

## 수학교과 중심의 STEAM 수업이 중학생들의 STEM 분야 진로 흥미도 및 융합적 문제해결력에 미치는 영향

한 혜 숙 (단국대학교)

본 연구에서는 중학교 1학년 자유학기제 시간을 활용하여 수학교과 중심의 STEAM 수업을 실시한 후 STEAM 교육이 중학교 1학년 학생들의 STEM 분야에 대한 진로 흥미도와 융합적 문제해결력에 미치는 영향에 대해서 살펴보았다. 본 연구는 2016년도에 한국과학창의재단/교육부의 지원을 받아 개발된 자유학기제용 수학교과 중심의 STEAM 프로그램을 활용하여 총 12주 동안 중학교 1학년 학생 40명을 대상으로 수행되었다. STEM 분야 진로 흥미도 검사 결과에 의하면, STEAM 수업이 중학생들의 과학, 수학 및 기술/공학 분야의 진로에 대한 흥미를 높이는데 효과가 있는 것으로 나타났다. 융합적 문제해결력 검사에서도 STEAM 수업은 학생들의 융합적 문제해결력을 향상시키는데 효과가 있는 것으로 나타났는데, 특히 '사고력' 과 '설계 및 실행' 능력을 향상시키는데 효과가 있었다.

### I. 서론

미국, 영국, 캐나다 등을 비롯한 주요 선진 국가에서는 과학기술인재의 양성 및 국가 경쟁력의 강화를 위하여 STEM 교육을 통해서 교육 개혁을 추진하고 있는 실정이다(이영은, 이효녕, 2014). 우리나라 또한 교육부(2010)에서는 '세계적 과학기술인재 육성'을 위해 2011년 주요 과제로 초·중등학교 교육에서 융합인재교육(STEAM)을 강화하겠다고 밝혔으며, 국회에서도 '국가과학기술 경쟁력 강화를 위한 이공계 지원 특별법'을 제정하는 등 이공계 인재 양성을 위한 여러 방안들이 제시되고 있다. 이처럼 STEM, STEAM 교육은 우수한 이공계 인재 양성을 위한 교육 개혁 방안으로써 전 세계적으로 많은 관심과 투자가 이루어지고 있는 교육 정책이라고 볼 수 있다. 우리나라에서의 STEAM 교육에 대해서 보다 구체적으로 살펴보면, 우리나라 정부에서는 STEAM 교육을 "과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 소양과 실생활의 문제 해결력을 배양하는 교육"(한국과학창의재단)으로 정의내리고 있다. 즉, 우리나라에서의 STEAM 교육은 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해 향상과 더불어 과학기술 기반의 융합적 소양과 문제해결력을 갖춘 인재의 양성을 목적으로 둔다고 볼 수 있다. 김왕동(2011)은 21세기를 창조경제 시대로 제안하며, 새로운 문제에 직면했을 때 이중 분야를 넘나들며, 새롭고 가치 있는 방식으로 문제를 해결할 수 있는 창의적 융합인재 양성의 필요성을 강조하였는데, 이는 STEAM 교육을 통해서 이루어질 수 있다.

우리나라에 STEAM 교육이 도입된 이후로 국내에서는 STEAM 교육의 효과를 살펴보기 위한 다양한 연구들이 수행되고 있다. 특히, STEAM 교육 정책의 목적 중 하나가 과학기술인재의 육성이니만큼 국내에서는 2013년부터 STEAM 교육이 초, 중등학생들의 진로 탐색이나 진로 선택에 미치는 영향에 대한 연구가 지속적으로 수행되고 있으며, 몇몇 연구를 통해서 STEAM 교육이 학생들의 과학기술분야에 대한 진로 선택 및 직업 인식에

\* 접수일(2017년 1월 19일), 심사(수정)일(2017년 2월 3일), 게재확정일(2017년 2월 13일)

\* ZDM분류 : D43

\* MSC2000분류 : 97D99

\* 주제어 : 수학교과 중심의 STEAM 프로그램, STEM 분야 진로 흥미도, 융합적 문제해결력, 자유학기제

\* 본 연구는 2015년도 단국대학교의 교내연구비 지원으로 연구되었음.

긍정적인 영향을 준다는 결과가 발표되었다(예. 김인섭, 김준철, 2014; 이영은, 이효녕, 2014; 임유나, 민부자, 홍후조, 2014; 오지현, 이철현, 2015). 그러나 이와 관련된 선행연구의 대부분이 초등학생들을 대상으로 이루어졌다는 특징을 보이기도 한다. 중학교 시기가 학생 자신이 처음으로 자신의 진로를 결정해야 하는, 진로 지도에 있어서 가장 중요한 시기(강경균, 정성봉, 2007)라는 측면에서 STEAM 교육이 중학생들의 진로 탐색이나 신념에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구가 보다 활발하게 이루어질 필요가 있다. 과학 및 교육 관련 협회에서도 STEM 분야 전공 및 진로에 대한 학생들의 흥미를 높이기 위한 노력은 중학교 수준에서 시작되어야 한다고 제안하며(Kier, Blanchard, Osborne, & Albert, 2013), 중학교 수준에서 STEM 분야에 대한 진로 교육을 강조하였다.

STEAM 교육의 효과에 대한 선행 연구 중 일부에서는 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 적용한 후 STEAM 교육이 학생들의 문제해결력에 미치는 영향에 대해서 조사하였다. 여러 연구에서 STEAM 교육은 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다(예. 김유경, 방정숙, 2015; 최영미, 양지혜, 홍승호, 2016; 이명숙, 김미숙, 문은식, 2013; 나원영, 이철현, 2016). 박현주 외(2016)는 STEAM 교육이 초, 중등학교 학생들의 융합적 문제해결력에 미치는 영향을 살펴보기 위해서, 융합적 문제해결력 검사지를 개발한 후 초, 중, 고등학교 각 2개 학교의 2개 학급을 대상으로 학교 내에서 STEAM 교육을 실시한 실험 집단과 STEAM 교육을 실시하지 않은 통제 집단으로 나누어 융합적 문제해결력에 대한 사전, 사후 검사를 통해서 STEAM 교육이 융합적 문제해결력에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서 살펴보았다. 그들의 연구 결과에 의하면, STEAM 교육이 초등학생과 고등학생의 융합적 문제해결력에는 유의미한 영향을 미치지 않지만, 중학생들에게는 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 기존의 선행 연구는 STEAM 교육의 효과를 창의적 문제해결력 측면에서 다루는 반면, 박현주 외(2016)의 연구에서는 융합적 문제해결력 검사지를 개발하여 STEAM 교육의 효과를 융합적 문제해결력 측면에서 체계적으로 살펴본 연구라는 측면에서 매우 의미있다고 볼 수 있다. 그러나 그들의 연구에서는 연구 대상자의 특성이나 실험 집단에 실시된 실험 처치에 대한 구체적인 언급이 없어 연구 결과를 보다 심도 깊게 파악하고, 일반화 하는데 한계를 보인다.

STEAM 교육에서 수학교과는 다른 교과들을 학습하기 위해 필수적인 역할을 하며 과학 또는 기술 교과는 수학적 요소에 근거하고 있지만, 이에 비해 수학을 기반으로 한 STEAM 교육에 대한 연구는 다소 부족한 실정이며(조현정, 류희수, 2014), 그 효과성에 대한 검증 또한 제한적으로 이루어지고 있다. 앞서 살펴본 진로 탐색 및 문제해결력 측면에서 STEAM 교육의 효과와 관련된 선행 연구의 대부분도 주로 과학이나 기술공학 중심의 STEAM 교육 분야에 치중해 있는 것을 볼 수 있었다. 이에 진로 탐색 및 융합적 문제해결력 측면에서 STEAM 교육의 효과에 대한 이론적 기틀을 마련하기 위해서는 보다 다각도에서 연구가 이루어질 필요가 있으며, 이를 위해서는 수학교과 중심의 STEAM 교육이 학생들의 진로 탐색과 융합적 문제해결력에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 반드시 수반되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 중학교 1학년 학생들을 대상으로 수학교과 중심의 STEAM 수업이 학생들의 STEM 분야에 대한 진로 흥미도 및 융합적 문제해결력에 미치는 영향에 대해서 살펴보려고 한다.

본 연구 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 두 개의 연구 질문을 설정하였다.

첫째, 수학교과 중심의 STEAM 수업이 중학교 1학년 학생들의 수학, 과학, 기술/공학 관련 진로 흥미도 향상에 영향을 미치는가?

둘째, 수학교과 중심의 STEAM 수업이 중학교 1학년 학생들의 융합적 문제해결력 향상에 영향을 미치는가?

## II. 이론적 배경

## 1. STEAM 교육에서의 진로 교육

국내에서는 STEAM 교육을 통한 진로 교육의 가능성에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있는데, 2012년부터 2013년까지는 대부분의 연구가 진로 교육을 위한 STEAM 프로그램 개발에 초점을 맞추어 연구가 진행되었고, 2013년 이후에는 진로 교육을 위한 STEAM 프로그램 개발 뿐 아니라 그 효과성 검증을 위한 연구 또한 진행되고 있다. 여러 선행 연구에서 STEAM 교육은 초, 중, 고등학생들의 STEM 분야에 대한 진로 탐색이나 진로 의식 향상에 긍정적인 역할을 하는 것으로 보고되었다. 예를 들면, 임유나, 민부자, 홍후조(2015)의 연구에서는 설계 기반 미래 유망직업을 주제로 개발된 STEAM 프로그램이 초등학교 5~6학년 학생들의 이공계 분야, 특히 생명·의공학 분야의 진로 의식 향상에 효과를 보인다고 보고되었고, 오지현과 이철현(2015)은 정보·통신 관련 STEAM 프로그램을 적용한 실험집단과 적용하지 않은 비교집단 사이에 정보·통신 관련 직업 인지 수준과 관심 수준에 있어서 유의미한 차이가 있었다는 결과를 제시하며 정보·통신 관련 STEAM 프로그램이 초등학생들의 직업 인식에 어느 정도 효과적이라고 보고하였다. 중학생을 대상으로 이루어진 연구의 경우, 대표적으로 이영은과 이효녕(2014)의 연구를 살펴볼 수 있었는데 공학적 설계와 과학 탐구 기반의 STEAM 프로그램이 중학생들의 과학, 수학, 기술/공학 분야 진로 선택에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 나타났다. 고등학생을 대상으로 이루어진 김인섭과 김준철(2014)의 연구에서도 STEAM 프로그램이 고등학생들의 과학, 수학, 기술/공학 분야에 대한 진로 선택에 모두 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다.

