

## Changes of Pre-service Teachers' Teaching Expertise through Lesson Plan Analysis

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

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

\*\*Ph.D. Student, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education, Cheongju, Korea

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

### [Abstract]

This study analyzed the change of teaching expertise of pre-service teachers through TPACK education. In this study, we applied a programming-based TPACK education program developed by Kim and Lee (2019) to 20 prospective teachers. To analyze the pre-service teachers' teaching expertise analyzed the lesson plan prepared before, during and after applying the educational program. As a result, Few teachers use technology in lesson plan, and the design of the instructor-led or experiment to confirmed content in curriculum or textbook. The use of technology has increased in the second Teaching Plan, but the technology was not used depending on the educational context. In the third lesson plan, all pre-service teachers were able to use technology in an educational context. Moreover, the teaching expertise of the pre-service teacher showed a statistically significant improvement in the lesson plan. This study founded that the programming-based TPACK education program was effective in enhancing the teaching expertise of the pre-service teacher.

▶ **Key words:** TPACK, Teaching Expertise, Pre-service teacher, Lesson plan, Programming

### [요 약]

본 연구에서는 TPACK 교육을 통해 예비 교사의 수업 전문성 변화를 분석하였다. 이러한 연구를 위하여 예비 교사 20명을 대상으로 김성원과 이영준(2019)에서 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하였다. 수업 전문성 분석을 위하여 예비 교사가 작성한 수업 지도안을 분석 틀을 활용하여 분석하였다. 연구 결과, 1차 수업 지도안에서 예비 교사는 테크놀로지 활용이 저조하며, 지식을 전달하거나 실험하는 수업을 설계하였다. 2차 수업 지도안에서는 테크놀로지 활용이 증가하였지만, 교육적 맥락에 따라 테크놀로지가 활용되지 않았다. 3차 수업 지도안에서 모든 예비 교사가 테크놀로지를 교육적 맥락에 따라 활용하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 예비 교사의 수업 전문성은 통계적으로 유의한 향상이 나타났다.

▶ **주제어:** TPACK, 수업 전문성, 예비 교사, 수업 지도안, 프로그래밍

- 
- First Author: Seong-Won Kim, Corresponding Author: Youngjun Lee
  - \*Seong-Won Kim (swkim3@kaist.ac.kr), KAIST Global Institute For Talented Education
  - \*\*Soyul Yi (soyulyi@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
  - \*\*Youngjun Lee (yilee@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
  - Received: 2019. 11. 01, Revised: 2019. 12. 04, Accepted: 2019. 12. 05.

## I. Introduction

테크놀로지는 지속적인 발전을 통하여 산업뿐만 아니라 사회, 학문 등 다양한 영역의 변화를 주도하고 있다. 교육도 테크놀로지를 통하여 변화가 진행되었다[1]. 전통적인 교육에서는 교과와 칠판을 통해 지식을 전달하는 수업이 진행되었다. 이에 따라 학생들의 지식 발달은 이루어졌지만, 실생활에서 발생하는 문제를 해결하는 능력은 함양하지 못하였다. 기존 수업의 한계를 극복하기 위하여 새로운 교수-학습 방법과 평가, 교수자와 학습자 간의 상호작용을 개선하기 위하여 테크놀로지가 수업에 도입되었다[2]. 선행 연구에서는 교육에 테크놀로지가 활용되면 학습자의 인지 영역의 확장과 교과에 대한 흥미, 문제 해결력 등 다양한 교육적 효과가 나타났다[3][4]. 테크놀로지의 교육적 효과가 입증됨에 따라 수업에서 테크놀로지의 활용이 활발하게 도입되었다.

테크놀로지의 중요성이 증가함에 따라 수업에서 테크놀로지 활용은 증가하였지만, 교사와 예비 교사는 수업 내용, 교수-학습, 평가, 학교 환경, 학생의 특성 등에 맞추어 테크놀로지를 활용하지 못하였다. Mishra and Koehler(2006)는 테크놀로지가 가진 교육적 효과를 얻기 위해서 단순히 테크놀로지를 사용한 수업이 아니라 교육적 맥락에 따라 수업에 테크놀로지가 도입되어야 한다고 말하였다[5]. 실제 수업에서는 테크놀로지의 발달은 혁신적으로 진행되었지만, 역설적으로 테크놀로지의 발달로 인하여 학교 현장에서 교사는 테크놀로지를 교육적 맥락에 따라 활용하지 못하였다. 따라서 수업에 활용할 수 있는 테크놀로지는 발달하였지만, 테크놀로지가 수업에 제대로 활용되지 못하여서 테크놀로지가 가진 교육적 효과를 얻지 못하고 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 교사가 수업에 테크놀로지를 교육적 맥락에 맞게 활용하지 못하는 이유를 분석하는 연구가 진행되었다.

선행 연구에서는 테크놀로지에 대한 지식 때문에 교사와 예비 교사의 수업에서 테크놀로지 활용하지 못하는 것으로 나타났다. 테크놀로지를 수업에서 활용하기 위해서는 테크놀로지가 가진 기능뿐만 아니라 교과 내용이나 교수-학습 상황에서 응용, 테크놀로지의 한계점 등을 이해하는 것이 필요하다. 따라서 교사와 예비 교사가 테크놀로지에 대한 지식이 낮으면 교육적 맥락에 맞추어 테크놀로지를 활용하지 못하였다. 이에 따라 교사와 예비 교사는 테크놀로지를 기존의 교과서나 칠판과 같이 단순히 지식을 전달하는 도구로 활용하는 것으로 나타났다[6][7][8][9]. 따라서 테크놀로지를 교육적 맥락에 따라 활용하기 위하여 테크놀로지 지식

(Technological Knowledge, TK)의 필요성이 대두되었으며, 교사와 예비 교사 교육에서 테크놀로지 지식을 향상시키기 위한 연구가 진행되었다[10]. Mishra and Koehler(2006)는 교사와 예비 교사의 지식에서 테크놀로지의 중요성을 인지하고 Shulman(1986)의 교수 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge, PCK)에 TK가 통합된 테크놀로지 교수 내용 지식(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK) 프레임워크를 제안하였다[11][12]. 테크놀로지의 발달에 따라 TPACK의 중요성이 강조되었으며, 예비 교사와 교사의 TPACK을 향상시키기 위한 연구가 진행되었다. 또한, 교과별로 교사와 예비 교사의 TPACK 프레임워크를 정의하는 연구가 이루어졌다[13][14].

테크놀로지는 교육을 위해 개발된 것도 있지만, 대부분이 산업에서 활용하기 위하여 개발되었다. 그러므로 테크놀로지는 개발된 목적에 따라 특정 기능을 수행하며, 사용자는 기능적 고착(functional fixedness)으로 인하여 테크놀로지 활용에 어려움 느낀다. 따라서 교사는 여러 가지 교육적 맥락 요인이 작용하는 수업에 테크놀로지를 활용하는 것은 'wicked problem'을 푸는 것과 같으며, 이는 매우 어려운 문제 해결 과정과 같다[15][16]. 그러므로 교사가 테크놀로지가 가진 기능적 한계로 인하여 수업에 테크놀로지를 도입하는 것에 어려움으로 느끼고 있었다[17].

