

초등학교 수학 수업에서 계산기 사용에 대한 국가별 비교

최 지 선(한국교육과정평가원 연구원)

우리나라 수학과 교육과정은 수학 수업에서 계산기를 사용하도록 권장하고 있지만, 실제 초등학교 수학 수업에서 계산기는 거의 사용되고 있지 않다. 초등학교 수학 수업의 계산기를 사용에 대한 연구는 많지 않은 편이기 때문에, 초등학교 수학 수업에서 계산기 사용에 대한 실태를 정확하게 파악하기 쉽지 않다. 이에 본 연구는 TIMSS 2015 4학년 평가에 참여한 국가들을 대상으로 초등학교 수학 수업에서 계산기 사용이 어느 정도로 사용되고 있는지, 그리고 계산기 사용과 수학 성취도 간에 관련이 있는지를 분석하는 것을 목적으로 한다. 본 연구의 결과, 초등학교 4학년을 기준으로 우리나라는 국제적으로 수업 중에 계산기를 사용하지 않는 편이고, 홍콩, 영국, 미국을 제외한 17개국에서 수학 수업 중의 계산기 사용과 성취도와의 관계가 없었다. 이러한 결과를 바탕으로 초등학교 수학 수업에서의 계산기 사용에 대한 시사점을 도출하였다.

I. 서론

우리나라 수학과 교육과정은 1990년대 시행된 제 6차 교육과정에서부터 수학 수업에서 계산기를 사용할 것을 권장하고 있다. 6차 교육과정 문서에는 계산기 사용에 대한 언급이 없지만(교육부, 1992), 6차 교육과정 해설서에 “복잡한 계산은 계산기를 이용하여 계산 기능 숙달에 소용되는 많은 시간과 노력을 문제해결력 신장으로 돌려야 한다(교육부, 1994)”와 같이 복잡한 계산을 위한 도구로서의 역할을 제시하였다. 7차 교육과정 문서에는 학년 수준의 성취 기준과 관련된 계산기 사용 지침은 없지만 일반적인 교수·학습 방법으로 “계산 능력 배양이 목표인 영역을 제외하고는(중략) 계산기 같은 도구를 적극적으로 활용하도록 한다(교육부, 1997)”와 같이, 계산기를 활용할 수 있는 범위를

확대하여 제시하였다. 2007 개정 교육과정에서는 일반적인 교수·학습 방법에 대한 지침과 더불어 학년 수준의 교수·학습 유의점에 계산기가 등장하기 시작하였다. 초등학교 4학년에서 “계산하거나 어려운 값을 계산기를 사용하여 확인해 볼 수 있다”는 유의점이 제시되었다(교육인적자원부, 2007). 학년군으로 구성된 2009 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정은 초등학교 3~4학년군부터 계산기 사용 지침이 여러 부분에 등장한다. 사칙연산과 관련된 어렵, 규칙적인 계산식에서 규칙 찾기, 소수의 곱셈과 나눗셈 계산, 원과 관련된 넓이, 부피 등의 계산에서 계산기를 사용하도록 한다(교육과학기술부, 2011; 교육부, 2015). 이와 같이 수학과 교육과정은 개정을 거듭할수록 계산기를 수학 수업에서 효과적으로 사용하도록 변화되고 있다. 그럼에도 불구하고, 초등학생들이 수학 수업에서 계산능력 배양을 목표로 하지 않는 경우에 계산기를 사용하는 장면을 상상하기는 쉽지 않다. 지난 20여 년 동안 수학 수업에서 계산기 사용을 권고하였지만 초등학교 수학 수업에서 계산기를 잘 활용하고 있다고 예측하기는 어려우며, 더욱이 수학 수업에서 계산기 활용에 대한 객관적인 자료를 찾기가 어려운 실정이다.

또한 초등학교 수학 수업에서 계산기를 사용하는 것이 학생들에게 교육적 효과가 있는가도 확실하지 않다. 초등수학에서의 계산기 사용에 대한 연구가 일부 존재하지만, 일반화하기에는 한계가 있다. 예를 들어, 김진수, 정창현(1995)은 1개교 4학년을 대상으로 자연수의 혼합계산에 대한 계산기 활용 수업을 한 후에, 계산기를 사용한 학생들(2개 학급)의 성취도가 그렇지 않은 학생들(2개 학급)의 학생들보다 통계적으로 유의하게 높아졌음을 확인하였다. 남승인, 류성립, 백선수(2003)는 2개교의 6학년 4학급 학생들을 대상으로 입체도형의 겹넓이와 부피, 비례식 등에 대한 수업을 한 후에, 계산기를 사용한 학생들의 성취도와 흥미가 높아졌음을 확인하였다. 안병곤(2005)은 1개교 6학년 2학급 학생들을 대상으로 분수와 소수의 혼합계산 그리고

* 접수일(2018년 11월 30일), 심사(수정)일(2018년 12월 27일), 게재확정일(2019년 1월 25일)
* ZDM분류 : U72
* MSC2000분류 : 97U70
* 주제어 : 초등 수학, 계산기, 비교 연구, 수학 교육, TIMSS 2015

문제해결을 학습한 후에, 실험학급 학생들에게 유의한 변화가 있음을 분석하였다. 최근 초등학교 영재 교육을 받는 학생들을 대상으로 한 연구에서 계산기의 효과가 분석되었다(강영란, 2013; 강영란, 2014; 강영란, 조정수, 2015).

국외 연구를 살펴보면, 계산기 관련 연구가 활발히 시작하던 1980년대의 미국 연구자들에 의해서 계산기 사용의 교육적 효과에 대한 연구 결과들이 발표되었으나(박교식, 1998), 연구 결과 사이의 일관된 결론이 존재하지 않았다. 일부 연구에서는 성취도가 높아지고 수학 학습에 대한 태도가 좋아졌다고 하고, 일부 연구에서는 학생들의 성취도가 높아지지 않았다고 하고, 또 다른 연구들은 계산 능력이 감소되었다고 결론을 내렸다(안병곤, 2017; Bouck et al., 2013). 최근 미국에서는 초중등학교에서 계산기를 사용하지 않은 대학생들의 학점이 계산기를 사용하였던 대학생들의 학점보다 높다는 연구 결과가 논란을 일으키기도 하였다(Wilson & Naiman, 2004). 초등학교 수학 수업에서 계산기를 사용하는 비율이 높은 국가 중의 하나인 영국에서는 지난 2012년 정부가 초등학교 평가에서 계산기 사용을 금지할 것을 발표하면서, 초등학교 학생들에게 계산기를 허용할 것인가가 이슈화되기도 하였다. 미국과 영국에서 이루어진 선행 연구와 논의를 통해서, 초등학교 수학 수업에서 계산기가 교육적 효과가 있는가에 대한 확실한 결론을 내릴 수 없음을 알 수 있다.

