# 실생활 맥락을 활용한 수학교과 중심의 STEAM 교육 모형 개발 및 적용

반 은 섭 (진천여자중학교 교사)

본 연구는 실생활 맥락을 활용한 수학교과 중심의 STEAM 교육 모형을 개발하고, 이 모형에 근거한 자료를 활용하여 진행된 수업이 학생들에게 어떤 영향을 주었는지 분석하여 적용 가능한 교수학적 논의를 하는데 목적이 있다. 이를 위하여 실생활 맥락의 주제 전개 방식과 수학 학습이 조화를 이룰 수 있는 방안을 고려하여, 수학적 개념・원리・법칙의 인식・연결・확장・적용이 가능한 모형 및 수학교과에서 활용 가능한 STEAM 수업 자료를 개발했다. 또한 이 자료들을 활용하여 수학 수업을 진행하였으며, 그 결과 학생들의 인지적 사고 능력 및 정의적 차원의 역량이 향상되었다는 것을 경험적으로 확인할 수 있었다. 본 연구를 통하여 개발된 수학교과 중심의 STEAM 수업 자료와이를 활용한 수학 수업은 전통적으로 교과서를 활용하여 진행되는 기존의 일반적인 수학 수업 방식과 비교되는 독자성 및 정체성이 있다고 볼 수 있으며, 바람직한 창의・인성교육이 가능한 미래의 수업 모델을 추구한다고 할 수 있다. 본 연구의 결과는 현장의 수학 교사에게는 물론이고 차기 교육과정 및 교과용 도서 개발을 위한 기초적인 자료및 시사점을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

## I. 서론

현대 사회의 수학교육의 동향은 학생들이 수학적 지식을 활용하여 생활 속에서 경험하는 다양한 상황을 수학적으로 관찰하고 해석하며, 통제하는 능력을 길러주는 데 초점을 두고 있으며, 최근의 국내·외의 수학교육과정문서에서 수학과 실생활의 연결성이 매우 강조되고 있다(교육부, 2015; CCSSI, 2010; NCTM, 2000). 또한 맥락에근거한 수학적 개념과 원리의 학습은 수학적 지식을 더욱 의미 있게 만들고, 학습의 흥미와 동기를 고취시킬 수있다는 연구 결과들(황혜정·허난, 2016; De Lange, 1996)에도 반영되어 있듯이, 생활 주변 현상, 자연 현상, 사회 현상 등의 맥락을 통한 수학적 개념·원리·법칙의 학습에 대한 내용이 수학 교육 연구에서 관심 주제가 되고 있다.

21세기 지식기반 사회를 대비하여 수학 및 과학을 포함한 다 학문의 융합이 강조되고 있으며, 미래 교실에서의 융합인재교육(STEAM)의 필요성을 강조하고 있는 다수의 연구결과를 확인할 수 있다(백윤수 외, 2012; 이혜숙·임해미·문종은, 2010; Moore & Smith, 2014). 2009 개정 교육과정에서 창의·인성 교육과정을 표방한 이래로 융합인재교육(STEAM) 교육에 대한 연구가 활발하게 이루어져 왔으며, 교육부에서는 이를 확산시키려고 노력하고 있다(백윤수 외, 2012; 조향숙·김훈·허준영, 2012). 최근에 개정된 우리나라 교육과정에서는 미래 사회의 핵심 역량을 제시하고 있는데, 이 중의 하나인 창의·융합 요소에서 타 교과나 실생활의 지식, 기능, 경험 등을 수학과 연결·융합하여 새로운 지식, 기능, 경험 등을 생성하고 문제를 해결하는 수학의 외적 연결 및 융합능력을 강조하고 있다(교육부, 2015).

그런데, 현재 우리나라에서 실행되고 있는 융합인재교육(STEAM)<sup>1)</sup>은 과학 및 기술교과에 편중되고 있으며,

<sup>\*</sup> 접수일(2018년 4월 5일), 심사(수정)일(1차: 2018년 5월 10일, 2차: 2018년 5월 22일 ), 개재확정일(2018년 5월 30일)

<sup>\*</sup> ZDM분류 : C74, U24, U64

<sup>\*</sup> MSC2000분류 : 97C90, 97D30, 97U60

<sup>\*</sup> 주제어 : 융합인재교육, STEAM, 수학교과 중심의 STEAM, 실생활 맥락, 수학교육

<sup>1)</sup> 융합인재교육(STEAM)은 미국의 STEM 교육을 이론적 배경으로 하여 우리나라의 실정에 맞게 정립된 개념으로 학생들에

아직까지 수학교과에서의 특징이 잘 드러나도록 설계된 연구사례가 부족한 실정이다(이지혜, 2014). 이러한 현상은 미국의 STEM 교육에서도 마찬가지이며(Brown, 2012; Moore & Smith, 2014). 설령 STEAM 교육 자료에서 수학적 개념・원리・법칙이 적용된다고 하더라도 수학이 차지하는 비중이 낮으며 단순 계산 역할을 하는 경우가 대부분이다(서울특별시교육청, 2012; 이지혜, 2014; 한혜숙, 2013). 또한 현장의 수학교사들은 STEAM 교육에 관하여 정확히 이해하지 못하고 있는 실정인데(김형자, 2015), 이와 같은 결과는 수학교육에서 STEAM 교육에 관한 이론적이며 실천적 차원에 대한 논의가 아직도 미흡한 수준임을 보여주는 것이며, 앞으로 STEAM 교육을 위한 교육과정 및 수업설계와 실행에 대한 충분한 연구가 필요하다는 것을 의미한다(이지혜, 2014; Moore & Smith, 2014).

이처럼 수학교과에서 활용 가능한 STEAM 교육 자료의 개발 및 수업 적용에 대한 필요성이 대두되고 있는 상황에서 본 연구에서는 학교 수학에서 수학교과의 특성이 충분히 고려된 STEAM 요소의 추출을 시도하여 수학교과에서 STEAM 교육을 위한 수업 모형과 자료를 개발하였다. 선행연구로부터 추출된 STEAM 요소를 토대로 개발된 R-C-E-A 모형과 이를 근거로 하여 개발된 자료는 수학적 개념・원리・법칙의 인식・연결・확장・적용이 가능한 것이며, 새로운 모델을 토대로 개발한 자료를 수업에 적용하여 학생들의 수학적 사고능력 및 수학・과학・미술의 융합적 사고력 향상 여부를 분석하였다. 또한 수학적 과정 내지는 수학적 실천 요소에 대한 내용과 수학교과에 대한 정의적 차원의 역량에 대한 분석을 통하여 STEAM 교육과 관련하여 학교 현장에서 적용할 수 있는 교수학적 시사점을 제공하고자 하였다.

#### Ⅱ. 이론적 배경

#### 1. STEAM 교육

STEAM 교육의 정의는 학자마다 조금씩 다르지만, 다양한 교과의 내용을 통합하는 것을 기본적으로 전제하고 있다. 예를 들어 백윤수 외(2012)는 창의적 설계(Creative Design)과 감성적 체험(Emotion Touch)을 통해 과학 기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 본성에 대한 흥미를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 교육으로 정의하고 있으며, STEAM 교육을 체계적으로 실현하기 위해서는 그것이 지향하는 교육 목표 및 목표에 적합한 내용과 방법 측면으로 범주화하여접근할 수 있다고 하였다.

또한 STEAM 교육은 특정한 한 두 과목의 지식으로 해결할 수 없는 실생활의 복합적인 문제를 다양한 지식을 활용하여 해결할 수 있는 '융합적 소앙'을 강조하며 학생이 자신과의 관련성을 인식하고 주어진 문제를 스스로 해결하기 위해 창의적으로 설계하고 구상하여 실행하고 서로 협력하여 학생과 교사가 활발하게 상호작용하는 교육이다(백윤수 외, 2012). STEAM 교육이 지향하는 이러한 철학을 올바로 구현하기 위해 학생들이 자신의지식을 올바로 활용하고, 동료 학생이나 교사와 성공적인 상호작용을 가져야 하며, 자발적으로 문제를 해결하는 자율성이 요구된다.

이러한 맥락에서 OECD(2005)에서 '지식활용', '상호작용', '자율적 행동'으로 범주화하여 역량을 분류한 DeSeCo(Definition and Selection of key Competence)의 핵심역량이 STEAM 교육의 목표를 분석하는데 보다

게 '무엇을 가르칠 것인가?'의 관점에서 '어떠한 경험을 제공할 것인가?'의 관점으로의 변화를 의미한다. 한국과학창의재단에서는 과학기술 및 예술 교육의 융합 교육 사업의 대체 명칭을 공모한 이후 현재는 STEAM 교육을 융합인재교육으로 칭하고 있다(백윤수 외, 2012). 본 논문의 이후의 서술 내용에서는 융합인재교육과 STEAM 교육을 동일하게 STEAM 교육으로 일관성 있게 표현한다.

체계적 접근과 논의를 가능하게 할 것이다. 또한 박현주 외(2012)가 제시한 STEAM 수업의 준거틀의 '보상' 영역을 참고하여 OECD자료에 '자기평가와 반성'이라는 항목을 추가하면 STEAM 교육의 목표를 <표 Ⅱ-1>과 같은 범주와 세부내용으로 정리할 수 있다.

