

A Meta-Analysis of the Effect of Science-Related Programs on Students' Science Interest in Elementary Schools

Ha, Yu Kyung (Dong-A University, Assistant Professor for Research)
Cho, Han Ik¹⁾ (Gyeongsang National University, Professor)

< ABSTRACT >

This study aims to systematically organize the effects of elementary school science-related programs on students' science interests through a meta-analysis. Researchers reviewed the science-related program studies for elementary school students and analyzed 49 studies, including 24 unpublished theses and dissertations and 25 journals from 2000 to 2022. Using Rosenthal and Orwin's method the desk drawer problem for the studies was analyzed, and publication bias was analyzed using Egger's intercept test. The overall effect size indicates that the experimental group's effect size is 19.50% higher than that of the control group. As a result of examining the difference in the effect size according to the moderator variables, there were significant differences in student type, grade, number of experiment persons, times of programs, and duration of program treatment. Gifted students, 6th graders, 21-40 persons in the experiment, 16-20 times of programs, and 17-20 weeks of treatment showed the highest effect size. This study is meaningful because it examines the effect of elementary school science-related programs on science interest through meta-analysis and seeks practical ways to apply to science-related programs.

Key Words : Elementary school, science-related program, science interest, meta-analysis

1) Corresponding Author: Cho, Han Ik, Professor, Gyeongsang National University, 501 Jinju-Daero, Jinju-Shi, Gyeongsangnam-Do, 52828 / E-mail: h1652@gnu.ac.kr

초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 영향에 관한 메타분석

하유경 (동아대학교, 연구전담 조교수)

조한익¹⁾ (경상국립대학교, 교수)

< 요약 >

본 연구는 초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 영향이 어떠한지 메타분석 방법을 통해 체계적으로 정리하는 데 목적이 있다. 이를 위해 2000년도부터 2022년도까지 발간된 초등학생 과학관련 프로그램 논문들을 검토하여 학위논문 24편, 학술논문 25편 총 49편의 논문들을 메타분석 방법을 통해 분석하였다. 연구논문들에 대한 책상서랍 문제는 Rosenthal과 Orwin의 방법으로, 출판편의는 Egger의 절편검증으로 분석하였다. 전체효과크기는 통제집단에 비해 실험집단의 효과크기가 19.50% 높은 것으로 나타났다. 조절변인에 따른 효과크기의 차이를 살펴본 결과 학생유형, 학년, 실험인원, 프로그램 횟수, 프로그램 처치기간 등에서 유의한 차이가 있었다. 학생유형은 영재학생, 학년유형은 6학년, 실험인원은 21~40명, 프로그램 횟수는 16~20회, 프로그램 처치기간은 17~20주가 가장 높은 효과크기를 보였다. 본 연구는 초등학교 과학관련 프로그램이 과학흥미도에 미치는 교육적 효과를 메타분석을 통해서 살펴보고 과학관련 프로그램의 효과적인 적용 방안을 모색하고자 하였다는 데 의의가 있다고 본다.

주요어 : 초등학교, 과학관련 프로그램, 과학흥미도, 메타분석

1) 교신저자 : 조한익, 교수, (52828) 경남 진주시 진주대로 501, 경상국립대학교 / E-mail: h1652@gnu.ac.kr
논문투고: 2022. 10. 15 / 심사일자: 2022. 11. 2 / 게재확정일자: 2022. 11. 19

I. 서론

과학은 미래를 발전시키는 데 중요한 교과목이다. 초등학교 과학교육의 목적은 학생들이 호기심과 흥미를 갖고 과학의 기본적인 지식체계를 이해하여 다양한 문제들을 해결하는 데 도움을 주는 데 있다. 이 때문에 과학교육과 관련한 학교현장의 교사들과 연구자들은 다양한 초등학생 과학교육 프로그램을 개발, 적용함으로써 학생들의 과학흥미도를 높이고자 노력한다.

과학흥미도는 과학에 대해 학생들이 갖고 있는 심리·정서적인 상태이자 성향이며, 과학 교과목과 관련하여 학생들에게 내재화된 흥미이다(Krapp, 2002; Renninger & Hidi, 2016). 학생들은 수업 현장에서 과학적 이론을 접하며 의아함과 의문을 가지기도 하고, 과학 체험학습을 통해 현상에 대한 놀라움과 호기심을 갖기도 한다. 이러한 일련의 과정을 거치면서 학생들은 과학적 내용과 시시각각 상호작용하고, 흥미라는 매개를 통해 과학과 긍정적인 관계를 형성해 간다. 이러한 과학흥미도는 적극적이고 능동적인 학업 수행과 학업성취에 관여할 뿐만 아니라, 장기적으로는 학생들의 과학 관련 가치관과 긍정적인 인식, 과학 분야의 진로 선택에도 기여한다는 점에서 중요한 의미를 갖는다.

초등학교 시기는 학생들이 의무교육과정에 첫발을 내딛는 동시에, 주변 현상과 물질에 대한 개념지식을 익히고, 이에 따른 기본적 가치관과 태도를 형성하는 중요한 시기이다(Kim et al., 2021). 이 때문에 초등학생 시기에 내재화된 과학흥미도는 후속 단계의 과학 학업성취와 진로결정에 큰 영향을 미친다(Johnson, 1987). 이러한 맥락에서 초등학생 시기에 과학흥미도의 증진이 중요하다는 연구가 다수 발견된다. Kim et al.(2014)은 과학 분야 진로를 희망하는 초등학생들이 자신의 진로결정에 흥미와 관심, 적성을 가장 중요한 요소로 삼았다는 사실을 밝혔으며, Archer et al.(2010)은 실제로 다수의 과학자들이 14세 이전에 과학자가 되기로 결심했다는 인터뷰 결과를 보고했다. Tai et al.(2006)도 과학관련 진로에 대해 긍정적 의사를 표현한 13세 학생들이 다른 학생들에 비해 대학 진학 시 과학관련 전공 선택 비율이 2배 이상이라 언급하며, 학생들이 가급적 어린 나이에 과학관련 경험에 노출될 필요가 있음을 강조했다.

이처럼 과학흥미도가 초등학생에게 미치는 영향력을 고려하여 선행연구들은 초등학생의 과학흥미도 증진을 위한 다양한 프로그램을 개발·적용하였다. 이 같은 프로그램의 유형으로 우선 STEAM을 적용하여 과학이나 수학, 기술이나 음악 등 다양한 학문 융합교육을 시도한 STEAM 프로그램 연구가 있다(Choi, 2015; Kim et al., 2014; Lee & Tae, 2017). 그리고 과학만화, 인포그래픽 자료, 개념도와 같이 독특한 매체 및 시청각 자료를 제공하여 학생들의

과학흥미도를 높이고 학습 효과를 살펴보는 연구들(Kim et al., 2002; Lim & Kim, 2006; Mun & Kang, 2015), 과학관 체험활동, 과학 완구 만들기 같이 학생들의 오감을 활용한 체험과 창작활동 등을 통해 과학흥미도를 증진시키려 노력한 연구들(Kwon & Bok, 2007; Park, 2020)도 있다. 이와 같이 과학흥미도를 높이기 위해 다양한 프로그램 연구가 수행된 만큼, 이 프로그램들이 초등학생의 과학흥미도에 어떠한 영향을 미치는지 체계적으로 정리하여 교육적 효과를 살펴볼 필요가 있다.

그동안 학생들의 교육 프로그램이나 과학관련 프로그램을 대상으로 한 메타분석 연구는 일부 있었지만, 초등학생의 과학흥미도를 알아보기 위해 수행된 메타분석 연구는 없는 실정이다. 이와 유사한 연구로는 Chung & Yun(2016)의 유아 과학교육 프로그램의 효과를 검증한 메타분석 연구, STEAM 프로그램의 효과에 대한 메타분석 연구(Jung & Shin, 2015; Kim et al., 2015), 뇌기반 교육의 효과에 대한 메타분석 연구(Jang & Jang, 2020; Park & Lim, 2018) 등이 있다. Chung & Yun(2016)의 연구는 유아를 대상으로 했다는 점, 그리고 과학흥미도가 아닌 과학적 탐구능력과 과학적 태도라는 광범위한 변인을 연구 변인으로 삼았다는 점에서 본 연구와 차이가 있다. STEAM 프로그램의 효과를 살펴본 Kim et al.(2015)은 그 대상이 유치원부터 초, 중, 고등학교와 대학교를 포괄하고 있다는 점 그리고 과학 외 다른 교과목들을 광범위하게 다루고 있다는 점에서 본 연구와 맥을 달리한다. Park & Lim(2018), Jang & Jang(2020)의 메타분석 연구는 뇌기반 교육 프로그램만을 대상으로 한다는 점, 연구 대상과 연령대가 광범위하다는 점, 종속변인이 학업성취도와 인지·정의적 영역의 여러 변인을 포함한다는 점 등에서 본 연구와 차이를 지닌다.

이처럼 초등학생의 과학흥미도가 교육적으로 중요하고 이를 높이기 위한 프로그램 연구가 활발하게 이루어져 왔지만, 그동안 이루어진 연구들의 효과를 체계적으로 정리하지 못한 실정이다. 또한 국내에서 교과와 관련한 흥미 연구가 본격적으로 시작된 시기는 2000년 이후이다(Ha & Cho, 2018). 이 시기부터 과학을 비롯한 다양한 교과목에 관한 흥미 연구와 흥미 증진 프로그램 개발 연구들(Kim & Choi, 2022; Lee, 2015; Lim & Kim 2006; Park, 2012)이 이루어져 왔으나 이를 구체적으로 정리한 연구는 없는 실정이다. 이에 본 연구에서는 메타분석의 방법을 사용하여 그동안 연구된 선행연구들의 효과를 체계적으로 정리하고 분류하고자 한다(Borenstein et al., 2021; Cooper et al., 2019). 본 연구에서 사용하고자 하는 메타분석 방법은 초등학생의 과학흥미도와 관련하여 그간 이루어진 프로그램 개발 연구들이 어느 정도 효과가 있는지 다양한 측면에서 체계적이고 정확하게 파악하여 초등 과학교육에 중요한 시사점을 줄 수 있을 것으로 본다.

따라서 본 연구에서는 초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 영향에 관한 메타분석을 실시하여 이 프로그램들의 효과를 살펴보고자 한다. 이와 더불어 프로

그램 유형, 논문형태, 학생유형, 학년, 실험설계, 실험인원, 프로그램 횟수, 프로그램 처치기간 등의 조절효과를 살펴봄으로써 현재까지 이루어진 연구들을 정리하고 앞으로의 효과적인 운영 방안을 모색하고자 한다. 본 연구목적과 관련한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

연구문제 1. 초등학교 과학관련 프로그램이 초등학생의 과학흥미도에 미치는 전체효과크기는 어떠한가?

연구문제 2. 초등학교 과학관련 프로그램이 초등학생의 과학흥미도에 미치는 영향에서 프로그램의 유형, 논문형태, 학생유형, 학년, 실험설계, 실험인원, 프로그램 횟수, 프로그램 처치기간의 조절변인에 따른 효과크기는 차이가 있는가?

