

공학 도구 친화적 거꾸로 수업에서 예비교사의 인식 분석

김 동 중 (고려대학교 교수)

김 대 상 (Valdosta State University 교수)

최 상 호 (고려대학교 연구교수)[†]

본 연구의 목적은 공학 도구 친화적 거꾸로 수업을 통한 교사교육 프로그램에서 예비교사들의 공학 도구 활용에 대한 인식의 특징을 분석하는 것이다. 이를 위해 예비교사 45명을 대상으로 공학 도구 사용 범주 지수(Technology Adopter Category Index), 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식(Technological Pedagogical Content Knowledge), 공학 도구별(Geometer's Sketch Pad(이하 GSP), Geogebra, Cabri 3D) 반영적 검사지를 분석하였다. 그 결과 공학 도구 친화적 거꾸로 수업 교육과정은 예비교사들의 공학 도구 사용 범주 지수와 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화에 영향을 미쳤고, 공학 도구 활동이 학생들의 수학 학습 과정에 도움을 줄 수 있다고 인식하였다. 이와 같은 연구 결과를 토대로 공학 도구 친화적 교사를 양성하는 교사교육 프로그램 개발에 구체적인 아이디어를 제공하였다고 볼 수 있다.

I. 서론

수학 학습을 위한 공학 도구의 활용은 국내외 많은 연구와 교육과정에서 강조하고 있다(권성룡 외, 2009; 김남희, 박경미, 2008; 류희찬, 신동선, 1998; 황우형, 차순규, 2002; Geiger & Faragheret, 2010; NCTM, 2000). 공학 도구를 활용하여 추상적인 수학적 개념들을 시각화하여 구체적으로 제시함으로써 학습에 대한 흥미와 동기를 유발할 수 있는 한편, 공학 도구는 수학적 개념을 다양한 표상들로 나타낼 수 있고 이러한 표상들 간의 연결을 가능하게 하여 표상 간의 번역활동을 용이하게 할 수 있기 때문에 학습자의 깊이 있는 개념적 이해에 도움을 줌으로써 수학적 사고 개발에도 도움을 줄 수 있다(Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001). 특히 2015 개정 교육과정에서는 수학교과역량 중에서 정보처리(“다양한 자료와 정보를 수집, 정리, 분석, 활용하고 적절한 공학적 도구나 교구를 선택, 이용하여 자료와 정보를 효과적으로 처리하는 능력”)를 명시함으로써 공학 도구 활용을 권고하고 있다(교육부, 2015).

공학 도구 활용의 중요성에도 불구하고 공학 도구를 활용하여 학생과 소통해야 하는 교사들의 공학 도구에 대한 인식이 부정적인 경향이 있어 학교 현장에서 적극적으로 활용되고 있지 못하는 실정이다(김선희, 2012; 봉미미, 송정근, 2004). 공학 도구에 대한 인식의 변화는 결국 공학 도구를 활용하는 수업을 실행하는데 도움을 줄 수 있기 때문에 교사교육을 통해 공학 도구에 전혀 관심이 없는 수준에서 적극적인 관심을 가지는 방향으로 인식을 변화시키는 것이 선행될 필요가 있는 것이다(Dugas, 2005). 공학 도구 활용을 바탕으로 개발되는 교사교육

* 접수일(2018년 8월 28일), 심사(수정)일(2018년 10월 22일), 게재확정일(2018년 10월 23일)

* ZDM 분류 : B55

* MSC2000 분류 : 97B50

* 주제어 : 공학 도구, 거꾸로 수업, 공학 도구 사용 범주 지수, 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식

* 본 연구는 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2016S1A5A8018150).

* 본 연구는 “2016 한국수학교육학회 국제학술대회”에서 “공학 도구 친화적 수학 교사 교육 프로그램의 거꾸로 수업 적용 가능성 탐색(김동중, 김대상, 최상호, 2016)”으로 발표된 자료를 확장한 내용임.

[†]교신저자: shchoi83@korea.ac.kr

과정에 교사들의 참여를 촉진하여 공학 도구에 대한 인식을 개선하기 위해서는 거꾸로 수업을 활용할 수 있다(박상준, 2015; 송혜성, 서숙영, 2016).

거꾸로 수업은 학교와 가정에서의 학습 방법을 바꾸는 것으로 교실에서 학습할 내용을 동영상과 같은 도구로 가정 학습을 할 수 있기 때문에(Bergmann & Sams, 2015) 교사들의 수업 참여를 촉진하고 실제 수업 내용의 이해에 도움이 될 수 있다(고정화, 박문환, 2018; 허난, 2015; 황인아, 2017). 따라서 공학 도구 활용과 수학 내용을 통합하여 거꾸로 수업의 형태로 진행하는 것은 교사교육의 효과성을 향상시킬 수 있기 때문에 공학 도구에 대한 인식 개선이 가능하다고 볼 수 있다. 공학 도구에 대한 인식 변화를 바탕으로 공학 도구 활용을 거꾸로 수업의 형태로 진행하는 교육과정개발 과정에서 중·고등학생들에게 적용할 수 있는 교수학습자료를 개발하고 실제 수업을 진행한 후 학생들의 피드백을 받아 자료를 수정함으로써 공학 도구를 활용하는 교수법은 지식이 아니라 실재가 될 수 있을 것이다.

이러한 중요성을 바탕으로 거꾸로 수업 환경에서 수학 내용과 공학 도구를 통합하는 활동, 교수학습 자료 개발, 적용 및 수정을 바탕으로 공학 도구 친화적 거꾸로 수업¹⁾ 교사교육 프로그램을 개발하고 이 프로그램의 효과성을 확인하기 위해 공학 도구 사용 범주 지수(Technology Adopter Category Index)(공학 도구에 대한 인식 개선)와 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식(Technological Pedagogical Content Knowledge)에 대한 인식을 확인하고자 한다. 인식 변화는 향후 학교 현장에서 공학 도구를 활용하는 교수법 개발 가능성을 향상시킬 수 있을 것이다(곽영숙, 2016; 소연희, 2013; 엄미리, 신원석, 한인숙, 2011). 이와 같은 필요성과 중요성을 바탕으로 본 연구에서는 공학 도구를 활용하여 동영상 제작하고 거꾸로 수업을 통해 탐구할 수 있는 교육과정을 개발한 후 적용하여 예비교사들의 공학 도구 친화적 거꾸로 수업 경험에 대한 인식의 특징과 그 이유를 분석하여 교사 교육에 방향성을 제안하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 공학 도구 친화적 거꾸로 수업에서 교사들의 공학 도구에 대한 인식

교사들이 공학 도구를 바탕으로 하는 수업을 계획하고 실행하기 위해 선행되어야 할 요소 중에 하나는 공학 도구에 대한 긍정적인 인식이라고 볼 수 있다(Dugas, 2005). 하지만 공학 도구를 실제 수업에 활용하는 교사들은 자신이 기존에 실행했던 수업의 과정에 공학 도구라는 새로운 수업 도구를 배워야하는 인지적인 부담감과 함께 공학 도구를 바탕으로 자신의 수업을 변화시켜야 한다는 심리적인 부담감으로 공학 도구 활용에 대한 부정적인 인식이 존재한다(전수경, 조정수, 2014). 이와 같은 공학 도구에 대한 부정적인 인식을 개선하기 위한 방법 중에 하나는 교사들이 공학 도구 활용을 기반으로 하는 교사교육에 적극적으로 참여하게 하는 것이다.

공학 도구를 기반으로 하는 교사 교육의 효과성을 향상시켜 공학 도구에 대한 부정적인 인식을 개선하는데 도움을 주기 위해 거꾸로 수업을 활용할 수 있다. 교사 교육과정에서 거꾸로 수업을 활용함으로써 교사들의 실제 수업 활동 참여를 촉진할 수 있기 때문에 수업 내용에 대한 이해에 도움을 줄 수 있다(고정화, 박문환, 2018; 허난, 2015; 황인아, 2017). 교사 교육과정에서 거꾸로 수업의 효과성을 바탕으로 공학 도구 활용과 수학적 내용, 그리고 교수법을 통합할 수 있는 교육과정을 계획하고 실행한다면 시너지 효과가 발생할 가능성이 있다. 공학 도구 활용과 거꾸로 수업의 통합 아이디어는 교사 교육과정에서 거꾸로 수업의 장점을 바탕으로 공학 도구 활

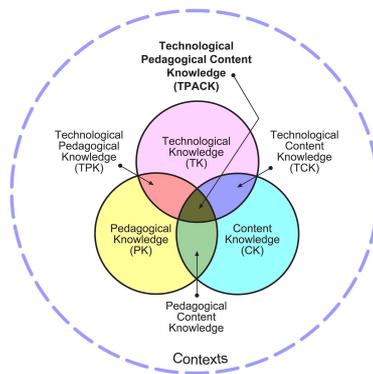
1) 본 연구에서는 공학 도구 활용과 거꾸로 수업 간의 통합 가능성과 시너지 효과를 바탕으로 이 두 가치를 통합하여 예비 교사들의 수업 참여를 촉진함으로써 향후 학교 현장에서 공학 도구 활용 교실에 친화적인 교사를 양성할 수 있는 교사 양성 교육과정을 개발한 수업을 공학 도구 친화적 거꾸로 수업이라고 정의한다(허병기 외, 2009).

용과 거꾸로 수업 적용을 통합하기 위해 학습에 영향을 줄 수 있는 개인 심리적 요소(초점의 중심)와 사회적 상호작용 요소(수학적 과제, 수학 활동의 본질, 집중하는 상호작용)를 동시에 고려하는 것이다. 공학 도구 활용을 바탕으로 자기 주도적 개별학습을 위한 동영상 자료는 수학적 내용과 구조화에 중점을 두고 개발할 수 있다(off class). 개별학습의 효과를 높이기 위해 실제 수업(in class)에서는 동영상 시청 내용에 대한 퀴즈를 본 후 조별 협동 활동을 바탕으로 심화학습을 한다. 이러한 과정은 수학 내용 학습에서 초점의 중심(centers of focus)을 기초로 하여 협동학습에서 집중하는 상호작용(focused interactions)을 할 수 있도록 하는 것이다(Lobato, Rhodehamel, & Hohensee, 2012).

