

교육정보화 정책의 효과성 분석 : TIMSS 2007의 한국, 싱가포르, 호주 사례를 중심으로

김혜숙(金惠淑)*

길혜지(吉惠芝)**

논문 요약

이 연구는 TIMSS 2007의 수학과 과학 성취도 자료를 활용하여 한국, 싱가포르, 호주의 정보화 변인의 효과를 비교함으로써 우리나라의 교육정보화 정책이 효과적인지 파악하는데 목적이 있다. 이를 위해 학생-학교의 2수준 위계적 선형모형을 활용하여 분석하였다. 연구 결과, 우리나라 학생의 가정에서의 정보화 접근성은 싱가포르와 호주에 비해 높으나 학교에서의 접근성은 떨어지는 것으로 나타났으며, 정보화 변인이 과학 성취도를 설명함에 있어서 학교 간 차이가 다른 국가보다 높은 것으로 나타났다. 또한 성별, 사회경제적 지위, 학습태도 등 주요 변인을 통제된 상태에서 우리나라와 싱가포르에서는 가정에서의 ICT 접근성이 성취도에 긍정적이나 인프라 등 학교에서의 접근성은 부정적인 영향을 미치는 경향을 보였다. 특히, 우리나라에서는 수업 중 과학 절차나 실험을 수행하기 위한 컴퓨터 사용이 과학성취도에, 싱가포르에서는 수학적 기능과 절차를 설명하기 위한 컴퓨터 사용이 수학성취도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타난 반면, 호주에서는 모의실험을 통하여 자연 현상을 학습하거나 아이디어와 정보를 찾기 위한 수업 중 컴퓨터 사용이 과학 성취도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 국가에 따라 상이한 특성을 보였다.

주요어 : 교육정보화 정책, TIMSS 2007, 위계적 선형모형, 국제비교연구

* 대구대학교 교육대학원 교육학과 교수

** 교신저자, 서울대학교 교육학과 박사과정

I. 서론

빠르게 변화하는 테크놀로지는 사회 전반에 영향을 미치고 있다. 특히, 교육 분야에서 OECD 국가의 학교와 가정에서의 정보통신기술(Information Communication Technology: 이하 ICT) 보급률은 90% 이상으로(OECD, 2008), 학생들이 학교, 가정, 지역사회에서 ICT를 일상적으로 활용하는 수준에 이르고 있다(The partnership for 21st century skills, 2008). 이러한 추세를 반영하여 최근 OECD의 교육연구혁신센터(Center for Educational Research and Innovations: CERI)는 1980년대 후반에 태어나 테크놀로지에 둘러싸여 성장하고 생활하는 세대로서 ICT를 이용한 멀티태스킹, 즉 즉각적인 의사소통과 정보관리에 능통한 특성을 가지고 있는 '새천년학습자'(New Millenium Learner) 개념에 주목하고 있다(Pedro, 2009). 실제로 우리나라 십대 학생들의 45.9%가 개인 홈페이지나 블로그를 가지고 있고, 서울과 수도권 학생 10명 중 8.5명이 개인 휴대전화를 사용하고 있으며, 문자 메시지의 사용량이 성인이 월 58회인 반면 십대는 약 800회로 나타나는 등(강명희 외, 2008) 청소년들이 ICT를 활용하는 수준이 매우 높은 편이다.

이처럼 ICT에 익숙한 세대에게 적절한 교육 환경을 제공하기 위하여 정책결정자들은 ICT를 교육에 어느 정도 통합하고 이를 위한 투자를 얼마만큼 지속할 것인지, 그리고 추진한 정책이 의도한 목표를 달성하고 있는지, 예컨대, 학교에서 ICT의 활용을 촉진하는 다양한 정책들이 학업성취도 제고나 교수·학습 변화 등을 가져오고 있는지에 대해서 많은 관심을 보이고 있다(UNESCO Institute for Statistics, 2009). 우리나라는 1999년부터 2005년까지 1단계, 2단계 종합 발전계획을 통해 컴퓨터, 인터넷 연결 등 인프라 구축을 통한 정보 접근성을 강화하고 학생과 교원이 ICT를 활용할 수 있는 소양을 갖추는 등 이를 위한 콘텐츠와 정보시스템을 개발하는데 총 4조 9천억 원 규모의 예산을 투입하였다(임천순, 2005). 반면 이와 같이 대규모 예산이 투입된 정책의 성과를 체계적으로 평가하고자 하는 관심은 상대적으로 미흡한 편이었으며, 특히 교육정보화 정책의 "효과성"에 대한 평가는 더욱 미흡한 수준이라고 할 수 있다. 예컨대 우리나라 교육정보화 정책이 얼마나 효과적인지 알아보기 위하여 교육정보화 수준이 높은 다른 국가와 비교 분석한 연구는 시도된 바가 없다. 참고로 교육정책의 효과성은 정책이나 프로그램이 즉각적으로 내놓은 산출물이 아닌 궁극적으로 정책을 통해서 어떠한 효과나 혹은 결과가 나타났는지, 최종적으로 정책의 목표 달성에 얼마나 기여하였는지에 대한 검토를 포함한다(김혜숙, 백순근, 2007).

한편, PISA 2006 자료를 분석한 결과(OECD, 2008), 우리나라의 교육정보화 수준은 학교 인프라 구축 수준이나 가정에서의 ICT 접근성은 상당히 높은 수준이나 학생들이 학교에서 ICT를 활용하는 수준은 매우 낮고, 활용 양태에 있어서도 프로그램/소프트웨어 활용보다는 인터넷/오락적 활용에 보다 치중하는 것으로 나타났다. 특히, 학교에서 ICT를 전혀 활용하지 않는다고 응답

한 학생의 비율은 약 42%로 OECD 국가 중에서 가장 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 만 15세 학생들에 한정된 조사에 해당하나, 전반적으로 우리나라 교육과정에서 ICT 통합 수준이 충분하지 않거나 체계화된 교육과정이 있다고 할지라도 학교현장에서 강력한 구속력을 가지고 실행되지 않음을 시사한다. 반면에 교육과정에 ICT 통합 정도가 높은 국가, 특히, 학교에서 ICT 활용 수준이 높은 국가로는 아시아에서는 싱가포르, 서구권에서는 호주를 들 수 있다. 국제학업 성취도협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement; 이하 IAEEA)에서 시행하고 있는 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study; 이하 TIMSS)의 4주기 연구인 TIMSS 2007 분석 결과에 따르면 학교에서 컴퓨터를 사용한다고 응답한 학생의 비율이 우리나라는 32.7%에 그치는 반면, 아시아 권에서는 싱가포르는 72.2%로 높았고, 서구권에서는 호주가 81.9%로 매우 높은 편에 속했다(김경희 외, 2008). 특히, 싱가포르는 TIMSS 2007에서 수학 598점(1위), 과학 561점(2위)으로 높은 성취도를 보였으며, 사회·문화 및 교육 환경이 우리나라와 유사한 국가로서 교육과정에서 ICT 통합을 촉진하기 위한 국가전략을 수립한 바 있다(한국교육학술정보원, 2009). 또한 호주에서 ICT 리터러시는 국가 교육과정에서 강조하는 5대 리터러시(읽기, 수학, 과학, 시민의식, ICT) 중 하나에 해당하며(MCEETYA, 1999), 학생들의 수준을 체계적으로 모니터링하기 위하여 2005년부터 6학년과 10학년을 대상으로 국가수준 ICT 리터러시 평가를 정기적으로 실시해오고 있다(Ainley et al., 2007). 이처럼 싱가포르는 우리나라와 유사한 문화권임에도 불구하고 국가 차원에서 ICT를 학교 현장에 정착, 활용하고자 하는 노력이 매우 활발하다는 점에서, 호주는 서구권에서 실제 교육과정에 ICT를 통합시켜 활용하는 정도가 높은 국가이기에 본 연구에서는 싱가포르와 호주를 선정하여 우리나라 교육정보화 정책이 얼마나 효과적인지를 비교 분석하였다.

이 연구에서는 국가수준에서 교육정보화 정책의 효과성 평가모형을 구조화하고, 한국, 싱가포르, 호주의 교육정보화 정책 효과성을 TIMSS 2007 학업 성취도 자료를 통해 비교·분석하고자 한다. 이를 위하여 학업 성취도에 영향을 미칠 수 있는 제반 변인의 영향력을 통제된 상태에서 교육정보화 관련 학생 및 학교 변인이 성취도에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다. 이 때 투입 변인으로서 일반 변인과 ICT 관련 변인을 학생 및 학교 수준으로 구분하고, 산출변인으로 수학·과학 성취도 점수를 설정함으로써 ICT 변인이 학업 성취도에 미치는 영향을 2수준 다층모형을 통해 분석하였다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 교육정보화 관련 변인이 수학·과학 성취도에 있어 차지하는 설명 분산은 어느 정도인가? 한국, 싱가포르, 호주 간 국가별로 차이가 있는가?

둘째, 교육정보화 관련 변인이 수학·과학 성취도에 유의한 영향을 미치는가? 한국, 싱가포르, 호주 간 국가별로 차이가 있는가?

