

Development of Programming-based TPACK Education Program through Design-based Research

Seong-Won Kim*, Youngjun Lee**

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

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

[Abstract]

As the importance of technology in education has increased, TPACK research has been actively conducted to promote the use of technology in class. However, due to the functional limitations of technology, the pre-service teacher had difficulty in using technology in class. Therefore, in this study, we have been studying the introduction of the programming language as a technology tool of TPACK. Using design-based research as a research method, we repeatedly developed an educational program, applied to pre-service teachers, and evaluated the effectiveness of the program. In the first study, pre-service teachers had difficulties in programming learning. To solve this problem, programming-based instruction and curriculum analysis were supplemented by educational programs. In the second study, pre-service teachers felt difficulty in using programming in teaching-learning, thus improving instruction design and reflection. The third study enhanced the programming development environment search to supplement programming learning and utilization.

▶ **Key words:** TPACK, Design-based research, Programming, Pre-service teacher, Education program

[요 약]

교육에서 테크놀로지의 중요성이 증가함에 따라 수업에서 테크놀로지 활용을 촉진하기 위하여 TPACK 연구가 활발하게 진행되었다. 하지만 테크놀로지가 가진 기능적인 한계로 인하여 예비 교사는 수업에서 테크놀로지 활용에 어려움을 겪고 있었다. 따라서 본 연구에서는 기능적 한계가 존재하지 않는 프로그래밍 언어를 TPACK의 테크놀로지 도구로 도입하는 연구를 진행하였다. 연구 방법으로 설계 기반 연구를 활용하여, 교육 프로그램을 개발하고, 예비 교사를 대상으로 적용하고, 효과를 평가하는 연구를 반복하여 진행하였다. 1차 연구에서는 예비 교사가 프로그래밍 학습에 어려움을 겪었으며, 이를 해결하기 위하여 프로그래밍 기반 수업과 교육과정 분석을 교육 프로그램에 보완하였다. 2차 연구에서는 교수-학습에서 프로그래밍의 활용에 어려움을 느껴서, 수업 설계 및 성찰을 보완하였다. 3차 연구에서는 프로그래밍 학습 및 활용을 보완하기 위하여 프로그래밍 개발 환경 탐색을 보완하였다.

▶ **주제어:** TPACK, 설계 기반 연구, 프로그래밍, 예비 교사, 교육 프로그램

-
- First Author: Seong-Won Kim, Corresponding Author: Youngjun Lee
 - *Seong-Won Kim (swkim3@kaist.ac.kr), KAIST Global Institute For Talented Education
 - **Youngjun Lee (yilee@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
 - Received: 2019. 08. 21, Revised: 2019. 10. 07, Accepted: 2019. 10. 08.

I. Introduction

과학의 진보는 테크놀로지의 발전을 촉진하였고, 테크놀로지는 다양한 영역에 융합되어 새로운 학문을 만들어내고, 사회와 삶의 형태 변화를 촉진하였다. 2016년 세계경제포럼(World economic forum)에서는 이러한 변화를 4차 산업혁명이라고 명명하였으며, 테크놀로지는 미래 사회의 모습이 기존에 경험하지 못한 형태로 변화시킬 것이라고 말하였다[1].

교육에서도 테크놀로지가 도입됨에 따라 교수-학습의 형태는 새롭게 변화하고 있다. 테크놀로지는 기존의 교육에서 진행된 교과서와 칠판을 통해 지식을 전달하는 것이 아니라 학생들의 학습을 확장하고, 새로운 교수-학습의 개발을 촉진하고, 학생들에게 과학, 테크놀로지, 사회 간의 관계를 학습하고, 사회의 참여를 촉진하기 위한 도구로 도입되었다[2]. 이에 따라 교육용 테크놀로지의 발전은 진행되었지만, 교육에 도입된 목적과 다르게 교사는 수업에서 테크놀로지를 제대로 활용하지 못하고 있었다[3]. 교사는 테크놀로지를 교육의 효과를 증가시키기 위한 것이 아니라 교과서나 칠판과 마찬가지로 단순히 지식을 전달하는 도구로 사용하였다. 따라서 기존의 수업에서 이루어진 교수-학습에서 단순히 지식을 전달하는 도구가 칠판, 교과서에서 테크놀로지로 변경되었을 뿐 교수-학습, 교육 내용, 활동 등에서 기존의 수업과 차이가 존재하지 않았다[4][5]. 이러한 수업은 학생들의 학습에 효과를 주지 못하며, 학생들의 학습을 방해하는 요소로 작용하였다[6][7][8].

이에 따라 교사가 테크놀로지를 수업에 제대로 활용하지 못한 이유를 분석하는 연구가 진행되었다. 연구 결과, 교육에 대한 신념, 테크놀로지에 대한 태도, 수업 환경 등 다양한 요소가 존재가 있었지만 가장 영향을 많이 주는 요소는 교사가 테크놀로지에 대한 지식이었다[9]. 교육 환경은 여러 요인이 작용하는 역동적이며 구조화되지 않으므로 교사가 테크놀로지를 적용하기 위해 고려해야 할 요소가 많고 복잡하다. 따라서 복잡한 교육 환경에 여러 가지 특성을 가진 테크놀로지를 도입하기 때문에 교사는 수업에서 테크놀로지 활용에 어려움을 느끼고 기존의 수업에서 반복적으로 진행한 교수-학습 방법에 테크놀로지를 도입하는 것을 선택 및 실행하게 된다[10]. 이에 따라 Mishra and Koehler(2007)는 기존의 수업에 테크놀로지가 도입되어도 학습 과정과 교육적 효과의 영향을 주지 않으므로 단순히 내용 전달 도구로 테크놀로지를 사용하지 말아야 한다고 말하였다. 또한, 테크놀로지를 통한 교육적 효과를 얻으려면 수업에서 테크놀로지를 활용하는 것이 중요한 것이 아니라 테크놀로지를 교육적 맥락에 맞게 적

절히 활용하는 것이 필요하다고 말하였다[11].

테크놀로지는 문제를 해결하고 요구사항을 충족시키기 위한 산출물을 제작하기 위하여 활용되는 도구로써, 교육을 확장하기 위하여 도입되었다. 테크놀로지를 교육에 활용하기 위해서는 테크놀로지에 대한 지식(활용 가능성(affordance)과 제약 조건(constraint))을 습득하고 교육 환경에 적절하게 활용하는 것이 필요하다. 하지만 교사는 테크놀로지에 대한 지식이 부족하여 여러 교육적 요인이 작용하는 수업에서 테크놀로지를 제대로 활용하지 못하였다[11][12].

이에 따라 교사 교육에서 테크놀로지 지식(Technological Knowledge, TK)에 대한 중요성이 증가하였다. 하지만 교사의 테크놀로지 지식이 향상되어도 테크놀로지가 수업에 통합되는 것과 교육적 맥락에 활용되는 것과 연결되지 못하였다[13]. 따라서 교사가 수업에 테크놀로지를 적절하게 활용하여 학생들의 학습을 촉진하기 위해서는 테크놀로지 지식뿐만 아니라 교수 지식(Pedagogical Knowledge, PK), 내용 지식(Content Knowledge, CK) 등 각 영역의 지식이 통합된 형태의 지식이 필요하다[14].