따라서 현재 우리나라 초등학교 수학 수업에서 계산기를 사용하는 학생은 어느 정도인지 그리고 계산기 활용은 교육적 효과가 있는지에 대한 일반적인 결론을 내리기 어렵다. 계산기 사용을 지속적으로 권고하는 교육과정의 진술과 실제 초등 수학 수업에서 계산기를 잘 활용하지 않는 괴리를 이해하기 위해서는 우선, 우리나라 초등학교 수학 수업에서 계산기 사용은 어느 정도로 이루어지고 있는지 그리고 계산기를 사용하는 학생은 그렇지 않은 학생보다 성취도가 높은지를 밝힐 필요가 있다.

이에 본 연구는 우리나라의 상황을 보다 명확하게 이해하기 위하여, 우리나라를 포함한 다른 국가들의 초등학교 수학 수업에서 계산기 사용에 대한 국가별 비교 연구를 하고자 하였다. 계산기를 초등학교 수학 수업에 사용하도록 하는 나라는 어느 나라이고, 어느 정도 비율의 학생들이 계산기를 수학 수업에서 활용하

는지, 그리고 계산기를 사용한 초등학교 수학 수업에 참여한 학생들의 성취도는 그렇지 않은 학생들의 성취도보다 좋은지 등에 대한 자료를 분석함으로써, 초등학교 수학 수업에서의 계산기 사용에 대한 의미있는 결과를 도출하고자 한다. 이를 위해서, 초등학교 수학 수업에서 계산기를 사용하는 실태와 성취도와와의 관계를 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study) 2015에 참여한 국가들의 자료를 분석하였다. TIMSS는 초등학교 4학년 학생을 대상으로 하는 성취도 평가를 포함하고 있으며 각 참여국의 전체 학생을 대표할 수 있도록 학생들을 표집하여 시행되므로, 초등학교 수준에서 각국의 교육 실태를 동시에 분석할 수 있는 특징이 있다. 또한 교사 아이디어와 학생 아이디어가 연계되어 있어, 교사 설문 분석 결과를 학생들의 성취도와 직접적으로 분석할 수 있는 특징이 있다. 이에 수학 수업 중 계산기 사용 여부에 대한 교사들의 설문 분석 결과와 4학년 학생들의 성취도 결과를 연계하여 수학 교사가 계산기를 사용하도록 하는 정도와 학생들의 성취도의 관계를 통계적으로 분석하였다. 분석 대상 국가는 TIMSS 2015의 4학년 평가에 참여한 49개의 국가 중에서 성취도가 상위인 국가의 순서대로 20개국을 선정하였다. 비교 대상 국가는 싱가포르, 홍콩, 대한민국, 대만, 일본, 북아일랜드 러시아연방, 노르웨이, 아일랜드, 영국, 벨기에, 포르투갈, 미국, 핀란드, 네덜란드(순위 순)이다(IEA, 2016a; Mullis et al., 2016).

본 연구의 목적을 2개의 연구 문제로 구체화하면 다음과 같다.

1. 국가별로 초등학교 4학년 수학 수업에서 계산기를 사용하는 비율은?
2. 수학 수업에서 계산기 사용은 초등학교 4학년 학생들의 수학 성취도와 관련이 있는가?

본 연구의 결과는 초등학교 4학년 학생들에 초점이 맞추어져 있지만 우리나라 수학과 교육과정에서 3~4학년군에서 계산기를 처음으로 사용하도록 하고 있는 점을 고려할 때, 본 연구의 결과는 우리나라 수학 교육 현황을 이해하는데 일조할 것으로 기대된다.

II. 계산기 도입 학년

계산기를 학교수학에 도입하는 시기를 국가별로 살펴보고자 한다. 계산기를 도입하는 시기는 국가별로 차이가 있었으나 3가지로 분류할 수 있다.

첫 번째는 초등학교 고학년 혹은 중학교에서 계산기를 사용하는 것이 바람직하다는 관점이다.

싱가포르는 2008년부터, 전자계산기를 초등학교 5학년에 도입하였다. 초등학교에서는 반복된 계산이 아니라 문제해결에 초점을 둘 수 있도록 사용한다. 중학교에서는 계산기를 포함한 동적 기하 소프트웨어, 스프레드시트 등 다양한 도구를 사용하도록 한다. 계산기와 다른 계산 도구를 사용하는 경우에도, 계산기로 얻어진 답이 합리적인지를 판단할 수 있도록 수 감각과 어렵 능력을 개발하도록 암산이나 수산의 중요성을 강조한다(Chee et al., 2016; Ministry of Education, Singapore 2006).

일본에서는 2000년 전후로 5학년 이후부터 주판(sorobon) 또는 계산기를 적절하게 사용하도록 권고하였으나(Judson, 1999; 안병곤, 2017), 2008년 개정된 교육과정에서는 초등학교에서는 주판(sorobon)을 중학교에서는 주판(abacuse), 계산기, 컴퓨터 등을 이용하는 활동을 제안한다(Takahashi et al., 2008).

벨기에의 교육과정에서는 특정 학년을 언급하지는 않았지만 초등학교 5-6학년 즈음에 계산기를 사용하도록 한다고 추측할 수 있다. 수 영역 3가지 목표가 제시되어 있는데 마지막 목표는 계산기를 사용할 수 있는 것(Estimating and computing ratios and percentages, and using a calculator)을 포함하고 있다. 이를 통해 짐작하면 벨기에의 초등학교(1~6학년)의 후반에 계산기를 지도할 것으로 추측할 수 있다(Verstraelen et al., 2016).

포르투갈 교육과정은 기초 교육 과정에서 계산기 사용은 고학년에서만 사용해야하고 복잡한 계산이 포함된 문제해결을 해야 하는 경우에만 사용해야 함을 제시하였다. 중학교 이상에서는 그래픽 계산기를 사용하는 것을 가르치도록 한다(Marôco, 2016).

핀란드는 6~9학년군에서 계산기를 사용하도록 한다(Vettenranta et al., 2016).