이에 따라 기능적 한계 없이 교사와 예비 교사가 학습 목표에 따라 원하는 프로그램을 개발할 수 있는 테크놀로지인 프로그래밍에 대한 관심이 증가하였다[18]. 프로그래밍은 개발자가 프로그래밍 개발 환경에 익숙해지면 원하는 프로그램을 만들 수 있다. 따라서 특정 기능만을 수행하지 않고 상황에 따라 다양한 프로그램을 만들 수 있다. 이에 따라 정보 교육뿐만 아니라 다양한 교과에서 수업에 프로그래밍을 활용하는 연구가 진행되었으며, 선행 연구에서 프로그래밍을 도입한 교육이 교육적 효과가 존재한다는 것이 나타났다. 이에 따라 TPACK에서 테크놀로지 도구로 프로그래밍 언어에 대한 관심이 증가하였다[19]. 김성원과 이영준(2017)은 TPACK 연구에서 테크놀로지 도구가 가진 한계점을 극복하기 위하여 TPACK의 테크놀로지 도구로 프로그래밍을 도입하는 연구를 진행하였다. 김성원과 이영준(2017)의 연구에서는 예비 교사의 수업 전문성 향상을 위하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개발하고, 예비 교사에게 교육 프로그램을 적용하여 효과를 분석하였다[15]. 이에 따라 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사에게 미치는 영향을 분석하였다. 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 효과를 분석하는 연구

에서는 자기 보고식 설문을 활용하여 양적 연구만이 이루어진 한계점이 존재한다[15][20][21].

Koehler, Shin, and Mishra(2012)의 연구에 따르면, TPACK 연구에서 예비 교사의 수업 전문성 발달을 측정하는 방법으로 자기 보고식 설문(self report-measures), 개방형 질문(open-ended questionnaires), 수행 평가(performance assessments), 인터뷰(interviews), 관찰(observations)이 있다. 해외의 TPACK 연구에서는 특정 방법에 편중되지 않고 다양한 평가 방법을 활용하여 수업 전문성을 측정하는 것으로 나타났다[22].

김도현(2017)은 한국의 TPACK 연구는 양적 연구와 설문 조사 연구에 편중되어 있다고 말하였다. TPACK의 초기 연구에서는 교과 특성과 교수-학습 방법이 테크놀로지와 어떻게 상호작용하며, 수업 전문성이 어떻게 발달하는지 질적 연구로 살펴보는 연구가 주류를 이루었다[11][23]. 하지만 한국의 TPACK 연구는 교사와 예비 교사의 인식을 양적 연구를 통해 살펴보는 연구가 대다수이며, TPACK 형성 과정을 분석하는 서술적 연구가 부족한 것으로 나타났다[23]. 교육 연구는 문화적 맥락을 크게 받으므로 한국의 예비 교사는 TPACK 교육을 통해 수업 전문성이 어떻게 발달하는지 확인하는 것이 필요하다. 따라서 TPACK 교육에서 예비 교사의 수업 전문성 변화를 양적 연구뿐만 아니라 질적 연구나 혼합 연구를 진행하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 김성원과 이영준(2017) 연구의 후속 연구로써 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 통해 예비 교사의 수업 전문성 변화를 분석하였다[15]. 예비 교사의 수업 전문성 변화를 관찰하기 위하여 수업 전문성의 산출물인 수업 지도안을 분석하였다. 예비 교사는 교육 프로그램 적용 전과 프로그래밍 교육을 받은 후, 교육 프로그램 적용이 끝난 후에 수업 지도안을 작성하였다. 연구자는 예비 교사가 작성한 수업 지도안을 분석하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 수업 전문성 변화 과정을 살펴보았다. 이러한 연구를 통하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램과 예비 교사의 수업 전문성 간의 관계를 규명하였다.

## II. Related works

### 1. What is TPACK?

Shulman(1986)의 연구 이후로 교과별로 PCK의 정의를 새롭게 정립하는 연구가 활발히 진행되었다[12]. 테크놀로지의 중요성이 증가함에 따라 PCK 연구에서도 테크

놀로지와 PCK의 관련성을 규명하는 연구가 진행되었다[24][25]. 교사의 PCK에서 테크놀로지의 중요성이 증가함에 따라 PCK와 TK가 통합된 프레임워크가 나타났다[26][27]. Mishra and Koehler(2006)는 지식 간의 상호작용과 통합을 통하여 테크놀로지를 교과 내용에 따라 적절한 교수-학습 방법에 활용할 수 있는 역량인 TPACK을 새롭게 정의하였다. TPACK 프레임워크에서는 TK, CK, PK가 같은 중요도를 가지며, 세 가지의 지식이 분리된 형태가 아니라 교육적 맥락 안에서 지식 간의 상호작용을 통하여 통합된 형태의 지식을 제시하였다. TPACK은 기존의 교육 공학에서 이루어진 연구와 같이 교수-학습에 테크놀로지를 추가한 접근이 아니라 다양한 교육적 맥락 안에서 교수-학습, 교과 내용, 평가 등 다양한 교육적 특성에 맞추어 수업을 설계할 수 있는 역량을 중시하는 접근이었다[11][28].

### 2. How to measure TPACK development?

TPACK은 교육에서 테크놀로지 활용의 증가에 발맞추어 다양한 교과에서 연구가 진행되었다. TPACK 연구에서는 예비 교사와 교사의 TPACK을 발달시키기 위한 교육 프로그램이나 교수-학습 방법에 대한 연구뿐만 아니라 TPACK 발달을 측정하기 위한 연구가 진행되었다.

Abbitt(2011)는 교사 준비 경험이 교사의 지식과 인지적 과정에 영향을 주며, 지식과 인지적 과정을 바탕으로 수업에 대한 결과 기대에 영향을 준다는 것을 확인하였다. 또한, 결과 기대는 최종적으로 수업 실천 행위에 영향을 준다고 말하였다. 따라서 예비 교사의 수업 전문성 발달 과정을 분석하기 위해서는 지식은 자기 보고식 설문지, 인지적 과정은 담론을 분석하고, 자기 보고식 설문지, 결과 기대와 수업 실천 행위는 계획 산출물을 분석하여야 한다고 말하였다. Abbitt(2011)의 연구를 통하여 TPACK 교육에서 예비 교사의 수업 전문성 발달 모델과 발달을 측정하기 위한 방안을 규명할 수 있었다[29].

Koehler, Shin, and Mishra(2011)는 TPACK을 측정하기 위한 방안을 도출하기 위하여 141개의 TPACK 관련 논문을 분석하였다. 선행 연구에서는 TPACK을 측정하기 위한 방법이 다섯 개로 유형화하였다. 첫 번째는 자기 보고식 설문지로, TPACK이나 수업에서 테크놀로지 활용 문항에 대하여 예비 교사가 직접 평가하는 방식을 의미한다. TPACK 선행 연구에서는 리커트 척도로 응답하는 문항을 많이 사용하였다. 두 번째는 개방형 질문으로, 경험이나 내용에 대하여 직접 서술하는 방법으로 진행되었다. 세 번째로 수행 평가는 수업 설계와 같이 특정 과제를 수행하는 과

정을 분석함으로써 TPACK 발달을 조사하는 방법이다. 네 번째로 인터뷰는 구조화된 면담 문항을 연구자가 사용하여 참여자들의 TPACK에 대한 인식이나 발달을 분석하는 방법을 의미한다. 마지막으로 관찰은 수업을 진행하는 과정을 관찰함으로써 수업 행위에 대한 분석을 진행하는 것이다. 141개의 TPACK 논문에서는 TPACK을 측정하기 위하여 다섯 가지 측정 방법을 비슷한 비율로 활용하고 있었다 [22].

### 3. Literature review

Voogt et al.(2013)은 2005년부터 2011년 사이에 TPACK 프레임워크와 관련된 연구 61편을 분석하였다. 연구 결과, TPACK 연구는 이론적 기반을 탐색하는 연구와 교사의 전문성 개발과 측정을 다루는 연구를 중심으로 이루어진 것을 확인할 수 있었다[13].

