2015년 STEAM 교육의 실태조사 및 효과성 심층 분석 연구 결과보고서

2016. 03.

연구책임자 : 박현주
(조선대학교)

한국과학창의재단
Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity

이 보고서는 2015년도 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 성과물임.

This work was supported by the Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (KOFAC) grant funded by the Korea government (MOE)

제 출 문

한국과학창의재단 이사장 귀 하

본 보고서를 “2015년 STEAM 교육의 실태조사 및 효과성 심층분석 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2016년 04월 31일

○ 주관연구기관 : 조선대학교 산학협력단

○ 연구기간 : 2015.09.01. ~ 2016.03.31.

○ 주관연구책임자 : 박 현 주(조선대학교)

○ 공동연구원

백윤수	연세대학교
심재호	부산대학교
정진수	대구대학교
변수용	Pennsylvania State Univ.
강남화	한국교원대학교
김나형	과학문화교육사업단
민병욱	충남여해학교
송명희	풍암초등학교
이현숙	상일여자고등학교

○ 연구보조원

김건희	조선대학교
장의준	부산대학교

연구협력진

한혜숙 단국대학교
강경원 선창초등학교
권명자 대전충남여자고등학교
권혁수 공주대학교
김어진 오산중학교
문보영 하남중앙초등학교
박상희 풍암초등학교
이가윤 목포혜인여자고등학교
이명하 전남고등학교
이윤형 진주동중학교
이재영 단국대학교
정미정 인창고등학교
정희진 Pennsylvania State University
조계승 전남공업고등학교
조영식 이화여자대학교
한효정 전주대정초등학교

연 구 요 약

본 연구는 우리나라 STEAM 교육의 실태조사 및 효과성의 심층분석을 위하여 STEAM 교육 '내용의 투입', '교육의 과정', '교육의 산출'로 연구내용을 개념화하고, STEAM 프로그램의 교과 교육과정 연계, 학교 및 교사의 실태조사, STEAM 교육의 효과 등에 대하여 조사하였다. 연구내용에 따른 연구 요약은 다음과 같다.

〔STEAM 프로그램의 교과 교육과정 연계〕

교육부와 한국과학창의재단에서 지원하여 2012년~2014년에 개발된 STEAM 프로그램을 2009 교육과정 및 2015 개정 교육과정의 과학, 수학, 기술/실과(기술·가정) 내용과 연계하여 분석한 결과, STEAM 프로그램은 과학 교과 관련 내용이 가장 많이 개발되었고, 기술/실과, 미술, 수학의 순서로 개발되었다.

과학 교과의 경우, 교육과정의 내용과 연계하여 여러 단원에서 다양한 STEAM 프로그램이 개발(약 746개)되었지만, 개발된 STEAM 프로그램이 없는 단원 또는 여러 개의 프로그램이 집중적으로 개발된 단원도 있었다.

수학 교과의 경우, 교육과정과 연계하여 약 213개의 STEAM 프로그램이 개발되었다. 중학교와 고등학교의 경우, 교육과정의 단원 중 약 50%에 해당하는 단원에서 소수의 프로그램이 개발되었다.

기술·가정과(실과)는 약 701개의 프로그램이 개발되었는데, 초, 중, 고등 모든 학교급에서 '기술의 세계' 영역에 집중되어 있었다.

많은 STEAM 프로그램이 2009 개정 및 2015 개정 과학, 수학, 기술·가정과(실과) 교육과정의 여러 단원과 연계되어 개발되었다. 그러나 STEAM 프로그램들이 STEAM과 연관성이 높거나 개발하기 용이한 교과 또는 단원과 연계되어 있는 것은 STEAM 프로그램의 활용도를 낮추거나 STEAM 교육의 실행을 제한할 수 있다. 따라서 다양한 교과로의 STEAM 프로그램의 확대 또는 개발하기 어려운 단원의 도전적인 개발을 시도할 필요가 있다.

〔학교 STEAM 교육 운영 현황 실태조사〕

우리나라 초, 중, 고등학교 11,526개교 중 56.8%에 해당하는 6,473개교가 학교 STEAM 운영 현황 온라인 설문 실태조사에 참여하였다. 조사에 참여하지 않은 학교들의 STEAM 교육 실행 여부를 알 수는 없으나, 조사에 참여하지 않은 학교들을 STEAM 교육을 실행하지 않는다고 가정한다면, 2015년 조사 시점에서 우리나라 초, 중, 고등학교의 약 27.1%에 해당하는 3,127개 학교가 STEAM 교육을 실행하는 것으로 조사되었다. STEAM 실행을 학교급별로 살펴보면, 초등학교는 약 30.7%, 중학교는 약 27.4%, 고등학교는 약 17.5%의 수준으로, STEAM 교육 시행 비율이 가장 높은 학교급은 초등학교였으며, 그 다음으로 중학교, 고등학교의 순서로 나타났다.

학교급별 STEAM 교육의 실행 비율 결과와는 달리, STEAM 교육의 만족도는 고등학교에서 가장 높은 것으로 나타났다.

STEAM 교육 실행하는 주된 요인은 모든 학교급에서 '교사의 자발적 노력'이 가장 큰 것으로 조사되었다. 두 번째 요인으로 '교육청 지원'이 많이 언급되었다. 이것은 STEAM 교육 실행 비율이 지역교육청마다 차이를 보이는 것과 연관되며, STEAM 교육 실행은 지역 교육청의 STEAM 지원에 영향을 받는다고 해석할 수 있다.

STEAM 교육을 실행하지 않는 주요 이유와 앞으로 실행할 계획을 하지 않는 주요 이유로 STEAM 교육에 대한 학교 교사들의 합의를 이끌어내는 것이 쉽지 않기 때문인 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 STEAM 교육의 실행 여부에 있어 교사의 역할이 매우 중요함을 나타낸다.

STEAM 교육에 대한 이해와 관심 부족이 여전히 학교 현장에 존재하며, STEAM 교육을 시행하는데 있어 필요한 시간과 노력, 자료 개발과 보급, STEAM 교육과정 개발 등은 학교 현장에서 STEAM 교육이 확산 정착 되는데 해결되어야 할 선결 조건으로 나타났다. 또한 STEAM 교육의 정책적 일관성과 행정적 지원의 지속성에 대한 의구심도 STEAM 교육 실행에 부정적인 영향을 주는 것으로 조사되었다.

교사와 관련자들의 이해와 인식을 변화시키고 실행할 수 있는 맞춤형 연수와 구체적인 교수-학습 전략, 정책 개선 방안 등에 대한 연구의 필요성을 시사한다.

〔교사의 STEAM 교육 실행 인식(CBAM) 실태조사〕

우리나라 초, 중, 고등학교 교사 580명을 대상으로 CBAM을 기반하여 교사의 STEAM 교육에 대한 관심 단계, 실행 수준, 실행 형태를 온라인 설문으로 조사하였다.

교사의 관심 단계

교사들의 STEAM 교육에 대한 관심 단계를 조사한 결과, 교사의 지각적 관심과 정보적 관심의 수준이 높게 나타났으나, 운영적 관심, 강화적 관심, 개인적 관심은 보통의 관심 수준을 보였다. 교사의 결과적 관심과 협동적 관심은 상대적으로 낮은 수준에 머물렀다. 이러한 경향성은 학교급에 따라서도 큰 차이를 보이지 않았다.

이러한 결과는 교사가 STEAM 교육에 흥미를 가질 수 있도록 적절한 정보를 제공하고, STEAM 교육을 실행할 때 교사들과 협의하거나 교육에 관련된 의사 결정에 교사들을 적극적으로 참여시키는 등의 방법을 통해 교사들의 개인적 관심과 운영적 관심이 개선될 수 있도록 지원하는 것이 필요하다는 것을 시사한다.

또한, STEAM 교육을 효과적으로 실천하고 있는 학교에 교사들이 방문하여 전통적인 교육 방법과 STEAM 교육의 차이점을 이해할 수 있는 기회를 제공하거나, 다른 교사들과 협업하여 STEAM 교재 또는 교수 기술을 개발할 기회를 갖게 하는 것 등과 다양한 방법을 통해서 교사들의 관심 수준이 결과적 관심과 협동적 관심으로 발달할 수 있도록 지원하는 것이 필요하다.

교사의 실행 수준

조사 대상 580명의 교사 중 STEAM 교육을 적용하고 있다고 응답한 교사 비율과 적용하고 있지 않다고 응답한 교사 비율은 거의 비슷했다.

STEAM 교육을 적용하고 있는 교사들의 실행 수준은 수준별로 비교적 고르게 분포하는 경향을 보였다. 그러나 학교급에 따라서는 교사의 실행 수준별 비율이 다소 차이가 있었다. 통합 수준의 경우, 초등학교 교사의 비율은 중학교나 고등학교 교사의 비율보다 매우 낮았다. 기계적 실행의 교사 비율은 오히려 초등학교에서 고등학교로 학교급이 올라갈수록 감소하는 경향을 보였다.

이러한 결과는 우리나라 교사들에게는 실행 수준에 적합한 차별화된 지원이 필요하다는 것을 시사한다. 또한 정교화, 통합, 갱신 수준에 있는 교사들은 이미 STEAM 교육에 충분한 흥미와 경험을 가지고 실행하는 단계라고 볼 수 있다. 따라서 이들에게 다른 교사들을 도와 STEAM 교육을 확산시키는 역할을 수행하도록 지원하는 것이 필요하다.

교사의 실행 형태

실행 형태를 교과 영역에서 살펴보면, 모든 학교급에서 STEAM 교육을 주로 과학 수업에서 진행하고 있었다. 교과의 통합 방식은 학교급에 따라 다소 차이가 있으나, 단일 교과의 방식이 가장 많았다. 주로 정규 교과 시간에 STEAM을 실행하고, 그 비율은 학교급이 올라갈수록 감소하는 경향을 보였다. 그러나 동아리활동 시간을 이용하여 STEAM 교육을 실행하는 경우는 오히려 학교급이 올라갈수록 증가하는 경향이 나타났다. STEAM의 상황제시, 감성적 체험, 창의적 설계 중 모든 요소를 반영하거나 두 가지 또는 한 가지만 반영한다고 응답한 교사의 비율이 거의 비슷하고 학교급별로도 큰 차이가 없었다. 대부분의 교사들이 스스로 개발한 교재를 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

평가 영역에서, STEAM 교육에서 주로 응답 교사의 70%는 관찰 평가를 이용하고 있었다. 지필 평가는 10% 미만이었으며 평가하지 않는다고 응답한 교사도 많았다. 그리고 이러한 경향성은 학교급에 따라서 크게 차이가 없었다.

조사에 참여한 교사들에 따르면, STEAM 교육에 대한 학생 만족도가 90%를 상회(매우 만족 약 30%, 다소 만족 약 60%)한 반면, 부정적 반응은 10% 정도이었다.

〔교사들의 집단 토론을 통한 STEAM 교육의 이해〕

STEAM 교육을 지속적으로 실행하고 있는 교사들과 STEAM 교육을 실행했으나 현재는 하고 있지 않은 교사들의 집단 토론 및 심층 면담을 통해 STEAM 교육에 대한 이해 및 실태를 조사하였다.

교사들은 STEAM 교육을 통해 교사와 학생 모두 주도적으로 창의적 설계와 감성적 체험을 하고 성공의 선순환을 경험한 것으로 나타났다. STEAM 교육은 학생의 학습

을 주도하는 과정으로 교사가 조력자의 역할을 하는 구성주의 수업의 형태로 이루어지고 있었다. 이러한 과정에서 학생들의 감추어진 역량이 발현되고, 그 결과, 교사들은 미처 알아차리지 못했던 학생들의 능력을 알고, 학생에 대한 고정 관념에서 벗어남으로써 학생에 대한 이해를 확장할 수 있게 된다는 것이다. 이것은 수업 개선의 선순환이 되었다.

교사들이 STEAM 교육을 하는 이유는 만족감 때문인 것으로 조사되었다. 교사들은 STEAM 교육을 통해 나타나는 학생의 효과와 더불어 STEAM 교육이 가지고 있는 매력, 교사 스스로 느끼는 쾌감, 그리고 학생과 학부모에게 주는 만족과 감동 때문에 STEAM 교육을 지속한다는 것이다. 교사들에 의하면, STEAM 교육은 일단 경험하게 되면 '안할 수 없는' 교육이다.

교사들은 STEAM 교육의 효과를 교사의 변화, 학생의 변화, 학습 결과의 질적 변화, 학부모 인식 등으로 설명하였다. STEAM 수업은 교사들이 평소에 볼 수 없었던 학생들의 성격, 성향, 특징, 장점, 능력 등이 발현되어 관찰이 가능하고, 교사들이 가지고 있던 학생에 대해 단정 짓는 태도와 생각에 변화를 가져 왔고, 궁극적으로 수업의 변화를 이루게 하였다는 것이다. STEAM 교육을 통한 학생의 인식 및 태도의 변화는 다양하고 지속적이다. 학생들 또한 자신 또는 친구들에 대한 인식이 긍정적이고 바람직하게 변했다. 특히 학생들이 수업의 활동이나 과정에 대해 많은 이야기를 한다는 것은 학생 태도의 특징적인 변화로 해석된다. STEAM 교육의 학생의 효과는 문제해결력, 자신감, 발표력, 의사소통력, 사회성, 배려, 협동, 인성 교육 등 다양한 부분에서 찾아볼 수 있다. 학부모들은 STEAM 학습, 학생, 학교에 대해 긍정적이며 우호적인 태도를 보이며, 이러한 학부모의 태도는 학생들의 수업 및 학교에 대한 만족감, 학생의 변화, 학습 결과의 질적 변화 등으로 부터 영향을 받은 것으로 해석할 수 있다.

교사들이 STEAM 교육을 실행하면서 느끼는 어려움은 행정적, 재정적 지원의 필요성, 교과 교육과정 내용과 연관된 수업 부담감, STEAM 교육 정책의 지속성과 교육정책에 대한 불신, 새로운 교육을 시도하는 것에 대한 막연한 두려움, 교사간의 합의를 이끌어내는 어려움 등이었다. 더불어 수동적이며 도전에 소극적인 한국인의 문화, 충분한 시간과 지원을 제공하지 않고 빠른 결과만을 요구하는 교육사회 문화 등 또한 STEAM 교육 실행의 어려움으로 제시되었다.

〔STEAM 교육의 학생 효과〕

초, 중, 고등학생을 대상으로 정의적 영역 및 융합적 문제해결력에 대한 STEAM 교육의 효과를 분석하였다.

정의적 영역

정의적 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성은 학교급별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 초등학생의 경우, STEAM 교육은 거의 모든 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나, 중학생의 경우, STEAM 교육은 정의적 영역에 유의미한 영향을 미치지 못하였다.

요인 분석 결과에 따르면, 고등학교 학생들의 정의적 영역의 신뢰도와 요인 부하량은 초등학교와 중학교 학생들의 결과에 비해 상대적으로 낮거나, 처음부터 측정하고자 하였던 구성 변인을 제대로 측정하지 못하는 문항들이 초등학교와 중학교 학생들에 비해 상대적으로 많았다. 이러한 측면은 고등학교 학생들에게 해당되는 정의적 영역이 다르게 측정될 수 있다는 것으로 해석하는 것도 가능하다. 그러나, 고등학교 학생들이 정의적 조사에 성심성의껏 참여하지 않았을 가능성도 배재하기 어렵다. 이러한 측면을 고려한다면, 고등학교 학생들에게서 목도되는 STEAM 교육의 부정적 효과에 대한 해석에 특별한 주의가 필요하다.

이러한 결과는, 입시에 대한 부담으로 인해 학교급으로 올라갈수록 STEAM 교육의 실행 빈도가 줄어들고, 교사들의 실태조사에서 학교급이 올라갈수록 STEAM 교육 실행의 어려움을 토로하고 있다는 점을 감안한다면, STEAM 교육은 초등학교 단계에서 가장 적극적으로 실행된다고 볼 수 있다. 이에 따라 STEAM 교육의 효과성이 초등학교 단계에서 가장 크게 나타났을 가능성이 있다.

융합적 문제해결력

융합적 문제해결력 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성은 학교급별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 초등학생의 경우, STEAM 교육은 융합적 문제해결력 영역 중 설계실행 영역을 제외하고 사고력과 융합적 소양 영역에서 긍정적인 영향을 미치는 것으

로 나타났다. 또한 고등학교의 경우, STEAM 교육은 융합적 문제해결력의 모든 영역에서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나, 중학생의 경우, STEAM 교육은 모든 융합적 문제해결력 영역에 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

융합적 문제해결력 영역의 하위 요소에 대한 STEAM 교육의 효과는 학교급별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 초등학생의 경우, 유창성과 독창성, 논리·비판적 사고, 융합적 소양에서, 고등학생의 경우, 유창성, 유연성, 독창성, 논리·비판적 사고, 경제적 사고, 설계 타당성, 설계 구체성, 융합적 소양 등의 모든 영역에서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이러한 결과에 대해서는 보다 심층적인 분석과 지속적인 연구가 필요하지만 다음과 같은 이유를 생각해 볼 수 있다.

첫째, 융합적 문제해결력을 투입한 학교의 특수성이다. 정의적 영역의 경우, 초등학교에서 고등학교로 갈수록 STEAM 교육의 효과가 줄어드는 것으로 나타난 반면, 융합적 문제해결력의 경우, 중학교를 제외하고 초등학교와 고등학교에서 효과가 있는 것으로 나타났기 때문이다.

둘째, 본 연구에서 투입한 융합적 문제해결력 문항의 다양성을 고려할 필요가 있다.

셋째, 융합적 문제해결력 문항의 경우, 학생들이 문제를 해결하기 위해 상당한 부하가 요구된다는 약점이 있다.

따라서, 본 연구에서 나타난 중학생의 결과를 STEAM 교육의 효과가 없는 것으로 나타난 것으로 일반화하는 것은 해석에 무리가 있다. 또한 이와 관련된 심층적이며 지속적인 연구가 필요하겠다.

한편 STEAM 교육에 대한 교사들의 집단 토론 및 심층 면담에 참여한 학교 교사들의 말에 따르면, STEAM 교육을 통해 학생들은 스스로에 대한 능력 발견, 효능감 증가, 학습의 필요성 인식 및 흥미 증가, 친구들의 능력, 장점, 다양성을 이해, 친구들과의 협동, 관계 회복, 개선 및 이해, 그리고 적극적인 수업 참여, 수업 활동에 대한 열정적인 태도 등 다양한 영역에서의 인식과 태도의 변화 등을 나타낸다는 것이다.

뿐 만 아니라, 학교 STEAM 운영 현황 실태조사 및 교사의 STEAM 교육 실행 인식(CBAM) 실태조사의 결과, 초등학생과 고등학생과 마찬가지로, 중학생들의

STEAM 교육의 만족도는 매우 높은 것으로 나타났다. 학교 STEAM 운영 현황 실태조사의 결과에 따르면, 중학생들은 STEAM 교육에 대하여 만족 이상이 49.8%(대체로 만족, 41.6%, 매우 만족, 8.2%)로 불만족 수준 5.0%(대체로 불만족, 4.2%, 매우 불만족, 0.8%)보다 매우 높게 조사되었다. 또한, 교사의 STEAM 교육 실행 인식(CBAM) 실태조사의 결과에서도, 중학생들은 STEAM 교육에 대하여 만족 이상이 86.4%(매우 만족, 27.4%, 다소 만족, 59.0%)로 불만족 수준 13.7%(다소 불만족, 9.5%, 매우 불만족, 4.2%)보다 매우 높게 조사되었다.

교육의 만족도와 그에 따른 효과를 반드시 연관된다고 생각할 수는 없으나, 학생의 STEAM 교육에 대한 만족도는 점차적으로 교육의 효과로 표출될 것이다.

차례

제1장. 서론

1. 필요성 및 목적 ····· 1
2. 연구 내용 ····· 4

제2장. STEAM 프로그램의 교육과정 연계

1. 연구 내용 ····· 5
2. 연구 방법 ····· 6
가. 분석 대상 STEAM 프로그램 ····· 6
나. 분석틀 구성 ····· 8
다. 자료 수집 및 분석 ····· 11
3. 연구 결과 ····· 12
가. 프로그램의 주요 교과 분포 ····· 12
나. 과학과 교육과정 연계 ····· 13
1) 2009 개정 교육과정 ····· 13
2) 2015 개정 교육과정 ····· 22
다. 수학과 교육과정 연계 ····· 31
1) 2009 개정 교육과정 ····· 31
2) 2015 개정 교육과정 ····· 41
라. 기술·가정과 교육과정 연계 ····· 50
1) 2009 개정 교육과정 ····· 50
2) 2015 개정 교육과정 ····· 52
4. 결론 및 시사점 ····· 54

제3장. 학교 STEAM 운영 현황 실태조사

1. 연구 내용 ····· 56
2. 조사 설계 및 표집 ····· 56
3. 참여 학교의 기초 배경 ····· 57
4. 분석 방법 ····· 60
5. 결과 및 논의 ····· 61
가. STEAM 교육 실행 여부 ····· 61
나. STEAM 교육 실행 학교 ····· 65
1) STEAM 교육의 실행 이유 ····· 65
2) STEAM 교육 실행빈도 ····· 69
3) STEAM 수업 적용 시간 ····· 73
4) STEAM 교육 예산 ····· 77
5) STEAM 교육 만족도 ····· 80
6) 지속적 실행 계획 여부 및 이유 ····· 82
다. STEAM 교육을 실행하지 않는 학교 ····· 87
1) 실행하지 않는 이유 ····· 87
2) STEAM 교육 실행 계획 여부 및 이유 ····· 92
라. STEAM 교육 실행을 위한 선결 문제 ····· 97
1) STEAM 교육 실행 학교 ····· 97
2) STEAM 교육 미실행 학교 ····· 100
3) STEAM 교육 실행 학교와 미실행 학교의 비교 ····· 102
6. 결론 및 시사점 ····· 106

제4장. 교사의 STEAM 교육 실행 인식(CBAM) 실태조사

1. 연구 내용 ····· 108
2. 이론적 모델 : 관심 중심의 실행 모형(CBAM) ····· 108
가. 관심 단계 ····· 110

나. 실행 수준 ····· 112
다. 실행 형태 ····· 113
3. 조사 설계 및 표집 ····· 113
4. 참여 교사의 기초 배경 ····· 115
5. 조사 도구 개발 및 자료 분석 ····· 115
가. 조사 도구 개발 ····· 115
1) 관심 단계 ····· 115
2) 실행 수준 ····· 117
3) 실행 형태 ····· 118
나. 분석 방법 ····· 118
6. 결과 및 논의 ····· 122
가. 관심 단계 ····· 122
1) STEAM 교육 관심 단계 ····· 122
2) 관심 단계 논의 ····· 124
나. 실행 수준 ····· 125
1) STEAM 교육 실행 수준 ····· 125
2) STEAM 비적용 교사 ····· 127
3) STEAM 적용 교사 ····· 128
4) 실행 수준 논의 ····· 130
다. 실행 형태 ····· 131
1) 교과 영역 ····· 131
2) 시간 영역 ····· 133
3) 수업 영역 ····· 135
4) 평가 영역 실행 형태 ····· 139
7. 결론 및 시사점 ····· 141
가. 관심 단계 조사 ····· 141
나. 실행 수준 조사 ····· 141
다. 실행 형태 조사 ····· 142

제5장. 교사들의 집단 토론을 통한 STEAM 교육 이해

1. 연구 내용 ····· 145
2. 연구 설계 및 수행 ····· 146
가. STEAM 교육의 현장 전문가 교사 ····· 146
나. 토론 진행 및 자료 수집 ····· 146
다. 자료 분석 ····· 147
3. 연구 결과 및 논의 ····· 148
가. STEAM 수업의 특징 ····· 148
1) 교사들이 인식하는 STEAM 수업 ····· 148
2) 학생들이 인식하는 STEAM 수업 ····· 152
나. STEAM 교육을 하는 이유 ····· 153
다. STEAM 교육의 효과 ····· 155
1) 교사의 변화 ····· 155
2) 학생의 인식 및 태도 변화 ····· 157
3) 학습 결과의 질적 변화 ····· 159
4) 학부모의 태도 ····· 161
라. STEAM 교육의 어려움 ····· 162
마. STEAM 교육의 활성화 및 복귀를 위한 조언 ····· 164
4. 결론 및 시사점 ····· 166

제6장. 학생의 정의적 영역에 대한 STEAM 교육 효과 분석

1. 연구 내용 ····· 169
2. 조사 설계 및 표집 ····· 169
3. 분석 방법 ····· 172
4. 결과 및 논의 ····· 172
가. 요인 분석 ····· 172
1) 초등학교 ····· 172

2) 중학교 ····· 177
3) 고등학교 ····· 183
나. 기술 통계 및 t-test결과 ····· 188
1) 초등학교 ····· 188
2) 중학교 ····· 188
3) 고등학교 ····· 188
다. 회귀 분석 결과 ····· 192
1) 초등학교 ····· 192
2) 중학교 ····· 192
3) 고등학교 ····· 192
5. 결론 및 시사점 ····· 197

제7장. STEAM 문제해결력 검사도구 개발 및 학생의 문제해결력 분석

1. 연구 내용 ····· 199
2. 이론적 배경 ····· 200
가. STEAM 융합적 문제해결력의 정의 ····· 200
나. 융합적 문제해결력 평가틀의 구성 요소 및 특징 ····· 202
1) 사고력 ····· 202
2) 설계 및 실행 ····· 205
3) 융합적 소양 및 접근 ····· 206
3. 융합적 문제해결력의 검사지 및 평가 척도 개발 ····· 207
가. 융합적 문제해결력 검사지 ····· 207
1) 사전 검사지 문항의 수정·보완 ····· 207
2) 사후 검사지 문항의 개발 ····· 210
3) 검사지의 내용 타당도 검사 ····· 210
4) 사전과 사후 검사지 문항의 적용 ····· 216
5) 융합적 문제해결력 평가문항의 공통 특징과 문항 개발 내용 ····· 218
나. 융합적 문제해결력 평가문항의 채점 준거 ····· 226

1) 1차 채점 준거 개발 ····· 226
2) 융합적 문제해결력 평가문항의 채점 ····· 229
4. 조사 설계 및 표집 ····· 232
5. 분석 방법 ····· 232
6. 연구 결과 ····· 233
가. 기술 통계 및 t-test결과 ····· 233
1) 초등학교 ····· 233
2) 중학교 ····· 235
3) 고등학교 ····· 237
나. 회귀 분석 결과 ····· 239
1) 초등학교 ····· 239
2) 중학교 ····· 241
3) 고등학교 ····· 242
7. 결론 및 시사점 ····· 245

제8장. STEAM 교육 활성화를 위한 제언

1. STEAM교육 지속 및 활성화를 위한 제언 ····· 249
가. STEAM 프로그램의 교육과정 연계 분석 ····· 249
나. STEAM교육 실태조사 ····· 251
다. 학교 STEAM교육 이해 ····· 254
라. STEAM의 효과 ····· 255
2. 후속 연구 제안 ····· 256

【참고문헌】 ····· 258

【부 록】 ····· 262

표차례

<표 1.1> ‘융합인재교육’ 검색 국내 전자 저널의 논문 주제 ····· 2
<표 2.1> 분석 대상 프로그램의 주제 ····· 6
<표 2.2> 초등학교 과학의 2009 개정 교육과정 내용 연계 분석틀 ····· 9
<표 2.3> 초등학교 과학의 2015 개정 교육과정 내용 연계 분석틀 ····· 10
<표 2.4> STEAM 프로그램의 내용 분야 ····· 12
<표 2.5> 2009 개정 교육과정 초등학교 과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 13
<표 2.6> 2009 개정 교육과정 중학교 과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 15
<표 2.7> 2009 개정 교육과정 고등학교 과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 16
<표 2.8> 2009 개정 교육과정 고등학교 선택교육과정과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 17
<표 2.9> 2009 개정 교육과정 고등학교 물리 Ⅰ,Ⅱ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 18
<표 2.10> 2009 개정 교육과정 고등학교 화학 Ⅰ,Ⅱ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 19
<표 2.11> 2009 개정 교육과정 고등학교 생명과학 Ⅰ,Ⅱ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 20
<표 2.12> 2009 개정 교육과정 고등학교 지구과학 Ⅰ,Ⅱ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 21
<표 2.13> 2015 개정 교육과정 초등학교 과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 22
<표 2.14> 2015 개정 교육과정 중학교 과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 24
<표 2.15> 2015 개정 교육과정 통합과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 25
<표 2.16> 2015 개정 교육과정 고등학교 선택교육과정과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 26
<표 2.17> 2015 개정 교육과정 고등학교 물리 Ⅰ,Ⅱ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 27
<표 2.18> 2015 개정 교육과정 고등학교 화학 Ⅰ,Ⅱ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 28
<표 2.19> 2015 개정 교육과정 고등학교 생명과학 Ⅰ,Ⅱ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 29
<표 2.20> 2015 개정 교육과정 고등학교 지구과학 Ⅰ,Ⅱ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 30

<표 2.21> 2009 개정 교육과정 초등학교 수학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 31
<표 2.22> 2009 개정 교육과정 중학교 수학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 33
<표 2.23> 2009 개정 교육과정 고등학교 선택교육과정과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 34
<표 2.24> 2009 개정 교육과정 고등학교 기초수학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 35
<표 2.25> 2009 개정 교육과정 고등학교 수학Ⅰ내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 36
<표 2.26> 2009 개정 교육과정 고등학교 수학Ⅱ내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 37
<표 2.27> 2009 개정 교육과정 고등학교 확률과 통계 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 38
<표 2.28> 2009 개정 교육과정 고등학교 미적분Ⅰ, 미적분Ⅱ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ·· 39
<표 2.29> 2009 개정 교육과정 고등학교 기하와 벡터 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 40
<표 2.30>2015 개정 교육과정 초등학교 수학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 41
<표 2.31> 2015 개정 교육과정 중학교 수학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 43
<표 2.32> 2015 개정 교육과정 고등학교 선택교육과정과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 44
<표 2.33> 2015 개정 교육과정 고등학교 선택교육과정과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 45
<표 2.34> 2015 개정 교육과정 고등학교 수학Ⅰ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 46
<표 2.35> 2015 개정 교육과정 고등학교 수학Ⅱ 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 46
<표 2.36> 2015 개정 교육과정 고등학교 미적분 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 47
<표 2.37> 2015 개정 교육과정 고등학교 확률과 통계 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 48
<표 2.38> 2015 개정 교육과정 고등학교 기하 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 49
<표 2.39> STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 초등학교 5-6학년군 기술·가정(실과) 내용 연계 ····· 50
<표 2.40> STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 중학교 기술·가정(실과) 내용 연계 ····· 51
<표 2.41> STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 기술·가정(실과) 내용 연계 ····· 51
<표 2.42> 2015 개정 교육과정 초등학교 기술·가정 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 52
<표 2.43> 2015 개정 교육과정 중학교 기술·가정 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 53
<표 2.44> 2015 개정 교육과정 고등학교 기술·가정 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 ····· 53
<표 3.1> STEAM 교육 운영 현황 실태조사지의 구성(조사시점 기준 실행 여부) ····· 57
<표 3.2> 학교급별 및 시·도 교육청별 조사 참여 학교 수 ····· 58
<표 3.3> 고등학교 유형별 조사 참여 학교 수 ····· 58

<표 3.4> 고등학교 유형별 및 시·도 교육청별 조사 참여 학교 수 ····· 59
<표 3.5> 학교 소재지에 따른 학교급별 조사 참여 학교 수 ····· 60
<표 3.6> 학교 소재지에 따른 고등학교 유형별 조사 참여 학교 수 ····· 60
<표 3.7> 학교급별 STEAM 교육 실행 여부 ····· 61
<표 3.8> 고등학교 유형별 STEAM 교육 실행 여부 ····· 62
<표 3.9> 학교급별 및 교육청별 STEAM 교육 실행 비율 ····· 63
<표 3.10> 고등학교 유형별 및 교육청별 STEAM 교육 실행 비율 ····· 63
<표 3.11> 학교급별의 STEAM 교육 실행 이유 ····· 66
<표 3.12> 고등학교 유형별의 STEAM 교육 실행 이유 ····· 67
<표 3.13> STEAM 교육 실행 이유의 '기타' 응답 ····· 68
<표 3.14> STEAM 교육 실행 빈도에 대한 학교급별 응답 ····· 69
<표 3.15> STEAM 교육 실행 빈도에 대한 고등학교 유형별 응답 ····· 70
<표 3.16> STEAM 교육 실행 빈도의 '기타' 응답 ····· 72
<표 3.17> 학교급별의 STEAM 수업 적용 시간 ····· 73
<표 3.18> 고등학교 유형별 STEAM 수업 적용 시간 ····· 74
<표 3.19> STEAM 적용 시간의 '기타' 응답 ····· 76
<표 3.20> 학교급별의 STEAM 교육 예산 ····· 77
<표 3.21> 고등학교 유형별의 STEAM 교육 예산 ····· 78
<표 3.22> STEAM 교육 예산의 '기타' 응답 ····· 79
<표 3.23> STEAM 교육 만족도에 대한 학교급별 응답 ····· 80
<표 3.24> STEAM 교육 만족도에 대한 고등학교 유형별 응답 ····· 81
<표 3.25> STEAM 교육 실행 학교의 학교급별 지속 계획 여부 ····· 82
<표 3.26> STEAM 교육 실행 학교의 고등학교 유형별 지속 계획 여부 ····· 83
<표 3.27> STEAM 교육 실행 학교의 지속 교육 계획 없는 이유_학교급별 ····· 85
<표 3.28> STEAM 교육 실행 학교의 지속 계획 없는 이유_고등학교 유형별 ····· 85
<표 3.29> STEAM 미실행 학교의 학교급별 미실행 이유 ····· 88
<표 3.30> STEAM 미실행 학교의 고등학교 유형별 미실행 이유 ····· 88
<표 3.31> STEAM 미실행 학교의 이유 중 '기타' 응답 ····· 90

<표 3.32> STEAM 미실행 학교의 학교급별 STEAM 실행 계획 ····· 92
<표 3.33> STEAM 미실행 학교의 고등학교 유형별 STEAM 실행 계획 ····· 93
<표 3.34> STEAM 미실행 학교의 STEAM 실행 계획을 하지 않는 이유 ····· 94
<표 3.35> STEAM 미실행 고등학교의 유형별 STEAM 실행 계획을 하지 않는 이유 ····· 94
<표 3.36> STEAM 미실행 학교의 STEAM 실행 계획하지 않는 이유 중 '기타' ····· 96
<표 3.37> STEAM 교육 실행 학교의 STEAM 교육을 위해 선결되어야 할 문제에 대한 학교급별 응답 ·· 98
<표 3.38> STEAM 교육 실행 학교의 STEAM 교육을 위해 선결되어야 할 문제에 대한 고등학교 유형별 응답 ··· 98
<표 3.39> STEAM 교육 미실행 학교의 STEAM 교육을 위한 선결해야 할 문제에 대한 응답 ··· 101
<표 3.40> STEAM 교육 미실행 고등학교의 STEAM 교육을 위한 선결해야 할 문제에 대한 응답 ····· 101
<표 4.1> 관심 중심 실행 모형의 관심 7단계 ····· 111
<표 4.2> 관심 중심 실행 모형 중 실행 8수준 ····· 112
<표 4.3> 설문지 영역 및 내용 ····· 114
<표 4.4> 학교 소재지에 따른 학교급별 조사 대상 교사 수 ····· 115
<표 4.5> 관심 단계 설문지의 내적 신뢰도(George 등, 2006) ····· 116
<표 4.6> 관심 단계 조사 설문지의 문항 구성 및 신뢰도 ····· 116
<표 4.7> 실행 수준별 특징 ····· 117
<표 4.8> 실행 형태 조사 내용 ····· 118
<표 4.9> 백분위 점수 산출 중간 과정 ····· 119
<표 4.10> 관심도 백분위 점수 환산표 ····· 119
<표 4.11> 실행 수준 조사 설문지의 문항 구성 ····· 120
<표 4.12> 실행 실태 조사 설문지의 문항 구성 ····· 121
<표 4.13> STEAM 교육에 대한 교사들의 관심 단계 조사 결과 ····· 122
<표 4.14> 학교급별 STEAM 교육에 대한 교사의 관심 단계 백분위 점수 ····· 123
<표 4.15> 학교급별 STEAM 적용 교사와 비적용 교사 수 ····· 125
<표 4.16> 학교급별 STEAM 비적용 교사의 실행 수준 ····· 127
<표 4.17> 학교급별 STEAM 적용 교사의 실행 수준 ····· 129
<표 4.18> 학교급별 교사의 STEAM 적용 교과 실행 형태 ····· 131
<표 4.19> 학교급별 교사의 STEAM 적용 시간 영역 실행 형태 ····· 133

<표 4.20> 학교급별 교사의 STEAM 수업 영역 실행 형태 ····· 135
<표 4.21> 학교급별 교사의 STEAM 평가 및 만족도 영역 실행 형태 ····· 139
<표 5.1> 설문조사 대상자의 주요 배경변인 ····· 146
<표 5.2> STEAM 교육 실행 여부에 따른 중심 질문 ····· 147
<표 5.3> STEAM 교육 이슈로 추출된 핵심 생각 및 중심 내용 ····· 148
<표 6.1> 정의적 성과의 측정요인 구성 ····· 170
<표 6.2> 학교급별 사전/사후 정의적 영역 조사에 참여한 학생 수 ····· 171
<표 6.3> 학교급별 사전/사후 정의적 영역 조사 분석에 포함된 학생 수 ····· 171
<표 6.4> 요인분석 결과: 초등학교 (N=106) ····· 174
<표 6.5> 요인분석 결과: 중학교 (N=101) ····· 180
<표 6.6> 요인분석 결과: 고등학교 (N=141) ····· 185
<표 6.7> 정의적 영역 사전 사후 점수 기술 통계: 초등학교 ····· 189
<표 6.8> 정의적 영역 사전 사후 점수 기술 통계: 중학교 ····· 190
<표 6.9> 정의적 영역 사전 사후 점수 기술 통계: 고등학교 ····· 191
<표 6.10> 정의적 영역에 대한 STEAM 교육 효과: 초등학교 (N=106) ····· 193
<표 6.11> 정의적 영역에 대한 STEAM 교육 효과: 중학교 (N=101) ····· 194
<표 6.12> 정의적 영역에 대한 STEAM 교육 효과: 고등학교 (N=141) ····· 195
<표 7.1> 융합적 문제해결력 문항 수정 이유와 내용 ····· 207
<표 7.2> 채점 시 고려 사항 ····· 211
<표 7.3> 채점 준거 ····· 211
<표 7.4> 융합적 문제해결력 검사지의 내용 타당도 조사지 ····· 213
<표 7.5> 문항의 내용 타당도와 관련하여 제안된 의견 ····· 213
<표 7.6> 학교급별 투입한 사전과 사후 검사지의 주제와 응답 수 ····· 216
<표 7.7> 하위문항별 평가 영역 ····· 221
<표 7.8> 하위문항별 평가 영역 ····· 224
<표 7.9> 채점 지침 ····· 231
<표 7.10> 학교급별 사전/사후 융합적 문제해결력 영역 조사에 참여한 학생 수 ····· 232
<표 7.11> 초등학생의 융합적 문제해결력 대영역 사전 사후 점수 기술 통계 ····· 233

<표 7.12> 초등학생의 융합적 무제해결력 하위 영역 사전 사후 점수 기술 통계 ····· 234
<표 7.13> 중학생의 융합적 문제해결력 대영역 사전 사후 점수 기술 통계 ····· 235
<표 7.14> 중학생의 융합적 문제해결력 하위 영역 사전 사후 점수 기술 통계 ····· 236
<표 7.15> 고등학생의 융합적 문제해결력 대영역 사전 사후 점수 기술 통계 ····· 237
<표 7.16> 고등학생의 융합적 문제해결력 하위 영역 사전 사후 점수 기술 통계 ····· 239
<표 7.17> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 초등학교(N=144) ····· 238
<표 7.18> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 초등학교 사고력 영역(N=144) ····· 240
<표 7.19> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 초등학교 융합적 소양 영역(N=144) ····· 240
<표 7.20> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 초등학교 설계 및 실행 영역 (N=144) ··· 240
<표 7.21> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 중학교 (N=113) ····· 241
<표 7.22> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 중학교 사고력 영역 (N=113) ····· 241
<표 7.23> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 중학교 융합적 소양 영역 (N=113) ····· 242
<표 7.24> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 중학교 설계 및 실행 영역(N=113) ····· 242
<표 7.25> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 고등학교 (N=147) ····· 243
<표 7.26> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 고등학교 사고력 영역(N=147) ····· 243
<표 7.27> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 고등학교 융합적 소양 영역(N=147) ····· 244
<표 7.28> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 고등학교 설계 및 실행 영역(N=147) ···· 244

그림차례

[그림 1.1] 2015년 STEAM 교육의 실태조사 및 효과성 심층분석 연구의 개념화 및 연구내용 ····· 4
[그림 2.1] 프로그램 분석 과정 ····· 11
[그림 2.2] STEAM 프로그램 내용 분야 ····· 12
[그림 2.3] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 초등학교 3-4학년군 과학 내용 연계 ····· 14
[그림 2.4] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 초등학교 5-6학년군 과학 내용 연계 ····· 14
[그림 2.5] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 중학교 과학 내용 연계 ····· 15
[그림 2.6] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 과학 내용 연계 ····· 16
[그림 2.7] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 과학 선택과목 비율 ····· 17
[그림 2.8] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 물리Ⅰ,Ⅱ 내용 연계 ····· 18
[그림 2.9] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 화학Ⅰ,Ⅱ 내용 연계 ····· 19
[그림 2.10] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 생명과학Ⅰ,Ⅱ 내용 연계 ····· 20
[그림 2.11] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 지구과학Ⅰ,Ⅱ 내용 연계 ····· 21
[그림 2.12] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 초등학교 3-4학년군 과학 내용 연계 ····· 23
[그림 2.13] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 초등학교 5-6학년군 과학 내용 연계 ····· 23
[그림 2.14] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 중학교 과학 내용 연계 ····· 24
[그림 2.15] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 통합과학 내용 연계 ····· 25
[그림 2.16] STEAM 프로그램의 고등학교 과학 선택 과목 비율 ····· 26
[그림 2.17] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 물리Ⅰ,Ⅱ 내용 연계 ····· 27
[그림 2.18] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 화학Ⅰ,Ⅱ 내용 연계 ····· 28
[그림 2.19] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 생명과학Ⅰ,Ⅱ 내용 연계 ····· 29
[그림 2.20] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 지구과학Ⅰ,Ⅱ 내용 연계 ····· 30
[그림 2.21] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정의 초등학교 3-4학년군 수학 내용 연계 ····· 32
[그림 2.22] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정의 초등학교 5-6학년군 수학 내용 연계 ····· 32
[그림 2.23] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 중학교 수학 내용 연계 ····· 34
[그림 2.24] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 수학 내용 연계 ····· 34

[그림 2.25] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 기초수학 내용 연계 ····· 35
[그림 2.26] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 수학Ⅰ 내용 연계 ····· 36
[그림 2.27] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 수학Ⅱ 내용 연계 ····· 37
[그림 2.28] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 확률과 통계 내용 연계 ····· 38
[그림 2.29] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 미적분Ⅰ 내용 연계 ····· 39
[그림 2.30] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 미적분Ⅱ 내용 연계 ····· 39
[그림 2.31] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 기하와 벡터 내용 연계 ····· 40
[그림 2.32] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 초등학교 3-4학년군 수학 내용 연계 ····· 42
[그림 2.33] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 초등학교 5-6학년군 수학 내용 연계 ····· 42
[그림 2.34] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 중학교 수학 내용 연계 ····· 43
[그림 2.35] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교급 수학 내용 연계 ····· 44
[그림 2.36] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 수학 내용 연계 ····· 45
[그림 2.37] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 수학Ⅰ 내용 연계 ····· 46
[그림 2.38] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 수학Ⅱ 내용 연계 ····· 47
[그림 2.39] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 미적분 내용 연계 ····· 47
[그림 2.40] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 확률과 통계 내용 연계 ····· 48
[그림 2.41] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 기하 내용 연계 ····· 49
[그림 2.42] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 초등학교 5-6학년군 기술·가정 내용 연계 ····· 50
[그림 2.43] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 중학교 기술·가정 내용 연계 ····· 51
[그림 2.44] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 기술·가정 내용 연계 ····· 51
[그림 2.45] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 초등학교 기술·가정 내용 연계 ····· 52
[그림 2.46] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 중학교 기술·가정 내용 연계 ····· 53
[그림 2.47] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 기술·가정 내용 연계 ····· 53
[그림 3.1] STEAM 교육 실행 학교 비율 ····· 61
[그림 3.2] 고등학교 유형별 STEAM 실행 학교 비율 ····· 62
[그림 3.3] 교육청별 학교급에서의 STEAM 교육 실행 비율 ····· 64
[그림 3.4] 학교급별의 STEAM 교육 실행 이유 ····· 66

[그림 3.5] 고등학교 유형별 STEAM 교육 실행 이유 ····· 67
[그림 3.6] STEAM 교육 실행 이유의 '기타(562개)' 응답 ····· 68
[그림 3.7] 학교급별 STEAM 교육 실행 빈도 ····· 70
[그림 3.8] 고등학교 유형별 STEAM 교육 실행 빈도 ····· 71
[그림 3.9] STEAM 교육 실행 빈도의 '기타(536개)' 응답 ····· 72
[그림 3.10] 학교급별의 STEAM 적용시간 ····· 74
[그림 3.11] 고등학교 유형별의 STEAM 적용 시간 ····· 75
[그림 3.12] STEAM 적용 시간의 '기타(114개)' 응답 ····· 76
[그림 3.13] 학교급별의 STEAM 예산 ····· 77
[그림 3.14] 고등학교 유형별의 STEAM 예산 ····· 78
[그림 3.15] STEAM 교육 예산의 '기타(240개)' 응답 ····· 79
[그림 3.16] 학교급별 STEAM 만족도 ····· 81
[그림 3.17] 고등학교 유형별의 STEAM 만족도 ····· 82
[그림 3.18] STEAM 교육 실행 학교의 학교급별 지속 계획 비율 ····· 83
[그림 3.19] STEAM 교육 실행 고등학교의 유형별 지속 계획 비율 ····· 84
[그림 3.20] STEAM 교육 실행 학교의 지속 계획 없는 이유 ····· 86
[그림 3.21] STEAM 교육 실행 고등학교의 유형별 지속 계획 없는 이유 ····· 87
[그림 3.22] STEAM 미실행 학교의 학교급별 미실행 이유 ····· 89
[그림 3.23] STEAM 교육 미실행 고등학교의 유형별 미실행 이유 ····· 90
[그림 3.24] STEAM 미실행 학교의 이유 중 '기타(175개)' ····· 91
[그림 3.25] STEAM 미실행 학교의 학교급별 STEAM 실행 계획 ····· 92
[그림 3.26] STEAM 미실행 고등학교의 유형별 STEAM 실행 계획 ····· 93
[그림 3.27] STEAM 미실행 학교의 STEAM 실행 계획을 하지 않는 이유 ····· 95
[그림 3.28] STEAM 미실행 고등학교의 유형별 실행 계획을 하지 않는 이유 ····· 96
[그림 3.29] STEAM 미실행 학교의 STEAM 실행 계획을 하지 않는 이유 중 '기타(75개)' ····· 97
[그림 3.30] 학교급별 STEAM 교육 선결 문제 응답획 ····· 99
[그림 3.31] 고등학교 유형별 STEAM 교육 선결 문제 ····· 99
[그림 3.32] STEAM 미실행 학교급별 STEAM 교육 선결 문제 응답 ····· 100

[그림 3.33] STEAM 미실행 고등학교의 유형별 STEAM 교육 선결 문제 응답 ····· 102
[그림 3.34] STEAM 교육 실행 여부에 따른 초등학교의 실행을 위한 선결 문제 ····· 103
[그림 3.35] STEAM 교육 실행 여부에 따른 중학교의 실행을 위한 선결 문제 ····· 104
[그림 3.36] STEAM 교육 실행 여부에 따른 고등학교의 실행을 위한 선결 문제 ····· 105
[그림 4.1] The Three Diagnostic Dimensions(http://www.sedl.org/cbam/,2016) ····· 110
[그림 4.2] STEAM 교육에 대한 관심 단계별 백분위 점수 비교 ····· 123
[그림 4.3] 학교급별 STEAM 교육에 대한 교사의 관심 단계 백분위 점수 비교 ····· 124
[그림 4.4] STEAM 적용 교사와 비적용 교사 비율 ····· 126
[그림 4.5] 학교급별 STEAM 적용 교사와 비적용 교사 비율 ····· 126
[그림 4.6] 학교급별 STEAM 비적용 교사의 실행 수준 ····· 128
[그림 4.7] 학교급별 STEAM 적용 교사의 실행 수준 ····· 129
[그림 4.8] 학교급별 교사의 STEAM 적용 교과 실행 형태 ····· 132
[그림 4.9] STEAM 적용 시, 학교급별 교사의 통합 유형 실행 형태 ····· 133
[그림 4.10] 학교급별 교사의 STEAM 적용 시간 실행 형태 ····· 134
[그림 4.11] 학교급별 교사의 STEAM 적용 시간 실행 형태 ····· 135
[그림 4.12] 학교급별 교사의 STEAM 수업 실행 형태 ····· 136
[그림 4.13] 학교급별 교사의 STEAM 요소 적용 실행 형태 ····· 137
[그림 4.14] 학교급별 교사의 STEAM 교재 실행 형태 ····· 138
[그림 4.15] 학교급별 교사의 STEAM 집단 구성 실행 형태 ····· 138
[그림 4.16] 학교급별 교사의 STEAM 교육 평가 실행 형태 ····· 140
[그림 4.17] 학교급별 교사가 인식하는 학생의 STEAM 교육 만족도 ····· 140
[그림 6.1] STEAM교육 정의적 영역의 하위 요소별 초등학생 실험군과 통제군의 차이 ····· 173
[그림 6.2] STEAM교육 정의적 영역의 하위 요소별 중학생 실험군과 통제군의 차이 ····· 178
[그림 6.3] STEAM교육 정의적 영역의 하위 요소별 고등학생 실험군과 통제군의 차이 ····· 184
[그림 6.4] STEAM교육 정의적 영역의 학교급별 실험군과 통제군의 차이 ····· 184
[그림 6.5] 정의적 영역의 하위 요소에 대한 학교급별 STEAM 교육의 효과 ····· 196
[그림 7.1] STEAM 교육의 융합적 문제해결력 평가틀 ····· 202
[그림 7.2] 학교급별 STEAM 문제해결력의 사고력, 융합적 소양, 설계 및 실행 축에 대한 STEAM

효과 ····· 245
[그림 7.3] 학교급별 STEAM 문제해결력의 하위 요소에 대한 STEAM 효과 ····· 246
[그림 8.1] STEAM 프로그램의 교육과정 연계 분석 과정 ····· 249
[그림 8.2] STEAM 교육의 실태 조사 요약 ····· 251
[그림 8.3] STEAM 교육의 효과 ····· 255

제1장. 서론

1. 필요성 및 목적

2011년 교육부[1)]는 초·중등학교 수준에서부터 현대 과학기술사회의 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재 양성을 목표로 융합인재교육, STEAM 교육을 제안하였다(교육과학기술부, 2010; 백윤수 외, 2011).

STEAM 교육정책이 제안된 이후, 교육부는 STEAM 교육의 초ㆍ중등학교 현장 적용 및 정착을 위하여 다각적인 지원을 제공하고 있다. 첫째, 교육과정의 목표에 STEAM 관련 내용을 구체적으로 명시함으로써 교육 현장에 접목한다. 둘째, STEAM 리더스쿨/연구시범 학교나 STEAM 교사 연구회의 지원 활동을 통하여 STEAM 교육의 실행을 도모한다. 셋째, 초ㆍ중등 수준에서 사용할 수 있는 다양한 STEAM 프로그램을 개발하여 학교 현장에 보급한다. 넷째, STEAM 교육 관련 다양한 교육연구 정책 지원을 통해 STEAM 교육의 개선 및 확대 방향을 모색한다. 이와 같은 접근들을 통해 전 세계적 과학기술교육개혁 운동에 동참하는 한편, 우리나라 과학기술교육이 가진 이공계 진학 및 진로 기피에 따른 이공계 인력 수급, 청소년들의 수학과 과학에 대한 낮은 흥미와 관심, 수동적이며 소극적인 수학 및 과학 학습 문화 등의 문제를 해결하고자 하였다. 또한 STEAM 교육을 통해 궁극적으로 미래의 창의·융합인재의 양성을 통하여 과학기술분야의 국가 경쟁력의 우위를 확보하려는 정부의 의지가 함축된 것으로 볼 수 있다.

STEAM 관련된 연구는 국내외에서 활발하게 진행되고 있다. 2015년 3월 '융합인재교육,' 'STEAM' 핵심어로 검색된 국내 전자 저널의 논문 주제 분류 현황을 보면, 관련 논문 중 가장 높은 비율을 차지하는 것은 STEAM 관련 프로그램(수업모형 포함) 개발(48.7%)이 가장 많고. 그 다음으로 효과성 연구(20.5%), 교사 및 학생의 인식 및 실태 조사(15.4%),

1) 2013년 교육과학기술부의 명칭이 교육부로 변경되었으므로 본 보고서에서는 명칭을 교육부로 통일하여 사용함.

통합교육의 철학과 목표 규명(12.0%), 평가도구 개발(3.4%)의 순으로 나타났다(표 1.1).

<표 1.1> '융합인재교육' 검색 국내 전자 저널의 논문 주제 단위: 개(%)

분야	프로그램 개발 (수업모형 등)	평가도구 개발	실태 조사	통합교육의 철학과 목표 규명	효과	합계
과학	6 (5.13)	–	8 (6.8)	1 (0.9)	12 (10.3)	27 (23.1)
수학	7 (5.98)	–	–	–	–	7 (6.0)
기술/가정	17 (14.5)	1 (0.9)	2 (1.7)	5 (4.3)	3 (2.6)	28 (23.9)
예술	12 (10.3)	3 (2.6)	–	2 (1.7)	7 (6.0)	24 (20.5)
인문 (국어 사회 등)	3 (2.6)	–	–	–	1 (0.9)	4 (3.4)
환경	2 (1.7)	–	–	–	–	2 (1.7)
통합 (교과통합)	10 (8.6)	–	8 (6.8)	6 (5.1)	1 (0.9)	25 (21.4)
합계	57 (48.7)	4 (3.4)	18 (15.4)	14 (12.0)	24 (20.5)	117 (100.0)

<표 1.1>과 같이, STEAM 관련 연구의 동향은 대부분 STEAM 교육의 의미와 의의를 이론적으로 도출하는 연구이거나 프로그램 개발과 그에 따른 효과를 조사하는 것으로, STEAM 교육의 현장 실천에 대한 분석 연구 및 STEAM 교육의 효과에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구의 필요성을 선행 연구인 'STEAM 프로그램 효과성 제고 및 현장 활용도 향상 기본 연구(박현주 등, 2014)(이하, 2014년 기본 연구)'에 근거하여 제시하겠다. 2014년 기본 연구는 STEAM 교육의 효과성 제고 및 프로그램의 현장 활용도 향상을 연구의 목표로 설정하고, STEAM 프로그램의 분석, 실태조사, 효과성 조사를 진행하였다.

첫째, 2014년 기본 연구에서는 STEAM 프로그램의 질적 우수성을 STEAM 체크리스트를 이용하여 분석하고, 프로그램 내용의 교과 분포를 조사하였다. 또한 과학과 수학 교과의 2009 교육과정 내용과 연계·분석하여 관련된 정보를 제공하였다. 그러나 STEAM 프로그램의 교육과정 연계를 대영역 수준에서 분석함으로써 교과별 교육과정과의 연계에 대한 구체적인 정보를 제공하는데 제한적이었다. 따라서 STEAM 프로그램의 학교 현장의 활성화 및 활용도를 높이기 위해서는 중단원 수준에서의 교육과정 분석이 필요하겠다.

둘째, 2014년 기본 연구에서는 STEAM 교육의 실태를 교사연구회와 리더스쿨의 교사들을 대상으로 조사하였다. 그것은 STEAM 교육을 시행하고 있는 교사의 교육 실태를 이해

하는데 유용하다. 그러나 우리나라 학교 중 얼마나 많은 학교에서 STEAM 교육을 실시하고 있으며 어떤 이유로 실행 또는 실행하지 않고 있는지에 대한 운영 현황을 파악하기에는 제한적이다. STEAM 교육의 정착 및 확대를 위해서는 보다 적극적으로 우리나라 초, 중, 고등학교의 STEAM 교육의 운영 현황 실태를 조사할 필요가 있다.

뿐 만 아니라, 지속적으로 STEAM 교육을 실행하고 있는 학교와 교사, 그리고 중단하고 있는 교사들의 사례 조사 결과에 근거한 STEAM 교육 활성화의 방안 도출이 요구된다.

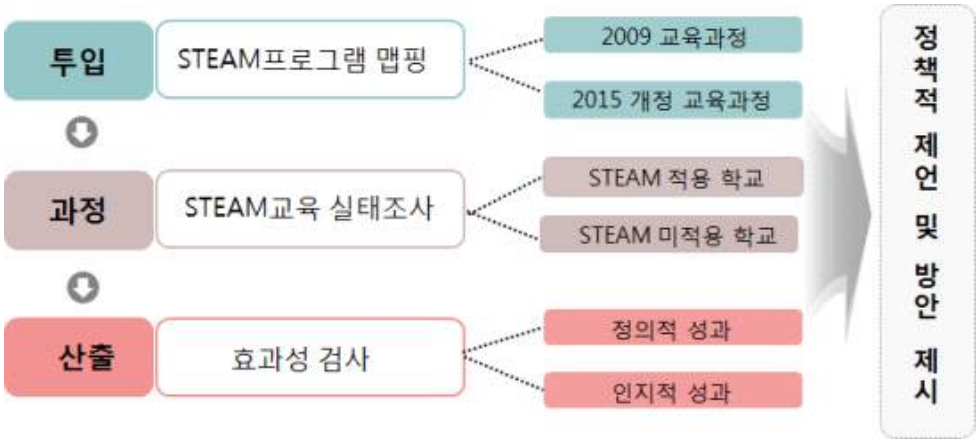
셋째, 2014년 기본 연구에서는 STEAM 교육을 통한 학생 교육성과의 변화를 측정하였다. 본 연구에서는 2014년 기본연구의 연장선에서 STEAM 교육의 정의적 성과와 인지적 성과를 위해 개발한 검사도구의 수정 및 보완을 통하여 검사도구의 완성도, 타당도와 신뢰도를 높여 2015년도의 STEAM 교육 효과를 지속적으로 조사하고 점검할 것이다.

라카토스의 연구프로그램(1978)을 응용하면, 새로운 교육을 시도하기 위해서는 그 교육적 효과나 유용성을 실질적으로 인식하도록 하는 것이 필요하다. 즉 교사나 학생들에게 STEAM 교육의 실질적인 효과를 경험하도록 하는 것은 STEAM 교육의 현장 활용도를 향상시킬 수 있는 '정당한' 명분을 제공한다. STEAM 교육이 학생의 정의적, 인지적 영역에 미치는 인과적 효과에 대한 보다 엄밀한 검증은 일선 학교와 교사들에게 STEAM 교육을 적용할 적극적인 명분을 제공할 것이므로, STEAM 교육의 효과성 연구가 필요하다.

위에서 제시한 필요성에 따라 본 연구에서는 STEAM 교육의 차년도 개선안 도출을 위한 기초 및 근거 자료를 제공하기 위하여 STEAM 프로그램을 주요 교과의 교육과정 내용과 연계하고, 국가 수준의 STEAM 교육 실태를 조사하였다. 또한 STEAM 교육의 효과성 검증을 위한 평가도구를 세밀화하고 효과를 검증하였다.

2. 연구내용

우리나라 STEAM 교육의 실태조사 및 효과성의 심층분석을 위하여, STEAM 교육 내용의 투입, 교육의 과정, 교육의 결과 산출로 개념화하여, [그림 1.1]과 같이 연구내용을 구성하였다.



[그림 1.1] 2015년 STEAM 교육의 실태조사 및 효과성 심층분석 연구의 개념화 및 연구내용

첫째, 교육부와 한국과학창의재단에서 지원하여 개발된 STEAM 프로그램(2012년~2014년)을 2009 교육과정과 2015 개정 교육과정의 과학, 수학, 가정·기술의 교과 내용과 연계하여 분석한다.

둘째, 우리나라 초, 중, 고등학교를 대상으로 학교 STEAM 적용 학교와 미적용 학교의 STEAM 운영 현황 실태조사를 한다.

셋째, 초, 중, 고등학교 교사들의 STEAM 교육에 대한 인식을 '관심 중심의 실행 모형(CBAM: The Concerns Based Adoption Model)'에 기반하여 조사한다.

넷째, STEAM 교육을 실행한 경험이 있는 교사들의 집단 토론 및 심층면담을 통하여 STEAM 교육의 개념, 특징, 필요성, 어려움 등을 이해한다.

다섯째, STEAM 교육의 정의적 효과를 조사하기 위한 검사 도구를 개발하고, 학생의 정의적 영역에 대한 STEAM 교육의 효과를 조사한다.

여섯째, STEAM 교육의 인지적 효과를 조사하기 위한 문항을 개발하고, 학생의 STEAM 문제해결력에 대한 STEAM 교육의 효과를 조사한다.

제2장. STEAM 프로그램의 교육과정 연계

1. 연구 내용

‘STEAM 교육’은 창조적이며 융합적 인재의 양성을 목표로 하고, 현대 과학기술사회에서 발생하고 있는 여러 문제들을 해결할 수 있는 대안적이면서도 미래지향적 교육의 실천을 위한 교육정책으로 제안되었다(교육과학기술부, 2010; 백윤수 외, 2011). 교육부와 한국과학창의재단에서는 STEAM 교육에 대한 교사들의 이해를 돕고 양질의 프로그램을 초, 중, 고등학교에 제공하기 위해서 2012년부터 STEAM 프로그램 개발에 지속적인 지원을 하고 있다. 그 결과, 2012년부터 2014년까지 약 1800차시의 프로그램이 개발되어 STEAM 프로그램과 교수학습 자료들이 양적 및 질적으로 확장되고 있다.

그러나 STEAM 교육이 시행된 지 약 5년 정도 지난 현재의 시점에서도, 교사들은 여전히 STEAM 수업을 위한 내용 선별과 조직의 어려움을 토로하고 있다(손연아 등, 2012). 우리나라와 같이 국가 교육과정으로 운영되는 교육적 상황에서 STEAM 교육을 교육과정과 연계하여 실행하는 것이 어렵기 때문이다(신영준·한선관, 2011). 따라서 STEAM 프로그램과 교육과정과의 연계는 STEAM 프로그램의 학교 현장에서의 활성화 및 활용도를 높이기 위해 우선적이며 그리고 반드시 필요하다.

본 연구에서는 2012년, 2013년, 2014년에 교육부와 한국과학창의재단의 지원을 받아 개발된 STEAM 프로그램을 주요 교과 교육과정의 내용 체계와 연계· 분석하여, STEAM 프로그램 개발 분야의 모색 및 학교 현장의 프로그램 활용도를 높이기 위한 기초 자료로 제공하고자 한다. 본 연구에서는 STEAM의 특성에 따라 주요 교과를 과학, 수학, 기술·가정 교과로 설정하고, 현재 적용하고 있는 2009 교육과정 및 2018년부터 적용할 2015 개정 교육과정의 교과 내용과 연계하여 분석하였다.

2. 연구 방법

가. 분석 대상 STEAM 프로그램

본 연구에서는 교육부와 한국과학창의재단의 2012년, 2013년, 2014년도의 '융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발' 연구 과제를 통해서 개발된 78개 주제(표 2.1), 총 1,755차시 분량의 STEAM 프로그램을 분석 대상으로 하였다.

각 STEAM 프로그램에 대한 보다 정확한 분석을 위해서 프로그램의 교육과정 연계 등이 구체적으로 제시되어 있는 교사용 교재를 주된 분석 자료로 활용하였다.

<표 2.1> 분석 대상 프로그램의 주제

개발 연도	과 제 명	주제
2012년	과학기술 분야 주제별 융합형 프로그램 개발	◦기후변화 ◦물부족 ◦LED ◦IT ◦로봇 ◦신소재 우주탐사 ◦에너지 ◦미디어 ◦바이오 ◦스포츠과학 ◦디자인 ◦스마트기기(스마트폰/TV 제외)
	첨단제품 활용형 프로그램 개발	◦스마트폰 ◦스마트TV ◦태블릿PC ◦DSLR카메라 ◦청소로봇 ◦하이브리드 자동차
	과학·예술 융합형 프로그램 개발	◦감성적 제품 디자인, 건축, 스토리텔링을 가미한 과학지형도, 예술지형도 그리기[2)] ◦미래의 생체모방기술 산업디자인 융합형 창의적 제작 활동* ◦과학기술 기반의 예술작품 분석, 위대한 과학자, 예술가의 패러다임 전환 과정 재연 ◦다큐 제작 등 과학-예술 융합형 창의적 제작 활동

* 2개의 팀이 동일한 주제이나 다른 소재로 각각 프로그램을 개발함

2013년	과학기술 분야 주제별 융합형 프로그램 개발	◦ ICT* ◦ 기후 변화 ◦ 바이오 ◦ 에너지 ◦ LED* ◦ 물 부족 ◦ 스포츠 과학 ◦ 재활용
	첨단제품 활용형 프로그램 개발	◦ 스마트폰 ◦ 새로운 탈 것(육상) ◦ 디지 털카메라 ◦ 태블릿 PC ◦ 새로운 탈 것(항공·해상) ◦ 디지털 카메라 관련 주제
	과학·예술 융합형 프로그램 개발	◦ 산업디자인 ◦ 예술작품* ◦ 과학·예술 지형도 ◦ 위대한 과학자·예술가의 패러다임 전환과정 재현 ◦ 생체모방기술 ◦ 창의적 제작 활동*
	설계기반 미래 유망직업 프로그램 개발	◦ 금융공학 전문가 ◦ 헬스케어 전문가 ◦ 사이버 네트워크 전문가 ◦ 생명·의공학전문가
2014년	학문 분야 주제별 융합형 프로그램	◦ ICT: 인터넷, IoT, IoE, Big Data, Informatics 등 ◦ 바이오: Bio Informatics, 뇌과학, 질병, 수명, 건강 등 ◦ 지구환경: 셰일가스, 해양(심해, 극지), 온난화, 사막화, 기후 변화, 물부족 등 ◦ 에너지: 대체에너지, 에너지관리, 에너지효율, 에너지저장, 에너지전달(RFID 등) ◦ 감성공학: 인지공학, 가상현실, 네트워크, 감성디자인 등 ◦ 미래제조기술: 3D프린팅, 레이저커터, 마이크로가공기술 ◦ 스포츠 과학 ◦ 로봇기계공학 ◦ 우주항공 ◦ 학문 분야 주제별 융합형 자유과제

	첨단제품 활용형 프로그램	◦ 첨단 ICT 제품: Wearable 기기, 증강현실, 아두이노(Arduino) 등 ◦ 첨단가전제품: 플렉서블 디스플레이, 로봇청소기 등 ◦ 첨단이동수단: 무인자동차, 자기부상열차, 전기자동차, 배, 비행기, 등 ◦ 첨단주택:스마트하우스, 패시브하우스, 모듈러하우스 등 ◦ 첨단의료기기: 로봇의족, 스마트 알약, 장애인용 첨단제품, MRI 등 ◦ 첨단 무인기기: 무인정찰기, 무인보안장치, 헬리캠 등 ◦ 첨단 신소재 제품: 나노, 탄소, 초전도, 광섬유, 형상기억합금 등 ◦ 첨단제품 활용형 자유과제: 식물공장, 수직농장 등
	과학·예술 융합형 프로그램	◦ 디자인: 공예, 건축, 패션, 산업 등 ◦ 세상을 바꾼 디자인 ◦ 과학·예술 기반 창의적 제작 활동: 인터렉티브 아트 등 ◦ 스토리텔링 기반 과학·예술 지형도 ◦ Tech Art: 미디어 아트, 데브 아트(DEV Art) 등
	설계기반 미래 유망직업 프로그램	◦ 항공·우주/선박 전문가 ◦ 녹색·에너지 전문가 ◦ 설계기반 미래 유망직업 자유주제

나. 분석틀 구성

STEAM 프로그램의 교육과정 연계 분석틀은 2009 교육과정과 2015 개정 교육과정의 수학과 과학 교과의 중단원 수준으로 구성하였다. 과학 교과의 경우, 학교급에 따라 초등학교 과학, 중학교 과학, 고등학교 과학(2015 개정 교육과정은 통합과학), 물리 I과 물리 II, 화학 I과 화학 II, 생명과학 I과 생명과학 II, 지구과학 I과 지구과학 II 등의 교과 교육과정별로 분석틀을 구성하였다.

예를 들면, <표 2.2>는 STEAM 프로그램의 2009 초등학교 과학 교육과정의 분석틀이며, <표 2.3>은 STEAM 프로그램의 2015 개정 초등학교 과학 교육과정의 분석틀이다.

<표 2.2> 초등학교 과학의 2009 개정 교육과정 내용 연계 분석틀 단위: 개

구분			2012	2013	2014	합계
초등 3-4	물질과 에너지	물체와 무게				
		물체와 물질				
		액체와 기체				
		소리의 성질				
		자석의 이용				
		혼합물의 분리				
		거울과 그림자				
		물의 상태 변화				
	생명과 지구	지구와 달				
		동물의 한살이				
		동물의 생활				
		지표의 변화				
		식물의 한살이				
		화산과 지진				
		식물의 생활				
		지층과 화석				
초등 5-6	물질과 에너지	온도와 열				
		용해와 용액				
		산과 염기				
		물체의 빠르기				
		전기의 작용				
		여러 가지 기체				
		렌즈의 이용				
		연소와 소화				
	생명과 지구	날씨와 우리 생활				
		식물의 구조와 기능				
		태양계와 별				
		우리 몸의 구조와 기능				
		지구와 달의 운동				
		생물과 환경				
		생물과 우리 생활				
		계절의 변화				

<표 2.3> 초등학교 과학의 2015 개정 교육과정 내용 연계 분석틀 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
초등 3-4	물질의 성질				
	자석의 이용				
	동물의 생활				
	지표의 변화				
	식물의 생활				
	지층과 화석				
	물질의 상태				
	소리의 성질				
	물체의 무게				
	동물의 한살이				
	화산과 지진				
	혼합물의 분리				
	식물의 한살이				
	물의 상태 변화				
	그림자와 거울				
	지구의 모습				
	물의 여행				
초등 5-6	온도와 열				
	태양계와 별				
	용해와 용액				
	다양한 생물과 우리 생활				
	생물과 환경				
	날씨와 우리 생활				
	물체의 운동				
	산과 염기				
	지구와 달의 운동				
	여러 가지 기체				
	빛과 렌즈				
	식물의 구조와 기능				
	전기의 이용				
	계절의 변화				
	연소와 소화				
	우리 몸의 구조와 기능				

다. 자료 수집 및 분석

한국과학창의재단의 융합인재교육 홈페이지(http://steam.crezone.net/steam/mainSteam_new.do)에 탑재된 STEAM 프로그램의 교사용 교재를 주된 분석 자료로 활용하여 분석하였다. 총 6명의 연구자가 분석 회의 및 분석 진행을 통하여 프로그램을 분석하였다(그림 2.1).

첫째, 분석 회의는 프로그램 분석틀 구성 및 분석 관점에 대한 이해를 위해 진행되었다. 평가 기준을 설정하고, 샘플 교재에 대한 모의 분석을 실시하였다.

둘째, 전체 프로그램의 약 10%에 해당하는 프로그램을 무작위로 선별하여, 연구자 개인별로 프로그램 분석을 실시하였다. 평가자간 신뢰도를 확인하기 위하여 분석 결과에 대한 일치도를 확인하였다. 분석 결과에 대한 분석자간 일치도가 약 70% 수준으로 나타났다. 분석 과정에 대한 최종적인 합의를 도출한 후 개별적으로 프로그램 분석을 실시하였다.

셋째, STEAM 프로그램을 과학, 수학, 기술·가정의 교과별로 나누고, 2인 1팀으로 구성하여 프로그램을 분석하였다. 팀별 분석 결과를 수합하여 정리하였다.

[그림 2.1] 프로그램 분석 과정

3. 연구 결과

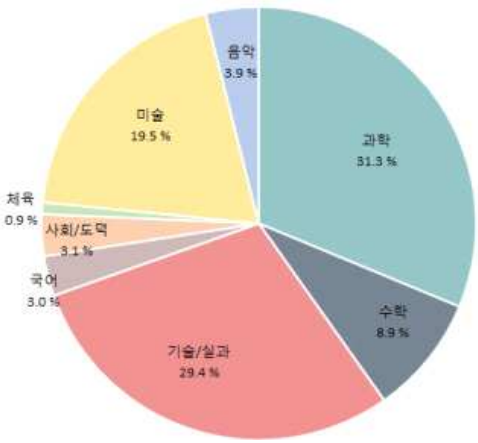
가. 프로그램의 주요 교과 분포

총 1,755차시의 STEAM 프로그램을 주요 교과와의 연계 분석한 결과는 <표 2.4>와 같다.

<표 2.4> STEAM 프로그램의 내용 분야 단위: 개 (%)

년도	과학	수학	기술/실과	국어	사회/도덕	체육	미술	음악	합 계
2012	374 (30.5)	117 (9.5)	353 (28.8)	43 (3.5)	38 (3.1)	10 (0.8)	287 (23.4)	5 (0.4)	1,227 (100.0)
2013	276 (35.2)	60 (7.6)	207 (26.4)	28 (3.6)	31 (3.9)	11 (1.4)	133 (16.9)	39 (5.0)	785 (100.0)
2014	99 (26.3)	36 (9.6)	141 (37.5)	0 (0.0)	5 (1.3)	0 (0.0)	45 (12.0)	50 (13.3)	376 (100.0)
합계	746 (31.3)	213 (8.9)	701 (29.4)	71 (3.0)	74 (3.1)	21 (0.9)	465 (19.5)	94 (3.9)	2,385 (100.0)

[그림 2.2]에서 나타난 것과 같이, 전체 프로그램의 내용 분야는 과학(31.3%)이 가장 많고, 그 다음으로 기술/실과 분야(29.4%), 미술 분야(19.5%), 수학 분야(8.9%) 등의 순으로 나타났다.



[그림 2.2] STEAM 프로그램 내용 분야

나. 과학과 교육과정 연계

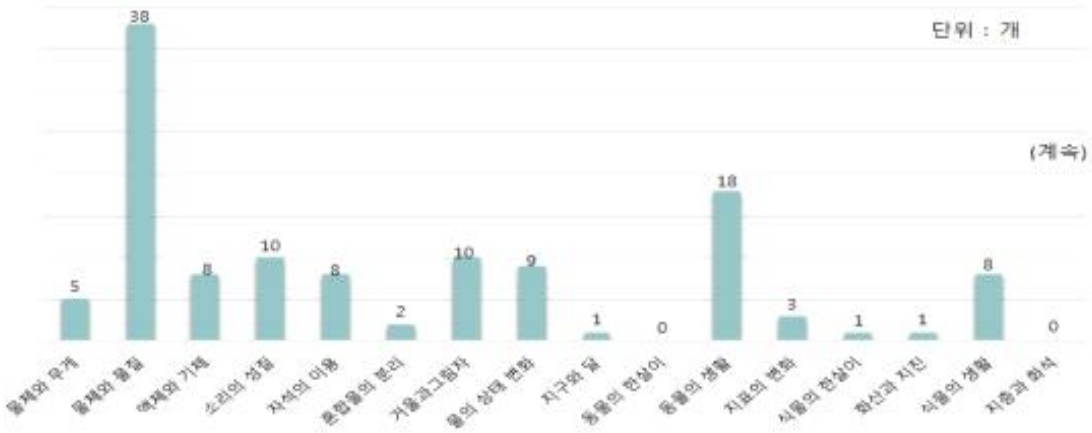
1) 2009개정 교육과정

STEAM 프로그램을 초등학교 과학 교육과정의 내용과 연계하여 중단원 수준에서 분석한 결과, <표 2.5>와 같이 나타났다.

<표 2.5> 2009 개정 교육과정 초등학교 과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

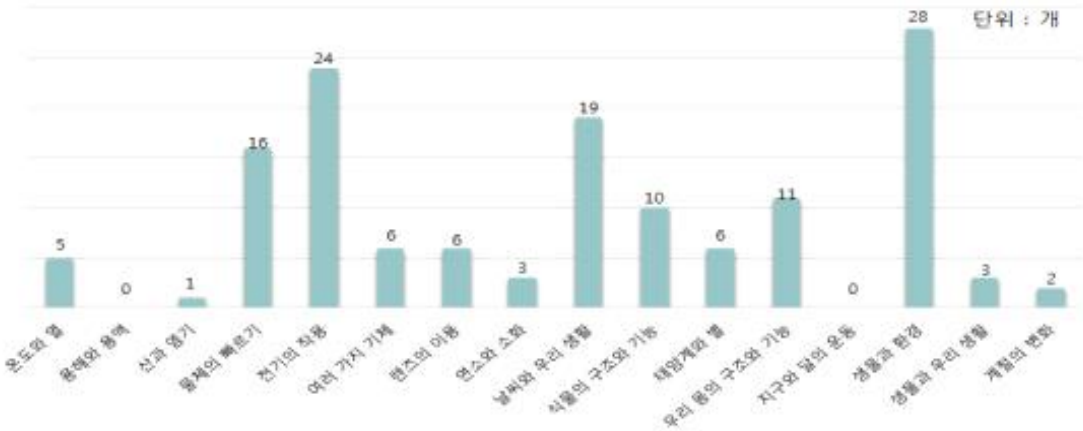
구분			2012	2013	2014	합계
초등학교 3-4학년군	물질과 에너지	물체와 무게	3	2	0	5
		물체와 물질	18	14	6	38
		액체와 기체	6	1	1	8
		소리의 성질	2	8	0	10
		자석의 이용	4	4	0	8
		혼합물의 분리	1	1	0	2
		거울과 그림자	5	5	0	10
		물의 상태 변화	4	3	2	9
	생명과 지구	지구와 달	1	0	0	1
		동물의 한살이	0	0	0	0
		동물의 생활	9	8	1	18
		지표의 변화	2	1	0	3
		식물의 한살이	1	0	0	1
		화산과 지진	0	1	0	1
		식물의 생활	2	6	0	8
		지층과 화석	0	0	0	0
초등학교 5-6 학년군	물질과 에너지	온도와 열	3	2	0	5
		용해와 용액	0	0	0	0
		산과 염기	1	0	0	1
		물체의 빠르기	9	7	0	16
		전기의 작용	21	3	0	24
		여러 가지 기체	5	1	0	6
		렌즈의 이용	6	0	0	6
		연소와 소화	0	1	2	3
	생명과 지구	날씨와 우리 생활	11	8	0	19
		식물의 구조와 기능	3	5	2	10
		태양계와 별	2	4	0	6
		우리 몸의 구조와 기능	8	2	1	11
		지구와 달의 운동	0	0	0	0
		생물과 환경	13	14	1	28
		생물과 우리 생활	0	3	0	3
		계절의 변화	1	1	0	2

[그림 2.3]과 [그림 2.4]에서 나타난 것과 같이, 초등학교 과학의 총 32개 단원에서 다양한 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다. ‘물체와 물질(38차시)’, ‘생물과 환경(28차시)’ ‘전기의 작용(24차시)’은 20차시 이상 개발된 것으로 나타났다.



[그림 2.3] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 초등학교 3-4학년군 과학 내용 연계

[그림 2.3]과 같이, 초등 3~4학년군에서는 ‘동물의 한 살이’와 ‘지층과 화석’ 단원에서 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 나타났다.



[그림 2.4] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 초등학교 5-6학년군 과학 내용 연계

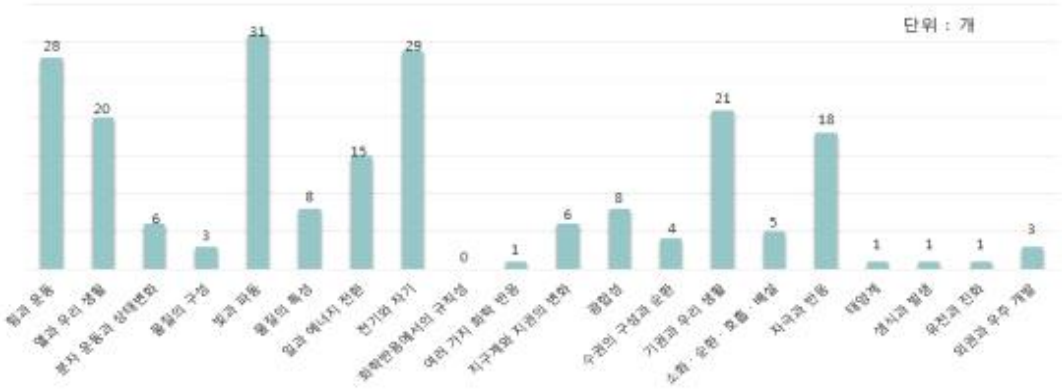
[그림 2.4]와 같이, 초등 5~6학년군의 ‘용해와 용액’, ‘지구와 달의 운동’과 연계해서는 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 나타났다.

STEAM 프로그램을 중학교 과학 교육과정 내용과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.6>와 같다.

<표 2.6> 2009 개정 교육과정 중학교 과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
물질과 에너지	힘과 운동	15	13	0	28
	열과 우리 생활	3	14	3	20
	분자 운동과 상태변화	1	5	0	6
	물질의 구성	2	1	0	3
	빛과 파동	10	21	0	31
	물질의 특성	5	3	0	8
	일과 에너지 전환	8	7	0	15
	전기와 자기	11	13	5	29
	화학반응에서의 규칙성	0	0	0	0
	여러 가지 화학 반응	0	1	0	1
생명과 지구	지구계와 지권의 변화	6	0	0	6
	광합성	5	0	3	8
	수권의 구성과 순환	1	3	0	4
	기권과 우리 생활	12	6	3	21
	소화 · 순환 · 호흡 · 배설	2	3	0	5
	자극과 반응	2	15	1	18
	태양계	0	1	0	1
	생식과 발생	1	0	0	1
	유전과 진화	1	0	0	1
	외권과 우주 개발	2	1	0	3

[그림 2.5]와 같이, 20개 단원 중 '화학반응에서의 규칙성'을 제외한 19개 단원 내용과 연계한 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다. '힘과 운동(28차시)', '열과 우리 생활(20차시)', '빛과 파동(31차시)', '전기와 자기(29차시)', '기권과 우리 생활(21차시)'의 내용은 20차시 이상 개발된 것으로 나타났다.



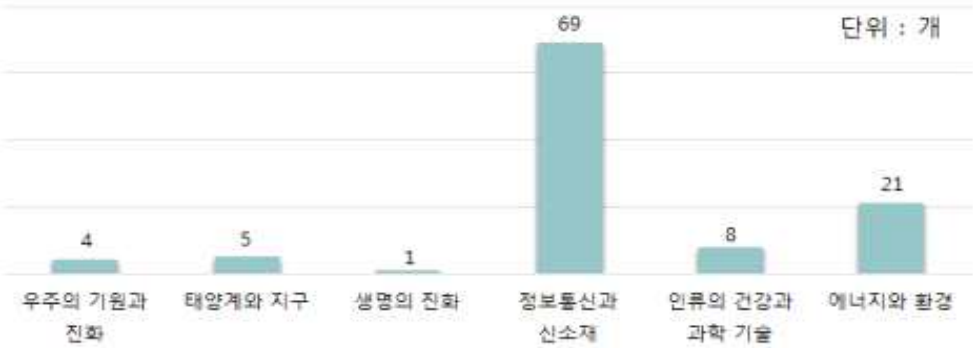
[그림 2.5] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 중학교 과학 내용 연계

고등학교 과학 내용 체계를 중단원 수준으로 2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.7>와 같다.

<표 2.7> 2009개정 교육과정 고등학교 과학 내용과 STEAM프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
우주와 생명	우주의 기원과 진화	1	0	0	4
	태양계와 지구	5	0	0	5
	생명의 진화	1	0	0	1
과학과 문명	정보통신과 신소재	37	22	10	69
	인류의 건강과 과학 기술	8	0	0	8
	에너지와 환경	13	8	0	21

[그림 2.6]과 같이, 모든 단원에서 최소 1개 이상의 다양한 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다. 그러나 대부분의 프로그램이 '정보통신과 신소재(69차시)' 또는 '에너지와 환경(21차시)' 단원과 연계되어 개발된 것으로 나타났다.



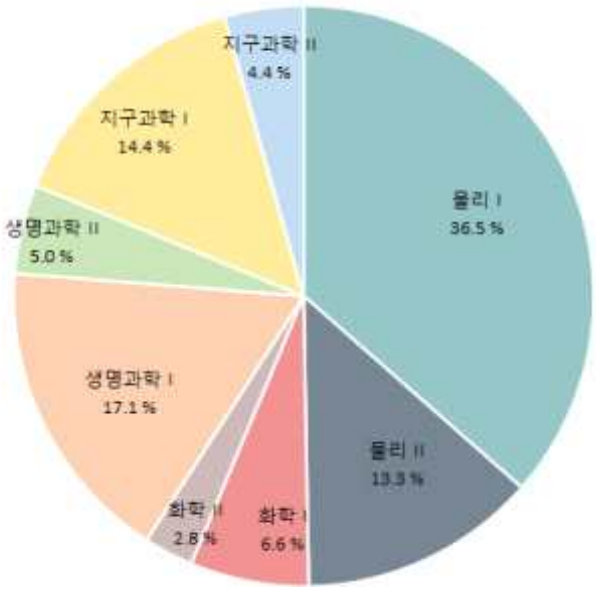
[그림 2.6] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 과학 내용 연계

2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 고등학교 과학 선택 과목을 연계하여 분석한 결과는 <표 2.8>과 같다.

<표 2.8> 2009 개정 교육과정 고등학교 선택교육과정과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개(%)

	물리I	물리II	화학I	화학II	생명 과학I	생명 과학II	지구 과학I	지구 과학II	합 계
합계	66 (36.5)	24 (13.3)	12 (6.6)	5 (2.8)	31 (17.1)	9 (5.0)	26 (14.4)	8 (4.4)	181 (100.0)

[그림 2.7]와 같이, 물리I이 36.5%로 가장 많은 프로그램이 개발되었으며, 화학II가 2.8%로 가장 적게 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다.



[그림 2.7] STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정고등학교 과학 선택과목 비율

과학 선택 'I' 교과들의 경우를 보면, 물리I, 생명과학I, 지구과학I, 화학I의 순서대로 많은 프로그램이 개발된 것으로 나타났다.

과학 선택 'II' 교과들도 'I' 교과들과 유사하게, 물리II, 생명과학II, 지구과학II, 화학II의 순서대로 많은 프로그램이 개발된 것으로 나타났다.

고등학교 선택 과목 물리 I과 II의 교육과정 내용을 중단원 수준으로 2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.9>와 같다.

<표 2.9> 2009개정 교육과정 고등학교 물리 I, II 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
물리 I	시공간과 우주	4	0	0	4
	물질과 전자기장	5	5	0	10
	정보와 통신	7	15	3	25
	에너지	12	6	9	27
물리 II	운동과 에너지	10	3	0	13
	전자와 자기	0	0	0	0
	파동과 빛	10	0	0	10
	미시세계와 양자 현상	0	1	0	1

[그림 2.8]과 같이, '전기와 자기' 단원을 제외한 거의 모든 단원에서 최소 1개 이상의 프로그림이 개발되었다. 그러나 대부분의 프로그램은 '정보와 통신(25차시)' 또는 에너지(27차시)'에 집중되어 개발된 것으로 조사되었다.

[그림 2.8] STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정 고등학교 물리 I, II 내용 연계

고등학교 선택 과목 화학 I과 II의 교육과정 내용을 중단원 수준으로 2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.10>와 같다.

<표 2.10> 2009개정 교육과정 고등학교 화학 I, II 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
화학 I	화학의 언어	0	2	0	2
	개성 있는 원소	0	0	0	0
	아름다운 분자 세계	8	1	0	9
	닮은꼴 화학반응	1	0	0	1
화학 II	다양한 모습의 물질	1	1	0	2
	물질 변화와 에너지	0	0	0	0
	화학 평형	0	0	0	0
	화학 반응 속도	3	0	0	3
	인류 복지와 화학	0	0	0	0

[그림 2.9]와 같이, 9개의 모든 단원 중 4개에 해당하는 '개성 있는 원소', '물질변화와 에너지', '화학평형', '인류복지와 화학' 은 개발된 STEAM 프로그램이 없는 것으로 조사되었다.

[그림 2.9] STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정 고등학교 화학 I, II 내용 연계

고등학교 선택 과목 생명과학 I과 II의 교육과정 내용을 중단원 수준으로 2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.11>과 같다.

<표 2.11> 2009개정 교육과정 고등학교 생명과학 I, II 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
생명과학 I	생명 과학의 이해	0	0	0	0
	세포와 생명의 연속성	4	0	0	4
	항상성과 건강	3	13	0	16
	자연속의 인간	8	0	3	11
생명과학 II	세포와 물질대사	1	0	0	1
	유전자와 생명공학	8	0	0	8
	생물의 진화	0	0	0	0

[그림 2.10]과 같이, 7개 단원 중 '생명 과학의 이해', '생물의 진화'는 개발된 STEAM 프로그램이 없는 것으로 조사되었다.

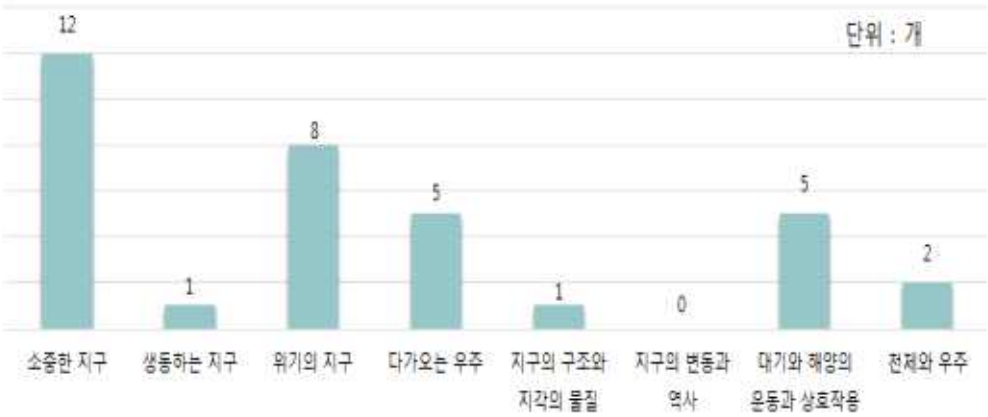
[그림 2.10] STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정 생명과학 I, II 내용 연계

고등학교 선택 과목 지구과학 I과 II의 교육과정 내용을 중단원 수준으로 2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.12>와 같다.

<표 2.12> 2009개정 교육과정 고등학교 지구과학 I, II 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
지구과학 I	소중한 지구	9	3	0	12
	생동하는 지구	0	1	0	1
	위기의 지구	5	2	1	8
	다가오는 우주	5	0	0	5
지구과학 II	지구의 구조와 지각의 물질	0	1	0	1
	지구의 변동과 역사	0	0	0	0
	대기와 해양의 운동과 상호작용	0	5	0	5
	천체와 우주	2	0	0	2

<그림 2.11>과 같이, 8개 단원 중 7개 단원에 걸쳐 STEAM 프로그램이 개발되었다. 그러나 '지구의 변동과 역사'는 STEAM 프로그램이 없는 것으로 조사되었다.



[그림 2.11] STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정 지구과학 I, III 내용 연계

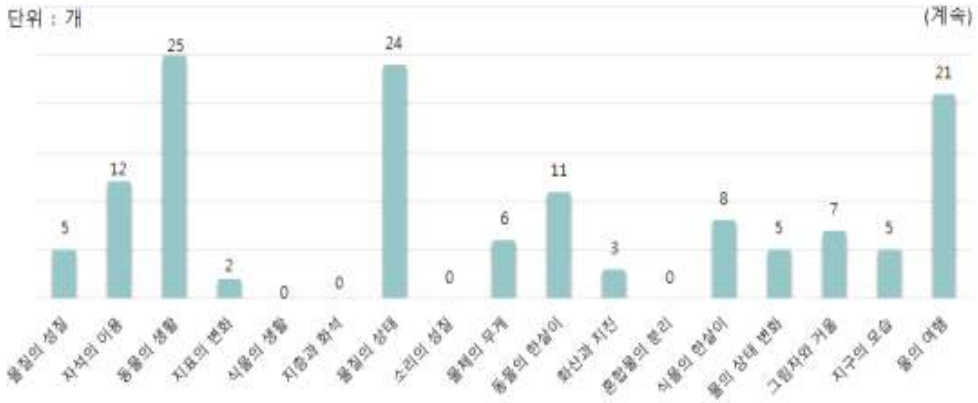
2) 2015 개정 교육과정

초등학교 과학 내용 체계를 중단원 수준에서 2012년~2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.13>와 같다.

<표 2.13> 2015개정 교육과정 초등학교 과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
초등학교 3-4학년군	물질의 성질	0	5	0	5
	자석의 이용	9	3	0	12
	동물의 생활	16	9	0	25
	지표의 변화	0	0	2	2
	식물의 생활	0	0	0	0
	지층과 화석	0	0	0	0
	물질의 상태	19	4	1	24
	소리의 성질	0	0	0	0
	물체의 무게	6	0	0	6
	동물의 한살이	3	5	3	11
	화산과 지진	2	1	0	3
	혼합물의 분리	0	0	0	0
	식물의 한살이	3	5	0	8
	물의 상태 변화	2	1	2	5
	그림자와 거울	1	6	0	7
	지구의 모습	5	0	0	5
	물의 여행	18	3	0	21
초등학교 5-6학년군	온도와 열	3	3	0	6
	태양계와 별	1	1	0	2
	용해와 용액	0	0	0	0
	다양한 생물과 우리 생활	0	4	0	4
	생물과 환경	7	4	0	11
	날씨와 우리 생활	4	6	0	10
	물체의 운동	7	8	0	15
	산과 염기	4	1	0	5
	지구와 달의 운동	0	3	0	3
	여러 가지 기체	0	0	0	0
	빛과 렌즈	5	4	0	9
	식물의 구조와 기능	6	13	2	21
	전기의 이용	16	8	0	24
	계절의 변화	0	0	0	0
	연소와 소화	0	1	0	1
	우리 몸의 구조와 기능	1	10	1	12

[그림 2.12], [그림 2.13]과 같이, 33개 단원에서 다양한 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다.



[그림 2.12] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 초등학교 3-4학년군 과학 내용 연계

[그림 2.12]와 같이, 초등학교 과학 3-4학년군에서는 '동물의 생활(25차시)', '물질의 상태(24차시)', '물의 여행(21차시)'은 20차시 이상의 STEAM 프로그램이 개발되었으나, '식물의 생활', '지층과 화석', '소리의 성질', '혼합물의 분리'와 연계해서는 개발되지 않은 것으로 나타났다.

