

ICT 활용이 학업성취도에 미치는 영향: PISA 2009 한국 자료를 중심으로*

김혜숙(金惠淑)**

논문 요약

이 연구는 OECD에서 공개한 PISA 2009 한국 자료를 활용하여 다양한 ICT 활용이 읽기, 수학, 과학 성취도에 미치는 영향을 탐색하는데 그 목적이 있다. 분석 방법은 개인배경, 교과변인, 학교특성 관련 변인의 영향을 통제하기 위해 다층분석과 중다회귀분석을 실시하였다. 분석 결과, 고차원 과제에 대한 자신감과 컴퓨터에 대한 태도 등 ICT 관련 정의적 특성은 성취도와 정적 관련성이 있었지만, 가정과 학교에서의 접근성은 관련성이 미미했고, 학교에서의 활용 그리고 학습 목적의 활용은 오히려 부적 관련성이 있는 것으로 나타났다. 하위 항목별 분석결과, 인터넷/오락 중에서도 일대일 게임, 온라인 채팅, 음악/영화/소프트웨어 다운로드가 많은 학생일수록 성취도가 낮은 반면 컴퓨터로 숙제를 하거나 즐거움을 위한 인터넷 검색은 부적 관련성이 있는 것으로 나타났다. 한편, 그래픽 이미지 편집, 데이터베이스 생성, 스프레드시트 사용에 대한 자신감이 성취도에 미치는 영향은 교과별로 상이하였다. PISA 2009에서 새롭게 추가된 변인인 온라인 자료 읽기는 읽기 성취도와 정적 관련성이 있었으나 하위 항목별로 분석한 결과 읽기 성취도에 대하여 뉴스, 사전, 실용적 정보는 정적 관련성을, 온라인 그룹 토론과 포럼 등 상호작용을 강조하는 자료는 부적 관련성을 가지는 것으로 나타났다.

주요어: ICT 활용, 학업성취도, PISA 2009, 다층분석

I. 서론

빠르게 변화하고 있는 테크놀로지는 사회 전반에 영향을 미치고 있으며, 선진국을 중심으로 세계 여러 나라의 학생들은 학교, 가정, 지역사회에서 정보통신기술(Information and Communication

* 이 논문은 2010학년도 대구대학교신입교원학술과제 지원에 의한 논문임

** 대구대학교 교수

Technology: 이하 ICT)을 일상적으로 활용하는 수준에 이르고 있다. 이와 같은 ICT의 교육적 활용에 대해서 ICT 활용이 학생의 성취도에 효과적인 도구인가에 대해서 지금까지 수많은 연구가 이루어져 왔다. 특정 교과 영역에서 특정한 컴퓨터 활용 프로그램을 개발하여 적용 효과를 확인하거나 ICT를 효과적으로 활용하기 위한 특정한 교수학습 모형을 투입하고 그 효과를 확인하는 연구가 대부분이다. 반면에 일상적으로 ICT를 활용하는 것이 학업성취도에 어떠한 영향을 끼치는지에 관한 연구는 상대적으로 미흡한 편이라고 볼 수 있다. 따라서 학생이 일상적으로 ICT를 활용함에 있어 어떤 목적으로 활용하는가 그리고 어떠한 방식으로 활용하는가에 따른 학업성취도의 차이나 변화를 분석하는 것이 필요하다.

한편, OECD는 PISA 조사의 일부분으로 'ICT 친숙도 설문'(OECD, 2009b)을 포함시켜 주기적으로 각국 학생들의 ICT 활용 양상의 추이를 살펴봄으로써 ICT가 성취도에 미치는 영향에 대해서 지속적으로 탐색하고 있다. 즉, 세계 각국에서 막대한 예산이 투입되어 교육현장에 도입된 ICT가 실제로 학생들이 미래 사회를 살아가는데 필요한 역량을 키우는데 기여하고 있는가를 알아보는데 초점을 두고 있다. 가장 최근의 연구 보고서에서는 PISA 2003 결과를 이용하여 국가별 학생들의 컴퓨터 접근성, 활용 기간, 가정과 학교에서의 활용도, 활용 태도에 따른 학업 성취도 점수 차이를 분석하여 제시하였다(OECD, 2006). 여기서는 국가별로 차이는 있으나 전반적으로 컴퓨터에 접근하기 어렵고, 가정에서 잘 활용하지 못하며, 컴퓨터를 활용하는데 자신감이 없는 학생일수록 성취도가 낮다는 점을 분명히 밝히고 있으나, 사회경제적 지위 등 성취도에 영향을 미치는 개인 변인을 충분히 통제하지 못하였다는 점을 제한점으로 밝히고 있다. 참고로 OECD PISA 조사는 만 15세 학생들을 대상으로 읽기, 수학, 과학 영역에서의 성취도를 측정함으로써 미래사회를 살아가는데 필요한 핵심 역량(key competency)을 갖추고 있는지를 평가하는데 목적이 있다. PISA는 학생들이 배운 것을 얼마나 잘 기억해내는가가 아니라, 그들이 배운 것을 도출하여 학교 뿐 아니라 새로운 환경에서도 그들의 지식을 얼마나 잘 적용하는지에 초점을 두는 평가이다. PISA 조사는 2000년부터 시작되어 3년에 한 번씩 평가가 이뤄지고 있는데, 평가주기마다 3개 영역을 모두 평가하지만 하위영역에 대한 세부적인 분석이 가능한 영역은 주된 평가영역만 가능하다. PISA 2009의 경우, 주된 평가 영역이 읽기이기 때문에 읽기에 대해서만 하위 내용 영역별 성취도, 읽기 태도, 교수학습 방법 등이 세부적으로 조사되었다.

PISA 자료에 근거하여 ICT 활용의 효과를 탐색한 연구 중 단순한 성취도 차이 비교에서 벗어나 성취도에 영향을 줄 수 있는 여타 변인에 대한 통제를 시도한 연구를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 Attewell과 Battle의 연구(1999)에서는 사회경제적 배경 및 인종 특성으로 인한 영향을 통제 한 후에도 가정에서의 ICT에 대한 접근성은 학생들의 읽기 성취도에 긍정적인 영향을 미친다고 분석 결과를 제시하였다. 이와 유사하게 Papanastasiou 등(2003)의 PISA 2000 미국 자료에 대한 분석 결과에 따르면, 사회경제적 지위 변인을 통제했을 때, 컴퓨터에 대한 접근성은 과학

성취도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 구체적으로 소프트웨어별로 살펴보면 과학 성취도에 워드 등의 문서작성 프로그램을 활용하는 것은 긍정적으로 작용한 반면, 스프레드시트나 교육용 프로그램은 부정적으로 작용하는 것으로 나타났다. 반면 Witter와 Senkbeil(2008)의 PISA 2003 독일 자료에 대한 분석 결과에 따르면 수학 성취도에 대해서 학생의 컴퓨터 접근성이나 보유 여부만 독립변인으로 하였을 경우에는 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났지만, 사회경제적 배경, 성별, 이민 여부 등 학생의 개인 배경 변인을 통제하여 분석한 결과, 컴퓨터 접근성이나 보유 여부가 수학 성취도에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 최근 김혜숙, 서정희, 박현정(2008)의 PISA 2006 한국 자료에 대한 분석 결과에서는 성별, 사회경제문화적 지위, 과외 여부, 과학에 대한 학습태도 등을 통제했을 때에도 컴퓨터 활용시간과 일상적 ICT 과제에 대한 자신감이 과학 성취도에 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이처럼 PISA 자료를 분석한 연구에서도 분석 대상 국가에 따라 그리고 매 주기별 투입되는 ICT 변인의 성격에 따라 결과가 상이하게 나타나고 있어 지속적인 추이 탐색이 요구된다.

