

STEAM 프로그램의 문제해결활동이 중학생의 메타인지에 미치는 영향

강창익 · 강경희^{1*}

제주제일중학교 · ¹제주대학교

The Effects of Problem Solving Activities of STEAM Program on Middle School Students' Metacognition

Changik, Kang · Kyunghee, Kang^{1*}

Jejujeil Middle School · ¹Jeju National University

Abstract : The purpose of this study was to investigate the effects of problem solving activities of STEAM program on metacognition of middle school students. The subject was 63 middle school students. This study was designed single group pre-posttest. A single-group *t*-test was performed for analyzing difference between the pre-post test on metacognition. In the result of this study, there was significant difference between pretest and posttest on middle school students' metacognition. Also there was significant difference on metacognitive knowledge and metacognitive regulation. The analysis on the subelements of metacognition showed significant difference between pretest and posttest. The multiple regression analysis to investigate the relation of sub-elements of metacognition was performed in this study. The result of the analysis showed high explanatory power among metacognition subelements. This result suggests that the problem solving activities of STEAM program can have a positive effect in promoting metacognition. of the learner.

keywords : STEAM program, metacognition, metacognitive knowledge, metacognitive control

I. 서론

과학기술의 발달을 토대로 한 21세기 사회의 급속한 변화는 창의적인 융합 인재라는 새로운 인재상에 대한 관심을 이끌어내고 있다. 오늘날 세계적인 논쟁거리인 기후변화, 에너지 등은 이미 전 지구적인 문제로 인식되고 있고, 이러한 문제들은 이전 시대와는 다른 해결 방법을 필요로 하고 있다. 이러한 시대적 변화를 반영하여 미국에서는 STEM 교육을 중

심으로 이공계 인력을 양성하고 더 나아가 국가경쟁력을 강화시키고자 하는 노력들이 지속되고 있다 (Sanders *et al.*, 2011). 전 세계적으로 일고 있는 창의와 인성을 지닌 미래형 인재에 대한 요구는 한국의 경우 개정 교육과정에서 STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) 교육의 도입으로 이어졌다. 교육과학기술부에서 주요 교육정책으로 창의융합 인재 양성을 제시하면서 STEAM 교육에 관한 연구들이 활발하게 이루어지고

*교신저자 : 강경희(kkh6554@jejunu.ac.kr)

**2016년 1월 26일 접수, 2016년 3월 14일 수정원고 접수, 2016년 4월 7일 채택

있다. 특히 STEAM 교육 모형에 관한 연구들이 이루어졌는데, 김진수(2011)는 학문의 통합 방식, 학교급, 통합의 요소를 각 축으로 하는 3차원 구조의 '큐빅모형'을 제시하였고, 김성원 등(2012)은 교과기반 통합 개념과 소양지식으로 구성된 핵심 지식, 교과기반 통합 역량과 창의·인성 역량으로 분류된 핵심 역량, 융합 단위, 융합 방식, 융합 맥락으로 이루어진 융합 요소를 축으로 하는 모형을 제시하였다. 또한 STEAM 교육 관련 교과들을 중심으로 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하는 연구들(김진수, 2011; 배선아, 2011; 유규성, 전오성, 2011)이 실시되었다. 선행 연구들은 대부분 STEAM 프로그램 적용 후 학습자들의 학습 성취도, 학습 흥미 창의적 문제해결력 등이 향상되는 것으로 보고하고 있다. STEAM 교육은 '과학기술 기반의 융합적 소양과 문제해결력을 배양하는 교육'으로 정의(교육과학기술부, 2011)되고 있다. 문제해결의 과정은 학습자의 메타인지와 관련이 높은 것으로 알려져 있다(Bayat & Tarmizi, 2010; Kilpatrick, 1985). 그러므로 STEAM 프로그램의 적용 과정에서 이루어지는 문제해결 활동들은 학습자들의 메타인지에 영향을 미칠 가능성이 높다. 외국의 경우 멀티미디어를 활용한 STEM 프로그램을 통해 메타인지를 강화하는 시도(Oludurotimi, 2014)와 쥐뿔차 설계 활동을 중심으로 한 STEM 수업에서 메타인지를 촉진하는 연구(Zielinski, Abbey, & Rosenstein, 2014) 등이 진행되었다. 그러나 국내에서는 STEAM 프로그램의 적용이 학습자의 메타인지에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

메타인지(Flavell *et al.*, 1970)라는 용어가 처음 도입된 이후 그 의미에 대해 다양한 견해들이 제시되고 있다. Garofalo & Lester(1985)는 메타인지를 무엇이 실행되어져야 할 것인가와 관련한 선택, 계획, 실행 행위로 설명하였다. Brown(1987)은 지식의 단순한 이해를 '인지'로 보고, 이에 비해 '메타인지'는 자신의 지식 상태에 대한 질문을 통해 지식을 적절하게 활용하는 것이라고 해석하였다. 또한 메타인지는 자신의 인지 과정에 대한 인지이기 때문에 개인의 인지과정을 계획, 조정하는 기능을 가진다(류수진 등, 2011).

학습자의 메타인지는 학업성취에 큰 영향을 미친다는 연구들(Flavell, 1979; Zimmerman, 1986)이 제시되었고, 특히 문제를 해결하는 과정에서 정보의 검토 및 평가 등 반성적 사고를 촉진하여 결과적으로 학습자에게 학습 방법을 제공하는 것으로 인식되고 있다(Swanson, 1990). 메타인지는 자신의 사고에 대한 사고, 인지에 대한 조절, 문제 해결을 위한 계획, 점검, 조절 등의 기능을 갖는다(이남주, 백성혜, 2013). 특히 과학 탐구 활동에 학습자가 직접 참여하여 스스로 수행하는 과정은 자신의 학습 과정을 되돌아보고 조절할 수 있는 능력을 함양하는 데 효과적인 것으로 알려져 있다(정시화 등, 2001).

