

중학교 수학교사의 테크놀로지 통합 자기효능감에 관한 연구

강순자(전남대학교)[†]

장미라(상일중학교)

I. 서론

2015 개정 수학교육과정의 주요 이슈는 수학교과 핵심역량 강조, 학습자의 정의적 측면 강조, 교수 학습의 변화, 평가의 변화, 학습 부담 경감 실현 그리고 공학적 도구의 활용이다(한국과학창의재단, 2015). 특히 수학교육에서의 공학적 도구의 활용은 제 6차 교육과정에서부터 2015 개정 수학교육과정에 이르기까지 지속적으로 권장되어 왔으며, 미국수학교사 협의회(NCTM, 2000)에서도 테크놀로지의 원리를 제시하면서 수학교수학습에서 테크놀로지 활용의 필요성을 명시적으로 강조하고 있다. 특히 수학교육에서의 효율적인 테크놀로지 활용은 학생들이 스스로 지식을 구성하고, 개념에 대한 의미있는 이해를 하도록 도우며, 기계적 활동에서 벗어나 수학적 사고활동을 강화하는 데 시간을 투자할 수 있게 해 준다는 점에서 권장되고 있다.

이러한 교육적 요구와 함께 새로운 테크놀로지의 발달은 교사들에게 기존의 수업방식과 전략 및 신념의 변화와, 동시에 교수학습을 설계하고 수행하는 과정에 테크놀로지를 효율적으로 통합하는 능력을 요구하고 있다. 우리는 테크놀로지를 수업에 통합하는 능력이 교사가 갖추어야 할 필수적 지식이 된 시대에 살고 있는 것이다. 따라서 교사의 테크놀로지 통합 능력은 점점 중요한 교사의 전문 역량으로 인정받고 있으며 교사교육에서는 이러한 능력의 개발을 위한 꾸준한 노력이 이루어지고 있다.

현대정보화 사회의 학생들은 컴퓨터, 스마트 폰과 같은 디지털 테크놀로지에의 접근이 매우 용이하며 이를 통해 새로운 정보를 얻고 공유하는 환경에서 자라고 있는 반면 이들을 가르치는 많은 교사들은 수업에서의 테크놀로지 활용 경험이 거의 없었던 이전의 자신들이 교육받은 교수학습방식에 익숙하고 테크놀로지에 친숙하지 못한 경우가 많다. 또한 상당수의 교사가 새로운 테크놀로지 지식 획득을 위한 교육을 받았음에도 불구하고 교과 내용을 효과적으로 전달하기 위하여 테크놀로지를 어떻게 사용할 지에 대한 이해는 부족하다. Howard(2013)에 의하면 교사들은 또한 교육적 테크놀로지 사용에 대한 지식을 21세기 교사의 지식기반의 중요한 일면으로 널리 인식하고 있지만 테크놀로지의 잠재력을 극대화하여 수업을 변화시키고 풍요롭게 할 수 있는 교수전략과 신념에 대한 변화의 요구는 하나의 도전으로 느끼고 있다(이민희, 2014, 개인용).

테크놀로지의 통합은 교육적 상황에서 학습을 향상시키기 위하여 테크놀로지를 효율적으로 사용하려는 노력을 나타내는 것으로, 테크놀로지를 사용하여 효율적으로 수학교육을 진행할 수 있다는 교사의 신념-테크놀로지 통합에 대한 자기 효능감-은 테크놀로지를 활용하는 수업의 패턴을 결정하는 데 중요한 요소이며, 테크놀로지 통합 수준의 지표가 된다고 하였다(Banas and York, 2014). 이와같이 테크놀로지 통합 자기효능감은 교사를 실제적 테크놀로지 통합으로 이끌 수 있다는 점에서 교사교육 혹은 교사연수 프로그램 구성 시 중요한 요소로 고려되어야 한다(Wang, Ertmer & Newby, 2004).

그러나 실제 예비교사 혹은 현직교사 교육에서는 디지털 테크놀로지를 일률적으로 소개하거나 활용사례를 공유하는 일차원적 접근에 그치고 있다. 이러한 접근은 개개인의 특성과 테크놀로지 관련 동기적 요인을 고려하지 못함으로써 테크놀로지 활용능력의 개인차를 더욱 키

* 접수일(2016년 9월 19일), 수정일(2016년 10월 27일), 게재확정일(2016년 11월 15일)

* ZDM분류 : B50, U80

* MSC2000분류 : 97C70, 97U70

* 주제어 : 테크놀로지 통합, TPACK, 자기효능감

* 이 논문은 2014년도 전남대학교 연구년교수 연구비 지원에 의하여 연구되었음

[†] 교신저자

우는 결과를 가져올 수 있다(신태섭, 2013). 따라서 프로그램 구성에 앞서 프로그램에 참여하는 예비교사 혹은 교사가 지니고 있는 테크놀로지 통합 자기효능감에 대한 정보를 파악하는 것은 중요한 일이다.

교사교육자들은 교사전문성개발 프로그램이나 교사교육 프로그램을 통해 테크놀로지의 통합에 대하여 꾸준히 안내해 왔으며(임해미, 2009; 심상길과 이강섭, 2015), 테크놀로지 통합에 대하여 교사에게 안내하고 교사를 평가하는 것을 돕기 위한 많은 테크놀로지 통합 모델이나 이론적 틀을 개발하였다(Sandholtz, Ringstaff & Dwyer, 1997; Moersch, 2002; Koehler & Mishra, 2008).

Koehler et al.(2008)은 Shulman(1986)이 제시한 교사 지식의 이론적 틀인 교수학적 내용 지식의 개념을 기반으로 테크놀로지를 활용하여 효율적으로 가르치기 위해서 테크놀로지와 교수학적 내용지식의 상호작용을 어떻게 이해해야 하는지를 설명하는 테크놀로지 교수학적 내용지식의 개념을 정립하였다. 이 모델은 교과내용, 교육학 그리고 테크놀로지에 대한 교사의 이해 뿐 만 아니라 교육학 지식과 내용지식 그리고 테크놀로지 지식의 상호작용으로 이루어지는 화학적 결합을 말하는 것으로 실험 설계과정을 통해 발전되고 체계화되었다. 간단히 말해서 TPACK은 특정한 내용영역 안에서 적절한 테크놀로지를 실질적이고 의미있게 사용한 결과로서 교수학습이 어떻게 일어나고 어떻게 변하는지에 대한 이해라고 할 수 있다.

본 논문에서는 중등 수학 교사의 테크놀로지 통합 자기 효능감 측정의 이론적 틀로서 Mishra & Koehler (2006)가 제안한 TPACK 모델을 사용하였다. 테크놀로지 통합지식은 교과내용 맥락적 지식이라고 할 수 있다. 사회교과에서 테크놀로지 사용에 대한 지식과 수학교과에서 테크놀로지 사용에 대한 지식은 다를 수 밖에 없다. 나아가 확률통계단원에서의 테크놀로지 통합지식과 기하단원에서의 테크놀로지 통합지식은 다를 수 있다. 그러나 조사한 많은 TPACK 관련 연구들에서는 초등수학교사를 연구대상으로 하거나 중등 수학교사를 대상으로 한 경우도 수학전반에 대한 TPACK을 조사하고 있었다. 특히 중등교사의 경우 교과내용을 배제한 테크놀로지 통합에 대한 지식은 큰 의미를 갖지 못하며, 신뢰할 수 있는 TPACK검사의 개발은 내용영역의 범위 안

에서 이루어져야 한다. TPACK의 평가는 테크놀로지 관련 코스에의 참여를 통해 교사의 교수행동 관찰과 교수학습 자료의 분석을 토대로 이루어질 수도 있지만 잘 개발된 자기평가도구를 통해서도 평가될 수 있다(Mishra et al, 2006; Graham, Burgoyne, Cantrell, Smith, Clair & Harris, 2009; Schmidt, Baran, Thompson, Misha, Koehler & Shin, 2009).

본 연구의 목적은 기하단원 수업을 경험한 중학교 교사를 대상으로 TPACK 자기평가를 통하여 기하수업에서 인지되는 테크놀로지 자기효능감을 조사 분석하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구문제를 설정하고 TPACK 자기평가 설문을 개발하였으며 이를 타당화하였다.

연구문제 1. 성별에 따른 중등 수학교사의 기하단원 수업에 대한 테크놀로지 통합 자기효능감의 차이는 어떠한가?

연구문제 2. 교육경력에 따른 중등 수학교사의 기하단원수업에 대한 테크놀로지 통합 자기효능감의 차이는 어떠한가?

연구문제 3. 테크놀로지 관련 강의 수강 경험 유무에 따른 중등 수학교사의 기하단원수업에 대한 테크놀로지 통합 자기효능감의 차이는 어떠한가?

나아가 연구에서 얻어진 결과를 토대로 교사교육 또는 교사연수프로그램 개발의 방향과 시사점을 얻고자 하였다.

