

초등과학 수업에서 오조봇 코딩을 활용한 SW 융합교육프로그램의 개발과 적용

김혜란 · 최선영[†]

The Development and Application of the SW-STEAM Program by Utilizing Ozobot Coding for Elementary Science Class

Kim, Hye-Ran · Choi, Sun-Young[†]

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effects of the SW-STEAM program by utilizing ozobot coding for elementary science class. The developed SW-STEAM program was applied to 5th grade students of S elementary school located in B city. The participants were divided into an experimental group which is consisted of 22 students and a comparative group comprised 22 students. And they were engaged in different teaching and learning methods during 11 class hours. The experimental group participated in the SW-STEAM program, the comparative group was taught by using a traditional instruction. The main results of this study are like followings. The SW-STEAM program had a positive effect on elementary school students' basic science process skill, science learning motive, science achievement. Therefore, the SW-STEAM program by utilizing ozobot coding could be meaningful works to encourage students' basic science process skill, science learning motive and science achievement, and more studies on developing SW-STEAM program are needed.

Key words: SW-STEAM program, ozobot coding, elementary science education

I. 서 론

미국 노동부는 2024년까지 컴퓨터과학과 관련된 직업이 12% 이상 증가할 것이라는 전망을 내세웠다. 이것은 실제로 전통적인 산업군들이 IT와의 융합을 통해 새로운 성장 동력을 찾고 있다는 것을 의미하고(Dol, 2015), 그래서 미래의 초연결사회, 융합사회 속에서 살아야 하는 우리 아이들은 새롭게 등장하는 직업에 대한 대비를 해야 한다(박정호 등, 2018).

이러한 4차 산업혁명시대에 부응하기 위하여 우리나라에서도 2015 개정 교육과정에서 과학기술소양교육을 위한 방법으로 소프트웨어 교육을 도입하였다. 그리고 운영지침에 소프트웨어 교육은 미래사회에서 필요한 컴퓨팅 사고력을 기반으로 문

제를 해결하는 역량을 기르는 것을 기본 방향으로 하고, 융합교육의 측면에서 각 교과에서는 교과교육의 목표를 달성하기 위하여 컴퓨팅 사고력을 기반으로 한 다양한 문제의 분석과 해결방안 등을 교과 활동과 연계하여 수행할 수 있도록 적극 유도해야함을 명시하였다(교육부, 2015). 즉, 소프트웨어 교육을 위한 국가적인 정책과 교육 지원을 강화하고 있는 것이다(문성환과 이승훈, 2012). 그러나 교육부에서 제시한 운영지침과는 달리 교육현장에서의 교육환경 대부분은 프로그래밍 방법만을 지도하고 있어 미래사회에서 살아가는데 필요한 컴퓨팅 사고력을 기반으로 문제를 해결하는 역량 개발에 어려운 현실이다(최현호, 2015). 따라서 미래사회가 요구하는 컴퓨팅사고력을 기반으로 한 문제 해결 역량을 기르기 위하여 소프트웨어교육과 융

합적 측면에서 각 교과 교육에 실제적으로 적용할 수 있는 프로그램 개발이 필요하다. 이러한 면에서 볼 때, 소프트웨어교육과 과학 교과는 인접해 있는 학문으로 실세계의 문제를 각 영역의 관점에서 해석하고 해결할 수 있는 공통된 특성을 갖고 있어 융합하기에 용이하다(이영준 등, 2018).

최근에 소프트웨어교육에 과학 교과를 융합하여 프로그램을 개발 및 적용 효과를 알아본 연구를 살펴보면, 소프트웨어 융합교육은 컴퓨팅 사고력과 함께 융합적 소양을 길러줄 수 있고(김태훈, 2015; 홍정미, 2015), 실과 정보 STEAM 교육이 초등학생의 자아효능감과 학습 흥미에 긍정적인 영향을 주며(최영재와 이철현, 2013), 언플러그드 컴퓨팅을 활용한 융합교육이 초등학생의 창의적 문제해결력이 향상되었고(나원영, 2016), 최신 IT와 관련한 융합교육의 적용은 학생들의 과학에 대한 흥미를 증진시키고 주어진 과제에 대한 집중력 신장에 긍정적인 영향을 주기 때문에 과학 개념의 원리 이해와 문제해결력이 증진되었다(한정혜 등, 2011).

이와 같이 소프트웨어 융합교육의 효과와 관련하여 초등학교에서 소프트웨어교육 활동으로 오조봇을 도입할 수 있다. 오조봇은 컬러 인식센서를 활용하여 속도나 방향, 시간 등을 다양하게 제어할 수 있고, 다른 로봇과 달리 컬러 코드 스티커를 인식시키기 때문에 컴퓨터로 프로그래밍하여 로봇을 조종하는 피지컬 컴퓨팅 수업뿐만 아니라, 컴퓨터 없이 언플러그드 활동 형태로도 수업을 진행할 수 있어서 소프트웨어 관련 프로그래밍이나 알고리즘 개발이 쉬워 아직 컴퓨터 활용 능력에 서툰고 대부분 구체적 조작기로 구성된 일반적인 초등학교 학생들 교육에 적합하다(홍지연, 2017).