Mishra and Koehler(2006)는 교사의 수업전문성 향상을 위하여 Shulman(1986)의 Pedagogical Content Knowledge(PCK)에 TK를 통합시킨 Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK) 모델을 제안하였다[15][16]. TPACK 모델은 교육적 맥락 안에서 TK와 CK, PK가 같은 크기(중요도)를 가지며, 지식 간의 상호작용을 통하여 Technological Pedagogical Knowledge(TPK)와 Technological Content Knowledge(TCH), PCK, TPACK이 발달한다고 제안하였다. Mishra and Koehler(2009)는 교사의 TPACK이 발달하면, 교사는 교육적 맥락에 따라 테크놀로지를 교과 내용에 맞게 교수-학습을 진행할 수 있는 수업 전문성이 발달할 수 있다고 말하였다[17]. Mishra(2019)의 연구에서는 TPACK에서 TK, CK, PK뿐만 아니라 교육적 맥락에 대한 중요성을 인지하고, 맥락 지식(contextual Knowledge, XK)의 중요성을 강조하였다[18]. 테크놀로지의 중요성이 증가함에 따라 TPACK은 교과 영역별 연구, 교육 프로그램 개발, 평가 등 다양한 영역에서 연구가 진행되었다. 또한 연구 대상도 교사뿐만 아니라 예비 교사까지 확정되어서 예비 교사의 TPACK을 향상시키기 위한 연구도 활발히 진행되었다[19].

TPACK 연구에서 대부분의 테크놀로지는 ICT 도구가 주로 활용되었다. 이러한 테크놀로지는 특수한 목적으로 개발되었기 때문에 안정성과 직관적인 기능을 수행한다. 따라서 교사가 테크놀로지의 활용 가능성(affordance)과 제약 조건(constraints)을 파악하기는 쉽지만, 한정된 기능으로 인하

여 한정된 교과와 특정 내용, 일부 교수-학습에만 사용할 수 있다[20]. 따라서 교사가 하나의 교과를 가르친다고 하여도 교육 내용과 교수-학습에 따라 여러 종류의 테크놀로지에 기능을 익히고 수업에 활용하기 위한 노력이 필요하다[21]. 이러한 테크놀로지의 기능적 한계로 인하여 교사는 수업에 테크놀로지를 도입하는 데 어려움을 느끼며, 기존의 수업에서 나타난 테크놀로지의 활용이 답습되었다.

이러한 문제로 인하여 새로운 테크놀로지로 프로그래밍에 대한 관심이 증가하였다. 최정원과 이은경, 이영준(2015)은 TPACK의 테크놀로지 도구로서 프로그래밍의 필요성에 대하여 말하였다. 프로그래밍은 교사의 요구에 따라 필요한 테크놀로지 도구를 만들 수 있으며, 학습자의 인지 영역의 확장과 반복 학습을 촉진할 수 있다고 말하였다[22]. 그뿐만 아니라 다양한 교과에서 프로그래밍을 도구로 도입하였을 때 교육적 효과가 나타났대[23][24][25][26]. 기존의 테크놀로지 도구와 다르게 프로그래밍은 특수한 목적에 따라 개발되었지만, 개발할 수 있는 프로그래밍의 다양성은 기존의 테크놀로지보다 뛰어나다. 따라서 프로그래밍은 기존의 도구에서 겪던 테크놀로지의 기능적 한계가 존재하지 않으며 프로그래밍 방법만 배우면 맥락에 맞는 프로그램을 제작할 수 있다.

이에 따라 TPACK의 테크놀로지 도구로 프로그래밍에 대한 필요성이 대두되었다. 김성원과 이영준(2017)은 TPACK의 테크놀로지 도구로 프로그래밍 언어를 도입한 예비 교사 교육 모델과 교육 프로그램을 개발하였다. 선행 연구에서 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 TPACK에서 모든 영역의 발달에 영향을 주지 못하였으며 [27], 교육 프로그램에 참여한 예비 교사는 프로그래밍을 수업에 도입하는데 어려움이 존재하는 것으로 나타났대[28].

따라서 본 연구에서는 예비 교사의 TPACK을 향상할 수 있는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개발하기 위하여 설계 기반 연구(Design Based Research, DBR)를 실시하였다. 분석-개발-적용-평가를 반복적으로 진행하여 예비 교사가 겪는 어려움을 조사하고, 이를 교육 프로그램 개선에 반영하였다. 따라서 이론과 실체가 분리된 교육 프로그램이 아니라 기존의 교육 프로그램의 어려움을 개선하여 예비 교사의 TPACK을 향상시킬 수 있는 교육 프로그램을 개발하였다.

II. Design Based Research (DBR)

교육의 목표인 학습자의 학습을 촉진하기 위하여 교육 프로그램, 교수-학습 방법, 평가부터 교육에 영향을 미치는 다

양한 요인에 관한 연구가 진행되었다. 연구자들은 교실 안에서 진행되는 학습 과정에 관하여 관심을 가지기 시작하였으며, 실제 수업 환경에서 일어나는 일을 알아보기 위하여 교육 프로그램을 적용하거나 프로그램의 효과를 검증하는 실천적 연구를 진행하였다[29]. 실천적 연구를 진행하기 위하여 연구자들은 형성 연구(formative research), 실천 연구(action research), 개발 연구(development research)를 진행하였지만, 기존의 연구와 다르게 교육적 맥락으로 인하여 연구 진행에 어려움을 겪었다. 모든 환경 요인이 통제된 환경에서 처치에 따른 변화를 관찰하는 생물 연구와 다르게 교육 연구에서는 학생, 교사, 학습 환경, 수업 내용 등 다양한 요인이 복합적으로 작용하여 처치를 제외한 다른 요인을 통제하는 것이 불가능하다. 따라서 실험을 통해 얻은 연구 결과를 일반화하기 어려우며, 이는 이론과 실제(수업)간의 괴리를 유발하였다. 연구자들은 이론과 현장과의 괴리를 극복하고, 일반화된 교육 모델과 이론을 개발하기 위한 새로운 연구 방법을 모색하였다[30].

이에 따라 현장에서 활동하는 교육 전문가와 교육 이론을 연구하는 연구자가 협력하여 교실에서 발생하는 문제를 해결하는 연구 방법인 DBR이 주목받기 시작하였다[31]. DBR은 현장의 문제를 해결하고 실용적인 이론을 창출하기 위하여 문제 분석, 설계, 개발, 실행을 반복하는 연구 방법이다. 기존의 연구와 달리 DBR은 문제에 대한 연구를 반복적으로 진행하므로 이론과 실제 사이에 격차를 좁힐 수 있다. 따라서 수업에서 발생하는 실제적인 문제 해결에 적합한 연구 방법이다. 이러한 장점으로 인하여 수업에서 일어나는 과정을 분석하기 위한 연구에서 DBR의 활용이 증가하였다[32].