차원	범주	하위범주	세부내용
		언어, 상징, 텍스트 활용	제시된 자료를 기록, 분석, 발표할 수 있는 과제
	지식의 활용	핵심 개념, 원리, 정보 활용	핵심 개념, 원리, 정보를 활용하여 문제를 해결하는 과제
		테크놀로지 활용	창의적 결과물을 완성하기 위해 테크놀로지를 활용하는 과제
	이질적 집단과의 상호작용	타인과의 관계 형성 및 유지	모둠에서 공감대를 형성하면서 협업할 수 있는 과제
STEAM		협동적 학습	토의를 통하여 아이디어를 선별할 수 있는 과제
교육목표		갈등관리 및 해결	갈등 유발 상황이 제시되어 있으며, 의견을 조율할 수 있 는 과제
	자율적 행동	정체성, 자존감	자아성찰이 가능하며, 목표의식을 고취시킬 수 있는 과제
		미래사회 예측, 개인의 변화	미래사회의 예측을 통한 개인의 행동 변화를 가능하게 하 는 과제
		프로젝트 구상 및 실행	목표를 인식하고 계획을 수립하고 실행할 수 있는 과제
	자기 평가 및 반성	성취경험, 스스로 활동 평가	해결하는 전 과정을 모니터링하고 스스로 반성할 수 있는 과제

<표 II-1 > STEAM 교육의 목표

STEAM 교육의 실행은 우리나라 교육의 문제점을 해결하여 학생들의 홍미와 동기 유발을 극대화하고 궁극적으로는 국가의 과학기술 경쟁력 향상에 기여하는 것을 목표로 하고 있다(백윤수 외, 2012). 위와 같은 STEAM 교육의 목표에 따라서 진행된 통합교육과정이나 교수학습 자료에 대한 연구들이 주로 호기심의 유발이나 개념도입을 위한 소재로서 활용되거나, 또한 학습자의 경험이나 호기심 유발 차원에서 간학문적 통합을 시도하는 것에서 더 나아가 교육과정의 전 영역에서 적극적으로 활용하는 것에 대한 관심이 필요할 것이다. 수학교과를 중심으로 한 STEAM 교육을 통하여 성취할 수 있는 목표를 설정하기 위해 <표 Ⅱ-1>의 STEAM 교육목표를 참고할 수 있을 것이며, 이를 토대로 수학교과 중심의 STEAM 교육의 실행을 도울 수 있는 적합한 학습 모형을 이론적으로 검토하고 실질적인 교수학습 자료를 개발하는 것은 의미가 있다고 할 수 있다.

#### 2. 수학교과 중심의 STEAM 교육

수학교과를 중심으로 하는 STEAM 교육을 위해서는 수학교과의 특성을 충분히 고려해야 하며, 학교 수학에서의 STEAM 요소를 추출하기 위한 근거를 모색하는 것이 중요하다. 특히 수학은 타학문에 비하여 논리적 사고력이 강조되는 학문으로 수학교과에서의 STEAM 교육을 과목 간 단순결합으로 이해하거나, 각 교과의 여러활동을 병렬적으로 제공하는 것 이상의 교수-학습 모형이 필요하다. 이를 위하여 수학교과에서의 STEAM 교육을 위한 과제 개발의 기준 모형 내지는 과제 분석의 기준 모형에 대한 이론적인 검토가 요구된다고 할 수 있다. 특히 STEAM 교육과 관련된 내용을 국내・외의 수학교육과정에서 추출하고 이를 수학교과 중심의 STEAM 교육 모델 개발 과정에 잘 반영하는 것이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다.

NCTM(1989, 2000)의 연장선상에서 발표된 미국의 수학교육과정 규준인 CCSSM(Common Core State

Standards for Mathematics)은 수학적 실천(mathematical practice) 항목을 포함하고 있으며(CCSSI, 2010), 그 근원은 NCTM(2000)의 과정 규준과 National Research Council(2001)의 보고서 'Adding It Up'에서 설명된 수학적 능력(mathematical proficiency)이다(장혜원, 2012). <표  $\Pi$ -2>와 [그림  $\Pi$ -1]에서 이에 대한 내용을 확인할수 있다.

<표 II-2> NRC(2001)의 수학적 능력

수학적 능력	의미
개념적 이해	수학 개념, 연선, 관계에 대한
게임적 의에	총체적이고 기능적인 파악
절차적	절차를 유연하게, 정확하게. 효과정
유창성	으로, 적절하게 수행하는 능력
 전략적 역량	수학 문제를 형식화하고 표현하고
선탁적 탁낭	해결하는 능력
조정 가능한	논리적 사고, 반성, 설명,
추론	정당화 능력
	성실과 자신의 효능에 대한 신념과
생산적 태도	함께 수학을 의미 있고 유용하고
	가치있는 것으로 보는 습관적 성향



[그림 II-1] 수학적 실천과 그 근원과의 관련성

NCTM에서 수학적 내용 규준과 함께 제시한 수학적 과정 규준 및 CCSSM의 수학적 실천의 내용은 현재 중 등 수학과 교육과정에서 적용되고 있는 2009 개정 수학과 교육과정에서 강조하고 있는 수학적 문제해결, 수학적 추론, 수학적 의사소통이라는 수학적 과정(mathematical processes)과 맥락을 같이 하는 것이다. CCSSM의 범주 및 이를 활용한 과제의 세부 내용을 <표 Ⅱ-3>에서 확인할 수 있는데, 이를 STEAM 교육에서 활용이 가능한 형태의 학습 모형 및 자료 개발을 위해 활용할 수 있을 것이다.

<표 II-3> 수학적 실천 및 과제의 세부내용(CCSSI, 2010)

차원	범주	과제의 세부내용		
	문제 이해	문맥을 이해할 수 있는 단서가 제공되며, 맥락에서 문제 탐구 방법을 찾을 수 있는 과제		
	정량적 접근	탈문맥하여 문제를 수량화하고, 적절한 표현을 이용하여 문제에 접근할 수 있는 과제		
	주장과 비판	자신의 전략을 지지하기 위하여 계획을 세우고 다른 학생의 전략에 대하여 논할 수 있는 과제		
수학적 실천	수학적 모델링	방정식이나 함수를 이용하여 단계를 수하적으로 분석하고 모델링할 수 있는 과제		
실전	적절한 도구 사용	문맥을 이해하거나 문제를 해결하는 과정에서 수학적 도구, 테크놀로지 를 활용할 수 있는 과제		
	정확성에 주의	필요에 따라 정확한 수학적 용어를 사용하며, 계산과 풀이과정을 검토할 수 있는 과제		
		1. 다양한 정보와 아이디어의 구조에서 패턴 관계를 발견하고 평가할 수 있는 과제		
	구조 발견 및 표현	2. 귀납 추론을 통하여 규칙성을 찾고 표, 식, 그래프 등의 다양한 표상을 활용할 수 있는 과제		

STEAM 교육의 필요성에 관한 담론이 등장한 것은 최근이지만, 수학과 교육과정을 살펴보면, STEAM이라는 용어가 등장하기 이전에 이미 STEAM 요소가 포함되어 있었다는 사실을 확인할 수 있다. 다음은 <2009 개정수학과 교육과정>에 제시된 수학과 목표의 내용이다(교육과학기술부, 2011).

가. 생활 주변이나 사회 및 자연 현상을 수학적으로 관찰, 분석, 조직, 표현하는 경험을 통하여 수학의 기본 기능과 개념, 원리, 법칙과 이들 사이의 관계를 이해하는 능력을 기른다.

나. 수학적으로 사고하고 의사소통하는 능력을 길러, 생활 주변이나 사회 및 자연의 수학적 현상에서 파악된 문제를 합리적이고 창의적으로 해결하는 능력을 기른다.

결국 이와 같은 내용은 "실생활 현상->수학적 개념, 원리, 법칙->실생활 현상에 응용"을 수학 학습의 기본 토대로 하는 Freudenthal(1991)의 RME(현실주의 수학교육) 이론의 연장선상에 있는 것이며, 현행 수학과 교육과 정에는 현실 맥락을 토대로 할 수 있는 STEAM 관련 요소들이 이미 포함되어 있다는 것을 확인할 수 있다.

하지만, 앞에서도 서술한 바와 같이 현장의 수학교사들은 STEAM 교육에 관한 내용을 대부분 이해하지 못하고 있는 실정인데(김형자, 2015), 이는 현행 교육과정에서 STEAM 관점이 반영되고 있으나, 현장에서 활용 가능한 형태의 STEAM 교수-학습에 관한 논의가 미흡한 수준이라는 것을 의미한다. 실생활 맥락을 반영하고 있다는 관점에서 보면 STEAM 교육은 수학교육학적으로 Freudenthal의 수학관에 뿌리를 두고 있는 RME에서 제시하는 수학화의 개념과 관련이 있다. 수학교육에서 맥락의 중요성은 여러 학자들에 의해 강조되어 왔다(황혜정, 허난, 2016; De Lange, 1996; Jurdak, 2006). 맥락 문제는 새로운 개념을 실생활과 자연스럽게 연결하고 활용할수 있게 하며, 동기유발에 도움을 줄 뿐만 아니라(Jurdak, 2006), 학생들에게 형식적이고 수준 높은 특정 상황의문제 해결 전략을 발전시킬 수 있는 기회를 제공할 수 있다(Gravemeijer & Doorman, 1999). RME에서 수학 활동의 본질이라고 말할 수 있는 수학화는 De Lange(1996), Freudenthal(1991), Treffers(1987)등의 학자가 제시한 개념이다.

De Lange(1996)는 RME 학습 과정 모형으로 학생들 스스로 의미 있는 수학적 사고를 할 수 있는 현실적인 상황을 제공해주고, 학생들이 그 상황 속에 담겨있는 문제를 해결하는 동안 핵심적인 수학적 사고를 형성하게 되는 순환적인 수학화 학습 모형을 제시하였다. [그림 Ⅱ-2]와 같은 도식으로 표현할 수 있는 수학화 과정은 현실세계로부터 출발하여 개념을 추출하고 반성하는 수평적 수학화, 개념을 추상화하고 형식화하는 수직적 수학화, 현실 상황에 응용하는 응용적 수학화 및 피드백을 거치는 일련의 반성적 사고 과정이다. De Lange(1996)와 Treffers(1987)는 맥락 문제의 중요성을 다음과 같이 주장하였다. 첫째, 수업 초기 단계에서 수학에 대한 흥미가부여되기 때문에 의미 있는 개념 형성을 가능하게 한다. 둘째, 수학적 사고를 할 수 있는 여러 가지 자료나 시각적인 모델, 규칙 등을 학습하기 위한 기반을 제공하여 모델 형성 기능을 한다. 셋째, 응용 영역으로서의 현실을 보여주는 역할을 한다. 넷째, 응용 상황에서 특수한 산술 능력을 연습할 기회를 제공한다.