이 활동과 관련하여 초등학교 관련 단원을 살펴보면, 초등과학 5학년의 ‘물체의 빠르기’ 단원을 들 수 있다. 이 단원은 물체의 위치, 운동, 그리고 빠르기를 표현하는 방법에 대하여 지도하는 내용으로 구성되어 있는데, 학습 내용의 난이도가 높은 교육 과정과 교과서 요인이 함께 작용하여 학습 흥미가 낮으며, 학습 곤란도가 가장 높다(김정혜, 2009; 정하나와 전영석, 2014). 그런데 초등학교 5학년 때에 ‘물체의 빠르기’ 단원을 제대로 배우지 못하면 나아가 후속 학습인 중학교와 고등학교에서의 ‘힘과 에너지’ 후속 학습에서 학습 부진이 될 가능성이 크다고 하였다(조상연과 오원근, 2012). 이러한 문

제를 해결하기 위하여 5학년 과학 물체의 빠르기 단원에 속도나 방향, 시간 등을 다양하게 제어할 수 있는 오조봇을 활용하여 SW 융합프로그램을 개발 및 적용하면, 비록 물체의 빠르기 단원 내용의 난이도가 높지만, 학생들이 흥미를 갖고 적극적으로 참여하고, 다양한 물체의 빠르기를 실제적으로 경험하여 과학학습동기와 과학 개념 이해, 탐구능력을 향상시킬 것으로 기대할 수 있다.

따라서 이 연구는 교육부(2015)의 소프트웨어교육 운영지침에 따라 융합교육의 측면에서 과학 교과 교육의 목표를 달성하기 위하여 초등과학에 오조봇 코딩을 활용한 SW 융합교육프로그램을 개발하여 적용함으로써 초등학생의 기초탐구능력, 과학 학습동기, 과학학업성취도에 어떠한 변화가 일어났는지 알아보는 것이다.

II. 연구의 내용 및 방법

1. 연구 대상

이 연구는 경기도 부천시 소재 S 초등학교 5학년 학생들을 대상으로 하였다. 5학년 2개 학급을 정하여 각각 실험반(22명)과 비교반(22명)으로 하였다. 비교반은 교사용 지도서에 따른 일반적인 과학 수업을 하였고, 실험반에는 개발한 프로그램을 총 11 차시를 시행하였다.

2. 프로그램의 개발과 적용

1) 목적

2015 개정 교육과정 과학 교과의 성격은 모든 학생이 과학의 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기르기 위한 데에 있다. 이러한 과학교육의 목표를 달성하고 제 4차 산업혁명에 대비한 창의·융합형 인재를 양성하기 위하여 프로그램을 개발하였다.

2) 프로그램 유형

우리나라 일반적인 초등학교 과학 수업 시간에 적용할 수 있도록 교육과정 기반으로 하며, 컴퓨팅 사고력을 기반으로 한 융합적 문제해결과정을 과학 교과 학습 내용 및 탐구 활동과 연계하여 수행할 수 있도록 하였다. 컴퓨팅 사고력은 CSTA (2011)

가 제시한 문제해결을 위한 컴퓨팅 사고력의 구성 요소를 따르고, 프로그램의 단계는 박현주 등(2012)이 제시한 4C-STEAM 모형 단계에 따라 ‘상황 제시’, ‘창의적 설계’, ‘감성적 체험’의 3단계로 하였다.

3) 프로그램 내용

정규교육과정에서 핵심적으로 다루어지고 있는 과학 개념 틀을 기본 바탕으로 하되, 문제 상황과 해결과정은 학생들의 일상생활과 관심, 흥미를 반영하였다. 5학년 과학 교과의 물체의 빠르기 단원은 학습 흥미가 낮으며, 학습 곤란도가 가장 높다(김정혜, 2009; 정하나와 전영석, 2014). 이에 최신 과학 기술과 관련하여 소프트웨어 융합교육을 적용하면 과학 수업의 흥미와 집중력 신장에 긍정적인 영향을 주며, 과학 개념의 원리 이해의 증진을 가져온다는 한정혜 등(2011)의 연구에 따라 초등학교 현장에 적용이 용이한 코딩 로봇으로 오조봇을 활용하였다.

4) 프로그램 개발 계획

컴퓨팅 사고력 세부 구성 요소들은 교육과정에 반드시 나열된 순서에 따라 배열되거나, 모든 하위 요소가 교육과정에 포함되어야 할 필요는 없다(한국과학창의재단, 2014). 이에 물체의 빠르기 단원의 성취 기준을 달성하고, 컴퓨팅 사고력을 기반으로 융합적 문제해결과정을 경험할 수 있도록 프로그램을 계획하였다. 그리고 계획에 따라 실험반의 교수·학습 과정안과 학습지를 개발하여 프로그램 초안을 개발하였다. 이후 개발된 프로그램의 타당도를 확보하기 위해 전문가 집단의 의견 수렴을 진행하였으며, 이에 따라 수정 및 보완을 하여 최종 프로그램을 개발하였다.

