

# 초등 과학 수업에서 VR 기술을 활용한 메이커교육 프로그램의 개발과 적용 - ‘동물의 생활’ 단원을 중심으로 -

김혜란 · 최선영<sup>†</sup>

## Development and Application of a Maker Education Program Using Virtual Reality Technology in Elementary Science Class: Focusing on the Unit of ‘Animal Life’

Kim, Hye-Ran · Choi, Sun-Young<sup>†</sup>

### 국문 초록

본 연구에서는 초등학교 과학 ‘동물의 생활’ 단원 수업에 메이커교육 프로그램을 개발하고 적용하여, 학생들의 학업성취도와 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 조사하였다. 메이커교육 프로그램의 주제는 ‘동물의 특징을 모방한 로봇 VR 전시관 만들기’이다. 프로그램의 단계는 TMI 메이커교육 모형에 따라 과학 개념을 탐구하고, 창의적으로 로봇 VR 전시관을 만드는 활동으로 구성하였다. 연구 결과, 해당 프로그램의 적용은 유의미한 학업성취도와 창의적 문제해결력 향상을 가져왔다는 것을 발견했다( $p < .05$ ). 본 연구는 초등 과학 수업에서 메이커교육의 효과성을 입증한 것으로, 메이커교육을 적용하여 학생들의 과학 학습에 대한 흥미와 참여도를 높일 수 있을 것이다. 또한, 다양한 주제와 프로그램을 개발하여 초등학교 과학 수업에서 메이커교육을 더욱 적극적으로 활용할 수 있도록 노력할 필요가 있다. 본 연구의 결과를 일반화하기 위해서는 다양한 연령층과 초등 과학의 다른 영역에서 메이커교육의 효과성을 조사하는 추가적인 연구가 필요하다. 또한, 교육자들이 메이커교육을 효과적으로 활용할 수 있도록 교육 및 교육자 역량 강화가 필요하다.

**주제어:** 초등 과학, 동물의 생활, 메이커교육 프로그램, 과학 학업성취도, 창의적 문제해결력

### ABSTRACT

This study developed and applied a maker education program for an elementary school's science unit on ‘Animal Life’. It examined the program's impact on students' academic achievement and creative problem-solving ability. The theme of the maker education program was ‘creating a robot virtual reality (VR) exhibition hall mimicking animal characteristics’. It explored scientific concepts and creatively created a robot VR exhibition hall in accordance with the TMI maker education model. Findings revealed that the program significantly improved students' academic achievement and creative problem-solving ability ( $p < .05$ ). This study provides evidence for the effectiveness of maker education in elementary school science classes and suggests that using maker education can increase students' interest in and engagement with science learning. To implement maker education more actively in elementary school science classes, stakeholders should develop various topics and programs. Additional research investigating the effectiveness of maker education in different age groups and various other areas of elementary science education is required to generalize the results of this study. Moreover, educational and teacher capacity building is required for educators to utilize maker education effectively.

2023.05.01(접수), 2023.05.22(1심통과), 2023.06.02(최종통과)

E-mail: sychoi@ginue.ac.kr(최선영)

**Key words:** Elementary science, Animal life, Maker education program, Science achievement, Creative problem-solving ability

## I. 서 론

과학 교과에서 생명 영역은 주로 단편적인 지식 전달 위주의 수업으로 이루어져, 많은 학생들이 압기 영역으로 오인하고 있다(Lee *et al.*, 2015). 초등학교 3학년 학생들은 1학기에는 ‘동물의 한살이’ 단원을, 2학기에는 ‘동물의 생활’ 단원을 통해 생명 영역을 처음 학습한다. 2015 개정교육과정 총론에서는 동물의 특징을 관찰하는 활동을 위주로 하고 단순 암기 활동을 지양할 것을 강조한다. ‘동물의 생활’ 단원은 우리 주변에서 쉽게 볼 수 있는 동물과 학생들이 좋아하는 여러 가지 동물의 특징을 살펴봄, 동물에게 호기심과 흥미를 갖도록 하는 것이 주된 목표다(Ministry of Education, 2015). 그러나 현장에서는 여러 가지 동물을 확보하여 직접 관찰하기 어렵다. 그래서 대부분 동영상이나 사진을 활용한 강의식으로 수업이 이루어지며, 단원 구성의 의도가 제대로 이루어지지 않는 경우가 많다(Kim & Choi, 2010).

이러한 문제를 극복하고 ‘동물의 생활’ 단원을 학습자가 중심이 되는 다양한 탐구 활동으로 수업을 전개하기 위해 자연 놀이 학습 프로그램을 개발하고 적용한 연구(Kim & Choi, 2010), 융합 교육 프로그램을 개발하고 적용한 연구(Oh & Hong, 2018)가 이루어졌으나, 소수에 그쳐 매우 부족한 형편이다. 따라서 ‘동물의 생활’ 단원 구성의 의도가 제대로 이루어질 수 있도록 초등학생들이 여러 가지 동물을 관찰하는 활동에 흥미를 갖고 주체가 되어 참여할 수 있는 프로그램 연구가 필요하다.

