건축을 활용한 초등학교 수학 중심의 융합교육 수업자료 개발

The Development of STEAM Education Material Focused on Elementary Mathematics Using Architectures

이종학*, 윤마병**

대구교육대학교 수학교육과*, 전주대학교 과학교육과**

Jeong-Hak Lee(mathro@dnue.ac.kr)*, Ma-Byong Yoon(mabyong@hanmail.net)**

요약

건축은 기술과 예술의 결합체이면서 다양하고 수준 높은 수학·과학적 원리들을 담고 있다. 석굴암과 불국사 대웅전, 부석사 무량수전, 파르테논 신전 등과 같은 국내외의 뛰어난 건축물들에 내재된 흥미로운 수학적 사실들과 원리들을 학습소재로 하여 탐구하는 기회를 학생들에게 제공할 수 있다. 건축물들에 내재된 수학적 사실들을 직접 찾아보고 그 원리들을 탐구해 보는 활동은 학생들에게 수학의 실용성을 인식하고, 왜 공부해야 하는지에 대한 당위성을 부여하면서 학습에 대한 흥미와 관심을 제공할 수 있다. 본 연구는 수학적 원리를 담고 있는 역사적인 건축물들에 대해서 알아보고, 이를 기반으로 건축을 활용한 초등학교 수학 중심의 융합교육(STEAM) 자료를 개발 했다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 2009개정교육 과정을 바탕으로 초등학교 수학 교과와 '비례', '대칭', '도형의 이동', '쌓기나무', '삼각형' 단원의 목표 및 학습 내용을 분석하여 주제를 선정하고, 적절한 역사적 건축물을 학습소재로 선정하였다. 둘째, 수학적 내용을 담고 있는 역사적 건축물들에 대해서 메타분석을 하였다. 셋째, 교실 수업에서 실제적으로 활용이 가능하도록 건축을 활용한 수학 중심의 25차시 융합교육 자료를 개발하고, 개발한 융합교육 자료에 대한 전문가 집단의 타당도 검사에서 수업 자료로서 적절하다는 평가를 받았다.

■ 중심어 : | 건축 | 초등학교 수학 | 융합교육 |

Abstract

Architecture is usually seen as a product of art and technology. However, most historical buildings also exemplify various sophisticated principles of mathematics. Outstanding examples of architecture around the world such as Seokguram, Daewoongjun of Bulguksa, Muryangsujeon of Buseoksa, and the Parthenon provide students with a great opportunity to study their underlying mathematical properties and principles. The activity of identifying and investigating such mathematical principles in historical buildings enables students to realize that mathematics is a practical subject, and thus provides justification for the study and importance of mathematics. For the purpose of this study historical architecture was reviewed with this in mind in order to develop STEAM education materials focused on elementary school mathematics. The result of this study is as follows: first of all, appropriate examples of historical architecture were selected on the basis of the 2009 revised curriculum's content and teaching goals. These involved chapters on 'proportion', 'symmetry', 'movement of figures', 'building blocks', and 'triangles'. Secondly, a meta-analysis was performed on the historical buildings that clearly illustrate mathematical principles. Thirdly, STEAM education materials focused on elementary mathematics using architectural examples were developed which made actual application in classrooms possible. And lastly, surveys of professional groups were conducted to verify whether the produced materials were suitable teaching resources.

■ keyword : | Architecture | Elementary Mathematics | STEAM Education |

접수일자 : 2014년 03월 04일

수정일자 : 2014년 04월 01일

심사완료일 : 2014년 04월 02일

교신저자 : 윤마병, e-mail : mabyong@hanmail.net

I. 서론

건축은 물질적인 재료를 이용하여 인간 생활에 필요한 구조물을 만들어 내는 예술 활동이나 만들어진 결과물을 의미한다. 수학의 한 분야인 기하학의 시초는 본질적으로 패턴의 연구였기에 오랜 시간 동안 기하학과 패턴의 창조를 추구하는 건축은 서로 분리될 수 없는 관계였으며 역사적으로 건축은 수학의 한 분야로 여겨져 왔다[1]. 고대 이집트의 피라미드와 그리스의 신전 등을 설계하고 만들었던 인물들은 모두 건축가이면서 동시에 수학자들이었다. 로마 시대의 건축가들도 천문학, 지리 등의 학문과 함께 수학을 다루었고, 16세기의 르네상스 시대에도 역시 수학자이며 건축가였던 사람들에게 의해서 건축 설계에 사영기하를 이용한 원근법이 도입되었다[2]. 김용운(1986)은 역사적인 건축물들에 내재된 수학적 내용들을 탐구하면서 건축에서 수학적 원리의 중요성을 강조하였다[3]. 또한, 박한규(1990)는 수학과 건축의 관계는 다른 어떤 학문적 조합보다도 엄밀한 관련성을 갖는다고 말한다[4]. 김성숙과 김주영(2002)은 수학적 원리인 황금비를 활용해 역사적·문화적인 건축물 중의 하나인 이집트의 피라미드를 탐색하였으며[1], 서보라(2012)는 건축과 수학을 융합한 STEAM교육 자료를 활용한 수업이 학생들의 수학적 태도 향상에 유의미한 효과가 있다고 밝혔다[5].

21세기 창조경제시대에 대비하기 위한 수학과 과학 교육의 키워드는 창의성과 더불어 학문 간의 융합이다 [6][7][18][19][21]. 앞으로의 미래 사회는 단절된 하나의 교과 지식보다는 다양한 학문 간의 융합적 지식과 사고가 학생들에게 필수적인 능력으로 여겨질 것이다. 따라서 학교 현장에서는 교육적인 필요성에 의해서 STEAM을 기반으로 하는 교수·학습 활동이 활발하게 진행되고 있지만[23], 교사들의 STEAM에 대한 심층적인 이해와 초·중등 학교급에 적절한 STEAM 교육 자료의 개발은 아직도 미흡한 실정이다[8]. 한혜숙과 이화정(2012)은 현장 교사들의 72.9%가 학교 현장에서 STEAM 교육의 성공적인 안착을 위해서 필요한 활동으로 STEAM 교육 자료 및 교재의 개발과 공유를 들고 있다. 학교 현장에서 필요로 하는 다양한 수준에서

STEAM 교수·학습 자료들의 개발이 폭넓게 이루어지지 못하고 있다는 것을 의미하는 동시에 현장의 교사들이 STEAM 교육 자료 및 교재를 개발할 소재를 찾는 활동에 많은 어려움을 지닌다는 것을 말해준다[8][9]. 따라서 초·중등학교급에서 다양한 수준의 STEAM 교육 자료들이 개발될 필요가 있으며, 역사적인 건축물들과 같이 학생들이 실제로 접하면서 흥미와 관심을 가질 수 있는 구체적인 교육 자료를 활용하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

석굴암과 불국사 대웅전, 부석사 무량수전, 파르테논 신전, 경복궁 등과 같은 국내외의 뛰어난 건축물들은 내재된 흥미로운 수학·과학적 사실들과 원리들을 갖고 있는 좋은 학습 소재이다. 역사적인 건축물들에 내재된 수학·과학적 사실들을 직접 찾아보고 그 원리들을 탐구해 보는 활동은 학생들에게 수학·과학의 실용성을 인식하고, 왜 공부해야 하는지에 대한 당위성을 부여하면서 학습에 대한 흥미와 관심을 제공할 수 있다. 이에 본 연구는 건축물들에 내재된 수학·과학적 사실 및 원리들과 이를 통해 학교 현장에서 수학과 건축을 기반으로 하는 STEAM 교육 수업자료를 개발하고자 하였다.