이 연구는 PISA 2006을 활용하여 ICT 활용의 영향을 분석한 김혜숙, 서정희, 박현정(2008)의 연구의 연장선상에서 최근 자료인 PISA 2009 자료를 분석한 연구로서 다음과 같은 차이점을 가진다. 첫째, 관련 변인을 영향을 체계적으로 탐색할 수 있는 주 영역이 PISA 2006에서는 과학인데 반해, PISA 2009는 읽기로 변경되었다. 특히, 주 영역인 읽기 영역에 있어서 ICT의 다양한 활용의 효과를 보다 세밀하게 파악하고자 온라인 자료 읽기에 대한 변인을 추가하였다. 둘째, PISA 2006에서는 학습을 위한 ICT 활용 여부만 변인으로 포함하였다면 학습을 위한 ICT 활용의 효과를 탐색하기 위하여 PISA 2009에서는 학습을 위한 ICT 활용을 여러 하위 항목으로 세분화하여 추가 조사하였다. 이를 통해서 학습 목적 ICT 활용과 학교에서의 ICT 활용이 학업성취도에 미치는 영향에 대한 구체적인 탐색을 기대할 수 있을 것이다. 셋째, 컴퓨터에 대한 태도는 ICT 변인 중에서도 학업성취도를 설명할 수 있는 주요한 변인(주영주, 문자영, 2004)임에도 불구하고 PISA 2006에는 포함되지 않았다. 그러나 PISA 2009에서는 포함되었기 때문에 ICT 관련 정의적 특성이 성취도와 어떤 관련성을 가지는지를 파악할 수 있다. 마지막으로 고차원 과제에 대한 자신감 변인은 PISA 2006과 동일한 내용으로 시간에 따라 어떤 추이를 보이는지를 비교분석하는 것이 가능하다. 즉, PISA 2006에서 자료의 제한으로 탐색할 수 없었던 다양한 ICT 활용 변인과 성취도 간 관련성에 대한 분석이 가능해졌다.

이 연구는 PISA 2009 자료를 이용하여 ICT 활용이 성취도에 미치는 영향을 탐색함에 있어 특정 ICT 기반 교수학습방법이 아닌 학생의 일상적인 ICT 활용이 성취도에 어떠한 영향을 미치는지를 다층분석과 중다회귀분석을 통해 알아보려고 한다. 이를 통해 사회경제적지위 등 주요한 변인을 통제한 후에도 학생들의 다양한 목적으로 ICT를 활용하는 것이 성취도에 어떠한 영향을 미치는지를 확인할 수 있을 것이다. 연구문제를 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

1. 가정과 학교에서의 ICT 접근성은 학업성취도에 영향을 미치는가?
2. 학교에서의 ICT 활용은 학업성취도에 영향을 미치는가? 하위 항목별로 차이가 있는가?
3. 학습 및 인터넷/오락 목적의 ICT 활용은 학업성취도에 영향을 미치는가? 하위 항목별로 차이가 있는가?
4. 고차원적인 ICT 과제에 대한 자신감 및 컴퓨터에 대한 태도 등 ICT 관련 정의적 특성은 학업성취도에 영향을 미치는가? 하위 항목별로 차이가 있는가?
5. 온라인 자료 읽기는 읽기 성취도에 영향을 미치는가? 하위 항목별로 차이가 있는가?

이 연구의 기대효과는 다음과 같다. 첫째, PISA 2009 자료를 활용함으로써 국가 수준에서 특정 영역에서의 적용이나 단기 프로그램의 처치에 따른 영향이 아닌 일상적인 ICT 활용이 학생들의 학업성취에 어떠한 영향을 미치는지를 확인할 수 있다. 둘째, 성별, 사회경제적 지위 등 학생변인 뿐 아니라 지역규모나 학교의 사회경제적 수준 등 학교변인을 동시에 통제함으로써 ICT 활용의 영향을 보다 체계적으로 탐색할 수 있다. 셋째, 2009년 자료를 활용하여 ICT가 성취도에 미치는 영향에 대한 검토를 통해 지금까지 ICT 관련한 최근의 교육의 성과와 앞으로 나아가야 할 방향에 대해서 시사점을 얻을 수 있다.

II. 연구 방법

본 연구에서는 성취도에 영향을 줄 수 있는 여타의 학생 및 학교 변인을 통제한 상태에서 ICT 활용이 성취도에 영향을 미치는지를 분석하기 위해 다층 분석(multi-level analysis)을 실시하였다. 대부분의 교육 자료에 대한 분석은 분산분석이나 회귀분석 등 전통적인 통계방법을 사용하고 있는데, 이 경우 분석단위인 개인이 독립적으로 표집되며 집단마다 동일한 분산을 가지고 있다는 가정을 하게 된다. 그러나 학교 자료는 위계적 자료구조를 가지고 있기 때문에 분석단위인 개인이 독립적이라고 가정하기는 힘들다. 또한 각 개인이 속한 학교의 분산이 동일하다는 가정도 현실적이지 않다. 결국 전통적인 통계방법을 사용할 경우 회귀모형의 설명량에 대한 통계치가 과대 추정되거나 표준오차가 과소 추정되기 쉽다(홍세희, 2007). 또한 위계적 자료 구조를 지닌 자료를 단일 수준의 자료로 취급하여 집단별 평균차이에 대한 통계적 검증을 실시하는 경우, 통계적 유의미성이 사례 수에 의해 크게 영향을 받을 뿐 아니라 어떤 변인이 실제로 유의미한 영향을 끼치는 변인인지 파악하기 힘들다.

이를 위해 독립변수로 ICT 관련 변인, 개인 배경, 학습 태도 등의 개인 수준 변수, 학교계열, 지역규모 등과 같은 학교 수준 변수를, 종속변수로는 읽기, 수학, 과학 성취도를 사용하였다. 학

생과 학교 수준의 변인에 대한 사례 수, 평균, 표준편차, 최소, 최대 등 기술통계를 제시하면 <표 1>, <표 2>와 같다. 본 연구의 대상은 PISA에서 규정한 만 15세 학생으로 우리나라의 경우 주로 고등학교 1학년으로 구성되어 있다. 우리나라 참여 대상은 총 148개교 4,989명이다.

이 연구에서 사용한 ICT 활용 관련 변인의 내용과 측정 방법을 구체적으로 제시하면 다음과 같다. 먼저 가정에서의 ICT 접근성은 학생이 가정에서 컴퓨터, 인터넷, 핸드폰, MP3, 프린터 등 여러 ICT 기기를 보유하고 있으며 이것들을 자유자재로 사용할 수 있는지, 즉 얼마나 접근가능한지를 나타내는 지수이다. 그리고 학교에서의 ICT 접근성은 학생이 학교에서 컴퓨터, 인터넷, 프린터 등 여러 ICT 기기를 자유자재로 사용할 수 있는지를 나타내는 지수로 이 값이 클수록 ICT 접근성이 높음을 의미한다. 또한 학교에서의 ICT 활용 빈도는 학생이 학교에서 온라인 채팅, 이메일 사용, 인터넷 검색 등 다양한 목적으로 컴퓨터를 얼마나 사용하는지를 통합하여 나타낸 표준화지수이다. 정의적 특성인 컴퓨터에 대한 태도는 컴퓨터의 중요성, 흥미, 재미, 몰입 등을 나타내는 변인으로 OECD(2009a)는 표준화 지수로 제시하였다. 이 값이 클수록 학생들이 컴퓨터를 사용하는 것에 대해 긍정적임을 의미한다. 인터넷/오락 목적의 ICT활용은 학생이 가정에서 게임, 채팅, 소프트웨어 다운로드, 블로그 등 인터넷/오락 목적으로 컴퓨터를 얼마나 사용하는지 나타내는 표준화지수이다. 고난이도 컴퓨터 과제에 대한 자신감은 이미지 편집, 데이터베이스, 그래프, 프레젠테이션, 멀티미디어 등 어려운 과제에 어느 정도 자신감이 있는지를 나타내는 지수로 이 값이 클수록 고난이도 컴퓨터 과제에 대한 자신감이 높음을 의미한다. 학습관련 ICT 활용은 학생이 가정에서 학교공부나 숙제를 위해 인터넷 검색, 이메일, 학교 웹사이트 자료 검색, 학교 공지 사항 확인 등을 위해 컴퓨터를 얼마나 사용하는지 나타내는 표준화지수이다. 마지막으로 교과(국어, 수학, 과학, 외국어) 수업시간 중 ICT 활용시간은 4점 척도로 1점은 '전혀 없음', 2점은 '일주일에 0-30분 사이', 3점은 '일주일에 31-60분 사이', 4점은 '일주일에 한 시간 이상'으로 구성되어 있다. PISA 2006에서는 가정과 학교에서의 ICT 접근성, 고난이도 및 일상적 과제 자신감, 컴퓨터 활용기간만 조사하였는데, PISA 2009에서는 많은 문항이 추가되었다.

