

Effects of Programming-based TPACK Education Program on the Teaching Expertise of Pre-service Teachers

Seong-Won Kim*, Youngjun Lee**

*Researcher, Global Institute For Talented Education, KAIST, Daejeon, Korea

**Professor, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education, Cheongju, Korea

[Abstract]

This study analyzes the effects of programming-based TPACK education programs, designed by Kim and Lee (2019), on the teaching expertise of pre-service teachers. The research subjects were 40 pre-service teachers, divided into an experimental group and a control group. The experimental group underwent the programming-based TPACK education program, and the control group used an ICT-based TPACK education program. A test tool was used to measure not only teaching expertise but also teaching efficacy and self-efficacy beliefs about technology integration. As a result of the study, teaching expertise, teaching efficacy, and self-efficacy beliefs about technology integration improved significantly in the experimental group. The pretest showed no significant difference between the experimental group and the control group, but in the post-test, the experimental group showed significantly higher teaching expertise than the control group. These results showed that the programming-based TPACK education program is effective for developing teaching expertise in pre-service teachers.

▶ **Key words:** TPACK, Teaching expertise, Programming, Pre-service teacher, Teaching efficacy, Self-efficacy beliefs about technology integration

[요 약]

본 연구에서는 김성원과 이영준(2019)의 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성에 미치는 효과를 분석하였다. 연구 대상은 40명의 예비 교사이며, 두 집단으로 나누어 처치를 진행하였다. 실험 집단(n=20)에게는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 처치하고, 통제 집단(n=20)에게는 ICT 도구 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하였다. 예비 교사의 수업 전문성 변화를 분석하기 위하여 수업 전문성, 교수 효능감, 테크놀로지 통합 자아효능감을 측정하는 검사 도구를 사용하였다. 연구 결과, 통제 집단과 달리 실험 집단은 수업 전문성과 교수 효능감, 테크놀로지 통합 자아효능감이 유의하게 향상되었다. 사전 검사에서는 실험 집단과 통제 집단이 유의한 차이가 존재하지 않았지만, 사후 검사에서는 실험 집단이 통제 집단보다 수업 전문성이 유의하게 높았다. 이러한 결과를 통하여 프로그래밍을 활용한 TPACK 교육이 예비 교사의 수업 전문성 발달에 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

▶ **주제어:** 테크놀로지 교수 내용 지식, 수업 전문성, 프로그래밍, 예비 교사, 교수 효능감, 테크놀로지 통합 자아 효능감

-
- First Author: Seong-Won Kim, Corresponding Author: Youngjun Lee
 - *Seong-Won Kim (sos284809@gmail.com), Global Institute For Talented Education, KAIST
 - **Youngjun Lee (yjlee@knu.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
 - Received: 2020. 05. 06, Revised: 2020. 07. 06, Accepted: 2020. 07. 07.
 - This paper is based in part on work incorporated in the Kim(2020) doctoral dissertation at Korea national university of education

I. Introduction

테크놀로지는 인간의 삶에서 다양한 부분에 도움을 주기 시작하였고, 최근에는 귀중품이 아니라 일상생활에서 필수 불가결한 존재가 되어가고 있다. 이에 따라 사회나 산업, 경제 등 다양한 영역에 테크놀로지의 중요성은 증가하고 있다. 교육에서도 테크놀로지의 활용은 증가하였다. 테크놀로지는 수업에 도입되어 학습자의 학습을 확장하고, 새로운 교수-학습의 등장과 여러 교과와의 융합 등을 촉진하였다[1]. 수업에 테크놀로지의 필요성이 증가함에 따라 교사의 테크놀로지 지식의 필요성이 대두되었다. 따라서 교사의 핵심 지식으로 통용되는 교수 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge, PCK)에 테크놀로지 지식(Technological Knowledge, TK)이 통합된 테크놀로지 교수 내용 지식(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK) 프레임워크가 등장하였다[2].

선행 연구에서는 학교 현장에서 테크놀로지의 활용을 분석한 결과, 교사는 교육적 맥락에 따라 테크놀로지를 수업에 활용하지 못하는 것으로 나타났다[3][4]. 이러한 현상이 나타나는 이유는 교사가 TK가 부족하기 때문이었다. 따라서 교사의 TK의 중요성이 증가하였으며, PCK에 TK가 통합된 모델이 지속적으로 연구되었다. Mishra and Koehler(2006)는 이러한 연구를 종합하여 교수 지식(Pedagogical Knowledge, PK)과 내용 지식(Content Knowledge, CK), TK가 같은 중요도를 가지며, 교육적 맥락 안에 상호 작용하여 총체적인 지식인 TPACK이 발달할 수 있도록 TPACK 프레임워크를 제안하였다[2]. 테크놀로지의 중요성이 증가함에 따라 TPACK 연구는 활발하게 진행되었다[5].

테크놀로지는 비즈니스 목적으로 개발되었으며, 특정한 기능을 수행하기 위한 목적으로 사용되었다. 따라서 교사가 테크놀로지를 능숙하게 사용하는 데 오랜 시간이 걸리며, 수업에 활용하기 위해서는 교육 내용과 같은 여러 교육적 맥락을 고려하여야 한다. 따라서 교사가 테크놀로지를 수업에 활용하기 위해서는 많은 인지적 부담이 요구된다[6]. 이러한 문제는 TPACK 교육에서도 발생하였다. 최정원과 이은경, 이영준(2015)은 테크놀로지가 가진 기능적 한계를 극복하기 위하여 프로그래밍 언어를 TPACK의 테크놀로지 도구로 도입해야 한다고 말하였으며[7], 김성원과 이영준(2017)은 TPACK의 테크놀로지 도구로 프로그래밍 언어를 도입한 교육 모델과 교육 프로그램을 개발하였다[8]. 하지만 선행 연구에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK의 세부 요인 발달에는 영향을 주

지만, 총체적인 지식 발달에는 한계가 존재하였다[9]. TPACK은 TK, CK, PK와 같은 개별적인 지식의 발달이 아니라 지식 간의 상호작용을 통하여 총체적인 지식 발달이 이루어져야만 교육적 맥락에 따라 수업에 테크놀로지를 활용할 수 있다. 따라서 김성원과 이영준(2017)의 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 수업 전문성 발달에 한계가 존재한다[8]. 김성원과 이영준(2019)은 예비 교사의 수업 전문성 발달을 위하여 설계 기반 연구를 활용하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램 개선 연구를 진행하였다. 연구에서는 교육 프로그램에 대한 예비 교사의 인식을 조사하였으며, 이를 기반으로 교육 프로그램을 개선하였다. 이를 통하여 개선된 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개발하였지만, 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성에 미치는 영향은 분석하지 않았다[10].

따라서 본 연구에서는 선행 연구에서 개선한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성에 미치는 영향을 분석하였다. 이러한 연구를 위하여 예비 교사를 두 집단으로 나누고, 통제 집단에는 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램, 실험 집단에는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하였다. 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 교육 프로그램 적용 전, 후에 수업 전문성과 테크놀로지 통합 자아 효능감, 교수 효능감을 측정할 수 있는 검사 도구를 실시하였다. 마지막으로 검사 도구 결과를 분석하여 개선된 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성에 미치는 영향을 도출하였다.