II. 이론적 배경

1. 수학교육과 테크놀로지

수학교육에서의 테크놀로지에 관한 많은 연구에서 앞으로 21세기 수학학습에서 디지털 테크놀로지는 훨씬 더 널리 자유롭게 사용될 것이고 특히 수학교육에 가장 큰 영향력을 갖게 될 것이며 따라서 모든 학교는 수학학습 도구로서의 테크놀로지¹⁾에 학생들이 자유롭게 접근하는 것을 보장해야 한다고 주장하고 있다(Hoyles & Lagrange, 2010).

1) 여기서 테크놀로지라고 함은 스프레드시트, 계산기, 탐구용 소프트웨어, 전자철관, Web 등 수업실천과정에서 활용할 수 있는 모든 디지털 공학적 도구를 의미하기로 한다.

우리나라에서도 제 6차 수학교육과정 이후 정보화 사회에 적응하기 위하여 수학교육에서는 계산능력 배양이 목표인 영역을 제외하고는 복잡한 계산이나 수학적 개념, 원리, 법칙의 이해, 문제 해결력 향상 등을 위하여 가능하면 계산기나 컴퓨터를 적극 활용하도록 권장하고 있다.

학교수학에서의 일반적인 테크놀로지의 사용은 학생 주도의 탐구활동에서 보다 주로 개념의 시각적 표현활동 또는 시뮬레이션 등을 통해 개념의 이해와 학습을 돕거나 컴퓨터를 이용하여 수업에 필요한 자료를 제작하는 등 교사 주도적 활용이 대부분이다. 그러나 수학 수업에 테크놀로지 통합을 실천하고자 하는 교사들에게는 이것 또한 하나의 도전이 아닐 수 없다.

수학교수학습에서 테크놀로지 활용의 잠재력이 수업에서 잘 작동하고 작동하지 못하는 결정적인 요인은 무엇인가? Drijvers, P., Boon, P., & Van Reeuwijk(2010)는 선행연구의 분석을 통해 수학교육에 디지털 테크놀로지를 통합하는 데 있어서 성공의 중요한 요인은 디지털 도구와 그 도구의 잠재력을 교육적으로 이용할 대응 과제를 기획하는 것, 그리고 교사의 역할과 교육적 상황으로 결론내리고 있다. 결과적으로 대응과제를 기획하고 주어진 물리적 상황에서 과제에 적절한 도구를 선택하고 도구를 효율적으로 활용할 수 있는 교육적 상황을 만들 수 있는 것은 교사이므로, 교사의 역할이 단연 어떤 요인보다 중요하다고 할 수 있다.

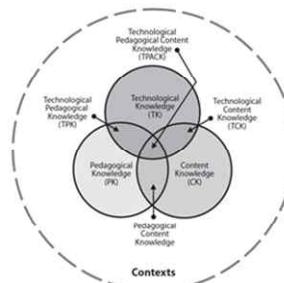
2. TPACK의 이론적 틀

정보화시대의 교육연구자들은 그래픽 계산기, 인터넷과 같은 디지털 테크놀로지의 이용으로 수학 학습에 큰 변화가 있으리라는 것을 인식하고 디지털 테크놀로지를 이용한 수학교육에 관심을 가져왔다. 그러나 교수학습에 테크놀로지를 활용하는 것은 많은 교사들에게 도전적인 과제가 되었고 이러한 도전을 다루는 교사의 테크놀로지 활용에 관한 연구를 안내하기 위해서 나타난 중요한 이론적 틀이 테크놀로지 교육학적 내용지식(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK²⁾)이다.

2) 테크놀로지 교수학적 내용지식의 개념을 원래 TPCK로 표현하였으나 발음의 자연스러움과 테크놀로지 지식, 교수학적 지식 그리고 내용지식의 통합적인 사용이라는 의미로 TPACK

TPACK의 개념화는 처음 Schulman(1986)에 의해 교사지식의 모델로 제시된 교육학적 내용지식(Pedagogical Content Knowledge, PCK)의 이론적 틀을 기반으로 이루어졌다. PCK는 교과내용지식과 교육학적 지식의 융합을 강조하는 개념으로 교사의 지식을 체계화한 것이다. 이 PCK 이론 틀은 교사의 교수와 전문성의 여러 가지 영역을 설명하고 수업실천의 기초가 되었으며 교사의 지식을 이해하고 교사의 전문성을 확립하는 기반이 되었다.

Koehler et al(2008)는 Schulman이 제안한 PCK이론을 기반으로 수업에 테크놀로지를 효율적으로 통합하기 위해서 교사지식의 이론적 틀인 TPACK을 소개하였다. 그리고 TPACK을 구성하는 7가지 요소를 테크놀로지 지식(Technological Knowledge, TK), 내용 지식(Content Knowledge, CK), 교육학 지식(Pedagogical Knowledge, PK), 교육학적 내용지식(Pedagogical Content Knowledge, PCK), 테크놀로지 내용 지식(Technological Content Knowledge, TCK), 테크놀로지 교육학적 지식(Technological Pedagogical Knowledge, TPK), 테크놀로지 교육학적 내용지식(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPCK)이라고 제시하였다. 이 이론적 틀은 다양한 내용영역에서 테크놀로지를 활용하여 학생들이 효과적인 학습을 하도록 지도할 수 있는 교사의 지식을 계획하고 평가하는 데 초점을 맞추고 있다.



[그림 1] TPACK 이론적 틀(Image from <http:tpack.org>)
[Figure 1] TPACK framework(Image from <http:tpack.org>)

이라고 쓰고 있다(Thompson & Mishra, 2007). 본 논문에서는 교사지식 모델 TPCK를 TPACK으로 나타내고 그 하위 요인으로서의 테크놀로지 교수학적 내용지식은 TPCK로 나타내기로 한다.

Schmidt et al(2009)에 의하면 TPACK의 이론적 틀은 교사의 교과과정 설계를 안내하고 개념적으로 그리고 인식론적으로 일관성 있는 학습환경을 조성할 수 있게 해 주며, 교사가 수업에 테크놀로지를 통합할 때 필요한 지식이 무엇이고 이러한 지식을 어떻게 개발해야 하는지

에 대하여 생각할 수 있게 하는 유용한 틀이다. 교사의 테크놀로지 통합지식을 측정하는 이론적 틀로서의 TPACK은 잠재적으로 예비교사나 현직교사의 전문성개발과 연수 경험 유형에 영향을 줄 것이다. 따라서 지속적으로 교사교육분야에서 테크놀로지 통합교육의 실천을 제고하고, 수업에 효율적으로 테크놀로지를 통합할 수 있도록 교사를 준비시킬 TPACK 개발 프로그램을 제안할 필요가 있다.

[표 1] 수학교사의 TPACK 구성 요소와 그 예
[Table 1] TPACK constructs and their examples

TPACK 구성요인	정의	예시
TK	테크놀로지 사용법을 포함한 다양한 테크놀로지에 대한 지식	인터넷, ICT와 컴퓨터 소프트웨어 및 주변장치 등에 대한 지식
PK	주제를 가르치기 위한 학생의 학습, 수업방법, 다양한 교육이론, 학습평가, 수업관리, 수업안 개발에 대한 지식	수업에 문제기반학습을 활용하는 방법, 수업관리, 수업안 개발, 학생의 학습 등에 대한 지식
CK	가르치고자 하는 실질적 수학내용에 대한 학문적 지식 및 학교수학으로서의 지식, 다양한 내용영역에서의 지식의 본질이 어떻게 다른지에 대한 지식	가르칠 과목의 중심적 사실, 개념, 이론, 절차 등에 대한 이해의 지식
PCK	학습자들에게 수학 내용을 이해시키기 위해서 내용지식을 표현하고 교육적 전략을 사용하는 방법에 대한 지식	수학을 가르치기 위해서 유추를 사용하는 방법에 대한 지식
TPK	일반교육적 전략에 테크놀로지를 통합하는 방법에 대한 지식	자기주도적 탐구활동에 테크놀로지를 사용하는 방법, 컴퓨터지원 협동학습에 대한 지식
TCK	테크놀로지를 사용해서 학습자가 수학적 개념을 학습하고 이해하도록 구체적인 수학내용을 어떻게 새롭게 표현할 수 있을까에 대한 지식.	SPSS, 수학 ICT 도구, GSP, Geogebra, Excel, Maple, Mathematica 등에 대한 지식
TPCK	다양한 테크놀로지를 사용해서 수학 교과 내용을 가르치고 표현하고 지식구성을 용이하게 하는 방법에 대한 지식	테크놀로지를 이용하여 기하에 대한 학생들의 이해를 돕고 자기주도적으로 탐구하는 방법에 대한 지식

많은 학자들의 TPACK 관련 연구(Koehler et al, 2008; Schmidt et al, 2009; Graham et al, 2009; Chai, Koh & Tsai, 2013)를 종합하여 TPACK의 구성요소 및 관련 예를 제시하면 [표 1]에서와 같다.