<표 1> PISA 2009 한국 자료의 학생 수준 변인 기술통계

구분	변인명	사례 수	평균	표준 편차	최소	최대	비고
읽기 성취도	읽기 성취도 1	4,989	540.98	77.15	161.27	777.70	측정유의값
	읽기 성취도 2	4,989	541.75	76.94	151.49	769.28	"
	읽기 성취도 3	4,989	542.47	76.74	180.51	752.18	"
	읽기 성취도 4	4,989	541.63	77.10	198.95	768.53	"
	읽기 성취도 5	4,989	541.79	76.96	150.84	757.92	"
수학 성취도	수학 성취도 1	4,989	548.61	86.62	67.62	807.61	측정유의값
	수학 성취도 2	4,989	548.88	87.09	62.95	858.16	"
	수학 성취도 3	4,989	549.38	87.44	99.56	873.20	"
	수학 성취도 4	4,989	548.78	86.44	157.59	859.80	"
	수학 성취도 5	4,989	549.02	87.27	101.11	837.99	"
과학 성취도	과학 성취도 1	4,989	538.93	80.36	62.89	795.17	측정유의값
	과학 성취도 2	4,989	540.37	81.04	48.90	798.71	"
	과학 성취도 3	4,989	540.55	79.86	63.82	800.58	"
	과학 성취도 4	4,989	539.63	80.55	78.74	825.01	"
	과학 성취도 5	4,989	540.17	80.36	75.94	804.49	"
개인 배경	성 별	4,989	.48	.50	0	1	0: 남, 1: 여
	사회경제문화적 지위*	4,982	-.13	.82	-3.72	2.38	표준화지수
교과 관련	수학 학습시간	4,985	211.26	44.28	100.00	450.00	1주일 평균 (단위: 분)
	읽기 학습시간	4,985	216.55	46.93	90.00	450.00	"
	과학 학습시간	4,985	179.64	55.47	.00	600.00	"
	읽기에 대한 태도*	4,913	.13	.81	-3.23	3.50	표준화지수
	온라인 자료 읽기*	4,976	-.20	.83	-5.35	3.51	"
ICT 관련	컴퓨터에 대한 태도*	4,940	-.02	.92	-2.44	.861	표준화지수
	인터넷/오락 사용*	4,971	-.12	.80	-3.09	2.99	"
	고차원과제에 대한 자신감*	4,972	-.33	.99	-3.59	1.61	"
	학습목적 ICT 활용빈도*	4,972	-.04	.84	-1.92	3.04	"
	가정에서의 ICT 접근성*	4,973	-.33	.77	-4.19	1.41	"
	학교에서의 ICT 접근성*	4,976	-.07	1.11	-2.79	1.79	"
	학교에서의 ICT 활용빈도*	4,973	-.90	.92	-1.64	4.09	"
	국어시간 중 ICT 활용시간	4,965	1.51	.94	1	4	1-4점 척도
	수학시간 중 ICT 활용시간	4,959	1.15	.54	1	4	"
과학시간 중 ICT 활용시간	4,958	1.64	1.04	1	4	"	

주1. * 표시한 변인은 평균이 0, 표준편차가 1인 표준화지수로 변환한 변인임

주2. PISA 평가는 수학, 과학, 읽기 성취도 점수를 하나의 원점수가 아닌 5개의 측정유의값(plausible values) 형태로 제시함(OECD, 2009a)¹⁾

<표 2> PISA 2009 한국 자료의 학교 수준 변인 기술통계

변인명	사례 수	평균	표준편차	최소값	최대값	비고
설립 유형	148	0.65	0.48	0.00	1.00	1: 국공립, 0: 사립
사회경제문화적 지위	148	-0.15	0.44	-1.15	1.11	학생의 사회경제문화적지위 학교별 평균값
지역 규모	148	4.20	0.93	1.00	5.00	1-5점 척도
학교 규모	148	1136.57	447.10	83	2181	학교별 재적 학생 수
여학생 비율	148	0.47	0.34	0.00	1.00	0-1 사이
학생 1인당 컴퓨터 비율	148	0.42	0.43	0.06	2.12	학생 1인당 PC 수

참고로 표준화지수로 변환·생성한 변인을 이루는 하위 항목을 구체적으로 제시하면 <표 3>과 같다. 이 지수는 해당 변인을 이루는 하위 항목에 대한 주성분분석을 통해서 요인점수를 평균이 0이고, 표준편차가 1인 표준화지수로 변환한 점수이다(OECD, 2009a). 각 하위요소에 해당하는 문항들에 대한 신뢰도 분석 결과(Cronbach's alpha), 대부분의 변인이 .70 이상으로 보통 수준이었으나 가정에서의 ICT 접근성은 .511로 상대적으로 낮은 것으로 나타났는데 이는 변인을 이루는 하위 항목들이 컴퓨터 기기, 인터넷 뿐 아니라 MP3, 비디오게임기 등 일반적인 가전기기 등을 포함하고 있기 때문인 것으로 보인다.

1) OECD는 PISA의 학업 성취도 자료를 각각 5개의 측정유의값(plausible values)으로 제시하였다. 왜냐하면 PISA 학업성취도 검사가 전체 문항 수가 너무 많아서 모든 학생들이 모든 문항에 응답하지 않고 검사를 몇 개의 소책자(block)로 나눠서 일부 소책자에만 응답하게 하였기 때문이다(OECD, 2009a).

<표 3> 표준화지수로 생성한 변인의 하위 요소 및 Cronbach's alpha 계수

변인명	하위 항목	척도	하위 항목 수	Cronbach's alpha
사회경제문화적 지위*	부모의 직업, 학력, 가정의 소유물	0: 없음 1: 있음	23	.751
가정에서의 ICT 접근성	데스크 탑, 노트북 등 접근성	1-3점 척도	8	.511
학교에서의 ICT 접근성	데스크 탑, 노트북 등 접근성	"	5	.733
학습목적 ICT 활용	학교숙제를 위한 검색 등	1-4점 척도	5	.756
학교에서의 ICT 활용빈도	이메일, 학교웹사이트사용 등	1-4점 척도	9	.843
컴퓨터에 대한 태도	컴퓨터로 일하는 것은 중요하다 등	1-4점 척도	4	.771
인터넷/오락 사용	게임, 채팅, 음악다운로드 등	1-4점 척도	9	.728
고차원 과제에 대한 자신감	사진/이미지 편집 등	1-4점 척도	5	.795
읽기에 대한 태도	읽기는 내가 가장 좋아하는 취미 중 하나다 등	1-4점 척도	11	.877
온라인 자료 읽기	이메일 읽기, 채팅자료 등	1-5점 척도	7	.695

주. 사회경제문화적 지위 표준화지수는 부모 중 가장 높은 직업 지위 지수, 가장 높은 교육연한 지수, 가정의 소유물 변인에 대한 표준화지수에 요인부하량(factor loading)을 가중치로 반영하여 주성분 분석을 통해 나온 아이겐값(eigen value)으로 나눈 값임(OECD, 2009a). 따라서 이 표에서 제시된 하위 항목 수, Cronbach's alpha 계수는 가정의 소유물에만 한정하여 분석을 실시한 결과임.