II. 이론적 배경

먼저 교육정보화 정책의 효과를 무엇으로 볼 것인가와 그 효과를 어떻게 측정할 것인가에 대한 논의가 이루어질 필요가 있다. 교육정보화 정책의 효과는 넓은 의미에서 국가나 지역을 통해서 학교 혹은 가정에서 이루어지는 다양한 교육정보화 활동이 정책 목표 달성에 기여하였는가 등 의도된 효과 뿐 아니라 부수적으로 달성된 의도하지 않았던 효과를 모두 포함한다. 교육정보화 정책의 의도된 효과 측면에서 Wagner 등(2005)은 특정한 맥락에서의 ICT 활용은 학생들의 지식, 기술, 태도에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 뿐 아니라 교수방식, 학교 혁신, 지역사회 서비스에 변화를 가져올 수 있는 중요한 정책 변인이라고 본다. 이러한 정책 변화는 실제 실행 전략을 통해서 학생 및 교사 측면에서의 산출효과를 가져오고, 이를 통해 학생 측면에서 더 높은 교양, 더 나은 직업, 더 높은 수입 등 장기적이며 궁극적인 효과가 나타난다고 가정한다. Newhouse(2002) 역시 선행연구 분석을 통해 교육정보화 정책의 효과를 교육과정, 학습 환경, 교사, 교육체제, 학생 등 다양한 영역으로 나누어 제시하면서, 학업 성취도나 문제해결력과 같은 궁극적인 성과는 여러 요소들에 의해 매개되어 나타난다고 한 바 있다. 교육정보화 정책의 효과를 궁극적인 효과 및 학생 개인 측면의 효과에 한정하여 보면, 정의적 영역(학습 동기, 태도, 매체에 대한 자기효능감 등), 사회문화적 영역(문화 수용성, 사회 공헌, 경제적 효과 등), 인지적 영역(학업성취도, 정보활용능력, 창의성 등)으로 구분된다(임진호 외, 2005). 또한 Serverin(2009)에 따르면 교육정보화 정책의 효과성을 평가할 수 있는 개념적 프레임은 투입 단계(input), 과정 및 산출 단계(process and product), 전개 단계(development), 결과 단계(impact)로 구분된다. 여기서 결과는 즉시적 결과와 최종 결과로 구분되는데, 전자에는 교수·학습의 변화와 학생의 참여가, 후자에는 학생의 성취도와 역량(비판적 사고력과 문제해결력, 창조성과 혁신성, 의사소통과 협동능력)이 있다.

한편, 학업 성취도를 궁극적 효과로 선정한 선행연구를 살펴보면 대체로 교육정보화의 투입이 학업 성취도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었으나(김영수, 계보경, 2001; 신중호 외, 2005; BECTa, 2001), 부모의 사회경제적 지위나 성별 등 학생 수준에서의 주요 변인 효과를 통제한 국제비교 연구에서는 해당 교과나 통제변인이 무엇인가에 따라 그 결과가 상이한 것으로 나타났다. 예컨대, PISA 2000 분석 결과에 따르면 사회경제적 지위 변인을 통제하여 분석한 결과, 컴퓨터 접근성이 학생들의 읽기 성취도(Attewell & Battle, 1999), 과학 성취도(Papanastasiou, Zemblylas & Vrasidas, 2005)에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 PISA 2003 분석 결과에서는 사회경제적 배경, 성별, 이민 여부 등 주요 변인을 통제한 경우, 컴퓨터 접근성이 수학 성취도에 직접적인 영향을 미치지 않았다(Witter & Senkbeil, 2008). 또한 PISA 2006 분석 결과에서도 학교와 가정에서의 일반적인 ICT 활용 그 자체는 성취도에 유의한

영향을 미치지 않으며, ICT 활용의 세부 항목별 분석 결과가 보다 중요한 것으로 나타났다. 예컨대, 인터넷 검색, 문서 작성, 소프트웨어 다운로드 등의 활동이 성취도에 긍정적으로 작용하는 것과 달리 게임, 음악 다운로드, 이메일이나 채팅 등 오락적 사용은 성취도에 부정적인 것으로 나타났다(김혜숙 외, 2008). 즉, 학생이 ICT를 어떤 목적으로, 그리고 어떠한 방식으로 사용하는가에 따라서 학업 성취도에 미치는 영향이 결정된다고 할 수 있다. 또한 ICT 활용에 있어 오락이 아닌 학습 등 유목적적으로 사용하는가(김혜숙, 2009), ICT 과제의 목적과 내용을 스스로 정하는, 즉 자기결정적인 방식(self-determined way)으로 컴퓨터를 사용하는가(Witter & Senkbeil, 2008)에 따라 그 효과는 상이하였다. 따라서 교육정보화 정책의 효과성을 분석하기 위해서는 ICT 활용 뿐 아니라 가정 및 학교에서의 ICT 접근성, 교육과정에서의 ICT 통합 수준, 실제 수업시간에서의 ICT 활용 정도, 교사와 학생의 ICT 활용에 대한 인식 등을 종합적으로 고려해야 한다.

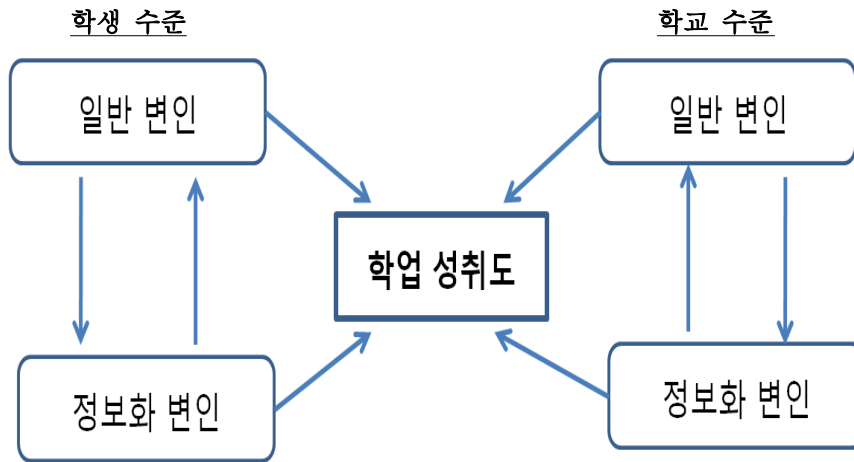
지금까지의 ICT 효과 관련 선행연구를 보면 교육정보화 정책의 성과는 주로 학생 측면에 집중하여 제시되었으며, 그 중에서도 교육정책의 핵심 성과변인이라 할 수 있는 학업 성취도와 그 외에 문제해결력이나 의사소통능력, 협업능력 등과 같은 미래 역량이 대다수를 차지하고 있다. 이 연구에서는 교육정보화 정책의 효과변인으로 TIMSS 2007의 수학·과학 성취도를 선정하였다. 한편, 최근 국제비교 자료를 이용한 선행 연구들의 경향을 살펴봄으로써 본 연구의 의미를 제시하면 다음과 같다(<표 1> 참조). 첫째, 연구 목적에 따라 국제학업성취도 평가의 분석틀 및 평가 문항에 대한 분석 연구, 수학·과학 소양(성취)수준 및 시행 년도에 따른 추이 분석 연구, 수학·과학 성취도(소양)에 유의미한 영향을 미치는 변인에 대한 연구로 나누어 볼 수 있다. 둘째, 연구 방법에 따라 문헌 분석, 각국의 교육과정분석, 회귀분석, 다층자료 분석, 구조방정식모형을 활용한 분석, 문항반응이론을 활용한 분석 등으로 나누어 볼 수 있다. 특히 초기 연구에서는 정답률과 국제 순위 비교 제시와 같은 제한적 수준에서 분석이 이루어졌으나, 최근 연구는 다층자료 분석기법 등을 활용하는 등 수학·과학 성취도(소양)에 유의미한 영향을 미치는 변인이 무엇인지 보다 심도 깊게 분석하는 추세를 보이고 있다. 셋째, 연구 대상에 따라 자국만을 대상으로 하는 연구와 국제 비교 연구로 나누어 볼 수 있다. 특히 국내에서 수행된 연구의 경우 참여국 전체를 대상으로 분석하는 경우도 있으나, 우리나라와 교육 여건이 유사하다 할 수 있는 일본, 홍콩, 대만, 싱가포르 등 아시아 국가와의 비교 연구가 비교적 활발하며, 최근에는 핀란드와 같이 PISA 평가에서 상위권에 해당하는 국가로부터 교육적 시사점을 도출하기 위한 연구가 많이 이루어지고 있다. 넷째, 종속 변인이 무엇인가에 따라 인지적 측면에서의 성취도 분석과 정의적 측면에서의 성취도 분석으로 나누어 볼 수 있다. 초기 연구는 수학·과학 성취도와 같은 인지적 성취를 중심으로 분석해 왔으나, 최근에는 학습 동기, 자아개념, 자아 효능감과 같은 정의적 성취에 대한 분석도 활발하게 이루어지고 있다. 요컨대, 국제 학업 성취도를 활용한 연구의 경향은 수학·과학 성취 추이 분석뿐만 아니라, 이에 유의미한 영향을 미치는 변인에 대한 심층적 분석을 통해 교육 정책 수립 및 시행에 있어

시사점을 도출하는데 중점을 두고 있다. 따라서 이 연구 역시 국제 학업 성취도 자료를 활용하여 ICT 관련 정책의 시사점을 도출하는데 그 목적을 두고 있다.

