검증

사회 수학 프로그램의 효과를 확인하기 위하여 실험군과 대조군의 점수 차이를 검증하였으며 그 결과를 <표 7>에 제시하였다.

<표Ⅲ-5> 측정 구인에 대한 독립표본 t검증 결과

			<i>N</i>	평균	S.D.	S.E.	등분산 검정	대응표본 t검증			
							<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	
수 학 교 과 태 도	전체	실험	22	26.773	3.927	0.837	.048	2.292*	43	.027	.684
		대조	23	24.304	3.281	0.684					
	효능감	실험	22	9.591	2.684	0.572	2.674	.735	43	.466	1.040
		대조	23	9.087	1.857	0.387					
	태도	실험	22	5.318	1.555	0.332	.201	-.660	43	.513	.122
		대조	23	5.652	1.824	0.380					
가치	실험	22	11.864	1.670	0.356	1.192	4.428***	43	.000	.219	
	대조	23	9.565	1.805	0.376						
사 회 교 과 태 도	전체	실험	22	26.818	4.055	0.864	.212	3.489**	43	.001	.197
		대조	23	22.174	4.821	1.005					
	효능감	실험	22	10.045	2.011	0.429	1.296	1.982	43	.054	1.321
		대조	23	8.957	1.665	0.347					
	태도	실험	22	6.227	1.020	0.218	1.926	2.061*	43	.045	.591
		대조	23	5.435	1.502	0.313					
가치	실험	22	10.545	1.870	0.399	2.220	4.239***	43	.000	.614	
	대조	23	7.783	2.449	0.511						

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

수학 교과 태도 전체($t=2.292, p=.027$)와 수학 가치($t=4.428, p<.001$), 그리고 사회 교과에서는 사회 교과 태도 전체($t=3.489, p=.001$)와 사회 학습 태도($t=2.061, p=.045$), 사회 가치($t=4.239, p<.001$)에서 유의미한 차이가 있다.

사회 효능감에서는 유의미한 차이에 근사한 결과를 확인할 수 있으며($t=1.982, p=.054$), 사회 효능감은 매우 큰 효과 크기를 보여주고 있다(Cohen's $d=1.321$). 수학 교과 태도 전체(Cohen's $d=.684$)와 사회 학습 태도(Cohen's $d=.591$), 사회 가치(Cohen's $d=.614$)는 중간 정도의 효과 크기를, 수학 가치(Cohen's $d=.219$)와 사회 교과 태도 전체(Cohen's $d=.197$)는 작은 효과 크기를 확인할 수 있다.

<표Ⅲ-6> 개별 문항에 대한 독립표본 t검증 결과

		<i>N</i>	평균	S.D.	S.E.	등분산 검정	대응표본 t검증				
						<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d</i>		
수 학 교 과 태 도	효능감1	실험	23	3.087	1.311	.273	1.454	1.522	44	.135	.449
		대조	23	2.565	.992	.207					
	효능감2	실험	22	3.864	.990	.211	1.025	.960	43	.342	.286
		대조	23	3.609	.783	.163					
	효능감3	실험	22	3.500	1.371	.292	3.829	1.141	43	.260	.340
		대조	23	3.087	1.041	.217					
	학습	실험	22	3.409	1.008	.215	.135	.207	43	.837	.061
		대조	23	3.348	.982	.205					
	태도1	실험	22	3.273	.827	.176	.379	.994	43	.326	.297
		대조	23	3.000	1.000	.209					
	가치1	실험	22	3.727	.703	.150	1.001	3.631**	43	.001	1.082
		대조	23	2.870	.869	.181					
가치2	실험	22	4.318	.780	.166	.948	3.522**	43	.001	1.050	
	대조	23	3.435	.896	.187						
가치3	실험	22	3.818	.664	.142	1.531	2.417*	43	.020	.721	
	대조	23	3.261	.864	.180						
사 회 교 과 태 도	효능감1	실험	22	3.045	.844	.180	2.186	2.383*	43	.022	.710
		대조	23	2.391	.988	.206					
	효능감2	실험	22	3.591	1.054	.225	.070	2.836**	43	.007	.845
		대조	23	2.696	1.063	.222					
	효능감3	실험	22	2.591	.854	.182	1.084	1.916	43	.062	.572
		대조	23	2.130	.757	.158					
	학습	실험	22	3.864	.774	.165	3.902	.295	43	.769	.088
		대조	23	3.783	1.043	.217					
	태도2	실험	22	4.091	.684	.146	6.196*	3.337**	38.152	.002	.986
		대조	23	3.217	1.043	.217					
	가치1	실험	22	3.136	.710	.151	1.908	2.190*	43	.034	.652
		대조	23	2.609	.891	.186					
가치2	실험	22	3.818	.907	.193	.716	3.765**	43	.001	1.123	
	대조	23	2.739	1.010	.211						
가치3	실험	22	3.591	.796	.170	.442	4.568***	43	.000	1.362	
	대조	23	2.435	.896	.187						