수학적 맥락을 설명하는 수학교육자들의 관점을 <표 Ⅱ-4>와 같이 분류할 수 있다. 연구자들은 수학적 맥락을 통하여 기본적으로 학생들이 삶 속에서 부딪히는 다양한 상황과 맥락을 이해하고 예측하고 통제하는 능력을 길러주어야 한다는 것을 전제하고 있으나, 맥락 문제의 요소를 설명하는 방식에는 차이가 있다. Stinner(1995)는 맥락이 흥미를 반영하고, 지식과 경험을 적용하여 해결할 수 있는 과제로 구성되기 위해서는 학생들의 일상의 경험과 관련된 것이어야 한다고 보았으며, Jurdak(2006)은 다양한 접근 방법과 다른 수준의 방법으로 문제 해결이 가능한지 여부를 먼저 고려했다.



[그림 II-2] De Lange(1996) 그림수정

#### <표 II-4> 학자별 맥락 문제의 요소 분류

학자별	맥락 문제의 요소		
Stinner(1995)	실제적 상황		
Jurdak(2006)	다양한 현실의 상황, 다양한 해결방법, 학습자의 실제 경험		
NCTM(2000)	수학을 다른 교과와 관련지음. 수학의 유용성		
Freudenthal(1991)	수평적 수학화, 수직적 수학화, 다양한 매체 및 복합적인 정보 활용		
De Lange(1996), Gravemeijer & Doorman(1999) Treffers(1987)	수평적 수학화, 수직적 수학화, 응용적 수학화		

또한 Treffers(1987)는 맥락 문제가 갖추어야 할 중요한 준거로서 현실세계 속의 수학적 현상의 다양성을 충분히 표현하고 있는지 여부를 생각했으며, NCTM(2000)에 의하면 수학이 여러 맥락의 주제 간의 연결 고리 역할을 하며, 수학을 다른 교과와 관련짓는 상황에서 수학에 대한 이해와 더불어 수학의 유용성을 학습할 수 있다. 한편, 맥락 문제는 수평적 수학화 뿐만 아니라 수직적 수학화의 기능 또한 가져야 하며, 수학적 지식과 능력을 적용 가능하게 해야 한다는 점에서는 학자들이 의견을 같이 하고 있다(De Lange, 1996; Gravemeijer & Doorman, 1999; Jurdak, 2006; Treffers, 1987). 수직적 수학화는 수평적 수학화가 이루어진 이후에 수학적 개념 ㆍ원리ㆍ법칙을 일반화하고 형식화하는 것과 관련되며, 응용적 수학화는 이를 다시 현실세계에 적용하는 것과 관계있다. 이 연구에서는 학자들의 다양한 관점을 종합하여 수학적 맥락 범주의 재분류를 시도하였다. STEAM 교육을 위한 수학적 맥락 및 이를 활용한 과제의 세부내용을 <표 Ⅱ-5>와 같이 사실적 맥락, 도구적 맥락, 복합적 맥락, 잠재적 맥락으로 재구성하였다. 네 가지의 수학적 맥락의 범주는 상호 독립된 것이라고 볼 수 없으며, 경우에 따라서 두 가지 이상의 범주에 해당하는 수학적 맥락일 수 있다.

<표 Ⅱ-5> 수학적 맥락 및 과제의 세부내용

차원 범주		과제의 세부내용		
	사실적 맥락	학습자의 경험, 선수학습과 관련되어 있는 문제 상황을 이해할 수 있으며, 친근한 실생활 맥락의 사실적 소재를 다루고 있는 과제		
ᄼᅒᄭ	도구적 맥락	타 학문의 현상 전개나 타 학문에서의 문제해결을 위하여 필요에 따라 수학적 개념, 원리, 법칙을 적용해야 하는 과제		
수학적 맥락	복합적 맥락	단순한 규칙이나 원리가 아닌 복합적인 수학적 내용이 포함되어 있는 맥락으로 여러 단계의 문제 해결 과정이 포함되어 있어 고등 수준의 사고 과정이 필요한 과제		
	잠재적 맥락	문제 상황을 통하여 새로운 수학적 개념, 원리, 법칙을 학습할 수 있으며, 학습한 수학적 개념, 원리, 법칙을 통합하여 새로운 상황에 적용할 수 있는 과제		

수학적 맥락 중 이 연구에서 주목하고 있는 잠재적 맥락은 새로운 수학적 개념·원리·법칙을 학습할 수 있는 문제 상황을 가정하고 있으며, 이는 문제 상황을 통한 새로운 수학적 개념·원리·법칙에 대한 교수 및 학습을 <문제 해결을 통한 지도(teaching via problem solving)>라는 용어로 제시한 Schroeder와 Lester(1989)의 관

점에 해당한다. 또한 이미 학습한 수학적 개념·원리·법칙을 종합하여 새로운 상황에 적용하고 활용할 수 있는 과제를 통해 수학교과를 중심으로 한 STEAM 교육이 가능하다는 점에서 잠재적 맥락이 갖는 의미가 크다고 할 수 있다.

## Ⅲ. 수학교과 중심의 STEAM 교육 모형(R-C-E-A) 개발

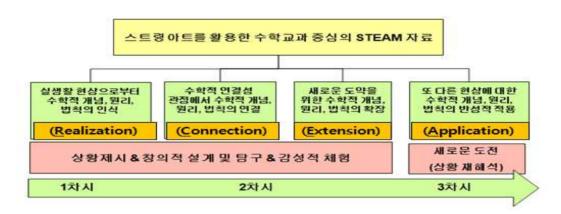
수학교과 중심의 STEAM 교육 모형을 개발하기 위하여 본 연구에서는 CCSSI(2010)에서 제시한 수학적 실천 과 다양한 학자들이 제시한 수학적 맥락을 참고했다. 앞 장에서 수학적 실천이 문제 이해, 정량적 접근, 주장과비판, 수학적 모델링, 적절한 도구 사용, 정확성에 주의, 구조 발견 및 표현의 세부요소로 구성되어 있다는 것을 확인하였으며, 수학적 맥락에 대한 내용을 사실적 맥락, 도구적 맥락, 복합적 맥락, 잠재적 맥락으로 분류하여 살펴보았다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 <표 Ⅲ-1>과 같이 수학적 실천의 '문제 이해', '수학적 모델링', '구조 발견 및 표현' 영역과 수학적 맥락에서 '잠재적 맥락'을 근거로 하여 수학교과 중심의 STEAM 교육 모형을 개발했다.

차원	범주	과제의 세부내용
	문제 이해	문맥을 이해할 수 있는 단서가 제공되며, 맥락에서 문제 탐구 방법 을 찾을 수 있는 과제
수학적	수학적 모델링	방정식이나 함수를 이용하여 단계를 수학적으로 분석하고 모델링할 수 있는 과제
실천	구조 발견 및 표현	1. 다양한 정보와 아이디어의 구조에서 패턴 관계를 발견하고 평가할 수 있는 과제 2. 귀납 추론을 통하여 규칙성을 찾고 표, 식, 그래프 등의 다양한 표상을 활용할 수 있는 과제
수학적 맥락	잠재적 맥락	문제 상황을 통하여 새로운 수학적 개념, 원리, 법칙을 학습할 수 있으며, 학습한 수학적 개념, 원리, 법칙을 통합하여 새로운 상황에 적용할 수 있는 과제

<표 Ⅲ-1> STEAM 교육 모형 개발의 근거

STEAM 교육은 과학기술과 관련된 다양한 분야의 내용 통합과 창의적 설계, 감성적 체험으로 이루어진다. 창의적 설계는 학습자들이 산출물을 얻기 위하여 창의성 및 심미성 등을 발현하여 자기주도적으로 문제를 해결하는 종합적인 과정이며, 감성적 체험은 학습에 대한 흥미, 자신감, 만족감, 성취감 등을 느끼고 선순환적인 자기주도적 학습이 가능하게 하는 활동을 의미한다(백윤수 외, 2012). 백윤수 외(2012)는 STEAM 교육에서 창의적설계 및 감성적 체험이 가능한 STEAM 설계를 위한 단계로 상황 제시, 창의적 설계 및 탐구, 감성적 체험, 새로운 도전의 개념을 제시하였다.

아래의 [그림 Ⅲ-1]에 STEAM 교육 모형이 제시되어 있다. 이 모형은 <표 Ⅲ-1>을 근거로 하여 개발한 것으로, 수학교과 중심의 STEAM 교수-학습을 통하여 수학적 개념・원리・법칙의 인식(Realization), 연결 (Connection), 확장(Extension), 적용(Application)이 가능한 모델이며, 백윤수 외(2012)가 제시한 STEAM 수업 단계인 상황 제시, 창의적 설계 및 탐구, 감성적 체험, 새로운 도전을 복합적으로 고려한 모형이라고 할 수 있다. 이 모형을 영어 단어의 첫 글자를 나열하여 R-C-E-A 모형이라고 명명하였다. 본 연구에서는 R-C-E-A 모형의 근본 철학을 반영하여 총 3차시의 교수-학습 자료를 추가적으로 개발했다.



[그림 III-1] R-C-E-A 모형

과제의 내용을 선정하는 과정에서 수학의 다양한 영역 사이의 상호 관련성을 이해하고 학생들의 융합적 사고 력 향상을 도모하기 위하여 고등학교 1학년 2학기에 다루게 되는 '함수' 단원과 1학기에 다루는 '도형의 방정식' 단원을 연계하여 활용하였다. 수학의 외적 연결성은 실생활 및 타 교과에서 제기되는 문제 상황을 수학적으로 모델링하고 해결하는 과정과 관계가 있는데(NCTM, 2000), 본 연구에서는 예술 분야에서 다양한 작품의 디자인을 위한 소재가 되고 있는 스트링아트(String-Art)를 실생활 소재로 활용하였다. 스트링아트는 직선을 여러 개연결하여 다양한 곡선을 만드는 디자인의 영역으로 스트링아트를 소재로 하는 다양한 활동을 통하여 학생들이 수학시간에 다채로운 활동을 경험할 수 있을 것이라 예상했다.

