



과학 체험 프로그램 운영이 예비교사의 과학문화소양 및 핵심역량 성장에 미치는 영향

김현정, 김성기*

공주대학교, 한국교육과정평가원

The Effects of Science Activity Program Operation on Science Culture Literacy and Core Competence Growth for Pre-Service Teacher

Hyunjung Kim, Sungki Kim*

Kongju National University, Korea Institute for Curriculum and Evaluation*

ARTICLE INFO

Article history:

Received 12 January 2023

Received in revised form

25 January 2023

17 February 2023

Accepted 22 February 2023

Keywords:

science activity program,
scientific literacy, science
cultural literacy, core
competency, pre-service teacher

ABSTRACT

This study investigates the effects of the operation of science activity program on scientific literacy focusing on science cultural literacy and core competencies for pre-service teachers. 255 pre-service teachers of K University participated, and the effects of the program were examined through a paired-sample t-test with one group pretest-posttest design for science cultural literacy. Only the post-test was conducted on core competency growth perception, and differences in growth perceptions by competency were compared using ANOVA. As a result of the study, the average of pre-service teachers was higher than the pre-test for science culture literacy, and this difference was statistically significant ($p < .05$). In the core competency growth perception, 70.6% of pre-service teachers reported growth in scientific communication ability, and as a result of the post-hoc test using LSD, it shows statistically significant growth compared to other competencies ($p < .05$). Through this, it was possible to confirm the educational value of the science activity program as a way to develop pre-service teachers' scientific literacy.

1. 서론

지식이 폭발적으로 증가하고, 미래 사회의 불확실성이 증대됨에 따라 기존의 지식 중심 교육에서 미래 사회 시민으로 살아갈 수 있는 역량을 키워주는 역량 중심 교육이 강조되고 있다(OECD, 2018). 이에 최근에 발표한 2022 개정 과학과 교육과정 문서를 살펴보면 '미래 사회를 살아갈 시민으로서 과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람 육성'을 과학과 교육과정의 목적으로 제시하고 있다(MOE, 2022). 이처럼 과학교육에서 단편적인 과학 지식이나 개념을 학생들이 학습하도록 하기보다는 과학적으로 사고하고 생각할 수 있는 과학적 소양의 함양이 중요시되고 있다. 과학과 교육과정 문서에 과학적 소양이라는 용어는 7차 교육과정에서부터 등장하였으며(MOE, 1997), 2007 개정 과학과 교육과정에서부터 처음으로 과학적 소양이 과학교육의 목표임을 명시적으로 제시하고 있으며(MOE & HRD, 2007), PISA(Programme for International Student Assessment, 이하 PISA)와 같은 국제학업성취도평가에서도 평가를 통해 학생들의 과학적 소양을 측정하고자 한다. 과학적 소양은 1950년대부터 언급되기 시작하였으며(Murcia, 2009), Shen(1975)은 과학적 소양을 실제적인, 시민의, 문화적 소양으로 분류하였으며, 실생활의 문제를 해결하고, 시민으로서 과학 관련 대중의 문제를 알고 의사 결정에 참여하며, 과학이 인간의 주요한 성취라는 점을 인식하는 것으로 과학적 소양을

정의하였다. 이후 여러 학자에 의해 정의가 내려져 학자마다 다양한 정의가 존재하며, 교육과정 문서에는 과학적 소양을 구체적으로 명시하고 있지는 않다. PISA에서는 학생들이 과학 영역을 통해 기르고 갖추어야 할 과학적 소양을 미래 사회 시민이 과학적 사고를 가지고 과학 관련 문제에 참여하는 능력으로 정의한다(OECD, 2017). 최근 Song *et al.*(2019)은 과학교육표준에서 과학적 소양을 '과학 관련 역량과 지식을 지니고 개인과 사회의 문제 해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 태도와 능력'으로 정의하였다. 과학적 소양을 역량, 지식, 참여와 실천 차원으로 나누어서 제시한 점이 특징적이며, 이때 역량은 과학적 탐구력을 포함하여 5가지 역량이 제시되었다. 지식은 규칙성과 다양성, 에너지와 물질, 시스템과 상호작용, 변화와 안정성, 과학과 사회, 지속가능사회를 위한 과학기술로 빅 아이디어와 미래사회의 책임 있는 민주 시민이 갖추어야 할 인문·사회적 그리고 공학적 지식으로 구성되며, 참여와 실천은 과학 공동체 활동, 과학문화 향유 등으로 구성된다. 이에 따르면 과학적 소양을 구성하는 이 3가지 차원에 대한 성장을 통해서 학생들의 과학적 소양을 함양할 수 있다.

한편, 과학 대중화에 대한 관심이 커지면서 과학문화라는 개념이 주목받고 있으며, 한국과학창의재단 등의 기관이 과학 중심 문화 조성 및 인재 육성을 위한 현장 정책 전문기관으로 다양한 사업을 추진하고 있다. 하지만, 현재 과학문화라는 용어는 아직 의미의 합의 없이 사용되고 있으며, 학자마다 다양하게 정의되고 있다. 과학문화를 일

* 교신저자 : 김성기 (mcarey2000@kice.re.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2023.43.1.29>

반 문화와 대비된 개념으로 과학자 집단의 고유한 특성이 반영된 것으로 해석하거나(Jegade, 1997), 과학의 대중화나 확산의 개념으로 보기도 하고(Solomon, 1997), 문화의 요소 중 하나로 바라보는(Kim, 2002) 등 다양한 관점이 존재한다. Song *et al.*(2008)은 과학문화를 개인과 사회가 과학기술과 관련하여 공유하는 잠재적이고 실천적인 가치와 양식으로 정의하였다. 이러한 여러 관점의 정의를 토대로 과학문화소양은 과학기술과 관련하여 개인이 참여하고 실천하는 인식이나 태도로 정의될 수 있다(Kang, 2019). 이에 따라 과학문화소양은 Song *et al.*(2019)이 제시한 과학적 소양을 구성하는 차원 중 참여와 실천 차원과 밀접한 관련이 있다.

Park(2016)은 과학적 소양이 실제적인 상황 맥락에서 길러지기 때문에 제한된 교실 공간에서 이루어지는 학교 안의 교육뿐만 아니라 학교 밖의 다양한 교육이 필요하다고 주장하였다. 교실 밖의 상황에서 이루어지는 비형식 교육은 과학적 흥미와 호기심을 높일 뿐만 아니라(Katz, 2001), 과학적 소양을 갖추고 더 나아가 과학전문가로 성장할 수는 기회를 제공하기도 한다(Hodson, 1998). 이와 관련하여 과학 축전 등과 같은 과학 체험 프로그램은 교실에서 이루어지는 이론적인 수업을 넘어 과학적인 현상이나 놀이를 직접 실험해 보고 원리를 체험하도록 한다. 과학 체험 프로그램은 과학 지식의 향상뿐만 아니라 과학의 본성을 이해할 기회를 제공하여 과학적 소양을 높이는 데 효과적이다(Gowen & Marek, 1993).

