

컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육 프로그램의 효과성 분석 연구

김순화[†] · 함성진[†] · 송기상^{††}

요 약

SW 역량은 미래 사회에서 필요로 하는 핵심 역량으로, 컴퓨팅 사고력을 기반으로 하고 있다. 하지만 교육 현장에 컴퓨팅 사고력의 도입은 교사와 학생의 인식과 적절한 교육 프로그램의 부족으로 도입이 어려운 실정이다. 이에, 본 연구에서는 현장에 친숙한 융합인재교육을 이용해서 개발된 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육의 현장 적용을 통해 현장 적용 가능성을 제시하고, 그 효과성을 분석하였다. 연구 대상은 49명으로 실험집단 23명, 통제집단 26명으로 선정하였으며, 실험집단에 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육 프로그램을 실시한 후 사전-사후 통합적 사고력 검사, 컴퓨팅 사고력 검사를 통해 프로그램 효과성 분석을 시행하였다. 연구 결과, 실험집단의 경우 통합적 사고력의 하위 요인인 과학선호도와 자기 주도적 학습능력이 유의하게 향상되었다. 또한, 컴퓨팅 사고력 점수도 실험집단에서 유의한 향상을 보여 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육(CT-STEAM) 프로그램의 효과를 확인할 수 있었다. 향후, 다양한 컴퓨팅 툴을 활용한 융합인재교육 프로그램의 개발을 기대해 본다.

주제어 : 컴퓨팅 사고력, 융합인재교육, 통합적 사고력, SW 역량, 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육

Analytic Study on the Effectiveness of Computational Thinking based STEAM Program

Soon-Hwa Kim[†] · Seong-Jin Ham[†] · Ki-Sang Song^{††}

ABSTRACT

A SW competency based on computational thinking is considered as one of the core competencies in the future society. However, the concept of computational thinking is difficult to be introduced to the class because of the lack of appropriate educational program and the shortage of proper understandings of students and teachers. Thus, we have applied computational thinking based STEAM program and analyzed its effectiveness to explore the educational possibilities of computational thinking. The 49 samples were selected, 23 for the experimental group, and 26 for the control group. Pre-post tests for integrated thinking abilities and computational thinking were done to explore the CT-STEAM program's effectiveness. As a result, the components of integrated thinking abilities, science preference and self-directed learning abilities were enhanced after CT-STEAM instruction. In addition, computational thinking assessment score was statistically significant. We expect new STEAM programs using various computing tools to be developed in the future.

Keywords : Computational thinking, STEAM, Integrated thinking abilities, SW competency, CT-STEAM

[†] 정 회 원: 한국교원대학교 교사
^{††} 중 심 회 원: 한국교원대학교 교수(교신저자)
 논문접수: 2015년 3월 6일, 심사완료: 2015년 4월 2일, 게재확정: 2015년 4월 10일

1. 서론

2014년 7월 교육부에서는 기존의 ICT 활용 중심의 정보교육이 디지털 정보 세대의 관심과 흥미를 충족시키지 못함을 지적하고, 컴퓨터 기기 및 프로그램 활용 중심으로 구성되어 있는 SW교육 활성화 계획을 발표했다[1]. SW교육 활성화 계획에 따르면 초등학교 단계에서 SW코딩 활동을 이용한 SW Tool 활용학습을 실시하고, 중학교 단계에서는 프로그램 제작 기초를 학습하며, 고등학교 단계에서는 프로그램 제작 심화 활동으로 창의적 아이디어 산출물 제작을 학습하도록 학교급별 SW교육 모형을 제시하고 있다[1].

컴퓨팅 사고력(Computational Thinking, 이하 CT)은 SW교육의 기반이 되는 사고 능력으로, 이를 학습자들이 갖추게 하기 위해서는 학교교육의 변화에 따라 종이책 대신에 스마트기기와 태블릿 PC, 모바일 기기 등 각종 교육용 테크놀로지를 활용하여 문제를 해결하는 미래학교의 모습에 걸맞은 컴퓨팅 사고력을 중심으로 하는 새로운 형태의 융합인재교육(STEAM)이 필요한 때이다[2].

이에 함성진 외(2014)의 연구에서는 각종 컴퓨팅 기기를 활용하여 현실 세계의 복잡한 문제를 융합적으로 해결하는 새로운 형태의 융합인재교육인 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육(Computational Thinking based STEAM, 이하 CT-STEAM)을 제안하였다[2].

