

수학교사의 테크놀로지 교수 내용 지식(TPACK) 관점에서 본 수업 실제 분석¹⁾²⁾

이다희³⁾ · 황우형⁴⁾

본 연구의 목적은 실제 테크놀로지 활용 수업을 실천하는 수학교사를 대상으로 TPACK 관점에서 인식의 특징을 비교 분석한 후, 그 인식이 실제 수업에 발현되는 부분 또는 인식 차이가 드러난 항목에 대해 근거를 밝힐 수 있는 부분을 살펴봄으로써, 향후 테크놀로지 활용 수업을 실천하고자 하는 교사들에게 그 방향성을 제공하고자 한다. 이를 위해, 의도적 표본추출(purposeful sampling)을 사용하여 현직 수학교사 2명을 선정하였고, 교사의 일반적 배경, TPACK 인식에 대한 특징을 분석하고자 조사 연구와 인터뷰를 실시하였으며, TPACK 관점에서 수업 실재를 살펴보기 위해서 동영상과 수업 자료, 인터뷰 내용을 질적으로 분석하였다. 그 결과, 테크놀로지 활용 수업을 실천하는 두 교사는 TPACK 중에서 자신이 많이 보유하고 있다고 인식하는 하위 지식을 중심으로 실제 수업 상황과 연결짓고 있었다. 또한 테크놀로지 활용 수업은 테크놀로지의 기능적인 역량만이 효율적인 수업을 이끄는 충분조건이 아님을 확인할 수 있었다. 마지막으로 테크놀로지 활용 수업은 수학 내용, 테크놀로지, 교수법을 단순하게 아는 것에서 더 나아가 경험에 기반을 둔 현장실천력이 중요할 수 있음을 확인하였다. 이러한 연구 결과를 토대로 테크놀로지 활용 수업을 실천하고자 하는 교사들에게 방법적 지침을 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 향후 TPACK에 관한 연구나 교사연수 프로그램 개발의 방향성에 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

주요용어 : TPACK(테크놀로지 교수 내용 지식), 수학교사, 수업 실제 분석

I. 서론

21세기 정보기술공학과 미디어의 비약적인 발전은 사회의 변화뿐만 아니라 발전 속도를 가속화 하고 있으며, 이로 인해 오랜 시간 인류의 문화적 가치를 전수하는 학교도 변화가 요구되는 것이 현실이다. 이러한 흐름과 함께 수학교육에서도 테크놀로지의 활용에 대한 논의를 지속하고 있으며 (Jonassen, 1995; 장경운, 2017), 국내·외의 문서화된 교육과정(교육부, 2015; NCTM, 2000)에서도 테크놀로지를 수학 교수·학습 과정에 의미 있게 활용하는 방법을 체계적으로 권고하고 있다. 물론 테크놀

* MSC2010분류 : 97C40, 97C70

- 1) 이 연구는 2018년도 고려대학교 사범대학 특별연구비 지원을 받아 수행되었음.
- 2) 이 논문은 제1저자의 2018년 박사학위 논문 일부를 재구성한 것임.
- 3) 고려대학교 교과교육연구소 (dahui0311@korea.ac.kr)
- 4) 고려대학교 (wwhang@korea.ac.kr), 교신저자

로지의 활용이 수학 교수·학습 과정에 필수적인 요건은 될 수 없지만, 수학 내용 이해의 촉진, 문제해결력 증진, 추상적인 수학 개념의 시각화, 학생 중심의 수업 활동 등의 측면에서 긍정적으로 해석되고 있다(강주석, 김구연, 전미현, 2017; 김부미, 2012; 김선희, 2012; 김은혜, 이수진, 2016; 이다희, 황우형, 2017; Pierce & Ball, 2009; Wachira & Keengwe, 2011).

한편, 교육 현장에서 많이 통용되는 ‘교육의 질은 교사의 질을 능가할 수 없다.’라는 말처럼, 교육의 변화를 위해서는 교사가 그 주체자로서 매우 중요한 역할을 할 수 있다. 이와 더불어 최근 수학교사들의 테크놀로지 활용에 대한 인식을 살펴보면, 교사들은 테크놀로지 활용에 대해 매우 긍정적으로 인식하는 데 반해 실제 활용도는 떨어지는 편이었으며, 그 이유로 테크놀로지와 관련된 교사 역량의 부족을 많이 언급하였다(이다희, 황우형, 2018). 즉, 이는 수학교육 현장에서 테크놀로지의 활용이 긍정적인 교수·학습의 효과로 이어지려면, 교사의 전문적인 역량을 키워줄 필요가 있음을 시사하는 것이기도 하다. 특히, Ertmer와 Ottenbreit-Leftwich(2010)는 교사가 개인적으로 테크놀로지를 다루는 것과 교육적으로 다루는 것의 분명한 차이를 언급했으며, 교사가 테크놀로지 활용 수업을 계획, 적용, 평가하는 일련의 과정을 위해 교육학적 실천을 위한 지식이 요구된다고 보았다. 즉, 테크놀로지와 관련된 교사 역량은 단순히 테크놀로지를 기능적으로 활용하는 것을 의미하는 것이 아니라, 학생들을 효과적으로 가르치기 위해서 어떤 수학 내용에 어떤 테크놀로지를 어떠한 교수전략으로 적용할 것인지에 대한 총체적 지식으로 볼 수 있으며, 이는 테크놀로지와 관련된 교사의 전문적 지식인 TPACK 개념과 맞닿아 있다.

이러한 TPACK에 관한 국내·외 연구들을 살펴보면, TPACK에 영향을 미치는 교사요인 분석(신태섭, 2013; 이진원, 최정원, 이영준, 2016; 정용주, 2013; Abbitt, 2011; Niess, 2011), TPACK 측정 도구 개발 및 타당화(강순자, 장미라, 2016; 박기철, 강성주, 2014; 소연희, 2013; Archambault & Crippen, 2009; Koh & Chai, 2011; Koh, Chai & Tsai, 2013, 2014; Sahin, 2011; Schmidt et al, 2009), TPACK에 대한 인식(Chai, Koh, & Tsai, 2010; Koh, Chai, & Tsai, 2013), TPACK 향상 방안 연구(신원석, 한인숙, 엄미리, 2012; 임해미, 2009; 주영주, 서혁, 윤성혜, 2014; 최현중, 이태욱, 2015; Angeli & Valandies, 2005, 2009; Chai et al, 2010; Latham & Carr, 2012; Lubin & Ge, 2012) 등이 다양하게 이루어지고 있었다. 이 중에서도 국외는 수학 교과에 초점을 맞추고 그 성격을 특수화하여, TPACK 이론적 틀, TPACK 개발 모델, TPACK 측정, TPACK 향상 방안 등과 같은 측면에서 세부적인 논의가 이어가고 있었지만, 국내에서는 과목 구분 없이 초등학교, 중·고등학교 일반교사를 대상으로 이루어진 TPACK 연구가 대부분이며, 수학 과목에 초점을 맞춘 연구들은 많지 않은 편이었다(이다희, 황우형, 2017). 이러한 측면에서 이다희와 황우형(2017, 2018)은 수학 과목의 특수성을 고려하여 일반교사의 TPACK과 다를 수 있는 수학교사의 TPACK에 대해 측정 도구를 개발하고 타당화 한 후, TPACK의 인식과 교육요구도를 구체적으로 살펴보는 연구를 진행하였다. 이때, 두 연구는 우리나라 맥락에서 현직 수학교사를 대상으로 TPACK에 관한 연구를 진행했다는 점에서는 의미가 있을 수 있지만, TPACK 관점에서 두 연구 모두 양적 분석에 국한되어 있어서 수학교사들의 실제 수업이 어떻게 발현되는지에 대한 질적 분석도 함께 이루어질 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 테크놀로지 활용 수업을 꾸준히 실천하는 두 명의 수학교사를 대상으로 TPACK 관점에서 인식의 특징을 비교 분석한 후, 그 인식이 실제 수업에 어떻게 드러나는지를 살펴보고자 하며, 인식 차이가 드러난 항목은 교사 인터뷰나 수업 분석을 통해 그 근거를 밝힐 수 있는 부분이 있는지를 추가적으로 확인하고자 한다. 즉, 수학교사들을 대상으로 TPACK과 관련해서 테크놀로지 활용 수업의 현장실천력을 살펴봄으로써, 향후 테크놀로지 활용 수업을 실천하고자 하는 수학교사들에게 그 방향성을 제공하고자 한다. 이를 위해, 다음과 같이 두 가지의 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 두 교사의 TPACK 인식에 대한 특징은 무엇인가?

둘째, 두 교사의 TPACK 인식은 수업 실제에 어떻게 발현되고 있으며, 인식 차이에 대한 근거가 있는가?

II. 이론적 배경

1. TPACK 개념 및 구성요소

테크놀로지 교수 내용 지식(Technology, Pedagogy and Content Knowledge; TPACK)은 2000년대에 테크놀로지 활용이 인간의 다양한 영역에 변화를 가져오면서, 이와 유사하게 교육에서의 테크놀로지도 다양한 교수·학습 과정에 큰 변화를 가져왔다고 지적하면서 시작되었다(Koehler, Mishra, 2005). 이에 Mishra와 Koehler(2006)는 TPACK을 Shulman(1986)의 교수학적 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge; PCK)의 개념에 테크놀로지 활용 지식을 포함한 것으로 정의하였다. TPACK은 내용 지식(Content Knowledge; CK), 교수학적 지식(Pedagogical Knowledge; PK), 테크놀로지 지식(Technology Knowledge; TK)을 기본 요소로 하여, 이들 간의 상호작용에 따라 구성된 교수학적 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge; PCK), 테크놀로지 내용 지식(Technology Content Knowledge; TCK), 테크놀로지 교수학적 지식(Technology Pedagogical Knowledge; TPK), 그리고 이 세 지식의 교집합에 해당하는 테크놀로지 교수 내용 지식(TPACK)으로 구성되어 있다(Koehler & Mishra, 2009; Mishra & Koehler, 2006). 특히, TPACK은 세 가지 기본 요소인 내용 지식, 교수학적 지식, 테크놀로지 지식을 개별적으로 아는 것을 넘어서서 세 지식이 상호작용하는 맥락 안에서 통합된 형태로 드러나는 총체적인 지식을 의미하며(Mishra & Koehler, 2006), 각각의 지식이 독립적으로 작용하는 것이 아니라 서로 역동적으로 영향을 주면서 융합되어있다(소연희, 2013; 엄미리, 2012; Chai, Koh, & Tsai, 2010; Mishra & Koehler, 2006). 즉, TPACK은 기존의 교수법에 테크놀로지 요소만 추가한 접근방식이 아니라, 다양한 교실맥락에서 교수 방법, 교과 내용, 테크놀로지 활용 등이 최적화된 방식으로 어떻게 조화를 이루는지를 매우 중시하는 개념이라고 볼 수 있다.

2. 수학교과 TPACK 개념 및 구성요소

수학교과 TPACK 개념은 ISTE(International Society for Technology in Education)가 테크놀로지를 통합한 수업을 하기 위해서, 교사는 이에 대한 지식과 기술을 가져야 한다고 언급하면서 출발하였다. ISTE(2000)는 학교 수업에서 테크놀로지를 효과적으로 사용하기 위해 교사와 학생 대상의 기준을 발표하였고, 2002년에는 이 중에서 교사를 위한 기준(National Education Technology Standards for Teachers: NETS-T)을 추가로 발표하였다. 이후 Niess (2005, 2006)는 수학교사 TPACK 기준에 대한 본격적인 논의를 시작하였으며, 수학교사들이 테크놀로지 활용 수업을 준비하는데 필요한 과정이 TPACK을 개발하기 위해 설계되었던 프로그램 개발 과정과 흡사하다는 점에 주목하였다. Niess(2005, 2006)에 의하면, TPACK은 수학교육에 테크놀로지를 통합하려는 목적에 대한 포괄적 개념이며, 그 기준은 향후 수학교사 TPACK 기준을 체계화하는 데 큰 역할을 하였다. 이어서 수학교사 교육자협회인 AMTE (Association of Mathematics Teacher Educators)는 수학 교수·학습에서 테크놀로지의 역할을 강화하면서, 수학교사들이 테크놀로지를 통합한 수학 교수·학습 맥락에서 관련된 지식

을 습득하는 경험이 매우 중요함을 강조하였으며, 이는 Niess(2005, 2006)가 제시한 견해와 그 맥을 같이 하고 있었다. 그 이후, AMTE는 2008년에 수학 교수·학습을 개선하기 위해 NETS-T를 개정하였으며, 수학교사 TPACK 기준과 지표를 디지털 시대의 학습 환경과 경험을 위한 설계 및 개발, 교수·학습과 수학교육과정, 평가와 평가 시정, 교수·학습 자료 생성 및 전문적 수업 실행 측면에서 구체적으로 제시하였다(AMTE, 2009). 더 나아가 Guerrero (2010)는 수학이라는 학문은 수업에서 테크놀로지를 보다 더 다양하고 복합적으로 적용할 수 있는 영향력 있는 학문이라고 주장하면서, Koehler와 Mishra(2008)의 이론적 틀을 수학 교과에 맞춰 수정하였다. 이는 테크놀로지를 활용하는 수업에서 수학 교과의 특성으로 인해 생길 수 있는 상황을 고려함으로써, 일반교과의 TPACK에서 언급하지 않았던 교사의 역량을 매우 구체화했다는 측면에서 큰 의미가 있다. 즉, 수학교과의 TPACK은 수학교사가 테크놀로지를 활용하고자 할 때, 어떤 부분을 고려해야 하는지, 어떤 부분에 주의해야 하는지, 또한 중요하게 확인해야 할 항목은 무엇인지 등에 대해 수학교과와 관련된 좀 더 세밀한 정보를 제공한다는 측면에서 그 의미가 크다고 볼 수 있다.

3. TPACK에 대한 연구

TPACK에 대한 국외 연구는 TPACK에 대한 관심이 TPACK 개념 및 구성요소에 대한 연구로 이어졌으며, 일반교과에서 Koehler와 Mishra(2005, 2008)를 중심으로 현재까지 매우 활발하게 진행되고 있다(Doering, Veletsianos & Scharber, 2009; Angeli & Valanides, 2009; Cox & Graham, 2009; Yeh, Hsu, Wu, Hwang & Lin, 2014). 또한 수학교과에서도 일반교과만큼은 아니지만 Niess(2005, 2006)를 시작으로 AMTE(2009)와 Guerrero(2010)의 연구들이 이어지고 있었다. 이러한 연구들은 공통적으로 교사들이 기존의 전통적인 지식 전달의 역할에서 벗어나 다양한 교수·학습 방법과 교육적인 테크놀로지를 어떻게 통합시킬 것인지, 또한 학생들의 학습을 어떻게 촉진하고 향상시킬 것인지에 대한 과제에 직면하게 되었으며, 이런 과제를 해결하기 위하여 교사들에게 총체적 역량 개념인 TPACK이 필요함을 강조하고 있다. 특히, 국외의 수학교과 TPACK 연구는 TPACK이 교사에게 필요한 테크놀로지 관련 전문 역량이라는 점에 동의하고 있지만, 수학교과와 일반교과의 TPACK이 서로 다른 모습으로 나타날 수 있으며, 수학 과목의 특수성을 고려하여 좀 더 구체화해야 한다는 측면에 의견을 모으고 있었다(AMTE, 2009; Guerrero, 2010; Niess, 2005, 2006).

