

## 수학교사의 테크놀로지 교수 내용 지식(TPACK)에 대한 연구 : TPACK에 대한 인식 및 교육요구도 분석 중심으로

이다희 (고려대학교 대학원)

황우형 (고려대학교)<sup>†</sup>

### I. 서론

20세기 말부터 시작된 기술 문명의 급속한 발전과 함께, 개인의 생활뿐만 아니라 학교 교실이 변화되면서 교육의 새로운 패러다임이 필요하게 되었다. 이러한 정보화 시대의 흐름에 맞추어 우리나라 교육부(1997)에서도 수학교육에서 테크놀로지 도입의 필요성을 강조하기 시작했으며, 이후 6차 교육과정부터 최근의 2015년 개정 교육과정까지 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등의 테크놀로지를 수학수업에 활용할 것을 권장하고 있다(교육과학기술부, 2011; 교육부, 1997, 2015). 또한 수학수업에서 테크놀로지 활용은 학생들이 새로운 방식으로 학습할 수 있는 기회를 제공할 뿐만 아니라, 수학의 내용영역별로 테크놀로지를 의미 있게 활용하는 방식에도 변화를 주고 있다(Mammana & Villani, 2012).

이와 관련된 많은 선행연구들(김남희, 2011; 손홍찬, 2011; 이광상, 조민식, 류희찬, 2008; 이창연, 황우형, 2010; 장혜원, 강정기, 2013; Patsiomitou, 2010; Pijls, Dekker & van Hout-Wolters, 2007)이 테크놀로지를 통한 즉각적인 피드백, 사고과정에 대한 점검 기회의 확장, 표상 간의 연결성과 번역 능력의 확장, 테크놀로지의 조작활동을 통해 도형의 다양한 성질 추측 및 탐구, 수학 개념 이해의 촉진, 학습자 중심의 수업활동 등의 측면에서 테크놀로지의 활용에 대해서 긍정적으로 바라보고 있

다. 또한 이 연구들은 테크놀로지가 가져오는 학습관련 긍정적인 효과뿐만 아니라, 테크놀로지를 효과적으로 활용할 수 있는 방법적인 측면을 제시하였다.

한편, 학교 현장에서 이러한 테크놀로지를 활용하여 효과적인 교수·학습의 성과를 도출하기 위해서는 교사의 역할이 매우 중요하다고 할 수 있는데(Mueller, Wood, Willoughby, Ross, & Specht, 2008), 그 주체인 수학교사들은 테크놀로지를 수업에 활용하는 것에 대해서는 긍정적으로 인식하는 편이다(김선희, 2012; 박재한, 2013; 조은애, 2008). 그러나 현실적으로 교사들은 수업 시간에 테크놀로지를 잘 활용하지 못하고 있으며(한국교육개발원, 2016), 그 이유 또한 매우 다양하다.

박재한(2013)은 '교사들의 공학 활용에 대한 지식 및 경험 부족'과 '교사의 과도한 수업 준비 시간'을 그 이유로 생각했고, 김영진(2011)은 '교사들이 테크놀로지 관련된 학습 자료가 있을 때만 테크놀로지를 활용하거나, 활용을 하더라도 새로운 테크놀로지를 배우지 않고 익숙한 것만을 계속 사용하는 경향이 있다.'와 같이 매우 소극적인 활용 양상에 대해 언급하였다. 또한 김선희(2012)는 '수학교과와 특성에 맞게 테크놀로지를 적절하게 활용할 수 있는 교사의 전문성 부족' 등에서 그 이유를 찾았고, 고상숙(2001)은 '대다수 교사들이 테크놀로지에 관한 지식이 부족하고, 이에 대한 두려움을 느끼고 있으며, 특정 수학 개념에 어떤 테크놀로지를 활용해야 교육의 효과를 높일 수 있는 지에 대한 준비 및 연구 부족' 등에서 그 이유를 찾았다.

즉, 이러한 이유들을 교사의 측면에서 살펴보면, 테크놀로지와 관련된 다양한 교사지식이 부족하다는 의견이 지배적이라고 볼 수 있다. 특히, 이 지식은 어떤 테크놀로지를 어떤 수학내용에 어떠한 교수학적 전략으로 적절하게 사용해서 학생들을 효과적으로 가르칠 것인가에 대

\* 접수일(2017년 12월 05일), 수정일(2018년 01월 22일), 게재확정일(2018년 02월 10일)

\* ZDM분류 : C83

\* MSC2000분류 : 97C40

\* 주제어 : 수학교사, 테크놀로지 교수 내용 지식, 교육요구도 분석, The Locus for Focus model

† 교신저자

한 총체적인 지식으로 볼 수 있으며, 이는 테크놀로지와 관련된 보다 전문화된 교사지식의 개념인 TPACK과 관련성이 매우 높아 보인다.

물론, 이러한 교사지식의 향상에 도움을 줄 수 있는 교사연수를 실시하면 되지만, 현재 이와 관련된 교사연수 과정의 체제와 교육과정은 매우 경직되어 있는 편이다(나지연, 송진웅, 2014). 또한 교사들은 테크놀로지와 관련된 교육이나 연수 시간이 매우 부족함을 느끼고 있으며, 교육에 참여를 하더라도 테크놀로지의 기본 기능 익히기와 간단한 실습과 같이 단순 기능에 초점이 맞춰진 경우가 많다고 생각하고 있었다(김영진, 2011; 이강섭, 심상길, 2013; 정서영, 2014). 즉, 현재까지 테크놀로지와 관련된 교사교육 시스템은 교사들이 원하는 내용을 반영하지 않은 채 작동되고 있다고도 볼 수 있다. 따라서 수학 교수·학습에서 테크놀로지를 효과적으로 활용하기 위해서는 교사들의 테크놀로지 활용에 대한 전반적인 지식 개념인 TPACK에 대해 관심을 갖고, 실제 교사들이 해당 지식 중에서 교육을 원하는 항목이 무엇인지 파악하는 과정이 필요하다고 할 수 있다. 또한 이러한 교육요구를 살피기에 앞서, 테크놀로지의 발전 속도만큼 교사들의 시각도 수년 사이에 빠르게 변화될 수 있기 때문에, 수학교사의 테크놀로지에 대한 최근 인식과 전반적인 활용 실태를 분석할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 수학교사의 테크놀로지 활용 실태를 살펴보고, 그 결과와 TPACK의 관련성 측면을 검토하고자 한다. 또한 수학교사가 인식하는 TPACK의 필요도와 보유도를 확인해보고, 이에 대한 교육요구도를 분석해보고자 한다. 더 나아가 수학교사가 변화를 원하는 TPACK 항목 중에서 우선순위를 결정하여, 향후 TPACK과 관련된 교사교육의 방향성에 시사점을 제공하기 위해, 다음과 같이 세 가지 연구 문제를 설정하였다.

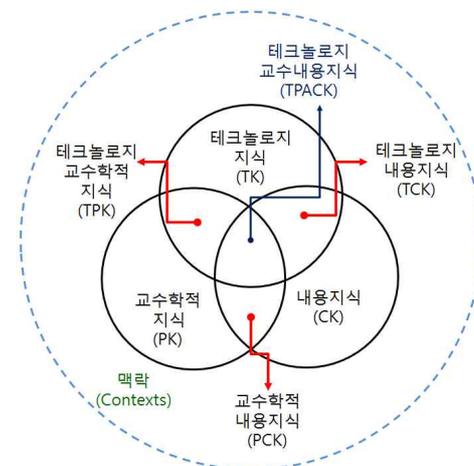
- 첫째, 수학교사의 테크놀로지 활용 실태는 어떠하며, 그 결과와 TPACK은 관련성이 있는가?
- 둘째, 수학교사의 TPACK에 대한 필요도와 보유도의 인식은 어떠하며, 필요도-보유도 간의 유의미한 차이가 있는가?
- 셋째, 수학교사들이 인식하는 TPACK에 대한 교육요구도는 어떠한가?

## II. 이론적 배경

### 1. TPACK에 대한 연구

테크놀로지 교수 내용 지식(Technology, Pedagogy and Content Knowledge; TPACK)은 Mishra와 Koehler(2006)에 의해 개념화된 것으로, Shulman(1986)의 교수학적 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge; PCK)의 개념에 테크놀로지 활용에 대한 지식을 포함시킨 것이다.

TPACK은 [그림 1]과 같이 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 교수학적 지식(Technology Pedagogical Knowledge; TPK), 테크놀로지 내용 지식(Technology Content Knowledge; TCK), 그리고 이 세 지식의 교집합에 해당하는 테크놀로지 교수 내용 지식(TPACK)으로 이루어져있다(Koehler & Mishra, 2009; Mishra & Koehler, 2006).



[그림 1] Koehler와 Mishra(2009, p.63)의 TPACK  
[Fig. 1] TPACK of Mishra and Koehler(2009, p.63)

내용 지식(CK)은 교과 내용에 대한 지식으로, 교과 지식의 내용, 개념, 절차뿐만 아니라, 지식을 설명하는 방법 또는 접근 방법도 포함하고 있다. 교수학적 지식(PK)은 교사가 학생들의 학습을 증진시키기 위한 교

수·학습 방법 및 실행에 관한 지식이고, 테크놀로지 지식(TK)은 테크놀로지를 파악하고 다루는 능력뿐만 아니라, 추후 교육·학습 과정에서 교사와 학생의 사고를 확장하는데 테크놀로지를 통합할 수 있는 능력까지 모두 포함한다. 교수학적 내용 지식(PCK)은 특정한 교과 내용을 가르치는데 효과적인 교수·학습의 설계, 과정, 평가, 실행, 반성하는 지식이고, 테크놀로지 내용 지식(TCK)은 교과 내용을 효과적으로 전달하기 위해 테크놀로지를 상호 연계해서 활용하는 방법에 대한 지식, 테크놀로지 교수학적 지식(TPK)은 교수·학습의 설계, 과정, 평가 등에 적절한 테크놀로지를 활용하는 방법에 대한 지식을 의미한다.

이때, TPACK은 PCK, TCK, TPK가 다양한 교수 맥락과의 상호작용 속에서 발현되는 것으로(Mishra & Koehler, 2006), 각각의 지식들이 독립적으로 작용하는 것이 아니라 서로 역동적으로 영향을 주면서 융합되어 있다(소연희, 2013; 엄미리, 2012; Chai, Koh, & Tsai, 2010; Mishra & Koehler, 2006). 즉, TPACK은 교사가 테크놀로지를 활용하여 교과 내용을 능숙하게 가르치기 위해 지닌 가장 중요한 전문지식을 의미한다(박기철, 강성주, 2014). 따라서 TPACK은 교육 분야에 대한 지식이 없는 테크놀로지 전문가의 지식과는 차별화되며(임해미, 2009), 교사들은 TPACK의 하위 지식들 간의 맥락적 상호관계를 다루기 위한 유창성과 인지적 유연성을 개발하여 자신만의 방법을 구체화하는 것이 매우 중요하다(Koehler & Mishra, 2009).

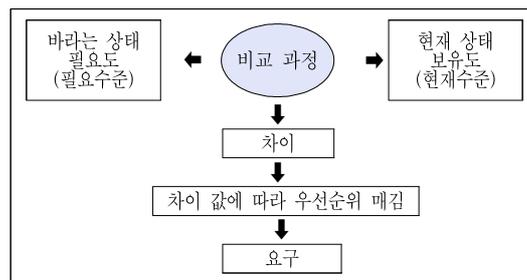
이러한 TPACK과 관련하여 국외에서는 TPACK의 개념적 모델 개발 연구(Angeli & Valanides, 2009; Koehler, Mishra, Kereluik, Shin & Graham, 2014; Olofson, Swallow & Neumann, 2016; Yeh, Hsu, Wu, Hwang & Lin, 2014), TPACK에 영향을 미치는 교사 요인 분석에 대한 연구(Abbitt, 2011; Niess, 2011), TPACK 측정 도구 개발에 대한 연구(Archambault & Crippen, 2009; Chai, Koh & Tsai, 2013; Sahin, 2011; Schmidt, Baran, Thompson, Mishra, Koehler, & Shin, 2009), 예비교사교육이나 교사교육과 관련된 TPACK 향상 방안 연구(Chai, Koh, & Tsai, 2010; Latham & Carr, 2012; Lubin & Ge, 2012)가 활발하게 이루어지고 있다.

반면에 국내에서는 국외만큼 연구가 활발하지 못하며, TPACK에 영향을 미치는 교사요인 분석에 대한 연구(신

태섭, 2013; 이진원, 최정원, 이영준, 2016)와 TPACK의 측정과 관련된 연구(강순자, 장미라, 2016; 박기철, 강성주, 2014; 소연희, 2013)가 일부 있었다. 특히, TPACK 향상 방안에 대한 연구(류기혁, 이영주, 2017; 신원석, 한인숙, 엄미리, 2012; 임해미, 2009; 이민희, 2011; 주영주, 2014; 최현중, 이태욱, 2015)는 다른 TPACK 연구에 비해 많이 수행되었지만, 대부분의 연구대상이 현직교사가 아닌 예비교사에 초점이 맞춰져 있었다. 그러나 TPACK은 교사의 테크놀로지 활용 정도뿐만 아니라 교사의 교육 경험에 따라서 현저히 달라질 수 있기 때문에(Jang & Chen, 2010), 현직교사의 TPACK은 예비교사와 매우 다른 양상으로 나타날 수 있다. 또한 현직교사의 TPACK은 예비교사와 그 출발선이 다를 수 있음에도 불구하고, 현재 현직수학교사의 TPACK 수준을 확인한 연구는 없을 뿐만 아니라, 이에 대한 교사들의 교육요구도를 확인하지 않은 상태로 TPACK 향상 프로그램이 언급되고 있는 실정이다.

2. 교육요구도 분석에 대한 연구

교육요구도 분석은 Tyler(1971)가 ‘학습자의 바라는 상태(desired status of learners)’와 ‘학습자의 현재 상태(current status of learners)’의 차이가 교육프로그램의 필요(needs)와 같다고 제안하면서 시작되었다. 즉, 교육요구도 분석은 [그림 2]와 같이 현재 상태의 ‘보유도(현재수준)’과 원하는 상태의 ‘필요도(필요수준)’의 격차를 결정하고, 그 차이에 따라 미래 행동을 위한 우선순위(priority)를 정하여, 효과적인 프로그램 설계를 위한 필수적인 정보를 제공해 주는 것이다(Borich, 1980).



[그림 2] Borich의 교육요구도 분석 과정(Borich, 1980)  
[Fig. 2] Borich's educational needs analysis process(Borich, 1980)

이러한 분석의 도구로는 현존자료 분석, 면담, 관찰, 그룹회의 등이 있지만, 가장 널리 사용되는 방법은 설문지 기법이다(김수자, 2013). 다양한 교육 분야에서 설문조사를 통해 교육요구도 분석을 하는 경우, 구체적인 분석방법으로 t-검정, 중요도-실행도 분석 기법(Importance-Performance Analysis; IPA), Borich 교육요구도 분석 모델이 있고, 최근에는 분석 결과를 시각화하는 방법으로 IPA 대신 The Locus for Focus 모델을 통합적으로 활용하는 편이다(양은하, 2010; 허희욱, 임규연, 이현우, 김현진, 2014).

우선 t-검정은 필요도와 보유도의 평균이 서로 같다는 영가설에 대해 통계적으로 그 차이를 확인하여 영가설을 기각하는 것이다. 실제로 많은 연구들이 t-검정을 적용하여 측정하고자 하는 항목의 필요도와 보유도 수준간의 차이를 통계적으로 분석한 결과를 제시하고 있다(이건남, 고재성, 2010). 그러나 이 검정의 결과는 필요도와 보유도의 평균값에 대한 단순 차이만을 고려하기 때문에, 각 항목의 우선순위를 잠정적으로만 결정할 수 있다는 단점이 있다.

중요도-실행도 분석 기법(IPA)은 IPA 매트릭스 분석이라고도 하며, 이는 평가하고자 하는 요소의 중요도(필요도)와 실행도(보유도)를 측정하여 2차원 도표에 표시하고 그 위치에 따라 의미를 부여하는 것이다(양은하, 2010). 이때, 중요도와 실행도의 주요 속성을 각 사분면에 표시함으로써, 현재 수준을 유지할 영역(1사분면), 과잉 투입된 영역(2사분면), 중요하지 않은 영역(3사분면), 집중해야 하는 영역(4사분면)에 대한 판단을 용이하게 해준다. 이 분석은 교육의 우선순위를 시각적으로 판단하기에 용이하다는 측면이 있으나, 중요도와 실행도 간의 단순 차이에 대한 분석이므로, 차이 값이 근소하거나 역량이 매우 많을 경우에는 우선순위를 효과적으로 파악하기가 어려울 수 있다(Waters & Haskell, 1989).

다음으로 Borich 교육요구도 분석 모델은 설문조사를 통해 필요도와 현재 보유도를 확인하고, 교육요구도 공식에 따라 필요도에 가중치를 주어 결과 값을 순서대로 나열한다. Borich의 교육요구도 공식은 [그림 3]과 같이 필요수준(=필요도, Require Level; RL), 현재수준(=보유도, Present Level; PL), 필요수준의 평균( $\overline{RL}$ ), 전체 사례 수(N)로 이루어져 있다.

$$\text{교육요구도} = \frac{\{\sum(RL - PL)\} \times \overline{RL}}{N}$$

[RL: 필요수준, PL: 보유수준,  
 $\overline{RL}$ : 필요수준의 평균, N: 전체 사례 수]

[그림 3] Borich의 교육요구도 공식  
[Fig. 3] Borich's educational needs formula

RL은 교육을 필요로 하는 대상이 교육을 얼마나 필요로 하는지를 인식하는 정도, PL은 그 대상이 자신이 현재 가지고 있는 역량을 인식하는 정도이며,  $\overline{RL}$ 은 그 대상의 각 RL값의 평균을 의미한다. 이때, Borich의 교육요구도 공식은 필요수준이 높고 현재수준이 낮을수록 교육요구도는 높게 나타난다. 즉, Borich의 교육요구도 분석 모델은 필요도와 보유도 간의 단순 차이만을 고려하는 t-검정과 달리 가중치를 산출하므로 항목간의 변별이 훨씬 더 용이하며, IPA와 비교해서 차이 값이 근소하거나 항목이 매우 많더라도 우선순위를 효과적으로 파악할 수 있다는 큰 장점이 있다.

한편, 최근에는 IPA가 가진 단점을 최소화하고 Borich 교육요구도 분석 모델을 시각화하는 방법으로 Mink, Shultz와 Mink(1991)가 제시한 The Locus for Focus 모델을 많이 활용한다(양은하, 2010; 조명희, 이현우, 2016). 이 모델은 [그림 4]와 같이 가로축은 필요도, 그 중앙값은 필요도의 평균, 세로축은 보유도와 필요도의 불일치 정도, 그 중앙값은 불일치의 평균으로 구분한 후, 이를 4사분면으로 나누어 우선순위를 시각적으로 표시하는 방법이다. 1사분면은 가장 우선순위를 두고 중점 투자 해야 하는 영역, 2사분면은 필요도에 비해 투자가 많이 이루어진 과잉투자 영역, 3사분면은 필요도는 낮고 보유도와의 불일치는 높지 않아서 점진적으로 개선되어야 할 영역, 4사분면은 현 상태를 유지 및 강화할 영역이라고 볼 수 있다(조대연, 2009). 이 모델은 필요도를 고려하였다는 점에서 t-검정과 차별화가 되고, Borich의 교육요구도 분석 모델과 비슷하지만 우선순위를 시각적으로 파악할 수 있다는 차이점이 있다. 또한 이 모델은 IPA와도 매우 비슷해 보이지만, Borich의 교육요구도 공식과 마찬가지로 필요도를 고려함으로써 필요수준에 대한 가중치를 부여했다고 볼 수 있다(조대연, 2009).



[그림 4] The Locus for Focus 모델(Mink et al, 1991)  
[Fig. 4] The Locus for Focus model(Mink et al, 1991)

### III. 연구방법

#### 1. 연구 대상

본 연구는 2017년 7월 말부터 10월 초까지 무작위로 선정된 전국 지역의 수학교사 351명을 대상으로 우편, 이메일, 온라인 설문지를 통해 실시하였고, 342부(약 97%)의 자료가 회수되었다. 그 중에서 보유도는 응답을 하였으나 필요도는 응답을 하지 않은 자료, 그 반대의 경우, 보유도 또는 필요도를 한 번호로만 응답한 자료, 응답하지 않은 문항 수가 있는 자료, 인적사항 관련 미응답 자료 등 불성실하게 응답한 경우인 14부를 제외하고 328부의 자료를 분석에 사용하였다.