5) 프로그램의 적용

이 프로그램의 수업은 정규 수업 시간에 실시하게 되므로 초등학교 5학년 물체의 빠르기 단원을 재구성하였다. 실험반과 비교반의 수업은 각각 총 11차시로, 1차시 수업은 40분 단위로 실행되어졌다. 실험반은 개발된 프로그램을 적용한 수업이, 비교반은 교과서, 실험관찰, 지도서대로 수업이 이루어졌다. 오조봇을 활용한 소프트웨어 융합프로그램의 수업 방법을 제외하고 비교반과 실험반의 수업시수, 탐구 과정 요소, 단원 학습 내용은 서로 동일하였다.

3. 검사 도구

1) 기초탐구능력 검사 도구

이 연구에 사용된 기초탐구능력 검사 도구는 권재술과 김범기(1994)가 개발한 TSPS 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 초등학교 5학년부터 중학교 3학년까지 사용 가능하기 때문에 초등학교 5학년을 대상으로 한 이 연구에 적합하며, 이 연구에서 개발한 프로그램에서 적용한 물체의 빠르기 단원의 탐구 과정 요소가 모두 기초탐구과정요소에 해당하기 때문에 그 성격에 따라 기초탐구능력 부분만 선별하여 사용하였다. 이 연구에서의 신뢰도는 .88이었다.

2) 과학학습동기 검사 도구

과학학습동기는 Keller (1987)의 ‘The Course Interest Survey’를 박수경이 번안한 것을 초등학교 수준에 맞게 어휘를 고쳐 수정한 오정임(2004)의 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 주의력 7문항, 관련성 8문항, 자신감 9문항, 만족감 9문항으로 구성되었으며, 총 30문항이다. 이 연구에서의 신뢰도는 .92였다.

3) 과학 학업성취도 검사 도구

과학학업성취도는 연구자가 물체의 빠르기의 성취기준과 학습 내용에 따라 평가 목표 및 평가 내용을 추출하여 총 20문항을 개발하였다. 이후 개발한 문항을 과학교육전문가와 초등교사 4인에게 검토 받아 수정 및 보완하여 활용하였다. 사전 검사는 학생들이 물체의 빠르기 단원 학습 전인 11월 첫째 주에 실시하였다. 사후 검사는 프로그램 적용이 끝난 12월 둘째 주에 실시하였다. 이 연구에서의 신뢰도는 .76이었다.

4. 자료 처리 및 분석

수집된 자료는 SPSS 21.0 통계프로그램을 이용하여 집단 간의 차이를 알아보기 위해 t 검정을 실시하여 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 오조봇을 활용한 SW 융합교육 프로그램 개발

물체의 빠르기 단원은 물체의 운동을 위치의 변화로 이해하게 한 뒤, 여러 가지 방법으로 물체의 빠르기를 비교하는 방법을 습득하게 한다. 이를 컴퓨팅 사고력을 기반으로 한 융합인재교육 구성요소 및 단계와 관련하여 프로그램을 개발하였다. 프

로그램은 우리나라 일반적인 초등과학 수업 차시를 대체하여 사용할 수 있도록 과학 교육과정을 중심으로 실제성과 적시성을 반영하여 개발하였으며, 프로그램 내용은 Table 1과 같다.