총 3차시 분의 수학교과 중심의 STEAM 수업 교수-학습 자료는 수학에 대한 학생들의 이해와 더불어 학습동기 및 흥미와 같은 정의적 차원의 역량의 항상을 도모하였으며, 무엇보다 수학적 개념・원리・법칙의 학습을 체계적으로 할 수 있는 기회를 제공하고자 하였다. R-C-E-A 모형을 적용하여 개발한 3차시 분의 수학 수업의 자료가 다음의 <표 Ⅲ-2>에 요약되어 있다. R-C-E-A의 흐름에 따라 각 차시가 설정되었으며, 수업의 주요 관점 및 STEAM 수업 요소와 주요 활동 내용이 정리되어 있다.

백윤수 외(2012)는 융합적 지식 및 개념 형성과 창의성을 기반으로 한 타인과의 소통 및 배려를 STEAM 교육에서 추구해야 할 핵심 역량으로 보았다. 또한 STEAM 수업에서는 적절한 상황을 제시하고, 창의적 설계 및 탐구의 과정, 감성적 체험의 기회를 제공해야 한다고 하였으며, 새로운 도전을 위한 과제의 제시와 이를 위한 교사의 역할을 강조했다. 본 연구에서 개발된 R-C-E-A 모형을 적용한 수학 수업 구성 내용을 살펴보면, 1차시에서는 실생활 맥락, 현상으로부터 수학적 개념・원리・법칙을 인식하는 과정이 강조되어 있으며, STEAM 수업 요소로는 백윤수 외(2012)에서 강조한 상황 제시, 창의적 설계 및 탐구와 감성적 체험이 드러나 있다. 2차시는 수학적 개념・원리・법칙을 내적으로 연결하고 확장하는 과정이 강조되어 있으며, 상황 제시, 창의적 설계 및 탐구의 과정의 STEAM 수업 요소로 이루어져 있다. 3차시는 또 다른 현상에 수학적 개념・원리・법칙을 적용해볼 수 있는 내용으로 구성되어 있으며, 이는 새로운 도전이라는 STEAM 수업 요소에 해당한다. 한편, 수업의모든 차시에서 과학・기술・예술・수학의 내용이 융합되어 있다.

차 시	STEAM 수업 요소	주요 활동 내용	R-C-E-A
1	상황 제시 & 창의적 설계 및 탐구 & 감성적 체험 (S+T+A+M)	·실생활 및 타 학문이 수학과 어떻게 관련이 되어 있는지 도서 자료를 통해 확인해보기. 앞으로 배우게 될 학습 내용과 관련된 상황(건축물, DNA구조) 소개, 전반적인 스트링아트 소개  ·펜으로 스트링아트 구성하기, 직선의 모임이 어떻게 곡선을 만들게 되는지 생각해보기, 탐구활동을 통하여 스트링아트에 내재되어 있는 수학적 개념, 원리, 법칙(직선의 방정식) 및 함수의 그래프 내용)을 인식하	실생활 맥락, 현상으로부터 의 수학적 개념, 원리, 법칙의 인식 ( <b>R</b> ealization)
2	상황 제시 & 창의적 설계 및 탐구 (S+T+A+M)	기(모둠별로 GeoGebra 프로그램 사용)  · 스트링아트에 내재되어 있는 다양한 수학적 개념, 원리, 법칙을 더 알아보고 관련된 수학의 상호 연결성을 이해하기(수학 신문 활용)  · 직선의 방정식, 원의 방정식, 함수, 경우의 수에 대한 수학의 내적 연결성 이해, 종이접기를 이용하여 원 그리기  · 이미 배운 수학적 개념, 원리, 법칙을 새로운 내용으로 확장(주제탐구및 프로젝트 학습): 수학신문, 도서자료 및 인터넷 자료를 활용하여 함수의 개념으로 합동식 개념을 이해하기, 포락선의 개념 알아보기	수학적 개념, 원리, 법칙의 연결 (Connection) 수학적 개념, 원리, 법칙의 확장 (Extension)
3	새로운 도전 (상황 재해석) (S+T+A+M)	·다양한 스트링아트 디자인 및 사진자료를 감상해보고, 이미 학습한 수학적 개념, 원리, 법칙을 적용하여 모둠별로 새로운 스트링아트 디자 인 작품을 제작하기	또 다른 현상에 적용 ( <b>A</b> pplication)

<표 III-2> R-C-E-A 모형을 적용한 수학 수업 구성 내용

## IV. 교수학적 적용 및 결과

## 1. 연구 대상

개발된 자료를 활용한 수업은 총 3차시 분으로 교직경력이 10년 된 남교사에 의하여 진행되었다. 수업이 진행된 학교는 고교 평준화지역의 학업성취도 중위권 수준의 일반계 고등학교(남여공학)로 두 개의 반을 심화반, 기본반으로 나누어 반별 수준별 이동 수업을 실시하고 있었다. 본 수업은 이 중 남학생 심화반에서 실시되었다(학생 A군). 한편, 개발된 자료를 적용한 학급과 비교 대상으로 다른 남학생 심화반인 학생 B군을 선정하였는데, 이 두 학급의 수업 진도는 유사했으며, 사전 학업성취도의 차이는 통계적으로 없었다. 한편, 수업에 대한 설문이 진행되었는데, 학생 대상의 설문은 3차시 분 수업이 모두 종료된 후(실험반 32명, 학생A군)이루어졌고, 전통적인교재와 수업 방법으로 학습을 한 동일 학년의 다른 학급(비교반 32명, 학생B군)에 대한 설문도 같은 시기에 이루어졌다. 설문의 응답률과 설문지의 회수율을 높이기 위하여 설문조사는 정규 수업 시간을 활용하였다. 한편, 본 연구에서 개발된 자료와 수업 내용에 대한 분석을 교사들에게 의뢰하였다. 연구자와 같이 근무하는 교사 5인과 인근의 일반계 고등학교에서 근무하는 교사 5인, 총 10인에게 개발된 자료 및 총 3차시 분의 수업 동영상을 설문지와 함께 제시하고 이에 대한 면밀한 검토와 분석을 거쳐 적용 결과를 작성하였다. 설문에 응답을 한 교사들의 인적 배경은 <표 IV-1>과 같은 특징이 있다.

<표 Ⅳ-1> 교사 설문 대상자의 인적 사항					
	구분 빈도(%)				
 성별	남	30			
78 달	<u>o=</u>	70			
	5년 미만	20			
경력	5년 이상 10년 미만	20			
	10년 이삿 20년 미만	60			

## 2. 연구 도구

본 연구에서 개발한 R-C-E-A 모형에 근거하여 개발한 자료를 수업에 적용하였다. 또한 수업의 결과는 설문조사(questionnaire survey)를 통해 분석했다. 설문조사는 조사연구에서 일반적으로 가장 많이 사용되는 방법으로 많은 대상으로부터 자료를 얻어 통계적으로 유의미한 결과인지 여부를 판단할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 설문지의 타당도를 높이기 위하여 본 연구의 과정을 상세히 알고 있는 수학교육학 전공 교수 1인, 수학교육을 전공한 박사 2인, 박사과정의 현직교사 3인의 협조와 조언을 통해 두 번의 수정과정을 거쳤다. 또한 박사 과정의 현직 교사 2인을 대상으로 예비조사(pilot study)를 실시하고, 문항의 적절성, 용어 사용의 적합성, 문항의 명료성 등을 확인하고 문항의 수정과정을 거쳤다. 교사 및 학생을 대상으로 실시한 설문 문항 영역의 모든 내용에 해당하는 문항 번호가 <표 IV-2>와 <표 IV-3>에 제시되어 있다. STEAM 수업을 통해 기대할 수 있는 학생들의 인지적 사고 능력 및 정의적 요소의 변화 양상을 파악하기 위하여, '수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결, 확장, 적용 여부', '수학, 과학, 미술의 융합적 사고력 향상 여부', '수학적 과정(mathematical process)요소 반영 여부', '수학에 대한 바람직한 태도 및 인성 함양 여부'를 확인할 수 있는 교사용 설문지(부록 1 참고)와 학생용 설문지(부록 2 참고)를 제작하였다. 또한 개발한 자료 및 수업에 대한 현장 적용 가능성을 분석할 수 있는 문항을 추가로 제시했으며, 개발된 자료와 수업에 대한 교사와 학생의 구체적인 의견을 심도 있게 분석하기 위하여 개방형 문항을 별도로 제시하였다.

교사용 설문지에서 '수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결, 확장, 적용 여부'를 확인할 수 있는 문항은 2번 문항, 7번 문항, 9번 문항이고, '수학, 과학, 미술의 융합적 사고력 항상 여부'를 확인할 수 있는 문항은 3번 문항과 5번 문항이다. 또한 '수학적 과정(mathematical process) 요소 반영 여부'를 확인할 수 있는 문항은 4번, 8번 문항이며, '수학에 대한 바람직한 태도 및 인성 함양 여부'와 관련된 문항은 1번, 6번 문항이다. 마지막으로 10번, 11번, 12번 문항은 개발한 자료 및 수업의 현장 적용 가능성을 확인할 수 있는 문항이다. 교사 설문지에 대한 문항 구성이 다음의 <표 IV-2>에 제시되어 있다.

조사 내용	문항 번호
1) 수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결, 확장, 적용 여부	2, 7, 9
2) 수학, 과학, 미술의 융합적 사고력 향상 여부	3, 5
3) 수학적 과정(mathematical process) 요소 반영 여부	4, 8
4) 수학에 대한 바람직한 태도 및 인성 함양 여부	1, 6
5) 개발한 자료 및 수업의 현장 적용 가능성	10, 11, 12

<표 IV-2> 교사 설문지 전체 문항 구성

한편, 학생 설문지에서 '수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결, 확장, 적용 여부'를 확인할 수 있는 문항은 2번 문항, 7번 문항, 9번 문항이고, '수학, 과학, 미술의 융합적 사고력 향상 여부'를 확인할 수 있는 문항은 3번 문항과 5번 문항이다. 또한 '수학적 과정(mathematical process) 요소 반영 여부'를 확인할 수 있는 문항은 4번, 8번 문항이며, '수학에 대한 바람직한 태도 및 인성 함양 여부'와 관련된 문항은 1번, 6번 문항이다. 마지막으로 10번 문항은 개발한 자료 및 수업의 현장 적용 가능성을 확인할 수 있는 문항이다. 학생 설문지에 대한 문항 구성이다음의 <표 IV-3>에 제시되어 있다.