공학 도구 친화적 거꾸로 수업은 공학 도구를 활용함으로써 학습에 도움을 줄 수 있는 수학 내용들을 선정하여 그 내용을 전달하기 위해 필요한 공학 도구의 조작 방법을 동영상으로 개별 학습 할 수 있도록 환경을 조성하고, 이를 바탕으로 실제 수업의 과정에서는 동영상 시청 내용보다 심화된 형태의 공학 도구 활용 자료를 조별 프로젝트로 수행하는 수학적 활동의 본질과 집중하는 상호작용을 하는 것이다. 공학 도구 활용과 수학 내용이 거꾸로 수업의 방법으로 통합되어 개발된 교육과정에 교사들은 적극적으로 참여할 수 있기 때문에 교사교육의 효과성이 향상되어 결국 교사들은 공학 도구에 대한 긍정적인 인식을 함양할 가능성이 있다.

2. 공학 도구 친화적 거꾸로 수업과 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식

공학 도구를 활용하는 교수법을 지식이 아닌 실제로 갈 수 있도록 도움을 주기 위해서는 개발한 자료를 실제 학생들에게 적용해보는 수업 경험이 필요하다(류기혁, 이영주, 2017; 임혜미, 2009; 임혜미, 최인선, 2012). 공학 도구에 대한 긍정적인 인식 변화를 바탕으로 실제 교수법과 공학 도구를 통합할 수 있는 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식(Technological Pedagogical Content Knowledge)의 중요성을 인식하는 것이 중요하다고 볼 수 있다(Koehler & Mishra, 2008; Mishra & Koehler, 2006; Schmidt et al., 2009). 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식은 공학 도구를 활용하여 교수법을 실행하는데 도움을 줄 수 있는 지식으로 공학 도구 지식(Technology Knowledge), 내용 지식(Content Knowledge), 교수학적 지식(Pedagogical Knowledge), 교수학적 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge), 공학 도구 내용 지식(Technological Content Knowledge), 공학 도구 교수학적 지식(Technological Pedagogical Knowledge), 그리고 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식(Technological Pedagogical Content Knowledge)으로 구성되어있다.



[그림 II-1] TPACK framework(Koehler & Mishra, 2009)

공학 도구 지식은 다양한 공학 도구를 알고 있거나 공학 도구에 대한 친밀도와 관련된 지식이고, 내용 지식은 수학에 대한 지식이다. 그리고 교수학적 지식은 교수의 방법과 과정, 그리고 교실 관리, 평가에 대한 지식과 관련이 있고, 교수학적 내용 지식은 수학 내용을 바탕으로 학생들의 수학적 사고와 학습을 도와줄 수 있는 교수 방법에 대한 지식이다. 또한 공학 도구 내용 지식은 수학 내용을 이해하고 실행할 수 있는 공학 도구에 대한 지식이고, 공학 도구 교수학적 지식은 수학 교수를 위해 공학 도구를 선택하고 활용하는 지식이다. 마지막으로 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식은 수학 내용, 공학 도구를 바탕으로 효과적인 교수법을 실행할 수 있는지에 대한 지식으로 공학 도구, 수학 내용과 교수법을 통합한 개념이라고 볼 수 있다(Schmidt et al., 2009).

공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식을 인식하는데 도움을 주기 위한 방법 중에 하나는 ASSURE모델의 절차에 따라 교수학습자료를 개발하고 실제 학생들에게 적용하는 것이다(임해미, 최인선, 2012). ASSURE모델에서 A(Analyze learners)는 학습자의 일반적 특성과 학습 양식을 분석하는 것으로 학습자의 일반 특성은 학년, 성별, 사회 경제적 지위 등이 있고, 학습 양식은 학습 발생의 과정과 이유를 알아보는 데 도움을 주는 것으로, 선호하는 방식을 의미한다(Heinich, Molenda, & Russell, 1989). 수업에 사용할 공학 도구에 대한 학습자의 기초 활용 능력은 공학 도구 지식과 관련이 있고, 학생의 출발점 능력은 내용 지식과 관련이 있으며, 학습 양식은 교수학적 지식과 관련이 있다(임해미, 최인선, 2012). S(State objectives)는 학습자가 수업의 결과로 무엇을 성취할 수 있는지에 대해 서술하는 것으로 대상, 행동, 조건과 수행 수준을 고려하는 것이다(Heinich, Molenda, & Russell, 1989). 수업에서 활용할 공학 도구의 기준과 목표는 공학 도구 지식과 관련이 있고, 교육과정의 기준과 목표는 내용 지식과 관련이 있으며, 학습목표를 진술하는 것은 교수학적 지식과 관련이 있다(임해미, 최인선, 2012). S(Select method, media, and materials)는 목표 달성을 위한 적절한 공학 도구를 선정하는 단계이다(Heinich, Molenda, & Russell, 1989). 공학 도구의 선정은 공학 도구 지식과 관련이 있고, 이용 가능한 자료를 선정하고 기존의 자료를 수정하여 새로운 자료를 설계하는 것은 내용 지식과 관련이 있으며, 수업 전략을 선정하는 것은 교수학적 지식과 관련이 있다(임해미, 최인선, 2012). U(Utilize media and materials)는 공학 도구를 어떻게 활용할 것인지 계획을 수립 하는 단계이다(Heinich, Molenda, & Russell, 1989). 공학 도구를 사전에 검토하고 준비하는 것은 공학 도구 지식과 관련이 있고, 자료를 사전에 검토하고 준비하는 것은 내용 지식과 관련이 있으며, 환경을 준비하고 학습 경험을 제공하는 것은 교수학적 지식과 관련이 있다(임해미, 최인선, 2012). R(Require learner participation)은 수업의 과정에서 학습자의 참여를 유도하는 단계로 이를 위해 참여할 수 있는 피드백을 제공하는 단계이다(Heinich, Molenda, & Russell, 1989). 공학 도구의 역할을 아는 것은 공학 도구 지식과 관련이 있고, 문제를 해결하고 의사를 결정하는 것은 내용 지식과 관련이 있으며, 피드백을 하는 것은 교수학적 지식과 관련이 있다(임해미, 최인선, 2012). E(Evaluate and revise)는 수업 후에 그 수업의 효과성을 평가하고 자료를 수정하는 단계이다(Heinich, Molenda, & Russell, 1989). 공학 도구를 평가하는 것은 공학 도구 지식과 관련이 있고, 학생의 성취 수준을 평가하는 것은 내용 지식과 관련이 있으며, 수업을 평가하는 것은 교수학적 지식과 관련이 있다(임해미, 최인선, 2012).

이렇게 ASSURE모델의 단계에 따라 공학 도구를 바탕으로 실제 수업을 계획하고 실행한 후 반성을 하는 교육과정은 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식과 관련이 있다고 볼 수 있다. 따라서 교사들이 학교 현장에서 공학 도구를 활용한 수학 수업을 실행하기 위해서는 공학 도구 자체에 대한 인식을 변화시키고 이를 토대로 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식을 함께 변화시킴으로써 공학 도구를 활용한 수학 수업의 현장 적용 가능성은 한층 향상될 수 있을 것이다.

이러한 중요성과 필요성으로 거꾸로 수업을 활용하여 공학 도구와 수학 내용을 통합하는 방법에 대해 학습하는 공학 도구 친화적 거꾸로 수업이 예비교사들의 공학 도구에 대한 인식(공학 도구 사용 범주 지수)과 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식에 미치는 영향을 분석하기 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

- 연구문제 1. 공학 도구 친화적 거꾸로 수업에서 예비교사들의 공학 도구 사용 범주 지수에 대한 인식의 특징과 그 이유는 어떠한가?
- 연구문제 2. 공학 도구 친화적 거꾸로 수업에서 예비교사들의 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식의 특징과 그 이유는 어떠한가?

III. 연구 방법

1. 공학 도구 친화적 거꾸로 수업 교육 과정

공학 도구 친화적 거꾸로 수업 교육 과정은 공학 도구 활용을 바탕으로 하는 개별 학습과 실제 수업 시간에 프로젝트를 실시하는 협동학습으로 이루어졌다. 개별학습 과정에서 공학 도구 활용은 공학 도구의 접근성, 편의성, 경제성 등을 고려하여 Geogebra 5강좌, GSP 4강좌, Cabri 3D 3강좌를 대학교육개발원의 동영상 제작 시스템을 활용하여 교수자가 직접 촬영하고 제작하여 Youtube를 통해 예비교사들에게 제공함으로써 모바일 기기와 개인 컴퓨터로 접속하여 강의를 시청할 수 있도록 하였다. 학교 현장에서 Geogebra의 사용의 대중성을 고려하여 강좌수를 가장 많이 제작하는 한편, 예비교사들의 다양한 공학 도구 활용 경험의 필요성, 공학 도구 별 특징(GSP와 Geogebra는 함수와 기하 영역에서의 활용성은 비슷하지만 GSP는 상위 개체가 움직이면 하위 개체가 따라서 움직이기 때문에 도형들의 관련성을 명백히 드러내는 특징(손홍찬, 2011), Geogebra와 Cabri 3D가 3차원 구현이 되지만 Cabri 3D가 3차원 구현 및 조작의 편리성(김남희, 박경미, 2008))을 바탕으로 GSP와 Cabri 3D를 선택하고 강좌 수를 조정하였다. 각 강좌마다 기본적인 기능들을 소개하고, 공학 도구를 활용하여 수학 내용을 구현할 수 있도록 아이디어와 구체적인 방법들을 제공하였다. 예비교사들이 동영상 시청을 할 수 있도록 강의실 수업 전에는 동영상 시청 내용에 대한 퀴즈를 실시하였다. 협동학습 과정에서는 시청한 동영상 내용을 바탕으로 좀 더 심화된 프로젝트(중·고등학교 수학 내용을 공학 도구로 구현)를 조별로 협동하여 실시하였다. 개별학습과 협동학습을 바탕으로 하는 공학도구 친화적 거꾸로 수업의 과정은 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 공학 도구 친화적 거꾸로 수업의 과정