[표 1] 연구 대상  
[Table 1] Subjects of study

	구분	빈도(명)	비율(%)	합계
성별	남	143	43.6	328
	여	185	56.4	
학교급	중학교	102	31.1	328
	고등학교	226	68.9	
학력	학사	163	49.7	328
	석사	154	47.0	
	박사	11	3.4	
지역	서울	121	36.9	328
	인천	12	3.7	
	대전	22	6.7	
	광주	2	0.6	
	대구	1	0.3	
	부산	2	0.6	

	경기	62	18.9	
	충북	16	4.9	
	충남	10	3.0	
	전북	11	3.4	
	전남	16	4.9	
	경북	39	11.9	
	경남	12	3.7	
	강원	1	0.3	
	세종	1	0.3	
경력	5년 미만	77	23.5	328
	5년 이상 10년 미만	77	23.5	
	10년 이상 15년 미만	47	14.3	
	15년 이상 20년 미만	37	11.3	
	20년 이상 25년 미만	20	6.1	
	25년 이상 30년 미만	33	10.1	
	30년 이상	37	11.3	

#### 2. 측정 도구

본 연구는 수학교사의 TPACK에 대한 교육요구도를 확인하기 위하여, 수학교사의 TPACK 측정 도구(이다희, 황우형, 2017)를 활용하였다. 이 측정 도구는 수학 과목의 특수성을 반영하고자 수학교과 PCK와 MKT (Mathematical knowledge for teaching), TPACK의 개념 및 구성 요인, 기존 측정 도구와 관련된 문헌을 검토하여 내용을 추출하였다. 또한 3차에 걸쳐 내용 타당도 검증(테크놀로지 활용도가 높은 현직 경력교사, 수학교육 연구자, 국어교사)을 실시한 후, 기초통계 조사, 신뢰도 검증(Cronbach's  $\alpha$ ), 탐색적 요인분석, 확인적 요인분석, 연구 모형 검증을 통해 신뢰도와 타당도를 확보하였다.

이 측정 도구의 내적일치도 계수(Cronbach's  $\alpha$ )는 전체 신뢰도 .979, CK .928, PK .895, TK .915, PCK .900, TCK .953, TPK .951, TPACK .977, 연구 모형은  $\chi^2$ 을 제외한 모든 적합도가 양호하게 나타났다( $\chi^2=3139.73$ ,  $DF=1733$ ,  $P=.00$ ,  $IFI=.91$ ,  $TLI=.90$ ,  $CFI=.91$ ,  $CMIN/DF=2.559$ ,  $RMSEA=.06$ ).

또한 해당 측정 도구는 [표 2]와 같이 CK 10문항, PK 7문항, TK 6문항, PCK 9문항, TCK 6문항, TPK 7문항, TPACK 16문항, 총 61개의 문항으로 이루어져 있다. 또한 각 문항은 현재 교사가 TPACK을 얼마나 가지고 있는지를 체크하는 형태로, 5단계 리커트 척도를 사용하여 매우 그렇다 '5', 그렇다 '4', 보통이다 '3', 아니다 '2', 매우 아니다 '1'로 표시하였다.

[표 2] 수학교사의 TPACK 측정 도구(이다희, 황우형, 2017)의 구성  
 [Table 2] TPACK measurement tool(Lee, D. & Whang, W)' composition of mathematics teachers

구분	문항 내용	문항수
일반적 배경	성별, 근무학교, 경력, 학력, 수학 수업에서 테크놀로지 활용에 대한 견해(긍정적/부정적), 수학 수업에서 테크놀로지 활용 여부, 대학(원)에서 테크놀로지 관련 교육 수강 여부, 교직에 있는 동안 테크놀로지 관련 교육(또는 교사연수) 여부	10
	일반 내용 지식	1
CK	중·고등학교 수준의 수학 개념·원리·절차	1
	중·고등학교 수준의 수학 문제를 정확하게 해결	1
	문제해결(과정, 전략)	2
	특수 내용 지식	2
	특수 내용 지식	2
PK	교수 학습	2
	학생 이해	3
	학급 경영	1
	평가	1
	실행	3
TK	오류 해결	1
	발전 교육 과정	2
FCK	교수 학습	1
	학생 이해	1
	평가	1
	특수 내용 지식 & 테크놀로지	1
	특수 내용 지식 & 테크놀로지	1
TCK	특수 내용 지식 & 테크놀로지	1
	특수 내용 지식 & 테크놀로지	1
	특수 내용 지식 & 테크놀로지	1
	특수 내용 지식 & 테크놀로지	1
	특수 내용 지식 & 테크놀로지	1
TPK	교수 학습	1
	학생 이해	1
	평가	1
	특수 내용 지식 & 테크놀로지	1
	특수 내용 지식 & 테크놀로지	1

하위 지식별 문항 구성

TPACK	교육 과정	수학 교육과정의 테크놀로지 관련 내용과 실제 수업의 통합	1
	학생 이해	수학 내용에 대한 학생들의 인지 수준 및 사전 지식에 따라 테크놀로지 통합	1
	수학 내용 지식 & 교수 학습	수학 내용에 대한 학생들의 인지 수준 및 사전 지식에 따라 테크놀로지 통합	1
	수학 내용 지식 & 교수 학습	수학 내용 지식(CK) 중의 문제해결, 표상, 내적·외적 연결성, 창의·융합, 추론, 의사소통에 따라 테크놀로지 통합	7
	수학 내용 지식 & 교수 학습	수학 내용에 따라 테크놀로지를 의미 있게 활용할 수 있는 수업자료 구안	1
	학급 경영	수학 교수법과 테크놀로지를 통합하는 과정에서의 학급 조직 및 관리 방법	1
	환경 대처	테크놀로지 활용으로 인한 수학 수업 환경의 변화 대처	1
	평가	수학 평가의 질 향상을 위해 테크놀로지 활용	1
	교사 전문성	테크놀로지와 관련된 동료교사의 수업 조 직화를 도와줄 수 있는 교사 전문성	1

본 연구에서는 수학교사들의 TPACK에 대한 보유도와 필요도를 모두 살펴보는 것이 목적이므로, 보유도만 체크하도록 되어 있는 기존 측정도구의 항목에 [표 3]과 같이 필요도 항목을 추가하였다. 또한 응답자들이 해당 지식에 대한 자신의 보유도와 필요도를 5점 Likert 척도 (보유도-1점: 전혀 보유하고 있지 않다~5점: 많이 보유하고 있다, 필요도-1점: 전혀 변화될 필요가 없다~5점: 많이 변화될 필요가 있다)로 각각 체크하도록 하였다.

[표 3] 측정 도구 형태

[Table 3] Measurement tool type

번호	문항 내용	보유도(현재수준)					필요도(필요수준)				
		전혀 보유하고 있지 않다	보유하고 있다	보통이다	보유하고 있다	전혀 보유하고 있지 않다	변화될 필요가 없다	보통이다	변화될 필요가 있다	많이 변화될 필요가 있다	
1		<input type="checkbox"/>									
2		<input type="checkbox"/>									
3		<input type="checkbox"/>									

또한 본 연구의 자료에 대한 보유도와 필요도 모두의 Cronbach's  $\alpha$ 를 살펴본 결과, [표 4]와 같이 전체 신뢰도는 보유도 .976, 필요도 .973, 하위 지식별 보유도와 필요도도 모두 .89이상으로, 신뢰도가 매우 높은 수준을 나타냈다. 또한 모형의 적합도도 기존 측정도구의 결과와 비슷하게  $\chi^2$ 을 제외한 모든 적합도가 양호하게 나타났기 때문에 ( $\chi^2=3210.21$ ,  $DF=1733$ ,  $P=.00$ ,  $IFI=.92$ ,  $TLI=.92$ ,  $CFI=.92$ ,  $CMIN/DF=1.85$ ,  $RMSEA=.0575$ ), 본 연구의 자료도 해당

측정 도구로 분석하기에 적절한 것으로 판단하였다.

[표 4] 본 연구의 자료에 대한 측정도구의 신뢰도  
[Table 4] The reliability of the measurement tools for the data of this study

구분	문항수	신뢰도(Cronbach's $\alpha$ )	
		보유도	필요도
CK	10	.930	.951
PK	7	.874	.832
TK	6	.913	.907
PCK	9	.895	.940
TCK	6	.951	.943
TPK	7	.955	.861
TPACK	16	.978	.912
합계	61	.976	.973

3. 연구절차 및 분석방법

본 연구는 수학교사의 TPACK에 대한 교육요구도를 분석하기 위해 통계프로그램 SPSS 22.0을 활용하였으며, [그림 5]와 같이 각 단계의 분석을 통합적으로 적용하여 신뢰도와 타당도를 확보하였다.

첫째, 수학교사의 성별, 근무학교, 지역, 경력에 따라 현재 테크놀로지 활용 실태를 살펴보고, 이들 간의 교차 분석을 실시하였다. 또한 실제 수업에서 테크놀로지를 활용하기 어려운 이유를 추가 분석하여, 그 결과를 TPACK과의 관련성 측면에서 살펴보았다.

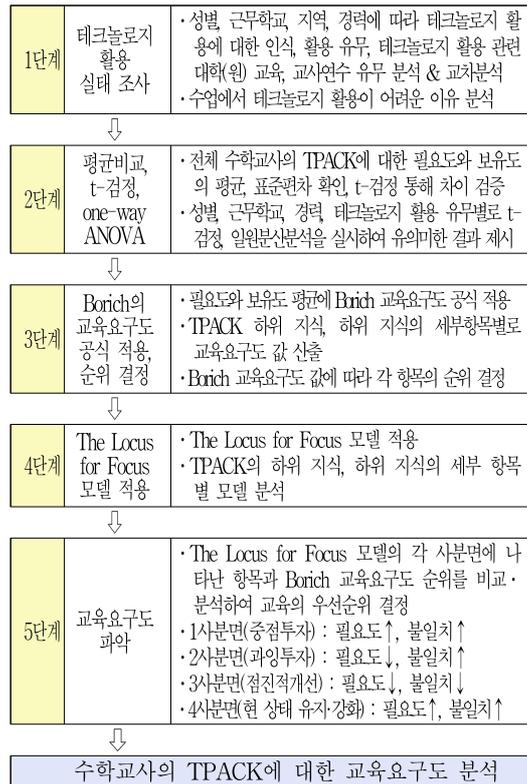
둘째, 수학교사들의 TPACK에 대한 필요도와 보유도를 전체, 성별, 근무학교, 경력, 테크놀로지 활용 유무별로 살펴보고, 두 항목의 평균에 대한 대응표본 t-검정 (paired t-test), 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하여 그 차이의 유의미성을 통계적으로 확인하였다.

셋째, Borich의 교육요구도 공식을 적용하여 TPACK의 하위 지식, 하위 지식별 세부 항목에 대한 교육요구도 값(지수)을 산출한 후, 이 값에 따라서 향후 교사교육을 위한 우선순위 항목을 결정하였다.

넷째, 각 항목에 대한 필요도, 필요도와 보유도의 불일치 값을 The Locus for Focus 모델에 적용하여, 각 항목의 위치를 사분면에 시각적으로 표시한다. TPACK의 전체적인 경향성을 파악하고, 하위 지식별로 세부 항목을 추가 분석하여 세부적인 경향성도 파악하였다.

다섯째, The Locus for Focus 모델과 Borich의 교육요구도 순위를 비교 분석하여, 교육요구도 값이 큰 항목 중에서 The Locus for Focus 모델의 1사분면(중점투자)

에 속한 항목과 그 개수를 파악하였다. 이때, 해당 항목은 수학교사들이 가장 우선적으로 교육받기를 원하는 것이라고 볼 수 있다. 또한 나머지 사분면에 위치한 항목과 그 개수를 추가적으로 파악하여, 수학교사들의 TPACK에 대한 교육요구도를 살펴보았다.



[그림 5] 연구 절차

[Fig. 5] Research process

IV. 연구결과 및 분석

1. 수학교사의 테크놀로지 활용에 대한 실태 조사

수학교사의 성별, 근무학교, 지역, 경력에 따라, 테크놀로지 활용에 대한 인식, 활용 유무, 테크놀로지 활용 관련 대학(원) 교육, 교사연수 유무에 대해서 살펴본 후, 이들 간의 관계를 교차분석 하였다. 또한 수학교사들이 실제 수업에서 테크놀로지를 활용하기 어려운 이유를 수학교사의 TPACK과 관련성 측면에서 검토하였다.

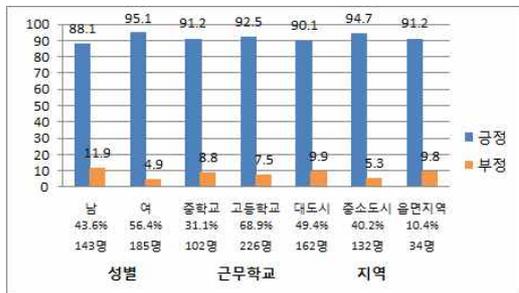
1) 수학교사들의 테크놀로지 활용에 대한 인식

테크놀로지 활용에 대해서 긍정적으로 인식하는 수학교사는 [표 5]와 같이 전체의 92.1%(302명)로 높은 비율을 보였고, 부정적으로 인식하는 교사는 전체의 7.9%(26명)로 매우 적은 편이었다.

[표 5] 수학교사의 테크놀로지 활용에 대한 인식  
[Table 5] Awareness of the use of mathematics teachers' technology

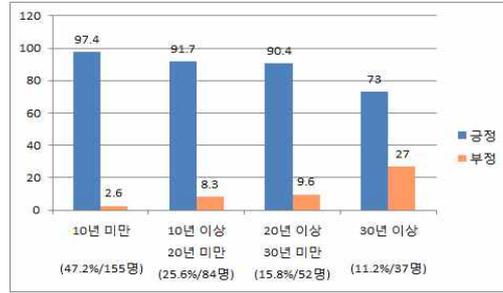
답변	긍정적	부정적	합계
빈도(명)	302	26	328
비율(%)	92.1	7.9	100

수학교사의 성별, 근무학교, 지역별로 살펴보면, [그림 6]과 같이 테크놀로지 활용을 긍정적으로 인식하는 교사는 여자가 95.1%(185명 중 176명)로 남자에 비해, 중소도시는 94.7%(132명 중 125명)로 다른 지역군에 비해 조금 더 높았으며, 근무학교에 따라서는 큰 차이가 없었다.



[그림 6] 성별, 근무학교, 지역별 테크놀로지 활용에 대한 인식  
[Fig. 6] Awareness of the use of technology by gender, working school, and region

수학교사의 경력별로 살펴보면, [그림 7]과 같이 각 경력 그룹 내에서 10년 미만은 97.4%(155명 중 151명), 10년 이상 20년 미만은 91.7%(84명 중 77명), 20년 이상 30년 미만은 90.4%(52명 중 47명)로 모두 90%를 상회하는 반면, 30년 이상은 73%(37명 중 27명)로 다른 그룹에 비해서 낮은 편이었다. 이는 실제 수학 수업에서 테크놀로지를 활용하기 어려운 이유를 질문했던 문항과 비교해볼 때, 경력이 많은 교사 중에는 테크놀로지를 활용하지 않고도 효과적인 수업이 충분하다고 생각하는 일부 교사들이 있기 때문인 것으로 보인다.



[그림 7] 경력별 테크놀로지 활용에 대한 인식  
[Fig. 7] Awareness of the use of technology by career

2) 수학교사의 테크놀로지 활용 경험

수학교사 중에 테크놀로지를 활용한 경험이 있거나 현재 활용하고 있는 교사는 [표 6]과 같이 전체의 65.5%(215명)로, 테크놀로지를 활용한 경험이 없는 교사인 34.5%(113명)보다 높은 비율을 보였다.

[표 6] 수학교사의 테크놀로지 활용 경험  
[Table 6] Experience of Using Mathematics Teacher's Technology

답변	유	무	합계
빈도(명)	215	113	328
비율(%)	65.5	34.5	100

추가적으로 테크놀로지를 활용한 경험이 있다고 응답한 215명의 수학교사를 대상으로 테크놀로지 활용 횟수를 살펴본 결과, [표 7]과 같이 10회 미만이 41.8%(137명)로 가장 많은 비중을 차지하였다. 즉, 테크놀로지를 활용한 경험이 있다고 응답한 교사들의 절반 가까운 인원이 그 횟수는 극히 적음을 알 수 있었다. 반면에 수업 시간에 테크놀로지를 매우 많이 활용하고 있는 교사는 11.3%(37명)로, 이 교사들은 테크놀로지를 매시간, 2학기 매시간, 상시 등과 같이 매우 적극적으로 활용하고 있었다.

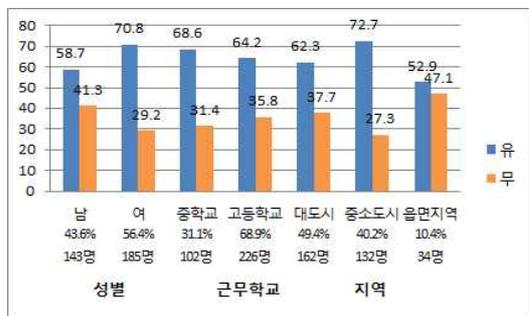
[표 7] 테크놀로지를 활용한 경험이 있는 수학교사의 테크놀로지 활용 횟수

[Table 7] The number of technology uses for mathematics teachers who have used technology

구분	합계
----	----

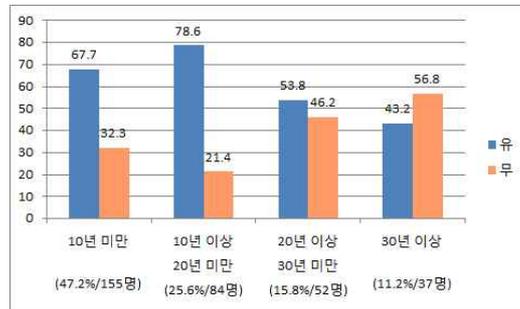
횟수	10회 미만	빈도(명)	137
		비율(%)	41.8
	20회 미만	빈도(명)	30
		비율(%)	9.1
	30회 미만	빈도(명)	11
		비율(%)	3.4
많이 활용 (매시간, 상시 등)	빈도(명)	37	
	비율(%)	11.3	
합계			215

수학교사의 성별, 근무학교, 지역별로 살펴보면, [그림 8]과 같이 성별은 여자(70.8%, 185명 중 131명)가 남자(58.7%, 143명 중 84명)보다 다소 높은 편이었다. 근무학교는 중학교(68.6%, 102명 중 70명) 교사가 고등학교(64.2%, 226명 중 145명) 교사보다 조금 더 높았으며, 지역별로는 중소도시의 교사가 72.7%(132명 중 96명)로 대도시나 읍면지역의 교사보다 높은 편이었다.



[그림 8] 성별, 근무학교, 지역별 테크놀로지 활용 경험  
[Fig. 8] Experience in using technology by gender, working school, and region

또한 수학교사의 경력별로 살펴보면, [그림 9]와 같이 10년 이상 20년 미만(78.6%, 84명 중 66명), 10년 미만(67.7%, 155명 중 105명) 순이었다. 반면에 20년 이상 30년 미만은 53.8%(52명 중 28명), 30년 이상은 43.2%(37명 중 16명)로, 경력이 많아질수록 교사들의 테크놀로지 활용 경험이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.



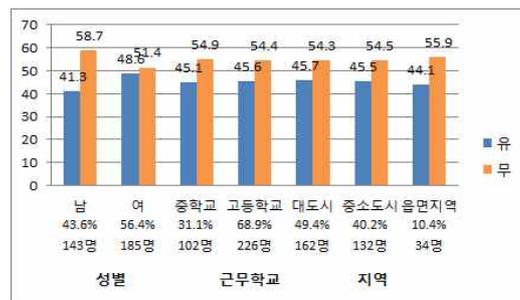
[그림 9] 경력별 테크놀로지 활용 경험  
[Fig. 9] Experience in using technology by career

3) 수학교사의 테크놀로지 관련 대학(원) 교육 경험

[표 8]과 같이 전체 수학교사 328명 중에서 관련 교육을 받은 교사가 45.4%(149명), 그렇지 않은 교사가 54.6%(179명)로, 절반 이상의 수학교사들이 테크놀로지와 관련된 대학(원) 교육을 받지 않은 채로 실제 수업에서 테크놀로지를 활용하게 될 상황에 놓여있음을 알 수 있었다.

[표 8] 수학교사의 테크놀로지 관련 대학(원) 교육 경험  
[Table 8] Mathematics teacher's experience in technology-related university(graduate school) education

답변	유	무	합계
빈도(명)	149	179	328
비율(%)	45.4	54.6	100

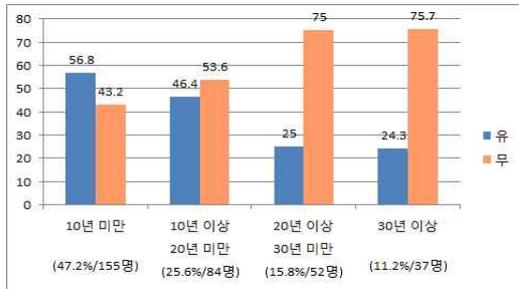


[그림 10] 성별, 근무학교, 지역별 테크놀로지 관련 대학(원) 교육 경험

[Fig. 10] Experience in technology-related university(graduate school) education by gender, working school and region

수학교사의 성별, 근무학교, 지역별로 살펴보면, [그림 10]과 같이 여자가 48.6%(185명 중 90명), 남자가 41.3%(143명 중 59명)로 여자의 비율이 조금 더 높은 편이며, 근무학교와 지역에 따라서는 큰 차이가 나타나지 않았다.

수학교사의 경력별로 살펴보면, [그림 11]과 같이 10년 미만은 56.8%(155명 중 88명), 10년 이상 20년 미만은 46.4%(84명 중 39명)로 비교적 높은 수치를 보였지만, 20년 이상 30년 미만은 25.0%(52명 중 13명), 30년 이상은 24.3%(37명 중 9명)로 그 수치가 낮은 편이었다. 즉, 경력이 많은 교사일수록 테크놀로지 관련 대학(원) 교육을 받을 기회가 적었다는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 11] 경력별 테크놀로지 관련 대학(원) 교육 경험 [Fig. 11] Experience in technology-related university/graduate school education by career

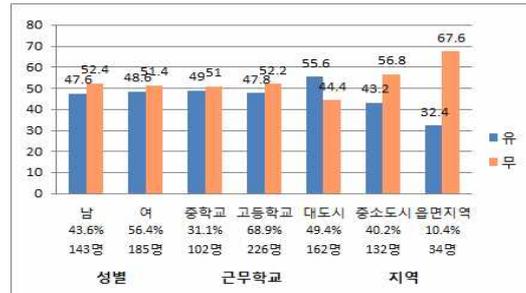
4) 수학교사의 테크놀로지 관련 교육경험

수학교사가 교직에 있는 동안 테크놀로지와 관련된 교육(또는 교사연수)을 받은 경험의 유무를 살펴보면, [표 9]와 같이 전체 교사 328명 중에서 관련 교육(또는 교사연수)을 받은 교사가 48.2%(158명), 그렇지 않은 교사가 51.8%(170명)로, 절반 정도의 수학교사들이 교직에 있는 동안 테크놀로지와 관련된 어떤 교육(또는 교사연수)도 받지 않은 것을 알 수 있었다.

