

프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK에 미치는 효과

Effects of Programming-Based TPACK Education Program on TPACK of Pre-service Teachers

김성원[†] · 이영준^{††}

Seong-Won Kim[†] · Youngjun Lee^{††}

요 약

본 연구에서는 김성원과 이영준(2019)에서 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 검증하는 연구이다. 연구에서 처치는 설계 기반 연구를 통하여 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램(1차, 2차, 3차, 최종)과 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 사용하였다. 교육 프로그램의 효과를 분석하기 위하여 사전, 사후에 TPACK 검사 도구를 실시하였으며, 검사 결과는 ANCOVA를 통하여 분석하였다. 적용 결과, 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용한 예비 교사의 TPACK은 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램보다 유의하게 높았다. 특히 설계 기반 연구를 통하여 최종적으로 개발한 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK 발달에 가장 효과적이었다. 이러한 연구를 통하여 설계 기반 연구를 통하여 예비 교사의 TPACK 향상에 효과적인 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개발하였다는 것을 확인하였다.

주제어: 테크놀로지 교수 내용 지식, 예비 교사, 설계 기반 연구, 프로그래밍, 수업 전문성

ABSTRACT

This study aims to verify the effectiveness of the programming-based TPACK educational program developed by Kim and Lee (2019) in improving the TPACK of pre-service teachers. The treatment used ICT-based (control) and programming-based TPACK educational programs (first, second, third, and final cycle) developed through design-based research. TPACK test tools were implemented pre and post treatment, and the test results were analyzed using ANCOVA. Therefore, the TPACK of pre-service teachers who implemented the programming-based TPACK educational program was significantly higher compared to the ICT-based TPACK educational program. Furthermore, through this design-based research, the effect of the developed final educational program on the TPACK of pre-service teachers was particularly the most outstanding. Therefore, it can be concluded that the programming-based TPACK education program developed through design-based research is effective in improving the TPACK of pre-service teachers.

Keywords: TPACK, Pre-service teacher, Design-based research, Programming, Teaching expertise

1. 서론

인공지능과 로봇, 빅데이터와 같은 테크놀로지가 등장함에 따라 사회, 경제, 산업 등 다양한 분야에 테크놀로지의 활용이 증가하였다. 교육에서도 테크놀로지의 활용이 진행되었다[1]. 테크놀로지 활용 교육은 기존의 강의식 수업을 벗어나 교수-학습 방법을 개선하고, 학습자의

학습을 확장하고, 다양한 경험을 제공해주었다[2]. 또한, 학습자 중심의 수업이 진행됨에 따라 학습자의 의사소통, 인지적 능력을 확장하였다[3][4]. 따라서 수업에 테크놀로지를 활용하기 위한 연구가 활발하게 진행되었다[5].

학교 현장에 테크놀로지가 도입되었지만, 교사는 테크놀로지에 대한 지식(Technological Knowledge, TK)이 부족하여 교과 내용과 교수-학습에 맞추어 테크놀로지를

[†]정 회 원: 한국과학기술원 과학영재교육연구원 연구원

^{††}중신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)

논문접수: 2020년 04월 07일, 심사완료: 2020년 06월 17일, 게재확정: 2020년 07월 03일

* 이 논문은 2019년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2019R111A3A01060920)

활용하지 못하였다[6]. 이러한 문제가 나타난 이유는 TK가 낮은 교사는 수업에 테크놀로지를 어떻게 활용하고 응용할 수 있는지와 교육적 맥락에 따라 테크놀로지의 기능과 한계를 이해하지 못하기 때문이었다. 이에 따라 교사는 테크놀로지를 활용한 수업을 설계하는 데 어려움을 겪고, 교과 내용과 교수 학습에 맞추어 테크놀로지를 활용하지 못하여 테크놀로지 가진 교육적 효과를 얻지 못하였다[7].

수업에 테크놀로지 통합을 촉진하기 위하여 교사의 TK를 발달시키기 위한 연구가 진행되었다. 선행 연구에서는 교사의 TK가 발달하여도 교사는 교육적 맥락에 따라 테크놀로지를 활용하는 데 어려움을 겪는 것으로 나타났다[8]. 이러한 현상이 나타난 이유는 교사와 예비 교사 교육이 교수 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge, PCK)과 TK가 분절된 상태로 진행되었기 때문이었다. 따라서 교사는 교수 학습과 교과 내용, 교육 환경에 맞추어 테크놀로지를 활용하지 못하였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 TK와 교수 지식(Pedagogical Knowledge, PK), 내용 지식(Content Knowledge, CK), PCK 간의 상호작용과 통합이 요구되었다[6].

Mishra and Koehler(2006)는 교사가 TK, PK, CK의 상호작용을 통하여 통합된 지식이 형성되어야만 교과와 교수 학습에 따라 테크놀로지를 활용할 수 있다고 말하였다. 따라서 TK, PK, CK가 같은 중요도를 가지며, 상호작용할 수 있는 Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK) 프레임워크를 제안하였다[9]. 수업에서 테크놀로지의 필요성이 증가함에 따라 TPACK 연구가 활발하게 진행되었다[5][10].

TPACK에서 테크놀로지의 도구는 교육에 활용하기 위하여 개발된 것이 아니라 상업적인 목적으로 개발되었다(e.g. 스프레드시트, 웹, SNS 등). 따라서 고유 기능이 교육에 적합하지 않으며, 특정 기능을 수행하도록 개발되었기 때문에 기능적인 한계를 가지고 있다[11]. 또한, 수업에는 교과 내용과 교수 학습, 학습자 특성, 교육 환경 등 다양한 요인이 작용하므로 교사는 테크놀로지를 수업에 접목하는 것을 복잡하고 어려운 문제로 인식하였다[9]. 테크놀로지는 기능적 한계가 존재하는 상태에서 다양한 요인이 작용하는 교육 환경에 적용하는 것은 교사에게 많은 인지적 부담을 유발하였다. 따라서 테크놀로지의 기능적 한계점은 교사가 테크놀로지를 수업에 적용하는데 어려움으로 작용하였다.

최정원과 이은경, 이영준(2015)은 TPACK에서 테크놀로지 도구로 프로그래밍의 필요성에 대하여 말하였다. 프로그래밍이 교육에 활용되면 교사의 의도에 따라 필요

한 프로그램을 개발할 수 있으므로 기능적인 한계점이 존재하지 않는다[12]. 따라서 TPACK 교육에서 기존 테크놀로지가 가진 문제점을 해결할 수 있다.