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

<표 8>에서 제시한 개별 문항 분석에서는 수학 교과와 사회 교과 모두에서 학습 태도 관련 문항 전부에 유의미한 차이가 있었으며($t=2.190\sim 4.568, p=.000\sim .034$) .652에서 1.362의 중간

이상에서 상당히 큰 효과 크기를 확인할 수 있다. 또한 사회 효능감1($t=2.383, p=.022$), 효능감2 문항($t=2.836, p=.007$)과 사회 학습태도2 문항($t=3.337, p=.002$)에 유의미한 차이가 있었으며 .710에서 .986의 큰 효과크기를 보여주고 있었다.

2) Mann-Whitney 검증

독립표본 t검증 결과와 교차 비교를 위해 비모수적 검증 방법인 Mann-Whitney 검증을 추가로 실시하였으며 그 결과를 <표 9>에 제시하였다. 실험군과 대조군의 점수 차이는 단측 검증을 실시하였으며 유의도의 신뢰 구간을 확인하기 위하여 자료에서 샘플을 추출하여 반복 시행하는 Monte Carlo 방법을 사용하였고 샘플 수는 1,000개를 적용하였다.

<표III-7> 실험군과 대조군의 점수 차이에 대한 Mann-Whitney 검증 결과

		실험군			대조군			Mann-Whitney				
		N	중앙값	범위	N	중앙값	범위	U	p (단측)	99% 상한	99% 하한	
수 학 교 과 태 도	전체	32	26.000	18.000	23	24.000	12.000	154.000*	.013	.022	.004	
	교과에 대한 효능감	전체	32	9.500	10.000	23	9.000	7.000	236.500	.366	.405	.327
		효능감1	33	3.000	5.000	23	3.000	3.000	203.500	.093	.117	.069
		효능감2	32	4.000	3.000	23	4.000	3.000	210.000	.150	.179	.121
	학습에 대한 태도	효능감3	32	4.000	4.000	23	3.000	4.000	198.000	.092	.116	.068
		전체	32	5.000	5.000	23	6.000	6.000	217.000	.225	.259	.191
		태도1	32	4.000	3.000	23	3.000	3.000	239.500	.376	.415	.337
		태도2	32	3.000	3.000	23	3.000	3.000	205.500	.164	.194	.134
		전체	32	12.000	7.000	23	9.000	6.000	93.500***	.000	.005	.000
		가치1	32	4.000	3.000	23	3.000	3.000	120.500***	.000	.005	.000
	가치	가치2	32	4.000	3.000	23	3.000	3.000	116.500***	.000	.005	.000
		가치3	32	4.000	2.000	23	3.000	3.000	157.500*	.013	.022	.004
		전체	32	26.000	14.000	23	23.000	20.000	121.000***	.000	.005	.000
	사 회 교 과 태 도	전체	32	10.000	7.000	23	9.000	5.000	175.000*	.038	.054	.022
		교과에 대한 효능감	효능감1	32	3.000	3.000	23	2.000	3.000	164.500*	.019	.030
효능감2			32	4.000	4.000	23	3.000	3.000	141.000**	.003	.007	.000
효능감3			32	2.000	3.000	23	2.000	2.000	187.500	.060	.079	.041
학습에 대한 태도		전체	32	6.000	5.000	23	6.000	6.000	173.500*	.029	.043	.015
		태도1	32	4.000	3.000	23	4.000	3.000	246.500	.456	.497	.415
		태도2	32	4.000	3.000	23	3.000	4.000	126.500***	.000	.005	.000
		전체	32	11.000	7.000	23	9.000	9.000	99.500***	.000	.005	.000
		가치1	32	3.000	2.000	23	3.000	3.000	172.000*	.031	.045	.017
		가치2	32	4.000	3.000	23	3.000	3.000	114.000***	.000	.005	.000
가치		가치3	32	4.000	3.000	23	3.000	3.000	93.500***	.000	.005	.000
		가치3	32	4.000	3.000	23	3.000	3.000	93.500***	.000	.005	.000