II. 이론적 배경

1. 건축과 STEAM교육

STEAM은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics) 분야의 융합을 추구한 미국과학재단(NSF)의 STEM에 기원을 두고 있다 [10]. 일반적으로 STEM은 과학, 기술, 공학, 수학 등의 교과에서 과정 및 내용 간의 통합적인 접근을 의미한다. 학교의 교과교육에서 교과 내용의 개별적인 교육이 아니라 과정 및 내용 간의 통합적·융합적 접근의 중요성을 강조한 것이다[22]. STEM에 예술(Arts)를 추가한 STEAM은 교과 간의 상호 협력을 바탕으로 한 융합적인 접근을 강조한 것으로 Yakman(2010)은 STEAM이 STEM과 같이 통합교육적 성격을 지니며 동시에 예술성을 추구한다고 말한다[23]. STEAM에서 예술은 조각, 신체 예술, 미술 등을 포함하는 보다 큰 관련 학문간

융합으로서 예술과 기술의 집합체이면서 수학·과학적 원리가 내재되어 있는 건축 분야는 STEAM 교육의 좋은 학습소재라고 할 수 있다[10].

2. STEAM 교육자료 개발 모형

김진수(2011)는 각 학문의 통합방식 및 연계 정도에 따라 3가지 STEAM 모형을 제시했다[12]. 그 중에서 수학 교과를 중심으로 다학문적 분야의 내용들을 연계하여 STEAM 교육을 할 수 있는 모형이 M-STEAM이다[11][12]. M-STEAM은 수학의 교과 지식이 중심이 되면서 통합 교육을 위해 필요한 다른 교과(과학, 기술, 공학, 예술)의 내용을 연계한 통합 모형이다. 초등학교 수학 수업에서 주입과 암기를 주로 하는 교육 내용을 지양하고 실생활 및 다른 교과와 연계된 교육 내용을 통합적으로 지도하는 측면에서 M-STEAM 교육의 필요성이 더욱 제기된다.

조향숙(2011)은 STEAM 자료가 갖추어야 할 준거로 상황 제시, 창의적 설계, 성공의 경험을 말한다[11]. 김진수(2011)도 STEAM 자료는 문제와 문제해결의 필요성을 인식하는 과정을 위한 적절한 상황의 제시 단계와 문제를 정의하여 창의적 디자인과 융합적 사고를 기반으로 문제를 해결하는 창의적 설계 단계, 문제해결의 만족감과 새로운 과제에 도전하는 성공의 경험 단계를 가져야 한다고 말했다. 이 과정에서 STEAM 자료는 학생들이 감성적 체험을 경험할 수 있도록 구성돼야 한다[12]. 이에 본 연구에서 활용한 STEAM 자료 개발 모형은 준비, 개발, 실행, 평가의 4단계로 구성된 김진수(2011)의 PDIE 모형[12]을 활용하였다(그림 1). PDIE 모형에서 준비 단계는 STEAM 자료 개발의 사전 단계

로서 학습자 및 대상자들의 요구를 분석하고, 학습 목표와 평가도구를 설계한다. 개발 단계에서는 준비 단계의 기초 자료를 기반으로 STEAM 수업에 관련된 다양한 교수·학습 자료를 실제로 개발하는 단계이며 실행 단계에서는 개발된 STEAM 자료를 교실에 실제로 적용해 본다. 평가 단계는 STEAM 자료의 효과를 파악하기 위한 평가를 실시하고, 자료를 수정 및 보완하여 최종적인 STEAM 자료를 완성하는 단계이다.

III. 연구 방법

건축물을 교수-학습 소재로 하여 STEAM 수업자료를 개발하기 위한 연구 방법으로 메타 분석을 하였다. 메타 분석은 낱알의 연구들을 통합하거나 일반화할 목적으로 많은 개별적 연구나 그 결과들을 분석하는 방법이다. 분석의 절차는 이미 이루어진 다양한 선행 연구들을 일관된 주제나 체계적 틀로 분석하는 과정을 거치며, 이를 통해 누적된 선행연구 결과들에 대한 일반화된 결론을 도출하거나 결과들을 통합하는 방식으로 단순화하고 종합화한다[13]. 본 연구에서는 학술연구정보서비스(RISS)와 웹에서 핵심 검색어인 ‘건축, 수학’으로 검색을 하였고, ‘황금비, 비례, 대칭, 구고현의 정리, 사이클로이드’ 등의 검색어를 보조적 탐색으로 자료를 수집하였다. 또한, 수집한 자료의 참고 문헌을 탐색하여 적합한 자료를 재수집하였다. 건축과 수학이라는 주제를 연구한 학술지나 학위논문, 또는 웹사이트가 많지 않아 수집한 자료의 한계가 있었다. 그렇지만 이는 STEAM이 학문 간의 융합이라는 새로운 시도를 요구

그림 1. PDIE 모형에 따른 STEAM교육 자료의 개발 절차

표 1. 주요 메타 분석 대상

구분	논문명(저자)/웹사이트주소
학술지 및 학위논문	수학과 건축(김성숙, 김주영, 2002)
	수학사와 건축사의 만남(김용운, 1986)
	프랙탈 이미지를 활용한 입체조형연구(김태균, 2011)
	황금비(박애진, 2008)
	건축과 수학과의 관계(박한규, 1996)
	영재 심화 교수-학습 자료(방승진, 김용말, 이상원, 이우식, 2003)
	수학에 기반을 둔 STEAM 교수학습 내용 개발: 건축 속의 수학원리 탐구(서보라, 2012)
	미술 중심의 STEAM 교육 프로그램 사례 연구(이소현, 정현일, 2012)
	실생활 자료를 활용한 피타고라스 정리의 지도에 관한 연구(이준우, 2007)
	The elephant in the classroom(Boaler, 2010)
	디지털건축에서 형태 생성의 수학적 창발에 대한 연구(장인철, 2011)
	수학과 건축의 패러다임과 범패러다임(계영희, 2013)
	수학 News(최영준, 2013)
	디지털 건축연구실 탐방-건축, 예술 작품이 되다(김선희, 2013)
	건축, 미술, 음악에서의 수학적 원리에 대한 연구(노재강, 2008)
	현대건축에서의 탈기하학적 디자인에 근거한 프랙탈 기하학의 건축적 적용에 관한 연구(최형욱, 2008)
웹사이트	나선을 소재로 한 초등 수학 영재 프로그램 개발 및 실행 연구(하경수, 2012)
	경복궁 강녕전의 수학(http://gaussianmusic.egloos.com/1975967)
	문화재청 경복궁 안내(http://www.royalpalace.go.kr/html/main/main.jsp)
	부석사 무량수전(http://ynucc.yu.ac.kr/~edupht/think/beauty/8.htm)
	부석사 무량수전 정면도(http://www.buddhism.pe.kr/arch/)
	베르메르 작품과 알함브라 궁전(http://ahaconomy.com/?page=news/flypage&nid=3136&cid=57)
	석굴암(http://www.segye.com/Articles/NEWS/SOCIETY/Article.asp?aid=20120529022070&subctg1=&subctg2=)
	얼굴무늬 수막새(http://www.heritage.go.kr)
	피보나치 수열의 정의(http://holicmath.tistory.com/45)
	촉지동(http://stevia.pe.kr/stevia/board.php?board=geo&category=6&set)
	황금비(http://www.tscmemsys.com/fs/WhatIsPHI.pdf)
	황금비 축구공(http://www.ahaconomy.com/?page=news/flypage&nid=4280&cid=)