네덜란드는 초등학교 졸업할 때까지, 계산기 사용방법을 배워야 한다. 네덜란드의 초등학교는 6년이므로, 초등학교 6학년 이전에 계산기를 사용하기 시작한다(Meelissen & Punter, 2016).

두 번째는 계산기를 초등학교 중간 학년에서 도입하려는 관점이다.

우리나라는 서론에서 살펴본 것과 같이, 2007 개정 교육과정에서 처음으로 학년별 유의점의 하나로 초등학교 4학년에서 계산기를 사용하도록 권고한다(교육인적자원부, 2007). 2009 개정과 2015 개정 교육과정에서는 3~4학년군에서 제시하고 있으므로 최소한 4학년에서는 계산기를 사용하도록 한다(교육과학기술부, 2011; 교육부, 2015).

홍콩 교육과정에서는 초등학교 4~6학년에서 학생들의 흥미를 높이기 위하여 다양한 활동을 권고하면서 계산기를 사용할 수 있음을 제시하였다(Curriculum Development Council, Hongkong, 2002). 하지만 일반적으로 계산기를 초등학교에서 일반적으로 사용하지 못하고, 중등학교 1학년인 7학년에 사용하기 시작하는 경향이 있다(Leung et al., 2016).

북아일랜드는 계산기를 Key Stages 2와 3에서 사용하도록 한다. Key Stages 2는 만 8~10세 학생 그리고 Key Stages 3는 만 11~13세 학생에 해당하는 단계로, 우리나라 학생들과 비교하면 초등학교 3학년 이후부터 계산기를 사용하는 것이다(Boyd & Burgess, 2016).

아일랜드 수학 교육과정에서는 초등학교 4학년 전까지 학생들은 기본적인 수 개념을 획득하고 사용할 수 있어야 하고, 초등학교 4학년 이후부터 계산기를 도입하여 사용하도록 한다. 또한 초등학교 4학년 학생부터 표준화된 평가에서 계산기 사용에 대한 지침을 제시한다(Department of Education and Skills et al., 2016).

영국은 Key Stage 2가 끝나는 시점에 계산기를 학습 보조 도구로 사용할 수 있도록 지도할 것을 권고한다. 영국은 Key Stage 1과 2가 초등학교에 해당하여, Key Stage 1은 만 5~7세, Key Stage 2는 만 7~11세 학생들에 해당한다. 우리나라 학제와 다르지만, 영국 학제 기준으로 초등학교 3~6학년에 계산기를 사용하는 것으로 볼 수 있다(Richardson & Isaacs, 2016).

세 번째는 계산기를 사용하는 학년에 대한 구체적인 진술없이 계산기를 사용을 권하는 일반적인 진술을 하는 관점이다. 우리나라 6차, 7차 교육과정에서와 같은 방식으로 학년에 대한 지침없이 일반적으로 진술하는 방식이 여기에 해당한다.

대만 교육과정은 초등학교 1학년부터 9학년까지의

고정에서 계산기를 사용하도록 권고한다. 하지만 실제 초등학교 교사들은 수학 수업 중 계산기를 사용하는 것이 학생들의 학습을 도와준다고 생각하지 않는 경향이 있고, 계산기를 사용하는 비율은 낮은 편이다(Lin & Yuan, 2015).

러시아연방 교육과정에서는 초등학교 1~4학년군의 내용 요소 중의 하나가 “계산결과를 검증하는 방법(예, 알고리즘, 역 계산, ... 어렵, 계산기 사용하기 등)”이다. 5-9학년에서는 계산기나 컴퓨터를 이용하여 문제를 해결하고, 다양한 검증방법을 이용하여 계산 결과를 검토하도록 한다(Kovaleva & Krasnianskaia, 2016).

노르웨이의 교육관계자에 의하면, 초등학생들은 계산기, 스프레드시트, 지오지브라와 같은 프로그램을 일반적으로 사용한다. 대부분의 노르웨이 학생들은 수학과 관련된 일상생활에서 계산기를 사용하며, 국가수준의 평가의 두 영역 중 한 영역에서 사용할 수 있다(Onstad & Kaarstein, 2016).

[표 1] 국가별 계산기 도입 시기

[Table 1] The grade of beginning use of calculators

국가	계산기 도입 시기	비고
싱가포르	초등학교 5학년	
홍콩	초등학교 4~6학년	
대한민국	초등학교 3~4학년	
대만	초등학교 1~9학년	
일본	7학년	
북아일랜드	초등학교 3학년	
러시아연방	초등학교 1~4학년군	
노르웨이	진체 학년	
아일랜드	초등학교 4학년	
영국	초등학교 3~6학년	
벨기에	초등학교 5~6학년	추측
포르투갈	초등학교 고학년	
미국	초등학교 1학년부터	
핀란드	6-9학년	
네덜란드	초등학교 6학년 이전	

미국의 교육과정이라고 할 수 있는 Common Core State Standards에서는 학생들이 계산기를 적절하게 사용하는 실적을 할 수 있어야 한다는 기준을 제시하고 있지만, 계산기를 도입하는 특정 학년이 명시되어 있지 않아(Common Core State Standards Initiative, 2010), 모든 학년에서 계산기를 사용할 수 있을 것으로

예상할 수 있다. 미국에서 사용되는 교과서를 분석한 연구인 류성립(2010)에 따르면, 초등학교 1학년에서부터 계산기 사용에 대한 내용이 포함되어 있음을 알 수 있다.

각 국가별로 계산기를 도입하는 학년 혹은 시기는 차이가 있지만, 공통적으로 계산기를 적절하게 사용할 것을 유의점으로 제시하였다. 특히 초등학생들이 계산 능력을 함양한 이후에, 계산 능력 함양이 아닌 고차원적인 문제해결 과정에서 계산기를 효과적으로 사용하도록 유의점을 제시한다. 예를 들어, 우리나라 교육과정은 ‘계산능력 배양을 목표로 하는 경우’는 계산기를 사용하지 않도록 한다. 아일랜드에서는 기본적인 수 개념을 획득한 이후에 계산기를 사용해야 함을 제시하고(Department of Education and Skills et al., 2016), 싱가포르의 계산기를 사용하는 계산과 더불어 수 감각이나 어림 능력을 위해서 암산이나 수산도 함께 강조해야 한다고 제시한다(Chee et al., 2016). 포르투갈은 초등학교에서는 특히 고학년에서만 사용하고, 계산이 복잡한 문제해결 과정의 계산을 위해서만 사용할 것을 당부한다(Marôco, 2016).