II. Literature review

1. TPACK

전통적 인지과학에서는 지식이란 학생에게 전수되는 것으로 생각하였다. 따라서 교사가 특정 분야의 지식(CK)을 많이 알수록 학생에게 다양한 지식을 전달할 수 있다고 판단하였다. 그러므로 교사의 내용 지식을 발달시키기 위한 교사 교육이 진행되었으며, 수업은 통제된 환경에서 강의를 통해 교사의 지식을 학생에게 전달하는 교수-학습 형태로 진행하였다[11]. 하지만 교사 교육에서 교과 지식뿐만 아니라 수업 환경에서 이루어지는 교수-학습과 관련된 교수 지식(PK)의 중요성이 강조되었다[12][13]. 이에 따라 교사의 CK와 PK를 발달시키기 위한 교사 교육이 이루어졌지만, CK와 PK가 분리된 상태에서 교사 교육은 교사의 수업 전문성 발달에 한계가 존재하였다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 Shulman(1986)은 교사가 갖추어야 할 지

식에 대한 개념을 발전시켜, PK와 CK가 분리된 상태가 아니라 PK와 CK가 통합된 지식인 PCK를 새롭게 제안하였다. PCK는 PK와 CK이 독립된 형태가 아니라 PK와 CK이 교차하는 부분으로서 교사가 수업을 위하여 교과 내용을 조작하고, 교과 내용에 맞는 교수-학습 방법을 선택하고 활용할 수 있는 지식이다[14]. 수업에는 학습자뿐만 아니라 교육과정, 교수-학습, 교육 환경 등 다양한 요인이 작용하므로 내용에 따라 적절한 교수-학습을 진행할 수 있도록 PCK의 중요성이 강조되었다[15].

Shulman(1986)이 PCK를 제안하였을 때, PK와 CK에 초점을 맞추어 논의하였고, PK와 CK, 테크놀로지에 대한 관계를 논의하지 않았다[14]. 전통적인 수업 환경은 교과서, 칠판과 같이 지식을 전달하기 위한 테크놀로지가 활용되었기 때문에 테크놀로지가 가진 기능이 명확하였으며, 특수하며, 안정성을 가졌다. 따라서 교사가 테크놀로지를 능숙하게 사용하는 데 어려움이 없었다. 하지만 현대의 테크놀로지는 다양한 기능을 수행하며, 지속적으로 발달하여 새로운 기능이 추가되고 있다. 따라서 수업에서 테크놀로지의 중요성이 증가하는 동시에 TK의 필요성도 증가하였다[16][17].

이에 따라 교사와 예비 교사를 대상으로 TK를 발달시키기 위한 교육이 이루어졌다. 하지만 TK가 발달하여도 수업에서 테크놀로지 통합과 실행이 이루어지지 못하였다[18]. Thompson and Mishra(2007)는 TK의 발달이 필연적으로 테크놀로지를 활용한 효과적인 교수-학습과 연결되지 않는다고 말하였다. 수업에서 테크놀로지를 효과적으로 활용하기 위해서는 테크놀로지의 기능을 이해하는 것뿐만 아니라 교수-학습 상황과 교과 내용에 따라 테크놀로지를 선택하고 적절하게 활용할 수 있는 능력이 필요하다고 말하였다[9][19]. 따라서 Mishra and Koehler(2006)는 PK와 CK, TK가 통합된 형태인 TPACK을 제안하였다[2]. TPACK 프레임워크는 PCK에 TK가 새롭게 통합됨에 따라 PK와 TK가 통합된 영역인 테크놀로지 교수 지식(Technological Pedagogical Knowledge, TPK)과 CK와 TK가 교차한 영역인 테크놀로지 내용 지식(Technological Content Knowledge, TCK), PK, CK, TK가 통합된 TPACK가 새롭게 추가하였다. 또한, Koehler and Mishra(2008)는 교육적 맥락 안에서 세 지식 간의 상호작용을 통해 테크놀로지를 활용한 효과적인 수업을 진행하기 위한 테크놀로지 교수 내용 지식 프레임워크를 제안하였다[20]. 따라서 Rosenberg and Koehler(2015)는 교육적 맥락(Contexts)에 대한 중요성을 강조하였다. 다만 TPACK 프레임워크에는 교육적 맥락이

고려해야 하는 요인으로 포함되어 있지만, 교육적 맥락에 대한 내용이 지식으로 정의되지 않았다[21]. 따라서 테크놀로지를 활용하여 효과적인 교수-학습을 진행하기 위한 교육적 맥락에 대한 지식을 맥락 지식(Content Knowledge, XK)이라고 명명하였다[22].

2. Programming-based TPACK

김성원과 이영준(2017)은 예비 교사를 위한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 모델과 프로그램을 개발하였다. 예비 교사를 대상으로 진행된 TPACK 교육과 프로그래밍 교육 선행 연구를 분석하여 수업 전문성 발달을 위한 요인을 추출하였다. 프로그래밍 기반 TPACK 교육을 위한 요인은 브레인스토밍, TPACK 이론 탐색, 교육과정 탐색, 프로그래밍 언어 탐색, 수업 설계, 마이크로티칭, 수업 성찰, 협력이었다[8]. 프로그래밍 기반 TPACK 교육 모델은 Fig. 1과 같다.

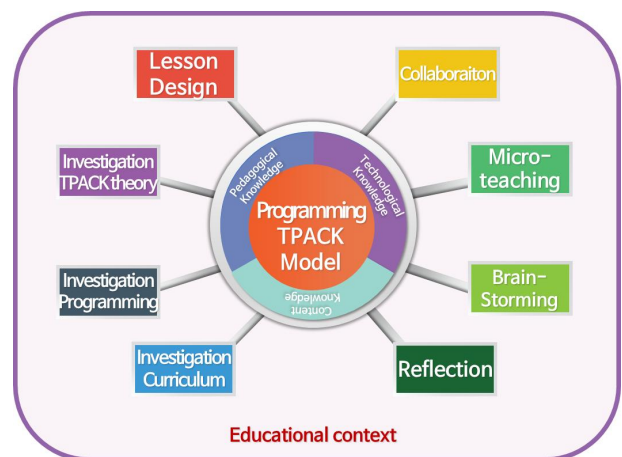


Fig. 1. Programming based TPACK Education Model[19]

추출한 요인을 활용하여 ‘분석-탐색-설계-적용-평가’로 이루어진 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개발하였다. 분석 단계에서는 교과 교육에서 겪고 있는 문제를 분석해보고, 탐색 단계에서는 교과 교육의 문제를 해결하기 위하여 교육과정과 TPACK 이론, 프로그래밍 개발 환경을 탐색하도록 구성하였다. 설계 단계에서는 분석 단계에서 발견한 교과 문제의 문제를 해결한 수업을 설계하며, 적용 단계에서는 설계한 수업을 마이크로티칭을 진행하며, 평가 단계에서는 마이크로티칭 결과를 바탕으로 수업 성찰 및 개선을 진행하도록 교육 프로그램을 조직하였다[8]. 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 Table 1과 같다.

Table 1. Programming based TPACK education program

	Content	Programming based TPACK model*
Analysis	Analysis of Problem in subject	1, 3
Investigation	Investigation of programming environment	5
	Investigation of TPACK	4
	Investigation of curriculum	3
Design	Design of TPACK lesson based on programming	1, 2, 3, 4, 5, 8
Application	Microteaching	7, 8
Evaluation	Reflection	3, 4, 5, 6, 8,
	Elaboration of lesson & Feedback	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8

*1. Brainstorming; 2. Design of lesson with programming; 3. Investigation of curriculum; 4. Investigation of TPACK model; 5. Investigation of programming environment; 6. Reflection of lesson; 7. Microteaching; 8. Collaboration

개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용한 결과, 예비 교사의 TPACK은 발달하였지만, TPACK의 모든 영역 발달에는 한계가 존재하였다[8]. 이러한 한계점을 극복하기 위하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 개선 연구가 진행되었다. 김성원과 이영준(2019)은 설계 기반 연구(Design-Based Research, DBR)를 활용하여 예비 교사를 위한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개선하였다. 설계 기반 연구는 Fig. 2와 같이 ‘분석-개발-적용-평가’ 단계를 반복하여 진행하였다.