표 2. 개발 수업자료 타당도 검사도구[14]

영역	평가항목	문항 번호
내용	· 교육과정예의 부합 · STEAM의 이해도 · 과제 난이도의 적절성	1, 2, 3
교수·학습	· 내용 선정의 타당성 · 수업 내용의 계열성 · 학습시간 분배의 적절성 · STEAM 자료의 흥미도	4, 5, 6, 7
기능	· 학습자의 동기유발 · 자료 디자인의 적절성 · 수업 현장에서의 활용성 · 학생 활동지의 활용성	8, 9, 10, 11
평가	· 평가의 가능성 · 평가의 객관성	12, 13

한다는 측면에서 앞으로 연구되어야 할 부분이고, 본 자료 개발의 이유라고도 할 수 있다. 주요 메타 분석의 대상은 [표 1]과 같다.

STEAM 수업자료 개발을 위해서 교과교육 교수 3명

과 초등학교 현장교사 20명의 평가 및 자문을 구했다. 개발한 수업자료의 타당도를 검증하기 위한 검사도구는 박소정 등(2012)의 설문지를 활용하였다[표 2][14].

(a)

(b)

(c)

(d)

그림 2. 부석사 무량수전(a), 정면도(b), 파르테논 신전(c), 기타 피라미드(d)[15]

IV. 연구 결과 및 논의

1. M-STEAM 수업자료 개발

초등학교 3~6학년을 대상으로 하여 건축을 활용한 학습 내용을 바탕으로 창의적인 학습 활동이 가능할 수 있는 주제를 수학 교과와 내용을 중심으로 선정했다. 개발한 M-STEAM 자료의 주제, 학습 목표, 관련 교육 과정 등은 [표 3]과 같다.

자료의 개발을 위해 먼저 현행 초등학교 수학과 교육 과정에서 추구하는 교육목표를 기반으로 M-STEAM 자료의 주제 및 학습 목표를 분석하였다[15]. 또한 이를 바탕으로 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과와 내용을 융합적으로 교육할 수 있도록 각 교과와 건축에서 관련 내용을 선정하였다. 개발 단계에서는 학생 활동지를 뒷받침해 줄 수 있는 교사용 지침서와 교수·학습을 수행하기 위한 학생 활동지로 구분하여 수업자료를 개발하였다. 학생 활동지는 활동 과제를 해결하기 위해 필요한 교과내용을 통합적으로 확인할 수 있도록 하였으며,

각 활동에서 실생활과 건축을 도입 소재로 활용하여 학생들의 흥미를 유도하였다. M-STEAM 요소를 통합적으로 제시하여 학습자의 융합적 사고 활동이 가능하도록 25차시 수업자료를 개발했다. 수업자료의 구체적인 활동과 내용을 주제 별로 정리하여 <부록 1>에 제시하였고, 학생활동지 사례를 <부록 2>에 첨부하였다.

2. M-STEAM 학습소재로서 건축물

2.1 황금비율과 균제비례를 활용한 건축

시대와 장소를 막론하고 건축 이론에 수학이 적용되는 대표적인 예는 비례이고, 이 비례에서 가장 예술적이며 여러 건축물에 폭넓게 활용되는 관계는 황금비이다. 근사적으로 1.618:1인 황금비는 건축물의 평면이나 입면에 적용되어 시각적인 안정감과 아름다움을 느끼게 한다. 황금비와 관련해서 파피루스(Papyrus)를 저술한 아메스(Ahmes)는 ‘신성한 비가 우리의 피라미드에서 쓰이고 있다.’라고 말하였으며, 그리스의 수학자인 에우독소스(Eudoxos)는 이 ‘신성한 비’를 가리키는 황

표 3. M-STEAM교육 자료의 주제 및 학습 목표

순	주제	관련 교육과정	학습목표
1	건축물에 표현된 기하학적 문양의 수학적 특징	4-2학기, 규칙과 대응 5-2학기, 비와 비율 6-2학기, 연비, 비례배분	<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 건축물에서 패턴 (기하학적 문양)을 찾고 이를 말할 수 있다. · 패턴블록을 이용하여 평면을 채울 수 있다. · 싸이클로이드에 대해서 알고, 실생활에서 활용의 예를 말할 수 있다.
2	우리는 건축가	3-2학기, 평면도형 6-1학기, 쌓기나무 6-1학기, 겹넓이와 부피	<ul style="list-style-type: none"> · 어떤 상황을 앞, 뒤, 옆에서 본 모습을 말로 표현하고 그릴 수 있다. · 앞, 뒤, 옆에서 본 모습을 보고 어떤 물건인지 알 수 있다. · 쌓기나무의 개수를 말할 수 있다. · 지오데식 돔과 Pop-up 건축물을 실제로 만들 수 있다.
3	프랙탈 도형을 만들어보자	3-1학기, 평면도형 5-2학기, 비와 비율 6-2학기, 입체도형	<ul style="list-style-type: none"> · 프랙탈 도형을 이해하고, 실생활에서 프랙탈 도형을 찾을 수 있다. · 평면과 입체 프랙탈 도형을 실제로 만들 수 있다. · 건축물에 담긴 프랙탈 도형을 찾고, 말할 수 있다.
4	얼굴무늬 수막새의 복원	4-2학기, 다각형 5-2학기, 합동과 대칭 6-2학기, 입체도형	<ul style="list-style-type: none"> · 삼각형의 성질을 이해하고, 이를 실제로 적용할 수 있다. · 외심을 알고, 삼각형에서 외심을 찾을 수 있다. · 외심의 성질을 말할 수 있다. · 외심을 이용하여 얼굴무늬 수막새의 중심을 찾을 수 있다.

(a)

(b)

(c)

그림 3. 정이십면체(a), 축구공(b), 축지돔(국립중앙과학관, c)[34]

금비의 기호로 Φ 를 약속하였다. 이 Φ 를 사용해 황금비를 나타내면 $(1+\Phi):\Phi=\Phi:1$ 가 되는 수이고, 비례식의 성질에 의하여 $\Phi^2=1+\Phi$ 를 계산하면 근사적으로 황금비는 $\Phi=1.618033989...$ 임을 알 수 있다.