III. 계산기 사용 실태

국가별 TIMSS 2015의 4학년 평가에 표집된 학교 수, 학생 수, 참여한 학생 수, 그리고 표집된 학생의 평균 연령은 [표 2]와 같다. 각 국가별로 국가 샘플에 적합한 수의 학교 수와 학생 수가 표집되었다. 국가 샘플이 그 국가의 전체 학생을 대표할 수 있는가를 조직적으로 정의하여 계산한 비율은 100%이다(Martin et al., 2016). 각 학교별로 1~2학급이 표집되었고, 각 표집 학급의 수학을 가르치는 교사 1~2명이 교사설문에 참여하였고, 해당 학급의 학생들은 학생설문과 성취도 평가에 참여하였다. TIMSS 2015 4학년 평가에 참여한 학생들의 국제 평균 연령은 약 10세~11세이다.

TIMSS 2015 결과는 공개 자료로 TIMSS 공식 홈페이지(www.timss2015.org)에서 다운받아 사용하였고, 분석 도구는 TIMSS를 주관하는 공식 기관인 IEA에서 제공하는 무료 통계 프로그램 IEA Analyser를 사용하였다(www.iea.nl/data).

[표 2] TIMSS 2015 표집, 참여, 학생 평균 연령
[Table 2] The sampling, participation, and the average ages of students participating in TIMSS 2015

국가	표집 대표성	학교 수		학생 수		학생 평균 연령
		표집	참여	표집	참여	
싱가포르	100%	179	179	6,800	6,517	10.4
홍콩	100%	160	132	3,936	3,600	10.1
대한민국	100%	150	149	4,903	4,669	10.5
대만	100%	150	150	4,461	4,291	10.2
일본	100%	150	148	4,511	4,383	10.5
북아일랜드	100%	154	118	3,388	3,116	10.4
러시아연방	100%	208	208	5,145	4,921	10.8
노르웨이	100%	150	140	4,764	4,329	10.7
아일랜드	100%	166	164	4,624	4,344	10.4
영국	100%	150	147	4,232	4,006	10.1
벨기에	100%	160	153	5,580	5,404	10.1
카자흐스탄	100%	176	171	4,830	4,702	10.3
포르투갈	100%	222	217	5,391	4,693	9.9
미국	100%	300	250	11,267	10,029	10.2
덴마크	100%	220	193	4,213	3,710	10.9
리투아니아	100%	231	225	5,034	4,529	10.7
핀란드	100%	160	158	5,251	5,015	10.8
폴란드	100%	150	150	5,346	4,747	10.7
네덜란드	100%	150	129	4,791	4,515	10.0
헝가리	100%	150	144	5,329	5,036	10.7

※ 출처: IEA(2016a)의 Exhibit 2와 Mullis et al(2016) Appendix C를 재조직함

초등학교 교사의 설문 중 다음과 같이 수학 수업 중 학생들에게 계산기 사용을 허용하는지에 관한 설문 항목이 있다.

표집 학급의 수학 수업 중 학생들의 계산기 사용을 허용합니까? [교사 설문] <ul style="list-style-type: none"> • 예, 무제한적으로 허용함 • 예, 제한적으로 허용함 • 아니요, 허용하지 않음
--

※ 출처: IEA(2016b)

교사들의 응답을 바탕으로, 수학 수업 중에 계산기 사용이 허용된 학생의 비율을 분석한 결과는 [표 3]과 같다.

[표 3] 계산기 사용 허용 비율
[Table 3] The ratio of admitting to use calculators in mathematics lessons.

국가	예, 무제한	예, 제한	아니요
싱가포르	0.35	3.02	96.63
홍콩	0.61	20.68	78.70
대한민국	0.32	43.16	56.52
대만	0.76	15.62	83.62
일본	0.77	60.22	39.01
북아일랜드	3.80	83.92	12.29
러시아연방	0.50	20.01	79.50
노르웨이	0.77	72.84	26.39
아일랜드	1.61	70.72	27.67
영국	2.14	73.21	24.65
벨기에	1.23	70.24	28.53
카자흐스탄	4.28	34.95	60.78
포르투갈	0.14	39.60	60.25
미국	1.43	39.11	59.46
덴마크	3.77	89.03	7.20
리투아니아	0.54	25.19	74.28
핀란드	1.07	49.83	49.10
폴란드	0.00	45.19	54.81
네덜란드	0.00	38.86	61.14
헝가리	0.38	7.38	92.23

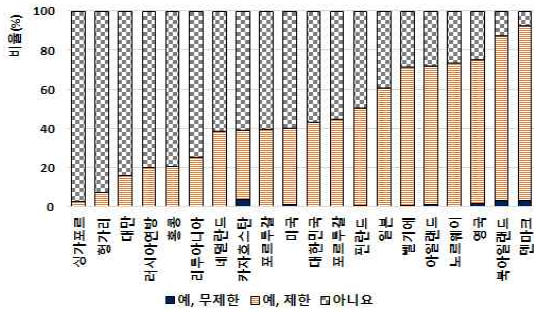
우리나라에서 수학 수업 중 계산기를 무제한적으로 사용하는 학생 비율은 0.32%, 제한적으로 사용하는 학생 비율은 43.16%, 사용하지 않는 학생 비율은 56.52%로, 계산기를 사용하는 학생도 상당 비율이고 계산기를 전혀 사용하지 않는 학생도 상당 비율이었다.

초등학교 4학년에서 계산기를 무제한으로 사용하도록 허용하는 국가는 거의 없다. 20개국 중에서 11개국은 계산기를 무제한으로 사용하도록 허용하는 비율이 1%를 넘지 않았다. 가장 높은 비율인 카자흐스탄에서도 그 비율이 4.28%이었다.

초등학교 4학년 수학 수업에서 계산기를 허용하지 않는 비율이 높은 국가의 순으로 나열하여 도식화한 [그림 1]을 보면, 싱가포르와 헝가리는 그 비율이 90% 이상이었다. 싱가포르와 헝가리의 초등학교 4학년 수학 수업에서도 계산기를 거의 사용하지 않는 것으로 볼 수 있다. 그리고 대만, 러시아연방, 홍콩, 리투아니아는 70% 이상이 계산기를 전혀 사용하지 않는다.