[그림 2.13] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 초등학교 5-6학년군 과학 내용 연계

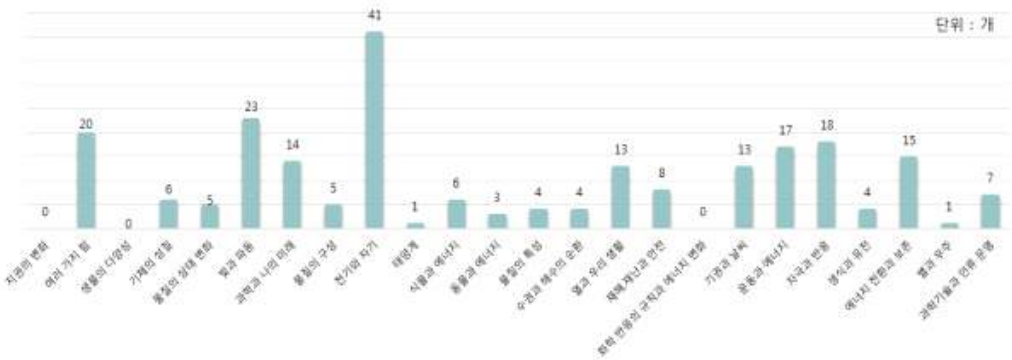
[그림 2.12]와 같이, 초등학교 과학 5-6학년군에서는 '식물의 구조와 기능(21차시)', '전기의 이용(24차시)'은 20차시 이상의 STEAM 프로그램이 개발되었으나, '용해와 용액', '여러 가지 기체', '계절의 변화'와 연계해서는 개발되지 않은 것으로 나타났다.

중학교 과학 내용 체계를 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.14>와 같다.

<표 2.14> 2015 개정 교육과정 중학교 과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분	2012	2013	2014	합 계
지권의 변화	0	0	0	0
여러 가지 힘	7	13	0	20
생물의 다양성	0	0	0	0
기체의 성질	5	1	0	6
물질의 상태 변화	1	4	0	5
빛과 파동	10	13	0	23
과학과 나의 미래	5	5	4	14
물질의 구성	2	3	0	5
전기와 자기	16	20	5	41
태양계	0	1	0	1
식물과 에너지	3	0	3	6
동물과 에너지	0	3	0	3
물질의 특성	0	4	0	4
수권과 해수의 순환	1	3	0	4
열과 우리 생활	0	10	3	13
재해, 재난과 안전	2	3	3	8
화학 반응의 규칙과 에너지 변화	0	0	0	0
기권과 날씨	4	6	3	13
운동과 에너지	10	117	0	17
자극과 반응	2	15	1	18
생식과 유전	4	0	0	4
에너지 전환과 보존	7	8	0	15
별과 우주	0	1	0	1
과학기술과 인류 문명	3	2	2	7

[그림 2.14]와 같이, 24개 단원 중 21개 단원과 연계하여 다양한 STEAM 프로그램이 개발되었다. ‘여러 가지 힘(20차시)’, ‘빛과 파동(23차시)’, ‘전기와 자기(41차시)’은 20차시 이상 개발되었고, ‘지권의 변화’, ‘생물의 다양성’, ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’는 프로그램이 개발되지 않은 것으로 나타났다.



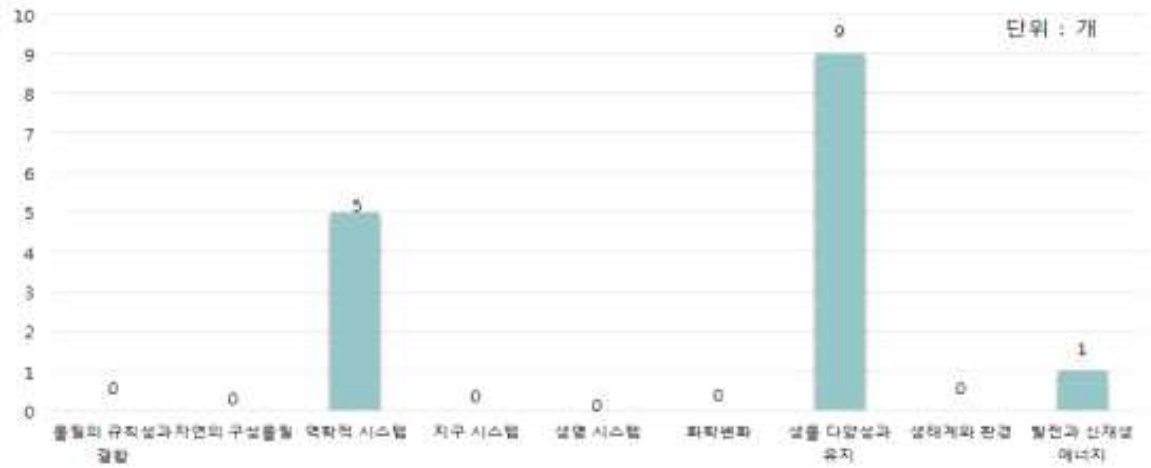
[그림 2.14] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 중학교 과학 내용 연계

고등학교 통합과학 내용 체계를 중단원 수준으로 2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.15>와 같다.

<표 2.15> 2015 개정 교육과정 통합과학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분	2012	2013	2014	합 계
물질의 규칙성과 결합	0	0	0	0
자연의 구성 물질	0	0	0	0
역학적 시스템	0	2	3	5
지구 시스템	0	0	0	0
생명 시스템	0	0	0	0
화학변화	0	0	0	0
생물 다양성과 유지	3	4	2	9
생태계와 환경	0	0	0	0
발전과 신재생 에너지	0	0	1	1

[그림 2.15]와 같이, 통합과학의 9개 단원 중 '역학적 시스템', '생물 다양성과 유지', '발전과 신재생 에너지'를 제외한 다른 단원은 STEAM 프로그램에 개발되지 않은 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 통합과학이 2015 개정 교육과정에서 새로이 신설된 교과이기 때문으로 해석된다.



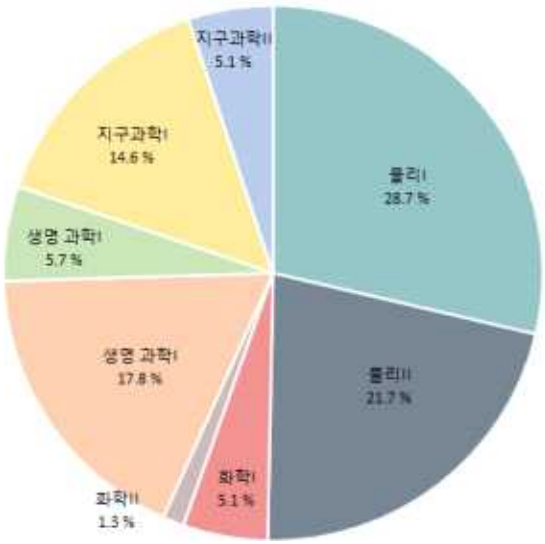
[그림 2.15] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 통합과학 내용 연계

2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 고등학교 과학 선택 과목을 연계하여 분석한 결과는 <표 2.16>과 같다.

<표 2.16> 2015 개정 교육과정 고등학교 선택교육과정과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단 위: 개(%)

	물리I	물리II	화학I	화학II	생명 과학I	생명 과학II	지구 과학I	지구 과학II	합 계
합계	45 (28.7)	34 (21.7)	8 (5.1)	2 (1.3)	28 (17.8)	9 (5.7)	23 (14.6)	8 (5.1)	157 (100.0)

[그림 2.16]과 같이, 물리 I이 가장 많은 STEAM 프로그램이 개발되었으며, 화학 II가 가장 작은 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다.



[그림 2.16] STEAM 프로그램의 고등학교 과학 선택 과목 비율

[그림 2.16]과 같이, 과학 선택 'I' 교과들의 경우를 보면, 물리I, 생명과학I, 지구과학I, 화학I의 순서대로 많은 프로그램이 개발된 것으로 나타났다.

과학 선택 'II' 교과들도 'I' 교과들과 유사하게, 물리II, 생명과학II, 지구과학II, 화학II의 순서대로 많은 프로그램이 개발된 것으로 나타났다.

고등학교 선택 과목 물리 I과 II의 교육과정 내용을 중단원 수준으로 2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.17>와 같다.

<표 2.17> 2015 개정 교육과정 고등학교 물리 I, II 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
물리 I	역학적 에너지	8	6	7	21
	물질과 전자기장	2	5	0	7
	파동과 정보통통신	6	11	0	17
물리 II	역학적 상호 작용	8	1	0	9
	전자기장	2	2	7	11
	파동과 물질의 성질	11	0	3	14
	미시세계와 양자 현상	0	1	0	1

[그림 2.17]과 같이, '미시세계와 양자현상'을 제외한 6개의 모든 단원에서 고루 분포되어 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다.

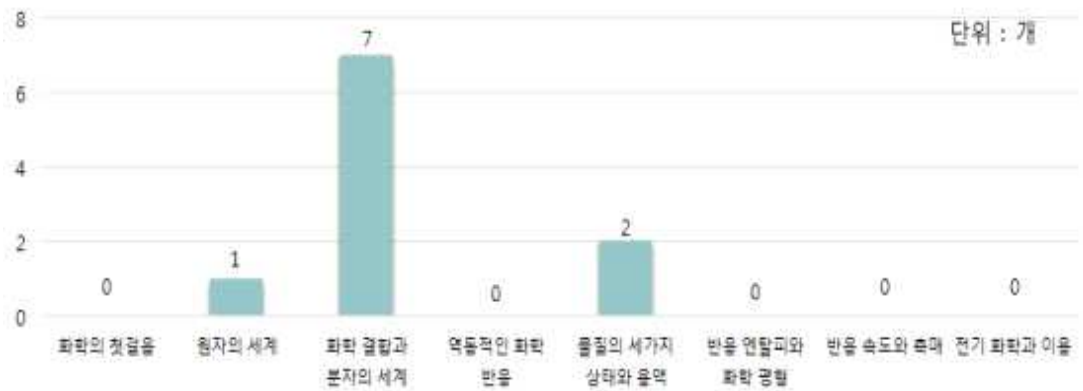
[그림 2.17] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 물리 I, II 내용 연계

고등학교 선택 과목 화학 I과 II의 교육과정 내용을 중단원 수준으로 2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.18>와 같다.

<표 2.18> 2015 개정 교육과정 고등학교 화학 I, II 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
화학 I	화학의 첫걸음	0	0	0	0
	원자의 세계	1	0	0	1
	화학 결합과 분자의 세계	7	0	0	7
	역동적인 화학 반응	0	0	0	0
화학 II	물질의 세 가지 상태와 용액	1	1	0	2
	반응 엔탈피와 화학 평형	0	0	0	0
	반응 속도와 촉매	0	0	0	0
	전기 화학과 이용	0	0	0	0

[그림 2.18]과 같이, 8개의 모든 단원 중 '원자의 세계', '화학 결합과 분자의 세계', '물질의 세 가지 상태와 용액'은 STEAM 프로그램이 개발되었으나, '화학의 첫걸음', '역동적인 화학반응', '반응 엔탈피와 화학 평형', '반응 속도와 촉매', '전기화학과 이용'은 개발된 프로그램이 없는 것으로 조사되었다.



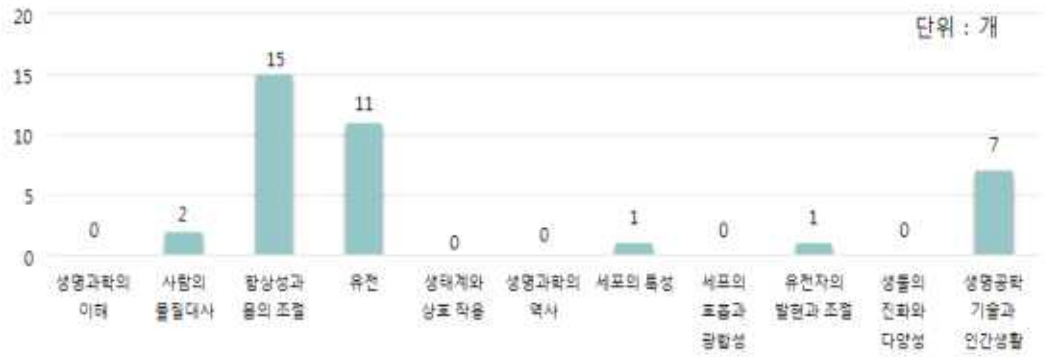
[그림 2.18] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 화학 I, II 내용 연계

고등학교 선택 과목 생명과학 I과 II의 교육과정 내용을 중단원 수준으로 2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.19>와 같다.

<표 2.19> 2015 개정 교육과정고등학교 생명과학 I, II 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
생명과학 I	생명과학의 이해	0	0	0	0
	사람의 물질대사	1	1	0	2
	항상성과 몸의 조절	3	12	0	15
	유전	11	0	0	11
	생태계와 상호 작용	0	0	0	0
생명과학 II	생명과학의 역사	0	0	0	0
	세포의 특성	1	0	0	1
	세포의 호흡과 광합성	0	0	0	0
	유전자의 발현과 조절	1	0	0	1
	생물의 진화와 다양성	0	0	0	0
	생명공학 기술과 인간생활	7	0	0	7

[그림 2.19]와 같이, 11개 단원 중 5개 단원에 해당하는 '생명 과학의 이해', '생태계와 상호작용', '생명과학의 역사', '세포의 호흡과 광합성', '생물의 진화와 다양성' 은 STEAM 프로그램이 없는 것으로 조사되었다.



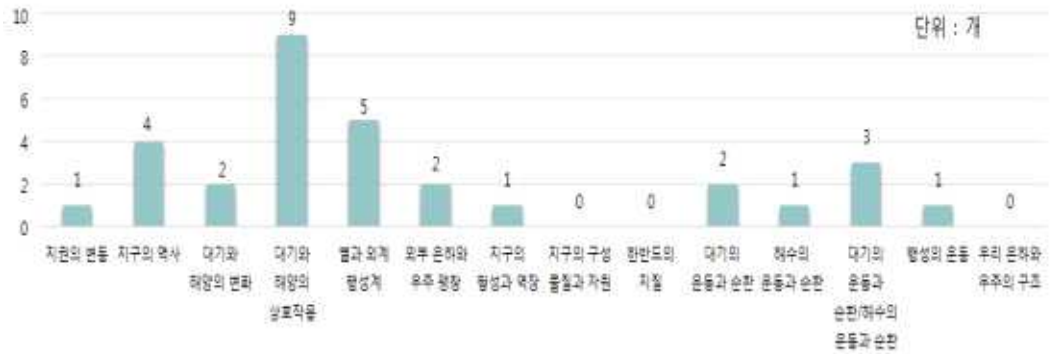
[그림 2.19] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 생명과학 I, II 내용 연계

고등학교 선택 과목 지구과학 I과 II의 교육과정 내용을 중단원 수준으로 2012년부터 2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.20>와 같다.

<표 2.20> 2015 개정 교육과정 고등학교 지구과학 I, II 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
지구과학 I	지권의 변동	0	1	0	1
	지구의 역사	2	2	0	4
	대기와 해양의 변화	1	1	0	2
	대기와 해양의 상호작용	5	4	0	9
	별과 외계 행성계	4	1	0	5
	외부 은하와 우주 팽창	1	0	1	2
지구과학 II	지구의 형성과 역장	0	1	0	1
	지구의 구성 물질과 자원	0	0	0	0
	한반도의 지질	0	0	0	0
	대기의 운동과 순환	1	1	0	2
	해수의 운동과 순환	0	1	0	1
	대기의 운동과 순환/해수의 운동과 순환	0	3	0	3
	행성의 운동	1	0	0	1
	우리 은하와 우주의 구조	0	0	0	0

[그림 2.20]과 같이, 14개 단원 중 11개 단원에 걸쳐 다양한 STEAM 프로그램이 개발되었다. 그러나 '지구의 구성 물질과 자원', '한반도의 지질', '우리 은하와 우주의 구조'는 개발된 STEAM 프로그램이 없는 것으로 조사되었다.



[그림 2.20] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 지구과학 I, II 내용 연계

다. 수학과 교육과정 연계

1) 2009 개정 교육과정

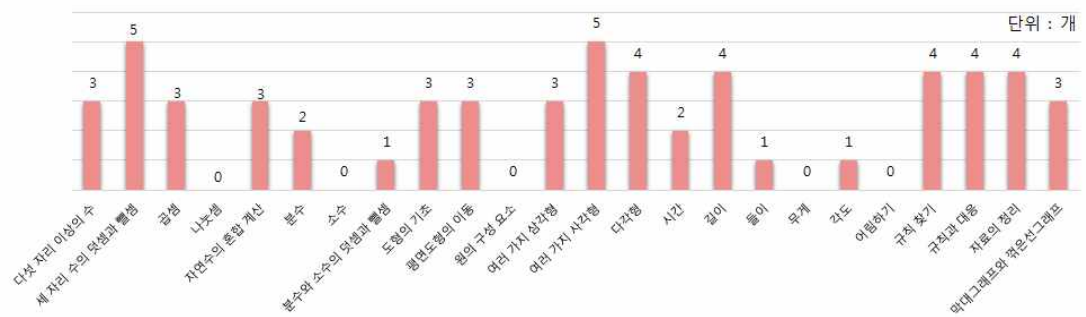
초등학교 수학 내용 체계를 중단원 수준에서 2012년~2014년의 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.21>과 같다.

<표 2.21> 2009 개정 교육과정 초등학교 수학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분			2012	2013	2014	합계
초등학교 3-4학년군	수와 연산	다섯 자리 이상의 수	2	1	0	3
		세 자리 수의 덧셈과 뺄셈	5	0	0	5
		곱셈	3	0	0	3
		나눗셈	0	0	0	0
		자연수의 혼합 계산	3	0	0	3
		분수	1	1	0	2
		소수	0	0	0	0
		분수와 소수의 덧셈과 뺄셈	1	0	0	1
	도형	도형의 기초	1	2	0	3
		평면도형의 이동	2	0	1	3
		원의 구성 요소	0	0	0	0
		여러 가지 삼각형	3	0	0	3
		여러 가지 사각형	4	1	0	5
		다각형	3	1	0	4
	측정	시간	1	1	0	2
		길이	2	2	0	4
		들이	1	0	0	1
		무게	0	0	0	0
		각도	1	0	0	1
		어림하기	0	0	0	0
	규칙성	규칙 찾기	3	0	1	4
		규칙과 대응	1	0	3	4
	확률과 통계	자료의 정리	3	0	1	4
		막대그래프와 꺾은선그래프	2	1	0	3
초등학교 5-6학년군	수와 연산	약수와 배수	1	0	0	1
		분수의 덧셈과 뺄셈	1	0	0	1
		분수의 곱셈과 나눗셈	0	0	0	0
		소수의 곱셈과 나눗셈	1	2	0	3
		분수와 소수	0	0	0	0
	도형	합동과 대칭	1	1	0	2
		직육면체와 정육면체	1	1	1	3
		각기둥과 각뿔	1	0	0	1
		원기둥과 원뿔	1	0	0	1
		입체도형의 공간감각	0	0	1	1

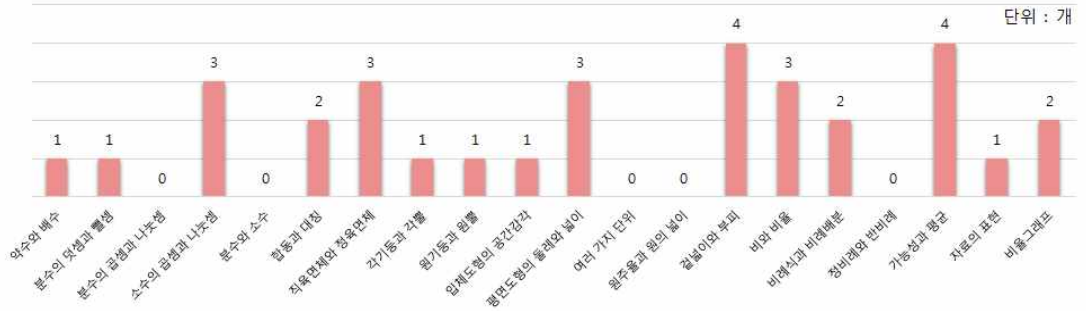
	측정	평면도형의 둘레와 넓이	2	0	1	3
		여러 가지 단위	0	0	0	0
		원주율과 원의 넓이	0	0	0	0
		겉넓이와 부피	2	1	1	4
	규칙성	비와 비율	2	1	0	3
		비례식과 비례배분	1	1	0	2
		정비례와 반비례	0	0	0	0
	확률과 통계	가능성과 평균	3	1	0	4
		자료의 표현	1	0	0	1
		비율그래프	0	2	0	2

[그림 2.21]과 같이, 초등학교 3-4학년군의 24개 단원 중 19개 단원에서 다양한 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다. '나눗셈', '소수', '원의 구성 요소', '무게', '어림하기'와 연계해서는 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 나타났다.



[그림 2.21] STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정의 초등학교 3-4학년군 수학 내용 연계

[그림 2.22]와 같이, 초등학교 5-6학년군의 20개 단원 중 15개 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되었으나, '분수의 곱셈과 나눗셈', '분수와 소수', '여러 가지 단위', '원주율과 원의 넓이', '정비례와 반비례'와 연계해서는 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.

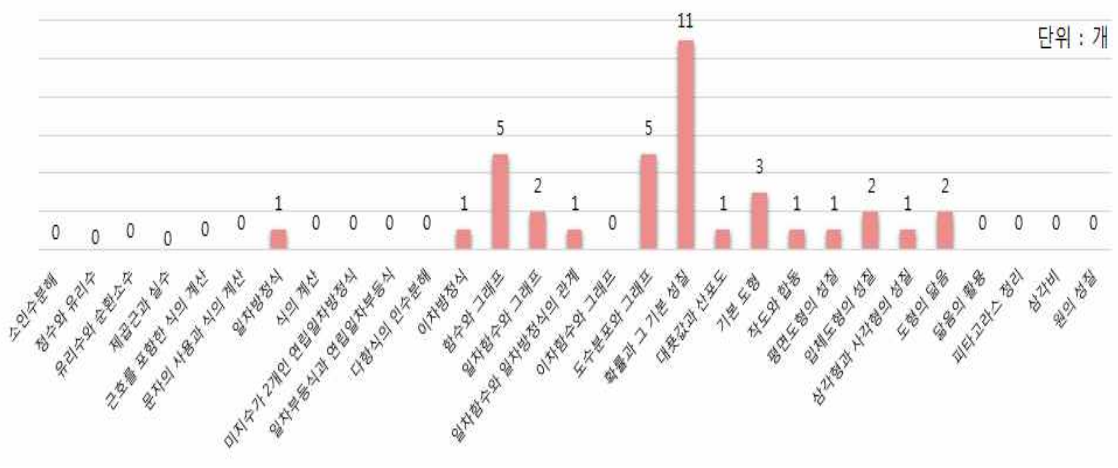


[그림 2.22] STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정의 초등학교 5-6학년군 수학 내용 연계

중학교 수학 내용 체계를 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.22>와 같고, 그림 2.23]과 같이, 전체 29개 단원 중 15개 단원에서는 프로그램이 개발되지 않았다. '확률과 그 기본 성질(11개)'은 가장 많은 프로그램이 개발되었다.

<표 2.22> 2009 개정 교육과정 중학교 수학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
수와 연산	소인수분해	0	0	0	0
	정수와 유리수	0	0	0	0
	유리수와 순환소수	0	0	0	0
	제곱근과 실수	0	0	0	0
	근호를 포함한 식의 계산	0	0	0	0
문자와 식	문자의 사용과 식의 계산	0	0	0	0
	일차방정식	1	0	0	1
	식의 계산	0	0	0	0
	미지수가 2개인 연립일차방정식	0	0	0	0
	일차부등식과 연립일차부등식	0	0	0	0
	다항식의 인수분해	0	0	0	0
	이차방정식	0	1	0	1
함수	함수와 그래프	1	2	2	5
	일차함수와 그래프	0	0	2	2
	일차함수와 일차방정식의 관계	0	1	0	1
	이차함수와 그래프	0	0	0	0
확률과 통계	도수분포와 그래프	4	0	1	5
	확률과 그 기본 성질	2	7	2	11
	대푯값과 산포도	0	0	1	1
기하	기본 도형	3	0	0	3
	작도와 합동	1	0	0	1
	평면도형의 성질	1	0	0	1
	입체도형의 성질	1	0	1	2
	삼각형과 사각형의 성질	1	0	0	1
	도형의 닮음	1	1	0	2
	닮음의 활용	0	0	0	0
	피타고라스 정리	0	0	0	0
	삼각비	0	0	0	0
	원의 성질	0	0	0	0

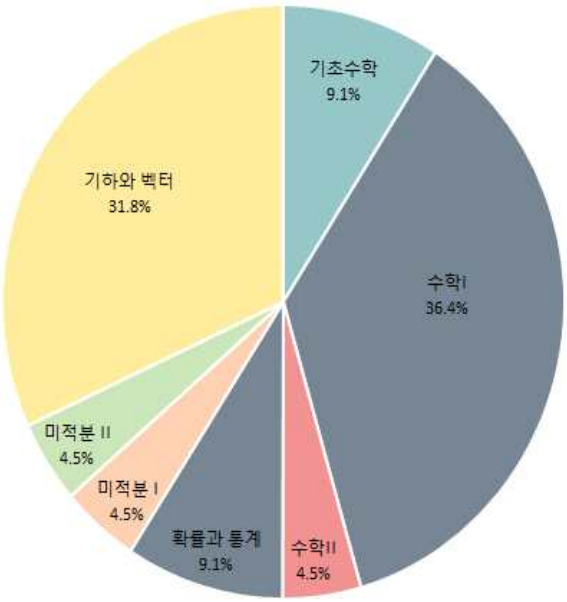


[그림 2.23] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 중학교 수학 내용 연계

고등학교 수학 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.23>와 같고, [그림 2.24]와 같이, 고등학교 수학 과목 중 고급 수학 I, II는 STEAM 프로그램이 개발되지 않았으며, 그 외 과목도 1~8개로 매우 적은 수의 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다.

<표 2.23> 2009 개정 교육과정 고등학교 선택교육과정과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개(%)

	기초 수학	수학I	수학II	확률과 통계	미적분 I	미적분 II	기하와 벡터	고급 수학I	고급 수학II	합 계
합계	2 (9.1)	8 (36.4)	1 (4.5)	2 (9.1)	1 (4.5)	1 (4.5)	7 (31.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	22 (100.0)



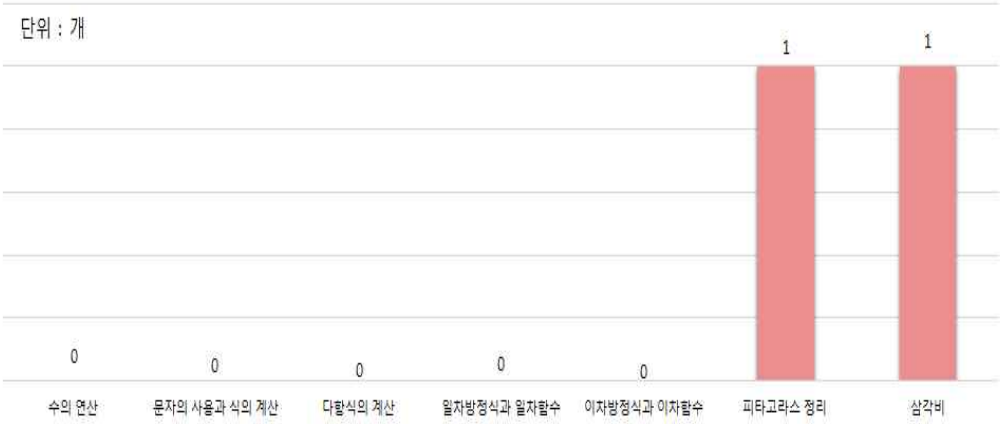
[그림 2.24] STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정고등학교 수학 내용 연계

기초수학 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.24>와 같다.

<표 2.24> 2009 개정 교육과정 고등학교 기초수학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
수와 식의 계산	수의 연산	0	0	0	0
	문자의 사용과 식의 계산	0	0	0	0
	다항식의 계산	0	0	0	0
방정식과 함수	일차방정식과 일차함수	0	0	0	0
	이차방정식과 이차함수	0	0	0	0
피타고라스의 정리	피타고라스의 정리	0	0	1	1
	삼각비	0	0	1	1

[그림 2.25]와 같이, 기초수학 내용 중 '피타고라스 정리', '삼각비'를 제외한 다른 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.



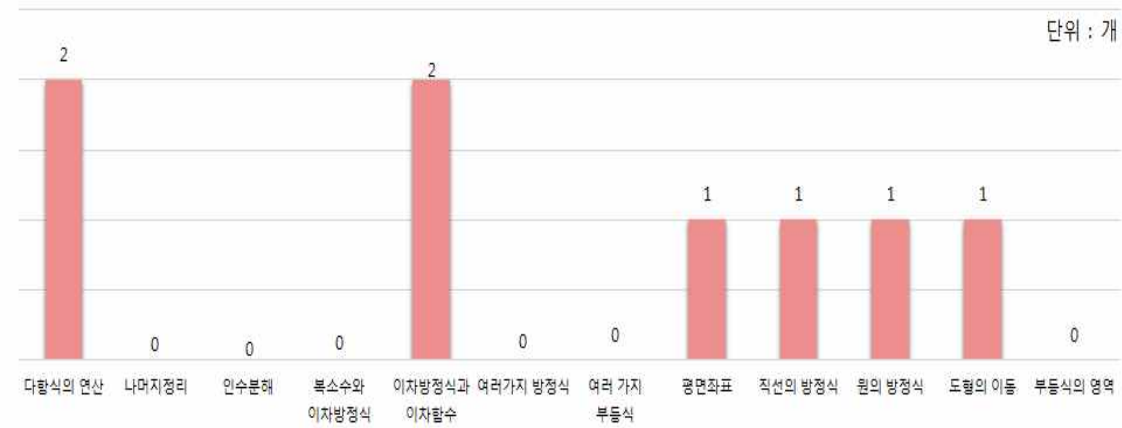
[그림 2.25] STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정 고등학교 기초수학 내용 연계

수학I 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.25>와 같다.

<표 2.25> 2009 개정 교육과정 고등학교 수학I 내용과 STEAM프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
다항식	다항식의 연산	1	1	0	2
	나머지 정리	0	0	0	0
	인수분해	0	0	0	0
방정식과 부등식	복소수와 이차방정식	0	0	0	0
	이차방정식과 이차함수	2	0	0	2
	여러 가지 방정식	0	0	0	0
	여러 가지 부등식	0	0	0	0
도형의 방정식	평면좌표	1	0	0	1
	직선의 방정식	1	0	0	1
	원의 방정식	1	0	0	1
	도형이 이동	1	0	0	1
	부등식의 영역	0	0	0	0

[그림 2.26]과 같이, '나머지 정리', '인수분해', '복소수와 이차방정식', '여러 가지 방정식', '여러 가지 부등식', '부등식의 영역' 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.



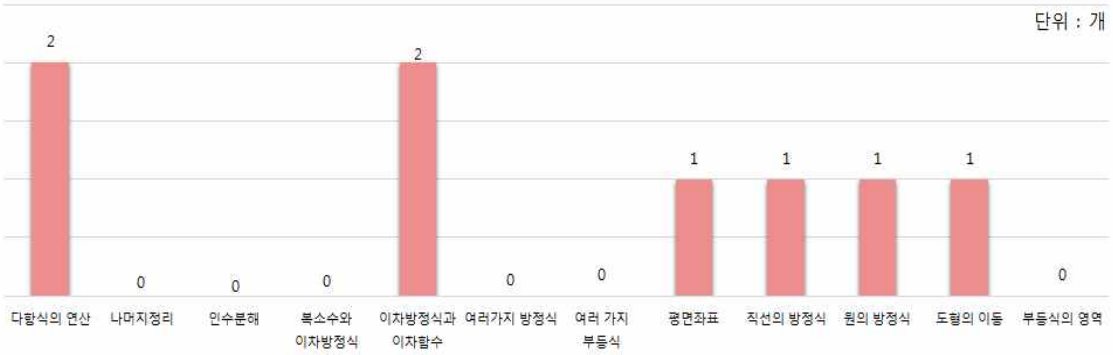
[그림 2.26] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 수학I 내용 연계

수학II 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.26>과 같다.

<표 2.26> 2009 개정 교육과정 고등학교 수학II 내용과 STEAM프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
집합과 명제	집합	0	0	0	0
	명제	0	0	0	0
함수	함수	0	0	0	0
	유리함수와 무리함수	0	0	0	0
수열	등차수열과 등비수열	0	0	0	0
	수열의 합	0	0	0	0
	수학적 귀납법	0	0	0	0
지수와 로그	지수	0	0	0	0
	로그	0	1	0	1

[그림 2.27]과 같이, '로그' 단원을 제외한 다른 모든 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.



[그림 2.27] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 수학II 내용 연계

확률과 통계 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.27>과 같다.

<표 2.27> 2009 개정 교육과정 고등학교 확률과 통계 내용과 STEAM프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
순열과 조합	경우의 수	1	0	0	1
	순열과 조합	0	0	0	0
	분할	0	0	0	0
	이항정리	0	0	0	0
확률	확률의 뜻과 활용	0	1	0	1
	조건부 확률	0	0	0	0
통계	확률분포	0	0	0	0
	통계적 추정	0	0	0	0

[그림 2.28]과 같이, '경우의 수', '확률이 뜻과 활용' 단원을 제외한 다른 모든 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.

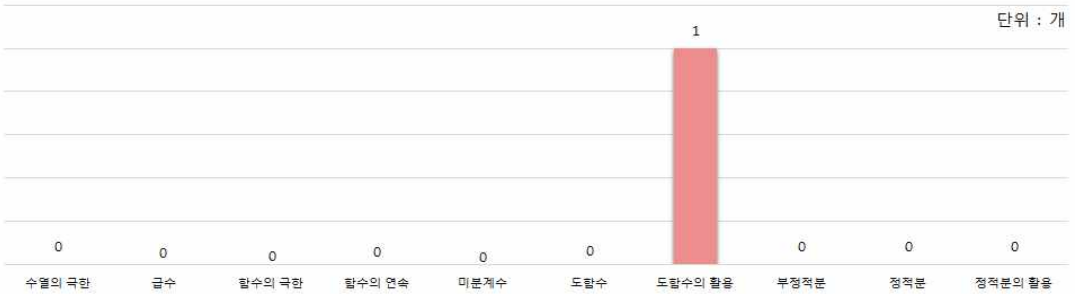
[그림 2.28] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 확률과 통계 내용 연계

미적분I, II 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.28>과 같다.

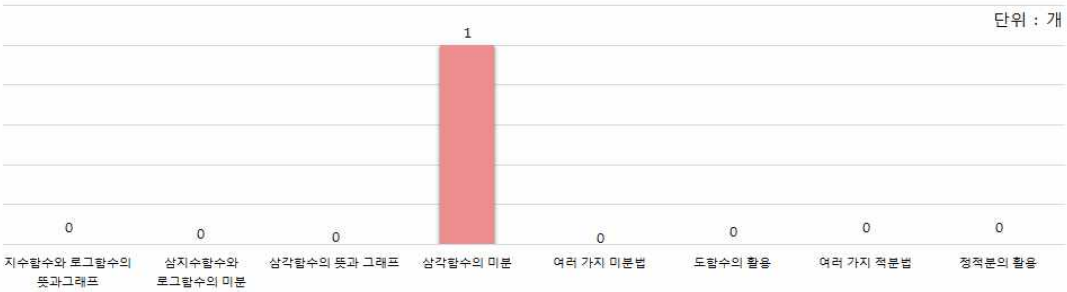
<표 2.28> 2009 개정 교육과정 고등학교 미적분I, 미적분II 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분			2012	2013	2014	합계
미적분I	수열의 극한	수열의 극한	0	0	0	0
		급수	0	0	0	0
	함수의 극한과 연속	함수의 극한	0	0	0	0
		함수의 연속	0	0	0	0
	다항함수의 미분법	미분계수	0	0	0	0
		도함수	0	0	0	0
		도함수의 활용	0	1	0	1
	다항함수의 적분법	부정적분	0	0	0	0
		정적분	0	0	0	0
		정적분의 활용	0	0	0	0
미적분II	지수함수와 로그	지수함수와 로그함수의 뜻과 그래프	0	0	0	0
		지수함수와 로그함수의 미분	0	0	0	0
	삼각함수	삼각함수의 뜻과 그래프	0	0	0	0
		삼각함수의 미분	0	0	1	1
	미분법	어려가지 미분법	0	0	0	0
		도함수의 활용	0	0	0	0
	적분법	여러 가지 적분법	0	0	0	0
		정적분의 활용	0	0	0	0

[그림 2.29], [그림 2.30]과 같이, 미적분I, II 각 교과에서 한 단원씩을 제외한 다른 모든 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.



[그림 2.29] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 미적분I 내용 연계



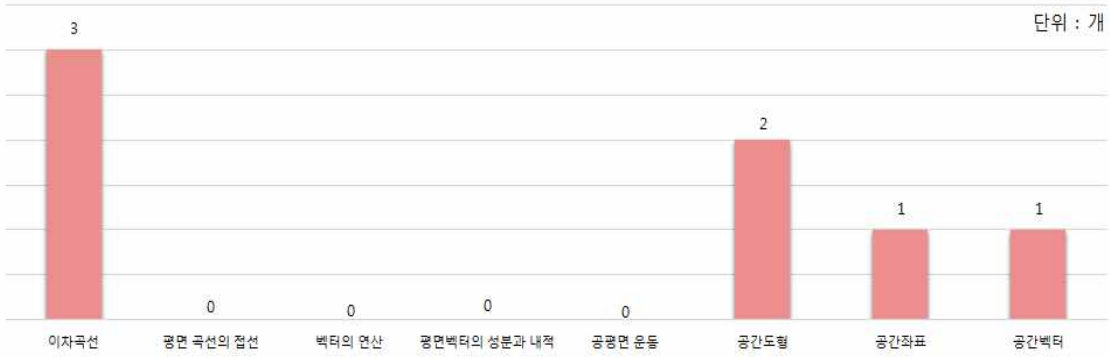
[그림 2.30] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 미적분II 내용 연계

기하와 벡터 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.29>와 같다.

<표 2.29> 2009 개정 교육과정 고등학교 기하와 벡터 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
평면 곡선	이차곡선	3	0	0	3
	평면 곡선의 접선	0	0	0	0
평면벡터	벡터의 연산	0	0	0	0
	평면벡터이 성분과 내적	0	0	0	0
	평면운동	0	0	0	0
공간도형과 공간벡터	공간도형	2	0	0	2
	공간좌표	1	0	0	1
	공간벡터	1	0	0	1

[그림 2.31]과 같이, 전체 8개 단원 중 4개 단원에서는 연계하여 개발된 프로그램이 있는 것으로 나타났으나, 나머지 4개 단원에서는 연계하여 개발된 STEAM 프로그램이 전혀 없는 것으로 조사되었다.



[그림 2.31] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 기하와 벡터 내용 연계

2) 2015 개정 교육과정

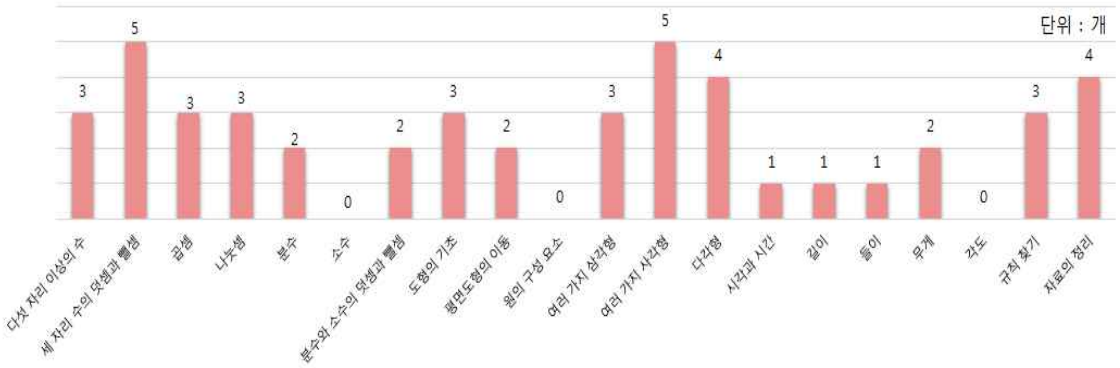
초등학교 수학 내용 체계를 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.30>과 같다.

<표 2.30> 2015 개정 교육과정 초등학교 수학 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분			2012	2013	2014	합계
초등학교 3-4학년군	수와 연산	다섯 자리 이상의 수	2	1	0	3
		세 자리 수의 덧셈과 뺄셈	5	0	0	5
		곱셈	3	0	0	3
		나눗셈	3	0	0	3
		분수	1	1	0	2
		소수	0	0	0	0
		분수와 소수의 덧셈과 뺄셈	2	0	0	2
	도형	도형의 기초	1	2	0	3
		평면도형의 이동	1	0	1	2
		원의 구성 요소	0	0	0	0
		여러 가지 삼각형	3	0	0	3
		여러 가지 사각형	4	1	0	5
		다각형	3	1	0	4
	측정	시각과 시간	1	0	0	1
		길이	1	0	0	1
		들이	1	0	0	1
		무게	0	2	0	2
		각도	0	0	0	0
	규칙성	규칙 찾기	3	0	0	3
	자료와 가능성	자료의 정리	3	1	0	4
초등학교 5-6학년군	수와 연산	자연수의 혼합 계산	0	0	0	0
		약수와 배수	1	0	0	1
		분수의 덧셈과 뺄셈	1	0	0	1
		분수의 곱셈과 나눗셈	0	0	0	0
		분수와 소수	0	0	0	0
		소수의 곱셈과 나눗셈	1	2	0	3
	도형	합동과 대칭	2	2	0	4
		직육면체와 정육면체	1	0	1	2
		각기둥과 각뿔	1	0	0	1
		원기둥과 원뿔	1	0	0	1
		입체도형의 공간감각	0	0	1	1
	측정	어림하기	0	0	0	0
		평면도형의 둘레와 넓이	2	0	1	3
		원주율과 원의 넓이	0	0	0	0
		입체도형의 겉넓이와 부피	2	0	1	3
	규칙성	규칙과 대응	0	0	0	0
		비와 비율	2	2	1	5

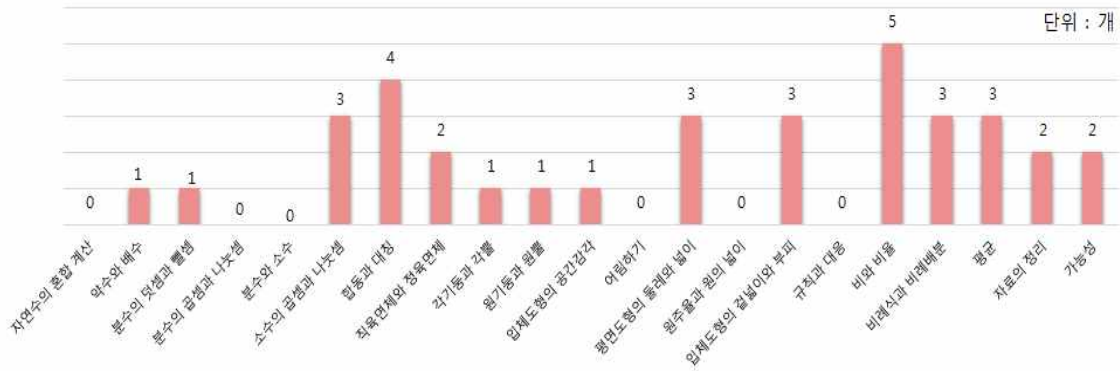
		비례식과 비례배분	1	1	1	3
	자료와 가능성	평균	3	0	0	3
		자료의 정리	0	2	0	2
		가능성	1	1	0	2

[그림 2.32]와 같이, 초등학교 3~4학년군의 수학 내용은 프로그램의 수는 적으나, 17개 단원에서 다양한 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다. 그러나 '소수', '원의 구성 요소', '각도' 단원과 연계해서는 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 나타났다.



[그림 2.32] STEAM 프로그램의 2015 초등학교 3-4학년군 수학 내용 연계

[그림 2.33]과 같이, 초등학교 5~6학년 수학 내용의 21개 단원 중 약 70%에 해당하는 15개 단원에서 그 수는 적지만 연계된 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다. 그러나 '자연수의 혼합 계산', '분수의 곱셈과 나눗셈', '분수와 소수', '어림하기', '원주율과 원의 넓이', '규칙과 대응' 단원과 연계해서는 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.

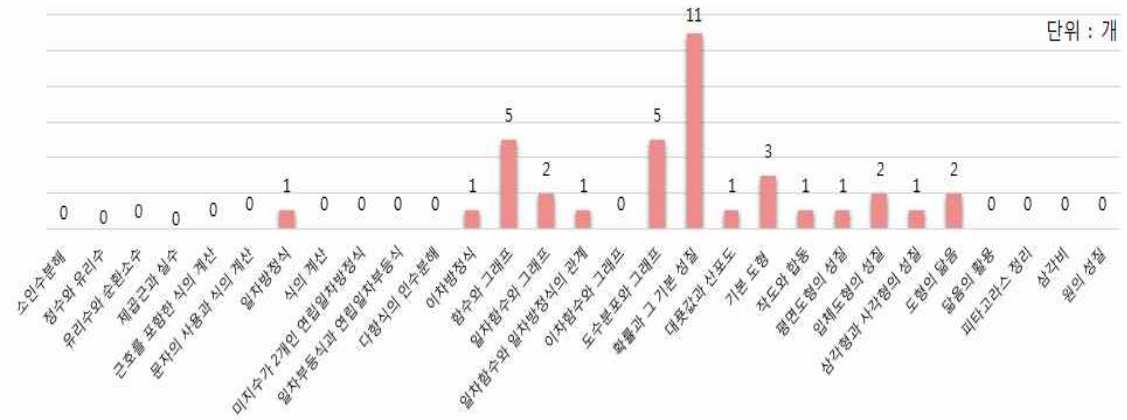


[그림 2.33] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 초등학교 5-6학년군 수학 내용 연계

중학교 수학 내용 체계를 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.31>과 같다.

<표 2.31> 2015 개정 교육과정 중학교 수학 내용과 STEAM프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
수와 연산	소인수분해	0	0	0	0
	정수와 유리수	0	0	0	0
	유리수와 순환소수	0	0	0	0
	제곱근과 실수	0	0	0	0
문자와 식	문자의 사용과 식의 계산	0	0	0	0
	일차방정식	1	0	0	1
	식의 계산	0	0	0	0
	일차부등식과 연립일차방정식	0	0	0	0
	다항식의 곱셈과 인수분해	0	0	0	0
	이차방정식	0	1	0	1
함수	좌표평면과 그래프	0	2	1	3
	일차함수와 그래프	0	0	2	2
	일차함수와 일차방정식의 관계	0	1	0	1
	이차함수와 그래프	0	0	0	0
확률과 통계	자료의 정리와 해석	2	0	1	3
	확률과 그 기본 성질	1	3	1	5
	대푯값과 산포도	0	0	1	1
	상관관계	0	0	0	0
기하	기본 도형	2	0	0	2
	작도와 합동	1	0	0	1
	평면도형의 성질	1	0	0	1
	입체도형의 성질	1	0	1	2
	삼각형과 사각형의 성질	0	0	0	0
	도형의 닮음	1	1	0	2
	피타고라스 정리	0	1	0	1
	삼각비	0	0	0	0
	원의 성질	0	0	0	0



[그림 2.34] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 중학교 수학 내용 연계

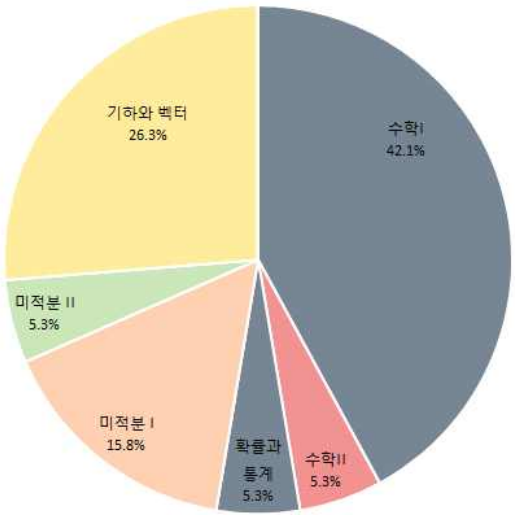
[그림 2.34]와 같이, 27개 단원 중 약 50%에 해당하는 '소인수분해', '정수와 유리수', '유리수와 순환소수', '제곱근과 실수', '문자의 사용과 식의 계산', '식의 계산', '일차부등식과 연립일차방정식', '다항식의 곱셈과 인수분해', '이차함수와 그래프', '상관관계', '삼각형과 사각형의 성질', '삼각비', '원의 성질'의 14개 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 나타났다.

고등학교 수학 과목을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.32>와 같다.

<표 2.32> 2015 개정 교육과정 고등학교 선택교육과정과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개(%)

	수학	수학I	수학II	미적분	확률과 통계	기하	실용 수학	경제 수학	수학 과제 탐구	합 계
합계	8 (42.1)	1 (5.3)	1 (5.3)	3 (15.8)	1 (5.3)	5 (26.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	19 (100.0)

[그림 2.35]와 같이, 고등학교 수학 과목 중 실용수학, 경제수학, 수학과제탐구는 STEAM 프로그램이 개발되지 않았으며, 그 외의 과목도 1~8개로 매우 적은 수의 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다.



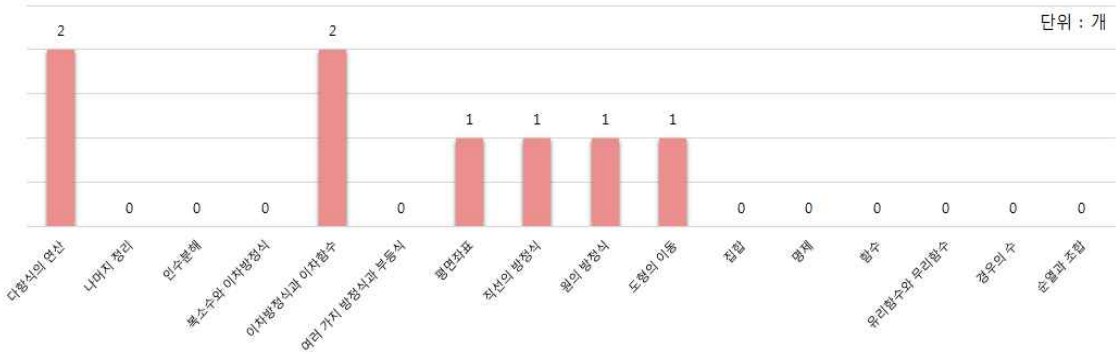
<그림 2.35> STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교급 수학 내용 연계

고등학교 수학 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.33>과 같다.

<표 2.33> 2015 개정 교육과정 고등학교 선택교육과정과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
문자와 식	다항식의 연산	1	1	0	2
	나머지 정리	0	0	0	0
	인수분해	0	0	0	0
	복소수와 이차방정식	0	0	0	0
	이차방정식과 이차함수	2	0	0	2
	여러 가지 방정식과 부등식	0	0	0	0
기하	평면좌표	1	0	0	1
	직선의 방정식	1	0	0	1
	원의 방정식	1	0	0	1
	도형의 이동	1	0	0	1
수와 연산	집합	0	0	0	0
	명제	0	0	0	0
함수	함수	0	0	0	0
	유리함수와 무리함수	0	0	0	0
확률과 통계	경우의 수	0	0	0	0
	순열과 조합	0	0	0	0

[그림 2.36]과 같이, 16개 단원 중 6개의 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되었으며, 프로그램의 수도 1~2개로 매우 적은 것으로 조사되었다.

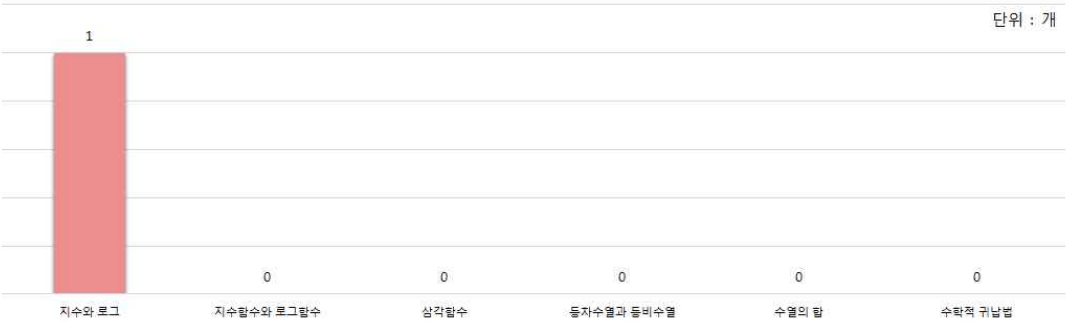


[그림 2.36] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 수학 내용 연계

수학I 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.34>와 같고, [그림 2.37]과 같이, '지수와 로그' 단원을 제외한 모든 단원에서 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.

<표 2.34> 2015 개정 교육과정 고등학교 수학I 내용과 STEAM프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
지수함수와 로그함수	지수와 로그	0	1	0	1
	지수함수와 로그함수	0	0	0	0
삼각함수	삼각함수	0	0	0	0
수열	등차수열과 등비수열	0	0	0	0
	수열의 합	0	0	0	0
	수학적 귀납법	0	0	0	0



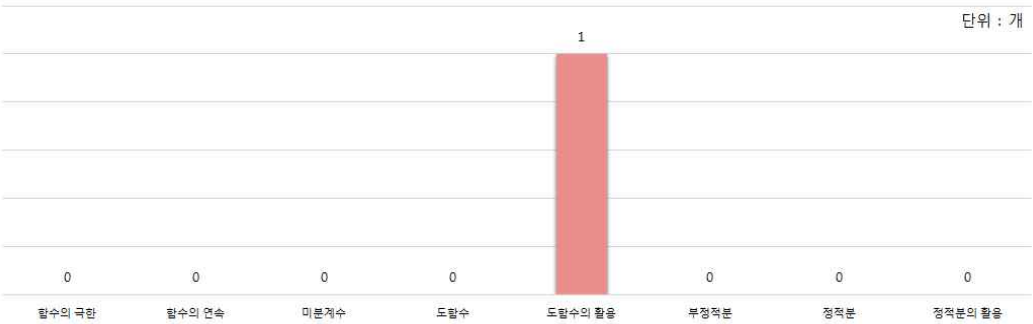
[그림 2.37] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 수학I 내용 연계

고등학교 수학II 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.35>와 같다.

<표 2.35> 2015 개정 교육과정 고등학교 수학II 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
함수의 극한과 연속	함수의 극한	0	0	0	0
	함수의 연속	0	0	0	0
미분	미분계수	0	0	0	0
	도함수	0	0	0	0
	도함수의 활용	0	1	0	1
적분	부정적분	0	0	0	0
	정적분	0	0	0	0
	정적분의 활용	0	0	0	0

[그림 2.38]과 같이, '도함수의 활용' 단원을 제외한 다른 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.

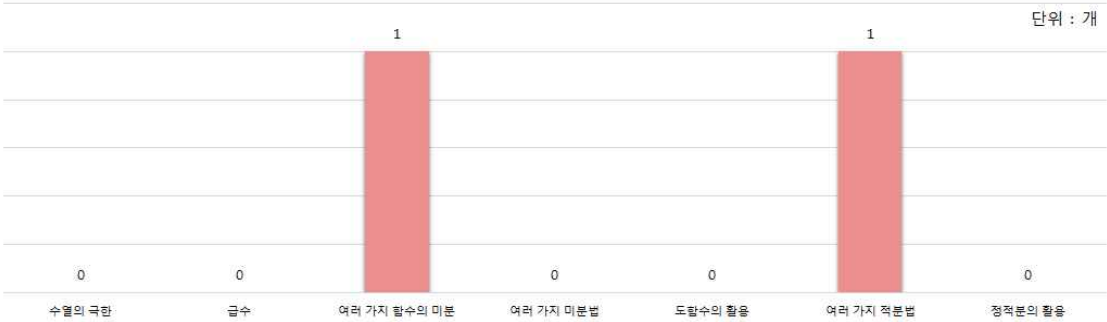


[그림 2.38] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 수학II 내용 연계

미적분 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.36>과 같고, [그림 2.39]와 같이, '여러 가지 함수의 미분'과 '여러 가지 적분법' 단원을 제외한 다른 모든 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.

<표 2.36> 2015 개정 교육과정 고등학교 미적분 내용과 STEAM프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
수열의 극한	수열의 극한	0	0	0	0
	급수	0	0	0	0
미분법	여러 가지 함수의 미분	0	1	0	1
	여러 가지 미분법	0	0	0	0
	도함수의 활용	0	0	0	0
적분법	여러 가지 적분법	0	0	1	1
	정적분의 활용	0	0	0	0



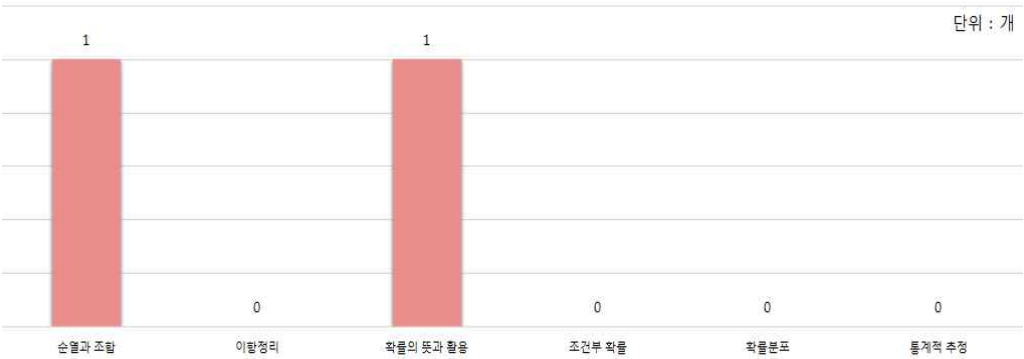
[그림 2.39] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 미적분 내용 연계

확률과 통계 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.37>와 같다.

<표 2.37> 2015 개정 교육과정 고등학교 확률과 통계 내용과 STEAM프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
경우의 수	순열과 조합	1	0	0	1
	이항정리	0	0	0	0
확률	확률의 뜻과 활용	0	1	0	1
	조건부 확률	0	0	0	0
통계	확률분포	0	0	0	0
	통계적 추정	0	0	0	0

[그림 2.40]과 같이, ‘순열과 조합’ 및 ‘확률의 뜻과 활용’ 단원을 제외한 다른 모든 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.



[그림 2.40] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 확률과 통계 내용 연계

기하 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.38>과 같다.

<표 2.38> 2015 개정 교육과정 고등학교 기하 내용과 STEAM프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합계
이차곡선	이차곡선	3	0	0	3
평면벡터	벡터의 연산	0	0	0	0
	평면벡터의 성분과 내적	1	0	0	1
공간도형과 공간좌표	공간도형	0	0	0	0
	공간좌표	1	0	0	1

[그림 2.41]과 같이, 1~3개의 적은 수이지만, 전체 5개의 단원 중 3개의 단원과 연계된 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었고, '벡터의 연산' 및 '공간도형' 단원과 연계된 프로그램은 개발되지 않은 것으로 조사되었다.

[그림 2.41] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 기하 내용 연계

라. 기술·가정과 교육과정 연계

1) 2009 개정 교육과정

기술·가정은 초등학교 교육과정에서는 실과로 제시된다. 초등학교 3~4학년의 경우에는 실과를 정규 교육과정에 다루지 않으므로 분석의 대상에서 제외하였다. 초등학교 5-6학년군 내용 체계를 중단원 수준에서 2012~2014년의 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.39>와 같다.

<표 2.39> STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 초등학교 5-6학년군 기술·가정(실과) 내용 연계 결과 단위 :개

구분	2012~2013	2014	합 계
가정생활	12	5	17
기술의 세계	33	27	60

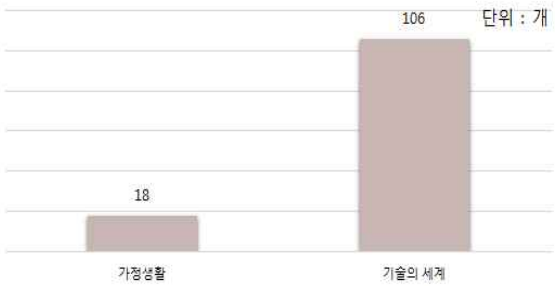
[그림 2.42]와 같이, 초등학교 실과(기술·가정) 교과의 '가정생활' 영역은 '기술의 세계' 영역에 비하여 비교적 프로그램이 적게 개발된 것으로 조사되었다. 이는 STEAM 프로그램의 주제가 과학기술로 제한되어 개발되어 나타난 결과로 해석할 수 있다.

[그림 2.42] STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정 초등학교 5-6학년군 기술·가정 내용 연계

중학교 기술·가정 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.40>와 같고, [그림 2.43]과 같이, '기술의 세계'에 집중되어 STEAM 프로그램이 개발된 것을 나타났다.

<표 2.40> STEAM 프로그램의 2009개정 교육과정 중학교 기술·가정 내용 연계 결과 단위 :개

구분	2012~2013	2014	합 계
가정생활	10	8	18
기술의 세계	71	35	106

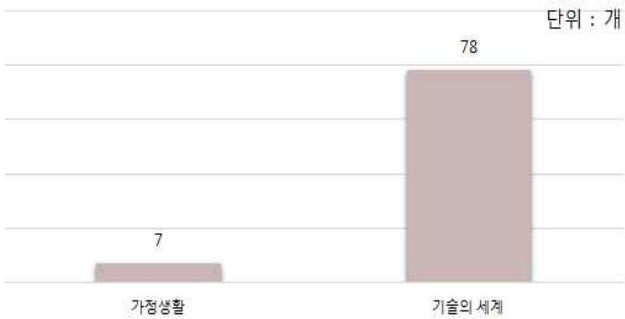


[그림 2.43] STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정중학교 기술·가정 내용 연계

고등학교 기술·가정 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.41>과 같고, [그림 2.44]과 같이, 초·중학교급과 유사하게 '기술의 세계'에 집중적으로 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다.

<표 2.41> STEAM 프로그램의 2009 개정 교육과정 고등학교 기술·가정 내용 연계 단위 :개

구분	2012~2013	2014	합 계
가정생활	4	38	7
기술의 세계	39	39	78



[그림 2.44] STEAM 프로그램의 2009 개정 고등학교 기술·가정 내용 연계

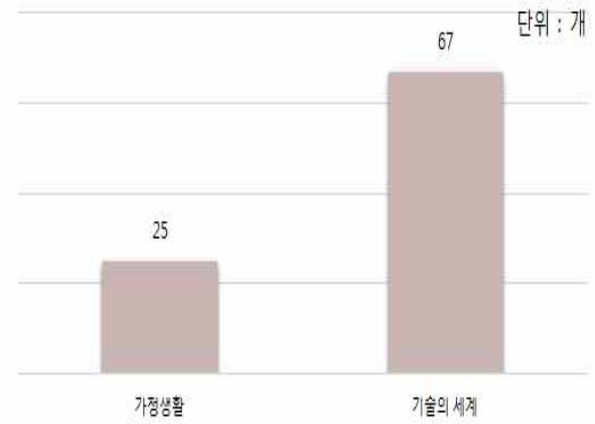
2) 2015 개정 교육과정

초등학교 기술·가정 내용 체계를 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.42>와 같다.

<표 2.42> 2015 개정 교육과정 초등학교 기술·가정 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분		2012	2013	2014	합 계
초등 3-4	가정생활	0	2	1	3
	기술의 세계	3	7	3	13
초등 5-6	가정생활	9	3	10	22
	기술의 세계	12	21	21	54

[그림 2.45]과 같이, 초등학교 기술·가정의 '가정생활(22차시)', '기술의 세계(54차시)' 2개의 영역에서 비교적 '기술의 세계' 영역에 집중되어 개발한 것으로 조사되었다.

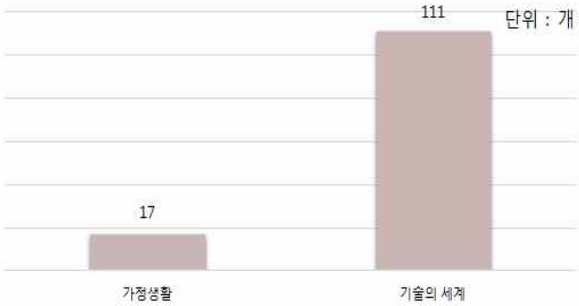


[그림 2.45] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 초등학교 기술·가정 내용 연계

중학교 기술·가정 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.43>와 같고, [그림 2.46]과 같이, '가정 생활'은 '기술의 세계'에 비하여 STEAM 프로그램이 2~8개로 비교적 적은 수의 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다.

<표 2.43> 2015 개정 교육과정 중학교 기술·가정 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분	2012	2013	2014	합 계
가정생활	2	7	8	17
기술의 세계	15	56	40	111

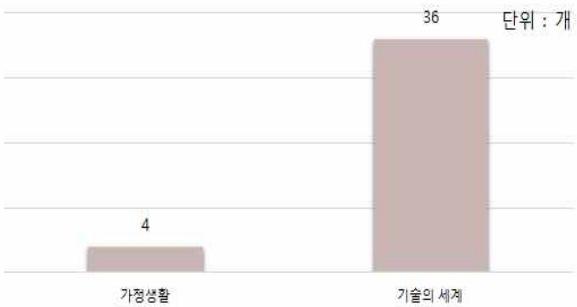


[그림 2.46] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 중학교 기술·가정 내용 연계

고등학교 기술·가정 내용을 STEAM 프로그램과 연계하여 분석한 결과는 <표 2.44>와 같고, [그림 2.47]과 같이, '기술의 세계'에 집중되어 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다.

<표 2.44> 2015 개정 교육과정 고등학교 기술·가정 내용과 STEAM 프로그램의 연계 결과 단위: 개

구분	2012	2013	2014	합 계
가정생활	1	3	0	4
기술의 세계	11	25	0	36



[그림 2.47] STEAM 프로그램의 2015 개정 교육과정 고등학교 기술·가정 내용 연계

4. 결론 및 시사점

교육부와 한국과학창의재단에서 초, 중, 고등학교의 STEAM 교육을 위해 지원하여 개발한 총 78개 주제의 STEAM 프로그램(2012년~2014년)을 2009 교육과정 및 2015 교육과정의 주요 교과 내용과 연계하여 분석하였다. 본 연구에서는 STEAM의 특성에 따라 주요 교과를 과학, 수학, 기술/실과(기술·가정) 교과로 제한하여, 교육과정 내용 영역을 중단원 수준에서 분석하였다.

첫째, 전체 프로그램을 교과 분야별 빈도로 조사한 결과, 과학 분야가 가장 많고, 기술/실과, 미술, 그리고 수학 분야 등의 순서로 조사되었다. STEAM 교육이 과학 및 수학에 대한 학습자의 흥미와 효능감을 높이는데 효과적이라는 관점에서 볼 때, 수학포기자의 문제를 해결할 수 있는 대안으로써의 수학 STEAM 프로그램의 개발을 도모해야 할 것이다.

둘째, 2009 과학과 교육과정과 연계하여 조사한 결과, 초등학교 과학과 32개 단원에서 다양한 STEAM 프로그램이 개발되었지만, '동물의 한 살이', '지층과 화석', '용해와 용액', '지구와 달의 운동'과 연계해서는 개발되지 않은 것으로 나타났다. 중학교의 경우, 과학과 20개 단원에서 중 '화학반응에서의 규칙성'을 제외한 19개 단원 내용과 연계하여 STEAM 프로그램이 개발되었다. 고등학교의 경우, 과학과 6개의 모든 단원에서 다양한 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다. 그러나 대부분의 프로그램은 '정보통신과 신소재' 또는 '에너지와 환경'의 단원 내용과 연계된 것으로 나타났다.

셋째, 2015 개정 과학과 교육과정과 연계하여 조사한 결과, 초등학교 과학과 33개 단원에서 다양한 STEAM 프로그램이 개발되었지만, '식물의 생활', '지층과 화석', '소리의 성질', '혼합물의 분리', '용해와 용액', '여러 가지 기체', '계절의 변화'와 연계해서는 개발되지 않은 것으로 나타났다. 중학교의 경우, 과학과 24개 단원 중 '지권의 변화,' '생물의 다양성,' '화학 반응의 규칙과 에너지 변화'을 제외한 21개 단원 내용과 연계하여 STEAM 프로그램이 개발되었다. 고등학교의 경우, 통합과학과 9개 단원 중 '역학 시스템'. '생명의 다양성과 유지', '발전과 신재생 에너지'를 제외한 다른 단원은 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다.

넷째, 2009 수학과 교육과정과 연계하여 조사한 결과, 초등학교 3~4학년군에서 25개 단원 중 '나눗셈', '소수', '원의 구성요소', '무게', '어림하기', '수의 범위' 등과 연계된 STEAM 프로그램은 없는 것으로 조사되었다. 5~6학년군에서 25개 단원 중 '분수의 곱셈과 나눗셈', '분수와 소수', '넓이의 여러 가지 단원', '원주율과 원의 넓이', '정비례와

반비례' 등과 연계해서는 STEAM 프로그램이 개발되지 않은 것으로 조사되었다. 중학교와 고등학교의 경우, '함수와 그래프,' '경우의 수,' '확률의 계산' 등의 일부 단원에서 소수의 프로그램이 개발되었다.

다섯째, 2015 개정 수학과 교육과정과 연계하여 조사한 결과, 초등학교 3~4학년군은 18개 단원 중 '소수'와 '원의 구성요소' 단원을 제외한 대부분의 단원에서 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다. 5~6학년군의 경우, 25개 단원 중 '약분과 통분', '분수와 소수의 관계', '자연수의 혼합계산', '분수의 곱셈과 나눗셈', '원주율', '수의 범위', '어림하기', '규칙과 대응', '그림 그래프' 등과 연계해서는 STEAM 프로그램이 개발되지 않았다. 중학교와 고등학교의 경우, 교육과정의 단원 중 50%에 해당하는 단원에서 소수의 프로그램이 개발되었다.

여섯째, 2009 기술·가정과(실과) 교육과정 연계하여 조사한 결과, 초등학교와 중학교, 고등학교 모든 학교급에서 '기술의 세계' 영역에 집중하여 STEAM 프로그램이 개발된 것으로 조사되었다. 이 결과는 2015 개정 기술·가정과(실과) 교육과정 연계하여 조사한 결과와도 유사하다. 이러한 결과는 STEAM 교육의 특성에 따른 결과로 해석할 수 있다.

위에서 살펴본 것과 같이, 2009 및 2015 개정 과학, 수학, 기술·가정과(실과) 교육과정의 여러 단원에서 많은 STEAM 프로그램들이 개발되었다. 그러나 프로그램들이 STEAM과 연관성이 높거나 개발하기 쉬운 내용과 연계되어 있는 것은 STEAM 프로그램의 활용도를 낮추거나 실행을 제한하는 결과를 가져올 수 있다. 따라서 STEAM으로 개발하기 어려운 단원의 도전적인 개발을 시도할 필요가 있다.

제3장. 학교 STEAM 운영 현황 실태조사

1. 연구 내용

본 연구에서는 우리나라 초 · 중등학교 현장에서 실행되고 있는 STEAM 교육 운영 현황 실태를 조사하였다. 2015년 조사 시점에서, 초, 중, 고등학교의 STEAM 교육 실행 여부 및 그 이유, 실행 빈도 및 교과 시간, 예산 등 STEAM 교육 운영 현황에 대한 실태조사를 통해 STEAM 교육을 점검·진단하고 향후의 STEAM 교육의 개선 방향을 위한 기초 자료로 제공하고자 한다.

2. 조사 설계 및 표집

STEAM 교육의 현황 실태는 전국 17개 시·도교육청의 모든 초, 중, 고등학교를 대상으로, 교육부 공문을 통하여 2015년 12월 07일 (월요일) ~ 12월 15일 (화요일)까지 온라인으로 진행하였다. 온라인 설문조사는 조사대상자가 인터넷 주소(URL) https://ko.surveymonkey.com/r/2015steam_operation 에 접속하여 설문에 응답하는 형식으로 진행하였다.

실태조사지의 구성은 <표 3.1>과 같이 STEAM 교육 실행 여부에 따라 문항이 구분되었다. STEAM 교육을 실행하고 있는 학교를 대상으로, STEAM 교육을 실행하는 이유, STEAM 교육을 위해서 가장 우선적으로 해결되어야 하는 문제, 수업 빈도, 시간, 예산, 만족도 등을 조사하였다. STEAM 교육을 실행하고 있지 않는 학교를 대상으로, STEAM 교육을 실행하지 않는 이유, 앞으로 STEAM 교육을 실행할 계획 수립 여부, STEAM 교육을 위해서 가장 우선적으로 해결되어야 하는 문제 등을 조사하였다.

<표 3.1> STEAM 교육 운영 현황 실태조사지의 구성(조사시점 기준 실행 여부)

설문 내용	
◦ STEAM 교육 실행 여부	
◦ STEAM 교육 실행 학교	• 실행 이유 • STEAM 수업 빈도 • STEAM 수업 시간 • STEAM 예산 • STEAM 교육 만족도 • 지속적 실행 계획 여부 및 이유
◦ STEAM 교육 실행하지 않는 학교	• 실행하지 않는 이유 • 실행 계획 여부
◦ STEAM 교육 실행을 위한 선결 문제	• STEAM 교육 실행 학교 • STEAM 교육 실행하지 않는 학교

3. 참여 학교의 기초 배경

본 연구가 시행한 STEAM 교육 운영 현황 실태조사에는 초, 중, 고등학교의 총 11,526개 학교 가운데 6,551개 학교가 조사에 참여하여, 약 56.8%의 참여율을 보였다.

<표 3.2>는 2015년 12월 한국교육개발원 교육기본통계에 나타난 초, 중, 고등학교 수와 조사에 참여한 학교 수를 시·도 교육청별 및 학교급별로 나타낸 것이다. 학교급별로 살펴보면, 초등학교의 경우, 5,978개 학교 가운데 3,394개 학교가 조사에 참여하여 약 56.8%, 중학교의 경우, 3,204개 학교 가운데 1,858개 학교가 조사에 참여하여 약 58%, 고등학교의 경우, 2,344개 학교 가운데 1,299개 학교가 조사에 참여하여 약 55.4%의 참여율을 나타냈다.

17개 시・도 교육청별로 초, 중, 고등학교의 조사 참여율을 보면, 대구, 부산, 울산, 서울, 세종, 대전, 경기, 전남, 충북, 인천, 경남, 강원, 전북, 충남, 경북, 광주, 제주의 순서로 나타났다. 전체적으로 70% 이상의 참여율을 나타낸 지역 교육청은 부산, 대구, 울산이고, 반면 광주, 경북, 제주는 40% 미만의 참여율을 보였다.

학교급별의 조사 참여율을 살펴보면, 초등학교의 경우, 70% 이상의 참여율을 나타낸 지역 교육청은 서울, 부산, 대구, 울산, 세종이고, 광주, 경북, 제주는 40% 미만의 참여율을 나타냈다. 중학교의 경우, 70% 이상의 참여율을 나타낸 지역 교육청은 서울, 부산, 대구, 울산이고, 광주, 경북, 제주는 40% 미만의 참여율을 나타냈다. 고등학교의 경우, 70% 이상의 참여율을 나타낸 지역 교육청은 부산, 대구이고, 광주, 경북, 제주는 40% 미만의 참여율을 나타냈다. 학교급별에서는 중학교(58.0%), 초등학교(56.8%), 고등학교(55.4%) 순으로 참여율을 보였다.

<표 3.2> 학교급별 및 시·도 교육청별 조사 참여 학교 수 단위: 개

구분	초등학교			중학교			고등학교			지역별 총 합계		
	전체*	참여	비율(%)	전체*	참여	비율(%)	전체*	참여	비율(%)	전체*	참여	비율(%)
서울	599	430	71.8	384	273	71.1	318	187	58.8	1,301	890	68.4
부산	306	244	79.7	172	123	71.5	145	108	74.5	623	475	76.2
대구	221	171	77.4	124	110	88.7	92	66	71.7	437	347	79.4
인천	243	143	58.8	134	76	56.7	123	56	45.5	500	275	55.0
광주	153	54	35.3	89	32	36.0	67	21	31.3	309	107	34.6
대전	146	94	64.4	88	60	68.2	62	43	69.4	296	197	66.6
울산	119	91	76.5	62	52	83.9	56	35	62.5	237	178	75.1
세종	35	26	74.3	17	11	64.7	13	7	53.8	65	44	67.7
경기	1,213	740	61.0	613	397	64.8	460	282	61.3	2,286	1,419	62.1
강원	351	183	52.1	162	75	46.3	117	58	49.6	630	316	50.2
충북	260	138	53.1	128	81	63.3	83	45	54.2	471	264	56.1
충남	405	184	45.4	186	86	46.2	116	60	51.7	707	330	46.7
전북	415	214	51.6	209	96	45.9	133	63	47.4	757	373	49.3
전남	426	260	61.0	250	136	54.4	145	100	69.0	821	496	60.4
경북	476	168	35.3	275	104	37.8	193	60	31.1	944	332	35.2
경남	498	250	50.2	266	146	54.9	191	107	56.0	955	503	52.7
제주	112	4	3.6	45	0	0.0	30	1	3.3	187	5	2.7
합계	5,978	3,394	56.8	3,204	1,858	58.0	2,344	1,299	55.4	11,526	6,551	56.8

*출처: 한국교육개발원, 교육기본통계
파란색 배경: 70% 이상, 노란색 배경: 40% 미만

<표 3.3>은 고등학교의 유형별 참여를 나타낸 것이다. 특수목적 고등학교(이후 특수목적고), 일반 고등학교(이후 일반고), 특성화 고등학교(이후 특성화고), 자율형 고등학교(이후 자율형고)의 순서로 참여율이 높은 것으로 조사되었다.

<표 3.3> 고등학교 유형별 조사 참여 학교 수 단위: 개

구분	일반고			특수목적고			특성화고			자율형고			총 합계		
	전체*	참여	비율(%)	전체*	참여	비율(%)	전체*	참여	비율(%)	전체*	참여	비율(%)	전체*	참여	비율(%)
합계	1,537	866	56.3	148	91	61.5	498	277	55.6	161	65	40.4	2,344	1,299	55.4

*출처: 한국교육개발원, 교육기본통계

<표 3.4>는 <표 3.3>의 고등학교 전체 학교 수와 조사 참여 학교 수를 유형별 및 지역별로 나타낸 것이다. 고등학교의 총 2,344개 학교 가운데 1,229개 학교가 조사에 참여하여, 약 55.4%의 참여율을 보였다. 조사에 참여한 고등학교를 유형별, 지역별로 분석한 결과, 일반고의 지역별 참여율은 광주, 울산, 세종, 경기, 강원, 경남, 제주가 높게 나타났다. 특목고, 특성화고, 자율형고의 지역별 참여율도 각 지역의 참여한 고등학교 수에 대해 계산하여 제시하였다.

<표 3.4> 고등학교 유형별 및 시·도 교육청별 조사 참여 학교 수 단위: 개

구분	고등학교			일반고		특수목적고		특성화고		자율형고	
	전체*	참여	비율(%)	참여	비율(%)	참여	비율(%)	참여	비율(%)	참여	비율(%)
서울	318	187	58.8	121	64.7	7	3.7	40	21.4	19	10.2
부산	145	108	74.5	66	61.1	11	10.2	26	24.1	5	4.6
대구	92	66	71.7	42	63.6	6	9.1	11	16.7	7	10.6
인천	123	56	45.5	35	62.5	4	7.1	14	25.0	3	5.4
광주	67	21	31.3	15	71.4	2	9.5	3	14.3	1	4.8
대전	62	43	69.4	26	60.5	8	18.6	6	14.0	3	7.0
울산	56	35	62.5	25	71.4	4	11.4	5	14.3	1	2.9
세종	13	7	53.8	5	71.4	1	14.3	1	14.3	0	0.0
경기	460	282	61.3	209	74.1	14	5.0	51	18.1	8	2.8
강원	117	58	49.6	41	70.7	5	8.6	11	19.0	1	1.7
충북	83	45	54.2	24	53.3	4	8.9	16	35.6	1	2.2
충남	116	60	51.7	36	60.0	6	10.0	14	23.3	4	6.7
전북	133	63	47.4	41	65.1	5	7.9	16	25.4	1	1.6
전남	145	100	69.0	57	57.0	7	7.0	32	32.0	4	4.0
경북	193	60	31.1	41	68.3	3	5.0	13	21.7	3	5.0
경남	191	107	56.0	81	75.7	4	3.7	18	16.8	4	3.7
제주	30	1	3.3	1	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
합계	2,344	1,299	55.4	866	66.7	91	7.0	277	21.3	65	5.0

*출처: 한국교육개발원, 교육기본통계
파란색 배경: 70% 이상

<표 3.5>는 학교 소재지에 따른 조사 참여 학교 수를 학교급별로 나타낸 것이다. 초등학교의 경우, 조사에 참여한 전체 초등학교 중 대도시 소재 학교 비율은 36.0%, 중소도시 소재 학교는 30.6%, 읍면 지역 소재 학교의 경우 33.4%로 대도시 소재 학교의 조사 참여

비율이 가장 높았다. 조사에 참여한 전체 중학교 중 대도시 소재 참여 학교 비율은 37.9%, 중소도시 소재 학교는 31.8%, 읍면지역은 30.3%로 대도시 소재 학교의 참여 비율이 가장 높았다. 조사에 참여한 전체 고등학교 중 대도시 소재 조사 참여 학교 비율은 40.2%, 중소도시 소재 학교는 37.4%, 읍면지역은 22.4%로 다른 학교급과 마찬가지로 대도시 소재 학교의 참여 비율이 가장 높았다.

<표 3.5> 학교 소재지에 따른 학교급별 조사 참여 학교 수 단위: 개(%)

구분	대도시	중소도시	읍면지역	합계
초등학교	1,220 (36.0)	1,040 (30.6)	1,134 (33.4)	3,394 (100.0)
중학교	704 (37.9)	591 (31.8)	563 (30.3)	1,858 (100.0)
고등학교	522 (40.2)	486 (37.4)	291 (22.4)	1,299 (100.0)
합계	2,446 (37.3)	2,117 (32.3)	1,988 (30.4)	6,551 (100.0)

<표 3.6>은 학교 소재지에 따른 조사 참여 학교 수를 고등학교 유형별로 나타낸 것이다. 조사 참여 학교 비율은 일반고가 중소도시 소재의 학교(40.4%)에서 가장 높았지만, 특수목적고(47.3%), 특성화고(38.6%), 자율형고(38.6%)는 대도시 소재 학교의 참여 비율이 가장 높았다.

<표 3.6> 학교 소재지에 따른 고등학교 유형별 조사 참여 학교 수 단위: 개(%)

구분	대도시	중소도시	읍면지역	합계
일반고	332 (38.3)	350 (40.4)	184 (21.3)	866 (100.0)
특수목적고	43 (47.3)	31 (34.1)	17 (18.7)	91 (100.0)
특성화고	107 (38.6)	90 (32.5)	80 (28.9)	277 (100.0)
자율형고	40 (61.5)	15 (23.1)	10 (15.4)	65 (100.0)
합계	522 (40.2)	486 (37.4)	291 (22.4)	1,299 (100.0)

4. 분석 방법

본 연구에서 응답 자료가 주요 학교 배경별로 어떠한 차이가 있는지 살펴보기 위하여 교차표(cross tabulation) 분석을 실시하였다.

문항별로 응답하지 않는 무응답 자료는 포함하지 않고, 응답에 참여한 자료만을 대상으로 분석하였다.

5. 결과 및 논의

가. STEAM 교육 실행 여부

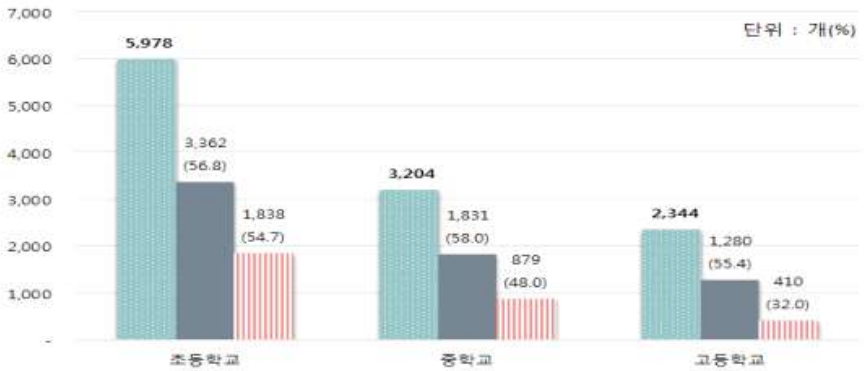
학교급별 STEAM 교육 실행 여부 결과는 <표 3.7>과 같다. 초등학교의 경우, 전체 초등학교 5,978개교 중 3,362개교(56.8%)가 조사에 참여하였고, 조사 참여 초등학교의 54.7%에 해당하는 1,838개 학교가 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답하였다. 중학교는 조사 참여 1,831개 중학교의 48.0%에 해당하는 879개교, 고등학교는 조사 참여 1,280개 고등학교의 32.0%에 해당하는 410개 학교가 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답하였다.

조사에 참여하지 않은 학교들의 STEAM 교육 실행 여부를 알 수는 없으나, 조사에 참여하지 않은 학교들을 STEAM 교육을 실행하지 않는다고 가정하면, 2015년 조사 시점에서 우리나라 초, 중, 고등학교의 약 27.13%에 해당하는 3,127개 학교가 STEAM 교육을 실행하는 것으로 조사되었다. 이것을 학교급별로 살펴보면, 초등학교는 약 30.75%, 중학교는 약 27.43%, 고등학교는 약 17.49%의 수준에서 STEAM 교육을 실행하고 있는 것이다.

<표 3.7> 학교급별 STEAM 교육 실행 여부 단위: 개 (%)

구분	STEAM 실행	STEAM 실행하고 있지 않음	합계	전체 학교수
초등학교	1,838 (54.7)	1,524 (45.3)	3,362 (100.0)	5,978
중학교	879 (48.0)	952 (52.0)	1,831 (100.0)	3,204
고등학교	410 (32.0)	870 (68.0)	1,280 (100.0)	2,344
합계	3,127 (48.3)	3,346 (51.7)	6,473 (100.0)	11,526

[그림 3.1]은 학교급별로 전체 학교 대비 STEAM 교육 실행 비율을 나타낸 것이다.



[그림 3.1] 학교급별 STEAM 교육 실행 학교 비율

조사에 참여한 고등학교를 대상으로, STEAM 교육 실행 여부를 고등학교 유형별로 살펴보면, <표 3.8>, [그림 3.2]와 같다. 일반고의 경우 조사에 응답한 852개교 중 33.9%(289개교)가 STEAM 교육을 현재 실행하고, 특수목적고의 경우 42.1%(37개교)가 STEAM 교육을 현재 실행하고 있다고 응답하였다. 특성화고와 자율형고에서 STEAM 교육 실행 비율은 19.3%(53개교)와 47.7%(31개교)로 각각 나타났다.

조사에 참여하지 않은 고등학교들의 STEAM 교육 실행 여부를 알 수는 없으나, 조사에 참여하지 않은 학교들을 STEAM 교육을 실행하지 않는다고 가정하면, 2015년 조사 시점에서 일반고는 약 18.80%, 특수목적고는 약 25.0%, 특성화고는 약 10.64%, 자율형고는 약 19.25%의 수준에서 STEAM 교육을 실행하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 3.8> 고등학교 유형별 STEAM 교육 실행 여부 단위: 개 (%)

구분	STEAM 실행	STEAM 실행하고 있지 않음	합계	전체 학교수
일반고	289 (33.9)	563 (66.1)	852 (100.0)	1,537
특수목적고	37 (42.1)	51 (58.0)	88 (100.0)	148
특성화고	53 (19.3)	222 (80.7)	275 (100.0)	498
자율형고	31 (47.7)	34 (52.3)	65 (100.0)	161
합계	410 (32.0)	870 (68.0)	1,280 (100.0)	2,344

[그림 3.2] 고등학교 유형별 STEAM 실행 학교 비율

<표 3.9>와 <표 3.10>은 STEAM 교육 실행 여부 결과를 시·도 교육청별로 학교급별 및 고등학교 유형별로 살펴본 것이다.

<표 3.9> 학교급별 및 교육청별 STEAM 교육 실행 비율 단위: 개(%)

구분	서울	인천	대전	부산	대구	울산	광주	경기	강원	충북	충남	세종	전북	전남	경북	경남	제주	합계
초등학교	360 (83.7)	115 (81.0)	563 (59.6)	188 (77.0)	110 (64.3)	83 (91.2)	33 (61.1)	350 (47.3)	71 (38.8)	33 (23.9)	111 (60.3)	14 (53.8)	50 (23.4)	107 (41.2)	55 (32.7)	99 (39.6)	3 (75.0)	1,838 (54.2)
중학교	140 (51.3)	44 (57.9)	35 (58.3)	75 (61.0)	52 (47.3)	40 (76.9)	15 (46.9)	213 (53.7)	32 (42.7)	30 (37.0)	32 (37.2)	9 (81.8)	32 (33.3)	45 (33.1)	44 (42.3)	41 (28.1)	0 (0.0)	879 (47.3)
고등학교	70 (37.4)	22 (39.3)	16 (37.2)	34 (31.5)	20 (30.3)	16 (45.7)	5 (23.8)	86 (30.5)	14 (24.1)	16 (35.6)	27 (45.0)	2 (28.6)	22 (34.9)	17 (17.0)	16 (26.7)	27 (25.2)	0 (0.0)	410 (31.6)
합계	570 (64.0)	181 (66.1)	107 (54.3)	297 (62.5)	182 (52.4)	139 (78.1)	53 (49.5)	649 (45.7)	117 (37.0)	79 (29.9)	170 (51.5)	25 (56.8)	104 (27.9)	169 (34.1)	115 (34.6)	167 (33.2)	3 (60.0)	3,127 (47.7)

<표 3.10> 고등학교 유형별 및 교육청별 STEAM 교육 실행 비율 단위: 개(%)

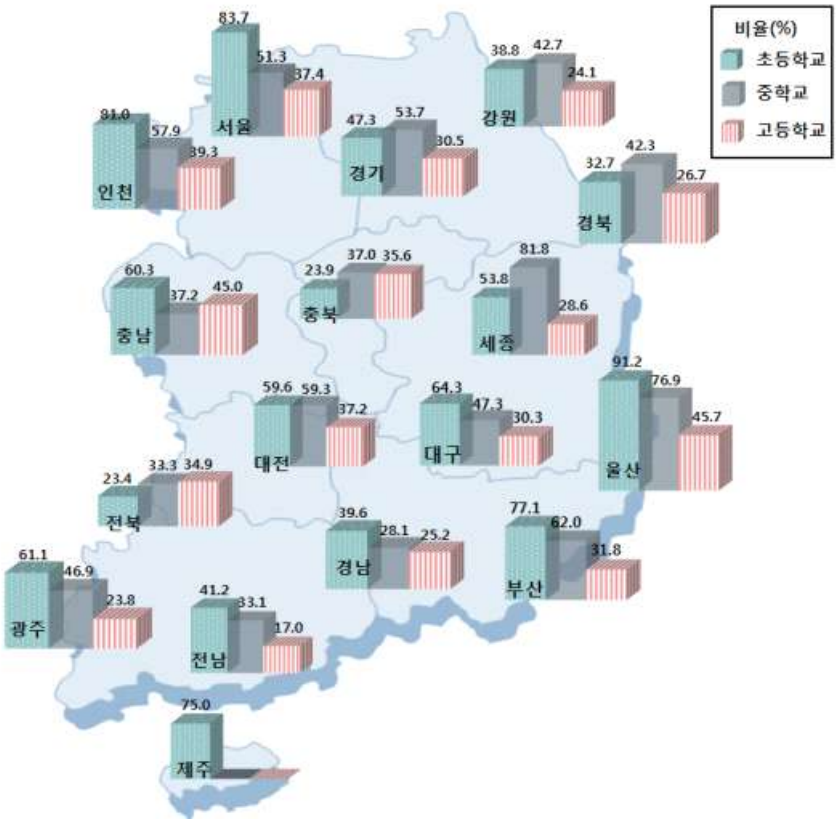
구분	서울	인천	대전	부산	대구	울산	광주	경기	강원	충북	충남	세종	전북	전남	경북	경남	제주	합계
일반고	50 (41.3)	11 (31.4)	10 (38.5)	21 (31.8)	13 (31.0)	12 (48.0)	2 (13.3)	68 (32.5)	13 (31.0)	8 (33.3)	17 (47.2)	2 (40.0)	14 (34.1)	13 (22.8)	13 (31.7)	22 (27.2)	0 (0.0)	289 (33.4)
특수목적고	2 (28.6)	2 (50.0)	3 (37.5)	6 (54.5)	2 (50.0)	2 (50.0)	1 (50.0)	6 (42.9)	1 (20.0)	2 (50.0)	4 (66.7)	0 (0.0)	3 (60.0)	1 (14.3)	1 (33.3)	1 (25.0)	0 (0.0)	37 (40.7)
특성화고	12 (30.0)	7 (50.0)	2 (33.3)	2 (7.7)	2 (18.2)	1 (20.0)	1 (33.3)	8 (15.7)	0 (0.0)	6 (37.5)	2 (14.3)	0 (0.0)	4 (25.0)	2 (6.3)	1 (7.7)	3 (16.7)	0 (0.0)	53 (19.1)
자율형고	6 (31.6)	2 (66.7)	1 (33.3)	5 (100.0)	3 (42.9)	1 (100.0)	1 (100.0)	4 (50.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (100.0)	0 (0.0)	1 (100.0)	1 (25.0)	1 (33.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	31 (47.7)
합계	70 (37.4)	22 (39.3)	16 (37.2)	34 (31.5)	20 (30.3)	16 (45.7)	5 (23.8)	86 (30.5)	14 (24.1)	16 (35.6)	27 (45.0)	2 (28.6)	22 (34.9)	17 (17.0)	16 (26.7)	26 (25.2)	0 (0.0)	410 (31.6)

*출처: 한국교육개발원, 교육기본통계 / 파란색 배경: 70% 이상, 노란색 배경: 40% 미만

[그림 3.3]은 <표 3.9>를 나타낸 것으로, 시·도 교육청별로 전체 학교, 조사에 참여한 학교, STEAM 교육을 실행하는 학교를 학교급로 제시한 것이다.