김성원과 이영준(2017)은 예비 교사를 위한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 모델과 교육 프로그램을 개발하였다. 하지만 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 TPACK 발달에 한계가 존재하였다. 선행 연구에서 예비 교사는 프로그래밍을 낮은 테크놀로지로서 인식하였으며, 이는 프로그래밍과 교과 간의 통합을 방해하는 장애물로 작용하였다[13].

김성원과 이영준(2019)은 테크놀로지를 수업에 적용하기 적합한 연구 방법인 설계 기반 연구(Design-Based Research, DBR)를 활용하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개선하였다. 선행 연구에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하고, 교육 프로그램에 대한 예비 교사의 인식과 어려움을 조사하여 교육 프로그램을 개선하였다. 선행 연구에서는 개발한 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK에 미치는 영향을 조사하지 않았다[14].

따라서 본 연구에서는 DBR를 통하여 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 검증하는 연구를 진행하였다. 연구에서는 DBR를 통하여 개발한 1차, 2차, 3차, 최종 교육 프로그램과 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하고, 예비 교사의 TPACK 변화를 분석하였다.

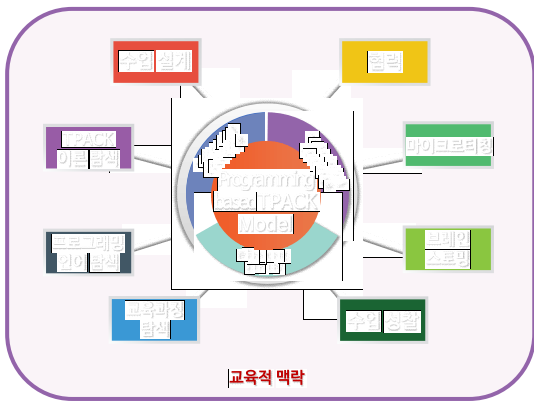
2. 이론적 배경

2.1 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램

김성원과 이영준(2017)은 예비 교사의 TPACK 교육에서 프로그래밍 언어를 테크놀로지 도구로 활용하기 위한 연구를 진행하였다. 연구에서는 예비 교사를 대상으로 TPACK 교육의 선행 연구를 분석하여 예비 교사의 TPACK을 향상시킬 수 있는 교육 방안을 도출하였다. TPACK 선행 연구에서는 ‘브레인스토밍, 수업 설계, TPACK 이론 탐색, 테크놀로지 탐색, 교육과정 분석, 마이크로티칭, 수업 성찰, 협력’이 예비 교사의 TPACK 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다. 김성원과 이영준(2017)은 선행 연구 분석 결과에서 테크놀로지 탐색을 프로그래밍 개발 환경 탐색으로 보완하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 모델과 프로그램을 개발하였다(그림 1) 참고.

개발한 교육 모델을 바탕으로 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개발하였다. TPACK 교육 프로

그램은 ‘분석-탐색-설계-적용-평가’로 구성하였다. 분석은 예비 교사가 가진 교육 경험과 신념, 태도를 기반으로 교과 문제 분석하는 단계이다. 탐색 단계에서는 교과의 문제를 해결하는 데 필요한 프로그래밍 언어와 TPACK 이론, 교육과정, TPACK 수업 사례를 탐색한다. 설계 단계에서는 탐색 단계에서 학습한 지식을 활용하여 분석 단계에서 예비 교사가 느낀 교과의 문제점을 해결한 수업을 설계한다. 적용 단계에서는 설계 단계의 산출물을 직접 적용하는 단계로서 마이크로티칭을 진행하도록 구성하였다. 마지막으로 평가 단계에서는 마이크로티칭 결과를 바탕으로 본인이 설계한 수업에 대하여 성찰하고, 성찰 결과를 바탕으로 수업을 개선하는 활동을 진행하도록 조직하였다[13].



[그림 1] 프로그래밍 기반 TPACK 교육 모델[13]

2.2 설계 기반 연구

교육 연구는 실험실과 같이 모든 요인이 통제된 상태에서 연구를 진행할 수 없다. 생물 실험은 규격화된 실험 조건에서 처치에 따라 연구 대상들이 어떻게 변화하는지 측정할 수 있다. 따라서 처치에 따른 효과를 명확하게 확인할 수 있다[15]. 하지만 수업은 학생이 가진 변인(경제적, 성격, 학업성취도, 자아효능감 등)과 교사가 가진 변인(교육 경험, 교육적 신념, 태도, 교과 지식 등)이 작용하며, 학교 환경, 교육과정 등 다양한 요인들이 작용한다. 따라서 모든 요인을 통제된 실험을 진행하는 것이 어려우며, 학교 현장에서 얻은 연구 결과를 일반화하는 데 한계가 존재한다. 따라서 교육 이론과 실제 학교 현장에서 나타나는 현 상간의 괴리가 발생한다[16].

이처럼 이론과 현장의 괴리를 극복하기 위하여 설계 기반 연구(DBR)에 대한 관심이 증가하였다. DBR은 실용적인 교육 이론을 개발하고, 현장의 문제를 해결하기

위하여 교육의 문제를 분석하고, 문제를 해결하려는 방안을 개발하고, 개발한 문제 해결 방안을 현장에 적용하고, 적용 결과를 고찰하는 과정을 반복적으로 진행하는 연구 방법이다. 따라서 현장에서 발생하는 다양한 요인을 반영하여 실제적인 해결 방안을 개발할 수 있는 연구 방법이다. 또한, 반복적으로 연구를 진행하므로 일반화된 교육 이론과 모델, 프로그램을 도출할 수 있다[15][16]. 이러한 특징으로 인하여 DBR은 새로운 테크놀로지를 학교 현장에 도입하기 위한 연구 방법으로 활용되었다.