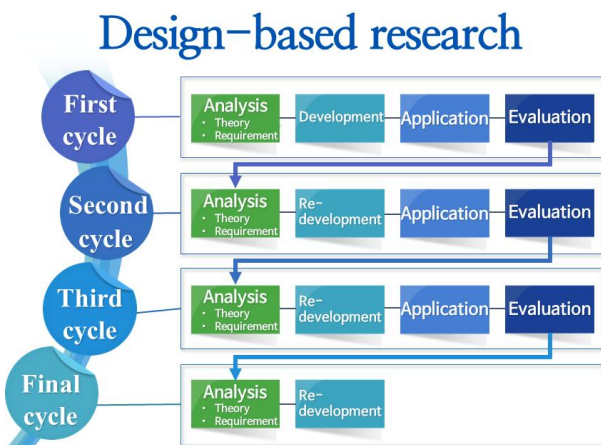


Fig. 2. DBR overview by Kim and Lee (2019)

분석 단계에서는 TPACK과 프로그래밍 관련 선행 연구와 현장의 요구를 분석하는 작업을 진행하였다. 개발 단계에서는 분석 단계에서 도출한 내용을 바탕으로 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개발하였다. 적용 단계에서는 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 예비

교사에게 실제로 적용하였으며, 평가 단계에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에 대한 예비 교사의 인식(수업 설계 과정에서 어려움, 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에 대한 생각 등)을 조사하였다. 2차 연구부터는 1차 연구 결과를 분석 단계에 반영하였으며, 개발 단계에서는 교육 프로그램을 개선하는 작업을 진행하였다.

1차 연구에서 예비 교사는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에서 프로그래밍 학습의 보완이 필요하며, 프로그래밍과 수업을 통합하는 것에 어려움을 느꼈다.

2차 연구에서는 1차 연구에서 평가 결과를 바탕으로 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개선하였다. 따라서 프로그래밍 기반 수업 사례를 분석하고, 프로그래밍 기반 교육과정을 분석하고, 교과 기반 프로그램을 제작하는 활동을 보완하였다. 예비 교사는 개선된 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 통하여 프로그래밍 학습과 교과와 프로그래밍의 통합된 수업을 설계하였다. 하지만 예비 교사가 설계한 수업에서 프로그래밍은 수업의 맥락에 따라 활용되지 못하고, 기존의 테크놀로지처럼 지식을 전달하는 도구로 활용되었다. 따라서 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 개선되었지만, 예비 교사의 TPACK 발달의 한계가 존재한다는 것을 확인하였다.

3차 연구에서는 예비 교사가 교수-학습에 맞게 프로그래밍을 활용할 수 있는 역량을 향상시키기 위하여 수업 설계와 수업 성찰을 개선하였다. 예비 교사가 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램 적용 과정에서 여러 수업을 설계하고, 설계한 수업과 마이크로티칭 결과를 바탕으로 수업 성찰을 진행하도록 교육 프로그램을 구성하였다. 3차 연구에서 개선된 교육 프로그램을 통하여 2차 연구에서 겪던 문제는 해결되었다. 하지만 프로그래밍 학습 과정에서 어려움을 겪는 예비 교사가 계속 존재하였다.

최종 연구에서는 프로그래밍 학습 과정에서 겪는 문제를 해결하기 위하여 스크래치 내 리믹스 기능을 활용하였다. 프로그래밍 학습 과정에서 리믹스를 통하여 원하는 프로그램을 개발하는 활동을 진행하고, 리믹스를 활용하여 수업 설계 과정에서 예비 교사가 원하는 프로그램을 쉽게 설계할 수 있도록 교육 프로그램을 개선하였대[10].

김성원과 이영준(2019)은 Fig. 2와 같이 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개선하였지만, 최종 연구에서 개선한 교육 프로그램을 적용하고, 교육 프로그램의 효과를 평가하는 연구를 진행하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 최종 개발한 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하고, 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 수업 전문성 변화를 분석하였다.

III. Methods

1. Research Overview

본 연구에서는 DBR를 통하여 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성에 미치는 효과를 분석하였다. 이러한 연구를 위하여 예비 교사를 모집하고, 예비 교사를 실험 집단과 통제 집단으로 나누었다. 실험 집단에게 DBR에서 최종 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 처치하고, 통제 집단에게 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하였다. 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 예비 교사의 수업 전문성을 측정할 수 있는 검사 도구를 처치 전, 후에 실시하였다. 검사 결과를 분석하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성에 미치는 효과를 확인하였다.

2. Participants

연구 대상은 한국의 K 대학교에 다니고 있는 예비 교사 40명이며, 실험 집단과 통제 집단을 20명으로 구성하였다. 예비 교사는 K 대학에서 개설된 강의를 통해 모집되었다. 예비 교사에게 강의와 연구에 대하여 설명하고, 연구 참여에 동의한 예비 교사를 대상으로 검사 도구를 진행하였다. Roscoe(1975)는 *t*-test를 위하여 집단별로 표본 크기가 10~15명 이상이 요구된다고 말하였다. 따라서 본 연구에서는 실험 집단과 통제 집단이 20명의 예비 교사로 구성하였으므로 *t*-test를 위한 최소 요구 사항을 만족하였다[23].

연구 대상의 특성을 살펴보면, 성별은 실험 집단은 남성(45%)보다 여성(55%)이 많았으며, 통제 집단은 여성(45%)보다 남성(55%)이 많았다. 하지만 두 집단 모두 성별 간의 차이가 유의한 수준은 아니었다. 전공은 실험 집단과 통제 집단 모두 특정 전공에 편중되지 않고 다양하게 존재하였다. 예비 교사의 학년을 살펴보면, 실험 집단은 3학년이 전체 예비 교사 중 절반(50%)이었다. 반면에 1학년은 한 명도 존재하지 않았다(0%). 통제 집단에서는 3학년(35%)과 4학년(35%)이 가장 많았으며, 1학년은 전체 예비 교사 중 한 명이 존재하였다. 이를 통하여 실험 집단과 통제 집단은 1학년이 매우 낮은 비율로 존재하며 고학년의 예비 교사의 비율이 높다는 것을 확인할 수 있었다.

프로그래밍을 살펴보면, 실험 집단은 8명(40%), 통제 집단은 9명(45%)이 프로그래밍을 경험해보았다고 응답하였다. 두 집단에서 프로그래밍을 경험해본 예비 교사의 비율은 비슷하였으며, 약 40%였다. 또한, 실험 집단과 통제 집단 모두 교육학 관련 강의를 수강해 본 경험이 있는 것으로 나타났다. 교과교육학 관련 강의는 실험 집단이 17명

(85%), 통제 집단이 15명(75%)이 강의를 수강한 경험이 있다고 응답하였다. 이러한 내용을 종합하면 실험 집단과 통제 집단은 비슷한 특성이 있다는 것을 확인할 수 있다.

3. Test tools

송경오와 정지선(2008)은 수업 전문성에 지식(e.g. PCK, TPACK 등)과 신념(e.g. 자아 효능감 등)이 영향을 준다고 말하였다[24]. 따라서 예비 교사의 수업 전문성을 측정하기 위하여 수업 전문성 검사 도구뿐만 아니라 신념을 측정할 수 있는 검사 도구를 활용하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 효과를 분석하기 위하여 수업 전문성과 효능감(교수 효능감, 테크놀로지 통합 자아 효능감)을 측정하는 검사 도구를 사용하였다. 본 검사에서 활용한 검사 도구는 기존의 TPACK 선행 연구에서 많이 활용된 검사 도구를 사용하였다.