울산광역시 교육청은 조사에 참여한 초, 중, 고등학교 중 STEAM 교육을 실행한다고 응답한 학교 비율이 가장 높은 교육청으로 나타났고, 특히 초등학교와 중학교의 경우는 70% 이상의 높은 STEAM 교육 실행 비율을 나타냈다.

그러나 강원도, 충청북도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도는 조사에 참여한 학교 중 STEAM 교육을 실행한다고 응답한 학교 비율이 40% 이만인 교육청으로 조사되었다.



[그림 3.3] 교육청별 학교급에서의 STEAM 교육 실행 비율

이 결과를 학교급별로 살펴보면, 초등학교의 경우, 울산광역시 지역청 소속 119개교 중 91개교가 조사에 참여하였고, 그 중 약 91.2%의 학교가 현재 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답하였다. 조사에 참여한 초등학교 중 STEAM 교육을 실행한다고 응답한 학교 비율이 70% 이상인 교육청(표 3.9의 파란색 배경)은 서울특별시, 인천광역시, 부산광역시, 울산광역시, 제주특별자치시이다.

반면, 조사에 참여한 초등학교 중 STEAM 교육을 실행한다고 응답한 학교 비율이 40% 이만인 교육청(표 3.9의 노란색 배경)은 강원도, 충청북도, 전라북도, 경상북도, 경상남도이다. 전라북도 지역청의 경우, 소속 415개교 중 214개교가 실태조사에 참여하였고, 그 중 23.6%의 학교가 STEAM 교육을 실행한다고 응답하였다. 또한 충청북도 지역청은 소속 260개교 중 138개교가 조사에 참여하였고, 그 중 24.3%의 학교가 STEAM 교육을 실행하고 있는 것으로 나타났다.

중학교의 경우, 조사에 참여한 학교 중 STEAM 교육을 실행한다고 응답한 학교 비율이 70% 이상인 교육청(표 3.9의 파란색 배경)은 울산광역시, 제주특별자치시이다. 반면, 조사에 참여한 중학교 중 STEAM 교육을 실행한다고 응답한 학교 비율이 40% 이만인 교육청(표 3.9의 노란색 배경)은 충청북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상남도이다.

고등학교의 경우, 조사에 참여한 학교 중 STEAM 교육을 실행한다고 응답한 학교 비율은 모든 교육청에서 50% 미만으로 나타났다(표 3.9). 고등학교의 경우, 유형별로 전체 대상 학교의 수가 많지 않아 의미를 부여하는 것이 제한적이지만, 일반고의 경우, 울산광역시 교육청의 STEAM 교육 실행 비율(48.0%)이 가장 높았으며, 제주특별자치시(0%)가 가장 낮게 나타났다. 특수목적고의 경우, 충청남도 교육청의 STEAM 교육 실행 비율(66.7%)이 가장 높았으며, 전라남도(14.3%)가 가장 낮게 나타났다. 특성화고의 경우, 인천광역시가 STEAM 교육을 실행하는 비율(50.0%)이 가장 높았다. 자율형고의 경우, 부산광역시, 울산광역시, 광주광역시, 충청남도, 전라북도에서 100% 수준으로 STEAM 교육을 실행하는 것으로 나타났다.

나. STEAM 교육 실행 학교

1) STEAM 교육의 실행 이유

<표 3.11>은 STEAM 교육을 현재 실행하는 학교를 대상으로 STEAM 교육을 실행하는 이유를 조사하여 학교급별로 정리한 것이다.

<표 3.11> 학교급별의 STEAM 교육 실행 이유 단위: 개(%)

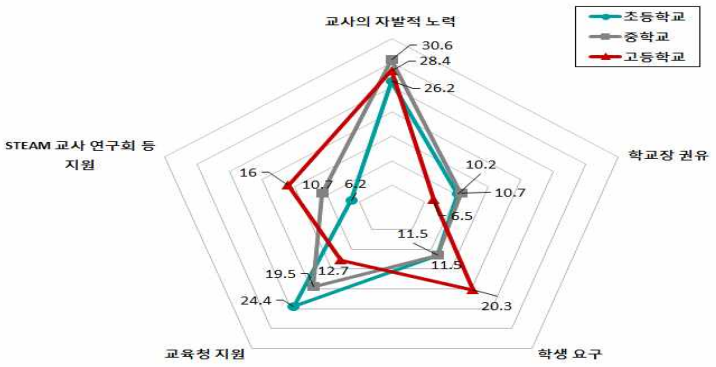
구분	교사의 자발적 노력	학교장 권유	학생 요구	교육청 지원	STEAM 교사 연구회 등 지원	기타	합계
초등학교	446 (26.2)	173 (10.2)	196 (11.5)	415 (24.4)	105 (6.2)	366 (21.5)	1,701 (100.0)
중학교	243 (30.6)	85 (10.7)	91 (11.5)	155 (19.5)	85 (10.7)	136 (17.1)	795 (100.0)
고등학교	105 (28.4)	24 (6.5)	75 (20.3)	47 (12.7)	59 (16.0)	60 (16.2)	370 (100.0)
합계	794 (27.7)	282 (9.8)	362 (12.6)	617 (21.5)	249 (8.7)	562 (19.6)	2,866 (100.0)

※ 붉은 배경: 15% 이상

학교급별로 STEAM 교육의 실행 이유를 살펴보면, <표 3.11>과 [그림 3.4]에서 나타난 것과 같이 모든 학교급에서 '교사의 자발적 노력'을 가장 주된 이유로 꼽았다. 그 다음의 주된 이유로, 고등학교에서는 '학생들의 요구', 초등학교와 중학교에서는 '교육청 지원'으로 응답하였다. 또한 다양한 기타의 의견들이 있음을 <표 3.13>를 통해 알 수 있다.

학교급별로 STEAM 교육의 실행 이유를 순서대로 살펴보면, 모든 학교급별 그리고 고등학교 유형별에서도 '교사의 자발적 노력'이 가장 큰 이유였으며, 초등학교는 다음으로 '교육청의 지원,' '학생 요구,' '학교장의 권유'의 순서로, 중학교는 '교육청 지원,' '학생 요구,' '학교장 권유'와 'STEAM 교사 연구회 등의 지원'의 순서로, 고등학교는 '학생 요구,' 'STEAM 교사 연구회 등의 지원,' '교육청 지원' 등의 순서로 나타났다. 따라서 교사의 자발적 노력, 교육청 요구, 학생 요구 등이 STEAM 실행의 중요한 실행 이유로 판단된다.

<표 3.12>는 STEAM 교육을 현재 실행하는 학교를 대상으로 STEAM 교육을 실행하는 이유를 조사하여 고등학교 유형별로 정리한 것이다.



[그림 3.4] 학교급별의 STEAM 교육 실행 이유

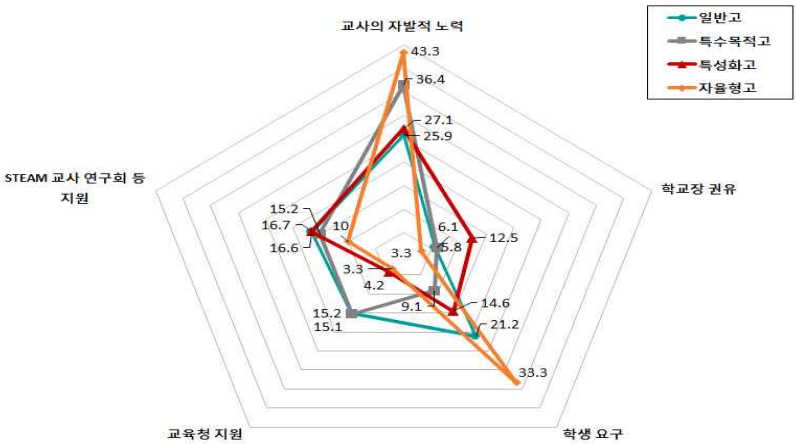
<표 3.12> 고등학교 유형별의 STEAM 교육 실행 이유 단위: 개(%)

구분	교사의 자발적 노력	학교장 권유	학생 요구	교육청 지원	STEAM 교사 연구회 등 지원	기타	합계
일반고	67 (25.9)	15 (5.8)	55 (21.2)	39 (15.1)	43 (16.6)	40 (15.4)	259 (100.0)
특수목적고	12 (36.4)	2 (6.1)	3 (9.1)	5 (15.2)	5 (15.2)	6 (18.2)	33 (100.0)
특성화고	13 (27.1)	6 (12.5)	7 (14.6)	2 (4.2)	8 (16.7)	12 (25.0)	48 (100.0)
자율형고	13 (43.3)	1 (3.3)	1 (33.3)	1 (3.3)	3 (10.0)	2 (6.7)	30 (100.0)
합계	105 (28.4)	24 (6.5)	66 (17.8)	47 (12.7)	59 (15.9)	60 (16.2)	370 (100.0)

※ 붉은 배경: 15% 이상

[그림 3.5]는 고등학교 유형별로 나타난 STEAM 교육의 실행 이유를 보여준다. 모든 유형의 고등학교에서 '교사의 요구'가 STEAM 교육 실행의 주된 이유로 나타났다. 자율형고는 또한 '학생의 요구'도 도드라지는 것으로 조사되었다.

[그림 3.4]와 [그림 3.5]를 보면 STEAM 교육 실행 이유에 대한 전반적인 경향을 볼 수 있다.



[그림 3.5] 고등학교 유형별의 STEAM 교육 실행 이유

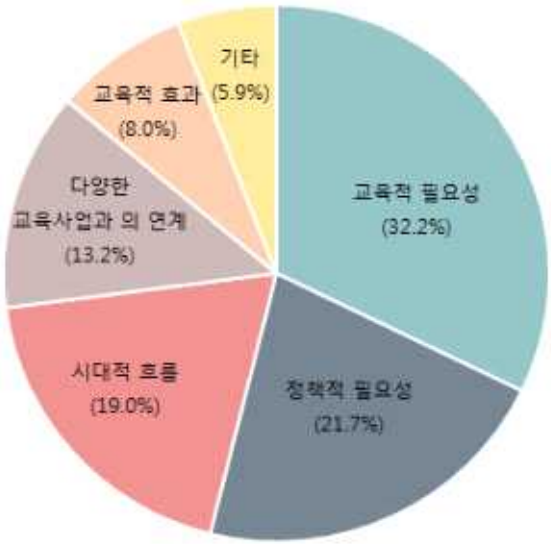
<표 3.13>과 [그림 3.6]은 STEAM 교육을 실행하는 이유에 대한 응답 중 '기타'(562개) 내용을 유목화하여 그 빈도를 분석한 것이다. 그 결과, STEAM 교육 연수 후 호기심,

수업 방법 개선 노력 등과 같은 교육적 필요성, 정책 및 기관 등 정책적 필요성, 시대적 흐름 또는 우리나라 발전과 연관, 자유학기제 융합수업, 연구수업, 과학행사, R & E 활동, 해양교육, 행복학교 등 교육사업 또는 학교의 다양한 활동과 행사 등과 연계, 스팀 교육의 교육적 기대, 이점, 필요성, 학생들에게 도움 및 흥미 유발 등으로 나타났다.

특히 기타 의견 중 '교육적 필요성'과 '정책적 필요성','시대적 흐름'이 다수로 나타났는데, 이것은 STEAM 교육의 실행을 위해서 교사뿐만 아니라 교육행정가를 대상으로 한 다양한 STEAM 연수가 필요한 것으로 해석할 수 있다.

<표 3.13> STEAM 교육 실행 이유의 '기타' 응답 단위: 개(%)

구분	빈도
교육적 필요성	181 (32.2)
정책적 필요성	122 (21.7)
시대적 흐름	107 (19.0)
다양한 교육사업과 연계	74 (13.2)
교육적 효과	45 (8.0)
기타	33 (5.9)
합 계	562 (100.0)



[그림 3.6] STEAM 교육 실행 이유의 '기타(562개)' 응답

<표 3.11>에서 살펴본 것과 같이, 학교에서 STEAM을 실행하는 핵심 이유는 '교사의 자발적 노력(27.7%)'와 '교육청의 지원(21.5%)'으로 약 50% 수준으로 나타났으며, 교육의

주체인 '학생 요구'에 따른 실행은 약 13% 수준으로 조사되었다. 이러한 결과는 학교 교육 정책을 실행함에 있어서 가장 핵심세력이며 보수적인 교사의 자발적 노력으로 시작되어 주도적인 정책이 되어간다는 것은 현장에 정책이 정착될 가능성이 높다고 판단될 수 있다. 더욱이 학생들 요구도 높은 것은 더욱 STEAM 교육의 현장 정착성이 매우 높은 기대가 되는 바, 약 5년이 지난 이 시점에서는 학생의 요구에 보다 적극적으로 관심을 가질 필요가 있음을 보여준다.

2) STEAM 교육 실행 빈도

<표 3.14>는 STEAM 교육의 실행 빈도를 학교급별로 조사한 결과를 제시한 것이다.

<표 3.14> STEAM 교육 실행 빈도에 대한 학교급별 응답 단위: 개(%)

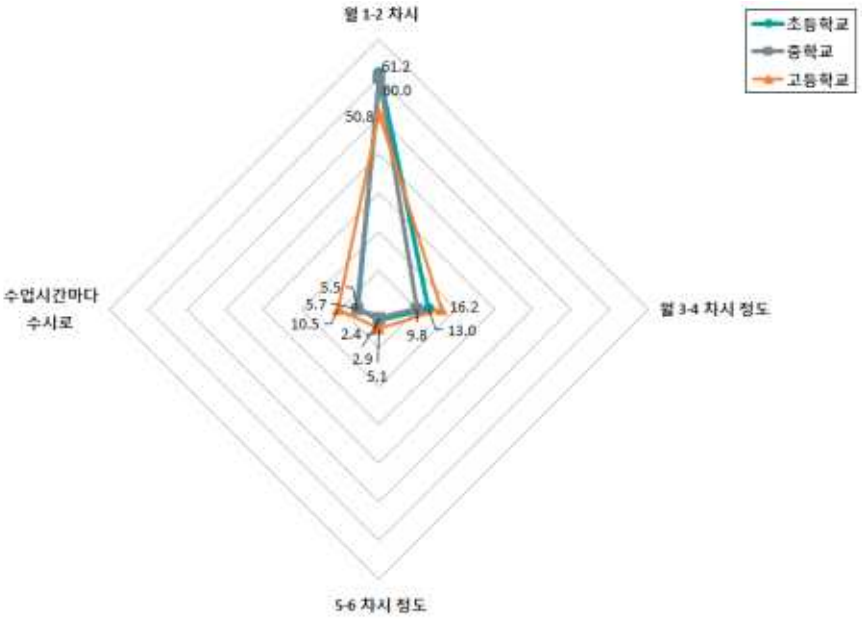
구분	월 1-2 차시	월 3-4 차시 정도	월 5-6 차시 정도	수업시간마다 수시로	기타	합계
초등학교	1,041 (61.2)	221 (13.0)	50 (2.9)	93 (5.5)	296 (17.4)	1,701 (100.0)
중학교	477 (60.0)	78 (9.8)	19 (2.4)	45 (5.7)	176 (22.1)	795 (100.0)
고등학교	188 (50.8)	60 (16.2)	19 (5.1)	39 (10.5)	64 (17.3)	370 (100.0)
합계	1,706 (59.5)	359 (12.5)	88 (3.1)	177 (6.2)	536 (18.7)	2,866 (100.0)

[그림 3.7]과 같이, 초등학교의 경우, 응답 학교의 약 61.2%가 매월 1-2 차시 정도 STEAM 교육을 실행하고, 매월 3-4 차시 정도는 약 13.0%, 매월 5-6차시 정도는 약 3.0%가 STEAM 교육을 실행한다고 조사되었다. 그리고 매 수업 시간마다 수시로 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답한 학교 비율은 5.5%로 나타났다.

중학교의 경우, 매 월 1-2차시 정도 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답한 비율은 60.0%였다. 매 월 3-4 차시 정도, 매월 5-6 차시 정도 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답한 학교의 비율은 각각 9.8%와 2.4%였다. 매 수업 시간 마다 수시로 STEAM 교육을 하고 있다고 응답한 비율은 5.7%에 그쳤으며, 22.1%가 기타로 응답하였다.

고등학교의 경우, 매 월 1-2차시 정도 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답한 비율은 50.8%였다. 매 월 3-4 차시 정도, 매월 5-6 차시 정도 STEAM 교육을 실행하고 있다고

응답한 학교의 비율은 각각 16.2%와 5.1%였다. 매 수업 시간 마다 수시로 STEAM 교육을 하고 있다고 응답한 비율은 10.5%로 초, 중, 고등학교급 중에서는 가장 높게 나타났다. 이에 대해서는 상급학교 진학 등과의 관련 여부에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.



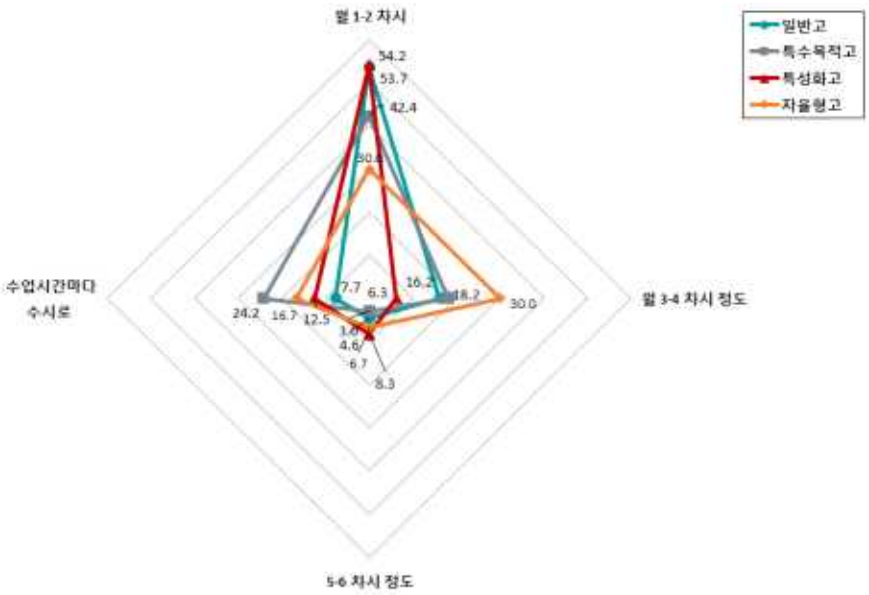
[그림 3.7] 학교급별 STEAM 교육 실행 빈도

<표 3.15>은 고등학교 유형별 STEAM 수업 실행 빈도에 대한 응답이다.

<표 3.15> STEAM 교육 실행 빈도에 대한 고등학교 유형별 응답 단위: 개(%)

구분	월 1-2 차시	월 3-4 차시 정도	월 5-6 차시 정도	수업시간마다 수시로	기타	합계
일반고	139 (53.7)	42 (16.2)	12 (4.6)	20 (7.7)	46 (17.8)	259 (100.0)
특수목적고	14 (42.4)	6 (18.2)	1 (3.0)	8 (24.2)	4 (12.1)	33 (100.0)
특성화고	26 (54.2)	3 (6.3)	4 (8.3)	6 (12.5)	9 (18.8)	48 (100.0)
자율형고	9 (30.0)	9 (30.0)	2 (6.7)	5 (16.7)	5 (16.7)	30 (100.0)
합계	188 (50.8)	60 (16.2)	19 (5.1)	39 (10.5)	64 (17.2)	370 (100.0)

[그림 3.8]에서 나타난 것과 같이, 고등학교는 자율형고를 제외한 학교에서 매 월 1-2차시 정도로 42%~55% 사이에서 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답하였다. 그러나 자율형고에서는 월 1-2차시와 월3-4차시 정도로 STEAM 교육 실행 빈도가 각각 30.0%로 동일하였다.

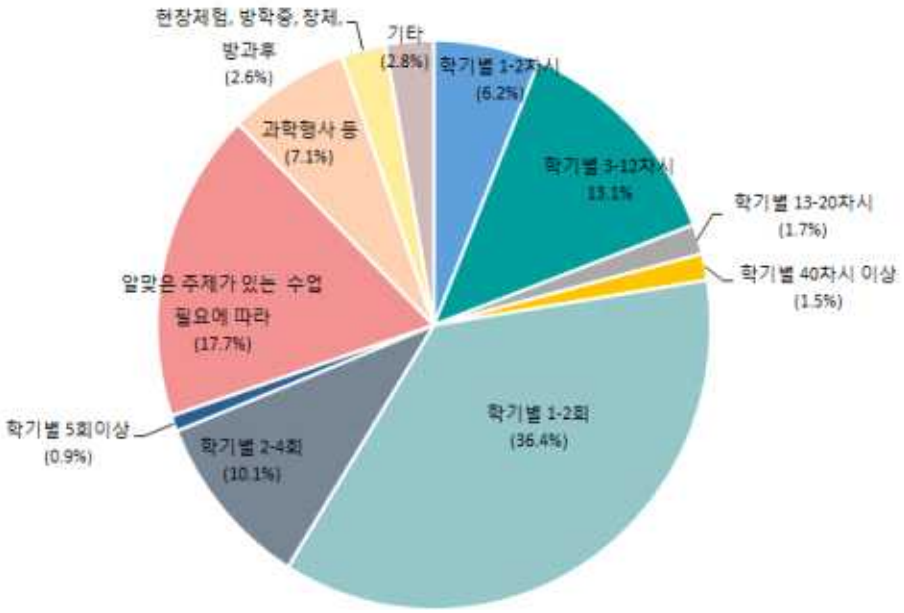


[그림 3.8] 고등학교 유형별 STEAM 교육 실행 빈도

<표 3.16>와 [그림 3.9]는 STEAM 교육 실행 빈도에 대한 응답 중 '기타'(536개) 내용을 유목화하여 그 빈도를 분석한 것이다. 이때, 응답 학교에 따라 실행 빈도를 학기별 '차시' 또는 학기별 '회'로 다소 다르게 응답하였다. 회는 일련의 차시로 구성된 프로그램을 의미하는 것으로 조사되었다. STEAM 교육을 학기별 1-2회(36.4%)나 학기별 3-12차시(13.1%) 정도 실행하거나, 또는 알맞은 주제가 있는 경우, 과목, 수업 필요에 따라(17.7%) 실행하고 있는 것으로 나타났다.

<표 3.16> STEAM 교육 실행 빈도의 '기타' 응답 단위: 개(%)

구분	빈도
학기별 1-2차시	33 (6.2)
학기별 3-12차시	70 (13.1)
학기별 13-20차시	9 (1.7)
학기별 40차시 이상	8 (1.5)
학기별 1-2회	195 (36.4)
학기별 2-4회	54 (10.1)
학기별 5회 이상	5 (0.9)
알맞은 주제가 있는 경우, 과목, 수업 필요에 따라	95 (17.7)
과학행사, 스팀데이, 이벤트성 활동, 수업 공개 등	38 (7.1)
현장체험, 방학중, 창체, 방과후 등	14 (2.6)
기타	15 (2.8)
합 계	536 (100.0)



[그림 3.9] STEAM 교육 실행 빈도의 '기타(536개)' 응답

위에서 살펴본 것과 같이, STEAM 교육을 필요에 따라 간헐적으로 실행하고 있는 것으로 나타났다. 모든 학교급에서 월 1-2차시 정도로 STEAM 수업을 실행하고 있고, 주 1차시 이상 STEAM 수업을 실행하고 있는 학교는 약 15% 내외로 조사되었다. 이것은 STEAM 교육을 공학의 본성과 예술·인문 사회의 본성이 포함된 교수학습 전략적 접근으로 이해하기보다는, STEAM의 개념을 축소하여 제한적으로 적용하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 즉 학교 또는 교사들이 STEAM 교육을 교과의 융합으로 이해하거나 특정 교과를 위한 정책으로 이해하고 수행함으로써, STEAM이 지향하는 융합적 교과 운영이 학교 교육 현장에서 효과적으로 적용되지 못하고 있다는 것을 말해주는 것이라고 할 수 있다. 따라서 교사들이 보다 현실적으로 접근할 수 있도록 STEAM 교육을 수업 개선의 관점에서 이해시킬 수 있는 방안 모색에 대한 고민이 필요하겠다.

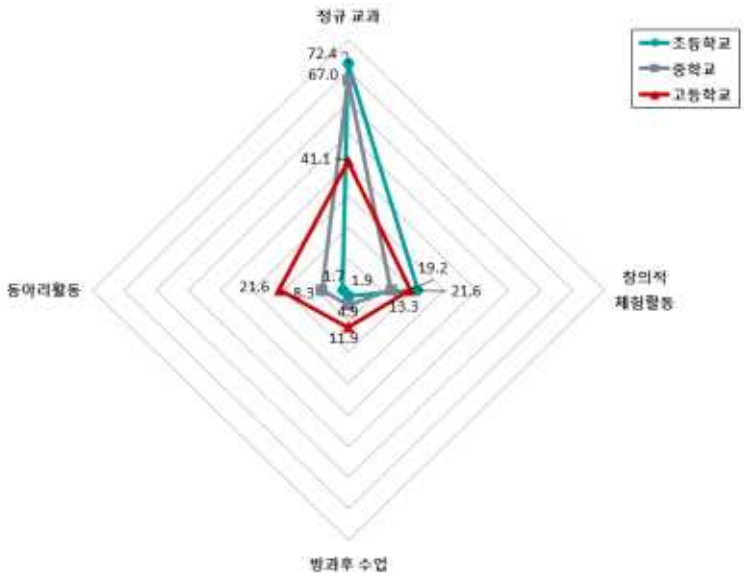
3) STEAM 수업 적용 시간

<표 3.17>는 STEAM 교육을 실행하는 시간에 대한 응답을 학교급별로 제시한 것이다.

<표 3.17> 학교급별의 STEAM 수업 적용 시간 단위: 개(%)

구분	정규 교과	창의적 체험활동	방과 후 수업	동아리 활동	기타	합계
초등학교	1,232 (72.4)	368 (21.6)	32 (1.9)	29 (1.7)	40 (2.4)	1,701 (100.0)
중학교	533 (67.0)	106 (13.3)	39 (4.9)	66 (8.3)	51 (6.4)	795 (100.0)
고등학교	152 (41.1)	71 (19.2)	44 (11.9)	80 (21.6)	23 (6.2)	370 (100.0)
합계	1,917 (66.9)	545 (19.0)	115 (4.0)	175 (6.1)	114 (4.0)	2,866 (100.0)

[그림 3.10]과 같이, 모든 학교급에서 주로 정규 교과 시간에 STEAM 교육을 실행한다고 응답하였다. 초등학교의 경우 정규 교과 시간에 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답한 비율이 72.4%로 나타났고, 창의적 체험 활동 시간과 방과후 수업 시간의 경우 각각 21.6%와 1.9%로 나타났다. 중학교의 경우, 정규 교과 시간에 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답한 비율이 67.0%로 나타났으며, 창의적 체험 활동 시간은 13.3%로 나타났다. 방과후 수업 시간과 동아리 운영 시간에 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답한 비율은 4.9%와 8.3%에 그쳤다. 고등학교에서, 다른 학교급에 비교하여, 보다 다양하게 STEAM 교육을 운영하고 있음이 조사되었다.



[그림 3.10] 학교급별의 STEAM 적용시간

<표 3.18>와 [그림 3.11]은 STEAM 교육을 실행하는 시간에 대한 응답을 고등학교 유형별로 나타낸 것이다.

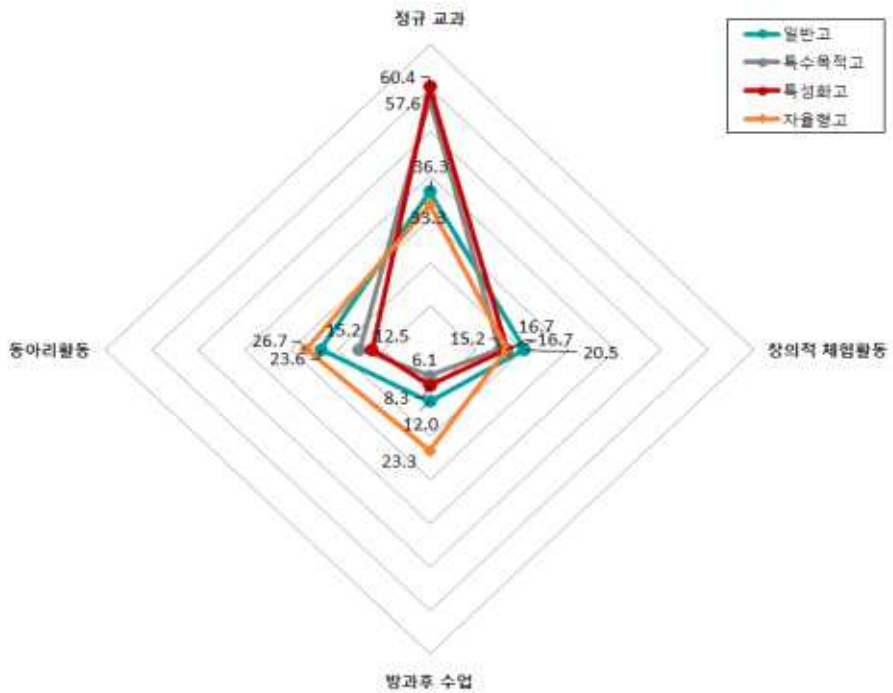
<표 3.18> 고등학교 유형별 STEAM 수업 적용 시간 단위: 개(%)

구분	정규 교과	창의적 체험활동	방과 후 수업	동아리 활동	기타	합계
일반고	94 (36.3)	53 (20.5)	31 (12.0)	61 (23.6)	20 (7.7)	259 (100.0)
특수목적고	19 (57.6)	5 (15.2)	2 (6.1)	5 (15.2)	2 (6.1)	33 (100.0)
특성화고	29 (60.4)	8 (16.7)	4 (8.3)	6 (12.5)	1 (2.1)	48 (100.0)
자율형고	10 (33.3)	5 (16.7)	7 (23.3)	8 (26.7)	0 (0.0)	30 (100.0)
합계	152 (41.1)	71 (19.2)	44 (11.9)	80 (21.6)	23 (6.2)	370 (100.0)

일반고의 경우, 36.3%가 정규 교과 시간에 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답하였으며, 그 다음으로 응답률이 높은 시간은 동아리 운영 시간으로 23.6%로 나타났다. 특목고의 경우, 57.6%가 정규 교과 시간에 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답하였고, 그 다음으로 각각 15.2%로 창의적 체험 활동 시간과 동아리 활동 시간에 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답하였다. 특성화고도 특목고와 비슷하게, 60.4%가 정규 교과 시간에, 16.7%가

창의적 체험 활동 시간에 STEAM 교육을 실행하고 있다고 응답하였다. 그리고 자율형고의 경우 33.3%가 정규 교과 시간에, 26.7%가 동아리 활동 시간에 STEAM을 실행하고 있다고 응답하였다.

[그림 3.11]에서 나타난 것과 같이, STEAM 교육을 정규교과에서 실행하고 있는 고등학교 유형이 특수목적고와 특성화고에 편중되어 나타난 것은 교육과정 편성의 자율, 또는 상급학교 입시의 부담감이 적은 것으로 해석되지만, 이 부분에 대해서는 보다 심도 있는 연구가 필요하겠다.

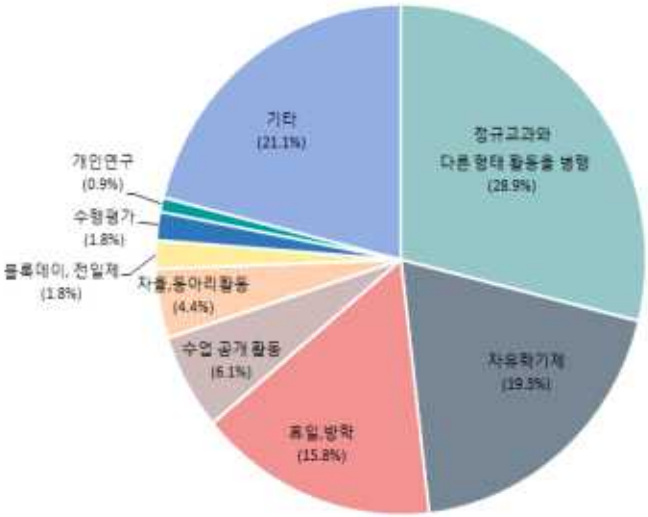


[그림 3.11] 고등학교 유형별의 STEAM 적용 시간

<표 3.19>는 STEAM 수업 시간에 대한 응답 중 '기타'(114개) 내용을 유목화하여 그 빈도를 분석한 것이다. 정규 수업시간과 비교과 활동 시간 모두 실행하는 경우, 비정기적으로 수업 공개 또는 학교의 특별한 행사가 있는 경우 등으로 조사되었다. 또한 소수이지만, 수행평가 또는 개인 연구에 활용하는 경우도 있는 것으로 나타났다[그림 3.12].

<표 3.19> STEAM 적용 시간의 '기타' 응답 단위: 개(%)

구분	빈도
정규교과와 다른 형태의 활동을 병행	33 (28.9)
자유학기제	22 (19.3)
휴일, 방학	18 (15.8)
수업공개 활동	7 (6.1)
자율, 동아리 활동	5 (4.4)
블록 데이, 전일제	2 (1.8)
수행평가	2 (1.8)
개인연구	1 (0.9)
기타	24 (21.1)
합 계	114 (100.0)



[그림 3.12] STEAM 적용 시간의 '기타(114개)' 응답

위에서 살펴본 것과 같이, STEAM 교육은 주로 정규 교과 시간에 실행하고 있는 것으로 조사되었다. 그러나 이 비율은 학교급이 올라갈수록 감소하는 경향을 보였다. 즉 정규 교과 시간에 STEAM 수업을 실행하는 비율이 초등학교급에서 가장 높았고, 고등학교급에서는 가장 낮게 나타났다. 한편 동아리활동 시간에 실시하는 경우는 오히려 학교급이 올라갈수록 증가하는 경향이 나타났다. 이러한 현상의 원인들로 예상할 수 있는 STEAM 교육과 학업 성취도, 상급학교 진학 등과의 관련성 등에 대한 심도 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

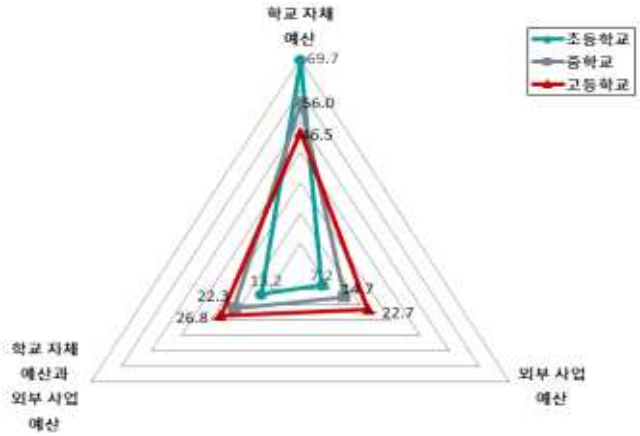
4) STEAM 교육 예산

<표 3.20>는 STEAM 교육 예산에 대한 응답을 학교급별로 제시한 것이다.

<표 3.20> 학교급별의 STEAM 교육 예산 단위: 개(%)

구분	학교 자체 예산	외부 사업 예산	학교 자체 예산과 외부 사업 예산	기타	합계
초등학교	1,185 (69.7)	122 (7.2)	225 (13.2)	169 (9.9)	1,701 (100.0)
중학교	445 (56.0)	117 (14.7)	177 (22.3)	56 (7.0)	795 (100.0)
고등학교	172 (46.5)	84 (22.7)	99 (26.8)	15 (4.1)	370 (100.0)
합계	1,802 (62.9)	323 (11.3)	501 (17.5)	240 (8.4)	2,866 (100.0)

[그림 3.13]에 나타낸 것과 같이, 초등학교의 경우, 응답 학교의 69.7%가 학교 자체 예산으로 STEAM 교육 예산을 활용하는 것으로 나타났다. 외부 사업 예산은 7.2%로 나타났으며, 학교 자체 예산과 외부 사업 예산의 경우 13.2%로 나타났다. 중학교의 경우, 응답 학교의 56.0%가 학교 자체 예산으로 STEAM 교육 예산을 활용하는 것으로 나타났으며, 외부 사업 예산의 경우 14.7%로 나타났다. 학교 자체 예산과 외부 사업 예산의 경우 22.3%로 나타났다. 고등학교의 경우, 응답 학교의 46.5%가 학교 자체 예산으로 STEAM 교육에 활용하는 것으로 나타났으며, 외부 사업 예산의 경우 22.7%, 학교 자체와 외부 예산을 함께 활용하는 경우 26.8%로 조사되었다.



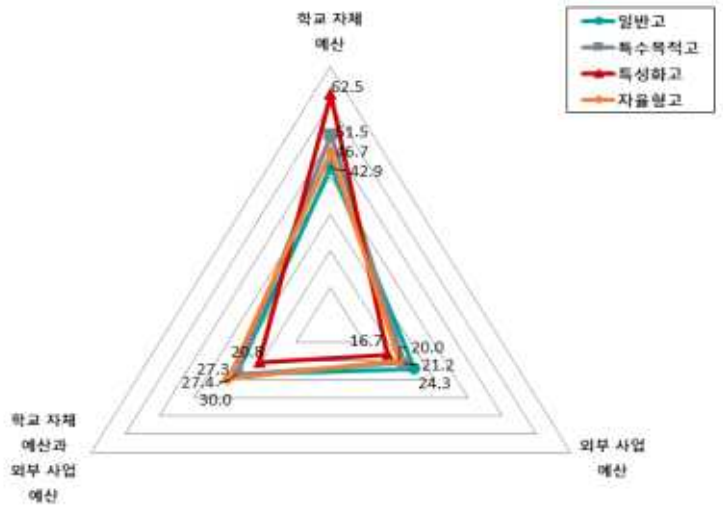
[그림 3.13] 학교급별의 STEAM 예산

<표 3.21>와 [그림 3.14]은 STEAM 교육 예산에 대한 응답을 고등학교 유형별로 제시한 것이다.

<표 3.21> 고등학교 유형별의 STEAM 교육 예산 단위: 개(%)

구분	학교 자체 예산	외부 사업 예산	학교 자체 예산과 외부 사업 예산	기타	합계
일반고	111 (42.9)	63 (24.3)	71 (27.4)	14 (5.4)	259 (100.0)
특수목적고	17 (51.5)	7 (21.2)	9 (27.3)	0 (0.0)	33 (100.0)
특성화고	30 (62.5)	8 (16.7)	10 (20.8)	0 (0.0)	48 (100.0)
자율형고	14 (46.7)	6 (20.0)	9 (30.0)	1 (3.3)	30 (100.0)
합계	172 (46.5)	84 (22.7)	99 (26.8)	15 (4.1)	370 (100.0)

고등학교를 유형별로 분석한 결과, 학교 자체 예산을 STEAM 교육의 예산으로 활용하고 있는 비율은 일반고 42.9%, 특목고 51.5%, 특성화고 62.5%, 자율형고 46.7%로 나타났다. 외부 사업 예산의 경우, 일반고가 24.3%, 특목고 21.2%, 특성화고 16.7%, 자율형고 20.0%로 나타났다. 마지막으로, 학교 자체 예산과 외부 사업 예산을 STEAM 교육의 예산으로 하고 있는 비율은 일반고 27.4%, 특목고 27.3%, 특성화고 20.8%, 자율형고 30%로 나타났다.

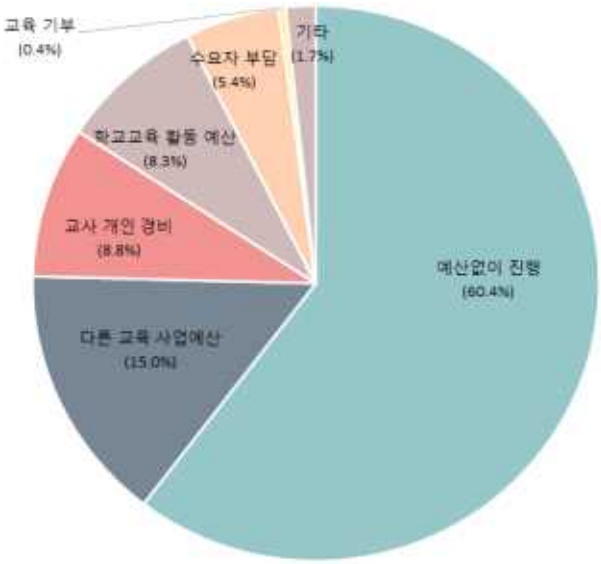


[그림 3.14] 고등학교 유형별의 STEAM 예산

<표 3.22>는 STEAM 교육 예산에 대한 응답 중 '기타'(240개) 내용을 유목화하여 그 빈도를 분석한 것이다. [그림 3.15]에 의하면 기타 응답 중의 약 60.4%는 예산 없이 수업을 진행하는 경우가 가장 많고, 약 15.0%는 연구학교, 영재교육, 혁신공감학교, 자유학기제, 행복학교, 과학중점학교 등의 다른 교육 사업 예산을 활용하는 경우도 조사되었다. STEAM 교육 예산을 교사의 개인 경비로 사용하거나 학교 교육 활동의 예산을 사용하는 것으로 각각 약 8%의 응답으로 나타났다. 또한 약 5.4%의 응답은 학습자들에게 수강료를 받거나 또는 수업 준비물을 준비하도록 하는 경우도 있었다. 매우 작은 소수이기는 하였지만, 교육기부를 통해 예산을 활용하는 경우도 있었다.

<표 3.22> STEAM 교육 예산의 '기타' 응답 단위: 개(%)

구분	빈도
예산 없이 진행	145 (60.4)
다른 교육 사업 예산	36 (15.0)
교사 개인 경비	21 (8.8)
학교 교육 활동의 예산	20 (8.3)
수요자 부담	13 (5.4)
교육 기부	1 (0.4)
기타	4 (1.7)
합 계	240 (100.0)



[그림 3.15] STEAM 교육 예산의 '기타(240개)' 응답

위에서 살펴본 것과 같이, STEAM 교육 예산은 주로 학교 자체 예산을 이용하는 것으로 나타났다. 특이한 것은 응답의 약 8%에 해당하는 '기타' 내용을 유목화하여 그 빈도를 분석한 결과, 약 60.4%는 예산 없이 진행한다고 응답하였다. 단정 지어 이야기할 수는 없지만, 예산이 STEAM 교육을 실행하는 주요 요인이기는 하지만, 절대 요인은 아니라고 사료된다.

5) STEAM 교육 만족도

<표 3.23>와 [그림 3.16]은 학교급별로 STEAM 교육 만족도를 제시한 것이다.

<표 3.23> STEAM 교육 만족도에 대한 학교급별 응답 단위: 개(%)

구분	매우 불만족	대체로 불만족	보통	대체로 만족	매우 만족	합계
초등학교	33 (1.9)	87 (5.1)	773 (45.4)	653 (38.4)	155 (9.1)	1,701 (100.0)
중학교	6 (0.8)	33 (4.2)	360 (45.3)	331 (41.6)	65 (8.2)	795 (100.0)
고등학교	4 (1.1)	20 (5.4)	160 (43.2)	140 (37.8)	46 (12.4)	370 (100.0)
합계	43 (1.5)	140 (4.9)	1,293 (45.1)	1,124 (39.2)	266 (9.3)	2,866 (100.0)

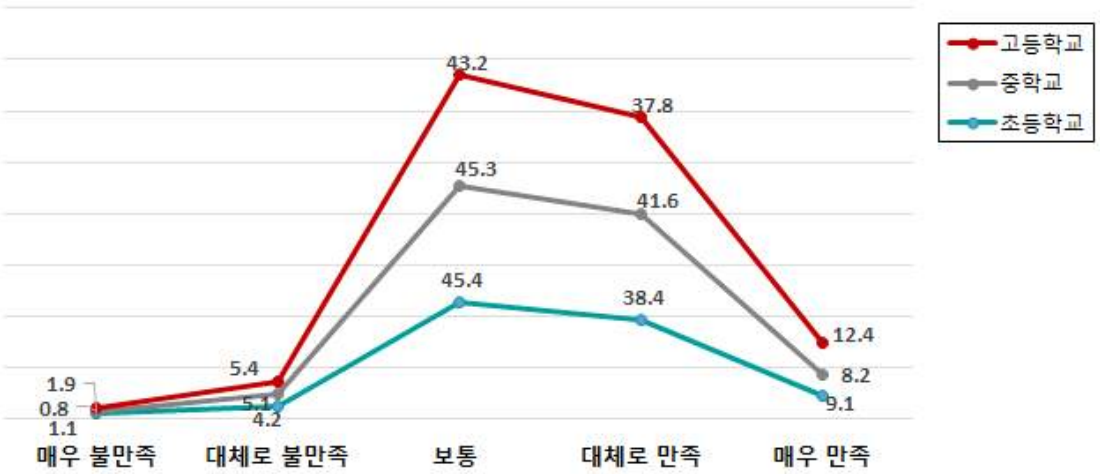
[그림 3.16]과 같이 학교급별로 살펴보면, 먼저 초등학교의 경우 응답 학교의 9.1%와 38.4%가 매우 만족하거나 대체로 만족하는 것으로 즉 매우 만족+대체로 만족이 약 47.5%로 나타났다. 반면, 5.1%와 1.9%가 불만족 하는 것으로 즉 대체로 불만+매우 불만이 약 7.0%로 나타났다. 따라서 STEAM 교육에 만족하는 학교의 비율이 만족하지 않은 학교의 비율에 비해 약 6.8배 정도 매우 높은 것으로 나타났다.

중학교의 경우, 매우 만족하거나 대체로 만족하는 비율이 각각 8.2%와 41.6%로 나타났다(매우 만족+대체로 만족, 약 49.8%). 반면, 대체로 불만족하거나 매우 불만족 하는 비율은 4.2%와 0.8%로, 만족하는 비율이 불만족 비율에 대해 약 10배 정도 월등히 높은 것으로 나타났다.

고등학교의 경우, 매우 만족하거나 대체로 만족하는 비율이 각각 12.4%와 37.8%로 나타났다(매우 만족+대체로 만족, 약 50.2%). 반면, 대체로 불만족하거나 매우 불만족 하는 비율은 5.4%와 1.1%로 만족하는 비율이 약 7.7배로 매우 높은 것으로 나타났다.

따라서 불만족 대비 만족 비율의 배수 순으로는 중학교가 약 10배, 고등학교가 약 7.7배, 초등학교가 약 6.8배로 나타나 이는 STEAM 교육에 전 학교급별에서 만족 수준을 보여주

고 있다. 만족 비율이 높은 학교급 순은 고등학교(50.2%), 중학교(49.8%), 초등학교(47.5%)였으며, 불만족 비율이 높은 학교급 순은 초등학교(7%), 고등학교(6.5%), 중학교(5%) 순으로 나타났다.



[그림 3.16] 학교급별 STEAM 만족도

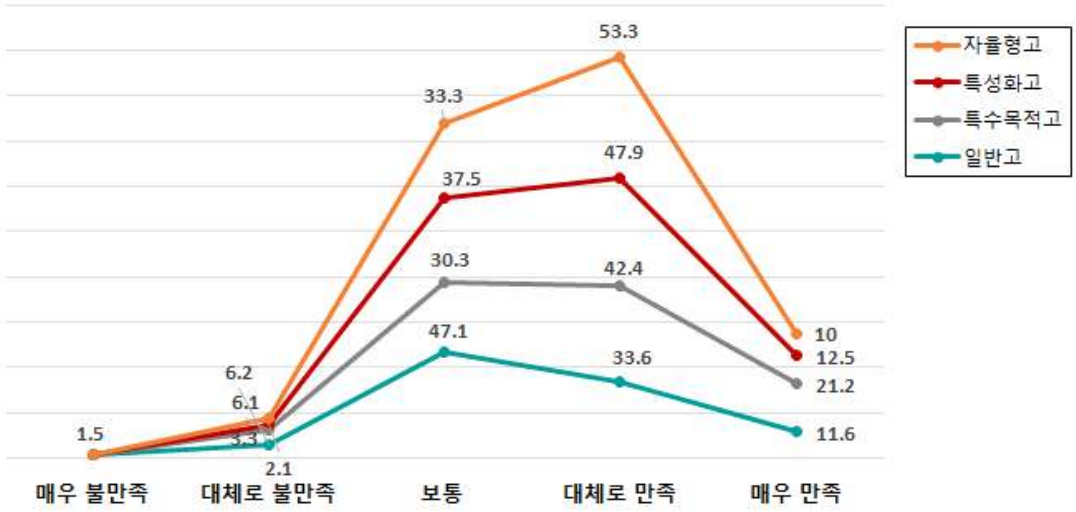
<표 3.24>와 [그림 3.17]은 고등학교 유형별로 STEAM 교육 만족도를 제시한 것이다.

<표 3.24> STEAM 교육 만족도에 대한 고등학교 유형별 응답 단위: 개(%)

구분	매우 불만족	대체로 불만족	보통	대체로 만족	매우 만족	합계
일반고	4 (1.5)	16 (6.2)	122 (47.1)	87 (33.6)	30 (11.6)	259 (100.0)
특수목적고	0 (0.0)	2 (6.1)	10 (30.3)	14 (42.4)	7 (21.2)	33 (100.0)
특성화고	0 (0.0)	1 (2.1)	18 (37.5)	23 (47.9)	6 (12.5)	48 (100.0)
자율형고	0 (0.0)	1 (3.3)	10 (33.3)	16 (53.3)	3 (10.0)	30 (100.0)
합계	4 (1.1)	20 (5.4)	160 (43.2)	140 (37.8)	46 (12.4)	370 (100.0)

유형별 고등학교의 경우도 초중고 학교급에서 나타난 것과 유사한 경향성을 보여준다. 일반고의 경우 만족(매우 만족+대체로 만족)하는 비율 45.2%이였던 반면, 불만족(대체로 불만+매우 불만)하는 비율은 7.7%로, 만족이 불만족에 비해 약 5.9배로 높게 나타났다. 특목고의 경우, 만족하는 비율은 63.6%, 불만족하는 비율은 6.1%로, 불만족 대비 만족이 약

10배로 월등히 높게 나타났다. 특성화고의 경우, 만족하는 비율은 60.4%, 불만족하는 비율은 2.1%로, 불만족 대비 만족이 약 28.8배로 최고로 높게 나타났다. 자율형고의 경우에도, 만족하는 비율이 63.3%로 불만족 하는 비율 3.3%와 큰 대조를 이루어, 불만족 대비 만족이 약 19.2배로 매우 월등히 높게 나타났다.



[그림 3.17] 고등학교 유형별의 STEAM 만족도

6) 지속적 실행 계획 여부 및 이유

<표 3.25>는 STEAM 교육 지속 여부 질문에 대한 응답을 학교급별로 제시한 것이다.

<표 3.25> STEAM 교육 실행 학교의 학교급별 지속 계획 여부 단위: 개 (%)

구분	STEAM 교육 지속 예정	STEAM 교육 지속하지 않음	합계
초등학교	1,567 (92.2)	133 (7.8)	1,700 (100.0)
중학교	746 (93.8)	49 (6.2)	795 (100.0)
고등학교	347 (93.8)	23 (6.2)	370 (100.0)
합계	2,660 (100.0)	205 (7.2)	2,865 (100.0)

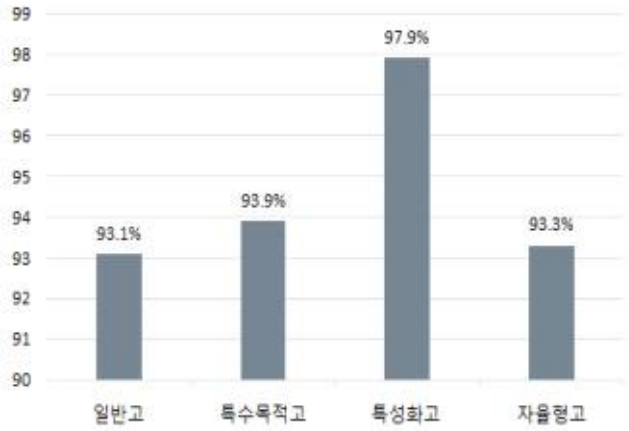
[그림 3.18]과 같이, 초등학교의 경우, STEAM 교육을 실행하고 있는 학교의 92.2%가 STEAM 교육을 지속하겠다고 응답하였다. 중학교와 고등학교의 경우도 그 비율이 같은 93.8%으로 매우 높게 나타났다.

[그림 3.18] STEAM 교육 실행 학교의 학교급별 지속 계획 비율

유형별 고등학교의 경우, <표 3.26>과 [그림 3.19]와 같이, 일반고 93.1%, 특목고 93.9%, 특성화고 97.9%, 자율형고 93.3%가 STEAM 교육을 지속할 의지가 있는 것으로 나타났다.

<표 3.26> STEAM 교육 실행 학교의 고등학교 유형별지속 계획 단위: 개 (%)

구분	STEAM 교육 지속 예정	STEAM 교육 지속하지 않음	합계
일반고	241 (93.1)	18 (6.9)	259 (100.0)
특수목적고	31 (93.9)	2 (6.1)	33 (100.0)
특성화고	47 (97.9)	1 (2.1)	48 (100.0)
자율형고	28 (93.3)	2 (6.7)	30 (100.0)
합계	347 (100.0)	23 (7.2)	370 (100.0)



[그림 3.19] STEAM 교육 실행 고등학교의 유형별 지속 계획 비율

<표 3.27>과 <표 3.28>은 현재 STEAM 교육을 실행하고 있지만 앞으로 STEAM 교육 실행 계획이 없는 학교를 대상으로 이유를 정리한 것이다.

<표 3.27> STEAM 교육 실행 학교의 지속 교육 계획 없는 이유_학교급별 단위: 개 (%)

구분	학교장 인식	교육적 기대 효과	학업 성취도 책임	행정 재정적 지원	추가적 시간과 노력	교육적 환경	정책 지속성	교육구성원 합의	기타	합계
초등학교	1 (0.8)	26 (19.6)	0 (0.0)	14 (10.5)	28 (21.1)	10 (7.5)	31 (23.3)	18 (13.5)	5 (3.8)	133 (100.0)
중학교	0 (0.0)	7 (14.9)	3 (6.4)	6 (12.8)	7 (14.9)	8 (17.0)	5 (10.6)	8 (17.0)	3 (6.4)	47 (100.0)
고등학교	0 (0.0)	4 (17.4)	2 (8.7)	2 (8.7)	4 (17.4)	2 (8.7)	3 (13.0)	5 (21.7)	1 (4.4)	23 (100.0)
합계	1 (0.5)	37 (18.2)	5 (2.5)	22 (10.8)	39 (19.2)	20 (9.9)	39 (19.2)	31 (15.3)	9 (4.4)	203 (100.0)

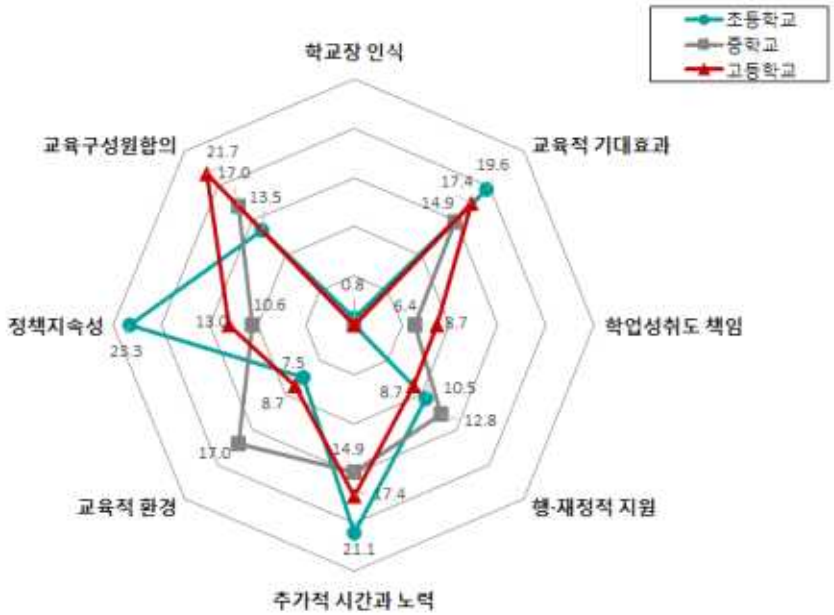
<표 3.28> STEAM 교육 실행 학교의 지속 교육 계획 없는 이유_고등학교 유형별 단위: 개 (%)

구분	학교장 인식	교육적 기대 효과	학업 성취도 책임	행정 재정적 지원	추가적 시간과 노력	교육적 환경	정책 지속성	교육구성원 합의	기타	합계
일반고	0 (0.0)	3 (16.7)	1 (5.6)	2 (11.1)	4 (22.2)	2 (11.1)	2 (11.1)	4 (22.2)	0 (0.0)	18 (100.0)
특수목적고	0 (0.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	2 (100.0)
특성화고	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)
자율형고	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	2 (100.0)
합계	0 (0.0)	4 (17.4)	2 (8.7)	2 (8.7)	4 (17.4)	2 (8.7)	3 (13.0)	5 (21.8)	1 (4.3)	23 (100.0)

※ 붉은 배경: 10% 이상

[그림 3.20]은 <표 3.27>를 바탕으로 STEAM 교육 실행 학교의 지속 계획이 없는 이유를 제시한 것이다. 제시한 바와 같이, 초등학교의 경우 'STEAM 교육 정책의 지속성에 대한 의구심(23.3%)'이 STEAM 교육을 지속하지 않는 가장 중요한 이유로 꼽혔다. 중학교의 경우, '학생 수 등의 교육적 환경이 적합하지 않음(17.0%)'과 'STEAM 교육에 대한 교육구성원들의 합의가 이루어지지 않음(17.0%)'을 주요 이유로 꼽았다. 고등학교의 경우, '교육 구성원의 합의(21.7%)'가 가장 중요했고, '교육적 기대 효과(17.4%)'와 '추가적인 시간과 노력을 투자해야 함(17.4%)' 또한 주요 이유로 나타났다.

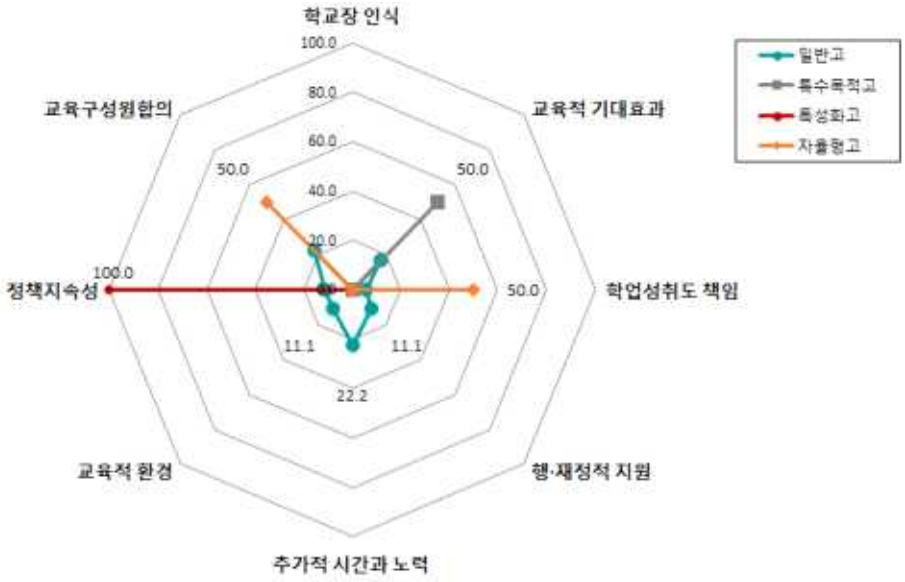
초, 중, 고등학교의 전체적인 관점에서 보면, 'STEAM 정책 지속성 여부(19.2%)'와 '교사의 추가적 시간과 노력(19.2%)'이 STEAM 실행 계획 여부에 큰 요인이 되고 있으며, 다음으로는 'STEAM의 교육적 기대 효과(18.2%)', '교육 구성원들의 합의(15.3%)', '그리고 행정 및 재정적 지원(10.8%)'의 순서로 나타났다.



[그림 3.20] STEAM 교육 실행 학교의 지속 계획 없는 이유

<표 3.28>과 [그림 3.21]은 STEAM 교육을 실행 중인데도 STEAM 교육의 실행 계획을 하지 않는 유형별 고등학교의 이유를 제시한 것이다. 일반고의 경우 "추가적인 시간과 노력을 투자해야함(22.2%)"과 "STEAM교육에 대한 교육구성원들의 합의가 이루어지지 않음(22.2%)"이 가장 높은 비율을 차지함으로써 주요 이유로 꼽았다. 그러나 특목고, 특성화고, 자율형고의 경우 STEAM 교육을 지속할 계획이 없는 학교의 수가 작아 결과에 큰 의미를 부여하기 힘들지만 STEAM 교육에 대한 교육 당국의 정책 의지에 따라 좌우되는 결

과도 나타나고 있다.



[그림 3.21] STEAM 교육 실행 고등학교의 유형별 지속 계획 없는 이유

다. STEAM 교육을 실행하지 않는 학교

1) 실행하지 않는 이유

<표 3.29>와 <표 3.30>는 조사 시점에서 STEAM 교육을 실행하고 있지 않는 학교들이 STEAM 교육을 실행하지 않는 이유를 학교급별과 고등학교 유형별로 살펴본 것이다.

<표 3.29> STEAM 미실행 학교의 학교급별 미실행 이유 단위: 개 (%)

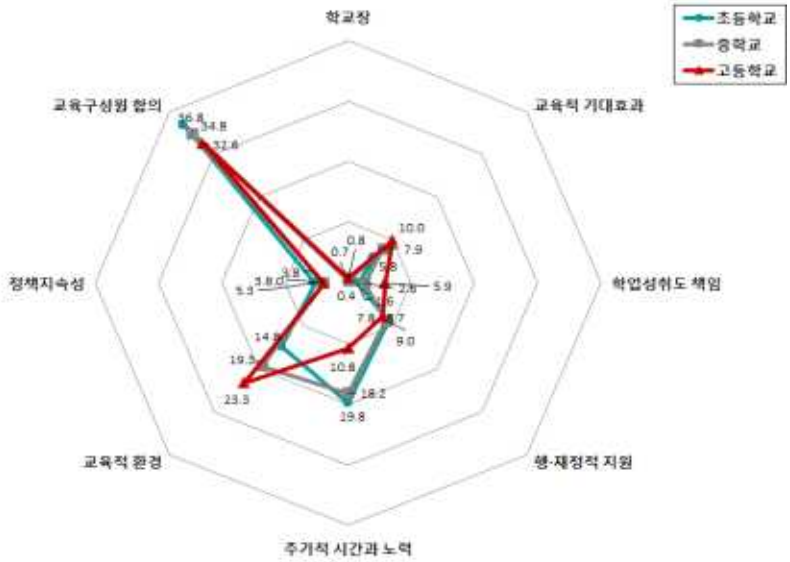
구분	학교장	교육적 기대 효과	학업 성취도 책임	행정 재정적 지원	추가적 시간과 노력	교육적 환경	정책 지속성	교육구성원 합의	기타	합계
초등학교	10 (0.7)	86 (5.8)	23 (1.6)	133 (9.0)	293 (19.8)	219 (14.8)	78 (5.3)	544 (36.8)	94 (6.4)	1,480 (100.0)
중학교	4 (0.4)	72 (7.9)	24 (2.6)	79 (8.7)	166 (18.2)	176 (19.3)	35 (3.8)	317 (34.8)	39 (4.3)	912 (100.0)
고등학교	7 (0.8)	83 (10.0)	49 (5.9)	65 (7.8)	90 (10.8)	194 (23.3)	32 (3.8)	272 (32.6)	42 (5.0)	834 (100.0)
합계	21 (0.7)	241 (7.5)	96 (3.0)	277 (8.6)	549 (17.0)	589 (18.3)	145 (4.5)	1,133 (35.1)	175 (5.4)	3,226 (100.0)

<표 3.30> STEAM 미실행 학교의 고등학교 유형별 미실행 이유 단위: 개 (%)

구분	학교장	교육적 기대 효과	학업 성취도 책임	행정 재정적 지원	추가적 시간과 노력	교육적 환경	정책 지속성	교육구성원 합의	기타	합계
일반고	4 (0.7)	52 (9.6)	43 (7.9)	45 (8.3)	70 (12.9)	108 (19.9)	20 (3.7)	182 (33.5)	19 (3.5)	543 (100.0)
특수목적고	0 (0.0)	9 (18.8)	1 (2.1)	0 (0.0)	5 (10.4)	17 (35.4)	0 (0.0)	8 (16.7)	8 (16.7)	48 (100.0)
특성화고	2 (1.0)	19 (9.0)	5 (2.4)	15 (7.1)	13 (6.2)	66 (31.3)	11 (5.2)	68 (32.2)	12 (5.7)	211 (100.0)
자율형고	1 (3.1)	3 (9.4)	0 (0.0)	5 (15.6)	2 (6.3)	3 (9.4)	1 (3.1)	14 (43.8)	3 (9.4)	32 (100.0)
합계	7 (0.8)	83 (10.0)	49 (5.9)	65 (7.8)	90 (10.8)	194 (23.3)	32 (3.8)	272 (32.6)	42 (5.0)	834 (100.0)

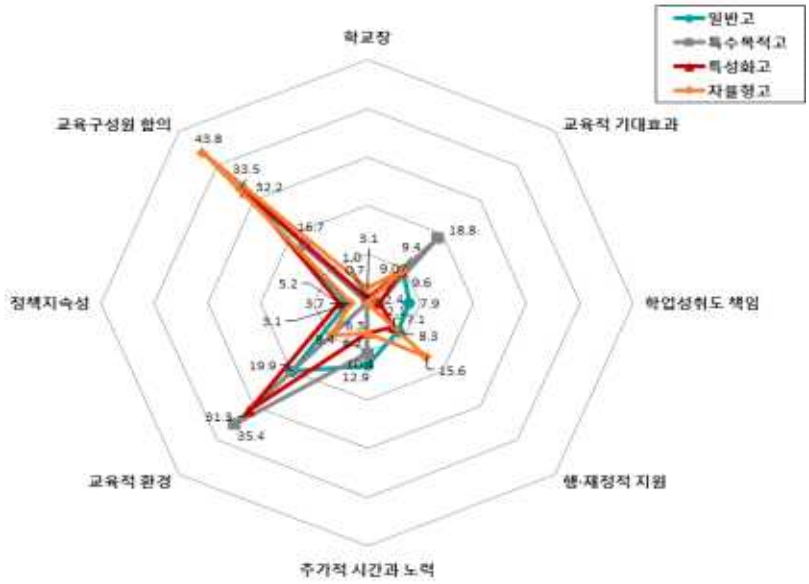
※ 붉은 배경: 10% 이상

[그림 3.22]에 나타난 바와 같이, 모든 학교급에서 'STEAM 교육에 대한 교육 구성원들의 합의가 이루어지지 않음(35.1%)'을 STEAM 교육을 실행하지 않는 주요 이유로 꼽았다. 그 다음으로는 초등학교에서 '추가적인 시간과 노력을 투자해야함(19.8%)', 그리고 중학교(19.3%)와 고등학교(23.3%)에서는 '학생 수 등의 교육적 환경이 적합하지 않음'을 다음 이유로 제시하였다.



[그림 3.22] STEAM 미실행 학교의 학교급별 미실행 이유

고등학교 유형별로 살펴보면[그림 3.23], 특수 목적고를 제외하고 'STEAM 교육에 대한 교육 구성원들의 합의가 이루어지지 않음'을 STEAM 교육을 실행하지 않는 가장 주요한 이유로 꼽았다. 특수 목적고의 경우 '학생 수 등의 교육적 환경이 적합하지 않음'이 가장 큰 이유로 나타났다.



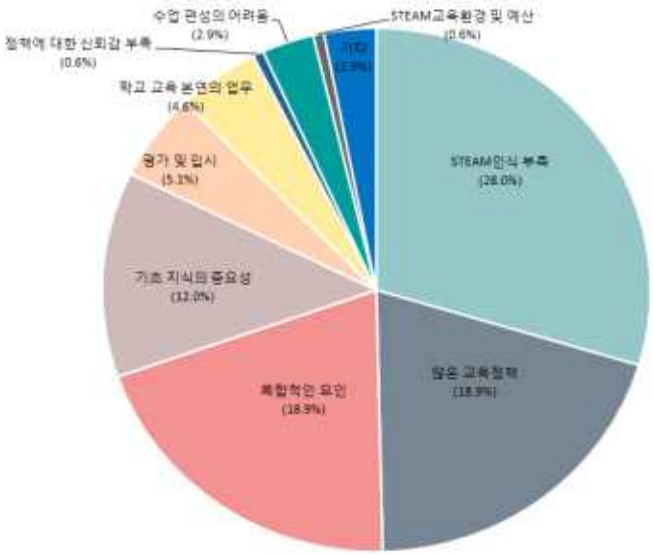
[그림 3.23] STEAM 교육 미실행 고등학교의 유형별 미실행 이유

<표 3.31>와 [그림 3.24]는 STEAM 교육을 실행하지 않는 이유에 대한 '기타'(175개) 내용을 유목화하여 그 빈도를 분석한 것이다.

<표 3.31> STEAM 미실행 학교의 이유 중 '기타' 응답 단위: 개 (%)

구분	빈도
STEAM 이해 및 인식 부족, 홍보 및 관심 부족	49 (28.0)
동시 다발적으로 진행되는 많은 교육 정책	33 (18.9)
여러 복합적인 요인	33 (18.9)
기초 지식의 중요성	21 (12.0)
평가 및 입시 제도	9 (5.1)
학교 교육 본연의 업무	8 (4.6)
수업 효과, 필요성, 정책에 대한 회의 및 신뢰감 부족	8 (4.6)
수업 편성의 어려움	8 (4.6)
STEAM 교육 환경 및 예산	1 (0.6)
기타	5 (2.9)
합 계	175 (100.0)

[그림 3.24]와 같이 'STEAM 교육에 대한 이해 및 인식 부족(28.0%)'이 STEAM 교육을 실행하지 못하는 가장 큰 이유로 조사되었다. 또한 '여러 복합적인 요인(18.9%)'과 '동시 다발적으로 진행되는 많은 교육 정책(18.9%)'은 STEAM 교육 실행에 어려움을 주는 주요 이유들로 꼽혔다.



[그림 3.24] STEAM 미실행 학교의 이유 중 '기타(175개)'

'복합적인 요인' 이란 경우는, 존재하는 다양한 이유들을 모두 표현한 것으로 판단된다. STEAM 교육 효과의 불투명성, 학업 성취도 결과에 대한 책임감, STEAM 교육정책의 지속성에 대한 의구심, 추가적인 노력, 교육구성원 간의 합의 등이 유기적으로 연관되어 있고, 이것들이 실행하지 못하게 하는 이유가 된다는 것이다.

한편 실행되고 있는 다른 이름의 교육 사업들이 너무 많은 것도 STEAM 교육을 실행하지 못하게 하는 주요 이유로 제시되었다. 예를 들면, 창의인성교육, 특색사업, 중점교육(독서토론, 뉴스포츠, 디지털 교과서 연구학교, 스마트 교육, 행복교육, 혁신학교, 행복더하기 교육, 타분야 연구학교, 주제통합교육, 다문화교육, 역점교육, 거꾸로 수업 등), 다른 시범학교, 혁신교육, 취업교육, 자유학기제 운영 등이 언급되었다.

기타 약 12%는 기초 지식이 축적된 후 STEAM 교육이 가능하므로, 현재는 지식 교육이 중요하다고 응답하였다.

위에서 살펴본 것과 같이, STEAM 교육을 실행하지 않는 모든 학교급에서의 주된 이유는 '교육구성원의 합의,' '교육적 환경,' '추가적 시간과 노력'으로 조사되었다. 이것은 STEAM 교육을 실행하는 모든 학교급에서의 주된 이유 '교사의 요구'와는 다소 다른 관점으로 사료된다.

2) STEAM 교육 실행 계획 여부 및 이유

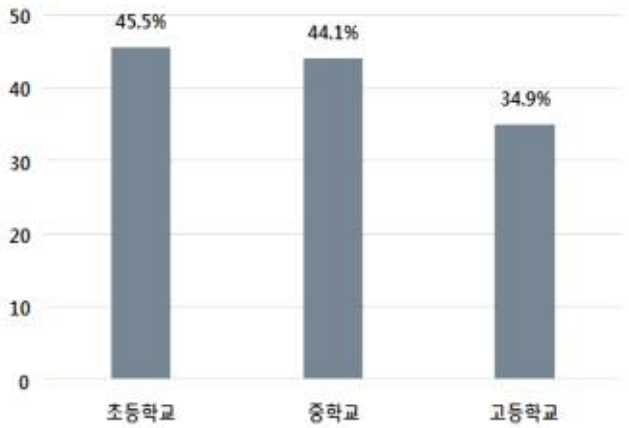
STEAM 교육을 현재 실행하고 있지 않는 학교들을 대상으로 앞으로 STEAM 교육을 실행할 계획이 있는지를 질문하였다.

<표 3.32>는 현재 STEAM 교육을 실행하고 있지 않지만, 앞으로 STEAM 교육을 실행할 계획이 있는지를 학교급별로 살펴본 것이다.

<표 3.32> STEAM 미실행 학교의 학교급별 STEAM 실행 계획 단위: 개 (%)

구분	실행 계획 있음	실행 계획 없음	합계
초등학교	673 (45.5)	807 (54.5)	1,480 (100.0)
중학교	402 (44.1)	510 (55.9)	912 (100.0)
고등학교	291 (34.9)	543 (65.1)	834 (100.0)
합계	1,366 (42.0)	1,860 (58.0)	3,226 (100.0)

[그림 3.25]와 같이, STEAM 교육을 현재 실행하고 있는 않는 초등학교의 경우, 약 45.5%가 STEAM 교육을 실행할 계획이 있다고 응답하였으며, 중학교의 경우 그 비율은 44.1%였다. 고등학교는 34.9%가 STEAM 교육을 실행할 계획이 있는 것으로 조사되었다. 많은 학교들이 STEAM 교육을 실행해보지 못하였음에도 불구하고 STEAM 교육에 대해 실행하고자 하는 것으로 파악되었다.



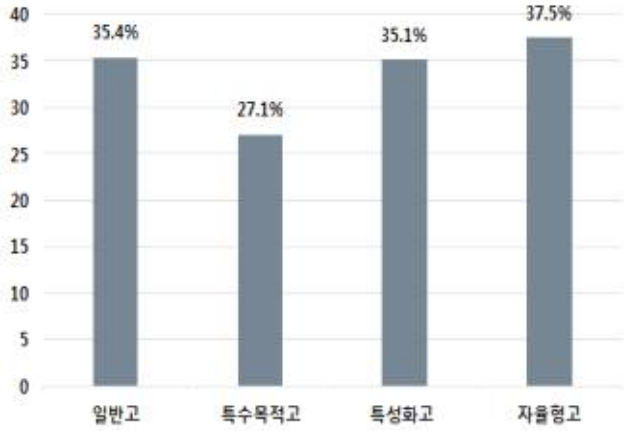
[그림 3.25] STEAM 미실행 학교의 학교급별 STEAM 실행 계획

<표 3.33>과 [그림 3.26]는 현재 STEAM 교육을 실행하고 있지 않지만, 앞으로 STEAM 교육을 실행할 계획이 있는지를 고등학교 유형별로 살펴본 것이다. 고등학교

유형별로 조사한 결과, [그림 3.26]과 같이, STEAM 교육을 실행할 계획이 있는 학교의 비율은 일반고 35.4%, 특수목적고 27.1%, 특성화고 35.1%, 자율형고 37.5%로 나타났다.

<표 3.33> STEAM 미실행 학교의 고등학교 유형별 STEAM 실행 계획 단위: 개 (%)

구분	실행 계획 있음	실행 계획 없음	합계
일반고	192 (35.4)	351 (64.6)	543 (100.0)
특수목적고	13 (27.1)	35 (72.9)	48 (100.0)
특성화고	74 (35.1)	137 (64.9)	211 (100.0)
자율형고	12 (37.5)	20 (62.5)	32 (100.0)
합계	291 (34.9)	543 (65.1)	834 (100.0)



[그림 3.26] STEAM 미실행 고등학교의 유형별 STEAM 실행 계획

<표 3.34>와 <표 3.35>는 STEAM 교육을 실행하고 있지 않는 학교들이 앞으로도 STEAM 교육 실행 계획을 하지 않는 이유를 학교급별과 고등학교 유형별로 살펴본 것이다.

<표 3.34> STEAM 미실행 학교의 STEAM 실행 계획을 하지 않는 이유 단위: 개 (%)

구분	학교장	교육적 기대 효과	학업 성취도 책임	행정 재정적 지원	추가적 시간과 노력	교육적 환경	정책 지속성	교육구성원 합의	기타	합계
초등학교	7 (0.9)	79 (9.9)	10 (1.3)	54 (6.7)	162 (20.2)	110 (13.7)	75 (9.4)	271 (33.8)	33 (4.1)	801 (100.0)
중학교	2 (0.4)	68 (13.5)	9 (1.8)	29 (5.8)	88 (17.5)	99 (19.6)	33 (6.6)	158 (31.4)	18 (3.6)	504 (100.0)
고등학교	4 (0.7)	85 (15.8)	40 (7.4)	32 (5.9)	59 (11.0)	143 (26.5)	26 (4.8)	126 (23.4)	24 (4.5)	539 (100.0)
합계	13 (0.7)	232 (12.6)	59 (3.2)	115 (6.2)	309 (16.8)	352 (19.1)	134 (7.3)	555 (30.1)	75 (4.1)	1,844 (100.0)

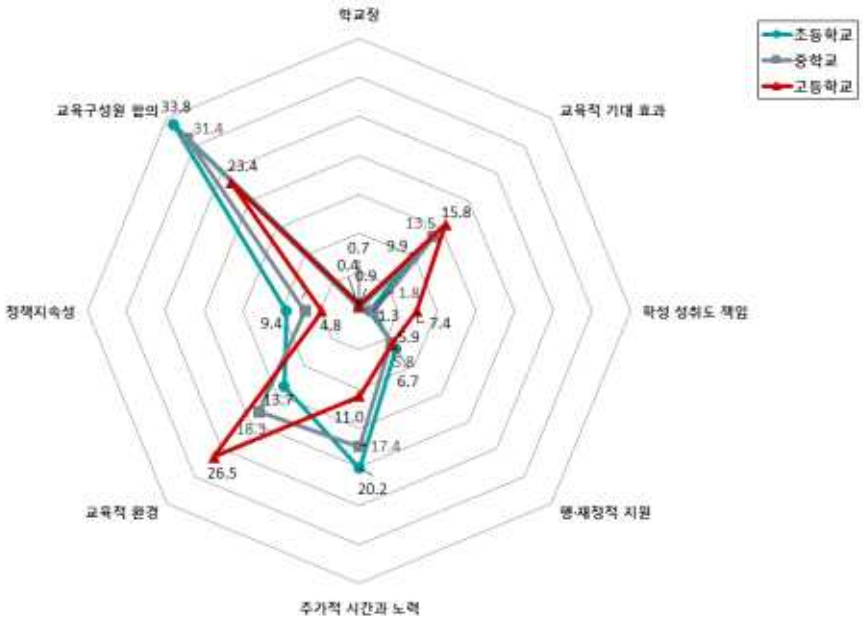
<표 3.35> STEAM 미실행 고등학교의 유형별 STEAM 실행 계획을 하지 않는 이유 단위: 개 (%)

구분	학교장	교육적 기대 효과	학업 성취도 책임	행정 재정적 지원	추가적 시간과 노력	교육적 환경	정책 지속성	교육구성원 합의	기타	합계
일반고	2 (0.6)	57 (16.4)	35 (10.1)	20 (5.8)	46 (13.3)	75 (21.6)	21 (6.1)	83 (23.9)	8 (2.3)	347 (100.0)
특수목적고	0 (0.0)	7 (20.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (5.7)	16 (45.7)	0 (0.0)	4 (11.4)	6 (17.1)	35 (100.0)
특성화고	1 (0.7)	19 (13.9)	4 (2.9)	10 (7.3)	9 (6.6)	48 (35.0)	3 (2.2)	33 (24.1)	10 (7.3)	137 (100.0)
자율형고	1 (5.0)	2 (10.0)	1 (5.0)	2 (10.0)	2 (10.0)	4 (20.0)	2 (10.0)	6 (30.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
합계	4 (0.7)	85 (15.8)	40 (7.4)	32 (5.9)	59 (10.9)	143 (26.5)	26 (4.8)	126 (23.4)	24 (4.5)	539 (100.0)

※ 붉은 배경: 10% 이상

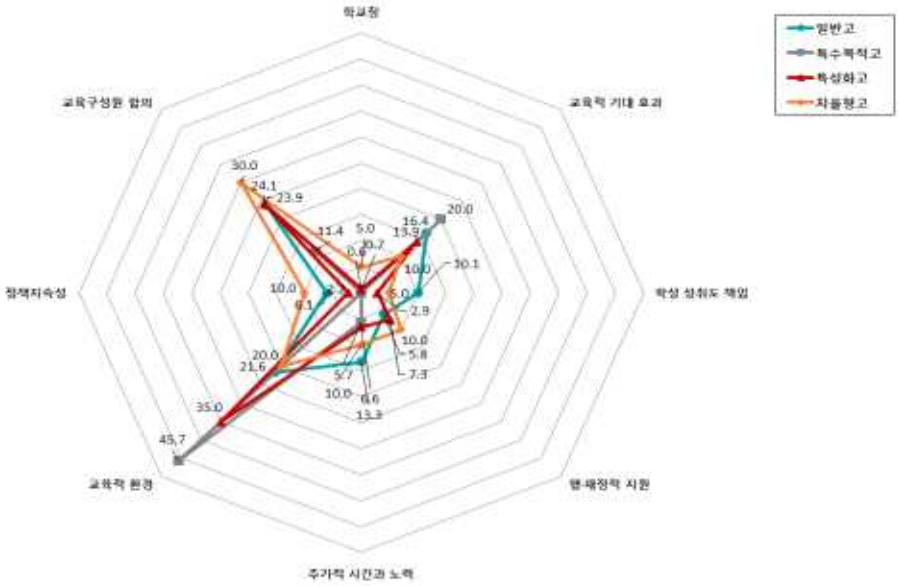
<표 3.34>와 [그림 3.27]에서 나타난 것과 같이, 모든 학교급에서 'STEAM 교육에 대한 교육 구성원들의 합의가 이루어지지 않음(30.1%)'을 실행 계획을 구체화 하지 못하는 주요 이유로 꼽았다. 그 다음으로는 '교육적 환경(19.1%)', '추가적 시간과 노력(16.8%)', '교육적 기대 효과(12.6%)','정책지속성(7.3%)'의 순으로 나타났다.

STEAM 교육을 실행하고 있지만 향후 STEAM 교육 계획이 없는 학교들의 응답 이유와 비교하면(표 3.27 참고), '정책 지속성(19.2%)'과 '추가적 시간과 노력(19.2%)'이 가장 우선적 요인이었고, '교육적 기대 효과(18.2%)', '교육구성원 합의(15.3%)' 그리고 '행정 재정적 지원(10.8%)'의 순으로 나타나 차이가 별로 없음을 나타내고 있다.



[그림 3.27] STEAM 미실행 학교의 STEAM 실행 계획을 하지 않는 이유

[그림 3.28]에서 나타난 것과 같이, 고등학교 유형 가운데 일반고와 자율형고는 'STEAM 교육에 대한 교육 구성원들의 합의가 이루어지지 않음', 특목고와 특성화고의 경우, '학생수 등의 교육적 환경이 적합하지 않음'을 각각 STEAM 교육을 실행하고자 하는데에 어려움으로 응답하였다.



[그림 3.28] STEAM 미실행 고등학교의 유형별 STEAM 실행 계획을 하지 않은 이유

<표 3.36>와 [그림 3.29]는 STEAM 미실행 학교가 STEAM 교육의 실행 계획을 하지 않는 이유에 대한 '기타'(75개) 내용을 유목화하여 그 빈도를 분석한 것이다.

<표 3.36> STEAM 미실행 학교의 STEAM 실행 계획하지 않는 이유 중 '기타' 단위: 개(%)

구분	빈도
여러 복합적인 요인	17 (22.7)
STEAM 이해를 위한 교사 연수 및 구성원 합의	15 (20.0)
STEAM 실효성 및 당위성 검증	9 (12.0)
교육 정책에 대한 신뢰 부족	8 (10.7)
평가 및 입시 제도	4 (5.3)
STEAM 교육 환경 및 예산	4 (5.3)
기타	18 (24.0)
합 계	75 (100.0)

[그림 3.29]에 나타난 것과 같이 '복합적 요인(22.7%)'과 'STEAM 이해를 위한 교사 연수 및 구성원들의 합의(20.0%)'는 STEAM 실행 계획을 구체화하기에 어려운 주요 이유들로 꼽혔다. 또한, 'STEAM 실효성 및 당위성에 대한 검증'이 필요하고(12.0%), 'STEAM 교육 정책에 대한 신뢰성 부족' 및 '정책 부재, 보여주기식의 전시 효과 성격(10.7%)' 도 그 이유로 제시되었다.

[그림 3.29] STEAM 미실행 학교의 STEAM 실행 계획을 하지 않는 이유 중 '기타(75개)'

라. STEAM 교육 실행을 위한 선결 문제

STEAM 교육을 실행하기 위해 우선적으로 해결되어야 할 문제를 STEAM 교육을 실행하고 있는 학교와 실행하지 않고 있는 학교를 대상으로 살펴보았다.

1) STEAM 교육 실행 학교

<표 3.37>는 STEAM 교육을 현재 실행하고 있는 학교들이 STEAM 교육 실행을 위해 가장 우선적으로 해결되어야 할 문제는 무엇인가라는 물음에 응답한 결과를 학교급별로 제시한 것이고, <표 3.38>은 고등학교 유형별로 제시한 것이다.

<표 3.37> STEAM 교육 실행 학교의 STEAM 교육을 위해 선결되어야 할 문제에 대한 학교급별 응답 단위: 개 (%)

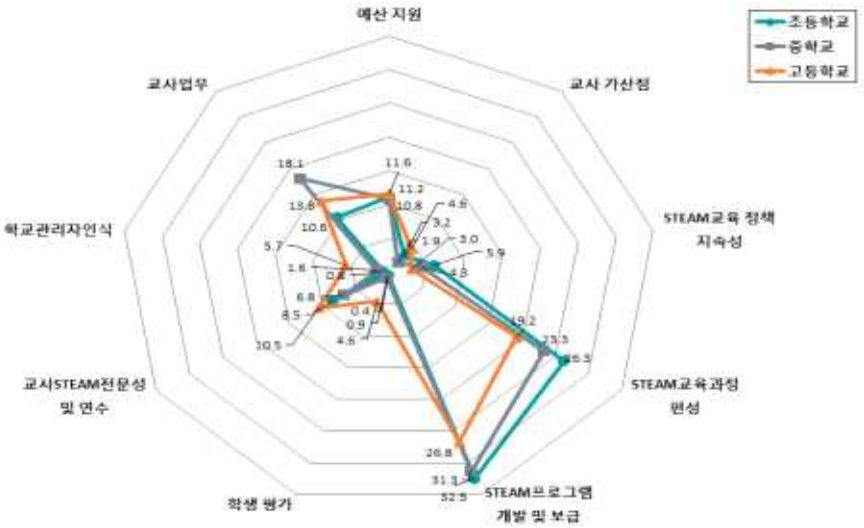
구분	예산	교사 가산점	STEAM 교육 정책 지속성	STEAM 교육과정 편성	STEAM 프로그램 개발 및 보급	학생 평가	교사 STEAM 전문성 및 연수	학교 관리자 인식	교사 업무	기타	합계
초등학교	190 (11.2)	55 (3.2)	101 (5.9)	447 (26.3)	553 (32.5)	7 (0.4)	144 (8.5)	14 (0.8)	180 (10.6)	10 (0.6)	1,701 (100.0)
중학교	86 (10.8)	15 (1.9)	34 (4.3)	185 (23.3)	249 (31.3)	7 (0.9)	54 (6.8)	13 (1.6)	144 (18.1)	8 (1.0)	795 (100.0)
고등학교	43 (11.6)	17 (4.6)	11 (3.0)	71 (19.2)	99 (26.8)	17 (4.6)	39 (10.5)	21 (5.7)	51 (13.8)	1 (0.3)	370 (100.0)
합계	319 (11.1)	87 (3.0)	146 (5.1)	703 (24.5)	901 (31.4)	31 (1.1)	237 (8.3)	48 (1.7)	375 (13.1)	19 (0.7)	2,866 (100.0)

<표 3.38> STEAM 교육 실행 학교의 STEAM 교육을 위해 선결되어야 할 문제에 대한 고등학교 유형별 응답 단위: 개 (%)

구분	예산	교사 가산점	STEAM 교육 정책 지속성	STEAM 교육과정 편성	STEAM 프로그램 개발 및 보급	학생 평가	교사 STEAM 전문성 및 연수	학교 관리자 인식	교사 업무	기타	합계
일반고	29 (11.2)	12 (4.6)	6 (2.3)	49 (18.9)	78 (30.1)	12 (4.6)	24 (9.3)	17 (6.6)	32 (12.4)	0 (0.0)	259 (100.0)
특수목적고	2 (6.1)	2 (6.1)	2 (6.1)	7 (21.2)	3 (9.1)	2 (6.1)	8 (24.2)	1 (3.0)	6 (18.2)	0 (0.0)	33 (100.0)
특성화고	6 (12.5)	3 (6.3)	3 (6.3)	10 (20.8)	11 (22.9)	1 (2.1)	4 (8.3)	3 (6.3)	6 (12.5)	1 (2.1)	48 (100.0)
자율형고	6 (20.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (16.7)	7 (23.3)	2 (6.7)	3 (10.0)	0 (0.0)	7 (23.3)	0 (0.0)	30 (100.0)
합계	43 (11.6)	17 (4.6)	11 (3.0)	71 (19.2)	99 (26.8)	17 (4.6)	39 (10.5)	21 (5.7)	51 (13.8)	1 (0.3)	370 (100.0)

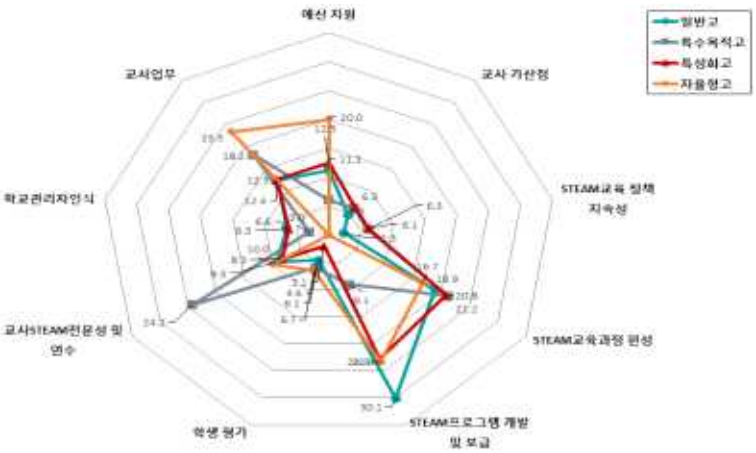
※ 붉은 배경: 10% 이상

<표 3.37>와 [그림 3.30]에 나타난 것과 같이, 모든 학교급에서 'STEAM 교육에 맞는 교육과정 편성(24.5%)'과 'STEAM 프로그램 개발 및 보급(31.4%)'이 우선적으로 해결해야 하는 요인으로 지적되었다. 또한 '교사 업무의 경감(13.1%)'과 '예산 지원(11.1%)' 또한 해결되어야 하는 요인으로 나타났다.



[그림 3.30] 학교급별 STEAM 교육 선결 문제 응답

<표 3.38>와 [그림 3.31]은 고등학교 유형별로 나타낸 것으로, 4개 유형의 고등학교에서 가장 우선적으로 해결해야하는 문제로 'STEAM 교육에 맞는 교육과정 편성(19.2%)'과 '교사 업무(13.8%)', 'STEAM 프로그램 개발 및 보급(26.8%)'이 높게 나왔으며, 특히 특수목적고는 '교사 STEAM 전문성 및 연수)24.2%)'도 지적하였다.

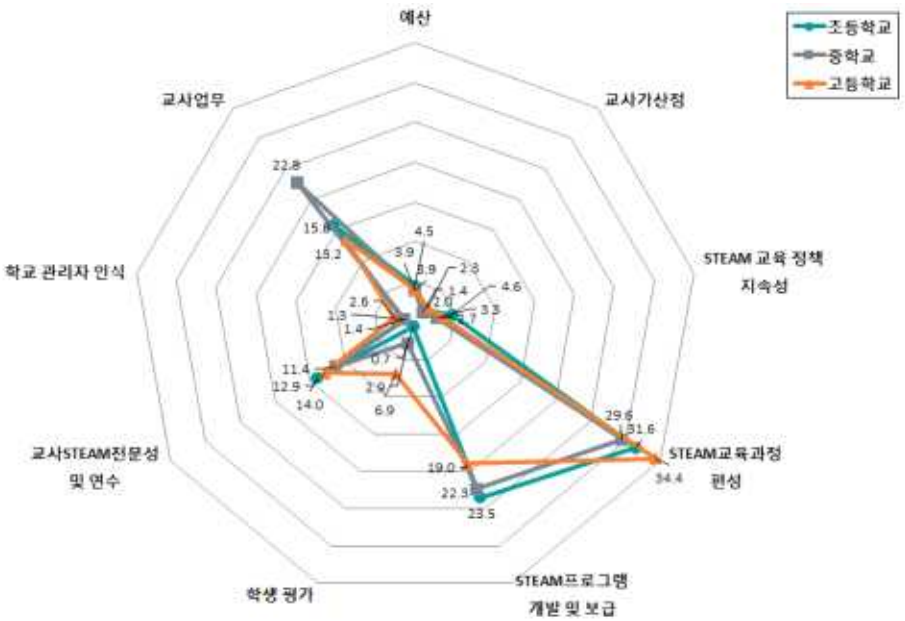


[그림 3.31] 고등학교 유형별 STEAM 교육 선결 문제

2) STEAM 교육 미실행 학교

<표 3.39>는 STEAM 교육을 현재 실행하고 있지 않는 학교들이 STEAM 교육 실행을 위해 가장 우선적으로 해결되어야 할 문제는 무엇인가라는 물음에 응답한 결과를 학교급별로 제시한 것이고, <표 3.40>은 고등학교 유형별로 제시한 것이다.

<표 3.39>와 [그림 3.32]에 나타낸 바와 같이, 모든 학교급에서 'STEAM 교육에 맞는 교육과정 편성(31.8%)'과 '다양한 STEAM 프로그램의 개발 및 보급(22.0%)'을 STEAM 교육을 실행하기 위하여 가정 우선적으로 해결해야 하는 문제로 꼽았다. 그리고 '교사 업무(13.2%)'와 '교사 STEAM 전문성 및 연수(13.0%)'가 차례로 지적 되었다.