수학 수업에서 계산기를 사용하도록 허용하는 비율

이 높은 국가는 덴마크, 북아일랜드, 영국, 노르웨이, 아일랜드, 벨기에의 순이었다. 수학 수업 중 계산기를 사용하지 않는 학생 비율이 덴마크는 10% 미만, 북아일랜드는 20% 미만, 영국, 노르웨이, 아일랜드, 벨기에 는 30% 미만이었다.



[그림 1] 계산기 사용 허용 비율
[Fig. 1] The ratio of admitting to use calculator in mathematics lessons.

수학과 교육과정에서 계산기 사용을 1학년때부터 사용하도록 한 대만, 러시아연방, 미국, 노르웨이 중에서 실제로 계산기를 많이 사용하는 국가는 노르웨이뿐이었다. 계산기를 초등학교 1학년 교과서에서 다루고 있는 미국에서도 계산기를 사용하지 않는 4학년 학생 비율이 약 60%이었다.

계산기 사용 실태를 초등학교 4학년을 중심으로 국가별로 비교한 결과, 계산기를 사용하지 않는 편인 국가는 주로 동아시아에 위치하고 있었다. 헝가리를 제외하고 싱가포르, 대만, 러시아연방, 홍콩은 계산기를 사용하지 않는 학생 비율이 대략 80%를 넘었다. 동아시아 국가 중에서 한국과 일본은 계산기를 사용하는 학생 비율이 다른 동아시아 국가들보다 높은 편이었다. 한편, 초등학교 수학 수업에서 계산기를 제한적으로 자주 사용하는 국가는 주로 유럽에 위치하고 있었다. 덴마크, 북아일랜드, 영국, 노르웨이, 아일랜드, 벨기에 는 계산기를 전혀 사용하지 않는 학생 비율이 30% 이하였고, 70% 이상의 학생들이 수학 수업에서 계산기를 사용하는 것으로 나타났다.

IV. 계산기 사용과 성취도와의 관계

각 국가별로 수학 수업 중의 계산기 사용과 성취도와의 관계를 분석하였다. 20개국 모두 계산기를 무제한으로 허용하는 교사에게 배우는 학생 비율이 낮은 편으로(4.28% 이하), 계산기를 제한적으로 허용받은 학생 집단과 계산기 사용을 허용받지 않은 학생 집단 간에 수학 성취도 차이가 있는가를 검증하였다.

TIMSS 2015의 수학 영역은 각국의 수학과 교육과정과 기존의 TIMSS 평가를 바탕으로, 각국에서 초등학교 4학년까지 학생들이 배워야 하는 내용요소들을 공통적으로 포함하는 방향으로 구성되었다. 따라서 각국에서 초등학교 4학년까지의 학교교육을 받은 학생들을 대상으로 수학성취도를 평가할 수 있다. 또한 TIMSS 평가 문항은 내용요소를 포함하는 내용영역과 인지영역의 2차원 평가들에 의해서 결정되므로, 평가의 결과는 학생들이 수학적 내용에 대한 기본적인 지식뿐만 아니라 추론하고 문제를 해결하는 다양한 능력을 평가한다. 한편 TIMSS 4학년 평가는 피험자가 계산기를 사용하지 않고 문제를 풀 수 있도록 계산기 복잡한 문항을 포함하지 않기 때문에(Martin et al., 2016; IEA, 2016a), TIMSS 성취도 결과는 계산기의 유무에 따라 영향을 받지 않는다. 즉, TIMSS 2015를 통해 측정된 학생들의 성취도는 계산기의 유무와 관련 없는 일반적인 수학성취도를 의미한다.

분석 대상인 20개국 중에서 싱가포르, 헝가리의 경우에 제한적으로 계산기 사용을 허용받은 학생 비율이 10%를 넘지 않아서, 그리고 덴마크는 수학 수업에서 계산기 사용을 허용받은 학생 비율이 90%를 넘어서, 집단 간 비교에서 제외하였다. 따라서 20개국 중에서 3개국을 제외한 총 17개 국가의 성취도를 두 집단(‘예, 제한’ 집단과 ‘아니요’ 집단)으로 구분하여 분석하였다. 각 국가별 두 집단 간의 성취도를 분석한 결과는 [표 4]와 같다.

초등학교 4학년 수학 수업 중에 계산기를 허용하게 하는 비율과 성취도와의 관계를 바탕으로, 20개국을 분류하면 [표 5]와 같다. 우선, 분석 대상국들을 계산기를 사용하지 않는 비율 50%를 기준으로 이분하였다. 그리고 두 집단의 성취도를 비교하여 계산기를 사용하지 않는 학생의 성취도와 높은 경우와 제한적으로 사용한 학생들의 성취도가 높은 경우로 구분하였다.

[표 4] 계산기 사용 허용 여부와 성취도 관계
[Table 4] The relation between the ratio admitting to use calculators in mathematics lessons and mathematics achievement

	학생 수(명)	백분율 (%)	평균 성취도	t
싱가포르	예, 제한	183	3.02	X
	아니요	6,203	96.63	
홍콩	예, 제한	615	20.68	-2.00*
	아니요	2,992	78.70	
대한민국	예, 제한	1,958	43.16	0.69
	아니요	2,661	56.52	
대만	예, 제한	662	15.62	-1.15
	아니요	3,559	83.62	
일본	예, 제한	4,478	60.22	0.37
	아니요	2,717	39.01	
북아일랜드	예, 제한	2,226	83.92	-0.26
	아니요	310	12.29	
러시아연방	예, 제한	958	20.01	-1.14
	아니요	3,939	79.50	
노르웨이	예, 제한	2,673	72.84	0.79
	아니요	1,113	26.39	
아일랜드	예, 제한	2,891	70.72	0.88
	아니요	1,402	27.67	
영국	예, 제한	2,588	73.21	2.74**
	아니요	976	24.65	
벨기에	예, 제한	3,653	70.24	-0.27
	아니요	1,501	28.53	
카자흐스탄	예, 제한	1,656	34.95	-0.41
	아니요	2,812	60.78	
포르투갈	예, 제한	1,868	39.60	-0.26
	아니요	2,541	60.25	
미국	예, 제한	3,733	39.11	3.17**
	아니요	5,417	59.46	
덴마크	예, 제한	3,070	89.03	X
	아니요	215	7.20	
리투아니아	예, 제한	1,508	25.19	1.00
	아니요	2,945	74.28	
핀란드	예, 제한	2,929	49.83	0.16
	아니요	2,753	49.10	
폴란드	예, 제한	2,197	45.19	0.17
	아니요	2,528	54.81	
네덜란드	예, 제한	1,378	38.86	0.98
	아니요	2,148	61.14	
헝가리	예, 제한	410	7.38	X
	아니요	4,382	92.23	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