[표 9] 수학교사의 테크놀로지 관련 교사연수 경험 [Table 9] Mathematics teacher's experience in technology-related teacher training

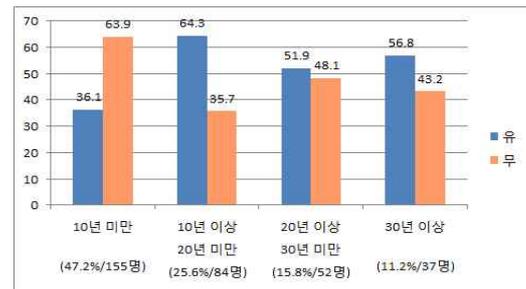
답변	유	무	합계
빈도(명)	158	170	328
비율(%)	48.2	51.8	100

수학교사의 성별, 근무학교, 지역별로 살펴보면, [그림 12]와 같이 성별이나 근무학교에 따른 교사연수 경험의 차이는 크지 않았으며, 지역별로는 대도시가 55.6%(162명 중 90명), 중소도시가 43.2%(132명 중 57명), 읍면지역이 32.4%(34명 중 11명)로, 지역 규모가 작아질수록 연수 경험 또한 적은 것을 확인할 수 있었다.



[그림 12] 성별, 근무학교, 지역별 테크놀로지 관련 교육 경험 [Fig. 12] Experience in technology-related education by gender, working school, and region

또한 수학교사의 경력별로 살펴보면, [그림 13]과 같이 연수 경험이 있는 교사들은 10년 이상 20년 미만(64.3%, 84명 중 54명), 20년 이상 30년 미만은 51.9%(52명 중 27명), 30년 이상은 56.8%(37명 중 21명)로 각 그룹 내에서 절반 이상을 차지하고 있었다. 반면에 10년 미만은 36.1%(155명 중 56명)로, 다른 경력 그룹에 비해 테크놀로지 관련 대학(원) 교육은 가장 많이 받았으나 테크놀로지와 관련된 교육(또는 교사연수)은 많이 듣지 않은 것으로 나타났다.



[그림 13] 경력별 테크놀로지 관련 교사연수 경험 [Fig. 13] Experience in technology-related teacher training by career

5) 수학교사의 테크놀로지 활용 실태 간의 교차분석

향후 테크놀로지 관련 교사교육의 시사점을 얻기 위하여, 지금까지 살펴본 수학교사의 테크놀로지 활용 실태 간의 관계를 교차분석 하였다.

우선 수학교사의 테크놀로지 활용 경험의 유무에 따라 테크놀로지 활용에 대한 인식을 살펴보면, [표 10]과 같이 테크놀로지를 활용한 경험이 있는 교사 215명 중에서 96.3%(207명)이 테크놀로지 활용을 긍정적으로 인식하고 있었다. 특히, 테크놀로지를 활용한 경험이 없는 교사 113명 중에서 테크놀로지 활용을 긍정적으로 인식하고 있는 교사가 84.1%(95명)로 매우 많다는 점에 주목할 필요가 있다. 해당 교사들은 테크놀로지 활용의 장점을 직접적으로 경험한 적은 없지만, 향후 기회가 된다면 테크놀로지를 활용할 의사가 충분히 있다는 점을 확인할 수 있었다.

[표 10] 수학교사들의 테크놀로지 활용 경험에 따른 테크놀로지 활용에 대한 인식  
[Table 10] Awareness of the use of technology by mathematics teachers' experience of utilizing technology

구분	테크놀로지 활용 인식		합계	$\chi^2$		
	긍정	부정				
테크놀로지 활용 경험	유	명	207	8	215	15.13 ***
		%	96.3 (63.1)	3.7 (2.4)	100 (65.5)	
	무	명	95	18	113	
		%	84.1 (29.0)	15.9 (5.5)	100 (34.5)	

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

또한 [표 11]과 같이 테크놀로지와 관련된 대학(원) 교육을 받지 않은 교사 179명 중에서 55.9%(100명), 테크놀로지와 관련된 교사연수를 받지 않은 교사 170명 중에서 48.2%(82명)는 대학(원)이나 교사연수에서 테크놀로지 교육을 받지 않았지만 테크놀로지를 실제 수업에 활용한 경험이 있었다. 즉, 많은 교사들이 테크놀로지와 관련된 어떤 교육도 받지 않은 채로, 실제 학교 현장에서 테크놀로지를 활용하고 있었다.

[표 11] 수학교사의 테크놀로지 관련 대학(원) 교육, 교사연수 경험에 따른 테크놀로지 활용 경험  
[Table 11] Experience of utilizing technology by mathematics teachers' technology-related university(graduate school) education and teacher training

구분	테크놀로지 활용		합계	$\chi^2$		
	유	무				
테크놀로지 관련 대학(원) 교육 경험	유	명	115	34	149	16.36 ***
		%	77.2 (35.1)	22.8 (10.4)	100 (45.4)	
	무	명	100	79	179	
		%	55.9 (30.5)	44.1 (24.1)	100 (54.6)	
테크놀로지 관련 교사연수 경험	유	명	133	25	158	46.85 ***
		%	84.2 (40.5)	15.8 (7.6)	100 (48.2)	
	무	명	82	88	170	
		%	48.2 (25.0)	51.8 (26.8)	100 (51.8)	

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

[표 12]와 같이 테크놀로지 관련 대학(원) 교육을 받았던 경험이 있는 교사 149명 중에서 절반 이상의 비율인 58.2%(92명)는 테크놀로지 관련 교사연수 경험도 가지고 있었고, 테크놀로지 관련 대학(원) 교육을 받지 않았던 교사 179명 중에서 66.5%(113명)는 여전히 교사연수 경험도 가지고 있지 않았다. 즉, 테크놀로지와 관련된 대학(원) 교육의 경험이 이와 관련된 교사연수 경험으로 이어질 수 있음을 보여주는 결과였다.

[표 12] 수학교사의 테크놀로지 관련 대학(원) 교육 경험에 따른 테크놀로지 교사연수 경험  
[Table 12] Experience of technology teacher training by mathematics teachers' technology-related university(graduate school) education

구분	테크놀로지 관련 교사연수 경험		합계	$\chi^2$		
	유	무				
테크놀로지 관련 대학(원) 교육 경험	유	명	92	57	149	20.15 ***
		%	61.7 (28.0)	38.3 (17.4)	100 (45.4)	
	무	명	66	113	179	
		%	36.9 (20.1)	63.1 (34.5)	100 (54.6)	

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

6) 수학교사가 테크놀로지를 수학 수업에 활용하기 어려운 이유

근무학교에 따라 그 이유를 살펴보면, [표 13]과 같이 중학교와 고등학교 모두 수업 진도에 차질이 생길 수 있어서, 수업 자료 준비가 어려워져서, 테크놀로지에 대한 지식이 부족해서와 같은 세 가지 이유의 답변이 가장 많았다. 다만, 둘의 차이점은 중학교는 수업 자료 준비의 어려움이 30.4%(102명 중 31명), 고등학교는 수업 진도의 차질 문제가 33.6%(226명 중 76명)로 가장 높았다. 즉,

수업 시간의 제약이 상대적으로 적은 중학교 교사에 비해 고등학교 교사는 입시와 관련해서 수업 진도의 부담감을 가장 크게 느낀다는 것을 확인할 수 있었다.

경력이 따라서는 수업 진도에 차질이 생길 수 있어서, 수업 자료 준비가 어려워서 라는 답변이 가장 많았다. 한편, 중요한 특징은 경력이 낮은 교사(10년 미만)는 수업 진도의 문제를 상대적으로 높게 인식했지만, 경력이 많은 교사일수록 수업 자료 준비의 어려움을 이와 비슷하거나 더 높게 인식하였다. 또한 경력이 20년 이상 된 교사들은 테크놀로지에 대한 지식이 부족해서라는 답변 또한 20~25% 정도로 높게 나타났다. 즉, 경력이 많은 교사일수록 수업 진도의 고민만큼이나 테크놀로지와 관련된 지식 부족 때문에 테크놀로지를 잘 활용하지 못했고, 이는 부분적으로나마 해당 교사들이 TPACK과 관련된 교육 기회를 원할 수도 있음을 알 수 있는 결과였다.

다음으로 테크놀로지에 대한 인식에 따라 그 이유를 살펴보면, 긍정적으로 인식하는 교사 302명 중에서 수업 진도의 차질(31.1%)이 가장 많았고, 수업 자료 준비의 어려움(27.8%)과 테크놀로지에 대한 지식 부족(15.2%)이 그 다음 순이었다. 반면에 부정적으로 인식하는 교사 26명은 그 수가 많지 않았지만, 테크놀로지를 활용하지 않고도 효과적인 수업이 가능하다고 생각하는 경향이 높았고(38.5%), 테크놀로지를 활용한 수업의 장점을 인식하지 못해서(19.2%)가 다음 순이었다. 즉, 부정적인 인식을 가진 일부 교사들은 자기 나름의 소신으로 테크놀로지를 활용하지 않는다는 것도 알 수 있었다.

마지막으로 테크놀로지의 활용 유무에 따라 그 이유를 살펴보면, 테크놀로지를 활용한 적이 있는 교사 215명 중에서 수업 진도의 차질 때문에(33.5%)와 수업 자료 준비가 어려워서(27.4%)가 가장 높았고, 테크놀로지를

[표 13] 수학교사가 테크놀로지를 수학 수업에 활용하기 어려운 이유  
[Table 13] Why mathematics teachers have difficulty using technology in mathematics class

구분	이유	근무학교		경력			테크놀로지에 대한 인식		테크놀로지 활용 경험		합계		
		중	고등	10년 미만	10년 이상 20년 미만	20년 이상 30년 미만	30년 이상	긍정	부정	유		무	
1	테크놀로지를 활용한 수업의 장점을 인식하지 못해서	명	5	14	4	7	5	3	14	5	6	13	19
		%	15 (4.9)	43 (8.2)	12 (2.6)	21 (8.3)	15 (9.6)	9 (8.1)	43 (4.6)	15 (19.2)	18 (2.8)	40 (11.5)	58
2	테크놀로지 없이도 효과적인 수업이 가능해서	명	9	27	14	9	7	6	26	10	21	15	36
		%	27 (8.8)	82 (11.9)	43 (9.0)	27 (10.7)	21 (13.5)	18 (16.2)	79 (8.6)	30 (38.5)	64 (9.8)	46 (13.3)	110
3	수업 진도에 차질이 생길 수 있어서	명	20	76	54	21	13	8	94	2	72	24	96
		%	61 (19.6)	232 (33.6)	165 (34.8)	64 (25.0)	40 (25.0)	24 (21.6)	287 (31.1)	0.6 (7.7)	220 (33.5)	73 (21.2)	293
4	수업 자료 준비가 어려워서	명	31	58	42	25	12	10	84	5	59	30	89
		%	95 (30.4)	177 (25.7)	128 (27.1)	76 (29.8)	37 (23.1)	30 (27.0)	256 (27.8)	15 (19.2)	180 (27.4)	91 (26.5)	271
5	테크놀로지에 대한 지식(테크놀로지 종류, 테크놀로지 사용 방법 등)이 부족해서	명	20	28	19	9	11	9	46	2	24	24	48
		%	61 (19.6)	85 (12.4)	58 (12.3)	27 (10.7)	34 (21.2)	27 (24.3)	140 (15.2)	0.6 (7.7)	73 (11.2)	73 (21.2)	146
6	테크놀로지를 활용할 물리적 여건(컴퓨터 시설, 수학 프로그램 구비 등)이 갖춰지지 않아서	명	12	16	14	10	3	1	28	0	23	5	28
		%	37 (11.8)	49 (7.1)	43 (9.0)	43 (9.0)	30 (11.9)	9 (2.7)	85 (9.3)	0 (0)	70 (10.7)	15 (4.4)	85
7	수업을 운영하고 관리하기가 복잡해서	명	4	6	7	2	1	0	8	2	8	2	10
		%	12 (3.9)	18 (2.7)	21 (4.5)	6 (2.4)	3 (1.9)	0 (0)	24 (2.6)	0.6 (7.7)	24 (3.7)	6 (1.8)	30
8	테크놀로지 자체에 거부감이 들어서	명	1	1	1	1	0	0	2	0	2	0	2
		%	3 (3.9)	3 (2.7)	3 (0.6)	3 (1.2)	0 (0)	0 (0)	6 (0.7)	0 (0)	6 (0.9)	0 (0)	6
합계			102 (31.1)	226 (68.9)	155 (47.3)	84 (25.6)	52 (15.9)	37 (11.3)	302 (92.1)	26 (7.9)	215 (65.5)	113 (34.5)	328 (100)

활용할 수 있는 물리적 여건이 갖춰지지 않아서(10.7%)의 의견도 있었다. 특히, 테크놀로지를 활용해본 적이 없는 교사 113명은 수업 자료 준비가 어려워(26.5%)가 가장 높았고, 수업 진도의 차질 때문에(21.2%)뿐만 아니라 테크놀로지에 대한 지식이 부족해서(21.2%)도 같은 비율로 높은 편이었다. 즉, 수학교사들은 테크놀로지와 관련된 교사지식의 부족함을 느끼고 있었고, 다양한 교수경험을 지닌 교수자의 입장에서 접근하면, 보다 전문화된 교사지식인 TPACK이 해당 내용을 모두 포괄한다고 볼 수 있다. 또한 테크놀로지를 활용해본 적이 없는 대부분의 수학교사도 그 활용을 긍정적으로 인식하고 있다는 점에 주목할 필요가 있으며, 다른 무엇보다도 이들의 인식을 실행으로 옮기기 위해서는 TPACK과 관련된 지식을 향상시켜 줄 기회가 필요할 수 있음을 단적으로 확인한 결과였다.

2. 수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 교육요구도 분석

1) 수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증

TPACK의 각 하위 지식의 보유도는 [표 14]와 같이 평균이 4.23인 CK가 가장 높았고, CK에 비해 상대적으로 평균이 낮았지만 PCK가 3.73, PK는 3.68로 그 다음 순이었다. 또한 테크놀로지와 직접적으로 관련된 지식들 중에는 TCK에 대한 보유도가 가장 높았다. 필요도는 TPACK, TCK, TK, TPK 순이었으며, 평균은 3.75~3.83에 분포하고 있었다. 특히, 테크놀로지와 직접적인 관련성이 높은 지식들 중에서 TCK은 보유도 뿐만 아니라 필요도 또한 높다는 것을 확인할 수 있었다.

또한 필요도와 보유도의 평균에 대한 t-검정을 실시한 결과, PCK는 P<.05 유의수준에서, PK를 제외한 나머지 모든 하위 지식들은 P<.001 유의수준에서 그 차이가 유의미한 결과로 나타났다. 이때, 필요도와 보유도의 차이는 TPACK, TCK, CK 순으로 나타났으며, TPACK과 TCK는 t값이 양수로 필요도가 보유도보다 컸으며, CK는 t값이 음수로 보유도가 필요도보다 컸다. 또한 PCK는 필요도와 보유도 간의 차이가 0.04로 크지 않아서, t-검정에서 유의미한 값이 도출되지 않았다.

[표 14] 수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증

[Table 14] The recognition and difference test of the needs and the retentions of TPACK sub-knowledge of mathematics teachers

구분	필요도(I)			보유도(P)			차이 분석	
	순위	M	SD	순위	M	SD	I-P	t
CK	7	3.28	.09	1	4.23	.10	-.95	-21.86***
PK	5	3.63	.13	3	3.68	.15	-.04	-.58
TK	3	3.77	.14	6	2.95	.18	.82	8.82***
PCK	6	3.58	.15	2	3.73	.14	-.15	-2.27*
TCK	2	3.78	.03	4	3.00	.06	.78	30.44***
TPK	4	3.75	.04	5	2.97	.14	.78	14.61***
TPACK	1	3.83	.05	7	2.87	.09	.95	37.19***
합계	·	3.66	.19	·	3.35	.53	·	·

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 필요도와 보유도를 보다 세부적으로 살펴보기 위하여, 성별, 근무학교, 경력, 테크놀로지 활용 경험 유무별로 필요도와 보유도 간의 차이가 있는지 t-검정과 일원분산분석(one-way ANOVA)을 통해 확인하였다.

성별에 따른 필요도와 보유도 차이에 대해 유의미한 결과가 나온 항목을 살펴보면, [표 15]와 같이 TCK, TPK, TPACK 세 항목에서 여자가 남자보다 더 높은 필요도를 보였다. 이러한 결과는 본 연구에서 살펴본 테크놀로지 활용실태 중에서 테크놀로지 활용에 대한 긍정적 인식과 테크놀로지 활용 경험의 비율이 여자가 남자보다 높았던 것과 관련이 있을 수 있다.

[표 15] 성별에 따른 수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 필요도와 보유도 인식 및 차이 검증

[Table 15] The recognition and difference test of the needs and the retentions of TPACK sub-knowledge of mathematics teachers by gender

구분		남(I)		여(J)		I-J	SE	t
		M	SD	M	SD			
TCK	필요도	3.64	.02	3.88	.04	-.24	.02	.000
TPK	필요도	3.65	.07	3.83	.07	-.18	.04	.001
TPACK	필요도	3.68	.04	3.94	.08	-.26	.02	.000

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

근무학교에 따른 필요도와 보유도 차이에 대해 유의미한 결과가 나온 항목을 살펴보면, [표 16]과 같이 PCK, TCK, TPACK의 보유도 뿐만 아니라, 테크놀로지

와 관련된 TCK, TPK, TPACK의 필요도도 중학교에서 근무하는 교사가 높은 편이었다. 이를 근무학교에 따라 테크놀로지를 수학 수업에 활용하기 어려운 이유를 분석한 결과와 비교해보면, 고등학교 교사들은 수업 진도의 차질을 가장 많이 우려한 반면, 중학교 교사들은 수업 자료 준비의 어려움을 가장 많이 답한 것과 관련해서 테크놀로지 지식을 더 원할 수 있다고 볼 수 있다.

[표 16] 근무학교에 따른 수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 필요도와 보유도 인식 및 차이 검증  
[Table 16] The recognition and difference test of the needs and the retentions of TPACK sub-knowledge of mathematics teachers by working school

구분	중(I)		고(J)		I-J	SE	t	
	M	SD	M	SD				
PCK	보유도	3.86	.15	3.67	.15	.19	.07	.017
TCK	보유도	3.08	.04	2.96	.07	.13	.03	.003
	필요도	3.88	.04	3.73	.05	.15	.03	.000
TPK	필요도	3.88	.09	3.69	.05	.19	.04	.000
TPACK	보유도	2.94	.10	2.84	.09	.09	.03	.008
	필요도	3.90	.04	3.79	.07	.10	.02	.000

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

경력에 따른 필요도와 보유도 차이에 대해 유의미한 결과가 나온 항목을 살펴보면, [표 17]과 같이 각 하위 지식에 따라 매우 중요한 특징이 보였다. PK의 보유도는 경력이 많은 교사가 더 높게 나타났지만, 테크놀로지와 직접적으로 관련된 TCK, TPK, TPACK의 보유도는 경력이 낮은 교사들이 더 높게 나타났다. 뿐만 아니라, 경력이 낮은 교사들은 상대적으로 TCK, TPK, TPACK를 더 많이 보유하고 있다고 생각하면서도 경력이 높은 교사에 비해 필요도 또한 높게 인식하고 있었다. 즉, 테크놀로지와 직접적으로 관련된 지식에 대한 관심은 상대적으로 테크놀로지를 접할 기회가 많았던 경력이 낮은 교사들이 더 높다는 것을 알 수 있었다.