황금비는 부석사 무량수전이나 그리스의 파르테논 신전 등의 역사적인 건축물들에 자주 적용되어 왔다[그림 2]. 부석사 무량수전의 전체 구조는 앞면 5칸(18.75m), 옆면 3칸(11.57m)으로서 옆면 대 앞면의 비율이 $11.57:18.75=1:1.62$ 의 황금비로 구성되어 있다. B.C. 400년경에 만들어져 세계문화유산에도 지정된 그리스의 파르테논 신전은 황금비를 사용한 대표적인 건축물 중 하나로서 신전의 기둥 윗부분은 전체 높이를 황금 분할하고, 가운데 두 기둥은 신전의 가로 길이를 각각 황금 분할한다. 황금비는 이집트의 피라미드에서도 적용되고 있다. 정삼각뿔 형태의 피라미드에서 한 밑변의 길이는 230.363m이고, 높이는 146.515m이다. 그리고 피라미드에서 밑변 길이인 230.363m의 $\frac{1}{2}$ 은 115.182m이므로, 피타고라스의 정리에 의하면 빗변의 길이는 186.369m이다. 이때, 밑변의 $\frac{1}{2}$ 인

115.182m에 대한 빗변 186.369m의 길이에 대한 비의 값은 1.6180으로 근사적인 황금비의 값을 갖는다.

가로와 세로의 길이 비에 황금비를 적용한 사각형은 황금직사각형이라 하는데, 이 황금직사각형과 정이십면체에서도 흥미 있는 수학적 연결을 찾을 수 있다. 실제로 합동인 황금직사각형 3개에서 각각을 다른 2개의 황금사각형에 수직이 되게 대칭으로 교차시켜 중앙을 일치시켜 구성한 3개의 황금사각형들의 조합은 12개의 꼭짓점이 생기고, 이 12개의 꼭짓점은 정이십면체의 꼭짓점과 일치한다[15]. 이 정이십면체에서 모서리의 삼등분점을 자르면 면이 32개인 축구공의 기본 형태로 사용되는 준정다면체가 만들어지는데, 축구공은 정오각형 12개와 정육각형 20개로 이루어진 깎인 정이십면체이다. 축구공의 모양에서 오일러가 다면체에서 발견한 면, 꼭짓점, 그리고 변의 수 사이의 관계인 오일러 정리를 적용해 볼 수 있다. 오일러의 정리(면 수+꼭짓점 수-모서리 수=2)에 의하면 정이십면체와 깎인 정이십면체는 각각 면, 꼭짓점, 모서리의 수가

20, 12, 30과 32, 60, 90이다. 건축학자 버크민스터(Buckminster)는 이 오일러의 정리를 이용해 측지 돔(geodesic dom)을 설계하였다. 축구공이 깎아낸 정이십면체의 안쪽 공간에서 부풀어 오른 형태의 구 모양을 만들었다면 측지 돔은 정다면체의 면을 분할하고 이를 안쪽으로 향하도록 하여 구 모양을 만든 것으로 보다 더 적은 재료를 사용해서 더 큰 공간을 얻을 수 있다[그림 3].

황금비가 아닌 비례관계가 적용된 건축물로 우리나라 불교 미술을 대표하는 석굴암의 본전 불상은 [그림 4]와 같이 아름다운 비례의 원형을 보여주는 건축물로 로마 시대의 건축가인 비트루비우스(Vitruvius)가 제기한 '균제비례(Symmetry)'의 형태로 건축되었다. 균제비례는 인체에서 가장 아름다움과 안정감을 주는 비율인 $\frac{1}{10}$ 을 말하는 것으로, 석굴암 본전 불상도 역시 균제비례에 따라 빼어난 예술성을 보여준다. 석굴암 본존 불상의 얼굴, 가슴, 어깨, 무릎 너비의 비는 1:2:3:4로서 본존불상의 총 너비를 1이라 하면 얼굴과의 비율이 $\frac{1}{10}$ 로 균제비례가 나타난다. 이와 같이 신라인들은 안정감을 주는 아름다운 비율인 균제비율은 알고 있었을 뿐 아니라 석굴암과 같은 건축물에 적용할 수 있었다.

그림 4. 석굴암 황금비[38]

2.2 구고현의 정리와 건축

신라 시대의 천문학 관련 서적인 주비산경 제 1권에

그림 5. 삼각형 구조로 이루어진 불국사 백운교(a)와 에펠탑(b)[45][46]

는 구고현의 정리로 ‘구를 3, 고를 4라고 할 때, 현은 5가 된다.’라는 문구가 있다. 이전에는 직각삼각형에서 직각을 낀 두 변 가운데 짧은 변을 ‘구’, 긴 변을 ‘고’, 그리고 빗변을 ‘현’이라 하였다[16]. 즉, 구고현의 정리는 ‘직각삼각형에서 밑변과 높이가 각각 3, 4이고 빗변의 길이는 5’인 피타고라스의 정리를 의미하는 것을 알 수 있으며, 신라 시대에 이미 천문과 일상의 다양한 상황에서 직각삼각형을 이용하였음을 짐작할 수 있다. 건축에서도 이 구고현의 정리가 활용되었는데, 경주 불국사에 건축된 높이 12척, 너비 16척의 백운교를 측면에서 보면 직각삼각형 모양이면서 3:4:5의 구고현 정리가 쓰이고 있다[그림 5].

구고현의 정리가 적용되는 직각삼각형은 삼각형의 일종으로 다리나 건축물의 트러스를 구성하는데 많이 활용되는 기하학적 형태이다. 건축물을 지을 때 목재나 강재를 서로 엮어서 만든 구조물로 구조의 기본 단위가 되는 트러스는 삼각형 형태가 흔히 사용되는데, 삼각형 형태를 이용해 건축물을 만들면 건축물이 구조적으로 안정적이고 시각적으로 아름답기까지 하여 파리의 에펠탑과 같은 건축물에서도 삼각형 트러스를 찾을 수 있다. 삼각형은 세 변의 길이가 정해지면 모양이 유일하게 결정되어 간단하면서도 안정적인 구조를 결정한다. 그러나 사각형은 변의 길이만으로는 유일하게 사각형을 결정지을 수 없다.

2.3 경복궁에 담긴 건축물의 수학적 원리

기하학적 변환과 관련하여 초등학교 3학년 수학 교과서는 도형의 밀기, 뒤집기, 돌리기의 활동을 통해서 도형을 이용한 다양한 배열에서 규칙을 찾는 공간감각과

도형의 변환에 대한 감각을 함양할 것을 요구한다[17]. 도형을 밀거나 뒤집거나 돌리는 활동은 각각 기하학의 평행이동, 선·점대칭, 회전이동의 예라고 볼 수 있다. 따라서 건축물에 나타난 기하학적 변환의 사례를 통해서 눈·운동 협응 능력, 도형·배경 지각능력, 지각적 항상성 능력, 위치 지각 능력, 공간 지각 능력, 시각적 변별 능력, 시각적 기억 능력 등의 공간 감각과 도형의 변환에 대한 감각을 기를 수 있다[17].

경복궁은 1395년에 건축된 조선 최초의 궁궐인데 1867년 중건되며 광화문, 홍례문, 근정전, 강녕전, 교태전을 잇는 중심 부분은 기하학적 질서에 따라 대칭적으로 건설되었고, 전체적으로 변화와 통일의미를 보여준다. 이 경복궁에서는 기하학적 배치 외에도 심도 있는 수학적 원리들을 다양하게 찾을 수 있다. 경복궁에 담긴 다양한 수학 내용 중의 하나로 먼저 왕의 침전인 강녕전에서 북측 담장의 굴뚝에 있는 천제만세무늬와 만수무강무늬는 좌우대칭 형태의 패턴을 띄고 있다.