이 연구에서 설정한 분석 모형을 제시하면, 먼저 기본모형²⁾의 1수준 모형에서 Y_{ij} 는 학교 j 에 속한 학생 i 의 종속변수로서 학업성취도를 의미한다. β_{0j} 는 학교 j 의 평균이며, r_{ij} 는 학교 j 에 속한 개인 i 가 학교평균에서 벗어난 무선오차로 무선효과(random effect)를 의미한다³⁾. 2수준 학교모형은 학교평균을 고정효과와 무선효과로 구분한 것으로서 각 학교의 평균 β_{0j} 는 전체 평균인 고정효과 γ_{00} 와 해당 학교가 전체 평균에서 벗어난 정도를 의미하는 무선효과 u_{0j} 로 구분된다.

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

$$2\text{수준: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

- 2) 개인 수준이나 학교 수준이나 어디에도 설명변수를 넣지 않은 모형으로서 개인 수준의 종속변수에서 집단 평균으로부터 개인이 얼마나 벗어났는지, 그리고 해당 학교의 평균이 전체평균으로부터 얼마나 벗어났는지, 즉 개인과 학교의 분산(무선효과)이 통계적으로 유의미한 수준인지를 확인하기 위한 모형이다.
- 3) 무선효과는 평균이 0이고 표준편차가 σ 인 정규분포를 따른다. 이 때 고정효과란 각 학생변인들의 효과가 모든 학교에서 동일하다고 가정하는 것이고, 무선효과는 각 학교에 따라 학생변인들의 효과가 다르다는 가정 하에서의 효과를 의미한다(Raudenbush, Bryk, 2002)

조건 모형의 1수준 모형에서는 X_q 라는 설명변수가 $1 \cdots \Omega$ 까지 투입된 모형으로 β_{qj} 는 이 설명변수의 계수로서 무선효과로 볼 수 있다. 각 학생수준 독립변인들은 전체평균으로 중심점 교정을 통해 절편계수를 추정하였다. 여기서 학생 수준 변수로 설정한 변인은 개인배경, 교과 변인, ICT 관련 변인이다. 즉, 학생의 성별, 사회경제문화적 지위 변인 등 개인배경 변인, 읽기에 대한 즐거움, 온라인 자료읽기, 교과별 학습시간 등 교과 변인, 그리고 가정에서의 ICT 접근성, 학교에서의 ICT 접근성, 학습목적 ICT사용, 인터넷/오락 사용, 고차원 과제에 대한 자신감, 컴퓨터에 대한 태도 등 ICT 관련 변인을 투입하였다. 여기서는 개인의 여타 다른 변인을 통제하였을 때에도 ICT 관련 변인에 따라 학업성취도 차이가 있는지를 확인할 수 있다.

$$1\text{수준: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \sum_{q=1}^{\Omega} \beta_{qj} X_{qij} + r_{ij}, \quad r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

2수준 모형에서는 절편 β_{0j} 만 각 학교마다 변하는 무선효과로 설정하고 학교수준의 설명변수 W_{sj} 를 투입하여 학생수준의 평균에 유의미한 영향을 주는 학교수준의 변인이 무엇인지를 탐색하였다. 그리고 기울기 β_{qj} 에서는 고정효과 뿐 아니라 무선효과를 가정하되 설명변수를 투입하지 않았다. 본 연구의 초점이 학생의 성취도에 ICT 관련 변인이 유의한 영향을 미치는지를 확인하기 위한 것으로, 종속변수에 영향을 주는 요인의 탐색을 단순화시키기 위해서 절편계수에만 설명변수를 투입한 것이다. 이 연구에서는 학교 수준 변인으로 설립유형, 학교평균 사회경제문화적 지위 변인, 지역 규모, 여학생 비율, 학생 1인당 컴퓨터 수를 투입하였다. 참고로 이 모형에서 1, 2수준의 무선효과는 2수준의 설명변수가 1개일 경우, 무선효과 u_{0j} 은 평균이 0인 다변량 정규분포를 가정한다.

$$2\text{수준: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{s=1}^p \gamma_{0s} W_{sj} + u_{0j}$$

$$\beta_{qj} = \gamma_{q0} + u_{qj}$$

III. 연구 결과

1. ICT 활용이 학업성취도에 미치는 영향

개인배경, 교과변인, 학교특성 변인을 통제된 상태에서 가정과 학교에서의 ICT 활용이 학업성취도에 미치는 영향을 분석한 다층분석 결과는 <표 4>와 같다.

먼저 가정에서의 ICT 접근성은 세 영역 성취도와 모두 부적 관련성을 가지는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 수준은 아닌 것으로 나타났다. 반면 학교에서의 ICT 접근성은 세 영역 성취도와 모두 정적 관련성은 있으나 역시 통계적으로 유의한 수준은 아닌 것으로 나타났다. 이러한 결과는 PISA 2006 한국자료에 대한 분석 결과(김혜숙 외, 2008)에서는 가정에서의 ICT 접근이 $\alpha=.05$ 수준에서 수학과 부적 관련성이 있는 것으로 나타났으며 그 외에는 관련성이 없는 것으로 나타났다. 이는 가정과 학교에서의 ICT 접근성 자체가 학업성취도와 큰 관련성이 없음을 의미한다. 즉, ICT 활용이 어느 정도 보편화된 지식정보화 사회에서 접근성 자체가 성취도와 직접적인 영향을 미치기는 어렵다는 것을 시사한다.

한편, PISA 2009에서 새롭게 추가된 변인인 수업 중 컴퓨터 활용시간과 학습 목적의 ICT 활용은 세 영역 성취도 모두에 통계적으로 유의한 수준의 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 역시 2009년에 새롭게 추가된 학교에서의 ICT 활용 빈도 변인은 세 교과 모두 $\alpha=.001$ 수준에서 부적 관련성을 맺는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 학교에서 ICT 활용을 많이 하는 것이 오히려 학업성취도에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사하는 것으로 학교에서의 ICT 활용 방식에 대한 재고가 요구되는 부분이다. 마찬가지로 2009년 추가 변인인 인터넷/오락 목적의 컴퓨터 사용 변인은 세 교과 모두 $\alpha=.001$ 수준에서 부적인 관련성을 맺는 것으로 나타났다. 하위 항목이 오락 뿐 아니라 컴퓨터로 숙제를 하거나 협력 학습을 위한 ICT 활용 등을 포함되었기 때문에 하위 항목별로는 어떠한 차이가 있는지는 확인해보는 것이 필요하다. 그리고 학교특성 중 ICT와 관련된 변인인 학생 1인당 컴퓨터 수는 학생들의 읽기와 수학 성취도에 긍정적인 영향을, 과학에는 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다. 참고로 학생 1인당 컴퓨터 수는 PISA 2006에서도 통계적으로 유의한 영향을 미치지 못하였다.

ICT 관련 정의적 특성과 학업성취도와의 관련성을 분석하기 위하여 고차원 과제 및 컴퓨터에 대한 태도가 성취도에 미치는 영향을 알아보았다. 먼저 ICT 그래픽 편집, 데이터베이스 생성, 스프레드시트 생성 등 고차원 과제에 대한 자신감은 교과별로 다른 것으로 나타났다. 수학과 과학에서는 정적 관련성을 가지는 것으로 나타난 반면(수학은 $\alpha=.05$, 과학은 $\alpha=.001$ 수준에서 통계적으로 유의), 읽기는 통계적으로 유의한 수준의 관련성이 없는 것으로 나타났다. 컴퓨터에

대한 태도는 세 교과 모두에서 $\alpha=.001$ 수준에서 정적 관련성이 있는 것으로 나타났다. 여기서 컴퓨터에 대한 태도는 컴퓨터 사용에 대해서 중요성, 재미, 흥미, 몰입 등의 인식을 포함하고 있다. 또한 온라인 자료 읽기 변인은 $\alpha=.001$ 수준에서 읽기 성취도와 통계적으로 유의한 수준의 정적 관련성이 있는 것으로 나타났다. 즉, 온라인 읽기 자료를 많이 접하고 읽기를 즐겁고 재미있게 인식하는 학생일수록 읽기 성취도가 높은 것으로 나타났다. 그러나 이러한 결과를 가지고 ICT 활용과 학업성취도 간에 인과적 관계가 있다고 단정하기는 어렵다. 즉, 수학과 과학 성취도가 높은 학생이 고차원 ICT 과제에 대한 자신감이 높고, 성취 수준이 높은 학생일수록 컴퓨터에 대한 태도가 긍정적인 수 있다는 추론도 가능하다. 또한 읽기 성취도 수준이 높은 학생일수록 온라인 읽기 자료를 많이 접한다는 역해석도 가능하다. 다만 이 연구에서는 이와 같은 ICT 활용 변인과 학업성취도 간에는 어느 정도 관련성이 있음을 밝히고자 한다. 이를 인과 관계로 확대하여 해석하기 위해서는 실험 혹은 준실험 설계에 의한 연구가 추가적으로 수행될 필요가 있다.