II. 이론적 배경

1. 과학흥미도

흥미는 다양한 심리적 변인들 중에서도 가장 본질적으로 앎과 관련되어 있고, 앎과 가장 가까운 영역이다. 사람들은 외부의 어떤 대상이나 영역에 대해 흥미를 가지는 순간 그것에 대해 알고자 다가가고, 그것을 알기 위한 활동을 한다. 흥미의 이러한 특성 때문에 많은 연구자들은 흥미를 학습에 가장 강력한 영향을 일으키는 요인 중 하나로 본다(Deci, 1992; Frenzel et al., 2010; Ha & Cho, 2020; Yun & Kim, 2003). Renninger & Hidi(2016)는 흥미를 어떠한 대상에 몰입하는 심리적 상태이며, 시간이 지난 후 다시 그 대상에 빠져들게 되는 인지적이고 정서적인 성향이라고 설명하였다. 또한 흥미는 사람과 그 사람이 흥미를 느끼는 대상 사이에서 발생하는 관계로 설명되기도 하는데(Krapp, 2002), 이는 다른 심리 및 동기 변인들과 달리 흥미가 외부의 특정 대상과 관련되기 때문이다. 이 대상은 사물이 될 수도, 추상적 관념이나 학문 영역이 될 수도 있는데, 이러한 흥미와 흥미 대상과의 관계성을 흥미의 영역 특수성이라 일컫는다(Chen et al., 1999; Krapp et al., 1992).

과학흥미도는 이 같은 영역 특수적 흥미의 하나로, 과학 교과목과 관련하여 학생들에게 내재화된 흥미라 볼 수 있다. 학생들의 과학흥미도는 교육적 관점에서도 중요하지만, 날이 갈수록 과학기술 인재에 대한 수요가 높아진다는 점에서 장기적으로는 국가 경쟁력에도 큰 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다(Ahn et al., 2017). 이 때문에 미국을 비롯한 많은 국가에서는 과학교육의 개선에 노력을 아끼지 않으며 국내·외 많은 연구자들 또한 학생들의 과학흥미도 탐색과 증진을 위한 연구를 수행하였다(Kind et al., 2007; Lee, 2011; Pell & Jarvis, 2001; Yang et al., 2013). 과학흥미도와 관련된 선행연구들(Fraser, 1981; Kim et al., 1998;

Park, 2011; Schiefele, 1992; Yun & Kim, 2003)을 통해서 과학흥미도의 개념과 내용을 정리한 결과는 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 과학흥미도의 개념과 내용

학자	개념	내용
Fraser(1981), Kim et al.(1998)	과학에서 개인이 환경과 상호작용하면서 발생하는 동기	과학에 대한 흥미, 과학 학습에 대한 흥미, 과학과 관련된 활동에 대한 흥미, 과학과 관련된 직업에 대한 흥미 등
Park(2011)	과학교과에서 학생들이 갖는 흥미	과학에 대한 학생들의 전반적 인식, 과학 지식 습득 활동 참여에 대한 적극성 여부, 과학 관련 활동 및 진로에 대한 관심 정도
Schiefele(1992)	과학에서 가치와 관련된 요소와 정서와 관련된 요소가 포함된 흥미도	과학교과에 참여하려고 하는 학생들의 성향과 자신감, 과학교과에 대한 긍정적인 정서, 시간이 지남에 따라 과학교과에 다시 참여하려는 자신감 등
Yun & Kim(2003)	과학에서 교과내용 관련 흥미도	교과내용과 교과 가치 및 노력의 인지적 흥미, 교과유능감과 교과담당 교사에 대한 선호도의 정서적 흥미

과학흥미도의 특징을 살펴보면 첫째, 과학흥미도는 학년과 연령의 증가에 따라 지속적으로 감소하는 추세를 보인다(Frenzel et al., 2012; Lim, 2012; Renninger & Hidi, 2016). 이 같은 현상의 원인으로서는 학교급에 따라서 교과 지식과 체계가 복잡해진다는 점, 사춘기로 인한 신체·사회적 변화, 교과 흥미의 분화로 인한 특정 흥미의 상대적 증감 등 다양하고 복합적인 원인이 있다. 둘째, 과학흥미도는 특히 이공계열이나 과학관련 진로의 결정에 큰 영향을 미친다. Lee(2011)의 연구에서는 이공계 진로를 선택한 학생들이 다른 학생에 비해 과학과 수학 선호도, 학교에서의 관련 활동 참여도가 더 높은 것으로 나타난다. Kim et al.(2014)의 연구에 의하면 이공계열 학생들 중 의약계 희망 학생 대부분은 부모의 의견이나 소득수준을 진로선택 이유로 든 것에 비해, 이공계 희망 학생 다수는 과학에 대한 관심과 적성을 진로선택 이유로 손꼽았다. 이는 다른 교과에 비해 과학이 학생의 흥미와 동기 같은 심리·정서적 영역과 더 밀접하게 관련된다는 사실을 간접적으로 보여준다.

2. 과학관련 프로그램

과학교육의 핵심은 과학적 탐구라고 할 정도로, 과학 교과목은 단순 지식 습득보다는 그 지식을 흡수하기 위한 탐구 활동을 매우 중시한다(National Research Council, 1996, 2012).

이 같은 이유에서 과학교육 전문가들은 초등학생의 과학흥미도 증진을 위한 프로그램 연구들을 활발하게 수행하였다(Kim & Choi, 2022; Kim et al., 2014; Lee, 2015; Yang et al., 2013). 교육방법과 매체, 교육과정과 학년 등에 따라 다채로운 프로그램 개발 연구가 이루어졌는데, 이들 과학관련 프로그램은 몇 가지 유형으로 분류될 수 있다.

첫 번째 유형은 STEAM 프로그램이다. STEAM은 과학, 수학, 기술, 공학, 그리고 예술의 다섯 학문을 통합한 형태의 새로운 교육방법으로 융합인재를 양성하기 위한 통합 교육이다(Park, 2012). 2000년대 초반부터 등장하여 많은 연구들을 통해 현재까지도 꾸준히 주목받고 있을 뿐 아니라, 교육부에서도 융합인재 양성의 일환으로 STEAM 교육을 중시하고 있다. 국내에서는 특히 STEAM을 통한 과학기술 분야의 융합인재 양성에 많은 관심을 갖고 있으며, 본 연구에서 수집된 과학교육 연구 다수도 STEAM 교육방법을 적용하고 있었다(Jeong & Lim, 2021; Lee & Tae, 2017). STEAM 프로그램은 도구나 매체를 병행하여 활용한다는 특징과 과학 그리고 다른 교과목과의 연계와 융합을 통해 수업을 설계한다는 방법 자체로도 다른 프로그램들과 큰 차이를 보인다.

두 번째 프로그램 유형은 뇌기반 접근법 활용 프로그램 또는 뇌기반 프로그램이다. 뇌기반 프로그램은 과학흥미도 증진을 위해 뇌기반 과학 교수학습 모형을 적용한 프로그램이다(Koh, 2014). Lim(2009)은 인간의 뇌 구조 및 뇌의 기능적 분화 요소를 과학교육의 정의적, 행동적, 인지적 요소와 연계시킨 과학교육 통합 교수학습 모형을 개발하였고, 이를 뇌기반 접근법이라 명명했다. 이후 후속연구들이 뇌기반 접근법을 실제 학생들의 과학수업에 적용하여 그 효과를 검증하였는데(Bae, 2017; Koh, 2014; Lim et al., 2012), 인간의 뇌 구조와 기능적 요소들을 과학교육과 접목시킨 교수학습 방법이라는 점에서 다른 프로그램들과 큰 차이를 지닌다.

세 번째 유형은 시청각매체 활용 프로그램이다. 시청각매체 활용 프로그램은 과학수업 관련 도서나 만화, 인포그래픽 자료와 같이 과학수업을 위해 수업의 보조자료나 시청각 매체들을 활용한 연구들이다. 실제 수업 현장에서 학생들의 흥미를 증진시키기 위해 다양한 시청각 매체들이 활용되는데, 이러한 시청각 자료들은 학생들의 흥미 증진에 큰 영향력을 미친다(Ainley et al., 2002; Ha & Cho, 2021; Schraw & Lehman, 2001). 특히 학생들은 과학적 지식과 원리 이해를 어려워하기 때문에(Yun, 2005), 개념 이해를 돕고 과학 지식에 대한 접근의 용이성을 높이는 데 시청각 매체의 역할은 중요하다. 실제로 본 연구를 위해 수집된 많은 연구들이 다양한 시청각매체를 활용하여 학생들의 과학흥미도 증진 효과를 검증하고 있다(Lim & Kim 2006; Mun & Kang, 2015).

테크놀로지 활용 프로그램은 최근 급부상하는 디지털 기술이나 매체를 수업에 적용하여 학생의 과학흥미도를 증진시키고자 하는 연구들이며, AI기술을 수업에 적용한 프로그램, 3D

프린터 또는 모바일, 가상현실 등을 적용한 교수학습 방법 개발 연구들을 예로 들 수 있다 (Ko & Hong, 2018; Lee, 2022). 이 같은 테크놀로지는 과학의 산물이자 과학 자체와도 깊은 관련을 지닐 뿐 아니라, 4차 산업혁명 시대를 계기로 교육 현장에서도 그 중요성이 날로 부각되고 있다(Lee, 2022; Min, 2018).

체험 프로그램으로는 박물관 체험 활동, 과학적 원리를 적용한 도구나 완구 만들기, 식물 관찰키트를 활용한 원예 활동 등의 연구들을 예로 들 수 있다(Kim & Choi, 2022; Kwon & Bok, 2007). 선행연구들은 수업 과정에서 학생들에게 주어진 자율성(Ciani et al., 2010), 실습이나 체험 같은 직접적 수업 참여(Freeman et al., 2002), 그리고 수업 내용과 일상생활과의 관련성(Durik & Harackiewicz, 2007) 등이 수업 현장에서 학습자들의 흥미를 촉발시키는 주요 요소들이라 언급한다. 학생들은 교실 안에서 주어진 지식을 일방적으로 습득하는 교육보다는 자신이 수업과정을 주도한다는 인식 아래, 수업 관련 활동을 일상에서 체험해 봄으로써 학습 흥미를 더 쉽게 고취할 수 있다. 또한 과학 교과는 과학관 방문 체험, 과학적 원리를 이용한 완구나 도구 제작, 식물의 성장과정 관찰 등 다른 주요 교과목에 비해 체험활동의 폭이 넓은 교과목인 만큼, 체험 프로그램 유형 또한 과학관련 프로그램에서 중요한 비중을 차지한다. 지금까지 언급한 과학관련 프로그램들의 유형과 예시는 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 과학관련 프로그램 유형과 예시

프로그램 유형	프로그램 내용	프로그램 예시
STEAM 프로그램	융합인재를 양성하기 위한 통합 교육 프로그램	디자인씽킹 기반 STEAM 프로그램(Lee & Tae, 2017) 소나무 살리기 STEAM 프로그램(Lee & Hong, 2015) 지구와 달 과학기반 STEAM 교육 프로그램(Seo, 2016)
뇌기반 프로그램	인간의 뇌 구조 및 뇌의 기능적 요소를 과학교육과 연계시킨 프로그램	뇌기반 진화적 과학수업(Lim et al., 2012) 뇌기반 과학 수업(Koh, 2014)
시청각매체 활용 프로그램	과학관련 도서나 만화, 인포그래픽 자료 등을 과학교육에 활용한 프로그램	만화를 활용한 학습(Lim & Kim, 2006) 인포그래픽 학습 자료 활용(Mun & Kang, 2015) 과학만화 독서 프로그램(Song, 2013)
테크놀로지 활용 프로그램	디지털 기술이나 매체를 과학수업에 적용하여 학생의 흥미도를 높이고자 하는 프로그램	사이버 과학관 활용 프로그램(Kang & Kang, 2011) 모바일을 활용한 형성평가 프로그램(Kwak & Shin, 2014) 온라인 과학수업(Kim, 2021)
체험 프로그램	박물관 체험 활동, 과학적 원리를 적용한 도구나 완구 만들기 등 과학체험 프로그램	과학관 체험활동 프로그램(Park, 2020) 식물관찰키트 활용 과학수업(Moon et al., 2011)