강녕전의 좌우대칭 변환 및 패턴과 같은 대칭성과 균형은 경복궁에 있는 여러 건축물들에서 찾을 수 있는데, 이 중에서도 기하학적 변환 및 패턴을 시각적으로 뚜렷하게 보여주는 것은 경복궁 경내의 단청이다.

그림 6. 강녕전 대칭형 무늬[24]

단청은 건물의 벽과 기둥, 천장 등에 청색·적색·황색·백색·흑색 등 다섯 가지 색을 기본으로 사용하여 그림이나 무늬를 그려 넣은 것을 말하는데, 경복궁의 단청에서는 대칭미와 미적인 다양한 형태의 기하학적 도형들을 발견할 수 있다. 또한, 경복궁의 단청들은 크고 작은 원형, 삼각형, 육각형들의 기본무늬를 응용하여 도안된 연속무늬들로 기하학적인 곡선과 직선들을 서로 꿰고 묶어서 변형시킨 무늬로서 프랙탈 형태로 서로 연결되어 있다.

크기가 같은 정다각형으로 평면을 분할할 때 가능한 평면도형은 정삼각형, 정사각형, 정육각형이다. 세 가지 정다각형이 아닌 여러 도형의 복잡한 조합으로 평면을 덮는 것은 가능하다. 예를 들면 무어 왕조 시대의 궁전인 알함브라 궁전이나 이슬람 건축물들에서 발견되는 아름다운 모양의 무늬가 대표적이다[그림 7].

(a) (b)
그림 7. 알함브라 타일(a), 이슬람 무늬(b)[47]

이슬람의 건축물들은 문양에 사람이나 동물 형상을 잘 넣지 않고, 대칭과 반복의 기하학적 문양이 규칙적으로 들어가는 경우를 흔하게 접할 수 있다. 이와 같이 우리나라의 단청에서 나타나는 대칭성이나 반복과 같은 기하학적 형태는 외국의 다른 여러 건축물들이나 미술 작품에서도 유사하게 나타남을 알 수 있다.

수학적으로 점대칭 도형은 한 도형을 어떤 점을 중심으로 180° 돌렸을 때 처음 도형과 완전히 겹치는 도형을 말하고, 선대칭 도형은 한 도형을 어떤 직선을 중심으로 접었을 때 완전히 겹치는 도형을 말한다. 경복궁에서도 수학적 사실을 내재한 건축물로 왕이 집무를 보던 정전에서도 점대칭과 선대칭 도형 형태의 장식을 찾을 수 있다[그림 8].

(a) (b)
그림 8. 경복궁 정전(a), 일월오봉도(b)[24]

정전 내부 장식은 정 가운데의 도형을 중심으로 봉황과 용이 각각 점대칭 형태를 띠고 있으며, 왕이 앉은 자리의 뒤에 놓이던 일월오봉도는 해와 달의 색깔만 다를 뿐 다른 모양들은 선대칭 도형의 형태를 띠고 있다.

경복궁에서 찾을 수 있는 또 다른 수학적 원리로 사이클로이드(cycloid)를 들 수 있다. 경복궁 영추문의 지붕은 사이클로이드 형태로 이루어져 있다[그림 9].

그림 9. 경복궁 영추문, 사이클로이드[24]

일반적으로 재질이 목조인 궁이나 건물들에서 지붕의 기와는 지붕을 장식하는 미적 역할과 함께 눈과 비 바람에서 물이 구조물의 내부로 새는 것을 막는 기능적 역할을 담당한다. 그래서 지붕의 기와 모양은 물이 구조물로 스며들거나 지붕에 고이지 않고 빨리 흘러내릴 수 있는 형태여야 한다. 이 형태가 수학적으로 사이클로이드라 불리는 곡선이다. 두 점 사이에서 최단 거리는 직선이지만, 직선과 사이클로이드 모양으로 미끄럼틀을 각각 만들고, 같은 높이에서 공을 동시에 굴러보면 사이클로이드를 따라 떨어지는 공이 더 빨리 낙하함을 알 수 있는데, 이러한 의미에서 사이클로이드를 최단강하곡선이라고도 한다. 자연 현상에서 독수리가 먹

이를 향해 낙하할 때 최단 시간이 소요되는 사이클로이드와 가까운 곡선을 그린다고 하며 미끄럼틀이나 롤러코스터를 사이클로이드 모양으로 만들면 보다 더 빠른 속도를 낼 수 있다.

경복궁의 건축물에서 대청과 분합의 수학적 원리를 탐구할 수 있는 것과 같이 중세의 성당 문양에서 프랙탈의 이미지를 발견할 수 있다[그림 10].

그림 10. 노트담(a), 생트샤펠(b), 번개(c)[20]

[그림 10]에서 고딕 양식의 성당으로 노트담 성당과 생트샤펠 성당의 문양들은 프랙탈 이미지의 특성인 개체의 크기 축소와 확대를 통한 무한 반복과 자기닮음의 구조를 보여주고 있다. 프랙탈은 유사성과 순환성이라는 특징을 내재하고 있는데, 번개가 치는 모습, 지진에 의한 땅의 갈라짐, 강줄기의 모습, 폐의 혈관과 나뭇가지의 모양 등의 다양한 자연 현상에서도 프랙탈의 특징을 찾을 수 있다.

2.4 삼각형을 활용한 건축물의 복원

얼굴무늬 수막새는 도톰한 입술과 위로 들린 입 꼬리, 얇은 볼, 살짝 내민 눈동자가 서로 어우러져 천진스러운 미소를 머금고 있어서 신라의 미소로 불리기도 한다. 이 수막새는 얼굴 아래 부분의 일부가 사라지고 없는데, 원 모양의 전체적인 모습을 시각적으로 이해하기 위해서는 얼굴무늬 수막새의 중심을 찾아야 한다[그림 11]. 이 때 삼각형 세 변의 수직이등분선이 만나는 점인 외심을 작도해서 얼굴무늬 수막새의 중심을 찾을 수 있다.

그림 11. 얼굴무늬 수막새, 중심[32]

또한, 경주 불국사의 대웅전 앞마당에는 다보탑과 삼층석탑이라고도 불리는 석가탑이 위치하고 있다. 대웅전과 2개의 탑을 꼭짓점으로 하여 선분으로 이으면 정삼각형이 그려지는데, 이 정삼각형의 각 꼭짓점에서 마주보는 변의 가운데를 향해 중선을 그리면, 세 선분이 만나는 점인 삼각형의 무게중심이 만들어진다. 이 점은 각 중선을 2:1로 나누는 지점으로 이 자리에 불국사 석등이 서 있다. 불국사 석등이 위치한 무게중심은 일반적으로 건축에서 구조물을 안정적으로 배치할 때나, 외부에서 힘이 가해지는 어떤 물체의 반응을 예측하고자 할 경우에 유용하게 사용된다.