목요일 (Off class)	<ul style="list-style-type: none"> • 화요일 수업 프로젝트와 관련하여 GSP, Geogebra, Cabri 3D의 활용 방법에 대한 동영상 시청(30분)
↓↓	
화요일 (In class)	<ul style="list-style-type: none"> • 동영상 시청 내용을 바탕으로 퀴즈 실시(5분) • 프로젝트를 위한 교수자의 설명(20분) • 조별 프로젝트(50분)

수업은 화요일과 목요일 1교시로 75분의 수업이 배정되어있다. 목요일은 예비교사들이 강의실에 오지 않고 개별학습을 하고 화요일은 개별학습 한 내용을 바탕으로 프로젝트를 수행을 위한 협동학습을 하였다. 공학 도구 친화적 거꾸로 수업의 주별 내용은 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 공학 도구 친화적 거꾸로 수업의 교육과정

주차	수업 내용	
	협동학습	개별학습
1	강의 계획서와 블랙보드(교수자와 학생 간 강의 자료 공유와 토론을 할 수 있는 의사소통 프로그램) 소개	
2	수업의 계열과 구조에 대한 강의	GSP 1동영상(GSP 도구와 기본 작도 기능 학습) 시청
3	GSP1프로젝트(일차 함수, 이차함수, 삼차함수의 그래프 작도) 실시	GSP2에 대한 동영상(선대칭, 수직, 수직이등 분석, 평행선, 삼등분점 작도) 시청
4	GSP2프로젝트(타원, 쌍곡선, 포물선 작도) 실시	GSP3에 대한 동영상(여러 가지 다각형의 작도와 피타고라스의 정리 학습) 시청
5	GSP3프로젝트(피타고라스 정리에 대한 작도) 실시	GSP4에 대한 동영상(삼각형의 오심, 오일러 직선 작도) 시청
6	GSP4프로젝트(삼각함수 작도) 실시	Geogebra 1에 대한 동영상(Geogebra의 도구 상자, 삼각형의 오심 기능 학습) 시청
7	Geogebra1 프로젝트(페르마 포인트의 작도) 실시	Geogebra 2에 대한 동영상(함수와 그래프 작도) 시청
8	Geogebra2 프로젝트(스마일 페이스의 작도) 실시	Geogebra 3에 대한 동영상(다양한 함수를 바탕으로 슬라이드 기능 학습) 시청
9	Geogebra 3 프로젝트(일차함수, 이차함수, 삼차함수의 일반형을 Geogebra의 Slider 기능을 활용하는 작도) 실시	Geogebra 4에 대한 동영상(CAS, Spreadsheet 학습) 시청
10	Geogebra 4 프로젝트(주어진 모양의 행렬에 의한 슬라이더를 이용하여 회전, 확대와 축소) 실시	Geogebra 5에 대한 동영상(수열에 대한 활용과 삼차원 기하창 학습) 시청
11	Geogebra 5 프로젝트(반지름의 길이가 r 인 원뿔, 원기둥, 구의 부피를 비교하기) 실시	Cabri 3D 1에 대한 동영상(Cabri 3D 소개 및 기본적인 도구 사용 방법 학습) 시청
12	Cabri 3D 1프로젝트(흔적 남기기를 이용하여 직사각형을 만들어서 회전하기) 실시	Cabri 3D 2에 대한 동영상(작도 도구와 변환 도구 학습) 시청
13	Cabri 3D 2프로젝트(두 개의 뿔과 타원, 쌍곡선, 포물선을 만드는 평면 사이의 교선을 보여 주기를 실시	Cabri 3D 3에 대한 동영상(다각형, 다면체, 전개도 및 측정 기능 학습) 시청
14	Cabri 3D 3프로젝트(정사영 작도)를 실시한 후 그룹 프로젝트 결과 발표	
15	그룹 프로젝트 결과 발표	
16	그룹 프로젝트 결과 발표	

매주 동일한 방식으로 수업이 진행되는 과정 속에서 예비교사들은 파이널 프로젝트를 수행하였다. 파이널 프로젝트는 ASSURE모델을 바탕으로 실제 중학생과 고등학생들을 대상으로 공학 도구를 활용한 프로그램을 개발하고 수업을 실행한 피드백을 받고 교수학습자료를 수정하는 모든 과정들을 발표하는 것이다.

2. 연구 대상

연구 대상은 서울 소재 K대학교 학부 전공 선택 과목인 [컴퓨터와 수학교육] 강의에 참여하는 45명의 예비교사이다. 45명 중 남자는 37명, 여자는 8명이고 연령대는 22-26세이다. 수강생들은 수학교육과 3학년과 4학년으로 연구를 실시한 기간은 2016년 3월 3일부터 6월 17일까지이다.

3. 자료 수집 및 분석

공학 도구 친화적 거꾸로 수업의 과정에 참여함으로써 공학 도구 사용 범주 지수와 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화에 영향을 줄 수 있지만, 공학 도구 활동을 바탕으로 하는 수업의 과정은 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식보다 공학 도구 사용 범주 지수와 관련이 있고, ASSURE모델을 바탕으로 교수학습자료를 개발하고 적용 및 수정을 하는 파일럿 프로젝트 활동은 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식과 관련이 있다고 볼 수 있다. 공학 도구 사용 범주 지수와 공학 도구의 활동을 연결하고, 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식과 파일럿 프로젝트를 연결하여 분석하였다.

1) 공학 도구 사용 범주 지수에 대한 인식의 특징

연구 문제 1을 해결하기 위해 예비교사들의 공학 도구에 대한 인식은 <표 III-3>의 공학 도구 사용 범주 지수를 활용하였다. 자료 수집과 분석을 위해 “나는 새로운 테크놀로지가 등장하자마자 내 것으로 만든다.”를 숙련자의 인식(1점)으로 하고 “나는 새로운 테크놀로지를 받아들이는데 관심이 없다.”를 초보자의 인식(9점)으로 하여 총 9단계에 대해 강의 시작 할 때 사전 검사를 실시하고, 강의 종료 후 사후 검사 실시한 후 대응표본 t-검정을 하였다.

<표 III-3> 공학 도구 사용 범주 지수(Dugas, 2005)

번호	내용	사용 범주
1	나는 새로운 테크놀로지가 등장하자마자 내 것으로 만든다. 내 관심은 테크놀로지를 특별한 문제에 활용하는 것보다 테크놀로지 자체에 있다.	↑ ↓ 무관심 단계
2	1과 3 사이	
3	나는 새로운 테크놀로지가 가져올 수 있는 개선점들을 조사해 본다. 테크놀로지의 새로운 점을 도전할 때 생기는 가끔의 실패를 두려워하지 않는다.	
4	3과 5사이	
5	나는 새로운 테크놀로지를 처음에는 지켜보다가 어떤 일을 하는데 도움이 될 거 같은 가치를 보일 때 새로운 테크놀로지를 채택하고 싶어한다.	
6	5와 7사이	
7	나는 대부분의 사람들이 테크놀로지를 받아들이는 후에야 그것을 받아들인다.	
8	7과 9사이	
9	나는 새로운 테크놀로지를 받아들이는데 관심이 없다.	

예비교사들의 공학 도구 사용 범주 지수에 대한 인식 변화의 이유를 분석하기 위해 총 3번의 공학 도구별(GSP, Geogebra, Cabri 3D) 반영적 검사지가 각각의 강의 종료 후에 수집되었다.

<표 III-4> 공학 도구 활용 반영적 검사지

내용	
1	GSP(Geogebra, Cabri 3D)소프트웨어를 활용할 경우, 학생들이 수학적 개념과 수학 문제 해결을 이해하는데 도움이 될 수 있을 거라고 생각합니까? 그렇게 생각한 이유는 무엇입니까? (1) 수학적 개념: (2) 수학 문제 해결:
2	GSP(Geogebra, Cabri 3D)소프트웨어를 활용할 경우, 학습자의 흥미와 동기를 유발할 수 있다고 생각합니까? 그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?

수집된 반영적 검사지에서 예비교사들이 공통적으로 정당화하는 요인들을 개념화하여 가장 많은 응답을 보인 요인들의 응답 수를 분석하였다.

2) 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식의 특징

연구 문제 2를 해결하기 위해 공학 도구와 수학 내용, 교수법을 통합한 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화를 확인하기 위해 <표 III-5>의 검사지를 활용하였다. 동일한 검사지로 사전-사후 검사를 실시한 후 Likert적도(전혀 동의하지 않는다 1점, 동의하지 않는다 2점, 그저 그렇다 3점, 동의한다 4점, 매우 동의한다 5점)를 활용하여 대응표본 t-검정을 하였다. 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식 검사지는 Schmidt와 그의 동료들이 개발한 검사지를 한글로 번역하여 신뢰도와 타당도가 확보된 것을 사용하였다(신태섭, 2013). 신태섭(2013)이 개발한 검사지를 활용한 류기혁과 이영주(2017)의 연구에서의 신뢰도 분석 결과를 보면 공학 도구 지식이 0.86, 내용 지식이 0.82, 교수학적 지식이 0.87, 교수학적 내용지식이 0.87, 공학 도구 내용지식이 0.86, 공학 도구 교수학적 지식이 0.93, 공학 도구 교수학적 내용지식이 0.89 였다.

