

STEAM 프로그램이 초등영재학생의 과학적 의사소통능력과 학습몰입에 미치는 영향

박애리나 · 김용권
(부산교육대학교)

The Effects of STEAM Program on the Scientific Communication Skills and the Learning Flow of Elementary Gifted Students

Bak, Aerina · Kim, Yong Kwon
(Busan National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study is to find out the effect of STEAM program on the scientific communication skills and the learning flow of elementary gifted students. The main findings of this study are as follows: First, STEAM program that mathematical, technical, engineering and art factors were combined based on basic concepts of science were developed. Second, the change in the scientific communication skills of experimental group applying STEAM program had statistically meaningful difference ($p < .05$). Third, the flow of experimental class improved, but it had no meaningful difference statistically ($p > .05$). But it is expected that continuing level adjusted STEAM program might have positive effect on improving the flow with the following three reasons: 1) The gifted students' flow level on learning before experiment was rather too high to expect short term effect. 2) It was hard for them to achieve flow experience because topic difficulties and students' capacities were not balanced. 3) topic commitments and autotelic behaviors of gifted students were observed during classes. Fourth, by the result of the student satisfaction questionnaire survey on this program, students actively participated in the STEAM program with interest and curiosity. As achieved self-directed problem solving, versatile communication activities and success experiences, their class satisfaction was high. Based on such results, it was expected that the gifted class applied of STEAM program could enhance scientific communication capacity of the elementary gifted students and would further positively influence flow of learning as well. In addition, it was considered to have integrated approach value to elementary gifted and talented education in the aspect that it could satisfy various educational demands of gifted students.

Key words : STEAM program, gifted students, the scientific communication skills, flow

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

21세기 지식 기반 사회에서 국가 경쟁력의 원천은 과학기술과 지식의 힘에서 나온다. 특히 앞으로 다가올 미래는 로봇기술, 우주기술, 바이오 등 융합

분야가 점점 더 주목을 받게 될 것이다. 미래를 주도할 글로벌 인재는 과학기술 분야의 전문 지식뿐 아니라, 창의성, 의사소통능력, 인문 예술적 소양 등과 같은 다양하고 통합적인 능력을 갖추어야 한다(MEHRD, 2012).

선진 각국에서는 우수한 인재 양성이 곧 국가 경

이 논문은 2014년도 부산교육대학교 교육연구원의 지원을 받아 연구되었음.

2014.3.25(접수), 2014.4.25(1심통과), 2014.5.21(2심통과), 2014.7.17(최종통과)

E-mail: dragon@bnue.ac.kr(김용권)

쟁력 강화라는 것을 인식하고, 학교교육을 변화시키고자 노력하고 있다. 이러한 세계적인 추세에 따라 우리나라도 STEM에 대한 관심이 높아졌으며, 교육과학기술부에서는 2011년 업무보고에서 STEM에 Arts(예술요소)를 추가한 한국형 융합인재교육(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics; STEAM)을 주요 추진 과제로 제시하였다.

융합인재교육(STEAM)은 과학, 수학 지식을 습득하는 수준을 넘어 공학과 기술 분야에 어떠한 방식으로 적용되고 활용되는지를 아는 것이다. 인간과 과학기술문명에 대해서 현대 과학적 이해를 바탕으로 합리적이고 창의적으로 문제를 해결하며, 과학과 관련된 사회 문제를 비판적으로 판단할 수 있는 기본적인 능력을 갖추도록 한다. 나아가 감성과 함께 창의성, 인성교육까지 아우르는 것이다(Lee, 2012).

한편, 우리나라는 우수한 인재를 양성하기 위하여 1997년 교육기본법에 영재교육에 대한 내용을 포함시키고, 2000년 영재교육진흥법을 제정·공포하여 현재까지 영재교육을 실시하고 있다. 하지만 미래 사회를 주도할 리더를 양성하는 영재교육에서 아직도 심화, 속진학습 수준에 머무르고 있으며, 시대적 요구에 부합하는 다양한 프로그램 개발이 시급한 실정이다. 또한 영재교육기관의 교육과정 운영은 과학, 수학 등의 영역이 각각 분리되어 있어 미래사회에서 요구되는 통합적인 능력을 갖춘 인재를 양성하는데 어려움을 겪고 있다. 더욱이 영재학생들의 성취는 일부 과목의 지식적인 측면에 편중되어 있을 뿐만 아니라, 새롭게 대두되는 의사소통능력, 리더십 등 사회적, 정서적 측면의 교육은 결여되어 있는 경우가 많다.

Han(2006)은 종종 지나친 교사 주도적 수업, 지식 습득과 이해 위주의 교육과정, 적용·분석·종합·평가의 교육 목표를 달성할 수 없는 수업 등을 영재 교육 프로그램의 문제점으로 지적하였다.

Yoon(2010)는 통합교육에 대한 영재교육원의 학생, 지도교사, 학부모들의 인식 조사를 토대로 수학, 과학 영역의 통합은 물론 다양한 영역의 통합에 대한 요구가 있음을 밝혔다. 특히 초등학교 시절에는 기존의 방법을 뛰어넘어 다양한 영역을 체험해 보고, 새로운 접근법을 시도하는 개척정신을 기를 수 있도록 수학, 과학뿐만 아니라, 인문학 분야까지 아우르는 통합적인 내용으로 영재교육의 방

향을 정립해야 한다고 하였다.

Song(2011)은 과학영재를 위한 교육은 과학 내용의 심화와 속진에만 관심을 두어 왔다는 문제점을 지적하였다. 인문사회와 예술 영역은 인간의 삶의 본성, 사회와 사회 문제, 자연 등과 관련된 주제를 다루므로 과학 영재교육에서의 통합 교육과정은 과학 영재의 사고의 폭을 넓히고, 내적 동기와 흥미를 유발할 것이라고 하였다.