1차시 상황제시 단계에서 학생들은 오조봇 레이

Table 1. The contents of program to class for experimental group

주제	오조봇이 레이싱 경기 끝까지 이탈하지 않고 가장 빠르게 도착하는 방법 알아보기				
단계	차시	교육과정 학습 내용 성취 기준	오조봇을 활용한 SW 융합교육 활동	탐구과정 요소	컴퓨팅 사고
상황제시	1		⑤ 해결할 문제 찾기(오조봇이 레이싱 경기 끝까지 이탈하지 않고 가장 빠르게 도착하는 방법은 무엇일까?) - 오조봇 작동 방법 알아보기 - 제시된 코드 스티커를 자유롭게 붙여 코딩하고 오조봇을 이동시켜보기 - 문제 상황을 분석하여 해결할 문제를 찾고 해결 계획 세우기	추리, 의사소통	문제분해
	2	시간에 따른 위치의 변화로 물체의 운동을 이해하고 운동하는 물체의 빠르기를 정성적으로 이해한다.	⑤ 기준점, 방향, 거리를 사용하여 오조봇의 위치 정보 수집하기 - 위치의 의미와 위치를 말하는 방법 알아보기 - 오조봇을 제시된 코드를 따라 이동시켜 보고 수집된 위치 정보 이야기하기	관찰, 의사소통	
	3		⑤ 기준점, 방향, 거리를 사용하여 오조봇의 운동 분석하여 이야기하기 - 기준점을 사용하여 물체의 운동을 나타내는 방법 알아보기 - 오조봇을 제시된 코드를 따라 이동시키고, 기준점, 방향, 거리를 사용하여 오조봇의 운동 분석하여 이야기하기	관찰, 의사소통	
	4	일정한 거리를 가는 데 걸린 시간으로 물체의 빠르기를 비교할 수 있다.	⑤①㉔ 일정한 거리를 가는 데 걸린 시간 정보를 수집하고 분석하여 오조봇의 빠르기 비교하기 - 오조봇 레이싱에서 가장 빠른 오조봇을 뽑는 방법 생각하기 - 제시된 속도 코드를 활용하여 자유롭게 코딩하고, 오조봇을 도착점까지 이동시키기 - 도착점까지 도착한 오조봇 시간 기록을 수집하고 비교하여 우리 반에서 가장 빠른 친구 뽑기	측정, 의사소통	자료 수집, 자료 분석, 자료 표현
	5	일정 시간에 간 거리로 물체의 빠르기를 비교할 수 있다.	⑤①㉔ 일정 시간에 간 거리 정보 수집하여 오조봇의 빠르기 비교하기 - 이동한 거리가 다를 때 빠르기를 비교하는 방법 생각하기 - 일정한 시간 동안에 오조봇이 이동한 거리 측정하기 - 수집된 일정한 시간 동안 이동한 거리를 활용하여 빠르기 비교하기	측정, 의사소통	
	6		⑤④④ 속도 의미와 속도 단위 알아보기 - 지금까지 탐구한 빠르기 비교하는 방법들을 분석하고 패턴화하여 속도 정의하기	측정, 추리, 의사소통	
창의적설계	7	물체가 이동한 거리와 걸린 시간을 측정하여 물체의 빠르기를 구할 수 있다.	⑤①㉔④ 움직이는 오조봇의 빠르기 구하기 - 운동하는 물체의 시간과 거리 측정 방법 이야기하기 - 오조봇의 운동 영상 찍고 분석하기 - 오조봇의 속도 계산하기	관찰, 측정, 의사소통	추상화
	8~9		⑤①㉔④④ 가장 빠르게 달릴 수 있도록 오조코드 설계하기	추리, 예상, 의사소통	알고리즘 및 절차, 자동화, 시뮬레이션
	10		⑤①㉔④④ 오조봇 경기하기	측정, 의사소통	
감성적체험	11		⑤①㉔④④ 반성 및 평가하기	의사소통	

싱 경기의 제시된 문제 상황을 분석하고, 오조봇 레이싱에서 승리하기 위해 오조봇이 레이싱 경기 끝까지 이탈하지 않고 가장 빠르게 도착하는 방법은 무엇인가에 대하여 해결할 문제를 발견하고 서술한다. 그리고 오조봇이 레이싱 경기 끝까지 이탈하지 않고 가장 빠르게 도착하는 방법을 알아보고, 레이싱 경기를 펼치기 위하여 필요한 개념 탐색 및 실행 계획을 세운다.

2차시~9차시 창의적 설계 단계에서 문제를 해결하기 위한 개념 탐색과 해결방안 설계가 이루어진다. 즉, 2~7차시에서 오조봇이 레이싱 경기 끝까지 가장 빠르게 도착하는 방법을 알기 위하여 오조봇을 실제로 움직이고 이동한 거리와 걸린 시간을 측정하여 빠르기를 비교하는 다양한 정보를 수집하고 분석하여 정리한다. 그리고 정리한 내용을 패턴화하여 오조봇이 레이싱 경기 끝까지 가장 빠르게 도착하는 방법을 속력으로 추상화하여 표현한다. 8~9차시에서는 탐색하여 알게 된 내용을 바탕으로 오조봇을 경기 끝까지 이탈하지 않고 가장 빠르게 작동시킬 수 있도록 알고리즘을 창의적으로 제작하여 오조봇 레이싱 경기에 참가할 준비를 한다. 이와 관련하여 지도안의 예시는 Appendix에서 보는 바와 같다.

10차시~11차시 감성적 체험 단계에서는 문제해

결과 학습자 스스로 반성 및 평가가 이루어진다. 10차시에서는 창의적으로 설계한 내용에 따라 오조봇 경기를 실행하여 문제를 해결한다. 11차시에서는 학습자 자신의 모든 학습 과정과 결과를 창의성, 효율성, 경제성에 따라 반성하고 스스로 평가한다. 그리고 경험한 학습에 대한 긍정적인 감정을 느끼고 문제를 해결했다는 성취의 기쁨과 실패의 가치를 표현함으로써 모든 단원 학습을 종료한다.

2. 개발한 프로그램의 적용 결과

1) 기초탐구능력의 변화 분석

이 연구에서 개발한 프로그램이 학생들의 기초탐구능력에 미치는 효과를 알아보기 위해 실험반과 비교반 간의 사전 및 사후 검사 결과를 실시하였으며, 검사 결과는 Table 2와 같다.