[그림 3.32] STEAM 미실행 학교급별 STEAM 교육 선결 문제 응답

<표 3.39> STEAM 교육 미실행 학교의 STEAM 교육을 위한 선결해야 할 문제에 대한 응답 단위: 개 (%)

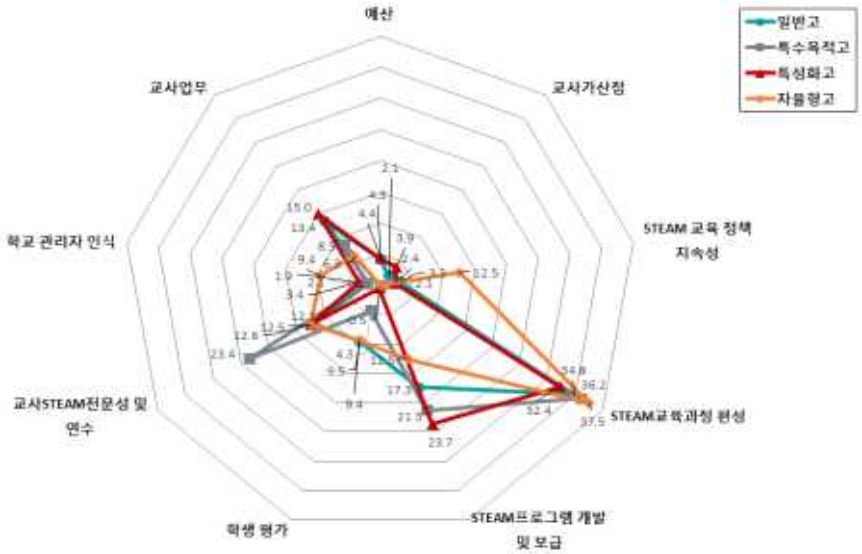
구분	예산	교사 가산점	STEAM 교육 정책 지속성	STEAM 교육과정 편성	STEAM 프로그램 개발 및 보급	학생 평가	교사 STEAM 전문성 및 연수	학교 관리자 인식	교사 업무	기타	합계
초등학교	66 (4.5)	29 (2.0)	68 (4.6)	464 (31.6)	345 (23.5)	10 (0.7)	206 (14.0)	21 (1.4)	232 (15.8)	28 (1.9)	1,469 (100.0)
중학교	35 (3.9)	13 (1.4)	24 (2.7)	268 (29.6)	202 (22.3)	26 (2.9)	103 (11.4)	12 (1.3)	206 (22.8)	16 (1.8)	905 (100.0)
고등학교	32 (3.9)	19 (2.3)	27 (3.3)	283 (34.4)	156 (19.0)	57 (6.9)	106 (12.9)	21 (2.6)	109 (13.2)	13 (1.6)	823 (100.0)
합계	133 (4.2)	61 (1.9)	119 (3.7)	1,015 (31.8)	703 (22.0)	93 (2.9)	415 (13.0)	54 (1.7)	547 (17.1)	57 (1.8)	3,197 (100.0)

<표 3.40> STEAM 교육 미실행 고등학교의 STEAM 교육을 위한 선결해야 할 문제에 대한 응답 단위: 개 (%)

구분	예산	교사 가산점	STEAM 교육 정책 지속성	STEAM 교육과정 편성	STEAM 프로그램 개발 및 보급	학생 평가	교사 STEAM 전문성 및 연수	학교 관리자 인식	교사 업무	기타	합계
일반고	23 (13.3)	11 (4.2)	17 (2.5)	187 (18.6)	93 (29.7)	51 (4.0)	65 (8.8)	10 (5.7)	72 (13.3)	8 (0.0)	537 (100.0)
특수목적고	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (2.1)	17 (36.2)	10 (21.3)	2 (4.3)	11 (23.4)	1 (2.1)	4 (8.5)	1 (2.1)	47 (100.0)
특성화고	9 (4.4)	8 (3.9)	5 (2.4)	67 (32.4)	49 (23.7)	1 (0.5)	26 (12.6)	7 (3.4)	31 (15.0)	4 (1.9)	207 (100.0)
자율형고	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (12.5)	12 (37.5)	4 (12.5)	3 (9.4)	4 (12.5)	3 (9.4)	2 (6.3)	0 (0.0)	32 (100.0)
합계	32 (3.9)	19 (2.3)	27 (3.3)	283 (34.4)	156 (19.0)	57 (6.9)	106 (12.9)	21 (2.6)	109 (13.2)	13 (1.6)	823 (100.0)

※ 붉은 배경: 10% 이상

고등학교 유형별로 살펴보면, [그림 3.33]과 같이, 모든 유형에서의 선결 문제가 일반 초중고 학교급에서 지적된 문제들과 유사한 경향을 보이고 있다. 다만 일반고에서는 'STEAM 프로그램 개발 및 보급(29.7%)'이, 그리고 특수목적고(36.2%), 특성화고(32.4%), 자율형고(37.5%)에서는 'STEAM 교육과정의 실제적 편성'이 주요한 선결 문제로 지적하였다.



[그림 3.33] STEAM 미실행 고등학교의 유형별 STEAM 교육 선결 문제 응답

3) STEAM 교육 실행 학교와 미실행 학교의 비교

[그림 3.34], [그림 3.35], [그림 3.36]은 STEAM 교육의 실행을 위하여 가장 선결되어야 할 문제를 조사 시점에서 STEAM 교육을 실행하고 있는 학교와 실행하고 있지 않는 학교로 구분하여 학교급별로 제시한 것이다.

모든 학교급에서 STEAM 실행 학교와 실행하지 않는 학교 모두 STEAM 교육을 위해 선결되어야 할 문제로 'STEAM 교육과정 편성(24.5%, 31.8%)'과 'STEAM 프로그램 개발 및 보급(31.4%, 22.0%)'에 높은 응답 비율을 보였다. 다만, STEAM 교육 실행 학교는 후자에 우선 순위를 두고, 실행하지 않는 학교는 전자에 우선 순위를 두었다. STEAM 교육을 실행하지 않는 중학교의 경우, '수업 시간 확보를 위한 교사의 행정 업무 경감'은 높은 응답율을 나타냈다.

초등학교의 경우, [그림 3.34]와 같이, STEAM 실행 학교에서는 'STEAM 프로그램 개발 및 보급(32.5%)'과 'STEAM 교육과정 편성(26.3%)', '예산 지원(11.2%)' 순서의 응답 비율을 보였고, STEAM 교육을 실행하고 있지 않는 학교의 경우 'STEAM 교육과정 편성

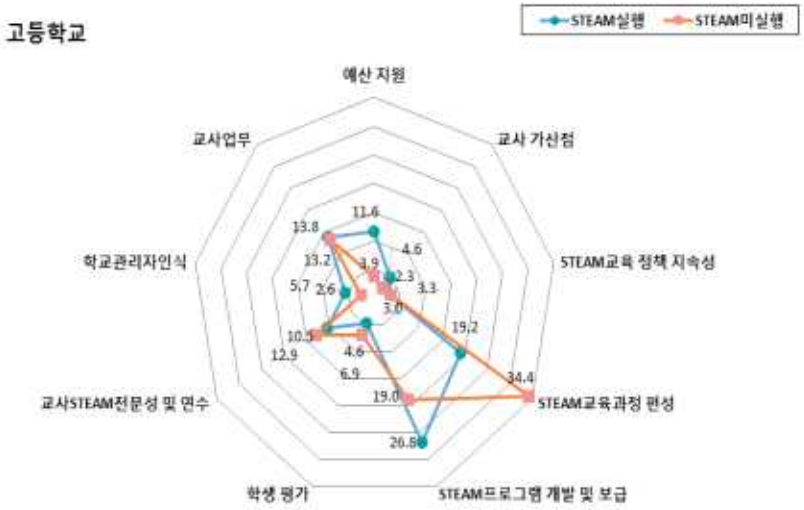
(26.3%)', 'STEAM 프로그램 개발 및 보급(23.5%)', '수업 시간 확보를 위한 교사의 행정 업무 경감(15.8%)'순서로 응답하였다.

[그림 3.34] STEAM 교육 실행 여부에 따른 초등학교의 실행을 위한 선결 문제

중학교의 경우, [그림 3.35]과 같이, STEAM 실행 학교는 'STEAM 프로그램 개발 및 보급(31.3%)', 'STEAM 교육과정 편성(23.3%)'와 함께 '수업 시간 확보를 위한 교사의 행정 업무 경감(18.1%)'에서 높은 응답 비율을 나타냈다. 반면, STEAM 교육을 실행하지 않는 학교에서는 'STEAM 교육과정 편성(29.6%)'과 '수업 시간 확보를 위한 교사의 행정 업무 경감(22.8%)', 'STEAM 프로그램 개발 및 보급(22.3%)'의 순서로 응답하였다.

[그림 3.35] STEAM 교육 실행 여부에 따른 중학교의 실행을 위한 선결 문제

고등학교의 경우, [그림 3.36]과 같이, STEAM 실행 학교에서는 ‘STEAM 프로그램 개발 및 보급(26.8%)’과 ‘STEAM 교육과정 편성(19.2%)’, 수업 시간 확보를 위한 교사의 행정 업무 경감(13.8%)’의 순서로 조사되었으며, STEAM 교육을 실행하고 있지 않는 학교의 경우 ‘STEAM 교육과정 편성(34.4%)’, ‘STEAM 프로그램 개발 및 보급(19.0%)’, ‘수업 시간 확보를 위한 교사의 행정 업무 경감(13.2%)’ 순서로 응답하였다.



[그림 3.36] STEAM 교육 실행 여부에 따른 고등학교의 실행을 위한 선결 문제

전체적인 학교급별에서 STEAM 교육 실행 또는 미실행을 아울러보면 STEAM 교육의 확산과 보급을 위한 선결 과제로는 'STEAM 교육과정 편성'이 제일 우선적인 과제이고, '교사 업무' 경감과 '교사의 전문성 향상을 위한 연수'가 그 다음 순서로 해석할 수 있다.

또한 STEAM 교육의 질적 향상을 위해서는 'STEAM 프로그램 개발과 보급'이 당연히 개선되어야 하며 '예산지원'과 '교사업무 경감'이 필요하고 그에 따른 수준 높은 현실적용 가능한 'STEAM 연수 교육'이 필요하다 사료된다.

6. 결론 및 시사점

본 장에서는 2015년 현재 초·중등학교 현장에서 STEAM 교육이 어느 정도 실행되고 있으며, 어떻게 운영되고 있는지 조사하였다. 그에 따른 결론 및 시사점은 다음과 같이 정리된다.

첫째, 우리나라 초, 중, 고등학교 11,526개교 중 6,473개교가 학교 STEAM 운영 현황 실태조사에 참여하였다. 조사에 참여하지 않은 학교들의 STEAM 교육 실행 여부를 알 수는 없으나, 조사에 참여하지 않은 학교들을 STEAM 교육을 실행하지 않는다고 가정하면, 2015년 조사 시점에서 우리나라 초, 중, 고등학교의 약 27.13%에 해당하는 3,127개 학교가 STEAM 교육을 실행하는 것으로 조사되었다. 이것을 학교급별로 살펴보면, 초등학교는 약 30.75%, 중학교는 약 27.43%, 고등학교는 약 17.49%의 수준에서 STEAM 교육을 실행하고 있는 것이다.

STEAM 교육 시행 비율이 가장 높은 학교급은 초등학교였으며, 그 다음으로 중학교, 고등학교 순서로 나타났다. 초등학교에서 STEAM 교육 시행 비율이 가장 높은 반면, 학교급이 올라갈수록 STEAM 교육 시행 비율이 차츰 낮아지는 경향에 대해서는 여러 가지 이유가 있을 수 있으나, 학교급이 올라갈수록 상급학교 진학의 부담이 커지는 한국의 교육현실과 무관하지 않은 것으로 사료된다.

둘째, STEAM 교육 실행 비율은 지역 마다 큰 차이가 있었다. STEAM 교육의 실행 주요 이유로 모든 학교급에서 교사 요구 다음으로 교육청 지원이 많이 언급되었음을 감안한다면, STEAM 교육 실행 비율이 지역 마다 큰 차이가 있었다는 것은 결국 지역 교육청에서 STEAM 교육 실행을 지원하는 정도가 지역마다 큰 차이가 있다는 것을 의미하는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 STEAM 교육 시행이 보다 확산 적용되기 위해서는 교육청의 역할이 매우 중요하다 볼 수 있다.

셋째, 학교급별 STEAM 교육의 실행 비율 결과와는 대조적으로, STEAM 교육의 만족도는 고등학교에서 가장 높은 것으로 나타났다. 고등학교의 실행 비율이 초등학교와 중학교에 비해 상대적으로 낮은 것을 감안하면, STEAM 교육이 학생의 흥미를 유발하는데 도움이 되는 것으로 인식하고 있음을 해석할 수 있다.

넷째, STEAM 교육을 실행한 학교의 거의 대부분이 STEAM 교육을 계속 실행할 의향이 있다고 응답한 것은 STEAM 교육의 효과성에 대해 긍정적으로 생각하고 있는 것으로 해석할 수 있다. STEAM 교육은 주로 월 1-2차시 정도로 실행되며, 일반계고를 제외하고 주로 정규 교과 과정에서 이루어지는 것으로 나타났다. 모든 학교급에서 학교 자체 내 예산을 활

용하는 것으로 나타났으며, 또한 예산 없이 STEAM 교육을 실행하고 있는 경우도 많았다.

다섯째, STEAM 교육의 실행 핵심 이유로 모든 학교급에서 '교사의 요구'가 가장 많이 언급되었다. STEAM 교육을 실행하지 않는 주요 이유와 앞으로 실행할 계획을 하지 않는 주요 이유로 STEAM 교육 실행에 대해 학교 교사들의 합의를 이끌어내는 것이 쉽지 않기 때문인 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 STEAM 교육의 실행 여부에 있어 교사의 역할이 매우 중요함을 나타낸 것이다.

여섯째, 학교에서 STEAM 교육을 실행하는 주요 이유는 '교사의 요구'와 '교육청의 지원'로 약 50% 수준으로 나타났으며, 교육의 주체인 '학생의 요구'에 따른 실행은 약 10% 수준으로 조사되었다. 이러한 결과는 학교 교육 정책을 실행함에 있어서 'Top-down' 방식의 특성으로 해석할 수 있다. STEAM 교육 정책이 새롭게 도입된 지 약 5년이 지난 이 시점에서는 학생의 요구에 보다 적극적으로 관심을 가질 필요가 있음을 보여준다.

일곱째, 학교에서 STEAM 교육을 간헐적으로 필요에 따라 실행하고 있는 것으로 나타났다. 모든 학교급에서 월 1-2차시 정도로 STEAM 수업을 실행하고 있고, 주 1차시 이상 STEAM 수업을 실행하고 있는 학교는 약 15% 내외로 조사되었다. 이것은 STEAM 교육을 공학의 본성과 예술·인문 사회의 본성이 포함된 교수학습 전략적 접근으로 이해하기보다는, STEAM의 개념을 축소하여 제한적으로 적용하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 즉 학교 또는 교사들이 STEAM 교육을 교과의 융합으로 이해하거나 특정 교과를 위한 정책으로 이해하고 수행함으로써, STEAM이 지향하는 융합적 교과 운영이 학교 교육 현장에서 효과적으로 적용되지 못하고 있다는 것을 말해주는 것이라고 할 수 있다. 따라서 교사들이 보다 현실적으로 접근할 수 있도록 STEAM 교육을 수업 개선의 관점에서 이해시킬 수 있는 방안 모색에 대한 고민이 필요하겠다.

여덟째, STEAM 교육에 대한 이해와 관심 부족이 학교 현장에 존재하며, STEAM 교육을 시행하는데 있어 추가적으로 필요한 시간적 노력, STEAM 교육 자료 개발과 보급, STEAM 교육과정 개발 등은 학교 현장에서 STEAM 교육이 확산 정착 되는데 해결되어야 할 선결조건으로 나타났다. 또한 STEAM 교육의 정책적 일관성과 행정적 지원의 지속성에 대한 의구심도 STEAM 교육 실행에 부정적으로 영향을 주는 것으로 조사되었다. 따라서 교사와 관련자들의 이해와 인식을 변화시키고 실행할 수 있는 맞춤형 연수와 구체적인 교수-학습 전략, 정책 개선 방안 등에 대한 연구의 필요성을 시사한다.

제4장. 교사의 STEAM 교육 인식(CBAM) 실태조사

1. 연구 내용

이 장에는 우리나라 초·중등학교 교사들의 STEAM 교육에 대한 인식을 조사하여 기술하였다. 조사는 관심 중심의 실행 모형(CBAM: The Concerns Based Adoption Model)을 기반으로 실시하였다. CBAM은 새로운 교육 혁신안이 학교에 도입될 때, 그 개혁안이 교육 현장에 점진적으로 정착될 수 있도록 돕기 위한 방안을 모색하기 위해 고안한 실행 중심의 평가 모형이다. 이 모형에 근거해서 우리나라 교사들의 STEAM 교육에 대한 관심 단계(Stage of Concerns)와 실행 수준(Level of Use), 그리고 실행 형태(Innovation Configuration)를 조사하였다.

구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 교사들이 인식하고 있는 STEAM 교육의 관심 단계는 어떠한가?
둘째, 교사들의 인식하고 있는 STEAM 교육의 실행 수준은 어떠한가?
셋째, 교사들의 인식하고 있는 STEAM 교육의 실행 형태는 어떠한가?

2. 이론적 모델: 관심 중심의 실행 모형(CBAM: The Concerns Based Adoption Model)

본 연구에서는 우리나라 교사들의 STEAM에 대한 인식을 조사하기 위해서 관심 중심의 실행 모형(CBAM: The Concerns Based Adoption Model)을 적용하였다. 관심 중심의 실행 모형은 60년대 소련의 스푸트니크(Sputnik) 발사로 미국의 연방 및 주 수준에서 여러 가지 새로운 교육 혁신안을 단위 학교에 보급할 때 교사들이 겪고 있는 어려움들을 발견하면서 개발되기 시작되었다. 미국의 국가 교육연구원(the National Institute of Education)은

학교 현장에 새로운 교육 혁신안을 적용할 때, 이 혁신안을 교사들이 적극적으로 실행하려고 노력하는 경우, 타성에 젖어서 이를 거부하는 경우, 실행 능력 및 역할에 좌절하여 포기하는 경우 등등의 어려움을 겪고 있다는 것을 발견할 수 있었다. 그들은 이러한 어려움을 해결하기 위해서 고민하였고, 이 과정에서 새로운 교육혁신안에 대한 교사의 점진적인 관심의 변화와 이에 따른 실행 수준의 변화가 나타난다는 것을 발견하였다. Fuller(1969)는 교육혁신안에 대한 교사의 관심이 그 혁신안을 실행하는 것에 매우 크게 영향을 준다는 것을 주장하였다. 이 생각은 Hall 등(1979)의 연구로 정교화 되었고, 이 후 Hord 등(1987)의 연구로 관심 중심의 실행 모형(CBAM)이라는 이름으로 결실을 맺게 되었다.

CBAM은 새로운 교육 혁신안이 학교에 도입될 때, 그 개혁안이 점진적으로 정착될 수 있도록 돕기 위한 방안을 모색하기 위해 고안한 실행 중심의 평가 모형이다(Hall et. al., 1991). CBAM에 의하면, 교사가 혁신안에 대해서 얼마나 관심을 가지고 있는지가 혁신안의 성공적인 정착 여부를 결정한다. 또한 교사의 관심은 점진적이면서 일정한 단계를 거치며 변화하고, 그 관심 단계의 변화에 따라 개혁안을 실행하는 정도도 달라진다. 따라서, CBAM은 변화 지원자(changer facilitator)가 실행 주체인 교사의 관심 정도와 실행에 관한 진단적 정보를 수집할 수 있는 도구로 이용될 수 있으며, 또한 교사의 요구를 밝혀 적절한 지원을 제공할 수 있는 처방적 도구로도 이용될 수 있다.

CBAM은 새로운 교육 혁신안이 학교에 도입될 때 나타나는 변화에 대해서 다음의 여섯 가지 가정을 근거로 한다(Hord et. al, 1987).

첫째, 변화는 일회적 사건이 아니라 점진적이고 지속적인 과정이다. 즉, 교육 현장의 변화는 단기간에 일시적으로 일어나는 것이 아니라 오랜 시간에 걸쳐 장기적으로 서서히 지속적으로 일어나는 과정이다.

둘째, 변화의 핵심은 교사이다. 변화는 사람에 의해서 일어나기 때문에 변화를 위해서 가장 중요하게 다루어져야 하는 요소는 변화의 주체인 교사의 역할이다.

셋째, 변화는 교사의 개인적인 경험이다. 각 개인은 각각 독특하게 서로 다르기 때문에 변화에 각기 다르게 반응한다. 따라서 이러한 교사의 개인적 차이를 충분히 고려하는 것이 매우 중요하다.

넷째, 변화의 과정은 발달적이다. 새로운 혁신안에 대한 관심과 실행은 그 개혁안에 대한 경험이 쌓이면서 점진적으로 발달해 간다.

다섯째, 변화는 실행으로 나타난다. 변화는 구체적인 실행의 형태로 나타나기 때문에 실행적 용어로 표현되어야 한다.

여섯째, 변화를 위한 지원은 교사와 개혁안 및 그 상황을 고려해야 한다. 변화는 물질적

인 요소가 아닌 인간적인 요소이다. 그러므로 변화를 위한 지원은 교사의 개인적인 요구를 고려해야 하며, 그 교사가 특정한 맥락과 상황 속에 존재한다는 것을 함께 인식해야 한다.

CBAM의 궁극적인 목적은 새로운 교육 혁신안이 학교에 도입될 때 학교 교육의 효율적인 변화를 지원할 수 있도록 돕는 것이다. 이를 위해 CBAM은 [그림 4.1]과 같이, 교육 혁신안에 대한 교사의 관심 단계(Stage of Concerns), 실행 수준(Level of Use), 실행 형태(Innovation Configuration)를 평가하여 진단적 정보를 수집하고 분석하여 이 분석 결과에 따라 변화를 실천하는 주체인 교사에게 적절하고 유용한 지원을 할 수 있는 방안을 제안할 수 있도록 고안되어 있다.

[그림 4.1] The Three Diagnostic Dimensions
(http://www.sedl.org/cbam/, 2016)

CBAM의 세 가지 평가 요소와 평가 도구 및 각각의 평가 요소에 따른 지원 방안에 대해여 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

가. 관심 단계

Hall 등(1979)은 변화 과정에 참여하는 교사의 관심에 초점을 두고, 새로운 교육 개혁안에

대한 교사의 관심이 변화하는 과정을 <표 4.1>과 같이 ‘자신’, ‘업무’, ‘결과’로 크게 구분하였다. 그리고 이를 다시 나누어 ‘자신’은 ‘0. 지각적 관심’, ‘1. 정보적 관심’, ‘2. 개인적 관심’으로, ‘업무’는 ‘3. 운영적 관심’으로, 그리고 ‘결과’는 ‘4. 결과적 관심’, ‘5. 협동적 관심’, ‘6. 강화적 관심’의 7단계로 구분하였다.

<표 4.1> 관심 중심 실행 모형의 관심 7단계

관심 단계		내용
자신	0. 지각적 관심	(나는 혁신안에 대해서 관심 없다.) 혁신안에 대해서 특별한 관심을 보이지 않는 단계이다. 혁신안에 대해 조금 알고 있지만 이것에 대해 아직 관심이 구체화되지 않은 상태이다.
	1. 정보적 관심	(나는 혁신안에 대해 관심이 많다.) 혁신안 자체에 대해서 조금 더 알고 싶어 하는 단계이다. 혁신안의 내용, 특징, 효과, 도입 방법, 시기 등 정보적인 특성에 관심을 보이는 상태이다.
	2. 개인적 관심	(나는 혁신안이 나에게 어떠한 영향을 미치는지 관심이 많다.) 혁신안이 교사 자신에게 미치는 영향에 대해서 관심을 보이는 단계이다. 새로운 혁신안이 도입되었을 때 주어지는 보상, 의사 결정 방식, 자신의 책임과 역할, 실행 근거 등을 포함하여 혁신안에 대해 조금 더 알고 싶어 하는 상태이다.
업무	3. 운영적 관심	(나는 혁신안을 효과적으로 운영하는 방법에 관심이 많다.) 혁신안을 운영하는데 필요한 정보와 자원에 관심을 보이는 단계이다. 혁신안을 효과적으로 운영하기 위해서 필요한 조직, 계획, 시간 운영, 경영 등에 관심이 크게 나타나는 상태이다.
결과	4. 결과적 관심	(나는 혁신안이 결과적으로 학생에게 어떠한 영양을 미치는지 관심이 많다.) 혁신안이 학생에게 미치는 영향에 대해 관심이 집중되는 단계이다. 혁신안 도입으로 나타날 학생의 학습 성취 결과 변화, 결과 향상을 위한 혁신안의 적절성, 성취 평가 등에 관심이 집중되는 상태이다.
	5. 협동적 관심	(나는 혁신안 운영에 필요한 협력과 조정 방안에 관심이 많다.) 다른 사람과의 협력에 관심이 집중되는 단계이다. 혁신안을 통해 학생의 성취 결과 향상을 위해서 필요한 다른 사람과의 조정하고 협력에 관심이 모아지는 상태이다.
	6. 강화적 관심	(나는 지금의 혁신안보다 더 좋은 결과를 가져올 방법에 대해서 관심이 많다.) 혁신안을 개선할 수 있는 방안에 대해서 관심을 보이는 단계이다. 혁신안을 평가한 후 수정·보완할 수 있는 방법, 혹은 새롭게 대체할 만한 보다 좋은 방법 등에 대해서 관심이 집중되는 상태이다.

관심의 7단계들은 서로 배타적인 것처럼 보이지만 단계의 구분이 절대적인 것은 아니다. 따라서 모든 교사의 관심을 단계에 따라 명확하게 구분할 수 있는 것은 아니다. 교사에 따라 각각의 7단계에 모두 관심을 보이기도 하고, 특정한 단계에 관심을 더 강하게 보이거나 또는 보이지 않을 수도 있다. 일반적으로 교사의 관심은 단계에 따라 발전적으로 진행하지만, 그것 또한 절대적인 것이 아니다. 관심의 발달은 일반적으로 물결 모양으로 일어난다.

혁신안 도입 초기에는 주로 자신과 관련된 관심이 강하게 나타나고, 시간이 지남에 따라 운영적 관심 부분의 파고가 높아진다. 마지막으로는 운영적 관심이 낮아진 이후에 결과에 대한 관심이 높아진다. 이와 같은 교사의 관심 단계 변화는 혁신안의 실행 양상에도 영향을 주는 것으로 알려져 있으며, 각 관심 단계별로 요구되는 보편적인 지원 방식도 다르다. 따라서 변화 지원자(changer facilitator)인 교사의 관심 단계와 변화 추이를 파악하는 것은 매우 의미 있다.

나. 실행 수준

실행 수준은 새로운 혁신안을 적용한 교사들이 실제로 무엇을 실행하고 있는가를 조작적으로 평가하기 위해 고안된 것이다. 실행 수준은 교사의 구체적인 행동을 표현한 것이지 태도, 관심, 동기 등을 고려한 인과적 설명이 아니다. 실행 수준은 교사가 혁신안에 대해서 무엇을 행하고 있는지 기술한 것이다.

Hall 등(1975)은 실행 수준을 <표 4.2>와 같이 8수준으로 구분하였다. 즉 '실행하지 않는 단계', '오리엔테이션 단계', '준비 단계', '기계적 단계', '일상화 단계', '정교화 단계', '통합 단계', '갱신 단계'로 구분하였다.

<표 4.2> 관심 중심 실행 모형 중 실행 8 수준

실행 수준		내용
수준 0	실행하지 않는 단계	혁신안에 대해서 거의 알지 못하고, 실행도 못하고 있는 상태이다.
수준 1	오리엔테이션 단계	혁신안에 대해서 조금 알고 있으나 계속적으로 정보를 얻고 있는 중이며 여러 가지 조건을 탐색하고 있는 상태이다.
수준 2	준비 단계	혁신안을 구체적으로 실행할 계획을 하고 있는 상태이다.
수준 3	기계적인 단계	주변에서 흔히 하고 있는 대로 피상적인 상태로 체계 없이 혁신안을 실행하고 있는 상태이다.
수준 4	일상화 단계	안정적이고 일상적으로 실행하고 있는 상태이다.
수준 5	정교화 단계	혁신안의 효과를 더 높일 수 있는 방식을 찾기 위해서 다양한 변화를 시도하고 있는 상태이다.
수준 6	통합 단계	혁신안을 실행하고 있는 다른 교사들과 협의하고 협력하여 실행 효과를 향상시키고 있는 상태이다.
수준 7	갱신 단계	자신이 실행하고 있는 혁신안의 질을 평가하고 보다 효과적인 대안을 찾아서 다양하게 검토하고 있는 상태이다.

실행 수준도 관심 단계와 마찬가지로 교사의 개인적 특성에 따라 다양하게 나타날 수 있다. 새로운 혁신안이 적용된 이후 일반적으로 하위 수준에서 상위 수준으로 발달적인 변화를 보인다. 하위 수준에서 교사는 대체로 일관성을 유지하기 어렵고 실행에 많은 어려움을 경험한다. 그러나 실행 기간이 길어지면서 교사의 실행 방향은 운영보다는 학습자에 대한 효과에 집중하게 되고, 이를 위해서 다른 교사들과 자신의 것을 통합하는 단계로 발전하고, 결국 자신의 실행 상황에 대한 평가를 통해 최선의 효과를 얻을 수 있는 대안을 찾아가게 된다.

다. 실행 형태

실행 형태란 교사가 새로운 혁신안을 어떻게 실행하고 있는지를 보여준다(George 등, 2006). 즉, 교육 혁신안의 요소들이 실행 가능한 조작적 언어로 표현되고 각각의 요소들이 교실에서 어떻게 실행되고 있는지 구체적으로 묘사해준다.

이를 위해서 새로운 혁신안의 요소들을 규명하고 이 요소들을 교사들이 어떻게 실행하고 있는지 파악할 수 있는 체크리스트를 개발하여 사용한다. 일반적으로 체크리스트는 실행에 필수적인 '필수 요소'와 실행에 도움을 주는 '관련 요소'로 구성된다. 체크리스트는 실행 요소 별로 혁신안의 이상적인 실행 형태가 어떠한지와 혁신안을 실행하고 있다고 볼 수 있는 최소한의 수용 가능한 실행 형태가 무엇인지 드러나도록 작성한다. 예를 들어 교구 사용이라는 요소가 체크리스트에 포함될 경우, 가장 이상적인 실행 형태를 '모든 학생이 교구를 조작하는 형태'로 규정할 수 있고 혁신안이 요구하는 최소한의 실행 형태를 '교사의 시범'으로 규정할 수 있다.

3. 조사 설계 및 표집

교사들의 STEAM 교육 인식 실태조사는 2015년 12월 21일(월요일)부터 2016년 2월 2일(화요일)까지 온라인으로 진행하였다. 전국 17개 시·도교육청의 도움을 받아 이메일을 통해서 조사 내용을 교사들에게 안내하였고, 교사들은 인터넷 STEAM 교육 인식 조사 웹사이트(https://ko.surveymonkey.com/r/2015steam_actualcondition)에 접속하여 설문에 응답하는 방식으로 조사를 실시하였다.

교사들의 STEAM 교육 인식 실태조사지의 영역 및 내용은 <표 4.3>과 같다. 교사들의 STEAM 교육에 대한 인식 실태조사지는 CBAM에 기반을 두고, 관심 단계(Stage of Concerns)와 실행 수준(Level of Use), 그리고 실행 형태(Innovation Configuration) 등의 3과정으로 구분하여 설문 문항들을 구성하였다.

<표 4.3> 설문지 영역 및 내용

영역	내용 또는 문항
관심 단계	• STEAM 교육에 특별한 관심을 보이지 않는 단계 • STEAM 교육 자체에 대해서 조금 더 알고 싶어 하는 단계 • STEAM 교육이 자신에게 미치는 영향에 대해서 관심을 보이는 단계 • STEAM 교육을 운영하는데 필요한 정보와 자원에 관심을 보이는 단계 • STEAM 교육이 학생에게 미치는 영향에 대해 관심이 집중되는 단계 • STEAM 교육을 위해 다른 사람과의 협력에 관심이 집중되는 단계 • STEAM 교육을 개선할 수 있는 방안에 대해서 관심을 보이는 단계
실행 수준	• STEAM 교육에 참여하지 않으며 참여하기 위한 아무런 노력도 하지 않는 수준 • STEAM 교육에 대한 정보를 획득했거나 획득하고 있는 수준 • 처음으로 STEAM 교육을 준비하고 있는 수준 • 처음으로 STEAM 교육을 시작할 시점이 정해진 수준 • 대부분 노력을 단기적으로 그날그날 STEAM 교육을 적용하는 수준 • STEAM 교육이 정착되어 있는 수준 • STEAM 교육이 학생에게 미치는 결과를 증대시키기 적용 방법을 고민하는 수준 • STEAM 교육을 위해 동료들과 협력적 관계를 모색하는 수준 • 교사가 STEAM 교육을 재평가하고 혁신된 결과를 발전시키기 위해 노력하는 수준
실행 형태	• 어떤 교과에서 수업하는가? • 어떤 방식으로 교과를 통합하여 수업하는가? • 주로 어떤 시간에 수업하는가? • 얼마나 자주 수업하는가? • 어떤 형태로 수업하는가? • STEAM의 어떤 요소(상황제시, 감성적 체험, 창의적 설계)를 수업에 반영하는가? • 수업에 어떤 교재를 이용하는가? • 수업에서 학습 집단은 어떤 형태로 구성하는가? • 평가는 어떤 유형으로 실시하는가? • 학생의 만족도는 어떠한가?

4. 참여 교사의 기초 배경

STEAM 교육에 대한 우리나라 교사들의 인식 실태조사에 응답한 교사는 743명이었으나, 조사지의 모든 문항에 응답한 교사는 580명이었다<표 4.4>. CBAM 조사는 그 특성상 모든 문항에 응답한 자료만을 분석해야하므로 580명 교사들의 응답 자료를 토대로 결과를 분석 하였다.

580명 교사들의 학교 소재 지역을 살펴보면, 대도시 교사가 141명(24.3%), 중소도시 교사가 155명(26.7%), 읍면지역 교사가 284명(49.0%)이었다. 그리고 학교급별로는 초등학교 교사가 367명(63.3%), 중학교 교사가 95명(16.4%), 고등학교 교사가 118명(20.3%)이었다.

<표 4.4> 학교 소재지에 따른 학교급별 조사 대상 교사 수 단위: 개(%)

소재지별 / 학교급별	대도시	중소도시	읍면지역	합 계
초등학교	59	97	211	367 (63.3)
중학교	22	18	55	95 (16.4)
고등학교	60	40	18	118 (20.3)
합계	141 (24.3)	155 (26.7)	284 (49.0)	580 (100.0)

5. 조사 도구 개발 및 자료 분석

가. 조사 도구 개발

1) 관심 단계

이 연구에서는 교사들의 관심 단계를 조사하기 위해서 Hall과 Hord(2006)의 관심 단계 설문지(Stage of Concerns Questionnaire: SoCQ)를 번안하여 사용하였다. 이 설문지의 문항 구성은 ‘0. 지각적 관심’, ‘1. 정보적 관심’, ‘2. 개인적 관심’, ‘3. 운영적 관심’, ‘4. 결과적 관심’, ‘5. 협동적 관심’, ‘6. 강화적 관심’으로 총 7단계로 구분되며, 각 단계는 5개씩의 하위 문항을 포함하고 있어서 총 35개의 문항으로 설문지가 구성되어 있다. 관심 단계 설

문지가 적용된 사전 연구 결과들에 나타난 설문지(부록 참조)의 내적 신뢰도는 <표 4.5>와 같다.

<표 4.5> 관심 단계 설문지의 내적 신뢰도(George 등, 2006)

구분		관심 단계						
연구자	표본 크기	0	1	2	3	4	5	6
Hall, George, & Rutherford, 1979	830	.64	.78	.83	.75	.76	.82	.71
Berg, & Vandenberghe, 1981	1,585	.77	.79	.86	.80	.84	.80	.76
Kolb, 1983	718	.75	.87	.72	.84	.79	.81	.82
Barucky, 1984	614	.60	.74	.81	.79	.81	.79	.72
Jordan-Marsh, 1985	214	.50	.78	.77	.82	.77	.81	.65
Martin, 1989	388	.78	.78	.73	.65	.71	.83	.76
Hall, Newlove, Rutherford, & Hord, 1991	750	.63	.86	.65	.73	.74	.79	.81

이 연구에서 번안하여 사용한 설문지의 내적 신뢰도(Cronbach's alpha)값은 <표 4.6>에 제시된 것과 같았다. 제시된 표와 같이 지각적 관심 단계의 신뢰도는 0.69, 정보적 관심은 0.94, 개인적 관심은 0.91, 운영적 관심은 0.88, 결과적 관심은 0.95, 협동적 관심은 0.96, 강화적 관심은 0.95로 지각적 관심 단계의 신뢰도만 0.7에 근접했고 나머지 단계는 모두 0.90에 가깝거나 그 이상으로 이 설문지가 매우 신뢰로운 도구라는 것을 보여주었다.

<표 4.6> 관심 단계 조사 설문지의 문항 구성 및 신뢰도

관심 단계		해당 문항	신뢰도
자신	0. 지각적 관심	3, 12, 21, 23, 30	0.69
	1. 정보적 관심	6, 14, 15, 26, 35	0.94
	2. 개인적 관심	7, 13, 17, 28, 33	0.91
업무	3. 운영적 관심	4, 8, 16, 25, 34	0.88
결과	4. 결과적 관심	1, 11, 19, 24, 32	0.95
	5. 협동적 관심	5, 10, 18, 27, 29	0.96
	6. 강화적 관심	2, 9, 20, 22, 31	0.95

2) 실행 수준

실행 수준은 STEAM 교육에 대한 교사들의 태도, 동기, 등을 고려한 인과 관계를 설명하는 것이 아니라 단지 수준을 묘사해주는 것이다. 이 연구에서는 Hall 등(1975)의 방법에 따라 STEAM 교육 실행 수준을 일부 변형하여 조사하였다. 이들이 제안한 실행 수준은 모두 8 수준으로 되어 있다. 그러나 이 연구에서는 STEAM 교육을 준비하는 과정에서 실행 시점이 정해진 단계와 시점이 정해지지 않은 단계가 명확하게 구분될 수 있기 때문에 <표 4.7>과 같이 'Ⅱ. 준비' 수준을 A와 B로 구분하여 총 9 수준으로 조사하였다.

<표 4.7> 실행 수준별 특징

실행 수준		내용
비적용 수준	0. 비적용	• 교사가 STEAM 교육에 관한 지식이 거의 또는 전혀 없는 상태로 STEAM 교육에 참여하지 않으며 참여하기 위해서 어떠한 노력도 기울이지 않는 수준
	Ⅰ. 입문	• 교사가 이제 STEAM 교육에 대한 정보를 획득하기 시작했고, STEAM 교육의 가치와 교사 시스템에 필요한 요구 사항을 조사했거나 조사하고 있는 수준
	ⅡA. 준비 A	• 교사가 처음으로 STEAM 교육을 시행할 준비를 하고 있지만 시작 시점이 정해지지 않은 수준
	ⅡB. 준비 B	• 교사가 처음으로 STEAM 교육을 시행할 준비를 하고 있는 단계로 시작 시점이 정해진 수준
적용 수준	Ⅲ. 기계적 실행	• 교사가 STEAM 교육 숙달에 필요한 기회를 충분히 갖지 못하고 피상적인 수준에서 기계적으로 실행하는 수준 • STEAM 교육을 실행할 때 학생의 요구보다 교사 자신의 요구를 먼저 생각하는 수준
	ⅣA. 일상화	• STEAM 교육이 정착되어서 수행되고 있는 내용에 거의 변화가 없는 수준 • STEAM 교육 수행이나 그 결과를 향상시키기 위한 준비 또는 숙고를 거의 하지 않는 수준
	ⅣB. 정교화	• 교사가 STEAM 교육이 곧바로 영향을 주는 학생에게 미치는 결과를 증대시키기 위해 수행 방법을 수정하고자 노력하는 수준
	Ⅴ. 통합	• 교사가 학생을 위한 STEAM 교육 수행 노력, 그리고 동료들과의 협력을 강화하고 보다 향상된 결과를 성취하기 위해서 여러 가지 요소들의 조화를 모색하는 수준
	Ⅵ. 갱신	• 교사가 STEAM 교육 수행의 질을 평가하고 평가 결과를 반영하여 중요 사항을 변경하거나 대안을 찾는 수준

3) 실행 형태

실행 형태는 STEAM 교육이 학교에서 실제 어떤 형태로 이루어지고 있는지를 알아보기 위해서 조사하였다. <표 4.8>와 같이 조사 내용을 크게 '교과', '시간', '수업', '평가' 4개의 영역으로 구분하였고, 이를 다시 '주 교과'에서 '학생 만족도'까지 모두 10개의 하위 요소로 구분하여 조사하였다.

<표 4.8> 실행 형태 조사 내용

영역	요소	질문 내용
교과	주 교과	주로 어떤 교과에서 수업하는가?
	통합 유형	어떤 방식으로 교과를 통합하여 수업하는가?
시간	시간 유형	주로 어떤 시간에 수업하는가?
	빈도	얼마나 자주 수업하는가?
수업	수업 형태	어떤 형태로 수업하는가?
	STEAM 유형	STEAM의 어떤 요소(상황제시, 감성적 체험, 창의적 설계)를 수업에 반영하는가?
	교재	어떤 교재를 수업에 이용하는가?
	학습 집단	수업에서 학습 집단은 어떤 형태로 구성하는가?
평가	평가 유형	평가는 어떤 유형으로 실시하는가?
	학생 만족도	학생의 만족도는 어떠한가?

실행 형태를 조사하기 위한 설문지는 연구자들이 개발하였으며 타당도를 높이기 위해서 R&D 방식을 적용하였다.

나. 분석 방법

관심 단계 설문 결과는 <표 4.9>와 같이 문항별 점수의 평균을 합산하여 원점수를 구하고, 이 원점수에 따라 백분위 점수를 산출하는 과정을 통해서 분석하였다.

<표 4.9> 백분위 점수 산출 중간 과정

관심 단계	0. 지각	정보	2. 개인	3. 운영	4. 결과	5. 협동	6. 강화
문항별 점수	3	6	7	4	1	5	2
	12	14	13	8	11	10	9
	21	15	17	16	19	18	20
	23	26	28	25	24	27	22
	30	35	33	34	32	29	31
원점수							
백분위 점수							

문항별 점수는 각각의 관심 단계에 해당하는 문항에 조사 대상 교사들이 응답한 수치의 평균값이다. 이렇게 계산한 문항별 점수를 합하여 원점수를 계산하였다. 그런데 이 원점수로는 각 단계들의 수준을 서로 비교할 수 없다. 따라서 <표 4.10>에 제시된 Hall과 Hord(2006)의 관심도 백분위 점수 환산표(SoCQ scoring Device)에 따라 최종적으로 백분위 점수를 환산하여 이를 근거로 각 단계들의 수준을 비교하여 의미를 도출하였다.

<표 4.10> 관심도 백분위 점수 환산표

원점수	백분위 점수						
	0. 지각	정보	2. 개인	3. 운영	4. 결과	5. 협동	6. 강화
0	10	5	5	2	1	1	1
1	23	12	12	5	1	2	2
2	29	16	14	7	1	3	3
3	37	19	17	9	2	3	5
4	46	23	21	11	2	4	6
5	53	27	25	15	3	5	9
6	60	30	28	18	3	7	11
7	66	34	31	23	4	9	14
8	72	37	35	27	5	10	17
9	77	40	39	30	5	12	20
10	81	43	41	34	7	14	22
11	84	45	45	39	8	16	26
12	86	48	48	43	9	19	30
13	89	51	52	47	11	22	34
14	91	54	55	52	13	25	38
15	93	57	57	56	17	28	42
16	94	60	59	60	19	31	47
17	95	63	63	65	21	36	52
18	96	66	67	69	24	40	57

19	97	69	70	73	27	44	60
20	98	72	72	77	30	48	65
21	99	75	76	80	33	52	69
22	99	80	78	83	38	55	73
23	99	84	80	85	43	59	77
24	99	88	83	88	48	64	81
25	99	90	85	98	54	68	84
26	99	91	87	92	59	72	87
27	99	93	89	94	63	76	90
28	99	95	91	95	66	80	92
39	99	96	92	97	71	84	94
30	99	97	94	97	76	88	96
31	99	98	95	98	82	91	97
32	99	99	96	98	86	93	98
33	99	99	96	99	90	95	99
34	99	99	97	99	92	97	99
35	99	99	99	99	96	98	99

실행 수준을 조사하는 방법에는 ‘관찰 및 면담’이나 ‘설문지’를 이용하는 방법이 있다. 이 연구는 많은 수의 교사를 대상으로 실행 수준을 조사해야 했기 때문에 설문지를 사용하는 방법을 선택하였다. <표 4.11>과 같이 조사 대상 교사 중 9개의 문항에 각각 응답한 교사의 비율을 산출하여 수준별 분포 경향을 분석하였고, 학교급에 따라 그 값을 비교하였다.

<표 4.11> 실행 수준 조사 설문지의 문항 구성

실행 수준		조사지 응답 문항
비사용자	0. 비사용	Ⅱ-2-①
	Ⅰ. 입문	Ⅱ-2-②
	Ⅱ-A. 준비 A	Ⅱ-2-④
	Ⅱ-B. 준비 B	Ⅱ-2-③
사용자	Ⅲ. 기계적 실행	Ⅱ-3-①
	Ⅳ-A. 일상화	Ⅱ-3-②
	Ⅳ-B. 정교화	Ⅱ-3-③
	Ⅴ. 통합	Ⅱ-3-④
	Ⅵ. 갱신	Ⅱ-3-⑤

실행 실태를 조사하기 위한 설문지의 문항 구성은 <표 4.12>와 같았다. 수업 영역의 ‘학

습 집단'에 대한 응답과 평가 영역의 '평가 유형'에 대한 응답은 해당하는 응답번호에 모두 응답하게 했으나 나머지 문항에서는 한 개의 응답번호에만 응답하게 하였다. 응답 결과는 응답번호별 응답 빈도를 산출하고 이를 백분율로 변환하여 비교 논의하였다.

<표 4.12> 실행 실태 조사 설문지의 문항 구성

영역	요소	유형	응답번호	조사 문항
교과	주 교과	국어	①	Ⅲ-3
		도덕·윤리	②	
		수학	③	
		사회	④	
		과학	⑤	
		실과, 기술·가정	⑥	
		영어	⑦	
		음악	⑧	
		미술	⑨	
		체육	⑩	
		기타	⑪	
	통합 유형	단일 교과	①	Ⅲ-6
		과목간 연계	②	
		탈교과	③	
		기타	④	
시간	시간 유형	정규 교과	①	Ⅲ-4
		창의적 체험활동	②	
		방과 후 수업	③	
		동아리	④	
		기타	⑤	
	빈도	1~2 차시/월	①	Ⅲ-19
		3~4 차시/월	②	
		5~6 차시/월	③	
		매 수업마다	④	
		기타	⑤	
수업	수업 형태	단독	①	Ⅲ-5
		팀티칭	②	
		상황에 따라	③	
		기타	④	
	STEAM 유형 (상황제시, 감성적 체험, 창의적 설계)	세 가지 모두	①	Ⅲ-7
		두 가지만	②	
		한 가지만	③	
		다른 유형	④	
	교재	교과서	①	Ⅲ-8
		스스로 개발	②	
		창의재단 교재	③	

		기타	④	
	학습 집단	개별	①	Ⅲ-18 (해당 번호에 모두 응답)
		모둠별	②	
		전체 집단	③	
		기타	④	
평가	평가 유형	하지 않음	①	Ⅲ-17 (해당 번호에 모두 응답)
		관찰	②	
		보고서	③	
		지필	④	
		면담	⑤	
		기타	⑥	
	학생 만족도	매우 만족	①	Ⅲ-14
		다소 만족	②	
		다소 불만족	③	
		매우 불만족	④	

6. 결과 및 논의

가. 관심 단계

1) STEAM 교육 관심 단계

STEAM 교육에 대한 교사들의 관심 단계 조사 결과는 <표 4.13>와 같다.

<표 4.13> STEAM 교육에 대한 교사들의 관심 단계 조사 결과

관심 단계	0. 지각		1. 정보		2. 개인		3. 운영		4. 결과		5. 협동		6. 강화	
문항별 점수	3	3.5	6	5.2	7	4.7	4	5.0	1	5.2	5	4.9	2	4.5
	12	3.7	14	4.9	13	4.5	8	4.7	11	5.3	10	5.0	9	5.1
	21	3.5	15	5.2	17	5.1	16	5.1	19	5.1	18	5.2	20	5.0
	23	3.8	26	5.0	28	5.0	25	4.6	24	5.1	27	5.1	22	5.1
	30	3.6	35	5.1	33	5.0	34	4.0	32	5.0	29	5.2	31	5.0
원점수	18.1		25.4		24.3		23.3		25.7		25.4		24.7	
백분위점수(%)	96		90		83		85		59		68		84	

[그림 4.2]는 교사들의 관심 단계별 백분위 점수 경향성을 잘 보여주고 있다. 지각적 관심 단계의 백분위 점수가 96%로 가장 높았고, 다음으로 정보적 관심 단계가 90%로 비교적 높았다. 운영적 관심 단계는 85%, 강화적 관심 단계는 84%, 개인적

관심 단계는 83%로 보통의 관심 수준을 나타냈다. 반면, 결과적 관심 단계와 협동적 관심 단계는 각각 59%와 68%로 낮은 관심 수준을 보였다.

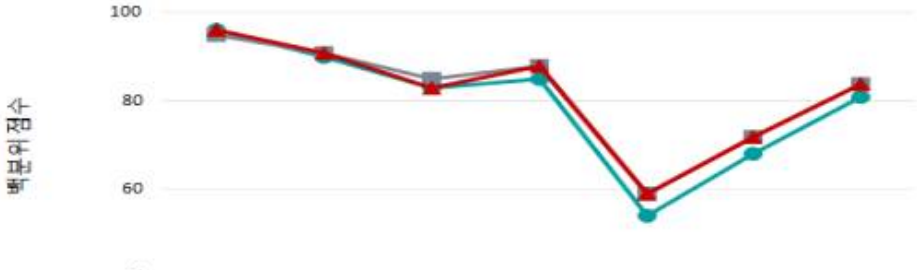
[그림 4.2] STEAM 교육에 대한 관심 단계별 백분위 점수 비교

학교급에 따라 STEAM 교육에 대한 교사의 관심 발달이 어떠한지 알아보기 위해서 학교급별로 관심 단계 백분위 점수를 <표 4.14>와 같이 분석하였다.

<표 4.14> 학교급별 STEAM 교육에 대한 교사의 관심 단계 백분위 점수

관심 단계		0. 지각	1. 정보	2. 개인	3. 운영	4. 결과	5. 협동	6. 강화
백분위 점수	초	96	90	83	85	54	68	81
	중	95	91	85	88	59	72	84
	고	96	91	83	88	59	72	84

분석 결과, [그림 4.3]과 같이, 결과적 관심에서 초등학교 교사들의 백분위 점수(54.0%)가 중등학교 교사들의 점수(59%)에 비교해서 조금 더 낮을 뿐 전체적으로는 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 STEAM 교육에 대한 교사들의 관심 발달이 학교급에 상관없이 운영적 관심 수준에 머물러 있다는 것을 보여준다고 할 수 있다.



	0. 지각	1. 정보	2. 개인	3. 운영	4. 결과	5. 협동	6. 강화
초등학교	96	90	83	85	54	68	81
중학교	95	91	85	88	59	72	84
고등학교	96	91	83	88	59	72	84

[그림 4.3] 학교급별 STEAM 교육에 대한 교사의 관심 단계 백분위 점수 비교

2) 관심 단계 논의

새로운 교육 제도가 학교에 적용될 때 교사들의 관심 발달은 일반적으로 물결 모양으로 일어난다(Hall 등, 1979). 도입 초기에는 주로 자신과 관련된 관심이 강하게 나타나고, 시간이 지남에 따라 운영적 관심 부분의 파고가 높아진다. 마지막으로는 운영적 관심이 낮아진 이후에 결과에 대한 관심이 높아진다. 이러한 관심 발달의 경향성에 비추어 볼 때, [그림 4.2]에서 관심 단계별 백분위 점수 양상은 교사들의 관심이 개인적인 단계를 지나 운영적 관심 단계에 이르렀음을 보여준다고 할 수 있다. 즉, 우리나라 교사들은 아직 STEAM 교육 자체에 대해서 필요한 정보를 요구하고 있고, 특히 STEAM 교육의 내용, 특징, 효과, 도입 방법, 시기 등 정보적인 특성에 관심을 보이는 상태에 있다고 할 수 있다. 그러나 아직까지 STEAM 교육 도입으로 나타날 학생들의 학업 성취 결과의 변화, 결과 향상을 위한 혁신안의 적절성 평가, 성취 평가 등에 관심을 많이 가지고 있는 교사가 상대적으로 많지 않다고 사료된다.

George 등(2006)이 제안한 것에 의하면 우리나라 교사들에게는 다음과 같은 지원이 필요하다고 할 수 있다.

- 가능하면 STEAM 교육과 그 실행에 대해서 교사들과 협의하고 관련된 의사 결정에 교사들을 적극적으로 참여시킨다.
- 교사들이 STEAM 교육에 흥미를 가질 수 있도록 적절한 정보를 제공한다.
- STEAM 교육에 대해서 충분히 알지 못하고 있는 것이 이상한 것이 아니며 이에 대해서 어떠한 질문도 할 수 있다는 것을 인식시킨다.

- STEAM 교육에 대해서 잘 아는 교사와 잘 알지 못하는 교사를 짝지어 대화할 수 있는 기회를 부여한다.
- 부정적인 정보와 잘못된 소문이 전달되는 것을 최소화 한다.
- STEAM 교육에 대해서 구두, 서면, 매체, 개별, 소규모 집단, 대규모 집단 등 다양한 방법으로 정보를 제공한다.
- STEAM 교육을 실천하고 있는 학교를 방문하게 한다.
- 전통적인 교육 방법과 STEAM 교육의 차이점을 이해할 수 있는 기회를 제공한다.
- STEAM 교육에 대해서 호감을 갖고 열심히 하고 있는 교사와 만나게 한다.
- 다른 교사들과 협업하여 STEAM 교육 교수 기술을 개발할 기회를 갖게 한다.
- STEAM 교육을 위해서 협동하는 데 관심이 있는 교사들을 모아준다.

나. 실행 수준

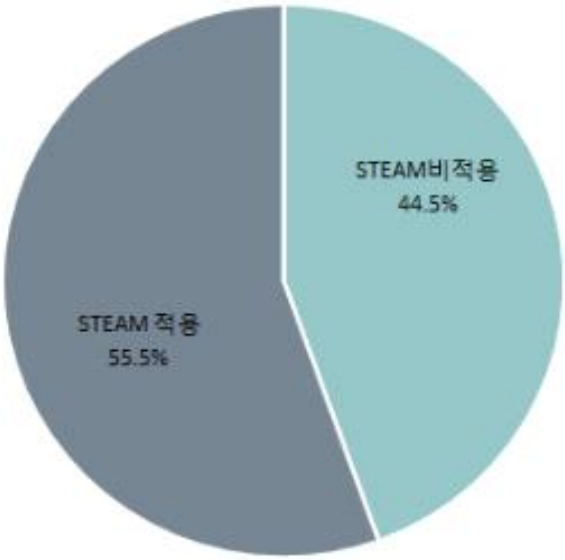
1) STEAM 교육 실행 수준

조사 대상 교사들 중 STEAM 교육을 적용하고 있는 교사와 적용하지 않는 교사 수와의 비율은 <표 4.15>와 같다.

<표 4.15> 학교급별 STEAM 적용 교사와 비적용 교사 단위: 명(%)

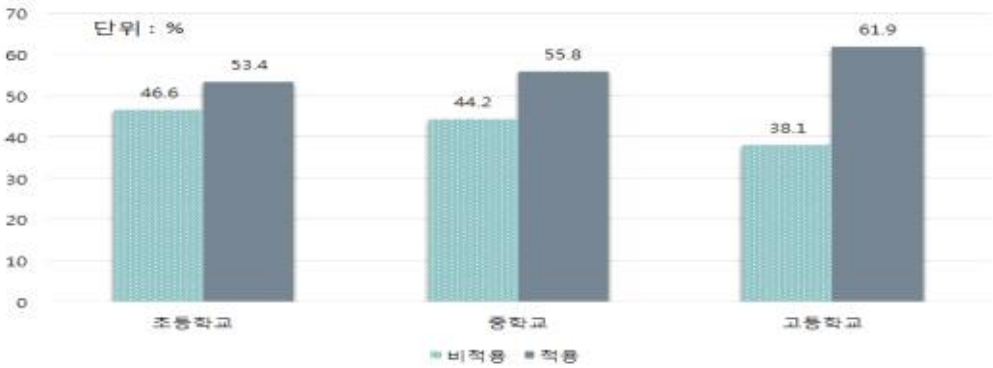
구분	적용	비적용	합 계
초등학교	196 (53.4)	171 (46.6)	367 (100.0)
중학교	53 (55.8)	42 (44.2)	95 (100.0)
고등학교	73 (61.9)	45 (38.1)	118 (100.0)
계	322 (55.5)	258 (44.5)	580 (100.0)
Pearson Chi-Square (2)	2.5902		
p-value	0.274		

[그림 4.4]와 같이, 조사 대상 580명의 교사 중 STEAM 교육을 적용하고 있다고 응답한 교사는 322명(55.5%)이었고, 적용하지 않는다고 응답한 교사는 258명(44.5%)이었다. 전체적으로 STEAM을 적용하고 있는 교사가 많기는 했지만 적용하지 않는 교사와 큰 차이를 보이지는 않았다.



[그림 4.4] STEAM 적용 교사와 비적용 교사 비율

[그림 4.5]와 같이, STEAM 적용 교사와 비적용 교사 비율의 차이는 학교급에 따라서도 크게 나타나지 않았다. 초등학교 교사의 경우, 적용 교사의 비율이 53.4%, 비적용 교사는 46.6%이었고, 중학교 적용 교사의 비율이 55.8%, 비적용 교사는 44.2%로 나타났다. 고등학교 적용 교사의 비율이 61.9%, 비적용 교사는 38.1%이었다. 학교급에 따라 약간의 차이가 나타났으나 통계적으로 유의미한 정도는 아니었다.



[그림 4.5] 학교급별 STEAM 적용 교사와 비적용 교사 비율

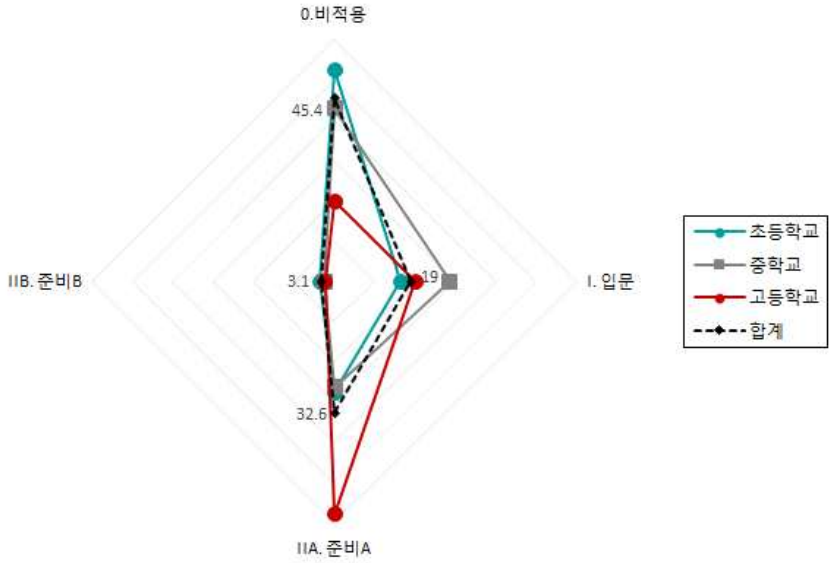
2) STEAM 비적용 교사

STEAM 교육을 적용하고 있지 않은 교사의 실행 수준별 교사의 수와 비율은 <표 4.16>과 같다. STEAM 교육을 적용하지 않고 있는 교사 258명 중에서 비적용 수준의 교사 수는 117명(45.4%), 입문 수준은 49명(19.0%), 준비A 수준은 84명(32.6%), 준비B 수준은 8명(3.1%) 이었다.

<표 4.16> 학교급별 STEAM 비적용 교사의 실행 수준 단위: 명 (%)

학교급	비적용 수준				
	0. 비적용	I. 입문	IIA. 준비A	IIB. 준비B	합 계
초등학교	90 (52.6)	28 (16.4)	47 (27.5)	6 (3.5)	171 (100.0)
중학교	18 (42.9)	12 (28.6)	11 (26.2)	1 (2.4)	42 (100.0)
고등학교	9 (20.0)	9 (20.0)	26 (57.8)	1 (2.2)	45 (100.0)
계	117 (45.4)	49 (19.0)	84 (32.6)	8 (3.1)	258 (100.0)
Pearson Chi-Square (2)	22.0435				
p-value	0.001				

[그림 4.6]은 STEAM 교육을 적용하지 않는 교사의 절반에 가까운 교사(45.4%)가 비적용 수준이라는 것은 많은 수의 교사들이 아직까지 STEAM 교육에 관심은 있지만, 이를 실행하기 위해서 적극적으로 노력하지는 않는 수준에 머물러 있다는 것을 말해준다. 이러한 점은 STEAM 교육을 적용하기로 결정하고 시작 시점을 정해놓은 준비B 수준의 교사가 3.1%에 불과하다는 결과에도 잘 나타나 있다.



[그림 4.6] 학교급별 STEAM 비적용 교사의 실행 수준

또한 [그림 4.6]은 학교급별 STEAM 비적용 교사의 실행 수준을 보여준다. 이 그래프를 보면, 학교급별로 나타난 경향성에 다소 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 초등학교의 경우 52.6% 교사가 비적용 수준에 있으나 고등학교의 경우는 그 비율이 20.2%로 적다. 반면에 준비A 단계, 즉 STEAM 적용 준비가 거의 완료되어 시기만 결정하면 되는 단계의 비율이 초등학교의 경우 27.5%로 높지 않으나 고등학교의 경우 57.8%로 비교적 높게 나타났다. 전체적으로 비적용 교사들 중에서 초등학교보다는 중학교, 중학교 보다는 고등학교 교사들이 STEAM 적용 준비가 잘 되어 있다는 것을 알 수 있다.

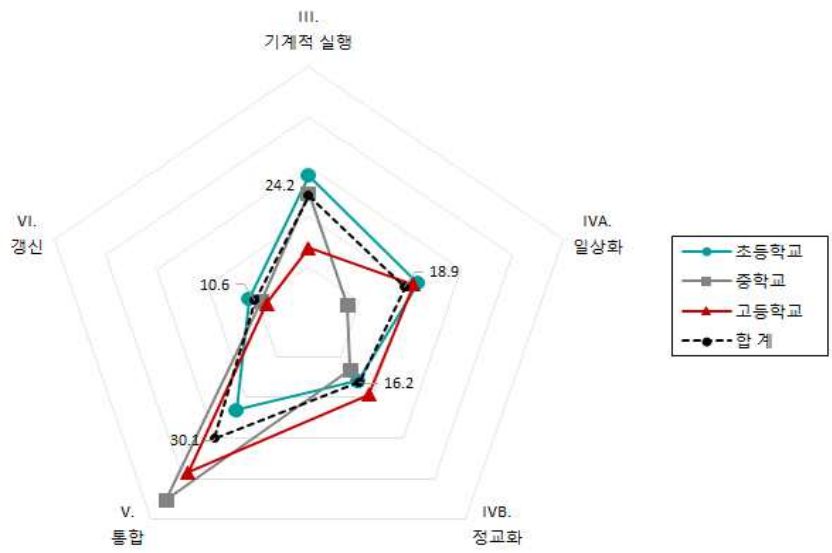
3) STEAM 적용 교사

STEAM 교육을 적용하고 있는 교사의 실행 수준별 교사 수와 비율은 <표 4.17>와 [그림 4.7]과 같다. STEAM 교육을 적용하고 있는 교사 중에서 기계적 실행 수준의 교사 수는 78명(24.2%), 일상화 수준은 61명(18.9%), 정교화 수준은 52명(16.2%), 통합 수준은 97명(30.1%), 갱신 수준은 34명(10.6%) 이었다.

<표 4.17> 학교급별 STEAM 적용 교사의 실행 수준 단위 :명(%)

학교급	III. 기계적 실행	IVA. 일상화	IVB. 정교화	V. 통합	VI. 갱신	합 계
초등학교	55 (28.1)	42 (21.4)	31 (15.8)	45(23.0)	23(11.7)	196 (100.0)
중학교	13 (24.5)	4 (7.6)	7 (13.2)	24(45.3)	5(9.4)	53 (100.0)
고등학교	10 (13.7)	15 (20.6)	14 (19.2)	28(38.4)	6(8.2)	73 (100.0)
계	78 (24.2)	61 (18.9)	52 (16.2)	97(30.1)	34(10.6)	322 (100.0)
Pearson Chi-Square (2)	19.3397					
p-value	0.013					

[그림 4.7]이 보여주는 것과 같이 STEAM 교육을 적용하고 있는 교사의 시행 수준별 비율은 비교적 다양하게 나타났다.



[그림 4.7] 학교급별 STEAM 적용 교사의 실행 수준

단기적인 노력을 피상적 수준에서 시행하는 기계적 실행 수준에서부터 STEAM 교육에 참여하는 다른 교사들과 서로 협력하고 조화를 모색하는 통합의 수준, 더 나아가 교사가

STEAM 적용의 질을 재평가하고 적용 결과를 발전시키기 위해 또는 개선된 결과가 수요자의 성취에 영향을 미칠 수 있도록 중요한 사항을 변경하거나 대안을 추구 갱신의 수준까지 다양한 수준에 교사들의 실행 수준이 분포되어 있음을 알 수 있다.

그러나 이러한 경향성은 학교급에 따라 다소 차이가 있었다[그림 4.7]. 예를 들어 통합 수준의 경우 초등학교 교사의 비율은 23.0%에 불과했으나 중학교 교사의 경우 45.3%에 이르렀고, 고등학교 교사도 38.4%로 나타났다. 또 기계적 실행 교사 비율의 경우는 초등학교에서 28.1%, 중학교에서 24.5%, 고등학교에서 13.7%로 학교급이 올라갈수록 감소하는 경향을 보였다. 이러한 경향성은 초등학교 교사들보다는 중·고등학교 교사들이 STEAM 교육을 보다 적극적으로 실행하고 있다는 것을 말해준다고 할 수 있다.

4) 실행 수준 논의

George 등(2006)의 제안을 적용하면, STEAM 교육 실행 수준에 따라 교사들에게 다음과 같은 지원이 필요하다고 할 수 있다.

- 기계적 수준에 있는 교사들의 경우 STEAM 교육 실행을 어렵게 하는 조건들을 해결해 주어야 한다. 많은 경우 학생을 조직하는 방법을 새롭게 해야 하거나 새로운 교재를 사용하는 데 어려움을 겪을 수 있다. 따라서 교사들의 어려움을 파악하고 그 문제 해결에 직접적으로 도움을 줄 수 있는 소규모 모임을 활성화 해 주는 것이 효과적이다.
- 일상화 수준에 있는 교사들은 보통 큰 문제없이 잘 실행하고 있는 경우이다. 그러나 이 단계에서 지원에 대한 무관심이 발생하기 쉽다. 따라서 이 단계 교사들을 적극적으로 격려하고 인정하는 지원이 필요하며, 필요한 교재를 더 제공하고 계속적으로 발전하는 데 필요한 조언에 관심을 가질 수 있도록 도와야 한다.
- 정교화, 통합, 갱신 수준에 있는 교사들은 이미 STEAM 교육에 충분한 흥미를 가지고 실행하는 단계에 있다고 볼 수 있다. 따라서 다른 교사들을 도와 STEAM 교육을 확산시키는 역할을 수행하도록 지원할 필요가 있다. 그들의 사례를 제공하게 하고, 멘토 역할, 다른 교사와 함께 협업할 수 있는 기회를 주어야 하나 강제하지는 않도록 주의해야 한다.

다. 실행 형태

1) 교과 영역

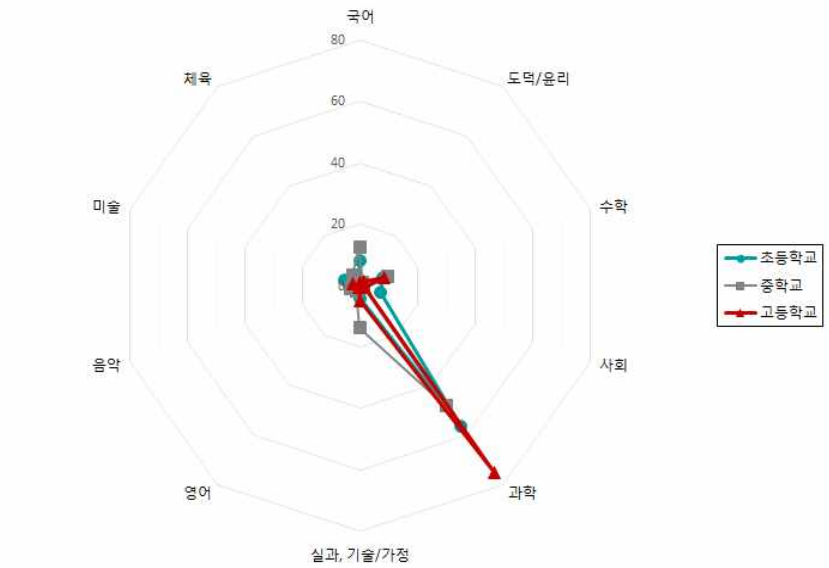
STEAM 교육 실행 형태 중 학교급별 교사의 교과 및 통합 실행 형태는 <표 4.18>과 같다.

<표 4.18> 학교급별 교사의 STEAM 적용 교과 실행 형태 단위: 개(%)

영역	요소	유형	초등학교	중학교	고등학교	합 계
교과	주교과	국어	30 (8.2)	12 (12.6)	1 (0.9)	43 (7.4)
		도덕/윤리	3 (0.8)	1 (1.1)	2 (1.7)	6 (1.0)
		수학	29 (7.9)	9 (9.5)	10 (8.5)	48 (8.3)
		사회	26 (7.1)	1 (1.1)	2 (1.7)	29 (5.0)
		과학	207 (56.4)	46 (48.4)	89 (75.4)	342 (59.0)
		실과, 기술/가정	15 (4.1)	13 (13.7)	6 (5.1)	34 (5.9)
		영어	6 (1.6)	2 (2.1)	1 (0.9)	9 (1.6)
		음악	3 (0.8)	3 (3.2)	0 (0.0)	6 (1.0)
		미술	20 (5.5)	1 (1.1)	3 (2.5)	24 (4.1)
		체육	5 (1.4)	4 (4.2)	0 (0.0)	9 (1.6)
		기타	23 (6.3)	3 (3.2)	4 (3.4)	30 (5.2)
	합 계		367 (100.0)	95 (100.0)	118 (100.0)	580 (100.0)
	Pearson Chi-Square (20)		59.0038			
	p-value		0.000			
	통합 유형	단일교과	143 (39.0)	49 (51.6)	43 (36.4)	235 (40.5)
		과목간 연계	152 (41.4)	26 (27.4)	40 (33.9)	218 (37.6)
		탈교과	58 (15.8)	17 (17.9)	33 (28.0)	108 (18.6)
		기타	14 (3.8)	3 (3.2)	2 (1.7)	19 (3.3)
	합계		382 (100.0)	101 (100.0)	119 (100.0)	580 (100.0)
	Pearson Chi-Square (6)		16.4249			
	p-value		0.012			

[그림 4.8]에 나타낸 것과 같이, STEAM 교육을 주로 어떤 교과에서 수행하는 가를 묻는 질문에 59.0%의 교사들이 과학이라고 가장 많이 응답했고, 다음으로 수학에 8.3%, 국어에 7.4%, 실과에 5.9% 등의 순서로 응답했다. 이러한 결과는 STEAM 교육이 과학 교과 중심으로 수행되고 있다는 것을 보여주는 것으로 STEAM이 지향하는 융합적 교과 운

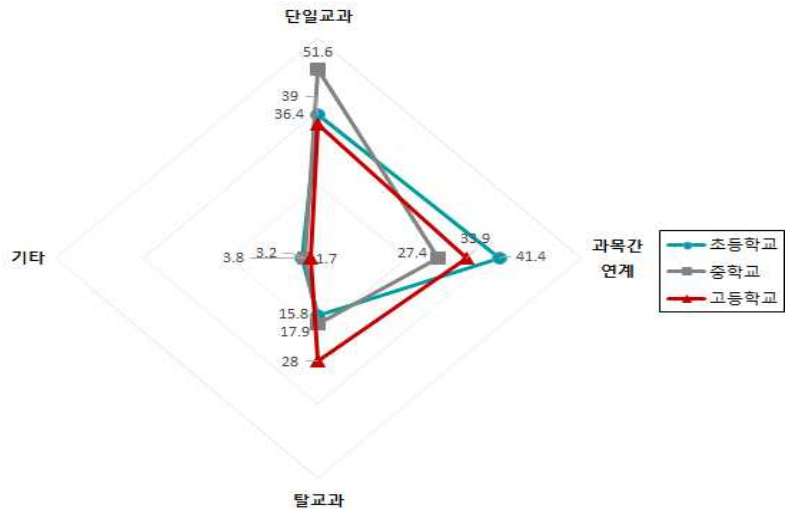
영이 학교 교육 현장에서 효과적으로 적용되지 못하고 있다는 것을 보여주는 것이라고 할 수 있다. 또한 [그림 4.8]은 과학 교과 중심의 STEAM 교육 실행 형태는 학교급에 따라 크게 다르지 않다는 것을 말해준다. 특히 고등학교의 경우에는 과학에 응답한 비율이 75.4%로 나타나 과학 편중 현상이 더 심하게 나타나고 있음을 알 수 있다.



[그림 4.8] 학교급별 교사의 STEAM 적용 교과 실행 형태

한편, [그림 4.9]은 STEAM 교육을 실행할 때 교과의 통합 유형을 나타낸다. 교사들은 STEAM 수업에 있어서 어떤 방식으로 교과를 통합하여 수업하는가를 묻는 질문에 대한 응답으로 단일교과 방식에 40.5%, 과목간 연계 방식에 37.6%, 탈교과 방식에 18.6%, 기타 3.3%로 교사들이 응답했다. 이것은 다수의 교사들이 어떤 특정한 교과 내에서 STEAM 교육을 실행하고 있다는 것을 보여주는 결과이다. 또한 이 결과는 교과 간 융합을 강조하는 STEAM 교육의 특성이 아직까지 학교 현장에서 충분히 반영되지 못하고 있다는 것을 보여준다고 할 수 있다.

교과 통합 유형의 학교급별 차이를 비교한 결과, 중학교 교사의 경우 단일교과 방식에 51.6%가 응답했고, 고등학교의 경우 28.0%의 교사가 탈교과 방식의 STEAM 교육 수행에 응답했다는 점이 특징적으로 나타났다. 이와 같은 교과 통합 유형의 학교급별 차이는 통계적으로도 유의미한 수준에서 차이를 보였다(그림 4.9).



[그림 4.9] STEAM 적용 시, 학교급별 교사의 통합 유형 실행 형태

2) 시간 영역

STEAM 교육의 실행 형태를 조사한 내용 중 시간 영역의 실행 형태 조사 결과는 <표 4.19>과 같다. 시간 영역은 시간 유형과 빈도를 구분하여 제시하고자 한다.

<표 4.19> 학교급별 교사의 STEAM 적용 시간 영역 실행 형태 단위 : 개(%)

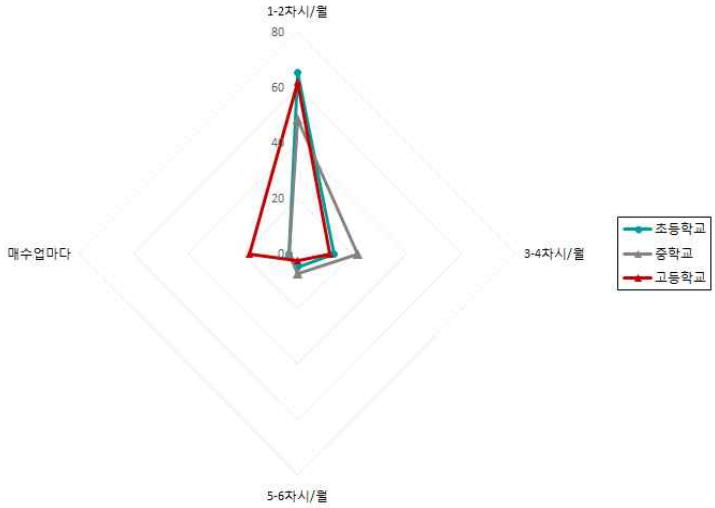
구분	요소	유형	학교급			
			초등학교	중학교	고등학교	합 계
시간	시간 유형	정규 교과	245 (66.8)	48 (50.5)	47 (39.8)	340 (58.6)
		창의적 체험활동	81 (22.1)	11 (11.6)	20 (17.0)	112 (19.3)
		방과후 수업	6 (1.6)	8 (8.4)	12 (10.2)	26 (4.5)
		동아리	14 (3.8)	22 (23.2)	31 (26.3)	67 (11.6)
		기타	21 (5.7)	6 (6.3)	8 (6.8)	35 (6.0)
	합 계		367 (100.0)	95 (100.0)	118 (100.0)	580 (100.0)
	Pearson Chi-Square (8)		87.8912			
	p-value		0.000			
	빈도	1-2 차시/월	240 (65.4)	46 (48.4)	73 (61.9)	359 (61.9)
		3-4 차시/월	49 (13.4)	21 (22.1)	14 (11.9)	84 (14.5)
		5-6 차시/월	18 (4.9)	7 (7.4)	3 (2.5)	28 (4.8)
		매 수업마다	11 (3.0)	3 (3.2)	7 (5.9)	21 (3.6)
		기타	49 (13.4)	18 (19.0)	21 (17.8)	88 (15.2)
	합 계		382 (100.0)	95 (100.0)	118 (100.0)	580 (100.0)
	Pearson Chi-Square (8)		15.1797			
	p-value		0.056			

첫째, [그림 4.10]은 STEAM 교육을 주로 어떤 시간에 수업하는가를 묻는 시간유형에 대한 응답이다. 정규 교과시간에 실행한다고 응답한 교사는 58.6%, 창의적 체험활동 시간에는 19.3%, 동아리활동 시간에는 11.6%, 방과후 수업에는 4.5%, 기타 시간에는 6.0%로 나타났다.

STEAM 교육의 적용 시간 유형은, 정규 교과의 경우 초등학교에서 66.8%, 중학교에서 50.5%, 고등학교에서 39.8%로 학교급이 올라갈수록 낮아지는 경향을 보였고, 동아리활동 시간 활용의 경우 오히려 초등학교 3.8%에서 고등학교 26.3%로 학교급이 올라갈수록 증가하는 경향이 나타났다. 이와 같이 학교급별로 STEAM 적용 수업시간 유형에 차이를 보이는 것은 통계적으로도 유의미한 수준이었다.

[그림 4.10] 학교급별 교사의 STEAM 적용 시간 실행 형태

둘째, [그림 4.11]은 STEAM 교육을 얼마나 자주 실행하는가라는 질문에 대한 응답이다. 대부분의 교사들이 한 달에 1-2 차시 실시(61.9%)한다고 응답했고, 월 3-4 차시는 14.5%, 월 5-6 차시는 4.8%, 매 수업마다 3.6%, 기타에 15.2% 응답했다. 또한, 대부분의 교사가 월 1-2차시 정도 STEAM 교육을 실행하고 있다는 것은 학교급에 따라 크게 다르지 않음을 볼 수 있다. 즉, 중학교에서 월 3-4차시가 22.1%로 다른 학교급에 비해서 높은 비율을 보였을 뿐 전반적으로 그 양상은 큰 차이를 보이지 않았다.



[그림 4.11] 학교급별 교사의 STEAM 적용 시간 실행 형태

3) 수업 영역

STEAM 교육의 실행 형태 중 수업 영역의 실행 형태조사 결과는 <표 4.20>과 같다. 수업 영역은 수업 형태, STEAM 요소, 교재, 학습 집단으로 구분하여 제시하였다.

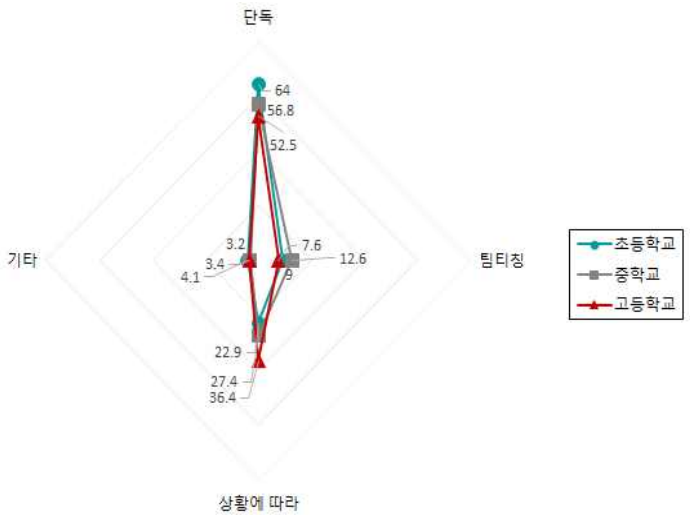
<표 4.20> 교사의 STEAM 수업 영역 실행 형태

구분	요소	유형	초등학교	중학교	고등학교	합 계
수업	수업 형태	단독	235 (64.0)	54 (56.8)	62 (52.5)	351 (60.5)
		팀티칭	33 (9.0)	12 (12.6)	9 (7.6)	54 (9.3)
		상황에 따라	84 (22.9)	26 (27.4)	43 (36.4)	153 (26.4)
		기타	15 (4.1)	3 (3.2)	4 (3.4)	22 (3.8)
	합 계		367 (100.0)	95 (100.0)	118 (100.0)	602 (100.0)
	Pearson Chi-Square (6)		10.2206			
	p-value		0.116			
	STEAM 요소(상황 제시,감성 적체험,창의적설계)	세가지 모두	132 (36.0)	41 (43.2)	51 (43.2)	224 (38.6)
		두가지만	92 (25.1)	25 (26.3)	30 (25.4)	147 (25.3)
		한 가지만	122 (33.2)	26 (27.4)	32 (27.1)	180 (31.0)
		다른 유형	21 (5.7)	3 (3.2)	5 (4.2)	29 (5.0)
	합 계		367 (100.0)	95 (100.0)	118 (100.0)	580 (100.0)
	Pearson Chi-Square (6)		4.6042			
	p-value		0.595			
	교재	교과서	219 (59.7)	29 (30.5)	15 (12.7)	263 (45.3)

		스스로개발	67 (18.3)	49 (51.6)	73 (61.9)	189 (32.6)
		창의재단교재	62 (16.9)	14 (14.7)	23 (19.5)	99 (17.1)
		기타	19 (5.2)	3 (3.2)	7 (5.9)	29 (5.0)
	합 계		367 (100.0)	95 (100.0)	118 (100.0)	580 (100.0)
	Pearson Chi-Square (6)		115.2011			
	p-value		0.000			
	학습집단	개별	59 (16.1)	10 (10.5)	14 (11.9)	83 (14.3)
		모둠별	314 (85.6)	84 (88.4)	101 (85.6)	499 (86.0)
		전체 집단	15 (4.1)	3 (3.2)	5 (4.2)	23 (4.0)
		기타	11 (3.0)	3 (3.2)	5 (4.2)	19 (3.3)
	합 계		399 (108.7)	100 (105.3)	125 (105.9)	624 (107.6)

첫째, 어떤 형태로 수업하는가라는 수업 형태에 대한 응답 결과는 [그림 4.12]과 같다. 조사 대상 교사들 중 60.5%가 단독으로 수업한다고 응답했다. 상황에 따라 달라진다고 응답한 교사도 26.4%나 되었으나 STEAM 교육을 위해서 팀티칭을 한다고 응답한 교사는 9.3%로 많지 않았다.

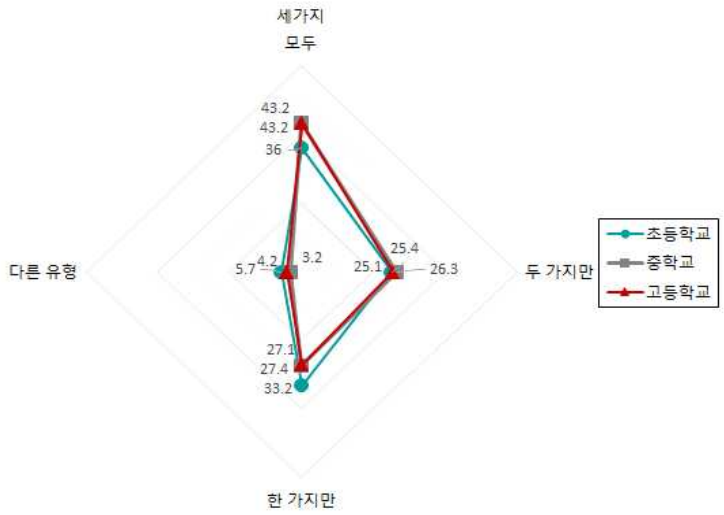
[그림 4.12]은 학교급에 따라 수업 형태가 어떻게 다른지 잘 보여주고 있다. 이 그림에 의하면 초등학교에서 고등학교로 학교급이 높아질수록 단독 수업이 감소하고 상황에 따른 수업이 증가하는 것으로 보인다. 그러나 이러한 변화는 통계적으로는 유의미한 수준이 아니었다.



[그림 4.12] 학교급별 교사의 STEAM 수업 실행 형태

둘째, STEAM의 상황제시, 감성적 체험, 창의적 설계 요소의 수업 반영 여부를 묻는 질

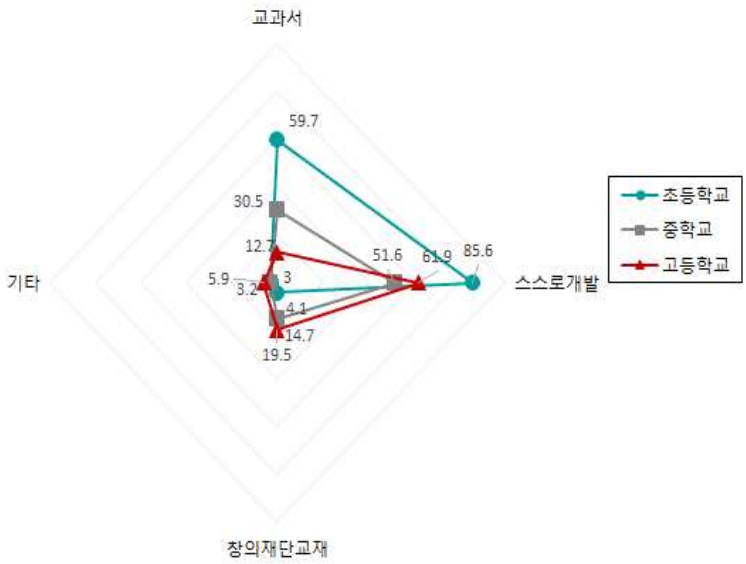
문에 대한 응답을 [그림 4.13]에 제시하였다. 세 가지 모두 반영한다고 응답한 교사는 38.6%, 두 가지를 반영한다고 응답한 교사는 25.3%, 한 가지만 반영한다고 응답한 교사는 31.0%, 전혀 다른 유형의 STEAM을 적용한다고 응답한 교사는 5.0%로 나타났다. STEAM 요소의 학교급별 큰 차이 없이 세 가지 모두, 한 가지, 두 가지 순으로 STEAM 요소들이 적용된 수업이 학교 현장에서 실행되고 있음을 알 수 있다.



[그림 4.13] 학교급별 교사의 STEAM 요소 적용 실행 형태

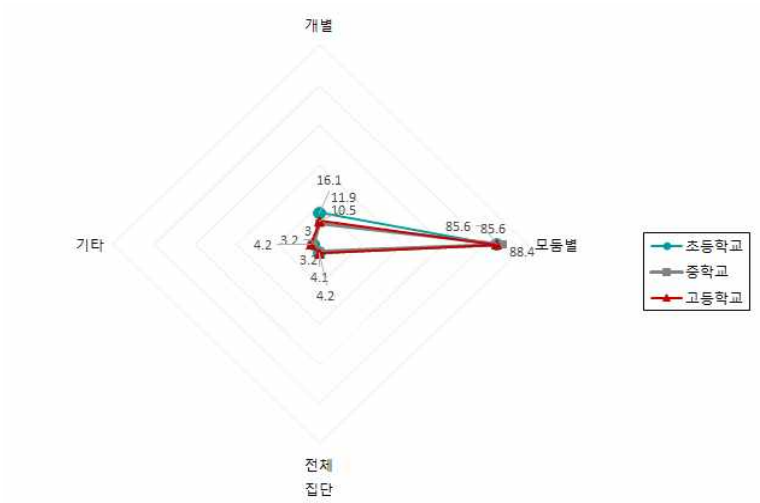
셋째, STEAM 교육에 필요한 교재 사용에 관한 응답의 결과를 [그림 4.14]에 나타내었다. 조사 대상 교사들의 45.3%는 STEAM 교육을 위해서 교과서를 사용하고 있는 것으로 나타났고, 그 다음으로 많이 사용하는 교재 유형은 32.6%로 응답한 스스로 개발한 교재였다. 그리고 창의재단이 개발한 교재는 17.1%의 교사가 이용한다고 대답했고, 기타에 응답한 교사는 5.0%였다.

[그림 4.14]은 학교급에 따라 교사들이 STEAM 교육에 이용하는 교재가 서로 다르다는 것을 보여준다. 교과서의 경우 초등학교 교사는 59.7%, 중학교 교사는 30.5%, 고등학교 교사는 12.7%로 학교급이 올라갈수록 교과서 사용 비율이 크게 떨어지는 것을 알 수 있다. 그러나 스스로 개발한 교재는 초등학교 18.3%, 중학교 51.6%, 고등학교 61.9%로 학교급이 올라감에 따라 크게 증가하는 경향을 보인다. 반면 창의재단 교재의 경우 크게 변동이 없는 것으로 나타났다. STEAM 교재 이용에 대한 학교급별 차이는 통계적으로 유의미한 수준이었다.



[그림 4.14] 학교급별 교사의 STEAM 교재 실행 형태

넷째, STEAM 수업을 위한 학생 집단 구성 형태에 대한 응답 결과를 [그림 4.15]에 나타내었다. 대부분의 교사(86%)가 모둠별 학습을 실행하고 있다고 응답했고, 개별 학습(14.3%)이나 전체 학습(4.0%)은 많지 않았다. 그리고 모둠별 학습이 대부분을 차지하는 경향성은 학교급에 따라서도 크게 다르지 않았으며 이 결과를 [그림 4.15]에 제시하였다.



[그림 4.15] 학교급별 교사의 STEAM 집단 구성 실행 형태

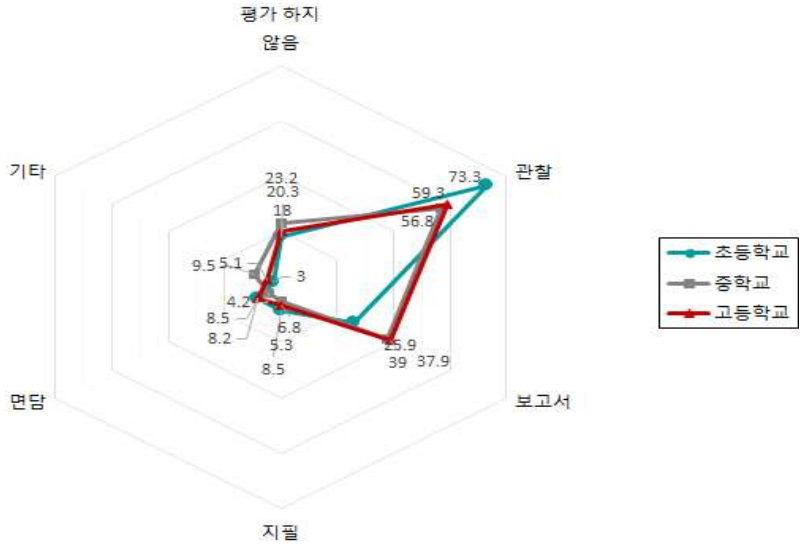
4) 평가 영역 실행 형태

STEAM 교육의 실행 형태를 조사한 내용 중 평가 영역의 실행 형태조사 결과는 <표 4.21>와 같다. 평가 영역에 대해 응답한 결과를 평가 유형과 만족도로 구분하여 제시하고자 한다.

<표 4.21> 학교급별 교사의 STEAM 평가 및 만족도 영역 실행 형태 단위: 개(%)

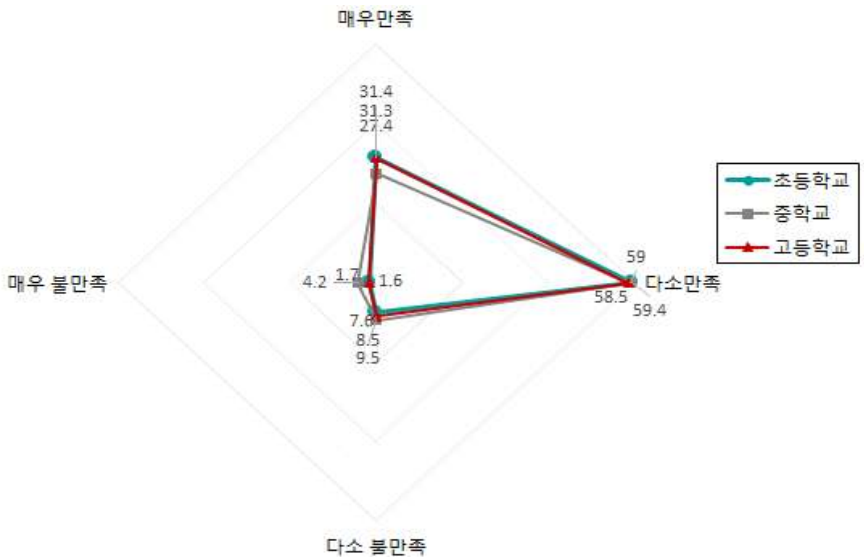
구분	요소	유형	초등학교	중학교	고등학교	합 계
평가	평가 유형	하지않음	66 (18.0)	22 (23.2)	24 (20.3)	112 (19.3)
		관찰	269 (73.3)	54 (56.8)	70 (59.3)	393 (67.8)
		보고서	95 (25.9)	36 (37.9)	46 (39.0)	177 (30.5)
		지필	31 (8.5)	5 (5.3)	8 (6.8)	44 (7.6)
		면담	30 (8.2)	4 (4.2)	10 (8.50	44 (7.6)
		기타	11 (3.0)	9 (9.5)	6 (5.1)	26 (4.5)
	합 계		502 (136.8)	130 (136.8)	164 (139.0)	796 (137.3)
	학생 만족도	매우만족	115 (31.3)	26 (27.4)	37 (31.4)	178 (30.7)
		다소만족	218 (59.4)	56 (59.0)	69 (58.5)	343 (59.1)
		다소불만족	28 (7.6)	9 (9.5)	10 (8.5)	47 (8.1)
		매우 불만족	6 (1.6)	4 (4.2)	2 (1.7)	12 (2.1)
	합 계		367 (100.0)	95 (100.0)	118 (100.0)	580 (100.0)
	Pearson Chi-Square (6)		3.2838			
	p-value		0.772			

첫째, 평가 유형에 대한 응답 결과는 [그림 4.16]과 같다. STEAM 교육을 위한 평가 방법에 관한 질문에서 67.8% 교사들이 관찰 평가를 실시한다고 응답했다. 그 다음으로 많은 응답은 보고서 평가 30.5%, 면담이나 지필은 각각 7.6%가 실시한다고 응답했고, 19.3%의 교사들은 평가를 실시하지 않는다고 응답했다. 또한, 학교급에 따라 실시하고 있는 평가 형태에는 크게 차이가 없었다. 초등학교에서 관찰에 의한 평가가 다른 학교급에 비교해서 응답율이 높았고, 다른 방법에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다.