Chai, Koh, and Tsai(2013)의 연구에서는 2013년까지 진행된 TPACK 관련 74편의 연구를 분석하였다. TPACK 연구는 연구 방법에서 질적 연구가 약 50편을 차지하고 있으며, 양적 연구가 13편, 혼합 연구가 11편 이루어진 것으로 나타났다. 또한, 교수적 접근(pedagogy)은 구성주의를 기반으로 진행된 연구가 대부분이었으며, 프로젝트 기반 학습이나 탐구 기반 학습을 활용하여 테크놀로지를 수업에 적용하기 위한 방안을 연구한 것으로 나타났다. 연구에서 활용된 테크놀로지 도구를 살펴보면 일반적인 테크놀로지( ex) 웹, SNS 등)가 활용된 연구는 34편이며, 과학이나 수학과 같이 교과 특수적인 테크놀로지를 활용한 연구는 20편이었다. 교과 특수적인 테크놀로지를 활용한 연구는 수학, 과학, 공학 교과에 집중되어있었다[14]. 두 연구를 종합하면 해외의 TPACK 연구는 TPACK의 이론적 기반을 탐색하기 위하여 질적 연구가 활발하게 진행된 것을 확인할 수 있었다.

한국의 TPACK 연구 동향을 살펴보면, 김도현(2017)은 해외 TPACK 연구와 다르게 한국의 TPACK 연구는 양적 연구에 편중되어 있다고 말하였다. 35편 중에서 22편이 양적 연구였으며, 5편이 질적 연구, 2편이 혼합 연구, 6편이 이론적 연구인 것으로 나타났다. 연구 방법은 전체 연구에서 절반 이상이 설문 조사였으며(18편), 프로그램 개발과 적용이 7편, 문헌 분석이 4편, 사례 연구가 3편, 평가 도구 개발이 2편, 근거 이론이 1편이었다. 연구 대상의 분류는 예비 교사와 교사가 대다수였으며, 대학 교수와 기타가 각각 2편 존재하였다. 교수적 접근은 해외와 다르게 불특정하게 서술한 연구가 대부분인 것으로 나타났다(30편). 연구에 활용된 테크놀로지 도구도 일반적인 테크놀로지가 31편이었으며, 교과 특수적인 테크놀로지가 4편이었다. 김도현(2017)은 한국의

TPACK 연구가 양적 연구에 편향되어 있으며, TPACK의 평가 도구로 자기 보고식 설문지를 사용하는 연구가 대다수인 점을 개선해야 한다고 말하였다[23]. 한국의 TPACK 선행 연구 고찰을 통하여 질적 연구가 필요하다고 말하였다.

국내 TPACK 연구에서 질적 연구가 진행된 사례를 살펴보면, 성경희와 조영달(2012)은 사회과 교과에서 디지털 교과서를 활용한 TPACK 교육을 진행한 후에 교사의 수업을 분석하여 교사의 TPACK 형성 과정을 분석하였다. 연구를 통하여 교사는 수업에 테크놀로지를 활용할 때 테크놀로지 활용의 자율성을 확보하기 위하여 수업에서 학생의 테크놀로지 활용 통제를 극대화하는 것으로 나타났다[30]. 성경희와 조영달(2012)은 사회과 수업에서 TPACK 수업의 변화를 교사가 통제 전략과 학습자 활동의 극대화를 위하여 통제 극대화를 통한 자율성 확보라고 말하였다.

임해미와 최인선(2012)은 수학 교사가 ASSURE 모형을 기반으로 테크놀로지를 활용한 수업 설계하였을 때 TPACK과 테크놀로지 수학 교수 효능감 변화를 분석하였다. 교사는 수업 설계 경험을 통하여 TPACK과 교수효능감 향상되며, 수업의 형태가 지식 전달 중심에서 테크놀로지를 활용한 구성주의 수업으로 변화하는 것을 확인하였다[31].

이다희와 황우형(2018)의 연구에서는 수학 교사를 의도적 표본 추출하여 수업 동영상과 교사 인터뷰를 분석하였다. 이를 통하여 테크놀로지의 기능적인 역량만이 효율적인 수업을 연결하는 것이 아니며 수학 교과 내용과 테크놀로지 교수 지식을 바탕으로 수업을 실천하는 것이 교사의 TPACK 향상에 효과적이라는 것을 확인하였다[32].

이러한 선행 연구를 종합하면 한국의 TPACK 연구는 해외와 다르게 질적 연구가 많이 이루어지지 않았으며, 질적 연구가 이루어진 사례에서도 현직 교사의 수업을 분석하는 연구만 이루어진 것을 확인할 수 있었다. 따라서 예비 교사를 대상으로 질적 연구가 진행되지 않았다는 한계점이 나타났다. 또한, 예비 교사의 수업 산출물인 수업 지도안을 분석하는 연구가 진행되지 않았다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하였을 때, 예비 교사의 수업 지도안을 분석을 통하여 수업 전문성 변화를 살펴보았다.

## III. Method

### 1. Research Procedure

본 연구에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 수업 전문성 변화를 관찰하기 위하여

다음과 같은 연구 절차로 연구를 진행하였다. 예비 교사의 수업 전문성을 관찰하기 위하여 수업 지도안을 분석하기 위한 검사 도구를 선정하였다. 또한, 수업 전문성 변화를 관찰하기 위하여 예비 교사를 모집하고, 선행 연구 분석을 통하여 본 연구에 적합한 교육 프로그램을 개발하였다. 예비 교사의 수업 전문성 변화 분석을 위하여 교육 프로그램에 참여하는 과정에서 수업 지도안을 작성하는 활동을 진행하였다. 마지막으로 예비 교사가 설계한 수업 지도안을 분석하여 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 수업 전문성 변화를 분석하였다.

## 2. Participants

연구 대상은 K 대학교에 다니고 있는 20명의 예비 교사이다. K 대학교는 예비 교사를 양성하기 위한 특수 목적 대학으로 모든 전공이 예비 교사를 양성하기 위한 교육과정이 운영되고 있다. 따라서 K 대학교에 다니는 학생은 모두 잠재적으로 교사가 될 예비 교사이며, K 대학교의 교육 과정은 예비 교사 양성을 위하여 교수 지식, 내용 지식, 교수 내용 지식을 함양하기 위한 교과목이 편성되어 있다.

연구 대상 모집을 위하여 본 연구에서는 프로그래밍 기반 수업과 관련된 교양 강의를 K 대학교에 개설하였으며, 수강 신청을 통하여 연구 대상을 모집하였다. 연구 대상은 교육 프로그램과 연구에 대한 안내를 받았으며, 연구에 대한 참여 의사가 없거나 연구에 성실하게 참여하지 않은 예비 교사는 제외하고 연구를 진행하였다.

Table 1. Characteristics of Participant

Gender				
Male		Female		Total
9 (45)		11 (55)		20 (100)
Grade				
Freshman	Sophomore	Junior	Senior	Total
0 (0)	6 (30)	10 (50)	4 (20)	20 (100)
Major				
Chemistry	Korean	Earth science	Technology	Total 20 (100)
5 (25)	4 (20)	4 (20)	3 (15)	
Art	Mathematic	Music	Computer	
1 (5)	1 (5)	1 (5)	1 (5)	
Experience of lesson design				
1	2~3	Over 4	None	Total
1 (5)	2 (10)	1 (5)	16 (80)	20 (100)
Experience of programming				
Yes		No		Total
8 (40)		12 (6)		20 (100)
Experience of educational practice				
Yes		No		Total
4 (20)		16 (80)		20 (100)

예비 교사의 성별을 살펴보면, 남성이 9명(45%), 여성이 11명(55%)으로 남, 여의 성비는 큰 차이를 보이지 않았다. 연구 대상의 학년은 1학년이 한 명도 존재하지 않았고, 2학년은 6명(30%), 3학년은 10명(50%), 4학년 4명(20%)으로 나타났다. 예비 교사의 전공을 살펴보면, 화학 5명(25%), 국어 4명(20%), 지구과학 4명(20%), 기술 3명(15%), 미술 1명(5%), 수학 1명(5%), 음악 1명(5%), 컴퓨터 1명(5%)이었다. 프로그래밍은 경험해본 예비 교사가 8명(40%), 경험해보지 않은 예비 교사가 12명(60%)이었다. 연구 대상의 대부분은 수업을 설계해본 경험이 없었으며(80%), 1번 설계한 예비 교사가 1명(5%), 2~3번 설계해본 예비 교사가 2명(10%), 4번 이상 설계한 예비 교사가 1명(5%)이었다. 학교 현장을 경험해보는 교육 실습은 4명(20%)의 예비 교사가 경험해보았으며, 16명(80%)의 예비 교사는 경험해보지 못한 것으로 나타났다. 이를 통하여 본 연구에 참여한 예비 교사의 특성을 살펴볼 수 있으며, 예비 교사의 특성은 편중되지 않은 것을 확인할 수 있었다. 연구에 참여한 예비 교사의 특성은 Table 1과 같다.

