

# Development of TPACK-P Education Program for Improving Technological Pedagogical Content Knowledge of Pre-service Teachers

Seong-Won Kim\*, Youngjun Lee\*\*

## Abstract

As the importance of technology increases, so too does its use in various areas. In education, technology is often used. However, due to teachers' lack of knowledge about technology, they often remain at the level of simple utilization, without applying it to learning. Thus, there is a growing need for Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), which enables teachers to have knowledge about technology and use it appropriately given the content. Although TPACK studies are underway in many subjects, they suffer from the limited functionality of the included technology. To solve this problem, in this study, the range of technology in TPACK was extended to programming, and a TPACK-P model was developed to teach this expanded TPACK to pre-service teachers. To verify the effectiveness of this model, the TPACK-P training program developed during the 15th classes was applied to 19 pre-service teachers. We used Park and Kang (2014) as a tool to measure these teachers' TPACK before and after treatment to observe any changes. The results showed that the TPACK-P education program showed statistically significant improvement in all areas except Pedagogical Content Knowledge(PCK). Compared with the ICT-based TPACK training program, which was administered to a control group, the TPACK-P training program proved to be more effective in the development of Technological Pedagogical Knowledge(TPK) and TPACK among pre-service teachers.

▶Keyword: TPACK, Programing, Education model, Pre-service teacher

## I. Introduction

과학의 진보는 테크놀로지의 발전을 촉진하였고, 테크놀로지는 다양한 산업에 활용되어 산업의 형태 변화를 유발하였다 [1,2,3]. 이러한 테크놀로지는 다양한 영역에 융합되어 새로운 학문을 만들어내고, 사회와 삶의 형태를 기존에 경험하지 못한 형태로 변화시키고 있다[4,5].

교육에서도 테크놀로지의 융합이 증가함에 따라 큰 변화를 맞이하고 있다. 테크놀로지는 기존의 교육이 겪던 어려움이나 한계를 극복하고, 학생들의 학습을 도와주기 위한 도구로써 활발하게 도입되었다[6]. 하지만, 교육에서는 효과적인 학습을 위하여 테크놀로지를 활용하는 것이 아니라 교사의 전문성 부족으로 인하여 단순히 수업에 테크놀로지를 활용하는 수준에 머물러 있다[7].

이러한 문제를 극복하고 테크놀로지를 활용하여 효과적인 교육을 진행하기 위해서는 테크놀로지를 이해하고 활용하기 위한 지식과 복잡한 교육 환경에 테크놀로지를 적절하게 접목하기 위한 지식이 필요하다[8]. 하지만 교사는 이러한 지식이 부족하여 학교에서 테크놀로지를 활용하는 데 어려움을 느끼고 있다[9]. Koehler와 Mishra(2007)은 이러한 문제를 해결하기 위하여 기존의 교육학적 내용 지식에 테크놀로지를 접목한 테크놀로지 교육학적 내용 지식을 제안하였다[10]. TPACK은 테크놀로지에 대한 지식을 바탕으로, 교육적 맥락과 내용을 고려하여 적절하게 수업을 설계하고 진행할 수 있는 지식을 의미한다[11]. 테크놀로지의 발전에 따라 TPACK의 중요성은 증가하

• First Author: Seong-Won Kim, Corresponding Author: Youngjun Lee

\*Seong-Won Kim (sos284809@gmail.com), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

\*\*Youngjun Lee (yjlee@knu.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

• Received: 2017. 06. 09, Revised: 2017. 07. 01, Accepted: 2017. 07. 18.

• This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIP) (No. 2016R1A2B4010522).

였고, 다양한 교과에서 예비 교사와 교사의 TPACK을 발달시키기 위한 연구가 진행되었다[12].

테크놀로지는 다양한 형태로 발전하였지만, 근본적으로 특수한 목적을 가지고 개발되었다[13]. 따라서 테크놀로지를 교육에 활용하기 위해서는 테크놀로지가 가진 기능에 맞는 수업을 진행해야 하므로 다양한 수업에 활용하는 데 한계가 존재한다. 특히, 교육에서는 내용, 학생, 교사, 교실 환경이 다양하므로 교사와 예비 교사들은 한정적인 기능을 가진 테크놀로지를 수업에 접목시키는 데 어려움을 느끼고 있다.

이러한 한계를 극복하기 위하여, 다양한 교과에서 프로그래밍을 테크놀로지 도구 도입하기 위한 연구가 진행되었다[14,15]. 프로그래밍은 교사나 학생의 목적에 맞게 원하는 프로그램을 제작할 수 있다[16]. 따라서 교육 환경에 따라 교사가 원하는 프로그램을 제작할 수 있으며, 학생들의 효과적인 학습을 위한 도구로 활용할 수 있다[17]. 따라서 테크놀로지를 프로그래밍을 접목한 TPACK 교육을 예비 교사와 교사에게 실시한다면 수업 전문성을 갖춘 교사를 양성할 수 있을 것이라고 기대된다.

본 연구에서는 예비 교사를 대상으로 프로그래밍 기반 TPACK 교육을 실시하기 위한 교육 프로그램을 개발하였다. 이러한 연구를 위하여 2장에서는 TPACK 관련 선행 연구를 살펴보고, 선행 연구 분석 결과를 바탕으로 프로그래밍 기반 TPACK 교육을 위한 TPACK-P 교육 모델을 제안하였다. 개발한 교육 모델의 효과를 검증하기 위하여 TPACK-P 교육 프로그램의 적용 방법에 대한 내용을 3장을 서술하였다. 4장에서는 예비 교사를 대상으로 TPACK-P 교육 프로그램을 적용한 결과를 분석하였다. 마지막으로 5장에서는 이러한 분석 결과를 통한 결론과 연구의 한계점 및 향후 연구에 대한 방향에 대하여 제시하였다.

## II. Programming based TPACK

### 1. Related works

Shulman(1986)은 기존의 지식의 개념을 확장하여 교사만이 가지고 있는 특별한 지식인 교육학적 내용 지식을 제시하였다(PCK) [18]. Shulman(1987)은 예비 교사가 이러한 PCK를 갖추지 못하고 있으며, 전문성을 갖춘 교사를 양성하기 위해서는 예비 교사의 PCK를 기르기 위한 교육이 필요하다고 말하였다[19]. Shulman 이후로 PCK에 대한 연구는 활발하게 진행되었고, PCK는 교과별로 분화되었으며 다양한 영역의 지식이 포함하는 형태로 발전하였다[20].

최근에는 과학·기술의 발전에 따라 교실 환경에 활용할 수 있는 테크놀로지가 개발되었다. 이에 따라 교육적 효과를 향상시키기 위하여 교실 현장에 다양한 테크놀로지가 도입되었다. 하지만, 교사들은 테크놀로지에 대한 지식이 부족하여 테크놀로지를 교수-학습 과정에 적용하는 것에 어려움을 느끼고 있다 [7]. 이에 따라 교사는 테크놀로지를 접목하여 교육적 효과를

향상시키는 데 실패하였고, 단순히 테크놀로지를 사용법을 배우고 활용하는데 급급한 상황이다[21]. 이에 따라 학교 현장에서 교사들이 효과적으로 테크놀로지를 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 교육의 필요성이 대두되었다[22].

Mishra & Koehler(2008)는 이러한 문제를 해결하기 위하여, 교사에게 내용학적 지식(Content Knowledge, CK)와 교육학적 지식(Pedagogical Knowledge, PK)뿐만 아니라 테크놀로지를 효과적으로 활용할 수 있는 지식인 테크놀로지 지식(Technological Knowledge, TK)도 가르쳐야 한다고 주장하였다[9]. 또한, 교사와 예비 교사에게 단순히 CK, PK, TK를 각각 가르치는 것이 아니라 교육적 맥락(Contexts)안에서 TK, CK, PK가 적절히 통합되어 효과적인 수업을 설계하고 가르칠 수 있는 지식이 필요하다고 말하였다[11]. 이에 따라 교사와 예비 교사가 갖추어야 하는 지식으로써 테크놀로지 교수 내용 지식(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK)을 제시하였다[23]. 테크놀로지의 발전에 따라 TPACK의 중요성이 증가하였고, 여러 영역에서 예비 교사와 교사의 TPACK을 발달시키기 위한 연구가 활발히 진행되었다[12].