Anderson and Shattuck(2012)은 DBR의 연구 동향을 살펴보기 위하여 국제저명학술지 중에서 DBR를 적용한 연구를 수집 및 분석하였다. 연구 결과, 1990년대까지는 DBR를 활용한 연구가 거의 이루어지지 않았지만, 2000년부터 DBR를 적용한 연구가 진행되기 시작하였고, 최근에는 실제 문제를 해결하기 위한 연구 방법으로 활발하게 활용되었다. DBR를 사용한 국가를 살펴보면, 초기에는 DBR에 대한 연구가 시작된 미국을 중심으로 연구가 진행되었지만, 2000년대 후반부터는 전 세계적으로 DBR를 활용한 교육 연구가 확산되었다. 이러한 결과를 통하여 전 세계적으로 교육에서 발생하는 실제적인 문제 해결을 위하여 교육 연구에서 DBR이 활용되기 시작한 것을 확인할 수 있었다. DBR를 활용한 연구의 목적을 살펴보면, 교육 모델 개발이 가장 많으며, 수업에 개입 요소는 소프트웨어와 같은 테크놀로지가 주요 요소인 것을 확인할 수 있었다. 또한, 분석, 설계, 개발, 실행 과정 반복을 2~3회 반복하는 연구가 많았다. 이러한 연구를 통하

여 DBR은 새로운 테크놀로지를 도입하여 교육 모델을 개발하는 연구에 많이 활용하는 연구 방법이며, 일반화된 교육 모델 개발을 위하여 2~3회의 반복을 통한 연구가 필요하다는 것을 확인할 수 있었다[33].

DBR의 특징은 다음과 같다. 첫 번째로 DBR에서 연구 내용은 수업 내 교수-학습 과정에서 발생하는 실제적인 문제를 연구하여야 한다. DBR은 수업 내 교수-학습 과정에서 발생하는 문제를 발견하고 해결하기 위한 연구 방법이므로 실제적인 연구 문제를 설정하는 것이 필요하다 [32][34]. 또한, 이론과 실제 간의 차이를 좁히기 위하여, 연구 문제를 설정하는 과정에서 현장 요구 분석과 문헌 분석이 필요하다. DBR은 다른 연구 방법과 같이 처치를 통해 변화를 관찰하고, 이를 통해 해결 방안을 도출하는 것이 아니라 현장의 요구를 바탕으로 문제를 설정하고 이론을 기반으로 연구 문제를 해결하는 방안을 도출하는 연구 방법이다[31]. 또한, 현장의 요구 분석을 통하여 이론과 현장과의 괴리를 줄여야 하며, 이론을 바탕으로 현장의 문제를 해결하기 위한 개입안(intervention) 도출하여야 한다. 개입안은 실제적인 문제를 해결하려는 방안으로써 DBR에서는 개발, 실행, 평가를 반복적으로 진행하여 정교화된 교육 이론이나 교육 프로그램 등을 도출할 수 있다[33]. 또한, 수업은 무수히 많은 요소가 작용하므로 연구자와 실무자는 개입안이 적용되는 상황에 대하여 자세히 확인하고 개입안의 효과를 분석하여야 한다. 이러한 DBR의 특징은 다른 연구 방법과 다르게 실제 교육 환경에서 발생하는 문제를 해결하기 위한 구체적인 개입안을 도출할 수 있는 연구 방법이다.

한국에서는 DBR을 적용한 연구의 수는 한정적이며, 플립러닝과 같이 온라인 학습 환경이나 학습 지원을 위한 테크놀로지 적용 연구에서 활용되는 것으로 나타났다. 또한, 교수-학습 설계 모형 개발 연구에 많이 활용되었다. 하지만 선행 연구에서는 프로그래밍을 활용한 교육 프로그램에는 DBR이 활용되지 않았으며, 예비 교사를 위한 교육 프로그램에 활용된 연구는 부족한 상황이다. 본 연구는 기존의 선행 연구를 바탕으로 프로그래밍과 TPACK을 접목하여 예비 교사를 위한 교육 프로그램을 개발하기 위하여 개발-적용-평가를 반복적으로 진행하는 DBR 을 진행하였다.

III. Development of TPACK Education Program Using DBR

1. Research procedure

본 연구에서는 예비 교사를 위한 프로그래밍 기반 교육 프로그램을 개발하였다. 이를 위하여 교육 프로그램을 예비 교사에게 반복적으로 적용하고, 프로그램의 개선 방향을 도출하여 일반화 가능한 교육 프로그램을 개발하였다. 이러한 연구의 과정은 Fig. 1과 같다.

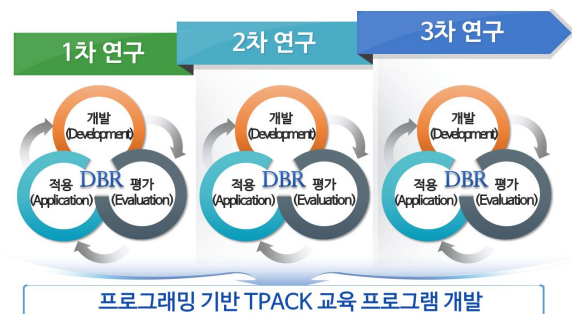


Fig. 1. Research procedure

2. Test Tool

프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 개선하기 위하여 예비 교사를 대상으로 교육 프로그램에 대한 생각을 서술하는 개방형 문항을 제시하였다. 문항을 구체적으로 살펴보면, 프로그래밍 기반 수업 설계에서 어려움, 교육 프로그램의 장, 단점을 묻는 내용을 개발하였다. 이와 같은 문항에 대한 예비 교사의 개방형 답변을 질적 분석하여 프로그래밍 기반 교육 프로그램에 대한 의견으로 범주화하고, 범주화된 의견을 TPACK을 기반으로 분석하는 방식으로 검사 도구를 사용하였다.

3. Analysis

본 연구에서는 반 구조화된 문항을 통해 프로그램에 대한 인식과 개선 방향 등을 수집하였다. 검사 도구를 통하여 수집된 데이터는 텍스트로 이루어진 질적 자료이므로 유의미한 결과를 얻기 위해서 범주화가 필요하다. 따라서 예비 교사가 작성한 텍스트를 정리한 후, 반복적 비교 분석(Constant Comparative analysis)을 통하여 귀납적으로 범주화를 진행하였다. 반복적 비교 분석은 초기에 근거 이론 방법에서 현상에 대한 설명을 위하여 사용되었지만, 최근 연구에서는 질적 연구에서 자료를 분석하려는 방법으로 사용되고 있다 [35][36]. 반복적 비교 분석은 범주화를 진행하기 위하여 개방코딩-범주화-범주 확인의 과정으로 자료 분석을 진행한다. 개방 코딩에는 연구자가 예비 교사가 작성한 텍스트를