[그림 4.16] 학교급별 교사의 STEAM 교육 평가 실행 형태

둘째, 평가 영역 중 STEAM 교육에 대한 학생 만족도에 대한 응답 결과를 나타낸 것이다. [그림 4.17]에 의하면, 교사들이 인식하고 있는 STEAM 교육에 대한 학생 만족도 응답 결과는 매우 긍정적이다. 매우 만족이라고 응답한 교사가 30.7%이고, 다소 만족한다고 응답한 교사도 59.1%나 되었다. 반면, 부정적으로 응답한 교사는 10% 정도에 그쳤다. 또한, 교사들이 인식하고 있는 STEAM 교육에 대한 학생 만족도는 학교급에 따라 크게 다르지 않았다. [그림 4.17]과 같이 다소 불만족이나 불만족보다 매우 만족과 다소 만족이 모든 학교급에서 월등히 높은 응답율을 보였다.



[그림 4.17] 학교급별 교사가 인식하는 학생의 STEAM 교육 만족도

7. 결론 및 시사점

이 장은 CBAM을 기반으로 우리나라 초·중등학교 교사들이 STEAM 교육에 대한 인식을 조사하여 기술하는 것이 목적이다. 이를 위해 초중등학교 교사 580명을 대상으로 STEAM 교육에 대한 관심 단계와 실행 수준, 그리고 실행 형태를 조사하였으며 다음과 같은 결론과 시사점을 얻을 수 있었다.

가. 관심 단계 조사

STEAM 교육에 대한 교사들의 관심 단계 조사 결과 지각적 관심과 정보적 관심의 수준이 높게 나타났으나 운영적 관심, 강화적 관심, 개인적 관심은 보통의 관심 수준을 보였다. 그리고 결과적 관심과 협동적 관심은 상대적으로 낮은 수준에 머물렀다. 이러한 경향성은 학교급에 따라서도 크게 차이를 보이지 않았다.

이것은 우리나라 교사들이 아직 STEAM 교육 자체에 대해서 보다 많은 정보를 요구하고 있고, 특히 STEAM 교육의 내용, 특징, 효과, 도입 방법, 시기 등 정보적인 특성에 관심을 보이는 상태에 머물러 있다고 할 수 있다. 우리나라 교사들은 아직까지 STEAM 교육 도입으로 나타날 학생들의 학업 성취 결과의 변화, 결과 향상을 위한 STEAM 교육의 적절성 평가, 학생 성취 평가 등에 관심을 가지고 있는 교사가 상대적으로 많지 않다고 할 수 있다.

이러한 결과는 STEAM 교육에 흥미를 가질 수 있도록 적절한 정보를 교사들에게 제공하고, STEAM 교육을 실행할 때 교사들과 협의하거나 교육에 관련된 의사 결정에 교사들을 적극적으로 참여시키는 등의 방법을 통해 교사들의 개인적 관심과 운영적 관심이 개선될 수 있도록 지원하는 것이 필요하다는 것을 시사한다. 또한, STEAM 교육을 효과적으로 실천하고 있는 학교에 교사들이 방문하도록 안내하거나, 전통적인 교육 방법과 STEAM 교육의 차이점을 이해할 수 있는 기회를 제공하는 것, 다른 교사들과 협업하여 STEAM 교육 교수 기술을 개발할 기회 등을 갖게 하는 것과 같은 방법을 통해서 교사들의 관심 수준이 결과적 관심과 협동적 관심으로 발달할 수 있도록 지원하는 것이 필요하다는 점을 시사한다.

나. 실행 수준 조사

조사 대상 580명의 교사 중 STEAM 교육을 적용하고 있다고 응답한 교사 비율과 적용하지 않고 있다고 응답한 교사 비율은 거의 비슷했다. STEAM 교육을 적용하지 않고 있는

교사 중에서 절반에 가까운 교사가 STEAM 교육에 관심은 있지만 아직까지 이를 실행하기 위해서 적극적으로 노력하지는 않는 수준인 '비적용 수준'에 머물러 있었다. 그리고 비적용 수준의 교사 비율은 학교급이 높아짐에 따라 감소하는 경향으로 나타났고, 준비A 단계에 있는 교사의 비율은 고등학교 교사의 응답 비율이 가장 높았다. 이러한 결과는 전반적으로 비적용 교사들 중에서 초등학교보다는 중학교, 중학교 보다는 고등학교 교사들이 STEAM 교육 적용 준비가 잘 되어 있다는 것을 말해준다고 할 수 있다.

한편, STEAM 교육을 적용하고 있는 교사들의 실행 수준은 수준별로 비교적 고르게 분포하는 경향을 보였다. 그러나 학교급에 따라서는 교사의 실행 수준별 비율이 다소 차이가 있었다. 통합 수준의 경우 초등학교 교사의 비율은 중학교나 고등학교 교사의 비율보다 많이 낮았고, 기계적 실행 교사 비율은 오히려 초등학교에서 고등학교로 학교급이 올라갈수록 감소하는 경향을 보였다. 이러한 경향성은 초등학교 교사들보다는 중·고등학교 교사들이 STEAM 교육을 보다 적극적으로 실행하고 있다는 것을 말해준다고 할 수 있다.

따라서 이러한 결과는 우리나라 교사들에게는 각 수준에 적합한 다양한 지원이 필요하다는 것을 시사한다. 특히 기계적 수준에 있는 교사들의 경우 STEAM 교육 실행을 어렵게 하는 조건들을 해결해 줄 필요가 있다. 예를 들어 교사들의 어려움을 파악하고 그 문제 해결에 직접적으로 도움을 줄 수 있는 소규모 모임을 가질 수 있도록 돕는 것이 한 가지 방법이 될 수 있다. 일상화 수준에 있는 교사들은 비교적 STEAM 교육을 잘 실행하고 있는 상태에 있기는 하지만 상위 수준으로 발전해 갈 수 있도록 격려하고 지속적으로 지원하는 것이 필요하다. 정교화, 통합, 갱신 수준에 있는 교사들은 이미 STEAM 교육에 충분한 흥미와 경험을 가지고 실행하는 단계에 있다고 볼 수 있기 때문에 이들이 다른 교사들을 도와 STEAM 교육을 확산시키는 역할을 수행하도록 지원할 필요가 있다는 것을 연구 결과는 시사한다.

다. 실행 형태 조사

실행 형태는 교과 영역, 시간 영역, 수업 영역, 평가 영역으로 나누어 조사하였으며 그 결과는 다음과 같다.

먼저 교과 영역에서, STEAM 교육을 주로 어떤 교과에서 수행하는 가를 묻는 질문에 학교급과 관계없이 가장 많은 교사들이 과학이라고 응답했다. 이것은 STEAM 교육이 과학 교과 중심으로 수행되고 있다는 것을 보여주는 것으로 STEAM이 지향하는 융합적 교과 운영이 학교 교육 현장에서 효과적으로 적용되지 못하고 있다는 것을 말해주는 것이라고 할

수 있다. 특히 고등학교의 경우에는 과학에 응답한 비율이 75.4%로 나타나 과학 편중 현상이 다른 학교급에 비교해서 더 심하게 나타나고 있음을 알 수 있었다. 한편 STEAM 교육을 실행할 때 어떤 방식으로 교과를 통합하여 수업하는가를 묻는 질문에는 학교급에 따라 다소 차이는 있으나 단일교과 방식이라고 응답한 교사가 가장 많았다. 이것은 아직 다수의 교사들이 어떤 특정한 교과 내에서 STEAM 교육을 실행하고 있다는 것을 보여주는 결과이다. 따라서 과학 이외의 교과에 STEAM 교육이 확산될 수 있도록 지원하는 노력이 필요하며, STEAM 교육의 특성과 장점이 극대화 될 수 있도록 과목간 통합을 유도할 수 있는 방안이 시급히 마련되어야 한다고 사료된다.

그리고 시간 영역에서, STEAM 교육을 주로 어떤 수업 시간에 실시하는가를 묻는 질문에는 가장 많은 교사가 정규 교과 시간에 실행한다고 응답하였고, 이 비율이 학교급이 올라갈수록 감소하는 경향을 보였다. 그러나 동아리활동 시간에 실시하는 경우는 오히려 학교급이 올라갈수록 증가하는 경향이 나타났다. 한편, STEAM 교육을 얼마나 자주 실행하는가라는 질문에는 대부분의 교사들이 한 달에 1~2 차시 실시한다고 응답했고 3시간 이상이라고 응답한 교사는 많지 않았다. 그리고 60% 이상의 교사들이 팀티칭보다는 단독으로 수업을 한다고 응답했다. 이러한 결과는 아직까지 STEAM 교육의 특정 교과내에서 정규 교과 시간에 매우 제한적으로 시행되고 있다는 현실이 반영되었다는 점을 시사한다.

또한 수업 영역에서, STEAM의 구성 요소인 상황제시, 감성적 체험, 창의적 설계 요소 중 몇 가지를 수업에 반영하고 있는지 묻는 질문에는 세 가지 모두 반영한다고 응답한 교사, 두 가지를 반영한다고 응답한 교사, 한 가지만 반영한다고 응답한 교사의 비율이 거의 비슷하였으며 학교급별로도 큰 차이가 없었다. 이러한 결과에서 알 수 있는 것은 우리나라 STEAM 교육이 지향하는 상황제시, 감성적 체험, 창의적 설계 요소가 하나의 교수-학습 프로그램에 모두 포함되어야 한다는 점이 충분히 교사들에게 인식되어 있지 않다는 점이며, 이것은 구체적인 교수-학습 전략에 대한 연구와 지속적인 연수의 필요성을 시사한다.

STEAM 교육에 필요한 교재 사용에 관한 질문에 교과서를 사용한다고 응답한 교사가 가장 많았고, 스스로 개발한 교재를 사용한다고 응답한 교사도 적지 않았다. 그리고 교재 사용에 관한 응답은 학교급에 따라 큰 차이가 있었다. 교과서의 경우 초등학교 교사에서 고등학교 교사로 학교급이 올라갈수록 사용 비율이 많이 떨어졌고, 스스로 개발한 교재는 반대로 초등학교에서 고등학교로 학교급이 올라감에 따라 크게 증가하는 경향을 보였다. 그러나 창의재단 교재의 경우는 학교급에 따라서 크게 변동이 없는 것으로 나타났다. STEAM 수업을 위한 학생 집단 구성 형태에 대한 질문에는 90%에 가까운 교사들이 모둠별 학습을 실행하고 있다고 응답했고, 개별 학습이나 전체 학습 유형은 많지 않았다.

교재 사용에 관한 조사 결과는 비교적 긍정적이라고 볼 수 있다. 교과서만큼은 아니지만 많은 수의 교사들이 스스로 개발한 교재를 사용하고 있다고 응답한 것으로 보아 STEAM 교육을 실행하고 있는 교사들 중 상당수가 전문성을 확보하고 있다는 점을 반영하였다고 할 수 있다. 그러나 한편으로는 아직까지 많은 교사가 교과서에 의존하고 있다는 점을 생각할 때 교재 개발에 관련된 교사 연수의 계속적인 지원이 필요하다고 할 수 있다.

마지막으로 평가 영역에서, STEAM 교육을 위한 평가 방법에 관한 질문에서 70%에 가까운 교사들이 관찰 평가를 실시한다고 응답했다. 그 다음으로 많은 응답은 보고서 평가였고, 지필 평가는 10% 미만이었으며 평가하지 않는다고 응답한 교사도 많았다. 그리고 이러한 경향성은 학교급에 따라서 크게 차이가 없었다. 한편, 조사 대상 교사들이 인식하고 있는 STEAM 교육에 대한 학생 만족도 응답 결과는 매우 긍정적이다. 학생들이 매우 만족하고 있다고 응답한 교사가 30%를 넘었고, 다소 만족한다고 응답한 교사도 60%에 근접했다. 반면, 부정적으로 응답한 교사는 10% 정도에 그쳤다.

평가 영역에 대한 결과는 STEAM 교육의 평가 방법에 대한 연구가 적극적으로 시행되어야 한다는 점을 시사한다. 많은 수의 교사들이 관찰 평가를 실시한다고 응답했으나 STEAM 교육을 위한 관찰 평가의 구체적인 방법론이 아직 구체화되어 있지 않은 상황에서 STEAM 교육이 추구하는 평가 내용이 신뢰롭고 타당하게 이루어지고 있다고 보기 어렵다. 따라서 평가 체제와 방법에 대한 연구가 확장되고 구체적인 방법론을 현장에 보급·확산 시키는 노력이 지속적으로 필요하다고 할 수 있다.

제5장. 교사들의 집단 토론을 통한 STEAM 교육 이해

1. 연구 내용

본 연구는 학교 STEAM 교육의 실태를 학교 현장 교사들의 인식과 실행에 기반을 두어 이해하고, STEAM 교육을 위한 시사점을 도출하기 위한 것이다. 이를 위해 STEAM 교육을 지속적으로 실행하고 있는 교사들과 STEAM 교육을 실행했으나 현재는 하고 있지 않은 교사들로 구분하여 집단 토론 및 심층 면담을 실시하였다.

전문가 집단(Focused group) 토론 연구 방법은 1920년대 이후 사회 과학 연구에서 활용되기 시작한 연구 방법으로, 다양한 형태의 집단 면담 형태로부터 발전되었다. 이 연구 방법은 비교적 단기간 동안 목적에 가장 적합한 자료를 도출해 낼 수 있다는 것과 집단 토론의 과정 중 개인의 의견뿐만 아니라 개인 간 상호 작용 결과 드러난 의견도 함께 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다(김성재 외, 1999; 이광숙 역, 2001; Barbour, 2007; Bloor, et al, 2001; Hennink, 2007; Krueger & Casey, 2009; Morgan, 2002; Stewart, Shamdasani, & Rook, 2007). 그리고 심층면담 연구방법은 연구주제와 관련하여 연구 참여자의 생각과 느낌, 주관적인 체험이나 가치관 등을 알 수 있다(Holstein & Gubrium, 1995).

본 연구에서는 STEAM 리더 스쿨을 통해 실행한 경험이 있는 STEAM 교육의 전문가 집단을 대상으로 STEAM 교육의 실행 현황 및 실행 동기, 관련 요인, 실행 방식, STEAM 교육의 장점과 효과, STEAM 교육을 지속하지 못하는 이유, STEAM 수업 복귀를 위해 필요한 사항, STEAM 교육의 활성화 등 학교 STEAM 교육의 실행과 관련된 전반적인 내용을 심도 깊게 살펴보았다.

STEAM 전문가 교사들의 집단 토론의 분석 결과는 초, 중, 고등학교 STEAM 교육에 대한 주요 정책 방향 및 실행의 점검, 그리고 향후의 개선을 위한 기초 자료로 제공할 것이다.

2. 연구 설계 및 수행

가. STEAM 교육의 현장 전문가 교사

연구에 참여한 교사들은 STEAM 리더스쿨, 교사연구회, STEAM 프로그램 개발 프로젝트 참여 등 STEAM 교육 활동의 경험이 있는 교사들 중 목적 표집(purposeful sampling) 방법을 통해 선별하였다. 토론에 참여한 교사 8인의 주요 배경 변인은 <표 5.1>와 같다. 교사 가~마는 STEAM 교육을 지속적으로 실행하고 있는 교사들이며, 교사 A~C는 한때 STEAM 교육을 실행했으나 조사 시점에는 실행하고 있지 않은 교사들이다.

<표 5.1> 설문조사 대상자의 주요 배경변인

구분	성별	지역	학교급	전공 교과	교육 경력(년)
교사 가	남자	경남	중학교	생물	16
교사 나	여자	전북	초등학교	영어	11
교사 다	여자	광주	초등학교	과학	15
교사 라	여자	인천	고등학교	윤리	10
교사 마	여자	충남	고등학교	화학	26
교사 A	남자	광주	초등학교	과학	16
교사 B	남자	경기	중학교	수학	6
교사 C	여자	경기	고등학교	수학	4

나. 토론 진행 및 자료 수집

토론 진행은 STEAM 교육을 지속적으로 실행하고 있는 교사 집단과 중단한 교사 집단을 구분하여 반구조화된 형태로 이루어졌다. STEAM 교육을 지속적으로 실행하고 있는 교사들의 집단 토론은 2015년 12월 11일, 오후 1시부터 5시까지 약 4시간 동안 진행되었다. 그리고 STEAM 교육을 실행했으나 현재는 하고 있지 않은 교사들의 심층 면담은 2016년 1월 11일 오후 6시~8시와 2016년 2월 15일 오후 3시~5시에 각각 이루어졌다. 교사 A는 STEAM 교육에 대한 다양한 관점의 고려를 위하여 두 집단의 토론 및 심층 면담에 모두 참여하였다.

STEAM 교육 실행 여부에 따른 중심 질문 내용은 <표 5.2>와 같다.

<표 5.2> STEAM 교육 실행 여부에 따른 중심 질문

STEAM 교육 실행 교사	STEAM 교육 실행하고 있는 않는 교사
◦ STEAM 교육 경험	◦ STEAM 교육 경험
◦ 실행 동기 및 관련 요인	◦ 실행 동기 및 관련 요인
◦ 실행 방식	◦ STEAM 교육을 지속하지 못하는 이유
◦ STEAM 교육 실행을 위해 해결할 문제	◦ STEAM 수업 복귀를 위해 필요한 사항
◦ 리더스쿨의 역할	◦ STEAM 교육의 활성화

교사들과의 토론 및 심층면담을 진행하기에 앞서, 수차례의 연구진 회의를 통해서 토론 내용, 진행의 절차, 토론 결과의 정리 방법에 대하여 구체적으로 논의하였다.

토론 또는 심층면담을 위한 사회는 연구책임자가 맡아 연구의 목적에 맞는 토론을 진행하였고, 공동 연구진이 함께 참석하여 토론의 내용, 분위기, 상황 등을 이해하여 자료 분석 시 참고하였다.

토론 내용과 과정은 모두 비디오로 녹화됨과 동시에 녹음기로 녹음되었다. 녹음된 자료는 전사되어 분석되었다.

다. 자료 분석

교사들의 그룹 토론 및 심층 면담 자료는 전사되어 다음과 같은 과정을 통해 분석되었다.

첫째, 자료 분석은 연구진 3인이 각각 논의의 ‘핵심 생각(big idea)’을 찾는 것으로부터 시작하였다. 그리고 논리 전개의 흐름을 정한 후 구체적인 내용을 분석하여 범주화 하였다.

둘째, 핵심 생각에서 ‘중심 내용’을 추출하였다. 연구진 3인이 각각 추출한 ‘중심 내용’을 과학교육 전문가 2인과 현장 교사 2인의 검토를 받아 타당도를 높이고자 하였다.

셋째, 분석된 결과를 분석에 참여하지 않은 연구진이 함께 검토한 후, 최종적으로 정리하였다.

3. 연구 결과 및 논의

교사들의 집단 토론 및 심층 면담을 통해, STEAM 교육 관련 이슈로 추출된 핵심 생각과 중심 내용은 <표 5.3>와 같다.

<표 5.3> STEAM교육 이슈로 추출된 핵심 생각 및 중심 내용

핵심 생각	중심 내용
■ STEAM 수업의 특징	◦ 교사들이 인식하는 STEAM 수업 ◦ 학생들이 인식하는 STEAM 수업
■ STEAM 교육을 하는 이유	◦ 교사, 학생, 학부모의 만족감
■ STEAM 교육의 효과	◦ 교사의 인식, 태도, 수업 변화 ◦ 학생의 인식 및 태도 변화 ◦ 학습 결과의 질적 변화 ◦ 학부모의 태도 변화
■ STEAM 교육의 어려움	◦ STEAM 교육의 어려움
■ STEAM 교육의 활성화 및 복귀를 위한 조언	◦ STEAM 교육의 활성화 및 복귀를 위한 조언

토론에서 정리된 핵심 생각을 중심 내용에 따른 교사들의 발췌문과 함께 제시하였다. 교사들의 발췌문 중 [ ]은 주어 또는 주체어를 의미하고, ( )은 맥락 속에서의 담화를 이해하는데 도움을 제공하는 설명이며, '...'은 문장의 생략을 의미하여 사용하였다.

가. STEAM 수업의 특징

1) 교사들이 인식하는 STEAM 수업

토론에 참여한 모든 교사들이 STEAM 수업의 특징을 기존 수업과의 비교, 학습 활동의 특징, 학생의 역할 등의 관점에서 이야기하였다. 교사들은 STEAM 수업을 준비하고 실행하는 과정에서 창의적 설계와 감성적 체험을 하고 성공의 선순환을 경험하는 교육으로 인식하고 있었다. 또한 교사들은 STEAM 수업을 특정한 내용이나 형식에 고정되어 있지 않아서 학생들에게 나름의 능력과 재능을 가지고 마음껏 해 볼 수 있는 기회를 제공하는 수업이며, 학생 뿐 만 아니라 교사에게도 재미있고 쾌감을 느끼게 하는 수업이라고 하였다. 교사들의 구체적인 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

교사 가	• (교사의 즐거움)(STEAM 매력) 여행가다가 국밥집 앞에 붙어 있던 문구인데요. '이 식당에 안 와본 사람은 있어도 한번 와본 사람은 없다.' 이런 문구가 있더라고요. 그런 국밥집이 있었는데 스팀도 그런 것 같아요. 제대로 빠져가지고 하다보면 굉장히 매력이 있어서 흥미로운 부분이 많습니다. • (학생이 사고나 행동 중심) 사고나 행동의 중심에 학생이 있는지 교사가 있는지 차이가 굉장히 큽니다. 그래서 스팀 같은 경우에는 일단 교사가 주도하건 학생이 주도하건지 간에 일단 그 수업이 시작했을 때 작은 일들에 대해서는 학생들이 중심이 될 수 밖에 없는 상황이니까 학생들이 만족감 자신 존재에 대한... • (학생의 주도적 활동) 자기들끼리 주도적으로 하니까 학교 와서 그렇게 할 수 있는 기회가 많이 없는데 이 수업은 그런 것을 느끼게 해줄 수 있으니까... • (교사의 즐거움)(학생의 즐거움) 스팀수업을 하면 즐겁고 재밌고 그런 것이다...
교사 나	• (교사의 흥미)(교사공동체 연구) 우리가 어찌됐든 다 같이 연구를 해야 되지 않겠느냐 해서 싫든 좋든 참여해서 '아 스팀이 이런 것이구나!' ... [교사들이] 그거 하나 해보시고 '아 재밌네 내년에도 하자.' 이게 된 것이고요. • (교사의 즐거움) 교사들도 스팀이라는 것을 알고 스팀수업을 직접 적용을 해 보면, 진짜 개발해서 하든지 수정해서 하든지 해 보면, 아이들이 정말 즐거워하고 노력하는 시간이 힘들긴 하지만 1시간이라도 적용해본 선생님들은 '아 이게 약간의 교사로써의 쾌감이 있는데'라는 말을 정말 많이 하셨거든요. • (모든 학생 참여) 다른 과목도 사실 초등학교에서는 뭐 협력 협동학습이라고도 하고 모둠별로 많이 구성이 되기 때문에 모둠별로 하는데 스팀수업과 그냥 다른 수업의 모둠활동을 제가 교사로서 봤을 때 비교했을 때 가장 큰 차이점은 스팀수업을 하면 ... 관심이 없는 아이 혹은 관심은 있으나 아이들이 참여를 못하게 하는 ... 그런 것이 정말 줄어들어요. 왜냐면 뭔가 아이들이 항상 이론적으로 생각으로 생각하잖아요. 쟤[다른 친구]는 그래도 이것은 안 되지만 저것은 될 거야. ... 그런데 의도하지 않았음에도 불구하고 뭔가를 아이들이 딱 하고 있는데, 자기들도 의도하지 않았음에도 불구하고 하다보면, 아무것도 안하던 이 아이가 뭔가를 잘하는 아이가 되는 것이에요. 혹은 걔는 아무 생각 없이 툭 던진 것이 정말 큰 아이디어가 돼서 이렇게 발전이 되다 보니까 그렇게 한 두 번이 지나가다 보니까.. • (학생의 새로운 능력 발견) 이런 것들이 자연스럽게 학생들에게 평상시에 평범한 수업에서 느끼지 못했던 여러 가지 것들을 느끼게 할 수 있는 새로운 기회를 새로운 능력을 보이게 할 수 있는 그런 의미에서 굉장히 좋은 수업이지 않을까 하는 생각이 듭니다. • (학생의 능력 발현) 저희 반 같은 경우는 저는 이제 올해는 일부러 담임을 들어간 것이 아이들한테 지속적으로 변화를 줘보고 싶어서 담임을 들어가서 [스팀] 활동을 해봤는데 아이들이 본인이 알고 있지 않았던, 교사가 알고 있지 않았던 본인의 능력을 자연스럽게 끄집어 낼 수 있는 계기가 되지 않았나 라는 생각이 듭니다.
교사 다	• (학생의 관심 분야)(하고 싶은 것을 할 수 있는 수업) 스팀수업이라는 것 자체가 학교에서 학생들이 교과 내에서 배우는 딱딱한 수업의 위주가 아니라 학생들이 관심이 갖는 분야에 대해서 좀 더 이렇게 자기 하고 싶은 것들을 할 수 있는 마음껏 해볼 수 있는... • (재미 & 흥미)(깊은 원리 학습) 스팀수업을 했을 때에는 저[교사] 자신도 재미없는 딱딱한 수업이 아니라 좀 더 흥미 위주로 또는 원리는 좀 더 깊게 들어가는 수업이다 보니까 ...
교사 라	• (수업의 유연성) 고정되어 있지 않다.. • (균형 잡힌 교육) 이 아이들에게 숨을 불어넣고 따뜻한 인간을 만들어 낼 것인가 • (수업 설계)(교사공동체) 학교에서 쓰는 표현이 수업친구 서로 수업 공개해요. 창피하

	지만. 그리고 논의를 해요. '야 여기서 이런 요소는 어떨까? 이번에는 이렇게 해볼까?' • (수업 설계)(교사공동체)(코티칭) 과학 선생님 혼자서 수업을 하지는 못하고요. ... 인문학 선생님들이 지원을 이렇게 해서 그러니까 코티칭을 굉장히 많이 하고 있거든요. ... [교사들끼리] 충분히 토의를 하고 하기 때문에 저희는 이제 국어 선생님부터 시작해서 전쟁과 평화 발명과 이런 것들은 아이들이 과학 선생님이 맡아서 해주시고요. 그 다음에 그런 문학작품은 뭐가 있을까는 국어 선생님들이 해주시고요. • (수업 설계)(교사공동체) 과학 선생님들이 ... 이런 수업을 하고 싶은데 먼저 수업친구들한테 고민을 털어놓죠. 어떻게 했으면 좋겠냐. 그런데 이게 이렇게 하면 입시에 관계가 없을 것 같지 않아요.
교사 마	• (교사의 즐거움)(교사의 쾌감)(많은 수업 준비) 저희[교사]는 수업이 재밌어요. 스팀 수업을 선생님들이 하시잖아요. 그러면 저희가 선생님들끼리도 동료교사들이 가서 수업을 보잖아요. 근데 교사들끼리도 '정말 스팀수업이 최고다.' 이렇게 할 정도로 준비가 많이 되어있는 수업인거죠.
교사 A	• (교사의 즐거움) 저 같은 경우는 스팀 수업이 즐거웠는데... • (많은 활동)(교과서 밖의 다양한 활동)(다양한 산출물)(사고 확장) 예전에는 교과서 안에서 주어진 활동만 하고 끝냈다면 스팀 수업에서는 활동이 훨씬 늘어났어요. 다양한 변화를 주고 기기나 주변 환경을 활용해서 더 많은 활동을 할 수 있어요. ... 교과서에 나오지 않은 다양한 활동을 시도했어요. 학생들이 교과서는 이 단계는 이렇게 딱딱 정해진 것만 하기 때문에 변수가 없는데 스팀은 아이들의 생각에 의해서 다양한 산출물이 나올 수 있고 학생들이 다른 사람이 한 것을 보고 이렇게 할 수 있구나 하며 생각이 다양해지고 넓어지는 것 같습니다. • (학생의 주도)(체험)(학생의 스스로 고민) 직접 학생들이 해보니까 정말 좋아했어요. 그런 활동은 학생들이 이렇게 해보면 어떨까 저러면 어떨까? 라는 고민을 많이 하게 하는 것 같아요. • (학생이 좋아함) 아이들은 정말 좋아하고, 잘합니다. • (학생들의 생각으로 진행)(살아있는 수업)(재미) 스팀 수업을 통해서는 아이들이 자기 생각을 구현해내는 것만으로도 즐거워하고 학교를 재밌어 하고 살아있는 것을 느끼는 것 같았어요.
교사 B	• (협력)(집단 지성 경험)(많은 활동) 문제 상황을 학생들 스스로 협력하여 결과물을 만들어 내는 모습이 가장 기억에 남습니다. 학생 개개인을 보았을 때는 이런 결과물이 도저히 나올 수 없다고 생각되었더라도, 모둠별로 만들어낸 결과물을 보고 깜짝 놀란 적이 많았습니다. 또한 수학 수업이었음에도 불구하고 판서식 문제풀이 없이 활동 위주의 프로젝트 수업이 매끄럽게 진행될 수 있다는 사실에 놀라면서도 신기했습니다. • (많은 시간이 필요)(수업의 질 고민)(교과 내용을 가르치기 어려움) 다른 수업에 비해 많은 시간이 필요합니다. 학생들의 완성도를 높이려면 더 그렇구요. 그러나 STEAM 수업에서는 성취하려는 교과 내용에 비해 시간이 많이 필요하다고 보니 수업의 질에 대해 고민을 하게 됩니다. • (교사에게 고민 제공)(학생에게 재미 제공)(가르칠 분량 고민) 학생들은 수업을 재미있어 했지만 수학의 모든 교과 내용을 가르쳐야하는 교사에게 고민이 될 수 있습니다. • (학생의 흥미, 협력)(하이테크 분야 경험)(성취감과 보람) 학생의 흥미를 높이고, 학생 간 협력을 이끌어내면서, 다양한 하이테크 분야를 학생들이 간접 경험할 수 있다... 실생활과 유사한 융합적 문제 상황을 다양한 교과목의 지식을 결합하여 해결해가면서 성취감과 보람을 학생들이 느낄 수 있다고 생각됩니다.

교사 C	• (학생의 창의성 발현) 저는 질병 예방을 주제로 등비수열의 극한 수업을 STEAM 수업으로 한 적이 있었는데 처음에는 아이들이 잘 하지 못할 것 같아 걱정을 많이 했었는데 우려와는 달리 아이들이 질병의 소재를 참신하게 설정하고 수학적으로 모델링하는 과정도 너무 잘했어요. • (학생의 능동적 참여) 무엇보다 아이들의 능동적인 수업 참여가 너무 좋았습니다. 일반적인 수학 수업 시간과는 너무 다르니까요. • (실생활과 학문 연관성을 구체적 경험) 학문과 실생활의 연관성을 막연하게 설명하는 것이 아니라 구체적 주제나 소재를 가지고 가르치다 보니 아이들에게 수학과 실생활과의 연관성을 실제로 느낄 수 있게 해주는...

교사들의 이야기에서 찾아볼 수 있는 STEAM 수업의 특징은 교사, 학생의 역할, 수업 및 학습 활동의 관점에서 정리하면 다음과 같다.

교사	✓ 교사가 즐거운 수업 ✓ 교사의 흥미 또는 관심이 고려된 수업 ✓ 교사가 쾌감, 만족감을 느끼게 해 주는 수업
학생 및 학생의 역할	✓ 학생이 좋아하는 수업 ✓ 학생이 주도적, 능동적으로 참여하는 수업 ✓ 모든 학생이 참여하는 수업 ✓ 학생이 하고 싶은 것을 할 수 있는 수업 ✓ 깊이 있는 원리 학습이 가능한 수업 ✓ 마음껏 해 볼 수 있는 기회를 제공하는 수업
수업 및 학습 활동	✓ 수업의 질에 대하여 고민하게 하는 수업 ✓ 새로운 시도 또는 수업 설계로 실행하는 수업 ✓ 균형 잡힌 교육을 추구하는 수업 ✓ 고정되어 있지 않고, 수업의 유연성이 있는 수업 ✓ 학생의 많은 시간이 필요한 수업 ✓ 교과 내용을 가르치기 어려운 수업 ✓ 학생의 흥미 또는 관심을 고려한 수업 ✓ 교과서 밖의 다양한 활동이 가능한 수업 ✓ 활동이 많은 수업 ✓ 다양한 산출물이 나오는 수업 ✓ 살아있는 수업 사고나 행동이 중심이 되는 수업 ✓ 학생의 새로운 능력을 발견하게 하는 수업 ✓ 학생들의 능력과 창의력을 발현하게 하는 수업 ✓ 협력과 집단 지성을 경험하는 수업 ✓ 하이테크 분야를 경험하게 하는 수업 ✓ 실생활과 학문이 관련됨을 구체적으로 경험하게 하는 수업 ✓ 코티칭이 가능한 수업 ✓ 교사공동체 연구로 발전한 수업

2) 학생들이 인식하는 STEAM 수업

교사들에 의하면, 학생들은 STEAM 수업을 교사의 설명이나 말로써 진행되는 수업이 아니라, 수업의 시작은 교사로부터 활동 또는 연구할 무언가가 제시되지만. 이것에 대한 해결 방안을 학생들이 혼자 또는 다른 친구들과 더불어 찾아가는 재미있고 자유로운, 그리고 주도적으로 활동하는 수업으로 인식하고 있었다. 교사들의 구체적인 면담 내용에서 나타난 STEAM 수업에 대한 학생들의 인식을 살펴보면 다음과 같다.

교사 가	• (자유로움) 스팀 수업을 ... 질문 자체도 하지 않고 과학실에 막 널려있는 것들을 자유자재로 갖다가 사용하고 • (자유로운 사고)(통제가 최소화) 어떤 통제가 되지 않는 수업이라는 것을 지네[학생]들이 느껴서 그런지는 모르겠지만 굉장히 자유롭게 그러니까 사고에서 걸러지는 방해물이라는 그런 것들이 하나도 없고 굉장히 자유롭게 가지는 부분...
교사 나	• (스스로 주도적) 가르칠 때 제[교사]가 '오늘은 이거 배울거야.' 라고 설명식으로 가면 아이들이 일반 수업이라 생각을 하고요. 제가 뭔가 이렇게 애들한테 던져주고 지[학생]들이 해결을 하다가 ... 선생님이 나서지 않고 자기[학생]들이 하는 활동들 있잖아요. '이거 스팀 수업이죠.'라는 말을 상당히 많이 하거든요. • (스스로 주도적) 자신[학생]들도 느끼는 것이 스팀 수업은 선생님이 말이 많은 수업이거나 선생님한테 뭔가를 들어서 알아가는 수업이 아니라 자기[학생]들이 뭔가 해결해야하고 질문하면 선생님이 도와주는 형식? 약간 그런 생각을 가지고 있는 것 같아요. • (스스로 주도적) 연구학교 스팀수업 했을 때는 한 시간 내내 아이들의 가장 많이 하는 말과 선생님들이 가장 많이 하는 말이 하나씩 있었거든요. '이거 해도 되요? 이게 맞아요?' '너희가 알아서 하는 것이야. 너희 마음대로 해.' 이거였는데 올해 이제 저희가 3년째잖아요. 올해는 생각해 보니까 그 말이 거의 없었어요.
교사 다	• (하고 싶은 것을 할 수 있는 수업) 좀 더 이렇게 자기[학생] 하고 싶은 것들을 할 수 있는 마음껏 해볼 수 있는...
교사 마	• (스스로 주도적) 학생들이 하루아침에 발명처럼 뚝딱 만들어서 하는 것이 아니라 자기들이 요소를 찾아가지고 한 학기나 이런 식으로 연구를 하거나 이런 것이기 때문에 ...

교사들의 이야기에서 찾아 볼 수 있는 학생들이 인식하는 STEAM 수업의 특징을 학생과 교사의 관점에서 정리하면 다음과 같다.

학생	✓ 스스로 선택하여 활동을 하는 자유로운 수업 ✓ 자신의 생각을 자유롭게 사고할 수 있는 수업 ✓ 학생 스스로의 생각과 판단으로 진행해야 하는 수업 ✓ 학생의 관심 분야와 관계있는 수업 ✓ 학생의 참여와 열정이 드러나는 수업 ✓ 친구들과 함께 협력하여 활동하는 수업 ✓ 하고 싶은 것을 마음껏 해 볼 수 있는 수업
교사	✓ 교사가 문제 또는 과제를 제시한 후 학생 중심으로 진행되는 수업 ✓ 교사가 설명하지 않는 수업 ✓ 교사의 말이 많지 않은 수업 ✓ 교사에게 무언가를 들어 배워가는 것이 아닌 수업

나. STEAM 교육을 하는 이유

토론에 참여한 교사들에 의하면, STEAM 교육을 하는 주된 이유는 '만족감'이었다. 교사들은 STEAM 교육을 통해 나타나는 효과와 더불어 STEAM 교육이 가지고 있는 매력, 스스로 느끼는 쾌감, 그리고 학생과 학부모에게 주는 만족과 감동으로 인하여 STEAM 교육을 지속하는 것이다. 이때 만족감은 교사 스스로의 만족감도 있지만, 학생의 열정 및 성취, 그리고 학부모의 만족으로부터 형성된 것으로 해석된다. 교사들의 구체적인 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다. STEAM 교육의 효과는 중심 내용에서 언급하였다.

교사 가	• (교사 만족)(STEAM의 매력) 다른 사람이 봤을 때는 엉망진창인 수업인데 굉장히 나중에는 이런 수업도 있겠구나 하는 이런 부분을 애들이 많이 느껴서 이것을 좀 느끼게 해주고 싶은데 • (STEAM의 매력)(STEAM에 대한 확신) 여행 가다가 국밥집 앞에 붙어 있던 문구, '이 식당에 안 와본 사람은 있어도 한 번 와 본 사람은 없다'.. 스팀도 그런 것 같아요. 제대로 빠져가지고 하다보면 굉장히 매력이 있어서 흥미로운 부분이 많다. • (STEAM의 매력)(STEAM에 대한 확신)(교육의 성과)(성취의 기쁨)(학생들의 관심과 열정, 자부심)(자아효능감 증진) 특히 저희는 중학교 아이들이다 보니까 이번에 종이 박스가지고 로봇을 만드는 거 하는데 정말 유치한 것 같지만 며칠간 이 프로젝트 활동하는 동안에 내내 쉬는 시간마다 와가지고 관심을 보이고 만들고 하는 활동에서 굉장히 자부심도 많이 가지고 지네들이 만들어 놓은 작품에서 긍지도 느끼고 그러더라고요...선생님들이 한번 해보시면 그런 맛을 한번 들이시면 분명히 하실 건데 • (학생의 성공) 이런 활동들을 굉장히 자유롭게 하는 편인데 그럴 때 보면 그런 역량을 발휘하는 애들 봤을 때는 굉장히 흐뭇하고 이런 활동들이 지속적으로 계속 이어진다면 아이들도 굉장히 좋은 아이디어를 낼 수 있는 상황으로 크지 않을까 하는 생각이 듭니다. • (학생의 만족) (학생들의 관심과 열정, 자부심) 특히 저희는 중학교 아이들이다 보니까 이번에 저희 종이 박스가지고 로봇을 만드는 거 하는데 정말 유치한 것 같지만 며칠간 이 프로젝트 활동하는 동안에 내내 쉬는 시간마다 와가지고 관심을 보이고 만들고 하는 활동에서 굉장히 자부심도 많이 가지고 지네들이 만들어 놓은 작품에서 긍지도 느끼고 그러더라고요.
교사 나	• (학생의 선호)(교사의 선호) 아이들도 좋아하고, 우리[교사]도 해보니까 좋더라, 재밌더라. 애들이 되게 좋아하더라. • (학생의 만족)(학부모의 만족)연구학교가 끝남과 동시에 관리자들의 마인드는 이제 끝났으니까 안 해도 되지? 라는 마인드가 가장 커요. '너 네 이거 왜 하려고 하는데 다른데서 돈이 들어와? 혹은 연구점수도 없잖아.' 라는 반응이 커요. 그렇기 때문에 왜 해야 되는지 하는 상황에서 학생이랑 학부모의 만족도 때문에 끌고 가는 것인데 • (학부모 만족)(학생의 열정) 학부모 2학기 상담에서 학부모님이 오셨는데 부모님이 뭐라고 하셨냐면 본인은 힘들었데요. 혼자 얘가 소극적이어서 친구랑 같이 하자를 아직 못하는 것이에요. 그런데 그 전 같았으면 아예 안했을 아이인데 뭔가 자기가 하고 싶으니까 해야겠으니까 이제 엄마를 붙잡고 있는 것이에요. '나 이거 실험해야 하니까 찍어봐.' 이런 식으로 해가면서 엄마를 붙잡고 연습을 엄마 앞에서 하는 것이에요. 그러다 보니까 본인은 솔직히 귀찮기는 했는데 엄마 입장에서 되게 뭉클했어요 라는 이야기를 했었어요.

교사 다	• (학생의 만족) 학생들이 관심이 갖는 분야에 대해서 좀 더 이렇게 자기 하고 싶은 것들을 할 수 있는 마음껏 해볼 수 있는 주제라서 학생들 자체의 만족도나 내용들을 높게 나타나고... • (학생의 선호) 원리는 좀 더 깊게 들어가는 수업이다 보니까 학생들이 더 좋아하는 것 같습니다.
교사 라	• (STEAM의 가치 공감) 모두가 리더가 되는 그런 교육으로 충분히 가치가 있고 갈 수 있다 • (교사의 만족)(STEAM에 대한 확신) 정말 이게 이렇게 좋은 것이라면, 좋은 것을 안 하는 사람이 어디 있겠어요. 전도하시는 분들 보니까 '이 좋은 것을 왜 안하냐고, 예수를 믿으라고' 정말 내가 좋다고 느낀다면 저는 안 시켜도 할 것이라고 생각하거든요. • (학생의 만족)(입시에 도움) 아이들이 정말 자기소개서나 이런 것을 특별히 지도하지 않더라도 이 수업이 좋았더라. • (학부모의 만족) 부모님들은 되게 좋아하세요.
교사 마	• (교사의 만족)(STEAM에 대한 확신) 교사들끼리도 '정말 스팀수업이 최고다.' • (교사의 만족)(STEAM에 대한 확신) 1, 2 학년 때 활동한 것 있잖아요?? 그런 자료들을 생활기록부라든지, 자기 소개서에 그냥 안 한 활동이 아니잖아요? 너무나 자신감 있는 그런 활동이기 때문에, 저한테도 사실은 아이들이 자기소개서를 봐달라고 오기도 하는데, 교사추천서라든지, 그러면 애들은 뭐 다른 활동들도 있을텐데 이 활동을 가장 많이 썼어요. • (교사의 만족)(학생에게 도움) 좋은 것을 알잖아요? 학생들한테 분명히 도움이 되고 • (교사의 쾌감)(학생의 만족) 교사들도 스팀이라는 것을 알고 스팀 수업을 직접 적용을 해 보면 진짜 개발해서 하든지 수정해서 하든지 해보면 아이들이 정말 즐거워하고.. 노력하는 시간이 힘들긴 하지만 1시간이라도 적용해 본 선생님들은 '아 이게 약간의 교사로써의 쾌감이 있는데'라는 말을 정말 많이 하셨거든요... 그것을 한 번이라도 느껴보신 분들은 다른 학교에 가더라도 나 혼자만이라도 적용할 가능성이 있다고 저는 생각해요. • (교사의 쾌감)(학생의 만족) 사실 [스팀이] 형식적이라고 제가 들었거든요. 그런데 정말 저희는 고등학교에서 이것을 했거든요... 그리고 애들이 정말 우리가[교사들이] 이야기하기를 인기가 정말 '폭발적으로' 이렇게 표현을 했거든요.... 아이들도 마찬가지이거든요.. 한 번 해 보고 나면 저희 반 아이들이 매일 그래요. '선생님, 스팀 수업 언제해요?' 라고 물어보거든요. • (교사의 쾌감)(교사의 성취)(STEAM에 대한 확신) 사진으로만 다른 사람의 열강으로만 느끼는 것이 아니고 제가 직접 해보는 과정에서 느끼는 것이기 때문에 굉장히 이 맛을 또 다른 선생님들에게 느끼게 해주고 싶어요. • (학부모 만족)(입시에 도움) 서울대 간 학부모님들, 학부형이 직접 와서 그런 말씀을 하시더라고요. '우리 아이는 도움이 많이 되었다' • (학부모 만족)(학생 만족)(교사 만족) 저희는 아주 우수한 아이 대전 시내에서 봤을 때는 여학생들이 있는 학교 중에서는 저희학교가 그래도 명문고에요... 학부형들도 성적에 대해서 아주 성적에 관심이 많기는 하지만 어쨌든 이런 활동을 접해보지 못했기 때문에.. 학부형들... 초등학교의 만족도가 높다고 그랬는데요. 학부모님 만족도, 학생들도 그렇고 그리고 다 이동해서 오신 선생님들이잖아요. 그런데도 굉장히 긍정적으로 이야기를 하셨어요. 교사들이 긍정적으로 이야기를 했어요.
교사 A	• (학생의 만족) 직접 학생들이 해보니까 정말 좋아했어요. • (학생 능력 발견) 그런데 아이들은 정말 좋아하고, 잘합니다.

교사 B	• (학생의 성취)(학생 능력 발견) 이런 결과물이 도저히 나올 수 없다고 생각되었더라도, 모둠별로 만들어낸 결과물을 보고 깜짝 놀란 적이 많았습니다. • (교사의 쾌감) 수학 수업이었음에도 불구하고 판서식 문제풀이 없이 활동 위주의 프로젝트 수업이 매끄럽게 진행될 수 있다는 사실에 놀라면서도 신기했습니다. • (학생의 성취, 보람) 실생활과 유사한 융합적 문제상황을 다양한 교과목의 지식을 결합하여 해결해가면서 성취감과 보람을 학생들이 느낄 수 있다고 생각됩니다.
교사 C	• (학생의 성취) 우려와는 달리 아이들이 질병의 소재를 참신하게 설정하고 수학적으로 모델링하는 과정도 너무 잘했어요. • (학생의 참여) 무엇보다 아이들의 능동적인 수업 참여가 너무 좋았습니다. • (학생의 흥미) 수업이 아이들의 수학 학습에 대한 흥미를 향상시키는데도 도움이 된 것 같습니다.

교사들의 이야기에서 찾아볼 수 있는 교사들이 STEAM 교육을 하는 이유인 STEAM 교육에 대한 만족감은 교사, 학생, 교육 결과 등의 관점에서 다음과 같이 정리된다.

교사	✓ 창의적 설계와 감성적 체험을 통한 선순환으로부터의 쾌감 ✓ STEAM 교육에 따른 학생들의 열정, 성공, 변화를 경험 ✓ 교사가 좋아하는 수업 ✓ STEAM의 가치에 공감
학생	✓ 학생들이 좋아하고, 참여도가 높은 수업 ✓ 학생들이 성취감과 보람을 경험
교육결과	✓ 대학 수시 입학시험에 도움 ✓ 교육 구성원인 교사, 학생, 학부모의 만족도가 높음

다. STEAM 교육의 효과

1) 교사의 인식, 태도, 수업 변화

토론 및 심층면담에 참여한 교사들에 의하면, STEAM 교육의 가장 큰 효과는 교사가 가지고 있는 학생 또는 수업에 대한 고정관념이 깨진 것이다. 교사들은 STEAM 수업을 통해 학생들을 다양한 시각으로 볼 수 있는 계기가 되었고, 학생들의 잠재력을 믿게 되었다고 하였다. 강의식 수업은 학생들이 설명하는 학습 내용을 이해하는지, 딴 짓을 하거나 조는지 등을 관찰할 수 있다면, STEAM 수업은 평소에 볼 수 없었던 학생들의 성격, 성향, 특징, 장점, 능력 등을 관찰할 수 있다는 것이다. 또한 이런 결과는 평상시 교사들이 가지고 있던 학생에 대해 단정 짓는 태도와 생각에 변화를 가져 왔고, 궁극적으로 수업의 변화를 가져오게 되었다는 것이다. 이에 대한 교사들의 구체적인 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

교사 가	• (도전)(STEAM 수업) 종이만 보신 분들은 교과에 있는 그것[STEAM]만 안다. 처음 시작은 이론적으로 했지만, 하다 보면 선생님들이 감으로 느낀다... 자유학기제나 혁신학교들 활동하는 데에는 그게[스팀이] 이제 굉장히 강력한 툴이라면 툴이라고 할 수 있는데 • (학생들의 역량에 대한 생각 변화)(반성) 애들이 정말 저희가 기대하지 못했던 여러 가지 아이디어, 굉장히 많은 역량들을 가지고 있어서 그런 것들을 이제 빠져나온 것 결과물들을 봤을 때 이 하나하나가 정말 완전히 굉장히 훌륭한 작품으로 만들어 진다는 것이 느껴졌을 때 애들의 역량은 굉장히 무한한데 우리가 끄집어내지 못하고 있고 발휘할 시간이나 기회를 주지를 못했기 때문에 애들이 이렇게 역량을 발휘하지 못하고 있어구나 하는 생각이 듭니다. • (수업 변화) 사고나 행동의 중심에 학생이 있는지 교사가 있는지 [수업] 차이가 굉장히 큽니다. • (학생 능력 인식) 역량을 발휘하는 애들 봤을 때는 굉장히 흐뭇하고 이런 활동들이 지속적으로 계속 이어진다면 아이들도 굉장히 좋은 아이디어를 낼 수 있는 상황...
교사 나	• (학생에 대한 생각 변화) [교사가] 기존의 아이들 개개인이 가지고 있던 것이 가장 많이 깨지는 것이 스팀수업이거든요. • (역량의 중요성 인식) 역량의 중요성을 깨닫게 되거든요. • (학생에 대한 생각 변화) 그 감정을 제가 똑같이 느꼈거든요. 사실 저도 그 아이를 제가 2년 동안 전담 시간 동안 그 아이를 봤을 때 정말 뭔가 말을 하지도 않고 옆에 있는 친구도 말을 못 알아들을 정도의 소극적인 아이였기 때문에 저는 걔가 발표하는 것 자체를 싫어하는구나 라고 생각을 했어요. 근데 그러고 나서 제가 이리저리 생각을 해보니까 걔는 기본적으로 남 앞에 서고 싶었던 아이였던 것이에요. 내가 가지고 있던 생각을 발표를 하고 싶었던 아이였는데 그런 기회가 있었는지 없었는지 원인은 모르겠으나 그렇게 안 하고 안 하고 못하고 안하다 보니까 친구들 사이에서는 얘는 그런 애라고 이제 단정이 지어져 버린 것이고...
교사 라	• (교사의 역할) 고정되어 있지 않다는 것을 가르치는 것만으로도 저희가 하는 역할은 충분하지 않을까.. • (수업 개선)(교사공동 수업 설계) 학교에서 쓰는 표현이 수업친구 서로 수업 공개해요. 창피하지만. 그리고 논의를 해요. '야 여기서 이런 요소는 어떨까? 이번에는 이렇게 해볼까?' • (수업 개선)(교사공동 수업 설계)(코티칭) 과학 선생님 혼자서 수업을 하지는 못하고요. ... 인문학 선생님들이 지원을 이렇게 해서 그러니까 코티칭을 굉장히 많이 하고 있거든요. ... [교사들끼리] 충분히 토의를 하고 하기 때문에 저희는 이제 국어 선생님부터 시작해서 전쟁과 평화 발명과 이런 것들은 아이들이 과학 선생님이 맡아서 해주시고요. 그 다음에 그런 문학작품은 뭐가 있을까는 국어 선생님들이 해주시고요. • (수업 개선)(교사공동 수업 설계) 과학 선생님들이 ... 이런 수업을 하고 싶은데 먼저 수업친구들한테 고민을 털어놓죠. 어떻게 했으면 좋겠냐. 그런데 이게 이렇게 하면 입시에 관계가 없을 것 같지 않아요.
교사 마	• (수업 개선) '아 이게 약간의 교사로써의 쾌감이 있는데'라는 말을 정말 많이 하셨거든요... • (수업 개선) 교사들끼리도 '정말 스팀수업이 최고다.' 이렇게 할 정도로 준비가 많이 되어있는 수업인거죠. • (수업 개선)(교사공동 수업 설계) 과학 선생님인데 사회과, 윤리과 선생님들이 많이 주가 되었어요... 저희는 서로 도움을 주고, 도움을 받고..

교사 A	• (학생의 능력 발견) 스팀은 아이들의 생각에 의해서 다양한 산출물이 나올 수 있고 학생들이 다른 사람이 한 것을 보고 이렇게 할 수 있구나 하며 생각이 다양해지고 넓어지는 것 같습니다.
교사 B	• (학생의 능력 발견) 이런 결과물이 도저히 나올 수 없다고 생각되었더라도, 모둠별로 만들어낸 결과물을 보고 깜짝 놀란 적이 많았습니다. • (수업에 대한 생각 변화) 수학 수업이었음에도 불구하고 판서식 문제풀이 없이 활동 위주의 프로젝트 수업이 매끄럽게 진행될 수 있다는 사실에 놀라면서도 신기했습니다.
교사 C	• (학생 능력 발견) 처음에는 아이들이 잘 하지 못할 것 같아 걱정을 많이 했었는데 우려와는 달리 아이들이 질병의 소재를 참신하게 설정하고 수학적으로 모델링하는 과정도 너무 잘했어요.

교사들의 이야기에서 나타난 STEAM 교육을 통한 교사들의 변화는 학생, 교사의 역할 및 수업 등에서 다음과 같이 정리된다.

학생	✓ 학생들에 대한 이해 ✓ 학생들의 역량에 대한 생각 ✓ 학생 능력 발견 ✓ 역량의 중요성 인식
교사의 역할 및 수업	✓ STEAM 교육에 대한 이해 ✓ 수업에 대한 생각 및 수업의 변화 ✓ 수업 개선 및 설계 ✓ 교사 역할에 대한 인식 ✓ 교사공동체 활동 및 역할

2) 학생의 인식 및 태도 변화

STEAM 교육의 또다른 큰 효과는 '학생의 인식 및 태도의 변화'라고 토론 및 면담에 참여한 교사들은 말하였다. 교사들이 학생들에 대한 생각이 변한 것과 같이, 학생들 또한 자신이나 친구들에 대한 인식이 변했다고 응답하였다. 교사들이 언급한 STEAM 교육으로 나타난 학생의 변화는 다양하고 지속적이었다. 특히 학생들이 수업의 활동이나 과정에 대해 많은 이야기를 한다는 것은 학생 태도의 특징적인 변화로 해석할 수 있다. 교사들의 말에 의하면, 학생들은, '수업에서 뭘[무엇을] 배웠는지'가 아닌, STEAM 수업에서는 무슨 활동을 했는지, 어떤 경험을 했는지, 어떤 생각이 들었는지를 구체적으로 이야기한다는 것이다. 교사들의 구체적인 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

교사 가	• (친구에 대한 이해)(협력의 중요성) 한사람이 빠져버리면 그 모둠은 그만큼 역량이 줄어들고 안 되고 하는데, ... 그 친구의 역량도 여기서는 굉장히 중요한 역할을 할 수 있는 그런 상황이 되었어요. • (다른 학생의 능력, 장점, 다양성에 대한 이해)(학생간 관계 회복) 그 친구가 처음으로 다른 친구들과 어울리는 그런 상황이 되어버려서 다른 친구들은 이 친구도 친구로서 데리고 활동할 수 있는 괜찮은 부분이 있다는 것을 느끼고 얘도 처음으로 그런 상황을 느껴는 상황이 되다 보니까 다른 친구하고도 그렇다고 오픈해서 완전히 달라지지는 않았지만 그래도 몇몇 친구가 생기는 상황이 되어서 그런 것들을 맛보게 해 줄 수 있는 그런 수업 계기도 있었거든요. • (능력 발견) 이런 것들이 자연스럽게 학생들에게 평상시에 평범한 수업에서 느끼지 못했던 여러 가지 것들을 느끼게 할 수 있는 새로운 기회를 새로운 능력을 보이게 할 수 있는... • (효능감 증가) 처음에 들어올 때는 그냥 들어왔는데 나갈 때는 어깨가 많이 올라간 상태로 '나 스팀 수업 했다'는 식으로 나가니까 저희들도[교사]... 느꼈지 않습니까?
교사 나	• (다른 친구에 대한 생각 변화)(수업 참여)(학생간 관계 개선) 내가 가지고 있던 생각을 발표를 하고 싶었던 아이였는데 그런 기회가 있었는지 없었는지 원인은 모르겠으나 그렇게 안 하고 안 하고 못하고 안하다 보니까 친구들 사이에서는 얘는 그런 애라고 이제 단정이 지어져 버린 것이고 그런데 이제 스팀활동을 통해서 누구도 의도하지 않았고 친구들도 의도한 것도 아니고 [친구에 대한 생각이 변하게 되었어요] • (수업 참여) [일반적으로 수업에서] 아무 것도 안하는 아이가 뭔가를 잘하는 아이가 되는 거예요. • (관심, 참여, 열정) 학부모 2학기 상담에서 학부모님이 오셨는데... 얘가 소극적이어서 친구랑[친구에게] 같이 하자를 아직 못하는 것이에요. 그런데 그 전 같았으면 아예 안 했을 아이인데 뭔가 자기가 하고 싶으니까 해야겠으니까 이제 엄마를 붙잡고 있는 것이에요. '나 이거 실험해야 하니까 찍어봐.' 이런 식으로 해가면서 엄마를 붙잡고 연습을 엄마 앞에서 하는 것이에요.
교사 라	• (수업에 대한 긍정적 태도) 아이들이 정말 자기소개서나 이런 것을 특별히 지도하지 않더라도 이 수업이 좋았더라.
교사 마	• (공부의 필요성 인식) 공부가 필요하구나 깨닫게 된다. 알아야겠다. • (수업에 대한 긍정적 태도) 이 아이가 스팀을 1학년 때부터 한 아이거든요. 덕을 본 아이에요. 엄마가 전화가 왔어요. 독일어과를 갔는데 면접볼 때 교수님이 독일어로 이야기를 할 수 있냐고 물어 보시는 것이에요. 독일어를 자기가 배운 것이 아니라 독일어과가 [성적이] 낮아서 간 것이잖아요. 그 스팀 이야기를 한 것을 자신 있는 이야기를 자기가 했데요. 우리말로 그러면서 이제 기억에 남는 것 그 이야기를 했데요. 본인이 한 것이니까 엄청나게 잘 이야기를 했다고 • (학교, 수업에 긍정적 태도) 저희는 아주 우수한 아이 대전 시내에서 봤을 때는 여학생들이 있는 학교 중에서는 저희학교가 그래도 명문고에요... 이런 활동을 접해보지 못했기 때문에 ... [학부모들의 말에 의하면 학생들이] 초등학교의 만족도가 높다고 그랬는데요... 그런데도 [학생들이] 굉장히 긍정적으로 이야기..
교사 C	• (수학의 필요성 인식) 아이들에게 수학과 실생활과의 연관성을 실제적으로 느낄 수 있게.. • (수학 학습 흥미) 수업이 아이들의 수학 학습에 흥미를 향상 시키는데도 도움

교사들의 이야기에서 나타난 학생들의 인식 및 태도 변화는 자신, 친구 이해 및 관계, 수업 참여에서 다음과 같이 정리된다.

자신	✓ 능력 발견 ✓ 자아효능감 증가 ✓ 수학의 필요성 인식 ✓ 수학 학습 흥미
친구 이해 및 관계	✓ 친구들에 대한 이해 ✓ 다른 학생의 능력, 장점, 다양성에 대한 이해 ✓ 친구와의 협동, 관계 회복, 개선
수업 참여	✓ 적극적인 수업 참여 및 활동에 대한 열정

3) 학습 결과의 질적 변화

토론 및 심층 면담에 참여한 교사들에 의하면, STEAM 교육의 효과는 교사의 변화, 학생의 인식 및 태도 변화와 더불어 학습 결과의 질적 변화를 가지고 왔다. 모둠 협력 활동으로 스스로 문제를 설계하여 해결하고 공유하는 과정을 통해, 문제해결력, 자신감, 발표력, 의사소통력, 사회성, 배려, 협동, 인성 교육 등 다양한 부분에서 STEAM 교육의 효과를 찾아볼 수 있다는 것이다. 심지어, 고등학교의 경우, 이러한 교육의 효과가 실질적으로 대학교 수시 전형 입학 면접시험에서 나타났다고 진술하였다. 교사들의 구체적인 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

교사 가	• (배려)(사회성) 그 친구가 처음으로 다른 친구들과 어울리는 그런 상황이 되어버려서 다른 친구들은 이 친구도 친구로서 데리고 활동할 수 있는 괜찮은 부분이 있다는 것을 느끼고 얘도 처음으로 그런 상황을 느껴는 상황이 되다 보니까 ... 몇몇 친구가 생기는 상황이 되어서 그런 것들을 맛보게 해 줄 수 있는
교사 나	• (발표력)(사회성) 내가 가지고 있던 생각을 발표를 하고 싶었던 아이였는데 ... 이제 스팀활동을 통해서 누구도 의도하지 않았고 친구들도 의도한 것도 아니고 저도 의도하지 않았는데 [발표력, 사회성이 신장된] 그런 경우도 있고요. • (성취) 아무 것도 안하는 아이가 뭔가를 잘하는 아이가 되는 거예요. • (발표력)(자신감)(적극적)(성취)(열정) 가장 큰 것이 첫 번째가 발표력이었어요. 그러니까 정말 성격이 소극적이어서 ... 스팀활동에서 하면서 모둠에서 내[학생]가 한번 툭 던진 것이 뭔가 한번 해결이 되어버리니까, 점점 자기[학생]가 뭔가 이렇게 이야기를 여전히 조용조용 이야기 하고 여전히 목소리 작기는 하지만, 그래도 그 전엔 아무 말도 안 하고 있었다가 지금은 뭔가 이야기하기 시작하고요. 심지어 말이 되니까 자기 혼자 저희는 탐구주제 각자 정해서 발표하는 것 대회를 한 적이 있었는데 혼자 탐구 주제를 정해서 혼자 나와서 친구들 앞에서 발표를 했어요.

	• (소통)(친구와 함께 하는 방법)(자신감)(사회성) 과학도 수업시간에는 큰 관심이 없었는데 ... 특히 유독 스팀수업이 되면 자기가 읽었던 잡지나 막 그런 것에 대한 이야기 '나 이런 것도 봤는데,' 한마디를 하면 어? 이렇게 하는 것이에요. 그러면서 그 아이의 입지가 생기는 것이에요. 그러다 보니까 모둠활동을 시키면 아이들이 이제 제가 말하지 않아도 '너도 한마디 해. 너도 생각이 있을 거 아니야.' 라는 말을 좀 적극적인 아이들이 안하던 아이들한테 먼저 제안을 한다는 것이죠.
교사 라	• (발표력)(경험) 저희 학교 아이들은 '너희 어디 학교 나왔어?' 이렇게 물어본데요. 말을 잘하니까 왜냐면 보통 이과 아이들은 버벅대야 되잖아요. ... 저희 아이들은 [수업활동을 하면서] 말을 많이 하고 수시 가서도 말을 많이 하니까 ... 학생과 면접을 가서 대치동 아이들보다 더 말을 잘 한다는 것이죠. • (인문학적 소양) 저희 아이들이 이 수업을 하고 수시를 가서 이야기를 할 때 굉장히 인문학적인 소양이 있는 과학 영재들인 것이에요. 저희는 수시 덕을 보는 것이고, 이 아이들이 정시로 가면 그런 학교 못 갈 것이에요. 대치동 아이들이 이 아이들 때문에 큰 피해를 보고 있어요.
교사 마	• (발표력)(경험)(자신감) 스팀 이야기를 한 것을, 자신 있는 이야기를 자기가 했데요. 우리말로 그러면서, 이제 기억에 남는 것 그 이야기를 했데요. 본인이 한 것이니까 엄청나게 잘 이야기를 했다고 • (자신감)(경험) 걔들이[학생들] 1, 2학년 때 활동한 것 있잖아요. 그런 자료들은 생활기록부라든지 자기소개서에 그냥 안 한 활동이 아니잖아요. 너무나 자신감 있는 그런 활동이기 때문에... • (성취) 사실 저희보다도 학생들이 6개월 지나고 나면 더 잘해요. • (인성)(배려) 이 아이가 오직 공부만 했을 거 아니에요. 그 정도 성적을 유지하려면 쉬는 시간에도 옆에도 쳐다보지 않는 아이에요. 누가 말만 시켜도 화내고 이래가지고 왕따까지는 아니여도 사람을 무시하고 수학이나 이런 것 자기보다 못 푸는 애를 무시하고 이랬는데... 옆에 사람한테 알려주기 시작했데요. 그 아이를 무시하지 않고, '그것도 몰라?' 이 아이 별명이 '그것도 몰라'였어요...쉬는 시간이고 뭐고 간에 그 아이들을 지도 하느라고 바쁜 것이에요. 어쨌든 우리 누가 달라졌어요. 걔가 그러고 나서 자신한테 필요한 선생님, 예를 들어서 대학과 상관있는 화학은 상관있으니까 제 시간에는 아주 열심히 하고, 사회시간이라든지 이런 시간은 이과에서 필요가 없는 과목이잖아요. 그러니까 잘 안 하고 이런 식으로 살아 왔는데 달라졌어요... 좀 달라지는 것을 보였어요... 여자아이들이 대학을 좋은 곳을 가도 어딜 가도 인사를 잘 안하거든요. 그런데 그 아이는 딱 와가지고 모든 선생님들한테 그래도 돌아가면서 대학 가가지고 절대 그럴 아이가 아니거든요. 어쨌든 이 스팀수업을 해서 그런 것은 아니겠지만 옆에 친구를 돌아봤다는 것 아니에요....생활기록부에 써주기도 싫은 아이라고 했거든요. 담임선생님이 그런데 마지막에는 써줄 말도 많고 조금 변하는 것이 오히려 그런 것이 변화가 됐었어요. 지금은 의사하면 아주 잘 할 것이에요. 모두가 걱정하는 아이였거든요.
교사 A	• (표현력) 아이들이 자기 생각을 구현해 내는..
교사 B	• (협동) 학생간 협력을 이끌어 내고... • (문제해결력)(융합) 실생활과 유사한 융합적 문제 상황을 다양한 교과목의 지식을 결합하여 해결해 가면서 성취감과 보람을 학생들이 느낄 수 있다고 생각합니다.

교사들의 이야기에서 나타난 학생들의 학습결과의 질적 변화는 태도, 능력, 사회성, 인성의 관점에서 다음과 같이 정리된다.

태도	✓ 발표력과 표현력 ✓ 적극적, 열정적인 태도 ✓ 자신감과 효능감 향상
능력, 사회성, 인성	✓ 문제해결력, 융합 능력 증가 ✓ 인문학적 소양 함양 ✓ 친구들을 배려하고 협업 능력 형성 ✓ 의사소통력 및 사회성 신장 ✓ 바람직한 인성 형성

4) 학부모의 태도 변화

교사들의 토론에서 나타난 STEAM 교육의 효과는 학부모의 태도에서도 찾아볼 수 있다. 교사들은 학부모들이 STEAM 학습, 학생에 대해 긍정적 또는 우호적인 태도를 보이며, 학교에 대해서도 긍정적으로 인식하고 있다고 이야기하였다. 특히 고등학교에서 STEAM 교육이 성공적이었던 이유는 학생과 학부모들이 자기소개서 작성 또는 대학교 수시 전형 입학시험에 도움이 된다는 점을 인식하고, 이러한 점들은 학부모의 태도에서 나타났다는 것이다. 교사들의 구체적인 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

교사 가	• (학교에 대한 관심) 리더스쿨이나 스팀에 대해 호의적이다. 학부모나 학생들이 리더스쿨을 원하고,
교사 나	• (학습에 대한 관심)(학교에 대한 관심) 학부모 2학기 상담에서 학부모님이 오셨는데 부모님이 뭐라고 하셨냐면 본인은 힘들었데요. 혼자 얘가 소극적이어서 친구랑[친구에게] 같이 하자를 아직 못하는 것이에요... 이제 엄마를 붙잡고 있는 것이에요. '나 이거 실험해야 하니까 찍어봐.' 이런 식으로 해가면서 엄마를 붙잡고 연습을 엄마 앞에서 하는 것이에요. 그러다 보니까 본인은 솔직히 귀찮기는 했는데 엄마 입장에서 되게 뭉클했어요 라는 이야기를 했었어요.
교사 라	• (학교에 대한 긍정적 태도) 저희 아이들은 말을 많이 하고 수시 가서도 말을 많이 하니까 부모님들은 되게 좋아하세요.
교사 마	• (학교에 대한 긍정적 태도) 학부모님들 아까 제가 말씀드렸던 이번에 서울대 간 그런 학부모님들 학부형이 직접 와서 그런 말씀을 하시더라고요. '우리 아이는 도움이 많이 되었다.' 라고 하더라고요. • (학교에 대한 긍정적 태도) 학부형들도 성적에 대해서 아주 성적에 관심이 많기는 하지만, 어쨌든 이런 활동을 접해보지 못했기 때문에.. 중학교 때까지는 그래서 학부형들 그러니까 초등학교의 만족도가 높다고 그랬는데요... 그런데도 굉장히 긍정적으로 이야기를 하셨어요.

교사들의 이야기에서 나타난 학부모의 태도는 학교와 교사, 그리고 자녀에 대한 관점으로 다음과 같이 정리된다.

학교, 교사	✓ 학교에 대하여 우호적인 태도 ✓ 학교, 교사에 대하여 긍정적 태도
자녀	✓ 자녀의 학습 활동에 대해 관심 ✓ 자녀의 학습 참여에 감동 ✓ 대학교 수시 입학시험에 도움 인식

라. STEAM 교육의 어려움

토론 및 면담에 참여한 교사들에 의하면, STEAM 교육의 어려움은 행정적, 재정적 지원과 교육과정 내용에 따른 부담감, 그리고 STEAM 교육 정책의 지속성 및 교육정책에 대한 불신, 처음 시작하는 방법, 교사간의 합의 등으로 나타났다. 수동적이며 도전에 소극적인 한국인의 문화, 빠른 결과의 요구 등 또한 STEAM 교육 실행의 어려움으로 이야기되었다. 교사들의 구체적인 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

교사 가	• (정책에 대한 신뢰) 스팀이 흐름이나 유행이 되어서는 안 된다고 생각하거든요. 그래서 갈아타야지라는 말이 나오는데 예를 들어서 과학이 흐름이고 유행이라는 말은 사실하지는 않거든요. 그런 흐름처럼 스팀도 한 영역을 차지하고 있어서... '스팀이 이제 잠잠해졌으니까 이제 많이 했으니까 다른 것으로 가야되지 않아?' 라는 말이 나왔을 때는 많이 하고 좋아하고 관심 있는 사람 입장에서는 '진짜 보람을 위해서 어디로 가야하나?'라는 생각도 들고 '이제 뭐해야해? 다시 과학으로 가야해?' 물론 과학하고 스팀하고 별개는 아니지만 그런 부분도 많이 생각이 들더라고요
교사 나	• (새로운 시도의 어려움)(수동적 태도) [새로운 교사들의 반응] 그러면 다른 학교 행사도 많으니까.. 첫 번째는 원하고 두 번째는 원하는 활동, 3 원하는 건지, 1, 2, 3, 4 단계를 다 줘라 우리에게. 그러니까 만들어 달라는 것이에요. 그럼 우리는 '그래도 적용하겠다'라고 하니까 이제 서로 이야기가 안되는 거죠. 그래서 그렇게 할거면 무엇하러 하는 것이냐? 진짜 할거면 진짜 하고 싶으면 뭔지는 제대로 알고 하려는 것이 있어야 되지 않나? 라고 또다시 원점으로.. 그 외에도 할 것이 너무 많지 않느냐? 는 이야기가 되는 것이에요.
교사 라	• (의사소통의 어려움)(문화의 이질성) 저는 부연 설명을 다하고, 그 다음에 하려고 하는데,, 이과를 전공하신 선생님들과 인문학을 전공하신 선생님들의 간극을 저는 뼈저리게 느꼈어요. '빨리 이야기 해, 결론이 뭐야? 니가 말하고 싶은 것을 빨리 이야기해... 개별 교과의 성격이 너무 강하다 보니까 사실 만나는 것도 어려웠고.. • (의사소통의 어려움)(문화의 이질성) 틀을 주세요. 틀을 주면 맞출게요... "무엇을 할지.. 먼저 이야기해야 틀이 나오지 않을까??" "그걸 싸우는데 6개월이 걸렸어요." "정말 재는 뭐라고 이야기를 하는데.. 도대체 중언부언하는 것이고...학문을 하는 사람이 도대체 1+1이 어떻게 2가 안될 수 있냐? 내 마음과 네 마음을 더하면 여전히 하나인데...제가 만약에 지구별을 살리자고 이야기하면, 이과 선생님들이 "선생님, 잘못 알고 계시네요. 별을 스스로 빛을 내는 것이에요. 지구는 별이 아니라 planet이라고 표현하셔야죠..

교사 A	• (ICT 교구 사용에 대한 어려움) 워낙 기기가 빨리 변하고 스마트폰이 들어와서 굉장히 빨리 변하는데, 정보와 연수를 관심 있게 듣는 사람도 따라가기가 버거운데.. • (업무 과다)(추가적인 시간과 노력)저는 스팀 말고도 과학과 업무도 많고, 다들 현재 업무도 많은데 스팀을 하려면 거기에 플러스를 해야 하기 때문에 더 바쁘고 힘들어서 못하고 있어요. • (추가적인 시간과 노력)(추가적 시간 확보) 그리고 스팀 수업은 시간이 더 오래 걸려요. 계획 단계뿐만 아니라 구현해 낼 때도 시간이 많이 걸립니다. 알아가는 과정도 시간이 오래 걸리고 그러다보면 자율탐구가 되곤 해요. 원하는 대로 하려고 하면 시간이 문제인 것 같아요. • (교과 내용 전문성 부족)(교사의 역량 및 전문성 부족)(ICT 교구 사용의 어려움)초등교사는 전체 과목을 다 해야 하는데 원래 과목에 있는 것도 구현해 내기가 힘든데, 그것을 또 그것을 변형시켜서 해야 하고 변화를 시키려면 앞뒤 것만 하는 것이 아니라 1년치 교과목과 연관 교과목이 머릿속에 있어야 하므로 힘들고, 그것을 누군가가 해서 딱 쥐어주고 이렇게 해라 하면 할 수 있을 것 같아요. 그리고 스팀을 진행하다보면 공학적인 부분이나 기술적인 부분을 알아야 하는데 선생님들은 컴퓨터라던가 기계를 잘 못 다루기도 해요. 컴퓨터나 패드 다루는데 있어서 두려워하시면서 처음 시도도 안하려고 하시는 분도 있어요.
교사 B	• (행정적 지원)(교육과정 재구성)(평가와의 연관성) 행정적 지원 및 교육과정의 재구성에 관한 어려움입니다. 사실 자유학기가 시작되면서 STEAM 프로그램을 적용하는 것이 훨씬 용이하다고는 생각했으나 실제 평가와 연관하여 생각한다면, STEAM 프로그램을 적용하는데 어려움이 있습니다... 또한 프로그램의 적용을 위한 예산이 적고, 정기고사와의 연관성이 많이 떨어지는 점이 STEAM을 수행하면서 겪은 어려움입니다. • (많은 수업시간이 필요)(수업의 질 고려)(교과 내용 진도 고민) STEAM 수업은 하나의 결과물을 만들어내기 위해서 다른 수업에 비해 많은 시간이 필요합니다. 학생들의 완성도를 높이려면 더 그렇구요. 그러나 STEAM 수업에서는 성취하려는 교과 내용에 비해 시간이 많이 필요하다고 보니 수업의 질에 대해 고민을 하게 됩니다. 저 역시 통계 단원의 적은 부분을 가르치기 위해 3차시 분량의 수업을 했던 적이 있습니다. 물론 학생들은 수업을 재미있어했지만 수학의 모든 교과 내용을 가르쳐야하는 교사에게 고민이 될 수 있습니다.

교사들의 이야기에서 나타난 STEAM 교육의 어려움은 현실적 부담감, 교육사회 문화, 교사 능력에 대한 관점에서 다음과 같이 정리된다.

지원	✓ 행정적 지원 부족
현실적 부담	✓ 교육과정의 재구성 ✓ 평가와의 연관성 결여 ✓ 수업의 질 고민 ✓ 수업 시간 확보의 어려움 ✓ 교과 내용 진도 부담 ✓ ICT 교구 사용 미숙
교육사회 문화	✓ 빈번한 교육 정책의 변화로 인한 스팀 정책의 지속성에 대한 의구심 ✓ 문화의 이질성 ✓ 타 교과 교사의 협력 과정 중 의사소통의 어려움
교사	✓ 교사의 역량 및 전문성 부족 ✓ 수동적 태도 ✓ 새로운 시도에 대한 두려움

마. STEAM 교육의 활성화 및 복귀를 위한 조언

본 연구에 참여한 모든 교사들은 STEAM 교육 및 STEAM 교육의 효과에 대해서도 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 나타났다. 연구 시점에서 5명의 교사들은 STEAM 교육을 실행하고 있었고, 3명의 교사들은 여러 가지 여건 상 현재 STEAM 교육을 수행하지는 못하는 상황이었다. 이 교사들에 따르면, STEAM 교육 활성화 및 복귀를 위해서 STEAM 교육의 올바른 이해와 정책의 지속성, 교사의 쾌감 경험, 교육행정가의 인식, 교육과정 조정 및 평가의 자율성, STEAM 수업을 위한 시간 확보의 어려움, 교사의 역량 및 전문성 부족, 타 교과 교사와의 협력 등이 필요하다는 것이다.

특히 STEAM 교육을 중단한 교사들은 STEAM 교육이 내용의 융합이고, 그 내용을 가르치기 위해서는 교사가 내용에 대한 높은 전문성과 많은 시간이 필요하다고 진술하였다. 또한 그들은 교육과정의 교과 내용 진도를 위해서나 시험과 평가를 위해서는 STEAM 수업이 아닌 다른 수업 방법을 사용해야 한다는 믿음을 가지고 있는 것으로 나타났다. 교사들의 구체적인 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

교사 가	• (STEAM 정책의 올바른 이해) 단순하게 과목만의 어떤 융합을 생각을 하고 계시니까... • (STEAM 수업 공간) 공간의 문제인 것 같아요. 과학실에 관리하는 저희 같은 경우에는 미래형 과학교실을 운영하는 학교들은 공간이 너네들 여기서 스팀하세요 • (정책의 지속성)(정책의 방향) 잘 하시는 학교 선생님... 예산이 있건 없건 간에 잘하는 학교는 정책을 내려서 지정을 하든지 간에 문제가 없을 것 같아요... 방향이 문제인데 전체적으로 폭넓은 확산을 원한다면 정책적으로 그런 부분은 반드시 따라서 와야 될 것 같고... 일단 환경 부분의 조성일 중요하게 생각합니다. • (시스템 형성) 학교 전체적으로 시스템을 만들어 주는 것이...
교사 나	• (리더 스쿨을 통한 홍보) 기존의 리더 스쿨을 했던 학교가 자신을 알리는 것이 필요, 전체적으로 워크숍을 지역적으로라도 실시되었으면 그래서 워크숍이나 협의회가 많아져서 보급할 수 있는 기회가 필요한 것 같습니다. • (교육 행정가의 인식) 연구학교가 끝남과 동시에 관리자들의 마인드는 이제 끝났으니까 안 해도 되지? 라는 마인드가 가장 커요. '너네 이거 왜 하려고 하는데 다른데서 돈이 들어와? 혹은 연구점수도 없잖아.' 라는 반응이 커요 • (교사로서의 쾌감 경험) 노력하는 시간이 힘들긴 하지만 1시간이라도 적용해본 선생님들은 '아 이게 약간의 교사로써의 쾌감이 있는데'라는 말을 정말 많이 하셨거든요. 연구학교하면서 그런데 그것을 한번이라도 느껴보신 분들은 다른 학교에 가더라도 나 혼자만이라도 적용할 가능성이 있다고 저는 생각을 해요.
교사 다	• (예산) 저희 초등 같은 경우는 과학부 예산이라는 것이 있어요. 3%를 잡게 되어있어서 미리 분석만 되어 있으면 이런 수업 차시 이 자료를 준비해 주세요 하고 하면 중고등학교도 다 마찬가지일 것이에요.
교사 라	• (평가의 탄력적 운영) 영어과에서 영어 원서 읽기 지킬 앤 하이드를 읽고... 영어와 윤리를 같이 평가를 해서 점수 배점을 각각 하되 그대로 시행을 하면 아이들의 내신 성적에 크게 영향을 주지 않기 때문에... 이 아이는 화학에서 얘는 화학 선생님이 봤을 때 화학식 쓰는 것은 잘 했지만 산업혁명이 어떤 변화를 줬고 그런 것이 왜 작용

	을 했는지에 대해서 배경 지식도 부족하고 그것을 풀어내는 능력도 부족하면 저희 인문학 교과에서는 c지만 화학은 a를 맞을 수도 있고 어떤 아이는 화학은 c를 맞았는데 여기서는 a를 맞을 수도 있고 그런데 아이들은 전혀 불만이 없고 여기에 대해서 한 번도 의견은 가져본 적이 없었어요. 왜냐면 전체과목에서는 동일하게 요구하는 교육 목표가 다르니까
교사 마	• (교육과정 조정)(평가의 자율성) [교육과정과 평가에 대하여] 교육부 차원에서 약간 탄력적으로 열어 놓는다든지... 제도적으로 그렇게 된다면 교육과정이 바뀔 수가 있고 학교마다 평가에서 좀 자유로울 수가 있으니까 더 괜찮아진다 생각이 듭니다. 과학수업인데 과학하고 윤리하고 코티칭을 했을 때 블록 잡아가지고 그것들을 평가 있잖아요. 전에 교육부 왔을 때 그것까지가 되면 이것은 성공을 하는 것이다라고 이야기를 했는데
교사 A	• (행·재정적 지원)혁신학교처럼 다른 업무가 없으면 선생님들이 교육과정 재구성에만 올인 할 수 있다면 좋을 것 같아요. 이와 함께 예산이 필요한 것 같고, 그리고 누군가는 업무를 담당해야 하므로 실무사를 쓰는데 있어서도 예산이 필요할 것 같아요. • (학교 행정가 인식 변화) 제가 할 때는 연구학교였기 때문에 지원을 많이 해주시는데 교장선생님 마인드가 중요한 거 같아요. 마인드가 만약 일반 학교에서 스팀 수업을 구현해낼 때 관련기관에 체험학습을 가고 싶다거나 외부강사를 불러드리는 것 등 예산이 필요한 것이 있는데 그것이 지원이 되려면 교장선생님의 마인드가 중요하잖아요. • (프로그램 개발 및 보급) 정말 좋은 프로그램이 많은 것 같은데 혁신학교 같은 곳에서 집중적으로 많이 운영하고 일반학교에는 보급형으로 짧게 짧게 운영할 수 있는 프로그램이 있었으면 좋겠어요.
교사 B	• (새로운 교과 운영)(STEAM 교육 정책의 의무화)(예산 지원)(교육과정 재구성)(타 교과 교사와의 협력) 자유학기제와 같은 스팀 적용을 위한 새로운 교과 운영이 필요할 듯합니다. 또한 스팀 적용을 권고하는 것이 아니라 어느 정도 의무화한다면 좀 더 교사들이 적극적으로 스팀 교육에 참여할 것이고, 자연스럽게 교육과정 재구성이나 타 교과 교사와의 협력이 이루어질 것 같습니다. 또한 재료 구입을 위한 예산도 충분해야 합니다.
교사 C	• (교육과정 재구성) (교사 협업 체계)(예산 지원) 교육과정 재구성과 스팀 관련 교과 교사들과의 협업 체계가 필요하며, 학교 차원에서의 예산 지원도 필요합니다. • (프로그램 개발 및 보급) 수학 시간에 활용할 수 있는 자료는 거의 없는 실정이에요... 매일 매일 바쁘다 보니 STEAM 수업 자료를 개발하는 것이 정말 어렵습니다. 일반 학교에서는 수업 연구 이외에 스팀 교재 연구를 할 시간이 정말 부족해요. 교육청이나 교육부에서 수학 시간에도 활용할 수 있는 다양한 스팀 수업 자료를 개발하여 보급해주었으면 좋겠습니다.

교사들의 STEAM 교육의 활성화 및 복귀를 위한 조언은 인식 변화와 지원 및 환경 조성의 관점에서 다음과 같이 정리된다.

인식 변화	✓ STEAM 교육을 교과의 융합만으로 이해하는 교사 인식 변화 ✓ 학교 행정가의 인식 변화
지원 및 환경 조성	✓ STEAM 교육을 위한 수업 공간 확보 ✓ 행정적, 재정적 지원 ✓ 교사 협업 체계 ✓ STEAM 교육 정책의 방향 제시 ✓ STEAM 교육 정책의 지속성에 대한 신뢰

	✓ STEAM 리더 스쿨을 활용한 홍보, 확대 ✓ STEAM 교육 정책의 의무화
	✓ 교육과정 재구성 ✓ 평가의 탄력적 운영 및 자율성 확보 ✓ 프로그램 개발 및 보급 ✓ 새로운 교과 운영

4. 결론 및 시사점

본 연구에서는 학교 STEAM 교육의 실태를 학교 교사들의 인식과 실행에 기반을 두어 이해하기 위해 STEAM 교육을 지속적으로 실행하고 있는 교사들과 STEAM 교육을 실행했으나 현재는 하고 있지 않은 교사들로 구분하여 집단 토론 및 심층 면담을 실시하였다. 연구 결과에 따른 결론 및 시사점은 다음과 같이 정리된다.

첫째, 교사들은 STEAM 교육의 특징을 교사와 학생 모두 주도적으로 창의적 설계와 감성적 체험을 하고 성공의 선순환을 경험하는 것으로 인식하였다. 연구에 참여한 교사들에 의하면, STEAM 수업은 특정한 내용이나 형식에 고정되어 있지 않아서 학생들에게 나름의 능력과 재능을 가지고 마음껏 해 볼 수 있는 기회를 제공하는 수업이며, 학생 뿐 만 아니라 교사에게도 재미있고 쾌감을 느끼게 하는 수업이라고 하였다. 그리고 학생들은 교사의 설명으로 진행되지 않고 스스로 해결하는 재미있고 자유로운 그리고 스스로 주도적으로 활동하는 수업을 STEAM 수업으로 인식하고 있다는 것이다.

즉 STEAM 교육은 학생의 학습을 주도하는 과정으로 교사가 조력자의 역할을 하는 구성주의 수업의 형태로 이루어짐을 알 수 있다. 이러한 수업으로 인하여 학생들의 감추어진 역량이 발현된다는 것이다. 그 결과, 교사들은 자신들이 미처 알아차리지 못했던 학생들의 능력을 알게 됨으로써 학생에 대한 고정 관념을 깨고 학생에 대한 이해를 확장하고, 그를 토대로 수업 개선을 하는 선순환이 된다는 것이다.

둘째, 교사들이 STEAM 교육을 하는 이유는 만족감 때문인 것으로 조사되었다. 교사들은 STEAM 교육을 통해 나타나는 학생의 교육 효과와 더불어 STEAM 교육이 가지고 있는 매력, 교사 스스로 느끼는 쾌감, 그리고 학생와 학부모에게 주는 만족과 감동 때문에 STEAM 교육을 지속하는 것이다. 이때 만족감은 교사 스스로의 만족감도 있지만, 학생의 열정 및 성취, 그리고 학부모의 만족으로부터 형성된 것으로 해석된다. 면담에 참여한 모든 교사들은 또한 이구동성으로 교사 스스로, 학생과 학부모가 STEAM 수업에 만족하였다고 언급하면서, 교사들이 일단 경험하면 '안할 수 없는' 교육이라는 의견을 제시하였다.

셋째, 교사들은 STEAM 교육의 효과를 교사의 변화, 학생의 변화, 학습 결과의 질적 변화, 학부모 인식 등으로 설명하였다. 교사의 변화는 교사가 가지고 있는 학생 또는 수업에 대한 고정관념이 깨진 것으로, 교사들이 STEAM 수업을 통해 학생들을 다양한 시각으로 볼 수 있는 계기가 되었고, 학생들의 잠재력을 믿게 되었다고 하였다. 강의식 수업에서 학생들이 교사의 설명을 이해하는지, 딴 짓을 하거나 조는지 등을 관찰할 수 있다면, STEAM 수업은 평소에 볼 수 없었던 학생들의 성격, 성향, 특징, 장점, 능력 등이 발현되어 관찰이 가능하다는 것이다. 이것은 평상시 교사들이 가지고 있던 학생에 대해 단정 짓는 태도와 생각에 변화를 가져 왔고, 수업의 변화를 가져오게 되었다는 것이다.

넷째, 교사들은 STEAM 교육으로 나타난 학생의 인식 및 태도의 변화는 다양하고 지속적이라고 하였다. 교사들이 학생들에 대한 생각이 변한 것과 같이, 학생들 또한 자신 또는 친구들에 대한 인식이 긍정적이고 바람직하게 변했다고 응답하였다. 특히 학생들이 수업의 활동이나 과정에 대해 많은 이야기를 한다는 것은 학생 태도의 특징적인 변화로 해석할 수 있다. 교사들의 말에 의하면, 학생들은, '수업에서 뭘[무엇을] 배웠는지'가 아닌, STEAM 수업에서는 무슨 활동을 했는지, 어떤 경험을 했는지, 어떤 생각이 들었는지를 구체적으로 이야기한다는 것이다. 이와 같은 학생들의 의미 있는 수업 경험은 STEAM 교육의 통상적인 우려와는 달리, 학생들의 대학교 수시 전형 입학시험 또는 특수화된 고등학교 입학에도 긍정적인 영향을 제공하는 것으로 조사되었다.

다섯째, 교사들에 의하면, STEAM 교육의 효과는 교사의 변화, 학생의 인식 및 태도 변화와 더불어 학습 결과의 질적 변화로 설명할 수 있다. 모둠 협력 활동으로 스스로 문제를 설계하여 해결하고 공유하는 과정을 통해, 문제해결력, 자신감, 발표력, 의사소통력, 사회성, 배려, 협동, 인성 교육 등 다양한 부분에서 STEAM 교육의 효과를 찾아볼 수 있다. 이러한 효과는 STEAM 교육에서 학생들의 모둠 협력 활동으로 모든 가능한 학생 자신들의 인지적, 심체적, 정서적 자원을 활용해야 하는 상황에서 모든 학생들이 서로의 참여를 독려하고 가진 잠재력을 발휘하게 하는 학습 환경이 조성된 결과로 인한 것으로 사료된다.

여섯째, 교사들은 STEAM 교육의 효과를 학부모의 태도에서도 찾아볼 수 있다고 하였다. 교사들은 학부모들이 STEAM 학습, 학생에 대해 긍정적 또는 우호적인 태도를 보이며, 학교에 대해서도 긍정적으로 인식하고 있다고 이야기하였다. 이러한 학부모의 태도는 학생들의 수업 및 학교에 대한 만족감, 학생의 변화, 학습 결과의 질적 변화 등의 결과에 영향을 받았다고 해석할 수 있다. 특히 고등학교에서 STEAM 교육이 성공적이었던 이유는 학생과 학부모들이 자기소개서 작성 또는 대학교 수시 전형 입학시험에 도움이 된다는 점을 인식하고, 이러한 점들은 학부모의 태도에서 나타났다는 것이다.

일곱째, 교사들이 STEAM 교육을 실행하면서 느끼는 어려움은 행정적, 재정적 지원의 필요성, 교과 교육과정 내용과 연관된 수업 부담감, STEAM 교육 정책의 지속성과 교육정책에 대한 불신, 새로운 교육을 시도하는 것에 대한 막연한 두려움, 교사간의 합의를 이끌어내는 어려움 등이었다. 더불어 수동적이며 도전에 소극적인 한국인의 문화, 충분한 시간과 지원를 제공하지 않은 채 빠른 결과만을 요구하는 사회 문화 등 또한 STEAM 교육 실행의 어려움으로 제시되었다.

여덟째, 교사들은 STEAM 교육 활성화 또는 복귀를 위해서 교사의 STEAM 교육에 대한 올바른 이해와 정책의 지속성, 교사의 쾌감 경험, 교육행정가의 인식 변화, 교육과정 조정 및 평가의 자율성, STEAM 수업을 위한 시간 확보, 교사의 역량 및 전문성, 타 교과 교사와의 협력 등이 필요하다고 주장하였다.

특히 STEAM 교육을 중단한 교사들은 교육과정의 교과 내용 진도를 위해서나 시험과 평가를 위해서는 STEAM 수업이 아닌 다른 수업 방법을 사용해야 한다는 믿음을 가지고 있었다. 왜냐하면 STEAM 교육이 내용의 융합이고, 그 내용을 가르치기 위해서는 교사가 내용에 대한 높은 전문성 및 많은 시간이 필요하기 때문이라는 것이다. 이와 같은 교사들의 인식은 STEAM 교육을 매우 제한적으로 이해하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 왜냐하면 STEAM 교육은 창의적 설계와 감성적 체험을 통해 공학과 예술 및 인문학적 본성이 자연스럽게 융합되도록 구조적 메카니즘을 가지고 있기 때문이다(백윤수 외 2011). 따라서 학습주제에 대하여 창의적 설계와 감성적 체험의 학습 활동이 공유된다면 자연스럽게 2과목 이상이 융합되어 STEAM 교육을 실행하게 되는 것이다.

