

## 공학 사용의 경험에 근거한 수학교사의 신념 연구 : 포커스그룹 인터뷰

이은숙(함지고등학교)

조정수(영남대학교)<sup>†</sup>

### I. 서론

국제적인 현상으로, 공학은 일상적인 삶과 교수-학습을 증진시키는 중요한 부분이다(백형운, 황우형, 2005; 이정례, 2010; Sandholtz, Ringstaff, & Dwyer, 1997). NCTM(2000)의 '학교 수학을 위한 원리와 기준'에서는 수학 교육에서 여섯 가지 원리 중의 하나로 '기술 공학의 원리'를 강조하였으며, 우리나라 수학과 교육과정의 교수-학습방법에서도 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등의 공학적 도구와 다양한 교구의 활용을 통한 수학의 교수-학습 활동을 강조하고 있다(교육과학기술부, 2011). 이러한 수학과 교육과정에 의한 수학 교실은 칠판과 분필에만 의존하여 수학의 내용을 일방적으로 전달하는 것이 아니라 다양한 공학을 활용한 수학 교수-학습방법의 개선을 요구하고 있는 것이다. 하지만 대다수 중등학교에서 이루어지는 수학의 교수-학습 활동을 보면 이러한 공학 사용의 권고가 잘 반영되지 못하고 있다(이종희 외, 2012).

공학을 학습에 성공적으로 통합하려면 우선 교육과정 내용과 내용에 관련된 교수-학습 과정을 바탕으로 교사들의 공학사용의 능숙함이 전제되어야 한다(Harris, Mishra, & Koehler, 2009). 뿐만 아니라 교사들은 내용, 교수학, 공학, 상황 지식이 동시에 요구되는데, 이러한 지식을 TPACK(Technological Pedagogical Content Knowledge, 공학 교수학적 내용 지식)라고 한다(Harris & Hofer, 2011). 또한, 공학을 사용하는 교실에서 교사가

교수 활동에 맞게 공학을 선택하고 학습자를 고려한 공학을 결정하는 교사의 공학에 대한 신념은 교사 교수 실행에 영향을 미치고, 연구자들은 교사의 공학 사용에 영향을 주는 방해 요인이 존재한다고 하였다(Ertmer et al., 2012; Hew & Brush, 2007; Kim et al., 2013; Palak & Walls, 2009).

Palak & Walls(2009)는 구체적인 교과 과목과 상관없이 일반 교과를 대상으로 양적 연구방법과 질적 연구방법을 혼합하여 교사의 신념과 공학 실행에 관한 연구를 하였으며, Ertmer et al.(2012)은 구체적인 교과 과목과 무관하게 공학 사용이 뛰어난 교사 12명을 대상으로 교수학적 신념과 공학 실행 사이의 유사점과 차이점을 조사하기 위해 설문조사와 인터뷰로 연구를 하였다. 또한, Kim et al.(2013)는 구체적인 교과 과목과 무관하게 교육학과에서 지원하는 종합 학교 계획 프로그램에 참가한 42명 중 프로그램이 진행되는 동안 실제로 교실에서 공학을 사용한 22명의 교사를 대상으로 지식 본질과 학습에 관한 교사 신념, 효과적인 교수 방법에 관한 교사 신념을 조사하여 어떤 신념이 교사의 공학 통합 실행과 관련이 있는지 연구하였다. 이들 선행연구에서는 특정 과목에 존재하는 문화(Hew & Brush, 2007)와 관계없이 공학을 통합한 실행에 관한 교사 신념에 대한 연구가 이루어졌다.

따라서 본 연구는 수학 과목에 초점을 두고 공학에 관한 신념을 좀 더 구체화하기 위해 공학을 사용한 경험이 있는 수학교사들의 공학에 관한 신념과 수학 수업에서 공학의 사용을 방해하는 요인을 알아보고자 한다. 연구 문제를 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

- 1) 공학을 사용한 수학교사들은 공학에 관한 어떤 신념을 가지고 있는가?
- 2) 수학교사들의 공학 사용을 방해하는 요인은 무엇인가?

\* 접수일(2015년 4월 20일), 수정일(2015년 5월 8일), 게재확정일(2015년 5월 17일)

\* ZDM분류 : C74

\* MSC2000분류 : 97C20

\* 주제어 : 수학교사 신념, 포커스그룹 인터뷰, 공학

\* 이 연구는 2014년도 영남대학교 학술연구조성비에 의한 것임.

† 교신저자

## II. 이론적 배경

### 1. 신념과 수학 신념의 정의

신념에 관한 정의는 연구자들마다 다양하다. 어떤 연구자들은 일반적으로 제한된 단 하나의 정의를 찾는 것은 어렵고(Furinghetti & Pehkonen, 2002; Philipp, 2007), 어떤 방식으로 행동하는 성향이라는 Scheffler (1965)에 의한 신념의 정의에 동의하지만, 보다 정확한 신념이 정의된다면 이론적 틀을 제공하여 교사 변화에 관한 연구는 한층 더 앞으로 나갈 수 있다고 하였다(Wilson & Cooney, 2002). 연구자들은 신념을 [표 1]과 같이 정의한다. 요약하면, 신념은 개인이 참이라고 생각하는 주관적인 구성개념이며, 이러한 주관적인 구성개념은 행동을 제약하며 세상을 보는 것과 관련된다. 본 연구에서 신념은 정의적이고 인지적 요소를 포함하고 사회적으로 평가받지 않는 주관적이며 어떤 사실이나 사람에 대한 굳은 마음으로 세상을 보는 눈으로 정의하고자 한다.

Ramond(1997)는 수학 신념(mathematics belief)을 수학의 경험으로부터 형성된 수학에 관한 개인적 판단으로 정의하였다. 또한 수학 신념은 수학 본질, 수학 학습, 수학 교수에 관한 신념을 포함한다고 언급했다. Schoenfeld(1992)는 수학적 신념을 각자 개인이 수학적 행동에 참여하고 개념화하는 방식을 형성하는 개인의 이해와 감정으로 정의하면서, 신념 체계는 개인의 수학적 세계관이라고 했다. 수학적 신념은 수학 전반에 걸친 신념이라고 할 수 있다. 수학을 어떻게 경험하여 수학을 어떻게 생각하는지, 수학을 어떻게 학습하는지, 수학을 어떻게 다른 사람들과 공유하는지, 수학 교사라면 수학을 학생들에게 어떻게 가르치는지, 수학과 관련된 직종에 있는 사람이라면 수학을 어떻게 활용하고 있는지 등의 수학과 관련된 모든 것을 수학 신념이라고 할 수 있다. 따라서 수학 신념을 수학과 관련된 신념이라고 정의하고자 한다.

[표 1] 연구자들에 따른 다양한 신념의 정의

[Table 1] Various definitions of belief by researchers

연구자	신념의 정의
Scheffler (1965)	신념들은 서로서로 관련이 있으며 목표와 태도에 달려있다.
Nespor (1987)	신념체계는 정의적 감정, 평가, 경험에 관한 생생한 기억, 실재와 대안적 세계의 존재에 관한 가정, 지식 체계의 구성요소와 비슷하지만 단지 외부의 평가와 비판적인 실험에 개방되지 않은 모든 것을 포함한다.
Pajares (1992)	신념은 과제를 한정짓고 그런 과제에 관해 해석하고 계획하며 의사 결정하는 인지적 도구를 선택하는데 주된 역할을 한다. 그래서 신념은 행동을 제한하고 지식과 정보를 조직하는데 중요한 역할을 한다.
Ponte (1994)	신념과 관념(conception)은 지식의 부분이다. 신념은 누구나 가지는, 상상으로 또는 경험으로부터 얻어지는, 논쟁의 여지가 없는 강한 감정과 평가적 구성요소를 가진 개인적인 '참'이다.
Richardson (1996)	심리학적으로 참이라고 느끼는 세계에 관해 이해나 전제 또는 명제들이다.
Philipp (2007)	신념은 세상에 관해 참이라고 간주되는 심리학적으로 정의된 이해, 전제, 명제이다. 신념은 태도보다 인지적인 면이 많고, 정도가 약하며 거의 변하지 않는다. 신념은 세상의 어떤 측면에 관한 관점에 영향을 주는 렌즈 또는 행동에 대한 성향으로 생각된다. 지식과 다른 신념은 합의에 의한 것이 아니고, 확신의 다양한 정도를 지니고 있을 것이다. 신념은 감정과 태도보다 더 인지적이다.

### 2. 공학 사용의 방해 요인

Ertmer(1999)는 교실에서 교사의 공학 사용에 영향을 주는 방해 요인을 두 가지 유형으로 구분하였다. 첫 번째 유형의 방해 요인은 교사에게 외부적인 것으로, 리소스(하드웨어, 소프트웨어), 교육, 지원을 포함한다. 두 번째 유형의 방해 요인은 교사의 내부적으로 구성된 것으로, 교사의 자신감, 학생의 학습방법에 관한 교사의 신념, 교수 학습과정에서 인식하는 공학의 가치를 포함한다.

Hew & Brush(2007)는 1995년부터 2006년까지의 연구물 중 48개의 실험 연구를 분석하여 교실에서 공학을 사용하는데 영향을 미치는 방해 요인을 상세히 밝혔다. 외부적인 첫 번째 유형의 방해 요인은 리소스, 기관, 교과 특성, 평가를 포함하고 있었고, 내부적인 두 번째 유형의 방해 요인은 교사 태도와 신념, 지식과 기능이었다.

Hew & Brush는 공학 통합에 대부분의 영향을 미치는 세 가지로, 1) 리소스(40%), 2) 교사의 지식과 기능(23%), 3) 교사의 태도와 신념(13%)이라고 언급하였다.

Ertmer et al.(2012)은 공학에 뛰어난 교사 12명을 연구 대상으로 연구한 결과, 공학을 사용하는데 영향을 미치는 방해 요인은 내적보다는 외적으로 영향을 더 미쳤다. 그 이유는 연구대상자가 공학은 교수 신념의 핵심이라고 하는 강력한 신념을 지니고 있었기 때문이다. 이들에게 대부분 영향을 미친 방해 요인은 지원, 주립 교육과정, 돈, 이용, 시간, 평가였다. 또한, 다른 교사의 태도와 신념은 학생들의 공학 사용에 가장 강력하게 영향을 미치는 것으로 인식하였다.

Ertmer et al.(2012)에 따르면, 공학에 뛰어난 연구참여자의 인터뷰에서, 공학 사용을 가장 방해하는 요인은 행정적 또는 기술적 지원, 주립 평가라고 하였고, 연구참여자와 같이 근무하는 교사들은 공학을 학습하는 시간이 필요하다고 여겼다고 언급하였다. 공학을 교실에서 사용할 수 있게 하는 가장 큰 성공 요인은 교사 자신의 태도와 신념, 지식과 기능이라고 하였으며, 그러한 성공 요인을 뒷받침하기 위한 가장 큰 요인은 교수학적 학습 네트워크, 학생들의 흥미와 참여라고 하였다. 또한, 교실에서 공학 사용을 방해하는 요인은 외적 요인과 내적 요인 모두 다 작용한다고 하였다. 그리고 가장 큰 성공 요인으로 교사의 내적 요인이라고 하였으며 이러한 사실은 공학에 대한 교사의 신념이 공학을 교실에서 사용하는 중요한 요인으로 작용하고 있다고 볼 수 있다.