선행 연구에서는 STEAM 프로그램이 학생들의 STEM 분야에 대한 진로 탐색, 진로 선택, 진로 인식 등에 미치는 영향을 알아보기 위하여 다양한 검사 도구를 사용하였는데, 사용된 검사 도구를 분석한 결과 연구자가 자체적으로 개발하여 사용하거나 선행 연구에서 사용된 검사 도구를 그대로 또는 연구의 목적에 맞게 수정, 보완하여 사용한 경우가 대부분이었다. 선행 연구에서 사용된 검사 도구를 사용하는 경우에는 주로 과학 관련 진로 검사 도구를 연구의 목적에 맞게 수정, 보완하여 사용한 경우가 가장 많았다. 예를 들면, 이영은과 이효녕(2014)의 연구에서는 양희진과 배양숙의 연구에서 사용된 과학 교과 진로 검사지를 연구의 목적에 맞게 수정·보완하여 사용하였다. 현재까지 국내에서는 STEM 분야 진로에 대한 학생들의 진로 탐색이나 진로 흥미도를 알아보기 위한 검사 도구 개발에 대한 연구는 수행되지 않았다. 그러나 국외의 경우에는 STEM 분야에 대한 진로 흥미도 검사 도구 개발에 관한 연구를 통해 검사 도구가 개발되었는데 대표적으로는 Knezek와 Christensen이 개발한 STEM Semantics Survey(Tyler-Wood, Knezek, & Christensen, 2010)와 Kier, Blanchard, Osborne, & Albert가 개발한 STEM Career Interest Survey[이하 STEM-CIS]가 있다. Kier 외(2013)가 개발한 STEM-CIS 도구의 경우 중학생을 대상으로 개발되었다는 특징을 갖는다.

## 2. 융합적 문제해결력

문제해결력은 적용 분야와 학자에 따라 조금씩 다르게 정의되고 있다. Gagne는 문제해결력이란 새로운 원리의 형성을 위해 기존의 원리를 조합하여 문제해결의 아이디어를 찾아내는 것이라 하였으며(박성익, 1997), 정용우, 양성관(2008)은 문제 상태에서 목표 상태로 이동하는 과정에서 장애와 저해요소를 극복하며, 기존의 지식과 고차원적 인지전략을 적용하여 바람직한 목표에 도달하기 위한 사고력이라고 정의하였다. 또한 PISA 2012에서는 문제해결력을 해결 방법이 직접적으로 분명하지 않은 문제 상황을 이해하고 해결하는데 필요한 인지과정과 연관된 개인의 능력이라고 정의하였다(OECD, 2013).

문제해결력에 대한 연구는 전 세계적으로 활발히 진행되고 있는데, 국내에서 수행된 문제해결력에 대한 주된 연구 분야 중 하나는 수학, 과학, 사회 등과 같은 교과 내에서의 문제해결력과 관련 요소들에 대한 연구이다(임효진, 김정수, 2016). 교과에 따라 문제해결력에 대한 접근은 약간의 차이를 보이고 있는데, 고창수, 오영열(2015)

은 다양한 상황에서 부딪히게 되는 문제 상황을 수학적 방법으로 해결할 수 있는 능력을 수학적 문제해결력이라고 보았으며, 문제를 해결하는 과정에서 수학적 지식과 기능을 보다 확실히 이해할 수 있고, 고등 정신 기능을 신장할 수 있기 때문에 수학교과에서는 수학적 문제해결력의 함양이 중요하다(황해정 외, 2012). 교육에서의 창의적인 능력에 대한 관심이 증대됨에 따라 과학교과에서는 창의적인 문제해결력을 길러야 함을 강조하고 있으며, 이를 위한 과학수업이 이루어져야 한다고 강조하고 있다(최경희, 조연순, 조덕주, 1998; 김연화, 최경희, 이향연, 2009; 박인숙, 강순희, 2012). 또한 과학 교과와 마찬가지로 사회 교과에서도 교과의 특성상 실생활에서의 문제를 해결하는 원리와 과정이 중요하므로 정규교과과정을 통해 창의적 문제해결력을 증진해야한다고 보고 있는데(임호진, 김정수, 2016), 창의적 문제해결력이란 박병기(2000)에 의하면 '새롭고 적절하게 문제를 구성하여 해결하면서 바람직한 인간성을 실현해 가는 능력'을 의미한다.

최근 문제해결력에 대한 관점은 각 교과에 따른 접근을 벗어나 범교과적인 접근도 이루어지고 있다. 국제 학업성취도 평가인 PISA에서는 2003년부터 읽기, 수학, 과학 영역 외에도 문제해결력 영역을 별도로 평가하여 문제해결력의 중요성을 강조하였으며, 문제해결력이란 해결 과정이 즉각적으로 분명하지 않고, 교과 영역이 수학, 과학 또는 읽기의 한 가지 영역 내에 있지 않은 실제적이고 범교과적인 상황을 직면하고, 해결하고자 할 때 인지과정을 활용하는 개인의 능력이라고 정의하였다(OECD, 2003). 심세용, 김진옥, 김진수(2016)는 2015 개정 교육과정에서 '컴퓨팅 사고력을 기반으로 한 다양한 문제의 분석과 해결방안'의 탐색을 다양한 교과활동에 연계할 것을 강조한 것을 바탕으로 다양한 교과에서 이와 관련된 기술적 문제해결능력이 강화되어야 한다고 주장하였다.

STEAM 교육에서도 이와 같이 문제해결력에 대한 범교과적인 접근을 시도하고 있다. STEAM 교육은 각 교과 중심의 교육과정에서 벗어나 전통적인 학문 영역들에 대한 통합적 교육과정으로의 구조화를 시도하는 교육적 모델이며(Yakman, 2008), 이는 곧 여러 영역의 지식을 동시에 적용하거나 연관 지어 사고할 수 있는 범교과적인 능력을 강조하는 교육적 모델이라고 할 수 있다. 따라서 STEAM 교육에서는 이러한 범교과적 능력에 초점을 맞추어 문제해결력에 대한 타 영역과는 차별화된 접근을 하고 있으며, 이러한 관점은 PISA 2003에서 정의한 실제적이고 범교과적인 문제해결력의 개념과 유사하다 할 수 있다. 이에 박현주 외(2014)는 이를 융합적 문제해결력으로 보고, PISA 2003에서 정의한 문제해결력을 바탕으로 융합적 문제해결력을 다음과 같이 정의하였다.

융합적 문제해결력은 학습자의 수준에서 문제의 해결 방안이나 과정이 명료하지 않고 열려 있으면서 그 해결 과정에 적용 가능한 영역이 특정 교과 영역 내에 제한되지 않는 실생활의 범교과적 문제 상황에 직면했을 때, 문제 상황을 이해하고 그 문제가 내포한 제약(constraints)의 의미를 고려하여 수학과 과학의 개념 및 탐구뿐만 아니라 공학적 사고와 실행을 활용하는 등 다양한 영역에서 최적의 해결 방안을 모색하고 이를 실행한 후 그 효과를 검증할 수 있는 개인의 인지적, 동기적, 정의적 능력을 의미한다.(p. 201)

또한 박현주 외(2014)는 융합적 문제해결력에 대한 평가틀을 제안하였는데 그들은 융합적 문제해결력 평가틀을 <표 II-1>과 같이 크게 '사고력', '설계 및 실행', '융합적 소양'의 세 가지 차원(범주)으로 구성된 개념으로 제시하였다. 그들은 융합적 문제해결력의 각 차원에 대한 특징 및 평가 내용을 다음과 같이 설명하였다. 먼저, 첫 번째 차원인 '사고력'은 문제의 상황과 문제해결 과정의 단계마다 요구되는 인지적 특성으로 '논리·비판적 사고', '창의적 사고', '경제적 사고'의 하위 요소로 구성된 개념으로 보았고, '논리·비판적 사고'는 근거에 기반하여 판단하는 사고로, '창의적 사고'는 새롭고 독특한 아이디어를 창출하는 능력으로서 '유창성', '유연성(융통성)', '독창성'을 하위 요소로 갖는 개념으로 설명하였고, '경제적 사고'는 아이디어에 비용의 투입 및 산출 등의 경제적

개념이 포함된 사고로 보았다. 따라서 ‘논리·비판적 사고’는 자신의 주장에 대한 타당한 이유나 근거를 제시하였는지를 평가 기준으로 설정하였고, ‘유창성’은 제시한 아이디어의 개수로, ‘유연성’은 제시한 아이디어의 범주의 개수로, ‘독창성’은 새로운 아이디어를 산출하는 능력을 평가하도록 기준을 제시하였다. ‘경제적 사고’는 아이디어에 비용의 투입 및 산출 등의 경제적 개념이 포함되었는지, 그리고 채택한 아이디어가 경제적 측면에서 효용 가치가 있는지를 평가하도록 제안하였다.

두 번째 차원인 ‘설계 및 실행’ 범주는 해결 방안의 설계 방법과 실행 방법에 대한 ‘구체성’과 ‘타당성’을 평가하도록 하는 개념으로, 구체성은 실행 방법을 얼마나 구체적이고 정교하게 제시하였는지가 평가 기준이 되며, 타당성은 해결방안이 문제를 해결하기에 타당한 의견인지에 대해 평가하도록 제안하였다.

세 번째 차원인 ‘융합적 소양’은 수학, 공학, 예술, 인문, 사회 등의 다양한 학문 영역을 연관시키는 범교과적인 능력을 의미하는 개념으로, 학생이 문제상황에 대한 해결방안과 그 근거를 생각할 때 활용하는 학문 영역의 수를 점수화하여 평가하도록 제안하였다.

<표 II-1> 융합적 문제해결력 평가틀

차원	하위 요소	
사고력	논리·비판적 사고	
	창의적 사고	유창성
		유연성(융통성)
		독창성
경제적 사고		
설계 및 실행	구체성	
	타당성	
융합적 소양		

### III. 연구방법

#### 1. 연구대상

본 연구의 대상은 경기도 지역의 A중학교 1학년 학생 40명<sup>1)</sup>으로 이전에 STEAM 수업 경험이 없는 학생들로 구성하였다. 본 연구는 중학교 자유학기제 연계 프로그램인 B사범대학의 ‘취창업전공세미나2’ 수업 시간을 통해서 B대학에서 이루어졌으며, 수업은 STEAM 프로그램 개발 연구에 참여한 수학교육전공 교수 1명과 수학교육 전공 석사과정 연구원 2명이 진행하였다. 본 연구에 참여한 40명의 중학생들은 각 20명씩 A(여: 9, 남 11), B(여 : 1, 남, 19) 반의 2개의 집단으로 나뉘어졌고, 두 집단간 수학 학업 성취 수준의 차이를 파악하기 위하여 직전 학기 수학 성적을 토대로 독립표본 t-검정을 실시하였다. 그 결과는 A반의 수학 성적의 평균은 80.4점(표준편차:13.76), B반은 평균은 82.0점(표준편차 13.3)으로 유의수준 0.05에서 두 집단 간의 직전 학기 수학 성적 사

1) 수학교과 중심의 STEAM 수업에 신청한 학생은 53명이었으나, 3명의 학생은 잦은 결석으로, 4명의 학생은 검사 당일 결석으로 인하여 사전, 사후 진로 흥미도 검사 또는 융합적 문제해결력 검사에 참여하지 못하여 연구 대상에서 제외하였다. 그 밖에 나머지 6명의 학생은 융합적 문제해결력 검사에서 전체 문항의 2/3이상을 수행하지 못하여 연구 대상에서 제외하였다. 따라서 최종적으로 사전, 사후 진로 흥미도 검사 및 융합적 문제해결력 검사에 모두 참여하고, 두 검사에서 검사 문항의 2/3이상을 수행한 40명만을 연구 대상자로 선정하여 결과를 분석하였다.