[표 5] 계산기 사용에 따른 국가별 카테고리
[Table 5] Categories of nations according to using calculators in mathematics lessons

성취도가 높은 집단	계산기 사용하지 않는 학생 비율	50% 미만	50% 이상
	계산기를 사용하지 않은 학생	북아일랜드 벨기에 (덴마크)	홍콩* 대만 러시아연방 카자흐스탄 포르투갈
계산기를 제한적으로 사용한 학생	일본 노르웨이 아일랜드 영국** 핀란드	(싱가포르) 대한민국 미국** 리투아니아 폴란드 네덜란드 (헝가리)	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

() 통계적 검증에서 제외

계산기를 사용하지 않은 학생 집단이 제한적으로 사용한 학생 집단보다 성취도가 높은 국가는 7개국이고, 두 집단의 성취도 차이가 통계적으로 유의한 수준으로 높은 국가는 홍콩뿐이었다. 즉, 홍콩은 비교대상국 20개국 중에서 유일하게 수학 수업에서 계산기를 사용하지 않는 학생 집단의 수학 성취도가 계산기를 제한적으로 사용하는 학생 집단의 수학 성취도보다 높은 것으로 나타났다.

홍콩은 수학과 교육과정에서 계산기를 활용한 수학 수업을 권고하기 보다는 흥미 고취를 위한 방법 중의 하나로 제시하고 있으며(The Curriculum Development Council, Hongkong, 2002), 초등학교 교사와 학생들이 수학 수업에서 계산기를 많이 활용하지 않는다(Leung et al., 2016). 따라서 일부 초등학교 수학 수업에서 계산기를 사용하고 있는 것으로 보이며, 이 학생들의 성취도는 계산기를 사용하지 않는 대부분의 학생들의 성취도보다 낮은 편임을 알 수 있다.

반면, 북아일랜드와 벨기에의 경우, 대부분의 학생들(83.92%, 70.24%)이 수학 수업에서 계산기를 제한적으로 사용하고 있으나 통계적으로 유의하지 않은 수준에서 계산기를 제한적으로 사용한 학생들의 수학 성취도가 약간 낮았다.

계산기를 제한적으로 사용하는 학생 집단이 사용하지 않는 학생 집단보다 성취도가 높은 국가는 10개국이고, 두 집단의 성취도 차이가 통계적으로 유의한 수준으로 높은 국가는 미국과 영국뿐이었다. 즉, 미국과 영국의 초등학교 수학 수업에서만 계산기를 사용하는 학생들의 수학성취도가 그렇지 않은 학생들의 성취도보다 높은 것으로 나타났다.

영국의 교육과정은 Key stage 2가 끝나기 전에 학생들이 계산기를 사용할 수 있도록 하고, 실제 많은 초등학생들이 수학 수업에서 계산기를 사용하고 있으며, 이들 학생들이 계산기를 전혀 사용하지 않는 학생들의 성취도보다 높은 편이다. 즉, 영국의 초등학교 수학 수업에서는 계산기를 사용하는 것이 일반적임을 알 수 있다.

미국은 지난 40여 년간 학교수학에서 계산기 사용을 강조해 왔으나 초등학교 4학년 학생 중 약 40%의 학생들이 수학 수업 중에 계산기를 제한적으로 사용하는 것으로 나타났다. 그리고 계산기를 사용하는 학생들의 성취도가 전혀 사용하지 않는 학생들의 성취도보다 높은 편이었다. 즉, 미국의 대부분의 초등학교 수학 수업에서 계산기를 사용하는 것은 아니지만, 계산기를 사용하는 학생들의 수학 성취도가 그렇지 않은 학생들보다 높은 편이다.

V. 결론

본 연구의 목적은 초등학교 수학 수업에서 계산기 사용 비율과 성취도와의 관계를 우리나라를 포함하여 20개국의 실태를 분석함으로써, 초등학교 수학 수업에서의 계산기 사용에 대한 시사점을 도출하는 것이다. 이를 위해 TIMSS 2015 자료의 초등학교 4학년 학생들의 성취도와 교사설문을 연계하여 분석하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 초등학교에서 계산기를 사용하는 시기에는 국가별로 차이가 있었다. 교육과정 문서와 관련 연구를 분석한 결과, 초등학교 5~6학년에 계산기를 도입하는 경우, 그리고 초등학교 3~4학년에 계산기를 도입하는 경우가 있었고, 학년의 제한없이 계산기를 사용하도록 하는 경우가 있었다. 하지만 교육과정에서 제시한 것과 실제 학교에서 계산기를 사용하는 비율 사이에는

차이가 있었다. 둘째, 초등학교 4학년 수학 수업에서는 계산기를 사용하는 국가보다는 사용하지 않는 국가가 더 많았다. 초등학교 4학년에서 계산기를 무제한으로 사용하도록 허용하는 국가는 거의 없었고, 사용하지 않도록 하는 국가들이 많았다. 우리나라는 제한적으로 사용하는 학생 비율보다는 사용하지 않는 학생 비율이 높았지만, 제한적으로 사용하는 학생 비율이 약 43%로 미국의 39%와 유사할 정도로 높은 편이었다. 셋째, 초등학교 4학년 수학 수업에서 계산기를 사용하는 것은 일반적으로 수학성취도에 유의한 영향을 주지 않는다. 다만 홍콩, 영국, 미국에서는 계산기 사용과 성취도 간의 유의한 관련이 있다. 홍콩은 계산기를 사용하지 않는 경우에 성취도가 더 높고, 영국과 미국은 계산기를 제한적으로 사용하도록 하는 경우에 성취도가 더 높다.

본 연구 결과에 근거하여 초등학교 수학 수업에서의 계산기 사용에 대하여 두 가지 시사점을 도출하였다.