사전검사 결과, 비교반이 실험반보다 평균이 높았으나 통계적으로 유의한 차이가 없었는데 비해, 사후 검사에서는 실험반이 비교반 학생보다 기초탐구능력의 평균이 높았으며, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 이를 탐구능력의 하위 영역으로 살펴볼 때, 모든 영역에서 사전 검사보다 사후 검사에서 실험반 학생들이 비교반 학생들에 비해 평균이 더 높았고 이 중에서 관찰, 추리, 예상

Table 2. The results of *t*-test on basic science process skills

영역		실험반		비교반		<i>t</i>	<i>p</i>
		M	SD	M	SD		
전체	사전	8.41	2.26	8.50	2.04	-.140	.889
	사후	10.32	2.28	8.18	2.99	2.669*	.011
관찰	사전	1.59	.67	1.73	.88	-.578	.566
	사후	2.41	.67	1.82	.96	2.375*	.023
분류	사전	1.82	.91	1.59	.91	.831	.411
	사후	1.77	.69	1.55	.74	1.058	.296
측정	사전	1.59	.96	1.82	.80	-.856	.397
	사후	1.86	.99	1.77	.81	.333	.741
추리	사전	1.32	.84	1.36	.95	-.168	.867
	사후	1.82	.80	1.14	.99	2.518*	.016
예상	사전	2.09	.81	2.00	.69	.400	.691
	사후	2.45	.67	1.91	1.02	2.097*	.042

* $p<.05$.

영역에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$).

학생들의 활동 후 소감문을 살펴보면 ‘학원에서는 주어진 이동거리와 걸린 시간을 가지고 속력을 단순히 계산해서 구했다. 속력 값을 답과 같이 정확히 구하는 것이 중요했다. 그런데 학교에서 오조봇을 사용해서 내가 직접 코딩해서 이동거리와 걸린 시간을 측정하니깐 내가 더욱 과학 실험에 집중하게 된 것 같다.’, ‘어떻게 하면 오조봇이 경기 끝까지 이탈하지 않고 빠르게 도착할 수 있을지 여러 방법을 생각하면서 친구들과 고민을 정말 많이 했다.’, ‘오조코드를 어떻게 만들면 오조봇의 속력이 바뀌는지 궁금했다. 그래서 오조봇이 색깔에 따라 어떻게 움직일지 예상해서 코딩하고 나만의 코딩 방법을 만들었다. 무척 재미있었다.’고 하였다.

이러한 결과는 3D 프린팅과 로봇 관련 교육이 초등학생의 기초탐구능력 향상에 긍정적인 영향을 주었다는 성세찬(2016)의 연구 결과와 맥을 같이 한다. 그리고 초등학생 4학년 학생을 대상으로 ‘열전달과 우리 생활’ 과학 단원 수업에서 LEGO MINDSTORMS의 로봇 센서를 과학실험에 활용한 MBL 수업 결과, 기초탐구능력의 측정, 예상, 추리의 세가지 영역에서 유의미한 차이를 가져왔다는 김철(2011)의 연구 결과도 맥을 같이 한다. 따라서 이 연구의 오조봇 코딩을 활용한 SW 융합교육프로그램이 초등학생들의 기초탐구능력에 긍정적인 효과를 보이고 있음을 알 수 있다.

학생들은 소프트웨어교육을 통해 절차적 사고력을 익히며, 주어진 다양한 문제를 해결하기 위해 문제를 분석하여 해결방법을 찾는 과정을 통해 논리적 사고능력을 기를 수 있다(심지현, 2018). 이 프로그램에서 빠르기를 비교하기 위해 오조봇이 어떻게 얼마나 움직이는지 위치와 이동시간을 정확하게 관찰하는 활동을 통해 관찰 능력이 향상되었고, 오조봇이 도착점까지 이탈하지 않고 가장 빠르게 움직일 수 있도록 창의적으로 오조코드를 설계하고 점검하는 활동을 통해 추리와 예상 능력이 향상되었으며, 궁극적으로 기초탐구능력 향상을 가져왔을 것으로 판단된다.

2) 과학학습동기의 변화 분석

이 연구에서 개발한 프로그램이 학생들의 과학 학습동기에 미치는 효과를 알아보기 위해 실험반과 비교반 간의 사전 및 사후 검사 결과를 실시하였으며, 검사 결과는 Table 3과 같다.

사전검사 결과, 실험반이 비교반보다 평균이 높았으나 통계적으로 유의한 차이가 없었는데 비해, 사후 검사에서는 실험반이 비교반 학생보다 과학 학습동기의 평균이 높았으며, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 그리고 하위 영역 모든 영역에서 사전 검사보다 사후 검사에서 실험반 학생들이 비교반 학생들에 비해 평균이 더 높았고, 이 중에서 주의력, 관련성, 만족감 영역에서 통계적

Table 3. The results of *t*-test on science learning motive

영역		실험반		비교반		<i>t</i>	<i>p</i>
		M	SD	M	SD		
전체	사전	108.86	13.96	105.95	11.65	.750	.457
	사후	118.32	14.37	104.68	13.42	3.252**	.002
주의력	사전	27.00	3.78	24.82	2.74	2.193*	.034
	사후	28.68	3.67	24.73	3.95	3.438**	.001
관련성	사전	33.91	5.66	32.86	4.66	.668	.508
	사후	37.68	4.95	32.55	5.26	3.334**	.002
자신감	사전	26.36	3.59	27.18	4.15	-.699	.488
	사후	28.50	4.67	26.36	3.71	1.681	.100
만족감	사전	21.59	3.13	21.09	2.72	.566	.575
	사후	23.45	3.63	21.05	2.54	2.550*	.015

* $p<.05$, ** $p<.01$.