이에는 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다( $t=-.374, p=.710$ ).

## 2. 수학교과 중심의 STEAM 프로그램 내용 및 내용타당도 검증

본 연구에서는 2016년도에 한국과학창의재단/교육부의 지원을 받아 개발된 수학교과 중심의 STEAM 프로그램 중 중학교 자유학기제 시간에 적용할 수 있는 2종의 프로그램(총 10차시)을 활용하여 STEAM 수업을 진행하였다. 본 연구에서 활용한 프로그램은 현재 주목 받고 있는 첨단 기술인 증강현실과 사물인터넷 기술을 소재로 하여 수학과 기술공학적인 요소의 연계를 강화하여 개발된 프로그램으로 학생들의 수학에 대한 흥미 및 가치 인식과 더불어 기술공학에 대한 이해와 진로 교육에 초점을 둔 프로그램이었다.

프로그램을 적용하기 전에 본 연구에서 사용한 STEAM 프로그램이 연구의 목적과 STEAM 교육의 목적을 포함하여 교육 개념, 교육활동 준거 등에 맞게 적절히 개발되었는지를 검증하기 위하여 4년 이상 STEAM 프로그램 개발에 참여하거나 STEAM 수업을 실행한 경험이 풍부한 11명의 전문가 집단을 구성하여 내용타당도에 대한 검증을 거쳤다. 전문가 집단은 기술 교사 1인, 과학 교사 1인, STEAM 전문가 1인, STEAM 수업 경험이 있는 교사 8인으로 구성되었다. 전문가 집단은 STEAM 수업설계 체크리스트<sup>2)</sup>를 활용하여 각 프로그램에 대한 타당도 검증을 수행하였는데, 본 연구에서 사용된 체크리스트는 5점 척도(1점-전혀 그렇지 않다, 2점-그렇지 않다, 3점-보통이다, 4점-그렇다, 5점-매우 그렇다)로 구성되어 각 요소별 평균 점수와 내용타당도(CVR)<sup>3)</sup> 비율값을 측정하였다. 그 결과는 <표 III-1>과 같이 각 요소별 척도 값의 평균이 프로그램 I은 4.27~5점, 프로그램 II는 4.18~5점의 범위 내에 있으므로 본 연구에서 활용한 STEAM 프로그램은 STEAM 교육 내용으로서 타당함을 알 수 있었다. 또한 각 세부 요소별 내용타당도 비율을 보면 프로그램 I은 모든 문항에 대해 1.00값을 가지며 프로그램 II는 0.82~1.00의 범위 내에 있어 본 연구에서 활용한 2종의 STEAM 프로그램 모두 전문가 인원이 11명일 경우의 최소 허용값 0.59(유의수준 0.05) 이상을 만족하고 있기 때문에 충분한 내용타당도가 있다고 볼 수 있다. 그러나 내용타당도 검증에 참여하였던 몇몇 전문가들은 ‘상황제시’ 및 ‘새로운 도전’ 요소에 대한 수정, 보완이 필요하다는 의견과 시간적인 제약에 대한 의견을 주었다. 따라서 각 프로그램의 ‘상황제시’의 경우 기존의 ‘상황제시’가 갖는 문제점(특정 내용에 국한된 상황제시)을 보완하여 프로그램 전체를 아우를 수 있는 상황으로 바꾸었고, ‘새로운 도전’ 요소에 해당되는 활동 또한 보다 강화하였다. 이와 더불어 학생들의 학습 활동 시간을 보다 확보하기 위하여 개발된 10차시의 내용 중 일부 학습 활동은 삭제<sup>4)</sup>하여 프로그램을 운영하였다.

<표 III-1> 내용타당도 검증 결과

구분	요소	세부 설명	전문가 집단의 평균 점수			
			프로그램 I		프로그램 II	
			평균	CVR	평균	CVR
STEAM 교육 목적	융합인재 양성	융합형 인재 양성 목적에 부합하는가?	4.64	1.00	4.64	1.00

2) 한국과학창의재단([http://steam.kofac.re.kr/?page\\_id=36](http://steam.kofac.re.kr/?page_id=36))에서 제공하는 STEAM 교육 체크리스트를 5점 척도형으로 변형하여 활용하였다.

3) 내용타당도는 Lawshe(1975)가 제시한 내용타당도 비율을 바탕으로 분석하였는데 전문가 수에 따른 최소 허용값 이상이 되었을 때 문항에 대한 내용타당도가 있는 것으로 판단하였다.

4) 프로그램 I에서 스마트카 여행 계획 세우기 활동은 삭제하여 학생들이 스마트 시티 만들기 활동에 더 많은 시간을 투자할 수 있도록 하였다.

STEAM 교육 개념	학생흥미 증진	학생의 과학기술에 대한 흥미를 높이도록 설계되었는가?	4.91	1.00	4.91	1.00	
	실생활 연계	실생활속의 과학기술과 연관된 주제인가?	4.91	1.00	4.64	1.00	
	융합적 사고력 배양	학생의 융합적 사고력을 배양하도록 프로그램이 설계되었는가?	4.64	1.00	4.45	1.00	
교육 활동 준거	상황 제시	상황 제시	전체 프로그램을 아우르는 상황을 제시하였는가?	4.27	1.00	4.36	0.82
		자연스러운 융합	과학, 수학, 기술, 공학, 예술 교과가 자연스럽게 융합되도록 설계되었는가?	4.55	1.00	4.27	0.82
	창의적 설계	학생 중심	교사 중심에서 벗어나 학생이 주도적으로 참여하는 학생 중심으로 프로그램이 설계되었는가?	4.64	1.00	4.73	1.00
		아이디어 발현	프로그램에 학생이 자신의 아이디어와 발상을 반영할 수 있도록 기획되었는가?	4.73	1.00	4.64	0.82
		자기 문제화	학습자가 학습 주제를 자기 문제로 인식하도록 수업이 구성되었는가?	4.55	1.00	4.55	1.00
		학습 방법	개념을 교사가 직접 설명하지 않고 활동을 통해 학생이 깨우치도록 설계되었는가?	4.45	1.00	4.27	0.82
		과정, 활동 중심	결과보다 과정이, 지식보다는 활동이 강조되었는가?	4.64	1.00	4.73	1.00
		다양한 산출물	프로그램의 결과물이 모듈별 또는 개인별로 다르게 산출되도록 설계되었는가?	4.73	1.00	4.91	1.00
		협력 학습	동료, 교사, 다양한 도구와의 협력 학습이 이루어질 수 있도록 설계되었는가?	4.82	1.00	4.45	1.00
	감성적 체험	Hands-on	학생들이 직접적인 체험(hands-on)을 통하여 열정을 가지고 참여할 수 있도록 하는가?	4.73	1.00	4.82	0.82
		성공의 경험	학습자가 성공을 경험하도록 설계되었는가?	4.55	1.00	4.45	1.00
		새로운 도전 요소	연계된 활동에 새로운 도전을 하도록 설계되었는가?	4.27	1.00	4.18	1.00
		자기 평가	학습자가 스스로 활동을 평가할 수 있는 기회를 제공하였는가?	4.82	1.00	4.82	1.00

<표 III-2>는 본 연구에서 사용한 STEAM 프로그램의 단계별(상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험) 활동 내용과 관련 교과 영역 및 학습 내용 요소를 간략하게 나타낸 것이다.

<표 III-2> STEAM 프로그램의 단계별 활동 내용 및 관련 교과 학습 내용 요소

프로그램	상황 제시	창의적 설계	감성적 체험	관련교과		
				교과	영역	학습 내용요소
프로그램 I	늦은 시간까지 학원에 있어야 하기 때문에 병원에 갈 수 없고, 귀가길 어두운 골목길을	-자료조사, 분석, 토의 등을 통해 IoT 기술과 그 속에 숨겨진 수학적 원리에 대해 이해. -스마트 밴드를 활용	-IoT 기술과 그 속에 숨겨진 수학적 원리를 탐구하며 수학의 가치 인식 및 학습 동기부여와	수학	함수와 그래프	함수의 활용
					도수분포와 그래프	도수분포표와 히스토그램

	<p>걸으며 IoT 기술에 대해 관심을 갖게 되며, IoT 기술이 적용된 아파트 광고를 보고 IoT 기술이 적용된 스마트시티를 구상해 보고자 하는 상황</p>	<p>하여 U-헬스케어를 통한 진단과 처방하기 활동. -IoT 보안 문제와 관련하여 암호 알고리즘 이해 및 암호 만들기 -IoT 기술을 활용한 스마트 시티 건설 활동.</p>	<p>몰입감 형성. -모듈별 U-헬스케어 를 통한 진단서 작성과 스마트시티 건설하기 활동 등을 통해 성취감 경험. -IoT 기술과 관련된 새로운 직업을 탐색함으로써 도전의식 고취.</p>	<p>기술 가정</p>	<p>미래기술</p>	<p>미래 기술 동향과 사례</p>
				<p>미술</p>	<p>표현</p>	<p>창의적 발상과 표현</p>
<p>프로그 램 II</p>	<p>MBC 무한도전에서 방영하는 증강현실 기술을 활용한 추격전 '무도리GO'를 시청하면서 증강현실 기술에 대해 관심을 갖게 되고, 증강현실 기술을 활용한 스마트 시티 홍보 영상 만들기 경연대회에 참가하여 자신만의 창의적인 증강현실 작품을 만들고 싶어 하는 상황.</p>	<p>-영화를 통해 증강현실 기술에 대해 살펴 보고, 증강현실과 관련된 기술 및 적용 분야를 조사하며 그 속에 담겨진 수학적 원리에 대해 이해. -증강현실 어플리케이션을 직접 체험해보며 증강현실 기술의 유용성 탐구. -모듈별 협동 프로젝트 활동으로 증강현실 기술을 활용한 스마트 시티 홍보 동영상 제작.</p>	<p>-증강현실 속에 숨겨진 수학적 원리를 깨달아 문제를 해결 하면서 수학의 가치 인식 및 문제해결에 대한 자신감 형성. -증강현실 기술을 활용한 스마트 시티 홍보 영상 만들기 경연대회를 통해 성취감과 학습에 대한 만족감 경험. -증강현실 기술과 관련된 새로운 직업을 탐색함으로써 도전의식 고취.</p>	<p>수학</p>	<p>일차방정식</p>	<p>일차방정식의 활용</p>
				<p>함수와 그래프</p>	<p>순서쌍과 좌표</p>	
				<p>기술 가정</p>	<p>정보와 통신 기술</p>	<p>생활 속 정보 통신 기술</p>
				<p>미술</p>	<p>표현</p>	<p>표현 방법과 매체의 창의적 활용</p>

3. 연구 절차 및 적용 방법

본 연구는 B사범대학의 '취창업전공세미나2' 수업 시간을 활용하여 12주 동안 진행되었으며, 본 연구에서 활용한 STEAM 프로그램 I 과 프로그램II는 각각 6주, 4주 동안 운영되었다. 각 프로그램에 대한 수업은 각 차시 특성에 따라 B대학교 일반 강의실 또는 컴퓨터 강의실에서 진행되었으며, 모듈별 협력 학습 체제로 이루어졌는데, 모듈 구성원은 각 모듈별로 4~5명으로 수업의 원활한 진행을 위해 각 모듈 당 대학생 멘토교사가 2명씩 배정되었다. 또한 학생들의 흥미와 동기를 유발시키기 위해 활동 결과물에 따라 상점(스티커)과 상품 등의 정적 강화물을 제공하였다.