<표 1> 국제 학업성취도 자료를 활용한 효과성 분석 관련 선행 연구

연구자	분석자료	연구 목적	연구방법	연구대상	종속변수
양정호, 김경근 (2003)	TIMSS-R	수학 성취도에 영향을 미치는 변인 탐색	2수준 다층분석	한국	수학성취 점수
이범수, 윤정일 (2006)	PISA 2003	투입-과정-산출의 평가 모형을 설정하여 수학 소양에 영향을 미치는 변인 탐색	2수준 다층분석	한국, 일본, 미국, 독일, 핀란드	수학소양 점수
이광현 (2007)	PISA 2003	수학 소양에 미치는 영향을 미치는 학교 선택 변인 탐색	중다회귀 분석	한국	수학소양 점수
손원숙, 김경희, 박정, 박효희 (2008)	PISA 2006	평가모형을 설정하여 과학 소양에 영향을 미치는 변인 탐색	2수준 다층분석	한국, 핀란드, 홍콩-중구	과학소양 점수
박정 (2008)	TIMSS 2003	능력집단별로 수학성취에 영향을 미치는 교육 맥락변인 탐색	2수준 다층분석	한국	수학성취 점수
김경희, 임현정 (2008)	TIMSS 2003	수학성취에 영향을 미치는 교육 맥락 변인 탐색	3수준 다층분석	한국	수학성취 점수
남기곤 (2008)	PISA 2003	사교육 시간이 수학 소양에 미치는 영향 분석	토빗모형	PISA 2003 참여국	수학소양 점수
김혜숙, 서정희, 박현정 (2008)	PISA 2006	ICT 활용이 학업성취도에 미치는 영향 분석	2수준 다층분석	한국	읽기, 수학, 과학 소양점수
성열관 (2009)	PISA 2003, 2006	핀란드 교육의 성공 요인을 근거 요인, 정책관련요인, 지수화된 요인으로 나누어 비교 분석	정책분석, 문헌분석	핀란드	
김대석, 홍후조 (2010)	PISA 2006	학교 과학교육과정(내용 및 지식, 교수학습활동, 학습시간)이 과학 소양에 미치는 영향 탐색	구조방정 식 모형 분석	한국, 핀란드	과학소양 점수
Papanastasiou, E. C. et al. (2003).	PISA 2000	컴퓨터의 사용 수준이 과학 소양에 미치는 영향 탐색	중다회귀 분석	미국	과학소양 점수
Witter, J., & Senkbeil, M (2008)	PISA 2003	가정과 학교에서의 컴퓨터의 사용 수준이 수학 소양에 미치는 영향 탐색	중다회귀 분석	독일	수학소양 점수
Amita Chudgar et al. (2009)	TIMSS 2003	구가의 소득 수준, 소득 평등도, 학교 변인이 학업성취도에 미치는 영향 분석	2수준 다층분석	25개 국가	수학, 과학성취 점수

또한 교육정보화 정책이 학업 성취도에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 학업 성취도에 영향을 미칠 수 있는 배경 변인들을 충분히 고려하여 통제할 필요가 있다. 이 때 교육정보화의 투입만으로 학업 성취도 변화를 설명하기 어렵기 때문에 학업 성취도에 미치는 다양한 변인들과의 관계를 종합적으로 분석하는 것이 요구된다. 따라서 이 연구에서는 TIMSS 2007에서 제공하는 배경 변인을 활용하여 교육정보화 효과성 분석모형을 설계하였다([그림 1] 참조). 여기서는 학생 및 학교 수준의 ICT 관련 변인이 수학·과학 성취도에 미치는 영향을 교육정보화 정책의 효과라고 가정한다. 또한 이 모형은 학생과 학교 수준으로 구분하고, 각각에서 일반 변인과 ICT 관련 변인을 제시함으로써 교육정보화 정책이 수학·과학 성취도에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.



[그림 1] 이 연구의 교육정보화 효과성 분석모형

III. 연구방법

1. 분석 대상

이 연구는 교육정보화 정책의 효과성 비교 분석 국가로 한국, 싱가포르, 호주를 선정하고 이들 국가의 TIMSS 2007 수학·과학 자료를 분석 대상으로 하였다. PISA 자료가 학생과 학교를 대상으로 배경변인 설문을 실시하고 있기 때문에 교수·학습이 이루어지는 과정에서 교사 변인 효과를 파악하기 어려운 반면, TIMSS 자료는 학생과 학교 외에 교사 변인 설문지가 개발되어 있기 때문에 교사 변인의 효과를 측정할 수 있다. 또한 TIMSS에서는 4학년과 8학년 학생을 모두 평가 대상으로 하고 있으나 우리나라는 8학년만 평가에만 참여하고 있으므로, 이 연구의 분석 대상은

한국, 싱가포르, 호주의 8학년 학생이 해당된다. 이 때 8학년은 검사 시행 일자를 기준으로 만 13세에 해당하는 학생이 가장 많은 학년으로 우리나라의 경우 중학교 2학년 학생이다(김경희 외, 2007). 또한 표집의 대표성을 위하여 2단계 층화 군집 표집을 사용하고 있으며, 본검사 참여 학교 수와 학생 수는 한국은 150개 학교, 4,240명, 싱가포르는 164개 학교, 4,599명, 호주는 228개 학교, 4,069명이다(IAEEA, 2008). 그러나 분석과정에서 결측값은 목록별(listwise) 결측값 제외 방법에 따라 제외하였기 때문에 최종 분석 대상은 수학 성취도 분석의 경우 한국은 72개 학교, 1,145명의 학생, 싱가포르는 134개 학교, 2,758명의 학생, 호주는 156개 학교, 1,276명, 과학 성취도 분석의 경우 한국은 110개 학교, 2,665명의 학생, 싱가포르는 113개 학교, 2,270명의 학생, 호주는 156개 학교, 1,722명으로 구성되어 있다.

2. 측정 변인

이 연구에서 사용한 교육정보화 효과성 분석모형에서 투입된 변인을 구체적으로 제시하면 <표 2>와 같다. 교육정보화 효과성 분석모형은 크게 일반 변인과 ICT 관련 변인으로 구분되어 있으며, 1수준(학생수준)과 2수준(학교수준)으로 위계화되어 있다. 1수준(학생수준)에서의 일반 변인은 성별, 장서보유량, 가재품목 보유량, 부모 학력, 교과태도, 교과가치인식으로 구성되었으며, ICT 관련 변인은 컴퓨터, 인터넷 접속망 보유량 등 가정의 ICT 접근성, 컴퓨터 사용장소, 수업 중 컴퓨터 사용, 과제 중 컴퓨터 사용으로 구성되었다. 그리고 2수준(학교수준)에서의 일반 변인은 학교크기, 학교 SES, 교사의 교직경력, 학교의 전반적 분위기, 교과연수로 구성되었으며, ICT 관련 변인은 학생 1인당 컴퓨터 수, 학교의 인터넷가능 컴퓨터 보유 정도, 교사의 정보화연수, 교사의 수업 중 컴퓨터 사용으로 구성되었다. 이 중 교사의 수업 중 컴퓨터 사용 정도는 수학과 과학 교과별로 교사가 수업 중에 수학 혹은 과학 활동을 위해 학생들로 하여금 컴퓨터를 얼마나 자주 사용하도록 하는지와 관련되어 있다. 종속변인으로는 학생의 수학·과학 성취도를 설정하였으며, 5개의 측정유의값(plausible)을 동시 투입하였고 표본 가중치인 학생 최종 가중치(student final weight)가 분석에 포함되었다. 참고로 학생 최종 가중치는 해당 국가의 8학년 모집단 학생 수를 고려하기 위한 가중치를 의미한다.

<표 2> 교육정보화 효과성 분석 모형의 변인

구분	변수명	변수설명	비고	
종속변인	① 수학적취도 ② 과학성취도	5개의 측정유의값(plausible value)으로 제시		
<1수준 : 학생수준>				
일반 변인	성별	학생의 성별	여자=0, 남자=1	
	장서보유량	가정 내 장서 보유량	5점 척도	
	가재품목보유량	계산기, 책상, 사전 등 가재품목 보유량	0점부터 7점까지 구성	
	부모학력	관련문항 통합지수 제공	지수(index) 활용	
	교과태도	① 수학교과에 대한 태도 ② 과학교과에 대한 태도	4점 척도 8문항 합산점수 활용	
	교과가치인식	① 수학교과에 대한 가치인식 ② 과학교과에 대한 가치인식	4점 척도 4문항 합산점수 활용	
ICT 변인	가정의 ICT접근성	컴퓨터, 인터넷 접속망 보유량	0점부터 2점까지 구성	
	컴퓨터 사용장소	① 학교와 집에서 사용 ② 집에서만 사용 ③ 학교에서만 사용	항목별 더미코딩 (미사용=0, 사용=1)	
	수업중 사용	① 수학기시간 중 컴퓨터 사용량 ② 과학시간 중 컴퓨터 사용량	4점 척도	
	과제중 사용	① 수학과제 수행 중 컴퓨터 사용량 ② 과학과제 수행 중 컴퓨터 사용량	5점 척도	
<2수준 : 학교수준>				
일반 변인	학교크기	등록학생 수	전체등록학생 수	
	학교 SES	학내 부유한 가정 %	5점 척도	
	교직경력	교사의 교직경력 기간	해당 년수	
	학교의 전반적분위기	관련문항 통합지수 제공	지수(index) 활용	
	교과연수	① 수학교과 관련 연수 경험 ② 과학교과 관련 연수 경험	0점부터 6점까지 구성	
	ICT 변인	학생 1인당 컴퓨터 수	학생1인당 컴퓨터 수	교육용컴퓨터/학년학생 수
인터넷가능 컴퓨터 보유율		교육용컴퓨터 중 인터넷 접속 가능 컴퓨터	4점 척도	
정보화연수		교사의 정보화연수 경험	5점 척도	
수학		교사의 수업 중 컴퓨터 사용정도	① 수학의 원리와 개념 파악 ② 수학적 기능과 절차 ③ 아이디어와 정보 찾기	항목별 4점 척도
			④ 자료처리 및 분석	
과학		교사의 수업 중 컴퓨터 사용정도	① 과학절차나 실험 수행 ② 모의실험 ③ 실습 ④ 아이디어와 정보 찾기 ⑤ 자료처리 및 분석	항목별 4점 척도

3. 분석 방법

이 연구는 위계적으로 구성된 TIMSS 2007 자료의 특성을 반영하여 다층 분석을 실시하였으며, 이를 위하여 HLM 6.0 프로그램을 사용하였다. 분석 모형은 절편은 무선효과로, 기울기는 고정효과로 설정하고 모든 변인들은 고정효과로 포함하였다. 즉, 학교마다 평균적인 학업 성취도는 다르지만, 독립변인이 미치는 영향력은 각 학교에 걸쳐 동일하다는 것을 가정한다. 또한 학생수준과 학교수준의 변인들 중 더미변인에 대해서는 중심점 교정을 하지 않은 반면, 더미변인을 제외한 나머지 변인들에 대해서는 학생수준은 집단 평균에 중심점 교정을, 학교수준은 전체 학교 평균에 중심점 교정을 하였다. 다층분석에서 사용한 1수준 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{1수준: } Y_{ij} &= \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \dots + \beta_{ij}X_{ij} + r_{ij} \\ r_{ij} &\sim N(0, \sigma^2) \end{aligned}$$