메타인지에 대한 관심이 높아지면서 이와 관련한 연구들이 지속적으로 이루어지고 있다. 외국의 경우 메타인지 활동과 문제해결 교육의 관련성을 다룬 연구들(Bayat & Tarmizi, 2010; Kilpatrick, 1985; Schoenfeld, 1987)이 진행되었다. 국내에서는 자기조절학습과 관련하여 학습자의 메타인지를 분석한 연구들(양정은, 2002; 정시화 등, 2010)과 메타인지에 영향을 미치는 요인들에 대한 연구들(정영란, 김시온, 2012; 허현경, 2011)이 이루어졌다. 특히 학습에 영향을 미치는 요인들 중 학습자의 메타인지는 기억력, 지능 등 비교적 고정된 요인들보다 학습가능성이 높다는 연구 결과(박인숙, 2010; 최문정, 2013)는 특정 교수-학습 프로그램 적용이 메타인지에 영향을 줄 수 있음을 시사하는 것으로 의미가 있다.

메타인지에 대한 다양한 접근이 이루어지고 있는데 비해 STEAM 프로그램 적용 학습자의 메타인지에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. STEAM 프로그램에서 지향하고 있는 창의융합적 접근은 학습자들의 창의적 문제해결력과 밀접하게 연관되어 있다. 특히 STEAM 교육에서 강조하는 창의적 문제 해결은 메타인지 향상에 영향을 미친다(이남주, 백성혜, 2013). 메타인지의 조절적 측면은 문제해결 과정에서 스스로 평가하고 점검하는 과정이 필수적 구인(Lecangeli & Cornoldi, 1997)이라고 보는데, 이는 STEAM 프로그램에서의 문제해결 과정이 메타인지의 조절 영역과 관련있음을 시사하고 있다. 그리고 STEAM 프로

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

그럼에서는 여러 교과간 융합을 시도하고 있는데 각 교과학습에서 필요한 내용과 기능들을 연결하여 학습하는 것은 메타인지 능력 함양에 도움이 되는 것으로 알려져 있다(이부연, 2014). 또한 창의적 문제 해결 과정은 문제해결 과정과 전략에 대한 반성적 사고가 요구된다. 따라서 학습자의 창의적 문제해결력 향상에 주안점을 두고 있는 STEAM 프로그램 적용은 학습자의 메타인지에 영향을 줄 가능성이 크다. 특히 선행 연구(박영석 등, 2013)에 따르면 STEAM 교사연구회에서 개발한 STEAM 프로그램 자료들 중 11.5% 정도에서 메타인지를 교육목표로 설정하고 있는 것으로 나타났다. 이는 아직 비중이 그리 높지는 않지만 STEAM 교육을 통해 메타인지를 촉진하는 자료들이 개발되고 있음을 시사하고 있다.

또한 활동 중심 STEAM 프로그램의 적용이 학생들의 과학학습 전략면에서 효과가 있다는 연구(강창익, 강경희, 이상철, 2013)에 비추어 볼 때 STEAM 프로그램 내용 중 학습전략 점검이 이루어진다면 학습자의 메타인지에 영향을 미칠 가능성이 높다고 판단된다. 따라서 이 연구에서는 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

첫째, STEAM 프로그램의 문제해결활동은 중학생들의 메타인지에 영향을 미치는가?

둘째, STEAM 프로그램의 문제해결활동이 중학생들의 메타인지 하위 요소들의 관계에 영향을 미치는가?

이 연구는 지방 도시 소재 A중학교 과학반 43명과 B 중학교 발명영재학급 학생 20명을 대상으로 실시되었다. A중학교는 학년당 9학급 규모인 남녀공학 중학교이고, B중학교는 12학급 규모의 남자중학교이다. 학년별로는 1학년 24명, 2학년 22명, 3학년 17명이고, 성별로는 남학생 46명, 여학생 17명이었다.

2. 검사도구

이 연구에 적용된 메타인지 검사지는 선행 연구들(박인숙, 2010; Printrich *et al.*, 1991; Sperling *et al.*, 2002)에서 개발한 검사지 문항들을 토대로 총 40문항으로 구성한 것이다. 이 검사지는 자기보고식 문항으로 구성되었고, 모두 5단계 리커트 척도를 적용하였는데 강한 긍정 5점부터 강한 부정 1점으로 설정하였다. 문항은 크게 메타인지적 지식과 메타인지적 조절 범주로 나누었고 하위 평가 요소로는 사람, 과제, 전략, 조절, 계획, 모니터, 평가를 설정하였다. 검사지 문항 구성에 대한 내용은 표 1에 제시하였다. 이 검사지에 대한 신뢰도 분석 결과 사전검사와 사후검사 모두 Chronbach α .94로 높게 나타났다.

표 1. 메타인지 검사지 문항 구성

내용	요소	하위 요소	문항 수	문항 유형
메타인지적 지식		사람 변인	7	리커트 척도
		과제 변인	3	
		전략 변인	5	
메타인지적 조절		계획	6	
		모니터	7	
		조절	6	
		평가	6	

3. 연구 내용 및 절차

1) STEAM 프로그램 개발

이 연구에서는 각 주제별로 현장 체험 학습과 그와 관련된 내용 수업으로 구성된 STEAM 프로그램을 개발하였다. 프로그램 개발은 STEAM 교사연구회 소속 교사들을 중심으로 이루어졌다. STEAM 관련 교과 교사와 교육공학 전문가, 관련 학과 대학 교수 등으로 전문가 협의회를 구성하여 STEAM 프로그램의 설계 방향을 논의하였다. 선행 연구 검토와

전문가협의회 논의를 거쳐 STEAM 프로그램 내용 선정 기준으로 수준의 적합성, 현실 세계와의 관련성, 체험 학습과 실습 가능성, 실행 가능성, 융합성 등을 추출하였다. 프로그램 내용 선정 기준에 따라 세부적인 활동과 학습 내용을 구성하였고, 그에 따른 교육 자료, 교수지도안, 학습자용 자료 등을 개발하였다. 개발된 STEAM 프로그램은 대학 교수 2인의 자문을 거쳐 최종 수정 보완하였다. 프로그램 내용 중 체험 학습은 천문대, 미술관, 동굴 등 지역의 학습원을 활용하여 진행되었고, 내용 수업은 과학실