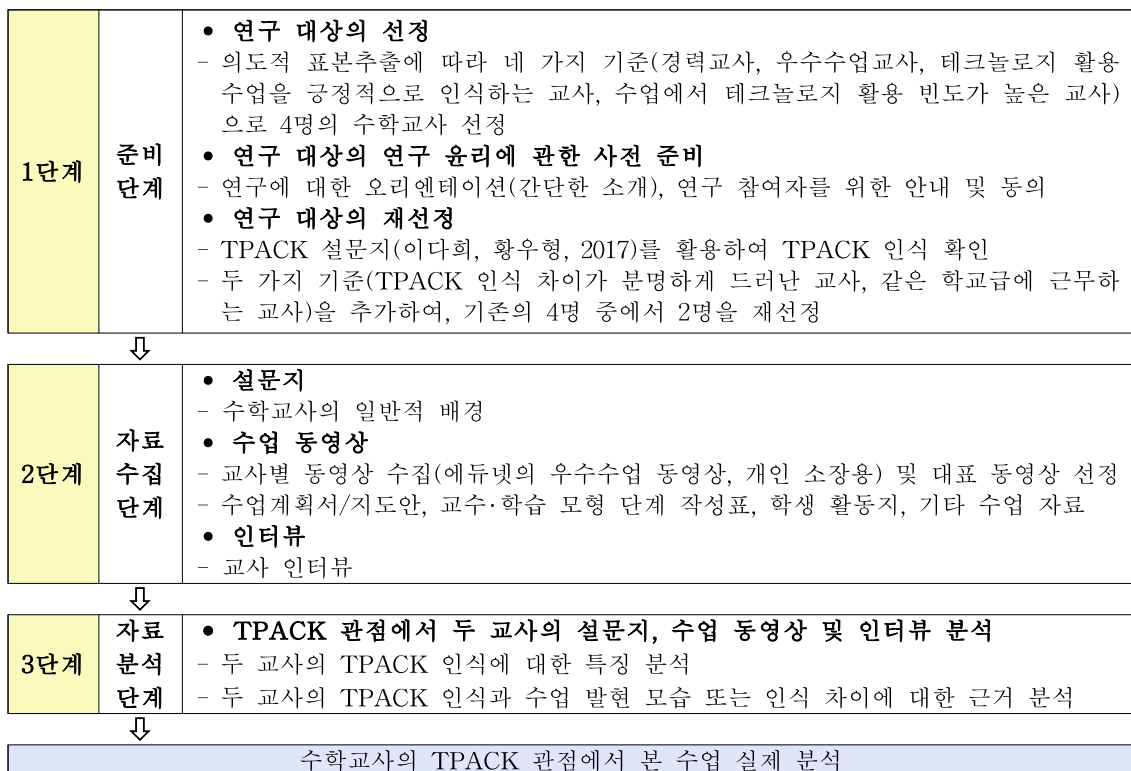
그러나 TPACK에 대한 국내 연구는 국외만큼 활발하지 못한 편으로, TPACK에 영향을 미치는 교사요인 분석 연구(신태섭, 2013; 이진원, 최정원, 이영준, 2016), TPACK 향상 방안 연구(류기혁, 이영주, 2017; 신원석, 한인숙, 엄미리, 2012; 이민희, 2011; 임해미, 2009; 주영주, 서혁, 윤성혜, 2014; 최현중, 이태욱, 2015)에 편중되어 있으며, TPACK 측정 연구(강순자, 장미라, 2016; 박기철, 강성주, 2014; 소연희, 2013)가 일부 존재했다. 특히, TPACK 향상 방안 연구는 TPACK이 교사들의 교수 경험과 테크놀로지 활용 정도에 따라서 현저히 달라질 수 있음에도 불구하고(Jang & Chen, 2010), 현직교사가 아닌 예비교사에 초점이 맞춰져 있었다. 또한 TPACK 측정 연구도 초등교사 대상의 한 연구(소연희, 2013)를 제외하고 대부분 국외에서 개발된 TPACK 측정 도구를 그대로 번안해서 사용하고 있었으며, 심지어 초등 예비교사를 대상으로 개발된 측정 도구를 중등 예비교사에 적용하거나 예비교사를 대상으로 개발한 측정 도구를 현직교사에 적용하고 있었다. 특히, 수학교사를 대상으로 한 일부 연구는 수학 과목에 초점을 맞추었다는 점에서 의미가 있었지만, 기하 영역에서 중학교 수학교사의 TPACK을 다루면서 내용 영역과 연구 대상이 제한되어 있었다. 이러한 점을 지적한 이다희와 황우형(2017, 2018)은 수학의 특수성을 고려하여 TPACK 측정 도구를 개발한 후, TPACK 인식과 교육요구도를 구

체적으로 살펴보는 양적 연구를 진행하였다. 그러나 TPACK은 고정된 형태의 지식만을 의미하는 것이 아니라 다양한 교실맥락에서 교사의 실행적인 측면의 지식과 연속체 개념으로 볼 수 있으므로, TPACK 연구는 양적 접근을 통해 드러나지 않는 새로운 사실을 질적 접근을 통해 살펴보는 과정이 매우 중요할 수 있다. 또한 김도현(2017)도 국내 TPACK 연구는 질적 접근이 극히 적으며, 양적 접근의 분석적 연구가 의미를 가지려면 질적 접근의 체계적 연구가 필요함을 지적하였다. 따라서 국내의 TPACK 연구가 국외만큼 의미 있는 연구로 이어지기 위해서는 양적 연구뿐만 아니라 질적 연구도 함께 확산됨으로써, 교사들이 테크놀로지를 교실 수업에 어떻게 통합하는지, 그 실천적 맥락 속에서 TPACK이 어떻게 작용하는지 등을 깊이 있게 들여다볼 필요가 있을 것이다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 절차

본 연구는 실제 테크놀로지를 활용하고 있는 수학교사의 TPACK에 대한 인식을 살펴본 후, 실제 수업 발현은 어떻게 나타나는지, 또는 인식 차이에 대한 근거가 있는지 등을 질적으로 분석하기 위해, [그림 Ⅲ-1]과 같은 연구 절차를 시행하였다.



[그림 Ⅲ-1] 연구 절차

2. 연구 대상

본 연구는 연구 대상자를 선정하기 위해 두 단계로 이뤄진 의도적 표본추출(purposeful sampling)을 사용하였다. 첫 번째 단계는 다음 네 가지 기준에 적합한 현직 수학교사 4명을 선정하였다. 첫째, 중·고등학교에서 5년 이상의 경력을 가진 경력교사, 둘째, 각 시도교육청에서 우수교사로 선정된 교사, 셋째, 테크놀로지 활용 수업을 긍정적으로 인식하는 교사, 넷째, 실제 수학수업에서 테크놀로지를 많이 활용하는 교사. 두 번째 단계는 다음 두 가지 기준을 추가하여, 4명의 교사 중에서 2명을 재선정하였다. 첫째, TPACK 인식에 큰 차이를 보이는 교사, 둘째, 같은 학교급에서 근무하는 교사. 특히, TPACK 인식의 차이를 확인하기 위해 최근 수학교사를 대상으로 어느 정도 신뢰도와 타당도가 확보된 TPACK 설문지(이다희, 황우형, 2017)를 활용하였으며, 서로 다른 학교군의 맥락적 차이를 최대한 배제하기 위해 동일한 학교군에서 테크놀로지 활용 수업을 실천하는 두 교사를 고려하였다. 두 교사의 특징은 <표 III-1>과 같으며, 특히, C교사는 교수·학습 방법 개선을 위해 다양한 외부 활동에 참여하고 있었으며, D교사는 테크놀로지와 관련된 자격증을 다수 보유하고 있는 것이 큰 특징이었다.

<표 III-1> 연구 대상

항목	C교사	D교사
학교급	▶ 고등학교	▶ 고등학교
지역	▶ 경기	▶ 경기
교사 경력	▶ 16년	▶ 9년
대학(원)에서 테크놀로지 관련 교육	▶ 없다	▶ 10시간
교직에서 테크놀로지 관련 연수	▶ 3회 150시간	▶ 3회 60시간
실제 수업에서 테크놀로지 활용 정도	▶ 많음	▶ 많음
특이사항	▶ 교직 관련 컨설팅, 교사연수 출강, 교수·학습 방법 개선과 관련된 다양한 활동 및 프로젝트 참여가 많음 ▶ 테크놀로지 활용 능력이 높지 않으나, 수학교과에 특화되지 않은 간단한 기능의 테크놀로지를 교수·학습 상황으로 연결하는 아이디어가 많음	▶ 테크놀로지 활용 능력 높음 ▶ 현재 학생 중심의 테크놀로지 활용 수업에 의미를 두고 실천하고 있지만, 지금까지 교사가 다양한 형태로 보여주는 교사 중심의 테크놀로지 수업 비중이 높음

3. 자료 및 수집 과정

1) 설문지

수학교사들의 TPACK에 대한 인식을 살펴보기 위하여, <표 III-2>와 같이 본 연구자가 개발한 TPACK 설문지(이다희, 황우형, 2017)를 활용하였다. 이 설문지는 수학 과목의 특수성을 반영하고자 수학 교과와 PCK, TPACK의 개념 및 구성 요인, 기존 설문지와 관련된 문헌을 검토하여 내용을 추출하였다. 또한 3차에 걸쳐 내용 타당도 검증(테크놀로지 활용도가 높은 현직 경력교사, 수학교육 연

구자, 국어교사)을 실시한 후, 기초통계 조사, 신뢰도 검증(Cronbach's α), 탐색적 요인분석, 확인적 요인분석, 연구 모형 검증을 통해 신뢰도와 타당도를 확보하였다. 설문지는 CK 10문항, PK 7문항, TK 6문항, PCK 9문항, TCK 6문항, TPK 7문항, TPACK 16문항, 총 61개의 문항으로 이루어져 있으며, 각 문항은 현재 교사가 TPACK을 얼마나 가지고 있는지를 5단계 리커트 척도(매우 그렇다 '5', 그렇다 '4', 보통이다 '3', 아니다 '2', 매우 아니다 '1')로 체크하는 형태이다. 해당 설문지는 2018년 1월 2일부터 1월 9일까지 두 교사에게 각각 이메일로 배부하였다. 본 연구의 목적에 대해서는 진화호 간단한 설명을 하였으며, 연구 내용에 대한 자세한 설명은 이메일을 통해 진행하였다. 또한 본 연구의 목적과 관련된 주의사항으로 해당 설문지는 교사가 가진 지식에 대해 옳다 그르다를 평가하고자 하는 것이 아님을 분명히 밝혔고, 이를 통해 교사들이 설문지에 솔직하게 답변하도록 하였다.

<표 III-2> TPACK 설문지(이다희, 황우형, 2017)의 구성

구분		문항 내용	문항수
CK	일반 내용 지식	• 중·고등학교 수준의 수학 개념·원리·절차, 중·고등학교 수준의 수학 문제를 정확하게 해결	2
	특수 내용 지식	• 문제해결(과정, 전략), 추론(귀납적, 연역적 추론), 수학 내적 연결성, 표현(표상), 수학적 의사소통	8
PK	일반적인 교수·학습 방법	• 교수·학습 방법, 수업 자료 및 교구 활용	2
	일반적인 학생들에 대한 심리학적 이해	• 일반적인 학생들의 심리학적 요인(발달과 학습, 행동적·인지적·정의적인 개인의 특성, 흥미와 동기 유발)에 대한 이해	3
	일반적인 학급 경영 방법	• 학급 조직 및 관리 방법 파악	1
	일반적인 평가 방법	• 다양한 평가 방법 파악	1
TK	테크놀로지 실행	• 일반적인 테크놀로지 종류 파악, 실행, 활용	3
	테크놀로지 오류 해결	• 테크놀로지 관련 오류해결	1
	테크놀로지 발전	• 새로운 테크놀로지에 대한 민감성 및 활용	2
PCK	수학교육과정	• 수학교육과정(학습 목표, 교수·학습 방법, 평가 방법 및 유의 사항)	1
	수학 내용 지식과 관련된 교수·학습 방법	• 수학 내용 영역(표상의 교수학적 장단점, 수학적 의사소통 과정의 개입 및 발문)에 대한 교수·학습 방법, 특정 수학 내용에 적합한 수업 자료 구안, 특정 수학 내용의 흥미와 동기 유발을 위해 적절한 소재 선정	4
	수학 내용 지식과 관련된 학생 이해	• 학생들이 자주 범하는 오류/오개념, 특정 수학 내용에 대한 학생들의 인지 수준 및 사전 지식, 학생들의 전형적인 이해 방식에 대한 피드백	3
	수학 수업과 관련된 평가	• 학생들의 서로 다른 이해 수준에 대한 평가	1

TCK	특수 내용 지식과 테크놀로지	<ul style="list-style-type: none"> 수학 개념 및 원리 이해와 테크놀로지, 문제해결과 테크놀로지, 수학적 추론 및 정당화와 테크놀로지, 수학적 의사소통과 테크놀로지, 표상과 테크놀로지, 수학의 가치(심미성, 실용성)와 테크놀로지 	6
TPK	테크놀로지와 교수·학습 방법	<ul style="list-style-type: none"> 테크놀로지에 기반 한 수업 자료 파악, 테크놀로지를 활용한 다양한 교수·학습 방법 및 전략(지식 측면), 자신이 잘 알고 있는 테크놀로지와 교수·학습 활동과의 연계 방법(실행 측면), 일반적인 학생들의 학습법에 도움을 주는 테크놀로지 활용 방법, 교사 자신의 교수법에 도움을 주는 테크놀로지 활용 방법 	5 7
	테크놀로지와 학급 경영 방법	<ul style="list-style-type: none"> 테크놀로지를 활용한 학급 조직 및 관리 	1
	테크놀로지와 평가	<ul style="list-style-type: none"> 테크놀로지를 활용한 평가 방법 	1
TPACK	수학교육과정과 테크놀로지 통합	<ul style="list-style-type: none"> 수학교육과정의 테크놀로지 관련 내용과 실제 수업의 통합 	1
	수학 내용에 대한 학생 이해와 테크놀로지 통합	<ul style="list-style-type: none"> 수학 내용에 대한 학생들의 인지 수준 및 사전 지식에 따라 테크놀로지를 통합, 테크놀로지를 통합하여 수학 내용에 대한 학생들의 이해력 향상 	2
	수학 내용 지식과 관련된 테크놀로지 통합	<ul style="list-style-type: none"> 수학 내용 지식(CK) 중의 문제해결, 표상, 내적·외적 연결성, 창의·융합, 추론, 의사소통에 따라 테크놀로지 통합 	7
	교수·학습 방법과 테크놀로지 통합	<ul style="list-style-type: none"> 수학 학습에 대한 흥미와 동기 유발을 위해 테크놀로지 통합, 수학 내용에 따라 테크놀로지를 의미 있게 활용할 수 있는 수업 자료 구안 	2 16
	통합된 학급 경영 방법 테크놀로지와 통합된	<ul style="list-style-type: none"> 수학 교수법과 테크놀로지를 통합하는 과정에서의 학급 조직 및 관리 방법 	1
	수업 환경 대처 테크놀로지와 통합된	<ul style="list-style-type: none"> 테크놀로지 활용으로 인한 수학 수업 환경의 변화 대처 	1
	테크놀로지와 통합된 평가	<ul style="list-style-type: none"> 수학 평가의 질 향상을 위해 테크놀로지 활용 	1
	테크놀로지와 통합된 교사 전문성	<ul style="list-style-type: none"> 테크놀로지와 관련된 동료교사의 수업 조직화를 도와줄 수 있는 교사 전문성 	1

2) 수업 동영상

수학교사들이 TPACK 관점에서 테크놀로지 활용 수업을 어떻게 실천하고 있는지를 살펴보기 위해, 교사별로 테크놀로지 활용 수업을 대표할 수 있는 동영상상 1차시씩 수집하였으며, 단원, 대상, 학습 목표, 수업 환경, 교수·학습 모형, 수업 자료를 정리하여 <표 III-3>에 제시하였다. 두 교사의 대표 동영상을 선정하기 위해 교사들이 개인적으로 보관하고 있는 동영상도 수집하여 비교해보았으나, 촬영 여건뿐만 아니라 영상 양호도 측면에서 학생 모뎀별 녹음 상태 등을 고려하여 두 교사 모두 에듀넷(한국교육학술정보원에서 운영하는 교육전문포털)에 게시되어 있는 우수수업 동영상을 사용하였다. 또한 교사별로 자세한 수업 분석을 위해 수업과 관련된 기타 자료들을 수집하여 분석에 활용하였다. C 교사의 경우, 수업 동영상상이 매우 자세한 편이어서 교수·학습 지도안 분석만 추가로 진행하였으며, D교사는 교수·학습 지도안, 교수·학습 모형 단계 작성표, 학생 활동지 등을 다양하게 참고하였다.