3. 개발 자료 검증

개발한 수업자료를 검증하기 위한 설문지는 총 13문항으로 각 문항은 리커트(Likert) 5단계 척도로 ‘매우 그렇다(5점)’, ‘그렇다(4점)’, ‘보통이다(3점)’, ‘아니다(2점)’, ‘전혀 아니다(1점)’으로 구성하였다. 개발 자료의 타당도 검증을 위해 초등수학을 전공한 초등학교 교사 20명과 교과교육 교수 3명으로 총 23명을 전문가 집단으로 구성하여 평가를 받았다. 현장 전문가로서 초등교사들은 D광역시와 G도에 근무하는 교사들로 초등학교 교육 경력이 3년 이상이었고, 교과교육 전문가들은 대학에서 교사교육을 담당하는 교과교육 담당 교수로 구성하였다. 교사와 수학교육 전문가 집단은 본 연구에서 개발한 M-STEAM 자료에 대해 평균 4.27점으로 평가하였다[표 4].

평가 항목 중에 ‘4. 건축물이란 소재가 학습활동에 도움이 된다.’와 ‘10. 개발된 M-STEAM 자료는 수업 현장에서 활용 가능성이 있다.’에 가장 높은 점수를 보여

표 4. 타당도 검사 결과

평가항목	척도					평균
	A	B	C	D	E	
1. M-STEAM 자료가 교육과정과 학습목표에 부합되게 구성되었다.	3	16	1			4.09
2. 개발된 M-STEAM 자료의 내용이 STEAM에 대한 이해에 도움이 된다.	5	11	4			4.04
3. M-STEAM 자료의 내용이 학습자의 수준과 필요에 적절하다.	12	7	1			4.48
4. 건축물이란 소재가 학습활동에 도움이 된다.	17	3				4.70
5. M-STEAM 자료의 내용이 체계와 계열성이 있다.	15	2	3			4.52
6. M-STEAM 자료의 내용이 수업 시간에 알맞은 분량으로 구성되었다.	11	9				4.48
7. M-STEAM 자료가 이해하기 쉽고 흥미를 유발하도록 구성되었다.	10	4	6			4.17
8. M-STEAM 자료가 신뢰성이 안정성이 있으며, 학습자의 동기를 유발시킨다.	8	7	5			4.13
9. M-STEAM 자료의 디자인이 적절하며, 글자 크기와 모양에 가독성이 뛰어나다	11	7	2			4.39
10. 개발된 M-STEAM 자료는 수업 현장에서 활용가능성이 있다.	14	5	1			4.57
11. 학생용 활동지는 학습자의 자발적인 활동이 가능하도록 체계적으로 구성되었다.	10	3	7			4.13
12. 개발된 M-STEAM 자료는 수학 교과에서 교수·학습에 적용한 후, 평가가 가능하다.	4	11	5			3.96
13. 평가 내용과 방법을 학습목표와 부합되도록 객관화하는 것이 가능하다.	3	10	7			3.83

A: 매우 그렇다(5점), B: 대체로 그렇다(4점), C: 보통이다(3점), D: 그렇지 않다(2점), E: 전혀 그렇지 않다(1점)

개발 자료가 수업 활용 가능성 면에서 효과적인 것으로 분석했다. '12. 개발된 M-STEAM 자료는 수학 교과에서 교수·학습에 적용한 후, 평가가 가능하다.'와 '13. 평가 내용과 방법을 학습목표와 부합되도록 객관화하는 것이 가능하다.'에는 평균보다 낮은 점수를 보여 전문가 집단은 본 자료에서 평가 영역을 보강하는 것이 필요하다는 의견을 보였고, 이를 반영하며 개발 자료를 수정, 보완하였다.

V. 결론

건축물들에 내재된 수학적 사실들을 직접 찾아보고 그 원리들을 탐구해 보는 융합적 사고 활동은 수학·과학·기술·예술의 실용성을 인식하고, 왜 공부해야 하는지에 대한 당위성을 부여하면서 수학 학습에 대한 흥미를 제공할 수 있다. 이 과정에서 건축 속에 내재된 수학·과학의 원리 탐구와 예술적 체험을 경험할 수 있다. 수학 학습 활동이 '구경하며 따라하는 것'이 아니라 '참여하는 것'으로 이루어져야 한다면 학생들이 건축과 같이 수학 원리를 담고 있으며 흥미를 가질 수 있는 학습 소재들을 탐색하여 내재된 수학·과학적 원리들을 능동적으로 탐구해 보는 활동을 교실수업에서 전개해야 한다.

STEAM 수업자료 개발을 위해 메타 분석을 통해 건축물에 내재된 수학과 과학 원리를 분석했는데, 대부분

의 역사적인 건축물에는 아름다운 비례인 황금비가 적용되고 있었으며, 석굴암에는 안정감을 주는 비율인 균제 비례가 사용되고 있었다. 또한, 역사적인 건축물에는 직각삼각형의 구고현 정리가 사용되었으며, 삼각형은 기본적인 평면도형으로 건축물의 구조를 안정적으로 구성하거나 시각적 미를 제공하는 역할을 담당한다. 경복궁에서 대청과 사이클로이드의 원리들을 찾을 수 있었다. 이외에도 노들담 성당이나 생트 샤넬 성당과 같은 중세의 성당에서 발견할 수 있는 프랙탈, 신라의 미소로 불리는 얼굴무늬 수막새와 경주 불국사의 대웅전 앞마당에서 찾을 수 있는 삼각형의 외심 등 여러 건축물에 담긴 수학·과학적 원리들을 탐색하였다. 초등학교 수학을 중심으로 건축을 활용한 M-STEAM 수업 자료 개발에 대한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 2009개정교육과정을 바탕으로 초등학교 수학·과학 교과와 '비례', '대칭', '도형의 이동', '쌓기나무', '삼각형' 단원의 목표 및 학습 내용을 분석하여 주제를 선정하고, 적절한 역사적 건축물을 학습소재로 선택했다.

둘째, 수학적 내용을 담고 있는 역사적 건축물들에 대해서 알아보고, 초등학교 교실에서 실제적으로 사용이 가능한 건축을 활용한 STEAM 교육 자료를 개발했다.

셋째, 개발한 융합교육 자료에 대한 전문가 집단의 타당도 검사는 평균 4.30점(리커트 척도 5점 만점)이다. 설문조사의 평가 항목 중에 '4. 건축물이란 소재가 학습활동에 도움이 된다.'와 '10. 개발된 M-STEAM 자

료는 학교 현장에서 활용 가능성이 있다.'에 가장 높은 점수를 부여하여 본 연구에서 개발한 STEAM 교육 자료가 소재와 수업 활용 측면에서 효과적인 것으로 나타났다. 또한 개발 자료는 초등학교를 대상으로 '비례', '대칭', '도형의 이동', '쌓기나무', '삼각형'을 통합적으로 지도하기 위한 융합교육 자료로서 적절하다는 평가 결과를 도출하였다. 본 연구를 바탕으로 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, STEAM 수업 자료는 학생들의 융합적 사고와 정의적 측면에 효과가 있는 것으로 나타나지만 교과 내용이나 개념의 이해 면에서 미흡할 수 있는데, 본 연구에서 개발한 건축을 활용한 M-STEAM 수업자료를 수업에 적용하고 이에 대한 평가 연구가 필요하다.