또한, Palak & Walls(2009)는 공학을 유창하게 사용하고 공학이 풍부한 학교에서 근무하는 교사를 대상으로 연구한 결과, 교실에서 공학 사용을 결정하는 가장 중요한 신념의 요인으로 공학에 대한 교사의 태도로 나타났다. 신념외의 다른 요인으로는 교사가 공학에 대해 느끼는 편안함과 자신감이었고, 이 요인은 교사의 소프트웨어 사용과 유의미한 상관관계가 있었다. 한편, 학생의 소프트웨어 사용에 대한 교사의 결정과 교수 전략에 관한 교사 선택은 학생들의 각각 차지하는 컴퓨터 비용과 직접적인 상관관계가 있었다.

위의 선행 연구를 종합하면, 수업에서 공학을 사용하고 공학도구를 결정하는 가장 중요한 요인은 교사의 공학에 대한 신념이며, 수업에서 공학 사용을 방해하는 요

인은 크게 두 가지 유형으로 나눌 수 있다. 첫 번째는 외적 요인으로 작용하는 것이고, 두 번째는 내적 요인으로 작용하는 것이다. 이 두 가지 측면에 나타난 요소들을 요약하면 다음 [표 2]와 같다.

[표 2] 공학 사용을 방해하는 요인

[Table 2] Preventing factors to use technology

외적 요인	내적 요인
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 리소스(하드웨어, 소프트웨어)</li> <li>· 교육, 지원</li> <li>· 기관, 교과 특성, 평가, 시간</li> <li>· 주립 교육과정, 돈</li> <li>· 공학 접근이 용이함,</li> <li>· 다른 교사의 태도와 신념</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 교사의 자신감</li> <li>· 학생의 학습방법에 관한 교사의 신념</li> <li>· 교수학습과정에서 인식하는 공학의 가치</li> <li>· 교사태도와 신념</li> <li>· 지식과 기능</li> </ul>

### 3. 수학 신념과 교수 실행의 관계

교사의 신념과 교수학적 실행은 일치하지 않는다고 한다(Barkatsas & Malone, 2005; Raymond, 1997; Sztajn, 2003). Barkatsas & Malone(2005)은 Ann의 신념과 실행의 사례연구를 통해 신념과 실행은 교실에서 복잡한 상호작용이 일어난다고 하였고, 교사의 신념이 교수 실행과 항상 일치하는 것은 아니라는 것을 입증하였다. 그리고 신념과 실행의 불일치에 관한 주요 원인은 교실 상황, 이전 경험, 사회적 규범이라고 언급하면서 교사는 그룹 활동이 수학적 아이디어를 탐구하고 수학을 학습하기 가장 좋은 환경이라고 믿을 수도 있었지만, 대학 입학시험을 준비시키기과 각각의 학생들의 가장 높은 성적을 성취해야 하는 압박은 이러한 신념을 실행으로 옮기는 것을 방해했을 수도 있다고 하였다. Ann의 경우, 수학 교수법과 사회와 문화적 요인의 역할에 관한 신념은 Ann의 교수 실행에 지배적인 영향을 미쳤다. 교사의 수학에 대한 신념은 일찍부터 형성되며, 교수에 관한 신념은 대학 수업에 참여하면서부터 성립된다고 하였다.

Raymond(1997)의 연구 결과에 따르면, 어린 시절의 학교 경험이 수학 신념에 강력히 영향을 주고, 수학 본질에 관한 신념은 교수학적 신념보다 더 강력하게 실제 교사 실행과 연관된다고 하였다. 따라서 수학에 관한 신념은 부모가 어린이의 손을 잡고 “하나, 둘, 셋”을 가르

칠 때부터 생기며, 학교에 입학하여 교사에게 수학을 배우면서 더욱 견고해진다고 할 수 있다. 그리고 이렇게 형성된 수학에 관한 신념은 수학교사가 되어 교수 실행에 나타나는 것이다.

Sztajn(2003)는 수학에 관한 비슷한 신념을 지니고 있지만 서로 다른 상황에서 가르치고 있는 두 교사를 대상으로 연구하였다. 그 결과, 두 교사의 수학에 관한 신념은 유사하지만 교수실행은 달랐다. 하지만 수학에 관한 교사의 신념은 교사의 실행의 차이점을 설명하기에 불충분하고, 아동, 사회, 교육에 관한 교사의 신념을 고려한 후에 두 교사의 실행에 관한 차이점을 설명할 수 있었다.

요약하면, 수학교사의 수학에 관한 신념은 교수 실행과 일치하지 않는다. 또한, 수학교사의 교수 실행에 영향을 미치는 신념은 1) 수학 본질에 관한 신념, 2) 수학 학습에 관한 신념, 3) 수학 교수학적 신념, 4) 사회와 문화에 관한 신념, 5) 공학에 관한 신념, 6) 학습자에 관한 신념, 7) 교육에 관한 신념으로 나타낼 수 있다.

### III. 연구 방법

#### 1. 포커스 그룹 인터뷰

포커스그룹은 연구 초기에 많이 사용되는 탐색적인 연구 도구로써 자유롭게 흘러가는 인터뷰이며(Templeton, 1994), 연구 참여자들의 경험과 의견을 깊이 있게 이해할 수 있고 그룹 내의 역동성과 상호작용을 통해 많은 양의 자료를 수집할 수 있다(Morgan, 1998, 2007). 그리고 포커스그룹은 연구 참여자들이 특정한 주제에 대해 대화를 촉진하기 위한 구조화된 집단 인터뷰이며(Bogdan & Biklen, 2010), 특정한 주제에 대한 인식이나 생각을 얻기 위한 토론 방식으로 사람들의 공통된 의견을 도출하고자 하는 소그룹 인터뷰와 달리 연구 주제에 대해 심도 있는 생각이나 의견을 이끌어 내어 그 경향이 어떠한지 알아보는 것이다(문혜련, 2009; 이수희, 김애화, 2008). 또한, 포커스그룹 인터뷰 방법은 연구자가 특수한 목적을 가지고 면담을 진행하여 단기간에 참여자들로부터 주제에 초점을 맞추어 많은 양의 집중적인 대화를 유도해 내는 것이며 그룹 내의 상호작용을 통해 그들의 경험, 감정 및 신념을 이끌어낼 수 있는 유용한

방법이다(이수희, 유태영, 2008). 또한, 단기간 많은 양의 심층 자료가 필요하거나 사람들 간의 생각 차이가 있을 때 포커스그룹 인터뷰가 적절하다(김후자, 김정남, 2001). 따라서 공학사용에 대한 수학교사의 다양한 경험이나 감정을 서로 공유함으로써 대화를 촉진하고 개별 인터뷰를 통해서는 밝혀내기 어려운 신념을 이로부터 알아내는 데 적합하다고 판단하여 연구방법으로 포커스그룹 인터뷰를 사용하였다.

객관적인 정보를 얻기 위한 마케팅 연구와 달리 사회과학 연구에서는 포커스그룹을 서로 알지 못하는 사람으로 구성하는 것은 낯선 사람들 사이에서 각 개인이 가지고 있는 솔직한 응답을 이끌어 내기 힘든 한계점이 있으므로 적절하지 않을 경우가 있다(Morgan, 2007). 포커스그룹의 참여자는 일반적으로 그룹의 주제와 관련하여 7~10명으로 구성되며 연구자들은 연구 참여자들의 서로 다른 시각과 관점을 찾기 위해 포커스그룹 안에서 허용적인 분위기를 조성해야 한다(김후자, 김정남, 2001). 따라서 본 연구에서는 허용적인 분위기에서 공학에 대해 연구해 온 9명의 참여자를 대상으로 선정하였다.

포커스그룹 인터뷰 연구 방법은 다양한 분야에서 활용되고 있다(김한나, 김홍석, 2012). 특히 교육과 관련된 분야에서 포커스그룹 인터뷰를 사용한 연구를 살펴보면, 영어 조기 유학을 하고 귀국한 학생들의 학부모를 대상으로 하여 이루어진 연구(최진숙, 2007), 중등학교 인턴교사를 대상으로 직무내용 및 만족도에 관한 연구(한지훈, 2011), 유치원생 어머니들을 대상으로 유아교육의 인식에 대한 연구(문혜련, 2009), 현직에 있는 가정교사를 대상으로 실천적 문제 중심 교육과정의 연수 프로그램에 관한 연구(이수희, 유태영, 2008), 그리고 다문화 멘토링 프로그램에 참가한 대학생을 대상으로 멘티와의 관계 양상과 다문화에 대한 인식 변화 연구(김한나, 김홍석, 2012) 등이 진행되고 있었으나 수학교육과 관련된 연구는 찾아보기 어려웠다. 따라서 본 연구는 수학교사의 신념에 대한 여러 선행 연구에서 사용하지 않았던 포커스그룹 인터뷰를 통해 수학교사의 공학사용 경험으로부터 이들 교사의 신념을 연구함으로써 신념 연구의 범위를 확장하고자 한다.

#### 2. 연구 참여자

본 연구는 교사의 공학에 대한 신념을 알아보기 위해 공학을 사용하고 있는 적어도 3년 이상 공학을 수업에 사용한 경험을 가지고 있는 현직 교원을 대상으로 실시하였다. 연구 참여자의 선정은 연구에 대해 가장 좋은 정보를 제공해 줄 수 있고 연구 목적에 적합한 목적적 표집 방법으로 이루어졌다(Morse & Field, 1995). 본 연구의 참여자는 대구, 경북에 거주하는 현직 교사 8명과 대학 교수 1명인 총 9명이며, 수학 교수-학습에 관련된 공학을 적어도 3년 이상 맡게는 10년 이상 꾸준히 연구하고 학교 현장에서 수업을 진행하고 있다. 연구 참여자의 성별, 경력, 학력, 수업대상, 수업에 사용한 공학도구 등의 구체적인 정보는 [표 3]에 제시하였다.