STEAM 교육의 활성화 및 복귀를 위해서는 교사의 STEAM 교육에 대한 인식 변화와 실천 의지(능동적인 참여), 그리고 STEAM 교육 전문성 신장은 반드시 필요하겠다. 교사의 STEAM 교육에 대한 인식 변화는 STEAM 교육 연수와 STEAM 교육에 몰입할 수 있는 환경 조성으로 도모해 볼 수 있다. 한국과학창의재단/교육부 및 시도 교육청을 포함한 다양한 기관은 STEAM 교육에 대한 교사들의 전문성을 신장시키기 위한 다양한 STEAM 교사 연수 프로그램을 개발하여 지속적으로 제공하고 있다. 이러한 연수 프로그램이 교사들의 전문성 신장으로 연결되기 위해서는 무엇보다 연수 프로그램 운영의 내실화와 질적 제고가 이루어져야 할 것이다.

제6장. 학생의 정의적 영역에 대한 STEAM 교육 효과성 분석

1. 연구 내용

본 연구에서는 STEAM 교육이 초, 중, 고등학생의 정의적 영역에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다. 본 연구의 연구 결과는 STEAM 교육이 학생들의 정의적 영역에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 중요한 실증적인 증거를 제시하고 있으며, 이를 통해 STEAM 교육에 대한 주요 정책 방향의 점검 및 개선 방향을 위한 기초 자료로 제공하고 한다.

2. 조사 설계 및 표집

정의적 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성 조사 설계와 표집은 초, 중, 고등학교 각각 2개교에 대해서 STEAM 교육을 받는 학급(실험 집단)과 STEAM 교육을 받지 않은 학급(통제 집단)에 대해서 STEAM 교육을 시행하기 전과, 시행한 후 정의적 영역을 각각 측정하는 실험설계로 이루어졌다.

본 연구에서 사용된 사전, 사후 정의적 성과 조사지는 박현주 외(2015) 연구진들이 개발한 “STEAM 교육 정의적 성과 조사” 도구를 수정/보안한 것이다.

<표 6.1>은 본 연구에서 사용된 STEAM 교육의 정의적 성과 조사의 평가 구인과 하위영역을 제시한 것이다. 모든 문항들은 ‘1=전혀 동의하지 않음, 2=동의하지 않음, 3=동의함, 4=매우 동의함’의 4점 척도로 측정하였다.

<표 6.1> 정의적 성과의 측정요인 구성

평가구인	하위영역		내용 예시
흥미도	수학		나는 수학을 좋아한다.
			나는 수학 수업에서 배우는 내용이 흥미롭다.
			나는 수학 공부가 싫다.
			나는 수학 체험 활동, 수학 퀴즈 풀이, 수학 관련 글읽기 등을 즐긴다.
			나는 수학이 재미없다.
	과학		나는 과학을 좋아한다.
			나는 과학 수업에서 배우는 내용이 흥미롭다.
			나는 과학 공부가 싫다.
			나는 과학 축전, 과학관 견학, 과학 관련 글읽기 등을 즐긴다.
			나는 과학이 재미없다.
배려와 소통	배려		나는 수학 시간에 친구의 발표를 주의 깊게 듣는다.
			나는 수학 시간에 친구의 문제 풀이가 나와 다르더라도 끝까지 듣는다.
			나는 과학 시간에 친구의 발표를 주의 깊게 듣는다.
			나는 과학 실험 기자재를 다른 친구와 사이좋게 나누어 사용한다.
			나는 다른 친구의 입장을 생각하면서 나의 의견을 주장한다.
	소통		수학 시간에 내 생각을 적극적으로 표현한다.
			과학 시간에 내 생각을 적극적으로 표현한다.
			과학 시간에 친구들과 적극적으로 의견을 교환한다.
			수학 시간에 친구들과 적극적으로 의견을 교환한다.
			수업 시간에 친구들과 소통하는 것은 중요하다.
자기 주도적 학습	유용성/가치 인식	수학	수학 지식은 일상생활에 도움이 된다.
			수학은 다른 교과를 공부하는 데 도움이 된다.
			수학 지식이 반드시 일상생활에 필요한 것은 아니다.
			수학 공부를 하는 것은 상급학교 진학에 필요하다.
		과학	과학 지식은 일상생활에 도움이 된다.
			과학은 다른 교과를 공부하는데 도움이 된다.
			과학 지식이 일상생활에 반드시 필요한 것은 아니다.
			과학 공부를 하는 것은 상급학교 진학에 필요하다.
	자기 효능감	수학	수학 내용을 이해할 자신이 있다.
			수학 문제를 잘 풀 수 있다는 자신이 있다.
			나는 노력해도 수학이 여전히 어렵다.
			수학 시험을 잘 볼 수 있다는 자신이 있다.
		과학	과학 내용을 이해할 자신이 있다.
			과학 문제를 잘 풀 수 있다는 자신이 있다.
			나는 노력해도 나는 과학이 여전히 어렵다.
			과학 시험을 잘 볼 수 있다는 자신이 있다.
	자아 개념	수학	나는 수학을 잘한다.
			나는 수학 내용을 빨리 배운다.
			나는 수학 성적이 좋다.
		과학	나는 과학을 잘한다.
			나는 과학 내용을 빨리 배운다.
			나는 과학 성적이 좋다.
이공계 진로 선택		수학	수학과 관련된 직업에 관심이 있다
			수학 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일이다.
		과학	과학 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일이다.
			과학과 관련된 직업에 관심이 있다.

<표 6.2>은 학교급별 사전과 사후 정의적 영역 조사에 참여한 학생수의 분포를 보여준다. 초등학교의 경우, 통제 집단 학생이 74명, 실험 집단 학생이 70명으로 총 144명의 학생이 사전과 사후 조사에 참여하였다. 중학교의 경우, 통제 집단 학생이 57명, 실험 집단 학생이 56명으로 총 113명의 학생이 사전과 사후 조사에 참여하였다. 고등학교의 경우, 통제 집단 학생이 66명, 실험 집단 학생이 81명으로 총 147명의 학생이 사전과 사후 조사에 응하였다.

그러나 사전과 사후 조사에 참여한 학생들 가운데 몇몇 설문 문항에 대해 응답하지 않은 결측치가 발견된 바, 본 연구에서 이들 결측치를 제외하고 모든 문항에 충실히 응답한 학생만을 분석 대상으로 삼았다. 전체 설문에 참여한 학생의 약 15%가 결측치로 인해 분석에서 제외되었다.

<표 6.2> 학교급별 사전/사후 정의적 영역 조사에 참여한 학생 수 단위: 개(%)

학교급	통제 집단	실험 집단	합계
초등학교	74 (51.4)	70 (48.6)	144 (100.0)
중학교	57 (50.4)	56 (49.6)	113 (100.0)
고등학교	66 (44.9)	81 (55.1)	147 (100.0)
합계	197 (48.8)	207 (51.2)	404 (100.0)

<표 6.3>는 학교급별 정의적 영역에 대한 STEAM 교육의 효과 분석에 포함된 학생 수는 초, 중, 고등학교 각각 106명, 101명, 141명으로 설문에 참여한 학생의 86.1% 수준이다.

<표 6.3> 학교급별 사전/사후 정의적 영역 조사 분석에 포함된 학생 수 단위: 개(%)

학교급	통제 집단	실험 집단	합계
초등학교	51 (48.1)	55 (51.9)	106 (100.0)
중학교	49 (48.5)	52 (51.5)	101 (100.0)
고등학교	63 (44.7)	78 (55.3)	141 (100.0)
합계	163 (46.8)	185 (53.2)	348 (100.0)

3. 분석 방법

본 연구를 위한 분석 방법은 다음과 같다. 첫째, 사전과 사후 각 정의적 영역에 대한 문항의 타당도와 신뢰도를 측정하기 위하여 학교급별로 주성분(principal component)과 요인분석(factor analysis)을 실시하고, 신뢰도 계수(Cronbach's alpha)값을 산출하였다. 둘째, STEAM 교육을 받은 집단과 받지 않은 집단 간 사전과 사후에 있어 정의적 영역에 대해 어떠한 차이가 있는지 살펴보기 위하여 기술통계와 t-test를 실시하였다. 마지막으로, 정의적 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성을 검증하기 위하여, 사후 점수를 종속변수로 하고, 사전 점수와 STEAM 교육 유무 독립변수로 하여 회귀 분석을 실시하였다.

4. 결과 및 논의

가. 요인분석

1) 초등학교

초등학생들의 사전과 사후 정의적 성과에 대한 요인 분석을 실시한 결과는 <표 6.4>에 제시하였다. 결과에 따르면, 초등학생의 경우, 과학 가치 인식을 제외한 모든 구인의 요인 부하량과 신뢰도가 양호한 것으로 나타났다.

구체적으로 살펴보면, 먼저 수학 흥미도의 경우 사전과 사후 조사 모두 신뢰도에 있어 .85 이상을 기록하였으며, 요인 부하량도 사전과 사후 모두 .70을 넘었다. 과학 흥미도의 경우, 수학 흥미도에 비해 사전과 사후 조사 모두 신뢰도 측면에서 다소 낮았지만 .85와 .79로 양호한 수준이었다. 요인 부하량 또한 사전과 사후 조사에서 모두 .70 이상을 기록하였다.

배려와 소통의 경우, 수학과 과학 모두 사전과 사후 조사 모두 신뢰도 측면에서 .80 수준 이상으로 유지하였으며, 요인 부하량도 .70을 넘어 양호한 것으로 나타났다.

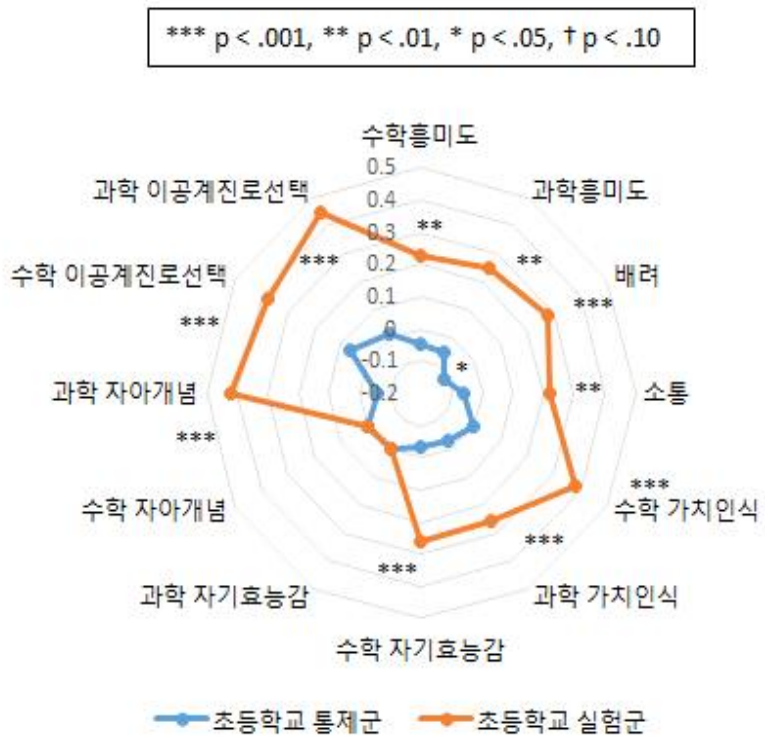
수학 가치 인식의 경우, 사전과 사후 신뢰도가 각각 .70과 .71을 기록하여 양호한 것으로 나타났다. 다만 요인 부하량의 경우, 사후 조사에서 “수학 지식이 반드시 일상생활에서 필요한 것은 아니다” 문항이 .56을 기록하였지만 심각하게 우려할 수준은 아닌 것으로 사료된다. 그러나 과학 가치 인식의 경우, 이 문항이 사전과 사후 조사 모두 .50 이하의 요인

부하량을 기록하였다. 이 문항을 제외 할 경우, 신뢰도 측면에서 사전과 사후 .76과 .75로 크게 향상되었다. 그리하여 초등학교 분석의 경우, 이 문항을 제외하고 분석하였다.

한편, 수학/과학 자기효능감과 수학/과학 자아 개념은 요인 부하량과 신뢰도 측면에서 사전과 사후 모두 매우 양호한 것으로 나타났다.

수학/과학 이공계 진로 선택의 경우, 각각 문항이 두 개로 이루어졌으나, 신뢰도와 요인 부하량에 있어 크게 우려할만한 결과는 목도되지 않았다.

[그림 6.1]은 초등학교 학생의 통제군과 실험군의 정의적 영역의 하위요소별 차이를 보여준다. 정의적 영역의 거의 모든 요소에서 STEAM 교육 실험군이 통제군에 비하여 상대적으로 높은 점수를 보이고, 또한 통계적으로 유의미한 결과를 나타냈다.



[그림 6.1] STEAM교육 정의적 영역의 하위요소별 초등학생 실험군과 통제군의 차이

<표 6.4> 요인분석 결과: 초등학교 (N = 106)

평가 구인	하위영역	내용 예시	사전 검사					사후 검사				
			평균	편차	요인 부하량	설명 비율	신뢰도	평균	편차	요인 부하량	설명 비율	신뢰도
흥미도	수학	나는 수학을 좋아한다.	2.57	0.95	0.88	0.65	0.86	2.75	0.94	0.89	0.69	0.88
		나는 수학 수업에서 배우는 내용이 흥미롭다.	2.76	0.92	0.79			2.97	0.88	0.80		
		나는 수학 공부가 싫다. (역코딩)	2.87	1.02	0.83			2.94	0.96	0.83		
		나는 수학 체험 활동, 수학 퀴즈 풀이, 수학 관련 글읽기 등을 즐긴다.	2.80	0.88	0.72			2.78	0.87	0.80		
		나는 수학이 재미없다. (역코딩)	2.96	0.96	0.78			2.96	0.98	0.81		
	과학	나는 과학을 좋아한다.	2.94	0.91	0.89	0.63	0.85	3.11	0.78	0.78	0.55	0.79
		나는 과학 수업에서 배우는 내용이 흥미롭다.	3.23	0.77	0.75			3.29	0.77	0.75		
		나는 과학 공부가 싫다. (역코딩)	3.24	0.85	0.81			3.26	0.89	0.78		
		나는 과학 축전, 과학관 견학, 과학 관련 글읽기 등을 즐긴다.	2.35	0.99	0.70			2.68	0.89	0.70		
		나는 과학이 재미없다. (역코딩)	3.35	0.82	0.83			3.27	0.86	0.70		
배려와 소통	배려	나는 수학 시간에 친구의 발표를 주의 깊게 듣는다.	2.94	0.70	0.72	0.60	0.83	3.08	0.74	0.75	0.62	0.84
		나는 수학 시간에 친구의 문제 풀이가 나와 다르더라도 끝까지 듣는다.	3.06	0.75	0.75			3.13	0.73	0.81		
		나는 과학 시간에 친구의 발표를 주의 깊게 듣는다.	2.94	0.75	0.82			3.06	0.73	0.83		
		나는 과학 실험 기자재를 다른 친구와 사이좋게 나누어 사용한다.	3.11	0.77	0.75			3.22	0.69	0.77		

			나는 다른 친구의 입장을 생각하면서 나의 의견을 주장한다.	2.94	0.75	0.81			2.97	0.77	0.77		
	소통		수학 시간에 내 생각을 적극적으로 표현한다.	2.59	0.87	0.73	0.57	0.81	2.68	0.83	0.88	0.65	0.86
			과학 시간에 내 생각을 적극적으로 표현한다.	2.72	0.85	0.83			2.80	0.87	0.86		
			과학 시간에 친구들과 적극적으로 의견을 교환한다.	2.85	0.78	0.79			2.97	0.80	0.86		
			수학 시간에 친구들과 적극적으로 의견을 교환한다.	2.75	0.88	0.79			2.81	0.88	0.85		
			수업 시간에 친구들과 소통하는 것은 중요하다.	3.14	0.88	0.63			3.22	0.76	0.53		
자기 주도적 학습	가치 인식	수학	수학 지식은 일상생활에 도움이 된다.	3.28	0.70	0.68	0.53	0.70	3.41	0.71	0.84	0.55	0.71
			수학은 다른 교과를 공부하는 데 도움이 된다.	3.00	0.79	0.73			3.18	0.78	0.79		
			수학 지식이 반드시 일상생활에 필요한 것은 아니다. (역코딩)	2.92	0.93	0.71			2.97	0.89	0.56		
			수학 공부를 하는 것은 상급학교 진학에 필요하다.	2.78	0.89	0.80			2.93	0.92	0.75		
		과학	과학 지식은 일상생활에 도움이 된다.	2.98	0.88	0.80	0.53	0.69 (0.76)[a]	3.10	0.79	0.86	0.54	0.69 (0.75)[a]
			과학은 다른 교과를 공부하는데 도움이 된다.	2.79	0.82	0.77			3.12	0.73	0.77		
			과학 지식이 일상생활에 반드시 필요한 것은 아니다. (역코딩)	2.87	0.95	0.44			2.83	0.84	0.49		
			과학 공부를 하는 것은 상급학교 진학에 필요하다.	2.64	0.96	0.84			2.83	0.90	0.77		
	자기 효능감	수학	수학 내용을 이해할 자신이 있다.	2.84	0.87	0.85	0.72	0.87	3.02	0.84	0.87	0.76	0.89
			수학 문제를 잘 풀 수 있다는 자신이 있다.	2.58	0.94	0.87			2.74	0.90	0.89		

			나는 노력해도 수학이 여전히 어렵다. (역코딩)	2.98	0.94	0.78			3.00	0.91	0.84		
			수학 시험을 잘 볼 수 있다는 자신이 있다.	2.65	0.94	0.90			2.76	0.89	0.89		
		과학	과학 내용을 이해할 자신이 있다.	3.00	0.84	0.86	0.70	0.86	3.08	0.77	0.85	0.67	0.83
			과학 문제를 잘 풀 수 있다는 자신이 있다.	2.65	0.88	0.90			2.87	0.81	0.90		
			나는 노력해도 나는 과학이 여전히 어렵다. (역코딩)	3.17	0.83	0.70			3.24	0.75	0.61		
			과학 시험을 잘 볼 수 있다는 자신이 있다.	2.66	0.85	0.88			2.82	0.83	0.88		
	자아 개념	수학	나는 수학을 잘한다.	2.57	0.91	0.93	0.79	0.86	2.69	0.84	0.90	0.78	0.86
			나는 수학 내용을 빨리 배운다.	2.57	0.93	0.87			2.75	0.89	0.85		
			나는 수학 성적이 좋다.	2.63	0.85	0.85			2.76	0.80	0.91		
		과학	나는 과학을 잘한다.	2.64	0.84	0.88	0.74	0.82	2.80	0.81	0.92	0.78	0.86
			나는 과학 내용을 빨리 배운다.	2.64	0.82	0.79			2.87	0.84	0.82		
			나는 과학 성적이 좋다.	2.62	0.81	0.90			2.81	0.84	0.91		
이공계 진로 선택		수학	수학과 관련된 직업에 관심이 있다	2.17	0.96	0.88	0.77	0.71	2.42	0.95	0.87	0.76	0.68
			수학 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일이다.	2.73	0.94	0.88			2.93	0.90	0.87		
		과학	과학 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일이다.	2.97	0.95	0.89	0.79	0.73	3.21	0.74	0.84	0.71	0.58
			과학과 관련된 직업에 관심이 있다.	2.41	0.99	0.888			2.64	0.92	0.84		

a. 요인 부하량이 .50 이하인 문항을 제외한 후의 신뢰도 값.

2) 중학교

중학교 학생들의 사전과 사후 정의적 성과적 조사에 대한 요인 분석을 실시한 결과는 <표 6.5>에 나타냈다. 결과에 따르면, 수학/과학 가치 인식을 제외한 모든 구인의 요인 부하량과 신뢰도가 양호한 것으로 나타났다.

수학 흥미도의 경우, 사전과 사후 조사 모두 신뢰도에 있어 .80 이상을 기록하였으며, 요인 부하량도 사전과 사후 모두 .70을 넘었다. 과학 흥미도의 경우, 수학 흥미도에 비해 사전과 사후 조사 모두 신뢰도 측면에서 다소 낮았지만 .85와 .79로 양호한 수준이었다. 요인 부하량의 경우 사후 조사에서 “나는 과학 축천, 과학관 견학, 과학 관련 글읽기 등을 즐긴다.” 문항이 .57로 다소 낮게 나타났지만, 우려할 수준은 아닌 것으로 사료된다.

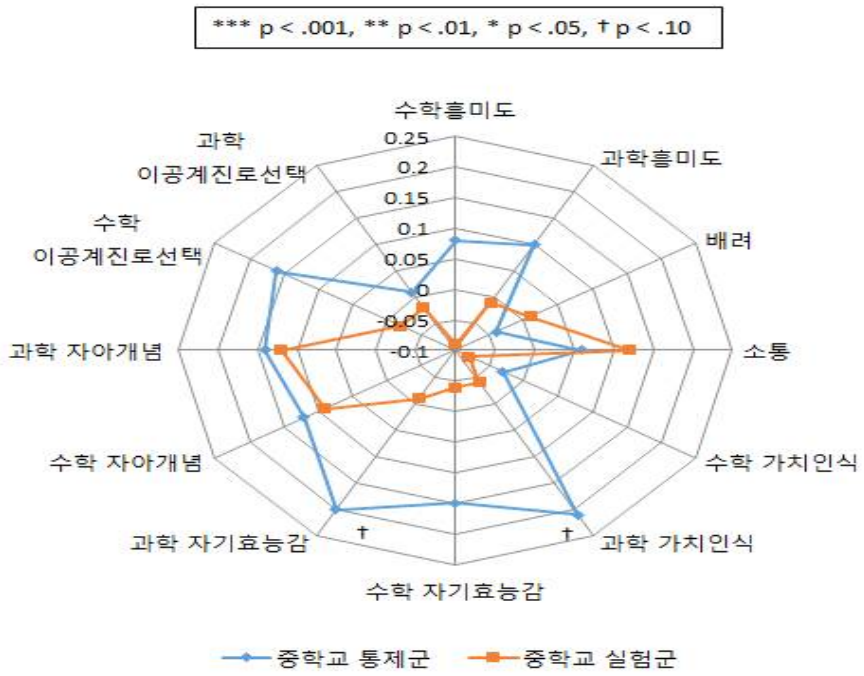
배려와 소통의 경우, 초등학생들 분석결과와 마찬가지로 사전과 사후 조사 모두 신뢰도 측면에서 .80 수준 이상으로 유지하였으며, 요인 부하량도 .70을 넘어 양호하였다.

그러나, 수학 가치 인식의 경우, 사전 조사에서 신뢰도가 .54에 그쳤다. 특히 “수학 지식이 반드시 일상생활에 필요한 것은 아니다” 문항은 요인 부하량이 마이너스 부호를 가지고 있는 것으로 나타났다. 그러나 이 문항을 제외한 후 신뢰도는 .54에서 .69로 높아졌다. 이에 따라, 이 문항은 중학생의 정의적 성과에 대한 분석의 사전과 사후에서 모두 제외하였다.

과학 가치 인식의 경우, 신뢰도 측면에서는 대체로 양호 했으나, “과학 자식이 일상생활에 반드시 필요한 것은 아니다.”라는 문항이 사전과 사후 모두 요인 부하량이 .40에 미치지 못하는 값을 나타내어, 분석에서 이 문항을 제외하였다. 이 문항을 제외하였을 경우, 신뢰도 값도 크게 개선되었다.

한편, 수학/과학 자기효능감, 수학/과학 자아개념, 수학/과학 이공계 진로 선택의 경우, 사전과 사후 조사 모두 요인 부하량과 신뢰도 측면에서 우려될 만한 결과는 발견되지 않았다.

[그림 6.2]은 중학교 학생의 실험군과 통제군의 정의적 영역의 하위요소별 차이를 보여준다. 기대한 바와 상이하게도, 거의 모든 요소에서 STEAM 교육 실험군이 통제군과 비교하여 상대적으로 낮은 점수를 보이고, 또한 통계적으로 유의미한 영향을 찾아볼 수 없었다.



[그림 6.2] STEAM교육 정의적 영역의 하위 요소별 중학생 통제군과 실험군 차이

그러나 STEAM 교육에 대한 교사들의 집단 토론 및 심층 면담에 참여한 중학교 교사들의 말에 따르면, 중학생들은 STEAM 교육을 통해 스스로에 대한 능력 발견, 효능감 증가, 학습의 필요성 인식 및 흥미 증가, 친구들의 능력, 장점, 다양성을 이해, 친구들과의 협동, 관계 회복, 개선 및 이해, 그리고 적극적인 수업 참여, 수업 활동에 대한 열정적인 태도 등 다양한 영역에서의 인식과 태도의 변화를 나타낸다는 것이다. 그와 연관된 교사들의 발췌문은 다음과 같다.

- 스팀 수업은 자연스럽게 학생들에게 평상시에 평범한 수업에서 느끼지 못했던 여러 가지 것들을 느끼게 할 수 있는 새로운 경험과 새로운 능력을 보이게 할 수 있는 수업이에요.
- 학생들이 스팀 수업에 처음 들어올 때는 그냥 들어왔는데 나갈 때는 어깨가 많이 올라간 상태로 '나 스팀 수업 했다'는 식으로 나가니까
- 예전에는 아무 것도 안하였던 학생이 스팀 수업에서는 뭔가를 잘하는 아이가 되는 거예요.
- 스팀 활동을 통해 한 학생이 처음으로 다른 친구들과 어울리는 그런 상황이 만들어져요. 다른 친구들이 그 학생도 친구로서 데리고 활동할 수 있는 괜찮은 부분이 있다는 것을 느끼고, 그 학생도 처음으로 그런 상황을 느끼다 보니까 몇몇 친구가 생기게 되었죠. 그런 것들을 맛보게 해 줄 수 있는 것이 스팀 수업이거든요.

이것은 정의적 성과의 지필평가로 나타나지 않지만 실질적인 STEAM 교육의 의미 있는 효과라 해석된다.

한편, 학교 STEAM 운영 현황 실태조사 및 교사의 STEAM 교육 실행 인식(CBAM) 실태조사의 결과에 따르면, 중학생들의 STEAM 교육의 만족도는 매우 높은 것으로 나타났다. 학교 STEAM 운영 현황 실태조사의 결과에 따르면, 중학생들은 STEAM 교육에 대하여 만족 이상이 49.8%(대체로 만족, 41.6%, 매우 만족, 8.2%)로 불만족 수준 5.0%(대체로 불만족, 4.2%, 매우 불만족, 0.8%)보다 매우 높게 조사되었다. 또한, 교사의 STEAM 교육 실행 인식(CBAM) 실태조사의 결과에서도, 중학생들은 STEAM 교육에 대하여 만족 이상이 86.4%(매우 만족, 27.4%, 다소 만족, 59.0%)로 불만족 수준 13.7%(다소 불만족, 9.5%, 매우 불만족, 4.2%)보다 매우 높게 조사되었다.

교육의 만족도와 그에 따른 효과를 반드시 연관된다고 생각할 수는 없으나, 교사들의 집단 토론 및 심층 면담에서 나타난 것과 같이, 학생의 만족도는 궁극적으로 학생들의 STEAM 교육 효과로 표출될 것이다.

<표 6.5> 요인분석 결과: 중학교 (N = 101)

평가 구인	하위영역	내용 예시	사전 검사					사후 검사				
			평균	편차	요인 부하량	설명 비율	신뢰도	평균	편차	요인 부하량	설명 비율	신뢰도
흥미도	수학	나는 수학을 좋아한다.	2.44	0.90	0.84	0.61	0.84	2.50	0.89	0.77	0.57	0.81
		나는 수학 수업에서 배우는 내용이 흥미롭다.	2.61	0.77	0.81			2.57	0.78	0.75		
		나는 수학 공부가 싫다. (역코딩)	2.58	0.93	0.70			2.57	0.91	0.71		
		나는 수학 체험 활동, 수학 퀴즈 풀이, 수학 관련 글읽기 등을 즐긴다.	2.31	0.85	0.82			2.36	0.86	0.79		
		나는 수학이 재미없다. (역코딩)	2.62	0.89	0.72			2.55	0.97	0.75		
	과학	나는 과학을 좋아한다.	2.57	0.93	0.90	0.62	0.85	2.68	0.88	0.84	0.55	0.79
		나는 과학 수업에서 배우는 내용이 흥미롭다.	2.84	0.87	0.84			2.86	0.89	0.79		
		나는 과학 공부가 싫다. (역코딩)	2.83	0.87	0.73			2.78	0.91	0.77		
		나는 과학 축전, 과학관 견학, 과학 관련 글읽기 등을 즐긴다.	2.36	0.86	0.70			2.42	0.85	0.57		
		나는 과학이 재미없다. (역코딩)	2.81	0.94	0.75			2.88	0.92	0.73		
배려와 소통	배려	나는 수학 시간에 친구의 발표를 주의 깊게 듣는다.	2.67	0.76	0.76	0.57	0.81	2.77	0.75	0.81	0.62	0.84
		나는 수학 시간에 친구의 문제 풀이가 나와 다르더라도 끝까지 듣는다.	2.75	0.78	0.79			2.68	0.81	0.72		
		나는 과학 시간에 친구의 발표를 주의 깊게 듣는다.	2.85	0.75	0.84			2.75	0.85	0.87		
		나는 과학 실험 기자재를 다른 친구와 사이좋게 나누어 사용한다.	2.92	0.73	0.63			2.90	0.81	0.77		

			나는 다른 친구의 입장을 생각하면서 나의 의견을 주장한다.	2.80	0.72	0.75			2.80	0.77	0.75		
	소통		수학 시간에 내 생각을 적극적으로 표현한다.	2.34	0.78	0.75	0.61	0.83	2.50	0.89	0.81	0.63	0.85
			과학 시간에 내 생각을 적극적으로 표현한다.	2.45	0.87	0.85			2.41	0.89	0.85		
			과학 시간에 친구들과 적극적으로 의견을 교환한다.	2.44	0.79	0.87			2.58	0.87	0.85		
			수학 시간에 친구들과 적극적으로 의견을 교환한다.	2.42	0.83	0.75			2.48	0.88	0.79		
			수업 시간에 친구들과 소통하는 것은 중요하다.	2.88	0.77	0.66			3.00	0.73	0.66		
자기 주도적 학습	가치 인식	수학	수학 지식은 일상생활에 도움이 된다.	3.01	0.79	0.71	0.46	0.54 (0.69)[a]	2.84	0.81	0.73	0.51	0.68
			수학은 다른 교과를 공부하는 데 도움이 된다.	2.92	0.77	0.84			2.94	0.75	0.74		
			수학 지식이 반드시 일상생활에 필요한 것은 아니다. (역코딩)	2.79	0.78	−0.09			2.68	0.87	0.63		
			수학 공부를 하는 것은 상급학교 진학에 필요하다.	2.95	0.88	0.79			2.94	0.85	0.76		
		과학	과학 지식은 일상생활에 도움이 된다.	2.82	0.86	0.83	0.54	0.69 (0.77)[a]	2.86	0.82	0.80	0.55	0.70 (0.79)[a]
			과학은 다른 교과를 공부하는데 도움이 된다.	2.60	0.85	0.82			2.80	0.82	0.80		
			과학 지식이 일상생활에 반드시 필요한 것은 아니다. (역코딩)	2.84	0.80	0.38			2.76	0.79	0.33		
			과학 공부를 하는 것은 상급학교 진학에 필요하다.	2.78	0.86	0.80			2.79	0.86	0.84		
	자기 효능감	수학	수학 내용을 이해할 자신이 있다.	2.65	0.84	0.83	0.66	0.82	2.71	0.83	0.85	0.67	0.83
			수학 문제를 잘 풀 수 있다는 자신이 있다.	2.50	0.86	0.87			2.56	0.87	0.88		

			나는 노력해도 수학이 여전히 어렵다. (역코딩)	2.63	0.90	0.66			2.72	0.83	0.64		
			수학 시험을 잘 볼 수 있다는 자신이 있다.	2.50	0.86	0.87			2.51	0.86	0.89		
		과학	과학 내용을 이해할 자신이 있다.	2.74	0.87	0.88	0.59	0.74 (0.83)	2.80	0.82	0.89	0.66	0.81
			과학 문제를 잘 풀 수 있다는 자신이 있다.	2.37	0.80	0.83			2.50	0.78	0.90		
			나는 노력해도 나는 과학이 여전히 어렵다. (역코딩)	2.61	0.82	0.39			2.62	0.79	0.52		
			과학 시험을 잘 볼 수 있다는 자신이 있다.	2.50	0.90	0.85			2.56	0.85	0.87		
	자아 개념	수학	나는 수학을 잘한다.	2.32	0.84	0.93	0.81	0.88	2.49	0.84	0.84	0.74	0.83
			나는 수학 내용을 빨리 배운다.	2.49	0.81	0.88			2.54	0.82	0.84		
			나는 수학 성적이 좋다.	2.48	0.95	0.89			2.54	0.83	0.90		
		과학	나는 과학을 잘한다.	2.36	0.87	0.92	0.81	0.88	2.47	0.82	0.88	0.79	0.86
			나는 과학 내용을 빨리 배운다.	2.39	0.84	0.86			2.48	0.81	0.89		
			나는 과학 성적이 좋다.	2.35	0.82	0.92			2.53	0.79	0.90		
이공계 진로 선택		수학	수학과 관련된 직업에 관심이 있다	2.19	0.88	0.88	0.78	0.72	2.35	0.88	0.90	0.82	0.78
			수학 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일이다.	2.74	0.83	0.88			2.72	0.84	0.90		
		과학	과학 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일이다.	2.86	0.79	0.89	0.78	0.72	2.71	0.86	0.88	0.78	0.72
			과학과 관련된 직업에 관심이 있다.	2.30	0.94	0.89			2.44	0.92	0.88		

a. 요인 부하량이 .50 이하인 문항을 제외한 후의 신뢰도 값.

3) 고등학교

고등학교 학생들의 사전과 사후 정의적 성과적 조사에 대한 요인 분석을 실시한 결과는 <표 6.6>과 같다. 결과에 따르면, 수학/과학 흥미도의 경우, 초등학생과 중학생을 대상으로 한 분석결과와 마찬가지로 사전과 사후 조사 모두 신뢰도에 있어 .80 이상을 기록하였다. 요인 부하량 측면에서는 수학 흥미도의 사후 조사에서 “나는 수학 공부가 싫다” 문항을 제외하고는 모두 .70을 넘은 것으로 나타났다.

배려의 경우, 초등학생과 중학생들의 대상으로 한 분석결과와 비교하여 신뢰도와 요인 부하량 측면에서 다소 낮게 나타났지만 우려할 수준은 아니었다. 그러나, 소통의 경우, 사전 조사에서 “수업 시간에 친구들과 소통하는 것이 중요하다.”는 문항의 요인 부하량이 .50 이하로 나타났다. 따라서 고등학생 분석에서는 이 문항을 제외하고 분석하였다. 이 문항을 제외한 후 신뢰도 값은 .75에서 .77로 향상되었다.

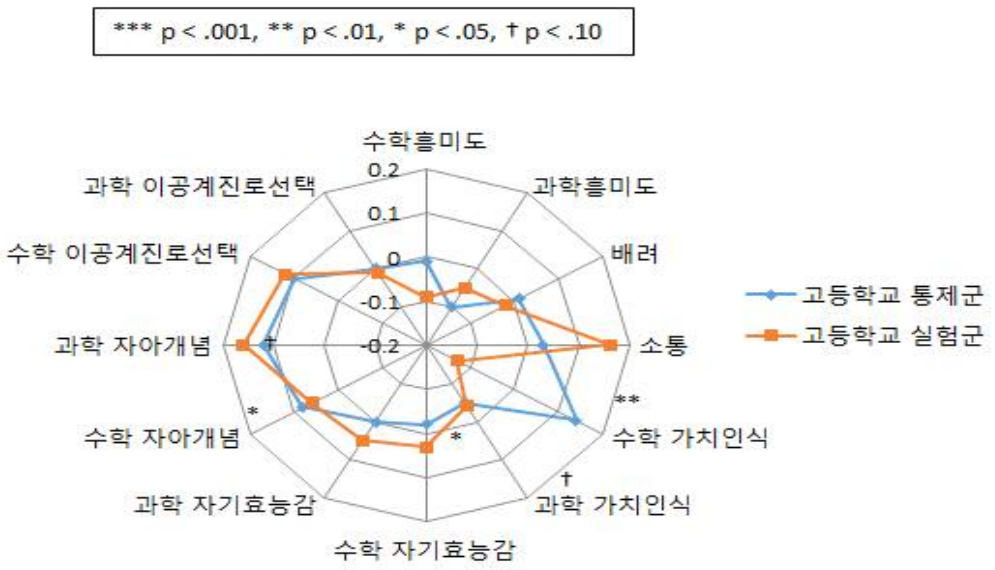
수학 가치 인식의 경우, 사전 조사의 요인 부하량과 신뢰도는 양호하였으나, 사후 조사에서 “수학 지식이 반드시 일상생활에 필요한 것은 아니다.” 문항의 요인 부하량이 .12로 매우 낮게 나왔다. 이 문항을 제외한 후, 신뢰도는 .66에서 .81로 크게 향상되었다. 따라서, 고등학생 분석의 경우, 이 문항은 사전과 사후에서 모두 제외하였다.

과학 가치 인식의 경우도 수학 가치 인식과 비슷하여, “과학 지식이 반드시 일상생활에 필요한 것은 아니다.”라는 문항의 사후 조사 부하량이 -.17을 기록하였다. 이 문항을 제외할 경우, 신뢰도가 .64에서 .77로 향상되었다. 따라서 이 문항도 고등학생 분석에서 제외하였다.

한편, 수학 자기효능감은 요인부하량과 신뢰도 측면에서 양호하였으나, 과학 자기효능감의 경우 사후 조사에서 “나는 노력해도 나는 과학이 여전히 어렵다.” 문항의 요인 부하량이 .47에 그쳤다. 이 문항을 제외할 경우, 신뢰도가 .77에서 .85로 향상되므로, 고등학생 분석에서 이 문항도 제외하였다.

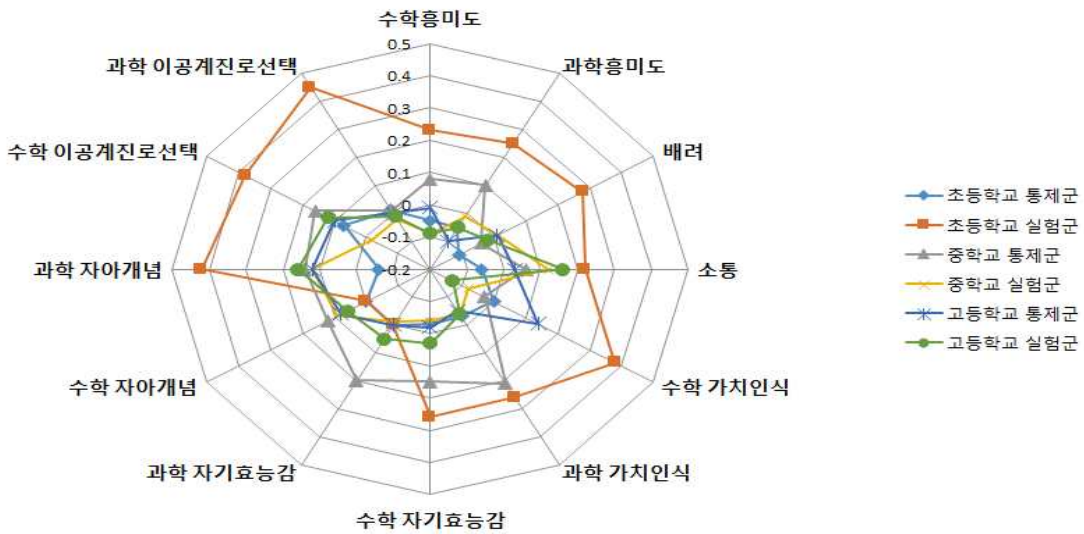
수학/과학 자아개념과 수학/과학 이공계 진로 선택의 경우, 사전과 사후 조사 모두 요인 부하량과 신뢰도 측면에서 우려가 될 만한 결과는 발견되지 않았다.

[그림 6.3]은 고등학교 학생의 통제군과 실험군의 정의적 영역의 하위요소별 차이를 보여준다. STEAM 수업 전후에 따라, 고등학생 실험군이 소통과 자아개념에서 유의미한 결과를 보였다.



[그림 6.3] STEAM교육 정의적 영역의 하위 요소별 고등학생 통제군과 실험군 차이

[그림 6.4]은 초, 중, 고등학교급별 STEAM 교육 전과 후의 실험군과 통제군의 STEAM 정의적 영역의 하위 요소를 나타낸 것이다. [그림 6.4]과 같이, 초등학교 실험군의 경우, 모든 정의적 영역의 항목에서 다른 학교급에 비하여 상대적으로 높은 점수를 나타냈다.



[그림 6.4] STEAM교육 정의적 영역의 학교급별 통제군과 실험군 차이

<표 6.6> 요인분석 결과: 고등학교 (N = 141)

평가 구인	하위영역	내용 예시	사전 검사					사후 검사				
			평균	편차	요인 부하량	설명 비율	신뢰도	평균	편차	요인 부하량	설명 비율	신뢰도
흥미도	수학	나는 수학을 좋아한다.	2.72	0.80	0.90	0.64	0.86	2.65	0.81	0.83	0.60	0.83
		나는 수학 수업에서 배우는 내용이 흥미롭다.	2.75	0.73	0.77			2.74	0.79	0.76		
		나는 수학 공부가 싫다. (역코딩)	2.95	0.80	0.78			2.75	0.79	0.65		
		나는 수학 체험 활동, 수학 퀴즈 풀이, 수학 관련 글읽기 등을 즐긴다.	2.54	0.75	0.70			2.61	0.74	0.83		
		나는 수학이 재미없다. (역코딩)	2.89	0.78	0.83			2.83	0.76	0.79		
	과학	나는 과학을 좋아한다.	2.79	0.85	0.90	0.68	0.88	2.71	0.77	0.81	0.56	0.81
		나는 과학 수업에서 배우는 내용이 흥미롭다.	2.95	0.78	0.84			2.89	0.67	0.77		
		나는 과학 공부가 싫다. (역코딩)	2.96	0.74	0.83			2.77	0.77	0.75		
		나는 과학 축전, 과학관 견학, 과학 관련 글읽기 등을 즐긴다.	2.43	0.82	0.75			2.66	0.76	0.70		
		나는 과학이 재미없다. (역코딩)	3.04	0.75	0.81			2.79	0.73	0.72		
배려와 소통	배려	나는 수학 시간에 친구의 발표를 주의 깊게 듣는다.	2.93	0.57	0.68	0.50	0.74	2.93	0.64	0.72	0.64	0.85
		나는 수학 시간에 친구의 문제 풀이가 나와 다르더라도 끝까지 듣는다.	2.89	0.63	0.70			2.91	0.68	0.78		
		나는 과학 시간에 친구의 발표를 주의 깊게 듣는다.	3.02	0.63	0.70			3.00	0.62	0.84		
		나는 과학 실험 기자재를 다른 친구와 사이좋게 나누어 사용한다.	2.99	0.68	0.71			3.00	0.60	0.80		

			나는 다른 친구의 입장을 생각하면서 나의 의견을 주장한다.	2.98	0.54	0.73			2.96	0.63	0.84		
	소통		수학 시간에 내 생각을 적극적으로 표현한다.	2.52	0.73	0.75	0.51	0.75 (0.77)[a]	2.69	0.73	0.81	0.59	0.83
			과학 시간에 내 생각을 적극적으로 표현한다.	2.56	0.75	0.70			2.66	0.72	0.79		
			과학 시간에 친구들과 적극적으로 의견을 교환한다.	2.62	0.74	0.77			2.70	0.69	0.75		
			수학 시간에 친구들과 적극적으로 의견을 교환한다.	2.77	0.69	0.80			2.81	0.72	0.83		
			수업 시간에 친구들과 소통하는 것은 중요하다.	3.14	0.63	0.49			3.04	0.69	0.65		
자기 주도적 학습	가치 인식	수학	수학 지식은 일상생활에 도움이 된다.	2.73	0.77	0.82	0.55	0.72	2.82	0.71	0.86	0.55	0.66 (0.81)[a]
			수학은 다른 교과를 공부하는 데 도움이 된다.	2.88	0.80	0.74			2.86	0.76	0.86		
			수학 지식이 반드시 일상생활에 필요한 것은 아니다. (역코딩)	2.61	0.83	0.71			2.68	0.70	0.12		
			수학 공부를 하는 것은 상급학교 진학에 필요하다.	3.14	0.81	0.68			3.06	0.72	0.83		
		과학	과학 지식은 일상생활에 도움이 된다.	3.08	0.59	0.83	0.59	0.75	2.89	0.73	0.83	0.52	0.64 (0.77)[a]
			과학은 다른 교과를 공부하는데 도움이 된다.	2.73	0.81	0.85			2.78	0.72	0.87		
			과학 지식이 일상생활에 반드시 필요한 것은 아니다. (역코딩)	2.80	0.68	0.52			2.70	0.73	−0.17		
			과학 공부를 하는 것은 상급학교 진학에 필요하다.	2.87	0.81	0.81			2.87	0.74	0.78		
	자기 효능감	수학	수학 내용을 이해할 자신이 있다.	2.79	0.69	0.80	0.64	0.80	2.67	0.74	0.80	0.60	0.76
			수학 문제를 잘 풀 수 있다는 자신이 있다.	2.45	0.74	0.86			2.52	0.74	0.84		

			나는 노력해도 수학이 여전히 어렵다. (역코딩)	2.48	0.78	0.63			2.50	0.75	0.51		
			수학 시험을 잘 볼 수 있다는 자신이 있다.	2.38	0.74	0.88			2.43	0.74	0.88		
		과학	과학 내용을 이해할 자신이 있다.	2.71	0.78	0.74	0.65	0.81	2.74	0.74	0.80	0.61	0.77 (0.85)[a]
			과학 문제를 잘 풀 수 있다는 자신이 있다.	2.38	0.73	0.88			2.38	0.71	0.89		
			나는 노력해도 나는 과학이 여전히 어렵다. (역코딩)	2.52	0.79	0.70			2.49	0.72	0.47		
			과학 시험을 잘 볼 수 있다는 자신이 있다.	2.30	0.73	0.89			2.35	0.75	0.90		
	자아 개념	수학	나는 수학을 잘한다.	2.26	0.73	0.90	0.78	0.86	2.40	0.76	0.93	0.81	0.88
			나는 수학 내용을 빨리 배운다.	2.54	0.73	0.83			2.55	0.71	0.84		
			나는 수학 성적이 좋다.	2.26	0.82	0.92			2.32	0.83	0.93		
		과학	나는 과학을 잘한다.	2.20	0.74	0.88	0.79	0.86	2.27	0.72	0.89	0.76	0.85
			나는 과학 내용을 빨리 배운다.	2.39	0.72	0.87			2.48	0.75	0.85		
			나는 과학 성적이 좋다.	2.17	0.75	0.91			2.43	0.76	0.88		
이공계 진로 선택		수학	수학과 관련된 직업에 관심이 있다	2.40	0.86	0.87	0.76	0.66	2.60	0.78	0.85	0.73	0.63
			수학 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일이다.	2.82	0.67	0.87			2.84	0.77	0.85		
		과학	과학 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일이다.	2.99	0.73	0.88	0.77	0.70	2.96	0.76	0.91	0.83	0.79
			과학과 관련된 직업에 관심이 있다.	2.81	0.91	0.88			2.84	0.83	0.91		

a. 요인 부하량이 .50 이하인 문항을 제외한 후의 신뢰도 값.

나. 기술 통계 및 t-test 결과

1) 초등학교

<표 6.7>은 초등학교 학생의 사전과 사후 정의적 영역 결과에 대한 기술 통계를 통제 집단과 실험 집단으로 나누어 살펴본 것이다. 또한 각 집단내에서 사전과 사후에 통계적으로 유의미한 차이가 있었는지를 살펴보기 위하여 t-test 결과를 함께 제시하였다.

그 결과에 따르면, 실험 집단의 경우, 과학 자기효능감과 수학 자아개념을 제외한 전 영역에서 사전과 사후 간의 유의미한 차이가 나타났다. 즉 실험 집단의 경우, 과학 자기효능감과 수학 자아개념을 제외한 모든 영역에서 사전 조사에서 비해 사후 조사 수치가 증가된 것으로 나타났다. 이와는 대조적으로, 통제 집단의 경우, 모든 정의적 영역에서 사전과 사후 결과에 있어 통계적으로 유의미한 차이가 목도되지 않았다. 단, 과학 자기효능감과 수학 자아개념의 경우, 사전과 사후 평균 점수가 동일한 것으로 나타났다.

2) 중학교

<표 6.8>은 중학교 학생들의 사전과 사후 정의적 영역 결과에 대한 기술 통계를 통제 집단과 실험 집단으로 나누어 살펴본 것이다.

그 결과에 따르면, 초등학교 학생들의 분석 결과와 달리, 중학생의 실험 집단과 통제 집단 모두, 거의 모든 정의적 영역에서 사전과 사후 결과에 있어 통계적으로 유의미한 차이가 목도되지 않았다. 흥미롭게도 과학 가치 인식과 과학 자기효능감 영역에 있어, 통제 집단에서 사전에 비해 사후 조사에서 점수가 오히려 증가한 것으로 나타났다. 이때 통계적 유의수준 .10에서만 유의미한 것으로 나타났다.

2) 고등학교

<표 6.9>은 고등학교 학생들의 사전과 사후 정의적 영역 결과에 대한 기술 통계를 통제 집단과 실험 집단으로 나누어 살펴본 것이다.

그 결과에 따르면, 실험 집단의 경우, 몇몇 정의적 역역에서 유의미한 차이가 목도되었다. 소통과 과학 자아개념의 경우, 사전에 비해 사후의 점수가 유의미하게 증가 된 것으로 나타났다. 수학 이공계 진로 선택의 경우에도 .10 수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이와는 대조적으로, 수학 가치 인식의 경우, 오히려 사전 점수에 비해 사후 점수가 더 떨어진 것으로 나타났다. 그러나, 통제 집단내에서는 거의 모든 정의적 영역에서 사전과 사후의 차이가 목도되지 않았다. 수학 가치 인식의 경우, 사전에 비해 사후의 점수가 조금 상승하였으나 그 차이는 .10에서만 유의미한 것이었다.

<표 6.7> 정의적 영역 사전 사후 점수 기술 통계: 초등학교

영역	사전/사후/차이	통제 집단 (n = 51)		실험 집단 (n = 55)		영역	사전/사후/차이	통제 집단 (n = 51)		실험 집단 (n = 55)	
		M	SD	M	SD			M	SD	M	SD
수학 흥미도	사전	2.78	0.11	2.80	0.10	수학 자기효능감	사전	2.77	0.11	2.75	0.11
	사후	2.73	0.11	3.03	0.10		사후	2.74	0.12	3.01	0.09
	사전 사후 차이	0.05	0.07	−0.23	0.07		사전 사후 차이	0.04	0.07	−0.26	0.07
	t 검증	0.82		−3.02	**		t 검증	0.56		−3.90	***
과학 흥미도	사전	3.04	0.08	3.00	0.10	과학 자기효능감	사전	2.89	0.09	3.11	0.08
	사후	2.99	0.08	3.25	0.08		사후	2.89	0.09	3.11	0.08
	사전 사후 차이	0.05	0.07	−0.25	0.07		사전 사후 차이	0.00	0.00	0.00	0.00
	t 검증	0.68		−3.39	**		t 검증	0.00		0.00	
배려	사전	3.01	0.09	2.99	0.07	수학 자아개념	사전	2.56	0.11	2.90	0.09
	사후	2.90	0.08	3.27	0.07		사후	2.56	0.11	2.90	0.09
	사전 사후 차이	0.11	0.05	−0.27	0.06		사전 사후 차이	0.00	0.00	0.00	0.00
	t 검증	2.25	*	−4.22	***		t 검증	0.00		0.00	
소통	사전	2.76	0.10	2.86	0.08	과학 자아개념	사전	2.69	0.10	2.59	0.10
	사후	2.70	0.10	3.08	0.08		사후	2.63	0.11	3.01	0.09
	사전 사후 차이	0.05	0.06	−0.22	0.07		사전 사후 차이	0.06	0.08	−0.42	0.10
	t 검증	0.85		−3.25	**		t 검증	0.78		−4.28	***
수학 가치 인식	사전	2.87	0.09	2.78	0.09	수학 이공계 진로 선택	사전	2.48	0.12	2.42	0.11
	사후	2.87	0.10	3.16	0.08		사후	2.55	0.11	2.80	0.11
	사전 사후 차이	0.00	0.08	−0.38	0.08		사전 사후 차이	−0.07	0.08	−0.38	0.11
	t 검증	−0.02		−4.48	***		t 검증	−0.84		−3.60	***
과학 가치 인식	사전	2.77	0.11	2.75	0.11	과학 이공계 진로 선택	사전	2.73	0.12	2.65	0.12
	사후	2.74	0.12	3.01	0.09		사후	2.74	0.11	3.10	0.08
	사전 사후 차이	0.04	0.07	−0.26	0.07		사전 사후 차이	−0.01	0.08	−0.45	0.12
	t 검증	0.56		−3.90	***		t 검증	−0.12		−3.73	***

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$, † $p < .10$

<표 6.8> 정의적 영역 사전 사후 점수 기술 통계: 중학교

영역	사전/사후/차이	통제 집단 (n = 49)		실험 집단 (n = 52)		영역	사전/사후/차이	통제 집단 (n = 49)		실험 집단 (n = 52)	
		M	SD	M	SD			M	SD	M	SD
수학 흥미도	사전	2.47	0.08	2.56	0.11	수학 자기효능감	사전	2.52	0.08	2.63	0.11
	사후	2.55	0.09	2.47	0.09		사후	2.67	0.10	2.59	0.10
	사전 사후 차이	−0.09	0.11	0.08	0.07		사전 사후 차이	−0.16	0.11	0.04	0.10
	t 검증	−0.77		1.21			t 검증	−1.40		0.39	
과학 흥미도	사전	2.46	0.10	2.89	0.09	과학 자기효능감	사전	2.37	0.11	2.69	0.09
	사후	2.56	0.09	2.88	0.09		사후	2.57	0.09	2.68	0.09
	사전 사후 차이	−0.09	0.10	0.01	0.06		사전 사후 차이	−0.20	0.11	0.01	0.08
	t 검증	−0.95		0.12			t 검증	−1.75	†	0.18	
배려	사전	2.72	0.08	2.87	0.08	수학 자아개념	사전	2.35	0.11	2.49	0.11
	사후	2.68	0.09	2.88	0.08		사후	2.47	0.10	2.58	0.10
	사전 사후 차이	0.04	0.10	0.00	0.06		사전 사후 차이	−0.12	0.12	−0.08	0.08
	t 검증	0.40		−0.06			t 검증	−0.99		−0.99	
소통	사전	2.43	0.09	2.57	0.11	과학 자아개념	사전	2.22	0.11	2.50	0.10
	사후	2.49	0.09	2.69	0.11		사후	2.36	0.10	2.62	0.10
	사전 사후 차이	0.05	0.11	−0.12	0.00		사전 사후 차이	−0.14	0.13	−0.12	0.09
	t 검증	−0.47		−1.63			t 검증	−1.14		−1.27	
수학 가치 인식	사전	2.88	0.08	3.04	0.10	수학 이공계 진로 선택	사전	2.42	0.10	2.51	0.11
	사후	2.85	0.08	2.96	0.09		사후	2.58	0.11	2.49	0.11
	사전 사후 차이	0.03	0.10	0.08	0.08		사전 사후 차이	−0.16	0.13	0.02	0.10
	t 검증	0.28		0.97			t 검증	−1.26		0.19	
과학 가치 인식	사전	2.50	0.10	2.96	0.09	과학 이공계 진로 선택	사전	2.39	0.11	2.76	0.10
	사후	2.71	0.10	2.92	0.09		사후	2.40	0.11	2.74	0.10
	사전 사후 차이	−0.20	0.11	0.03	0.08		사전 사후 차이	−0.01	0.12	0.02	0.08
	t 검증	−1.85	†	0.39			t 검증	−0.08		0.24	

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$, † $p < .10$

<표 6.9> 정의적 영역 사전 사후 점수 기술 통계: 고등학교

영역	사전/사후/차이	통제 집단 (n = 63)		실험 집단 (n = 78)		영역	사전/사후/차이	통제 집단 (n = 63)		실험 집단 (n = 78)	
		M	SD	M	SD			M	SD	M	SD
수학 흥미도	사전	2.85	0.08	2.71	0.06	수학 자기효능감	사전	2.71	0.08	2.37	0.06
	사후	2.84	0.08	2.62	0.06		사후	2.69	0.08	2.40	0.06
	사전 사후 차이	0.01	0.08	0.09	0.07		사전 사후 차이	0.02	0.07	−0.03	0.07
	t 검증	0.17		1.30			t 검증	0.35		−0.37	
과학 흥미도	사전	2.93	0.09	2.76	0.07	과학 자기효능감	사전	2.53	0.09	2.41	0.07
	사후	2.83	0.06	2.71	0.07		사후	2.53	0.09	2.46	0.07
	사전 사후 차이	0.10	0.06	0.05	0.06		사전 사후 차이	0.00	0.08	−0.05	0.06
	t 검증	1.55		0.84			t 검증	0.00		−0.73	
배려	사전	3.02	0.04	2.92	0.05	수학 자아개념	사전	2.52	0.09	2.22	0.07
	사후	3.03	0.06	2.90	0.06		사후	2.60	0.09	2.28	0.07
	사전 사후 차이	−0.01	0.06	0.01	0.06		사전 사후 차이	−0.08	0.09	−0.06	0.08
	t 검증	−0.16		0.23			t 검증	−0.92		−0.77	
소통	사전	2.77	0.07	2.49	0.06	과학 자아개념	사전	2.30	0.09	2.21	0.07
	사후	2.80	0.08	2.65	0.06		사후	2.42	0.09	2.37	0.06
	사전 사후 차이	−0.02	0.07	−0.15	0.06		사전 사후 차이	−0.12	0.08	−0.15	0.07
	t 검증	−0.35		−2.72	**		t 검증	−1.54		−2.16	*
수학 가치 인식	사전	2.87	0.08	2.96	0.07	수학 이공계 진로 선택	사전	2.73	0.09	2.51	0.07
	사후	3.01	0.08	2.83	0.07		사후	2.83	0.10	2.63	0.06
	사전 사후 차이	−0.14	0.08	0.12	0.06		사전 사후 차이	−0.10	0.09	−0.13	0.07
	t 검증	−1.82	†	2.08	*		t 검증	−1.05		−1.79	†
과학 가치 인식	사전	2.92	0.08	2.87	0.07	과학 이공계 진로 선택	사전	2.90	0.09	2.90	0.08
	사후	2.87	0.08	2.83	0.06		사후	2.90	0.10	2.89	0.07
	사전 사후 차이	0.05	0.08	0.04	0.06		사전 사후 차이	−0.01	0.08	0.01	0.07
	t 검증	0.59		0.66			t 검증	−0.10		0.09	

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$, † $p < .10$

다. 회귀 분석 결과

전술한 기술통계의 경우, 사전 점수를 통제하지 않았기 때문에 엄밀한 의미에서 정의적 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성을 살펴보기에는 한계가 있다. 이에 사전 점수를 통제한 이후에 사후 점수에 STEAM 교육이 어떠한 영향을 미치는지 살펴보기 위하여 회귀 분석을 실시하였다. 다음은 회귀 분석 결과를 정리한 것이다.

1) 초등학교

<표 6.10>은 초등학교 학생을 대상으로 정의적 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성을 보여주는 회귀 분석 결과를 제시한 것이다.

이때, 앞에서 살펴본 것과 같이 과학 자기 효능감과 수학 자아 개념의 경우 사전과 사후 점수가 동일함으로 회귀 분석을 할 수 없기 때문에 결과를 제시하지 않았다.

회귀 분석 결과에 따르면, 사전 점수를 통제한 후에도 STEAM 교육은 과학 자기 효능감과 수학 자아 개념을 제외한 모든 정의적 영역에 대해 긍정적인 변화를 가져오는 것으로 나타났다.

2) 중학교

<표 6.11>은 중학교 학생을 대상으로 정의적 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성을 보여주는 회귀 분석 결과를 제시한 것이다.

분석 결과에 따르면, 사전 점수를 통제할 경우 STEAM 교육은 모든 정의적 영역에 이렇다 할 긍정적인 변화를 가져오지 못하는 것으로 나타났다.

2) 고등학교

<표 6.12>은 고등학교 학생을 대상으로 한 회귀 분석 결과를 보여준다.

분석 결과에 따르면, 중학교 학생과 마찬가지로 STEAM 교육은 거의 대부분은 정의적 영역에 긍정적인 변화를 가져오지 못하는 것으로 나타났다.

이와는 반대로, 사전 점수를 통제할 경우, STEAM 교육은 수학 흥미도와 수학 가치 인식을 오히려 낮추는 것으로 나타났다.

[그림 6.5]는 정의적 영역의 하위 요소에 대한 학교급별 STEAM 교육의 효과를 나타낸 것이다.

<표 6.10> 정의적 영역에 대한 STEAM 교육 효과: 초등학교 (N=106)

	수학 흥미도			과학 흥미도			배려			소통			수학 가치 인식			과학 가치 인식		
변수	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.76	***	0.06	0.59	***	0.07	0.69	***	0.06	0.72	***	0.07	0.65	***	0.07	0.58	***	0.08
실험 집단 여부	0.29	**	0.09	0.28	**	0.09	0.37	**	0.07	0.30	**	0.09	0.22	*	0.09	0.34	**	0.10
intercept	0.61	**	0.19	1.21	***	0.21	0.83	***	0.20	0.73	***	0.20	1.05	***	0.22	1.22	***	0.24
Adjusted R-squared	0.60			0.45			0.57			0.55			0.47			0.36		

	수학 자기 효능감			과학 자기 효능감			수학 자아 개념			과학 자아 개념			수학 이공계 진로 선택			과학 이공계 진로 선택		
변수	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.77	***	0.06	—			—			0.59	***	0.08	0.61	***	0.07	0.42	***	0.06
실험 집단 여부	0.29	**	0.09							0.44	***	0.11	0.29	*	0.12	0.39	**	0.11
intercept	0.60	**	0.17							1.05	***	0.23	1.05	***	0.20	1.59	***	0.19
Adjusted R-squared	0.64									0.38			0.41			0.33		

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$, † $p < .10$

<표 6.11> 정의적 영역에 대한 STEAM 교육 효과: 중학교 (N=101)

	수학 흥미도			과학 흥미도			배려			소통			수학 가치 인식			과학 가치 인식		
변수	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.52	***	0.08	0.57	***	0.08	0.56	***	0.10	0.49	***	0.10	0.49	***	0.08	0.52	***	0.09
실험 집단 여부	−0.13		0.11	0.08		0.11	0.11		0.11	0.14		0.12	0.03		0.11	−0.02		0.13
intercept	1.27	***	0.22	1.14	***	0.20	1.16	***	0.27	1.29	***	0.25	1.43	***	0.26	1.39	***	0.24
Adjusted R−squared	0.27			0.39			0.26			0.21			0.25			0.26		

	수학 자기 효능감			과학 자기 효능감			수학 자아 개념			과학 자아 개념			수학 이공계 진로 선택			과학 이공계 진로 선택		
변수	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.42	***	0.09	0.44	***	0.08	0.50	***	0.08	0.42	***	0.09	0.44	***	0.09	0.55	***	0.09
실험 집단 여부	−0.13		0.13	−0.03		0.12	0.04		0.12	0.14		0.13	−0.13		0.14	0.14		0.14
intercept	1.62	***	0.24	1.53	***	0.20	1.29	***	0.20	1.44	***	0.21	1.53	***	0.25	1.09	***	0.23
Adjusted R−squared	0.17			0.23			0.28			0.20			0.17			0.30		

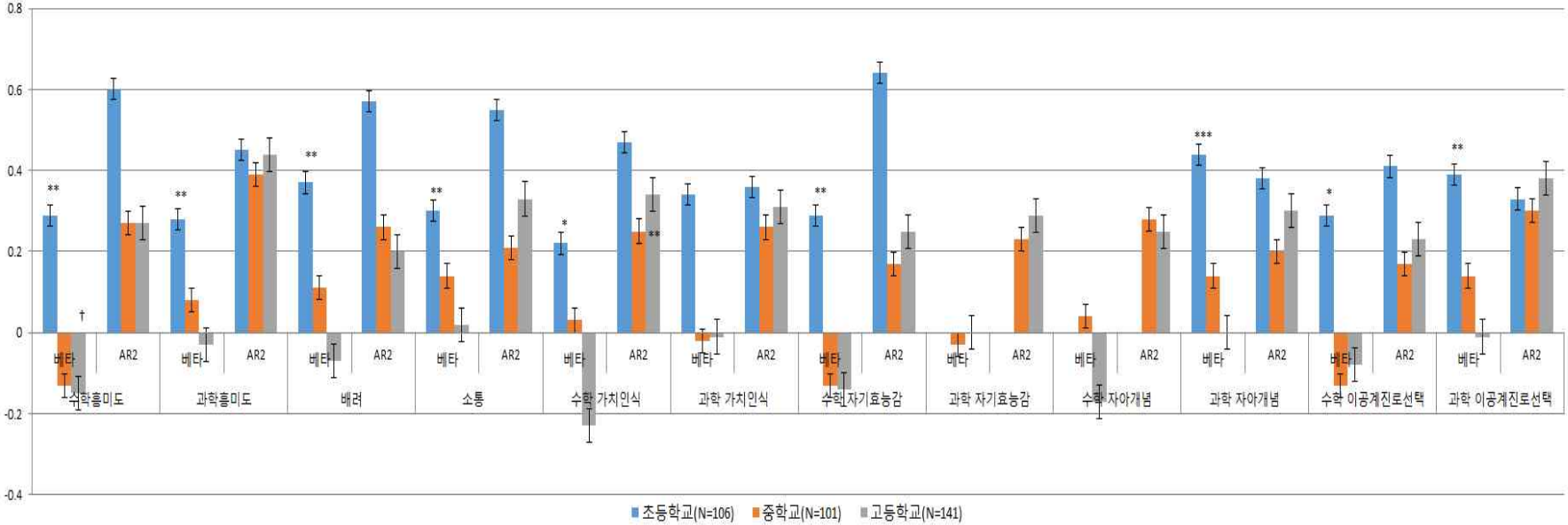
*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$, † $p < .10$

<표 6.12> 정의적 영역에 대한 STEAM 교육 효과: 고등학교 (N=141)

	수학 흥미도			과학 흥미도			배려			소통			수학 가치 인식			과학 가치 인식		
변수	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.491	***	0.07	0.57	***	0.05	0.52	***	0.09	0.61	***	0.07	0.57	***	0.07	0.55	***	0.07
실험 집단 여부	−0.15	†	0.09	−0.03		0.07	−0.07		0.08	0.02		0.08	−0.23	**	0.09	−0.01		0.08
intercept	1.44	***	0.21	1.17	***	0.17	1.47	***	0.28	1.11	***	0.21	1.36	***	0.21	1.27	***	0.21
Adjusted R−squared	0.27			0.44			0.20			0.33			0.34			0.31		

	수학 자기 효능감			과학 자기 효능감			수학 자아 개념			과학 자아 개념			수학 이공계 진로 선택			과학 이공계 진로 선택		
변수	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.44	***	0.07	0.55	***	0.07	0.48	***	0.08	0.55	***	0.07	0.48	***	0.07	0.63	***	0.07
실험 집단 여부	−0.14		0.09	0.00		0.09	−0.17		0.10	0.00		0.09	−0.08		0.10	−0.01		0.10
intercept	1.49	***	0.21	1.13	***	0.19	1.38	***	0.21	1.15	***	0.18	1.52	***	0.22	1.09	***	0.21
Adjusted R−squared	0.25			0.29			0.25			0.30			0.23			0.38		

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$, † $p < .10$



[그림 6.5] 정의적 영역의 하위 요소에 대한 학교급별 STEAM 교육의 효과

5. 결론 및 시사점

본 장에서는 초, 중, 고등학교 각 2개를 대상으로 학교 내에 STEAM 교육을 실시한 실험 집단과 STEAM 교육을 실시하지 않은 통제 집단으로 나누어 정의적 영역에 대한 사전과 사후 검사를 통해 STEAM 교육이 정의적 영역에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보았다.

결과에 따르면, 정의적 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성의 학교급별로 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 구체적으로, 초등학생의 경우 STEAM 교육은 거의 전 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나, 이와는 대조적으로 중학생의 경우 STEAM 교육은 모든 정의적 영역에 유의미한 영향을 미치지 못하였다. 고등학생의 경우 STEAM 교육은 오히려 수학 흥미도나 수학 가치 인식에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이러한 결과에 대해서는 보다 심층적인 분석이 필요할 것이나 다음과 같은 이유를 생각해 볼 수 있다.

첫째, STEAM 학교 실태 조사 결과가 보여 주듯, STEAM 교육은 입시에 대한 부담으로 인해 학교급으로 올라갈수록 시행 빈도가 줄어들고, 교사들이 STEAM 교육 시행의 어려움을 토로하고 있다는 점을 감안한다면, STEAM 교육은 초등학교 단계에서 가장 자주 이루어지며 또 제대로 이루어진다고 볼 수 있다. 이에 따라 STEAM 교육의 효과성이 초등학교 단계에서 가장 크게 나타날 가능성이 있다.

둘째, 요인 분석 결과에 따르면 고등학교 학생들의 정의적 영역의 신뢰도와 요인 부하량은 초등학교와 중학교 학생들의 결과에 비해 상대적으로 낮거나, 당초 측정하고자 하였던 구성 변인을 제대로 측정하지 못하는 문항들이 초등학교와 중학교 학생들에 비해 상대적으로 많았다. 이러한 측면은 고등학교 학생들에게 해당되는 정의적 영역이 다르게 측정될 수 있다는 것을 암시할 수도 있지만, 고등학교 학생들이 정의적 조사에 성심성의껏 참여하지 않았을 가능성도 배재하기 힘들다. 이러한 측면을 고려한다면, 고등학교 학생들에게서 목도되는 STEAM 교육의 부정적 효과에 대한 해석에 특별한 주의가 필요하다.

한편 STEAM 교육에 대한 교사들의 집단 토론 및 심층 면담에 참여한 학교 교사들의 말에 따르면, STEAM 교육을 통해 학생들은 스스로에 대한 능력 발견, 효능감 증가, 학습의 필요성 인식 및 흥미 증가, 친구들의 능력, 장점, 다양성을 이해, 친구들과의 협동, 관계 회복, 개선 및 이해, 그리고 적극적인 수업 참여, 수업 활동에 대한 열정적인 태도 등 다양한 영역에서의 인식과 태도의 변화 등을 나타낸다는 것이다.

뿐 만 아니라, 거의 나타나지 않았던 중학생들의 STEAM 정의적 성과와는 달리, 학교 STEAM 운영 현황 실태조사 및 교사의 STEAM 교육 실행 인식(CBAM) 실태조사의 결과, 초등학생과 고등학생과 마찬가지로, 중학생들의 STEAM 교육의 만족도는 매우 높은 것으로 나타났다. 학교 STEAM 운영 현황 실태조사의 결과에 따르면, 중학생들은 STEAM 교육에 대하여 만족 이상이 49.8%(대체로 만족, 41.6%, 매우 만족, 8.2%)로 불만족 수준 5.0%(대체로 불만족, 4.2%, 매우 불만족, 0.8%)보다 매우 높게 조사되었다. 또한, 교사의 STEAM 교육 실행 인식(CBAM) 실태조사의 결과에서도, 중학생들은 STEAM 교육에 대하여 만족 이상이 86.4%(매우 만족, 27.4%, 다소 만족, 59.0%)로 불만족 수준 13.7%(다소 불만족, 9.5%, 매우 불만족, 4.2%)보다 매우 높게 조사되었다.

교육의 만족도와 그에 따른 효과를 반드시 연관된다고 생각할 수는 없으나, 교사들의 집단 토론 및 심층 면담에서 나타난 것과 같이, 학생의 만족도는 궁극적으로 교육의 효과로 표출될 것이다.

제7장. STEAM 문제해결력 검사도구 개발 및 학생의 문제해결력 분석

1. 연구 내용

본 연구의 내용 중 하나는 초·중·고등학교 학생들이 학교에서 STEAM 교육을 받은 경험의 유무에 따라 융합적 문제해결력 수행에서 차이가 있는지를 알아보는 것이다. 이를 위해 STEAM 교육을 받지 않은 비교 집단과 STEAM 교육을 받은 실험 집단을 대상으로 융합적 문제해결력 검사지를 사전과 사후에 투입하여 통제반과 실험반에서 유의미한 차이가 있는지를 알아보는 연구를 수행하였다. 구체적인 연구 내용 및 절차는 다음과 같다.

첫째, 2014년 연구에서 개발한 융합적 문제해결력 검사지에서 미흡한 점을 수정·보완한다.

둘째, 2015년은 2014년과는 다른 주제의 융합적 문제해결력 검사지를 새롭게 개발하여 더 다양한 주제와 더 많은 수의 융합적 문제해결력 검사지를 확보한다.

셋째, 개발한 융합적 문제해결력 검사지의 타당도를 알아보고 검사지의 질을 높이기 위하여 STEAM 연구 경험이 있는 교수 및 교사연구회의 교사들을 대상으로 내용 타당도 조사를 실시한다.

넷째, 융합적 문제해결력 검사지의 경우 문항에 포함된 측정 요소가 논리비판적 사고, 창의적 사고, 경제적 사고, 융합적 소양, 설계 및 실행 등 매우 다양하여 검사지에 제시된 문제 상황, 학문 영역의 수준과 범위 등이 학생들의 융합적 문제해결력의 수행에 미치는 영향이 클 것으로 판단된다. 이에 2014년에 개발한 융합적 문제해결력 검사지와 2015년 연구에서 개발한 검사지를 적절하게 혼합하여 사전과 사후 평가 문항으로 사용한다. 이를 통해 개발한 검사지에 포함된 다양한 변수가 융합적 문제해결력 수행 수준에 미치는 영향을 알아본다. 하지만 올해 연구는 작년과 달리 STEAM을 실시하는 연구학교가 매우 줄어들어, 충분한 연구 대상과 수를 확보하기 어려워 융합적 문제해결력 검사지에 포함된

다양한 요소들의 세밀한 영향력 분석보다는 융합적 문제해결력 검사지의 주제가 달라지면 유의미한 차이의 여부도 달라지는지만 알아본다.

다섯째, 융합적 문제해결력 검사지에 사전 사후 모두 응답한 통제 집단과 실험 집단의 융합적 문제해결력의 응답 결과를 분석하여 융합적 문제해결력 측면에서 STEAM 교육을 받은 집단과 받지 않은 집단 간에 사전과 사후 검사에서 차이가 있는지를 조사한다. 본 연구의 연구 결과는 STEAM 교육이 학생들의 융합적 문제해결력 영역에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 중요한 실증적인 증거를 제시하고 있으며, 이를 통해 STEAM 교육에 대한 주요 정책 방향의 점검 및 개선 방향을 위한 기초 자료로 제공하고자 하였다.

2. 이론적 배경

본 연구는 2014년에 수행된 “STEAM 프로그램 효과성 제고 및 현장 활용도 향상 기본연구”의 후속 연구의 성격을 띠는 것이다. 이에 융합적 문제해결력 문항의 개발과 적용도 이전 연구에서 수행한 이론적 배경에 기반하여 검사지의 수정·보완 및 검사지의 추가 개발 형태로 수행된다.

2014년의 연구에서는 융합적 문제해결력의 정의 및 평가틀을 개발하고, 이에 기반하여 융합적 문제해결력의 예시 문항을 개발하였으며, 이를 사후 검사로만 시범적으로 적용하였다.

2015년 연구는 융합적 문제해결력의 효과를 실질적으로 검증하기 위해 사전과 사후 문항을 개발하고, STEAM 교육에 따른 효과성을 알아보고자 한다. 2015년 연구에서 새로 개발한 문항을 제시하기 전에 융합적 문제해결력에 대한 이해를 돕기 위해 먼저 융합적 문제해결력의 정의 및 인지 요소와 관련된 이론과 설명을 간략하게 제시하고자 한다.

가. STEAM 융합적 문제해결력의 정의

STEAM 교육이 기존의 과학 또는 수학 교육 내용과 방법과는 다른 차별적인 요소를 갖고 있으므로 융합적 문제해결력 또한 기존의 여러 교과에서 정의하고 있는 문제해결력과는 차별이 될 수 있도록 접근해야 할 것이다.

국제 학생들의 읽기와 과학 소양을 평가하고 있는 PISA의 문제해결 영역 전문가 위원회(Problem-Solving Expert Group: PEG)는 문제해결 영역을 인지적 과정이며, 범교과적이고, 실생활 문제에 기초하고 있다는 3가지 특징으로 제시하였다(이미경 외, 2004).

PISA의 문제해결력에 대한 정의에 의하면, 첫째, 문제는 해답이 분명하지 않고, 해결 과정이 명료하지 않아야 한다. 이것은 해결 과정이 열려 있는 상태이며 해결 방안을 찾기 위한 다양한 방법이 존재한다는 것이다.

둘째, 문제 상황과 내용이 적용 가능한 소양 영역이나 특정 교과 영역에 국한되지 않고 범교과적이어야 한다. 이것은 문제를 해결하기 위해서 여러 영역의 교과 지식을 동시에 적용하거나 연관 지어 사고하는 것이 필요하다는 것이다.

셋째, 현실적인 실생활 상황에서 만날 수 있는 문제이어야 한다. 이것은 학습자가 실생활에서 발생하는 문제 상황을 해결할 수 있는 능력이 요구된다는 것이다.

위와 같은 PISA의 문제해결력에 대한 정의는 '문제해결'이라는 동일한 목표를 추구한다는 관점에서 융합적 문제해결력과 매우 유사하다. 또한 개방적이며 범교과적인 실생활의 문제해결력이라는 관점에서 STEAM의 융합적 문제해결력을 정의하는 데 유용하게 활용할 수 있다.

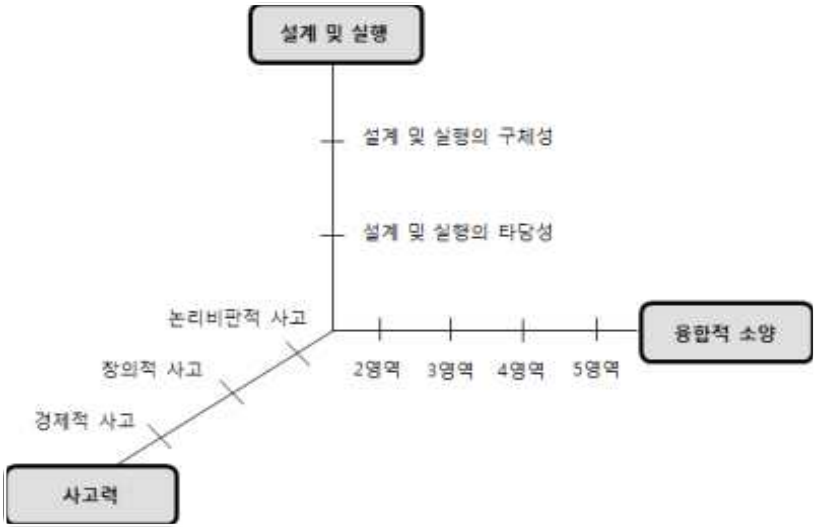
그러나 융합적 문제해결력은 '공학'과 '융합'의 관점에서 PISA의 문제해결력과 그 차이를 이야기할 수 있다. STEAM 교육은 과학/수학의 실용적 가치를 공학적(engineering) 접근으로 경험하고, 공학적 과정이나 창조적 설계 활동을 강조한다. 공학적 접근은 활용 가능한 자원을 이용하여 문제 상황의 제약(constraints)을 다양한 영역에서 고려하여 최적의 해결 방안을 모색하고, 실행한 후 효과를 검증하고자 하는 과정을 포함한다. 이 문제 상황의 제약을 이해하고 최적의 해결 방안을 모색하는 과정에서 다양한 영역의 내용과 사고 방법, 과학 개념과 탐구, 공학적 사고와 실행 등을 총체적으로 활용하는 '융합적' 사고가 요구된다.

따라서 STEAM의 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.

나. 융합적 문제해결력 평가틀의 구성 요소 및 특징

본 연구에서는 박현주 외(2014)의 융합적 문제해결의 평가틀을 활용하였다. 평가틀은 사고력, 설계 및 실행, 융합적 소양의 3가지 측면으로 구성된다(그림 7.1).



[그림 7.1] STEAM 교육의 융합적 문제해결력 평가틀

1) 사고력

STEAM 교육은 배려와 소통과 같은 감성적 차원이나 학습자의 태도, 흥미, 가치관과 같은 정의적 차원 그리고 아름다움의 추구와 같은 심미적 차원의 의식 활동을 포함하고 있지만, 융합적 문제해결에 필요한 사고력은 협의의 의미로서 감성적 차원과 구분된, 지식을 기반으로 하는 추론에 한정하기로 한다.

융합적 문제해결에는 창의적 사고, 논리적 사고, 비판적 사고, 시스템적 사고, 분석적 사고, 발산적 사고, 수렴적 사고, 종합적 사고, 독창적 사고 등 문제의 상황과 문제해결 과정의 단계에 따라 다양한 사고력이 요구된다. 그러나 이러한 사고력의 하위요소들은 상당 부분이 중복되므로, 평가틀에 있어서 사고력 차원의 구성과 평가의 실행에 어려움이 있을 수 있다. 이에 STEAM 교육의 융합적 문제해결의 평가에서 사고력 차원에서는 인지적 특성을 중심으로 최대한 중복을 피해 논리 · 비판적 사고, 창의적 사고, 경제적 사고의 3개 범주를 평가 요소로 설정하였다.

가) 논리 · 비판적 사고

논리 · 비판적 사고는 근거를 기반으로 판단하는 사고를 말한다. 이때 판단의 기준이 되는 근거는 과학적 사실이나 개념, 원리 · 법칙뿐만 아니라 객관적 관찰 사실이나 널리 알려진 상식, 역사적 지식과 같은 일반적인 정보들이 포함된다. 이 사고는 귀납법, 연역법, 귀추법, 가설연역적사고, 삼단논법, 시스템적사고, 비판적 사고 등으로, 이러한 사고 과정에서 추리, 예상, 분석, 종합, 문제 정의, 가설 설정, 모델 만들기, 평가, 검증 등이 사용되거나 이들이 결합된 다양한 활동이 이루어질 수 있다.

이들 사고 과정 또는 활동에 공통적으로 포함된 요소는 이유나 근거를 기반으로 자기주장을 하는 것이다. 그리고 주장의 이유나 근거가 타당할 때 진정한 의미가 있는 것이다. 이에 따라 이 차원의 평가에서는 이러한 특징의 포함 여부로 평가하기로 한다.

나) 창의적 사고

융합적 문제해결에 필요한 중요한 사고력 중 하나는 창의적 사고라고 할 수 있다. 창의적 사고의 정의와 하위요소에 대해서는 매우 많은 학자들의 논의가 있으나 공통적으로 창의적 사고에 대해 '새롭고 독특한 아이디어를 창출하는 능력'이라는 정의에 동의하고 있는 것으로 보인다. 또한, 하위요소에 대해서도 여러 논의들이 있으나, 토렌스 창의적 사고 검사(TTCT)의 평가 하위요소인 유창성, 유연성(융통성)과 같은 발산적인 요소들과 독창성, 민감성, 정교성, 재정의와 같은 요소들이 창의성 평가의 하위요소로서 국내외적으로 널리 언급되고 있다(Torrance, 2002; 2008).

그러나 본 연구의 융합적 문제해결력의 평가에서는 창의성의 독창성, 유창성, 유연성을 평가의 하위요소로 한정하여 평가하기로 한다. 이는 독창성, 유창성, 유연성은 창의적 사고 범주에서만 평가가 가능한데 반해, 다른 요소들은 논리·비판적 사고과정에서도 사용될 수 있다고 여겨지므로 평가 실행의 효율을 높이고자 하는 의도에서 중복 가능성이 있는 요소는 창의적 사고 범주에서는 제외한 것이다.

(1) 유창성

유창성은 빠른 시간에 많은 아이디어들을 떠올릴 수 있는 능력이다(한국교육심리학회, 2000). 유창성은 아이디어의 질보다는 양에 관심을 가지는 개념이다. 만약, 어떤 주제에 대해 주어진 시간동안에 100가지 아이디어를 생각해 내는 사람이 있다면, 이 사람은 동일한 시간에 10개의 아이디어를 생각해 내는 사람보다 더 유창성이 큰 사람이라고 할 수 있다. 융합적 문제해결 평가에서 문제의 발견, 해결방안의 구성등의 실행단계에서 최대한

다양하고 많은 아이디어를 생각하도록 요구함으로써 유창성을 평가할 수 있다.

(2) 유연성(융통성)

유연성은 고정적인 사고방식에서 벗어나 여러 각도에서 다양한 해결책을 찾아내는 능력으로 동떨어진 영역의 지식이나 아이디어들을 가져다 적용하는 행동으로 나타난다. 유연성은 고집스럽지 않고 열린 태도에서 비롯될 수 있으며, 특정 맥락에서 여러 영역들의 지식을 관련짓고 적용하는 정도를 통해 평가할 수 있다. 예를 들어 “벽돌을 이용해서 할 수 있는 일을 가능한 한 생각나는 대로 많은 아이디어를 쓰시오” 라는 문제를 주었을 때, 어떤 학생은 "아파트 짓기," "단독주택 짓기," "벽 쌓기," "다리 건설," "담장 높이기" 라고 썼다면 이 학생은 모두 ‘건설’ 영역에 해당하는 답을 썼으므로 유연성 점수는 ‘1’이다. 반면 다른 학생은 “집짓기,” “빻아서 가루로 만들어 소꿉놀이에 고춧가루로,” “부러진 책장다리를 대신해서 책장의 높이를 맞추는데 사용,” “변기의 물통 속에 넣어서 물 절약,” “대형 저울의 단위 추로 사용”이라고 썼다면, 5개의 답안에 대한 영역이 모두 상이하므로 유연성 점수는 5점이다. 하지만 아이디어의 개수는 두 사람 모두 5개이므로 유창성 점수는 5점으로 동일하다.

융합적 문제해결의 실행과정 중 ‘문제의 발견’이나 ‘문제의 해결방안 구상’ 단계에서 과학 및 기술적 원리와 수학적 원리, 심미적 감성과 배려뿐만 아니라 경영의 원리, 심리학의 원리, 인문학적 가치 등 해결방안을 구상하는 데 있어서 사고를 제한 없이 확장함으로써 다양한 분야의 지식들을 생각해내고, 이들을 적용하는 능력이 요구되며, 이 과정에서 얼마나 다양한 영역의 지식을 확장하여 사고해 가는가에 따라 사고의 유연성을 평가할 수 있다.

(3) 독창성

독창성은 기존의 것에서 벗어나 새롭고 독특한 아이디어를 산출하는 능력을 의미한다(한국교육심리학회, 2000). 창의적 사고의 궁극적인 목표는 사고의 독창성을 추구하는 데 있다는 점에서 독창성은 창의적 사고의 핵심이라고 여겨진다. 독창성의 평가는 기존에 공개된 바 없는 새로운 발상에 초점을 둔다. 따라서 다른 사람의 반응에는 없는 아이디어의 수로 채점할 수 있다. 또는 전 수험자 수에 대한 비율로 상대적인 점수를 부여할 수 있다.

융합적 문제해결의 실행과정 중 ‘문제의 해결방안 구상’에서 얼마나 새롭고 독특한 아이디어를 창출해 내는가를 통해 독창성을 평가할 수 있다.

다) 경제적 사고

경제적 사고의 하위요소로는 효용가치 즉 비용 대비 산출과 같은 부가가치의 개념, 규모로서 박리다매 또는 폭리소매의 개념, 대량생산, 소량생산 등의 양과 품종 및 개수의 개념, 최적의 조건 즉 타협할 수 있는 조건 제시 개념, 효율적인 의사결정 방법론의 채택 등이 포함된다. 이와 같은 하위요소들이 경제적 측면을 강조한다면 별도의 요소로서 모두 평가하는 것이 바람직하나, 융합적 문제해결력에서는 비용의 투입과 산출과 같은 경제적 개념이 아이디어 속에 들어 있는지, 그리고 그러한 아이디어의 채택이 경제적 측면에서 효용가치가 있는 것인지를 평가할 수 있다.

2) 설계 및 실행

STEAM 교육의 융합 문제해결력 평가에서는 실생활에서 직접 부딪치거나 실생활과 관련된 가상의 상황에서 일어난 문제의 해결 과정에 과학, 기술, 수학 등의 교과에서 학습하는 개념, 원리, 법칙, 기능을 최대한 활용하면서, 문제 해결 과정은 공학적 방법을 적용할 수 있는지가 중요한 의미가 있다.

이러한 방식은 과학과 공학의 다소 상이한 문제해결 과정을 고려한 것으로 해결방안에 이르는 과학의 탐구 과정보다는 그 결과의 실효성과 활용 가능성에 더 비중을 둔 것이라 할 수 있다. 즉, 과학의 탐구 과정은 가설 연역적인 방법에 의해 설정한 가설을 검증하거나, 귀납적인 방법에 따라 수많은 관찰과 실험을 통해 규칙성을 발견하거나, 귀추적 방법에 의해 귀납추론의 과정을 거쳐 가설을 설정하고 전제를 찾아내는 방법들이 사용되고 있다. 이에 반해 공학적 과정은 문제를 발견하고, 그 문제에 대해 다양한 해결책을 모색하며, 최선의 해결책을 선택하고 모델을 설정하고 모델의 적절성을 검증하고 평가하는 등 실생활에서 문제 해결의 실효성과 실용성에 초점을 둔다. 융합적 문제해결력의 설계와 실행 차원에서는 문제해결방안을 설계하고 이를 실행하는 능력을 평가하는 것이 가장 타당하다. 그러나 학교현장의 환경과 제반 여건을 고려하여 지필평가를 통해서 이 차원을 평가해야 한다면 문항에서 측정할 수 있는 인지과정이 제한적일 수밖에 없다.

본 연구에서는 이런 한계 내에서 설계와 실행 차원의 평가를 위해 해결방안의 설계방법과 실행방법에 대한 아이디어를 제시하도록 요구하고 이에 대한 타당성과 구체성을 하위요소로 하여 평가하도록 하였다.

가) 설계 및 실행의 타당성

설계 및 실행의 타당성은 학생이 제시한 해결방안 아이디어가 과연 제시한 문제를 해결하는데 타당한지를 기준으로 한다.

나) 설계 및 실행의 구체성

설계 및 실행의 구체성은 아이디어의 실현 방법을 얼마나 구체적이고 정교하게 제시하였는지를 기준으로 평가를 진행한다.

3) 융합적 소양 및 접근

융합적 문제해결력에는 과학과 기술적 상황에서 수학, 공학, 예술, 인문, 사회 등의 영역을 융합할 수 있는 소양이 요구된다. 과학 및 기술과 관련된 내용 지식 외에 타 영역의 지식과 기능을 적절하게 활용할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 보는 것이다. 따라서 융합적 접근의 차원에서는 문제를 인식하고 해결방안을 제시하는 데 있어서 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등을 포함하는 다양한 영역의 지식과 사고 기능들을 활용할 수 있는가를 평가한다. 융합적 소양 및 접근 차원에서는 학생의 사고가 얼마나 다양한 영역까지 확장되어 있으며, 그것들을 문제와 연관을 지어 생각할 수 있는지를 평가의 기준으로 한다. 따라서 학생이 문제해결과정 중 문제점을 인식하거나 해결방안을 생각할 때 사용하는 영역의 수를 점수화하는 방식으로 평가한다.

3. 융합적 문제해결력 검사지 및 평가 척도 개발

가. 융합적 문제해결력 검사지

1) 사전 검사지 문항의 수정·보완

본 연구에서는 먼저 2014년 연구에서 개발한 '경사진 언덕길에 보행도로 만들기', '엽록체 이식 인간', '특명! 지구를 살려라', '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기'를 주제로 하는 총 4세트의 융합적 문제해결력 검사지를 수정 보완하였다. 이 문항들은 2015년 연구에서 사전과 사후 검사지로 투입하기 위한 것이다. 2014년의 연구에서 개발했던 융합적 문제해결력 검사지에 대해 2015년 연구에서 수정·보완한 내용은 <표 7.1>와 같다.

<표 7.1> 융합적 문제해결력 문항 수정 이유와 내용

문항 주제	수정·보완의 이유	수정·보완 내용
경사진 언덕길에 보행도로 만들기	• 보행도로의 의미를 횡단보도로 오해한 경우가 있었음 • '언덕길을 걸을 때 불편했던 점'으로 제시하여 본인이 경험했던 것에 한정할 가능성이 있음	• 해당 문항에 "길이 100m, 폭 5m의 보행도로를 길 양쪽에 설계할 때" 라고 다시 한 번 명시함 • '언덕길을 걸을 때 불편할 것으로 예상되는 점'으로 수정함
특명 ! 지구를 살려라	• '가장 심각하다고 생각하는 문제점'에 대한 의미 애매함	• '문제점'을 '환경오염'으로 구체화함
엽록체 이식 인간	• 엽록체 이식의 실현가능성을 제시할 필요 • 해결 방안의 설계 소문항에서 '해결 방안'을 한 문장으로 제시하고, 구체적인 방안을 기술하게 하는 것은 중복이라는 지적이 있었음	• 문두에 엽록체 이식을 생각하기 전 다양한 가능성을 현실로 바꾼 인간의 잠재력을 제시함 • "문제점을 해결할 수 있는 최선의 방안을 구체적으로 제시하는 것으로 질문의 수를 줄임
'화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기'	• 화성 외의 태양성 행성에 대한 설명 불필요 • 화성 탐사 시 고려할 점에 대한 의미 애매함 • 문제를 해결하는 데 '필요한 과목, 지식, 기능'을 기술하는 것에 대해	• 화성에만 한정하여 문제 상황을 제시함 • 고려할 점을 문제점으로 수정함 • '해결 방법'과 '근거'로 수정함 • 화성 탐사를 위한 최선을 계획을 제시하고 수정함

	다른 주제의 문항과 통일할 필요 • 화성 탐사 계획을 세우라는 것을 구체화할 필요	
모든 문항 공통	• ‘학문적인 근거를 제시하는 것’에 대한 의미를 다양하게 파악 • 문제 상황을 해결하는 과정에 필요한 ‘고려할 사항’에 대한 의미 해석의 어려움 • ‘근거와 이유’를 기술함에 있어 ‘근거’와 ‘이유’의 구분 어려움 • 해결 방법의 설계의 경우 앞 문항에서 기술한 것을 종합하여 글, 그림 등으로 제시할 것을 명시함	• 학문적인 근거를 쓰는 예시를 다음과 같이 제시하여, 학생들의 답안 기술을 도움. “예시) 문제점: 유리잔이나 도자기잔은 깨지기 쉽다. 해결 방법: 플라스틱으로 만든다. 근거: 플라스틱은 물리적인 충격을 받아도 깨지지 않는다.” • ‘고려할 사항’을 ‘문제 해결 방법’으로 수정함 • ‘근거와 이유’를 ‘근거’로 단순화함 • “앞 문제에서 생각한 사항을 정리하여 보행도로를 만들기 위한 최선의 설계안 하나를 제시하세요.”로 수정함

모든 주제의 걸쳐 공통으로 수정·보완한 사항은 다음과 같다.