<표 III-5> 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식 검사지(신태섭, 2013; Schmidt et al., 2009)

구분	문항 내용
공학 도구 지식	1. 나는 테크놀로지를 사용하다가 문제가 생기면 스스로 해결할 수 있다.
	2. 나는 테크놀로지를 쉽게 배울 수 있다.
	3. 나는 중요한 새 테크놀로지가 나올 때마다 잘 활용할 수 있다.
	4. 나는 테크놀로지를 자주 사용한다.
	5. 나는 다양한 테크놀로지를 알고 있다.
	6. 나는 테크놀로지를 사용할 수 있는 공학적 기술이 있다.
	7. 나는 다양한 테크놀로지를 사용한 경험이 풍부하다.
내용 지식	8. 나는 수학에 대한 지식이 풍부하다.
	9. 나는 수학적 사고를 할 수 있다.
교수학적 지식	10. 나는 수학에 대한 이해를 발전시킬 수 있는 다양한 방법과 전략을 가지고 있다.
	11. 나는 수업상황에서 학생의 수행수준을 평가하는 방법을 알고 있다.
	12. 나는 학생들이 현재 이해하거나 이해하지 못하는 것이 무엇인지에 따라 교수방법을 바꿀 수 있다.
	13. 나는 학생의 수준에 맞추어 내 교수방식을 바꿀 수 있다.
	14. 나는 학생의 학습수준을 다양한 방식을 통해 평가할 수 있다.
	15. 나는 수업상황에서 다양한 교수법을 사용할 수 있다.
교수학적 내용 지식	16. 나는 학생들이 일반적으로 보이는 이해 또는 오개념들을 잘 알고 있다.
	17. 나는 교실 운영을 조직하고 유지할 수 있다.
공학 도구 내용 지식	18. 나는 수학에서 학생의 사고와 학습을 도와줄 수 있는 효율적인 교수법을 선택할 수 있다.
공학 도구 교수학적 지식	19. 나는 수학을 이해하고 실행하기 위해 사용할 수 있는 테크놀로지들을 알고 있다.
	20. 나는 교수법의 효과를 향상시킬 수 있는 테크놀로지를 선택할 수 있다.
	21. 나는 학습자들의 학습을 촉진시킬 수 있는 테크놀로지를 선택할 수 있다.
	22. 교사교육 프로그램(예, 컴퓨터와 수학교육 수강, 테크놀로지 관련 연수)은 내가 실제 교실에서 사용하는 테크놀로지가 교수법에 영향을 줄 수 있는 방법에 대해 좀 더 깊이있게 생각할 수 있도록 하였다.

공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식	23. 나는 수업에서 테크놀로지를 어떻게 활용할 것인지 비판적으로 생각한다.
	24. 내가 배우고 있는 테크놀로지를 수업의 다양한 활동에 적용할 수 있다.
	25. 나는 수업에서 수학, 테크놀로지, 교수법을 적절하게 통합하여 가르칠 수 있다.
	26. 나는 수학 수업에서 교수법, 그리고 학생들이 학습하는 내용을 촉진할 수 있는 테크놀로지를 선택할 수 있다.
	27. 나는 학부 과정을 통해 배운 교과 내용, 테크놀로지, 교수법을 통합한 전략을 수업에서 사용할 수 있다.
	28. 나는 동료 교사들이 교과 내용, 테크놀로지, 교수법을 적절히 통합하여 활용할 수 있도록 도와주는 리더십을 발휘할 수 있다.
	29. 나는 수업내용의 학습을 촉진하는 테크놀로지를 사용할 수 있다.

예비교사들의 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화의 이유를 분석하기 위해 ASSURE 모델의 단계에 따라 개발된 파이널 프로젝트 과정에서 예비교사들의 정당화 과정을 분석하였다. 파이널 프로젝트는 한 그룹에 4-5명으로 구성되어 총 10개의 그룹이 수행하였다. 모든 그룹은 동일하게 ASSURE 모델의 단계에 따라 프로젝트를 수행하였기 때문에 각 과정을 묘사하고 정당화하는 과정은 거의 비슷하다고 볼 수 있다. 따라서 ASSURE 모델에 따라 파이널 프로젝트를 가장 잘 수행했다고 볼 수 있는 대표 그룹(교수자가 ASSURE 모델 단계, 공학 도구 파일의 논리성과 작도성을 중심으로 평가한 채점 기준을 모든 수강생에게 공개한 후, 평가 결과 가장 높은 점수를 받은 그룹)을 선정하여 분석하였다. 선정된 그룹은 이차함수의 최대·최소를 탐구하기 위해 Geogebra를 활용하였다.

IV. 연구 결과

1. 공학 도구 사용 범주 지수에 대한 인식의 특징

공학 도구 친화적 거꾸로 수업을 경험한 예비 교사들의 공학 도구 사용 범주 지수를 분석한 결과는 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 공학 도구 사용 범주 지수의 사전-사후 검사 결과

사전 검사	사후 검사	df	t 값
M(SD)	M(SD)		
5.24 (1.05)	4.69 (1.20)	44	3.953****

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$

분석 결과 사전 검사 점수가 5.24점이고 사후 검사 점수가 4.69점으로 0.55점이 유의하게 하락되었다. 사전 검사 점수에서는 5점에 가까운 점수로 새로운 공학 도구를 어떤 일을 하는데 도움이 될 거 같다고 생각이 들 때 그 공학 도구를 선택한다는 의견에 동의하다가 공학 도구의 새로운 점을 도전할 때 생기는 실패들을 두려워하지 않는다는 의견에 동의하는 것으로 공학 도구에 대한 인식이 좀 더 긍정적인 방향으로 변화되었다고 볼 수 있다. 공학 도구에 대한 관심도 변화를 나타내는 공학 도구 사용 범주 지수에 대한 인식의 특징을 분석하기 위해 공학 도구별 반영적 검사지에서 예비교사들의 반응은 [그림 IV-1]과 같다.

내 용	정당화	공학 도구	예비교사 반응의 대표적인 예시	응답수 (N=45)
1-(1). GSP (Geogebra, Cabri 3D) 소프트웨어 활용 용과 수학적 개념 이해	시각화의 효과성	GSP	이차곡선 등 자취와 관련이 깊은 개념을 시각적으로 이해하는데 도움을 줄 것이라 생각한다.	27
		Geogebra	2차원 3차원을 모두 다룰 수 있어서 공간과 같이 직관적으로 받아들이기 힘든 부분을 눈으로 볼 수 있어 이해를 도울 수 있을 것이다.	27
		Cabri 3D	정사영이라던지 잘린 단면이라던지 평면, 직선을 잘 보여 줄 수 있어서 좋다.	30
	조작과 탐구의 효율성	GSP	삼각형의 외심과 내심을 작도하면서 잘 못 생각했던 개념을 바로 잡을 수 있다.	14
		Geogebra	직접 활동하면서 이해할 수 있는 기회가 있다.	11
		Cabri 3D	직접 만져볼 수는 없지만 마음껏 돌려보고 거리 또는 길이를 재보면서 다양한 기하적 성질을 확인 해볼 수 있었다는 것이 좋았기 때문이다.	6
1-(2). GSP (Geogebra, Cabri 3D) 소프트웨어 활용 과 수학적 문제 해결	시각화의 효과성	GSP	여러 가지 도형은 시각적으로 느끼면서 사고력이 높아져서 수학 문제 해결 능력에도 도움이 될 거 같다.	12
		Geogebra	수학문제를 어떤 상황인지 시각적으로 보여줄 수 있으므로 학생들이 상황 파악을 하고 파악한 것을 통해 문제에 잘 접근할 수 있을 것 같다.	26
		Cabri 3D	다방면의 시점에서 시선을 둘 수 있어, 학생들의 이해를 용이하게 할 수 있다.	25
	조작과 탐구의 효율성	GSP	평소에는 증명의 결과만 다뤘는데 GSP를 다루다 보면 증명의 과정을 모두 경험하기 때문에 도움이 된다.	8
		Geogebra	조작이 대체로 쉬워서 다양한 문제 상황을 construct하기에 적절해보인다.	10
		Cabri 3D	Cabri 3D는 예상했던 것보다 도형의 조작이 자유로웠다. 임의의 입체도형을 잘라보거나 전개도를 펼쳐볼 수 있다는 것을 이용하면 수학 문제해결에 도움이 될 것이다.	6
2.GSP(Geogebra, Cabri 3D) 소프트웨어 활용과 학습자의 흥미와 동기 유발	시각화의 효과성	GSP	단순히 칠판과 교과서를 이용한 수업에서 벗어난 수업을 한다는 점에서 이목을 집중시킬 수 있고 어렵다고 생각되는 개념을 시각적으로 쉽게 표현할 수 있다.	29
		Geogebra	학생들이 공간적 개념에 대해서는 머리로 상상하거나 그림으로 표현하기 어려워하는데 Geogebra를 통해 시각적으로 그것들을 보여줌으로서 충분히 흥미를 유발할 수 있다고 생각된다.	30
		Cabri 3D	머릿속으로만 상상하던 3차원 공간이 시각화되어 나타나지 않기 때문에 학생들이 흥미를 느낄 수 있을 것 같다.	32
	조작과 탐구의 효율성	GSP	교과서에서 이론으로 배우는 것 뿐만 아니라 직접 작도함으로써 그 도형이나 삼각형의 오심의 특징을 확실하게 이해하고 알 수 있어서 좋았다.	13
		Geogebra	다양한 그래프를 그릴 수 있고 이에 다른 성질을 직접 조작함으로써 학생의 흥미를 유발할 수 있을 것 같다.	15
		Cabri 3D	실제 도형은 잘라볼 수 없고, 잘랐다고 해도 다시 합칠 수 없는 단점이 있다. 하지만 이 소프트웨어는 자르거나 합칠 수 있어서, 학생들이 자신이 원하는 입체도형을 직접 제작해보고 탐구해봄으로서 학습자의 흥미, 동기를 유발할 수 있을 것이라 생각한다.	9

[그림 IV-1] 공학 도구별 반영적 검사지에서 예비교사들의 반응

분석 결과 시각화를 통한 직관적 사고 가능성으로 수학적 개념 이해에 도움을 주고 다양한 문제 상황을 시각화하고 입체의 다양한 측면을 관찰할 수 있기 때문에 문제 해결에 도움을 주며, 학생들이 경험하지 못한 새로운 수업 방식과 수학적 표현의 어려움을 해결할 수 있기 때문에 학습에 대한 흥미와 동기를 유발할 수 있다고 생각하였다. 그리고 공학 도구를 조작하고 탐구함으로써 수학적 오류를 개선하고 다양한 수학적 성질을 확인함으로써 개념 이해에 도움을 주고, 수학적 결과가 아닌 과정을 경험하고 다양한 상황을 조작함으로써 문제 해결에 도움을 줄 수 있으며 다양한 접근 방식과 자율적인 사고가 가능하기 때문에 학습에 대한 흥미와 동기 유발에 도움을 줄 수 있다고 생각하였다. 공학 도구를 바탕으로 하는 개념 이해, 문제 해결, 흥미와 동기 유발의 장점들이 결국은 공학 도구에 대한 관심도를 향상시키는 원인 중에 하나라고 볼 수 있다.