[표 3] 연구 참여자 정보

[Table 3] Information of research participants

참 여 자	성 별	교 직 경 력 ( 년)	학 력	수 업 대 상	수 업 에 사 용 한 공 학 도 구
A	남	17	석사	초·중학생 (일반학급, 영재, 동아리)	TI-89, Voyage™200
B	남	13	박사	초·중·고·대학생, 교사, 학부모 (영재, 과학중점학교, 대학강의, 교사연수, 학부모 교육)	TI-89, Voyage™200, TI-nSpire CX CAS, Excel, Cabri, GSP
C	남	11	석사	초·중·고등학생 (일반학급, 영재)	TI-89, Voyage™200, TI-nSpire CX CAS
D	남	10	석사	고등학생(동아리)	TI-nSpire CX CAS
E	여	16	석사	초등학생(영재학급)	TI-73, Logo, GSP
F	여	12	석사	고등학생(일반학급)	TI-nSpire CX CAS
G	여	11	석사	초·중학생(영재)	TI-89, Voyage™200
H	여	8	석사	고등학생, 대학생, 교사 (일반학급, 교사연수)	Geogebra, Excel, GSP, Cabri, Mathematica TI-nSpire CX CAS
I	여	7	석사	중학생(일반학급)	TI-nSpire CX CAS

3. 데이터 수집 및 분석 방법

데이터의 수집은 주로 포커스그룹 인터뷰를 실시하였으며, 추가적으로 개별 심층 인터뷰도 실시하였다. 인터뷰를 시작할 때 연구 목적을 간략하게 알려주었고, 인터뷰의 모든 내용은 비밀로 한다고 분명히 전달하였다. 따

라서 공학을 사용하는 교사들이 정기적으로 연구하는 모임에서 연구 참여자를 대상으로 자료를 수집하였다. 포커스그룹 인터뷰는 2차시(2013년 6월 8일, 2013년 7월 13일)에 걸쳐 이뤄졌고, 1회당 포커스그룹 인터뷰에 걸린 평균 시간은 1시간 30분 정도이다. 포커스그룹 인터뷰의 내용을 따로 정리한 뒤, 충분히 논의가 되지 않은 내용이 있었을 때에는 6월과 7월에 걸쳐 개별 심층 인터뷰를 실시하였다. 연구 참여자들이 편한 상태에서 주제에 관해 자신들의 생각을 자유롭게 말할 수 있도록 하되 (Bogdan & Biklen, 2010) 어느 한 대상자에게만 편중되지 않고 모든 대상자가 한 질문에 한 번 이상 이야기할 수 있도록 하였으며(송미령, 이용미, 천소희, 2010), 연구 참여자들이 편안하게 느끼는 장소에서 그룹 인터뷰와 개별 인터뷰가 진행되었다.

포커스그룹 인터뷰 질문 형태는 도입 질문(Opening questions), 소개 질문(Introductory questions), 전환 질문(Transition questions), 핵심 질문(Key questions), 정리 질문(Ending questions)으로 구성하였으며(Krueger & Casey, 2000) 질문 내용은 [표 4]와 같다.

[표 4] 포커스 그룹 인터뷰 질문

[Table 4] Focused group interview questions

질문 단계	질문 내용
도입 질문	· 공학 사용에 대해 얼마나 관심이 있습니까?
소개 질문	· 평소 공학을 어떻게 사용하고 있고 어떤 생각을 하는지 자유롭게 말씀해 주십시오.
전환 질문	· 수학 시간에 사용한 공학은 이런 점이 좋다고 한다면 어떤 점인지 말씀해 주십시오. · 어떻게 하여 그렇게 생각하게 되었습니까? · 그 단원에서 공학의 어떤 점이 학생들의 이해도를 높이는 것 같다고 생각하십니까?
핵심 질문	· 수학 수업시간에 공학 사용에 대해 어떻게 생각하십니까? · 선생님들께서는 공학을 사용하기 전과 사용하였을 때의 차이점을 말씀해 주십시오. · 수학 수업시간 중 공학을 사용한 구체적인 수업 내용은 무엇이었습니까? · 교육과정에 맞는 내용입니까? · 공학을 사용하였을 때 학생들의 반응 및 이해도는 어떠했습니까?

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 학생들의 참여 정도는 어떠했습니까?</li> <li>· 학생들은 공학 사용을 잘하는 것인지 수학을 잘하게 되는 것인지 어떻게 구별하십니까?</li> <li>· 수업시간에 공학을 사용한 후의 효과를 경험해 보셨다면 어떤 경험이었는지 말씀해 주십시오.</li> <li>· 공학을 수업 시간에 사용하는 데 있어 불편한 점은 무엇이었습니까?</li> </ul>
정리 질문	· 지금까지 말씀해 주신 공학 사용 방법, 공학에 관한 느낌과 신념, 그리고 수업시간에 어떻게 활용하셨는지에 대한 내용을 요약하면 다음과 같습니다. 혹시 빠진 내용이나 추가할 내용이 있습니까?

수집한 데이터는 녹취록을 작성하여 여러 번 반복하여 읽으면서 의미있는 단어, 문장, 문단을 선택하여 개방코딩을 한 후에 유사한 문장과 문단으로 구분하고, 구분된 문장에서 하위주제를 찾아서 주제를 도출하여 명명하였다(Hiesh & Shannon, 2005; Strauss & Corbin, 1990). 자료 분석의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해 연구자들은 자료 분석의 결과에 대해 동의할 때까지 분석을 반복하였으며, 자료 분석의 민감성을 높이기 위해 수집된 자료를 반복하여 읽으면서 비교 분석하였다. 분석된 자료는 원자료의 타당성을 검증하고자 연구 참여자 중 한 명에게 개별 심층 인터뷰를 실시하여 분석한 자료가 연구 참여자들의 공학에 대한 신념과 방해요인을 잘 반영하고 있는지, 중심 주제의 명명이 적절한지에 대해 의견을 수렴하였다. 이로부터 찾아낸 공학 사용의 경험에 근거한 중심 주제는 공학에 관한 신념(수학 개념의 이해와 다양한 표상 활동에 도움이 되는 공학, 흥미를 유발하는 공학)과 공학 사용을 방해하는 요인(평가와의 비연계성, 수학에 관한 신념, 관리·지원의 어려움, 수업설계의 어려움, 공학도구 작동 방법의 학습에 대한 어려움)이다.

#### IV. 연구 결과 및 분석

##### 1. 공학에 대한 교사의 신념

1) 수학 개념의 이해와 다양한 표상 활동에 도움이 되는 공학

연구에 참여한 교사는 각자의 수학 수업에 공학을 사용한 경험에 비추어 볼 때 공학은 여러 측면에서 수학 교수에 도움이 된다고 한다. F 교사 경우 고등학교 수학 수업에서 칠판과 분필만의 사용으로 함수의 역동적인 모

습을 설명하는 데 어려움이 있었지만, 공학은 그 어려운 부분에서 도움이 되었다. 아래의 인용문을 보면 F 교사 경우 함수의 역동적인 측면을 설명하는데 공학이 도움됨을 알 수 있다.

삼차함수와 사차함수를 이용하여, 그리고 (삼차방정식과 사차방정식에서) 애들이 실근을 몇 개 갖는가 이런 문제를 할 때 칠판을 이용하여 상수를 변화하면서 설명하기가 너무 힘들더라고요. 보여주기가. 그래서 아 바로 이거(그래프계산기)구나 해서. 그러면서... (중략) ... (공학을 사용하여) 수업을 진행하니깐 제가 생각하기에 (학생들의) 이해도가 조금 높았던 것 같았고... (F, 그룹인터뷰 #1)

또한, 수학 학습의 수준 차이가 있는 학생들과 수업을 진행할 때 공학은 스케폴딩(Collins, Brown, & Holum, 1991)의 역할을 하여 수업 진행을 원활하게 하는 데 도움을 준다고 했다.

(인수분해가) 안 되는 애들 데리고 (인수분해만) 계속하면 3차 방정식을 나갈 수가 없어요. 그럼 (인수분해가) 안 되는 애들은 인수분해를 (CAS 계산기로) 쓸 수 있도록... (F, 그룹인터뷰 #1)

C 교사 경우도 지필로 표현하기 힘든 부분과 내용 및 개념의 도입 부분에서 공학이 도움이 된다고 했다. 더군다나 공학을 개념 학습을 위해 그리고 다양한 표상으로 나타내는 데 사용하고 있었다. 이렇게 공학을 사용해서 다양한 표상으로 나타내는 것은 학생들의 미분 개념을 이해하는 데 도움이 된다고 믿고 있었다.

계 계산기로 학생들에게 주요 내용이나 개념을 도입하거나 설명할 때, 지필로 그려질 수 없는 그래프나 지필로 표현되지 않는 (여러 가지) 다른 표상들을 학생들에게 보여주고, 움직이는 표상이라든지, 아니면 그래프 모양들을 실제로 우리가 손으로 잘 그릴 수 없는 것들. 극한 같은 단원을 다룰 때는 실제로 그래프를 보여준다든지, 미분단원은 CBR을 빌려가서 제가 움직이는 것을 보여주고 시범을 보여주는 것을 중심으로 많이 사용했고. (C, 그룹인터뷰 #1)

CBR은 고등학교 수업할 때도 상당히 아이들이 미분 적분학 단원에서 미분을 배울 때, CBR이 학생들의 미분을 해석하는 데 도움을 줄 것 같고. 그것으로 연구수업도 했었는데, 다른 선생님들이 그냥 말

로 설명할 때와는 몸으로 움직이는 표상을 보여 주는 게 상당히 (개념을 학습하는데) 도움이 됐어요. (C, 그룹인터뷰 #1)

B 교사 경우도 공학이 수학 개념에 관한 이해를 깊게 해준다고 언급하였다.

계산기를 사용하니까 수학 개념에 관한 이해가 깊어지고... (B, 그룹인터뷰 #1)

H 교사 경우 공학을 사용하기 전에는 교사와 학생이 이해하지 못했던 부분이 있었지만, 공학을 사용한 후에는 포물선 운동의 함수 개념과 매개변수 함수의 이해에 도움된다고 하였고, 교사뿐만 아니라 학생도 식을 해석할 줄 알게 되었다고 한다.

저는 포물선 운동을  $x$ 좌표  $y$ 좌표 분석해서 물리학적으로 이것을 제대로 이해하고 있는 학생을 보기 힘들거든요... (중략) ... 포물선 운동, 수직선운동, 이런 운동성 관점과 함수 개념이 제대로 이해했다는 생각을 받아본 적이 없고, 솔직히 말하면 저도 몰랐고. (H, 그룹인터뷰 #1)

$x(t)$ 가  $t$ 에 관한 3차식을 썼을 때 애들이 정말 아무 생각이 없었어요. 처음에는. 저도 아무 생각이 없었고, 그런데 어느 정도 애들이  $t$ 에 대한  $x(t)$ 의 3차식을 직접 구현하는 것을 보고 이 점이 이렇게 왔다 갔다 하는 걸 한번 보고 난 아이들은 식을 보는 느낌이 달라지더라고요. 해석도 할 줄 알고. (H, 그룹인터뷰 #1)

또한, H 교사에 따르면, 공학은 수학의 추상적 지식을 시각적으로 시각할 수 있도록 구현해 준다. 이러한 공학의 기능은 학생들의 사고를 시각하게 함으로써 교사가 수업을 원활하게 진행하는 데 도움이 된다.