3. 테크놀로지 통합 자기효능감

산술적 계산보다는 대수적 추론 도구로서, 수학적 사고하는 도구로서, 수학을 학습하는 도구로서의 테크놀로지의 활용에 대한 비전은 과거와는 상당히 다른 교육과정과 수업을 제안하고 있다. 문제는 테크놀로지를 이용한 교수학습 경험에 노출된 적이 별로 없는 오늘날의 많은 교사들이 교육에서의 변화를 인식하면서도 자신들이 배웠던 방식으로 수학을 가르치는 데 익숙해 있다는 것이다.

Howard(2013)는 수업에서 테크놀로지 통합에 대한 회의적인 인식을 가지고 있는 교사를 면담하였는데 그 교사들 대부분이 테크놀로지를 사용하지 않는 이유로, 테크놀로지를 사용하지 않아도 수업이 가능하며 오히려 테크놀로지를 수업에 적용하였을 때 수업이 효과적으로 수행되지 않을 수 있다는 위험성, 현실적으로 학습해야 할 양이 많으므로 교수·학습을 위한 시간의 부족, 그리고 교사 자신의 테크놀로지를 활용 수업의 장점에 대한 인식 부족 등을 들었다(이민희, 2014, 재인용). 교육과정에서 테크놀로지를 활용한 교수·학습을 강조하더라도 이와같이 교사들이 테크놀로지 활용 수업에 대한 부정적인 인식을 갖고 있다면 실제 학교현장에서의 적용성은 떨어질 수 밖에 없다. 따라서 교사의 테크놀로지 통합에 대한 지식과 신념은 교육에 큰 변화를 일으킬 잠재적 요인이 될 수 있는 것이다.

Bandura(1995)는 자기효능감이란 “주어진 목적을 달성하는데 필요한 행위과정을 조직하고 실행하는 자신의 능력에 대한 신념”이며, 행동순서의 선택, 노력의 양과

시간, 그리고 성공에 대한 정서적 반응을 포함한 여러 가지 행동양식에 영향을 미친다고 하였다. 또한 Bandura는 'can'이란 단어는 인식된 가능성을 나타내고 있기 때문에 자기효능감 평가문항을 구성할 때 사용되어야 한다고 주장했다(Banas & York, 2014, 재인용). 따라서 Schmidt et al(2009)가 개발한 TPACK 평가도구를 TPACK 자기효능감의 측정 도구라고 말하기도 한다(Abbitt, 2011).

본 연구에서는 수업과정에서 직접 드러난 교사의 TPACK을 조사하는 것이 아니라 설문을 통해 자신의 테크놀로지 통합능력에 대한 신념을 묻는 것, 즉, 자신이 미래의 수업에 테크놀로지를 효율적으로 통합하는 데 필요한 행위 과정을 조직하고 실행하는 자신의 능력에 대한 신념을 조사한 것으로서 이 신념을 TPACK 자기효능감 혹은 테크놀로지 통합 자기효능감이라고 칭하였다(Abbitt, 2011; Graham et al, 2009).

4. 테크놀로지 통합 자기효능감 측정 도구로서의 TPACK 자기평가

TPACK은 복잡하고 다양한 경로의 영향력이 존재하는 교사의 지식체계로서 교사가 반드시 갖추어야 할 지식이자 역량이다. 교육학자들은 TPACK의 이론적 틀에 관한 연구에 많은 관심을 두고 있지만 TPACK에 대한 교사의 이해를 평가하는 것은 초보단계에 있다.

TPACK 개발에 초점을 둔 교사교육 혹은 교사연수 프로그램의 구성을 위해서는 프로그램에 참여하는 예비교사 혹은 교사가 지니고 있는 TPACK 지식과 신념 그리고 성향을 파악하는 것이 필요하며 이러한 지식과 신념, 성향을 파악하는 도구의 개발이 필요하다. 연구자들은 TPACK의 이론적 틀을 개발하고 나서 교사의 TPACK 수준을 측정하기 위해 신뢰할 만한 평가도구를 개발할 필요성에 주목하기 시작했다(Schmidt et al 2009; Jang & Tsai, 2012).

Schmidt et al(2009)를 비롯한 여러 선행연구에서 예비교사가 인식한 자신의 TPACK 수준은 설문을 통하거나 실제 수업관찰을 통한 TPACK 수준이 서로 유사한 경향이 있음을 보고하고 있다(Abbitt, 2011). 따라서 본 논문에서는 TPACK 자기평가를 위한 설문을 개발하고 타당화한 후 이를 이용하여 TPACK 수준을 측정하였다.

Schmidt et al(2009)는 전문성 개발에서 무엇이 초점을 맞추어야할지를 알기 위해서 신뢰할 만한 TPACK의 측정도구를 개발해야 한다고 주장하면서 TPACK 구성요소에 대한 자기평가 문항을 개발하였다. 이는 교육적 테크놀로지 관련 3학점 짜리 개론에 등록한 124명의 초등 예비교사를 대상으로 TPACK 자기평가를 위한 설문이다. 이 설문은 7개의 TPACK 영역에 걸친 39개 문항으로 이루어져 있으며 여러 과목 영역에서의 TPACK을 조사하고 있다. 문제들은 대개 전형적으로 자기 효능감의 개념을 보여주는 “나는 ~할 수 있다.”로 나타내고 있다.

Landry(2010)은 Schmidt et al(2009)의 설문을 수정 보완하여 중등 수학교사의 TPACK을 평가하는 설문을 만들고 이를 타당화하였다. 이 설문의 문항들은 Schmidt et al(2009)의 설문문항을 보완하거나 일부 제외하고, 일부 문항은 문항이 속하는 TPACK의 구성요소를 변경하기도 하였다. 이는 구성요소간의 경계 구분이 다소 주관적이어서 “나는 수업상황에서 넓은 범주의 교수법을 사용할 수 있다.”와 같은 문항을 Schmidt et al(2009)은 PK영역에, Landry(2010)은 PCK영역에 넣었다. 사실 TPACK에 관한 몇몇 연구에서는 TPACK 구성요소들 사이의 경계가 명확하지 않아 구성요소의 사례를 제시하는데 어려움이 있다고 보고하고 있다(Angeli & Valanides, 2009; Koh et al, 2010).

Jang et al(2012)는 IWB(Interactive White Board)에 기반한 초등수학과학교사의 TPACK 평가를 위한 설문을 개발하고 타당화하였다. 그들은 Koehler et al(2008)의 TPACK의 7가지 구성요소에 맥락적 지식(CxK)을 추가한 8가지 구성요소를 통합하여 내용지식(CK), 교육학적 지식(PK), PK, PCK, CxK를 통합한 맥락 속의 교육학적 내용지식(PCKCx), 그리고 TCK, TPK, TPCK를 통합한 맥락 속의 테크놀로지 교육학적 내용지식(TPCKCx)의 4 영역으로 정리한 후 영역별로 각각 5문항, 4문항, 9문항, 12문항 씩 총 30문항으로 설문을 구성하였다. 이어 Jang & Tsai(2013)에서는 새로운 TPACK 모델의 구성요소를 Jang et al(2012)에서처럼 내용지식(CK), 교육학적 지식(PK), 맥락 속의 교육학적 내용지식(PCKCx), 맥락 속의 테크놀로지 교육학적 내용지식(TPCKCx)의 4영역으로 구분하고 TPACK을 '4 구성요

소에 대한 교사지식의 통합적 이해'라고 정의하였으며, 구성요소의 정의와 요소간의 경계를 명확히 하였다. 그리고 IWB를 사용한 그룹과 사용하지 않은 그룹의 TPACK 차이, 성별에 따른 초등교사의 TPACK 차이, 교육경력에 따른 초등교사의 TPACK 차이를 조사하였다. 최근 TPACK 모델에서는 PCK에서 강조하고 있는 학생의 이해와 평가를 강조하고 있지 않지만 Jang et al(2012)은 이를 고려한 맥락화된 TPACK 모델을 사용하여 평가도구를 만들었다.

Graham et al(2009)은 초등과학교사의 TPACK을 평가하는 설문을 고안했다. 이 설문은 TPACK 이론적 틀의 7가지 구성요소 중 테크놀로지 관련 4가지 구성요소, 테크놀로지 지식(TK), 테크놀로지 교육학적 지식(TPK), 테크놀로지 내용지식(TCK), 테크놀로지 교육학적 내용지식(TPCK) 만을 고려한 총 31개 문항으로 구성되어 있으며 문항이 구체적이지만 15명이라는 적은 설문 응답자 수로 인해 설문 문항의 타당화 분석은 이루어지지 않았다.