2. 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식의 특징

1) 공학 도구 지식

다양한 공학 도구 사용 경험이 풍부하다고 인식하는 친밀도에 해당하는 공학 도구 지식에 대한 인식 변화는 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 공학 도구 지식에 대한 인식 변화

내 용	사전	사후	df	t값
	M(SD)	M(SD)		
1. 나는 테크놀로지를 사용하다가 문제가 생기면 스스로 해결할 수 있다.	3.43(0.82)	3.75(0.69)	43	-2.464*
2. 나는 테크놀로지를 쉽게 배울 수 있다.	3.64(0.91)	3.87(0.66)	44	-1.876
3. 나는 중요한 새 테크놀로지가 나올 때마다 잘 활용할 수 있다.	3.36(0.96)	3.60(0.75)	44	-1.976
4. 나는 테크놀로지를 자주 사용한다.	3.27(0.86)	3.40(0.91)	44	-1.182
5. 나는 다양한 테크놀로지를 알고 있다.	2.87(0.84)	2.96(0.90)	44	-0.703
6. 나는 테크놀로지를 사용할 수 있는 공학적 기술이 있다.	2.53(0.84)	3.29(0.84)	44	-5.051***
7. 나는 다양한 테크놀로지를 사용한 경험이 풍부하다.	2.75(0.97)	3.20(0.90)	43	-2.887**

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$

분석 결과, 총 7개의 문항에서 3개의 문항이 유의하게 향상되었다(1번, 6번, 7번). 공학 도구 지식에 대한 인식 변화의 이유를 찾기 위해 파이널 프로젝트에서 발췌한 예비교사들의 반응은 [그림 IV-2]와 같다.

예비교사의 반응	
반성 과정	테크놀로지를 활용하여 수업을 구상해 본 것이 아직은 익숙하지 않아서 어느 정도의 미흡한 점, 한계점 등이 있었음은 인식하고 이런 경험을 바탕으로 계속해서 학교 현장에서의 수학 교육과 테크놀로지를 결합한 수업을 구상, 발전시켜 나간다면 학생들의 수학 교과에 대한 흥미를 불러일으킬 수 있을 뿐만 아니라 더 나아가 학생들에게 수학을 공부하는 힘까지도 길러줄 수 있을 것이라 생각한다.

[그림 IV-2] 공학 도구 지식에 대한 인식의 특징

파이널 프로젝트를 수행하고 난 후 예비교사들은 공학 도구 활용에 대한 현재 자신들의 상황을 인식하고, 학습의 효과성을 향상시키기 위해 수업 과정에서 공학 도구 사용의 필요성을 인식하는 특징이 있었다. 공학 도구 활용에 대한 긍정적인 인식은 공학 도구에 대한 친밀도를 향상시키는 원인 중에 하나라고 볼 수 있다.

2) 수학 내용 지식

수학에 대한 지식인 내용 지식에 대한 인식 변화는 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> 수학 내용 지식에 대한 인식 변화

내 용	사전	사후	df	t값
	M(SD)	M(SD)		
8. 나는 수학에 대한 지식이 풍부하다.	3.44(0.62)	3.69(0.70)	44	-2.542*
9. 나는 수학적 사고를 할 수 있다.	3.71(0.46)	3.87(0.63)	44	-1.735
10. 나는 수학에 대한 이해를 발전시킬 수 있는 다양한 방법과 전략을 가지고 있다.	3.40(0.58)	3.62(0.68)	44	-2.223*

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$

분석 결과, 총 3개의 문항에서 2개의 문항이 유의하게 향상되었다(8번, 10번). 수학에 대한 지식에 대한 인식 변화의 이유를 찾기 위해 파이널 프로젝트에서 발췌한 예비교사들의 반응은 [그림 IV-3]과 같다.

예비교사의 반응	
단원 선정의 이유	이차함수는 학생이 함수를 배우는데 있어 함수의 종류를 확장하는 첫걸음이다. 가장 먼저 일차함수를 통해 그래프, 최대 최소 등의 성질을 배운 뒤 이차함수, 삼차함수 및 고차함수로 사고를 확장하도록 하고 있는데, 덧셈과 곱셈을 통해 직관적으로 이해가 가능한 일차함수에 비해 이차함수는 좀 더 복잡한 성질을 가지고 있어 많은 학생들이 학습에 어려움을 겪는다. 하지만 이차함수를 배우며 함수를 확장하는데 성공한 학생은 계속 되는 함수의 확장에 있어서 자신감을 갖고 임하게 된다.

[그림 IV-3] 수학 내용 지식에 대한 인식의 특징

공학 도구를 활용하여 개발하게 될 이차함수의 최대·최소 단원 선정 이유를 정당화하는 과정에서 이차함수가 함수 내용의 계열 속에서 차지하는 위치를 바탕으로 이차함수가 일차함수에 비해 가지고 있는 개념적 복잡성으로 인한 학습의 어려움을 인식하고 있었다. 예비교사들은 수학 내용의 계열성을 바탕으로 함수에 대한 이해를 발전시킬 수 있는 방법과 전략을 인식하고 있는 것으로 볼 때 이는 수학 내용 지식에 대한 인식 변화와 관련이 있다고 볼 수 있다.

3) 교수학적 지식

교수의 방법과 과정, 교실 관리, 평가에 대한 지식인 교수학적 지식에 대한 인식 변화는 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> 교수학적 지식에 대한 인식 변화

내 용	사전	사후	df	t값
	M(SD)	M(SD)		
11. 나는 수업상황에서 학생의 수행수준을 평가하는 방법을 알고 있다.	3.24(0.77)	3.60(0.69)	44	-2.626*
12. 나는 학생들이 현재 이해하거나 이해하지 못하는 것이 무엇인지에 따라 교수방법을 바꿀 수 있다.	3.62(0.83)	4.00(0.64)	44	-3.040**
13. 나는 학생의 수준에 맞추어 내 교수방식을 바꿀 수 있다.	3.87(0.73)	4.02(0.62)	44	-1.551
14. 나는 학생의 학습수준을 다양한 방식을 통해 평가할 수 있다.	3.42(0.78)	3.73(0.69)	44	-2.199*
15. 나는 수업상황에서 다양한 교수법을 사용할 수 있다.	3.36(0.86)	3.73(0.72)	44	-2.576*
16. 나는 학생들이 일반적으로 보이는 이해 또는 오개념들을 잘 알고 있다.	3.71(0.51)	3.93(0.69)	44	-1.948
17. 나는 교실 운영을 조직하고 유지할 수 있다.	3.13(0.81)	3.60(0.72)	44	-4.137***

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$

분석 결과, 총 7개의 문항에서 5개의 문항이 유의하게 향상되었다(11번, 12번, 14번, 15번, 17번). 교수학적 지식에 대한 인식 변화의 이유를 찾기 위해 파이널 프로젝트에서 발췌한 예비교사들의 반응은 [그림 IV-4]와 같다.

예비교사의 반응	
학습자의 일반적인 특성과 학습 양식 분석	학습자 분석 단계에서는 학습자의 나이와 사전지식, 태도, 학습 양식 등 교육프로그램을 이수하는 참가자로서의 학습자의 특성을 분석하게 된다.
	1. 특성 분석: 우리는 서울 소재의 일반 고등학교 1학년 학생 30명을 대상으로 삼았고 지역별 문화적 차이는 거의 없다고 가정하였다...(중략)...
	2. 능력 분석: 우리가 수업하게 될 반이 상중하 수준별 수업으로 인한 분반 중 '중' 수준에 해당한다고 가정하였다...(중략)...
	3. 학습 양식 분석: 대부분의 학생들은 기존의 판서식 수업, 교사의 일방적인 강의 전 달식 수업에 익숙해져 있으며, 테크놀로지를 활용한 수업을 경험해 보지 못했다고 가정하였다.
	4. 선수학습 정도: 대상으로 삼은 학생들이 중요학교에서 학습 주제와 관련된 '함수'에 대한 기본 개념을 학습하였다고 가정하였다...(중략)...

[그림 IV-4] 교수학적 지식에 대한 인식의 특징

수업 상황에서 학생들의 수행 수준 평가 방법에 대한 지식, 학생의 수준에 따라 교수법을 변화시킬 수 있는 지식 등은 수업을 계획하는 단계에서 학습자의 특성, 능력 등을 파악하는 것부터 시작한다고 볼 수 있다. 따라서 이러한 과정은 교수법과 과정, 평가에 대한 지식을 인식하는 교수학적 지식에 대한 인식 변화와 관련이 있다고 볼 수 있다.

4) 교수학적 내용 지식

수학 내용을 바탕으로 학생들의 수학적 사고와 학습을 도와줄 수 있는 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-5>교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화

내 용	사전	사후	df	t값
	M(SD)	M(SD)		
18. 나는 수학에서 학생의 사고와 학습을 도와줄 수 있는 효율적인 교수법을 선택할 수 있다.	3.55(0.63)	3.77(0.60)	43	-2.668*

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$

분석 결과 1개의 문항에서 1개가(18번) 유의하게 향상되었다. 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화의 이유를 찾기 위해 파이널 프로젝트에서 발췌한 예비교사들의 반응은 [그림 IV-5]와 같다.