교실 밖 과학교육으로 과학 체험 프로그램의 교육적 가치를 알아본 여러 연구가 수행되었다. Park *et al.*(2010)은 과학 체험 프로그램 참여 학생과 운영 학생 모두가 과학에 대한 흥미와 호기심이 증가하였음을 보고하였다. 이 연구 결과 외에도 프로그램 체험을 통해 학생들의 과학에 대한 흥미가 높아지거나(Yu & Cho, 2008), 과학에 대한 선호도나 진로 성숙도의 향상이 보고되었다(Im & Kim, 2019). 또는 프로그램 체험을 통해 과학 개념에 대한 학생들의 이해가 증진되거나(Kim *et al.*, 2011), 과학적 탐구 능력과 과학에 대한 태도에 유의미한 변화가 있었다(Hong, Bae, & So, 2015). 이처럼 과학 체험 프로그램을 통해 인지적 영역에 대한 변화뿐만 아니라 정의적 영역에 대한 변화가 보고되었다. 특히, 과학적 탐구 능력이 성장되었다는 연구 결과는 과학 체험 프로그램을 통한 역량 성장 가능성을 엿볼 수 있다. 또한, 기존의 과학 체험 프로그램에 대한 연구는 과학 체험 프로그램의 수혜자인 체험 학생들을 대상으로 하는 연구가 대다수였다. 반면 실제 과학 체험 프로그램을 운영한 주체를 대상으로 알아본 연구는 소수로, 이 연구들은 프로그램 운영 주체들의 형태를 알아보거나(Jhun & Lim, 2012), 부스 참여 동기와 참여를 통한 인식 변화(Park *et al.*, 2010)를 알아본 것으로 보다 적극적으로 교실 밖 과학교육과 관련하여 운영 학생들의 과학적 소양과 관련된 변화를 알아보는 연구는 부족한 실정이다.

이에 이 연구는 대학에서 지역주민을 대상으로 과학 체험 프로그램을 운영한 예비교사들의 과학적 소양 변화를 알아보고자 한다. 이때 과학적 소양은 Song *et al.*(2019)이 제시한 차원에 기반하여 알아보되, 이 연구는 지식 차원을 제외한 참여와 실천, 역량 차원을 중심으로 과학 체험 프로그램 운영이 예비교사의 과학적 소양에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 이 연구는 과학 체험 프로그램을 운영한 예비교사들을 대상으로 참여와 실천 차원은 과학문화소양을 통해, 역량 차원의 경우 2015 개정 과학과 교육과정에서 제시한 5가지 과학과 핵심역

량을 통해 과학적 소양에 대한 효과를 탐색하였다. 이 연구에서 수행한 예비교사 대상 과학 체험 프로그램의 과학적 소양 함양에 대한 교육적 가치 탐색은 단순히 초, 중, 고등학교를 대상으로 한 교실 밖 과학교육의 교육적 가치 탐색을 넘어선 예비교사까지의 확장으로, 예비교사의 과학적 소양 함양을 위해 교실 밖 과학교육의 시사점을 도출하는 데 의미가 있다. 구체적인 이 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 과학 체험 프로그램 운영이 예비교사의 과학문화소양에 영향을 미치는가?

둘째, 과학 체험 프로그램을 운영한 예비교사의 과학과 핵심역량의 성장 인식에 전공별, 핵심역량별 차이가 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 충청남도에 위치한 K대학교 사범대학의 ‘오픈 사이언스’라는 지역사회 주민 대상의 과학 체험 프로그램에 참여한 예비교사 중 연구 참여에 동의한 255명을 대상으로 하였다. Table 1과 같이 자연계열 8개 전공의 예비교사가 참가하였으며, 남성과 여성의 비율은 유사하였다. ‘오픈 사이언스’ 프로그램과 관련하여 오리엔테이션 시간에 프로그램 운영뿐만 아니라 이 연구의 목적을 안내하였고 연구 취지에 동의한 예비교사에 한하여 설문 조사를 진행하였다.

Table 1. The subjects of study

	구분	빈도(%)
전공	물리교육	27(10.6)
	화학교육	27(10.6)
	생물교육	39(15.3)
	지구과학교육	31(12.2)
	수학교육	42(16.5)
	기술가정교육	37(14.5)
	컴퓨터교육	28(11.0)
	환경교육	24(9.4)
성별	남자	123(48.2)
	여자	132(51.8)
	합계	255(100.0)

2. 과학 체험 프로그램 및 연구 설계

이 연구에서 예비교사가 지역사회 주민을 대상으로 운영한 과학 체험 프로그램의 구성은 Table 2와 같다. Table 2와 같이 전공별로 2개~8개의 과학 체험 프로그램을 운영하였다. 프로그램 운영 대상은 학부모를 포함하지만 기본적으로 중학교와 고등학교 학생들이며, 예비교사들은 참여 학생들의 수준과 자신의 전공에 기반하여 프로그램을 구성하였다. 예비교사들은 프로그램의 주제 선정이나 프로그램 운영에 대해서 학과 교수의 자문을 받기도 하였으나, 전반적으로 예비교사가 중심이 되어 프로그램을 구성하고 운영하였다. 이 행사는 2022년 9월 23일~24일 2일간에 걸쳐 진행되었으나, 예비교사는 2일

Table 2. The operating programs by major

전공	운영 프로그램
과학교육 계열	물리교육 종이킥 비행기: 탄성과 마그누스 효과를 이용한 종이킥 비행기 제작하기 외 7종
	화학교육 크로마토그래피 꽃 만들기: 사인펜 속의 다양한 물질을 분리하여 꽃 만들어 보기 외 3종
	생물교육 지문검사를 이용한 CSI 체험: 지문을 채취하여 해당하는 지문의 유형 찾기 외 3종
	지구과학교육 토네이도 발생 실험: 토네이도를 직접 만들어 보고, 토네이도의 생성 원리 알아보기 외 3종
비과학교육 계열	수학교육 뫼비우스의 띠: 뫼비우스의 띠 성질을 알아보고, 뫼비우스의 띠를 응용한 삼면 접시 만들기 외 3종
	기술가정교육 내 손으로 어둠을 밝혀보자! LED 광섬유 램프 만들기 활동 외 3종
	컴퓨터교육 킥오프! 게임을 만들기 위한 변수와 조건문 요소를 이해하고, 코딩을 통해 게임 만들기 외 1종
	환경교육 주변에서 흔히 구할 수 있는 팔을 활용한 다회용 핫팩 제작하기 외 2종

