

예비 수학교사의 테크놀로지 내용교수지식(TPACK) 신장을 위한 팀 프로젝트 효과 연구

임 해 미*

테크놀로지 내용교수지식(TPACK)은 1986년 Shulman이 제시한 내용교수지식(PCK)에 테크놀로지 지식이 통합된 새로운 지식 즉, 교사의 내용지식(CK), 교수학적 지식(PK), 테크놀로지 지식(TK)의 교집합에 해당하는 지식을 뜻한다. 본 연구에서는 2009년 1학기 서울시 소재 사범대학에서 팀 프로젝트를 중심으로 하는 테크놀로지 강의를 개설하고 설계, 분석하여 예비 수학교사의 TPACK 신장을 위한 방안을 모색하고자 하였다. 강의 초 예비 수학교사들은 테크놀로지에 대해 낮은 자신감을 나타냈지만, 강의가 끝날 무렵의 테크놀로지 관련 수학교수효능감은 3.88부터 4.50 사이로 높게 나타났다. 또한, 예비 수학교사들은 팀 프로젝트가 TPACK에 긍정적 또는 매우 긍정적인 영향을 주었다고 응답했는데, 이는 팀 프로젝트를 중심으로 하는 테크놀로지 강의가 예비 수학교사가 앞으로 교사가 되어 테크놀로지를 활용하는 수업을 설계할 때 필요한 지식과 자신감을 갖도록 하는 데 효과적인 방법이 될 수 있음을 보여준다. 교사의 TPACK이 정보화 시대의 교육과정에서 제시하는 교육목표 달성을 위해 필수적인 지식이라 볼 때, 앞으로 예비 교사를 대상으로 하는 테크놀로지 강의가 테크놀로지의 사용 방법과 단편적인 적용 사례를 전달하는 방식보다 테크놀로지 활용 수업을 계획하고 설계하는 방식으로 변화되는 것이 바람직할 것으로 보인다.

1. 서 론

현재 수학교사가 되기 위해 준비하고 있는 예비교사들은 21세기의 학생들을 가르치는 교사가 된다. 따라서 예비교사들은 정보화 시대를 살아갈 학생들을 가르치기 위한 테크놀로지 관련 지식 및 기술과 더불어 교수·학습 과정에 테크놀로지를 적절히 통합하는 능력을 가지고 있어야 하며, 이러한 능력의 개발은 예비교사 교육과정 속에서 체계적으로 이루어지는 것이 바람직하다(Wetzel, Zambo, 1996).

2007 개정교육과정에서도 수학 교수·학습의

전 과정에서 적절하고 다양한 교육기자재를 활용하여 수학 학습의 효과를 높일 것을 권장하였으며, 계산 능력 배양을 목표로 하지 않는 경우의 복잡한 계산 수행, 수학적 개념·원리·법칙의 이해, 문제해결력의 향상을 위해 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등의 공학적인 도구와 다양한 교구를 확보하여 활용하도록 제시하였다. 또한, 이 과정에서 교사는 해당 기자재에 대한 이해를 토대로, 기자재가 본연의 목적 달성을 위해 활용될 수 있도록 면밀히 검토해야 한다고 하였다(교육인적자원부, 2007). 이는 수학교사가 교육과정, 교과 내용과 관련된 테크놀로지에 대한 지식을 가지고 있어야

* 이화여자대학교 수리과학연구소, rhm@ewha.ac.kr

됨을 의미한다.

이와 관련된 논의는 1986년 Shulman에 의해 내용교수지식(PCK: Pedagogical Content Knowledge)의 개념이 도입된 이후, 2006년 Mishra와 Koehler의 연구에서 테크놀로지 내용교수지식(TPACK: Technological Pedagogical Content Knowledge)이란 개념으로 구체화되었으며, 2007년 제 9회 Annual NTLN(National Technology Leadership Summit)를 통해 TPACK으로 새롭게 명명되었다. TPACK은 Technology, Pedagogy, Content의 세 가지 요소를 강조하면서, 각각의 요인이 서로 독립된 것이 아닌 통합된 전체인 Total PCK라는 의미를 담고 있다(Shulman, 1986; Mishra & Koehler, 2006; Thompson & Mishra, 2007).

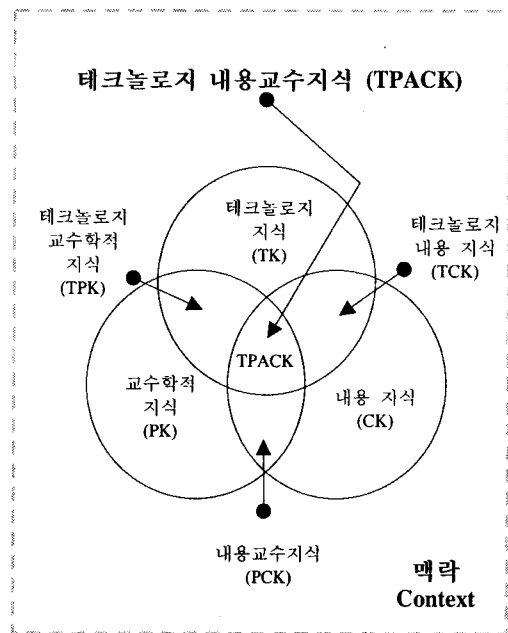
예비교사들의 테크놀로지 내용교수지식(이하 TPACK)의 대부분이 예비교사 교육기관인 대학에서 이루어진다고 볼 때, 이들을 대상으로 하는 강의는 TPACK의 신장을 위해 보다 효과적으로 설계될 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 예비 수학교사들이 테크놀로지를 활용한 수업을 계획하고 구성하는 팀 프로젝트의 과정 속에서 테크놀로지 지식, 교수학적 지식, 교과 내용적 지식을 통합할 수 있을 것으로 보고, 팀 프로젝트를 중심으로 하는 테크놀로지 강의를 설계하였다.

강의는 한 학기 15주 동안 40명의 예비 수학교사들을 대상으로 진행되었으며, 크게 테크놀로지의 기능을 익히는 부분과 습득한 기능을 학교 수학교육과정에 적용해보는 프로젝트의 두 부분으로 구성되었다. 강의가 끝난 뒤, 강의를 수강한 예비 수학교사들을 대상으로 설문을 실시하여 팀 프로젝트가 그들의 TPACK과 내용교수효능감에 어떤 영향을 주었는지에 대해 분석하였으며, 이를 토대로 예비 수학교사 대상 테크놀로지 강의 설계에 대한 시사점을 도출하고자 하였다.

II. TPACK과 수학교육

1. TPACK에 대한 이론적 배경

Lee Shulman(1986)은 교사가 수업을 할 때 필요한 지식에 대해 접근하는 새로운 방법으로 PCK라는 새로운 용어를 정의하였다. 이는 교사가 자신이 지도해야 될 교과에 대한 내용 지식과 교수-학습에 대한 교수학적 지식을 통합한 것인데, 이 두 지식의 교집합에 해당하는 지식이 바로 PCK이다. 이러한 PCK에 보다 효과적인 교수 학습을 위해 디지털 테크놀로지에 대한 지식을 통합한 지식이 바로 TPACK 또는 TPACK이다.



[그림 II-1] 테크놀로지 내용교수지식 모형

즉, TPACK(“tee-pack”으로 읽음)은 [그림 II-1]과 같이 내용 지식(CK), 교수학적 지식(PK), 테크놀로지 지식(TK)의 교집합 부분에 해당하는 지식을 뜻한다(Mishra & Koehler, 2006; Niess, 2005, AACTE Committee on Technology and Innovation, 2008).

이때, 내용 지식(CK: Content Knowledge)이란 가르치고 배워야 할 실제적인 교과 내용에 대한 지식이다. 교사들은 가르쳐야 할 교과의 핵심적인 사실, 개념, 이론, 절차에 대한 지식, 아이디어를 조직하고 연결하여 설명하기 위한 지식, 증명의 규칙에 대한 지식 등과 같은 지식을 반드시 이해하고 있어야 한다. 또한 다른 분야의 지식과 연구의 속성도 이해하고 있어야 한다.

교수학적 지식(PK: Pedagogical Knowledge)이란 교수 학습 과정과 실제 또는 방법에 대한 심도 있는 지식, 그리고 교육의 목적, 가치 등을 어떻게 통합할 것인지에 대한 지식을 뜻한다. 교수학적 지식에는 학생들의 학습에 대한 지식, 수업 운영, 학습 계획의 개발과 실행, 학생 평가와 같은 부분이 포함된다. 여기에는 실제 교실에서 수업할 때 사용되는 기술과 방법에 대한 지식도 포함되며, 교사는 학생들이 어떻게 지식을 구성하고, 기술을 습득하며, 학습에 대한 긍정적인 동기와 태도를 만들어갈지에 대한 심도 있는 교육학적 지식을 가지고 있어야 한다.