참고로 ICT 외에 최종 분석모형에서 성취도에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타난 변인을 제시하면 다음과 같다. 먼저 개인배경에서는 여학생이 남학생보다 읽기 성취도가 높았으며, 사회경제문화적 지위가 높을수록 세 영역의 성취도가 높은 것으로 나타났다. 읽기 교과 관련 변인 중 읽기에 대한 태도 변인이 성취도에 $\alpha=.001$ 수준에서 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 읽기를 즐겁고 재미있게 인식하는 학생일수록 읽기 성취도가 높은 것으로 나타났다. 그러나 교과별 학습시간은 그리 큰 영향을 미치지 않았는데, 과학에만 $\alpha=.05$ 수준에서 정적 관련성이 있는 것으로 나타났다. 그리고 학교수준 변인 중에서는 학교의 평균 사회경제문화적 지위는 $\alpha=.001$ 수준에서 모든 교과 성취도에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났지만, 설립 유형은 읽기와 과학의 경우 사립이 국공립보다 통계적으로 유의한 수준에서 더 높은 성취도를 보이는 것으로 나타났다.

한편, 각 교과별 집단내 상관(Intra-Class Correlation: ICC)은 기초모형은 .299~.380이나 조건모형은 설명변인의 투입으로 .135~.187 수준으로 줄어들었다. 또한 최종 분석모형에 의해 읽기는 학교수준 변산의 72.9%와 학생수준 변산의 26.2%, 수학은 학교수준 변산의 65.9%와 학생수준 변산의 10.5%, 과학은 학교수준 변산의 63.1%와 학생수준 변산의 10.8%가 설명되는 것으로 나타났다. 읽기의 경우에는 관련 읽기에 대한 태도 등 교과변인이 더 투입되었기 때문에 설명변량이 큰 것으로 나타난 것으로 보인다. 또한 신뢰도 계수는 조건모형의 경우 읽기 .856, 수학 .897, 과학 .872로 모두 양호하였다.

<표 4> ICT 활용이 학업성취도에 미치는 영향: 다층분석 결과

변인	읽기		수학		과학	
	기본 모형	조건 모형	기본 모형	조건 모형	기본 모형	조건 모형
학생 수준						
절편	522.9 (6.1)***	527.0(5.3)***	522.6 (8.3)***	547.4 (7.1)***	525.6 (6.6)***	545.0 (7.2)***
개인 배경	성별	32.2(4.7)***		0.3(6.3)		4.4(5.0)
	사회경제문화적지위	18.2(2.7)***		22.6(3.4)***		18.2(3.5)***
ICT 관련 변인	가정에서의 ICT접근성	-2.8(4.4)		-0.4(3.8)		-4.4(3.9)
	학교에서의 ICT접근성	2.3(1.8)		2.7(2.3)		1.9(2.4)
	학교에서의 ICT활용빈도	-6.5(3.0)*		-8.6(3.9)*		-10.0(3.2)**
	수업 중 컴퓨터 활용시간	1.0(2.6)		-5.1(4.7)		0.7(1.8)
	학습목적 ICT 사용	-5.0(3.0)		2.2(4.2)		2.1(3.9)
	인터넷/오락 사용	-13.8(3.0)***		-16.0(4.0)***		-14.7(3.5)***
	고차원 과제에 대한 자신감	1.2(2.4)		2.5(2.3)*		8.4(2.5)***
	컴퓨터에 대한 태도	8.6(2.2)***		12.7(2.5)***		12.0(2.8)***
교과 관련 변인	온라인 자료 읽기	10.6(3.1)***				
	교과별 학습시간	0.0(0.1)		0.2(0.1)		0.4(0.2)*
	읽기에 대한 태도	27.3(3.1)***				
학교 수준						
학교 특성	설립유형	-18.6(6.5)**		-17.0(9.6)		-22.7(10.1)*
	평균 사회경제문화적지위	44.2(8.4)***		62.7(13.6)***		28.1(15.1)***
	지역 규모	-0.6(3.7)		2.1(6.1)		-1.2(5.2)
	학교 규모	0.0(0.0)		0.0(0.0)		0.0(0.0)
	여학생 비율	-0.1(0.1)		-0.2(0.2)		-0.1(0.2)
	학생 1인당 컴퓨터 수	11.7(9.1)		20.8(13.7)		-4.3(10.8)
무선 효과	신뢰도	0.940	0.856	0.958	0.897	0.942
	학교수준분산	1983.9	538.4	3249.0	1089.2	2111.6
	학생수준분산	4655.1	3435.8	5291.4	4733.6	4864.6
	집단내상관(ICC)	.299	.135	.380	.187	.303
설명 분산	학교수준(%)		1445.5(72.9)		2159.8(65.9)	
	학생수준(%)		1219.3(26.2)		557.8(10.5)	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

주1. PISA2009 전체 응답자 4989명 중에서 성취도에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 분석에 활용된 유효 사례수는 읽기 4,516명, 수학 4,586명, 과학 4,585명임

주2. 괄호 안은 학생 및 학교 수준 변인의 경우 표준오차를, 설명분산에서는 분산 비율(%)을 나타낸 것임

2. 하위 항목별 ICT 변인의 효과

학생과 학교 수준 변인들을 통제한 후에도 학교에서의 ICT 활용과 인터넷/오락 활용도는 성취도와 부적 관련성을, 고차원 ICT 과제에 대한 자신감과 컴퓨터에 대한 태도 변인은 정적 관련성을 가지는 것으로 나타났다. 여기서 고차원 ICT 과제에 대한 자신감 외에 세 개 변인은 PISA 2009에서 새롭게 추가된 변인이다. 따라서 하위 항목별로도 성취도와 어떠한 관련성을 보이는지 분석할 필요가 있다. 이를 위해 과학, 수학, 읽기 성취도에서 성별과 사회경제문화적 지위를 통제한 상태에서 ICT 활용의 하위 항목별로 성취도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 AM프로그램⁴⁾을 이용하여 중다회귀 분석을 하였다. 분석 결과, 학교에서의 ICT 활용의 다양한 변인 중에서 학교에서 온라인 채팅, 학교 웹사이트 자료 게시, 외국어 혹은 수학 연습, 그룹 활동/대화를 위한 ICT 활용은 성취도와 부적 관련성이 있는 것으로 나타났다(<표 5> 참조). 이러한 결과는 학교에서 이루어지는 다양한 ICT 활용 교수·학습활동이 성취도와 직접적인 관련이 없는 방식으로 이루어지고 있음을 시사한다. 참고로 이 회귀모형에서 성별, 사회경제문화적 지위, 항목별 학교에서의 ICT 활용 빈도 변인의 설명 변량은 약 15.3~20.3%정도인 것으로 나타났다.