동안에만 프로그램 운영에 참여하기보다는 주제 선정, 예비 실험, 프로그램 부스 운영 등 여름 방학부터 장기간에 걸쳐 프로그램의 개발과 운영에 참여하였다. 지역사회 학생들이 참여할 수 있도록 K대학교 인근 중학교와 고등학교에 공문을 통해 운영하는 프로그램을 안내하였기에 실제 프로그램을 체험한 대상은 중학교와 고등학교 학생들이 대다수였으나, 오픈 사이언스를 운영하는 K대학에서 프로그램을 운영하지 않은 다른 단과대학의 대학생들도 참여하였다. 오픈 사이언스 운영에 참여한 예비교사들을 대상으로 9월 초 사전검사를 온라인으로 진행하였으며, 오픈 사이언스가 끝난 후 9월 25일부터 30일까지 사후검사가 진행되었다.

3. 자료 수집 및 분석

예비교사들을 대상으로 과학문화소양과 과학과 핵심역량에 관한 검사 도구를 사용하였다. 과학문화소양의 경우 사전검사와 사후검사를 진행하였으며, 핵심역량 성장 인식은 사후검사만 진행하였다. 과학문화소양에서는 일부 예비교사가 사전검사 또는 사후검사만을 응답하여 개별 예비교사의 변화 전후를 판단하기 어려운 경우와 데이터 클리닝 과정에서 결측값이 존재하거나 답변이 무성의하여 일관성이 떨어진 응답의 경우를 분석 대상에서 제외하여 최종 206명의 예비교사 응답이 분석되었다. 핵심역량 성장 인식은 연구에 동의한 255명의 모든 예비교사의 응답을 대상으로 분석하였다. 따라서 과학문화소양과 핵심역량의 성장 인식의 분석 대상은 다소 상이하다.

과학문화소양에 대한 검사 도구는 Song *et al.*(2008)과

Chung(2009)이 개발한 검사 도구를 연구주체에 맞게 수정하였으며, 과학교육 박사 2인의 검토를 통해 최종 4개의 영역에서 총 10개의 하위 영역으로 구성된 검사 도구를 확정하였다. 확정된 검사 도구는 5단계 리커트 척도(1~5점)의 총 38개 문항으로 구성되어 있다. 이 연구에서 검사 도구의 신뢰도는 사전검사에서 .631~.907, 사후검사에서 .731~.890이었다(Table 3). 전체 문항의 신뢰도는 사전검사의 경우 .947, 사후검사의 경우 .958로 전반적으로 검사 도구의 신뢰도는 양호하였다.

과학문화소양에 대해 전체와 영역별로 각 예비교사의 사전검사와 사후검사 평균 점수를 개별적으로 계산한 후, 산출된 개별 점수를 토대로 대응표본 t-검정을 실시하여 과학 체험 프로그램 운영이 예비교사에게 통계적으로 유의미한 변화를 주었는지 판단하였다. 유의미한 변화가 있는 영역에 대해 효과 크기로 Cohen의 d를 산출하였다. Cohen의 d에 대한 해석은 0.20 정도는 작은 효과를, 0.50 정도는 중간 크기의 효과를, 0.80 정도는 큰 효과로 해석하여(Cohen, 2013; Sawilowsky, 2009), 과학문화소양 영역 간 또는 기존 선행연구와의 효과를 비교하였다. 더불어 예비교사 집단을 과학교육 계열과 비과학교육 계열로 나누어 대응표본 t-검정을 실시하여 두 집단의 과학문화소양 변화를 비교하였다.

과학과 핵심역량의 경우 디지털 리터러시 기반 프로그램의 효과로 핵심역량에 미치는 영향을 알아본 Kim, Yu, & Paik(2020)의 연구에서 사용한 자기 보고식 방식을 사용하였다. 학생들이 프로그램을 경험하고 나서 성장하였다고 느끼는 핵심역량에 대해 자기 보고식으로 응답하는 방식이며, 이 방식에 따라 핵심역량의 경우 과학 체험 프

Table 3. The reliability of scientific cultural literacy test tool

(N=206)

영역	하위 영역	문항 수	Cronbach의 α	
			사전검사	사후검사
과학기술 및 연구 활동에 대한 인식	과학기술의 영향	4	.716	.827
	과학기술의 유용성	4	.631	.819
	과학자의 학문적 신뢰성	4	.878	.891
인적 인프라에 대한 인식	과학기술 인력	3	.670	.731
	과학기술 관련 직업의 전망	2	.757	.742
	여성 과학기술 인력	2	.703	.808
물적 인프라에 대한 인식	과학 대중화 시설	6	.907	.843
	과학 대중화 매체	6	.880	.890
제도적 인프라에 대한 인식	과학기술 정책 결정	4	.776	.824
	과학기술 예산 편성	3	.851	.833
	전체		.947	.958

그럼 운영이 종료된 시점에 사후검사만 진행하였다. 조사에 참여한 예비교사 중 과학과 핵심역량의 의미를 모르는 경우도 있다고 판단하여, 과학과 핵심역량에 대한 의미를 소개한 다음 프로그램 운영을 통해 본인이 실제로 성장하였다고 인식하는 핵심역량을 모두 표시하도록 하였다. 따라서 이 문항에서 예비교사들이 응답한 핵심역량은 최소 0개에서 최대 5개까지이다. 수합된 설문은 먼저 전공별로 분류한 후, 핵심역량별로 성장 인식을 보인 예비교사를 1로, 그렇지 않은 예비교사를 0으로 코딩하였다. 이후 전공별, 핵심역량별 교사의 빈도와 비율을 계산하였다. 전공별로 전체 핵심역량 성장의 총합은 5가지 핵심역량에서 성장 보고된 빈도를 단순히 합산하였기 때문에 전공별 전체 성장 보고된 핵심역량의 빈도는 연구에 참여한 전공별 예비교사들의 인원수를 초과한다. 과학 체험 프로그램이 가장 영향을 준 핵심역량을 알아보고자 산출된 핵심역량별 빈도 차이를 ANOVA를 통해 검증하였으며, 사후검증은 LSD를 활용하였다. 더불어 과학교육 계열과 비과학교육 계열 사이에 핵심역량에 대한 성장 인식의 빈도를 산출하여 계열 간 차이가 있는지를 알아보고자 교차분석을 실시하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학문화소양

과학문화소양의 영역별 사전검사와 사후검사 결과는 Table 4와 같다.