반복적으로 읽으면서 내용을 요약하는 단어나 문장을 정의하는 작업을 진행하였다. 여기서 단어나 문장은 대표성을 가지도록 임의로 명명하였다. 개방 코딩을 진행할 때는 분석 틀이나 모델, 이론을 활용하여 분석하지 않고, 자료를 반복적으로 분석하여 텍스트 내에서 특성을 발견한다. 그러므로 개방 코딩은 연역적으로 분석하는 것이 아니라 귀납적으로 자료에서 발견할 수 있는 단어나 의미를 발견하는 과정으로 진행된다. 범주화에서는 개방 코딩을 통해 정리한 단어나 문장을 대표적인 의미를 가지는 단어로 묶는 작업을 진행하였다. 범주화 사용한 단어는 학술적인 용어로 한정하지 않았으며, 연구자가 자료를 반복적으로 분석하는 과정에서 얻은 의미를 대표할 수 있는 단어로 사용하였다. 본 연구에서는 프로그래밍과 테크놀로지, 수업이라는 단어를 중심으로 범주화를 진행하였다. 마지막으로 범주 확인에서는 연구자가 범주화한 단어가 예비 교사가 말하고자 하는 내용과 일치하는지 확인하는 작업을 진행하였다[37]. 반복적 비교 분석을 통해 얻은 결과는 문항에 참여한 예비 교사, 교육 전문가들과 검토하여 신뢰도를 높였다. 본 연구에서 한 명의 예비 교사가 하나의 문항에 여러 의견을 제시한 때도 있었다. 따라서 전체 인원을 기준으로 문항별로 어떠한 의견이 있는지 제시하였다.

4. Results

1. First cycle

1.1 Development

TPACK에서 테크놀로지의 도구로써 프로그래밍에 대한 효과를 검증한 선행 연구와 기존의 TPACK 연구에서 예비 교사가 테크놀로지를 수업에 도입하기 어렵하다는 현장의 요구를 바탕으로 개입안으로써 프로그래밍 기반 TPACK 교육 모델과 프로그램을 개발하였다[23][24][25][26][27]. 프로그래밍 기반 TPACK 교육 모델은 예비 교사를 대상으로 TPACK과 프로그래밍을 주제로 진행된 선행 연구를 분석하여 8가지 구성 요소(브레인스토밍, 프로그래밍을 활용한 수업 설계, 교육과정 탐색, TPACK 모델 탐색, 프로그래밍 개발 환경 탐색, 수업 성찰, 마이크로티칭, 협력)로 구성된 교육 모델을 개발하였다[27]. 또한, 프로그래밍 기반 교육 모델을 기반으로 예비 교사가 교과 문제 분석하고, 교과 문제를 해결하기 위한 방안을 탐색 및 설계하고, 설계한 수업을 적용 및 평가하는 교육 프로그램을 개발하였다. 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 자세한 내용은 Table 1과 같다. 이러한 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하고, 예비 교사의 어려움과 프로그램의 개선 방향을 도출하였다.

Table 1. Programming based TPACK education program (First cycle)

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

*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 Note..Elements of Programming based TPACK은 Kim and Lee(2017)의 연구에서 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 모델의 구성 요소임.

1.2 Application

TPACK 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 청주시 소재의 K대학의 교양 강의를 통하여 연구에 참여할 예비 교사를 모집하였다. 강의에 참여한 학생에게 연구 절차에 대하여 설명하였고, 연구에 참여하겠다고 응답한 학생을 대상으로 검사 도구를 실시하였다. 각 집단에서 1명씩 연구에 참여하는 것을 거부하여, 20명 중에서 19명의 예비 교사에게 연구를 진행하였다.

처치는 K 대학의 2016년 2학기의 강의로 진행하였다. 기간은 총 15주 동안 진행하였으며, 2016년 8월 29일부터 2016년 12월 9일까지 매주 3시간씩 수업을 진행하였다. 수업 처치는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램(Table 1)을 활용하였다.

1.3 Evaluation

Table 1의 교육 프로그램을 경험한 예비 교사는 모두 프로그래밍 기반 수업 설계 과정에서 어려움이 있다고 말하였다. 어려움은 크게 프로그래밍 언어의 학습 과정에서 어려움(TK), 교과와 교육과정에 맞는 수업을 설계하는 과정에서 어려움(TCK), 설계한 프로그램을 제작하는 과정에서 어려움(TK)이 있었다. 첫 번째로 프로그래밍 학습에서 어려움은 처음 접하는 프로그래밍 언어(스크래치)가 낯설고 어렵다는 내용이었다. 예비 교사는 다른 요소보다 변수, 논리 구조를 설계하는 것에 어려움을 느꼈다고 말하였다. 다음으로 예비 교사는 교과와 교육과정에 맞는 수업을 설계하는 과정에서 어려움을 느꼈다. 예비 교사는 분석 단계에서 정의한 교과의 문제를 해결하기

위한 프로그램이 무엇인지 생각하는 과정과 교육과정에 어떠한 프로그램을 적용할 수 있는지 구상하는 것을 어려워하였다. 또한, 프로그래밍을 배우기 전에 생각한 프로그램(교과의 문제를 해결하기 위한 프로그램)과 프로그래밍을 배운 후 자신이 만들 수 있는 프로그램 간의 차이로 인하여 교과에 활용할 수 있는 프로그램을 설계하는 데 어려움을 느꼈다.

마지막으로 예비 교사는 설계한 프로그램을 제작하는 과정에서 어려움을 느끼고 있었다. 예비 교사는 자신이 원하는 프로그램을 설계하였지만, 프로그램을 제작하는 과정에서 필요한 블록과 블록의 활용 방법, 제작 과정을 몰라서 어려움을 느끼고 있었다. 예비 교사가 느끼는 어려움에 대한 자세한 내용은 Table 2와 같다.

이러한 내용을 종합하면, 1차 연구에서 개발한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 TK 발달이 제대로 이루어지지 않아서 예비 교사의 TPACK 발달하는데 어려움을 느낀 것으로 나타났다. 따라서 2차 연구에서는 이러한 어려움을 해결하기 위하여 프로그램을 보완하고, 예비 교사에게 적용하여 어려움의 변화를 살펴보고자 한다.

Table 2. Difficulties of Pre-service Teachers in Class Design(First cycle)

TPACK domain	Difficulty in class design	N(%)
TK	Programming learning	7(36.8%)
TK	Design of program for class	7(36.8%)
TCK	Design of class according to curriculum and subject	8(42.1%)

2. Second cycle

2.1 Development

1차 연구에서 프로그래밍 기반 TPACK 교육의 개선 사항을 종합하면, 프로그래밍 학습에 대한 보완과 프로그래밍 기반 수업과 교육과정의 필요한 것으로 나타났다. 예비 교사는 다른 교육 도구와 다르게 프로그래밍 언어를 본인의 수업에 활용하는 것에 어려워하였다. 또한, 1차 연구에서 활용한 교육 프로그램은 예비 교사가 수업에 프로그래밍을 활용할 수 있는 역량을 발달시키는 데 한계가 존재하였다. 따라서 예비 교사의 TK 발달이 이루어지지 못하여 TCK, TPK, TPACK 발달의 한계로 이어져서 예비 교사의 수업 전문성을 발달시키지 못하였다. 따라서 프로그래밍 학습에서 단순히 프로그래밍 개발 환경 탐색만 진행하는 것이 아니라 교과 기반 프로그램 탐색 및 제작을 추가하였다. 교과 기반 프로그램 탐색 및 제작은 기존에 프로그래밍 기반 수업에서 활용한 프로그램을 직접 분석 및 제작해보고, 자신의 교과에 적합한 프로그램을 제작해보는 활동이다. 이를 통하여 예비 교사는 교과

기반 프로그램 역량을 발달시킬 수 있다고 생각된다.