표 2. STEAM 프로그램 내용

활동 제목	활동 주제	STEAM 요소	
STEAM 찾아 떠나는 하루살이의 제주여행	스마트그리드실증단지, 한라생태숲, 제주별빛누리공원 체험하기	S	전기와 자기, 광합성
		T	정보와 통신기술,
		A	지각과 소통
		M	평행선의 성질
제주 자연을 담다	A갤러리 탐방을 통한 사진과 자연 만나기	S	빛의 성질
		T	기술과 통합 체험활동
		A	조형 요소와 원리
3D로 만들어가는 세상	3D프린터의 원리를 이용한 3D펜을 활용하여 창의적으로 문제 해결하기	S	빛과 파동, 물질의 구성
		T	제조 기술과 자동화
		E	제품 설계
		A	조형 요소와 원리
		S	힘과 운동
영원히 움직여라! 무한동력 슈팅기	포물선 운동을 이해하여 반복동작의 무한슈팅기 만들기	T	에너지와 동력
		E	슈팅기 설계
		A	조형 요소와 원리
		S	호흡과 순환
숨쉬는 폐 모형	숨쉬는 폐 모형을 직접 만들고 호흡 운동의 원리를 설명하기	T	제조기술 체험과 문제해결 활동
		E	모형 설계
		A	조형 요소와 원리
		S	광합성, 빛의 성질
죽어가는 화분에 생명을 불어 넣어라!	햇빛이 들지 않는 북향집이나 화장실, 책상 위 이외에도 집안 곳곳에 채광과 관계없이 식물을 키울 수 있는 방법 생각하기	T	녹색 가정생활의 실천
		E	공간 설계
		A	지각과 소통
		M	다각형과 다면체의 성질
제주 자연을 벗하다.	만장굴, 수월봉, 일출봉 탐사하기	S	지구계와 지권의 변화
		A	지각과 소통
		M	다각형과 다면체의 성질
나만의 전기자동차	전기자동차 구조의 특징을 이해하고 나만의 전기자동차 제작하기	S	전기와 자기, 힘과 운동
		T	수송 기술 체험과 문제해결활동
		E	자동차 설계
		A	조형 요소와 원리
		M	등식의 변형, 다각형의 성질

에서 탐구 활동과 함께 이루어졌다. 학생들의 활동 모습은 그림 1에 제시하였다. 각 주제들은 학생들에게 해결해야 할 문제를 제시하는 형식으로 구성되었다. 학생들은 소모둠별로 체험학습과 과학 탐구 활동을 수행하는 과정에서 제시된 문제에 대한 해결책을 고안하였다. STEAM 프로그램에 포함된 주제에 대한 상세한 내용은 표 2에 제시하였다.

이 프로그램의 활동들은 소모둠 중심으로 설계되었는데 이는 프로그램 개발진들이 소모둠에서의 상호작용 과정이 구성원의 메타인지조절 중 모니터 능력 등에 긍정적 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단하였기 때문이다. 또한 이 프로그램 활동들 중 생태숲, 천문대 등 체험학습과 연계해 실시한 조사 활동은 메타인지적 사고를 촉진하는 기반으로 작용할 수 있다. Marzano(2001)의 신교육목표분류에 따르면 인지체계 사고를 기반으로 하는 조사 연구가 목표의 명세화와 과정 점검을 통해 메타인지 사고를 촉진시키는 것으로 나타나고 있다. 그러므로 이 연구에서 적용된 STEAM 프로그램 활동들 중 체험과 조사 활동들은 활동지와 추수 활동을 통해 학생들 스스로가 자신들의 활동 과정을 점검하도록 구성되었기 때문에 메타인지 사고에 영향을 미칠 가능성이 높다.

2) 연구 절차

이 연구에서 개발된 STEAM 프로그램은 2014년 5월 초부터 11월말까지 7개월 동안 A중학교 과학반과 B중학교 발명영재학급을 대상으로 적용되었다.



프로그램 적용은 프로그램 개발 과정에 참여한 교사 연구회 소속 교사들이 공동으로 진행하였다. 이 연구에서 개발된 STEAM 프로그램은 체험 활동 중심이기 때문에 차시 대체용 STEAM으로 활용하기에 적합하지 않은 면이 있어서 과학반과 발명영재학급 활동 프로그램으로 적용하였다. 따라서 비교군을 별도로 설정하지 않았고 단일집단 사전 사후 설계를 적용하였다.

개발된 STEAM 프로그램을 적용하기 전 메타인지 검사지를 투입하여 사전 검사를 실시하였고, 프로그램 적용 후 사후 검사를 진행하였다. 사전 사후 검사별로 빈도 분석도 실시하였다. 사전 사후 검사 결과는 단일집단 *t*-test를 이용해 분석하였고, 메타인지 하위 요소들간의 관련성은 다중회귀분석을 활용하였다. 자료 분석에는 SPSS 14.0을 이용하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 메타인지 t-test 분석 결과

메타인지 검사 결과 표 3에 나타난 바와 같이 사전 검사 평균은 3.17점이었고, 사후 검사 평균은 4.04점으로 증가하였다. 메타인지의 요소를 메타인지적 지식과 메타인지적 조절로 나누어 분석한 결과 메타인지적 지식은 사전 평균 3.18점에서 사후 평균 4.0점으로 높아졌고, 메타인지적 조절은 사전 평균



그림 1. 실험실 수업과 체험 학습 활동 예시

3.17점에서 사후 평균 4.07점으로 높아진 것으로 나타났다. 학생들의 메타인지와 메타인지 요소별 사전 사후 검사간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 단일집단 t -test를 실시하였다. t -test 결과는 표 3에 제시하였다. 분석 결과 사전 사후 검사간에는 유의미한 차이가 나타났다 ($p < .001$). 또한 메타인지적 지식과 메타인지적 조절에 대한 사전 사후 검사 t -test 분석 결과에서도 유의미한 차이를 보였다($p < .001$). 이와 같은 결과는 이 연구에서 개발된 STEAM 프로그램 적용이 대상 학생들의 메타인지 향상에 긍정적인 영향을 미쳤음을 추정하게 한다. 적용된 STEAM 프로그램의 활동들은 학생들이 체험학습과 탐구수업을 통해 제시된 문제를 직접 해결하는 과정으로 구성되어 있는데, 이와 같은 문제해결 과정에서 학생들의 메타인지 사고가 촉진된 것으로 볼 수 있다. 여러 연구(박인숙, 2010; 최문정, 2013)의 결과와 비교해 볼 때 문제해결 과정은 메타인지 촉진에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있는데, 이 연구에서 적용된 STEAM 프로그램이 문제해결 활동을 다수 포함하고 있었기 때문에 메타인지 향상에 긍정적 효과를 나타낸 것으로 판단된다. 문제해결 과정은 많은 정보를 조직하고 선택하는 등의 과정을 포함하기 때문에 메타인지적 사고가 필요하다(Garofalo & Lester, 1985). 이 연구에서 적용된 STEAM 프로그램의 활동 중 3D펜으로 독창적인 입체작품 만들기, 무한슈팅기 고안 및 제작하기 등의 문제해결 과정들이 중학생들의 메타인지에 영향을 미친 것으로 추정된다. 특히 이 활동들은