3.1. Self Efficacy belief for Technology Integration

TPACK 연구에서는 예비 교사와 어떻게 하면 교사가 수업에 테크놀로지를 통합하게 할 것인지와 수업의 맥락적 상황에 맞게 테크놀로지를 활용하게 할 것인지가 가장 중요한 연구 문제였다. 이에 따라 테크놀로지 통합에 대한 연구가 활발하게 진행되었다.

본 연구에서는 예비 교사의 테크놀로지 통합과 관련된 자아 효능감을 측정하는 검사 도구를 사용하였다. 검사 도구는 Wang, Ertmer, and Newby(2004)가 개발한 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아 효능감(Self Efficacy belief for Technology Integration, SE-TI)을 사용하였다. Wang, Ertmer, and Newby(2004)는 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아 효능감을 측정하기 위하여 컴퓨터 테크놀로지를 사용할 수 있는 역량과 전략, 컴퓨터 테크놀로지 사용의 외적 영향과 관련된 문항을 개발하였다. 개발한 문항을 검증하기 위하여 문항의 구성 타당도를 살펴보고, 요인 분석을 실시하여 컴퓨터 테크놀로지 사용의 외적 영향과 관련된 문항을 제외하고, 컴퓨터 테크놀로지를 사용할 수 있는 역량과 전략으로 구성된 검사 도구를 개발하였다. 최종 검사 도구는 총 16문항이며, 5점 리커트 척도로 응답하도록 개발되었다. SE-TI 검사 도구의 Cronbach α 는 .960이었다[25].

3.2. Teaching Efficacy

예비 교사의 교수 효능감을 측정하기 위하여 정동욱(2010)이 개발한 교수 효능감 검사 도구를 사용하였다. 정동욱(2010)은 Riggs and Enochs(1990)가 개발한 초등 예비 교사용 과학 교수효능감 검사지(Science Teaching

Efficacy Belief Instrument-B, STEBI-B)를 기반으로 예비 교사에 적합한 교수효능감 검사 도구를 개발하였다. 검사 도구는 21문항으로 구성되어 있으며, 5점 리커트 척도로 응답하게 개발되었다. 교수 효능감 검사 도구는 개인적 교수 효능감(11문항)과 교수 결과 기대감(10문항)을 하위 요인으로 가지고 있다. 검사 도구의 신뢰도는 개인적 교수 효능감이 .840, 교수 결과 기대감이 .802이었다[26][27].

3.3. Teaching Expertise

예비 교사의 수업 전문성을 측정하기 위한 검사 도구로 정민수와 부재울(2013)에서 개발한 예비 교사의 수업 전문성 측정 도구를 사용하였다. 정민수와 부재울(2013)은 예비 교사의 수업 전문성을 측정하기 위한 검사 도구를 개발하기 위하여 예비 교사의 수업 실행(실천)에만 초점을 맞추지 않고, 수업 준비 과정(지식과 설계), 수업 실행(실천), 수업 후 반성 및 평가, 성찰, 개선(전문성)이 포괄적으로 구성된 검사 도구를 개발하였다. 검사 도구의 영역은 지식, 계획, 실천, 전문성으로 구성하였다; 지식: 6개, 계획: 12개, 실천: 13개, 전문성: 8개. 문항은 4점 리커트 척도로 응답하도록 개발되었으며, 검사 도구의 문항은 내적 합치도가 .90이었다[28].

4. Treatment

처치는 K 대학의 2019년 1학기 교양 과목으로 진행하였으며, 기간은 2019년 3월 4일부터 6월 14일까지 진행되었다. 수업은 15주 동안 매주 3시간씩 진행하였다. 실험 집단은 김성원과 이영준(2019)의 연구에서 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 사용하였다[10]. 15주 동안 적용한 교육 프로그램은 Table 2와 같다. 통제 집단은 실험 집단과 교육 내용은 동일하지만, 테크놀로지 도구의 차이만 다른 교육 프로그램을 적용하였다. 통제 집단은 테크놀로지 도구로 ICT 도구를 활용하였으며, 본 연구에서는 기존의 TPACK 연구에서 많이 활용한 ICT 도구인 문서 도구를 사용하였다.

5. Analysis

자기 보고식 설문지로 측정한 예비 교사의 교수효능감, 테크놀로지 통합 자아 효능감, 수업 전문성은 대응 표본 t-검정과 독립 표본 t-검정을 활용하여 분석하였다. 집단 별로 사전, 사후 검사에서 나타난 변화는 대응 표본 t-검정을 통해 분석하였으며, 사전 검사와 사후 검사에서 두 집단의 차이는 독립 표본 t-검정을 활용하였다.

Table 2. Treatments of experimental and control group

Week	Experimental group	Control group	Stage
1	Analysis of Problem in subject & Lesson design	Analysis of Problem in subject & Lesson design	Analysis
2	Investigation of programming environment(1)	Investigation of ICT tools(1)	Investigation
3	Investigation of programming environment(2)	Investigation of ICT tools(2)	
4	Investigation of lesson based program	Investigation of ICT tools(3)	
5	Investigation of lesson based program with remix	Investigation of ICT tools(4)	
6	Investigation of TPACK	Investigation of TPACK	
7	Investigation of TPACK class	Investigation of TPACK class	
8	Investigation of curriculum	Investigation of curriculum	
9	Investigation of curriculum based on programming	Investigation of curriculum based on ICT tools	
10	Investigation of programming-based TPACK class & Lesson design	Investigation of ICT-based TPACK class & Lesson design	
11	Design of TPACK lesson based on programming	Design of TPACK lesson based on ICT tools	
12	Program design	ICT-based education materials design	
13	Microteaching	Microteaching	Application
14	Lesson Reflection	Lesson Reflection	Evaluation
15	Elaboration of lesson	Elaboration of lesson	

IV. Results and Discussion

1. Teaching Efficacy

사전 검사에서는 실험 집단($M= 3.26, SD= .27$)이 통제 집단($M= 3.20, SD= .16$)보다 교수효능감이 높았지만, 두 집단의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다, $t= .81, p= .43$. 또한, 교수 결과 기대감($t= 1.83, p= .08$)과 개인적 교수효능감($t= -.35, p= .73$)에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이를 통하여 교육 프로그램을 받기 전 두 집단의 교수효능감은 다르지 않다는 것을 확인할 수 있었다.

통제 집단에서 교수효능감은 사전 검사($M= 3.20, SD= .16$)보다 사후 검사($M= 3.04, SD= .73$)에서 감소하였다. 하지만 사전 검사와 사후 검사의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다, $t= .92, p= .37, d= -.30$. 교수 결과 기대감

($t = .79, p = .44, d = -.24$)과 개인적 교수효능감($t = .97, p = .34, d = -.31$)에서도 같은 결과가 나타났다.

실험 집단은 사전 검사($M = 3.26, SD = .27$)보다 사후 검사($M = 3.57, SD = .44$)에서 예비 교사의 교수효능감이 증가하였다. 또한, 사전 검사와 사후 검사의 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. $t = -2.63, p = .02, d = .85$. 교수 결과 기대감($t = -2.88, p = .01, d = .84$)과 개인적 교수효능감($t = -2.23, p = .04, d = .74$)에서 모두 사후 검사에서 교수효능감이 증가하였고, 이러한 변화는 통계적으로 유의하였다.