예비교사의 반응	
수업의 효과성 평가 및 자료 수정	학생들이 답변한 설문지 내용 중 '어려웠다'라는 부분과 담당 교사의 피드백 중 '적절한 선수 학습 확인이 요망된다'는 부분을 고려하여 수업에 선수학습을 회상시킬 수 있는 도입부를 추가하여 선수학습 요소가 무엇인지 학생들이 스스로 확인하게 함으로써, 본 수업 목표의 원활한 달성을 유도하고자 한다.

[그림 IV-5] 교수학적 내용 지식에 대한 인식의 특징

파이널 프로젝트 과정의 수업의 효과성 평가 및 자료 수정 과정(학습 목표 달성 정도를 평가하고 교육방법과

교육프로그램을 개선하는 과정에서 “어려움 인식”과 “선수학습 확인의 필요성”을 바탕으로 선수학습을 회상시킬 수 있는 도입부를 추가하여 선수학습 요소가 무엇인지 스스로 확인할 수 있도록 수정을 하였다. 학생들의 학습 어려움을 해결하는데 도움을 주기 위해 개발된 자료를 수정하는 과정은 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화와 관련이 있다고 볼 수 있다.

5) 공학 도구 내용 지식

수학 내용을 이해하고 실행할 수 있는 공학 도구에 대한 지식인 공학 도구 내용 지식에 대한 인식 변화는 <표 IV-6>과 같다.

<표 IV-6> 공학 도구 내용 지식에 대한 인식 변화

내 용	사전	사후	df	t값
	M(SD)	M(SD)		
19. 나는 수학을 이해하고 실행하기 위해 사용할 수 있는 테크놀로지들을 알고 있다.	2.69(0.85)	3.71(0.63)	44	-7.106***

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$

분석 결과 총 1개의 문항에서 1개의 문항이(19번) 유의하게 향상되었다. 공학 도구 내용 지식에 대한 인식 변화의 이유를 찾기 위해 파이널 프로젝트에서 발췌한 예비교사들의 반응은 [그림 IV-6]과 같다.

예비교사의 반응	
목표 달성을 위한 적절한 공학 도구 선정	이차함수의 그래프를 쉽게 그릴 수 있다는 점에서 GSP, Cabri보다 Geogebra 사용이 효과적이라고 판단. 또한, 무료로 설치 가능하다는 점도 Geogebra를 선정하는데 큰 부분을 차지함.

[그림 IV-6] 공학 도구 내용 지식에 대한 인식의 특징

파이널 프로젝트 과정에서 목표 달성을 위해 적절한 공학 도구 선정의 정당성 부여를 위해 Geogebra를 선택한 이유가 그래프를 그리기 쉽고 무료 설치가 가능하다는 차별성을 제시하였다. 이러한 특징에서 공학 도구 내용 지식에 대한 인식 변화의 이유를 생각해볼 수 있다.

6) 공학 도구 교수학적 지식

수학 교수를 위한 공학 도구를 선택하고 활용하는 지식인 공학 도구 교수학적 지식에 대한 인식 변화는 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7> 공학 도구 교수학적 지식에 대한 인식 변화

내 용	사전	사후	df	t값
	M(SD)	M(SD)		
20. 나는 교수법의 효과를 향상시킬 수 있는 테크놀로지를 선택할 수 있다.	2.93(0.84)	3.80(0.66)	44	-5.736***
21. 나는 학습자들의 학습을 촉진시킬 수 있는 테크놀로지를 선택할 수 있다.	2.95(0.83)	3.77(0.68)	43	-5.456***
22. 교사교육 프로그램(예, 컴퓨터와 수학교육 수강, 테크놀로지 관련 연수)은 내가 실제 교실에서 사용하는 테크놀로지가 교수법에 영향을 줄 수 있는 방법에 대해 좀 더 깊이있게 생각할 수 있도록 하였다.	3.82(0.69)	4.11(0.84)	43	-2.108*
23. 나는 수업에서 테크놀로지를 어떻게 활용할 것인지 비판적으로 생각한다.	3.35(0.84)	3.93(0.80)	42	-4.209***
24. 내가 배우고 있는 테크놀로지를 수업의 다양한 활동에 적용할 수 있다.	3.40(0.91)	3.87(0.81)	44	-3.089**

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$

분석 결과 총 5개의 문항에서 5개의 문항이 유의하게 향상되었다(20번, 21번, 22번, 23번, 24번). 공학 도구 교수학적 지식에 대한 인식 변화의 이유를 찾기 위해 파이널 프로젝트에서 발췌한 예비교사들의 반응은 [그림 IV-7]과 같다.

예비교사의 반응

학습자 우리 모둠에서는 학생들이 모두가 테크놀로지를 이용할 수 있는 환경을 조성하는 것은 사의 참여 실상 불가능하다고 판단하여, 교사가 테크놀로지를 활용한 수업 시범을 보여준 후 분반 유도 별로 모둠을 맺어 모둠별 활동을 하는 식으로 수업을 구상하였고 실시하였다.

[그림 IV-7] 공학 도구 교수학적 지식에 대한 인식의 특징

파이널 프로젝트에서 학생들이 공학 도구를 활용한 학습의 효과성을 위해 직접 활동하게 하는 것보다 시범을 통해 보여주는 것으로 그룹 활동을 구상하는 것은 공학 도구 교수학적 지식에 대한 인식 변화와 관련이 있다고 볼 수 있다.

7) 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식

수학 내용, 공학 도구를 바탕으로 효과적인 교수법을 실행할 수 있는지에 대한 지식인 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화는 <표 IV-8>과 같다.

<표 IV-8> 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화

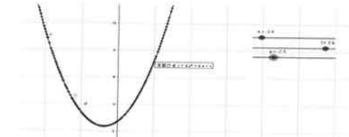
내 용	사전	사후	df	t값
	M(SD)	M(SD)		
25. 나는 수업에서 수학, 테크놀로지, 교수법을 적절하게 통합하여 가르칠 수 있다.	3.22(0.95)	3.80(0.73)	44	-4.228***
26. 나는 수학 수업에서 교수법, 그리고 학생들이 학습하는 내용을 촉진할 수 있는 테크놀로지를 선택할 수 있다.	3.18(0.89)	3.87(0.69)	44	-5.285***
27. 나는 학부 과정을 통해 배운 교과 내용, 테크놀로지, 교수법을 통합한 전략을 수업에서 사용할 수 있다.	3.47(0.92)	4.00(0.80)	44	-3.611**
28. 나는 동료 교사들이 교과 내용, 테크놀로지, 교수법을 적절히 통합하여 활용할 수 있도록 도와주는 리더십을 발휘할 수 있다.	2.96(0.93)	3.58(0.62)	44	-4.458***
29. 나는 수업내용의 학습을 촉진하는 테크놀로지를 사용할 수 있다.	3.18(0.83)	3.89(0.57)	44	-5.488***

$p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$

분석 결과, 총 5개의 문항에서 5개의 문항이 유의하게 향상되었다(25번, 26번, 27번, 28번, 29번). 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화의 이유를 찾기 위해 파이널 프로젝트에서 발췌한 예비교사들의 반응은 [그림 IV-8]과 같다.

예비교사의 반응

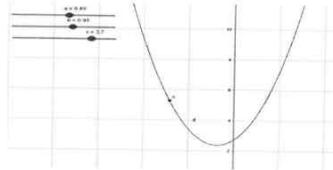
① 도입부를 이용하여 선수학습 내용(x 값의 변화에 따른 함수값의 변화)을 확인할 수 있도록 하였다.



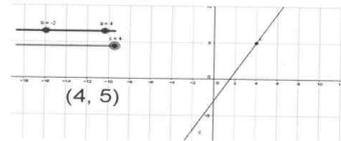
내용 추가

(학생들이 흥미 유발의 제한점 지적, 담임 교사의 공학적 도구의 적절한 사용과 도입의 필요성 제안)

② 선수학습 내용인 계수에 따른 2차함수의 개형을 학생들이 확인해 볼 수 있도록 한다.



③ 선수 학습 내용 중 1차함수의 최대, 최소를 확인해봄으로써 오늘의 수업 내용인 2차함수의 최대, 최소 내용으로 확장하기 위한 발판을 마련하였다.