Ⅲ. 연구방법

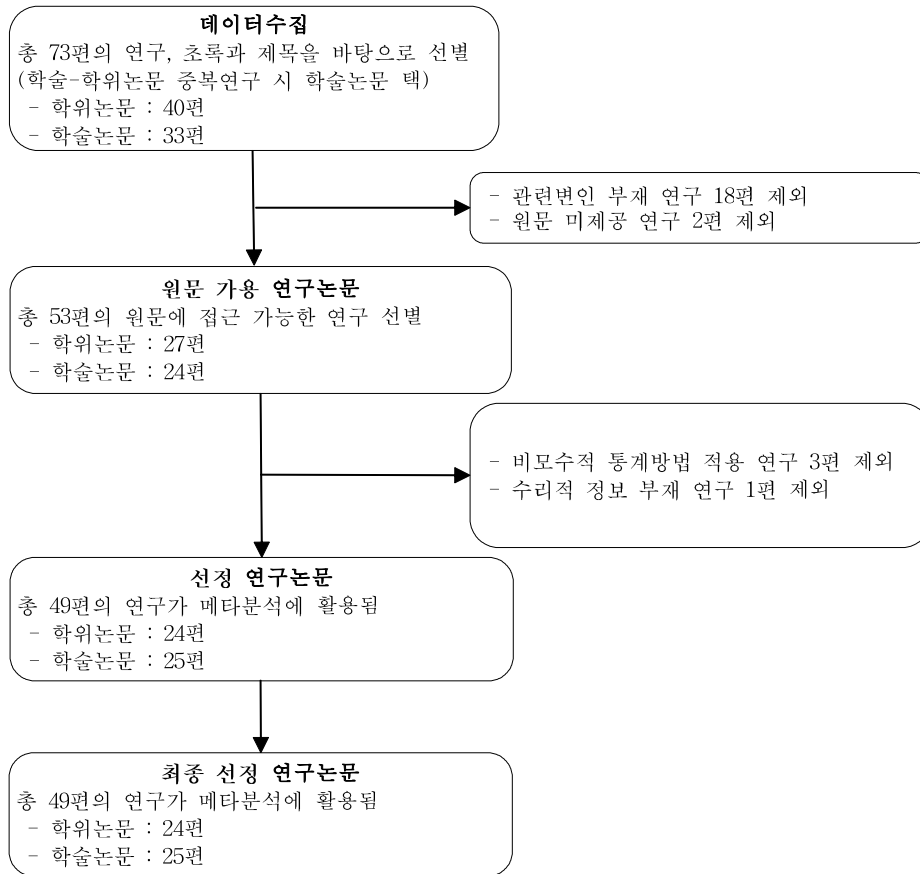
1. 연구자료의 선정

가. 문헌검색

본 연구에서는 초등학생을 위한 과학관련 프로그램을 다룬 논문 중 2000년부터 2022년까지 발행된 논문들을 대상으로 하였다. 주요검색어는 「과학흥미」, 「과학흥미도」, 「초등학생」, 「과학흥미 프로그램」, 「과학교육」, 「초등학생 과학」 등이며 대학 도서관, 학술연구정보서비스(RISS), 국회도서관, 한국학술정보(KISS) 등을 활용하였다.

나. 연구논문의 선정과정

초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 영향을 살펴보고자 본 연구에서는 실험연구 논문들로 선정하였다. 논문의 제목이나 초록을 바탕으로 하되 학위논문과 학술논문이 중복된 경우에는 학술논문을 선택하는 방식으로 논문들을 수집했다. 총 73편의 논문들을 대상으로 하였고, 이 중에서 관련변인이 제시되지 않은 연구 18편과 원문 미제공 연구 2편을 제외하고, 비모수적 통계방법 적용 연구 3편, 수리적 정보 부재 연구 1편을 제외하여 최종 49편의 연구를 분석에 활용하였다. 이 중 학위논문은 24편(48.9%), 학술논문은 25편(51.0%)으로 나타났다. 자료의 수집과 선정과정을 정리하면 다음 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 메타분석을 위한 연구논문 선정과정

2. 코딩과 분석절차

가. 연구자료의 코딩

본 연구에서 수집한 자료들의 코딩양식은 Lippy & Wilson(2001), Cooper(2010), Cooper et al.(2019)에서 제안한 도구 개발 기준을 참고하여 다음과 같은 내용들을 포함하였다. 논문관련사항은 ① 논문제목 ② 저자명 ③ 발표년도 등으로 구성되어 있다. 다음은 효과크기에 조절변수가 미치는 영향력을 검증하고자 조절변인들을 설정하고 양식에 맞게 코딩했다. 구체적인 코딩양식과 내용은 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 코딩양식

#프로그램명: 초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 영향에 관한 메타분석	
1. 논문관련사항	① 논문제목 ② 저자명 ③ 발표년도
2. 조절변인에 관한 정보	① 프로그램유형 (STEAM / 뇌기반 / 시청각매체 / 테크놀로지 / 체험 프로그램) ② 논문형태 (학위논문 / 학술논문) ③ 학생유형 (영재 / 일반학생) ④ 학년 (1학년 / 2학년 / 3학년 / 4학년 / 5학년 / 6학년) ⑤ 실험설계 (준실험설계 / 진실험설계) ⑥ 실험인원 (0~20명 / 21~40명 / 41~60명 / 61~80명 / 81~100명 / 101~120명 / 121명 이상) ⑦ 프로그램 횟수 (5회 이하 / 6~10회 / 11~15회 / 16~20회 / 21~25회 / 26~30회 / 31~35회 / 35회 이상) ⑧ 프로그램 처치기간 (4주미만 / 4~8주 / 9~11주 / 12~16주 / 16~19주 / 20~24주)
3. 과학흥미도의 효과크기	① 집단의 사례 수 ② 효과크기 산출을 위한 정보

나. 조절변인의 선정

본 연구에서는 초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 영향에서 다음과 같은 조절변수들을 선정하였다(Boerenstein et al., 2021; Guzzo et al., 1987).

첫째, 본 연구에서는 과학관련 프로그램 유형에 따라 효과크기의 차이가 있을 것이라 보고 이를 조절변인으로 선정하였다. 과학관련 프로그램 유형은 STEAM 프로그램, 뇌기반 프로그램, 시청각매체 활용 프로그램, 테크놀로지 활용 프로그램, 체험 프로그램 다섯 가지로 구분된다. STEAM 프로그램은 타 교과목과의 융합을 통해 과학흥미도를 증진시킨다는 점에서 프로그램 구성 방식과 접근 방식이 다른 프로그램들과 다르다. 또한 뇌기반 프로그램은 과학흥미도 증진을 위해 별도로 고안된 교수학습 방법을 적용한다는 점, 시청각매체 활용 프로그램은 수업에서 다양한 시청각자료를 제시하여 과학흥미도를 증진시킨다는 점에서 각기 성격을 달리한다. 테크놀로지 활용 프로그램은 3D 프린터나 가상현실 등 최첨단 기술의 산물을 활용하여 학생들의 흥미를 증진시킨다는 점에서, 체험 프로그램은 과학흥미도 증진을 위해 학생들이 몸소 체험하고 탐구활동을 수행한다는 점에서 서로 차이를 보인다.

둘째, 본 연구에서 논문형태를 조절변인으로 선정한 것은 논문형태에 따라서 효과크기가 다르게 나타났다는 선행연구들을 근거로 한 것이다(Rosenthal, 1991). 학위논문은 미출판 논문이며, 학술논문은 발행 조건이 까다롭고 평가기준이 더 엄격한 편이다. 이 때문에 학위 또는 학술논문 어느 한 유형에만 치우쳐 자료를 수집할 경우 체계적인 오차가 발생할 가능성

이 있다(Cooper et al., 2019).

셋째, 본 연구에서는 학생유형과 학년을 조절변인으로 선정하였다. 학생유형의 경우 일부 영재학교에서 영재학생만을 대상으로 한 경우, 그리고 영재학생과 일반학생을 혼합하여 연구를 실시한 프로그램 등 대상을 달리하는 연구들이 나타났다(Choi, 2015; Choi & Kim, 2013). 이에 학생유형에 따라서도 효과크기가 달리 나타날 가능성을 염두에 두고 조절변인으로 삼았다.

넷째, 초등학생의 학년도 중요한 조절변수로 고려하였다. 대부분의 과학관련 프로그램 연구들은 초등과학 교육과정을 기반으로 이루어졌는데, 과학교과 내에서도 서로 다른 학년의 경우 학습단위와 난이도, 내용이 다를 뿐 아니라 학생들의 어휘 및 경험수준도 상이하다(Kim et al., 2016). 이러한 이유로 학년별 효과크기 차이를 살펴보는 것도 중요하다고 보았다.

다섯째, 본 연구에서는 실험설계 방법을 준실험설계와 진실실험설계로 구분하고 이를 조절변인으로 선정했다. 준실험설계는 통제집단을 염두에 두지 않고 사전검사와 사후검사로 실험의 효과를 살펴보는 반면, 진실실험설계는 실험집단과 통제집단을 구분하여 모두 사전검사와 사후검사를 실시하는 설계이다(Christensen, 2007; Lee, 2009). 본 연구에서는 진실실험설계 연구의 경우 실험집단과 통제집단의 사전검사와 사후검사 평균과 표준편차, 표본 수 등의 정보를, 준실험설계 연구는 사전과 사후검사 평균과 표준편차, 표본 수, t -값 등을 효과크기 산출에 활용했다.

여섯째, 프로그램 효과와 관련된 메타분석 연구에 의하면 인원이 적을수록 효과크기가 더 높은 것으로 나타나(Jeong & Cho, 2015; Johnson et al., 1998) 본 연구에서는 실험인원에 따라서 효과크기의 차이가 있을 것이라 보고 이를 조절변인으로 선정하였다.

일곱째, 실험연구들에서 프로그램 횟수, 처치기간 등은 실험설계를 위한 조건에 해당한다(Cooper, 2010; Videka-sherman, 1988). 이와 같은 조절변인은 프로그램이 단시간에도 충분한 효과를 보이는지, 또는 여러 번의 처치가 필요한 프로그램인지 등을 가늠하기 위한 중요한 근거가 된다. 따라서 본 연구에서도 프로그램 횟수와 프로그램 처치기간을 조절변인으로 선정하였다.

다. 효과크기에서 분석단위의 이동

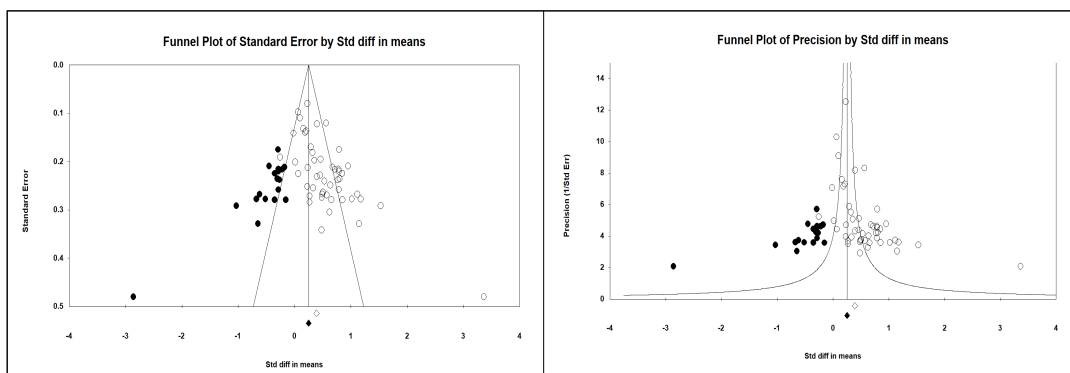
한 연구에서 여러 개의 효과크기가 나타날 때 분석단위로 분석하게 되면 효과크기 간 상호의존성이 나타날 수 있다(Cooper, 2010; Cooper et al., 2019). 이에 본 연구는 전체효과크기를 분석하는 경우 효과크기를 통합하여 연구단위로 분석하였다. 하지만 조절변인에 따른 효과크기를 분석하는 경우에는 효과크기 단위의 분석으로 이동하였다. 연구단위에서 49편 논문의 전체효과크기를 분석하였으며, 조절효과 분석을 위해서는 151개의 효과크기 단위를

분석하였다. 본 연구에서는 이러한 분석을 위해 CMA(Comprehensive Meta Analysis) 3.0 프로그램을 활용하였다.