한국의 DBR 연구를 살펴보면, 국외의 연구와 마찬가지로 새로운 테크놀로지를 도입하는 연구에 많이 활용되었다. 김성원과 이영준(2019)도 TPACK 교육에 프로그래밍이라는 새로운 테크놀로지를 적용하기 위하여 DBR을 연구 방법으로 활용하였다[17]. 김성원과 이영준(2019)의 연구에서는 ‘분석-개발-적용-평가’를 네 번 반복하여 DBR을 진행하였다. ‘분석’에서는 TPACK과 프로그래밍 교육의 선행 연구를 분석하고, 프로그램 적용 결과를 환류하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 문제점과 개선 방향을 도출하였다. ‘개발’ 단계에서는 분석 단계에서 도출한 개선점을 반영하여 개선된 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개발하였다. ‘적용’ 단계에서는 개선된 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하였다. ‘평가’ 단계에서는 개선된 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에 대한 예비 교사의 의견(어려움, 좋은 점, 프로그램 개선 사항)을 조사하였다[14].

김성원과 이영준(2017)에서 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 DBR의 1차 연구를 통해 개발한 교육 프로그램이었다. 1차 연구에서 예비 교사는 TPACK 교육 프로그램을 통해 프로그래밍 학습과 프로그래밍과 교과의 통합에 어려움을 겪었다[13].

2차 교육 프로그램에서는 프로그래밍 학습과 프로그래밍 기반 교육과정, 수업 사례 분석을 개선하였다. 프로그램 개선을 통하여 예비 교사는 프로그래밍을 수업에 활용하는 과정에서 겪는 어려움은 감소하였지만, 프로그래밍을 교육적 맥락에 활용하지 못하고 지식을 전달하는 도구로 활용하였다.

3차 교육 프로그램에서는 예비 교사가 프로그래밍을 교과와 교수 학습에 맞게 활용할 수 있는 역량을 길러주기 위하여 수업 설계와 수업 성찰을 개선하였다. 3차 교육 프로그램을 적용한 결과, 예비 교사는 프로그래밍 학습에 어려움을 겪는 경우가 존재하였다. 따라서 최종 교육 프로그램에서는 예비 교사가 교과와 교육과정에 맞는

프로그램을 쉽게 개발할 수 있도록 프로그래밍 개발 환경 탐색과 수업 설계에 스크래치의 리믹스 기능을 추가하였다[14]. DBR를 통하여 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 <표 1>과 같다.

표 1. 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램[13]

단계	내용	프로그래밍 기반 TPACK 교육 모델 요소*
분석	교과 문제 분석	1, 3
탐색	프로그래밍 개발 환경 탐색	5, 9
	TPACK 이론 탐색	4, 9
	프로그래밍 기반 수업 사례 탐색	9
	교육과정 탐색	3, 5
설계	프로그래밍 기반 TPACK 수업 설계	1, 2, 3, 4, 5, 8
적용	마이크로티칭	7
평가	수업 성찰	3, 4, 5, 6, 8, 9
	수업 개선	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8

* 1. 브레인스토밍; 2. 프로그래밍을 활용한 수업 설계; 3. 교육과정 탐색; 4. TPACK 이론 탐색; 5. 프로그래밍 개발 환경 탐색; 6. 수업 성찰; 7. 마이크로티칭; 8. 협력; 9. 수업 사례 탐색

김성원과 이영준(2019)의 연구에서는 1차, 2차, 3차 교육 프로그램에 대한 예비 교사의 의견을 조사하였다[14]. 반면에 최종 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 효과를 분석하는 연구가 진행되지 않았다. 또한, DBR를 통하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개선하였지만, 개선을 통하여 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK에 미치는 영향을 분석하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 1차, 2차, 3차, 최종 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK에 미치는 효과를 분석하였다. 교육 프로그램의 효과를 분석하기 위하여 대조군으로 ICT 도구를 활용한 TPACK 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하였다.

3. 연구 방법

3.1 연구 절차

본 연구에서는 설계 기반 연구를 통하여 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK에 미치는 효과를 분석하였다. 이러한 연구를 위하여 DBR를 통하여 개발한 1차, 2차, 3차, 최종 교육 프로그램과 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하였다. 교육 프로그램의 효과를 분석하기 위

하여 처치 전, 후에 TPACK 검사 도구를 실시하였다. 검사 결과를 비교하여 설계 기반 연구를 통하여 개선한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK에 미치는 영향을 검증하였다.

3.2 연구 대상

연구 대상은 한국의 K 대학에 다니고 있는 예비 교사이다. 연구자는 교육 프로그램을 활용한 강의를 개설하였으며, 집단별로 다른 교육 프로그램을 적용하였다. 연구 대상에게 연구에 대한 설명을 진행하였고, 연구 참여에 동의한 예비 교사에게만 검사를 실시하였다. 연구에 참여한 예비 교사는 104명이며, 집단별로 성별과 학년은 <표 2>와 같다.

표 2. 연구 대상의 특성

단위: 명(%)

성별					
집단	남성	여성	합계		
E1	9(47.4)	10(52.6)	19(100.0)		
E2	9(45.0)	11(55.0)	20(100.0)		
E3	6(24.0)	19(76.0)	25(100.0)		
E4	9(45.0)	11(55.0)	20(100.0)		
C	9(45.0)	11(55.0)	20(100.0)		
Total	42(40.4)	62(59.6)	104(100.0)		
학년					
집단	1학년	2학년	3학년	4학년	합계
E1	3(15.8)	8(42.1)	7(36.8)	1(5.3)	19(100.0)
E2	2(10.0)	7(35.0)	8(40.0)	3(15.0)	20(100.0)
E3	6(24.0)	10(40.0)	8(32.0)	1(4.0)	25(100.0)
E4	0(0.0)	6(30.0)	10(50.0)	4(20.0)	20(100.0)
C	3(15.0)	5(25.0)	7(35.0)	5(25.0)	20(100.0)
Total	14(13.5)	36(34.6)	40(38.5)	14(13.5)	104(100.0)

Note. E1: 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램 1차
 E2: 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램 2차
 E3: 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램 3차
 E4: 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램 최종
 C: ICT 기반 TPACK 교육 프로그램

3.3 검사 도구

처치에 따른 예비 교사의 변화를 측정하기 위하여 TPACK 검사 도구를 활용하였다. 예비 교사의 TPACK을 측정하기 위한 검사 도구는 박기철과 강성주(2014)의 연구에서 개발한 TPACK 검사 도구를 사용하였다. 검사 도구는 36개의 문항이며, 5점 리커트 척도로 응답하게 개

발되었다[18]. 검사 도구는 Mishra and Koehler(2006)에서 초안을 개발하였고[9], Chai, Koh and Tsai(2013)가 검사 도구 초안의 타당도와 신뢰도를 검증하였으며, 박기철과 강성주(2014)에서 문화적 배경을 반영하여 타당도를 검증하였다[19]. 검사 도구의 Cronbach α 는 .807~.959이다 [18]. 본 연구에 활용한 검사 도구의 요인과 Cronbach α , 문항 수는 <표 3>과 같다.