사후 검사에서 두 집단의 교수효능감의 차이를 살펴보면, 예비 교사의 교수효능감은 실험 집단($M = 3.57, SD = .44$)이 통제 집단($M = 3.04, SD = .73$)보다 높았다. 또한, 두 집단의 차이는 통계적으로 유의하였다. $t = 2.77, p = .01$. 교수 결과 기대감($t = 3.09, p < .01$)과 개인적 교수효능감($t = 2.30, p = .03$)에서 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 예비 교사의 교수효능감은 사전 검사에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 실험 집단의 교수효능감의 유의한 변화로 인하여 사후 검사에서 두 집단이 유의한 차이가 나타났다. 따라서 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 교수효능감에 영향을 주지 못하며, 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 교수효능감 변화에 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 교수효능감 발달에 효과적인 것을 확인할 수 있었다. 실험 집단과 통제 집단의 교수 효능감은 Table 3과 같다.

2. SE-TI

사전 검사에서 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아 효능감은 실험 집단($M = 2.58, SD = .53$)이 통제 집단($M = 2.39, SD = .52$)의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다, $t = 1.14, p = .26$. 사전 검사에서 두 집단의 테크놀로지 통합 자아 효능감은 차이가 존재하지 않았다.

통제 집단에서 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아 효능감은 사전 검사($M = 2.38, SD = .52$)보다 사후 검사($M = 2.87, SD = .79$)에서 증가하였다. 또한, 사전 검사와 사후 검사에서 변화는 통계적으로 유의미하였다, $t = -2.12, p = .05, d = .75$.

Table 3. Teaching efficacy of pre-service teacher in pre- and post-test

Test	Domain	Group	N	M	SD	t	p
Pre	ETR	Exp.	20	3.44	.31	1.83	.08
		Con.	20	3.28	.21		
	PTE	Exp.	20	3.09	.33	-.35	.73
		Con.	20	3.12	.24		
	Total	Exp.	20	3.26	.27	.81	.43
		Con.	20	3.20	.16		
Post	ETR	Exp.	20	3.73	.38	3.09	.00*
		Con.	20	3.15	.75		
	PTE	Exp.	20	3.43	.56	2.30	.03*
		Con.	20	2.95	.74		
	Total	Exp.	20	3.57	.44	2.77	.01*
		Con.	20	3.04	.73		

* $p < .05$

Note. ETR: Expectation of Teaching Results;
PTE: Personal teaching efficacy;
TE: Teaching Efficacy

실험 집단은 사전 검사($M = 2.58, SD = .53$)보다 사후 검사($M = 3.46, SD = .55$)에서 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아 효능감이 향상되었으며, 사전 검사와 사후 검사의 차이는 통계적으로 유의하였다, $t = -5.35, p < .01, d = 1.63$.

사후 검사에서 테크놀로지 통합 자아 효능감 실험 집단($M = 3.46, SD = .55$)은 통제 집단($M = 2.87, SD = .79$)보다 테크놀로지 통합 자아 효능감이 높았다. 또한, 두 집단의 테크놀로지 통합 자아 효능감의 차이는 통계적으로 유의하였다, $t = 2.86, p = .01$. 사전 검사에서는 두 집단의 테크놀로지 통합 자아 효능감은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 실험 집단과 통제 집단은 처치를 통하여 모두 테크놀로지 통합 자아 효능감이 유의한 변화가 나타났다. 사후 검사에서는 통제 집단보다 실험 집단의 테크놀로지 통합 자아 효능감이 높았다. 효과 크기까지 종합하면, ICT 기반 TPACK 교육 프로그램보다 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아 효능감 향상에 미치는 효과가 크다는 것을 확인할 수 있었다. 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아 효능감은 Table 4와 같다.

Table 4. SE-TI of pre-service teacher in pre- and post-test

Test	Group	N	M	SD	t	p
Pre	Exp.	20	2.58	.53	1.17	.25
	Con.	20	2.38	.52		
Post	Exp.	20	3.46	.55	2.86	.01*
	Con.	20	2.87	.79		

* $p < .05$

3. Teaching Expertise

사전 검사 수업 전문성은 통제 집단($M= 2.98, SD= .19$) 이 실험 집단($M= 2.93, SD= .24$)보다 높았지만, 두 집단의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. $t= 2.77, p= .01$. 세부 영역에서도 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 사전 검사에서 두 집단의 수업 전문성은 차이가 없다는 것을 확인할 수 있었다.

통제 집단은 사전 검사($M= 2.98, SD= .19$)보다 사후 검사($M= 2.94, SD= .46$)에서 예비 교사의 수업 전문성이 감소하였지만, 이러한 변화는 통계적으로 유의하지 않았다. $t= .31, p= .76, d= .11$. 세부 영역별로 증감은 달랐지만, 사전-사후 검사의 변화는 모두 유의하지 않았다.

실험 집단에서는 사전 검사($M= 2.93, SD= .24$)보다 사후 검사($M= 3.71, SD= .71$)에서 예비 교사의 수업 전문성이 향상되었으며, 사전 검사와 사후 검사의 변화는 통계적으로 유의하였다. $t= -4.72, p< .01, d= 1.47$. 하위 요인을 살펴보면 지식($t= -2.35, p= .03, d= .81$), 계획($t= -2.74, p= .01, d= 1.03$), 실천($t= 3.70, p< .01, d= 1.31$)에서 예비 교사의 수업 전문성이 유의한 향상이 나타났다.

사후 검사에서 예비 교사의 수업 전문성을 살펴보면, 실험 집단($M= 3.71, SD= .71$)은 통제 집단($M= 2.94, SD= .46$)보다 수업 전문성이 높으며, 두 집단의 차이는 통계적으로 유의하였다. $t= 4.08, p< .01$. 하위 요인에서도 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다: 지식($t= 2.67, p= .01$), 계획($t= 3.03, p< .01$), 실천($t= 3.12, p< .01$). 본 연구에서는 사전 검사에서 두 집단의 수업 전문성은 차이가 존재하지 않았지만, 사후 검사에서는 실험 집단과 통제 집단의 수업 전문성은 유의한 차이가 나타났다. 통제 집단은 처치를 통하여 수업 전문성 변화가 나타나지 않았지만, 실험 집단에서는 수업 전문성의 유의한 변화가 나타났다. 이러한 내용을 종합하면 실험 집단의 처치로 인하여 사후 검사에서 예비 교사의 수업 전문성 차이가 발생하였으며, 실험 집단의 처치가 예비 교사의 수업 전문성 변화에 영향을 주었다. 따라서 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성 향상에 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다. 실험 집단과 통제 집단의 수업 전문성은 Table 5와 같다. 또한, 실험 집단과 통제 집단의 교수 효능감, 테크놀로지 통합 자아 효능감, 수업 전문성은 변화는 Fig. 3과 같다.

4. Discussion

Bandura(1977)를 시작으로 자아 효능감에 관한 연구가 활발히 진행되었다. 자아 효능감은 신념에 영향을 주는 주

요한 요인이며, 자아 효능감이 높은 사람은 문제 상황에서 문제를 해결할 수 있다는 개인의 능력에 대한 확신이 높다고 알려져 있다. 자아 효능감은 행동을 성공적으로 수행할 수 있을 것이라는 효능 기대(efficacy expectation)와 행동을 목표에 도달할 수 있을 것이라는 결과 기대(outcome expectation)로 구성되어 있다. 개인은 효능 기대를 통하여 어떤 행동이 기대되며, 결과 기대를 통하여 행동이 어떠한 결과를 나타낼 수 있을지 기대한다. 따라서 개인의 자아 효능감이 향상되면 문제 해결에 대한 확신이나 기대가 증가하고, 이는 문제에 대한 도전과 실패를 극복하는 능력으로 연결되어 문제 해결로 이어진다[29].