테크놀로지 지식(TK: Technological Knowledge)은 책, 칠판과 분필, 인터넷 등과 같이 발전된 테크놀로지에 대한 기준이 되는 지식이다. 이는 특정한 테크놀로지 즉, 워드 프로세서, 스프레드시트, 웹 브라우저, 이메일 등과 같은 소프트웨어의 기본적인 기능을 사용하는 능력, 컴퓨터 하드웨어나 시스템 운영, 소프트웨어의 설치와 삭제 등과 같은 지식과 기술을 포함한다. 테크놀로지 지식은 새로운 테크놀로지의 개발과 더불어 변화되어야 하며, 이를 학습에 적용할 수 있는 능력은 매우 중요하다.

특정 교과에서 교육적인 목적을 위해 테크놀로지를 효과적으로 통합하기 위해서는 이 세 가지 지식들 사이의 역동적이고 상호적인 관계에 대한 이해가 요구되는데, 이들 지식간의 교

집합이 되는 TCK, PCK, TPK, 그리고 이들이 통합되는 영역인 TPACK의 특징은 다음과 같다(Mishra & Koehler, 2006).

가. TCK : 테크놀로지 내용 지식

테크놀로지 내용 지식(TCK: Technological Content Knowledge)이란 테크놀로지와 교과 내용을 상호 연계하는 방법에 대한 지식이다. 교사들은 가르칠 교과에 있어서 테크놀로지를 사용했을 때 더 효과적으로 가르칠 수 있는 분야가 어떤 것인지에 대한 지식을 가지고 있어야 한다. 예를 들어 기하를 가르칠 때 동적기하프로그램을 도입하면 학생들의 기하 작도와 도형에 대한 탐구가 보다 효과적으로 이루어질 수 있다.

나. TPK : 테크놀로지 교수학적 지식

테크놀로지 교수학적 지식(TPK: Technological Pedagogical Knowledge)은 교사들의 교수 학습 상황에 사용하는 다양한 테크놀로지의 목록, 요소, 역량에 대한 지식을 말한다. 즉, 특정한 테크놀로지를 사용했을 때 수업이 어떻게 변화될 수 있는지에 대해 아는 것을 의미한다. 교사는 특정한 과제를 위해 사용할 수 있는 테크놀로지의 범위를 알고 있어야 하며, 적합한 테크놀로지를 선택할 수 있는 능력이 있어야 하고, 테크놀로지 사용을 위한 교수학적 전략과 이러한 전략을 적용할 수 있는 능력이 있어야 한다. 여기에는 수업과 관련된 출석확인, 성적 산출을 하는 도구에 대한 지식과 웹 퀘스트, 게시판, 대화방과 같은 테크놀로지 기반 교육에 대한 일반적인 지식도 포함한다.

다. PCK : 내용교수지식

내용교수지식(PCK: Pedagogical Content Knowledge)은 특정한 교과의 내용을 가르치는 데 적합한 교육학적 지식을 말한다. 이는 내용지식과 교수학적 지식의 상호작용으로 만들어지는 지식으로서, 교과에서 가르쳐야 할 주제를 가르치기에 가

장 유용한 표현, 가장 강력한 유추, 도식, 예제, 설명 등을 통해 제시하는 교사의 지식을 뜻한다. 여기에는 학생들의 선행 지식에 대한 지식, 무엇이 학습을 쉽거나 어렵게 만드는가에 대한 지식, 학습 환경에 대한 지식도 포함된다(Shulman, 1986).

수학과와 PCK는 교사가 자신의 교과 지식과 교수 경험을 통해 발전시켜나가는 것으로, 특정한 수학 내용을 학생들이 이해할 수 있는 방식으로 가르치는 방법에 대한 지식이다. 이는 수학교사의 수학과 수업목표, 수학 내용지식, 수학과 교수 방법 및 평가에 대한 지식, 수학 학습에 대한 학생 이해 지식, 교육과정 및 교과서 등과 같은 수업상황에 대한 지식과 같은 기초 배경 지식과 교사의 신념, 자신의 수업에 대한 지식을 토대로 형성되며, 수학 수업시간에 교사의 대화, 행동, 수업 자료 등을 통해 나타나게 된다(최승현, 2008). 수학교사가 학생들에게 수학을 가르칠 때 필요하고 사용되는 수학적 지식은 특히 수학교수지식(MKT: mathematical knowledge for teaching)이라 하여 일반적인 PCK에 대한 연구와 더불어 수학 내용과 수학 교사를 대상을 하는 내용교수지식을 규명하고 측정하는 연구가 계속되고 있다(Hill, Ball & Schilling, 2004; Stylianides & Ball, 2008).

라. TPACK : 테크놀로지 내용교수지식

테크놀로지 내용교수지식(TPACK: Technological Pedagogical Content Knowledge)은 내용, 교육학, 테크놀로지의 모든 요소의 지식을 토대로 하며, 테크놀로지를 사용하는 좋은 교수의 기초가 되는 지식을 뜻한다. 이는 테크놀로지를 사용하여 개념을 표현하는 데 대한 이해와 교과 내용을 가르치기 위한 구성주의적 방법에서 테크놀로지를 사용하는 교수학적 기술, 수업에서 학생들이 어려워하는 부분을 테크놀로지를 사용함으로써 어떻게 수월하게 만들어 줄 수 있는지에 대한 교사의 지식을 포함한다. TPACK은 테크놀로지를 통한 교사의 업무 중 가장

중심이 되는 지식으로서, 교육 분야에 지식이 없는 테크놀로지 전문가의 지식과는 차별화된다.

TPACK의 개발을 위해서는 내용지식, 교수학적 지식, 테크놀로지 지식이 역동적으로 서로 영향을 주면서 융합되어야 하는데, 이들 사이의 복합적이고 미세한 발전을 어떻게 개발하고, 확인할 것인지에 대한 논의도 함께 이루어질 필요가 있다. Mishra, & Koehler(2006)는 전통적으로 이루어져온 워크숍이나 강의로 이루어지는 교사 대상 테크놀로지 교육 및 연수는 교육 분야에 적합한 테크놀로지 활용에 대한 교사들의 심도 있는 이해를 이끌어내기에 부적절하다고 보면서, 교사의 TPACK 개발을 위한 실제적인 방안에 대한 연구가 이루어져야 함을 강조하였다.

이와 관련하여 Koehler & Mishra(2005)는 교수자들이 온라인 강좌를 설계하고 개발하는 과정을 통해 TPACK이 향상될 수 있다고 하였으며, Mishra & Koehler(2006)는 교사들이 팀을 이루어 교과 관련 영화를 제작하거나 교육용 웹사이트를 재설계하는 과정이 TPACK의 개발에 도움이 될 수 있다고 보고 관련된 사례연구를 수행하였다. 그리고 Guzey & Roehrig(2009)는 테크놀로지를 통합한 탐구형 교수법이 과학교사의 TPACK 향상에 긍정적인 영향을 주었다고 하였다. 본 연구에서는 교육과정을 토대로 테크놀로지 활용 수업을 설계하는 팀 프로젝트를 통해 TPACK이 개발될 수 있음을 보이고자 한다.

2. 수학교육에서의 TPACK

1970년 이후, 지필로만 이루어지던 계산 연습을 도와주는 반복연습형 소프트웨어를 통해 수학교육분야에 디지털 테크놀로지가 도입되었으며, 이후 그래픽 계산기 등을 통해 그래프를

관찰하고 데이터를 다루는 등 테크놀로지를 통해 다양한 수학적 탐구가 가능하게 되었다.

NCTM(2000)은 Technology Principle을 제시하면서 테크놀로지는 수학 교수-학습에서 핵심적인 역할을 하며, 수학을 가르치고, 학생들의 학습을 촉진시키는 데 영향을 준다고 하였다. 2007년 NCTM은 수학수업을 개선하고 학생들의 학습을 증진시키기 위한 연구를 통해, 교사들이 협력적인 문제해결을 증진시키고, 테크놀로지를 의미 있게 통합하고, 지적인 탐구를 이끌어내고, 학생들의 사고에 도움을 주는 긍정적인 학습 환경을 만들고자 한다면 그들 스스로가 이러한 환경에서 학습하는 경험을 가져야만 한다고 하였다(Niess et al, 2009).