한국에서도 TPACK에 대한 연구가 활발히 진행되었다. 임혜미(2009)는 예비 수학 교사의 TPACK을 향상시키기 위하여, 팀 프로젝트 방법을 강의에 도입하였다. 연구 결과, 팀 프로젝트 방법이 TPACK에 긍정적인 영향을 준다고 말하였다. 또한, TPACK이 21세기의 학습자가 갖추어야 하는 역량을 길러주기 위하여 교사가 갖추어야 하는 필수적인 지식이라고 정의하였다. 그뿐만 아니라 예비 교사가 TPACK을 갖추기 위해서는 테크놀로지의 사용 방법과 사례를 배우는 것이 아니라 테크놀로지 활용 수업을 설계하는 것이 필요하다고 말하였다[24].

엄미리와 신원석, 한인숙(2011)은 예비 교사를 위한 교육 프로그램 및 교육과정을 개선하기 위하여 예비 교사의 TPACK에 대한 인식을 조사하였다. 분석 결과, 예비 교사는 테크놀로지 지식에 대한 중요성은 인식하고 있지만, 실행 수준은 낮은 것을 확인하였다. 따라서 인식과 실천의 차이를 극복할 수 있는 교육 과정 재정비와 멘토링 제도를 제안하였다[25].

박기철과 강성주(2014)는 기존의 연구에서 활용한 TPACK 검사 도구가 문화적 맥락이 고려되지 않았으므로, 초·중등 교사를 대상으로 검사 도구를 투입하여 검사 도구의 타당도 분석과 TPACK에 대한 초·중등 교사의 인지 경로를 분석하였다. 연구를 통하여 교사들의 TPACK에 영향을 미치는 요소는 PK, TPK, Technological Content Knowledge(TCK)라는 것을 확인하였다[26].

나지연과 송진웅(2014)는 TPACK 연구 동향을 분석하여, TPACK 연구가 초기에는 교육 방법 개발과 결과물에 초점을 맞추었으나 점차 교육 방법의 효과를 검증하는 것으로 연구의 트렌드가 변하는 것을 확인하였다. 또한, 교사의 테크놀로지 지식을 향상시키는 연구에서 테크놀로지를 어떻게 교육에 투입할지 전략을 모색하는 연구가 최근에 많이 이루어졌다고 말하였다[27].

이러한 TPACK 연구는 최근 교과에 따라 분화하고 있다. 조

성기와 정선아(2016)은 음악 교사의 TPACK을 살펴보았으며, 음악 교사의 TPACK에는 TPK에 강한 상관관계를 보인다는 것을 확인하였다[28]. 광영숙(2016)은 TPACK에 대한 유아 교사의 인식을 조사하였고, 유아 교사가 가지고 있는 TPACK에 대한 중요도와 실행도가 차이를 보인다는 것을 확인하였다.[29] 성경희와 조영달(2012)은 사회과 수업에서 교사의 TPACK 형성 과정을 살펴보았다. 그 결과, 사회과 수업에서 테크놀로지는 학생 행동에 대한 통제가 전개되면서, 학습자의 자율성을 극대화할 수 있으므로 사회과 교육 방안의 새로운 방향을 제시하였다고 말하였다[30].

## 2. TPACK-P Model

TPACK의 중요성이 증가함에 따라 교사와 예비 교사의 TPACK을 발달시키기 위하여 다양한 교수-학습 방법을 도입하는 연구가 진행되었다[12]. 하지만, 교육이라는 복잡한 환경에서 여러 요소를 통제하기 힘들고, TPACK이라는 지식이 복합적이라는 점 때문에 많은 연구에서 예비 교사와 교사의 TPACK 발달에 어려움을 겪고 있었다. 이에 따라 다양한 연구에서 교실이라는 복잡한 환경에 여러 가지 변수와 관계를 고려할 수 있는 설계 기반 교육(Design Based Learning)을 TPACK 교육에 도입하였다[30]. 대표적인 연구로 Koehler et al. (2004)는 설계 기반 활동이 교사에게 PK, CK, TK에 대한 이해를 돕고, 지식들 간의 관계를 이해하는데 도움을 준다는 것을 확인하였다[31]. 이에 따라 다양한 연구자들이 TPACK 교육 연구에 설계 기반 활동을 도입하기 시작하였다. 그 결과, 설계 기반 교육이 예비 교사[32,33,34,35]와 교사[36,37,38]의 TPACK 발달에 효과적인 교수-학습 방법이라는 것을 확인하였다[10,39,40].

Baran과 Ygun(2016)은 교사 교육에 설계 기반 교육을 접목한 TPACK-DBL 교육 모델을 제시하였다[41]. 교육 모델은 브레인스토밍, 테크놀로지 기반 수업 설계, 이론적인 내용 탐색, 설계 예시 분석, ICT 도구 탐색, 설계 경험 피드백, 수업 시연, 협력이라는 요소로 구성되어 있다. 이러한 모델은 교사를 대상으로 제시된 모델이므로, 예비 교사를 대상으로 활용하기에는 적합하지 않은 부분이 존재하고 있다.

이러한 문제점을 극복하기 위하여 기존의 TPACK-DBL의 모델을 예비 교사에게 맞게 개선하고, 테크놀로지의 범위를 프로그래밍까지 확장하는 연구를 진행하였다. 이러한 연구를 예비 교사의 TPACK 향상을 위한 교육 모델인 TPACK-Programming(TPACK-P)을 다음과 같이 개발하였다. TPACK-P는 기존의 설계 기반 교육을 활용한 TPACK 모델에서 테크놀로지의 범위를 프로그래밍까지 확장하였으며, 9가지 구성 요소로 구성하였다.

첫 번째 요소인 브레인스토밍이다. 예비 교사의 TPACK과 프로그래밍을 활용한 수업 설계 능력을 발달시키기 위해서는 프로그래밍을 접목한 수업을 설계하는 하는 과정에서 다양한 아이디어를 공유하는 과정이 필요하다[42]. 따라서, 브레인스토밍을 통해 다양한 지식을 논의하고, 프로그래밍을 실질적으

로 수업에 접목시키는 과정을 경험할 수 있다. 예비 교사가 브레인스토밍을 통한 수업 설계 과정은 예비 교사의 TCK, TPK의 발달을 촉진하는 것으로 확인되었다[43]. 이에 따라 다양한 의견을 공유하는 과정인 브레인스토밍은 TPACK-P 모델의 첫 번째 요소로 구성하였다.

두 번째 요소는 프로그래밍을 활용한 수업 설계이다. 예비 교사의 TPACK 향상을 위해서는 프로그래밍 지식을 습득하는 것에 멈추는 것이 아니라 프로그래밍을 활용한 수업을 직접 설계하는 경험이 필요하다. 수업을 설계하는 경험은 독립된 지식이 복잡한 상호 작용을 통해 예비 교사의 TPACK의 발달에 영향을 준다[40]. Jimoyiannis(2010)은 테크놀로지를 접목하여 수업 계획이나 수업 활동, 지도안과 같은 결과물을 설계하는 활동에 설계 기반 교육을 접목하면 예비 교사의 TPACK의 발달에 더 효과적인 것을 확인하였다[37]. 따라서 TPACK-P 모델에서는 단순히 수업 아이디어를 구상하는 것에서 멈추는 것이 아니라 예비 교사가 실제 수업 설계를 통하여 TPACK 발달을 촉진할 수 있도록 구성하였다.

세 번째 요소는 TPACK 모델 분석이다. 설계 기반 교육을 접목한 다양한 TPACK 연구에서 TPACK과 관련된 이론적인 내용을 소개하는 것을 강조하고 있다[32,42,43]. Koh and Chai(2014)는 TPACK에 대한 이론적인 모델을 분석하는 것은 학생들이 TPACK을 발달시킬 수 있는 의미 있는 활동이라고 말하였다[44]. 따라서 TPACK에 대한 이론적인 내용을 예비 교사에게 제공하는 것은 프로그래밍을 교육적인 목적으로 어떻게 활용할 수 있을지 이해하고, 수업 설계 과정에서 의미 있는 학습을 제공할 수 있다[37].