‘동물의 생활’ 단원 수업을 학생이 중심이 되고 흥미롭게 만들 수 있는 교육 방법으로 메이커교육을 생각해 볼 수 있다. 메이커교육은 학생 스스로 원하는 것을 만들기 위해 아이디어를 구상하고, 필요한 재료와 도구, 기술을 사용하여 창의적이고 구체적인 결과물을 구현해 나가면서 배움이 일어나는 교육 방법이다(Lee & Kang, 2021). 메이커교육은 학생들이 단순히 지식을 습득하는 것보다 더 깊은 학습 경험을 제공할 수 있다. 그리고 미래 직업에서

요구되는 창의성, 문제 해결 능력, 협력 역량 등을 향상시킬 수 있다(Oh *et al.*, 2021; Schad & Jones, 2020). 과학 교육에서 메이커교육은 자신의 아이디어를 구현하는 메이킹 활동과 동시에 과학적인 지식을 습득하는 방향으로 이루어질 수 있다(Kim & Choi, 2022). 과학 수업에 메이커교육을 적용하면 직접적인 조작 활동을 통해 과학 수업에 대한 흥미와 집중도에 긍정적인 영향을 줄 수 있다(Kim & Noh, 2021). 그리고 과학 학업성취도와 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 미친다(Jang, 2021; Kim, 2019; Lee *et al.*, 2018). 따라서 초등 과학 ‘동물의 생활’ 단원 수업에 메이커교육을 적용하면 창의적인 메이킹 활동을 통해 학생들이 여러 가지 동물의 특징을 주도적으로 탐구하게 되고, 학업성취도와 창의적 문제해결력의 향상을 기대해 볼 수 있다.

한편, 중국, 미국, 스웨덴, 영국 등에 이어 우리나라에서도 메이커교육을 적용하기 위한 시도가 적극적으로 이루어지고 있다(Lee *et al.*, 2018; Seoul Metropolitan Office of Education, 2017). 그리고 많은 교사들이 메이커교육을 미래사회에 대비하여 가장 중요한 교육 방법으로 인식하고 있는 것으로 나타났다(Lee & Kim, 2019). 그러나 아직 우리나라는 메이커교육을 시작하는 단계에 해당하며, 주로 물리적 환경 구축에 중점을 두고 있어 교육과정에 적용한 연구는 부족한 형편이다(Kim & Noh, 2021). 또한 제작 도구를 사용하는 방법, 단편적인 프로그래밍 활동에 대한 교육에 머물러 있어 메이커교육의 본질과 가치가 반영되지 못했다(Lee & Kang, 2022). 과학 교육에 메이커교육을 적용한 연구를 살펴보면, 대부분 동아리 활동 위주로 연구가 이루어졌고, 3D 프린팅을 활용하거나 프로그래밍 활동 위주로 진행되었기 때문에 정규 과학 시간에 어린 학생을 대상으로 적용하기 어렵다(Joe & Lee, 2018; Kim *et al.*, 2016). 이러한 문제점을 해결하고 초등학교 과학 수업에 효과적으로 메이커교육을 적용하기 위해 Kim and Choi(2022)이 초등 과학 온라인수업에 메이커교육 프로그램을 개발하고 적용하였으나, 온라인 과학 수업에 적용한 연구로 일반적인 초등 과학 교실 현

장에 적용하기에 한계가 있다. 따라서 메이커교육의 본질과 가치가 일반적인 초등 과학 교실 현장에서 실질적으로 반영되기 위해 메이커교육 프로그램을 개발하고 적용하여 그 효과를 입증하는 연구가 필요하다.

이에 본 연구에서는 초등학교 3학년 과학 ‘동물의 생활’ 단원 수업에 메이커교육 프로그램을 개발하고 적용한 후에 초등학생의 학업성취도와 창의적 문제해결력 향상에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

## II. 연구의 내용 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 P시에 소재한 S 초등학교 3학년 실험반(29명)과 비교반(28명)을 대상으로 하였다. 비교반과 실험반 학생들 모두 대단지로 지어진 같은 아파트 내에 거주하며 비슷한 환경에서 생활한다. 메이커교육에 대한 경험을 알아보기 위해 프로그램 적용 전에 설문을 한 결과, 모든 연구 대상 학생이 메이커교육에 대한 경험이 없음을 확인하였다. 학생 대부분이 주로 사용하는 디지털 도구는 스마트폰이었으며, 주로 온라인 검색, 유튜브 동영상 시청, 게임을 하고 있었다.

### 2. 연구 절차

학생들이 창의적인 메이킹 활동에 참여하고, 나아가 문제 해결 과정과 결과를 공유, 개방하며 상호작용하는 과정에서 자연스러운 배움이 일어나도록 다음과 같이 메이커교육 프로그램을 개발하고 적용하였다. 첫째, 초등 과학 동물의 생활 단원의 문제점을 해결하기 위해 메이커교육과 관련된 선행연구를 고찰하였다. 그리고 메이커교육 프로그램의 주제를 선정하고, 메이커교육 모형에 따라 단계별 학습 활동을 구성하였다. 둘째, 프로그램을 개발하고, 초등 과학 교육과 교수 1인, 초등 과학 석사학위를 받은 초등교사 3인으로 구성된 전문가 집단에게 검토 및 자문을 받아 프로그램을 완성하였다. 셋째, 개발한 프로그램의 효과를 검증하기 위해 사전과 사후에 검사를 실시했다. 프로그램 적용과 검사 전에 학생들에게 미리 안내하고 동의를 구하였다. 그리고 정량적 검사로 드러나지 않는 정성적인 특성을 살펴

보기 위해 교사의 수업일지, 면담을 활용한 정성적 검사를 병행하였다. 마지막으로, 결과를 해석하고 결론을 도출하였다.