모둠 구성원들간의 토의를 통해 독창적인 아이디어를 설계하고 조립하는 과정으로 이루어졌기 때문에 창의적 문제 해결 활동의 특성을 포함하고 있다. 창의적 문제 해결 활동은 메타인지 향상에 영향을 미친다는 연구(이남주, 백성혜, 2013)를 토대로 볼 때 이 활동들은 학생들의 메타인지에 영향을 미칠 가능성이 높다고 판단된다. 특히 모둠 구성원들과 토의하는 과정에서 자기평가와 점검 활동이 일어나기 때문에 메타인지의 조절적 측면에 긍정적 영향을 미친 것으로 해석된다. 이와 같은 결과는 선행 연구(Lecangeli & Cornoldi, 1997)와 일치하는 경향을 나타내는 것이다.

특히 이 연구에서 적용된 STEAM 프로그램의 활동들을 소모둠 학습으로 진행되었다. 선행 연구들(Artzt & Thomas, 1997; Schurter, 2002)은 소모둠에서의 문제해결은 구성원들에게 모니터 기회를 제공하여 메타인지 활성화에 기여한다고 주장한 바 있다. 이러한 연구 결과와 비교해 볼 때 이 연구에서 학생들이 소모둠을 구성해 활동한 경험이 메타인지 향상에 긍정적인 영향을 미치는 요인들 중 하나라고 볼 수 있다. 또한 소모둠 활동 과정에서 나타나는 학생들간의 상호작용도 메타인지 향상에 영향을 준 것으로 추정된다. 소모둠 구성원들간의 상호작용은 개인 간 모니터와 행동 조절을 위한 환경을 제공한다는 연구(Goos, Galbraith, & Renshaw, 2002)와 비교해 볼 때 소모둠 활동에서 학생들간 또는 학생과 교사간 상호작용이 학생들의 메타인지 능력 향상과 관련성이 있는 것으로 볼 수 있다. 다만 이 연구에서

표 3. 메타인지 사전 사후 t -test 결과

		평균	표준편차	t	자유도	p
메타인지	사전	3.17	.526	-10.07	62	.000***
	사후	4.04	.478			
메타인지적 지식	사전	3.18	.518	-9.37	62	.000***
	사후	4.00	.471			
메타인지적 조절	사전	3.17	.567	-9.87	62	.000***
	사후	4.07	.496			

*** $p < .001$

는 모둠 구성원들간의 상호작용에 대한 질적 분석이 이루어지지 않았기 때문에 실제적으로 상호작용에서의 어떤 요인이 메타인지에 영향을 미쳤는지를 파악하기에는 한계가 있다. 앞으로 모둠 구성원간 상호작용 과정에서 일어나는 메타인지적 요소들간의 관계에 대한 구체적인 분석이 이루어질 필요가 있다고 본다.

2. 메타인지 요소별 t-test 분석 결과

1) 메타인지적 지식 하위 요소별 분석 결과

중학생들의 메타인지적 지식 하위 요소별 응답을 알아보기 위해 빈도분석과 사전 사후 검사간 t-test를 실시하였다. 분석 결과 사전 검사와 사후 검사에서 모두 전략 요인의 평균이 가장 낮게 나타났다(표 4 참조). 각 문항에 대한 응답 빈도를 비교해보면 메타인지적 지식 중 ‘사람’ 관련 문항인 ‘나는 다른 사람보다 배운 내용을 더 잘 기억한다’에 대해 사전 검사에서는 ‘보통이다’라는 응답이 52%로 가장 많았던 데 비해 사후 검사에서는 ‘그렇다’ 49%, ‘매우 그렇다’ 27%로 긍정적인 응답이 크게 증가하였다. 또한 ‘나는 충분히 열심히 공부한다면 학습내용을 잘 이해할 것이다’라는 문항에 대해서는 사전 검사에서 ‘그렇다’ 41%, ‘매우 그렇다’ 22%에서 사후 검사에서는 ‘그렇다’ 25%, ‘매우 그렇다’ 67%로 강하게 긍정하는 응답이 매우 높게 나타났다.

‘과제’ 관련 메타인지적 지식에 대한 문항 중 ‘나

는 정확한 단어보다 이야기 줄거리가 더 기억하기 쉽다고 생각한다’에 대해 사전 검사에서는 ‘그렇다’ 32%, ‘매우 그렇다’ 19%로 나타났고, 사후 검사에서는 ‘그렇다’ 44%, ‘매우 그렇다’ 29%로 응답하였다. ‘전략’ 관련 문항 중 ‘나는 공부할 때 잘 기억하는데 도움이 될 수 있도록 공책 정리를 한다’에 대해 사전 검사에서는 ‘아니다’ 33%, ‘보통이다’ 27%로 응답한 데 비해 사후 검사에서는 ‘보통이다’ 35%, ‘그렇다’ 13%, ‘매우 그렇다’ 41%로 나타나 STEAM 프로그램 적용이 학생들이 학습 전략을 세우는데 영향을 미쳤음을 간접적으로 보여주었다. 또한 ‘나는 수업시간에 학습내용을 읽을 때 그 내용을 이해하기 위한 질문을 만들어본다’는 문항에 대해 사전 검사에서는 ‘아니다’ 33%, ‘보통이다’ 37%로 높게 나타난 데 비해 사후 검사에서는 ‘그렇다’ 33%, ‘매우 그렇다’ 29%로 답해 학습 전략에서 변화가 있었음을 나타내었다.

중학생들의 메타인지적 지식이 사전 사후 검사간에 차이가 있는지 알아보기 위해 t-test를 실시한 결과 하위 요소인 사람, 과제, 전략 요인 모두 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .001$).