그러나, 적은 수의 교사만이 그래픽 계산기, 스프레드시트, 로고, 동적 기하프로그램을 다룰 수 있으며, 이를 다룰 수 있다고 해도 어떻게 수학수업에 적용할 것인지에 대한 지식이 부족한 것으로 나타났다. 실제 특정한 수학주제를 가르치는 과정에 테크놀로지를 도입하는 수업을 하기 위해서 교사는 동일한 주제를 지필환경에서의 가르칠 때의 학생들의 이해, 사고와 학습에 대한 지식과 교육과정에 대한 이해를 토대로 어떤 테크놀로지를 사용하는 것이 적합한지 판단할 수 있어야 한다(Kastberg & Leatham, 2005).

ISTE(International Society for Technology and Education)은 학생들이 테크놀로지를 많이 접하고, 테크놀로지가 통합된 수업을 경험하도록 하기 위해서는 교사들이 테크놀로지에 대한 기술과 지식을 가져야 한다고 보면서, 학교 수업에서 테크놀로지를 효과적으로 사용하기 위한 교사와 학생 대상 기준(standard)을 구분하여 발표하였다. 이 중에서 교사를 위한 기준(National Education Technology Standards for Students: NETS-T)은 2002년에 발표되어 2008년에 개정되었다(ISTE, 2000; 2002, 2008).

이와 관련하여 2006년 AMTE(Association for Mathematics Teacher Educators)의 테크놀로지 위원회에서는 예비 수학교사 양성 프로그램에서 모든 수학교사들이 테크놀로지를 통합한 수학 교수-학습의 맥락 하에서 지식을 습득하는 경험을 가질 필요가 있음을 역설하고, 이후 2007년에는 NETS-T를 수학교육에 적용하여 수학교사 학습을 개선하는 데 도움이 되는 교사를 위한 기준을 제시하였다(AMTE, 2006; Niess et al, 2009).

이 기준은 Grossman(1989)의 PCK의 네 가지 핵심요소를 토대로 Niess(2005)가 제시한 TPACK에 대한 다음의 견해를 바탕으로 하고 있다. 첫째, 수학교사는 테크놀로지를 사용하여 수학을 가르치는 것에 대한 전체적인 개념을 가지고 있어야 한다. 둘째, 수학교사는 테크놀로지를 활용하여 주제를 탐구하는 과정에서 나타나는 학생들의 이해, 사고, 학습에 대한 지식을 가지고 있어야 한다. 셋째, 수학교사는 수학 교수-학습 과정에서의 테크놀로지를 통합하는 교육과정과 교수학적 자료들에 대한 지식을 가지고 있어야 한다. 넷째, 수학교사는 테크놀로지를 이용하는 수학 교수-학습 과정을 위한 교수학적 전략과 표현에 대한 지식을 가지고 있어야 한다.

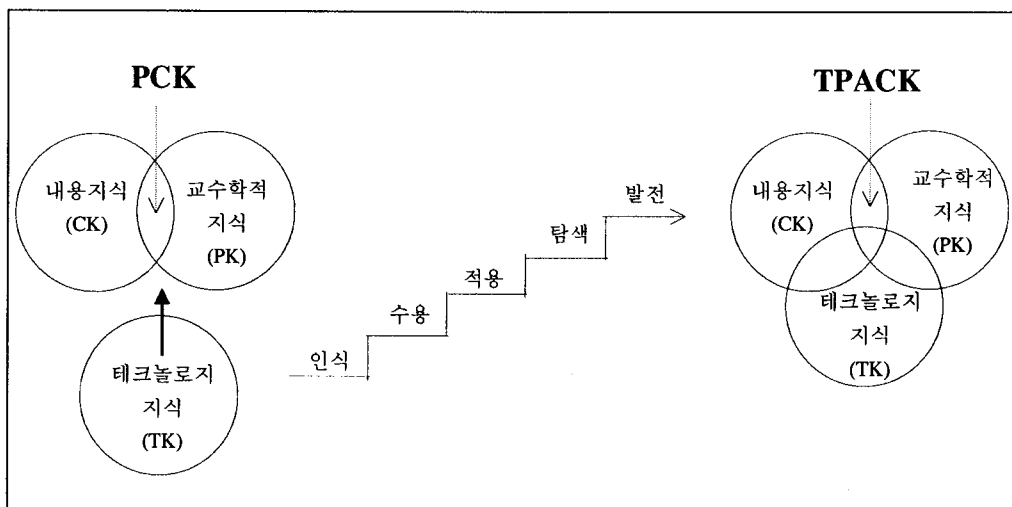
위의 요소를 반영하여 제시된 수학교사가 갖추어야 할 TPACK 기준의 구체적인 항목은 다음과 같다. 첫째, 수학교사는 디지털 시대의 학습 환경과 경험을 설계하고 개발해야 한다. 교사는 실제 맥락에서 수학 학습을 극대화하기 위하여 적합한 디지털 시대의 도구 및 자료를 통합한 실제적 학습 환경과 경험을 설계하고 개발해야 한다. 둘째, 수학교사는 수학에서의 학생들의 학습과 창의성을 극대화하기에 적합한 테크놀로지를 적용하기 위해 방법과 전략을 포함한 교육과정을 계획하고 실행해야 한다. 셋째, 수학교사는 효과적인 측정과 평가

전략의 다양성을 촉진하기 위하여 테크놀로지를 적용할 수 있어야 한다. 넷째, 교사는 그들의 제작물과 전문적인 수업을 증진시키기 위하여 테크놀로지를 사용할 수 있어야 한다(Niess et al, 2009).

TPACK에 대한 기준이 수학교사가 갖추어야 할 지식과 신념을 점검하는 틀이 된다면, 이 틀에 비추어 TPACK을 어떻게 개발할 것인지에 대한 논의가 이루어질 필요가 있다. 이와 관련하여 Rogers(1995)는 어떤 사람이 혁신적인 변화를 접하면서, 이에 적응 또는 부적응하는 과정을 다섯 단계로 설명한 혁신-결정 모델(innovation-decision model)을 제시하였는데, Niess, Sadri, Lee(2007)는 이 모델을 재구성하여 수학교사를 위한 TPACK 개발 모델을 제안하였다. 그들은 4년 동안 많은 수학교사들에 스프레드시트를 학습하는 과정과 이를 어떻게 자신의 수업에 통합하는 지에 대한 관찰과 분석을 통해 수학 교수-학습 과정(PCK)에서 특정한 테크놀로지(TK)가 통합될 때 다음과 같

은 다섯 단계를 따름을 발견하였다(Niess, adri, Lee, 2007).

첫째, 지식에 의한 인식(recognizing)의 단계이다. 교사는 테크놀로지를 사용할 수 있고, 수학 교과 내용에 어떤 테크놀로지의 사용이 적합한지 알지만 아직 교수-학습 과정에 테크놀로지를 통합하지 않는다. 둘째, 수용(accepting)의 단계이다. 교사는 적합한 테크놀로지를 이용한 수학 교수-학습에 대해 호의적 또는 비호의적 태도를 형성한다. 셋째, 결정(decision)의 단계이다. 교사는 적합한 테크놀로지를 이용한 수학 교수-학습을 적용할 것인지 또는 거부할 것인지를 선택하도록 이끌어주는 활동에 참여한다. 넷째, 탐색(exploration)의 단계이다. 교사는 적합한 테크놀로지를 활용한 수학 교수·학습을 능동적으로 이끌어간다. 다섯째, 발전(advancing)의 단계이다. 이는 테크놀로지 활용 수업을 통합한 결정의 결과를 평가하는 단계이다. 이상의 TPACK이 개발되는 다섯 단계를 통해 도식화하면 [그림 II-2]와 같다.



[그림 II-2] 수학교사를 위한 TPACK 개발 모델(Niess, Sadri & Lee, 2007)

따라서, TPACK의 개발 모델의 다섯 번째 단계에 이를 때 비로소 TPACK을 갖게 되므로, 교사가 테크놀로지에 대한 지식을 토대로 자신의 수업에 테크놀로지를 도입하도록 하기 위해서는 교사에게 동기와 지식을 부여하는 교사 교육 및 연수가 이루어질 필요가 있을 것이다.