이러한 시대적, 사회적 요구에 부합하여 영재교육에서도 STEAM 교육에 관한 연구가 시작되고 있다. Kim(2012)은 과학기반 STEAM 프로그램이 초등 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 긍정적인 영향을 미친다고 하였고, Ryu(2012)은 뇌 기반 STEAM 교수·학습 프로그램이 초등 과학 영재와 초등 일반학생의 창의성과 정서지능에 긍정적인 영향을 미친다고 하여 STEAM 교육이 일반 학생들뿐만 아니라, 영재 학생의 성장에도 도움이 된다는 것을 검증하였다.

앞선 연구에서 융합인재교육이 창의성, 정서지능, 과학적 태도 등에 긍정적인 영향을 미친다고 하였지만, STEAM 교육에 대한 연구는 아직 시작 단계이며, 좀 더 다양한 측면에서의 연구가 필요한 실정이다. 즉, 창의성뿐만 아니라 21세기 융합 인재가 갖추어야 할 의사소통능력, 학습몰입 등 새로운 분야에서 효과를 검증하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

이에 STEAM 교수·학습프로그램을 개발하고 적용하여 초등영재학생들의 과학적 의사소통능력 과 학습몰입에 어떠한 영향을 미치는지 연구해 보 고자 한다.

본 연구에서는 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

첫째, 초등영재학생을 위한 STEAM 교수·학습 프로그램을 어떻게 개발하고 적용할 것인가?

둘째, STEAM 프로그램이 초등영재학생의 과학적 의사소통능력에 어떠한 영향을 미치는가?

셋째, STEAM 프로그램이 초등영재학생의 학습 몰입에 어떠한 영향을 미치는가?

넷째, STEAM 프로그램에 참여한 초등영재학생의 학습 만족도나 인식은 어떠한가?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 절차

본 연구의 전반적인 연구절차는 요약하면 다음과 같다. 첫째, 기초연구 단계에서는 주제 선정 및 연구 계획을 수립하고, 선행 연구 조사 및 문헌 연구를 한다. 둘째, 지도 계획 단계에서는 관련 단원 분석을 하고, 지도계획 수립 및 활동지를 개발한다. 셋째, 사전검사 단계에서는 과학적 의사소통능력과 학습몰입을 검사한다. 넷째, 적용 단계에서는 통제집단은 일반적인 영재수업을 하고, 실험집단은 STEAM 프로그램을 적용한 수업을 실시한다. 다섯째, 사후 검사 단계에서는 과학적 의사소통능력과 학습몰입을 검사하고, 실험집단은 STEAM 프로그램 만족도 설문조사를 한다. 마지막으로 결과 분석단계에서는 데이터를 통계처리하고, 그 결과를 분석한다.

2. 연구 대상

이 연구는 U광역시 소재 S초등학교 3학년 영재학급 1학급, D초등학교의 3학년 영재학급 1학급, 총 41명을 대상으로 하였다. 실험집단은 20명, 비교집단은 21명이며, 영재학급의 특성상 학급의 인원이 20명 내외로 다른 집단보다는 표집인원이 적었다. S초등학교와 D초등학교는 인접해 있는 지역으로 가정 환경적 요인 및 주변 여건이 모두 유사하였다. 실험반과 통제반의 인원 구성 및 남녀 구성은 Table 1과 같다.

3. 실험 설계

본 연구에서의 실험 설계는 Table 2와 같이 사전-

Table 1. Subject

Gender	Group	
	Experimental group	Control group
Male	14	13
Female	6	8
Total	20	21

Table 2. Experimental design

Experimental group	O ₁	X ₁	O ₂
Control group	O ₁	X ₂	O ₂

O₁: Pre test(scientific communication skills test, flow test)
 O₂: Post test(scientific communication skills test, flow test)
 X₁: Study of application of the developed STEAM program
 X₂: Study of application of the general gifted class

사후 통제집단 설계방법을 사용하였다. 사전검사 후, 실험집단은 STEAM 프로그램을 적용한 수업을 실시하였고, 통제집단은 수학, 과학, 정보 영역이 분리되어 운영되는 일반적인 영재수업방식을 적용하였다. 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 사전검사와 동일한 과학적 의사소통능력 검사와 학습몰입 검사를 실시하였다. 또한 STEAM 교수·학습 프로그램의 학생 평가 설문지를 통해 프로그램의 만족도 및 인식을 조사하였다.

4. 검사 도구

1) 과학적 의사소통능력검사지(SCST)

과학적 의사소통능력을 측정하기 위해 Jeon(2013)에 의해 개발된 과학적 의사소통능력 검사(SCST)를 사용하였다. 본 검사 도구는 초등학생들이 과학적 지식과 소양을 기초로 하여 사실, 현상, 원인 등의 과학적 설명과 주장을 글, 표, 수, 그림 등의 다양한 형태로 의사소통할 수 있는 능력을 측정하는 도구이다. 각 문항은 과학적 의사소통 하위 유형과 하위 형태가 모두 포함될 수 있도록 Table 3과 같이 구성되어 있다. 총 24개의 문항으로 구성되고, 한 문항에 2점씩 총 48점 만점이며, 검사시간은 40분이다.

2) 학습몰입 검사지

본 연구에서 사용한 학습몰입 검사는 Csikszentmihalyi의 9가지 몰입 요인에 근거하여 Suk & Kang(2007)이 개발한 학습몰입 척도를 사용하였다. 각 문항은 Likert 5점 척도로 이루어져 있으며, 9요인 35문항으로 구성되었다. 점수가 높을수록 몰입 정도가 높다는 것을 의미한다. 학습몰입 측정도구의 하위 요인별 문항 구성은 Table 4와 같다.

5. 자료 처리

사전·사후 검사로 수집한 자료는 SPSS 프로그램을 이용하여 통계처리하였으며, 실험집단과 비교집단의 과학적 의사소통능력과 학습몰입에 대한 차이를 검증하기 위해 t 검정을 사용하였다. 그리고 각 통계 결과의 유의미 여부는 p<.05 수준에서 판단하였다.