이와 같은 결과는 과학적 문제 해결 과정과 메타인지의 관계를 강조한 Hoover & Feldhusen(1994)의 연구 결과와 유사한 경향을 나타낸 것으로 볼 수 있다. 이들은 과학적 문제 해결 수행 중 메타인지가 중요한 요소로 작용한다고 주장하였는데 중학생들의 사전 사후 검사에서의 응답 변화를 살펴보면 학생들이 문제해결 과정에서 메타인지적 지식의 하위 요소

표 4. 메타인지적 지식 사전 사후 t-test 결과

		평균	표준편차	t	자유도	p
사람	사전	3.25	.523	-8.84	62	.000***
	사후	4.02	.509			
과제	사전	3.34	.663	-7.30	62	.000***
	사후	4.09	.529			
전략	사전	2.96	.647	-7.73	62	.000***
	사후	3.89	.696			

*** $p < .001$

들에 대한 인식의 변화가 있었음을 보여주고 있다. 그러므로 이 연구에서 적용된 STEAM 프로그램 내용 중 학생들이 수행한 문제해결 활동이 메타인지적 지식에 긍정적인 영향을 미쳤다고 추정된다.

2) 메타인지적 조절 하위 요소별 분석 결과

중학생들의 메타인지적 조절과 관련된 하위 요소들인 계획, 모니터, 조절, 평가 요인이 STEAM 프로그램 적용 전후에 차이가 있는지 알아보기 위해 빈도 분석과 *t*-test를 실시하였다. 사전 사후 검사에서 모두 메타인지적 조절 하위 요소들 중 조절 요인이 사전 평균 3.06점, 사후 평균 3.88점으로 가장 낮았고, 모니터 요인이 사전 평균 3.40점, 사후 평균 4.29점으로 가장 높게 나타났다. 자세한 분석 결과는 표 5에 제시하였다. 각 요인별 빈도 분석 결과 ‘나는 주어진 과제를 해결하는데 시간이 얼마나 걸리는지 예상할 수 있다’는 문항에 대해 사전 검사에서는 ‘그렇다’ 30%, ‘매우 그렇다’ 10%였고, 사후 검사에서는 ‘그렇다’ 38%, ‘매우 그렇다’ 30%로 긍정적인 응답이 증가한 것으로 나타났다. 또한 ‘나는 각각의 공부 시간에 맞춰 내가 무엇을 해야 할지 선택하기 위해 스스로 목표를 세운다’는 문항에 대해 사전 검사에서는 ‘보통이다’라는 응답이 35%로 가장 많았고 다음으로는 ‘아니다’라는 응답이 29%인데 비해 사후 검사에서는 ‘그렇다’ 35%, ‘매우 그렇다’ 44%로 긍정적인 응답이 크게 증가하였다.

‘나는 공부를 하는 동안 내가 무엇을 해야 하고 그것을 어떻게 해야할 지를 점검한다’는 문항에 대해 사전 검사에서 ‘보통이다’ 40%, ‘아니다’ 25%인데 비해 사후 검사에서는 ‘그렇다’ 44%, ‘매우 그렇다’ 43%로 응답 비율이 매우 다르게 나타났다. 또한 ‘나는 공부할 때 집중하기 위해서 텔레비전을 끄고 조용한 환경에서 공부한다’는 문항에 대해 사전 검사 응답은 ‘보통이다’ 48%, ‘아니다’ 32%인데 비해 사후 검사에서는 ‘그렇다’ 43%, ‘매우 그렇다’ 25%라고 답하였다. ‘나는 할 일을 끝마치고 난 후에 그 일을 하는 동안 알게 된 것이 무엇인지 나 자신에게 물어본다’는 문항과 관련해 사전 검사에서는 ‘보통이다’ 48%, ‘아니다’ 27%였고, 사후 검사에서는 ‘그렇다’ 44%, ‘매우 그렇다’ 27%로 나타나 메타인지적

조절 중 평가 능력에서의 향상이 나타났다.

사전 사후 검사에서 메타인지적 조절 하위 요소별 중학생들의 응답이 차이가 있는지 알아보기 위해 *t*-test를 실시하였다. 분석 결과 사전 사후 검사간에는 유의미한 차이가 나타났다($p < .001$). 선행 연구(박인숙, 2010)에서는 메타인지 능력의 향상은 직접적인 교수법을 적용하지 않고 사고력 증진 수업을 통해 훈련이 가능하다고 주장하고 있다. 이 연구에서 실시된 STEAM 프로그램 중 3D 프린터의 원리를 이용해 3D 펜을 활용한 문제해결 활동인 ‘3D로 만들어가는 세상’, 채광과 관계없이 식물을 키울 수 있는 방법을 고안하는 ‘죽어가는 화분에 생명을 불어 넣어라!’, 전기자동차의 원리를 이해하고 스스로 설계해보는 ‘전기자동차 만들기’ 등의 활동은 학생들이 스스로 창의적으로 문제를 해결해나가기도록 설계된 활동들이다. 문제해결은 과제에서 제시된 목표를 달성하기 위해 적절한 전략을 찾아 적용하는 과정(신은주, 이종희, 2004)이라고 볼 때 학생들은 STEAM 프로그램의 활동들을 수행하면서 자신의 사고 전략을 점검하는 기회를 경험했을 것으로 추정된다. 학생들은 문제해결 과정에서 자신의 사고 과정을 평가하고 수정하고 변형할 필요성을 인식하게 된다는 연구(Zawojewski & Lesh, 2003)에서 지적한 바와 같이 STEAM 프로그램의 활동들이 학생들로 하여금 자신의 사고 과정을 되돌아보게 함으로써 메타인지적 조절 측면에서 긍정적 변화를 일으키는 데 영향을 미친 것으로 판단된다. 특히 STEAM 교육 실행 방향에 대한 전문가들의 인식 조사(정재화, 전재돈, 이효녕, 2015)에 따르면 전문가들은 STEAM 교육에서 창의적 사고력 개발이 이루어져야 한다고 인식하는 것으로 나타났다. 그러므로 창의적 사고력을 기반으로 하는 창의적 문제 해결 활동을 STEAM 프로그램에 포함시켜 메타인지 촉진에 긍정적인 영향을 미치도록 설계하는 것이 중요하다고 판단된다. 이 연구에서 STEAM 프로그램 적용 전후에 학생들의 메타인지적 조절 측면에 긍정적인 변화가 있었다는 점은 향후 메타인지 향상을 위한 전략으로서 STEAM 프로그램의 활용 가능성을 간접적으로 보여주는 것이라고 볼 수 있다.