본 연구의 목적은 함성진 외(2014)의 연구를 통해 제안된 ‘CT-STEAM’프로그램의 교육적 효과성을 분석하는 것이다. 더 나아가 CT-STEAM 프로그램에 대한 개선점 및 운영을 위한 방안을 제공함으로써 그 확산에 기여하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 컴퓨팅 사고력의 개념 및 특성

컴퓨팅 사고력이란 “21세기를 살아가는 모든 사람이 갖추어야 할 기본적인 사고 능력으로서 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리에 따른 문제 해결, 시스템 설계, 인간 행동의 이해를 포함하는 추상적 사고 능력”이라 정의한다[3]. CT는 최근 정보

과학 교육의 화두로, 미국의 컴퓨터 과학 교사 협회는 K-12 Computer Science Standards에서 CT를 통해 모든 교과를 거쳐 문제를 해결하고 시스템을 설계하며 새로운 지식을 만들어 내는 등 컴퓨팅의 능력과 한계에 대한 이해를 발전시킬 수 있을 것이라고 제시하였다[3][4][5].

CSTA & ISTE(2011)[21]에 따르면 CT의 주요 구성 요소는 자료 수집, 자료 분석, 자료 표현, 문제 분해, 추상화, 알고리즘, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화의 9가지를 제시하였고, <표 1>은 각각의 구성 요소에 대한 설명을 요약하여 나타낸 것이다.

<표 1> CT의 구성 요소

CT		
자료 수집	Data Collection	DC
	Data Analysis	DA
	Data Representation	DR
	Problem Decomposition	PD
	Abstraction	Ab
	Algorithms & procedures	Al
	Automation	Au
	Simulation	Si
	Parallelization	Pa

인간의 머리로 방대한 양의 데이터를 다양한 상황에서 모두 다 처리하기에는 한계가 있기 때문에 컴퓨팅 기반으로 문제를 해결한다면 효율성과 정확성을 보장 받을 수 있게 된다[6]. 예를 들면 수학에서 가장 큰 소수(prime number)를 구하라는 문제를 해결하기 위하여 인간의 능력만을

이용했을 때는 수학적 법칙과 증명의 방법을 활용하여 구할 수는 있겠지만 시간이 오래 걸리고 정확성 또한 떨어진다. 반면, 컴퓨팅 기기를 이용했을 때 2부터 100,000까지 소수를 구하는 시간은 듀얼코어 2.6GHz 사양을 가진 컴퓨터에서 약 0.015초의 시간이 소요된다.

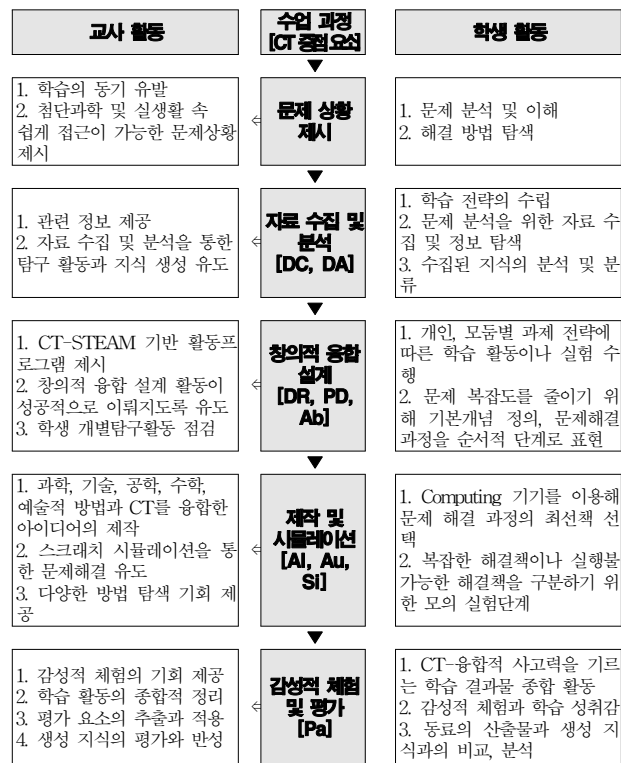
CT라는 용어를 처음 사용한 Wing(2006)은 CT는 읽고 쓰고 셈하기(3R's)처럼 컴퓨터 과학자뿐만 아니라 모든 이가 학습해야 할 태도와 기술이라고 언급했다[3]. CT는 문제를 해결하기 위한 분석적 사고로서 학습자는 모든 과목에 걸쳐 컴퓨팅의 기본 개념인 추상화, 재귀, 반복 등을 사용할 수 있고 이를 변형하고 실행하고 적용하여 문제를 해결할 수 있다. 이것은 STEAM에서 추구하는 교과와의 융합을 통해 문제를 해결하고자 하는 기본 아이디어와 여러 면에서 일치한다.