4개 영역에 대한 전체 합계에서 사전검사 평균은 4.44이었으며, 사후검사 평균은 4.54로 사전검사에 비해 높았다. 사전검사와 사후검사의 전체 합계에 대한 대응표본 t-검정 결과 사후검사의 평균이 통계적으로 유의미하게 높아($p < .05$), 과학 체험 프로그램 운영이 예비교사들의 과학문화소양을 높이는 데 효과가 있다고 판단할 수 있었다. Cohen의 d로 효과 크기를 계산한 결과 d가 0.24로 작은 효과 크기를 보였다. R&E 집중 연구를 통해 영재 학생들의 정의적 영역의 효과를

알아본 연구(Choi, Kim, & Lee, 2019)에서 d는 0.22로 보고되었으며, 컴퓨터 기반 과학탐구 수업에서 과학 관련 태도에 대한 d는 0.36으로 보고되거나(Kim & Kim, 2022), 스마트 기기 관련 연구(Yu & Kim, 2020)에서 과학 학습 동기에 대한 d는 0.13으로 보고되는 등 과학 관련 프로그램의 효과로 과학문화소양과 같은 정의적 영역과 관련하여 보고된 효과 크기가 0.13~0.36으로 중간 이상의 효과 크기가 보고되는 것이 드문 점을 감안하면 이 연구에서의 나타난 과학 체험 프로그램의 효과 크기는 정의적 영역의 연구에서 일반적으로 도출되는 효과 크기 정도로 볼 수 있다.

영역별로 살펴보면, 인적 인프라에 대한 인식만 사전검사와 사후검사 평균 점수가 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았으며($p > .05$), 나머지 3개 영역은 모두 사후검사 평균 점수가 사전검사 평균 점수보다 통계적으로 유의미하게 높았다($p < .05$). 통계적으로 유의미한 영역별로 효과 크기를 산출한 결과, 과학기술 및 연구 활동에 대한 인식에서 d가 0.33이었으며, 물적 인프라에 대한 인식에서 d가 0.39, 제도적 인프라에 대한 인식에서 d가 0.17을 보여, 과학기술 및 연구 활동에 대한 인식과 물적 인프라에 대한 인식에서 과학 체험 프로그램 운영에 대한 효과가 가장 컸다. Kang(2019)의 연구에서 예비 과학교사들의 과학문화소양을 조사한 결과 과학기술 및 연구 활동에 대한 인식이 다른 영역에 비해 가장 낮게 나타났는데, 이 연구에서도 이 영역의 사전검사 평균 점수가 전체 평균에 비해 낮게 나타나 Kang(2019)의 연구가 보여준 실태가 여전한함을 알 수 있다. 예비교사들의 과학기술 및 연구 활동에 대한 인식을 높여주는 방안으로 예비교사의 과학 체험 프로그램 운영을 고려해 볼 필요가 있다. 또한, 인프라 관련한 인식에서 인적 인프라에 대한 인식은 통계적으로 유의미한 변화가 없었으나, 물적 인프라와 제도적 인프라에 대한 인식에서는 통계적 유의미한 변화가 있었으며 물적 인프라에 대한 인식이 제도적 인프라에 비해 효과 크기가 더 컸다. Park et al.(2010)은 과학축전을 체험한 학생과 부스 운영 학생들의 인식을 조사한 결과, 과학에 대한 긍정적인 태도를 갖게 되었으며 이러한 행사를 또 참여하고자 하는 의사가 높음을 통해 과학축전이 과학을 대중화하는 데 중요한 역할을 하고 있

Table 4. The result of pared t-test by category

(N=206)

영역	하위 영역	평균(표준편차)		t	p	Cohen의 d
		사전검사	사후검사			
과학기술 및 연구 활동에 대한 인식	과학기술의 영향	4.64(.454)	4.64(.470)	-.220	.826	-
	과학기술의 유용성	4.71(.378)	4.75(.382)	-1.586	.114	-
	과학자의 학문적 신뢰성	3.83(.846)	4.22(.761)	-7.618	.000***	0.48
	소계	4.39(.457)	4.54(.465)	-5.128	.000***	0.33
인적 인프라에 대한 인식	과학기술 인력	4.57(.511)	4.64(.457)	-1.934	.055	-
	과학기술 관련 직업의 전망	4.67(.474)	4.67(.460)	.138	.891	-
	여성 과학기술 인력	4.31(.696)	4.19(.940)	1.916	.057	-
소계	4.52(.469)	4.50(.502)	.564	.573	-	
물적 인프라에 대한 인식	과학 대중화 시설	4.61(.509)	4.67(.417)	-1.667	.097	-
	과학 대중화 매체	3.99(.748)	4.32(.664)	-6.146	.000***	0.47
	소계	4.30(.544)	4.50(.472)	-5.227	.000***	0.39
제도적 인프라에 대한 인식	과학기술 정책 결정	4.54(.518)	4.63(.470)	-2.470	.014*	0.18
	과학기술 예산 편성	4.56(.535)	4.63(.505)	-1.834	.068	-
	소계	4.55(.488)	4.63(.451)	-2.447	.015*	0.17
합계		4.44(.422)	4.54(.425)	-3.549	.000***	0.24

Table 5. The result of pared t-test by field

영역	계열	사례 수	평균(표준편차)		t	p	Cohen의 d
			사전검사	사후검사			
과학기술 및 연구 활동에 대한 인식	과학교육 계열	91	4.36(.427)	4.52(.473)	-3.683	.000***	0.36
	비과학교육 계열	115	4.41(.482)	4.55(.462)	-3.537	.001**	0.30
인적 인프라에 대한 인식	과학교육 계열	91	4.48(.463)	4.45(.537)	.612	.542	-
	비과학교육 계열	115	4.55(.476)	4.52(.472)	.165	.869	-
물적 인프라에 대한 인식	과학교육 계열	91	4.22(.575)	4.46(.475)	-4.147	.000***	0.46
	비과학교육 계열	115	4.37(.512)	4.54(.470)	-3.229	.002*	0.35
제도적 인프라에 대한 인식	과학교육 계열	91	4.57(.464)	4.63(.462)	-1.226	.223	-
	비과학교육 계열	115	4.54(.503)	4.63(.435)	-2.126	.036*	0.19
전체	과학교육 계열	91	4.41(.406)	4.51(.436)	-2.395	.019*	0.28
	비과학교육 계열	115	4.47(.435)	4.56(.418)	-2.574	.011*	0.21