둘째, 교실수업에서 STEAM을 적용할 때, 개념에 대한 이해를 위해서 요구되는 선행 학습의 내용이 무엇인가에 대한 구체적인 연구가 필요하다. 즉, STEAM 교육은 수학, 과학, 기술, 공학, 예술의 내용들이 융합적으로 다루어지는 형태이므로 학습자에게 선행 학습 내용의 이해를 필요로 할 수 있다. 따라서 STEAM교육에서 요구하는 선행학습의 범위나 수준에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다.

셋째, STEAM 자료의 개발에 있어서 현장 교사들과의 충분한 협의와 함께 검토가 필요하며, 현장 교사들이 STEAM 자료를 수업에 적용하기 위해서는 STEAM 자료의 내용에 대한 심층적인 이해와 적절한 재구성성이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] 김성숙, 김주영, "수학과 건축", 한국수학사학회지, 제15권, 제1호, pp.99-108, 2002.
- [2] 고상숙, *서양수학사*, 두리미디어, 2006.
- [3] 김용운, "수학사와 건축사의 만남: 자연관을 중심으로", 대한건축학회논문집, 제39권, 제3호, pp.7-12, 1986.
- [4] 박한규, "건축과 수학과의 관계", 대한건축학회 논문집, 제39권, 제12호, pp.6-8, 1996.
- [5] 서보라, *수학에 기반을 둔 STEAM 교수학습 내용 개발: 건축 속의 수학원리 탐구*, 아주대학교대학원 석사학위논문, 2012.
- [6] 박형주, *통합교육에 근거한 중학교 수학 교과서 분석-STEAM 교육을 중심으로*, 이화여자대학교대학원 석사학위논문, 2012.
- [7] 윤마병, 홍재영, "고등학교 융합과학(STEAM) 실험-실습 프로그램 개발과 과학캠프 적용", 과학교육연구지, 제36권, 제2호, pp.263-278, 2012.
- [8] 백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, "우리나라 STEAM 교육의 방향", 학습자중심교과교육연구, 제11권, 제4호, pp.149-171, 2011.
- [9] 한혜숙, 이화정, "STEAM 교육을 실행한 교사들의 STEAM 교육에 관한 인식 및 요구 조사", 학습자중심교과교육, 제12권, 제3호, pp.573-603, 2012.
- [10] 기연진, 이종학, 김원경, GeoGebra 자료를 활용한 수학 중심 STEAM 수업의 효과에 대한 연구, 2013ATCM 발표집, 2013.
- [11] 조향숙, 융합인재교육 파이오니어 양성과정연수 및 STEAM 추진사업 안내, 한양대학교 연수자료집, pp.35-39, 2011.
- [12] 김진수, "STEAM교육을 위한 큐빅모형", 한국기술교육학회지, 제11권, 제2호, pp.124-139, 2011.
- [13] 김영표, *수학 문장제 문제해결력 중재 효과 메타 분석*, 단국대학교대학원 박사학위논문, 2008.
- [14] 박소정, 김방희, 김진수, "중학교 전자 기계 기술 단원에서 활용할 오토마타 만들기 STEAM 수업 자료 개발 및 적용", 한국기술교육학회지, 제12권, 제2호, pp.199-220, 2012.
- [15] 박애진, *황금비*, 동국대학교 대학원 석사학위논문, 2008.
- [16] 이준우, *실생활 자료를 활용한 피타고라스 정리의 지도에 관한 연구*, 국민대학교대학원 석사학위논문, 2007.
- [17] 교육과학기술부, 2009개정교육과정: 교육과학기술부 고시 제2009-41 수학과 교육과정, 대한교과

- 서 주식회사, 2009.
- [18] 이진, 이승연, “융합인재교육 프로그램을 통해 배우는 공감각의 감성적 표현 연구”, 한국콘텐츠학회논문지, 제13권, 제9호, pp.448-454, 2013.
- [19] 장상현, “교육3.0과 ICT 융합, 스마트교육”, 한국콘텐츠학회논문지, 제11권, 제1호, pp.35-39, 2013.
- [20] 김태균, *프랙탈 이미지를 활용한 입체조형연구*, 경기대학교 석사학위논문, 2011.
- [21] M. A. Peters and D. Araya, The creative economy: origins, categories, and concepts, In D. Araya & M. A. Peters (Eds.), *Economy in the creative economy*, Peter Lang Publishing Inc., 2010.
- [22] M. Sanders, A rationale for new approaches to STEM education and STEM education graduate programs, Paper presented at the 93rd Mississippi Valley Technology Teacher Education Conference, 2006.
- [23] G. Yakman, *STEAM: A Framework for Teaching Across the Disciplines*, 2010. (<http://www.steamedu.com/index.html>)
- [24] <http://gaussianmusic.egloos.com/1975967>
- [25] <http://www.royalpalace.go.kr/html/main/main.jsp>
- [26] <http://ynucc.yu.ac.kr/~edupht/think/beauty/8.htm>
- [27] <http://www.buddhism.pe.kr/arch/>
- [28] <http://ahaconomy.com/?page=news/flypage&nid=3136&cid=57>
- [31] <http://www.segye.com/Articles/NEWS/SOCIETY/Article.asp?aid=20120529022070&subctg1=&subctg2=>
- [32] <http://www.heritage.go.kr>
- [33] <http://holicmath.tistory.com/45>
- [34] <http://stevia.pe.kr/stevia/board.php?board=geo&category=6&set>
- [36] <http://www.tscmemsys.com/fs/WhatIsPHI.pdf>
- [37] <http://www.ahaconomy.com/?page=news>
- [38] <http://media.daum.net/society/others/newsview>
- [39] <http://ko.wikipedia.org>
- [40] <http://cafe.daum.net/koreanarchi>
- [41] <http://blog.daum.net/bungai007/8672054>
- [42] <http://blog.daum.net/nadine3/8742978>
- [43] <http://ko.wikipedia.org/wiki>
- [44] <http://ko.wikipedia.org/wiki>
- [45] <http://blog.naver.com/himang9999>
- [46] <http://blog.daum.net/kinhj4801/15961376>
- [47] <http://ahaconomy.com/index.html?page=news/flypage&cid=57&nid=3136>

저 자 소 개

이 종 학(Jong-Hak Lee)

정회원

- 2011년 2월 : 한국교원대학교대학원 수학교육과 교육학 박사
- 2012년 3월 ~ 현재 : 대구교육대학교 수학교육과 교수

<관심분야> : 수학교육, 교육

윤 마 병(Ma-Byong Yoon)