표 3. TPACK 검사 도구의 구성

영역(내용)	Cronbach α	문항 수(개)
내용 지식(CK)	.807	4
교수 지식(PK)	.895	7
테크놀로지 지식(TK)	.907	4
교수 내용 지식(PCK)	.880	6
테크놀로지 내용 지식 (Technological Content Knowledge, TCK)	.843	3
테크놀로지 교수 지식(Technological Pedagogical Knowledge, TPK)	.919	6
테크놀로지 교수 내용 지식(TPACK ^S)*	.959	3
계		36

3.4 처치

본 연구에서는 집단별로 다른 교육 프로그램을 처치하였다. E1, E2, E3, E4는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하였으며, C는 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 실시하였다. 처치는 15주 동안 진행되었으며, 주마다 세 시간의 강의를 실시하였다. 본 연구에서 처치는 K 대학교의 교양 강의의 일부로 진행되었다.

E1은 김성원과 이영준(2017)에서 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하였다. 김성원과 이영준(2017)의 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 본인 교과의 문제를 분석하고, 문제 해결을 위한 내용을 탐색하고, 프로그래밍을 활용하여 수업을 설계하고, 설계한 수업을 적용하여, 수업을 성찰 및 개선하도록 구성하였다. E2와 E3, E4는 설계 기반 연구를 활용하여 김성원과 이영준(2017)의 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램(E1에서 처치)에서 예비 교사가 겪는 문제점을 분석하고, 선행 연구 분석을 통하여 개선한 교육 프로그램을 사용하였다[13].

E2는 예비 교사가 프로그래밍 학습과 교과에 프로그

래밍 통합에 어려움을 겪는 것을 해결하기 위하여 교과 기반 프로그램 탐색을 추가하고, 프로그래밍 차시를 늘렸다(3차시->4차시). 또한, 프로그래밍 기반 교육과정 탐색과 수업 사례 탐색을 개선하였다.

E3는 예비 교사가 교육적 맥락에 따라 프로그래밍을 활용하는 데 어려움을 겪는 것을 해결하기 위하여 수업 설계 및 성찰을 개선하였다. E1과 E2는 분석과 탐색 단계 이후에 수업을 설계하였지만, E3는 분석, 탐색 단계에 수업 설계를 추가하였다. E1과 E2의 수업 성찰은 수업 적용 결과를 바탕으로 진행하였지만, E3의 수업 성찰은 분석, 탐색, 설계 단계에서 설계 및 적용한 수업을 비교하도록 구성하였다. 이를 통하여 예비 교사는 기존의 내용 지식과 교육 신념, 태도 등을 바탕으로 설계한 수업과 프로그래밍을 경험한 후 설계한 수업, TPACK 이론과 수업 사례, 교육과정 등을 탐색한 뒤 설계한 수업을 비교하면서 프로그래밍의 효용과 한계를 이해하고, 본인 교과의 특성에 맞게 프로그래밍을 활용하는 방안을 도출할 수 있다.

E4는 프로그래밍 학습과 수업 설계 과정에서 프로그래밍 활용의 어려움을 해결하기 위하여 스크래치의 고유 기능인 리믹스를 프로그래밍 개발 환경 탐색과 프로그래밍 기반 수업 설계에 추가하였다(<표 1> 참고).

C는 E4와 테크놀로지를 제외한 교육 내용은 동일하게 진행하였다. C는 학교 현장에서 가장 많이 활용하는 테크놀로지 도구인 한글, 스프레드시트, 파워포인트**를 활용하였다[13][14]. 연구 대상에게 적용한 처치는 <표 4>와 같다. 본 연구에서 연구 대상별로 처치는 <표 5>와 같이 이루어졌다.

3.5 분석

DBR를 통해 개발한 프로그래밍 교육 프로그램의 효과를 분석하기 위하여 공분산 분석(ANalysis of COVariance, ANCOVA)을 실시하였다. ANCOVA에서는 사전 검사 결과를 공변량(covariate)으로 설정하고, 집단별로 사후 검사 값을 비교하였다. ANCOVA 분석이 유의한 경우에만 사후 검정을 실시하였으며, 사후 검정은 Bonferroni를 사용하였다. 사후 검사의 정규성(normality)과 등분산성(equal variance)은 Kolmogorov-Smirnov 검정과 Levene 검정을 통해 검증하였다. 본 연구에서 통계 분석을 위한 프로그램은 IBM SPSS statistics 21.0을 사용하였다.

* TPACK 용어가 혼용됨에 따라 TPACK 검사 도구 내 TPACK은 'TPACK^S', 그 외의 경우는 'TPACK'으로 사용하였음.

** 본 연구에서는 한글, 스프레드시트, 파워포인트를 ICT 도구로 정의하고, C에 처치한 교육 프로그램을 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램이라고 정의하였음.