## 3. Test tools

본 연구에서는 예비 교사의 수업 전문성 변화를 관찰하기 위하여 두 개의 검사 도구를 사용하였다. 두 개의 검사 도구 모두 수업 지도안을 분석하기 위한 루브릭이다. 첫 번째 검사 도구는 Harris, Grandgenett, and Hofer(2010)가 개발한 루브릭 검사 도구를 사용하였다. 루브릭은 총 4문항이며, 4점 리커트 척도로 평가하도록 개발되었다. 검사 도구에서 문항은 수업에서 테크놀로지가 교육과정, 교수 전략에 얼마나 적절하게 통합되었는지 측정하도록 개발되었다. 측정 방법은 예비 교사가 설계한 수업 지도안을 문항별로 분석하여 점수를 매기는 방식으로 진행되었다[33].

## 4. Treatment

본 연구에서는 예비 교사의 수업 전문성 변화를 관찰하기 위하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하였다. 김성원과 이영준(2019)은 설계 기반 연구를 통하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개발하였다[15][34]. 본 연구에서는 김성원과 이영준(2019)에서 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 연구 처치로 활용하였다. 교육 프로그램은 분석, 탐색, 설계, 적용, 평가 단계로 이루어져 있다. 분석 단계에서는 예비 교사의 경험을 바탕으로 교과에서 발생하는 문제를 분석하고, 탐색 단계에서는 교과의 문제를 해결하기 위한 TPACK 이론, 프로그래밍 개발 환

경, 기존 수업 사례, 교육과정을 탐색하고, 설계 단계에서는 탐색에서 살펴본 내용을 바탕으로 교과의 문제를 해결하기 위한 수업을 직접 설계하고, 적용 단계에서는 마이크로티칭을 진행하고, 평가 단계에서는 마이크로티칭을 통하여 수업의 성찰과 개선이 이루어진다. 예비 교사에게 적용한 교육 프로그램은 Table 3과 같다.

처치 기간은 2019년 3월 4일부터 2019년 6월 14일까지 15주 동안 이루어졌다. 교육 프로그램은 K 대학의 교양 강의의 일부로 사용되었으며, 매주 3시간씩 처치를 진행하였다. 처치는 본 논문의 저자 중 한 명이 진행하였다.

### 5. Analysis

본 연구에서는 교육 프로그램을 적용하기 전과 프로그래밍 교육, 프로그래밍 기반 TPACK 교육을 받은 후 예비 교사의 수업 전문성을 살펴보았다. 이와 같은 연구를 위하여 예비 교사는 분석 단계와 프로그래밍 개발 환경 탐색 단계 이후, 평가 단계 이후에 수업을 설계하며, 설계한 수업 지도안을 예비 교사의 수업 전문성 분석에 활용하였다. 따라서 예비 교사는 기존의 교육 경험과 교육 관련 지식, 신념, 태도를 기반으로 지도안을 처음 설계하고, 테크놀로

지 도구인 프로그래밍에 대하여 학습한 이후에 두 번째 수업을 설계하고, TPACK 이론, 교육과정, 수업 사례 탐색, 수업 설계 및 성찰, 개선을 진행한 이후에 마지막 수업을 설계하였다. 예비 교사의 수업 지도안은 기존의 교육 경험과 지식에서 테크놀로지 지식이 증가하였을 때와 테크놀로지 지식뿐만 아니라 교수 지식, 내용 지식, 각 지식 간의 통합을 통해 TPACK이 발달하였을 때 예비 교사의 수업 실천 변화를 관찰할 수 있다. 수업 지도안 분석은 예비 교사가 작성한 수업 지도안에서 수업 주제와 테크놀로지 사용 여부, 사용된 테크놀로지의 종류, 테크놀로지의 활용 형태를 중심으로 살펴보았다. 분석 결과의 신뢰도와 타당도를 위하여 4명의 교육 전문가가 예비 교사의 수업 지도안을 개별로 분석하였다. 분석 결과를 비교하여 점수 차이가 나타날 때에는 해당 수업 지도안을 교육 전문가가 함께 분석 및 논의하여 합의된 결과를 도출하였다. 또한, 수업 지도안에서 명확히 나타나지 않은 부분에 대해서는 수업을 설계한 예비 교사와 인터뷰를 진행하여 수업 설계 의도와 내용, 테크놀로지 활용을 수집하였다.

수업 지도안 분석 결과를 통하여 도출된 예비 교사의 수업 전문성에 대한 양적 결과는 반복측정 분산분석(repeated measures analysis of variance)을 활용하여 분석하였다. 이를 통하여 예비 교사가 교육 내용에 따라 수업 지도안이 어떻게 변화하는지 관찰하고, 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 효과를 검증하였다.

Table 2. Test tool

Test tool	Question
TPACK-based technology integration assessment rubric [33]	1. Curriculum Goals & Technologies (Curriculum-based technology use)
	2. Instructional Strategies & Technologies (Using technology in teaching/ learning)
	3. Technology Selection(s) (Compatibility with curriculum goals & instructional strategies)
	4. "Fit" (Content, pedagogy and technology together)
Criteria for assessing TPACK [5]	1. Identification of topics to be taught with technology in ways that signify the added value of tools, such as topics that students cannot easily comprehend, or topics that teachers face difficulties in teaching them effectively in class
	2. Identification of representations for transforming the content to be taught into forms that are comprehensible to learners and difficult to be supported by traditional means
	3. Identification of teaching strategies, which are difficult or impossible to be implemented by traditional means
	4. Selection of appropriate technology tools
	5. Identification of appropriate strategies for the infusion of technology in the classroom

Table 3. Treatment

Cycle	Content	Elements of programming based TPACK*
Analysis	Analysis of Problem in subject	1,3
Investigation	Investigation of programming environment	5,9
	Investigation of programming-based TPACK class examples	9
	Investigation of TPACK	4,6
	Investigation of curriculum	3,5
Design	Design of TPACK class based on programming	1,2,8
Application	Micro-teaching	7
Evaluation	Instructional criticism	3,6,8,9
	Elaboration of class & Feedback	1,2,6,8,9