첫째, 초등학교 수학 수업에서 계산기 사용을 도입하는 학년에 대한 연구가 필요하다. 일반적으로 계산기 기능을 숙달해야 하는 저학년에서는 도구로서의 계산기 역할을 제한할 필요가 있다는데 이의를 제기하기 어렵다(Sheets, 2007). 하지만 수학 수업에서의 계산기 활용을 논할 때, 계산기를 도입해야 하는 최소 학년에 대한 논의도 함께 이루어져야 한다. 그럼에도 불구하고 계산기 사용이 일반적으로 적절한 최소 학년에 대한 논의를 찾아보기 어렵다. 예를 들어, 2007 개정 교육과정 4학년에 계산기를 이용한 어림 활동이 처음으로 학년 수준의 유의점으로 제시되었으나, 교육과정 개정의 취지나 해설을 찾기 어렵다. 국외 19개국과 비교한 본 연구에서는 우리나라 수학 교육 상황과 유사한 국가를 찾을 수 없었다. 초등학교 3~4학년에 계산기를 도입하는 나라(홍콩, 아일랜드, 북아일랜드, 영국)의 수학교육 상황은 우리나라와 달랐다. 영국, 아일랜드, 북아일랜드 모두 계산기를 사용하지 않는 학생들이 소수에 속할 정도로 초등학교 수학 수업에서 계산기를 높은 비율로 사용하는 나라이었고, 특히 영국은 계산기를 사용하는 학생들의 성취도가 그렇지 않은 학생들보다 높은 편이었다. 홍콩은 계산기를 사용하지 않는 학생들의 성취도가 사용하는 학생들의 성취도보다 높았다. 또한 우리나라의 수학교육 상황은 지리적, 문화적으로 유사성이 있는 동아시아 국가들과도 차이

가 있었다. 싱가포르, 대만, 홍콩의 약 80% 학생들이 계산기를 전혀 사용하지 않았다. 따라서 우리나라 학교 상황과 교육 목표를 고려하여 초등학교 4학년 학생들부터 계산기를 사용하도록 할 것인지에 대한 학문적인 고찰이 이루어져야 하겠다.

둘째, 초등학교 수학 수업에 계산기 사용의 효과에 대한 영국과 미국의 연구 결과를 우리나라에 적용하기는 어렵다는 점이다. 본 연구의 결과, 영국과 미국의 초등학교 수학 수업과 계산기 사용의 관계는 다른 국가에 일반화하기 어려운 특수한 결과로 나타났다. 평소 수학 수업에서 계산기를 사용하였던 학생들의 수학 성취도가 계산기를 사용하지 않았던 학생들의 성취보다 높는데, 이러한 결과는 다른 나라에 적용되지 않았다. 선행연구들에 따르면, 평가 문항의 특성, 계산기를 수업과 평가에서 다루는 방식, 그리고 계산기 활용을 수학 수업에 통합하는 방식 등에 의해서 계산기 사용이 수학 성취도에 주는 영향 정도가 달라질 수 있다 (Wolfe, 2010; Walcott & Stickers, 2012). 본 연구에서 사용한 수학성취도 평가는 국제적으로 동일한 절차와 방법으로 시행된 TIMSS 2015이기 때문에, 평가 문항의 특성, 평가에서 계산기를 다루는 방식은 동일하다. 따라서 계산기를 수업에서 사용하는 방식 또는 계산기 활용을 수학 수업에 통합하는 방식 등에 의해서, 계산기 사용이 수학 성취도가 주는 영향 정도가 달라지는 것으로 해석할 수 있다. 국가 간의 수학 교과서의 차이, 교실 문화의 차이, 평가의 차이 등을 고려할 때, 초등학교 수학 수업에서의 계산기 효과에 대한 국외 연구 결과는 우리나라의 수학 수업에 적용되지 않는다. 따라서 계산기 사용과 관련된 우리나라 초등학교 학생들을 위한 연구 결과는 다수의 학생이 참여한 연구 혹은 축적된 연구결과로부터 도출되어야 한다.

TIMSS 2015을 중심으로 20개국의 초등학교 수학 수업에서의 계산기 사용에 대한 실태를 분석한 본 연구는 사후실험설계(ex post facto research)로, 수학 수업 중의 계산기 허용에 관한 설문 조사와 수학 성취도와의 관계를 연결하여 분석한 한계가 있으나, 본 연구의 결과는 초등학교 수학에서의 계산기 사용에 대한 우리나라의 상황을 객관적으로 파악하는데 일조할 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- 강영란(2013). TI-73 계산기를 활용한 초등 5학년 수학 영재 학급의 수업분석. 한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, 15(3), 315-331.
- Kang, Y. R. (2013). An analysis of using ti-73 calculator for the 5th grade students in an elementary math gifted class. *Education of Primary School Mathematics*, 15(3), 315-331.
- 강영란(2014). 초등 영재 학생의 비례 추론 발달 단계에 따른 계산기 사용에 대한 행위 분석. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 16(1), 39-56.
- Kang, Y. R. (2014). Analysis on behaviors of using calculator based on developmental stage of proportional reasoning of gifted elementary students. *School Mathematics*, 16(1), 39-56.
- 강영란, 조정수(2015). 교사의 도구적 오케스트레이션에 관한 활동이론적 분석: 계산기 기반 초등 수학 영재 수업을 중심으로. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 17(2), 273-287.
- Kang, Y. R., & Cho, C. S. (2015). An activity theoretical analysis on the instrumentational orchestration of the teacher: focusing on the calculator-based classroom activities of gifted elementary math students. *School Mathematics*, 17(2), 273-287.
- 교육과학기술부(2011). 수학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2011-361호.
- Ministry of Education, Science, and Technology (2011). *Mathematics curriculum*. MEST 2011-361.
- 교육부(1992). 국민학교 교육과정. 교육부 고시 제 1992-12호.
- Ministry of Education (1992). *Elementary school curriculum*. MEST 1992-12.
- 교육부(1994). 국민학교 교육과정 해설(I). 교육부.
- Ministry of Education (1994). *The explanation of elementary school curriculum(I)*. MEST.
- 교육부(1997). 초등학교 교육과정. 교육부 고시 제 1997-15호.
- Ministry of Education (1997). *Elementary school curriculum*. MEST 1997-15.
- 교육부(2015). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74호.
- Ministry of Education (2015). *Mathematics curriculum*.