본 연구에서는 예비 교사들이 테크놀로지에 대한 인식 단계를 넘어서 TPACK에 도달할 수 있도록 하는 방법의 하나로 팀 프로젝트를 제안하고자 한다. 이때, 팀 프로젝트는 NETS-T에 제시된 네 가지 기준을 포괄하면서 예비교사의 내용 지식, 교수학적 지식, 테크놀로지 지식을 통합할 수 있는 주제로 설계하도록 한다.

III. 연구 설계

1. 연구목적과 연구문제

본 연구는 팀 프로젝트를 중심으로 하는 테크놀로지 강의가 예비 수학교사들의 TPACK 신장에 어떤 영향을 주는 지에 대하여 탐색하기 위함을 목적으로 한다. 연구목적에 따른 연구문제는 다음과 같다.

연구문제 1 : 팀 프로젝트를 중심으로 하는 테크놀로지 강의는 예비 수학교사의 수학교수효능감에 어떤 영향을 주었는가?

연구문제 2 : 팀 프로젝트를 중심으로 하는 테크놀로지 강의는 예비 수학교사의 TPACK에 어떤 영향을 주었는가?

2. 연구대상

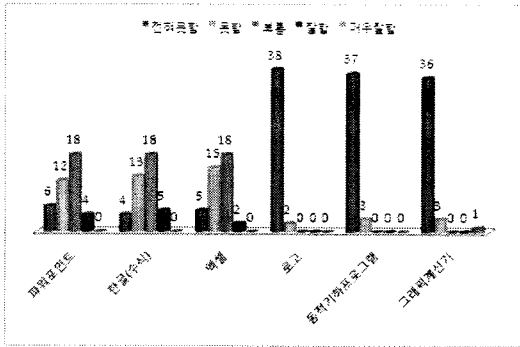
연구는 2009년 1학기, 서울시 소재 사범대학 수학교육과에서 연구자가 개설한 ‘수학교육과

컴퓨터’ 강의를 수강 신청한 43명 가운데, 학기 말까지 강의에 참여하고 모든 질문에 응답한 40명의 예비 수학교사들을 대상으로 한다. 40명 중 수학교육 전공자는 38명, 부전공자가 2명이며, 1학년 학생들이 32명으로 수강인원의 대다수를 차지하였다.

강의는 15주 동안 매 주 1회씩 3시간의 실습 수업으로 진행되었다. 예비 수학교사들은 파워포인트, 워드프로세서, 엑셀, 로고, 동적기하프로그래밍, 그래픽 계산기와 동작감지기의 사용방법을 배웠으며, 4월초부터 팀을 구성하여 중등 수학교육과정과 교과서 및 교사용 지도서를 토대로 테크놀로지 통합을 위한 팀 프로젝트를 준비하였다. 이때, 팀원간의 자료 공유 및 의견 교환, 교수자의 피드백을 원활히 하기 위해 온라인 강의실에 팀 게시판을 개설하였다.

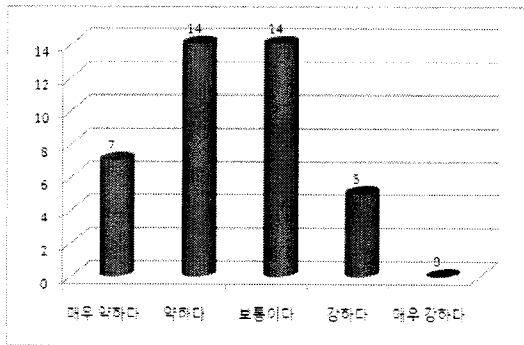
강의 시작 전 예비 수학교사들을 대상으로 테크놀로지 활용 경험, 사용 능력, 자신감, 테크놀로지에 대한 인식에 대한 설문을 실시한 결과, 활용 경험과 관련하여 중고등학교 수학 수업시간에 테크놀로지를 통한 수업을 받은 경험이 있는 예비 수학교사는 전체의 45%(18명), 수업을 받은 경험이 없는 예비 수학교사는 55%(22명)로 나타났다. 이때 수업에 사용된 테크놀로지는 엑셀과 파워포인트가 대다수를 차지하였고, 5명의 예비 수학교사만이 그래핑 테크놀로지 및 그래픽 계산기를 활용한 수업을 받은 적이 있지만 그 횟수는 매우 적었다고 응답했다. 그리고 강의시간에 다루게 될 테크놀로지에 대한 사용 능력에 대해 조사한 결과, 다음 [그림 III-1]에서와 같이 예비 수학교사 대부분이 수학교육에서 활용되는 로고, 동적 기하프로그래밍, 그래픽 계산기에 대한 활용 경험이 거의 없는 것으로 나타났다.

테크놀로지를 통해 수업을 받은 경험과 사용 경험의 부족은 테크놀로지 활용에 대한 자신감



[그림 III-1] 테크놀로지 사용 능력 (2009.3.6 조사)

에 반영되어 나타났는데, 대부분의 예비 수학교사들이 테크놀로지에 대해 낮은 자신감을 나타냈다. 그 결과는 다음 [그림 III-2]와 같다.

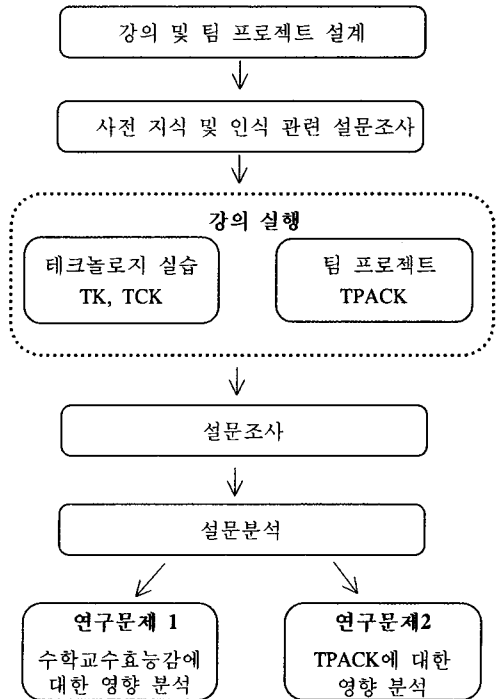


[그림 III-2] 테크놀로지에 대한 자신감 (2009.3.6 조사)

한편, 낮은 사용 경험과 자신감에도 불구하고 전체의 98%(39명)가 이후 교사가 되었을 때 수업에서 테크놀로지를 사용할 의향이 있으며 특히 공간기하 부분에서 효과적으로 사용될 수 있을 것 같다고 응답(93%)했다. 이는 예비 수학교사들을 대상으로 한 테크놀로지 강의가 그들이 교사가 되었을 때 학교 수업에서 테크놀로지를 선택하고 활용함에 있어서 충분한 능력을 갖추도록 하고, 실제 학교 수학수업에 적용하는 경험을 갖는 방향으로 제시되어야 함을 보여준다.

3. 연구 절차

본 연구의 절차를 도식화하면 [그림 III-3]과 같다.



[그림 III-3] 본 연구의 연구절차

가. 강의 설계

15주 동안의 강의는 테크놀로지의 기능을 익히는 실습과 이를 중등수학교육과정에 적용하는 팀 프로젝트의 두 부분으로 설계하였다. 실습 시간에는 대수, 해석, 기하, 통계의 각 영역에서 하나 이상의 테크놀로지를 다루어보도록 하였다. 주별 강의 계획은 다음의 <표 III-1>과 같다.

강의에서 사용할 교수자료는 각 테크놀로지에 대한 기본적인 기능과 간단한 적용을 중심으로 제작하였다. 예를 들어 동적기하프로그램의 경우에는 프로그램의 설치, 기본 작도메뉴, 프로그램의 메뉴얼에서 제시하고 있는 작도의 예(평면도형의 작도, 좌표평면 나타내기, 변환,

<표 III-1> 주별 강의 계획

강의주제		테크놀로지	팀프로젝트
1주	교과목 소개 파워포인트 실습	파워포인트	과제안내 및 팀 구성
2주	수식의 입력과 편집	워드프로세서	
3주	함수교육	엑셀	
4주	통계교육	엑셀	팀 프로젝트 계획서 제출
5주	기하교육	로고	
6주	대수 및 해석 교육	그래픽계산기	
7주	대수 및 해석 교육	그래픽계산기	팀 변담
8주	실습시험 I		팀 프로젝트 계획서 수정 및 제각
9주	대수 및 해석 교육	그래픽계산기 와 동작감지기	
10주	기하교육	동적기하(2D)	
11주	기하교육	동적기하(2D)	
12주	기하교육	동적기하(3D)	
13주	실습시험 II		팀 프로젝트 제출
14주	팀 프로젝트 프레젠테이션 I		
15주	팀 프로젝트 프레젠테이션 II		

매크로 등)를 중심으로 강의 자료를 구성하였다. 강의시간에 배운 프로그램의 기능은 두 번의 실습시험을 통해 평가하였다.