제가 (공학을) 3년을 (꾸준히) 써 본 결론은 분명히 학생들의 사고 과정을 볼 수 있는 기능으로서의 역할은 분명히 있는 것 같다. (H, 그룹인터뷰 #1)

그리고 교사 자신의 교수학적 내용 지식의 부족함을 극복하기 위해 공학을 사용하였고, 공학을 사용하면서 해석을 강조하는 수업 방식으로 변화되었다고 하였다.

제가 봤을 때, 공학 도구에 관심이 있었던 가장 큰

이유는 제가 기하가 이해가 안 되서, 기하를 워낙 모르고, 대학교 전공할 때도 기하가 제일 어려웠고, 보조선 갖는 것 너무 힘들고 솔직히 함수식도 잘 이해가 안되고, 그래서 저부터 이해를 하고 싶으니까 이해를 해야 가르치니까 그래서 자꾸 프로그램을 썼는데... (중략) ... 제가 어떻게 변했는지는 알겠는 거예요. 제가 프로그램을 쓸 때와 쓰지 않을 때의 차이를. 제 스스로 느끼기에는 해석 차이가 있다고 느끼니까 그래서 아이들에게 자꾸 해석하려고 하고. 그러다 보면 문제풀이(방식)가 완전히 달라지는 부분이 있더라고요. (H, 그룹인터뷰 #1)

위의 연구 결과를 요약하면, 수학 수업에서 공학은 수학 개념의 이해와 다양한 표상 활동에 도움이 된다는 것을 알 수 있었다. 공학은 학생의 사고를 시각적으로 시각 가능하게 해주며 도구유발행위(instrumented actions) (Rivera, 2005)의 기능이 있어서 수학 수업에 공학을 사용하면 학생의 사고에 대한 이해를 바탕으로 수업을 원활하게 진행하는 데 도움이 될 것으로 판단된다. 이들 교사의 인터뷰를 통해 공학이 활용된 구체적인 수학 교과 내용은 삼차 · 사차 함수의 역동적인 모습, 미분 개념, 포물선 운동의 함수 개념, 매개변수 함수의 개념, 기하 내용 등이며, 교사는 이러한 수학 내용에서 공학을 통해 수학 내용을 다양한 표상으로 표현하고, 공학은 수학 능력이 부족한 학생들에게 스케폴딩으로의 역할을 하여 교수 실행에 도움이 되고 있음을 알 수 있었다.

## 2) 학생의 흥미를 유발하는 공학

연구에 참여한 대부분 교사는 공학이 학생의 흥미를 유발하는 것에 대해 동의하였다. 칠판과 분필에 의존하는 기존의 수학 시간과 비교하여 학생들은 공학도구를 새로운 도구로 받아들이는 것 같다고 하였다. C 교사 경우 영재반 수업에서 공학은 학생들에게 흥미를 유발하는 도구가 됨으로써, 큰 소수의 발견에 대한 즐거움과 다양한 표상을 경험할 수 있었다고 한다.

영재반 수업에서 학생들에게 상당히 흥미거리가 되는 것 같더라고요. 작은 거지만 실제로 발견할 수 없었던 것들을 많이 발견할 수 있으니까... 특별히 애들이 가장 흥미를 느낀 것 중의 하나는 소수. 학생들이 소수에 대해 그냥 잘 알아봐야 13, 17, 23까지 알다가 (공학도구의 메뉴 중) factor에서 큰 소수 찾는 거 하나... (중략) ... 큰 소수를 찾으면서 발견하는 재미를 느끼고 (C, 그룹인터뷰 #1)

CBR을 통해서 평소에는 해볼 수 없었던 자기 움직임을 표상으로 사용하여 함수를 해석한다든지 이런 것들은 상당히 학생들이 흥미로워 했는데 (C, 그룹인터뷰 #1)

또한, 보충반 학생들은 상반이나 중반 학생들도 만져보지 못하는 공학도구를 만질 수 있다는 사실 자체에 즐거워했고, 이런 특이한 즐거움은 수학을 잘 할 수 있을 것 같다는 자신감을 가지게 했다. 이것은 공학도구가 수학적 능력의 부족함에 대한 인지적 스케폴딩 뿐만 아니라 학습의 자신감이라는 정의적 스케폴딩도 제공할 수 있다고 해석된다.

학생들이 처음에는 상당히 신기해하고. 상반과 중반은 (공학도구를) 못 만지는데 자기는 하반인데도 만질 수 있으니까 즐거워하고 재미있어 했어요. (C, 그룹인터뷰 #1)

‘수업시간에 선생님 정말 좋은 것 같아요. 하반(에) 오길 정말 잘한 것 같아요. 수학 이제 좀 할 수 있을 것 같아요.’ (라고 학생이 말했다) (C, 그룹인터뷰 #1)

그리고 C 교사는 공학자체가 일반 학급 학생들에게 흥미거리라고 했다.

계산기라는 도구 자체가 주는 흥미 때문에... (C, 그룹인터뷰 #1)

F 교사 경우, 수학 수업에 익숙했던 자연계열 고등학교 2학년 학생들에게 수학교사가 노트북을 들고 교실에 설치된 모니터에 연결하여 공학용 소프트웨어를 사용한다는 것 자체가 새롭고 흥미롭게 느껴진 것으로 판단된다.

학생들이 놀라더라고요. 컴퓨터(프로그램이 깔린 노트북)를 들고 (수업에 들어)가서. (교실에 있는 모니터)에 연결하고... 그러는데... (학생들이) 뭐냐고... 호기심을 갖더라고요. (F, 그룹인터뷰 #2)

또한, F 교사가 맡고 있는 보충반 학생들의 대부분은 중학교 때부터 수학학습을 포기하였고 고등학교 수학시간에는 오히려 자거나 친구들과의 잡담으로 수업을 방해했던 학생들이라고 했다. 이런 보충반 학생들에게 스마

트폰같은 TI-nspire라는 공학도구는 관심을 끄는 대상이 되었다.

“이거 뭐예요? 우와... 이거 스마트폰 같다. 이거 뭐하는 거예요?” 라고 관심을 가지고... (하반에서) 눈을 뜨고 있는 자체가 감사하죠... (F, 그룹인터뷰 #2)

H 교사 경우, 학생은 칠판과 분필에만 의존했던 수업보다 공학을 사용한 수업에서 학생들은 시각적인 영향을 받아 집중을 더 잘한다고 하였다.

애들이 프로그램을 사용할 때... 큰 화면과 컬러 때문인지... 지필환경보다는 집중을 더 잘 하더라고요. (H, 그룹인터뷰 #1)

또한, H 교사 자신이 다양한 문제를 만들어가고 답을 찾는 과정에서 수학에 흥미를 더 가지게 되었다.

공학을 사용하면서 답이 안 떨어지고 답을 찾아가는... 이제는 명확한 수학이 재미가 없더라고요. 차라리 이러한 수학이 매력이 있다고 생각해요. (H, 개별인터뷰 #3)

G 교사 경우, 영재수업에서 CBR을 사용한 수업이 다른 수업에 비해 학생들과 학부모에게 흥미를 준다고 했다. 영재수업에 참여한 학생과 학부모는 처음 보는 것에 대해 호기심이 강한 듯하다.

학부모들이 저에게 많이 찾아오셨어요. 찾아오셔서 이런 거 처음 봤다고... 교육청 영재에서도 본적이 없는 데. 지역 영재에서 처음 봐서 학부모들에게 의외가 대개 많이 들어왔어요... (중략) ... 애들이 너무 좋아하고, 다른 영재수업하고 비교했을 때, 다른 영재수업은 뻔하거든요. (G, 그룹인터뷰 #1)

A 교사 경우도 역시 영재반 수업에서 학생들은 공학사용을 흥미로워했다.

CBR을 2시간 했는데 애들이 좋아하더라고요... (중략) ... 재미가 있다 (라고 학생들이 말하더라고요.) (A, 인터뷰 #1)

또한, A 교사가 가르치던 학생 중 한 명은 공학용 소프트웨어를 접하면서 태도도 바뀌고 수학을 좋아하게 되

어 결국 성적이 향상되었고, 졸업한 후에도 계속해서 흥미를 가지고 무언가를 만들고 있다고 학생의 어머니가 찾아와서 감사의 말을 전하였다고 하였다.

영태가 그때 Geogebra 하면서 애가 완전히 바뀌었다. 바뀌어서 수학을 좋아하게 됐고 지금도 수학에 1등급이 나고 다른 거는 못하는 데... 애가 건축공학과를 가려고 하는데, 애가 지금도 프로그램을 이용해서 뭔가를 만드는 것을 좋아하는데, 대개 그때 고마웠습니다 하더라구요. 그개(수업 중 공학을 사용하였던 것이) 애 인생도 바뀔 수 있겠구나 했고. (A, 인터뷰 #1)

연구 결과, 수학 교실에서 공학도구는 학생들에게 새로운 과목과 발견의 즐거움을 제공하고 교사 자신에게도 흥미를 유발한다는 것은 연구에 참여한 교사들의 경우에서 알 수 있었다. 이들 교사들에 따르면 수학 시간에 공학도구 자체는 학생들에게 신기한 존재이며, 공학의 시각적 효과에 의해 학생들에게는 수업의 집중을 향상시키는 효과가 있었다. 그리고 공학을 사용하는 학급의 학생들은 공학을 사용하지 않는 다른 수준별 학급보다 교육적 혜택을 더 받는다고 생각하는 것으로 나타났다. 영재반 학생들을 대상으로 공학을 사용한 수업에서 공학은 영재반 학생들에게 흥미를 주었고, 보충반과 일반학급에서 학생들은 공학에 흥미와 호기심을 가졌다. 덧붙여 공학도구를 통해 교사도 문제를 구성하고 답을 발견하는 흥미로움을 느꼈다. 이는 공학도구가 학생들과 교사에게도 흥미를 주었다고 말할 수 있을 것이다.

## 2. 공학 사용을 방해하는 요인

### 1) 평가와의 비연계성

연구에 참여한 교사들은 평가에서 공학을 사용하지 못하는 점과 공학을 사용한 수업이 입시와 관련된 평가 문항과의 비연계성을 언급하였다. G 교사 경우를 보면, 영재 수업에 참여한 학생들은 중학교 영재 수업이 과학 고등학교 입시와 직접적인 관련이 없다고 판단하였기 때문에 고등학교 입시를 준비하는 데 시간이 부족하다고 느낀다고 언급하였다.

영재아이들도 학교 수업도 너무 올인하다 보니깐 과고를 가기위해 (입시 공부할) 시간이 좀 부족한 거. (G, 그룹인터뷰 #1)

F 교사 경우, 학교 시험에서 계산기를 사용할 수 없음을 지적했다.

시험 칠 때 계산기를 사용하지 못하니깐 (F, 그룹인터뷰 #1)

B 교사 경우, 수학 교실에서 계산기를 사용한 수업이 가능하지만, 평가할 때 계산기를 사용하지 못하는 것에 대한 계산기 사용의 불합리성을 지적했다.