<표 III-3> 두 교사의 수업 동영상에 대한 기본 정보

항목	C교사	D교사
단원	▶ 미적분Ⅱ, (라) 적분법, 2. 정적분의 활용	▶ 미적분 I, (다) 다항함수의 미분법, 1. 미분계수
대상	▶ 고등학교 3학년 20명	▶ 고등학교 3학년 28명
학습 목표	▶ 단면의 넓이와 입체의 부피 사이의 관계를 알고, 정적분을 이용해서 입체의 부피를 구할 수 있다.	▶ 1. 미분계수의 정의를 발견할 수 있다. ▶ 2. 미분계수의 기하학적인 의미를 설명할 수 있다.
수업 환경	▶ 교실 수업	▶ 컴퓨터실 수업
테크놀로지	▶ 사전 제작 동영상 ▶ 스마트폰, 노트북 ▶ 어플리케이션, 클래스팅, GeoGebra	▶ 컴퓨터 ▶ GeoGebra
교수·학습 모형	▶ Flipped(Inverted) Learning 기반의 문제해결 학습모형	▶ 탐구학습 모형 ▶ 발견학습 모형
수업 자료	▶ 학생 활동지	▶ 학생 활동지, B4용지, 색연필

수집된 수업 동영상은 자료의 전사, 코딩, 분석, 해석의 과정을 거쳐서 타당도를 확보하였다. 우선 전사(transcription)를 할 때, 해당 동영상이 각 교사의 수업을 대표할 수 있는 동영상이라고 볼 수 있지만, 1차시라는 제한점이 있기 때문에 동영상을 수차례 돌려보며 교사의 발언, 학생의 발언, 교사와 학생 간 의사소통 과정을 모두 전사하였을 뿐만 아니라, 각 수업 상황에서 특이하거나 의미 있는 비언어적 행동 또한 괄호를 활용하여 자세히 기록하였다. 다음으로 코딩을 할 때, 학생(S)과 교사(T)로 나누었으며, 예를 들어, 'C1'은 C교사의 수업 동영상에서 첫 번째에 언급된 말이고, 'C15의 T'는 C교사의 수업 동영상에서 15번째 언급된 말로, 교사가 발언한 것이다. 또한 분석과 해석을 할 때, 교사의 수업 의도를 파악하고 수업 맥락을 이해하기 위하여, 교수·학습 지도안을 포함한 다양한 수업 자료 또는 인터뷰 자료를 참고하였다. 특히, 두 교사의 수업 동영상에 대한 분석 및 해석 과정에서는 수학 교육 전문가와 그 내용을 검토하고 협의하는 세미나를 수차례 진행하였으며, 이를 통해 본 연구의 목적에 따른 연구 결과 도출의 타당도를 높이고자 했다.

3) 인터뷰

설문지 분석과 수업 동영상을 관찰한 후, 이를 통해 알 수 없었던 부분을 확인하기 위하여, 각 교사의 신념과 교육관, 일반적으로 활용하는 수업 방식, 일반적인 테크놀로지에 대한 지식 등에 대한 추가적인 인터뷰를 2회 실시하였다.

IV. 연구 결과

1. 두 교사의 TPACK 인식에 대한 특징 분석

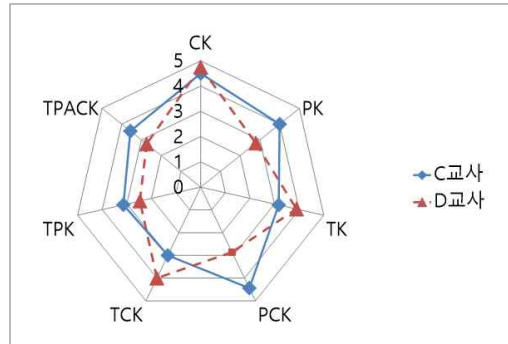
먼저 두 교사의 TPACK 인식에 대한 특징을 살펴보기 위해, 교사별로 TPACK 인식에 대한 전체적인 경향성과 세부적인 경향성을 비교 분석하였다. 전체적인 경향성은 TPACK 측정 도구의 하위 요인별로 평균(예를 들어, CK의 평균 산출)을 비교하였으며, 세부적인 경향성은 하위 요인 내의 각 항목에 포함된 문항들의 평균(예를 들어, CK는 두 개의 항목인 “일반 내용 지식”과 “특수 내용 지식”으로 구성되어 있으며, “일반 내용 지식”은 그 항목에 포함된 두 문항의 평균 산출)을 비교하였다.

1) TPACK 인식에 대한 전체적인 경향성 분석

두 교사의 TPACK 인식에 대한 전체적인 경향성을 살펴본 결과, [그림 IV-1]과 같이 교사별로 뚜렷한 차이를 보였으며, 교사별로 그 특징을 구별하기 위해 C교사는 ‘교수학적 지식 집중형’, D교사는 ‘테크놀로지 지식 집중형’이라고 명명하고자 한다.

우선 C교사의 TPACK에 대한 인식은 ‘교수학적 지식 집중형’으로, 다른 하위 요인에 비해 교수학적 내용 지식과 직접적으로 관련된 CK, PK, PCK를 높게 인식하는 편이었다. 이와 관련해서 C교사는 ‘어떻게 하면 학생들을 수업에 참여시킬 수 있을까?’라는 측면에 많은 관심을 두는 편으로, ‘다양한 교실 프로젝트 참여’, ‘전문적 학습공동체 운영’, ‘수업컨설팅 위원’ 등의 다양한 활동을 하고 있었으며, 교사 중심이 아닌 학생 중심의 교육에 대한 고민을 지속하는 편이었다.

다음으로 D교사의 TPACK에 대한 인식은 ‘테크놀로지 지식 집중형’으로, 테크놀로지를 직접 다루고 테크놀로지와 관련된 수학 내용을 스스로 이해하는 지식과 관련된 CK, TK, TCK를 높게 인식했으며, 그 인식이 C교사에 비해 CK, TK, TCK에 집중된 편이었다. 이와 관련해서 D교사는 실제 테크놀로지를 잘 다루는 교사일 뿐만 아니라 테크놀로지와 관련된 자격증을 다수 보유하고 있으며, 개인적으로 관련 서적을 따로 공부하는 등 평소 테크놀로지에 대한 관심이 높은 교사이기도 하다.



[그림 IV-1] 두 교사의 TPACK 인식에 대한 전체적인 경향성 분석

2) TPACK 인식에 대한 세부적인 경향성 분석

두 교사의 TPACK 인식에 대한 세부적인 경향성의 특징은 <표 IV-1>과 같고, 그 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, CK에서 두 교사 모두 모든 항목을 4점 이상으로 높게 인식하였다. 특히, C교사와 D교사 모두 “일반 내용 지식”은 5점 만점으로 인식했으며, “특수 내용 지식”의 평균은 4.44로 동일했다. 다만, C교사는 “특수 내용 지식” 중에서 문제해결(전략, 과정)과 추론 측면을 5점 만점으로 인식했으며, D교사는 추론, 수학적 연결성, 수학적 의사소통 측면을 5점 만점으로 인식하였다.

둘째, TK, TCK에서 테크놀로지와 관련된 자격증을 다수 보유하고 있는 D교사는 TK의 대부분 항목과 TCK의 모든 항목을 C교사보다 높게 인식한 것이 특징이었다. 특히, D교사는 CK에서 높게 인식한 항목과 서로 관련성이 높은 TCK 항목 또한 높게 인식한 편이다. 예를 들어, D교사는 CK에서 추론과 관련된 두 지식인 ‘귀납적 추론’, ‘연역적 추론’뿐만 아니라 ‘수학적 의사소통’을 높게 인식했으며, TCK에서 이와 관련성이 있는 ‘수학적 내용의 추론 및 정당화와 테크놀로지’와 ‘수학적 의사소통과 테크놀로지’를 높게 인식했다. 따라서 D교사는 일반적인 테크놀로지를 잘 다루는 교사로서, 교사가 내용 파악이 잘 되어 있다고 인식하는 항목에 대해서는 테크놀로지를 적용해서 그 내용을 스스로 이해하는 지식 또한 함께 가지고 있다고 인식했다.

셋째, PK와 PCK에서 C교사는 TK, TCK와 달리 PK의 대부분 항목과 PCK의 모든 항목을 D교사보다 높게 인식하고 있었다. 그 중에서도 C교사는 수학 내용과 학생에 대한 지식을 결합하여 ‘특정 수학 내용을 학생들이 이해할 수 있도록 가르치는 방법에 대한 지식’ 또는 ‘수학 수업과 관련된 평가’에 대한 인식이 매우 높았다. 반면에 D교사는 PK와 PCK의 대부분 항목을 C교사보다 낮게 인식했으며, 이 교사는 테크놀로지와 관련된 TK, TCK에 대한 인식이 높았던 것과 대조적으로 교육학적 지식 측면에서는 C교사에 비해 부족하다고 인식하고 있음을 알 수 있었다.

넷째, TPK에서 D교사는 C교사보다 ‘교사 자신의 교수법에 도움을 주는 테크놀로지 활용 방법’, ‘테크놀로지에 기반 한 수업 자료에 대해 알고 있는 측면’을 조금 높게 인식했으나, 나머지 항목은 C교사와 비슷하거나 낮게 인식하였다. 또한 C교사는 “테크놀로지와 교수·학습 방법” 항목에서 ‘실행 측면의 테크놀로지와 교수·학습 활동 연계 측면’ 뿐만 아니라, “테크놀로지와 학급 경영 방법”, “테크놀로지와 평가”의 두 항목에 대한 인식이 D교사보다 조금 높긴 했지만, 점수는 대체로 3점 정도인 보통으로 인식하고 있었다. 즉, C교사는 교수학적 지식은 높게 인식하는 데 반해 테크놀로지와 관련된 교수학적 지식은 상대적으로 높지 않게 인식한 항목이 있었으며, D교사도 테크놀로지를 잘 다루는 교사임에도

불구하고 TCK에 대한 인식과 달리 테크놀로지를 다양한 교수·학습 상황에 활용하는 방법에 대해서는 낮게 인식한 항목이 있었다.

다섯째, TPACK에서 C교사는 D교사에 비해 “수학 내용에 대한 학생 이해와 테크놀로지 통합”, “테크놀로지와 통합된 학급 경영 방법”, “테크놀로지와 통합된 수업 환경 대처”, “테크놀로지와 통합된 평가”, “테크놀로지와 통합된 교사 전문성” 등의 측면을 높게 인식하였다. 특히, 이와 관련하여 C교사는 평소 일반적인 테크놀로지 활용 능력은 높지 못하지만, 실제 수업에서는 수학 과목과 직접적인 관련성이 적은 테크놀로지도 수업에 의미 있게 연결할 수 있는 교사였다. 반면에 D교사는 C교사에 비해 테크놀로지 활용 능력이 높은 교사임에도 불구하고, 추론, 표상과 같이 “수학 내용 지식(CK)과 관련된 테크놀로지 통합”의 일부 지식만을 높게 인식하였으며, “학생 이해 측면의 테크놀로지 통합”이나 “테크놀로지와 통합된 수업 환경에 즉각적으로 대처하는 부분” 등은 높지 않게 인식하였다.

<표 IV-1> 두 교사의 TPACK 인식에 대한 세부적인 경향성의 특징 비교

구분		C교사	D교사	특징 비교
CK	일반 내용 지식	5	5	• 차이 없음
	특수 내용 지식	4.44	4.44	
PK	일반적인 교수·학습 방법	4	3.5	• C교사는 대부분 항목에 대한 인식이 D교사보다 높음 • D교사는 “일반적인 학급 경영 방법”에 해당하는 일반적인 학급의 조직 및 관리 방법(동일)을 제외한 모든 항목에 대한 인식이 C교사보다 낮음
	일반적인 학생들에 대한 심리학적 이해	4	2.67	
	일반적인 학급 경영 방법	4	4	
	일반적인 평가 방법	4	2	
TK	테크놀로지 실행	3	4	• C교사는 “테크놀로지 발전” 항목에 해당하는 일상생활에서 테크놀로지가 새로 나올 때마다 꾸준히 습득한다(높음)를 제외한 모든 항목의 인식이 D교사보다 낮음 • D교사는 특히 “테크놀로지 실행”과 “테크놀로지 오류 해결” 항목에 대한 인식이 C교사보다 높음
	테크놀로지 오류 해결	3	4	
	테크놀로지 발전	3.5	3.5	
PCK	수학교육과정	4	3	• C교사는 모든 항목에 대한 인식이 D교사보다 높음. 특히, 특정 수학 내용의 흥미와 동기 유발 소재 선정, 학생들이 인지 수준 및 사전 지식에 따른 지도, 학생들의 서로 다른 이해 수준 평가, 수학교육과정의 학습목표와 활동 연계 측면의 인식 매우 높음 • D교사는 전 항목에 대한 인식이 C교사보다 낮음
	수학 내용 지식과 관련된 교수·학습 방법	4.5	2.78	
	수학 내용 지식과 관련된 학생 이해	4.33	3	
	수학 수업과 관련된 평가	5	3	
TCK	특수 내용 지식과 테크놀로지	3	4	• D교사는 전 항목에 대한 인식 높음. 특히, CK에서 인식이 높은 항목과 관련된 TCK의 항목에 대한 인식도 높음

수학교사의 테크놀로지 교수 내용 지식(TPACK) 관점에서 본 수업 실제 분석

TPK	테크놀로지와 교수·학습 방법	3.2	3.2	<ul style="list-style-type: none"> • C교사는 “테크놀로지와 교수·학습 방법” 항목에서 실행 측면의 자신이 잘 알고 있는 테크놀로지와 교수·학습 활동 연계 측면뿐만 아니라, “테크놀로지와 학급 경영 방법”, “테크놀로지와 평가” 두 항목에 대한 인식이 D교사보다 높음. 단, TPK는 대체로 3점인 보통 정도로 인식. • D교사는 ‘테크놀로지와 교수·학습 방법’ 항목에서 교사 자신의 교수법에 도움을 주는 테크놀로지 활용 방법, 테크놀로지에 기반 한 수업 자료에 대해 알고 있는 측면을 제외한 나머지 항목에 대한 인식은 C교사와 비슷하거나 낮음.
	테크놀로지와 학급 경영 방법	3	2	
	테크놀로지와 평가	3	2	
TPACK	수학교육과정과 테크놀로지 통합	3	3	<ul style="list-style-type: none"> • C교사는 TPACK의 8개의 항목 중에서 5개의 항목을 D교사보다 높게 인식. • D교사는 ‘수학 내용 지식과 관련된 테크놀로지 통합’ 항목 중에서 문제해결, 표상 측면과 테크놀로지를 통합하는 항목만 C교사보다 높게 인식하고, 나머지 항목에 대한 인식은 대체로 낮음.
	수학 내용에 대한 학생 이해와 테크놀로지 통합	4	2.5	
	수학 내용 지식과 관련된 테크놀로지 통합	3.33	3.44	
	수학 교수·학습 방법과 테크놀로지 통합	4	4	
	테크놀로지와 통합된 학급 경영 방법	4	2	
	테크놀로지와 통합된 수업 환경 대처	4	2	
	테크놀로지와 통합된 평가	4	3	
	테크놀로지와 통합된 교사 전문성	4	3	

2. 두 교사의 TPACK 인식과 수업 실제 발현 또는 인식 차이의 근거 분석

두 교사의 TPACK 인식을 하위 요인별로 구분하여 수업 실제에 발현되는 모습 또는 인식 차이를 보이는 근거를 질적으로 분석한 결과, 다음과 같이 정리할 수 있었다.

1) PK

두 교사의 PK에 대한 인식을 살펴보면, C교사는 PK의 대부분 항목을 D교사에 비해 높게 인식하였다. 그 중에서도 “일반적인 교수·학습 방법”과 관련된 ‘학생 수업 참여 전략 활용’, “일반적인 학생들에 대한 심리학적 이해”와 관련된 ‘일반적인 학생들의 개인적 특성(행동적, 인지적, 정의적)에 대한 이해’ 측면에서 두 교사의 수업 모습에 대한 차이가 드러났다.

(1) “일반적인 교수·학습 방법”과 관련된 학생 수업 참여 전략 활용에 대한 수업 모습 차이

“일반적인 교수·학습 방법”을 상대적으로 높게 인식한 C교사는 학생들의 반응을 이끌거나 수업 참여를 지속하도록 하는 다양한 교수·학습 전략을 활용하고 있었다. 다음 <에피소드 PK①>와 같이, C교사의 수업에서는 ‘모둠 구성원 변형 전략’이 드러났으며, 이는 한 모둠의 모둠원들이 다른 모둠에 한 명씩 투입되어 모둠원을 변형하는 전략이다. 이러한 전략은 교사가 모둠별로 만든 문제를 클래스팅에 탑재하도록 한 후, 모든 학생이 다른 모둠에서 만든 문제를 내려받아 풀도록 한 상황에서 드러났다. 이때, 문제를 만들지 않은 모둠의 입장에서는 그들의 풀이와 문제를 만든 모둠의 풀이를 공유할 수 있었으며, 문제를 만든 모둠원에게 질문할 수 있는 기회를 가졌다[에피소드 PK①-C102]. 투입된 모둠원 입장에서는 다른 모둠의 질문에 답하거나 설명해야 하므로[에피소드 PK①-C104], 모둠 내에서 문제를 만드는 과정에 적극적으로 참여하게 되었다. 또한 각 모둠이 지적한 문항 오류나 논의 사항을 공유한 후, 자신의 모둠으로 돌아가 더 정확한 문제로 수정할 수 있는 기회를 가졌다[에피소드 PK①-C105~106]. 따라서 교사는 해당 전략을 사용함으로써, 모든 학생들이 수업에 적극적으로 참여하도록 수업 상황을 만들어주었다고 볼 수 있다.