두 번째로 프로그래밍 기반 수업과 교육과정의 필요성이다. 1차 연구의 교육 프로그램에는 TPACK에 대한 이론이나 다른 교과에서 TPACK 교육의 사례를 살펴보는 활동이 있었지만, 프로그래밍 기반 TPACK 수업 사례나 교육과정을 살펴보는 활동은 진행되지 않았다. 예비 교사는 프로그래밍을 어떻게 수업에 접목할 수 있을지나 교과의 특성에 맞게 개발된 프로그램이 없는 상황에서 프로그래밍 기반 수업을 설계하다 보니 어려움이 발생하였다. 따라서 프로그래밍 기반 교육과정과 수업 사례를 탐색하는 활동을 추가하였다. 예비 교사는 교육과정 탐색을 통하여 본인 교과에 대한 이해를 높일 뿐 아니라 성취기준에 따른 프로그래밍 활용 방안을 탐색함으로써 교육 과정에 프로그래밍을 활용할 수 있는 다양한 방안을 살펴볼 수 있고, 자기 생각과 비교하는 과정을 통하여 자기 생각을 정교화할 수 있다. 또한, 수업의 도입이나 평가, 탐구나 실험, 시뮬레이션 등 다양한 목적으로 개발된 프로그램을 활용한 프로그래밍 기반 수업 사례를 탐색하는 활동을 추가하였다. 예비 교사는 프로그래밍이 수업에서 활용될 수 있는 다양한 형태를 살펴보면서, 본인 교과의 특성에 맞게 프로그래밍을 활용하려는 방안을 생각해낼 수 있으며, 이를 통하여 교육적 맥락에 따라 프로그래밍을 도입한 수업을 설계할 수 있다. 이와 같은 내용을 보완한 교육 프로그램은 Table 3과 같다.

Table 3. Improved education program (Second cycle)

Cycle	Content	Elements of programming based TPACK*
Analysis	Analysis of Problem in subject	1,3
Investigation	Investigation of programming environment *Investigation of program based on subject(curriculum)	5,9
	Investigation of programming-based TPACK class examples	9
	Investigation of TPACK	4,6
	Investigation of curriculum *Investigation of curriculum based on programming	3
Design	Design of TPACK class based on programming	1,2,8
Application	Microteaching	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

2.2 Application

1차 연구와 마찬가지로 2차 연구는 K 대학에 교양 강의로 연구 대상을 모집하고, 처치를 진행하였다. 연구 대상은 K 대학에 다니고 있는 예비 교사 40명을 모집하였으나, 설문에 성실하게 참여하지 않은 2명을 제외하고, 최종 연구 대상으로 예비 교사 38명을 선정하였다.

처치는 K 대학의 정규 교육과정 중에서 2017년 1학기 와 2학기 교양 과목으로 진행하였다. 기간은 15주씩 진행되었으며, 1학기는 2017년 3월 2일부터 6월 14일까지 진행하고, 2학기는 2017년 8월 28일부터 2017년 12월 8일까지 진행하였다. 1차 연구와 마찬가지로 매주 3시간씩 수업을 진행하였다. 교육 프로그램은 개선된 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램으로 Table 3과 같다. 연구의 연속성을 위하여 보완된 부분을 제외한 다른 부분은 1차 연구와 동일하게 진행하였다.

2.3 Evaluation

프로그래밍 학습에 대한 어려움을 느끼는 예비 교사의 비율은 1차 연도(36.8%)보다 2차 연도에서 감소한 것으로 나타났다(10.53%). 프로그램 설계 및 구현의 어려움을 느끼는 예비 교사는 1차 연도와 같은 비율을 보였으나 이유는 다른 것으로 나타났다. 1차 연도에서는 프로그램을 제작하는 과정에서 어떠한 블록을 사용해야 할지 몰랐으나 2차 연도에서는 3명을 제외한 10명의 예비 교사(26.32%)는 수업 설계를 통하여 프로그램을 개선할 때 어려움을 느끼는 경우였다. 교과와 프로그램을 접목하는 데 어려움을 겪는 예비 교사도 상당수 존재하였는데, 어려움을 느끼는 원인이 달랐다. 1차 연도에서는 교과에 프로그래밍을 접목한 수업을 설계하는 것에 어려움을 느꼈다면, 2차 연도에서는 교과의 특성 때문에 어려움을 느꼈다. 수학, 과학, 기술 교과에서는 시뮬레이션 프로그램을 만들기 용이하지만, 독일어, 영어, 중국어, 프랑스어와 같이 인문사회, 사회과학 교과에서는 예비 교사가 프로그래밍과 교과를 접목하는 데 어려움을 느끼고 있었다. 2차 연도에는 1차 연도와 다르게 TPACK이 형성된 예비 교사를 살펴볼 수 있었다. 예비 교사는 스크래치의 활용 가능성과 제약 조건을 파악하고, 실생활 문제를 해결하는 프로그램을 만들 때 스크래치로는 부족하다는 것을 인지하였다. 따라서 본인이 설계한 수업에 스크래치뿐만 아니라 피지컬 컴퓨팅 보드를 도입하여 센서를 활용하여 값을 입력하고, 입력한 값을 기반으로 실제 문제 사례를 해결하려는 예비 교사가 존재하였다. 또한, 수업 사례를 기반으로 프로그래밍 기반 수업을 성공적으로 설계하고, 다른 수업에서 활용할 수 있는 수업 역량이 향상되었다고 응답한 예비 교사가 존재하였다. 이와

같은 결과를 종합하면, 1차 연도보다 2차 연도에서는 TK에서 어려움을 겪는 예비 교사가 감소하고, TCK, TPACK의 발달에 어려움을 겪는 예비 교사와 TPACK이 형성된 예비 교사가 나타났다. 하지만, TPK에 관한 내용은 살펴볼 수 없었다. 예비 교사의 수업 지도안을 살펴보면, 예비 교사는 프로그램을 단순히 지식이나 현상을 보여주는 용도나 평가 용도로 사용한 경우가 많았다. 이러한 패턴은 1차 연도와 2차 연도에서 모두 나타났다. 예비 교사는 수업 설계와 수업 시연에 대한 경험이 부족하여, 프로그래밍의 특성에 맞게 수업을 설계하고 활용하는 역량을 부족하였다. 따라서 TK, TCK는 형성되었지만, TPK의 형성이 이루어지지 않아서 TPACK까지 발달하는 데 어려움을 느꼈다고 생각된다. 따라서 예비 교사가 TPK를 발달시키기 위한 내용의 보완이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다. 2차 연구에서 나타나 예비 교사의 어려움은 Table 4와 같다.