교육뿐만 아니라 다양한 산업에서 인적 자원의 역량 강화를 위하여 자아 효능감에 대한 연구를 진행하였다. 교육에서는 수업을 진행하는 예비 교사와 교사를 대상으로 자아 효능감뿐만 아니라 교수 상황이나 특정 교과에 대한 자아 효능감의 연구가 이루어졌다. 예비 교사는 자아 효능감이 높아질수록 수업 설계와 실행에 대한 효능 기대와 결과 기대가 향상되며 학교 현장에서 성공적인 수업을 진행하여 학습자의 학업적 성취를 향상시킬 수 있다[30]. 따라서 수업 전문성에서는 교육적 신념과 관련된 자아 효능감에 관한 연구가 진행되었다. TPACK 선행 연구에 따르면, 예비 교사의 자아 효능감을 측정하는 연구도 존재하였지만 [39], 대부분의 연구에서는 테크놀로지 통합에 대한 효능감과 교수-학습에 대한 효능감을 살펴보았다[25][30][32]. 이러한 연구는 예비 교사가 테크놀로지를 교육적 맥락에 따라 활용하지 못하는 것을 해결하기 위하여 테크놀로지

Table 5. Teaching expertise pre-service teacher in pre- and post-test

Test	Domain	Group	N	M	SD	t	p
Pre	KN	Exp.	20	2.98	.21	-1.42	.17
		Con.	20	3.09	.28		
	PL	Exp.	20	2.96	.30	-.57	.57
		Con.	20	3.00	.17		
	PR	Exp.	20	2.91	.25	-.36	.72
		Con.	20	2.94	.23		
Total	Exp.	20	2.93	.24	-.65	.52	
	Con.	20	2.98	.19			
Post	KN	Exp.	20	3.34	.59	2.69	.01*
		Con.	20	2.89	.46		
	PL	Exp.	20	3.46	.62	3.03	.00*
		Con.	20	2.94	.45		
	PR	Exp.	20	3.48	.56	3.12	.00*
		Con.	20	2.96	.49		
	Total	Exp.	20	3.71	.71	4.08	.00*
		Con.	20	2.94	.46		

* $p< .05$

Note. KN:KNnowledge; PL: PLanning; PR: PRactice

통합과 교수와 관련된 연구가 중점적으로 진행되었기 때문이었다. 따라서 본 연구에서도 예비 교사의 교수-학습과 수업에서 테크놀로지 통합과 관련된 효능감 변화를 분석하였다. 연구 결과, 예비 교사는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 교수 효능감과 테크놀로지 통합 자아 효능감 향상에 효과적이었다. 이를 통하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사가 학생들의 학업 성취도를 높이기 위하여 학생의 특성에 따라 수업을 설계 및 실행, 개선하며, 수업에 테크놀로지를 통합하여 효과적인 수업을 진행을 촉진할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다[29][30][32]

그뿐만 아니라 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 수업 전문성 향상에 효과적이었다. 본 연구에서 활용한 수업 전문성 검사 도구는 수업의 실천뿐만 아니라 수업 설계 및 수업 평가, 성찰, 개선 등을 포함하는 검사 도구이다. 따라서 본 연구에서 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 통하여 예비 교사의 수업 전문성이 향상되었으므로 예비 교사의 수업 설계 및 실천, 평가, 성찰 및 개선 등의 능력이 향상되었다고 말할 수 있다[28]. 기존의 TPACK 교육이나 테크놀로지 교육에서는 예비 교사는 교육을 통하여 수업에서 테크놀로지 활용은 증가하였지만, 테크놀로지를 단순히 지식 전달을 위한 도구로 활용하였다. 따라서 교육적 맥락에 따라 교과의 특성에 맞게 테크놀로지를 활용하지 못하였다[6][10][32][33]. 김성원과 이영준(2019)은 테크놀로지 교육은 예비 교사가 수업에 테크놀로지를 통합하는 역량 발달에 한계가 존재하며, 수업에서 테크놀로지 활용에 대한 효능 기대는 높아질 수 있지

만, 결과 기대의 향상이 나타나지 않기 때문이라고 말하였다[6][30][32]. 하지만 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하였을 때, 예비 교사의 수업 설계 역량뿐만 아니라 교수 역량, 테크놀로지를 수업에 통합할 수 있는 역량이 발달하였다. 따라서 기존의 테크놀로지 교육이나 TPACK 교육의 한계인 예비 교사의 결과 기대까지 향상될 수 있다는 것이 확인되었다. 따라서 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사가 테크놀로지를 교육적 맥락에 활용하여 수업을 설계하고 진행할 수 있는 역량이 발달시킬 수 있다는 것이 나타났다[6][10][34]. 나지연과 장병기(2016)는 예비 교사가 수업에 테크놀로지를 통합하는 것을 제대로 하지 못하며, 그 이유가 테크놀로지 교육과 교과 교육이 분리된 상태로 교육이 진행되고 있기 때문이라고 말하였다[35]. 본 연구에서는 프로그래밍을 기반으로 한 TPACK 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하였을 때, 예비 교사가 겪는 테크놀로지 통합에 대한 어려움을 해결할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사 교육에서 활용 가능성을 확인할 수 있었다[5][6][16][19].

V. Conclusions

본 연구에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아 효능감과 교수 효능감, 수업 전문성에 미치는 효과를 분석하였다. 이러한 연

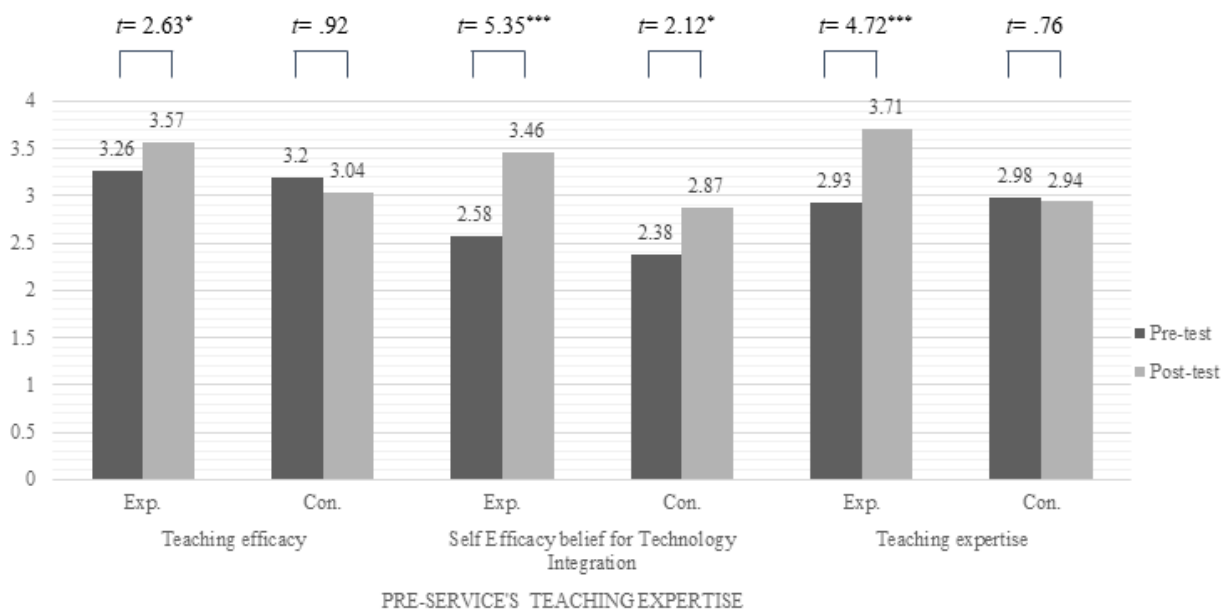


Fig. 3. Changes in teaching expertise of pre-service teachers

구를 위하여 실험 집단에는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하고, 통제 집단에게는 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 처치하고, 처치에 따른 예비 교사의 변화를 관찰하였다. 이러한 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 수업 전문성 발달에 효과적이었다. 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용한 결과, 예비 교사의 수업 전문성은 향상되었으며, 수업 전문성에 영향을 주는 교수 효능감과 테크놀로지 통합 효능감도 유의한 향상이 나타났다. 따라서 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성 발달에 효과적이며, 예비 교사가 수업을 설계하고 실천, 평가, 개선할 수 있는 역량을 향상시킬 수 있다는 것을 확인하였다. 또한, 예비 교사가 교육적 맥락에 따라 테크놀로지가 통합된 수업을 설계할 수 있는 역량을 발달시킬 수 있다는 것이 나타났다.