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

## IV. Result

### 1. Analysis of lesson plan

#### 1.1 Analysis of lesson plan(First)

예비 교사의 수업 전문성 변화를 살펴보기 위하여 첫 번째로 1, 2, 3차 수업 지도안에서 수업 주제와 테크놀로지 활용 여부, 종류, 활용 방안을 살펴보았다. 1차 수업 지도안에서는 20명의 예비 교사 중에서 7명(35%)의 예비 교사가 본인이 설계한 수업에 테크놀로지를 활용한 것으로 나타났다. 13명(65%)의 예비 교사의 수업을 살펴보면, 과학과 기술 교과에서는 수업 내용에 대한 실험을 진행하고, 국어나 수학 교과에서는 전통적인 교수-학습 방법인 강의식 수업을 설계한 것을 확인할 수 있었다. 또한, 학생은 통제된 상태에서 교사의 수업을 듣거나 실험을 따라하는 형태로 수업이 진행되었다. 예비 교사는 일상생활에 테크놀로지 활용에 익숙한 상태이며 교육학 관련 수업을 들었지만, 수업에서 단순히 지식 전달의 교수-학습을 진행하는 것으로 나타났다. 다음으로 7명의 예비 교사의 수업 설계를 살펴보면, 강의를 위하여 PPT와 프로젝터를 활용하는 예비 교사가 3명(15%)이며, 평가를 위하여 스마트패드를 활용하는 교사가 1명(5%), 프로그래밍을 활용하는 예비 교사가 3명(15%)이었다. 프로그래밍을 수업에 활용한 예비 교사는 정보-컴퓨터 교과에서 교과 내용을 설명하기 위하여 프로그래밍을 활용하는 경우(1명, 5%)를 제외하면, 실질적으로 평가와 본인이 발명한 작품을 설계하기 위하여 프로그래밍을 활용하였다. 결론적으로 17명(85%)의 예비 교사는 수업에 테크놀로지를 활용하지 않거나 교사 중심의 지식 전달을 위하여 테크놀로지를 활용하는 것으로 나타났다(테크놀로지를 활용하지 않은 예비 교사: 13명, PPT와 프로젝터: 3명, 프로그래밍: 1명). 이러한 내용을 종합하였을 때, 1차 수업 지도안에서 예비 교사는 테크놀로지를 제대로 활용하지 못하였고, 지식 전달을 위하여 교사 주도의 강의식 수업을 설계하였다. 따라서 1차 수업 지도안에서 예비 교사의 수업 전문성은 매우 낮다는 것을 확인할 수 있었다.

#### 1.2 Analysis of lesson plan(Second)

테크놀로지(프로그래밍) 교육을 받은 후에 예비 교사의 수업 지도안을 살펴보면, 전체 예비 교사 중에 15명(75%)의 예비 교사는 테크놀로지를 활용한 수업을 설계하였고, 5명(25%)의 예비 교사만 테크놀로지를 활용하지 않은 수업을 설계한 것으로 나타났다. 수업에서 활용한 테크놀로지 종류를 살펴보면, 교과 특수적인 프로그램을 활용한 예비 교사가 5명(25%), 프로그래밍이 5명(25%), ICT 도구가 5명(25%)이었다. 교과 특수적인 프로그램을 활용한 예비 교

사의 사례를 살펴보면, 프로그램은 과학과 수학 교과에서 활용되었고, 특정 내용을 설명하기 위하여 제작된 프로그램을 활용한 것으로 나타났다( e.g. 방정식에 따른 곡선 그리기, 분자 모델링 등). 교과 특수적인 프로그램을 활용한 예비 교사는 내용을 설명하기 위한 테크놀로지로 실험 대신에 교과 특수적인 프로그램을 활용하였다. 수업에 테크놀로지가 도입되었지만 교수-학습이나 내용, 평가에서는 변화가 나타나지 않았다. 프로그램을 활용한 예비 교사 중에 4명(20%)은 1차 수업에서 테크놀로지를 활용하지 않았고, 1명(5%)은 PPT를 활용한 예비 교사였다.

다음으로 프로그래밍을 활용한 예비 교사를 살펴보면, 3명(15%)의 예비 교사는 1차 수업에서 이미 프로그래밍을 활용한 예비 교사였으며, 동일한 방법으로 수업에 프로그래밍을 활용하였다. 2명의 예비 교사는 1차 수업에서 테크놀로지를 활용하지 않았지만, 2차 수업에서는 테크놀로지로 프로그래밍을 새롭게 활용하였으며, 현상을 보여주기 위한 시뮬레이션 프로그램을 제작 및 활용한 것으로 나타났다.

다음으로 ICT 도구를 활용한 예비 교사를 살펴보면, 스마트패드가 1명(5%), 웹이 1명(3%), PPT가 3명(15%)이었다. 스마트패드는 1차 수업과 마찬가지로 평가를 위해 스마트패드를 사용하였고, 웹은 학생들이 토론과 협업을 위해서 구글 클래스룸이나 구글 문서 도구를 활용하였다. PPT는 내용 전달을 위해 PPT와 프로젝터를 활용하였다. ICT 도구에서는 1차 수업에서 테크놀로지를 이미 활용한 예비 교사가 3명(15%)이었으며, 2명의 예비 교사는 2차 수업에서 새롭게 테크놀로지를 활용한 것으로 나타났다(웹, PPT).

2차 수업 지도안을 살펴본 결과, 테크놀로지 교육을 통하여 예비 교사의 수업에서 테크놀로지 활용은 증가하였다. 또한, 테크놀로지는 PPT나 웹뿐만 아니라 교과 특수적인 프로그램과 프로그래밍을 활용하는 것으로 나타났다. 1차 수업 지도안과 달리 2차 수업 지도안에서는 수업에서 테크놀로지의 활용은 증가하였지만, 수업에서 교수-학습과 평가 방안은 변화하지 않았다. 예비 교사는 수업을 설계할 때 교과 내용과 교육적 맥락에 따라 테크놀로지를 활용하는 것이 필요하지만, 2차 수업 지도안에서는 예비 교사는 교육적 맥락에 따라 테크놀로지를 활용하지 못하고, 테크놀로지를 지식 전달을 위한 도구로 사용하였다. 이를 통하여 예비 교사는 테크놀로지(프로그래밍) 교육을 통해 테크놀로지가 가진 효용성과 교육적 효과는 이해하였지만, 수업 내용에 따라 활용하는 것이 아니라 지식 전달의 도구로 수업에 테크놀로지를 통합하는 것을 확인할 수 있었다. Mishra and Koehler(2006)는 단순히 테크놀로지를 수업에 통합하는 것은 예비 교사의 수업 전문성 발달을 촉진하지 못한다고 말하

Table 4. Themes and technologies in lesson plans designed by pre-service teachers