라. 책상서랍(file drawer)과 출판편의(publication bias) 문제

본 연구에서는 책상서랍의 문제를 검토하기 위해 자료의 안정성계수인 Rosenthal의 안전계수(Fail-safe N)값과 Orwin의 안전계수(Fail-safe N)를 살펴보았다. 책상서랍 문제를 검토한 결과 Rosenthal의 안전계수(Fail-safe N)에서 Z값이 0이 되려면 3,544개의 연구가 필요한 것으로 나타났다. Orwin의 안전계수(Fail-safe N) 검증에서도 이 값이 무의미한 값인 .10으로 감소하기 위해서는 143개의 연구가 필요한 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 책상서랍의 문제는 없는 것으로 판단하였다.

출판편의는 Egger의 회귀분석 결과 $t=5.521(df=47.0, p<.001)$ 로 나타나 유의수준에서 출판편의 가능성이 있는 것으로 나타났다. 이에 Duval과 Tweedie(2000)의 절삭과 채움 방법(trim and fill method)으로 삽입된 효과크기 분포를 검토한 결과 출판편의를 가정한 효과크기 산출 결과 예상되는 누락 연구 수가 18개였으며, 이를 포함한 연구의 효과크기는 .350(95% CI =.303~.397)으로 통계적으로 유의한 결과였다. 삽입된 효과크기들이 주로 왼쪽에서 나타나 수정된 효과크기는 관찰된 값의 효과크기보다 작게 나타났지만 여전히 95% 신뢰구간에서 벗어나지 않으며, 삽입된 효과크기와 원래 효과크기는 모두 중간효과크기로 나타나 출판편의에 의한 영향력이 크지 않다고 판단하였다(Borenstein, 2019; Cooper et al., 2019). 절삭과 채움 방법(trim and fill method)으로 살펴본 효과크기 분포는 다음 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 절삭과 채움 방법(trim and fill method)에 따른 효과크기 분포

IV. 연구결과

1. 연구문제 1의 결과: 전체효과크기 분석

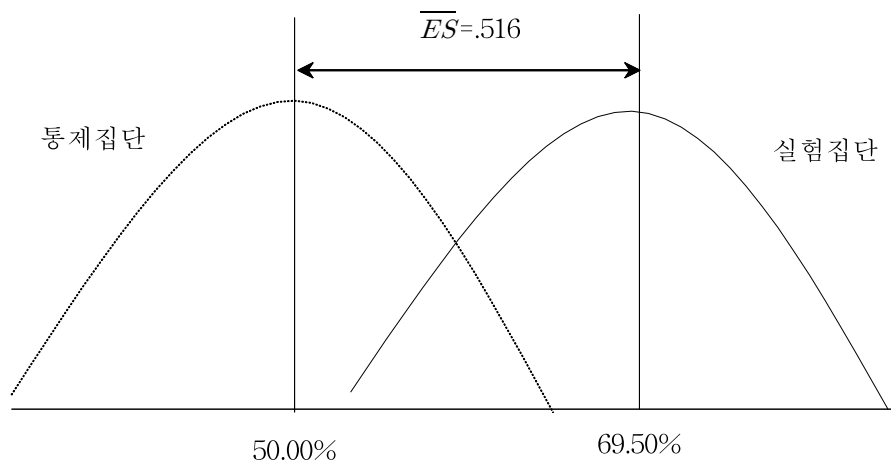
본 연구문제 1인 초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 영향에 관한 연구들의 전체효과크기는 다음 <표 4>와 같다.

<표 4> 초등학교 과학관련 프로그램이 과학흥미도에 미치는 영향에 관한 전체효과크기

변인	K	고정효과 Hedges g	이질성 (Q)	무선효과	
				Hedges g	95% CI
과학흥미도	49	.392	180.276**	.516	.408~.623

** $p < .01$

초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 영향에 관한 효과크기는 이질성이 유의하게 나타나 동일한 모집단에서 추출된 결과라고 판단하기 어려운 것으로 나타났다($Q=180.276$, $p < .01$). 따라서 무선효과모형으로 효과크기를 분석한 결과 Hedges $g=.516$ (CI=.408~.623)으로 나타났다. 초등학교 과학관련 프로그램의 전체효과크기는 다음 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 초등학교 과학관련 프로그램이 과학흥미도에 미치는 영향에 관한 전체효과크기

초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 전체 효과크기는 .516으로 통제집단의 과학흥미도 평균점수가 분포에서 중앙인 50.00%에 위치한다고 가정했을 때 과학관련 프로그램을 받은 실험집단의 평균은 69.50%에 위치한다는 것을 의미한다. 이를 통해 초등학생 과학관련 프로그램이 과학흥미도에 미치는 영향은 중간 수준이라고 해석할 수 있다.

2. 연구문제 2의 결과: 조절변인에 따른 효과크기 분석

본 연구에서는 초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 영향이 조절변인(프로그램유형, 논문형태, 학생유형, 학년, 실험설계, 실험인원, 프로그램횟수, 프로그램 처치기간)에 따라서 차이가 있는가를 살펴보고자 하였다. 조절변인에 따른 효과크기를 분석하는 데 있어 각 하위집단에 따라서 실제효과크기를 중심으로 분산이 형성된다고 보고 무선 효과모형으로 분석하였다(Borenstein, 2019; Cooper et al., 2019). 조절변인에 따른 효과크기 차이 분석은 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 과학관련 프로그램이 과학흥미도에 미치는 영향에서 조절변인에 따른 효과크기 차이

변인	조절변인	K	Hedges g	95% CI	Qbetween
프로그램 유형	1) STEAM	49	.478	.364~.593	4.193
	2) 뇌기반 프로그램	15	.517	.258~.775	
	3) 시청각매체 활용	27	.427	.279~.576	
	4) 테크놀로지 활용	19	.664	.444~.884	
	5) 체험 프로그램	35	.412	.282~.543	
논문형태	1) 학위논문	82	.441	.358~.523	1.835
	2) 학술논문	69	.538	.424~.653	
학생유형	1) 영재	4	.761	.511~1.012	3.732*
	2) 일반학생	135	.504	.433~.575	
학년	3) 3학년	6	.700	.394~1.006	42.808**
	4) 4학년	22	.388	.177~.598	
	5) 5학년	52	.224	.142~.306	
	6) 6학년	48	.722	.587~.856	
실험설계	1) 준실험설계	56	.417	.326~.508	2.574
	2) 진실실험설계	95	.527	.428~.626	

실험인원	1) 0~20명 미만	5	.520	.310~.731	78.273**
	2) 21~40명	89	.633	.543~.722	
	3) 41~60명	33	.248	.099~.397	
	4) 61~80명	8	.624	.500~.747	
	5) 81~100명	2	.156	-.025~.337	
	6) 101~120명	7	.154	.058~.251	
	7) 120명 이상	7	.228	.015~.442	
프로그램 횟수	1) 5회 이하	15	.514	.301~.728	26.790**
	2) 6~10회	36	.610	.475~.746	
	3) 11~15회	61	.422	.323~.521	
	4) 16~20회	10	.748	.578~.917	
	5) 21~25회	13	.187	-.006~.380	
	6) 26~30회	3	.225	-.100~.551	
	7) 31~35회	4	.343	.077~.609	
	8) 35회 이상	4	.502	.181~.823	
프로그램 처치기간	1) 4주 미만	9	.409	.247~.571	15.073**
	2) 5~8주	50	.420	.300~.539	
	3) 9~12주	14	.285	.165~.405	
	4) 13~16주	8	.045	-.235~.326	
	5) 17~20주	8	.637	.431~.844	
	6) 21주 이상	4	.493	.231~.755	

** $p < .01$

초등학교 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 영향에 관한 효과크기는 학생유형에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다($Q_b=3.732$, $p < .05$). 구체적으로 영재학생(Hedges $g=.761$)의 효과크기가 일반학생의 효과크기(Hedges $g=.504$)보다 높게 나타났다. 학년에 따른 효과크기도 통계적으로 유의하게 나타났다($Q_b=42.808$, $p < .01$), 구체적으로는 6학년 대상 프로그램의 효과크기(Hedges $g=.722$)가 가장 높았고, 5학년 대상 프로그램의 효과크기(Hedges $g=.224$)는 가장 낮았다. 실험인원에 따른 효과크기의 차이도 통계적으로 유의하게 나타났다($Q_b=78.273$, $p < .01$). 가장 높은 효과크기를 보인 집단은 21명~40명에 해당하는 집단이었고(Hedges $g=.633$), 가장 낮은 효과크기를 보인 집단은 101명~120명에 속하는 집단이었다(Hedges $g=.154$). 프로그램 횟수에 따른 효과크기도 통계적으로 유의하게 나타났다($Q_b=26.790$, $p < .01$). 이들 중에서도 가장 높은 효과크기를 보이는 프로그램 횟수는 16~20회(Hedges $g=.748$)인 반면, 가장 낮은 효과크기는 21~25회(Hedges $g=.187$)로 나타났다. 프로그램 처치기간에 따라서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($Q_b=15.073$, $p < .01$), 17~20주의 효과크기(Hedges $g=.637$)가 가장 높았으며 13~16주의 효과크기(Hedges $g=.045$)가 가장 낮게 나타났다.

V. 논의

본 연구에서는 그동안 이루어진 초등학교 과학관련 프로그램 연구들이 초등학생들의 과학흥미도에 어떤 효과를 보이는가를 메타분석 방법으로 분석하고자 하였다. 이를 위해 2000년도부터 2022년도 6월까지 발간된 국내 학위논문과 학술논문들을 검토한 후 학위논문 24편, 학술논문 25편 총 49편의 논문을 최종 선정하여 연구에 활용하였다. 본 연구와 관련된 논의는 다음과 같다.

본 연구에서 초등학생을 위한 과학관련 프로그램이 과학흥미도에 미치는 전체효과는 이질적인 것으로 나타나 무선효과모형으로 분석했다. 초등학생 과학 프로그램들의 전체 효과크기는 .516으로 나타났으며 이는 Cohen(1988)의 기준에 의하면 중간 수준의 효과크기에 해당한다. 이 결과는 초등학생들을 대상으로 과학흥미도 관련 프로그램을 실시할 경우 통제집단 대비 실험집단의 효과가 19.50% 향상될 수 있다는 의미로 해석된다. 본 연구와 관련하여 Lee et al.(2012)의 연구에서는 과학통합교육이 학생들의 과학관련 태도에 미치는 효과크기가 약 23%로 본 연구에서와 유사한 중간 수준을 보였다. Kim et al.(2015)의 메타분석 연구에서도 하위요인 중 과학에 대한 흥미 효과크기가 중간 수준으로 나타나 본 연구와 유사한 결과로 확인된다. Jung et al.(2008)도 과학교육에서 STS 수업모형을 적용한 연구들을 수집하여 메타분석을 수행했는데, 이 연구에서도 과학관련 태도의 효과크기가 16%로 본 연구결과와 유사하게 나타났다.