<표 5> 학교에서의 ICT 활용 하위 항목별 회귀분석 결과

변인		읽기	수학	과학
절편		576.57(4.67)***	606.92(6.02)***	593.96(5.35)***
개인 배경	성별	31.46(2.36)***	-8.40(2.60)***	-1.77(2.56)*
	사회경제문화적 지위	30.00(1.37)***	37.46(1.61)***	30.71(1.46)***
학교 ICT 활용	학교에서 온라인 채팅(-)	-23.58(2.79)***	-25.88(3.24)***	-25.11(3.14)***
	학교에서 이메일 사용	3.75(2.95)	3.75(3.74)	2.97(3.54)
	학교공부를 위한 인터넷 검색	3.22(2.01)	0.80(2.32)	1.68(2.17)
	학교사이트에서 자료 다운로드, 검색	1.26(2.62)	2.71(3.41)	2.60(3.06)
	학교웹사이트에 자료 게시(-)	-12.02(3.81)***	-10.39(4.89)*	-11.00(4.40)**
	외국어 혹은 수학 공부 연습(-)	-12.30(3.54)***	-14.42(4.26)***	-14.03(3.86)***
	학교에서 시뮬레이션 실행	0.78(1.81)	-0.40(2.02)	0.17(1.84)
	학교 컴퓨터로 숙제	3.12(2.79)	6.42(3.23)	4.76(2.89)
	그룹 활동 및 대화를 위한 컴퓨터 사용(-)	-6.45(2.63)**	-7.12(3.29)*	-6.27(2.95)*
	R^2	0.203	0.173	0.153

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

주1. 괄호 안에 제시된 수치는 표준오차임.

주2. (-)안은 교과별 회귀식에서 해당 독립변인이 통계적으로 유의한 수준에서 정적 혹은 부적 영향을 미치는지를 +, -로 표시함.

4) AM프로그램은 PISA 자료에서 제시하는 전체 가중치(final weight variable) 변인들과 표준오차 교정 반복치 변인들(replication weight variables)을 설정해서 분석하도록 고안되어 있어 PISA와 같이 대규모 데이터를 분석하기에 적합한 통계 프로그램이다(박현정, 이광현, 강성국, 2005).

<표 6>은 인터넷/오락 활용의 하위 항목별로 성취도에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과이다. 컴퓨터로 숙제를 하는 것과 즐거움(fun)을 위한 인터넷 검색을 제외한 대부분의 인터넷/오락 활용은 세 영역 성취도와 부적 관련성을 가지는 것으로 나타났다. 흥미롭게도 즐거움을 위해 인터넷 검색을 하는 것이 성취도와 정적 관련성이 있는 것으로 나타났다. 공부를 하다가 잠시 휴식을 위해 재미있는 인터넷 기사를 찾기 위해 인터넷 검색을 하는 것은 오히려 성취도에 긍정적인 영향을 미칠 수도 있다는 추측이 가능하다. 그러나 이러한 추측을 뒷받침하기 위해서는 앞으로 학생들의 ICT 관련 행동 패턴에 대한 심층 연구가 이루어질 필요가 있다. 참고로 이 회귀모형에서 성별, 사회경제문화적 지위, 인터넷/오락 활용 변인의 설명 변량은 약 19.7~24.9%정도인 것으로 나타났다.

<표 6> 인터넷/오락 활용의 하위 항목별 회귀분석 결과

변인		읽기	수학	과학
절편		560.85(6.91)***	600.19(8.13)***	577.51(7.27)***
개인 배경	성별	25.54(3.13)***	-13.76(3.40)***	-7.93(3.13)*
	사회경제문화적 지위	25.52(1.36)***	32.78(1.63)***	26.07(1.48)***
인터넷/ 오락 활용	일대일게임(-)	-7.74(1.42)***	-9.75(1.51)***	-8.19(1.39)***
	협동적 온라인 게임(-)	-3.04(1.48)*	-2.62(1.57)	-3.31(1.53)*
	컴퓨터로 숙제(+)	9.48(1.53)***	8.68(1.78)***	9.52(1.56)***
	이메일(-)	-3.26(1.36)*	-3.54(1.34)**	-2.47(1.39)
	온라인 채팅(-)	-14.68(1.10)***	-14.78(1.48)***	-14.83(1.18)***
	즐거움을 위한 인터넷 검색(+)	11.85(1.55)***	12.89(1.72)***	12.38(1.73)***
	음악, 영화, 소프트웨어 다운로드(-)	-4.62(1.51)**	-4.79(1.86)*	-4.87(1.76)**
	개인 웹사이트, 블로그 관리	-0.33(1.18)	-2.39(1.43)	-0.77(1.20)
	온라인 포럼, 가상 대화나 공간 참여(-)	-1.72(1.15)	-3.33(1.34)*	-2.24(1.20)
	R^2	0.249	0.221	0.197

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

주1. 괄호 안에 제시된 수치는 표준오차임.

주2. (-)안은 교과별 회귀식에서 해당 독립변인이 통계적으로 유의한 수준에서 정적 혹은 부적 영향을 미치는지를 +, -로 표시함.

고차원 ICT 하위 과제에 따른 자신감이 성취도에 미치는 영향을 분석한 결과(<표 7> 참조), 회귀계수를 기준으로 보았을 때, 교과별로 관련성의 방향이 상이한 것으로 나타났다. 즉, 디지털 사진 혹은 그래픽 이미지 편집은 오직 읽기 성취도와 정적 관련성이 있는 것으로 나타난 반면, 프레젠테이션 창작은 수학과 과학에 부적 관련성이 있는 것으로 나타났다. 또한 데이터베이스 생성은 읽기에는 부적이나 수학과 과학에는 정적으로, 그래프 등 스프레드시트 사용은 세 영역

모두 부적인 관련성이 있는 것으로 나타났다. PISA 2006 분석 결과(김혜숙 외, 2008)를 살펴보면 항목 자체가 달라져서 직접적인 비교는 어려우나 바이러스 제거, 데이터 CD 복사, 프레젠테이션 작성은 정적인 관련성을 가지나, 그래픽이미지 편집, 데이터베이스 생성, 그래프 등 스프레드시트 사용, 멀티미디어 프레젠테이션 작성, 웹페이지 작성은 세 교과 성취도와 부적 관련성을 가지는 것으로 나타났다. 프레젠테이션 창작을 제외하고 PISA 2006 분석 결과와 어느 정도 유사한 것으로 나타났다(<표 7> PISA 2006 (+/-) 표시 참조). 참고로 이 모형에서 성별, 사회경제문화적 지위, 고차원 ICT 과제에 대한 자신감 변인의 설명 변량은 약 17.5~21.9% 정도인 것으로 나타났다.

<표 7> 고차원 과제에 대한 자신감 하위 항목별 회귀분석 결과

변인		읽기	수학	과학	PISA 2006 분석결과
절편		545.05(4.13)***	572.01(4.80)***	564.06(4.17)***	
개인	성별	26.84(1.40)***	-13.44(2.76)***	-6.99(2.77)*	
배경	사회경제문화적 지위	-2.20(1.82)	34.25(1.64)***	27.14(1.48)***	
고차원 과제에 대한 자신감	그래픽 이미지편집(+/-)	11.26(1.28)***	-0.68(1.86)	-1.60(1.76)	(-)
	데이터베이스 생성(+/-)	-3.68(1.35)**	12.30(1.53)***	11.58(1.34)***	(-)
	그래프 등 스프레드시트 사용(-)	-21.77(1.67)***	-3.19(1.61)*	-4.06(1.47)**	(-)
	프레젠테이션 창작(-)	0.41(1.55)	-24.70(2.02)***	-23.57(1.85)***	(+)
	멀티미디어 창작	26.46(2.49)	-0.45(1.92)	-0.81(1.58)	
R^2		0.219	0.190	0.175	

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

주1. 괄호 안에 제시된 수치는 표준오차임.

주2. ()안은 교과별 회귀식에서 해당 독립변인이 통계적으로 유의한 수준에서 정적 혹은 부적 영향을 미치는지를 +, -로 표시함.

마지막으로 온라인 자료 읽기 정도가 읽기 성취도에 미치는 효과를 분석한 결과(<표 8> 참조), 인터넷 상에서 뉴스, 사전이나 백과사전(예: 위키피디아 등), 특정 주제에 대한 정보 검색, 실용적인 정보 검색은 학업성취도와 정적 관련성이 있는 것으로 나타난 반면, 항목별 학교에서의 ICT 활용 분석 결과와 마찬가지로 채팅이나 그룹 토론 및 포럼과 같이 상호작용을 강조하는 온라인 활동은 읽기 성취도와 부적 관련성을 가지는 것으로 나타났다. 참고로 이 회귀모형에서 성별, 사회경제문화적 지위, 온라인 자료 읽기 변인의 읽기 성취도에 대한 설명 변량은 약 27.6%로 비교적 높은 것으로 나타났다.