Aykut(2012)는 Schmidt et al(2009)의 설문을 수정하여 예비 초등 수학교사의 기하영역에서의 TPACK에 관하여 조사하였다. 그러나 많은 국외 연구들에서 주로 초등 수학 혹은 과학교사 혹은 예비교사를 위한 여러 가지 TPACK 검사도구가 개발되어 있고, 간혹 중등 수학교사의 TPACK 평가를 위한 도구가 개발되어 있지만, 수학교과에서의 TPACK이라 할지라도 수학 전반에 걸친 다소 일반적인 검사도구로서 TPACK의 상황 맥락적 특성을 잘 드러내 보였다고 하기 어렵다. 또한 국내에서는 예비수학교사 혹은 수학교사의 TPACK 관련 연구(이광호, 2007; 이민희, 2014; 임해미, 2009)들이 이루어지고 있었으나, TPACK 자기평가 도구를 이용하여 예비초등교사의 고정신념과 TPACK 하위요인의 관계를 조사한 신태섭(2013)의 논문을 제외하고 TPACK 도구를 이용한 중등수학교사의 TPACK 평가관련 연구는 찾아보기 힘들다.

5. 중학교 도형 단원과 테크놀로지

복잡하게 서로 연결된 개념과 추론 방식 그리고 표현 체계로 이루어져 있는 기하는 학교수학에서 가장 중요한 부분 중의 하나이지만 학생들이 어려워하는 부분이기도

하다. 2015 개정 중학교 수학 교육과정 내용 체계에서 기하단원의 성취기능을 이해하기, 설명하기, 작도하기, 판별하기, 계산하기, 문제해결하기, 추론하기, 정당화하기로 정하고 있으며 성취기준의 교수학습 방법 및 유의 사항에서는 특히 기하 단원에서 공학 도구의 활용을 자주 언급하고 있다. 이는 테크놀로지 사용에 의한 도형의 시각화는 학생들의 기하학적 이해와 직관 그리고 창의적 사고 형성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있기 때문이다(류현아 & 장경운, 2009).

TPACK은 복잡하고 상황맥락적이며 다양한 경로의 영향력이 존재하는 교사의 지식체계로서 수업 상황과 단원에 따라 다르게 나타날 수 있다. 따라서 중학교 교육과정에서 중학교 전 학년에 걸쳐 배우고 있으며 특히 테크놀로지의 사용이 권장되고 있는 기하 수업에서 나타날 수 있는 중학교 교사의 TPACK은 다른 단원 수업에서 나타나는 TPACK과 다를 수 있으나 기하수업에서 나타난 교사의 TPACK이 수학적반에 걸친 교사 TPACK의 한 단면을 보여주리라고 생각하여 기하단원 수업에 대한 TPACK을 조사하고자 하였다.

III. 연구방법

본 연구는 정량연구 방법 중 설문지 법을 사용하였다. 먼저 중학교 기하단원이라는 특정 내용과 디지털 테크놀로지의 통합이라는 제한적 상황에서, 교사가 가질 수 있는 테크놀로지 통합 지식에 대한 자기 효능감 조사를 위한 이론적 틀로 TPACK 모델을 선정하고 이미 개발된 TPACK 측정도구들을 분석하여 기하단원 수업에서의 TPACK을 측정하기 위한 문항을 개발하였다. 그리고 예비 작성된 설문 문항은 3명의 전문가의 검토를 거쳐 완성하였다. 설문 문항에 대한 요인분석을 통해 TPACK 하위요소를 5개로 재개념화하고 타당화 하였으며, 이를 토대로 연구대상자(216명)의 반응 결과를 분석하였다.

1. 연구 대상자

본 연구에서는 중학교 수학교사의 TPACK 자기효능감 측정을 위해 개발한 설문을 사용하였고 설문 조사에는 G시 67개 공립 중학교 교사 216명(남성 53명, 여성

163명)이 참여하였다. 공립학교를 선택한 이유는 테크놀로지 사용을 위한 물리적 환경이 비슷하다고 생각되었기 때문이다. [표2]에서 보듯이 설문에 참여한 교사들의 교육경력은 1년에서 35년까지 분포되어 있다. 이들은 설문조사 직전 2015년 3월에서 2016년 2월 사이 중학교 기하단원의 수업에 참여한 경험을 가진 교사들이다. 216명의 교사 중 실제 지난 1년간의 기하단원 수업에서 디지털 테크놀로지를 사용해 본 적이 있는 교사는 172명(79.6%)이었으며 이는 교육과정에서 강조하고 있는 공학적 도구의 활용을 수업에 반영하려는 교사들의 관심과 노력을 보여준다.

[표2] 연구대상자의 특성
[Table 2] demographic characteristic of sample

구분	내용	인원	%
성별	남	53	25
	여	163	75
교육 경력	1년이상~3년이하	33	15
	3년초과~10년이하	54	25
	10년초과~20년이하	80	37
	20년 초과~30년이하	38	18
	30년이상~40년 이하	11	5
교사 자격	1급 정교사	183	85
	그 외	33	15
테크 사용	유	172	79.6
	무	57	10.4

2. 설문의 개발

설문 개발을 위해 기존에 개발된 TPACK 자기평가 도구들을 분석하였다.

초등 예비 수학교사의 TPACK 자기 평가를 위해 개발한 Schmidt et al(2009)의 설문과 초등 수학 과학교사의 TPACK 조사를 위해 개발한 Jang et al(2012)의 설문, Landry(2010)가 중학교 수학교사의 TPACK 조사를 위해 개발한 설문 그리고 TPACK이론 틀의 7가지 구성요소 중 테크놀로지 관련 네 가지 구성요소 TK, TPK, TCK, TPCK영역의 교사의 지식과 테크놀로지 통합에 대한 교사의 의지에 관한 Graham et al(2009)의 설문을

분석한 결과 대부분의 평가도구들은 초등 혹은 중학교 수학 전반에 걸친 수업에서의 테크놀로지 통합 능력으로 교사의 테크놀로지 사용능력 및 유창성, 교사의 신념과 태도, 그리고 테크놀로지를 이용한 수업의 장벽에 초점이 맞춰져 있었다.

본 연구에서의 설문개발은 기하단원 교수를 경험한 중등 수학교사의 기하단원 수업에의 테크놀로지 통합 자기효능감 측정에 초점을 맞췄다. 분석한 대부분의 설문에서는 학생의 이해와 평가의 부분은 강조하고 있지 않았으나, 본 연구에서는 학생의 기하학습에서의 어려움, 오류, 선지식 등 학생에 대한 이해의 지식이 포함되도록 하였다.

설문은 중학교 수학교사의 기하단원 수업과 관련한 TPACK을 조사하기 위하여 선행연구를 기초로 개발한 TPACK의 7개 영역, TPCK(8문항), TPK(4문항), TCK(4문항), TK(4문항), CK(3문항), PK(1문항), PCK(4문항), 28개 문항으로 이루어져 있다. 개발된 설문은 교육전문가 1인과 현장 교사 3인의 검토를 거쳐 완성하였고 문항에 대한 응답은 1점 “전혀 아니다”에서 5점 “매우 그렇다”까지 5수준의 리커트 척도를 이용하여 반응하도록 하였다.

설문은 두 부분으로 이루어져 있는데, 첫 번째 부분은 연구 대상자의 성별, 교육경력, 1년 동안 도형단원 지도과정에서 테크놀로지 사용 경험 유무 등 개인 프로필과 중학교 수학교사가 생각하는 테크놀로지 통합의 어려움에 대한 질문 등 기초적인 질문으로 이루어져 있고, 두 번째 부분은 TPACK의 7개 영역 28개 문항으로 이루어져 있다.

3. 자료 수집 및 분석

개발된 설문 340부를 G시 67개 공립중학교 대표교사에게 보내어 소속학교 교사들이 작성한 설문을 수합해 연구자에게 보내도록 하였다. 응답자는 340명 중 216명으로 63.5%의 회수율을 보였다.

TPACK의 하위요인 탐색을 위해 SPSS 23을 이용하여 탐색적 요인분석을 실시하였다. 설문에 응답한 교사는 216명으로 28개 문항의 5배에 해당하는 표본수(140명)를 초과하므로 문항분석과 요인 분석을 위해 합당한 수이다.

TPACK 측정을 위한 28개 문항의 문항 분석과 요인 분석을 시행하여 TPACK 측정도구를 타당화하였다. 요인추출방법은 주성분분석을 하였으며 베리맥스 회전을 이용하였다. 28개 문항의 내적일치도(Cronbach's α)는 0.956으로 나타났다.

자료의 특성이 탐색적 요인 분석에 적합한지 알아보기 위해서 요인 추출에 앞서 자료에 표준형성 적절성에 대한 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 측정과 구형성 검정을 위한 BTS(Bartlett Test of Sphericity)를 적용하였다. 결과 KMO는 0.935(0.6이상)이고 BTS는 $\chi^2(378) = 4546.072$, $p < 0.0000$ 으로 유의하므로 요인분석의 변수로 적당함을 보여주고 있다. 역 이미지 상관계수의 대각성분은 모두 0.9이상(최소 0.5)으로 요인 분석에 모든 문항을 포함할 수 있음을 알 수 있었다.