본 연구에서 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 효과크기를 살펴본 결과 학생유형별로 차이가 있었다. 영재학생과 일반학생을 비교했을 때는 영재학생을 대상으로 한 프로그램의 효과크기가 큰 것으로 나타났는데, 이는 Kim et al.(2015)의 연구, Shin(2018), Park & Lim(2018)의 연구와 일치한다. Kim et al.(2015)의 연구에서는 영재 학생들이 일반학생들보다 수업구성, 내용, 방식이 비교적 자유롭기 때문에 이 같은 양상을 보인다고 설명한 바 있다. Gagné(2004)는 영재로 분류되기 위해서는 또래에 비해 10% 내외에 속하는 뛰어난 능력을 갖추어야 한다고 언급했고, Renzulli(2011)는 영재들의 특징 세 가지로 평균 이상의 능력, 창의성, 과제집착력을 제시한 바 있는데, 이 과제집착력이 학업에 대한 흥미와 깊은 관계를 지니는 것으로 알려져 있다(Kim, 2019). 따라서 영재학생들이 지닌 뛰어난 지적 능력이나 과제집착력이 과학 프로그램에 더 깊게 몰두하고 과학 학습에 대한 높은 흥미를 고취시키는 데 기여할 것으로 본다. 다만 본 연구에서 영재학생들을 대상으로 한 연구사례가 4건으로 일반학생들의 연구결과보다 부족하기 때문에 이 부분은 연구들이 축적된 이후 후속 연구를 통해 검증할 필요가 있다.

본 연구에서 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 효과크기는 학년에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 6학년 대상 프로그램의 효과크기가 가장 높았고, 다음은 3학년, 4학년, 5학년 순서로 나타났다. Jung & Shin(2015)의 연구에서도 국내 통합교육의 효과를 학년에 따라 분석했는데, 초등학교 저학년은 중간 크기, 고학년은 높은 크기를 보였다. 4학년과 5학년, 그리고 6학년을 비교했을 때는 6학년 대상 프로그램의 효과크기가 가장 높게 나타나 본 연구결과와 일치한다. 6학년 학생들의 경우 사고발달이 높고 지적인 호기심이 높기 때문에 과학관련 프로그램에서 가장 높은 흥미도를 보이는 것으로 판단된다 (Schaffer & Kipp, 2013).

본 연구에서 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 효과크기는 실험인원에 따라서 차이가 있는 것으로 나타났다. 실험인원에 따른 조절효과 크기 비교에서는 비교적 소규모로 운영되는 프로그램들의 효과크기가 대규모 프로그램들보다는 높은 편이었다. 이 같은 결과는 Chung & Yun(2016)의 연구, Jeong & Kim(2019)의 연구, Kim et al.(2015)의 연구와 대부분 일치한다. 대규모 학생들을 동원하는 프로그램의 경우 교수자와 학습자 간 활발한 상호작용이나 효율적인 학생 통제도 어렵다. 이 때문에 규모가 작은 프로그램들의 효과크기가 더 높게 나타난 것으로 본다.

본 연구에서 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 효과크기는 프로그램 횟수에 따라서 차이가 있는 것으로 나타났다. 프로그램 횟수에 따른 효과크기의 차이는 통계적으로 유의했으며, 16~20회 사이에 해당하는 프로그램들의 효과크기가 가장 높았다. 21~25회, 26~30회에 해당하는 프로그램들의 효과크기는 통계적으로 유의하지 않았고, 31~35회와 36회 이상에 해당하는 프로그램들의 사례 수는 각각 4건으로 일반화하기에는 부족하다. 이들 범주를 제외할 경우 16~20회에 해당하는 프로그램들이 가장 프로그램 횟수가 많을 뿐 아니라, 효과크기도 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 실험 또는 프로그램 횟수를 조절변인으로 다룬 Chung & Yun(2016)의 연구, Jang & Shin(2011)의 연구, Jeong & Kim(2019)의 연구와 관련된다. 이들 연구에서는 처치횟수나 프로그램 운영횟수가 길수록 효과가 더 크다는 결과를 보고한다. 본 연구에서도 프로그램 횟수가 많을수록 더 높은 효과크기를 보이고 있으며, 이는 과학관련 프로그램이 학생들의 흥미 증진에 효과적으로 작용하기 위해 단발성보다는 반복적이고 지속적인 처치를 하는 것이 좋을 것으로 본다.

본 연구에서 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 효과크기는 프로그램 처치기간에 따라서 차이가 있는 것으로 나타났다. 17주~20주에 해당하는 프로그램들의 효과크기가 가장 높았고, 13주~16주에 속하는 프로그램의 효과크기는 유의하지 않았다. 통계적으로 유의하지 않은 유형을 제외하고는 대부분 중간 수준의 효과크기를 보이고 있으며 이들 차이에 있어 두드러지는 패턴이나 경향성이 발견되지는 않았다. 이와 관련하여 Chung &

Yun(2016)의 연구에서는 처치기간에 따른 효과크기의 이질성이 유의하지 않았다고 보고하고, Jo & Kwon(2011)의 연구에서는 가장 짧은 기간인 2주 이내에 해당하는 프로그램에서 가장 높은 효과크기가 보고되었다. 그리고 Jeong & Cho(2015)의 연구에서는 8주~12주에 해당하는 프로그램의 효과크기가 가장 높았고, 더 오랜 기간이 소요되는 프로그램들은 더 낮은 효과크기를 보이기도 했다. 이처럼 반드시 처치기간이 긴 프로그램들의 효과가 더 크게 드러나는 것이 아니며, 연구대상이나 방법, 프로그램 유형 등에 따라 처치기간별 효과크기 양상은 다양했다. 이러한 연구를 볼 때 프로그램의 효과를 높이기 위해 처치기간을 길게 설정하기보다는 실험대상, 교육수단 및 방법, 교육환경 등 다양한 제반요소를 고려하여 프로그램을 설계하는 것이 더 효과적인 것으로 본다.

본 연구에서 과학관련 프로그램이 학생의 과학흥미도에 미치는 효과크기를 살펴본 결과 조절변인인 프로그램 유형, 논문형태, 실험설계 방법에 따라서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 먼저, 조절변인인 프로그램 유형에 따라서는 유의한 차이가 나타나지 않았는데 이는 과학관련 프로그램의 교육적 효과가 특정 프로그램의 유형이나 방법에 크게 좌우되지 않는다는 것을 의미한다. 비록 효과크기의 이질성은 유의하지 않았으나, STEAM 프로그램, 뇌기반 프로그램, 시청각매체 활용 프로그램, 테크놀로지 활용 프로그램, 체험 프로그램 모두 .412~.664의 중간 수준의 효과크기를 보이고 있었다. 논문형태에 따른 효과크기의 차이도 유의하지 않게 나타났다. 일반적으로 메타분석 연구에서 학술논문과 학위논문의 효과크기를 비교할 경우 대체로 학술논문이 더 높게 나타나곤 하는데(Cooper et al., 2019), 이는 학위논문에 비해 학술논문의 평가기준이 더 까다롭고 엄정하기 때문이다. 그러나 본 연구에서 효과크기 차이가 나타나지 않은 것은 과학교육 프로그램 연구가 대부분 초등학교 수업 현장을 배경으로 삼으며, 유사한 연구설계와 실험처치 과정을 거친다는 점에서 연구방법이나 실험 방식에 큰 차이가 없기 때문이라고 본다. 덧붙여 두 유형의 논문들 모두 엄격하고 체계적인 실험연구를 위해 노력함으로써 이러한 결과가 나타났을 가능성도 유추할 수 있다. 일반적으로 진실험설계가 준실험설계에 비해 더 엄격한 집단설계와 실험처치 과정을 거치므로 준실험설계보다 더 높은 내적타당도를 보인다(Christensen, 2007; Lee, 2009). Park과 Lim(2018)의 메타분석 연구에서는 준실험설계에 의한 연구들의 효과크기가 더 큰 것으로 나타났는데, 이들 연구에서는 준실험설계가 내적타당도가 낮기 때문에 나타난 결과로 보고 있다. 하지만 본 연구에서 과학흥미도는 실험설계유형인 진실험설계와 준실험설계 간에 차이가 나타나지 않았다. 이는 초등학교 과학관련 프로그램이 과학흥미도에 미치는 영향이 실험설계 방식에 달려있지 않다는 것으로 판단된다. 하지만 이러한 결과는 후속 연구들을 통해서 검증될 필요가 있다.

본 연구는 다음과 같은 교육적 의의를 갖는다.

첫째, 본 연구는 2000년대부터 최근까지의 초등학교 과학관련 프로그램 연구들을 체계적으로 정리·분석하여 이들 프로그램의 교육적 효과를 총체적으로 살펴보았다는 점에서 교육적 의의가 있다. 그동안 과학관련 교수법이나 교육 프로그램의 효과를 살펴보기 위한 메타분석 연구는 일부 확인되지만, 과학흥미도 증진을 위해 개발된 프로그램만을 선별하여 구체적으로 다룬 연구는 드물고, 그 대상도 유아, 초·중·고, 대학생 등 전 연령을 대상으로 한 연구가 대부분이다. 또한 흥미는 다른 정서·동기적 변인들과 달리 특정 교과와 깊게 연관되는 영역 특수성을 지닌다는 점에서, 과학흥미도에 대한 면밀한 이해를 위해서는 과학흥미도만을 다룬 별도 연구가 필요하다고 보았다. 이처럼 본 연구는 흥미의 교육적 가치와 특성, 특히 초등학생에게 있어서 과학흥미도의 중요성을 고려한 메타분석 연구를 수행함으로써 과학흥미의 깊이 있는 이해에 도움이 될 것으로 본다.

둘째, 본 연구는 초등학교 과학관련 프로그램들의 효과크기가 다양한 조절변인에 따라 어떠한 차이를 보이는지를 검증했다는 점에서 의미가 있다. 본 연구에서 수집한 과학 프로그램들은 학생 유형이나 학년, 실험인원, 프로그램 운영 횟수, 처치기간 등에 따라 효과크기의 차이를 보였다. 이러한 조절변인에 따른 과학흥미도 차이는 초등학생 대상 과학교육 프로그램 개발 시 대상 학생이나 학년을 어떻게 설정할지, 몇 명의 집단 구성원이 적절하며 실험 횟수는 몇 회가 효과적인 것인지 등에 대한 총체적이고도 유용한 정보를 제공한다. 이에 본 연구는 초등학생 대상 과학흥미도 증진 프로그램을 개발하려는 후속 연구에 다양한 시사점을 줄 것으로 본다.

본 연구는 다음과 같은 한계를 지니기 때문에 후속연구를 제안한다.

첫째, 본 연구는 초등학교 3~6학년 과학 프로그램을 대상으로 메타분석을 실시하였는데 3학년보다는 4~6학년의 연구들이 많은 것으로 나타났다. 후속연구에서는 초등학교 중학년의 연구들이 쌓인 이후 본 연구와 비교 분석할 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 초등학생에게 과학흥미도가 지니는 중요성을 고려해 초등학교 과학관련 프로그램의 효과를 과학흥미도로 살펴보았다. 후속 연구에서는 다양한 동기, 정서 영역에서 과학관련 프로그램의 효과성을 연구할 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서는 논문선정 과정을 통해서 학위논문과 학술논문 49편을 선정하여 메타분석을 실시하였다. 본연구결과가 안정적으로 나타나고 있지만 후속연구에서는 본 연구결과와 비교 분석할 필요가 있다.