학생들의 STEM 분야 진로 흥미도 및 융합적 문제해결력을 파악하기 위해 STEAM 프로그램 적용 전인 2016년 8월에 연구 대상 전체를 대상으로 진로 흥미도 및 융합적 문제해결력 검사를 시행하였고, STEAM 프로그램 적용 후인 11월(사전 검사로부터 12주 후)에 사전 검사와 동일한 검사를 활용하여 사후 검사(재검사)를 진행하였다. <표 III-3>은 본 연구의 추진 절차를 나타낸 것이다.



<표 III-3> 연구 추진 절차

일정	추진절차
2016.05~2016.08	기초연구(문헌연구 및 관련 자료 수집, 요구조사, 교육과정분석) STEAM 프로그램 재구성
2016.08	STEAM 수업 운영을 위한 교사 워크숍
2016.08	STEAM 수업 운영을 교사 및 멘토교사 오리엔테이션
2016.08	사전 STEM 분야 진로 흥미도 및 융합적 문제해결력 검사 시행
2016.08~2016.10	STEAM 수업 실시
2016.11	사후 STEM 분야 진로 흥미도 및 융합적 문제해결력 검사 시행
2016.11	검사 결과 코딩 및 분석

#### 4. 자료수집 및 분석방법

본 연구에서는 중학생들의 STEM 분야에 대한 진로 흥미도와 융합적 문제해결력에 대한 자료를 수집하기 위하여 기존의 선행연구에서 사용된 검사지를 활용하였다. 이를 통해 본 연구에서 실시된 검사의 신뢰도와 타당도를 충분히 확보할 수 있었으며, STEAM 수업 전, 후의 변화를 기존 선행 연구와 비교하여 분석하기 용이하다는 장점이 있다. 진로 흥미도 검사지는 Kier, Blanchard, Osborne, & Albert(2014)의 연구에서 개발된 설문지를 번역하여 활용하였으며, 융합적 문제해결력 검사지는 박현주 외(2015)의 연구에서 개발된 융합적 문제해결력 검사지를 활용하였다.

##### 4.1. 검사도구

###### 4.1.1. STEM 분야 진로 흥미도 검사 도구

본 연구에서는 STEAM 수업을 통한 중학생들의 진로 흥미도 변화를 측정하기 위하여 Kier, Blanchard, Osborne, & Albert(2014)의 연구에서 개발된 STEM 진로 흥미도 검사지(STEM Career Interest Survey; STEM-CIS)를 한글로 번역하여 사용하였다. 한글로 번역된 검사지는 수학교육전공 석, 박사과정의 교사 2인 및 수학교육전문가 1인의 검토를 받아 번역의 적절성 등에 대해 점검을 하였다. STEM-CIS 검사 도구는 과학, 수학, 기술, 공학의 4개 범주에서 각각 11개 문항씩 총 44 문항으로 구성되어 있으나, 본 연구에서는 연구 대상이 중학생이라는 측면을 고려하여, 기술과 공학 범주를 기술/공학이라는 하나의 범주로 묶어서 과학, 수학, 기술/공학의 총 3개 범주의 33개 문항으로 설문지를 재구성하여 활용하였다.

STEM-CIS는 Lent, Brown, & Hackett(1994, 2000)의 사회 인지 직업 이론(Social Cognitive Career Theory; SCCT)의 주요 요인들을 평가하고 있으며, 자기효능감(Self-efficacy), 개인적 목표(Personal goal), 결과 기대치(Outcome expectation), 과목 흥미도(Interest in subject), 맥락적 지지(Contextual support), 개인적 상황(Personal input)을 묻는 문항으로 구성되어 있다. 자기효능감 문항은 자신이 각 과목에 관련된 일들을 잘 해낼 수 있다는 개인적인 믿음을 측정하며, 개인적 목표는 각 과목을 얼마나 사용하고 열심히 할 계획인지, 결과 기대치는 각 과목에 대한 자신의 행동으로 일어날 결과에 대한 기대치를, 과목 흥미도는 각 과목에 대한 흥미도를, 맥락적 지지는 높은 자기효능감이나 학문 또는 직업적인 목표를 설정하는데 도움을 주거나 방해하는 외부적 또는 내부적 요인을, 개인적 상황은 성별, 인종, 민족, 사회-경제적 상태 등과 같이 사회적으로 구성된 요인들을 측정한다. 설문 문항은 모두 긍정문으로 구성되어 있으며, 5점 리커트 척도로 강한 부정(1점), 부정(2점), 보통(3점), 긍정(4점), 강한 긍정(5점)으로 구성되어 있다.

&lt;표 III-4&gt; STEM-CIS 문항의 개요

평가 요인	내용	문항 번호
자기효능감	해당 과목 수업에서 좋은 성적을 받을 수 있는지	1
	해당 과목의 과제를 완벽하게 끝마칠 수 있는지	2
개인적 목표	장래 직업에서 해당 과목을 사용할 것인지	3
	해당 과목 수업시간에 열심히 임할 것인지	4
결과 기대치	해당 과목 수업에서 잘하는 것이 장래 직업에 도움이 될 것이라 기대하는지	5
	해당 과목과 관련된 직업을 선택하면 부모님께서 좋아할 것이라 기대하는지	6
과목 흥미도	해당 과목을 사용하는 직업들에 관심이 있는지	7
	해당 과목 수업을 좋아하는지	8
맥락적 지지	해당 과목 관련 직업에 종사하는 롤모델이 있는지	9
	해당 과목 관련 직업에 종사하는 사람들과 대화할 때 편안함을 느끼는지	11
개인적 상황	가족 중에 해당 과목과 관련된 직업에 종사하는 사람이 있는지	10

STEM-CIS 검사 도구의 신뢰도와 관련해서 Kier, Blanchard, Osborne, & Albert(2014)의 선행 연구에서는 STEM-CIS의 내적 합치도 계수인 Cronbach  $\alpha$  값이 과학 범주에서는 0.77, 수학 범주는 0.85, 기술 범주는 0.89로 대체로 높게 나타났고, 본 연구에서도 <표 III-5>와 같이, 사전, 사후 검사 모두에서 각 하위 범주에 대한 신뢰도가 0.85 이상으로 나타나 검사 도구의 신뢰도는 높다고 볼 수 있다.

&lt;표 III-5&gt; STEM 분야 진로 흥미도 검사 도구의 신뢰도

하위 범주	문항 수	Cronbach $\alpha$ (사전)	Cronbach $\alpha$ (사후)
과학	11	.87	.93
수학	11	.89	.93
기술/공학	11	.90	.94

#### 4.1.2. 융합적 문제해결력 검사지

본 연구에 참여한 학생들의 융합적 문제해결력의 변화를 살펴보기 위하여 박현주 외(2015)의 연구에서 개발한 융합적 문제해결력 검사 문항 중 2개의 문항을 활용하였다. 본 연구에서 활용된 문항은 초, 중등학교 학생들에게 공통적으로 적용할 수 있도록 개발된 ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기(문항 I)’ 문항과 중학생을 대상으로 개발된 ‘바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기(문항 II)’ 문항이었다. 문항에 대한 개략적인 설명은 <표 III-6>과 같다. 각 문항은 문제해결, 아이디어 생성, 설계 및 실행의 세 개의 하위 문항으로 구성되어 있으며, 문제해결 단계는 주어진 상황의 문제점을 탐색하는 문항이고, 아이디어 생성 단계는 문제해결 단계에서 탐색한 문제점에 대한 해결 방안과 학문적 근거를 작성하는 문항이다. 마지막으로 설계 및 실행 단계는 아이디어 생성 단계에서의 해결 방안을 바탕으로 문제 상황에 대하여 글, 그림 또는 표 등을 활용하여 대안을 제시하는 문항이다. <표 III-7>은 각 하위 문항에 따른 평가 영역을 나타낸 것으로 하위 문항1(문제발견 문항)에서는 창의적 사고(유창성, 유연성, 독창성)를 측정하고 있으며, 하위 문항2(아이디어 문항)에서는 논리·비판적 사고, 경제적 사고, 융합적 소양을 측정하고 있다. 하위 문항3(설계 및 실행 문항)에서는 설계의 타당성과 구체성을 측정하고 있다.

<표 III-6> 융합적 문제해결력 평가를 위한 문항 I 과 문항II의 개요(박현주 외, 2016)

	문항 I	문항 II
문제상황	보행도로와 차도의 구분이 없는 경사진 언덕길 (길이 100m, 폭 20m, 경사30°)이 있을 때, 안전하고 편리하게 등하교를 할 수 있는 보행도로를 설계하는 상황	지구 온난화로 인해 육지가 물에 잠겨 바다 위에 주택을 지어 생활해야 하는 상황
하위 문항 1	경사진 언덕길의 불편한 점 제시하기	자급자족할 수 있는 주택을 설계할 때 고려해야할 문제점 제시하기
하위 문항 2	불편한 점을 해결하기 위한 방법과 근거 제시하기	해결방법과 근거 제시하기
하위 문항 3	최선의 설계안을 제시하고 설명하기 (도움이 된다면 그림, 표 등을 활용하기)	최선의 설계안을 제시하고 설명하기 (도움이 된다면 그림, 표 등을 활용하기)

<표 III-7> 하위 문항별 평가 영역(박현주 외, 2016)

평가 차원/ 하위 영역	사고력					설계 및 실행		융합적 소양
	논리·비판적 사고	창의적 사고			경제적 사고	설계의 타당성	설계의 구체성	과학, 수학, 기술/공학, 예술 등
		추리, 예상, 분석, 비판, 유추	유창성	유연성	독창성			
하위 문항								
1. 문제발견	×	○	○	○	×	×	×	×
2. 아이디어 생성	○	×	×	×	○	×	×	○
3. 설계 및 실행	×	×	×	×	×	○	○	×

4.2. 분석방법

사전, 사후 STEM 분야 진로 흥미도와 융합적 문제해결력 검사 결과에 대한 분석은 SPSS 18.0 프로그램을 사용하여 기술통계 및 대응표본 t-검정을 통해서 이루어졌다.