여기서 Y_{ij} 를 학교 j 소속 학생 i 의 수학 성취도 점수 혹은 과학 성취도 점수라고 할 때, 학생 수준 맥락 및 과정 변인(X)이 미치는 영향을 β_{ij} 라고 할 수 있다. 이 때 r_{ij} 는 학생수준 무선효과로서 평균이 0이고, 표준편차가 σ^2 인 정규분포를 가정한다. 다음은 2수준 식이다.

$$\begin{aligned} \text{2수준: } \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01}Z_{01} + \dots + \gamma_{0j}Z_{0j} + u_{0j} \\ u_{0j} &\sim N(0, \tau), \beta_{qj} = \gamma_{q0} \end{aligned}$$

예측변수는 학교 평균 β_{0j} 에만 영향을 미치고, 학생 수준 변인의 영향력을 나타내는 β_{qj} 는 학교 수준 변인의 영향을 받지 않고, 학교마다 동일하다고 가정하였다. 이 때 u_{0j} 는 학교수준 무선효과로서 평균이 0이고 분산이 τ 인 다변량 정규분포를 가정한다.

또한 연구 문제에 따라 첫째, 설명변인을 투입하지 않은 기초모형을 설정하여 수학·과학 성취도의 전체 분산을 학교수준과 학생수준으로 나누고 집단 내 상관계수(ICC: intra-class correlation)를 구하였다. 둘째, 학생 및 학교 수준의 일반 변인이 통제된 상태에서 ICT 관련 변인이 투입됨으로써 추정된 추가 분산 설명을 통해 교육정보화 정책의 효과성을 평가하고자 단계별 연구모형을 설정하여 관련 변인을 순차적으로 투입하였다. 마지막으로 최종 모형(모형4)을 통해 학생들의 수학·과학 성취도를 설명하는 다층모형을 설정하여 개별 변인의 영향력 크기와 유의도를 분석하였다. 참고로 이 연구에서 설정한 연구모형을 제시하면 <표 3>과 같다. 먼저 학생 및 학교 수준 변수를 전혀 투입하지 않은 기초모형에서 학생수준에서 일반 변인만 투입한

모형(모형1), 모형1에 학교수준의 일반 변인을 투입한 모형(모형2), 모형2에 학생수준의 ICT 관련 변인을 투입한 모형(모형3), 모형3에 학교 수준의 ICT 관련 변인을 투입한 모형으로 ICT 변인의 효과를 파악하기 위한 최종 모형(모형4)으로 구분하였으며, 각 모형에서는 관련 변인을 차례대로 투입하여 수학·과학 성취도에 대한 추가 설명 분산량을 추정하였다.

<표 3> 단계별 연구모형

구분	투입 변인
모형1	학생 수준의 일반 변인
모형2	학생 수준의 일반 변인 + 학교 수준의 일반 변인
모형3	학생 수준의 일반 변인 + 학교 수준의 일반 변인 + 학생 수준의 ICT 변인
모형4	학생 수준의 일반 변인 + 학교 수준의 일반 변인 + 학생 수준의 ICT 변인 + 학교 수준의 ICT 변인

IV. 연구 결과

1. 기초 분석

국가별 현황을 비교하기 위해 ICT 관련 변인을 중심으로 기술 통계를 제시하면 <표 4>와 같다. 한국은 싱가포르와 호주에 비해 가정에서의 ICT 접근성이 상대적으로 높으나 학교에서의 학생 1인당 컴퓨터 수는 적은 편이며, 특히 호주에 비해서는 1/3 수준에 불과한 것으로 나타났다. 또한 한국 학생들은 집에서만 컴퓨터를 사용하고 학교에서는 사용하지 않는다고 응답한 비율이 67.03%로 싱가포르 27.40%, 호주 18.02%에 비해 매우 높은 편이며, 학교에서 사용하고 있다고 응답한 비율은 32.74%로 싱가포르 72.20%, 호주 81.85%에 비해 매우 낮은 것으로 나타났다. 한편, 수업과 관련해서 수업 중 두 시간에 한 번씩 컴퓨터를 사용한다는 비율은 수학과 과학 모두 싱가포르와 호주보다 낮은 수준이며, 과제 중 적어도 일주일에 한 번은 컴퓨터를 사용한다는 비율은 수학과 과학 모두 싱가포르와는 유사한 수준이고 호주보다는 낮은 수준임을 알 수 있다. 교과별로 구체적으로 수업 중 교사의 ICT 사용 수준을 비교하면, 수학의 경우 한국은 수학적 원리와 개념 파악이 13.05%로 가장 높은 반면, 싱가포르와 호주의 경우에는 기능과 절차의 학습이 각각 12.27%와 3.94%로 가장 높은 것으로 나타났다. 그리고 과학의 경우 한국은 과학적 절차나 실험수행이 32.65%로 가장 높은 반면, 싱가포르와 호주의 경우에는 아이디어와 정보찾기가 각각 13.05%와 16.34%로 가장 높은 것으로 나타났다.

<표 4> ICT 관련 변인의 기술통계

변인명			한국	싱가포르	호주	전체 평균	
학생 수준 변인	가정의 ICT 접근성	컴퓨터 보유	98.81(1.19)	93.81(0.52)	97.32(0.28)	61.44(0.40)	
		인터넷 보유	96.43(0.31)	87.43(0.71)	89.43(0.72)	44.80(0.31)	
	장소별 사용용도	학교에서 사용 비율	32.74(1.59)	72.20(0.88)	81.85(1.00)	69.27(0.48)	
		집에서 사용 비율	97.21(0.25)	92.68(0.52)	94.53(0.44)	65.82(0.44)	
		학교 사용, 집 미사용 비율	2.11(0.39)	6.83(0.55)	5.36(0.50)	38.81(0.61)	
		집 사용, 학교 미사용 비율	67.03(1.62)	27.40(0.89)	18.02(0.99)	35.64(0.45)	
학교 인프라	학생 1인당 컴퓨터 수	0.41(0.10)	0.55(0.02)	1.29(0.31)	0.39		
	인터넷 연결 가능 컴퓨터 비율	99.59(0.41)	100.0(0.00)	100.0(0.00)	53.92(1.34)		
사용 정도	수업 중 자주 사용한 비율	수학	4.35(0.36)	6.24 (0.38)	5.99 (0.71)	5.41 (0.12)	
		과학	9.66(0.57)	10.19(0.53)	10.84(1.02)	9.72(0.25)	
	과제 해결을 위해 적어도 일주일에 한번 사용비율	수학	11.08(0.63)	12.41(0.59)	15.07(1.16)	15.16(0.20)	
		과학	13.73(0.69)	13.66(0.56)	18.58(1.25)	19.08(0.30)	
학교 수준 변인	교사의 수업중 ICT 사용 정도	원리개념과와	13.05(3.46)	5.65(1.37)	0.00(0.00)	5.85(0.61)	
		수학	기능과 절차	7.92(2.76)	12.27(2.51)	3.94(1.91)	9.73(0.99)
			아이디어와 정보찾기	6.32(2.11)	7.64(1.78)	1.74(1.75)	8.00(0.97)
	과학	자료처리분석	8.39(2.76)	6.65(1.54)	0.08(0.08)	7.25(0.96)	
		과학적 절차나 실험수행	32.65(3.98)	4.10(1.19)	6.69(2.41)	8.24 (0.70)	
		모의 실험	28.91(4.05)	4.03(1.20)	2.99(1.62)	11.10(0.73)	
		실습	17.38(3.40)	7.04(1.92)	7.84(2.03)	13.95(0.99)	
		아이디어와 정보 찾기	28.30(4.45)	13.05(1.91)	16.34(3.30)	22.78(1.31)	
자료처리분석	20.52(3.70)	4.75(1.39)	8.98(2.65)	13.70(1.02)			

주1. 이 수치는 해당 국가의 8학년 학생 인구를 반영한 가중치를 적용한 것이며, IEA IDB Analyzer를 사용하여 산출된 값임

주2. 단위는 %로 평균값이며, ()안은 표준오차임

주3. 전체 평균은 TIMSS 2007 참여국 전체의 평균과 표준오차를 제시함

2. 모형별 설명분산 분석

먼저 기초모형에서 학교 간 차이가 전체 수학·과학 성취도를 설명하는 비율(ICC)을 살펴보면 우선 수학 성취도의 경우 한국 10.26%, 싱가포르 46.31%, 호주 51.87%, 과학 성취도의 경우 한국은 6.86%, 싱가포르는 49.70%, 호주는 46.10%로 나타났다(<표 5> 참조). 즉, 한국의 경우에는 수학·과학 성취도의 차이가 학교 간 차이보다 학교 내 학생 간 차이에 의해 대부분 설명되는 반면, 싱가포르와 호주는 학교 간 차이에 의해서 설명되는 분산이 큰 것으로 나타났다.