계산기를 쓰면 되기는 되는데, 교실에서는 할 수 있는데 시험 칠 때는 못쓰는데 이것을 왜 하나냐? 선생님들 중에도 이런 이야기를 하는 사람이 있지. (B, 그룹인터뷰 #1)

C 교사 경우, 학교 내의 시험문제가 복잡한 계산 문제에 치중해 있다고 말하였다. 공학을 사용하여 시험문제를 풀 수 있게 한다면 지필에서의 복잡한 계산 문제보다 학생들의 수학적 사고력을 테스트할 수 있는 문제를 출제할 수 있다고 판단된다.

학교에서 치는 시험문제의 스타일이 이것은 손으로 풀어야만 되는 문제밖에 안내는 거야. 계산문제를... 사실 계산기에 넣으면 할 것도 없는 문제를 손으로 하게 만드는 거야. (C, 그룹인터뷰 #1)

또한, 예를 들어 공학을 사용한 수업에서 유리방정식의 해 구하는 기본적인 절차를 학습했음에도 불구하고, 대학수학능력시험에서는 이러한 절차를 이용하여 풀 수 있는 문제가 출제되지 않고, 기본적인 절차 외의 방법으로 풀어야 쉽게 풀리는 문제가 출제된다는 점을 지적했다.

우리나라 교육과정에서 특별히 유리방정식 같은 경우는 학생들이 절차를 공부하더라도 시험을 칠 때는 풀 수 없는 문제들이 있어요. 예를 들어 유리방정식을 분명히 푸는데, 그런(유리방정식의 해를 구하는) 절차는 계산기를 통해서 잘 배웠는데, 수능문제에서 어떤 것이 나오냐 하면, 두 개씩 잘 모아서 두 개씩 두 개씩 통분해야 문제가 풀리고, 실제로 곱해서 문제가 풀리긴 하는데 항의 차수가 너무 커지는 거죠. 4차가 되버린단던지 그래서 동류항 정리하는데 시간이 너무 많이 걸리고 그런 문제들이 좋은 문제인 것처럼 우리나라

라 시험문제에 나오는 것들이 있더라고요. 실제로 학생들이 유리방정식을 풀 수 있는 절차를 완벽하게 잘 이해했는데, 그리고 시험을 칠 때는 문제가 생기는 이런 것들이 안타까운 일이었고. (C, 그룹인터뷰 #1)

특히, 수업 중에서는 학생들이 계산기로 풀 수 있는 교과서 문제가 있지만, 공학을 사용하지 않은 여러 교과서들과 협의하여 출제하는 학교 내 시험은 보충반 아이들은 쉽게 접근하지 못한다고 하였다.

계산기로 자기가 풀 수 있는 문제도 생기고 교과서에 있는 것들도 잘 해결을 했는데, 문제는 학교 시험문제를 제가 내지만, 상반선생님도 있고, 하반 선생님이 있으니까 학교 시험문제를 교수님이 말씀하신 것처럼 계산기를 이용해서 풀었을 때 지필에서 좋아질 수 있는 그런 문제를 내고 싶어도 그런 문제를 내는 데 한계가 있고, 그런 문제들은 또 특별히 부진반 학생들에게. (C, 그룹인터뷰 #1)

E 교사는 수업시간에 다양한 공학을 사용하여 다양한 활동을 하였지만, 수학 시험이 다가오는 일주일 전에는 모든 활동을 멈추고 반복 연습을 시킨다고 했다. E 교사는 수학 성적을 올리는 방법을 본인의 학습방법과 경력을 통해 습득한 것인지는 알 수 없었다. 그리고 교사는 시험 문제가 반복 연습으로 맞출 수 있는 문제만 출제가 된 것인지에 대한 검토가 필요하다.

지필들도 시험을 치잖아요. 다른 사람들이 보기에 내가 수학을 좀 잘하고 내가 수학을 좋아하고 수학을 대개 가르친다고 생각하고 수업시간에... 공개수업에서 봤을 때는 대개 재미있게 잘한다고 하는데 성적을 보면 그렇게 하면 성적이 잘 나와야 한다고 생각하잖아요. 근데 욕먹을까 봐 두려운 거예요. 그래서, 시험기간 일주일 전에는 반복 연습시키는 게예요. (E, 개별 인터뷰 #1)

비록 시험을 칠 때 학생들이 공학을 사용할 수 없지만, 수학 교사들이 공학의 경험을 지필 시험에 연결될 수 있도록 한다면 이러한 어려움은 극복할 수 있을 것이라고 생각된다.

계산기를 가지고 인수분해를 하면, 나중에 지필 할 때 계산기의 경험이 지필에서의 연습이나 이해에 도움이 돼야 된다는 것이지... (중략) ... 활동이 계산기의 경험에서만 끝나게끔... (하면 안되고 지필과

연결시켜 줘야 한다) (B, 그룹인터뷰 #1)

또한, 중학교 때부터 수학학습을 포기하여 고등학교 수학책이 의미 없었던 보충반 학생들에게, 교사가 수업과 수행평가를 연결하고 공학을 사용하여 교과서에 제시된 문제를 풀 수 있게 한다면 학생들은 교과서를 볼 것이며 풀 수 있다는 자신감도 가지게 될 것으로 판단된다. 그리고 교사는 보충반 학생들을 위한 시험 문제를 꼭 출제한다면 공학과 평가의 거리가 좀 더 가까워질 것으로 판단된다.

하반에는 익힘책이 필요가 없어요. 수학책도 볼 일이 없거든. 그런데 분반하고 첫 수업에 책가지고 와라. 수행평가 태도점수 100점 주고 싶으니까... 안가지고 오면 (태도점수) 깎는다. 그러니까 책을 다가지고 와요.... (중략) ... 학생들이 풀 수 있는 것만 동그라미 쳐줘요. 직접 하나 하나. 그리고 그중에서 기말고사를 냈어요. 그랬더니 정말 (중간고사에서) 출 세웠던 애들이 대부분 성적이 올랐고... 수학 책도 복습하고... 좋아하는 것 같더라고요... (F, 그룹인터뷰 #2)

연구 결과, 수학 수업 중에 공학을 통해 수학 내용을 잘 이해하고 절차를 학습하였지만, 학교 시험과 대학수학능력시험에서 공학을 사용하지 못하는 점, 공학을 사용하지 않은 교사와의 공동 출제를 공학 사용의 방해 요인으로 지적하였다. 초등교사의 경우, 수업 중에는 다양한 활동을 하지만 시험 일주일 전에는 반복 연습을 한다고 했다. 이런 방해 요인을 극복하기 위해 공학 사용의 경험과 지필 평가와의 연결, 수업 중의 활동과 수행평가와의 연결이 필요하다고 생각된다.

## 2) 수학에 대한 신념

연구에 참여한 대부분의 수학교사가 가지고 있는 수학에 대한 신념은 수학이 완벽한 지식체이며 정답은 하나라고 여기는 경향이 있었다. G 교사 경우 수학에 대한 신념이 절대주의(Ernest, 1989) 관점을 지니고 있어 고등학교 수업에선 공학을 사용하지 않는다고 했다.

아직 신념이 부족해서... 수학은 완벽하고... (G, 개별 인터뷰 #2)

F 교사 경우, 수학을 유일하고 완벽하며 변함없는 진

리에 가까운 학문이라고 여겼지만, 공학을 접하면서 혼란스러워했다.

처음에 Voyage는 좀 믿음이 좀 안 갔고, 절대주의자였기 때문에 혼란스러웠고, '수학을 하는데 왜 계산기를 해야 (하)지' 라는 생각이 너무 많이 들어서 너무 힘들었고... (F, 그룹인터뷰 #1)

D 교사 경우, 오랫동안 수학에 관한 절대주의자(Ernest, 1989)이었고 절대주의자가 틀린 것 같지 않다고 생각하고 있었으며 수학 수업에서도 수학에 대한 신념이 수학 교수 방법에 영향을 미쳤다.

오랫동안 접하고 오랫동안 해왔고... 그런 수학의 매력에 잠깐 빠졌지... 대학에서 뭇 모르고 공부할 때... 근데 그 쪽의 사고도 틀린 것 같지 않아요. (D, 개별인터뷰 #1)

수업시간에는 정의부터 시작해야 되고, 정리. 정말 수학과에서 하는 방식에 익숙해져 있고... 그런 측면이 아직까지는 있고... (D, 개별인터뷰 #1)

E 교사 경우, 교과서는 구성주의 관점으로 구성되어 있고 활동도 다양하게 하고 있지만, Raymond(1997)의 연구 결과와 같이 수학에 관한 신념이 교수-학습에 영향을 미치고 있었다.

초등학교 교과서 자체가 구성주의 관점으로 되어 있어요... (중략) ... 저는 구성주의로 할까하고 생각은 하지만, 그것은 가장한 것이고... (중략) ... 그런(답이 하나인) 생각을 항상 가지고 있는 거예요. 예들이 이상한(결과와 다른) 이야기를 하면 예들아 그게 그게 아니고 이렇게 생각해 보는 게 어때? 하고 내가 알고 있는 거, 내가 가르쳐야 되는 개념을 이끌어 가는 거죠. 그래서 전 절대주의인 것 같아요. (E, 개별인터뷰 #1)

H 교사 경우, 수학은 답이 하나이고 논리적인 학문이라고 생각하고 있었다.

원래는 수학이 굉장히 논리적인 학문이라고 생각하고... 딱딱딱 맞추면 답이 나오는데... (H, 개별인터뷰 #3)

본 연구에 참여한 교사들 모두 수학을 좋아하고 수학의 유일한 해답과 확실성의 매력에 빠져있었다. 물론 수

학교사가 가지고 있는 절대주의의 관점이 반드시 잘못되었다고 말할 수 없다. 하지만 수학교사의 수학에 대한 다양한 관점은 학생들이 수학을 보는 관점에 영향을 주어 좀 더 다양해 질 것이라 판단된다. 박사과정을 통해 D 교사는 수학에 관한 관점이 서서히 변하고 있다고 하였고, F 교사는 수학 지식에 관한 관점이 다양하다는 것을 알게 되었다.

수학이 변화한다는 것은 (박사)공부를 해서 머릿속으로 받아들이지는데... 100% 동조되는 단계는 아닌 것 같고... 변화하고 있는 단계라는 건 느껴져요... 공부 한거지... 계속해서 접하게 되고 공부하게 된거지. (D, 개별인터뷰 #2)

석사 때는 몰랐고, 박사 들어와서 수학은 추측가능하니, 변화 발전가능하니... 라는 사실을 알게 되었고 지도교수님의 영향도 받게 된 것 같고... 수학은 오류를 범할 수 있다고 의심도 하게 되고... (F, 개별인터뷰 #3)

연구 결과, 연구에 참여한 대부분 교사는 수학은 완벽한 지식체이며 정답은 하나라고 여기는 수학에 대한 신념을 가진 절대주의자(Ernest, 1989)였다. Raymond(1997)의 연구 결과와 같이 수학에 관한 교사의 신념은 교수-학습에 영향을 미치고 있었다. 특히 D 교사와 F 교사는 박사과정을 통해 수학에 관한 관점과 교수-학습 실행이 변화했다고 하였다. 이와 같은 방해요인을 극복하기 위해 수학 교사 자신이 변화하고자 하는 노력과 그 변화에 맞는 지식을 쌓기 위하여 일시적인 연수과정보다는 학위과정을 통한 학습이 필요하다고 판단된다.