<에피소드 PK①> C교사의 ‘모둠 구성원 변형 전략’이 드러난 수업 상황

- C96 T 그럼 지금부터 1모둠의 문제부터 1모둠원들이 모두 일어나서 2, 3, 4, 5모둠에 투입되어서 자신의 모둠의 문제에 대해서 설명하도록 하겠습니다.
(영상 편집)
- C97 S **【3조 모둠원①】** 이게 우리 조가 푼 문제인데 대충 함수를 그려서 회전시키면 이런 모양이 나오거든?
이게 너네 조 모양이 맞아?
- C98 S **【1조 모둠원】** 응 맞아. 훌륭한데?
- C99 S **【3조 모둠원①】** $y = \frac{\ln x}{x}$ 그래프를 그리기가 힘들어서 GeoGebra에 한 번 그려봤어.
- C100 S **【3조 모둠원②】** 그런데 적분하려면 πy^2 이니까 $\pi \int \frac{(\ln x)^2}{x^2} dx$ 를 계산해야 될 것 같아.
- C101 S **【3조 모둠원③】** 문제를 풀어보니까 부분적분과 치환적분의 개념이 들어가 있는 것 같아. 문제가 어렵지만 적분에 대한 여러 가지 개념이 들어가 있는 것 같아 참 좋은 거 같아.
- C102 S **【1조 모둠원】** 고마워. 우리 모둠원의 풀이랑 한번 비교해볼까?
- C103 S **【3조 모둠원①】** 근데 나는 아직 다 못 풀었는데...
- C104 S **【1조 모둠원】** 아, 괜찮아. 내가 도와줄게. 함께 해보자.
- C105 S **【3조 모둠원③】** 그런데 침전에 관한 수학적 조건이 좀 부족한 거 같아. 많이 어색해.
- C106 S **【1조 모둠원】** 음.. 그건 모둠원이랑 함께 의논해볼게.
- C107 S **【1조 모둠원】** 자, 이걸 우리가 푼 풀인데, $\frac{\ln x}{x}$ 를 그리면 이렇게 그래프가 나와. $\ln x$ 를 t 로 치환하면 $\frac{1}{x}$ 은.....

반면에 D교사는 C교사와 달리, 수업 전 과정 내에서 이러한 전략이 거의 드러나지 않았다. 예를 들어, <에피소드 PK②>와 같이, D교사는 학생들의 무반응이 계속해서 이어질 때, 이들을 수업 참여로 이끌기 위한 어떠한 전략도 활용하지 못했다. 특히, 교사의 질문 형태를 살펴보면, ‘무엇에 대해 연구하면 좋을까요?[에피소드 PK②-D31]’를 반복하거나 ‘어떻게 표현해야 하겠어요?[에피소드 PK②-D244]’와 같이, 학생들이 구체적으로 어떤 답변을 해야 할지 파악할 수 없는 모호한 질문을 많이 사용하는 편이었다. 심지어 D교사의 질문 중에는 ‘자, 이차함수의 그래프를 잘 그려서, 이차함수의 식을 잘 써서 지오지브라로 여러분이 그린 그림을 컴퓨터 화면에 표시가 될 수 있도록 한번 그려보세요’와

같이 교사가 활동을 안내하기 위한 발문과 ‘이게 이차함수의 이차항의 계수가 크면 뽀족해져요, 넓어
져요?’와 같이 답을 요구하는 발문이 혼재됨으로써[에피소드 PK⑩-D154], 대부분 학생은 교사가 안내
한 활동을 시작하지 못해서 우왕좌왕하였으며, 교사의 질문에 침묵하는 모습 또한 관찰되었다[에피소
드 PK⑩-D155].

<에피소드 PK⑩> D교사의 ‘학생 참여 전략’이 드러나지 않는 수업 상황

D31 T 포물선으로 표시가 됐죠. 포물선으로. 자, 그런 것을 관찰했어요. 이제는 우리가 과학자가 되어 보는 거
예요. 우리 모두가 과학자, 과학자가 돼봐서 그 날아가는 공을 연구한다고 생각해봐요. 날아가는 공을
연구할 필요가 있어서 연구를 한다고 생각해보면, 무엇을 연구할 필요가 있겠어요? 내가 날아가는 공을
알아보려고 할 때, 무엇에 대해 연구하면 좋을까요?

D32 S (조용)

D33 T 무엇에 대해 연구하면 좋을까요?

...(중략)...

D154 T 이차항의 계수가 음수인 이차함수의 그래프이면, 아마 여러분이 그린 그림을 표현할 수 있을 거예요.
그렇죠? 자, 그 이차함수의 그래프를 잘 그려서, 이차함수의 식을 잘 써서 지오지브라로 여러분이 그린
그림을 컴퓨터 화면에 표시가 될 수 있도록 한번 그려보세요. 이게 이차함수의 이차항의 계수가 크면
뽀족해져요, 넓어져요?

D155 S (대부분 학생이 교사가 안내한 활동을 시작하지 못했으며, 교사의 질문에 답변하는 학생 또한 없었다.)

D156 T 이차항의 계수값의 절댓값이 크면?

D157 S 뽀족해져요.

...(중략)...

D243 T 표현하기2에 1번만 먼저 해보세요. 1번, 1번 먼저.

D244 T 일반적인 공식을 유도해야 하니까 여러분이 그린 그림을 어떻게 표현해야 하겠어요?

D245 S (조용)

D246 T 함수잖아요? 뭐에 대한 함수?

D247 S x.

(2) “일반적인 학생들에 대한 심리학적 이해”와 관련하여 학생들의 개인적 특성(행동적, 인지적, 정의
적)을 고려한 수업 모습 차이

우선 “일반적인 학생들에 대한 심리학적 이해” 항목을 높게 인식한 C교사는 <인터뷰 PK⑩>에서
알 수 있듯이, 교사가 일방적으로 설명하는 시간을 최대한 줄이고 수업에 참여하지 않는 학생들의 개
인적인 특성을 파악하기 위해 교실 곳곳을 돌며, 많은 학생을 수업 상황으로 이끌기 위해 대화를 시
도하고 있었다.

<인터뷰 PK⑩> C교사의 학생들의 개인적 특성(행동적, 인지적, 정의적) 파악에 대한 의견

C교사 : 학생 활동 중심 수업을 통해 학생이 수업의 주체가 되도록 합니다. 교단에 서서 설명하는 시간을 최대
한 줄이고 교실 곳곳을 돌며 학생을 관찰하고 학생과 대화하면서 수업을 이끌어 가는, 학생이 주인공이
되는 수업 방식으로 진행합니다.

이렇게 C교사가 학생들의 특성을 이해하고자 했던 노력은 실제 수업에서 모둠 활동의 규칙을 정하
는 과정으로도 이어졌다. C교사는 인터뷰 과정에서 처음 모둠 활동을 시작할 때, 학생들이 무임승차하
는 경우가 많았음을 언급하였다. 특히, 이러한 시행착오를 겪으면서 학생들의 특성을 파악하는 과정이

얼마나 중요한지를 인지하게 되었으며, 현재 모듈 활동을 진행할 때는 학생들의 개인적인 특성을 고려하여 가능한 많은 학생이 수업에 참여할 수 있도록 규칙을 활용하고 있었다. 예를 들어, <에피소드 PK②>와 같이, 학생들이 사전에 학습한 내용을 확인하는 모듈 활동을 할 때, 교사는 개개인에게 색이 구별된 포스트잇을 나누어주었으며, 각자 동일 색상의 포스트잇을 3개 이상 사용할 수 있도록 안내하였다[에피소드 PK②-C1]. 결과적으로 교사는 학생들이 각자 적은 포스트잇을 개념별로 분류된 6개의 종이에 붙이도록 하였으며[에피소드 PK②-C7], 차후에는 모듈별로 종이를 모두 벽에 붙여서 다른 모듈이 볼 수 있도록 하였다. 이렇게 교사는 모듈 활동 규칙을 통해 학생들에게 개인의 역할과 공동체 역할을 함께 부여하였으며, 이로 인해 학생들은 개별 활동이 공개적으로 드러난다는 사실을 알게 됨으로써 무임승차 하지 않고 활동에 참여하고 있었다. 즉, 교사가 학생들의 개인적인 특성을 파악하는 과정이 존재함으로써, 이를 수업 규칙과 연결하여 모든 학생이 수업에 적극적으로 참여할 수 있도록 환경을 조성해주었다고 볼 수 있다.

<에피소드 PK②> C교사가 학생들의 개인적 특성을 고려하여 모듈 활동 규칙을 정한 수업 상황

- C1 T 이번 시간에 학습할 입체의 부피에 대해서 여러분들이 각자 사전동영상으로 학습을 했는데요, 사전동영상을 제대로 학습했는지 확인해보는 시간을 갖도록 하겠습니다. 정적분을 이용해서 입체의 부피를 구하는 활동에 대해서 여러분들이 학습한 것을 포스트잇에 적어보도록 합니다. 단, 두 가지 규칙이 있는데요, 첫째, 포스트잇 한 장에는 한 가지 개념만 적도록 합니다. 두 번째는 한 사람이 세 가지 이상의 포스트잇을 사용해야 합니다. 자, 제한 시간은 3분입니다. 시작해보도록 합니다.
- C2 S 네~~네~~.
- C3 S **【모듈 활동】** 그럼 우리 각자 포스트잇에 적어볼까?
- C4 S **【모듈 활동】** 그래.
(영상 편집)
- C5 T 자~모두 적었죠?
- C6 S 네.
- C7 T 선생님이 모듈별로 6장의 종이를 나누어주었는데요, 자신이 쓴 포스트잇의 내용에 해당되는 주제를 가진 종이에 포스트잇을 붙이면 됩니다. 같은 개념끼리 모으고 상위 개념과 하위 개념을 분류해서 개념의 흐름을 정리하도록 합니다. 자~시작합니다.

반면에 D교사는 <인터뷰 PK③>에서 알 수 있듯이, 평소 학생들의 다양한 활동 수업을 시도하고 있지만, 활동을 귀찮아하는 고등학생의 특성상 수업 참여에 대한 의지가 없을 때, 교사가 일방적으로 보여주는 활동을 진행한 경우도 있음을 언급하였다.

<인터뷰 PK③> D교사가 고등학생의 특성을 반영하여 학생 활동 수업을 이끌지 못한 어려움에 대한 언급

- D교사 : 정기고사 후에 여유시간을 활용해서 수업 내용과 관계없이 시어핀스키 사면체 만들기, 종이를 끼워 입체 만들기 등의 활동을 하기도 합니다. 지오지브라로 그린 도형들, 4D프레임으로 만든 공간도형 등을 보여 주면서 쉽게 설명하고, 이해를 돕기도 합니다. 그러나 때로는 고등학생 특성상 조작할 만한 여지가 없을 때도 있어서, 그저 앞에서 보여주는 용도로만 사용하기도 합니다.

실제로 <에피소드 PK②>와 같이, D교사의 수업에서는 교사의 질문에 답변조차 하기 귀찮아하는 학생들의 모습이 많이 관찰되었다[에피소드 PK②-D43, 45]. 물론, D교사는 이러한 학생들의 반응에 ‘속?[에피소드 PK②-D46]’과 같은 힌트를 제공하고자 시도했지만, 수업 전반적인 과정 내에서 지속적

으로 활용하지 못하였다. 또한 학생들이 계속된 교사의 질문에 답변한 것인지, 교사의 질문을 이해한 후 답변한 것인지, 단지 교사의 힌트와 유사한 단어를 찾아서 답변한 것인지를 여부를 확인하지 않은 채 수업이 이어졌다[에피소드 PK②-D48].

<에피소드 PK②> D교사의 질문에 답변하기 귀찮아하는 학생들의 모습이 드러난 수업 상황

- D42 T 그렇죠, 어떤 방향으로 힘을 받는지에 대해서. 그리고 또? 날아가는 공의 움직임에 주목한다면?
D43 S (조용)
D44 T 움직임을 표현하는 양들이 있죠? 움직임을 표현하는 양. 뭐가 있죠? 아까 이야기한?
D45 S (조용)
D46 T 속?
D47 S 도. 속도. (하하)
D48 T 그죠, 속도. 아까 이야기한 속도, 이런 것들. (앞으로 움직이며) 그 다음, 움직이는 거, 어디로 움직이고 있어요?

2) TK

C교사는 ‘일상생활에서 중요한 테크놀로지가 새로 나올 때마다 꾸준히 습득한다’의 문항을 제외한 TK의 대부분 문항을 D교사보다 낮게 인식했으며, 반대로 D교사는 이 항목을 제외한 대부분 항목을 C교사보다 높게 인식했다. 두 교사 모두 실제 수업에서 수학교과와 관련된 테크놀로지를 많이 다루는 교사임에도 불구하고, 일상생활에서 다룰 수 있는 테크놀로지의 종류나 그 테크놀로지를 어느 정도 다룰 수 있느냐에 따라 TK 인식에 차이를 보였다.

이를 확인하기 위해, C교사의 ‘일상생활에서 테크놀로지에 대한 관심과 활용도’에 대한 <인터뷰 TK③>를 살펴본 결과, C교사는 실제 수업에서 테크놀로지를 매우 많이 활용하고 있었지만, 일상생활에서 복잡한 테크놀로지는 잘 다루는 편이 아님을 알 수 있었다. 특히, TPACK 설문지의 TK 항목은 수학교과와 테크놀로지를 모두 포함한 일반적인 테크놀로지로 확장하여 다루고 있기 때문에, 일상생활에서 기능적으로 복잡한 테크놀로지를 잘 다루지 못하는 C교사의 경우, 자신의 일반적인 테크놀로지 활용 능력에 대한 인식이 TK에 대한 인식으로 이어졌다고 볼 수 있다. 다만, C교사는 일상생활에서 새로운 테크놀로지에 대해 늘 관심을 갖고 간단한 기능이라면 사용해 보는 편임을 언급했으며, 이러한 측면에서 TK 항목 중의 ‘새로운 테크놀로지에 대한 민감성’에 대한 항목만 유일하게 높게 인식했다고 볼 수 있다.

<인터뷰 TK③> C교사의 일반적인 테크놀로지 활용 능력에 대한 인식

C교사 : 일반적으로 복잡한 테크놀로지를 잘 다루는 편은 아니지만, 새로운 것에 대해서는 늘 관심이 있는 편이고 간단한 기능이면 사용해 보는 편입니다.

이와 비교하여 D교사는 일반적인 테크놀로지에 대한 지식도 보유하고 있다는 사실이 구체적으로 드러났다. <인터뷰 TK④>를 살펴보면, 이 교사는 일상생활에서 사무용 프로그램 사용에 매우 익숙하며, 프로그램의 코딩 능력도 갖추고 있음을 언급하였다. 또한 이 교사는 실제로 테크놀로지와 관련된 자격증을 다수 보유하고 있었다. 따라서 D교사는 수업 시간에 다루는 수학교과와 테크놀로지뿐만 아니라 평소 일상생활의 테크놀로지 활용 능력도 매우 높은 편으로, TK의 모든 항목을 높게 인식했다

고 볼 수 있다.

<인터뷰 TK⑩> D교사의 일반적인 테크놀로지 지식에 대한 인식

D교사 : 엑셀 등 사무용 프로그램 사용에 매우 익숙하고, C언어, visual basic 등으로 간단한 프로그램을 만드는 정도의 지식, 프로그램에 대한 코딩 능력을 가지고 있습니다.

이러한 두 교사의 TK에 대한 인식 차이는 학생들의 활동 결과를 테크놀로지로 공유하는 수업 상황에서 서로 다른 모습으로 나타났다. 예를 들어, 두 교사 모두 테크놀로지를 활용하여 학생들의 개별 활동 결과를 전체 화면으로 보여주는 수업 상황이 있었다. 이때, C교사는 일반적인 테크놀로지 활용 능력이 높지 않은 교사로서 간단한 기능의 테크놀로지를 활용하고 있었지만, D교사는 일반적인 테크놀로지 활용 능력을 보유한 교사로서 소프트웨어가 갖는 다양한 기능을 좀 더 적극적으로 활용하고 있었다.