III. 연구 결과 및 논의

Table 3. Table of specification of the scientific communication skills

Communication type	Number	Communication form			Remarks	
		Top	Down	Conversion		
Scientific explanation type	1	Writing	Word			
	2	Number	Number sign	Writing→number	Supply type	
	3	Table	Table	Picture→table	Supply type	
	Description	4	Picture	Symbol		Supply type
		5	Writing	Sentence		
	6	Number	Number	Picture→number		
	7	Table	Graph			
	8	Picture	Picture			
	Explanation	9	Writing	Parnassus	Picture→writing	Supply type
		10	Number	Formula	Table→number	
		11	Table	Chart		
		12	Picture	Scheme		
Scientific insistence type	13	Writing	Word			
	14	Number	Formula			
	15	Table	Chart	Writing→table		
	Grounds	16	Picture	Symbol	Writing→picture	
		17	Writing	Sentence	Number→writing	
	18	Number	Number			
	19	Table	Graph			
	20	Picture	Picture	Number→picture		
Justification	21	Writing	Parnassus	Table→writing	Supply type	
	22	Number	Number sign		Supply type	
	23	Table	Table	Number→table	Supply type	
	24	Picture	Scheme	Table→picture	Supply type	

Table 4. Contents of test items of the learning flow test

Sub-factors of the learning flow	Item numbers	N
Combination of challenges and skills	1, 2, 3, 4	4
Integration of behavior and consciousness	5, 6, 7, 8, 9	5
Clear goals	10, 11	2
Specific feedback	12, 13, 14, 15, 16	5
Focus on task	17, 18, 19	3
Sense of control	20, 21	2
Loss of consciousness	22, 23, 24, 25, 26	5
Distorted sense of time	27, 28, 29	3
Purposeful self-experience	30, 31, 32, 33, 34, 35	6

1. STEAM 교수·학습프로그램 개발

1) 3학년 과학과 교육과정 분석

STEAM 프로그램 개발을 위하여 3학년 과학과 내용 중 물질 영역의 1학기 1단원 ‘우리생활과 물질’, 2학기 2단원 ‘혼합물의 분리’의 차시별 주제를

분석하였다. 초등학교 3학년은 과학영역에서 고체, 액체, 기체의 성질, 물질의 성질, 쓰임새, 상태변화 등 물질의 기본 개념을 배우는 시기이다. 또 물질과 혼합물이라는 주제는 학생들의 실생활과 밀접한 관련이 있기 때문에 학생의 창의적 설계와 감성적 체험이 효과적으로 이루어질 수 있다. 이러한 과학 개념을 기반으로 수학, 예술, 공학, 기술 요소를 유기적으로 결합하여 심화할 수 있는 내용으로

지도 계획을 수립하였다.

2) STEAM 교수학습 프로그램 개발

STEAM 수업 설계 준거 틀(Park *et al.*, 2012)을 바탕으로 프로그램 개요를 Table 5, 6과 같이 작성하였다. 각 주제별 수업은 STEAM 구성요소 준거틀(MEHRD, 2012)을 바탕으로 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험이 이루어지도록 하였고, 수업 주제

Table 5. ‘Material change in the status’ of STEAM program overview

Subject	Content and activities	STEAM content factors	Time (minute)	Lesson
Changes in the status of chocolate	(Present situation) Does not let a hot summer day selling chocolate to melt, then? (Creative design) Transformation experiments chocolate plan Experiment with changes in the state of chocolate (Emotional experience) Make ‘the good chocolate’ wrappers Advertise chocolate Chocolate has been the position of scientific writing	(S, M, E) a state change, the experimental design (M) geometry, measurement, comparison, table (T, A) decorating, painting, advertising, writing,	160	1-4/9
Transformation! Plastic	(Present situation) What is a password attached to plastic (recyclable show)? (Creative design) Classification criteria for classification as established by plastic Learn thermoplastics and thermosetting plastics (Emotional experience) Create your own key chains to introduce environmentally friendly	(S) of thermoplastic, thermosetting plastic, type (T, E, A) design, produce, decorating (M) measuring, comparing, table	80	5-6/9
Bouncy flubber	(Present situation) See the movie ‘Flubber’ (Creative design) The viscosity of the amount of borax compare the flubber Learn the principles that made the flubber (Emotional experience) Play with the flubber and do the flubber show	(S) flubber (semi-solid state), a saturated state, molecules, viscosity (T, A) to play, to show (M) measurements, graphs, table	120	7-9/9

Table 6. ‘Separation of mixtures’ STEAM program overview

Subject	Content and activities	STEAM content factors	Time (minute)	Lesson
The transformation of milk	(Present situation) Who Am I? (Creative design) Making cheese with milk Learn the principles of cheese are made (Emotional experience) Making your own cheese canapés Introduction to canapés and a tasting canapés	(S) mixture, separation, manure, coagulation (T, E) design (A) create canapés, introducing, for tasting (M) geometry, classification, table	120	1-3/8
Save the green planet	(Present situation) Look at the Taean oil spill in the sea (Creative design) Separation of oil from water to explore a variety of ways Separating oil from water with various materials in order Principle of a separation of oil and water More (Emotional experience) Write a letter to the residents of Taean oil spill in the sea inform you how to solve Create marbling work	(S) the separation of mixtures, hydrophilic, hydrophobic, absorbent (E) to design, explore (A) write a letter, create a marbling work (M) tables, graphs, and compare	80	4-5/8
Find hidden pigments	(Present situation) To explore chromatography (Creative design) Learn how to remove the pigment of a felt-tip pen Felt-tip pen to separate the pigment Learn principles of the separation of pigments (Emotional experience) Create a blooming flower pigment separation	(S) chromatography, dye separation, molecular movement speed (E) design, to explore (A) making flower pigments, watch (M) measurements, graphs, tables	120	6-8/8

의 공통요소를 추출하여 과학, 수학, 예술, 공학, 기술 2영역 이상을 융합하는 간학문적 융합방법을 적용하였다. 본 프로그램은 영재교육 경력 5년 이상의 전문가 1인, 과학교육 전공 석사학위 소지자 2인의 검토와 과학교육 전공 교수의 지도를 통해 수정·보완 후 타당도 검증을 거쳐 개발하였다.