Pre-service teacher	1st lesson plan				2nd lesson plan				3rd lesson plan			
	Theme	Technology			Theme	Technology			Theme	Technology		
		Use	Type	Method		Use	Type	Method		Use	Type	Method
k1	Parts of speech in Korean	X			Parts of speech in Korean	X			Korean grammar	0	Program ming	Quiz for evaluation
k2	Literary language	0	Smartpad	Evaluati on	Literary language	0	Smartpad	Evaluation	Korean grammar	0	Program ming	Quiz for evaluation
k3	Poem interpretation	X			Poem interpretation	X			Kwandongbul kok	0	Program ming	Quiz and explanation
k4	Kwandong bulkok	X			Kwandong bulkok	0	Web	Discuss and share resources	Kwandongbul kok	0	Program ming	Quiz and explanation
k5	parabola	X			Quadratic curve	0	Program	Curve drawing	Electrostatic induction	0	Program ming	Experiment and simulation
k6	Dynamic equilibrium	X			Osmosis	0	PPT	Evaluation	Statistics	0	Program ming	Model implementation and practice
k7	Vaporization and Liquefaction	X			Law of conservation of mass	X			Boyle's-Charles's Law	0	Program ming	Experiment and simulation
k8	Periodic table	X			Carbon compound	0	Program	Observation	Acid-base neutralization	0	Program ming	Experiment and simulation
k9	Acids and bases	X			Law of definite proportions	0	Program	Simulation	Boyle's-Charles's Law	0	Program ming	Experiment and simulation
k10	Redox reaction	X			Acid-base neutralization	0	Program ming	Simulation	Acid-base neutralization	0	Program ming	Experiment and simulation
k11	Salinity and Density in Seawater	X			Telescope observation	X			Observation of Moon phase changes	0	Program ming	Experiment and simulation
k12	Life of star	0	PPT	Explanat ion	Physical quantity of stars	0	Program	Inquiry	Moon phase changes	0	Program ming	Experiment and simulation
k13	Fog	X			Fog	0	Program	Simulation	Moon phase changes	0	Program ming	Experiment and simulation
k14	Igneous rock and plutonic rock	X			Moon phase changes	0	Program ming	Simulation	Observation of Moon phase changes	0	Program ming	Experiment and simulation
k15	Bridge Structure	0	PPT	Explanat ion	Housing design	0	PPT	Explanation	Electrostatic induction	0	Program ming	Experiment and simulation
k16	Concrete specimen	X			Truss bridge design	X			Concrete specimen	0	Program ming	Experiment and simulation
k17	Invention	0	Program ming	Program design	Invention	0	Program ming	Program design	Concrete specimen	0	Program ming	Experiment and simulation
k18	Application design	0	Program ming	Program ming learning	Function	0	Program ming	Program ming learning	Statistics	0	Program ming	Model implementation and practice
k19	Characteristics of the instrument	0	Program ming	Evaluati on	Characteristics of the instrument	0	Program ming	Evaluation	Cultural Heritage	0	Program ming	Quiz for evaluation
k20	Understanding the exhibition	0	PPT	Evaluati on	Understanding the exhibition	0	PPT	Explanation	Cultural Heritage	0	Program ming	Quiz for evaluation



였다. 이를 극복하기 위해서는 단순히 테크놀로지를 가르치는 수업이 아니라 교육적 맥락에 따라 테크놀로지를 통합시키는 교육을 통하여 예비 교사의 TPK, TCK, TPACK을 발달시키는 것이 필요하다고 말하였다[11].

이와 같은 내용을 종합하면 2차 수업에서는 TK를 발달시키기 위한 수업이 이루어짐에 따라 예비 교사는 테크놀로지 교육적 효과와 효용성을 이해하였다. 따라서 수업에 테크놀로지를 활용하였으나 테크놀로지를 수업 내용이나 교수-학습, 평가에 적절하게 활용하지 못한 것으로 나타났다. 2차 수업 지도안 분석을 통하여 예비 교사의 수업 전문성은 1차 수업 지도안보다 발달하였지만, 지식 간의 통합과 교육적 맥락에 대한 고려가 부족하다는 것을 확인할 수 있었다.

1.3 Analysis of lesson plan(Third)

3차 수업 지도안은 예비 교사가 프로그래밍 교육뿐만 아니라 TPACK 이론, 수업 사례, 교육과정 탐색, 수업 설계, 수업 비평 및 성찰을 진행한 후에 이루어졌다. 이와 같은 교육을 통해 설계한 수업 지도안을 살펴보면, 1, 2차 수업 지도안과 달리 3차 수업 지도안에서는 모든 예비 교사가 수업에 테크놀로지를 활용하였다. 또한, 수업에 활용한 테크놀로지는 프로그래밍이었다. 예비 교사가 프로그래밍 언어를 통해 구현한 프로그램은 크게 두 종류였다. 첫 번째는 수업에서 평가를 위하여 프로그래밍을 활용하였다. 예비 교사는 교과 내용에 따라 다양한 평가 방식을 도입하기 위하여 프로그래밍을 활용한 것으로 나타났다. 이러한 프로그램 개발 사례를 살펴보면, 문화재 평가 프로그램이 있다. 문화재 평가 프로그램은 단순히 문화재를 암기하고 답하는 형식을 벗어나 미로를 통하여 학생이 문제와 상호작용하면

서 문제를 접하고 해결하는 프로그램이다. 이를 통해 학생들이 학습 내용을 평가하는 과정에서 흥미를 느낄 수 있도록 프로그래밍을 활용하였다. 평가에서 프로그래밍을 활용한 예비 교사의 교과는 인문사회와 예술이었다.

두 번째는 시뮬레이션과 모델, 실험을 위해 프로그래밍을 활용하였다. 수학, 과학, 기술 교과에서는 수업 내용을 그림이나 글로 설명하면 학생들이 이해하기 어려워하며, 내용이나 원리를 정확히 이해하지 못하여 오개념이 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 시뮬레이션 프로그램을 통하여 반응이나 작용을 직접 눈으로 확인하고, 조건에 따라 다른 결과 값이 출력되는 것을 실험할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 또한, 과학이나 수학에서 사용하는 모델링을 적용하여 교과 내용을 이해하고 직접 프로그래밍을 구현하였다. 이러한 프로그램은 학생이 교과 내용을 글이나 그림으로 학습하는 것이 아니라 현상을 관찰하고, 변수의 조작을 통해 인지 영역의 확장을 경험할 수 있는 프로그램을 개발하였다.

3차 지도안에서는 2차 지도안과 달리 단순히 현상을 보여주거나 내용을 소개하는 것을 넘어서 학생 주도적으로 수업을 진행하고, 실제로 관찰하기 힘든 현상을 조건에 따라 직접 실험해볼 수 있고, 학생이 배운 내용을 바탕으로 직접 프로그램을 구현하기 위하여 테크놀로지를 활용한 것으로 나타났다. 예비 교사의 수업 지도안 분석을 통하여 3차 수업 지도안에서는 예비 교사가 교과와 특성과 교수-학습 상황에 맞게 테크놀로지를 수업에 통합하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 예비 교사가 TPACK 이론, 수업 사례, 교육과정 탐색, 수업 설계, 수업 비평 및 성찰 활동을 통하여 테크놀로지를 교육적 맥락에 따라 활용하고, 수업 내용에 따라 적절한 교수-학습과 평가 방법을 선정하고, 테크놀로지를 통한 수업을 설계할 수 있는 역량이 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 예비 교사가 설계한 수업의 주제와 테크놀로지 활용에 대한 정보 Table 4와 같다.

Table 5. Teaching expertise of Pre-service teachers through analysis of lesson plan

Question	Lesson plan					
	First		Second		Third	
	M	SD	M	SD	M	SD
<b>TPACK-based technology integration assessment rubric</b>						
Q1	2.100	.308	2.450	.605	2.800	.894
Q2	1.400	.598	2.000	.649	2.900	.852
Q3	1.300	.470	2.000	.795	2.900	.553
Q4	1.100	.308	1.550	.605	2.300	.470
Total	1.475	.362	2.000	.585	2.725	.590
<b>Criteria for assessing TPCK</b>						
Q1	8.300	.733	10.500	2.482	16.100	2.693
Q2	8.000	.649	9.750	3.041	16.700	1.895
Q3	8.050	.224	10.050	2.704	15.700	1.838
Q4	7.550	.759	9.750	2.593	15.500	2.013
Q5	7.350	.489	9.100	2.075	14.000	1.777
Total	7.850	.489	9.830	2.491	15.600	1.925

Table 6. Result of repeated measure ANOVA

Test*	Lesson plan						F	p
	First		Second		Third			
	M	SD	M	SD	M	SD		
T	1.475	.362	2.000	.585	2.725	.590	855.473	.000**
C	7.850	.489	9.830	2.491	15.600	1.925	2031.707	.000**

\*T: TPACK-based technology integration assessment rubric

C: Criteria for assessing TPCK

\*\* p < .01

## 2. Changes in teaching expertise of pre-service teachers

수업에서 테크놀로지 활용뿐만 아니라 수업 전문성 변화를 살펴보기 위하여 선행 연구의 검사 도구를 활용하여 예비 교사의 수업 지도안을 분석하였다. 문항에 따라 예비 교사의 1차, 2차, 3차 수업 지도안을 살펴보기 위하여 평균과 표준편차 값을 제시하였다(Table 5 참고). 또한, 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에 따라 예비 교사의 수업 전문성 변화를 살펴보기 위하여 반복측정 분산분석을 활용하여 1, 2, 3차 수업 지도안을 분석하였다.