다고 하였다. 이 연구에서 조사한 물적 인프라 인식에 대한 인식은 과학 대중화와 관련된 시설과 매체로 나누어져 있다. 이 두 하위 영역 중 과학 대중화 시설은 통계적으로 유의미하지 않았으나 과학 대중화 매체와 관련된 부분에서는 통계적으로 유의미한 변화를 보였으며, 이 하위 영역에서 효과 크기 d가 0.47로 중간 정도의 효과 크기를 보여 다른 하위 영역에 비해 높았다. Park et al.(2010)의 연구와 같이 실제 과학 체험 프로그램을 운영함에 따라 예비교사들은 자신이 운영한 프로그램과 같이 과학을 접할 수 있는 기회의 제공이 필요함을 더욱 인식한 것으로 보인다.

과학문화소양에 미치는 영향을 과학교육 계열과 비과학교육 계열로 나누어 대응표본 t-검정을 통해 알아본 결과는 Table 5와 같다.

과학교육 계열과 비과학교육 계열 예비교사 모두 과학문화소양 전체 점수 변화에서 유의미한 변화가 있었으며, 각 집단의 Cohen의 d는 각각 0.28, 0.21로 유사한 효과 크기를 보였다. 영역별로 살펴보면 과학기술 및 연구 활동에 대한 인식과 물적 인프라에 대한 인식에서 두 계열 모두 통계적으로 유의미한 성장이 있었다. Cohen의 d로 살펴 보았을 때 물적 인프라에 대한 인식에서 두 전공 계열 모두 가장 큰 효과 크기를 보였다. 흥미롭게도 제도적 인프라에 대한 인식은 비과학교육 계열 예비교사 집단에만 유의미한 성장이 있었고, 과학기술 및 연구 활동에 대한 인식과 물적 인프라에 대한 인식에서는 두 집단이 모두 유의미한 변화를 하였으나 과학교육 계열의 효과 크기가 비과학교육 계열에 비해 컸다. 이는 과학 체험 프로그램을 운영한 예비교사에게 과학문화소양을 높이는데 효과가 있으나, 전공 계열에 따라 그 효과가 다소 달라질 수 있음을 보여준다.

2. 핵심역량 성장 인식

과학 체험 프로그램 운영 후 예비교사들이 인식한 핵심역량별 성장에 대한 빈도는 Table 6과 같다.

총 613개의 핵심역량 성장 인식이 보고되었으며, 이중 과학적 의사소통 능력이 180개로 프로그램을 운영한 예비교사의 70.6%가 성장하였다고 인식하였다. 그다음으로 과학적 참여와 평생 학습 능력이 131개, 과학적 탐구 능력이 116개, 과학적 사고력이 112개 순이었다. 과학적 문제 해결력은 74개로 29.0%의 예비교사만이 성장을 인식하여 5가지 핵심역량 중 가장 적은 성장 인식이 보고되었다. 전공별로 전체 핵심역량의 성장 인식이 217.9%~292.6%를 보여 과학 체험 프로그램 운영을 통해 예비교사들은 1인당 평균 2.40개의 핵심역량 성장을 인식하였다. 과학과 핵심역량과 관련된 연구 중 과학 독서 활동 수업이 핵심역량에 미치는 영향을 알아본 연구(Jeong & Lee, 2020)에서는 과학적 사고력이 가장 높게 성장됨을 보고하였으며, 고등학생을 대상으로 과학탐구실험의 효과를 알아본 연구(Lee et al., 2020)에서는 과학적 문제 해결력의 성장을 가장 높게 보고하였다. 이외에도 컴퓨터 기반 과학 탐구 수업의 효과를 알아본 연구(Kim & Kim, 2022)나 데이터 기반 과학 탐구학습의 효과를 알아본 연구(Park & Son, 2020)에서는 과학 사고력과 과학적 문제 해결력의 성장을 가장 높게 보고하였다. 이처럼 많은 선행 연구가 과학적 사고력과 과학적 문제 해결력에서 높은 성장을 보고하지만, 이 연구는 이와 달리 다른 핵심역량에 비해 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 성장 인식이 많이 보고된 것은 의미가 있는 결과라 할 수 있다. 기존의

Table 6. The frequency and ratio of core competency growth perception

핵심역량	전공별 빈도(%)								전체(%)
	물리교육	화학교육	생물교육	지구과학교육	수학교육	기술가정교육	컴퓨터교육	환경교육	
과학적 사고력	14(51.9)	11(40.7)	16(41.0)	12(38.7)	21(50.0)	14(37.8)	15(53.6)	9(37.5)	112(43.9)
과학적 탐구 능력	12(44.4)	17(63.0)	15(38.5)	11(35.5)	16(38.1)	14(37.8)	18(64.3)	13(54.2)	116(45.5)
과학적 문제 해결력	4(14.8)	12(44.4)	8(20.5)	8(25.8)	13(31.0)	17(45.9)	9(32.1)	3(12.5)	74(29.0)
과학적 의사소통 능력	19(70.4)	23(85.2)	27(69.2)	26(83.9)	29(69.0)	24(64.9)	15(53.6)	17(70.8)	180(70.6)
과학적 참여와 평생 학습 능력	12(44.4)	16(59.3)	19(48.7)	20(64.5)	17(40.5)	17(45.9)	14(50.0)	16(66.7)	131(51.4)
전체	61(225.9)	79(292.6)	85(217.9)	77(248.4)	96(228.6)	86(232.4)	71(253.6)	58(241.7)	613(240.4)

선행연구는 학생들의 핵심역량을 높이기 위해 여러 전략을 활용하였지만, 모두 교실 환경에서 이루어지는 활동으로 제한된다는 특징이 있는 반면, 이 연구는 교실 밖의 환경에서 활동을 수행한다는 점이 다르다. 이는 교실 환경에서 이루어지는 교수학습의 한계를 교실 밖의 활동이 보완할 수 있음을 보여주는 것으로, Park(2016)이 주장한 학교 밖 다양한 교육의 필요성을 이 연구에서 보인 결과를 통해 확인할 수 있다.