으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$).

학생들의 활동 후 소감문을 살펴보면 ‘오조봇이 신기하고 오조봇으로 공부해서 재미있고 더 신이 났다.’, ‘속력을 계산하는 것이 조금 어려웠지만 오조코드를 이용하여 우리가 길을 만들어서 경주도 하니 배움이 더욱 신이 났다.’고 하였으며, 대부분 오조봇 코딩을 통해 물체의 빠르기 단원을 배우며 과학수업에 더욱 적극적으로 즐겁게 참여하였다고 하였다.

이러한 결과는 로봇 활용 융합인재교육이 초등 학생의 과학적 흥미와 관심의 향상을 가져왔다는 유현상과 이철현(2015)의 연구 결과와 일치하며, 로봇을 활용한 수업이 학생들의 과학에 대한 흥미와 관심의 향상을 가져왔다는 김철(2011)의 연구, 과학 중심 융합인재교육 프로그램이 초등학생의 과학 학습 동기에 유의미한 효과가 있었다는 지인철(2013)과 임소영(2017)의 연구결과와 일치한다.

비록 물체의 빠르기 단원 내용이 난이도가 높지만 본 프로그램에 활용한 오조봇이 자발적 흥미를 가져와 학생들이 과학 수업에 더욱 적극적이고 주의 깊게 참여하고, 배운 과학 개념을 활용하여 오조봇의 빠르기를 측정 및 비교하는 구체적 활동을 통하여 과학의 유용성과 관련성을 체득하였으며, 무엇보다 상황제시 단계에서부터 꾸준히 ‘왜? 어떻게?’라는 생각을 통해 오조봇을 도차지점까지 이탈하지 않고 빠르게 이동시킬 수 있도록 창의적으로 오조코드를 설계하고, 레이싱경기에 참여하는 활동을 통해 즐거움과 성취감을 경험하여 과학 수업에 대한 만족도가 높아지고, 궁극적으로 과학학습동기가 향상된 것으로 사료된다.

3) 과학학습성취도의 변화 분석

이 연구에서 개발한 프로그램이 학생들의 과학 학습성취도에 미치는 효과를 알아보기 위해 실험반과 비교반 간의 사전 및 사후 검사 결과를 실시

하였으며 검사 결과는 Table 4와 같다.

사전검사 결과, 실험반이 비교반보다 평균이 높았으나 통계적으로 유의한 차이가 없었는데 비해, 사후 검사에서는 실험반이 비교반 학생보다 과학 학습 성취도의 평균이 높았으며, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$).

학생들의 활동 후 소감문을 살펴보면 ‘오조봇으로 공부하니 수업에 더욱 즐겁게 참여할 수 있었다. 덕분에 물체의 위치와 속력을 정확하게 말할 수 있게 됐다.’, ‘오조봇 경기를 준비하고 모둠 친구들과 협력하여 계속 오조봇을 코딩하면서 어떻게 움직이는지 속력을 구하다보니 저절로 속력도 잘 이해할 수 있었다.’고 하며, 본 프로그램이 대부분 물체의 빠르기 단원 학습성취도 향상에 도움이 되었다고 하였다.

이러한 결과는 로봇을 활용한 학습이 학습성취도에 긍정적 영향을 미친다는 송호창(2013)과 김동호(2016)의 연구 결과, 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 초등학생의 과학 교과의 태도와 학습 성취도 발달에 도움이 된다는 송정범(2010)의 연구결과와 일치한다.

이 프로그램의 오조봇 코딩을 활용한 SW 융합 교육은 학생들에게 오조봇을 활용하여 빠르기를 비교하고, 속력을 구하는 구체적 활동을 제공하여 과학 수업에 관심과 흥미를 높였다. 학습동기가 향상되어 학생들은 물체의 빠르기 단원 학습에 더욱 적극적으로 참여하게 되었으며, 학생들 스스로 빠르기를 비교하기 위한 정보 수집을 위하여 오조봇이 이동한 거리와 시간을 관찰 및 측정하고, 이를 분석·정리·패턴화하여 속력을 정의하였다. 그리고 학습한 개념을 적용하여 오조봇을 레이싱 경기 끝까지 이탈하지 않고 가장 빠르게 이동시킬 수 있도록 알고리즘을 창의적으로 제작하였다. 이러한 활동을 통해 물체의 빠르기 단원의 내용 이해가 향상되었으며, 결과적으로 과학학습성취도의 향상을

Table 4. The results of *t*-test on science achievement

영역	실험반		비교반		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	SD	M	SD		
사전	49.5	23.04	38.9	20.88	1.601	.117
사후	71.1	24.12	56.3	21.59	2.134*	.039

* $p<.05$.