이러한 전반적인 지표들 가지고 28개 문항에 대한 탐색적 요인 분석을 실시하였다. 요인의 수는 고유값이 1 이상인 5개 요인으로 전체 변이의 70.367%를 설명하는 것으로 나타났다. 요인 분석 결과 [표3]에서 보는 바와 같이 TPCK와 관련된 문항 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8과 TPK와 관련된 문항 9, 10, 11, 12을 하나의 요인 TPCK으로 범주화하였고, PCK와 관련된 문항 24, 25, 27, 28과 PK와 관련된 문항 26을 하나의 요인 PCK으로 범주화 하였다. 나머지 테크놀로지 지식과 관련된 문항번호 17, 18, 19, 20은 요인 TK로, 내용관련 테크놀로지 지식에 관련된 문항번호 13, 14, 15, 16은 요인 TCK로, 내용 지식과 관련된 문항번호 21, 22, 23은 요인 CK로 범주화하여 총 5개의 요인, TPCK, PCK, TK, TCK, CK으로 나타났다. 이는 Koh, Chai & Tsai(2010)이 Schmidt et al(2009)의 설문을 수정하여 요인을 분석한 후 5개의 요인을 추출한 결과와 비슷하다. 결과 분석에서 TPK와 TPCK이 합쳐져서 한 요인으로 추출되고, PK와 PCK가 같은 범주로 분류되어 분석된 것으로 볼 때 교사들의 교육학적 지식은 결국 내용지식과 관련하여 나타난 것으로 볼 수 있으며, TPACK 하위 요인들간의 경계가 모호해서 교사들이 TPACK의 7요인을 정확히 구분할 수 없다는 것을 보여준다(Koh et al, 2010).

설문의 신뢰도를 나타내는 내적 일치도는 0.956이었으며 요인별 내적 일치도는 TPCK($\alpha = 0.954$), TCK($\alpha = 0.837$), TK($\alpha = 0.851$), CK($\alpha = 0.887$), PCK

($\alpha = 0.868$)로서 높은 신뢰도를 보이고 있다.

[표 3] TPACK 도구의 요인구조
[Table 3] Factor Structure of TPACK instrument

문항	요인적재량				
	TPCK	PCK	TK	TCK	CK
1	.683				
2	.706				
3	.759				
4	.703				
5	.755				
6	.692				
7	.720				
8	.769				
9	.818				
10	.820				
11	.866				
12	.757				
13				.505	
14				.494	
15				.758	
16				.629	
17			.566		
18			.615		
19			.818		
20			.745		
21					.799
22					.801
23					.661
24		.761			
25		.816			
26		.637			
27		.772			
28		.669			

수학교사의 각 요인별 TPACK 자기효능감 수준을 조사한 결과 [표4]과 같이 나타났다.

[표4] 요인별 기술통계량 및 신뢰도(N=214)
[Table4] Discriptive statistics and Confidence of components

요인	문항	문항별		전체		신뢰도
		평균	표준편차	평균	표준편차	
TPCK	1	3.41	.799	3.386	0.013	0.954
	2	3.47	.803			
	3	3.44	.778			
	4	3.57	.807			
	5	3.40	.809			
	6	3.45	.842			
	7	3.18	.809			
	8	3.39	.808			
	9	3.48	.791			
	10	3.38	.806			
	11	3.21	.849			
	12	3.25	.835			
TCK	13	3.86	.727	3.528	0.048	0.837
	14	3.42	.744			
	15	3.49	.792			
	16	3.37	.750			
TK	17	3.18	.881	3.387	0.36	0.851
	18	3.30	.826			
	19	3.61	.813			
	20	3.49	.826			
CK	21	3.83	.712	3.798	0.019	0.887
	22	3.93	.671			
	23	3.65	.707			
PCK	24	3.76	.648	3.694	0.010	0.868
	25	3.62	.752			
	26	3.57	.758			
	27	3.79	.656			
	28	3.77	.679			

IV. 결과 분석 및 논의

1. 테크놀로지 통합에 대한 중학교 수학교사의 인식
연구대상자에 대한 이해를 돕기 위하여 설문지의 기초 조사를 토대로 참여자의 특성을 분석하였다. 설문에 응답한 216명의 교사(여성 163명, 남성 53명) 중 지난 1년 동안 기하단원 수업에서 테크놀로지를 활용한 적이 있다고 답한 교사는 172명(여성 133명, 남성 39명)으로 다수의 교사가 테크놀로지를 사용한 경험이 있는 것으로 답하였다. 대학 재학 시 테크놀로지 관련 과목을 수강한

경험이 있는 교사 또한 138명(여성 109명, 남성 29명)이고 교직에 있는 동안 테크놀로지 관련 교육을 받은 경험을 가진 교사는 151명(여성 114명, 남성 37명)이었다. 컴퓨터의 등장과 함께 교육에서의 테크놀로지 활용의 중요성이 끊임없이 강조되어 오면서 예비 교사교육에서 테크놀로지의 경험을 갖지 못한 교사들도 교사연수를 통하여 테크놀로지를 이용한 수업을 경험함으로써 인해 대다수의 교사가 테크놀로지 활용의 필요성을 인식하고 있는 듯하다. 또한 수학수업에 테크놀로지를 활용하기 어려운 이유를 묻는 질문에 ‘테크놀로지를 활용한 수업의 장점을 인식하지 못하기 때문에’와 ‘테크놀로지에 대한 거부감 때문에’라는 두 문항에 매우 낮은 반응을 보이는 것을 볼 때 대부분의 교사가 테크놀로지 통합에 대한 긍정적인 인식을 가지고 있음을 알 수 있다.

[표 5] 수학교사가 인식하는 테크놀로지 통합의 장애(%)
[Table 5] Mathematics teachers' perception for barrier in technology integration to math classes(%)

기하단원 수업에 테크놀로지 사용이 어려웠던 이유	전체 (190)	성별		교육경력별그룹		
		남 (49)	여 (141)	1 (80)	2 (66)	3 (44)
1. 테크놀로지를 사용하지 않아도 효과적인 수업이 가능하기 때문에	8	11	7	7	10	10
2. 테크놀로지를 적용시 수업이 효과적으로 수행되지 않을 수 있다는 부담으로	8	6	8	7	11	6
3. 테크놀로지를 사용 시 계획한 진도에 차질이 있을 수 있기 때문에	7	8	7	8	6	7
4. 테크놀로지 활용의 장점을 인식하지 못하기 때문	5	7	4	4	4	7
5. 테크놀로지 사용을 위한 자료 준비의 어려움 때문에	22	20	22	22	23	18
6. 테크놀로지를 사용할 수 있는 물리적 여건이 갖춰지지 않아서	23	21	24	24	24	19
7. 테크놀로지 사용 방법에 대한 지식 부족 때문에	16	17	15	14	13	21
8. 테크놀로지를 활용한 수업의 운영 및 관리의 복잡성 때문에	11	8	12	12	10	11
9. 테크놀로지에 대한 거부감 때문에	1	0	1	1	1	1

* 괄호안의 숫자는 응답자 수를 말하며, 그룹1은 교직경력 10년 이하, 그룹2는 교직경력 10년초과 20년 이하, 그룹3은 교직경력 20년 초과인 교사를 말함

성별에 따라서도 비슷한 반응을 보였으나 특히 여 교사보다 남 교사가, 그리고 경력이 낮은 교사보다 높은 교사일수록 테크놀로지를 사용하지 않은 이유로 '테크놀로지를 사용하지 않아도 효과적인 수업이 가능하기 때문에'이라고 답하는 비율이 높았다.

[표 5]에서 보듯이 대부분의 교사들은 자신들이 기하단원 수업에서 테크놀로지를 사용하지 못한 이유에 대하여 첫째는 테크놀로지를 사용할 수 있는 물리적 여건이 갖춰지지 않아서, 둘째는 테크놀로지 사용을 위한 자료 준비의 어려움이 있어서, 셋째는 테크놀로지 사용 방법에 대한 지식이 부족해서라고 답했다. 그러나 교직경력이 가장 높은 그룹3(교육경력 20년 초과자)은 기하단원 수업에서 테크놀로지를 사용하지 못한 첫 번째 이유를 '테크놀로지 사용 방법에 대한 지식 부족 때문에'라고 응답하였다.

2. 연구문제에 대한 결과 분석 및 논의

연구문제 1. 성별에 따른 중등 수학교사의 기하단원 수업에 대한 테크놀로지 통합 자기효능감의 차이는 어떠한가?