## 3. 동물의 생활 단원 지도를 위한 메이커 프로그램의 개발

### 1) 프로그램 개발 단원 선정

과학 교육과정에서 생명 영역은 주로 단편적인 지식 전달 위주의 수업으로 이루어지고 있고, 많은 학생들이 암기 영역으로 오인하고 있다(Lee *et al.*, 2015). 특히 ‘동물의 생활’ 단원은 교육 현장에서 동물을 직접 관찰하기 어렵기 때문에 학습자가 흥미를 갖고 효과적으로 동물의 생활을 탐구할 수 있는 교육 방법이 필요하다(Kim & Choi, 2010; Oh & Hong, 2018). 이와 관련하여 메이커교육을 과학 수업에 적용하면 과학에 대한 흥미와 이해를 높일 수 있고, 나아가 창의력 향상에 도움이 된다(Kim & Choi, 2022; Lee & Kang, 2022). 따라서 3학년 2학기 ‘동물의 생활’로 적용 단원을 정하였다. 그리고 학생들의 과학에 대한 이해를 높이고, 나아가 창의적 문제해결력을 배양할 수 있도록 메이커교육 프로그램을 개발하였다.

### 2) 프로그램의 개발 계획

본 연구의 프로그램의 주제는 ‘동물의 특징을 모방한 로봇 VR 전시관 만들기’이다. 프로그램은 디지털 도구를 활용한 창의적 만들기 활동을 강조하는 메이커교육의 특성을 반영하였다. 프로그램의 학습 단계와 단계별 세부 내용은 Martinez and Stager (2013)의 TMI 모형에 따라 ‘생각하기, 만들기, 개선하기’ 순서로 구성하였다. 그리고 일반적인 초등 과학 수업에 활용 가능성이 높은 프로그램을 개발하기 위해 Kim and Choi(2022)의 연구를 참고하였다. 이에 따라 디지털 도구 사용에 익숙한 초등학교 3학년 수준을 반영하여 초등학생이 쉽고 흥미롭게 조작할 수 있는 도구로 개인용 스마트폰과 교육부가 학교에 보급한 태블릿 PC를 활용하였다. 또한 메이커 스페이스를 갖추기 어려운 초등학교 사정을 반영하여 온라인 공간에서 문제 해결 과정과 결과를 자유롭게 공유하고 소통할 수 있도록 온라인 워크스페이스로 패들렛을 활용하였다.

### 3) 프로그램의 적용

비교반에는 초등 과학 지도서에 따른 일반적인 수업을 실시하였으며, 실험반에는 개발한 메이커교육 프로그램을 적용한 수업을 실시하였다. 교수·학습 방법을 제외한 학습 내용, 수업시수, 탐구 과정 요소 등의 다른 변인은 실험반과 비교반에 동일하게 실시되었다.

## 4. 검사도구

### 1) 학업성취도

학업성취도 검사를 위해 사용한 검사 도구는 적용 단원인 ‘동물의 생활’에 대한 내용으로 지학사 홈페이지(<https://t-sol.jihak.co.kr/>)에서 임의로 문제를 선택하여 활용하였다. 문제는 총 25문항으로, 난이도는 상, 중, 하를 골고루 구성하였다. 평가지는 동료교사 3인에게 검토를 받았다. 측정도구의 신뢰도 (Cronbach's  $\alpha$ )는 .924였다.

### 2) 창의적 문제해결력

창의적 문제해결능력 검사를 위해 Kim and Choi (2020)가 사용한 검사도구를 활용하였다. 이 검사 도구는 Korean Educational Development Institute(2001)가 발간한 ‘간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구(I)’를 기반으로 서울대심리연구실 MI연구팀이 2004년에 개발한 도구이다. 이 검사 도구의 하위 영역은 특정 영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소 총 4가지로 구성되어 있다. 측정도구의 신뢰도 (Cronbach's  $\alpha$ )는 .911이었다.