네 번째 요소는 프로그래밍 언어에 대한 탐색이다. Baran과 Uygun(2016)에서는 설계 기반 교육을 활용한 TPACK 교육 모델에서 ICT 교육 도구를 활용하고 있다[41]. 하지만 ICT 도구는 특정 목적으로 개발되었기 때문에 다양한 교육적 맥락을 가진 교육 환경에서 적합하기에는 한계가 존재한다[45]. 이와 다르게 프로그래밍은 예비 교사가 목적에 따라 교육 자료나 활동을 제작할 수 있는 개발 환경을 제공한다[13]. 또한, 기존의 선행 연구에서 학생들이 어려운 개념에 대하여 시뮬레이션이나 시각화하여 학생들의 고차원적 인지를 제공할 수 있다[14]. 그 뿐만 아니라 일부 연구에서 학생들이 직접 프로그래밍을 활용하는 과정에서 과목에 대한 흥미가 증가하였고 창의적 문제 해결력이나 STEAM 역량의 향상에 효과가 있다는 것이 확인되었다[15,17]. 이러한 프로그래밍 언어를 TPACK-P 모델에 도입함으로써, 예비 교사가 프로그래밍 언어와 친숙해지며, 교육적인 목적으로 활용함으로써 프로그래밍 역량과 수업 설계 능력을 향상할 수 있도록 교육 모델을 구성하였다[42,46].

다섯 번째 요소는 교육과정 분석이다. Baran과 Uygun(2016)의 연구에서는 교육과정에 대한 내용을 제시하고 있지 않지만[41], 기존의 PCK 연구에서는 교육과정에 대한 중요성을 강조하고 있다[47,48]. 교육과정은 공교육의 뼈대가 되는 내용으로써, 예비 교사가 본인의 교과 특성, 목표, 내용 체

계, 교수-학습 및 평가 방향 등을 이해하는 데 도움을 줄 수 있다. 이러한 교육과정 지식은 프로그래밍을 어떻게 교과에 접목하고, 수업에 활용할 수 있을지에 대한 도움을 줄 수 있다. 따라서 이러한 과정을 통해 예비 교사의 TPK의 발달을 촉진할 수 있으며, 나아가 예비 교사의 TPACK 발달을 기대할 수 있다. 이에 따라 예비 교사의 수업 전문성을 발달시키기 위해서는 교육과정에 대한 이해가 필수적이므로 TPACK-P 모델의 구성 요소로 추가하였다[49].

여섯 번째 요소는 수업 비평이다. 설계 기반 교육 기반 TPACK 연구에서는 테크놀로지를 활용한 수업을 설계하는 과정뿐만 아니라 자신의 수업을 설명하고[37], 동료들의 수업을 비평하는 과정을 통하여 TK, PK, CK에 대한 깊은 이해와 지식 간의 효과적인 통합을 촉진할 수 있다고 말하였다 [6,30,50]. Agyei와 Voogt(2012)의 연구에서는 예비 교사들은 자신의 수업을 설명하고, 동료 수업의 제한점이나 개선점에 대하여 비평하는 과정에서 예비 교사의 TPACK이 발달하는 것을 확인하였다[32]. 따라서 TPACK-P의 수업 비평은 예비 교사의 TPACK 발달을 위한 실질적인 경험을 제공할 수 있다고 판단하여 TPACK-P 모델의 요소로 구성하였다.

일곱 번째 요소는 수업 시연이다. Baran과 Uygun(2016)은 학교 현장에서 수업하는 과정에서 실제 교육적 맥락에서 각 영역의 지식이 어떻게 활용되는지 이해할 수 있다고 말하였다 [41]. 하지만, 예비 교사는 교육 환경을 실질적으로 경험할 수 없으므로 수업을 설계하고 마이크로티칭과 같은 모의 수업 시연이 필요하다 [50]. 이러한 수업 시연 과정은 실제 수업에서 PK, CK, TK가 어떻게 활용되는지 이해하는 과정을 제공할 수 있다[37].

여덟 번째 요소는 수업 성찰이다. 수업 설계 과정에서 수업에 대한 성찰은 설계 기반 교육에서 중요한 요소이다[6,50]. Angeli와 Valanides(2009)은 수업 설계와 관련된 경험에 대하여 성찰하는 과정이 그들의 과정을 평가하는 것을 도우며, 자신의 TPACK 수준을 평가하는 데 도움을 준다고 말하였다[6]. 또한, 수업 설계에서 겪는 어려움을 확인함으로써, 실질적인 수업 설계 역량을 향상하는 데 도움을 줄 수 있다[50].

마지막 요소는 협력이다. 복잡한 교육적 맥락에서 완벽한 답을 찾는 것은 불가능하다. 따라서 협력을 통하여 교육 상황에 따라 적절한 답을 찾아가는 설계 과정이 필요하다. Koehler 외 (2004)에서는 이러한 협력을 통한 수업 설계 과정이 TK, PK, CK 간의 관계를 이해하고, 실제 교육 환경에 따라 프로그래밍을 통합하여 해결해가는 과정을 경험할 수 있다고 말하였다 [31]. 따라서 협력은 예비 교사가 효과적으로 프로그래밍을 통합하는 과정을 제공할 수 있으며, 동료 간의 협업을 통한 최적의 답을 찾아가는 과정을 제공할 수 있다[10].

선행 연구를 바탕으로 예비 교사들의 프로그래밍 역량, 교육 환경에 따라 프로그래밍을 적절하게 결합할 수 있는 수업 설계 역량, 효과적인 수업을 진행할 수 있는 수업 전문성을 향상시켜 줄 수 있는 TPACK-P 교육 모델을 개발하였다. 개발한 교육 프로그램은 Figure 1과 같으며, 9가지 요소를 기반으로 교육적

맥락에 따라 예비 교사의 TK, CK, PK를 발달시키고, 지식 간의 융합을 통하여 궁극적으로 TPACK을 발달시킬 수 있는 교육 모델을 설계하였다.

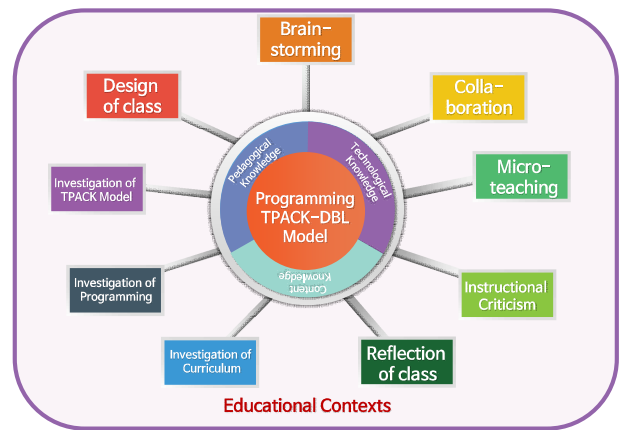


Fig. 1. TPACK-P Model

### 3. Development of TPACK-P educational program

이러한 TPACK-P 교육 모델의 효과를 검증하기 위하여, TPACK-P 교육 모델을 기반으로 교육 프로그램을 개발하였다. 교육 프로그램은 총 5단계로 구성하였다; 분석, 탐색, 설계, 적용, 평가.

분석 단계에서는 예비 교사가 본인 교과의 문제점을 탐색하는 단계이다. 이 단계에서 본인이 생각한 문제점을 정리하고, 문제점을 해결하기 위한 수업을 설계하기 위한 준비 단계이다.

탐색 단계에서는 TPACK-P 기반 수업을 설계하기 위한 다양한 이론적인 지식과 실제 사례를 탐색하는 단계이다. 이 단계에서 프로그래밍 개발 환경을 탐색하는 과정을 통하여, 탐색 단계에서의 문제를 해결하기 위하여 프로그래밍을 활용하는 방안을 생각해보도록 하였다. 또한, TPACK에 대하여 이해하고, 교과에 대한 목표와 방향, 교육과정 지식을 습득할 수 있는 활동을 포함하였다. 그뿐만 아니라 실제 수업을 설계하는 것과 TPACK 기반 수업을 설계하는 데 익숙하지 않은 예비 교사를 위하여 다양한 수업 사례를 살펴보고, 비평하는 과정을 추가하였다.