첫째, 2014년 연구에서 융합적 문제해결력 각 검사지의 2번 문항에 대해 응답한 결과를 보면 논리 비판적 사고, 융합적 사고를 제대로 기술하지 못하는 사례가 있음을 알 수 있었다. 이에 2015년에 수정·보완하였거나 새로 개발한 각 검사지의 2번 문항에 다음과 같은 작성 예시를 포함하였다.

> “해결할 수 있는 방법들과 그렇게 주장하는 학문적인 근거를 쓰세요. 더 많은 사항이 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요. 근거란 여러분의 생각을 뒷받침하는 지식을 말합니다. 근거를 쓸 때는 과학, 수학, 국어, 사회, 경제, 기술, 공학, 환경, 의학, 예술 등과 관련하여 알게 된 지식을 최대한 사용하면 됩니다. 다음 예시를 참고하세요.
>
> 예시) 문제점: 유리잔이나 도자기잔은 깨지기 쉽다.
>
> 해결 방법: 플라스틱으로 만든다. 근거: 플라스틱은 물리적인 충격을 받아도 깨지지 않는다.”

이러한 예시를 제공함으로써 학생들이 문제점 또는 제약 요소, 문제점 해결 방법, 이에 대한 근거를 어떻게 기술해야 하는지에 대한 이해에 도움이 될 것이라고 보았기 때문이다.

둘째, 문제로 인식한 것을 해결하는 방법을 모색하는 단계에 대한 물음이다. 이에 대해 2014년 검사지에서는 문제를 해결하기 위해 '고려할 사항'과 '그 근거와 이유'를 기술하도록 하였다. 2015년 검사지에서는 1번 문항에서 이미 '고려할 사항'은 질문이 제시되었고, 근거와 이유는 의미가 중복되는 측면이 있기 때문에 질문의 중복을 피하기 위해 2번 문항에서는 1번 문항에서 제시한 고려 사항 또는 문제로 생각하는 것에 대한 '해결 방법'과 '그 근거'를 기술하는 것으로 학생들이 작성할 내용을 수정하였다.

주제별로 수정·보완한 사항은 다음과 같다.

초·중·고등학교 공통 문항으로 개발했던 '경사진 언덕길에 보행도로 만들기'의 경우 문항 수정·보완한 이유는 다음과 같다.

첫째, 이 문항의 경우 2014년 연구에서 채점을 했을 때, 학생들이 문항이 요구하는 의미를 잘못 해석하는 경우가 있음을 알 수 있었다. 연구진은 보행도로란 차도의 갓길을 이용하여 사람들이 주로 다닐 수 있도록 만든 길로 생각한 반면, 일부 초등학생들 중에는 이 도로를 횡단보도로 착각하고 응답한 경우가 있었다. 이에 2015년 문항에서는 해당 소문항에도 "길이 100m, 폭 5m의 보행도로를 길 양쪽에 설계할 때"라고 명시하였다.

둘째, 언덕길에 보행도로를 만들 때, 과거의 본인 경험에 대해 기술하는 것에서 만일 급경사의 언덕길을 걷는다면 불편할 것으로 예상되는 것을 기술하는 문제로 수정하였다. 그 이유는 급경사의 언덕길을 걸어본 적이 없는 학생들도 있을 것이며, 보다 다양한 응답을 기술할 수 있도록 하기 위함이었다.

초등학교용 문항으로 개발했던 '특명! 지구를 살려라'의 경우 가장 심각하다고 생각하는 문제점을 제시하라고 하였는데, 이 문제점은 환경오염에 한정된 것이므로 '문제점'을 '환경오염'으로 명료화하는 부분을 수정·보완하였다.

중학교용 문항으로 개발했던 '엽록체 이식 인간'의 경우 문제 상황을 보다 친절하게 설명하였으며, 질문의 수를 줄여 학생들의 응답 부담을 줄이고자 하여 수정·보완하였다.

고등학교용 문항으로 개발했던 '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기'의 경우 수정·보완한 내용은 다음과 같다.

첫째, 태양계의 화성 외 다른 행성에 대한 설명은 삭제하여 문제 상황을 단순화시켰다.

둘째, 화성 탐사 시 '고려할 점'을 '문제점'으로 수정하여 묻고자 하는 것을 명료화시켰다.

셋째, 문제를 해결하는 데 '필요한 과목, 지식, 기능'을 기술하는 것에 대해 다른 주제의 문항과 통일할 필요가 있어, 해결 방법'과 '근거'로 수정하였다.

넷째, '화성 탐사 계획을 세우라.'라고 질문하는 것을 구체적으로 요구할 필요가 있다고 판단되어, '화성 탐사를 위한 최선을 계획을 제시하라.'로 수정하였다.

2) 사후 검사지 문항의 개발

2015년 연구에서 융합적 문제해결력 문항으로 새로 개발한 주제는 ‘교차로 설계’, ‘폭염에 견디는 옷 디자인’, ‘기능성 옷 디자인’, ‘바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기’, ‘노인을 위한 신발 디자인’이다. 개발한 5개 주제의 검사지는 2014년에 개발한 융합적 문제해결력의 평가틀, 문항 유형, 채점 기준, 초·중·고등학교 학생들의 문제해결 수준을 고려한 것이었다.

‘교차로 설계’ 문항은 사전 문항으로 투입한 ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기’와 마찬가지로 문제를 해결하는 데 있어서 특별한 내용에 관한 지식이 필요하지 않으며, 오히려 공학적 설계와 실행에 대한 아이디어를 끌어내는데 강점이 있다. 따라서 초·중·고 모든 수준의 학생들에게 적용 가능하며, 그 결과는 학교급별 학생 수준에 따른 반응을 분석하는 데에도 활용 가능하다.

‘폭염에 견디는 옷 디자인’ 문항은 환경오염과 과학적 지식이 요구되지만 사전 문항으로 투입한 '특명! 지구를 살려라'와 같은 문항처럼 폭염과 같은 기상 이변이 지구촌 전체의 문제로 심각하게 여겨지고 있는 상황에서 초등학생들도 초등 수준의 지식을 사용하여 해결할 수 있는 문제라 판단되어 초등학교에 적용하였다. 그에 비해 ‘기능성 옷 디자인’ 문항은 폭염과 폭우를 모두 대비할 수 있는 옷을 디자인하는 것으로 조금 복잡하다고 판단하여 중학교 이상의 학생에게 투입하는 것이 적절하다.

‘바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기’는 사전문항으로 투입한 ‘엽록체 이식 인간’ 문항처럼 특별히 창의적 사고의 평가에 더 비중 있게 사용할 수 있는 문항이다. ‘바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기’는 현재로써는 불가능한 가상적 상황이므로, 학생들은 이러한 가상의 상황에 대해 발산적으로 사고하면서 사고의 유창성과 유연성 및 독창성을 더욱 발휘할 수 있을 것으로 기대하였다.

고등학교의 경우 ‘노인을 위한 신발 디자인’은 사전문항으로 투입한 '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기' 문항처럼 본 연구에서 개발한 문항 중 가장 높은 수준의 인지능력을 요구하는 문항으로 중·고등학교 수준에서 적용하기에 적합한 것으로 판단하였다.

3) 검사지의 내용 타당도 검사

2015년에 수정 보완 또는 새로 개발한 융합적 문제해결력 검사지에 대해 STEAM 교육에 대한 연구 경험이 있는 교수 3명과 STEAM 프로그램을 운영해 본 교사 4명을

대상으로 평가틀, 채점 기준, 융합적 문제해결력 문항을 제공하고 내용 타당도 조사를 실시하였다. <표 7.2>, <표 7.3>와 <표 7.4>는 내용 타당도 조사를 위해 제공한 채점시 고려 사항, 채점 준거와 내용 타당도 검사지이다. 내용 타당도 조사지의 1번은 융합적 문제해결력 검사지의 하위 문항 1번에 대해 창의적 사고로 측정하기에 적합한지, 조사지의 2, 3, 4번은 융합적 문제해결력 검사지의 하위 문항 2번에 대해 논리·비판적 사고, 경제적 사고, 융합적 사고를 측정하기에 적합한지, 조사지의 5번은 융합적 문제해결력 검사지의 하위 문항 3번에 대해 설계 및 수행을 측정하기에 적합한지를 5점 리커트 척도로 응답하는 문항이다.

<표 7.2> 채점 시 고려 사항

- 한 세트의 검사지는 3개의 문항이 순차적으로 구성되어 있음.
- 1 번 문항은 불편 또는 고려할 점을 인식하는 문제 발견 단계임. 이 단계에서 학생들의 창의적 사고를 평가할 수 있음. 물론 학생들이 기술한 내용에서 논리·비판적 사고, 경제적 사고나 융합적 소양이 제시될 수 있으나 가채점 결과 일부 학생들만 제시하는 경향이 있어 이 영역의 평가는 제외함.
- 2 번 문항은 문제점에 대한 해결 방안들을 끌어내는 단계로 근거를 들어 해결 방안을 제시해야 함. 따라서 논리·비판적 사고, 경제적 사고, 융합적 소양 영역을 평가할 수 있음.
- 3 번 문항은 설계에 초점을 둔 것이므로 설계 및 실행 영역을 평가할 수 있음. 2번 문항에 경제적 사고와 융합적 소양을 표현하지 않고 3번에서 표현한 경우 3번에서 이 영역을 평가함.

<표 7.3> 채점 준거

차원		하위 영역	점수 및 채점 1준거
사고력	논리·비판적 사고	추리, 예상, 분석, 종합, 비판, 유추, 가설설정	이유 또는 근거를 들어 주장하는 것 (1) 0점 : 무응답 또는 질문과 전혀 관계없는 응답 (2) 1점 : 주장 또는 근거 중 1가지만 제시 (3) 2점 : 주장과 근거 모두 제시 ※ 이 영역은 학습자 능력 중심으로 채점이 됨. 만점의 개념이 아니라 학생이 기술한 답안의 개수에 따라 점수가 결정됨, 예를 들면, 학생의 기술한 답이 5개이고, 각 답이 모두 2점을 받을 경우, 총 10점임 ※ 하지만, 다른 평가 영역 점수와 균등화시키기 위해 최고점을 기준으로 3분위로 구분하여, 0, 1, 2, 3점으로 환산하였다.
	창의적 사고	유창성	아이디어의 수 (1) 0점: 무응답 (2) 1점: 아이디어 수 다양성 33%이하 (3) 2점: 아이디어 수 다양성 34% ~ 66% (4) 3점 : 아이디어 수 다양성 67%이상

			※ 학급 단위에서 가장 많은 수의 아이디어를 제시한 답안을 100%로 하여 다른 답안을 상(3점), 중(2점), 하(1점)로 평가함.
		유연성	서로 다른 범주로 묶이는 아이디어 범주의 수 (1) 0점 : 무응답 (2) 1점 : 범주 다양성 33% 이하 (3) 2점 : 범주 다양성 34%~66% (4) 3점 : 범주 다양성 67%이상 ※ 서로 다른 범주로 묶이는 아이디어 범주의 수를 기준으로 범주 다양성이 가장 큰 것을 100%로 하여 상(3점), 중(2점), 하(1점)로 평가함.
		독창성	아이디어의 희소성 (1) 0점 : 무응답 (2) 1점 : 아이디어 6명 이상 중복 (3) 2점 : 아이디어 3~5명 중복 (4) 3점 : 아이디어 1~2명 중복 ※ 사전 screening: 다른 학생의 답안에 비해 독특하다 판단되는 답안에 1차적으로 post-it을 붙인다.
	경제적 사고	경제적 효용 가치와 규모 및 최적 개념	비용의 투입과 산출과 같은 경제적 개념을 기술할 뿐만 아니라 가장 효율적인 최적의 선택을 제시함 (1) 0점 : 무응답 (2) 1점 : 아이디어만 제시 예) 경사로를 올라가는 것은 힘들므로 에스컬레이터를 설치한다. (3) 2점 : 경제적 개념만 제시 예) 경사로에 장애우를 위한 에스컬레이터를 설치한다. 그러나 비장애인들이 모두 이용하면 전기료가 많이 나옴 (4) 3점 : 경제적 개념과 최선의 선택 예) 경사로에 장애우를 위한 에스컬레이터를 설치한다. 그러나 비장애인들이 모두 이용하면 전기료가 많이 나오므로 장애우 ID카드를 접촉했을 때만 작동하도록 한다.
설계 및 실행	설계의 타당성		설계 내용이 문제 해결에 타당하며, 과학기술원리를 반영함 (1) 0점 : 무응답 (2) 1점 : 제시한 내용이 타당하지 않음 (3) 2점 : 과학기술원리를 반영하지 않음 (4) 3점 : 과학기술원리를 반영함
	설계의 구체성		설계 내용을 상세하고 구체적으로 제시함 (1) 0점 : 무응답 (2) 1점 : 내용이 불분명함 (3) 2점 : 개략적으로 제시 (4) 3점 : 구체적이고 상세하게 제시
융합적 소양	과학, 수학, 기술/공학, 예술 등		서로 다른 학문적인 근거를 제시하였으며, 그 내용이 타당함 (1) 0점 : 무응답 (2) 1점 : 1개 분야 제시 (3) 2점 : 2~3개 분야 제시 (4) 3점 : 4개 이상 분야 제시

<표 7.4> 융합적 문제해결력 검사지의 내용 타당도 조사지

번호	문항 내용	매우 동의	동의	보통	동의하지 않음	전혀 동의하지 않음
1	이 문항은 창의적 사고를 평가하기에 적합하다.					
2	이 문항은 논리·비판적 사고를 평가하기에 적합하다.					
3	이 문항은 경제적 사고를 평가하기에 적합하다.					
4	이 문항은 융합적 소양을 평가하기에 적합하다.					
5	이 문항은 설계 및 실행의 타당성과 구체성을 평가하기에 적합하다.					

내용 타당도 검사 결과는 다음과 같았다. 하위 문항 1번은 창의적 사고와 경제적 사고에 대해 1점 만점 기준으로 평균 내용 타당도는 각각 0.74이었고, 설계 및 수행에 대해 평균 내용 타당도는 0.86, 논리·비판적 사고는 0.89, 융합적 사고에 대한 평균 내용 타당도는 0.91로 나타났다. 창의적 사고와 경제적 사고를 측정하는 평가 항목이 다른 것에 비해 다소 낮고, 융합적 사고를 측정하는 평가 항목의 내용 타당도가 가장 높음을 알 수 있었다. 문항의 내용 타당도에 대해 응답자가 제시가 자유 응답 사항은 <표 7.5>와 같았다.

<표 7.5> 문항의 내용 타당도와 관련하여 제안된 의견

- 융합적 문제해결력 평가는 우리나라에서는 흔하게 이루어지지 않는 연구내용으로 신선하고 참신한 연구임.
- 초창기 이러한 연구가 진행될 때 많은 연구들이 창의성 측정 도구와 문제해결 측정 도구에서 수정 보완한 형태로 연구를 진행했기에 그 차별성과 독자성이 항상 화두가 되어 옴.
- 융합적 문제해결을 바라보는 관점의 정립을 모형으로 구성하였는데 이미 완료된 연구인 것 같으나 평가틀에 제시된 세 개의 축에 대한 논의는 이 측정도구 개발에 있어 매우 중요한 부분이라서 이 부분에 대한 전문가의 면밀한 검토가 필요할 것으로 생각됨. 융합적 문제해결력 평가 도구의 근본적인 바탕이며, 검사지의 타당도를 제공하는 것이기 때문임.
- 문항 채점 기준을 문항의 특성을 반영하여 구체적으로 세워야 함. 즉, 문항 구성을 봤을 때 문항에 따라 세부적으로 채점기준이 고려되어야 할 것으로 생각됨.
- 평가의 경제성도 함께 고려하여 문항의 세부 채점기준에 반영하여야 함. 세부 문항에서 채점하고자 하는 구성(construct)이 선명하기에 채점의 타당도와 객관도 확보를

위해 세부 문항별 채점기준을 구체적으로 정비해야 할 필요가 있음.

- 향후 지필 평가의 한계점을 생각해서 Think aloud 등 다양한 형태의 자료 수집 방법에 대한 고민해보아야 할 필요가 있음.
- [타당성 검토] 실제 문제해결의 과정에서는 아이디어 생성만큼 중요한 것이 최종 아이디어 선정에서 “합리적인 결정을 했느냐”인데 이 과정이 이 조사도구에서는 선명하게 드러나지 않는 것이 가장 큰 문제임.
- [타당성 검토] “문제발견”에 해당하는 문항(1)에서 창의적 사고를 평가하는데 학문적으로 “문제를 확인하는 것(Identifying or discovering a given Problem)"은 오히려 창의성을 평가하는 발산적 사고와 거리가 멈. 독창적이라고 해서 문제의 발견이 잘 된다는 보장이 없음. 오히려 아이디어 생성이 창의적 사고와 밀접한 관련을 가짐. 용어를 변경하거나 서술을 점검할 필요가 있음.
- 각 주제의 1번 문항 관련(주로 창의적 사고를 평가하는 문항으로 개발됨)
- ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기’, ‘교차로 설계’, ‘바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기’, ‘화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기’ : 문제 상황을 인식한다는 면에서 의미가 있으나, 창의적 사고와 더불어 논리적 사고를 요구하고 있으므로 이 두 가지 영역을 모두 채점해야 함.
- ‘엽록체 이식 인간’, ‘폭염에 견디는 옷 디자인’: 이 문항은 발산적 사고를 요구하므로 창의적 사고 검사문항으로 적절하다고 판단함.
- ‘노인을 위한 신발 설계’: 창의적 사고와 더불어 융합적 사고가 요구되는 문항임.
- 각 주제의 2번 문항 관련(주로 논리·비판적 사고, 경제적 사고, 융합적 사고를 평가하기 위해 개발한 문항임).
- ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기’: 논리적 사고를 검사하기에 적절함. 단, 초등학교의 경우 채점 시 ‘근거’를 어디까지 정답으로 판단할지 고민될 가능성이 있음. 경제적 사고를 채점할 때, 경제성 또는 효율성에 대한 판단 기준이 모호하다는 공통적인 한계가 있음. 융합적 사고는 검사도구로서 적절함.
- ‘폭염에 견디는 옷 디자인’: 다른 문항에 비해 경제적 사고를 측정하기에 보다 유리할 듯. 즉, 개인적 경험과 직접 관련됨.
- ‘노인을 위한 신발 설계’: 다른 문항에 비해 논리적 사고 판단 기준이 다소 모호함. 경제적 사고를 채점할 경우, 경제성 또는 효율성에 대한 판단 기준이 모호하다는 공통적인 한계가 있음. 주제의 특성에 의해 다른 문항에 비해 융합적 사고 비율이 높게 나올 가능성이 있음.
- 각 주제의 3번 문항 관련(설계 및 수행 능력을 평가하기 위해 개발한 문항임).
- 각 주제의 3번 문항에서 측정하고자 하는 설계 및 실행 능력 평가의 경우 검사도구로서 적절함. 단지, 응답자의 태도(성실성)에 따라 편차가 클 듯. 특히, 그림을 그릴 경우.

자유 응답의 내용에 대해서는 본 연구에서 융합적 문제해결력 문항을 수정하는데 반영하기 어려웠다. 그 이유는 이를 반영하기 위해서는 이론적 연구, 융합적 문제해결력 평가틀의 수정 등 상당한 수준에서 융합적 문제해결력의 이론 연구, 평가틀 수정, 평가 척도의 수정 등에서 상당한 정도의 재연구가 요구되기 때문이다.

따라서, 이러한 지적 사항은 차기 연구에서 반영하는 것이 적절하다고 판단하였다. 융합적 문제해결력 검사지의 평가틀, 평가 척도, 검사지에 대해 의미 있는 지적 사항을 다음 연구에 반영할 내용은 다음과 같다.

첫째, 융합적 문제해결력 평가틀의 타당도 연구이다. 이 연구는 개발된 검사지, 개발된 검사지에 대해 학생들의 Think aloud 등 다양한 형태의 자료 수집 등을 통해서 평가틀을 수정·보완하는 피드백 과정이 이루어져야 한다.

둘째, 각 주제의 1번 문항에서 측정하고자 하는 창의성 평가 도구로서의 적정성을 높이기 위한 개선 노력이다. 현재 1번 문항은 주어진 문제 상황을 파악하고, 제약점이나 문제점을 발견하는 단계로 구성되어 있다. 내용 타당도 검사에서 한 교수는 “문제발견”에 해당하는 각 1번 문항에서 창의적 사고를 평가하는데 학문적으로 “문제를 확인하는 것(Identifying or discovering a given Problem)"은 오히려 창의성을 평가하는 발산적 사고와 거리가 멀다고 기술하였다. 즉, 독창적이라고 해서 문제의 발견이 잘 된다는 보장이 없고, 오히려 아이디어 생성이 창의적 사고와 밀접한 관련을 가진다고 하였다. 하지만, 연구자들이 개발한 각 주제의 1번 문항은 문제상황을 파악하고, 문제점이나 제약점을 최대한 발견하도록 요구하고 있다. 이것은 각 주제의 2번 문항에서 문제 해결을 위한 아이디어 생성으로 이어지고 있는 것이다.

따라서 본 연구의 연구자들의 이러한 의도가 충분히 반영되었는지를 점검할 필요가 있다고 생각된다. 셋째, 각 주제에 따라 측정하고자 하는 영역의 범위가 다소 달라지고, 측정의 타당성에 영향을 미칠 가능성이 있다는 점이다. 예를 들면, 보행도로 만들기의 경우, 문제 상황을 인식한다는 면에서 의미가 있으나, 창의적 사고와 더불어 논리적 사고를 요구하고 있으므로 이 두 가지 영역을 모두 채점해야 할 필요가 있다. 또한, 초등학교의 경우 채점 시 ‘근거’를 어디까지 정답으로 판단할지 고민될 가능성이 있고, 경제적 사고를 채점할 때, 경제성 또는 효율성에 대한 판단 기준이 모호하다는 한계가 있다고 융합적 문제해결력 문항의 내용 타당도와 관련하여 한 평가자가 문제 제기를 하였다. 즉, 문항에서 개발된 주제에 따라 측정하고자 하는 요소의 적절성에 영향을 줄 가능성이 있기 때문에 문항 개발에 주의가 요구됨을 알 수 있었다.

4) 사전과 사후 검사지 문항의 적용

2014년 연구에서 개발한 융합적 문제해결력 검사지와 2015년도 연구에서 추가로 개발한 검사지의 적용은 <표 7.6>과 같이 이루어졌다.

초등학교의 경우, 통제군과 실험군 모두 사전 검사지는 ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기’와 '특명! 지구를 살려라'를, 사후 검사지는 한 학교는 ‘교차로 설계’와 ‘폭염에 견디는 옷 디자인’, 다른 학교는 ‘기능성 옷 디자인’과 ‘바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기’를 투입하였다. 이렇게 사전과 사후를 다른 검사지로 투입한 이유는 기억이나 연습에 의한 효과를 방지하기 위한 것이었다. 또한 두 개 학교의 사후 검사지를 다르게 투입한 것은 검사지의 주제가 다른 것이 융합적 문제해결력에 영향을 주는지를 알아보기 위한 것이었다. 이러한 맥락에서 중학교와 고등학교도 사전 문항은 동일하게 투입하고, 사후 문항은 사전 문항과 달랐으며, 두 학교에 투입되는 문항 세트도 달랐다. 학생들은 투입된 검사지를 약 40~50분 동안 해결하도록 하였다.

효과성의 검증을 위해서 가능한 지역적 문화적 차이와 같은 환경적 변인을 최대한 통제할 수 있도록 하여야 한다. 하지만, 본 연구에 투입할 수 있는 STEAM 연구학교가 매우 제한적이어서 표집 가능한 실험군의 대상이 매우 부족하였다. 즉, 융합적 문제해결력의 수행에 영향을 미칠 가능성이 있는 다양한 변인을 통제하는 것은 어려움이 있다고 판단하였다. 단지, STEAM 교육을 시행하고 있는 학급과 실시하고 있지 않은 학급의 STEAM 교육 효과성 검증을 위한 최소 인원수는 확보할 수 있도록 통제군과 실험군 각각 연구 대상이 30명 이상이 될 수 있도록 선정하였다.

<표 7.6> 학교급별 투입한 사전과 사후 검사지의 주제와 응답 수

구분	통제군		실험군	
	사전	사후	사전	사후
초등	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, '특명! 지구를 살려라’ (20명)	교차로, 폭염 (20명)	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, '특명! 지구를 살려라’ (16명)	교차로, 폭염 (16명)
	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, '특명! 지구를 살려라’ (57명)	기능성 옷 디자인, 주택 (57명)	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, '특명! 지구를 살려라’ (55명)	‘기능성 옷 디자인’, 주택 (55명)

중학교	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, 엽록체 이식 인간 (27명)	‘기능성 옷 디자인’, '특명! 지구를 살려라’ (27명)	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, 엽록체 이식 인간 (28명)	‘기능성 옷 디자인’, '특명! 지구를 살려라’ (28명)
	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, 엽록체 이식 인간 (30명)	교차로, 주택 (30명)	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, 엽록체 이식 인간 (28명)	교차로, 주택 (28명)
고등학교	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기’ (12명)	‘기능성 옷 디자인’, 엽록체 이식 인간 (12명)	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기’ (26명)	‘기능성 옷 디자인’, 엽록체 이식 인간 (26명)
	경사진 언덕길에 보행도로 만들기, '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기’ (47명)	교차로, ‘노인을 위한 신발 디자인’ (47명)	보행도록, '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기’ (55명)	교차로, ‘노인을 위한 신발 디자인’ (55명)

초, 중, 고등학교 모두 사전 문항에는 ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기’ 문항을 포함시켰는데, 그 이유는 이러한 주제의 문제를 해결하는 데 있어서 특별한 내용에 관한 지식이 필요하지 않으며, 오히려 공학적 설계와 실행에 대한 아이디어를 끌어내는데 강점이 있는 것을 고려한 것이었다. 또한 이 결과는 학교급별 학생 수준에 따른 반응을 분석하는 데에도 활용 가능하다.

초등학교의 경우, 공통적인 검사지인 ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기’ 외에 '특명! 지구를 살려라', ‘기능성 옷 디자인’, ‘기능성 옷 디자인’, ‘바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기’와 같은 주제로 구성한 검사지를 적절하게 혼합하여 투입하였다. 이러한 주제의 융합적 문제해결력 문항은 초등학교 수준에서도 해결 가능한 것이라 판단하여 투입하였다. 예를 들면, '특명! 지구를 살려라'와 같은 주제의 융합적 문제해결력 검사지의 경우 문제 파악 및 해결 과정에 과학과 환경에 관한 지식이 요구되기는 하나 최근 환경오염의 문제는 여러 대중매체 등을 통해서 지구촌 전체의 문제로 심각하게 여겨지고 있는 상황에서 초등학생들도 기본적인 관심과 기초 지식으로 해결할 수 있는 문제라 판단되어 초등학교에 적용한 것이다.

중학교의 경우, ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기’와 같은 공통적인 주제의 문항 외에 이질적인 문항 주제로 ‘엽록체 이식 인간’, ‘기능성 옷 디자인’, ‘바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기’, ‘교차로 설계’와 같은 주제로 구성한 검사지를 적절하게 혼합하여 투입하였다. 이 주제들은 초등학교에서 투입한 검사지의 주제와 대부분 중복되는 것이다. 단지, ‘엽록체 이식 인간’ 문항은 초등학생들은 해결이 어렵고, 중학생들이 문제 파악 및 해결 방안 모색이 가능할 것으로 보아 중학교만 투입한 것이다.

고등학교의 경우, ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기’와 같은 공통적인 주제의 문항 외에 이질적인 문항 주제로 '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기', ‘엽록체 이식 인간’, ‘기능성 옷 디자인’, ‘교차로 설계’, ‘노인을 위한 신발 디자인’과 같은 주제로 구성한 검사지를 적절하게 혼합하여 투입하였다. 이 주제들은 중학교에서 투입한 검사지의 주제와 대부분 중복되는 것이다. 단지, '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기'와 같은 주제의 검사지는 본 연구에서 개발한 검사지 중 가장 높은 수준의 인지능력을 요구하는 것으로 고등학교 수준에서 적용하는 것이 적합하다고 판단하였다.

5) 융합적 문제해결력 평가문항의 공통 특징과 문항 개발 내용

가) 융합적 문제해결력 평가문항의 공통 특징

융합적 문제해결력은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등에 포함된 지식과 기능 및 문제해결 과정을 사용하여 실생활에 접목할 수 있는 융합적이고, 창의적인 문제해결능력을 기르는 것을 주요 목표로 하고 있다. 그러나 과학과 공학의 문제해결 과정은 다소 상이하다. 과학의 탐구 과정은 가설 연역적인 방법에 의해 설정한 가설을 검증하거나, 귀납적인 방법에 따라 수많은 관찰과 실험을 통해 규칙성을 발견하거나, 귀추적 방법에 의해 귀납추론의 과정을 거쳐 가설을 설정하고 전제를 찾아내는 방법들이 사용되고 있다. 이에 반해 공학적 과정은 문제를 발견하고, 그 문제에 대해 다양한 해결책을 모색하며, 최선의 해결책을 선택하고 모델을 설정하여 모델의 적절성을 검증하고 평가하는 등 실생활에서 문제 해결의 실효성과 실용성에 초점을 둔다.

본 연구는 학생들이 실생활에서 부딪치는 문제해결 과정에 과학, 기술, 수학 등의 교과에서 학습하는 개념, 원리, 법칙, 기능을 최대한 활용하면서 공학적 과정 및 방법을 적용할 수 있는지를 알아보고자 한다. 따라서 융합적 문제해결력의 평가문항은 공학적 실행과정을 중심으로 두고, 이 과정에 과학적 탐구 요소들과 사고력 및 다양한 영역의 지식들을 활용하는 능력을 평가하고자 한다.

여러 논의에서 제안하고 있는 공학적 실행의 절차는 일반적으로 아래와 같다.

문제의 발견 → 문제의 정의 → 문제의 다양한 해결 방안 구상 →
최적의 해결 방안 선정 → 문제 해결 모델 만들기 →
모델에 따른 실험 수행 → 효과성 검증 → 평가 및 피드백

그러나 이러한 공학적 실행 과정을 모두 지필 평가 문항으로 제작하는 것은 문제를 해결하는 학생들에게 심리적으로 지나친 부담이 될 수 있고, 문항 형태의 생소함으로 인하여 정작 평가하고자 하는 사고력이나 설계 및 실행능력, 융합적 소양에 대해서 타당한 평가결과를 얻지 못하게 되는 위험이 따른다. 따라서 학생의 수준과 집중 시간 등을 고려하여 문제해결과정을 최대한 단순화하여 문항을 개발하였다. 개발된 융합적 문제해결력 평가문항의 특징은 다음과 같다.

첫째, 융합적 문제해결력 평가 문항은 평가틀의 세 차원인 사고력, 설계 및 실행, 융합적 소양을 평가한다.
둘째, 융합적 문제해결력 평가 문항은 제시된 상황에서 평가를 위해 간략화한 문제해결과정에 따라 학생들이 자신의 생각을 표현해 나가도록 구성한다.
셋째, 융합적 문제해결력 평가문항은 학습자의 수준이나 능력을 제한하지 않도록 구성한 '학습자 능력 중심'의 문항이다.
넷째, 융합적 문제해결력 평가문항은 모듈형으로 도입부와 3개의 하위문항으로 구성되어 있다. 도입부는 실생활에서 접할 수 있는 또는 미래의 가상적인 상황을 제시하며, 그 가운데서 학생들이 문제를 인식하고, 분석하며, 특정 문제점을 선택하여 최적의 해결방안을 제시하도록 하는 공학적 문제해결단계를 단순화한 3단계 하위문항으로 구성되었다. 문항 도입부의 문제 상황을 평가자의 기획의도에 따라 다양한 문제 상황으로 교체하여 사용할 수 있다.

본 연구에서는 최종적으로 융합적 문제해결력의 평가를 위한 검사지로 '경사진 언덕길에 보행도로 만들기', '엽록체 이식 인간', "특명! 지구를 살려라", '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기', '교차로 설계', '폭염에 견디는 옷 디자인', '바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기', '노인을 위한 신발 디자인'을 주제로 하는 총 8개의 검사지를 개발하였다.

각 검사지는 3개의 문항으로 구성되어 있다. 개발한 검사지는 초· 중·고등학교의 모든 학교급에서 사용할 수 있으나, 각 문항이 강조하는 특징적인 인지능력의 특성이 존재하기 때문에, 평가자의 평가목적과 학생의 수준 등을 고려하여 선택적으로 사용할 수 있다. 예를 들면, 경사진 언덕길에 보행도로 만들기, 교차로 설계는 특정 교과 지식과 관계없이 실생활에서 접할 수 있는 주제인 반면, 엽록체 이식 인간, 폭염에 견디는 옷 디자인, '특명! 지구를 살려라', 바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기, '화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기', 노인을 위한 신발 디자인은 학교 교과와 상당 정도 관련성 있는 주제이다.

나) 2004년 연구에서 개발한 검사지의 구체적인 수정·보완 내용

(1) 경사진 언덕길에 보행도로 만들기

경사진 언덕길에 보행도로 만들기 문항은 공학적 설계와 실행의 아이디어를 가장 비중 있게 다루고 있는 것으로 문제를 해결하는 데 있어서 특정 분야의 지식을 요구하지 않을 뿐 아니라, 문제해결의 과정에서 장애인이나 노약자와 같은 신체적, 사회적 약자에 대한 배려의 차원과 보행도로의 심미적 차원, 기능적 차원과 같은 여러 영역에서 학생들의 관심과 사고력을 발휘할 수 있도록 한다는 장점이 있다.

문제의 상황 속 주인공 영수는 초등학교 교문 앞에 있는 언덕길에 보다 좋은 보행도로를 만들고 싶다는 생각을 한다. 학생은 경사 30도, 길이 100m, 폭 5m의 보행도로의 설계과정을 각 하위문항을 통해 수행하게 된다.

이 문항은 총 3개의 하위 문항으로 구성되어 있으며, 하위문항 1에서는 경사가 급한 길을 걸을 때 느낄 불편함을 생각나는 대로 쓰도록 함으로써 창의적 사고의 유창성과 유연성, 독창성을 평가할 수 있도록 유도하였다. 하위문항 2에서는 보행도로를 건설하는데 있어 문제가 되는 상황을 해결하는 방법과 그렇게 주장하는 근거를 쓰도록 하였다. 이를 통해 학생들의 논리· 비판적 사고력을 평가하고자 하였다. 또한 근거를 기술함에 있어 필요한 지식이나 기능들이 어떤 영역에 속한 것들이며, 그것이 왜 필요한지를 기술하도록 하였는데 이는 얼마나 많은 영역이 문제해결에 필요하다고 생각하는지를 확인함으로써 학생의 융합적 소양을 평가하고자 하는 의도이다. 하위문항 3에서는 실제로 건설하고 싶은 언덕길 보행도로를 글과 그림으로 그리거나 글로 상세히 기술하게 함으로써 해결방안을 구체적으로 설계하고 실행방법을 제안하도록 하였다. 이를 통해 경제적 사고와 설계 및 실행능력을 평가하고자 하였다.

각 하위문항의 평가 영역은 <표 7.7>과 같다. 각 하위문항은 <표 7.8>에 제시한 평가영역 이외에 다른 영역들도 평가가 가능하다. 그러나 동일한 영역의 능력을 여러 하위문항에서 동시에 채점하는 것보다 하위 문항 당 채점하는 영역들이 독립성을 갖도록 하는 것이 채점의 편이성 측면에서 수월하므로 채점의 편이성을 고려하여 하위 문항별로 독립적인 평가영역을 제안하였다.

그러나 문항을 사용하는 평가자가 각 하위문항에서 다른 영역도 함께 측정하기를 원한다면 필요하다고 생각되는 다른 영역들을 함께 채점할 수 있고, 영역별로 점수를 합산하거나 가산점을 주는 방식 등 그에 따른 점수 부여 방식을 별도로 개발하여 사용할 수 있다.

<표 7.7> 하위문항별 평가 영역

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

(2) '특명! 지구를 살려라'

'특명! 지구를 살려라' 문항은 '경사진 언덕길에 보행도로 만들기' 문항과 비교할 때, 문제의 해결을 위해 과학과 환경에 관한 지식이 다소 요구되는 특징을 가진다. 따라서 모든 사고에는 그 재료가 되는 지식이 중요하다고 여겨지는 것처럼, 융합적 문제해결력의 평가에서도 지식의 사용이 중요하다고 생각하는 평가자라면 이 문항을 사용할 것을 권한다. '특명! 지구를 살려라' 문항도 경사진 언덕길에 보행도로 만들기 문항과 마찬가지로 문제 상황을 제시하고 이로부터 3개의 하위문항으로 구성되어 있다.

문항의 지시문에서 학생에게 현재 환경오염으로 병들어가고 있는 지구 환경을 살리라는 과제가 제시된 상황이다.

하위문항 1에서 학생은 자신이 알고 있는 지구 환경의 문제점을 생각나는 대로 자유롭게

기술한다. 이 과정은 창의적 사고를 평가하기 위한 활동으로 제시되었다.

하위문항 2는 학생들이 하위문항 1에서 제시한 문제점 중 가장 심각하다고 여겨지는 문제점을 해결하는 방법에 대해 여러 측면에서 근거를 들어 설명하도록 요구한다. 이 단계에서 학생은 타당한 이유와 근거를 제시해야 하며 논리 · 비판적 사고력을 평가할 수 있다. 이 과정에 융합적 소양이 표현될 수 있으므로 이 영역도 평가한다.

하위문항 3은 앞서 기술한 내용을 바탕으로 그 해결방안의 구체적인 설계와 실행과정에 대해 글로 쓰거나 그림과 글로 설명하도록 요구한다. 이 단계에서는 경제적 사고와 설계 및 실행 능력을 평가할 수 있다. '특명! 지구를 살려라' 문항의 각 하위문항별 평가영역은 경사진 언덕길에 보행도로 만들기 문항과 동일하다.

(3) 엽록체 이식 인간

‘엽록체 이식 인간’ 문항은 특별히 창의적 사고의 평가에 더 비중 있게 사용할 수 있는 문항이다. 따라서 융합적 문제해결능력에 창의적 사고가 매우 중요하다고 생각하는 평가자라면 이 문항의 사용을 고려해보기 권한다.

‘엽록체 이식 인간’ 문항은 '특명! 지구를 살려라' 문항과 마찬가지로 3개의 하위문항으로 구성되어 있으며 각 하위문항에서 평가하는 영역도 동일하다. ‘엽록체 이식 인간’ 문항은 식물의 엽록체를 사람의 몸에 이식하는 연구가 성공적으로 마친 후, 많은 사람들이 이를 이용하고 있다는 미래의 가상적 상황을 설정하고 학생은 이러한 상황 속에서 변화될 인간 생활의 모습을 상상하도록 한다.

하위문항 1은 인간생활의 변화상을 자유롭게 상상하고 생각나는 대로 써보도록 요구한다. 이 단계에서 창의적 사고의 유창성, 유연성, 독창성을 평가한다.

하위문항 2는 하위문항 1에서 상상한 생활 속에서 생겨날 수 있는 가장 심각하다고 생각되는 문제점을 선별하고, 그 문제점을 해결하는 방안과 근거를 기술하도록 하였다. 이 단계에서는 해결 방법과 근거의 기술에서 타당성이 있는가를 채점하면서 논리·비판적 사고력을 평가한다. 이 과정에 융합적 소양이 표현될 수 있으므로 이 영역도 평가한다.

하위문항 3은 앞에서 기술한 것을 토대로 최선의 해결 방안을 구체적으로 표현하도록 하였다. 이 단계에서는 경제적 사고와 설계 및 실행 차원을 평가한다.

‘엽록체 이식 인간’ 문항의 각 하위문항별 평가영역은 ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기’와 동일하다.

(4) 화성탐사를 위한 조건 설계하기

'화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기' 문항은 문제해결에 있어서 다른 문항에 비해 높은 수준의 과학 지식과 인지능력을 요구한다. 고등학교 수준의 지식과 인지능력을 요구하는 문항이므로 고등학교 학생들에게 사용할 것을 권한다.

문항의 상황은 지구와 유사한 행성을 찾기 위한 시도로 화성 탐사 프로젝트를 계획한다. 학생들은 6개월 안에 화성에 생명체가 존재할 수 있는지의 여부 및 인류의 생존 가능성을 조사하고 귀환해야 한다. 그리고 활용해야 하는 자료로 화성과 지구의 공전 궤도와 호만전이궤도를 제시하였다. 학생은 이 프로젝트의 책임자가 되어 화성탐사 프로젝트를 수행해야 한다.

하위문항 1은 이 프로젝트를 수행하기 위해 문제가 되는 사항을 생각나는 대로 쓰고 그 이유에 대해 각각 쓰도록 요구한다. 이 문항에서는 문제 사항에 대해 생각하는 정도를 통해 창의적 사고력의 유창성과 유연성 그리고 독창성을 평가하며 그 이유의 타당한 정도를 통해 논리· 비판적 사고력을 함께 평가한다.

하위문항 2는 이 프로젝트를 수행하기 위해 문제점을 해결할 방법과 그 근거를 기술하도록 요구한다. 이 단계에서는 융합적 소양을 평가할 수 있으며, 타당한 이유를 제시하는가에 의해 논리·비판적 사고를 평가할 수 있다.

하위문항 3은 화성탐사를 위한 최선의 설계와 실행방안을 글과 그림을 이용하여 작성하도록 요구한다. 이 단계는 경제적 사고와 설계 및 실행 능력을 평가할 수 있다.

다) 2005년 연구에서 새로 개발한 검사지의 내용

(1) 교차로 설계

‘교차로 설계’ 문항은 사전 검사지의 공통 문항으로 개발한 ‘경사진 언덕길에 보행도로 만들기’ 문항과 유사하게 공학적 설계와 실행의 아이디어를 가장 비중 있게 다루고 있는 문항으로 문제를 해결하는 데 있어서 특정 분야의 지식을 요구하지 않을 뿐 아니라, 문제해결의 과정에서 어린이, 장애인, 노약자와 같은 신체적, 사회적 약자에 대한 배려의 차원과 교차로의 심미적 차원, 기능적 차원과 같은 여러 영역에서 학생들의 관심과 사고력을 발휘할 수 있도록 한다는 장점이 있다.

문제의 상황 속 주인공 영수는 교차로를 건너면서 아찔한 경험을 하고, 편리하고 안전한 교차로를 만들고 싶다는 생각을 한다.

이 문항은 총 3개의 하위 문항으로 구성되어 있으며, 하위문항 1에서는 교차로를 건널

때 느낄 불편함을 생각나는 대로 쓰도록 함으로써 창의적 사고의 유창성과 유연성, 독창성을 평가할 수 있도록 유도하였다.

하위문항 2에서는 교차로를 건설하는데 있어 문제가 되는 상황을 해결하는 방법과 그렇게 주장하는 근거를 쓰도록 하였다. 이를 통해 학생들의 논리·비판적 사고력을 평가하고자 하였다. 또한 근거를 기술함에 있어 필요한 지식이나 기능들이 어떤 영역에 속한 것들이며, 그것이 왜 필요한지를 기술하도록 하였는데 이는 얼마나 많은 영역이 문제해결에 필요하다고 생각하는지를 확인함으로써 학생의 융합적 소양을 평가하고자 하는 의도이다.

하위문항 3에서는 실제로 만들고 싶은 교차로를 글과 그림으로 그리거나 글로 상세히 기술하게 함으로써 해결방안을 구체적으로 설계하고 실행방법을 제안하도록 하였다. 이를 통해 경제적 사고와 설계 및 실행능력을 평가하고자 하였다.

각 하위문항의 평가 영역은 <표 7.8>와 같다.

<표 7.8> 하위문항별 평가 영역

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

(2) 폭염에 견디는 옷 디자인

'폭염에 견디는 옷 디자인' 문항은, '교차로 설계' 문항에 비교할 때, 문제의 해결을 위해 과학과 환경에 관한 지식이 다소 요구되는 특징을 가진다. 따라서 모든 사고에는 그 재료가 되는 지식이 중요하다고 여겨지는 것처럼, 융합적 문제해결력의 평가에서도 지식의 사용이 중요하다고 생각하는 평가자라면 이 문항을 사용할 것을 권한다.

'폭염에 견디는 옷 디자인' 문항도 교차로 설계 문항과 마찬가지로 문제 상황을 제시하고 이로부터 3개의 하위문항으로 구성되어 있다.

문항의 지시문에서 학생에게 폭염에 대비해 이를 견딜 수 있는 옷을 디자인하라는 과제가 제시된 상황이다. 하위문항 1에서 학생은 폭염과 관련하여 고려해야 할 사항을 생각나는 대로 자유롭게 기술한다. 이 과정은 창의적 사고를 평가하기 위한 활동으로 제시되었다.

하위문항 2는 학생들이 하위문항 1에서 제시한 문제점을 해결하는 방법에 대해 여러 측면에서 근거를 들어 설명하도록 요구한다. 이 단계에서 학생은 타당한 이유와 근거를 제시해야 하며 논리 · 비판적 사고력을 평가할 수 있다. 이 과정에 융합적 소양이 표현될 수 있으므로 이 영역도 평가한다.

하위문항 3은 폭염에 견디는 옷을 디자인하는 최선의 설계 방안을 구체적으로 기술하도록 요구한다. 이 단계에서는 경제적 사고와 설계 및 실행 능력을 평가할 수 있다.

'폭염에 견디는 옷 디자인' 문항의 각 하위문항별 평가영역은 교차로 설계 문항과 동일하다.

(3) 바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기

'바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기' 문항은 특별히 창의적 사고의 평가에 더 비중 있게 사용할 수 있는 문항이다. 따라서 융합적 문제해결능력에 창의적 사고가 매우 중요하다고 생각하는 평가자라면 이 문항의 사용을 고려해보기 권한다.

'바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기' 문항은 사전 문항으로 투입된 '엽록체 이식 인간' 문항과 마찬가지로 3개의 하위문항으로 구성되어 있으며 각 하위문항에서 평가하는 영역도 동일하다.

'바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기' 문항은 지구 온난화로 인하여 육상의 상당 부분이 물에 잠긴 미래에서 바다 위에 주택을 지어서 사는 상황을 설정하고 학생은 이러한 상황 속에서 최선의 주택을 설계할 것을 요구하는 문항이다.

하위문항 1은 바다 위에서 자급자족할 수 있는 주택을 설계할 때, 고려해야 할 문제점을 생각나는 대로 써보도록 요구한다. 이 단계에서 창의적 사고의 유창성, 유연성, 독창성을 평가한다.

하위문항 2는 하위문항 1에서 제시한 고려해야 할 사항들을 해결할 방법과 그에 대한 학문적 근거를 기술하도록 하였다. 이 단계에서는 해결 방법과 근거의 기술에서 타당성이 있는가를 채점하면서 논리 · 비판적 사고력을 평가한다. 이 과정에 융합적 소양이 표현될 수 있으므로 이 영역도 평가한다.

하위문항 3은 앞에서 기술한 것을 토대로 최선의 설계 방안을 구체적으로 표현하도록

하였다. 이 단계에서는 경제적 사고와 설계 및 실행 차원을 평가한다.

'바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기' 문항의 각 하위문항별 평가영역은 '교차로 설계' 문항과 동일하다.

(4) 노인을 위한 신발 디자인

'노인을 위한 신발 디자인' 문항은 문제해결에 있어서 다른 문항에 비해 높은 수준의 과학 지식과 인지능력을 요구한다. 고등학교 수준의 지식과 인지능력을 요구하는 문항이므로 고등학교 학생들에게 사용할 것을 권한다.

문항의 상황은 우리나라가 2000년에 이미 65세 이상의 인구가 전체 인구의 7%를 넘어 고령화 사회에 진입하였음을 제시하고, 추후 고령 사회, 초고령 사회가 됨에 따라 어떤 문제점이 발생할지에 대한 것이다.

하위문항 1은 초고령 사회로 진입하게 될 때 발생할 여러 가지 사회적 문제점을 예상하여 기술하도록 하였다. 이는 융합적 문제해결력 요소 중 문화 및 사회적인 측면을 더 고려하여 답을 기술할 수 있는지를 평가하기 위함이었다. 이 문항에서는 문제 사항에 대해 생각하는 정도를 통해 창의적 사고력의 유창성과 유연성 그리고 독창성을 평가하며 그 이유의 타당한 정도를 통해 논리· 비판적 사고력을 함께 평가한다.

하위문항 2는 고령화 사회에서 노인들을 위한 신발을 설계할 때 고려할 문제점과 이 문제점을 해결할 방법과 그 근거를 기술하도록 요구한다. 이 단계에서는 융합적 소양을 평가할 수 있으며, 타당한 이유를 제시하는가에 의해 논리·비판적 사고를 평가할 수 있다.

하위문항 3은 노인들을 위한 최선의 신발을 디자인할 방안을 글과 그림을 이용하여 작성하도록 요구한다. 이 단계는 경제적 사고와 설계 및 실행 능력을 평가할 수 있다.

나. 융합적 문제해결력 평가문항의 채점 준거

1) 1차 채점 준거 개발

융합적 문제해결력의 평가를 위해 하위 문항별로 해당 영역을 채점하도록 채점 준거를 개발하였다. 이는 채점자의 신뢰성과 편이성을 고려한 것으로 문항 전체의 실용성을 높임으로써 문항들이 다양한 목적으로 사용하기를 바라는 의도이다. 문항의 채점을 위한 채점 준거표는 앞에서 제시한 <표 7.4>와 같다.

가) 사고력 평가 기준

(1) 논리 · 비판적 사고

논리 · 비판적 사고에는 추리, 예상, 분석, 종합, 비판 유추, 가설설정과 같은 과학탐구 사고와 추론 등이 모두 포함되지만 이러한 사고의 유형보다는 이들 유형이 공통적으로 가지고 있는 특징으로서 타당한 근거를 기반으로 자신의 주장을 펼치고 있는가에 대해 채점하도록 한다. 그리고 학습자들이 자신의 생각을 최대한 표현할 수 있도록 생각나는 점을 모두 쓰고 그 근거를 쓰도록 하였는데 기록한 모든 답안에 대해 타당한 주장인 경우 각 2점씩 점수의 상한 없이 부여하도록 한다.

학생 중에는 타당한 이유나 근거를 대지 못하고 주장만 기록하였거나 주장을 한 번 더 기록하는 동어반복의 형태로 근거를 채우고 있는 경우가 있는데 이럴 경우에는 1점을 부여한다.

(2) 창의적 사고

창의적 사고의 하위요소로서 유창성과 유연성의 채점은 학교급별과 문항별로 학생의 답안 중 약 10%를 추출하여 사전 검토하고 학생들의 사고 패턴을 확인한 후 최대 아이디어의 개수부터 최소 개수까지 각각 33.3%에 해당하는 아이디어의 개수 또는 영역의 개수를 미리 상, 중, 하로 정한 후 최종적으로 점수를 부여한다.

독창성은 채점 절차는 다음과 같이 진행된다.

첫째, 전체 답안을 검토하면서 다른 학생들과 차별화되는 독창적이고 특별한 아이디어를 제시한 답안에 미리 표시 해 두는 1차 스크린 작업을 한다. 전체 학생의 답안 검토가 모두 끝난 후 1차 스크린 작업 중에 표시해 둔 답안만을 따로 확인한다.

둘째, 표시해 둔 답안 중, 다른 모든 학생들의 답안에서는 볼 수 없는 유일한 아이디어를 제시한 학생에게 3점, 비슷하거나 같은 생각을 제시한 작은 수의 학생에게 2점을 부여한다. 그리고 표시해 두지 않은 나머지 학생들에게는 1점을 부여한다.

(3) 경제적 사고

경제적 사고는 학생들의 답안에서 비용의 투입과 거기에 따른 경제적 효과와 관련된 아이디어가 제시되고 있는지를 채점한다. 결과적으로 같은 해결방안을 제시하고 있다고 해도 그런 해결방안을 설계하는 의도에서 또는 실행하는 아이디어 속에서 비용과 관련된 생각이 나타나 있는지를 파악해 내고 점수를 부여한다.

특히 경제적 사고에는 규모에 관한 개념이 포함되어 있는데 이는 문제해결을 위한 어떤 장치나 시설 등을 만들 때 사용자의 규모를 어느 정도로 할 것이냐에 대한 것이 대표적이다. 예를 들어 장애인만이 사용하도록 하는 엘리베이터와 모든 일반인도 사용할 수 있도록 하는 엘리베이터는 그 실행과정에서 소요되는 비용의 차이가 크다. 이런 점을 착안하고 아이디어를 제안하고 있다면 경제적 사고를 하는 학생이라고 볼 수 있다.

경사진 언덕길에 보행도로 만들기에 대해 경제적 사고와 관련하여 부분 점수를 주는 예시는 다음과 같다. 보행도로의 건설에 있어 단지 올라가기 힘들다는 이유로 에스컬레이터를 설치한다는 문제해결 방안을 제시한 답안에는 경제적 사고가 보이지 않는다. 따라서 경제적 사고는 하위 등급에 해당하는 1점, 반면에 에스컬레이터 설치한다는 해결방안은 같으나 장애인과 같은 특정 사용자만을 위한 장치로 한정해야 한다는 개념을 가지고 있다면 구체적인 방법에 대해서 언급하지 않았더라도 경제적 사고의 기본 개념을 가진 것으로 볼 수 있으므로 중위 등급에 해당하는 2점, 장애인 등 특정 계층만 사용할 수 있으며 사용자를 제한할 수 있는 최적의 방안을 제시하고 있다면 상위 등급에 해당하는 3점을 부여한다.

나) 설계 및 실행

(1) 설계 및 실행의 타당성

문제해결 방안의 설계와 실행에 대한 아이디어가 문제해결에 타당하며 과학기술의 원리를 반영하고 있을 때 상위 등급의 점수(3점)를 부여하고, 문제해결에 타당하지만, 과학기술 원리가 반영되지는 않은 일반적인 아이디어일 경우에는 중위 등급(2점), 아이디어 자체가 문제해결에 타당하지 않을 경우에는 하위 등급(1점)을 부여한다.

(2) 설계 및 실행의 구체성

문제해결 방안의 설계와 실행에 대한 아이디어가 얼마나 정교하고 구체적인가를 채점하는 준거이다. 학생이 제시한 해결 방안이 상세하고 구체적인 기작들이나 사용 방법과 절차 등을 고려하고 있어서, 그래도 실행하면 완성될 수 있겠다는 정도로 표현되어 있으면 상위 등급, 개략적인 내용만 적고 있으면 중위 등급, 구체성이 매우 미흡하다면 하위 등급의 점수를 부여한다.

다) 융합적 소양

융합적 소양은 문제를 파악하고 해결하는 과정에서 얼마나 다양한 영역의 생각들을 활용할 수 있는가를 평가한다. 따라서 학생의 아이디어 속에 녹아 있는 영역의 수를 계수하여 점수를 부여한다.

2) 융합적 문제해결력 평가문항의 채점

가) 채점 단계 구상 및 수행

융합적 문제해결력 평가 문항을 채점하는 데 있어, 가장 고려해야 하는 것은 채점자 간 평가의 일치도 문제이다. 본 연구에서 제시한 평가틀에 포함된 사고력(논리 · 비판적 사고, 창의적 사고, 경제적 사고), 설계 및 실행, 융합적 소양은 모두 답이 매우 열려 있기 때문에 채점자 간 채점 점수의 불일치를 가져올 가능성이 높다. 채점자 간 채점 결과의 불일치를 낮추기 위해 다음과 같은 채점자 간 평가 결과의 일치도 향상 방안을 마련하였다.

① 어떤 주제에 해당하는 동일 문항 번호에 해당하는 문제를 두 명의 채점자가 30명 정도의 답안지를 채점 준거에 따라 채점한다.
② 채점이 용이한지, 명료한지 논의한다.
③ 채점의 명료성이 떨어지는 부분에 대해 해결 방안을 논의하고, 채점 준거를 수정하거나 보조 채점 자료를 생성한다.
④ 어떤 주제에 해당하는 동일 문항 전체에 대한 채점을 수행한다.

본 검사지를 사용하여 대단위로 채점할 경우에는 다음과 같은 채점 단계와 채점 지침을 준수할 경우 보다 채점의 신뢰도를 높일 수 있을 것이다.

나) 채점 단계 및 단계별 수행 내용

채점 단계 및 단계별 수행 내용은 다음과 같이 정리된다.

주요 단계	준비물
1단계. 문항과 채점 기준 검토	문항, 채점 기준
↓	
2단계. 연습용 샘플 답안지 채점	연습용 샘플 답안지 채점 결과 기록지
↓	
3단계. 채점자간 신뢰도 분석 및 기준점수와의 일치도 분석	채점결과 입력파일, 신뢰도 분석 프로그램

▹ **1단계 : 문항과 채점 기준 검토**
- ○ 문항의 내용 및 채점 기준 검토
- ○ 각 문항별 채점 기준 중 애매한 부분에 대한 논의

▹ **2단계 : 연습용 샘플 답안지 채점**
- ○ 연습용 샘플 답안지 채점(총 답안지의 10%에 해당하는 답안지를 무작위 추출 및 채점)
- ○ 채점 결과를 별도 입력

▹ **3단계 : 채점자간 신뢰도 분석**
- ○ 채점자간 상관계수와 기준점수와의 일치도 산출
- ○ 채점자간 상관계수와 기준점수와의 일치도를 모두 고려하여 채점자 간 신뢰도 점검
- ○ 채점자간 신뢰도 지수가 0.90 이상일 경우 전체 문항에 대한 채점 시작
- ○ 채점자간 신뢰도가 0.90 미만일 경우 원인 분석 후 채점 기준 수정 및 명료화 후 전체 문항에 대한 채점 시작

▹ **전체 답안지 채점**
- ○ 채점자 간 신뢰도가 0.90 이상일 경우
- ○ 각 채점자는 문항별로 채점

다) 채점 지침

채점 지침의 내용은 다음과 같이 정리된다.

<표 7.9> 채점 지침

- 문항과 채점 기준을 정확하게 이해하고, 채점 기준에서 제시하고 있는 채점 요소만을 참고하여 객관적으로 채점한다.
- 채점 기준 이외의 요소가 채점에 반영되지 않도록 한다. 예를 들어 응답자의 글씨에 의해 점수를 부여하거나, 응답자의 소속 학교나 배경 정보 등이 채점에 영향을 미치지 않도록 한다. 또한, 응답의 일부가 지워지거나 완성되지 않은 경우 채점위원이 추론하여 점수를 부여할 수 없다.
- 문항에 대한 채점 기준을 모든 응답자에게 동일하게 적용하기 위해 문항 단위로 채점한다. 즉, 첫 번째 문항에 대한 모든 응답자의 응답을 채점한 후 다음 문항을 채점한다.
- 각 문항의 두 채점자는 독립적으로 채점하여 해당 문항 번호의 '점수'란에 각자의 점수를 기입한다.
- 한 문항에 대한 채점이 완료되면 그 문항에 대한 채점이 채점 기준을 일관성 있게 적용한 것인지를 검토한다.
- 각 문항의 채점이 끝난 후 두 명의 채점자의 결과를 보고 일치된 경우 점수를 확정한다. '점수'란에 기입한 두 채점자의 결과가 다른 경우 답안을 보고 협의하여 점수를 결정한다. 단, '점수'란에 이미 기입한 두 채점자의 점수는 수정하지 않고, 협의된 점수를 추가하여 기입한다.
- 채점을 할 때 학생들이 작성한 답란을 훼손하지 않도록 주의한다. 예를 들어 밑줄을 긋거나 동그라미를 치지 않는다.

4. 조사 설계 및 표집

융합적 문제해결력 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성 조사 설계와 표집은 초, 중, 고등학교 각각 2개교에 대해서 STEAM 교육을 받는 학급(실험 집단)과 STEAM 교육을 받지 않은 학급(통제 집단)에 대해서 STEAM 교육을 시행하기 전과, 시행한 후 융합적 문제해결력 영역을 각각 측정하는 실험설계로 이루어졌다.

<표 7.10>는 학교급별 사전과 사후 정의적 영역 조사에 참여한 학생 수의 분포를 보여준다.

초등학교의 경우, 통제 집단 학생이 74명, 실험 집단 학생이 70명으로 총 144명의 학생이 사전과 사후 조사에 참여하였다. 중학교의 경우, 통제 집단 학생이 57명, 실험 집단 학생이 56명으로 총 113명의 학생이 사전과 사후 조사에 참여하였다. 고등학교의 경우 통제 집단 학생이 66명, 실험 집단 학생이 81명으로 총 147명의 학생이 사전과 사후 조사에 응하였다.

<표 7.10> 학교급별 사전/사후 융합적 문제해결력 영역 조사에 참여한 학생 수 단위: 명(%)

학교급	통제 집단	실험 집단	계
초등학교	74 (51.4)	70 (48.6)	144 (100.0)
중학교	57 (50.4)	56 (49.6)	113 (100.0)
고등학교	66 (44.9)	81 (55.1)	147 (100.0)
합계	197 (48.8)	207 (51.2)	404 (100.0)

5. 분석 방법

본 연구를 위한 분석 방법은 다음과 같다. 첫째, STEAM 교육을 받은 집단과 받지 않은 집단 간 사전과 사후에 있어 융합적 문제해결력 영역에 대해 어떠한 차이가 있는지 살펴보기 위하여 기술통계와 t-test를 실시하였다. 둘째, 융합적 문제해결력 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성을 검증하기 위하여, 사후 점수를 종속변수로 하고, 사전 점수와 STEAM 교육 유무를 독립변수로 하여 회귀 분석을 실시하였다.

6. 연구 결과

가. 기술 통계 및 t-test 결과

1) 초등학교

<표 7.11>과 <표 7.12>은 초등학교 학생의 사전과 사후 문제해결력 영역 결과에 대한 기술 통계를 통제 집단과 실험 집단으로 나누어 살펴본 것이다. 또한 각 집단 내에서 사전과 사후에 통계적으로 유의미한 차이가 있었는지를 살펴보기 위하여 t-test 결과를 함께 제시하였다.

연구 결과에 따르면, 실험 집단의 경우, 사고력, 융합적 소양, 설계 및 실행의 전 영역에서 사전과 사후 간의 유의미한 차이가 나타났다. 융합적 문제해결력의 하위 영역 간 차이를 보면, p<.01수준에서 창의적 사고력의 유연성, 경제적 사고, 설계의 타당성에서 통제 집단도 유의미한 차이가 나타났지만, 실험 집단의 경우 p<.001 수준에서 유연성을 제외하고 모든 하위 영역에서 사전에 비해 사후 수치가 증가된 것으로 나타났다.

통제 집단의 경우, 전 문제해결력 영역에서 사전과 사후 결과에 있어 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

이러한 결과를 봤을 때, STEAM 프로그램은 초등학교의 경우 융합적 문제해결력의 거의 모든 영역에서 효과가 있음을 알 수 있다.

<표 7.11> 초등학생의 융합적 문제해결력 대영역 사전 사후 점수 기술 통계

영역	사전/사후/차이	통제군 (n = 74)		실험군 (n = 70)	
		M	SD	M	SD
사고력	사전	15.09	0.55	13.87	0.50
	사후	14.84	0.51	17.93	0.58
	사전 사후 차이	0.26	0.63	−4.06	0.66
	t 검증 통계	0.41		−6.12	***
융합적 소양	사전	2.42	0.14	1.86	0.11
	사후	2.55	0.09	3.01	0.12
	사전 사후 차이	−0.14	0.14	−1.16	0.16
	t 검증 통계	−0.94		−7.24	***
설계 및 실행	사전	8.23	0.36	6.54	0.37
	사후	9.12	0.24	8.86	0.30
	사전 사후 차이	−0.89	0.40	−2.31	0.40
	t 검증 통계	−2.22		−5.80	***

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

<표 7.12> 초등학생의 융합적 문제해결력 하위 영역 사전 사후 점수 기술 통계

영역	사전/사후/차이	통제군 (N=74)		실험군 (N=70)	
		M	SD	M	SD
유창성	사전	3.23	0.14	3.10	0.13
	사후	3.42	0.14	4.64	0.18
	사전 사후 차이	−0.19	0.16	−1.54	0.19
	t 검증 통계	−1.16		−8.01	***
유연성	사전	3.96	0.19	3.51	0.14
	사후	3.43	0.14	3.59	0.14
	사전 사후 차이	0.53	0.19	−0.07	0.17
	t 검증 통계	2.78	**	−0.42	
독창성	사전	3.28	0.15	3.24	0.14
	사후	3.32	0.15	4.03	0.15
	사전 사후 차이	−0.04	0.20	−0.79	0.19
	t 검증 통계	−0.20		−4.14	***
논리비판적 사고	사전	2.88	0.16	2.57	0.14
	사후	2.68	0.16	3.71	0.20
	사전 사후 차이	0.20	0.19	−1.14	0.21
	t 검증 통계	1.04		−5.32	***
융합적 소양	사전	2.42	0.14	1.86	0.11
	사후	2.55	0.09	3.01	0.12
	사전 사후 차이	−0.14	0.14	−1.16	0.16
	t 검증 통계	−0.94		−7.24	***
경제적 사고	사전	1.74	0.08	1.44	0.09
	사후	1.99	0.05	1.96	0.05
	사전 사후 차이	−0.24	0.08	−0.51	0.09
	t 검증 통계	−2.91	**	−5.55	***
설계적 타당성	사전	4.15	0.18	3.39	0.19
	사후	4.69	0.12	4.47	0.16
	사전 사후 차이	−0.54	0.20	−1.09	0.20
	t 검증 통계	−2.65	**	−5.34	***
설계적 구체성	사전	4.08	0.19	3.16	0.19
	사후	4.43	0.13	4.39	0.16
	사전 사후 차이	−0.35	0.22	−1.23	0.21
	t 검증 통계	−1.63		−5.75	***
전체 (영역합)	사전	25.74	0.92	22.27	0.84
	사후	26.51	0.70	29.80	0.82
	사전 사후 차이	−0.77	1.04	−7.53	1.02
	t 검증 통계	−0.74		−7.39	***

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

2) 중학교

<표 7.13>와 <표 7.14>은 중학교 학생들의 사전과 사후 융합적 문제해결력 영역 결과에 대한 기술 통계를 통제 집단과 실험 집단으로 나누어 살펴본 것이다.

연구 결과에 따르면, 초등학교 학생들의 분석 결과와 달리 통제 집단과 실험 집단 모두 사고력과 융합적 소양 영역에서 사전과 사후 결과에 있어 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 설계 및 실행 영역에서는 실험 집단만 p<.01수준에서 유의미한 차이가 나타났다.

융합적 문제해결력의 하위 영역 간 차이를 보면, p<.01수준에서 사고력 중 논리비판적 사고에서 실험 집단만 유의미하게 성적이 향상하였으며. p<.001수준에서 경제적 사고, 설계의 구체성이 실험 집단에서 유의미하게 성적이 향상하였다. 특이점은 경제적 사고의 경우 통제 집단도 p<.001 수준에서 유의미한 성적 향상이 이루어졌다는 점이다. 이에 대해서는 융합적 문제해결력 문항의 특성 때문인지 중학생들의 특성 때문인지를 알아볼 필요가 있다.

<표 7.13> 중학생의 융합적 문제해결력 대영역 사전 사후 점수 기술 통계

영역	사전/사후/차이	통제군 (n = 57)		실험군 (n = 56)	
		M	SD	M	SD
사고력	사전	12.63	0.73	12.55	0.59
	사후	13.54	0.74	13.52	0.65
	사전 사후 차이	−0.91	0.77	−0.96	0.83
	t 검증 통계	−1.19		−1.16	
융합적 소양	사전	1.84	0.18	1.70	0.15
	사후	1.98	0.16	2.13	0.14
	사전 사후 차이	−0.14	0.17	−0.43	0.17
	t 검증 통계	−0.81		−2.51	
설계 및 실행	사전	5.37	0.47	6.45	0.41
	사후	6.18	0.45	8.04	0.44
	사전 사후 차이	−0.81	0.56	−1.59	0.48
	t 검증 통계	−1.45		−3.29	**

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

<표 7.14> 중학생의 융합적 문제해결력 하위 영역 사전 사후 점수 기술 통계

영역	사전/사후/차이	통제군 (N= 57)		실험군 (N= 56)	
		M	SD	M	SD
유창성	사전	3.58	0.22	3.43	0.18
	사후	3.42	0.19	3.18	0.16
	사전 사후 차이	0.16	0.24	0.25	0.22
	t 검증 통계	0.65		1.12	
유연성	사전	3.23	0.20	3.25	0.16
	사후	3.23	0.20	3.05	0.19
	사전 사후 차이	0.00	0.23	0.20	0.24
	t 검증 통계	0.00		0.80	
독창성	사전	2.65	0.17	2.88	0.16
	사후	3.05	0.18	3.18	0.17
	사전 사후 차이	−0.40	0.20	−0.30	0.22
	t 검증 통계	−1.99		−1.40	
논리비판적 사고	사전	2.23	0.21	1.91	0.15
	사후	2.40	0.21	2.54	0.19
	사전 사후 차이	−0.18	0.24	−0.63	0.21
	t 검증 통계	−0.72		−2.96	**
융합적 소양	사전	1.84	0.18	1.70	0.15
	사후	1.98	0.16	2.13	0.14
	사전 사후 차이	−0.14	0.17	−0.43	0.17
	t 검증 통계	−0.81		−2.51	
경제적 사고	사전	0.95	0.11	1.09	0.10
	사후	1.44	0.09	1.57	0.09
	사전 사후 차이	−0.49	0.11	−0.48	0.13
	t 검증 통계	−4.49	***	−3.78	***
설계적 타당성	사전	2.95	0.28	3.61	0.23
	사후	3.14	0.22	4.02	0.21
	사전 사후 차이	−0.19	0.31	−0.41	0.26
	t 검증 통계	−0.63		−1.55	
설계적 구체성	사전	2.42	0.22	2.84	0.19
	사후	3.04	0.24	4.02	0.24
	사전 사후 차이	−0.61	0.27	−1.18	0.24
	t 검증 통계	−2.24		−5.01	***
전체 (영역합)	사전	19.84	1.27	20.70	1.03
	사후	21.70	1.23	23.68	1.11
	사전 사후 차이	−1.86	1.35	−2.98	1.33
	t 검증 통계	−1.37		−2.24	

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

3) 고등학교

<표 7.15>와 <표 7.16>는 고등학교 학생들의 사전과 사후 융합적 문제해결력 영역 결과에 대한 기술 통계를 통제 집단과 실험 집단으로 나누어 살펴본 것이다.

연구 결과에 따르면, 실험 집단은 p<.01수준에서 설계 및 실행에서 유의미한 성적 향상을 나타내었다. 결과적으로 고등학교의 경우, 실험 집단이 상대적으로 성적 향상이 일어났음을 추정할 수 있다. 통제 집단은 p<.001수준에서 사고력, 융합적 소양, 설계 및 실행에서 모두 유의미한 성적 하락을 나타냈다.

융합적 문제해결력의 하위 영역 간 차이를 보면, p<.01수준에서 통제 집단은 모든 하위 영역에서 성적이 하락하였으며, 실험 집단은 p<.01수준에서 논리·비판적 사고에서는 성적 하락을 설계의 구체성에서는 성적 상승을 나타내었다.

<표 7.15> 고등학생의 융합적 문제해결력 대영역 사전 사후 점수 기술 통계

영역	사전/사후/차이	통제군 (n = 66)		실험군 (n = 81)	
		M	SD	M	SD
사고력	사전	18.12	0.74	16.06	0.68
	사후	10.47	0.73	14.98	0.54
	사전 사후 차이	7.65	1.03	1.09	0.78
	t 검증 통계	7.45	***	1.39	
융합적 소양	사전	2.62	0.11	2.32	0.11
	사후	1.47	0.13	2.42	0.13
	사전 사후 차이	1.15	0.19	−0.10	0.16
	t 검증 통계	6.15	***	−0.61	
설계 및 실행	사전	8.05	0.24	6.68	0.27
	사후	4.77	0.39	8.01	0.29
	사전 사후 차이	3.27	0.45	−1.33	0.41
	t 검증 통계	7.21	***	−3.21	**

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

<표 7.16> 고등학생의 융합적 문제해결력 하위 영역 사전 사후 점수 기술 통계

영역	사전/사후/차이	통제군 (N= 66)		실험군 (N= 81)	
		M	SD	M	SD
유창성	사전	4.23	0.13	3.52	0.13
	사후	2.62	0.21	3.67	0.14
	사전 사후 차이	1.61	0.21	−0.15	0.17
	t 검증 통계	7.64	***	−0.88	
유연성	사전	3.89	0.13	3.57	0.13
	사후	2.70	0.21	3.44	0.14
	사전 사후 차이	1.20	0.21	0.12	0.15
	t 검증 통계	5.77	***	0.80	
독창성	사전	3.18	0.12	3.30	0.14
	사후	2.64	0.18	3.41	0.14
	사전 사후 차이	0.55	0.20	−0.11	0.17
	t 검증 통계	2.71	**	−0.64	
논리비판적 사고	사전	5.47	0.59	4.48	0.45
	사후	1.79	0.16	3.19	0.16
	사전 사후 차이	3.68	0.64	1.30	0.46
	t 검증 통계	5.76	***	2.81	**
융합적 소양	사전	2.62	0.11	2.32	0.11
	사후	1.47	0.13	2.42	0.13
	사전 사후 차이	1.15	0.19	−0.10	0.16
	t 검증 통계	6.15	***	−0.61	
경제적 사고	사전	1.35	0.08	1.20	0.06
	사후	0.73	0.08	1.27	0.08
	사전 사후 차이	0.62	0.11	−0.07	0.11
	t 검증 통계	5.56	***	−0.69	
설계적 타당성	사전	4.18	0.14	3.69	0.16
	사후	2.58	0.22	4.17	0.15
	사전 사후 차이	1.61	0.24	−0.48	0.23
	t 검증 통계	6.60	***	−2.05	
설계적 구체성	사전	3.86	0.12	2.99	0.12
	사후	2.20	0.18	3.84	0.16
	사전 사후 차이	1.67	0.22	−0.85	0.20
	t 검증 통계	7.42	***	−4.23	***
전체 (영역합)	사전	28.79	0.90	25.06	0.88
	사후	16.71	1.15	25.41	0.87
	사전 사후 차이	12.08	1.51	−0.35	1.17
	t 검증 통계	7.99	***	−0.30	

***p<.001,**p<.01,*p<.05,†p<.10

나. 회귀 분석 결과

전술한 기술통계의 경우, 사전 점수를 통제하지 않았기 때문에 엄밀한 의미에서 융합적 문제해결력 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성을 살펴보기에는 한계가 있다. 이에 사전 점수를 통제한 이후에 사후 점수에 STEAM 교육이 어떠한 영향을 미치는지 살펴보기 위하여 회귀 분석을 실시하였다. 다음은 회귀 분석 결과를 정리한 것이다.

1) 초등학교

<표 7.17~7.20>은 초등학교 학생을 대상으로 융합적 문제해결력 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성을 보여주는 회귀 분석 결과를 제시한 것이다.

<표 7.17>에 따르면, 사전 점수를 통제할 경우 STEAM 교육은 융합적 문제해결력 영역 중 설계 및 실행을 제외한 사고력과 융합적 소양 영역에 대해 긍정적인 변화를 가져오는 것으로 나타났다.

<표 7.18>와 같이, 사고력의 하위 영역 중에서는 STEAM 교육을 할 경우 유연성과 경제적 사고를 제외하고 유창성과 독창성, 논리 비판적 사고에서 유의미하게 효과를 나타내었다.

<표 7.19>와 같이, 초등학생의 융합적 소양은 STEAM 교육에 유의미하게 효과를 나타내었다.

<표 7.20>에서 나타난 것과 같이, STEAM 교육을 할 경우 설계 및 실행의 하위 영역인 설계의 타당성과 설계의 구체성 모두 유의미한 효과를 나타내지 못했다.

<표 7.17> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 초등학교 (N=144)

변수	사고력			융합적 소양			설계 및 실행		
	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.29	**	0.08	0.16	*	0.07	0.16	**	0.06
실험군여부	3.45	***	0.75	0.55	**	0.16	0.01		0.39
intercept	10.39	***	1.37	2.18	***	0.2	7.79	***	0.57
AdjustedR-squared	0.16			0.08			0.04		

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

<표 7.18> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 초등학교 사고력 영역(N=144)

	유창성			유연성			독창성			논리비판적 사고			경제적 사고		
변수	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.35	***	0.10	0.24	***	0.07	0.10		0.09	0.28	**	0.10	0.13		0.05
실험군여부	1.27	***	0.22	0.26		0.19	0.71	**	0.21	1.12	***	0.25	0.01		0.07
intercept	2.29	***	0.34	2.49	***	0.29	3.00	***	0.32	1.87	***	0.33	1.76	***	0.10
AdjustedR-squared	0.23			0.08			0.07			0.14			0.03		

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

<표 7.19> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 초등학교 융합적 소양 영역(N=144)

변수	융합적 소양		
	B		SE
사전 점수	0.16		0.07
실험군여부	0.55	**	0.16
intercept	2.18	***	0.20
AdjustedR-squared	0.08		

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

<표 7.20> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 초등학교 설계 및 실행 영역(N=144)

변수	설계의 타당성			설계의 구체성		
	B		SE	B		SE
사전 점수	0.17	**	0.06	0.13		0.06
실험군여부	-0.09		0.20	0.08		0.21
intercept	3.98	***	0.29	3.89	***	0.29
AdjustedR-squared	0.05			0.02		

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

2) 중학교

<표 7.21~24>은 중학교 학생을 대상으로 융합적 문제해결력 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성을 보여주는 회귀 분석 결과를 제시한 것이다.

<표 7.21>와 같이, 사전 점수를 통제할 경우 STEAM 교육은 융합적 문제해결력의 모든 영역에 이렇다 할 긍정적인 변화를 가져오지 못하는 것으로 나타났다.

<표 7.22>와 같이, 사고력의 하위 영역 중에서는 STEAM 교육을 할 경우 유연성과 경제적 사고를 제외하고 유창성과 독창성, 논리비판적 사고에서 유의미한 효과를 나타내었다.

<표 7.23>에서 나타난 것과 같이, 중학생들의 STEAM 교육에 있어서 융합적 소양 영역 중에서 유의미한 효과를 나타내지 못했다.

<표 7.24>와 같이, STEAM 교육을 할 경우 설계 및 실행의 하위 영역인 설계의 타당성과 설계의 구체성 모두 유의미한 효과를 나타내지 못했다.

<표 7.21> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 중학교 (N=113)

	사고력			융합적 소양			설계 및 실행		
변수	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.33	**	0.10	0.39		0.08	0.31	**	0.09
실험군여부	0.00		0.94	0.20		0.20	1.53		0.61
intercept	9.38	***	1.37	1.27	***	0.20	4.53	***	0.65
AdjustedR-squared	0.08			0.17			0.15		

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

<표 7.22> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 중학교 사고력 영역(N=113)

	유창성			유연성			독창성			논리비판적 사고			경제적 사고		
변수	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.35	***	0.10	0.24	***	0.07	0.10		0.09	0.28	**	0.10	0.13		0.05
실험군여부	1.27	***	0.22	0.26		0.19	0.71	**	0.21	1.12	***	0.25	0.01		0.07
intercept	2.29	***	0.34	2.49	***	0.29	3.00	***	0.32	1.87	***	0.33	1.76	***	0.10
AdjustedR-squared	0.23			0.08			0.07			0.14			0.03		

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

<표 7.23> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 중학교 융합적 소양 영역(N=113)

변수	융합적 소양		
	B		SE
사전 점수	0.39		0.08
실험군여부	0.20		0.20
intercept	1.27	***	0.20
AdjustedR-squared	0.17		

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

<표 7.24> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 중학교 설계 및 실행 영역(N=113)

변수	설계의 타당성			설계의 구체성		
	B		SE	B		SE
사전 점수	0.22	**	0.08	0.40	***	0.10
실험군여부	0.73		0.30	0.81		0.32
intercept	2.48	***	0.31	2.06	***	0.34
AdjustedR-squared	0.12			0.17		

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

3) 고등학교

<표 7.25~28>은 고등학교 학생을 대상으로 한 회귀 분석 결과를 보여준다.

<표 7.25>에서 나타난 것과 같이, 분석 결과에 따르면, 사전 점수를 통제할 경우 STEAM 교육은 융합적 문제해결력의 모든 영역에서 긍정적인 변화를 가져오는 것으로 나타났다.

<표 7.26>와 같이, 사고력의 하위 영역 중에서는 STEAM 교육을 할 경우, 유창성, 유연성, 독창성, 경제적 사고, 논리비판적 사고 모두에서 유의미한 효과가 나타났다.

<표 7.27>과 같이, STEAM 교육을 할 경우, 융합적 소양에서 유의미한 효과가 나타났다.

<표 7.28>에서 나타난 것과 같이, STEAM 교육을 할 경우 설계 및 실행의 하위 영역인 설계의 타당성과 설계의 구체성 모두 유의미한 효과를 나타내었다.

<표 7.25> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 고등학교(N=147)

변수	사고력			융합적 소양			설계 및 실행		
	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.10		0.07	0.02		0.09	−0.04		0.11
실험군여부	4.71	***	0.90	0.96	***	0.19	3.18	***	0.50
intercept	8.69	***	1.48	1.42	***	0.28	5.13		0.93
AdjustedR−squared	0.15			0.14			0.23		

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

<표 7.26> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 고등학교 사고력 영역(N=147)

변수	유창성			유연성			독창성			논리비판적 사고			경제적 사고		
	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE	B		SE
사전 점수	0.34	**	0.10	0.40	***	0.10	0.24	*	0.10	−0.01		0.03	−0.08		0.10
실험군여부	1.28	***	0.25	0.88	***	0.23	0.74	**	0.23	1.38	***	0.23	0.53	***	0.12
intercept	1.20	*	0.48	1.13	*	0.43	1.89	***	0.36	1.86	***	0.22	0.83	***	0.15
AdjustedR−squared	0.16			0.14			0.10			0.20			0.13		

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

<표 7.27> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 고등학교 융합적 소양 영역(N=147)

변수	융합적 소양		
	B		SE
사전 점수	0.02		0.09
실험군여부	0.96	***	0.19
intercept	1.42	***	0.28
AdjustedR-squared	0.14		

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

<표 7.28> 융합적 문제해결력의 STEAM 교육 효과성 검증: 고등학교 설계 및 실행 영역(N=147)

변수	설계의 타당성			설계의 구체성		
	B		SE	B		SE
사전 점수	-0.01		0.10	-0.04		0.11
실험군여부	1.59	***	0.26	1.60	***	0.26
intercept	2.62	***	0.45	2.37	***	0.46
AdjustedR-squared	0.20			0.24		

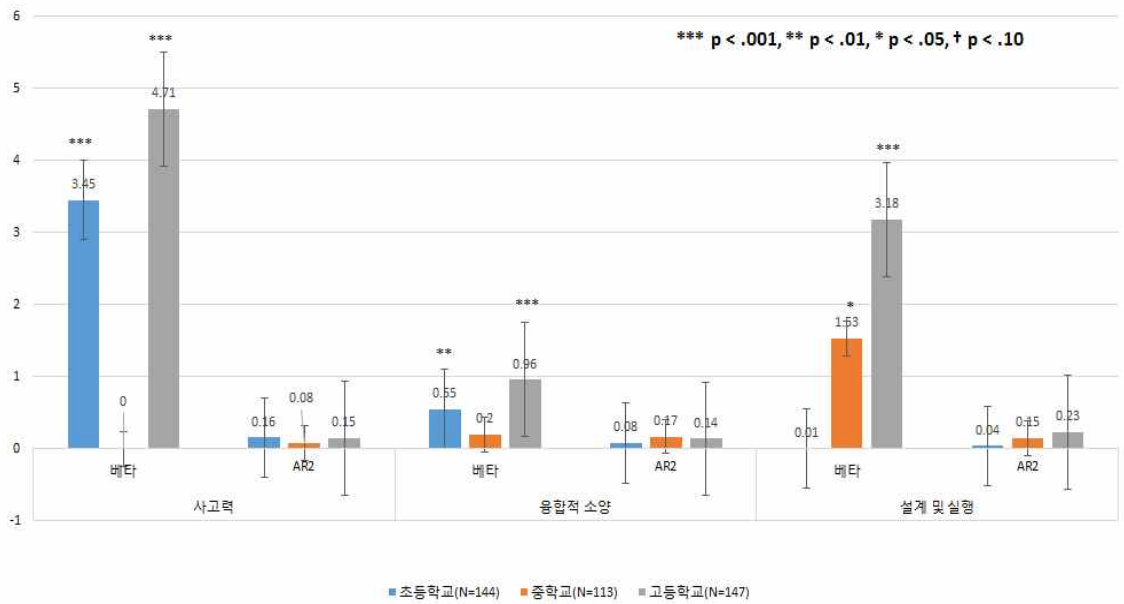
***p<.001,**p<.01

7. 결론 및 시사점

본 장에서는 초, 중, 고등학교 각 2개 학교, 2개 학급 정도를 대상으로 학교 내에 STEAM 교육을 실시한 실험 집단과 STEAM 교육을 실시하지 않은 통제 집단으로 나누어 융합적 문제해결력 영역에 대한 사전과 사후 검사를 통해 STEAM 교육이 융합적 문제해결력 영역에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보았다.

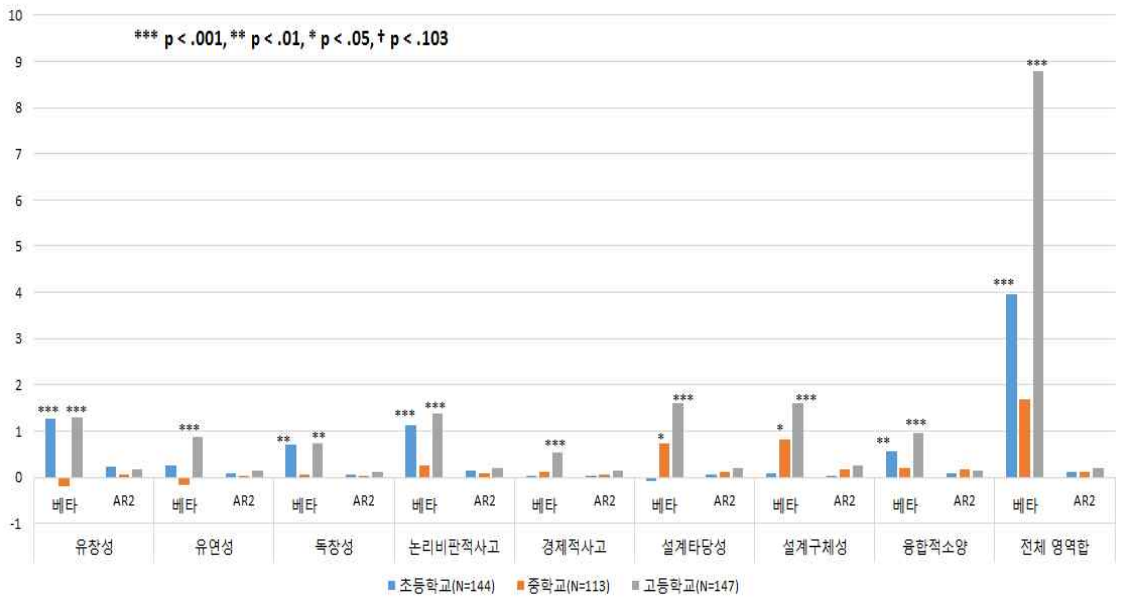
결과에 따르면, [그림 7.2]와 [그림 7.3]에서 나타난 것과 같이, 융합적 문제해결력 영역에 대한 STEAM 교육의 효과성은 학교급별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 초등학생의 경우, STEAM 교육은 융합적 문제해결력 영역 중 설계 실행 영역을 제외하고 사고력과 융합적 소양 영역에서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 고등학교의 경우, STEAM 교육은 융합적 문제해결력의 모든 영역에서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

그러나, 중학생의 경우, STEAM 교육은 모든 융합적 문제해결력 영역에 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.



[그림 7.2] 학교급별 STEAM 문제해결력의 사고력, 융합적 소양, 설계 및 실행 축에 대한 STEAM 효과

[그림 7.3]에서 나타난 것과 같이, 융합적 문제해결력 영역의 하위 요소에 대한 STEAM 교육의 효과는 학교급별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 초등학생의 경우, 유창성과 독창성, 논리·비판적 사고, 융합적 소양에서, 고등학생의 경우, 유창성, 유연성, 독창성, 논리·비판적 사고, 경제적 사고, 설계 타당성, 설계 구체성, 융합적 소양 등의 모든 영역에서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.



[그림 7.3] 학교급별 STEAM 문제해결력의 하위요소에 대한 STEAM 효과

이러한 결과에 대해서는 보다 심층적인 분석과 지속적인 연구가 필요하지만 다음과 같은 이유를 생각해 볼 수 있다.

첫째, 융합적 문제해결력을 투입한 학교의 특수성을 생각해 볼 수 있다. 정의적 영역의 경우 고등학교로 갈수록 STEAM 교육의 효과가 줄어드는 것으로 나타난 반면, 융합적 문제해결력의 경우 중학교를 제외하고 초등학교와 고등학교에서 효과가 있는 것으로 나타났기 때문이다.

둘째, 본 연구에서 투입한 융합적 문제해결력 문항의 다양성을 고려할 필요가 있다. 2014년 연구와 달리, 2015년 연구에서는 더 많은 융합적 문제해결력 검사지를 개발하였다. 이 문항들의 효과성을 알아보기 위해, 사후 검사는 다양한 조합으로 투입되었다. 이 경우 다양한 주제 또는 다양한 문제 상황에 관계없이 측정하고자 요소만 의미 있게 검사할 수 있느냐의 문제가 제기될 수 있다. 즉, 개발된 문항에 포함된 주제

또는 문제 상황에 따라 측정하고자 하는 영역의 범위가 다소 달라지고, 측정의 타당성에 영향을 미칠 가능성이 있는 것이다. 예를 들면, 보행도로 만들기의 경우, 창의적 사고와 더불어 논리적 사고도 나타나고 있으므로 이 두 가지 영역을 모두 채점해야 할 필요가 생성되는 것이다. 또한, 경제적 사고를 채점할 때, 경제성 또는 효율성에 대한 판단 기준이 모호하다는 한계가 있는 것이다. 즉, 문항에서 개발된 주제에 따라 측정하고자 하는 요소의 적절성에 영향을 줄 가능성이 있기 때문에 문항 개발, 채점 기준의 개발에 정교함이 요구된다.

셋째, 융합적 문제해결력 문항의 경우 학생들이 문제를 해결하기 위해 상당한 부하가 요구된다는 약점이 있다. 한 세트의 문항에 사고력, 융합적 소양, 설계 및 실행 능력을 평가하기 위한 내용이 모두 포함되어 있고, 사고력은 창의적 사고, 논리비판적 사고, 경제적 사고가, 설계 및 실행에는 설계의 타당성과 구체성을 평가하기 위한 내용이 포함되어 있다. 따라서 한 세트의 문항을 학생들이 해결하기 위해 적어도 40분 이상이 소요된다. 또한 학생들이 단순히 기억이나 특정 과목의 내용 이해에 기반하여 문제를 해결할 수 없고, 다양한 과목의 지식과 이해, 논리비판적 사고, 적용 능력 및 창의적 설계 능력까지 갖추어야 문제를 해결할 수 있기 때문이다. 이 외에도 학생들이 융합적 문제해결력 문항에 대한 시험 부담이 커서 대규모로 융합적 문제해결력 문항을 투입할 수 없다는 점과, 답지를 채점하는데 걸리는 시간이 많이 소요되므로 대규모 답지를 제한된 시간에 채점할 수는 없다는 현실적인 문제가 있다. 따라서, 본 연구에서 중학교의 경우 STEAM 교육의 효과가 없는 것으로 나타난 것을 일반화하는 것은 해석에 무리가 있다.

본 연구를 수행해 본 결과 후속 연구에서 요구되는 사항은 다음과 같다.

첫째, 융합적 문제해결력 평가틀의 타당도를 증진시키기 위한 연구이다. 이 연구는 개발된 검사지, 개발된 검사지에 대해 학생들의 Think aloud 등 다양한 형태의 자료 수집 등을 통해서 평가틀을 수정·보완하는 피드백 과정이 이루어져야 한다. 둘째, 각 주제의 1번 문항에서 측정하고자 하는 창의성 평가 도구로서의 적정성을 높이기 위한 개선 노력이다. 현재 1번 문항은 주어진 문제 상황을 파악하고, 제약점이나 문제점을 발견하는 단계로 구성되어 있다. 내용 타당도 검사에서 한 교수는 “문제발견”에 해당하는 각 1번 문항에서 창의적 사고를 평가하는데 학문적으로 “문제를 확인하는 것(Identifying or discovering a given Problem)"은 오히려 창의성을 평가하는 발산적 사고와 거리가 멀다고 기술하였다. 즉, 독창적이라고 해서 문제의 발견이 잘 된다는 보장이 없고, 오히려 아이디어 생성이 창의적 사고와 밀접한 관련을 가진다고 하였다. 하지만, 연구자들이 개발한 각 주제의 1번

문항은 문제 상황을 파악하고, 문제점이나 제약점을 최대한 발견하도록 요구하고 있다. 이것은 각 주제의 2번 문항에서 문제 해결을 위한 아이디어 생성으로 이어지고 있는 것이다. 따라서 본 연구의 연구자들의 이러한 의도가 충분히 반영되었는지를 점검할 필요가 있다고 생각된다.