Mauchly의 구형성 검정을 살펴본 결과, TPACK-based technology integration assessment(Mauchly= .964,  $p=.716$ )와 Criteria for assessing TPACK(Mauchly= .896,  $p=.372$ )는 모두 구형성 가정을 만족하여 분산이 동일한 것을 확인할 수 있었다. 또한, 개체 내 효과 검정( $p<.001$ )과 개체 내 대비 검정( $p<.001$ )에서 모두 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통하여 본 연구에서 예비 교사의 수업 전문성은 시간의 흐름에 따라 변화가 있으며, 선형으로

변한다는 것을 확인할 수 있었다. 분석 결과를 보면, 예비 교사의 TPACK-based technology integration은 3차( $M=2.725$ ,  $SD=.590$ )가 가장 높았으며, 2차( $M=2.000$ ,  $SD=.585$ ), 1차( $M=1.475$ ,  $SD=.362$ ) 순으로 나타났다.

이를 통하여 예비 교사의 TPACK-based technology integration은 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 진행됨에 따라 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 이러한 변화는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다( $F=855.473$ ,  $p<.001$ ). 다음으로 Criteria for assessing TPACK에서도 3차( $M=15.600$ ,  $SD=1.925$ ), 2차( $M=9.830$ ,  $SD=2.491$ ), 1차( $M=7.850$ ,  $SD=.489$ ) 순으로 높았으며, 지도안 간의 차이는 모두 통계적으로 유의하였다( $F=2031.707$ ,  $p<.001$ ). 수업 지도안 분석을 통하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육을 받은 예비 교사의 수업 전문성이 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 반복측정 분산분석을 실시한 통계 결과는 Table 6과 같다.

## V. Conclusion

본 연구에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 예비 교사를 대상으로 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하고, 예비 교사가 교육 프로그램을 듣는 과정에서 설계한 수업 지도안을 검사 도구로 분석하여 예

비 교사의 수업 전문성 변화를 도출하였다. 이러한 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

첫 번째로 TPACK 교육을 받지 못한 예비 교사는 수업에서 테크놀로지 통합을 선호하지 않았다. 교육 프로그램을 적용하기 전에 예비 교사가 설계한 수업을 살펴보면, 대다수의 예비 교사는 테크놀로지를 수업에 활용하지 않거나 단순히 지식을 전달하는 용도로 사용하고 있었다. 따라서 예비 교사는 본인 교과목의 수업에서 테크놀로지 활용을 선호하지 않으며, 활용하는 테크놀로지도 지식 전달을 위한 도구로 사용하였다. 또한, 예비 교사가 설계한 수업을 살펴보면 교사가 학생에게 지식을 전달하는 형태의 수업을 설계하였으며, 학생의 참여를 통해 문제를 해결하거나 프로젝트를 진행하는 수업은 나타나지 않았다.

두 번째로 프로그래밍 교육은 예비 교사의 수업 전문성 발달에 한계가 존재하였다. 선행 연구에서 프로그래밍 교육을 통하여 예비 교사의 문제 해결력, 자아효능감, 교수 효능감 등의 변화를 확인하였다. 이러한 연구를 기반으로 예비 교사나 현직 교사에게 프로그래밍 교육을 활발하게 진행하고 있다. 본 연구에서 프로그래밍 교육을 통해 예비 교사의 수업 지도안 변화를 살펴본 결과, 예비 교사는 프로그래밍 교육을 받으면 수업에 테크놀로지 활용이 증가하지만, 테크놀로지는 수업 내용, 교수-학습, 평가, 교실 환경, 학생의 특성과 같이 교육적 맥락에 따라 활용하지 못하였다. 예비 교사는 프로그래밍 교육을 통하여 프로그래밍뿐만 아니라 다양한 테크놀로지가 가진 효용성과 교육적 효과를 인지하였다. 이에 따라 수업에 테크놀로지의 통합은 증가하였지만, 수업에서 테크놀로지는 교육적 맥락에 따라 활용되지 못하였다. 또한, 수업의 형태도 교사 중심의 지식 전달 형태의 수업을 진행하였다.

세 번째로 프로그래밍 기반 TPACK 교육을 받은 예비 교사는 수업 전문성이 향상되었다. 프로그래밍 교육뿐만 아니라 교육과정, 수업 사례, TPACK 이론 탐색, 수업 설계 및 시연, 성찰을 경험한 예비 교사는 교육적 맥락에 따라 테크놀로지를 활용하였다. 또한, 예비 교사가 설계한 수업 지도안을 분석하였을 때, 예비 교사의 수업 전문성은 3차 수업 지도안이 가장 높으며, 수업 전문성의 변화는 통계적으로 유의하였다. 따라서 프로그래밍 교육뿐만 아니라 PK, TK, CK가 통합될 수 있는 교육을 제공하였을 때, 예비 교사는 수업 전문성이 향상되며, 교육적 맥락에 맞게 테크놀로지를 활용한 수업을 설계하는 것으로 나타났다. 따라서 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 수업 전문성 향상

에 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 다음과 같은 제한점이 존재한다. 첫 번째로 단일 집단을 대상으로 연구를 진행하였다는 점이다. 본 연구에서는 단일 집단의 예비 교사를 대상으로 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하고 수업 지도안에서 나타난 예비 교사의 수업 전문성 변화를 관찰하였다. ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 받은 예비 교사와 비교하여 수업 전문성 발달의 차이가 존재하는지 확인이 필요하다. 이를 통하여 TPACK 교육에서 테크놀로지 도구로써 프로그래밍이 가진 교육적 효과를 검증하고, 예비 교사가 다른 처치나 성숙, 시간의 흐름에 따라 수업 전문성이 향상된 것이 아니라는 검증이 필요하다.

두 번째로 수업 지도안을 바탕으로 예비 교사가 진행되는 수업 실천을 분석하는 것이 필요하다. 예비 교사의 수업 전문성을 분석하기 위하여 양적, 질적 방법이 다양하게 존재한다. 본 연구에서는 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 수업 전문성 변화를 관찰하기 위하여 수업 지도안 분석을 진행하였다. 예비 교사의 수업 전문성 변화를 분석하기 위하여 수업 지도안뿐만 아니라 수업 지도안을 바탕으로 예비 교사가 진행되는 수업 실천을 분석하는 것이 필요하다. 수업 실천은 예비 교사가 설계한 수업 지도안을 바탕으로 실제로 학생을 어떻게 가르치고, 통제하고, 수업을 진행하는지 살펴볼 수 있다. 따라서 학생과의 상호작용이나 테크놀로지의 역할, 테크놀로지가 도입됨에 따른 수업의 변화, 학생의 반응 등 다양한 데이터를 수집할 수 있다. 향후 연구에서는 수업 지도안뿐만 아니라 수업 실천에 대하여 질적 분석하는 것이 필요하다.

선행 연구에서는 TPACK, 테크놀로지 통합 자아효능감, 교수효능감, 테크노 스트레스 등 다양한 요인이 예비 교사의 수업 전문성과 관련이 있다고 말하였다. 한국의 TPACK 연구에서는 이러한 요인을 측정하는 연구가 이루어졌지만, 질적 연구를 통해 얻은 수업 전문성과의 관련성을 분석하는 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 향후 연구에서는 예비 교사의 수업 전문성에 영향을 미치는 요인과 수업 전문성과의 구조적 관계와 인지 경로를 분석하는 연구가 진행되어야 한다.