3) STEAM 프로그램 활동지 개발

STEAM 프로그램 활동 시 창의적 설계, 감성적 체험이 원활히 이루어질 수 있도록 학습 활동지를 개발하였다. 과학, 수학, 기술, 공학, 예술의 내용 융합 요소에 따라 학습 활동 머리말에 다른 기호를 사용하였다. 학습 활동지에서 ♣ 표시는 과학과 공학, 기술적 요소와의 융합, ◆ 표시는 과학과 수학적 요소와의 융합, ♠ 표시는 과학과 예술적 요소와의 융합을 뜻한다(Appendix 참조).

2. 과학적 의사소통능력에 미치는 영향

1) 과학적 의사소통능력의 변화

과학적 의사소통능력 사전 검사 결과에서 실험 집단의 평균이 22.75로 비교집단의 평균 20.19보다 높게 나타났다. 하지만 유의수준 $p < .05$ 수준에서 유의미한 차이를 보이지 않았으므로 집단의 평균은 통계적으로 유의미한 차이가 없는 동일한 집단이라고 가정할 수 있었다.

실험집단에만 17차시의 STEAM 프로그램을 적용한 후, 두 집단의 과학적 의사소통능력 검사 결과를 살펴보면 모두 사전 검사보다 평균이 상승하

였다. 실험집단의 평균이 31.25, 비교집단의 평균이 24.61로 실험집단의 평균이 더 높았으며, 비교집단의 평균은 4.42 상승한데 비해 실험집단 평균은 8.50 상승하였다. 이 결과가 통계적으로 유의미한지 알아보기 위해 독립표본 t 검정을 실시한 결과, 유의수준 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

이를 통해 STEAM 프로그램을 적용한 영재수업이 일반적인 방식의 영재수업보다 초등 영재학생들의 과학적 의사소통능력 향상에 효과가 있음을 알 수 있었다.

2) 과학적 의사소통능력 하위유형별 변화

(1) 과학적 설명형-서술의 변화

과학적 설명형-서술의 사전-사후 검사 결과는 Table 8과 같다.

사전 검사에서 실험집단의 평균은 .98, 비교집단의 평균은 .82로 실험집단의 평균이 다소 높았지만, 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았으므로 동일집단이라고 가정할 수 있었다. 과학적 설명형-서술의 사후 검사 결과를 살펴보면 실험집단의 점수가 1.20, 비교집단의 점수가 1.00이다. t 검정 결과, 유의수준 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

이러한 결과는 STEAM 프로그램에서 학생들이 과학적 현상이 어떻게 일어났는지 서술해 보고, 실험에서 관찰한 결과를 수학적 개념에 연결시키는 활동을 통하여 학생들의 과학적 의사소통능력 하

Table 7. The results of scientific communication skills test(t -test)

Order	Group	N	M	SD	t	p
Pre test	Experimental group	20	22.75	4.95	1.261	.215
	Control group	21	20.19	7.68		
Post test	Experimental group	20	31.25	5.39	3.366	.002
	Control group	21	24.61	7.06		

Table 8. The result of test of scientific explanation type-description(t -test)

Communication type	Order	Group	N	M	SD	t	p
Scientific explanation type -description	Pre test	Experimental group	20	.98	.360	1.412	.166
		Control group	21	.82	.365		
	Post test	Experimental group	20	1.20	.284	2.366	.002
		Control group	21	1.00	.270		

위 유형 중 과학적 설명형-서술 능력의 향상을 가져온 것이다.

(2) 과학적 설명형-설명의 변화

과학적 설명형-설명의 사전-사후 검사 결과는 Table 9와 같다.

사전 검사에서 실험집단의 평균은 .98, 비교집단의 평균은 1.15로 비교집단의 평균이 다소 높았지만, 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았으므로 동일집단이라고 가정할 수 있었다. 과학적 설명형-설명의 사후 검사 결과를 살펴보면 실험집단의 점수가 1.51, 비교집단의 점수가 1.17로 실험집단의 향상이 두드러졌다. *t* 검정 결과, 유의수준 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

이는 영재학생들이 학습과정에서 실험 결과 나타난 현상에 대해 왜 그렇게 되었는지 다양한 관점에서 생각하고 설명하였기 때문이다. 또 문제 상황을 해결하는 과정에서 과학적 아이디어를 사용하는 기회를 충분히 가졌으며, 실험 결과를 통계적으로 나타내 보는 융합 활동을 통하여 과학적 설명형-설명 능력이 신장될 수 있었다.

(3) 과학적 주장형-정당화의 변화

과학적 주장형-정당화의 검사 결과는 Table 10과 같다.

사전 검사에서 실험집단의 평균은 .77, 비교집단의 평균은 .73으로 평균이 비슷하였으며, 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았으므로 동일집단이라고 가정할 수 있었다. 과학적 주장형-정당화의

사후 검사 결과를 살펴보면 실험집단의 점수가 1.56, 비교집단의 점수가 1.07로 두 집단 모두 평균이 향상되었지만, 실험집단의 점수가 더 큰 폭으로 향상되었다. *t* 검정 결과, 유의수준 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

이와 같은 결과는 STEAM 프로그램의 창의적 설계 과정에서 학생들이 스스로 문제를 해결할 수 있는 방법을 탐구하였으며, 자신이 택한 해결방안의 주장에 자료를 보강하고, 근거의 정당화를 제시하는 과정을 통해 과학적 주장형-정당화 능력이 향상된 것으로 볼 수 있다.

(4) 과학적 주장형-근거의 변화

과학적 주장형-근거의 검사 결과는 Table 11과 같다.