표 4. 실험 집단의 처치

주	E1	E2	E3	E4	C
1	교과 문제 분석	교과 문제 분석	교과 문제 분석 및 수업 설계	교과 문제 분석 및 수업 설계	교과 문제 분석 및 수업 설계
2	프로그래밍 개발 환경 탐색	프로그래밍 개발 환경 탐색	프로그래밍 개발 환경 탐색	프로그래밍 개발 환경 탐색	ICT 개발 환경 탐색
3	프로그래밍 문제 해결	프로그래밍 문제 해결	프로그래밍 문제 해결	프로그래밍 문제 해결	ICT 기반 문제 해결
4	프로그래밍 응용	교과 기반 프로그램 탐색	교과 기반 프로그램 탐색	교과 기반 프로그램 탐색	교과 기반 ICT 도구 탐색
5	TPACK 이론 탐색	교과 기반 프로그램 제작	교과 기반 프로그램 제작 및 수업 설계	리믹스를 활용한 교과 기반 프로그램 제작 및 수업 설계	교과 기반 교육 자료 제작
6	TPACK 수업 사례 탐색	TPACK 이론 탐색	TPACK 이론 탐색	TPACK 이론 탐색	TPACK 이론 탐색
7	교육과정 탐색	TPACK 수업 사례 탐색	TPACK 수업 사례 탐색	TPACK 수업 사례 탐색	TPACK 수업 사례 탐색
8	교과 문제 재정의	교육과정 탐색	교육과정 탐색	교육과정 탐색	교육과정 탐색
9	프로그래밍 기반 수업 설계(1)	프로그래밍 기반 교육과정 탐색	프로그래밍 기반 교육과정 탐색	프로그래밍 기반 교육과정 탐색	ICT 기반 교육과정 탐색
10	프로그래밍 기반 수업 설계(2)	프로그래밍 기반 TPACK 수업 사례 분석	프로그래밍 기반 TPACK 수업 사례 분석 및 수업 설계	프로그래밍 기반 TPACK 수업 사례 탐색 및 수업 설계	ICT 기반 TPACK 수업 사례 탐색 및 수업 설계
11	프로그램 개발	프로그래밍 기반 수업 설계	프로그래밍 기반 수업 설계	프로그래밍 기반 수업 설계	ICT 기반 수업 설계
12	마이크로티칭(1)	프로그램 개발	프로그램 개발	프로그램 개발	프로그램 개발
13	마이크로티칭(2)	마이크로티칭	마이크로티칭	마이크로티칭	마이크로티칭
14	수업 성찰	수업 성찰	수업 성찰	수업 성찰	수업 성찰
15	수업 개선	수업 개선	수업 개선	수업 개선	수업 개선

Note. E1, E2, E3, E4는 DBR를 통해 개발되었으며, 진하게 표시된 부분은 DBR를 통하여 개선된 부분임.
C는 E4와 테크놀로지 도구만 다르며, E4와 C에서 차이가 있는 부분은 C에 진하게 표시함.

표 5. 연구 대상별 기간과 처치

기간	처치
2016.08.29.~2016.12.09.(15주)	E1
2017.03.02.~2017.06.14.(15주)	E2
2018.03.01.~2018.06.14.(15주)	E3
2019.03.04.~2019.06.14.(15주)	E4
	C

4. 연구 결과

사후 검사를 ANCOVA로 분석하기 위하여 정규성과 등분산성을 검증하였다. 정규성은 Kolmogorov-Smirnov 검정을 통하여 얻은 값이 모두 .05보다 크므로 정규성 가정이 만족한다고 판단하였다. 등분산성은 Levene 검정을 통해 분석한 결과값이 모두 .05보다 큰 것으로 나타났다. 따라서 연구에 활용할 데이터가 모두 정규성과 등분산성을 만족하였다[20].

사후 검사에서 예비 교사의 CK는 유의한 차이가 나타

났다, $F(4,98) = 2.77, p = .03$. 사후 검정 결과를 살펴보면, E4($M = 3.85, SD = .15$)는 C($M = 3.19, SD = .15$)보다 높으며, 두 집단의 차이는 유의하였다.

TK도 집단 간의 유의한 차이가 나타났다, $F(4,98) = 2.56, p = .03$. 하지만 사후 검정에서 집단 간의 유의한 차이는 나타나지 않았다.

PK에서도 교육 프로그램에 따른 효과는 유의한 차이를 보였다, $F(4,98) = 3.90, p = .01$. 사후 검정에서는 E4($M = 4.01, SD = .12$)와 E3($M = 3.92, SD = .11$)가 C($M = 3.44, SD = .12$)보다 보정 평균(adjusted mean)이 높았으며, 집단 간의 차이가 유의한 것으로 나타났다.

PCK도 사후 검사에서 보정 평균의 값은 통계적으로 유의한 차이가 나타났다, $F(4,98) = 4.43, p = .01$. 사후 검정을 살펴보면, E1($M = 3.65, SD = .13$), E3($M = 3.67, SD = .11$), E4($M = 3.83, SD = .12$)는 C($M = 3.14, SD = .12$)보다 PCK가 높으며, 집단 간의 차이도 통계적으로 유의하였다.

TPK에서도 처치에 따라 예비 교사의 조정 평균은 통계적으로 유의한 차이가 존재하였다, $F(4,98) = 3.25, p < .01$. 사후 검정 결과를 살펴보면, E4($M = 3.88, SD = .15$)와

E3($M= 3.90, SD= .13$)는 C($M= 3.27, SD= .15$)보다 TPK가 유의한 차이를 보였다, $p= .02$. 반면에 E2, E1는 C와 유의한 차이가 나타나지 않았다.

TCK도 조정 평균값 사이에서 유의한 차이가 나타났다, $F(4,98)= 4.83, p< .01$. 사후 검정에서는 E2($M= 3.78, SD= .15$), E3($M= 3.69, SD= .14$), E4($M= 3.77, SD= .15$)가 C($M= 3.00, SD= .15$)보다 높은 것으로 나타났다.

TPACK^S에서도 사후 검사에서 예비 교사의 조정 평균은 통계적으로 유의한 차이가 나타났다, $F(4,98)= 298, p= .02$. 사후 검정에서는 E4($M= 3.27, SD= .15$)만 C($M=$

3.27, $SD= .15$)보다 유의하게 높았다.

마지막으로 전체 검사 결과값을 보면, 사후 검사에서 예비 교사의 TPACK은 통계적으로 유의한 차이가 확인되었다, $F(4,98)= 4.83, p< .01$. 사후 검정에서는 E1($M= 3.67, SD= .11$)과 E3($M= 3.77, SD= .10$), E4($M= 3.85, SD= .10$)가 C($M= 3.23, SD= .10$)보다 유의하게 높았다. 예비 교사의 ANCOVA 분석 결과는 <표 6>과 같다.