조사 내용문항 번호1) 수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결, 확장, 적용 여부2, 7, 92) 수학, 과학, 미술의 융합적 사고력 향상 여부3, 53) 수학적 과정(mathematical process) 요소 반영 여부4, 84) 수학에 대한 바람직한 태도 및 인성 함양 여부1, 65) 개발한 자료 및 수업의 현장 적용 가능성10

<표 IV-3> 학생 설문지 전체 문항 구성

#### 3. 연구 절차

본 연구에서는 실생활 맥락을 활용한 수학교과 중심의 STEAM 교육 모형을 개발하고, 이를 근거로 하여 수업 자료를 개발했다. 또한 이 자료를 실제 수업에 적용하고, 교수학적으로 의미있는 결과를 분석하여 시사점을 제공하고자 하였다. 활동ㆍ탐구 중심의 수학 수업으로 STEAM 수업이 이루어졌으며, 다른 학문 분야와 연계한 개념ㆍ원리의 이해 및 과정 중심의 평가 방법을 활용하였다. 수업의 과정 및 수업이 이루어진 이후의 평가는 인지적 영역과 창의 인성적 요소의 두 가지 영역에서 이루어졌는데, 창의 인성적 요소는 수업이 이루어지는 전 과정에서 모둠에서의 의사소통 양상을 확인하여 실시하였으며, 발표자의 경우는 발표 자세와 발표 내용, 발표를 듣는 학생에 대해서는 발표 내용을 경청하고 있는지 여부를 확인하였다. 또한 인지적 영역의 평가는 수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결 및 확장, 적용을 주된 평가 내용으로 하였으며, 키워드를 이용한 글짓기가 차시마다 과제로 부여되어 다음 차시에 발표가 이루어지는 형식으로 평가가 진행되었다. 또한 3차시 종료 후에 작성된 마인 드 맵을 통하여 종합적인 평가가 이루어졌다. 수업의 모든 과정은 촬영기기 두 대에 의하여 녹화되었으며, 교실전체의 모습과 특별한 경우에는 모둠을 확대해서 촬영하였다. 한편, 학생 대상의 설문지는 수업이 종료된 이후학생 A군 및 B군에게 배부되었으며, 교사 대상의 설문지는 수업이 종료된 후 1주일 이내에 수업 자료 및 수업실시 동영상 파일과 함께 교사들에게 배부되었다.

## 4. 자료 수집 및 분석

배부된 설문지는 모두 회수되어 회수율이 100%였다. 회수된 모든 설문지에 대한 코딩 작업을 실시했으며, SPSS 12.0K 프로그램을 이용한 양적 분석방법을 통해 응답에 유의미한 차이가 있는지 여부를 확인했다. 검정 방법으로는  $\chi^2$ 분석을 사용했다.

## 5. 적용의 결과

본 연구에서 개발한 수학교과 중심의 STEAM 수업자료를 총 3차시의 수학 수업에 적용하였으며, 수업에서 나타난 학생 활동의 대표적인 예와 교사 및 학생의 설문 결과가 다음과 같다.

#### 가. 수업 및 평가 결과의 예

학생들은 모둠별(4명씩)로 협업이 가능한 탐구활동에 적극적으로 참여하여 실생활 맥락을 바탕으로 수학적

개념, 원리, 법칙을 학습했다. 본 연구를 통해 개발된 수학교과 중심의 STEAM 수업 자료는 수학에 대한 학생들의 이해와 흥미도 향상을 도모하였을 뿐만 아니라, R-C-E-A 모형을 토대로 수학적 개념, 원리, 법칙의 학습을 체계적으로 할 수 있는 기회를 제공하기 위한 것이었다. 학생들은 1차시 수업에서 도서자료를 통하여, 수학이타 학문과 밀접한 관련이 있다는 것을 확인하였으며, 공학 도구를 활용하여 직접 스트링아트를 구성해보면서 일차함수와 직선의 방정식에 대한 수학적 개념, 원리, 법칙을 인식할 수 있었다. 2차시에서 수학 신문 및 도서 자료를 활용한 주제탐구 및 프로젝트 학습을 통해 수학적 지식을 연결 및 확장하였고, 3차시 수업에서 직접 디자인 활동을 해보면서 실생활 현상->수학적 개념, 원리, 법칙->실생활 현상에 응용"을 수학 학습의 기본적인 토대로 하는 Freudenthal의 RME 활동을 경험할 수 있었다.

[그림 IV-1]은 1차시 수업에서 과제로 부여된 핵심 단어를 이용한 글짓기 내용이다. 2차시 수업의 도입부에서 글짓기 내용의 발표활동이 이루어졌으며, 대부분의 학생들이 스트링아트에 내재된 수학적 개념, 원리, 법칙을 충분히 인식하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 [그림 IV-2]는 3차시의 수업이 모두 마무리된 후, 학생들이 학습한 개념을 이용하여 작성한 마인드맵이다. 이와 같은 평가 결과를 종합해보면, 학생들은 스트링아트라는 실생활 현상으로부터 다양한 수학적 개념, 원리, 법칙을 찾아내고 연결했으며, 또 심화된 내용으로 확장하고 다시 실생활에 적용할 수 있었던 것으로 보인다.

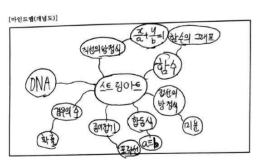
#### [핵심단어를 이용한 글짓기]

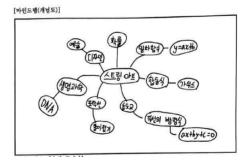
해실단아: 스트랑아트, 송도교 DNA, 수학적 규칙, 적선, 폭선, 직선의 방정식, 학수의 그리프 송도교와 DNA 모형에서 확인한 수 있는 스트경아트에 숨어있는 수학적 규칙을 방울 수 있었다. 스트링아트는 작化들이 오여 국선을 만드는 디자인의 영역인데, 여기에서 작선의 방권시와 함수의 그러르다는 수학 개념을 반전할 수 있어 산개했다. 또한 작전 스트링아트 디자인은 해보면서 신서환 형상과 수학이 연호된 것을 확실히 느낀 수 있었다.

#### [핵심단어를 이용한 글짓기]

핵심단아: 스트링아트, 송도교, DNA, 수학적 규칙, 작신, 곡신, 작신의 방정식, 함수의 그래프 스트링 아르는 디자인의 한 영역으로, 운영할에서 많이 이용되다. 예를 들어 중도모나 DMAQ 구조에서 확인할 수 있다. 그런데 수학적 자이 스트리스트에 기본 있다가 된다. 2분 수업자간에 내했다. 작산들이 여전에 되어 공원을 이라는 것이 신원되다. 관련된 수속 개발 작업 내용성, 공구봉=/교·활수의 그래프 이다.

[그림 IV-1] 핵심단어를 이용한 글짓기





[그림 IV-2] 마인드 맵

나. 교사와 학생의 설문 결과

설문지의 분석 결과, '수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결, 확장, 적용'과 관련하여 교사와 학생의 반응은 다음의 <표  $\mathbb{N}$ -4>와 같다.

	매우 그렇다	그렇다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
교사	30%	70%	0%	0%
학생 A군	50%	38%	12%	0%
학생 B군	22%	25%	34%	19%

<표 IV-4> '수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결, 확장, 적용'관련 교사와 학생의 반응

설문에 참가한 모든 교사들이 긍정적인 반응(매우 그렇다, 그렇다)을 보였다는 것으로부터 개발된 자료 및 수업이 '수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결, 확장, 적용'에 도움을 준다는 것을 확인할 수 있다. 또한 개발된 자료를 적용한 수업에 참가한 학생들(A군)과 전통적인 방법으로 수업이 진행된 교실의 학생들(B군)의 '수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결, 확장, 적용'과 관련된 긍정적인 반응(매우 그렇다, 그렇다)은 각각 88%, 47%였으며두 그룹의 차이가 유의미한지 알아보기 위해 SPSS 12.0K를 이용하여  $\chi^2$  검정을 실시한 결과,  $\chi^2$  통계량은 11.978, 유의 확률은 .001로서 유의 수준 .01에서 두 그룹의 '수학적 개념, 원리, 법칙의 인식, 연결, 확장, 적용'과 관련된 긍정적인 반응은 유의미한 차이가 있다고 할 수 있다.

'수학, 과학, 미술의 융합적 사고력 향상'과 관련하여 교사와 학생의 반응은 다음의 <표 IV-5>와 같다.

	매우 그렇다	그렇다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
교사	50%	50%	0%	0%
학생 A군	41%	50%	6%	3%
학생 B군	22%	28%	31%	19%

<표 IV-5> '수학, 과학, 미술의 융합적 사고력 향상' 관련 교사와 학생의 반응

설문에 참가한 모든 교사들이 긍정적인 반응(매우 그렇다, 그렇다)을 보였다는 것으로부터 개발된 자료 및 수업이 '수학, 과학, 미술의 융합적 사고력 향상'에 도움을 준다는 것을 확인할 수 있다. 또한 개발된 자료를 적용한 수업에 참가한 학생들(A군)과 전통적인 방법으로 진행된 수업에 참가한 학생들(B군)의 '수학, 과학, 미술의 융합적 사고력 향상'과 관련된 긍정적인 반응(매우 그렇다, 그렇다)은 각각 91%, 50%였으며 두 그룹의 차이가 유의미한지 알아보기 위해 SPSS 12.0K를 이용하여  $\chi^2$  검정을 실시한 결과,  $\chi^2$  통계량은 12.650, 유의 확률은 .001로서 유의 수준 .01에서 두 그룹의 '수학, 과학, 미술의 융합적 사고력 향상'과 관련된 긍정적인 반응은 유의 미한 차이가 있다고 할 수 있다.