[표 17] 경력에 따른 수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 필요도와 보유도 인식 및 차이 검증  
[Table 17] The recognition and difference test of the needs and the retentions of TPACK sub-knowledge of the mathematics teacher by career

구분	경력			경력			I - J	SE	F	
	I	M	SD	J	M	SD				
CK	필요도	10년미만	3.38	.12	20년이상 30년미만	3.18	.11	.20	.05	.004
		30년이상	3.15	.15	.23	.05	.001			
PK	보유도	10년미만	3.50	.12	10년이상 20년미만	3.85	.14	.3	.08	.001
		20년이상	3.60	.13	.27	.07	.002			
TK	필요도	10년미만	3.77	.16	10년이상 20년미만	3.41	.13	.36	.08	.001
		20년이상	3.41	.13	.36	.08	.001			
PCK	필요도	10년미만	3.84	.14	30년이상	3.53	.14	.31	.08	.009
		20년이상 30년미만	3.81	.11	.29	.08	.016			
TCK	필요도	10년미만	3.69	.13	30년이상	3.32	.21	.36	.09	.003
		20년이상 30년미만	2.73	.07	.37	.04	.000			
TPK	보유도	10년미만	3.10	.07	30년이상	2.74	.09	.36	.04	.000
		20년이상 30년미만	2.73	.07	.34	.04	.000			
TPACK	필요도	10년미만	3.07	.08	20년이상 30년미만	2.73	.07	.34	.04	.000
		30년이상	2.74	.09	.33	.04	.000			
TCK	필요도	10년미만	3.81	.03	30년이상	3.54	.03	.25	.04	.000
		20년이상 30년미만	3.79	.04	.31	.04	.000			
TPK	보유도	10년미만	3.85	.11	20년이상 30년미만	3.85	.11	.16	.03	.001
		30년이상	3.63	.07	.10	.03	.049			
TPACK	필요도	10년미만	3.04	.18	20년이상 30년미만	3.04	.16	.30	.07	.003
		30년이상	2.74	.03	.30	.07	.003			
CK	보유도	10년미만	3.80	.08	20년이상 30년미만	3.80	.08	.16	.03	.001
		30년이상	3.74	.06	.10	.03	.049			
PK	필요도	10년미만	2.98	.11	20년이상 30년미만	2.63	.09	.34	.03	.000
		30년이상	2.65	.11	.33	.03	.000			
TK	보유도	10년미만	2.93	.08	20년이상 30년미만	2.63	.09	.30	.03	.000
		30년이상	2.65	.11	.28	.03	.000			
PCK	필요도	10년미만	3.88	.09	30년이상	3.61	.06	.23	.04	.000
		20년이상 30년미만	3.83	.14	.21	.04	.000			
TPK	필요도	10년미만	3.81	.10	20년이상 30년미만	3.81	.10	.21	.04	.000
		30년이상	3.81	.10	.21	.04	.000			

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

테크놀로지 활용 경험 유무에 따른 필요도와 보유도 차이에 대해 유의미한 결과가 나온 항목을 살펴보면, [표 18]과 같이 테크놀로지를 활용한 경험이 있는 교사들이 CK, TK, TCK, TPK, TPACK의 보유도를 높게 인식하는 것은 당연한 결과였지만, 이 교사들의 필요도 또한 높게 나타났다. 즉, 테크놀로지를 실제 수업에 활용해본 경험이 TPACK에 대한 관심과 요구로 이어질 수 있는 가능성이 있음을 확인한 결과였다.

[표 18] 테크놀로지 활용 경험에 따른 수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 필요도와 보유도 인식 및 차이 검증 [Table 18] The recognition and difference test of the needs and the retentions of TPACK sub-knowledge of mathematics teachers by experience of utilizing technology

구분		유(I)		부(J)		I-J	SE	t
		M	SD	M	SD			
CK	보유도	4.28	.10	4.11	.10	.17	.05	.002***
	필요도	3.33	.08	3.19	.12	.14	.05	.007***
TK	보유도	3.16	.19	2.57	.18	.58	.11	.000***
TCK	보유도	3.21	.06	2.58	.05	.63	.03	.000***
TPK	보유도	3.22	.18	2.51	.08	.71	.07	.000***
	필요도	3.79	.03	3.69	.06	.09	.03	.004***
TPACK	보유도	3.08	.10	2.48	.09	.59	.03	.000***
	필요도	3.87	.07	3.75	.06	.12	.02	.000***

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

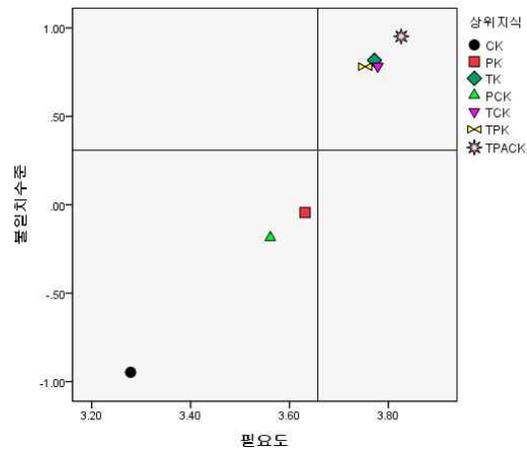
2) 수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석

수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 Borich 교육요구도를 분석해보면, [표 19]와 같이 최저가 -3.11, 최고가 3.64로 나타났으며, CK, PK, PCK는 음수값(-)이 나타났습니다. 즉, 수학교사들은 상대적으로 CK, PK, PCK에 대한 교육의 필요성을 인식하지 못하고 있었으며, 테크놀로지와 관련된 나머지 지식인 TK, TCK, TPK, TPACK은 그 정도의 차이는 있지만 교육의 필요성을 모두 인식하고 있었다. 따라서 수학교사들은 수학 교과에 대한 지식, 이를 가르치는 교수·학습 방법에 대한 지식, 이 둘을 연결하여 특정 수학 내용을 학생들이 이해하도록 가르치는 방법에 대한 지식은 어느 정도 보유하고 있다고 인식하는 한편, 교육과정에 통합할 수 있는 테크놀로지 또는 새로운 테크놀로지에 대한 지식, 가르칠 내용과 테크놀로지를 상호 연계하는 방법에 대한 지식, 교수·학습 상황에 테크놀로지를 통합하는 지식과 같이 테크놀로지와 관련된 교사지식에 대한 교육의 필요성을 인식하고 있다고 해석할 수 있다.

[표 19] 수학교사의 TPACK의 하위 지식에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석 결과 [Table 19] Borich's educational needs and the Locus for Focus model analysis of mathematics teacher's TPACK sub-knowledge

구분	Borich 교육요구도		The Locus for Focus 모델	
	지수	순위	사분면	영역
CK	-3.11	7	3	점진적 개선
PK	-0.16	5	3	점진적 개선
<b>TK</b>	<b>3.08</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
PCK	-0.55	6	3	점진적 개선
<b>TCK</b>	<b>2.96</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
<b>TPK</b>	<b>2.93</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
<b>TPACK</b>	<b>3.64</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>

수학교사는 TPACK 하위 지식 중에서 어떤 지식까지 교육을 원하는지 살펴보기 위해, The Locus for Focus 모델을 추가 분석하였다. 그 결과, [그림 14]와 같이 1사분면은 4개, 3사분면은 3개의 하위 지식이 분포하였다. 즉, 1사분면에 위치한 TK, TCK, TPK, TPACK은 Borich 교육요구도에서 양수값을 나타낸 항목으로, 수학교사의 TPACK 교육에 대한 요구가 크기 때문에 향후 이와 관련된 교사교육에서 중점을 두고 투자해야 할 항목이라고 볼 수 있다. 또한 3사분면에 위치한 나머지 지식인 CK, PK, PCK는 Borich 교육요구도에서 음수값을 나타낸 항목이며, 수학교사들은 해당 항목에 대한 교육의 필요성을 상대적으로 적게 인식하기 때문에 향후 점진적으로 개선할 필요가 있는 지식이라고 볼 수 있다.



[그림 14] 수학교사의 TPACK 하위 지식에 대한 The Locus for Focus 모델 [Fig. 14] The Locus for Focus Model for mathematics teacher's TPACK sub-knowledge

성별, 근무학교, 경력, 테크놀로지 활용 경험 유무에 따라 Borich 교육요구도를 분석해보면, [표 20]과 같이 각 항목별로 가장 우선순위가 TPACK인 것은 같았으나, 그 다음 순위는 조금씩 달랐다. 성별은 남자가 TK, TPK, 여자가 TCK, TK 순으로, 남자는 교수학적 방법, 여자는 수학 내용 영역과 관련해서 테크놀로지를 더 알기 원한다는 차이점이 있었다. 근무학교는 중학교와 고등학교 모두 TK가 차순위였으나, 그 다음으로 중학교는 TPK, 고등학교는 TCK의 교육요구가 더 큰 편이었다. 즉, 고등학교 교사들은 테크놀로지와 관련된 수학 내용 영역 측면에, 중학교 교사들은 교수학적 방법 측면에 더 많은 교육요구를 지니고 있었다. 경력은 각 그룹별로 TK, TCK, TPK의 순위가 조금씩 다르게 나타났다. 10년 미만은 TK에 대한 교육요구가 상대적으로 큰 편이었고, 10년 이상 20년 미만과 30년 이상은 TPACK을 제외한 나머지 하위 항목의 교육요구가 높지 않았다. 특히, 20년 이상 30년 미만은 TCK에 대한 교육요구가 4.29로 매우 높게 나타났으며, 해당 교사들은 테크놀로지를 수학 내용학적으로 접근하는 데 많은 관심을 갖고 있었다. 마지막으로 테크놀로지를 활용해본 경험이 있는 교사는 전체적으로 그렇지 않은 교사에 비해 교육요구가 높지 않았으며, 경험이 없는 교사들은 TPK, TCK 순인데 반해, 경험이 있는 교사들은 TCK, TPK 순으로 TPK에 비해 TCK에 대한 교육요구가 더 높은 편이었다.

[표 20] 수학교사의 성별, 근무학교, 경력, 테크놀로지 활용 경험 유무별 TPACK의 하위 지식에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석 결과  
[Table 20] Borich's educational needs and the Locus for Focus model analysis of mathematics teacher's TPACK sub-knowledge by gender, working school, region and experience of utilizing technology

구분		Borich 교육요구도		The Locus for Focus 모델		
		지수	순위	사분면	영역	
성별	남	CK	-2.95	7	3	점진적 개선
		PK	0.26	5	3	점진적 개선
		<b>TK</b>	<b>2.78</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
		PCK	-0.39	6	3	점진적 개선
		TCK	2.40	4	1	중점투자
		<b>TPK</b>	<b>2.65</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
		<b>TPACK</b>	<b>3.09</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>

여	CK	-3.23	7	3	점진적 개선
	PK	-0.48	5	3	점진적 개선
	<b>TK</b>	<b>3.32</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	PCK	-0.67	6	3	점진적 개선
	<b>TCK</b>	<b>3.41</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPK</b>	<b>3.16</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
중	CK	-3.18	7	3	점진적 개선
	PK	-0.73	5	3	점진적 개선
	<b>TK</b>	<b>3.45</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	PCK	-0.98	6	3	점진적 개선
	<b>TCK</b>	<b>3.11</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPK</b>	<b>3.16</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
고	CK	-3.07	7	3	점진적 개선
	PK	0.10	5	3	점진적 개선
	<b>TK</b>	<b>2.92</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	PCK	-0.36	6	3	점진적 개선
	<b>TCK</b>	<b>2.89</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPK</b>	<b>2.83</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
10년 미만	CK	-2.86	7	3	점진적 개선
	PK	1.03	5	4	현 상태 유지·강화
	<b>TK</b>	<b>3.24</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	PCK	0.15	6	3	점진적 개선
	<b>TCK</b>	<b>2.69</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPK</b>	<b>2.86</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
10년 이상	CK	-3.39	7	3	점진적 개선
	PK	-0.87(6)	5	3	점진적 개선
	<b>TK</b>	<b>2.54</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	PCK	-0.87(7)	6	3	점진적 개선
	<b>TCK</b>	<b>2.70</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPK</b>	<b>2.59</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
20년 미만	CK	-3.46	7	3	점진적 개선
	PK	-1.61	6	3	점진적 개선
	<b>TK</b>	<b>3.97</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	PCK	-1.39	5	3	점진적 개선
	<b>TCK</b>	<b>4.29</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPK</b>	<b>3.70</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
20년 이상	CK	-3.27	7	3	점진적 개선
	PK	-1.61	6	3	점진적 개선
	<b>TK</b>	<b>3.97</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	PCK	-1.39	5	3	점진적 개선
	<b>TCK</b>	<b>4.29</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPK</b>	<b>3.70</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
30년 미만	CK	-3.17	7	3	점진적 개선
	PK	-1.07	5	3	점진적 개선
	<b>TK</b>	<b>2.46</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	PCK	-1.35	6	3	점진적 개선
	<b>TCK</b>	<b>2.82</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPK</b>	<b>2.90</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
30년 이상	CK	-3.19	7	3	점진적 개선
	PK	-0.33	5	3	점진적 개선
	<b>TK</b>	<b>2.29</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	PCK	-0.51	6	3	점진적 개선
	<b>TCK</b>	<b>2.22</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPK</b>	<b>2.15</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
테크놀로지 활용 유무	CK	-2.95	7	3	점진적 개선
	PK	0.16	5	3	점진적 개선
	<b>TK</b>	<b>4.60</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	PCK	-0.61	6	3	점진적 개선
	<b>TCK</b>	<b>4.35</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPK</b>	<b>4.38</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
	<b>TPACK</b>	<b>4.73</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>

또한 [표 20]과 같이 성별, 근무학교, 경력, 테크놀로지 활용 경험 유무별로 The Locus for Focus 모델을 추가 분석한 결과, 그 경향성이 전체 수학교사의 TPACK에 대한 The Locus for Focus 모델과 비슷하게 1, 3사분면에 양분화 되어 나타났다. 다만, 경력에서 10년 미만의 PK만 4사분면에 위치하여 현 상태를 유지 및 강화할 필요가 있었다.

3. 수학교사의 TPACK 각 하위 지식의 세부 항목에 대한 교육요구도 분석

앞서 수학교사의 TPACK 교육요구도에 대한 전체적인 경향성을 확인하였고, 추후 TPACK과 관련된 교사교육에 구체적인 시사점을 제공하고자 각 하위 지식의 세부 항목별로 필요도와 보유도 인식, 차이 검증, Borich 교육요구도, The Locus for Focus 모델 분석을 추가적으로 실시하였다.

1) 내용 지식(Content Knowledge; CK)

가. CK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증  
CK의 보유도는 [표 21]과 같이 모든 세부 항목의 평균이 4를 상회하면서 매우 높게 나타났다. 그 중에서도 문제해결 과정과 관련된 항목(CK3)이 4.34로 가장 높았으며, 중·고등학교 수준의 문제를 정확하게 해결하는 항목(CK2)이 4.32, 중·고등학교 수준의 수학 개념·원리·절차를 알고 있는 항목(CK1)이 4.30, 문제해결 전략에 대해 알고 있는 항목(CK4)이 4.30으로 그 다음 순이었다. 즉, 수학교사들은 CK에서 교사뿐만 아니라 일반 성인들도 지니고 있는 일반적인 수학적 지식과 관련된 항목인 CK1과 CK2의 보유도를 매우 높게 인식하고 있었으며, NCTM의 수학적 과정과 수학과와 핵심역량과 관련된 항목인 CK3~10 중에서 문제해결과 관련된 두 항목의 보유도를 높게 인식하고 있었다.

CK의 필요도는 모든 세부 항목의 평균이 3.20~3.48로 보유도보다 매우 낮은 편이었다. 하지만 그 중에서는 수학적 의사소통과 관련된 항목(CK8)이 3.48로 가장 높았고, 수학적 연결성(CK7)이 3.38, CK1이 3.34로 그 다음 순이었다. 특히, CK1은 교사들이 이미 많이 보유하고 있는 지식으로 여기면서도, 계속해서 변화 또한 필요하다고 인식하는 항목임을 알 수 있었다.

또한 필요도와 보유도 평균에 대한 t-검정을 실시한

결과, [표 21]과 같이 모든 항목은 P<.001 유의수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 다만, 그 차이 값이 모두 음수로, 모든 항목의 보유도가 필요도보다 높은 것을 확인할 수 있었다.

[표 21] CK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증 결과 [Table 21] The recognition and difference test of the needs and the retentions of CK

구분	필요도(I)		보유도(P)		차이분석	
	순위	M SD	순위	M SD	I-P	t
CK1	중·고등학교 수준의 수학 개념·원리·절차	3 3.34 .95	3 4.30 .65	-0.97	-140.6	***
CK2	중·고등학교 수준의 수 학문제를 정확하게 해결	5 3.27 .97	2 4.32 .62	-1.05	-147.4	***
CK3	문제해결 과정(문제이해, 계획, 실행, 반성)	7 3.21 .97	1 4.34 .64	-1.13	-156.1	***
CK4	문제해결 전략(문제제기, 표 만들기, 식 세우기, 규칙성 찾기 등)	4 3.27 .95	4 4.30 .67	-1.02	-140.2	***
CK5	귀납적 추론	9 3.20 .97	7 4.21 .70	-1.01	-134.2	***
CK6	연역적 추론	6 3.25 .99	6 4.23 .68	-0.98	-130.0	***
CK7	수학적 연결성	2 3.38 .95	9 4.09 .72	-0.71	-92.2	***
CK8	수학적 의사소통	1 3.48 .96	10 4.03 .78	-0.55	-72.2	***
CK9	수학적 표상(수학 용어, 기호, 표 식, 그래프 등) 정확하게 사용	7 3.21 1.05	5 4.26 .71	-1.05	-134.0	***
CK10	수학적 표상 간의 관계 파악, 선택, 적용, 변환	10 3.20 1.03	8 4.20 .68	-1.00	-131.7	***
합계		· 3.28 0.09	· 4.23 .10	-0.95	-21.86	***

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

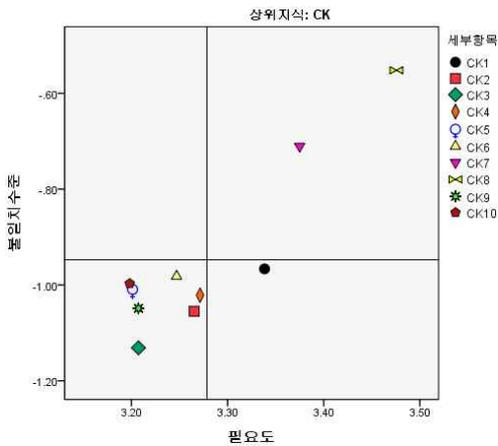
나. CK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석

CK의 세부 항목에 대한 Borich 교육요구도를 분석해 보면, [표 22]와 같이 최저가 -3.63, 최고가 -1.92로 나타났다. 즉, 모든 항목에 대한 Borich 교육요구도 값은 음수, 61개의 항목 전체에 대한 교육요구도 순위도 매우 낮은 편으로, 수학교사들은 CK의 모든 항목에 대한 교육의 필요성을 많이 인식하지 못한다고 해석할 수 있다. 다만, 세부 항목 내에서 Borich 교육요구도 값을 비교해 보면, 문제해결에서는 과정보다는 전략, 추론에서는 귀납적 추론보다는 연역적 추론, 표상에서는 표상의 정확한 사용보다는 표상 간의 관계에 대한 Borich 지수가 큰 편으로, 전자의 항목에 대한 교육요구도가 조금 더 높다고 해석할 수 있다.

[표 22] CK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석 결과  
 [Table 22] Borich's educational needs and the Locus for Focus model analysis of CK

구분	Borich 교육요구도			The Locus for Focus 모델	
	지수	순위	전체	사분면	영역
CK1	-3.22	5	56	4	현 상태 유지 및 강화
CK2	-3.44	9	60	3	점진적 개선
CK3	-3.63	10	61	3	점진적 개선
CK4	-3.34	7	58	3	점진적 개선
CK5	-3.23	6	57	3	점진적 개선
CK6	-3.19	3	54	3	점진적 개선
<b>CK7</b>	<b>-2.40</b>	<b>2</b>	<b>53</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
<b>CK8</b>	<b>-1.92</b>	<b>1</b>	<b>52</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
CK9	-3.36	8	59	3	점진적 개선
CK10	-3.19	4	55	3	점진적 개선

Borich 교육요구도가 높은 CK 항목 중에서 어떤 항목까지 중점을 둘 것인지를 살펴보기 위해, The Locus for Focus 모델을 분석하였다. 그 결과, [그림 15]와 같이 1사분면에 CK7(수학적 연결성)과 CK8(수학적 의사소통), 4사분면에 CK1(중·고등학교 수준의 수학 개념·원리·절차), 3사분면은 나머지 하위 항목들이 모두 배치되었다. 즉, 수학교사들의 CK에 대한 교육요구도는 전체적으로 낮은 편이었지만, CK에 대한 교사교육을 진행한다면 수학적 연결성과 의사소통에 중점을 둘 필요가 있다.



[그림 15] 수학교사들의 CK에 대한 The Locus for Focus 모델  
 [Fig. 15] The Locus for Focus Model for mathematics teacher's CK

2) 교수학적 지식(Pedagogical Knowledge: PK)

가. PK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증  
 PK에 대한 보유도는 [표 22]와 같이 일반적인 학습의 조직 및 관리 방법과 관련된 PK6의 평균이 3.83으로 가장 높았고, 다양한 평가 방법인 PK7이 3.80, 일반적인 학생들의 행동적·정의적·인지적 개인의 특성인 PK4가 3.71, 일반적인 학생들의 발달과 학습인 PK3이 3.70으로 그 다음 순이었다. 즉, 수학교사들은 학습 경영과 평가 방법에 대해서 많이 알고 있다고 인식했으며, 상대적으로 평균은 낮았지만 학생들의 심리학적 요인에 대해서도 많이 알고 있다고 인식했다.

반면에 필요도는 수업 자료 또는 교구의 활용과 관련된 PK2의 평균이 3.81로 가장 높았고, 일반적인 학생들의 흥미와 동기 전략인 PK5가 3.80, 상대적으로 평균은 조금 낮았지만 다양한 평가 방법과 관련된 PK7이 3.64로 그 다음 순이었다. 즉, 수학교사들은 수업 자료와 교구의 활용 및 학생들의 정의적 특성을 고려하여 수업에 집중시킬 수 있는 전략적인 측면에 대한 요구가 컸다. 특히, 다양한 평가 방법은 교사들이 이미 많이 보유하고 있는 지식이라고 여기면서도, 계속해서 변화 또한 필요하다고 인식하는 항목이라는 것을 확인할 수 있었다.