표 5. 메타인지적 조절 사전 사후 t-test 결과

		평균	표준편차	t	자유도	p
계획	사전	3.12	.640	-9.67	62	.000***
	사후	4.09	.554			
모니터	사전	3.40	.684	-7.91	62	.000***
	사후	4.29	.530			
조절	사전	3.06	.580	-8.71	62	.000***
	사후	3.88	.547			
평가	사전	3.10	.620	-8.38	62	.000***
	사후	4.01	.293			

*** $p < .001$

3. 메타인지 요소간 회귀분석 결과

학생들의 메타인지 하위 요소들이 얼마나 상호관련성이 있는지 알아보기 위해 다중회귀분석을 실시하였다. 분석 결과 메타인지적 지식 하위 요소인 사람, 과제, 전략 변인이 메타인지적 조절 중 평가 요인에 대한 설명력이 72%로 가장 높게 나타났고, 계획, 모니터, 조절, 평가 요인이 과제 변인에 대한 회귀분석 결과 R제곱이 .289로 가장 낮아 유의미한 설

명력이 없는 것으로 나타났다. 메타인지 하위 요소들간 다중회귀분석 결과는 표 6에 제시하였다. 다중회귀분석 결과 메타인지적 지식 하위 요소들과 메타인지적 조절 하위 요소들은 대체로 상호관련성이 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 학습자들의 메타인지 전략과 목적 지향성을 지닌 동기 전략 사용 등의 과학적 태도간에는 높은 상관 관계가 있다는 연구(강순자, 양정은, 여성희, 2002)와 유사한 경향을 나타낸다고 볼 수 있다. 이와 같이 메타인지적

표 6. 메타인지 하위요소간 다중회귀분석 결과

종속변수	R제곱	독립변수	B	β	t	p	VIF
계획	.567	과제	.242	.231	2.354	.022*	1.318
		전략	.385	.484	4.374	.000***	1.672
모니터	.645	사람	.501	.481	4.480	.000***	1.920
		전략	.218	.286	2.852	.006**	1.672
조절	.649	사람	.486	.453	4.242	.000***	1.920
		전략	.328	.417	4.186	.000***	1.672
평가	.720	사람	.546	.469	4.911	.000***	1.920
		전략	.390	.458	5.137	.000***	1.672
사람	.697	모니터	.433	.450	3.264	.002**	3.640
		조절	.261	.280	2.270	.027*	2.918
		평가	.274	.319	2.406	.019*	3.354
전략	.653	계획	.367	.292	2.135	.037*	3.138
		평가	.500	.426	3.006	.004**	3.354
과제	.515	전략	.359	.351	2.936	.005**	1.679

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

지식과 메타인지적 조절 능력간 관계를 활용하여 메타인지 교수-학습 전략을 설계하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 즉 자신의 능력에 대한 믿음, 개인에 대한 지식 등을 통해 사람 변인에 대한 메타인지를 강화하고, 다양한 과제별로 서로 다른 정보 처리 과정을 경험케하는 등의 기회를 제공하는 것이 바람직할 것이다. 또한 과학 탐구 과정 등에서 학습자의 메타인지적 조절 과정을 촉진하는 교수 전략을 활용하고 이를 메타인지적 지식과 연계토록 하는 활동도 제시될 필요가 있다고 본다. 따라서 이 연구에서 적용한 STEAM 프로그램과 같이 학생들이 직접 문제 해결 과정을 경험해 보게 하는 것은 메타인지적 지식과 메타인지적 조절을 동시에 촉진시킴으로써 결과적으로 학습자의 메타인지 강화에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 STEAM 프로그램 적용이 중학생들의 메타인지에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위한 것이다. STEAM 프로그램 적용 전후에 메타인지 사전 사후 검사를 투입하였고, 그에 따른 *t*-test를 실시하였다. 사전 사후 검사에 대한 *t*-test 분석 결과 중학생들의 메타인지는 사전 평균 3.17점에서 사후 평균 4.04점으로 크게 증가하였고, 사전 사후 검사간에는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 메타인지 요소 중 메타인지적 지식은 사전 평균 3.18점에서 사후 평균 4.0점으로 높아졌고, 메타인지적 조절은 사전 평균 3.17점에서 사후 평균 4.07점으로 높아졌다. 메타인지적 지식과 메타인지적 조절에 대한 *t*-test 결과 사전 사후 검사간 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 메타인지적 지식의 하위 요소인 사람, 과제, 전략 변인과 메타인지적 조절의 하위 요소인 계획, 모니터, 조절, 평가 요인에 대해 *t*-test를 실시한 결과 모든 요소에서 사전 사후간 유의미한 차이를 보였다. 메타인지 하위 요소들간 관련성을 알아보기 위해 다중회귀분석을 실시하였는데 각 하위 요소들간에는 비교적 높은 설명력이 있는 것으로

나타났다. 특히 메타인지적 지식 중 전략 변인이 다른 요소들과 높은 상관관을 보였는데, 이는 메타인지적 지식이 학습자의 메타인지 향상에 상당한 영향을 미칠 수 있을 것으로 추정된다.