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

비모수 검증 결과를 t검증과 비교해 보면 완전히 일치하는 것을 확인할 수 있다. t검증 결과와 마찬가지로 수학 교과 태도 전체($U=154.000, p=.013$), 수학 가치($U=93.500, p<.001$), 사회 교과 태도 전체($U=121.000, p<.001$), 사회 효능감($U=175.000, p=.038$), 사회 학습 태도

($U=173.500$, $p=.029$), 사회 가치($U=99.500$, $p<.001$)에서 유의미한 차이가 있었다.

개별 문항 태도의 경우에도 수학 가치와 사회 가치 문항에서 모두 유의미한 차이를 확인할 수 있으며($U=93.500\sim 175.000$, $p=.000\sim .031$), 사회 효능감1($U=164.500$, $p=.019$), 효능감2($U=141.000$, $p=.003$)와 사회 학습 태도 2($U=126.500$, $p<.001$)에도 마찬가지로 유의미한 차이가 나타난다.

IV. 결론

향후 교육은 학생들이 자신의 지식을 실생활에 적용함으로써 더 깊이 있는 이해를 할 수 있도록 유도하는 것을 목적으로 하며, 이를 위해 여러 학문에 공통적인 개념(cross-cutting concepts)에 대해 강조점을 두는 등 단편적 교과 지식의 학습 보다는 융합적인 접근을 중요시 여기고 있다(이근호 외, 2013). 이와 같은 융합적 접근에 따라 고호경 외(2014)는 사회 교과와 수학을 융합한 사회 수학 프로그램을 개발한 바 있다. 이 사회 수학 프로그램은 주변에서 나타나는 현상에 대한 문제 제기과 수학적 도구를 활용하여 문제를 해결해 나가는 수학적 모델링 과정과의 융합이다. 이러한 사회 수학 프로그램의 개발 방향은 사회적으로 제기된 문제를 해결하는 과정에서 민주시민으로서의 문제의식을 가지고 당면한 문제에 대한 합리적인 의사결정을 할 수 있는 소양과 비판적 사고를 함양하는 것에 초점을 두었다.

본고에서는 이와 같은 사회 수학 프로그램이 수학 교과와 사회 교과 태도에 어떠한 영향을 주는가를 알아보기 위하여 사회 수학 프로그램을 실험 적용 한 후 수학 교과와 사회 교과 태도에 관한 설문 조사를 실시하였으며 이에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

먼저, 대응표본 t검증 사전, 사후 분석을 한 결과 수학 교과 태도 전체에 유의미한 변화가 있었다. 특히 ‘수학 학습에 대한 태도’에 유의미한 결과가 나타났다. 개별 문항에 대한 대응표본 t검증 결과에서 가장 높은 효과를 보인 내용은 ‘수학을 공부할 때 배운 것이 나의 생활이나 사회 문제와 어떻게 관련되는지 생각하게 된다.’이며, 두 번째로 높은 효과를 보인 것은 ‘수학은 재미있고 흥미 있는 과목이다.’이다.

또한 처치의 효과를 확인하기 위하여 실험군과 대조군의 점수 차이를 검증하였다. 이를 위해서는 독립표본 t검증으로 분석하였는데, 그 결과 유의미한 차이를 보였던 것은 수학 학습에 대한 가치 영역으로 나타났다.