설계 단계는 탐색 단계에서 습득한 지식을 기반으로 실제 수업을 설계하는 과정이다. 설계 단계는 다른 TPACK 교육 프로그램과 다르게 프로그래밍을 수업에 접목하는 것을 추가하였다. 프로그래밍을 통하여 분석 단계에서 생각한 문제를 해결하기 위한 프로그램을 제작하고, 그 프로그램을 활용할 수업을 설계하도록 단계를 구성하였다. 이 단계에서는 예비 교사가 프로그래밍을 기반으로 학습 내용, 목적, 전개, 교수-학습 방법, 평가 방법, 차시 구성이 포함된 수업을 설계해볼 수 있도록 교육 프로그램을 구성하였다. 설계 단계는 이전의 단계와 다르게 팀 프로젝트로 진행하여 예비 교사가 서로 협력하고, 다양한 아이디어를 제시, 공유, 평가하는 과정을 진행할 수 있도록 구성하였다.

적용 단계에서는 이처럼 설계한 수업을 직접 시연해보는 단

계이다. 교사는 실제 수업을 진행할 수 있지만, 예비 교사는 실제 수업을 진행할 수 없으므로 마이크로티칭과 같은 수업 시연을 진행하도록 단계를 구성하였다.

마지막 단계는 평가이다. 평가 단계에서는 시연한 수업에 대한 비평과 수업을 개선하고 정교화하는 과정으로 구성하였다. 수업 비평 과정에서 다른 팀의 수업을 평가해보고, 본인 수업을 정교화하는 과정을 진행할 수 있으며, 수업을 보완하는 작업을 통해 수업 전문성을 확보할 기회를 얻을 수 있다. 또한, 프로그램도 수업에 맞게 수정하며, TPACK 지식을 발달시킬 수 있다. 이와 같은 TPACK 교육 프로그램의 자세한 내용은 아래 Table 1과 같다.

TPACK-P 교육 모델을 기반으로 개발한 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK의 발달에 미치는 영향을 확인하기 위하여 두 집단의 예비 교사를 대상으로 효과를 분석하는 연구를 진행하였다.

Table 1. Composition of TPACK-P educational program

Domain	Content	Elements of TPACK-P*
Analysis	Analysis of problem in subject	1,6,9
Investigation	Investigation of programming environment	4,5
	Investigation of TPACK	4,5,6
	Investigation of example of TPACK Class	1,4,6,8
	Investigation of curriculum	1,9
Design	Design of class with TPACK-P	1,2,8
Application	Microteaching	3,7
Evaluation	Instructional criticism	3,6,8
	Elaboration of class & Feedback	2,6,8

\* 1. Brainstorming; 2. Design of class with programming; 3. Instructional criticism; 4. Investigation of TPACK model; 5. Investigation of programming environment; 6. Reflection of class; 7. Microteaching; 8. Collaboration; 9. Investigation of curriculum

### III. Application of TPACK-P Model and TPACK-P Educational program

#### 1. Research procedure

본 연구에서는 프로그래밍을 접목한 TPACK 모델을 개발하고, 개발한 모델을 검증하기 위하여 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하여, 예비교사의 TPACK 변화를 관찰하였다. 이와 같은 연구를 위한 연구 절차는 다음과 같다. 첫 번째로 선행 연구 및 문헌 분석을 통하여 TPACK-P 모델을 개발하였다. 개발한 교육 모델의 검증을 위하여 전문가 집단의 검토를 하였고, 검토 결과를 반영하여 모델을 보완하였다. TPACK-P 모델의 효과를 검증하기 위하여, 예비 교사를 대상으로 교육 프로그램을 개발하였고, 개발한 교육 프로그램을 적용하였다. 교육 프

그램에 대한 효과를 검증하기 위하여 대조군을 설정하였으며, 선행 연구에서 활용한 검사 도구를 사전, 사후에 실시하여 예비 교사의 TPACK 변화를 관찰하였다.

#### 2. Participants

TPACK 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 청주시 소재의 K대학의 교양 강의를 통하여 연구에 참여할 예비 교사를 모집하였다. 각 강의는 강의계획서에 프로그래밍 기반 TPACK 수업과 ICT 수업을 진행할 것이라고 명시하였으며, 강의 주제에 관심 있는 예비 교사가 수강 신청을 통해 강의에 참여하였다. 강의에 참여한 학생에게 연구 절차에 관해 설명하였고, 연구에 참여하겠다고 응답한 학생을 대상으로 검사 도구를 실시하였다. 각 집단에서 1명씩 연구에 참여하는 것을 거부하여, 20명 중에서 19명의 예비 교사에게 연구를 진행하였다.

연구에 참여한 예비 교사의 특성을 살펴보면, 성별은 모든 집단에서 여자가 많았다. Table 2를 살펴보면, 실험군은 남자(47%)와 여자(53%)의 비율이 차이가 크지 않았지만, 대조군은 남자(21%)보다 여자(79%)의 비율의 차이가 컸다.

Table 2. Gender of participants

Number of pre-service teachers(%)

Group*	Male	Female	Total
Con.	9 (47)	10 (53)	19 (100)
Exp.	4 (21)	15 (79)	19 (100)

\*Con.: Control group, Exp.: Experimental group

전공은 실험군과 대조군 모두 다양하게 분포하고 있었다. Table 3을 살펴보면, 실험군은 기술(37%)을 전공하는 예비 교사가 다른 전공보다 높았지만, 실험군과 마찬가지로 다양한 전공이 분포하고 있었다. 대조군에서도 화학, 음악, 영어 등 다양한 전공을 가진 예비 교사가 있었다.

Table 3. Major of participants

Number of pre-service teachers(%)

Group	Major*				Total
Con.	Tech	7 (37)	Com	2 (11)	19 (100)
	Geo	2 (11)	Home	1 (5)	
	Earth	3 (16)	Math	2 (11)	
	Peda	1 (5)	French	1 (5)	
Exp.	Tech	3 (16)	Com	2 (11)	19 (100)
	Geo	2 (11)	Home	2 (11)	
	Che	2 (11)	Music	2 (11)	
	Eng	2 (11)	Ethics	1 (5)	
	Chi	1 (5)	Early	1 (5)	
	Envi	1 (5)			

\*Tech: Technology; Com: Computer; Geo: Geography; Home: Home economics; Earth: Earth Science; Math: Mathematics; Peda: Pedagogy; French: French; Che: Chemistry; Music: Music; Eng: English; Ethics: Ethics; Chi: Chinese; Early: Early childhood Envi: Environmental

다음은 예비 교사의 학년이다. Table 4를 살펴보면, 실험군

은 2학년(42%)과 3학년(37%)이 대다수였으며, 1학년(16%)과 4학년(5%)인 예비 교사가 존재하였다. 대조군은 1학년(58%)이 절반 이상을 차지하고 있었으며, 2학년(26%)과 3학년(16%)이 나머지를 차지하고 있었다.

프로그래밍을 경험하였는지 물어보는 문항에서는 Table 5와 같이 실험군은 70%에 가까운 예비 교사가 경험해보았다고 응답하였다(68%). 경험한 프로그래밍 언어의 종류를 살펴보면, 블록 기반 프로그래밍 언어(Scratch, Code.org)는 8명(62%)이었으며, 텍스트 기반 프로그래밍 언어(HTML, C, Python)가

Table 4. Grade of participants

Number of pre-service teachers(%)

Group	Freshman	Sophomore	Junior	Senior	Total
Con.	3 (16)	8 (42)	7 (37)	1 (5)	19 (100)
Exp.	11 (58)	5 (26)	3 (16)	0 (0)	19 (100)

12명(92%)이었다. 대조군은 8명의 예비 교사(42%)가 프로그래밍 경험해보았다고 응답하였으며, 텍스트 기반 프로그래밍 언어(63%)보다 블록 기반 프로그래밍 언어(75%)를 사용해본 예비 교사가 많았다. 이러한 차이가 발생한 것은 프로그래밍 관련 강의를 진행하는 컴퓨터와 기술 전공 예비 교사의 비율의 차이 때문이라고 생각된다.