역량별로 살펴보면 과학적 사고력에서는 물리, 수학, 컴퓨터교육 전공 예비교사들의 절반 이상이 성장 인식을 보고하였으며, 과학적 탐구 능력에서는 화학, 컴퓨터, 환경교육 전공의 예비교사들의 절반 이상이 성장하였다고 인식하였다. 과학적 문제 해결력에서는 예비교사 중 절반 이상의 성장을 보고한 전공이 전혀 없었으며, 반대로 과학적 의사소통 능력에서는 모든 전공에서 절반 이상의 예비교사가 성장하였다고 인식하여 두 핵심역량의 성장 인식이 대조적이었다. 끝으로 과학적 참여와 평생 학습 능력에서는 화학, 지구과학, 컴퓨터, 환경교육 전공에서 절반 이상이 성장하였다고 인식하였다.

핵심역량별로 성장 인식을 보고한 빈도가 통계적 차이가 있는지를 ANOVA를 통해 알아본 결과 Table 7과 같이 핵심역량별 성장 인식 빈도가 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($F=27.225, p<.05$). LSD로 사후검증을 실시한 결과, 과학적 의사소통 능력이 다른 4가지 핵심역량에 비해 통계적으로 유의미하게 성장 인식의 빈도가 높았다($p<.05$). 또한, 과학적 문제 해결력은 다른 4가지 핵심역량에 비해 통계적으로 유의미하게 성장 인식의 빈도가 낮았으며($p<.05$), 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 간에 성장 인식 빈도의 차이는 유의미한 차이를 보이지 않았다($p>.05$). 이를 통해 과학 체험 프로그램의 운영은 예비교사들에게 5가지 과학과 핵심역량 중 과학적 의사소통 능력 성장에 가장 도움이 됨을 알 수 있다.

Table 7. The result of ANOVA about core competency growth perception

	제곱합	자유도	평균 제곱	F	p
집단-간	25.173	4	6.293	27.225	.000***
집단-내	293.576	1270	.231		
합계	318.750	1274			

Table 8. The result of χ^2 test by core competency

핵심역량	계열	사례 수	성장을 인식한 예비교사 수(%)	χ^2	p
과학적 사고력	과학교육 계열	124	53(42.7)	.530	.274
	비과학교육 계열	131	59(45.0)		
과학적 탐구능력	과학교육 계열	124	55(44.4)	.507	.279
	비과학교육 계열	131	61(46.6)		
과학적 문제해결력	과학교육 계열	124	32(25.8)	1.470	.141
	비과학교육 계열	131	42(32.1)		
과학적 의사소통 능력	과학교육 계열	124	95(76.6)	4.657	.022*
	비과학교육 계열	131	85(64.9)		
과학적 참여와 평생 학습 능력	과학교육 계열	124	67(54.0)	.708	.237
	비과학교육 계열	131	64(48.9)		

핵심역량별로 성장 인식을 응답한 빈도가 과학교육 계열과 비과학교육 계열에 대해 차이가 있는지를 교차 분석한 결과는 Table 8과 같다.

5가지 과학과 핵심역량 중 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력에서 비과학교육 계열 예비교사의 성장 빈도 비율이 과학교육 계열에 비해 상대적으로 더 높았으며, 과학적 의사소통 능력과 과학적 참여 및 평생 학습 능력에서는 과학교육 계열 예비교사의 성장 빈도 비율이 상대적으로 더 높았다. 과학 체험 프로그램의 운영에 따른 핵심역량 성장에서도 계열별로 다소 다른 성장 인식을 보였다. 과학적 의사소통 능력은 과학교육 계열, 비과학교육 계열 모두에서 가장 높은 비율로 성장 인식을 보였으며, 과학교육 계열의 경우 76.6%가, 비과학교육 계열의 경우 64.9%가 성장을 인식하였다. 교차 분석 결과, 과학적 의사소통 능력에서 과학교육 계열 예비교사의 성장 인식이 비과학교육 계열에 비해 통계적으로 유의미하게 높았으며($p<.05$), 이 외의 핵심역량에서는 두 전공 계열 간 차이가 없었다($p>.05$). 이를 통해 과학 체험 프로그램을 운영하는 예비교사들은 과학과 핵심역량 중 과학적 의사소통 능력의 향상을 기대할 수 있으며, 특히 과학교육 계열 학생들에게 더 큰 향상을 기대할 수 있음을 알 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 과학 체험 프로그램 운영이 예비교사의 과학적 소양에 미치는 영향을 알아보고자, Song et al.(2019)이 제시한 과학적 소양의 3가지 차원 중 지식 차원을 제외한 참여와 실천, 역량 차원을 중심으로 과학 체험 프로그램을 운영한 예비교사들의 변화를 알아보았다. 참여와 실천 차원은 과학문화소양을 통해, 역량 차원은 2015 개정 과학과 핵심역량의 성장을 통해 그 변화를 알아보았다. 이를 위해 충청남도에 위치한 K대학 사범대학교에서 주최하는 지역사회 주민 대상의 과학 체험 프로그램을 운영하는 자연계열 예비교사 255명을 대상으로 연구를 진행하였다. 참여와 실천 차원은 Song et al.(2008)과 Chung(2009)이 개발한 과학문화소양 검사 도구를 활용하였으며, 사전검사와 사후검사를 실시한 후 대응표본 t-검정을 통해 유의미한 변화가 있는지를 알아보았다. 역량 차원은 2015 개정 교육과정에서 제시된 과학과 5가지 핵심역량을 대상으로 프로그램 운영 후 자기 보고식으로 자신이 성장하였다고 인식한 역량을 표시하도록 한 후, 핵심역량별 성장 인식의 차이를 분석하였다.

연구 결과, 과학문화소양은 사전검사 평균 점수에 비해 사후검사 평균 점수가 더 높았으며, 이 차이는 통계적으로 유의미하였다($p < .05$). Cohen의 d 는 0.24로 작은 효과를 보였으나, 정적 영역의 효과를 알아본 다른 선행연구의 효과 크기를 비교해 보았을 때, 작은 효과 크기는 아니었다. 과학문화소양을 이루는 영역별로 차이를 검증한 결과, 3가지 영역에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p < .05$). 그중 물적 인프라에 대한 인식에서 Cohen의 d 가 0.39로 다른 영역의 효과 크기에 비해 컸으며, 하위 영역 분석 결과 물적 인프라에 대한 인식 중 과학 대중화 매체에 대한 인식의 변화가 가장 컸다. 과학 체험 프로그램을 통해 예비교사들의 과학문화소양이 성장하였으며, 그중 과학 대중화 매체에 대한 필요성의 시각에 대한 성장이 가장 컸다.