연구 결과를 종합하면 예비 교사의 교육에서 프로그래밍 언어를 활용하면 ICT 도구를 활용하였을 때보다 예비 교사의 TPACK이 유의한 향상이 이루어진다는 것을 확

표 6. ANCOVA 분석 결과

요인	집단	사전 검사		사후 검사		ANCOVA				Post-HOC
		M	SD	M	SD	M(adjusted)	SE	F	eta ²	
CK	E1	3.09	.86	3.54	.80	3.56	.15	2.77*	.10	E4 > C
	E2	3.05	.71	3.68	.55	3.71	.15			
	E3	3.25	.91	3.70	.81	3.67	.13			
	E4	3.24	.52	3.88	.73	3.85	.15			
	C	3.14	.55	3.19	.57	3.19	.15			
TK	E1	2.91	1.07	3.54	.67	3.49	.17	2.56**	.10	
	E2	3.21	.84	3.60	.88	3.63	.16			
	E3	3.36	.82	3.65	.73	3.57	.15			
	E4	2.78	.72	3.49	.79	3.55	.16			
	C	2.78	.57	2.93	.66	2.99	.16			
PK	E1	3.65	.39	3.87	.43	3.88	.12	3.90**	.14	E3, E4 > C
	E2	3.36	.56	3.63	.48	3.63	.12			
	E3	3.75	.69	3.91	.52	3.92	.11			
	E4	3.29	.49	4.01	.61	4.01	.12			
	C	3.39	.59	3.44	.58	3.44	.12			
PCK	E1	3.04	.84	3.66	.76	3.65	.13	4.43**	.15	E1, E2, E4 > C
	E2	2.93	.68	3.49	.38	3.50	.12			
	E3	3.13	.82	3.69	.59	3.67	.11			
	E4	2.99	.47	3.83	.55	3.83	.12			
	C	2.93	.60	3.13	.46	3.14	.12			
TPK	E1	3.19	.92	3.63	.62	3.62	.15	3.25*	.18	E3, E4 > C
	E2	2.73	.93	3.72	.59	3.73	.15			
	E3	3.37	1.05	3.94	.54	3.90	.13			
	E4	2.95	.93	3.85	.76	3.88	.15			
	C	2.55	.91	3.24	.73	3.27	.15			
TCK	E1	3.39	.64	3.58	.67	3.52	.15	4.83***	.17	E2, E3, E4 > C
	E2	3.08	.83	3.72	.59	3.78	.15			
	E3	3.63	.79	3.80	.60	3.69	.14			
	E4	3.03	.62	3.77	.78	3.77	.15			
	C	3.03	.83	2.88	.88	3.00	.15			
TPACK	E1	3.34	.80	3.77	.56	3.76	.13	2.98*	.11	E4 > C
	E2	3.07	.95	3.51	.62	3.53	.13			
	E3	3.59	.85	3.83	.44	3.80	.12			
	E4	2.93	.70	3.84	.59	3.87	.13			
	C	3.17	.81	3.34	.66	3.35	.13			
Total	E1	3.31	.59	3.68	.48	3.67	.11	5.40***	.18	E1, E3, E4 > C
	E2	3.06	.64	3.61	.39	3.63	.10			
	E3	3.47	.72	3.80	.44	3.77	.10			
	E4	3.05	.43	3.83	.55	3.85	.10			
	C	3.05	.54	3.21	.49	3.23	.10			

* $p< .05$

** $p< .01$

*** $p< .001$

인하였다.

교육 프로그램별로 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램과 비교한 결과를 살펴보면, E1은 예비 교사의 PCK이 향상되었으며, E2는 TCK 발달에 효과적이었다. E3는 PK와 PCK, TPK, TCK 향상에 효과적이었으며, E4는 PK, CK, PCK, TPK, TCK, TPACK^S 발달에 유의한 영향을 주었다. 이를 통하여 예비 교사의 TPACK 교육에서 같은 프로그래밍 언어를 활용하여도 교육 방안에 따라 예비 교사의 TPACK 발달에 미치는 영향이 다르다는 것을 확인할 수 있었다.

E2는 E1에서 프로그래밍 학습과 프로그래밍 기반 수업 사례와 교육과정 분석을 보완하였다. 그 결과, 예비 교사의 TCK에만 유의한 변화가 나타났다. 선행 연구를 살펴보면, E2에서는 E1과 달리 예비 교사가 프로그래밍 학습이나 수업에서 프로그래밍 활용에 느끼는 어려움을 감소하였다[14][21]. E2에서 예비 교사가 설계한 수업을 살펴보면, 수업에 프로그래밍을 활용하고 있지만, 기존의 테크놀로지 활용 수업과 같이 프로그래밍을 교과서나 칠판과 같이 지식을 전달하는 용도로 사용하였다. 또한, 교육 내용이나 교수·학습에 맞게 프로그래밍을 활용하지 못하고 있었다[14][22]. 따라서 E2에서 예비 교사는 수업에서 프로그래밍 활용에 대한 어려움은 극복하였지만, 교육적 맥락에 따라 프로그래밍을 활용하지는 못하였다. 그러므로 TK는 향상되었지만, TK와 PK의 통합과 CK가 통합된 지식이 형성되지 못하였다[23]. 따라서 프로그래밍 기반 수업 예시와 교육과정 분석, 프로그래밍 학습 보완은 예비 교사가 본인 교과에 프로그래밍의 통합을 촉진하지만(TCK), 교수·학습 상황에서 프로그래밍 활용 방안에 대한 지식을 발달하는 데 한계가 존재한다는 것을 확인할 수 있었다.

E3는 E2보다 예비 교사의 PK, PCK, TPK 향상에 효과적이었다. 교사와 달리 예비 교사는 수업 설계 경험이 부족하므로 본인의 교육 경험과 교육을 통하여 형성된 교육적 신념과 태도에 따라 테크놀로지를 활용한다[23]. 따라서 수업에서 테크놀로지 활용이 기존의 수업과 유사한 형태로 활용하였다[24].

예비 교사가 교육적 맥락에 따라 테크놀로지를 활용할 수 있는 역량을 발달시키고, 예비 교사의 TPACK 발달을 촉진하기 위해서는 예비 교사가 수업을 설계하는 활동과 비판적 성찰을 경험하는 것이 필요하다. 수업 설계와 수업 성찰은 예비 교사가 본인이 설계한 수업에서 테크놀로지 활용에 대하여 고찰하고, 교과 내용이나 교수·학습 상황에 맞게 테크놀로지의 활용 방법에 대하여 이해할 수 있다[24][25][26]. 따라서 E3는 E2에서 수업 설계와 수

업 성찰을 보완하였다[27][28]. 연구 결과를 통하여 수업 설계와 수업 성찰이 예비 교사의 PK, PCK, TPK까지 발달에 효과적인 것을 확인할 수 있었다[6][24].