이러한 CT-STEAM을 실제 교육현장에 적용하기 위한 수단을 고려해 볼 때, 스크래치 프로그래밍은 생각을 실천하고 공유하는 과정을 지속적으로 반복하도록 하여 어린 학생들이 창의적인 습관을 키울 수 있도록 만든 인터프리터 방식의 교육용 프로그래밍언어(Educational Programming language: EPL)로서 매우 적절한 도구라고 할 수 있다. 스크래치는 아이들이 생각하는 알고리즘을 블록과 같은 도구로 내장된 논리적 프로그래밍을 서로 결합하는 방식을 채택함으로써, 기존의 텍스트 입력방식의 C, BASIC 등의 전통적인 프로그래밍 언어가 가지는 문법의 어려움, 코딩의 어려움 등을 극복하였다. 또한 초등학생들이라도 자신의 생각을 스토리텔링을 기반으로 한 애니메이션, 음악 등의 멀티미디어적인 장치들을 활용하여 간단한 표현만으로도 쉽게 구현할 수가 있다. 이러한 스크래치만이 가지고 있는 특성으로 인해 정보와 기술을 중심으로 한 STEAM의 융합적 접근이 쉽게 가능해지며, 초등학생들이 STEAM학습에 매진할 수 있는 최적의 학습도구라고 말할 수 있다. 다른 프로그래밍언어와 달리 로봇보드(Pico Board, LEGO WeDo 등)들을 함께 접목해 사용할 수 있으므로 IT기술을 학업에 접목시킬 수 있어 초등학생의 융합적 창의력 향상을 극대화시킬 수도 있다는 장점이 있다.

2.2 CT-STEAM 프로그램

CT-STEAM 프로그램은, 미래 사회의 핵심역량인 컴퓨팅 사고력을 기반으로 한 미래형 융합인재 교육 프로그램으로 정의된다[2]. 실제 교육현장 적용을 위한 효율적인 도구로 배우기 쉽고, 학습자의 논리적 사고력, 문제해결능력 등의 고등 사고력을 신장시킬 수 있으며, 애니메이션, 게임, 음악 등의 멀티미디어 자료나 스토리텔링, 프레젠테이션 자료를 손쉽게 제작할 수 있는 스크래치 프로그램을 이용하여 CT-STEAM 프로그램을 개발하였다. 블록 쌓기 프로그래밍 방식으로 공유와 협력이 가능한 스크래치 프로그래밍 언어를 활용하면 CT-STEAM의 현장 적용도가 높아질 것으로 생각되어 스크래치를 활용한 CT-STEAM 프로그램의 수업모형을 개발하고, 과학 교과를 중심으로 한 학습 주제의 추출과 CT-STEAM 프로그램 개발 및 적용을 실시하였다.

CT-STEAM 수업 모형은 기존 STEAM 수업 모형인 ‘문제 상황제시’, ‘창의적 설계’, ‘감성적 체험’의 3단계 수업 모형을 확장하여 CT 중점 수업 요소인 ‘자료 수집 및 분석’, ‘제작 및 시물레이션’



<그림 1>CT-STEAM 수업 모형

이라는 2단계를 가미하여 개발하였다. <그림 1>은 CT-STEAM 수업 모형을 나타낸 것이다.

<표 2>는 CT-STEAM 프로그램의 개발 주제를 나타낸 것으로 4, 5, 6학년 과학 교과를 중심으로 스크래치를 활용하여 지도할 수 있는 주제를 추출하였다. ‘스크래치와 함께 지구와 달을 공부해요’, ‘스크래치와 함께 물체의 속력을 공부해요’, ‘스크래치와 함께 날씨와 일기도를 공부해요.’의 3가지 주제를 대상으로 CT-STEAM 프로그램을 개발하였다[2].

<표 2> CT-STEAM 프로그램 주제

학년-학기	단원	주제
4-2	4. 지구와 달	스크래치와 함께 지구와 달을 공부해요.
5-2	3. 물체의 속력	스크래치와 함께 물체의 속력을 공부해요.
6-2	1. 날씨의 변화	스크래치와 함께 날씨와 일기도를 공부해요.

<표 3>은 추출된 학습 주제를 대상으로 CT-STEAM

5 2 3 ‘
1~3 CT STEAM

<표 3> CT-STEAM 학습 요소 추출 (예시)

차시	학습 주제	CT 중점 요소	STEAM요소
1	고무동력수레 경주하기	DC, DA, PD, Al, Si, Pa	S T E A M
2	운동의 의미와 운동을 나타내는 방법 알아보기	DC, DA, PD, Ab, Al, Au, Si, Pa	S T M
3	일정한 거리를 이동한 물체의 빠르기 비교	DC, DA, Ab, DR, Si, Pa	S T M

<표 4>는 추출된 3개의 주제에 대한 차시별 학습 소주제를 나타낸 것이다. CT-STEAM 교수·학습 과정안은 CT-STEAM 수업 모형을 기반으로 하여 추출된 CT 중점 요소를 반영하여 개발하였다.