<표 5> 기초모형의 수학·과학 성취도 설명분산 비율(단위: %)

		한국	싱가포르	호주
수학	학교내	89.74	53.69	48.13
	학교간	10.26	46.31	51.87
	전체	100.00	100.00	100.00
과학	학교내	93.14	50.30	53.90
	학교간	6.86	49.70	46.10
	전체	100.00	100.00	100.00

다음으로 4개 연구모형의 영향력을 살펴보기 위하여 각 모형의 학교내, 학교간, 전체 분산의 설명비율로 제시하면 <표 6>과 같다. 학교 및 학생 수준의 ICT 변인이 모두 투입된 모형 4를 기준으로 보았을 때, 수학의 경우, 한국은 학교내 분산의 44.06%, 학교간 분산의 10.05%, 전체 분산의 40.57%이 설명되는 것으로 나타났다. 한국의 학교내 분산 수준은 싱가포르(21.51%)나 호주(25.75%)보다 높은 수준인 반면 학교간 분산은 싱가포르(38.64%)이나 호주(30.51%)보다 낮은 편이다. 즉, 다른 국가보다 이들 변인이 설명하는 학교내 분산이 차지하는 정도가 큰 편이라고 할 수 있다. 그리고 전체 분산에서의 설명분산 역시 싱가포르(29.44%)이나 호주(28.22%) 보다 높은 수준이다. 한편, 과학의 경우, 한국은 학교내 분산의 29.45%, 학교간 분산의 16.74%, 전체 분산의 28.59%가 설명되는 것으로 나타나 수학에 비하여 설명 정도가 낮은 것으로 나타났다. 다른 국가와 비교하자면 한국은 학교내 분산은 싱가포르(18.29%)이나 호주(18.04%)보다 높은 수준인 반면, 학교간 분산은 싱가포르(46.72%)이나 호주(42.99%)보다 낮은 편이다. 즉, 수학과 마찬가지로 다른 국가보다 학교내 분산이 차지하는 정도가 큰 편이라고 할 수 있다.

<표 6> 연구모형별 수학·과학 성취도 설명분산 비율(단위: %)

구분	국가	수학 성취도				과학 성취도			
		모형1	모형2	모형3	모형4	모형1	모형2	모형3	모형4
학교내	한국	41.22	41.28	44.02	44.06	28.21	28.21	29.43	29.45
	싱가포르	18.42	18.42	21.51	21.51	14.23	14.23	18.28	18.29
	호주	23.83	23.93	25.75	25.75	16.28	16.32	18.04	18.04
학교간	한국	4.12	5.54	8.08	10.05	2.74	4.93	6.03	16.74
	싱가포르	0.34	36.10	38.63	38.64	0.55	45.21	46.44	46.72
	호주	3.08	26.78	29.13	30.51	1.02	38.22	39.24	42.99
전체	한국	37.41	37.61	40.34	40.57	26.46	26.59	27.82	28.59
	싱가포르	10.04	26.63	29.44	29.44	7.34	29.82	32.45	32.59
	호주	13.07	25.41	27.51	28.22	9.25	26.31	27.84	29.54

주. 단위는 설명분산 비율(%)로 $\frac{\text{기초모형의 분산} - \text{해당모형의 분산}}{\text{기초모형의 분산}} \times 100$ 에 의해 산출

한편, 교육정보화의 효과를 알아보기 위하여 모형 간 차이 분산 비율(%)에 근거하여 학생수준 효과, 학교수준 효과, 전체 효과를 산출하였다(<표 7> 참조). 우선 전반적인 경향을 살펴보기 위해 국가별 전체 효과를 기준으로 보면 전체 분산에서 수학은 2.81~2.96%, 과학은 2.00~3.23% 수준이며 ICT 변인의 효과가 우리나라가 다른 국가에 비하여 수학은 약간 높지만 과학은 가장 낮은 것으로 나타났다. 다음으로 전체 효과에서 학교내 분산을 살펴보면 수학은 1.82~3.09%, 과학은 1.24~4.06% 수준으로 ICT 변인의 효과가 우리나라가 다른 국가에 비하여 수학은 중간 정도이며, 과학은 가장 낮은 것으로 나타났다. 그러나 전체 효과에서 학교간 분산은 수학 2.54~4.51%, 과학 1.52~11.81%로 나타나 과학과 수학 교과 간에 국가별 효과 차이가 큰 것으로 나타났다. 여기서 ICT 변인의 효과는 우리나라는 수학과 과학 모두 높은 것으로 나타났고 특히, 과학에서 ICT 변인이 설명하는 변량이 큰 것으로 나타났다. 그리고 전체 분산을 기준으로 학생수준 효과와 학교수준 효과를 비교하면 우리나라와 싱가포르의 경우, 학생수준 ICT변인이 학교수준 ICT 변인보다 수학·과학 성취도를 설명하는 정도가 큰 경향을 보이고 있다. 특히, 싱가포르는 수학에 있어서 전체 분산을 학생 수준 ICT 변인에서만 설명하는 것으로 나타났다. 그러나 호주의 경우에는 과학 성취도에 있어서는 학생수준 변인(1.53)보다는 학교수준 변인(1.70)의 설명 분산이 다소 큰 것으로 나타났다.

<표 7> 교육정보화 정책의 효과: 모형 간 차이 분산 비율(단위: %)

국가	수준	수학			과학		
		학생수준	학교수준	전체 효과	학생수준	학교수준	전체 효과
한국	학교내	2.74	0.04	2.78	1.22	0.02	1.24
	학교간	2.54	1.97	4.51	1.10	10.71	11.81
	전체	2.73	0.23	2.96	1.23	0.77	2.00
싱가포르	학교내	3.09	0.00	3.09	4.05	0.01	4.06
	학교간	2.53	0.01	2.54	1.23	0.28	1.52
	전체	2.81	0.00	2.81	2.63	0.14	2.77
호주	학교내	1.82	0.00	1.82	1.72	0.00	1.72
	학교간	2.34	1.38	3.72	1.02	3.75	4.77
	전체	2.10	0.71	2.81	1.53	1.70	3.23

주. 각 변인 효과는 연구모형 간 차이 분산 비율(%)로 다음과 같이 산출: 학생수준 효과 = 모형 3-모형2; 학교수준 효과 = 모형4-모형3; 전체 효과 = 학생수준 효과 + 학교수준 효과

3. 최종 모형 분석 결과

모든 변인들이 동시에 투입된 최종 모형(모형4)에서 각 변인들의 영향력은 수학·과학 교과에 따라 국가별로 다소 차이를 보이는 것으로 나타났다(<표 8>, <표 9> 참조). 각 변인별로 설명하면 다음과 같다.

우선 수학 성취도에 미치는 변인들의 효과를 살펴보면, 첫째, ‘학생수준의 일반 변인’에 해당하는 변인의 경우, 한국, 싱가포르, 호주에서 모두 가정의 장서보유량이 많을수록 수학 성취도가 유의하게 높아지는 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 싱가포르의 경우에는 학부모의 학력이 높을수록 수학 성취도가 유의하게 높아지는 것으로 나타났다. 그리고 한국, 싱가포르, 호주에서 모두 학생들의 수학 교과에 대한 태도가 긍정적일수록 수학 성취도가 유의하게 높아지는 것으로 나타났다.

둘째, ‘학교수준의 일반 변인’에 해당하는 변인들의 경우, 싱가포르에서는 학교크기가 클수록 수학 성취도가 유의하게 높아지며, 한국, 싱가포르, 호주에서 모두 학교 SES가 높을수록 수학 성취도가 유의하게 높아지는 것으로 나타났다. 다만, 학교의 전반적인 분위기는 싱가포르와 호주에서만 수학 성취도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 한국에서는 유의한 영향을 미치고 있지 않다.

셋째, ‘학생수준의 ICT 관련 변인’에 해당하는 변인들의 효과를 살펴보면, 한국과 싱가포르에서는 가정에서의 ICT 접근성이 높을수록 학생들의 수학 성취도가 유의하게 높아지는 것으로 나타났다. 즉, 가정에서 사용할 수 있는 컴퓨터와 인터넷 연결망을 많이 가지고 있을수록 수학 성취도는 높아진다고 할 수 있다. 또한 싱가포르와 호주에서는 집과 학교에서 모두 ICT를 사용하는 학생이 ICT를 전혀 사용하지 않는 학생보다 수학 성취도가 유의하게 높으며, 특히 싱가포르에서는 학교에서만 사용하는 학생이 전혀 사용하지 않은 학생보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 반면, 한국과 싱가포르의 경우 수학 수업 중 학생이 ICT를 사용할수록 수학 성취도는 유의미하게 낮아지는 것으로 나타났으며, 호주의 경우 수학 과제를 할 때 학생이 ICT를 사용할수록 수학 성취도는 유의미하게 낮아지는 것으로 나타났다.

마지막으로 ‘학교수준의 ICT 관련 변인’에 해당하는 변인들의 효과를 살펴보면, 호주에서는 학교의 인터넷 접속 가능 컴퓨터 보유 수준이 높을수록 수학 성취도가 유의하게 높아지는 것으로 나타났다. 반면, 싱가포르에서는 교사가 수업 중 수학적 기능과 절차를 설명할 때 학생들로 하여금 컴퓨터를 많이 사용하도록 할수록 수학 성취도가 유의하게 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 이를 제외하고 한국, 싱가포르, 호주에서 모두 수업에서의 ICT의 구체적 사용 유형 중 수학 성취도에 유의미한 영향을 미치는 변인은 없는 것으로 나타났다.