교사가 서술한 의견 중에는 '실생활 중심의 소재를 재미있는 스토리로 풀어나가는 과정이 학생들에게 친숙할 수 있다는 의견과 함께 과학의 개념이나 미적인 감각이 없는 학생들은 이중으로 부담이 될 수 있기 때문에 무엇보다 교사의 역할이 중요하다'는 지적이 있었다.

'수학적 과정(mathematical process)요소 반영'과 관련하여 교사와 학생의 반응은 다음의 <표 IV-6>과 같다.

<표 IV-6> '수학적 과정(mathematical peocess) 요소 반영' 관련 교사와 학생의 반응

	매우 그렇다	그렇다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
교사	40%	60%	0%	0%
학생 A군	28%	38%	25%	9%
학생 B군	3%	22%	50%	25%

수학적 과정에 관련된 설문 문항에 대하여 설문에 참가한 모든 교사가 긍정적인 반응(매우 그렇다, 그렇다)을 보였다. 또한 개발된 자료를 적용한 수업에 참가한 한 학생들(A군)과 전통적인 방법으로 수업이 진행된 교실의학생들(B군)의 '수학적 과정(mathematical process) 요소의 반영'과 관련된 긍정적인 반응(매우 그렇다, 그렇다)은 각각 66%, 25%였으며 두 그룹의 차이가 유의미한지 알아보기 위해  $\chi^2$  검정을 실시한 결과,  $\chi^2$  통계량은 10.656, 유의 확률은 .002로서 유의 수준 .01에서 두 그룹의 '수학적 과정(mathematical process) 요소의 반영'과 관련된 긍정적인 반응은 유의미한 차이가 있다고 할 수 있다.

학생들이 직접 서술한 내용 중에서 '지금까지 해왔던 교사 주도의 문제풀이식의 수업이라기보다는 새로운 수업 자료의 내용을 조원들과 대화를 통하여 이해하고 문제 해결 방법을 논의할 수 있다'는 긍정적인 반응을 확인할 수 있었다. 또한 교사의 의견 중에서 '수업을 담당하는 교사의 적절한 발문과 수업을 이끌어가는 역할이 무엇보다 중요하다'는 내용을 확인할 수 있었다.

정의적 영역 및 바람직한 인성 함양과 관련하여 교사와 학생의 반응은 다음의 <표 IV-7>과 같다.

매우 그렇다 그렇다 그렇지 않다 전혀 그렇지 않다 교사 50% 50% 학생 A군 60% 31% 3% 6% 학생 B군 22% 31% 31% 16%

<표 IV-7> '정의적 영역 및 바람직한 인성 함양' 관련 교사와 학생의 반응

설문에 참가한 모든 교사들이 긍정적인 반응(매우 그렇다, 그렇다)을 보였다는 것으로부터 개발된 자료 및 수업이 '정의적 영역 및 바람직한 인성 함양'에 도움을 준다는 것을 확인할 수 있다. 또한 개발된 자료를 적용한수업에 참가한 학생들(A군)과 전통적인 방법의 수업에 참여한 학생들(B군)의 '정의적 영역 및 바람직한 인성 함양'과 관련된 긍정적인 반응(매우 그렇다, 그렇다)은 각각 91%, 53%였으며 두 그룹의 차이가 유의미한지 알아보기 위해  $\chi^2$  검정을 실시한 결과,  $\chi^2$  통계량은 12.650, 유의 확률은 .001로서 유의 수준 .01에서 두 그룹의 '정의적 영역 및 바람직한 인성 함양'과 관련된 긍정적인 반응은 유의미한 차이가 있다고 할 수 있다. 한편, '실생활소재를 토대로 다양한 조별 활동이 제시되었기 때문에 학습 흥미를 유발하고 교사와 학생, 학생과 학생간의 활발한 의사소통이 가능하며 올바른 인성교육에도 도움을 줄 수 있었다'는 교사들의 의견이 있었다.

개발된 자료 및 수업의 현장 적용 가능성과 관련한 교사와 학생의 답변은 <표 IV-8>에서 확인할 수 있듯이 궁정적이었다. 다만, 현장 적용 가능성에 회의적인 의견을 제시한 교사와 조건부로 가능할 것이라고 생각한 교사도 있는데, 이들은 현재 수학 교사들이 기존의 수업 방식에 익숙해있기 때문에 교사용 지도서 형태의 자료집이 제공되어야 현장에서 수업을 하는데 혼란이 없을 것이라고 지적하고 있다. 이는 교사 연수 혹은 교사 교육에 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

	매우 그렇다	그렇다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
교사	20%	70%	10%	0%
 학생 A군	25%	50%	16%	9%

<표 IV-8> '개발한 자료 및 수업의 현장 적용 가능성' 관련 교사와 학생의 반응

## 다. 설문지에 반영된 교사와 학생의 구체적 의견

교사들에게 제공된 설문지의 뒷부분에 개발된 자료 및 수업에 대한 의견을 서술할 수 있도록 개방형 질문들이 포함되어 있었다. 교사들이 제시한 의견들을 자료의 구성(수학교과 중심의 STEAM), 정의적 영역에 대한 의견, 적용 가능성에 대한 의견으로 범주화할 수 있었으며, 이에 대한 내용들을 다음의 <표 IV-9>에 제시하였다. 또한 <표 IV-10>에 실생활, 타학문과의 융합과 관련된 학생들의 의견을 제시하였다.

<표 IV-9> 개발된 자료 및 수업에 관한 교사들의 의견

교사	자료의 구성(수학교과 중심의 STEAM)에 관한 의견	정의적 영역에 대한 의견	적용 가능성에 대한 의견
교사 1	실생활 관련 내용을 통한 탐구 및 활동 위주의 개념 설명과 관련된 수학지식의 연결, 확장, 적용 부분이 돋보임.	다양한 수학적 주제를 하나의 수업에 잘 엮어 학문적 유용함 과 수학적 가치를 인식하는데 도움을 줄 것임.	교사용 지도서 형태로 학생 활동에 대한 자세한 설명을 제시하고, 상위 학년의 개념은 읽을 거리로 제공하거나 심화 학습으로 활용하면, 학교에서 적용할 수 있을 것임.
교사 2	학생들이 도형의 방정식과 일 차함수의 개념, 성질등을 찾아 갈 수 있도록 유도하는 과정이 좋았음.	수학적 개념과 실생활 연결을 통해 일상생활에서의 수학의 필요성과 가치에 대한 이해를 가능하게 할 것임.	탐구문제가 주로 디자인과 관 런된 것이므로 미적 감각이 없는 학생들이 어렵게 생각할 수도 있으므로 교사의 적절한 발문과 설명이 중요할 것임.
교사 3	학생들이 수학적 개념, 원리, 법 칙을 파악하는 데 중요한 자료 가 될 것임.	수학이 실생활과 분리된 별개 의 과목이 아니라는 것을 느 낄 수 있음.	학생들이 탐구하고 의사소통하는 부분은 교사의 발문이 중요 하다고 생각됨.

<표 IV-10> 실생활, 타학문과의 융합과 관련된 학생들의 의견

학생	실생활, 타 학문과의 융합과 관련된 학생들의 의견
<del></del>	스트링아트라는 신기한 분야를 알게 되었고, 수학의 다른 세계를 경험했다.
학생 2	미술작품과 디자인에서 여러가지 수학 내용을 찾아낼 수 있다는 사실이 흥미롭게 다가왔다.
학생 3	스트링아트 디자인을 모둠활동으로 해서 재미있었다. 친구들과 의견교환을 하면서 더 좋은 작품을 만들기 위해 노력했던 기억이 오래 남을 것 같다. 한 가지 궁금한 것은 예술가들이 작품을 만들 때 수학이론을 알고 만드는지는 모르겠다.
학생 4	모둠활동을 하면서 친구들과 상의하면서 하는 것이 재미있었다.
학생 5	친구들과 의논을 하고 디자인을 해보면서 새로운 생각을 할 수 있었다. 수학 내용들의 이해도 쉬워서 유익한 수업이었다.
학생 6	우리 주변에서 쉽게 볼 수 있는 것을 가지고 수학을 발견하는 것이 즐거웠다.
학생 7	수학을 미술과 연결해서 좋았다. 새로운 내용이 많았으며 신선한 수업이었다.
학생 8	수학이 실생활과 다른 학문들과 밀접하게 연관되어 있다는 것을 알고 있었지만, 이렇게 직접 활동을 해보고 나니 이해가 더욱 수월했다.

지금까지 분석한 교사와 학생의 설문 내용을 종합해보면, 수학적 개념, 원리, 법칙에 관련된 내용, 실생활 및 타학문과의 융합에 대한 내용, 수학적 과정(mathematical process) 및 정의적 영역에 대한 내용, 적용 가능성에 대한 내용이 전반적으로 긍정적이라는 것을 확인할 수 있다. 다만, 미술(디자인)과의 학문적 융합에 대해서는 평소 예술에 대한 흥미와 사전지식의 여부에 따라 반응이 다를 것이라고 추측해볼 수 있을 것이다. 디자인에 관한

표현 능력이 풍부한 교사와 학생은 개발된 자료와 같은 스타일의 융합 방식을 좋아할 것이며 그렇지 않은 경우에는 생소할 것이다. 앞으로 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

## V. 논의 및 결론

본 연구에서는 수학적 개념・원리・법칙의 인식・연결・확장・적용이 가능한 R-C-E-A 모형을 토대로 실생활 맥락을 중심으로 한 수학교과 중심의 STEAM 수업 자료의 개발을 시도했다. 또한 개발된 자료에 근거한 수학 수업을 통하여 학생들의 인지적 사고능력 및 정의적 차원의 역량이 향상되었다는 객관적인 근거를 도출할수 있었으며, 미래 사회의 창의・융합형 과학기술 인재 양성을 위한 새로운 모습의 수학 수업에 대한 가능성을 제시했다는 점에서 의의를 찾을 수 있을 것이다.