<표 4> CT-STEAM 수업 내용 요약(4~6학년)

학년	단원	차시	소주제
4학년	4. 지구와 달	1	지구와 달의 모양을 맞추어 볼까요?
		2-3	지구의 표면에 대하여 알아보까요?
		4	지구 주위를 둘러싼 공기에 대하여 알아보까요?
		5	달의 표면에 대하여 알아보까요?

5학년	3. 물체의 속력	6	지구와 달을 비교하여 볼까요?
		7-8	지구와 달의 모형을 만들어 볼까요?
		9-10	달 기지를 상상하여 나타내어 볼까요?
		1	어떻게 하면 고무줄 차가 더 빨리 움직일까?
		2	운동이란 무엇이고, 어떻게 나타낼 수 있을까?
		3-4	물체의 빠르기는 어떻게 비교할까요?
		5	물체의 빠르기를 속력으로 나타내어 비교하여 볼까요?
		6	단위가 다른 물체의 속력은 어떻게 비교할까요?
		7	물체의 빠르기를 그래프로 나타내어 비교하여 볼까요?
6학년	3. 물체의 속력	8	물체의 속력과 우리 생활과의 관계를 알아보을까요?
		9-10	스크래치 프로젝트를 만들어 봅시다!
		1	여러 가지 방법으로 날씨 표현하기
		2~3	습도란 무엇이고, 어떻게 나타낼 수 있을까? 이슬, 안개, 구름, 비가 왜 생길까?
		4~5	지면과 수면의 온도는 어떻게 변할까요? 바람은 왜 불까요?
		6~7	일기예보가 없다면 어떻게 날씨를 알 수 있을까요? 일기도에서 어떻게 날씨를 알 수 있을까요?
		8~10	계절별 날씨는 어떠할까요? 기상 예보관처럼 날씨예보를 해볼까요?

3. 연구 방법

본 연구에서는 CT-STEAM 프로그램의 효과성을 분석하기 위하여 실험집단과 통제집단을 선정하여 실험집단에는 CT-STEAM 과학 교육을 적용하였으며, 통제집단에는 기존의 과학 교과 수업을 적용하여 융합적 사고력과 컴퓨팅 사고력에 미치는 영향을 분석하였다. 이러한 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같이 연구를 수행하였다.

3.1 연구 가설

본 연구를 통하여 검증하고자 하는 가설은 다음과 같다.

[가설 1] CT-STEAM 프로그램은 초등학생의 융합적 사고력을 신장시킬 것이다.

[가설 2] CT-STEAM 프로그램은 초등학생의 컴퓨팅 사고력을 신장시킬 것이다.

3.2 연구 대상

본 연구는 개발된 CT-STEAM 프로그램의 효과성 검증을 위해 4~6학년 프로그램 10차시를 한 학기에 걸쳐 C시 소재 초등학교 4~6학년 학생 49명을 대상으로 적용하였다. 이 때, 실험집단 23명의 학생에게는 CT-STEAM 과학 수업을 실시하였고, 통제집단 26명의 학생에게는 기존의 일반적인 과학 교과 수업을 실시하였다.

3.3 연구 설계

‘CT-STEAM 프로그램의 효과성 분석 연구’를 수행하기 위하여 대응집단 사전사후 검사 설계 방법을 적용하였으며, 구체적인 연구의 실험 설계는 <표 5>와 같다.

<표 5> 연구 설계

실험집단	O ₁ , O ₂	X ₁	O ₃ , O ₄
통제집단	O ₅ , O ₆	X ₂	O ₇ , O ₈

- O₁, O₅ : Pre-test(Integrated thinking assessment)
- O₂, O₆ : Pre-test(Computational thinking assessment)
- X₁ : CT-STEAM program instruction
- X₂ : General instruction
- O₃, O₇ : Post-test(Integrated thinking assessment)
- O₄, O₈ : Post-test(Computational thinking assessment)

3.4 연구 도구 및 절차

3.4.1 연구 도구

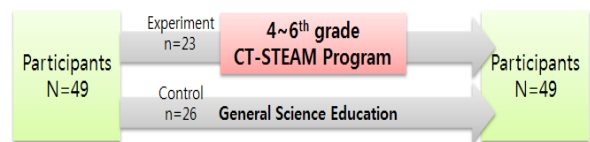
융합적 사고력 검사 도구는 한국과학창의재단에서 2012년에 개발하고 현재 표준화 작업 중에 있는 국가 수준 융합적 사고력 검사지를 활용하였다. 융합적 사고력 검사 도구의 근거는 국가과학기술자문회의(2002), 한국과학창의재단(2012)의 정책연구 등을 토대로 만들어진 것으로 사전검사 결과 융합적 사고력 검사의 신뢰도는 .926으로 신뢰도 수용 수준인 .7을 상회하여 신뢰로운 검사지임을 확인할 수 있었다[7][8].