또한 PK는 전체 필요도와 보유도의 평균에 대한 t-검정에서는 그 차이가 유의미하지 않았지만, [표 23]과 같이 세부 항목에 대한 t-검정에서는 교수·학습 방법과 관련된 PK1을 제외한 모든 항목이 P<.001 유의수준에서 유의미한 차이가 존재했다. 특히, PK3, PK4, PK6는 필요도와 보유도 간의 차이가 유의미했지만, 필요도보다 보유도가 더 높은 항목으로, 수학교사들은 해당 항목에 대한 변화를 크게 인식하지 못한다고 볼 수 있다. 즉, 수학교사들은 PK의 세부 항목 중에서 CK와 마찬가지로 변화의 필요성을 인식하지 못하는 항목들이 존재했다.

[표 23] PK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증 결과  
 [Table 23] The recognition and difference test of the needs and the retentions of PK

구분	필요도(I)		보유도(P)		차이분석		
	순위	M SD	순위	M SD	I-P	t	
PK1	교수학습방법	4	3.62 .91	5	3.69 .80	-.07	-.92
PK2	수업 자료 또는 교구의 활용	1	3.81 .90	7	3.36 .83	.45	5.79 ***

PK3	일반적인 학생들의 발달과 학습	7	3.50	.92	4	3.70	.74	-.20	-2.68**
PK4	일반적인 학생들의 개인적 특성(행동적, 인지적, 정서적)	6	3.51	.95	3	3.71	.77	-.20	-2.60*
PK5	일반적인 학생들의 흥미와 동기 유발 전략	2	3.80	.94	6	3.65	.82	.15	1.97*
PK6	일반적인 학습의 조직 및 관리 방법	5	3.53	.94	1	3.83	.80	-.37	-4.81***
PK7	다양한 평가 방법	3	3.64	.96	2	3.80	.81	-.16	-2.02*
합계			3.63	.13		3.68	.15	-.04	-.58

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

나. PK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석

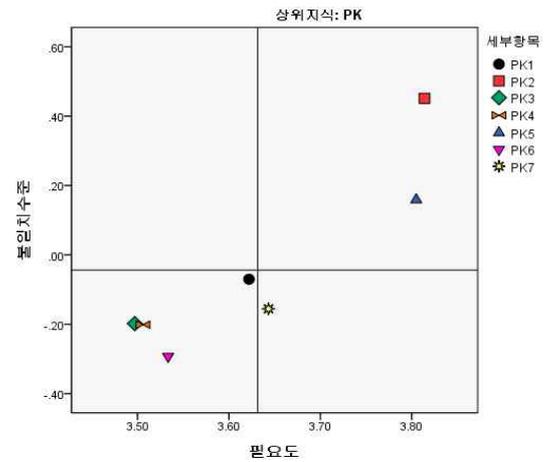
수학교사의 PK에 대한 Borich 교육요구도를 분석해 보면, [표 24]와 같이 최저가 -1.03, 최고가 1.72로, 음수 값과 양수값이 모두 나타났다. 이 중에서 Borich 교육요구도 순위가 1, 2위에 해당하는 항목은 양수값, 3위~7위에 해당하는 항목들은 모두 음수값이었다. 또한 교육요구도의 전체 순위는 CK만큼은 낮은 편은 아니었지만, 대부분의 항목에서 낮다고 볼 수 있다.

[표 24] PK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석 결과  
[Table 24] Borich's educational needs and the Locus for Focus model analysis of PK

구분	Borich 교육요구도			The Locus for Focus 모델	
	지수	순위		사분면	영역
		PK 내	전체		
PK1	-0.25	3	42	3	점진적 개선
<b>PK2</b>	<b>1.72</b>	<b>1</b>	<b>35</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
PK3	-0.69	5	44	3	점진적 개선
PK4	-0.71	6	45	3	점진적 개선
<b>PK5</b>	<b>0.60</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
PK6	-1.03	7	47	3	점진적 개선
PK7	-0.57	4	43	4	현 상태 유지 및 강화

PK의 The Locus for Focus 모델을 추가 분석한 결과, [그림 16]과 같이 1사분면은 Borich 교육요구도 값이 양수이면서 1, 2위인 PK2와 PK5, 4사분면은 PK7이 나타났으며, 나머지 항목들은 모두 3사분면에 배치되었다. 즉, PK와 관련된 수학교사의 교사교육에서 중점투자 할 항목은 '수업 자료 또는 교구의 활용'과 '학생들의 흥미와 동기 유발 전략'임을 확인할 수 있었다. 또한 '다양한 평가 방법'은 교사들이 다른 세부 항목에 비해 보유도가

높으면서도 필요도와의 불일치 정도가 낮은 편으로 현 상태를 유지 및 강화할 필요가 있고, 나머지 항목은 향후 점진적으로 개선할 필요가 있다고 해석할 수 있다.



[그림 16] 수학교사의 PK에 대한 The Locus for Focus 모델 [Fig. 16] The Locus for Focus Model for mathematics teacher's PK

3) 테크놀로지 지식(Technology Knowledge; TK)

가. TK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증  
TK의 보유도는 [표 25]와 같이 평균이 2.76~3.21로, CK나 PK에 비해 매우 낮은 편이었다. 그 중에서는 테크놀로지를 비교적 쉽게 배울 수 있다고 인식하는 TK5와 다양한 테크놀로지의 종류를 파악하고 있다고 인식하는 TK1의 평균이 3점 이상으로 가장 높았지만, 다른 항목들과 큰 차이라고는 볼 수 없었다.

상대적으로 TK의 필요도는 평균이 3.59~3.90으로, 보유도보다 높은 편이었다. 그 중에서 다양한 종류의 테크놀로지를 파악하는 TK1의 평균이 3.90으로 가장 높았으며, 이 항목은 보유도 또한 가장 높았다. 특히, TK5, 6의 필요도는 나머지 항목에 비해 낮은 편이었다.

또한 TK의 필요도와 보유도 평균에 대한 t-검정을 실시한 결과, [표 24]와 같이 모든 세부 항목이 P<.001 유의수준에서 그 차이가 유의미한 결과로 나타났다. 특히, 필요도와 보유도 간의 차이가 새로운 테크놀로지에 대한 습득력과 관련된 TK2는 1.12, 테크놀로지 활용에 대한 기술 보유인 TK3는 0.92로, 두 항목 모두 그 차이가 1에 가까운 수치로 다른 항목에 비해 매우 큰 편이었다.

[표 25] TK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검정 결과  
[Table 25] The recognition and difference test of the needs and the retentions of TK

구분		필요도(I)		보유도(P)		차이분석	
		순위	M SD	순위	M SD	I-P	t
TK1	다양한 테크놀로지 종류 파악	1	3.90 .92	2	3.11 .96	.79	9.73***
TK2	일상생활에서 테크놀로지가 새로 나올 때마다 꾸준히 습득	2	3.88 .94	6	2.76 .96	1.12	13.88***
TK3	테크놀로지 활용 기술 보유	3	3.85 .86	4	2.93 .94	.92	11.83***
TK4	테크놀로지의 기술적인 문제 해결	4	3.80 .90	3	2.95 1.01	.85	10.11***
TK5	테크놀로지에 대한 쉬운 습득력	5	3.61 .92	1	3.21 .96	.40	4.81***
TK6	일상생활에서 많은 테크놀로지 활용 시간	6	3.59 .91	5	2.77 1.06	.82	10.25***
합계			3.77 .14		2.95 .18	.82	8.82***

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

나. TK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석

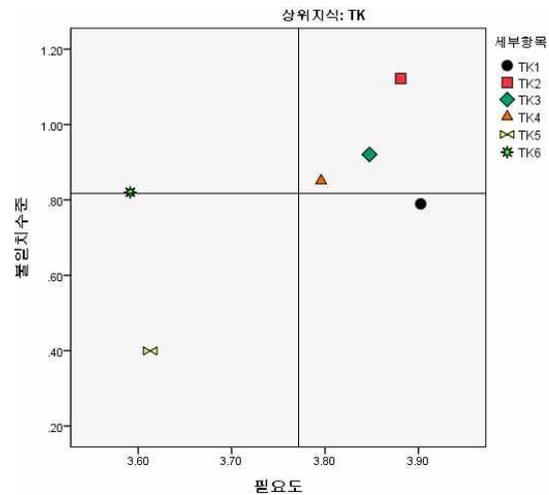
TK에 대한 Borich 교육요구도를 분석해보면, [표 26]과 같이 최저가 1.44, 최고가 4.35로, 모든 항목에서 양수 값이 나타났다. 즉, 수학교사들은 TK의 모든 세부 항목에서 그 정도의 차이는 있었지만, 교육의 필요성을 인식하고 있다고 볼 수 있다. 또한 TK의 Borich 교육요구도 값은 CK가 모두 음수값, PK는 최고가 1.64인 것에 반해, 최저가 1.44로 그 수치가 매우 높다. 특히, TK 내 순위가 1위인 TK2는 전체 순위에서도 2위로, 수학교사들은 일상생활에서 중요한 테크놀로지가 새로 나올 때마다 이를 습득하고자 하는 교육의지가 매우 높음을 알 수 있었다.

[표 26] TK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석 결과  
[Table 26] Borich's educational needs and the Locus for Focus model analysis for TK

구분	지수	Borich 교육요구도		The Locus for Focus 모델	
		순위	순위	사분면	영역
TK1	3.08	4	21	4	현 상태 유지 및 강화
TK2	4.35	1	2	1	중점투자
TK3	3.54	2	13	1	중점투자
TK4	3.23	3	17	1	중점투자
TK5	1.44	6	36	3	점진적 개선
TK6	2.96	5	26	2	과잉투자

또한 [그림 17]과 같이 TK에 대한 The Locus for Focus 모델을 추가 분석한 결과, 다른 하위 지식과 달리 TK는 1사분면 3개, 2사분면 1개, 3사분면 1개, 4사분면 1개와 같이, 각 항목이 모든 사분면에 고루 분포되었다.

1사분면에 위치한 TK2(새로운 테크놀로지에 대한 습득력), TK3(테크놀로지 활용에 대한 기술 보유), TK4(테크놀로지 관련 기술 문제 해결)는 향후 교사교육에서 중점적으로 투자해야 할 항목이고, 2사분면에 위치한 TK6(일상생활에서 많은 테크놀로지 활용 시간)은 과잉 투자가 이루어져 있었다. 3사분면에 위치한 TK5(테크놀로지에 대한 쉬운 습득력)는 필요도와 보유도가 모두 낮아서 점진적으로 개선할 필요가 있으며, 마지막으로 4사분면에 위치한 TK1(다양한 테크놀로지 종류 파악)은 필요도와 보유도가 모두 높아서 현 상태를 계속해서 유지 및 강화할 항목이라고 볼 수 있다. 따라서 수학교사들은 테크놀로지를 쉽게 배우거나 일상생활에서 활용하는 시간을 늘리는 것보다 교수자의 입장에서 새로운 테크놀로지를 알고 그 기능을 배우며, 기술적인 문제를 해결할 수 있는 보다 실질적인 테크놀로지 지식을 필요로 한다는 것을 알 수 있었다.



[그림 17] 수학교사의 TK에 대한 The Locus for Focus 모델  
[Fig. 17] The Locus for Focus Model for mathematics teacher's TK

4. 교수학적 내용 지식(Pedagogical Content Knowledge)  
 가. PCK에 대한 필요도와 보유도 인식 및 차이 검증  
 PCK의 보유도를 살펴보면, [표 27]과 같이 모든 세부 항목의 평균이 3.53~3.89로 높은 편이었다. 그 중에서도 PCK5(학생들의 전형적인 이해 방식에 대한 피드백), PCK3(특정 수학 내용에 대한 학생들의 인지 수준 및 사전 지식에 따른 지도 방법), PCK2(학생들이 특정 수학 내용에서 자주 범하는 오류 또는 오개념에 도움을 주는 교수·학습 방법)의 순으로 높았다. 해당 문항을 측정 도구의 개발 의도 측면에서 살펴보면, 이 문항들은 MKT의 내용과 학생 지식(Knowledge of Content and students: KCS)에 기반 하였다(이다희, 황우형, 2017, p9). 즉, 수학교사들은 학생들의 수학 학습에 대한 이해와 관련된 지식들을 많이 보유하고 있다고 인식하는 편임을 알 수 있었다.

PCK의 필요도를 살펴보면, 전체적으로 평균이 3.40~3.66으로 보유도에 비해 다소 낮은 편이었지만, 세부 항목 중에서 PCK4, 8, 9는 상대적으로 높은 편이었다. 즉, 수학교사는 PCK에서 교수·학습 측면의 특정 수학 내용의 동기 유발 전략과 수업 자료 구안, 평가 측면의 학생들의 서로 다른 이해수준을 반영하는 항목을 가장 원하고 있었다. 특히, 평가 항목은 필요도와 보유도가 모두 높게 나타났기 때문에, 수학교사들이 PCK에서 매우 중요하게 여기는 항목이라고 해석할 수 있다.

또한 PCK의 필요도와 보유도 평균에 대한 t-검정 결과를 살펴보면, [표 27]과 같이 PCK7(수학적 표상에 대한 교수학적 장단점 파악)을 제외하고, PCK4, 9는 P<.05 유의수준에서, 나머지 항목은 P<.001 유의수준에서 그 차이가 유의미한 결과로 나타났다.

[표 27] PCK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증 결과  
 [Table 27] The recognition and difference test of the needs and the retentions of PCK

구분	필요도(I)	보유도(P)	차이분석	
			순위 M SD	순위 M SD I-P t
PCK1	수학교육과정의 학습 목표와 학습 활동 연계	9 3.40 .96	5 3.79 .80	-.39 -5.02 ***
PCK2	학생들이 특정 수학 내용에서 자주 범하는 오류 또는 오개념에 도움을 줄 수 있는 교수·학습 방법	8 3.46 1.00	3 3.84 .76	-.38 -4.84 ***

PCK3	특정 수학 내용에 대한 학생들의 인지 수준 및 사전 지식에 따른 지도 방법	7 3.47 .98	2 3.88 .71	-.42 -5.71 ***
PCK4	특정 수학 내용의 흥미와 동기 유발을 위해 적절한 소개 선정	1 3.66 .77	7 3.80 .86	-.12 -2.05 *
PCK5	학생들의 전형적인 이해 방식에 대한 피드백	6 3.48 .98	1 3.89 .71	-.41 -5.56 ***
PCK6	수학적 의사소통 과정의 개입 및 발문	5 3.55 .96	4 3.83 .75	-.29 -3.81 ***
PCK7	수학적 표상(수학 용어, 표, 그래프 등)의 교수학적 장단점 파악	4 3.56 .96	8 3.58 .83	-.02 -.27
PCK8	학생들의 서로 다른 이해 수준에 대한 평가	2 3.74 .90	9 3.53 .83	.21 2.80 **
PCK9	특정 수학 내용에 적합한 수업자료 구안	3 3.73 .75	6 3.59 .95	.15 2.04 *
합계		· 3.58 .15	· 3.73 .14	-.15 -2.27 *

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

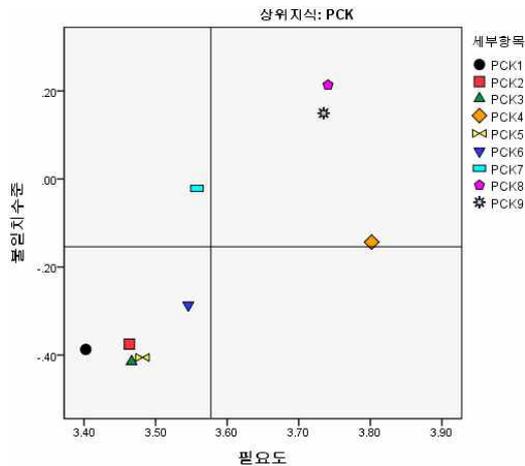
나. PCK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석

PCK에 대한 Borich 교육요구도를 분석해보면, [표 28]과 같이 최저가 -1.44, 최고가 0.56으로, 음수값과 양수값이 모두 나타났다. 특히, PCK 내의 Borich 교육요구도 순위는 양수값을 갖는 PCK4, 8, 9 세 항목이 1~3 위, 음수값을 갖는 나머지 항목이 4~7위였다. 또한 PCK의 교육요구도 전체 순위는 CK의 세부 항목보다는 다소 높았으나, 대부분의 항목에서 PK와 비슷한 정도로 낮은 편이었다.

[표 28] PCK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석 결과  
 [Table 28] Borich's educational needs and the Locus for Focus model analysis of PCK

구분	Borich 교육요구도			The Locus for Focus 모델	
	지수	순위 PCK 내	순위 전체	사분면	영역
PCK1	-1.32	7	49	3	점진적 개선
PCK2	-1.30	6	48	3	점진적 개선
PCK3	-1.44	9	51	3	점진적 개선
<b>PCK4</b>	<b>0.52</b>	<b>3</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
PCK5	-1.41	8	50	3	점진적 개선
PCK6	-1.02	5	46	3	점진적 개선
PCK7	-0.08	4	41	2	과잉투자
<b>PCK8</b>	<b>0.80</b>	<b>1</b>	<b>37</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>
<b>PCK9</b>	<b>0.56</b>	<b>2</b>	<b>39</b>	<b>1</b>	<b>중점투자</b>

[그림 18]과 같이 PCK에 대한 The Locus for Focus 모델을 추가 분석한 결과, 각 세부 항목이 1사분면과 3사분면에 극단적으로 양분화 되어 있었다. 즉, 교사교육에서 중점적으로 투자할 항목은 1사분면에 위치하며 Borich 교육요구도에서 양수값을 갖는 PCK4, 8, 9였다. 2사분면에 위치한 PCK7(수학적 표상에 대한 교수학적 장단점 파악)의 필요도는 y축에 가깝기 때문에 평균 정도로 인식되지만, 보유도는 필요도보다 다소 높아서 다른 항목에 비해 과잉투자 되어 있는 것으로 분석할 수 있다. 나머지 항목은 모두 3사분면에 위치하였고, 필요도와 보유도가 모두 낮아서 점진적으로 개선할 항목이라고 볼 수 있다.



[그림 18] 수학교사의 PCK에 대한 The Locus for Focus 모델  
[Fig. 18] The Locus for Focus Model for mathematics teacher's PCK

5. 테크놀로지 내용 지식(Technology Content Knowledge; TCK)

가. TCK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증  
TCK에 대한 보유도를 살펴보면, [표 29]와 같이 평균이 2.89~3.05로 모든 세부 항목이 보통 정도의 수준을 나타내고 있었다. TCK의 세부 항목은 CK를 구성하는 항목 중에서 테크놀로지를 의미 있게 활용할 수 있는 부분으로 수학 개념 및 원리 이해, 문제해결, 수학적 추론 및 정당화, 의사소통, 표상, 수학의 가치를 선정하여 개발하였다(이다희, 황우형, 2017, p7). 즉, 수학교사는 CK를

매우 높게 인식하는 한편, 이러한 CK의 내용을 테크놀로지를 활용하여 이해하는 측면은 높게 인식하지 못했다.

TCK에 대한 필요도를 살펴보면, 보유도와 마찬가지로 매우 고른 수치였지만 평균은 3.74~3.83으로 보유도에 비해 높은 편이었다. 즉, 수학교사들은 TCK의 각 항목별로 필요도를 다르게 인식하지는 않았지만, 모든 항목에서 그 필요도를 인식하고 있었다.

또한 TCK에 대한 필요도와 보유도 평균의 t-검정을 실시한 결과, [표 29]와 같이 모든 세부 항목이 P<.001 유의수준에서 그 차이가 유의미한 결과로 나타났다. 또한 TCK의 각 세부 항목에 대한 필요도와 보유도의 차이 값은 0.73~0.91로, TCK는 다른 하위 지식에 비해 필요도와 보유도의 차이가 고르게 나타난 편이었다.

[표 29] TCK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 t검정 결과  
[Table 29] The recognition and difference test of the needs and the retentions of TCK

구분		필요도(I)		보유도(P)		차이분석	
		순위	M SD	순위	M SD	I-P	t
TCK1	수학 개념 및 원리 이해와 테크놀로지	4	3.77 .93	2	3.03 .97	.74	9.34***
TCK2	문제해결과 테크놀로지	5	3.75 .88	4	3.00 .94	.75	9.70***
TCK3	수학적 추론 및 정당화와 테크놀로지	3	3.78 .88	5	2.98 .96	.80	10.29***
TCK4	의사소통과 테크놀로지	6	3.74 .91	3	3.02 .99	.73	9.09***
TCK5	표상과 테크놀로지	1	3.83 .89	1	3.05 1.00	.78	9.53***
TCK6	수학의 가치(심미성, 실용성)와 테크놀로지	2	3.80 .87	6	2.89 1.02	.91	11.08***
합계			3.78 .03		3.00 .06	.78	30.44***

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

나. TCK에 대한 Borich 교육요구도 & The Locus for Focus 모델 분석

TCK에 대한 Borich 교육요구도를 분석해보면, [표 30]과 같이 최저가 2.72, 최고가 3.44로, 모든 항목에서 양수값이 나타났다. 즉, 수학교사들은 그 정도의 차이는 있었지만, TCK의 모든 세부 항목에서 교육의 필요성을 인식하고 있었다.