가져온 것으로 사료된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 교육부(2015)의 소프트웨어교육 운영 지침에 따라 융합교육의 측면에서 과학 교과 교육의 목표를 달성하기 위하여 초등과학 5학년 ‘물체의 빠르기’ 단원에 오조봇을 활용하여 SW 융합교육프로그램을 개발하였고, 이를 적용한 결과는 다음과 같다.

첫째, 개발한 프로그램은 실험반 학생들이 비교반 학생들에 비해 기초탐구능력의 향상에 긍정적인 영향을 주었다.

둘째, 개발한 프로그램은 실험반 학생들이 비교반 학생들에 비해 과학학습동기의 향상에 긍정적인 영향을 주었다.

셋째, 개발한 프로그램은 실험반 학생들이 비교반 학생들에 비해 학업성취도의 향상에 긍정적인 영향을 주었다.

이상의 결과로 볼 때 이 연구의 오조봇 코딩을 활용한 SW 융합교육프로그램은 교사용 지도서에 따른 일반적인 교사 주도의 수업에 비해 기초탐구능력, 과학학습동기, 과학학업성취도 향상에 효과가 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 학생들의 관심과 흥미가 높은 오조봇을 활용하여 과학의 유용성과 성취감을 느낄 수 있도록 구체적 코딩 활동을 제공하여 과학수업동기를 높였기 때문이다. 또한 오조봇의 위치와 속력을 관찰 및 측정하여 빠르기를 비교하는 탐구활동에 적극적으로 참여하도록 하여 기초탐구능력을 향상시키고, 나아가 학습한 개념을 적용하여 알고리즘을 창의적으로 제작하는 활동을 통해 물체의 빠르기 단원의 개념 이해를 높였기 때문이다. 이 연구에서 얻은 결과를 바탕으로 SW 융합교육 실천에 관심 있는 연구자를 비롯한 초등학교 현장교사들에게 SW 융합교육프로그램의 적용 가능성에 대하여 시사하는 바가 있다고 본다. 그러나 아직 소프트웨어교육이 실행되는 초창기이며, 다가오는 4차 산업혁명시대의 창의융합인재육성을 위하여 미래사회가 요구하는 컴퓨팅 사고력을 기반으로 한 문제해결 역량의 중요성과 요구가 늘어남에 따라 소프트웨어교육을 융합적 측면에서 과학 교과 교육에 실제적으로 적용할 수 있는 다양한 연구가 필요하다.

참고문헌

교육부(2015). 2015 개정 교육과정 초·중등 교육과정 총론. 교육부 교육과정 정책과.

권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.

김동호(2016). 로봇 단원의 플립드 러닝 적용 수업이 중학생의 학업성취도 및 학습태도에 미치는 영향. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

김정혜(2009). 초등학교 고학년 과학수업에서의 어려움에 대한 교사와 학생들의 인식 조사. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

김철(2011). 초등학교에서 로봇활용실험이 과학탐구능력에 미치는 효과. 한국정보교육학회논문지, 15(4), 625-634.

김태훈(2015). 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 프로그래밍 중심 STEAM 교육 프로그램. 제주대학교 대학원 박사학위논문.

나원영(2016). 언플러그드 컴퓨팅을 활용한 STEAM 교육이 초등학교의 창의적 문제해결력에 미치는 영향. 한국실과교육학회지, 22(3), 79-95.

문성환, 이승훈(2012). RoS 모델 적용을 통한 실과중심의 로봇활용 STEAM 교육 프로그램 개발. 한국실과교육학회지, 25(3), 287-314.

박정호, 한병래, 문찬규(2018). 초등소프트웨어교육의 이해와 실제. 서울: 휴먼씨어스.

박현주, 김영민, 노석규, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백운수(2012). STEAM 교육의 구성 요소와 수업 설계를 위한 준거 틀의 개발. 학습자중심교과교육연구, 12(4), 533-557.

성세찬(2016). 3D프린팅과 로봇 관련 교육이 초등학교의 과학탐구능력, 과학적태도, 창의력에 미치는 효과. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

송정범(2010). STEM 통합교육을 위한 교실친화적 로봇 교육 모형 및 프로그램 개발에 관한 연구. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.

송호창(2013). 로봇을 활용한 객체지향프로그램 학습이 특성화고 학생의 학업성취도에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

심지현(2018). 논리적 사고력 향상을 위한 놀이 중심의 언플러그드 프로그램 개발 및 적용. 공주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

오정임(2004). ARCS 모델을 적용한 과학수업이 학습동기와 학업성취도에 미치는 영향. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