## 5. 자료 분석

프로그램의 효과성 검증을 위해 혼합 연구 방법을 사용하였다. 양적 분석에서는 SPSS 24.0을 이용하였다. 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는지 알아보기 위해 독립 표본 t-검정을 실시하였으며, 유의수준 .05로 진단기준을 정하여 판단하였다. 그리고 양적 분석 방법의 문제점을 보완하기 위해 교사의 수업일지, 면담을 활용한 정성적 분석을 함께 실시하였다. 면담은 사후 검사 결과가 사전 검사 결과에 비해 눈에 띄게 향상 혹은 하락한 학생을 대상으로 실시하였다. 면담 내용은 정량적 검사 결과의

원인 파악을 위해 ‘평소 과학 수업과의 차이점, 과학 학습 내용 이해에 도움이 된 것, 참신하고 다양하게 생각하는 데 도움이 된 것, 만들기 활동을 꼼꼼히 계획하고 작품을 찬찬히 다듬어가 완성하는 데에 도움이 된 것, 흥미로웠던 것, 평소보다 수업에 더 적극적으로 참여하게 된 이유, 힘들거나 아쉬웠던 것’ 등에 대한 질문을 하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 동물의 생활 단원을 지도하기 위한

#### 메이커교육 프로그램의 개발

메이커교육은 학생들이 창의적인 메이킹 활동에 참여하고, 나아가 문제 해결 과정과 결과를 공유, 개방하며 상호작용하는 과정에서 자연스러운 배움이 일어난다(Park & Jang, 2022). 이에 따라 학생들이 창의적인 메이킹 활동에 적극적으로 참여하여 과학에 대한 이해를 높이고, 문제를 해결하는 과정과 결과물을 공유, 개방하며 상호 작용할 수 있도록 메이커교육 프로그램을 개발하였다. 개발한 프로그램의 메이커교육 단계별 주요 학습 내용과 활동은 Table 1과 같다.


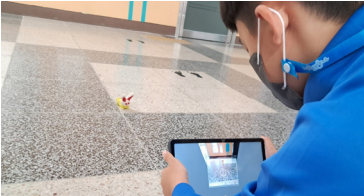

#### 1) 생각하기

생각하기 단계는 학생이 생활하는 주변 세계에서 메이킹 활동의 필요성을 깨닫고 해결할 문제를 발견한다. 첫째, 서울대공원 VR에 접속하여 VR 기술을 체험한다. 그리고 서울대공원 VR과 같이 동물을 주제로 만들고 싶은 VR을 자유롭게 떠올려 발표하고, 해결할 문제로 ‘동물의 특징을 모방한 로봇 VR 전시관 만들기’를 약속한다. 둘째, 동물의 특징을 모방한 로봇 VR을 설계하기 위해 필요한 과학 지식을 탐구한다.

#### 2) 만들기

만들기 단계에서는 필요한 디지털 도구 사용 방법을 간단히 익히고 동물의 특징을 모방한 로봇 VR 전시관을 제작한다. 첫째, 생각하기 단계에서 탐구한 과학 지식을 응용하여 동물의 특징을 모방한 로봇을 설계한다. 동물 로봇을 발명할 때에는 동물의 특징을 모방하여 학교 생활에 필요한 기능을 구현하고, 동물의 생김새를 고려해서 동물 로봇의 생김

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

단계	차시	메이커교육활동
생각하기	1~2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 해결할 문제 발견하기</li> <li>- 서울대공원 VR 사용 방법 알아보고, VR 체험관 체험하기</li> <li>- 동물을 주제로 만들고 싶은 VR 발표하기</li> <li>- 해결할 문제 약속하기 : 동물의 특징을 모방한 로봇 VR 전시관 만들기</li> <li>▷ 문제 해결 계획 세우기</li> </ul>
	2~3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 여러 가지 동물의 특징 알아보기</li> <li>- 서울대공원 VR을 활용하여 여러 가지 동물을 관찰하기</li> <li>▷ 동물의 특징에 따라 분류 기준을 정하고 분류하기</li> </ul>
	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 땅에서 사는 동물의 생김새와 생활 방식 조사하기</li> <li>- 땅에서 사는 동물의 특징(생김새, 사는 곳, 이동 방법 등) 관찰하고 조사하기</li> <li>▷ 땅에서 사는 동물의 생김새와 생활 방식 정리하기</li> </ul>
	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 물에서 사는 동물의 생김새와 생활 방식 조사하기</li> <li>- 물에서 사는 동물의 특징(생김새, 사는 곳, 이동 방법 등) 관찰하고 조사하기</li> <li>▷ 물에서 사는 동물의 생김새와 생활 방식 정리하기</li> </ul>
	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 날 수 있는 동물의 생김새와 생활 방식 조사하기</li> <li>- 날 수 있는 동물의 특징(생김새, 사는 곳, 이동 방법 등) 관찰하고 조사하기</li> <li>▷ 날 수 있는 동물의 생김새와 생활 방식 정리하기</li> </ul>
	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 사막과 극지방에서 사는 동물의 생김새와 생활 방식 조사하기</li> <li>- 사막과 극지방에서 사는 동물의 특징(생김새, 사는 곳, 이동 방법 등) 관찰하고 조사하기</li> <li>▷ 사막과 극지방에서 사는 동물의 생김새와 생활 방식 정리하기</li> </ul>
	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 모방하고 싶은 동물의 특징을 결합한 로봇 설계하기</li> <li>- 우리 학교 어느 곳에, 어떤 생김새나 기능을 가진 로봇이 필요한지 생각해보기</li> <li>- 우리 학교에 필요한 로봇과 관련하여 모방하고 싶은 동물과 특징 조사하기</li> <li>- 동물의 특징을 모방하여 어떤 생김새와 기능을 가진 로봇을 설계할지 생각해보기</li> <li>- 로봇 설계도 작성하기</li> </ul>
	만들기	9~11
		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;로봇 모형 만들고 촬영 준비하기&gt;</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;VR 촬영하기&gt;</p> </div> </div>
개선하기	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 동물의 특징을 모방한 로봇 VR 전시관 감상 및 평가하기</li> <li>- 동물의 특징을 모방한 로봇 VR 감상하기</li> <li>- 질문, 칭찬, 격려, 조언 등 공유하기</li> </ul>
		<div style="text-align: center;">  <p>&lt;VR 전시관 감상 및 평가하기&gt;</p> </div>