한국의 TPACK 선행 연구에서는 교사와 예비 교사의 인식을 조사하거나 교육 프로그램에 따른 변화를 살펴보는 연구가 많았고, TPACK 교육에 따른 예비 교사의 질적인 변화를 측정하는 연구는 거의 이루어지지 않았다. 본 연구는 TPACK 교육에서 수업 지도안 분석을 통한 예비 교사의 수업 전문성 변화를 분석한 연구이다. 따라서 TPACK

교육에서 예비 교사의 수업 전문성 관찰을 위한 기초 연구로 활용될 수 있다. 또한, 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성에 미치는 효과를 규명한 것에 의의가 있다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the 'National University Development Project' grant funded by the Educational Research Program(ERP).

## REFERENCES

- [1] K. Schwab, "The fourth industrial revolution. Currency," 2017.
- [2] K. Facer, "Learning futures: Education, technology and social change," Routledge, 2011. DOI: 10.4324/9780203817308
- [3] S. A. Becker, M. Brown, E. Dahlstrom, A. Davis, K. DePaul, V. Diaz, and J. Pomerantz, "NMC horizon report: 2018 higher education edition," Louisville, CO: EDUCAUSE, 2018.
- [4] 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, Nov. 2000.
- [5] C. Angeli, and N. Valanides, "Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK)," *Computers & education*, Vol. 52, No. 1, pp. 154-168, Jan. 2009. DOI: 10.1016/j.compedu.2008.07.006
- [6] R. E. Clark, "Reconsidering research on learning from media," *Review of educational research*, Vol. 53, No. 4, pp. 445-459, Dec. 1983. DOI: 10.2307/1170217
- [7] R. Junco, and C. Clem, "Predicting course outcomes with digital textbook usage data," *The Internet and Higher Education*, Vol. 27, pp. 54-63, Oct. 2005. DOI: 10.1016/j.iheduc.2015.06.001
- [8] J. Schacter, "The impact of education technology on student achievement: What the most current research has to say," 1999.
- [9] A. J. Rockinson-Szapkiw, J. Courduff, K. Carter, and D. Bennett, "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.compedu.2012.11.022
- [10] M. L. Niess, "Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology," *Journal of educational computing research*, Vol. 44, No. 3, pp. 299-317. Jun. 2011. DOI:

- 10.2190/ec.44.3.c
- [11] 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.
- [12] L. S. Shulman, "Those who understand: Knowledge growth in teaching," *Educational researcher*, Vol. 15, No. 2, pp. 4-14, Feb. 1986. DOI: 10.1177/002205741319300302
- [13] J. Voogt, P. Fisser, N. Pareja Roblin, J. Tondeur, and J. van Braak, "Technological pedagogical content knowledge—a review of the literature," *Journal of computer assisted learning*, Vol. 29, No. 2, pp. 109-121, Mar. 2013. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x
- [14] C. S. Chai, J. H. L. Koh, and C. C. Tsai, "A review of technological pedagogical content knowledge," *Journal of Educational Technology & Society*, Vol. 16, No. 2, pp. 31-51, Apr. 2013.
- [15] Swkim & yjee, "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
- [16] 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, Mar. 2013. DOI: 10.4324/9781315771328
- [17] M. L. Niess, R. N. Ronau, K. G. Shafer, S. O. Driskell, S. R. Harper, C. Johnston, C. Browning, S. A. Özgün-Koca, and G. Kersaint, "Mathematics teacher TPACK standards and development model," *Contemporary issues in technology and teacher education*, Vol. 9, No. 1, pp. 4-24, Mar. 2009.
- [18] Eschoi, Yjee, and Shpaik, "The Effects of Programming-Based Lessons on Science Teachers' Perceptions Related to TPACK," *Journal of the Korean Association for Science Education*, Vol. 37, No. 4, pp. 693-703, Aug. 2017. DOI: 10.14697/JKASE.2017.37.4.693
- [19] Jwchi, 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, Jul. 2015.
- [20] Swkim & yjee, "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
- [21] Swkim & yjee, "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, Nov. 2019. DOI: 10.9708/JKSCI.2019.24.04.185
- [22] M. J. Koehler, T. S. Shin, and P. Mishra, "How do we measure TPACK? Let me count the ways," In *Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact: A research handbook on frameworks and approaches* (pp. 16-31). IGI Global, 2012. DOI: 10.4018/978-1-60960-750-0.ch002
- [23] Dhkim, "TPACK as a Research Tool for Technology Integration into Classroom: A Review of Research Trends in Korea," *The Journal of Elementary Education*, Vol. 30, No. 4, pp. 1-22, Nov. 2017.
- [24] B. C. Bruce, and M. P. Hogan, "The disappearance of technology: Toward an ecological model of literacy," Routledge, 1998.
- [25] C. S. Chai, J. H. L. Koh, C. C. Tsai, and L. L. W. Tan, "Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT)," *Computers & Education*, Vol. 57, No. 1, pp. 1184-1193, Aug. 2011. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.01.007
- [26] J. Hughes, "The role of teacher knowledge and learning experiences in forming technology-integrated pedagogy," *Journal of technology and teacher education*, Vol. 13, No. 2, pp. 277-302, Apr. 2005.
- [27] M. L. Niess, "Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge," *Teaching and teacher education*, Vol. 21, No. 5, pp. 509-523, Jul. 2005. DOI: 10.1016/j.tate.2005.03.006
- [28] M. Koehler, and P. Mishra, "What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?," *Contemporary issues in technology and teacher education*, Vol. 9, No. 1, pp. 60-70, Mar 2009. DOI: 10.4135/9781483346397.n318
- [29] J. T. Abbitt, "Measuring technological pedagogical content knowledge in preservice teacher education: A review of current methods and instruments," *Journal of Research on Technology in Education*, Vol. 43, No. 4, pp. 281-300, Feb. 2011. DOI: 10.1080/15391523.2011.10782573
- [30] Khsung, and YdCho, "A Case Study on Social Studies Teacher's Development Process of TPACK," *Social studies education*, Vol. 51, No. 2, pp. 41-60, Jun. 2012.
- [31] HmRim, and IsChoi, "A Case study on the effect of designing instruction according to the ASSURE model to mathematics teacher's TPACK and teaching efficacy," *The journal of educational research in mathematics*, Vol. 22, No. 2, pp. 179-202, May 2012.
- [32] DhLee, and WhWhang, "Analysis of Teaching Practices of Mathematics Teachers from the Perspective of TPACK," *Journal of the Korean School Mathematics*, Vol. 21, No. 4, pp. 303-326, Dec. 2018.
- [33] J. Harris, N. Grandgenett, and M. Hofer, M, "Testing a TPACK-based technology integration assessment rubric," In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3833-3840). Association for the

- Advancement of Computing in Education (ACE), Mar. 2010.
- [34] Swkim & ylee, "Development of Programming-based TPACK Education Program through Design-based Research," The Proceeding of Korean Association of Computer Education, Vol. 23, No. 2, pp. 3-4, Aug. 2019.

## 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.

He is currently a researcher in KAIST Global Institute For Talented Education and doctoral course student in the Department of Computer Education, Korea National University of Education. He is interested in informatics education, software education robot programming education, STEAM education, and TPACK.



Soyul Yi received the B.S degree in Elementary Education from Chuncheon National University of Education, Korea, in 2007. She received the M.S degree in Computer Education from Korea National

University of Education, Korea, in 2017. Yi is currently an in-service elementary school teacher and also Ph.D course student in Dept. of Computer Education, Korea National University of Education. She is interested in Software Education, Informatics, Computing-related Education and Teacher Training.



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.