### 3) 관리 · 지원의 어려움

연구에 참여한 교사들은 학교에 있는 공학을 사용하지 않는 수학 교사와 다른 교수-학습방법으로 수업을 진행하고 있다. 이 교사들은 공학 도구를 관리하고 이동해야 할 무거운 짐으로 생각한 적이 많다. G의 경우, 공학도구인 Voyage<sup>TM</sup>200을 40대를 혼자서 들고 4층 계단을 왕복하는 육체적인 어려움이 있었다.

힘들었던 거는 맨날 나 혼자 들고 다니고, 나눠주고 걷고 나눠주고 걷고. 영재수업에서는 그런 짐이 물리

적으로 좀 힘들었고 (G, 그룹인터뷰 #1)

F 교사 경우, 학교에 수학 교과만 사용할 수 없는 수학 전용 교실이 있어서 공학도구의 분실 문제로 인해 교사가 직접 들고 다녀야 하는 어려움이 있었다. 또한 공학 도구를 충전해야 하는 번거로움도 있었다.

단점은 들고 다녀야 된다는 것과 나의 교실이 없기 때문에 충전해야 한다는 것 (F, 그룹인터뷰 #1)

C 교사 경우, 학교는 공학 사용을 뒷받침하지 못하는 낙후된 시설이었고 교사 개인이 계산기 화면을 확대시켜 주는 프리젠티(presenter)를 구입하여 공학을 사용하여도 빔의 상태가 좋지 않아 어려움을 겪고 있었다.

문제는 학교 시설자체가 노후 됐으니깐 불을 꺼야지 빔프로젝트의 화면이 보인다던지, 이런 것들이 칠판에 같이 쓰고 설명을 하고 이렇게 하면 좋은데, 화면이 잘 안보이니깐 이런 문제가 있었고, (C, 그룹인터뷰 #1)

그리고 교사가 수업하는 반이 한 반만 아니므로 매시간 분배와 회수에서 분실 사고가 발생하였고, 이를 극복하기 위해 계산기마다 이름을 붙였지만 계산기를 학생들 모두에게 나눠주는 시간이 많이 걸려 수업에 영향을 미쳤다.

지속적으로 매시간 나눠주고 받고 이러니깐...계산기를 2개가 잃어버렸거든요. 뒤에 스티커를 붙여서 제가 이과 4반을 수업해서 4명의 이름을 붙여놨어요. 그래서 처음에는 한 개씩 나눠주면 되니깐 자기가 찾아서 갖는데, 시간이 너무 많이 걸리는 거예요. 주변이 먼저 가져가서 설치하고 한명씩 나눠주는데 자기 이름이 붙은 것을 찾아가려고 하니 상자 안에서 안보이니깐 뒤지고 하다 보니 나중에는 그냥 막 나눠주니깐 잃어버리기도 하더라고요. (C, 그룹인터뷰 #1)

또한, 계산기에 들어가는 건전지는 교사가 부담해야 하는 경제적 어려움이였다. 한 계산기의 건전지 값이 2000원일 때, 40대면 80000원이며 이것 또한 분실 사고가 일어났다.

건전지 값이 많이 듭니다... (중략) ... 건전지도 한 개

산기에 2천원 정도 들거든요. 그런데 자기가 계산기의 건전지를 빼가고. 이런 경우도 가끔 있는데. (C, 그룹인터뷰 #1)

E 교사 경우, 계산기의 초기 화면으로 교사가 직접 바꾸고, 수업에 사용할 소수의 자릿수를 제한해야 한다는 번거로움이 있었다.

소수 첫째 자리까지 나오게 맞추려면 일일이 다 해놔야 되니까... 안 그럼 애들이 힘들어하고... 수업이 끝나면 계산기를 한 대 한 대 보고 조작해서 처음상태로 돌려 놓구요... (E, 개별인터뷰 #3)

H 교사 경우, 수업을 할 때마다 노트북을 가지고 교실에 연결해야 하는 일은 번거롭게 생각했다.

노트북을 계속 들고 올라가야 하거든요. 매번 챙겨서 들고, 아니면 학생 시켜서 들고 올라가서 꽂고 다 끝난 다음에 이런 것도 다 일인 것 같고 (H, 그룹인터뷰 #1)

연구 결과, 본 연구에 참여한 교사들에게는 교실 환경, 계산기의 관리 및 이동, 공학용 소프트웨어가 탑재된 노트북의 관리, 계산기의 건전지까지 방해 요인으로 작용하였다. 이러한 방해 요인의 경우, 공학 사용을 지원할 수 있는 수학 전용 교실을 구축하고, 계산기의 건전지는 학교 예산으로 미리 준비해 두고, 계산기의 관리 및 이동, 노트북의 이동과 연결은 수학교우미를 활용한다면 이러한 방해 요인은 조금 해소될 것으로 판단된다.

#### 4) 수업설계의 어려움

공학을 사용하는 데 방해 요인으로 작용하는 것은 공학을 사용할 때마다 공학을 활용한 수업지도안을 설계해야 하는 어려움이다. F 교사 경우, 보충반 학생들에게 맞는 수업설계와 수업자료를 새롭게 만들어야 하는 어려움을 언급했다.

연립방정식이라는 것은 내가 어떻게 애들에게 계산을 만들어줘야 하는가 하는 것이 너무 힘들니까. 책에서 찾아보긴 하지만, 다양하게 (수업 구성 내용이) 나오지 않더라고요. 없어요. 제 아이디어로 해야 한다는 중압감이 심하고... (F, 그룹인터뷰#1)

보충반 학생들의 학습 수준 차에 따른 수업 내용 구성의 갈등이 나타났다. 이는 보충반 뿐만 아니라 기본반, 심화반에서도 학생들의 학습 수준차가 존재한다. 지필 환경에서 극복하지 못한 부분을 공학으로 극복하려는 교사들의 수업설계 부분에 어려움을 겪고 있는 듯하다.

하반도 수준차가 있으니까... 어떻게 짜야 수업을 잘 (할 수 있을까?). (F, 그룹인터뷰#1)

공학의 장점은 충분한 예를 만들 수 있다는 점이다. 하지만 C 교사 경우, 교사는 수업 중 적재적소의 예를 만들어야 하는 어려움이 있고, 우리나라 교육과정 수업 주제에 맞는 CAS계산기 활동지를 인터넷 사이트에서 찾아 수업에 맞도록 수정하는 것도 어려운 부분이었다.

순간순간 판단해야 하는 것이... 그때 그때 맞는 예를 들어줘야 할 때... 좀 힘들지. 수업주제에 맞는 tns파일 을 찾아서. 적합한 내용을 교과서 내용으로 들여오는 (것이 힘들다). (C, 그룹인터뷰 #2)

한편, I 교사는 공학을 재조직자(Heid, 2003)가 아닌 확장자(Heid, 2003)로 활용하여 교과서 내용을 전달하는 데 의미를 두고 공학을 수학 수업에 사용하고 있었다.

따로 수업안을 만들어서 가는 건 아니고, 학생들에게 도 지금 교과서 내용을. 저는 교육과정 내용을 잘 전달해보자 하는데 의미가 있어서 사용을 했구요... (I, 그룹인터뷰 #1)

D 교사 경우, 개념 형성을 잘 시킬 수 있는 안내된 수업설계에 어려움을 가지고 있었다. 이 부분 또한 공학을 사용한 교실뿐만 아니라 지필 환경에서도 마찬가지로 어려운 부분일 것이라 생각된다.

수업설계에 대한 어려움은 있지. 사실은 제대로 할라 카면... (중략) ... 잘 안내된 수업을 할라 카면 힘들다 니까. 그 다음엔 활동지 같은 거 만들라 카면 잘 구성 이 돼야지. 이 개념을 잘 형성시킬 수 있다고... (D, 그룹인터뷰 #2)

A 교사 경우, 교사의 다른 업무로 인해 공학을 사용한 활동에 맞는 수업을 설계하고 학생들의 활동을 제대로 정리해 주지 못한 것에 아쉬움을 나타냈다. 하지만

이처럼 공학 사용을 경험하지 못한 채 칠판과 분필만으로 수업을 했다면 이러한 반성조차도 없었을 것이다. 이처럼 공학은 교사의 교수-학습에 대한 경험을 반성하는 계기를 제공하고 있다고 본다.

지도 너무 바쁜 나머지 뭔가 수업설계를 하고 했어 야 했는데 그게 잘 안 됐어요. 엉성하게 되고 끝나 고도 정리도 잘 안되고... (중략) ... 예들도 뭔가 한 것 같은데 제가 그것을 이끌어내도록 정리를 제가 못한 것 같아요. (A, 그룹인터뷰 #1)

연구 결과, 학생들 수준에 맞는 공학을 활용한 수업 지도안 설계, 수업 중 학생의 이해도와 수학 내용에 적합한 즉각적인 예 만들기가 공학 사용에 어려움으로 나타났다. 이러한 방해 요인은 교사에게 어려움으로 작용 하였지만 이러한 방해 요인을 통해 학생들을 고려한 수업설계와 정리 부분에서 교사가 자신의 수업을 반성하는 모습은 바람직하다고 판단된다. 이 연구에 참여한 교사들은 예비 교사 프로그램에서는 공학을 활용한 수업 설계를 학습한 적이 없어서 공학을 활용한 수업설계가 어려웠을지도 모른다. 이런 측면에서 볼 때, 예비 교사 프로그램은 예비 교사들이 TPACK을 갖추도록 교육 과정을 편성하여 공학을 활용한 수업에 대한 지식을 충분히 학습할 수 있도록 제공해야 한다. 또한, 현직 교사들에게 수학교육 전문가들이 학생 수준과 학습을 고려한 공학을 활용하여 설계된 수업을 제공한다면 이러한 어려움은 극복될 것이라 생각된다.

5) 공학도구 작동 방법의 학습에 대한 어려움

C 교사 경우, 교사의 입장에서는 복잡하지 않은 계산기의 기능을 사용한다고 하지만 학생들은 계산기의 그 기능마저 어렵게 느끼고 있다고 하였다.

'선생님 이거 너무 어려워요. 계산기가 어려워서 못하겠어요.' 일단 예들이 계산기를 작은 기능만 쓰는데도, (TI)-89계산기가 조금 더 복잡한 메뉴처럼 느껴져. (C, 그룹인터뷰 #1)

F 교사 경우, 계산기의 메뉴얼이 영어로 되어 있어 보충반 학생들이 부담스러워 하는 반응, 즉 교사가 학생들에게 또 다른 학습을 요구하는 것으로 반응을 나타냈

다고 하였다.