References

- Ahn, J. Y., Yun, S. M., Kim, C. J., & Choe, S. U. (2017). Understanding female high school students' science-related career choice and it's change: Focus on the science career cultural capital perspective. *Journal of the Korean Association for Science Education, 37*(1), 49-61. <http://doi.org/10.14697/jkase.2017.37.1.0049> 국문: 안주영, 윤선미, 김찬중, 최승언(2017). 일반계 여자고등학교 과학관련 진로선택 및 변화 이해: 과학진로 문화자본 관점을 중심으로. *한국과학교육학회지, 37*(1), 49-61.
- Ainley, M., Hillman, K., & Hidi, S. (2002). Gender interest processes in response to literary texts: Situational individual interest. *Learning Instruction, 12*(4), 411-428. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00008-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00008-1)
- Archer, L., Dewitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). "Doing" science vs. "Being a scientist" : Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the Lens of Identity. *Science Education, 94*(4), 617-639. <https://doi.org/10.1002/sce.20399>
- Bae, M. S. (2017). *The effects of instruction of structure function of human body unit applying cognitive domain-centered brain-based evolutionary approach on the elementary school students' interest, achievement scientific creativity* [Unpublished master's thesis]. Seoul National University of Education. 국문: 배미선(2017). 인지적 영역 중심의 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 '우리 몸의 구조와 기능' 단원 수업이 초등학생의 흥미도와 학업성취도 및 과학창의성에 미치는 영향. 석사학위논문, 서울교육대학교.
- Borenstein, M. (2019). *Common mistakes in meta-analysis: How to avoid them*. Biostat.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2021). *Introduction to meta-analysis*. Wiley.
- Chen, A., Darst, P. W., & Pangrazi, R. P. (1999). What constitutes situational interest? Validating a construct in physical education. *Measurement in Physical Education and Exercise Science, 3*(3), 157-171. https://doi.org/10.1207/s15327841mpee0303_3
- Choi, J. M. (2015). *The effects of the STEAM education program on the science creative problem solving ability and scientific learning interest of gifted and non-gifted elementary school students* [Unpublished master's thesis]. Daegu National University of Education. 국문: 최종문(2015). STEAM 교육 프로그램이 초등 과학영재학생과 일반학생의 과학 창의적 문제해결력과 과학 학습 흥미도에 미치는 영향. 석사학위논문,

대구대학교.

- Choi, S., & Kim, H. B. (2013). The effects of animation-based instruction using “magic school bus” on elementary students’ level of understanding and interests on plant’s structure and function. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(4), 379-392. ☞ 국문: 최섭, 김희백(2013). “신기한 스쿨버스” 만화영화 도입이 식물의 구조와 기능에 대한 초등학생의 개념 이해와 흥미에 미치는 영향. *초등과학교육*, 32(4), 379-392.
- Christensen, L. B. (2007). *Experimental methodology*. Pearson.
- Chung, C. H., & Yun, M. S. (2016). A meta-analysis on the effects of early childhood science education programs: Based on the effects of young children’s scientific ability. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 38(1), 403-427. <http://doi.org/10.18023/kjece.2016.36.1.018> ☞ 국문: 정정희, 윤미승(2016). 유아과학교육 프로그램 효과연구에 관한 메타분석 : 유아의 과학적 능력에 미치는 효과를 중심으로. *유아교육연구*, 36(1), 403-427.
- Ciani, K., Ferguson, Y., Bergin, D., & Hilpert, J. (2010). Motivational influences on school-prompted interest. *Educational Psychology*, 30(4), 377-393. <https://doi.org/10.1080/01443411003660232>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Erlbaum.
- Cooper, H. (2010). *Research synthesis and meta-analysis*. Sage.
- Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (2019). *The handbook of research synthesis and meta-analysis*. Sage.
- Deci, E. L. (1992). The relation of interest to the motivation of behavior: A self-determination theory perspective. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 43-70). Psychology Press.
- Durik, A. M., & Harackiewicz, J. M. (2007). Different strokes for different folks: How individual interest moderates the effects of situational factors on task interest. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 597-610. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.3.597>
- Duval, S., & Tweedie, R. (2000). Trim and fill: A simple funnel-plot-based method of testing adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics*, 56(2), 455-463. <https://doi.org/10.1111/j.0006-341X.2000.00455.x>
- Fraser, B. J. (1981). *Test of science-related attitudes (TOSRA) handbook*. Australian Council for Educational Research.
- Freeman, J. G., McPhail, J. C., & Berndt, J. A. (2002). Sixth graders’ views of activities that do and do not help them learn. *The Elementary School Journal*, 102(4), 335-347. <https://doi.org/10.1086/499707>

- Frenzel, A. C., Goetz, T., Pekrun, R., & Watt, H. M. (2010). Development of mathematics interest in adolescence: Influences of gender, family, and school context. *Journal of Research on Adolescence, 20*(2), 507-537. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2010.00645.x>
- Frenzel, A. C., Pekrun, R., Dicke, A. L., & Goetz, T. (2012). Beyond quantitative decline: Conceptual shifts in adolescents' development of interest in mathematics. *Developmental Psychology, 48*(4), 1069-1082. <https://doi.org/10.1037/a0026895>
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies, 15*(2), 119-147. <https://doi.org/10.1080/1359813042000314682>
- Guzzo, R. A., Jackson, S. E., & Katzell, R. A. (1987). Meta analysis. *Research in Organizational Behavior, 9*(1), 407-442.
- Ha, U. K., & Cho, H. I. (2018). Exploring the role of academic interest and its future directions. *Korean Education Inquiry, 36*(1), 45-70. <https://doi.org/10.22327/kei.2018.36.1.045> 국문: 하유경, 조한익(2018). 학업적 흥미의 역할과 향후 과제 탐색. **한국교육문제연구, 36**(1), 2018.3, 45-70.
- Ha, U. K., & Cho, H. I. (2020). Development and validation of general academic interest scale for secondary school students. *Global Creative Leader: Education & Learning, 10*(4), 79-108. <http://dx.doi.org/10.34226/gcl.2020.10.4.79> 국문: 하유경, 조한익(2020). 중등학생용 일반적 학업흥미 척도의 개발과 타당화. **Global Creative Leader: Education & Learning, 10**(4), 79-108.
- Ha, U. K., & Cho, H. I. (2021). Development and validation of Korean situational interest scale for adolescents. *Global Creative Leader: Education & Learning, 11*(3), 1-30. <http://dx.doi.org/10.34226/gcl.2021.11.3.1> 국문: 청소년용 국어교과 상황적 흥미 척도의 개발과 타당화. **Global Creative Leader: Education & Learning, 10**(4), 79-108.
- Jang, B. S., & Shin, I. S. (2011). A meta-analysis for the effect of self-regulated program on middle & high school students. *The Journal of Curriculum Evaluation, 14*(3), 187-210. 국문: 장봉석, 신인수(2011). 중·고등학생에 대한 자기조절학습 프로그램 효과의 메타분석. **교육과정평가연구, 14**(3), 187-210.
- Jang, H. Y., & Jang, B. S. (2020). A meta-analytic review of effects of brain-based education. *Journal of practical engineering education, 12*(1), 41-47. <http://doi.org/10.14702/JPEE.2020.041> 국문: 장환영, 장봉석(2020). 뇌기반 교육의 효과에 대한 메타분석. **실천공학 교수법, 12**(1), 41-47.
- Jeong, G. I., & Kim, J. H. (2019). Meta analysis on the of internet and smart-phone addiction group counseling program. *Transactional Analysis Counseling Research, 9*(2), 1-25. <http://doi.org/10.35476/taca.2019.9.2.1> 국문: 정귀임, 김장희(2019). 인터넷 및

- 스마트폰 중독 집단상담 프로그램 효과에 관한 메타분석. *교류분석상담연구*, 9(2), 1-25.
- Jeong, K. W., & Lim, C. S. (2021). The effect of brain-based evolutionary STEAM education on scientific interest and scientific creativity in elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 40(2), 239-252. ☞ 국문: 정경욱, 임채성(2021). 뇌기반 진화적 STEAM 교육이 초등학생의 과학 흥미와 과학 창의성에 미치는 영향. *초등과학교육*, 40(2), 239-252.
- Jeong, Y. M., & Cho, H. I. (2015). A meta-analysis of the effects of social development program for preschool children. *Korean Journal of Educational Psychology*, 29(4), 757-794. ☞ 국문: 정영미, 조한익(2015). 유아의 사회성 발달 증진 프로그램의 효과에 관한 메타분석, *교육심리연구*, 29(4), 757-794.
- Jo, H. I., & Kwon, H. Y. (2011). A meta-analysis of the effects of group counseling programs on learning-related variables. *Korean journal of youth studies*, 18(7), 163-183. ☞ 국문: 조한익, 권혜연(2011). 집단상담 프로그램이 학업관련 변인에 미치는 효과에 대한 메타분석. *청소년학연구*, 18(7), 163-183.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1998). Cooperative learning returns to college what evidence is there that it works?. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 30(4), 26-35. <https://doi.org/10.1080/00091389809602629>
- Johnson, S. (1987). Gender differences in science: Parallels in interest, experience and performance. *International Journal of Science Education*, 9(4), 467-481. <https://doi.org/10.1080/0950069870090405>
- Jung, K. G., & Shin, H. K. (2015). The meta-analysis of studies about the effects of inclusive education in Korea. *The Journal of Special Children Education*, 17(3), 203-231. <http://doi.org/10.21075/kacsn.2015.17.3.203> ☞ 국문: 정광조, 신현기(2015). 국내 통합교육 효과 연구에 대한 메타 분석. *특수아동교육연구*, 17(3), 203-231.
- Jung, M. J., Yoon, K. S., & Kwon, D. K. (2008). A meta-analysis on the application effects of STS teaching and learning model. *Journal of Science Education*, 32(2), 51-70. <http://doi.org/10.21796/jse.2008.32.2.51> ☞ 국문: 정미진, 윤기순, 권덕기(2008). 과학 교육에서 STS 수업모형의 적용효과에 대한 메타 분석. *과학교육연구지*, 32(2), 51-70.
- Kang, I. A., & Kang, Y. K. (2011). The effects of a cyber science museum mediated elementary science class in terms of the learner's satisfaction and interest toward science. *The Journal of Elementary Education*, 24(2), 313-340. ☞ 국문: 강인애, 강민경(2011). 사이버 과학관(Cyber Science Museum)을 활용한 초등과학 수업이 학습자의 흥미와 만족도에 미치는 효과. *초등교육연구*, 24(2), 313-340.
- Kim, D. H., Ko, D. G., Han, M. J., & Hong, S. H. (2014). The effects of science lessons

- applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(1), 43-54. ☞ 국문: 김덕호, 고동국, 한명재, 홍승호(2014). STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학교과 흥미도에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 34(1), 43-54.
- Kim, H. J. (2019). *The effects of creative personality, study interest and parenting styles on task commitment of gifted students* [Unpublished master's thesis]. Soonchunhyang University. ☞ 국문: 김혜지(2019). **영재학생의 창의적 성격, 학업흥미, 부모양육태도가 과제집착력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 순천향대학교.
- Kim, H. N., Chung, W. H., & Jeong, J. W. (1998). National assessment system development of science-related affective domain. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 18(3), 357-369. ☞ 국문: 김호남, 정완호, 정진우(1998). 국가수준의 과학과 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발. *한국과학교육학회지*, 18(3), 357-369.
- Kim, H. R., & Choi, S. Y. (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. <https://doi.org/10.15267/keses.2022.41.2.432> ☞ 국문: 김혜란, 최선영(2022). 초등과학 수업에서 메이커교육프로그램의 적용 효과. *초등과학교육*, 41(2), 432-442.
- Kim, J. W., Kang, J. H., & YOO, P. K. (2021). The effects of elementary school students' breeding companion animals on interest, curiosity, and self-concept in science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 40(2), 267-281. <http://dx.doi.org/10.15267/keses.2021.40.2.267> ☞ 국문: 김지원, 강지훈, 유병길(2021). 초등학생의 반려동물 사육경험이 과학에 대한 흥미, 과학호기심, 과학자아개념에 미치는 영향. *초등과학교육*, 40(2), 267-281.
- Kim, J. Y., Park, E. M., Park, J. E., Bang, D. M., Lee, Y. H., & Yoon, H. J. (2015). A meta-analysis on the effects of integrated education research. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(3), 403-417. <http://doi.org/10.14697/jkase.2015.35.3.0403> ☞ 국문: 김지영, 박은미, 박지은, 방담이, 이윤하, 윤희정(2015). 통합교육의 효과에 대한 메타분석. *과학교육학회지*, 35(3), 403-417.
- Kim, L. (2021). *Effects of online science learning on elementary school students' interest and academic achievement* [Unpublished master's thesis]. Seoul National University of Education. ☞ 국문: 김리아(2021). **온라인 과학 수업이 초등학생의 흥미도와 학업성취도에 미치는 영향**. 석사학위논문, 서울교육대학교.
- Kim, S. Y., Bang, K. W., Choi, S. K., Choi, S. W., & Shin, D. H. (2016). The effect of climate