나. 팀 프로젝트 설계

팀 프로젝트는 NETS-T를 반영하여, 예비 수학교사들이 선행 지식 및 전공 수업을 통해 습득한 내용지식(CK) 및 교육과정 및 수업에 대한 교수학적 이해(PK), 테크놀로지에 대한 기술 및 지식(TK)을 종합하고, 테크놀로지를 사용하기에 적합한 단원을 선정하여 이를 실제로 지도하는 수업내용을 설계하도록 주제를 선정하였다.

팀 프로젝트의 주제는 강의 첫 주에 제시하고, 이후 3주까지는 강의 중에 팀 프로젝트에

대한 안내를 하면서, 예비 수학교사들과 팀 프로젝트의 주제와 방법에 대해 의견을 나누었다. 예비 수학교사들에게 제시된 팀 프로젝트의 주제 및 안내사항은 다음 <표 III-2>과 같다.

<표 III-2> 팀 프로젝트 주제 및 안내사항

수학 수업에서 테크놀로지를 활용했을 때 효과적이고 효율적으로 지도할 수 있는 단원 또는 개념을 선택하고, 이에 대한 학생용 활동지, 교사용 안내서 제작하기

- 중등수학교육과정, 교과서, 교사용 지도서 중심
- 테크놀로지는 강의시간에 배운 것으로 제한
- 계획서, 결과물, 프레젠테이션으로 평가
- 팀 프로젝트는 교수자 평가와 팀별 상호평가를 합산한 점수로 평가함

팀 프로젝트의 팀 구성은 1팀당 3~4명의 인원을 기본으로 하며, 인원수와 결과물에 포함되는 차시수를 동일하게 준비하도록 하여 인원이 결과물의 질적인 면에 미치는 영향을 최소화하고자 하였다. 이때, 프로젝트를 팀별로 수행하도록 한 이유는, 개별 프로젝트보다는 팀 프로젝트를 수행할 때 하나의 사례가 아닌 한 단원, 보다 큰 주제에 대하여 폭넓게 다룰 수가 있기 때문이다. 또한, 테크놀로지에 대한 논의 과정에서 테크놀로지에 대한 의미를 구성하고, 테크놀로지를 잘 다루는 동료에게 사용 방법을 배움으로써 테크놀로지에 대한 이해를 넓힐 수 있을 것으로 보인다.

팀 프로젝트의 평가는 교수자에 의한 평가와 팀별 상호평가의 두 가지로 설계하였다. 교수자는 팀 프로젝트 계획서, 결과물, 발표의 세 항목을 채점하며, 팀별 상호평가는 프레젠테이션 과정에서 배부되는 자료와 발표를 토대로 자신이 속한 팀을 제외한 다른 팀을 평가하도록 하고, 그 결과를 합산하여 팀 프로젝트 점

수를 산출하였다.

팀 프로젝트는 다음의 <표 III-3>의 항목을 토대로 제작한 평가표(rubric)를 이용하여 평가하였는데, 구체적인 내용은 다음과 같다. 첫째, 팀 프로젝트 계획서는 4주부터 6주 사이에 작성하여 7주차에 강의시간 외의 면담시간에 교수자에게 전달하고 의논할 수 있도록 하였다. 팀 프로젝트 계획서는 팀원 간 의사소통을 통해 중등수학교육과정에서 제시된 주제 가운데 테크놀로지가 의미 있게 적용될 수 있는 주제를 선택하도록 하였으며, 논의 결과를 토대로 팀 프로젝트 대상 학년, 단원, 교육과정에서 제시된 학습목표, 사용할 테크놀로지, 차시별 주제를 구체화하여 제시하도록 하였다. 이후 다양한 테크놀로지를 배우면서 추가하거나 수정이 가능하도록 하였으며, 평가 요목과 면담의 과정을 통해 나타난 전반적인 면을 종합하여 평가하였다.

둘째, 팀 프로젝트 결과물은 교수학적 지식(PK)과 관련하여 교육과정에 대한 이해를 토대로 주제가 선정되었는지, 가르칠 내용이 수업시간 내에 적절하게 전달될 수 있도록 배분하여 제시되었는지를 평가하였다. 그리고 내용지식(CK)과 관련하여 가르쳐야 할 내용 지식이 충분하게 전달되고 있는 지, 해당 주제에 대한 다양한 자료 조사를 통해 교과서에서 제시된 방법 이외에 개념 전달에 도움이 되는 창의적인 내용이나 방법을 포함하였는지를 평가하였다. 테크놀로지 지식(TK)과 관련하여 주제에 적합한 테크놀로지가 선택되었는지, 테크놀로지 활용을 통해 내용지식이 충분하고 효과적으로 전달될 수 있는 지를 평가하였다. 이밖에도 결과물 구성의 심미성과 분량의 적절성도 평가항목에 포함하였다.

셋째, 팀 프로젝트에 대한 프레젠테이션은

팀 프로젝트의 개요와 한 차시에 대하여 자세히 설명하도록 하였다. 프레젠테이션은 팀 프로젝트의 결과를 전체 수강생들과 공유하는 과정을 통해 새로운 지식을 갖게 되고, 교수학적인 경험을 하게 된다는 점에서 의미를 찾을 수 있을 것이다.

<표 III-3> 팀 프로젝트 평가 항목

-
- 팀 프로젝트 계획서에 대한 평가
 - 교육과정과 주제의 부합성
 - 테크놀로지의 의미 있는 적용 여부
 - 팀원 간의 논의를 통한 주제결정
 - 팀 프로젝트 결과물에 대한 평가
 - [PK] 교육과정에 대한 이해
수업 차시 배분의 적절성
 - [CK] 주제의 창의성
내용의 충실성
 - [TK] 테크놀로지 사용의 적절성
테크놀로지의 효과적인 적용
 - [기타] 결과물 구성의 심미성
분량의 적절성
 - 팀 프로젝트 프레젠테이션에 대한 평가
 - 파워포인트 구성 및 내용의 전달성
-

다. 설문지 작성

본 연구에서는 강의를 수강한 예비 수학교사를 대상으로 수학교수효능감, 테크놀로지 관련 수학교수효능감, 팀 프로젝트가 TPACK에 미치는 영향에 대하여 설문조사를 실시하였다. <팀 프로젝트와 TPACK 설문지>는 연구자가 총 9문항을 제작하여 사용하였다. 설문 결과, 문항내적일관성 신뢰도에 대한 cronbach α 가 0.69로 나타났으며, 구체적인 문항은 다음의 <표 III-4>와 같다.

1. 나는 팀 프로젝트를 통해 수학교육과정에 대해 더 많이 알게 되었다.
2. 나는 팀 프로젝트를 통해 수학교과와 내용(수학적 개념 및 정의 등)에 대해 더 정확히 알게 되었다.
3. 나는 팀 프로젝트를 통해 테크놀로지 사용법을 더 쉽게 알게 되었다.
4. 나는 팀 프로젝트를 통해 테크놀로지 사용법을 더 많이 알게 되었다.
5. 나는 팀 프로젝트를 통해 수학적 개념의 이해를 지도하는 데 어떤 테크놀로지가 더 적합한 지에 대해 알게 되었다.
6. 나는 팀 프로젝트를 통해 테크놀로지를 활용한 수학수업을 어떻게 구성할 것인지에 대해 잘 알게 된 것 같다.
7. 나는 팀 프로젝트를 통해 테크놀로지를 활용하여 수학수업을 듣는 학생들의 이해, 사고, 학습이 어떻게 이루어지는 지에 대해 생각해보게 된 것 같다.
8. 나는 팀 프로젝트를 통해 교육과정, 교과내용, 테크놀로지에 대한 지식을 토대로, 테크놀로지를 활용한 수학수업을 구성하고 실행하는 것에 대하여 더 많이 알게 된 것 같다.
9. 테크놀로지 활용방법만 배우는 것보다 팀 프로젝트를 병행하는 것이 더 좋다고 생각한다.