Table 5. Experience of programming

Number of pre-service teachers(%)

Group	Yes	No	Total
Con.	13 (68)	6 (32)	19 (100)
Exp.	8 (42)	11 (58)	19 (100)

교육학 관련 강의의 수강 여부를 묻는 문항에서는 Table 6과 같이 실험군과 대조군 모두 교육학 관련 강의를 수강한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 K 대학의 특성 때문이다. K 대학은 교사를 양성하기 위해 설립된 특수 목적 대학으로써, 모든 재학생이 학년에 맞추어 교육학 관련 수업을 듣도록 교육과정이 구성되어 있다. 따라서 학생별로 수강한 강의의 수가 차이 나거나 수강한 강의의 종류는 다를 수 있지만, 교육학 관련 강의를 수강하지 않은 학생은 존재하지 않았다.

Table 6. Number of pedagogy class of participants

Number of pre-service teachers(%)

Group	Yes	No	Total
Con.	19 (100)	0 (0)	19 (100)
Exp.	19 (100)	0 (0)	19 (100)

마지막으로 교과 교육학 관련 강의를 수강한 학생의 수는 Table 7과 같이 대조군(74%)보다 실험군(47%)이 많았다. 이

러한 차이는 K 대학의 교육과정과 학년의 비율 차이 때문이다. K 대학의 교육과정은 저학년에 교과 내용학 지식을 쌓기 위한 강의가 주로 편성되어 있으며, 고학년에 교과 교육학 관련 강의를 수강할 수 있도록 구성되어 있다. 따라서 학년의 차이가 교과 교육학 관련 강의의 수강 비율의 차이가 나타날 수밖에 없다. 본 연구의 실험군과 대조군은 일부 특성에서는 차이가 존재하였다. 따라서 사전 검사를 통하여 두 집단의 TPACK를 살펴보고, 이에 맞는 연구 방법을 적용하여 연구를 진행하였다.

Table 7. Number of pedagogical content class of Participants  
Number of pre-service teachers(%)

Group	Yes	No	Total
Con.	14 (74)	5 (26)	19 (100)
Exp.	9 (47)	10 (53)	19 (100)

### 3. Tools

본 연구에서 활용한 검사 도구는 박기철과 강성주(2014)의 연구에서 개발한 검사 도구를 활용하였다[26]. 박기철과 강성주(2014)는 Mishra와 Koelher(2006)이 개발하고, Chai 외(2013)의 연구에서 타당도와 신뢰도를 검증한 TPACK 검사 도구를 기반으로 문화적 배경을 반영한 타당화 과정을 진행하였다[9,26,33,51]. 타당화 과정에서는 41개의 문항을 한국어로 번역한 뒤, 타당도와 신뢰도를 확보하기 위하여 전문가 검토, 탐색적 요인분석을 하였다. 이러한 과정을 통해 타당도와 신뢰도가 확보된 36개의 문항을 선정하였다.

검사 도구는 TPACK을 측정하기 위한 검사 도구로써 다음과 같이 문항이 구성되어 있다; CK: 4문항, PK: 7문항, TK: 4문항, PCK: 6문항, TCK: 3문항, TPK: 6문항, TPACK: 3문항. 각 영역의 문항의 신뢰도는 .80이상으로 나타났다[26].

### 4. Treatments

본 연구에 처치는 K 대학의 2016년 2학기의 강의로 진행하였다. 기간은 총 15주 동안 진행하였으며, 2016년 8월 29일부터 2016년 12월 9일까지 매주 3시간씩 수업을 진행하였다. 강의는 연구진 중 한 명이 진행하였으며, 각 강의에 다른 주제를 진행하였다.

대조군은 기존의 TPACK의 테크놀로지 역량을 키워주는 데 초점을 맞추었다. 학교 현장에서 많이 활용하는 한글, 엑셀, 파워포인트를 주제로 실습을 통한 이해, 문제 해결을 통한 응용, 교과에 접목하여 수업 설계 및 시연하는 과정을 5주씩 반복적으로 진행하였다. 이와 같은 과정을 통하여 학생들의 ICT 역량을 향상하고, 본인 교과에 접목하는 과정을 통해 예비 교사의 TPACK 함양을 기대하였다.

실험군은 TPACK-P 모델을 기반으로 강의를 설계하였다. 예비 교사가 본인 교과의 문제점을 생각해보고 이와 같은 과정을 해결하기 위하여 프로그래밍을 접목해보는 것을 주제로 강의를 진행하였다. 따라서 프로그래밍 언어를 배우고, 기존의 사례 탐색과 교육 과정 분석을 통하여 스스로 수업을 설계해보고,

모의 수업 시연 및 피드백을 통하여 수업 정교화하며, 수업 비평을 통해 다른 사람들의 의견을 반영하여 수업을 개선하는 활동을 실시하였다[46]. 본 연구에서는 이러한 수업을 위한 프로그래밍 언어로써 스크래치를 선정하고 진행하였다. 프로그래밍 배우기 위한 시간이 충분하지 않고, 컴퓨터를 전공하는 교사가 아니므로 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 진행할 수 없었다[51]. 따라서 블록 기반 프로그래밍 언어 중에서 기존의 선행 연구에서 다른 교과에 접목하기 적합하다고 나온 스크래치를 사용하였다[16].

### 5. Analysis

본 연구에서는 예비 교사의 TPACK 변화를 살펴보기 위하여 실험군과 대조군의 사전, 사후 검사 결과의 변화는 대응 표본 t-검증을 통하여 TPACK 변화를 관찰하였다. 또한, 사전, 사후 검사에서 집단 간의 차이를 검증하기 위하여 독립 표본 t-검증을 활용하였다. 이와 같은 통계적인 분석을 위하여 IBM SPSS v.21을 통계 프로그램으로 활용하였다.

### 6. Results

#### 6.1 Independent sample t-test results for TPACK pre-test of pre-service teachers

예비 교사가 사전에 가지고 있는 TPACK 수준을 비교하기 위하여, 교육 프로그램을 투입하기 전에 실험군과 대조군에게 검사 도구를 실시하였다. 실시한 결과, TPACK<sup>T</sup>의 값은 실험군( $M=3.31, SD=0.59$ )과 대조군( $M=3.03, SD=0.48$ )이 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다,  $t=-1.56, p=.13$ . Table 8을 살펴보면, 하위 영역에서 집단 간의 차이는 일부 존재하였지만, 그 차이는 모두 통계적으로 유의미하지 않았다. 이와 같은 결과를 통하여 실험군과 대조군의 특성에서 일부 차이가 존재하였지만, 기준에 가지고 있는 TPACK 수준은 같은 것으로 나타났다.

Table 8. Independent samples t-test results of pre-test to measure for TPACK

Area	Group	N	M	SD	t	p
PK	Exp.	19	3.65	0.39	1.22	0.23
	Con.	19	3.50	0.37		
TK	Exp.	19	3.21	0.84	1.92	0.06
	Con.	19	2.71	0.76		
CK	Exp.	19	3.09	0.86	0.11	0.91
	Con.	19	3.07	0.61		
TCK	Exp.	19	3.04	0.84	0.54	0.59
	Con.	19	2.91	0.65		
TPK	Exp.	19	3.19	0.92	1.75	0.09
	Con.	19	2.74	0.67		
PCK	Exp.	19	3.39	0.64	1.74	0.09
	Con.	19	3.00	0.72		
TPACK	Exp.	19	3.34	0.80	1.37	0.18
	Con.	19	2.98	0.82		
Total	Exp.	19	3.31	0.59	1.56	0.13
	Con.	19	3.03	0.48		

Note. 검사 도구의 전체 결과값인 TPACK과 검사 도구의 하위 영역인 TPACK의 용어가 같음. 따라서 검사 도구의 전체 결과값인 TPACK을 TPACK<sup>T</sup>이라고 기술하며, 검사 도구의 하위 영역인 TPACK을 TPACK<sup>S</sup>라고 작성함.