융합적 문제해결력 검사에 대한 채점을 실시하기 위하여 박현주 외(2016)가 제시한 채점 준거를 토대로 수학교육전문가 1인, 수학교육전공 석사과정 대학원생 2인, 중, 고등학교 수학교사 각 1인이 가채점을 실시하여 2차례의 논의 후에 <표 III-9>와 같은 채점 기준표<sup>5)</sup>를 수립하였다. 채점 기준을 수립한 후에 3인의 채점자가 개별적으로 채점을 실시하였다. ‘논리·비판적 사고’와 ‘유창성’, ‘유연성’, ‘융합적 소양’은 최고점을 기준으로 3분위로 구분하여 0, 1, 2, 3점으로 환산하였고, ‘독창성’은 응답 중복도에 따라 점수를 환산하여 채점하였다. 평가자 3인의 개별 1차 채점 과정에서 ‘논리·비판적 사고’와 ‘유창성’ 영역에 대한 사전·사후 평가 결과가 3명 모두 동일하게 나타났으나, ‘유연성’, ‘독창성’, ‘경제적 사고’, ‘융합적 소양’에 대한 사전·사후 평가 결과는 불일치되는 부분이 있어 차후 논의를 통해 합의하여 융합적 문제해결력에 대한 분석을 최종적으로 완료하였다. 채점 결과 문항 I, 문항II에 대한 평가자 3인의 사전 및 사후 채점 결과의 급내상관계수는 모두 0.8 이상으로 평가자간 일치도는 신뢰할만한 것으로 나타났으며 이는 <표 III-8>과 같다.

5) <표 III-9>의 채점 기준표에 제시되어 있는 ‘점수 및 채점 준거’는 박현주 외(2016)에서 제시된 채점 준거(pp. 211-212)를 본 연구 대상자들이 작성한 답안을 토대로 수정한 것이다. 융합적 문제해결력 채점 준거의 보다 구체적이고 상세한 설명은 박현주 외(2016)의 연구 보고서에 제시되어 있다.

<표 III-8> 채점기간 일치도

	사전	사후
문항 I	.91	.89
문항 II	.87	.92

<표 III-9> 융합적 문제해결력 평가를 위한 채점 기준표 - 문항 I 및 문항 II

차원	하위 영역	점수 및 채점 준거	문항 번호		
사고력	논리·비판적 사고	0점 : 무응답 또는 질문과 전혀 관계가 없는 응답 1점 : 아이디어 수 1개 이상 6개 이하 2점 : 아이디어 수 7개 이상 12개 이하 3점 : 아이디어 수 13개 이상 20개 이하	2		
	창의적 사고	유창성	0점 : 무응답 또는 질문과 전혀 관계가 없는 응답 1점 : 아이디어 수 1개 이상 3개 이하 2점 : 아이디어 수 4개 이상 6개 이하 3점 : 아이디어 수 7개 이상	1	
		유연성	문항 I		0점 : 무응답 또는 질문과 전혀 관계가 없는 응답 1점 : 범주 다양성 1개 이상 2개 이하 2점 : 범주 다양성 3개 이상 4개 이하 3점 : 범주 다양성 5개 이상
			문항 II		0점 : 무응답 또는 질문과 전혀 관계가 없는 응답 1점 : 범주 다양성 1개 이상 3개 이하 2점 : 범주 다양성 4개 이상 6개 이하 3점 : 범주 다양성 7개 이상
	독창성	0점 : 무응답 1점 : 아이디어 6명 이상 중복 2점 : 아이디어 3명 이상 5명 이하 중복 3점 : 아이디어 2명 이하 중복			
경제적 사고	경제적 효용 가치와 규모 및 최적 개념	0점 : 무응답 1점 : 아이디어만 제시 2점 : 경제적 개념만 제시 3점 : 경제적 개념과 최선의 선택	2		
설계 및 실행	설계의 타당성	0점 : 무응답 1점 : 제시한 내용이 타당하지 않음. 2점 : 제시한 내용이 타당하지만 과학기술원리를 반영하지 않음 3점 : 제시한 내용이 타당하고 과학기술원리를 반영함	3		
	설계의 구체성	0점 : 무응답 1점 : 내용이 불분명함 2점 : 개략적으로 제시 3점 : 구체적이고 상세하게 제시			
융합적 소양	과학, 수학, 기술/공학, 예술 등	0점 : 무응답 1점 : 1개 분야 제시 2점 : 2개 이상 3개 이하 분야 제시 3점 : 4개 이상 분야 제시	2		

<표 III-10>은 <표 III-9>의 채점기준표를 근거로 하여 문항 I에 대한 학생E의 답안을 평가한 예이다. 이 학생은 하위 문항1에서 답안을 11개 작성하여 ‘유창성’에서 3점을 획득했고, 답안이 유사영역 6가지로 구분되므로

‘유연성’에서는 3점을, 7번째 답안이 다른 학생들의 답안과 2명 이하로 중복되므로 ‘독창성’에서는 3점을 받았다. 하위 문항2에서는 해결 방법과 그 근거를 각각 6개씩 제시하여 총 12개를 제시하였으므로 ‘논리·비판적 사고’에서 2점을 얻었으며, 제시한 해결 방법과 근거에 과학 및 기술적인 원리가 반영이 되어 ‘융합적 소양’에서는 2점을 얻었다. 학생E가 작성한 답안에는 구체적인 경제적 개념이 포함되어있지 않고, 아이디어만 제시되어 있는 수준이므로 ‘경제적 사고’는 1점을 얻었다. 하위 문항3에서는 학생E가 제시한 설계안이 타당하지만 과학적 원리가 포함되어있지 않고, 이를 간략히 제시하고 있으므로 ‘타당성’과 ‘구체성’ 모두 2점을 얻었다.

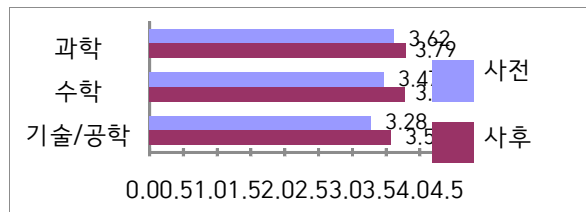
<표 III-10> 문항1에 대한 학생E의 답안 평가 예시

하위 문항	학생 답안	채점 결과																						
1	<p>1. 여러분이 경사가 급한 언덕길을 걷는다면 어떤 점이 불편할 것으로 예상하나요? 생각나는 대로 불편한 점을 아래에 쓰세요. (더 많은 사례가 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.)</p> <p>① 올라갈 때 허벅지 힘이 소모된다.                      ② 팔걸을 짚을 때 팔과 허벅지 사이가 으쓱 으쓱하다.                      ③ 사면이 높을 때 배를 펴고 걸어야 하는 불편함이 있다. (비탈길에는 걸을 수 없다.)                      ④ 긴다리에서 내려갈 때 허벅지 찰흙을 느끼고 싶을 때 걸을 수 없다.                      ⑤ 허벅지 힘이 소모된다.                      ⑥ 눈이 오는 추운 겨울날 걸을 때 불편하다.                      ⑦ 물과 흙이 섞여 걸을 때 불편하다.                      ⑧ 구르기 쉬운 물건을 걸어야 하면 불편하다. (바퀴가 없는 것)                      ⑨ 허벅지가 다칠 수 있다.                      ⑩ 물이 흠뻑 젖을 수 있다.                      ⑪ 물이 흠뻑 젖을 수 있다.                      ⑫ 물이 흠뻑 젖을 수 있다.</p>	<table border="1"> <tr> <td>유창성</td> <td>유연성</td> <td>독창성</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> </table>	유창성	유연성	독창성	3	3	3																
유창성	유연성	독창성																						
3	3	3																						
2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>해결 방법</th> <th>근거</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 보행사 도로는 계단으로 만들고, 자도와 경이인</td> <td>보행사 도로는 계단으로 만들면 내려갈 때 일종의 계단이 생기므로 걸을 수 있다.</td> </tr> <tr> <td>② 겨울에는 눈이 내리면 도로를 청소한다.</td> <td>겨울에는 눈이 내리면 걸을 수 없다.</td> </tr> <tr> <td>③ 경사도의 일부를 / 형태로 놓아 줄을 깔아 걸을 수 있다.</td> <td>자전거나 롤러가 다니기에 조금 더 편하다. 경사가 완만해 걸을 수 있다.</td> </tr> <tr> <td>④ 일출길 줄을 깔아 놓고, 또 다른 줄을 깔아 걸을 수 있다.</td> <td>계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.</td> </tr> <tr> <td>⑤ 경사도를 일부분 / 형태로 놓아 걸을 수 있다.</td> <td>계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.</td> </tr> <tr> <td>⑥ 경사도를 일부분 / 형태로 놓아 걸을 수 있다.</td> <td>계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.</td> </tr> <tr> <td>⑦ 경사도를 일부분 / 형태로 놓아 걸을 수 있다.</td> <td>계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.</td> </tr> </tbody> </table>	해결 방법	근거	① 보행사 도로는 계단으로 만들고, 자도와 경이인	보행사 도로는 계단으로 만들면 내려갈 때 일종의 계단이 생기므로 걸을 수 있다.	② 겨울에는 눈이 내리면 도로를 청소한다.	겨울에는 눈이 내리면 걸을 수 없다.	③ 경사도의 일부를 / 형태로 놓아 줄을 깔아 걸을 수 있다.	자전거나 롤러가 다니기에 조금 더 편하다. 경사가 완만해 걸을 수 있다.	④ 일출길 줄을 깔아 놓고, 또 다른 줄을 깔아 걸을 수 있다.	계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.	⑤ 경사도를 일부분 / 형태로 놓아 걸을 수 있다.	계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.	⑥ 경사도를 일부분 / 형태로 놓아 걸을 수 있다.	계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.	⑦ 경사도를 일부분 / 형태로 놓아 걸을 수 있다.	계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.	<table border="1"> <tr> <td>논리비판적 사고</td> <td>융합적 소양</td> <td>경제적 사고</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </table>	논리비판적 사고	융합적 소양	경제적 사고	2	2	1
해결 방법	근거																							
① 보행사 도로는 계단으로 만들고, 자도와 경이인	보행사 도로는 계단으로 만들면 내려갈 때 일종의 계단이 생기므로 걸을 수 있다.																							
② 겨울에는 눈이 내리면 도로를 청소한다.	겨울에는 눈이 내리면 걸을 수 없다.																							
③ 경사도의 일부를 / 형태로 놓아 줄을 깔아 걸을 수 있다.	자전거나 롤러가 다니기에 조금 더 편하다. 경사가 완만해 걸을 수 있다.																							
④ 일출길 줄을 깔아 놓고, 또 다른 줄을 깔아 걸을 수 있다.	계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.																							
⑤ 경사도를 일부분 / 형태로 놓아 걸을 수 있다.	계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.																							
⑥ 경사도를 일부분 / 형태로 놓아 걸을 수 있다.	계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.																							
⑦ 경사도를 일부분 / 형태로 놓아 걸을 수 있다.	계단이 불편한 사람이나 노인, 장애인 등이 걸을 수 있다.																							
논리비판적 사고	융합적 소양	경제적 사고																						
2	2	1																						
3	<p>3. 앞 문항에서 생각한 사항을 정리하여 보행도로를 만들기 위한 최선의 설계안 하나를 제시하고 설명하세요. 도움이 된다면 그림, 표 등을 활용하세요.</p>	<table border="1"> <tr> <td>타당성</td> <td>구체성</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </table>	타당성	구체성	2	2																		
타당성	구체성																							
2	2																							

## IV. 연구결과

### 1. STEM 분야 진로 흥미도 검사 결과

자유학기제 시간을 활용한 수학교과 중심의 STEAM 수업이 중학생들의 STEM 분야에 대한 진로 흥미도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 사전, 사후 STEM 분야 진로 흥미도 검사를 실시하였다. [그림 1] 과 <표 IV-1>은 각 분야별 진로 흥미도에 대한 사전, 사후 검사의 평균 및 대응표본 t-검정 결과이다.