사용하였다. 이는 하위척도로 개인수학교수효능감(Personal Mathematics Teaching Efficacy [PMTE]) 10문항, 수학교수결과기대감(Mathematics Teaching Outcome Expectancy [MTOE])에 대한 6문항의 총 16문항으로 구성되어있다. 문항반응은 5점 척도로 조사하였으며, 설문 분석 결과 cronbach α 는 0.78로 나타났다. 테크놀로지 관련 수학교수효능감에 대한 설문은 연구자가 수학교수효능감 설문의 PMTE와 테크놀로지를 관련지어 10문항을 제작하여 사용하였으며, cronbach α 는 0.77로 나타났다. 설문지는 <부록 1>에 수록하였다.

IV. 연구 결과

이 장에서는 팀 프로젝트 결과를 제시하고, 설계된 강의가 예비 수학교사의 수학교수효능감(연구문제1)과 TPACK(연구문제2)에 어떤 영향을 미쳤는지에 대하여 팀 프로젝트 결과물과 설문 분석 결과를 토대로 논하고자 한다.

1. 팀 프로젝트 결과

팀 프로젝트는 한 팀당 3~4명의 인원으로 총 12팀에 의해 수행되었다. 팀 프로젝트 결과물은 팀 프로젝트 계획서, 학생용 활동지와 교사용 안내서, 그리고 이를 발표하기 위한 프레젠테이션 자료의 네 가지로 크게 구분할 수 있다. 12팀의 팀 프로젝트 주제와 차시별 내용, 사용한 테크놀로지는 <부록 2>에 수록하였다. 구체적 사례로는 온라인, 오프라인에서 활발하게 활동한 2조의 결과물을 제시하였다.

가. 팀 프로젝트 계획서

팀 프로젝트 계획서는 수업계획서 초안으로서 팀별 논의를 통해 처음으로 테크놀로지를 사용했을 때 효과적으로 지도할 수 있는 단원을 결정하고, 프로젝트 진행 방향을 구체화했다는 점에서 의미를 갖는다. 수업계획서 초안에는 수업주제, 수업목표, 참고문헌, 참조웹사이트, 평가사항, 수업내용이 포함되도록 작성양식을 제공하였다.

예비 교사들은 팀 프로젝트 주제와 관련된 교육과정 문서를 직접 검색하여 계획서를 작성하였는데, 이는 팀 프로젝트가 예비 교사가 교육과정과 관련된 교수학적 지식을 갖는 데 도움이 될 수 있음을 보여준다. 다음의 [그림 IV-1]의 (a)는 2조의 팀 프로젝트 계획서이다.

나. 학생용 활동지와 교사용 안내서

학생용 활동지는 수업시간에 학생들에게 배부되는 학습 자료이며, 교사용 안내서는 학생용 활동지를 활용한 수업을 돕는 수업계획, 학생용 활동지의 답, 테크놀로지 활용순서를 포함하는 교수 자료이다.

2조는 수업계획에 따라 이차곡선에 대한 1~3차시를 포물선, 타원, 쌍곡선 각각에 대한 수학적 탐구, 3D 동적기하프로그램을 활용하여 원뿔 곡선에서의 절단면의 둘레임을 확인하는 활동, 2D 동적기하프로그램에서 정의에 근거하여 작도하는 활동, 실생활 문제와 관련하여 탐구하는 활동으로 구성하였다. 특히 4차시는 교육과정에서 심화 과정으로 제시하고 있는 이심률을 이차곡선의 작도와 측정을 통해 탐구할 수 있도록 설계하였다. [그림 IV-1]의 (b)와(c)는 2조의 학생용 활동지와 교사용 안내서이다.

한편, 강의 시간에는 동적기하프로그램의 기본 메뉴를 사용하여 이차곡선을 작도하는 방법 즉, 다섯 개의 점을 작도하여 이를 지나는 곡선으로 이차곡선을 작도하는 방법을 제시하였다. 그러나, 이 방법은 $y^2 = 4x$ 와 같이 식이 주어지는 이차곡선을 작도하기에는 적합하지 않았기 때문에, 2조는 팀원간 논의와 탐구 과정을 거쳐 이차곡선을 작도하는 절차를 발견하였다. 이는 팀 프로젝트를 통해 예비교사의 내용 지식(이차곡선의 정의와 성질)과 테크놀로지 지식(동적기하프로그램), 그리고 교수학적 지식(교육과정에 대한 지식, 학생들의 이해에 대한 지식)이 통합될 수 있음을 보여준다. 더불어, 팀 프로젝트를 통해 테크놀로지 자체에 대한 지식이 발전될 수 있음을 보여준다.

다. 프레젠테이션

프레젠테이션은 그동안의 연구물을 발표하고 평가한다는 점에서도 의미가 있지만, 다른 팀

의 발표를 통해 테크놀로지의 다양한 교육과정 활용 사례를 접할 수 있다는 점에서 더 큰 의미를 갖는다. 프레젠테이션은 전체 수강생들의 TPACK을 보다 풍부하게 만들어줄 수 있을 것으로 보인다.

2. 연구문제 1 : 수학교수효능감

가. 수학교수효능감

강의를 수강한 예비 수학교사들의 수학교수효능감에 대한 정도를 분석한 결과는 다음 <표 IV-1>과 같다. 설문은 강의 마지막 주 프레젠테이션을 끝낸 뒤에 실시하였다.

<표 IV-1> 수학교수효능감 통계결과 (N=40)

구분	문항수	MEAN	SD
PMTE	10	3.71	0.79
MTOE	6	3.97	0.72
전체	16	3.80	0.77

위에서 나타난 바와 같이, 예비 수학교사들의 수학교수효능감은 5점 총점 중에 평균 3.80(표준편차 0.77)로 자신들의 교수능력에 대한 인식정도가 대체로 긍정적인 것으로 나타났다. 두 개의 하위요인을 분석해보면, 개인수학교수효능감은 평균 3.71(표준편차 0.79), 수학교수결과기대감은 평균 3.98(표준편차 0.72)로서 수학교수결과기대감이 조금 더 높게 나타났다. 분석 결과, 예비 수학교사들이 자신이 수학수업을 위해 필요한 여러 가지 교사의 능력에 대해 대체로 자신감을 가지고 있으며, 교사의 능력과 노력에 의해 보다 좋은 수학수업을 하게 되고 교육적 효과를 가져 올 수 있다는 데 대체로 동의하고 있음을 알 수 있다.

나. 테크놀로지 관련 수학교수효능감

테크놀로지 관련 수학교수효능감은 교사가 테크놀로지 활용 수업을 효과적으로 설계하고 수행할 수 있을 것이라는 자신감과 관련된다. 다음의 <표 IV-2>는 테크놀로지 관련 수학교수 효능감에 대한 문항 반응 결과이다.

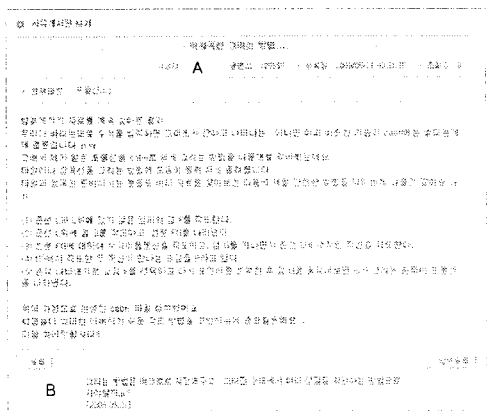
표에서 나타난 바와 같이 많은 예비 수학교사들이 설계된 강의를 통해 테크놀로지를 활용하고, 이를 적용한 수업을 할 수 있는 능력을 갖게 되었다고 응답하였으며, 특히 이러한 능력을 토대로 다른 수학교사보다 더 좋은 수업을 할 수 있을 것이라는 매우 긍정적인 수학교수 효능감을 드러냈다.