Table 4. Difficulties of Pre-service Teachers in Class Design (Second cycle)

TPACK domain	Difficulty in class design	N(%)
TK	Programming learning	4(10.53)
TK	Difficulty of Program Design and Implementation	13(34.21)
TCK	Difficulties in developing programs suitable for the curriculum and subject	10(26.32)
TPACK	Limitations of the programming language	3 (7.89)
etc.	Improve ability to design lessons(TPACK)	5(13.16)
	None	9(23.68)

3. Third cycle

3.1 Development

Figg and Jaipal(2009)에 따르면 테크놀로지 요인을 통하여 TK, TCK, TPK이 발달하게 되며, TPK는 수업 설계(Planning)와 수업 실행(Implementation)이 영향을 미치는 것으로 나타났다[38]. Koehler et al.(2014)는 교사는 교육적 맥락에 따라 수업 설계 및 실행을 자주 경험하였기 때문에 PK와 CK, PCK가 어느 정도 형성이 된 상태이기 때문에 테크놀로지 지식을 습득하였을 때, 테크놀로지가 다양한 영역에 포괄적으로 활용된다고 말하였다. 반면에 예비 교사는 교사와 달리 수업 설계 및 실행에 대한 경험이 부족하여, PK와 CK가 낮으므로 수업에서 테크놀로지의 활용이 자신의 경험에 의존하여 진행된다고 말하였다. 따라서 한정적인 내용에서 테크놀로지가 활용되는 경향이 있으므로 예비 교사의 TPACK 발달이 힘들다고 말하였다[39]. Lee and Lee(2014)의 연구에서는 예비 교사가 수업 설계 활동을 경험하면 수업

에서 테크놀로지 활용이 촉진된다는 것을 확인하였다[40]. 선행 연구를 기반으로 2차 교육 프로그램의 보완적인 TPK의 향상을 위하여 수업 설계와 성찰을 개선하였다. 수업 설계를 개선하기 위하여 3차 교육 프로그램에서는 세 번의 수업 설계를 진행하도록 구성하였다. 첫 번째 수업 설계의 교과외 문제를 분석하고, 교과외 문제를 해결하기 위하여 새로운 수업을 설계하는 것을 진행하였다. 이를 통하여 프로그래밍이나 TPACK, 다른 수업 사례를 탐색하기 전에 기존의 교육에 대한 경험, 교육적 신념, 태도, PK, CK에 수업에 표현되는 활동을 진행하였다. 두 번째 수업 설계는 프로그래밍 개발 환경 탐색이 끝난 이후에 테크놀로지 기반 수업 설계를 진행하였다. 첫 번째 수업 설계와 방식은 같지만, 두 번째 수업 설계에서는 교과외 문제를 해결하기 위한 수업을 설계할 때 테크놀로지를 활용한 수업을 설계하였다. 이때 프로그래밍을 의무적으로 수업에 테크놀로지를 활용하지 않아도 되며, 자신의 경험을 바탕으로 자유롭게 설계하도록 진행하였다. 마지막 수업 설계에서는 예비 교사는 TPACK 이론, 교육과정, 프로그래밍 기반 수업 설계 사례를 탐색한 후에 진행되었다. 따라서 1차 수업 설계에서는 예비 교사가 가지고 있는 PK와 CK, TK를 기반으로 수업을 설계하며, 2차 수업 설계에서는 프로그래밍을 중심으로 한 TK를 발달시킨 상태에서 수업을 설계하며, 마지막 수업 설계에서는 PK, CK, TK가 발달하고 융합된 상태에서 수업 설계를 진행하였다. 예비 교사는 수업 설계를 통하여 교과 기반으로 수업을 설계해보는 경험을 할 수 있다.

수업 설계 이후에 자신이 설계하고 마이크로티칭을 진행한 수업에 대하여 수업 성찰하는 활동을 진행하였다. 기존의 수업 성찰은 자신이 설계한 하나의 수업에 대하여 성찰하였다. 반면에 3차 연구에서는 자신이 설계한 1~3차 수업 지도안에서 학습 목표, 테크놀로지의 종류, 수업에서 테크놀로지 활용 목적, 교수-학습 방법, 평가 방법 등을 비교·분석하였다. 또한, 수업에서 테크놀로지가 없다면 수업이 어떠한 변화가 있을지 생각해 보는 것과 설계한 수업에서 테크놀로지의 개선 방안에 대하여 생각하는 활동을 진행하였다. 이를 통하여 자신이 설계한 수업의 변화를 살펴보고, 기존에 설계한 수업에서 프로그래밍 활용의 문제점을 분석하고, 수업에서 프로그래밍을 적절하게 활용하려는 방안에 대하여 생각해 보도록 구성하였다. 이러한 수업 성찰은 자신의 교육적 신념을 기반으로 수업 설계 결과에 대하여 적극적이고 신중하게 고려하는 수업 반성 행위가 진행될 수 있게 돕는다. 예비 교사는 수업 설계와 수업 사례 분석, 수업 성찰을 통하여 수업에서 프로그래밍 활용에 대한 본질적인 의미를 고민하고, 수업

에서 프로그래밍을 적절하게 접목하려는 방안에 대하여 도출할 수 있다. 이는 예비 교사의 TK와 PK, 그리고 TPK의 발달을 촉진할 수 있다. 이러한 개발을 통해 개선된 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램은 Table 5와 같다.

Table 5. Improved education program(Third cycle)

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
Design	Design of TPACK class based on programming	1,2,8
Application	Microteaching	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

3.2 Application

3차 교육 프로그램 연구에서 연구 대상은 총 45명의 예비 교사이다. 처치는 K 대학의 정규 교육과정 중에서 2018년 1학기 2학기 교양 과목으로 진행하였다. 기간은 1, 2차 교육 프로그램 연구와 마찬가지로 15주 동안 매주 3시간씩 진행하였다. 1학기는 2018년 3월 1일부터 2018년 6월 14일까지 진행되었으며, 2학기는 2018년 8월 27일부터 2018년 12월 7일까지 진행되었다. 교육 프로그램은 개선된 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램(Table 5)을 사용하였다. 연구의 연속성을 위하여 프로그래밍 교육과 수업 설계 및 성찰 부분을 제외한 부분은 2차 교육 프로그램과 동일하게 진행하였다.

3차 연구는 2차 연구와 다르게 프로그래밍 학습과 프로그램 설계 및 구현(TK)과 교과와 프로그램의 접목(TCK)에서 어려움을 느끼는 예비 교사 수의 수가 감소하였다. 반대로 프로그래밍 언어에 대한 한계를 느끼고 다른 테크놀로지를 도입하려는 예비 교사와 수업 전문성 향상, 수업 설계에 대한 흥미(TPACK)가 향상된 예비 교사가 비율이 두 배 이상 증가하였다. 이를 통하여 수업 설계 및 성찰을 개선한 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 TPACK 발달에 효과적인 것을 확인할 수 있었다. 개

선된 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램을 통하여 프로그래밍 기반 수업 설계 과정에서 느끼는 예비 교사의 어려움은 Table 6과 같다.