[그림 IV-1] 과학, 수학, 기술/공학 분야 진로 흥미도에 대한 사전, 사후 검사 평균

<표 IV-1> 각 분야별 진로 흥미도에 대한 대응표본 t-검정 결과

하위영역	대응차(사전-사후)					t	자유도	p
	평균	표준 편차	평균의 표준 오차	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
과학	-0.17	0.48	0.08	-0.32	-0.02	-2.247	39	0.03
수학	-0.32	0.52	0.08	-0.48	-0.15	-3.894	39	0
기술/공학	-0.29	0.66	0.10	-0.50	-0.08	-2.778	39	0.008

[그림 IV-1]과 같이, 과학, 수학, 기술/공학 분야 모두에서 사전 검사보다 사후 검사에서 진로 흥미도의 평균 점수가 높게 나타났고, 각 분야별로 실시된 대응표본 t-검정에서는 모든 분야에서 유의수준 0.05에서 사전 검사와 사후 검사 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(과학 t=-2.247, p=0.03; 수학 t=-3.894, p=0.00; 기술/공학 t=-2.778, p=0.008). 이는 자유학기제 시간에 이루어졌던 수학교과 중심의 STEAM 수업이 연구 참여자들의 과학, 수학, 기술/공학 분야에 대한 진로 흥미도를 높이는 데 효과가 있음을 보여주는 결과이다. 비록 큰 차이는 없었지만, 세 분야 중 수학 분야에서 사전, 사후 검사의 평균 점수 차이가 가장 크게 나타났는데 이는 연구 기간 동안 활용한 수학교과를 보다 강조한 STEAM 교재의 특성으로부터 기인한 결과로 추측된다.

각 분야별 진로 흥미도 검사 결과를 문항별로 살펴보면, <표 IV-2>와 같이 과학, 수학 분야의 경우 과학, 수학 관련 직업에 종사하는 롤모델이 있는지를 묻는 문항(9번)에 대한 사전, 사후 검사의 평균 차가 가장 크게 나타났고, 기술/공학 분야에서는 가족 중에 기술 과목과 관련된 직업에 종사하는 사람이 있는지를 묻는 문항(10번)에서 사전, 사후 검사의 평균 차이가 가장 크게 나타났다. 특히, 가족 중에 기술 과목과 관련된 직업에 종사하는 사람이 있는지를 묻는 10번 문항에 대한 결과는 사후 검사에서 학생들이 기술 관련 직업에 대한 이해도가 향상되었음을 보여주는 결과이기도 하다. 본 연구에서 사용한 STEAM 프로그램은 해당 수업 주제나 내용과 관련된 이공계 분야의 직업 소개 코너를 포함하고 있었는데 이러한 내용이 학생들로 하여금 이공계 분야 직업에 대한 이해도를 높이고, 더 나아가 과학, 수학 관련 직종에서 롤모델을 찾는데 긍정적인 역할을 한 것 같다.

<표 IV-2> 과학, 수학, 기술/공학 분야의 직업 흥미도

문항	과학		수학		기술/공학	
	사전 평균 (표준편차)	사후 평균 (표준편차)	사전 평균 (표준편차)	사후 평균 (표준편차)	사전 평균 (표준편차)	사후 평균 (표준편차)
1	3.75 (1.03)	3.95 (0.93)	3.58 (1.06)	3.88 (0.91)	3.43 (0.90)	3.68 (0.89)
2	3.90 (0.81)	3.98 (0.86)	4.03 (0.95)	4.03 (0.97)	3.43 (1.01)	3.68 (0.86)
3	3.45 (1.24)	3.75 (1.03)	3.53 (1.09)	3.85 (0.98)	3.45 (1.04)	3.40 (1.06)
4	4.15 (0.86)	4.23 (0.66)	4.00 (0.91)	4.13 (0.79)	3.90 (0.87)	3.88 (0.91)
5	3.75 (0.98)	4.00 (0.934)	3.90 (0.96)	3.88 (0.97)	3.58 (0.87)	3.68 (1.05)
6	4.03 (0.86)	3.85 (0.92)	3.85 (0.86)	4.05 (0.85)	3.15 (0.86)	3.68 (0.94)
7	3.83 (0.96)	3.73 (0.96)	3.30 (0.88)	3.70 (0.99)	3.23 (1.03)	3.70 (0.99)
8	3.78 (1.00)	3.75 (0.95)	3.50 (1.01)	3.73 (1.09)	3.40 (1.03)	3.63 (1.01)
9	3.08 (1.14)	3.60 (1.15)	2.83 (1.11)	3.53 (1.13)	2.68 (1.07)	3.13 (1.18)
10	3.10 (0.84)	3.45 (1.04)	2.85 (0.92)	3.50 (1.04)	2.75 (0.74)	3.35 (1.03)
11	3.05 (1.41)	3.45 (1.24)	2.78 (1.19)	3.38 (1.31)	3.03 (1.33)	3.45 (1.20)

2. 융합적 문제해결력 검사 결과

2.1. 융합적 문제해결력의 분석

융합적 문제해결력에 대한 분석은 전체적인 분석과 더불어 융합적 문제해결력의 각 하위 영역에 대한 분석 또한 이루어졌고, <표 IV-3>, <표 IV-4>는 융합적 문제해결력의 대영역별 사전, 사후 검사의 기술통계 및 대응표본 t-검정 결과를 나타낸다. 먼저, 융합적 문제해결력의 사전, 사후 검사 결과를 보면, 사전 검사에 비해 사후 검사에서 연구 참여자들의 평균 점수가 향상된 것으로 나타났고, 유의수준 0.01<sup>6)</sup>에서 사전, 사후 검사 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(전체:  $t=-3.227, p=.003$ ). 이는 STEAM 수업이 학생들의 융합적 문제해결력 향상에 효과적임을 시사한다고 볼 수 있다.

<표 IV-3> 융합적 문제해결력에 대한 대영역별 사전, 사후 검사의 평균과 표준편차

대영역	N	사전 검사		사후 검사	
		평균	표준편차	평균	표준편차
사고력	40	19.23	4.49	21.02	3.92
융합적 소양	40	3.80	0.98	3.84	0.89
설계 및 실행	40	8.48	2.07	9.38	1.64
전체 (영역합)	40	31.51	6.15	34.24	5.38

융합적 문제해결력의 대영역별 분석 결과에 의하면, 세 개의 하위 영역 모두에서 사후 검사의 평균이 사전 검사의 평균보다 높게 나타났고, 대응표본 t-검정 결과에서는 ‘융합적 소양’ 영역을 제외한 ‘사고력’과 ‘설계 및 실행’ 영역 모두에서 유의수준 0.01에서 사전, 사후 검사 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(사고력:  $t=-2.986, p=.005$ ; 설계 및 실행:  $t=-2.766, p=.009$ ). 이는 STEAM 수업이 학생들의 ‘사고력’과 ‘설계

6) 융합적 문제해결력의 경우 각 하위 영역별(하위 요소별) 분석 또한 이루어졌는데 이 때 multiple testing으로 인한 test-wise error를 컨트롤하기 위해서 Bonferroni adjustment를 적용하여 유의수준을 0.01로 설정하였다.

및 실행' 능력을 향상시켜주는데 효과적임을 보여주는 결과이다. 즉, STEAM 수업을 통해서 학생들은 논리·비판적사고, 창의적 사고, 경제적 사고 등의 사고력을 향상시킬 수 있고, 이와 더불어 문제해결 방안을 더욱 타당하고 구체적으로 접근할 수 있는 능력 또한 신장시킬 수 있다. '융합적 소양' 영역의 경우 사전 검사에 비해 사후 검사에서 평균 점수가 다소 향상되었지만, 두 검사간에 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났는데 이는 중학생들의 융합적 문제해결력을 분석한 박현주 외(2016)의 연구 결과와도 일치한다.

<표 IV-4> 융합적 문제해결력의 대영역별 대응표본 t-검정 결과

대영역	대응차(사전-사후)					t	자유도	p
	평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
사고력	-1.79	3.79	0.60	-3.01	-0.58	-2.986	39	0.005
융합적소양	-0.04	0.89	0.14	-0.33	0.24	-0.296	39	0.769
설계 및 실행	-0.90	2.06	0.33	-1.56	-0.24	-2.766	39	0.009
전체(영역합)	-2.73	5.36	0.85	-4.45	-1.02	-3.227	39	0.003

융합적 문제해결력의 대영역 중 '사고력'과 '설계 및 실행' 영역의 경우 각 하위 영역별로 사전, 사후 검사에 대한 분석 또한 이루어졌는데, 그 결과는 <표 IV-5>, <표 IV-6>과 같다. 먼저, '사고력' 영역에 대한 하위 영역별 분석 결과에 의하면, 세 개의 하위 영역 모두에서 사후 검사의 평균이 사전 검사의 평균보다 높게 나타났으나, 하위 영역별 사전, 사후 검사의 대응표본 t-검정에서는 '창의적 사고' 영역에서만 유의수준 0.01에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다( $t=-3.128$ ,  $p=0.003$ ). 본 연구에서는 STEAM 수업이 학생들의 창의적 사고력을 향상시키는데 효과적으로 나타났으나, 박현주 외(2016)의 선행 연구에서는 STEAM 수업을 받은 중학생 집단에서 '논리·비판적 사고' 및 '경제적 사고'에서 유의미한 향상이 보고되어 그러한 결과는 본 연구 결과와는 불일치되는 부분이다.