<표 8> 수학 성취도 최종 모형 분석 결과

수준	변인명	한국		싱가포르		호주	
		회귀계수	표준오차	회귀계수	표준오차	회귀계수	표준오차
	절편	583.37**	19.263	564.03**	12.112	462.13**	19.064
<모형 1 : 학생수준 일반변인>							
	성별	1.027	5.370	-4.296	2.899	3.582	4.823
	장서보유량	11.496**	2.070	6.801**	1.177	6.862**	1.414
	가재품목	2.590	2.001	-0.107	0.963	-3.367	1.899
	부모학력	3.762	2.044	3.308*	1.456	1.708	2.031
	교과태도	8.703**	0.507	4.599**	0.265	4.905**	0.394
	교과가치인식	-0.910	1.159	-0.872	0.687	-0.953	0.834
<모형 2 : 학교수준 일반변인>							
	학교크기	0.014	0.012	0.044**	0.015	0.006	0.013
	학교SES	10.931*	4.283	17.668**	4.203	13.463**	4.676
	학교전반적분위기	4.067	2.394	34.506**	9.279	38.709**	9.497
	교직경력	-0.495	0.370	0.061	0.410	0.076	0.513
	교과연수	1.177	2.010	1.166	1.330	0.731	2.354
<모형 3 : 학생수준 ICT 관련 변인>							
	가정의 ICT 접근성	29.263**	11.252	11.763**	4.181	-0.083	5.946
	수업 중 ICT 사용	-16.095**	3.276	-8.831**	2.313	-3.787	4.495
	과제 중 ICT 사용	-2.382	2.066	-0.471	1.460	-3.895*	1.559
	집과 학교에서 사용	28.058	19.849	33.035**	12.484	40.466*	19.423
	집에서만 사용	19.136	18.434	12.127	12.462	29.444	19.775
	학교에서만 사용	3.776	24.615	26.335*	12.656	19.051	19.277
<모형 4 : 학교수준 ICT 관련 변인>							
	학생1인당 컴퓨터 수	-24.947	15.852	-1.430	16.767	2.780	2.308
	인터넷 접속 가능 컴퓨터	-0.360	10.842	6.459	6.069	29.704*	14.931
	교육정보화연수	-6.472	4.011	-3.794	5.901	-3.692	4.351
	원리개념 파악	8.612	8.215	2.148	9.718	-3.642	12.890
	수업 중 ICT 사용	-14.110	7.749	-17.813**	6.623	12.316	9.126
	아이디어와 정보찾기	-1.425	9.033	-0.753	12.047	-10.826	12.535
	자료처리 분석	7.513	7.976	15.815	11.172	2.407	18.898
<분산 및 설명분산 비율>							
	학생수준	4169.34	44.06%	3337.60	21.51%	2129.01	25.75%
	학교수준	766.47	10.05%	2250.36	38.64%	2147.94	30.51%
	전체	4935.81	40.57%	5587.96	29.44%	4276.95	28.22%

*p<0.05 **p<0.01

한편, 과학 성취도에 미치는 변인들의 효과를 살펴보면, 첫째, '학생수준의 일반 변인'에 해당하는 변인의 경우, 호주에서는 남학생의 과학 성취도가 여학생의 과학 성취도보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 그리고 한국, 싱가포르, 호주에서 모두 가정의 장서보유량이 많을수록 과학 성취도가 유의하게 높아지며, 한국과 싱가포르의 경우에는 학부모의 학력이 높을수록 과학 성취도가 유의하게 높아지는 것으로 나타났다. 한국, 싱가포르, 호주에서 모두 학생들의 과학 교과에 대한 태도가 긍정적일수록 과학 성취도가 유의하게 높아지며, 특히 한국에서는 학생들이 과학 교과가 가치있다고 인식할수록 유의하게 높아지는 것으로 나타났다.

둘째, '학교수준의 일반 변인'에 해당하는 변인들의 경우, 싱가포르에서는 학교크기가 클수록 과학 성취도가 유의하게 높아지며, 한국, 싱가포르, 호주에서 모두 학교 SES가 높을수록 과학 성취도가 유의하게 높아지는 것으로 나타났다. 다만, 학교의 전반적인 분위기는 싱가포르와 호주에서만 과학 성취도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 한국에서는 유의한 영향을 미치고 있지 않다.

셋째, '학생수준의 ICT 관련 변인'에 해당하는 변인들의 효과를 살펴보면, 한국과 싱가포르에서는 가정에서의 ICT 접근성이 높을수록 학생들의 과학 성취도가 유의하게 높아지는 것으로 나타났으며, 즉, 가정에서 사용할 수 있는 컴퓨터와 인터넷 연결망을 많이 가지고 있을수록 과학 성취도는 높아진다고 할 수 있다. 또한 한국에서는 집과 학교에서 모두 ICT를 사용하는 학생이 ICT를 전혀 사용하지 않는 학생보다 과학 성취도가 유의하게 높은 것으로 나타났다. 반면, 싱가포르와 호주의 경우 과학 수업 중 학생이 ICT를 사용할수록 과학 성취도는 유의미하게 낮아지는 것으로 나타났다.

마지막으로 '학교수준의 ICT 관련 변인'에 해당하는 변인들의 효과를 살펴보면, 한국에서는 학교의 학생 1인당 컴퓨터수가 많을수록 과학 성취도가 유의하게 낮아지는 것으로 나타났으며, 수업 중 과학 절차나 실험을 수행할 때 교사가 학생들로 하여금 컴퓨터를 많이 사용하도록 할수록 과학 성취도가 유의하게 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 반면 호주에서는 교사가 수업 중 모의 실험을 통한 자연 현상을 학습하거나 아이디어와 정보를 찾을 때 학생들로 하여금 컴퓨터를 많이 사용하도록 할수록 과학 성취도가 유의하게 높아지는 것으로 나타났다. 그리고 한국에서는 교사가 교육정보화 연수를 많이 받을수록 과학 성취도는 유의하게 낮아지는 것으로 나타났다.

<표 9> 과학 성취도 최종 모형 분석 결과

수준	변인명	한구		싱가포르		호주	
		회귀계수	표준오차	회귀계수	표준오차	회귀계수	표준오차
	절편	538.92**	12.112	542.31**	16.669	482.09**	26.490
<모형 1 : 학생수준 일반변인>							
	성별	4.168	3.723	2.817	4.282	13.648**	3.893
	장서보유량	12.503**	1.322	8.142**	1.571	9.172**	1.698
	가재품목	-0.264	1.354	2.437	1.452	-4.309	2.390
	부모학력	5.853**	1.256	6.275**	1.750	4.303	2.184
	교과태도	5.065**	0.296	3.381**	0.414	2.704**	0.385
	교과가치인식	2.068*	0.750	2.169	0.879	0.867	0.784
<모형 2 : 학교수준 일반변인>							
	학교크기	0.006	0.006	0.073**	0.027	0.006	0.011
	학교SES	6.030**	2.246	16.911**	2.246	9.554*	4.119
	학교전반적분위기	0.021	3.680	46.740**	12.041	50.670**	8.461
	교직경력	-0.392	0.252	0.665	0.415	0.299	0.388
	교과연수	1.173	1.066	0.726	3.090	-0.002	2.249
<모형 3 : 학생수준 ICT 관련 변인>							
	가정의 ICT 접근성	25.154**	7.438	20.581**	6.077	6.288	6.772
	수업 중 ICT 사용	-2.675	1.650	-9.763**	2.085	-9.672**	2.868
	과제 중 ICT 사용	-2.451	1.540	-0.646	1.810	-0.113	2.197
	집과 학교에서 사용	25.735*	12.446	23.677	16.469	30.859	26.780
	집에서만 사용	18.048	12.180	19.127	16.278	24.381	26.679
	학교에서만 사용	24.987	20.338	11.036	15.435	13.249	31.966
<모형 4 : 학교수준 ICT 관련 변인>							
	학생1인당 컴퓨터 수	-36.697**	9.470	-5.482	18.511	2.200	2.267
	인터넷 접속 가능 컴퓨터	-2.591	4.941	4.884	5.964	15.873	13.148
	교육정보화연수	-4.258*	1.940	-3.789	6.832	-5.719	3.989
	과학적 절차나 실험수행	-12.032*	4.358	6.832	9.195	-16.764	10.680
	수업 중 ICT 사용	5.189	4.296	0.833	10.318	25.175**	9.508
	아이디어와 정보 찾기	6.509	4.197	-9.089	9.417	-10.978	8.564
	자료처리분석	2.896	3.911	2.406	11.408	19.179*	8.604
		2.256	3.735	16.503	9.800	-14.900	9.473
<분산 및 설명분산 비율>							
	학생수준	3482.53	29.45%	4100.97	18.29%	2673.33	18.04%
	학교수준	302.73	16.74%	2706.54	46.72%	1589.44	42.99%
	전체	3785.26	28.59%	6807.51	32.59%	4352.77	28.05%

*p<0.05 **p<0.01

V. 요약 및 논의

이 연구는 TIMSS 2007의 수학·과학 성취도 자료를 활용하여 한국, 싱가포르, 호주의 정보화 변인의 효과를 비교함으로써 우리나라 교육정보화 정책이 효과적인지를 파악하는데 목적이 있다. 이를 위해 교육정보화 효과성 분석모형을 구안하고, 학교-학생 각 수준에서 정보화 관련 변인을 단계적으로 투입하는 연구모형을 설정하였다. 또한 TIMSS 자료의 특성을 살려 위계적 선형모형을 통해 분석하였다. 연구 결과에 대한 요약 및 논의는 다음과 같다.

첫째, 기초분석 결과, 우리나라 학생의 가정에서의 ICT 접근성은 싱가포르와 호주에 비해 높은 반면, 학생 1인당 컴퓨터 수와 같은 학교에서의 ICT 접근성은 이들 국가보다 낮은 것으로 나타났다. 또한 학생들이 학교에서 ICT를 직접 사용하는 정도는 낮게 나타난 반면, 교사가 과학 수업 중 ICT를 사용한다고 보고한 비율은 싱가포르나 호주보다 훨씬 높게 나타났다. 이는 우리나라에서 진행되고 있는 교육정보화가 주로 교사 중심의 ICT 활용 수업(예: 파워포인트나 인터넷 동영상 등)을 강조함으로써 실제로 학생들이 수업 시간에 ICT를 직접적으로 활용하는 수준은 매우 낮음을 시사한다.