<표 IV-2> 테크놀로지 관련 수학교수효능감 (N=40)

문항번호	MEAN	SD
1	4.32	0.69
2	4.23	0.70
3	4.18	0.71
4	4.23	0.58
5	3.98	0.73
6	3.88	0.72
7	4.28	0.72
8	4.50	0.55
9	4.20	0.69
10	3.93	0.62

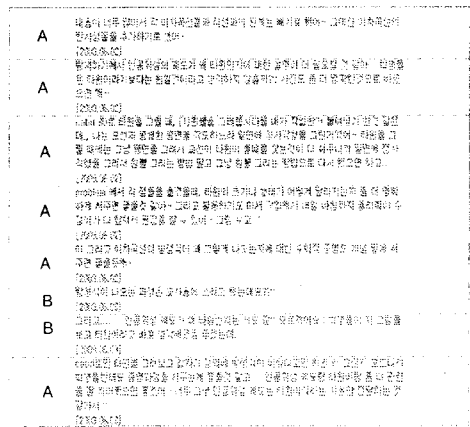
팀 프로젝트를 통해 테크놀로지 관련 수학교수 효능감이 높아질 수 있음은 두 명의 예비교사가 팀 게시판에서 나눈 대화를 통해서도 확인할 수 있다(그림 IV-2). 게시글의 작성자인 예비교사 A는 동적기하프로그램으로 이차곡선을 작도하기에 가장 적합하다고 여겨지는 방법을 팀원들에게 제시하면서 “학생들이 최대한 이해하기 쉬운 작도 방법을 고안하는 게 중요

할 듯해요.”라고 말하였다. 이에 예비교사 B는 예비교사 A가 제시한 작도 방법과 관련하여 구체적인 작도 방법을 제안하였다. 즉, 예비교사들은 팀 프로젝트 과정을 통해 테크놀로지를 활용하여 학생들에게 수학을 가르치는 더 좋은 방법, 설명하기에 더 쉬운 방법을 찾고자 하였는데, 이는 예비교사들의 테크놀로지 관련 수학교수효능감과 직접적으로 관련된다.



[그림 IV-2] 팀 게시판에서의 논의장면 (1)

다음 [그림 IV-3]은 타원에 대한 학생용 활동지 작성을 위해 의견을 교환하는 장면이다. 한 예비교사는 3D 동적기하프로그램에서 원뿔 곡선 절단면의 둘레가 타원이 됨을 보이려면



[그림 IV-3] 팀 게시판에서의 논의장면 (2)

보다 엄밀한 작도가 요구됨을 인식하고, 그 절차를 제시하였다. 또, 타원에 대한 이해를 돕기 위해 인공위성 궤도와 같은 실생활 예제를 도입할 것을 제안하였는데, 이는 예비교사들이 팀 프로젝트를 통해 테크놀로지를 사용하여 수학을 잘 가르칠 수 있는 방법을 논의하고 이를 발전시켜 감을 보여준다. 즉, 팀 프로젝트는 예비교사의 수학교수효능감을 높이는 데 긍정적인 역할을 함을 알 수 있다.

3. 연구문제 2 : 팀 프로젝트와 TPACK

앞선 연구문제 1의 분석 결과, 예비 수학교사들은 대체로 긍정적인 수학교수효능감을 가지고 있으며, 특히 이번 강의를 통해 테크놀로지 관련 수학교수효능감이 매우 긍정적으로 변화된 것으로 나타났다. 연구문제 2에서는 팀 프로젝트가 예비 수학교사의 TPACK에 어떤 영향을 주었는지에 대한 설문을 실시하였는데, 설문의 9번 문항인 ‘테크놀로지 활용법만 배우는 것보다 팀 프로젝트를 병행하는 것이 더 좋다고 생각한다’의 응답 결과가 평균 4.28로 매우 높게 나타난 것은 팀 프로젝트가 테크놀로지에 대한 지식과 기술을 배우고, 좋은 수업을 할 수 있을 것이라는 자신감을 갖는 데 긍정적인 영향을

<표 IV-3> 팀 프로젝트와 TPACK 설문 결과 (N=40)

구분	문항번호	MEAN	SD
PK	1	3.90	0.63
CK	2	4.13	0.56
TK	3, 4	4.44	0.67
TPK	6, 7	4.10	0.62
TCK	5	4.33	0.57
TPACK (PCK포함)	8	4.28	0.85
전체		4.22	0.66

주었음을 나타낸다. 다음의 <표 IV-3>은 팀 프로젝트가 TPACK에 미치는 영향에 대하여 분석한 결과이다.

위의 표에서와 같이 세부 평균이 5점 척도에서 대체로 4점 이상으로 나타났고, 전체 평균이 4.22로 높게 나타난 것은, 팀 프로젝트가 수학교육과정, 수학교과와 내용, 테크놀로지에 대한 지식과 기술, 테크놀로지를 활용한 수업의 설계의 전반적인 영역에서 긍정적인 영향을 주었음을 나타낸다. 이는 팀 프로젝트가 예비 수학교사의 TPACK 성장에 긍정적인 영향을 역할을 하였음을 나타낸다.

V. 결론 및 제언

예비 수학교사를 대상으로 하는 테크놀로지 강의는 테크놀로지의 기능과 단편적인 적용 사례를 전달하는 것보다, 학교 수학 수업에 테크놀로지를 어떻게 적용할 것인지를 계획하고 구상할 수 있도록 설계되는 것이 바람직할 것이다. 특히, 이러한 과정을 통해 예비 수학교사들의 테크놀로지 내용교수지식 즉 TPACK을 가질 수 있게 된다면 더욱 이상적인 강의를 할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 예비 수학교사의 테크놀로지 교수에 대한 자신감과 TPACK이 적절하게 설계된 팀 프로젝트를 통해 길러줄 수 있을 것으로 기대하면서, 학교 교육과정과 관련된 테크놀로지 활용 수업을 설계하는 팀 프로젝트를 중심으로 하는 테크놀로지 강의를 실행하였다. 이때, 팀 프로젝트의 효과를 알아보기 위해 기초 예비 설문, 수학교수효능감 설문, 테크놀로지 관련 수학교수효능감 설문, 팀 프로젝트와 TPACK 설문을 실시하고, 결과를 분석하였다.

강의 초 예비 수학교사들은 테크놀로지에 대

해 낮은 자신감을 나타냈지만, 강의가 끝날 무렵 수학교수효능감은 3.80, 테크놀로지 관련 수학교수효능감은 3.88부터 4.50 사이로 높게 나타났다. 또한, 예비 수학교사들은 팀 프로젝트가 TPACK에 긍정적 또는 매우 긍정적인 영향을 주었다고 응답했는데, 이는 팀 프로젝트를 중심으로 하는 테크놀로지 강의가 예비 수학교사들이 앞으로 교사가 되어 테크놀로지를 활용하는 수업을 설계할 때 필요한 지식과 자신감을 갖도록 하는데 효과적인 방법임을 보여준다.

예비 수학교사들은 팀 프로젝트를 위해 특정 수학 개념 또는 단원의 지도에 가장 적합한 테크놀로지가 어떤 것인지에 대해 논의하고, 교육과정에서 제시된 단원 학습목표를 조사하였으며, 강의시간에 다루었던 테크놀로지의 사용 방법을 기반으로 테크놀로지 활용 수업을 설계하였다. 이와 같은 팀 프로젝트 수행 과정은 예비 수학교사들이 수학 수업에서 테크놀로지의 필요성을 인식하고, 수용하고, 적용하며, 탐색하여 발전시키는 TPACK의 개발 과정과 흡사하다. 팀 프로젝트 결과물은 그 자체로서 예비 수학교사들이 TPACK을 갖게 되었음을 보여주는 가장 강력한 증거가 될 수 있을 것으로 보인다.

동일한 재료가 주어진다 하더라도 초심자와 장인이 만들어내는 결과물에는 많은 차이가 나타나게 된다. 이와 마찬가지로 동일한 테크놀로지를 배운다 할지라도 이를 어떤 수학적 개념의 지도에 도입할 것인지, 테크놀로지 활용 수업을 어떻게 설계하고 이끌어가는 지에 대한 지식을 갖춘 교사는 그렇지 않은 교사보다 양질의 수업을 할 수 있을 것임이 분명하다.