세를 디자인한다. 둘째, 클레이로 로봇 모형을 만들고 VR을 제작한다. 모방한 동물이 사는 환경과 동물 로봇이 필요한 학교 공간을 고려해서 촬영 공간을 꾸민다. 그리고 구글카메라 앱의 360도 파노라마 사진 촬영 방법을 활용하여 VR을 제작한다. 셋째, 온라인 전시관을 만든다. 구글 포토앱에서 촬영한 동물 로봇 VR 작품의 공유 링크를 생성한다. 그리고 패들렛에 동물의 특징을 모방한 로봇 VR 공유 링크를 업로드하고, 만들기 과정과 결과물을 설명하는 글을 작성하여 온라인 전시관을 완성한다. 모든 만들기 과정에서는 교사와 학생, 학생과 학생 간에 수시로 작품을 개선하기 위해 의견을 나누고 보완하는 노력이 반복하여 이루어진다.

### 3) 개선하기

개선하기 단계에서는 온라인 전시관에서 동물의 특징을 모방한 로봇 VR의 제작 과정과 결과를 발표한다. 그리고 함께 더 발전하기 위한 질문과 응답, 칭찬, 격려와 조언을 주고받는다.

## 2. 개발한 메이커교육 프로그램의 적용에 따른 효과

### 1) 학업성취도의 변화

메이커교육 프로그램을 적용한 과학 수업이 학생들의 학업성취도에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Table 2와 같다.

학업성취도의 사전 검사에서 실험반은 평균 74.29점이었고, 비교반은 실험반보다 0.34점 높은 74.63점이었다. 두 집단의 과학 학업성취도의 평균 차이는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 ( $p>.05$ ). 사후 검사에서 실험반은 비교반보다 87.14점이었고, 비교반은 78.52점이었다. 실험반이 비교반보다 8.62점 높았으며, 통계적으로 유의하였다( $p<.05$ ). 이러한 결과는 메이커교육 프로그램이 초등 과

학 ‘동물의 생활’ 단원의 교수·학습에 효과적으로 활용될 수 있음을 시사한다.

Dougherty(2013)는 학생들이 다양한 재료를 만들고, 실험하며, 발명하는 메이킹 활동에 참여하면서 과학 수업에 더욱 진지하게 임하고 의미미한 과학 수업이 이루어진다고 하였다. 본 연구에 참여한 교사의 수업일지에서도 메이커교육 방법을 활용하면 학습자가 스스로 메이킹 활동을 계획하고 참여하는 과정을 통해 학습자 중심의 수업으로 변화한다고 하였다. 그리고 학습 내용이 학습자에게 의미미하게 되고, 문제를 해결하기 위해 적극적으로 과학 지식을 탐구하면서 과학 이해도 또한 높아진다고 하였다. 이는 메이커교육 프로그램 적용 수업은 학생들이 학습 경험을 스스로 계획하고 적극적으로 참여하는 과정에서 학습 능력을 향상시킨다는 Son and Lee(2021)의 연구 결과에서도 볼 수 있다. 그리고 Kim and Noh(2021)는 작품을 만드는 과정에서 수시로 과학적 지식을 스스로 검증하고 수정하는 활동이 학업성취도를 향상시킨다고 하였다. 학생 A와 C의 면담 전사본에서도 디지털 도구를 활용한 메이킹 활동이 학생들이 과학 학습에 흥미를 갖고 더욱 적극적으로 참여하게 하는 것을 알 수 있다. 또한 작품을 개선하기 위해 수시로 의견을 나누는 활동이 과학 지식을 정교화하여 학생들의 학업성취도를 향상시킨다는 것을 알 수 있다.

학생 A : VR이 신기했고, 내가 동물을 공부한 내용으로 로봇 VR을 만드니까 과학 공부를 열심히 해야겠다는 생각이 들었어요.

학생 C : 서울대공원 VR을 탐구하는 것도 재밌었는데, VR을 만들려고 동물에 대해 친구들과 책을 찾아보고 이야기를 했던 것이 공부에 도움이 많이 됐어요.

### 2) 창의적 문제해결력의 변화

메이커교육 프로그램을 적용한 과학 수업이 학생들의 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 살펴본

Table 2. The results of *t*-test on academic achievement

영역	실험반		비교반		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	SD	M	SD		
사전	74.29	21.72	74.63	16.87	-.065	.948
사후	87.14	15.30	78.52	15.74	2.061*	.044

\* $p<.05$

결과는 Table 3과 같다.