우선 C교사는 <에피소드 TK⑨>와 같이, 테크놀로지의 미러링 기능을 활용하여 한 학생의 학습지를 전체 화면으로 보여주었다[에피소드 TK⑨-C16]. 특히, 교사가 발표 학생의 학습지를 전체 화면으로 미러링하자, 대부분 학생이 전체 화면에 띄워진 발표 학생의 풀이를 쳐다보는 것도 관찰할 수 있었다[에피소드 TK⑨-C17]. 즉, C교사의 수업에서는 테크놀로지의 간단한 미러링 기능을 활용하여 교사가 한 학생의 자료에 근접했을 때만 그 학생의 활동 결과가 전체 화면으로 나타났으며, 발표 학생은 칠판에 다시 한번 판서하며 설명하는 번거로운 일이 발생하였다[에피소드 TK⑨-C18].

<에피소드 TK⑨> C교사가 테크놀로지의 간단한 미러링 기능을 활용하여 학생들의 개별 활동을 전체 화면으로 공유하는 상황

C16 T (4모둠에 다가가서 태블릿 PC로 학습지를 미러링 하면서) 자, 지수가 발표를 해보도록 할게요.

C17 S (이때, 학생들은 전체 화면에 미러링 된 지수의 풀이를 모두 쳐다본다.)

C18 S (칠판에 다시 한번 판서하며) 저희는 입체 부피를 구하기 위해서 a 에서 b 까지 n 등분을 했습니다.

한편, C교사가 활용한 미러링 기능은 교사가 발표 학생의 자료에 근접했을 때만 전체 화면에 나타난다면, D교사가 활용한 테크놀로지는 모든 학생의 수행 결과가 전체 화면에 동시에 나타났다. 또한 <에피소드 TK⑩>와 같이, 발표 학생이 자신의 컴퓨터 화면을 움직이자, 전체 화면에 드러난 발표 학생의 화면도 같이 움직이는 것을 확인할 수 있었다[에피소드 TK⑩-D332~333, 340~341]. 즉, D교사의 수업에서는 교사가 테크놀로지의 특수 기능을 활용함으로써, 전체 학생들과 개별 활동의 결과뿐만 아니라 해결 과정에 대한 공유도 함께 이뤄지고 있었다.

<에피소드 TK⑩> D교사가 개별 활동 결과를 전체 화면으로 공유하는 수업 상황

- D332 T 자, 이게 영은이 화면이에요. 영은아, 한 번만 움직여봐.
- D333 S (영은이가 화면 움직인다.)
- D334 T 움직이지?
- D335 S 네.
- D336 T 영은이가 문제풀이도 설명해줄 거예요, 선생님 대신.
- D337 S A가 $x=1$ 일 때니까, 1인 점으로 옮겨요. 근데 그러면 기울기가 2니까 답은 2가 됩니다.
- D338 T 자, 다들 알아들었나요?
- D339 S 네.
- D340 T 화면에서 영은이가 처음에 어떻게 했어요? 점을 찍고? 영은이가 여기다가 옮겨볼래?
- D341 S (영은이 자신의 컴퓨터로 조작하여 점을 찍음) 네.
- D342 T 이렇게 찍고 접선을 그렸죠? $y=x^2$ 이라는 곡선을 그려서 점을 찍고 접선을 그렸어요, 그렇죠? 그리고 아까 문제가 $x=1$ 에서의 접선의 기울기라고 했는데, x 가 1이 아니니까 이렇게 옮겨왔어요. (조작하며) 옮겨와서 $x=1$ 에 딱 위치시키면 $x=1$ 에서의 접선이 나오고 그 접선의 방정식이 어디 표현돼요? 왼쪽 창에 보면 있죠? 그 접선의 기울기가 얼마예요?
- D343 S 2

3) PCK

두 교사의 PCK에 대한 인식을 살펴보면, C교사는 PCK의 모든 항목을 D교사에 비해 높게 인식하였다. 특히, 두 교사는 “수학 내용 지식과 관련된 교수·학습 방법”과 관련된 ‘수학적 의사소통 과정의 개입 및 발문 전략’, “일반적인 평가 방법”과 관련된 ‘다양한 평가 방법의 활용’ 측면에서 수업 모습의 차이가 드러났다.

(1) “수학 내용 지식과 관련된 교수·학습 방법”에서 수학적 의사소통 과정의 개입 및 발문 전략에 대한 수업 모습 차이

C교사는 수학적 의사소통 과정의 적절한 개입이나 발문 전략을 사용하여 학생들이 왜 그런 답변을 했는지 추가적으로 확인하거나 수학적 오류를 수정할 수 있는 기회를 제공하였다. 또한 부분적인 발문 또는 다른 형태의 과제를 제시하여 자유로운 사고를 유도함으로써, 학생들이 수학 개념에 대한 이해나 문제풀이 과정, 또는 과제 해결에 대한 방법을 찾아가도록 돕는 모습을 확인할 수 있었다. <에피소드 PCK①>은 C교사가 세 번째 모듈 활동의 미션(문제)을 수행하는 상황이다. 이 에피소드는 학생들이 ‘미션을 이해하는 상황([에피소드 PCK①-C110~C116])’과 ‘미션을 해결하는 상황([에피소드 PCK①-C117~C120])’으로 구성되어 있다. 특히, 세 번째 모듈 활동은 현재 교육과정에서 다루는 내용을 확장하여 다루었기 때문에, 학생들은 처음에 해당 미션 내용을 잘 이해하지 못하는 상황이 발생하였다.

이때, 교사는 ‘미션을 이해하는 상황’에서 학생들이 미션에 쉽게 접근할 수 있도록, ‘우선 xy 평면에 점P, Q를 나타내봅시다[에피소드 PCK①-C112]’와 같이 기초 단계의 물음을 제시해주었다. 또한 교사는 ‘여러분의 학습지에 여러분이 상상한 입체의 모양을 한번 대략적으로 그려보도록 합시다[에피소드 PCK①-C114]’와 같이 발문함으로써, 학생들이 수학적 오류가 나타나더라도 각자가 상상한 입체를

자유롭게 그려볼 수 있도록 지도하였다. 즉, C교사는 학생들과 수학적 의사소통 과정에서 학생들의 미션에 대한 이해력을 높이기 위해, 미션의 내용을 축소해주거나 다른 형태의 과제로 변경하여 제시하는 모습을 관찰할 수 있었다. 또한 교사는 ‘미션을 해결하는 상황’에서 기존의 모둠 활동에서 다루었던 회전체의 단면이 원에서 다각형으로 바뀌었기 때문에, 학생들의 원활한 토론을 돕기 위해 미션에 접근하는 힌트를 네 단계의 질문 형태로 제공하였다[에피소드 PCK①-C117]. 즉, C교사는 두 상황의 수학적 의사소통 과정에서 미션의 이해와 해결을 위해 어떤 범위 내에서 방향성을 안내할지, 어느 정도의 힌트를 제공할지 등의 개입 정도를 조절하는 모습이 관찰되었다고 볼 수 있다.

<에피소드 PCK①> C교사가 수학적 의사소통 과정에 적절한 개입 및 발문하는 수업 상황

- C110 T 좋아요, 그럼 이번 미션을 마무리하고 다음 미션으로 넘어가도록 합시다. 다들 제자리에 돌아옵니다. 지금까지 단면이 원 모양인 회전체의 부피를 구하는 활동을 해보았습니다. 단면이 원이 아닌 다른 다각형일 때, 입체의 부피를 구하는 활동을 해보도록 하겠습니다. 세 번째 미션에 대한 문제 상황입니다. 미션이 이해가 되었나요?

“문제 상황”

좌표평면 위의 두 점 $P(x, 0)$, $Q(x, \sin x)$ 을 이은 선분을 한 변으로 하고, 이 평면에 수직으로 세운 정삼각형 PQR 을 만든다. 점 P 가 x 축 위의 원점에서 점 $C(\pi, 0)$ 까지 움직일 때, ΔPQR 가 그리는 입체도형의 모양을 생각해보고 그 부피를 구해보자.

- C111 S 무슨 말인지 하나도 모르겠어요...(웃음)
- C112 T 맞아요, 미션만 보서는 굉장히 복잡해 보이는데요, 미션에 대해서 먼저 이해하는 과정이 필요하겠네요. 우선 xy 평면에 점 P , Q 를 나타내봅시다. 저 점 Q 는 어떤 그래프 위에 있나요?
- C113 S x 컴마 y 에서 y 가 $\sin x$ 이므로, y 는 $\sin x$ 그래프 위의 점입니다.
- C114 T 좋아요, 그럼 우리가 상상한 입체는 어떤 모양일 것 같나요? 여러분의 학습지에 여러분이 상상한 입체의 모양을 한번 대략적으로 그려보도록 합시다.
- C115 S 네.
- C116 S (각자 활동지에 문제 상황을 좌표평면에 그려본다.)
- C117 T 문제를 해결할 수 있는 방법들을 토의해보고 결론을 도출해보도록 합시다. 자, 여기 화면을 보시면 생각해야 할 것들이 있습니다. 첫 번째, 이 입체도형은 어떤 모양일까? 두 번째, 단면의 넓이를 어떻게 미지수로 표현할 수 있을까? 세 번째, 적분 구간을 어떻게 잡을 것인가? 그리고 마지막으로 어떤 식으로 계산을 할 것인가? 이 네 가지 방법이 여러분이 미션을 해결하는 열쇠가 될 수 있을 겁니다. 모둠별로 지오지브라 미션2 파일을 찾아서 실행해봅시다. 모두 실행했나요?
- C118 S 네~!
- C119 T (교사가 전체 화면에 해당 파일을 열어서 보여주며) 모두 슬라이더를 움직이면서 이렇게 보면 단면이 움직이면서 어떤 입체가 만들어지는지를 확인할 수 있습니다. 자, 여러분, 지오지브라 자료를 각자 가지고 슬라이더를 움직이면서 단면이 모여서 어떤 입체를 이루는지 확인해보도록 합시다.
- C120 S (모둠 활동을 한다.)

반면에 D교사는 C교사에 비해 수학적 의사소통 과정에서 이미 정해져 있는 답변을 유도하는 발문을 제시함으로써, 학생들이 일관된 답변을 하고 있었으며, 이로 인해 학생 입장에서 수학적 개념이나 원리 이해를 위해 다양한 사고 공유 또는 오류 수정의 기회를 제공받지 못하고 있었다. 이러한 수업 상황을 살펴보면, D교사는 대부분 ‘둘 중의 하나를 택하는 이분형 발문’ 또는 ‘교사가 답변의 일부를 제시해줌으로써, 전체 답변을 유도하는 발문’을 제시하고 있었다. 예를 들어, <에피소드 PCK①>을 살펴보면, ‘어떻게 블록해요?[에피소드 PCK①-D150]’라는 발문에 학생들은 ‘위로[에피소드 PCK①-D151]’라고 답변한다. 그런데 이차함수의 그래프 개형은 ‘위로 블록’ 또는 ‘아래로 블록’이라는 두 가지 형태만 존재하므로, 학생들 입장에서는 교사의 발문이 ‘위로’ 또는 ‘아래로’라는 답변 중 하나를 답

하게 하는 이분형 발문이 된다. 이와 비슷한 발문은 수업 중 계속해서 이어지는데, ‘양수일까, 음수일까?’[에피소드 PCK①-D152], ‘뽀족했어요, 넓었어요?’[에피소드 PCK①-D158]와 같은 발문 모두 학생들이 둘 중 하나를 선택해서 답하는 이분형 발문으로 볼 수 있다. 또한 D교사는 ‘평행 이동’[에피소드 PCK①-D167]이나 ‘접선’[에피소드 PCK①-D171]과 같은 답변을 이끌어내기 위해, ‘무슨 이동이라고 해요?’[에피소드 PCK①-D166] 또는 ‘무슨 선이라고?’[에피소드 PCK①-D170]과 같이 답변의 일부를 제시하여 단어를 추측하게 하는 발문 또한 많이 사용하였다.

<에피소드 PCK①> D교사의 수학적 의사소통 과정에서 일관된 발문 형태가 이어지는 수업 상황

- D150 T (학생의 손동작을 따라 하며) 그렇죠, 요렇게. 어떻게 블록해요?
 D151 S 위로.
 D152 T (손동작을 하며) 위로 블록하죠. 이차항의 계수가 양수일까, 음수일까?
 D153 S 음수.
 ... (중략) ...
 D156 T 이차항의 계수값의 절댓값이 크면?
 D157 S 뽀족해져요.
 D158 T 뽀족해지죠. 여러분이 그린 그림은 뽀족했어요, 넓었어요?
 D159 S 넓었어요.
 D160 T 넓었죠. 그럼 이차항의 계수가 어떤면 좋겠어요?
 ... (중략) ...
 D166 T 선택해서 delete 누르면 다 삭제가 될 거예요. 깨끗해진 화면에 여러분이 숙제로 그린 그림을 한번 그려보세요. 그리고 그림을 그려보고. 그리고 선생님이 아까 접선 그리는 것도 보여줬었는데, 시간에 따라서 공의 위치도 점으로 찍어보고, 그 점에서의 접선도 지오지브라로 그려보세요. (앞에서 시범을 보이며) $-x^2$ 을 그리면 위로 볼록한 포물선이죠? 이것을 잡고 포물선을 가지고 이렇게 옮겨요, 이렇게. 이렇게 옮기면 이게 뭐예요? 무슨 이동이라고 해요?
 D167 S 평행 이동.
 D168 T 평행 이동이라고 해요, 평행 이동. 그러니까 간단하게 그려서 이걸 잡고 옮겨도 상관없어요. 이런 방법으로 여러분이 그린 그림을 지오지브라 창에 한 번 표현해보세요.
 D169 S (학생들은 지오지브라 창에 포물선을 그린다.)
 D170 T 그리고 시간에 따른 위치도 점으로 표현해보세요. 그리고 그 점에서의 이동 방향을, 아까 무슨 선이라고?
 D171 S 접선.
 D172 T 그죠? 그 접선도 한번 그려보세요.
 D173 S (학생들은 접선을 그린다.)

(2) “일반적인 평가 방법”과 관련된 다양한 평가 방법의 활용에 대한 수업 모습 차이

C교사는 수업 전 단계(도입, 전개, 정리)에 걸쳐 진단평가[에피소드 PCK②-C1], 형성평가[에피소드 PCK②-C90~92], 총괄평가[에피소드 PCK②-C149~151]를 다양하게 실시하는 모습이 관찰되었다. 우선 수업 도입 단계에서 진단평가를 함으로써, 학생들이 사전동영상 학습을 잘 해왔는지를 확인하였다. 평가 방식은 학습한 것을 포스트잇에 적은 후 모듈별로 각자 적은 내용을 개념별로 분류하여 붙이도록 하였다. 모듈별로 몇 명의 학생이 참여했는지 한눈에 파악할 수 있는 평가 방식일 뿐만 아니라, 개념 파악을 하지 못한 학생들은 다른 친구들이 적은 내용을 살펴보며 다시 한번 학습하는 기회를 가졌다. 수업 전개 단계에서는 형성평가를 실시하였으며, 학생들이 모듈별로 만든 문제를 클래스팅에 탑재하여 다른 모듈들과 공유해서 풀 수 있도록 하였다. 수업 정리 단계에서는 마무리 단계로 교사가 만든 3개의 문제를 제한시간 안에 풀도록 하였으며, 이것으로 평가를 끝내는 것이 아니라 전체 학생들

이 서로 다른 풀이를 공유할 수 있도록 모듈별로 1명씩 흩어져서 새로운 모듈을 구성하도록 하였다. 즉, C교사는 수업 전 단계에 걸쳐 각각의 평가 시기에 적합한 평가 방법을 다양하게 시도하고 있었다.