컴퓨팅 사고력 검사 도구는 권정인(2014), 이은경(2009), 김종혜(2009)에서 개발된 컴퓨팅 사고력 검사지를 분석하여 전문가(컴퓨터교육 전공 교수 1인, 석·박사과정 대학원생 5인으로 구성) 회의를

거쳐 초등학생용으로 수정·보완한 후 적용하였다 [9][10][11]. 본 연구팀에서 개발한 초등학생용 컴퓨팅 사고력 검사의 신뢰도는 .692으로 나타났지만, 문항번호 4-1의 경우 신뢰도를 저해하는 문항으로 판단하고, 제거한 결과 신뢰도는 .719로 상향 조정되어 1문항을 제거한 후 결과 분석을 실시하였다.

3.4.2 연구 절차

본 연구의 수행 절차는 다음과 같다. 첫째, 연구 대상을 선정하여 융합적 사고력 검사와 컴퓨팅 사고력 사전 검사를 실시한다. 둘째, CT-STEAM 수업을 실험집단에 실시하고, 통제집단에는 일반적인 과학교과 수업을 실시한다. 셋째, 실험집단과 통제집단에 각각 사후 융합적 사고력 검사와 컴퓨팅 사고력 검사를 실시한다. 마지막으로, SPSS 18.0을 이용하여 대응표본 t-test를 유의수준 .05의 수준에서 검정한다. <그림 2>는 이를 도식화하여 나타낸 것이다.



<그림 2> 연구 절차

4. 연구 결과

4.1 연구 대상의 특성

본 연구에 참여한 연구 대상자의 일반적인 특성은 <표 6>과 같다. 본 연구는 실험집단 23명, 통제집단 26명으로 총 49명을 대상으로 진행하였다. 실험집단의 남자 비율은 47.8%, 통제집단의 남자 비율은 46.2%로 나타나 비교적 균일한 성비를 지니고 있었다. 학년 비율의 경우 실험집단의 초 6학년 비율이 43.5%, 통제집단의 초 6학년 비율이 50%로 절반 가량을 차지했고, 이는 스크래치를 활용한 교육이기 때문에 난이도가 높아 수업을 희망하는 학생이 주로 고학년이기 때문으로 해석된다.

<표 6> 연구대상자 일반적인 특성

변인	구 분		실험집단 (n=23)	통제집단 (n=26)
	성별	남		
연구대상 기초 조사	성별	남	11(47.8%)	12(46.2%)
		여	12(52.2%)	14(53.8%)
	학년	초 4학년	5(21.7%)	7(26.9%)
		초 5학년	8(34.8%)	6(23.1%)
초 6학년		10(43.5%)	13(50.0%)	
CT 경험에 대한 기초 조사	CT 수업 경험	수업 경험 있음	2(8.7%)	3(11.5%)
		수업 경험 없음	18(78.3%)	15(57.7%)
		잘 모름	3(13.0%)	8(30.8%)
	CT 경험 경로	수업을 통해	1(4.3%)	2(7.7%)
		여러 자료나 매체를 통해	2(8.7%)	2(7.7%)
		잘 모름	20(87.0%)	22(84.6%)

CT 경험 정도는 ‘경험이 없다’거나 ‘잘 모른다’라고 응답한 학생이 실험집단 91.3%, 통제집단 88.5%를 차지해 대부분의 학생들이 컴퓨팅 사고력에 대한 수업 기회를 갖지 못했음을 알 수 있었다. 컴퓨팅 사고력에 대한 경험 경로 또한 실험집단과 통제집단에서 각각 87%, 84.6%의 학생들이 ‘잘 모른다’고 응답하여 경험이 부족하다는 것을 알 수 있었다.

4.2 융합적 사고력 검사 결과

융합적 사고력의 경우 과학선호도, 자기주도 학습능력, 창의 융합적 사고의 3요인으로 구성된다. 총 40문항으로 과학선호도 측정을 위한 18문항, 자기주도 학습능력 측정을 위한 18문항, 창의 융합적 사고 측정 문항 4문항으로 구성된다. 각 측정 요인별 구성 내용은 <표 7>과 같다.

<표 7> 융합적 사고력 구성 요인 및 문항 수

구분	구분	문항 수
가	가	3
		3
		3
		3
		3
		3
나	나	3
		3
		3
		3
		3
		3
다	다	2
		2
합계		40

과학선호도와 자기주도 학습능력 요인의 경우 리커트 5점 척도로 구성되어 있고, 창의 융합적 사고력 요인의 경우 8점 만점의 서술형 2문항으로 구성되어 있다. 실험집단과 통제집단의 사전-사후 융합적 사고력 검사 결과는 <표 8>과 같다.