교사의 TPACK이 정보화 시대의 교육과정에서 제시하는 교육목표 달성을 위해 필수적인 지식이라 볼 때, 앞으로 예비 교사를 대상으로 하는 테크놀로지 강의는 학교 교육과정과 관련

된 수업을 설계하는 팀 프로젝트를 포함하도록 설계되는 것이 바람직할 것으로 보인다. 이와 더불어 우리의 교육 현실에 적합한 TPACK에 대한 기준 수립과 TPACK의 개발을 위한 구체적인 방안에 대한 연구가 보다 활발하게 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 교육인적자원부 (2007). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 2007-79호.
- 량도형 (2007). 수학 교수 효능감 도구 MTEBI 한글판의 신뢰도와 타당도. 한국수학교육학회 시리즈 A <학교수학>, 46(3).
- 최승현 (2008). 수학과 내용교수지식(PCK)과 수업컨설팅. 중등 수학과 내용교수지식 및 초임교사 수업 컨설팅 연수. 한국교육과정평가원.
- AACTE Committee on Technology and Innovation(Eds). (2008). *Handbook of technology pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*. Newyork: Routledge.
- Association of Mathematics Teacher Educator. (2006). *Preparing teachers to use technology to enhance the learning of mathematics*. <http://www.amte.net>
- Hill, H., Ball, D., & Schilling, S. (2004). Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *Elementary School Journal*, 105(1).
- Grossman, P. L. (1989). A study in contrast: Sources of pedagogical content knowledge for secondary English. *Journal of Teacher Education*, 40(5).
- Guzey, S. S., & Roehrig, G. H. (2009). Teaching science with technology: Case studies of science teachers' development of technology, pedagogy, and content knowledge. *Contemporary Issues*

- in *Technology and Teacher Education*, 9(1).
- International Society for Technology in Education. (2000). *National educational technology standards for students: Connecting curriculum and technology*. Eugene, OR: International Society for Technology Education.
- International Society for Technology in Education. (2000). *National educational technology standards for teachers: Preparing teacher to use technology*. Eugene, OR: International Society for Technology Education.
- International Society for Technology in Education. (2008). *National educational technology standards and performance indicators for teachers*. Eugene, OR: International Society for Technology Education.
- Kastburg, S., Leatham, K. (2005). Research on Graphing Calculators at the Secondary Level : Implications for Mathematics Teacher Educaiton. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 5(1).
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Educational Computing Research* 32(2).
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record* 108 (6).
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology : Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21.
- Niess, M. L., Sadri, P., & Lee, K. (2007). *Dynamic spreadsheets as learning technology tools: Developing teachers' technology pedagogical content knowledge(TPCK)*. Paper presented at the meeting of American Educational Research Association Annual Conference, Chicago, IL.
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper S. R., Johnston, C., Browning, C., Ozgun-Koca, S. A., & Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* [Online serial], 9(1).
- National Council of Teachers of Mathematics . (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15.
- Stylianides, A. J., & Ball, D. L. (2008). Understanding and describing mathematical knowledge for teaching: Knowledge about proof for engaging students in the activity of proving. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11.
- Thompson, A., & Mishra, P. (2007). Breaking News: TPCK becomes TPACK!. *Journal of Computing in Teacher Education*.
- Wetzel, K., & Zambo, R. (1996). Innovations in integrating technology into student teaching experiences. *Journal of Research on Computing in Education*, 29(2).

Study on the Effectiveness of Team Project to Improve TPACK of Preservice Mathematics Teachers

Rim Haemee (Institute of Mathematical Sciences, Ewha Womans University)

TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) adds the technological knowledge to PCK (Shulman 1986), completing the combination of three kinds of knowledge, i.e. teacher's content knowledge (CK), pedagogical knowledge (PK), and technological knowledge (TK). In this study, I seek to design methodological ways to improve TPACK for preservice mathematics teachers by developing and analyzing team project-based classes with technology in a class of the first semester 2009 in a teacher's college in Seoul, South Korea. The goal of the team project is to design classes to teach mathematics with technology by selecting technology tools suitable for specific mathematical concepts or mathematics sections.

In the early stage of the class in the college, the confidence levels among the preservice mathematics teachers were relatively low

but increased in the final stage their mathematics teaching efficacy up to from 3.88 to 4.50. Also, the preservice mathematics teachers answered the team project was helpful or very helpful in developing TPACK; this result proves that lectures with technology which based on team project are excellent tools for the teacher to design classes with technology confidently.

Considering the teacher's TPACK is one of the abilities to achieve the goals required in the information technology era, the preservice mathematics teachers are asked to plan and develop the lectures with technology, rather than just taught to know how to use technology tools or adapt to specific cases. Finally, we see that national-wide discussion and research are necessary to prepare customized standards and implementable plans for TPACK in South Korea.

* **key words** : Technological Pedagogical Content Knowledge(테크놀로지 내용교수지식) Pedagogical Content Knowledge(내용교수지식), team project (팀 프로젝트), mathematics teaching efficacy(수학교수효능감)

논문 접수 : 2009. 10. 4

논문 수정 : 2009. 11. 10

심사 완료 : 2009. 11. 16

<부록 1> 테크놀로지 관련 수학교수효능감 설문지

	내용	응답				
		매우 동의 하지 않음	동의 하지 않음	확실 하지 않음	동의함	매우 동의함
1	나는 앞으로 테크놀로지를 활용하여 수학을 가르치는 더 좋은 방법을 찾고자 할 것이다.					
2	나는 이후 수학교사가 되었을 때, 다른 수학교사보다 더 좋은 수업을 할 수 있을 것 같다.					
3	나는 이번 강의를 통해 수학 개념을 효과적으로 가르치는 방법을 알게 된 것 같다.					
4	나는 이번 강의를 통해 수학을 효율적으로 가르치는 방법에 대해 알게 된 것 같다.					
5	나는 이번 강의를 통해 수학 문제를 해결하거나 개념에 접근해가는 과정을 알게 된 것 같다.					
6	이번 강의를 통해 내가 가르쳐야할 수학적 개념을 더 잘 이해하게 된 것 같다.					
7	나는 컴퓨터나 계산기 등의 교구를 활용하여 수학의 원리를 지도할 수 있을 것 같다.					
8	나는 이번 강의를 통해 수학을 가르치는 데 필요한 기술을 가지게 된 것 같다.					
9	나는 이번 강의를 통해 학생들이 수학에 흥미를 갖게 하는 방법에 대해 알게 된 것 같다.					
10	나는 학생들의 질문에 더 정확한 답을 제시하고 설명할 수 있을 것 같다.					

<부록 2> 각 팀별 프로젝트의 주제와 내용

팀	주제	내용	테크놀로지
1	이차곡선	<ul style="list-style-type: none"> 포물선의 작도와 성질 타원의 작도와 성질 쌍곡선의 작도와 성질 	동적기하프로그램 2D 동적기하프로그램 3D
2	이차곡선	<ul style="list-style-type: none"> 포물선의 역사, 방정식, 특징, 실생활 예제 타원의 역사, 방정식, 특징, 실생활 예제 쌍곡선의 역사, 방정식, 특징, 실생활 예제 이심률의 정의 및 성질 	동적기하프로그램 2D 동적기하프로그램 3D
3	공간도형	<ul style="list-style-type: none"> 공간도형의 기본성질 탐구 직선과 평면의 위치와 평행관계 삼수선의 정리와 정사영 탐구 	동적기하프로그램 3D
4	지수함수와 로그함수	<ul style="list-style-type: none"> 지수함수의 뜻과 그래프 로그함수의 뜻과 그래프 실생활 속의 지수 로그 방정식과 부등식 	그래픽 계산기, 엑셀
5	이차곡선	<ul style="list-style-type: none"> 포물선의 작도와 성질 탐구, 실생활 속의 포물선 타원의 작도와 성질 탐구, 실생활 속의 타원 쌍곡선의 작도와 성질 탐구, 실생활 속의 쌍곡선 	동적기하프로그램 2D
6	방정식과 부등식	<ul style="list-style-type: none"> 삼차방정식의 근의 공식 사차방정식의 근의 공식 e, π, i의 개념과 오일러 공식 	그래픽 계산기
7	도형의 성질	<ul style="list-style-type: none"> 삼각형의 오심 및 Gergonne 점의 작도 다양한 작도를 통한 피타고라스의 정리 증명 오일러 직선의 작도 삼각형의 성질 탐구 	동적기하프로그램 2D
8	통계	<ul style="list-style-type: none"> 여러 가지 대푯값 여러 가지 그래프(상자그림, 줄기와 잎 그래프 등) 최소제곱법 회귀분석 	그래픽 계산기, 엑셀
9	실생활과 함수	<ul style="list-style-type: none"> 움직임과 그래프 그래프의 평행이동, 대칭이동 닮음과 합동 	그래픽 계산기 동작감지기
10	공간도형	<ul style="list-style-type: none"> 입체도형의 전개도와 최단거리, 절단면 탐구 입체도형의 절단면 탐구 정사영과 이면각 실생활 속의 정다면체 닮음과 합동 	동적기하프로그램 3D
11	도형의 탐구	<ul style="list-style-type: none"> 평행이동과 회전이동 테셀레이션 	동적기하프로그램 2D
12	적분	<ul style="list-style-type: none"> 적분의 역사를 통한 적분의 이해 리만적분법을 통한 적분의 이해 다양한 함수를 통한 적분의 이해 	동적기하프로그램 2D 그래픽 계산기, 엑셀