따라서 결론적으로 사회 수학 프로그램이 학생들의 수학 교과태도 전반에 긍정적인 효과를 보였다고 해석할 수 있다. 세부적으로는 수학 교과에 대한 효능감 영역에서는 수학을 흥미 있는 과목으로 인식하는 반면, 수학에 대한 자신감이나 불안에는 별다른 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 수학학습에 대한 태도 면에서는 수학이 단지 계산을 잘하거나 공식을 외우는 것만이 중요하다는 인식에서는 변화를 보였다고 볼 수 있다. 또한 사회 수학을 통해서 수학이 자신의 생활 주변과 자신의 삶에 영향을 미치는 교과일 수 있다는 수학에 대한 가치 인식의 변화를 그 효과성으로 결론지을 수 있다.

사회 교과에 대한 태도에 대한 설문 분석 결과도 수학과 대동소이한 것으로 나타났다. 먼저, 처치의 효과를 확인하기 위하여 실험군과 대조군의 점수 차이를 검증하기 위한 독립표본 t검증 결과 사회교과 태도 전체 항목에서 유의미한 차이를 보였으며 특히 사회 학습에 대한 태도 문항에서 유의미한 차이를 보였다. 실험군과 대조군의 점수 차이를 검증하기 위

한 개별 문항에 대한 독립표본 t검증 결과 사회 학습에 대한 가치 문항에서 상당히 큰 효과 크기가 나타났다.

이와 같이 사회 수학 프로그램이 학생들의 수학 교과 태도뿐만 아니라 사회 교과 태도에도 긍정적인 영향을 주었으며, 특히 두 교과 모두의 교과에 대한 가치 인식 함양에 매우 도움이 됨을 알 수 있다. 따라서 수학 교과에 대한 가치 인식을 향상시키기 위해서는 사회 현상에 대한 문제를 인식하고 이를 수학을 가지고 해결해 나가는 과정을 학생들이 경험할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

마지막으로 사회 수학 프로그램을 통해 학생들은 ‘수학을 통해 비판적 사고가 향상된다.’고 인식하는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 사회 수학 프로그램을 통해 학생들의 수학에 대한 흥미 유발 및 바람직한 학습 태도와 더불어 수학 교육에서도 사회적 문제에 대한 비판적 사고 경험이 가능할 것으로 보인다. 합리적인 의사결정(Hurst, J. Kinney, M., & Weiss, S, 1983)을 위한 비판적 사고는 현대를 살아가는 민주시민으로서 함양해야 할 능력으로서 모든 교과서에 적절하게 다룰 필요가 있다(정길용, 2005; 방선희 2011). 따라서 수학교육에서도 학생들에게 사회적 문제와 이를 해결하기 위한 비판적 사고 함양에 더 많은 관심을 기울일 필요가 있다. 또한 이를 위해서는 학생들의 관심과 인지적 수준에 맞는 실생활 내용을 통해 수학을 적용하고 합리적인 의사결정과 문제해결을 경험하는 기회가 보다 확대되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 고호경(2005). 수학교육에서 실험 수업의 의의와 특성. **한국학교수학회논문집**, 8(1), 77-87.
- 고호경 외(2014). **중·고등학교 융합형 교육프로그램 개발 연구**. 한국교육개발원 연구보고서 별책부록 II RRM 2014.
- 고황경·김재원(2013). 중학교 미술과와 수학과와의 융합인재교육(STEAM) 교수·학습방법 개발 및 적용 연구. **造形教育**, 46, 1-27.
- 교육과학기술부(2009). **2009 개정 초·중등학교 교육과정 총론**, 교육과학기술부 고시 제 2009-41호.
- 교육과학기술부(2011). **초·중등학교교육과정총론**. 교육과학기술부고시 제011-361호 [별책].
- 김권숙, 최선영(2012). 과학 기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제 해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 31(2), 216-226.
- 김명숙, 박정, 김영정, 민찬홍(2002). **사고력 검사 개발연구(II); 비판적 사고력 검사 제작편**. 한국교육과정평가원 연구보고서, 연구보고 RRE 2002-3.
- 김유경·방정숙(2015). 수학 기반 융합 수업 모형의 가능성 탐색. **초등수학교육**, 18(2), 107-122.
- 김윤정(2013). 국어 교육에서의 “비판적 사고” 프로그램의 활용성 연구. **韓民族語文學**, 63, 95-124.
- 방선희(2011). 비판적 사고 교육의 국내 연구동향과 시사점. **평생학습사회**, 7(1), 61-83.
- 백윤수 외(2012). **융합인재교육(STEAM)실행 방향 정립을 위한 기초연구** 한국과학창의재단 연구보고서2012-12.