검사 결과, 실험집단의 과학선호도 요인의 감정반응 ($p=.012, <.05$), 행동의지 차원($p=.000, <.05$), 자기주도 학습능력의 인지조절($p=.000, <.05$), 동기조절($p=.000, <.05$), 행동조절($p=.001, <.05$) 차원에서 p 값이 유의수준 .05보다 낮아 컴퓨팅 기반 융합인재교육 프로그램이 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다. 즉, 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육은 학생의 과학선호도와 자기주도 학습능력을 높이는 데에 효과적인 것으로 해석할 수 있다.

4.3 컴퓨팅 사고력 검사 결과

컴퓨팅 사고력 검사는 서답형 문항으로 구성되어 있고, 1번~9번의 문항 안에 1~2개 정도의 소문항이 포함되어 있어, 총 14문항으로 이루어져 있다. 다만, 신뢰도 검사에서 신뢰도를 저해하는 것으로 판단되는 4-1문항을 제외한 13개의 문항을 이용해서 분석을 실시하였다.

분석 결과는 <표 9>에 제시되어 있다. 실험집단의 경우 사전-사후 컴퓨팅 사고력 점수가 6.16에서 8.60으로 향상되어 유의한 차이가 나는 것으로 나타났다($p=.015, <.05$). 즉, 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육이 컴퓨팅 사고력을 높이는 데에 효과적인 것으로 나타나 향후 스크래치, 아두이노, 로봇 등과 같은 다양한 컴퓨팅 도구를 활용한 융합인재교육 프로그램의 개발이 필요함을 알 수 있었다.

5. 결론

5.1 결과 요약

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육 프로그램의 효과성을 검증하기 위하여 융합적 사고력 검사와 컴퓨팅 사고력 검사를 선정하고, 수정·보완하여 사전-사후 검사로 적용하였다. 둘째, 실험집단 23명, 통제집단 26명으로 구성된 연구대상 49명을

선정하여 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육 수업을 실시하였다. 셋째, 사전-사후 대응표본 t-test 결과 실험집단의 경우 융합적 사고력의 하위 요소인 과학 선호도, 자기주도 학습능력의 요인에 효과적인 것으로 나타났다($p < .05$). 또한, 컴퓨팅 사고력에 있어서도 유의한 향상이 나타났다($p < .05$).

요컨대 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육 프로그램이 학생의 융합적 사고력과 컴퓨팅 사고력을 신장시키는 데에 효과가 있으며, 본 연구에서 사용한 스크래치 이외에도 컴퓨팅 사고를 학습할 수 있는 틀이 있다면 융합인재교육과 연계하여 다양한 프로그램을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

<표 8> 사전-사후 융합적 사고력 검사 결과

집단	요인	차원	사전		사후		t	p
			M	SD	M	SD		
통계 집단	과학선호도		3.55	.96	3.60	.87	-.252	.803
		가	4.00	1.05	3.49	1.03	1.929	.065
			3.20	.97	3.51	.97	-1.316	.200
	자기주도 학습능력		3.33	1.06	3.47	.96	-.518	.609
			3.42	.99	3.53	.90	-.504	.619
			3.60	1.02	3.72	.80	-.563	.578
	창의융합적 사고력		4.85	4.37	4.99	4.28	-.179	.859
			4.87	4.28	4.97	4.33	-.199	.843
실험 집단	과학선호도		3.22	.78	3.83	.81	-2.726	.012*
		가	3.73	.64	3.97	.68	-1.169	.254
			2.82	.91	3.93	.63	-4.822	.000*
	자기주도 학습능력		2.95	.74	3.91	.75	-5.361	.000*
			3.00	.53	3.90	.64	-6.12	.000*
			3.09	.64	3.85	.71	3.944	.001*
	창의융합적 사고력		4.38	6.35	6.14	5.46	-1.876	.073
			4.34	5.28	6.10	6.24	-1.857	.071

<표 9> 사전-사후 컴퓨팅 사고력 검사 결과

집단	요인	사전		사후		t	p
		M	SD	M	SD		
통계 집단	컴퓨팅 사고력	6.50	2.86	6.96	2.90	-.544	.591
실험 집단	컴퓨팅 사고력	6.16	3.00	8.60	3.55	-2.616	.015*

5.2 논의

미래형 교육과정은 핵심역량 중심의 교육과정으로 논의되면서 SW 역량에 대한 중요성이 강조되고 있다. 특히, 초등학교 수준에서 다룰 수 있는 레고 블록과 같은 블록 쌓기 놀이 방식으로 학습하는 프로그래밍 언어(Building Block Programming Language)인 스크래치를 활용해서 융합인재교육을 실시해봤을

때, 학생의 과학에 대한 호기심과 흥미, 과학 학습에 대한 진로 선택 의지나 과제 실행 의지에 있어서도 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다.