창의적 문제해결력의 사전 검사에서 실험반은 평균 65.07점이었고, 비교반은 66.41점이었다. 비교반이 실험반의 평균 점수보다 높았으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ). 사후 검사에서 실험반은 75.00점이었고, 비교반은 66.30점이었다. 실험반이 비교반보다 높았으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p<.05$ ). 또한 모든 하위 영역에서도 실험반이 비교반의 평균 점수보다 높았으며, 통계적으로 유의하였다( $p<.05$ ). 이는 메이커교육 프

로그램을 초등 과학 교육에 적용하면 창의적 문제 해결력이 향상된다는 Kim and Choi(2022), Kim(2019), Moon(2016)의 연구 결과에서도 볼 수 있다. 이로부터 초등 과학 ‘동물의 생활’ 단원의 수업에 적용한 메이커교육 프로그램이 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있다는 것을 알 수 있다.

메이커교육 프로그램이 창의적 문제해결력 향상에 영향을 미친 원인을 구체적으로 알아보기 위해 교사의 수업일지와 학생들의 면담 내용을 분석하였다. 분석 방법은 창의적 문제해결력의 하위영역별

**Table 3.** The results of *t*-test on creative problem solving skills

영역	실험반		비교반		<i>t</i>	<i>p</i>	
	M	SD	M	SD			
전체	사전	65.07	13.73	66.41	18.55	-.304	.762
	사후	75.00	13.59	66.30	10.28	2.670*	.010
특정 영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부	사전	14.21	3.04	15.07	3.60	-.958	.342
	사후	17.79	4.67	15.33	2.69	2.397*	.021
확산적 사고	사전	16.64	3.23	15.89	3.60	.818	.417
	사후	18.29	3.56	16.37	2.69	2.246*	.029
비판적·논리적 사고	사전	17.64	4.64	19.04	3.18	-1.303	.199
	사후	20.79	3.50	18.30	3.65	2.584*	.013
동기적 요소	사전	16.57	4.18	17.78	4.04	-1.088	.281
	사후	18.57	2.79	16.70	2.92	2.424*	.019

\* $p<.05$

**Table 4.** Results of class journal and student response related to creative problem solving skills

영역	관련 주요 내용
특정 영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (수업 일지) 처음에는 교사가 적극적으로 개입해야 했지만, 시간이 지날수록 학생들의 VR 디지털도구 활용 기술과 메이킹 활동에 익숙해지면서 학생들이 주도해서 메이킹 활동을 이끌어갔다.</li> <li>• (면담) VR이 처음에는 어려워 보였는데 선생님께 배우고 친구들과 함께 해보니 쉬웠다. 만들고 싶은 동물 로봇 VR을 정하고 내 수준에 맞게 만드는 것이 특히 좋았다. 집중도 더 잘 되어서 끝까지 기분 좋게 할 수 있었다.</li> </ul>
확산적 사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (수업 일지) 수업시간에 학생들의 질문이 늘어났다. 시간이 지날수록 단순 지식에 대한 질문보다 문제 해결 방법이나 개방적 질문이 더욱 늘어났다.</li> <li>• (면담) 학교생활 중에 동물 로봇이 필요한 경우는 무엇이 있을지, 어떤 동물의 특성을 모방해서 로봇을 만들지 친구들과 이야기를 많이 나누었다.</li> <li>• (면담) 친구들의 동물 로봇 VR을 감상하면서 드는 생각이 어떤 것은 웃겨서 좋고, 또 어떤 것은 기발했다. 나도 다음에는 재밌고 기발한 생각을 더 많이 하고 싶다.</li> </ul>
비판적·논리적 사고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (수업 일지) 많은 아이디어를 내놓는 것이 중요한 것이 아니라 과학적으로 맞는지, 좋은 작품을 만들는데 필요한 의견인지 꼼꼼히 따져 보고 학습지에 정리하게 했다. 또 작품을 만들어가는 과정 중에 수시로 개선할 점은 없는지 점검하는 시간을 갖게 했다. 비판적으로 생각하고 스스로 보완해가면서 작품도 더욱 완성도가 높아졌다.</li> <li>• (면담) 친구들의 의견을 단순히 듣는 것에서 과학적으로 맞는 말인지 판단하고 도움이 되는 정보를 찾아낼 수 있게 됐다.</li> <li>• (면담) 배운 과학 내용에 비추어 잘하고 있는지 고민하고 개선할 점을 찾는 과정에서 더욱 과학 공부를 잘하게 된 것 같다.</li> </ul>
동기적 요소	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (면담) 내가 원하는 것을 배우고 만드는 수업이라 더욱 재미있었다.</li> <li>• (면담) 과학 시간에 또 하고 싶고 더 잘하고 싶다.</li> </ul>

의미를 가장 잘 표현하는 수업일지 내용과 학생들의 응답 내용을 중심으로 유목화하여 경향을 파악하였다(Table 4). 수업일지와 학생들의 면담 내용에서도 볼 수 있듯 생각하고, 만들며, 개선하는 메이커 교육 방법이 확산적 사고와 비판적 사고를 활성화하여 창의적 문제해결력을 향상시켰음을 알 수 있다. Kim & Noh(2021)는 메이커교육의 직접적인 조작 활동이 수업에 대한 집중도와 흥미에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 그리고 학생들이 자연스럽게 자신의 능력과 생각만으로 해결이 되지 않는 문제를 해결하기 위해 질문을 많이 하게 되고, 자신의 문제 해결 과정과 결과물을 공유하면서 의사 표현 능력이 향상된다고 하였다. 본 연구에서도 학생들이 원하는 것을 만들기 위해 전체 학습 과정에 흥미를 갖고 적극적으로 참여하였다. 그리고 창의적인 결과물을 만들기 위해 과학적 지식과 참신한 아이디어를 적극적으로 공유하였다. 또한 다양한 아이디어와 메이킹 활동 과정을 수시로 점검하고 개선하였다. 이러한 과정을 통해 과학적 지식의 이해를 돕고, 창의적 사고 기술과 상호작용 역량이 향상되었다고 생각된다.