사전 검사에서 실험집단의 평균은 .97, 비교집단의 평균은 .75로 실험집단의 평균이 높았으나, 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았으므로 동일집단이라고 가정할 수 있었다. 과학적 주장형-정당화의 사후 검사 결과를 살펴보면 실험집단의 점수가 1.16, 비교집단의 점수가 .95로 두 집단 모두 평균이 향상되었다. *t* 검정 결과, $p > .05$ 로 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

하지만 Osborne(2004)의 과학적 의사소통 5수준에 근거하여 과학적 주장형의 위계를 살펴볼 때, 과학적 주장형-근거는 2수준, 과학적 주장형-정당화는 3~5수준에 해당된다. 즉, 과학적 주장형-근거가 선행되어야 과학적 주장형-정당화가 이루어질 수 있다는 것이다. 이러한 맥락에서 생각해 볼 때 과

Table 9. The results of test of scientific explanation type-explanation(*t*-test)

Communication type	Order	Group	N	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Scientific explanation type-explanation	Pre test	Experimental group	20	.98	.516	-.986	.330
		Control group	21	1.15	.567		
	Post test	Experimental group	20	1.51	.483	2.279	.028
		Control group	21	1.17	.455		

Table 10. The results of test of scientific insistence type-justification(*t*-test)

Communication type	Order	Group	N	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Scientific insistence type-justification	Pre test	Experimental group	20	.77	.436	.234	.816
		Control group	21	.73	.561		
	Post test	Experimental group	20	1.56	.254	4.831	.000
		Control group	21	1.07	.380		

Table 11. The results of test of scientific insistence type-grounds(*t*-test)

Communication type	Order	Group	N	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Scientific insistence type-grounds	Pre test	Experimental group	20	.97	.343	1.801	.079
		Control group	21	.75	.447		
	Post test	Experimental group	20	1.16	.415	1.475	.148
		Control group	21	.95	.419		

학적 주장형-근거보다 더 높은 수준인 과학적 주장형-정당화에서 유의미한 결과가 도출되었으므로 과학적 주장형-근거 영역에서도 측정되지는 않았지만 능력의 향상이 있었을 것이다.

이와 같이 STEAM 프로그램이 초등 영재학생들의 과학적 의사소통능력 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있었던 까닭은 STEAM 교육의 기본 요소인 창의적 설계와 감성적 체험이 본 프로그램에서 효과적으로 구현되었기 때문이다.

창의적 설계 단계에서 기존의 영재수업의 문제점으로 지적된 지나친 교사 주도의 실험 수업을 탈피하고, 학습상황을 자신의 문제로 인식하며, 영재학생들 스스로 문제를 해결하기 위한 계획을 세우고, 토론, 토의를 통해 의견을 공유하는 시간을 충분히 가졌다. 실제로 수업에 참여한 학생들의 변화를 관찰하였는데, 기존의 영재수업은 관련 과학 지식 학습 후 실험, 제작 위주의 수업 방식으로 진행되어 조작능력이나 과학적 탐구능력이 떨어지는 학생들이 뒤쳐지는 어려움을 겪기도 하였다. 반면, STEAM 프로그램에서 실생활 다양한 분야와의 융합을 시도하고, 과학, 기술, 공학, 수학, 예술의 지식을 종합하여 문제를 해결하는 과정에서 학생들은 저마다의 재능을 개발하여 수업에 주도적으로 참여할 수 있었다.

또한 과학에 수학, 예술 등의 요소를 결합함으로써 자신이 알고 있는 과학적 지식을 다양한 방법으로 표현할 수 있는 기회를 충분히 가질 수 있었으며, 그 결과 과학적 의사소통능력이 향상될 수 있었다. 나아가 과학기술과 관련된 사회적 문제, 자연환

경 문제 등을 다루어서 타인을 배려하는 마음, 공동체 의식 등을 기르는 감성적 체험이 충분히 이루어졌으며, 창의적 설계 기반의 문제 해결 과정에서 성공의 기쁨, 도전 의식 등을 기를 수 있었다.

이와 같은 연구 결과는 Oh(2012)에 따른 수학·과학 통합프로그램이 일반적인 수업을 진행했을 때보다 학생들의 수학적 의사소통능력에 긍정적인 영향을 미쳤다는 연구 결과와 일치한다.

앞서 선행 연구에서 융합인재교육이 영재학생들의 인지적, 정의적 능력 향상에 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 이에 본 연구는 STEAM 프로그램이 영재학생들에게 과학적 의사소통능력에 미치는 영향을 연구하였고, 그 결과, 긍정적인 영향을 미친다고 결론을 내릴 수 있었다. 이는 STEAM 프로그램이 영재학생의 다양하고 통합적인 능력을 갖추는데 효과가 있음을 시사한다.

3. 학습몰입에 미치는 영향

1) 학습몰입의 변화

실험집단과 비교집단의 학습몰입에 대한 사전·사후 검사결과는 Table 12와 같다.

학습몰입 사전 검사에서 실험집단이 4.02, 비교집단이 3.87로 실험집단의 평균이 비교집단의 평균보다 다소 높았으나, 통계적 유의수준이 $p > .05$ 이었으므로 동일한 집단으로 가정할 수 있었다. STEAM 프로그램 적용 후 사후 검사에서 실험집단이 4.15, 비교집단이 3.99로 학습몰입 평균이 모두 상승하였다. 하지만 유의수준이 $p > .05$ 이었으므로 통계적으

Table 12. The results of the learning flow test(*t*-test)

Order	Group	N	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Pre test	Experimental group	20	4.02	.74	.694	.495
	Control group	21	3.87	.62		
Post test	Experimental group	20	4.15	.61	.785	.437
	Control group	21	3.99	.70		

로 유의미한 차이를 나타내지 않았다.

2) 학습몰입 하위 요인별 변화

학습몰입 사후 검사에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않은 이유를 자세히 알아보기 위해

학습몰입 하위 요인별 평균을 독립표본 *t* 검정으로 결과를 분석해 보았다. 그 결과는 Table 13과 같다.