#### 6.2 Results of pre- and post-test analysis of the control group through paired sample t-test

ICT 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK에 미치는 영향을 분석한 결과는 다음과 같다. 예비 교사의 TPACK<sup>T</sup>은 사전 검사( $M=3.03, SD=0.48$ )보다 사후 검사( $M=3.29, SD=0.44$ )에서 증가하였다. 또한, 이러한 차이는 통계적으로 유의미하였다,  $t=5.18, p<.01$ . 이와 같은 결과를 통하여 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램도 예비 교사의 TPACK<sup>T</sup> 발달에 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다.

Table 9를 살펴보면, 세부 영역에서도 모두 사전 검사보다 사후 검사에서 값이 증가한 것을 확인할 수 있다. 하지만, PK( $t=-1.15, p=.27$ ), CK( $t=-1.04, p=.31$ ), TPK( $t=-1.69, p=.11$ ), PCK( $t=-0.38, p=.71$ ) 영역에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이와 다르게 TK( $t=-2.84, p=.01$ ), TCK( $t=-3.63, p<.01$ ), TPACK<sup>S</sup>( $t=-2.99, p=.01$ ) 영역에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 따라서 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램은 모든 하위 영역의 향상에 효과적이지 않았으며, ICT 도구를 통하여 테크놀로지 관련 영역의 향상에 효과적인 것을 확인할 수 있었다. 그러므로 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 받은 예비 교사의 TPACK<sup>T</sup> 향상은 테크놀로지 관련 지식의 향상 때문이라는 것을 알 수 있다.

Table 9. Paired samples t-test results of control group to measure for TPACK

Area	Group	N	M	SD	t	p
PK	pre	19	3.50	0.37	-1.15	0.27
	post		3.61	0.47		
TK	pre	19	2.71	0.76	-2.84	0.01*
	post		3.13	0.78		
CK	pre	19	3.07	0.61	-1.04	0.31
	post		3.18	0.74		
TCK	pre	19	2.91	0.65	-3.63	0.00*
	post		3.39	0.48		
TPK	pre	19	2.74	0.67	-1.69	0.11
	post		3.04	0.73		
PCK	pre	19	3.00	0.72	-0.38	0.71
	post		3.05	0.52		
TPACK	pre	19	2.98	0.82	-2.99	0.01*
	post		3.33	0.60		
Total	pre	19	3.03	0.48	-5.18	0.00*
	post		3.29	0.44		

\*p<.05.

### 6.3 Results of pre- and post-test analysis of the experimental group through paired sample t-test

TPACK-P 교육 프로그램을 받은 예비 교사는 사전 검사(M= 3.31, SD= 0.59)에 사후 검사(M= 3.68, SD= 0.48)의 TPACK<sup>T</sup>이 증가한 것으로 나타났다. 또한, 이러한 차이는 대조군과 마찬가지로 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다, t = -4.86, p < .01. 하지만, 하위 영역은 대조군과 차이를 보였다. ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 받은 예비 교사는 테크놀로지와 관련된 TK, TCK, TPACK<sup>S</sup> 영역에서만 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. TPACK-P 교육 프로그램을 받은 예비 교사는 TK(t = -2.51, p = .02), TCK(t = -4.15, p < .01), TPACK<sup>S</sup>(t = -2.76, p = .01) 뿐만 아니라 PK(t = -2.28, p = .04), CK(t = -3.67, p < .01), TPK(t = -2.33, p = .03) 영역에서도 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 이와 같은 결과를 통하여 TPACK-P 교육 프로그램은 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램보다 다양한 영역에 교육적 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다. Table 10을 살펴보면, 다른 영역과 다르게 PCK 영역은 사전 검사(M= 3.39, SD= 0.64)에 비해 사후 검사(M= 3.63, SD= 0.62)에서 값은 증가하였지만, 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다, t = -1.74, p = .10. 따라서 TPACK-P 교육 프로그램도 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램과 마찬가지로 PCK의 발달에는 효과적이지 않은 것을 확인할 수 있었다. ICT 기반 TPACK 교육 프로그램 TPACK-P 교육 프로그램 모두 교육적 효과가 있었지만, 교육 프로그램 간의 교육적 효과 차이를 확인하기 위하여 두 집단의 사후 검사를 분석하였다.

Table 10. Paired samples t-test results of experimental group to measure for TPACK

Area	Group	N	M	SD	t	P
PK	pre	19	3.65	0.39	-2.28	0.04*
	post		3.87	0.43		
TK	pre	19	3.21	0.84	-2.51	0.02*
	post		3.54	0.67		
CK	pre	19	3.09	0.86	-3.67	0.00*
	post		3.54	0.80		
TCK	pre	19	3.04	0.84	-4.15	0.00*
	post		3.66	0.76		
TPK	pre	19	3.19	0.92	-2.33	0.03*
	post		3.58	0.67		
PCK	pre	19	3.39	0.64	-1.74	0.10
	post		3.63	0.62		
TPACK	pre	19	3.34	0.80	-2.76	0.01*
	post		3.77	0.56		
Total	pre	19	3.31	0.59	-4.86	0.00*
	post		3.68	0.48		

\*p<.05.

### 6.4 Independent sample t-test results for TPACK post-test of pre-service teachers

사전 검사에서는 실험군과 대조군은 모든 영역에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 하지만, 사후 검사에서는 실험군(M= 3.68, SD= 0.48)은 대조군(M= 3.29, SD= 0.44)보다 TPACK<sup>T</sup> 값이 더 높았다. 또한, 이러한 차이는 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다, t = 2.66, p = .01. 이와 같은 결과를 통하여 사전 검사에서는 두 집단의 TPACK<sup>T</sup>가 차이가 없었지만, 사후 검사에서는 두 집단의 TPACK<sup>T</sup>가 증가하였고, 증가 폭이 TPACK-P 교육프로그램이 더 크다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램과 TPACK-P 교육 프로그램은 예비 교사의 TPACK<sup>T</sup> 향상에 효과가 있지만, 사후 검사의 차이를 통하여 TPACK-P 교육 프로그램이 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램보다 예비 교사의 TPACK<sup>T</sup> 발달에 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

Table 11을 살펴보면, PK(t = 1.81, p = .08), TK(t = 1.73, p = .09), CK(t = 1.42, p = .16), TCK(t = 1.27, p = .21) 영역에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. TK는 두 집단에서 모두 통계적으로 유의미하게 향상되었다. 하지만, 사후 검사에서 두 집단의 TK가 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았으므로 ICT와 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 TK에 미치는 영향이 같다고 생각된다. PK와 CK, TCK은 TPACK-P 교육 프로그램만 통계적으로 유의미한 차이를 주었지만, 사후 검사에서는 두 집단 간의 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과를 통하여 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 PK, CK, TCK의 향상에 유의미한 영향을 주지 못한다는 것을 확인할 수 있었다.

이와 다르게 PCK(t = 1.81, p = .08)와 TPK(t = 1.81, p = .08), TPACK<sup>S</sup>(t = 1.81, p = .08) 영역에서는 사후 검사에서 두 집단 간의 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 실험군과 대조군에서 모두 TPACK<sup>S</sup>의 향상이 통계적으로 유의미한 차이가



나타났다. 또한, 사전 검사에 비해 사후 검사에는 두 집단의 TPACK<sup>S</sup> 차이는 통계적으로 유의미하게 변화하였다. 이러한 변화와 사후 검사의 TPACK<sup>S</sup>의 값을 통하여 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK<sup>S</sup> 발달에 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램보다 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다.

PCK는 사후 검사에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타났지만, 실험군과 대조군의 대응 표본 t-검정에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 사전 검사에 비해 사후 검사에서 집단 간의 차이가 증가하였지만, 이러한 차이가 교육 프로그램의 효과라고 볼 수 없다. 따라서 본 연구에서 적용한 교육 프로그램의 효과라고 판단하기 어렵다.

마지막으로 TPK는 대조군과 다르게 실험군에서만 통계적으로 유의미한 변화가 관찰되었다. 또한, 사전 검사와 다르게 사후 검사 결과에서만 두 집단의 TPK가 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 따라서 ICT 기반 교육 프로그램과 다르게 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 TPK 발달에 효과가 있다는 것을 확인할 수 있었다.