둘째, 모형별 설명 분산을 분석한 결과, 국가별 정보화 관련 변인의 효과는 교과에 따라 약간 상이하나 3% 이내로 나타났다. 수학에서는 우리나라의 정보화 변인 효과가 싱가포르, 호주보다 약간 높은 반면 과학은 가장 낮은 것으로 나타났다. 그러나 전체 분산을 학교 간 및 학교 내 분산으로 구분하여 보면 다른 국가들에 비하여 정보화 변인이 학교내 분산보다는 학교간 분산을 설명하는 정도가 큰 것으로 나타났다. 이는 한국이 싱가포르, 호주보다 학교내 개인간 차이보다 학교간 차이가 크며, 이러한 학교간 정보화 변인의 차이가 성취도에 더 많은 영향을 미치고 있음을 시사한다. 참고로 우리나라 초·중등학교의 교육정보화 지수를 산출·분석한 결과, 평균 이하인 학교가 이상인 학교보다 많은 정적 편포를 보이고 있으며, 설립유형, 학교 규모, 지역 규모, 학교계열에 따라 차이가 큰 것으로 나타난 바 있다(김혜숙, 2009).

셋째, 성별, 사회경제적 지위, 학습 태도 등 주요 변인을 통제한 상태에서 우리나라와 싱가포르에서는 가정에서의 ICT 접근성이 높은 학생일수록 수학·과학 성취도가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 가정에서의 ICT 접근성이 사회경제적 지위 변인을 통제하고서도 성취도에 긍정적인 영향을 미친다는 기존 연구 결과(Attewell & Battle, 1999; Papanastasiou et al., 2005)와 유사하다고 볼 수 있다. 그러나 실제 활용도를 보면 수학 성취도는 싱가포르와 호주에서만 집과 학교에서 모두 컴퓨터를 사용하는 학생이 전혀 사용하지 않는 학생에 비해 높았고, 과학 성취도는 우리나라에서만 유의하게 높은 것으로 나타나 교과 및 국가에 따라 상이한 특성을 보였다. 또한 싱가포르의 경우, 학교에서만 사용하는 학생이 전혀 사용하지 않는 학생보다 수학 성취도가 높은 것으로 나타났다.

넷째, 우리나라의 경우에 학교에서 학생 1인당 컴퓨터 수 등 학교에서의 ICT 접근성과 교사의 정보화 연수가 과학 성취도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이처럼 학교에서의 ICT 접근성이 성취도에 유의한 영향을 미치지 않는다는 것은 PISA 자료를 이용하여 우리나라 학생의 ICT 활용의 효과성을 분석한 김혜숙 외(2008)의 연구 결과를 지지한다. 그러나 이러한 분석결과는 국가별로 다른 양상을 보이는데 호주의 경우에는 인터넷 접속 가능 컴퓨터 비율 등 학교에서의 ICT 접근성이 수학 성취도 향상에 기여하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 구체적으로 우리나라와 호주의 인프라 환경과 학생들이 교실에서 컴퓨터를 사용하는 방식을 살펴봄으로써 이해될 수 있다. 우리나라에서 교실의 컴퓨터는 주로 교사의 교수용으로 사용되며 학생들이 실제로 컴퓨터를 접하는 경로는 정보관련 선택교과나 재량활동 시간에 컴퓨터실에서 사용하는 등 제한적이다. 예컨대 우리나라의 학생 1인당 컴퓨터 수는 0.41대로 호주(1.29대)나 싱가포르(0.55대)보다 낮으며 대부분의 컴퓨터가 교사용 혹은 행정용으로 공급되어 있고, 학생이 접근 가능한 컴퓨터는 컴퓨터실, 과학실, 도서실 등 특별실에 제한되어 있다. 반면 호주는 컴퓨터를 교실 곳곳에 설치하여 소규모 조별 활동 중심 수업에서 학생들이 자유롭게 사용할 수 있고, 교과별로 학생들이 수업 중 혹은 과제 해결을 위해 사용할 수 있는 교육용 프로그램을 개발·보급하여 교사용 지도서에 반영하는 등 ICT가 개별 학교의 교육과정에 '녹아들어' 있다.

이처럼 우리나라에서 학교에 설치된 ICT 인프라가 오히려 과학 성취도에 부정적인 영향을 미치고 있는 결과는 교과교육과 관련 없이 형식적으로만 공급·배치되어 있거나 혹은 오히려 학습을 저해하는 방식으로 운영되고 있다는 점을 시사한다. 따라서 향후 인프라 정책에서는 노후 컴퓨터를 교체하거나 학생 1인당 컴퓨터 수를 늘리기 위한 예산 수급에만 심혈을 기울일 것이 아니라, 학교 교육과정에서 교과 특성을 살려 학생들이 컴퓨터를 실제로 수업에 활용할 수 있도록 교육 정보화 정책의 질적인 측면을 제고하도록 노력해야 한다. 이를 위해서는 우선 학교에서의 학생들의 ICT 접근성이 실제적으로 어느 수준으로 보장되고 있는지, 그리고 교과 내외 활용 양상은 어떠한가에 대해서 우선 파악할 필요가 있다.

다섯째, 학생의 수업 중 ICT 사용은 교과 및 국가에 따라 다소 상이하나 성취도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 수학의 경우, 우리나라와 싱가포르에서의 수업 중 ICT 사용이 성취도에 부정적인 영향을 미치며, 과학의 경우에는 싱가포르와 호주에서 성취도에 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 교사의 수업 유형별 컴퓨터 사용 정도는 교과 및 특정 활용 유형에 따라 국가별로 상이한 결과가 나타났다. 즉, 호주에서는 수업 중 모의 실험을 통한 자연 현상을 학습하거나 아이디어와 정보를 찾기 위한 컴퓨터 사용이 학생의 과학 성취도가 높이는 데 기여하는 반면, 우리나라는 과학 절차나 실험을 수행하는 수업에서의 컴퓨터 사용이 부정적인 영향을 미쳤다. 또한 싱가포르에서도 수학적 기능과 절차를 학습하기 위한 컴퓨터 사용이 학생의 수학 성취도에 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

흥미로운 사실은 우리나라와 싱가포르에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타난 수업 유형이 해당 교과 수업에서 가장 많이 활용되고 있다는 점이다. 즉, 우리나라 교사는 과학 시간에 과학 절차나 실험 수행(32.65%)에, 싱가포르 교사는 수학 시간에 기능과 절차 학습(12.27%)에 다른 유형보다 컴퓨터를 가장 많이 사용하는 것으로 나타났다. 우리나라 과학 교사가 과학 절차나 실험 수행에 컴퓨터를 이용하는 것이 오히려 성취도에 부정적인 영향을 미쳤다는 사실은 교실에서 어떤 방식으로 ICT 활용 수업이 이루어지고 있는지를 고찰해볼 필요가 있음을 시사한다. 예컨대 ICT 활용 수업이 과학 절차나 실험을 수행하기 위해서 몇 장의 파워포인트나 인터넷 자료를 학생들에게 ‘보여주는’ 식에서 그칠 가능성이 있으며 이 같은 일방적 교수전략이 성취도에 부정적인 영향을 미칠 수도 있을 것이다. 그러나 이를 확인하기 위해서는 교과 수업 유형별로 컴퓨터 사용이 어떤 방식으로 이루어지고 있는지 그리고 수업 유형에 따른 컴퓨터 사용이 성취도에 어떤 영향을 미치며 그 원인은 무엇인지에 대해서 보다 심층적인 연구가 수행될 필요가 있다. 또한 호주에서 과학 성취도에 효과적인 것으로 나타난 ICT를 활용하여 모의실험을 통한 자연 현상을 학습하거나 아이디어와 정보를 탐색하는 과학 수업이 어떤 방식으로 이루어지는지 그리고 우리나라에서 이루어지는 과학 수업과 어떤 차이를 보이는지에 대해서 사례 연구 등을 통해 면밀히 분석할 필요가 있다.

한편, 우리나라에서는 2단계 교육정보화종합발전방안(2001-2005) 등을 통해 정부 주도로 교사 중심의 ICT 활용 수업 촉진 정책을 추진하였다. 그러나 각 교과별로 효과적인 ICT 활용 수업에 대한 고려가 필요함에도 불구하고 아직은 학생들의 흥미나 호기심을 유발하는 차원에서 크게 벗어나 있지 않으며, 실질적으로 학습 자체에 도움이 되는 구체적인 교수학습 방안에 대한 연구는 충분하지 않은 편이다. 또한 교육현장에서 컴퓨터의 교육적 사용에 필요한 역량을 갖춘 교사는 소수에 불과하며, 많은 교사들은 아직도 ICT를 이용하여 해당 교과 교육과정을 효과적으로 설계하고 매체를 전체 교육과정에 통합하여 활용하는 방법에 관한 철학을 명확하게 가지고 있지 않다(Hattler, 1999). 교사에게 요구되는 교수기술이 직접적인 정보 전달에서 학생의 정보 숙달의 구체화와 관련 정보를 검색하는 것과 같은 사고 기능 촉진, 문제 해결, 비판적 사고, 의사소통 등으로 변화되는 최근의 경향을 살펴볼 때, 교사 교육에서 효과적인 ICT 활용을 위한 교육과정이 개발되어 실행되는 것이 필요하다(장언호, 이성흠, 2002). 특히, 이 연구에서 한국의 교사가 정보화 연수를 많이 받을수록 학생들의 과학 성취도는 오히려 낮아지는 것으로 나타났는데, 이는 대부분의 지자체에서 제공하는 정보화연수의 내용이 대체로 오피스 등 사무 프로그램이나 특정기기의 사용법 등 일반적 ICT 활용법에 치중되어 있고 전달 방법에 있어 강의식 연수에만 의존하고 있는 현실과 무관하지 않다.