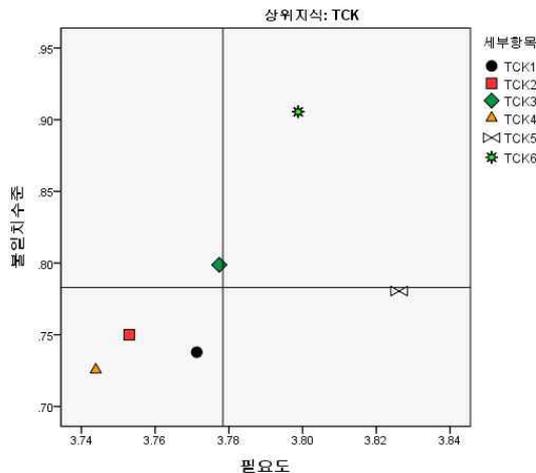
또한 Borich 교육요구도 우선순위를 살펴보면, TCK6(수학의 가치와 테크놀로지)가 가장 높았고, TCK3, 5, 2, 1, 4 순이었다. 특히, TCK6의 경우, Borich 교육요구도의 전체 순위가 14위로 매우 높은 편이었다. 즉, 수학교사가 TCK와 관련해서 단순한 수학 내용 영역에 대한

테크놀로지 활용을 떠나, 보다 실용적이고 주변 상황 맥락적인 테크놀로지 활용을 원하고 있음을 알 수 있었다.

[표 30] TCK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석 결과  
 [Table 30] Borich's educational needs and the Locus for Focus model analysis for TCK

구분	Borich 교육요구도			The Locus for Focus 모델	
	지수	순위		사분면	영역
	TCK 내	전체			
TCK1	2.78	5	30	3	점진적 개선
TCK2	2.81	4	29	3	점진적 개선
TCK3	3.02	2	23	2	과잉투자
TCK4	2.72	6	31	3	점진적 개선
TCK5	2.99	3	24	4	현 상태 유지 강화
TCK6	3.44	1	14	1	중점투자

또한 TCK에 대한 The Locus for Focus 모델을 추가 분석한 결과, [그림 19]와 각 항목이 모든 사분면에 나타났다. 그 중에서도 1사분면은 TCK6 한 개의 항목만 나타났다. 해당 항목은 TCK의 교육에서 중점투자가 이루어질 필요가 있다. 또한 2사분면에 위치한 TCK3의 경우, 수학교사들은 이 항목이 과잉투자 되어 있다고 인식하고 있었다. 이는 추론과 정당화의 경우, 교육과정의 변화에 따라



[그림 19] 수학교사의 TCK에 대한 The Locus for Focus 모델  
 [Fig. 19] The Locus for Focus Model for mathematics teacher's TCK

수학적 추론이나 공학 도구의 활용, 학생 중심의 탐구활동 등을 강조하게 되면서, 2007 개정 교과서 이후로는 관련 내용을 교과서에서 많이 다루기 시작했기 때문(김미화, 손홍찬, 2013)인 것으로 보인다. 표상과 테크놀로지의 활용에 대해 다른 TCK5는 4사분면에 배치되어 있었고, 이 항목은 필요도와 보유도가 모두 높은 만큼 현 상태를 유지할 항목으로 분류할 수 있다. 나머지는 모두 3사분면에 위치하고 있었으며, 이 항목들은 Borich 교육요구도에서 4~6위에 해당하는 것으로, 변화도와 보유도가 모두 낮아서 추후 점진적으로 개선할 항목이라 볼 수 있다.

6. 테크놀로지 교수학적 지식(Technology Pedagogical Knowledge; TPK)

가. TPK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증

TPK에 대한 보유도를 살펴보면, [표 31]과 같이 평균이 2.72~3.14로, 모든 항목의 평균이 TCK와 비슷하게 보통 정도를 나타내고 있었다. 다만, 수학교사는 각 항목 중에서 교수·학습 측면의 세 항목(TPK1, 3, 5)에 대해서는 조금 더 알고 있다고 인식했지만, 다른 항목들과 큰 차이라고는 볼 수 없었다. 한편, 테크놀로지를 활용한 평가 방법과 관련된 TPK7은 보유도가 가장 낮았다.

TPK에 대한 필요도를 살펴보면, 평균이 3.70~3.82로 보유도에 비해 높은 편이었다. 그 중에서도 테크놀로지를 활용한 다양한 평가 방법인 TPK7은 보유도가 가장 낮은 항목이면서, 필요도는 가장 높은 항목임을 알 수 있었다. 테크놀로지에 기반 한 수업 자료 파악은 TPK 내에서는 많이 보유하고 있다고 여기면서도 계속해서 필요하다고 여기는 항목이었다. 특히, 수업 자료 파악은 테크놀로지와 직접적인 관련이 적은 PK에서도 보유도와 필요도가 모두 높은 항목으로, 수학교사들은 테크놀로지와의 관련성 여부를 떠나 수업 자료에 대한 관심이 매우 높다는 것을 알 수 있었다.

또한 TPK의 필요도와 보유도 평균에 대한 t-검정을 실시한 결과, [표 31]과 같이 모든 세부 항목에서 그 차이가  $P < .001$  유의수준에서 유의미한 것으로 나타났다. 특히, 필요도와 보유도 간의 차이는 보통 0.5에서 1 사이의 값이었으나, TPK7은 1.10으로 다른 항목에 비해 매우 큰 편이었다.

[표 31] TPK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검정 결과  
[Table 31] The recognition and difference test of the needs and the retentions of TPK

구분		필요도(I)		보유도(P)		차이분석	
		순위	M SD	순위	M SD	I-P	t
TPK1	테크놀로지에 기반 한 수업 자료 파악	2	3.78 1.86	1	3.14 1.00	.64	5.41***
TPK2	테크놀로지를 활용한 다양한 교수·학습 방법 지식 측면	3	3.77 .91	6	2.92 .98	.85	10.67***
TPK3	자신이 잘 알고 있는 테크놀로지와 교수·학습 활동과의 연계 방법(실행 측면)	6	3.71 .87	3	3.04 1.01	.67	8.61***
TPK4	교사 자신의 교수법에 도움이 주는 테크놀로지 활용 방법	4	3.76 .87	4	2.97 .99	.79	10.27***
TPK5	일반적인 학생들의 학습법에 도움을 주는 테크놀로지 활용 방법	5	3.74 .83	2	3.08 .98	.67	8.72***
TPK6	테크놀로지를 활용한 학급 조직 및 관리	7	3.70 .87	5	2.94 .98	.76	9.80***
TPK7	테크놀로지를 활용한 다양한 평가 방법	1	3.82 .88	7	2.72 .94	1.10	13.79***
	합계		· 3.75 .04		· 2.97 .14	.78	14.61***

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

나. TPK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석

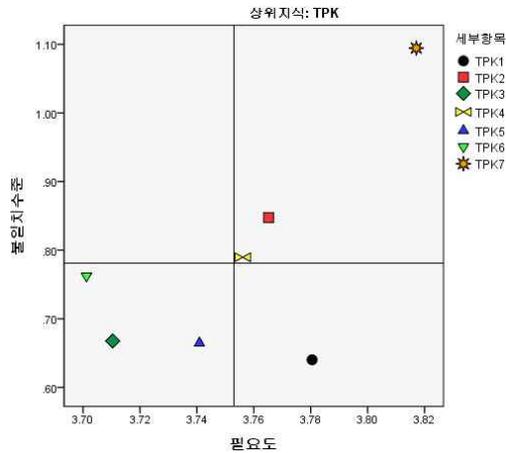
수학교사들의 TPK에 대한 Borich 교육요구도를 분석해보면, [표 32]와 같이 교육요구도 값은 최저 2.42, 최고 4.18로 모든 항목에서 양수값이 나타났으며, TPACK의 다른 하위 지식에 비해 그 값이 매우 큰 편이었다.

또한 Borich 교육요구도 우선순위는 테크놀로지를 활용한 다양한 평가 방법인 TPK7, 테크놀로지를 활용한 다양한 교수·학습 방법(지식 측면)에 대한 TPK2, 자신의 교수법에 도움이 되는 테크놀로지 활용 방법인 TPK4, 테크놀로지를 활용한 학급 조직 및 관리인 TPK6, 자신이 잘 알고 있는 테크놀로지와 교수·학습 활동과의 연계 방법(실행 측면)인 TPK3, 학생들의 학습법에 도움을 주는 테크놀로지 활용인 TPK5, 마지막으로 테크놀로지에 기반 한 수업 자료인 TPK1 순이었다. 특히, TPK7는 Borich 교육요구도의 전체 순위가 4위로, 테크놀로지와 관련된 평가 항목은 TPK 내에서 뿐만 아니라 전체 TPACK에서도 그 교육요구도가 매우 높음을 알 수 있었다.

[표 32] TPK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석 결과  
[Table 32] Borich's educational needs and the Locus for Focus model analysis for TPK

구분	Borich 지수	교육요구도 순위		The Locus for Focus 모델	
		TPK 내	전체	사분면	영역
TPK1	2.42	7	34	4	현 상태 유지 강화
TPK2	3.19	2	19	1	중점투자
TPK3	2.48	6	33	3	점진적 개선
TPK4	2.97	3	25	1	중점투자
TPK5	2.49	5	32	3	점진적 개선
TPK6	2.82	4	28	3	점진적 개선
TPK7	4.18	1	4	1	중점투자

TPK에 대해 Locus for Focus 모델을 적용한 결과, [그림 20]과 같이 1사분면 3개, 3사분면 3개, 4사분면 1개가 분포되어 있었다.



[그림 20] 수학교사들의 TPK에 대한 The Locus for Focus 모델  
[Fig. 20] The Locus for Focus Model for mathematics teacher's TPK

1사분면에 위치한 세 개의 항목은 Borich 교육요구도에서 1~3위까지 해당하는 TPK7(테크놀로지를 활용한 다양한 평가 방법), TPK2(테크놀로지를 활용한 다양한 교수·학습 방법), TPK4(자신의 교수법에 도움이 되는 테크놀로지 활용 방법)로, 이 항목은 교육의 집중투자가

이루어져야 할 항목이다. 특히, 이 중에서 TPK7은 향후 TPK와 관련된 교사교육에서 가장 우선시 되어야 할 항목이라고 볼 수 있다. 즉, 수학교사들은 PK에서 다양한 평가 방법을 많이 보유하고 있다고 인식해서 교육요구도가 상대적으로 낮았던 것과 비교해볼 때, 테크놀로지가 개입된 평가 방법은 많이 필요로 한다는 것을 알 수 있었다. 향후 교사교육에서 일반 교사지식과 TPACK에 차별화를 두고자 할 때, 이러한 평가항목에 집중하면 현직 수학교사들에게 보다 실질적인 도움을 줄 수도 있을 것이다. 4사분면에 위치한 TPK1은 현 상태를 지속적으로 유지하거나 강화하고, 나머지 3사분면에 나타난 항목은 점진적으로 개선해 나갈 필요가 있다.

7. 테크놀로지 교수 내용 지식(Technology, Pedagogy and Content Knowledge: TPACK)

가. TPACK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증

TPACK에 대한 보유도를 살펴보면, [표 33]과 같이 평균이 2.70~3.03으로, 다른 하위 지식에 비해 다소 낮은 편이었다. 그 중에서는 교육과정(TPACK1), CK의 표상(TPACK6), 흥미와 동기유발(TPACK12)의 측면에서 테크놀로지를 통합하는 항목이 높긴 했지만, 다른 항목과 큰 차이라고는 볼 수 없었다.

TPACK에 대한 필요도를 살펴보면, 평균이 3.77~3.94로 전체적으로 매우 높은 편이었다. 그 중에서도 창의·융합과 테크놀로지를 통합한 항목인 TPACK9가 가장 높았고, 의사소통과 테크놀로지를 통합한 항목인 TPACK11, 수학 내적, 외적 연결성과 테크놀로지를 각각 통합한 두 항목인 TPACK8과 TPACK7이 그 다음으로 높았다. 즉, 수학교사들은 TPACK의 세부 항목들 중에서 CK와 관련된 일부 수학적 역량을 테크놀로지와 의미 있게 통합할 수 있는 항목에 대한 필요도를 많이 인식하고 있었다.

또한 TPACK의 필요도와 보유도 평균에 대한 t-검정을 실시한 결과, [표 28]과 같이 모든 항목이 P<.001 유의수준에서 그 차이가 유의미한 것으로 나타났다. 특히, 필요도와 보유도는 그 차이가 0.76~1.24로, 모든 항목에서 1에 근사한 정도로 차이를 보였다.

[표 33] TPACK에 대한 필요도와 보유도의 인식 및 차이 검증 결과  
[Table 33] The recognition and difference test of the needs and the retentions of TPACK

구분	필요도(I) 순위 M SD	보유도(P) 순위 M SD	차이분석		
			I-P	t	
TPACK1	수학 교육과정의 테크놀로지 관련 내용과 실제 수업의 통합	12 3.79 .81	1 3.03 .94	.76	10.37 ***
TPACK2	테크놀로지를 통합하여 수학 내용에 대한 학생들의 이해력 향상	12 3.79 .85	5 2.94 .98	.85	11.13 ***
TPACK3	수학 내용에 따라 테크놀로지를 의미 있게 활용할 수 있는 수업자료 구안	6 3.83 .83	8 2.89 1.00	.94	11.92 ***
TPACK4	수학 내용에 대한 학생들의 인지 수준 및 사전 지식에 따라 테크놀로지를 통합	16 3.77 .81	9 2.87 .97	.90	12.02 ***
TPACK5	문제해결과 테크놀로지 통합	11 3.79 .85	15 2.77 .99	1.03	13.73 ***
TPACK6	표상과 테크놀로지 통합	15 3.78 .87	2 2.96 1.04	.81	10.15 ***
TPACK7	수학 내적 연결성과 테크놀로지 통합	4 3.84 .84	6 2.92 1.00	.93	12.01 ***
TPACK8	수학 외적 연결성과 테크놀로지 통합	3 3.91 .85	12 2.80 1.01	1.10	13.82 ***
TPACK9	창의·융합과 테크놀로지 통합	1 3.94 .83	16 2.70 1.00	1.24	15.54 ***
TPACK10	추론과 테크놀로지 통합	10 3.80 .82	10 2.86 .99	.94	11.96 ***
TPACK11	의사소통과 테크놀로지 통합	2 3.91 .86	7 2.91 1.01	1.01	15.62 ***
TPACK12	수학 학습에 대한 흥미와 동기 유발을 위해 테크놀로지 통합	6 3.83 .83	3 2.96 1.04	0.87	10.54 ***
TPACK13	수학 교수법과 테크놀로지를 통합하는 과정에서의 학급 조직 및 관리 방법	8 3.82 .86	14 2.77 0.99	1.05	13.69 ***
TPACK14	테크놀로지 활용으로 인한 수학 수업 환경의 변화 대처	14 3.77 .89	4 2.95 1.03	0.83	10.28 ***
TPACK15	테크놀로지와 관련된 동료 교사의 수업 조직화를 도와줄 수 있는 교사 전문성	9 3.81 .91	11 2.86 1.10	0.95	11.08 ***
TPACK16	수학 평가의 질 향상을 위해 테크놀로지 활용	4 3.84 .87	13 2.80 1.00	1.05	13.65 ***
합계		· 3.83 .85 ·	· 2.87 0.99 0.95		37.19 ***

\*\*\*P<.001, \*\*P<.01, \*P<.05

나. TPACK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석

TPACK에 대한 Borich 교육요구도를 분석해보면, 표 34]와 같이 최저가 2.86, 최고가 4.89로 모든 항목에서 양수값이 나타났으며, TPACK의 다른 하위 지식들에 비해 값이 매우 큰 편이었다.

또한 TPACK 내에서 교육요구도 우선순위는 창의·융합(TPACK9), 수학 외적 연결성(TPACK8), 학급 조직

및 관리 방법(TPACK13), 수학 평가의 질 향상(TPACK16), 문제해결(TPACK5), 의사소통(TPACK11), 교사 전문성(TPACK15) 측면에서 테크놀로지를 통합한 항목들이 상위 순위로 나타났다. 반면에, 수학 교육과정(TPACK1), 표상(TPACK6), 수학 수업 환경의 변화 대처(TPACK14)의 측면에서 테크놀로지를 통합한 항목들은 TPACK 내에서 낮은 순위를 보였지만, 전체에서는 20, 22, 27위로 낮지 않은 편이었다.

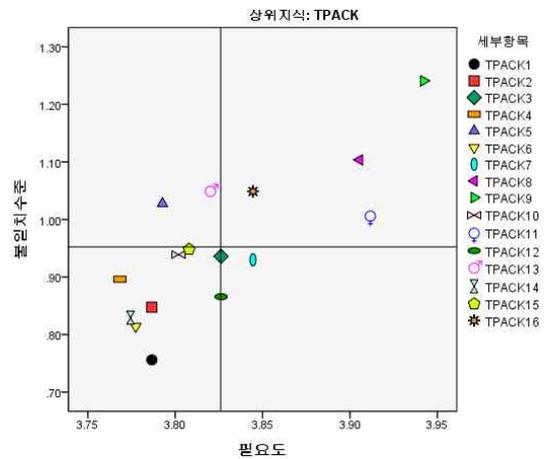
[표 34] TPACK에 대한 Borich 요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석 결과  
[Table 34] Borich's educational needs and the Locus for Focus model analysis for TPACK

구분	Borich 지수	교육요구도		The Locus for Focus 모델	
		영역 내	전체 순위	사분면	영역
TPACK1	2.86	16	27	3	점진적 개선
TPACK2	3.21	13	18	3	점진적 개선
TPACK3	3.58	8	10	3	점진적 개선
TPACK4	3.38	11	15	3	점진적 개선
TPACK5	3.90	6	8	2	과잉투자
TPACK6	3.07	15	22	3	점진적 개선
TPACK7	3.57	9	11	4	현 상태 유지 및 강화
TPACK8	4.31	2	3	1	중점투자
TPACK9	4.89	1	1	1	중점투자
TPACK10	3.57	10	12	3	점진적 개선
TPACK11	3.94	5	7	1	중점투자
TPACK12	3.31	12	16	4	현 상태 유지 및 강화
TPACK13	4.01	4	6	2	과잉투자
TPACK14	3.13	14	20	3	점진적 개선
TPACK15	3.61	7	9	3	점진적 개선
TPACK16	4.03	3	5	1	중점투자

TPACK에 대해 The Locus for Focus 모델을 적용한 결과, [그림 21]과 같이 각 항목이 모든 사분면에 나타났다. 1사분면 4개, 2사분면 2개, 4사분면 2개가 분포되어 있었고, 나머지 항목은 모두 3사분면에 위치했다.

1사분면에 위치한 네 개의 항목은 Borich 교육요구도에서 1~4위에 해당하는 창의·융합(TPACK9), 수학 외적 연결성(TPACK8), 의사소통(TPACK11), 수학 평가의 질 향상(TPACK16)과 테크놀로지의 통합이었고, 해당 항목은 향후 TPACK 교사교육에서 중점을 두고 투자할 필요가 있다. 특히, 창의·융합과 관련이 있는 TPACK9는 Borich 교육요구도 지수가 4.89로, 61개의 문항 중에서 가장 높은 점수를 보였다. 이는 최근 '창의·융합'이

'창의'와 '융합'을 별개의 개념으로 보기보다는 통합된 개념으로 사용하고 있으며(김민경, 이지영, 2017), 2015 개정 수학과 교육과정(교육과학기술부, 2011)에서도 '창의·융합'을 하나의 역량으로 구분하였기 때문에, 이에 따라 수학교사들의 관심도 자연스럽게 커진 것으로 보인다. 또한 2사분면에 위치한 테크놀로지와 통합된 문제해결(TPACK5)과 테크놀로지 활용으로 인한 학급 조직 및 관리 방법(TPACK13)의 항목은 다른 항목에 비해 과잉투자 되어 있다고 볼 수 있는데, 그 중에서 TPACK13의 필요도는 평균에 가까운 수치지만 TPACK5는 필요도가 매우 낮은 편으로, 향후 TPACK과 관련된 교사교육에서 문제해결 측면만을 강조하는 교육에 신중을 기할 필요가 있다. TPACK의 4사분면에 위치한 수학 내적 연결성(TPACK7)과 수학 학습에 대한 흥미와 동기 유발 측면(TPACK12)의 테크놀로지 통합은 필요도가 높고 불일치는 높지 않아서 현 상태를 유지 및 강화, 3사분면에 위치한 나머지 항목들은 필요도와 불일치가 상대적으로 모두 낮아서 점진적으로 개선할 필요가 있다.



[그림 21] 수학교사의 TPACK에 대한 The Locus for Focus 모델

[Fig. 21] The Locus for Focus Model for mathematics teacher's TPACK

V. 결론 및 제언

본 연구는 수학교사의 테크놀로지 활용 실태에 대한

교차분석을 실시하고, 테크놀로지를 실제 수업에 활용하기 어려운 이유를 TPACK과의 관련성 측면에서 살펴보았다. 그 다음, 수학교사의 TPACK에 대한 교육요구도를 살펴보기 위해, TPACK의 필요도와 보유도 평균, 두 평균에 대한 t-검증, Borich 교육요구도 분석, The Locus for Focus 모델을 통합적으로 활용하여 분석하였으며, 그 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 본 연구에서 수학교사의 테크놀로지 활용 실태를 살펴본 결과, 수학교사의 테크놀로지 활용에 대한 긍정적인 인식에 비해 실제 활용도는 떨어지는 편이었으며, 그 이유와 관련해서 많은 수학교사들이 TPACK과 관련된 지식의 부족을 언급하고 있었다.