<에피소드 PCK②> 수업 전 단계에서 진단평가, 형성평가, 총괄평가가 다양하게 드러난 C교사의 수업 상황

- C1 T 이번 시간에 학습할 입체의 부피에 대해서 여러분들이 각자 사전동영상으로 학습을 했는데요, 사전 동영상을 제대로 학습했는지 확인해보는 시간을 갖도록 하겠습니다. 정적분을 이용해서 입체의 부피를 구하는 활동에 대해서 여러분들이 학습한 것을 포스트잇에 적어보도록 합니다.
...(중략)...
- C90 T 각자 모듈별로 만든 문제는 클래스팅에 탑재하도록 합니다.
- C91 S (학생들은 모듈별로 만든 문제를 사진으로 찍어서 클래스팅에 올리는 작업을 한다.)
- C92 T 자, 이제 모듈별로 자신의 모듈을 제외한 나머지 4개의 모듈이 만든 문제를 다운 받아서 학습지에 적고 오류가 있는지 각각 풀어보는 시간을 갖도록 하겠습니다.
...(중략)...
- C149 T 자, 오늘 학습한 내용에 대한 평가를 실시하도록 하겠습니다. 여러분들 평가지에 보면 문제가 3개가 제시되어 있는데요, 각자 오늘의 평가 문제를 해결해보도록 합시다. 제한시간은 10분입니다. 자, 시작해보도록 합시다.
- C150 S (학생들은 각자 문제를 풀어본다.)
- C151 T 자, 이제 모듈원들의 구성원들을 바꿔보도록 하겠습니다. 각 모듈의 1번은 1모듈으로, 2번은 2모듈으로, 3번은 3모듈으로, 4, 5번은 각각 4번과 5모듈으로 이동을 해서 평가 문제에 대해서 새로운 모듈로 바꿔서 토론해보도록 하겠습니다. 자, 이동합니다.

반면에 D교사는 <에피소드 PCK②>와 같이, 실제 수업 시간에 각자 풀어본 문제를 두 명의 학생에게 발표시킨 것[에피소드 PCK②-D323, 362] 외에는 다른 평가 방법을 찾아볼 수가 없었으며, 이 두 학생의 발표도 학생 풀이 및 설명, 교사의 보충 설명과 같이 동일한 방식으로 진행하고 있었다.

<에피소드 PCK②> 두 명의 학생 발표 시간을 제외한 다른 평가 방법이 드러나지 않은 D교사의 수업 상황

- D323 T 애들아~ 지금 하는 거 보니까 잘하는 친구들도 있고 못하는 친구들도 있고 그래요. 영은이가 보여줄 거예요, 영은이가.
- D324 S 하하.
- D325 T 대표로. (웃음) 어, 대표로.
...(중략)...
- D362 T 경미는 어떤 함수를 설정했는지 이야기를 들어보고, 거기서 어떤 점에서 미분계수, 접선의 기울기를 찾으려고 했는지를 한번 들어봅시다.
- D363 S (경미가 실행하는 화면이 전체 화면으로 보인다.) 어... 저는 $y=x^2-3x$ 로 잡았는데, 거기에 있는 한 점을 $x=3$ 일 때로 잡았거든요. 그랬을 때의 기울기가.. 이렇게 해서 $y=3x-9$ 가 나와서 기울기가 3이 나왔어요.

4) TCK와 TPK

두 교사는 TCK와 TPK의 인식에서 자신의 테크놀로지 활용 능력이나 교수·학습 방법 측면에 대한 이해, 실제 적용했던 수업 모습에 따라 차이를 보였다. 그 근거는 ‘테크놀로지를 수업에 활용하고자 할 때, 어떤 수학 내용을 테크놀로지와 연계할 것인지와 어떤 교수·학습 상황에 테크놀로지를 활용할

것인지의 두 가지 측면 중에서 우선시하는 것'에 대한 인터뷰 내용에서 살펴볼 수 있었으며, 테크놀로지를 활용하게 된 계기 등에서도 어느 정도 확인할 수 있었다.

우선 C교사는 <인터뷰 TCK와 TPK②>과 같이, TCK와 TPK 중에서 TPK를 더 우선시하고 있음을 알 수 있었다. 즉, 이 교사는 테크놀로지와 통합된 지식인 TCK와 TPK 중에서 테크놀로지를 활용하여 교사 스스로 수학 내용을 이해하는 측면의 지식인 TCK보다 교수·학습 상황에서 학생들을 효과적으로 가르치기 위해 어떤 테크놀로지를 선정하고, 수업을 설계하며, 이로 인해 수업이 어떻게 변화되는지 등의 측면인 TPK를 더 중요하게 생각하였다.

<인터뷰 TCK와 TPK②> C교사의 TCK와 TPK 중에서 더 우선시하는 것에 대한 인터뷰

C교사 : 저는 어떤 교수·학습 상황에 테크놀로지를 활용할 것인지를 더 우선시합니다. 예를 들어, 자신이 생각한 것을 확인해야 하는 상황이라면, 자신이 해결한 것이 옳은지를 확인할 때 테크놀로지를 활용합니다. 또한 학습자가 다양한 사고를 하고 자신의 사고과정을 확인해보는 것과 같이 실험을 해야 하는 상황이라면, 테크놀로지를 활용하여 과정적인 측면을 경험하는 데 활용하도록 합니다. 마지막으로 머릿속으로 구현하기 힘든 교수·학습 상황에 테크놀로지를 효율적으로 활용하기도 합니다.

한편, 이 교사는 TPK를 중요하게 인식할 뿐만 아니라 실제 테크놀로지 수업을 다양하게 실천하고 있음에도 불구하고, TPK의 한 항목만 유일하게 높게 인식하였으며, 나머지 항목은 3점인 보통 정도로 인식하는 것이 큰 특징이었다. 그 근거를 <인터뷰 TCK와 TPK②>에서 살펴볼 수 있었는데, C교사는 기존의 소프트웨어는 기능이 복잡하고 배우는데 많은 시간을 할애하였지만, 비슷한 기능을 간단하게 조작할 수 있는 다양한 어플리케이션이 등장하면서 이를 활용하게 되었다고 언급했다. 특히, 이 교사는 TK에 대한 인식에서 살펴본 것처럼 일반적인 테크놀로지 활용 능력은 높지 않다고 인식했지만, 자신이 잘 알고 다룰 수 있는 테크놀로지는 수업 시간에 다양하게 활용하는 편이라고 언급하였다. 따라서 이러한 측면에서 C교사는 TPK의 문항 중 '내가 잘 알고 있는 테크놀로지'라는 언급이 있는 '내가 잘 알고 있는 테크놀로지와 다양한 교수·학습 활동을 어떻게 연결할 수 있는지를 알고 있다'의 문항만을 유일하게 높게 인식했으며, 나머지 항목에 대해서는 보통으로 인식했다고 볼 수 있다.

<인터뷰 TCK와 TPK②> C교사가 수업에 테크놀로지를 활용하게 된 계기에 대한 인터뷰

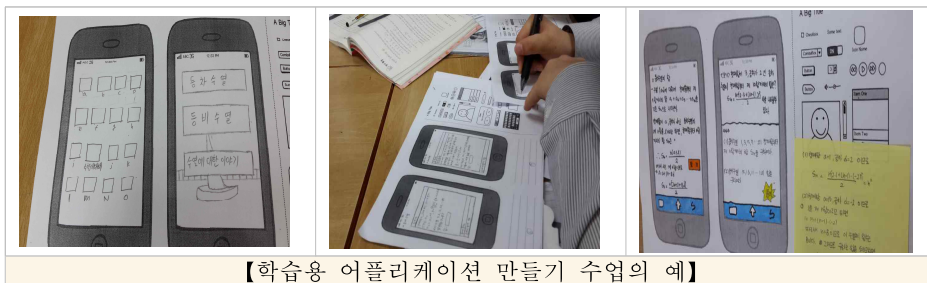
C교사 : 스마트폰이 발전하고 다양한 앱이 출시 되면서 스마트폰을 사용하는 시간이 늘어났습니다. 제가 상상하는 많은 것들을 스마트 앱으로 구현할 수 있고, 예전에는 복잡해서 배우는데 시간을 투자해야 했던 다양한 수학 소프트웨어도 간단한 조작만으로 스마트폰에서 구현이 되다 보니 수업 시간에도 활용할 수 있겠다는 아이디어에서 시작해서 조금씩 시도하게 되었습니다.

결과적으로 C교사는 PK의 대부분 항목과 PCK의 모든 항목을 D교사에 비해 높게 인식하는 교사이지만, 자신의 일반적인 테크놀로지 활용 능력을 높게 인식하는 편이 아니기 때문에, 일반적인 테크놀로지와 교수학적 지식을 통합한 TPK도 높게 인식하지 못했다. 그런데도 C교사가 테크놀로지 활용 수업을 실천할 수 있는 이유를 살펴보면, <인터뷰 TPK③>와 같이 간단하게 조작할 수 있는 어플리케이션이나 기능적으로 간단한 무료 콘텐츠를 활용하더라도 자신이 잘 알고 있는 테크놀로지가면, 이를 수업에 활용하기 위해 다양한 아이디어를 구상할 수 있는 교사이기 때문이다.

<인터뷰 TPK③> C교사가 일반적인 테크놀로지 활용 능력이 높지 않음에도 불구하고, 테크놀로지 활용 수업을 실천할 수 있는 이유에 대한 의견

C교사 : 학생들이 가지고 다니는 개인 스마트폰을 이용할 수 있도록 수업을 구성하는 편입니다. 컴퓨터 프로그램은 무료 버전만 사용하고 만들어진 콘텐츠를 사용하는 것보다는 기존의 무료 콘텐츠를 사용해서 새로운 산출물을 학생들이 만들어 낼 수 있도록 아이디어를 구상하는 편입니다. 때로는 스마트폰을 직접 이용하는 것이 아니라, Paper Prototyping 어플 만들기를 진행하기도 합니다. 어플 만들기를 통해 수학 개념을 알고리즘화 하고 학습 과정을 직접 설계하는 경험을 통해 단원의 내용을 정리하고 심도 있게 이해할 수도 있습니다.

예를 들어, C교사는 수학교과용으로 출시된 것은 아니지만 ‘도자기 만드는 어플리케이션’을 회전체나 적분 등의 단원에 활용하기도 하며, 새로운 관점에서 테크놀로지를 직접 활용하는 수업 외에 [그림 IV-2]와 같이 학생들이 ‘등차수열과 등비수열의 단원에 대한 학습용 Paper Prototyping 어플리케이션’을 직접 구상해보도록 지도하는 편이다. 즉, C교사는 일반적인 테크놀로지 활용 능력은 다소 부족하더라도 다양한 교수학적 아이디어를 통합함으로써, 자신이 잘 알고 있는 테크놀로이라면 간단한 기능을 지녔어도 교수학적 접근을 달리하여 창의적인 수업을 이끌 수 있는 교사라고 볼 수 있다.



【학습용 어플리케이션 만들기 수업의 예】

[그림 IV-2] C교사가 자신이 잘 알고 있는 테크놀로지를 수업과 연결하기 위해 새로운 아이디어를 접목한 예

상대적으로 D교사는 TCK의 전 항목에 대한 인식이 C교사보다 높게 나타났다. 그 근거를 <인터뷰 TCK④>의 내용에서 살펴보면, D교사는 이차곡선의 개념, 구분구적법에서 도형 넓이의 수렴 과정, 점의 자취가 만들어낸 도형 등과 같이 수학 개념 및 원리, 추론, 문제해결 등의 수학 내용 지식 측면에 테크놀로지를 활용하는 방법을 잘 알고 있었다. 즉, D교사는 앞서 TK의 항목에 대한 인식에서 확인한 것처럼, 자신의 높은 테크놀로지 활용 능력을 바탕으로 여러 수학 내용 영역에 테크놀로지를 어떻게 활용할지에 대해 스스로 잘 이해하고 있는 교사로서, 이와 관련된 TCK의 항목을 높게 인식했다고 볼 수 있다.

<인터뷰 TCK①> D교사의 TCK에 대한 인식을 확인할 수 있는 인터뷰 내용

D교사 : 함수 그래프의 평행이동, 구분구적법에서 잘게 쪼갠 직사각형의 넓이의 합이 구하고자 하는 도형의 넓이에 수렴하는 과정, 어떤 조건을 만족하는 점의 자취가 만들어내는 도형 등 동적인 부분도 쉽고 편리하게 구현하고 보여줄 수 있습니다. 실제로, 이차곡선 단원의 타원, 포물선, 쌍곡선은 지오지브라로 표현해 수업했을 때, 설명도 쉽고 학생들의 반응도 좋았습니다. 이러한 수업의 경우에는 종이접기로 도형을 만들고, 종이접기의 원리에 해당하는 그림을 지오지브라로 그린 후 설명합니다. 이뿐만 아니라 매개 변수 표현, 삼차원 도형 등을 설명할 때 지오지브라는 매우 유용한 도구입니다.

반면에 D교사는 테크놀로지를 잘 다루는 교사임에도 불구하고 TPK에서 ‘교사 자신의 교수법에 도움을 주는 테크놀로지 활용 방법’이나 ‘테크놀로지에 기반한 수업 자료에 대해 알고 있는 측면’만 높게 인식하였으며, 나머지 측면에 대한 인식은 보통이거나 낮은 편이었다. 그 근거를 <인터뷰 TPK②>에서 살펴보면, D교사는 스스로 판서를 잘 못 하는 편이라고 생각하였으며, 학생들의 부정적인 반응뿐만 아니라 수학 개념 전달에도 한계를 느꼈다고 언급했다. 이러한 이유로 정확한 그림을 요구하는 도형이나 그래프와 관련된 단원에서 교사 자신의 교수법 향상을 위해 테크놀로지를 활용한다는 사실을 알 수 있었다. 또한 이 교사는 테크놀로지 활용 수업을 시작하게 된 계기에 대한 인터뷰에서 다양한 프로그램과 수업 자료를 활용하는 부분에 대해서도 언급하였다. 한편, D교사는 자신의 높은 테크놀로지 활용 능력을 기반으로 자료를 만들어서 보여주는 수업에 익숙한 교사로서, 학생들이 직접 참여하는 수업방법에 대해서는 잘 알지 못하며 학생 통솔에서도 어려움을 호소하였다. 즉, D교사는 이러한 이유로 앞선 두 가지 측면의 TPK 항목만을 높게 인식하였으며, C교사에 비해 PK나 PCK와 관련된 교수학적 지식에 대한 인식이 낮은 교사로서, 학생들의 학습을 돕거나 테크놀로지를 활용한 교수·학습 방법 측면의 TPK 항목도 상대적으로 높게 인식하지 못했다.

<인터뷰 TPK②> D교사의 TPK에 대한 인식을 확인할 수 있는 인터뷰 내용

D교사 : 저는 판서를 잘 하는 편이 아닙니다. 판서를 잘 못 하다 보니 지식을 전달하는 데 한계를 느꼈고, 학생들의 반응도 좋지 않았습니다. 그러한 측면에서 지오지브라는 도형, 함수의 그래프, 접선 등을 정확히 그려서 보여주기 편리한 도구라고 생각했습니다.

D교사 : 교실에 대형 터치스크린을 갖추고 있을 때, 자연스럽게 컴퓨터를 활용한 수업을 시작할 수 있었고 더불어 다양한 프로그램과 수업 자료를 활용하였습니다.

D교사 : 테크놀로지를 활용하는 수업을 손쉽게 할 수 있고, 학생들도 잘 따라올 수 있다면 적극적으로 시도하는 게 좋다고 생각합니다. 다만, 컴퓨터실 등에서 학생들이 직접 컴퓨터를 조작하면서 하는 수업은 그러한 방법을 잘 알지는 못합니다. 학생 통솔도 쉽지 않습니다.

5) TPACK

우선 C교사는 D교사에 비해 TPACK의 많은 항목을 높게 인식한 반면, D교사는 ‘문제해결 또는 표상 측면과 테크놀로지 통합’을 제외한 나머지 항목에 대한 인식이 보통이거나 낮은 편이었다. 특히, D교사는 학생 중심의 테크놀로지 활용 수업에 대한 교육적 의미에 공감하지만, 교사 중심의 테크놀로지 활용 수업에 익숙해져 있는 교사였다. 반면에 C교사는 평소 학생 중심의 테크놀로지 활용 수업을 많이 진행하는 편이며, 교사와 학생 간, 특히, 학생과 학생 간 상호작용을 중시하는 교사였다. 이러한 차이로 인해, D교사는 실제 수업에서 테크놀로지를 통합할 때 미숙함이 드러나는 부분이 존재했으며,

그 중에서도 “테크놀로지와 통합된 학급 경영 방법”과 “테크놀로지와 통합된 수업환경 대처” 항목에서 그 차이가 분명하게 드러났다.

(1) “테크놀로지와 통합된 학급 경영 방법”과 관련된 테크놀로지 활용 수업에 적합한 환경 설계에 대한 차이

우선 <인터뷰 TPACK①>에서 볼 수 있듯이, C교사는 평소 테크놀로지를 활용한 학생 활동 수업을 지향하는 편이므로, 이러한 관점에서 테크놀로지 활용 수업에 적합한 환경 설계 과정을 거치고 있었다. 즉, 테크놀로지를 활용한 효율적인 수업 환경을 위해, 학습자들의 모습을 어떻게 구성할지, 이에 따라 교실 내 자리 배치를 어떻게 변형할지, 거꾸로 수업을 진행하기 위해 어떤 준비 사항과 수업 설계 과정이 필요한지 등을 고려하는 부분에 대해 언급하였다.