남 여 교사 두 그룹에 대하여 TPACK 모델의 5개의 각 요인, 테크놀로지에 대한 지식(TK), 내용 지식(CK), 교수학적 내용지식(PCK), 테크놀로지 내용 지식(TCK), 테크놀로지 교육학적 내용지식(TPCK)에 대한 차이를 비교하기 위하여 독립표본 t-검정을 실시하였다. 그 결과 [표 6]에 나타나 있듯이 TPACK의 5개 하위요인 TPCK, PCK, TK, TCK, CK에 있어서 유의확률이 모두 0.05 이상으로 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 Jang et al(2012, 2013)의 연구와 같은 결과를 보여주고 있다.

성별에 따른 교사의 TPACK의 차이에 대한 실험연구를 통해 연구자들이 얻은 결과는 연구수행상황이나 연구 대상자에 따라 다르게 나타날 수 있지만(Jang et al,

2012), Jang et al(2012, 2013)에서는 초등 수학 과학 교사의 성별에 따른 IWB 사용에 관한 TPACK과 성별에 따른 중등 과학교사의 TPACK에 차이가 없음을 보였다.

[표 6] 성별 교사의 TPACK 평균의 차이에 대한 t-검정
[Table 6] t-test on TPACK by gender

요인	t	자유도	유의확률(양측)	평균 차이	차이의 표준오차
TPCK	-.786	212	.433	-.08298	.10563
PCK	.167	214	.867	.01514	.09058
TK	-.682	214	.496	-.07530	.11043
TCK	-.134	214	.893	-.01320	.09830
CK	-1.507	214	.133	-.15121	.10032

연구문제 2. 교육경력에 따른 테크놀로지 통합 자기효능감의 차이는 어떠한가?

교육경력에 따라 TPACK 모델의 5개의 각 요인에 유의미한 차이가 있는지 분석하기 위해서 회귀분석을 실시하였다. 이 분석방법은 예측변인인 교육경력이 종속변인인 TPACK의 5 요인 각각을 어떻게 설명할 수 있는지 분석하는 것이다. 선형성, 등분산성을 검토한 결과 회귀분석의 기본가정을 만족함을 알 수 있었다.

회귀분석 결과 [표7]에서 보여 주듯이 TPCK($\beta = -0.190$), TK($\beta = -0.247$), PCK($\beta = 0.195$)의 회귀계수의 유의 확률이 0.05보다 적으므로 이는 통계적으로 유의하게 교직경력이 TPCK, TK, PCK에 영향을 미치고 있다고 할 수 있다. 경력이 많을수록 TPCK, TK의 수준이 낮아지는 경향을 보이며 이는 대체로 경력이 많은 교사들은 테크놀로지 관련 교육받은 경험과 테크놀로지에 노출되는 경험이 적었기 때문에 테크놀로지 관련 지식에 있어서 낮은 수준의 반응을 보인 것이라고 생각할 수 있다. 이와 반대로 PCK는 경력이 많을수록 높아지는 경향을 보이는 데, 이는 교육 경력이 많을수록 축적된 학교수학 내용지식, 학생에 대한 이해, 수학 교수 전략 등의 노하우가 쌓여 교육경력이 적은 교사들에 비해 PCK가 높은 것으로 나타난 것으로 볼 수 있다.

[표 7] 교육경력에 따라 TPACK에 대해 추정된 회귀모형
[Table 7] Linear Regression results on TPACK by the teaching experience

요인	변수	비표준화 계수		표준화 계수	t	유의 확률 (p)
		B	표준 오차			
TPCK	상수	.292	.105		2.775	.006*
	교직 경력	-.018	.006	-.190	-2.805	.006*
PCK	상수	-.261	.109		-2.388	.018*
	교직 경력	.019	.007	.195	2.900	.004*
TK	상수	.313	.102		3.059	.003*
	교직 경력	-.023	.006	-.247	-3.715	.000*
TCK	상수	-.065	.091		-.711	.478
	교직 경력	.004	.006	.052	.754	.452
CK	상수	.149	.106		1.410	.160
	교직 경력	-.011	.006	-.117	-1.712	.088

*p < 0.05, **p < 0.01

연구문제 3. 테크놀로지 관련 강의 수강 경험 유무에 따른 TPACK 자기효능감의 차이는 어떠한가?

대학재학 중 테크놀로지 관련 강의 수강 경험이 있는 그룹(N=125)과 수강 경험이 없는 그룹(N=87)의 TPACK 자기 효능감의 차이를 분석하기 위하여 독립표본 t 검정을 실시하였다. 그 결과 [표8]에 나타나 있듯이 TPCK은

[표 8] 대학 재학 시 테크놀로지 관련 강의 수강 경험 유무에 따른 TPACK에 대한 t-검정
[Table] t-test on TPACK by the experience of Technology course during the time at university

	t	자유도	유의 확률 (양측)	평균차이	차이의 표준 오차
TPCK	2.266	211	.024*	.30123546	.13295842
PCK	-1.831	211	.068	-.23414449	.12785428
TK	.689	211	.492	.08397046	.12188610
TCK	1.334	211	.184	.15508276	.11623445
CK	1.271	211	.205	.15604228	.12276955

*p < 0.05, **p < 0.01 \

각각 유의확률이 0.05보다 작게 나타나 대학재학 중 테크놀로지 관련 강의 수강 경험 유무에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 대학재학 중 테크놀로지 관련 강의 수강 경험이 있는 경우 TPCK 요인에서만 자기효능감이 더 높게 나타났다. 교직에 있는 동안 테크놀로지 관련 강의 수강 경험이 있는 그룹과 수강 경험이 없는 그룹간의 차이는 [표9]에서 보여주듯이 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 이유를 파악하기 위하여 5명의 교사를 무작위로 선정하여 간단한 인터뷰를 실시한 결과를 종합해 보면 교직에 있는 동안 받게 되는 교사들의 테크놀로지 관련 연수의 경우 교육이 교사들의 테크놀로지 통합지식을 개발하는데 초점이 맞춰지지 못했다는 것을 알 수 있었으며, 자격연수의 경우 테크놀로지에 사용에 대한 소개가 이루어지지만 실제 테크놀로지를 사용하여 교육하거나 탐구해보는 실질적 경험은 부족한 것으로 나타났다.

[표 9] 교직생활 동안 테크놀로지 관련 강의 수강 경험 유무에 따른 TPACK에 대한 t-검정
[Table 9] t-test on TPACK by the experience of technology course during teaching time

	t	자유도	유의 확률 (양측)	평균차이	차이의 표준 오차
TPCK	1.808	212	.072	.25803080	.14272246
PCK	.338	212	.735	.04671897	.13805128
TK	1.028	212	.305	.13407884	.13041554
TCK	1.742	212	.083	.21613918	.12405487
CK	-.719	212	.473	-.09464565	.13154659

V. 결론 및 논의

본 연구의 목적은 중학교 수학교사의 기하단원 지도에 있어서 테크놀로지 통합에 대한 자기효능감을 이해하는 것이다. 이론적 틀로서 TPACK 모델을 사용하였고 TPACK 자기효능감 측정을 위한 설문을 개발한 후 이를 타당화하였다.

설문의 기초 조사를 분석한 결과 대부분의 수학교사는 수업에 테크놀로지 통합에 대한 긍정적인 인식을 가지고 있었다. 교사들은 자신들이 기하단원 수업에서 테크놀로지를 사용하지 못한 첫째 이유로 아직도 물리적

환경 여건의 미비를 말했고 그 다음으로 테크놀로지 사용을 위한 자료 준비의 어려움과 테크놀로지 사용 방법에 대한 지식이 부족이라고 답하였다.

TPACK의 5개 요인을 통해 수학교사의 기하단원수업에 대한 테크놀로지 통합 자기효능감 분석한 결과는 기존의 수학적반에 걸친 TPACK 자기평가 연구 결과와도 유사하게 나타났다. 연구문제에 대한 결과는 다음과 같다.

첫째, 성별에 따른 중등 수학교사의 기하단원수업에 대한 테크놀로지 통합 자기효능감은 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

남 여 교사 두 그룹에 대하여 TPACK 모델의 5개의 각 요인, TK, CK, PCK, TCK, TPCK에 대한 차이를 비교하기 위하여 독립표본 t-검정을 실시하였다. 그 결과 TPACK의 5개 하위요인에 있어서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

둘째, 교육경력에 따른 중등 수학교사의 기하단원수업에 대한 테크놀로지 통합 자기효능감의 차이는 구성요인 별로 다르게 나타났다.

교육경력에 따라 TPACK의 5개의 각 요인에 유의미한 차이가 있는지 분석하기 위해 회귀분석을 실시한 결과 교육경력에 따라 TPCK, TK 그리고 PCK의 세 요인에서만 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. TPCK와 TK의 수준은 경력이 많을수록 낮았으며, PCK의 수준은 교육경력이 많을수록 낮은 것으로 나타났다.