- MEST 2015-74.
교육인적자원부(2007). 수학과 교육과정. 교육인적자원부 고시 제2007-79호.
- Ministry of Education and Human Resources (2007). *Mathematics curriculum*. MEST 2007-79.
- 김진수, 정창현(1995). 국민학교 수학교육에서 계산기 이용에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 34(1), 97-106.
- Kim, J. S., & Jeong, C. H. (1995). A study of using calculators in the elementary school education. *Mathematical Education*, 34(1), 97-106.
- 남승인, 류성림, 백선수(2003). 초등수학에서 계산기 활용의 효율성에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, 42(3), 403-417.
- Nam, S. I., Ryu, S. R., & Paek, S. S. (2003). The effects of the use of calculators in elementary school mathematics education. *The Mathematics Education*, 42(3), 403-417.
- 류성림(2010). 미국 초등수학교과서의 계산기 활용 실태와 방안에 대한 분석. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 24(1), 1-27.
- Ryu, S. R. (2010). A study on use of calculators in the elementary math textbook of U.S. *Communication of Mathematical Education*, 24(1), 1-27.
- 박교식(1998). 우리나라 초등학교 수학교육에 적용 가능한 계산기 활용 방안 연구. 대한수학교육학회 논문집, 8(1), 237-249.
- Park, K. S. (1998). A study on how to use calculators in elementary mathematics education in Korea. *Journal of the Korea Society of Educational Studies in Mathematics*, 8(1), 237-249.
- 안병근 (2005). 초등수학에서 계산기 활용에 대한 효과 분석. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 7(1), 17-32.
- Ahn, B. G. (2005). An analysis of effective on using calculators in elementary mathematics. *School Mathematics*, 7(1), 17-32.
- 안병근(2017). 초등학교 수학과 성취기준에 따른 계산기의 활용 방안. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 19(4), 713-729.
- Ahn, B. G. (2017). A study on the application of calculation method according to the standard of elementary school in elementary school. *School Mathematics*, 19(4), 713-729.
- Bouck, E. C. & Joshi, G. S., & Johnson, L. (2013). Examining calculator use among students with and without disabilities educated with different mathematical curricula. *Educational Studies in Mathematics*, 83, 369 - 385.
- Boyd, S., & Burgess, H. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, Northern Ireland*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- Chee, M. T., Chin, T. Y., Loh, M. Y., Ng, H. L., Poon, C. L., Kim, H. S., Tang, S. Y., Tay, W. B., & Yen, Y. P. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, Singapore*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- Common Core State Standards Initiative (2010). *Common core standards for mathematics*. Retrieved from http://www.corestandards.org/wp-content/uploads/Math_Standards.pdf
- Curriculum Development Council, Hongkong(2002). *Basic education curriculum guide-building on strengths(primary 1-secondary 3)*. Retrieved from https://cd1.edb.hkedcity.net/cd/EN/Content_2909/BE_Eng.pdf
- Department of Education and Skills, Clerkin, A., & Perkins, R. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, Ireland*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- IEA(2016a). *About TIMSS 2015*. Retrieved from <http://timss2015.org/download-center>
- IEA(2016b). *TIMSS 2015 user guide for the international database supplement 1: International version of the TIMSS 2015 context questionnaire*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/>
- Judson, T. W. (1999). Japan: A Dierent Model of Mathematics Education. *Contemporary Issues in Mathematics Education MSRI Publications*, 36, 75-81. Retrieved from <http://library.msri.org/books/Book36/files/judson.pdf>

- Kovaleva, G., & Krasnianskaia, K. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, Russian federation*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- Leung, F. K. S., & Wong, A. S. L., & Leung, C. C. Y. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, Hong Kong SAR*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- Lin, Y-C., & Yuan, Y. (2015). *The elementary school teachers' belief of integrating calculator into mathematic instruction*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228950859_The_elementary_school_teachers'_belief_of_integrating_calculator_into_mathematic_instruction
- Marôco, J. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, Portugal*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Hooper, M. (Eds.). (2016). *Methods and procedures in TIMSS 2015*. Retrieved from <http://timss.bc.edu/publications/timss/2015-methods.html>
- Meelissen, M., & Punter, A. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, The Netherlands*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- Ministry of Education, Singapore (2006). *Mathematics syllabus primary*. Curriculum Planning and Development Division.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 international results in mathematics*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- Onstad, T., & Kaarstein, H. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, Norway*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- Richardson, M. & Isaacs, T. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, England*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- Takahashi, A., Watanabe, T., & Yoshida, M. (2008). *English translation of Japanese mathematics curricula in the course of study, grade 1-9*. Retrieved from http://ncm.gu.se/media/kursplaner/andralander/Japanese_COS2008Math.pdf
- Verstraelen, F., Bellens, K., & Damme, J. V. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, Belgium-Flemish community*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- Vettenranta, J., Hiltunen, J., & Kupari, P. (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia, Finland*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/encyclopedia/>
- Walcott, C., & Stickles, P. R. (2012). Calculator use on naep: a look at fourth- and eighth-grade mathematics achievement. *School Science & Mathematics, 112*(4), 241-254.
- Wilson, W. S., & Naiman, D. Q. (2004). K-12 calculator usage and college grades. *Educational Studies in Mathematics, 56*, 119 - 122.
- Wolfe, E. W. (2010). What impact does calculator use have on test results? *Test, Measurement & Research Services Bulletin, 14*, 1-6.
- 참고 인터넷사이트
<http://www.timss2015.org>
<https://www.iea.nl/data>
<https://www.bbc.com/news/education-20259382>
<https://www.gov.uk/government/news/use-of-calculators-in-primary-schools-to-be-reviewed>

A Comparative Study on the Relation between Using Calculators in Math Lessons and Mathematics Achievement of Elementary School Students

Choi, Ji Sun

Korea Institute for Curriculum and Evaluation,
8 Gyohak-ro, Deosan-myeon, Jincheon-gun, Chuncheonbuk-do, Korea
E-mail : jschoitou@gmail.com

Current mathematics curriculum of South Korea suggests that students learn mathematics in school with calculators except that the aim of the math lessons is to achieve calculation skills, but we can't be sure that elementary school students use calculators in math lessons of school. Actually we don't have enough data to identify how many elementary school students use calculators in math lessons. The aims of this study are to compare the ratio of elementary school students using calculators in math lessons of school between 20 countries and to analyse the relation between using calculators in math lessons and the achievements of math through 4th grade mathematics test of TIMSS 2015. The results of this study are two. One is that generally 4th grade students did not use calculators in math lessons. The other result is that generally there is no relation between using calculators in math lessons and the achievements of the math test through 4th grade mathematics test of TIMSS 2015. Only in Hong Kong SAR, students without using calculators have higher achievements than students using calculators. In England and USA, students using calculators have higher achievements than students without using calculators. Finally, researcher in this study suggests some implications on using calculator in elementary schools.

* ZDM Classification : U72

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97U70

* Key Words : Elementary Mathematics, Calculators, Comparative Study, Mathematics Education, TIMSS 2015