<인터뷰 TPACK①> C교사의 테크놀로지 활용 수업을 위한 환경 설계에 대한 언급

C교사 : 주로 학생들이 가지고 다니는 휴대폰을 사용할 수 있도록 하고, 휴대폰이 없는 학생들에게만 학교용 테블릿 PC를 제공하며, PC를 이용해서 수업하는 때도 있습니다. 보통 수업에 GeoGebra나 GrafEq 프로그램을 수시로 활용하고 있습니다. 물론 제가 시연하는 것은 거의 지양하고, 학생들이 창의적으로 만들 수 있는 수업을 구상합니다. 거꾸로 학습을 진행하기 때문에 다양한 콘텐츠를 영상으로 만드는 과정이 필요하며, 이를 네이비 밴드에 탑재하여 학생들이 영상을 공부해오도록 수업을 설계합니다.

물론, D교사도 <인터뷰 TPACK②>에서 알 수 있듯이, 테크놀로지 활용 수업을 긍정적으로 인식하며, 실제 수업에서 테크놀로지를 이차곡선의 그래프, 공간도형, 매개변수로 표현되는 함수, 음함수로 표현되는 곡선 등의 내용에 많이 활용하고 있었다.

<인터뷰 TPACK②> D교사의 테크놀로지 활용 수업에 대한 언급

D교사 : 주로 이차곡선에서 종이접기로 타원과 쌍곡선을 만든 후, 이것을 지오지브라로 구현해 설명합니다. 이것을 위해 등근 색종이 등의 종이접기 재료와 타원, 쌍곡선의 자취를 지오지브라로 직접 그립니다. 또한, 공간도형 문제를 설명할 때, 공간도형을 지오지브라로 표현한 후 이것으로 문제해결 방안을 설명하기도 합니다. 여기서도 보통 직접 제작한 자료를 사용합니다. 매개변수로 표현되는 함수나 음함수로 표현된 곡선에 대해서 지오지브라로 그래프를 그려 보여주기도 합니다. 이차곡선의 경우, 교과서에는 정의, 성질을 이용한 간단한 문제, 평행이동 정도만 설명되어 있는데, 이러한 내용을 다 끝내고 이차곡선 관련해 추가적인 정보나 지식을 전달할 때 사용하고 있습니다. 이런 설명을 하다 보면 초점에 대한 성질도 자연스럽게 설명되고 관심이 있는 학생은 이차곡선의 실제 적용 사례에도 그 관심을 확장할 수 있습니다. 주로 지오지브라를 사용하며 도형은 직접 그립니다. 사이클로이드, 구분구적법 등은 지오지브라 자료실에 있는 자료를 찾기도 합니다.

다만 <인터뷰 TPACK②>에서 언급된 것처럼, D교사는 교사 개인적인 측면에서 자신의 테크놀로지 활용 능력이 교사 중심의 테크놀로지 활용 수업을 통해 향상되었으며, 관심이 다른 내용 영역으로 자연스럽게 옮겨져서 테크놀로지를 다루는 내용 또한 확장되었다고 생각했다. 하지만 학생들과 상호작용 측면에서는 학생 중심의 테크놀로지 활용 수업을 준비하고 설계하는 과정에 대해 잘 알지 못한다고 언급하였다. 즉, D교사는 학생 참여를 고려한 테크놀로지 활용 수업에 익숙하지 않은 교사로서, 학생들의 자리 배치와 관련된 교실 구성, 학생들이 직접 해볼 수 있는 학습 자료 준비 등에 대해서는 스스로 부족함을 인지하고 있었다.

<인터뷰 TPACK②> D교사의 교사 중심의 테크놀로지 활용 수업에 대한 언급

D교사 : 주로 지오지브라를 사용하는 편이고, 이 프로그램을 사용하다 보니 저 스스로는 이 프로그램에 익숙해지는 것 같습니다. 익숙해지는 만큼 다른 기능들에 대한 관심도 생깁니다. 그런 관심과 지식은 다른 내용의 설명, 인수분해, 적분, 미분, 공간도형 등에도 지오지브라를 활용할 수 있게 만듭니다.

D교사 : 컴퓨터실 등에서 학생들이 직접 컴퓨터를 조작하면서 하는 수업은 그러한 방법을 잘 알지는 못합니다. …(중략)… 그리고 현재 학교 교실에는 프로젝터 화면을 칠판에 직접 만들고 거기에 판서하는 시설은 갖추어져 있지 않습니다. 기껏해야 판서가 불가능한 스크린이 있을 뿐입니다. 결국, 평소에 테크놀로지는 보여주기 위한 용도로 많이 사용하고 있고, 학생들이 직접 조작하고 만들어보고 자료를 찾는 수업은 현실적으로 많이 하지 못합니다.

(2) “테크놀로지와 통합된 수업환경 대처”와 관련하여 테크놀로지 활용으로 인한 수학수업 환경 변화에 대처하는 수업 모습의 차이

TPACK에 대한 인식에서 C교사는 D교사보다 “테크놀로지와 통합된 수업환경 대처”의 항목을 높게 인식했으며, 실제 수업에서도 테크놀로지 활용으로 인한 교사의 조작 미숙 상황이 관찰되지 않았다. 반면에 D교사는 이 항목을 낮게 인식했으며, 실제 수업에서도 이와 관련해서 미숙한 부분을 관찰할 수 있었다.

D교사는 다음 <에피소드 TPACK②>처럼, 실제 수업에서 학생들이 개별 컴퓨터로 수행한 과제를 전체 컴퓨터 화면으로 공유할 때[에피소드 TPACK②-D326], 테크놀로지 활용에 대한 조작 오류를 범하였다[에피소드 TPACK②-D328]. 특히, D교사는 평소 자신이 테크놀로지와 관련된 자료를 실행하는 과정에는 익숙한 편이지만, 학생들의 수행 결과나 실행 과정을 보여주는 데는 익숙하지 않은 편이다. 그래서 D교사는 ‘잠깐만’이라는 언급과 함께 테크놀로지의 조작 오류를 점검하기 위해 수업 시간을 지체하였다[에피소드 TPACK②-D330].

<에피소드 TPACK②> D교사가 학생들과 상호작용하는 테크놀로지 활용 측면에 익숙하지 않음으로 인해, 수학수업 환경의 변화에 유연하게 대처하지 못하는 상황

- D323 T 애들아~ 지금 하는 거 보니까 잘하는 친구들도 있고 못하는 친구들도 있고 그래요. 영은이가 보여 줄 거예요, 영은이가.
- D324 S 하하.
- D325 T 대표로. (웃음) 어, 대표로.
- D326 T (화면에 학생들 개개인의 수행 결과를 보여주며) 잠시만, 선생님이 여러분의 화면을 보여주게 할 수 있거든.
- D327 S 우와. 와.
- D328 T (조작을 잘못함) 아이고.
- D329 S 하하. 하하.
- D330 T 잠깐만.
- D331 S 하하.

V. 결론 및 제언

실제 테크놀로지 활용 수업을 실천하는 두 수학교사를 대상으로 TPACK 관점에서 인식의 특징을 비교 분석한 후, 수업 실체는 어떻게 발현되고 있는지, 또는 인식의 차이가 드러난 항목에 대해 근거를 밝힐 수 있는 부분이 있는지를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, PK에서 D교사보다 PK를 높게 인식한 C교사는 학생들이 수업에 참여하거나 참여를 지속할 수 있도록 다양한 전략을 사용하는 모습이 관찰된 반면, D교사는 이러한 전략이 거의 드러나지 않았으며, 이를 시도하기 위한 노력은 보였으나 결과적으로 많은 학생의 반응을 유도하지는 못하였다. 또한 C교사는 모둠 활동에서 학생들의 특성상 무임승차 하는 것을 방지하기 위하여 개별 활동이 공개적으로 드러나거나 자신의 역할에 따라 다른 모둠과 직접적인 비교가 가능하도록 모둠 규칙을 활용하는 모습이 관찰된 반면, D교사는 고등학생들의 특성상 수업 참여에 대한 의지가 없을 때, 교사가 일방적으로 보여주는 활동으로만 이어갈 때도 있음을 알 수 있었다.

둘째, TK에서 C교사는 D교사에 비해 이 하위 요인을 낮게 인식하고 있었으며, 그 이유는 TPACK 설문지의 TK가 수학교과외의 테크놀로지를 포함한 일반적인 테크놀로지로 확장하여 다루고 있기 때문이다. 즉, 일상생활에서 기능적으로 복잡한 테크놀로지를 잘 다루지 못하는 C교사의 경우, 자신의 일반적인 테크놀로지 활용 능력에 대한 인식이 TK에 대한 인식으로 이어졌다고 볼 수 있다. 다만, C교사는 새로운 테크놀로지에 대한 민감성 항목을 높게 인식했는데, 이는 일상생활에서 새로운 테크놀로지에 늘 관심을 두고 간단한 기능이라면 사용해보는 뿐만 아니라, 수학과 관련이 없는 테크놀로지도 간단하게 활용할 수 있다면 실제 수업에 활용해보는 편이기 때문이다. 반면에 D교사는 일반적인 테크놀로지도 잘 다룰 뿐만 아니라 테크놀로지와 관련된 자격증도 다수 보유하고 있는 교사로서, 일반적인 테크놀로지와 관련된 TK의 모든 항목을 높게 인식하고 있었다.

셋째, PCK에서 C교사에 비해 인식이 낮았던 D교사는 수학적 의사소통 과정의 개입 및 발문 전략을 사용하는 측면과 일반적인 평가 방법의 활용 측면에서 차이점이 드러났다. C교사는 수학적 의사소통 과정에서 적절한 개입이나 발문 전략을 사용함으로써, 학생들이 왜 그런 답변을 했는지 추가적으로 확인하거나 수학적 오류를 수정하는 기회를 제공하였으며, 부분적 발문 또는 다른 형태의 과제를 제시하여 자유로운 사고를 유도하였다. 즉, 학생들은 이 과정을 통해 수학 개념에 대한 이해나 문제풀이 과정, 과제 해결에 대한 방법을 찾아가는 모습을 확인할 수 있었다. 반면, D교사는 이미 정해져 있는 답변을 유도하거나 모호한 발문을 제시함으로써, 학생들이 일관된 답변을 하거나 무응답이 이어지는 경우도 있었으며, 이로 인해 학생들은 수학적 개념이나 원리에 대해 다양한 사고를 공유하거나 자신의 오류를 수정하는 기회를 제공받지 못하였다. 또한 C교사는 수업의 도입, 전개, 정리 단계에서 진단평가, 형성평가, 총괄평가를 시기적절하게 활용하고 있었다. 반면에 D교사는 학생들이 각자 풀어본 문제를 두 명의 학생이 발표하는 시간을 가진 것 외에는 다른 평가 방법을 찾아볼 수 없었으며, 그 과정을 확인하는 단계도 학생의 간단한 풀이와 설명, 교사의 보충 설명과 같이 일관되게 적용하고 있었다.

넷째, TCK와 TPK에 대한 인식에서 두 교사는 테크놀로지 활용 능력, 교수·학습 방법에 대한 이해, 실제 적용했던 수업 경험과 관련해서 차이점이 드러났다. 우선 C교사는 자신의 일반적인 테크놀로지 활용 능력이 높지 않다고 인식함으로써, 이와 관련된 TCK와 TPK의 항목 중에 낮게 인식한 부분이 존재했다. 다만, C교사는 교수학적 지식을 높게 인식하는 교사이자 자신이 잘 알고 있는 테크놀로지는 쉽게 다룰 수 있는 교사로서, 이와 관련해서 '내가 잘 알고 있는 테크놀로지'라는 언급이 있는 TPK의 한 항목만 높게 인식하였다. 그럼에도 불구하고 C교사가 테크놀로지 활용 수업을 실천할 수 있는 이유를 살펴보면, 자신이 잘 알고 있는 테크놀로지라면 간단한 기능이어도 수업에 활용할 교수

학적 아이디어를 다양하게 변형할 수 있는 교사이기 때문이다. 또한 상대적으로 D교사는 높은 테크놀로지 활용 능력을 바탕으로 여러 수학 내용 영역에 테크놀로지를 활용하는 방법에 대한 이해가 높은 교사이므로, 이와 관련된 TCK의 인식이 높았다. 하지만 이 교사는 학생을 통솔하는 문제나 학생을 실제 수업에 참여시키는 방법 등의 교수학적 지식에 대한 인식은 높지 않은 편이므로, 이와 관련해서 낮게 인식한 TPK의 항목들이 존재하였다.

다섯째, TPACK에서 상대적으로 인식이 낮았던 D교사는 테크놀로지 활용 수업에 적합한 환경 설계나 테크놀로지 활용으로 인한 수업 환경 변화에 유연하게 대처하는 방식에 있어서 C교사와 차이점이 드러나는 부분이 있었다. 우선 C교사는 평소 테크놀로지를 활용한 학생 활동 중심 수업을 지향하는 교사로서, 테크놀로지 활용 수업에 적합한 모듈 구성, 자리 배치, 수업 준비 사항 등의 환경 설계 과정을 거치고 있었다. 반면에 D교사는 학생 중심의 테크놀로지 활용 수업에 대한 교육적 의미에 공감하고 이를 시도하고자 노력하지만, 평소 교사 중심의 테크놀로지 활용 수업에 익숙해져 있는 교사로서, 학생들이 참여할 수 있는 테크놀로지 수업 환경을 설계하는 측면에서 스스로 부족함을 느끼고 있었다. 또한 교사가 학생들이 테크놀로지를 다룰 수 있도록 지도할 때, D교사는 테크놀로지의 조작 오류가 발생하자 몹시 당황해하였으며, 이를 점검하기 위해 수업 시간을 지체하는 모습을 보인 반면, C교사는 이러한 모습이 한 번도 관찰되지 않았다. 즉, D교사는 학생들과 상호작용하는 테크놀로지 활용 수업에 익숙하지 않기 때문에, 수학 내용, 교수 방법, 테크놀로지 활용이 통합된 TPACK을 발현하는 측면에서 미숙함이 드러난 부분이 관찰되었다고 볼 수 있다.

이러한 결론을 바탕으로 다음과 같은 논의를 할 수 있다.

첫째, 테크놀로지 활용 수업을 실천하는 두 교사는 TPACK 중에서 자신이 많이 보유하고 있다고 인식하는 하위 지식을 중심으로 실제 수업 상황과 연결하고 있었다. 두 교사 모두 평소 테크놀로지 활용 수업을 많이 진행하는 교사임에도 불구하고, 각자가 높게 인식하는 TPACK의 하위 요인에 따라 수업 방식을 다르게 적용하고 있었으며, 교수 실행 모습에서도 차이점이 드러났다. 우선 한 교사는 CK, PK, PCK를 높게 인식한 ‘교수학적 지식 집중형’으로 어떤 교수·학습 상황에 테크놀로지를 활용할 것인지를 측면을 더 우선시하였으며, 실제 수업에서도 테크놀로지 활용 능력이 높지 않기 때문에 간단한 테크놀로지 기능을 활용하더라도 어떻게 교수학적 접근을 달리할 것인지를 고민한 후 적용하고 있었다. 다른 교사는 CK, TK, TCK를 높게 인식한 ‘테크놀로지 지식 집중형’으로 어떤 수학 내용을 테크놀로지와 연계할 것인지를 측면을 더 우선시하였으며, 실제 수업에서도 높은 테크놀로지 활용 능력을 바탕으로 다양한 수업 자료를 만들어서 활용하고 있었다. 따라서 테크놀로지 활용 수업을 원하지만 어떤 방식으로 시작해야 할지 모르는 현직 수학교사의 경우, 자신의 TPACK에 대한 현 상태를 우선적으로 파악하고 자신의 강점을 확인하는 과정을 거침으로써, 자신만의 수업 스타일을 탐색해 보는 기회를 가질 필요가 있을 것이다.