대부분의 실험반 학생의 창의적 문제해결력과 하위요소의 점수가 사전 검사보다 사후 검사에서 비슷하거나 상승하였다. 그러나 동기적 요소를 포함하여 창의적 문제해결력 모든 영역의 점수가 하락한 학생 E의 면담 전사본을 살펴보면 디지털 도구를 사용하는 것이 어려워 수업에 적극적으로 참여하지 못하고 창의적으로 사고하는 것에 방해가 된 것을 알 수 있다. Kim and Choi(2022)는 초등 과학 교육에 메이커교육을 적용할 때 우리나라 초등학교 교실 상황과 초등학생의 관심과 수준을 고려해야 하는 것을 강조했다. 따라서 초등학생의 디지털 도구 사용 수준과 관심이 다양한 만큼 향후 메이커교육 프로그램을 개발하고 적용할 때에는 사전에 다양한 학습자의 관심과 수준을 조사하고 고려하여야 할 것을 생각해 볼 수 있다.

학생 E : 로봇 VR 전시관을 만드는 활동이 어려웠어요. 못하니까 부끄럽고 재미도 없고 집중을 할 수 없었어요.

## IV. 결론 및 제언

본 연구는 생명 영역이 흥미 없는 단편적인 지식 전달 위주의 수업으로 이루어지는 과학 교육 현장을 개선하고, ‘동물의 생활’ 단원 수업에 학습자가 흥미를 갖고 다양한 동물의 생활을 탐구할 수 있도록 메이커교육 프로그램을 개발하고 적용하였다. 그리고 창의적인 메이킹 활동과 함께 일어나는 배움이 학생들의 학업성취도와 창의적 문제해결력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 제작 도구를 사용하는 방법이나 단편적인 프로그래밍 활동에 대한 교육에 머물러 있어 메이커교육의 본질과 가치가 반영되지 못하는 현실을 개선하고, 초등 과학 수업에 효과적으로 메이커교육을 적용하여 학업성취도와 창의적 문제해결력을 향상하기 위해 프로그램을 개발하였다. 프로그램의 단계와 세부내용은 TMI 메이커교육 모형에 기반하였으며, 메이커교육의 본질과 가치를 살려 초등 과학 교실 현장에서 학생들이 원하는 것을 만들기 위해 필요한 지식과 도구, 재료 등을 자발적으로 탐구하고, 구체적인 결과물을 구현해가는 과정에서 자연스럽게 배움이 일어날 수 있도록 구안하였다. 무엇보다 구체적인 조작기와 디지털네이티브 세대에 해당하는 3학년 초등학생의 관심과 수준을 반영하고, 메이커 스페이스를 갖추기 어려운 실질적인 교실 현장의 상황을 반영하였다. 재료와 디지털 도구는 주변에서 구하기 쉬운 색종이, 클레이, 스마트폰, 태블릿 PC를 활용하였고, 온라인 위크 스페이스는 패들렛을 활용하였다.

둘째, ‘동물의 생활’ 단원 수업에 메이커교육 방법을 적용하면 과학지식의 이해를 높일 수 있고 학업성취도를 향상시킬 수 있다. 연구 결과에서 학생들은 여러 가지 동물의 특징을 탐구하여 동물 로봇 VR을 제작하고, 발견한 과학 지식을 조작 활동을 통해 재구성하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 산출물을 끊임없이 개선하는 과정에서 과학적 사고력과 분석적 사고를 활용하여 학습한 지식이 단기 기억에만 머무르지 않고 정교화하여 오랫동안 기억되는 것을 확인할 수 있었다.

셋째, ‘동물의 생활’ 단원 수업에 메이커교육 방법을 적용하는 것은 비구조화된 문제에 도전하고 창의적으로 해결하는 기회를 제공하여 창의적 문제



해결력을 향상시킬 수 있다. 학생들은 동물 로봇 VR을 만들기 위해 과학적 지식을 탐구하고, 다양한 아이디어를 적극적으로 공유하였다. 그리고 모든 메이킹 활동 과정과 결과물을 수시로 점검하고 개선하였다. 이와 같은 과학적 지식을 탐구하고, 디지털 도구로 창의적인 결과물로 만들며, 개선해서 완성하는 메이커교육 프로그램의 활동이 창의적 문제해결력 사고 요소에 긍정적 영향을 미친 것으로 사료된다. 또한 디지털 시대에 자란 학생들의 특성을 반영한 본 연구의 동물 로봇 VR 프로그램이 디지털 도구를 활용하여 지식을 습득하고, 온라인 플랫폼에서 참여와 협업의 기회를 제공하여 창의적 문제 해결 능력 향상에 영향을 준 것으로 판단된다.