학습몰입 하위 요인별 평균에서 행동과 의식의 통합, 명확한 목표, 구체적인 피드백, 과제에 대한 집중 요인이 비교집단보다 실험집단의 평균 상승

Table 13. The results of the learning flow test by sub-factors(*t*-test)

Sub-factors	Order	Group	N	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Combination of challenges and skills	Pre test	Experimental group	20	3.77	.512	1.313	.197
		Control group	21	3.49	.823		
	Post test	Experimental group	20	3.76	.875	-.044	.965
		Control group	21	3.77	.753		
Integration of behavior and consciousness	Pre test	Experimental group	20	4.15	.781	1.158	.254
		Control group	21	3.87	.733		
	Post test	Experimental group	20	4.33	.649	1.365	.180
		Control group	21	4.03	.747		
Clear goals	Pre test	Experimental group	20	4.12	.792	.721	.475
		Control group	21	3.95	.740		
	Post test	Experimental group	20	4.32	.612	1.322	.194
		Control group	21	4.04	.722		
Specific feedback	Pre test	Experimental group	20	3.98	1.042	.105	.917
		Control group	21	3.95	.777		
	Post test	Experimental group	20	4.32	.790	1.341	.188
		Control group	21	4.00	.691		
Focus on task	Pre test	Experimental group	20	4.41	.647	1.533	.133
		Control group	21	4.09	.692		
	Post test	Experimental group	20	4.60	.490	1.878	.068
		Control group	21	4.23	.716		
Sense of control	Pre test	Experimental group	20	3.52	1.129	-.383	.704
		Control group	21	3.64	.823		
	Post test	Experimental group	20	3.67	1.042	-.650	.519
		Control group	21	3.88	.986		
Loss of consciousness	Pre test	Experimental group	20	3.89	1.113	.353	.726
		Control group	21	3.78	.850		
	Post test	Experimental group	20	4.06	1.003	.270	.789
		Control group	21	3.98	.869		
Distorted sense of time	Pre test	Experimental group	20	4.06	1.152	.059	.953
		Control group	21	4.04	.896		
	Post test	Experimental group	20	4.18	.854	1.141	.261
		Control group	21	3.85	.969		
Purposeful self-experience	Pre test	Experimental group	20	4.12	.944	.589	.559
		Control group	21	3.96	.753		
	Post test	Experimental group	20	4.10	.954	.016	.987
		Control group	21	4.09	.903		

폭이 더 높았으나, 통계적으로 유의미한 수준은 아니었다. 그 이유를 분석해 보면 다음과 같다.

첫째, Woo(2013)는 초등영재학생의 학습몰입이 일반학생보다 높다는 연구결과를 제시하고, 영재학생은 내적으로 동기화 되어 있으며, 과제 자체에서 즐거움을 느껴 일반학생보다 몰입 경험이 많다고 해석하였다. 본 연구에 참가한 영재학생들도 이와 마찬가지로 실험 전 학습몰입 수준이 높은 편이었기 때문에, 단기간의 STEAM 프로그램이 학습몰입 수준의 유의미한 성장에 영향을 주지 못한 것이다.

둘째, 학습몰입은 정의적 측면의 요소이며, 단기간의 STEAM 프로그램으로 변화를 기대하는 것은 다소 어려움이 있었을 것이다.

셋째, Csikzentmihalyi(2005)에 따르면 명확한 목표가 제시되고, 활동의 효과를 즉시 확인할 수 있으며, 과제의 난이도와 실력이 알맞게 균형을 이루고 있다면 어떤 활동에서도 몰입 경험을 할 수 있다고 하였다. 본 프로그램의 과제의 난이도가 영재학생들의 실력에 비하여 다소 쉽거나 어려워져, 과제를 해결하는 과정에서 몰입에 도달하는 것이 어려웠을 것이라 생각된다.

하지만 연구자가 영재수업에 본 프로그램을 적용하여 수업하는 과정에서 영재학생의 행동을 관찰한 결과, 영재학생들이 때때로 정해진 수업 시간을 넘기고도 STEAM 프로그램에 열성적으로 참여하였으며, 외부적 보상이 주어지지 않았음에도 과제에 집착하여 끝까지 해결하고 스스로 보람을 느끼는 자기목적적 행동을 하는 것이 관찰되었다. 또 프로그램 학생 만족도 조사 결과를 통해 영재학생들은 STEAM 프로그램을 매우 즐겁게 생각하였고, 활동에 대한 기대와 자신이 도달해야 할 목적을 분

명히 하며, 참여하고 있음을 알 수 있었다.

이러한 점을 종합해 볼 때 통계적으로 유의미한 결과는 도출되지 않았지만, 향후 STEAM 프로그램의 과제의 난이도와 학생 능력과의 조화를 이룰 수 있도록 보완하여 적용한다면 영재학생의 학습몰입에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

4. STEAM 프로그램에 대한 학생 만족도 조사 결과

Kim(2012), Ryu(2012)이 연구에 사용한 학생 만족도 설문지를 참고로 본 프로그램에 맞게 문항을 수정·보완하였다. 프로그램 만족도 조사는 총 11 문항으로 수업의 흥미도, 수준의 적절성에 대해 묻는 내용으로 구성되었다. 응답 내용을 5단계 Likert 척도로 분석한 결과는 Table 14와 같다.

만족도 분석 결과, 학생들의 만족도 조사의 전체 평균이 4.47로 높은 편이었다. 또 본 프로그램은 영재학생들의 흥미와 호기심을 자극할 수 있으며, 창의성 신장에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

앞서 학습몰입에 미치는 영향을 논의하였을 때, 학생들의 학습몰입에 유의미한 효과가 나타나지 않은 까닭을 과제의 난이도와 학생 능력과의 관계에 대해 논의하였다. 하지만 Table 14의 설문결과를 보면 대부분의 영재학생들은 본 프로그램의 난이도가 적당하였다고 응답하였다(4.45). 학생이 만족하는 난이도와 학습몰입 수준에 도달하기 위한 난이도에는 차이가 있음을 알 수 있었다. 학생들이 난이도에 만족을 느낄 수 있었지만, 도전 가능하고 자신의 실력보다 수준이 높은 과제를 제시할 때 학습몰입을 경험할 수 있는 것이다.