본 연구에 참여한 수학교사 중에서 상당수(92.1%)가 테크놀로지 활용을 긍정적으로 인식하고 있었다. 한편, 테크놀로지를 활용해본 교사도 65.5%로 많은 편이었지만, 이 중에서 활용 횟수는 10회 미만인 41.8%로 그 횟수가 극히 적었다. 또한 수학교사들이 실제 수업에 테크놀로지를 잘 활용하지 못하는 이유를 살펴보면, 고등학교 교사나 경력이 낮은 교사는 수업 진도의 문제가 조금 더 많았지만, 중학교 교사나 경력이 많은 교사일수록 수업 자료 준비의 어려움, 테크놀로지 지식 부족과 같은 답변도 많았다. 특히, 주목할 점은 테크놀로지를 활용해본 적이 없는 35.5%의 수학교사들도 대체로 테크놀로지 활용을 긍정적으로 인식하고 있었으나, 수업 자료 준비의 어려움, 테크놀로지에 대한 지식 부족, 수업 진도의 문제 순의 이유로 테크놀로지를 잘 활용하지 못했다.

이때, 해당 이유를 교사 지식 측면에서 살펴보면, 수업자료의 준비 부족은 테크놀로지와 관련된 교사 지식이 향상되어야 보완될 수 있는 문제이며, 일반적인 수업자료 준비와는 또 다르게 수학 내용, 테크놀로지, 교수학적 지식을 모두 통합해야 하므로 보다 전문화된 교사 지식을 요구한다고 볼 수 있다. 또한 테크놀로지에 대한 지식도 단순한 활용 방법과 기능적인 습득을 의미할 수도 있지만, 답변을 한 대상자가 수학교사라는 점을 고려한다면 수학의 어떤 내용에 테크놀로지를 선택하고 다룰지 등의 지식을 포괄한다고 볼 수 있다. 따라서 이러한 이유를 테크놀로지에 대한 긍정적인 인식만큼이나 실제 활용하기를 원하는 교수자의 입장에서 바라본다면, 수학교사들은 테크놀로지에 대한 단순 지식이 아닌 보다 전문

화된 지식인 TPACK에 대한 부족함을 느끼고 있음을 단편적으로 확인한 결과라고 볼 수 있다.

둘째, 수학교사가 인식하는 TPACK에 대한 보유도와 필요도 및 차이 검증을 살펴보면, 현직수학교사만의 보유도와 필요도에 대한 특징이 뚜렷하게 나타났으며, 그 차이가 대부분 유의미하면서도 항목에 따라 보유도가 필요도보다 높은 항목들이 존재함으로써, 현직수학교사의 TPACK 출발선이 예비수학교사와는 다를 수 있음을 확인하였다.

우선 TPACK 하위 지식의 보유도와 필요도를 살펴보면, 보유도는 PCK와 관련된 CK, PCK, PK 순으로 높았고, 이 중에서 CK의 보유도는 다른 하위 지식에 비해 극단적으로 높게 나타났다. 현재까지 TPACK의 교사 인식에 대한 연구는 적은 편이지만 이를 타 과목의 교사나 예비수학교사를 대상으로 한 선행연구와 비교해보면, 유아교사(곽영숙, 2016)는 PCK, PK, CK 순으로 높았고 그 차이는 크지 않았다. 음악교사(조성기, 정선아, 2016)는 CK, PK, PCK 순으로 CK를 가장 높게 인식했다는 점은 동일했으나, 수학교사만큼 2순위와의 격차가 크지 않았다. 수학과 과학 교사 모두를 대상으로 국내·외를 비교한 연구(오정숙, 2016)도 CK가 높았지만, TPACK을 CK, PK, TK로만 구분하여 다른 하위 지식들과의 비교는 어려웠고, 예비수학교사(전미현, 김구연, 2015)는 수학교과외의 PCK의 개념인 MKT를 전반적으로 낮게 인식했다는 측면에서 차이점이 있었다. 다음으로 TPACK 하위 지식의 필요도는 CK만큼 극단적인 값이 나타나지 않았지만, TPACK, TCK, TK, TPK 순으로 높게 나타났다. 즉, 수학교사들은 테크놀로지와 직접적으로 관련성이 높은 하위 지식, 그 중에서도 통합된 지식(TPACK, TCK, TPK)을 많이 필요로 하였으며, 또한 TCK를 TPK보다 더 필요로 한다는 것도 확인할 수 있었다. 이와 같이 수학교사들은 TPACK의 보유도 및 필요도와 관련해서 수학 내용 지식과 실제 교수 상황과 관련이 높은 교육학 지식을 중요하게 여겨서 이를 실천하고 있었으며, 상대적으로 교육현장에서 테크놀로지를 효과적으로 통합할 수 있는 지식이 필요하다고 인식함을 알 수 있었다.

다음으로 TPACK의 하위 지식별 세부 항목에 대한 보유도를 살펴보면, 보유도가 높았던 CK, PK, PCK 중에서 CK는 일반 성인들도 지니고 있는 일반적인 수학적

지식과 수학 과목의 특수성을 고려한 항목 중에서 문제 해결에 대한 보유도가 매우 높았으며, PK는 학급경영이나 평가, 상대적으로 낮은 점수이긴 했지만 학생들의 심리학적 요인, PCK는 학생들의 수학 학습에 대한 이해와 관련된 지식에 대한 보유도가 높은 편이었다. 이 결과를 예비수학교사를 대상으로 한 선행연구(한혜숙, 2016)와 비교해볼 때, 예비수학교사는 MKT에서 내용과 교수에 대한 지식(Knowledge of Content and Teaching: KCT)을 매우 부족하다고 인식했다. 즉, 현직수학교사는 학교 현장의 경험을 통해 학생들의 오개념에 대한 적절한 교수학적 처치를 내리거나 학생들의 전형적인 이해 방식에 대한 노하우를 가지게 되면서 해당 지식을 많이 보유하고 있다고 인식한 것으로 해석할 수 있다.

또한 TPACK의 하위 지식별 세부 항목에 대한 필요도를 살펴보면, 필요도가 높았던 TK, TCK, TPK, TPACK 중에서 TK는 새로운 테크놀로지를 알고 그 기능을 배우며, 기술적인 문제를 해결하는 보다 실질적인 테크놀로지 지식을 필요로 했다. TCK의 필요도는 보유도에 비해 전체적으로 높은 편이었으며, TCK는 CK와 관련성이 있는 하위 지식임에도 불구하고 수학교사들이 CK를 매우 높게 인식했던 것과는 대조적이었다. 즉, 수학교사들은 테크놀로지가 의미 있게 활용될 수 있는 CK에 대해서는 잘 알지 못하며 이를 필요로 한다는 것을 알 수 있었다. TPK는 보유도가 가장 낮았던 테크놀로지를 활용한 다양한 평가 방법에 대한 항목과 테크놀로지에 기반한 수업 자료 파악이 가장 높은 필요도를 보였다. 즉, 진자는 수학교사들이 PK에서 다양한 평가 방법을 많이 알고 있다고 인식했던 것과 대조적으로 테크놀로지와 관련된 평가 방법의 필요도는 많이 인식하고 있었고, 후자는 현재 교사들의 보유도 또한 높은 항목으로 교사 스스로 필요성을 느껴서 실제로 많이 접하고 있는 편임에도 불구하고 계속해서 그 필요성을 인식했다. 마지막으로 TPACK은 창의·융합, 의사소통, 수학 내적·외적 연결성 측면을 테크놀로지와 통합한 항목의 필요도가 높았다. 즉, 수학교사들은 TPACK에서 2009 개정 수학과 교육과정(교육과학기술부, 2011)의 수학적 과정부터 2015 개정 수학과 교육과정(교육부, 2015)의 핵심역량으로 이어져 온 항목 중의 문제해결, 표상, 추론의 측면이나 수학의 개념 전달 및 절차 탐구의 수준에서 테크놀로지를

통합하는 측면보다는, 새롭고 의미 있는 아이디어를 산출하는 데 테크놀로지를 활용하거나 여러 수학 지식, 기능, 경험을 연결하거나 실생활이나 수학과 다른 분야의 연결성 측면을 이해하는 데 테크놀로지를 통합하는 지식을 더 필요로 한다는 것을 알 수 있었다.

또한 수학교사들의 TPACK 하위 지식에 대한 보유도와 필요도 인식의 차이를 살펴보면, PK를 제외한 6개의 하위 지식들은  $P<.05$  또는  $P<.001$  유의수준에서 그 차이가 유의미한 것으로 나타났다. 그 중에서도 TPACK과 TCK의 차이가 매우 컸으며, 이는 수학교사들이 자신의 보유도에 비해 해당 지식의 필요도를 매우 높게 인식하고 있다고 볼 수 있다. 또한 TPACK의 하위 지식별 세부 항목에 대한 보유도와 필요도 인식의 차이를 살펴보면, 총 61개의 항목 중에서 'PK1. 교실상황에서 적용할 수 있는 다양한 교수학습방법에 대해서 알고 있다.', 'PCK7. 여러 가지 수학적 표상에 대한 교수학적 장단점을 알고 있다.'를 제외한 59개의 항목이  $P<.01$ ,  $P<.05$  또는  $P<.001$  유의수준에서 그 차이가 유의미한 것으로 나타났다. 또한 그 차이가 유의미했지만, CK는 모든 세부 항목에서 보유도가 필요도보다 커서  $t$ 값이 음수가 나타났고, PK와 PCK는 음수값과 양수값이 혼재되어 있었으며, TK, TCK, TPK, TPACK의 세부 항목은 모두 필요도가 보유도보다 커서  $t$ 값이 양수로 나타났다.

또한 성별, 근무학교, 경력, 테크놀로지 활용 경험 유무별로 보유도와 필요도 간의 차이를 추가적으로 살펴보면, 유의미한 차이가 나타난 항목들은 조금씩 다르지만 테크놀로지와 관련하여 통합된 지식(TCK, TPK, TPACK)이 대부분 나타났다. 특히, 테크놀로지를 활용한 경험이 더 많은 여자, 중학교, 경력이 낮은 교사는 이러한 지식의 필요도를 더 인식했으며, 이는 테크놀로지를 실제 활용한 경험이 TPACK에 대한 관심 및 필요도를 높일 가능성이 있다는 것을 의미한다. 이 교사들의 더 큰 특징은 TCK의 필요도를 TPK에 비해 상대적으로 더 높게 인식했다는 사실이다. 이는 이다희와 황우형(2017)이 제시한 수학교사의 TPACK에 대한 구조방정식 모형에서 TCK가 TPACK에 직접적인 영향뿐만 아니라, TPK를 통해 간접적인 영향도 미치기 때문에 TCK의 중요성에 대해서 언급한 것과 그 맥을 같이 한다. 실제로 테크놀로지와 관련된 교사교육을 실시할 때, TPK와 관련해서 테

크놀로지 기능과 이를 활용한 교수방법을 익히는 기회는 자주 제공되는 편이지만(조미현, 2016), 상대적으로 수학 내용과 테크놀로지를 통합한 TCK의 교육 기회는 부족한 편이다. 즉, TCK는 수학교사의 TPACK 형성에 중요한 영향을 미칠 수 있고 수학교사들이 그 필요도를 높게 인식하고 있는 만큼, 앞으로 그들에게 TCK의 교육 기회를 제공하기 위한 방법을 고민할 필요가 있을 것이다.

지금까지 살펴본 결론을 종합하여 예비교사를 대상으로 한 신원석 외(2012)와 조미현(2016)의 연구와 비교해보면, 예비교사들은 모든 TPACK 하위 지식에서 필요도를 보유도보다 높게 인식했으며 그 차이도 유의미했다는 점이 크게 달랐다. 물론, 해당 연구들이 수학뿐만 아니라 다른 과목도 포함한 예비교사를 대상으로 하였으며, 본 연구와는 다른 측정 도구를 사용했다는 차이점이 있을 수 있다. 하지만 본 연구는 현직교사와 예비교사의 TPACK 출발선이 서로 다를 수 있을 뿐만 아니라, 향후 현직교사를 대상으로 진행되는 TPACK 교사교육이 예비교사교육과는 다른 형태로 이루어져야 한다는 것을 확인했다는 측면에서 의미가 있을 수 있다. 따라서 향후 수학교사를 대상으로, 특히나 교사의 전문 지식을 의미하는 TPACK을 향상시키고자 할 때, 교육대상자 중심의 교육과정 등이 이루어질 필요가 있다. 또한 수학교사들이 필요도를 매우 높게 인식하는 구체적인 항목과 교육 프로그램을 연계한다면, 수학교사들이 TPACK을 향상시키는 데 능동적으로 참여할 수 있고 보다 현실적인 도움을 받을 수 있는 기회를 얻게 될 것이다.

셋째, 수학교사들이 인식하는 TPACK에 대한 Borich 교육요구도 및 The Locus for Focus 모델 분석의 결과를 살펴보면, 향후 수학교사의 TPACK과 관련된 교사교육에서 집중 투자해야 할 항목을 구체적으로 확인할 수 있었다.

우선 수학교사들은 TK, TCK, TPK, TPACK에 대한 교육요구를 매우 높게 인식하고 있었다. 특히, 각 하위 지식별로 세부 항목을 살펴보면, TK는 새로운 테크놀로지에 대한 꾸준한 습득력, 테크놀로지 활용에 필요한 기술 습득, 테크놀로지의 기술적인 문제를 스스로 해결하는 항목, TCK는 수학의 심미성이나 실용성을 경험하는데 테크놀로지를 활용하는 항목, TPK는 다양한 교수·학습방법, 교수법 향상, 평가 방법을 위해 테크놀로지를

활용하는 항목, TPACK은 창의·융합, 수학 외적 연결성, 평가, 의사소통과 테크놀로지의 통합 측면에서 교육의 필요성을 느끼고 있었으며, 특히, 창의·융합의 경우 전체 항목 중에서 교육요구도가 가장 높았다.

이 결과에서 주목할 부분은 현직수학교사들이 테크놀로지를 수학 개념과 관련해서 기능적으로 단순하게 조작하는 방법이 아니라, 심미성이나 실용성과 같이 수학의 내용을 풍부하게 하는 데 테크놀로지를 활용하는 방법을 알기 원한다는 것을 알 수 있었다. 또한 창의·융합, 수학적 연결성, 의사소통 등을 테크놀로지와 통합하는 측면과 같이 테크놀로지를 보다 적극적으로 활용하기를 원한다는 것도 확인할 수 있었다. 특히, 테크놀로지와 관련된 평가 항목은 수학교사의 교육요구도가 높은 항목으로, 이와 관련해서 정상권 외(2012)도 수학교사는 '수학적 개념, 원리, 법칙의 기억'을 주된 평가요소로 생각해왔지만, 이들은 입시위주의 평가에 대한 우려감과 함께 평가 방법의 개선에 대한 요구를 많이 보였다고 언급했다. 물론, 수학 교과에 대한 평가 방법을 개선하고자 하는 방안 중에 테크놀로지를 활용하는 것이 절대적인 대안이 될 수는 없겠지만, 학생의 학습 동기 강화, 결과 중심이 아닌 과정 중심의 평가, 평가 방법 개선의 측면에서 테크놀로지 활용을 고려해볼 수 있을 것이다. 뿐만 아니라, 창의·융합은 2015 개정 수학과 교육과정(교육과학기술부, 2011)에서 핵심역량으로 강조하고 있는데, 이 역량과 테크놀로지의 통합에 대한 수학교사들의 교육요구가 높다는 점에서 중요한 시사점을 도출할 수 있다. 만약, 학교 현장에서 국가 정책에 따라 창의·융합의 중요성을 강조하고 싶지만 그 방법적인 측면을 알지 못할 때, 테크놀로지를 활용하는 것이 하나의 대안이 될지도 모른다. 예를 들어, 이재윤 외(2014)도 3D 프린트를 활용한 테크놀로지 교육환경이 창의적인 융합교육에 효과적으로 활용될 수 있음을 보였다. 즉, 국가 정책과 교사의 교육요구가 일치하는 항목에 대한 교사교육 프로그램이 만들어진다면, 교사 자신에게는 교수 지식을 향상시킬 기회가 될 뿐만 아니라 더 나아가 테크놀로지를 활용할 수 있는 수업 환경의 변화로도 이어질 수 있을 것이다.

따라서 향후 수학교사의 TPACK과 관련된 교사교육의 방향성을 결정할 때, 본 연구에서 제시한 해당 항목을 구체적으로 반영하고자 노력한다면, 수학이라는 과목

의 특수성, 테크놀로지, 교수경험이 함께 조화를 이룬 교육 프로그램 개발로도 이어질 수 있을 것이며, 결국 현직수학교사들에게 실질적인 도움을 제공할 수 있을 것이다. 결과적으로 본 연구를 통해 현 교사교육 및 연수체제를 진단하고 교사의 교수경험과 교육요구를 함께 반영해서 그 방향성을 개선하며, 특히, 테크놀로지로 대표되는 시대적 변화에 맞춰 교사의 전문 지식 증진에 기여할 수 있는 하나의 시작점이 되기를 기대한다.

이러한 결론을 바탕으로, 다음과 같이 수학교사들의 TPACK 증진을 위한 교육적 활용 방안에 대한 제언을 할 수 있다.

첫째, 국내에서 수학교사의 TPACK에 대한 연구는 초기 단계라고 볼 수 있으므로, 본 연구를 기반으로 수학 교과와 특수성이 담긴 TPACK에 대한 다양한 연구가 시도될 필요가 있다. 물론, TPACK과 관련된 기존 연구로 초등학교 또는 초·중등학교 일반교사를 대상으로 한 TPACK 교사요인에 관한 연구, 특히, 수학 과목과 관련된 TPACK 연구도 일부 존재한다. 하지만 과목 구분이 없이 진행된 연구 결과를 수학 과목으로 특수화하기는 어렵고, 수학 과목과 관련된 연구라 하더라도 연구 대상이나 연구내용이 제한된 결과를 일반화시키기는 어려운 것이 현실이다. 따라서 본 연구를 시작으로 수학교사의 TPACK이 타 과목의 교사들과 다르게 나타날 수 있다는 점에 관심을 갖고, 수학교사의 TPACK에 영향을 주는 교사요인은 무엇이며, 이러한 요인에 따라 수학교사의 TPACK은 어떠한 모습으로 나타나는지, 해당 요인에 따라 수학교사들이 인식하는 TPACK 간의 차이점은 없는지 등의 다양한 측면에서 세부적인 연구가 추가로 이루어질 필요가 있다.

둘째, 수학교사의 TPACK에 대한 인식과 교육요구도가 보다 실제적인 교수·학습 맥락에서 확인되어야 할 것이다. 본 연구에서 활용한 TPACK 측정도구는 실행 측면의 물음만이 가능한 일부 문항을 제외하면 대부분의 문항이 지식 측면에 초점이 맞춰져 있기 때문에, 해당 측정도구로 분석한 TPACK의 필요도, 보유도, 교육요구도도 지식 측면이 강하다고 볼 수 있다. 또한 본 연구는 수학교사들이 자신의 지식을 자가 평가한 자료를 바탕으로 분석하였기 때문에, 교사 스스로 진단한 TPACK의 정도와 실제 수업 실행의 정도도 차이가 나타날 수 있

다. 그래서 실제 교수·학습 맥락의 실행 측면에서 보유도, 필요도, 교육요구도를 분석한다면, 본 연구에서 밝히지 못한 추가적인 고려사항들이 생길 수 있을 것이다. 즉, 수학교사의 실행 측면이 배제되면서 확인하지 못한 TPACK의 필요도와 보유도는 없는지, TPACK에 대한 인식 및 교육요구도가 비슷한 수학교사의 실제 수업 모습은 어떠한지, 실행 측면이 고려되면서 TPACK에 대한 교육요구도가 달라지는 것은 없는지 등에 대한 추가적인 분석이 필요할 수 있다. 따라서 수학교사의 TPACK에 관한 교육요구도를 지식적인 측면과 실행적인 측면에서 모두 고려함으로써, 테크놀로지를 수업에 적극 활용하기를 원하는 현직수학교사들에게 보다 구체적이고 실질적인 도움을 줄 필요가 있을 것이다.