이상의 연구를 바탕으로 다음과 같이 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구는 적용한 지역과 기간, 학년, 인원 수 등과 관련하여 일반화하기에 한계가 있다. 따라서 이를 보완하고 긴 기간 동안 광범위하게 효과성을 세부적으로 검증하여 일반적인 연구 결과를 도출할 필요성이 있다. 둘째, 메이커교육을 초등 과학 생명 영역에 적용하여 과학에 대한 이해를 돕고 창의적 문제해결력을 향상시킬 수 있는 흥미롭고 다양한 프로그램을 개발할 필요가 있다. 셋째, 많은 학교에서 메이커교육이 원활하게 이루어지기 위해 메이커교육에 대한 긍정적인 인식과 역량 제고를 위한 다양한 교사 연수가 필요할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- Dougherty, D. (2013). The maker mindset. In M. Honey, & D. E. Kanter. (Eds), *Design. Make. Play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp.7-16). NY: Routledge.
- Jang, S. (2021). Case study of an online maker education program for scientific inquiry experience: Interest and interaction of elementary students. *The Journal of Education*, 41(4), 313-328.
- Joe, G., & Lee, Y. (2018). The development and effects of an early childhood science education program based on maker education. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 38(1), 341-366.
- Kim, H., & Choi, S. (2010). Development and application of the available creative nature game learning program in elementary science class: Focused the animal units of the 4th grade. *Biology Education*, 38(1), 102-110.
- Kim, H., & Choi, S. (2020). The development and application of the SW-STEAM program by utilizing software supporting the creation of VR for elementary science class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 39(2). 296-305.
- Kim, H., & Choi, S. (2022). Effects of the application of a maker education program to elementary science online class: Focusing on the unit "Life cycle of a plant". *Journal of Korean Elementary Science Education*, 41(2), 432-442.
- Kim, J. (2019). Direction of maker education and school education. *Journal of the Edutainment*, 1(1), 1-14.
- Kim, S., Lim, C., Kim, S., & Hong, J. (2016). Effects of a brain-based evolutionary approach using rapid-cycling brassica rapa on elementary school students' interests in life cycle of plants. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(3), 336-347.
- Kim, W., & Noh, S. (2021). The effects of science class using maker education on academic achievement, attitude toward science, class participation of elementary student. *Korean Society for Elementary Science Education Conference*, 80, 77.
- Korean Educational Development Institute. (2001). A study on the development of a simple creative problem-solving ability test (I) [간편 창의 문제해결력 검사 개발].
- Lee, H., Kim, J., & Lim, C. (2015). Analysis of elementary school students' interests based on the types of knowledge in the field of life sciences. *Korean Society for Elementary Science Education Conference*, 68, 203.
- Lee, S., & Kang, S. (2021). Research on the development and application of elementary science program based on maker education. *School Science Journal*, 15(3), 295-308.
- Lee, S., & Kang, S. (2022). A case study of maker education activity based on science concept: Targeting 6th graders of elementary school. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(11), 593-613.
- Lee, S., Kim, T., & Lee, S. (2018). The development and application of a design thinking-based maker class for improving elementary school students' collaborative problem solving ability. *The Journal of Education*, 39(3), 19-41.
- Lee, Y., & Kim, Y. (2019). An analysis on the educational needs of elementary and secondary school teachers for professional elements of STEAM education. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 25(2), 195-211.

- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn. making, tinkering, and engineering in the classroom.* Torrance. Canada: Construting Modern Knowledge.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). *Elementary and secondary school curriculum.* Seoul: Ministry of Education.
- Moon, C. (2016). An action research on the engineering · design convergence education for the creative developer. *Journal of Cultural Industry Studies*, 16(3), 23-31.
- Oh, H., Park, I., & Choi, K. (2021). A meta-analysis on the effects of maker education on student competency: Focusing on creativity and problem-solving. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 27(1), 313-340.
- Oh, J., & Hong, S. (2018). Application effects of STEAM program based on backward design for the 'Life of animals' unit of elementary science. *Biology Education*, 46(4), 431-441.
- Park, Y., & Jang, H. (2022). A study on the development of a program for subject-related career education using maker education in elementary school and an analysis of its effect. *The Journal of Korea Elementary Education*, 33(4), 69-90.
- Schad, M., & Jones, M. (2020). The maker movement and education: A systematic review of the literature. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(1), 65-78.
- Seoul Metropolitan Office of Education. (2017). *Maker education mid to long term ('18~22) development plan [메이커교육 중장기 발전계획]*. Retrieved from <http://www.sen.go.kr/web/services/bbs/bbsView.action?bbsBean.bbsCd=361&bbsBean.bbsSeq=206>
- Son, K., & Lee, H. (2021). The effect of maker education program in school maker space on creative problem solving ability and self-directed learning ability of elementary students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 40(1), 55-65.

---

김혜란, 서재초등학교 교사(Hye-Ran Kim; Teacher, Seojae Elementary School).

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