TPCK와 TK의 수준이 낮게 나타난 이유로 교직 경력이 많을수록 테크놀로지에 노출되는 경험이 적은 시대를 살았던 시대적 상황이 반영된 결과라고 보이며 교육경력이 많을수록 그동안 축적된 교육경험으로 인해 PCK수준이 높은 것으로 보인다.

셋째, 테크놀로지 관련 강의 수강 경험 유무에 따른 중등 수학교사의 기하단원수업에 대한 테크놀로지 통합 자기효능감의 차이는 대학재학 중 테크놀로지 관련 강의 수강 경험이 있는 그룹과 수강 경험이 없는 그룹사이의 TPACK의 차이는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며 교직에 있으면서 테크놀로지 관련 교육의 경험이 있는 경우와 없는 경우는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

이는 대학 재학 시 테크놀로지에 관련한 지식의 습득이 TPACK 자기효능감 형성에 더 긍정적 영향을 미치

는 것으로 볼 수 있다.

이상의 결과로부터 우리는 예비교사교육 및 교사연수를 위한 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다.

첫째, 예비교사교육 과정에서 테크놀로지가 학습을 향상시키고 학습방법을 변화시키는 도구라는 확실한 인식을 갖도록 다양한 테크놀로지에 관련한 지식 습득의 기회가 주어져야한다. 특히 대학 4학년에 실시하는 교생 실습 프로그램을 통해 대학에서 배운 테크놀로지를 사용한 수학 수업을 실현해 볼 수 있는 많은 기회를 제공함으로써 예비교사의 수업에서의 테크놀로지 활용에 대한 자신감 형성을 돕도록 해야한다. 대학 재학 시 테크놀로지에 관련한 지식의 습득과 이를 이용한 실제 수업 경험은 교사 자신의 교육적 선입관과 암묵적 지식의 형성에 영향을 미치기 때문이다.

둘째, 예비교사교육 프로그램 개발 시 테크놀로지 통합을 안내하고 TPACK을 개발하는 프로그램을 구조화해야 한다. 이를 위하여 수학 교육학 수업에서 뿐만 아니라 수학 내용학 수업에서도 예비교사들에게 테크놀로지를 사용하여 수학문제를 해결하는 직접적이고도 다양한 경험을 제공할 수 있는 프로그램의 구성을 신중하게 고려하고 이를 구조화해야 한다. 특히 해석기하, 미분기하, 유클리드 기하, 비유클리드 기하와 같은 기하관련 교과에서는 대표적인 역동적 기하소프트웨어 GSP, Cabri, Geogebra 등을 활용하여 기하개념의 시각화를 통한 개념적 발달과 창의적 사고의 기회를 경험하도록 함으로써 기하교육에 활용가능한 테크놀로지 사용에 익숙해지고 테크놀로지 통합에 대한 긍정적 인식을 갖도록 해야 한다.

셋째, 교사의 전문성개발 기관에서는 교사들이 학습에 테크놀로지를 효율적으로 통합할 수 있다는 확신과 이해를 갖도록 실질적인 테크놀로지 통합 교육의 방향을 제시해 주어야 한다. 교사의 전문성 개발 프로그램에서 테크놀로지 통합 프로그램으로 탐구형 소프트웨어의 활용이 소개되긴 하지만, 교사가 시험 출제를 하는데 활용하거나 또는 시각화를 통해 기하 도형에 대한 학생들의 이해를 향상시킬 목적으로 교수자료를 만드는 데 활용하는 것이 대부분이다. 그러나 더 나아가 역동적 기하탐구 소프트웨어는 학생들의 자기주도적 탐구활동에 적극 활용될 수 있음을 인식하도록 해야 하며 이를 실천에 옮길

수 있으려면 교사 또한 자신이 자기 주도적 문제 해결 프로젝트에 참여해 보는 것이 중요하다.

넷째, 교사의 전문성개발 프로그램 구성 시 테크놀로지의 사용법만을 익히는 것이 아니라 현 교육과정에서 강조하고 있는 테크놀로지를 활용한 기하수업을 교사 스스로 경험함으로써 테크놀로지 통합에 대한 자기 효능감을 높일 수 있는 기회를 제공하도록 고려해야 한다. 기하수업에 대한 높은 TPACK 자기효능감의 형성은 자연스럽게 다른 영역의 교수에 대한 TPACK의 개발로 이어지리라 생각한다.

다섯째, 기하수업에서 나타난 남녀 중등수학교사의 TPACK 자기효능감에는 차이가 없으나 교육경력에 따라서는 요인별로 차이가 있다는 점을 고려하여야 한다. 따라서 경력이 적은 교사들에게는 TPCK에 대한 자기 효능감을 높이는 방향으로, 교직경력이 많은 교사들에게는 특히 TK에 대한 보완과 더불어 테크놀로지 통합 교수학습의 경험이 확대될 수 있도록 프로그램의 구성을 고려하여야 한다.

본 논문에서는 기하수업을 경험한 교사를 대상으로 테크놀로지 통합 자기 효능감을 조사한 것이다. 그러나 연구 상황이나 연구 대상자 그리고 수학교과의 단원에 따라 다른 결과가 나타날 수도 있다. 따라서 다양한 상황에서의 연구들이 이루어질 필요가 있다.

참 고 문 헌

류현아, 장경운 (2009). 중등 기하문제 해결에서 시각화 과정, 수학교육학연구 19(1), 143-161.

Ryu, H. & Chang, K. (2009). Process of Visualization in 2D-Geometric Problem Solving among Secondary school Students, *Journal of Educational Research in Mathematics* 19(1), 143-161.

신태섭 (2013). 예비 초등 교사의 고정신념과 테크놀로지 내용교수지식(TPACK)간의 관계연구, 교육과학연구 44(2), 21-45.

Shin, T. (2013). A relation between Pre-Service Teachers' Fixed Mindsets Regarding their Abilities to Teach with echnology and their Perceived TPACK, *Journal of Educational Studies* 44(2), 21-45.

심상길, 이강섭 (2015). 학교현장실습이 중등 예비수학교

사들의 교사의 지식에 대한 인식 변화에 미친 영향, 수학교육 54(4), 351-363.

Sim, S & Lee, K. (2015). Effect of teaching practicum for pre-service mathematics teachers' perception changes about teacher's knowledge, *The Mathematical Education* 54(4), 351-363.

이광호 (2007). 수학교사의 테크놀로지 교수 학습지식 (TPCK) 개발, 한국학교수학회 논문집 10(2), 247-262.

Lee, K. (2007). Mathematics Teacher's Development of TPACK, *Journal of Korean School Mathematics Society*, 10(2), 247-262.

이민희 (2014). 예비 중등수학교사의 테크놀로지 교수학적 내용지식(TPACK) 함양과정 분석 및 모델 구축, 박사학위 논문, 이화여자대학교.

Lee, M. (2007). *An analysis of the TPACK cultivation process and model building of middle school pre-service mathematics teachers*, doctoral dissertation.

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.

한국과학창의재단(2015). 2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 연구.

Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (2015). *A study on the development of the draft proposal of 2015 revised national curriculum*.

Abbitt, Jason T. (2011). Measuring Technological Pedagogical Content Knowledge in preservice teacher education: A review of current methods and instruments, *Journal of Research on Technology in Education* 43(4), 281-300.

Angeli, C. & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK). *Computers & Education* 52(1), 154-168.

Aykut B. (2012). *Investigating Perceptions of*

- Preservice Mathematics teachers on their Technological Pedagogical content knowledge (TPACK) regarding Geometry*, Master's thesis.
- Banas, J.R., York, C.S. (2014). Authentic learning exercises as a means to influence preservice teachers' technology integration self-efficacy and intentions to integrate technology, *Australasian Journal of Educational Technology* 30(6), 728-746.
- Chai, C.S., Koh, J. H.L., & Tsai, C.C. (2013). A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge, *Educational Technology & Society* 16(2), 31 - 51.
- Drijvers, P., Boon, P. & Van Reeuwijk (2010). Algebra and technology, in *Secondary Algebra Education. Revisiting Topics and Themes and Exploring The Unknown, Sense*, 179 - 202.
- Graham, C.R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., Clair, L.S. & Harris, R. (2009). TPACK development in science teaching: Measuring the TPACK confidence of inservice science teachers. *TechTrends* 53(5), 70-79.
- Hoyles, C., & Lagrange, J.-B. (2010). *Mathematics education and technology-Rethinking the terrain*. New York/Berlin: Springer.
- Jang, Syh-Jong & Tsai, Meng-Fang (2012). Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. *Computers & Education* 59, 327 - 338
- Jang, Syh-Jong & Tsai, Meng-Fang (2013). Exploring the TPACK of Taiwanese secondary school science teachers using a new contextualized TPACK model, *Australian Journal of Educational Technology* 29(4), 566-580
- Koehler, M.J. & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *The handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*, NY: Routledge. 3-29
- Koh, J.L., Chai, C.S. & Tsai, C.C. (2010). Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore preservice teachers with a large-scale survey. *Journal of Computer Assisted Learning* 28(6), 563-573.
- Landry, Geri A. (2010). *Creating and Validating an Instrument to measure Middle Mathematics Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK)*, Doctorial Dissertations, University of Tennessee-Knoxville.
- Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017 - 1054.
- Moersch, C. (2002). Measure of success: Six instruments to asses teachers use of technology, *Learning & Leading with technology* 30(3), 10 - 24.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA.
- Sandholtz, J.H., Ringstaff, C. & Dwyer, D.C. (1997). *Teaching with technology: Creating student-entered classrooms*. New York: Teachers College Press.
- Schmidt, D.A., Baran, E., Thompson, A.D., Misha, P., Koehler, M.J. & Shin, T.S. (2009). Technological pedagogical Content Knowledge (TPACK) : The development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers, *Journal of research on Terchnology in Education* 42(2), 123-149
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4 - 14..
- Thompson, A. & Mishra, P. (2007). Breaking News: TPCK becomes TPACK! *Journal of Computing in Teacher Education* 24(2).
- Wang, L., Ertmer, P.A. & Newby, T.J. (2004). Increasing Preservice Teachers' Self-Efficacy Beliefs for Technology Integration, *J. of Research on Technology in Education* 38(3), 231-250.