21세기 창조경제 시대의 화두는 지식, 기술, 학문 간 융합으로 이에 선제적으로 대응하기 위해서 창의적 융합인재 양성은 선택이 아닌 필수이다[12]. 정부는 ICT 융합에 기반한 창조 경제를

주장하며, ICT 과학기술의 R&D의 융합을 통한 가치 혁신을 강조한다. 창의적 융합인재는 문제 인지, 설계, 처리, 해결의 문제 해결 전 과정에서 필요로 하는 다양한 유형의 능력과 여러 학문의 지식을 융합하는 기술이 필요하다. 여기서 ICT 과학기술을 기반으로 융합적으로 문제를 해결하는데 필요한 학습자의 능력을 컴퓨팅 사고력이라고도 정의할 수 있으며 학습자의 컴퓨팅 사고력을 확장하는 데는 컴퓨터 프로그래밍 교육이 핵심이라고 할 수 있다.

김동정 외(2013) 연구는 이러한 컴퓨팅 사고력을 기반으로 하는 STEAM의 각 요소들을 융합적으로 결합하는 방법을 고안했다. 즉, 학습자의 흥미를 극대화하고 STEAM의 각 요소들을 적절히 융합한 마이크로 컨트롤러(Micro Controller)를 활용한 플랫폼 연결 방식의 피지컬 컴퓨팅(Physical Computing) 기반 STEAM 교육 아웃리치 프로그램이 바로 그것이다. 이 프로그램은 체험형 교육 프로그램으로 좀 더 많은 학생들이 정보과학 분야에 관심을 가지고 진로를 정하는데 도움을 주었고, 무엇보다도 실제 학교 교육 현장에서 보편적으로 활용되지 못하고 있는 마이크로 컨트롤러를 활용한 피지컬 컴퓨팅 기반 STEAM 교육 프로그램이라는 데 큰 의의가 있다고 할 수 있다. 한편 평소 정보과학에 관심 있던 학생들에게는 보다 더 심화된 교육 프로그램을 제공할 수 있었다[12].

컴퓨팅 사고력은 모든 학문 분야 및 시스템 설계, 현실 세계의 복잡한 문제 해결, 새로운 지식 생성에 적용 가능한 학습자의 인지적 능력이며, 보다 복잡한 문제와 자료를 효과적으로 처리할 수 있는 능력뿐만 아니라 문제 해결 방법을 모색하는 과정에서 다양한 학문 영역의 지식과 기술을 통합적으로 적용하기 위한 사고의 방법까지도 포함한다[13][14][15][16]. 이은경(2012)은 STEAM 교육의 지향점을 이러한 컴퓨팅 사고력의 향상에 두고 이를 다시 교육 목표, 교육 내용과 교수 학습 방법, 교육 평가의 관점에서 종합하여 제시하였다. 우선 교육 목표는 창의성과 융합되는 각 교과 영역의 지식과 기술, 컴퓨팅 사고력에 따른 문제해결력, 협력적 태도로 설정하였고, 교수 학습 방법에서는 과제 및 표준 교육 과정 중심 교육

내용 구성과 설계를 통해 제시하였다. 교육 평가는 학습자가 습득한 지식과 기술 수준의 평가와 함께 학습 결과물의 적절성, 유용성, 참신성, 협력적 태도, 문제 해결과 관련된 컴퓨팅 사고력의 하위 요소들을 종합한 방안으로 제시하였는데, 이는 컴퓨팅 사고력이 STEAM 교육의 핵심 영역으로 구성되어야 하기 때문이며[16] 이와 관련하여 본 연구는 매우 유의미한 연구 결과라고 할 수 있다.

이은경(2013)의 연구에서는 스크래치를 활용하여 중학교 1학년 학생들을 대상으로 하는 창의적 프로그래밍 학습을 설계하고 기 구안된 학습 활동이 학습자의 창의성 잠재력 및 컴퓨팅 사고력 발달에 미치는 영향을 확인하였다. 연구를 통해서 학습자들의 창의성 잠재력은 유의하게 증진되었으며, 컴퓨팅 사고력의 바탕이 되는 프로그래밍의 기본 개념과 원리도 적절히 습득되었음을 확인할 수 있었다. 특히 창의성 잠재력의 하위 요인 중에서 창의적 성격 및 아이디어 생성 행동 요인에서 유의한 향상을 보였고, 컴퓨팅 사고력 측정에서는 프로그래밍의 기본 개념인 순차, 반복, 조건, 이벤트 처리, 연산자에 대한 개념 이해 수준이 높게 나타난 것[17][18]으로 미루어 보아 스크래치를 활용한 이러한 다양한 교육적 시도가 컴퓨팅 사고력 향상의 촉매제 역할을 하고 있다는 점에서 매우 흥미로운 연구 결과라고 할 것이다.