<표 IV-5> 사고력 영역의 각 하위 영역별 사전, 사후 검사의 평균과 표준편차

하위 영역	N	사전 검사		사후 검사	
		평균	표준편차	평균	표준편차
논리·비판적사고	40	4.13	1.64	4.58	1.39
창의적 사고	40	12.96	2.85	14.23	2.53
경제적 사고	40	2.13	0.41	2.21	0.55

<표 IV-6> 사고력 영역의 각 하위 영역별 대응표본 t-검정 결과

하위 영역	대응차(사전-사후)					t	자유도	p
	평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
논리·비판적사고	-0.45	1.29	0.20	-0.86	-0.04	-2.212	39	0.033
창의적 사고	-1.27	2.56	0.41	-2.09	-0.45	-3.128	39	0.003
경제적사고	-0.08	0.67	0.11	-0.29	0.14	-0.709	39	0.482



‘창의적 사고’ 영역은 ‘유창성’, ‘유연성’, ‘독창성’이라는 하위 요소로 구성되어 있어 이에 대한 추가적인 분석이 이루어졌는데, 그 결과는 <표 IV-7>, <표 IV-8>과 같다. ‘창의적 사고’의 3개의 하위 요소 모두에서 사후 검사의 평균이 사전 검사의 평균보다 높았으나, 대응표본 t-검정에서는 독창성 요소에서만 유의수준 0.01에서 사전, 사후 검사 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다( $t=-4.304, p=.000$ ). 이는 STEAM 수업이 학생들의 창의적 사고 능력 중 특히, 독창성을 향상시키는데 효과적임을 보여주는 결과이다. 본 연구에 참여한 학생들은 STEAM 수업에 참여하면서 지속적으로 자신의 생각이나 의견을 활발하게 제시하도록 요구되었고, 스마트 시티 제작하기, AR 홍보 영상 제작하기 등의 산출물 제작 과정에서도 학생 자신의 고유한 아이디어를 적극적으로 반영할 수 있도록 학습 환경을 조성하였는데, 이러한 학습 환경이나 경험이 학생들의 독창성을 더욱 더 발현할 수 있도록 하는 촉매제 역할을 한 것으로 추측된다.

<표 IV-7> 창의적 사고 영역의 각 하위 요소별 사전, 사후 검사의 평균과 표준편차

하위 요소		N	사전 검사		사후 검사	
			평균	표준편차	평균	표준편차
창의적 사고	유창성	40	4.70	4.70	5.03	1.00
	유연성	40	4.16	0.81	4.28	0.81
	독창성	40	4.10	1.24	4.93	1.09

<표 IV-8> 창의적 사고 영역의 각 하위 요소별 대응표본 t-검정 결과

하위 요소		대응차(사전-사후)					t	자유도	p
		평균	표준편차	평균의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간				
					하한	상한			
창의적 사고	유창성	-0.33	1.11	0.18	-0.68	0.03	-1.859	39	0.071
	유연성	-0.12	0.97	0.15	-0.43	0.19	-0.76	39	0.452
	독창성	-0.83	1.21	0.19	-1.21	-0.44	-4.304	39	0

‘설계 및 실행’ 영역은 ‘타당성’과 ‘구체성’이라는 2개의 하위 요소로 구성되어 있으며, 각 하위 요소에 대한 기술통계 및 대응표본 t-검정 결과는 <표 IV-9>, <표 IV-10>과 같다. ‘설계 및 실행’ 영역의 2개의 하위 요소 모두에서 사후 검사의 평균이 사전 검사의 평균보다 높았으나, 대응표본 t-검정에서는 ‘타당성’ 요소에서만 유의수준 0.01에서 사전, 사후 검사 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다( $t=-4.364, p=.000$ ). 이는 STEAM 수업이 학생들의 설계 및 실행 능력 중 특히, 타당성을 향상시키는데 효과적임을 보여주는 결과이다. 본 연구에 참여한 학생들은 STEAM 수업 동안 주어진 문제(진단서 작성, 스마트 시티 건설 등)를 해결하기 위하여 다양한 측면에서 해결 방안을 모색하고, 해결 방안이 제시한 문제를 해결하는데 타당한지에 대해서도 논의해 보는 기회 또한 제공되었는데, 이러한 경험이 학생들의 문제해결 방안에 대한 타당성을 확보하는 능력을 향상시키는데 도움이 된 것 같다.

&lt;표 IV-9&gt; 설계 및 실행 영역의 각 하위 요소별 사전, 사후 검사의 평균과 표준편차

하위 요소	N	사전 검사		사후 검사	
		평균	표준편차	평균	표준편차
타당성	40	4.11	1.02	4.88	0.94
구체성	40	4.38	1.19	4.50	0.91

&lt;표 IV-10&gt; 설계 및 실행 영역의 각 하위 요소별 대응표본 t-검정 결과

하위 요소	대응차(사전-사후)					t	자유도	p
	평균	표준 편차	평균의 표준 오차	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
타당성	-0.78	1.12	0.18	-1.13	-0.42	-4.364	39	0
구체성	-0.13	1.06	0.17	-0.47	0.22	-0.743	39	0.462

## V. 결론 및 제언

본 연구에서는 수학교과 중심의 STEAM 수업이 중학생들의 STEM 분야에 대한 진로 흥미도 및 융합적 문제해결력에 미치는 효과에 대해서 살펴보았고, 연구 결과를 통해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 본 연구에서 수행한 수학교과 중심의 STEAM 교육은 중학생들의 STEM 분야(과학, 수학, 기술/공학)에 대한 진로 흥미도 향상에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 공학적 설계와 과학 탐구 기반의 STEAM 교육이 중학생들의 과학, 수학, 기술/공학 관련 진로 선택에 긍정적인 효과가 있음을 보고한 이영은, 이효녕(2014)의 연구 결과와도 일치한다고 볼 수 있다. 우리나라에서 시행되고 있는 STEAM 교육의 중요한 목표 중 하나는 이공계 기피 문제에 따른 이공계 인력 수급 문제를 해결하여 우수한 과학기술인재를 양성하는 것이다. 이를 위해서는 무엇보다 학생들의 이공계 분야 진로에 대한 흥미와 이해를 향상시켜 이공계 분야에 대한 진로 선택에 긍정적인 인식을 갖게 하는 것이 매우 중요할 것이다. 비록 STEAM 교육이 학생들의 이공계 분야 진로 선택에 어느 정도로 실질적으로 기여할 수 있는지에 대해서는 보다 심도 깊은 연구를 통해서 살펴볼 필요가 있지만, 본 연구를 통해 STEAM 교육이 이공계 분야 진로에 대한 학생들의 흥미와 관심을 향상시키는데 효과적인 교수 방안이 될 수 있음을 알 수 있었고, 더 나아가 학생들의 이공계 분야로의 진로 선택에 대한 가능성을 높이는데 STEAM 교육이 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 기대해 볼 수 있다.

둘째, 본 연구에서는 STEAM 교육이 중학생들의 융합적 문제해결력 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다. 융합적 문제해결력의 하위 영역별 분석에서는 ‘융합적 소양’ 영역을 제외한 ‘사고력’과 ‘설계 및 실행’ 영역에 대한 사전, 사후 검사에서 유의미한 향상이 발견되어 본 연구에서 수행한 STEAM 교육은 학생들의 ‘사고력’과 ‘설계 및 실행’ 능력을 향상시키는데 효과적이었음을 알 수 있었다. 중학생들의 융합적 문제해결력을 분석한 박현주 외(2016)의 연구에서도 ‘융합적 소양’ 영역에서는 사전, 사후 검사 간에 유의미한 차이가 나타나지 않았는데, STEAM 교육의 가장 큰 특징 중의 하나가 융합교육이라는 점을 고려해 볼 때, 본 연구 및 박현주 외(2016)의 연구 모두에서 ‘융합적 소양’ 영역에서 유의미한 향상이 발견되지 않았다는 점은 다소 고무적이지는 않은 결과이다. ‘융합적 소양’은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등을 포함하는 다양한 영역의 지식과 사고 기능 등을 문제를 인식하고 해결하는 과정에 적절하게 활용할 수 있는가를 평가하는 요소로, 학생들의 사고가 얼마나 다양한 영역까지 확장될 수 있는지를 평가하는 요소이다(박현주 외, 2016). 이러한 역량은 기존의 교과 중심의 문제해결 과

제에서 요구하는 능력과는 차별화된 역량이라고 볼 수 있다. 비록 본 연구에 참여한 학생들은 STEAM 수업을 통해서 수학, 기술/가정, 미술 교과간의 연계성을 이해하고, 여러 교과/분야의 지식을 융합하여 문제를 해결하는 경험을 하였지만, 짧은 연구 기간 동안 이러한 역량을 충분히 개발시키는 것은 무리였던 것 같다. ‘융합적 소양’의 경우 빠르고 복잡하게 변화하는 미래 사회의 변화와 요구에 부응하기 위해서는 학생들이 무엇보다도 갖추어야 하는 핵심적인 역량이므로 STEAM 교육을 통해서 융합적 소양을 보다 발전시킬 수 있는 방안에 대한 보다 심도 깊은 연구가 수행될 필요가 있다.

본 연구를 통해서 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

먼저, 연구 환경의 여건 상 본 연구는 단일집단 사전-사후검사 설계를 통하여 수행될 수밖에 없어 연구 결과에 영향을 미칠 수 있는 외래 변인의 통제가 완벽하게 이루어지지 않았다. 이에 본 연구의 결과를 실험처치(STEAM 수업)의 효과로만 단정하기에는 다소 한계를 갖는다고도 볼 수 있다. 따라서 STEAM 교육의 효과를 보다 면밀하고 정확하게 파악하기 위해서는 통제집단 사전-사후검사 설계와 같은 비교 집단과의 비교 및 심층 면담 등의 정성적 접근을 접목해서 STEAM 교육의 효과를 보다 정확하게 파악하는 연구가 수행될 필요가 있다.

현재까지 국내에서 개발된 융합적 문제해결력 검사 도구로는 박현주 외(2016)의 검사 도구가 유일한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 융합적 문제해결력의 변화를 살펴보기 위하여 박현주 외(2016)가 개발한 검사 도구를 활용하였는데 검사 도구의 특성상 한 세트의 문항을 해결하는데 다소 시간이 오래 걸려(30분 이상) 학생들이 문제를 해결하는데 부담을 느끼는 것을 관찰할 수 있었다. 실제로 본 연구에 참여한 학생들 중 일부는 문제 해결을 증도에 포기하거나 완성하지 못하였다. 이러한 융합적 문제해결력 검사 도구의 문제점은 박현주 외(2016)의 연구에서도 보고되었다. 따라서 보다 효율적으로 학생들의 융합적 문제해결력을 평가할 수 있는 평가 도구 개발에 대한 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 강경균 · 정성봉 (2007). 중학생의 진로 자기 효능감에 관한 연구. 한국기술교육학회지, **7(3)**, 171-189.
- Kang, K. K., & Chung, S. B. (2007). A study on middle school students' career self-efficacy, *The Korean Journal of Technology Education*, **7(3)**, 171-189.
- 고영혜 · 박남제 (2013). 초등학교 3-4학년용을 위한 사이버 네트워크 주제의 STEAM 기반 진로교육프로그램 개발. 정보교육학회논문지, **17(4)**, 467-474.
- Ko, Y., & Park, N. (2013). Development of cyber network centered career education program based on STEAM education for 3rd and 4th graders in elementary school, *Journal of the Korean Association of Information Education*, **17(4)**, 467-474.
- 고창수 · 오영열 (2015). 수학적 모델링 활동이 수학적 문제해결력 및 수학적 성향에 미치는 영향. 한국초등수학교육학회지, **19(3)**, 347-370.
- Ko, C., & Oh, Y. (2015). The effects of mathematical modeling activities on mathematical problem solving and mathematical dispositions, *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, **19(3)**, 347-370.
- 교육부 (2010). 2011년 주요 업무계획: 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국, Retrieved from <http://if-blog.tistory.com/939>
- Ministry of Education (2010). *Major business plan of MEST for 2011*. Retrieved from <http://if-blog.tistory.com/939>
- 김연화 · 최경희 · 이향연(2009). 중학교 과학 프로젝트 수업이 학생들의 문제해결력과 태도 및 흥미에 미치는 영