셈, 영어잖아요. 이거 어떻게 해요. 이런 애들도 있고, 또 우리한테 뭘 시킬라고 하는... (표정짓고) 있는 애들도 있고, (F, 개별인터뷰 #2)

H 교사 경우, 학생들이 공학도구의 자체의 까다로운 문법체계에 대한 어려움을 느끼고 공학도구의 조작법을 익숙하게 다루는 데 시간이 걸린다고 하였다.

제대로 안 넣으면 실행이 안 되잖아요... (중략) ... 그런데 이것이 굉장히 많은 시간이 걸리고 아이들이 적응하는데. (H, 그룹인터뷰 #1)

또한, 공학용 소프트웨어 프로그램 언어가 복잡하고 각각의 프로그램이 가지고 있는 단점들이 있어 사용하지 않는다고 했다.

Mathematica는 언어가 복잡해서 안 써요... GSP는 그래픽이 깨지거든요... Cabry는 CAS기능이 없어서..참 값이 존재하지 않아요... (H, 개별인터뷰 #1)

그리고 교사들의 연수 후 교실에서 사용하지 못하여 잊어버리는 것도 언급하였다. 만약 공학도구의 조작법이 누구나 쉽게 사용 가능하도록 만들었다면 공학도구 사용법을 잊어버리지 않았을 것으로 판단된다. H 교사에 의하면, 교사들은 새로운 프로그램이 나왔을 때 다시 학습해야 한다는 것이 부담스럽고 학생들이 다양하게 사용하여 나타나는 다양한 현상을 통제하기 힘들다고 하였다.

배우고 나서는 까먹었네요. 안 써보니까. 다 까먹었는데 또 새로운 프로그램이 나오면 또 배워야 하고, 수학 교사로서 그게 부담이라는 거예요. 그럼 또 나중에 또 괜찮은 프로그램이 나오면 또 나중에 배우라고 할 거 아니냐. 애들의 사용방법은 다 다를 거고. 이게 힘들다... 이것만의 독특한 사용법을 익히는 문제는 모든 공학도구의 문제가 아닐까... 아이들이 하는 방법을 먼저 익혀야 한다는... (H, 그룹인터뷰 #2)

G 교사는 초임교사 때부터 공학에 관한 학습과 연구를 10년 넘게 해왔다. 계산기의 기종이 바뀌면서 버튼의 배열도 달라지고, 계산기의 달라진 기능과 추가된 기능을 처음부터 학습해야 한다는 부담감을 가지고 있었다.

이 계산기가 더 정이 가고...열심히 배웠는데..잘 다룰 수 있는데... 계산기가 바뀔 때마다 또 다시 (작동법을 학습)해야 하고... (G, 개별인터뷰 #2)

E 교사 경우도 마찬가지로 처음 접하는 공학도구의 사용 방법에 부담감을 가지고 있었고 새로운 명령어를 익힐 시간이 충분히 요구된다고 하였다.

내가 명령어를 잘 모르니까 또 내가 아는 범위 내에 서만... 활용을 하는... 그 다음엔 그걸 익히기 위해서 는 시간이 충분해야 하는데... (E, 그룹인터뷰 #1)

반면 공학도구를 사용하고자 할 때 명령어 사용의 복잡한 수준에 따라 적합한 학년에 사용하고 있었다.

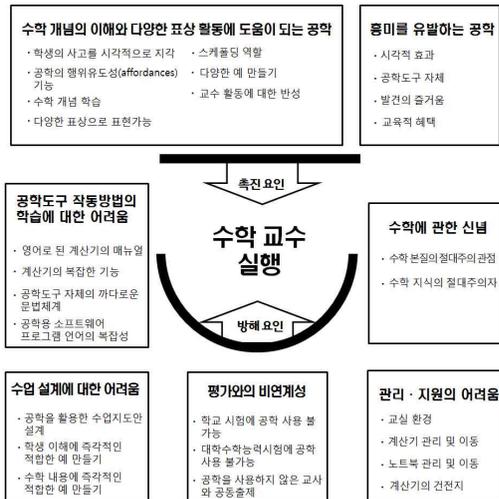
LOGO는 명령어로 우리 DOS에서 명령어 있잖아요. 명령어를 사용해야 되는 거예요. 예를 들어서 가자하면 GO 50, 명령어를 써야 되니까 명령어가 복잡해지 는 5, 6학년은 안 해요... (중략) ... 3,4학년에서만 (써요) (E, 개별인터뷰 #1)

연구 결과, 영어로 된 계산기의 매뉴얼, 계산기의 복잡한 기능, 공학도구 자체의 까다로운 문법체계, 공학용 소프트웨어 프로그램 언어의 복잡성으로 인한 공학도구의 작동 방법에 대한 학습이 어려움으로 나타났다. 특히 그래핑 계산기의 메뉴가 모국어가 아닌 영어로 된 것은 학생들에게 거부감을 줄 수 있고, 수학 지식이외의 공학도구 작동 방법에 관해 학습하는 것은 교사와 학생 모두에게 부담이 될 수 있다. 이를 위해 공학용 소프트웨어 프로그램 개발자는 교사와 학생 모두 손쉽게 접근하면서 학습에 도움이 되는 어포던스(김정오 외, 2007; 이태연, 이승훈, 2010)에 관심을 가져야 하며 한글로 전환된 그래핑 계산기는 현재의 그래핑 계산기보다 거부감이 줄어들 것으로 생각된다.

3. 공학을 사용하는 수학 교수 실행에 영향을 미치는 촉진 요인과 방해 요인

본 연구의 두 가지 연구문제인 공학을 사용한 수학교사들의 공학에 대한 신념과 이 공학 사용을 방해하는 요인의 결과로부터 수학 교수 실행에 미치는 영향은 [그림 1]과 같이 나타내어질 수 있다. 수학 교수 실행의 촉진

요인으로는 수학 개념의 이해와 다양한 표상 활동에 도움이 되는 공학, 흥미를 유발하는 공학이 있고, 공학 사용에 의한 수학 교수 실행은 평가의 비연계성, 수학에 관한 신념, 관리·지원의 어려움, 수업 설계에 대한 어려움, 공학도구 작동 방법의 학습에 대한 어려움이라는 요인에 의해 방해받을 것으로 나타났다. 그리고 이들 각각의 촉진과 방해 요인에 대한 구체적인 예를 본 연구의 결과로부터 제시하고 있다. Raymond(1997)는 수학 신념과 수학 교수 실행과의 관계를 나타낸 모델을 제시하였지만, 교수 실행에 영향을 미치는 각각의 요인들이 촉진 요인 또는 방해 요인으로 작용하였는지 구체적으로 밝히지 않았다. 본 연구에서는 Raymond의 모델을 참조하여 자료 분석을 통해 수학 교수 실행에 영향을 미치는 촉진 요인과 방해 요인으로 구분함으로써 요인들 간의 차이점을 밝히고자 했다.



[그림 1] 공학을 사용하는 수학 교사 교수 실행에 영향을 미치는 촉진 요인과 방해 요인

[Fig. 1] Encouraging and preventing factors to influence the teaching practices of math teachers using technology

### V. 결론 및 제언

본 연구는 공학을 사용한 경험이 있는 석사 이상의

학력을 가지고 있는 교사를 대상으로 교사의 공학에 대한 신념을 포커스그룹 인터뷰와 개별 인터뷰를 통해 조사하였다. 아홉 명의 교사와의 인터뷰를 통해 얻어진 자료를 분석하여 공학에 관한 교사의 신념과 공학 사용에 관한 방해 요인이라는 두 가지 주제를 발견할 수 있었다. 공학 사용에 관한 교사 신념에서는 수학 개념의 이해와 다양한 표상 활동에 도움이 되는 공학, 흥미를 유발하는 공학이라는 소주제를 도출할 수 있었고, 공학사용에 관한 방해 요인으로는 평가와의 비연계성, 수학 본질에 관한 신념, 관리·지원의 어려움, 수업설계에 대한 어려움, 그리고 공학도구 작동 방법의 학습에 대한 어려움에 관한 소주제를 도출되었다.

본 연구 결과에 의하면, 공학은 수학 개념 및 다양한 표상을 학습하는 데 도움을 주는 인지적 측면과 학생들의 흥미를 유발하는 정의적 측면의 장점이 있다. 또한, 공학 사용에 대한 방해 요인으로 평가와 지원은 선행 연구의 결과와 같았지만(Barkatsas & Malone, 2005; Ertmer et al., 2012; Hew & Brush, 2007; Kim et al., 2013), 수학 본질에 관한 신념, 관리의 어려움, 수업 설계에 대한 어려움, 그리고 공학도구 작동방법의 학습에 대한 어려움은 선행 연구에서 언급되지 않았다. 공학 사용에 대한 방해 요인의 대처 방안으로 공학 사용 관련 수행평가, 수학 교사들의 학위과정, 예비교사 프로그램에서 공학을 활용한 수업에 대한 지식의 학습, 수학교육 전문가들이 학생 수준과 학습을 고려하여 공학을 활용한 수업설계, 그리고 쉽게 접근할 수 있는 교육용 소프트웨어 개발 등을 고려해 볼 수 있다.

이 연구의 결과로부터 얻게 된 방해 요인과 선행 연구를 통해 알게 된 방해 요인을 해결할 수 있는 학교 문화, 교실 환경, 자유로운 분위기(Scheffler, 1965)가 만들어진다면 교사의 신념과 교수 실행 사이의 불일치(예: Barkatsas & Malone, 2005; Furinghetti & Pehkonen, 2002; Raymond, 1997; Sztajn, 2003; Thompson, 1992; Walen, Williams & Garner, 2003)가 줄어들지 않을까 한다. 이 연구에서 공학 사용에 작용하는 방해 요인과 교사의 공학에 대한 신념의 관계(Kim et al., 2013)를 살펴보면, 방해 요인이 촉진 요인보다 많음에도 불구하고 공학을 수학 교수-학습에 사용하고 있었다는 것은 수학 교사들이 지니고 있는 공학에 대한 신념이 방해 요인보

다 더 강하게 작용했다고 할 수 있다. Green(1971)에 따르면, 신념은 심리적 중심성(psychological centrality)이 있어 개인의 확신 정도에 따라 심리적 강도가 달라진다고 하였다. 따라서 이는 공학 사용에 대한 중심 신념이 강하게 작용한 것으로 판단된다.

Thompson(1992)에 따르면 교사의 신념은 말과 행동들 다를 고려하여 연구해야 한다고 주장하고 있다. 본 연구의 방법론적 면에서 볼 때, 실제 교사들의 수업을 관찰할 충분한 시간이 없어 자료의 대부분을 인터뷰를 통해 수집하고 분석하였다. 따라서 본 연구에 참여한 교사들을 대상으로 인터뷰한 결과만으로 수학 교사의 공학에 대한 신념으로 예단하는 것은 어렵다고 본다.