E3와 비교하였을 때, E4는 예비 교사의 CK, TPACK^S 발달에 유의한 영향을 주었다. E4에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에서 예비 교사가 프로그래밍 학습과 제작에서 겪는 인지적 부담을 감소시키기 위하여 프로그램을 개선하였다. 이를 통하여 예비 교사의 CK, PK의 발달과 지식 간의 상호작용을 통하여 TPK, TCK, PCK, TPACK^S가 발달한 것을 확인할 수 있었다. 선행 연구에서는 예비 교사가 테크놀로지를 활용하지 못하는 것이 테크놀로지 학습에 대한 부담감과 테크놀로지의 지식 부족 때문이었다[14]. E4에서는 이러한 어려움을 개선하였을 때, 예비 교사의 TPACK^S가 발달할 수 있다는 것을 확인하였다[23][24][29]. 예비 교사는 E4를 통하여 프로그래밍에 대한 유용성과 한계를 이해하고, 교과 수업에서 교수·학습에 맞추어 프로그래밍을 활용할 수 있는 역량이 발달하였다[6][11][30][31].

예비 교사의 TK에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. C와 비교하였을 때, E1, E2, E3, E4, TK의 보정 평균은 높았지만, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 본 연구에서 활용한 처치가 TK의 발달에는 영향을 주지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 테크놀로지의 종류나 수업 사례 분석, 교육과정 분석, 수업 설계, 수업 성찰은 예비 교사의 TK에는 영향을 주지 않지만, TK와 CK, PK간의 통합을 촉진하여 TPACK 발달에 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다[14][32].

TK는 테크놀로지의 기능과 응용, 한계를 이해하는 지식이다. 예비 교사가 TK가 높을수록 테크놀로지가 어떠한 기능을 수행할 수 있는지 이해하고, 다양한 상황에서 테크놀로지의 응용 방안을 도출하고, 테크놀로지의 기능적 한계를 파악하여 상황에 따라 테크놀로지의 활용 방안이나 여부를 결정할 수 있다. 본 연구에서는 TPACK 교육 프로그램을 개선함에 따라 TK는 변화하지 못하였지만, TCK와 TPK, TPACK은 발달하였다. 따라서 예비 교사는 테크놀로지가 교과나 교수·학습에 어떠한 기능을 응용하고 활용할 수 있는지와 교육적 맥락에 따라 테크놀로지의 한계를 이해하는 지식은 발달하였다[9]. 그러므로 E1, E2, E3, E4는 예비 교사가 프로그래밍의 기능과 응용, 한계를 이해하는데 미치는 영향은 차이가 없지만, DBR을 통하여 교과와 교수·학습, 교육적 맥락에서 테크놀로지를 활용하는 데 필요한 지식은 발달하였다는 것을 확인할 수 있었다[9][23][24].

이러한 연구 결과는 기존에 TPACK 프레임워크가 등장한 것처럼 교사가 수업에 테크놀로지를 활용할 수 있는 역량을 향상하기 위해서는 테크놀로지에 대한 교육으로는 한계가 존재하며, 수업 사례나 수업 설계, 수업 성찰, 테크놀로지 기반 활동이 필요하다는 것을 증명하였다.

E4와 C는 테크놀로지 도구를 제외하고 동일한 TPACK 교육 프로그램을 적용하였을 때, TK를 제외한 TPACK의 모든 요인에서 E4가 유의하게 높았다. 따라서 E4는 C와 비교하였을 때, 예비 교사가 교과 내용과 교수 학습에 맞게 테크놀로지를 활용할 수 있는 역량을 발달시키는 것을 확인할 수 있었다. 기존의 테크놀로지 도구는 기능적 한계를 가지므로 예비 교사가 테크놀로지 학습하고 수업에 활용에 어려움을 느꼈다. 하지만 프로그래밍 언어는 기존의 테크놀로지와 다르게 기능적 한계가 없으며, 예비 교사의 의도에 따라 원하는 프로그램 개발할 수 있다[11][12]. 그러므로 기존의 테크놀로지가 가진 한계점이 존재하지 않는다. 따라서 예비 교사의 TPACK 교육에 프로그래밍 언어를 활용하면 예비 교사가 교과와 교수 학습에 따라 테크놀로지를 활용할 수 있는 역량을 함양할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다[11][12][23][24].

5. 결론

본 연구에서는 DBR를 통하여 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK에 미치는 효과를 살펴보았다. 이러한 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, DBR를 통하여 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 TPACK 발달에 효과적이다. ICT 기반 TPACK 교육 프로그램(C)보다 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램(E4)이 예비 교사의 TPACK 발달에 효과적이었다. 하지만 DBR를 통해 개발한 E1, E2, E3와 E4는 TPACK은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그렇지만 E4는 E1, E2, E3보다 TPACK의 세부 요인 발달에 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 DBR를 통한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램 개선이 예비 교사의 TPACK 발달을 촉진하였다.

둘째, 예비 교사의 TPACK 교육에서 테크놀로지 도구의 종류는 TK에 영향을 주지 않았다. E1, E2, E3, E4와 C의 TK를 비교하였을 때, 예비 교사의 TK에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 예비 교사의 TK는 테크놀로지의 영향을 받지 않는 것을 확인할 수 있었다. 테크놀로지의 종류에 따라 예비 교사가 테크놀로지의 기능과 응용, 한계를 이해하는 정도의 차이는 존재하지 않았다.

반면에 TK와 CK, PK의 상호작용을 통해 형성되는 지식은 프로그래밍을 TPACK의 테크놀로지 도구로 활용하였을 때 효과적이었다. 프로그래밍 언어는 기능적인 한계점이 존재하지 않으므로 예비 교사가 수업을 설계할 때 교과와 교수 학습에 맞게 활용하기 적합한 테크놀로지이었다. 이러한 특징은 예비 교사의 TCK, TPK, TPACK^S의 발달로 나타났다.

본 연구에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 통제 집단에게 한글, 스프레드시트, 파워포인트와 같은 ICT 도구를 활용한 TPACK 교육 프로그램을 적용하였다. 이에 따라 예비 교사의 TPACK 교육에서 테크놀로지 도구에 따른 예비 교사의 TPACK 변화를 확인할 수 있었다. 또한, E1, E2, E4의 비교를 통하여 예비 교사의 TPACK 교육에서 프로그래밍 교육을 개선하였을 때, 예비 교사의 TPACK 변화를 확인하였다. 하지만 TPACK 교육이 아니라 프로그래밍 교육만을 진행하였을 때, 예비 교사의 TPACK 변화를 확인하지 못하였다. 따라서 프로그래밍 언어의 효과를 해석하는 데 한계가 존재한다. 후속 연구에서는 프로그래밍 교육을 받는 집단, ICT 활용 교육을 받는 집단, ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 받는 집단, 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 받는 집단으로 나누고, 처치에 따른 예비 교사의 TPACK 변화를 통하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 효과를 검증하고 일반화하여야 한다.