- 향. 학습자중심교과교육연구, **9(3)**, 155-180.
- Kim, Y. H., Choi, H., & Rhee, H. Y. (2009). Effects of project program on students' problem solving skills and interest and attitude toward science in the middle school science class, *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, **9(3)**, 155-180.
- 김왕동(2011). 창의적 융합인재 양성을 위한 과제. STEPI Insight, **67**, 1-31.
- Kim, W. (2011). The tasks for training of talents capable of creative fusion, *STEPI Insight*, **67**, 1-31.
- 김유경·방정숙 (2015). 수학 기반 융합 수업 모형의 가능성 탐색. 한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, **18(2)**, 107-122.
- Kim, Y., & Pang, J. (2015). A study of the potentials of math based convergence instructional model, *Education of Primary School Mathematics*, **18(2)**, 107-122.
- 김인섭·김준철 (2014). STEAM 프로그램을 통한 교육기부가 고등학생의 흥미, 자기효능감 및 진로선택에 미치는 효과. 기초과학연구, **25**, 1-19.
- Kim, I., & Kim, J. (2014). Effects of educational donation on the interest, self-efficacy and career choices of high school students by STEAM program, *Research for Basic Science*, **25**, 1-19.
- 나원영·이철현 (2016). 언플러그드 컴퓨팅을 활용한 STEAM 프로그램이 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향. 실과교육연구, **22(3)**, 79-95.
- Na, W. Y., & Lee, C. H. (2016). The effect of STEAM education program using unplugged computing on creative problem-solving abilities in elementary students, *The Journal of Korean Practical Arts Education*, **22(3)**, 79-95.
- 박병기 (2000). 창의적 문제해결의 교육적 이해. 교육심리연구, **15(1)**, 49-81.
- Bak, B. (2000). Educational understanding of creative problem solving, *Journal of Educational Psychology*, **15(1)**, 49-81.
- 박성익 (1997). 교수학습방법의 이론과 실제, 서울: 교육과학사.
- Park, S. I. (1997). *Theory and practice of teaching and learning*, Seoul: Kyoyookbook
- 박인숙·강순희 (2012). 중학생의 과학 창의적 문제 해결 능력을 측정하기 위한 도구 개발. 한국과학교육학회지, **32(2)**, 210-218.
- Park, I. S., & Kang, S. H. (2012). The development of assessment tools to measure scientific creative problem solving ability for middle school students, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, **32(2)**, 210-218.
- 박현주·백운수·심재호·손연아·한혜숙·변수용·서영진·김은진 (2014). STEAM 프로그램 효과성 제고 및 현장활용도 향상 기본연구, 한국과학창의재단.
- Park, H.J., Baek, Y. S., Sim, J. H., Son, Y. A., Han, H., Byun, S., Seo, Y. J., & Kim, E. J. (2014). A study for improving the effectiveness of STEAM program in school practice, Kofac.
- 박현주·백운수·심재호·정진수·변수용·강남화·김나형·민병욱·송명희·이현숙 (2016). 2015년 STEAM 교육의 실태조사 및 효과성 심층 분석 연구 결과보고서, 한국과학창의재단.
- Park, H.J., Baek, Y. S., Sim, J. H., Jeong, J. S., Byun, S., Kang, N. H., Kim, N. H., Min, B. W., Song, M., H., & Lee, H. S. (2014). A study on the current status and in depth analysis of effectiveness of 2015 STEAM education, Kofac.
- 심세용·김진옥·김진수 (2016). 중학생의 기술적 문제해결능력 향상을 위한 아두이노 활용 STEAM 교육 프로그램 개발. 한국기술교육학회지, **16(1)**, 77-100.
- Shim, S., Kim, J., & Kim, J. (2016). Development of STEAM learning program using arduino to improve technological problem-solving ability for middle school students, *The Journal of Technology Education*, **16(1)**, 77-100.
- 오지현·이철현 (2015). 정보·통신 관련 융합인재교육(STEAM)이 초등학생의 직업 인식에 미치는 영향. 실과교육연구, **21(4)**, 81-98.

- Oh, J., & Lee, C. (2015). The STEAM program and its influence upon elementary school students' perceptions about careers in the informational and communications fields, *The Journal of Korean Practical Arts Education*, **21(4)**, 81-98.
- 이명숙 · 김미숙 · 문은식 (2013). STEAM 수업이 수학영재의 수학 창의적 문제해결력과 창의적 태도에 미치는 효과. *영재와 영재교육*, **12(3)**, 75-94.
- Lee, M. S., Kim, M. S., & Moon, E. S. (2013). The effect of STEAM instruction on math creative problem solving ability and creative attitude in elementary math gifted students, *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*, **12(3)**, 75-94.
- 이영은 · 이효녕 (2014). 공학적 설계와 과학 탐구 기반의 STEAM 교육 프로그램이 중학생의 과학, 수학, 기술에 대한 흥미, 자기효능감 및 진로 선택에 미치는 효과. *교과교육학연구*, **18(3)**, 513-540.
- Lee, Y. E., & Lee, H. (2014). The effects of engineering design and scientific inquiry based STEAM education Programs on the Interest, Self-efficacy and career choices of middle school students, *Journal of Research in Curriculum Instruction*, **18(3)**, 513-540.
- 임유나 · 민부자 · 홍후조 (2015). 이공계 진로의식 신장을 위한 초등 5~6학년용 설계기반 미래 유망직업 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과. *한국과학교육학회지*, **35(1)**, 73-84.
- Lim, Y. N., Min, B. J., & Hong, H. J. (2015). Development and application effect of design-based STEAM program for boosting the career consciousness of 5~6th grade elementary school students for natural sciences and engineering, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, **35(1)**, 73-84.
- 임효진 · 김정수 (2016). 문제해결능력과 학습동기 및 인지전략과의 관계. *사고개발*, **12(1)**, 21-42.
- Lim, H. J., & Kim, J. (2016). A relationship among problem-solving, motivational strategy, and cognitive strategy, *The Journal of Thinking Development*, **12(1)**, 21-42.
- 정용우 · 양성관 (2008). 수업컨설팅이 교사의 수업효율성과 학생의 자기주도 학습 및 문제해결능력에 미치는 영향. *교육행정학연구*, **26**, 315-341.
- Jeong, Y. W., & Yang, S. K. (2008). The effects of the instructional consulting on efficiency of teacher's instruction, student's self-directed learning ability and problem solving ability, *The Journal of Educational Administration*, **26**, 315-341.
- 조현정 · 류희수 (2014). 수학 기반 STEAM 교육 관점에서 학생들의 교과 융합 역량 분석 - 초등학교 6학년 학생들을 대상으로. *교육과학연구*, **45(2)**, 49-75.
- Cho, H., & Ryu, H. (2014). Analysis of sixth graders' capabilities of subject convergence from the perspective of mathematics-based STEAM education, *Journal of Educational Studies*, **45(2)**, 49-75.
- 최경희 · 조연순 · 조덕주 (1998). 연구논문 : 창의적 문제 해결력 신장을 위한 중학교 과학 교육과정 연구-현행 교육과정과 수업현장 분석을 중심으로. *한국과학교육학회지*, **18(2)**, 149-160.
- Choi, K., Cho, Y., & Cho, D. (1998). Study for the middle school science curriculum to enhance creative problem solving abilities - focusing on the 6th national curriculum and classroom observations, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, **18(2)**, 149-160.
- 최영미 · 김덕호 · 양지혜 · 홍승호 (2016). 인프라그램을 활용한 “식물의 건강 모니터링” STEAM 수업이 초등학생의 창의적 문제해결력, 과학 탐구 능력 및 정의적 영역에 미치는 영향. *생물교육*, **44(1)**, 72-86.
- Choi, Y., Kim, D., Yang, J. H., & Hong, S. (2016). The influences of STEAM program using infragram for plant health monitoring on elementary student's creative problem solving ability, scientific process skills and affective domain, *Biology Education*, **44(1)**, 72-86.
- 한국과학창의재단(2012). *정책배경*, Retrieved from [http://steam.kofac.re.kr/?page\\_id=32](http://steam.kofac.re.kr/?page_id=32)
- Kofac (2012). *Background of policy*, Retrieved from [http://steam.kofac.re.kr/?page\\_id=32](http://steam.kofac.re.kr/?page_id=32)

- 황혜정 · 나귀수 · 최승현 · 박경미 · 임재훈 · 서동엽(2007). *수학교육학신론*. 서울: 문음사.
- Hwang, H. J., Na, G. S., Choe, S. H., Park, K. M., Yim, J., & Seo, D. Y. (2007). *New theory of mathematics education*. Seoul: Moonumsa.
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education, 44*(3), 461-481.
- Lent, R. W., Brown, S. D., Hackett, G. (1994). Toward a Unifying Social Cognitive Theory of Career and Academic Interest, Choice, and Performance. *Journal of vocational behavior, 45*(1), 79-122.
- Lent, R. W., Brown, S. D., Hackett, G. (2000). Contextual Supports and Barriers to Career Choice: A Social Cognitive Analysis. *Journal of counseling psychology, 47*(1), 36-49.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework: mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Retrieved from <https://www.oecd.org/edu/school/programme-for-international-student-assessment-pisa/33694881.pdf>
- OECD. (2013). *Assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2012-draft-frameworks-mathematics-problem-solving-and-financial-literacy.htm>.
- Tyler-Wood, T., Knezek, G., & Christensen, R. (2010). Instruments for assessing interest in stem content and careers. *Journal of Technology and Teacher Education, 18*(2), 341-363.
- Yakman, G. (2008). *STΣ@M Education: An overview of creating a model of integrative education*. Retrieved from <http://steamedu.com/wp-content/uploads/2014/12/2008-PATT-Publication-STEAM.pdf>.

## **The Effects of Mathematics-Centered STEAM Program on Middle School Students' Interest in STEM Career and Integrated Problem Solving Ability**

**Han, Hyesook**

Dankook University

E-mail : hanhs@dankook.ac.kr

The purpose of this study was to investigate the effects of mathematics-centered STEAM program which was operated in free semester system classes on middle school students' interest in science, technology/engineering, and mathematics(STEM) career and integrated problem solving ability. The study was conducted with 40 first graders in a middle school for 12 weeks using mathematics-centered STEAM program developed for the use of free semester system classes by the support of the Ministry of Education/KOFAC in 2016. According to the results of STEM career interest survey, mathematics-centered STEAM program was effective for improving middle school students' interest in STEM career. And it was also effective in the development of students' integrated problem solving ability.

---

\* ZDM Classification : D43

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D99

\* Key Words : Mathematics-centered STEAM program, STEM Career Interest, Integrated problem solving ability, Free semester system.

\* The present research was conducted by the research fund of Dankook University in 2015