과학과 핵심역량의 성장 인식에서는 총 613개의 핵심역량 성장 인식이 보고되었으며, 이중 과학적 의사소통 능력이 180개의 성장 인식이 보고되어 70.6%의 예비교사에게서 성장 인식을 보였다. 그다음으로 성장 인식이 높았던 역량은 과학적 참여와 평생 학습 능력으로 51.4%의 예비교사에게서 성장 인식을 보였다. 이 두 핵심역량은 기존 과학과 핵심역량과 관련된 선행연구에서 효과가 없거나 상대적으로 효과가 적었던 결과와 비교할 때 눈여겨볼 만한 것으로 학교 밖 과학교육을 통해 이러한 핵심역량이 성장할 수 있음을 시사한다. 또한, 핵심역량별 성장 인식의 빈도를 비교한 결과, 과학적 의사소통 능력이 다른 4가지 역량에 비해 통계적으로 유의미하게 성장 인식의 빈도가 높았다($p < .05$). 또한, 교차 분석 결과 과학적 의사소통 능력에서 과학교육 계열 예비교사들의 성장 인식이 비과학교육 계열에 비해 높게 나타났다($p < .05$). 과학 체험 프로그램을 운영하기 위해서는 동료 예비교사와 주제 선정 및 실험 방법 등과 관련한 의사소통이 필요하며, 과학 체험 프로그램 운영 과정에서 체험 대상들과의 의사소통이 필수적이기 때문에 이 핵심역량에서 성장 인식이 가장 많았던 것으로 추정된다.

이를 통해 학교 밖의 과학교육으로 운영되는 과학 체험 프로그램의 운영이 예비교사의 과학문화소양과 핵심역량 성장에 효과가 있으며, 예비교사의 과학적 소양을 함양하는데 과학 체험 프로그램의 교육적 가치를 확인할 수 있었다. 더불어 이 연구에서 도출된 과학문화소양의 영역별 또는 핵심역량별 상세 결과를 살펴보면 기존의 선행연구에서 성장을 잘 보고하지 않는 영역 또는 핵심역량에서 성장을 보였기에 이러한 면에서 다각적인 과학적 소양의 성장 방안으로 과학 체험 프로그램 운영의 활용 가치를 확인할 수 있었다.

과학교육에서 과학적 소양을 보다 함양하는데 필요한 제인은 다음과 같다. 첫째, 현재 대학에서 운영하고 있는 지역사회 주민 대상의 체험 프로그램을 예비교사에게 필요한 현장성이 함양되도록 체계적으로 운영할 필요가 있다. 현재 대학에서 지역사회 주민을 대상으로 운영하는 프로그램은 지역사회와의 상생발전과 관련된 대학의 책무성 측면에서 진행되고 있으며(Jo, 2021), 프로그램 운영의 수혜자를 단순히 지역주민으로 한정하는 경향이 있다. 하지만 이 연구에서 보인 결과와 같이 프로그램을 운영한 예비교사에게도 과학문화소양이나 핵심역량에 대한 신장에 도움이 되었다. 예비교사들은 과학 체험 프로그램을 운영하기 위해 주제 선정 등의 일련의 과정을 주도적으로 하였으며, 실제 부스를 운영하는 행사 당일에는 지역사회 주민에게 프로그램과 관련 내용을 전달하고 체험에 도움을 주는 등을 경험하였

다. 이러한 과학 체험 프로그램과 관련된 경험은 대학에서 운영하는 전공 수업에서 경험하기 어려운 측면의 것으로, 이와 같은 경험은 예비교사들의 교수 역량을 함양하는 데 도움을 줄 것으로 보인다. 특히, 실제 현장에서 과학교사들은 과학의 달 행사, 과학축전 등 다른 교과와 비교하여 다양한 과학 관련 행사와 관련된 업무를 담당하는 경우가 많은데, 이러한 업무는 대학의 전공 수업에서 경험하지 못하는 것으로 현장에서 이를 운영하는 과정에서 과학교사들이 어려움에 직면할 수 있다. 이 연구에서 진행한 과학 체험 프로그램과 같이 예비교사 때부터 이러한 경험을 한다면 학교 현장에 필요한 과학교사의 역량을 갖추는데 더욱 도움이 될 것으로 보인다. 따라서 대학에서는 단순히 일회성으로 지역사회 주민 대상 프로그램을 진행하기보다는 연간 운영 계획을 수립하여 프로그램을 운영하는 예비교사들도 함께 성장할 수 있도록 체계적 운영이 요구된다.

둘째, 코로나 19로 인하여 주춤했던 과학 체험 프로그램이 다시 활성화될 필요가 있다. 이 연구에서 과학 체험 프로그램을 운영한 예비교사들은 과학문화소양 중 대중화 매체와 관련된 인식에서 가장 큰 효과가 있었다. 과학 체험 프로그램은 프로그램을 운영한 주체뿐만 아니라 프로그램을 체험하는 대상에게도 과학의 대중화에 영향을 준다(Yu & Cho, 2008). 대학뿐만 아니라 여러 기관에서 과학과 관련된 다양한 프로그램을 운영하였으나, 코로나 19로 인하여 상당수 많은 프로그램이 운영되지 않았거나 비대면의 관람식 체험으로 대체 운영되었다. 일차적으로 다시 예전과 같이 대면식 과학 체험 프로그램을 활성화할 필요가 있다. 다만, 코로나 19로 인한 상황의 유동성이 있으므로 대면으로만 행사를 진행하기보다는 비대면 과학 체험 프로그램에서도 학생들이 이전의 대면 과학 프로그램에서 체험할 수 있는 능동성이 가능하도록 VR, AR 등을 활용한 비대면 과학 체험 프로그램 등도 고려할 필요가 있다.

끝으로, 과학 체험 프로그램과 관련하여 추가적인 연구가 수행될 필요가 있다. 프로그램 운영에 대해 주제 선정부터 부스 운영까지의 일련 과정에서 예비교사들이 실제로 겪는 성장과 어려움에 관한 질적 연구가 필요하다. 이 연구는 과학적 소양 함양에 대해 과학 체험 프로그램의 가치를 탐색하기 위해서 양적 도구를 활용하여 통계적으로 그 효과를 검증하였다. 실제 프로그램 운영 중 성장이 보이는 지점이나, 성장을 방해하는 어려움 등에 관한 질적 연구 결과는 과학적 소양 함양을 위해 과학 체험 프로그램을 운영하도록 하였을 때, 예비교사들이 성장할 수 있는 구체적인 방안을 도출할 수 있을 것으로 기대된다. 더불어, 과학 체험 프로그램의 참여 학생을 대상으로 프로그램 체험 학생들의 과학적 소양도 과학 체험을 통해 성장하였는지를 알아볼 필요가 있다.