본 연구에서 개발한 자료는 학생들의 흥미와 호기심을 유발하고, 교실 내에서 활발한 의사소통을 이끌어낼수 있기 때문에 한국과학창의재단(2011)에서 제시한 창의 및 인성을 강조한 수학교과서 개발 방향과 부합한 자료라고 할 수 있으며, 이를 활용한 수학교과 중심의 STEAM 수업은 바람직한 창의·인성교육이 가능한 미래의교실 수업 모델을 추구한다고 할 수 있다. 따라서 본 연구의 결과는 현장의 수학 교사에게는 물론이고 차기 교육과정 및 교과용 도서 개발을 위한 기초적인 자료 및 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

개발된 본 수업 자료는 기존의 STEAM 교육 자료에서 수학이 차지하는 비중이 낮으며 단순 계산 역할을 하는 경우가 대부분이라는 선행연구 결과(서울특별시교육청, 2012; 이지혜, 2014; 한혜숙, 2013)를 보완하여, 수학적 개념, 원리, 법칙의 이해, 내재된 원리의 연결 및 확장, 실생활에의 적용이 가능한 자료이다. 또한 선행연구에서보기 드물게 수학, 과학, 미술이 융합되었으며, 상황 제시, 창의적 설계 및 탐구, 감성적 체험, 새로운 도전이라는 일반적인 STEAM 수업 방식(백윤수 외, 2012)을 수학교육에 활용할 수 있도록 수학 자료가 제작되었고, 또 이를 활용한 수업을 분석했다는 것이 본 연구의 특징이다. 총 3차시로 이루어진 본 수업의 교수-학습 방법 및 수업 자료는 일반 수학교실에서도 창의・인성 교육을 위한 STEAM 교수-학습 자료로 활용이 가능할 것이다.

수학교과를 중심으로 과학, 예술을 융합한 교수-학습 자료를 개발하고 개발한 자료를 바탕으로 진행된 수학 수업의 적용 결과를 분석한 본 연구의 결과를 토대로 다음과 같은 교수학적 논의가 가능할 것이다.

첫째, 융합교육에서 수학적 개념, 원리, 법칙을 강조해야 한다는 것이다. 현실 세계의 다양한 상황을 토대로 한 교육 활동은 실증적 자료를 바탕으로 지식을 구성하는 과정을 중시하며, 다양한 사례의 관찰 및 경험을 통해 귀납적으로 원리를 발견하게 한다는 점에서 장점이 있다. 그러나 실생활 맥락을 지나치게 강조한 나머지, 학생들이 꼭 학습해야 할 학문적 체계를 엄밀하게 다루지 않고, 수학적 개념, 원리, 법칙을 피상적으로 다룰 수 있으며, 수학적으로 내용의 수준이 낮아질 수 있기 때문에 실생활 맥락의 수학교육을 비판적으로 분석해야 한다는 의견 (박한식, 1991)을 진지하게 생각해 볼 필요가 있다. 실생활 맥락을 중심으로 한 수학적 개념, 원리, 법칙의 제시 방법은 수학의 유용성을 인식시켜 준다는 점에서는 의미가 있으나, 현실 세계와 수학적 개념, 원리, 법칙이 밀접하게 연결되어 있지 않을 경우에는 수학적 의미를 올바로 전달할 수 없다는 한계점도 있기 때문에 새로운 자료를 개발하기 위하여 실생활 맥락의 흥미로운 주제 전개 방식이 체계적인 수학적 개념, 원리, 법칙의 학습과 조화를 이룰 수 있는 방법을 적극적으로 고려해야 할 것이다.

둘째, 미래 사회의 창의·융합형 과학기술 인재는 수학적 개념, 원리, 법칙을 활용하여 현실에서 마주하게 되는 실생활 문제를 이해하고, 능동적인 탐구를 통해 문제를 해결해야 한다. 이와 같은 능력은 기존의 전통적인 강의식 교수-학습 방법 보다는 학생들이 실생활 문제를 스스로 인식하고 관련된 수학적 개념, 원리, 법칙에 대한조사와 탐구를 수행하며, 탐구한 결과를 종합하고 다시 실생활에 응용하는 과정을 통해 길러질 수 있을 것이다. 이에 따라 학생들에게 흥미와 학습 동기를 제공하고 능동적인 탐구 및 수학적 지식 구성의 경험을 풍부하게 제

공할 수 있는 참신한 소재나 상황을 발굴해야 하며, 이를 토대로 한 수업 방법을 모색하는 것이 무엇보다 중요 한 과제이다. 향후 수학 교수-학습 자료를 위한 중요한 지침을 제공한 한국과학창의재단(2011)의 창의 및 인성을 강조한 수학교과서의 개발 방향을 참고하여 수학교과 중심의 STEAM 수업자료 개발 방향을 설정하고 이를 반영한 교과용 도서를 보다 다양한 영역에서 개발할 필요가 있을 것이다.

셋째, 미래 사회의 융합형 인재 양성을 목적으로 하고 있는 'STEAM 교육'의 핵심 역량 중 하나인 지식 및 내용의 융합을 도모하기 위하여 학교수학에서 수학과 타학문(과학 및 미술)의 내용을 융합하여 제시할 필요가 있다는 것이다. 현재 우리나라에서 실행되고 있는 STEAM 교육이 특정 교과에 한정되고 있으며, 아직까지 수학 교과에서는 STEAM의 특징이 잘 드러나도록 설계된 연구사례가 부족한 실정에 비추어볼 때, 이 연구를 기초로 하여 수학이 단순히 계산 역할을 하는 단계에서 더 나아가 STEAM 교육을 통하여 수학적 개념, 원리, 법칙을 학습할 수 있는 자료를 개발하는 후속 연구가 진행될 수 있을 것으로 기대한다.

# 참고문 헌

교육과학기술부 (2011). 수학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호.

Ministry of Education, Science, and Technology (2011). *Mathematics Curriculum*. Ministry of Education, Science, and Technology announcement 2011–361.

교육부 (2015). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 8].

Ministry of Education (2015). Mathematics Curriculum. Ministry of Education announcement 2015-74.

김형자 (2015). 수학교사들의 STEAM 교육에 대한 인식조사. 단국대학교 석사학위 논문.

Kim, H. J. (2015). A study on the mathematics teachers' perceptions of STEAM education. MA. Thesis. Graduate School of Education, Dankook University.

박한식 (1991). 한국수학교육사. 서울: 대한교과서주식회사.

Park, H. S. (1991). The history of korean mathematics education. Seoul: Daehan Textbook Co.

박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백윤수 (2012). STEAM 교육의 구성 요소와 수업 설계를 위한 준거 틀의 개발. 학습자중심교과교육연구, **12(4)**, 533-557.

Park, H. J., Kim, Y. M., Noh, S. G., Lee, J. Y., Jeong, J. S., Choi, Y. H., Han, H. S., & Baek, Y. S. (2012). Components of 4C-STEAM education and a checklist for the instructional design. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 12(4), 533-557.

백윤수·박현주·김영민·노석구·이주연·정진수·최유현·한혜숙·최종현 (2012). <u>융합인재교육(STEAM)</u> 실행방향 정립을 위한 기초연구. 한국과학창의재단 연구보고서 2012-12.

Baek, Y. S., Park, H. J., Kim, Y. M., Noh, S. G., Lee, J. H., Jeong, J. S., Choi, Y. H., Han, H. S., & Choi, J. H. (2012). *A study on the action plans for STEAM education*. Research report of Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity 2012–12.

서울특별시교육청 (2012). <u>융합과학인재교육(STEAM) 교수·학습 방법 개발 및 적용(2011</u> 융합과학인재교육 교 사연구팀 연구보고서). 서울교육 연구보고서 2012-18.

Seoul Metropolitan Office of Education (2012). A Study on teaching-learning materials development and Application for STEAM(2011' Research report of teachers for STEAM). Seoul education research report 2012–18.

이지혜 (2014). 수학 중심 STEAM 교육 관련 연구 동향. 아주대학교 석사학위 논문.

Lee, J. H. (2014). The analysis on domestic research trends for STEAM education of mathematics. MA. Thesis. Graduate School of Education, Ajou University.

- 이혜숙·임해미·문종은 (2010). 수학과학통합교육의 설계 및 실행에 대한 연구. <u>한국수학교육학회 수학교육</u>, **49(2)**, 175-198.
- Lee, H. S., Lim, H. M., & Moon, J. E. (2010). A Study on the design and implementation of mathematics and science integrated Instruction. J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. A: The Mathematical Education, 49(2), 175–198.
- 장혜원 (2012). 미국의 수학교육과정 규준 CCSSM의 수학적 실천에 대한 고찰. <u>대한수학교육학회 수학교육학연</u> 구, **22(4)**, 557-580.
- Chang, H. W. (2012). Study on the standards for mathematical practice of common core state standards for mathematics. *The Journal of Educational Research in Mathematics*. **22(4)**, 557–580.
- 조향숙·김훈·허준영 (2012). <u>현장 적용 사례를 통한 융합인재교육(STEAM)의 이해</u>. 한국교육개발원 연구보고 서 2012-02-02.
- Cho, H. S., Kim, H., & Huh, J. Y. (2012). *Understanding of STEAM through school application case. Research report of* Korean Educational Development Institute 2012–02–02.
- 한국과학창의재단 (2011). 2009 개정 교육과정에 따른 수학과 교육과정 연구. 정책연구 2011-11.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (2011). A study of Mathematics education curriculum. Policy Study 2011–11.
- 한혜숙 (2013). STEAM 교수-학습 프로그램의 개발 동향 분석 및 수학교과 중심의 STEAM 교수-학습 프로그램의 개발. 한국수학교육학회 수학교육논문집, **27(3)**, 523-545.
- Han, H. S. (2013). The analysis of research trends on STEAM instructional program and the development of mathematics-centered STEAM instructional program. J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education, 27(3), 523-545.
- 황혜정·허난 (2016). 수학 문제중심학습(PBL)에서 융합적 사고력 신장 도모에 관한 의의 -역사 소재를 중심으로-, 한국수학교육학회 수학교육논문집, **30(2)**, 161-178.
- Hwang, H. J., & Huh, N. (2016). The study on the integrated thinking ability in problem based learning program using historical materials in mathematics. *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **30(2)**, 161–178.
- Brown, J. (2012). The current status of STEM education research, *Journal of STEM Education*, **13(5)**. 7–11. CCSSI (2010). *Common Core State Standards for Mathematics*. U.S.A.
- De Lange (1996). Using and applying mathematics in education in: A.J. Bishop, et al. (eds). International handbook of mathematics education, Part one. 49-97. Kluwer academic publisher.
- Freudenthal, H. (1991). Revisiting mathematics education. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gravemeijer, K., & Doorman, M. (1999). Context problems in realistic mathematics education: A calculus course as an example. *Educational Studies in Mathematics* **39**, 111-129.
- Jurdak, M. (2006). Contrasting perspectives and performance of high school students on problem solving in real world, situated, and school contexts. *Educational Studies in Mathematics*, **63(3)**, 283 301.
- Moore. T. J., & Smith. K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education*, **15(1)**, 5–10.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author. 구광조, 오병승, 류희찬 공역(1992). 수학교육과정과 평가의 새로운 방향. 서울: 경문사.
- \_\_\_\_\_\_(2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: Author. 류희찬, 조완영, 이경화, 나귀수, 김남균, 방정숙 공역(2007). 학교수

학을 위한 원리와 규준. 서울: 경문사.