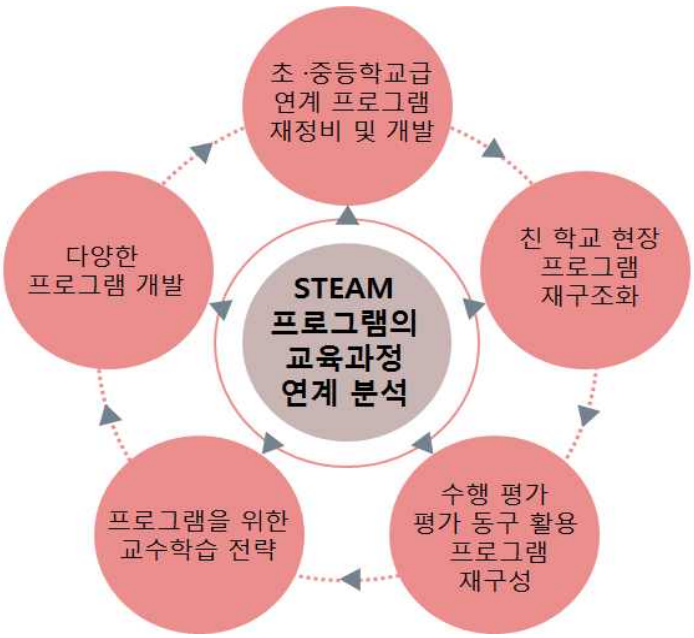
둘째, 본 연구에서 융합적 문제해결력 검사지를 투입한 학교 수가 비교적 적은 한계가 있다. 현재 STEAM 교육은 학교 전반적으로 이루어지기보다는 일부 교사가 일부 학급이나 학생들을 대상으로 수행하는 경우가 대부분이어서, STEAM 교육의 효과성을 알아보는데 어려움이 있기 때문이다. 보다 STEAM 교육이 일반화될 수 있도록 교육 환경 개선과 교육과정에서 STEAM 교육을 적극적으로 반영할 수 있도록 하는 교육적·행정적·재정적인 지원이 절실히 요구된다.

셋째, 본 연구에서 개발한 융합적 문제해결력 각 문항 세트의 경우 학생들이 문제를 해결하는데 상당 수준의 인지적 부담이 작용한다는 점이다. 이는 융합적 문제해결력 문항 자체가 가진 특성이 크게 작용한다. 따라서 인지적 부담을 줄여줄 있는 연구가 요구된다. 또한 학생들이 융합적 문제해결력 문항을 해결하는데 소요되는 시간 및 학생들이 응답한 답안을 채점하는데 걸리는 시간을 줄일 수 있는 연구가 요구된다. 이러한 문제들이 해결되어야 학교 현장에서 융합적 문제해결력 문항의 개발 및 평가가 일반화될 수 있을 것이다.

제 8 장. STEAM 교육 활성화를 위한 제언

1. STEAM 교육 지속 및 활성화를 위한 제언

가. STEAM 프로그램의 교육과정 연계 분석



[그림 8.1] STEAM 프로그램의 교육과정 연계 분석 과정

초 · 중등학교급의 교육과정 내용 체계와 연계하여 프로그램 개발 및 재정비

- STEAM 프로그램들이 개발하기 용이한 몇몇 교과 및 단원에 집중되어 있는 것은 STEAM 교육의 실행을 제한할 수 있음. 따라서 다양한 교과 및 개발되지 않은 교육과정 내용에 대한 프로그램을 개발
- STEAM 프로그램을 주제 중심으로 프로그램을 설정하고, 그와 관련된 교육과정 내용 체계를 연계하여 제시하는 것은 교육과정의 내용의 다양성과 양적 프로그램의 수를 제한. 따라서 교과별 교육과정 내용 체계를 검토하고, 그에 따른 프로그램의 재정비 및 연계 프로그램 개발

친 학교 현장 프로그램으로 재구조화

- 학교 현장의 현실을 감안하여 학교에서 적용이 쉽도록 하며, 학생, 교사, 학생의 수준을 적합한 프로그램 개발. 수업 시간에 실질적으로 활용할 수 있도록 1-2차시로 프로그램 축소
- 수업 전략 및 활용 안내 책자, 평가 가이드 북, 학생 활동지 모음 등 STEAM 교육 자료를 세트(set) 및 모듈화하여 프로그램 사용의 어려움을 최소화
- 기존 프로그램별 현재 교육과정과 연계한 성취기준과 평가 문항 개발
- 학교 현실을 최대한 고려하여 필요한 예산을 설정하고, 그에 따른 프로그램 재구조화
- 자유학기제 또는 동아리활동, 프로젝트 학습 등에서 활용할 수 있도록 프로그램을 재조직

수행평가 등의 평가도구 활용을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 재구성

- '참학력' 신장을 위한 일제식 중간·기말 시험의 전면 폐지에 따른 수행평가로 활용될 수 있도록 STEAM 프로그램의 개발 및 재구성
- STEAM 프로그램에 관찰 평가, 보고서 평가 등의 다양한 평가 방법, 준거, 채점표 등을 포함하여 재구성.

STEAM 프로그램을 효율적으로 활용할 수 있는 교수·학습전략 안내

- Flipped learning(거꾸로 학습)을 이용하여 학생들에게 개념을 미리 학습하도록 하여, 학교 수업 시간에는 STEAM 활동 중심으로 진행
- STEAM 교육에 적합한 학교급별, 또는 교과별 교수 전략 또는 수업 모형을 개발하여 제공함으로써 교사들이 효율적으로 프로그램을 활용 방안 안내
- 예를 들면, 외국의 프로그램에서 제시하고 있는 수업모형(SCIS의 순환학습, SALTER's Chemistry의 STS, Active Physics의 7E) 등과 같이 STEAM 프로그램을 위한 구체적인 수업 모형을 개발하여 제시
- 실제 STEAM 수업 잘하는 교사들의 수업을 분석한 후 귀납적으로 STEAM 수업 모형을 개발/구성하는 것도 주요 해결 방안이 될 수 있음

다양한 프로그램 및 주제 개발

- STEAM 프로그램의 중복된 주제에 따른 프로그램의 개발은 교사들에게 프로그램의 선택의 폭을 제한함
- 따라서 한국과학창의재단의 새로운 프로그램 주제에 대한 지속적인 연구 및 그에 따른 프로그램 개발이 필요

나. STEAM 교육 실태조사

[그림 8.2] STEAM 교육 실태조사 요약

교사의 관심 수준에 따른 맞춤형 연수

- 교사들의 관심 수준이 결과적 관심과 협동적 관심으로 발달할 수 있도록 지원. 교사들이 STEAM 교육을 '내용 융합'으로 제한적 이해하고, 여전히 STEAM 교육은 힘들고 어렵다고 인식
- 교사들이 STEAM 교육을 효과적으로 실천하고 있는 학교를 방문하여 수업 참관 및 공유
- 전통적인 교육 방법과 STEAM 교육의 차이점을 인식할 수 있는 기회 제공
- 다른 교사들과 협업하여 STEAM 교육 교수 기술을 개발할 기회 제공
- 교사의 인식 변화를 위한 전략 및 정책에 대한 연구 및 노력이 필요

교사들의 개인적 관심과 운영적 관심이 개선될 수 있도록 STEAM 교사의 공동체 활성화

- 특히 기계적 수준의 교사들의 경우, 교사들의 어려움을 파악하고 문제 해결에 직접적으로 도움을 줄 수 있는 교사공동체의 구성 및 활성화가 필요

- STEAM 실행에 대한 의견 교환, 문제 공유, 해결 방안 모색하고, 수업 성과를 공유하고 격려
- 상호 협력적 교사공동체를 통하여 STEAM 프로그램의 수업에 활용한 구체적인 방법과 실례를 다른 교사들과 공유할 수 있는 기회가 제공된다면 STEAM 교육에 실질적인 정보를 제공 (예, K-MOOC 등과 연계)
- STEAM 교육에 관련된 의사 결정에 교사들을 적극적으로 참여 기회 제공
- STEAM 교사연구회의 확대를 통해 교사들에게 STEAM 교육에 관심 및 실행할 수 있는 계기를 제공

교사의 STEAM 교수학습의 전문성(PCK) 향상

- 시·도교육청 연수에서 STEAM 관련 과목 포함. 교육부 연수 지침에 STEAM 과목을 포함하도록 권고하고, 또한 맞춤식 연수 교사의 필요 및 요청에 따른 STEAM 연수 제공
- 교사들이 첨단과학기술 부분을 어려워하는 경향이 있음
- 한국과학창의재단의 STEAM 프로그램 개발 연구 과제 제안서에 프로그램의 관련 첨단과학기술 내용에 전문성이 부족한 교사를 위하여 관련 내용을 교사들이 이해하기 쉽게 '충분하고 친절하게 제공한다'는 내용을 포함

STEAM 교육의 컨설팅단 및 멘토-멘티 프로그램 운영

- STEAM 교육의 철학과 방향을 설정하고 기획하는 이론 전문가, 그리고 실제 학교 현장에서 수업을 진행한 교사, 프로그램을 개발한 전문가 등이 함께 컨설턴트 역할을 할 수 있는 시스템을 마련하여 질적 및 양적 STEAM 교육 확장
- STEAM 교육의 멘토-멘티 프로그램을 운영하여 지속적으로 연구하고 문제를 해결할 수 있도록 함
- 정교화, 통합, 갱신 수준에 있는 교사들의 경우는 이미 STEAM 교육에 충분한 흥미와 경험을 가지고 실행하는 단계에 있다고 볼 수 있기 때문에 이들이 다른 교사들을 도와 STEAM 교육을 확산시키는 역할을 수행하도록 지원

STEAM 교사 및 수석교사 등의 전문 교사 양성

- STEAM 교육을 효과적으로 파급시킬 수 있는 STEAM 교사 양성, STEAM의 가치와 철학을 반영 및 질적 제고를 위한 STEAM 교사 인증
- STEAM 프로그램별 교사 연수 및 컨설팅을 실시함으로써 STEAM 이론과 실제를 연결할 수 있는 교사전문성 함양을 위한 지원
- STEAM 프로그램 개발 및 실제 수업 운영을 효과적으로 수행하고 있는 교사에게 STEAM 연구 점수 부여, 승진 점수 부여 등의 실제적인 인센티브 지급하여 교사전문성을 제고
- 시도교육청 수석교사와 장학사 평가 지표에 STEAM 교육 실적을 포함

연수 대상, 프로그램 개발 및 기회 확대

- STEAM 교육에 대한 현장교사들을 위한 다양한 연수 프로그램을 개발하고, 연수 과정에서 STEAM 프로그램을 직접 체험하고 적용 사례를 경험
- 연수 대상을 교사, 교육 관리자, 학부모로 확대함으로써 STEAM 교육의 중요성과 필요성 등의 STEAM 교육에 대한 인식을 위해 노력. 학력 위주의 학교 풍토에서, 성적과 직접적인 관련이 없고 많은 시간을 필요로 하는 STEAM 수업은 교사나 학생, 학부모 모두 매력적이지 못함. 따라서 보다 적극적인 연수를 통해 STEAM 철학과 교육적 · 사회적 현실과의 차이를 해결하기 위한 인식 변화를 도모

예산 편성 및 평가 기준 포함

- 시도교육청 및 학교에서 예산을 편성할 때, 현장학교에서 실제적으로 STEAM 교육을 활성화 할 수 있는 재정적 여건을 마련하는 것을 STEAM 교육의 활성화에 중요한 요인
- 예산 편성 여부를 시도교육청 및 학교 평가와도 연결시켜 시도교육청에 인센티브를 제공하는 정책을 추진 필요

STEAM 교육을 미래창조과학부의 ICT 사업과 연결·확대

- 미래의 ICT를 위한 인적 및 환경 자원을 위한 기반 마련. STEAM 교육은 첨단과학기술 및 ICT 원리와 활용을 학습하고, 과학기술사회에 유용한 창의융합인재 양성을 목적으로 함

- 미래창조과학부의 ICT 사업의 행정·재정적 지원을 STEAM 교육과 연결하여 미래의 창의융합인재양성으로 확대하는 것이 필요

다. 학교 STEAM 교육 이해

STEAM 교육을 활용한 인성·사회성 교육

- 2014년 12월 인성교육 특별법이 국회를 통과. STEAM 교육은 창의성 및 인성을 핵심역량으로 포함
- 또한 STEAM 수업 구현에서도 학생간, 학생과 교사간의 상호 협력, 그리고 감성적 체험의 창의적 설계 활동을 포함. STEAM 교육을 통해 학생 스스로에 대한 긍정적 감성을 기반으로 한 인성 및 사회적 정서 교육(Social Emotional Learning)이 가능
- 따라서 STEAM 교육을 활용한 인성교육은 그 효과를 최대화할 것으로 기대
- 이에 대한 정부부처의 협력과 노력이 필요하며, STEAM 교육 중 인성교육 관련 예산을 확보 또는 인성교육 중 STEAM 교육 관련 예산 확보 가능

교육 정책적 지원

- 범교과 학습 주제에 STEAM 관련 주제 포함
- 중학교 자유학기제에 연계 활용
- 초등학교의 실험·관찰, 중학교의 필수 탐구, 고등학교의 과학탐구실험 등에 STEAM 설계 활동을 포함
- 시·도교육청, 장학사와 협의를 통하여 학교에서 STEAM 교육과 관련된 예산 배정 권고. 예를 들면, 학습준비물 1인당 예산 또는 학교 기본 운영비 중 일정 비율, 약 3% 정도를 STEAM 교육으로 확보, 사용하도록 함. 예를 들면, 과학교육 발전 계획 등에 학교 기본운영비 예산 항목에서 STEAM 교육 예산으로 3%를 확보하도록 명시

교사의 평가 체제 검토

- 시·도교육청 평가 항목에 STEAM 교육 예산 반영 비율 포함. 시·도교육청 및 장학사 등의 평가에 STEAM 예산 책정에 관련된 지표 구성. 시·도교육청 예산에 STEAM 교육 예산을 책정하는 경우, 평가에 이익이 되도록 평가 지표 구성
- STEAM 교육 우수 교사를 인증하고, 일정 수준 이상의 교사들에게 가점 제공

지속적 지원

- 다양한 교과에서 STEAM이 실행될 수 있는 방안 모색
- 범교과 리더스쿨 연구회, 타학문과의 융합 등을 장려하고 지속적인 지원
- 과학교육 발전계획에 STEAM 교육을 포함하여, 교육부 70%, 교육청 30% 대응 투자하는 등의 교육부 지침 제정
- 다양한 교과별 프로그램 개발 및 재구조화. 프로그램을 교육과정에 적합/일치하도록 재구조화하는데 필요한 예산 및 행정적 지원

라. STEAM의 효과

[그림 8.3] STEAM의 효과

수업 개선 전략으로서의 STEAM 교육

- STEAM 교육을 통해 교사가 가지고 있는 학생 또는 수업에 대한 '고정관념이 깨짐.' 또한 학생들이 지식을 이용하는 방법이 달라짐. 문제를 해결하기 위하여 가능한 지식과 능력을 선별하고, 재구성하고, 시행착오의 경험을 통해 해결책 및 개선책을 찾음으로써 선순환의 사고훈련을 경험함. 이것은 수업의 변화를 가져옴.
- 교과 중심의 학교 교육의 단점을 보완하고, 주요 과목에서 좋은 성취를 하지 못하는 학생들에게 새로운 기회를 제공함.
- STEAM 교육을 정책이 아닌, 수업 개선을 위한 교수 전략으로 접근 가능

- **STEAM 효과성 검사도구의 개발 및 타당도**
  - 요인 분석 결과에 따르면, 정의적 영역 검사도구의 신뢰도와 요인 부하량은 학교급별로 차이를 보임. 검사도구의 타당도 및 신뢰도에 대한 지속적인 검증이 필요
  - STEAM 문제해결력 검사도구의 다양한 주제 또는 다양한 문제 상황에 따른 개발 및 개발된 검사도구의 타당도 및 신뢰도에 대한 지속적인 검증이 필요

- **사업의 정체성**
  - STEAM 실태조사, 효과성 심층 분석 등 사업 업무량의 분담을 통한 효율적이고 수준 높은 연구가 필요
  - STEAM 교육 후 효과성을 사전 및 사후 검사로 진행하는 효과성 연구 과제 수행 기간에 대한 검토 필요
  - 비교 대상과 동일 집단이라고 가정할 수 없으므로 통계적 비교를 바탕으로 하는 STEAM 교육의 효과성 논의에 제약

2. 후속 연구 제안

- **교사의 인식 변화와 실행을 유도할 수 있는 체제 및 정책 연구**
- **STEAM 교육의 실질적 학습 효과/학습의 질적 변화에 대한 심층적 연구**
  - 학생들이 지식을 이용하는 방법이 달라짐
  - 교과 중심의 학교 교육의 단점을 보완하고, 주요 과목에서 좋은 성취를 하지 못하는 학생들에게 새로운 기회를 제공함
  - 자기주도적 학습의 성공 경험으로 인한 학생의 자존감, 자아효능감이 높아지고, 정서적으로 만족함
- **STEAM 학습의 관찰 평가, 보고서 평가의 구체적인 방법론에 대한 연구**
- **STEAM 교육의 특성과 장점이 극대화 될 수 있도록 과목간 통합을 유도할 수 있는 방안 연구,** 예, Big History Project
- **STEAM의 중심 교과 연계 및 과목간 연계 수업에 따른 성취도, 태도, 기능, 핵심 능력 등의 효과성 검토에 대한 심층 연구 필요**

- **효과성 평가도구의 타당도를 증진시키기 위한 질적 & 양적 연구**
  - 개발된 검사지, 개발된 검사지에 대해 학생들의 Think aloud 등 다양한 형태의 자료 수집 등을 통해서 평가틀을 수정·보완하는 피드백 및 측정하고자 하는 창의성 평가 도구로서의 적정성을 높이기 위한 개선 연구
  - 융합적 문제해결력 문항에 대한 학생의 인지적 부담을 줄여줄 있는 연구 및 답안을 채점하는데 걸리는 시간을 줄일 수 있는 방안 연구
- **STEAM 교육이 미래 사회의 요구인가? 시장의 요구인가? 학교 과학교육의 미래 모형인가? 한 시대의 유행인가? 등 비판적 고찰 연구**
- **Bottom-up 또는 귀납적 접근으로 실제 STEAM 수업 잘하는 교사들의 수업을 분석한 후 STEAM 수업 모형 개발 연구**
  - STEAM 교수학습 방법론의 기초 내용을 토대로 교수학습 방법 이론 체계화
- **자생적 STEAM 예산 시스템 모델 관련 연구 필요. 학교 또는 교육청 자생적으로 STEAM 예산을 확보하여 STEAM 교육을 진행할 수 있는 방안 모색**

참 고 문 헌

교육과학기술부 (2010). 제2차 과학기술인력 육성 지원 기본 계획.

김홍정, 홍옥수, 조향숙, 임성민 (2013). 융합인재교육(STEAM) 실시에 따른 과학에 대한 흥미와 자기주도적 학습능력의 변화 분석. 학습자중심교과교육연구, 13(3), 269-289.

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

박현주, 백윤수, 심재호, 손연아, 한혜숙, 변수용, 서영진, 김은진 (2014). STEAM 프로그램 효과성 제고 및 현장 활용도 향상 기본연구. 한국과학창의재단 연구보고서 BD15030009.

백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙 (2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자중심교과교육연구, 11(4), 149-171.

백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현 (2012). 융합인재교육(STEAM) 실행 방향 정립을 위한 기초연구. 한국과학창의재단 연구보고 2012-12.

백종현 (2004). 철학사상, 별책 제 2권 제1호, 철학의 주요 개념. 서울대학교 철학사상연구소.

변정호, 이일선, 권용주 (2012). 창의적 문제해결과정 기반 생체모방 융합수업 모델 개발. 생물교육, 40(3), 327-343.

손연아, 정시인, 권슬기, 김희원, 김동렬 (2012). STEAM 융합인재교육에 대한 예비교사와 현직교사의 인식 분석. 인문사회과학연구, 13(1), 255-284.

신영준, 한선관 (2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구. 초등과학교육, 30(4), 514-523.

이광우, 민용성, 전재철, 김혜진 (2008). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초· 중등학교 교육과정 비전 연구 (II)-핵심 역량 하위 요소 설정을 중심으로. KICE. 연구보고 RRC, 7-1.

이미경, 곽영순, 민경석, 채선희, 최성연, 나귀수, 박경미 (2004). OECD/PISA 평가틀 및 예시 문항- 읽기, 수학, 과학, 문제해결력 소양 영역. 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2004-25-1, 126.

이석재, 장유경, 이헌남, 박광엽. (2003). 생애 능력 측정 도구 개발 연구: 의사소통 능력, 문제 해결 능력, 자기 주도적 학습 능력을 중심으로. 한국교육개발원.

임언 외 (2008). 미래 사회의 직업세계에서 요구하는 핵심 역량 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2008-7-2.

Apedoe, X., Reynolds, B., Ellefson, M., & Schunn, C. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. Journal of Science Education and Technology, 17, 454-465.

Barbour, R. (2007). Doing focus groups. London: Sage.

Barucky, J. M. (1984). Identification and measurement of the personal leadership development concerns of Air Force officers, cadets, and trainers participating in Air Force professional military education programs. Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin.

Baxter, G. P., & Glaser, R. (1997). An approach to analyzing the cognitive complexity of science performance assessments. Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing, Graduate School of Education & Information Studies, University of California, Los Angeles.

Berg, R. van den & Vandenberghe, R. (1981). Changing perspectives on educational innovations. Tilburg: Zwijsen.

Bloor, M., Frankland, J., Thomas, M., & Robson, K. (2001). Focus groups in social research. Thousand Oaks, CA: Sage.

Frensch, P. A., & Funke, J. (1995). Definitions, traditions, and a general framework for understanding complex problem solving. In P. A. Frensch & J. Funke (Eds.), Complex problem solving: The European perspective (pp. 3-25). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Fuller, F. F. (1969). Concerns of teachers: A developmental conceptualization. American Educational Research Journal, 6(2), 207-226.

George, A., Hall, G., & Stiegelbauer, S. (2006). Measuring Implementation in Schools: The stages of concern questionnaire. Austin, TX: Southwest Educational Development Laboratory.

Guildford, J. P. (1959). Three faces of intellect. American psychologist, 14(8), 469.

Hayes, M. O. (1980), General morphology and sediment patterns in tidal inlets: Sedimentary Geology, 26, 139-156.

Hall, G. E., George, A. A., & Rutherford, W. L. (1979). Measuring Stages of Concern About the Innovation: A manual for use of the SoC Questionnaire (Report 3032). Austin: Research and Development Center for Teacher Education, the University of Texas.

Hall, G. E., Loucks, S. F., Rutherford, W. L., & Newlove, B. W. (1975). Levels of Use of the Innovation: A framework for analyzing innovation adoption. Journal of Teacher Education, 26(1), 52-56.

Hall, G. E., Newlove, B. W., George, A. A., Rutherford, W. L., & Hord, S. M. (1991). Measuring change facilitator Stages of Concern: A manual for use of the CFSoC Questionnaire. Greeley: University of Northern Colorado, Center for Research on Teaching and Learning.

Hall, G. E., & Hord, S. M. (2006). Implementing change: Patterns, principles, and potholes (4th Edition). Boston: Pearson/Allyn & Bacon.

Hennink, M. M. (2007). International focus group research: A handbook for the health and social sciences. Cambridge University Press: Cambridge. Holstein (Eds.), Handbook of interviewing research: Context & method (pp. 141-159). Thousand Oaks, CA: Sage.

Hord, S. M., Rutherford, W. L., Huling, L., & Hall, G. E. (1987). Taking charge of change. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. International Journal of Science Education, 24(4), 389-403.

Jordan-Marsh, M. (1985). Development of a tool for diagnosing changes in concern about exercise: A means of enhancing compliance. Nursing Research, 34(2), 103-106.

Kolb, S. E. (1983). Development and application of a questionnaire for assessing Stages of Concern among nurses. Unpublished doctoral dissertation, University of Texas at Austin.

Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2009). Focus groups: A practical guide for

applied research, 4th edition. Thousand Oaks, CA: Sage.

Martin, J. B. (1989). Measuring the Stages of Concern in the development of computing expertise. Unpublished doctoral dissertation, the University of Florida.

Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schuun, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. Journal of Engineering Education, 97(1), 71-85.

Morgan, D. L. (2002). Focus group interviewing. In J. F. Gubrium & J. A. Holstein (Eds.), Handbook of interviewing research: Context & method (pp. 141-.159). Thousand Oaks, CA: Sage.

Newell, A., & Simon, H. A. (1972). Human problem solving. Prentice Hall.

OECD (2003). Problem Solving for Tomorrow's World. Programme for International Student Assessment.

Reeff, J. P., Zabal, A., & Blech, C. (2006). The Assessment of problem-solving competencies. A draft version of a general framework. http://www.die-bonn.de/esprid/dokumente/doc-2006/reeff06_01.pdf

Runco, M. A. (1991). Divergent thinking. Ablex Publishing.

Sternberg, R. J., & Kaufman, J. C. (1998). Human abilities. Annual Review of Psychology, 49, 479-502.

Stewart, D. W., Shamdasani, P. N., & Rook, D. W. (2007). Focus groups: Theory and practice, 2nd edition. Thousand Oaks, CA: Sage.

Torrance, E. P. (2002). The manifesto: A guide to developing a creative career. Westport, CT: Ablex.

Torrance, E. P. (2008). The Torrance tests of creative thinking norms-technical manual figural(streamlined) forms A & B. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service, Inc.

The Stages of Concern Questionnaire. http://www.sedl.org/cbam/socq_manual_201410.pdf

부록

[부록] 1. (학교용) STEAM 교육 운영현황 실태조사지 ····· 264
[부록] 2. (교사용) STEAM 교육 실태조사지 ····· 272
[부록] 3. 리더스쿨 포커스그룹 면담 ····· 284
[부록] 4. STEAM 태도 검사지 ····· 287
[부록] 5. 융합적 문제해결력 검사지 ····· 290
[부록] 6. 융합적 문제해결력 검사지(사후검사지) ····· 300

[부록] 1. (학교용) STEAM교육 운영현황 실태조사지

2015년 초, 중, 고등학교 STEAM 운영 현황 실태조사

❑ 개요

○ **목적** : 2015년 융합인재교육(STEAM) 운영 현황의 실태를 우리나라 모든 초, 중, 고등학교를 대상으로 조사함

○ **조사기간** : **2015.12.07. (월요일) ~ 2015.12.15. (화요일)**

○ **참여대상** : **전국 지역의 모든 초등학교, 중학교, 고등학교**

○ **주요내용**

- 융합인재교육(STEAM) 시행 여부
- 융합인재교육(STEAM) 시행을 위한 선결 문제
- 융합인재교육(STEAM)을 위한 예산 등

○ **주최/주관 : 교육부/한국과학창의재단**

❑ 조사 참여방법 : 온라인 조사

○ **인터넷 주소에 접속**하여 조사 진행

인터넷 주소(URL)
https://ko.surveymonkey.com/r/2015steam_operation

❑ 협조사항

○ 시도교육청: 관할 초등학교, 중학교, 고등학교의 연구부장 교사 또는 그에 상응하는 교사가 설문조사에 참여하도록 안내

○ 학교: 연구부장 교사 또는 그에 상응하는 교사가 설문조사에 참여

❑ 문의

박현주 교수 조선대학교 사범대학 화학교육과

연락처: 062-230-7638, 010-8707-8645

이메일: hjapark@chosun.ac.kr

김건희 연구보조원 010-2434-4637

붙임 1. STEAM 교육 운영 현황 온라인 실태조사 유의사항 1부

별첨 : STEAM 교육 운영 현황 실태조사지. 끝.

붙임 1 STEAM 교육 운영 현황 온라인 실태조사 유의사항

❑ 안내사항

- ❍ 이 조사는 학교 단위로 이루어짐. 따라서 한 학교에서 한 번만 참여
- ❍ 학교의 연구부장 교사 또는 그에 상응하는 교사가 조사에 참여
- ❍ 성실하게 평가에 응할 수 있도록 안내
- ❍ 모든 자료는 익명으로 분석될 것이며, 연구 목적 이외에는 사용하지 않을 것임

❑ 실태 조사에 대한 안내

- ❍ 실태 조사는 총 10 문항으로, 약 20시간 내외가 소요될 것으로 예상됨
- ❍ 설문 URL에 접속할 수 있도록 설문 인터넷 주소를 복사하여 활용함
- ❍ 설문 완료 후 반드시 하단의 '완료' 버튼을 클릭하여야 조사가 완료됨

STEAM 교육 운영 현황 실태조사

(학교용)

※ 이 조사는 우리나라 초, 중, 고등학교에서의 STEAM 교육 운영 현황을 파악하고, 이를 바탕으로 STEAM 교육 정책 개선 및 향후 정책 결정에 반영하기 위한 것입니다. 참여하여 조언을 해 주시길 간곡히 부탁드립니다. 감사합니다.
- 이 조사는 학교 단위로 진행하는 것입니다. 따라서 한 학교에서 한 번만 조사에 참여하시면 됩니다.
- 모든 자료는 익명으로 분석될 것이며, 연구 목적 이외에는 사용하지 않을 것을 약속드립니다.

1. 다음은 ‘학교 배경’을 알아보기 위한 질문입니다. 각 항목에서 해당하는 부분에 ∨ 표시해 주세요.

학교급	□① 초등학교 □② 중학교 □③ 일반고 □④ 특성화고 □⑤ 특수목적고 □⑥ 자율형고
설립 유형	□① 국·공립 □② 사립
소속 교육청	□① 서울특별시 □②인천광역시 □③대전광역시 □④부산광역시 □⑤ 대구광역시 □⑥울산광역시 □⑦ 광주광역시 □⑧경기도 □⑨강원도 □⑩충청북도 □⑪충청남도 □⑫ 세종특별자치시 □⑬ 전라북도 □⑭전라남도 □⑮경상북도 □⑯ 경상남도 □⑰ 제주특별자치도
학교 소재지	□①대도시(특별.광역시) □② 중.소 도시 □③ 군.읍.면 지역
학교 규모	□ 학생 수 ( )명 □ 교사 수 ( )명

2. 귀교에서는 현재 STEAM 교육을 실행하고 계십니까?

☐ ① 아니요 >> 3번 문항에 응답해 주세요.
☐ ② 네 >> 4번 문항부터 응답해 주세요.

3. 귀교에서 현재 STEAM 교육을 하지 않고 계시다면, 그 이유는 무엇입니까? (STEAM 교육을 하고 있지 않는 학교만 응답)

☐ ① 학교장이 원하지 않음
☐ ② 교육적 기대효과가 불투명함
☐ ③ 학업 성취도 결과에 대한 책임감
☐ ④ 예산 등의 행정 및 재정적 지원 부족
☐ ⑤ 추가적인 시간과 노력을 투자해야 함
☐ ⑥ 학생 수 등의 교육적 환경이 적합하지 않음
☐ ⑦ STEAM 교육 정책의 지속성에 대한 의구심
☐ ⑧ STEAM 교육에 대한 교육구성원들의 합의가 이루어지지 않음
☐ ⑨ 기타( )

3.1. 귀교에서 앞으로 STEAM 교육을 실행할 계획을 있으십니까?

☐ ① 아니요 >> 3.2번 문항에 응답해 주세요.
☐ ② 네 >> 3.3번 문항에 응답해 주세요

3.2 귀교에서 앞으로 STEAM 교육을 실행할 계획을 하지 않고 있는 이유는 무엇입니까?

☐ ① 학교장이 원하지 않음
☐ ② 교육적 기대효과가 불투명함
☐ ③ 학업 성취도 결과에 대한 책임감
☐ ④ 예산 등의 행정 및 재정적 지원 부족
☐ ⑤ 추가적인 시간과 노력을 투자해야 함
☐ ⑥ 학생 수 등의 교육적 환경이 적합하지 않음
☐ ⑦ STEAM 교육 정책의 지속성에 대한 의구심
☐ ⑧ STEAM 교육에 대한 교육구성원들의 합의가 이루어지지 않음
☐ ⑨ 기타( )

3.3. 귀교에서 STEAM 교육을 실행하기 위해서 가장 우선적으로 해결해야 되는 문제는 무엇입니까?

□ ① 예산 지원
□ ② 교사에게 인센티브 부여
□ ③ STEAM 교육 정책의 지속성
□ ④ STEAM 교육에 맞는 교육과정 편성
□ ⑤ 다양한 STEAM 프로그램의 개발 및 보급
□ ⑥ 상급학교 진학을 위한 학생의 평가제도 개선
□ ⑦ 교사의 STEAM 교육 전문성 신장을 위한 연수
□ ⑧ STEAM 교육에 대한 학교 관리자의 인식 변화
□ ⑨ 수업 준비 시간 확보를 위한 교사의 행정 업무 경감
□ ⑩ 기타( )

4. 귀교에서 STEAM 교육을 실행하기 위해서 가장 우선적으로 해결해야 되는 문제는 무엇입니까?

□ ① 예산 지원
□ ② 교사에게 인센티브 부여
□ ③ STEAM 교육 정책의 지속성
□ ④ STEAM 교육에 맞는 교육과정 편성
□ ⑤ 다양한 STEAM 프로그램의 개발 및 보급
□ ⑥ 상급학교 진학을 위한 학생의 평가제도 개선
□ ⑦ 교사의 STEAM 교육 전문성 신장을 위한 연수
□ ⑧ STEAM 교육에 대한 학교 관리자의 인식 변화
□ ⑨ 수업 준비 시간 확보를 위한 교사의 행정 업무 경감
□ ⑩ 기타( )

5. 귀교에서 STEAM 교육을 시행하는 가장 큰 이유는 무엇입니까?

□ ① 교사들의 자발적 노력 □ ② 학교장의 권유
□ ③ 학생들의 요구 □ ④ 교육청의 지원
□ ⑤ steam 교사 연구회 등 지원 ⑥기타 ( )

6. 귀교에서는 STEAM 수업을 얼마나 자주 실시합니까?

☐ ① 매 월 1-2 차시 ☐ ② 매 월 3-4 차시 정도
☐ ③ 매 월 5-6 차시 정도 ☐ ④ 매 수업시간마다 수시로
☐ ⑤ 기타 ( )

7. 귀교에서는 주로 어떤 시간을 활용하여 STEAM 수업을 하십니까?

☐ ① 정규 교과 시간 ☐ ② 창의적 체험활동 시간
☐ ③ 방과 후 수업 시간 ☐ ④ 동아리 운영 시간
☐ ⑤ 기타 ( )

8. 귀교에서는 STEAM 교육을 수행하는데 필요한 예산 (교재개발비, 실습재료비, 체험학습비 등)은 어떻게 확보하여 사용하고 계십니까?

☐ ① 학교 자체 예산
☐ ② 외부 사업 예산 (외부 사업 기관:)
☐ ③ 학교 자체 예산과 외부 사업 예산 (외부 사업 기관:)
☐ ④ 기타 ( )

9. 귀교에서 시행하고 있는 STEAM 교육에 얼마나 만족하고 계십니까?

☐ ① 매우 만족 ☐ ② 대체로 만족
☐ ③ 보통 ☐ ④ 대체로 불만
☐ ⑤ 매우 불만

10. 귀교에서 앞으로도 계속해서 STEAM 교육을 실행할 계획이십니까?

☐ ① 아니요 >> 10.1번 문항에 응답해 주세요.
☐ ② 네 >> 11번 문항에 응답해 주세요.

10.1 귀교에서 앞으로 계속해서 STEAM 교육을 실행할 계획을 하지 않는 이유는 무엇입니까?

□ ① 학교장이 원하지 않음
□ ② 교육적 기대효과가 불투명함
□ ③ 학업 성취도 결과에 대한 책임감
□ ④ 예산 등의 행정 및 재정적 지원 부족
□ ⑤ 추가적인 시간과 노력을 투자해야 함
□ ⑥ 학생 수 등의 교육적 환경이 적합하지 않음
□ ⑦ STEAM 교육 정책의 지속성에 대한 의구심
□ ⑧ STEAM 교육에 대한 교육구성원들의 합의가 이루어지지 않음
□ ⑨ 기타( )

11. 학교 현장에서 STEAM 교육이 보다 활성화되기 위해서는 (또는 STEAM 수업을 지속적으로 수행하기 위해서는) 교육부, 시・도교육청, 교사, 학교 관리자 차원에서 각각 노력/개선해야 하는 점은 무엇이라고 생각하십니까? 자유롭게 기술해 주세요. (리더스쿨 참여했던 학교만 응답)

구분	노력/개선해야 하는 점
교육부	
시·도 교육청	
교사	
학교 관리자	
기타	

12. 귀교는 STEAM 리더스쿨의 운영 우수사례에 지원하길 원하십니까? (리더스쿨 참여했던 학교만 응답)

□① 예 □② 아니오

[부록] 2. (교사용) STEAM 교육 실태조사지

2015년 초, 중, 고등학교 교사의 STEAM 교육 실태조사 (교사용)

❑ 개요

○ 목적 : 초, 중, 고등학교의 교사를 대상으로 STEAM 교육 실태를 조사

○ 조사기간 : 2015.12.07. (월요일) ~ 2015.12.15. (화요일)

○ 참여대상 : 2012~2015 STEAM 리더스쿨, STEAM 교사연구회 소속의 교사

○ 주요내용

- 교사의 STEAM 교육 관심 조사
- STEAM 교육 실행 조사
- STEAM 교육 실행 형태 조사

○ 주최/주관 : 교육부/한국과학창의재단

❑ 설문 참여방법 : 온라인 설문조사

○ 다음 **인터넷 주소에 접속**하여 조사 진행

인터넷 주소(URL)
https://ko.surveymonkey.com/r/2015steam_actualcondition

❑ 문의

박현주 교수 조선대학교 사범대학 화학교육과

연락처: 062-230-7638, 010-8707-8645

이메일: hjapark@chosun.ac.kr

김건희 연구보조원 010-2434-4637

붙임 1. STEAM 온라인 실태조사 유의사항 1부

별첨 : 초·중등학교 STEAM 교육 실태조사지. 끝.

붙임 1 STEAM 온라인 실태조사 유의사항

❑ 실태 조사에 대한 안내

- ❍ 실태 조사는 약 60 문항으로, 약 30시간 내외 소요 예상
- ❍ 설문 URL에 접속할 수 있도록 설문 인터넷 주소를 복사해서 조사에 응답
- ❍ 설문 완료후 반드시 하단의 '완료' 버튼을 클릭하여야 조사가 완료
- ❍ 모든 자료는 익명으로 분석될 것이며, 연구 목적 이외에는 사용하지 않을 것임

초 · 중등학교 STEAM 교육 실태 조사

(초 · 중등학교 교사용)

안녕하세요.

2015년 STEAM 교육의 실태조사 및 효과성 심층분석 정책연구팀입니다. 이 연구는 우리나라 초, 중, 고등학교에서의 STEAM 교육 운영 현황을 파악하고, 이를 바탕으로 STEAM 교육 정책 개선 및 향후 정책 결정에 반영하기 위한 정책 연구입니다. 이에 잠시 시간을 내어 참여해주실 것을 간곡히 부탁드립니다. 감사합니다.

2015년 STEAM 교육의 실태조사 및 효과성 심층분석 연구진 일동 드림

♣ 성심껏 답해 주셔서 감사합니다.

Ⅰ. STEAM 교육 관심 조사

번호	문항 내용	나와 무관함	동의하지 않음		다소동의			매우 동의	
1	나는 STEAM 수업에 대한 학생의 반응에 관심이 있다.	0	1	2	3	4	5	6	7
2	나는 STEAM 수업을 개선할 수 있는 방법을 알게 되었다.	0	1	2	3	4	5	6	7
3	나는 STEAM 수업 이외의 다른 교육 방법에 관심이 더 많다.	0	1	2	3	4	5	6	7
4	나는 STEAM 수업을 준비할 충분한 시간을 확보하고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
5	나는 STEAM 수업을 하고 있는 다른 교사들을 돕고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
6	나는 STEAM 수업에 대해서 더 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
7	나는 STEAM 교육이 나의 경력에 어떤 도움을 줄 것인지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
8	나는 STEAM 수업에 대한 개인적인 흥미와 교육적 책임감 사이에서 오는 갈등에 대해 관심이 있다.	0	1	2	3	4	5	6	7
9	나는 나의 STEAM 수업 방법을 개선하는데 관심이 있다.	0	1	2	3	4	5	6	7
10	나는 STEAM 교육과 관련하여 학교 내부뿐만 아니라 외부 교사들과도 협력하고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
11	나는 STEAM 교육이 학생에게 어떤 영향을 미칠지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
12	나는 현 시점에서는 STEAM 교육에 관심이 없다.	0	1	2	3	4	5	6	7
13	나는 STEAM 교육을 추진할 때 누가 의사결정을 하는지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
14	나는 STEAM 수업의 실행 가능성에 대해 논의하고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
15	내가 STEAM 수업을 한다면, 어떤 자료가 필요할지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
16	나는 STEAM 교육을 운영할 때 필요한 역량이 나에게 있는지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
17	나는 STEAM 수업을 하기 위해서 나의 교수법과 업무를 어떻게 바꾸어야 할지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7

18	나는 STEAM 수업을 잘하고 있는 다른 학교나 교사들에게 관련된 정보를 얻고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
19	나의 STEAM 수업이 학생에게 주는 영향을 평가하는데 관심이 있다.	0	1	2	3	4	5	6	7
20	나는 STEAM 수업 방법을 개선하고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
21	나는 다른 일들이 많아서 STEAM 교육을 할 여유가 없다.	0	1	2	3	4	5	6	7
22	나는 STEAM 수업중 학생이 경험한 것을 토대로 수업을 개선하고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
23	나는 STEAM 교육에 대해서 거의 생각하지 않는다.	0	1	2	3	4	5	6	7
24	나는 학생이 STEAM 수업을 좋아하게 하고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
25	나는 STEAM 교육과 관련된 행정 처리에 얼마나 시간이 필요한지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
26	나는 STEAM 교육을 할 때 단기적으로 무엇이 필요한지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
27	나는 STEAM 수업의 효과를 극대화하기 위해서 다른 사람과 협력하고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
28	나는 STEAM 수업을 위해 내 시간과 노력이 얼마나 더 필요한지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
29	나는 다른 교사들이 STEAM 수업을 어떻게 하고 있는지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
30	다른 업무 때문에 STEAM 수업에 대해서 생각하기 힘들다.	0	1	2	3	4	5	6	7
31	나는 STEAM 수업을 어떻게 보완, 향상, 대체해야할지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
32	나는 STEAM 수업을 개선하기 위해 학생의 피드백을 사용하고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
33	나는 STEAM 수업을 할 때 나의 역할이 어떻게 변할지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7
34	나는 STEAM 교육을 하는데 필요한 업무 조정이나 사람들 간의 협력을 위해서 시간을 많이 쓴다.	0	1	2	3	4	5	6	7
35	나는 STEAM 교육이 지금의 교육을 어떻게 향상시키는지 알고 싶다.	0	1	2	3	4	5	6	7

※ 다음은 STEAM 교육에 대한 관심 정도를 알아보기 위한 질문입니다. 선생님의 의견과 일치하는 내용의 번호에 ∨ 표시해 주십시오.

▷ 문항의 내용이 선생님과 무관하다고 생각되면 '0'에 ∨ 표시해 주십시오.

▷ 문항의 내용에 동의할수록 '7'에 가까운 숫자에 ∨ 표시해 주십시오.

Ⅱ. STEAM 교육 실행 조사

※ 다음은 STEAM 교육 실행 정도를 알아보기 위한 질문입니다.
선생님의 의견과 일치하는 **내용의 번호에 ∨ 표시해 주십시오.**

1. 선생님께서는 STEAM 수업을 하고 있습니까?

□ ① 실행하고 있지 않다(2번 문항으로 가십시오.).

□ ② 실행하고 있다(3번 문항으로 가십시오.).

2. 선생님께서 STEAM 수업을 하고 있지 않다면, (다음 중 한 개만 선택하세요.)

□ ① STEAM 수업에 대해 거의 아는 것이 없어서 실행하지 못하고 있다.

□ ② STEAM 수업에 대해 보다 자세한 정보를 얻기 위해 노력하고 있다.

□ ③ STEAM 수업을 시작할 시점을 정했고 구체적인 실행 방안을 준비하고 있다.

□ ④ STEAM 수업에 대해 잘 알고 있지만 여러 가지 이유로 실행하지 못하고 있다.

3. 선생님께서 STEAM 수업을 하고 있다면, (다음 중 한 개만 선택하세요)

□ ① 이제 시작하여 체계적이지는 못하고, 다른 교사를 따라하는 수준이다.

□ ② 일상적으로 실행하고는 있으나 아직 개선하려고 시도하지는 못한다.

□ ③ 학생의 학습결과를 향상시키기 위해 공식적 혹은 비공식적인 평가에 근거하여 STEAM 교육을 수정하고 있다.

□ ④ 내가 지금 하고 있는 STEAM 수업보다 더 좋은 STEAM 수업을 하기 위하여 동료 교사들과 협의·협동하거나, 다른 교사들이 적용한 방법을 적극적으로 수용하려고 시도하고 있다.

□ ⑤ 일반적으로 실행하고 있는 STEAM 수업의 대안을 찾거나 지금까지 해 온 STEAM 수업을 대폭적으로 수정하려고 시도하고 있다.

Ⅲ. STEAM 교육 실행 형태 조사

※ 다음은 STEAM 교육 실행 형태를 알아보기 위한 질문입니다.
선생님의 의견과 일치하는 **내용을 한 개를 선택하여 ∨ 표시해 주시거나 간단하게 응답해 주십시오.**

1. 선생님께서는 STEAM 수업하고 있습니까?

□ ① 실행하고 있지 않다(2번 문항으로 가십시오.).
□ ② 실행하고 있다(3번 문항으로 가십시오.).

2. 선생님께서 STEAM 수업을 하고 계시지 않다면, 그 이유는 무엇입니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 타 교과 내용에 대한 두려움과 기술·공학적 요소를 접목 시 전문성 부족
□ ② STEAM 수업을 꼭 해야 하는지에 대한 의문(필요성을 못 느낌)
□ ③ STEAM 수업을 했을 때 교사에게 특별한 혜택이 없음
□ ④ 학교의 과도한 업무로 STEAM 수업을 시도할 시간·재정적 여유가 없음
□ ⑤ 열린교육이나 녹색교육과 같이 STEAM 교육도 한시적 교육정책이라는 생각
□ ⑥ 교육과정을 STEAM으로 수업했을 때 학업성취도 결과에 대한 책임감
□ ⑦ STEAM 교육에 대한 교육구성원들의 합의가 제대로 이루어지지 않음
□ ⑧ 기타 ( )

3. 선생님께서는 주로 어떤 교과를 중심으로 STEAM 수업을 하십니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 국어
□ ② 도덕 · 윤리
□ ③ 수학
□ ④ 사회
□ ⑤ 과학
□ ⑥ 실과, 기술 · 가정
□ ⑦ 영어
□ ⑧ 음악
□ ⑨ 미술
□ ⑩ 체육
□ ⑪ 기타 ( )

4. 선생님께서는 주로 어떤 시간을 활용하여 STEAM 수업을 하십니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 정규 교과 시간 □ ② 창의적 체험활동 시간
□ ③ 방과 후 수업 시간 □ ④ 동아리 운영 시간
□ ⑤ 기타 ( )

5. 선생님께서는 주로 어떤 형태로 STEAM 수업을 하십니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 단독으로 STEAM 수업 진행
□ ② 팀티칭 형태로 STEAM 수업 진행
□ ③ 상황에 따라 단독으로 또는 팀티칭 형태로 진행
□ ④ 기타 ( )

6. 선생님께서는 내용을 융합 또는 통합할 때 주로 어떤 유형으로 하십니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 단일교과내 수업형 (중심교과와 타교과 연계)
□ ② 과목간 연계형 (관련된 내용으로 여러 교과를 연계)
□ ③ 탈교과형 (주제 또는 문제 중심 수업)
□ ④ 기타 ( )

7. ‘상황제시’, ‘감성적 체험’, ‘창의적 설계’ 중, 선생님께서 STEAM 수업을 위해 주로 적용하는 것은 몇 가지입니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 세 가지 모두 적용한다.
□ ② 두 가지만 적용한다.
□ ③ 한 가지만 적용한다.
□ ④ 적용하지 않는다. (이유:)

8. 선생님께서 STEAM 수업에서 주로 교재는 무엇입니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 교과서
□ ② 스스로 개발한 교재
□ ③ 한국과학창의재단 STEAM 프로그램
□ ④ 기타 ( )

9. STEAM 수업에서 활용한 한국과학창의재단의 STEAM 프로그램은 선생님께서 사용하신 교재 전체 중 약 몇 % 정도에 해당합니까?

□ ① 0 %
□ ② 1~25% 미만
□ ③ 26~50% 미만
□ ④ 51~75% 미만
□ ⑤ 75 이상

10. 한국과학창의재단의 STEAM 프로그램을 수업에 활용하는데 만족하십니까?

□ ① 매우 만족 □ ② 다소 만족
□ ③ 다소 불만족 □ ④ 매우 불만족

11. 학습자를 고려할 때, 한국과학창의재단의 STEAM 프로그램 활용도를 높이기 위하여 개선해야 할 점은 무엇입니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 학습자의 발달 수준에 맞는 프로그램
□ ② 학습자의 흥미와 관심에 맞는 프로그램
□ ③ 융합적 문제해결력 및 창의적 사고력의 향상을 위한 프로그램
□ ④ 교과 내용 이해에 도움을 줄 수 있는 프로그램
□ ⑤ 실생활 연계를 강화한 프로그램
□ ⑥ 과학기술에 대한 긍정적인 태도 형성에 도움을 주는 프로그램
□ ⑦ 기타 ( )

12. 교수적 관점에서, 한국과학창의재단의 STEAM 프로그램 활용도를 높이기 위하여 개선해야 할 점은 무엇입니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 교사가 이해할 수 있는 수준의 프로그램 개발
□ ② 교사의 추가적인 시간과 노력을 최소화하는 프로그램 개발
□ ③ 다양한 교과에서 활용할 수 있는 프로그램 개발
□ ④ 필요한 활동 재료와 장비를 쉽게 구할 수 있는 프로그램 개발
□ ⑤ 학교 현장의 수업 시간을 고려한 프로그램 개발
□ ⑥ 교육과정과 연계된 프로그램 개발
□ ⑦ 실질적인 평가 방안을 제시한 프로그램 개발
□ ⑧ 기타 ( )

13. 한국과학창의재단의 STEAM 프로그램을 주로 어떤 경로를 통해 알게 되었습니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① STEAM 웹사이트 (http://steam.kofac.re.kr) □ ② 연수 및 워크숍
□ ③ 현장컨설팅 □ ④ 동료교사
□ ⑤ 언론매체 □ ⑥ 기타 ( )

14. STEAM 수업에 대한 학생들의 반응은 어떻다고 생각하십니까?

□ ① 매우 만족 □ ② 다소 만족
□ ③ 다소 불만족 □ ④ 매우 불만족

15. 학생들이 STEAM 수업을 만족스럽게 생각한 이유가 무엇이라고 생각하십니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 학습자가 주도적인 활동 중심
□ ② 실생활 문제를 체험
□ ③ 첨단과학 등의 새로운 학습 소재
□ ④ 친구들과 함께 과제를 수행
□ ⑤ 특정 장비 (컴퓨터, 스마트 기기 등)를 사용
□ ⑥ 기타 ( )

16. 학생들이 만족스럽지 않게 생각한 이유가 무엇이라고 생각하십니까? 한 개만 선택하세요.

□ ① 평가 등의 경쟁 교육으로 인한 STEAM 수업이 도움이 안 됨
□ ② 많은 활동으로 인하여 수업 시간이 부족하기 때문
□ ③ 새로운 생각을 하는 것이 어려워서
□ ④ 학습내용이 어려워서
□ ⑤ 모둠별 협동수업이 어려워서
□ ⑥ 기타 ( )

17. 선생님께서는 STEAM 수업에 대한 학생의 성취를 어떻게 평가하십니까? 해당하는 것을 모두 선택하세요.

□ ① 하지 않는다.
□ ② 관찰평가
□ ③ 보고서평가
□ ④ 지필평가
□ ⑤ 면담평가
□ ⑥ 기타 ( )

18. 선생님께서는 STEAM 수업을 위해서 학습 집단을 어떻게 조직(학생을 어떻게 조직)하십니까? 해당하는 것을 모두 선택하세요.

□ ① 개별
□ ② 모둠별
□ ③ 1학급 전체 집단별
□ ④ 기타 (선생님의 조직 방법:)

19. 선생님께서는 STEAM 수업을 얼마나 자주 실시하십니까?

□ ① 매 월 1-2 차시
□ ② 매 월 3-4 차시 정도
□ ③ 매 월 5-6 차시 정도
□ ④ 매 수업시간마다 수시로
□ ⑤ 기타 ( )

Ⅳ. STEAM 수업 응답자 배경 조사

※ 다음은 초·중등학교 선생님들의 '교사 배경'을 알아보기 위한 질문입니다. 선생님의 의견과 일치하는 **내용의 번호 위에 ∨ 표시해 주시거나 간단하게 응답해 주십시오.**

1. 성 별	□ 여자 □ 남자
2. 학교급	□ 초등학교 □ 중학교 □ 일반계 고등학교 □ 특성화 고등학교 □ 특수목적 고등학교 □ 자율형 고등학교
3. 학교 소재지	□ 특별•광역시 □ 중소도시 □ 읍면지역
4. 소속 교육청	□① 서울특별시 □②인천광역시 □③대전광역시 □④부산광역시 □⑤ 대구광역시 □⑥울산광역시 □⑦ 광주광역시 □⑧경기도 □⑨강원도 □⑩충청북도 □⑪충청남도 □⑫ 세종특별자치시 □⑬ 전라북도 □⑭전라남도 □⑮경상북도 □⑯ 경상남도 □⑰ 제주특별자치도
5. 설립 유형	□ 국·공립 □ 사립
6. 학생 구성	□ 남녀공학 □ 여학교 □ 남학교
7. 교직 경력	□ 1-5년 □ 6-10년 □ 11-15년 □ 15년 이상
8. 전공(심화)	□ ① 국어 □ ② 도덕 · 윤리 □ ③ 수학 □ ④ 사회 □ ⑤ 과학 □ ⑥ 기술 · 가정 □ ⑦ 영어 □ ⑧ 음악 □ ⑨ 미술 □ ⑩ 체육 □ ⑪ 실업 □ ⑫ 기타 ( )
9. 참여 중/참여했던 사업 (복수 선택 가능)	□ STEAM 리더스쿨 □ STEAM 교사연구회 □ STEAM R & E

[부록] 3. 리더스쿨 포커스그룹 면담

리더스쿨 포커스그룹 면담 (2015. 12. 12)

바쁜 생활 속에서 시간을 내시어 오늘 그룹 면담 자리에 참여해주셔서 진심으로 감사드립니다. 리더스쿨 포커스그룹의 면담은 우리나라 초, 중, 고등학교에서의 STEAM 교육 운영 현황을 파악하고, 리더스쿨의 우수사례 및 문턱 사례를 발굴하여 STEAM 교육 정책 개선 및 향후 정책 결정에 반영하기 위한 것입니다. 여러분이 오늘 제공해주시는 생각 및 조언은 앞으로의 STEAM 교육에 관한 정책결정에 방향을 제시해 줄 것입니다. 솔직하고 비판적인 조언을 부탁드립니다.

집단으로 면담을 진행하는 이점 중의 하나는 서로의 이야기가 서로의 아이디어를 자극하여 더 많은 생각을 나눌 수 있다는 것입니다. 따라서 그룹 내에서 오고가는 이야기를 서로 듣고 나누어 함께 좋은 피드백을 제공하는 기회가 되었으면 합니다. 한 가지 규칙으로는 한 분의 이야기가 끝나면 다음 의견을 제시해주시고 가능한 동시에 발언하는 일이 없도록 해주시면 됩니다. 오늘 질문은 일곱 개 정도 준비를 하였습니다. 각 질문에 대해 더 이상 새로운 의견이 없으시면 다음 질문으로 넘어가도록 하겠습니다. 우선 첫 번째 질문입니다.

<실행 현황>

1. 귀교에서는 현재 STEAM 교육을 실행하고 계십니까? 실행을 한다면 그 동기는 무엇입니까? 하지 않는다면 그 이유는 무엇입니까?

<실행 동기 및 관련 요인>

2. 귀교에서 앞으로 STEAM 교육을 다시 실행할 계획을 있으십니까? 다시 실행을 한다면 그 동기는 무엇입니까? 하지 않는다면 그 이유는 무엇입니까?

3. STEAM 교육을 학교에서 실행하는데 필요한 지원이나 해결되어야 할 문제 등은 어떤 것이 있습니까? 구체적으로 이야기해주세요.

<실행 방식>

4. STEAM 교육 실행에 있어서 그 빈도 (주당 또는 월당), 필요한 수업 차시 또는 방과 후 시간 등에 대한 효율적인 운영 방식에 대해 의견을 주십시오.

5. STEAM 교육에 필요한 예산의 확보 및 운영 방식에 대한 의견을 주십시오.

6. 학교 현장에서 STEAM 교육이 보다 활성화를 위한 (또는 STEAM 수업을 지속적으로 수행하기 위해서는) 교육부, 시·도교육청, 교사, 학교 관리자의 역할에 대해 의견을 주십시오.

<리더스쿨의 역할>

7. 효과적인 리더스쿨의 역할과 기능을 위한 조언은 무엇입니까?

면담 중 필요한 경우 활용할 질문
==========

► 귀교는 STEAM 리더스쿨의 운영 우수사례에 지원하길 원하십니까?

► 귀교에서 현재 STEAM 교육을 하지 않고 계시다면, 그 이유는 무엇입니까? (아래 선택지는 생각을 위한 예시임)

☐ ① 학교장이 원하지 않음
☐ ② 교육적 기대효과가 불투명함
☐ ③ 학업 성취도 결과에 대한 책임감
☐ ④ 예산 등의 행정 및 재정적 지원 부족
☐ ⑤ 추가적인 시간과 노력을 투자해야 함
☐ ⑥ 학생 수 등의 교육적 환경이 적합하지 않음
☐ ⑦ STEAM 교육 정책의 지속성에 대한 의구심
☐ ⑧ STEAM 교육에 대한 교육구성원들의 합의가 이루어지지 않음
☐ ⑨ 기타( )

► 귀교에서 STEAM 교육을 실행하기 위해서 가장 우선적으로 해결해야 되는 문제는 무엇입니까?

☐ ① 예산 지원
☐ ② 교사에게 인센티브 부여
☐ ③ STEAM 교육 정책의 지속성
☐ ④ STEAM 교육에 맞는 교육과정 편성
☐ ⑤ 다양한 STEAM 프로그램의 개발 및 보급
☐ ⑥ 상급학교 진학을 위한 학생의 평가제도 개선
☐ ⑦ 교사의 STEAM 교육 전문성 신장을 위한 연수
☐ ⑧ STEAM 교육에 대한 학교 관리자의 인식 변화
☐ ⑨ 수업 준비 시간 확보를 위한 교사의 행정 업무 경감
☐ ⑩ 기타( )

► 만약 STEAM 교육을 실행한다면, 큰 이유는 무엇입니까?

☐ ① 교사의 자발적 노력 ☐ ② 학교장의 권유 ☐ ③ 학생들의 요구
☐ ④ 교육청의 지원 ☐ ⑤ steam 교사 연구회 등 지원 ☐ ⑥기타 ( )

► 귀교에서는 STEAM 수업을 얼마나 자주 실시합니까?

☐ ① 매 월 1-2 차시 ☐ ② 매 월 3-4 차시 정도
☐ ③ 매 월 5-6 차시 정도 ☐ ④ 매 수업시간마다 수시로
☐ ⑤ 기타 ( )

► 귀교에서는 주로 어떤 시간을 활용하여 STEAM 수업을 하십니까?

☐ ① 정규 교과 시간 ☐ ② 창의적 체험활동 시간
☐ ③ 방과 후 수업 시간 ☐ ④ 동아리 운영 시간

☐ ⑤ 기타 ( )

► 귀교에서는 STEAM 교육을 수행하는데 필요한 예산 (교재개발비, 실습재료비, 체험학습비 등)은 어떻게 확보하여 사용하고 계십니까?

☐ ① 학교 자체 예산
☐ ② 외부 사업 예산 (외부 사업 기관:)
☐ ③ 학교 자체 예산과 외부 사업 예산 (외부 사업 기관:)
☐ ④ 기타 ( )

► 귀교에서 실행하고 있는 STEAM 교육에 얼마나 만족하고 계십니까?

► 귀교에서 앞으로도 계속해서 STEAM 교육을 실행할 계획이십니까?

► 귀교에서 앞으로 계속해서 STEAM 교육을 실행할 계획을 하지 않는 이유는 무엇입니까?

☐ ① 학교장이 원하지 않음
☐ ② 교육적 기대효과가 불투명함
☐ ③ 학업 성취도 결과에 대한 책임감
☐ ④ 예산 등의 행정 및 재정적 지원 부족
☐ ⑤ 추가적인 시간과 노력을 투자해야 함
☐ ⑥ 학생 수 등의 교육적 환경이 적합하지 않음
☐ ⑦ STEAM 교육 정책의 지속성에 대한 의구심
☐ ⑧ STEAM 교육에 대한 교육구성원들의 합의가 이루어지지 않음
☐ ⑨ 기타( )

► 학교 현장에서 STEAM 교육이 보다 활성화되기 위해서는 (또는 STEAM 수업을 지속적으로 수행하기 위해서는) 교육부, 시·도교육청, 교사, 학교 관리자 차원에서 각각 노력/개선해야 하는 점은 무엇이라고 생각하십니까? 자유롭게 기술해 주세요.

구분	노력/개선해야 하는 점
교육부	
시·도 교육청	
교사	
학교 관리자	
기타	

[부록] 4. STEAM 태도 검사지

STEAM 태도 검사지

학교명	(　　) 중학교
학년 반	(　　) 학년 (　　) 반 (　　)번
성별	____① 남자　　____② 여자

본 조사는 연구 및 STEAM 교육 개선을 위한 것입니다. 여러분들이 응답하신 자료는 오직 연구 또는 교육 자료로만 사용될 것이며, 다른 목적으로 사용되거나 공개되지 않음을 약속드립니다. 성실하게 응답하여 주시기 부탁드립니다.

☞ 설문지 작성 요령: 각 항목별로 해당하는 곳에 ✓ 표 하거나 빈 칸을 채워 주십시오.

	항　　목	전혀 동의하지 않음	동의하지 않음	동의함	매우 동의함
1	나는 수학 체험 활동, 수학 퀴즈 풀이, 수학 관련 글읽기 등을 즐긴다.	①	②	③	④
2	나는 수학 시간에 친구의 발표를 주의 깊게 듣는다.	①	②	③	④
3	수학 지식은 일상생활에 도움이 된다.	①	②	③	④
4	나는 과학 수업에서 배우는 내용이 흥미롭다.	①	②	③	④
5	과학 시험을 잘 볼 수 있다는 자신이 있다.	①	②	③	④
6	나는 노력해도 수학이 여전히 어렵다.	①	②	③	④
7	과학과 관련된 직업에 관심이 있다.	①	②	③	④
8	나는 수학 성적이 좋다.	①	②	③	④
9	수학 공부를 하는 것은 상급학교 진학에 필요하다.	①	②	③	④
10	나는 과학 실험 기자재를 다른 친구와 사이좋게 나누어 사용한다.	①	②	③	④
11	나는 수학 수업에서 배우는 내용이 흥미롭다.	①	②	③	④
12	과학 내용을 이해할 자신이 있다.	①	②	③	④
13	과학은 다른 교과를 공부하는데 도움이 된다.	①	②	③	④
14	수학과 관련된 직업에 관심이 있다	①	②	③	④
15	나는 과학을 잘한다.	①	②	③	④
16	수학 내용을 이해할 자신이 있다.	①	②	③	④
17	나는 과학을 좋아한다.	①	②	③	④
18	과학 시간에, 내 생각을 적극적으로 표현한다.	①	②	③	④
19	수학 시간에, 친구들과 적극적으로 의견을 교환한다.	①	②	③	④
20	나는 수학을 좋아한다.	①	②	③	④
21	나는 수학 내용을 빨리 배운다.	①	②	③	④
22	수학 문제를 잘 풀 수 있다는 자신이 있다.	①	②	③	④
23	수학 시간에, 내 생각을 적극적으로 표현한다.	①	②	③	④
24	과학 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일이다.	①	②	③	④
25	나는 과학 내용을 빨리 배운다.	①	②	③	④
26	나는 수학을 잘한다.	①	②	③	④

27	나는 과학 축전, 과학관 견학, 과학 관련 글 읽기 등을 즐긴다.	①	②	③	④
28	나는 수학 공부가 싫다.	①	②	③	④
29	과학 시간에, 친구들과 적극적으로 의견을 교환한다.	①	②	③	④
30	나는 과학 성적이 좋다.	①	②	③	④
31	과학 공부를 하는 것은 상급학교 진학에 필요하다.	①	②	③	④
32	과학 지식이 일상생활에 반드시 필요한 것은 아니다.	①	②	③	④
33	나는 수학 시간에 친구의 문제 풀이가 나와 다르더라도 끝까지 듣는다.	①	②	③	④
34	나는 과학이 재미없다.	①	②	③	④
35	수학 지식이 반드시 일상생활에 필요한 것은 아니다.	①	②	③	④
36	수학은 다른 교과를 공부하는 데 도움이 된다.	①	②	③	④
37	과학 문제를 잘 풀 수 있다는 자신이 있다.	①	②	③	④
38	수학 시험을 잘 볼 수 있다는 자신이 있다.	①	②	③	④
39	나는 수학이 재미없다.	①	②	③	④
40	수학 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일이다.	①	②	③	④
41	과학 지식은 일상생활에 도움이 된다.	①	②	③	④
42	나는 과학 공부가 싫다.	①	②	③	④
43	나는 노력해도 나는 과학이 여전히 어렵다.	①	②	③	④
44	수업 시간에, 친구들과 소통하는 것은 중요하다.	①	②	③	④
45	나는 다른 친구의 입장을 생각하면서 나의 의견을 주장한다.	①	②	③	④
46	나는 과학 시간에 친구의 발표를 주의 깊게 듣는다.	①	②	③	④

47. 학생의 장래 희망 직업은 무엇입니까? 아래 보기 가운데 하나만 골라 번호를 적으시오.
( )

(1) 교사 (2) 의사 (3) 회사원, 은행원
(4) 공무원 (5) 과학자 (6) 교수 및 연구원 (과학자 제외)
(7) 군인 (8) 기술자, 공학자 (9) 항공기 조종사, 선장
(10) 간호사 (11) 약사 (12) 법조인 (판사, 검사, 변호사)
(13) 운동선수 (14) 운전사, 기능공, 제조공 (15) 예술가(화가, 음악가, 작가 등)
(16) 언론인 (17) 방송인 (18) 국회의원, 정치가
(19) 연예인 (20) 경찰관, 소방관 (21) 농부, 어부
(22) 요리사(요리, 제빵, 제과), 미용사 (23) 회계사, 변리사 (24) 성직자(목사, 신부, 승려 등)
(25) 작은 회사 경영자 또는 상점주인 (26) 큰 회사 사장이나 경영자 (27) 코디네이터
(28) 프로게이머 (29) 기타 ( )

48. 다음과 같은 일이 집에서 얼마나 자주 일어납니까?

구분	매일 또는 거의 매일	일주일에 한두번	한 달에 한두번	전혀 또는 거의 일어나지 않음.
1) 부모님은 내가 학교에서 배우고 있는 것에 대해 물어보신다.	①	②	③	④
2) 부모님과 함께 학교 공부에 대해 이야기한다.	①	②	③	④
3) 부모님은 필요할 때, 내 숙제를 도와주신다.	①	②	③	④

49. 최근 2년 동안(2013년 1월 이후) 수학 교과에 대한 사교육을 받은 적이 있습니까?
① 예 **<예>인 경우 50번과 51번 문항**에 응답하시오.
② 아니요

50. 최근 2년 동안(2013년 1월 이후) 수학 사교육을 받은 기간은 얼마나 됩니까?
① 6개월 미만 ② 6~12개월 ③ 13~18개월
④ 19~24개월 ⑤ 24개월 초과

51. 수학에 대한 사교육을 받는 시간은 일주일에 어느 정도 입니까?
① 1시간 미만 ② 1~2시간 미만 ③ 2~3시간 미만
④ 3~4시간 미만 ⑤ 4~5시간 미만 ⑥ 5시간 이상

52. 최근 2년 동안(2013년 1월 이후) 과학 교과에 대한 사교육을 받은 적이 있습니까?
① 예 **<예>인 경우 53번과 54번 문**항에 응답하시오.
② 아니요

53. 최근 2년 동안(2013년 1월 이후) 과학 사교육을 받은 기간은 얼마나 됩니까?
① 6개월 미만 ② 6~12개월 ③ 13~18개월
④ 19~24개월 ⑤ 24개월 초과

54. 과학에 대한 사교육을 받는 시간은 일주일에 어느 정도 입니까?
① 1시간 미만 ② 1~2시간 미만 ③ 2~3시간 미만
④ 3~4시간 미만 ⑤ 4~5시간 미만 ⑥ 5시간 이상

[부록] 5. 융합적 문제해결력 검사지

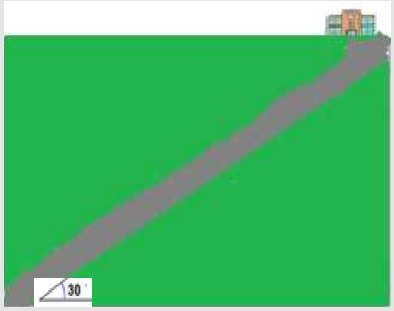
– 경사진 언덕길에 보행도로 만들기 –

본 조사는 연구 및 STEAM 교육 개선을 위한 것입니다. 여러분들이 응답하신 자료는 오직 연구 또는 교육 자료로만 사용될 것이며, 다른 목적으로 사용되거나 공개되지 않음을 약속드립니다. 성실하게 응답하여 주시기 부탁드립니다.

학교명	(　　) 초·중·고등학교
학년 반	(　　) 학년 (　　) 반 (　　)번
성별	____① 남자　　____② 여자

영수가 다니는 학교에서 영수의 집까지 이어진 도로는 보행도로와 차도의 구분이 없어 매우 위험합니다. 게다가 집으로 가는 길은 경사도 매우 급해서 불편하기도 하죠. 안전하고 편리하며 즐겁게 등·하교를 할 수 있도록 다음 사항을 고려하여 보행도로를 설계해 보도록 합시다.

(경사진 언덕길의 길이는 100m, 폭은 20m, 경사는 30도입니다.)



※ 여러분이 이러한 경사진 언덕길을 다닌다고 가정하고 다음 물음에 답해 봅시다.

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.)

①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩

2. 문제에 제시된 경사진 언덕길의 양쪽에 사람이 다닐 수 있는 길이 100m, 폭 5m의 보행도로를 설계한다고 가정합시다. 만약 여러분이 보행도로를 설계한다면 불편한 점을 해결할 수 있는 방법들과 그렇게 주장하는 학문적인 근거를 쓰세요. 더 많은 사항이 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.

근거란 여러분의 생각을 뒷받침하는 지식을 말합니다. 근거를 쓸 때는 과학, 수학, 국어, 사회, 경제, 기술, 공학, 환경, 의학, 예술 등과 관련하여 알게 된 지식을 최대한 사용하면 됩니다. 다음 예시를 참고하세요.

예시) 문제점: 유리잔이나 도자기잔은 깨지기 쉽다.

해결 방법: 플라스틱으로 만든다. 근거: 플라스틱은 물리적인 충격을 받아도 깨지지 않는다.

해결 방법	근거
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	

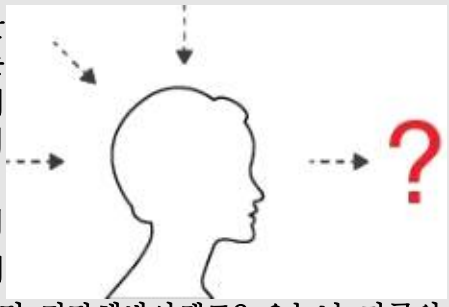
3. 앞 문제에서 생각한 사항을 정리하여 보행도로를 만들기 위한 최선의 설계안 하나를 제시하고 설명하세요. 도움이 된다면 그림, 표 등을 활용하세요.

– 특명! 지구를 살려라 –

본 조사는 연구 및 STEAM 교육 개선을 위한 것입니다. 여러분들이 응답하신 자료는 오직 연구 또는 교육 자료로만 사용될 것이며, 다른 목적으로 사용되거나 공개되지 않음을 약속드립니다. 성실하게 응답하여 주시기 부탁드립니다.

학교명	(　　) 초등학교
학년 반	(　　) 학년 (　　) 반 (　　)번
성별	____① 남자　　____② 여자

지구는 우리가 살아가는, 앞으로 살아가야 할 우리의 소중한 터전입니다. 그런데 오늘날 지구는 화려한 겉모습과는 달리 각종 환경오염으로 인해 병들어가고 있습니다. 땅, 바다, 하늘, 심지어 우리가 마시는 공기까지 아프지 않은 곳이 없죠.



자, 그럼 지구를 위해서 그리고 우리를 위해서 다 같이 의사선생님이 돼서 지구를 치료해 볼까요? 그러려면 먼저 지구가 어디가 아픈 지부터 진단해봐야겠죠? 오늘날 지구의 환경오염에는 어떠한 것들이 있으며, 이 문제를 어떻게 해결할 것인지 자신의 생각을 써 봅시다.

1. 현재 지구 환경오염은 어떤 것이 있나요? 생각나는 대로 아래에 써보세요.(더 많은 사례가 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.)

①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩

2. 가장 심각하다고 생각하는 환경오염의 내용을 쓰세요. 그리고 이 환경오염을 해결할 수 있는 방법들과 그렇게 주장하는 학문적인 근거를 쓰세요.

근거란 여러분의 생각을 뒷받침하는 지식을 말합니다. 근거를 쓸 때는 과학, 수학, 국어, 사회, 경제, 기술, 공학, 환경, 의학, 예술 등과 관련하여 알게 된 지식을 최대한 사용하면 됩니다.

예를 들면 "검정색 옷보다 흰색 옷이 빛을 잘 반사하므로 덜 덥다.(과학)"라고 쓰는 것은 근거를 들어 글을 쓰는 사례입니다.

1) 가장 심각하다고 생각하는 환경오염을 쓰세요.

2) 이 환경오염을 해결할 수 있는 방법들과 근거를 쓰세요.

	해결 방법	근거
①		
②		
③		
④		
⑤		
⑥		
⑦		
⑧		
⑨		
⑩		

3. 문항 2에서 제시한 가장 심각한 환경오염 문제를 해결할 수 있는 최선의 방안을 구체적으로 제시하세요. 도움이 된다면 그림, 표 등을 활용하세요.

– 엽록체 이식 인간 –

본 조사는 연구 및 STEAM 교육 개선을 위한 것입니다. 여러분들이 응답하신 자료는 오직 연구 또는 교육 자료로만 사용될 것이며, 다른 목적으로 사용되거나 공개되지 않음을 약속드립니다. 성실하게 응답하여 주시기 부탁드립니다.

학교명	(　　) 중학교
학년 반	(　　) 학년 (　　) 반 (　　)번
성별	____① 남자　　____② 여자

과학의 발달은 불가능할 것만 같았던 우리의 꿈을 하나씩 실현시켜 주었습니다. 물고기는 아니지만 우린 바다 밑을 헤엄칠 수 있고, 새는 아니지만 하늘을 날 수도 있죠. 아마 나중엔 식물처럼 될 수도 있지 않을까요? 식물은 우리에게 매우 이로운 생물이니까요. 만약 식물처럼 우리의 피부에 엽록체를 이식할 수 있게 된다면, 우리의 생활엔 어떤 변화가 일어나게 될까요? 상상해 보세요. 그리고 자신의 생각을 써 보세요. (단, 엽록체가 이식된 인간은 식물처럼 광합성을 하여 양분을 합성할 수 있다고 가정합니다.)

1. 엽록체 이식에 성공하여 많은 사람들이 이를 이용하게 된다면, 인간의 생활이 어떻게 변화될까요? 자유롭게 상상해보고 생각나는 대로 아래에 적어보세요. (더 많은 사례가 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.)

①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩

2. 엽록체 이식이 성공했을 때 좋아지는 점도 있겠지만, 문제점도 있을 것입니다. 엽록체 이식 인간의 출현으로 나타날 수 있는 가장 심각한 문제점을 쓰세요. 이 문제를 해결할 수 있는 방법들과 그렇게 주장하는 학문적인 근거를 설명하세요.

근거란 여러분의 생각을 뒷받침하는 지식을 말합니다. 근거를 쓸 때는 과학, 수학, 국어, 사회, 경제, 기술, 공학, 환경, 의학, 예술 등과 관련하여 알게 된 지식을 최대한 사용하면 됩니다.

예를 들면 "검정색 옷보다 흰색 옷이 빛을 잘 반사하므로 덜 덥다.(과학)"라고 쓰는 것은 근거를 들어 글을 쓰는 사례입니다.

1) 가장 심각한 문제점:

2) 이 문제를 해결할 수 있는 방법들과 근거를 쓰시오.

해결 방법	근거
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	

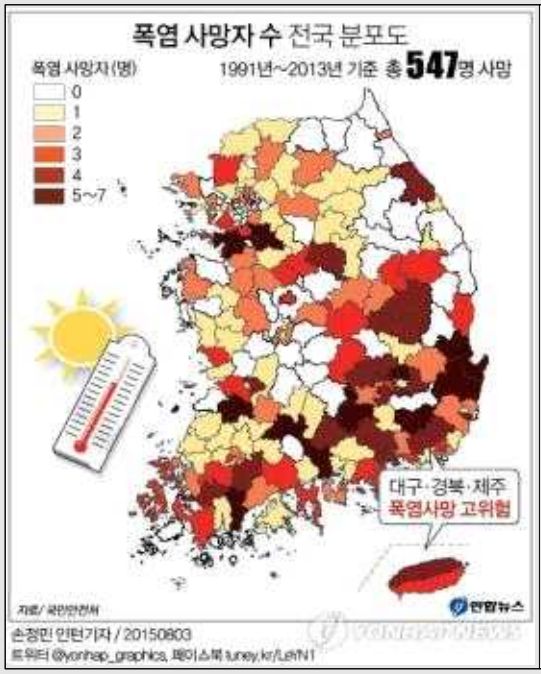
3. 앞 문제에서 생각한 사항을 정리하여 문제점을 해결할 수 있는 최선의 방안을 구체적으로 제시하세요. 도움이 된다면 그림, 표 등을 활용하세요.

- 기능성 옷 디자인 -

본 조사는 연구 및 STEAM 교육 개선을 위한 것입니다. 여러분들이 응답하신 자료는 오직 연구 또는 교육 자료로만 사용될 것이며, 다른 목적으로 사용되거나 공개되지 않음을 약속드립니다. 성실하게 응답하여 주시기 부탁드립니다.

학교명	( ) **학교**
학년 반	( ) **학년** ( ) **반** ( )**번**
성별	____① **남자** ____② **여자**

폭염과 폭우는 우리의 생명과 안전을 위협할 수 있습니다. 일 최고기온이 33 ℃ 이상인 상태가 이틀 이상 지속될 것으로 예상될 때 폭염주의보가 발효됩니다. 우리나라의 경우 1991년부터 2013년까지 확인된 폭염사망 인원은 총 547명입니다(연합뉴스, 2015.08.3.). 우리나라의 경우 2012년 9월에 강풍과 폭우를 동반한 제16호 태풍 '산바'로 인하여 전국 곳곳에서 침수와 산사태로 1명이 숨지고 3명이 다쳤으며, 열차 운행이 중단되거나 전기가 끊기는 등 피해가 잇따랐습니다(한겨레신문, 2012.9.17.).



만약 폭염이나 폭우로부터 나를 보호해줄 수 있는 옷이 있으면 얼마나 좋을까요? 폭염과 폭우로부터 나를 보호해 줄 수 있는 옷을 디자인해 봅시다.

1. 폭염과 폭우를 모두 대비할 수 있는 옷을 디자인하기 위해 고려해야 할 사항들을 생각나는 대로 쓰세요. (더 많은 것이 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.)

①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩

2. 1번 문항에서 제시한 고려해야 할 사항들을 해결할 방법과 그에 대한 학문적 근거를 쓰세요.

근거란 여러분의 생각을 뒷받침하는 지식을 말합니다. 근거를 쓸 때는 과학, 수학, 국어, 사회, 경제, 기술, 공학, 환경, 의학, 예술 등과 관련하여 알게 된 지식을 최대한 사용하면 됩니다. 예를 들면 해결 방법으로 “흰색의 재질로 옷을 만든다.”라고 하고, 이에 대한 근거로 “검정색 옷보다 흰색 옷이 빛을 잘 반사하므로 덜 덥다.(과학)”라고 쓰는 것은 근거를 들어 글을 쓰는 사례입니다.

해결 방법	근거
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	

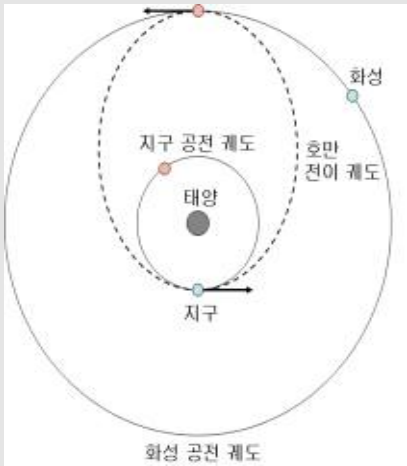
3. 2번 문제에서 응답한 내용을 바탕으로 폭염과 폭우를 모두 대비할 수 있는 최선의 옷을 디자인하고, 그에 대한 구체적인 설명을 쓰세요.

- 화성탐사 수행을 위한 조건 설계하기 -

본 조사는 연구 및 STEAM 교육 개선을 위한 것입니다. 여러분들이 응답하신 자료는 오직 연구 또는 교육 자료로만 사용될 것이며, 다른 목적으로 사용되거나 공개되지 않음을 약속드립니다. 성실하게 응답하여 주시기 부탁드립니다.

학교명	( ) **고등학교**
학년 반	( ) **학년** ( ) **반** ( )**번**
성별	____① **남자** ____② **여자**

미래의 인류를 위해 학자들은 인간이 살 수 있을 만한 행성을 찾기로 했다. 이에 따라 학자들은 가장 먼저 화성을 탐사하기로 계획했다. 그런데 화성을 탐사하기 위해선 몇 가지 조건이 따른다. 화성까지는 오랜 시간을 이동하여야 하고, 화성에 도착한 후 생명체의 존재 여부 및 인간 생존 가능성 여부를 조사하는 데는 6개월의 시간이 필요하다는 점을 잊어서는 안 된다. 아래 그림은 지구에서 쏘아올린 화성 탐사선이 화성에 도달하거나 화성에서 지구로 귀환할 수 있는 궤도를 점선으로 나타낸 것이다.



1. 만약 내가 이 프로젝트의 책임자라면, 프로젝트의 수행을 위해서 해결해야 할 문제점은 어떤 것이 있나요? 생각나는 대로 아래에 써보세요.(더 많은 사례가 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.)

①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩

2. 이 문제들을 해결할 수 있는 방법들과 그렇게 주장하는 학문적인 근거를 설명하세요.

근거란 여러분의 생각을 뒷받침하는 지식을 말합니다. 근거를 쓸 때는 과학, 수학, 국어, 사회, 경제, 기술, 공학, 환경, 의학, 예술 등과 관련하여 알게 된 지식을 최대한 사용하면 됩니다.

예를 들면 "검정색 옷보다 흰색 옷이 빛을 잘 반사하므로 덜 덥다.(과학)"라고 쓰는 것은 근거를 들어 글을 쓰는 사례입니다.

해결 방법	근거
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	

3. 앞 문제에서 생각한 사항을 정리하여 화성탐사를 위한 최선의 계획을 제시하세요. 도움이 된다면 그림, 표 등을 활용하세요.

[부록] 6. 융합적 문제해결력 검사지 – 사후검사지

– 교차로 설계 –

본 조사는 연구 및 STEAM 교육 개선을 위한 것입니다. 여러분들이 응답하신 자료는 오직 연구 또는 교육 자료로만 사용될 것이며, 다른 목적으로 사용되거나 공개되지 않음을 약속드립니다. 성실하게 응답하여 주시기 부탁드립니다.

학교명	(　　) 초·중·고등학교
학년 반	(　　) 학년 (　　) 반 (　　)번
성별	____① 남자　　____② 여자

오늘 영수는 늦잠을 잤습니다. 영수는 4개의 횡단보도를 건너야 학교에 도착할 수 있습니다. 첫 횡단보도를 건너기 바로 전에 운이 좋게도 파란불이 들어와 있었지만, 파란불은 약 2초 후면 빨간불로 바뀔 것으로 보였습니다. 영수는 횡단보도를 뛰어 건넜고, 간신히 건너편 보도에 도착하였습니다. 하지만 길을 건너는 중에 신호등은 빨간색으로 바뀌었고, 차 두 대가 영수의 등 뒤로 지나면서 경적을 빵빵 거리는 소리를 들을 수 있었습니다.

1. 횡단보도는 안전표지에 따라 보행자가 그곳을 지나 차도를 횡단하도록 정해져 있는 도로의 부분입니다. 도로가 서로 수직으로 교차하는 십자 교차로에 안전하고 편리한 횡단보도와 신호등을 만든다고 합시다. 이 때, 고려해야 할 사항을 생각나는 대로 아래에 적어보세요.(더 많은 사례가 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.)

①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩

2. 1번 문항에서 제시한 고려해야 할 사항들을 해결할 방법과 그에 대한 학문적 근거를 쓰세요. 더 많은 사항이 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.

근거란 여러분의 생각을 뒷받침하는 지식을 말합니다. 근거를 쓸 때는 과학, 수학, 국어, 사회, 경제, 기술, 공학, 환경, 의학, 예술 등과 관련하여 알게 된 지식을 최대한 사용하면 됩니다.

예를 들면 미세먼지로부터 우리를 보호하기 위한 해결 방법으로 "미세먼지 흡착 방충망을 만든다."라고 하고, 이에 대한 근거로 "방충망이 미세먼지를 흡착하면 집안에 들어오는 미세먼지를 줄일 수 있기 때문에(과학)"라고 쓰는 것은 근거를 들어 글을 쓰는 사례입니다.

해결 방법	근거
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	

3. 앞 문제에서 생각한 사항을 정리하여 십자 교차로에 만들 최선의 횡단보도와 신호등 설계안을 제시하세요. 도움이 된다면 그림, 표 등을 활용하세요.(횡단보도와 신호등을 만드는 수는 제한되어 있지 않으며, 그 외 다른 안전장치들도 사용할 수 있습니다.)

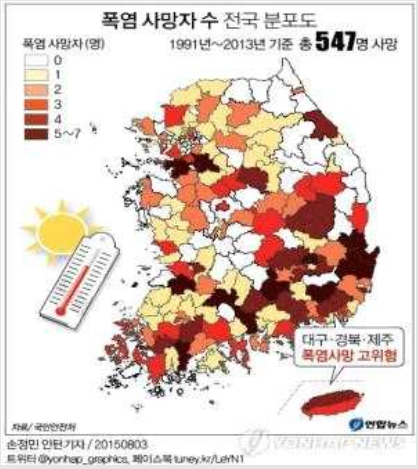
- 폭염에 견디는 옷 디자인 -

본 조사는 연구 및 STEAM 교육 개선을 위한 것입니다. 여러분들이 응답하신 자료는 오직 연구 또는 교육 자료로만 사용될 것이며, 다른 목적으로 사용되거나 공개되지 않음을 약속드립니다. 성실하게 응답하여 주시기 부탁드립니다.

학교명	(　　) 초등학교
학년 반	(　　) 학년 (　　) 반 (　　)번
성별	____① 남자　　____② 여자

폭염은 우리의 생명과 안전을 위협할 수 있습니다. 일 최고기온이 33 ℃ 이상인 상태가 이틀 이상 지속될 것으로 예상될 때 폭염주의보가 발효됩니다. 우리나라의 경우 1991년부터 2013년까지 확인된 폭염사망 인원은 총 547명입니다(연합뉴스, 2015.08.3.).

만약 폭염으로부터 나를 보호해줄 수 있는 옷이 있으면 얼마나 좋을까요? 폭염으로부터 나를 보호해 줄 수 있는 옷을 디자인해 봅시다.



1. 폭염을 대비할 수 있는 옷을 디자인하기 위해 고려해야 할 사항들을 생각나는 대로 쓰세요. (더 많은 것이 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.)

①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩

2. 1번 문항에서 제시한 고려해야 할 사항 또는 문제점들을 해결할 방법과 그에 대한 학문적 근거를 쓰세요.

근거란 여러분의 생각을 뒷받침하는 지식을 말합니다. 근거를 쓸 때는 과학, 수학, 국어, 사회, 경제, 기술, 공학, 환경, 의학, 예술 등과 관련하여 알게 된 지식을 최대한 사용하면 됩니다.

예를 들면 미세먼지로부터 우리를 보호하기 위한 해결 방법으로 "미세먼지 흡착 방충망을 만든다."라고 하고, 이에 대한 근거로 "방충망이 미세먼지를 흡착하면 집안에 들어오는 미세먼지를 줄일 수 있기 때문에(과학)"라고 쓰는 것은 근거를 들어 글을 쓰는 사례입니다.

해결 방법	근거
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	

3. 2번 문제에서 응답한 내용을 바탕으로 폭염을 대비할 수 있는 최선의 옷을 디자인하고, 그에 대한 구체적인 설명을 쓰세요.

– 바다 위에서 자급자족하며 살 수 있는 주택 설계하기 –

본 조사는 연구 및 STEAM 교육 개선을 위한 것입니다. 여러분들이 응답하신 자료는 오직 연구 또는 교육 자료로만 사용될 것이며, 다른 목적으로 사용되거나 공개되지 않음을 약속드립니다. 성실하게 응답하여 주시기 부탁드립니다.

학교명	(　　) 중학교
학년 반	(　　) 학년 (　　) 반 (　　)번
성별	____① 남자　　____② 여자

지구 온난화는 19세기 후반부터 시작된 전 세계적인 바다와 지표 부근 공기의 기온 상승을 의미합니다. 현재의 지구 표면의 평균 온도는 1980년에 비해 0.8 °C 정도 상승했습니다. 전 세계의 온난화로 인해 북극의 빙하 면적이 감소하고 있으며 해수면도 점차 상승하고 있습니다.

이와 같이 지구 온난화로 인해 여러 재해가 일어나고 있으며 더 극단적인 상황도 예상됩니다. 만약 상당 부분의 육지가 물에 잠겨 바다 위에 주택을 지어 생활해야 한다고 가정해 봅시다.

1. 바다 위에서 자급자족할 수 있는 주택을 설계할 때, 고려해야 할 문제점을 생각나는 대로 쓰세요. 자급자족이란 다른 곳에서 에너지, 식량 등을 공급받지 않고 오직 주택 안에서 모든 것을 해결할 수 있게 만든 것입니다.(더 많은 것이 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.)

①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩

2. 1번 문항에서 제시한 고려해야 할 사항들을 해결할 방법과 그에 대한 학문적 근거를 쓰세요.

근거란 여러분의 생각을 뒷받침하는 지식을 말합니다. 근거를 쓸 때는 과학, 수학, 국어, 사회, 경제, 기술, 공학, 환경, 의학, 예술 등과 관련하여 알게 된 지식을 최대한 사용하면 됩니다.

예를 들면 미세먼지로부터 우리를 보호하기 위한 해결 방법으로 “미세먼지 흡착 방충망을 만든다.”라고 하고, 이에 대한 근거로 “방충망이 미세먼지를 흡착하면 집안에 들어오는 미세먼지를 줄일 수 있기 때문에(과학)”라고 쓰는 것은 근거를 들어 글을 쓰는 사례입니다.

해결 방법	근거
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	

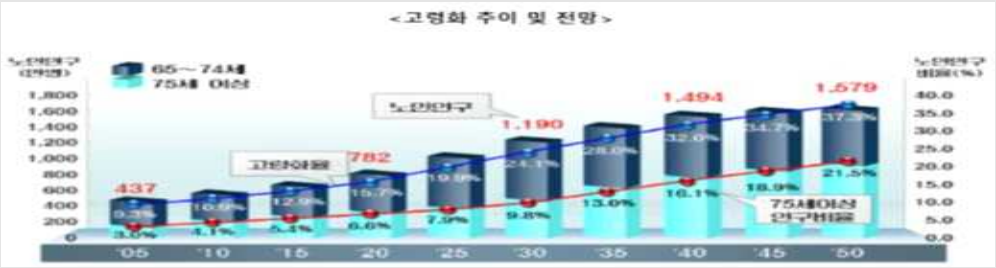
3. 2번 문제에서 응답한 내용을 바탕으로 바다 위에서 자급자족할 수 있는 주택을 설계하고, 그에 대한 구체적인 설명을 쓰세요.

– 고령화사회 –

본 조사는 연구 및 STEAM 교육 개선을 위한 것입니다. 여러분들이 응답하신 자료는 오직 연구 또는 교육 자료로만 사용될 것이며, 다른 목적으로 사용되거나 공개되지 않음을 약속드립니다. 성실하게 응답하여 주시기 부탁드립니다.

학교명	(　　) 고등학교
학년 반	(　　) 학년 (　　) 반 (　　)번
성별	____① 남자　　____② 여자

우리나라는 세계적으로 비교가 되지 않을 정도로 빠른 속도로 인구가 고령화되고 있다.



※ 자료: 통계청, 『장래인구특별추계』, 2005

유엔이 제시한 기준에 따르면 한 국가의 총 인구 중 65세 이상인 노인 인구 비중이 7~14% 미만이면 '고령화사회', 14~20% 미만이면 '고령사회', 20% 이상이면 '초고령사회'로 분류된다.

우리나라의 고령화 속도가 빠르게 진전되고 있지만 고령친화산업의 기반은 매우 취약하다. 특히 침대, 신발, 휠체어, 의료기기 등 노인들의 생활과 건강 보조기능 등을 갖춘 고령친화제품이 충분히 개발되었다고 보기 어렵다.

1. 우리나라는 2000년에 65세 이상의 인구가 전체 인구의 7%를 넘어 이미 고령화사회에 접어들었습니다. 그렇다면 초고령사회로 접어들었을 때 나타날 수 있는 여러 가지 사회적 문제점들을 예상해봅시다. 자유롭게 예상하여 아래에 적어보세요. (더 많은 사례가 생각날 경우 칸 아래 공간을 사용하세요.)

①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
⑨
⑩

2. 노인들을 위한 신발을 개발한다면 어떤 점들을 고려해야 할까요? 그리고 제시한 고려해야 할 사항들을 해결할 방법과 그에 대한 학문적 근거를 쓰세요.

근거란 여러분의 생각을 뒷받침하는 지식을 말합니다. 근거를 쓸 때는 과학, 수학, 국어, 사회, 경제, 기술, 공학, 환경, 의학, 예술 등과 관련하여 알게 된 지식을 최대한 사용하면 됩니다.

예를 들면 미세먼지로부터 우리를 보호하기 위한 해결 방법으로 "미세먼지 흡착 방충망을 만든다."라고 하고, 이에 대한 근거로 "방충망이 미세먼지를 흡착하면 집안에 들어오는 미세먼지를 줄일 수 있기 때문에(과학)"라고 쓰는 것은 근거를 들어 글을 쓰는 사례입니다.

고려해야 할 점	해결 방법과 근거
①	
②	
③	
④	
⑤	
⑥	
⑦	
⑧	
⑨	
⑩	

3. 2번 문제에서 응답한 내용을 바탕으로 노인들을 위한 최선의 신발을 디자인하고, 그에 대한 구체적인 설명을 쓰세요.