셋째, 본 연구에서 분석한 교육요구도를 반영한 교사 교육 프로그램을 개발하여, 실제 프로그램의 효과를 밝히는 후속 연구가 필요해 보인다. TPACK과 관련된 선행연구를 살펴보면, 예비교사를 대상으로 한 TPACK 향상 연구가 대부분이었지만, 이민희(2011)는 초임교사와 경력교사를 대상으로 TPACK을 향상시키고 이를 비교하였다. 이 연구의 초반에는 테크놀로지를 접할 기회가 상대적으로 많았던 초임교사의 TPACK이 경력교사보다 높게 나타났지만, TPACK 향상 프로그램을 적용한 후에는 경력교사가 초임교사의 TPACK 보다 더 높게 나타난 것을 확인하였다. 즉, 이는 경력교사가 테크놀로지를 다루는 지식이 다소 부족하더라도, 다양한 교수·학습 경험을 가지고 있기 때문에 학생들의 반응에 대처하고 테크놀로지를 활용한 효과적인 교수·학습으로 이끄는 TPACK 측면의 발전 속도가 빠를 수 있음을 의미한다. 여기에 더해, 교사들이 실제 교육 받기를 원하는 항목으로 교사교육 프로그램을 구성한다면, 그 효과성은 더욱 높아질 수 있다는 것을 반증하는 것이기도 하다. 따라서 본 연구에서 언급한 수학교사의 교육요구도가 잘 반영된 프로그램을 개발하여 그 효과성을 밝히는 연구로 이어진다면, 향후 현직수학교사의 TPACK을 실제적으로 향상시킬 수 있는 기회를 제공할 뿐만 아니라, 이러한 교사양성을 통해 학생들이 접하게 되는 교육 환경의 변화도 함께 가져올 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 강순자, 장미라 (2016). 중학교 수학교사의 테크놀로지 통합 자기효능감에 관한 연구, 수학교육 55(4), 523-538.
- Kang, S. & Jang, M. (2016). On secondary mathematics teachers' technology integration self-efficacy, *The mathematical Education* 53(4), 523-538.
- 고상숙 (2001). 그래핑 계산기를 활용한 탐구학습에서 수학교사의 정신적 모델 개발과정, 교과교육연구 5, 207-240.
- Koh, S. (2001). Mental Model Development of math Teachers in Exploration. *Dankook University Curriculum and Instruction Studies* 5, 207-240.
- 곽영숙 (2016). 테크놀로지 교과교육학 지식(TPACK)에 대한 유아교사의 인식, 한국유아교육학회 36(6), 245-276.
- Keak, Y. (2016). The awareness of early childhood teachers about TPACK, *International Journal of Early Childhood Education* 38(6), 245-276.
- 교육과학기술부 (2011). 수학과 교육과정. 교육과학기술부 고시, 제2011-361호.
- Ministry of Education, Science and Technology. (2007). *Mathematics curriculum. Ministry of Education, Science and Technology Notice*, No. 2011-361.
- 교육부 (1997). 수학과 교육과정. 교육부 고시, 제 1997-15호.
- Ministry of Education. (1997). *Mathematics curriculum. Ministry of Education Notice*, No. 1997-15.
- 교육부 (2015). 수학과 교육과정. 교육부 고시, 제 2015-74호.
- Ministry of Education. (2015). *Mathematics curriculum. Ministry of Education Notice*, No. 2015-74.
- 김남희 (2011). 예비 수학교사 교육에서 공학적 도구의 교육적 활용, 수학교육학연구 21(4), 345-359.
- Kim, N. (2014). Educational Using A Technology In The Education Of Future Mathematics Teachers, *The journal of educational research in mathematics* 21(4), 345-359.
- 김미화, 손홍찬 (2013). 교육과정에 따른 중등 수학과 교과서에서 공학 도구 활용의 변화 분석, 학교수학 15(4), 975-994.
- Kim, M. & Son, H. (2013). The Analysis on Utilization Trend of the Technology in Secondary Mathematics Textbooks Based on the 6th, 7th and 2007 Revised Curriculum in Korea, *School Mathematics* 13(4), 975-994.
- 김민경, 이지영 (2017). 체화된 인지와 창의·융합적 관점에서의 수학 수업의 교육적 의의 탐색, 학습자중심 교과교육연구 17(9), 247-271.
- Kim, M. & Lee, J. (2017). Study on Educational Significance of Mathematics Lesson towards the Perspective of Creativity-Integration and Embodied Cognition, *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* 17(9), 247-271.
- 김선희 (2012). 미래 수학 교실에 대한 전망과 교사들의 인식 조사, 교과교육학연구 16(1), 285-324.
- Kim, S. (2012). Teachers' Perspectives on the Future Mathematics Classroom, *Journal of Research in Curriculum & Instruction* 16(1), 285-324.
- 김수자 (2013). 교육전문직의 직무역량 요구분석 : 교육지원청 소속 장학사·교육연구사를 중심으로. 박사학위논문, 한국교원대학교 교육정책전문대학원.
- Kim, S. (2013). *A need Analysis of Educational Supervisors' job Competencies at the District Offices of Education*. Doctorate thesis, Graduate School of Educational Policy and Administration of Korea National University of Education.
- 김영진 (2011). 중등 수학교사의 공학 관련 현직연수 실태 분석 및 개선 방안 연구. 석사학위논문, 한국교원대학교.
- Kim, Y. (2011). *An Analysis of the Secondary School Mathematics Teachers' In-Service Training related to the Technology*. Master's thesis, Korea National University of Education.
- 나지연, 송진웅 (2014). 창의융합의 과학교육적 의미와 과학 교실문화의 방향, 교과교육학연구 18(3), 827-845.
- Na, J. & Song, J. (2014). Meanings of 'Creativity and Integration' in Science Education and Comments on Science Classroom Culture, *Journal of Research in Curriculum & Instruction* 18(3), 827-845.
- 류기혁, 이영주 (2017). 초등예비교사의 테크놀로지 내용 교수지식(TPACK) 증진을 위한 교육실습과 연계된 온라인 교사학습공동체 활동의 효과, 한국교원교육연구 34(2), 417-437.

- Ryu, K. & Lee, Y. (2017). Effects of Online Teacher Learning Community Activities linked with Internship Course for the Improvement of Elementary Pre-service Teacher's TPACK, *The Journal of Korean Teacher Education* 34(2), 417-437.
- 박기철, 강성주 (2014). 초·중등교사의 테크놀로지 교수 내용지식(TPACK)에 대한 인지경로 모형 개발, *교원교육* 30(4), 349-375.
- Park, G. & Kang, S. (2014). The Development of Cognitive Path Model on Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK) among Elementary·Secondary Teachers, *Korean Journal of Teacher Education* 30(4), 349-375.
- 박재한 (2013). 수업과 평가에서 공학적 도구 활용에 대한 교사들의 인식 조사. 석사학위논문, 순천대학교.
- Park, J. (2013). *Survey on Teachers' Perception about Using Technology in Math Instruction and Assessment*. Master's thesis, Sunchon national university.
- 소연희 (2013). 초등교사들이 지각한 테크놀로지 내용교수학적 지식, *아시아교육연구* 14(4), 125-147.
- So, Y. (2013). Analysis of the Structural Relations between TPACK(Technology, Pedagogy and Content Knowledge), Teaching Efficacy, and Perceived Teaching Professionalism in Primary School Teachers, *Asian Journal of Education* 14(4), 125-147.
- 손홍찬 (2011). GSP를 활용한 역동적 기하 환경에서 기하적 성질의 추측, *학교수학* 13(1), 107-125.
- Son, H. (2011). A Study on Students' Conjecturing of Geometric Properties in Dynamic Geometry Environments Using GSP, *School Mathematics* 13(1), 107-125.
- 신원석, 한인숙, 엄미리 (2012). 테크놀로지 내용교수지식(TPACK) 역량에 대한 예비교사의 인식 분석, *한국교육원연구* 28(4), 141-165.
- Shin, W., Han, I., & Eom, M. (2012). A Survey on the Differences of Pre-service Teachers' Perception of the Technology, Pedagogy, and Content Knowledge (TPACK), *The Journal of Korean Teacher Education* 28(4), 141-165.
- 신태섭 (2013). 예비 초등교사의 고정신념과 테크놀로지 내용교수지식(TPACK) 간의 관계 연구, *교육과학연구* 44(2), 21-45.
- Shin, T. (2013). A Relation between Pre-Service Teachers' Fixed Mindsets Regarding their Abilities to Teach with Technology and their Perceived TPACK, *Journal of educational studies* 44(2), 21-45.
- 양은하 (2010). 교수역량 진단도구 개발 : A 대학 사례를 중심으로. 대학원학위논문, 이화여자대학교.
- Yang, E. (2010). *Development of a diagnostic inventory for teaching competency*. Doctorate thesis, Ewha Womans University.
- 엄미리 (2012). 대학 교원의 역량 분석을 통한 교수지원 프로그램 방향성 제고: 테크놀로지 내용교수지식(TPACK)을 중심으로, *교육의 이론과 실천* 17(3), 21-45.
- Eom, M. (2012). A Suggestion on Teaching Support Program through the Competencies analysis of University Faculties' Technology, Pedagogy, and Content Knowledge(TPACK). *Theory and Practice of Education* 17(3), 21-45.
- 오정숙 (2016). 수학과 과학교사의 테크놀로지 활용에 관한 인식 연구. *한국교육문제연구* 34(4), 151-171
- Oh, J. (2016). A Study of STEM Teachers' Views of Technology. *Korean Education Inquiry* 34(4), 151-171.
- 이강섭, 심상길 (2013). 중등 초임수학교사들의 컴퓨터 관련 지식의 형성과 활용에 대한 연구, *수학교육* 52(2), 163-174.
- Lee, K. & Shim, S. (2013). A study on the knowledge formation and utilization of computer among beginning secondary mathematics teachers, *The Mathematical education* 32(2), 163-174.
- 이광상, 조민식, 류희찬 (2008). 엑셀의 활용이 일차함수 문제해결에 미치는 효과, *학교수학* 8(3), 265-290.
- Lee, K., Cho, M., & Lew, H. (2008). The Effects on Problem Solving of Linear Function Using Excel, *School Mathematics* 8(3), 265-290.
- 이건남, 고재성 (2010). 전문계 고등학생의 구직역량 개발을 위한 교육요구도 분석, *고용직업능력개발연구* 13(2), 159-183.
- Lee, G. & Koh, J. (2010). An Analysis of Educational Needs for Development Employment Competency of Vocational Highschool Students, *Journal of Employment and Skills Development* 13(2), 159-183.
- 이다희, 황우형 (2017). 수학교사의 테크놀로지 교수 내용 지식(TPACK) 측정 도구 개발 및 타당화, *수학교육* 56(4), 407-434.
- Lee, D. & Whang, W. (2017). Development and Validation of TPACK Measurement Tool for Mathematics Teachers,

- The Mathematical education* 58(4), 407-434.
- 이민희 (2011). 교사의 반성적 사고를 통한 TPACK의 개발에 대한 사례연구. 석사학위논문, 이화여자대학교.
- Lee, M. (2011). *A case study on the development of TPACK through teacher's reflective thinking*. Master's thesis, Ewha Womans University.
- 이민희 (2014). 예비 중등수학교사의 테크놀로지 교수학적 내용지식(TPACK) 함양과정 분석 및 모델 구축. 박사학위논문, 이화여자대학교.
- Lee, M. (2014). *An analysis of the TPACK cultivation process and model building of middle school pre-service mathematics teachers*. Doctorate thesis, Ewha Womans University.
- 이재윤, 임영준, 박경은, 이상구 (2014). Sage를 활용한 수학 3D 프린팅 웹 도구 개발 -대학 수학교육을 중심으로-, 수학교육논문집 28(3), 353-366.
- Lee, J., Lim, Y., Park, K., & Lee, S. (2014). Development of Mathematics 3D-Printing Tools with Sage -For College Education-, *Communications of mathematical education* 28(3), 353-366.
- 이진원, 최정원, 이영준 (2016). 초등 교사의 테크놀로지 활용 정도와 TPACK의 상관 분석, 한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집 24(1), 181-182.
- Yi, J., Choi, J., & Lee, J. (2016). An analysis of correlation between elementary school teachers' utilization of technology and TPACK, *The Korea Society Computer & Information Academic Publications* 2A(1), 181-182.
- 이창연, 황우형 (2010). 반힐레 이론과 GSP를 활용한 중학교 기하영역에 관한 연구: 8-나 단계의 사각형의 성질을 중심으로, 수학교육 49(1), 85-109.
- Lee, C. & Whang, W. (2010). A Study of the Syllabus Based on van Hiele Theory using GSP in Middle School Geometry-Focused on the 2st grade Middle School Students, *The Mathematical education* 49(1), 85-109.
- 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, *The journal of educational research in mathematics* 19(4), 545-564.
- 장혜원, 강정기 (2013). 기하 정리의 일반성 인식을 위한 동적기하환경의 활용, 수학교육학연구 23(4), 585-604.
- Chang, H. & Kang, J. (2013). Using DGE for Recognizing the Generality of Geometrical Theorems. Using DGE for Recognizing the Generality of Geometrical Theorems, *The journal of educational research in mathematics* 23(4), 585-604.
- 전미현, 김구연 (2015). 예비교사들의 수학교수지식(MKT) 측정 및 분석 연구, 수학교육학연구 25(4), 691-715.
- Jeon, M. & Kim, G. (2015). Measuring and Analyzing Prospective Secondary Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching[MKT], *The journal of educational research in mathematics* 23(4), 691-715.
- 정상권, 이경화, 유연주, 신보미, 박미미, 한수연 (2012). 수학적 과정 중심 평가에 대한 교사들의 인식 조사, 수학교육학연구 22(3), 401-427.
- Chung, S., Lee, K., Yoo, Y., Shin, B., Park, M., & Han, S. (2012). A Survey of Teachers' Perspectives on Process-Focused Assessment in School Mathematics. *The journal of educational research in mathematics* 22(3), 401-427.
- 정서영 (2014). 수학교사의 테크놀로지 활용에 대한 관심 변화 방안으로서 T-ACCEPT 모델 개발. 박사학위논문, 한국교원대학교.
- Jeong, S. (2014). *Developing T-ACCEPT model as means of Support for Teacher in Technology-based Mathematics Classroom*. Doctorate thesis, Korea National University of Education.
- 조대연 (2009). 교사 발달단계별 직무역량 요구분석: 서울초등교사를 대상으로, 한국교원교육연구 26(2), 365-385.
- Cho, D. (2009). Need Analysis of Job Competence Based on Teacher Development: Elementary School Teachers in Seoul, *The Journal of Korean Teacher Education* 28(2), 365-385.
- 조명희, 이현우 (2016). 교육요구분석에서 예비교사와 현직교사의 중요도 인식 차이에 따른 모델 수정에 관한 연구, 교원교육 32(3), 147-168.
- Jo, M. & Lee, H. (2016). A Study on a Modification of Educational Needs Assessment Model According to the Difference of Perceived Importance between Pre-service and In-service Teachers, *Korean Journal of Teacher Education* 32(3), 147-168.

- 조미현 (2016). 예비교사 테크놀로지 활용 역량의 중요도와 실행도 분석, 정보교육학회논문지 20(6), 597-606.
- Cho, M. (2016). Importance and Performance Analysis of Pre-service Teachers' Competencies related to the Use of Technology, *Journal of The Korean Association of information Education* 20(6), 597-606.
- 조성기, 정선아 (2016). 음악교사의 TPACK 인식 분석, 음악교육공학 29, 135-155.
- Cho, S. & Jung, S. (2016). A Survey on Music Teachers' Perception of TPACK, *Music Education Technology* 29, 135-155.
- 조은애 (2008). 학교 수학 교육에서 공학적 도구의 활용 실태와 활성화 방안. 석사학위논문, 고려대학교.
- Cho, E. (2008). *Use of engineering tools in school mathematics education and its activation plan*. Master's thesis, Korea University
- 주영주 (2014). 온라인 한국어 교사 양성 프로그램에 대한 예비교사의 테크놀로지 내용교수지식 (TPACK)과 교사효능감 연구, 국어교육 145, 379-404.
- Ju, Y. (2014). A Study on Pre-service Korean Teacher's TPACK and Teacher Efficacy in Online Korean Language Teacher Training Program, *The Society Of Korean Language Education* 145, 379-404.
- 최현중, 이태욱 (2015). TPACK 모형에 기반한 예비 교사의 테크놀로지 지식 교육 프로그램 적용과 분석, 한국컴퓨터정보학회논문지 20(2), 231-239.
- Choe, H. & Lee, T. (2015). Implementation and Analysis about Technology Knowledge Education Program for Pre-service Teacher based on the TPACK Model, *Journal of the Korea society of computer and information* 20(2), 231-239.
- 한국교육개발원 (2016). 한국교육개발원 <교육정책포럼>. [2016년 6월] 학교급별 교육정보화 인프라 현황.
- Korean Educational Development Institute. (2016). *Korean Educational Development Institute <Education Policy Forum>*. School Education Information Infrastructure Status [June 2016].
- 한혜숙 (2016). 예비수학교사의 MKT에 관한 연구, 수학교육논문집 30(1), 101-120.
- Han, H. (2016). A study on pre-service mathematics teachers' MKT, *Communications of mathematical education* 30(1), 101-120.
- 허희옥, 임규연, 이현우, 김현진 (2014). 스마트교육을 위한 교원의 교육요구도 분석, 교원교육 30(1), 93-112.
- Heo, H., Lim, K., Lee, H., & Kim, H. (2014). A Needs Analysis of Teacher Competencies for SMART Education, *Korean Journal of Teacher Education* 30(1), 93-112.
- Abbitt, J. 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).
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Preservice elementary teachers as information and communication technology designers: an instructional systems design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge, *Journal of Computer Assisted Learning* 21(4), 292 - 302 .
- Archambault, L., & Crippen, K. (2009). Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States, *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* 9(1), 71-88.
- Borich, G. D. (1980). A need assessment for conducting follow-up studies. *The Journal of Teacher Education*, 31(3), 39-42.
- 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.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2013). A review of technological pedagogical content knowledge, *Education Technology and Society* 16(2), 31 - 51.
- Jang, S. J., & Chen, K. C. (2010). From PCK to TPACK: Developing a transformative model for pre-service science teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 553-564.
- Koehler. M. J., & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* 9(1), 60-70.

- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework (Eds.). *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 101-111, NY: Springer.
- Latham, G., & Carr, N. (2012). Authentic Learning for Pre-Service Teachers in a Technology-Rich Environment, *Journal of Learning Design* 5(1), 32-42.
- Lubin, I. A., & Ge, X. (2012). Investigating the influences of a LEAPS model on preservice teachers' problem solving, metacognition, and motivation in an educational technology course, *Educational Technology Research & Development* 60(2), 239-270.
- Mammana, C., & Villani, V. (Eds.). (2012). *Perspectives on the teaching of geometry for the 21<sup>st</sup> century: an ICMI study (Vol. 5)*, Springer Science & Business Media.
- Mink, O. G., Shultz, J. M., & Mink, B. P. (1991). *Developing and Managing Open Organizations: A Model and Methods for Maximizing Organizational Potential*, Austin: Somerset Consulting Group, Inc.
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge, *Teachers College Record* 108(6), 1017 - 1054.
- Mueller, J., Wood, E., Willoughby, T., Ross, C., & Specht, J. (2008). Identifying discriminating variables between teachers who fully integrate computers and teachers with limited integration, *Computers & Education* 51(4), 1523-1537.
- Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge Growth in Teaching with Technology, *Journal of Educational Computing Research* 44(3), 299-317.
- Olofson, M. W., Swallow, M. J. C., & Neumann, M. D. (2016). TPACKing: A constructivist framing of TPACK to analyze teachers' construction of knowledge, *Computers and Education* 95, 188 - 201.
- Patsiomitou, S. (2010). Building LVAR(Linking Visual Active Representations) modes in a DGS environment, *Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 4(1), 1-25.
- Pijls, M., Dekker, R., & van Hout-Wolters, B. (2007). Reconstruction of a collaborative mathematical learning process, *Educational Studies in Mathematics*, 65(3), 309 - 329.
- Sahin, I. (2011). Development of Survey of Technological Pedagogical and Content Knowledge(TPACK), *The Turkish Online Journal of Educational Technology* 10(1), 97-103.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, 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 Technology in Education* 42(2), 123-149.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* 15(2), 4-14.
- Tyler, R. W. (1971). *Values and objective*. In A. S. Knowles (Ed.), *Handbook of Cooperative Education*, 18-25. SF: Jossey-Bass.
- Waters, R. G., & Haskell, L. J. (1989). Identifying staff development needs of Cooperative Extension faculty using a modified Borich needs assessment model, *Journal of Agricultural Education*, 30(2), 26-32.
- 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.

## A study on TPACK of mathematics teachers : Focusing on recognitions and educational needs of TPACK

**Lee, Da-Hee**

Graduate School of Korea University

E-mail : dahui0311@hanmail.net

**Whang, Woo-Hyung<sup>†</sup>**

Department of Mathematics education, Korea University

E-mail : wwhang@korea.ac.kr

The purpose of this study is to examine the relationship between utilization of technology and TPACK in mathematics teachers, and to analyze needs and retentions, difference between needs and retentions, and educational needs of TPACK in mathematics teachers. Furthermore, we will prioritize TPACK items that mathematics teachers want to change, and provide implications for teacher education related to TPACK in the future. To do this, we analyzed 328 mathematics teachers nationwide by using survey on the utilization of technology, averages of TPACK's needs and retentions, t-test of two averages, Borich's educational needs analysis, and the Locus for Focus model. The results are as follows. Firstly, the actual utilization rate was lower than the positive recognition of utilization of technology by mathematics teachers, and many mathematics teachers mentioned the lack of knowledge related to TPACK. Secondly, the characteristics of in-service mathematics teacher's needs and retentions for TPACK were clear, and TPACK's starting line of in-service mathematics teacher can be different from pre-mathematics teacher's. The retentions was high in the order of CK, PCK and PK, and the needs was higher in the order of TPACK, TCK, TK and TPK. All of the higher retentions were knowledge related to PCK, and the value of CK was extremely high among them. In addition, mathematics teachers recognized needs for integrated knowledge related to technology, and they needed more TCK than TPK. The difference between needs and retentions showed that all items except two items in the PK were significant. Retentions of all items in CK was higher than needs, needs of all items in TK, TCK, TPK and TPACK was higher than retentions, PK and PCK were mixed. Thirdly, based on the analysis of Borich's educational needs and the Locus for Focus model, teacher education on TPACK for mathematics teachers needs to focus on TPACK, TK, TCK, and TPK. Specifically, TPACK needs to combine technology in terms of creativity-convergence, mathematical connections, communication, improvement of evaluation quality, and TK needs to new technology acquisition, function of utilizing technology, troubleshoot problems with technology, TCK needs to mathematical value(esthetic, practical) with technology, and TPK needs to consider technology in terms of evaluation methods, teaching and learning methods, improvement of pedagogy. Therefore, when determining the direction of teacher education related to TPACK in the future, if they try to reflect these items in detail, the teachers could participate more actively and receive practical help.

---

\* ZDM classification : C83

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C40

\* Key Words : mathematics teachers, Technology, Pedagogy and Content Knowledge(TPACK), Educational needs analysis, The Locus for Focus model

† Corresponding Author