정회원

- 2010년 2월 : 공주대학교대학원 지구과학교육과 과학교육학 박사
- 2011년 3월 ~ 현재 : 전주대학교 과학교육과 교수

<관심분야> : 과학교육, 교육

[부록 1] M-STEAM 자료의 주제, 활동명 및 수업내용

순	주제	시간	활동명	수업 내용
1	건축물에 표현된 기하학적 모양의 수학적 특징	2	1. 무늬 꾸미기	1. 아래 그림은 절에서 흔히 볼 수 있는 꽃살문과 길거리에서 볼 수 있는 보도블록입니다. 이런 것들을 본 경험이 있나요? 2. 다음 테셀레이션 속에 숨겨진 패턴과 그 특징을 찾아보세요. 3. 패턴 블록을 활용하여 테셀레이션을 만들어봅시다. 4. 테셀레이션은 2번의 모양처럼 정다각형들로 이루어진 것 이외에 다양한 것들도 있습니다. 다음 테셀레이션을 보고 그 속에 숨겨진 패턴을 찾아보세요. 5. 다음 테셀레이션 그림에서 찾을 수 있는 수학적 성질을 적어보세요.
		2	2. 예술작품 속에 숨은 기하학적 모양 찾기	1. 다음은 경복궁 강녕전 굴뚝과 단청의 무늬입니다. 수학 · 과학적 성질을 적어보세요. 2. 다음은 베르메르의 작품과 이슬람 건축의 무늬입니다. 수학 · 과학적 성질을 적어보세요. 3. 다음은 경복궁 정전의 천장 장식과 일월오봉도입니다. 수학 · 과학적 성질을 적어보세요. 4. 다음은 경복궁 영추문과 우리가 놀이 공원에서 보는 롤러코스터입니다. 그림에서 찾을 수 있는 수학 · 과학적 성질을 적어보세요. 5. 수리부엉이는 생쥐를 잡기 위해 어떻게 날아갈까요? 6. 가장 빠른 미끄럼틀(사이클로이드)을 만들어 봅시다. 7. 생활 속에서 사이클로이드가 쓰이는 예를 찾아봅시다.
2	우리는 건축가	2	1. 건물 표현하기	1. 학교 강당에서 학예 발표회를 합니다. 연극 공연을 위하여 강당 한 가운데에 무대가 필요합니다. 무대에는 벽, 돛대, 텐트가 놓여 있습니다. 2. 첫 번째 연극무대가 끝나고 두 번째 연극무대가 완성되었습니다. 3. 병 그림 ~~~은 각각 어느 위치에서 찍은 것일까요? 4. 쌀기나무 그림 ~~~은 각각 어느 위치에서 찍은 것일까요?
		1	2. 어떤 물건일까요?	1. 다음은 어떤 물건을 여러 가지 방향에서 찍은 그림자를 나타낸 것입니다. 그림자를 보고 물건을 맞추어 봅시다. 2. 다음은 컵과 수도꼭지입니다. 위에서 본 컵과 수도꼭지의 모양을 그려보세요. 3. 아래 그림의 왼쪽은 오른쪽 물건들을 위에서 본 모양입니다. 위에서 본 모양에 알맞은 물건을 찾아 기호로 나타내 보세요. 4. 옆 짝궁과 함께 한 사람은 위에서 본 모양을 그리고, 다른 사람은 그 물건의 이름을 맞춰 보세요. 역할을 바꾸어 계속해 보세요.
		3	3. 건물 만들기	1. 다음 쌀기나무 그림을 보고 사용된 쌀기나무의 개수를 구하세요. 2. 쌀기나무로 다음과 같은 모양을 만들 때, 위, 앞, 옆에서 본 모양을 그리시오. 3. 다음 그림의 건물 모양을 위에서 본 모습을 그려 보고, 각 칸에 충수를 적어 넣으시오. 4. 3층 건물을 만들기 위한 계획을 아래 그림과 같이 층별로 나타내었습니다. 활동지에 위에서 본 모양을 그려보고 각 칸에 충수를 써 넣으세요. 5. 다음 충수를 보고 아래에 그림을 그려보세요. 6. 다음과 같은 건축물이 불가능한 이유를 말해봅시다. 7. 다음 모양은 삼각형인가요? 8. 다음은 불국사 백운교와 예벨탑, 어느 구조물의 모양입니다. 이 모양에 공통적으로 들어 있는 도형을 찾아보세요. 9. 힘을 주었을 때 가장 변형이 적게 일어나는 정다각형은 무엇일지 예상하고 확인 해 봅시다. 10. 삼각형으로 구조물을 만드는 이유가 무엇일까요? 다음 그림을 보고 왜 사각형으로 구조물을 만들면 어려움이 있는가 말해보세요. 11. 아래 그림과 같은 지붕모양으로 건축물을 만들 때의 장 · 단점을 말해보세요. 12. 건축물에서 지붕의 다양한 형태에 대해서 알아봅시다.
		1	4. 지오데식 돔 만들기	1. 지오데식 돔이란? 2. 아래와 같이 신문지를 활용하여 지오데식 돔을 만들어 봅시다.
		2	5. 마을의 건물 모양 결정하기	1. 이 지역에는 몇 채의 집을 지을 수 있을지 예상하여 봅시다. 그 이유를 설명해 보세요. 2. 아래의 마을 설계도를 보고 생각나는 점을 자유롭게 발표해 봅시다. 3. 여러분의 마을을 짓기 위해 마을 평면도를 그려 봅시다. 4. 만든 마을의 설계도를 아래에 표현해 봅시다. 5. 마을 사람들에게 마을을 소개하기 위한 발표 자료를 마련하고 발표해 봅시다. 6. 마을을 만들고 난 후 아쉬운 점과 잘된 점을 이야기 해 봅시다.
		2	6. Pop-up 건축물 만들기	1. Pop up architecture란? 2. 자르고 붙여서 제작하는 모형이 아닌 칼과 종이만으로 만드는 모형을 만들어 봅시다. 완성 모형을 보고, 아래에 제시된 도판을 이용하여 만들어 보세요.
3	프랙탈 도형을 만들어보자	1	1. 프랙탈이란?	1. 프랙탈이란? 2. 프랙탈을 만들어보자
		2	2. 프랙탈 따라하기	1. 다음과 같이 프랙탈을 실제로 만들어보자. 2. 다음과 같은 프랙탈 도형은 어떻게 만들까 생각해보고, 하나를 골라 실제로 만들어보자.
		2	3. 뿔개스핀지 만들기	1. 뿔개스핀지란? 2. 시어핀스키 사면체 만들기 3. 뿔개스핀지 만들기
4	얼굴무늬 수막새의 복원	2	1. 외심이란?	1. 3개의 목장(A, B, C)에서는 서로 협력하여 3개의 목장에서 같은 거리에 있는 지점에 우유 가공 공장을 건설하기로 하였습니다. 공장을 건설할 지점을 구하는 방법을 생각해 봅시다. 2. 초등학교가 3개 있습니다. 지역 교육위원회는 '초등학교 통학구역정책'에 따라 집에서 가장 가까운 학교에 갈 것이라는 규칙을 정했습니다. 각 초등학교의 통학구역은 어떻게 됩니까?
		2	2. 외심은 어떻게 찾을까?	1. 다음 삼각형에서 찾을 수 있는 성질들을 말해봅시다. 2. 외심을 만들어봅시다.
		1	3. 건축물의 복원	1. 얼굴무늬 수막새에 대해서 찾은 사실을 발표해 봅시다. 2. 얼굴무늬 수막새의 중심을 찾아봅시다.

[부록 2] 학생활동지(주제 2. 우리는 건축가, 6. Pop-up 건축물 만들기)

1. Pop up architecture란?

도안에 따라 종이에 칼집을 내서 접은 뒤 다시 펴면 종이 건축물이 입체화되어 표현되는 종이 조형 체험활동이다.

2. 자르고 붙여서 제작하는 모형이 아닌 칼과 종이만으로 만드는 모형을 만들어 봅시다. 완성 모형을 보고, 아래에 제시된 도판을 이용하여 만들어 보세요.

활동 6

Pop-up 건축물 만들기

전개도	완성모형