이와 같은 결과는 이 연구에서 적용한 STEAM 프로그램이 학생들이 스스로 문제를 해결하는 활동들 위주로 구성되어 자기주도적 학습 경험이 확대되었기 때문으로 분석된다. 선행 연구(김홍정, 2013)에 따르면 STEAM 교육 실시가 학습자들의 과학에 대한 흥미와 자기주도적 학습 능력 향상에 긍정적 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이러한 결과에 비추어 볼 때 이 연구에서 적용한 STEAM 프로그램 활동들이 학생들의 자기주도적 학습 능력 향상에 도움이 되었고, 그 과정에서 메타인지가 활성화된 것으로 볼 수 있다. 또한 학습자들이 STEAM 프로그램에서 문제 해결 활동을 통해 문제를 재구조화하고 해결책을 생각하는 과정을 경험하였는데 이는 학습자의 메타인지를 촉진하는 측면이 있다고 판단된다. 선행 연구(김권숙, 최선영, 2012)의 연구에 따르면 STEAM 프로그램 적용이 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 아이디어를 창출하고 해결책을 제시하는 등의 창의적 문제 해결의 과정은 메타인지와 관련성이 높다(강명희, 송윤희, 박성희, 2008; 신은주, 이종희, 2004; 최지윤, 전영석, 2013). 따라서 이 연구의 결과는 창의융합 사고 함양을 목표로 하는 STEAM 프로그램의 적용을 통해 학습자의 메타인지를 촉진하는 전략이 과학 교수-학습 과정에 도입될 필요가 있음을 시사하고 있다. 또한 이 연구의 결과에서 메타인지 하위 요소들간에는 높은 상관관계가 있음이 나타났다. 이는 메타인지를 구성하는 메타인지적 지식과 메타인지적 조절이 매우 밀접한 관련이 있음을 보여주는 것으로 메타인지 하위 요소들간의 상호 관련성을 활용하여 메타인지를 확장하는 교수 전략을 개발할 필요가 있다. 이 연구의 결과에 따르면 메타인지적 지식 중 사람 변인과 과제 변인이 다른 메타인지 하위 요소들과 매우 높은 관련성을 보였다. 따라서 사람 변인과 과제 변인에 관한 메타인지적 질문을 교수-학습 과정에 적극 도입하는 등의 교수 방법을 활용할 수 있을 것이다.

이 연구에서 적용한 STEAM 프로그램은 소모둠 활동을 중심으로 구성되었다. 따라서 소모둠 학습 과정에서의 상호작용이 학습자들의 메타인지 촉진에 긍정적 영향을 미쳤을 가능성이 있다고 본다. 이와 관련해 STEAM 프로그램 학습 과정에서의 상호작용 유형이 학습자의 메타인지에 어떤 영향을 미치는지를 알아보는 후속 연구가 진행될 필요가 있다.

이 연구의 결과는 STEAM 프로그램 적용이 학생들의 메타인지에 긍정적인 영향을 미칠 가능성을 보여주고 있지만 STEAM 프로그램 적용이 메타인지에 구체적으로 어떤 과정을 통해 영향을 미치는지에 대한 내용은 보여주지 못하고 있다는 한계가 있다. 또한 STEAM 프로그램 적용 과정에서 제공된 학습 조건, 모둠에서의 상호작용 특성 등 메타인지에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 완전히 통제할 것은 아니기 때문에 이 연구에서의 효과를 STEAM 프로그램 적용의 효과라고 단정하기에는 무리가 있다. 그러므로 앞으로 STEAM 프로그램 적용 과정에서 학습자의 메타인지에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 추출하고 그에 따른 효과를 구체적으로 검증해보는 연구가 이루어진다면 STEAM 교육과 메타인지와의 관계에 대한 구체적인 분석을 이끌어낼 수 있을 것이다.

또한 이 연구는 중학교 과학반과 발명영재학급을 대상으로 실시된 것이기 때문에 실제 교과 수업에서 적용한 결과와 다른 양상을 보일 가능성이 있다는 점에서 그 결과를 일반화하는 데는 한계가 있다. 따라서 STEAM 관련 교과목의 차이를 대체할 수 있는 STEAM 프로그램을 개발하고 실제 중학교 수업에 적용시켜보는 접근이 필요하다고 본다. 이를 통해 STEAM 프로그램의 적용이 학습자의 메타인지에 어떻게 작용하는지에 구체적인 시사점을 도출할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

강명희, 송윤희, 박성희(2008). 웹 기반 문제중심학습에서 메타인지, 몰입, 상호작용과 문제해결

- 력의 관계. **교과교육학연구**, 12(2), 293-315.
- 강순자, 양정은, 여성희(2002). 중학생의 과학성취도와 자기조절학습, 학습환경과의 상관관계. **생물교육(구 한국생물교육학회지)**, 30(2), 190-196.
- 강창익, 강경희, 이상철(2013). 활동 중심 STEAM 프로그램이 중학생들의 과학 학습 흥미도에 미치는 효과. **과학교육연구지**, 37(2), 338-347.
- 교육과학기술부(2010). **과학과 교육과정**, 고시 제 2011-361호. 서울: 교육과학기술부.
- 김권숙, 최선영(2012). 과학 기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 31(2), 216-226.
- 김성원, 정영란, 우애자, 이현주(2012). 융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안. **한국과학교육학회지**, 32(2), 388-401.
- 김진수(2011). STEAM 교육을 위한 큐빅 모형. **한국기술교육학회지**, 11(2), 124-139.
- 김홍정, 홍옥수, 조향숙, 임성민(2013). 융합인재교육(STEAM) 실시에 따른 과학에 대한 흥미와 자기주도적 학습능력의 변화 분석. **학습자중심교과교육학연구**, 13(2), 269-289.
- 류수진, 김운석, 이지화, 문성배(2011). 문제생성훈련 수업이 중학생의 메타인지와 자기효능감 및 문제 수준에 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 31(2), 225-238.
- 박영석, 구하라, 문종은, 안성호, 유병규, 이경윤, 이삼형, 이선경, 주미경, 차윤경, 함승환, 황세용(2013). STEAM 교사 연구회 개발 자료 분석-융복합교육적 접근. **교육과정연구**, 31(1), 159-186.
- 박인숙(2010). **메타인지 기능을 강화한 과학 창의적 문제해결능력 신장 프로그램 개발과 적용**. 이화여자대학교 대학원 박사 학위 논문.
- 배선아(2011). 중학교 전기전자기술 영역의 활동 중심 STEM 교육프로그램 개발 및 적용. **대한국립교육학회지**, 36(1), 1-22.
- 신은주, 이종희(2004). 중학생들의 모델링 활동에서 메타인지분석에 관한 사례연구. **수학교육학연구**, 14(4), 403-419.