본 연구에서 연구 대상은 예비 교사이다. 따라서 본 연구의 결과는 예비 교사 교육과정의 개선에 활용할 수 있다. 하지만 교사는 예비 교사와 다르게 수업 설계 및 적용 경험이 많으며, 교육적 신념이나 태도가 다르다. 따라서 본 연구에서 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하는 데 한계가 존재한다. 따라서 후속 연구에서는 교사의 특성에 맞게 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개선하고, 교사를 대상으로 DBR를 진행하여야 한다. 이를 통하여 교사의 TPACK 향상에 효과적인 TPACK 교육 프로그램을 개발할 수 있으며, 개발한 교육 프로그램을 교사 연수에 활용하면 교사의 TPACK 향상뿐만 아니라 학교 현장에서 효과적인 교육이 진행되는데 기여할 수 있다.

참고문헌

- [1] Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. Currency.
- [2] Berson, M., Diem, R., Hicks, D., Mason, C., Lee, J., & Dralle, T. (2000). Guidelines for using technology to pre-

- pare social studies teachers. *Contemporary issues in technology and teacher education*, 1(1), 107-116.
- [3] Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In Reigeluth, C. M.(Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*(2nd ed., pp.215-239). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Association.
- [4] 김성중·김현진 (2016). 국내 학교교육에서의 테크놀로지 기반 학습자 중심 학습환경 연구의 동향분석. **교육공학연구**, 32(3), 611-641.
- [5] 이동국 (2020). 텍스트 마이닝을 통한 교사의 테크놀로지 통합에 관한 연구 동향 분석. **교육정보미디어연구**, 26(1), 261-282.
- [6] Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology. *Journal of educational computing research*, 44(3), 299-317.
- [7] Wang, L., Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2004). Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration. *Journal of research on technology in education*, 36(3), 231-250.
- [8] Al-Fudail, M., & Mellar, H. (2008). Investigating teacher stress when using technology. *Computers & Education*, 51(3), 1103-1110.
- [9] Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054.
- [10] 김도현 (2017). 테크놀로지 교실 통합을 위한 연구도구로서의 TPACK: 국내 연구동향 분석을 중심으로. **초등교육연구**, 30(4), 1-22.
- [11] Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- [12] 최정원·이은경·이영준 (2015). TPACK 에서 테크놀로지의 확장, 도구, 응용 소프트웨어, 그리고 프로그래밍. **한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집**, 23(2), 137-138.
- [13] 김성원·이영준 (2017). 예비 교사의 테크놀로지 교수 내용 지식 향상을 위한 TPACK-P 교육 프로그램 개발. **한국컴퓨터정보학회논문지**, 22(7), 141-152.
- [14] 김성원·이영준 (2019). 설계 기반 연구를 통한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램 개발. **한국컴퓨터정보학회논문지**, 24(10), 267-278.
- [15] Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research?. *Educational researcher*, 41(1), 16-25.
- [16] Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-Based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology research and development*, 54(4), 5-23.
- [17] 강정찬·이상수 (2011). 수업 개선을 위한 현장연구방법으로서 설계기반연구 (DBR). **교육방법연구**, 23, 323-354.
- [18] 박기철·강성주 (2014). 초·중등교사의 테크놀로지 교수내용지식 (TPACK) 에 대한 인지경로 모형 개발. **교육원교육**, 30(4), 349-375.
- [19] Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2013). A review of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(2), 31-51.
- [20] 유지은 (2013). 교육학 연구에서 ANCOVA 에 대한 이해와 오용. **학습자중심교과교육연구**, 13, 27-49.
- [21] 최정원·이영준 (2014). 프로그래밍 학습에서 학습자의 어려움 분석. **컴퓨터교육학회 논문지**, 17(5), 89-98.
- [22] Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), 13-19.
- [23] Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). *The technological pedagogical content knowledge framework*. In Handbook of research on educational communications and technology (pp. 101-111). Springer, New York, NY.
- [24] Rosenberg, J. M., & Koehler, M. J. (2015). Context and technological pedagogical content knowledge (TPACK): A systematic review. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 186-210.
- [25] Figg, C., & Jaipal, K. (2009). *Unpacking TPACK: TPK characteristics supporting successful implementation*. In Society for Information Technology & Teacher Education international conference (pp. 4069-4073). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- [26] Jang, S. J., & Chen, K. C. (2010). From PCK to TPACK: Developing a transformative model for pre-service science teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 553-564.
- [27] Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259-1269.
- [28] Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & education*, 52(1), 154-168.
- [29] 주영주·정애경·최미란·이상희 (2015). 교수활동에서 테크놀로지 수용의도 영향 변인에 관한 연구. **전자공학학회논문지**, 52(3), 221-229.
- [30] Vasudevan, V., Kafai, Y., & Yang, L. (2015). *Make, wear, play: remix designs of wearable controllers for scratch games by middle school youth*. In Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children (pp. 339-342). ACM.
- [31] Wang, L., Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2004).

Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration. *Journal of research on technology in education*, 36(3), 231-250.

- [32] 김성원 · 이영준 (2019). 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 통한 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아효능감 변화. **한국컴퓨터정보학회논문지**, 24(4), 185-193.



김 성 원

2013년 한국교원대학교 컴퓨터교육과
(교육학 학사)
2015년 서울대학교 과학교육과
(교육학 석사)
2020년 한국교원대학교 컴퓨터교육과
(교육학 박사)
2019년 ~ 현재 한국과학기술원
과학영재교육연구원 연구원

관심분야: 인공지능, TPACK, 로봇 프로그래밍 교육, 융합 교육
E-Mail: sos284809@gmail.com



이 영 준

1988년 고려대학교 전산학과(이학사)
1994년 미국 미네소타대학교
전산학과(Ph.D.)
2003년~현재 한국교원대학교
컴퓨터교육과 교수
2018년~2020년 한국컴퓨터교육학회
회장

관심분야: 정보통신교육, 지능형시스템, 학습과학, 인공지능교육
E-Mail: yjlee@knue.ac.kr