둘째, 설계 기반 연구를 통한 교육 프로그램 개선은 예비 교사의 수업 전문성 향상에 영향을 주었다. 설계 기반 연구를 통하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 프로그래밍 개발 환경 탐색 및 교육과정 분석, 수업 사례 분석, 수업 설계, 수업 성찰을 개선하였다. 개선한 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용한 결과, 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아 효능감과 교수 효능감, 수업 전문성은 유의한 향상이 나타났다. 이를 통하여 설계 기반 연구를 통하여 예비 교사의 수업 전문성 향상에 효과적인 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개발하였다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 프로그래밍 개발 환경 탐색 및 교육과정 분석, 수업 사례 분석, 수업 설계, 수업 성찰은 예비 교사가 수업에서 테크놀로지 통합과 교육적 맥락에 따라 테크놀로지 활용을 촉진하였다.

마지막으로 프로그래밍 언어는 예비 교사의 TPACK 교육에서 테크놀로지 도구로 효과적이었다. TPACK 선행 연구에서는 예비 교사의 TPACK 교육에서 테크놀로지 도구로 ICT 도구를 사용하였다. 본 연구에서는 새로운 테크놀로지 도구로 프로그래밍 언어를 TPACK의 테크놀로지 도입하였다. 프로그래밍 언어를 활용한 TPACK 교육을 예비 교사에게 실시한 결과, 예비 교사의 수업 전문성과 테크놀로지 통합 자아 효능감과 교수효능감이 향상된 것으로 나타났다. 또한, ICT 도구를 활용한 TPACK 교육을 받은 예비 교사와 비교하였을 때, 프로그래밍 언어를 활용한 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성 발달에 효과적이었다. 그뿐만 아니라 예비 교사가 수업에 테크놀로지 통합을 촉진하며, 효과적인 수업을 설계할 수 있는

역량을 향상시켰다. 이를 통하여 예비 교사를 대상으로 이루어진 TPACK 교육의 효과는 테크놀로지 도구에 따라 차이가 존재하며, ICT 도구보다 프로그래밍 언어가 더 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 설계 기반 연구를 통하여 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 수업 전문성 발달에 효과적이었다. 하지만 연구에서 다음과 같은 한계점이 존재한다. 첫 번째로 연구 대상의 한계점이다. 본 연구에서는 예비 교사를 대상으로 연구가 진행되었다. 예비 교사는 잠재적으로 교사가 되어 수업을 진행하는 주체가 되지만, 학교에서 수업을 진행하고 있는 교사의 교육도 중요하다. 선행 연구에 따르면 예비 교사와 교사의 특성은 다르며, 교직 경력이나 학교 환경에 따라 교사의 수업 전문성과 TPACK, 신념 등이 차이가 존재한다. 따라서 교사의 특성을 고려하여, 교사의 수업 전문성 발달을 위한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램 개발이 필요하다. 본 연구에서는 유·초·중등 예비 교사가 모두 존재하는 대학에서 연구를 진행하였으며, 연구 대상에 다양한 학교급이 참여한 상태에서 연구를 진행하였다. 하지만 학교 현장에서는 유아와 초등, 중등교사는 학습자의 특성과 교육 환경, 내용, 특성이 매우 다르므로, 학교급별로 교육 연구를 진행한다. 따라서 교사 교육 프로그램의 개발 과정에서는 유아, 초등, 중등을 구분하여 교육 프로그램을 개발하는 것이 필요하다.

두 번째로 예비 교사의 수업 전문성을 측정하기 위한 검사 도구가 한계가 존재한다는 점이다. TPACK 선행 연구에서는 예비 교사의 수업 전문성을 측정하는 방법을 자기 보고식 설문과 개방형 질문, 수행평가, 인터뷰, 관찰이 있다고 말하였다. 본 연구에서는 자기 보고식 설문을 활용하였지만, 개방형 질문이나 수행평가, 인터뷰, 관찰을 활용하지 않았다. 자기 보고식 설문을 통하여 예비 교사의 수업 전문성 변화를 측정하였지만, 예비 교사가 설계한 수업이나 마이크로티칭과 같이 실제로 진행되는 수업에서 나타나는 변화를 관찰하지 못하였다. 산출물이나 수업 시연에서 예비 교사가 학습하고 체화된 지식과 태도, 신념, 기술 등이 나타난다. 따라서 후속 연구에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 받은 예비 교사의 산출물이나 수업 시연에서 나타나는 변화를 관찰하는 연구를 진행하여야 한다. 이를 통하여 예비 교사의 수업 전문성 변화를 다각도로 관찰하고, 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 효과를 일반화할 수 있다.

테크놀로지를 활용한 교육 연구의 메타 분석 결과, 테크놀로지를 활용한 교육은 단기적으로 교육적 효과가 나타나지만, 시간이 지날수록 교육적 효과가 감소하는 것을 확

인할 수 있었다. 예비 교사는 테크놀로지 교육을 받은 후에 테크놀로지를 교육에 활용하기 위하여 노력하지만, 시간이 지나면 테크놀로지를 활용한 새로운 교수-학습보다는 전통적인 교수-학습 방법으로 회귀하고 수업 내용 전달의 도구로만 테크놀로지를 사용하는 것으로 나타났다. 따라서 테크놀로지 교육을 통한 교육적 효과가 지속하지 못하는 경우가 있으므로 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램도 종단 연구를 통하여 예비 교사의 수업 전문성 변화를 지속적으로 관찰하는 연구가 필요하다.