Table 6. Difficulties of Pre-service Teachers in Class Design (Third cycle)

TPACK domain	Difficulty in class design	N(%)
TK	Programming learning	3(6.67)
TK	Difficulty of Program Design and Implementation	8(17.78)
TCK	Difficulties in developing programs suitable for the curriculum and subject	2(4.44)
TPACK	Limitations of the programming language	3(6.67)
etc.	Improve ability to design lessons(TPACK)	5(11.11)
	Interest in programming-based class design	6(13.33)
	None	10(22.22)

3.3 Evaluation

3차 연구에서는 예비 교사의 TPK 발달을 위하여 프로그래밍 기반 교육 프로그램을 개선하였다. 하지만, TPK뿐만 아니라 TCK, TK의 발달에 어려움을 겪는 예비 교사가 존재하였다. 어려움도 프로그래밍을 배우고 구현하는데 아직도 어려움이 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 3차 연구에서는 기존의 연구와 달리 본 연구에서 활용한 프로그래밍 언어인 스크래치의 특성을 활용하여 프로그램을 개발한 사례가 존재하였다. 사례를 살펴보면, 예비 교사는 자신이 설계한 수업에 필요한 프로그램을 설계하고 스크래치에서 필요한 프로그램을 검색하였다. 필요한 프로그램을 수집한 뒤 본인의 목적에 맞게 프로그램을 수정하고 발전시켰다. 예비 교사는 이러한 과정을 통해 수업에 필요한 프로그램을 쉽고 효율적으로 만들 수 있었다고 말하였다. 이러한 사례는 스크래치의 특징인 리믹스 기능을 활용하여 수업에 필요한 프로그램을 만든 것이었다.

스크래치는 다른 사람들과 공유와 리믹스 기능을 활용하여 자신이 개발한 프로젝트를 확산 및 개선할 수 있는 기능을 제공하고 있다. 공유 기능은 자신이 개발한 프로그램을 다른 사람들이 볼 수 있도록 공개하는 기능이며, 리믹스 기능은 다른 사람이 개발한 프로그램을 자신의 작업실에 저장하고 발전시킬 수 있는 기능이다. Resnick and Robinson (2017)은 스크래치를 처음 개발할 때, 학습자가 창의적으로 자기 생각을 표현할 수 있을 뿐 아니라 다른 사람과 프로그램에 대한 의견을 공유하고 발전시킬 수 있는 환경을 조성하였다. 스크래치는 공유와 리믹스를 통하여 학습자가 자신을 생각으로 창의적으로 표현하고, 하나의 주제에 대하여 여러 프

그래머가 참여하여 프로그램을 발전시키는 과정을 촉진하였[41]. Vasudevan, Kafai, & Yang(2015)은 스크래치를 배우는 초심자(Novice)를 교육할 때, 리믹스 기능을 활용하였을 때, 프로그램을 설계하고 코딩하는 과정에 도움을 준다고 말하였다[42]. 따라서 스크래치의 리믹스 기능이 초심자의 교육에 효과가 있다는 것을 도출할 수 있었다. 특히 본 교육 프로그램의 목적은 예비 교사를 프로그래머로 양성하기 위한 프로그램이 아니라 수업에서 활용하는 테크놀로지 중에 프로그래밍을 도입하여 예비 교사의 수업 전문성을 발달시키기 위한 것이다. 따라서 프로그래밍을 통하여 원하는 프로그램을 개발하는 역량도 필요하지만, 교육적 맥락을 기반으로 교과의 교수-학습 과정에서 프로그래밍을 적절하게 활용하기 위한 역량을 발달시키는 것이 제일 중요하다.

이러한 내용을 종합하였을 때, 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에서 겪는 프로그래밍의 학습과 프로그램의 설계 및 구현에서 겪는 문제를 해결하려는 방안으로 스크래치 내 리믹스 기능이 효과적이라는 것을 도출할 수 있다. 따라서 최종 프로그램은 Table 7과 같이 개발하였다.

최종 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에서는 프로그래밍 개발 환경 탐색에 리믹스를 추가하였다. 따라서 프로그래밍 개발 환경 탐색을 스크래치 개발 환경 탐색, 기본 문제 해결, 교과 기반 프로그램 탐색 및 제작, 리믹스를 활용한 교과 기반 프로그램 제작으로 구성하였다. 리믹스 기능이 있더라도 예비 교사가 프로그래밍 개발 환경을 알지 못한다면

Table 7. Programming based TPACK education program (Final)

Cycle	Content	Elements of programming based TPACK*
Analysis	Analysis of Problem in subject	1,3
Investigation	Investigation of programming environment *Program Development with Remix	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	Microteaching	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

프로그램을 본인의 목적에 따라 개선할 수 없다. 따라서 프로그래밍 개발 환경에 관한 내용과 학습한 내용을 적용해보는 기본 문제 해결, 교과와 프로그래밍을 연결하고 직접 제작해보는 과정은 그대로 유지하고, 리믹스를 통하여 원하는 목적의 프로그램을 개발하는 과정을 추가하였다. 이를 통하여 예비 교사는 리믹스를 통하여 자신이 원하는 프로그램을 제작할 수 있다는 것을 알고, 프로그램 설계 및 제작 과정에 대한 부담을 줄이고, 프로그래밍에 대한 압박에 벗어나 수업 설계에 집중할 수 있다고 생각된다.

IV. Conclusion

본 연구에서는 TPACK의 테크놀로지 도구로 프로그래밍 언어를 도입한 교육 프로그램 개발 연구를 진행하였다. 연구 방법으로 DBR를 사용하여, 예비 교사에게 교육 프로그램을 적용하고, 수업 설계 과정에서 예비 교사가 겪는 어려움을 조사하고, 어려움을 기반으로 프로그램을 개선하는 연구를 반복적으로 진행하였다. 1차 연구를 통하여 이론을 기반으로 개발한 교육 프로그램이 실제 교육 현장에 도입되었을 때, 예비 교사가 많은 어려움을 겪는다는 것을 확인할 수 있었다. 예비 교사는 수업에 프로그래밍을 통합하는 것에 어려움을 느꼈으며, 이러한 어려움이 예비 교사의 TPACK 발달을 저해하는 요소로 작용하는 것으로 나타났다. 또한, 수업 사례 분석과 수업 설계 및 성찰, 스크래치의 리믹스 기능이 예비 교사의 어려움을 해결하는데 효과적인 것을 확인할 수 있었다. 이러한 연구를 통하여 프로그래밍 기반 수업 설계 역량을 향상시키기 위한 교육 프로그램을 개발할 수 있었다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 지니고 있다. 본 연구에서는 프로그래밍을 도입함에 따라 예비 교사의 어려움을 조사하였지만, 예비 교사의 수업 전문성 변화를 측정하는 연구는 이루어지지 않았다. 또한 예비 교사의 변화를 질적으로는 분석하였지만, 양적으로 분석이 이루어지지 않았다. 따라서 향후 연구에서는 이러한 한계점을 보완하는 연구가 필요하다.