개발한 STEAM 프로그램의 6가지 소주제 중 영

Table 14. The results of analysis of student satisfaction for STEAM program

Number	Domain	Assessment items	Average
1	Interest	Content is interesting and fun.	4.65
2	Creativity	I was able to have a new and creative.	4.55
3	Level	Level is too easy or difficult content was not suitable.	4.45
4	Scientific communication	Text, figures, tables, making, such as graphing scientific knowledge could be expressed in a variety of ways.	4.25
5		Debate, discussion, and announcing my scientific knowledge, such as communicating with other friends was enough time.	4.55
6	Solving problem	Problems and lessons directly from the activity itself was enough.	4.55
7	Flow	Actively participate in the class was focused on.	4.3
Total average			4.47

Table 15. The results for the analysis about ‘The most exciting subjects’

Responses	N	Percentage(%)
Changes in the status of chocolate	9	26.47
Transformation! Plastic	6	17.65
Bouncy flubber	13	38.24
The transformation of milk	2	5.88
Save the Green Planet	0	0.00
Find hidden pigments	2	5.88
Total	34	100.00

재학생들이 가장 흥미를 느낀 주제에 대한 설문 결과는 Table 15와 같다. 복수 응답이 가능하였고, 총 응답 수는 34이다.

학생들은 ‘탱글탱글 플러버’ 주제에 가장 흥미를 느꼈다고 응답하였다. 그 이유에 대한 서술형 응답을 살펴보면 직접 만질 수 있었으며, 플러버의 상태변화가 신기하였다는 이유가 많았다. 그리고 플러버 쇼를 구성하는 것이 평소에 해보지 않았던 활동이라 재미있었다는 의견도 있었다.

그 다음 영재학생들에게 흥미로웠던 주제는 ‘초콜릿의 상태변화’였다. 이는 학생들이 실생활에서 자주 접하고 좋아하는 초콜릿이라는 주제를 가지고 경험할 수 있는 문제를 스스로 설계하여 해결하는 과정에서 호기심과 흥미를 유발하였기 때문이다.

반면, ‘지구를 지켜라’는 학생 흥미도가 가장 낮았는데, 2차시로 구성되어 있어 학생들이 충분히 체험할 시간이 주어지지 않았기 때문에 만족도가 낮았을 것으로 생각된다.

STEAM 프로그램의 기존 수업과 다른 점을 묻는 질문에 대한 결과 분석은 Table 16과 같다. 복수 응답이 가능하였고, 총 응답 수는 41이다.

STEAM 프로그램이 기존 수업과 가장 차별화된 점은 실험과 실습 중심의 수업이라고 하는 응답이

Table 16. The differs of STEAM program from general classes

Responses	N	Percentage(%)
Center of student activity	8	19.51
Center of discussion and presentation	6	14.63
The encounter with the other science subjects	10	24.39
Center of experiment and practice	17	41.46
Etc.	0	0.00
Total	41	100.00

가장 많았다. 질문에서 기존 수업을 학교에서 하는 일반 수업인지, 그 전의 영재수업인지에 대한 정의를 정확히 하지 않아서 결과는 두 가지 방향으로 해석된다. 첫 번째, 기존의 학교 수업은 지식의 전달 위주였기 때문에 영재학생들은 STEAM 프로그램이 일반 학교수업에 비해 실험과 실습 활동이 많았다고 하였을 것이다. 두 번째, 기존의 영재수업보다 실험과 실습이 많았다고 해석할 수 있다. 기존의 영재수업은 절차가 안내된 실험이 많았던 반면, STEAM 프로그램은 학생이 직접 실생활의 문제를 해결하고 성공의 경험을 얻는 자기주도적 학습이 이루어질 수 있었다.

또한 과학과 다른 과목과의 만남이라는 점에서 STEAM 수업이 기존의 수업과 다르다고 응답한 학생이 많았다. 본 프로그램이 STEAM 수업의 기본 방향인 과학, 수학, 공학, 기술, 예술 요소 융합시켜 수업 내용의 재구성이 잘 이루어졌고, 학생들도 그것에 대해 만족감을 느낀 것으로 사료된다.

학생 활동 중심이라는 응답도 많았는데, STEAM 교육의 창의적 설계부분에서 학습자 스스로 구체적이고 실질적인 활동을 통해 자기주도적 학습이 이루어질 수 있었다. 또 실생활 문제 해결 과정에서 학생들끼리 토론과 토의 중심으로 상호작용이 활발하게 이루어졌으며, 그 과정에서 학습에 대한 몰입의지와 공동체 의식, 의사소통능력 향상에 기여할 수 있었을 것이다.

STEAM 프로그램을 통해 학생들 스스로 향상되었다고 생각하는 능력에 대한 응답결과는 Table 17과 같다.

학생들이 가장 많이 향상되었다고 느끼는 능력은 실생활과 관련된 과학지식이었다. 본 STEAM 프로그램은 과학을 기반으로 수학, 공학, 기술, 예술

Table 17. Enhanced ability after participating in STEAM program

Responses	N	Percentage (%)
The ability to connect science and other subjects	8	18.18
To focus on the learning ability	10	22.73
Scientific knowledge related to real life	16	36.36
Communication skills	10	22.73
Etc.	0	0.00
Total	44	100.00

요소가 융합되어 있으므로 이러한 활동을 통하여 실생활과 관련된 과학지식을 자연스럽게 습득할 수 있었다.

그리고 영재학생들은 학습의 과정에서 학습에 집중하는 능력, 의사소통하는 능력이 길러졌다고 응답하였다. 본 연구는 STEAM 프로그램이 영재학생들의 과학적 의사소통 능력 및 학습몰입에 미치는 효과를 검증하고자 하였다. 학생들 스스로도 본 프로그램을 통하여 과학적 의사소통 능력과 학습몰입에 긍정적인 효과가 있음을 인식하였다.