국문요약

이 연구에서는 과학 체험 프로그램의 운영이 예비교사의 과학적 소양에 미치는 영향을 과학문화소양과 핵심역량을 중심으로 알아보았다. K대학교 255명의 예비교사가 참여하였으며, 과학문화소양은 단일집단 사전-사후검사 설계로 대응표본 t -검정을 통해 프로그램의 효과를 알아보았다. 핵심역량 성장 인식은 사후검사만 실시하였으며, ANOVA로 역량별 성장 인식의 차이를 비교하였다. 연구 결과, 과학문화소양에서 예비교사의 과학문화소양은 사전검사에 비해 사후검사

평균이 더 높았으며, 이 차이는 통계적으로 유의미하였다($p < .05$). 핵심역량의 성장 인식 분석 결과, 과학적 의사소통 능력에서 70.6%의 예비교사가 성장을 보고하였으며, LSD로 사후검증 결과 다른 핵심역량에 비해 통계적으로 유의미하게 높은 빈도를 보였다($p < .05$). 이를 통해 예비교사의 과학적 소양 함양을 위한 방안으로 과학 체험 프로그램의 교육적 가치를 확인할 수 있었다.

주제어 : 과학 체험 프로그램, 과학적 소양, 과학문화소양, 핵심역량, 예비교사

References

- Choi, J., Kim, Y. M., & Lee, Y. (2019). Effects of science high school students' competency through intensive research and education program in KAIST. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(6), 729-738.
- Chung, M. (2009). The relationship between science culture literacy and science academic achievement (Unpublished master's thesis). Korea University, Seoul.
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Lawrence Erlbaum.
- Gowen, L. F., & Marek, E. A. (1993). Science fairs: Step by step. *Science Teacher*, 60(1), 37-41.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- Hong, H. J., Bae, J., & So, K. H. (2015). The effects of the STEAM based field trip program on the elementary students' science process skills and attitude toward science. *Biology Education*, 43(4), 344-354.
- Im, S. M., & Kim Y. S. (2019). The effects of science career experience activities for educational underprivileged youth on students' preference for science and career maturity. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(3), 349-362.
- Jegede, O. J. (1997). School science and the development of scientific culture: A review of contemporary science education in Africa. *International Journal of Science Education*, 19(1), 1-20.
- Jeong, E. Y., & Lee, Y. J. (2020). The effect of science reading activities class on science core competency. *School Science Journal*, 14(4), 501-513.
- Jhun, Y., & Lim, M. (2012). The analysis of participant teams' activity types and roles of assistant students in science festival. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(2), 188-196.
- Jo, H. Y. (2021). Effect of community-linked major study program on learning ability, self-directed learning ability and problem-solving ability in S university. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(5), 463-473.
- Kang, K. H. (2019). The effects of science festival operation experience on pre-service science teachers' perception to science culture. *Journal of Education Science*, 21(1), 163-178.
- Katz, P. (2001). *Community connections for science education (Volume II)*. Virginia: NSTA press.
- Kim, C., Cha, J., Kim, I. H., Choi, J., & Hwang, B. (2011). Development and application of practice-centered science camp programs. *Journal of Science Education*, 35(1), 102-118.
- Kim, S., & Kim, H. (2022). The effects of chemistry class using computer-based science inquiry program on positive experiences about science, science core competency, and academic achievement. *Journal of the Korean Chemical Society*, 66(2), 107-123.
- Kim, S., Yu, J. U., & Paik, S. H. (2020). The effect of science class emphasizing digital literacy on the science attitude and perception of growth of key competencies in 7th grade students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40(2), 227-236.
- Kim, Y. (2002). A multifaceted study of 'Science Culture'. *The Korean Journal for the History of Science*, 24(2), 238-250.
- Lee, G. G., Kim, Y. J., Jang, W., Lee, J., & Hong, H. G. (2020). The effect of science inquiry experiment of 2015 revised national curriculum towards high school students' science and general core competencies. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 23(3), 23-50.
- Ministry of Education & Human Resources Development [MOE & HRD] (2007). 2007 revised science curriculum.
- Ministry of Education [MOE] (1997). 7th science curriculum.
- Ministry of Education [MOE] (2022). 2022 revised science curriculum.
- Murcia, K. (2009). Re-thinking the development of scientific literacy through a rope metaphor. *Research in Science Education*, 39(2), 215-229.
- Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD] (2017). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD] (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. Paris: OECD Publishing.
- Park, C. S., & Son, J. (2020). The effects of data-based scientific inquiry linked with science writing heuristic (SWH) on elementary school students' science core competencies. *Teacher Education Research*, 59(2), 245-258.
- Park, E. J., Lee, S. K., Kim, K., & Kim, C. J. (2010). Exploring the student presenters' and student visitors' perceptions of the science festival. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 31(7), 772-784.
- Park, J. (2016). Discussions about the three aspects of scientific literacy: Focus on integrative understanding, settlement in curriculum, and civic education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 413-422.
- Sawilowsky, S. S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 467-474.
- Shen, B. S. (1975). Science literacy and the public understanding of science. In S. B. Day(Ed.), *Communication of scientific information* (pp. 44-52). Karger Publishers.
- Solomon, J. (1997). School science and the future of scientific culture, In R. Levinson and J. Thomas (Eds.) *Science today: Problem or crisis?* London: Routledge.
- Song, J., Choi, J., Kim, H., Chung, M., Lim, J., & Cho, S. K. (2008). Developing the indicator system for the national status quo of science culture. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(4), 316-330.
- Song, J., Kang, S. J., Kwak, Y., Kim, D., Kim, S., Na, J., Do, J. G., Min, B. G., Park, S. C., Bae, S. M., Son, Y. A., Son, J. W., Oh, P. S., Lee, J. K., Lee, H. J., Ihm, H., Jeong, D. H., Jung, J. H., Kim J., & Jung, Y. J. (2019). Contents and features of 'Korean Science Education Standards (KSES)' for the next generation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(3), 465-478.
- Yu, E. J., & Kim, K. H. (2020). Using smart devices in a future school to explore the effects of science classes on positive science experiences and science learning identity. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 41(2), 176-193.
- Yu. Y. K., & Cho, C. M. (2008). Development of creativity experience program for an elementary school course through the advanced science & technology experience and understanding. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 1(2), 1-18.

저자정보

김현정(공주대학교 교수)
김성기(한국교육과정평가원 부연구위원)