테크놀로지 관련 지식을 살펴보면, ICT 기반 교육 프로그램과 TPACK-P 교육 프로그램 모두 TK와 TCK의 향상에 영향을 주었다. 하지만, 사후 검사를 통하여 두 교육 프로그램이 예비 교사의 TK와 TCK의 발달에 미치는 영향은 차이가 없다는 것을 확인할 수 있었다. 반면에 TPK는 TPACK-P 교육 프로그램만이 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤다. 또한, 사후 검사에서도 이러한 변화가 통계적으로 유의미하다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 ICT와 프로그래밍 언어는 모두 테크놀로지 도구이지만, 프로그래밍 언어를 예비 교사가 학습하면 테크놀로지를 활용하여 교수-학습에 활용할 수 있는 지식까지 향상시킬 수 있었다. 이러한 TPK는 예비 교사의 TPACK 향상에 유의미한 상관 관계를 가지고 있기 때문에 예비 교사의 TPACK 발달에 효과적인 교육을 진행할 수 있다[26]. Chien et al.(2012)는 예비 교사의 TPK 발달은 교육에서 예비 교사가 테크놀로지를 활용하는 관점을 변화시키고, 테크놀로지를 수업에 활용하기 위한 시도가 증가한다고 말하였다[53]. 따라서 TPACK-P 교육 프로그램은 단순히 테크놀로지를 도구를 학습하는 것에서 멈추는 것이 아니라 수업에 활용할 수 있는 역량을 향상시키는 데 효과적이라고 말할 수 있다. 이와 같은 결과를 통하여 기존의 TPACK 교육 연구에서 많이 활용한 ICT 도구보다 프로그래밍이 예비 교사의 TPACK 발달에 효과적인 도구라는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 본 연구에서 개발한 TPACK-P 교육 모델이 예비 교사의 TPACK 발달에 효과적인 교육 모델이라는 것을 확인할 수 있었다.

Table 11. Independent samples t-test results of post-test to measure for TPACK

Area	Group	N	M	SD	t	p
PK	Exp.	19	3.87	0.43	1.81	0.08
	Con.	19	3.61	0.47		
TK	Exp.	19	3.54	0.67	1.73	0.09
	Con.	19	3.13	0.78		
CK	Exp.	19	3.54	0.80	1.42	0.16
	Con.	19	3.18	0.74		
TCK	Exp.	19	3.66	0.76	1.27	0.21
	Con.	19	3.39	0.48		
TPK	Exp.	19	3.58	0.67	2.40	0.02*
	Con.	19	3.04	0.73		
PCK	Exp.	19	3.63	0.62	3.14	0.00*
	Con.	19	3.05	0.52		
TPACK	Exp.	19	3.77	0.56	2.32	0.03*
	Con.	19	3.33	0.60		
Total	Exp.	19	3.68	0.48	2.66	0.01*
	Con.	19	3.29	0.44		

\*p<.05.

#### IV. Conclusions

본 연구에서는 프로그래밍을 접목한 TPACK 교육 모델을 제안하고, TPACK-P 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하여 효과를 살펴보았다. 이러한 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 예비 교사 교육을 위한 TPACK-P 교육 모델을 개발하였다. 선행 연구를 바탕으로 예비 교사의 TPACK을 발달시키기 위한 9가지 요소를 추출하였다; 브레인스토밍, 수업 설계, TPACK 모델 분석, 프로그래밍 언어 탐색, 교육과정 분석; 수업 성찰; 수업 비평; 수업 실습; 협력. 이러한 요소 추출을 통하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 모델을 제안하였다.

둘째, TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK 향상에 효과적이었다. 본 연구에서는 TPACK-P 모델을 기반으로 교육 프로그램을 개발하고, 예비 교사에게 프로그램을 적용하였다. 이러한 프로그램은 예비 교사의 PCK를 제외한 모든 영역을 향상시키는 데 효과적이었다. ICT 기반 TPACK 교육 프로그램의 효과와 비교한 결과, TPACK-P 교육 프로그램은 TPK, TPACK<sup>S</sup>, TPACK<sup>T</sup>에서 통계적으로 유의미하게 효과가 있었다. 이를 통하여 TPACK-P 교육 모델을 기반으로 한 교육 프로그램이 기존의 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램보다 TPACK<sup>T</sup> 향상에 효과적인 것을 확인하였다.

본 연구에서는 TPACK-P 교육 모델의 효과를 검증하기 위하여 수치화된 검사 도구를 활용하여 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK에 미치는 영향을 조사하였다. 선행 연구에서는 TPACK에 대한 인식은 높았지만, 실제로 수업 설계나 분석에서 테크놀로지를 활용하지 못하는 경우가 많았다. 따라서 본 연구의 결과에서도 예비 교사가 TPACK-P 교육을 통해 TPACK의 발달은 관찰할 수 있지만, 실제 수업 설계나 분석에서 프로그래밍을 어떻게 활용하는지, 수업 전문성이 얼마나 향상되었는지는 알 수 없다. 따라서 후속 연구에서는 TPACK-P 프로그램을 받은 예비 교사의 수업 전문성 변화를 관찰하고, 수업 실

천을 분석하는 연구가 필요하다. 또한, 본 연구에서는 예비 교사의 프로그래밍 역량에 대한 측정은 이루어지지 않았다. 예비 교사가 수업에 프로그래밍을 활용할 수 있는 역량을 갖추었는지 판단할 수 없다. 따라서 프로그래밍 역량을 분석하는 연구도 필요하다. 마지막으로 TPACK 연구가 예비 교사와 교사를 대상으로 진행되고 있으며, 교과 특이적으로 진행되고 있다. 교과마다 추구하는 목적과 역량이 다르므로 테크놀로지를 활용하는 목적이나 방법이 다르다. 따라서 교과의 특성에 맞는 TPACK 검사 도구를 개발하여, 교과별로 예비 교사나 교사의 수업 전문성을 살펴볼 수 있는 연구가 필요하다.

## REFERENCES

- [1] SwKim, and yjee, "Development of a Software Education Curriculum for Secondary Schools," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 21, No. 8, pp. 127-141, 2016.
- [2] SwKim, and yjee, "The Effects of Programming Education using App inventor on Problem-solving Ability and Self-efficacy, Perception," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 22, No. 1, pp. 123-134, 2017.
- [3] SwKim, and yjee, "The analysis on research trends in programming based STEAM education in Korea," *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 9, No. 24, 2016.
- [4] K. Schwab, "The fourth industrial revolution" Penguin UK, 2017.
- [5] Eklee, jwchoi, and yjee, "The Analysis of Informatics Gifted Elementary Students' Computational Problem Solving Approaches in Puzzle-Based Learning," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 19, No. 1, pp. 191-201, 2014.
- [6] C. Angeli, and N. Valanides, "Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICTeTPCK: advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK)," *Computers & Education*, Vol. 52, No. 1, pp. 154-168, 2009.
- [7] OECD, "Inspired by technology, driven by pedagogy: A systemic approach to technology-based school innovations," OECD Publishing, 2010.
- [8] M. J. Koehler, and P. Mishra, "Introducing tpck" *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*, pp. 3-29, 2010
- [9] M. J. Koehler, and P. Mishra, "Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge," *Teachers college record*, Vol. 108, No. 6, pp. 1017, 2006.
- [10] M. J. Koehler, P. Mishra, and K. Yahya, "Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: integrating content, pedagogy and technology," *Computers & Education*, Vol. 49, No. 3, pp. 740-762, 2007.
- [11] M. J. Koehler, and P. Mishra, "What is technological pedagogical content knowledge," *Contemporary issues in technology and teacher education*, Vol. 9, No. 1, pp. 60-70, 2009.
- [12] Y. T. Wu, "Research trends in technological pedagogical content knowledge (TPACK) research: A review of empirical studies published in selected journals from 2002 to 2011," *British Journal of Educational Technology*, Vol. 44, No. 3, pp. 73-76, 2013.
- [13] Jwchoi, eklee, and yjee, "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, 2015.
- [14] Hjnoh, and shpaik "Students` Perception of Scratch Program using High School Science Class," *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, Vol. 35, No. 1, pp. 53-64, 2015.
- [15] Ejchoi, and shpaik, "An example of a computational thinking application for elementary school students in a one-year-old animal," *Proceeding of the Korean Association for Research in Science Education*, 2014.
- [16] M. Resnick, J. Maloney, A. Monroy-Hernández, N. Rusk, E. Eastmond, K. Brennan, A. Milner, E. Rosenbaum, J. Silver, B. Silverman, and Y. Kafai, "Scratch: programming for all," *Communications of the ACM*, Vol. 52, No. 11, pp. 60-67, 2009.
- [17] Jwchoi, sjan, shpaik, and yjee, "Bring computational thinking into science education," In *proceedings of ICSPE 2015 in Singapore*, 2015.
- [18] L. S. Shulman, "Those who understand: Knowledge growth in teaching," *Educational researcher*, Vol. 15, No. 2, pp. 4-14, 1986.
- [19] S. Gudmundsdottir, and L. Shulman, "Pedagogical content knowledge in social studies," *Scandinavian Journal of Educational Research*, Vol. 31, No. 2, pp. 59-70, 1987.
- [20] Yrlee, and skwak, "An Analytical Study on Research Trends of Pedagogical Content Knowledge(PCK)," *The Journal of Educational Research*, Vol. 9, No. 3, pp. 112-131, 2011.
- [21] M. J. Spector, M. D. Merrill, J. van Merriënboer, and M. P. Driscoll, "Handbook of Research on Educational Communications and Technology: A Project of the Association for Educational Communications and Technology" Vol. 2. Routledge, 2007
- [22] S. N. K. Benson, C. L. Ward, and X. Liang, "The essential