<표 8> 온라인 자료 읽기 하위 항목별 회귀분석 결과

변인		읽기 성취도
절편		507.63(6.82)***
개인배경	성별	30.91(2.40)***
	사회경제문화적 지위	23.42(1.40)***
온라인 자료 읽기	이메일	-0.60(1.31)
	채팅(-)	-18.45(1.01)***
	온라인뉴스(+)	9.17(1.20)***
	온라인 사전이나 백과사전(+)	5.68(1.20)***
	특정 주제에 대한 온라인 정보 검색(+)	7.41(1.36)***
	온라인 그룹 토론 및 포럼(-)	-4.67(1.61)**
	실용적인 정보 검색(+)	5.60(1.42)***
R^2		0.276

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

주1. 괄호 안에 제시된 수치는 표준오차임

주2. ()안은 교과별 회귀식에서 해당 독립변인이 통계적으로 유의한 수준에서 정적 혹은 부적 영향을 미치는지를 +,-로 표시함.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 PISA 2009 한국 자료를 이용하여 학생 수준의 개인배경과 주요 교과 변인, 학교 수준의 제반 변인을 통제했을 경우에도 ICT 활용이 학생들의 성취도에 미치는 영향을 탐색하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 본 연구에서는 다층 분석을 실시하였으며 종속변수에는 읽기, 수학, 과학 성취도를, 독립변인으로 ICT 관련 변인 외에 학생 수준에서는 개인배경(성별, 사회경제문화적 지위), 교과 변인(학습 시간 및 읽기에 대한 태도), 학교 수준에서는 설립유형, 지역규모, 평균 사회경제적 수준 변인 등을 투입함으로써 ICT 관련 변인의 영향을 체계적으로 분석하였다.

분석 결과를 연구문제와 관련하여 요약하면 다음과 같다. 첫째, 가정과 학교에서의 ICT 접근성은 학업성취도와 거의 관련성이 없는 것으로 나타났다. 둘째, 학교에서의 ICT 활용 빈도는 학업 성취도와 부적 관련성이 있는 것으로 나타났다. 셋째, 수업 중 컴퓨터 활용시간, 학습 목적의 ICT 사용 등은 성취도에 미치는 영향이 미미하거나 혹은 부정적인 것으로 나타났다. 넷째, ICT 고차원 과제에 대한 자신감은 수학과 과학 성취도와 정적 관련성이 있는 것으로 나타났으며, 컴퓨터에 대한 태도는 역시 세 교과 성취도 모두와 정적 관련성이 있는 것으로 나타났다. 마지막으로 온라인 자료 읽기와 읽기 성취도 간에는 정적 관련성이 있는 것으로 나타났다.

전반적으로 컴퓨터를 많이 활용했는가 자체는 성취도에 미치는 영향은 미미하다고 볼 수 있

는데, 이러한 결과는 국외 선행연구(Papanastasiou et al., 2003; Witter, Senkbeil, 2008)에서 밝힌 것과 같이 학생의 주요 변인을 통제하였을 경우, 학생의 컴퓨터 접근성이나 활용빈도 자체가 성취도에 직접적으로 영향을 미치는 것이 아니라는 점을 다시 확인해주고 있다. 이러한 결과는 PISA 2006 자료에 대한 분석 결과(김혜숙 외, 2008)와도 일관된 것이다.

또한 그래픽 편집, 데이터베이스 생성, 스프레드시트 생성 등 고차원 과제에 대한 자신감이 성취도에 미치는 영향은 교과별로 다른 것으로 나타났는데, 수학과 과학에서는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타난 반면, 읽기에는 통계적으로 유의한 영향을 못 미치는 것으로 나타났다. PISA 2006 분석 결과(김혜숙 외, 2008)에서는 이메일이나 워드 프로그램 사용 등 일상적으로 컴퓨터를 활용하는 것에 대해서 자신감을 가지는 것이 데이터베이스, 프레젠테이션 작성 등 고난이도 과제에 대한 자신감보다는 성취도를 설명하는 주요한 변인으로 작용하였으며, 수학 성취도에서만 고난이도 과제에 대한 자신감이 $\alpha=.01$ 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 그러나 PISA 2006과 PISA 2009의 결과를 직접적으로 비교하기는 어렵다. 왜냐하면 PISA 2006에서는 일상적 과제와 고난이도 과제를 구분하여 변인을 제시하였기 때문에 각각의 자신감이 성취도에 미치는 영향을 분석할 수 있었으나 PISA 2009에서는 일상적 과제에 대한 자신감 항목이 제외되었기 때문이다. 그럼에도 불구하고 일관된 결과는 고난이도 과제에 대한 자신감은 수학 성취도에 긍정적인 영향을 미치고 있다는 점이다. OECD(2007)에 따르면 PISA에서 출제된 수학 문항은 복잡하고 익숙하지 않은 자료를 해석하거나 수학적 모델링 과정을 수행해야 하는데 이 과정에서 그래프나 표의 정보를 해석하여 연관시키고, 지도상의 거리를 계산하거나 공간이나 지리적 지식을 이용해야 한다. 즉, 스프레드시트, 데이터베이스, 그래픽, 멀티미디어 등 고난이도 ICT 과제에 능숙한 것은 수학적 정보를 해석하고 문제를 해결해야 하는 과제에서 긍정적인 영향을 미칠 수도 있다.

그리고 PISA 2009에서 새롭게 추가된 항목인 ICT 활용의 세부 항목별 회귀분석 결과, 학교에서의 ICT 활용을 많이 하는 학생일수록 세 교과 모두에서 성취도가 낮은 것으로 나타났다. 그 중에서도 온라인 채팅을 하거나 자료를 게시하거나 대화를 위한 컴퓨터 사용이 부정적인 것으로 나타났으며, 외국어 혹은 수학 공부 연습이 부정적으로 나타난 점도 흥미롭다. 한편, 일반적으로 인터넷/오락 활용은 성취도에 부정적이라고 알려져 있는데 그 중에서도 특히, 일대일 게임, 온라인 채팅, 음악/영화/소프트웨어 다운로드를 많이 할수록 성취도가 낮은 것으로 나타난 것은 예상된 결과이다. 또한 고차원 ICT 과제에 대한 자신감의 세부 항목별 회귀분석 결과, 교과별 영향이 상이한 것으로 나타났다. 읽기 성취도에는 디지털 사진 혹은 그래픽 이미지 편집은 긍정적이거나 데이터베이스 생성 및 그래프 등 스프레드시트 사용은 오히려 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 수학과 과학 성취도에는 데이터베이스 생성은 긍정적이거나 그래프 등 스프레드시트 사용이나 프레젠테이션 창작은 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 읽기와 디

지털 사진 혹은 그래픽 이미지 편집, 그리고 수학과 과학에서 프레젠테이션 창작은 해당 교과 활동에서 과제나 혹은 모둠 활동 등을 통해서 일반적으로 이루어지는 활동이다. 이러한 활동 중에서 어떤 ICT 활용 방식이 성취도에 긍정적 혹은 부정적으로 작용할 수 있음을 밝히는 것은 효과적인 교수·학습방법을 찾는 데 단초가 될 수 있다.

마지막으로 온라인 읽기 자료 중에서는 뉴스, 사전이나 백과사전, 특정 주제 및 실용적 정보 검색을 많이 하는 학생일수록 읽기 성취도가 높은 반면 채팅 및 온라인 그룹 토론, 포럼 등 상호작용을 강조하는 자료일 경우에는 읽기 성취도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 온라인 채팅이나 그룹 활동/대화 등 상호작용을 강조하는 컴퓨터 활용이 성취도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 실제로 교육현장에서 인터넷을 통한 협동학습의 기회가 충분히 주어지지 않고 있거나 혹은 기회가 있다고 하더라도 협동학습을 이용한 수업이 제대로 이뤄지지 않고 있음을 시사한다. 김영수와 이안네스(1999)의 연구에 따르면 인터넷을 이용한 수업에서의 협동학습은 구조화된 협동학습 전략이 있을 경우에만 성취도에 긍정적으로 작용하였는데, 본 연구의 결과는 이러한 전략 없이 상호작용을 강조하는 것이 성취도와 큰 관련이 없음을 시사한다. 또한 PISA에서 이 항목을 물어보는 방식에 있어서 무엇을 위한 그룹 활동 및 대화인지를 명시하지 않아 협동학습 전략과의 관련성이 고려되지 않았다고 볼 수 있다.