마지막으로 이 연구는 TIMSS 2007 자료상의 변인들만을 활용하였기 때문에 다양한 변인들의 효과를 충분히 분석하지 못했고, 3개 국가에 한정되었다. 그러나 본 연구는 기존 연구에서 미처

다루지 못했던 학생의 수업 시간 중 컴퓨터 사용과 교사의 교과 수업 유형에 따른 컴퓨터 사용이 성취도에 미치는 영향을 국가별로 비교 분석하였다는데 의의가 있다. 향후 연구에는 교육정보화의 효과성에 대한 보다 일반화된 논의를 위해서 설명 변인 및 대상 국가를 확대하여 살펴볼 필요가 있으며, 정보화 변인의 간접적 효과를 살펴보기 위해서 구조방정식 분석을 시도할 필요가 있다. 이를 위해서는 장기적으로 교육정보화 변인이 포함된 패널자료의 구축 및 보급 뿐 아니라 장기적으로 교육정보화 정책이 효과적으로 나타난 국가의 교육과정 및 ICT 활용 실태를 분석하여 시사점을 도출하는 등 다양한 사례 연구 결과가 축적될 필요가 있다.

참고문헌

- 강명희, 허희옥, 조일현, 신중호, 서정희, 신성욱 (2008). *New Millenium Learner and Educational Performance*. 서울: 한국교육학술정보원.
- 김경희, 권석일, 김선희, 김지영, 진여울 (2007). 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구 (TIMSS 2007) 본검사 시행 보고서. 서울: 한국교육과정평가원.
- 김경희, 김수진, 김남희, 박선용, 김지영, 박효희, 정송 (2008). 수학과학 성취도 추이변화 국제비교 연구-TIMSS 2007 결과보고서. 서울: 한국교육과정평가원.
- 김경희, 임현정 (2008). 3수준 다층모형을 활용한 교육맥락변인의 효과 분석. **교육평가연구**, 21(3), 145-171.
- 김대석, 홍후조 (2010). 학교 과학교육과정이 과학과 학업성취도에 미치는 영향의 크기 측정: 한국과 핀란드의 PISA 2006 과학영역 비교를 중심으로. **교육과정연구**, 28(1), 87-112.
- 김영수, 계보경 (2001). ICT활용수업에서 정보문해 및 매체에 대한 자기효능감이 학업성취도에 미치는 영향. **교육정보방송연구**, 7(4), 91-122.
- 김혜숙, 백순근 (2007). 성과측정중심의 교육정책평가: '교육정보화'를 중심으로. **아시아교육연구**, 8(2), 67-88.
- 김혜숙, 서정희, 박현정(2008). ICT 활용이 학업성취도에 미치는 영향: PISA 2006을 중심으로. **한국교육**, 35(4), 107-129.
- 김혜숙 (2009). 초·중등 교육정보화 수준에 대한 평가: AHP 지수 산출을 중심으로. **아시아교육연구**, 9(4), 31-56.
- 남기곤 (2008). 사교육시간과 학업성적과의 관련성 : PISA 자료를 이용한 국제비교 분석. **한국경제학보**, 15(1). 55-90.
- 박정 (2008). 교육 맥락적 변인의 능력집단별 학업성취도의 영향력 분석. **교육평가연구**, 21(3), 23-41.
- 손원숙, 김경희, 박 정, 박효희 (2009). 한국, 핀란드, 홍콩-중국의 과학성취 모형 비교. **교육평가연구**, 22(1), 129-149.
- 성열관 (2009). 핀란드 교육 성공 요인의 중층 구조 분석. **비교교육연구**, 19(3), 179-201.
- 신중호, 박인우, 김동일 (2005). e-러닝에서의 학업성취도 영향 요인 연구. 서울: 한국교육학술정보원.
- 양정호, 김경근 (2003). 학교 성취에 대한 학교 조직의 효과. **교육사회학연구**, 13(2), 165-184.
- 이광현 (2007). 학교선택이 수학학업성취도에 미치는 영향 분석: PISA 자료 분석을 중심으로.

- 교육사회학연구**, 17(4), 87-107.
- 이범수, 윤정일 (2006). PISA 2003 학업성취도 결정요인 국제비교연구: 한국, 일본, 미국, 독일, 핀란드를 중심으로. **교육행정학연구**, 24(2), 523-548.
- 임진호, 이현석, 김형주 (2005). 교육정보화 효과성 분석 연구- 정의적 영역을 중심으로. 서울: 한국교육학술정보원
- 임천순 (2005). 국가 교육정보화 사업의 성과 및 발전 전략. 서울: 한국교육학술정보원.
- 장언호, 이성흠 (2002). 정보사회에 대비한 교사교육과정 개발을 위한 탐색적 연구: 정보통신기술활용을 위한 교육과정을 중심으로. **교육과정연구**, 20(1), 123-154.
- 한국교육학술정보원 (2009). 주요 국가별 교육정보화 추진 조직 소개. 해외정보분석 1-2. 서울: 한국교육학술정보원.
- Ainley, J., Fraillon, J., & Freeman, C. (2007). *National Assessment program: ICT literacy year 6 & 10 report 2005*. Australia: MCEETYA.
- Amita Chudgar & Thomas F. Luschei (2009). National income, income equality, and the importance of schools, *American Educational Research Journal*, 46(3). 1-20.
- Attewell, P., & Battle, J. (1999). Home computers and school performance. *The Information Society*, 15(1), 1-10.
- BECTa (2001). ImpaCT2 - The impact of information and communication technologies on pupil learning and attainment. Retrieved January 5, 2010, from <http://www.becta.org.uk/research/impact2>.
- Hattler, J. A. (1999). Technology for preservice teachers: "Driver Education" for the information superhighway. *Journal of Technology and Teacher Education*, 7(4), 323-332.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IAEEA) (2008). *TIMSS 2007 Technical Report*. IAEEA.
- Ministerial Council on Education, Employment, Training and Youth Affairs (MCEETYA) (1999). National Goals for Schooling in the Twenty First Century. Curriculum Corporation: Melbourne. Retrieved January 10, 2010, from <http://www.curriculum.edu.au/mceetya/adeldec.htm>.
- Newhouse, P. (2002). *Literature review: the impact of ICT on learning and teaching*. Perth, AU: Special Education Service.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2008). *Are students ready for a technology-rich world? what pisa studies tell us*. Paris: OECD.
- Partnership for 21st Century Skills (2008). 21st Century Skills Education and Competitiveness

- Guide. Retrieved October 26, 2008, from <http://www.21stcenturyskill.org>.
- Papanastasiou, E. C., Zemblyas, M., & Vrasidas, C. (2005). Can computer use hurt science achievement? The USA results from PISA. *Journal of Science Education Technology*, 12(3), 325-332.
- Pedro, F. (2009). The new millenium learner. NML Conference, proceedings. from September 21, 2009, in Brussels, Available at: <http://www.nml-conference.be/>.
- Raudenbush, S., & Bryk, A. (2002). *Hierarchical linear models: application and data analysis methods* (2nd ed.). London: Sage Publication.
- The partnership for 21th century skills (2008). Overview: framework for 21th century learning. Available at: <http://www.p21.org>.
- Severin, E. (2009). Case of the IADB initiative for ICT in education indicators. International Expert Meeting on ICT in education indicators, proceeding, from July in Busan, Republic of Korea.
- UNESCO Institute for Statistics (2009). *Conceptual, methodological and operational manual on information and communication technologies (ICT) statistics in education: a UIS reference guidebook*. Montreal, Canada: UIS.
- Wagner, D. A., Day, B., James, T., Kozma, R. B., Miller, J., & Unwin, T. (2005). *Monitoring and evaluation of ICT in education projects: a handbook for developing countries*. ICT and Education Series, Information for Developing Program.
- Witter, J., & Senkbeil, M. (2008). Students' computer use at home related to their mathematical performance at school?, *Computer & Education*, 50, 1568-1577.

* 논문접수 2010년 7월 28일 / 1차 심사 2010년 8월 5일 / 게재 승인 2010년 9월 14일

* 김혜숙 : 대구대학교 교수 연세대학교 교육학과를 졸업하고, 서울대학교 사범대학 교육학과에서 석사학위를 취득하였으며, 동 대학원 교육학과에서 '교육측정 및 평가'를 전공으로 박사(Ph.D) 학위를 취득하였다. 현재 대구대학교 교육대학원 교육학과 교수로 재직 중이다.

* E-mail: khsl@daegu.ac.kr

* 길혜지 : 서울대학교 박사수료. 서울대학교 교육학과를 졸업하고, 서울대학교 사범대학 교육학과에서 석사 학위를 취득하고, '교육측정 및 평가'를 전공으로 박사과정을 수료하였다.

* E-mail: kaedel7@snu.ac.kr

Abstract

An Analysis on the Effectiveness of ICT Policy in Education : Korea, Singapore and Australia in TIMSS 2007

Hye-Sook Kim*

Hyeji Kil**

This study aims at comparing the effectiveness of ICT policy in education across Korea, Singapore, and Australia in TIMSS 2007 data using the two-level Hierarchical Linear Modeling (HLM). The study was approached by analyzing the effects of the ICT variables on math and science performance. It turned out that in Korea, ICT availability at home is higher but ICT availability in school is lower than those of Singapore and Australia. And at school level, ICT characteristics' effects on science performance in Korea had much larger than that of Singapore and Australia. While the ICT availability at home has still statistically positive effects, the ICT availability in school has statistically negative effects on performance with constraining the significant variables like a gender, SES, attitude toward learning and so on. In addition, it was not effective for teacher to use computer for scientific procedures or experiments in Korea, also for mathematic function and procedures in Singapore. However, in case of Australia, using a computer for studying natural phenomena through simulation and looking up ideas or information influenced science performance positively. It means that the ICT policy in education has a little different effect on math and science performance across Korea, Singapore, and Australia, so in-depth studying with national context should be needed.

Key words : ICT policy, TIMSS 2007, Hierarchical Linear Modeling, Cross-national studies

* Professor, Graduate School of Education, Daegu University

** Ph.D Candidate, School of Education, Seoul National University, Corresponding Author