높은 과학학습 성취도에 비해 과학 학습에 대한 흥미도가 상대적으로 매우 낮은 우리나라 과학교육의 현실[19][20]을 고려해볼 때 학생의 흥미 유발에 효과적인 이 같은 다양하고 효율적인 컴퓨팅 도구를 활용한 여러 유형의 융합인재교육 프로그램의 개발은 매우 필요하다고 생각한다. 향후, 미래 지식기반사회를 이끌어 나갈 학생들의 흥미를 충족시킬 수 있는 컴퓨팅 사고력 기반 융합인재교육 프로그램이 개발되어 교육 현장에 적용될 수 있기를 희망한다.

참 고 문 헌

- [1] 교육부(2014). 초·중등 소프트웨어 교육 활성화 방안, 교육부.
- [2] 함성진, 김순화, 박세영, 송기상(2014). 융합적 사고력 신장을 위한 초등학생용 CT기반 융합인재교육(CT-STEAM) 프로그램 개발, **컴퓨터교육학회 논문지**, 17(6). 81-91.
- [3] Wing, J. M.(2006). Computational Thinking, *Computations of the ACM*, 49(3), 33-35.
- [4] 최숙영 (2011). 21st Century Skills와 Computational Thinking 관점에서의 '정보' 교육과정 분석. **한국컴퓨터교육학회논문지**, 14(6). 19-30.
- [5] 김태훈, 김중훈(2012). 초등학생의 프로그래밍 교육을 위한 STEAM 기반의 교과융합 프로그램 개발. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, 16(2). 73-78.
- [6] 한국컴퓨터교육학회(2014). **정보과학적 사고와 교육**, 한국컴퓨터교육학회.
- [7] 국가과학기술자문회의(2002), **국가경쟁력 제고를 위한 기술자격체제 구축방안 연구**, 국가과학기술자문회의.
- [8] 한국과학창의재단(2012). **융합인재교육(STEAM) 효과성 분석 연구 Chapter I.**, 한국과학창의재단.
- [9] 권정인(2014). **Computational thinking 기반의 교수-학습이 학습자의 창의적 문제 해결에 미치는 효과성 연구**, 성균관대학교 박사학위 논문.
- [10] 이은경(2009). **Computational thinking 능력 향상을 위한 로봇 프로그래밍 교수 학습 모형**, 한국교원대학교 박사학위 논문.
- [11] 김종혜(2009). **정보과학적 사고 기반의 문제 해결 능력 향상을 위한 중등 교육 프로그램**, 고려대학교 박사학위 논문.
- [12] 김동정, 김석희, 유현창(2013). **피지컬 컴퓨팅 기반 STEAM 교육 아웃리치 프로그램**, **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, 17(2). 279-283.
- [13] Henderson, P, B. (2009). Ubiquitous computational thinking. *Computer*, 42(10), 100-102.
- [14] Lu, J. J. & Fletcher, G. H. L. (2009). Thinking about computational thinking. *ACM Special Interest Group on Computer Science Education Conference*, (SIGCSE 2009), Chattanooga, TN, USA.
- [15] NAS (2011). *Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. Washington DC: National Academies Press.
- [16] 이은경(2012). 계산적 사고 능력 향상을 위한 STEAM 교육 방안, **한국컴퓨터교육학회 동계 학술발표논문지**, 16(1). 47-51.
- [17] 이은경(2013). 계산적 사고 향상을 위한 창의적 스크래치 프로그래밍 학습, **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 16(1). 1-9.
- [18] Lee, I. et al. (2011). Computational Thinking for Youth in Practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32-37.
- [19] OECD (2011). "How do girls compare to boys in reading skills?," in PISA 2009 at a Glance, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/97892640952250-5-en>
- [20] OECD (2013). PISA 2012 assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy. Paris: OECD.
- [21] Computer Science Teachers Association (CSTA) and the International Society for Technology in Education (ISTE) (2011). Computational Thinking in K-12 Education teacher resource second edition. http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-teacher-resources_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2



김 순 화

2005 공주교육대학교
수학교육과(교육학학사)

2010 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학석사)

2014 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)

관심분야: 정보영재교육, 창의성, Computational Thinking, e-러닝, 뇌기반 학습

E-Mail: soona6570@gmail.com



함 성 진

1997 전주교육대학교
과학교육과(교육학학사)

2011 청주교육대학교
초등컴퓨터교육과(교육학석사)

2014~현재 한국교원대학교 초등컴퓨터교육과
박사과정

관심분야: 컴퓨터교육, EPL, 스마트교육, 정보통신
윤리교육, Computational Thinking

E-Mail: hu333@daum.net



송 기 상

1983 아주대학교 학사

1985 한국과학기술원 석사

1994 워싱턴 대 박사

1995~현재 한국교원대학교 교수

2007~현재 World Bank, UNESCO, IDB,

KOICA, KERIS 이러닝 국제 컨설턴트

관심분야: 인지 및 학습과학, 뇌기반 학습 이론,
ICT 및 첨단기기 활용 교육 개발

E-Mail: kssong@knue.ac.kr