On secondary mathematics teachers' technology integration self-efficacy

Soonja Kang[†]

Chonnam National University
E-mail : kangsj@jnu.ac.kr

Mira Jang

Sangil Middle School
E-mail : lakatos@lycos.co.kr

The purpose of this study is to explore the secondary mathematics teachers' technology integration self-efficacy with respect to geometry classes which they had experienced during last 1 year, 2015. For this study, we developed and validated the questionnaires based on TPACK framework in secondary geometry context. The questionnaires contained 28 items examining the secondary mathematics teachers' TPACK. We conducted the item analysis with 28 items and then the exploring factor analysis. As a result, 28 items was categorized into 5 constructs, TPCK, TCK, TK, PCK, PK, different from Mishra and Koehler's categorization.

We analyzed the secondary mathematics teachers' technology integration self-efficacy with respect to geometry classes based on 5 TPACK constructs. The results indicated that there were no significant differences in technology integration self-efficacy according to gender. But technology integration self-efficacy according to the years of teaching experience differed significantly. The more years of teaching experiences teachers have, the lower level of TPCK and TK they have and the more years of teaching experiences teachers have, the higher level of PCK they have. The results also showed that there were significant difference in TPCK according to the existence and non-existence of taking the technology courses during the time at university. Furthermore, we provide the implication for the professional preparation program for the mathematics teachers in middle schools.

* ZDM Classification : B50, U80

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C70, 97U70

* Key words : Technology integration, TPACK, self-efficacy,

* This study was financially supported by Chonnam National University, 2014

[†] Corresponding author

부록

설문지를 완성하는 데 시간을 내 주셔서 감사합니다. 본 설문은 교사교육 및 교사연수 프로그램 개발을 위한 시사점을 얻고자 시행하는 것이니 각 문항에 최선을 다해 답변해 주시길 부탁드립니다. 다음 모든 문항의 테크놀로지란 디지털 테크놀로지(컴퓨터, 태블릿, 그래픽계산기, 스마트 폰, 전자칠판 등)를 의미합니다.

※ 여러분의 개인정보는 반드시 보호될 것입니다.

1. 성별 : 여성() 남성()
2. 교육경력(기간제, 시간강사 경력 포함) : ()년
3. 대학 시절 테크놀로지 관련 교육을 받은 적이 있다 () 없다()
4. 교직에 있는 동안 테크놀로지 관련 교육을 받은 적이 있다 () 없다()
5. 지난 1년간 도형단원 수업에서 작도도구(자, 컴퍼스, 각도기 등)를 사용한 경험이 있다 () 없다()
6. 지난 1년간 도형단원 수업에서 다음과 같은 디지털 테크놀로지를 사용한 적이 있다. ()
 - ① 컴퓨터 ② 태블릿 ③ 그래픽계산기 ④ 스마트폰
 - ⑤ 전자칠판 ⑥ 없다
7. 도형단원 수업에 디지털 테크놀로지를 사용하지 못한 가장 큰 이유 3가지만 적어주세요.(, ,)
 - ① 테크놀로지를 사용하지 않아도 효과적인 수업이 가능하기 때문에
 - ② 테크놀로지를 수업에 적용하였을 때 수업이 효과적으로 수행되지 않을 수 있다는 위험성 때문에
 - ③ 테크놀로지를 사용 시 계획한 진도에 차질이 있을 수 있기 때문에
 - ④ 테크놀로지를 활용한 수업의 장점을 인식하지 못하기 때문에
 - ⑤ 테크놀로지 사용을 위한 자료 준비의 어려움 때문에
 - ⑥ 테크놀로지를 사용할 수 있는 물리적 여건이 갖춰지지 않아서
 - ⑦ 테크놀로지 사용 방법에 대한 지식 부족 때문에
 - ⑧ 테크놀로지를 활용한 수업의 운영 및 관리의 복잡성 때문에
 - ⑨ 테크놀로지에 대한 거부감 때문에
8. 다음 문항에 성실한 답변 부탁드립니다.

번호	설문 내용
1	나는 기하단원 수업에서 학생들과의 상호작용에 테크놀로지를 어떻게 사용해야할지 알고 있다.
2	나는 기하단원 수업에 테크놀로지를 사용함으로써 나타날 수 있는 수업환경의 변화(학생의 태도, 수업분위기, 수업내용범위를 넘어선 새로운 문제 출현 등)에 잘 대처할 수 있다.
3	나는 기하단원의 내용에 대한 학생들의 이해를 향상시키기 위해 테크놀로지를 어떻게 사용해야할지 알고 있다.
4	나는 학생들에게 기하단원에 대한 학습동기를 부여하고 흥미를 돋우기 위해 테크놀로지를 어떻게 사용해야할지 알고 있다.
5	나는 기하단원 교수자료와 내용을 풍요롭게하기 위하여 테크놀로지를 효율적으로 사용하는 방법을 알고 있다.
6	나는 기하단원 내용에 대한 학생의 이해와 학습을 돕기 위하여 어떤 테크놀로지를 사용하는 것이 좋은지 알고 있다.

7	나는 도형 개념에 대한 학생들의 오개념을 교정하기 위하여 테크놀로지를 어떻게 사용해야할지 알고 있다.
8	나는 도형단원의 내용, 테크놀로지 그리고 교수법을 적당히 연결하여 수업할 수 있다.
9	나는 학생의 학습에 도움을 주기 위하여 테크놀로지를 사용하는 방법을 알고 있다.
10	나는 학생과의 의사소통을 위하여 테크놀로지를 사용하는 방법을 알고 있다.
11	나는 테크놀로지를 이용한 수업을 잘 관리하고 운영할 수 있다.
12	나는 테크놀로지를 사용하여 학생들이 학습에 적극적으로 참여하게 하는 방법을 알고 있다.
13	나는 기하단원 지도 시 사용할 수 있는 (적어도 하나의) 테크놀로지의 기능과 사용하는 방법을 알고 있다 .
14	나는 기하단원 지도 시 어떤 테크놀로지가 가장 적합한지 알고 있다.
15	나는 도형 단원에서 테크놀로지를 사용하지 않으면 설명하기 어려운 부분이 어느 부분인지 알고 있다.
16	나는 테크놀로지를 이용하여 도형문제를 탐구하는 방법을 알고 있다.
17	나는 다양한 테크놀로지에 대하여 알고 있다.
18	나는 테크놀로지를 사용할 때 필요한 기능을 알고 있다.
19	나는 대체로 테크놀로지 사용법을 쉽게 배울 수 있다.
20	나는 중요하고 새로운 테크놀로지를 받아들이는 데 뒤처지지 않는다.
21	나는 기하단원에 대한 충분한 지식을 가지고 있다.
22	나는 기하적(논리적, 직관적) 사고방법을 사용할 수 있다.
23	나는 기하에 대한 논리적 이해를 발전시키는 여러 가지 방법과 전략을 가지고 있다.
24	나는 기하단원에서 학생의 수행을 평가하는 방법을 알고 있다
25	나는 다양한 방법으로 학생의 기하단원 학습을 평가할 수 있다
26	나는 다양한 학습자에게 나의 교수스타일을 맞출 수 있다.
27	나는 기하단원에서 흔히 학생들이 가지고 있는 오개념에 대하여 잘 알고 있다.
28	나는 기하단원의 학습을 안내하기 위하여 효율적인 교수법을 선택할 수 있다.

* 전혀아니다=1, 아니다=2, 그저그렇다=3, 그렇다=4, 매우 그렇다=5