IV. 결론 및 제언

1. 결론

첫째, STEAM 영재 교수·학습프로그램을 개발하였다. 본 프로그램은 17차시로 구성되었으며, 과학 기본 개념을 중심으로 수학, 기술, 공학, 예술의 요소를 융합하였다. 각 영재학급의 수준과 실정에 맞도록 다양하게 적용하여 영재학생들의 융합적 사고능력과 학습에 대한 성취감 향상을 통한 선순환적 자기주도적 학습에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, STEAM 프로그램은 초등영재학생들의 과학적 의사소통능력에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 과학적 의사소통능력 검사지로 사전·사후 검사를 실시한 결과, 실험집단의 과학적 의사소통능력 향상이 통계적으로 유의미하였다 ($p < .05$). 과학적 의사소통능력 하위 유형별로 분석해 볼 때 과학적 설명형-서술, 과학적 설명형-설명, 과학적 주장형-정당화에서 그 효과가 더욱 두드러지게 나타났다.

STEAM 프로그램이 실생활의 문제 상황을 제시한 후, 창의적 설계 단계에서 학생들이 토의, 토론 등과 같은 방법으로 해결 방법을 스스로 계획하여 직접 실행해 보는 과정에서 과학적 의사소통능력이 향상된 것이다. 또한 과학적 지식을 예술, 수학, 공학, 기술과 융합하여 글쓰기, 그리기, 공연하기 등 다양한 방법으로 표현하는 과정에서 감성적 체험이 충분히 이루어졌으며, 그 결과, 영재학생의 과학적 의사소통 능력에 긍정적인 영향을 미쳤다.

셋째, STEAM 프로그램을 적용한 실험집단 영재학생들의 학습몰입 검사 결과, 평균이 향상되었으나 통계적으로 유의미하지 않았다($p > .05$). 학습몰입

의 하위 요인의 행동과 의식의 통합, 명확한 목표, 구체적인 피드백, 과제에 대한 집중에서 비교집단에 비하여 더 높은 평균 향상이 있었지만 유의미하지 않았다. 단기간의 효과를 기대하기에는 실험 전 영재학생의 학습몰입 수준이 높은 편이었으며, 과제의 난이도와 학생 능력의 부조화로 몰입경험이 충분히 이루어지기 어려웠던 것이다. STEAM 프로그램의 수준 보완 후 장기간 실시를 통하여 학습몰입의 향상을 기대해 볼 수 있을 것이다. 또 STEAM 프로그램에 대한 학생 만족도 조사 결과와 실험에 참여한 영재학생들의 과제 집중력, 행동의 변화가 관찰되었다는 것을 종합해볼 때, 향후 STEAM 프로그램이 영재학생의 학습몰입에 미치는 영향은 긍정적일 것이다.

마지막으로 실험집단 영재학생들의 프로그램 만족도 조사 결과에 따르면 STEAM 프로그램이 기존의 수업에 비해 자기주도적 실험과 실습, 다른 과목과의 만남을 통해 학생들의 흥미와 창의성을 자극하였다는 것을 알 수 있었다. 영재학생들은 STEAM 프로그램에 대해 긍정적인 인식을 가지고 있었으며, 학습 성취도 및 만족도가 높았다.

따라서 STEAM 프로그램을 적용한 영재수업은 영재학생들의 과학적 의사소통능력 향상에 긍정적인 영향을 미치고, 학생들의 흥미와 호기심을 자극할 수 있으며, 높은 만족도 및 성공의 기쁨을 제공하므로 통합적인 관점에서 초등영재교육에 활용할 가치가 있다.

2. 제언

본 연구 결과를 바탕으로 후속연구에 대해 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, STEAM 교육이 학습몰입에 미치는 영향에 관한 후속 연구가 필요하다. 이에 몰입에 기반한 STEAM 프로그램을 설계하여 STEAM 교육과 학습몰입의 관계에 관한 질적 연구가 이루어져야 할 것이다. 둘째, STEAM 교육이 학생들의 과학적 의사소통능력에 미치는 긍정적인 영향에 대한 다양한 접근에서의 질적 연구가 필요하다.

참고문헌

- Csikszentimihalyi, M. (1997). *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*. New York:

Basic Books.

- Cskikszentimihalyi, M. (2005). The pleasure of flow. Haenaem.
- Han, K. S. (2006). Current status and future prospect of gifted education programs. *The Journal of the Korean Society for Gifted and Talented*, 5(1), 109-129.
- Jeon, S. S. (2013). Development of scientific communication skills test for elementary school students. Paper of Doctor Degree, Korea National University of Education.
- Kim, G. S. (2012). The effects of the science-based STEAM program on the creative problem solving and scientific attitude in the elementary gifted students. Paper of Masters Degree, Gyeongin National University of Education.
- Lee, H. H. (2012). Based science inquiry and creative desing STEM / STEAM education and understanding of the applicable. Bookshill. 31-51.
- Ministry of Education & Human Resources Development (2012). STEAM education taken in hand. Ministry of Education, Science and Technology, The Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. 68-75.
- Oh, Y. M. (2012). The influence mathematical instruction using integrated program mathematics and science on mathematical communication and attitudes. Paper of Masters Degree, Seoul National University of Education.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in the school science. *International Journal of Science Education*, 41(10), 994-1020.
- Park, H. J., Kim, Y. M., Noh, S. G., Lee, J. Y., Jeong, J. S., Choi, Y. H., Han, H. S. & Baek, Y. S. (2012). Components of 4C-STEAM education and a checklist for the instructional design. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 12(4), 533-557.
- Ryu, J. J. (2012). The effects of brain based STEAM education on creativity and emotional intelligence of the science gifted elementary students and elementary general students. Paper of Masters Degree, Korea National University of Education.
- Song I. S. (2011). A direction of gifted education in Korea -Development of creativity and fusion thinking. *The Journal of the Korean Society for Gifted and Talented*, 10(3), 75-95.
- Suk, I.-B. & Kang, E.-C. (2007). Development and validation of the learning flow scale. *Journal of Educational Technology*, 23(1), 121-154.
- Woo, M. H. (2013). A comparison of the learning flow and the happiness between the gifted students and the general students in the elementary school. Paper of Masters Degree, Seoul National University of Education.
- Yoon, O. K. (2010). Perception of students, teachers, and parents on integrating mathematics and science program for gifted students. Paper of Masters Degree, Konkuk University of Education.