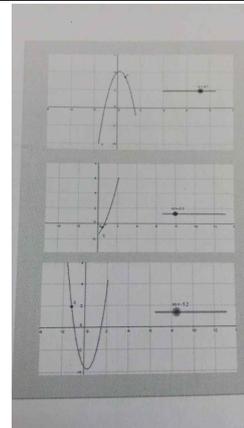
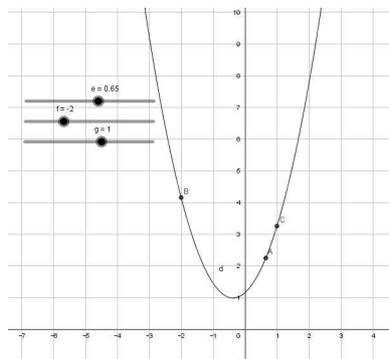


수정 전

수정 후

다양한 예시 제공

(담임 교사가 가능한 많은 변인을 변형시켜 최대한 다양한 예시 제공의 필요성 제기)



[그림 IV-8] 공학 도구 지식 교수학적 내용 지식에 대한 인식의 특징

공학 도구 별 반영적 검사지의 결과를 보면 실제 자신의 수업에서 GSP를 활용하여 일차함수 개념을 탐구하거나 기하부분에서 Geogebra를 활용하고 Cabri 3D를 활용하여 다면체와 전개도를 연결함으로써 교수와 학습 측면에서의 효과성을 경험하였다. 파이널 프로젝트 과정에서 수업을 적용한 결과 학생들에게 흥미를 끌지 못하거나 공학 도구의 사용법에 대한 설명, 다양한 예시 제공의 필요성들을 제안하였다. 이를 바탕으로 도입부에 선수학습 내용을 확인할 수 있도록 제시하거나 계수에 따른 2차함수의 개형을 확인하도록 하였다. 그리고 1차함수의 최대, 최소를 선수 학습 내용으로 확인함으로써 2차함수의 최대, 최소로 확장하는 방향으로 수정하였다. 그리고 담임교사가 가능한 많은 변인을 변형시켜 다양한 예시 제공의 필요성을 제안하자 이를 위해 수정 전에는 슬라이더를 활용하여 이차함수 그래프를 그렸지만 수정 후에는 정의역의 구간을 변형시켜 다양한 그래프를 확인할 수 있도록 자료를 수정하였다. 이러한 과정은 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식의 인식 변화와 관련성

이 있다고 볼 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 공학 도구 친화적 거꾸로 수업을 통한 교사교육 프로그램이 예비교사들에게 어떠한 영향을 미칠 수 있는지 분석하여 교사교육에 방향성을 제안하는 것으로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 공학 도구 친화적 거꾸로 수업은 예비교사들의 공학 도구 사용 범주 지수 변화에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 연구의 결과를 보면 예비교사들은 공학 도구 사용 범주 지수가 소극적 관심단계에서 적극적 관심단계의 방향으로 이동하였다. 공학 도구 사용 범주 지수가 변한 이유는 개별 학습 과정에서 공학 도구의 기능을 익히고 공학 도구 활동을 바탕으로 하는 실제 수업 과정에서 시각화의 효과성, 조작과 탐구의 효율성을 인식함으로써 수학적 개념 이해, 수학적 문제 해결, 학습에 대한 흥미와 동기 유발에 도움을 줄 수 있다고 인식하였다. 이러한 공학 도구의 효과성 인식이 공학 도구에 대한 관심도를 향상시킴으로써 공학 도구 사용 범주 지수가 변하였다고 볼 수 있다.

둘째, 공학 도구 친화적 거꾸로 수업은 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식 변화에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 연구의 결과를 보면 학습의 효과성 향상을 위해 수업 과정에서 공학 도구 사용의 필요성 인식(공학 도구 지식), 수학 내용의 계열성을 바탕으로 내용 이해의 발전(수학 내용 지식), 학습자 특성을 고려한 교수법 실행 계획 수립(교수학적 지식), 학생들의 학습 어려움을 해결하는데 도움을 주기 위해 개발된 자료의 수정(교수학적 내용 지식), 학습 목표 달성을 위해 적절한 공학 도구의 선정(공학 도구 내용 지식), 학습자의 특성을 고려하여 공학 도구 활동 변경(공학 도구 교수학적 지식), 공학 도구별 특징을 바탕으로 교수와 학습의 효과성 인식과 함께 학습자의 수학적 개념 이해를 위한 수업 내용의 수정을 통해 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식에 대한 인식이 변화되었다고 볼 수 있다. 따라서 개발된 교사교육 프로그램은 예비교사들이 향후 학교 현장에서 공학 도구를 활용하는 수업을 설계하고 실행하는데 실질적인 도움을 줄 수 있을 것이다.

이러한 결론을 바탕으로 다음과 같은 논의를 전개할 수 있다.

첫째, 개별학습과 협동학습을, 공학 도구 활용과 거꾸로 수업의 적용을 통합할 수 있는 아이디어를 제공하였다고 볼 수 있다. 본 연구에서 개발한 교사교육 프로그램은 예비교사들의 인식 변화에 긍정적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 개별학습을 중심으로 하는 공학 도구의 활용과 협동학습을 중심으로 하는 거꾸로 수업의 통합은 가능하고 이 두 가지가 통합함으로써 시너지 효과를 발생시켰다고 볼 수 있다. 따라서 Lobato, Rhodhamel과 Hohensee(2012)의 초점의 중심과 집중하는 상호작용을 중심으로 공학 도구 활용과 거꾸로 수업으로 구체화하고 실행 가능성을 예상하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

둘째, 공학 도구 사용에 기반을 둔 예비교사 교육 프로그램을 개발하고 적용한 결과를 분석함으로써 공학 도구 친화적 교사를 양성하는 교사교육 프로그램 개발에 아이디어를 제공하였다고 볼 수 있다. 지금까지의 연구들은 개별학습을 중심으로 하는 공학 도구의 활용 측면에 초점을 두고 예비교사 교육을 실시하였다고 볼 수 있었다. 하지만 본 연구의 결과를 바탕으로 개별학습에 추가적으로 협동학습을 위한 거꾸로 수업의 형태를 적용하고 ASSURE모델을 바탕으로 공학 도구를 활용한 수업을 개발, 적용 및 상향식 수정을 통해 그 효과성을 극대화할 수 있으므로 향후 공학 도구 친화적 교사교육 프로그램을 설계하고 실행하는데 아이디어를 제공한 가치가 있다.

이러한 논의들을 바탕으로 다음과 같은 제언을 할 수 있다.

첫째, 교수측면에서 교수법을 위한 지식과 함께 실행을 통합하여 교사 역량을 함양해야 할 것이다. 공학 도구가 추가된 교수학적 내용 지식은 공학 도구를 수학 수업에 활용하기 위해 교사가 사전에 갖추어야 할 지식적인 역량이라고 볼 수 있다. 본 연구의 결과처럼 개발된 교육과정에서 수업의 실행과 반성을 통해 공학 도구가 추가

된 교수학적 내용 지식의 인식 변화에 긍정적인 영향을 미쳤지만 이를 토대로 실제 수업에서 실행할 수 있도록 공학 도구 기반 담론적 역량 개발이 필요하다고 볼 수 있다(Olofson, Swallow, & Neumann, 2016; Yeh et al., 2014).

둘째, 학습측면에서 학습자 개인의 특성을 고려함으로써 학습에 대한 동기 유발과 참여 촉진을 수업의 주요 활동 목표로 해야 할 것이다. 현재 우리의 수학 교실이 정적으로 변한 이유 중에 하나는 수학적 내용을 중심으로 학생과 소통하지 않고 일방적인 강의식 수업을 진행한 것이다. 본 연구의 결과처럼 공학 도구 활용의 효과성과 거꾸로 수업을 통한 수업 참여의 시너지 효과뿐 아니라 이를 바탕으로 하는 ASSURE모델 중심의 자기 주도적 및 협동 학습과 수업의 상황식 수정 과정의 경험은 학습의 효과성으로 이어질 가능성이 크기 때문에 개별과 협동 학습의 주요 목표로 설정하여 역동적인 교실 문화를 창출해야 할 것이다.

셋째, 교육 과정과 정책측면에서 예비교사교육 과정을 다양화할 수 있는 제반 여건을 만들어 주어야 할 것이다. 본 연구를 실시한 해당 대학의 적극적인 지원으로 인해 거꾸로 수업을 용이하게 운영하고 안정적인 시스템 하에서 학생들이 접속하고 수업 활동을 진행할 수 있었다. 다른 학교 기관들도 교수자가 다양한 예비교사교육 과정을 개발할 수 있도록 행정적, 재정적, 기술적인 지원을 아끼지 않아야 할 것이다.

넷째, 연구적 측면에서 협동학습과정을 묘사할 수 있는 거꾸로 수업의 평가 문항 개발이 필요하다고 볼 수 있다. 예비교사 개인의 공학 도구에 대한 인식의 변화 과정을 평가할 수 있는 문항은 다수 개발되어 있다. 하지만 요즘 학교 현장에서 널리 활용되고 있는 거꾸로 수업의 효과성을 측정할 수 있는 문항 개발 연구는 부족한 실정이다. 거꾸로 수업의 다양한 형태와 실행의 원리들을 토대로 문항을 개발하고 타당화함으로써 실제 거꾸로 수업을 실행하는 아이디어를 줄 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 고경화 · 박문환 (2018). 초등예비교사 교육에서의 플립드 러닝 적용 사례 연구, 초등수학교육, **21(1)**, 1-17.
- Ko, J., & Park, M. (2018). A case study of flipped learning class in pre-service teacher education, *Education of Primary School Mathematics*, **21(1)**, 1-17.
- 교육부 (2015). 2015 개정 교육과정, 교육부 고시 제 2015-80호.
- Ministry of Education (2015). *2015 revised school curriculum*, Ministry of Education announcement 2015-80.
- 곽영숙 (2016). 테크놀로지 교과교육학 지식에 대한 유아교사의 인식, 유아교육연구, **36(6)**, 245-276.
- Kwak, Y. (2016). The awareness of early childhood teachers about TPACK(Technology Pedagogical And Content Knowledge), *The Journal of Early Childhood Education*, **36(6)**, 245-276.
- 권성룡 · 김남균 · 류성림 · 박성선 (2009). 테크놀로지와 함께 하는 수학교육, 서울: 경문사.
- Kwon, S., Kim, N., Ryu, S., & Park, S. (2009). *Mathematics education with technology*, Seoul, Korea: Kyungmoonsa.
- 김남희 · 박경미 (2008). 수학교육에서의 컴퓨터 활용, 서울: 경문사.
- Kim, N., & Park, K. (2008). *The use of computer in mathematics education*, Seoul, Korea: Kyungmoonsa.
- 김동중 · 김대상 · 최상호 (2016). 공학 도구 친화적 수학 교사 교육 프로그램의 거꾸로 수업 적용 가능성 탐색, 수학교육 학술지, **2016(3)**, 164-166.
- Kim, D.-J., Kim, D., & Choi, S. (2016). Exploring the possibility of application of the flipped classroom of the technology friendly mathematics teacher education program, *Studies in Mathematical Education*, **2016(3)**, 164-166.
- 김선희 (2012). 미래 수학 교실에 대한 전망과 교사들의 인식 조사, 교과교육학연구, **16(1)**, 285-324.
- Kim, S. (2012). Teachers' perspectives on the future mathematics classroom, *Journal of Research in Curriculum Instruction*, **16(1)**, 285-324.