- 양정은(2002). **중학생의 과학성취도 및 과학에 관련된 태도와 자기조절학습, 학습환경과의 상관관계**. 이화여자대학교 대학원 석사 학위 논문.
- 유규선, 전오성(2011). 고교생을 대상으로 한 STEM 교육의 적용 사례 연구. *공학교육연구*, 14(6), 48-50.
- 이남주, 백성혜(2013). 메타인지를 활용한 초등과학 영재프로그램이 학습 몰입도와 언어적 상호작용에 미치는 효과. *초등과학교육*, 32(4), 415-422.
- 이부연(2014). 미술을 중심으로 한 STEAM교육 프로그램 연구-초등학교 교수 학습안 개발을 중심으로. *한국과학예술포럼*, 16, 311-320.
- 정시화, 김봉곤, 구인선, 박종근(2010). 반응속도 실험 수업에서 자기조절 학습 전략이 과학탐구 능력, 과학적 태도 및 학업성취도에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 30(6), 681-692.
- 정영란, 김시온(2012). 중, 고등학생의 메타인지, 자기효능감, 구성주의적 과학 학습 환경에 대한 인식 분석. *교과교육학연구*, 16(1), 125-144.
- 정재화, 전재돈, 이효녕(2015). 융합인재교육(STEAM)의 정책과 실행 방향에 대한 국내외 전문가들의 인식. *과학교육연구지*, 39(3), 358-375.
- 최문정(2013). **인지양식과 메타인지가 대학생의 정보탐색 행위에 미치는 영향에 관한 연구**. 이화여자대학교 대학원 박사 학위 논문.
- 최지윤, 전영석(2013). 문제 해결력 향상을 위한 반성적 사고 촉진 교수 학습 프로그램의 개발 및 적용. *초등과학교육*, 32(1), 104-112.
- 허현경(2011). **중등학생의 성취목표지향성, 메타인지, 학습전략과 학업성취 간의 구조모형 분석**. 이화여자대학교 대학원 석사 학위 논문.
- Artzt, A. F., & Thomas, E. A. (1997). Mathematical problem solving in small groups: Exploring the interplay of student's metacognitive behaviors, perception, and ability level. *Journal of Mathematical Behavior*, 16(1), 63-74.
- Bayat, S., & Tarmizi, R. A. (2010). Accessing cognitive and metacognitive strategies during algebra problem solving among university students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 8, 403-410.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and mechanisms. In F. E. Weineat & R. H. Kluwe(Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding*(pp. 65-116). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Flavell, J. H., Friedrichs, A. G., & Hoyt, J. D. (1970). Developmental changes in memorization processes. *Cognitive Psychology*, 1, 324-340.
- Garofalo, T., Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal of Research in Mathematics Education*, 16(3), 163-176.
- Goos, M., Galbraith, P., & Renshaw, P. (2002). Sociocially mediated metacognition: Creating collaborative zone of proximal development in small group problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 49, 193-223.
- Hoover, S. M., & Feldhusen, J. F. (1994). Science problem solving and problem finding: Atheoretical model. In M. A. Runco(Ed.), *Problem finding, problem solving and creativity*(pp. 201-219). New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Kilpatrick, J. (1985). Reflection and recursion. *Educational Studies in Mathematics*, 16, 1-2.

- Lucangeli, D., & Cornoldi, C.(1997). Mathematics and metacognition: What is the nature of the relationship? *Mathematical Cognition, 3*(2), 121-139.
- Marzano, R. J.(2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Oludurotimi, O. A. (2014). UMRI Alumni: From Characterization of High Temperature Solution Growth Cr 2+:CdSe to Developing Videos to Enhance Metacognition and Diversity in Materials Science and STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). *Materials Research Society fall meeting proceeding*.
- Printrich, P. R., Smith, D. A., Garcia, T., & Mckeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire(MSLQ)*. ERIC Document Reproduction Service No ED 338 122.
- Sanders, M., Kwon, H., Park, K., & Lee, H. (2011). Integrative STEM(Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education: Contemporary trends and issues. *Secondary Education Research, 59*(3), 729-762.
- Schoenfeld, A. (1987). *What's all the fuss about metacognition?* In A. H. Schoenfeld(Ed.), *Cognitive science and mathematics education*(pp. 189-215). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schurter, W. A. (2002). Comprehension monitoring: An aid to mathematical problem solving. *Journal of Developmental Education, 26*(2), 22-33.
- Sperling, R. A., Howard, B. C., Miller, L. A., & Murphy, C. (2002). Measures of children's knowledge and regulation of cognition. *Contemporary Educational Psychology, 27*, 51-79.
- Swanson, H. L. (1990). Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology, 82*, 306-314.
- Zawojewski, J. S. & Lesh, R. (2003). A modeling perspective on problem solving. In H. M. Doerr & R. Lesh(Eds.). *Beyond constructivism: A models and modeling perspective on problem solving, learning, and teaching*(pp. 317-336). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zielinski, C. Y., Abbey, T. L., & Rosenstein, O. L. (2014). *Play Pedagogy, STEM, and Inquiry: Using Mousetrap Cars to Bridge Metacognition*. General Educational Research Association symposium report.
- Zimmerman, B. J. (1986). Becoming a self-regulated learner: Which are the key sub-processes? *Contemporary Educational Psychology, 11*(4), 307-313.

국 문 요 약

이 연구의 목적은 STEAM 프로그램의 문제해결활동이 중학생들의 메타인지에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위한 것이다. 연구 대상은 63명의 중학생이다. 이 연구는 단일집단 사전사후 검사로 설계되었다. 중학생들의 메타인지에 관한 사전 사후 검사간 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 단일집단 *t*-test를 실시하였다. 분석 결과 중학생들의 메타인지는 사전 사후 검사간 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 메타인지적 지식과 메타인지적 조절에 대한 *t*-test 결과에서도 사전 사후 검사간 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 메타인지적 지식의 하위 요소에 대한 분석에서도 사전 사후간 유

의미한 차이를 보였다. 이 연구에서는 메타인지 하위 요소들간 관계를 알아보기 위해 다중회귀 분석을 실시하였다. 분석 결과 메타인지 하위 요소들은 높은 설명력을 나타내었다. 이와 같은 결과는 STEAM 프로그램의 문제해결활동이 학습자의 메타인지 촉진에 긍정적 영향을 미칠 수

있음을 시사하고 있다.

주제어 : STEAM 프로그램, 메타인지, 메타인지적 지식, 메타인지적 조절