- 서민규(2010). 비판적 사고 교육, 무엇을 어떻게 할 것인가. **교양교육연구**, 4(2), 129-139.
- 윤초희(2016). 국내외 비판적 사고교육 효과연구 고찰. **아시아교육연구**, 17(4), 1-35.
- 이광성(2015). 비판적 사고 기능을 활용한 수업이 고급사고력과 학업성취에 미치는 영향. **시민교육연구**, 42(3), 123-145.
- 이미경 외(2004). **PISA 2003 결과 분석 연구-수학적 소양, 읽기 소양, 과학적 소양 수준 및 배경변인 분석-**. 연구보고RRE 2004-2-1. 한국교육과정평가원.
- 이미경 외 (2007). **OECD/PISA 평가틀 및 공개 문항 분석**. 한국교육과정평가원. 연구자료 ORM 2007-24.
- 이민희·임해미(2013). 수학을 활용한 융합적 프로젝트기반학습(STEAM PBL)의 설계 및 효과 분석. **학교수학**, 15(1), 159-177.
- 이근호 외(2013). 2013 **교육과정, 교육평가 국제동향 연구**. 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2013-97-4.
- 전미숙·박문환(2015).수학 기반 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 및 적용 -초등학교 1학년을 대상으로-. **초등수학교육**, 18(2), 91-106.
- 정길용(2005). 비판적 사고에 관한 두 가지 접근 : 사회과교육의 목적 정립을 위한 시론. **사회과교육연구**, 12(2), 133-157.
- 정윤희·김성준(2013). 융합인재교육을 적용한 초등수학 수업자료 개발 연구. **한국학교수학회 논문집**, 16(4), 745-770.
- 조지민 · 김수진 · 이상하 · 김미영 · 옥현진 · 임해미(2011). **2011년 국제 학업성취도 평가 연구(PISS/TIMSS) : TIMSS 2011 본검사 시행보고서**, 한국교육과정평가원. 연구보고 RRE 2011-4-1.
- 황갑진(2009). 비판적 사고와 사회과 탐구방법. **사회과교육연구**, 16(4), 83-99.
- Dewey, J. (1910). *How we think*. NY: Dover Publications, Inc.
- Hug, J. W., Kim, J., & Shin, N. (1999). *Nature-based Critical Thinking Assessment*. Annual meeting of the North American Association of Environmental Education August, 26-30
- Hurst, J. Kinney, M., & Weiss, S(1983). *The Decision Making Process*. In *National Council for the Social Studies & College and University Faculty Assemble*, Theory and Research in Social studies. East Lansing: Michigan State University Press.
- Rodgers. C. (2002). Defining Reflection: Another look at John Dewey and reflective thinking. *Teachers College Record*. 104(4). 842-866.

Effectiveness of math–social science conjoined program on students’ attitudes toward in mathematics

Kim, Hyung Won⁴⁾ · Ko, Ho Kyoung⁵⁾

Abstract

The study in this paper considers how high school students’ attitudes toward and interest in mathematics could be promoted by conjoining the learning of mathematics with the learning of social science topics. Survey instrument was developed to measure student attitudes toward mathematics and social science subjects and to evaluate student beliefs on learning mathematics embedded in social science topics. Data were collected from high school students in Korea by administering pre- and post-tests: students were intervened with examples of math problems embedded in certain social contexts. The findings indicate that high school students’ experience of solving mathematics problems embedded in social contexts positively affects the promotion of their attitudes toward and beliefs on both mathematics and social science subjects.

Key Words : Math–social science conjoined program, Students’ attitudes in mathematics

Received June 13, 2017

Revised August 22, 2017

Accepted September 5, 2017

* 2010 Mathematics Subject Classification : 97C20, 97D60

4) University of Texas Rio Grande Vally (hyung.kim@utrgv.edu)

5) Ajou University (kohoh@ajou.ac.kr)