- 류기혁 · 이영주 (2017). 초등예비교사의 테크놀로지 내용교수지식(TPACK) 증진을 위한 교육실습과 연계된 온라인 교사학습공동체 활동의 효과, 한국교원교육연구, **34(2)**, 417-437.
- Ryu, K., & Lee, Y. (2017). Effects of online teacher learning community activities linked with internship course for the improvement of elementary pre-service teacher's TPACK, *The Journal of Korean Teacher Education*, **34(2)**, 417-437.
- 류회찬 · 신동선 (1998). 수학교육과 컴퓨터, 서울: 경문사.
- Lew, H., & Shin, D. (1998). *Mathematics education and computers*, Seoul, Korea: Kyungmoonsa.
- 박상준 (2015). 거꾸로 교실 모형의 개발과 적용 사례의 연구, 사회과교육연구, **22(2)**, 1-21.
- Park, S. (2015). Development of the revised model of flipped classroom and analysis of Its educational effects, *Research in Social Studies Education*, **22(2)**, 1-21.
- 봉미미 · 송정근 (2004). ICT 활용 수학교육에 대한 중학교 수학교사와 학생들의 인식 및 태도 조사, 교과교육학연구, **8(2)**, 147-165.
- Bong, M., & Song, G. (2004). Korean middle school teachers' and students' perceptions and attitudes toward ICT use in mathematics classroom, *Journal of Research in Curriculum Instruction*, **8(2)**, 147-165.
- 소연희 (2013). 초등교사들이 지각한 테크놀로지 내용교수학적 지식(Technology, Pedagogy and Content Knowledge), 교수효능감과 수업전문성 인식의 구조적 관계, 아시아교육연구, **14(4)**, 125-147.
- So, Y. (2013). Analysis of the structural relations between TPACK(Technology, Pedagogy and Content Knowledge), teaching efficacy, and perceived teaching professionalism in primary school teachers, *Asian Journal of Education*, **14(4)**, 125-147.
- 손홍찬 (2011). 우리나라 수학교육에서 공학 활용의 역사와 현황, 학교수학, **13(3)**, 525-542.
- Son, H. (2011). Trend and prospect on using technology in mathematics education in Korea, *School Mathematics*, **13(3)**, 525-542.
- 송혜성 · 서숙영 (2016). 프로젝트형 거꾸로 교실이 예비 영어교사들의 정의적 태도 및 메타인지 학습전략에 미치는 효과, 영어어문교육, **22(2)**, 167-192.
- Sohng, H., & Seo, S. (2016). Effects of project-based flipped classroom on the affective attitude and metacognitive learning strategies of pre-service teachers of English, *English Language & Literature Teaching*, **22(2)**, 167-192.
- 신태섭 (2013). 예비 초등교사의 고정신념과 테크놀로지 내용교수지식 간의 관계 연구, 교육과학연구, **44(2)**, 21-45.
- Shin, T. (2013). A relation between pre-service teachers' fixed mindsets regarding their abilities to teach with technology and their perceived TPACK, *The Journal of Educational Studies*, **44(2)**, 21-45.
- 엄미리 · 신원석 · 한인숙 (2011). 테크놀로지 내용교수지식(TPACK) 역량에 대한 예비교사의 인식 분석, 한국교원교육연구, **28(4)**, 141-165.
- Eom, M., Shin, W., & Han, I. (2011). A survey on the differences of pre-service teachers' perception of the technology, pedagogy, and content knowledge(TPACK), *The Journal of Korean Teacher Education*, **28(4)**, 141-165.
- 임해미 (2009). 예비 수학교사의 테크놀로지 내용교수지식(TPACK) 신장을 위한 팀 프로젝트 효과 연구, 수학교육학연구, **19(4)**, 545-564.
- Rim, H. (2009). Study on the effectiveness of team project to improve TPACK of preservice mathematics teachers, *Journal of Educational Research in Mathematics*, **19(4)**, 545-564.
- 임해미 · 최인선 (2012). ASSURE 모형에 기반한 수업설계 경험이 수학교사의 TPACK과 교수효능감에 미치는 영향에 대한 사례 연구, 수학교육학연구, **22(2)**, 179-202.
- Rim, H., & Choi, I. (2012). A case study on the effect of designing instruction according to the ASSURE model to mathematics teacher's TPACK and teaching efficacy, *Journal of Educational Research in Mathematics*, **22(2)**,

- 179-202.
- 전수경 · 조정수 (2014). 기하 수업에서 중등 수학교사가 경험한 공학도구 사용의 어려움에 대한 근거이론적 탐색, 수학교육학연구, **24(3)**, 387-407.
- Jeon, S., & Cho, C. (2014). An exploratory study with grounded theory on secondary mathematics teachers' difficulties of technology in geometry class, *Journal of Educational Research in Mathematics*, **24(3)**, 387-407.
- 허난 (2015). 플립드 러닝(Flipped Learning)에 대한 예비수학교사의 인식 조사, 한국학교수학회논문집, **18(4)**, 449-470.
- Huh, N. (2015). Investigation into pre-math teachers' awareness of flipped learning, *Journal of the Korean School Mathematics Society*, **18(4)**, 449-470.
- 허병기 · 최돈형 · 김도기 · 김민희 · 김한별 · 박병기 · 손준종 · 차우규 · 이성민 · 조성화 (2009). 교실친화적 교사양성을 위한 기본체제의 설계와 과제, 교원교육, **25(2)**, 1-23.
- Huh, B., Choi, D., Kim, D., Kim, M., Kim, H., Pak, B., Son, J., Cha, W., Lee, S., & Cho, S. (2009). Designing the general framework for developing classroom-friendly teachers, *Korean Journal of Teacher Education*, **25(2)**, 1-23.
- 황우형 · 차순규 (2002). 탐구형 소프트웨어를 활용한 고등학교 해석 기하 교육에 관한 사례 연구, 수학교육, **41(3)**, 341-360.
- Whang, W., & Cha, S. (2002). A study on the effectiveness of dynamic geometry software in solving high school analytic geometry problems, *The Mathematics Education*, **41(3)**, 341-360.
- 황인아 (2017). 플립드 러닝을 기반으로 한 대학수학 클리닉 수업의 효과 분석, 교사교육연구, **56(3)**, 227-246.
- Hwang, I. (2017). An analysis on the effects of flipped learning in a university mathematics clinic program, *Teacher Education Research*, **56(3)**, 227-246.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2015). *Flipped learning*[거꾸로 교실](Translated into Korean by C. P. Jeong & S. H. Lim), Seoul, South Korea: Edumity. (Original work published 2014)
- Dugas, C. A. (2005). *Adopter characteristics and teaching styles of faculty adopters and nonadopters of a course management system*, Unpublished doctoral dissertation, Indiana State University, Terre Haute, IN.
- Geiger, V., & Faragher, R. (2010). CAS-enabled technologies as 'Agents Provocateurs' in teaching and learning mathematical modelling in secondary school classrooms, *Mathematics Education Research Journal*, **22(2)**, 48-68.
- Heinich, R., Molenda, M., & Russell, J. (1989). *Instructional media and the new technologies of instruction*, New York: Macmillan Publishing.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*, Washington, DC: National Academies Press.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK, AACTE Committee on Innovation and Technology(Ed.), *The handbook of technological pedagogical content knowledge(TPCK) for educators*(pp. 3-29), New York: Routledge.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issue in Technology and Teacher Education*, **9(1)**, 60-70.
- Lobato, J., Rhodehamel, B., & Hohensee, C. (2012). "Noticing" as an alternative transfer of learning process, *Journal of the Learning Sciences*, **21**, 433-482.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teachers' knowledge, *Teachers College Record*, **108(6)**, 1017-1054.

- NCTM(2000). *Principles and standards for school mathematics*, Reston, VA: NCTM.
- Olofson, M. W., Swallow, M. J., & Neumann, M. D. (2016). TPACKing: A constructivist framing of TPACK to analyze teachers' construction of knowledge, *Computers and Education*, *95*, 188-201.
- Schmidt, D., Baran, E., Thompson, A., Mishra, P., Koehler, M., & Shin, T. (2009). Technological pedagogical content knowledge(TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers, *Journal of Research on Technology in Education*, *42*(2), 123-149.
- Yeh, Y., Hsu, Y, Wu, H., Hwang, F., & Lin, T. (2014). Developing and validating technological pedagogical content knowledge-practical(TPACK- practical) through the Delphi survey technique, *British Journal of Educational Technology*, *45*(4), 707-722.

Analysis of pre-service teachers' cognition on a teacher education program in technology-friendly flipped classroom

Kim, Dong-Joong

Korea University

E-mail: dongjoongkim@korea.ac.kr

Kim, Daesang

Valdosta State University

Email: daekim@valdosta.edu

Choi, Sang-Ho[†]

Korea University

E-mail: shchoi83@korea.ac.kr

The purpose of this study is to investigate characteristics of pre-service teachers' cognition about learning through the use of technology by employing a teacher education program in the use of technology-friendly flipped classroom. For this purpose, 45 pre-service teachers participated in the study and they completed both pre- and post-surveys including questions about Technology Adopter Category Index(TACI) and Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK). They were also asked to write self-reflections on mathematics softwares(Geometer's Sketch Pad(GSP), Geogebra, Cabri 3D). Results show that the teacher education program in the use of technology-friendly flipped classroom affected pre-service teachers' cognitions of TACI and TPACK, and they perceived that technology integration helped students' mathematics learning process. Findings from this study indicate that ideas about how to develop a technology-friendly teacher education program are more specified..

* ZDM Classification : B55

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97B50

* Key Words : Technology, Flipped Classroom, Technology Adopter Category Index, Technological Pedagogical Content Knowledge

† Corresponding author