둘째, 테크놀로지 활용 수업은 테크놀로지의 기능적인 역량만이 효율적인 수업을 이끄는 충분조건이 아님을 확인할 수 있었다. 두 교사 중에서 테크놀로지 활용 능력이 높았던 한 교사의 경우, 다른 교사에 비해 상대적으로 교수학적 지식에 대한 인식이 낮은 편이었다. 물론 이 교사는 테크놀로지의 다양한 기능을 활용하여 모든 학생의 수행 과제를 전체 컴퓨터 화면으로 공유하는 상황, 학생들의 개별 수행 과정을 관찰하는 상황, 발표 학생이 자신의 풀이과정을 칠판에 다시 판서하는 번거로움이 축소되는 상황 등에서 그 역량이 효율적으로 작용하는 부분이 있었다. 하지만 이 교사는 학생 수업 참여 전략, 학생들의 개인적 특성 고려, 수학적 의사소통 과정의 개입 및 발문 전략, 다양한 평가 방법 등을 활용하는 측면에서 부족한 부분도 함께 드러났다. 이처럼 테크놀로지 활용 수업에서 테크놀로지의 높은 활용 역량만이 수학 내용을 어떻게 효과적으로 가르칠지에 대한 교사 역량으로서 그 전부를 대신할 수 없다는 사실을 알 수 있었다. 따라서 테크놀로지 활용 수업을 실천하고자 하는 현직 수학

교사들은 자신의 TPACK을 단순하게 확인하는 과정에서 더 나아가 이를 실천하는 과정을 꾸준히 모니터링함으로써, 자신의 부족한 역량이 수학 내용, 교수 방법, 테크놀로지가 상호작용하는 다양한 교실맥락 안에서 통합된 형태로 발전할 수 있도록 꾸준히 노력할 필요가 있을 것이다.

셋째, 테크놀로지 활용 수업은 수학 내용, 교수 방법, 테크놀로지를 단순하게 아는 것에서 더 나아가 경험에 기반을 둔 현장실천력이 중요할 수 있음을 확인하였다. 두 교사 모두 공통적으로 테크놀로지 활용 수업을 진행한 후, 자신의 수업에 대해 반성하고 예상치 못했던 수업 상황에 대처하는 방법을 찾기 위해 ‘반성적 사고’ 과정을 거치고 있었다. 한 교사의 경우, 테크놀로지를 활용할 때 학생들의 주의산만, 타고과와 컴퓨터실의 중복 사용, 스마트폰 사용의 현실적인 어려움 등의 문제점을 인식한 후, 현재는 상황에 따라 ‘거꾸로 학습’, ‘학생 컴퓨터 통제 기능 활용’ 등의 나름의 노하우를 가지고 있었다. 또한 학생들의 테크놀로지 활용에 대한 조작 미숙 측면을 경험한 후, 현재는 학기 초 수학 시간에 주로 사용하는 테크놀로지를 소개하고 사용법을 알려주는 오리엔테이션 시간을 갖고 있었다. 다른 교사도 실제 테크놀로지 활용 수업을 진행한 후, 기존 수업 자료에 드러나지 않았던 부분을 학생들의 질문을 바탕으로 수정한 경험에 대해서 언급하였다. 또한 자신이 수업에 자주 사용하는 프로그램에 익숙해진 후 다른 단원에도 적용해봤으며, 이로 인해 테크놀로지 활용 역량이 더욱 향상되었다고 언급하였다. 따라서 두 교사의 사례처럼 테크놀로지 활용 수업은 교실맥락, 학생 특성, 교사 역량 등의 다양한 요인이 복합적으로 작용할 수 있으므로, 교사가 알고 있는 것과 이를 실천하는 것의 차이가 자연스럽게 발생할 수밖에 없는 교실 환경이기도 하다. 따라서 수학교사들이 테크놀로지 활용 수업에 의미를 두고 있다면, 테크놀로지와 관련된 역량 강화, 다각도로 수업을 실천해보는 과정, 끊임없는 반성 단계를 순환함으로써, 자신의 실제 경험에 기반을 둔 현장실천력을 꾸준히 키워나갈 필요가 있을 것이다.

이러한 결론을 바탕으로, 다음과 같이 수학교사들의 TPACK에 대한 연구와 교육적 활용 방안에 대한 제언을 할 수 있다.

첫째, 국내에서 수학교사의 TPACK에 대한 질적 연구는 초기 단계라고 볼 수 있으므로, 본 연구를 기반으로 수학 교과만의 특수성이 드러날 수 있는 다양한 질적 연구가 이어질 필요가 있을 것이다. 본 연구는 기존의 TPACK 선행연구에서 양적 접근으로 드러나지 않은 사실들을 밝힘으로써, TPACK 연구에 있어 질적 접근의 의미를 다시 한번 생각해보는 질문을 던졌다고 볼 수 있다. 이와 관련해서 Solomon(1991)은 양적 연구가 연구의 수치적 정교함을 강조한다면, 질적 연구는 실제성을 강조하면서 다양한 연구 문제를 생성할 수 있는 이론적 토대가 된다고 언급하였다. 그런데 현재 국내의 TPACK 연구는 국외와 달리 연구의 편의성 측면에서 양적 접근에 치우쳐 있는 편이며(김도현, 2017), 특히, 수학 교과의 TPACK 연구는 더욱 제한적인 편이다(이다희, 2018). 따라서 국내 수학교사의 TPACK 연구도 본 연구의 질적 접근을 시작으로 양적 연구를 통해 살펴볼 수 없었던 서술적 접근을 이어감으로써, 양적 접근과 질적 접근의 균형 있는 발전에 노력을 기울일 필요가 있으며, 향후 국외만큼 통합적인 관점의 TPACK 연구들로 발전해 나가기를 기대해본다.

둘째, 본 연구에서 더 나아가 테크놀로지 활용 수업을 실천하는 더 많은 수학교사의 수업 사례를 살펴봄으로써, 테크놀로지 활용 수업을 어떻게 실천해야 할지 모르는 수학교사들에게 다양한 방법적 측면의 지침을 제공할 필요가 있을 것이다. 즉, 수학교사의 TPACK 관점에서 사례별로 조금 더 세분화된 특징에 따라 테크놀로지 활용 수업 실천 과정에 대한 공통점과 차이점이 있는지, 테크놀로지 활용 수업의 준비 과정에 대한 차이점은 있는지, 실제 수업 과정에서 수학 개념을 연결하는 방법이나 학생들과 상호작용하는 방법, 테크놀로지 활용 환경에 대처하는 방법 등에 공통점과 차이점이 있는지, 수학교사들이 다양한 실천적 맥락 안에서 테크놀로지 관련 역량을 어떻게 발전시켜 나가는지 등은 그 방법적인 측면이 매우 다양할 수 있다. 따라서 테크놀로지 활용 수업을 실천하는 다양한 수학교사의

수업 사례를 통해 방법적인 측면을 구체적으로 탐색한다면, 테크놀로지의 교실 통합을 추구하는 많은 수학교사들이 ‘어떻게’에 대한 답을 찾는 데 더욱 현실적인 도움을 줄 수 있을 것이다.

셋째, 테크놀로지와 관련된 교사교육을 시행할 때, 단순히 테크놀로지의 기능적 역량이 아닌 교과 내용, 교수 방법, 테크놀로지 등이 통합된 교사의 전문적 역량을 향상시켜줄 수 있는 프로그램을 개발할 필요가 있을 것이다. 지금까지 테크놀로지와 관련된 교사연수는 테크놀로지의 기능적인 측면에 초점이 맞춰진 경향이 있었지만(김영진, 2011), 현재 많은 수학교사는 테크놀로지와 관련된 수학 내용 파악이나 교수·학습 방법의 역량 함양에 대한 교육도 함께 원하고 있었다(이다희, 2018). 특히, 현직 교사들은 테크놀로지 활용 역량뿐만 아니라 교수·학습 경험도 매우 다양할 수 있으므로, 향후 테크놀로지와 관련된 교사교육을 시행할 때, 교사교육 프로그램에 참여하는 교사들의 역량을 종합적으로 진단한 후, 통합적인 관점에서 TPACK의 하위 지식을 균형 있게 발전시킬 수 있는 기회를 제공할 필요가 있을 것이다. 더 나아가 이를 교육 현장에서 실천할 수 있는 프로그램과 연결해줌으로써, 이론과 실제가 함께하는 교육 프로그램에 참여하는 기회를 제공할 필요가 있을 것이다. 결과적으로 테크놀로지 활용 수업에 관심을 두는 수학교사들이 자신의 테크놀로지 관련 역량을 함양하고 이를 실제 수업에 적용해보는 프로그램에 참여할 기회를 가짐으로써, 교사들의 현장실천력에 대한 연습이 테크놀로지와 관련된 교사의 전문 역량인 TPACK에 대한 질적인 성장을 가져오는 핵심이 될 수 있기를 기대한다.

참고 문헌

- 강순자, 장미라 (2016). 중학교 수학교사의 테크놀로지 통합 자기효능감에 관한 연구. **수학교육**, 55(4), 523-538.
- 강주석, 김주연, 전미현 (2017). 수학수업에서 그래핑 계산기 활용에 대한 교사들의 인식 조사. **한국학 교수학회논문집**, 20(4), 537-560.
- 교육부 (2015). **수학과 교육과정**. 교육부 고시, 제2015-74호.
- 김도현 (2017). 테크놀로지 교실 통합을 위한 연구도구로서의 TPACK: 국내 연구동향 분석을 중심으로. **초등교육연구**, 30(4), 1-22.
- 김부미 (2012). 우리나라의 ICT 환경 기반 수학 학습 현황 분석. **교과교육학연구**, 16(3), 657-687.
- 김선희 (2012). 미래 수학 교실에 대한 전망과 교사들의 인식 조사. **교과교육학연구**, 16(1), 285-324.
- 김영진 (2011). **중등 수학교사의 공학 관련 현직연수 실태 분석 및 개선 방안 연구**. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김은혜, 이수진 (2016). GeoGebra를 활용한 논증기하와 연결된 해석기하 수업자료 개발 및 적용. **한국학 교수학회논문집**, 19(4), 373-394.
- 류기혁, 이영주 (2017). 초등예비교사의 테크놀로지 내용교수지식(TPACK) 증진을 위한 교육실습과 연계된 온라인 교사학습공동체 활동의 효과. **한국교원교육연구**, 34(2), 417-437.
- 박기철, 강성주 (2014). 초·중등교사의 테크놀로지 교수내용지식(TPACK)에 대한 인지경로 모형 개발. **교원교육**, 30(4), 349-375.
- 소연희 (2013). 초등교사들이 지각한 테크놀로지 내용교수학적 지식. **아시아교육연구**, 14(4), 125-147.
- 신원석, 한인숙, 엄미리 (2012). 테크놀로지 내용교수지식(TPACK) 역량에 대한 예비교사의 인식 분석. **한국교원연구**, 28(4), 141-165.

- 신태섭 (2013). 예비 초등교사의 고정신념과 테크놀로지 내용교수지식(TPACK) 간의 관계 연구. **교육과학연구**, 44(2), 21-45.
- 엄미리 (2012). 대학 교원의 역량 분석을 통한 교수지원 프로그램 방향성 제고: 테크놀로지 내용교수 지식(TPACK)을 중심으로. **교육의 이론과 실천**, 17(3), 21-45.
- 이다희 (2018). **수학교사의 테크놀로지 교수 내용 지식에 관한 연구 : 측정 도구 개발, 교육요구도 분석, 수업 실제 분석**. 고려대학교 대학원 박사학위논문.
- 이다희, 황우형 (2017). 수학교사의 테크놀로지 교수 내용 지식(TPACK) 측정 도구 개발 및 타당화. **수학교육**, 56(4), 407-434.
- 이다희, 황우형 (2018). 수학교사의 테크놀로지 교수 내용 지식(TPACK)에 대한 연구: TPACK에 대한 인식 및 교육요구도 분석 중심으로. **수학교육**, 57(1), 1-36.
- 이민희 (2011). **예비 중등수학교사의 테크놀로지 교수학적 내용지식(TPACK) 함양과정 분석 및 모델 구축**. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.
- 이진원, 최정원, 이영준 (2016). 초등교사의 테크놀로지 활용 정도와 TPACK (Technology, Pedagogy, and Content Knowledge)의 상관 분석. **한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집**, 24(1), 181-182.
- 임혜미 (2009). 예비 수학교사의 테크놀로지 내용교수지식(TPACK) 신장을 위한 팀 프로젝트 효과 연구. **수학교육학연구**, 19(4), 545-564.
- 장경운 (2017). 테크놀로지 통합을 위한 예비 중등수학교사교육 : 현황과 과제. **수학교육학연구**, 27(1), 137-156.
- 주영주, 서혁, 윤성혜 (2014). 온라인 한국어 교사 양성 프로그램에 대한 예비교사의 테크놀로지 내용교수지식(TPACK)과 교사효능감 연구. **국어교육**, 145, 379-404.
- 최현중, 이태욱 (2015). TPACK 모형에 기반한 예비 교사의 테크놀로지 지식 교육 프로그램 적용과 분석. **한국컴퓨터정보학회논문지**, 20(2), 231-239.
- 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.
- Association of Mathematics Teacher Educators (AMTE). (2009). *Mathematics TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) Framework*. (<http://amte.net>)
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2010). Facilitating preservice teachers' development of technological, pedagogical, and content knowledge(TPACK). *Educational Technology and Society*, 13(4), 63-73.
- Cox, S., & Graham, C. R. (2009). Using an elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. *TechTrends*, 53(5), 60-69.
- Doering, A., Veletsianos, G., & Scharber, C., & Miller, C. (2009). Using the Technological, Pedagogical, And Content Knowledge Framework to Design Online Learning Environments and Professional Development. *Journal of Educational Computing Research*, 41(3), 319-346.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284.
- Grossman, P. L. (1989). A study in contrast: Sources of pedagogical content knowledge for secondary English. *Journal of Teacher Education*, 40(5), 24-31.
- Guerrero, S. (2010). *Technological pedagogical content knowledge and teacher education*. NY:

- Teachers College Press.
- International Society for Technology in Education. (2000). *National Educational Technology Standards for Students, ISTE*. (<http://www.iste.org>)
- Jonassen, D. H. (1995) Supporting communities of learners with technology: A vision for integrating technology with learning in schools. *Educational Technology, 35*(4), 60-63.
- 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), 131-152.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). *Introducing TPACK*. In *AACTE Committee on Innovation and Technology* (Eds.), Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators, 3-29, NY: Routledge.
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017 - 1054.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: The Author. 류희찬, 조완영, 이경화, 나귀수, 김남균, 방정숙 공역 (2007). **학교수학을 위한 원리와 기준**. 서울: 경문사.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: development a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education, 21*(5), 509-523.
- Niess, M. L. (2006). Guest Editorial: Preparing Teachers to Teach Mathematics With Technology. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 6*(2), 195-203.
- Pierce, R., & Ball, L. (2009). Perceptions that May Affect Teachers' Intention to Use Technology in Secondary Mathematics Classes. *Educational Studies in Mathematics, 71*(3), 299-317.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4-14.
- Wachira, P., & Keengwe, J. (2011). Technology integration barriers: Urban school mathematics teacher perspectives. *Journal of science education and technology, 20*, 17-25.
- Yeh, Y. F., Hsu, Y. S., Wu, H. K., Hwang, F. K., & Lin, T. C. (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 Teaching Practices of Mathematics Teachers from the Perspective of TPACK

Lee, Da-Hee⁵⁾ · Whang, Woo-Hyung⁶⁾

Abstract

The purpose of this study is to compare and analyze the perceptions of TPACK for mathematics teachers who practice the technology-using lessons. In addition, by looking at the part where the perception is expressed in the actual class and the part where the difference of recognition can be revealed, it is possible to provide the direction to teachers who want to practice the technology-using lessons in the future. To do this, two mathematics teachers were selected using purposeful sampling. And we conducted research study and interview in order to analyze the characteristics of the teacher's general background and TPACK recognition, and we analyzed the video, the class materials, and the interview contents for teaching practices from the perspective of TPACK. As a result, the two mathematics teachers practicing the technology-using lessons were connected with the actual class situation focusing on the sub-knowledges of TPACK recognizes as having a lot of them. In addition, technology-based lessons were able to confirm that the functional capabilities of technology alone were not sufficient conditions to lead effective instruction. Finally, teaching method using technology has been confirmed that experience-based field practice can be more important than simply knowing mathematics content, technology, teaching method. Based on the results of this study, it is possible not only to provide methodological guidance to teachers who practice the technology-based instruction, but also to suggest the direction of TPACK research or the development of teacher training program in the future.

Key Words : TPACK(Technology, Pedagogy and Content Knowledge), Mathematics Teachers, Analysis of Teaching Practices.

Received September 28, 2018

Revised December 1, 2018

Accepted December 1, 2018

* 2010 Mathematics Subject Classification : 97C40, 97C70

5) Center for Curriculum and Instruction Studies (dahui0311@korea.ac.kr)

6) Korea University (wwhang@korea.ac.kr), Corresponding Author