유현상, 이철현(2015). 학습부진아를 위한 로봇활용 STEAM 교육이 과학흥미와 자기효능감에 미치는 영향. 실과

- 교육연구, 21(1), 17-33.
- 이영준, 김성식, 윤종국, 이기석, 김중복, 백성혜, 정용열, 전수경, 서울(2018). SW·수학·과학 융합형 교수·학습자료 개발·보급. 한국과학창의재단 연구보고서.
- 임소연(2017). 소집단 토의·토론 기반 STEAM 수업이 초등학생의 과학수업 동기 및 과학적 태도에 미치는 영향. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 정하나, 전영석(2014). 초등학교 “물체의 속력” 단원 수업에서 교사와 학생이 느끼는 교수·학습곤란도 분석. 초등과학교육, 33(1), 172-180.
- 조상연, 오원근(2012). 고등학생들의 물리 영역에 대한 과학 학습 부진 시점과 원인. *New Physics: Sae Mulli*, 62(5), 445-453.
- 지인철(2013). 교과 중심 융합인재교육(STEAM) 프로그램의 개발 및 적용. 진주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 최영재, 이철현(2013). 실과 정보 영역의 STEAM 교육이 초등학생의 정의적 특성에 미치는 영향. 실과교육연구, 19(2), 89-109.
- 최현호(2015). 소프트웨어 기반 STEAM 융합보드의 설계와 개발. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 한국과학창의재단(2014). 초·중등 단계 Computational Thinking 도입을 위한 기초연구(1). 연구자료.
- 한정혜, 박주현, 조미현, 박일우, 김진모(2011). 초등정규교육과정에서 STEAM을 위한 로봇활용교육. 정보교육학회논문지, 15(3), 483-491.
- 홍정미(2015). 스크래치를 활용한 SW융합교육 프로그램이 초등학생의 ICT 소양과 SW 인식에 미치는 영향. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 홍지현(2017). 소프트웨어 수업백과. 상상박물관.
- CSTA (2011). *CSTA Computer Science Standards Revised 2011*, The CSTA Standards Task Force.
- DOL (2015). *Computer and information technology occupations*, Retrieved april 13, 2018 from: <https://www.bls.gov/oo/comp-puter-and-information-technology/home.htm>
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10.

김혜란, 신흥초등학교 교사(Kim, Hye-Ran; Teacher, Sinheung Elementary School).

† 최선영, 경인교육대학교 교수(Choi, Sun-Young; Professor, Gyeongin National University of Education).

[Appendix] Teaching guide example

단원	3. 물체의 빠르기	차시	8~9/11
학습주제	가장 빠르게 달릴 수 있도록 오조코드 설계하기	컴퓨팅 사고	알고리즘 및 절차
학습목표	오조봇이 경기 도착점까지 이탈하지 않고 가장 빠르게 달릴 수 있도록 오조코드를 설계할 수 있다.	STEAM 과목 요소	⑤①④②③⑥①④②③⑥
준비물	오조봇 레이싱 경기 동영상 파일, 오조봇, 다양한 오조코드 예시 자료, 학습지(오조봇 레이싱 경기 도안), 색연필, 사인펜		
학습과정	교수 · 학습 활동		
도입	<ul style="list-style-type: none"> 전시학습 상기 및 동기유발 오조봇 레이싱 경기 동영상 감상하기 오조봇 레이싱 경기에서 오조봇의 빠르기를 비교하는 방법 이야기하기 오조봇 레이싱 경기에서 승리하기 위하여 필요한 것 이야기해보기 <ul style="list-style-type: none"> 학습목표 확인 <p>오조봇이 경기 도착점까지 이탈하지 않고, 가장 빠르게 달릴 수 있도록 오조코드를 설계할 수 있다.</p>		
전개	<ul style="list-style-type: none"> 오조봇 레이싱 경기 방법 및 규칙 알아보기 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <ol style="list-style-type: none"> 오조봇을 출발점 ①에서 경유지 ②를 지나 도착점 ③까지(①→②→③) 가장 빠르게 이동시킬 수 있도록 가장 짧은 길이 무엇인지 생각해본다. 오조봇이 길을 이탈하지 않고 경유지 ②를 지나 정확히 도착점 ③까지 도착할 수 있도록 어떻게 코딩할지 생각한다. 오조봇이 가장 빠르게 도착할 수 있도록 오조코드를 활용하여 어떻게 코딩할지 생각한다. 생각한 대로 코딩하여 길을 완성한다. 경기에 참가한다. 친구들과 각자 완성한 길에 오조봇이 동시에 출발하게 하고, 도착점까지 이동한 시간을 측정한다. 걸린시간과 이동거리로 속력을 구하여 빠른 순서대로 순위를 정한다. </div> <ul style="list-style-type: none"> 창의적으로 오조코드 설계하기 오조봇 레이싱 경기 도안을 다양한 속력의 오조코드를 활용하여 자유롭게 색칠하고 도착지점까지 오조봇이 빠르게 이동할 수 있도록 길을 만들기 설계한 오조코드 점검 및 수정하기 오조봇이 도착지점까지 이탈하지 않고 잘 이동할 수 있는지 오조봇을 모의 작동시켜 점검하기 오조봇이 도착지점까지 더욱 빠르게 이동할 수 있도록 오조코드를 어떻게 수정할 수 있을지 생각해보기 오조코드 수정 및 완성하기 		
정리	<ul style="list-style-type: none"> 모둠별로 설계한 오조코드 발표하기 오조코드를 설계하면서 느낀 점 공유하기 		