National Research Council. (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. J. Kilpatrick, J. Swafford, and B. Findell (Eds.). *Mathematics Learning Study Committee, Center for Education,*Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy.

OECD (2005). The definition and selection of key competencies. Project report.

Schroeder, T. L., & Lester, F. K. (1989). Developing understanding in mathematics via problem solving, In P. R. Trafton, & A. P. Shulte (Eds.), New Directions for elementary mathematics (Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics), Reston, VA: NCTM.

Stinner, A. (1995) Contextual settings, science stories, and large context problems: Toward a more humanistic science education, *Science Education*, **79**(5), 555-581.

Treffers, A. (1987). *Three dimensions*: A model of goal and theory description in mathematics education. The Wiskobas Project, D. Reidel, Dordrecht.

# Development and Application of STEAM Education Model centered on Mathematics Subject using Real-life Context

#### Ban, Eun-seob

Jincheon Girls Middle School Jincheon, Chungbuk, Korea E-mail: esban@knue.ac.kr

The purpose of this study is to develop a STEAM education model on the basis of mathematics curriculum using real life context, and to analyze the effect of the class based on developed model to make applicable pedagogical discussion. For this purpose, STEAM class materials that can be used in terms of recognition, connection, extension, and application of mathematical concepts, principles and laws are considered, taking into consideration the ways in which real life contexts and mathematical learning could be harmonized. As a results of using these materials, it was empirically confirmed that students' cognitive thinking and affective aspects abilities were improved. The STEAM instruction centered on the mathematics curriculum and the mathematics class based on the data developed in this study have a unique identity compared to the conventional general mathematics teaching methods using the textbooks. And it is pursuing the future class model which could present desirable creativity and personality education. The result of this study would provide preliminary data and meaningful implications to the researchers for next curriculum and concomitant instructional materials as well as the mathematics teachers.

\* 2000 Mathematics Subject Classification: 97C90, 97D30, 97U60

<sup>\*</sup> ZDM Classification: C74, U24, U64

<sup>\*</sup> Key words: STEAM education, STEAM based on Mathematics, Real Life Context, Mathematics Education

# 부록 1. 교사용 설문지

## 수학교과 중심의 STEAM 수업 자료 개발 및 적용에 관한 설문지

-교사용-

안녕하십니까?

이 설문지는 수학교과 중심의 STEAM 수업 자료와 이에 대한 수업에 관하여 선생님의 의견을 확인하기 위한 것입니다. 보내드린 자료와 동영상 파일을 참고하셔서 답해주시기 바랍니다. 응답하 신 내용은 연구이외에 어떠한 목적으로도 사용되지 않을 것입니다.

설문에 참여해주셔서 다시 한 번 진심으로 감사드립니다.

다음은 본 설문에 앞서 선생님들의 기초 배경을 조사하는 문항입니다. 해당되는 번호에 O표 해주시거나 내용을 써 주십시오.

- (1) 소속학교: ( )고등학교
- (2) 성별: 남( ), 여( )
- (3) 경력: 5년 미만( ), 5년 이상~10년 미만( ), 10년 이상~20년 미만( ), 20년 이상( )

다음은 수학교과 중심의 STEAM 수업 자료 및 실시된 수업에 대한 선생님들의 생각을 이해하기 위하여 마련한 설문 문항입니다. 각 문항에 대한 생각을 O또는  $\lor$ 표 해주십시오.

번호	문항	전혀 그렇지 않다			그렇지 않다		.렇 구	그	우 렇
1	본 수업 자료 및 수업의 내용은 흥미로웠고 수학에 호기심을 갖게 하였다.	0	1	2	3	4	5	6	7
2	본 수업 자료 및 수업은 수학의 개념, 원리, 법칙을 학습하는 데 도움을 주었다.		1	2	3	4	5	6	7
3	본 수업 자료 및 수업의 탐구 및 활동들은 수학을 다양한 분 야(과학, 예술)과 함께 생각하는데 도움을 주었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
4	본 수업 자료 및 수업은 수학적으로 의사소통을 더 잘할 수 있게 도움을 주었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
5	본 수업 자료 및 수업을 통하여 수학이 실생활의 다양한 현	0	1	2	3	4	5	6	7

	상과 관련된다는 것을 알 수 있었다.								
6	본 수업 자료 및 수업을 통하여 조원들과 협동심이 길러졌으며, 다른 의견을 존중할 수 있게 되었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
7	본 수업 자료 및 수업은 수학의 개념, 원리, 법칙을 실생활에 적용해보는데 도움을 주었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
8	본 수업 자료 및 수업은 수학 문제를 해결할 때 결과에 이르 는 과정의 중요성을 느끼게 해 주었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
9	본 수업 자료 및 수업은 수학의 개념, 원리, 법칙을 연결하여 학습하는데 도움을 주었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
10	본 수업 자료 및 수업에서 제시된 학습량은 적당하다.	0	1	2	3	4	5	6	7
11	기존 교과서와 비교하여 본 수업 자료는 수학교과 중심의 STEAM 수업자료로서 긍정적인 차이점이 있다.	0	1	2	3	4	5	6	7
12	본 수업 자료는 현행 수학과 교육과정을 기반으로 구성되어 있다.	0	1	2	3	4	5	6	7

다음은 수학교과 중심의 STEAM 수업 자료 개발 및 적용에 대한 선생님의 생각을 더 깊이 이해하기 위하여 마련한 문항입니다. 선생님께서 생각하시는 바를 자세히 기술해 주십시오.

- 1. 수학교과 중심의 STEAM 수업 자료의 구성 방법에 대하여 어떻게 생각하시는지 기술해 주십시오.
- 2. 수학교과 중심의 STEAM 수업 자료의 내용 난이도 수준에 대하여 어떻게 생각하고, 만약 조절해야 한다면 어느 정도가 적절할지 기술해 주십시오.
  - 3. 기존의 교과서와 어떠한 차이점이 있는지 기술해 주십시오.
  - 4. 수업의 결과 학생들의 참여와 흥미도를 비롯한 정의적 영역에 어떠한 영향을 주었는지 적어주십시오.
  - 5. 실제 학교 현장에 적용하는 것에 대하여 어떻게 생각하시는 적어주십시오.

## 부록 2. 학생용 설문지

다음은 앞서 진행된 수학 수업에 대한 여러분들의 생각을 이해하기 위하여 마련한 설문 문항입니다. 각 문항에 대한 여러분들의 생각을 O또는  $\lor$ 표 해주십시오.

번호	문항	전혀 그렇지 않다		`	그렇지 않다		그렇다		우 렇
1	본 수업의 내용은 홍미로웠고 수학에 호기심을 갖게 하였다.	0	1	2	3	4	5	6	7
2	본 수업은 수학의 개념, 원리, 법칙을 학습하는데 도움을 주었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
3	본 수업의 탐구 및 활동들은 수학을 다양한 분야(과학, 예술) 과 함께 생각하는데 도움을 주었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
4	본 수업은 수학적으로 의사소통을 더 잘할 수 있게 도움을 주 었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
5	본 수업을 통하여 수학이 실생활의 다양한 현상과 관련된다는 것을 알 수 있었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
6	본 수업을 통하여 조원들과 협동심이 길러졌으며, 다른 의견을 존중할 수 있게 되었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
7	본 수업은 수학의 개념, 원리, 법칙을 실생활에 적용해보는데 도움을 주었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
8	본 수업은 수학 문제를 해결할 때 결과에 이르는 과정의 중 요성을 느끼게 해 주었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
9	본 수업은 수학의 개념, 원리, 법칙을 연결하여 학습하는데 도 움을 주었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
10	본 수업에서 제시된 학습량은 적당하다.	0	1	2	3	4	5	6	7

다음은 앞서 진행된 수학 수업에 대한 여러분의 생각을 더 깊이 이해하기 위하여 마련한 문항입니다. 여러분 이 생각하는 바를 자세히 써 주십시오.

- 1. 수학이 실생활이나 다른 과목과 연결되어 있음을 가장 잘 느끼게 해 준 탐구 또는 활동은 무엇이었습니까? 그렇게 느낀 이유는 무엇입니까?
- 2. 수학이 흥미로운 과목임을 가장 잘 느끼게 해 준 탐구 또는 활동은 무엇이었습니까? 그렇게 느낀 이유는 무엇입니까?
  - 3. 너무 쉽다고 느낀 탐구 또는 활동은 무엇이었습니까? 그 이유는 무엇입니까?
  - 4. 너무 어렵다고 느낀 탐구 또는 활동은 무엇이었습니까? 그 이유는 무엇입니까?
  - 5. 본 수업에 참여하면서 느낀 점을 자유롭게 쓰세요.