후속 연구에서는 1, 2, 3차 연구와 최종 연구에서 활용한 교육 프로그램 간의 효과를 분석하는 연구가 필요하다. 본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 예비 교사의 수업 전문성 발달을 위하여 개발되었으므로 예비 교사의 TPACK 뿐만 아니라 테크놀로지 통합 자아효능감과 교수 효능감 등 여러 요인이 교육 프로그램에 따라 어떠한 변화가 나타나는지 확인하는 연구가 필요하다.

또한, 예비 교사의 수업 전문성이 향상되면, 수업의 질

적 향상이 이루어진다. 따라서 수업전문성의 변화는 예비 교사의 수업 변화로 나타난다. 그러므로 예비 교사의 수업 변화를 관찰하기 위하여 수업 지도안, 수업 시연을 분석하여, 본 교육 프로그램을 통하여 수업의 질적 향상이 나타나는지 확인하는 연구가 이루어져야 한다.

REFERENCES

- [1] K. Schwab, "The fourth industrial revolution. Currency", 2017.
- [2] 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, Jan. 2000.
- [3] 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.
- [4] H. G. Birch, "The Relation of Previous Experience to Insightful Problem-Solving," *Journal of Comparative Psychology*, Vol. 38, pp. 367-383, 1945.
- [5] T. P. German, and H. C. Barrett, "Functional fixedness in a technologically sparse culture," *Psychological Science*, Vol. 16, No. 1, pp. 1-5, Jan. 2005.
- [6] C. M. Clark, and P. Peterson, "Teachers' thought processes. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed.) (pp. 255-296)" New York: Macmillan. 1986.
- [7] R. Junco, and C. Clem, "Predicting course outcomes with digital textbook usage data," *The Internet and Higher Education*, 27, 54-63, 2015.
- [8] J. Schacter, "The impact of education technology on student achievement: What the most current research has to say", 1999.
- [9] 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.
- [10] P. Mishra, and M. J. Koehler, "Introducing technological pedagogical content knowledge." In annual meeting of the American Educational Research Association (pp. 1-16), Mar. 2008.
- [11] 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, Nov. 2007.
- [12] H. W. Rittel, and M. M. Webber, "Dilemmas in a general theory of planning," *Policy sciences*, Vol. 4, No. 2, pp. 155-169, Jun. 1973.
- [13] J. T. 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, Mar. 2011
- [14] M. J. 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, Oct. 2004.
- [15] L. S. Shulman, “Those who understand: Knowledge growth in teaching,” *Educational researcher*, Vol. 15, No. 2, pp. 4-14, Feb. 1986.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] P. Mishra, “Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade,” *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, Vol. 35, No. 2, pp. 76-78, Apr. 2019
- [19] 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, May. 2013.
- [20] M. L. Niess, R. N. Ronau, K. G. Shafer, S. O. Driskell, S. R. Harper, C. Johnston, C. Browning, S. Asli 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.
- [21] L. Johnson, S. A. Becker, M. Cummins, V. Estrada, A. Freeman, and C. Hall, “NMC horizon report: 2016 higher education edition (pp. 1-50)” *The New Media Consortium*, 2016
- [22] 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.
- [23] Kjmun, jymun, smkim, and swkim, “Application of Programming Curriculum for Pre-service Science Teacher and Examination of their Perceptions about Programming,” *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 16, 825-842, Oct. 2016.
- [24] Eschoi, yjlee, 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.
- [25] Yhhwang, kjmun, and ybpark, “Study of Perception on Programming and Computational Thinking and Attitude toward Science Learning of High School Students through Software Inquiry Activity: Focus on using Scratch and physical computing materials,” *Journal of the Korean Association for Science Education*, Vol. 36, No. 2, pp. 325-335, Apr. 2016.
- [26] H. Kim, H. Choi, J. Han, and H. J. So, “Enhancing teachers' ICT capacity for the 21st century learning environment: Three cases of teacher education in Korea,” *Australasian Journal of Educational Technology*, Vol. 28, No. 6, Jun. 2012.
- [27] 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.
- [28] Swkim, and yjlee, “An Investigation of the Perception of Pre-service Teachers on Instructional Design based on Programming,” *Proceeding of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 26, No. 1, pp. 117-120, Jan. 2018.
- [29] Kgghan, and sjjang, “A Synthesis of the Special Education Technology Literature,” *Korean Journal of Special Education*, Vol. 40, No. 2, pp. 131-150, Sep. 2005.
- [30] Jekang, and ssleem “Design-Based Research(DBR) as Field Research Method to Improve Instructions (DBR),” *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, Vol. 23, pp. 323-354, Jan. 2011.
- [31] P. Reimann, “Design-based research. In *Methodological choice and design* (pp. 37-50)” Springer, Dordrecht, 2011.
- [32] S. Barab, and K. Squire, “Design-based research: Putting a stake in the ground,” *The journal of the learning sciences*, Vol. 13, No. 1, pp. 1-14, Nov. 2004.
- [33] T. Anderson, and J. Shattuck, “Design-based research: A decade of progress in education research?,” *Educational researcher*, Vol. 41, No. 1, pp. 16-25, Jan. 2012.
- [34] B. Bannan-Ritland, “The role of design in research: The integrative learning design framework,” *Educational researcher*, Vol. 32, No. 1, pp. 21-24, Jan. 2003.
- [35] B. G. Glaser, and A. L. Strauss, “The constant comparative method of qualitative analysis,” *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*, Vol. 101, No. 158, Mar. 1967.
- [36] D. Ezzy, “Coding data and interpreting text: Methods of analysis,” *Qualitative analysis: Practice and innovation*, pp. 80-112, 2002.
- [37] S. B. Merriam, and E. J. Tisdell, “*Qualitative research: A guide to design and implementation*,” John Wiley & Sons, 2015.
- [38] C. Figg, and K. Jaipal, “Unpacking TPACK: TPK characteristics supporting successful implementation,” In *Proceeding of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 4069-4073), Mar. 2009.
- [39] M. J. Koehler, P. Mishra, K. Kereluik, T. S. Shin, and C. R. Graham, “The technological pedagogical content knowledge framework,” In *Handbook of research on educational*

communications and technology (pp. 101-111). Springer, New York, NY, 2014.

- [40] Y. Lee, and J. Lee, "Enhancing pre-service teachers' self-efficacy beliefs for technology integration through lesson planning practice," *Computers & Education*, Vol. 73, pp. 121-128, Apr. 2014.
- [41] M. Resnick, and K. Robinson, "Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play," MIT press, 2017.
- [42] V. Vasudevan, Y. Kafai, and L. Yang, "Make, wear, play: remix designs of wearable controllers for scratch games by middle school youth." In *Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children* (pp. 339-342). ACM, Jun. 2015.

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.



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.