- changes teaching program on elementary students' environment and affective elements: Based on the 2015 national curriculum. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 6(2), 199-209. <http://doi.org/10.22368/ksecce.2016.6.2.199> ☞ 국문: 김소이, 방건우, 최성균, 최승우, 신동훈(2016). 기후변화 수업이 초등학생의 환경 태도와 과학에 대한 흥미에 미치는 영향. *에너지기후변화교육*, 6(2), 199-209.
- Kim, Y. G., Shin, S. S., & Lee, S. H. (2002). The study on the effect of concept maps teaching strategy on the elementary school children. *Journal of Science Education*, 27(0), 115-127. ☞ 국문: 김용권, 신상순, 이석희(2002). 개념도를 적용한 학습전략이 초등학교 아동들의 학업 성취도와 과학적 흥미도에 미치는 영향. *과학교육연구지*, 27(0), 115-127.
- Kind, P., Jones, K., & Barmby, P. (2007). Developing attitudes towards science measures. *International Journal of Science Education*, 29(7), 871-893. <https://doi.org/10.1080/09500690600909091>
- Ko, D. G., & Hong, S. h. (2018). The effects of 3D printing STEAM class for respiratory system on the science process skill, creative problem solving ability, scientific interest and STEAM program satisfaction of elementary students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 37(3), 323-338. ☞ 국문: 고동국, 홍승호(2018). 3D 프린터를 활용한 호흡계의 융합 수업이 초등학생의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력, 과학 흥미도 및 STEAM 프로그램 만족도에 미치는 영향. *초등과학교육*, 37(3), 323-338.
- Koh, H. J. (2014). *Analyses of elementary school students' follow-up interests and scientific creativity after brain-based science instruction* [Unpublished master's thesis]. Seoul National University of Education. ☞ 국문: 고현진(2014). **뇌기반 과학 수업에 따른 초등학생의 후속흥미와 과학창의성 분석**. 석사학위논문, 서울교육대학교.
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12(4), 383-409. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00011-1)
- Krapp, A. S., Hidi, S., & Renninger, K. A. (1992). Interest, learning, and development. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 3-25). Erlbaum.
- Kwak, H. S., & Shin, Y. J. (2014). The effects of formative assessment using mobile applications on interest and self-directedness in science instruction. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(3), 285-294. ☞ 국문: 곽형석, 신영준(2014). 모바일을 활용한 형성평가가 과학수업의 흥미성과 자기주도성에 미치는 영향. *과학교육학회지*, 34(3), 285-294.

- Kwon, N. J., & Bok, Y. S. (2007). The effect of science toy making activities on the scientific interest and the conceptual understanding of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(3), 243-251. ☞ 국문: 권난주, 북영선(2007). 과학 완구 만들기 활동이 초등학생의 과학 흥미도 및 개념 이해도에 미치는 효과. *초등과학교육*, 26(3), 243-251.
- Lee, C. E., & Hong, S. H. (2015). Development and application of STEAM program to save the pine tree. *The Journal of Education*, 35(3), 1-18. <http://dx.doi.org/10.25020/je.2015.35.3.1> ☞ 국문: 이창언, 홍승호(2015). 소나무 살리기 융합인재교육 프로그램이 과학 흥미도, 친환경적 태도, 수업 만족도에 미치는 효과. *교육논총*, 35(3), 1-18.
- Lee, E. H., & Tae, J. M. (2017). The effect of STEAM program based on design thinking on primary school pupil's convergent problem solving & interest in math-science. *Journal of Curriculum Integration*, 11(1), 143-162. ☞ 국문: 이은혜, 태진미(2017). 디자인 씽킹 기반 STEAM 프로그램이 초등학생의 융합적 문제해결력과 수, 과학 흥미도에 미치는 효과. *통합교육과정연구*, 11(1), 143-162.
- Lee, J. S. (2009). *Education psychology society research methodology*. Educational Science Publishing. ☞ 국문: 이종승(2009). *교육 심리 사회 연구방법론*. 교육과학사.
- Lee, S. G. (2015). The effect of the design based STEAM program utilizing smart device for interest in science and STEAM literacy. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 8(3), 240-250. <http://doi.org/10.15523/JKSESE.2015.8.3.240> ☞ 국문: 이상균(2015). 스마트 기기 활용 설계 기반 STEAM 프로그램이 과학 흥미도와 융합인재소양에 미치는 효과. *대한지구과학교육학회지*, 8(3), 240-250.
- Lee, S. K. (2022). *The effects of science lessons applying AI science education program on the interest in science subject of elementary students* [Unpublished master's thesis]. Gyeongin National University of Education. ☞ 국문: 이서교(2022). **AI를 활용한 과학교육프로그램이 초등학생들의 과학교과 흥미에 미치는 영향**. 석사학위논문, 경인교육대학교.
- Lee, S. Y. (2011). Effects of elementary students' perception and experiences of science and mathematics on their science-related career aspiration. *The Journal of Korea Elementary Education*, 22(1), 99-117. <http://doi.org/10.20972/kjee.22.1.201104.99> ☞ 국문: 이수영(2011). 초등학생의 과학-수학 교과에 대한 인식과 경험이 과학기술분야 진로 선택에 미치는 영향 분석. *한국초등교육*, 22(1), 99-117.
- Lee, H. N., Kwon, H. S., Park, K. S., Jung, C. R., Oh, H. J., & Nam, J. C. (2012). The effects of integrated science instruction: A meta-analysis on scientific knowledge, scientific inquiry ability, and science-related attitude. *Korean Journal of Teacher*

- Education*, 28(2), 223-246. ㉞ 국문: 이효녕, 권혁수, 박경숙, 정창렬, 오희진, 남정철(2012). 과학 통합교육의 효과 : 과학적 지식, 탐구능력, 과학 관련 태도에 대한 메타분석. *교원교육*, 28(2), 223-246.
- Lim, C. S. (2009). Development of a model of brain-based evolutionary scientific teaching for learning. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 29(8), 990-1010. ㉞ 국문: 임채성(2009). 뇌기반 진화적 과학 교수학습 모형의 개발. *한국과학교육학회지*, 29(8), 990-1010.
- Lim, C. S., Kim, J. Y., & Baek, J. Y. (2012). Analyses on elementary students' science attitude and topics of interest in free inquiry activities according to a brain-based evolutionary science teaching and learning model. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(4), 541-557. ㉞ 국문: 임채성, 김재영, 백자연(2012). 뇌 기반 진화적 과학 교수학습 모형을 적용한 초등학교 학생의 자유 탐구 활동에서 과학 태도와 흥미 주제 영역 분석. *초등과학교육*, 31(4), 541-557.
- Lim, H. J. (2012). Factors influencing the change of subject-specific interest among middle and high school students: A longitudinal analysis using multi-level growth modeling. *Korean Journal of Educational Research*, 50(3), 151-175. ㉞ 국문: 임효진(2012). 중고생의 영어 및 과학교과 흥미의 변화와 영향요인 분석. *교육학연구*, 50(3), 151-175.
- Lim, M. J., & Kim, S. I. (2006). The effects of comics on interest and achievement in science. *Korean Journal of Educational Psychology*, 20(3), 549-569. ㉞ 국문: 임효진, 김성일(2006). 만화를 활용한 과학학습이 흥미 및 학업성취에 미치는 영향. *교육심리연구*, 20(3), 549-569.
- Lipsy, M. W., & Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. Sage.
- Min, K. A. (2018). *The change of science interest in elementary science class based on virtual reality* [Unpublished master's thesis]. Kongju National University. ㉞ 국문: 민경애(2018). 가상 현실 기술을 적용한 초등학교 과학 수업에서 과학 흥미도 변화. 석사학위논문, 공주대학교.
- Moon, J. H., Lee, S. M., Jeong, S. J., Lee, J. W., Kwack, H. R., & Song, Y. J. (2011). Effect of activity using plant kit in science class on the interest in science, understanding of plant life cycle in elementary school students. *Journal of People, Plants, and Environment*, 14(6), 429-436. <http://db.koreascholar.com/article.aspx?code=283318> ㉞ 국문: 문지혜, 이상미, 정순진, 이재욱, 광혜란, 송윤진(2011). 식물관찰키트 활용 과학수업이 초등학생의 과학흥미도, 식물의 한살이 이해도에 미치는 영향. *인간식물환경학회지*, 14(6), 429-436.
- Mun, Y. H., & Kang, D. S. (2015). The effect of science class applied infographics learning

- materials on the scientific interest of elementary school students. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15(10), 879-898. ☞ 국문: 문양희, 강동식(2015). 인포그래픽 학습 자료를 활용한 과학 수업이 초등학생의 과학 흥미도에 미치는 영향. *학습자중심교과교육연구*, 15(10), 879-898.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. National Academy Press.
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academy Press.
- Park, H. M., & Lim, C. S. (2018). A meta-analysis of the effect in brain-based science learning. *Biology Education*, 46(2), 355-367. <http://doi.org/10.15717/bioedu.2018.46.3.355>
☞ 국문: 박형민, 임채성(2018). 뇌기반 과학 학습의 효과성에 대한 메타분석. *생물교육*, 46(3), 355-367.
- Park, M. G. (2020). *Effects of experiential activities in science center on elementary school students' interest and curiosity in science* [Unpublished master's thesis]. Busan National University of Education. ☞ 국문: 박민균(2020). **과학관 체험활동이 초등학생들의 과학 흥미와 호기심에 미치는 영향**. 석사학위논문, 부산교육대학교.
- Park, S. J. (2012). *The effects of elementary science lesson applying STEAM education on the learning motive, interest and science process skills* [Unpublished master's thesis]. Busan National University of Education. ☞ 국문: 박성진(2012). **융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등 과학 수업이 과학 학습동기, 흥미 및 과학적 탐구 능력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 부산교육대학교.
- Park, S. U. (2011). *The effects of digital textbook on achievement and interest in science in elementary school children* [Unpublished master's thesis]. Daegu National University of Education. ☞ 국문: 박상우(2011). **과학과 디지털교과서 적용이 초등학생의 과학 학업성취도와 흥미도에 미치는 영향**. 석사학위논문. 대구교육대학교.
- Pell, T., & Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23(8), 847-862. <https://doi.org/10.1080/09500690010016111>
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2016). *The power of interest for motivation and engagement*. Routledge.
- Renzulli, J. S. (2011). What makes giftedness?: Reexamining a definition. *Phi Delta Kappan*, 92(8), 81-88.
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research*. Sage.
- Schiefele, U. (1992). Topic interest and levels of text comprehension. In K. A. Renninger, S.

- Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 151-182). Lawrence Erlbaum Associates.
- Schraw, G., & Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 13(1), 23-52. <https://doi.org/10.1023/A:1009004801455>
- Seo, S. Y. (2016). *The effects of 'earth and moon' STEAM program for gifted students based science on the science-related attitudes and science interests of elementary school students* [Unpublished master's thesis]. Ajou University, Graduate School of Education. ☞ 국문: 서서연(2016). '지구와 달' 과학기반 영재 STEAM 프로그램이 초등학교 일반학생의 과학관련 태도와 과학 흥미도에 미치는 영향. 석사학위논문, 아주대학교.
- Shaffer, D. R., & Kipp, K. (2013) *Developmental psychology: Childhood and adolescence*. Cengage Learning.
- Shin, M. S. (2018). A meta-analysis of the effects of STEAM education program. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(11), 345-363. <http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2018.18.11.345> ☞ 국문: 신문승(2018). 융합인재교육(STEAM) 프로그램의 효과에 관한 메타분석. *학습자중심교과교육연구*, 18(11), 345-363.
- Song, J. J. (2013). *The effect of science cartoon reading on the academic achievement, interest and attitude towards science of elementary students* [Unpublished master's thesis]. Busan National University of Education. ☞ 국문: 송지정(2013). 과학만화 독서가 초등학교 학생의 학업성취도, 과학 흥미도 및 과학적 태도에 미치는 영향. 석사학위논문, 부산교육대학교.
- Tai, R. H., Liu, C. Q., Maltese, A. V., & Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. *Science*, 312(5777), 1143-1144. <https://doi.org/10.1126/science.1128690>
- Videka-Sherman, L. (1988). Meta analysis of research on social work practice in mental health. *Social Work*, 33(4), 325-338. <https://doi.org/10.1093/sw/33.4.325>
- Yang, I. H., Sim, H. S., & Lim, S. M. (2013). An investigation of SL-BIS/BAS and the interest in science among elementary, middle & high school students and an analysis of the correlation between them. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 1(1), 60-49. ☞ 국문: 양일호, 심현섭, 임성만(2013). 초, 중, 고 학생들의 과학학습 행동억제체계 및 행동활성화체계와 과학흥미도 조사 및 상관관계 분석. *대한지구과학교육학회지*, 6(1), 40-49.
- Yun, E. H. (2005). *The effects on the conception of water cycle instruction using cartoons* [Unpublished master's thesis]. Seoul National University of Education. ☞ 국문:

윤은희(2005). **만화를 활용한 학습이 물의 순환 개념에 미치는 효과**. 석사학위논문, 서울교육대학교.

Yun, M. S., & Kim, S. I. (2003). A study on constructs of subject-specific interests and its relationship with academic achievement. *Korean Journal of Educational Psychology*, 17(3), 271-290. 국문: 윤미선, 김성일 (2003). 중·고생의 교과흥미 구성요인 및 학업성취와의 관계. *교육심리연구*, 17(3), 271-290.

<부록 1> 메타분석에 사용된 논문

- 강인애, 강민경(2011). 사이버 과학관(Cyber Science Museum)을 활용한 초등과학 수업이 학습자의 흥미와 만족도에 미치는 효과. **초등교육연구**, 24(2), 313-340.
- 강지훈, 유병길(2022). 호기심 유발 자극을 제공한 과학수업이 초등학생들의 과학에 대한 호기심, 흥미, 태도에 미치는 영향. **수산해양교육연구**, 34(1), 87-103.
- 고동국, 홍승호(2018). 3D 프린터를 활용한 호흡계의 융합 수업이 초등학생의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력, 과학 흥미도 및 STEAM 프로그램 만족도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 37(3), 323-338.
- 고현진(2014). **뇌기반 과학 수업에 따른 초등학생의 후속흥미와 과학창의성 분석**. 석사학위논문, 서울교육대학교.
- 곽형석, 신영준(2014). 모바일을 활용한 형성평가가 과학수업의 흥미성과 자기주도성에 미치는 영향. **과학교육학회지**, 34(3), 285-294.
- 권난주, 복영선(2007). 과학 완구 만들기 활동이 초등학생의 과학 흥미도 및 개념 이해도에 미치는 효과. **초등과학교육**, 26(3), 243-251.
- 김덕호, 고동국, 한명재, 홍승호(2014). STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학교과 흥미도에 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 34(1), 43-54.
- 김리아(2021). **온라인 과학 수업이 초등학생의 흥미도와 학업성취도에 미치는 영향**. 석사학위논문, 서울교육대학교.
- 김소연(2008). **과학문화체험학습이 초등학생들의 과학적 태도 및 과학 흥미도에 미치는 영향**. 석사학위논문, 광주교육대학교.
- 김소이, 방진우, 최성균, 최승우, 신동훈(2016). 기후변화 수업이 초등학생의 환경 태도와 과학에 대한 흥미에 미치는 영향. **에너지기후변화교육**, 6(2), 199-209.
- 김용권, 신상순, 이석희(2002). 개념도를 적용한 학습전략이 초등학교 아동들의 학업성취도와 과학적 흥미도에 미치는 영향. **과학교육연구지**, 27(0), 115-127.
- 김정현(2020). **과학 기반 메이커교육 프로그램이 초등학생의 창의적 문제해결력과 과학 흥미도에 미치는 효과**. 석사학위논문, 부산대학교.
- 김진희(2021). **과학도서를 활용한 과학 수업이 초등학생들의 과학에 대한 개인적인 흥미, 호기심, 생태소양에 미치는 영향**. 석사학위논문, 부산교육대학교.
- 김혜란, 최선영(2022). 초등과학 수업에서 메이커교육프로그램의 적용 효과. **초등과학교육**, 41(2), 432-442.
- 김효정, 유병길(2013). 스토리텔링 활용 과학 수업이 초등학생의 학업성취도, 과학 관련 태도 및 흥미도에 미치는 영향. **대한지구과학교육학회지**, 6(3), 207-220.
- 문양희, 강동식(2015). 인포그래픽 학습 자료를 활용한 과학 수업이 초등학생의 과학 흥미도에

- 미치는 영향. **학습자중심교과교육연구**, 15(10), 879-898.
- 문지혜, 이상미, 정순진, 이용선, 곽혜란, 송윤진(2012). 상자텃밭 활용 원예활동이 초등학생들의 과학흥미도, 사회성 및 학업성취도에 미치는 영향. **인간식물환경학회지**, 15(6), 421-428.
- 문지혜, 이상미, 정순진, 이재욱, 곽혜란, 송윤진(2011). 식물관찰키트 활용 과학수업이 초등학생의 과학흥미도, 식물의 한 살이 이해도에 미치는 영향. **인간식물환경학회지**, 14(6), 429-436.
- 민경애(2018). **가상 현실 기술을 적용한 초등학교 과학 수업에서 과학 흥미도 변화**. 석사학위논문, 공주대학교.
- 박남수, 김동심, 이은율(2016). 스마트위치를 활용한 박물관교육 프로그램의 과학태도, 과학흥미, 만족도 및 과학성취도에 대한 효과성 검증. **교육정보미디어연구**, 22(2), 249-272.
- 박민균(2020). **과학관 체험활동이 초등학생들의 과학 흥미와 호기심에 미치는 영향**. 석사학위논문, 부산교육대학교.
- 박상우(2011). **과학과 디지털교과서 적용이 초등학생의 과학 학업성취도와 흥미도에 미치는 영향**. 석사학위논문, 대구교육대학교.
- 박성진(2012). **융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등 과학 수업이 과학 학습동기, 흥미 및 과학적 탐구 능력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 부산교육대학교.
- 박애랑(2010). **과학일기가 초등학생의 과학 관련 태도 및 흥미도에 미치는 영향**. 석사학위논문, 광주교육대학교.
- 박종복(2007). **초등 과학 교과서와 실험관찰의 읽을거리 학습이 학습흥미도와 학업성취도에 미치는 효과**. 석사학위논문, 진주교육대학교.
- 박지현(2014). **융합인재교육(STEAM) 적용 수업이 초등학교 6학년 학생의 과학에 대한 태도, 과학 흥미, 과학 학업성취도에 미치는 영향**. 석사학위논문, 대구교육대학교.
- 박형민, 김재영, 임채성(2015). 뇌기반 진화적 접근법에 따른 과학 야외학습이 초등학생들의 흥미와 성취도에 미치는 영향. **초등과학교육**, 34(2), 252-263.
- 배미선(2017). **인지적 영역 중심의 뇌기반 진화적 접근법을 적용한 '우리 몸의 구조와 기능' 단원 수업이 초등학생의 흥미도와 학업성취도 및 과학창의성에 미치는 영향**. 석사학위논문, 서울교육대학교.
- 사현주(2007). **음의 피드백을 통한 초등과학수업이 학습동기 및 수업흥미와 개념변화에 미치는 영향**. 석사학위논문, 부산대학교.
- 서서연(2016). **'지구와 달' 과학기반 영재 STEAM 프로그램이 초등학교 일반학생의 과학관련 태도와 과학 흥미도에 미치는 영향**. 석사학위논문, 아주대학교.
- 손영(2004). **또래교수의 집단구성유형이 학업성취도 및 흥미와 동기에 미치는 영향**. 석사학위논문, 고려대학교.

- 송지정(2013). 과학만화 독서가 초등학생의 학업성취도, 과학 흥미도 및 과학적 태도에 미치는 영향. 석사학위논문, 부산교육대학교.
- 심오섭(2015). 과학만화 독서가 초등학생의 과학흥미도와 학업성취도에 미치는 영향. 석사학위논문, 가톨릭대학교.
- 이상균(2015). 스마트 기기 활용 설계 기반 STEAM 프로그램이 과학 흥미도와 융합인재소양에 미치는 효과. *대한지구과학교육학회지*, 8(3), 240-250.
- 이은혜, 태진미(2017). 디자인 씽킹 기반 STEAM 프로그램이 초등학생의 융합적 문제해결력과 수,과학 흥미도에 미치는 효과. *통합교육과정연구*, 11(1), 143-162.
- 이창언, 홍승호(2015). 소나무 살리기 융합인재교육 프로그램이 과학 흥미도, 친환경적 태도, 수업 만족도에 미치는 효과. *교육논총*, 35(3), 1-18.
- 임묘진, 김성일(2006). 만화를 활용한 과학학습이 흥미 및 학업성취에 미치는 영향. *교육심리연구*, 20(3), 549-569.
- 임채성, 김재영, 백자연(2012). 뇌 기반 진화적 과학 교수학습 모형을 적용한 초등학교 학생의 자유 탐구 활동에서 과학 태도와 흥미 주제 영역 분석. *초등과학교육*, 31(4), 541-557.
- 장우혁(2016). STEAM 수업을 적용한 과학 수업이 초등학생들의 상황적 흥미에 미치는 영향. 석사학위논문, 서울대학교.
- 정경욱, 임채성(2021). 뇌기반 진화적 STEAM 교육이 초등학생의 과학 흥미와 과학 창의성에 미치는 영향. *초등과학교육*, 40(2), 239-252.
- 정미영(2019). 질문이 있는 지층과 화석 STEAM 수업이 초등학생들의 창의적 문제해결력 및 과학흥미도에 미치는 영향. 석사학위논문, 제주대학교.
- 차다희(2020). 착시를 활용한 과학수업에서 초등학생들의 흥미 발달에 관한 연구. 석사학위논문, 부산대학교.
- 최종문(2015). STEAM 교육 프로그램이 초등 과학영재학생과 일반학생의 과학 창의적 문제해결력과 과학 학습 흥미도에 미치는 영향. 석사학위논문, 대구대학교.
- 표지연(2010). 초등학생 과학수업에서 창의적 문제해결학습의 과학흥미, 과학탐구능력 및 과학성취도 비교. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- 현은령(2016). 디자인프로세스를 적용한 STEAM프로그램이 과학기술에 대한 흥미와 가치태도에 미치는 영향: 초등학교 3, 4학년 대상을 중심으로. *한국디자인문화학회지*, 22(1), 461-472.