- role of pedagogical knowledge in technology integration for transformative teaching and learning” In *Technological pedagogical content knowledge* (pp. 3-18). Springer US, 2015.
- [23] P. Mishra, and M. J. Koehler, “Introducing technological pedagogical content knowledge,” In annual meeting of the American Educational Research Association, pp. 1-16, 2008.
- [24] Hmrin, “Study on the Effectiveness of Team Project to Improve TPACK of Preservice Mathematics Teachers,” *Journal of Educational Research in Mathematics*, Vol. 19, No. 4, pp. 545-564, 2009.
- [25] Mreom, wsshin, and ishan, “A Survey on the Differences of Pre-service Teachers' Perception of the Technology, Pedagogy, and Content Knowledge (TPACK),” *The Journal of Korean Teacher Education*, Vol. 28, No. 4, pp. 141-165, 2011.
- [26] Hcpark, and sjkang, “The Development of Cognitive Path Model on Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK) among Elementary · Secondary Teachers,” *Korean Journal of Teacher Education*, Vol. 30, No. 4, pp. 349-375, 2014.
- [27] Jyna, and jwsong, “Elementary Teachers' Perception, Practice, and Background Factors in Using Students' Everyday Experience in Teaching Science,” *Journal of the Korean association for science education*, Vol. 34, No. 7, pp. 635-645, 2014
- [28] Sgcho, and sajung, “A Survey on Music Teachers' Perception of TPACK,” *Journal of Music Education Science*, Vol. 29, pp. 135-155, 2016.
- [29] Yskwak, “The awareness of early childhood teachers about TPACK(Technology Pedagogical And Content Knowledge),” *Korean Journal of Early Childhood Education*, Vol. 36, No. 6, pp. 245-276, 2016.
- [30] J. H. L. Koh, and S. Divaharan, “Towards a TPACK-fostering ICT instructional process for teachers: Lessons from the implementation of interactive whiteboard instruction,” *Australasian Journal of Educational Technology*, Vol. 29, No. 2, pp. 233-247, 2013.
- [31] M. Koehler, P. Mishra, K. Hershey, and L. Peruski, “With a little help from your students: A new model for faculty development and online course design,” *Journal of Technology and Teacher Education*, Vol. 12, No. 1, pp. 25-55, 2004.
- [32] D. D. Agyei, and J. Voogt, “Developing technological pedagogical content knowledge in pre-service mathematics teachers through collaborative design,” *Australasian Journal of Educational Technology*, Vol. 28, No. 4, pp. 547-564, 2012.
- [33] C. S. Chai, J. H. L. Koh, and C. C. Tsai, “A review of technological pedagogical content knowledge,” *Educational Technology & Society*, Vol. 16, No. 2, pp. 31-51, 2013.
- [34] H. L. Koh, and S. Divaharan, “Developing pre-service teachers' technology integration expertise through the TPACK developing instructional model,” *Journal Educational Computing Research*, Vol. 44, No. 1, pp. 35-58, 2011.
- [35] S. Pamuk, “Understanding pre-service teachers' technology use through TPACK framework,” *Journal of computer assisted learning*, Vol. 28, No. 5, pp. 425-439, 2012.
- [36] S. S. Guzey, and G. H. Roehrig, “Teaching science with technology: Case studies of science teachers' development of technology, pedagogy, and content knowledge,” *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, Vol. 9, No. 1, pp. 25-45, 2009.
- [37] A. Jimoyiannis, “Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers' professional development,” *Computers & Education*, Vol. 55, pp. 1259-1269, 2010.
- [38] A. Jimoyiannis, P. Tsiotakis, D. Roussinos, and A. Siorenta, “Preparing teachers to integrate web 2.0 in school practice: Toward a framework for pedagogy 2.0,” *Australasian Journal of Educational Technology*, Vol. 29, No. 2, pp. 248-267, 2010.
- [39] M. Koehler, and P. Mishra, “Teachers learning technology by design,” *Journal of Computing in Teacher Education*, Vol. 21, No. 3, pp. 94-102, 2005.
- [40] M. 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, 2005.
- [41] 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, pp. 47-63, 2016.
- [42] C. S. Chai, J. H. L. Koh, and C. C. Tsai, “Facilitating preservice teachers' development of technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK),” *Educational Technology & Society*, Vol. 13, No. 4, pp. 63-73, 2010.
- [43] C. R. Graham, J. J. Borup, and N. B. Smith, “Using TPACK as a framework to understand teacher candidates' technology integration decisions,” *Journal of Computer*

- Assisted Learning, Vol. 28, No. 6, pp. 530–546, 2012.
- [44] J. H. L. Koh, and C. S. Chai, “Teacher clusters and their perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) development through ICT lesson design,” *Computers & Education*, Vol. 70, pp. 222–232, 2014.
- [45] M. L. Niess, “Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology,” *Journal of educational computing research*, Vol. 44, No. 3, pp. 299–317, 2011.
- [46] Swkim, and yjee, “Development of Educational Program for Technological Pedagogical Content Knowledge of Pre-service Teachers,” *Proceeding of the Korea Association of computer Education*, Vol. 25, No. 1, pp. 261–262, 2017.
- [47] E. M. Van Dijk, and U. Kattmann, “A research model for the study of science teachers’ PCK and improving teacher education,” *Teaching and Teacher Education*, Vol. 23, No. 6, pp. 885–897, 2007.
- [48] S. Park, and J. S. Oliver, “Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals,” *Research in science Education*, Vol. 38, No. 3, pp. 261–284, 2008.
- [49] Swkim, jalee, sajung, elcho, and swlee, “Development of an Instructional Model for Practical Knowledge Improvement of Pre-Service Teachers,” *Teacher Education Research*, Vol. 51, No. 3, pp. 455–470, 2012.
- [50] C. Mouza, R. Karchmer-Klein, R. Nandakumar, S. Yilmaz Ozden, and L. Hu, “Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers’ technological pedagogical content knowledge (TPACK),” *Computers & Education*, Vol. 71, pp. 206–221, 2014.
- [51] J. E. Helms, “Why is there no study of cultural equivalence in standardized cognitive ability testing?,” *American Psychologist*, Vol. 47, No. 9, pp. 1083, 1992.
- [52] Jwchoi, and yjee, “The analysis of learners’ difficulties in programming learning,” *The Journal of the Korea Association of computer Education*, Vol. 17, No. 5, pp. 89–98, 2014.
- [53] Y. T. Chien, C. Y. Chang, T. K. Yeh, and K. E. Chang, “Engaging pre-service science teachers to act as active designers of technology integration: A MAGDAIRE framework,” *Teaching and Teacher Education*, Vol. 28, No. 4, pp. 578–588, 2012.

## 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 in 2015. Mr. Kim is currently a doctoral course student in the Department of Computer Education, Korea National University of Education. He is interested in informatics education, robot programming education, STEAM education, 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.