REFERENCES

- [1] M. Berson, R. Diem, D. Hicks, C. Mason, J. Lee, and T. Dralle, "Guidelines for using technology to prepare social studies teachers," *Contemporary issues in technology and teacher education*, Vol. 1, No. 1, pp. 107-116, 2000.
- [2] P. Mishra and M. J. Koehler, "Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge," *Teachers college record*, Vol. 108, No. 6 pp. 1017-1054, Jun. 2006. DOI: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x
- [3] R. Junco and C. Clem, "Predicting course outcomes with digital textbook usage data," *The Internet and Higher Education*, Vol. 1, No. 27, pp. 54-63, Oct. 2015.
- [4] Rockinson-Szapkiw AJ, Courduff J, Carter K, and Bennett D., "Electronic versus traditional print textbooks: A comparison study on the influence of university students' learning," *Computers & Education*, Vol. 63, pp. 259-266, Apr. 2013. DOI: 10.1016/j.iheduc.2015.06.0012013
- [5] M. L. Niess, "Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology," *Journal of educational computing research*, Vol. 44, No. 3 pp. 299-317, Apr. 2011. DOI: 10.2190/EC.44.3.c
- [6] M. J. Koehler, P. Mishra, and W. Cain, "What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?," *Journal of Education*, Vol. 193, No. 3, pp. 13-19, Oct. 2013. DOI: 10.1177/002205741319300303
- [7] Jwchoi, Eklee, and Yjlee, "Extension of Technology in TPACK: Tools, Application Software, and Programming," *Proceeding of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 23, No. 2, pp. 137-138, Jul. 2015.
- [8] Swkim and Yjlee, "Development of TPACK-P Education Program for Improving Technological Pedagogical Content Knowledge of Pre-service Teachers," *Journal of the Korea society of computer and information*, Vol. 22, No. 7, pp. 141-152, Jul. 2017. DOI: 10.9708/jksci.2017.22.07.141
- [9] A. Thompson and P. Mishra, "Breaking news: TPACK becomes TPACK!," *Journal of Computing in Teacher Education*, Vol. 24, No. 2, pp. 38-39, 2007.
- [10] Swkim and Yjlee, "Development of Programming-based TPACK Education Program through Design-based Research," *Journal of the Korea society of computer and information*, Vol. 24, No. 10, pp. 267-278, Oct. 2019. DOI: 10.9708/jksci.2019.24.10.267
- [11] D. Schon, "The reflective practitioner: How professionals think in action" New York: Basic Books, 1983.
- [12] D. John, and A. Bentley, "Knowing and the Known" Boston: Beacon. 1949.
- [13] D. Ball, W. McDiarmid, W. Houston, and J. Sikula, "Handbook for research on teacher education. The subject-matter preparation of teachers," New York, NY: Macmillan. 1990.
- [14] L. Shulman, "Those who understand: Knowledge growth in teaching," *Educational researcher*, Vol. 15, No. 2, pp. 4-14, Feb. 1986. DOI: 10.3102/0013189X015002004
- [15] KoSong, "Analysis of Research Trend in Teacher Education in the U.S.," *The Journal of Korean Teacher Education*. Vol. 31, No. 4, pp. 227-250, Dec. 2014. DOI: 0.24211/tjkte.2014.31.4.227
- [16] J. Koh and H. Divaharan, "Developing pre-service teachers' technology integration expertise through the TPACK-developing instructional model," *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 44, No. 1, pp. :35-58, Jan. 2011. DOI: 10.2190/EC.44.1.c
- [17] Yjoo , SyPark, and Eglim, "Factors influencing preservice teachers' intention to use technology: TPACK, teacher self-efficacy, and technology acceptance model," *Journal of Educational Technology & Society*, Vol. 21, No. 3, pp. 48-59, Jul. 2018.
- [18] M. Pierson, "Technology integration practice as a function of pedagogical expertise," *Journal of research on computing in education*, Vol. 33, No. 4, pp. 413-430. Jun. 2001. DOI: 10.1080/08886504.2001.10782325
- [19] M. J. Koehler and P. Mishra, "What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge," *Journal of educational computing research*, Vol. 32, No. 2, pp. 131-152, Mar. 2005. DOI: 10.2190/OEW7-01WB-BKHL-QDYV
- [20] P. Mishra and M. J. Koehler, "Introducing technological pedagogical content knowledge" *Inannual meeting of the American Educational Research Association*, pp. 1-16, Mar. 2008.
- [21] J. Rosenberg and M. J. Koehler, "Context and technological pedagogical content knowledge (TPACK): A systematic review," *Journal of Research on Technology in Education*, Vol. 47, No. 3, pp. 186-210, Jul. 2015. DOI: 10.1080/15391523.2015.1052663
- [22] P. Mishra, "Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade," *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, pp. 76-78, Apr. 2019. DOI: doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611
- [23] J. T. Roscoe, "Fundamental Research Statistics for the Behavioral

- Sciences(2nd Ed.)," New York: Holt, Rinehart and Winston, 1975.
- [24] KoSong, JsJeong, "Under What School Contexts Do Influence Teachers' Professionalism?," THE JOURNAL OF KOREAN EDUCATION, Vol. 35, No. 4, pp. 81-105. Dec. 2008. DOI: 10.22804/jke.2008.35.4.004
- [25] L. Wang, P. Ertmer, and T. Newby, "Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration," Journal of research on technology in education, Vol. 36, No. 3, pp. 231-250, Feb. 2004. DOI: 10.1080/15391523.2004.10782414
- [26] Dwjeong, "The effects of simulated teaching practice in a virtual world on pre-service teachers' teaching efficacy" Doctoral dissertation, Korea National University of Education.
- [27] I. Riggs and L. Enochs, "Toward the development of an elementary teacher's science teaching efficacy belief instrument," Science Education, Vol. 74, No. 6. pp. 625-637. Nov. 1990. DOI: 10.1002/sce.3730740605
- [28] Msjung and Jyboo, "Developing Measurement Tools and Validation of Pre-service Elementary Teachers-Teaching Specialization," The Journal of Educational Research. Vol. 11, No. 3., pp. 185-200, Sep. 2013.
- [29] A. Bandura, "Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change," Psychological review, Vol. 84, No. 2, pp. 191-215, Mar. 1977. DOI: 10.1037/0033-295X.84.2.191
- [30] J. Abbitt, "An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers," Journal of digital learning in teacher education, Vol. 27, No. 4, pp. 134-143. Jun. 2011. DOI: 10.1080/21532974.2011.10784670
- [31] Swkim and Yjlee, "The Effects of Programming-based TPACK Educational Program on Self-efficacy of Pre-service Teachers," The Journal of Korean Association of Computer Education, Vol. 21, No. 5, pp. 49-59, Sep. 2018. DOI: 10.32431/kace.2018.21.5.005
- [32] Swkim and Yjlee, "The Changes of Self-efficacy Beliefs of Pre-service Teachers for Technology Integration through Programming-based TPACK Educational Program," Journal of the Korea society of computer and information, Vol. 24, No. 4, pp. 185-193, Apr. 2019. DOI: 10.9708/jksci.2019.24.04.185
- [33] Swkim, Syyi, and Yjlee, "Changes of Pre-service Teachers' Teaching Expertise through Lesson Plan Analysis," Journal of the Korea society of computer and information, Vol. 25, No. 1, pp. 207-219, Jan. 2020. DOI: 10.9708/jksci.2020.25.01.207
- [34] E. Baran and E. Uygun, "Putting technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK) in action: An integrated TPACK-design-based learning (DBL) approach," Australasian journal of educational technology. Vol. 32, No. 2, Jun. 2016. DOI: 10.14742/ajet.2551
- [35] Jyna and Bgjang, "The Difficulties and Needs of Pre-service Elementary Teachers in the Science Class utilizing Smart Technologies in Teaching Practice," Journal of Korean Elementary Science Education, Vol. 35, No. 1 pp. 98-110, Feb. 2016. DOI: 10.15267/keses.2016.35.1.098

Authors



Seong-Won Kim received the B.S. degree in Computer Education from Korea National University of Education, Korea in 2013. He received the M.S. degree in Biology Education from Seoul National University, Seoul in 2015.

and the Ph.D. degree in Computer Education from Korea National University of Education, He is currently a researcher in KAIST Global Institute For Talented Education. His research interests include software education, robot programming education, STEAM education, AI and TPACK.



Youngjun Lee received the B.S. degree in Computer Science from Korea University, Korea, in 1988. He received the Ph.D. degree in Computer Science from the University of Minnesota, Minneapolis, in 1994.

He is currently a Professor in the Department of Computer Education, Korea National University of Education. His research interests include intelligent system, learning science, informatics education, technology & engineering education and AI.