본 연구에서 학생의 학교에서의 ICT 활용이 통계적으로 유의한 수준에서 학업 성취도에 대해서 부적 관련성을 가지는 것으로 나타났다. 특히, 채팅이나 그룹 활동 및 대화를 위한 컴퓨터 사용이 성취도와 부적 관련을 가지는 것은 당연하나 학교웹사이트 자료 게시나 외국어/수학 공부 연습이 이러한 결과를 가져온 것은 현재 학생들이 학교에서 ICT를 활용하는 방식이 실제로 학업 성취도와 관련이 없거나 혹은 오히려 떨어뜨리는 방향으로 이뤄지고 있음을 시사한다. 이는 Papanastasiou 등(2003)의 지적대로 컴퓨터가 지식을 구성하는 활동으로 활용되고 있는가 혹은 아닌가에 의해 그 효과가 달라질 수 있음을 보여주고 있다. 한편, 디지털 사진 혹은 그래픽 이미지 편집에 대한 자신감은 오직 읽기에만 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타난 반면, 프레젠테이션 창작에 대한 자신감은 수학과 과학에는 오히려 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 데이터베이스 생성에 대한 자신감은 읽기에는 부정적이나 수학과 과학에는 긍정적으로, 그래프 등 스프레드시트 사용에 대한 자신감은 세 교과 모두 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 다양한 ICT 과제에 대한 자신감이 성취도에 미치는 영향은 교과 특성에 따라서 상당히 다를 수 있어 교과 특성을 살린 ICT 활용 전략이 필요함을 되짚어주고 있다.

또한 PISA 문항이 학교에서 배운 교과지식을 새로운 문제해결 상황에 적용하는 능력을 측정하였다는 점에서 본 연구의 결과는 ICT 활용에 능숙하고 컴퓨터에 대해서 긍정적인 태도를 가지는 것 자체가 다양한 문제 상황에서 요구되는 과제를 효율적으로 해결하는데 긍정적으로 작용할 수 있음을 시사한다. 물론 문제 해결 역량이 뛰어난 학생이 ICT 활용에 능숙하고 긍정적인

태도를 가지고 있다는 해석도 가능하기 때문에 두 변인 간 관련성을 뛰어넘어 인과적 추론이 가능하도록 실험 혹은 준실험 설계에 의한 연구가 수행될 필요가 있다. 그러나 가정과 학교에서의 ICT 접근성이나 학습 목적 ICT 사용이나 수업 중 컴퓨터 사용 등이 성취도에 미치는 영향이 미미하거나 혹은 부정적으로 나온 결과는 ICT 활용 교육에 시사점을 제시하고 있다. 지금까지 ICT 활용 교육이 얼마나 학교나 가정에서 학생들이 많이 활용하도록 할 것이냐에 초점을 맞추었다면 앞으로는 무엇을 위해서, 어떠한 방식으로 활용할 것인가, 즉 양보다는 질 측면으로 전환할 필요가 있음을 시사한다.

이 연구에서는 PISA 2009 자료에 제시된 우리나라 학생의 ICT 관련 변인이 학업성취도에 미치는 영향을 다층분석을 통해 분석하였으나, 학업성취도 외에 학습동기, 자아 효능감, 몰입도 등과 같은 정의적 영역이나 의사소통이나 협업능력 등과 같은 사회적 측면에 ICT 관련 변인들이 어떠한 영향을 미치는지 등 후속 연구가 필요하다. 최근 사회적 문제가 되고 있는 컴퓨터 게임이나 채팅 등 과도한 컴퓨터 사용이 학교 폭력 등 청소년 문제와 관련되면서 오락 혹은 부정적인 방식의 컴퓨터 사용이 미치는 영향에 대한 체계적인 연구가 더 이루어질 필요가 있다.

참고문헌

- 김영수, 이안네스 (1999). 인터넷을 활용한 수업에서 구조화된 협동학습 전략과 보상이 학업성취도에 미치는 영향. *교육방송연구*, 5(1), 1-17.
- 김혜숙, 서정희, 박현정 (2008). ICT 활용이 학업성취도에 미치는 영향: PISA 2006 한국자료를 중심으로. *한국교육*, 35(4), 107-129.
- 박현정, 이광현, 강성국 (2005). PISA 학업성취도 분석 연구. 한국교육개발원 연구보고 RR 2005-16.
- 주영주, 문자영 (2004). 초등학교 ICT 활용 수업에서 수업통제방식과 사전지식, 컴퓨터에 대한 자기효능감이 성취도 및 만족도에 미치는 영향. *교과교육학연구*, 8(2), 123-146.
- 홍세희 (2007). 위계적, 종단적 자료에 대한 다층모형. 연세대학교 사회복지학과. 워크숍 자료집.
- Attewell, P. & Battle, J. (1999) Home computers and school performance. *The Information Society*, 15(1), 1-10.
- OECD (2006). *Are students ready for a technology-rich world? what pisa studies tell us*. Paris: OECD.
- OECE (2007). *PISA 2006 science competency for tomorrow's world*. Paris: OECD.
- OECD (2009a). *PISA data analysis manual*. Paris: OECD.
- OECD (2009b). *PISA 2009 ICT familiarity Questionnaire*. Paris: OECD.
- OECD (2009c). *PISA 2009 school Questionnaire*. Paris: OECD.
- OECD (2009d). *PISA 2009 student Questionnaire*. Paris: OECD.
- Papanastasiou, E. C., Zembylas, M. & Vrasidas, C. (2003). Can computer use hurt science achievement? The USA results from PISA. *Journal of Science Education Technology*, 12(3), 325-332.
- Raudenbush, S. & Bryk, A. (2002). *Hierarchical linear models: application and data analysis methods* (2nd ed.). London: Sage Publication.
- Raudenbush, S., Bryk, A., Cheong, Y., & Congdon, R. (2004). HLM6: Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling: Scientific Software International. [Computer Software]
- Wittwer, J. & Senkbeil, M. (2008). Students' computer use at home related to their mathematical performance at school?. *Computer & Education*, 50, 1588-1577.

* 논문접수 2011년 9월 22일 / 1차 심사 2011년 11월 1일 / 게재승인 2012년 1월 9일

* 김혜숙: 연세대학교 교육학과를 졸업하고, 서울대학교 대학원 교육학과에서 석사학위를 취득하였으며 동대학원에서 '교육측정 및 평가' 분야 박사(Ph.D)를 취득하였다. 현재 대구대학교 교육대학원 교수로 재직 중이다.

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

Abstract

The Impact of ICT use on Students' Academic Performance based on PISA 2009 Korean Data

Kim, Hye-Sook*

This study analyzed the impact of ICT on students' reading, math, and science performance based on PISA 2009 Korean data. The multi-level analysis was used to control the students' demographic variables, subject related variables and school characteristic variables. The results shows that while the affective traits such as confidence in high-level tasks and attitude toward using computer have a positive relationship between academic performance, the access to computer in school and home don't have an statistically significant effect and the use of computer in school and for learning have a negative relationship between academic performance. According to analyzing the impact of various use of computer, when they use computer more frequently for one to one game, online chatting, downloading for music, films, and softwares, students achieve lower scores in academic performance. However, when students use computer more frequently for homework and searching internet for fun, they achieve higher scores in academic performance. Also the impact of the confidence in editing graphic images, creating databases, and using spreadsheets on academic performance is different according to the subject. For the effect of reading online materials, while reading online materials for news, dictionary, and searching for practical information is affirmative, using computer for interacting with other people such as online group discussion and participating in forum have a negative connection with reading performance.

Key words: ICT use, academic performance, PISA 2009, multi-level analysis