본 연구에서 밝힌 수학의 교수 실행이라는 측면에서 공학 활용에 대한 제언과 후속 연구를 위한 제언으로는, 교사의 공학 사용에 영향을 미치는 촉진 요인과 방해 요인에 따라 수학교실에서 나타나는 교사의 공학 사용 행동과 교실 담화에 대한 연구, 그리고 수학교실 내외의 이러한 요인들에 의한 학생들의 공학 사용 경험에 대한 연구가 앞으로 이루어진다면 수학교사의 공학 활용에 대한 신념을 좀 더 잘 이해할 수 있을 것으로 본다.

본 연구에서 사용한 포커스그룹 인터뷰 방법은 비슷한 경험의 소유자들이 그 경험을 서로 공유함으로써 스스로 인지 못하거나 숨겨진 경험의 일부를 드러낼 수 있는 장점이 있었다. 따라서 교사의 교수-학습과 관련된 개인적 신념을 연구할 때 개별 신념에 대한 인터뷰보다는 포커스그룹 인터뷰를 사용하는 것이 신념의 활성화를 서로 촉진하여 다양한 신념에 대한 풍부한 진술을 이끌어낼 수 있을 것으로 본다.

### 참고문헌

- 교육과학기술부 (2011). 수학과 교육과정, 교육과학부 고시 제 2011-361호 [별책8].
- Ministry of Education and Science Technology (2011). *Mathematics Curriculum*, Ministry of Education and Science Technology 2011-361 [No. 8].
- 김후자, 김정남 (2001). 질적연구로서의 포커스그룹 연구 방법에 대한 고찰. 계명간호과학 5(1), 1-21.
- Kim, H.J. & Kim, J N. (2001). Review of Literatures on focus group method in qualitative study. *Kemyung Nursing Science*, 5(1), 1-21.
- 문혜련 (2009). 만 4~5세 유치원생 어머니들의 유아사회 교육에 대한 인식-포커스그룹 인터뷰를 이용하여-. 한국생활과학회지 18(5), 1009-1020.
- Moon, H.R. (2009). Mothers' perceptions about early childhood Social education-Using focus group interview. *Korean Living Science Association* 18(5), 1009-1020.
- 백형운, 황우형 (2005). 학교현장을 위한 한국과 미국의 수학교육저널의 기술공학분야 비교연구. 수학교육 44(2), 229-264.
- Baek, H.Y. & Whang, W.H. (2005). A comparative study about technology in mathe education journal of both Korea and U.S.A. for school classrooms. *The Mathematics Education* 44(2), 229-264.
- 송미령, 이용미, 천숙희 (2010). 포커스그룹 인터뷰를 통한 치매노인 가족수발자의 휴식에 대한 의미분석. 대한간호학회지 40(4), 482-492.
- Song, M.R., Lee, Y.M., & Cheon, S.H. (2010). An analysis of the meaning of respite for family caregivers of elderly with dementia. *Korean Acad Nurs* 40(4), 482-492.
- 이성숙, 김애화 (2008). 포커스그룹 인터뷰 방법을 통하여 살펴 본 학습장애에 대한 교사들의 인식. 특수교육연구아동연구 20, 113-137.
- Lee, S.S. & Kim, A.H. (2008). Teachers' perception of learning disabilities: a focus group study with general and special education teachers. *Children with Special Education Needs* 20, 113-137.
- 이수희, 유태영 (2008). 포커스그룹 인터뷰를 통한 실천적 문제 중심 가정과 교육과정 연수 프로그램에 대한 요구 분석. 한국가정교육학회지 20(3), 107-129.
- Lee, S.H. & Yoo, T.Y. (2008). Focus group interview for the development of an in-service educational program on the practical problem focused home economics curriculum. *Korean Home Economics Education* 20(3), 107-129.
- 이정례 (2010). 학교수학 교수, 학습에서 기술공학의 활용 연구. 수학교육 논문집 24(1), 29-48.
- Lee, J.R. (2010). A study on the use of technology in teaching-learning school mathematics. *Communications of Mathematical Education* 24(1), 29-48.
- 이종희 외 11명 (2012). 미래형 수학 교실 및 수업 모델 개발(Development of mathematics classroom and instruction model for future). 한국과학창의재단 정책

- 연구 2012(5).
- Lee, J.H. et al. (2012). Development of mathematics classroom and instruction model for future. Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity Policy Research 2012(5).
- 최진숙 (2007). 초등단계에 영어조기 유학을 하고 귀국한 학생들의 학부모포커스그룹 인터뷰. *언어학* 15(2), 77-98.
- Choi, J.S. (2007). Focus group interview for the parents of the students who have returned to Korea after early English learning in foreign countries. *The Linguistic Association of Korea Journal* 15(2), 77-98.
- 한지훈 (2011). 중등학교 인턴교사의 직무내용 및 만족도에 관한 질적연구. *미래교육연구* 24(2), 22-95.
- Han, J. H. (2011). A qualitative study on the tasks and work satisfaction of middle school intern teachers. *The Educational Research for Tomorrow* 24(2), 22-95.
- Barkatsas, A. & Malone, J. (2005). A typology of mathematics teachers' beliefs about teaching and learning mathematics and instructional practices. *Mathematics Education Research Journal* 17(2), 69-90.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (2012). *교육의 질적 연구방법론* (조정수 역), 서울: 경문사. (원저 2007년 출판)
- Collins, A., Brown, S.B., & Holum, A. (1991). Cognitive apprenticeship: Making thinking visible. *American Educator* 15, 4-46.
- Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of Education for Teaching* 15, 13-34.
- Ertmer, P.A. (1999). Addressing first-and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development* 47(4), 47-61.
- Ertmer, P.A., Ottenbreit-Leftwich, A.T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers and Education* 59, 423-435.
- Furinghetti, R. & Pehkonen, E. (2002). Rethinking characterization of beliefs. In G. C. Leder, E. Pehkonen, & G. Torner (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education* (39-57). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Harris, J.B. & Hofer, M.J. (2011). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) in action: A descriptive study of secondary teachers' curriculum-based, technology-related instructional planning. *Journal of Research on Technology in Education* 43(3), 211-229.
- Harris, J.B., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education* 41(4), 393-416.
- Hew, K.F. & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development* 55, 223-252.
- Heid, M.K. (2003). Theories for thinking about the use of CAS in teaching and learning mathematics. In T.F. James, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin, & R.M. Zbiek (Eds.), *Computer Algebra systems in secondary school mathematics education*: NCTM.
- Hiesh, H.F. & Shannon, S.E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health research* 15, 1277-1288.
- Kim, C., Kim, M.K., Lee, C., Spector, M., & DeMeester, K. (2013). Teacher beliefs and technology integration. *Teaching and Teacher Education* 29, 76-85.
- krueger, R.A. & Casey, M.A. (2000). *Focus groups*(3rd ed.). California: Sage Publication.
- Merriam, S.B. (1997). *Qualitative research and case study applications in education*. John Wiley & Sons, Inc.
- Merriam, S.B. (2007). *Qualitative research and case study applications in education: Revised and expanded from case study research in education*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Morgan, D.L. (1998). *The focus group guidebook(focus group kit 1)*. CA: sage.
- Morse, J.M. & Field, P.A. (1995). *Qualitative research method for health professionals* (2nd ed.). Thousand Oaks: SAGE Publication.
- National Council of Teachers of Mathematics(NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies* 19, 317-328.
- Pajares, M.F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research* 62(3), 307-332.
- Palak, D. & Walls, R.T. (2009). Teacher beliefs and technology practices: A mixed-methods approach. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 417-441.
- Philipp, R.A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. In Frank K. & Lester, Jr. (Eds.), *Second handbook of research on mathematics learning and teaching* (257-315). NC: Information Age Publishing.
- Ponte, J.P. (1994). Knowledge, beliefs, conceptions in mathematics teaching and learning. In L. Bazzini (Ed.), *Proceedings of the fifth international conference on systematic cooperation between theory and practice in mathematics education* (169-177). Pavia: ISDAF.
- Raymond, A.M. (1997). Inconsistency between a beginning elementary school teacher's mathematics beliefs and teaching practice. *Journal for Research in Mathematics Education* 28(5), 550-576.
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed), *Handbook of research on teacher education* (102-119). New York: Simon & Schuster.
- Rivera, F.D. (2005). An anthropological account of the emergence of mathematical proof and related processes in in technology-based environments. In W.J. Masalski & P.C. Elliott (Eds.), *Technology-supported mathematics learning environments: Sixty-seventh yearbook* (125-136). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Sandholtz, J.H., Ringstaff, C., & Dwyer, D.C. (1997). *Teaching with technology: Creating student-centered classrooms*. New York: Teachers College Press.
- Scheffler, I. (1965). *Conditions of knowledge*. Chicago: Scott Foresman and Company.
- Schoenfeld, A.H. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics learning and teaching* (334-370). New York: Macmillan.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage.
- Sztajn, P. (2003). Adapting reform ideas in different mathematics classrooms: Beliefs beyond mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education* 6, 53-75.
- Thomson, A.G. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (127-146). NY: Macmillan.
- Templeton, J.F. (1994). *The focus group: A strategic guide to organizing, conduction and analyzing the focus group interview*. NY: McGraw-Hill.
- Wilson, S.M. & Cooney, T. (2002). Mathematics teacher change and development. In G.C. Leder, E. Pehkonen, & G. Törner (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education* (127-147). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Walen, S.B., Williams, S.R., & Garner, B.E. (2003). Pre-service teachers learning mathematics using calculators: A failure to connect and future practice. *Teacher and Teacher Education* 19, 445-462.

## A Study on Mathematics Teachers' Beliefs about Their Use Technology Experiences: Focused Group Interviews

**Eun Suk Lee**

Hamji high school, 46, Hakjeong-ro 48-gil, Buk-gu, Daegu, 702-806, Korea  
mathedu.les@gmail.com

**Cheong-Soo Cho<sup>†</sup>**

Yeungnam University, 280, Daehak-ro, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do, 712-749, Korea  
chocs@yu.ac.kr

The purpose of this study was qualitatively conducted for getting the answer of this problem by searching the beliefs of mathematics teachers with experience in technology and the factors that influences these beliefs.

The participants in this study consist of eight teachers and one university professor having technological experiences from three years to ten years with a higher degree than M.A. The data was collected through focused group interviews for twice and individual interview as well. Data analysis was completed through several readings of transcripts and then main themes were derived by classifying, comparing, and contrasting codings.

The result of this study showed that teachers with the experiences of technological tools have the concrete belief that technology helps both students and teachers understand mathematical concepts and enhance various representational activities and motivations. The result also identified the impeding factors of three beliefs of mathematics teachers. From these beliefs and factors, this study would suggest how to help teachers hold their beliefs about using technologies to improve their teachings and students' learning.

---

\* ZDM classification : C74

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C20

\* Key Words : mathematics teacher's beliefs, focused group  
interview, technology

† Corresponding author